



# 终期报告

佛山市新能源发展规划项目终期报告-11月版修订

提供给：

禅城东部商务区投资建设有限公司

提供方：

同济大学（牵）

华东建筑设计研究院有限公司（联）

2017年7月

## 目录

致谢.....	1
执行摘要.....	1
概述.....	3
1.项目背景及概况.....	3
1) 全国的发展背景.....	3
2) 区域发展.....	3
3) 奇槎片区的建设.....	4
4) 规划范围及目标.....	5
2.技术路径.....	6
3.项目工作范围.....	7
4.项目任务及组织架构.....	8
5.报告的内容.....	9
6.本报告的工作难点.....	12
7.项目周期.....	13
8.项目组织架构.....	14
第一部分.....	15
奇槎区能源规划基础资料调研报告.....	15
1.1 项目概述.....	15
1.1.1 项目开发规模.....	15
1.1.2 项目新能源规划整体范围界定.....	15
1.1.3 项目新能源规划启动区范围界定.....	16
1.1.4 调研方法及目的.....	16
1.2 能源规划基础资料调研.....	17
1.2.1 自然条件调研.....	17
1.2.1.1 水文条件.....	17
1.2.1.2 降水量.....	18
1.2.1.3 温湿度.....	19
1.2.1.4 可再生能源.....	20
1.2.2 片区规划情况调研.....	21
1.2.2.1 总体规划及时序开发.....	21
1.2.3 片区典型建筑能耗调研.....	22
1.2.3.1 办公建筑.....	23
1.2.3.2 居住建筑.....	24
1.2.3.3 商业建筑.....	26
1.2.3.4 建筑能耗分析.....	27
1.2.4 片区电力调研.....	30
1.2.4.1 电力需求现状.....	30
1.2.4.2 电价政策.....	31
1.2.5 片区燃气调研.....	32
1.2.5.1 燃气需求及价格.....	33
1.3 太阳能基础资料调研.....	33

1.3.1 禅城区太阳能利用现状 .....	33
1.3.1.1 禅城太阳能公交枢纽站 .....	33
1.3.1.2 居住建筑太阳能利用 .....	34
1.3.1.3 公共建筑太阳能利用 .....	35
1.3.2 太阳能利用相关政策 .....	35
1.3.2.1 国家层面政策 .....	35
1.3.2.2 佛山市层面政策 .....	36
1.3.2.3 禅城区层面政策 .....	37
1.4 电动桩基础资料调研 .....	38
1.4.1 片区交通情况 .....	38
1.4.2 电动汽车及电动桩现状 .....	38
1.4.3 充电桩政策 .....	39
1.5 结论 .....	40
第二部分 .....	42
奇槎区能源需求预测报告 .....	42
2.1 概念 .....	42
2.1.1 区域供能系统概念 .....	42
2.1.1.1 区域供能系统概念 .....	42
2.1.1.2 区域供冷系统概念 .....	43
2.1.2 适用场合 .....	43
2.1.3 建设程序 .....	43
2.1.4 区域供能系统的优势 .....	45
2.1.4.1 社会环境效益 .....	45
2.1.4.2 经济效益 .....	45
2.1.5 区域能源规划的必要性 .....	47
2.2 政策分析 .....	48
2.2.1 国家政策分析 .....	48
2.2.2 区域供能市场化竞争机制 .....	49
2.3 能源站供能范围界定 .....	50
2.3.1 能源站供能区域的确定 .....	50
2.3.2 能源站供能种类的界定 .....	51
2.3.3 关键性假设 .....	54
2.4 负荷预测目的与方法论 .....	55
2.4.1 负荷预测目的 .....	55
2.4.2 负荷预测方法论 .....	56
2.4.2.1 建立典型建筑模型 .....	56
2.4.2.2 园区负荷预测 .....	57
2.5 典型建筑基准年能耗模拟与校验 .....	58
2.5.1 办公建筑 .....	58
2.5.1.1 智慧新城 T10 .....	58
2.5.1.2 岭南大厦 .....	64
2.5.1.3 办公建筑模拟小结 .....	68
2.5.2 商业建筑 .....	68
2.5.3 酒店建筑 .....	73

2.5.4 住宅建筑 .....	80
2.5.5 学校建筑 .....	82
2.5.6 总结 .....	85
2.6 园区能耗及负荷模拟分析及时序性预测 .....	86
2.6.1 地块划分 .....	86
2.6.2 园区开发时序 .....	89
2.6.2.1 建筑面积开发时序 .....	89
2.6.2.2 建筑能耗时序性分析 .....	92
2.7 能源站供能区域的负荷预测 .....	94
2.7.1 能源站的初定 .....	94
2.7.2 用电负荷及冷负荷预测 .....	94
2.7.2.1 能源站供能区域负荷预测 .....	94
2.7.2.2 能源站供能区域负荷概率分布 .....	97
2.7.2.3 负荷预测小结 .....	99
2.8 节能分析 .....	100
2.8.1 冷负荷数据分析 .....	100
2.8.2 负荷峰值分析 .....	101
2.9 奇槎区能源需求预测小结 .....	102
第三部分 .....	104
奇槎区能源站技术支撑报告 .....	104
3.1 奇槎区能源站冷源技术方案研究 .....	104
3.1.1 区域能源站冷热源技术概述 .....	104
3.1.1.1 常规冷热源技术 .....	105
3.1.1.2 冷热电三联供技术 .....	105
3.1.1.3 蓄冷蓄热技术 .....	107
3.1.1.4 低位能源利用技术 .....	108
3.1.1.5 可再生能源利用技术 .....	109
3.1.2 奇槎区能源站冷源系统技术方案 .....	110
3.1.2.1 奇槎片区区域供冷负荷预测 .....	110
3.1.2.2 冷电联供系统 .....	110
3.1.2.3 冰蓄冷系统 .....	112
3.1.2.4 河水源冷水系统 .....	114
3.1.2.5 冷源系统参考方案 .....	116
3.1.2.6 冷源系统技术可选方案 .....	118
3.2 奇槎区能源站建筑概念方案 .....	121
3.2.1 能源站选址 .....	121
3.2.1.1 规划选址原则 .....	121
3.2.1.2 选址总体布局 .....	122
3.2.2 能源站建筑方案 .....	124
3.2.3 能源站建设模式 .....	126
3.2.4 能源站建设进度建议 .....	129
3.2.4.1 建设方案概述 .....	129
3.2.4.2 奇槎片区能源站建设进度建议 .....	130
3.3 区域供冷管网规划 .....	131

3.3.1 管网布置原则 .....	131
3.3.2 管网布置方案 .....	132
3.3.2.1 常用管网布置形式 .....	132
3.3.2.2 奇槎片区管网布置方案 .....	133
3.3.3 预制直埋管网技术要求 .....	136
3.3.3.1 预制直埋保温管组成 .....	136
3.3.3.2 管道布置 .....	137
3.3.3.3 钢管材料 .....	138
3.3.3.4 保温材料 .....	139
3.3.3.5 直埋保温管件 .....	142
3.3.3.6 保温接头 .....	142
3.3.3.7 报警系统 .....	142
3.4 节能减碳预测分析 .....	143
3.4.1 区域能源系统节能量分析 .....	143
3.4.1.1 冷水机组能耗预测 .....	143
3.4.1.2 空气源热泵能耗预测 .....	144
3.4.1.3 区域能源系统能耗预测 .....	145
3.4.1.4 区域能源系统节能量预测 .....	146
3.4.2 区域能源系统减碳量分析 .....	147
3.5 项目运营模式 .....	148
3.5.1 收费模式 .....	148
3.5.2 收费标准 .....	149
3.5.2.1 接入费 .....	149
3.5.2.2 能源使用费 .....	150
3.5.3 区域供冷用户接受程度分析 .....	151
3.5.3.1 优惠的收费标准 .....	151
3.5.3.2 节省土地成本支出，增加地下空间配置灵活性 .....	152
3.5.3.3 减少用户物业管理费用支出 .....	152
3.6 环境影响评价 .....	153
3.6.1 施工期环境影响分析及环境保护措施 .....	153
3.6.2 运营期环境影响分析及环境保护措施 .....	153
3.6.2.1 噪声影响分析 .....	153
3.6.2.2 烟气影响分析 .....	154
3.6.2.3 废水影响分析 .....	154
3.6.2.4 天然气泄露影响分析 .....	154
3.6.2.5 机组冷媒泄露影响分析 .....	154
3.7 投资估算与效益分析 .....	155
3.7.1 投资估算 .....	155
3.7.1.1 投资估算依据 .....	155
3.7.1.2 投资估算范围及内容 .....	155
3.7.1.3 投资估算 .....	156
3.7.2 与用户自建冷源系统投资比较 .....	158
3.7.3 与用户自冷源系统的运行能源费比较 .....	158
3.7.3.1 冷水机组全年运行费用 .....	158

3.7.3.2 空气源热泵全年运行费用 .....	159
3.7.3.3 区域能源系统运行费用 .....	160
3.8 风险分析 .....	161
3.8.1 政策风险 .....	161
3.8.2 投融资风险 .....	162
3.8.3 技术风险 .....	162
3.8.4 能源站用地风险 .....	163
3.8.5 运营风险 .....	164
3.8.6 能源价格风险 .....	165
3.9 结论与建议 .....	165
3.9.1 结论 .....	165
3.9.2 问题与建议 .....	167
第四部分 .....	169
太阳能利用规划方案 .....	169
4.1 概述 .....	169
4.1.1 项目概要 .....	169
4.1.2 太阳能利用 .....	169
4.1.2.1 太阳能利用容量 .....	170
4.1.2.2 太阳能光伏发电 .....	170
4.1.2.3 太阳能热利用 .....	171
4.1.3 屋顶可利用面积调研 .....	172
4.1.3.1 斜坡屋顶面积 .....	172
4.1.3.2 水平屋顶面积 .....	174
4.2 太阳能供电规划 .....	175
4.2.1 太阳能供电方案 .....	175
4.2.1.1 供电方式选择 .....	176
4.2.2 片区建筑屋顶光伏发电容量分析 .....	176
4.2.2.1 办公建筑屋顶光电能力 .....	176
4.2.2.2 太阳能光伏发电量计算 .....	177
4.2.2.3 光伏发电量与总用电量占比分析 .....	180
4.2.2.4 太阳能发电在能源站中消峰占比 .....	182
4.2.3 实施方案 .....	182
4.3 太阳能供热规划 .....	184
4.3.1 片区建筑屋顶太阳能供热容量分析 .....	184
4.3.1.1 建筑光热能力 .....	184
4.3.1.2 太阳能供热量计算 .....	184
4.3.1.3 太阳能供热水量与热水需求占比分析 .....	186
4.3.2 村庄太阳能供热水量计算 .....	187
4.3.3 太阳能供热水方式 .....	187
4.3.3.1 分户式 .....	188
4.3.3.2 集中式 .....	189
4.3.4 实施方案 .....	190
4.4 经济可行性研究 .....	191
4.4.1 太阳能光伏经济性分析 .....	191

4.4.1.1 系统初投资 .....	191
4.4.1.2 经济性分析 .....	191
4.4.2 太阳能供热经济性分析 .....	193
4.4.2.1 太阳能集中式热水系统初投资估算 .....	193
4.4.2.2 太阳能集中供热经济性 .....	193
4.4.3 节能减碳分析 .....	195
4.5 结论 .....	196
第五部分 .....	197
充电桩规划可行性分析 .....	197
5.1 概述 .....	197
5.1.1 工作背景 .....	197
5.1.2 工作内容 .....	201
5.1.2.1 规划范围 .....	201
5.1.2.2 规划年限 .....	201
5.1.2.3 规划目标 .....	201
5.1.2.4 规划原则 .....	201
5.1.3 工作依据文件 .....	201
5.2 充电桩（机）容量、规模分析 .....	202
5.2.1 电动汽车及充电桩现状 .....	202
5.2.2 关键性假设 .....	203
5.2.2.1 机动车保有量预测 .....	204
5.2.2.2 电动汽车保有量预测 .....	204
5.2.2.3 充电设施需求预测 .....	205
5.2.2.4 充电设施布局规划 .....	206
5.3 充电桩（机）供电来源分析 .....	210
5.3.1 电力来源 .....	210
5.3.2 储能系统电池选型 .....	211
5.3.3 储能系统结构 .....	212
5.3.3.1 夜间谷电时段，电动车充电 .....	213
5.3.3.2 夜间谷电时段，电动车充电完成 .....	214
5.3.3.3 白天峰电时段，储能电量充足 .....	214
5.3.3.4 白天峰电时段，光伏发电量<充电桩耗电量 .....	215
5.3.3.5 白天峰电时段，光伏发电量>充电桩耗电量 .....	215
5.3.3.6 白天峰电时段，光伏发电量>充电桩耗电量，储能电池充满，无 能量流动 .....	216
5.4 电动汽车充电技术比选 .....	218
5.5 充电桩（机）布局方案 .....	220
5.5.1 住宅区 .....	220
5.5.1.1 建设要求 .....	221
5.5.1.2 费用估算 .....	222
5.5.2 商业区 .....	223
5.5.2.1 建设要求 .....	223
5.5.2.2 费用估算 .....	226
5.5.3 公共停车场（包括地铁站、体育场、学校等公共设施） .....	226

5.5.3.1 建设要求 .....	230
5.5.3.2 投资估算 .....	230
5.5.4 公交停保场 .....	232
5.5.4.1 建设要求 .....	232
5.5.4.2 费用估算 .....	236
5.6 充电桩运行管理办法 .....	237
5.7 主要结论及建议 .....	237
第六部分 .....	240
能源站能流调度策略和实施方法 .....	240
6.1 奇槎片区区域供冷参数 .....	240
6.1.1 区域供冷用户接口 .....	240
6.1.1.1 区域供冷边界划分 .....	240
6.1.1.2 区域供冷用户接口 .....	240
6.1.1.3 用户接口设备仪表阀门的设置 .....	241
6.1.2 区域供冷水系统参数 .....	242
6.1.2.1 系统供回水温度 .....	242
6.1.2.2 水系统类型 .....	242
6.1.3 区域供冷时间 .....	243
6.2 能流调度运行策略 .....	244
6.2.1 运行策略总体思路 .....	244
6.2.2 各系统运行经济性基本判断 .....	244
6.2.3 系统运行策略 .....	246
6.2.3.1 夏季运行策略 .....	246
6.2.3.2 春秋季节运行策略 .....	248
6.2.3.3 冬季运行策略 .....	249
6.3 能流调度实施方案 .....	250
6.3.1 能源站设备控制方案 .....	250
6.3.1.1 控制思路 .....	250
6.3.1.2 系统监测参数 .....	251
6.3.1.3 供冷模式控制要求 .....	252
6.3.1.4 冷源系统设备连锁控制 .....	253
6.3.2 用户换热站控制方案 .....	253
6.3.2.1 用户换热站设置要求 .....	253
6.3.2.2 计量 .....	256
6.3.3 主要传感器技术要求 .....	257
6.4 投资估算 .....	265
6.5 结论及建议 .....	266
第七部分 .....	267
奇槎片区能源监控系统 .....	267
7.1 奇槎片区能源监控系统概述 .....	267
7.1.1 自控系统建设目标 .....	269
7.1.2 自控系统建设架构 .....	269
7.1.3 片区能源管理中心建设内容 .....	273
7.2.能源站能耗监控系统 .....	275

7.2.1 冷电联供系统 .....	275
7.2.2 供能侧-能源站供冷系统 .....	276
7.2.3 供能侧-能源站冰蓄冷系统 .....	277
7.2.4 能源站电能管理系统 .....	278
7.2.5 站内 BA 系统 .....	278
7.3 总控系统与分控系统联动控制方式 .....	279
7.3.1 站内监控管理系统与冷电联供系统分层控制方法 .....	279
7.3.2 站内监控管理系统与供冷系统分层控制方法 .....	280
7.3.3 站内监控管理系统与冰蓄冷系统分层控制方法 .....	280
7.3.4 站内监控管理系统与其他系统分层控制方法 .....	281
7.4 能源站能耗监控系统功能及估算 .....	281
7.4.1 监控功能 .....	281
7.4.2 运营管理功能 .....	282
7.4.3 能源站能源中心估算 .....	284
7.5 地块能耗管理系统 .....	289
7.5.1 地块网络架构 .....	289
7.5.2 地块管理站建设 .....	291
7.5.3 分站监控系统构建 .....	293
7.5.4 地块管理系统功能 .....	304
7.5.5 地块能耗管理系统估算 .....	310
第八部分 .....	318
奇槎区新能源、能源站建设及其管理造价报告 .....	318
8.1 建设及其管理造价概述 .....	318
8.2 新能源规划项目单项投资估算 .....	319
8.2.1 能源站及供冷管网投资估算 .....	319
8.2.2 能源站冷源系统控制系统投资估算 .....	319
8.2.3 太阳能利用投资估算 .....	320
8.2.4 电动桩（机）投资估算 .....	321
8.2.5 能耗监控系统投资估算 .....	322
附录 .....	325
附图 A .....	325
附表 B .....	332
附件 C .....	346
附件 D .....	353
附件 E .....	372

## 致谢

同济大学及项目组衷心感谢禅城东部商务区投资建设有限公司及和其他相关政府部门在报告编制过程中给予的帮助和支持。

## 执行摘要

本报告为同济大学（牵）和华东建筑设计研究院有限公司（联）（以下简称课题组）应禅城东部商务区投资建设有限公司（以下简称业主方）为佛山奇槎片区完成新能源规划项目。

本项目以“结合新能源的发展，综合优化总体能源消耗结构，建设智慧城区和能源系统”为指导方向，重点分析佛山奇槎片区的综合能效，包括其典型建筑和能源供应结构；确定能源站的规划和技术方案，同时探讨能流管理中心建设的可行性，太阳能利用、电动桩规划等可行性研究方案，并评估有关技术方案的造价和财务可行性。

第一部分为奇槎区能源规划基础资料调研，基础调研资料包括自然条件、交通、典型建筑能耗、太阳能利用情况、电动汽车等诸多方面。通过对片区内基础资料的收集整理，得到大量准确性及实时性较高的基础资料，为项目方案的制定提供了可靠的数据基础。

第二部分为能源需求预测，通过负荷与能耗预测，给出所规划区域中不同建筑类型、不同地块、不同发展时期的建筑的全年逐时用电负荷、逐时冷热负荷、典型日负荷分布、全年用电量等。这些负荷量、负荷分布及分布特性为区域能源规划合理地选取能源系统类型，选定设备容量、台数，确定建设时间及分批建设情况，优化运行策略等提供依据。

第三部分对能源站整体方案设计，能源站充分发挥低位能源、电力、天然气及太阳能多种能源的互补性，既能保证供冷的安全性，又能提高供冷品质。预热型溴化锂吸收式冷水机组、可充分利用发电余热，提高一次能源利用效率，提高整个系统的运行可靠性。冰蓄冷技术利用夜间廉价电力，可提高系统经济性，缩短投资回收期，减少社会电力投资，平衡电力负荷，具有显著的社会效益。相比于常规能源站系统，本方案初投资更省，运行费用更低，而且能够实现节能减排。

第四部分对片区太阳能利用进行方案设计，一方面是太阳能供电规划，在对启动区太阳能发电资源分析的基础上，结合国家及佛山地区上网政策以及能源站电力需求情况，研究片区太阳能供电方案。另一方面，结合酒店及体育馆热水需求建筑屋顶可利用面积，研究太阳能供热方案。最后，对太阳能方案的经济性及节能减碳进行了分析。

第五部分充电桩规划可行性分析包括《充电桩（机）容量，规模预测》、《充电桩（机）供给来源分析》、《充电桩（机）布局方案》和《充电设施运营管理办法》四个部分对片区充电桩发展情况进行了分析，根据片区电动汽车发展情况、已有基础充电桩数量、土地建设时序及地区政府对新能源汽车发展规划，制定满足电动汽车发展需求的充电桩规划方案。

第六部分为能源站能流调度策略和实施方法，该部分结合能源价格、各供冷系统效能及系统运行特点对各系统运行经济性做出基本判断，并对各典型日下系统运行策略进行分析研究，为后续深入研究奠定基础。

第七部分对奇槎片区能源监控系统进行了构建，达到对能源站及地块建筑群及用能状况、碳排放足迹等进行监测，同时实现对能源站及地块建筑群能耗的在线监测、动态分析和控制调节等功能，能够提升运行管理水平，同时提高建筑能效与经济效益。

第八部分对本项目建设及其管理造价投资估算进行汇总，具体包括能源站投资估算、太阳能光伏发电和太阳能供热投资估算、充电桩（机）投资估算及能耗监控部分投资估算。

终期报告有两个部分，详见概述 3 项目工作范围。《佛山市新能源发展规划项目终期报告-11 月版修订》是基于 2016 年中期报告 11 月版，结合业主意见的修订版。补充报告《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》是基于 10 月 20 号会议及 12 月 26 号会议协商制定。本报告知识产权归业主方所有，各参与方应履行保密义务，未经业主方允许不得向第三方披露。

# 概述

## 1.项目背景及概况

### 1) 全国的发展背景

以往的城市规划和建设能源一般按照需求出发，满足单个能源种类的需求，很少有统筹管理，综合利用各类能源的集成优势。与现有能源供应方式相比，新的方案和规划体现出电力流、冷流、热流、燃气流、信息流和业务流高度融合的显著特点。

从我国当前城市能源系统的发展情况来看，集中冷热能源站和分布式能源系统的研究还处在初期阶段。但分布式能源系统在我国也有应用，在一些边远地区建立了太阳能发电、风能发电的分布式能源系统。当前我国能源站的应用主要是北方的集中采暖。总体来看，发展比较落后。但是我国特别是南方地区，夏季大量冷需求的区域，有巨大的能源站发展潜力，随着经济发展，人民生活水平的不断提高，综合利用型的能源站，结合当地可再生能源资源的能量供应系统会不断增长，将成为中国能源系统发展的主要动力。

在政策方面，一方面，分布式发电和充电设施在中国处于试点、研究、探索时期，国家虽然有一系列政策，但是目前国家还没有发布明确的法律、行政文件与标准要求。另一方面，中国的能源中心和合同能源管理公司普遍存在风险管控不足，资金短缺及缺乏融资能力，节能效益评估缺乏权威性，客户信誉良莠不齐等问题。因此，需要相关财税政策的激励并加强监管制度的建立，以促进能源站和合同能源管理公司的发展。

### 2) 区域发展

当前虽然经济增速放缓，但就整体的城市发展趋势上看，电力高峰或峰谷差的增长仍在继续，同时由于极端天气的频次有明显增加，需要大量的电力柔性调节能力。由于政府职能逐渐由管理型向服务型转变，过去作为电力高峰负荷主要调节手段，是以政府承担责任的强制性有序用电、拉闸限电的管理模式，随着社会服务水平的提高，这种模式已逐渐不适应社会的发展，需要寻求更科学、更有

效的办法。空气质量与碳排放已成为社会关注的焦点，停止增加或减少位于城区内的发电容量或调峰电厂的排放、以及进一步提高发电的系统效率或节能减排，是不容置疑的发展趋势。佛山作为全国电力需求侧管理的四个试点城市之一，能源规划应充分考虑增加电网的柔性调节能力。

2014 年统计，佛山 GDP 耗电为 0.075 千瓦时/元。奇槎片区规划将以服务型第三产业为主，园区的节能减排目标将参考佛山市第三产业增加值能耗或碳排放指标，比如 2010 年广东省的第三产业单位增加值能耗为 0.253t(吨标煤/万元)。同时设定反映社区建筑单位面积能耗（吨标煤/m<sup>2</sup>）和碳排放（吨 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>）的指标，人均建筑能耗（吨标煤/人）和碳排放吨（吨 CO<sub>2</sub>/人）。通过对区域内的能源消费总量和可再生能源资源量做出合理预测的估计下，将参考国内同类区域或国外先进水平设定参考目标，反映出区域内用户能源账单减少的比例。

### 3) 奇槎片区的建设

奇槎片区总面积 3.03 平方公里，位于佛山市禅城区东南的一个混合社区。建设用地 237.38hm<sup>2</sup>，包括城市建设用地 226.82hm<sup>2</sup> 和村庄建设用地 10.56hm<sup>2</sup>；非建设用地为 36.67hm<sup>2</sup>，全部为水域。住宅用地面积 54.1hm<sup>2</sup>，建筑面积约 160.56 万 m<sup>2</sup>，其中居住建筑面积约占其中的 85%，为 136.48 万 m<sup>2</sup>。部分商业设施用地和商务设施用地兼容部分居住功能，兼容居住建筑部分平均按照 40%用地面积核算，合计可建设居住建筑面积 77.59 万 m<sup>2</sup>。按照 120m<sup>2</sup>/户，户均 3.2 人计算，约可容纳 5.7 万人居住；村庄建设用地面积 10.56hm<sup>2</sup>，建筑面积约 15.84 万 m<sup>2</sup>。按照 200m<sup>2</sup>/户，户均 4 人计算，约可容纳 0.3 万人居住。合计 6.0 万居住人口。同时由于行政边界割裂，规划区北部地块相对破碎。基于设施共享及节约用地的原则，规划中，规划区配套设施布局与北部地区统一规划。各类配套设施按服务 8.2 万人核算。

规划建设的奇槎片区将呈现新的发展阶段，商住区的能源消费结构不同于传统的工业用能。奇槎片区原有的工业区服务功能来看，能源供给的主体为电力和燃气。当转变到以综合商务区和生态居住区为主的服务功能时，以制冷空调耗能为主体的建筑用户逐步取代连续生产的工业用户，现代商业用能和电动汽车也是逐步取代传统工艺用能和燃油汽车。

根据奇槎区的现有情况及未来能耗需求的增长，此次研究工作在技术层面由需求侧、供应侧及全系统三个方面同时展开，提出一组可能的能源解决方案，并通过经济层面的造价分析，以推荐综合可行性强的方案。

#### 4) 规划范围及目标

本项目以“结合新能源的发展，综合优化总体能源消耗结构，建设智慧城区和能源系统”为指导方向，重点分析佛山奇槎区的综合能效，包括其典型建筑、能源供应结构等，同时还包括太阳能的利用及充电桩的规划。

根据片区规划文件及规划图则<sup>1</sup>，本项目分为远期及近期能源规划，其规划年限依赖于片区整体规划情况，远期集中供能建筑面积约为86万平方米，包括02A-03、02A-05、03A-05、03A-08、03A-11、03A-14、04A-18、05A-02、05A-21、及06A-06地块。近期规划项目集中供能建筑面积约为38.8万平方米（可见启动区报告《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》），启动区为业主自开发区域，具体包括04A-09、04A-10、04A-11、06A-07、06A-11、06A-12、06A-15地块。

---

<sup>1</sup> 《奇槎片区土地利用规划图》

## 2.技术路径

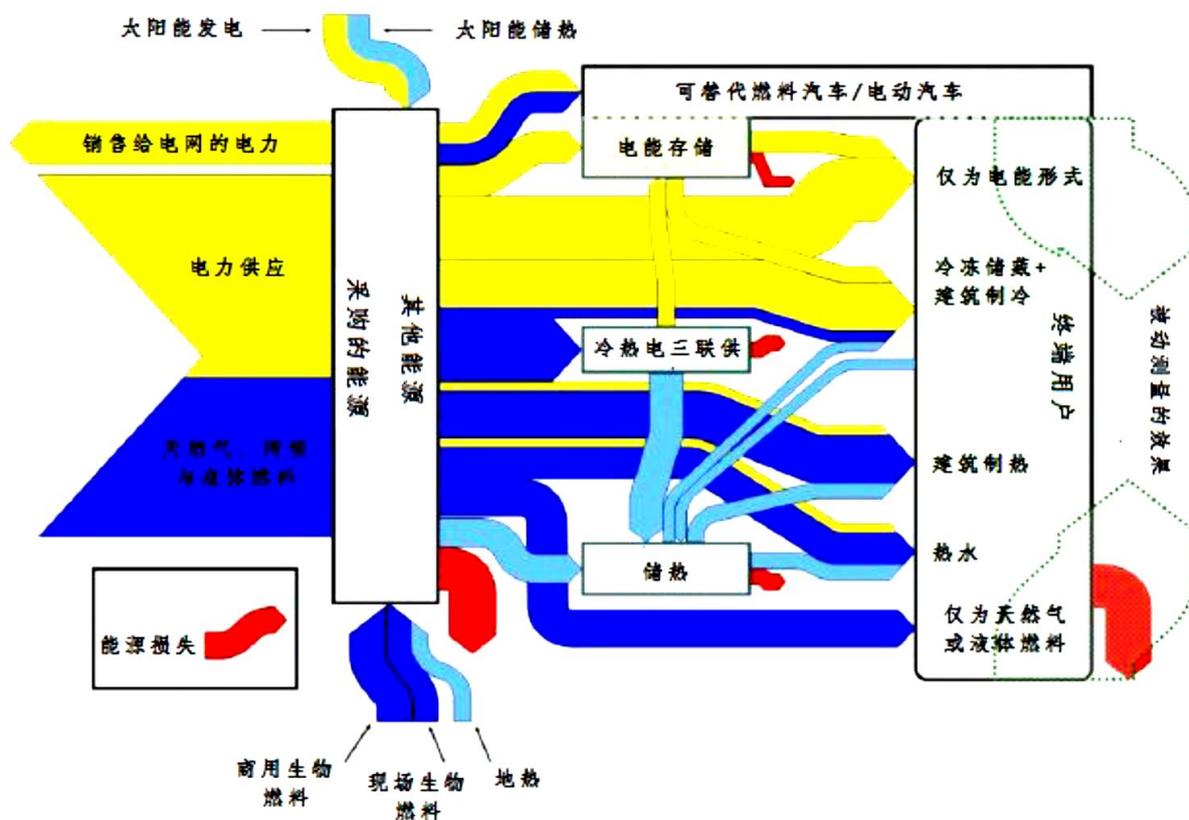


图 1：桑基图例—涵盖分布式能源与可再生能源的能流图

为了制定一个有效的能源优化方案，首先应将潜在的适用于禅城奇槎片区的能源优化方案进行一个系统的分类，以帮助识别和分析。本项目制定能源优化方案的系统性方法，主要通过对需求侧、供给侧和整个系统展开分析。

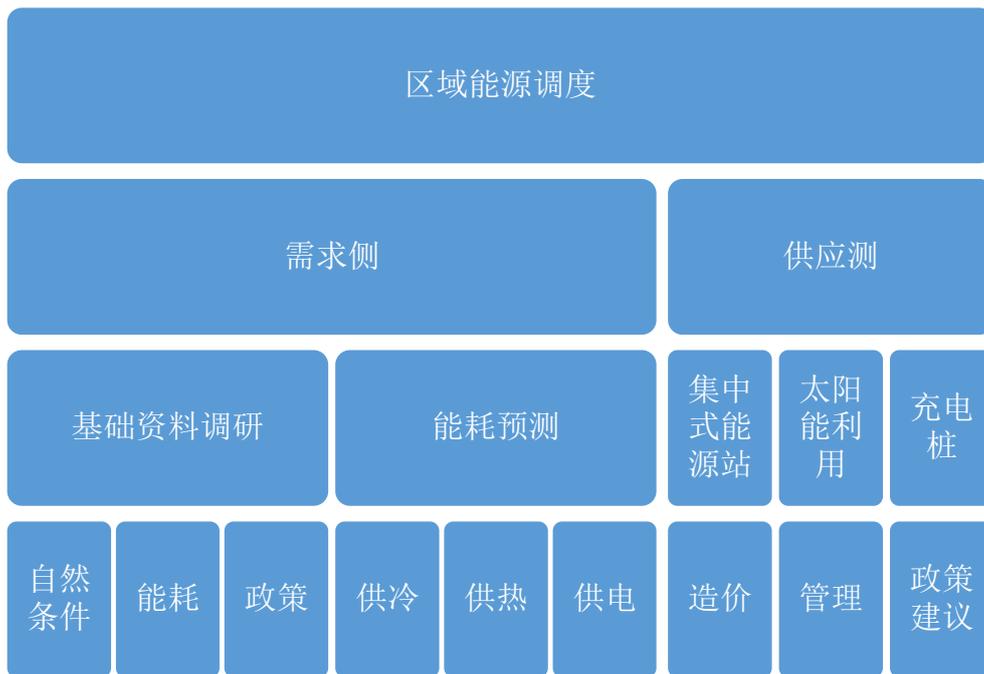


图2：总体技术路径

本项目应用的总体方法如图2 所示，项目组将在能耗调研的基础上，研究了该区内降低的能耗需求，包括不同种类的能源形式，包括电、气、热、冷的需求和空间分配；对集中式能源站的规划进行可行性分析，比较多种能源方案，包括热电联产、水源热泵等几种形式；规划太阳能发电、光热系统；规划充电桩设施的位置、规模和管理机制；通过区域能源监控管理系统形成需求响应，达到智慧能源的节能目的；评估了整体规划方案的造价和财务可行性

### 3.项目工作范围

业主方根据项目进展分别提供如下规划文件：

2016 年 3 月 2 日开题会议当天收到片区 2015 年 4 月 26 日规划文本方案及规划图纸并依据此方案开展工作。经计算，此规划可集中供能建筑面积约 180 万平方米。

2016 年 6 月 16 号收到片区规划调整的方案，本中期报告主要以该调整规划进行。经计算，此规划可集中供能建筑面积约 86 万平方米。

2016 年 11 月 9 号收到最新版本的批复规划图及 2016 年 12 月 20 号收到批复

规划文本。经过与业主的协商，此规划可集中供能建筑面积约 38.8 万平方米（如附图 A1-3 所示）。

根据上述提资，业主和课题组确定了本项目本版报告的工作范围，如下。

根据 6 月 16 日业主提供规划范围，本项目工作范围调整为新能源规划范围为 86 万平方米（如附图 A1-2 所示。），11 月 9 号规划范围有适当微调，但不影响这一范围的界定。**本报告是基于 2016 年 11 月版的中期报告修订，以此范围为工作范围。**

根据 10 月 20 日业主会议及 12 月 26 日会议，业主考虑新增能源站用于其中业主自建部分 38.8 万方，作为启动区，如附图 A1-3 所示。此部分详见在 1.1 新能源规划项目概述，**此部分课题组另行提供《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》**

## 4.项目任务及组织架构

本项目以“结合新能源的发展，综合优化总体能源消耗结构，建设智慧城区和能源系统”为指导方向。根据奇槎区的现有情况及未来能耗需求的增长，此次研究工作和技术层面由需求侧、供应侧及全系统三个方面同时展开，重点分析佛山奇槎片区的综合能效，包括其典型建筑和能源供应结构；确定能源站的规划和技术方案，同时探讨能流管理中心建设的可行性，太阳能利用、电动桩规划等可行性研究方案，并评估有关技术方案的财务可行性和造价。

根据合同，本项目的六项主要任务为：

任务 1-《奇槎区能源规划基础资料调研报告》（第一部分）

任务 2-能源站的规划与布局（报告第二、三部分）

- 《奇槎区能源需求预测报告》
- 《奇槎区能源站技术支撑报告》
- 《奇槎区能源站规划图纸》

任务 3-充电桩规划可行性分析（第五部分）

- 《充电桩（机）容量，规模预测》
- 《充电桩（机）供给来源分析》
- 《充电桩（机）布局方案》

- 《充电设施运营管理办法》

任务 4-《奇槎区太阳能利用规划方案》（第四部分）

任务 5-能流调度的匹配与输运（第六、七部分）

- 《奇槎区能源能源站能流调度策略和实施方式报告》
- 《奇槎区楼宇能耗监控系统的规划》

**注：第六部分中能流调度实施方案与第七部分报告由于 86 万方部分与 38 万方部分内容高度相似，仅在投资估算有不同，因此统一在本报告完成，不再启动区报告中赘述。**

任务 6-《奇槎区新能源、能源站建设及其管理造价报告》（第八部分）

**注：为使用方便，在工作大纲提交同时与业主方确认此部分内容在各自章节中阐述。因此，本部分只含汇总。**

- 能源站造价估算
- 太阳能利用方案造价估算
- 充电桩造价估算方案
- 能流监控管理系统造价估算方案

**补充任务-对于启动区部分，依据 2016 年 11 月 9 号收到最新版本的批复规划图及 2016 年 12 月 20 号收到批复规划文本，详见课题组另行提供《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》**

## 5.报告的内容

2016年5月13日及2012年12月1日课题组已以电子邮件或打印文件方式分别提供了《启动报告及工作大纲》、《佛山市能源规划基础资料报告》以及《奇槎区能源需求预测报告》中期报告及《佛山市新能源规划项目报告（86万集中供能方案）》终期报告的初步版本。

考虑报告使用的便捷性及进度周期的紧迫性，双方在12月26日会议商议确定本次报告基于上述文件、业主要求及课题组以往提供的报告，明确本报告基于项目新能源规划范围为86万平方米（如附图A1-2所示）进行相应的修订和补充，38.8万方启动区作为补充报告提供给业主方，即《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》。

本报告结构如下：

(1) 第一部分《奇槎区能源规划基础资料调研报告》

对片区基础资料调研，具体包括自然条件、交通、典型建筑能耗、片区电力、太阳能利用情况、电动汽车等诸多方面。从调研情况来看，集中供能空调运用方面，片区中适合商业办公建筑和商场建筑；太阳能利用方面，片区虽然属于太阳能利用分类的四类地区，但结合当地太阳发电政策及已有项目实施情况，佛山地区太阳能资源具备建设太阳能光伏发电及太阳能热水的条件；冰蓄冷系统方面，从电价及地方政策来看，佛上地区有较好条件实施冰蓄冷系统。充电桩方面，根据地区电动汽车发展情况，片区充换电站滞后于电动汽车的发展，需要对充电桩的发展进行长期的规划。这些基础资料的调研结果为后续方案的制定提供了基础依据。

(2) 第二部分《奇槎区能源需求预测报告》，

对片区典型建筑进行了能源需求预测，典型建筑主要包括办公建筑、住宅建筑、酒店建筑、商业建筑及学校建筑五类。通过负荷与能耗预测，给出所规划区域中不同建筑类型、不同地块、不同发展时期的建筑的全年逐时用电负荷、逐时冷热负荷、典型日负荷分布、逐月耗燃气量、全年用电量等。这些负荷量、负荷分布及分布特性为区域能源规划合理地选取能源系统类型，选定设备容量、台数，确定建设时间及分批建设情况，优化运行策略等提供依据。

(3) 第三部分《奇槎区能源站技术支撑报告》

对能源站整体方案设计，能源站充分发挥低位能源、电力、天然气及太阳能多种能源的互补性，既能保证供冷的安全性，又能提高供冷品质。预热型溴化锂吸收式冷水机组、可充分利用发电余热，提高一次能源利用效率，提高整个系统的运行可靠性。冰蓄冷技术利用夜间廉价电力，可提高系统经济性，缩短投资回收期，减少社会电力投资，平衡电力负荷，具有显著的社会效益。相比于常规能源站系统，本方案初投资更省，运行费用更低，而且能够实现节能减排。

(4) 第四部分《奇槎区太阳能利用规划方案》

对片区太阳能利用进行方案设计，一方面是太阳能供电规划，在对规划片区太阳能发电资源分析的基础上，结合国家及佛山地区上网政策以及能源站电力需求情况，研究奇槎片区太阳能供电可行性方案。另一方面，结果当地热水需求以

及实际居住建筑屋顶可利用面积，研究太阳能供热可行性方案。最后，对太阳能方案的经济性及节能减碳进行了分析。

#### （5） 第五部分《充电桩规划可行性分析报告》

第五部分充电桩规划可行性分析包括《充电桩（机）容量，规模预测》、《充电桩（机）供给来源分析》、《充电桩（机）布局方案》和《充电设施运营管理办法》四份报告

对片区充电桩发展情况进行了分析，根据片区电动汽车发展情况、已有基础电动桩数量、土地建设时序及地区政府对新能源汽车发展规划，制定满足电动汽车发展需求的充电桩规划方案。

#### （6） 第六部分《奇槎区能源站能流调度策略和实施方法报告》

为能源站能流调度策略和实施方法。结合能源价格、各供冷系统效能及系统运行特点对各系统运行经济性做出基本判断，并对各典型日下系统运行策略进行分析研究，为后续深入研究奠定基础。并采用直接数字控制系统对能源站所有产能和用能设备进行自动控制和能源管理，通过监控系统所获得的能耗数据和趋势曲线查询，对比环境指数和历史数据，可以对整个奇槎片区供冷需求负荷进行分析，从而制定和修正低能耗运行模式。

#### （7） 第七部分《奇槎区楼宇能耗监控系统的规划》

通过在片区能源站及地块建筑群内安装分类和分项计量装置，采用远程传输等手段实时采集数据，及时掌握片区内能源站及地块建筑群及用能状况、碳排放足迹等，同时实现对能源站及地块建筑群能耗的在线监测、动态分析和控制调节等功能，实现奇槎片区能源监控。

奇槎片区单体建筑的本地能耗监测采用丰富的人机交互形式和工具式应用，对系统所整合的建筑能耗数据进行全面分析以及有效管理。通过对奇槎片区单体建筑能耗监测平台的建设，从而提供给业主和物业管理者以策略优化，提升运行管理水平为核心的本地能效管理服务，提升大型公建的能效与经济效益。

#### （8） 第八部分《奇槎区新能源、能源站建设及其管理造价报告》

本部分对本项目建设及其管理造价投资估算进行汇总，具体包括能源站投资估算、太阳能光伏发电和太阳能供热投资估算、充电桩（机）投资估算及能耗监控部分投资估算。

本报告总结了国内外新能源规划项目的实践和经验，针对佛山市奇槎片区的实际情况进行了分析，为 86 万方片区制定了一套完整的新能源项目解决方案。对于启动区部分 38.8 万方，依据 2016 年 11 月 9 号收到最新版本的批复规划图（见附件图 A1-3）及 2016 年 12 月 20 号收到批复规划文本，详见课题组另行提供《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》

## 6.本报告的工作难点

资料可用性不足将阻碍项目组进行进一步的分析。基于此，禅城东部商务区投资建设有限公司的大力支持，授权各部门提供可用信息一些资料的获取需要多层面的沟通和批准，但仍有部分资料获得困难。因此，课题组在后续的研究中，基于部分业主提供信息及经验进行假设。

### 1) 规划的持续变更

本项目介入阶段在规划较早阶段，项目规划面积较大，规划信息会根据项目进展情况进行阶段性调整。业主也会从项目发展需要，对新能源规划项目的工作范围进行调整及建议。因此项目的数据来源会在不同的工作阶段，在不影响项目报告结果的情况下存在不同规划周期数据并存的情况。

### 2) 技术可行性的前提资料不足

由于规划在早期阶段，有些具体的规划相关部分尚未开展或难以开展具体的工作。比如电动桩方面，交通局对于项目规划范围的电动桩还未制定停保场，电动公交线路等详细信息。

比如水源热泵利用需要水文方面的相关论证缺乏。此技术在后期评估中，考虑河涌的水质难以满足技术要求，取消该技术在本项目的应用。

### 3) 信息收集困难

获取园区总体的需求侧负荷情况信息方面。佛山禅城片区是一个能源供应开放区，终端用户可直接向当地电力公司支付电费，电力终端用户在用电方面不受园区管辖，数据来源受计量方式的影响较大，部分电力数据没有按楼宇计量而是按楼群计量，以及部分物业数据不全为模拟部分验证工作带来一定困难。

### 4) 当前的政策及监管框架不清晰

当前的机构和监管框架对项目造成的不确定性。比如峰谷电价及冰蓄冷补贴政策的不确定性对冰蓄冷技术经济性的影响；比如三联供发电上网的政策不清晰；比如电动车相关规划的不明朗对于电动车需求量预测的不确定性的影响等。

## 7.项目周期

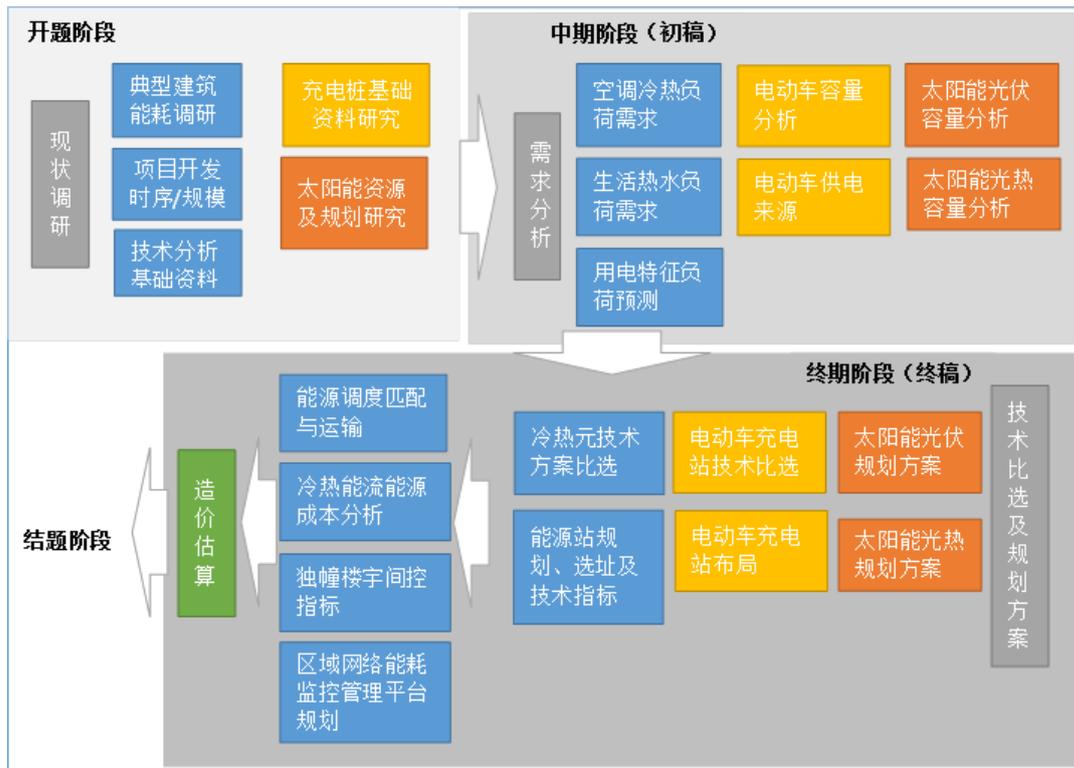


图 3：项目工作流程图

根据合同约定，项目提交报告为：

- 《开题会议及工作大纲》
- 《成果文件初稿》
- 《成果文件终稿》
- 《成果文件完成修订》

根据合同约定，项目周期为 3 个月，2015 年 3 月 1 日正式开始启动，预计将于 2015 年 5 月 31 日结束，延期情况下不超过 4 个月。

由于规划调整，项目组在提交业主工作大纲并提出重新评估项目组在合同内

的时间投入，保证资源充足，确保项目成果的质量。

2016年5月13日及2016年12月1日课题组已以电子邮件或打印文件方式分别提供了《启动报告及工作大纲》、《佛山市能源规划基础资料报告》以及《奇槎区能源需求预测报告》中期报告及《佛山市新能源规划项目报告（86万集中供能方案）》终期报告的初步版本。

## 8.项目组织架构

本项目为新能源发展规划项目。禅城东部商务区投资建设有限公司为项目的甲方，同济大学（牵）华东建筑设计研究院有限公司（联）为项目乙方。

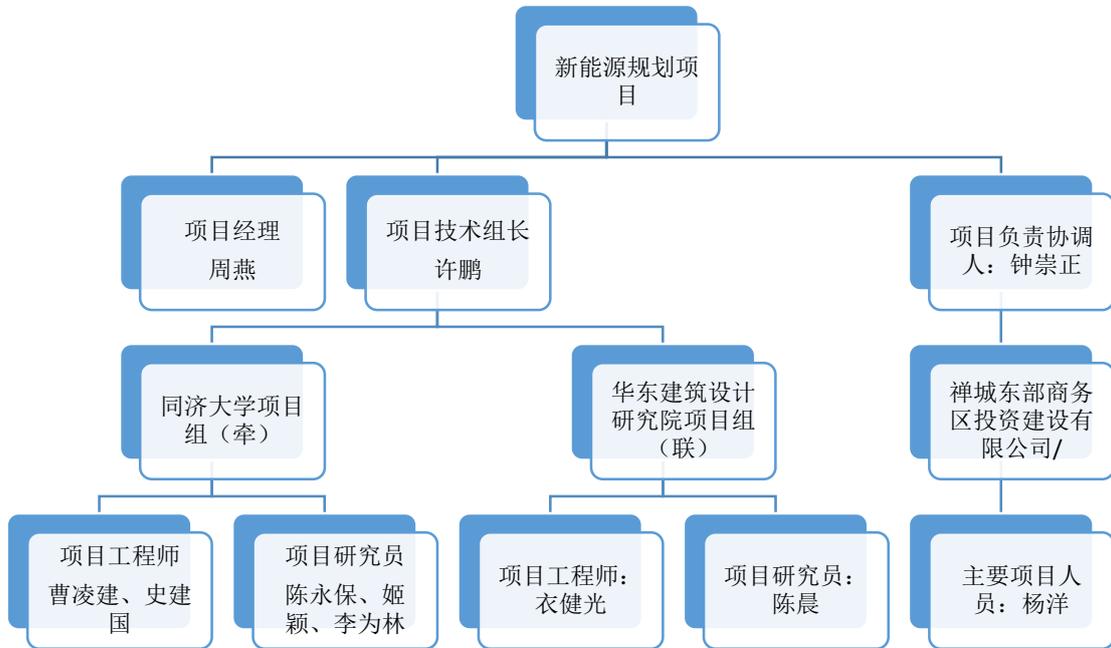


图 4：项目组组织架构

# 第一部分

## 奇槎区能源规划基础资料调研报告

### 1.1 项目概述

#### 1.1.1 项目开发规模

根据2016年3月2号业主方提供的2015年4月26日《佛山市禅城区鄱阳奇槎区控制性详细规划》（以下简称详规）说明书，规划总面积275.05hm<sup>2</sup>，其中建设用地237.38hm<sup>2</sup>，包括城市建设用地226.82hm<sup>2</sup>和村庄建设用地10.56hm<sup>2</sup>。

奇槎片区开发时序主要考虑到基础设施的建设及能源配给的建设，奇槎片区2016基础建设开发时序见附图A1-1<sup>2</sup>，整体开发时序将在本报告2.3.2小节中进行详细介绍。

2016年11月9日业主方提供《佛山市禅城鄱阳奇槎片区控制性详细规划》局部调整说明书。规划调整地块主要位于魁奇路以北、桂澜路以东区域，以及魁奇路以南的部分地块，调整地块面积约82公顷。

为协调规划调整区域，并满足周边路网在交叉口拓宽、具体实施线位等方面的细微变化，本次规划划定协调修正范围，协调修正范围面积232.9公顷。<sup>3</sup>（变更图详见A1-4）。

#### 1.1.2 项目新能源规划整体范围界定

根据业主方2016年6月16日版规划调整图见附图A1-2<sup>4</sup>。经计算，可集中供能范围由2015年4月26日版本规划的180万平方米调整为86万方<sup>5</sup>。

业主方2016年11月9日提供规划调整图，及12月20日提供《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》与6月16日规划版本，经核对与6月16日业主提

<sup>2</sup> 根据业主方2016年3月4号提供的《奇槎区工作汇报》PPT文件

<sup>3</sup> 11月9号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》，业主11月9日提供。

<sup>4</sup> 11月9号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》，业主11月9日提供

<sup>5</sup> 《佛山市禅城区鄱阳奇槎区控制性详细规划》说明书，业主2016年6月16号提供。

供规划调整基本一致，不影响课题组11月版报告能源站供能范围的界定。

### 1.1.3 项目新能源规划启动区范围界定

启动区为业主自开发区域，包括04A-09、04A-10、04A-11、06A-07、06A-11、06A-12、06A-15地块（如图A1-3所示）。根据业主10月20号会议及12月26日会议要求，将该区域定义为启动区能源站供应范围。经计算供能区域建筑面积约为38.8万m<sup>2</sup>。

对于商业建筑地块04A-11及06A-15，根据经验假设仍旧按其中商业建筑面积按办公建筑面积50%、商场建筑面积20%、酒店建筑面积占30%的比例确定地块各建筑类型面积。

### 1.1.4 调研方法及目的

为了实现片区能源合理的规划，基础资料的准确收集显得尤为重要。片区基础资料调研包括自然条件、交通、典型建筑能耗、太阳能利用情况、电动汽车等诸多方面。

本次调研方法主要包括访谈、现场调查（见下表1-1），其它资料收集方式还包括既有项目资料及网上资料收集等。在本次调研过程中，调研人员获取了大量项目相关的基础信息，并对所得资料进行归纳、整理分类。

在2016年3月3号及2016年4月13号两次现场调研的基础上，主要调研了典型建筑的能耗信息情况，并对当地气象、交通、生活习惯做了大量的了解。其中政策性信息还来源于佛山市各政府部门网站公开的信息。通过对片区内基础资料的收集整理，得到大量准确性及实时性较高的基础资料，基础资料调研的目的是为项目方案的制定提供了可靠的数据基础。

表 1-1 现场调查情况表

时间	访谈人员（职责部门）	访谈建筑名称	建筑类型
2016.3.3	陈甫（物业）	岭南大厦	办公建筑
2016.3.3	林家卢（物业）	磐石大厦	办公建筑
2016.3.3	谢伟兴（物业）	怡景丽苑	居住建筑

时间	访谈人员（职责部门）	访谈建筑名称	建筑类型
2016.3.4	骆继勇（物业）	利豪花园	居住建筑
2016.3.4	袁工（物业）	印象城	商业建筑
2016.4.13	张金平（物业经理）	智慧新城	办公建筑

## 1.2 能源规划基础资料调研

### 1.2.1 自然条件调研

调研的奇槎区位于佛山市禅城区。禅城区是佛山市五个行政区之一，是佛山政治、金融、文化、教育、科技、信息和物流中心，为佛山市人民政府驻地，地处珠江三角洲腹地，境内河流纵横，地势平坦，土地肥沃，特产丰富，经济文化较为发达。

自然条件的基础信息对片区内能源站的技术方案选择及太阳能技术方案有直接的指导作用，准确获得这些信息显得尤为地重要。

#### 1.2.1.1 水文条件

研究一个地方的水文，主要从以下一些重要指标进行衡量：水位高低、水量大小、含沙量、汛期、水温等。这里我们只对片区能基本的水文条件进行了一些调研，仅供水源热泵方案前期参考提供一些基本信息。若后续确定了水源热泵的方案，则还需要对整个片区水文条件做进一步更加详细了解，包括水质含沙量等，特别地，水源热泵对江水生态环境会造成一定的影响，需要做进一步的评估。

佛山是典型的三角洲河网区，内河涌纵横交错。河流面积占全市总面积 9.1%。流经奇槎区的东平河，自沙口至奇槎，全长约 18 公里，平均河宽 57.6m。流速和流量随季节差异较大，汛期径流量占全年 80%，非汛期径流量仅占 20%，具体参数见下表 1-2。

表 1-2 佛山市东平河水文基本信息

特征	参数
平均水深	3.3m
流速	0.6~1.1m/s
年径流量	2.19 亿 m <sup>3</sup>
水温	10℃~31℃
汛期	4~9 月
枯水期	10 月~次年 3 月

1.2.1.2 降水量

佛山地区年平均降水量在 1620 毫米-1690 毫米之间，雨季集中在 4-9 月，降雨量占全年的 80%左右。夏季降水时空分布不均，秋冬季雨水明显减少。2015 年全市年降水量 2055.2 毫米，比常年偏多 2 成。年内降水时空分布极不均匀，1 月偏多 6 成，5 月偏多 1.2 倍，10、12 月偏多 3~4 倍，2、3、4、6 月偏少 5~7 成，9 月偏少 1 成；7、8、11 月与常年持平，见图 1-1。

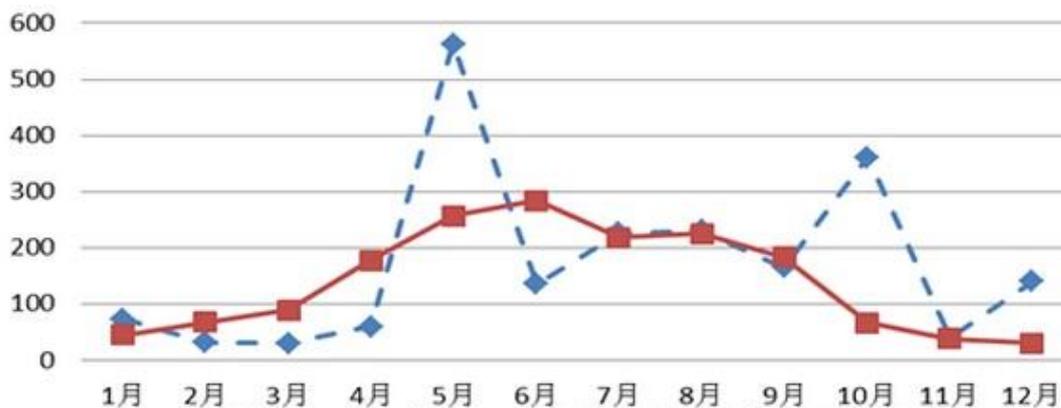


图 1-1 佛山市 2015 年月降雨量与常年月降雨量曲线图<sup>6</sup>（实线：常年月降雨量，虚线：2015 年雨量，单位：mm）

<sup>6</sup>数据来源于佛山市气象局官网（<http://www.fs121.com/foreportInfo.aspx?id=132832>）

全年的降水量在很大程度上反应全年江水流量，江水的流量对水源热泵有很大影响，当流量较大时，水源热泵换热量大，热泵效率更高，反之亦然。所以研究降水量对水源热泵方案也很重要。

### 1.2.1.3 温湿度

片区内全年温湿度对空调负荷有很大的影响，在温湿度较高夏季或者温度较低的冬季，空调负荷将增加，在过渡季节空调负荷最小，可参见 2.2 节建筑全年用能曲线图。

佛山市处于北回归线以南，属亚热带季风性湿润气候区，其主要气候特点表现为：雨热同季、春湿多阴冷、夏长无酷热、秋冬暖而晴旱。冬季最冷，平均气温在 14℃；春季气温为 21℃；夏季最热，平均气温达 28℃以上；秋季气温为 23℃。极端最高气 39.1℃，极端最低气温零下 2℃。2015 年气温偏高，全市平均气温 23.4℃，比常年偏高 0.9℃。年内仅 12 月气温偏低 0.4℃，其余月份气温普遍偏高，2、6、11 月偏高显著，分别偏高 2.2、1.7、1.9℃，如图 1-2 所示。

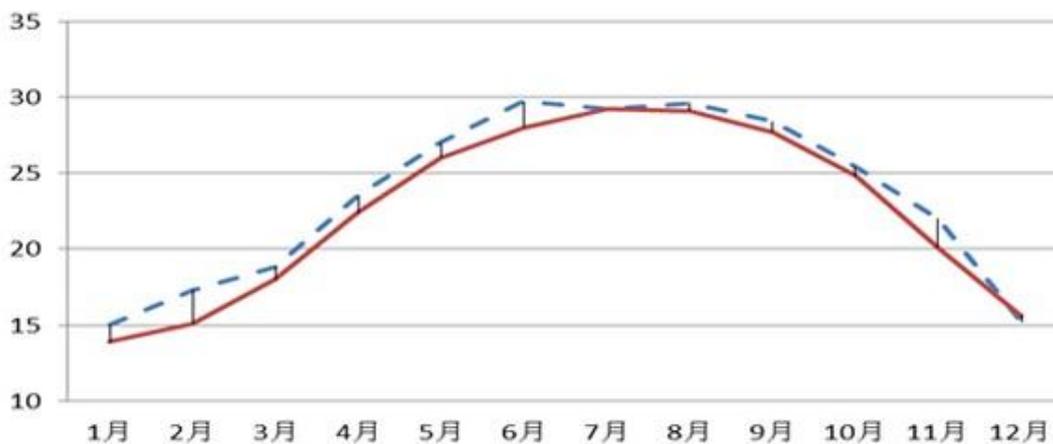


图 1-2 佛山市 2015 年月平均温度与常年月平均气温曲线图<sup>7</sup>(实线：常年平均气温，虚线：2015 年气温)

<sup>7</sup>数据来源于佛山市气象局官网 (<http://www.fs121.com/foreportInfo.aspx?id=132832>)

年平均相对湿度为 75.5%，最高为 100%，最低 14%。春、夏季平均相对湿度较高，分别为 81.6%和 80.8%。秋、冬季平均相对湿度较低，分别为 70.1%和 69.3%。

#### 1.2.1.4 可再生能源

可再生能源在城市中的利用包括，太阳能，风能，地热能、水源及生物质能等。其中，太阳能是一种清洁的可再生能源，也是人类可利用的最丰富的能源之一。风能是另外一种可再生能源，但其能量密度较低及不稳定等缺点，在城市片区较少利用。而水源热利用如 1.2.1.1 所述，需要考虑水文等诸多因素。

如图1-3 所示，我国有着丰富的太阳能资源，在城市范围应用已经非常普遍。太阳能应用分为两块：一是光热；一是光电。目前，太阳能光热技术在提供生活热水方面已经十分成熟，在日照充足地区即使是冬天也可以满足人们生活热水需求。太阳能光伏发电技术是指利用光电转换原理使太阳辐射光通过半导体物质转变为电能，从而实现了能源的灵活运用。从长远来看，太阳能光伏发电技术为城市类型的居住建筑提供了开阔的前景。

佛山市可再生能源主要为太阳能，南多北少，春季多阴雨天气，是日照最少的季节，夏季日照时长，日最大日照时数为11.3小时，太阳能资源相对丰富。



图 1-3 城市可再生能源利用

在太阳能辐射强度方面，佛山位于广东省中部，其地理位置大致为北纬 23°29'，东经 112°93'。该地区平均逐月总辐射见下图 1-4。从图 1-4 通过计算可知，该地区年均辐射为 4393.6MJ/m<sup>2</sup>，取年平均日照时数 1619.4 小时，根据佛山地区太阳历史辐射强度及日照时数，参考《中国能源发展报告（2015）》太阳能分区表，佛山地区属于四类地区，其计算年太阳能辐射量为 2713kWh/m<sup>2</sup>。总体来看，佛山地区太阳能资源具备建设太阳能光伏发电的条件。

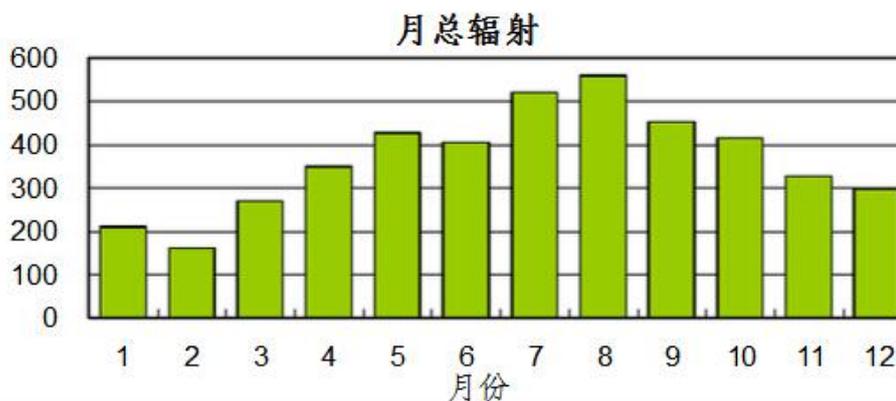


图 1-4 佛山月均太阳辐射量（数据为 1961-2011 均值）（单位：MJ/m<sup>2</sup>）<sup>8</sup>

## 1.2.2 片区规划情况调研

依据详规，规划范围北、东、南三面至禅城区行政边界，西至南海大道，总用地面积为 275.05hm<sup>2</sup>。东平水道流经规划区东部和南部。

### 1.2.2.1 总体规划及时序开发

依据详规，2015-2016 年奇槎片区拟启动的基础设施建设项目共 34 个，其中：半月岛河滩绿化提升工程（半月岛湿地公园一期）、绿景东路（片区十二路至东平路段）、奇槎涌整治 3 个项目已完工；2016 在建或启动前期工作的 28 个，包含市政道路及配套项目 12 个，绿化景观提升工程项目 7 个，文体教育项目 3 个。

28 个项目中，除地下综合管廊项目、教育项目、体育中心项目、安置房项目和南窦涌改造工程等 6 个项目外，其余项目计划于 2017 年 1 月份前完工。具体规划情况见附图 A1-1。

<sup>8</sup>太阳辐射数据来源于广东气象杂志，第 36 卷第 3 期，2014 年 6 月

### 1.2.3 片区典型建筑能耗调研

典型建筑的能耗调研采用样本分析法。根据当地的情况，对办公建筑、居住建筑及商场进行了调研（访谈情况见上表 1-1），各典型建筑能效调研清单如下（可参见附表 B1-1）。调研相关照片见附件 C1。

#### 1) 各典型建筑调研内容

- 建筑面积、建筑高度、建造年代
- 建筑人员密度、使用时间表
- 建筑围护结构基本情况、保温、窗墙比、玻璃形式
- 建筑主要能耗设备，例如照明、电梯、空调设备、办公电器等
- HVAC 系统冷热源形式、额定制冷/制热量、铭牌、功率
- 办公建筑入住公司类型，是否需要热水、采暖和空调生产是否饱和，空置率
- 主要工艺设备名称、铭牌、基本功率设置、运行时间
- 主要工艺节能措施
- 建筑用电数据：年耗电量、逐月耗电量
- 建筑市政蒸汽使用情况：年耗蒸汽量、逐月耗蒸汽量
- 是否有建筑能源管理系统，可提供分项能耗数据，如照明、办公设备、空调、采暖、风机、水泵、电梯、生活热水等
- 建筑是否有节能改造，可能的针对对象和方案

#### 2) 电力调研内容（电力局）

- 典型建筑所有住宅用户、办公及商业用户 2015 年逐月总用电量记录
- 所有典型建筑 2015 年 1 月 1 日至 2015 年 12 月 31 日逐日用电远程抄表记录和其中高压用户每 15 分钟电力负荷记录

根据前期与奇槎片区管委会的沟通和反馈，典型建筑确定以下建筑：

#### 1) 办公建筑

- 岭南大厦
- 磐石大厦
- 智慧新城

#### 2) 居住建筑

- 怡景丽苑
  - 利豪花园
- 3) 商业建筑
- 印象城

### 1.2.3.1 办公建筑

此次针对岭南大厦、磐石大厦及智慧新城三处典型办公建筑进行了基础信息调研，主要包括建筑空调系统形式、建筑维护结构、能耗情况、使用情况等基本信息。

通过现场走访、会议座谈、电话联系三种调研方式，获得了典型建筑的基本信息供能耗模拟校验，总结如下表1-3。

- 岭南大厦地处岭南大道北与绿景一路交叉口，岭南大道北 100 号，该建筑于 2010 年投入使用。
- 磐石大厦位于岭南大道北 125 号，是佛山地区典型的办公建筑类型，2015 年建成，计划 2016 年 5 月开始投入使用。
- 智慧新城位于季华二路，包括 22 栋办公建筑，其中有 6 栋为中央空调常规冷水系统，其它为 VRV 空调系统。

表 1-3 典型办公建筑基本信息

建筑名称	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	投入使用时间	层数/层高	目前入住率	主要用能种类	空调系统	维护结构	楼宇自控系统
岭南大厦	23000	2010	26/3.6	超过 98%	电	VRV、分体空调	按当地建筑规范	无
磐石大厦	40000	2016	20/3.43	已预售 50%	电	待业主自行选择安装	按当地建筑规范	无
智慧新城 (T10 号楼)	44000	2014	22/4.3	50%左右	电	VRV	按当地建筑规范	有

建筑名称	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	投入使用时间	层数/层高	目前入住率	主要用能种类	空调系统	维护结构	楼宇自控系统
智慧新城 (T2 号楼)	44000	2015	22/4.3	招租阶段	电	中央空调系统	按当地建筑规范	有
智慧新城 (T4 号楼)	44000	2015	22/4.3	招租阶段	电	中央空调系统	按当地建筑规范	有

除了以上基本信息的调研，在访谈过程中还获得了一些其它建筑能耗及相关信息，如下：

#### 1) 岭南大厦其它信息收集

- 人员使用情况一般为 8:30-18:00，中午一般有 2 小时休息时间；
- 分体式空调一般 20 m<sup>2</sup>空间平均一台分体式空调，较大空间安装 VRV 空调系统；
- 调研了 1504 室和 1505 室，面积共 330 m<sup>2</sup>，办公人员 12 人，其中包括一个会议室；
- 制冷开启月份一般为 4-10 月份，制热为 12-次年 2 月份，除极端天气情况下，一般冬季较少制热；
- 照明灯一般采用 T5 节能灯管，一个灯管 14W 左右，灯管布置大致为 0.6 个/m<sup>2</sup>。

#### 2) 磐石大厦其它信息收集

- 采用节能 LED 灯进行照明系统安装；
- 采用分体空调的形式，这种形式受小型企业的欢迎。

#### 3) 智慧新城其它信息收集

具体建筑信息见附表 B1-2。

### 1.2.3.2 居住建筑

项目组针对怡景丽苑及利豪花园两栋典型居住建筑进行了基础信息调研，主

要包括小区建筑面积、空调形式、热水供应情况、建筑维护结构、居住人员情况等基本信息。调研详细信息见附表 B1-1。基本信息见下表 1-4。

表 1-4 典型居住建筑基本信息

建筑名称	建筑面积 (万 m <sup>2</sup> )	最早使用时间	户型 (m <sup>2</sup> )	目前入住率	主要用能种类	空调系统	维护结构	居住人群
怡景丽苑	约 25	2001	50-240	约 95%	电/燃气	分体空调	按当地建筑规范	中等收入家庭居多
利豪花园	约 14.5	2011	80-140	约 90%	电/燃气	分体空调	按当地建筑规范	拆迁户，老人、小孩居多

除了以上基本信息的调研，在与物业人员访谈过程中还获得了一些其它建筑能耗及相关信息，如下。

#### 1) 怡景丽苑其它信息收集

- 小区内配置有 4 个配电房；
- 空调用电量为主要用电电器；
- 6 层以上供水采用增压水泵提供压头；
- 小区内有一个会所及游泳池（无热水供应，一般为夏季开放）；
- 停车位 1100 左右；
- 小区有一住户车位安装了充电桩（私人户主自行出的安装费用）；
- 约有 1750 户家庭，家庭人均人口 3.5-4 人；
- 一般在顶楼安装太阳能热水器，目前大约几十户人家已安装；
- 容积率在 1.8-3.5 之间；
- 70%-80% 的上班族中午都不会回家，他们一般集中在下午 6:00-7:30 到家；
- 5-9 月份大部分人选择洗冷水澡，但排除一些年长及女性常年洗热水澡，并且基本上都会每天洗澡，热水需求量较大，采用天然气供热水的形式比较普遍；

- 有过照明系统的改造工程，照明系统改用 LED 灯之后，照明用电减少为原来的一半，各住户都得到了相应的利益。

## 2) 利豪花园其它信息收集

- 项目分期建设，一期建设 2 栋 17 层建筑，共 3.1 万 m<sup>2</sup>，二期建成 11 栋，约 11 万 m<sup>2</sup>，层数在 9-25 层之间，二期建设中有部分楼栋一二层为商业金融用地。一期 2011 年入住，共 389 套，二期 2015 年入住，共 687 套；
- 按建筑面积的方式分摊小区物业管理费，包括公共照明费用；
- 部分楼层建设地下车库，车位比例按照 1（户）：1.1（车位）建设，没有设置充电桩，变电站也设置在地下车库；
- 家用热水采用天然气供热水的形式居多；
- 小区居民对能耗分项计量没有什么概念；
- 夏天用冷水，冬天用热水洗澡的情况比较普遍，热水需求量较大；
- 一期为商品房，二期为拆迁安置房。

### 1.2.3.3 商业建筑

项目组针对中央空调系统的商业建筑进行了调研，主要包括中央空调系统形式、热水需求、建筑维护结构、通风系统等基本信息，调研信息表见附表 B1-1。基本信息见下表 1-5。

表 1-5 典型商业建筑基本信息

建筑名称	建筑/空调面积 (万 m <sup>2</sup> )	使用时间	目前入住率	主要用能种类	空调系统	维护结构	商业群体
印象城	12(9)	2012	约 80%	电	定风量+常规冷源（冬季不供暖，有时通风）	按 DBJ15-51-2007 《公共建筑节能设计标准》广东省实施细则	餐饮、购物

印象城其它信息收集。

- 空调机房有 4 台额定制冷量为 2637kW 离心式冷水机组，其中 2 台作为备用

- 建筑分为3层，每层层高4.2m

#### 1.2.3.4 建筑能耗分析

为了对不同建筑类型能耗进行分析，这里把调研的建筑全年逐时能耗或者逐月能耗绘制成图表。岭南大厦作为典型分散式空调系统的办公建筑，其2015年逐时负荷见图1-5(a)。智慧新城整体2015年逐月用电量见图1-5(b)，需要说明的是，因较多栋建筑没有入住或者仅有部分入住，这里绘制月用电量图仅只体现智慧新城用电趋势。

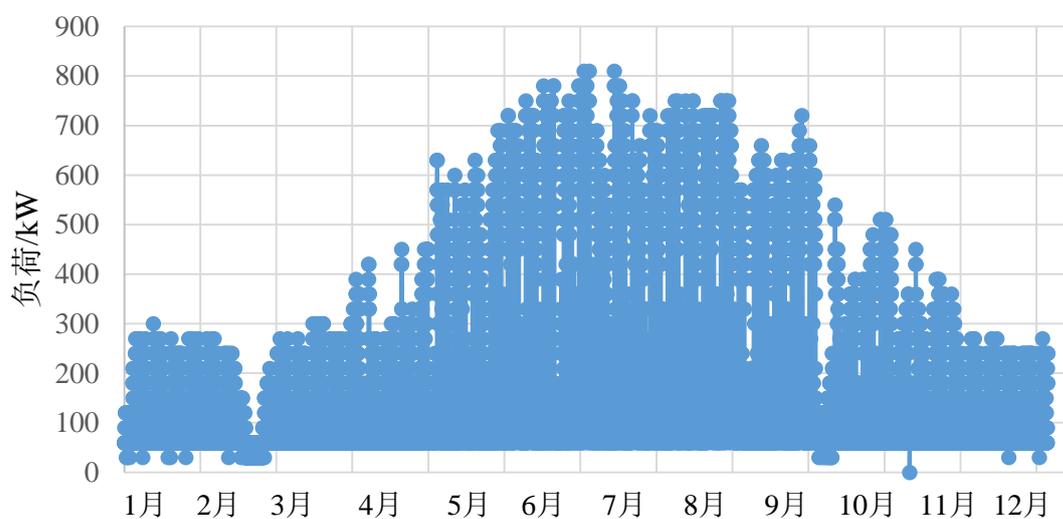


图 1-5 (a)岭南大厦 2015 年逐时负荷<sup>[1]</sup>

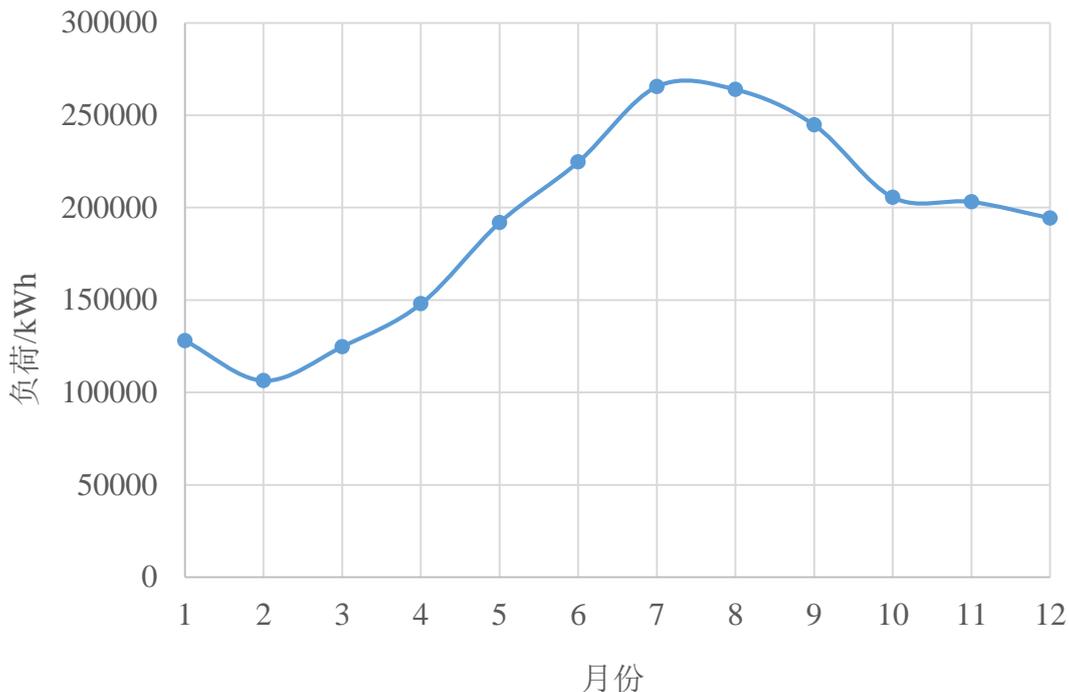


图 1-5 (b) 2015 年智慧新城月用电量<sup>9</sup>

怡景丽苑及利豪花园为两个居住小区，本报告对澜石房地产综合开发总公司专变的负荷（利豪花园小区）情况情况进行分析，需要说明的是，由于小区存在多个专变，这只是选取其中一个典型专变用电量，所以并不代表居住小区内全部住户的用电负荷，但该专变的负荷数据能够反应小区内一年内用电负荷的趋势，见图 1-6。

<sup>9</sup>数据来源于禅城区供电局

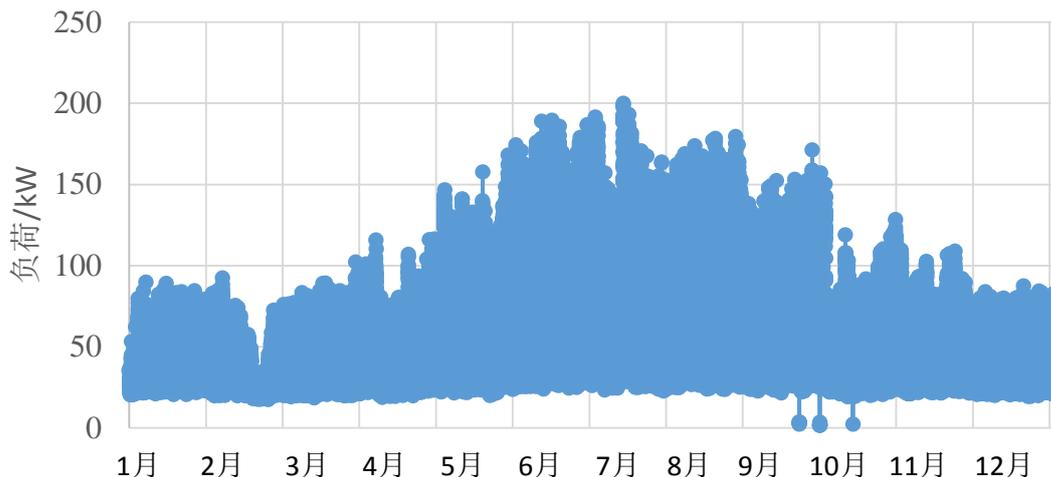


图 1-6 澜石房地产综合开发总公司专变 2015 逐时负荷<sup>10</sup>

印象城是典型商业建筑的代表，其 1-3 层为商场超市，采用中央空调系统，这里采用了佛山市深国投商用置业有限公司 2015 年全年负荷进行了逐年分析，见图 1-7。

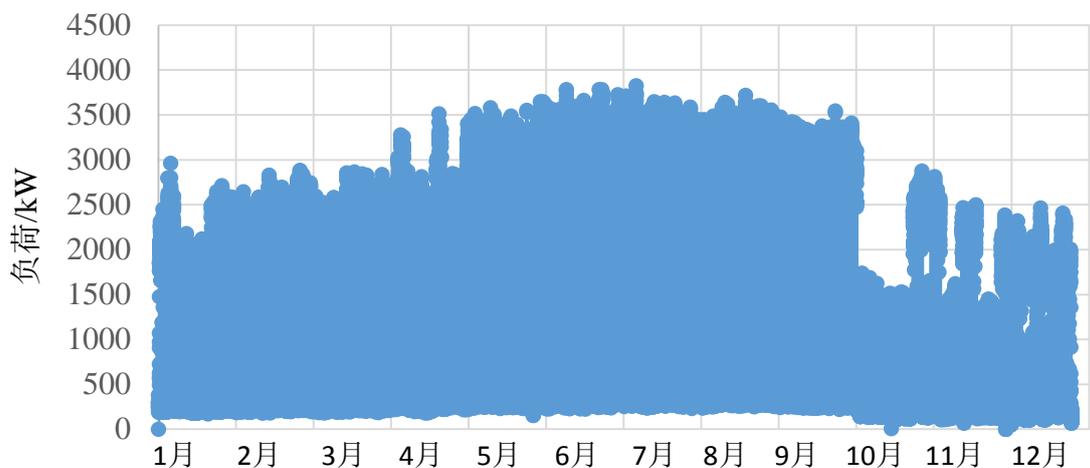


图 1-7 佛山市深国投商用置业有限公司 2015 年全年负荷曲线

从图 1-5~1-6 可以看出，从 5 月份开始，安装分散式空调系统的办公建筑和居住建筑用电负荷开始增加，在 7 月份左右时达到最大值，从 7-10 月用电负荷又开始下降，其它月份用电负荷较为稳定。从中可以得出，此两种类型建筑 5 月份开始使用空调制冷，一直到 10 月份才结束，而且其它月份一般情况下不采用空调

<sup>10</sup>数据来源于禅城区供电局

供暖的形式。从图 1-7 可以得出，集中式空调系统的商业建筑全年用电负荷较为平稳，其在 5-10 月份用电负荷虽然有增加，但其增量较小。

## 1.2.4 片区电力调研

### 1.2.4.1 电力需求现状

电力调研内容主要包括片区对电力的需求、电力价格及电力政策等。片区内现有 1 座 110kV 变电站鄱阳站，容量为 2×50MVA，占地面积 4569m<sup>2</sup>，其 110kV 电源进线来自附近的 220kV 文华站。随着区内地块的开发，负荷迅速增长，电站将难以满足用电负荷增长，片区电力未来需求情况可参见附表 B2-3。

**佛山市电价价目表**  
(从2016年1月1日起执行)

单位：分/千瓦时（含税）

用电分类	电价	可再生 能源附 加	城市 建设 附加 费	重大水利 工程建 设基 金	水库移民 后期扶 持资金	燃气燃油 加工费	合计	
一、大工业用电	变压器容量（元/kVA·月）	23.00					23.00	
（一）基本电价	最大需量（元/kW·月）	32.00					32.00	
	峰	107.00	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	111.88
1-10千伏	平	64.85	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	69.73
	谷	32.43	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	37.31
	峰	102.88	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	107.76
（二）电度电 价	35-110千 伏	平	62.35	1.9	1.40	0.70	0.88	67.23
	谷	31.18	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	36.06
	峰	98.75	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	103.63
	220千伏 及以上	平	59.85	1.9	1.40	0.70	0.88	64.37
	谷	29.93	1.9	1.40	0.70	0.88	2.20	34.81
	峰	138.81	1.9	1.40	0.70	0.88		143.69
	1-10千 伏	平	84.13	1.9	1.40	0.70	0.88	89.01
	谷	42.07	1.9	1.40	0.70	0.88		46.95
	峰	134.89	1.9	1.40	0.70	0.88		139.57
二、普通工业 电价	35千伏及 以上	平	81.63	1.9	1.40	0.70	0.88	86.51
	谷	40.82	1.9	1.40	0.70	0.88		45.70
	不满1千伏（非专用变压器）	86.63	1.9	1.40	0.88	0.88		91.51
	1-10千伏	84.13	1.9	1.40	0.88	0.88		89.01
	35千伏及以上	81.63	1.9	1.40	0.88	0.88		86.51
	地铁电价	76.93	1.9	1.40	0.88	0.88		81.81
	第一档	59.02	-	1.40	0.70	0.88		62.00
	第二档	64.02	-	1.40	0.70	0.88		67.00
	第三档	89.02	-	1.40	0.70	0.88		92.00
三、居民生活 电价	峰	97.42	-	1.40	0.70	0.88		100.40
	峰谷电价	平	59.02	-	1.40	0.70	0.88	62.00
	谷	29.40	-	1.40	0.70	0.88		32.47
	合表电价	62.72	-	1.40	0.70	0.83		64.61
五、稻田排灌、脱粒电价		37.91	-	-	0.70	-		38.61
七、农业生产电价		62.51	-	1.40	0.70	-		64.61

图 1-8(a) 佛山市电价价目表<sup>11</sup>

<sup>11</sup>数据来源佛山电力局官网 (<http://www.gdfs.csg.cn/getDetail.action-transmitTarget=djimbDetail.htm>)

### 1.2.4.2 电价政策

电力价格标准根据[2009]267号文、粤价[2012]135号文、粤价[2012]146号文、粤价[2013]217号文、粤发改价格[2014]835号文、粤发改价格[2015]179号文、粤发改价格函[2015]1605号文、粤发改价格[2015]565号文、粤发改价格[2015]819号文执行，各分类价格如下图 1-8(a)所示。

电价价目说明：

1) 峰谷时段设置为：

#### 工业峰谷时段

高峰：9：00—12：00；19：00—22：00；

低谷：0：00—8：00

平段：8：00—9：00；12：00—19：00；22：00—24：00

#### 居民峰谷时段

高峰：14：00—17：00；19：00—22：00；

低谷：0：00—8：00；

平段：8：00—14：00；17：00—19：00；22：00—24：00

2) 可再生能源附加、城市建设附加费、重大水利工程建设基金、水库移民后期扶持基金由供电企业代收。根据粤发改价格[2015]565号文，从2015年10月1日起，停止对大工业用户收取燃气燃油加工费。根据粤发改价格[2015]819号文，可再生能源附加提高0.4分（含税）。

3) 根据广东省物价局《关于我省居民生活用电试行阶梯电价有关问题的通知》（粤价（2012）135号），广东省居民阶梯电价从2012年7月1日开始实施，每户每月电量分档划分为夏季标准和非夏季标准，其中：

夏季标准（5月—10月）：

第一档电量为每户每月0—260度的用电量，其电价不作调整；

第二档电量为每户每月261—600度的用电量，其电价每度加价0.05元；

第三档电量为每户每月601度及以上的用电量，其电价每度加价0.30元。

非夏季标准（1-4月、11-12月）：

第一档电量为每户每月0—200度的用电量，其电价不作调整；

第二档电量为每户每月201—400度的用电量，其电价每度加价0.05元；

第三档电量为每户每月 401 度及以上的用电量，其电价每度加价 0.30 元。

4) 此外，根据《佛山市发展和改革局关于我市试行蓄冷电价政策的通知》佛发改价〔2014〕28 号文，针对冰蓄冷系统进行了相应的电价调整，其中包括佛山市大工业用电、非工业及普通工业用电、商业用电进行了冰蓄冷电价调整，下图 1-8(b) 列出了商业用电部分，其它部分可参见《佛山市蓄冷电价价目表》。峰平谷具体划分如下：高峰时段（9:00—12:00；19:00—22:00）、平时段（8:00—9:00；12:00—19:00；22:00—24:00）、低谷时段（0:00—8:00）。

峰谷时段	用电分类	电度电价	可再生能源电价附加	城市建设附加费	重大水利工程建设基金	水库移民后期扶持基金	合计
高峰	不满1千伏	160.55	1.50	1.40	0.70	0.88	165.03
	1-10千伏	156.42	1.50	1.40	0.70	0.88	160.90
	20千伏	155.68	1.50	1.40	0.70	0.88	160.16
	35千伏及以上	152.30	1.50	1.40	0.70	0.88	156.78
平段	不满1千伏	97.30	1.50	1.40	0.70	0.88	101.78
	1-10千伏	94.80	1.50	1.40	0.70	0.88	99.28
	20千伏	94.35	1.50	1.40	0.70	0.88	98.83
	35千伏及以上	92.30	1.50	1.40	0.70	0.88	96.78
低谷	不满1千伏	24.33	1.50	1.40	0.70	0.88	28.81
	1-10千伏	23.70	1.50	1.40	0.70	0.88	28.18
	20千伏	23.59	1.50	1.40	0.70	0.88	28.07
	35千伏及以上	23.08	1.50	1.40	0.70	0.88	27.56

图 1-8(b) 佛山市商业用电冰蓄冷电价价目表

从上图可以看出，佛山地区峰谷电价均价比例约为 5.71: 1，远远大于 3: 1 这一比例（一般地，根据经验，峰谷电价达到 3: 1 以上时才具备做冰蓄冷项目的可行性），从电价方面来看，佛山地区有较好的电价条件实现冰蓄冷系统。

## 1.2.5 片区燃气调研

禅城区目前燃气气源主要为天然气，由佛山市燃气集团有限公司经营。燃气管网尚未完全覆盖规划区，区内用气存在天然气和瓶装液化气两种形式。本区内城市道路上已有 2 条道路敷设有燃气管道，其中 1 条为南海大道（绿景路-魁奇路段）DN300 燃气管，另 1 条为魁奇二路（南海大道-桂澜路段）DN100 燃气管。根据《佛山市禅城区燃气专项规划》以及《佛山市禅城区城市总体规划》（2007-2020），该规划范围内绿景路（规划一路）规划 1 条 DN100 燃气管。

### 1.2.5.1 燃气需求及价格

根据佛发改价[2015]60号文件，佛山市管道天然气价格如下图 1-9 示。

佛山市管道天然气价格一览表

用户类别	阶梯分档	户年用气量 (立方米)	价格 (元/立方米)	依据文件
居民用户	第一档	0-420(含)	3.40	佛发改价 〔2015〕 60号文件
	第二档	420-600(含)	3.74	
	第三档	600以上	4.76	
学校教学和学生生活、社会福利机构等非居民用户	3.57元/立方米			
公用性质用户 (党政军机关及其所属事业单位、社会团体、医院和企业职工食堂等公共服务机构)	3.80元/立方米			

注明: 1. 民用户单个用气地址对应家庭居民人数为 5 人及以上的用户, 可凭户口簿或居住对应户口簿(房地产证)地址的居住证等合法有效证件证明, 从第 5 人起按每人每年增加第一档用气量 70(含)立方米、第二档用气量 70-100(含)立方米、第三档用气量 100 立方米以上。  
2. 民用户对持合法有效证件的低保户和五保户家庭每户每年设置 60 立方米免费用气量, 由燃气经营企业抄表收费时直接扣减。

图 1-9 天然气价格一览表及说明

## 1.3 太阳能基础资料调研

### 1.3.1 禅城区太阳能利用现状

#### 1.3.1.1 禅城太阳能公交枢纽站

禅城区较大规模的岭南大道公交枢纽站, 设置始发和途经线路达 37 条, 其中, 始发线路 10 条, 途经线路 27 条, 站场日均客流量约 25000 人次。该站还是禅城区南部重要的换乘枢纽中心, 是跨区线路的重要落脚点。该公交枢纽站计划改造成为首个太阳能公交枢纽站, 并可供私家车停车。

根据相关招标公告, 现址的岭南大道公交枢纽站将新建一座地上 4 层的公共建筑, 首层用途仍然为公交枢纽站, 二、三、四层和屋面为停车库。项目用地

10035.69 平方米，总建筑面积 31500 平方米，规划停车位 880 个。

公交枢纽站建成后，约 7000 平方米的天顶将安装绿色环保的太阳能光伏发电系统，力争该楼宇用电实现自给自足，这也是禅城将建成的首个倡导和推广的大型太阳能光伏发电应用项目。

另外，一楼的公交站场还会安装汽车充电桩，满足电动公交车辆充电需要。今后，私家车车主可将车停放在枢纽站，再换乘公交车出行，非常方便。

截止到 2016 年底，奇槎片区已经建成居民光伏发电项目 196 个，非居民项目 10 个，合计装机容量达到 9.47 兆瓦，各项目详见 1.3.1.2 及 1.3.1.3 小节。

### 1.3.1.2 居住建筑太阳能利用

居住建筑主要为太阳能热水应用，太阳能光伏发电在别墅型建筑有发展的空间。2016 年 3 月针对禅城区发展规划和统计局（发改）提供调研对象，课题组经过现场调研有如下发现。

- 1) 怡景丽苑发现仅有部分屋顶单独安装了太阳能热水器，大部分可利用面积没有得到利用。且由于太阳能热水装置在本小区属于住户自行安装，该物业未统计片区内具体的利用数据。
- 2) 从禅城区发展规划和统计局（发改）了解到 2016 年以来，禅城区居民太阳能发展项目情况见下表 1-6，装机容量为 2.29 兆瓦。

表 1-6 禅城区居民太阳能项目

1. 居民项目	并网数（户）				并网总量（兆瓦）			
	2014	2015	2016	合计	2014	2015	2016	合计
		10	186	196		0.11	2.18	2.29
<b>镇街</b>								
南庄		8	120	128		0.07	1.42	1.49
石湾		1	15	16		0.01	0.22	0.23
张槎		1	48	49		0.02	0.51	0.53
祖庙		0	3	3		0	0.03	0.03

### 1.3.1.3 公共建筑太阳能利用

公共建筑主要为太阳能光伏利用，2016年3月课题组从禅城区发展规划和统计局（发改）了解到如下信息，非居民太阳能项目可见表1-7。

- 1) 禅城区累计已完成分布式光伏发电装机容量7.18兆瓦（其中华南电源创新科技园光伏项目装机容量2.2兆瓦）。
- 2) 此外，装机容量较大的华艺装饰材料物流城屋顶车棚光伏发电项目（装机容量2.3兆瓦）也已竣工。

表 1-7 禅城区非居民太阳能项目情况

2. 非居民项目	并网数（个）				并网总量（兆瓦）			
	2014	2015	2016	合计	2014	2015	2016	合计
		1	9	10	0.95	1.25	4.98	7.18
镇街								
南庄		0	2	2		0	0.06	0.06
石湾		0	3	3		0	3.14	3.14
张槎		1	4	5		1.25	1.78	3.03
祖庙		0	0	0		0	0	0

## 1.3.2 太阳能利用相关政策

国家及地方太阳能政策都倾向于太阳能光伏发电方面，这方面出台的政策较多，以下就国家及地方层面太阳能光伏政策进行列举。

### 1.3.2.1 国家层面政策

光伏是国家大力发展的新兴产业，也是清洁的可再生能源，在崇尚节能、低碳、环保的时代，光伏行业的发展备受关注。近年来，国家出台了一系列的政策来扶持光伏行业的发展，但由于前期投资大，回收期长，光伏政策中最受关注的还是光伏补贴政策，本文只是列了补贴相关的主要内容。

2013年8月，国家发改委发布《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》（发改价格[2013]1638号），明确分布式光伏发电项目的补贴标准为0.42元/千瓦（含税）。其补贴标准见图1-10。

省份	地区	政策文件	补贴内容
国家	—	发改价格[2013]1638号	<p><b>光伏电站：</b>将全国分为三类太阳能资源区，相应制定光伏电站标杆上网电价，Ⅰ类资源区上网电价 0.9 元/千瓦时，Ⅱ类资源区上网电价 0.95 元/千瓦时，Ⅲ类资源区上网电价 1.0 元/千瓦时。光伏电站标杆上网电价高出当地燃煤机组标杆上网电价（含脱硫等环保电价，下同）的部分，通过可再生能源发展基金予以补贴。</p> <p><b>分布式光伏：</b>对分布式光伏发电实行按照全电量补贴的政策，电价补贴标准为每千瓦时 0.42 元（含税，下同），其中，分布式光伏发电系统自用有余上网的电量，由电网企业按照当地燃煤机组标杆上网电价收购。</p>

图 1-10 国家发改委太阳能光伏补贴标准

### 1.3.2.2 佛山市层面政策

根据佛山市人民政府办公室文件《分布式光伏发电应用项目奖励和补助资金管理暂行办法的通知》[2014]69 号，佛山市分布式光伏发电应用项目奖励和补助资金是由市、区两级财政预算安排的扶持资金，市、区按照 2:8 比例，对行政区域内符合条件的各类型业主和分布式光伏发电项目投资进行奖励或补助。根据规定的奖励标准如下。

1) 对使用分布式光伏发电项目的各类型建筑和构筑物业主给予一次性奖励。

- 奖励范围

2014—2015 年建设的利用商业、学校、医院、居民社区、个人家庭建筑和构筑物建设的分布式光伏发电项目的业主。各区可根据实际发展情况，增加行政区域内区级财政资金奖励范围。

- 奖励标准

商业、学校、医院、居民社区建筑和构筑物按 2 万元/兆瓦进行奖励，单个项目奖励最多不超过 20 万元；个人家庭提供自有建筑和构筑物面积达到安装单个分布式光伏发电项目规模达 1000 瓦及以上的，按 1 元/瓦奖励，单个项目奖励最多不超过 1 万元。

已享受国家“金太阳”和“光电建筑一体化”、我市“民用建筑节能发展专项资金”项目投资补助的光伏发电项目，不再给予奖励。

2) 对分布式光伏发电项目的各类投资者，连续 3 年按实际发电量给予补助。

- 补助范围。

在机关事业单位、商业、学校、医院、居民社区建筑和构筑物、个人家庭

自有建筑物上投资建设分布式光伏发电项目的投资者。各区可根据实际发展情况，增加行政区域内区级财政资金补助范围。

- 奖励标准

对 2014—2015 年建成、符合补助范围的项目，按实际发电量补助 0.15 元/千瓦时，自分布式光伏发电项目实现并网发电的次月起连续 3 年给予补助。

已享受国家“金太阳”和“光电建筑一体化”、我市“民用建筑节能发展专项资金”项目投资补助的光伏发电项目，不再给予补助。

### 1.3.2.3 禅城区层面政策

根据佛山市禅城区人民政府办公室关于印发《佛山市禅城区分布式光伏发电项目补助奖励办法（试行）》[2016]1 号文件要求，我区将鼓励开展多种形式分布式光伏发电应用。为加快推动光伏发电应用，促成项目加快落地，结合我区屋顶资源的实际情况，经研究，由区级和镇（街道）财政安排资金对我区符合条件的分布式光伏发电项目投资者和业主给予补助和奖励。具体奖励方法如下：

#### 1) 对分布式光伏发电项目的投资者给予一次性补

- 奖励范围

2015-2016 年度禅城区已建成并通过并网验收的分布式光伏发电项目投资者。

- 奖励标准

- a) 符合条件的项目按 40 万元/兆瓦的标准对投资者进行一次性补助。单个项目补助最高不超过 100 万元。
- b) 已享受国家“金太阳”和“光电建筑一体化”、“民用建筑节能发展专项资金”项目投资补助的光伏发电项目，不再给予补助。

- 资金安排

补助资金由区级和镇（街道）财政按区与镇（街道）税收分成比例分担。

#### 2) 对分布式光伏发电项目的各类建筑和构筑物业主给予一次性奖励

- 奖励范围

2015-2016 年度禅城区已建成并通过并网验收的分布式光伏发电项目业主。

- 奖励标准
  - a) 符合条件的项目按 2 万元/兆瓦进行奖励，单项目奖励最高不超过 10 万元。
  - b) 已享受国家“金太阳”和“光电建筑一体化”、“民用建筑节能发展专项资金”项目投资补助的光伏发电项目，不再给予补助。
- 资金安排  
补助资金由区级和镇（街道）财政按区与镇（街道）税收分成比例分担。

## 1.4 电动桩基础资料调研

### 1.4.1 片区交通情况

奇槎片区目前处于开发建设中，大部分土地尚未开发建设。但为外道路骨干路网已基本成型，横向由魁奇东路和绿景东路组成，纵向由南海大道和桂澜路组成，还有延东平河道的东平路。

### 1.4.2 电动汽车及电动桩现状

佛山市高明区建设了第一批充电桩并投入使用，从佛山市发展和改革委员会获悉，从 2012 年起，佛山 2014~2015 年有 2000 辆新能源汽车推广，其推广任务已完成<sup>12</sup>。其中，1491 辆新能源车上牌工作已经完成，剩余 509 辆也已采购完毕。另据佛山市发展和改革局消息<sup>13</sup>，目前已上牌或采购的新能源车中，公交车数量为 1000 辆，出租车为 180 辆，乘用车约 800 多辆。数据显示，佛山 2014 年新能源车上牌量约为 470 辆，购买车辆以公交车为主。

而从 2015 年初至年底，已完成新能源车上牌量为 1021 辆，乘用车占比过半。其中，以个人购买的新能源乘用车数量超过 400 辆。据了解，与当初预期目标难以完成不同的是，随着私人可自行申报充电桩、社会充电桩建设加快等利好政策的刺激下，佛山私人购买充电桩热情较高，目前更存在补贴指标不够用的情况。

2014-2015 年禅城区累计推广新能源汽车 488 辆。其中，纯电动公交车 70 辆、

---

<sup>12</sup>[http://fs.southcn.com/content/2015-11/19/content\\_137243219.htm](http://fs.southcn.com/content/2015-11/19/content_137243219.htm)

<sup>13</sup><http://www.fspc.gov.cn/>

插电式公交车 130 辆、新能源私人乘用车 218 辆、纯电动出租车 70 辆。禅城区逐步建成公交专用、社会公共、私人自用的全方位多层次的充电网络。截至目前，我区已建成公交充电站 3 个，各类充电桩合计 199 个。下一步，我区启动佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》编制工作，完善公共配套，以岭南大道公交枢纽公共停车场为试点，推动“光伏、充电桩一体化项目”建设。

14

禅城在城门口西路、汾江南路、华远西路、同济路安装的 15 个社会充电桩将在今日投入使用<sup>15</sup>。这些社会充电桩将以纯自助的方式使用，社会充电桩的推广期间每度电费用拟为 1.5 元。其配置的充电桩类型见表 1-6。虽然政府及私人用户都在着力建设充电桩，但在佛山遭遇的尴尬依然是充电难的问题。随着纯电动车车主增多，如何在佛山找到合适的充电桩将是这些车主面临的难题。

表 1-6 禅城区 15 个社会充电桩设置情况

地址	30kW 直流充电桩	220V/16A 交流充电桩	380V/63A 交流充电桩
城门口		2 个	1 个
星星国际	1 个	3 个	
莱茵阁	1 个	3 个	
世纪嘉园		3 个	1 个
充电时间	1 小时/30 度电，为车辆快速充电	1 小时/7 度电，为车辆慢速充电	1 小时/41 度电，为比亚迪 E6 出租车充电
适用车型	适用所有具有直流充电插口的车型	适用所有具有直流充电插口的车型	只适用于比亚迪 E6 电动车

### 1.4.3 充电桩政策

根据《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》国办

<sup>14</sup> 2016 年 3 月发改委提供数据。

<sup>15</sup>[http://news.xinhuanet.com/local/2015-09/30/c\\_128281057.htm](http://news.xinhuanet.com/local/2015-09/30/c_128281057.htm), 新华网 2015 年 9 月 30 日。

发[2015]73号文件要求，原则上，新建住宅配建停车位应100%建设充电设施或预留建设安装条件，大型公共建筑物配建停车场、社会公共停车场建设充电设施或预留建设安装条件的车位比例不低于20%，每2000辆电动汽车至少配套建设一座公共充电站。

根据《广东省电动汽车充电基础设施建设运营管理办法》，新建住宅小区停车位建设或预留安装充电设施接口的比例应达到100%；新建的商业服务业建筑、旅游景区、交通枢纽、公共停车场、道路停车位等场所，原则上应按照不低于总停车位的一定比例配建充电设施或预留充电设施安装条件(包括电力管线预埋和电力容量预留)，其中广州、深圳不低于30%，珠三角地区其他地市不低于20%、粤东西北地区不低于10%。

居住建筑停车位数量按照《佛山市城市规划管理技术规定（2015年修订）》规划中规定，居住类建筑分为一般建筑、保障性住宅及集体（单身）宿舍三类。其指标见表1-7所示。

此外，对于其它各类建筑充电桩配置要求按照《广东省电动汽车充电基础设施建设运营管理办法》（粤发改能电[2016]691号）。

表 1-7 居住建筑停车泊车配建指标

分类	计算单位	标准车位数（小型汽车）
一般住宅	车位/100 m <sup>2</sup> 建筑面积	≥0.8
保障性住宅	车位/100 m <sup>2</sup> 建筑面积	≥0.3
集体（单身）宿舍	车位/100 m <sup>2</sup> 建筑面积	≥0.4
“1+2+5”组团的城区以外区域、轨道车站500米半径范围内的配建住宅停车位可适当降低，但不宜小于相应分配标准下限的80%		

## 1.5 结论

根据总体片区基础资料调研情况，包括典型建筑、水文条件、太阳能日照及辐射强度以及片区电力及政策等，可得出以下几点结论：

- 1) 在典型建筑调研中，居住建筑基本为分体式空调，办公建筑大多数也为分体式、VRV形式的空调系统形式（智慧新城有部分集中空调系统形式），大型商场建筑则为集中空调系统形式。从调研情况来看，集中供能空调系统在片区

中适合商业办公建筑和商场建筑。

- 2) 根据片区水文条件的调研，东平河紧邻片区，全年水温在 10-31℃之间，水流速度为 0.6~1.1m/s，年经流量约 2.19 亿 m<sup>3</sup>，满足水源热泵基本的水文条件。若后续验证水源热泵的方案时，则还需要对片区水文条件做进一步更加详细了解，包括水质含沙量等，特别地，水源热泵对江水生态环境会造成一定的影响，需要做进一步的评估。
- 3) 佛山位于广东省中部，属于太阳能利用分类的四类地区，地区年均辐射为 4,393.6MJ/m<sup>2</sup>，取年平均日照时数 1,619.4 小时，即日均日照小时数约 4.4 小时，则计算年太阳能辐射量为 2,713kWh/m<sup>2</sup>。结合当地太阳发电政策情况来看，佛山地区太阳能资源具备建设太阳能光伏发电及太阳能热水的条件。
- 4) 根据佛山地区峰谷电价均价比例约为 5.71: 1，远远大于 3: 1 这一比例（一般地，峰谷电价达到 3: 1 以上才适合做冰蓄冷系统），加上地区政府对冰蓄冷有一些优惠的政策，从电价及政策方面来看，佛山地区有较好的电价条件实现冰蓄冷系统。
- 5) 根据佛山地区电动汽车发展情况，片区充换电站滞后于电动汽车的发展，需要对充电桩的发展进行长期的规划。

## 第二部分

### 奇槎区能源需求预测报告

#### 2.1 概念

##### 2.1.1 区域供能系统概念

###### 2.1.1.1 区域供能系统概念

区域供能系统是指区域供热、供冷、供电以及解决区域建筑能源需求的能源系统及其综合集成系统，所谓“区域”既可以是行政区划的城市和城区，也可以是一个居住小区或者是一个建筑群，还可以是特制开发区和园区等等。能源系统可以是锅炉、冷水机组、热电厂、冷热电联供系统、热泵等，所用能源是煤、燃油、燃气、生物质能、太阳能、地热能等。

区域供能系统由能源中心、换热站、管网和用户4个部分组成，见图2-1。能源中心是为向区域用户输出能源的各种冷热源设备、附属设备、仪表及其站房的总称。换热站是联系能源中心与用户的中间环节，包括换热设备及其附属设备和仪表等。管网是由能源中心向用户输送和分配冷热介质的管线系统，包括一次管网和二次管网，其中一次管网是指由能源中心至换热站的管道系统，二次管网是指由换热站至用户末端设备的管道系统。用户是指区域内需要供能的建筑物。

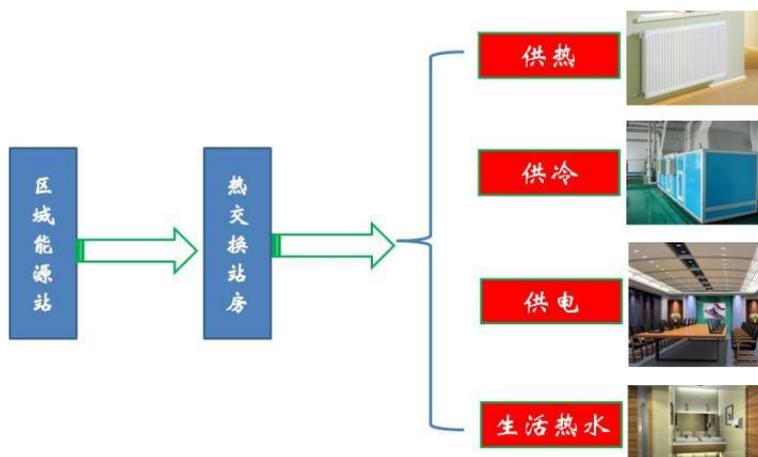


图2-1区域供能系统组成示意图

### 2.1.1.2 区域供冷系统概念

区域供冷系统是为了满足某一特定区域内多个建筑物的空调供冷需求，由专业的能源站（供冷站）集中制备空调冷水，并通过区域管网向建筑用户进行供给冷水的供冷系统。可由一个能源站或多个能源站联合组成。

区域供冷系统是现代城市的基础设施之一，与集中供热、自来水、城市燃气、电力一样是一项公用事业。

区域供冷的应有有近40年的历史，是伴随国际能源紧缺、科技进步和城市化发展、改造而产生。它是区域能源规划或分布式能源系统（冷、热、电联供）的组成部分。区域供冷系统提供的冷水可以是一种商品。

### 2.1.2 适用场合

区域供能系统适用于：城市中心商业区（CBD）、高科技产业园区、大学校园、大型交通枢纽、大型工业企业、为改善街区环境而必须进行空调设施改造的区域等。

当新建或改造城市的一定区域内具备下列条件就可以实施区域供能：

- 1) 平均空调冷热负荷需求密度较高；
- 2) 具有较长的供冷或供热时间；
- 3) 具有明确的空调用户；
- 4) 具备规划、建设区域供能站及其供能管网的条件；
- 5) 具备合适的能源动力条件及配套政策、法规。

### 2.1.3 建设程序

从推进项目流程来看，区域供能系统的建设可分为四个阶段：项目决策阶段、规划设计阶段、施工与调试阶段、运营阶段，详见表2-1。目前本项目定义为可行性研究阶段。

表2-1区域供能系统建设程序

阶段	主要工作内容
项目决策阶段	提出概念，能源规划
	项目建议书
	可行性研究
	专家论证，政府决策
	特许经营权招标
	初步确定售冷（热）价格
	初步签订用户协议
规划设计阶段	方案设计
	市政管线规划及土地使用规划
	主要工艺流程、成套技术
	初步设计
	设备招标与采购
	施工图设计
施工与调试阶段	施工与安装
	配套设备采购
	冲洗与调试
	试运行
运营阶段	售冷（热）价格调研并确定
	确定售冷（热）价格调价机制
	政府批准售冷（热）价格及调价机制
	与用户签订用能协议
	运营商招标
	正式运营

## 2.1.4 区域供能系统的优势

### 2.1.4.1 社会环境效益

区域供能系统可以充分利用系统的规模效应，集成利用多项节能、低碳技术，有利于区域碳减排，具有非常好的环境效益。

#### (1) 能源梯级利用，提高一次能源利用率，降低碳排放

区域供能系统可以充分利用电厂或发电机组自身无法再利用的余热或废热，为建筑物提供空调冷热水或生活热水，可以将一次能源的利用率从30~40%提高到80%以上，减少一次能源消耗量，降低区域碳排放。

#### (2) 利用谷电蓄能，降低区域电网尖峰负荷，移峰填谷

所谓蓄能是指在电力需求低谷时启动制冷或制热设备，将产生的冷或热储存在某种介质中，在电力需求高峰时，再将储存的冷或热释放出来使用，从而减少高峰用电，又称“移峰填谷”。蓄能技术还可提高电网运行效率，少建或缓建电站。同时可大幅度降低运行电费。

#### (3) 充分利用可再生能源，减少一次能源消耗，降低碳排放

可再生能源主要指土壤（江、湖、河、海及土壤）中的未利用能、风能、太阳能、生物质能等，区域供冷供热可以将分散利用的可再生能源集中后形成规模效应，进一步提供可再生能源的利用效率。

#### (4) 发挥技术集成效应，保证供冷供热安全与品质

区域供冷供热充分发挥余热、电力、天然气和可再生能源等多种能源的互补性，既能保证供冷供热的安全性，又能提高供冷供热品质。

### 2.1.4.2 经济效益

#### (1) 节省初投资

区域供能系统可以充分利用区域内不同类型建筑使用要求的差异性，降低冷热源设备的装机容量；同时可以采用大温差输送技术减少水泵容量和管道尺寸。

虽然冷水管网、部分水泵的投资以及管网冷损失虽然有所增加，但整个空调冷热源系统的初投资将减少。从而相对用户自建系统，大幅节约建设投资。

与单体建筑独立配置中央空调系统相比，区域供能系统可减少制冷机组总装机容量约20%~30%，变配电系统初投资和制冷机房、变配电房的面积也会相应减少。此外，从系统外部来说，还能够减少区域内电力设施建设投资。

## （2）提高能源利用率

根据《公共建筑节能设计规范》中冷水机能效的强制性规定，中小型水冷式冷水机组的能效比为4.1~4.5，区域供能系统的冷水机组能效比普遍在5.5以上。采用区域供能系统，可以集中选用大型高效的设备、先进的节能控制技术及调节方法，有效避免不同建筑单体采用中小型空调设备带来的利用效率低下、质量参差不齐的先天缺陷。日本30多年区域供能运营的实践经验显示，区域供能系统比各单体建筑单独配置中央空调节能约12.2%。

## （3）增加地下空间利用效益

由于用户无需设置冷热源设备，可节省大量的冷热源机房面积，该部分空间可用于停车位或其他功能，提高土地利用效率。

## （4）提高空调系统对电力和空调负荷管理效率

区域供冷系统提升了控制调节的自动化、现代化水平，并有助于打造精、专、少的管理队伍。

## （5）提高空调系统的安全性和有效性

由于集约化建设，可以充分提高制冷设备在容量、数量上的安全性及系统内设备之间的备用性。如果采用蓄能系统，可保证在市电故障情况下，用户重要部位空调系统的冷热源供应，用户可减少备用空调能源系统的投资，提升了用能安全与稳定。

## （6）降低运行费

区域供能系统的规模效应使冷热源设备在绝大部分时间均高效运行，相对用户自建系统，降低了运行费用。对用户而言，单体建筑内无冷热源设备，也降低

了用户设备维护管理成本和人工成本。

#### （7）简化物业管理

能源站设备由专业运营公司运行、维护与保养，用户只需管理建筑内的空调末端设备，物业管理简单、高效。

#### （8）提高建筑安全性

单体建筑中无锅炉等存在安全隐患的设备，天然气直接供至能源中心，远离用户建筑区域，提高了用户的安全性。

#### （9）改善景观与环境

采用区域供能系统替代分散设置的冷热源设备，大量免去了用户冷却塔或风冷热泵设备，消除了这些设备中风机带来的环境噪声，且避免了相应的空调设备产生噪声、飘水、局部热岛效应等，改善了区域整体环境。

#### （10）提高生活质量

采用区域供能系统后，无论一般用户还是楼宇物业管理人员、行政事业单位的后勤管理人员，都将从安装、管理、维修等繁重的工作中解脱出来，并能得到安全、可靠、稳定、优质的能源。

## 2.1.5 区域能源规划的必要性

区域供能系统不同于单体建筑中的中央空调系统，它一般需要一个投资主体和运营主体，是以空调冷（热）水为商品的生产性企业，因此其投资回报、运营管理及冷（热）水销售的市场预测，必须在设计建设前期进行研究和论证。

区域供能系统是向一定区域内的众多建筑提供空调冷（热）水，不论规模大小都应在建设及规划的初期开始实施（包括旧城市的改造），需要有关政府部门和相关技术部门制定配套指南、法规和技术标准，需要在土地开发及规划审批过程中在单体建筑方案设计要点中明确体现，要在政府主导下市场运作。在规划设计阶段需要提供能源站用地、管网敷设所需要的位置和空间。

区域能源规划是对所规划区域在一定时间段内各种能源型式综合利用提出

指导性意见，以提高能源利用率、降低区域运行成本，实行可持续发展。

区域能源规划的目的是：确定区域内主要的能源来源、多种能源利用形式及能源综合利用的方案，同时确定区域供能的范围、能源形式、能源综合利用方案和工艺流程。

## 2.2 政策分析

### 2.2.1 国家政策分析

2004年，国务院通过了新的宪法修正案，在市政公用设施领域，国务院有关部门和地方各级政府纷纷出台各种政策规章，引入多种资本形式参与基础设施的建设、经营和管理。国务院各部委以及地方各级政府正在积极推动市政公用行业市场化改革，在“消除体制性障碍”、“加快推进和完善垄断行业改革”、“深化行政审批制度改革”、“放宽市场准入”、“享受同等待遇”、“改进服务和监管”等方面出台了一系列政策和措施，这些政策措施有力地推进诸如“能源中心”等类型的市政公用设施市场化改革的进程。

政府为社会资本进入城市基础设施领域提供了重要的法律保障和政策支持，为各种资本进入城市交通、电力、燃气等基础设施和公用事业创造了历史的机遇和发展的空间。市政公用事业形成了以城市建设投融资体制改革为突破口、以市场化运作为主导，多渠道、多元化地筹集城市建设资金，初显“政府引导、市场运作、社会参与”的发展格局。

2010年5月，国务院还发布了《关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》，明确指出鼓励和引导社会资本进入市政公用事业领域，鼓励和引导社会投资以独资、合作、联营、参股、特许经营等方式，参与经营性的基础设施和公益事业项目建设。这在政策上全面开放了城市市政公用基础设施市场，为市政公用事业全方位市场化改革提供了保障。

2016年2月29日国家发展改革委、国家能源局、工业和信息化部联合发布《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见(发改能源[2016]392号)》。明确提出：加强能源互联网基础设施建设，建设能源生产消费的智能化体系、多能协同综合

能源网络、与能源系统协同的信息通信基础设施。营造开放共享的能源互联网生态体系，建立新型能源市场交易体系和商业运营平台，发展分布式能源、储能和电动汽车应用、智慧用能和增值服务、绿色能源灵活交易、能源大数据服务应用等新模式和新业态。推动能源互联网关键技术攻关、核心设备研发和标准体系建设，促进能源互联网技术、标准和模式的国际应用与合作。

本项目的建设完全符合当前国家的产业政策和发展方向，并可以进行有益探索，形成可推广、可复制的能源供应模式。

### 2.2.2 区域供能市场化竞争机制

本项目将由禅城东部商业区投资建设有限公司投资建设，并成立专业能源管理团队对项目的实施负全面责任，确保工程建设按质、按量、按期完成。建设项目有助于促进能源供应行业的竞争、提升服务水平。

本项目将在区域内建立一个或多个区域能源站，满足区内所有办公、商业用户的全部空调冷负荷需求。从而改善供电系统的安全性、减少电厂和输配电网基础建设压力，并在电力和燃气削峰填谷等方面起到积极的作用。

此外，通过企业投资建设、能源集中供应，有助于在当前公用事业引入竞争，提高市政公用事业的投资、运营和管理效率以及服务质量，实现城市管理模式的转变和综合承载能力的提高。

国家允许企业进入公共服务领域、企业积极探索并尝试进入公共事业行业，是促进竞争的有效措施，也将形成多元主体的制度创新和供给体系的多赢局面。

## 2.3 能源站供能范围界定

根据业主方 2016 年 6 月 16 号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》见附图 A1-2<sup>16</sup>。经计算，能源站供能范围约为 86 万方。本报告针对该 86 万方规划范围进行需求侧分析。

### 2.3.1 能源站供能区域的确定

根据 2.1.1 能源站只对商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类建筑集中供冷。经初步统计，总建筑面积约 295 万 m<sup>2</sup>，其中公共建筑（包括办公、商业、酒店等）总建筑面积约为 86 万 m<sup>2</sup>。

表 2-2 奇槎片区区域供冷范围

地块编号	使用性质	兼容情况	计容建筑面积 (m <sup>2</sup> )	区域供冷建筑面积 (m <sup>2</sup> )
02A-03	B1B2B3 (商业)	60%商业	252814.45	151688.67
02A-05B	B1B2B3 (商业)	100%商业	57242.88	57242.88
03A-05	B1B2B3 (商业)	60%商业	145032.5	87019.5
03A-08	B1B2B3 (商业)	60%商业	101930.85	61158.51
03A-11	B1B2B3 (商业)	60%商业	111628.32	66976.992
03A-14	B1B2B3 (商业)	60%商业	51565.86	30939.516

<sup>16</sup> 11月9号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》，业主11月月9日

地块编号	使用性质	兼容情况	计容建筑面积 (m <sup>2</sup> )	区域供冷建筑面积 (m <sup>2</sup> )
04A-18	B1B2B3 (商业)	60%商业	6613.16	3967.896
05A-02	B1B2B3 (商业)	60%商业	249167.38	149500.428
05A-21	B1B2B3 (商业)	60%商业	9534.07	5720.442
06A-06	B1B2B3 (商业)	60%商业	65954.25	39572.55
06A-11	A35 (科研)	40%商业, 60%科研	83289.68	83289.68
06A-12	A35 (科研)	40%商业, 60%科研	38305.75	38305.75
06A-15	B1B2B3 (商业)	60%商业	145778.65	87467.19
区域供冷总建筑面积 (m <sup>2</sup> )				<b>862850</b>

### 2.3.2 能源站供能种类的界定

奇槎片区共包括商业混合用地、住宅用地、科研用地、学校用地、体育中心。其中，部分商业混合用地兼容住宅建筑面积，部分住宅用地兼容商业建筑面积，科研用地兼容商业建筑面积；商业建筑面积又包括办公、商场和酒店，且将科研建筑归类为办公建筑。

各类建筑使用能源消耗类型见下表：

表 2-3

建筑类型	电	空调冷量	生活热水
办公	√	√	
商场	√	√	
酒店	√	√	√
住宅	√	√	√
学校	√	√	√
体育中心	√	√	√

因此，奇槎片区内的典型建筑包括办公、商场、酒店、住宅、学校、体育中心等。本报告的分析基于上述建筑类型的用地进行。

### 1) 空调冷量的供应方面

#### • 住宅建筑

空调的使用完全基于不同住户的需求和习惯，因此不同住宅建筑的住户对区域供冷的接受程度差异较大，而且住户对区域供冷的收费问题非常敏感，因此不建议将住宅建筑纳入区域供冷的范围。对于住宅用地兼容商业建筑的情况，由于商业建筑面积只占总建筑面积的 10%，这部分商业建筑的面积较少、且较为分散，如果采用区域供冷将大大增加输送管网的长度，输送能耗较高，不经济。因此不建议将这部分商业建筑纳入区域供冷的范围。

#### • 商业混合用地及科研用地中

办公、商场、酒店等公共建筑负荷密度较大、空调使用时间较长、空调品质要求较高，这类建筑比较适合采用区域供冷的方式。同时公共建筑采用区域供冷在降低电力供应压力、减轻天然气供应压力、减少区域内各建筑物的空调系统的配电容量、减少空调系统能源消耗和污染物排放、减轻各建筑空调排热造成的热岛效应等方面，具有极大的节能减排示范意义。

#### • 学校建筑，

由于冷负荷高峰时学校放假，而学校正常教学学期内的空调负荷较小且空调使用的差异性较大，因此不建议将学校建筑纳入区域供冷的范围。

- **对体育中心**

对于 06A-07 地块社区体育馆，体育馆内设置篮球场、羽毛球场、乒乓球、游泳馆及健身设施，其用能特性除空调冷负荷外还存在大量生活热水负荷。为解决体育馆生活热水负荷，体育馆独立设置小型能源站系统，配置微型燃气发电机组及余热溴化锂冷热水机组，体育馆生活热水负荷由余热溴化锂冷热水机组提供，同时体育场馆临近现有供能管网，因此将体育场馆纳入区域供冷系统内，体育场馆空调冷负荷首先由体育馆余热冷热水机组提供，不足部分由能源站补充。

另外，根据 11 月 20 号业主会议，考虑学校和体育中心属于业主自建区域，建议纳入 38.8 万平方米业主自建区域的能源中心供冷考虑。另见《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》，相关内容不在本报告赘述。

综上所述，奇槎片区能源站仅对 A1-2 区域中商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类公共建筑集中供冷，表 2-2 出了纳入区域供冷的地块和供冷面积，奇槎片区区域供冷总建筑面积约为 86 万平米。

## 2) 生活热水供应方面

在本次能源规划中不考虑采用集中供热水的方式，而推荐采用太阳能供热水的方式。此部分详见第四部分《太阳能利用规划方案》相关章节。

- **气候因素**

根据第一部分《奇槎区能源规划基础资料调研报告》可知，由于气候因素，办公建筑建筑一般不采用生活热水，没有热水供应需求，因此无需考虑能源站集中供热水。

- **技术匹配因素**

本项目能源站供能区域以办公、商业建筑为主，酒店、学校和体育中心的生活热水负荷需求。由于地块总体热水负荷需求较少，若能源站提供热水负荷则管网需为四管制，管网投资增大。综合考虑用能需求、地块实际情况以及经济性等因素，区域能源系统仅提供空调冷负荷。本项目使用太阳能光热系统提供部分酒店建筑热水负荷，不足部分可由地块自行配置机组解决。

- **经济性因素**

如采用集中供热水，一方面需要配备较大的管道满足峰值负荷供应。另外一方面建筑距离集中能源站的距离比较远，输配生活热水经济性不好。同时，相对集中供冷而言，集中供热水的价格不容易被居民接受。

根据本项目的现场条件，居住建筑采用太阳能热水系统，生活热水采用太阳能光热系统，相对独立，配以辅助的制热水装置，便于管理，运行灵活，由建设单位自建，不在能源站供能范围，详见第四部分《太阳能利用规划方案》

另，介于目前开发阶段，酒店虽基于经验估算了热水负荷，但和学校类似，由于还没有规划方案还在初期阶段，信息不充分，在方案中暂时仅考虑了所在地块屋面太阳能光伏的可能性。体育中心另见《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》，相关内容不在本报告赘述。

### 3) 燃气供应方面

根据 1.2.5 片区燃气调研，燃气管网尚未完全覆盖规划区，区内用气存在天然气和瓶装液化气两种形式。因此，能源站无需另行考虑对燃气的供应，且片区存在冷热电三联供的可能性。

### 4) 电力供应方面

根据第四部分《太阳能利用规划方案》和第三部分《奇槎区能源站技术支撑报告》，太阳能光伏发电和冷电联供发电首先需要满足能源站使用，但仍需市电补充。因此，区域中由城市电网，能源站不考虑对能源站外区域电力的供应。

综上，能源站主要功能定义为区域供冷。在后续需求侧预测方面，以供冷负荷作为重点方向进行预测。

## 2.3.3 关键性假设

负荷预测部分涉及多方面的关键性假设，为使假设问题清晰明了，现将负荷预测部分的关键性假设汇总如下：

1) 如 2.1.2.2 节所示，基于与业主方商议确认，建筑负荷及能耗对时间与空间的

拓展是在如下的假设之上：

- 调研的典型建筑已覆规划区域所有的建筑功能类型；
  - 相同建筑类型全年能耗分布相似，具有相同的能耗密度；如对于办公建筑，在办公建筑典型模型校核准确的情况下，将典型模型的“逐时能耗密度”与“办公区域建筑面积”相乘即获得对应地块的整个办公区的“区域能耗曲线”；
  - 规划区域在发展中建筑能耗密度保持不变。
- 2) 如 2.3.2.1 节所示，经过对规划区域内各地块中各类建筑面积的已建设情况及计划建设情况进行调研，并且了解往年佛山地区建筑建设速度及已建设建筑的入住速度，经过与业主的讨论，综合分析后，对园区开发时序做如下假设：
- 土地批出到建设完成耗时约 2 年；
  - 办公建筑建设完成至人员住满耗时约 5 年，其他建筑耗时约 3 年；
  - 实际情况下建筑存在不能完全住满的问题，但考虑能源站供能的安全可靠，各类建筑均按照住满时 100% 入住的情况进行负荷预测。
- 3) 如 2.3.2.1 节所示，由于在能源规划阶段规划区域中商业建筑面积已定，但商业建筑包括办公、商场、酒店三类建筑且尚未确定其在商业建筑面积中所占的面积比例，经过与业主的商讨与确认，课题组采用区域能源规划领域的相关学者经过研究比较利于区域层面节能的三类建筑面积的比例，如下：
- 对于商业混合用地中商业建筑面积小于 10,000m<sup>2</sup> 的地块，商场建筑面积占商业建筑面积的 100%；对于商业混合用地中商业建筑面积大于 10,000m<sup>2</sup> 的地块，办公建筑面积 50%、商场建筑面积 20%、酒店建筑面积占 30%。
  - 对于住宅用地兼容商业建筑面积的地块，商业面积均作为商场面积，即商场面积占商业面积的 100%。
- 4) 报告中春季是指 3、4、5 月，夏季为 6、7、8 月，秋季为 9、10、11 月，冬季为 12 月、1、2 月。

## 2.4 负荷预测目的与方法论

### 2.4.1 负荷预测目的

区域建筑的负荷预测是区域能源规划的基础。通过负荷与能耗预测，给出所

规划区域中不同建筑类型、不同地块、不同时间段的建筑的全年逐时用电负荷、逐时冷热负荷、典型日负荷分布、全年用电量等。这些负荷量、负荷分布及分布特性为区域能源规划合理地选取能源系统类型，选定设备容量、台数，确定建设时间及投产数量，优化运行策略等提供依据。

## 2.4.2 负荷预测方法论

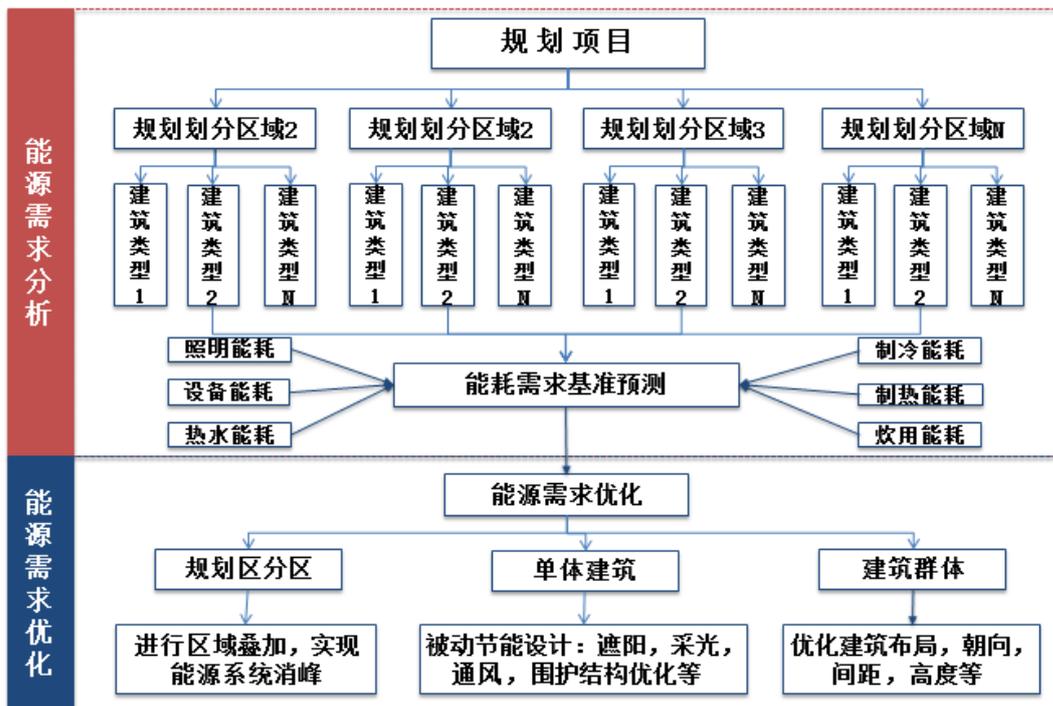


图2-2：负荷预测技术路径

负荷预测分为两个部分：

- 典型建筑模型的建立
- 园区负荷预测

### 2.4.2.1 建立典型建筑模型

典型建筑指能够反应该区域内该类建筑的建筑形态、建筑规模、建筑围护结构构成、内扰情况等。一般根据建筑功能类型分类，有办公建筑、商场建筑、酒店建筑、住宅建筑、工业建筑等。确定规划区域所包括的建筑功能类型后，通过软件建立各类建筑的典型建筑模型，输入参数主要由三种来源：

- 1) 城区规划信息

## 2) 相关标准和规范

《公共建筑节能设计标准》 GB50189-2015

《民用建筑热工设计规范》 GBT50176-1993

《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》 JGJ75-2012

《建筑照明设计标准》 GB50034-2013

《公共建筑节能设计标准》广东省实施细则 DBJ15-51-2007

## 3) 实地调查，详见本报告 1.2.3 片区典型建筑能耗调研

4) 通过各类典型建筑模型输出的全年逐时负荷及能耗密度，以用作对区域层面、各时间阶段的能耗与预测。为使模型的建立足够准确，典型建筑需要实际数据进行校验。由于现阶段对于建筑实际能耗的的计量大多只有能耗值，如耗电量、耗燃气量和蒸汽量等，对于空调冷热负荷的预测，只能通过模型的电耗校验，输出逐时冷热负荷来反应建筑的冷热负荷情况，这也是软件模拟方法的优点之一。

### 2.4.2.2 园区负荷预测

区域建筑群由不同功能类型的建筑组成，并且，区域建筑的开发具有一定的时序性，这使得区域建筑群负荷具有时间动态和空间分布的特点。区域建筑群的负荷预测目的是得到现阶段以及未来各地块的动态负荷。对于园区开发时序的把握，从以下几个方面入手：

- 1) 通过对规划区域的调研，可以得到规划区域建筑的土地批出、建筑建设、入住情况；
- 2) 对于未建成与未住满的建筑可以根据建设部门的计划建成时间及以往同类建筑的入住速率来预测未来内各类建筑投入使用建筑面积。

在各类典型建筑逐时负荷密度、各类建筑投入使用建筑面积确定的情况下通过对每类建筑的逐时负荷或能耗基于面积直接叠加，即可得到未来各地块的全年逐时负荷。公式如下：

$$Q_t = \sum_{j=0}^N q_{jt} S_j$$

$Q_t$ —区域内某地块建筑群逐时总负荷，

$q_{jt}$ —区域内某地块 j 类型建筑的单位面积逐时负荷， $W/m^2$ ，

$S_j$ —区域内某地块  $j$  类型建筑的总面积,  $m^2$ ,

$N$ —区域内某地块考虑区域能源系统供能的建筑类型的总数

建筑负荷对时间与空间的拓展是在如下的假设之上:

- 1) 调研的典型建筑已覆所规划区域所有建筑功能类型;
- 2) 相同建筑类型全年能耗分布相似, 具有相同的能耗密度。如对于办公建筑, 在办公建筑典型模型校核准确的情况下, 将典型模型的“逐时能耗密度”与“办公区域建筑面积”相乘即获得对应地块的整个办公区的“区域能耗曲线”;
- 3) 规划区域在发展中建筑能耗密度保持不变。

## 2.5 典型建筑基准年能耗模拟与校验

由《奇槎片区详细控制规划》可知, 奇槎片区共包括商务建筑、住宅建筑、学校建筑。其中商务建筑又包括办公建筑、商场建筑、酒店建筑, 其中科研建筑归类为办公建筑。综上奇槎片区共有办公建筑、商场建筑、酒店建筑、住宅建筑、学校建筑这五大类建筑类型。其建筑能源消耗主要是空调制冷、照明、电器及设备、生活热水、燃气等; 其中, 由于佛山属于夏热冬暖地区, 空调能耗所占比例较大, 根据清华大学建筑节能研究中心《中国建筑节能发展年度研究报告 2009》, 广州市建筑总能耗中空调能耗占比15%—53%。

以下分别对此五类建筑建立模型, 并用实际调研能耗数据进行校验, 进而得到每种建筑类型的全年逐时电耗 (包括照明电耗、设备电耗及空调系统电耗, 其中空调系统均为耗电空调), 全年逐时冷负荷, 及酒店建筑的生活热水需求量。

### 2.5.1 办公建筑

依据业主推荐, 根据禅城区办公建筑空调的使用情况, 调研组选取办公建筑岭南大厦与智慧新城 T10 调研信息建立建筑模型如下。

#### 2.5.1.1 智慧新城 T10

该建筑 22 层, 地下室一层, 高 96m, 建筑面积 4.4 万平方米, 空调面积 80%, 使用率 50%, 照明密度  $10w/m^2$ , 空调系统为变制冷剂流量多联分体式空调。对于调研信息中缺少的部分, 参考《公共建筑节能设计标准 GB50189-2015》中关于夏

热冬暖地区的相关要求。

根据调研信息，及相关规范进行建模，建模信息如下表。

## 模型信息

表 2- 4

建筑名称	智慧新城 T10			
建筑类型	办公建筑			
建筑高度	22 层 96m			
建筑面积	4.4 万 m <sup>2</sup> 占地面积			
空调面积	80%	目前建筑使用人数	50%入住	
		建筑空置率 (%)	50%	
建筑分区	外区 (东、西、南、北)、外区			
建筑围护结构	外墙热工性能*		K=1.5W/ (m <sup>2</sup> K)	
	屋面热工性能*		K=0.83W/ (m <sup>2</sup> K)	
	窗墙比*		0.7	
	玻璃热工性能		K=2.9W/ (m <sup>2</sup> K), SHGC=0.45	
照明	照明密度*		10W/m <sup>2</sup>	
设备	设备密度*		20 W/m <sup>2</sup>	
人员	人员密度*	4m <sup>2</sup> /人	人员时间表	8:30~17:00 中午两个小时休息
			冷源	冷源形式

暖通空调系统	热源	热源形式	变制冷剂流量多联分体式空调		
	室内温度	制冷室内习惯性设定温度	26°C	制热室内习惯性设定温度	20°C
	暖通空调系统运行时间表	制冷空调开启月份	4/10~9/1 5	制热空调开启月份	无
		空调系统运行日时间表	8:00~17:00		

注：

[1]调研时间：2016年初

[2]表中“\*”项为参考《公共建筑节能设计标准 GB50186-2015》取值，且按照此参数设置建筑模型模拟得到的建筑能耗与实际相符

**模型校验**

表 2-5， 办公建筑调研信息与模拟信息

智慧新城 T10			
参数	调研结果（2015）	模拟结果	误差
面积 m <sup>2</sup>	44,000	44,000	
空调面积 m <sup>2</sup>	35,200	35,200	
空调系统形式	变制冷剂流量多联分体式空调	变制冷剂流量多联分体式空调	
电耗月峰值： kWh/m <sup>2</sup>	10.08（6月）	9.76（9月）	3.2%
全年电耗 kWh/m <sup>2</sup>	70.47	72.91	3.5%

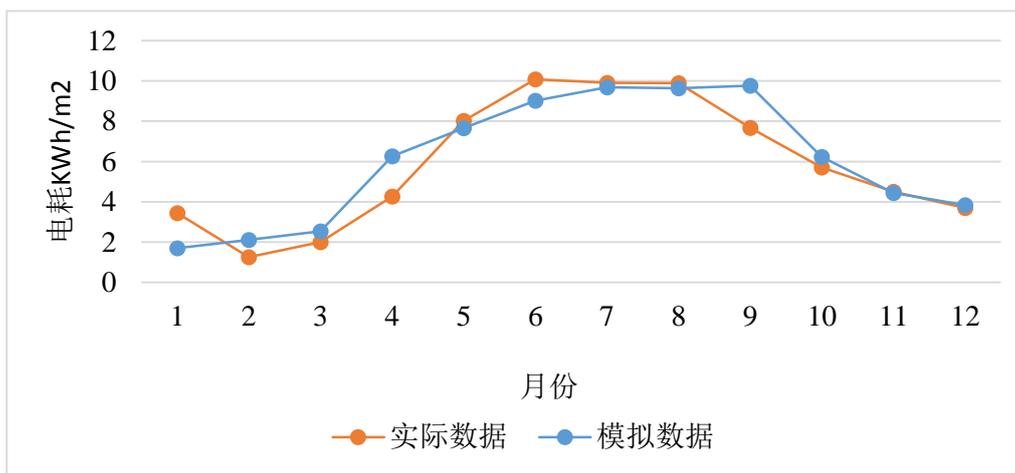


图 2-3 办公建筑逐月电耗指标校验

由表 2-4 可知，智慧新城 T10 建筑的入住率仅为 50%，因此以智慧新城 T10 实测电耗数据的 2 倍对办公建筑模型进行校验与调整，调整结果如表 2-5 及图 2-3。

## 办公建筑模拟结果小结

### 1) 模拟结果

#### ● 季节分析

**夏季：**分析数据可知，调研用电高峰月与模拟用电高峰月不同，这可能是由于调研数据为 2015 年全年逐月电耗，而模拟采用的为典型年的气象文件。在用电高峰月的 6 月，7 月和 8 月份，模拟电耗与实际电耗的误差均在 10% 以内，且综合来看，在制冷时间段内模拟电耗数据与实际电耗数据在耗电量和变化趋势上都十分吻合。

**冬季：**佛山地区为冬季可不制热的地区，调研信息也显示冬季办公建筑不开启空调进行制热。在冬季，建筑电耗仅由设备、照明等组成。模型校验后输出的电耗结果如上图所示，由上图可知在制热时期调研电耗与实际电耗十分吻合。

**过度季：**在模型中过度季节关闭 HVAC 系统，由上图可知，此时间段模拟数据与调研数据十分吻合。

#### ● 误差分析

模拟结果显示冬季无空调电耗，因此佛山地区办公建筑冬季无需制热，这点

与实际调研情况相符。

办公建筑模型相对于实际调研数据的月峰值电耗与全年电耗误差均在10%以内，且全年内电耗变化趋势十分一致。因此可认为办公模型较为准确。

## 2) 办公建筑全年逐月电耗

校验准确后，由办公建筑模型可得逐月电耗分布，如下图。其中办公建筑全年电耗为 72.91KWh/m<sup>2</sup>；用电负荷峰值为 59.44W/m<sup>2</sup>，发生在 9 月 1 日下午 2 点。

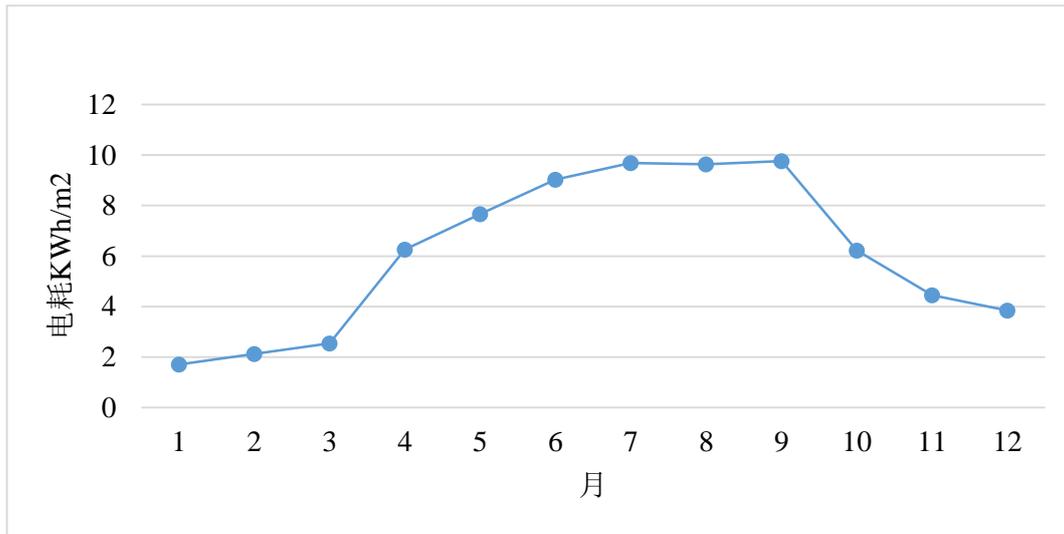


图 2-4 办公建筑逐月电耗

上图所示的办公建筑电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。佛山地区属于夏热冬暖地区，结合调研信息及模拟结果可知佛山地区办公建筑夏季需要空调制冷，冬季无需采暖。空调电耗是由于气候的变化而引起的季节性需求，季节性需求差异很大，由于空调电耗在建筑电耗中占很大比例，因此，建筑总电耗在随季节变化很大，在夏季呈现用电高峰季，冬季用电最少的情况。

上图为根据实际情况开启空调情况下的电耗情况，为保证能源站的安全可靠，需要分析在空调全年开启情况下建筑的负荷情况。在空调全年开启情况下，全年逐时用电负荷如下图：

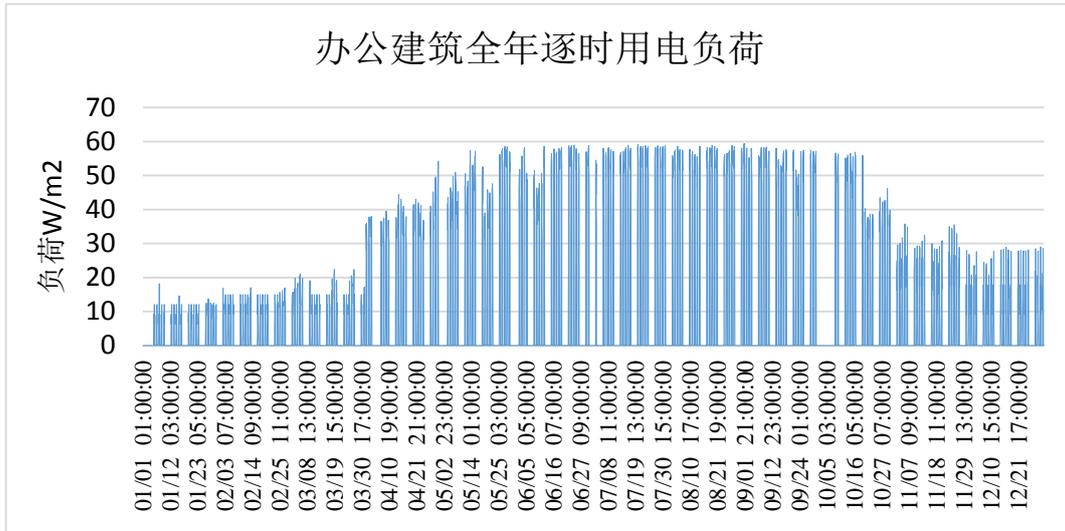


图 2-5 办公建筑在空调全年（12 各月）开启情况下逐时用电负荷

### 3) 办公建筑全年逐时冷负荷

校验准确后，由办公建筑模型可得全年逐时冷负荷分布，如下图。其中冷负荷峰值为 $80.77W/m^2$ ，发生在10月12日上午11点。在空调全年开启情况下的全年逐时冷负荷如下：

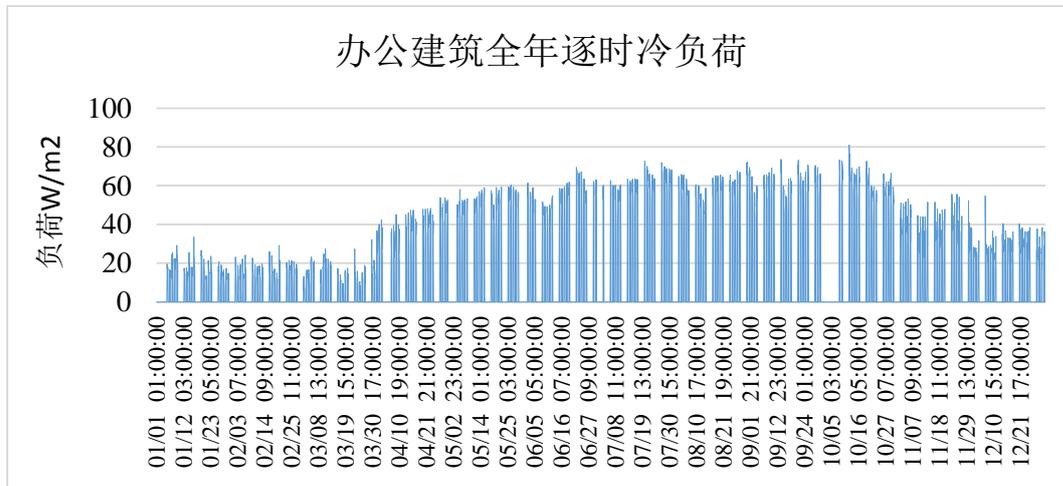


图 2-6 办公建筑在空调全年（12 个月）开启情况下的全年逐时冷负荷

### 4) 办公建筑夏季设计日逐时冷负荷分布

校验准确后，由办公建筑模型可得夏季设计日逐时冷负荷分布，如下图：

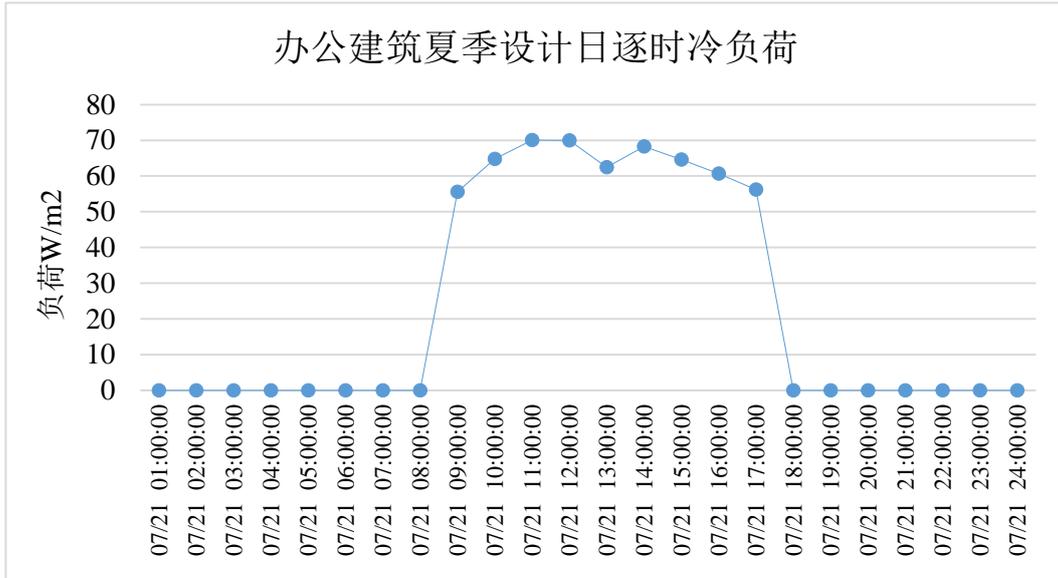


图 2-7 办公建筑夏季设计日逐时冷负荷

由上图可看出，在夏季设计日的一天中，上午十一点及下午两点两个时间点冷负荷较高，主要由于这两个时间段内室外温度及日照强度较高，并且室内人员密度较高。

### 2.2.1.2 岭南大厦

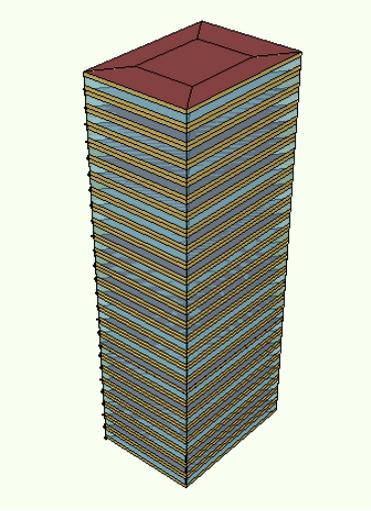
该建筑 26 层，地下室一层，高 95m，建筑面积 2.3 万平方米，空调面积 70%，使用率 100%，照明密度 9.8W/m<sup>2</sup>，空调系统为分体空调。对于调研信息中缺少的部分，参考《公共建筑节能设计标准 GB50189-2015》中的相关数据。

根据调研信息，及相关规范进行建模，建模信息如下表。

#### 模型信息

表 2-6

建筑名称	岭南大厦		
建筑类型	办公建筑		
建成时间	2010 年投入使用		
建筑高度	26 层 95m		
建筑面积	2.3 万 m <sup>2</sup> 占地面积		
空调面积	70%	目前建筑使用人数	100%入住
		建筑空置率 (%)	0

建筑分区						
	外区（东、西、南、北）、外区					
建筑围护结构	外墙热工性能*		K=1.45W/（m <sup>2</sup> K）			
	屋面热工性能*		K=0.83W/（m <sup>2</sup> K）			
	窗墙比*		0.45			
	玻璃热工性能*		K=2.9W/（m <sup>2</sup> K）， SHGC=0.47			
照明	照明密度*	9.8W/m <sup>2</sup>	灯具类型	T5 照明		
设备	设备密度*	20 W/m <sup>2</sup>				
人员	人员密度*	10m <sup>2</sup> /人	人员时间表	8:30~17:00 中午两个小时休息		
暖通空调系统	冷源	冷源形式	分体式空调器			
	热源	热源形式	分体式空调器			
	室内温度	制冷室内习惯性设定温度	26℃	制热室内习惯性设定温度	20℃	
	暖通空调系统运行时间表	制冷空调开启月份	4/10~8/30	制热空调开启月份	12/1~2/28	
		空调系统运行日时间表	8:00~17:00			

注：

[1] 调研时间：2016 年初

[2] 表中“\*”项为参考《公共建筑节能设计标准 GB50186-2015》取值，且按照此参数设置建筑模型模拟得到的建筑能耗与实际相符

**模型校验**

表 2-7，办公建筑调研信息与模拟信息

	岭南大厦		
	调研结果（2015）	模拟结果	误差
面积 m <sup>2</sup>	22,148	22,148	
空调面积 m <sup>2</sup>	15,596	15,596	
空调系统形式	分体空调	分体空调	
调研电耗月峰值：（6 月） kWh	193,466	180,893.79	6.5%
模拟电耗月峰值：（7 月） kWh	174,546	181,966.96	-4.3%
电耗月峰值密度（6 月）kWh/m <sup>2</sup>	8.735	8.17	6.5%
电耗月谷值（1 月） kWh	40,847	41490.54	-1.6%
全年电耗 KWh	1,366,311	1,326,154.43	3%
电耗密度 KWh/m <sup>2</sup>	61.69	59.88	3%

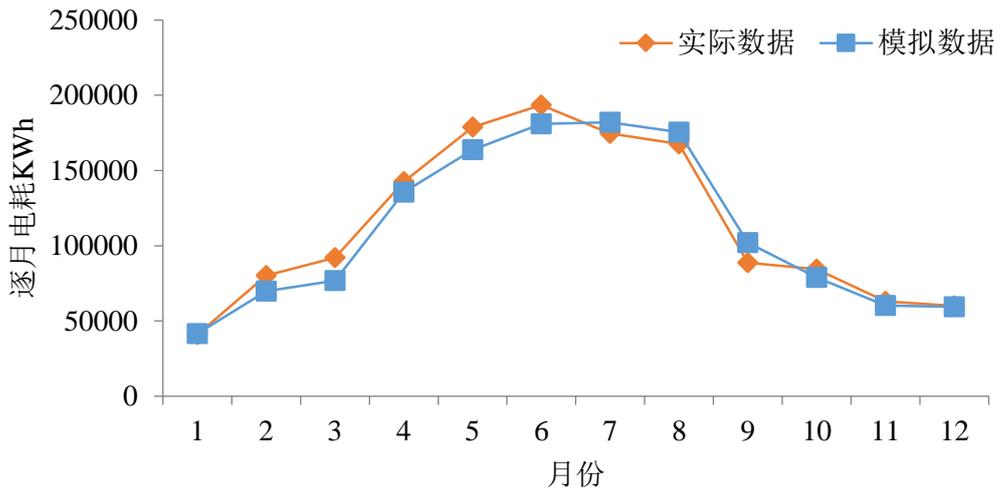


图 2-8 办公建筑逐月电耗校验

**办公建筑模拟结果小结：**

**1) 模拟结果**

### ● 季节分析

夏季：依据调研情况可知实际空调制冷开启时间为4月中旬，结束时间尚不清楚。分析调研数据中2014年与2015年的逐月电耗情况发现，这两年中电耗9月份相对8月份均有骤降，因此在模型中设置4月中旬至8月末为制冷时期。输出模拟结果并与实际电耗数据进行逐月对比，见上图。

对比图2-3及图2-8可知，对于办公建筑，岭南大厦与智慧新城T10实测电耗均在6月份达到最高，模拟电耗均在7月份达到最高，这很大可能是由于建筑模型采用的是典型年的气象数据，而用于校验的实际电耗是在2015年实际气象情况下的电耗数据。

模拟结果显示冬季无空调电耗，因此佛山地区办公建筑冬季无需制热，这点与实际调研情况相符。

### ● 误差分析：

办公建筑模型相对于实际调研数据的月峰值电耗与全年电耗误差均在10%以内，且全年内电耗变化趋势十分一致。因此可认为采用分体空调的办公建筑模型较为准确。

### 2) 办公建筑逐月电耗分布

办公建筑使用时间为工作日的8:00到17:00。校验准确后，由办公建筑模型可得逐月电耗分布。办公建筑全年电耗为59.88KWh/m<sup>2</sup>，电耗峰值为50.65W/m<sup>2</sup>，发生在6月22日下午5点。如下图：

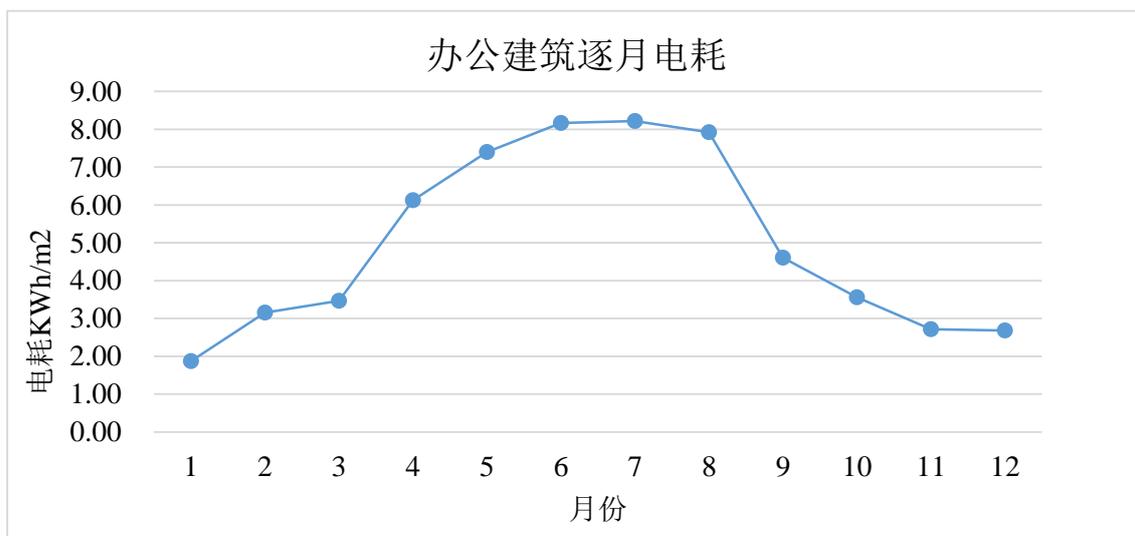


图 2-9 办公建筑逐月电耗

图 2-9 所示的办公建筑电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。

### 3) 办公建筑全年逐时冷负荷分布

校验准确后，由办公建筑模型可得全年逐时冷负荷分布，冷负荷峰值为  $75.15\text{W}/\text{m}^2$ ，发生在 7 月 6 日下午 1 点（详见 2-10），如下图：

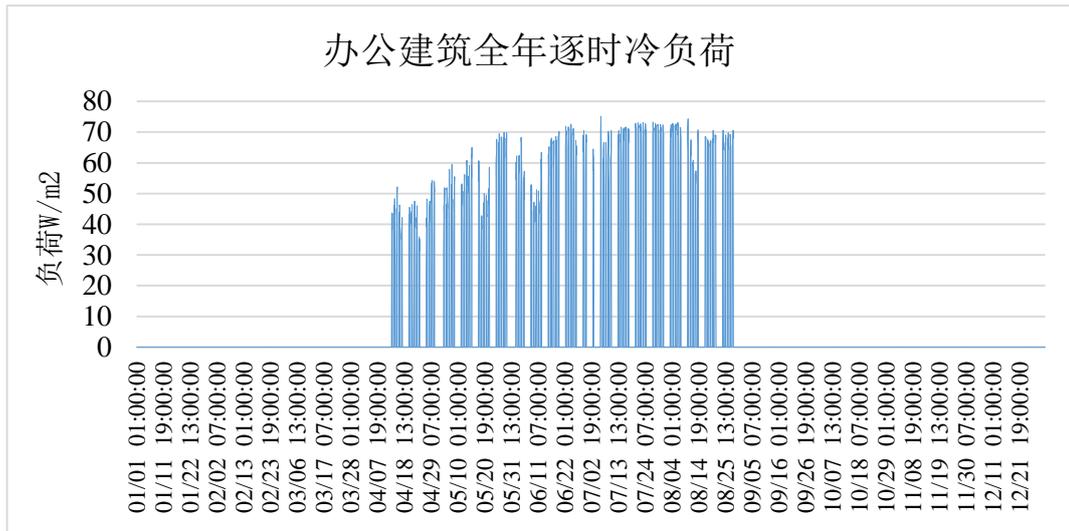


图 2-10 办公建筑全年逐时冷负荷

#### 2.5.1.3 办公建筑模拟小结

以上对以岭南大厦与智慧新城 T10 为原型的办公建筑模型及输出结果进行了分析。2.3 节及 2.4 节中均采用智慧新城 T10 的模拟结果。

智慧新城 T10 办公建筑模型采用变制冷剂流量多联分体式空调（VRV），属于分体空调。由于分体空调存在人为节能的现象，若建筑采用中央空调实际能耗将高于此处的办公建筑能耗模拟结果。

奇槎区能源站集中供冷。由于建筑的冷负荷与建筑的空调形式无关，因此模拟得到的建筑冷负荷适用于奇槎片区的能源规划需求侧负荷预测。

#### 2.5.2 商业建筑

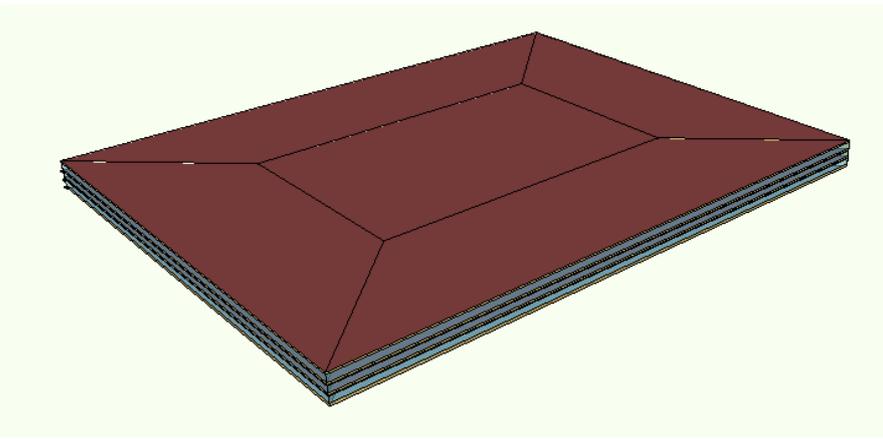
商业建筑以印象城为代表，共 3 层，高 12.6m，建筑面积 118,800 平方米，空调面积 75%，使用率大于 80%，空调系统为集中式定风量系统。对于调研信

息中缺少的部分，参考《公共建筑节能设计标准 GB50186-2015》、《民用建筑热工设计规范》中关于夏热冬暖地区的相关要求。

根据调研信息，及相关规范进行建模，建模信息如下表。

**模型信息**

表 2-8

建筑名称	印象城		
建筑类型	商场建筑		
建筑高度	共 3 层，高 12.6m		
建筑面积	118800m <sup>2</sup>		
空调面积	75%	目前建筑使用人数	大于 80%
		建筑空置率 (%)	小于 5%
建筑分区			
	外区（东、西、南、北）、外区		
建筑围护结构	外墙热工性能*		K=1.4W/ (m <sup>2</sup> K)
	屋面热工性能*		K=0.83W/ (m <sup>2</sup> K)
	窗墙比*		0.5
	玻璃热工性能*		K =2.9W/ (m <sup>2</sup> K), SHGC=0.47
照明	照明密度*	15W/m <sup>2</sup>	
设备	设备密度*	10W/m <sup>2</sup>	
人员	人员密度*	4m <sup>2</sup> /人	人员时间表 9:00~22:00
	冷源	冷源形式	冷机+冷却塔

暖通空调系统	热源	热源形式	无		
	室内温度	制冷室内习惯性设定温度	25°C	制热室内习惯性设定温度	20°C
	暖通空调系统运行时间表	制冷空调开启月份	3/15-9/30	制热空调开启月份	无
		空调系统运行日时间表	9:00~22:00		

注：

[1] 调研时间：2016 年初

[2] 表中“\*”项为参考《公共建筑节能设计标准 GB50186-2015》取值，且按照此参数设置建筑模型模拟得到的建筑能耗与实际相符。未来的商场建筑可能存在装饰性照明增加、人员密度大的情况。

模型校验

表 2-9 商业建筑建筑的调研信息与模拟信息

印象城			
参数	调研结果（2015）	模拟结果	误差
面积 m <sup>2</sup>	118,800	118,800	
空调面积 m <sup>2</sup>	90,000	90,000	
空调系统形式	CAV	CAV	
电耗月峰值（9月） kWh/m <sup>2</sup>	17.01	16.73	1.65%
全年电耗 kWh/m <sup>2</sup>	137.24	129	6.04%

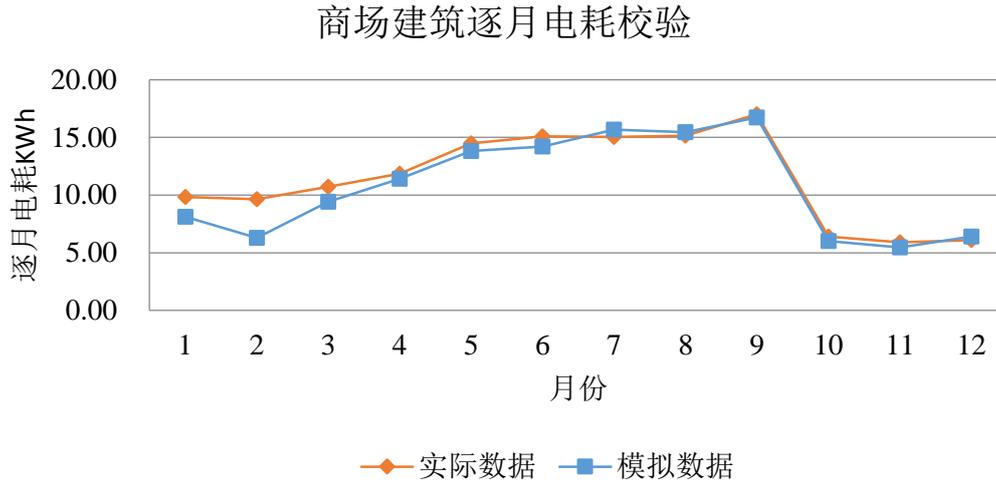


图 2-11 商业建筑逐月电耗校验

**商业建筑模拟结果小结：**

**1) 模拟结果分析**

● **季节分析**

分析调研数据可知，此商业建筑空调系统仅作为夏季制冷，冬季不进行制热。制冷时间为3月中旬至9月末。且夏季制冷每日的开启时间为9:00-22:00。

● **误差分析**

依据调研信息建立商场建筑模型，在建立模型时考虑节假日的使用率高于工作日。用实际电耗数据对模型校验逐月电耗及全年电耗，校验后的模拟结果见上表及上图。电耗月峰值及全年电耗误差均在10%以内，且全年内模拟电耗数据与实际电耗数据逐月变化趋势一致。三月份模拟电耗数据与实际电耗数据误差大于10%，可能是模型采用当地典型天气参数，而典型天气参数与实际天气参数误差较大造成的，综上可认为商场建筑模型较为准确。

商场建筑模型相对于实际调研数据的月峰值电耗与全年电耗误差均在10%以内，且全年内电耗变化趋势十分一致，因此可认为商场建筑模型较为准确。

在按照表 2-8 的设置情况下，且模拟建筑电耗与印象城实际能耗校验准确之后由商场建筑模型输出冷负荷峰值 85W/m<sup>2</sup>，是与实际使用情况比较相符的冷负荷值。由于此数值与常规商场建筑冷负荷相比较小，因此在能源站的规划与设备选型中可依据经验与规范适当调整冷负荷值，并需要充分考虑安全系数和设备的冗余率。

## 2) 商场建筑逐月电耗分布

由经校验准确的商场建筑模型可得商场建筑逐月电耗分布，如下图。其中全年电耗为 129 kWh/m<sup>2</sup>；电耗峰值为 48.17 W/m<sup>2</sup>，发生在 9 月 1 日下午 1 点

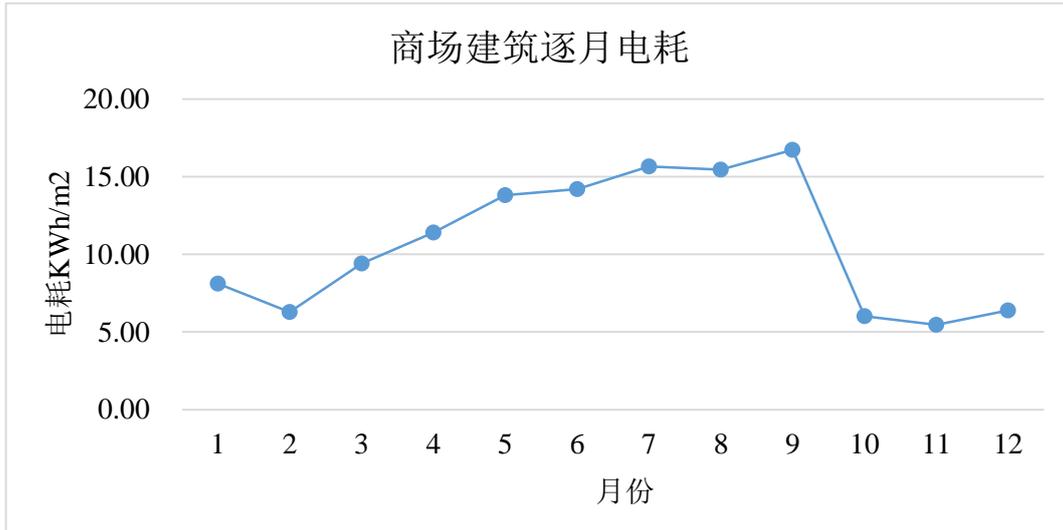


图 2-12 商场建筑逐月电耗

图 2-12 所示的商场建筑的电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。同办公建筑一样，由于空调电耗在建筑电耗中占很大比例，而空调电耗是气候引起的季节性需求，因此，建筑总电耗在随季节变化很大，在夏季呈现用电高峰期，冬季用电最少。

## 3) 商场建筑全年逐时冷负荷分布

由经校验准确的建筑模型可得商场建筑全年逐时冷负荷分布，如下图。其中冷负荷峰值为 85W/m<sup>2</sup>，发生在 8 月 25 日下午 6 点。

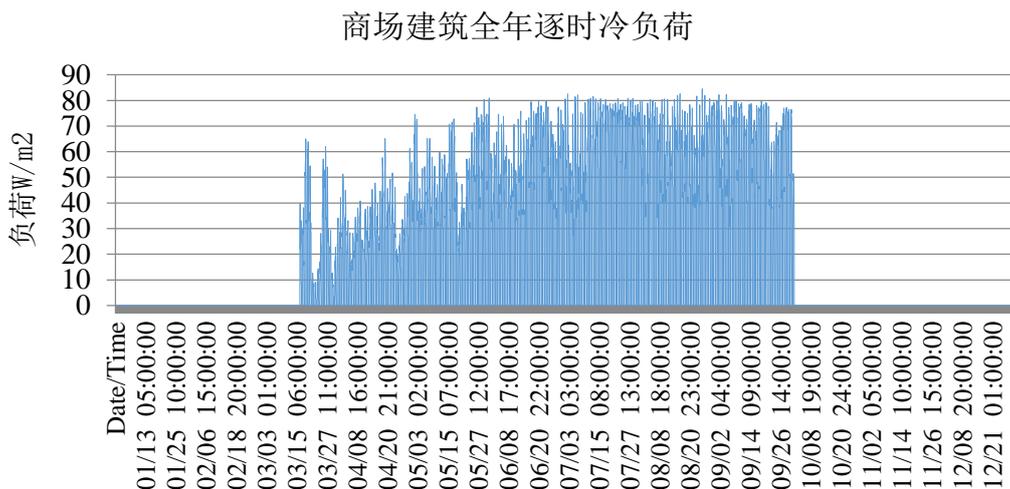


图 2-13 商场建筑全年逐时冷负荷

#### 4) 商场建筑夏季设计日逐时冷负荷

由经校验准确的建筑模型可得商场建筑夏季设计日逐时冷负荷分布，如下图。

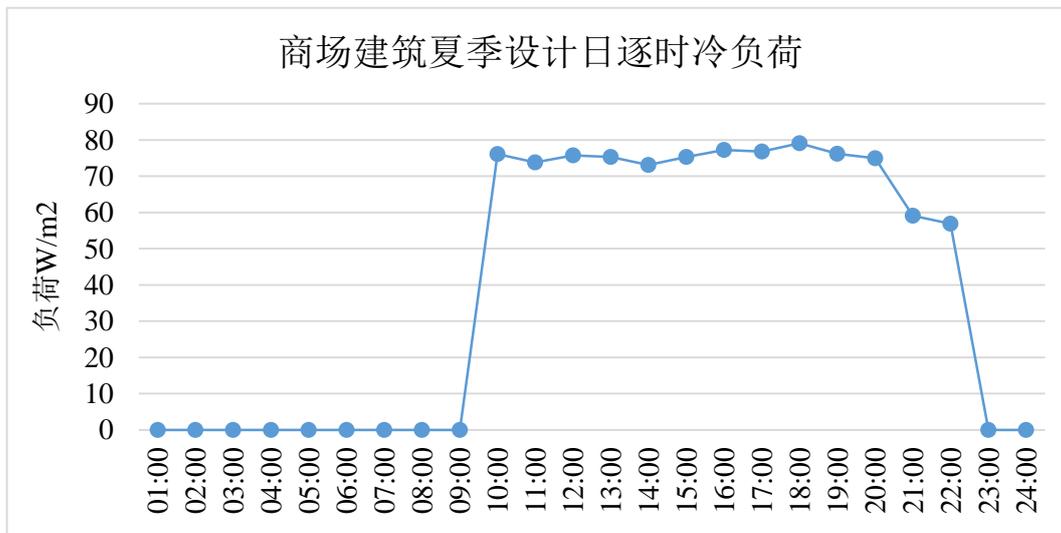


图 2-14 商场建筑夏季设计日逐时冷负荷

由上图可看出，在夏季设计日（7月21日）的一天中，制冷设备刚启动时及下午六点两个时间点冷负荷较高，在下午六点时冷负荷达到最高。

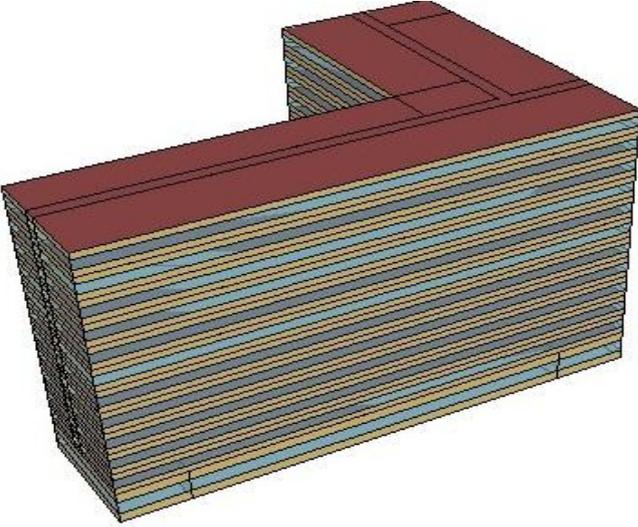
### 2.5.3 酒店建筑

由于缺乏酒店建筑类型实际楼宇的调研信息，为使酒店建筑模型能反映同一

类建筑的普遍特性，且在在典型气候条件下典型建筑的能耗情况可以反映实际的能耗情况，酒店建筑的建筑模型的建立参考《公共建筑节能设计标准 GB50189-2005》、《民用建筑热工设计规范》中关于夏热冬暖地区的相关要求，以及广东地区的使用习惯，对于在建筑标准中未给出的参数则参照相关文献的调研数据。并且建筑模型的模拟结果由《中国建筑节能发展年度研究报告 2009》中的数据进行检查。

模型信息

表 2-10

建筑名称	典型酒店建筑		
建筑类型	酒店建筑		
建筑高度	12 层，底层层高 5m，其余层高 3.5m		
建筑面积	23316m <sup>2</sup>		
空调面积	20745m <sup>2</sup>	目前建筑使用人数	100%
		建筑空置率 (%)	0
建筑分区			
	<p>1 层分区有：大堂、咖啡厅、商店、洗衣房、储藏室、设备用房、备用房 1、备用房 2</p> <p>2 层分区有：餐厅 1、餐厅 2、厨房 1、厨房 2、备用房 1、备用房 2、走廊</p> <p>3~12 层为标准层，分区有：客房 1、客房 2、客房 3、客房 4、备用房 1、备用房 2、走廊</p>		

建围护结构	外墙传热系数		K=1.596W/ (m <sup>2</sup> K)		
	屋面传热系数		K≤0.9		
	窗墙比(%, 玻璃占立面的比例)		42%		
	玻璃材料类型		K =2.951W/ (m <sup>2</sup> K), SHGC=0.47		
照明	大堂		10W/m <sup>2</sup>		
	商店		6W/m <sup>2</sup>		
	洗衣房、储藏室、设备用房、备用室、走廊		3W/m <sup>2</sup>		
	咖啡厅、餐厅、厨房		8W/m <sup>2</sup>		
	客房		10W/m <sup>2</sup>		
设备	大堂、商店、餐厅		6W/m <sup>2</sup>		
	咖啡厅、洗衣房		13W/m <sup>2</sup>		
	厨房		20W/m <sup>2</sup>		
	客房		9W/m <sup>2</sup>		
人员	大堂、餐厅		10 m <sup>2</sup> /人		
	咖啡厅、餐厅		8 m <sup>2</sup> /人		
	商店		5 m <sup>2</sup> /人		
	储藏室、备用室		20 m <sup>2</sup> /人		
	设备用房		10 m <sup>2</sup> /人		
	客房		15 m <sup>2</sup> /人		
	走廊		50 m <sup>2</sup> /人		
空调系统	冷源	冷源形式		冷机+冷却塔	
	热源	热源形式		燃气锅炉	
	风系统			FC+DOAS	
	室内温度	制冷室内习惯性设定温度	25°C	制热室内习惯性设定温度	20°C

	暖通空调系统运行时间表	制冷空调开启月份	4/1-10/31	制热空调开启月份	11/1-3/31
		空调系统运行日时间表	客房 24 小时运行		

**模拟校验**

建筑模型模拟结果中的各分项能耗与相关文献中的调研数据进行校对，校对结果如下图，各项误差均在 10% 以内，因此可认为模型较为准确。

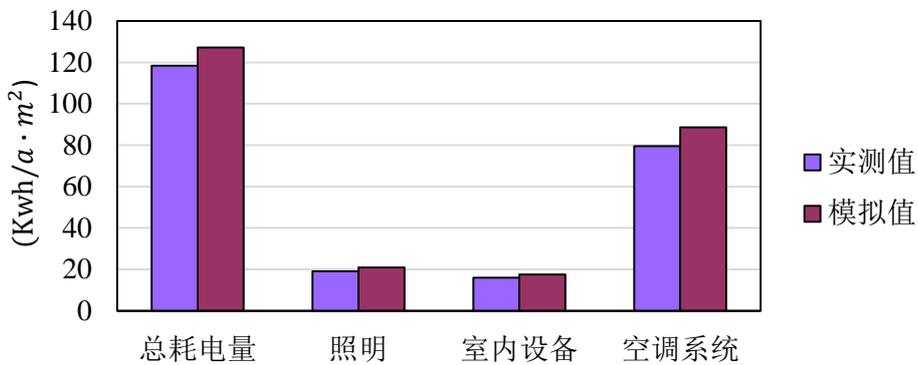


图 2-15

表 2-11 酒店建筑模拟结果

酒店建筑模拟结果	面积 m²	空调面积 m²	空调系统形式	电耗月峰值 (7月) kWh/m²	全年电耗 kWh/m²
	23,316	20,745	FU+DO AS	16.83	127.2 <sup>17</sup>

酒店建筑模拟结果小结：

**1) 模拟结果分析**

<sup>17</sup> 该结果根据片区实际酒店建筑调研数据并进行计算得出，为片区酒店建筑实际能耗，此结果仅为本项目后期能源站设计提供依据，而并非规范值。

## ● 季节分析

酒店建筑全年使用，且使用时间为全天24小时

## ● 误差分析

酒店建筑模型相对于《中国建筑节能发展年度研究报告2009》中的数据各分项电耗误差均在10%以内，因此可认为酒店建筑模型较为准确。

## 2) 酒店建筑逐时能耗分布

由经校验准确的建筑模型可得酒店建筑逐月电耗分布，如下图。其中酒店建筑全年电耗为  $127.2\text{kWh}/\text{m}^2$ 。

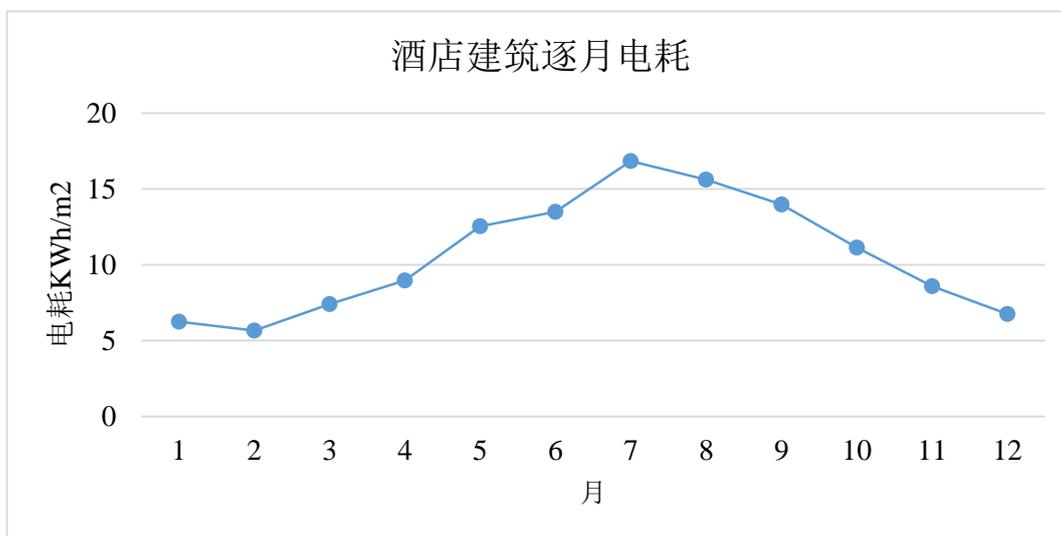


图 2-16 酒店建筑逐月电耗

图 2-16 所示的酒店建筑的电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。同办公建筑一样，由于空调电耗在建筑电耗中占很大比例，而空调电耗是气候引起的季节性需求，因此，建筑总电耗在随季节变化很大，在夏季呈现用电高峰季，冬季用电最少的情况。

上图为根据实际情况开启空调情况下的电耗情况，在空调全年开启情况下，全年逐时用电负荷如下图：

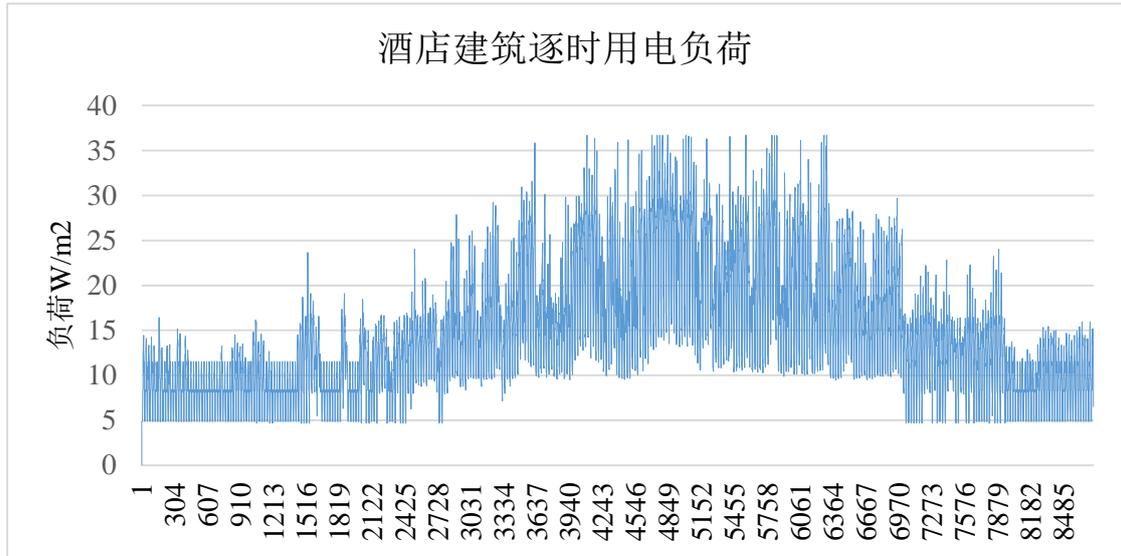


图 2-17 酒店建筑逐时用电负荷

### 3) 酒店建筑全年逐时冷热负荷分布

由经校验准确的建筑模型可得酒店建筑全年逐时冷热负荷分布，如下图。其中，冷负荷峰值为73.9W/m<sup>2</sup>，发生在8月30日下午4点。

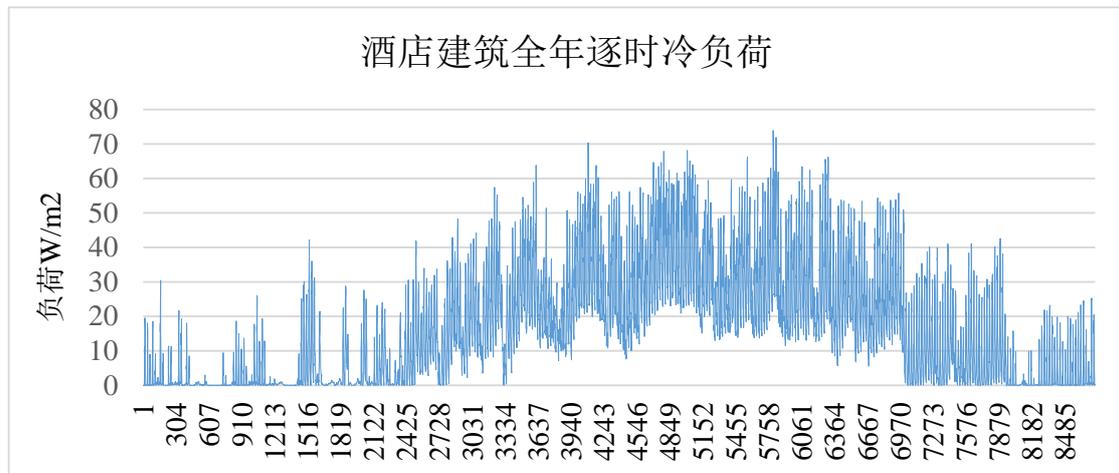


图 2-18 酒店建筑全年逐时冷负荷

### 4) 酒店建筑夏季设计日逐时冷负荷

由经校验准确的建筑模型可得酒店建筑夏季设计日逐时冷负荷分布，如下图。

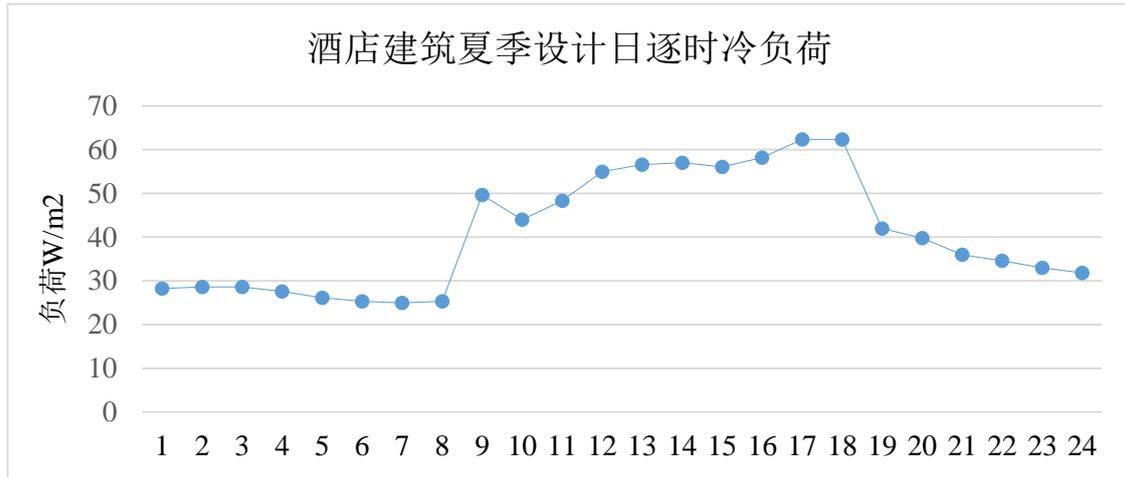


图 2-19 酒店建筑夏季设计日逐时冷负荷

由上图可看出，酒店建筑在夏季设计日的一天中，24 小时均有冷负荷。早 8 点存在电耗峰值，这是由于部分空调系统此时开机投入使用，在开机时需除去建筑中储存的热量的原因。之后，白天冷负荷基本随时间呈上升趋势，在下午 5 点达到最高值，这主要由于在酒店建筑中下午 5 点至 6 点期间设备投入使用率最高，人员密度较高导致空调负荷增大。

### 5) 酒店建筑逐月生活热水需求量

依据《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2003（2009 版）第五章第一节<热水用水定额、水温和水质> 中的热水用水定额国家标准，宾馆客房用热水定额为 120L/人，由于宾馆的旅客洗澡时间均是不统一的且用水时间按 24 小时计，另外宾馆的用水时间在 20:00 到 22:00 出现一个高峰，结合热泵热水机组出水的特点，宾馆热水系统应配置较大容积的保温水箱以储备足够的热水量保证宾馆用热水高峰时段的热负荷需求，根据我们多年的工程实践经验，保温水箱的设计容积按照每天热水供应量的 70% 来配置是最理想的解决方案。表 2-12 为酒店生活热水负荷估算结果。

表 2-12 酒店建筑生活热水负荷

	地块编号	酒店面积 (m <sup>2</sup> )	热水热负荷 kW
地块 2 <sup>18</sup>	02A-03	45507	819.12
	02A-05B	17173	309.11
地块 3	03A-05	26106	469.91
	03A-08	18348	330.26
	03A-11	20093	361.68
	03A-14	9282	167.07
地块 5	05A-02	44850	807.30
地块 6	06A-11	9995	179.91
	06A-12	4597	82.74
	06A-06	11872	213.69
	06A-15	26240	472.32
	汇总	234061	4213.10

#### 2.5.4 住宅建筑

由于住宅建筑类型实际楼宇的调研信息有限，对于住宅建筑的能耗预测采用课题组既有的模型进行模拟，模型主要根据相关文献《中国典型城市住宅能耗调查与分析》进行建立，与实际情况可能存在一些误差。由于计划在规划区域内只对办公、商场、酒店进行能源站的集中供冷，因此在此报告中对住宅建筑模型不作详述，仅给出模拟结果作为参考。模型中住宅建筑采用分体空调。住宅建筑的电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。

---

<sup>18</sup> 详见 2.1.6 地块划分，表 2-16，各图编号对应表。

表 2-13 住宅建筑模拟结果

住宅建筑模拟结果	面积 m <sup>2</sup>	空调面积 m <sup>2</sup>	空调系统形式	电耗月峰值 (7月) kWh/m <sup>2</sup>	全年电耗 kWh/m <sup>2</sup>	电耗峰值 W/m <sup>2</sup>	冷负荷峰值 W/m <sup>2</sup>
	3,262	2,134	分体空调	4.51	34.4	15.5	43.0

1) 住宅建筑逐月电耗分布

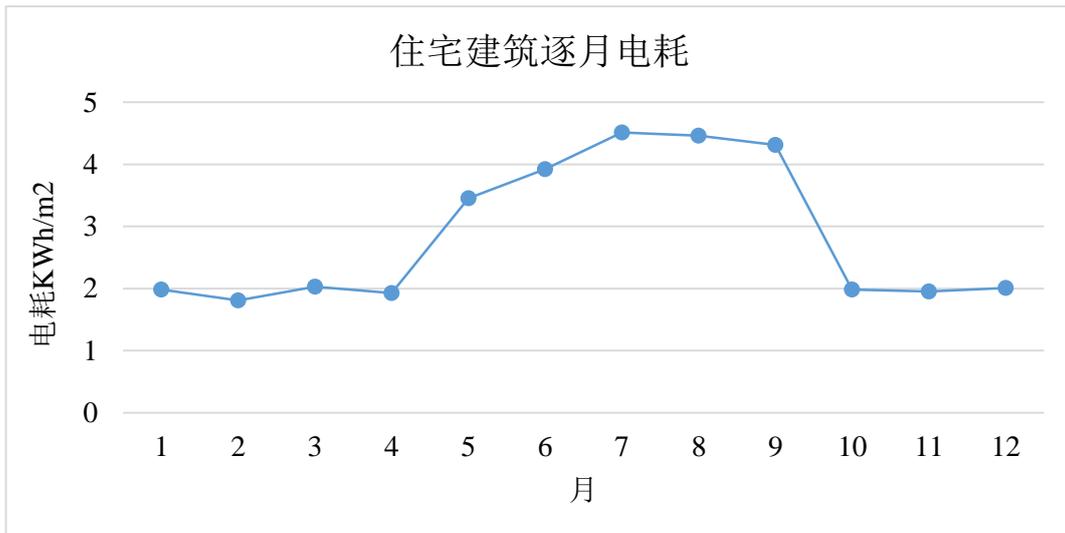


图 2-20 住宅建筑逐月电耗

由上图可以看出住宅建筑的月电耗季节性差异大，夏季电耗明显高于其他季节电耗，这主要是由于空调用电引起。

2) 住宅建筑全年逐时冷负荷分布

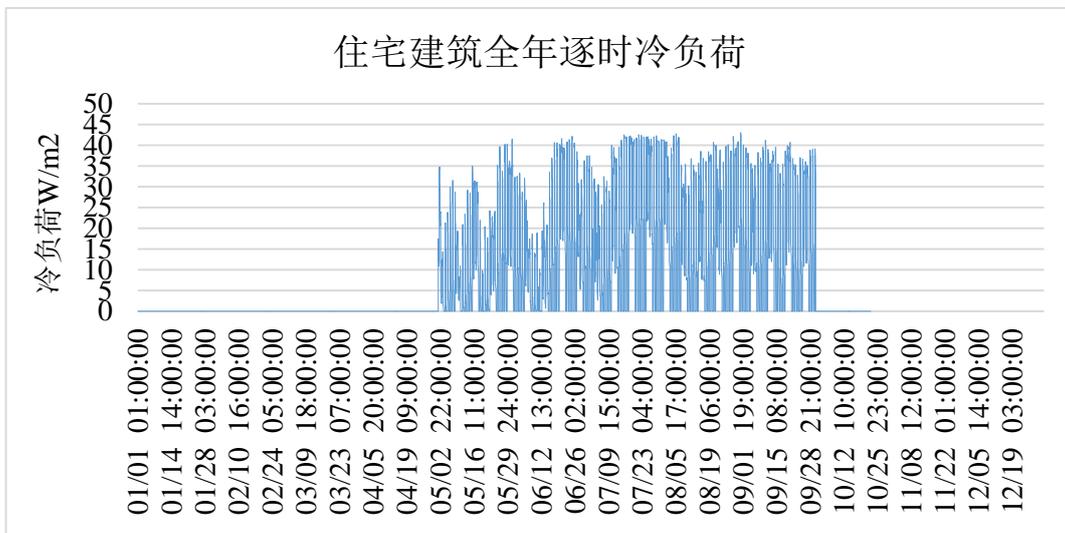
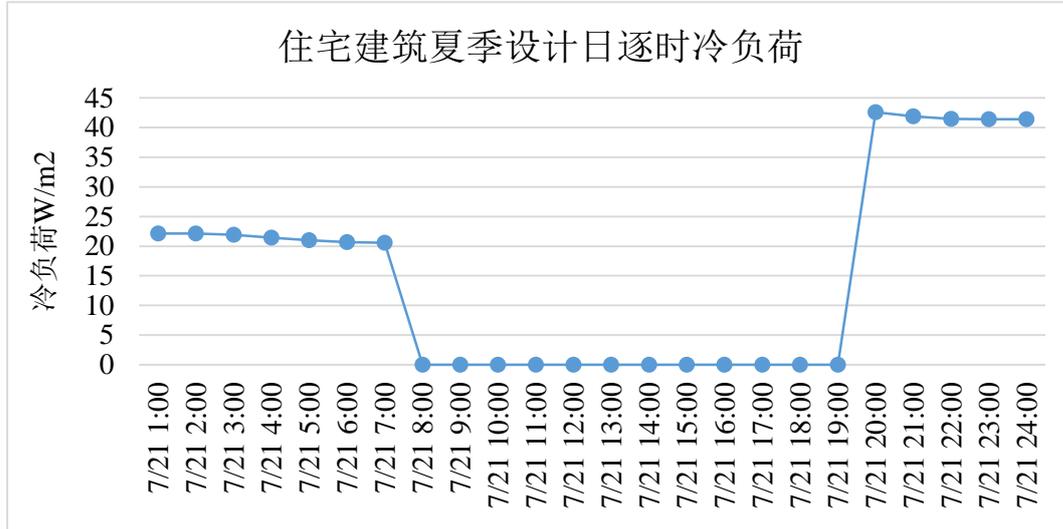


图 2-21 住宅建筑全年逐时冷负荷

住宅建筑冷负荷相比其他建筑偏小，主要是由于人员密度小，同时使用系数小。

### 3) 住宅建筑夏季设计日逐时冷负荷



注：夏季设计日这一天为工作日

图 2-22 住宅建筑夏季设计日逐时冷负荷

住宅建筑夏季设计日一天中的逐时冷负荷主要发生在夜晚，白天由于无人员使用因此负荷为零。

### 4) 住宅建筑建筑生活热水需求量

根据《建筑给水排水设计规范》GB50015-2003(2009年版)标准，居民热水用量为 40-80L/(人·天)，这里取 60L/(人·天)计算。根据片区信息调研，每户平均 120 m<sup>2</sup>，户均人口 3.5 人，可计算单位面积居住建筑生活热水需求为 1.75L/m<sup>2</sup>。

## 2.5.5 学校建筑

由于缺乏学校建筑类型实际楼宇的调研或设计信息，对于学校建筑的能耗预测采用课题组既有的模型进行模拟，与实际情况可能存在一些误差。由于计划在规划区域内只对办公、商场、酒店进行能源站的集中供冷（详见 2.4），因此在此报告对学校建筑模型不作详述，仅给出模拟结果作为参考。模型中学校建筑采用分体空调。学校建筑的电耗为总电耗，由照明、设备及空调电耗组成。

表 2-14, 学校建筑模拟结果

学校建筑模拟结果	面积 m <sup>2</sup>	空调面积 m <sup>2</sup>	空调系统形式	电耗月峰值 (9月) kWh/m <sup>2</sup>	全年电耗 kWh/m <sup>2</sup>	电耗峰值 W/m <sup>2</sup>	冷负荷峰值 W/m <sup>2</sup>
	1,892	1,669	分体空调	10.8	61.3	64.6	225.2

上表中学校建筑冷负荷峰值为 225.2 W/m<sup>2</sup>，负荷值较高。这是由于此负荷峰值是在教室中人员密度达 1.44m<sup>2</sup>/人，且满足新风量 20m<sup>3</sup>/人的情况下得到的。

1) 学校建筑逐月电耗分布

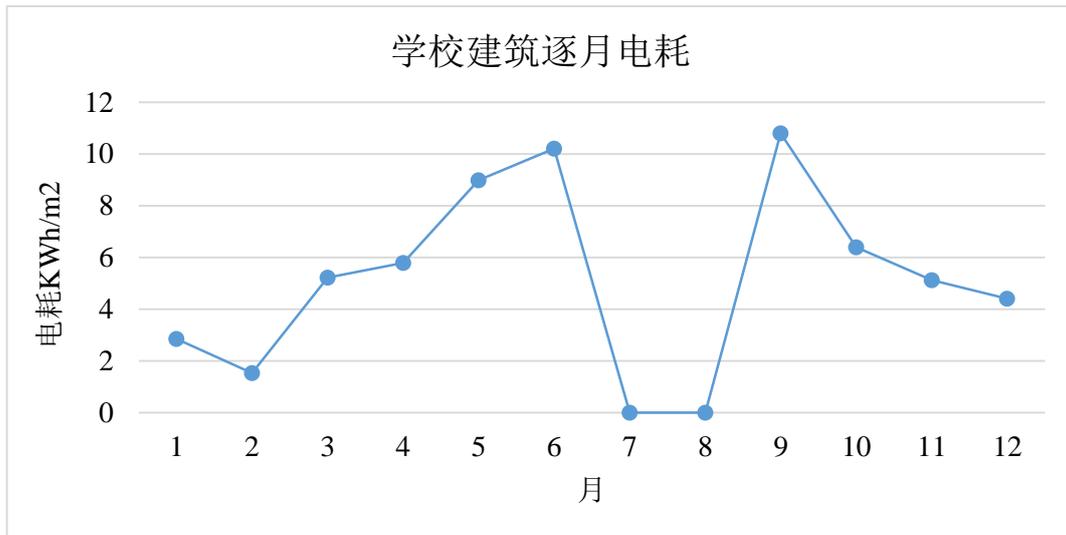


图 2-23 学校建筑逐月电耗

图中，由于 7、8 月份为暑假，因此电耗为 0。

2) 学校建筑全年逐时负荷分布

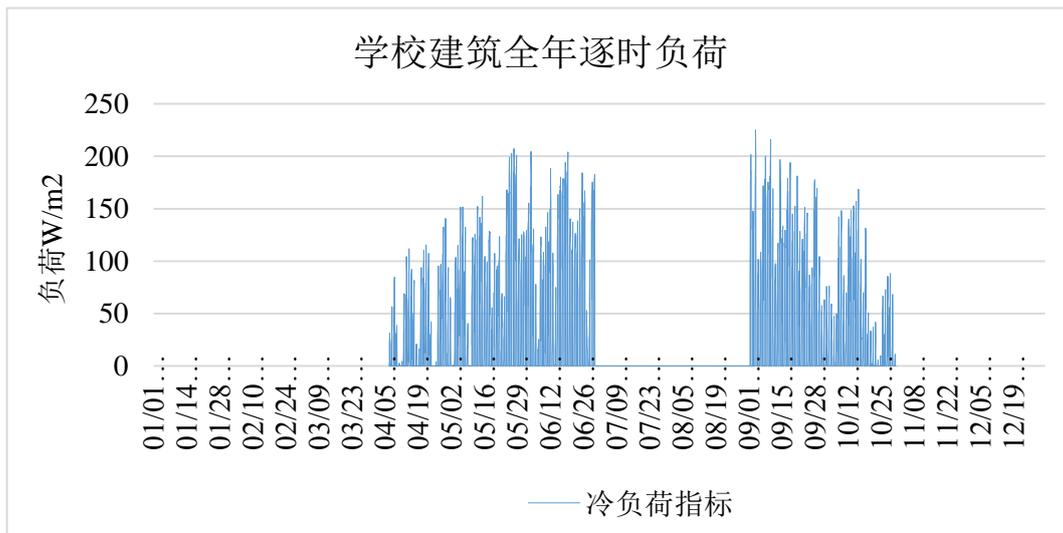


图 2-24 学校建筑全年逐时负荷

图中，由于7、8月份为暑假，因此冷负荷为0。

3) 学校建筑夏季设计日逐时冷负荷分布

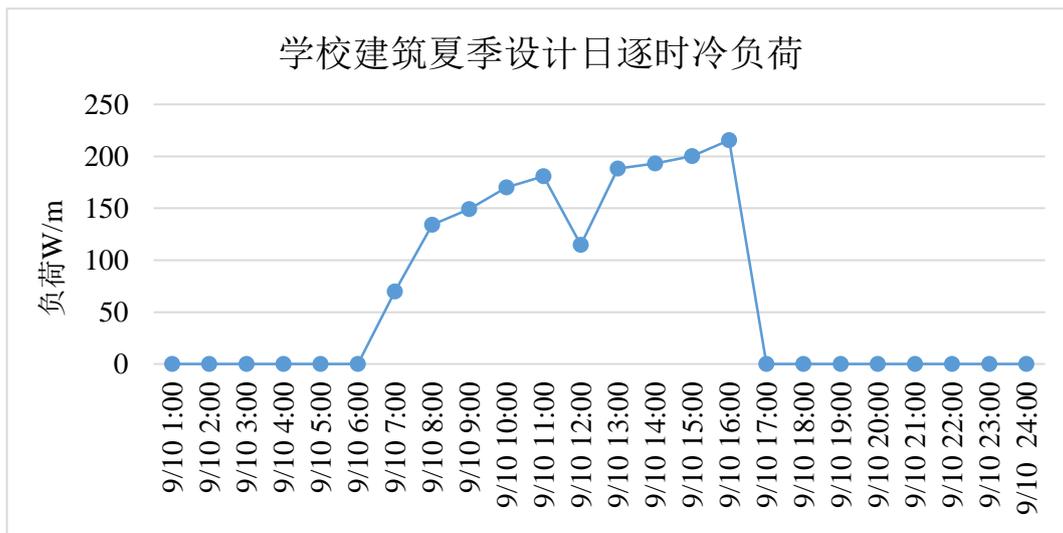


图 2-25 学校建筑夏季设计日逐时冷负荷

学校建筑在夏季设计日这一天当中，冷负荷峰值发生在下午4点，这是由于此时室外环境温度高，日照强度大并且人员密度大的原因。中午由于放学的原因冷负荷出现低峰。

4) 学校建筑逐月生活热水需求量

在热水预测方面，由于学校建筑尚未详细规划，并不做进一步分析。

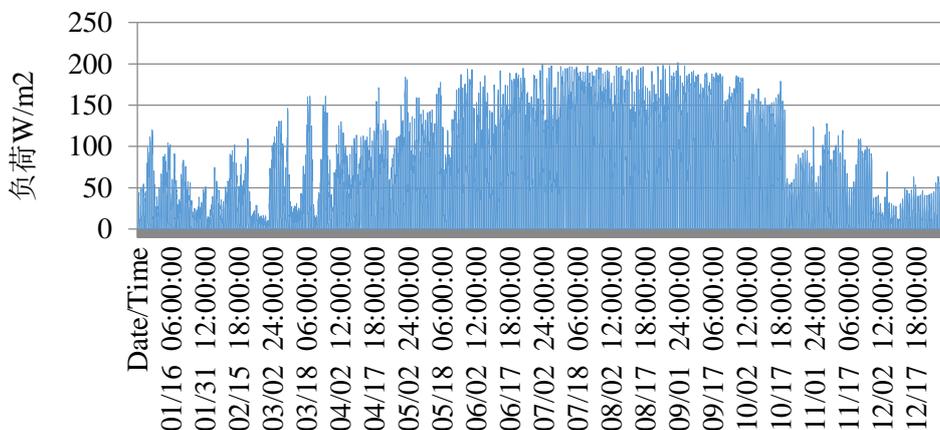
## 2.5.6 总结

以上对各类建筑进行模拟及实际数据校验后得到各类建筑全年逐时电耗及冷负荷，现对以上数据进行如下说明：

1) 2.2.1 节中分别以智慧新城 T10 及岭南大厦为原型建立了的办公建筑典型模型。其中，智慧新城 T10 的模型采用变制冷剂流量多联分体式空调，属于分体空调；岭南大厦的模型采用分体式空调器，属于分体空调。由于分体空调存在人为节能的现象，若建筑采用中央空调实际能耗将高于此处的办公建筑能耗模拟结果。但建筑的冷负荷与建筑的空调形式无关，因此以 2.2.1.1 节智慧新城 T10 为原型模拟得到的建筑冷负荷及电耗用于 2.3 节电耗时序发展情况的预测及 2.4 节能源站供能区域的负荷预测。

2) 以上对各类建筑的电耗及冷负荷模拟结果均是在模拟建筑电耗与实际建筑调研的实际电耗校验准确的情况下由建筑模型输出的。如，由商场建筑模型输出的商场建筑冷负荷峰值为  $85 \text{ W/m}^2$ ，此数值是在模拟建筑电耗与印象城实际能耗校验准确的情况下由商场建筑模型输出的，是与实际使用情况比较相符的冷负荷值。经分析可知，办公、酒店建筑的模拟结果均设计工况下负荷值相符；商业建筑模拟得到的冷负荷数值与空调设计计算冷负荷（一般为  $210\text{-}240\text{W/m}^2$ ）相比较小。由于在设计阶段需要充分考虑安全系数和设备的冗余率，因此，商场建筑选择空调设计计算情况下的冷负荷及用电负荷用作园区能耗发展时序的预测及能源站供能区域的负荷预测，其他建筑选用以上模拟校验后的结果。在设计计算情况下，商场建筑的全年逐时冷负荷及全年逐时用电负荷如图 2-26、2-27。

商场建筑全年逐时冷负荷



注：此表为空调全年开放情况下的冷负荷，峰值为 201.6W/m<sup>2</sup>，发生时间为 9 月 1 日上午 11 点。

商场建筑全年逐时能耗指标

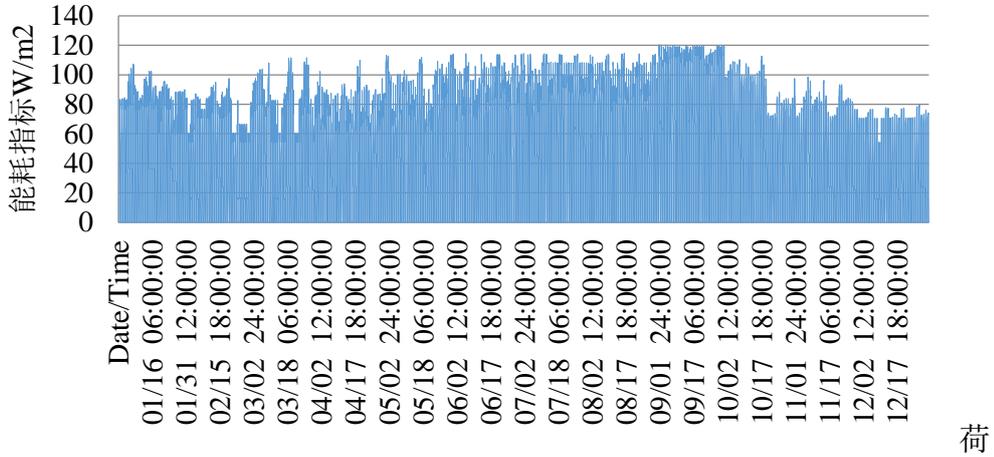


图 2-26 商场建筑全年逐时冷负

注：此表为空调全年开放情况下的值，峰值为 120.59W/m<sup>2</sup>，发生时间为 9 月 1 日下午 1 点。

图 2-27 商场建筑全年逐时能耗指标

综上，用于 2.3 节及 2.4 节电耗及冷负荷计算的全年电耗、电耗峰值、冷负荷峰值如下表。

表 2-15，三类建筑模拟结果汇总

建筑类型	办公	商场	酒店
全年电耗 KWh/m <sup>2</sup>	72.91	367.5	127.2
冷负荷峰值 W/m <sup>2</sup>	80.77	201.6	73.87

## 2.6 园区能耗及负荷模拟分析及时序性预测

本节中，对奇槎片区整个区域中各类建筑的建筑面积发展时序及未来 12 年内的能耗发展情况进行预测。

### 2.6.1 地块划分

根据奇槎片区土地利用规划图，结合片区内不同建筑类型地理位置分布情

况，及各地块建筑开发时间，将片区划分为 8 个地块见图 2-28。根据 2016 年 6 月 16 号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》见附图 A1-2<sup>19</sup>。其中地块 a 与地块 b 不在此次区域能源规划范围内。

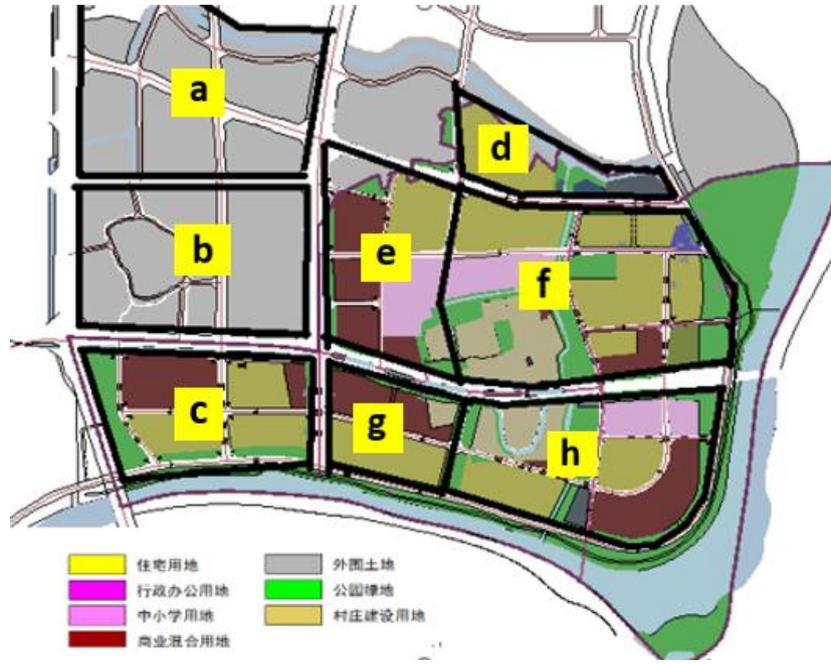


图 2-28，奇槎片区地块划分

图中编号与土地利用规划图原有编号关系如表 2-16。

表 2-16，各图编号对应表

图 2-28 地块编号	图 2-29 用地编号	土地规图 编号	图 2-28 编号	图 2-29 编号	土地规图 编号
c	1	02A-03	f	7	04A-18
		02A-05A			06A-02
	2	02A-05B		06A-05	
		02A-08		8	06A-06
		02A-09			7A-02
d		04A-01			07A-03
e	3	03A-05	g	9	05A-02

<sup>19</sup> 11月9号版《佛山市禅城区鄱阳奇槎片区控制性详细规划调整》，业主11月月9日

图 2-28 地块编号	图 2-29 用地编号	土地规图 编号	图 2-28 编号	图 2-29 编号	土地规图 编号
		03A-06			05A-14
	4	03A-08	h		05A-16B
		03A-09		10	05A-21
	5	03A-11		11	06A-11
	6	03A-14		12	06A-12
f		04A-07			06A-14
		04A-10		13	06A-15

为了为后期合理地选取能源系统类型，设备容量、台数等提供可靠的依据，现对由能源站供能的商业混合用地及科研用地进行编号，如图 2-29，并以图 2-29 中各用地为单位预测各用地中各类建筑的全年空调冷、热负荷。（注：图 2-28 以“地块”为命名进行划分，图 2-29 以“用地”为命名进行划分）



图 2-29 奇槎片区用地划分

## 2.6.2 园区开发时序

### 2.6.2.1 建筑面积开发时序

由详规可知,商业混合用地兼容住宅建筑面积,住宅用地兼容商业建筑面积;其中商业混合面积包括办公、商场和酒店,并且至现阶段,除地块 1 及地块 2,还未规划这三类建筑面积占据商业混合建筑面积的比例。经与业主确认,课题组采用在区域能源规划领域的三类建筑面积经验百分比:

- 对于商业混合用地中商业混合建筑面积小于 10,000m<sup>2</sup> 的地块,商场建筑面积占商业混合建筑面积的 100%;对于商业混合用地用地中商业混合建筑面积大于 10,000m<sup>2</sup> 的地块,办公建筑面积 50%、商场建筑面积 20%、酒店建筑面积占 30%。
- 对于住宅用地兼容商业混合建筑面积的地块,商业混合面积均作为商场面积,即商场面积占商业混合面积的 100%。

经计算奇槎片区各地计划建设的各类建筑面积如下表:

表 2-17

地块编号	建筑类型	建筑面积 m <sup>2</sup>	地块编号	建筑类型	建筑面积 m <sup>2</sup>
地块 a	办公	104300	地块 e	办公	123047
	商场	41700		商场	64113
	酒店	62500		酒店	73828
	住宅	255500		住宅	298107
	中小学	0		中小学	57979
地块 b	办公	27500	地块 f	办公	19786
	商场	11000		商场	74846
	酒店	16400		酒店	11872
	住宅	267700		住宅	595702
	中小学	0		中小学	54124
地块 c	办公	104466	地块 g	办公	74750
	商场	73547		商场	45163

地块编号	建筑类型	建筑面积 m <sup>2</sup>	地块编号	建筑类型	建筑面积 m <sup>2</sup>
	酒店	62679		酒店	44850
	住宅	386972		住宅	237036
	中小学	0		中小学	0
地块 d	办公	0	地块 h	办公	141010
	商场	18110		商场	53263
	酒店	0		酒店	40832
	住宅	162989		住宅	317930
	中小学	0		中小学	0

注：将科研建筑面积归类为办公建筑面积。

根据调研信息可知，图 2-28 中地块 a 与地块 b 的建筑已租出，不在能源站的规划范围内。因此，能源站只对地块 a 与地块 b 以外的其他地块的商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类建筑进行集中供冷。

课题组在 2016 年年初对奇槎片区的建设情况进行调研，因此以 2016 年为基准年。奇槎片区基准年的建设情况如表 2-18

表 2-18，基准年建设情况

基准年建设情况	
地块 a、b	建成约一年
地块 c	建设面积达规划面积的 1/2
地块 d	土地已批出
地块 e	5 年后批出土地
地块 f	2 年内建成
地块 g	土地已批出
地块 h	2 年内建成

经过了解往年佛山地区建筑建设速度及已建设建筑的入住速度，可知：

- 土地批出到建设完成耗时约 2 年；
- 办公建筑建设完成至人员住满耗时约 5 年，其他建筑耗时约 3 年；
- 实际情况下建筑存在不能完全住满的问题，但考虑能源站供能的安全可靠，各类建筑均按照住满时 100% 入住的情况进行负荷预测。

因此，综合以上情况，奇槎片区建筑发展情况如下：

- 基准年的已建成建筑面积主要集中在地块 1 和地块 2。考虑投入使用的情况，基准年奇槎片区以住宅建筑使用面积最高；
- 三年后地块 1 与地块 2 除办公建筑外其余已住满，地块 3、地块 4、地块 6、地块 7、地块 8 都已建设完成且已部分入住。考虑投入使用情况的三年后奇槎片区住宅建筑使用面积最高；
- 5 年后除地块 5 及办公建筑以外其他建筑均已全部住满；
- 8 年后除地块 5 以外其他建筑均已住满；
- 12 年后奇槎片区规划各类建筑全部住满。

其中，对于整个片区，考虑了入住情况的投入使用的各类建筑面积发展情况如表 2-19；各地块中各类建筑面积发展时序详见附表 B2-1，考虑了入住情况的投入使用建筑面积发展时序详见附表 B2-2。

表 2-19，投入使用建筑面积发展时序

建筑类型		投入使用建筑面积及百分比				
		基准年	3 年后	5 年后	8 年后	12 年后
住宅	面积 (m <sup>2</sup> )	174400	1219067	2223828	2323197	2521935
	百分比 (%)	6.92%	48.34%	88.18%	92.12%	100.00%
办公	面积 (m <sup>2</sup> )	26360	194336	356700	496422	594859
	百分比 (%)	4.43%	32.67%	59.96%	83.45%	100.00%
商场	面积 (m <sup>2</sup> )	17567	165525	317629	339000	381742

建筑类型		投入使用建筑面积及百分比				
		基准年	3年后	5年后	8年后	12年后
	百分比 (%)	4.60%	43.36%	83.21%	88.80%	100.00%
	面积 (m <sup>2</sup> )	26300	153204	239133	263742	312961
酒店	百分比 (%)	8.40%	48.95%	76.41%	84.27%	100.00%
	面积 (m <sup>2</sup> )	0	18041	54124	73450	112103
学校	百分比 (%)	0.00%	16.09%	48.28%	65.52%	100.00%
	面积 (m <sup>2</sup> )	244627	1750174	3191414	3495812	3923601
总	百分比 (%)	6.23%	44.61%	81.34%	89.10%	100.00%
	面积 (m <sup>2</sup> )					

注：将科研建筑面积作为办公建筑面积。

### 2.6.2.2 建筑能耗时序性分析

根据 2.1.2 节预测方法对园区未来各阶段的各类能耗进行预测，且满足 2.1.2 节中的各类假设。计算得各地块及整个园区中各类建筑逐年电耗增长情况。

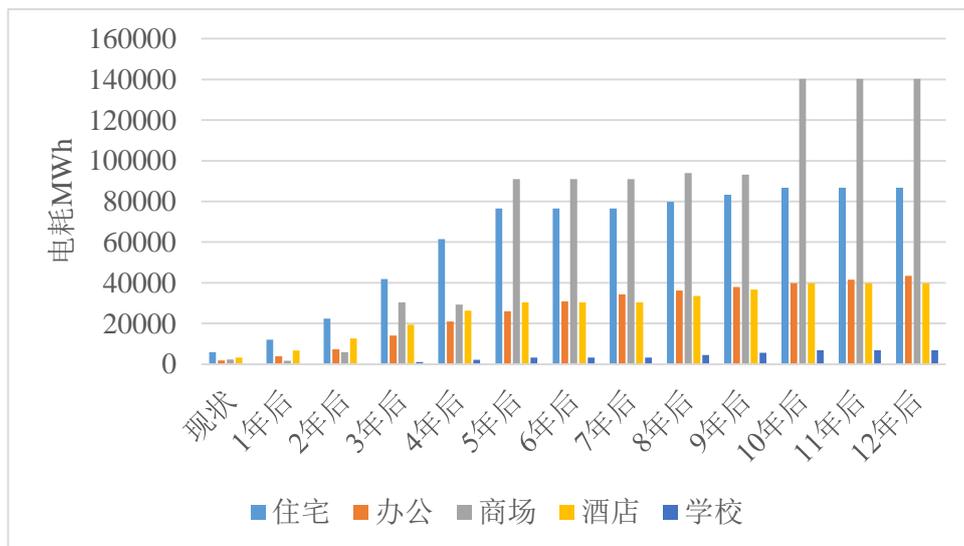


图 2-30 整个片区各类建筑电耗增长情况

图 2-30 为整个园区各类建筑年电耗增长情况，各地块各类建筑电耗增长情况及具体数据详见附表 B2-3。其中电耗包括照明、设备及空调系统用电（预测模型中的空调均为耗电空调）。

随建筑面积的增加 12 年内各类建筑能耗逐渐增长，整个园区在 12 年后用电量达到稳定，稳定后此地块各类建筑电耗比例如下图。

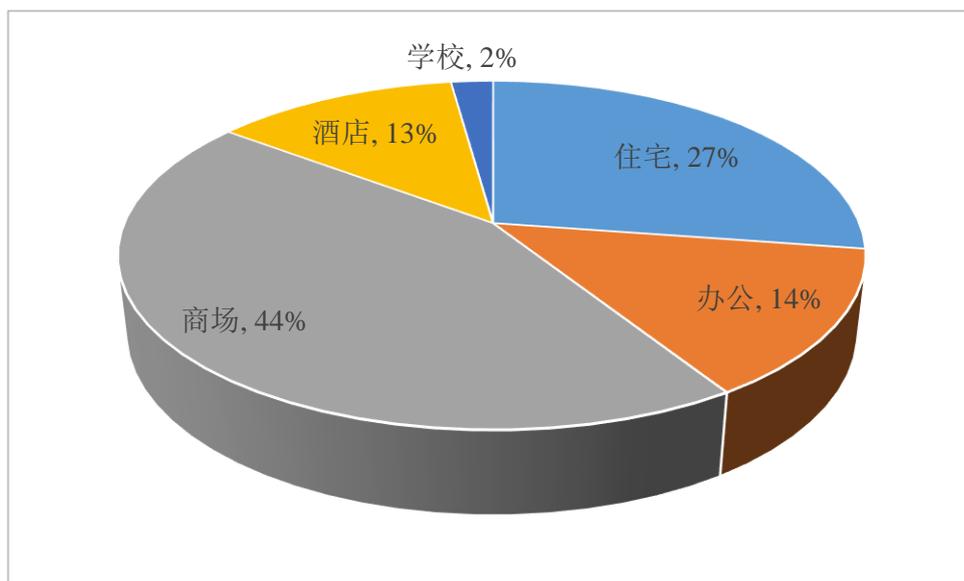


图 2-31 12 年后各类建筑全年电耗占比情况

由附表 B2-2 可知整个园区住宅建筑面积占比最大，为 64%；办公建筑面积占比位居其次，为 15%；商场建筑面积占比为 10%，酒店建筑面积占比 8%；学校建筑面积占比 3%。由图 2-31 可知，12 年后整个园区电耗稳定不再增长后，办公建筑与酒店建筑电耗相差不大，这是由于酒店建筑的用电设备为 24 小时运行，用电时间长，而办公建筑用电时间仅为白天约 9 个小时，用电时间相对较短。而由于人们的起居习惯，住宅建筑主要用电时间集中在早、晚两个时间段；白天几乎不使用，或用电极少；夜间除夏季开启空调电耗较高外，其他季节用电很少。因此住宅建筑电耗低于商场建筑电耗。

## 2.7 能源站供能区域的负荷预测

### 2.7.1 能源站的初定

2.4 节中，项目组对能源系统所服务的区域在未来的冷负荷及用电负荷进行预测，给出能源站供能的建筑的冷负荷及用电负荷情况，为后期合理地选取能源系统类型，设备容量、台数，确定建设时间及投产数量，优化运行策略等提供依据。

因此，为便于上述内容的计算分析，首先需要确定能源站供能的区域及供能种类。关于能源站规划的详细内容见《奇槎区能源站技术支撑报告》及《奇槎区能源站规划图纸》。

### 2.7.2 用电负荷及冷负荷预测

现对能源站供能的全区及各用地在入住满情况下的全年及典型日的逐时空调冷负荷及逐时用电负荷进行预测。全年逐时负荷预测为在空调全年开放的情况下。典型日包括夏季设计日（7月21日）、过渡季典型日（4月15日），其中过渡季典型日为全年峰值负荷约 1/2 的一天。

#### 2.7.2.1 能源站供能区域负荷预测

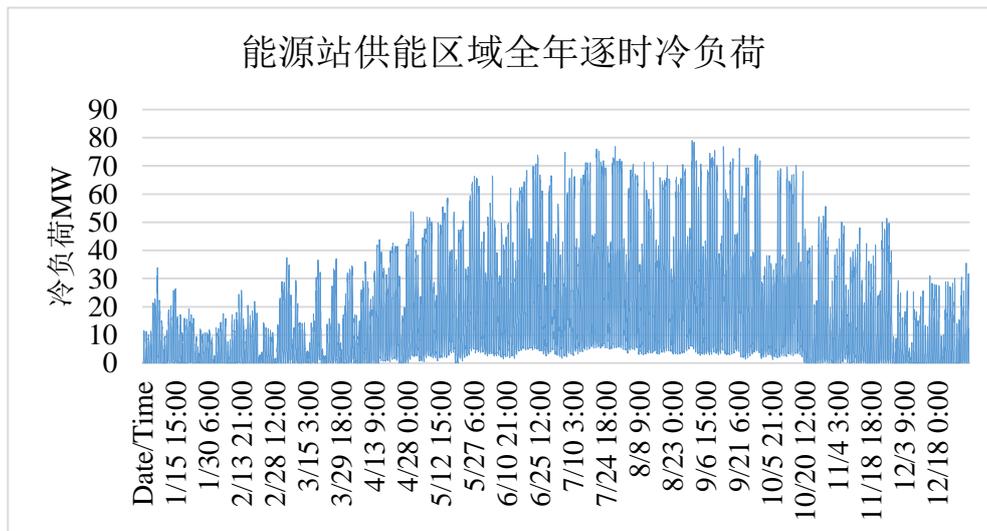


图 2-32 能源站供能区域全年逐时冷负荷

能源站供能区域的全年逐时冷负荷随季节有明显变化，夏季较高，并以天为单位周期性波动。逐时冷负荷峰值在 8 月 31 日下午 17:00，峰值为 78.99MW。

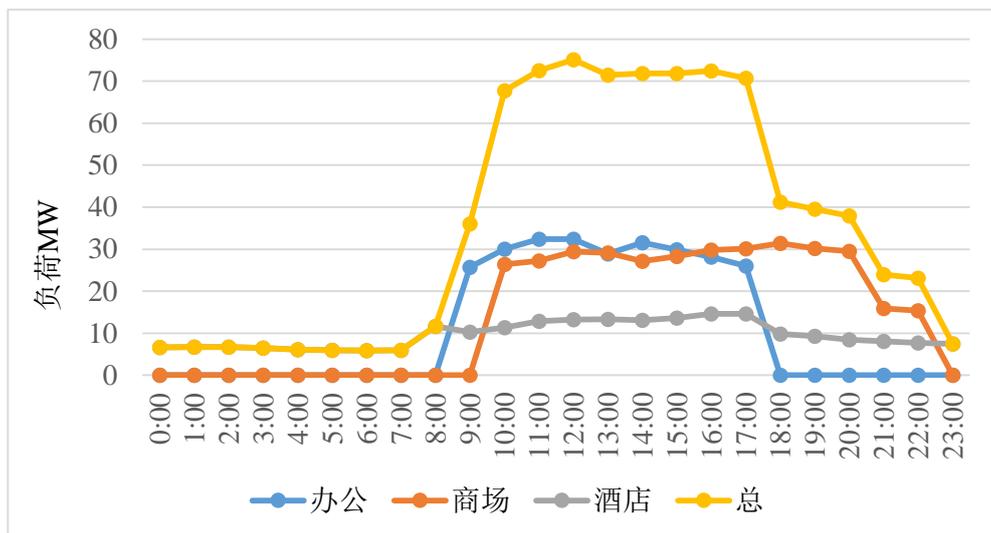


图 2-33 能源站供能区域夏季设计日逐时冷负荷

能源站供能区域的夏季设计日的逐时冷负荷的波动趋势由各类建筑共同决定，峰值负荷发生在中午 12:00，峰值为 75.12MW。

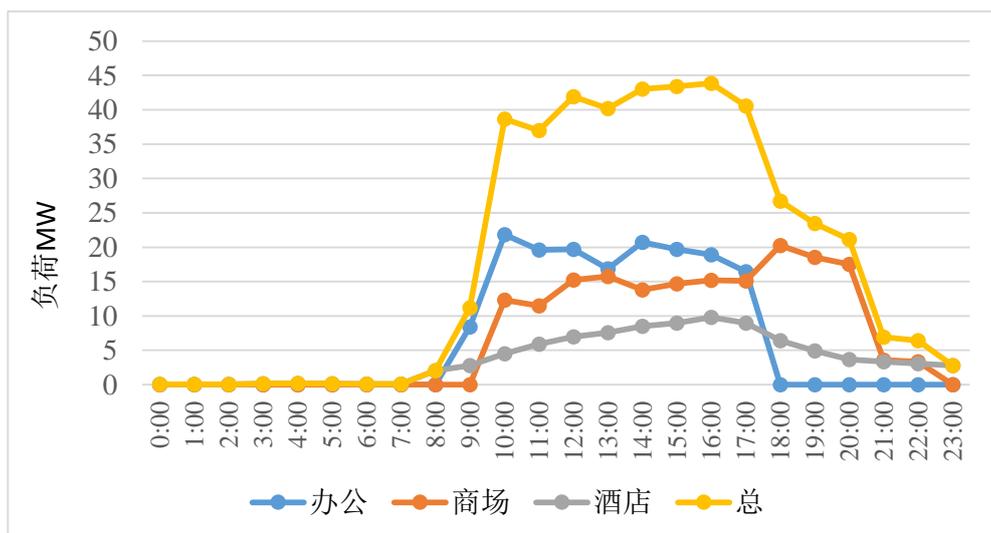


图 2-34 能源站供能区域过度季典型日逐时冷负荷

能源站供能区域的过渡季典型日的逐时冷负荷的波动趋势由各类建筑共同决

定。各类建筑冷负荷相比夏季设计日均有明显降低，其中由于酒店负荷的影响，能源站供能区域峰值负荷发生在下午 16:00，峰值为 43.87MW。

从图 2-33 中也可以看出，在冬季 1、2、12 月份存在部分冷负荷，这些冷负荷主要来自酒店和商场建筑内区所需冷负荷，其负荷较小，最小时为零，最大为 31.76MW。冬季冷负荷均值约为 6MW，仅为夏季冷负荷均值的 22%。

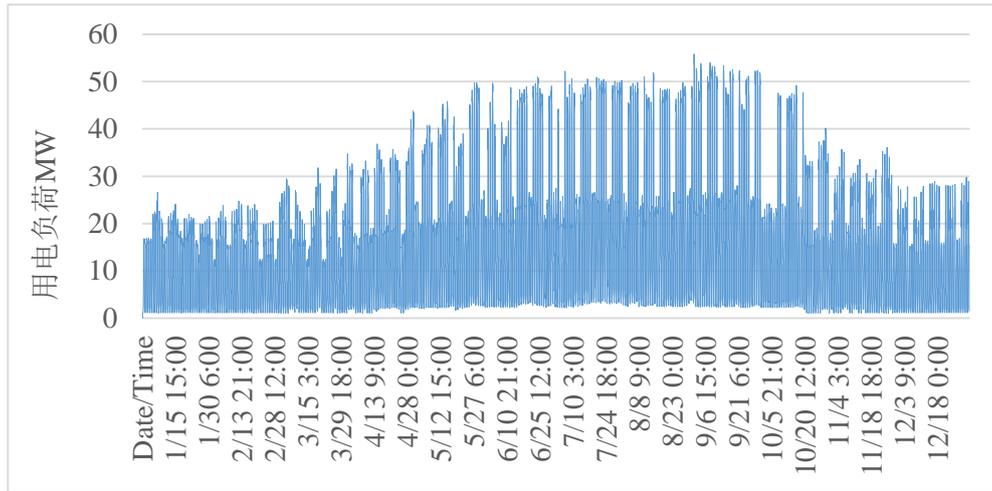


图 2-35 能源站供能区域全年逐时用电负荷

由于空调用电占总用电很大一部分，能源站供能区域的全年逐时用电负荷变化趋势与冷负荷相同。其峰值用电负荷发生在 9 月 1 日中午 12:00，峰值为 55.77MW。

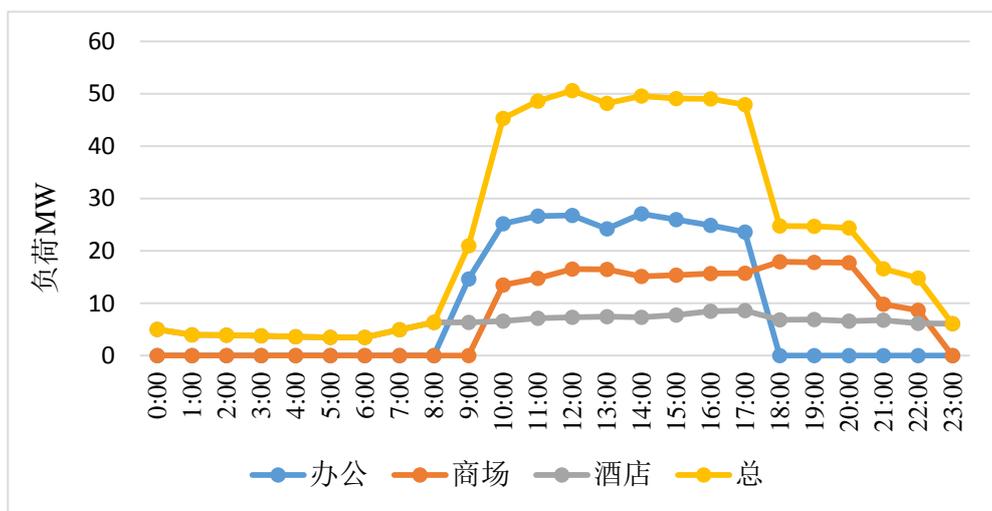


图 2-36 能源站供能区域夏季设计日逐时用电负荷

能源站供能区域的夏季设计日的逐时用电负荷的波动趋势由各类建筑共同决定，峰值负荷发生在中午 12:00，峰值为 50.63MW。

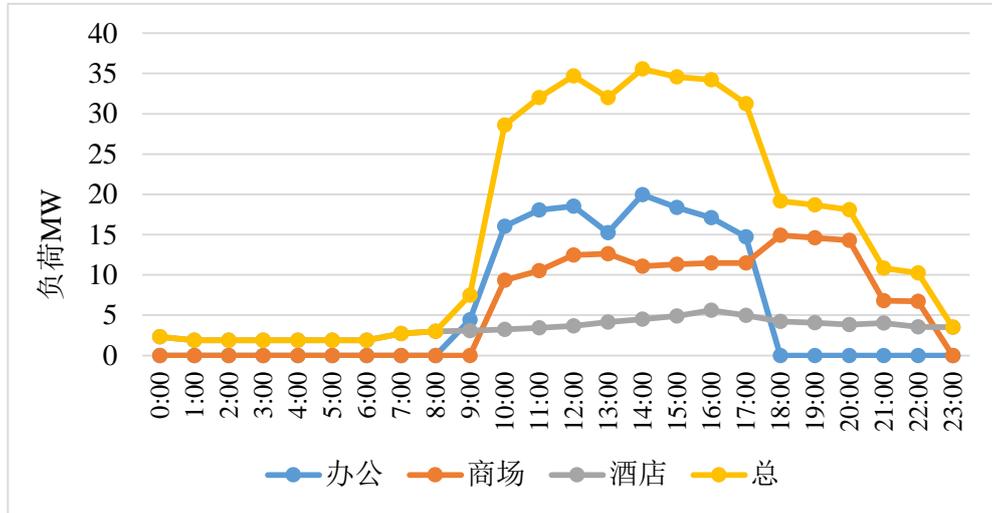


图 2-37 能源站供能区域过渡季典型日逐时用电负荷

能源站供能区域的过渡季典型日的逐时用电负荷的波动趋势由各类建筑共同决定。各类建筑用电负荷相比夏季设计日均有明显降低，由于办公建筑用电负荷相比其他两类建筑较高，因此供应区域的用电负荷变化趋势主要受办公建筑的影响。峰值负荷发生在下午 14:00，峰值为 35.57MW。

### 2.7.2.2 能源站供能区域负荷概率分布

将前面获得能源站所供能的地块全年 8760 个小时逐时冷负荷及用电负荷按大小降序排列，可以获得下组图表，该组图表诠释了负荷的频率分布情况。

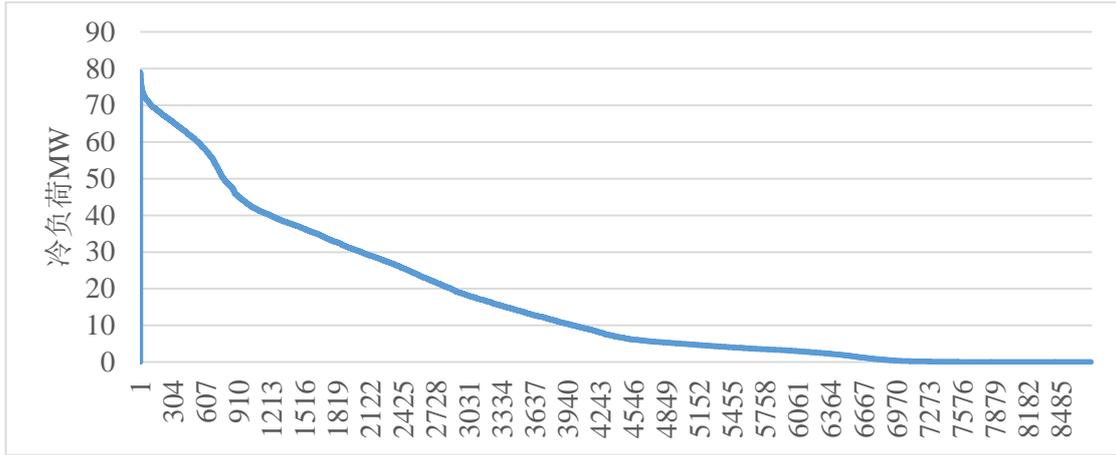


图 2-38 能源站供能区域全年逐时冷负荷频率分布

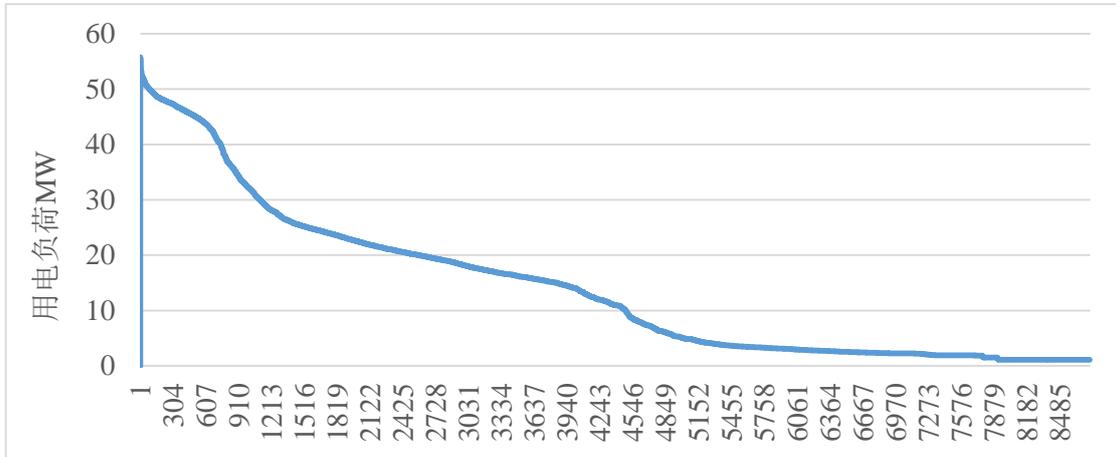


图 2-39 能源站供能区域全年逐时用电负荷频率分布

从图中可以看出，无论用电负荷还是冷负荷都只有在极少数的情况下才处于满载工况。

- 1) 对于各能源站供能地块的冷负荷，由于能源站为办公、商场、酒店建筑同时供冷，而办公、商场仅白天需要集中供冷且冷量需求大，夜间仅有酒店建筑需集中供冷，且需求量小。导致白天与夜间冷量需求差异大，如 2.4.2.1 节中典型日逐时冷负荷分布图，这使得能源站供能地块很大部分时间处于低负荷率状态。经计算全年约 88%的时间内负荷小于峰值负荷的 50%。
- 2) 对于各能源站供能地块的用电负荷，全年约 85%的时间内负荷小于峰值负荷的 50%；

在这种情况下，应考虑关闭部分制冷设备及采用蓄能设备承担峰值负荷，起到削峰且降低制冷设备配置容量的作用，以上数据为负荷的削峰填谷策略提供依据。

### 2.7.2.3 负荷预测小结

由 2.4.2.1 节及 2.4.2.2 节的用电负荷及冷负荷预测分析，得到了能源站供能区域全区的全年逐时冷负荷分布、全年逐时用电负荷分布及典型日的逐时冷负荷分布、逐时用电负荷分布情况；用电负荷峰值及冷负荷峰值及其发生时间如表 2-20。全区及各用地对典型日的预测结果详细数据见附表 B2-5 至 B2-7。

表 2-20 各用地及能源站全区用电负荷及冷负荷峰值及发生时间

用地编号	总供能面积 (m <sup>2</sup> )	用电峰值 (KW)	发生时间	单位面积用电峰值 (W/m <sup>2</sup> )	冷负荷峰值 KW	发生时间	单位面积冷负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )
1	151689	9780.30	9/1 12:00	64.48	14050.14	8/31 17:00	92.62
2	57243	3690.80	9/1 12:00	64.48	5302.11	8/31 17:00	92.62
3	87020	5610.68	9/1 12:00	64.48	8060.17	8/31 17:00	92.62
4	61159	3943.26	9/1 12:00	64.48	5664.80	8/31 17:00	92.62
5	66977	4318.42	9/1 12:00	64.48	6203.74	8/31 17:00	92.62
6	30940	1994.86	9/1 12:00	64.48	2865.77	8/31 17:00	92.62
7	3968	478.47	9/1 13:00	120.58	799.86	9/1 11:00	201.58
8	39573	2551.48	9/1 12:00	64.48	3665.40	8/31 17:00	92.62
9	149500	9639.21	9/1 12:00	64.48	13847.46	8/31 17:00	92.63
10	5726	690.46	9/1 13:00	120.58	1154.24	9/1 11:00	201.58
11	83290	5095.58	9/1 12:00	61.18	6618.84	8/31 17:00	79.47
12	38306	2343.51	9/1 12:00	61.18	3044.07	8/31 17:00	79.47
13	87467	5639.55	9/1 12:00	64.48	8101.64	8/31 17:00	92.63
全区	862855	55774.80	9/1 12:00	64.64	78990.36	8/31 17:00	91.55

注：用地 7 与用地 10 单位面积冷负荷大其他用地的原因是由于这两个用地中均为商场建筑面积

这些图表及数据是配合后期方案设计，为合理地选取能源系统类型，选定设备容量、台数，确定建设时间及投产数量，优化运行策略等提供依据。

## 2.8 节能分析

### 2.8.1 冷负荷数据分析

根据《空调工程》，

国内部分公共建筑的空调负荷概算指标如下表 2-21。

表 2-21

建筑类型	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )
办公、学校	95~115
商店	210~240
旅馆	70~95

日本公布的部分建筑空调最大冷负荷概算值如下表 2-22。

表 2-22

建筑类型	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )
银行	137~242
百货商场	217~355
旅馆	125~131

英国空调冷负荷概算值如下表 2-23。

表 2-23

建筑类型	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )
办公	84.41~151.21
百货大楼	95~134
公寓	77.4~95

美国空调冷负荷概算值如下表 2-24。

表 2-24

建筑类型	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )
办公	94~267
百货公司	126~158
公寓	126~158
学校	190~252

根据表 2-15 可知，基于调研信息、规划信息、及设计标准对各类建筑进行软件建模后得到的冷负荷数据如下表。

表 2-25

建筑类型	冷负荷峰值指标 (W/m <sup>2</sup> )
办公	78.7
商场	201.6
酒店	73.7

根据以上数据的对比可知，根据实际调研情况的典型模型所得的办公建筑及酒店建筑的冷负荷峰值（如表 2-11）明显小于概算指标值。由于商场类建筑的差异性比较大，不同的商场，在不同的照度和人员密度情况下，冷负荷的差异很大，为保证能源站集中供冷的安全可靠，在规划设计阶段需要考虑未来的不确定性和设计余量，因此上述商场建筑的冷负荷峰值是考虑空调设计计算情况下的冷负荷。

## 2.8.2 负荷峰值分析

区域能源的优点在于可从区域层面使建筑能耗及冷热负荷削峰填谷、减少机组装机容量，提高运行效率从而节能。下面对以下两种峰值的算法进行对比分析，其中方法 1 为区域能源规划采用区域集中供能的峰值负荷计算方法。

方法 1:

$$Q_{\text{峰}} = \max \left( \sum_{j=0}^N q_{jt} S_j \right)$$

$Q_{\text{峰}}$ —区域内建筑群负荷峰值，

$q_{jt}$ —区域内  $j$  类型建筑的单位面积逐时负荷， $W/m^2$ ，

$S_j$ —区域内  $j$  类型建筑的总面积， $m^2$ ，

$N$ —区域内考虑区域能源系统供能的建筑类型的总数。

方法 2:

$$Q_{\text{峰}} = \sum_{j=0}^N q_{jt_{\text{峰}}} S_j$$

$q_{j_{\text{峰}}}$ —区域内  $j$  类型建筑的单位面积负荷峰值， $W/m^2$ ，

以 12 年后能源站所供能区域冷负荷对比以上两种计算方法:

表 2-26

冷负荷峰	方法 1	78.99
值 MW	方法 2	88.1
降低比例		12.53%

需要说明，方法 2 只考虑了不同类型建筑之间逐时负荷的叠加削峰，由于全区相同建筑类型采用相同负荷分布，因此并未考虑相同建筑类型、不同建筑单体之间的逐时负荷叠加削峰的作用，因此若将后者考虑在内，即相比于使用单体建筑集中供能的能源系统峰值负荷确定方法，区域能源集中供能叠加削峰具有更大的节能潜力。由此可见，对于不同建筑类型在区域中的合理匹配，可以起到节能和减少投资的作用，此点可作为对区域建筑规划人员的建议。

## 2.9 奇槎区能源需求预测小结

本章对奇槎区的能源需求进行了预测，主要内容及结论如下:

- 1) 通过建筑能耗模拟软件 EnergyPuls 并结合第一章中能耗调研数据对奇槎区土地利用规划中各类建筑进行能耗模拟及校验。由于单体建筑的负荷预测结果是园区负荷预测及能源站容量设定的计算依据，因此单体建筑负荷需综合实际能耗调研情况及空调设计计算工况进行预测。由预测结果可知，商业建筑及学校建筑负荷较大，电耗峰值负荷分别为  $64.6 W/m^2$ ,  $120.6 W/m^2$ ，冷负荷峰

值分别为  $225.2 \text{ W/m}^2$ ， $201.6 \text{ W/m}^2$ 。这主要由于人员密度较高引起。办公建筑、酒店建筑、及住宅建筑能耗相对较小。如，办公建筑电耗峰值负荷  $60.6 \text{ W/m}^2$  及冷负荷峰值分别为  $78.7 \text{ W/m}^2$ 。

- 2) 在各类建筑负荷预测结果基础上，根据奇槎区土地利用规划及经与业主协商后所确定的园区发展时序对奇槎区整个园区未来 12 年的负荷进行预测，其中 12 年后园区已建成并注满。负荷预测结果包括未来 12 年奇槎区内建筑电耗逐年增长情况及 12 年后各类建筑电耗占比情况。其中电耗包括照明、设备及空调系统用电。由于预测结果中空调均为耗电空调，并将所有建筑用电考虑在内，与实际用能情况存在不一致，因此，2.3 节的预测结果仅作为参考。
- 3) 在对奇槎区能源站供能的区域及供能种类进行初定后，对能源站供能范围进行负荷预测。综合考虑各类建筑的用能特点，初定能源站只对商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类建筑集中供冷。由预测结果可知，能源站供能范围内单位面积冷负荷峰值  $97.18 \text{ W/m}^2$ ，发生在 8 月 31 日，下午 5 点。
- 4) 针对负荷预测结果进行节能分析。本章综合建筑能耗模拟软件、实际能耗调研数据，空调系统设计工况，对各类建筑进行负荷预测；并考虑区域层面负荷削峰填谷的优势，利用负荷逐时叠加的计算方法对园区及能源站供能区域进行负荷预测。负荷预测结果包括峰值负荷、峰值负荷发生时间及全年逐时负荷，为能源站运行策略的制定提供依据。相比于采用负荷指标法及峰值叠加方法，本章负荷预测方法可达到减少机组装配容量，提高运行效率的目的。

## 第三部分

### 奇槎区能源站技术支撑报告

#### 3.1 奇槎区能源站冷源技术方案研究

综合考虑奇槎片区能源禀赋（电力、天然气、低位能源、可再生能源等）、能源易得性、能源价格、峰谷价差等，提出初步的冷源方案。该研究方案旨在为片区 86 万平方米建筑面积的集中供能区域提供冷源，方案充分发挥低位能源、电力、天然气及太阳能多种能源的互补性，进一步考虑区域供冷的可靠性、安全性、匹配性、经济性和节能减碳性，并确定多能耦合的冷热源技术。方案以保证供冷的安全、可靠，提高片区供冷品质为目标。

此外，本项目规划的同时需要与片区燃气规划、供电电网规划相结合，特别是能源站选址。根据片区调研情况，能源站 CCHP 系统的燃气需求结合片区燃气管网规划，能源站用电需考虑片区电力建设规划，从而达到互协调、互促进发展。具体说明见能源站的选址方案章节（本报告 3.2.1 节）。

根据片区规划文件及规划图则<sup>20</sup>，本项目分为远期及近期能源规划，其规划年限依赖于片区整体规划情况，远期集中供能建筑面积约为86万平方米，即本报告，包括02A-03、02A-05、03A-05、03A-08、03A-11、03A-14、04A-18、05A-02、05A-21、及06A-06地块。近期规划项目集中供能建筑面积约为38.8万平方米（可见启动区报告《佛山市新能源发展规划项目终期报告-启动区》），启动区为业主自开发区域，具体包括04A-09、04A-10、04A-11、06A-07、06A-11、06A-12、06A-15地块。

##### 3.1.1 区域能源站冷热源技术概述

区域能源站的冷热源主要包括 5 大类：常规冷热源系统、冷热电三联供系统（分布式供能系统）、蓄冷蓄热技术（夜间低谷电利用）、低位能源利用技术（土壤、地下水、地表水等）、可再生能源利用技术（风能、太阳能、生物质能

<sup>20</sup> 《奇槎片区土地利用规划图》

等)。从区域角度来考虑供能需求，集中供能系统具有集成效应和规模效应，为一些冷热源系统的应用提供了更大的可能性。对于那些在单一建筑中应用难度大、效果或效益不佳的冷热源系统，区域供能可发挥更好的节能效果和效益。

为满足奇槎片区的新能源规划，贯彻节能、环保、节约的思想，获得足够的社会效益和经济效益，奇槎片区采用区域供冷系统，提升能源的综合利用效率，减轻电网压力，减少污染物排放和城市热岛效应。

### 3.1.1.1 常规冷热源技术

所谓常规冷热源系统主要指电动压缩式冷水机组、锅炉、燃气溴化锂吸收式冷（温）水机组等及其组合。这些系统技术成熟、形式简单灵活，能够保证区域供能系统的安全与品质，是区域供能系统冷热源的重要组成部分。



冷水机组



溴化锂机组



锅炉

图 3-1 常规冷热源设备图片示例

### 3.1.1.2 冷热电三联供技术

冷热电三联供系统是指以燃气为一次能源用于发电，并利用发电余热制冷、制热，同时向用户输送电能、热（冷）的分布式能源供应系统，其优势在于符合能量分级利用的原则，一次能源综合利用效率高。一次能源（燃气）通过发电机组产生 30%~40% 高品位能源（电能），发电余热再产生 50% 左右的低品位能源（热能），因此通过能源梯级利用，冷热电三联供系统的综合效率高于燃气发

电和燃气供热系统，大大减少碳排放量。同时冷热电三联供系统能够提供电力，避免建设大量的电厂，而且可以成为城市电网的补充、保证城市电网安全性。

分布式供能技术原理如图 3-2 所示，其优点包括：

- 1) 能源利用效率高，经济效益大，可实现能量梯级利用，使发电余热用于供热和供冷，同时减小电力的长距离输送损失。降低电网输送环节投资费用；
- 2) 对大电网的有益补充，可提高能源供应安全性；
- 3) 可减小天然气和电力调峰压力，实现互补；
- 4) 实现环境效益，减少二氧化碳排放。

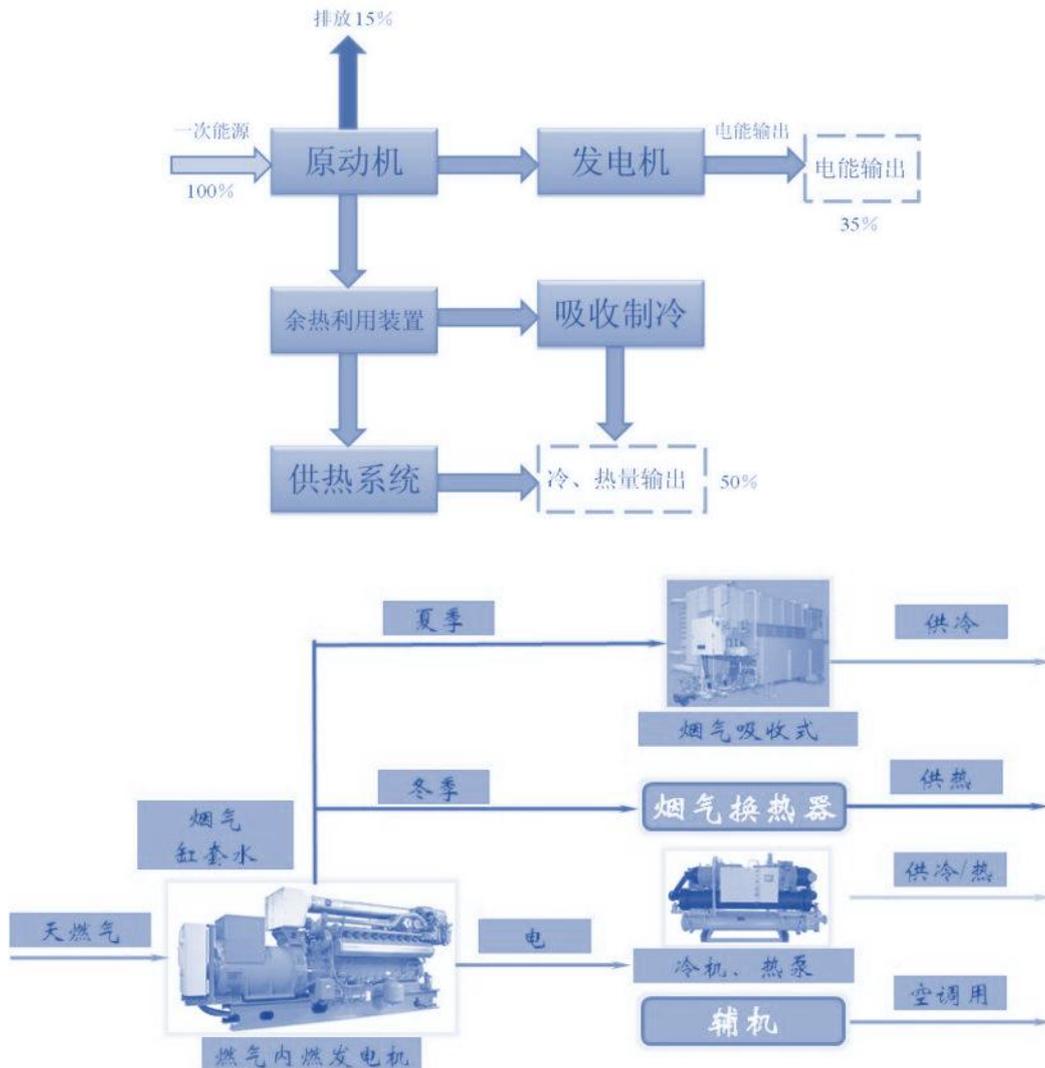


图 3-2 冷热电三联供系统组成示意图

### 3.1.1.3 蓄冷蓄热技术

将冷量以显热或潜热形式储存在某种介质中，并能够在需要时释放出冷量的技术称为蓄冷技术。蓄热技术是指采用适当的方式和利用特定装置，将暂时不用或多余的热量通过一定的蓄热材料储存起来，需要时再加以利用的方法。目前工程中广泛应用的蓄冷蓄热技术主要有：冰蓄冷、水蓄冷、（电、太阳能、余热）水蓄热等。在电力需求低谷时启动制冷制热设备，将产生的冷能或热能储存在某种介质中，在电力需求高峰时，再将储存的冷能或热能释放出来使用，从而减少高峰用电，又称“移峰填谷”。

与常规冷热源系统设计不同，蓄冷（热）系统通常按一个蓄冷（热）—释冷（热）周期（通常以 24h 为一个周期）内冷（热）负荷总量来确定系统容量。与常规制冷系统相比，水蓄冷技术可减少制冷设备容量的 25%~35%。虽然与常规冷热源系统相比，蓄冷蓄热系统并不节能，但是在一定条件下，可以改善城市、区域电网供电状况，缓解电力负荷峰谷差，提高电厂一次能源利用效率，少建或缓建电站。同时，采用蓄冷蓄热技术，用户可大幅度降低运行电费。

蓄冷蓄热技术需要体积较大的蓄冷（热）装置，因而在单体建筑中的应用受到限制。相对而言，区域供能的能源中心往往具备设置蓄冷（热）装置的条件和空间。

水蓄冷利用水的温度变化存储显热量 $[4.18\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})]$ ，蓄冷温差一般采用 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，蓄冷温度通常为 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ，单位蓄冷能力较低（ $7\sim 11.6\text{kWh}/\text{m}^3$ ），蓄冷所占的容积较大。水蓄冷系统简单，制冷机可采用常规冷水机组，性能系数高，初投资增加较少，回收期较短，同时可以兼顾水蓄热。

冰蓄冷利用冰的溶解潜热存储冷量（ $335\text{kJ}/\text{kg}$ ），制冰温度一般采用 $-4\sim -8^{\circ}\text{C}$ ，单位蓄冷能力较高（ $40\sim 50\text{kWh}/\text{m}^3$ ），蓄冷所需要的容积较小。冰蓄冷初投资增加较高，回收期较长。



冰蓄冷蓄冰装置



水蓄冷罐

图 3-3 蓄冷蓄热装置示例

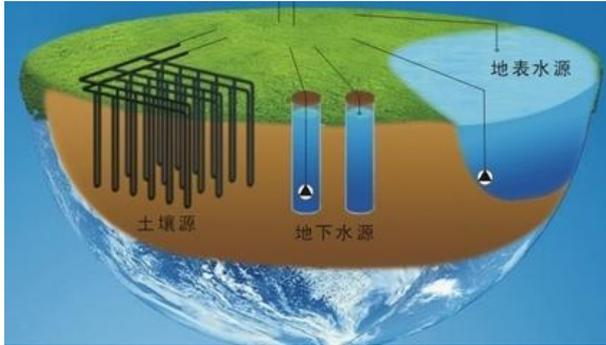
项目所在地市网电价存在峰谷电价差，可利用廉价低谷电进行蓄能提高项目经济性，受能源站场地限制设置蓄能水罐难度较大，因此本项目谷电段采用冰蓄冷进行蓄能。详见 3.1.2.2 冰蓄冷系统。

#### 3.1.1.4 低位能源利用技术

低位能源主要指浅层土壤、地下水及地表水（包括江水、湖水、海水、工业废水、生活污水等）中的低位热能，这些能源虽不是真正意义上的可再生能源，但具有储量大、周期变化、可再生等特点。热泵技术是利用低位再生能源的重要技术，它把不能直接利用的低位能源转化为可利用的高位能源，达到节省高位能源（煤、燃气、油、电）的目的。比如土壤耦合热泵系统比传统的空调运行效率高 40%~60%，可比空气源热泵系统减少 40% 以上的污染物排放量。

单体建筑往往受到机房面积和场地的限制，低位能源的利用难度较大。区域供能能源中心可从整个区域的角度出发，为低位能源的利用提供极大便利。比如建设在绿地附近的区域能源中心可充分利用绿地的地下空间埋管，采用地埋管地源热泵系统；靠近江、海、湖的建筑区域可综合考虑用户能源需求和江、海、湖的位置确定合适的能源中心位置，利用地表水地源热泵系统；靠近城市污水处理厂的区域，合理的能源中心的选址可利用污水源热泵的系统，同时区域能源中心也为处理城市原生污水提供可能。本项目由于区域内河涌水质原因，放弃利用

江水源热泵作为冷源供冷。



低位能源



热泵机组

图 3-4 低位能源利用示意图

### 3.1.1.5 可再生能源利用技术

可再生能源指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。在区域供能系统中常用的可再生能源主要为太阳能和生物质能。太阳能利用的形式主要有太阳能光热系统和太阳能光伏发电系统，太阳能的利用一方面需要大面积的布置集热器或光伏板，另一方面受天气影响很大，同时太阳能光伏发电系统的投资回收期较长，因此太阳能往往可作为常规能源的补充，不适合作为主要的冷热源形式。本项目应用太阳能光伏发电供应能源站的用电，同时部分建筑类型采用太阳能热水系统，而未采取能源站集中供热水。详见第四部分太阳能利用规划方案。

生物质能是指利用自然界的植物、粪便以及城乡有机废物转换成的能源，通常包括用于发电或生产生物燃料的能源植物，用于生产纤维、化学品或者热量的动植物，以及通过燃烧作为燃料的生物可降解废弃物。生物质能具有产量大、可再生性、洁净性、普遍性、易取性、易燃性、二氧化碳“零”排放等特点。在区域供能中利用生物质能的形式主要有直燃发电、气化发电和混燃发电。生物质能发电需要在一定规模下才有明显的经济效益，因此区域供能具有应用生物质能发电的优势，同时还可以实现冷热电三联供。本项目规划区域不具备上述条件。



生物质能利用

太阳能利用

图 3-5 可再生能源利用

### 3.1.2 奇槎区能源站冷源系统技术方案

#### 3.1.2.1 奇槎片区区域供冷负荷预测

采用 Energyplus 软件进行建筑全能耗模拟，得出能源站供能区域夏季典型日、过渡季典型日冷负荷以及全年 8760h 冷负荷数据，

能源站供能区域的全年逐时冷负荷随季节有明显变化，夏季较高，并以天为单位周期性波动。逐时冷负荷峰值在 8 月 31 日下午 17:00，峰值为 78.99MW。能源站供能区域的夏季设计日（7 月 21 日）的逐时冷负荷的波动趋势由各类建筑共同决定，峰值负荷发生在中午 12:00，峰值为 75.12MW。

详见第二部分 2.4.2.1 能源站供能区域负荷预测，及图 2-33-图 2-35。

#### 3.1.2.2 冷电联供系统

冷电联供系统使用前提为冷电能够平衡，即所发电力有使用对象，余热同时能够充分被利用。根据第二部分能源站供能区域的确定，本项目能源站供能对象为商业、办公、酒店建筑，供能规模约为 86 万平米。由于商业、办公、酒店负荷相对稳定，负荷密度较大，能源站配置一定电制冷机组，可实现发电自用，冷电平衡，项目具备采用燃气冷电联供系统的技术条件和经济前提。

据项目所在地目前电力政策，冷电联供系统和城市电网关系暂时只能为并网不上网。即冷电联供系统发电自用，当系统发电量不足时市电补充，但系统发电量多余时则不能卖给电网。本项目供能对象为商业、办公及酒店建筑，其负荷特性与工业建筑不同，空调用能负荷、用电负荷随季节和时间变化，因此无法简单套用“以热定电”、“以电定电”原则。结合目前发电并网上网政策，发电机组容量选择的基本原则是：热电平衡，发电自用，控制造价，提高运行经济性。为满足系统运行经济性，提高发电机组运行时间，应以中低位电力负荷确定机组容量。根据实际项目经验，为满足三联供系统的运行经济性，发电机组年满负荷运行小时数需达到 3000h~4000h，经分析本项目发电机组容量设置为 3MW 时，发电机组年利用小时数为 3396h，若容量继续增大，则年发电小时数低于 3000h，发电机组利用率较低。结合市场燃气内燃机发电机组型号，采用两台 1.5MW 机组。系统示意图见图 3-6，冷电联供系统技术参数见表 3-1。具体详见 6.2 能流调度运行策略。

本项目利用燃气内燃机发电，向离心冷水机组、冰蓄冷双工况电动式离心冷水机组、基载电动式离心冷水机组以及一些辅助设备供电。同时，燃气内燃机发电产生的烟气和缸套水，作为烟气溴化锂吸收式冷水机组制冷的热源。燃气内燃机与利用其余热的烟气溴化锂吸收式冷水机组采用一一对应组合，以确保系统的可靠性。

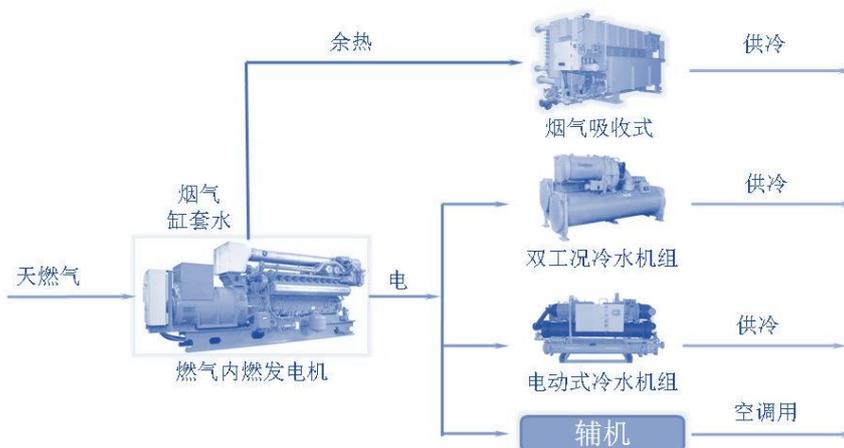


图 3-6 冷电联供系统示意图

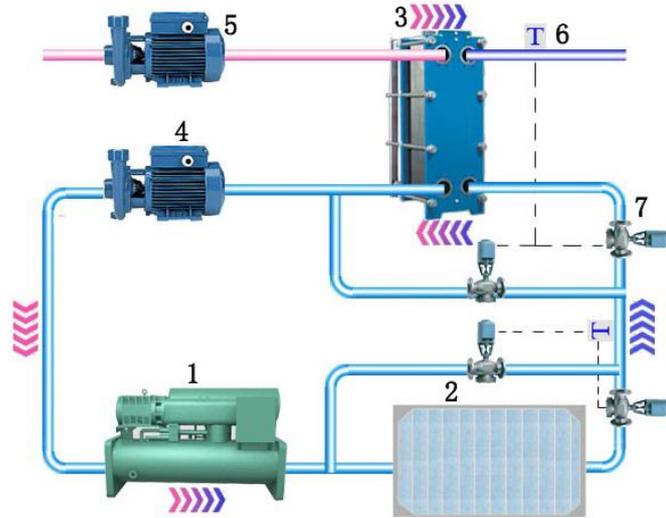
表 3-1 冷电联供系统技术参数

设备名称	设备参数		备注
原动机	额定发电量 (kW)	1500	
	发电效率 (%)	41.9	
	燃料消耗 (Nm <sup>3</sup> /h)	350	
	排烟量 (kg/h)	9145	
	排烟温度 (°C)	425	
	烟气余热量 (kW)	840	按换热后排烟温度120°C计
	缸套水余热量 (kW)	845	
	数量 (台)	4	
烟气热水型溴化锂吸收式冷热水机组	制冷量 (kW)	1488	
	冷水进、出水温度 (°C)	13/6	
	数量 (台)	2	

### 3.1.2.3 冰蓄冷系统

通过制冰方式，以相变潜热储存冷量，并在需要时融冰释放出冷量的空调系统称为冰蓄冷系统。冰蓄冷空调系统的原理是：利用夜间低谷负荷电力制冰储存在蓄冰装置中，白天电力高峰时段融冰将所储存冷量释放出来，减少电网高峰时段空调用电负荷及空调系统装机容量。有如下优点：

- 1) 减少冷水机组容量和总用电负荷，减少变压器配电容量与配电设施费。
- 2) 利用峰谷荷电价差，大大减少空调年运行费。
- 3) 使用灵活，节假日办公楼使用的空调可由冰蓄冷系统提供，节能效果明显。
- 4) 具有应急功能，提高空调系统的可靠性。
- 5) 上班前启动时间短，只需 13-20 分钟即可达到所需温度，常规系统约需 1 小时。
- 6) 有利于绿色建筑认证、LEED 认证。



1-双工况制冷主机    2-蓄冰装置    3-供冷板式换热器    4-乙二醇泵  
3-冷冻水泵    6-温度传感器    7-电动调节阀

图 3-7 冰蓄冷系统示意图

根据《佛山市发展和改革局关于我市试行蓄冷电价政策的通知》佛发改价〔2014〕28号文，针对冰蓄冷系统进行了相应的电价调整，其中包括佛山市大工业用电、非工业及普通工业用电、商业用电进行了冰蓄冷电价调整，表 3-2 列出了商业用电蓄冷电价。峰平谷具体划分如下：高峰时段（9:00—12:00；19:00—22:00）、平时段（8:00—9:00；12:00—19:00；22:00—24:00）、低谷时段（0:00—8:00）。

表 3-2 佛山市商业用电蓄冷电价价目表    单位：分/千瓦时（含税）

峰谷时段	用电分类	电度电价	可再生能源电价附加	城市建设附加费	重大水利工程建设基金	水库移民后期扶持基金	合计
高峰	不满 1 千伏	160.55	1.50	1.40	0.70	0.88	165.03
	1-10 千伏	156.42	1.50	1.40	0.70	0.88	160.90
	20 千伏	155.68	1.50	1.40	0.70	0.88	160.16
	35 千伏及以上	152.30	1.50	1.40	0.70	0.88	156.78
平时段	不满 1 千伏	97.30	1.50	1.40	0.70	0.88	101.78
	1-10 千伏	94.80	1.50	1.40	0.70	0.88	99.28
	20 千伏	94.35	1.50	1.40	0.70	0.88	98.83
	35 千伏及以上	92.30	1.50	1.40	0.70	0.88	96.78
低谷	不满 1 千伏	24.33	1.50	1.40	0.70	0.88	28.81
	1-10 千伏	23.70	1.50	1.40	0.70	0.88	28.18

峰谷时段	用电分类	电度电价	可再生能源电价附加	城市建设附加费	重大水利工程建设基金	水库移民后期扶持基金	合计
	20 千伏	23.59	1.50	1.40	0.70	0.88	28.07
	35 千伏及以上	23.08	1.50	1.40	0.70	0.88	27.56

由表 3-2 可以看出本项目具有较好的峰谷电价差，适合采用冰蓄冷系统。一方面，冰蓄冷容量越大，系统运行费用越低；另一方面，若由于冰蓄冷系统其夜间所用电力全部来自市网，若冰蓄冷容量过大，则用电负荷较大，投资较大，机组设备本身投资也较大。结合本项目负荷数据，当冰蓄冷总蓄冷量为夏季典型日负荷 20%时，其变配电申请容量达到 10kV 用电上限，综合运行和投资费用，本项目冰蓄冷机组总容量取夏季典型日负荷 20%，冰蓄冷系统双工况机组参数详见表 3-3。

表 3-3 双工况冰蓄冷机组技术参数

蓄冰工况	容量 (kW)	6978 (1984RT)
	功耗 (kW)	1745
	能效比 COP	4
	进出水 (°C)	-2.2~-5.6
空调工况	容量 (kW)	8722 (2481RT)
	功耗 (kW)	1745
	能效比 COP	5
	进出水 (°C)	4~12
	总台数	4 台

### 3.1.2.4 河水源冷水系统

河水源冷水系统为地表水地源热泵系统的一种类型，是国家倡导的利用低位能源之空调冷热源系统。河水源冷水系统利用河水中的低位热能，实现夏季向河水放热，利用河水的低位冷量，为空调系统提供冷源。

考虑奇槎片区毗邻东平水道，可能具备利用河水源冷水系统的先天条件。

本项目的河水源冷水系统工作流程如图 3-8 所示。系统取用流经供能区域附近的东平水道。河水通过取水管，进入拦污格栅池，过滤掉直径>1cm 的大垃

圾。再由河水泵压入自动反冲洗过滤器，用以过滤掉直径>1 mm 的小垃圾。经过上述两级过滤后的河水直接进入河水源冷水机组，换热后经退水口返回江里。河水中的污垢粘附在机组换热管上会影响机组传热，因此需采用自动清洗装置在线清洗换热管附着的污垢。

图 3-9 为河水源热泵系统河水取排水设施平面布置示意图。

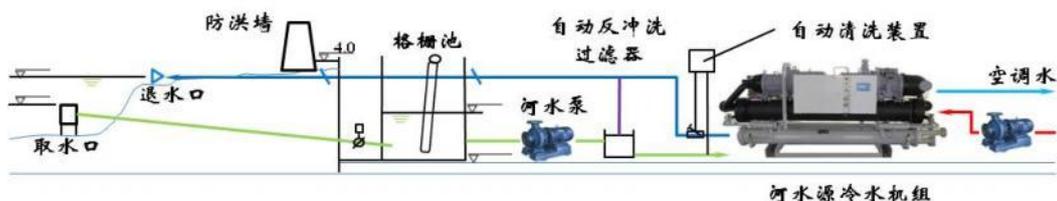


图 3-8 河水源冷水系统河水侧示意图

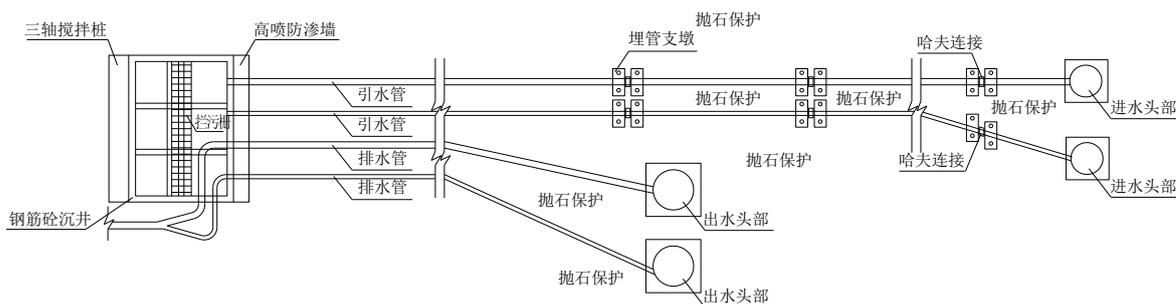


图 3-9 河水取排水设施平面布置示意图

本项目系统除冷电联供系统及冰蓄冷系统外其余冷负荷则由河水源冷水机组提供，河水源冷水机组技术参数与数量见 3-4。

表3-4河水源冷水机组技术参数

	河水源冷水机组
容量 (kW)	6797 (1933RT)
功耗 (kW)	1259
能效比 COP	5
河水 (°C)	30~38
空调水 (°C)	5~13
总台数	2 台

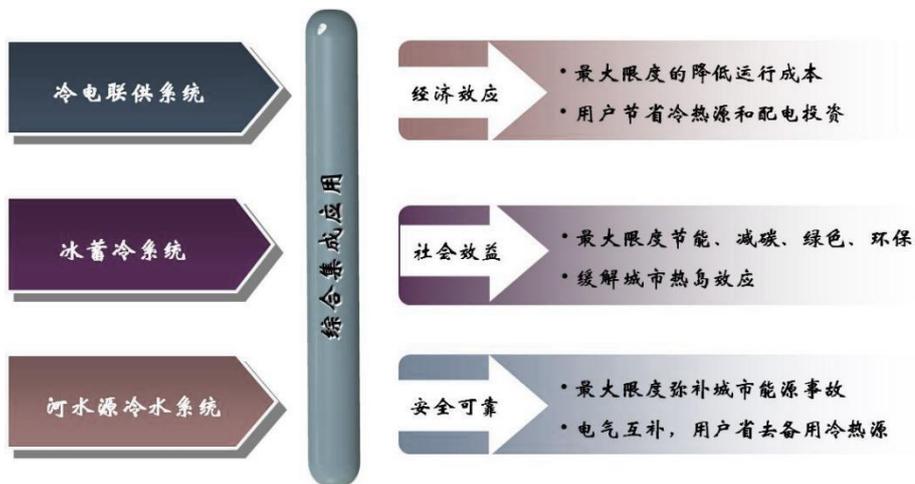
这里需要指出，从技术角度，利用东平水道资源科满足河水源冷水机组使用

条件，但河水源冷水系统的应用还需得到项目所在地水务部门的许可，需要进行专业的水文和环境影响评价。根据 10 月 20 日业主会议，目前现场条件已经无法从东平水道取水，因此本方案仅作参考。

### 3.1.2.5 冷源系统参考方案

综合集成应用上述各项技术，可充分发挥各项技术的优势，优势互补，可获得最大的经济效益、社会效益和环境效益，使整个系统更加安全可靠。河水源冷水机组可取得比传统的冷水机组或风冷热泵系统更高的系统能效，减少一次能源使用量，减少温室气体排放；冰蓄冷技术利用夜间廉价电力，可提高系统经济性，缩短投资回收期，减少社会电力投资，平衡电力负荷，具有显著的社会效益；冷电联供技术，提高一次能源利用效率，提高整个系统的运行可靠性。

因此，如河水条件允许，本项目采用“河水源冷水机组+冷电联供系统+冰蓄冷的多能耦合供冷系统为最佳方案，既有经济效益又有节能减碳的社会效益，满足整个奇槎片区的能源规划。图 3-10 为冷源系统推荐方案技术集成示意图。



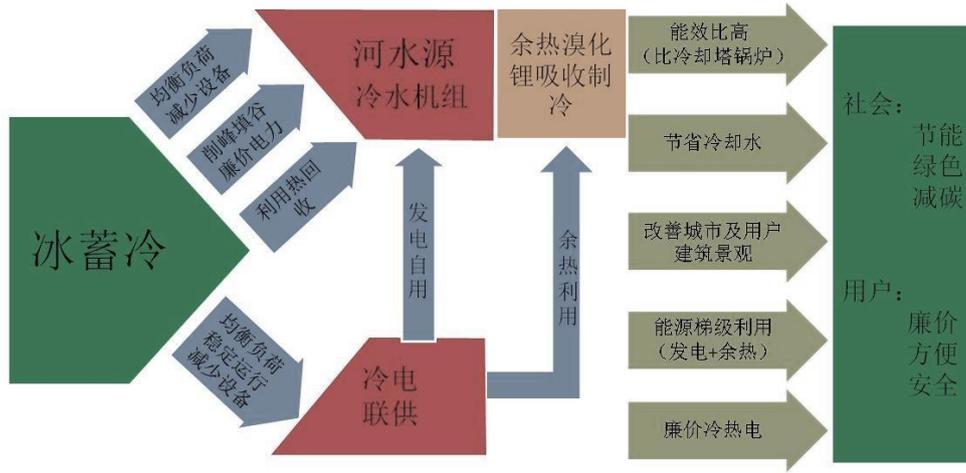


图 3-10 冷源系统参考方案技术集成示意图

表 3-5 给出了冷源系统推荐方案的系统组成和设备参数。图 3-11 为冷源系统推荐方案流程示意图。

表 3-5 冷源系统推荐方案设备参数

序号	设备名称	容量	数量(台)
1	燃气内燃发电机组	1500kW	2
2	烟气溴化锂吸收式冷水机组	1488kW	2
3	河水源冷水机组	1933RT	2
4	双工况蓄冰冷水机组	蓄冰工况1984RT/ 空调工况 2481RT	4

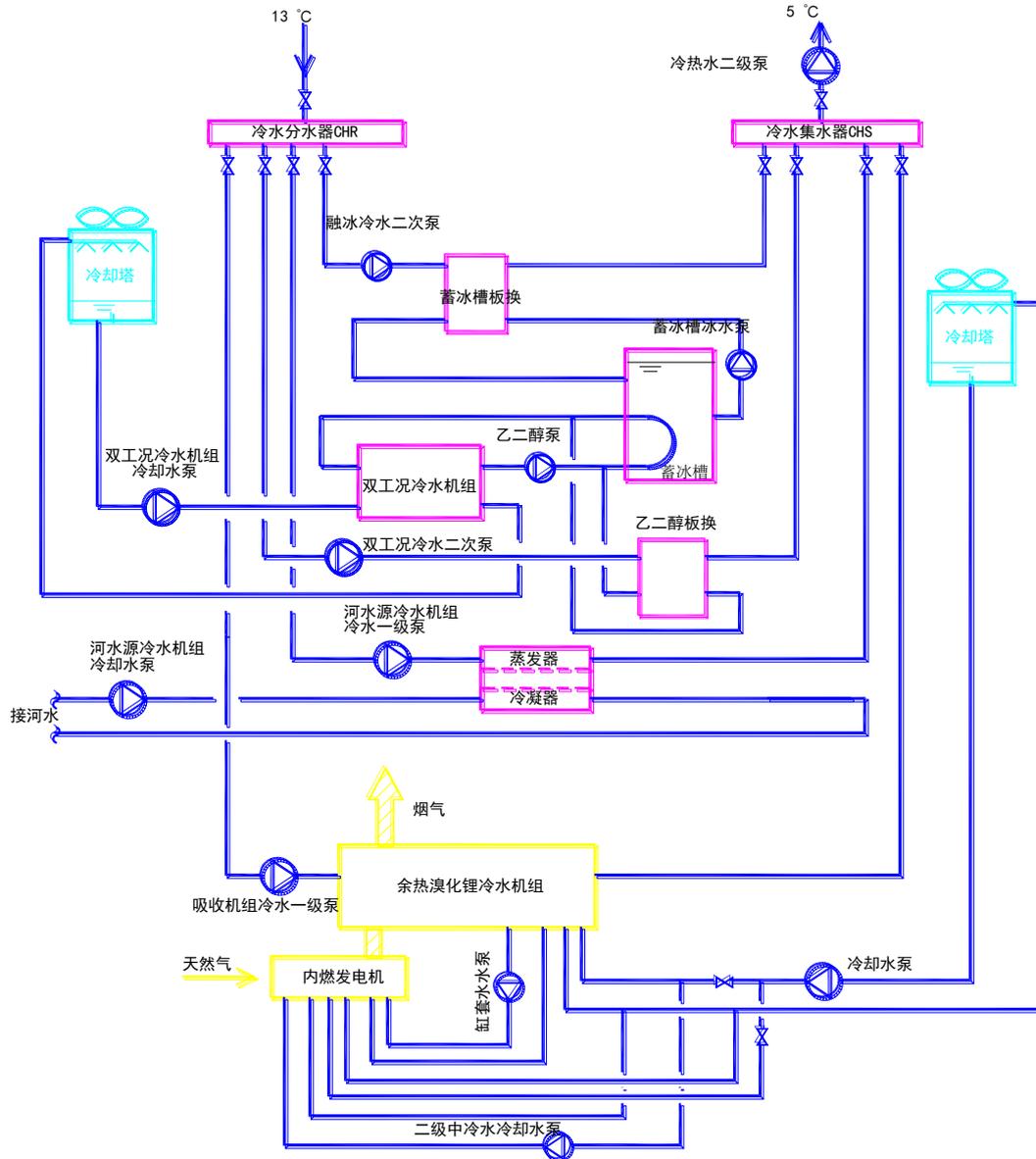


图 3-11 推荐方案系统示意图  
 系统组成：河水源冷水机组+冷电联供系统+冰蓄冷

### 3.1.2.6 冷源系统技术可选方案

考虑项目在实际实施中可能遇到相关技术应用的障碍，因此提出以下两个备选方案：

可选方案一：若本项目不能够获得水务、河道等相关部门的取水许可，无法采用河水源冷水机组，则可采用常规冷水机组替代河水源冷水机组，此时，冷源

系统为常规冷水机组+冷电联供系统+冰蓄冷。

可选方案二：如江水源冷水机组无法采用，而且若经后续经济分析本项目采用冷电联供不具备经济效益时，不能采用发电机组时，此时，冷源系统为：冰蓄冷+常规冷水机组。表 3-6 给出了冷源系统两个可选方案的系统组成和设备参数。图 3-12~图 3-13 为两个冷源系统可选方案流程示意图。

表 3-6 备选方案设备组成

备选方案	可选方案一	可选方案二
系统组成	常规冷水机组+冷电联供系统+冰蓄冷	常规冷水机组+冰蓄冷
设备参数	离心冷水机组 1933RT 2 台	离心冷水机组 2086RT 7 台
	双工况冷水机组 1984RT/2481RT 4 台 (蓄冰/制冷)	双工况冷水机组 1984RT/2481RT 4 台 (蓄冰/制冷)
	余热溴化锂冷水机组 1488kW 2 台	—
	燃气内燃机 1.5MW 2 台	—

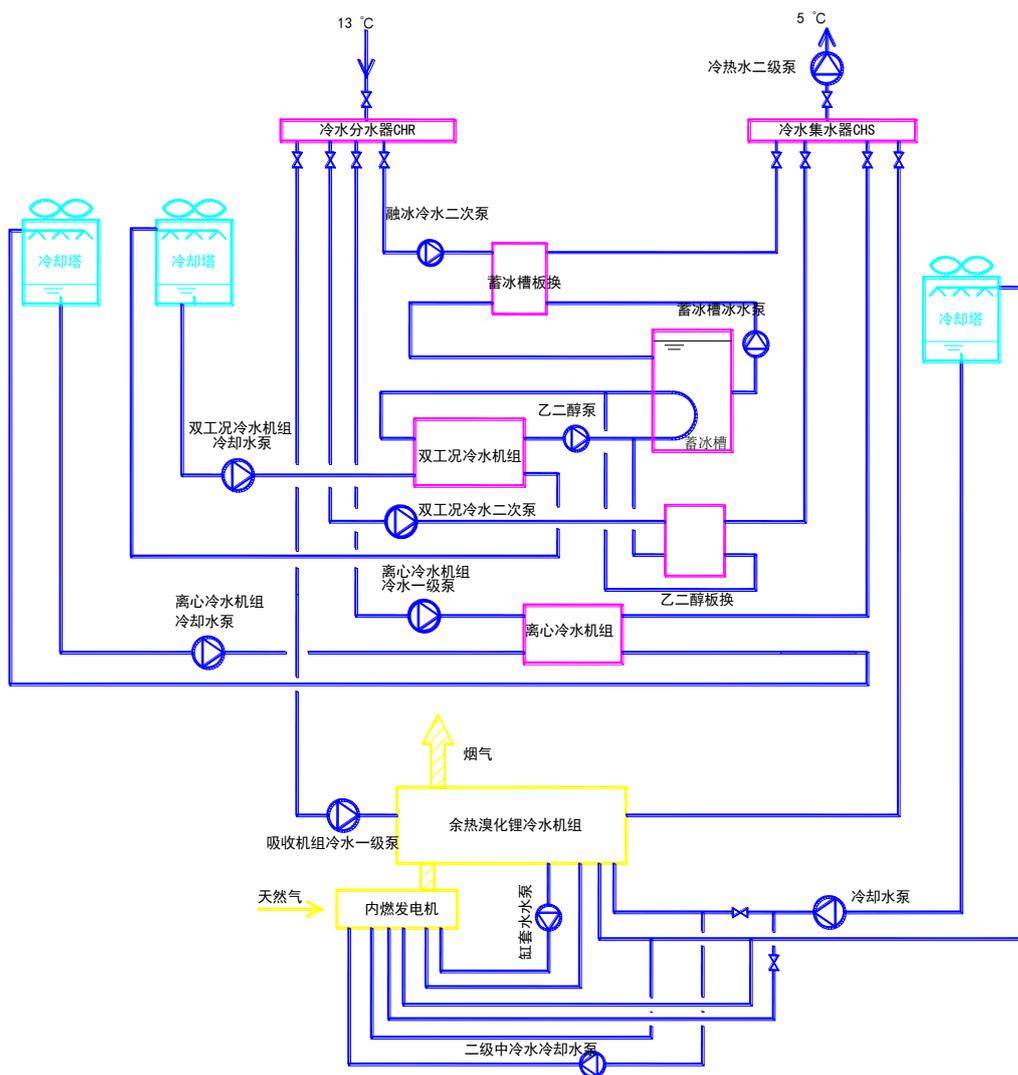


图 3-12 可选方案一系统示意图

系统组成：常规冷水机组+冷电联供系统+冰蓄冷

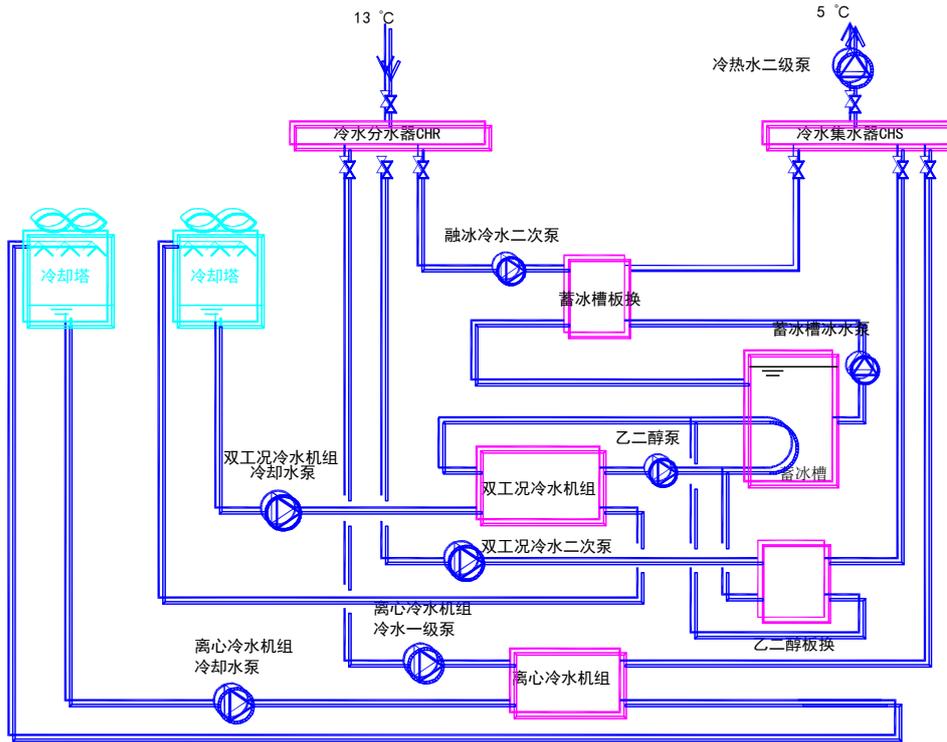


图 3-13 可选方案二系统示意图

系统组成：常规冷水机组+冰蓄冷

## 3.2 奇槎区能源站建筑概念方案

### 3.2.1 能源站选址

#### 3.2.1.1 规划选址原则

- 1) 能源站的选址应尽量避免对原规划做修改，避免对周边产生不利影响。
- 2) 能源站的选址应利用周边区域用地，不影响区域的整体景观。
- 3) 能源站的选址应利用商业开发价值不高的土地。

### 3.2.1.2 选址总体布局

综合考虑本项目区域供冷范围、供冷负荷集中程度和供冷半径等因素，本项目有四处可作为能源站的备用地即 02A-01B 地块、05A-09 地块、06A-11 地块及 03A-5 地块，位置详见图 3-14 及 3-15。



图 3-14 奇槎片区区域能源站选址备选位置示意图

选址一：

05A-09 地块几乎为奇槎片区的中心，冷水输送半径较小，输送能耗较低。但是如果选为能源站用地则对整个区域的景观影响较大，会降低整个区域的环境品质。

选址二：

充分利用位于南海大道和规划二路之间的绿地 02A-01B（详见图 3-14），该地块的开发价值不高，作为能源站可以进一步提升土地的利用价值。同时该地块位于区域的边缘地带对区域的景观影响较小，同时被南海大道与其他区域隔开，对其他区域的影响也较小。且能源中心的主体置于地下，地上部分用绿化围合，不影响区域整体景观。由于该能源站选址与地铁规划冲突，只能放弃。

### 选址三

12月26日会议业主要求启动区供能范围另建能源站，经商议，考虑商务办公区域03A-5地下室和办公楼06A-11地下室可作为能源站的可选站点，如图3-15。06A-11地下室主要供应38.8万启动区供能范围。03A-5地下室作为后期开发地块能源站选址位置。

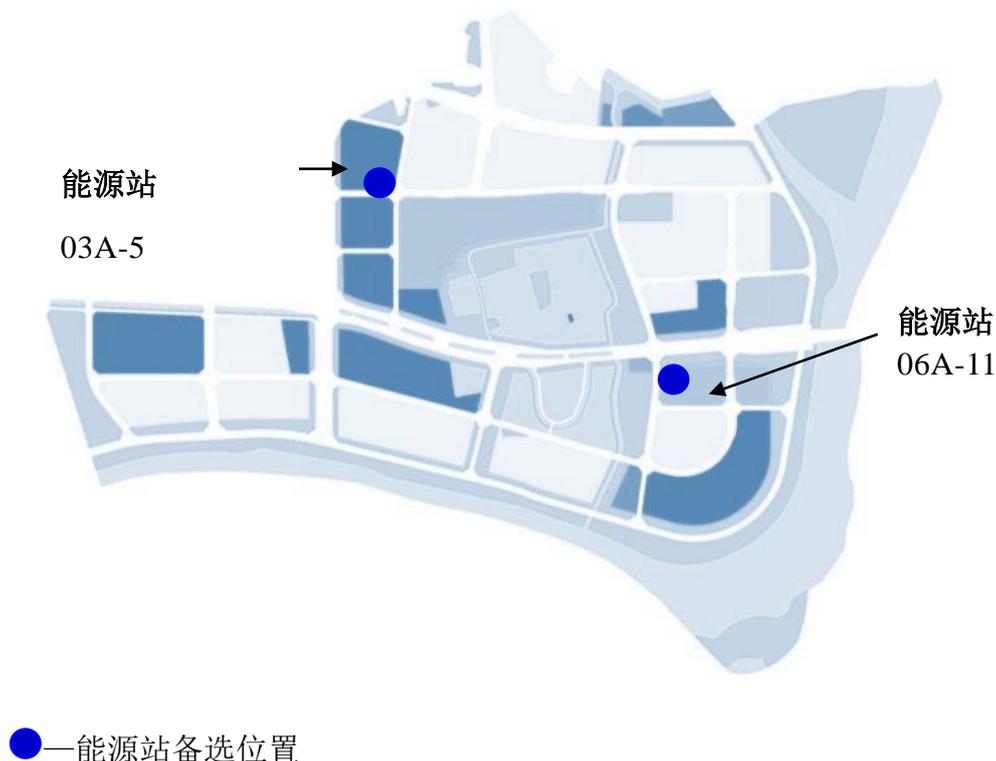


图 3-15 奇槎片区区域能源站选址位置示意图

根据片区调研情况，能源站 CCHP 系统的燃气需求结合片区燃气管网规划，能源站用电需考虑片区电力建设规划，从而达到互协调、互促进发展。能源站的实际燃气需求量为每年 242.4 万立方米，能源站用电峰值负荷约为 17,697kW。依据燃气工程规划图及电力工程规划图，4 个备选地址都能够以就近原则利用规划燃气管廊中压管道及 110 KV /10KV 电缆。当能源站建设在商务办公区域 03A-5 地下室和办公楼 06A-11 地下室，或 05A-09 地块时，规划十路及魁奇路上的规划 110 KV /10KV 电缆和规划燃气中压管道能够为能源站提供电力及燃气供应；03A-5 地块地下室作为能源站时，桂澜路及华翔路上的规划 110 KV /10KV 电缆和规划燃气中压管道能够为能源站提供电力及燃气供应。

### 3.2.2 能源站建筑方案

设计满足佛山市禅城区发展规划和统计局和佛山市禅城区石湾镇街道办事处组织编制的《佛山市禅城鄱阳奇槎片区控制性详细规划》等规定的规划指标。

能源中心占地面积 5400 m<sup>2</sup>，总建筑面积约为 10000m<sup>2</sup>。共三层，地下一层、地上两层。地下一层建筑面积为 4000m<sup>2</sup>，层高 8 m，设置冰蓄冷冰槽、水泵房等。地上一层建筑面积为 3000m<sup>2</sup>，层高 9 m，设置冰蓄冷双工况冷水机组和离心冷水机组及其附属设置、变配电用房等。地上二层建筑面积为 3000m<sup>2</sup>，层高 9 m，设置燃气发电机组和余热溴化锂机组及其附属设置等。地上两层局部可设置夹层。

能源站平面简图、剖面简图如图 3-16~3-19 所示。需要说明的是，由于明确能源站选址未确定，本报告给出的参考图纸仅供估算建筑规模用，并非能源站的方案设计图纸。能源站详细的方案设计图纸需要在确定能源站选址和用地范围后委托专业设计单位进行设计。

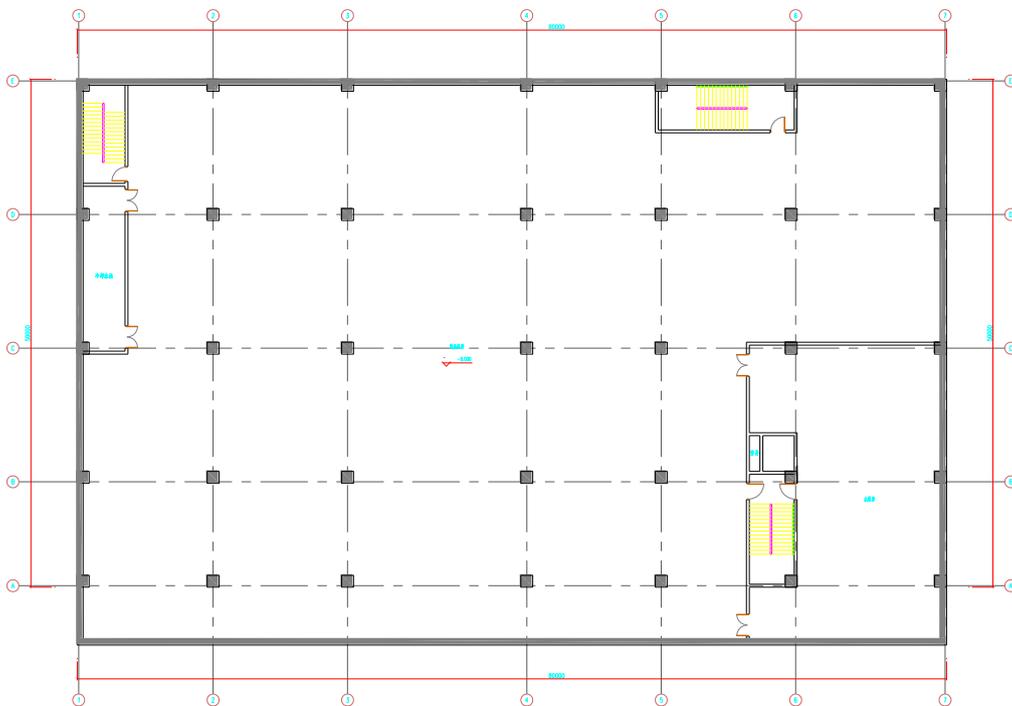


图 3-16 地下一层平面简图

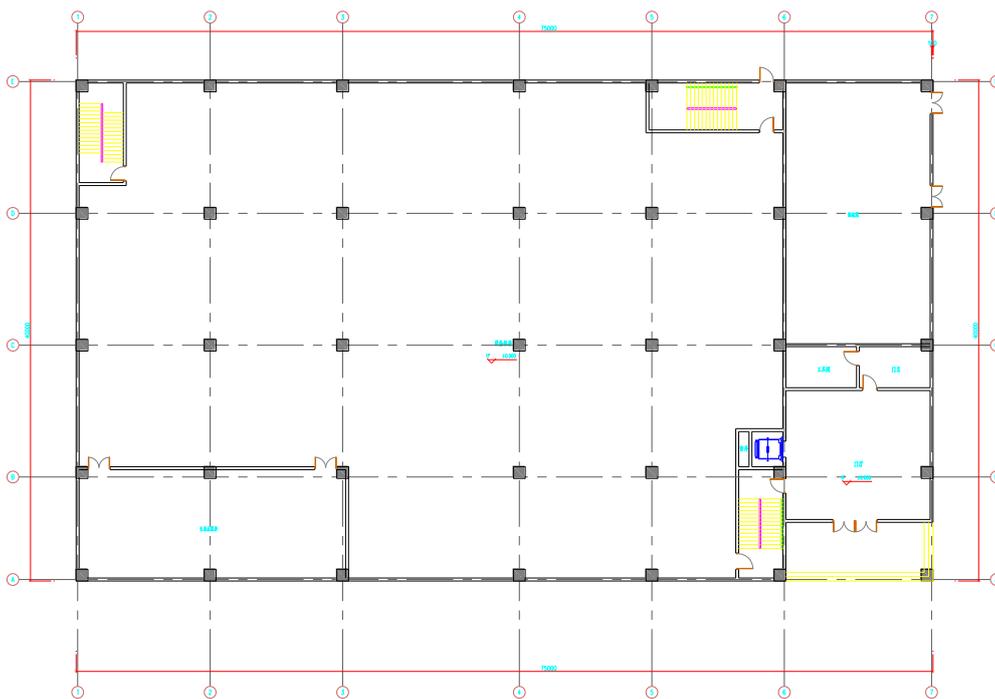


图 3-17 地上一层平面简图

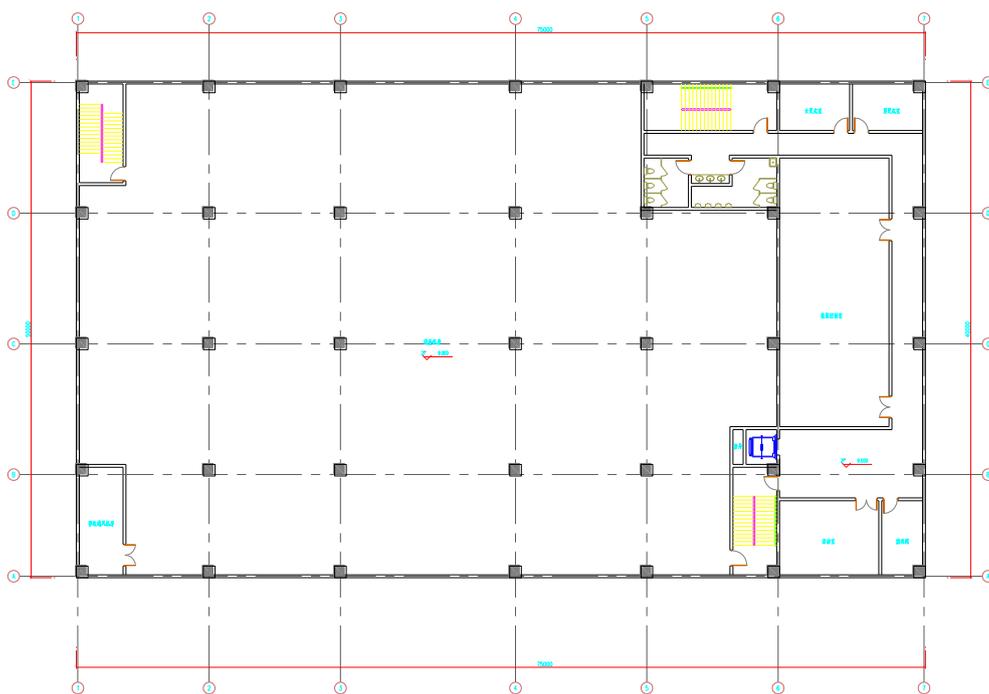


图 3-18 地上二层平面简图

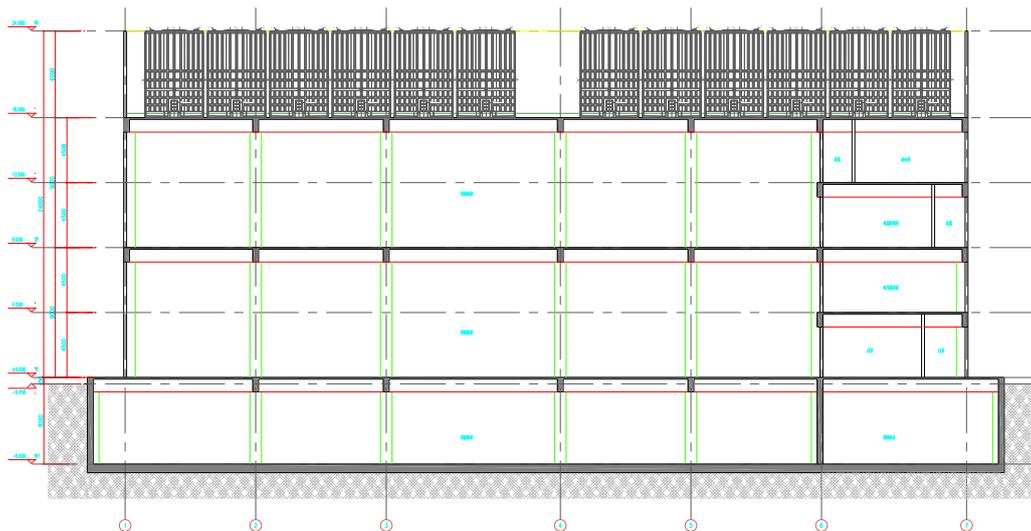


图 3-19 剖面简图

### 3.2.3 能源站建设模式

能源站的建设通常有两种建设模式：独立建设和附属建设。独立建设是指能源站完全独立于区域内的其它建筑，通过规划选址独立建设。附属建设是指能源站作为区域内某一地块的一部分通常建于地下室。独立建设又可分为完全地上建设、完全地下建设、部分地上和部分地下建设。

由于能源站的主要区域要求高大空间，附属建设由于受到其依附建筑地下层高的影响，往往需要跨层挑空形成高达空间，该种建设模式对附属建筑的影响较大。而且需要与附属建筑进行大量的协调，确定能源站的出入口和维护通道以及附属设施等，也给后续维护管理带来诸多不便。通常不建议采用此种建设模式。

独立建设可避免附属建设带来的一些不利影响，但是由于独立建设需要受区域规划的制约，其建设规模和形式也会受到限制。地下建设的投资远大于地上建设的投资，因此，独立建设的能源站应综合考虑规划要求和造价控制，合理选择建设模式，通常采用部分地上和部分地下的建设模式。可考虑将维护工作量大、有防爆要求和通风量大的机房建设在地上，维护工作量小、无防爆要求和通风量小的机房建设在地下。

奇槎片区能源站建议采用部分地上和部分地下的建设模式，一方面可以减少站房建设对区域景观的影响，另一方可以适当减少站房投资。

图 3-20~图 3-23 为各种建设模式能源站实景图或效果图。



图 3-20 完全建于地上的能源站实景图



图 3-21 完全建于地上的能源站效果图



图 3-22 完全建于地下的能源站实景图

注：站房主体位于地下，地上部分的冷却塔、烟囱等附属设备通过覆土绿化等形式美观处理。



图 3-23 部分地上+部分地下的能源站效果图

### 3.2.4 能源站建设进度建议

#### 3.2.4.1 建设方案概述

在建设奇槎区区域供冷能源站项目的时候，建设进度如何同奇槎区区域整体的开发进度相协调，是实现区域供冷系统投资的效益最大化的一个重要构成因素。

通常，区域供冷的建设基本分为两种情况：一次性建成及分步分阶段建设。

一次性建成方案指的是在项目施工图设计完成后，根据施工图设计资料一次性将能源站的站房建成，同时将供冷系统的冷源及附属设备安装到位。

分步分阶段建设方案指的是在项目施工图设计完成后，根据施工图设计资料能源站的站房一次性建成或者分区建成，供冷系统的冷源及附属设备的安装根据区域地块的开发进度分步分阶段的建设起来。

两个建设方案的优缺点对比详见表 3-7。

表 3-7 不同建设方案的优缺点比较

内容	一次性建成方案	分步分阶段建设方案
资金运作方面	冷源及附属设备一次建成，初期的资金压力大，需要初期投入较大的资金量，但资金运作流程简单。	冷源及附属设备分步分阶段建成，项目分期建设的资金压力小，但是资金运作的时间较长，而且过程比较复杂，要求有一定的资金运作能力。
供冷供热的安全性	冷源及附属设备一次建成，初期供冷供热的安全性较高。	冷源及附属设备分步分阶段建成，存在建设配套跟不上地块开发进度的可能，要求能源公司对区域地块的开发要有准确的预见性。
供冷供热的灵活性	冷源及附属设备一次建成，系统的灵活性较差，存在区域开发初期大量设备闲置的可能。	冷源及附属设备分步分阶段建成，对于区域地块开发进度的不确定性，有着较强的灵活性，可以根据用户末端需求量的增大，逐步增大供冷能力。

内容	一次性建成方案	分步分阶段建设方案
供冷供热的经济性	冷源及附属设备一次建成，在项目初期区域地块开发进度较慢时，造成了设备的空置，使得整体经济性较低。	冷源及附属设备分步分阶段建成，设备配置完全根据区域地块开发进度调整，大大降低设备的空置率，经济性较强。

#### 3.2.4.2 奇槎片区能源站建设进度建议

根据 2.3.2 节奇槎区片区建筑开发时序，预测奇槎区的建筑开发的进度具有以下特点

- 1) 奇槎片区建筑功能多样、建筑面积巨大，所以奇槎片区内建筑的开发进度上存在一定的不确定因素。
- 2) 奇槎片区的用户种类多、数量大，难免存在部分用户对于区域供冷的接受程度不一。虽然奇槎片区工作指挥部可以在将来土地转让合同中采纳区域供冷供热写进去，但是由于市场的不确定因素，所以对于区域供冷供热的规模也存在着一定的影响。
- 3) 目前奇槎片区的开发刚刚起步，大部分地块项目还没有确定真正的使用性质，更谈不上建筑形式的确定，所以目前对于奇槎片区供冷需求量的测算主要是根据以往类似建筑的经验估算，并不能准确的得到奇槎片区区域供冷的真正需求规模。

结合奇槎片区各地块开发进度可能的特点和两种建设方案的优缺点，基本确定以分步分阶段的建设方式来推进奇槎片区区域供冷系统的建设，从而要求能源公司要有一定的资金运作能力、一定的房地产开发预测能力和一定的系统设备调控能力，这样才能在保证运营质量的同时实现运行的高效性。

奇槎片区区域供冷的具体建设方案如下：

- 1) 整个奇槎片区的区域冷水输送管网的主干管一次建设到位，支管可根据用户建设进度分期建设。

- 2) 先完成能源站的土建机房建设，根据各地块用户用能需求预测，分批安装机电设备。根据设备运行经济性（详见 6.2 节），建议安装顺序如下：冰蓄冷系统、冷电联供系统、离心冷水机组系统。

### 3.3 区域供冷管网规划

奇槎片区区域供冷系统的一次侧水系统采用二管制形式。

#### 3.3.1 管网布置原则

奇槎片区区域供冷供热项目的管网建设应遵循：“技术上可靠、经济上合理和施工维修方便”的原则，具体如下：

- 1) 符合整体规划要求

根据能源站选址、区域已建重大市政设施布局、区域规划等情况，研究各功能分区的特点及对管网的要求，提出管网的布置方案。

- 2) 管线短，投资合理。

配合合理的能源站选址和区域冷负荷分布，以尽量减少管网长度。主干线力求短直，主干线尽量敷设在冷热负荷集中区内或附近，并靠近冷热负荷大的用户。

- 3) 技术可靠，供能保障性高

减少对已建（地上、地下）设施的影响，与规划地下空间及人行过街地道合理衔接，管线应尽量避免开采空区、土质松软地区、地震断裂带、滑坡危险地带以及地下水位高等不利地段。

- 4) 运行经济

力求使整个区域供冷系统在各种运行负荷率下都有较高的能效比。

- 5) 对周围环境影响少而协调

管道的走向宜平行于建筑区域的干道或建筑物，尽可能布置的道路人行道或

绿化带中，避免在主要道路中间或路面下敷设，减少与规划道路横断面及管线的矛盾。

#### 6) 分期建设

管网布置应考虑能站的位置、冷负荷分布、冷负荷密度，与区域建设速度和规模相协调，并在布置上考虑分期实施。

### 3.3.2 管网布置方案

#### 3.3.2.1 常用管网布置形式

区域供冷供热管网的布置形式有枝状管网和环状管网两大类型，布置简图详见图 3-24。

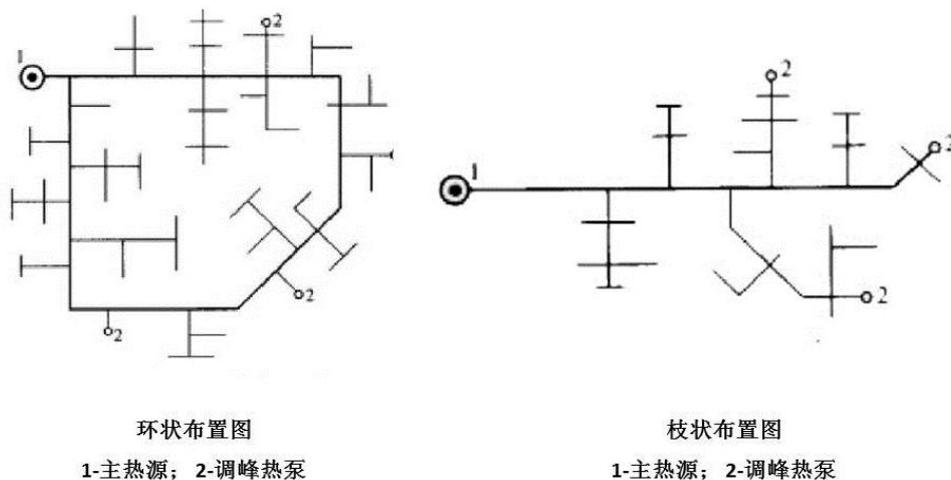


图 3-24 管网布置形式简图

枝状管网是一种常用的管网形式，具有简单、投资省、运行管理方面等优点。枝状管网布置简单，管道的直径随着与冷热源距离的增大而逐渐减小；且金属耗量小，基建投资小，运行管理简便。但枝状管网不具后备供能的性能，当供能管网某处发生故障时，在故障点以后所有的用户都将停止供冷和供热

环状管网指的是输配管网干线成环状。管道主干线首尾相接构成环路，从冷热源到输配管网，从输配管网到用户或二级换热站的管网仍布置成枝状。特别是多热源联合供冷供热时，各冷热源连接在环状主官网上。环状管网的特点是管道直径普遍较大，具备很高的供能后备能力。环状管网投资高，但运行安全、可靠。

### 3.3.2.2 奇槎片区管网布置方案

综合考虑奇槎片区区域开发进度、能源站的建设进度，以及枝状管网和环状管网的特点，本项目的冷水输配管网采用枝状管网。即区域供冷管网的干管沿东平路北侧绿化带和桂澜路东侧绿化带敷设，通过地块总管与各供冷地块连接。图 3-25 为奇槎片区区域管网路由示意图。表 3-8 为核心区各地块总管管径估算表。

38.8 万平米启动区能源站的供冷半径约为 1000m，管径为 DN700 的供回水管道总长度约为 1050m，管径为 DN600 的供回水管道长约为 1500m，管径为 DN450 的管道长度约为 680m。

远期能源站管网主干管行程约 970m，主干管总长度约 1940m（包括供水管和回水管），其中管径为 DN1000 的管道长度约为 100m，管径为 DN900 的管道长约为 370m，管径为 DN700 的管道长度约为 500m。

表 3-8 各地块总管管径估算

地块编号	使用性质	供冷建筑面积	冷负荷	供回水温差	水量	管径
		(m <sup>2</sup> )	(kW)	$\Delta t$ (°C)	(m <sup>3</sup> /h)	(DN)
02A-03	B1B2B3 (商业)	151689	22753	7	2795	700
02A-05B	B1B2B3 (商业)	57243	8586	7	1055	450
03A-05	B1B2B3 (商业)	87020	13053	7	1604	600
03A-08	B1B2B3 (商业)	61159	9174	7	1127	500

地块编号	使用性质	供冷建筑面积	冷负荷	供回水温差	水量	管径
		(m <sup>2</sup> )	(kW)	$\Delta t$ (°C)	(m <sup>3</sup> /h)	(DN)
03A-11	B1B2B3 (商业)	66977	10047	7	1234	500
03A-14	B1B2B3 (商业)	30940	4641	7	570	400
04A-18	B1B2B3 (商业)	3968	595	7	73	200
05A-02	B1B2B3 (商业)	149500	22425	7	2755	700
05A-21	B1B2B3 (商业)	5720	858	7	105	200
06A-06	B1B2B3 (商业)	39573	5936	7	729	400
06A-11	A35 (科研)	83290	12493	7	1535	600
06A-12	A35 (科研)	38306	5746	7	706	400
06A-15	B1B2B3 (商业)	87467	13120	7	1612	600

注：本表仅为估算，设计时需要根据末端用户的实际需求调整管径大小。

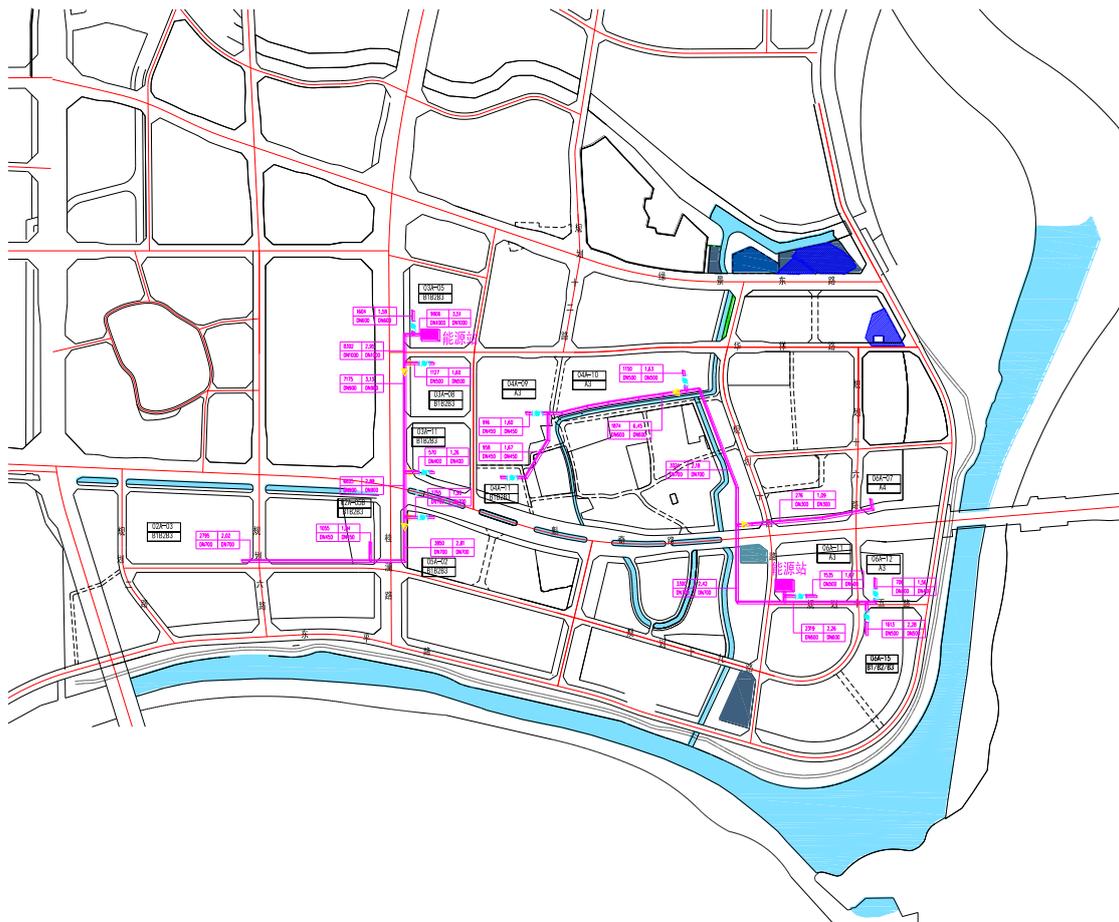


图 3-25 奇槎片区区域管网路由示意图 3.3.3 敷设方式

供冷管网的敷设方式分为：地上架空敷设和地下敷设。地上敷设方式主要为架空敷设方式。地下敷设又分为：地沟敷设及直埋敷设；根据地沟内人行通道的设置情况，分为通行地沟、半通行地沟和不通行地沟。

3-10 管道敷设方式比较

敷设方式		优点	缺点
地上敷设（架空）		施工最为简便，便于运行管理，易于发现和消除故障，工程投资最节约。	架空管道全部明露，占地面积较多，管道的热损失大，难以与周边的建筑景观相协调，降低综合体的环境品质。
地下敷	通行地沟	可在地沟内进行管道的日常维护以至大修更换管道。	占用地下空间较大，埋设深，施工最为复杂，工程造价高。

敷设方式		优点	缺点
设	不通行地沟	埋深浅，施工较为简便，维护检修较为方便，工程投资较低。	布置管位时占用空间较大，宽盖板对人行道的通行舒适度及景观影响较大；盖板难以做到密封，管沟内淋雨潮湿，需对局部管道的保温层加强处理。
	半通行地沟	埋设较深，对公用管线影响很小；人行道绿化设施内局部有通风口和投料口，对景观影响较小；管沟封闭，基本无雨淋和渗水情况发生，对管道保温层的保护较好。	布置管位时占用空间较大，难以满足沟内最大直径管道通过，操作人员在沟内可进行检查管道和小型修理工作，更换管道等大修工作仍需拆除部分连接管道，大修的维修时间较长。
	直埋	施工简便，可缩短施工周期，工程投资小，对地面景观影响较小，管道保温效果好。	布置管位时占用空间较大，日常维护检修不便。

综合技术经济等多方面因素，奇槎片区供冷管网干管的敷设方式推荐采用预制保温管直埋敷设的形式，奇槎片区区域管网路由示意图见图 3-25。地块内的总管和支管可利用地块地下空间架空敷设。

### 3.3.3 预制直埋管网技术要求

#### 3.3.3.1 预制直埋保温管组成

预制直埋保温管由钢管、保温层和外护层（管）组成。保温材料采用聚氨酯硬质泡沫塑料，外护层（管）采用高密度聚乙烯管或玻璃管外护层。



图 3-26 预制直埋保温管组成

### 3.3.3.2 管道布置

1) 直埋供冷供热管道的布置应符合国家现行标准《城市热力网设计规范》（CJJ34-2002）的有关规定。管道与有关设施的相互水平或垂直净距应符合表 3-9 的规定。

表 3-9 直埋管道与有关设施相互净距

名称		最小水平净距 (m)	最小垂直净距 (m)
给水管		1.5	0.15
排水管		1.5	0.15
燃气管道	压力≤400kPa	1.0	0.15
	压力≤800kPa	1.5	0.15
	压力>800kPa	2.0	0.15
压缩空气或 CO <sub>2</sub> 管		1.0	0.15
排水盲沟沟边		1.5	0.50
乙炔、氧气管		1.5	0.25
公路、铁路坡底角		1.0	—
地铁		5.0	0.80
电气铁路接触网电杆基础		3.0	—
道路路面		—	0.70
建筑物基础	公称直径≤250mm	2.5	—
	公称直径≥300mm	3.0	—

名称		最小水平净距 (m)	最小垂直净距 (m)
电缆	通讯电缆管块	1.0	0.30
	电缆及控制电缆	≤35kV	2.0
		≤110kV	2.0

2) 直埋敷设供冷供热管道最小覆土深度应不小于表 3-10 的规定, 同时应进行稳定验算。

表 3-10 直埋管道最小敷设深度

管道公称直径 (mm)	50~125	150~200	250~300	350~400	450~500	500 以上
车行道下 (m)	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.5
非车行道下 (m)	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

### 3.3.3.3 钢管材料

1) 用于直埋敷设供冷供热管道的钢管, 其机械性能须有明显的屈服极限, 宜采用 10、20、Q235 钢材。

2) 钢管应采用承压流体输送用无缝钢管或双面自动埋弧焊螺旋缝钢管, 钢管的材料、尺寸公差、性能应符合 CJ/T 3022 或 GB/T9711.1 或 GB/T 8163 等标准的规定。

3) 常用钢材的主要物理特性见表 3-11、表 3-12。

表 3-11 常用钢材需用应力

钢号	10	20	Q235
抗拉强度最小值 $\sigma_b$ (MPa)	333.5	402.2	375
屈服极限最小值 $\sigma_s$ (MPa)	206.0	215.8	235
许用应力 $[\sigma]$ (MPa)	111.1	134.1	125

表 3-12 常用钢材物理特性

物理热性		弹性模量 E (10 <sup>4</sup> MPa)			线膨胀系数 α [10 <sup>-6</sup> m/(m °C)]		
钢号		10	20	Q235	10	20	Q235
计算温度 (°C)	20	19.8	19.8	10.6	—	—	—
	100	19.1	18.2	20.0	11.9	11.2	12.2
	150	18.6	18.0	19.6	12.3	11.6	12.6

### 3.3.3.4 保温材料

1) 直埋供冷供热管道的保温结构是由保温层与保护壳组成。保护壳应连续、完整和严密。保温层应饱满，不应有空洞。保温结构应有足够的强度并与钢管粘结为一体。

2) 直埋供冷供热管道与管件的保温结构设计，应按国家现行标准《设备及管道保温技术通则》(GB4271)、《设备及保温设计导则》(GB8175)、《城市热力网设计规范》(CJJ34)和本规程的规定执行。

3) 聚氨酯泡沫塑料预制保温管性能应符合国家现行标准《聚氨酯泡沫塑料预制保温管》(CJ/T 3002)的规定。保温材料应采用聚氨酯硬质泡沫塑料，其主要性能详见表 3-13。组成品管的主要性能指标详见表 3-14。

表 3-13 聚氨酯泡沫主要性能指标检验方法及标准

主要性能指标	检验方法参照标准条款	标准要求
平均孔径 mm	EN253 – 5.3.2.1	< 0.5
	CJ/T114 – 5.3.1	≤ 0.5
闭孔率%	EN253 – 5.3.2.2	≥ 88
	CJ/T114 – 5.3.2	
密度 kg/m <sup>3</sup>	EN253 – 5.3.3	≥ 50
	CJ/T114 – 5.3.4	
抗压强度 MPa	EN253 – 5.3.4	≥ 0.3
	CJ/T114 – 5.3.5	

主要性能指标	检验方法参照标准条款	标准要求
老化前导热系数 W/ (m K)	EN253 – 5.4.5 CJ/T114 – 5.3.7	≤ 0.033
吸水性	EN253 – 5.3.5 CJ/T114 – 5.3.6	在沸水中浸没 90 分钟后吸水率 不应超过原体积的 10%

表 3-14 组合成品管主要性能指标检验方法及标准

主要性能指标	检验方法参照标准条款	标准要求
管端钢管裸露段 mm	EN253 – 4.5.1 CJ/T114 – 4.4.1	≥150
外护管外径增大率%	EN253 – 5.4.1 CJ/T114 – 5.4.1	≤ 2
轴线偏心距	EN253 – 4.5.3 CJ/T114 – 4.4.3	见 4.5.3 条款
30 年寿命与剪切强度 (MPa) 170°C 1450 小时老化后	EN253 – 5.4.4 CJ/T114 – 5.4.3	≥ 0.12(23°C) ≥ 0.08(140°C)
抗冲击性能	EN253 – 5.4.6 CJ/T114 – 5.4.6	见 5.4.6 条款

- 4) 直埋供冷供热管道及管件应在工厂预制，现场只进行接口施工。
- 5) 在贮存、运输期间，预制保温管、管件的保温端面必须有良好的防水漆面，管端应有保护封帽。
- 6) 保温层内设置报警线的保温管，报警线之间、报警线与钢管之间的绝缘电阻值应符合产品标准的规定。
- 7) 直埋供冷供热管道保温层应满足工艺对供热介质温度降、保温管周围土壤温度场等的技术要求，当经济保温层厚度能满足技术要求时，取经济保温层厚度，但最小厚度应满足制造工艺要求。且保温厚度不应小于表 3-15 的要求。
- 8) 经济保温厚度、技术保温厚度和管道热损失计算中有关参数，应

符合国家现行标准《城市热力网设计规范》（CJJ34）的规定。

表 3-15 聚氨酯最小保温厚度要求

保温管规格 (DN) (mm)	钢管外径*壁厚 (mm)	聚乙烯外套*壁厚 (mm)	聚氨酯保温层最小值 (mm)
25	32*3	110*2.5	36.5
32	38*3	110*2.5	33.5
40	45*3.5	110*2.5	30
40	48*3.5	110*2.5	28.5
50	57*3.5	125*2.5	31.5
60	60*3.5	125*2.5	30
70	76*4	142*3	30
80	89*4	160*3	32.5
100	108*4	200*3.2	42.8
100	114*4	200*3.2	39.8
125	133*4.5	225*3.5	42.5
125	140*4.5	225*3.5	39
150	159*5	250*3.9	41.6
150	165*4.5	250*3.9	38.6
200	219*6	315*4.9	43.1
250	273*6	365*5.6	40.4
300	325*7	420*7	40.5
350	377*7	500*7.8	53.7
400	426*7	550*8.8	53.2
450	478*7	600*9.3	51.7
500	529*8	655*9.8	53.2
600	630*8	760*11	54
700	720*9	850*12	53
800	820*10	955*13	54.5
900	920*10	1054*14	53
1000	1020*12	1155*15	52.5
1200	1220*14	1370*16	59
1400	1420*16	1600*18	72

### 3.3.3.5 直埋保温管件

- 1) 弯头：宜采用压制、推制或热煨制作的光滑弯头或弯管，不得使用皱褶弯管。
- 2) 三通：应在开孔区周围加设传递主管轴向荷载的结构，抑制三通开孔区的变形。
- 3) 阀门：应能承受管道的轴向荷载，采用钢质阀门及焊接连接。
- 4) 固定节：应采用整体密封结构，防止地下水渗入保温层和钢管外层。结构形式除承受管道轴向推力外，应满足外护管和热收缩带使用温度的要求。
- 5) 直埋供冷供热管道变径处（大小头）或壁厚变化处，应设补偿器或固定墩，固定墩应设在大管径或壁厚较大一侧。
- 6) 直埋供冷供热管道的补偿器、变径管等管件应采用焊接连接。

### 3.3.3.6 保温接头

- 1) 直埋供冷供热管道要求外壳连续、完整、密闭不渗水，并能整体承受管道自身轴向运动产生的作用力，以保证整个管道系统的使用寿命。
- 2) 保温管接头套袖与外护管连接可采用热收缩带、电热熔焊等形式。保温材料应达到规定的密度，不宜采用手工发泡。
- 3) 直埋保温管进入检查室处，保温层端头应加收缩端帽封闭。

### 3.3.3.7 报警系统

为了保证区域供冷供热系统的运行安全，直埋供冷供热管道宜在保温层内敷设报警导线，通过检测系统发现故障点并准确定位。

## 3.4 节能减碳预测分析

### 3.4.1 区域能源系统节能量分析

本项目区域供冷系统采用了节能技术,与常规能源系统或空气源热泵系统相比,项目区域供冷系统不仅大大节约能耗、降低标煤耗量,而且显著减少了碳排放量。

以下能耗测算均以 86 万  $m^2$  进行测算,在电力折算标煤是有两种折算方法,一种按当量值折算,另一种按等价值折算。当量值是指某种能源本身所含的热量,具有一定品味的某种能源,其当量热值是固定不变的,而等价值是指为了获得一个度量单位的某种二次能源(如电力、蒸气等)所消耗的以热值表示的一次能源量。在企业的能耗统计中,电力我国一直使用等价值折标,而 2005 年《国家统计局关于布置 2005 年统计年报和 2006 年定期统计报表制度的通知》(国家统计局[2005]85 号文)出台,规定从 2006 年开始,统一采用当量系数 1.229。但是,2008 年 6 月 1 日实施的《综合能耗计算通则》(GB/T 2589—2008)中,也提出了电力折标既可用等价值,也可用当量值折标。正是由于以上调整,使得电力折算统计时出现混乱,有人认为应坚持以等价值为主,也有人认为应统一使用当量值折标,这给节能管理工作带来了不少的困扰。折标煤等价系数随着发电煤耗的变化而变化,当量系数则是一定的,就数值大小而言,电力的等价系数是当量系数的 3 倍左右,随着当今技术的发展,效率的提高,该倍数逐渐减小。等价值折算与能源效率相关,能够更好体现能源转换效率,故在本报告中电力折标准煤系数按等价值计取为 3,。

#### 3.4.1.1 冷水机组能耗预测

常规冷水机组系统各种主机与辅机实际工况下的效率:

- 1) 离心式冷水机组制冷 COP5.4 (冷水 5/13℃; 冷却水 32/38℃);
- 2) 水泵效率 0.8;
- 3) 冷却塔风机功耗: 0.075kW/ $m^3$ 。

根据上述设备效率,以 86 万  $m^2$  建筑全年负荷数据进行测算,以夏季峰值负荷

为例，计算系统能耗见表 3-16、3-17，从表 3-16 中可以知，在夏季用能高峰时期，且无太阳能供给及冰蓄冷装置释冷的情形下，能源站用电峰值负荷约为 17,697kW。然而在合理的运行策略下，冰蓄冷设备充/释冷过程及太阳能光伏能够有效减小用电峰值负荷，达到消峰填谷的作用。在过度季节和冬季，能源站停止运行或者部分运行的情况下，多余的太阳能光伏电量将上传到公共电网上。当光伏发电量全部上公共电网时，最大上网电量约为 6,700kW，需要考虑其对公共电网造成的冲击，具体分析可见本报告第六部分。

表 3-16 夏季峰值负荷冷水机组系统能耗及单位能量能耗指标

供冷负荷	冷水机组耗电量	冷水一次泵输入功率	冷却塔水泵输入功率	冷却塔风机输入功率	总耗电量	单位冷量耗电量
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW/kW
73343	13582	972	2225	918	17697	0.241

根据全年空调冷测算结果，计算得全年累计耗电量。若采用常规能源系统，根据设备全年耗电量计算其标煤消耗量，结果见下表，具体公式如下：

耗电量=冷水机组耗电量

全年标煤消耗量=耗电量×单位电折算标煤系数

表 3-17 冷水机组系统消耗标煤量

全年冷负荷耗电量	单位电折算标煤系数	标煤消耗量
(万 kWh)	(吨/万 kWh)	(吨)
3476.8	3	10430.3

### 3.4.1.2 空气源热泵能耗预测

空气源热泵系统主机与辅机实际工况下的效率：

- 1) 空气源热泵机组（含风机）制冷效率 3.5
- 2) 水泵效率 0.8；

根据上述设备效率，以 86 万 m<sup>2</sup> 建筑全年负荷数据进行测算，以夏季峰值负荷

为例，计算系统能耗见表 3-18、表 3-19。

表 3-18 夏季峰值负荷空气源热泵系统能耗及单位冷量耗电量

供冷负荷	空气源 机组耗电量	冷水一次泵输入功率	总耗电量	单位冷量耗电量
kW	kW	kW	kW	kW/kW
73343	20956	1554	22510	0.307

根据全年空调冷负荷测算结果，计算全年累计耗电量。若全部采用空气源热泵系统，根据机组全年耗电量及单位电折算标煤量，可得全年消耗标煤量，计算公式如下：

$$\text{空气源热泵全年标煤消耗量} = \text{冷负荷耗电量} \times \text{单位电折算标煤系数}$$

表 3-19 空气源热泵系统标煤消耗量

全年冷负荷耗电量	单位电折算标煤系数	标煤消耗量
(万 kWh)	(吨/万 kWh)	(吨)
4422.8	3	13268.3

### 3.4.1.3 区域能源系统能耗预测

$$\text{全年标煤消耗量} = \text{耗电量} \times \text{单位电折算标煤系数} + \text{耗气量} \times \text{单位电折算标煤系数}$$

表 3-20 区域供冷系统全年标煤消耗量

天然气		耗电	
全年总耗气量 (万 m <sup>3</sup> )	242.4	全年耗电量 (万 kWh)	2785.7
天然气折算标煤系数 (吨/万 m <sup>3</sup> )	12.14	电折算标煤系数 (吨/万 kWh)	3
天然气折算标煤量 (吨)	2943.1	耗电折算标煤量 (吨)	8357.1
全年标煤消耗量 (吨)		11300.2	

谷电和峰电发电效率不同，因而单位电量燃煤量也不同，峰电时单位电量燃煤 295g/kWh，谷电时单位电量燃煤 345g/kWh。能源站系统由于利用谷电进行蓄冷，降低煤耗、减少标煤消耗量，结果见表 3-23，具体计算公式如下：

$$\text{谷电减少标煤耗量} = \text{全年谷电用量} \times \text{单位谷电省煤量}$$

表 3-21 标煤消耗量

全年谷电用量（万 kWh）	单位电量燃煤量（g/kWh）		减少标煤消耗量（吨）
1959.2	峰电	295	979.6
	谷电	345	
	省煤量	50	

综合表 3-20、表 3-21 计算结果，奇槎片区区域供冷系统全年标煤消耗量总计为 10320.6 吨。

### 3.4.1.4 区域能源系统节能量预测

若采用常规能源系统，即区域内 60% 的单体建筑物采用冷水机组系统、区域内 40% 的单体建筑物采用空气源热泵系统，根据表 3-17、3-19 计算常规系统消耗标煤量，结果见表 3-22。

表 3-22 常规能源系统消耗标煤量

	冷水机组	空气源热泵
加权使用系数	0.6	0.4
消耗标煤量（吨）	10430.3	13268.3
<b>全年标煤消耗量（吨）</b>	<b>11565.5</b>	

表 3-23 节约标煤消耗量计算

	区域供冷供热系统	常规能源系统
全年标煤消耗量（吨）	10320.6	11565.5
区域供冷供热系统相对其他系统节约标煤量（吨）		1244.9
区域供冷供热系统相对其他系统节约标煤率（%）		10.8

综合以上计算结果，可得奇槎片区区域供冷系统相对常规能源系统全年节约标煤能耗为 1244.9 吨，节能率为 10.8%。

### 3.4.2 区域能源系统减碳量分析

整个地区各建筑类型单位建筑能耗可参见本报告第二部分表 2-25，该能耗预测基于当地建筑能耗调研及相关节能标准（标准参见本报告 2.4.2.1）进行模拟。

根据表 3-17、3-19 中数据计算常规能源系统耗电量，见表 3-24。

表 3-24 常规能源系统耗电量

	冷水机组	空气源热泵
加权使用系数	0.6	0.4
耗电量（万 kWh）	3476.8	4422.8
全年耗电量（万 kWh）	3855.2	

根据表 3-20、3-24 数据计算能源站全年减碳量，见表 3-25。能源站系统中采用了冰蓄冷技术，其双工况冷水机组运行效率低于常规冷水机组，因此单纯冰蓄冷系统并不节碳，但能源站系统同时采用了环保效益较高的冷电联供技术，总体能源站系统仍具备节能减碳效益，全年减碳量约为 2142.2 吨，减碳率约 8%

表 3-25 全年减碳量计算表

年供冷量（万 kWh）	14409
常规系统：	
年耗电量（万 kWh）	3855.2
年耗电排碳吨）	26731.4
合计排碳量（吨）	26731.4
冷电联供系统：	
年耗电量（万	2785.7

kWh)	
年耗气量 (万 m <sup>3</sup> )	242.4
耗电排碳量 (吨)	19304.9
耗气排碳量 (吨)	5284.3
合计排碳量 (吨)	24589.2
全年减碳量 (吨)	2142.2

注:

1. 《2015 年中国区域电网基准线排放因子》中南方区域电网排放因子  $EF_{grid,OM,y}=0.8959$ ,  $EF_{grid,BM,y}=0.3648$  (由于电网电力来源包括多种, 例如水电、火电等, 各地区电力来源不一, 其 CO<sub>2</sub> 排放因子也存在一定差异, 在一些折算中采用因子为 0.5271, 虽数值存在差异, 但大体基本一致), 再考虑电网输电损失, 计算得:

$$\text{耗电排碳系数} = \frac{0.8959+0.3648}{2} * 1.1 = 0.693 \quad (\text{kg CO}_2/\text{kWh})$$

2. 天然气碳排放因子来源为 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南第二卷 能源, 有效 CO<sub>2</sub> 排放因子缺省值 56100 kg/TJ, 查中国能源统计年鉴 2013 年, 天然气平均低位发热值为 38931 kJ/m<sup>3</sup>, 计算得:

$$\text{耗气排碳系数} = \frac{56100*38931}{10^9} = 2.18 \quad (\text{kg CO}_2/\text{m}^3)$$

## 3.5 项目运营模式

### 3.5.1 收费模式

区域供冷系统是按照商业化模式来运行的市场化行为, 因此制定和完善区域供冷系统的收费标准和收费体系是平衡用户使用和维持系统运转的重要环节。区域供冷项目建设和运行成本主要包括: 建设投资、项目直接成本、间接成本及财务成本。建设投资包括站房土建费用、站房设备及机房内输送管网费用、室外输送管网费、水电气配套等费用、自动控制费用、其它费用等。项目直接成本包括运营成本和维持成本, 运营成本包括: 主机运营费用 (电费、热水费、蒸汽费、

天然气费等)、输送费用、冷却塔水费、维护维修费用、电力基本费,维护成本包括整个系统的维护、保养、检测及维修过程中产生的劳务费用、材料费用及其他相关费用。间接成本指为维持区域供冷系统正常运转所产生的项目管理费用,包括:折旧(设备按20~25年折旧,土建资产按照50年折旧)、工资及福利、办公室租金、办公费用、培训费、安保费、低值易耗品、差旅/营销费等。

在区域供冷系统中,“冷量”作为商品,在体现公平、合理的原则下以何种方式和价格出售给用户,既能使能源服务企业回收成本获得收益,又能够在用户可接受的费用范围内,是首要关心的问题。

收费模式通常由接入费和能源使用费两部分组成,是区域供冷项目收入的主要来源,也是决定区域供冷项目财务可行性的最关键因素。接入费的收取主要用于回收能源站和区域管网的部分建设投资,通常根据建筑面积采用一次性收取的方式。能源使用费的收取除了回收建筑区域供能项目的日常运行成本外,还需补偿能源中心和区域管网的部分建设投资。能源使用费主要有三种收费方式:按使用面积收费、按使用时间收费和按冷(热)量收费,其中按冷(热)量收费的方式采用较多。收费模式的确定需要综合考虑财务评价指标(动态投资回收期 and 内部收益率)的影响,二者相互制约与影响,应通过财务评价找到二者平衡点。

### 3.5.2 收费标准

为确保奇槎片区区域供冷项目能够正常运营,在服务奇槎片区商业商务用户、实现诸多社会效益同时,能够为能源公司、股东带来一定的经济效益,保障项目投资方的利益,项目拟采用在收取一次性“接入费”的基础上,根据用户的实际耗冷量收取“能源使用费”的收费模式进行收费。

收费标准的确定按照市场价格和两个不高于的原则确定,收费既不高于企业自建电空调投资费用(国内一线品牌)和使用电空调运行费用。

#### 3.5.2.1 接入费

该项费用的收取基于以下考虑:①对能源服务公司而言,可以减少项目投资,保障项目投资者的经济利益,不会因为资金的问题造成运营的困难,保障运营的

可靠性和安全性；②对区域开发管理而言，可以保障区域能源供应安全和能源品质，有利于整个区域的招商引资，譬如可以提取一定费用补充机房设备维修基金费用，防止由于设备意外损坏或是由于没有足够的资金进行设备的更换而造成供能效率降低或无法供能。

目前上海等区域供能接入费市场标准约为 200 元/m<sup>2</sup>。南京国际服务外包产业园区域能源中心是亚洲最大江水源热泵区域能源中心，采取收取接入费模式，一次性收取接入费 200 元/m<sup>2</sup>。

因此，奇槎片区区域供冷系统项目通过收取接入费形式分批收回项目投资，接入费标准为 200 元/m<sup>2</sup>。可以采用以下两种方式收取：（1）签订区域供冷合同后按照建筑面积一次性收取全部接入费；（2）签订区域供冷合同后按照建筑面积收取 50%的接入费，待用户正式开通供冷前再收取 50%的接入费。

### 3.5.2.2 能源使用费

奇槎片区能源使用费可按下列三种方案中一种收取。

#### 一、 方案一

根据能量使用情况，通过用户端的计量表计量能源使用量，每月向用户收取统一按照 0.55 元/kWh（冷量）收取，按设计负荷的 30%收取基本使用费，该价格与天然气价格、电价联动。

#### 二、 方案二

- 1) 年度基本费，根据每个地块的政府正式批复确定的项目地上部分总建筑面积（假设地下部分无空调需求）确定每个地块的基本费，此费用自地块投入使用后每年固定征收。办公区域基本费为：30 元/ m<sup>2</sup>/年，商业区域为：45 元/ m<sup>2</sup>/年。
- 2) 能源使用费，是根据能量使用情况，通过用户端的计量表计量能源使用量，每月向用户收取。各类型区域能源使用费统一按照 0.3 元/kWh 收取。

#### 三、 方案三

1) 普通用户（冷负荷用能标准 $\leq 100\text{W}/\text{m}^2$ ):

能源使用费为 70 元/年/ $\text{m}^2$ ，分摊到每月收取，即 5.83 元/月/ $\text{m}^2$ 。

2) 特定用户（冷负荷用能标准 $> 100\text{W}/\text{m}^2$ ):

能源使用费为  $70+0.6\times(\text{冷负荷用能标准实际计量值}-100)$  元/年/ $\text{m}^2$ ，分摊到每月收取，即  $5.83+0.05\times(\text{冷负荷用能标准实际计量值}-100)$  元/月/ $\text{m}^2$ 。

3) 空置费:

对约定接入区域供冷供热暂不需要供应的区域，暂不收取能源使用费，而是按面积收取空置费：21 元/年/ $\text{m}^2$ ，分摊到每月收取，即 1.75 元/月/ $\text{m}^2$ 。

需要说明是，本报告提出的收费方式和标准是根据类似规模项目经验提出，仅供参考。具体的收费方式和标准，需要在项目全寿命周期内采用动态财务评价的方法确定。

### 3.5.3 区域供冷用户接受程度分析

#### 3.5.3.1 优惠的收费标准

经调研，带中央空调的办公楼物业费总体水平在 23~40 元/ $\text{m}^2$ /月，商业项目在 50~80 元/ $\text{m}^2$ /月，物业费用一半以上的费用是用来支付大楼空调用电、维护、检修、员工工资等费用的，其中能源端主机和末端的比例一般为 6:4。目前，带中央空调的建筑全年平均每月在空调主机上的开销，办公楼平均约为 19 元/ $\text{m}^2$ /月，商业建筑平均约为 39 元/ $\text{m}^2$ /月。

以本项目的能源使用费收费标准为 0.55 元/kWh 为例。

对于办公楼，按照  $100\text{W}/\text{m}^2$  负荷指标，每月运行 22 天，每天运行 10 小时，单位面积月收费标准约为 12.1 元/ $\text{m}^2$ /月，比市场平均水平低约 36%。

对于商业建筑，按照  $150\text{W}/\text{m}^2$  负荷指标，每月运行 30 天，每天运行 12 小时，单位面积月收费标准约为 29.7 元/ $\text{m}^2$ /月，比市场平均水平低约 24%。

综上所述，奇槎片区区域供冷收费标准相对于用户自建能源系统较为优惠的，因此在价格方面对于奇槎片区办公、商业地块用户都具有较高吸引力。

### 3.5.3.2 节省土地成本支出，增加地下空间配置灵活性

相对于用户采用集中供冷供热方式，用户自建须要支付机房土建费用和土地空间成本。一般的建筑机房约占总建筑面积的 1.5%，如果按照 10000 元/m<sup>2</sup> 的土地价格，整个奇槎片区总体可以节省约 1.2 亿土地成本，10 万 m<sup>2</sup> 的用户可以节省土地费用约 1500 万元。

此外，节省的土地空间可作为建筑楼宇停车车位，减少业主因地下空间不够增加额外投资。因为通常办公建筑和商业建筑在规划初期，往往会遇到地下室停车车位不够的问题，如果地块用户采用区域供冷方式，可一定程度节约地下室空间，减少了地下空间车位不够而增额外增加投资的同时，为用户布置地块内空间提供了更多的灵活性。

### 3.5.3.3 减少用户物业管理费用支出

据调查，一般建筑楼宇的能源系统支出占总体物业管理费用的 60% 左右，空调冷热源设备占能源系统支出的 60% 左右，因此如果将建筑楼宇的空调冷热源系统集中建设并委托给区域能源服务公司管理，对业主而言每年可以节省一笔较大的开支，同时减少因为能源设备运营管理带来的培训、管理、维护、大修等问题。

综上所述，与用户自建能源系统相比，区域供冷不仅能够提供相对优惠的能源费用，降低能源消耗，带来环境和其他社会效益，同时能够为用户有效节省土地成本和地下空间，增加建筑楼宇空间配置灵活性，此外，空调冷热源系统交由能源服务公司运营管理还能节省一大笔能源开支，省却诸多管理难题，因此，只要能够保障能源供应管理的品质和安全，使用区域集中供冷供应服务对用户而言是非常有利的。

## 3.6 环境影响评价

本项目建设内容为配套公用设施，属非工业性项目，因此，项目无特殊污染源，主要污染源是噪音、烟气、生活污水、生活垃圾，不存在有害污水和有害垃圾的处理问题，对环境的不利影响较小。

### 3.6.1 施工期环境影响分析及环境保护措施

本项目在施工期间将积极采取各种有效管理措施严格控制各种污染物对本地区环境造成的影响。施工期的环境影响因素主要包括扬尘、噪声、废水、固废。

能源站的建设及管网的建设由于与奇槎片区的市政配套设施同步建设，故对于扬尘、噪声、废水、固废的环保措施可参照奇槎片区的建设措施一并处理。

### 3.6.2 运营期环境影响分析及环境保护措施

本项目运营期的主要污染因素为噪声、烟气、废水、天然气泄露、冷媒泄露。

#### 3.6.2.1 噪声影响分析

本项目运营期产生的噪声主要来源于能源站设备的运行，各设备噪声约为40~90dB（A）。

工程的噪声防治可以分别从生源的控制、噪声传播途径的控制等方面进行。设备订货时对主、辅机制造厂家提出对设备限制噪声的要求，并要求提供消声器等设备，将设备噪声控制在可允许范围。

能源站位于绿地内，通过一定的消声减震措施，做好设备减振，减少振动噪声，可以保证噪声在控制标准的范围内。

合理布置风机等设备，减少空气动力噪声。机房、变配电房，采用机械通风

系统，进、出风口均采用消声设备，保证设备运转产生的噪声不超标准扩散，同时采用吸声墙体等措施降低设备间内的噪声。冷却塔周边考虑加装隔声挡板。

能源站环境噪声水平达到《城市区域环境噪声标准》（GB12348-90）2类区昼间标准。噪声控制除选用低噪声设备外，还可通过加装减震、消声设施来实现噪声值的削减。综上，本项目建成后排放的噪声满足相关标准要求。

### 3.6.2.2 烟气影响分析

本工程以天然气为燃料，在燃烧过程中仅产生少量 NO<sub>x</sub>，不产生 SO<sub>2</sub> 和烟尘。直燃式溴化锂机组排放的 NO<sub>x</sub> 浓度小于 46ppm，实际排放量远低于《《锅炉大气污染物排放标准（发布稿）》（GB 13271-2014）允许排放量，且有很大裕度。燃气轮机在燃用天然气时，采用低氮燃烧技术将排放烟气中 NO<sub>x</sub> 的浓度控制在 50mg/Nm<sup>3</sup> 以下。

### 3.6.2.3 废水影响分析

能源站排出的废水主要是空调系统反渗透的水处理排水，以及设备检修排水。水处理排出的废水含盐量稍高但无毒无害，可收集处理达标后纳入城市污水管道，不排入地表水域，因此对区域水环境无影响。

### 3.6.2.4 天然气泄露影响分析

天然气泄露可能引起火灾甚至爆炸，能源站设置可燃气体浓度检查监控仪表及声光报警装置，同时设置自然通风或机械通风装置，并与报警装置联动。

### 3.6.2.5 机组冷媒泄露影响分析

考虑到冷媒泄露对环境造成的污染，并结合奇槎片区设计需要符合环保要

求，要求冷媒必须采用环保冷媒。

## 3.7 投资估算与效益分析

### 3.7.1 投资估算

#### 3.7.1.1 投资估算依据

- 1) 项目建设内容、规模、技术方案；
- 2) 主要生产工艺、设备、材料厂家技术及投资咨询；
- 3) 国内外类似工程项目技术经济指标；
- 4) 国家及有关部门对建设项目投资估算的有关规定及取费标准。

#### 3.7.1.2 投资估算范围及内容

##### 1) 机房设备及机房内输送管网费用

该项主要包括：冷电联供系统、冰蓄冷系统、离心冷水系统及辅助设施、变配电设施及站房内输送管网等费用。

##### 2) 室外输送管网费

该项主要包括：室外土方的开挖回填费、室外管道的处理及敷设费、检查井的设置费、室外管网保温及保护层敷设费及相应的实验测试费用等。

##### 3) 站房土建费用

主要为能源站站房的建筑结构和内外装饰工程。

##### 4) 水电气配套等费用

主要为能源站站房用电、用水、用气等配套费用，基本预备费。

##### 5) 自动控制费用

主要为能源站系统弱电控制系统的费用。

##### 6) 其它费用

主要为前期工作费、勘察费、招标代理服务费、联合调试费、建设项目环境影响咨询费、劳动安全卫生评价费等费用。

##### 7) 其他说明

- 本次投资估算不包括土地费用。
- 本工程未包括今后建设过程中的综合预备费（物价上涨等不可预计因素），今后需根据工程建设的实际情况按实调整，建安投资计算中一般按 5% 计。

### 3.7.1.3 投资估算

经估算本项目能源站及供冷管网的总投资约为 27055 万元，单位供冷面积的投资指标为 314 元/m<sup>2</sup>，详见表 3-28

表 3-28 能源站及供冷管网投资估算

序号	项目名称	投资额（万元）	单位	数量	指标（元/m <sup>2</sup> ）
<b>I</b>	<b>建筑安装费用</b>				
(一)	<b>总体</b>				
1	供冷管网	5000	m	8200	
	<b>小计</b>	<b>5000</b>			
	<b>能源站</b>				
(一)	<b>建筑工程</b>				
1	打桩	570	m <sup>2</sup>	10000	570
2	基坑围护措施费	2000	m	400	50000
3	地下结构	2400	m <sup>2</sup>	4000	6000
4	地下建筑	400	m <sup>2</sup>	4000	1000
5	地上结构	1800	m <sup>2</sup>	6000	3000
6	地上建筑	600	m <sup>2</sup>	6000	1000
	<b>建筑工程小计</b>	<b>7770</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>10000</b>	<b>7770</b>
(二)	<b>机电设备安装工程</b>				
1	<b>冷冻机房</b>	<b>5846</b>	<b>kW</b>	<b>43805</b>	<b>1335</b>
1.1	离心冷水机组	780	RT	3119	2500
1.2	双工况冷水机组	2545	RT	8483	3000
1.3	余热溴化锂冷水机组	284	kCal	2580000	1.10
1.4	冷却塔	675	m <sup>3</sup> /h	9374	720

序号	项目名称	投资额(万元)	单位	数量	指标(元/m <sup>2</sup> )
1.5	辅机(水泵、风机)	800	kW	4000	2000
1.6	阀门及配管安装	763			
2	发电机房(含安装、控制)	1200	kW	3000	4000
3	变配电	<b>250</b>	kVA	2500	1000
4	给排水系统	50	m <sup>2</sup>	10000	50
5	消防系统	200	m <sup>2</sup>	10000	200
6	电气系统	400	m <sup>2</sup>	10000	400
7	弱电系统	350	m <sup>2</sup>	10000	350
8	建筑设备监控系统	500	m <sup>2</sup>	10000	500
9	火灾报警系统	40	m <sup>2</sup>	10000	40
	机电设备安装工程小计	8836	m <sup>2</sup>	10000	8836
	<b>站房小计</b>	<b>16606</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		
	<b>建筑安装费用</b>	<b>21606</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		
<b>II</b>	<b>建设工程其他费用 10%</b>	<b>2161</b>			
<b>III</b>	<b>市政配套费(水、电、燃气)</b>	<b>1284</b>			
1	定额业扩	882	kVA	9240	955
2	多回路容量	102	kVA	4620	220
3	燃气配套	100			暂估
4	水及通讯配套	200			暂估
<b>IV</b>	<b>预备费 8%</b>	<b>2004</b>			<b>(I+II+III) *8%</b>
<b>V</b>	<b>土地费用</b>	<b>0</b>			
	<b>总投资</b>	<b>27055</b>			

注：投资估算未含土地费。

### 3.7.2 与用户自建冷源系统投资比较

1) 用户自建冷源系统投资估算

空调冷热源：150 元/ m<sup>2</sup> ×860000m<sup>2</sup>= 12900 万元

变配电： 60 元/ m<sup>2</sup> ×860000m<sup>2</sup> =5160 万元

冷热源机房（地下室）： 7000 元/m<sup>2</sup> × 12900m<sup>2</sup> =9030 万元

建设工程其他费及预备费：（12900+5160+9030）×10%=2709 万元

总计： 29799 万元

单位面积投资： 29799 万元/860000m<sup>2</sup> =346 元/ m<sup>2</sup>

2) 区域供冷系统较用户自建冷源系统减小投资：

29799 万元-27055 万元=2744 万元

减少投资约 2744 万元/29799 万元=9.2%。

### 3.7.3 与用户自冷源系统的运行能源费比较

对能源站运行费用与常规冷热源系统进行对比。以 86 万 m<sup>2</sup> 进行测算，对常规冷热源方式进行能耗指标及运行费用指标计算分析。根据第七章中能耗指标和运行费用指标，估算用户自建空调冷热源系统的运行能耗及运行费用。

#### 3.7.3.1 冷水机组全年运行费用

表 3-29 为根据整个区域实际全年负荷值，计算得到的冷水机组全年运行费用总额（篇幅所限，仅给出部分数据）。

表 3-29 冷水机组全年运行费用

月	日	时	逐时冷负荷	电价	电费
			kW	元/kWh	元
8	1	6	4776	0.282	325
8	1	7	11285	0.282	767
8	1	8	9811	0.282	667
8	1	9	34833	0.993	8344
8	1	10	38931	1.609	15115

月	日	时	逐时冷负荷	电价	电费
			kW	元/kWh	元
8	1	11	43976	1.609	17073
8	1	12	43904	1.609	17045
8	1	13	43509	0.993	10423
8	1	14	42772	0.993	10246
8	1	15	40879	0.993	9793
8	1	16	36988	0.993	8861
8	1	17	32820	0.993	7862
8	1	18	31343	0.993	7508
...	...	...	...	...	...
全年供冷电费总计（万元）					<b>¥3940</b>

### 3.7.3.2 空气源热泵全年运行费用

表 3-30 为根据整个区域实际全年负荷值，计算得到的空气源热泵机组方式全年运行费用总额（篇幅所限，仅给出部分数据）。

表 3-30 空气源热泵全年运行费用

月	日	时	逐时冷负荷	电价	电费
			kW	元/kWh	元
8	1	6	4776	0.282	1466
8	1	7	11285	0.282	3464
8	1	8	9811	0.282	3011
8	1	9	34833	0.993	10692
8	1	10	38931	1.609	11950
8	1	11	43976	1.609	13498
8	1	12	43904	1.609	13476
8	1	13	43509	0.993	13355
8	1	14	42772	0.993	13129
8	1	15	40879	0.993	12548
8	1	16	36988	0.993	11353
8	1	17	32820	0.993	10074
8	1	18	31343	0.993	9620
...	...	...	...	...	...
全年冷负荷电费总计（万元）					<b>¥5013</b>

### 3.7.3.3 区域能源系统运行费用

能源站全年运行费用见表 3-31，考虑用户自建空调冷热源系统取 40%冷水机组加锅炉系统方式，60%空气源热泵方式，与用户自建空调冷热源系统相比。

表 3-31 能源站年运行投资估算表

能源站	买市电量			三联供用气量
	谷电	平电	峰电	
全年用电量（万 kWh）	1959	676	151	—
全年耗气量（万 m <sup>3</sup> ）	—	—	—	242
电价（元/kW）	0.2818	0.9928	1.6090	—
气价（元/m <sup>3</sup> ）	—			3.8
合计（万元）	1465			921
<b>运行费总计（万元）</b>	<b>2387</b>			

表 3-32 全年运行费用比较

序号	系统与运行策略	全年运行费（万元）
1	冷水机组	3940
2	空气源热泵	5013
3	加权（1×0.6+2×0.4）	4369
4	区域能源站	2387
<b>节省运行费用</b>		<b>1982</b>

由表 3-32 可见，奇槎片区区域供冷系统全年能源运行费可节省 1982 万元，节省比例约为 45.3%。和单纯采用冷水机组相比，集中能源站年运行费用可节省 1553 万元，节省比例为 39.4%；和单纯采用空气源热泵相比，集中能源站年运行费用可节省 2626 万元，节省比例为 52.4%。由于采用冰蓄冷，充分利用廉价低谷电，结合燃气冷电联供技术，运行策略上也遵循成本最低的机组优先开启原则，因此能源站具有比较好的经济优势。

## 3.8 风险分析

### 3.8.1 政策风险

本项目初投资巨大，运营成本较高，国内外已有经验表明，类似区域供冷供热项目若没有得到政府相关部门的政策支持，企业市场存活率较低。而在国家政府政策孕育期间，企业的运作更需要当地政府和园区管委会的支持，因此，就政府层面而言，项目在前期的建设和后期运营方面，都离不开佛山市政府尤其是奇槎片区管委会的政策支持。

结合现有区域供冷项目建设经验，今后本项目在建设运营各方面只有获得政府和奇槎片区管委会的政策支持，尤其是在接入费的收取、收费标准的制定、土地费用减免、管网敷设和土建费用的剥离、政府补贴、项目公司公益服务性质定位等方面发挥政府的主导作用，本项目才具有一定的可行性。

综上，本项目政策风险存在，但只要得到当地政府和管委会的支持，加强政策支持力度，就能在一定程度上控制风险。

同时，需要尽量申请政府的财政支持以降低本项目的投资压力。政府层面的财政支持分为两部分：政策性的财政支持和项目性的财政支持。

- 1) 政策类的财政支持一般指的是各级政府为了推动节能减排产业的健康发展，政府的不同层面针对节能减排项目都制定了不同形式的财政补贴政策，各类节能减排项目可根据项目自身特点申请财政补贴。本项目作为冷热联供的区域供冷项目，势必在相关财政补贴政策上获得认可。
- 2) 项目类的财政支持，这类财政支持一般是政府为了支持某个特别的项目而基于现有政策以外的财政补贴，例如在项目的建设资金融资提供贴息贷款等手段。参照本项目的规模，具有申请该类补助的条件。

### 3.8.2 投融资风险

本项目投资额较大，投资回收期较长，加上区域开发进度不确定性强，奇槎片区区域供冷项目具有一定的投资风险。而本项目的投资回报主要靠收取用户的接入费、基本费和能源费来实现，因此奇槎片区的开发进度、用户入住率、能源费用的高低和收取情况都将决定投资回报结果，为防范项目投资风险，建议重点考虑以下几个方面。

- 1) 在本项目建设开发的同时，必须对奇槎片区内的地块开发项目在用能方式上予以约束以及确保每个地块项目的开发进度及使用规模，以确定本项目的建设进度和供冷供热规模，只有如此才能确保本项目的收益率。
- 2) 用能方式的约束可以与管委会商定，开发商在拿地前必须约定采用区域供冷供热和缴纳接入费，签订区域供冷协议后再进行规划设计；
- 3) 从节约区域电力建设成本、避免重复建设的角度出发，限定每个地块用户的用电量，使得用户必须从自身用电量角度，考虑使用区域供冷的合理性。

综上，本项目投资额大，项目回收期长，项目投资风险较高。但如果管委会在用能方式和规模方面的予以保障，同时能够获得政府层面的财政支持，可以大幅降低本项目在投资、融资方面的风险和压力。

### 3.8.3 技术风险

奇槎片区区域供冷系统采用的冷源为：冷电联供+余热型溴化锂吸收式冷水机组、电动冷水机组、冰蓄冷、水源热泵机组。发电余热、电力多种能源耦合互补既能保证供冷的安全性，又能提高供冷品质。冷电联供的余热利用可以提高一次能源利用效率减少一次能源消耗量，降低碳排放；冰蓄能系统充分利用电力峰谷电价差，可进一步提高整个系统的运行经济性，同时可起到移峰填谷的作用，减少奇槎片区电网的压力。总之，本项目采用的供冷技术均是成熟、可靠的，基本上不存在技术风险。建议投资方应对方案统筹考虑，加深项目的细化优化，引入合适的具有成功经验的建设团队和管理团队，以确保项目建设方案的经济可行、

项目运行的经济稳定，实现社会效益和经济效益的双赢。

但是以下方面会对区域供冷项目产生重大影响，需要在项目设计和建设中加以关注：

1) 输配管网：

区域供冷系统存在的主要问题就是管网投资多、输送距离长、水泵能耗高、管网沿程冷损失较大。特别是供冷时供回水温差小，在合理选择制冷方案及制冷设备的情况下，增大供回水温差一般是经济合理的方案。

2) 输配管网敷设：

目前奇槎片区道路及地下管线的规划设计已经完成，但是区域供冷输配管网没有在规划中落实，输配管网的敷设必将带来大范围的二次开挖和施工，特别是管道穿越道路和河道需要同有关部门沟通协调。

3) 河水源冷水系统：

河水源冷水系统的应用需要得到项目所在地水务部门的许可，需要进行专业的水文和环境影响评价。如不能在项目前期完成相关专业项研究工作，并获得相关部门的许可，则会影响河水源冷水系统的利用。

### 3.8.4 能源站用地风险

区域能源站的建设是区域供冷项目的核心，合理的能源站选址一方面确保能源中心的建设用地、利于项目的有序推进，另一方面可以缩短输配管网的输送距离、降低输配能耗。奇槎片区的区域规划没有预留能源中心用地，给奇槎片区区域供冷能源站建设带来极大用地风险。

由于本项目的供冷面积巨大，因此能源站的占地面积和建筑面积也非常大。本报告提出的能源站位置和规模是在综合分析整个区域负荷中心、用地可能性、输送距离等因素的基础上提出。由于滞后于规划设计，并没有在规划中落实。需要管委会协调规划设计单位重新调整区域整体规划，落实能源站建设用地和规模。能源站用地和规模的落实是目前奇槎片区区域供冷项目建设的重要和紧急工作，否则必将影响区域供冷项目的推进。

### 3.8.5 运营风险

作为将来负责能源站运营的管理团队，在运营方面同投资方一样，具有一定的风险。主要原因有以下两点：

- 1) 区域能源服务是一个新型行业，运营回报情况与用户需求密切相关。而受中国的传统消费观念的影响，用户是否能够接纳公共服务很难预料。这就需要得到当地政府及管委会的政策扶持，例如，规定区域内用户必须使用区域供冷供热系统，而不能自行建设冷热源系统。
- 2) 运营中与各个用户之间的结算存在一定风险。以目前国内能源收费情况来看，拖欠费用的情况屡见不鲜，在今后的运营管理中如何规避此类风险需要进一步考虑。所以建议管理团队在后期运营的时候，要通过严格的合同形式同用户进行约定，不仅可以通过合同对地块用户的付费进行严格的约束，而且也同时对管理团队自己的供冷质量进行严格的约束，只有通过这类严格的合同形式的相互约束，才能实现供冷方和用冷方的长久互利的合作。
- 3) 由于不同用户在用冷习惯和要求上各有不同，区域内有很多不同类型的地块项目，在用能的方式和要求上可能也存在很多不同的类型，所以本项目收费之一的能源费收入具有一定的波动性。只有确保提供高效率、高品质的能源同时才能保证有高的能源销售率，最终才能实现项目的收益率。如果供冷的品质和效率无法得到保证，区域用户根本不会接受这种区域供冷供热的形式，会通过降低用能率来减少使用这类低质能源的费用。
- 4) 考虑投资和运营风险共担的原则，建议管理团队的收益同实现本项目收益的收费挂钩，鼓励管理团队通过高效的管理和运作，实现高效率、高品质的供冷，达到稳定的售冷量，最终在实现项目本身投资收益的同时，实现管理团队的一定收益。

### 3.8.6 能源价格风险

本项目利用的天然气、电力、河水均需要外购，其价格波动对区域供冷运营成本影响较大。

冰蓄冷必须在享受分时电价的基础上才能产生经济效益，因此本项目应争取享受分时电价政策。项目也应争取优惠的天然气价格，尽可能将天然气涨价的风险降到最低。

同时，本项目也应建立供冷收费与能源价格联动机制，从而保证项目一定的收益率，维持本项目的可持续发展。

## 3.9 结论与建议

### 3.9.1 结论

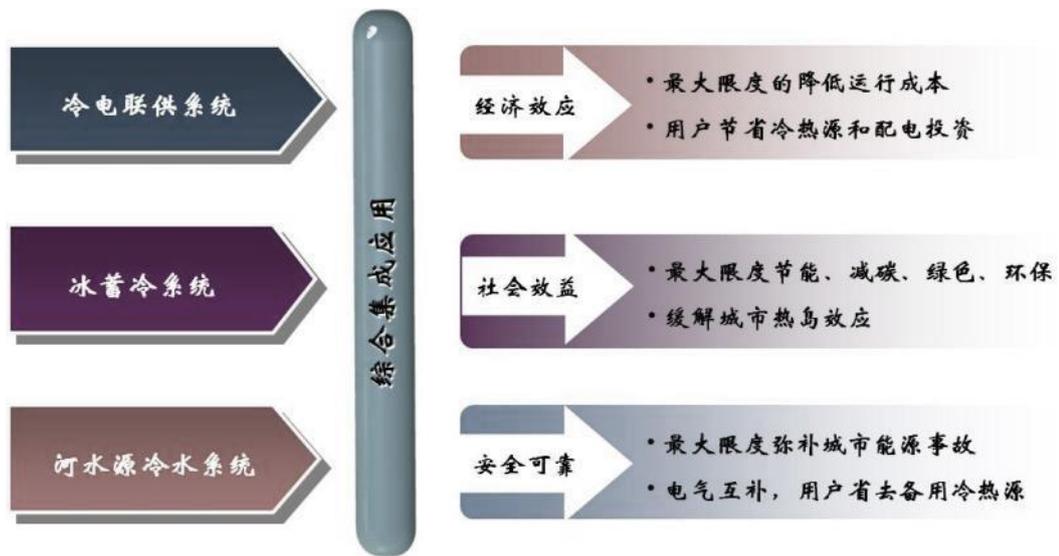


图 3-27 区域供冷技术集成示意图

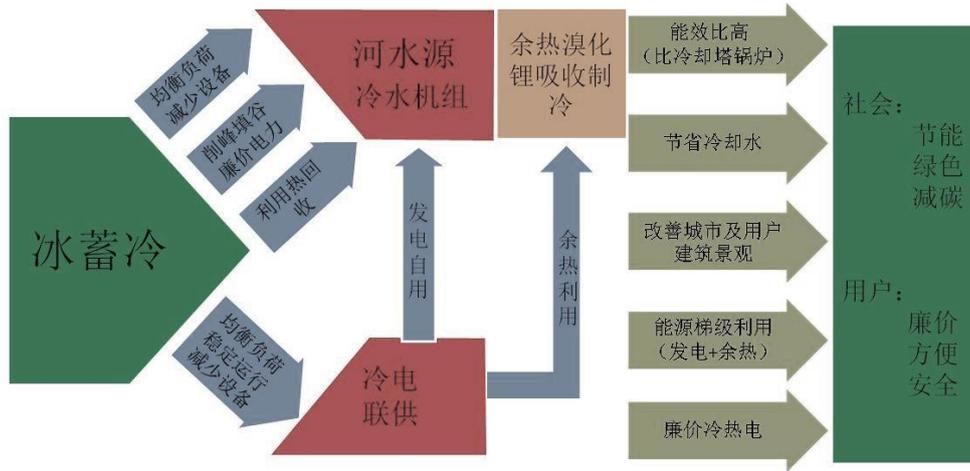


图 3-28 多能互补耦合供能系统集成示意图

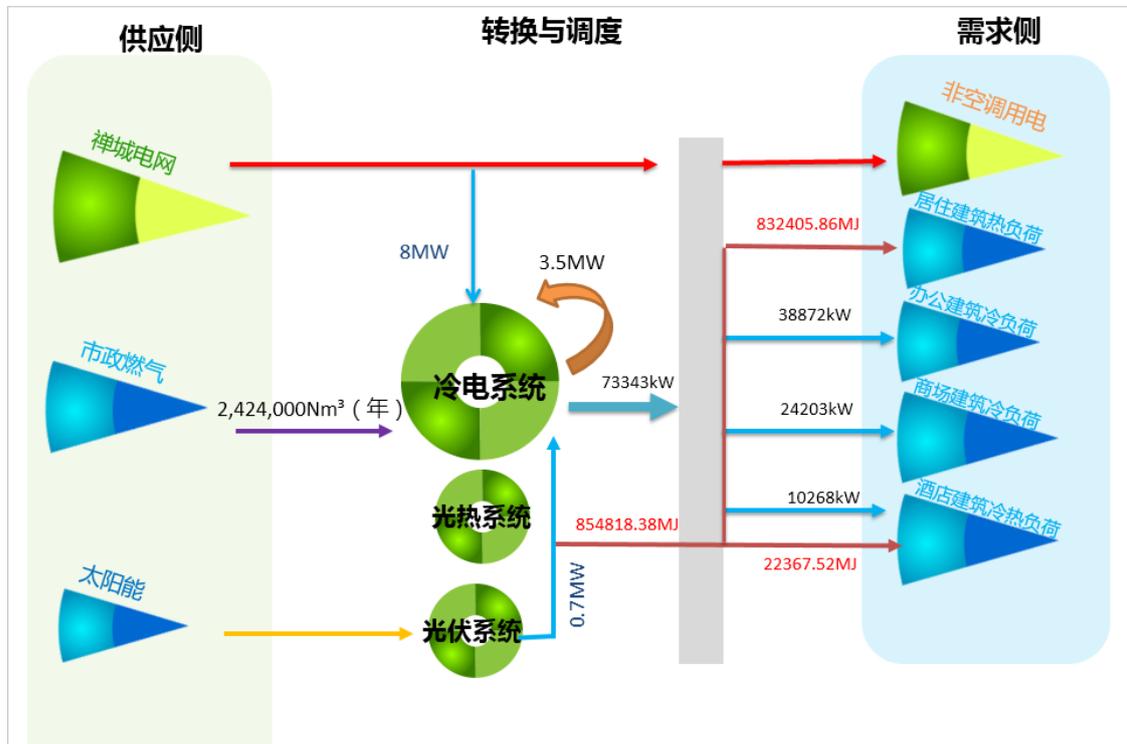


图 3-29 86 万平方米功能区域典型日能流图

- 1) 本项目冷源充分发挥低位能源、电力和天然气多种能源的互补性，既能保证供冷的安全性，又能提高供冷品质。预热型溴化锂吸收式冷水机组、可充分利用发电余热，提高一次能源利用效率，提高整个系统的运行可靠性。冰蓄冷技术利用夜间廉价电力，可提高系统经济性，缩短投资回收期，减少社会电力投资，平衡电力负荷，具有显著的社会效益；区域供冷技术集成示意图如图 3-27、3-28 所示。

- 2) 能源站主要为用电及用燃气需求，能源站供给与需求如图 3-29 所示。用电主要来自于市电供应，占总用电量的 65.6%；能源站冷电联供燃气需求量为 242.4 万 m<sup>3</sup>；集中供能区域建筑用冷需求主要来自办公建筑，其占比为 53%，其次为商场建筑 33% 及酒店建筑 14%。
- 3) 国内外同类工程调研说明，本项目区域供冷系统所采用的各项技术均是成熟、可靠的。
- 4) 能源中心占地面积 5400 m<sup>2</sup>，总建筑面积约为 10000m<sup>2</sup>。共三层，地下一层、地上两层。地下一层建筑面积为 4000m<sup>2</sup>，层高 8 m，设置冰蓄冷冰槽、水泵房等。地上一层建筑面积为 3000m<sup>2</sup>，层高 9 m，设置冰蓄冷双工况冷水机组和冷水机组及其附属设置、变配电用房等。地上二层建筑面积为 3000m<sup>2</sup>，层高 9 m，设置燃气发电机组和余热溴化锂机组及其附属设置等。
- 5) 经估算本项目能源站及供冷管网的总投资约为 27055 万元，单位供冷面积的投资指标为 314 元/m<sup>2</sup>。与用户自建空调系统成本的比较，本项目区域供冷供热系统节约投资约 2744 万人民币，区域供冷系统较用户自建空调冷源系统投资节省约 9.2%。
- 6) 相对常规能源系统（区域内 60% 的单体建筑物采用冷水机组系统、区域内 40% 的单体建筑物采用空气源热泵系统），奇槎片区区域供冷系统全年节约标煤能耗为 1244.9 吨，节能率为 10.8%。全年减碳量约为 2142.2 吨，减碳率约 8%。
- 7) 相对常规能源系统（区域内 60% 的单体建筑物采用冷水机组系统、区域内 40% 的单体建筑物采用空气源热泵系统），奇槎片区区域供冷系统全年能源运行费可节省 1982 万元，节省比例约为 45.3%。与全采用冷水机组相比，集中能源站年运行费用可节省 1553 万元，节省比例为 39.4%；与全部采用空气源热泵相比，集中能源站年运行费用可节省 2626 万元，节省比例为 52.4%。

### 3.9.2 问题与建议

- 1) 由于能源站用地选址滞后于区域规划设计，在《佛山市禅城鄱阳奇槎片区控制性详细规划》并没有落实。需要协调规划设计单位重新调整整体规划，落实能源中心建设用地和规模。
- 2) 河水源冷水系统的应用需要得到项目所在地水务部门的许可，需要进行专业的水文和环境影响评价。如不能在项目前期完成相关专业立项研究工作，并获得相关部门的许可，则会影响河水源冷水系统的利用。建议项目公司尽快启动该项工作。
- 3) 由于项目财务评价不属于本次研究范围，本次研究仅对项目投资进行了估算。项目公司需要根据后续确定的系统方案、建设进度、投融资模式、收费模式等进行全生命周期的动态财务分析，从而确定项目的经济可行性。
- 4) 本项目能源站和管网建设均滞后于区域内建筑建设，建议项目公司尽快完成项目立项，便于后续工作的推进。
- 5) 建议项目公司尽快确定本项目能源站各种介质：电力接入、蒸汽和热水接口、给排水接口等方位和坐标，以利下阶段开展方案设计工作。
- 6) 考虑本项目区域能源站以及该能源站建成后具有较好的示范意义，建议能源站项目公司申请该项目为国家示范项目，并争取得到相应的优惠政策。

## 第四部分

# 太阳能利用规划方案

## 4.1 概述

### 4.1.1 项目概要

项目以“结合新能源的发展，综合优化总体能源消耗结构，建设智慧城区和能源系统”为指导方向，太阳能作为一种清洁可再生能源，其作为一种新能源形式在本项目中得到综合开发利用。

本规划方案结合第一部分奇槎区能源规划基础资料调研的调研数据，确定可利用的太阳能技术。结合第二部分奇槎区能耗需求报告预测的未来能耗需求以及能源站作为分布式能源，消峰填谷。同时，太阳能利用提供辅助的太阳能热水系统。

太阳能供电规划依托片区能源站规划进行，为能源站提供清洁能源支持，其建设规划当与能源站建设同步进行，也可滞后于能源站设，太阳能热水则与能源站建设无关，可进行独立建设。

本方案具体包括两方面内容：

- 1) 一方面是太阳能供电规划，在对规划片区太阳能发电资源分析的基础上，结合国家及佛山地区上网政策以及能源站电力需求情况，研究奇槎片区太阳能供电可行性方案。
- 2) 另一方面，结果当地热水需求以及实际居住建筑屋顶可利用面积，研究太阳能供热可行性方案。

### 4.1.2 太阳能利用

太阳能利用具有广阔的应用领域，但最终可归纳为太阳能发电和太阳能热利用两种，太阳能热利用则包括很多中形式，其中太阳能热水器就是其中最常见的一种。

### 4.1.2.1 太阳能利用容量

根据国家能源局、中国光伏行业协会的统计数据，至 2015 年底，中国光伏累计装机容量达到 43GW，累计装机容量跃居世界首位。根据中国报告大厅的数据显示<sup>21</sup>，2015 全年，中国热水器年产量在 1.35 亿平方米左右，这些统计数据说明太阳能利用技术趋于成熟，太阳能利用得到大力的发展。

### 4.1.2.2 太阳能光伏发电

光伏发电是根据光生伏特效应原理，利用太阳电池将太阳光能直接转化为电能。不论是独立使用还是并网发电，光伏发电系统主要由太阳电池板（组件）、控制器和逆变器三大部分组成，见图 4-1，图中还包括用电负荷和电网。

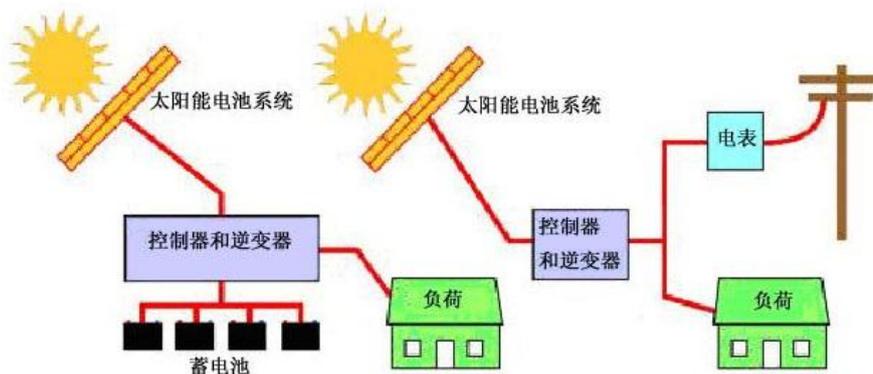


图 4-1 太阳能光伏利用原理图

#### 1) 寿命方面

光伏发电设备极为精炼，安装维护简便，可靠稳定寿命长，有些领先的产品 25 年线性功率保证，太阳能组建第一年输出功率降幅低于 2.5%，以后每年降幅不超过 0.7%，十年内功率不低于 90%，二十五年功率不低于 80%。

#### 2) 效率方面

多晶硅电池效率在 17% 左右，相比多晶硅，单晶硅稍高 1% 左右，随着技术

<sup>21</sup><http://www.chinabgao.com/>

的不断提高，效率也不断的在提高。

#### 4.1.2.3 太阳能热利用

太阳能热水器是太阳能热利用技术的一种最常见形式，是将太阳光能转化为热的一种装置，将水从低温加热到高温，以满足人们在生活、生产中的热水需求。太阳能热水器按结构形式分为真空管式和平板式太阳能热水器，按系统方式可集中式和分户式两种。图 4-2 为集中太阳能热水供应系统图，集中式太阳能系统具备自动化程度高、供水温恒定、经济效益高及安全可靠等优势得到较大发展。分户式结构简单，且属于居民自行选择安装，在这并不一一列出。

当前，相对于传统的电加热供热模式，空气源热泵用电能驱动压缩机，利用工质的变化进行制热，其能效更高，节能环保，是一种较好的供冷/热方式，近些年得到了较大的发展，可作为供冷/热的一个选项。用电力驱动的空气源热泵供热水的好处是能够时刻保证用水稳定性需求，不需要其它的辅助系统，而利用太阳能热水需要有其它的辅助能源形式确保在无太阳能的情况下保证用水需求。但相较于空气源热泵的供热水形式，太阳能热水完全利用可再生能源，而不需要像空气源热泵由电力来驱动，最大限度的利用可再生能源，保护环境，合理的运行策略还能到带来巨大的经济效益，具体见本部分 4.3 节太阳能供热规划。



图 4-2 集中太阳能供热水系统图

### 4.1.3 屋顶可利用面积调研

#### 4.1.3.1 斜坡屋顶面积

居民建筑中斜坡屋顶较为常见，一般考虑太阳能热水情形，同时这类屋顶类型不是所有都是斜坡形，其一般有部分区域为水平屋顶，例如调研的怡景丽苑居住小区，见图 4-3，图 4-4。



图 4-3 怡景丽苑建筑屋顶 1



图 4-4 怡景丽苑建筑屋顶 2

从上图可以看出，各建筑其斜坡屋顶形状不规则，这给计算总体屋顶面积带来了很大的麻烦，有些区域较为分散，难以得到利用，在计算有效面积时应不予以考虑，其次，在背阳面的屋顶面积由于接受太阳光有限，不宜安装太阳能板，这部分面积与不予以考虑。从图中还可以看出，虽然有部分屋顶安装了太阳能热水器，但大部分屋顶面积没有得到利用，这些屋顶还有很大的利用空间。

计算斜坡屋顶的面积，其面积大小与坡度有直接关系，如图 4-5 所示，假设坡度为  $\alpha$ ，则  $\alpha=H/L$ ，屋顶面积与建筑占地面积之比为  $\sqrt{1+\alpha^2}$ （忽略飘檐面积），再考虑一定的有效面积系数，即可得到屋顶面积。

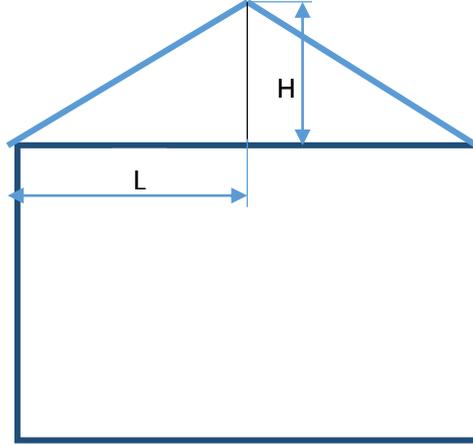


图 4-5 屋顶坡面面积计算示意图

#### 4.1.3.2 水平屋顶面积

水平屋顶面积较为容易计算，一般为建筑占地面积加上飘檐面积，但要除去其它已被利用或者不宜安装太阳能板的面积，根据调研的现场情况，取屋顶有效面积系数  $\varepsilon = 0.5$ 。图 4-6 为调研利豪花园居住建筑的水平屋顶。根据建筑调研情况，结合实际工程经验，一般高层建筑均采用平面屋顶有效屋顶利用面积与建筑占地面积之比可取为  $k_2 = 0.5$ ，当然了，在实际情况中，该值大小应与实际建筑情况而定。



图 4-6 高层居住建筑水平屋顶

## 4.2 太阳能供电规划

片区太阳能供电是为能源站提供电力需求，利用太阳能发电自发自用，余电上网的方式，从而实现太阳能发电的最优利用。本节主要从发电容量及发电量占比两个方面进行详细分析。

### 4.2.1 太阳能供电方案

根据详规，可了解各地块控制性指标。本部分根据详细控制指标对地块的划分，为了便于分类型分析，把地块类型分为以下九类，分别为商务&办公、居住建筑、中小学、防洪设施、供电用地、体育中心、科研用地、加油加气站和村庄。对各细分地块太阳能光伏屋顶发电量进行初步理论计算，在计算中做了如下假设，见表 4-1。

表 4-1 太阳能光伏/热水在不同地块类别中的应用假设

地块类型	是否太阳能光伏	是否太阳能热水
商务&办公	是	否
居住建筑	否	是
中小学	是	否
科研用地	是	否
防洪设施	是	否
供电用地	是	否
村庄	否	是

特别需要说明的是在安装太阳能装置时需要注意对周围居民造成反光等不利的影 响，低层建筑上安装时尤其要注意该问题。

太阳能发电有两种供电方式，一种是全部接入到公共电网并网发电，全部参与电网交易。另一种是接入集中供冷的能源站局域供电网络的分布式供电，供能源站自身使用，当满足能源站有剩余时，再余电上网，能源站供电由太阳能和电网共同承担。本报告 4.4 节将对光伏发电进行经济性分析。

### 4.2.1.1 供电方式选择

#### 1) 并网发电

接入国家电网目前是一种比较常见的形式，利用太阳能发电获得发电收入及一定的发电补贴，从而获得相应经济利益。其运行模式是太阳能组件产生的直流电经过并网逆变器转换成符合市电电网要求的交流电之后直接接入公共电网。这种一般是太阳能光伏发电站的模式。根据国家发改委价格司 2016 年《全国光伏发电上网标杆电价表》文件，佛山地区上网标杆电价为 0.98 元/kWh，佛山地区峰平电价为 1.1304 元/kWh，可以看出佛山地区标杆电价低于峰平阶段用能电价，上网发电并不经济，本报告中经济性分析时并不考虑这种发电方式。

#### 2) 能源站局域供电

能源站局域供电形式的分布式发电系统，是指在能源站附近配置光伏发电供电系统，以满足能源站的需求。其运行模式是光伏发电系统所发电量供给能源站自身负载使用，多余或不足的电力通过联接公共电网来调节，属于自发自用，余电上网的形式，这是本报告重点分析的供电模式。

#### 3) 供电安全

在过度季节和冬季，能源站停止运行或者部分运行的情况下，多余的太阳能光伏电量将并网到公共电网上。当光伏发电量全部上公共电网时，最大上网负荷约为 6,700kW，需要考虑其对公共电网造成的冲击，例如引起电网电流、电压波形发生畸变，即引起电网的谐波污染等，需要在建设规划期进行考虑。

## 4.2.2 片区建筑屋顶光伏发电容量分析

### 4.2.2.1 办公建筑屋顶光电能力

水平屋顶在敷设光伏组件时，需要配套建设支架，并根据当地日照情况设置好倾斜角度，保证最大的太阳光照射面积。倾角还有一个作用是为了保证组件间不互相遮挡，因此两排组件之间要留有空间。根据工程经验，一般一平米水平屋

顶能安装 50W 至 70W 容量的太阳能板。

倾斜屋顶不需要敷支架、计算倾角。安装时根据屋顶自身的倾斜角度敷设即可，所以组件可以无缝隙敷满，装机量会比水平屋顶大一些，一般来说，一平米倾斜屋顶能安装 70W 至 100W 容量的太阳能板。

### 4.2.2.2 太阳能光伏发电量计算

根据详规给出的各地块占地面积及用地相关参数，对各详细地块进行了太阳能光电/光热量的计算，可参见附表 B4-1。本小节对各地块光伏发电量进行了汇总分析，见下表 4-2。同时也对各建筑类型总的光伏发电量进行了统计，见表 4-3，各地块划分详见图 4-7。太阳能光伏及太阳能热水在片区中的布置情况可见表 4-1。

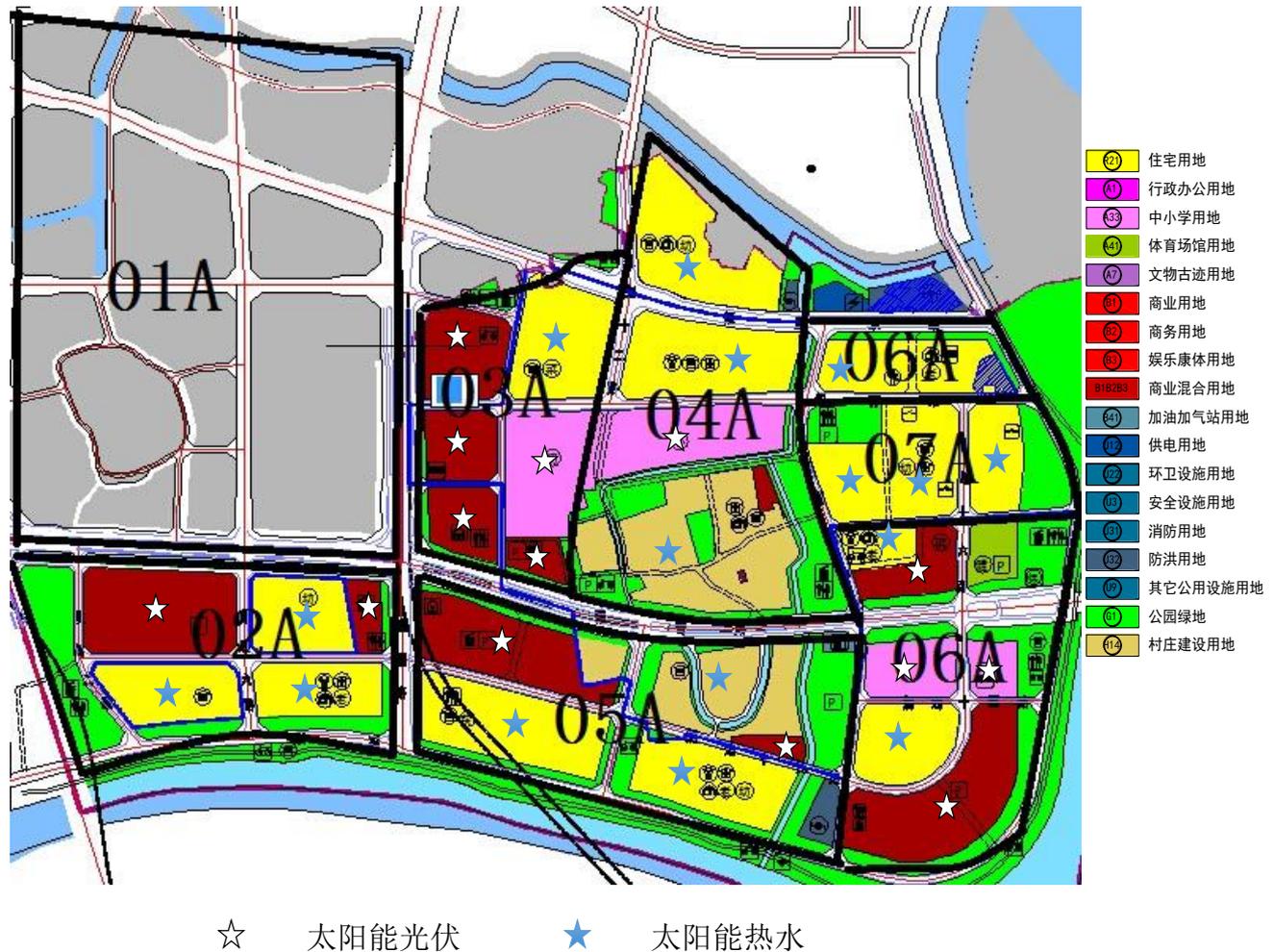


图 4-7 太阳能利用各地块划分图

以下对表格计算时用到的相关参数进行相关几点说明：

- 1) 在建筑密度选取时，采用详规中相关规定。
- 2) 根据第一部分调研资料太阳能辐射调研部分，佛山年平均日照时数 1,620h<sup>22</sup>，计算每天平均日照时间取 4.4h。
- 3) 根据《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005) 的规定，平瓦坡度 0.2-0.5，波形瓦取 0.1-0.5。经过现场调研的实际建筑情况，这里取坡度为  $\alpha=0.5$ ，假设有效面积系数  $\varepsilon = 0.5$ ，则坡屋顶有效屋顶利用面积与建筑占地面积之比为  $k_1 = 0.559$ ，并取 70W/m<sup>2</sup> 的太阳能光伏板集能密度。
- 4) 由于各个地块开发时序不同，这里计算的发电量为所有地块建成后的总量。

表 4-2 各地块屋顶光伏发电量

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳光 伏板功率 (kW)	计算太阳能 发电量 kWh/d
地块 01A	商务&办公	57995.35	264925.27	26097.91	13048.95	913.43	4019.08
	中小学	24884.24	10167.94	6221.06	3110.53	217.74	958.04
	安全设施	8318.21	6654.57	4159.11	2079.55	145.57	640.50
地块 02A	商务&办公	60103.37	310057.33	27046.52	13523.26	946.63	4165.16
地块 03A	商务&办公	77373.00	410157.53	34817.85	17408.93	1218.62	5361.95
	中小学	44599.08	53518.90	11149.77	5574.89	390.24	1717.06
地块 04A	中小学	41633.88	41633.88	10408.47	5204.24	364.30	1602.90
	防洪设施	13110.47	6555.24	3277.62	1638.81	114.72	504.75
	商务&办公	3306.58	6613.16	1653.29	826.65	57.87	254.61
	供电用地	5253.72	2626.86	1050.74	525.37	36.78	161.81
地块 05A	商务&办公	50070.20	258701.45	22769.94	11384.97	796.95	3506.57
	防洪设施	6918.41	3459.21	1729.60	864.80	60.54	266.36
	加油加气站	2520.86	1260.43	504.17	252.09	17.65	77.64
地块 06A	商务&办公	77155.53	211732.90	34719.99	17359.99	1215.20	5346.88

<sup>22</sup> <http://www.grmc.gov.cn/>

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳 光 伏板功率 (kW)	计算太阳能 发电量 kWh/d
	科研用地	31766.92	—	9530.08	4765.04	333.55	1467.63

表 4-3 各建筑类型光伏发电量

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳 光 伏板功率 (kW)	计算太阳能 发电量 kWh/d
各建筑类型	商务&办公& 科研	354464.37	1455574.48	154982.28	77491.14	5424.38	22399.64
	中小学	111117.20	105320.72	27779.30	13889.65	972.28	4278.01
	防洪设施	5253.72	2626.86	1050.74	525.37	36.78	161.81
	供电用地	28347.09	16669.02	9166.33	4583.16	320.82	1411.61
	加油加气站	2520.86	1260.43	504.17	252.09	17.65	77.64
汇总	501703.24	1581451.51	193482.82	96741.41	6771.91	28328.71	

针对不同的地块，其太阳能发电量及在整个片区太阳能发电量的占比见下图 4-8 所示。可以看出地块 03A 太阳能发电量最大，地块 04A 最小。

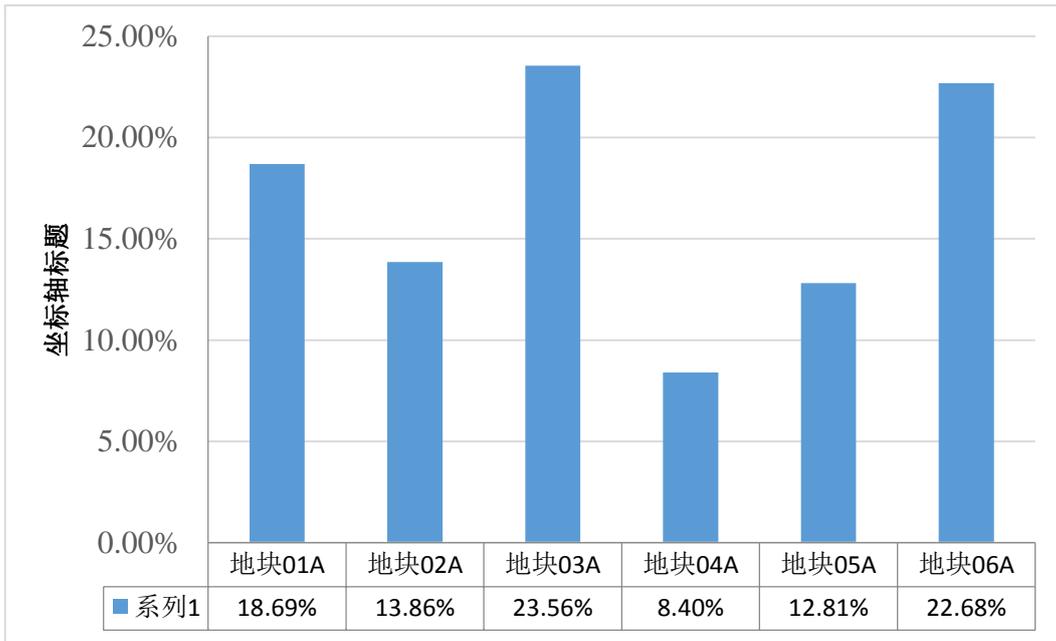


图 4-8 各地块太阳能发电量及所占比例（单位 kWh/d）

#### 4.2.2.3 光伏发电量与总用电量占比分析

依据本报告第二部分的预测中片区建成后电量需求进行分析，片区全部建成后全年总用电量为 317096.56MWh。然而太阳能是一种典型的间歇性能源，一天中不同的时间段，一年中不同的季节，太阳能发电量会有差别，为了更加准确的对太阳能发电量在不同阶段的占比（太阳能供给量占需求量的比例），本节将对全年日均占比、典型夏季设计日占比及结合能源站消峰占比进行分析。不同季节光伏发电量及用电量不尽相同，计算不同季节的占比，利于我们分析能源站消峰量及整个片区新能源的利用比例。分析太阳能发电在能源站中的占比，为能源站中心能流的调度提供依据。

##### 1) 整个片区全年日均占比

根据前文对太阳能发电量的计算，取日均太阳能发电量 29796.35kWh/d 进行分析。根据负荷需求预测，十二年片区全部建成后日均总用电量为 868757.6957kWh/d，可计算太阳能发电量全年平均占比约为 3.43%。

太阳能只有在有日照的时候进行发电，且一天不同时段的发电能力也有所不同。

表 4-4 为一天当中，广州地区各时段太阳能发电能力在一天中的平均比例情况，且图 4-9 绘制了日均太阳能逐时发电量图。

表 4-4 广州地区各时段日照辐射在日间中的占比情况<sup>23</sup>

时段	5: 00- 6: 00	6: 00- 7: 00	7: 00- 8: 00	8: 00- 9: 00	9: 00- 10: 00	10: 00- 11: 00	421
占比	1%	3%	7%	9%	10%	14%	12%
时段	12: 00- 13: 00	13: 00- 14: 00	14: 00- 15: 00	15: 00- 16: 00	16: 00- 17: 00	17: 00- 18: 00	
占比	13%	12%	9%	7%	2%	1%	

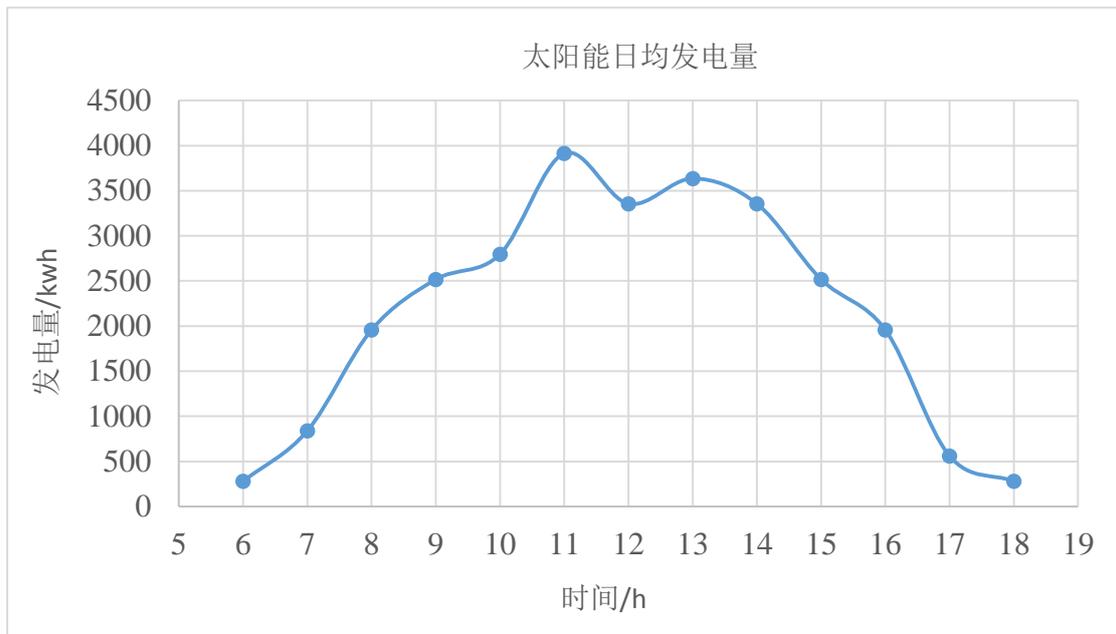


图 4-9 日均太阳能逐时发电量曲线图

## 2) 典型夏季设计日发电量

不同季节日照时数不同，太阳能发电量也不同，广东省夏季光照小时数比例约为全年的 30%<sup>24</sup>。则通过下式 2-1 计算片区夏季日均太阳能发电量 $E_s$ 。

<sup>23</sup>南京信息工程大学赵东博士论文《中国太阳能长期变化及计算方法研究》

<sup>24</sup>《广东气象》杂志，2009 年第 31 卷第 6 期

$$E_s = \frac{E_t \times 30\%}{D_s} \quad (2-1)$$

式中： $E_s$ 为夏季日均太阳能发电量，kWh/d； $E_t$ 为全年太阳能发电量，kWh； $D_s$ 为夏季天数，d。

通过上式计算出夏季日均太阳能发电量为 33,994.47 kWh/d。

#### 4.2.2.4 太阳能发电在能源站中消峰占比

能源站控制区域可参照本报告第五部分，控制区域面积大约为 86 万平方米，详细地块划分见本报告第二部分的负荷预测及详规。

#### 1) 能源站用电负荷占比

根据太阳能发电量及能源站总需求量及能源站控制区域的负荷情况，能源站夏季设计日用电负荷为 146.38MWh，太阳能发电量为 36.08MWh，则太阳能在能源站中的日均用电负荷占比为 26.45%。

### 4.2.3 实施方案

综合考虑片区内实际屋顶可建设面积及相关政策情况，制定片区可持续的太阳能光伏发电模式，具体包括以下几方面的内容。

表 4-5 屋顶预留面积情况

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占地面积 (m <sup>2</sup> )	屋顶预留比例 (%)	屋顶预留面积 (m <sup>2</sup> )
地块 01A	商务&办公	57995.35	26097.91	70%	18268.54
	中小学	24884.24	6221.06	70%	4354.74
	安全设施	8318.21	4159.11	70%	2911.37
地块 02A	商务&办公	60103.37	27046.52	70%	18932.56
地块 03A	商务&办公	77373.00	34817.85	70%	24372.50
	中小学	44599.08	11149.77	70%	7804.84
地块 04A	中小学	41633.88	10408.47	70%	7285.93

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占地 面积 (m <sup>2</sup> )	屋顶预留比例 (%)	屋顶预留面积 (m <sup>2</sup> )
	防洪设施	13110.47	3277.62	70%	2294.33
	商务&办公	3306.58	1653.29	70%	1157.30
	供电用地	5253.72	1050.74	70%	735.52
地块 05A	商务&办公	50070.20	22769.94	70%	15938.96
	防洪设施	6918.41	1729.60	70%	1210.72
	加油加气站	2520.86	504.17	70%	352.92
地块 06A	商务&办公	77155.53	34719.99	70%	24303.99
	科研用地	31766.92	9530.08	70%	6671.05

一、确定片区光伏建设规模。按照假设地块类型全部建设太阳能光伏，片区内光伏日均发电量为 28328.72kWh，而在实际情况中，并非所有地块都将建设太阳能光伏发电，需要根据片区实际情况及相关领导政策来确定片区太阳能光伏所需建设容量。在出让的土地中可以提出太阳能光伏建设的土地出让要求，需要预留、屋顶面积（见上表 4-5 所示）及相关配套设施等，公共建筑屋顶能源中心拥有优先使用权等出让政策，或者直接纳入控规。

二、完善光伏发电项目合理布局，包括各详细地块光伏建设情况。从详规的土地规划方案中布局各个详细地块光伏建设要求。在一些低层建筑中，还应考虑光伏对周围居民造成不利影响。

三、片区能源管理中心拥有片区太阳能光伏管理权限，联合电网企业确定建设实施方案。对列入实施方案中的光伏发电项目，应本着简化流程和提高效率原则，按照有关规定和时限要求确保项目顺利进行。

四、建设按月监测、按季调整，年度考核的动态管理机制。

五、各级能源主管部门按季公布各地块光伏发电项目建设信息。还可建立片区太阳能数据管理平台，实时了解各地块光伏发电情况，高效管理，高效运行。

## 4.3 太阳能供热规划

### 4.3.1 片区建筑屋顶太阳能供热容量分析

根据本报告第二部分太阳能供热规划的假设，用于太阳能供热的地块类型主要有居住建筑、体育馆、科研用地及村庄，村庄用地部分将单独分析，同时，体育馆用热水部分将作为典型地块，进行太阳能集中供热水分析。

#### 4.3.1.1 建筑光热能力

按佛山地区年均辐射  $4393.6\text{MJ}/\text{m}^2$  计算<sup>25</sup>，则每天辐射量为  $12.0\text{MJ}/\text{m}^2$ ，集热板效率取 0.7，真空管集热效率取 0.45。则不同屋顶类型在计算出它的有效利用面积时，就能计算出光热能力。

#### 4.3.1.2 太阳能供热量计算

本小节对各地块太阳能供热量进行了计算分析，见下表 4-6，同时对各建筑类型总的太阳能供热量进行了统计汇总，见表 4-7。各详细地块太阳能光热量见附表 B4-1。针对不同的地块，其太阳能日均供热水量见下图 4-10 所示，地块划分见图 4-7。从图中可以看出，地块 01A 供热水量最大。

以下对表格计算时用到的相关参数进行相关说明：

- 1) 根据《建筑给水排水设计规范》GB50015-2003(2009 年版)标准，居民热水用量为  $40\text{-}80\text{L}/(\text{人}\cdot\text{天})$ ，这里取  $60\text{L}/(\text{人}\cdot\text{天})$ ，规划片区取 8.2 万人口计算。设计热水温度为  $60^\circ\text{C}$ ，取冷水水温  $15\text{-}20^\circ\text{C}$ ，这里取  $17^\circ\text{C}$ ，则温差为  $43^\circ\text{C}$ 。
- 2) 太阳能辐射密度按年均辐射  $4,393.6\text{MJ}/\text{m}^2$  计算，则每天辐射量为  $12.0\text{MJ}/\text{m}^2$ ，集热板效率取 0.7。

---

<sup>25</sup> <http://www.grmc.gov.cn/>

表 4-6 各地块太阳能供热量

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算集热板 集热量 MJ/d	计算太阳能 热量 m <sup>3</sup> /d
地块 01A	居住建筑	185700.66	523470.82	51996.18	25998.09	218383.98	1209.21
地块 02A	居住建筑	99236.31	297708.93	27786.17	13893.08	116701.90	646.19
地块 03A	居住建筑	42553.74	148938.09	11915.05	5957.52	50043.20	277.09
地块 04A	居住建筑	101363.79	354773.27	28381.86	14190.93	119203.82	660.04
地块 05A	居住建筑	91042.00	273126.00	34140.89	17070.45	143391.75	793.97
地块 06A	居住建筑	80930.40	266110.17	22660.51	11330.26	95174.15	526.99
地块 07A	居住建筑	76111.45	266389.86	21311.21	10655.60	89507.07	495.61

表 4-7 各建筑类型太阳能供热量

地块名称	类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶 有效利用 面积 (m <sup>2</sup> )	计算集热板 集热量 MJ/d	计算太阳能 热量 m <sup>3</sup> /d
各建筑类型	居住建筑	676938.35	2130517.14	198191.87	99095.94	832405.86	4609.11

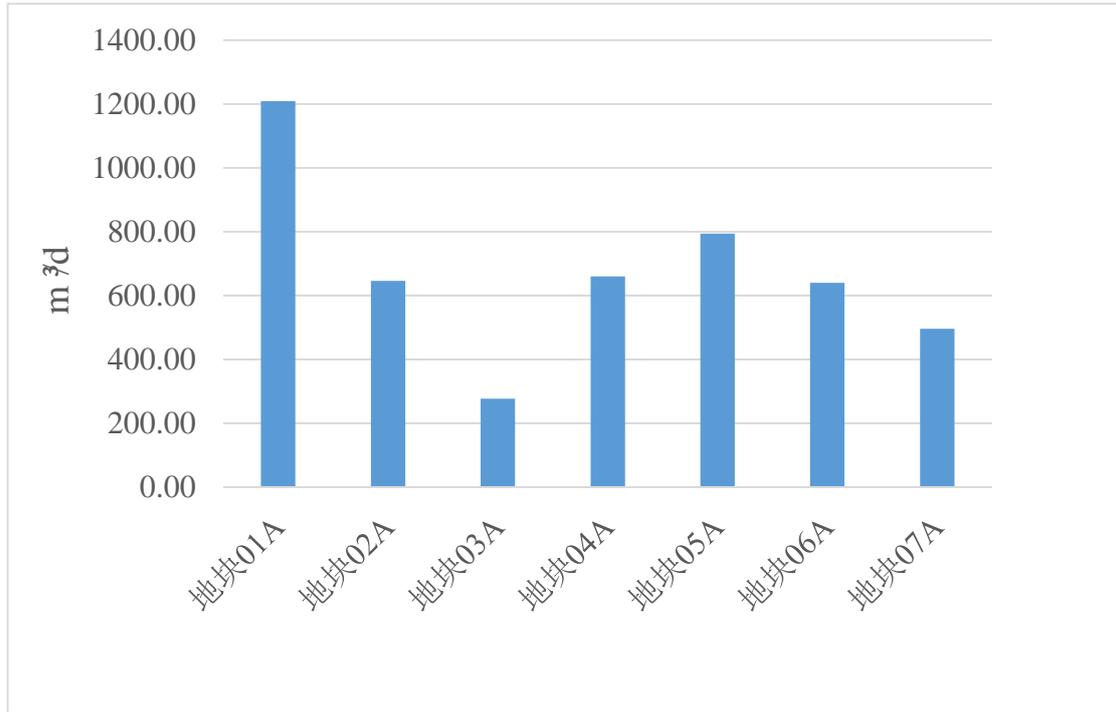


图 4-10 各地块太阳能热水水量

### 4.3.1.3 太阳能供热水量与热水需求占比分析

依据详规中片区建成后总人口数约为 8.2 万，每人每天用热水量约为 60L/d。本节将对全年日均占比、不同季节占比进行分析。

#### 1) 全年日均占比

片区内总日均用热水量 $Q_t$ 可由式 4-1 计算，根据公式计算，可得总日均热水需求量为 4,920.00m³/d。而由表 4-7 可知太阳能每天能够提供 4,943.33 m³/d 热水，则计算全年日均占比为 100.47%。

$$Q_t = N \times \beta \tag{4-1}$$

式中 $Q_t$ 为总日均用水量 m³/d，N为片区总人口数， $\beta$ 为人均热水用量，这里取 0.06 m³/d。

#### 2) 不同季节占比

在考虑全年热水需求量不变的情况下，可以计算出不同季节太阳能供热占比

情况。春、夏、秋、冬季太阳能太阳日照时数比例分别占全年 21%、30%、28% 及 21%<sup>26</sup>，则可计算春、夏、秋、冬季每天太阳能供热量分别为 3,966.23m<sup>3</sup>d、5,666.04m<sup>3</sup>d、5,288.30m<sup>3</sup>d、3,966.23m<sup>3</sup>d，则不同季节占比分别为 80.61%，115.16%，107.49% 及 80.61%。可以得出，在不考虑村庄面积的情形下，夏季及秋季用太阳能热水其量能够达到用水需求，详细见下表 4-8 所示。

表 4-8 太阳能热水不同季节的占比

季节	日均热水需求量 m <sup>3</sup> d	太阳能日均热水 量 m <sup>3</sup> d	太阳能热水/热水 需求%
春	4920	3966.23	80.61%
夏	4920	5666.04	115.16%
秋	4920	5288.30	107.49%
冬	4920	3966.23	80.61%

### 4.3.2 村庄太阳能供热量计算

片区村庄面积约为 280 亩，片区建设时保留该村庄，村庄位于奇槎片区中部，建筑面积约为 149,340.8 m<sup>2</sup>，计算屋顶有效利用面积为 37,335.2m<sup>2</sup>，则计算热量为 1,736m<sup>3</sup>d，见附表 B4-1。考虑村庄用地太阳能热水时，则太阳能热量在整个片区需求平均占比约为 131.26%，春、夏、秋、冬季占比分别为 110.26%、157.52%、147.02% 和 110.26%，在理论上来说，四季都能够达到片区的用水需求。

### 4.3.3 太阳能供热方式

太阳能供热分为集中式和分户式两种系统形式。在不同住宅建筑高度中，一般采用的供热形式有所区别，例如，高层建筑一般采用集中式，而低层建筑则两种形式都可以采用，本报告第四部分将对集中式供热进行经济性分析。

一般地，1—6 层住宅为多层住宅，7—10 层为小高层住宅，10 层以上为高层住宅。系统设计应本着节水节能、经济实用、安全简便、利于计量的原则，根据建筑形式、其他可用能源种类和热水需求等条件，一般可参照下表 4-9 选择太阳能热水系统形式。

<sup>26</sup>南京信息工程大学赵东博士论文《中国太阳能长期变化及计算方法研究》

表 4-9 太阳能热水系统设计选用表 (●表示可选)

建筑类型			居住建筑							
			多层		小高层		高层			
屋面形式			平	坡	平	坡	平	坡		
热水用途			生活热水							
太阳能热水系统的类型	供热水范围		集中供热水系统	●	●	●	●	●	●	
			分户供热水系统	●	●	●	●			
	太阳能位置		坡屋面系统	在坡屋面上		●		●		●
				作为坡屋面板		●		●		
			阳台系统	在阳台上	●	●	●	●	●	●
				作为阳台栏板	●	●	●	●	●	●
			墙面系统	在墙面上	●	●	●	●	●	●
				作为墙板	●	●	●	●	●	●
	系统运行方式		自然循环系统	●		●				
			强制循环系统	●	●	●	●	●	●	
	辅助能源设备	内置加热系统		●	●	●	●	●	●	
	安装位置	外置加热系统		●	●	●	●	●	●	
	辅助能源启动方式		全日自动启动系统	●	●	●	●	●	●	
			定时自动启动系统	●	●	●	●	●	●	
			按需手动启动系统	●	●	●	●	●	●	

### 4.3.3.1 分户式

分户式系统是最常见的一种系统形式，各家各户自成独立的系统，没有户之间的流量分配以及复杂的控制问题，安全隐患也比较好解决，系统结构简单。但其不能够充分利用太阳能集热设施，利用效率较集中式低，且总体造价相对较高。

### 4.3.3.2 集中式

集中式热水系统太阳能利用效率高，热水资源实现共享，系统集成化程度高。但由于系统集中运行，一旦出现故障，用户热水将整体受到影响，且管路较长，管路损失较大。集中式主要有集中集热分户换热、集中集热集中辅热、集中集热分户辅热三种类型。

#### 1) 集中集热分户换热

集中集热分户换热是指采用集中的太阳能集热器和分散式的室内水箱供给一个单元或者一栋建筑物所需热水的系统。一般以一个单元或者楼为系统单元，系统多为承压系统，通过强制循环将太阳能转化成的热量传递给每家每户，阴天或者水量大时可启动户内电加热。

该方式的优点是物业管理和计量方便，各室内的储水箱为系统独立，太阳能进行换热，从而达到节能的效果，维护方便。缺点是该系统的投资大，管道热损失大，太阳能系统效率低，低层系统压力大，设备及设计要求高。

#### 2) 集中集热集中辅热

集中集热集中辅热是指采用集中的太阳能集热器和集中的储水箱供给一个单元或者一栋建筑物所需的热水，通过热水计量方式计算用水量。集中的储水箱配置燃气锅炉或者电加热进行辅助加热。费用按照热水用量计量，将系统运行维护费用计入物业费里面。

该方式的优点是系统采用定时定温管道循环，打开即有热水，设备运行效率高，合理的水费可为物业盈利。缺点是物业管理和计量收费相对麻烦，用水时间不统一造成后续用水量不足或者辅助能源消耗量较大。

#### 3) 集中集热分户辅热

集中集热分户辅热是指采用集中的太阳能集热器和集中的储水箱，每户配置一个燃气壁挂炉或者电热水器，太阳能提供比较高的基础水温，供给一个单元或者一栋建筑物所需的热水，太阳能不能满足需求时用户启动室内设备，费用按照

基础热水进行计量，将系统运行维护费用计入物业费里面。

该方式的优点是物业管理方便，各室内的储水箱（或者燃气壁挂炉）装有电加热辅助设备，集中系统中没有辅助设备能耗。室内系统独立，太阳能提供比较高的基础水温，从而达到节能的效果，而且即使集中系统出现问题，也不影响各户用水。

#### 4.3.4 实施方案

综合考虑片区内实际屋顶可建设面积及相关政策情况，制定片区可持续的太阳能供热模式。分户式太阳能热水由用户自行安装，属用户独立行为，并不做方案的考虑，这里考虑集中式太阳能供水方案，结合项目实际规划针对不同类型建筑，可进行建筑光伏一体化建设。具体包括以下几方面的内容。

一、确定片区集中热水建设范围及建设规模。按照假设地块类型全部建设太阳能热水，能达到片区热水需求量的 100.47%，考虑村庄时能够达到 135.77%。而在实际情况中，并非所有地块屋顶都将建设太阳能热水系统，需要根据片区实际情况及相关领导政策来确定片区建设范围及建设规模。在出让土地时，可以提出太阳能集中热水建设的政策要求，例如一定的太阳能集中供热面积比例，或者直接纳入控规。

二、完善太阳能热水项目合理布局。从详规的土地规划方案中布局各个详细地块集中式热水要求，在一些低层建筑中，还应考虑太阳能集热板对周围居民造成不利影响。

三、片区主管部门确定建设实施方案。对列入实施方案中的太阳能热水项目，应本着简化流程和提高效率原则。

四、太阳能集中供热业主按季公布各地块项目建设信息，包括在建、已建成运行等情况。还可片区太阳能供热集中管理平台，建立片区太阳能热水实时运行情况，实时了解各地块太阳能供热情况，高效管理，高效运行。

## 4.4 经济可行性研究

### 4.4.1 太阳能光伏经济性分析

#### 4.4.1.1 系统初投资

系统初投资费用占比最大属于光伏组件，根据目前市场光伏组件的单价，计算时取 3.0 元/W。计算初投资时分析单位容量 1kW 的初投资，当然在实际项目中，光伏发电系统容量越大，其初始投资会相应越小的情形，而在运行阶段还存在管理维护费用的情形，使总体费用会增大，这两种情况在分析时并没有考虑，只做初步投资的分析。表 4-10 列出了光伏发电系统建设的投资估算表，从表中可知，初投资约为 7,100 元/kW。此价格作为出投资的参考价格，而且现国际国内光伏产品随着技术的改进价格总体趋势不断降低，预计未来五至十年价格还会降低些，考虑各地价格不同，其初投资可能还更小。

表 4-10 单位容量光伏发电系统建设投资估算表

项目	价格（元）	占比
光伏组件	3000	42%
其它设备费	2500	35%
其它费用	1600	23%
合计	7100	100%

#### 4.4.1.2 经济性分析

根据上节对光伏发电初投资分析，结合国家及佛山地区光伏发电政策进行经济性分析，包括年收益及投资回收期。考虑的是自发自用，余电上网的能源站局域供电模式。

结合第一部分调研资料中的太阳能发电政策，收益主要来自全年发电量补贴、自发自用电费节省、年上网电量收入及初投资补贴四个部分。根据国家政策，发电量补贴为 0.42 元/kWh，补贴年限 20 年，根据佛山地区政策，补贴为 0.15 元/kWh，补贴年限为 3 年，其中佛山地区还包括初投资一次性补贴。自发自用电费节省按照佛山地区峰平段电价均值 1.1304 元/kWh 计算。

太阳能在能源站日均占比为 13.96%，所以太阳能发电并入公共电网的可能性较低，只有在过渡季节，能源站部分负荷或停止运行，这时的太阳能发电才有可能并入公共电网，计算时，考虑并网比例为 10% 进行分析，并且考虑光伏板随着使用年限效率降低，第一年降低 2.5%，往后逐年每年降低 1%。根据投资经济性分析，可估算出片区安装太阳能光伏其初始总投资约为 4849.13 万元。从表 4-11 的投资收益表可知，投资回收期在 9 年左右。

表 4-11 太阳能投资收益表

年数	光伏板效率	年收益（万元）	逐年收益（万元）
第 1 年	1	647.32	647.32
第 2 年	0.975	624.67	1271.99
第 3 年	0.965	618.19	1890.19
第 4 年	0.955	484.89	2375.07
第 5 年	0.945	479.81	2854.88
第 6 年	0.935	474.73	3329.61
第 7 年	0.925	469.65	3799.27
第 8 年	0.915	464.58	4263.85
第 9 年	0.905	459.50	4723.35
第 10 年	0.895	454.42	5177.77
第 11 年	0.885	449.35	5627.11
第 12 年	0.875	444.27	6071.38
第 13 年	0.865	439.19	6510.57
第 14 年	0.855	434.11	6944.68
第 15 年	0.845	429.04	7373.72
第 16 年	0.835	423.96	7797.68
第 17 年	0.825	418.88	8216.56
第 18 年	0.815	413.80	8630.36
第 19 年	0.805	408.73	9039.09
第 20 年	0.795	403.65	9442.74

## 4.4.2 太阳能供热经济性分析

### 4.4.2.1 太阳能集中式热水系统初投资估算

集中式热水系统初投资费用主要包括集热模块、热水箱、水泵、控制器、管路等费用。集中式系统为一个建筑单元或者一栋楼供应热水，计算初投资时折算单位热水体积（ $1\text{m}^3$ ）投资费用，利于后期经济性分析。

以下结合实际工程项目经验，以一个居住小区建筑面积为  $25,000\text{m}^2$  供生活热水，根据第一部分调研资料，每户平均  $120\text{m}^2$ ，户均人口 3.5 人，人均用热量为  $60\text{L/d}$  计算，则计算日均热水需求为  $43.8\text{t}$ ，若考虑一定的安全系数，取 1.1，则日均热水需求约为  $48\text{t}$ 。其初投资投资估算见表 4-12。

表 4-12 集中供热系统建设投资投资估算表

名称	型号规格	数量	单位	费用（元）
集热模块	SPQBJ-56	240	块	643200
热水箱		48	吨	72000
控制器		4	套	23464
水泵		4	台	7800
辅助加热	电加热			6720
其它（管路、保温材料等）				92160
运输费			10%	84534.4
安装费调试			15%	112977.6
合计				1042856

由表 4-12 数据可计算出单位热水初投资费用为  $2.17\text{万元}/\text{m}^3$ 。由此，推算每个地块的太阳能热水投资如下表。

### 4.4.2.2 太阳能集中供热经济性

居民分户式用热水一般采用燃气或者电加热的方式，本节将结合太阳能供热与燃气、电加热的方式进行经济性对比分析。

结合本报告第一部分，片区年热水用量为 179.58 万 m<sup>3</sup>，平均供水温差为 43℃，则计算年热水所需热量如下： $Q=C_p \cdot m \cdot \Delta T = 4.18 \times 43 \times 179.58 \times 10^7 / 10^6 = 322777.09 \text{GJ}$ 。

式中 Q 为所需热量，GJ；C<sub>p</sub> 为水的比热容，4.18KJ/(kg·℃)；m 为水的质量，Kg；ΔT 为水温升温差，℃。

### 1) 完全使用天然气年费用计算

计算时，天然气的热值取 35,530 kJ/Nm<sup>3</sup>，天然气价格取佛山地区三档的平均值为 3.97 元/m<sup>3</sup>。考虑燃气燃烧效率 85%，计算如下：

$$\text{年燃气消耗量：} 322777.09 \times 10^6 / (35530 \times 0.85) = 1068.78 \text{ 万 m}^3$$

$$\text{年燃气费用：} 1068.78 \times 10^4 \times 3.97 = 4239.5 \text{ (万元)}$$

### 2) 完全用电年费用计算

计算时，电热值为 3,600kJ/kWh，价格取合表电价 0.6461 元/kWh，考虑电加热器加热效率 95%，计算如下：

$$\text{年电消耗量：} 322777.09 \times 10^6 / (3600 \times 0.95) = 94379.27 \text{MWh}$$

$$\text{年电费用：} 94379.27 \times 10^3 \times 0.6461 / 10^4 = 6097.84 \text{ (万元)}$$

### 3) 使用太阳能集中热水费用计算

根据表 4-12 的估算，集中式太阳能热水初投资约为 2.17 万/m<sup>3</sup>，而片区日均热水需求为 4,920m<sup>3</sup>，可计算太阳能热水初投资约为 5,663.45 万元。集中供热年运行年投资估算参照下表 4-13 所示，10 年间逐年费用见表 4-14 所示。

表 4-13 太阳能集中供热水系统年运行费用

分项	用量	单价	费用（万元）
循环水泵	1350500 (kWh)	0.6461 (元/kWh)	87.24
自来水	179.58 (万 m <sup>3</sup> )	2.12 (元/m <sup>3</sup> )	380.71
辅助加热器			388.43
维护及管理 (3%+3%)	10676.4 (万元)	6%	640.58

分项	用量	单价	费用（万元）
合计			1496.96

表 4-14 太阳能集中供热水系统逐年运行费用

年数	用天然气逐年费用（万元）	用电逐年费用（万元）	太阳能热水逐年费用（万元）
第 1 年	4239.50	6097.84	7160.41
第 2 年	8479.00	12195.68	8657.37
第 3 年	12718.50	18293.52	10154.33
第 4 年	16958.00	24391.36	11651.29
第 5 年	21197.50	30489.20	13148.25
第 6 年	25437.00	36587.04	14645.21
第 7 年	29676.50	42684.88	16142.17
第 8 年	33916.00	48782.72	17639.13
第 9 年	38155.50	54880.56	19136.09
第 10 年	42395.00	60978.40	20633.05

从以上的数据可以分析出，太阳能集中热水投资回收期较太阳能光伏短，一般为 3-4 年即可回收成本。

#### 4.4.3 节能减碳分析

社会效益主要是利用了清洁的太阳能资源，实现节能减排的社会效益。片区内屋顶可利用太阳能年发电量达到 10,339.98MWh，参见 3.4.2 节，《2015 年中国区域电网基准线排放因子》中南方区域电网排放因子，按每度电碳排放因子为 0.693kg CO<sub>2</sub>/kWh，则计算太阳能光伏系统年二氧化碳排放减少 7,165.6 吨。

太阳能热水器方面碳减排从两个方面计算，一种是对比用天然气供热水情形，参见 3.4.2 节，天然气碳排放因子为 2.18kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> 年碳排放减少 19,133.12 吨。另一种是对比用电供热水情形，年碳排放减少 61,238.55 吨。

## 4.5 结论

本部分主要对片区的太阳能光伏及太阳能热水进行了相关的容量计算及案例分析，得出以下几点结论：

- 1) 太阳能光伏方面，片区屋顶太阳能光伏有效利用面积约为 91976 m<sup>2</sup>，若充分利用这些面积，理论上，日均太阳能发电量约为 28328kWh，能够提供片区十二年建成后日均总用电量的 3.36%，能够提供集中供能能源站日均总用电量的 13.96%。
- 2) 太阳能热水方面，片区屋顶太阳能热水有效利用面积约为 106281 m<sup>2</sup>，若充分利用这些面积，理论上，日均太阳能集热量约为 892765MJ，换算成热水供应量约为每日 4943m<sup>3</sup>，经计算日均热水需求量约为 4920m<sup>3</sup>/d，则太阳能热水供应量是全年日均热水需求的 100.47%。当然，太阳能热水与气候条件有关，是一种间歇性的能源形式，需要其它可靠的热热水辅助系统，例如燃气热水器，电热水器等。
- 3) 体育馆泳池太阳能热水方面，冬季太阳能供热量约为 17,079.6MJ/d，冬季条件下泳池所需热量约为 40488MJ/d，则太阳能供热水在冬季理论上能够满足 60.26%的用水需求。
- 4) 经济可行性分析方面，太阳能光伏的投资回收期约为 12 年，太阳能热水投资回收期约为 3-4 年。
- 5) 节能减碳方面，计算太阳能光伏发电年碳排放减少约 7165.6.5 吨，太阳能热水器方面碳减排从两个方面比较，一种是纯对比用天然气供热水情形，年碳排放减少 19133.12 吨，另一种是对比纯用电供热水情形，年碳排放减少 61238.55 吨，实际碳减排在两者之间。

## 第五部分

### 充电桩规划可行性分析

#### 5.1 概述

##### 5.1.1 工作背景

随着城市化发展，交通基础设施建设逐步完善，人民生活水平越来越高，机动车保有量越来越大，随之带来的机动车尾气排放对大气污染越来越严重。根据相关研究机构表明，目前全世界大气污染物排放中，CO<sub>2</sub>的排放机动车贡献率排名第三，而根据北京相关研究机构对PM<sub>2.5</sub>的研究结果表明，机动车尾气排放对大气易造成一次、二次污染，机动车尾气排放对北京PM<sub>2.5</sub>贡献率在22.2%。PM<sub>2.5</sub>中三成来源于机动车，汽车尾气成为灰霾的“罪魁祸首”。汽车尾气的排放已经引起越来越多的民众关注。抑制温室气体排放已成全球共识。1997年12月，旨在限制全球温室气体排放的《京都议定书》获得了149个国家和地区代表的通过，并于2005年2月16日正式生效。除美国没有签署外，其他主要工业国家都已正式签署执行，欧盟各国承诺到2020年将欧盟温室气体排放量在1990年基础上减少20%。汽车尾气排放已成重要污染源。随着汽车保有量的增加，汽车污染问题日益严重，根据OICA（国际汽车组织）的统计，汽车尾气排放已占据全球CO<sub>2</sub>排放总量的15.9%，若汽车尾气排放质量不能有效提高，这一数据恐将继续变大。

汽车尾气排放标准不断严格。针对汽车污染问题，各国政府都积极制定汽车尾气排放标准，其中欧盟标准最为严厉，成为其他国家制定标准的重要参照。而为了应对不断严格的汽车尾气排放标准，各大汽车厂商目前主要采取提高汽车发动机相关技术的方法，以提高排放质量，但技术提升的难度将会越来越大，而发展清洁能源汽车会从根本上解决汽车尾气排放问题。表5-1为欧洲及中国汽车尾气排放标准表。

表 5-1 欧洲及中国汽车尾气排放标准表

欧洲轻型车排放标准								
单位： mg/km	实施时 间	CO		HC	NO <sub>x</sub>		HC+NO <sub>x</sub>	PM
		汽油 机	柴油 机	汽油 机	汽油 机	柴油 机	柴油 机	柴油 机
欧洲 I 号标准 准	1995 年之前	2720	2720	—	—	—	970	140
欧洲 II 号标准 准	1995- 2000 年	2200	1000	—	—	—	700	80
欧洲 III 号标准 准	2000- 2005 年	2300	640	200	150	500	560	50
欧洲 IV 号标准 准	2005- 2009 年	1000	500	100	80	250	300	25
欧洲 V 号标准 准	2009- 2014 年	1000	500	100	60	180	230	5
欧洲 VI 号标准 准	2014- 至今	1000	500	100	60	80	170	5
中国轻型车排放标准								
单位： mg/km	实施时 间	CO		HC	NO <sub>x</sub>		HC+NO <sub>x</sub>	PM
		汽油 机	柴油 机	汽油 机	汽油 机	柴油 机	柴油 机	柴油 机
国 I 号 标准准	2001.1- 2004.7	2720	2720	—	—	—	970	140

国 II 号 标准准	2004.7- 2008.1	2200	1000	—	—	—	700	80
国 III 号 标准准	2008.1- 2010.7	2300	640	200	150	500	560	50
国 IV 号 标准准	2010.7	1000	500	100	80	250	300	25

从美国 Argonne 国家实验室模型 GREET1.8 对 22 种清洁能源汽车的能量消耗对比研究表明，清洁能源汽车的总能量消耗值并无明显减少。从总能量消耗情况来看，BD20（生物柴油占比为 20%的柴油车）、FFV-E85（乙醇占比为 85%的乙醇汽油车）和 FCV-LH2（以液态氢为燃料的燃料电池车）的总能量消耗最大，其中前两种都采用生物质能源，说明从总能量消耗角度考虑，生物质能源汽车并不“节能”；混合动力汽车(HEV)和纯电力汽车的总能量消耗相对较小。

从化石能量消耗情况来看，FFV-M85（甲醇占比为 85%的灵活燃料汽车）和 FCV-LH2(以液态氢为燃料的燃料电池车)的总能量过程化石能量消耗相对较大；而 DB20 和纯电动汽车的总能量过程化石能量消耗较小；以天然气和石油气为燃料的 CNGV、LNGV 和 LPGV 的化石能量消耗并不比传统汽车少，只是一种替代能源汽车；E85 和电动汽车（电力来源为火电发电）虽然在汽车运行过程化石能量消耗较小，但化石能量消耗总量依然很大。

从石油能量消耗情况来看，各种使用天然气、电力和生物能源的清洁能源汽车的石油能量消耗值小，推进这些类型清洁能源汽车的发展对减少石油依赖性有一定意义。

为降低二氧化碳排放量，应对全球气候问题，解决资源和环境日益严峻的矛盾，实现社会经济的可持续发展，我国必须实施节能减排策略，而发展新能源汽车（尤其是电动汽车）是国家节能减排战略的关键环节。随着我国经济社会发展水平不断提高，汽车保有量持续攀升。大力发展电动汽车，能够加快燃油替代，减少汽车尾气排放，对保障能源安全、促进节能减排、防治大气污染、推动我国从汽车大国迈向汽车强国具有重要意义。

2012 年 3 月，科技部发布了《电动汽车科技发展“十二五”专项规划》，明晰

了我国新能源汽车技术的发展方向就是汽车的“纯电驱动”。

2015年10月，国家发改委、国家能源局、工信部和住建部联合印发了《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020）》，提到进一步大力推进充电基础设施建设是当前加快电动汽车推广应用的紧迫任务，也是推进能源消费革命的一项重要战略举措。2015年到2020年需要新建公交车充换电站3848座，出租车充换电站2462座，环卫、物流等专用车充电站2438座，公务车与私家车用户专用充电桩430万个，城市公共充电站2397座，分散式公共充电桩50万个，城际快充站842座。

2015年10月，国务院办公厅发布了《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》，表明大力推进充电基础设施建设，有利于解决电动汽车充电难题，是发展新能源汽车产业的重要保障，对于打造大众创业、万众创新和增加公共产品、公共服务“双引擎”，实现稳增长、调结构、惠民生具有重要意义。提出了到2015年左右，在20个以上示范城市和周边区域建成由40万个充电桩、2000个充换电站构成的网络化供电体系，满足电动汽车大规模商业化示范能源供给需求。

截至2009年底，佛山市城市汽车保有量已达到761158辆，比2005年底的421607辆增加了339551辆，年均增长15.9%，其中私人小汽车年均增幅约为20%左右，2010年日均上牌量维持在600辆。2014年全市小汽车保有量达到132万辆，机动车发展处于高速发展阶段，小汽车拥有量增长速度连续十年年增幅超过15%，五年来增加约2.4倍。汽车保有量的增加也导致城市大气污染的进一步加剧。

根据《佛山市2015年环境状况公报》，大气污染物排放总量中，二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)年均浓度分别为17、41、58、39微克/立方米，一氧化碳(CO)浓度的第95百分位数为1.4毫克/立方米，其中汽车排放占据了相当的份额。

因此，为加快推进新能源汽车产业发展，推进节能减排，促进大气污染治理，有必要将充电设施的建设纳入规划之中。

## 5.1.2 工作内容

### 5.1.2.1 规划范围

仅奇槎片区行政区范围。

### 5.1.2.2 规划年限

规划年限为至 2016-2025 年。

### 5.1.2.3 规划目标

在规划年限内明确充电站、充电桩等充电设施的规模和布局方案。

### 5.1.2.4 规划原则

- 1) 本报告主要基于上位规划佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》制定。
- 2) 本报告充电设施规模和选址仅为建议，具体实施需进一步结合实际情况建设。
- 3) 专项规划需要政府部门批准，然后执行。
- 4) 公交停保场服务范围为整个禅城区，具体建设方案需征求交通局、巴士公司等相关单位意见。

## 5.1.3 工作依据文件

(1)《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》(国办发【2015】73号)

(2)《国家发改委：电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020)全文》(发改能源【2015】1454号)

(3)《关于加快居民区电动汽车充电基础设施建设的通知》(发改能源【2016】1611号)

(4)广东省发展改革委关于印发《广东省电动汽车充电基础设施规划(2016

发展改革委年)》的通知(粤发改能电(2016)632号)

(5) 广东省发展改革委关于印发《广东省电动汽车充电基础设施建设运营管理办法》的通知(粤发改能电[2016]691号)

(6) 《广东省人民政府办公厅关于加快新能源汽车推广应用的实施意见》(粤发改高技术函【2016】6067号)

(7) 广东省发展和改革委员会、广东省财政厅、广东省经济和信息化委员会、广东省科技厅文件《关于印发《关于加快推进珠江三角洲地区新能源汽车推广应用的实施意见》的通知》(粤发改高技术【2014】345号)

(8) 佛山市人民政府办公室文件《关于印发佛山市新能源汽车推广应用实施方案(2014 人民政府办年)的通知》(佛府办函【2014】184号)

(9) 佛山市发展和改革局文件《佛山市发展和改革局关于实行电动汽车充换电服务收费标准的通知》(佛发改价【2014】38号)

(10) 《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划(2016-2020)》

(11) 《石湾奇槎片区·综合交通详细规划设计》

(12) 《电动汽车充电站设计规范(GB50966-2014)》

(13) 佛山市禅城区人民政府办公室《关于印发禅城区新能源汽车推广应用实施方案(2014-2015)的通知》(佛禅府办函【2014】134号)

## 5.2 充电桩(机)容量、规模分析

### 5.2.1 电动汽车及电动桩现状

根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划(2016-2020)》，截至2015年年底，禅城区机动车保有量46.17万辆，同比增长7.2%，涨幅仅次于南海、顺德。因受2014年9月1日开始全面禁摩限电的管理措施影响，禅城区汽车保有量近年来增长迅速，2015年年底已达到近40万辆，同比增长14.3%，汽车千人保有量为329辆/千人。2015年年末，禅城区汽车保有量中，私人乘用车352910辆、占

93.6%，专用车 20644 辆、占 5.5%，公交+出租车 3127 辆，占 0.8%，公务乘用车 540 辆，占 0.1%。自 2010 年以来，私人乘用车快速增长，公交车和出租车稳步增长。

表 5-2 禅城区历年汽车保有量及构成（单位：辆）

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
公交车	1017	1060	1177	1145	1587	1692
出租车	1078	1074	982	966	1015	1435
物流环卫等专用车	22240	22504	16096	14085	15695	20644
公务乘用车	—	—	—	—	—	540
私人乘用车	168588	198103	234713	271592	315260	352910
总计	192923	222741	252968	287788	333557	378010

截至 2015 年底，禅城区共推广新能源汽车 488 辆，占全市 18.7%。其中私人乘用车 211 辆、占全市 17.6%，公交 200 辆、占全市 16.6%，出租车 70 辆、占全市 38.9%，专用车 4 辆、占全市 18.2%，公务乘用车 3 辆，占全市 50%。

表 5-3 禅城区新能源汽车推广应用现状（单位：辆）

类别	全市	禅城区	南海区	顺德区
公交车	1204	200	300	504
出租车	180	70	50	60
物流环卫等专用车	22	4	18	0
公务乘用车	6	3	1	0
私人乘用车	1201	211	466	350
总计	2613	488	835	914

## 5.2.2 关键性假设

关于奇槎片区内实际每年对于充电设施需求预测有如下关键性假设：

根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》，对于未来 3 年、5 年、10 年各型混合动力与纯电动汽车推广应用数量为依据，通过奇槎片区与禅城区面积比例或人口比例折算出奇槎片区数量。按照《广东省电动汽车充电基础设施规划（2016-2020 年）》，到 2020 年全省建成集中式充电站约 1360 座，分散式充电桩 40 万个。按照区域差别原则，广东省可划分成两类地区，即电动汽车加快发展地区（珠三角 9 地市）与示范推广地区（其余 12 地市），佛山市属于加快发展地区。要求公共充电桩与电动汽车比例不低于 1: 5，城市核心区服务半

径不超过 0.9 千米。

根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》，预测未来 3 年、5 年、10 年各型混合动力与纯电动汽车数量。

根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》，奇槎片区内将建设公交停保场 1 座。

### 5.2.2.1 机动车保有量预测

参照《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020 年）》、《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》和《禅城区新能源汽车推广应用实施方案（2014-2015 年）》，结合佛山市机动车使用的实际情况，本规划研究机动车包括：公共交通领域的公交车（含城巴）、出租车，以及非公共交通领域的专用车、公务乘用车、私人乘用车。

禅城区 2016-2025 年机动车保有量预测如表 5-4 所示：

表 5-4 禅城区 2016-2025 年机动车保有量预测

类别	车辆分类	现状 2015 年 (辆)	至 2020 年预 测 (辆)	至 2025 年预 测 (辆)
公共交 通	公交车	1692	1700	1710
	出租车	1435	1875	2025
非公共 交通	专用车	20644	20847	21000
	公务乘 用车	540	540	540
	私人乘 用车	352910	450000	487000
合计		377221	474962	512275

### 5.2.2.2 电动汽车保有量预测

禅城区 2016-2025 年电动车保有量预测如表 5-5 所示：

表 5-5 禅城区 2016-2025 年电动车保有量预测

车型		现状2015年			至2020年预测			至2025预测		
		插电 式	纯电 动	合计	插电 式	纯电 动	合计	插电 式	纯电 动	合计
公共 交通	公交车	130	70	200	130	1287	1417	130	1580	1710
	城巴	0	0	0	181	0	181	181	0	181
	出租车	0	70	70	0	1570	1570	0	2025	2025

非公共交通	专用车	0	14	14	0	212	212	0	640	640
	公务车	13	13	26	52	208	26	52	438	490
	私人乘用车	131	80	211	2081	3469	5550	3015	5020	8035
合计				521			9190			13081

### 5.2.2.3 充电设施需求预测

禅城区 2016-2025 年电动车充电设施需求预测如表 5-6 所示：

表 5-6 禅城区 2016-2025 年电动车充电设施需求预测

应用领域		车辆类型	车辆数		充电设施类型	桩车比	设施需求 (除公交车、城巴, 折减 80%)	
			至 2020	至 2025			至 2020	至 2025
公共交通	公交车	纯电动	1287	1580	快充	1:5	257	316
		插电式	130	130	慢充	1:2	65	65
	城巴	插电式	181	181	慢充	1:2	91	91
	出租车	纯电动	快充	1570	2025	1:3	419	540
慢充					1.2:1	1507	1944	
非公共交通	专用车	纯电动	212	640	快充	1:2	85	256
	公务车	插电式	52	52	慢充	1.2:1	50	50
		纯电动	208	438	快充	1:15	11	23
	私家车	插电式	慢充	2081	3015	1.2:1	1998	2894
			快充			1:15	185	268
		纯电动	3469	5020	慢充	1.2:1	3330	4820
合计			10561	13581			8198	11687

禅城区面积为 154km<sup>2</sup>，常驻人口数为 105 万，奇槎片区面积为 2.02km<sup>2</sup>，规划人口规模为 6 万。奇槎片区占禅城区面积比例为 1.3%，人口比例为 5.7%。充电电机数量占比取 5.7%。

根据车辆类型和充电设施类型，建议公交车、专用车快充采用 120kW 直流充电电机；公交车、城巴慢充采用 60kW 直流充电电机；公交车、城巴慢充采用 60kW

直流充电机；出租车、公务车、私家车快充插采用 30kW 直流充电机；出租车、公务车、私家车慢充插采用 7kW 交流充电桩。因公交车、城巴运行的区域特性，故公交车、城巴的充电设施由上位规划统筹考虑。

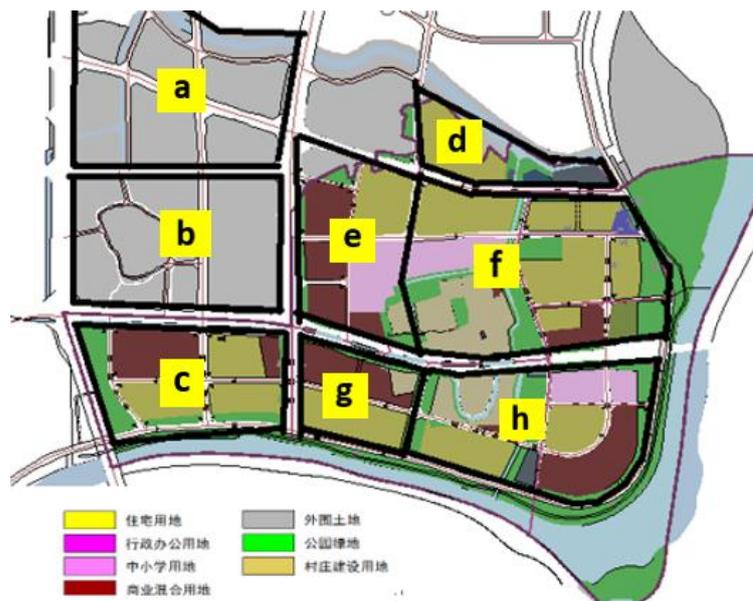
故奇槎片区 2016 年起未来 10 年充电桩（机）数量如表 5-7 所示：

表 5-7 奇槎片区未来 10 年新增各类充电桩（机）预计表

应用领域		车辆类型	充电设施类型		设施需求 (除公交车、城巴, 折减 80%)	
					至 2020	至 2025
公共交通	公交车	纯电动	快充	120kW	上位规划确定	上位规划确定
		插电式	慢充	60kW	上位规划确定	上位规划确定
	城巴	插电式	慢充	60kW	上位规划确定	上位规划确定
	出租车	纯电动	快充	30kW	24	30
慢充			7 kW	86	110	
非公共交通	专用车	纯电动	快充	120kW	5	15
	公务车	插电式	慢充	7 kW	3	3
		纯电动	快充	30kW	1	2
	慢充		7 kW	12	24	
	私家车	插电式	慢充	7 kW	114	165
		纯电动	快充	30kW	10	15
慢充	7 kW		190	275		
合计					445	639

#### 5.2.2.4 充电设施布局规划

奇槎片区建设时序性如图 5-1 所示：

图 5-1 奇槎片区规划图<sup>27</sup>

- 三年后地块 a 与地块 b 已住满，地块 c、地块 d、地块 f、地块 g、地块 h 都已建设完成，且办公建筑入住率达 100%，其余建筑类型达 30%。考虑投入使用情况的三年后奇槎片区住宅建筑使用面积最高；
- 5 年后除地块 e 以外其他建筑均已全部投入使用；
- 10 年后规划地区的规划建筑全部建成且全部投入使用。

根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》，公共交通领域充电设施布局主要分为结合公交场站建设和结合出租车场站建设；非公共交通充电设施布局结合公共建筑物建设、结合社会公共停车场建设和结合加油加气站建设。

奇槎片区内共有规划充电站 3 处，分别为奇槎停保场充电站（位于地块 f，慢充 25 台）、奇槎首末站充电站（位于地块 e，快充 12 台）和奇槎加油站充电站（位于地块 h，充电桩 5 台）。公交停保场和首末站内设施主要为公交车和城巴提供充电服务。“十三五”规划中公交停保场和首末站需建设慢充 25 台<sup>28</sup>和快充 12 台。最终建设规模可根据实际需求调整。

<sup>28</sup>原报告为慢充 63 台，根据《》修改为慢充 25 台。数据由上述规划编制单位通过书面征询相关部门获得。

专用车因功能特殊，属于特种车，充电设施布点应根据将来专用车种类和用等实际情况确定，本报告不作规划。

奇槎片区内并未规划出租车场站，故出租车充电设施纳入非公共交通充电设施布局内；片区内有加油加气站 1 座，根据《佛山市禅城区电动汽车充换电设施布局规划（2016-2020）》，建设充电桩 5 台。

建议除私家车慢充设施布局在居住区内，其余充电设施分别结合商业区和公共停车场建设。

充电桩（机）建设规模及时序如表 5-8 所示<sup>29</sup>：

---

<sup>29</sup>表 5-9 不包含公交车、城巴和专用车充电设施。

表 5-8 奇槎片区未来 10 年新增各类充电桩（机）建设时序表

地块	建设时间	至 2020 年						至 2025 年					
		居住区		商业区		公共停车场		居住区		商业区		公共停车场	
		交流 充电 桩	直流 充电 机										
地块 c	建设面积达规划面积的 1/2	70		12		5	5	10		8	2		
地块 d	土地已批出	28		17	5			25					
地块 e	5 年后批出土地							52		4	2	9	6
地块 f	2 年内建成	90		18	6	19	6	20		6			
地块 g	土地已批出	50		11		2	3	15		4	1		
地块 h	2 年内建成	50		15	4	18	6	15		4			1

注：建设时间依据本报告第二部分 2.3 节中开发时序相关内容。

## 5.3 充电桩（机）供电来源分析

### 5.3.1 电力来源

片区内充电设施主要利用供电公司配电网。根据充电设施规模不同，采用不同的电压等级进线供电，详见本章 5.5 节。公共充电站电源宜引自就近配电站，道路建设时预留 2 孔排管至充电站。大规模充电设施同时接入电网可能会对电网造成冲击，需在具体充电设施建设项目中考虑避免对电网造成影响。

通过配电网供电同时，可考虑公共充电站采用光储式电动汽车充电站。

光储式电动汽车充电站由光伏发电系统、蓄电池储能系统、电动汽车充电装置及分布式微网控制系统组成，优先利用清洁的光伏发电为电动汽车提供电力供给。系统结构如图 5-2 所示：

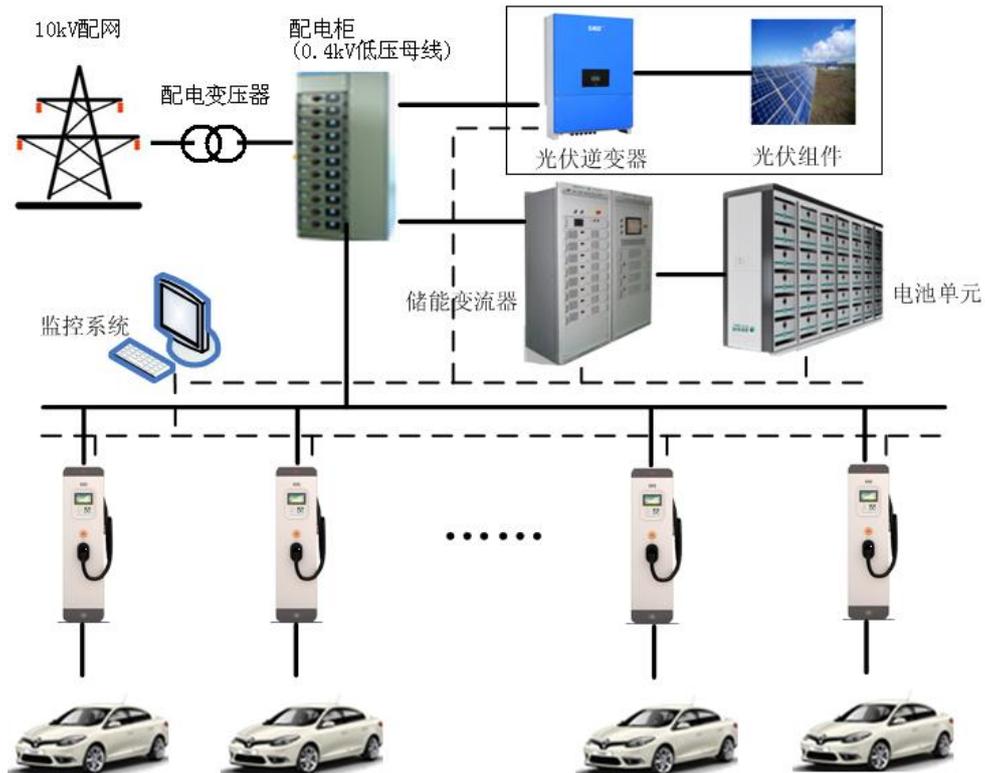


图 5-2 光储式电动汽车充电站系统结构图

光储式电动汽车充电站在低电价时段和光照充足的时段向蓄电池充电，不仅满足高峰充电需求，而且可以通过需求响应服务、向电网售电等方式获得收益。

光储式电动汽车充电站的运行模式是：在正常情况下，由光伏发电系统和蓄电池储能系统组成的微网系统并网运行。白天，在日光充足时，光伏发电系统为电动汽车充电站和站用负荷供电，同时向蓄电池充电储存能量，多余电力则送入交流电网；在日光不足时，由光伏发电系统和储能电池系统共同为电动汽车和站用负荷供电。夜晚，由交流电网和储能电池共同为电动汽车充电站和负荷供电。当交流电网发生故障时，微网系统会及时切换设备，自动断开交流电网，此时，由光伏发电系统和蓄电池储能系统组成的微网转换为独立运行模式，保证电动汽车充电站和站用负荷的电力供应。

快充站的技术特点决定了其单台充电机的功率较大，单次充电时间较短，这导致快充站在晚间电网负荷低谷时期的利用率较低，而在日间电网负荷高峰时期带来大功率的短时负荷冲击。因此，采用电池储能系统吸收晚间负荷低谷时期的电能，对日间负荷高峰时期快充站用电进行支撑，并加以光伏发电系统进行补充，能够有效平衡快充站的负荷峰谷差，提高系统运行效率，减少负荷高峰时期的电力系统资源占用，从而达到优化运行方式，提高运行经济性的目的。另外，在外部大电网故障、微网处于离网状态时，能够起到支撑微网运行，为微网系统内重要负荷供电，保障微网的安全稳定运行。在快充站充电机及站用负荷均接于配电变压器低压侧，在低压母线上配置一定规模的电池储能系统，能够在电网故障时保障站用负荷和部分充电机的正常供电，起到备用电源作用，有效提高供电可靠性。

### 5.3.2 储能系统电池选型

目前在国内电力系统已进行规模化试点应用的电池储能技术分别有锂电池、铅酸电池以及钒液流电池。

快充站占地面积较小并且需要较大的瞬时功率输出，要求电池储能系统一方面具有较高的比能量，另一方面具有较好的倍率充放电性能。锂电池在这两方面性能参数上远优于其他两种电池，因此建议选用锂电池储能系统，采用集装箱集中布置。锂电池、铅酸电池以及钒液流电池能量密度如表 5-8 所示：

表 5-8 锂电池、铅酸电池以及钒液流电池能量密度表

电池种类	能量密度 (Wh/L)
锂电池	200-500
铅酸电池	50-80
液流电池	16-33

### 5.3.3 储能系统结构

储能变流器采用模块化设计理念，一级变换拓扑，通过隔离变压器直接接入 0.4kV 交流电网，交流侧采用双向 AC/DC 变流器模块并联，直流输出为一条直流母线，电池电压范围 530V~800V。

变流器模块化设计，具有以下优点：

- 分散逻辑控制，可靠性高；
- 便于维护和系统扩容；
- 配置灵活；
- 体积小、质量轻、成本低；
- 采用三电平主电路拓扑，效率高。

储能系统结构如图 5-3 所示：

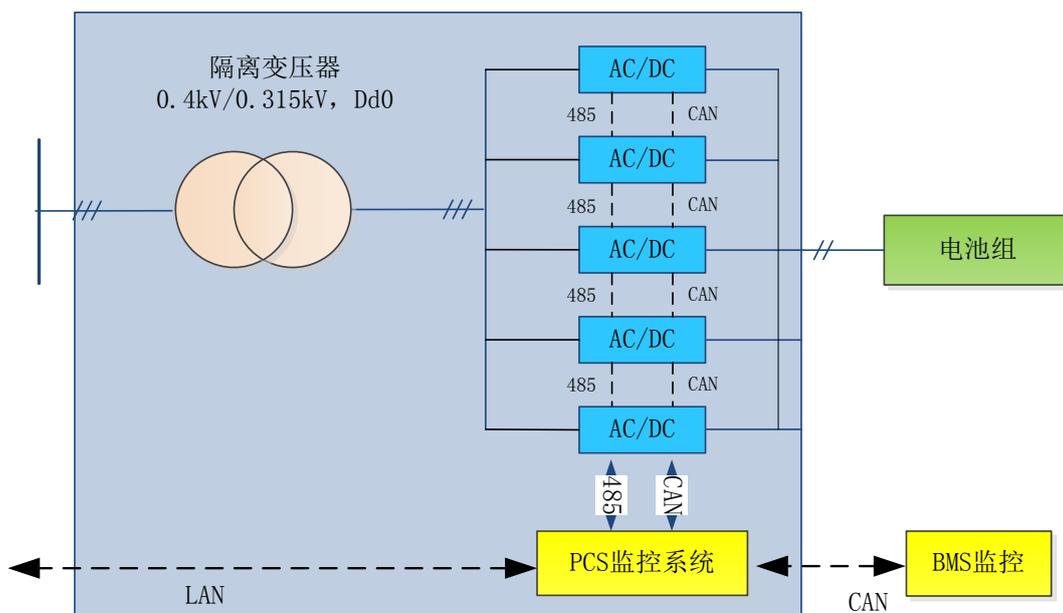


图 5-3 储能系统结构图

光储式电动汽车充电站能力管理策略如表 5-9 和图 5-4 至 5-9 所示：

表 5-9 光储式电动汽车充电站能力管理策略表

序号	光伏	储能	充电桩	市电	判定条件
1	待机	充电	充电	供电	夜间谷电时段，电动车充电
2	待机	充电	待机	供电	夜间谷电时段，电动车充满电
3	发电	放电	充电	不供电	白天峰电时段，储能电量充足
4	发电	/	充电	供电	白天峰电时段，光伏发电量 < 充电桩耗电量 电池 SOC（剩余容量） < 20%
5	发电	充电	待机	不供电	白天峰电时段，光伏发电量 > 充电桩耗电量
6	待机	/	待机	不供电	白天峰电时段，光伏发电量 > 充电桩耗电量 储能电池充满

5.3.3.1 夜间谷电时段，电动车充电

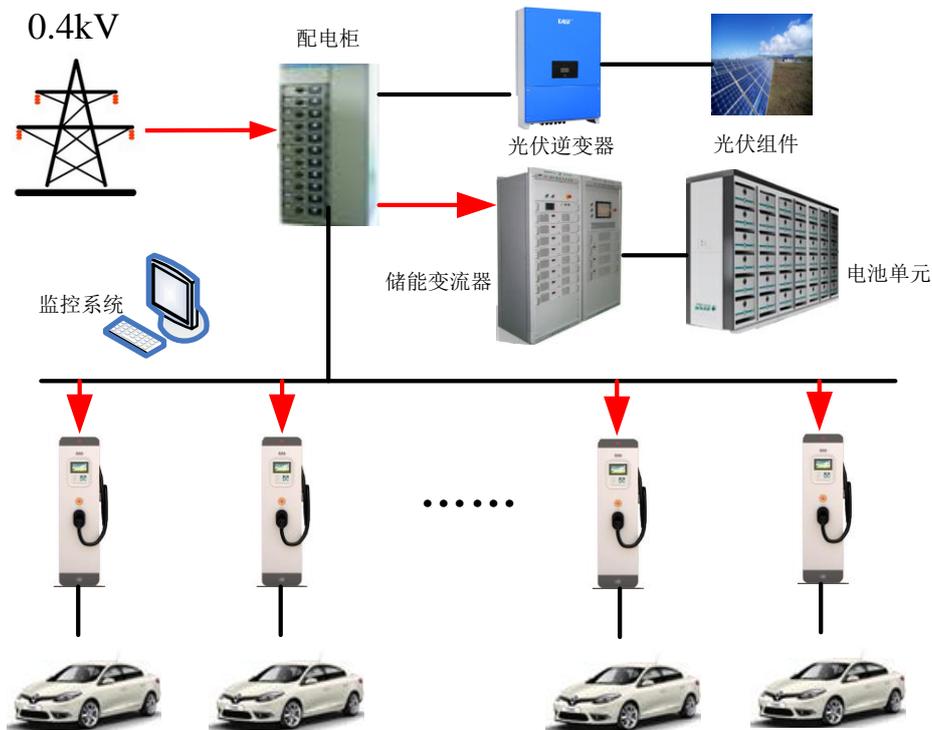


图 5-4 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 1

### 5.3.3.2 夜间谷电时段，电动车充电完成

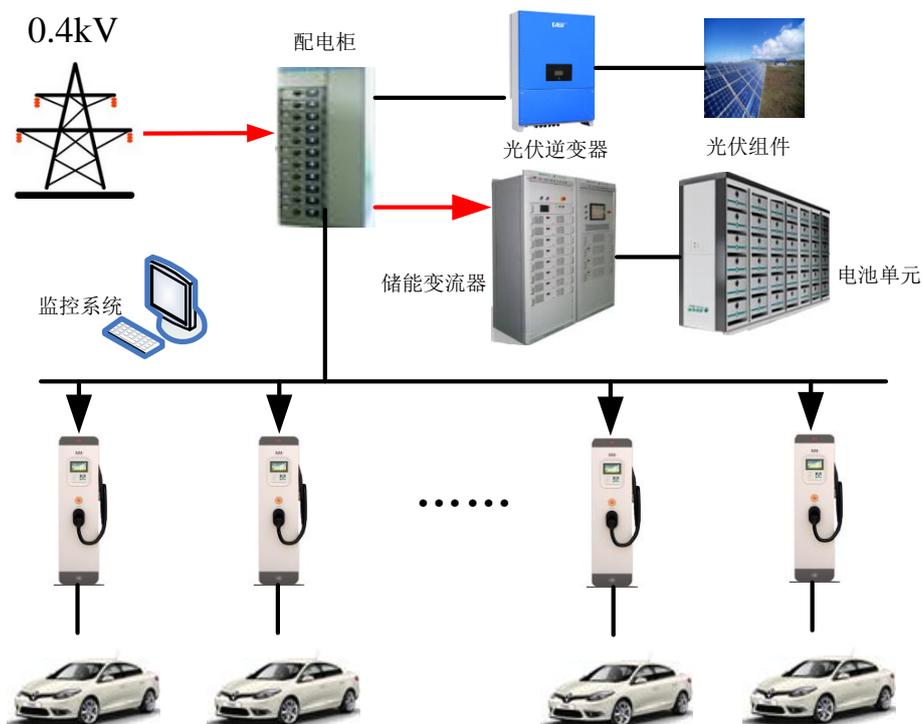


图 5-5 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 2

### 5.3.3.3 白天峰电时段，储能电量充足

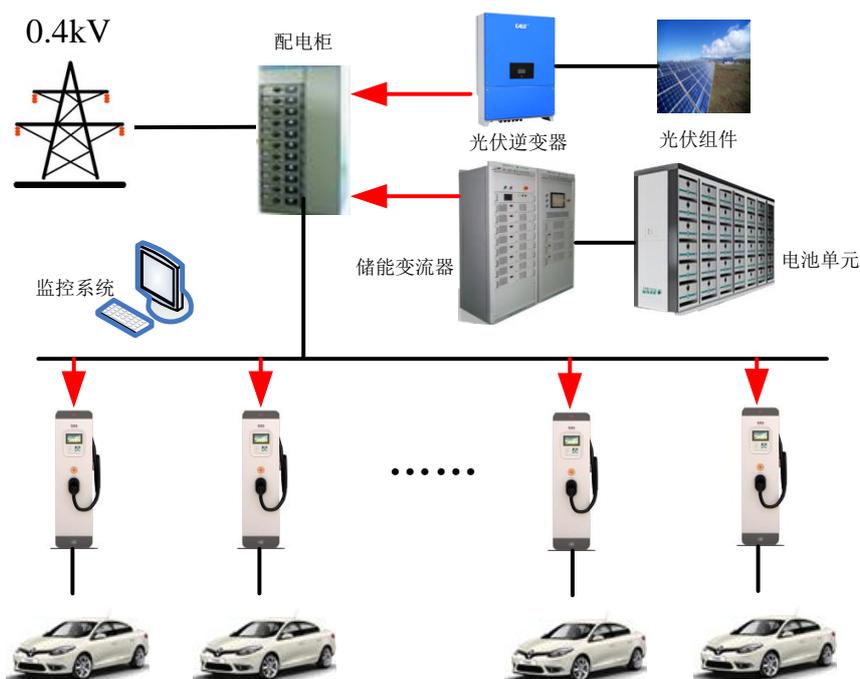


图 5-6 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 3

5.3.3.4 白天峰电时段，光伏发电量<充电桩耗电量

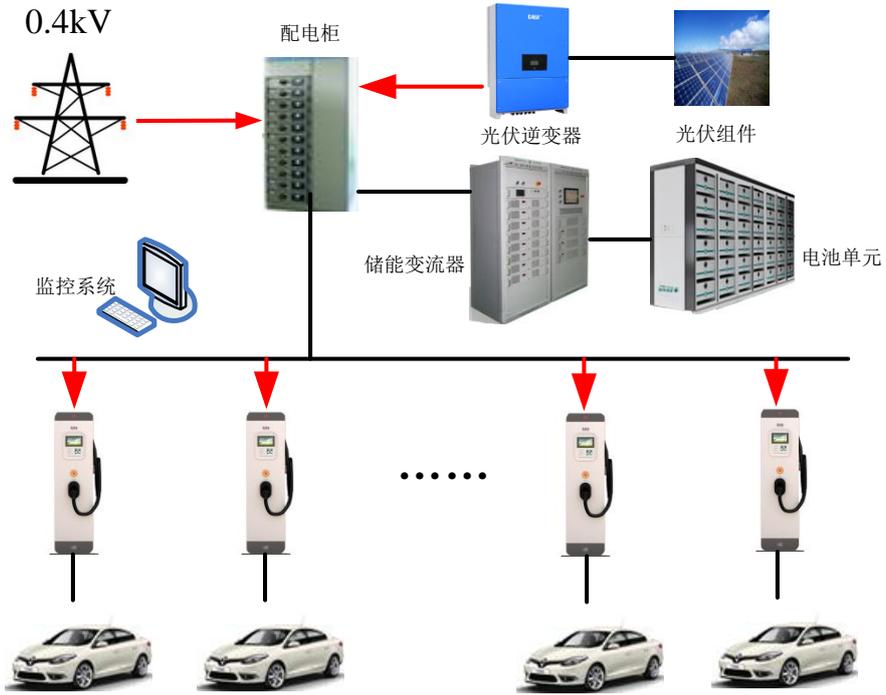


图 5-7 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 4

5.3.3.5 白天峰电时段，光伏发电量>充电桩耗电量

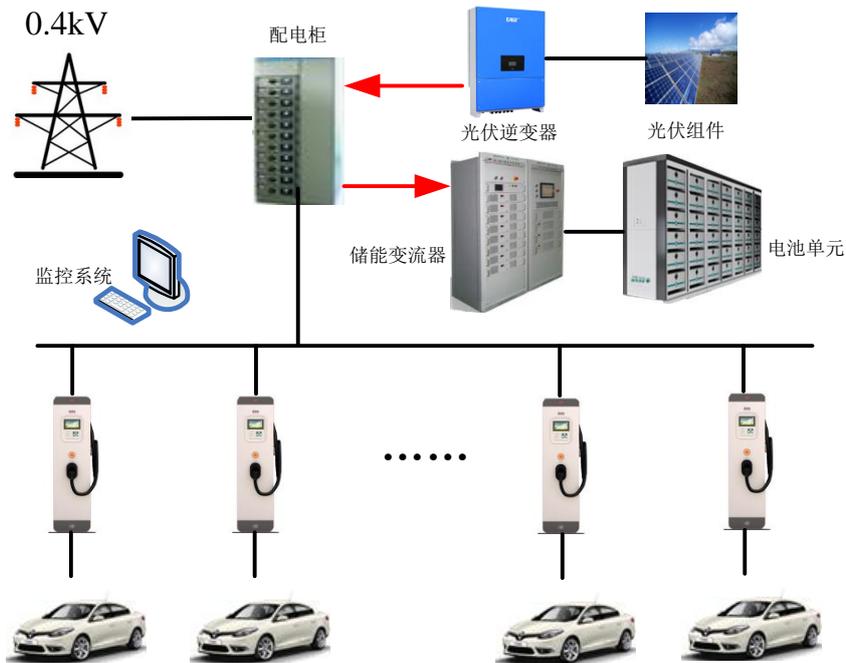


图 5-8 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 5

5.3.3.6 白天峰电时段，光伏发电量>充电桩耗电量，储能电池充满，无能量流动

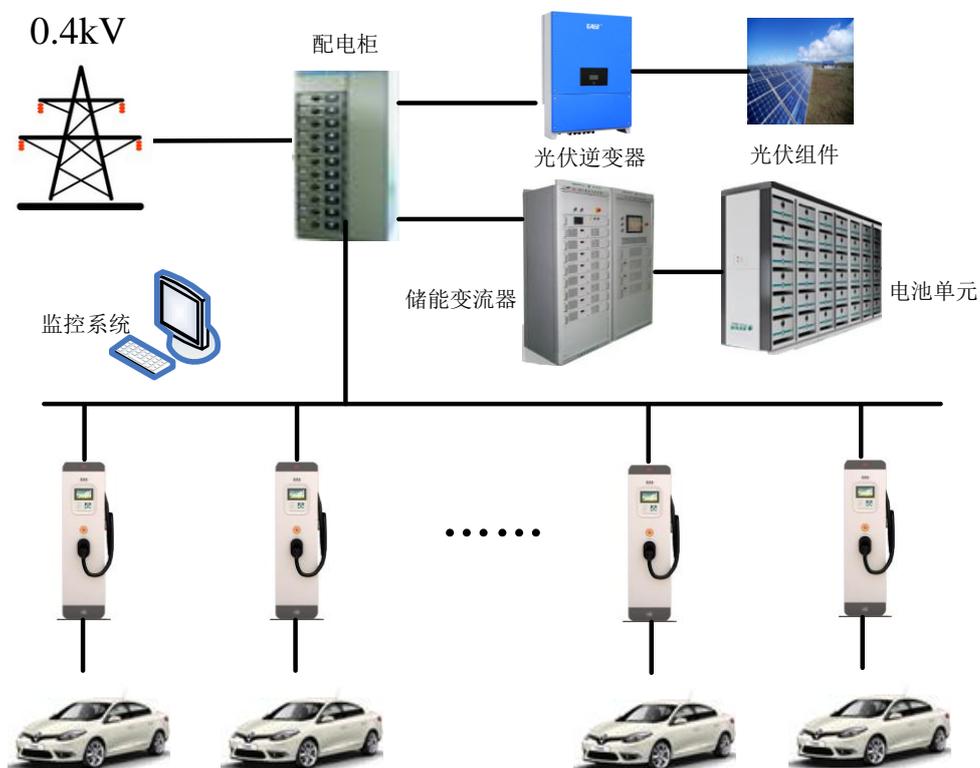


图 5-9 光储式电动汽车充电站能力管理策略图 6

光储式电动汽车充电站可根据布置地方条件，选用分散布置或集中布置。

图 5-10 为某型单工位分散布置型光储式电动汽车充电站。充电站每天大约可以产生 16 千瓦的电量。这些能量均储存于 22 千瓦时机载电池中。



图 5-10 分散布置式光储式电动汽车充电站效果图

集中布置型光储式电动汽车充电站见图 5-11。



图 5-11 集中布置式光储式电动汽车充电站效果图

因储能成本较高，且国家尚未出台相应补贴规模和奖励标准，故目前光储式电动汽车充电站运行经济性较不理想。

## 5.4 电动汽车充电技术比选

电动汽车通常采用交流慢充、直流快充、电池更换等充电方式续驶里程。根据电动汽车充电方式的不同，电动汽车充电基础设施主要有充电桩（机）、充电站、电池更换站等类型，特点如表 5-10 所示：

表 5-10 充电基础设施特点表

充电基础设施	特点
充电桩（机）	对具有车载充电机的电动乘用车辆提供交流充电电源，具有功率小、占地面积小、布点灵活的特点。可以设置在普通停车位、地下停车场、商业、购物广场及其他便于电动汽车停靠的地点，完成即插即用的便捷充电服务和电网通信活动。
充电站	占地面积较大，配置交流充电桩或直流充电机和相应的充电管理系统，主要为电动汽车提供集中充电服务，特别是大功率快速充电服务。充电站能够对充电机、动力电池进行状态监控。直流充电机功率较大，输出电流、电压范围较宽，可满足不同类型电动汽车需求。
电池换电站	提供电池更换、集中存储、集中充电、统一配送等服务，换电站具有操作专业性强、更换时间短（根据车型不同，一般为 5~10 分钟）等特点，适合在城市大面积区域布点，一般为出租车或公交车提供服务。

基于上述充电设施，电动汽车采用的电能补给方式有：家庭交流慢充（交流充电桩）、公共交流慢充（交流充电桩）、公共直流快充（直流充电机）、充电站交流慢充（交流充电桩）、充电站直流快充（直流充电机）、换电站电池更换。这几种电能补给方式各有优缺点，具体如表 5-11 所示。

表 5-11 各种电能补给方式各有优缺点表

充电方式	优点	缺点	适用范围
家庭交流慢充	建设成本低 运营成本低 适用峰谷电价、电费便宜 无充电服务费	充电时间长 需要固定车位	适合有固定车位的消费者，满足日常充电需求
公共交流慢充	建设成本低 运营成本低 电费较便宜 无充电服务费	排队时间长 故障率较高	适合无固定车位的消费者、公共用户，就近满足充电需求
公共直流快充	运营成本低 排队时间短 电费较便宜 无充电服务费	建设成本较高 故障率较高	适合无固定车位的消费者、公共用户紧急充电需求
充电站交流慢充	建设成本较低 运营成本较低	有服务费 充电速度慢 电费较高	适合满足一定区域内的无固定车位的消费者、公共用户，企业用户等，满足日常充电需求
充电站直流快充	充电速度快 经济效益高	建设费用较高 运营成本较高 有服务费 电费较高	可满足各种车辆充电需求
换电站电池更换	排队时间短 换电速度快	建设费用很高 运营成本很高 有服务费 电费较高	适合出租车、公交车等企业用户

根据上表，居住区宜采用家庭交流慢充方式；商业区、公共停车场（包括地铁站、体育场、学校等公共设施）宜采用充电站交流慢充结合直流快充方式；公交首末站和停保场宜采用充电站直流快充方式。

考虑电动乘用车配置的电池容量为 300Ah（400V），采用交流慢充方式，充电时间为 6~7 小时；采用直流快充电方式进行充电，即按 0.3C（C 是电池容量）的充电电流充电，充电时间为 3~4 小时（按 80%SOC 放电后的再充满电的最长时间计算）。

考虑电动公交车配置的电池容量为 500Ah（700V），根据其电池目前的特性，且为了保证电池的安全，延长电池的使用寿命，在一般情况下整车充电采用直流快充电方式进行充电，即按 0.3C（C 是电池容量）的充电电流充电，充电时间为 3~4 小时（按 80%SOC 放电后的再充满电的最长时间计算）。

## 5.5 充电桩（机）布局方案

### 5.5.1 住宅区

居住区宜采用家庭交流慢充方式。采用一桩一充式，充电桩按 7kW 供交流电源。充电桩可根据车位位置安装在车位后方或侧方。地下车库也可采用壁挂式或吊顶式安装。典型布置参考方案如图 5-12、5-13 所示：

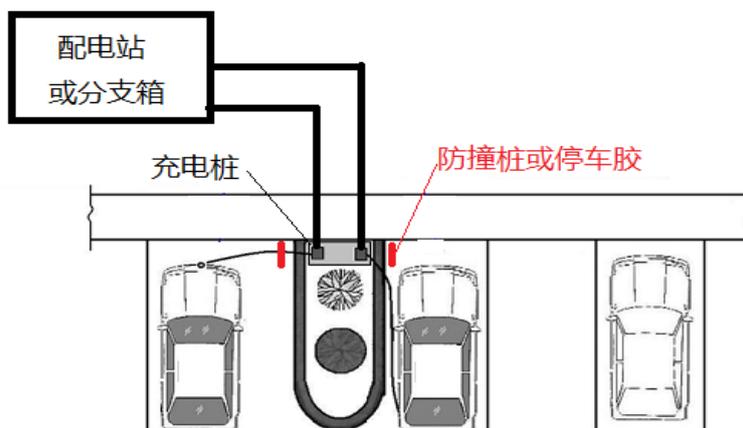


图 5-12 典型布置方案一



图 5-13 典型布置方案二

### 5.5.1.1 建设要求

#### 1) 主要技术原则

- 采用交流 220V 进线。
- 充电桩采用落地式或壁挂式安装方式。
- 充电桩按就近原则布置在车位端部。

#### 2) 设备选型及性能参数

- 设备选型

配置 1 台 7kW 交流充电桩，桩体采用落地式或壁挂式安装方式。

- 性能参数

工作环境温度：-20℃~+50℃；

相对湿度：5%~95%；

防护等级：IP54；

电源：AC220V±10%，50±1Hz；

输出电压：AC220V±10%；

输出最大电流：32A。

#### 3) 充电桩主要功能

具备计量功能。

具备刷卡启动、停止功能。

具备运行状态、故障状态显示。

具备充电连接异常时自动切断输出电源的功能。

具备输出过压、欠压、过负荷、短路、漏电保护、自检功能。

具备远程无线通信功能。

具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。

#### 4) 供配电系统

采用交流 220V 进线（就近接入），电缆长度不宜超过 200m。接入工程中涉及的线路路径、通道及敷设方式根据具体工程情况实施。

#### 5) 控制终端

内嵌在充电桩内，功能包括：

- 人机交互功能

显示各状态下的相关信息，包括运行状态、充电电量、计费信息等；

显示字符应清晰、完整，没有缺损现象，不依靠环境光源即可辨认。

具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。

- 计量功能

内部安装电能表，对充电桩输出电能量进行计量；

提供电能表现场检定的接口。

- 刷卡付费功能

配备 IC 卡读卡装置，安装于充电桩内部，与充电桩内置电能表进行通信；

配合 IC 卡实现充电控制及充电计费。

#### 6) 通信系统

一般无通信需求，如需接入企业后台，可增设内置无线模块，通过专网无线或租用公网无线通道上传。

### 5.5.1.2 费用估算

表 5-13 主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	价格（万元）
交流充电桩	7kW	台	1	0.5

注:估算仅含设备材料费，不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

## 5.5.2 商业区

商业区宜采用公共交流慢充方式宜采用充电站交流慢充结合直流快充方式。交流慢充采用一桩一充式，充电桩按 7kW 供交流电源；直流快充采用一桩一充式，充电桩按 30kW 供交流电源。充电桩可根据车位位置安装在车位后方或侧方。地下车库也可采用壁挂式或吊顶式安装。典型布置参考方案如图 5-14、5-15 所示：

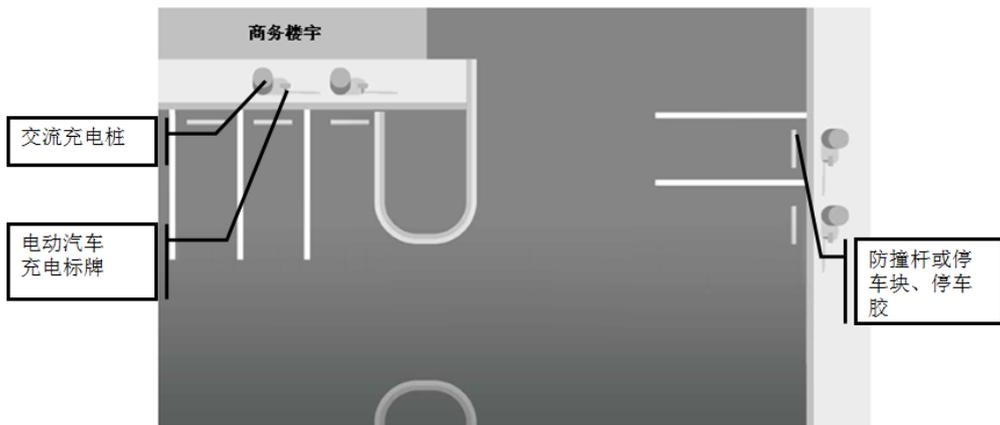


图 5-14 典型布置方案一



图 5-15 典型布置方案二

### 5.5.2.1 建设要求

a.7kW 交流充电桩与住宅区建设要求相同。

b.30kW 直流充电机

1) 主要技术原则

- 采用 1 回 400V 进线。
- 充电桩（机）采用落地式或壁挂式安装方式。
- 充电桩（机）按就近原则布置在车位端部，地下车库可安装于车库立柱上。

## 2) 设备选型及性能参数

- 设备选型

配置 30kW 直流充电机，桩体采用落地式或壁挂式。

- 性能参数

工作环境温度：-20℃~+50℃；

相对湿度：5%~95%；

防护等级：IP54；

电源：AC380V±10%，50±1Hz；

输出电压：AC220V±10%；DC250V-500V。

输出最大电流：AC：32A；DC：60A。

## 3) 充电桩主要功能

- 具备计量功能。
- 具备刷卡启动、停止功能。
- 具备运行状态、故障状态显示。
- 具备充电连接异常时自动切断输出电源的功能。
- 具备输出过压、欠压、过负荷、短路、漏电保护、自检功能。
- 具备远程无线通信功能。
- 具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。
- 具备计量功能。
- 具备刷卡启动、停止功能。
- 具备运行状态、故障状态显示。
- 具备充电连接异常时自动切断输出电源的功能。
- 具备远程无线通信功能。
- 具备输出过压、欠压、过负荷、短路、漏电保护、自检功能。
- 具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。

- 自带 APF 单元，补偿后功率因数应达到 0.9 以上。
- 直流充电机具有根据电池管理系统（BMS）提供的数据，动态调整充电参数，自动完成充电过程的功能。
- 直流充电机具备通过 CAN 接口与电池管理系统通信，获得车载电池状态参数的功能。

#### 4) 供配电系统

采用 1 回 400V 进线（就近接入），接入工程中涉及的线路路径、通道及敷设方式根据具体工程情况实施。

#### 5) 控制终端

内嵌在充电桩内，功能包括：

- 人机交互功能

显示各状态下的相关信息，包括运行状态、充电电量、计费信息等；

显示字符应清晰、完整，没有缺损现象，不依靠环境光源即可辨认。

具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。

- 计量功能

内部安装电能表，对充电桩输出电能量进行计量；

提供电能表现场检定的接口。

- 刷卡付费功能

配备 IC 卡读卡装置，安装于充电桩内部，能够与充电桩内置电能表进行通信，配合 IC 卡实现充电控制及充电计费。

#### 6) 监控系统

可在商务楼宇内设就地监控系统一套。

系统功能包括：

- 数据采集功能

采集充电机的工作状态、温度、故障信号、功率、电压、电流等。

- 控制调节功能

向充电机下发控制命令，遥控充电机起停、校时、紧急停机、远方设定充电参数等。

- 数据处理与存储

具备充电机的越限报警、故障统计等数据处理功能；

系统对站内数据根据性质、重要性进行分类，当数据量大时，可以根据预定策略，选择或自动屏蔽信息，保证重要信息的实时上送；

系统具备对充电机遥测、遥信、报警事件等实时数据和历史数据的集中存储和查询功能。

- 事件记录

具备操作记录、系统故障记录、充电运行参数异常记录、电池组参数异常记录等功能；

可以对遥信变位、遥测越限、遥控操作、系统核心组件启停等事件按时间、类型、装置等分类检索。

- 充电信息管理

记录分析车辆动力电池组及电池单体每次充电的相关充电数据，包括充电电流电压变化曲线，电池组温度等。

### 5.5.2.2 费用估算

表 5-14 主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	价格（万元）
交流充电桩	7kW	台	1	0.5
直流充电机	30kW	台	1	6

注:估算仅含设备材料费，不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

### 5.5.3 公共停车场（包括地铁站、体育场、学校等公共设施）

公共停车场（包括体育场、学校等公共设施）宜采用充电站交流慢充结合直流快充方式。交流慢充采用一桩一充式，充电桩按 7kW 供交流电源；直流快充采用一桩一充式，充电桩按 30kW 供交流电源。直流充电机尺寸较大，需要停车位附近预留专门位置及操作空间。充电站需配套建设相应的配电设施。配电设施电源宜从就近的配电站引接。

公共停车场共 10 座，建设规模如表 5-15 所示：

表 5-15 公共停车场充电位建设规模表

停车位总数	充电位总数	所在位置
100 车位	≥20 车位	设置于 02A-03 地块，结合商业服务设施统一建设布置
50 车位	≥10 车位	设置于 03A-03 地块，结合公共绿地统一建设布置
≥50 车位	≥10 车位	设置于 04A-11 地块，结合商业服务设施统一建设布置
50 车位	≥10 车位	设置于 04A-12 地块，结合公共绿地统一建设布置
≥50 车位	≥10 车位	设置于 05A-02 地块，结合商业服务设施统一建设布置
50 车位	≥10 车位	设置于 05A-09 地块，结合公共绿地统一建设布置
≥100 车位	≥20 车位	设置于 06A-07 地块，结合体育场馆统一建设布置
≥50 车位	≥10 车位	设置于 06A-15 地块，结合商业服务设施统一建设布置
≥50 车位	≥10 车位	设置于 07A-01 地块，结合公共绿地统一建设布置
100 车位	≥20 车位	设置于 06A-04 地块，结合公共绿地统一建设布置

图 5-16 至 5-19 为公共停车场充电位布点图和典型布置参考方案。

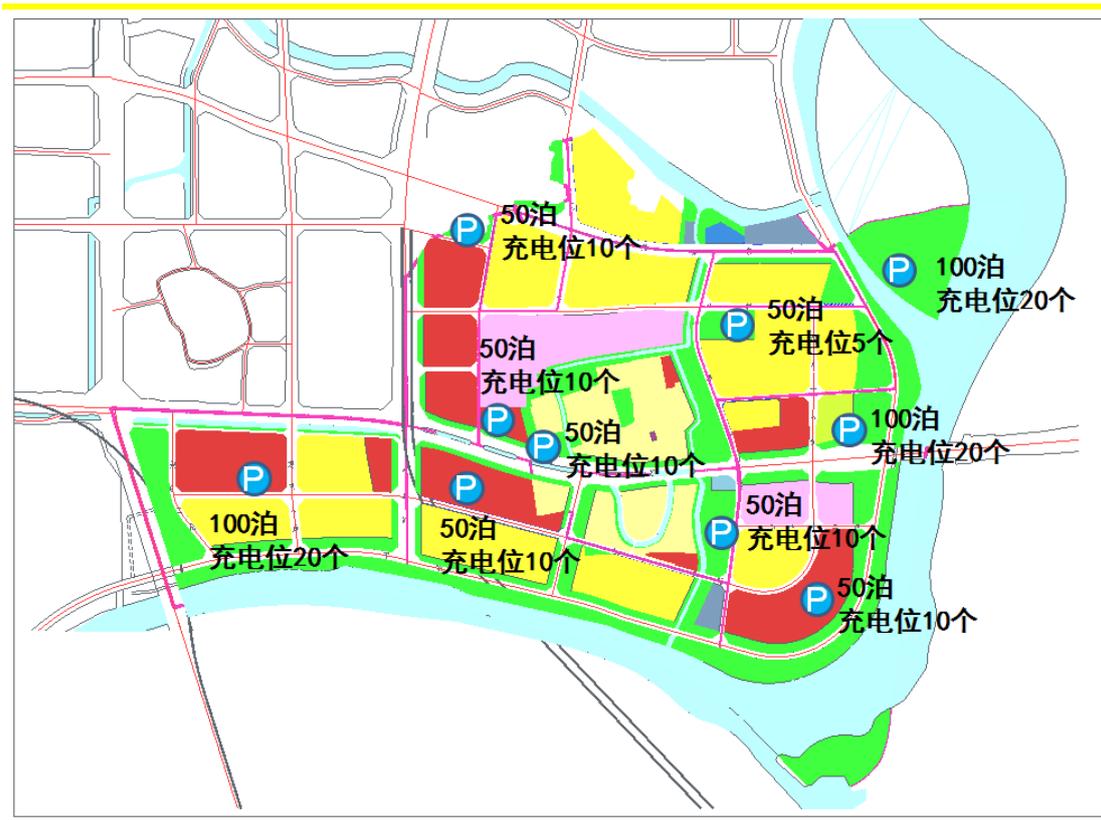


图 5-16 公共停车场充电位布点图

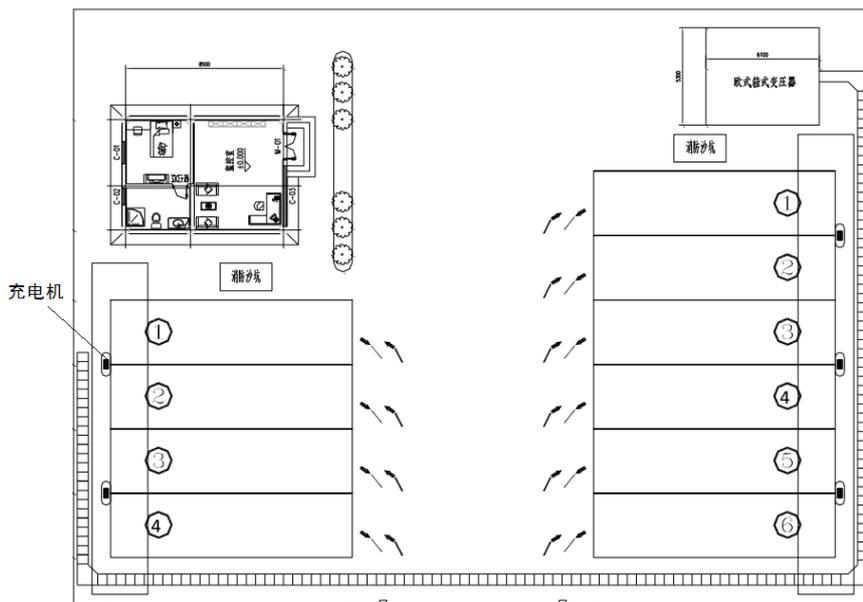


图 5-17 典型布置方案一

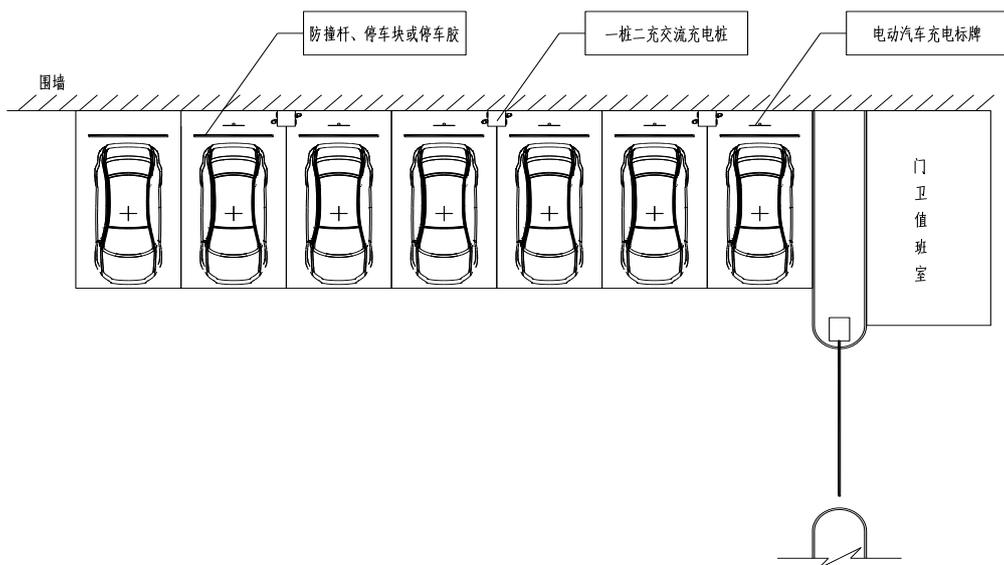


图 5-18 典型布置方案二

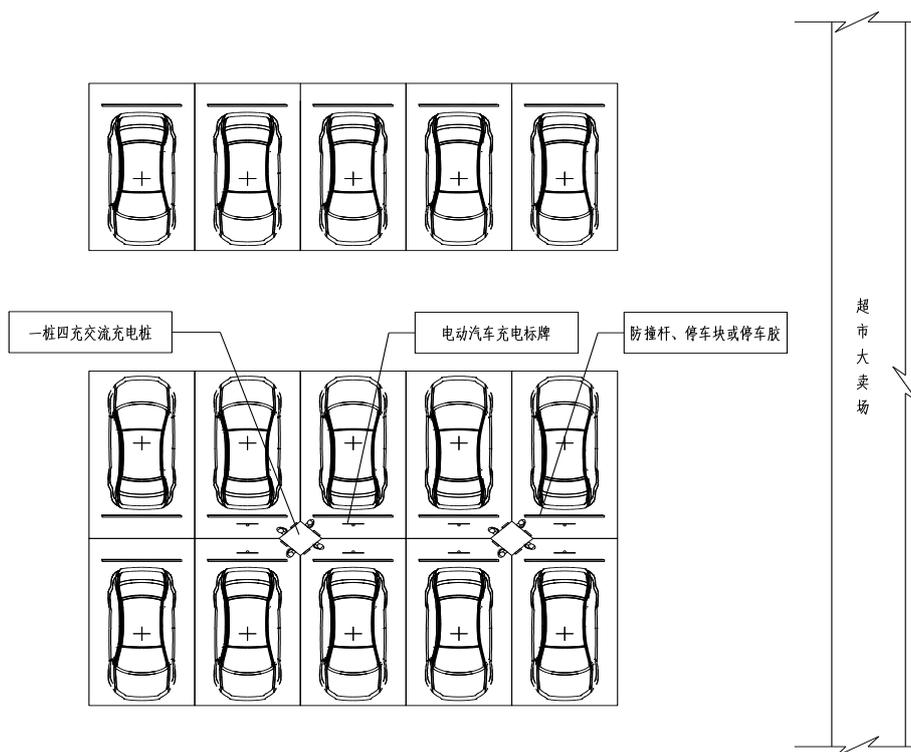


图 5-19 典型布置方案三

路边停车场布置交流充电桩避免安装于沿街商铺处。根据车位布局，优先选择一桩一充。

交流充电桩离人行道边距离建议参考道路同侧边路灯，安装位置不得妨碍正常通行的过道。

路边停车场充电位布置如图 5-20 所示：



图 5-20 路边停车场充电位布置图

### 5.5.3.1 建设要求

与商业区建设要求相同。

### 5.5.3.2 投资估算

主要设备材料表

- 100 泊车位 20 充电位停车场

表 5-16 100 泊车位 20 充电位停车场主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	单价（万元）
交流充电桩	7kW	台	需根据具体方案确定，8~14台	0.5
直流充电机	30kW	台	需根据具体方案确定，2~7台	6

箱变	需根据具体方案确定， 125~400kVA	台	1	
总计				31~80

- 50 泊车位 10 充电位停车场

表 5-17 50 泊车位 10 充电位停车场主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	单价（万元）
交流充电桩	7kW	台	6	0.5
直流充电机	30kW	台	4	6
箱变	250kVA	台	1	15
总计				42

- 路边停车场

表 5-18 路边停车场主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	价格（万元）
交流充电桩	7kW	台	需根据具体方案确定	0.5
配变	需根据具体方案确定	台	1	需根据具体方案确定

注:估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

奇槎片区内共有规划公共停车场 10 个, 100 泊停车位停车场 3 个, 50 泊停车位停车场 7 个。总费用如表 3-19 所示:

表 5-19 公共停车场费用汇总表

停车场类型	数量（座）	费用（万）
100 泊停车位停车场	3	约 200
50 泊停车位停车场	7	约 300
总计		约 500

注:估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

### 5.5.4 公交停保场

公交停保场宜采用充电站直流快充方式。采用一机一充式或一机两充式,充电桩按 60kW 供交流电源。因充电机尺寸较大,需要停车位附近预留专门位置及操作空间。充电站需配套建设相应的配电设施。图 5-21 为公交停保场布置参考图。

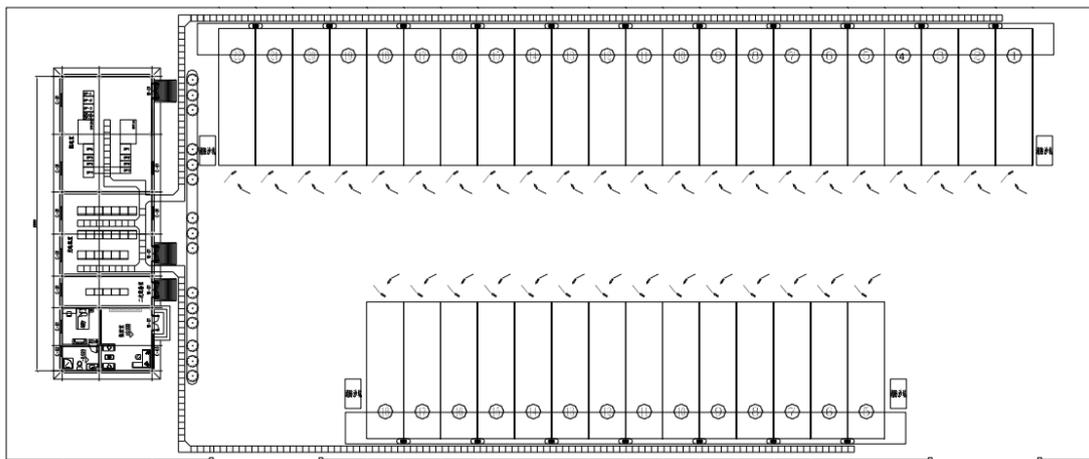


图 5-21 公交停保场布置参考图

#### 5.5.4.1 建设要求

##### 1) 主要技术原则

- 充电机 1 桩 2 充,即每台充电机可同时连接 2 辆电动公交车,一辆充满电后自动切换给另一辆电动公交车充电。
- 公交车充电站通道尺寸应符合相关规范要求。

##### 2) 设备选型及性能参数

配置 60kW 交直流充电机,桩体采用落地式。

- 设备选型

选用 60kW 一体式直流充电机,1 桩 2 充,采用落地式安装方式。

- 性能参数

工作环境温度:  $-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ;

相对湿度：5%~95%；

防护等级：IP54；

电源：AC380V $\pm$ 10%，50 $\pm$ 1Hz；

输出电压：DC400V-700V；

输出最大电流：100A。

### 3) 充电桩主要功能

- 具备计量功能。
- 具备刷卡启动、停止功能。
- 具备运行状态、故障状态显示功能。。
- 具备充电连接异常时自动切断输出电源的功能。
- 具有根据电池管理系统（BMS）提供的数据，动态调整充电参数，自动完成 充电过程的功能。
- 具备通过 CAN 接口与电池管理系统通信，获得车载电池状态参数的功能。
- 具备过压、欠压、过负荷、短路、漏电保护和自检功能。
- 具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面。
- 自带 APF 单元，补偿后功率因数应达到 0.9 以上。

### 4) 供配电系统

采用 1 回 10kV 进线（就近接入），接入工程中涉及的线路路径、通道及敷设方式根据具体工程情况实施。

供配电设备布置于配电房内，配置 2 台容量为 2500kVA 干式变压器。

10kV 开关柜采用空气式绝缘负荷开关柜，额定电流为 630A，短路开断电流及热稳定时间不小于 25kA/4s。

低压柜采用抽屉柜。其中进线断路器选用框架断路器，额定极限短路分断能力 65kA。出线断路器选用普通塑壳断路器，额定极限短路分断能力 50kA。

### 5) 监控系统

站内监控系统由站控层、间隔层构成。其中站控层部署相关服务器和工作站，负责数据处理、存储、监视与控制等；间隔层部署具备测控功能的相关设备，负

责数据采集、转发，响应站控层指令。配置网络设备负责间隔层与站控层之间的可靠通讯。

监控系统站控层由 1 台数据服务器、1 台通讯前置机、1 台工作站、1 台打印机构成。网络设备包括交换机、通信网关、网络连线等。

间隔层按功能可分为充电监控系统、安防监控系统和计量系统：

#### i. 充电监控系统

直流充电机内嵌监控装置，监控装置完成面向单元设备的检测及控制功能，向站控层转发数据并接受站控层下发的控制命令。

系统功能包括：

- 数据采集功能

采集充电机的工作状态、温度、故障信号、功率、电压、电流等。

- 控制调节功能

向充电机下发控制命令，遥控充电机起停、校时、紧急停机、远方设定充电参数等。

- 数据处理与存储

具备充电机的越限报警、故障统计等数据处理功能；

系统对站内数据根据性质、重要性进行分类，当数据量大时，可以根据预定策略，选择或自动屏蔽信息，保证重要信息的实时上送；

系统具备对充电机遥测、遥信、报警事件等实时数据和历史数据的集中存储和查询功能。

- 事件记录

具备操作记录、系统故障记录、充电运行参数异常记录、电池组参数异常记录等功能；

可以对遥信变位、遥测越限、遥控操作、系统核心组件启停等事件按时间、类型、装置等分类检索。

- 充电信息管理

记录分析车辆动力电池组及电池单体每次充电的相关充电数据，包括充电电流电压变化曲线，电池组温度等。

#### ii. 安防监控系统

由摄像头、门禁系统、各种报警器等装置组成，用以实现对站内各区域和关键设备的监视，当出现异常情况时，通过报警设备进行及时告警。

安防监控系统主要考虑对全站主要电气设备、关键设备安装地点以及周围环境进行全天候的图像监视，以满足电力系统安全生产所需的监视设备关键部位的要求，同时，该系统可实现充电站安全警卫的要求。

安防监控系统监视范围如下，但不限于此：

监视站内区域内场景情况；

监视站内变压器等重要运行设备的外观状态；

监视站内主要房间场景情况。

### iii. 计量系统

计量系统包括电网和充电设施之间的计量、充电设施和电动汽车之间的计量两部分。

电网与充电设施之间的计量：采用高压侧计量，在 10kV 进线侧配置高压关表。

充电设施和电动汽车之间的计量：采用交流侧计量，在直流充电机交流输入侧配置智能电表。

### iv. 监控系统设备组屏和布置方案

站控层设备：1 台数据服务器、1 台通讯前置机布置于监控室的监控柜内、1 台工作站、1 台打印机布置于监控室内。

网络设备：总交换机布置于监控室的监控柜内，网络交换机布置于监控室的安防柜内，通信网关布置于直流充电机内。

间隔层设备：

- 充电监控系统：直流充电机内嵌测控装置。
- 安防监控系统：摄像头、门禁系统、各种报警器等在各区域内就地布置。
- 计量系统：高压关口表布置于高压计量柜内，智能电表布置直流充电机内。

## 6) 电源系统

全站设置 1 套电源系统，给站内各类测控装置、监控系统等供电。直流系统电压采用 DC220V，全所事故停电按 1 小时考虑，配置 18 只 20Ah/12V 蓄电池、1 台 3kVA UPS，均布置于交直流电源柜内。

#### 7) 通信系统

采用三层交换机方式接入电力专网，实现监控信息的上传。电量计费信息单独由公网通信实现。

根据接入系统方案，充电站应随电源线路路径新建 1 条到变电站的光缆。若无法实现直达光缆路由，可结合现有配电光缆网络情况，利用其他至变电站的光缆，实现迂回光缆路由。接入工程中涉及的光缆路径、通道及敷设方式根据具体工程情况实施。

根据通信联络需要安装公网外线电话。

### 5.5.4.2 费用估算

#### 主要设备材料表

表 5-20 公交停保场主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	价格（万元）
直流充电机	60kW	台	25	9×25
10kV 配电站	10kV 变压器 1250kVA×2	座	1	350
总计				575

注:估算仅含设备材料费和配电站本体建筑工程费，不含安装工程费、管理、服务等其他费用。安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

#### 1) 公交首末站

表 5-21 公交首末站主要设备材料表

设备名称	型号及规格	单位	数量	价格（万元）
交直流一体化 充电机	60kW	台	需根据具体方 案确定	9
箱变	需根据具体方 案确定	台	1	需根据具体方 案确定

注:估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

## 5.6 充电桩运行管理办法

充电桩(机)布置区域主要分为4类,即住宅区、商业区、公共停车场(包括地铁站、体育场、学校等公共设施)和出租车停车场、公交首末站和停保场。参考《广东省电动汽车充电基础设施建设运营管理办法》,建议主要采用以下三种运行模式:

### 1) 居民自建模式

此模式主要针对居住区。经物业同意后,居民自行购买、建设充电设施,充电设施用电由用户向电力公司申请。电力公司负责安装表计并敷设电源线路至表计,费用由用户出资。充电设施由用户自行维护。

### 2) 政府建设第三方运营模式

此模式主要针对公共停车场、公交首末站和停保场。充电设施由政府投资建设,建设完成后通过租赁或出售的方式交由第三方服务公司负责运行维护。

### 3) 企业自建自运行模式

此模式主要针对商业区、公共停车场和出租车停车场、公交首末站和停保场。充电设施由企业投资建设,建设完成后由建设企业自运行,也以通过租赁或出售的方式交由第三方服务公司负责运行维护。

## 5.7 主要结论及建议

通过关键性假设,奇槎片区未来10年预计新增各类充电桩(机)共639台,其中7kW交流充电桩577台、30kW直流充电机47台、120kW直流充电机15台。<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> 统计数量不包含公交车和城巴充电设施。公交车和城巴充电设施由上位规划

因储能成本较高，且国家尚未出台相应补贴规模和奖励标准，目前片区内充电设施宜利用供电公司配电网作为电力来源，将来如有储能补贴或奖励政策，可考虑建设光储式电动汽车公共充电站。公共充电站电源宜引自就近配电站，道路建设时预留 2 孔排管至充电站。

根据各种充电设施的特点及充电方式的优缺点，居住区宜采用家庭交流慢充方式，以 7kW 交流充电桩建设为主；商业区、公共停车场（包括体育场、学校等公共设施）宜采用充电站交流慢充结合直流快充方式，即 7kW 交流充电桩与 30kW 直流充电机结合建设。

根据土地建设规模及时序，建议 10 年内地块 c 共建设 7kW 交流充电桩 105 台、30kW 直流充电机 7 台；地块 d 共建设 7kW 交流充电桩 70 台、30kW 直流充电机 5 台；地块 e 共建设 7kW 交流充电桩 65 台、30kW 直流充电机 8 台；地块 f 共建设 7kW 交流充电桩 153 台、30kW 直流充电机 12 台；地块 g 共建设 7kW 交流充电桩 82 台、30kW 直流充电机 4 台；地块 h 共建设 7kW 交流充电桩 102 台、30kW 直流充电机 11 台。

建设规模及费用估算如表 5-22 所示：

表 5-22 86 万平方米启动区充电桩（机）建设规模及费用表

地块序号	兼容面积情况	建设规模	价格(万元)
c	商业及公建	7kW 交流充电桩 105 台、30kW 直流充电机 7 台	94.5
d	居住、商业及公建	7kW 交流充电桩 70 台、30kW 直流充电机 5 台	65
e	居住、商业及公建	7kW 交流充电桩 65 台、30kW 直流充电机 8 台	80.5
f	居住及商业	7kW 交流充电桩 153 台、30kW 直流充电机 12 台	148.5
g	商业及公建	7kW 交流充电桩 82 台、30kW 直流充电机 4 台	65

统筹考虑。

h	居住、商业及公 建	7kW 交流充电桩 102 台、30kW 直 流充电机 11 台	117
---	--------------	-------------------------------------	-----

注:估算仅含充电机设备材料费, 不含变配电设备及监控设备材料费、建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

居住区内充电桩建议采用居民自建模式。充电桩采用一桩一充式, 按 7kW 供交流电源。充电桩不设就地监控系统。

商业区、公共停车场和出租车停车场、公交停保场建议采用企业自建自运行模式。商业区充电桩采用一桩一充式, 交流充电桩按 7kW 供交流电源, 直流充电机按 30kW 供交流电源; 公共停车场充电机采用一机一充式、一机两充式或一机四充式, 交流充电桩按 7kW 供交流电源, 直流充电机按 30kW 供交流电源。不设就地监控系统, 在奇槎片区内建立一套高度自动化、智能化、网络化的监管服务平台。所有公共充电站充电桩利用内置无线模块, 通过专网无线或租用公网无线通道上传至服务平台; 公交停保场采用一机一充式或一机两充式, 充电桩按 60kW 供交流电源。设就地监控系统, 实现对充电站配电系统、充电系统、安防系统和计量系统的管理和控制。

## 第六部分

### 能源站能流调度策略和实施方式

#### 6.1 奇槎片区区域供冷参数

##### 6.1.1 区域供冷用户接口

###### 6.1.1.1 区域供冷边界划分

本项目为奇槎片区区域供冷项目，项目原则上为区域用户提供空调系统的冷源，即提供空调用冷水。区域供冷以输配管线进入地块红线1米为分界线。换热机组及一次侧能量表等附属配件均须按能源服务公司要求参数进行设置，二次侧及其附属配件均属于用户侧。

###### 6.1.1.2 区域供冷用户接口

冷水通过区域管网输送到各用户（单体建筑），在用户入口需要设计一套用户入口装置，用于配套安装设备和阀门等，其主要功能包括：

- 1) 冷量计量；
- 2) 根据用户测量或预测冷负荷变化调节冷水流量；
- 3) 同一输送管网支路的不同用户进行水量平衡调节；
- 4) 用于关闭和检修；
- 5) 用于输送管网和用户的分隔。
- 6) 用户接口通常可以分为以下三种：
- 7) 间接连接，即用换热器将输送管网与用户隔开；
- 8) 直接连接，即输送管网与用户直接连接；
- 9) 直接连接并设有用户加压泵。

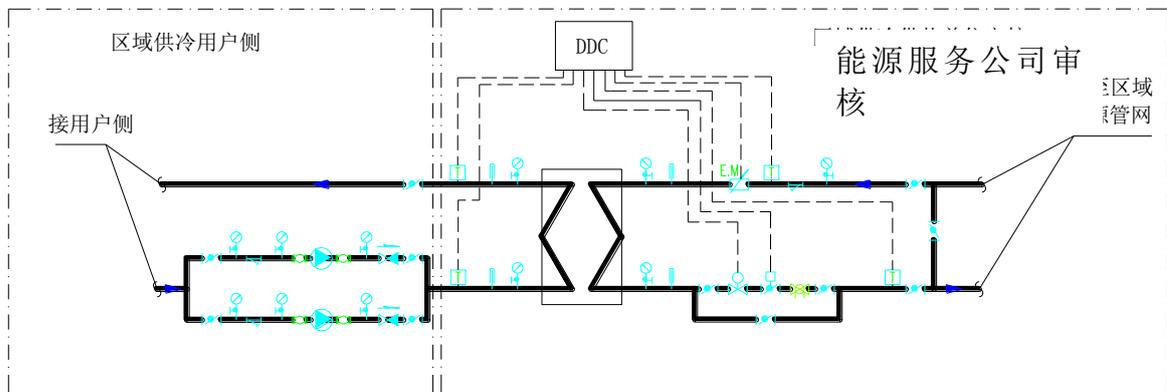
从换热效率来看，间接连接由于存在 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 的换热温差，而存在换热损失；直接连接不存在换热温差也不存在换热损失。间接连接的 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 的换热温差可通过适当降低一次侧（即能源站）的冷水出水温度来解决。

从区域供冷系统的安全性来看，直接连接方式使得用户末端与输送管网、冷源系统成为一个整体，因此，整个区域供冷系统很容易收到用户末端的影响而引起整个系统的故障，系统安全性较差。间接连接由于输送管网、冷源系统和用户末端被换热器隔开，整个区域供冷系统不受用户末端的影响，安全性较高。

奇槎片区区域供冷项目采用售冷的商业运行模式，保证末端用户供冷的安全性无疑成为区域供冷系统的重要关注点，应避免末端用户故障对整个输送管网的影响。同时考虑系统承压、水力工况的稳定和方便调节、系统维护管理方案、用户可扩展性等因素，建议本项目采用间接连接方式，即通过换热器将用户和输送管网隔开。用户侧热力入口设置换热机组，一次侧的供回水压差为10~14mH<sub>2</sub>O（含自控阀）。

### 6.1.1.3 用户接口设备仪表阀门的设置

图 6-1 为用户接口示意图。控制阀门应设计安装在水平管段上。



符号	说明	符号	说明
	能量计		电动双位碟阀
	水泵		电动二通调节阀
	过滤器		止回阀
	压力表		压差控制阀
	温度计		碟阀
	软启		DDC控制系统
	温度传感器		

图 6-1 用户接口示意图

能量计安装在地块红线内板换机房内，能量计作为以后计量收费的主要仪表设备，其规格型号由能源服务公司确定并统一指导采购，并指导地块设计安装。能量计安装应保证能量计表前后有足够的直管段。没有特别说明的情况下，能量计表前直管段长度不应小于 5 倍管径，能量计表后直管段长度不应小于 2 倍管径。

区域供冷系统的压差控制阀、自控设备与系统、通讯网络须由能源服务公司统一指导采购，并指导地块设计安装。

考虑区域供冷定压要求，进入红线后一次侧设备管线的顶标高应低于  $\pm 0$  米（暂定）。

## 6.1.2 区域供冷水系统参数

### 6.1.2.1 系统供回水温度

考虑到奇槎片区区域供冷系统采用间接连接方式，存在一定的换热温差损失。为了保证用户侧供冷需求，冷水温度一般为供水  $5^{\circ}\text{C}$ ，回水为  $13^{\circ}\text{C}$ ，部分负荷下，当回水温度低于  $12.5^{\circ}\text{C}$  时，在保证用户供冷要求时冷水温度将相应提高（但不高于  $9^{\circ}\text{C}$ ）。

表6-1系统供回水温度

冷水供水		冷水回水	
一次侧 (地块红线 1 米处)	二次侧 (建议值)	一次侧 (地块红线 1 米处)	二次侧 (建议值)
$5^{\circ}\text{C}$	$6^{\circ}\text{C}$	$13^{\circ}\text{C}$	$14^{\circ}\text{C}$

### 6.1.2.2 水系统类型

由于槎片区能源站仅对商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类公共建筑集中供冷，这三类建筑全年以供冷为主。因此，本项目区域冷系统一次水采用两管制，提供空调用冷水。一次水由能源站的膨胀水箱为供冷系统的定压装置，一次侧循环管网的压力等级为  $1.0\text{ MPa}$ 。

对于部分建筑（比如高星级酒店、高档办公楼等）部分时段需要同时供冷供热而采用四管制的系统，由于建筑占比较小、供热负荷较小，如果也由能源中心提供空调热水将增加设备和输配管网投资、输送能耗和费用，从初投资和运行费用角度均不经济。因此，这类建筑的空调供热由用户自备热源解决。

### 6.1.3 区域供冷时间

槎片区能源站仅对商业混合用地及科研用地中的办公、商场、酒店这三类公共建筑集中供冷，用户数量多样、用冷需求也可能不同，可能会出现用户用冷需求与能源服务公司供冷模式之间的不协调，针对这类问题本报告提出了解决方案建议。

每天建议供冷时间为：

办公建筑：上午 8 点至下午 8 点

商业建筑：上午 10 点至下午 10 点

酒店建筑：全天 24 小时

对以区域用户在供冷期内每天用冷的时间可能超出能源服务公司的供冷时间，例如在个别用户晚上加班需要供冷或供热。能源服务公司需要满足区域内用户在不同时间内的用能需求，但是从区域节能角度出发，不建议对区域办公及商业用户提供 24 小时供冷服务。对于有额外需求的用户，能源服务公司可制定一套额外的收费标准。这套收费标准要高于正常供能时间内的收费标准，主要是由于个别用户的额外空调需求，将给能源服务公司带来一定能源输送能耗，能源输送能耗占供冷能耗的比例将高于普通供冷时间内的比例，对于这类低能效的供冷需求，能源服务公司征收高费用是区域供冷领域内被普遍采纳的。

## 6.2 能流调度运行策略

### 6.2.1 运行策略总体思路

本项目为综合能源供应体系，供冷系统众多：冷电联供系统+冰蓄冷系统+离心冷水系统。在不同的系统运行策略下，其运行经济性、节能性及环保性有很大差异。鉴于本项目今后有可能采用能源公司方式进行运行管理，本节结合能源价格、各供冷系统效能及系统运行特点对各系统运行经济性做出基本判断，并对各典型日下系统运行策略进行分析研究，为后续深入研究奠定基础。

各系统运行优先序列基本判断的计算依据如表 6-2。

表 6-2 计算依据表

设备能效		能源价格	
双工况机组制冷 COP	5.0	天然气价格	3.8 元/m <sup>3</sup>
双工况机组制冰 COP	4.0	电价	详见表 6-5
离心冷水机组 COP	5.4		
内燃机发电效率	0.42	—	
内燃机余热效率	0.40		
烟气溴化锂制冷 COP	1.0		

需指出的是，根据上述依据所计算出的各系统供冷成本，由于未计入部分负荷率下系统能效降低、辅机耗能、运营管理成本、初投资及盈利等因素，因此下文中的供能成本仅用于定性比较各供能系统间的相对关系，不作为本项目供冷定价依据。

### 6.2.2 各系统运行经济性基本判断

表 6-3 给出了各系统运行供冷单价，可见：

- 1) 谷电段双工况冷水机组制冰时，系统供冷成本较低（0.070 元/kWh 冷量），应该在低谷时段优先采用。
- 2) 冷电联供系统可以同时提供电、冷和热，综合供冷成本最低（0.142 元/kWh 冷量），低于平电和谷电双工况冷水机组（空调工况）和离心冷水机组的供冷成本，应该最优先采用。但其供能量在发电上网政策无法落实的前提下，受能源站内用电负荷的限制。
- 3) 平电、峰电段江水源热泵系统从电网直接买电供能方式为夏季工况供能的最不利方式。

表 6-3 各系统运行供冷单价

供能设备	效率	运行费（元/kWh）			
		峰电	平电	谷电	天然气价
		1.609	0.9928	0.2818	3.8
双工况冷水机组 (蓄冰工况)	COP=4.0	0.402	0.248	0.070 <sup>【1】</sup>	——
双工况冷水机组 (空调工况)	COP=5.0	0.322 <sup>【6】</sup>	0.199 <sup>【5】</sup>	0.056	——
离心冷水机组	COP=5.4	0.298 <sup>【4】</sup>	0.184 <sup>【3】</sup>	0.052	——
发电自用冷水 机组+余热溴冷	冷机 COP=5.4	——	——	——	0.142 <sup>【2】</sup>
	溴机 COP=1.0				

注：表中【1】【2】【3】【4】【5】【6】表示运行经济性排序。双工况机组夜间为制冰蓄冰工况，不考虑夜间空调工况；夜间负荷很低，设置小量基载冷水机组经济性不高，不考虑夜间离心冷水机组制冷。

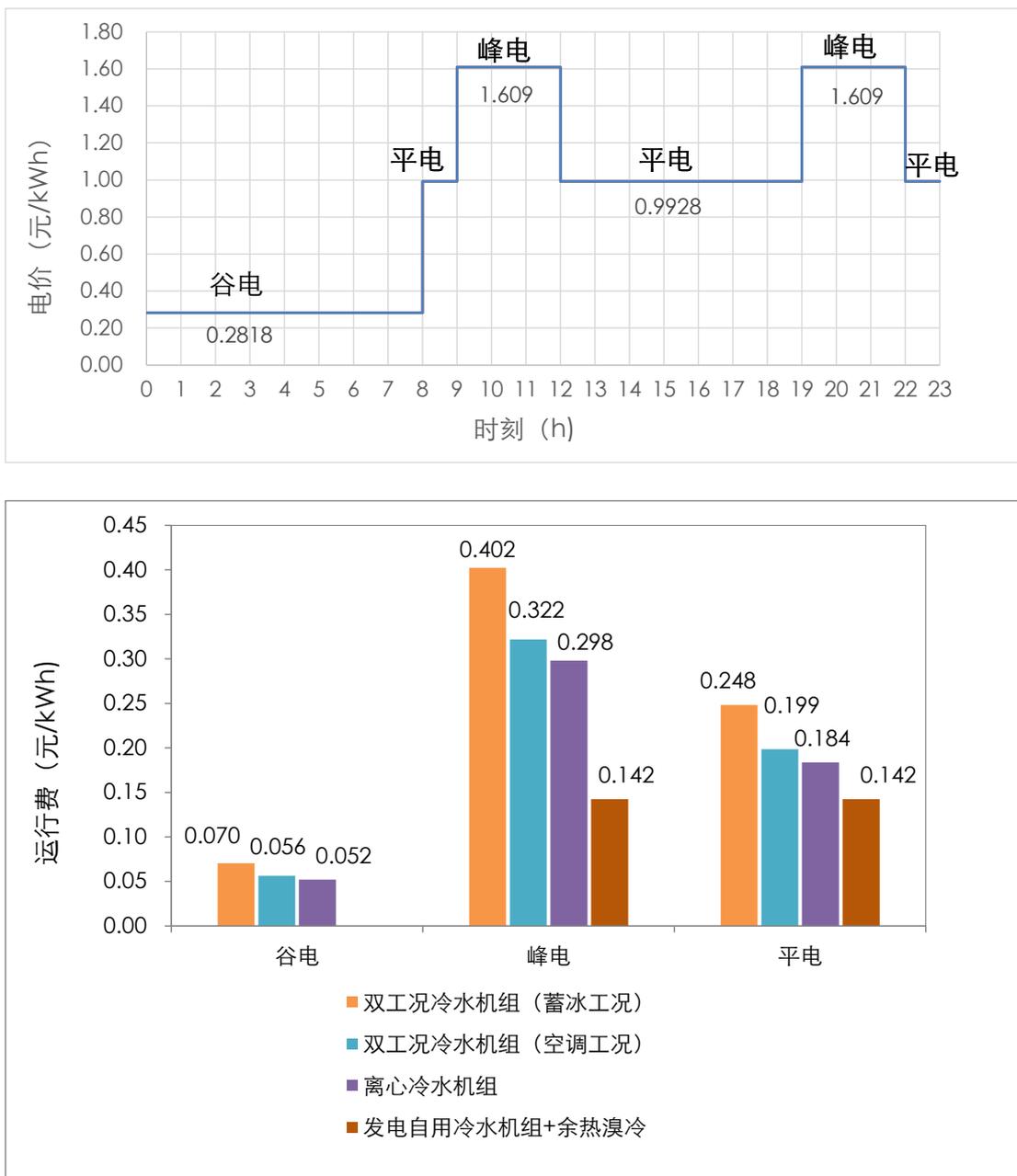


图 6-2 能源费用单价图

## 6.2.3 系统运行策略

### 6.2.3.1 夏季运行策略

供冷拟按以下策略运行：

- 1) 利用谷电时段（00:00~次日 08:00）的低谷电运行双工况冷水机组制冷蓄冷，将冷量储存于蓄冰槽中，第二天白天平、峰电价时段冰蓄冷装置释冷，作为区域冷负荷需求的重要补充。
- 2) 发电机组余热提供溴化锂冷水机组制冷，白天发电在站内并网自用，运行与发电量相适应的冷水机组、水泵和冷却塔等设备。天然气冷热电三联供系统作为基载设备，承担区域基础冷负荷。
- 3) 当用户冷负荷超过溴化锂冷水机组制冷量、自发电对应开启的离心冷水机组、离心冷水机组制冷量和蓄冰罐释冷量之和时，利用平峰段市电运行其余的冷水机组，满足高峰负荷需求。
- 4) 用户冷负荷需求减少时，逐渐关停用作调峰的采用市电的冷水机组，用户冷负荷需求由天然气冷热电三联供系统供冷和蓄冰装置释冷负担，以提高能源利用效率和减少运行费用。
- 5) 当用户冷负荷进一步减少，蓄冰装置的释冷量可以完全满足用户需求时，区域集中供冷系统可按全量蓄冷模式运行。

图 6-3(a)为夏季典型日集中供冷系统的运行策略。

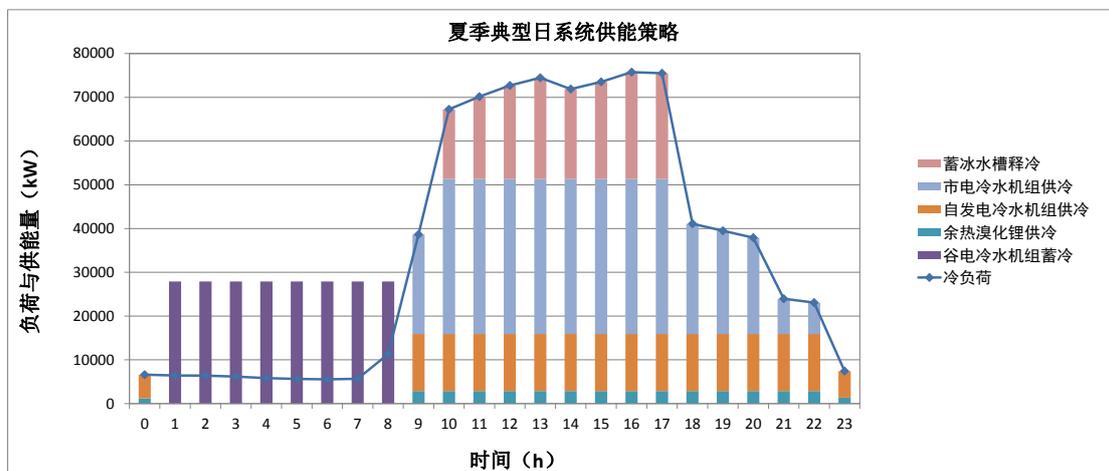


图 6-3(a)夏季典型日集中供冷系统运行策略

夏季典型日能源站电力利用冰蓄冷、CHP 及太阳能消峰后曲线，结合分布式能源及冰蓄冷消峰填谷的情况下，能源站电力消峰能够更大。图 6-3(b)为冰蓄冷系统、冷电联供及太阳能在传统冷水机组能源站中的消峰曲线图。从图中可以看

出,传统冷水机组峰值负荷为 17.52MW,冷水机组+冰蓄冷的负荷峰值为 12.2MW,冷水机组+冰蓄冷+冷电联供峰值为 8.7MW,再考虑太阳能消峰后,峰值负荷大大减小,为 8.0 MW。从传统的冷水机组到采用冷水机组+冰蓄冷+冷电联供+太阳能消峰,电力能够实现 54.33%的消峰量。

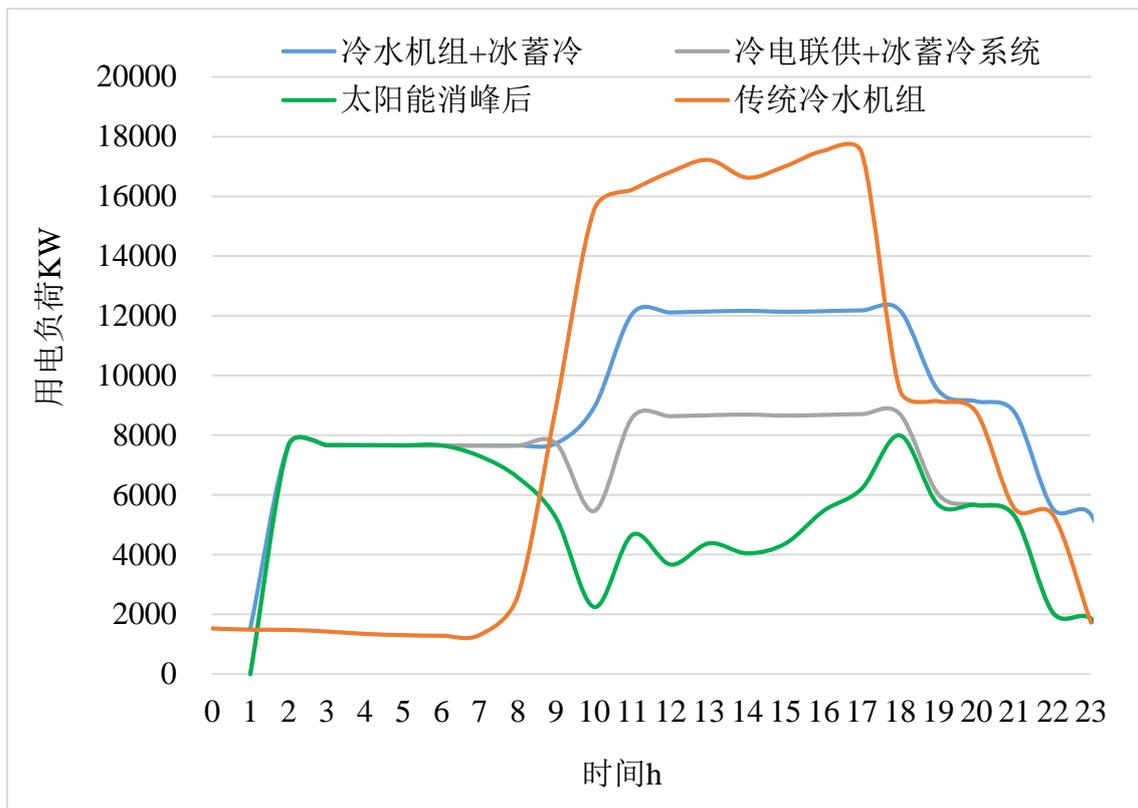


图 6-3(b) 片区建成后能源站夏季设计日分布式能源消峰曲线

### 6.2.3.2 春秋季运行策略

供冷拟按以下策略运行：

- 1) 利用谷电时段（00:00~次日 08:00）的低谷电运行双工况冷水机组制冷蓄冷，将冷量储存于蓄冰槽中，第二天白天平、峰电价时段冰蓄冷装置释冷，作为区域冷负荷需求的重要补充。
- 2) 发电机组余热提供溴化锂冷水机组制冷，白天发电在站内并网自用，运行与发电量相适应的冷水机组、水泵和冷却塔等设备。天然气冷热电三联供系统作为基载设备，承担区域基础冷负荷。

- 3) 当用户冷负荷超过溴化锂冷水机组制冷量、自发电对应开启的离心冷水机组、离心冷水机组制冷量和蓄冰罐释冷量之和时，利用平峰段市电运行其余的冷水机组，满足高峰负荷需求。春秋季负荷低于夏季，用市电量很少。见图 6-4。
- 4) 用户冷负荷需求减少时，逐渐关停用作调峰的采用市电的冷水机组，用户冷负荷需求由天然气冷热电三联供系统供冷和蓄冰装置释冷负担，以提高能源利用效率和减少运行费用。
- 5) 当用户冷负荷进一步减少，蓄冰装置的释冷量可以完全满足用户需求时，区域集中供冷系统可按全量蓄冷模式运行。

图 6-4 为春秋季典型日集中供冷系统的运行策略。

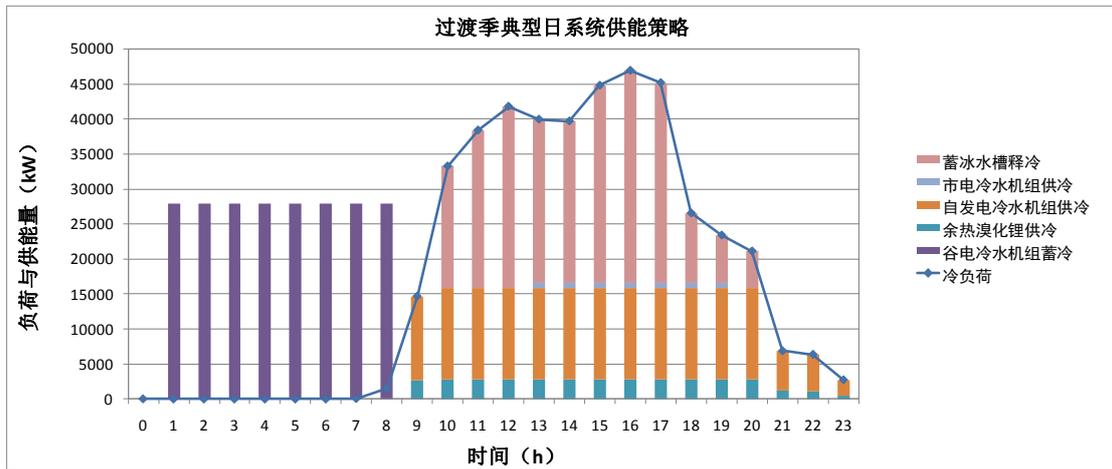


图 6-4 春秋季典型日集中供冷系统运行策略

### 6.2.3.3 冬季运行策略

冬季供冷负荷较低，可采用全蓄冷模式，利用谷电时段（00:00~次日 08:00）的低谷电运行双工况冷水机组制冷蓄冷，将冷量储存于蓄冰槽中，第二天白天平、峰电价时段冰蓄冷装置释冷，区域冷负荷全靠蓄冷提供。

图 6-5 为冬季全蓄冷模式下系统的运行策略。

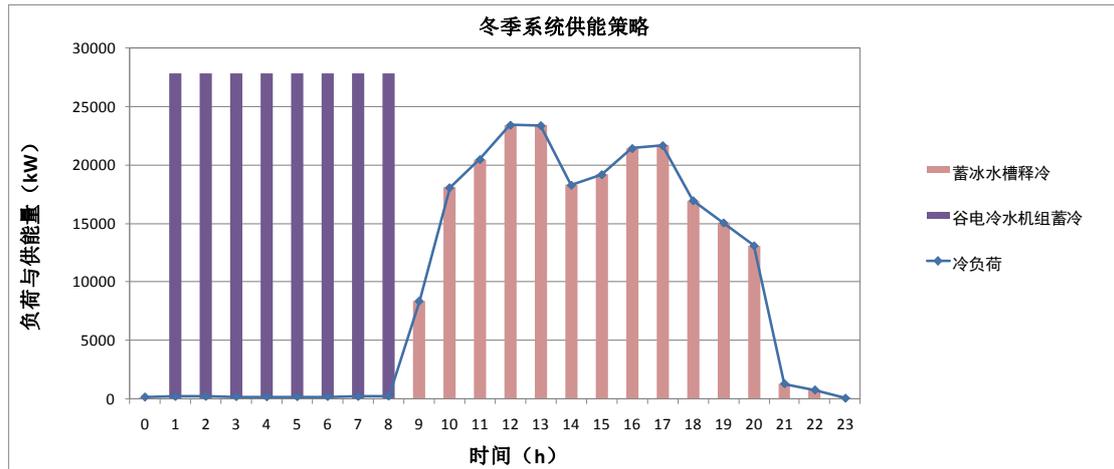


图 6-5 冬季集中供冷系统运行策略

## 6.3 能流调度实施方案

### 6.3.1 能源站设备控制方案

#### 6.3.1.1 控制思路

本工程采用直接数字控制系统对能源站所有产能和用能设备进行自动控制和能源管理。控制和能源管理系统由中央监控计算机、显示打印设备、安装在产能设备及供能系统上的各类传感器和执行器、用户换热站数据监测和数据传输设备、自动控制及能源管理软件等构成。控制软件功能包括：设备最优启停、PID 控制、设备群控、动态图形显示、分项分类能耗统计、运行费用统计、与用户换热站数据通信联络和设备运行报警和报表打印等。

能源站冷源系统庞大，设备数量众多。为使各系统协调运行、合理调配，设置设备监控系统。中央监控系统的网络构架可分三层：现场层（控制器至现场设备）、控制层（控制器通信层）、管理传输层（工作站主机通信层）。

能源站可对奇槎片区全部用户的能耗进行监测，在设定供冷模式时，充分考虑各模式条件下冷源等设备的运营要求，做出合理的调节和控制，以达到能源中心节能运行之目的。

通过环境传感器采集环境的温湿度参数，并按照预制的运行模式实现各系统的节能运行。供冷系统将根据下属述不同模式的组合，结合环境参数的监

测，自动调节能源中心的各种设备和系统按照最优方式运行。模式设定时主要按照以下因素加以考虑和划分：

- 1) 按照季节情况分为春秋过渡季、夏季、冬季；
- 2) 按照气象条件分为正常、灾害、极端低温、极端高温等；
- 3) 按照人员活动状况分为日常、节假日等；
- 4) 按照运营管理情况分为正常运营、停运、检修等。

通过监控系统所获得的能耗数据和趋势曲线查询，对比环境指数和历史数据，可以对整个奇槎片区供冷需求负荷进行分析，从而制定和修正低能耗运行模式。

### 6.3.1.2 系统监测参数

- 联供系统监测参数

联供系统中反映主要设备及工艺系统运行工况、进行事故分析等需要的主要参数，应设置记录仪表。主要设备应开放通信接口，运行参数应传至控制室监控系统储存。联供系统监测应包括下列内容：

- 1) 原动机、发电机、余热利用设备、辅机等主要设备运行参数；
- 2) 发电机供电范围内用户系统电功率、电流、电压、频率；
- 3) 通风设备运行状态；
- 4) 主要可控阀门的开、关状态及调节阀门开度信号；
- 5) 仪表和控制用电源、气源等的供给状态和运行参数；
- 6) 主要设备入口燃气压力；
- 7) 主要的环境参数；
- 8) 联供系统发电功率、蒸汽温度及压力、供水温度及压力、回水温度及压力；
- 9) 发电机组排烟温度、余热利用设备排烟温度、发电机组冷却水进出口温度。
- 10) 联供系统输出的电量；
- 11) 联供系统输出的热（冷）量、蒸汽量；
- 12) 发电机组燃气耗量；

### 13) 余热利用设备补燃用燃气耗量。

#### • 冷源系统监测参数

集中监控系统应冷源系统控制器建立通信连接，实现集中监控系统对冷源系统参数的检测和监控。冷源系统及其水系统应对下列参数进行监测：

- 1) 冷水机组、水泵、冷却塔、蓄冰槽的运行状态、运行时间统计；
- 2) 冷水机组供回水温度、流量、压差、耗电量、耗蒸汽量或耗天然气量；
- 3) 蓄冰槽的蓄冰量、蓄冰槽冷水侧供回水温度、流量、蓄冰槽内水位；
- 4) 能源站空调冷水供回水压差、温度、流量或供冷量；
- 5) 冷水系统各控制阀门的开关和开度；
- 6) 水箱补水量，乙二醇溶液的补充量；
- 7) 定压装置的定压点压力；
- 8) 各类水泵（变频水泵）的转速和耗电量；

#### 6.3.1.3 供冷模式控制要求

##### 1) 蓄冷模式

系统定时将双工况机组转入蓄冰运行工况，当冰盘管的蓄冰率达到 100% 时自动停止双工况主机和对应的乙二醇循环泵、冷却塔风机和冷却水泵。

##### 2) 供冷模式

根据检测数据动态建模的运行日逐时冷负荷需求预测曲线确定溴化锂吸收式冷水机组、电动离心式冷水机组（基载机组）、双工况机组（空调工况）、冰盘管融冰供冷运行设备的台数与容量，使能源站总能耗最小、运行费用最低。制冷主机连锁控制。融冰供冷时，通过融冰板式换热器对应的一级泵和二级泵开启台数调节融冰板式换热器二次侧冷水供冷量和供水温度。根据二级泵入口处主管水温调节溴化锂吸收式机组、基载机组、双工况机组和冰盘管融冰出力，使外网供水温度达到设计供水温度。根据用各户换热站板式换热器一次侧最不利环路压头，调节外网二级冷水泵的转速。根据用户换热站一次侧冷水供回水温差控制换热站一次侧电动调节阀开度及开关。

### 6.3.1.4 冷源系统设备连锁控制

- 溴化锂吸收式冷水机组

打开冷却水电动阀→冷却塔风机→冷却水泵→打开冷（热）水电动阀→主机冷水一级泵→外网循环泵（二级泵）→主机。停车顺序相反。

- 电动离心式冷水机组（基载机组）

打开冷却水电动阀→冷却塔风机→冷却水泵→打开冷水电动阀→主机冷水一级泵→外网循环泵（二级泵）→主机。停车顺序相反。

- 双工况离心式冷水机组（制冷工况）

打开冷却水电动阀→冷却塔风机→冷却水泵→打开乙二醇板换冷水电动阀→乙二醇板换冷水泵→关闭蓄冰槽乙二醇管路电动阀→打开乙二醇板换乙二醇管路电动阀→主机乙二醇泵→外网循环泵（二级泵）→主机。停车顺序相反。

- 双工况离心式冷水机组（制冰工况）

打开冷却水电动阀→冷却塔风机→冷却水泵→打开蓄冰槽板换冷水电动阀→蓄冰槽板换冷水泵→打开蓄冰槽乙二醇管路电动阀→关闭乙二醇板换乙二醇管路电动阀→主机乙二醇泵→外网循环泵（二级泵）→主机。停车顺序相反。

## 6.3.2 用户换热站控制方案

### 6.3.2.1 用户换热站设置要求

用户换热站应满足下列要求：

- 1) 区域集中供能系统能源站与用户之间采用间接连接方式，地块建设单位必须设置换热站。
- 2) 换热站可集中设置在地块热力入口处，也可设置在每栋单体的热力入口处。

- 3) 换热站内的冷水换热器应根据不同用户进行分组，不同用户之间的换热器不应混合使用。不同换热器组的一次侧必须设置关断阀。
- 4) 服务于同一系统的换热器宜采用相同规格，且不应少于 2 台。空调冷水换热器应有一定的冗余量，以确保冷水一次回水能够达到规定的回水温度。
- 5) 空调冷水用换热器宜选用板式。
- 6) 换热器初级侧的公称压力应不低于 PN1.6，其阀门和配件等的公称压力宜不低于 PN1.6。
- 7) 用户换热站内大于等于 DN250 的阀门，如有连锁控制要求或者无法安装在便于操作处，应带电动执行机构。
- 8) 热计量装置选型和安装位置应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的相关规定。
- 9) 用户换热器一次侧和二次侧回水管上均应设电动二通调节阀，便于运行调节。
- 10) 用户换热站控制系统原理图如图 6-6 所示，用户换热站应监测并上传到能源中心的信号如表 6-4 所示。

表 6-4 用户换热站应监测并上传信号

部位	监测信号
一次侧	供水温度、回水温度、水量、电动调节阀开度、双位关断阀状态、能量计监测信号、换热站进出口压差信号
二次侧	供水温度、回水温度、电动调节阀开度、供回水压差信号

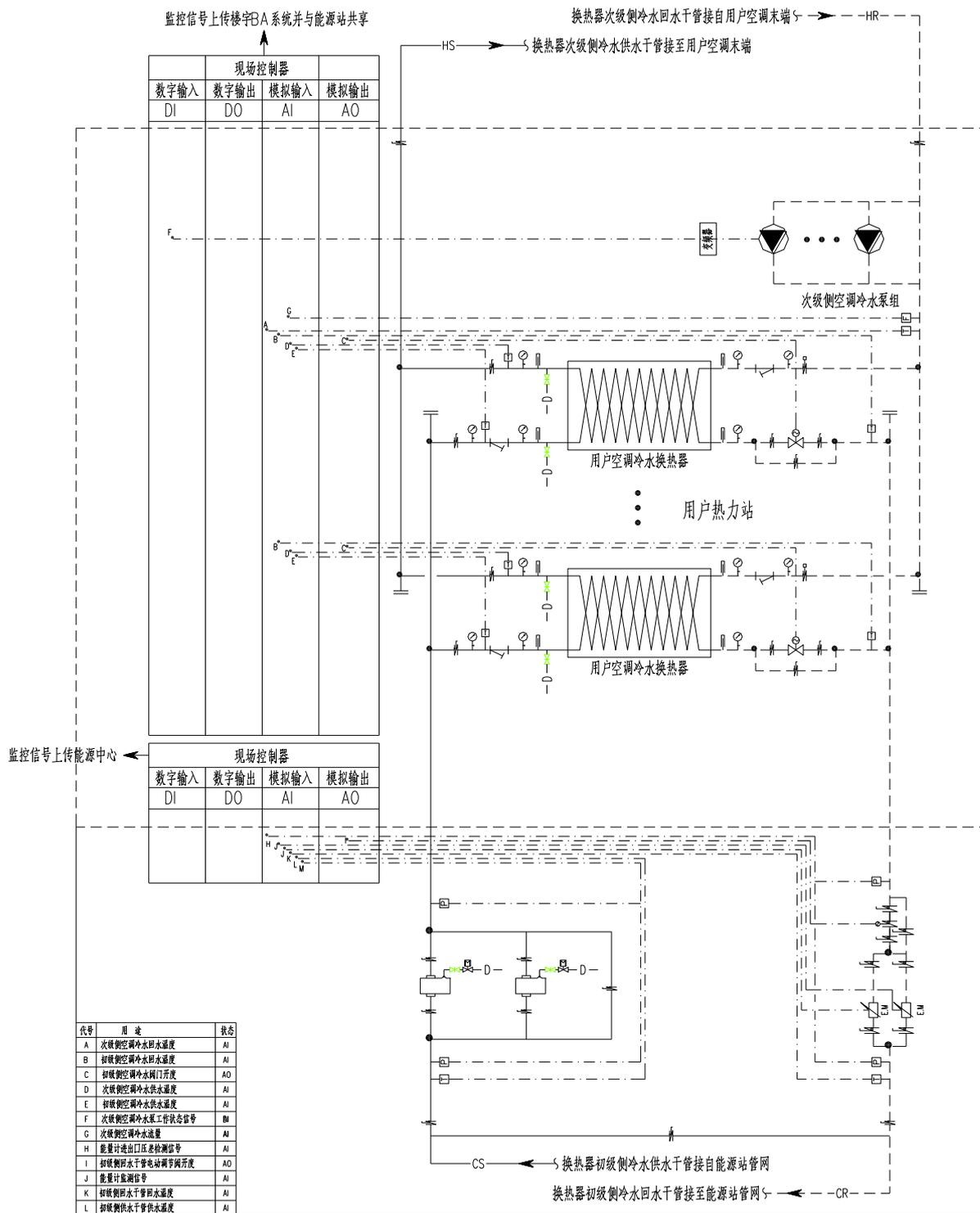


图 6-6 用户换热站控制系统原理图

### 6.3.2.2 计量

用户换热站计量应满足下列要求：

- 1) 用户换热站内不同用户换热器组的一次侧冷水管必须分别设置能量计和自动排污过滤器。
- 2) 能量计前后冷热水总管应有满足仪器检测要求长度的直管段。如无规定时，能量计前应有大于等于 10 倍管道直径的直管段长度，能量计后应有大于等于 5 倍管道直径的直管段长度。
- 3) 能量计应同时具有显示和输出流量功能，能量计应采用不间断电源供电，能量计须达到二级精度，能量计根据用户接入参数选取，量程见表 6-5。

表 6-5 能量计量程

能量计管径 (mm)	能量计量程范围 (m <sup>3</sup> /h)	精度等级
DN100	29~60	2 级
DN200	119~700	
DN350	357~2100	
DN400	453~2660	
DN500	702~4130	

- 4) 由一次侧回水总管上的压差电动二通调节阀实施换热站一次侧资用压头控制。
- 5) 压差电动二通控制阀规格应按其所在管路的计算压差选型，并根据实际压差校正，不得直接按管径选用。
- 6) 用户换热站内应设置能源管理系统，将现场采集到的数据进行处理、储存、调配以及进行通信协议的转换上传至能源站监控系统，并接受能源中心监控系统下传的设定参数或控制信号等指令。
- 7) 用户端应设置 PLC 控制器，并通过通讯网络实现下列功能：
  - 通过一次水回水管上的压差二通调节阀和用户水泵联合调节换热站一次侧资用压头。即：通过比较资用压头偏差和回水温度

偏差，优先根据偏差值较大的需求进行一次侧资用压头控制。

- 将现场采集到的数据由 PLC 直接上传至能源监控站，信号包括但不限于：计量室内的能量计所有参数；供回水温度；供回水压力；用户水泵所有信号；排污过滤器压差；干管二通电动调节阀阀位信号。其中，用户水泵和干管二通电动阀接受能源监控中心下传的设定参数或控制信号等指令。
- 通讯网络应配置硬件防火墙，保证各用户端之间，以及各用户端与供能端之间的数据安全，在内外网之间建立一道牢固的安全屏障，保护各个用户端数据不被其他外部非授权用户非法访问和破坏，并能够对发生在网络中的安全事件进行跟踪和审计。
- 区域能源自动化管理系统必须通过统一分配的 IP 地址进行数据通讯，地块中其他网络设备不可以占用此 IP 网段上的其他地址。
- 数据必须由 PLC 控制器直接上传，不得通过其他服务器进行数据转换后上传。除要求上传的信号外，其他任何地块内设备严禁接入数据上传网络中。
- 所有需要信号上传的监控设备必须由 UPS 供电，市电故障直接通过 PLC 上报故障信息。

### 6.3.3 主要传感器技术要求

能源站能流调度系统主要传感器的技术要求（包括但不限于）如表 6-6 所示。

表 6-6 主要传感器技术要求

序号	名称	技术要求
1	热量计	<p><b>总体要求：</b></p> <p>(1)热量计用于测定能量消耗情况，由 1 只流量计、2 只配对温度传感器和二次仪表（能量积算仪）组成。</p> <p>(2)最终精度：不低于 <math>\pm 2\%</math>。</p> <p>(3)一二次仪表拆下检修时不影响系统正常运行。</p> <p>(4)采用一、二次仪表分体安装型，二次仪表带有数字显示（中文显示），二次仪表可墙上安装。</p> <p>(5)仪表电源中断情况下，累计流量、能耗等数据可长期保留。电源恢复时，可在原数据基础上继续进行累计。</p> <p>(6)仪表内部电路装有过电压保护装置。</p> <p>(7)生产厂家需有贸易结算认证。</p> <p><b>流量计主要技术要求：</b></p> <p>(1)工业级仪表。</p> <p>(2)安装位置：地块计量室冷、热水供水总管。</p> <p>(3)口径：由供货商计算确定。</p> <p>(4)功能：测量、显示和传送管道内导电液体的流量。</p> <p>(5)原理：通过检测流体流动对超声束(或超声脉冲)的作用。</p> <p>(6)组成：传感器、变送器一体化，并配齐所有安装附件。</p> <p>(7)量程：应满足所测工质最高流量的 1.5 倍。</p> <p>(8)精度：不低于 <math>\pm 0.5\%</math>。</p> <p>(9)重复性：测量值的 1%。</p> <p>(10)信号数字化处理技术，使仪表测量信号更稳定、抗干扰能力强、计量更准确。</p> <p>(11)防护等级：<math>\geq \text{IP65}</math>。</p> <p>(12)公称压力：PN1.6。</p> <p>(13)转换器：模块化设计，各模块之间通过总线通讯，可靠性高。</p> <p>(14)输出：全部电隔离。1 路 4~20mA DC 模拟电流输出；1 路频</p>

序号	名称	技术要求
		<p>率/脉冲输出；1路继电器输出。</p> <p>(15)空管检测：空管时，可靠零输出并显示和输出报警信号。</p> <p>(16)变送器环境温度：显示型：-20~60℃。</p> <p>(17)电源：AC/DC24V 或 AC220V，50~60Hz。</p> <p>(18)衬里材料：冷水：橡胶衬里；热水：耐高温衬里（PTFE 或 PFA 等）。</p> <p>(19)电极：不锈钢 316L。</p> <p>(20)安装：管道法兰安装，符合 BS ISO 13359 总长。</p> <hr/> <p><b>温度传感器主要技术要求：</b></p> <p>(1)工业级仪表。</p> <p>(2)安装位置：地块计量室冷/热水供、回水总管。</p> <p>(3)工作原理：铂热电阻。</p> <p>(4)结构：传感器、变送器一体化。</p> <p>(5)精度：不低于±0.3%。</p> <p>(6)量程：冷水-15~80℃；热水：0~150℃。</p> <p>(7)工作温度：0~150℃。</p> <p>(8)公称压力：PN1.6。</p> <p>(9)电缆长度：≥3m。</p> <p>(10)信号输出：4~20mA。</p> <p>(11)防护等级：≥IP65。</p> <p>(12)插入深度：需深入管道内 200mm~0.5D。</p> <hr/> <p><b>积算仪主要技术要求：</b></p> <p>(1)工业级仪表。</p> <p>(2)安装位置：流量计附近。</p> <p>(3)测量精度：±(0.5+3℃/Δθ) %。</p> <p>(4)防护等级：≥IP54。</p> <p>(5)环境温度：5~55℃。</p> <p>(6)储存温度：-25~70℃。</p>

序号	名称	技术要求
		<p>(7)电源：230VAC 50~60Hz，带后备电池。</p> <p>(8)温度输入                      温度范围：0~180℃。                      温差范围：-9.9~189.9℃。                      温度分辨率：0.1℃。                      温度传感器连接：两线制，电缆长度≥10m。</p> <p>(9)流量计输入                      脉冲/频率：≤100Hz。                      脉冲开时间：≥4msec。                      脉冲关时间：≥6msec。</p> <p>(10)输出：脉冲频率输出，MODBUS RTU 485。</p> <p>(11)显示功能：应显示数据包括但不限于：累积热量、瞬时热量、累积流量、瞬时流量、供水温度、回水温度、供回水温差、累积工作时间、当前时间、来停电记录等。</p> <p>(12)数据存储功能：积算仪的 LOG 每 10min 更新一次累积测量值，包括：日期、累计冷/热量、冷/热量或流量的峰值、日期/时间和信息代码，24 个月数据存储等。</p> <p>(13)通过 RTS485 通讯接口上传以下参数至能源中心冷、热监控系统：累积热量、瞬时热量、累积流量、瞬时流量、供水温度、回水温度等。</p>
2	压力传感器	<p>(1)工业级仪表。</p> <p>(2)安装位置：地块计量室冷、热水供、回水总管。</p> <p>(3)工作原理：电容式或压敏电阻。</p> <p>(4)测量精度：不低于±0.5%。</p> <p>(5)量程：0~1MPa。</p> <p>(6)显示：LED 显示。</p> <p>(7)输出信号：4~20mA。</p> <p>(8)工作温度：0~150℃。</p>

序号	名称	技术要求
		<p>(9)公称压力：PN1.6。</p> <p>(10)防护等级：≥IP65。</p>
3	压差传感器	<p>(1)工业级仪表。</p> <p>(2)静压采用压差传感器方式测量。</p> <p>(3)工作原理：电容式或压敏电阻。</p> <p>(4)安装位置：地块热力入口室冷/热水供、回水总管之间。</p> <p>(5)量程：0~0.6MPa。</p> <p>(6)测量精度：不低于±1.5%。</p> <p>(7)输出信号：4~20mA。</p> <p>(8)工作温度：冷水-20~85℃；热水 0~130℃。</p> <p>(9)公称压力：PN1.6。</p> <p>(10)防护等级：≥IP65。</p>
4	电动开关型蝶阀	<p>(1)制造标准 DIN3230，其它相同或要求更严格的国际认可标准。</p> <p>(2)阀体 DN600 及以下自带单法兰，DN700 及以上阀体自带双法兰。上法兰符合 ISO 5211 《阀门驱动装置法兰标准》。</p> <p>(3)材质： 冷水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢或球铁尼龙覆层（镀镍）阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座； 热水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座。</p> <p>(4)供冷系统阀门的阀体应具备防结露功能。</p> <p>(5)正反双向密闭功能，安装中不受介质流向限制和空间位置影响，可在管道上任意安装。</p> <p>(6)工作温度：冷水-5~100℃；热水-20~150℃。</p> <p>(7)环境温度：-10~60℃。</p> <p>(8)公称压力：PN1.6。</p> <p>(9)关闭压力：≥0.6MPa。</p> <p>(10)执行器防护等级：≥IP65</p>

序号	名称	技术要求
		<p>(1)DN600 及以下执行器电源电压：AC220V；DN700 及以上执行器电源电压：AC380V。</p> <p>(2)手动/电动两用。</p> <p>(3)开关型三太浮点型。</p> <p>(4)带开度显示行程开关 SPDT（阀全开、阀全关），过力矩行程开关 SPDT（开过力矩、关过力矩）等辅助开关，并提供进线端子。</p> <p>(5)带阀位指示。</p> <p>(6)带过热保护。</p> <p>(7)执行器须采用进口产品，并提供报关单。</p> <p>(8)整体供货，现场无组装。</p>
5	电动调节型蝶阀或电动调节阀	<p>(1)制造标准 DIN3230，其它相同或要求更严格的国际认可标准。</p> <p>(2)阀体 DN600 及以下自带单法兰，DN700 及以上阀体自带双法兰。上法兰符合 ISO 5211 《阀门驱动装置法兰标准》。</p> <p>(3)材质： 冷水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢或球铁尼龙覆层（镀镍）阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座； 热水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座。</p> <p>(4)供冷系统阀门的阀体应具备防结露功能。</p> <p>(5)正反双向密闭功能，安装中不受介质流向限制和空间位置影响，可在管道上任意安装。</p> <p>(6)工作温度：冷水-5~100℃；热水-20~150℃。</p> <p>(7)环境温度：-10~60℃。</p> <p>(8)公称压力：PN1.6。</p> <p>(9)关闭压力：≥0.6MPa。</p> <p>(10)执行器防护等级：≥IP65</p> <p>(11)DN600 及以下执行器电源电压：AC220V；DN700 及以上执行</p>

序号	名称	技术要求
		<p>器电源电压：AC380V。</p> <p>(12)手动/电动两用。</p> <p>(13)调节型，等百分比特性，控制信号：2（0）~10V 或 4~20mA。</p> <p>(14)带阀位反馈信号 DC2~10V，4~20mA。</p> <p>(15)带开度显示行程开关 SPDT（阀全开、阀全关），过力矩行程开关 SPDT（开过力矩、关过力矩）等辅助开关，并提供进线端子。</p> <p>(16)带过热保护。</p> <p>(17)执行器须采用进口产品，并提供报关单。</p> <p>(18)整体供货，现场无组装。</p>
6	手动蝶阀	<p>(1)制造标准 DIN3230，其它相同或要求更严格的国际认可标准。</p> <p>(2)阀体 DN600 及以下自带单法兰，DN700 及以上阀体自带双法兰。上法兰符合 ISO 5211 《阀门驱动装置法兰标准》。</p> <p>(3)材质：                      冷水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢或球铁尼龙覆层（镀镍）阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座；                      热水：不低于 QT450-10 球墨铸铁阀体/316 不锈钢阀板/416 不锈钢阀轴/EPDM 阀座。</p> <p>(3)工作温度：冷水-5~100℃；热水-20~150℃。</p> <p>(4)公称压力：PN1.6。</p> <p>(5)动作范围：0~90°。</p> <p>(6)DN200 及以下采用手柄；DN250 及以上采用蜗轮蜗杆。</p>
7	自动排污过滤器	<p>(1)公称压力：PN1.6。</p> <p>(2)工作温度：0~150℃。</p> <p>(3)口径：与管径相同。</p> <p>(4)阻力：≤5kPa。</p> <p>(5)滤网：不锈钢过滤网，滤孔孔径 2mm，过滤面积应不小于入口面积的 10 倍。</p>

序号	名称	技术要求
		<p>(6)材质：壳体应为碳钢（用于热水系统时宜全部采用不锈钢），内壁表面须有可靠的防腐措施。</p> <p>(7)罐式,管道安装，自动排气，自动排污。</p> <p>(8)法兰连接。</p> <p>(9)随过滤器配带不锈钢手动排污阀和电动排污阀、不锈钢控制箱。</p> <p>(10)制造商应确保提供的产品满足设计要求，在设计工况下的使用寿命不低于__年。</p>
9	温度计	表盘式；量程：冷水 0~60℃，热水 0~150℃，最小刻度 0.2℃。
10	压力表	Y100 型，设于高位时采用 Y150 型；量程 0~1.6MPa；精度 1.5 级。
11	UPS 电源柜	UPS 2kVA 180min 混合类负载。
12	PLC 控制器	<p>(1) DI:32, DO:32, AI:64, AO:8, 光电转换器，八口交换机，防火墙。</p> <p>(2) 微处理器，处理器对每条二进制指令的处理时间大约为 0.1<math>\mu</math>s，每个浮点预算的时间为 3 <math>\mu</math>s。</p> <p>(3) 程序装载存储器，微型存储卡（最大为 8 MB）允许将可以项目（包括符号和注释）保存在 CPU 中；可用于数据归档和配方管理。</p> <p>(4) 集成的 MPI 接口，MPI 可以用来建立最多 16 个 CPU 组成的简单网络。带有 PROFIBUS DP 主/从接口；带有 PROFINET 以太网 RJ 45 接口(10/100 Mbit/s)。</p> <p>(5) 诊断缓冲区，可存储最后 500 个错误和中断事件，其中的 100 个事件可以长期保留。</p> <p>(6) 免维护的数据后备，如果电源中断，CPU 将所有数据（最大 128 KB）自动写到 SIMATIC 微型存储卡（MMC 卡）上，从而使数据可以在电压恢复后再次使用，且不会发生改</p>

序号	名称	技术要求
		变。
13	液晶显示屏	(1) 21 英寸及以上显示屏。 (2)分辨率：大于 1366×768。 (3)电压：AC220V。 (4)带 HDMI 接口。 (5)带视频播放器。 (6)需上级信息发布系统支持。

## 6.4 投资估算

能源站能流调度自动控制系统需要由专业自动控制公司根据项目提出的自控要求和思路进行专项设计后，根据自动控制系统方案进行详细投资估算。由于本项目还没有进行到自控系统设计阶段，无法进行详细投资估算。本报告根据类似规模和功能的项目对自动控制系统的造价进行估算，仅供参考。

经估算本项目能源站自动控制系统总投资约为 800 万元，详见表 6-7。

表 6-7 能源站自动控制系统投资估算

序号	项目名称	投资额（万元）
(一)	二级泵水系统、双工况冷水机组、蓄冰槽及冷热分集水器	487
1	控制设备	45
2	电动阀门	360
3	传感器	17
4	能量计	45
5	线缆	20
(二)	离心冷水机组系统	170
1	控制设备	50

序号	项目名称	投资额（万元）
2	电动阀门	65
3	传感器	15
4	能量计	20
5	线缆	20
(三)	<b>通风系统、给排水系统</b>	<b>50</b>
1	控制设备	20
2	传感器	20
3	线缆	10
(四)	<b>三联供耦合双工况冷机、冰蓄冷能源项目调试费</b>	<b>18</b>
	<b>总投资</b>	<b>725</b>

注：发电机组控制系统由机组自带，本表不包含该部分控制系统费用。

## 6.5 结论及建议

- 1) 本项目为综合能源供应体系，项目运行经济性主要根据能源价格、各供冷系统效能及系统运行特点进行判断，以各系统供能成本做为系统运行优先顺序的判断依据。
- 2) 本项目区域供冷以输配管线进入地块红线 1 米为分界线，换热机组及一次侧能量表等附属配件均须按能源服务公司要求参数进行设置，二次侧及其附属配件均属于用户侧。
- 3) 本工程采用直接数字控制系统对能源站所有产能和用能设备进行自动控制和能源管理。通过监控系统所获得的能耗数据和趋势曲线查询，对比环境指数和历史数据，可以对整个奇槎片区供冷需求负荷进行分析，从而制定和修正低能耗运行模式。
- 4) 区域集中供能系统能源站与用户之间采用间接连接方式，地块建设单位设置换热站，换热站设置监测信号并上传至能源站。

## 第七部分

### 奇槎片区能源监控系统

#### 7.1 奇槎片区能源监控系统概述

奇槎片区能源监控系统（下文简称为自控系统）是指通过在片区能源站及地块建筑群内安装分类和分项计量装置，采用远程传输等手段实时采集数据，及时掌握片区内能源站及地块建筑群及用能状况、碳排放足迹等，同时实现对能源站及地块建筑群能耗的在线监测、动态分析和控制调节等功能的软硬件系统的统称。

一般的区域能耗监控系统是指通过对国家机关办公建筑、大型公共建筑、节约型高校和绿色建筑（居住建筑）安装分类和分项能耗计量装置，采用远程传输等手段及时采集能耗数据，实现重点建筑能耗的在线监测和动态分析功能的硬件系统和软件系统的统称。而奇槎片区需要能耗监测的单位较多，各单位的能耗种类不尽相同，课题组在鄱阳奇槎片区区域能源站设立一套运行管理自控系统。如表 7-1 所示，与一般检监控系统不同，本区域监控系统不仅单对需求侧的各类建筑（居住建筑，办公建筑，商业/酒店建筑，学校和体育中心等）进行监测，同时还对供能侧供能单位（能源站、太阳能光伏系统及太阳能光热系统）进行监控。对鄱阳奇槎片区区域能源生产及输送、用户换能站、区域光热/光电、充电桩和楼宇能耗的实时监控和生产运行调度实现集中管理，满足片区内用户的冷空调用能、能源站用电的需求。

鄱阳奇槎片区区域能源站集中供冷由冷电联供系统、双工况冷机组、电冷水机组、冰蓄冷系统组成。能源站用电由市电、冷电联供系统和片区光电系统联合供电，冷电联供系统及光电系统的电力输出实行并网不上网、能源站自用，故站内用电优先使用冷电联供系统及光电系统输出电力，用电不足时由市电补充。通过区域能源系统进行能源优化平衡、控制与调度，满足需求侧所需相应的冷、热、电需求，从而实现能源供需响应（如图 7-1）。

奇槎片区单体建筑的本地能耗监测采用丰富的人机交互形式和工具式应用，对系统所整合的建筑能耗数据进行全面分析以及有效管理。通过对奇槎片区单体建筑能耗监测平台的建设，从而提供给业主和物业管理者以策略优化，提升运行

管理水平为核心的本地能效管理服务，提升大型公建的能效与经济效益。

表 7-1 区域能源管理中心的功能

	区域能源监控系统的功能	目标
	<b>供能侧管理（数据采集，控制与调度）</b>	
<b>A</b>	能源站（冷电联供、离心机、冰蓄冷、冷水机组等）	最大限度的利用冷电联供 充分发挥太阳能的能力 优化平衡热电比，使冷电联 供高效工作 实现优化调度，提高系统效 率
<b>B</b>	太阳能光伏	
<b>C</b>	太阳能光热	
<b>D</b>	区域电网变电站的数据采集与控制连接、联动	
	<b>需求侧管理（独立的能源管理系统）</b>	
<b>E</b>	单体建筑（办公，酒店/商业，居住，学校，体育中心等） 能耗数据实时采集及分析	节约电能，节约电力，消减 用电高峰值， 能耗数据分析和管理的，提高 能源使用效率系 实现能耗需求预测与发电， 供冷/供热水优化
<b>F</b>	分项能耗分项分析，对空调、插座、照明、动力等能耗 分析	
<b>G</b>	分类/分区能耗分析功能（楼层/建筑类型/地块等）能耗 数据实时采集及分析	
<b>H</b>	能效分级/同级对比，不同部门或大楼之间进行对比分 析，并参考平均能耗基准，发现能耗异常点	
<b>I</b>	能效对比/历史对比，并参考平均能耗基准，发现能耗异 常点	
	能效分析-能耗排名，不同部门或大楼之间实行内部能 耗考核管理	
<b>J</b>	需求侧电力/冷负荷/热水负荷预测，设备调度管理	
	<b>实现供能侧与需求侧双向互动与优化</b>	
<b>L</b>	需求测与供能侧能源优化平衡、控制与调度（内部电能）	能效改善 高峰区电力消减 实现智慧低碳
<b>M</b>	需求测与供能侧能源优化平衡、控制与调度（供冷）	
<b>N</b>	调节内发电/用电资源满足区域高峰要求	
<b>O</b>	调节供冷/用冷资源满足区域高峰要求	
<b>P</b>	需求测与供能侧能源优化平衡、控制与调度（部分供热 水）	
<b>Q</b>	实现不同发电制冷/与用冷价格激励政策实现区域低碳 节能、消减高峰电力负荷	

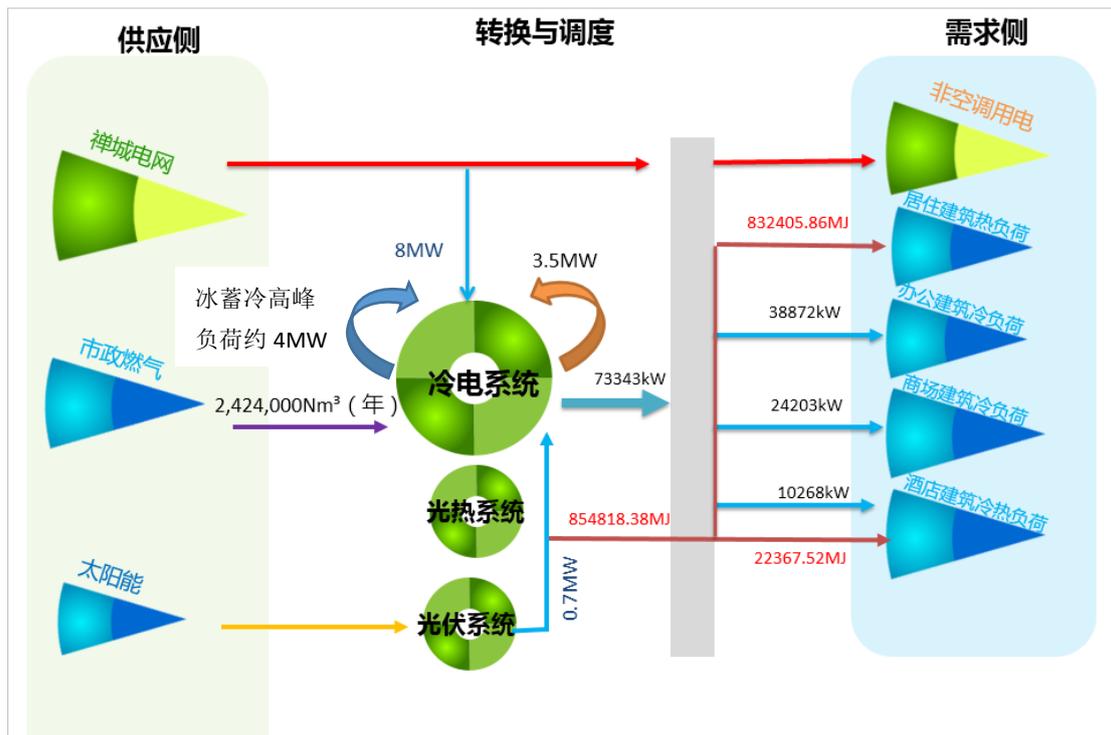


图 7-1 奇槎片区能源流向示意图

### 7.1.1 自控系统建设目标

- 1) 自控系统通过模块化设计，分层分布式结构，使各子系统之间既互相独立又互相联系，子系统既受站内总控系统统一调度运行，亦可以独立运行，双重保障能源站安全可靠运行。
- 2) 配置设计以实现现场无人值守为目标，成套设备装置的启、停及联动运转皆可由站内监控管理系统远程操纵与调度。

### 7.1.2 自控系统建设架构

奇槎片区源站运行管理自控系统由顶层**站内监控管理系统**、**中间控制层**（各供能子系统、片区能耗管理系统等）及**底层设备层**构成。正常运行情况下由顶层计算机监控管理系统统一监控站内外能耗及调度站内能源生产；顶层计算机监控管理系统不可用时由中间控制层接管监控调度任务；调试或特殊情况下，可在设备层就地控制设备运行。

自控系统建设架构共 2 个备选方案，其差别主要在于地块管理站的接入方

方案一为内部局域网接入方式，即经由已经建设完毕的光纤主干网络节点与地块建立数据通信。方案二为专用 VPN 网络接入方案，即建立一个具有固定的互联网 IP 地址的 VPN 网络中心并申请中国电信 15M/15M 上下行对称的互联网宽带接入，将数据连入 VPN 网络中心。

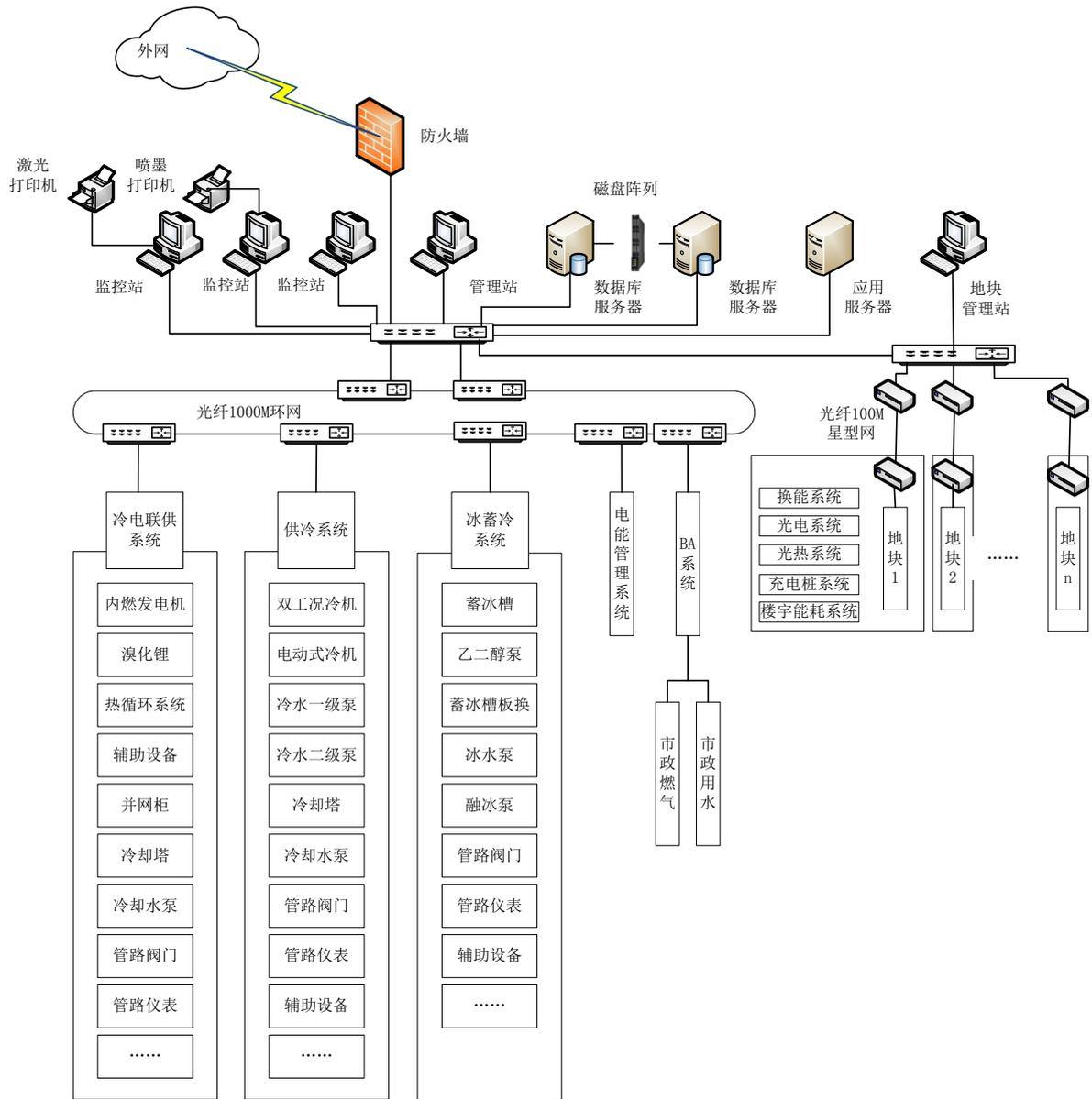


图 7-2a 自控系统建设架构图（方案一）

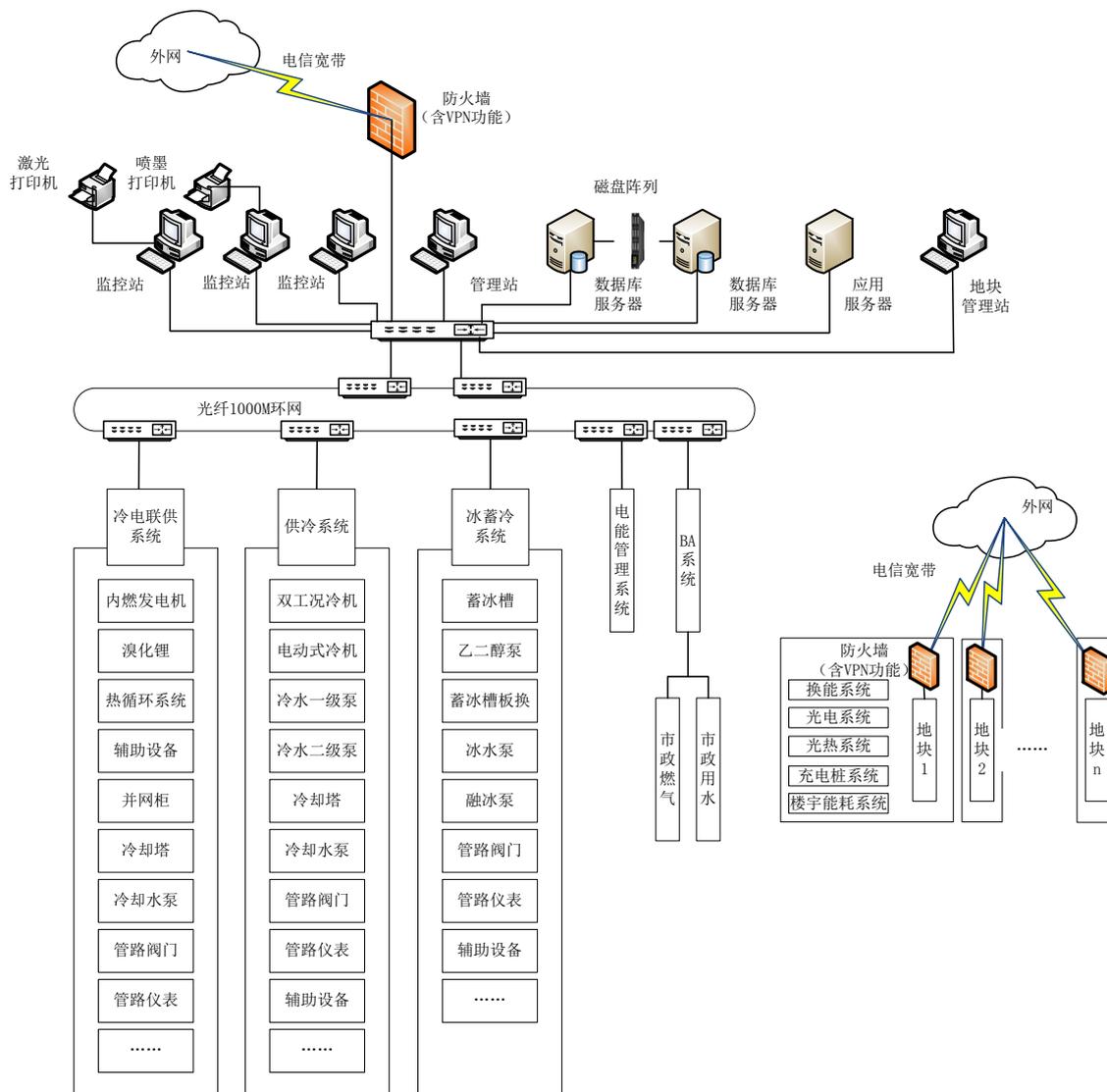


图 7-2b 自控系统建设架构图（方案二）

### 1) 站内监控管理系统

包括：包括一台监控工作站，一台管理工作站，两台互为冗余的数据服务器及一台磁盘阵列，一台应用服务器，一台核心交换机，一台防火墙，两台千兆光纤交换机等附属网络交换设备。

**监控工作站（操作员站）：**该工作站用于对能源生产各子系统运行状态的实时监控，操作人员通过监控工作站下达控制指令。在监控同时，对所收集的运行数据和状态参数进行汇总分析、统计存储、报表生成、事件记录、报警和打印等处理。而且还生成实时数据库和历史数据库，作为日常管理和决策依据。

**管理工作站：**管理工作站运行供能系统生产管理软件，完成对区域供能系统全过程分析及管理，软件包括功能模块：优化调度模块，能效管理模块，用户管理模块，安全生产模块等。

**数据服务器及磁盘阵列：**数据服务器用于数据采集及处理，磁盘阵列拥有高性能的数据存取能力，管理中心端和客户端所有数据。完成数据查询、更新、事务管理、索引、高速缓存、查询优化、安全及多用户存取控制。通过与区域内各子系统和片区换能管理系统的实时通讯，可以将控制系统中的实时运行参数传输到站内管理系统，存储到磁盘阵列，系统可以长期存储运行数据，用于供能的生产管理、考核、分析、调度。两台数据服务器站互为冗余备份。

**应用服务器：**应用服务器负责自控系统的所有逻辑和应用程序的运行，还负责系统内所有报警信息、警告信息以及各类报表和分析信息的生成和通知。实现客户端设备的通讯以及数据存取操作，实现中心端数据存储服务器、用户登录的通讯和数据交换。

**核心交换机：**完成站内监控系统的数据交换，冗余 24VDC 直流电源输入；具有三层应用层级；故障异常时，自动发送 Email 报警；配置 24 个千兆通讯口（RJ45）。

**防火墙：**防火墙提供强大的访问控制、信息过滤、代理服务和信息的综合分析等功能。可以在内外网之间建立一道牢固的安全屏障，它既可以保护内网资源不被外部非授权用户非法访问或破坏，也可以阻止内部用户对外部不良资源的滥用，并能够对发生在网络中的安全事件进行跟踪和审计。

**光纤交换机：**光纤交换机支持冗余环网，并带有网管功能配置 2 个千兆光口及 6 个千兆电口。两台光纤交换机互为冗余。

## 2) 中间控制层包括：

由冷电联供系统、供冷系统、冰蓄冷系统、电能管理系统、BA 系统（含市政燃气及市政用水）组成的能源站供能系统、地块管理系统。其中地块管理系统由各地块换能管理分系统统一接入光纤环网构成，地块换能管理分系统需接入相关地块用能子系统，包括：换能系统（能源站供冷）、光电系统、光热系统、充电桩系统及楼宇能耗系统。

**冷电联供系统：**冷电联供控制系统由其承包商成套提供并接入冗余光纤环网

与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。

**供冷系统：**供冷控制系统由其承包商成套提供并接入冗余光纤环网与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。若双工况冷机和电动式水机由两家供应商提供，则要求两家协调接入同一套控制子系统实现统一控制。

**冰蓄冷系统：**冰蓄冷控制系统由其承包商成套提供并接入冗余光纤环网与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。冰蓄冷系统运行必须由站内监控管理系统调度或就地控制。

**电能管理系统：**电能管理系统由其承包商成套提供并接入冗余光纤环网与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。

**BA 系统：**BA 系统由其承包商成套提供并接入冗余光纤环网与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。市政燃气及市政用水接入 BA 系统。

**地块换能管理分系统：**地块换能管理分系统由其承包商成套提供并接入地块冗余光纤环网再通过交换机接入站内冗余光纤环网与站内监控管理系统通讯。接入协议采用 TCP/IP。地块换能管理分系统建议由一家自控集成商完成，以避免使用的产品不一致对后期维护带来极大的麻烦。地块换能管理分系统的换能系统（能源站供冷）、光电系统、光热系统、充电桩系统及楼宇能耗系统，由其各自的承包商成套提供并接入地块换能管理分系统。建设时，建议在每个地块建立地块换能管理分系统监控中心站。

### 3) 设备层包括：

内燃机、溴化锂、冷机、冷却塔、水泵、阀门等。设备都必须都具有参数远传、远程控制及就地控制功能

## 7.1.3 片区能源管理中心建设内容

奇槎片区区域能源站站内监控管理系统是一个具有客户机/服务器 (Client/Server)结构的计算机控制系统，组成整个区域供能的监控管理层。监控管理系统可采集供能各子系统的全部运行参数和信息，实时监控整个能源生产和输送流程、设备运行状况，通过权限约定，在线调度遥控各子系统运行。构成的自动控制系统以实现区域生产现场的无人值守为目标和全系统计算机智能化管理，为具有先进水平的现代化供能企业提供一个生产监控和运营管理的信息交换处理平台。片区能源管理中心装修要求有吊顶；铺设防静电地板；照度达到  $240\text{cd}/\text{m}^2$ ；

用电容量 4kW；等电位箱（不少于 3 路）。

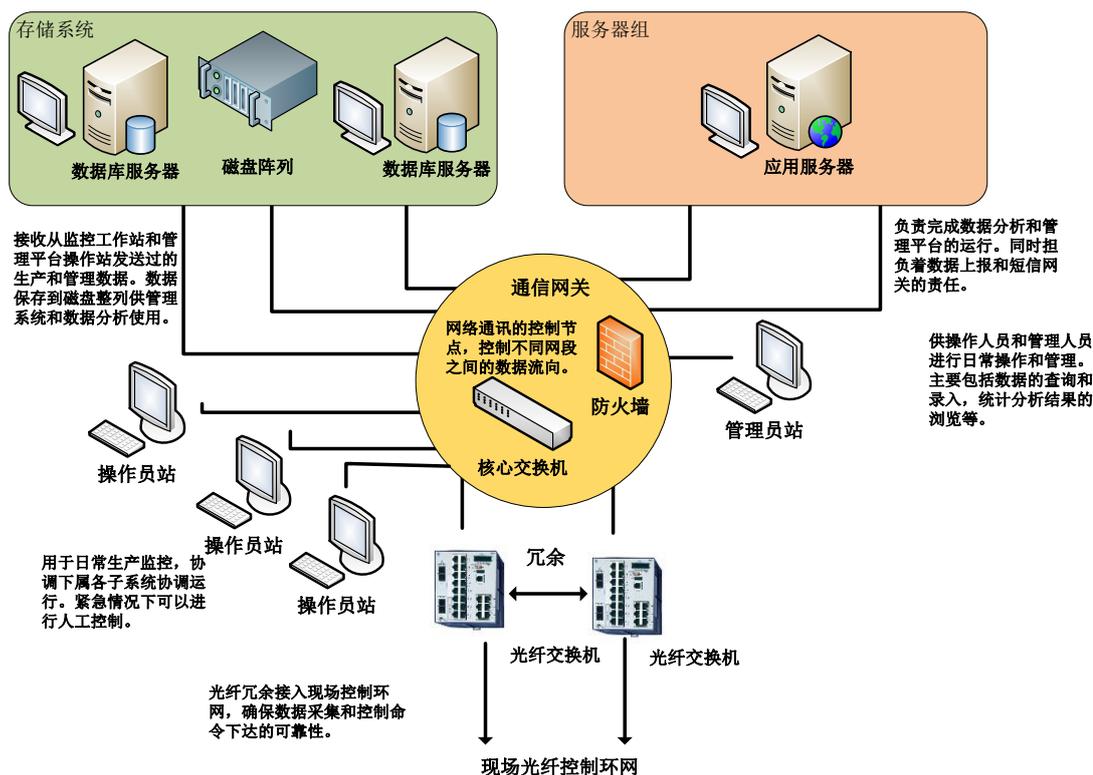


图 7-3 片区能源管理中心架构图

片区能源管理中心的工作站计算机、数据服务器和应用服务器、以及视频监控计算机等通过工业以太网交换机接入光纤环网,与各子系统交换数据、采集信息，遥控和管理各成套子系统。

片区能源管理中心在监视控制同时，对接收的各子系统运行数据和状态参数进行汇总分析、统计存储、报表生成、事件记录、报警和打印等处理；而且还生成实时数据库和历史数据库，作为日常调度管理和决策依据，支持在线查询、修改、处理、打印等功能，工业数据库带有标准的 SQL<sup>31</sup>接口和 ODBC<sup>32</sup>接口，可与其他关系数据库建立共享关系，为信息化管理系统提供基础数据信息。

<sup>31</sup> 结构化查询语言(Structured Query Language)简称 SQL，是一种特殊目的的编程语言，是一种数据库查询和程序设计语言，用于存取数据以及查询、更新和管理关系数据库系统；同时也是数据库脚本文件的扩展名。

<sup>32</sup> 开放数据库连接（Open Database Connectivity，ODBC）是微软公司开放服务结构（WOSA，Windows Open Services Architecture）中有关数据库的一个组成部分，它建立了一组规范，并提供了一组对数据库访问的标准 API（应用程序编程接口）。ODBC 规范后来被 X/OPEN 和 ISO/IEC 采纳，作为 SQL 标准的一部分，具体内容可以参看《ISO/IEC 9075-3:1995 (E) Call-Level Interface (SQL/CLI)》等相关的标准文件。

## 7.2.能源站能耗监控系统

### 7.2.1 冷电联供系统

冷电联供系统需由高性能冗余 PLC<sup>33</sup>、监控计算机、控制柜等设备组成，用以采集整个冷电联供系统内所有设备、仪表的信号，冷电联供系统根据站内监控系统下达的命令，同时根据三联供工艺系统的温度，使整个系统的发电、供冷、供热处于最佳的工作状态。

详细采集数据内容及用途、控制命令及用途见供应商提供的 I/O 信号表。

#### 控制功能

控制系统主要完成发电机设备内部连锁和保护及发电机组的循环热水和高温烟气排放系统与溴化锂机组和热交换设备之间的能量转换调节控制，在保证发电机组正常运行条件下使其余热得到有效利用，达到节能减排的目的。集中控制系统主要包括热水循环系统（机组高温冷却液）和烟气系统。

#### 并网控制功能

并网控制系统主要对发电机组与外部电源的并网方式进行逻辑控制；根据选定的运行模式控制发电机组出口开关、变压器低压侧开关和转换开关，采集开关状态和发电机组运行参数实现就地显示并上送至冷电联供系统。并网控制系统根据进线变压器低压侧端电流控制发电机发电量与市电供电之间的比例，在并网不上网前提下防止发电倒灌入市电。当市电断电情况下，对于应急启动还增设黑启动模式。

---

<sup>33</sup> 可编程逻辑控制器，是一种采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。

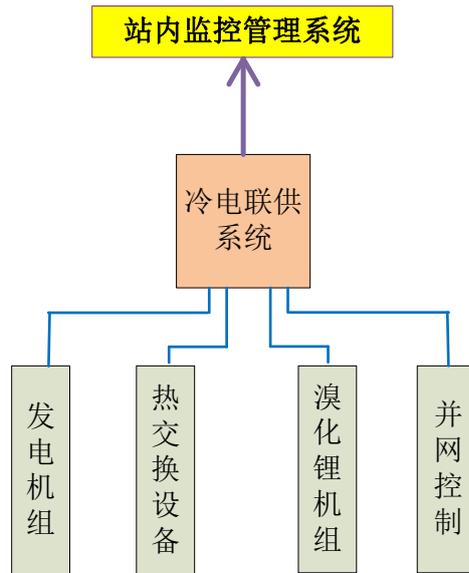


图 7-4 冷电联供系统拓扑图

## 7.2.2 供能侧-能源站供冷系统

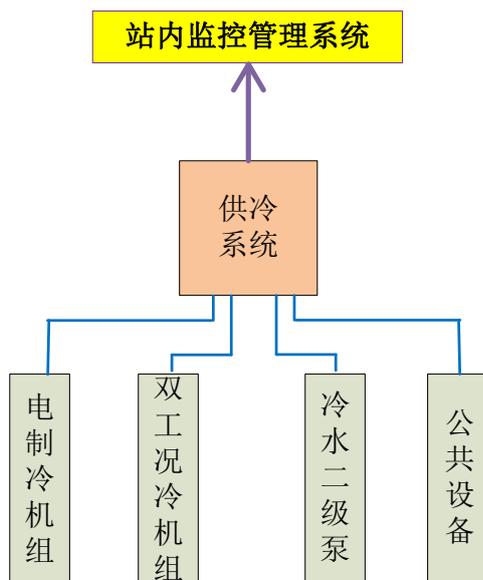
供冷系统由高性能冗余 PLC 构成，用以采集整个供冷系统内所有设备、仪表的信号，供冷主控站根据站内监控管理系统下达的命令，根据工艺系统的温度，自动调节管路上的各个阀门，保证整个系统内电制冷水机组、双工况冷水机组、冷水二次泵等设备之间的连锁互动，使整个系统的供冷处于最佳的工作状态。

供冷系统由设备厂家自带，用以协调冷水机组、冷水一级泵、冷却泵、冷却塔之间的连锁关系，使得冷水机组本身能够形成一个供冷小循环系统。若电制冷水机和双工况冷水机组选用了 2 家供应商，则可以采取以某家为主的方式，或由站内监控系统厂家牵头完成供冷系统。厂家自带控制系统必须可以完成本身机组在冰蓄冷不参与情况下的供冷小循环系统。

详细采集数据内容及用途、控制命令及用途见见供应商提供的 I/O 信号表。

### 控制功能：

控制系统功能应包括但不限于：供冷系统启停顺序控制、冷源设备运行状态和电动阀门开关状态监视、系统运行优化控制、设备故障报警与设备保护、运行数据记录与保存、能耗计量与统计。

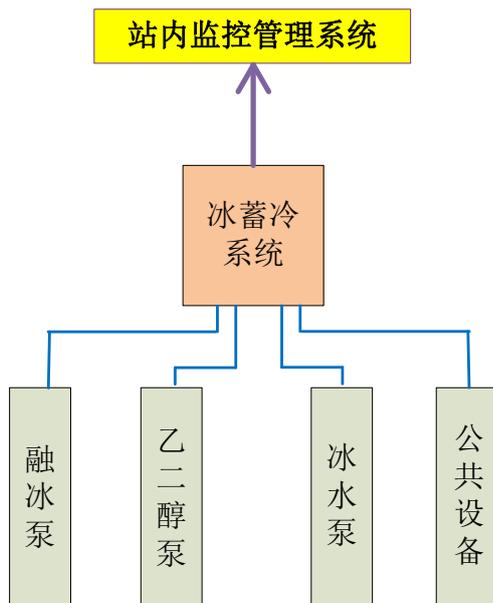


### 7.2.3 供能侧-能源站冰蓄冷系统

冰蓄冷系统由高性能 PLC 构成，用以采集冰蓄冷系统内所有设备、仪表的信号，冰蓄冷系统根据站内监控管理系统下达的命令，启停泵机，开关阀门，保证冰蓄冷系统配合供冷系统完成蓄冰罐的存释冷量。

详细采集数据内容及用途、控制命令及用途见见供应商提供的 I/O 信号表。

冰蓄冷系统本身不具备自动控制功能，通过接收内监控管理系统控制命令完成相应操作。具有就地控制功能。



## 7.2.4 能源站电能管理系统

能源站电能管理系统由变电站监控层、前置通讯层、现场设备层构成。采用客户机/服务器结构,使电能管理系统可以方便地与站内监控管理系统接口,并具有丰富灵活的接口方式,实现信息共享,构成更大的系统。

35KV、10KV/0.4KV 变电站电能管理监控系统的监控对象包括: 35kV 开关室的相关设备; 10kV 开关室的相关设备; 400V 开关室的相关设备; 交直流屏的运行状况; 发电机的运行状况等。

**变电站监控层:** 配置一台监控主机, 一台以太网交换机。变电站监控层集中管理全部变电站设备。变电站监控软件采用专业的电力监控软件。该层完成接受现场采集层上传的数据, 对这些数据分析、转换、存储, 并以数字、曲线、报表等形式显示在屏幕上。同时, 该层可以以多种方式向其他系统转发相关的电力数据。

**前置通讯层:** 是指完成监控系统通讯所涉及的底层通讯链路(如 RS485)、通讯转换设备(如终端服务器、以太网交换机、通讯管理机等)以及顶层通讯链路(如光纤以太网、TCP/IP 网络)等的总称。这一部分是连接现场层和变电站监控层的纽带环节。

**现场设备层:** 采用品牌仪表设备以保证可靠性, 通讯方面都统一按照国际通用的 MODBUS—RTU 规约、标准的 RS485 接口, 以保证通讯的可靠、稳定, 使电能管理监控系统对现场设备监控采集上具有统一性、通用性和可扩展性。

前置通讯层设备采用通讯管理器对现场层上传的数据进行处理, 并按照标准的通讯方式上传给变电站监控层。前置通讯层设备与变电站监控层进行数据交换时, 为保证数据传输的速率和通信质量, 采用 10/100M 以太网。

通讯管理器同时和逻辑控制器进行互联, 发送相关的信息给逻辑控制器, 同时采集逻辑控制器逻辑运算后的结果, 把此结果和系统原有的采集信息一并上送给站内监控管理系统, 供站内监控管理系统及发电机并联主控柜使用, 实现和站内监控管理系统及发电机系统信息的交互。

## 7.2.5 站内 BA 系统

BA 系统既要满足系统的开放性、通信协议的标准化、与其他系统之间的可操作性、满足将来发展需要的可扩性、技术的先进性, 又要考虑系统的实用性,

选择合适的系统。

系统软件拟采用开放性、标准化模块化设计，界面软件采用图形用户界面设计，具有方便的人机会话系统。系统的上级网络控制器发生故障时，现场的控制能器能独立工作。系统有密码保护功能和系统断电保护功能。

系统拟采用分布式控制系统，操作站之间的网络采用以太网，TCP/IP 通讯协议，传输速度为 1000Mbps。

#### **监控内容：**

**空调系统：**对冷热源设备、通风设备、空调设备及环境监测设备进行监视、测量、控制。

**给排水系统：**对给排水设备、污水处理设备等进行监视、测量、控制。

**电梯系统：**对其运行状态进行监视、控制及紧急状态报警。

**供配电系统：**对变电所内设备的运行状态进行监视、电能参数测量和故障报警。发电机房内的设备由相关设计分包单位提供通讯接口，并上。

**照明系统：**对一些公共场所的照明进行监视和控制。

## **7.3 总控系统与分控系统联动控制方式**

### **7.3.1 站内监控管理系统与冷电联供系统分层控制方法**

首次运行时，由冷电联供系统本地自控，待满足远程控制条件后，可由站内监控管理系统或冷电联供系统切换本地自控模式至远程控制模式。冷电联供系统运行过程中，具有权限的操作人员可以根据实际运行需要，通过站内监控管理系统或冷电联供系统切换控制模式。

站内监控管理系统与冷电联供系统建立握手信号，当通讯发生中断并持续到设定时间长度后（设定时间长度可调整），冷电联供系统自动将远程控制模式切换至本地自控模式。冷电联供系统控制发电机组维持原有供能模式、自行调配发电量及控制系统的增减机。通讯恢复后，由操作人员将本地自控模式切换到远程控制模式。

#### **上下行参数**

冷电联供系统向站内监控管理系统实时上传系统的运行参数，主要包括但

不仅限于以下参数：冷电联供系统发电机运行状态、换能设备进出口水温/流量等。

站内监控管理系统向冷电联供系统发送调度指令，主要为：发电机的发电功率、设备启停制冷等。

### 7.3.2 站内监控管理系统与供冷系统分层控制方法

首次运行时，由供冷系统本地自控，待满足远程控制条件后，可由站内监控管理系统或供冷系统切换本地自控模式至远程控制模式。供冷系统运行过程中，具有权限的操作人员可以根据实际运行需要，通过站内监控管理系统或供冷系统切换控制模式。

站内监控管理系统与供冷系统建立握手信号，当通讯发生中断并持续到设定时间长度后（设定时间长度可调整），供冷系统自动将远程控制模式切换至本地自控模式。供冷系统控制发电机组维持原有供能模式、自行调配发电量及控制系统的增减机。通讯恢复后，由操作人员将本地自控模式切换到远程控制模式。

#### 上下行参数

供冷系统向站内监控管理系统实时上传系统的运行参数，主要包括但不限于以下参数：供冷系统运行状态、冷水机组进出口水温/流量等。

站内监控管理系统向供冷系统发送调度指令，主要为：出口水温设定值、每套冷水机组（冷机、冷却泵、一级泵自成一套）的启停命令等。

### 7.3.3 站内监控管理系统与冰蓄冷系统分层控制方法

首次运行时，由冰蓄冷系统就地手动控制，待满足远程控制条件后，可由站内监控管理系统或冰蓄冷系统切换就地控制模式至远程控制模式。冰蓄冷系统运行过程中，具有权限的操作人员可以根据实际运行需要，通过站内监控管理系统或供冷系统切换控制模式。冰蓄冷系统不具备自动控制功能，仅通过接收站内监控管理系统指令，紧急情况下，可通过冰蓄冷系统就地控制。

#### 上下行参数

冰蓄冷系统向站内监控管理系统实时上传系统的运行参数，主要包括但不限于以下参数：冰蓄冷系统运行状态、蓄冰罐进出口水温/流量等。

站内监控管理系统向冰蓄冷系统发送调度指令，主要为：阀门开关、泵机启停等。

### 7.3.4 站内监控管理系统与其他系统分层控制方法

站内监控管理系统与其他子系统不存在交叉控制，只监不控。

## 7.4 能源站能耗监控系统功能及估算

### 7.4.1 监控功能

监控计算机是建立在监控组态软件框架基础上，提供即时数据信息并接受来自操作员的操作指令。监控平台的主要界面提供如下显示和操作功能：

- 1) **用户登录：**系统对不同的用户赋予了不同的操作权限，分为操作员权限和管理员权限。
- 2) **实时工艺流程图显示：**实时动态地显示能源生产和输送工艺流程图，流程图上包含各种设备实时运行状况、各种实时工艺参数。
- 3) **报警：**每个可能出现的报警有四种状态：报警未消失未被确认、报警未消失已被确认、报警消失未被确认、报警消失已被确认。
- 4) **实时曲线、历史曲线：**操作员可通过菜单或按钮进入实时曲线画面或历史曲线画面。
- 5) **参数设置：**所有可以进行调整的参数具备在线调整功能。
- 6) **事件记录：**系统发生的较大情况（如设备故障、越限报警、大型设备的启停等情况）或操作人员对设备的操作、参数的调整，将通过事件记录功能记录下这些情况和操作过程，作为今后分析事故的基础资料。
- 7) **报表处理：**系统自动记录各种工艺运行数据，将所有数据归纳汇总形成报表，报表可定时打印或召唤打印，操作员也可通过菜单或按钮进入报表画面查看历史报表。
- 8) **画面切换：**监控计算机显示的画面间的切换简明方便。
- 9) **监控系统的安全机制：**系统的安全机制包括两个方面：系统数据的安全性和系统操作的安全性。

对于系统数据的安全机制，本系统在 2 台监控计算机上各建立互补的数据备份区，每当数据交换时，数据同步地写到对方的备份区进行备份保存，一旦因意外而丢失数据，操作员可以通过数据备份区将数据恢复出来。

对于系统操作的安全机制，站内监控管理系统作为全区域供能的监控中心，必须有严格的操作安全措施，确保生产运行的安全，因此，凡进入系统操作的人员必须先进行登录，同时计算机也将检测操作人的级别。

## 7.4.2 运营管理功能

运营管理软件系统是结合站内监控管理系统完成区域供能综合调度、管理、分析、安全生产的一套系统软件，该软件系统能够和区域供能已有的各种业务系统和控制系统实时连接，包括计量收费、用户管理、能效管理，安全生产、综合调度管理、需求响应等功能模块，运营调度人员可以随时查询区域供能生产运行的所有数据，通过综合数据分析，下达供能运行调度指令，指导全区域供能网稳定、经济运行，软件系统同时能够对生产运行所有数据进行经济分析，对全网的经济运行及成本分析提供基础数据。并为远期的规划功能，提供全面的数据基础及灵活方便的数据接口。同时，通过对需求侧及供应侧的数据采集、优化调度，从而满足片区内电力高峰需求，削减高峰电力负荷，实现需求响应的目的。

### 1) 基础数据管理

- **数据存储：**数据存储服务器(DSS)拥有高性能的数据存取能力，管理中心端和客户端所有数据。通过区域内各子系统和地块换能系统的实时通讯，可以将控制系统中的实时运行参数传输到站内监控管理系统，存储到站内监控管理系统磁盘阵列，系统可以长期存储运行数据，用于供能的生产管理、考核、分析、调度。
- **应用服务：**应用服务器(AS)负责系统的所有逻辑和应用程序的运行，还负责系统内所有报警信息、警告信息以及各类报表和分析信息的生成和通知。实现客户端设备的通讯以及数据存取操作，实现中心端数据存储服务器、用户登录的通讯和数据交换。

### 2) 管理软件功能

管理软件功能因具备以下但不仅限于以下功能：

- **能耗统计：**站内监控管理系统具有流量、热量计量功能，通过控制系统，可以把现场的流量、热量、包括瞬时量和累计量等数据传输到站内监控管理系统，同时系统能够将换能站的水耗、电耗数据通过通讯系统将能源数据传输到站内监控管理系统，进行换能站和建筑物的能

源消耗统计分析。统计分析系统以常规报表形式来统计分析结果，并提供如二维交叉表、柱状图、饼状图、折线图等表现形式直观为相关人员提供区域供能站能耗的分析手段。

- **计量收费：**用于供能计量收费，针对性地解决用能客户资料混乱、用能状态和面积不准、陈欠应收不清、政策管理条例多样化等问题，建立和维护客户信息资料；办理用能客户缴费业务；对收费票据进行全方位管理；对历年陈欠用能费用进行管理；对用能客户进行缴费查询及催缴；按时按地对缴费情况进行统计、汇总、报表。计量收费模块针对区域供能的特点采用 B/S 架构来完成收费与管理功能。
- **安全管理：**在系统运行出现异常时向相关人员发布应急信息，使信息发布及时、便捷、准确。在系统中专门建立安全事故记录档案，将发生的安全事故录入安全事故记录数据库中，并通过对不同类型的安全事故的调查、记录和分析，形成一个预防事故再发生的解决方案，进入到安全培训的资料库中。在对已知的安全事故分析中，形成相关安全事故应急预案，并通过结合对外延数据的分析，不断形成新的安全事故应急预案，为可能发生的安全隐患提供安全应急的用例。
- **资产管理：**建立以提高设备利用率，最有效地发挥设备效能，降低区域供能站运营成本为目标，以优化功能中心维修资源为核心，通过信息化手段合理安排设备使用、保养、维修计划及相关资源活动，来提高供能中心的生产效率和经营效果。通过提高设备可利用率得以增加收益，通过优化安排维修资源得以降低成本，从而提高区域供能站的经济效益。
- **办公管理：**根据运营单位下达的日生产计划，对具体工作中心和操作人员分配当天作业任务，对生产记录进行分析，实现对工作重心任务进展情况的监控，月末对各个生产小组的工时等信息自动汇总比对，同时对操作人员的工作效率和各种指标进行打分，通过最直观的饼图和柱状图展现出来，为运营单位的管理与决策提供可靠的量化数据。系统中可以允许选定一定时间范围，查看该时间范围内的，工序的各种指标与所设定的指标进行对比，然后根据计算方法进行评分。并且进行可视化排名，提高员工积极性。

- **电力需求响应：**通过对地块不同单体建筑的能耗监测，在用电高峰时进行需求侧响应，实施不同的发电与用电价格刺激鼓励高峰电力负荷的削减，实现片区内的低碳节能。

### 7.4.3 能源站能源中心估算

表 7-2 能源中心配置投资估算（86 万方）

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
<b>1、SCADA 中心计算机等设备</b>				
1	监控工作站	CPU: Intel(R) Xeon(R) E5-1603 2.8GHz/10MB 三级缓存/4.8GT/s 网卡: 集成千兆以太网控制卡; 内存 2GB (2x1GB),硬盘: 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD	120,000	DELL
2	管理工作站	CPU: Intel(R) Xeon(R) W3505 2.53GHz/4MB 三级缓存/4.8GT/s,网 卡: 集成千兆以太网控制卡; 内存 2GB (2x1GB),硬盘: 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD	30,000	DELL
3*	数据服务器	CPU: 双 CPU, Intel®E5-2430 Xeon(R) 2.2GHz, 15MB 高速缓存, 6.4 GT/s QPI, Turbo, HT, 6C; 内存 32GB 内存 (4x8GB); 硬盘: 500GB, 网卡: 1000M 自适应以太网卡,显示 器: 24 寸 LCD	160,000	DELL
4*	磁盘阵列	平均传输率: 6Gbps,高速缓存: 每个 控制器 1GB 缓存,外接主机通道: 三 种选项: 4 个或 8 个 6Gbps SAS 端 口; 8 个 8Gbps FC 端口和 4 个 6Gbps SAS 端口; 8 个 1Gbps iSCSI 端口和 4 个 6Gbps SAS 端口 RAID 支持: 双 活动型热插拔控制器, RAID0、1、 3、5、6、10 单机磁盘数量: 12 个, 容量 6TB,内置硬盘接口: 2 个 6Gb SAS 驱动器端口,风扇: 双冗余可热 插拔式	103,000	DELL
5*	应用服务器	CPU: 双 CPU, Intel(R)X5650 Xeon(R) 2.66GHz, 12MB 高速缓存, 6.4 GT/s QPI, Turbo, HT, 6C; 内存 32GB 内存 (8x4GB); 硬盘: 500GB, 网卡: 1000M 自适应以太网卡,显示 器: 24 寸 LCD	80,000	DELL

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
6	在线式 UPS	6KVA 1 小时容量	120,000	艾默生
7	UPS 机柜	含 2 台机柜, 1 套 STS 及 8 回路配电	40,000	
8	A3 激光打印机	HP5200LX 激光 A3	20,000	HP
9	A3 彩色喷墨打印机	OFFICE7000 彩色喷墨 A3	8,000	HP
10	核心交换机	三层应用层级; 防护等级不低于 IP20; 24VDC 直流电源输入; 故障异常时, 自动发送 Email 报警; 电源故障时, 继电器报警输出。24x1000 Mbps 电口	40,000	CISCO
11	防火墙	网络吞吐量 550Mbps 并发连接数 128000 入侵检测 Dos,Ddos 支持 VPN	100,000	Juniper
12	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能 2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口	98,400	MOXA
13	通讯机柜	40U	32,000	图腾
14	操作台	8000Wx1000Dx750H (全钢板结构,含电气附件)	96,000	SIPAI
15	服务器台	2000Wx1000Dx750H (全钢板结构,含电气附件)	30,000	SIPAI
16	光缆附件	12 口及尾纤	16,000	定制
小计			<b>1,093,400</b>	
<b>2、SCADA 中心监控及数据库等软件</b>				
1	SCADA 系统软件	包括: 2 套工控软件服务器版 WINCCV7.4 服务器冗余授权 6AV6371-1CF07-4AX0*	48,000	SIEMENS
		WINCCRT2048 6AV6381-2BE07-4AV0	150,000	SIEMENS
		工控软件客户端 6AV6381-2BC07-4AV0	56,000	SIEMENS
		应用软件:全厂组态画面及数据监控, 整合全厂组态画面, WINCCRC2048 6AV6381-2BP07-4AV0*	26,000	SIEMENS
2*	SCADA 数据库软件	Historian,25,000 Tag, v9.0 (工业级数据库 25000 点)	500,000	
3*	操作系统	Microsoft Windows2012 Server 企业版	50,000	数据服务器用
4*	操作系统	Microsoft Windows2012 Server 标准版	10,000	应用服务器用

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
5*	操作系统	Microsoft windows7 64 位 中文专业版	16,000	监控及管理 工作人员 站用
小计			<b>576,000</b>	
<b>3、光纤通讯主干网</b>				
1	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能 2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口	196,800	MOXA
2	数据通讯光 缆	单模 6 芯双铠装 A 级直埋型	15,000	伊斯顿
3	光缆附件	12 口及尾纤	160,000	定制
小计			<b>371,800</b>	
<b>4、站内控制主站</b>				
1	供冷控制主 站	控制系统主站采用先进的西门子 S7- 400 系列公司高性能 PLC。CPU 采 用 CPU414-5h	2,400,000	SIEMENS
2	UPS 及保护 柜	2KVA/1H, 含过电压保护装置	90,000	山特
小计			<b>2,490,000</b>	
<b>5、软件开发</b>				
1	监控软件		400,000	
2*	管理软件		600,000	
小计			<b>1,000,000</b>	
合计			<b>5,531,200</b>	

注：图中标明的部分是公用的部分，启动区能源中心和 86 万方供能区共用。其余设备费用，考虑了到两个分能源站的可能。

表 7-3 能源中心配置投资估算（38 万方）

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
<b>1、SCADA 中心计算机等设备</b>				
1	监控工作 站	CPU: Intel(R) Xeon(R) E5-1603 2.8GHz/10MB 三级缓存/4.8GT/s 网卡: 集成千兆以太网控制卡; 内存 2GB (2x1GB),硬盘: 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD	60,000	DELL
2	管理工作 站	CPU: Intel(R) Xeon(R) W3505 2.53GHz/4MB 三级缓存/4.8GT/s,网 卡: 集成千兆以太网控制卡; 内存	15,000	DELL

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
		2GB (2x1GB),硬盘: 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD		
3*	数据服务器	CPU: 双 CPU, Intel®E5-2430 Xeon(R) 2.2GHz, 15MB 高速缓存, 6.4 GT/s QPI, Turbo, HT, 6C; 内存 32GB 内存 (4x8GB); 硬盘: 500GB,网卡: 1000M 自适应以太网卡,显示器: 24 寸 LCD	160,000	DELL
4*	磁盘阵列	平均传输率: 6Gbps,高速缓存: 每个控制器 1GB 缓存,外接主机通道: 三种选项: 4 个或 8 个 6Gbps SAS 端口; 8 个 8Gbps FC 端口和 4 个 6Gbps SAS 端口; 8 个 1Gbps iSCSI 端口和 4 个 6Gbps SAS 端口 RAID 支持: 双活动型热插拔控制器, RAID0、1、3、5、6、10 单机磁盘数量: 12 个,容量 6TB,内置硬盘接口: 2 个 6Gb SAS 驱动器端口,风扇: 双冗余可热插拔式	103,000	DELL
5*	应用服务器	CPU: 双 CPU, Intel(R)X5650 Xeon(R) 2.66GHz, 12MB 高速缓存, 6.4 GT/s QPI, Turbo, HT, 6C; 内存 32GB 内存 (8x4GB); 硬盘: 500GB,网卡: 1000M 自适应以太网卡,显示器: 24 寸 LCD	80,000	DELL
6	在线式 UPS	6KVA 1 小时容量	60,000	艾默生
7	UPS 机柜	含 2 台机柜, 1 套 STS 及 8 回路配电	20,000	
8	A3 激光打印机	HP5200LX 激光 A3	10,000	HP
9	A3 彩色喷墨打印机	OFFICE7000 彩色喷墨 A3	4,000	HP
10	核心交换机	三层应用层级; 防护等级不低于 IP20; 24VDC 直流电源输入; 故障异常时, 自动发送 Email 报警; 电	20,000	CISCO

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
		源故障时，继电器报警输出。 24x1000 Mbps 电口		
11	防火墙	网络吞吐量 550Mbps 并发连接数 128000 入侵检测 Dos,Ddos 支持 VPN	50,000	Juniper
12	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能 2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口	49,200	MOXA
13	通讯机柜	40U	16,000	图腾
14	操作台	8000Wx1000Dx750H (全钢板结构,含电气附件)	48,000	SIPAI
15	服务器台	2000Wx1000Dx750H (全钢板结构,含电气附件)	15,000	SIPAI
16	光缆附件	12 口及尾纤	8,000	定制
小计			<b>718,200</b>	
<b>2、SCADA 中心监控及数据库等软件</b>				
1	SCADA 系统软件	包括：2 套工控软件服务器版 WINCCV7.4 服务器冗余授权 6AV6371-1CF07-4AX0*	48,000	SIEMENS
		WINCCRT2048 6AV6381-2BE07-4AV0	75,000	SIEMENS
		工控软件客户端版 6AV6381-2BC07-4AV0	28,000	SIEMENS
		应用软件:全厂组态画面及数据监控，整合全厂组态画面， WINCCRC2048 6AV6381-2BP07-4AV0*	26,000	SIEMENS
2*	SCADA 数据库软件	Historian,25,000 Tag, v9.0 (工业级数据库 25000 点)	500,000	
3*	操作系统	Microsoft Windows2012 Server 企业版	50,000	数据服务器用
4*	操作系统	Microsoft Windows2012 Server 标准版	10,000	应用服务器用
5*	操作系统	Microsoft windows7 64 位 中文专业版	8,000	监控及管理工作人员站用

序号	设备名称	主要性能及描述	报价	品牌
小计			<b>568,000</b>	
<b>3、光纤通讯主干网</b>				
1	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能 2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口	98,400	MOXA
2	数据通讯 光缆	单模 6 芯双铠装 A 级直埋型	7,500	伊斯顿
3	光缆附件	12 口及尾纤	80,000	定制
小计			<b>185,900</b>	
<b>4、站内控制主站</b>				
1	供冷控制 主站	控制系统主站采用先进的西门子 S7-400 系列公司高性能 PLC。CPU 采用 CPU414-5h	1,200,000	SIEMENS
2	UPS 及保 护柜	2KVA/1H, 含过电压保护装置	45,000	山特
小计			<b>1,245,000</b>	
<b>5、软件开发</b>				
1	监控软件		200,000	
2*	管理软件		600,000	
小计			<b>800,000</b>	
合计			<b>3,517,100</b>	

注：图中标明的部分是公用的部分，启动区能源中心和 86 万方供能区共用。

## 7.5 地块能耗管理系统

### 7.5.1 地块网络架构

#### 1) 内部局域网方式

参考上海虹桥商区（一期）供能中心的做法，将能源中心与各地块构成一个星形网络。由于能源站与管沟先于地块建设完毕，故在管沟内分区段建设内部光纤主干网络节点，根据地块招商及建设的先后，每当一个地块建设完成，即可自地块计量室单独敷设光纤至管沟内就近光纤主干网络节点，这样能源中心可以经由已经建设完毕的光纤主干网络节点与地块建立数据通信。

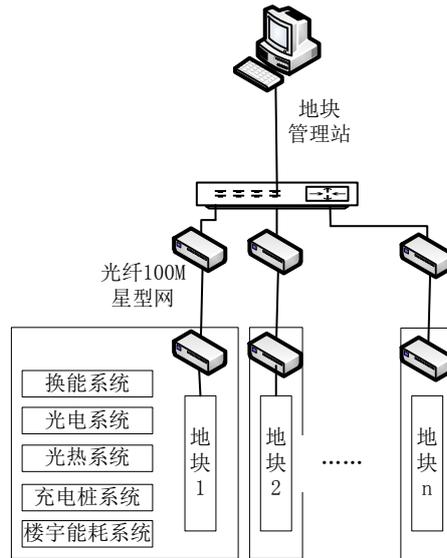


图 7-7 内部局域网方式架构图

**此方式的优点：**

通常能源站及管网建设远远先于地块完成，后续各地块招商、设计、建设等各环节都会对早期规划产生较大影响。故以光纤主干网络节点方式，避开后期的设计及建设变化，待地块完成后，可用最快的方式接入能源站。

前期仅需建立能源中心网络设备，光纤主干网络节点设备，后续主要以各新建地块接入设备为主。前期投入建设费用不大，后续由于是自成局域网，故没有运营商的接入费用。

**此方式的缺点：**

由于光纤敷设量较大，故不借助已有的管沟，而是使用直埋或者架空敷设，施工费用将非常庞大。

**2) 专用 VPN 网络方案**

此方案仅需建立一个具有固定的互联网 IP 地址的 VPN 网络中心，根据地块的多少租用对应的宽带容量（如 100M/100M 上下行对称的互联网宽带），这样借用非常强大的中国电信网络，每当一个地块建成，只需安装相应 VPN 设备及申请中国电信 15M/15M 上下行对称的互联网宽带接入，即可将数据连入 VPN 网络中心。

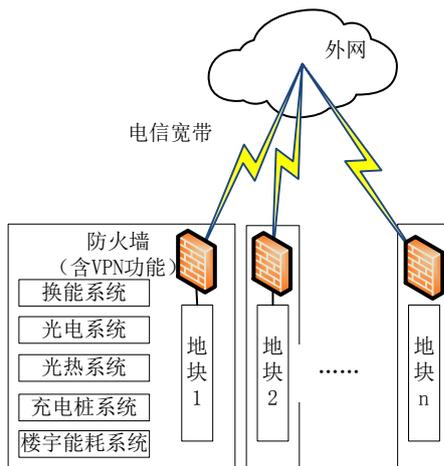


图 7-8 专用 VPN 方式架构图

**此方案优点：**

前期仅需投入 VPN 网络中心建设费用及网络中心的宽带租赁费。无需投入大量网络布设费用，可根据周边地块建设进度，逐步将各地块数据接入。并且由于带宽租用较为宽裕，可同时接入少量视频信号。

**此方式的缺点：**

每年需要支付运营商宽带租赁费用。根据不同地区及租赁业务量的大小，费用会有不同浮动。如果地块接入点较多，租赁费用可能会较为庞大。

**7.5.2 地块管理站建设**

在各地块设立一套地块运行管理自控系统，即地块管理分站，对地块内各系统的能源生产（光伏发电、发热）、消耗、输送（充电桩）的实时监控和生产运行调度实现集中管理，满足地块内用户的用能需求及其他公共设施的需求。地块管理分站通过上述设计地块网络架构方案接入地块管理系统，即地块管理总站。

地块管理站分站由换能系统、光伏发电系统、太阳能光热系统、充电桩系统、地块 BA 系统组成。光伏发电的电力输出实行并网不上网、输入能源站内自用。

表 7-4 地块管理站系统接口定义表

序号	接口定义	描述
1	硬件接口	(1)换能系统: RJ45(以太网) (2)光伏发电系统: RJ45(以太网) (3)太阳能光热系统: RJ45(以太网) (4)充电桩系统: RJ45(以太网) (5)地块 BA 系统: RJ45(以太网) (6)其他: RJ45(以太网)
2	接口协议	(1)换能系统系统: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议 (2)光伏发电系统: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议 (3) 太阳能光热系统: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议 (4)充电桩系统: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议 (5)地块 BA 系统: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议 (6)其他: Profinet, Modbus TCP/IP 通讯协议

**地块管理分站系统**由地块监控系统、各供能子系统（换能系统、光伏发电系统、太阳能发热系统、充电桩、地块 BA 系统等）控制系统、以及千兆工业通讯网络组成。遵循“集中管理、分散控制、资源共享”的原则。

地块管理系统由下列系统组成：地块监控系统、换能系统、光伏发电系统、太阳能发热系统、充电桩、地块 BA 系统以及千兆工业通讯网络。

**地块监控系统：**包括两台监控工作站，一台管理工作站，一台交换机，一台防火墙（带 VPN 功能），一台千兆光纤交换机等附属网络交换设备。

**监控工作站（操作员站）：**该工作站安装中文版 HMI 监控软件，完成地块管理系统对各子系统运行状态的实时监控，操作人员通过监控工作站下达控制指令。在监控同时，对所收集的运行数据和状态参数进行汇总分析、统计存储、报表生成、事件记录、报警和打印等处理。而且还生成实时数据库和历史数据库，作为日常管理和决策依据。

**管理工作站：**管理工作站运行供能，可从区域供能 SCADA 系统调取针对本地块的全过程分析及管理内容，软件包括功能模块：优化调度模块，能效管理模块，用户管理模块，安全生产模块。

**核心交换机：**完成 SCADA 计算机监控系统的数据交换，冗余 24VDC 直流电源输入；具有三层应用层级；故障异常时，自动发送 Email 报警；配置 24 个千兆通讯口（RJ45）。

**防火墙：**防火墙提供强大的访问控制、信息过滤、代理服务和信息的综合分析等功能。可以在内外网之间建立一道牢固的安全屏障，它既可以保护内网资源不被外部非授权用户非法访问或破坏，也可以阻止内部用户对外部不良资源的滥用，并能够对发生在网络中的安全事件进行跟踪和审计。

**光纤交换机：**光纤交换机支持冗余环网，并带有网管功能配置 1 个千兆光口及 6 个千兆电口。

### 7.5.3 分站监控系统构建

分站监控系统由换能系统、光伏发电系统、太阳能供热系统、充电桩系统及楼宇能系统构成。

#### 7.5.3.1 换能系统

- 1) 各地块换能系统内设备信号均统一接入与能源站同品牌的换能站 PLC 中，能源站通过网络采集换能站 PLC 内数据。
- 2) 换能站 PLC 需自动根据一、二次侧温度及流量，对一次侧调节阀进行调节以达到自身地块最佳受能状态。
- 3) 换能站 PLC 需设立在地块计量室内，并且应设置自带 UPS 电源的 2kW 电源箱，保证重要设备负载正常供电。
- 4) 地块换能系统需要根据一次侧系统图及二次侧系统图内的相关设备、仪表配置 PLC 模块，如图 7-10 和 7-11。

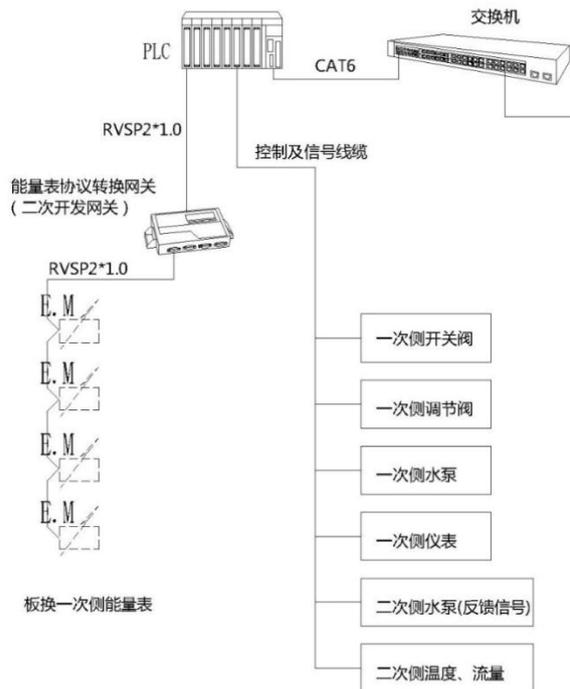


图 7-9 一、二次侧信号上传能源站系统图

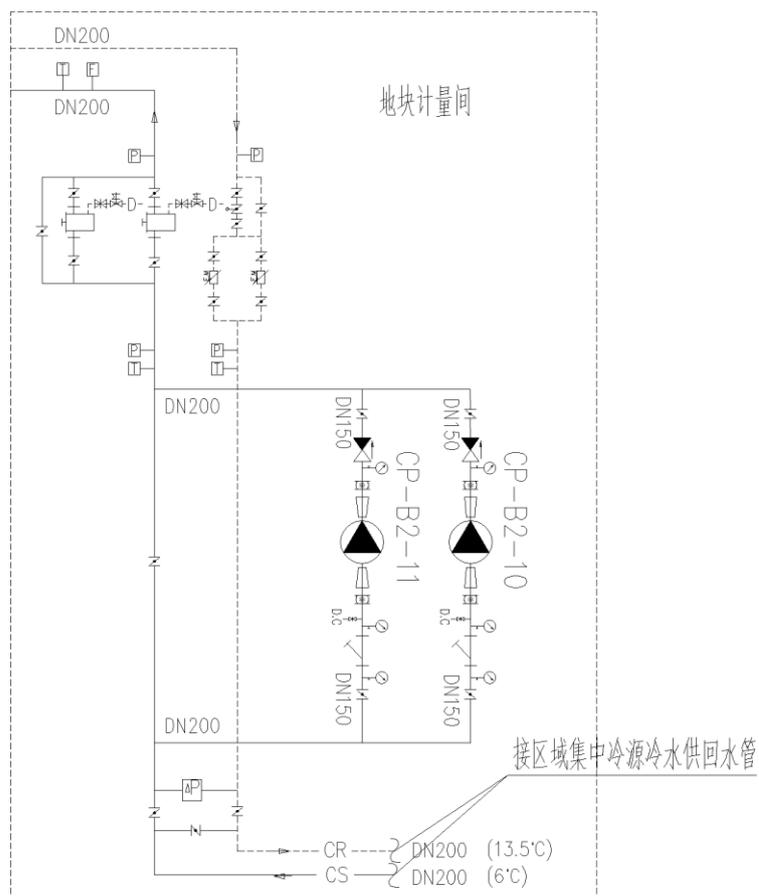


图 7-10 一次侧系统图

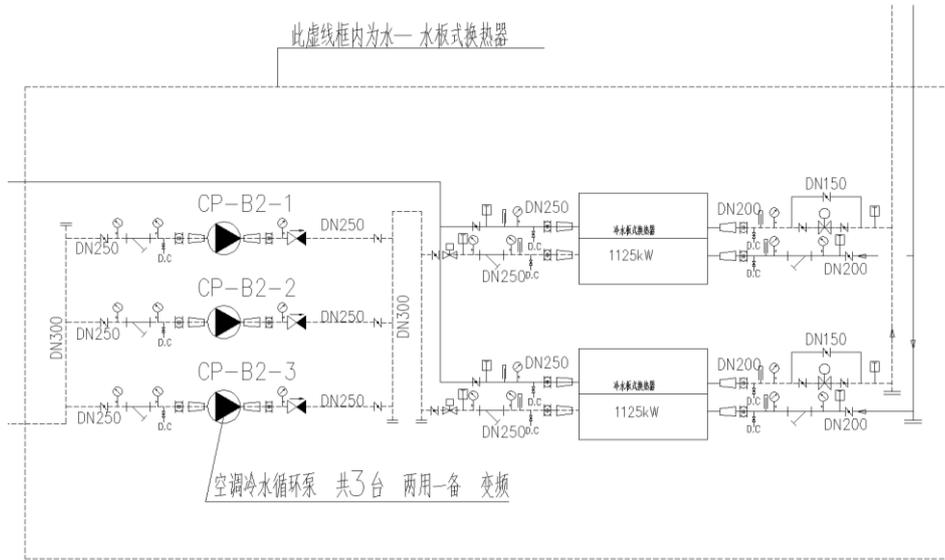


图 7-11 二次侧系统图

- 5) 地块换能系统需要根据信号上传表提供数据，信号上传表列举为单台板换设备采集数据点，板换数量增加，则信号上传量对应增加。

表 7-5 信号上传表

序号	名称	IO 类型	备注
1	冷供总管压力	AI	计量室
2	冷回总管压力	AI	
3	冷供总管温度	AI	
4	冷回总管温度	AI	
5	冷冻水水泵出口侧压力	AI	
6	冷冻水水泵进口侧压力	AI	
7	压差传感器	AI	
8	水流开关	DI	
9	二次侧回水温度	AI	
10	冷供/回水旁通阀开到位反馈	AI	
11	冷供/回水旁通阀关到位反馈	AI	
12	冷供/回水旁通阀开关控制	DO	
13	冷供水阀 1 开到位反馈	DI	
14	冷供水阀 1 关到位反馈	DI	
15	冷供水阀 1 开关控制	DO	
16	冷供水阀 2 开到位反馈	DI	
17	冷供水阀 2 关到位反馈	DI	
18	冷供水阀 2 开关控制	DO	
19	冷供用户泵 1 工作状态	DI	
20	冷供用户泵 2 工作状态	DI	
21	冷供用户泵 1 故障	DI	
22	冷供用户泵 2 故障	DI	
23	冷供用户泵 1 手/自动切换	DI	
24	冷供用户泵 2 手/自动切换	DI	

序号	名称	IO 类型	备注	
25	冷供用户泵 1 启停控制	DO		
26	冷供用户泵 2 启停控制	DO		
27	冷供用户泵 1 变频器开关控制	DO		
28	冷供用户泵 2 变频器开关控制	DO		
29	冷供用户泵 1 变频器频率控制	AO		
30	冷供用户泵 2 变频器频率控制	AO		
31	冷供用户泵 1 变频器频率	AI		
32	冷供用户泵 2 变频器频率	AI		
33	回水电动调节阀开度控制	AO		
34	回水电动调节阀开度反馈	AI		
1	一次侧冷水 1#板换回水干管阀门开度控制	AO		冷空调 板换控 制
2	一次侧冷水 1#板换回水干管阀门开度反馈	AI		
3	一次侧冷水 2#板换回水干管阀门开度控制	AO		
4	一次侧冷水 2#板换回水干管阀门开度反馈	AI		
5	一次侧冷水 1#板换空调水供水温度	AI		
6	一次侧冷水 1#板换空调水回水温度	AI		
7	二次侧冷水 1#板换空调水供水温度	AI		
8	二次侧冷水 1#板换空调水回水温度	AI		
9	一次侧冷水 2#板换空调水供水温度	AI		
10	一次侧冷水 2#板换空调水回水温度	AI		
11	二次侧冷水 2#板换空调水供水温度	AI		
12	二次侧冷水 2#板换空调水回水温度	AI		
13	一次侧冷水供水压力	AI		
14	一次侧冷水回水压力	AI		
15	二次侧冷水供水压力	AI		
16	二次侧冷水回水压力	AI		
17	二次侧冷水 1#用户泵运行反馈	DI		
18	二次侧冷水 1#用户泵故障反馈	DI		
19	二次侧冷水 2#用户泵运行反馈	DI		
20	二次侧冷水 2#用户泵故障反馈	DI		
21	二次侧冷水电动调节阀开度反馈	AI		
22	1#板换二次侧电动开关阀开状态	DI		
23	1#板换二次侧电动开关阀关状态	DI		
24	2#板换二次侧电动开关阀开状态	DI		
25	2#板换二次侧电动开关阀关状态	DI		
26	二次侧压差信号	AI		
27	二次侧温度信号	AI*2		

### 7.5.3.2 太阳能光伏发电系统

根据《佛山市禅城区鄱阳奇槎区控制性详细规划》，在商业、办公建筑、中小学、防洪设施、供电用地等建筑类型安装有屋顶太阳能光伏发电系统。在能源站附近配置光伏发电供电系统，以满足能源站的需求。本项目建议对于能源站的光伏发电系统以及部分地块典型大型公建的光伏发电系统进行能耗监测。

## 1) 光伏发电站基本监控系统包含以下内容:

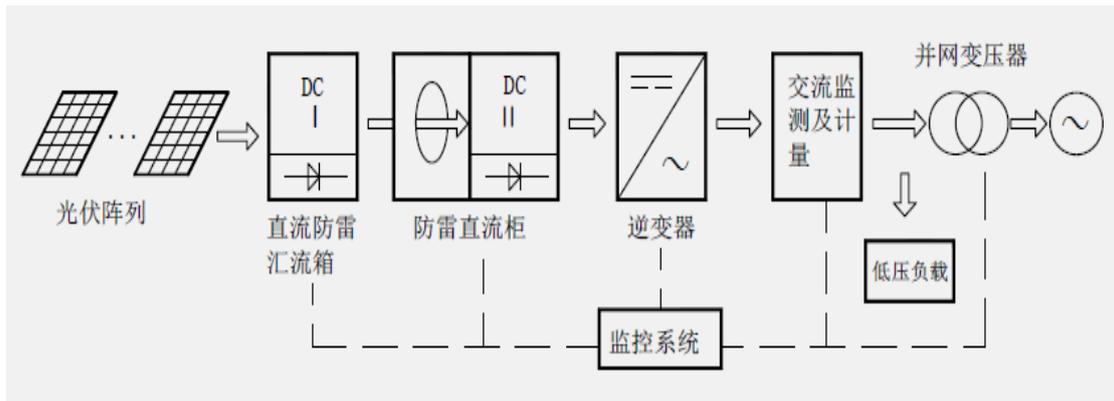


图 7-12 光伏发电监控系统图

各地块光伏发电主要检测包括:

- 环境监测：风向、风速、温度、湿度、日照量等
- 定日跟踪：太阳方位角、太阳高度角、双轴跟踪系统能耗。
- 汇流箱数据检测：
  - 可以对每个电池串状态进行监控，对电流进行监测
  - 可以对汇流箱内的防雷器、断路器状态进行监控
  - 带测温功能，可测量箱内温度
  - 具有母线电压测量功能
  - 就地显示功能，方便调试维护
  - 电源模块灌封处理，加强了防潮性能
  - 电压测量回路内置高压保险丝，提高产品安全性能
- 逆变器主要参数监测：直流电压、电流，交流电压、电流，频率、相位差，缺相监测，有功功率，无功功率，累计输出电能等。
- 变压器入口电压、电流，出口电压、电流，工作温度等

3) 各地块光伏发电系统均能自动运行，所有信号均接入换能站 PLC 内，由换能站 PLC 统一将数据上传至能源站。

### 7.5.3.3 太阳能供热系统

根据《佛山市禅城区鄱阳奇槎区控制性详细规划》，在居住建筑、体育馆、科研用地和村庄等建筑类型设有太阳能光热系统。这里，将体育馆用热水部分作

为典型案例，进行太阳能集中供热能耗监测系统的规划。

### 1) 太阳能供热自控系统

各地块太阳能供热自控系统通过 PLC 集中控制，采用温度、水位、压力等测量变送器，对供水箱的温度参数进行检测与控制，根据采集到的温度信号控制进水阀开度的大小和加热器的通断。供水过程中对管网末端压力及水箱水位参数进行检测和控制，并根据采集到的压力和水位信号，控制水泵的工频运行、变频运行以及启停顺序。

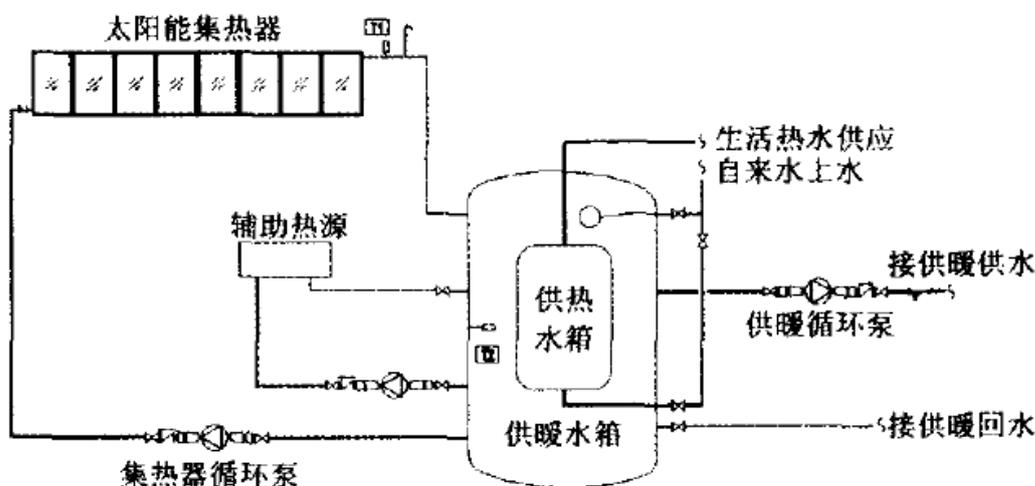


图 7-13 太阳能供热系统原理图

### 2) 液位控制系统设计

**水箱缺水自动补充自来水：**当用水使水箱内水量低于最低水位时，自动启动补水电控阀为水箱补水，当补水使水箱水量上升到二水位后，补水停止并自动转入温控补水功能。水箱缺水时，为防止空转循环水泵均不能启动。

**循环：**当楼顶太阳能集热器内温度高于水箱内水温 15（可调）度时，自动启动集热器循环泵，集热器循环泵使集热器内的温度逐渐下降，当降至与水箱温度相同（或稍高，可调）时，集热器循环泵自动停止。如此反复运行。阴天或太阳强度不足时，集热器温度低于水箱温度循环泵不启动。

**辅助热源自动启动：**当水箱内水温不足时，辅助热源自动启动运行为水加热，水温达到设定温度后自动关闭。

各地块太阳能供热系统均能自动运行，所有信号均接入换能站 PLC 内，由换能站 PLC 统一将数据上传至能源站。

### 7.5.3.4 充电桩系统

各建有充电桩系统的地块，将数据统一汇集至计量室的换能站 PLC，由换能站 PLC 将数据进行统一传输。

充电桩系统由站控层、间隔层构成。其中站控层位于能源站，部署相关服务器和 workstation，负责数据处理、存储、监视与控制等；间隔层部署具备测控功能的相关设备，负责数据采集、转发，响应站控层指令。配置网络设备负责间隔层与站控层之间的可靠通讯。

监控系统站控层由 1 台数据服务器、1 台通讯前置机、1 台 workstation、1 台打印机构成。网络设备包括交换机、通信网关、网络连线等。

间隔层按功能可分为充电监控系统、安防监控系统和计量系统：

#### 1) 充电监控系统

充电机内嵌 PLC 控制器，PLC 控制器完成面向单元设备的检测及控制功能，向站控层转发数据并接受站控层下发的控制命令。

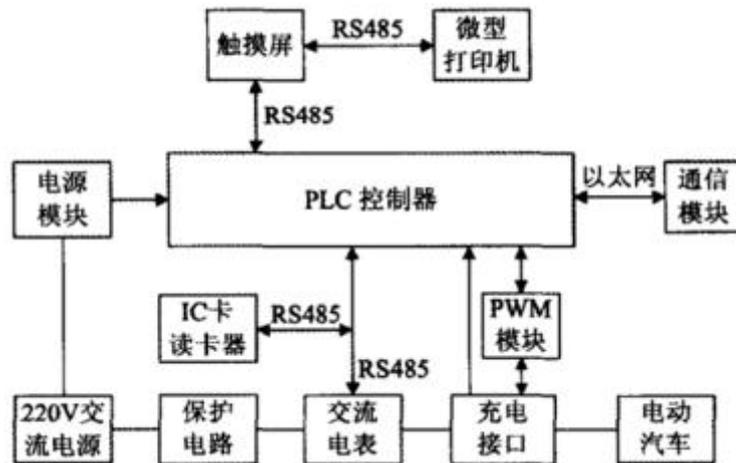


图 7-14 充电桩硬件系统框图

系统功能包括：

- 数据采集功能

采集充电机的工作状态、温度、故障信号、功率、电压、电流等。

- **控制调节功能**

向充电机下发控制命令，遥控充电机起停、校时、紧急停机、远方设定充电参数等。

- **数据处理与存储**

具备充电机的越限报警、故障统计等数据处理功能；

系统对站内数据根据性质、重要性进行分类，当数据量大时，可以根据预定策略，选择或自动屏蔽信息，保证重要信息的实时上送；

系统具备对充电机遥测、遥信、报警事件等实时数据和历史数据的集中存储和查询功能。

- **事件记录**

具备操作记录、系统故障记录、充电运行参数异常记录、电池组参数异常记录等功能；

可以对遥信变位、遥测越限、遥控操作、系统核心组件启停等事件按时间、类型、装置等分类检索。

- **充电信息管理**

记录分析车辆动力电池组及电池单体每次充电的相关充电数据，包括充电电流电压变化曲线，电池组温度等。

## 2) 安防监控系统

由摄像头、门禁系统、各种报警器等装置组成，用以实现对站内各区域和关键设备的监视，当出现异常情况时，通过报警设备进行及时告警。

安防监控系统主要考虑对全站主要电气设备、关键设备安装地点以及周围环境进行全天候的图像监视，以满足电力系统安全生产所需的监视设备关键部位的要求，同时，该系统可实现充电站安全警卫的要求。

安防监控系统监视范围如下，但不限于此：

监视站内区域内场景情况；

监视站内变压器等重要运行设备的外观状态；

监视站内主要房间场景情况。

## 3) 计量系统

计量系统包括电网和充电设施之间的计量、充电设施和电动汽车之间的计量两部分。

电网与充电设施之间的计量：采用高压侧计量，在 10kV 进线侧配置高压关口表。

充电设施和电动汽车之间的计量：采用交流侧计量，在直流充电机交流输入侧配置智能电表。

### 7.5.3.5 地块楼宇能耗监测系统

各地块需建立单独能耗监控平台，并且能够通过网络将数据上传至能源站，提升给能源站基础信息，使得能源站能够提供更优质的服务。

楼宇能耗监控系统是智能型建筑的重要组成部分，是用先进的计算机技术和网络通讯技术结合而构成的一整套自动控制系统，控制的对象是地块各构筑物内各类机电设备和设施。

#### 1) 数据采集

目前，我国对国家机关办公建筑、大型公共建筑、节约型高校和绿色建筑等四类建筑进行能效监测。采集的信息要求大多仅涉及用电数据的分项计量监测。因此，本项目中的该四类建筑也应符合该要求。具体采集的数据需求如下。

##### • 建筑基本情况数据采集指标

建筑基本信息根据建筑规模、建筑功能、建筑用能特点划分为建筑围护结构信息和人流量相关信息。

建筑围护结构信息包括建筑名称、建筑地址、建设年代、建筑层数、建筑功能、建筑总面积、空调面积、供暖面积、建筑空调系统形式、建筑供暖系统形式、建筑体型系数、建筑结构形式、建筑外墙材料形式、建筑外墙保温形式、建筑外窗类型、建筑玻璃类型、窗框材料类型、经济指标（电价、水价、气价、热价）、填表日期、节能监测工程验收日期。

人流量相关信息根据不同建筑用能特点，具体如下表一。

表 7-6 不同建筑类型下的人流量数据采集要求

建筑类型	人流量相关数据
办公建筑	办公人员人数
商业建筑	商业日均客流量、运营时间
酒店建筑	酒店星级（饭店档次）、酒店入住率

建筑类型	人流量相关数据
文化教育建筑	影剧院建筑和展览馆建筑的参观人数、 学校学生人数
体育建筑	体育馆建筑客流量或上座率
居住建筑	户数

• 分项电耗

电量分项能耗一般分为四大分项（图 7-15），包括照明插座用电、空调用电、动力用电、生活热水用电和特殊用电。各分项可根据建筑用能系统的实际情况灵活细分为一级子项和二级子项，作为选分项，其它分类能耗不再分项。

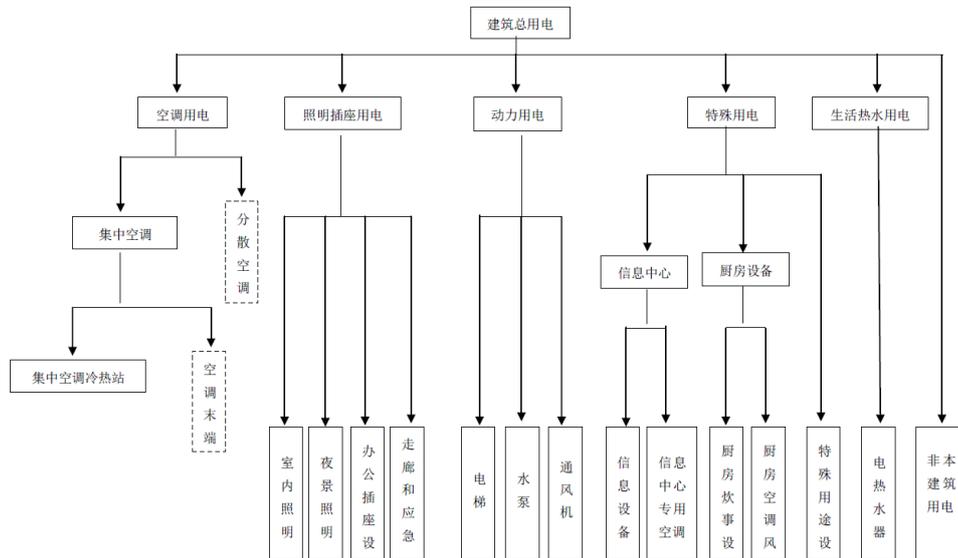


图 7-15 分项电耗采集指标

**照明插座用电**

照明插座用电是指建筑物主要功能区域的照明、插座等室内设备用电的总称，照明插座用电包括室内照明用电、办公设备插座用电、走廊和应急照明用电、室外景观照明用电，共四个子项。照明和插座是指建筑物主要功能区域的照明灯片和从插座取电的室内设备，如计算机等办公设备；如果建筑空调系统末端用电也同插座或照明共用一个供电支路，则需要单独计量，如无条件单独计量则需要进行数据拆分，得出相关数据后再归类为空调系统用电。空调系统末端用电包括全

空气机组、新风机组、空调区域的排风机组、风机盘管和分体式空调器等。空调末端用电对分析空调系统运行效率和运行管理策略评价具有十分重要的意义，所以应单独计量或进行拆分处理。走廊和应急照明是指建筑物的公共区域照明灯具，如走廊等的公共照明设备。室外景观照明是指建筑物外立面用于装饰用的灯具及用于室外园林景观照明的灯具。如果建筑物照明和插座为混合用电，且存在用电规律、待机状况和耗电比例的不同，则应按建筑标准能耗模型进行数据拆分和归类，以提高不同建筑间数据的横向可比性。

### **空调用电**

空调用电是指为建筑物提供空调、供暖服务的设备用电的统称。空调用电包括冷热站用电、空调末端用电、分散空调用电，共三个子项。冷热站是空调系统中制备、输配冷量的设备总称。常见的系统主要包括冷水机组、冷冻泵（一次冷冻泵、二次冷冻泵、冷冻水加压泵等、冷却泵、冷却塔风机等和冬季供暖循环泵（供暖系统中输配热量的水泵；对于采用外部热源、通过板换供热的建筑，仅包括板换二次泵；对于采用自备锅炉的，包括一、二次泵）。空调末端是指所有空调系统末端，包括全空气机组、新风机组、空调区域的排风机组、风机盘管和分体式空调器等。

### **动力用电**

动力用电是集中提供各种动力服务（包括电梯、非空调区域通风、生活热水、自来水加压、排污等）的设备（不包括空调供暖系统设备）用电的统称。动力用电包括电梯用电、水泵用电、通风机用电、电开水器用电共四个子项。电梯用电是指建筑物中所有电梯（包括货梯、客梯、消防梯、扶梯等）及其附属电梯机房专用空调等设备的用电。水泵用电是指除空调供暖系统和消防系统以外的所有水泵，包括自来水加压泵、生活热水泵、排污泵、中水泵等设备的用电。通风机用电是指除空调供暖系统和消防系统以外的所有风机，如车库通风机、厕所排风机等设备的用电。电开水器用电是指建筑物内供应集中开水的电器设备的用电。

### **特殊用电**

特殊区域用电是指不属于建筑物常规功能的用电设备的耗电特殊用电的特点是能耗密度高、占总电耗比重大。特殊用电包括信息中心、洗衣房、厨房餐厅、游泳池、健身房、基本不耗能设备（如消防水泵）的用电。

- **全能耗品种的覆盖**

尽管对于分项计量的监测仅涉及用电能耗数据，将来势必往全能耗品种覆盖的方向发展，已有研究和探索将用水数据上传至分项计量平台。随着碳交易、合同能源管理等新兴市场化节能手段的逐步成熟，全能耗品种计量和统一计算标准煤的需求将越发强烈和明确。对于本项目，以下数据的采集能更好地帮助单体建筑进行实时监测及运营管理：

- i. **空调系统数据采集**

空调系统参数采集包括空调系统冷热量的采集，供冷机组进出水温度、压力、流量的监测，冷却塔的参数采集，空调末端如空调箱的参数采集，水泵的频率及前后压差的参数采集。

- ii. **气象及环境参数采集**

气象及环境参数包括单体建筑附近气象站的干球温度，相对湿度，辐照度等参数。

- iii. **给水系统数据采集**

给水系统数据采集包括对系统各种水位、水泵工作状态和水力管网流量及压力进行实时监测。

- iv. **燃气系统数据采集**

燃气系统数据采集主要包括天然气的耗量、压力等数据。

## 2) **数据上传**

各地块 BA 系统需要提供 Modbus TCP 通讯接口，能源站监控站通过网络读取 BA 系统数据（以分项能耗、各区域温度为主），并进行数据存储。

在积累一定量数据后，地块可根据地块 BA 系统上传的数据，进行建模，反过来协助地块进行能耗管理，实现更优化的温控控制。

### **7.5.4 地块管理系统功能**

总站及分站地块管理系统功能相同，仅范围不同。

### 7.5.4.1 监控功能

- 1) **系统图形监控功能：**可以直观掌握能源系统的运行状态、运行参数以及故障信息；可以实现能耗设备的远程控制，保护设备参数的远程整定。
- 2) **曲线功能：**可以绘制负荷的实时能耗曲线和历史能耗曲线，直观显示历史能耗数据，分析能耗发展趋势实时曲线界面。
- 3) **报表功能：**可以统计记录整个地块管理系统运行参数，可以对各能耗单位的数据使用情况进行运行统计分析。
- 4) **日志功能：**可以查询各种故障信息，并根据事件顺序记录时间分析故障原因；可以查询系统的各种操作记录，包括远程遥控，保护定值的远程调节；可以保存至少 2 年的系统日志。
- 5) **报警功能：**每个可能出现的报警有四种状态：报警未消失未被确认、报警未消失已被确认、报警消失未被确认、报警消失已被确认。
- 6) **安全机制：**系统的安全机制包括两个方面：系统数据的安全性和系统操作的安全性。对于系统数据的安全机制，本系统在 2 台监控计算机上各建立互补的数据备份区，每当数据交换时，数据同步地写到对方的备份区进行备份保存，一旦因意外而丢失数据，操作员可以通过数据备份区将数据恢复出来。对于系统操作的安全机制，站内监控管理系统作为全区域供能的监控中心，必须有严格的操作安全措施，确保生产运行的安全，因此，凡进入系统操作的人员必须先进行登录，同时计算机也将检测操作人的级别。

### 7.5.4.2 运营管理功能

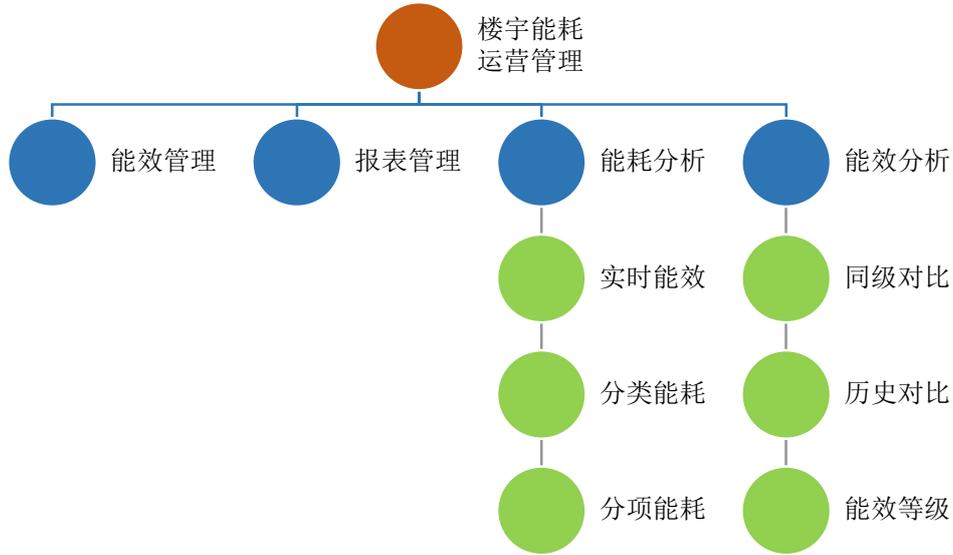


图 7-16 楼宇能耗运营管理功能

#### 1) 能效管理

能效管理功能是能耗总览，展示建筑基本概况并提供相关功能操作界面。



图 7-17 能效管理

#### 2) 报表管理

报表管理功能是提供各部门、各单位、各建筑能耗报表数据，并可以自动或手工打印。

年份:	2016	建筑:	建筑	区域:	办公区	关键词:	关键词	Q 查询	
编号	用能部门	电(峰时)	电(平时)	电(谷时)	燃气	自来水	中水	纯净水	
1	7层	57.71	179	107.4	0	450	1	7.4	
2	8层	92	289	173.4	0	345	0	13	
3	9层	97.14	288	172.8	0	231	0	18	
4	10层	57.7	179	107.4	0	309	0	7.4	
5	11层	97.57	299	179.4	0	272	0	9.4	
6	12层	97.78	299	179.4	0	317	0	8.9	
7	12层A	57.85	179	107.4	0	222	0	7.4	
8	14层	29	79	47.4	0	55	0	2.6	
9	15层	37.7	98	58.8	0	90	0	4.1	
10	16层	52	139	83.4	0	67	0	16.6	
11	17层	43.7	109	65.4	0	60	0	34.6	
12	18层	29.2	79	47.4	0	45	0	30	
13	19层	51.7	135	81	0	130	0	19	
14	20层	68.5	720	432	0	243	0	32	
15	21层	111	236	80.55	0	122	0	79	
16	22层	180	381	130.05	0	190	0	109	
17	23层	179	385	129.6	0	198	0	88	
18	24层	132	236	80.55	0	123	0	79	
19	25层	185	294	134.55	0	204	0	19	
20	26层	192	309	134.55	0	206	0	34	

图 7-18 报表管理

### 3) 能耗分析

能耗分析分为实时能耗分析，分类能耗分析以及分区能耗分析。

- 实时能耗分析是指选取某一个地点的能耗点，动态查看当天时刻的能耗变化，考核实时能耗是否节能。



图 7-19 实时能耗

- 分类能耗分析是指对如是部门、大楼等区域进行能耗分析。



图 7-20 分类能耗

- 分项能耗是指对空调、插座、照明、动力等能耗分析。

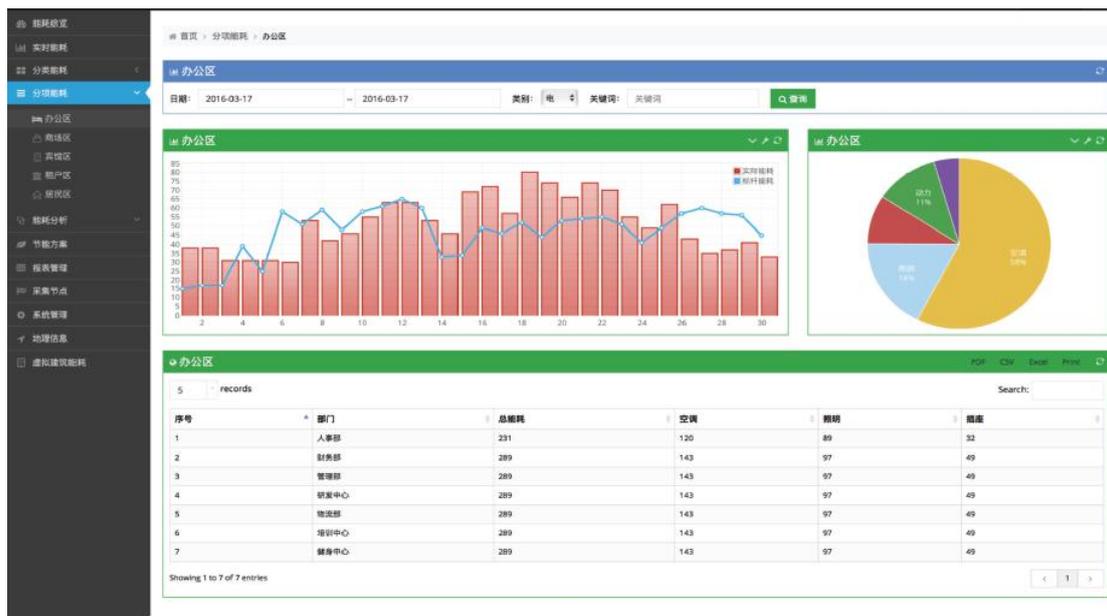


图 7-21 分项能耗

#### 4) 能效分析

能效分析分为同级对比、历史对比和能效等级。

- 同级对比是指对不同部门或大楼之间进行对比分析，并参考平均能耗基准，发现能耗异常点。



图 7-22 同级对比

- 历史对比是指同个部门或大楼不同时间段进行对比分析，并参考平均能耗基准，发现能耗异常点。



图 7-23 历史对比

- 能效等级是指对不同部门或大楼进行能耗排名，实行内部能耗考核比较。



图 7-24 能效等级

## 7.5.5 地块能耗管理系统估算

### 7.5.5.1 地块网络架构建设估算

#### 内部局域网方式估算

由于目前规划线路及区域较多，与实际实施会有较大偏差，故以上海虹桥商区区域供能二期管沟信号上传已有案例作为参考，推算奇槎区内部局域网施工估算。根据上海虹桥商区区域供能二期管沟所属地块的整体规划，通讯链路建设规划如下：

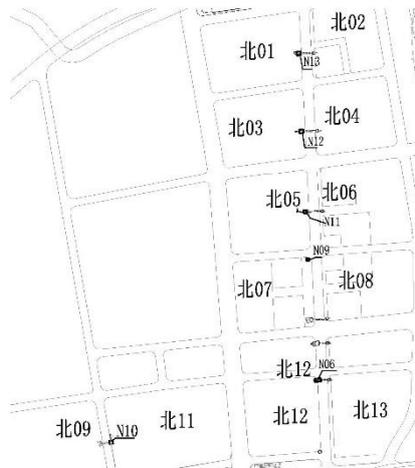


图 7-25 二期管沟所属地块及汇集井总平图

综合考虑整个二期管沟汇集井与各地块之间的沟通关系，全盘考虑通讯独立性、可靠性、安全性，并且结合建设投资经济性因素，对各地块采用分组汇集的方式接入。具体分组结果如下表：

表 7-7 地块分组汇集表

	包含地块	汇集井
1	北 09,北 11	N10
2	北 12,北 13	N06
3	北 7, 北 8	N09
4	北 5, 北 6	N11
5	北 3, 北 4	N12
6	北 1, 北 2	N13

即在各汇集井建立建立通讯中转柜，通讯中专柜直接敷设光缆与二期北中继泵房相连，接着各邻近汇集井的地块如果需要接入可将光缆敷设入邻近汇集井通讯中转柜内。

**奇槎片区方案**

根据奇槎片区整体规划，暂定规划汇集点如图 7-25。

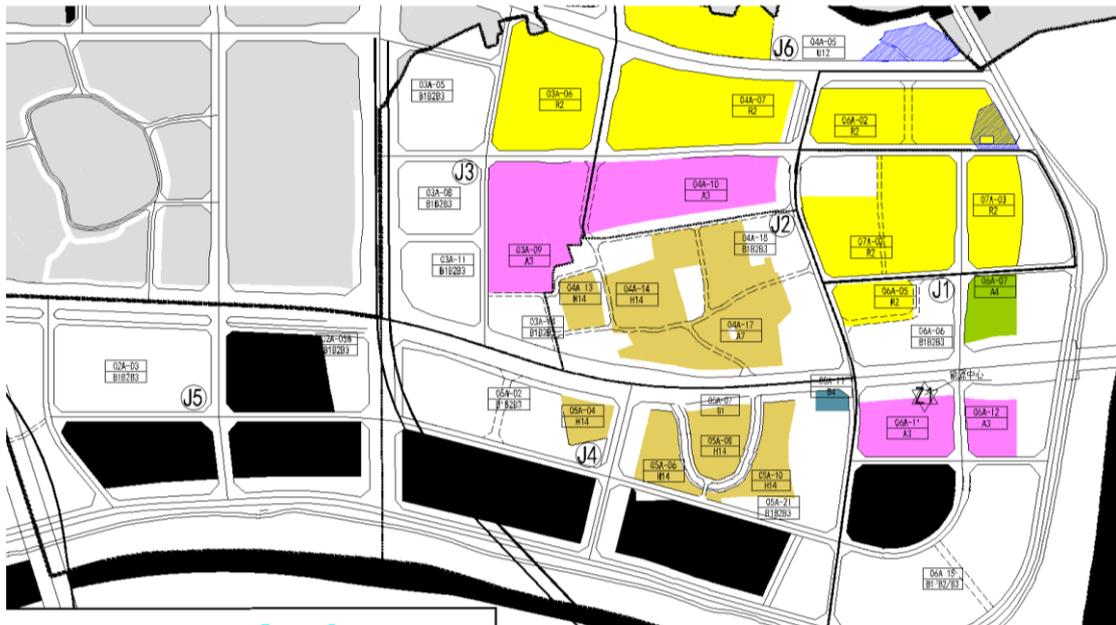


图 7-26 奇槎片区规划汇集井总平面图

表 7-8 汇集点对应地块表

汇集点 中转柜号	包含地块	接入地块数量	汇集节点
1	06A-11,06A-12,06A-14,06A-15,05A-11	5	Z1
2	06A-05,06A-06,06A-07,07A-02,07A-02,07A-03	6	J1
3	04A-10,04A-13,04A-14,04A-17,04A-18	5	J2
4	03A-05,03A-06,03A-08,03A-09,03A-11,03A-14	5	J3
5	05A-02,05A-04,05A-06,05A-08,05A-10,05A-14,05A-16B,05A-21	8	J4
6	02A-03,02A-05A,02A-05B,02A-08,02A-09	5	J5
7	04A-01,04A-05,04A-07,06A-02	4	J6

表 7-9 各汇集点至能源中心链路计算表

汇集点中转柜号	长度（米）
1	300
2	800
3	1800
4	1600
5	2200
6	1200

每根组光纤采用至少 36 芯，每个地块占用 4 芯（2 芯用、2 芯备），目前最多一组汇集点 J4 接入 8 个地块，需要占用 32 芯。每一组汇集中转柜内接入地块，可剩余的芯作为公共备用芯，用作汇集点周围地块或扩展线路。

各个地块通过敷设独立的光纤到各自对应的汇集中转柜，地块用光纤至少 6 芯，其中 2 芯用，4 芯备。地块用光纤为各地块独立使用资源，不与其他地块共享，保证地块通信的独立性。

表 7-10 内部局域网方式估算详表

中心及中转点配置						
编号	名称	规格型号	单位	数量	单价	总价
1	交换机	1000Mx24 电口	台	2	5,000.00	10,000.00
2	光电收发器	SC-1 光口 1 网口	对	38	2,000.00	76,000.00
3	光纤设备	配线架、跳线、尾纤、耦合器	项	1	40,000.00	40,000.00
5	中心机柜	40U 含散热及配电设备	台	2	5,000.00	10,000.00
6	汇集点机柜	14U	台	6	4,000.00	24,000.00
7	光缆	24 芯轻铠装单模光纤	米	7900	16.00	126,400.00
8	施工	设备安装、配线、接头、敷设	项	1	85,920.00	85,920.00
9	施工（无管沟）	路面开挖、配管、复原	项	7900	100.00	790,000.00
有管沟合计[序号 1-8]:						372,320.00
无管沟合计[序号 1-7, 9]:						1,076,400.00
各地块接入集节点(单地块配置)						
编号	名称	规格型号	单位	数量	单价	总价
1	光缆	六芯轻铠装单模光纤	米	500	7.00	3,500.00
2	光纤设备	配线架、跳线、尾纤、耦合器	项	1	5,000.00	5,000.00
3	地块机柜	9U	台	1	3,000.00	3,000.00
4	电源电缆	RVVP3x1.5	米	50	7.00	350.00
5	施工	设备安装, 接头	项	1	3,555.00	3,555.00
6	施工（无管沟）	路面开挖、配管、复原	项	500	100.00	50,000.00
有管沟合计[序号 1-5]合计:						15,405.00
无管沟合计[序号 1-4, 6]合计:						61,850.00

表 7-11 内部局域网方式配置投资估算总价（86 万方）

86 万方		管沟	无管沟	管沟	无管沟
项目	地块个数	单价		总价	
中心	-	372,320.00	1,076,400.00	372320	1076400
地块节点	15	15,405.00	61,850.00	107835	432950
			合计	<b>480155</b>	<b>1509350</b>

表 7-12 内部局域网方式配置投资估算总价（38 万方）

38 万方		管沟	无管沟	管沟	无管沟
项目	个数	单价		总价	
中心	1	317,920.00	682,000.00	317920	682000
地块节点	7	15,405.00	61,850.00	107835	432950
			合计	425755	1114950

## VPN 方式估算

表 7-13 VPN 接入方案估算详表

VPN 方案，中心配置（宽带资费与接入费根据接入量和地区会有不同）						
编号	名称	规格型号	单位	数量	单价	总价
1	路由器	CISCO	台	1	20000	20,000.00
2	路由器 VPN 模块	CISCO	台	1	13000	13,000.00
3	24 口千兆全网管三层网络交换机	CISCO	台	1	15000	15,000.00
4	通讯机柜	40U 含散热及配电设备	台	1	5,000.00	5,000.00
5	中心宽带租赁费	100M/100M 上下，5 个固定 IP	年	1	95,000.00	95,000.00
6	宽带接入施工	电信公司施工费	项	1	5,000.00	5,000.00
合计：						153,000.00

VPN 方案，单地块配置（宽带资费与接入费根据接入量和地区会有不同）						
编号	名称	规格型号	单位	数量	单价	总价
1	路由器	CISCO	台	1	6000	6,000.00
2	8 口百兆非网管型	CISCO	台	1	800	800.00
3	通讯机柜	14U 含散热及配电设备	台	1	4,000.00	4,000.00
4	中心宽带租赁费	10M/10M 上下，固定 IP	年	1	6,000.00	6,000.00
5	宽带接入施工	电信公司施工费	项	1	5,000.00	5,000.00
合计：						21,800.00

表 7-14 VPN 方式配置投资估算总价（86 万方）

	单价（元）	地块个数
中心配置（宽带资费与接入费根据接入量和地区会有不同）	153,000.00	-

各地块接入集节点(单地块配置)	21,800.00	15
总计(元)		480,000.00

表 7-15 VPN 方式配置投资估算总价 (38 万方)

	单价(元)	地块个数
中心配置(宽带资费与接入费根据接入量和地区会有不同)	153,000.00	-
各地块接入集节点(单地块配置)	21,800.00	7
总计(元)		305,600.00

## 7.5.5.2 地块管理站建设估算

表 7-16 地块管理站估算详表

序号	设备名称	主要性能及描述	单位	数量	单价	合计	品牌
1、地块中心计算机等设备							
1	监控工作站	T3600 CPU : Intel(R) Xeon(R) E5-1603 2.8GHz/10MB 三级缓存/4.8GT/s 网卡:集成千兆以太网控制卡; 内存 2GB (2x1GB), 硬盘 : 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD	台	2	11,200	22,400	DELL
2	管理工作站	T3600 CPU : Intel(R) Xeon(R) W3505 2.53GHz/4MB 三级缓存/4.8GT/s,网卡:集成千兆以太网控制卡; 内存 2GB (2x1GB), 硬盘 : 500GB SATA (7200RPM),显示器: 24 寸 LCD	台	1	11,200	11,200	DELL
3	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能	台	1	24,600	24,600	MOXA

序号	设备名称	主要性能及描述	单位	数量	单价	合计	品牌
		2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口					
4	通讯机柜	40U	台	1	7,600	7,600	图腾
5	操作台	4000Wx1000Dx750H (全钢板结构,含电气附件)	台	1	21,250	21,250	SIPAI
6	光缆跳线盒	12口及尾纤	套	1	2,850	2,850	定制
7	在线式 UPS	2KVA/1 小时容量含过电压保护装置	台	2	8,600	17,200	山特
8	A3 彩色喷墨打印机	OFFICE7000 彩色喷墨 A3	台	1	2,570	2,570	HP
小计						109,670	
2、地块中心监控及数据库等软件							
1	SCADA 监控软件	WINCCRC2048 6AV6381-2BP07-4AV0	套	1	15,000	15,000	SIEMENS
		WINCCRT2048 6AV6381-2BE07-4AV0	套	1	26,000	26,000	SIEMENS
2	操作系统	Microsoft windows7 64位 中文专业版	套	3	1,600	4,800	监控及管理工作人员站用
小计						45,800	
3、光纤通讯主干网							
1	光纤交换机	EDS-G509/SFP-1GLXLC 支持环网功能支持网管功能 2x1000 Mbps 光口 6x1000 Mbps 电口	台	4	24,600	98,400	MOXA
2	数据通讯光缆	单模 6 芯双铠装 A 级直埋型	米	310	19	5,890	伊斯顿
7	光缆跳线盒	12口及尾纤	套	4	2,850	11,400	定制
小计						115,690	
4、换热控制主站							
1	供热控制主站	控制系统主站采用先进的西门子 S7-400 系列公司高性能 PLC。CPU 采用 CPU414-5h ,	套	1	308,050	308,050	SIEMENS
2	UPS 及保护柜	2KVA/1H, 含过电压保护装置	套	1	8,600	8,600	山特
小计						316,650	
5、软件开发							

序号	设备名称	主要性能及描述	单位	数量	单价	合计	品牌
1	监控软件		项	1	150,000	150,000	
2	管理软件		项	1	350,000	350,000	
小计						500,000	
合计						737,810	

注：此报价为单个地块分站的建设费用，软件开发中的管理软件所有分地块及总地块管理系统可以共用一套软件。报价不包括安装，施工，调试等费用。

表 7-17 地块管理分站配置投资估算单价（86 万方）

序号	设备名称	单位	数量	单价	合计
1	地块建设	个	15	737,810	11,067,151
2	管理软件	项	1	350,000	350,000
	<b>合计</b>				<b>11,417,151</b>

表 7-18 地块管理分站配置投资估算单价（38 万方）

序号	设备名称	单位	数量	单价	合计
1	地块建设	个	7	737,810	5,164,671
2	管理软件	项	1	350,000	350,000
	<b>合计</b>				<b>5,514,671</b>

## 第八部分

### 奇槎区新能源、能源站建设及其管理造价报告

#### 8.1 建设及其管理造价概述

为使用方便，在工作大纲提交同时与业主方确认此部分内容在各自章节中阐述，不再一一赘述。因此，本项目建设及其管理造价只含投资估算部分，汇总如下。

##### 1) 能源站投资估算：

详见第三部分 3.7 投资估算与效益分析

##### 2) 太阳能光伏发电和太阳能供热投资估算：

详见第四部分 4.4 经济可行性研究，4.4.1 太阳能光伏经济性分析

##### 3) 充电桩（机）投资估算：

详见第五部分 5.5 充电桩（机）布局方案，5.5.1.2、5.5.2.2、5.5.3.2、5.5.4.2 投资估算

##### 4) 能耗监控部分投资估算

详见第七部分，7.4.3 能源站能源中心估算，7.5.5.2 地块管理站建设估算。

表 8-1 新能源规划项目投资估算汇总（86 万方）

单项	投资估算（万元）
能源站冷源系统	
能源站及供冷管网	27055
能源站冷源系统自动控制系统	725
太阳能系统	
太阳能光伏系统	4,849
太阳能集中式热水系统	5,663
电动桩	
办公、商业及居民公共停车场	557.5
公交停保场和公交首末站电动桩	288
能耗监控系统	
地块网络架构-VPN 方式	480.00

单项	投资估算（万元）
地块管理分站配置	1,141.72
能源中心能耗监控系统	553
总计	41312.22

## 8.2 新能源规划项目单项投资估算

### 8.2.1 能源站及供冷管网投资估算

经估算本项目能源站及供冷管网的总投资约为 27055 万元，单位供冷面积的投资指标为 314 元/m<sup>2</sup>，详见下表。

表 8-2 能源站及供冷管网投资估算（86 万方）

序号	项目名称	投资额（万元）
<b>I</b>	建筑安装费用	
(一)	总体-供冷管网	5000
	能源站	
(一)	建筑工程	7770
(二)	机电设备安装工程	8836
	站房小计	16606
	建筑安装费用	21606
<b>II</b>	建设工程其他费用 10%	2161
<b>III</b>	市政配套费（水、电、燃气）	1284
<b>IV</b>	预备费（I+II+III）*8%	2004
<b>V</b>	土地费用	0
	<b>总投资</b>	<b>27055</b>

注：投资估算未含土地费。

### 8.2.2 能源站冷源系统控制系统投资估算

经估算本项目能源站冷源系统经估算本项目能源站自动控制系统总投资约为 725 万元，详见下表。与自控系统的报价详见 8.2.4 能耗监控系统投资估算。

表 8-3 能源站冷源系统控制系统投资估算（86 万方）

序号	设备名称	投资额（万元）
（一）	二级泵水系统、双工况冷水机组、蓄冰槽及冷热分集水器	487
（二）	离心机组系统	170
（三）	通风系统、给排水系统	50
（四）	三联供耦合双工况冷机、冰蓄冷能源项目调试费	18
	总投资	725

注：发电机组控制系统由机组自带，本表不包含该部分控制系统费用。

## 8.2.3 太阳能利用投资估算

### 8.2.3.1 太阳能光伏投资估算

系统初投资费用占比最大属于光伏组件，根据目前市场光伏组件的单价，计算时取 3.0 元/W。计算初投资时分析单位容量 1kW 的初投资，初投资约为 7,100 元/kW。此价格作为初投资的参考价格可知太阳能光伏投资估算如下表。

表 8-4 各地块太阳能发电系统投资估算（86 万方）

地块名称	类型	屋顶有效利用面积（m <sup>2</sup> ）	计算太阳光伏板功率（kW）	投资估算（万元）
地块 01A	商务&办公	13048.95	913.43	648.53
	中小学	3110.53	217.74	154.59
	安全设施	2079.55	145.57	103.35
地块 02A	商务&办公	13523.26	946.63	672.11
地块 03A	商务&办公	17408.93	1218.62	865.22
	中小学	5574.89	390.24	277.07
地块 04A	中小学	5204.24	364.30	258.65
	防洪设施	1638.81	114.72	81.45
	商务&办公	826.65	57.87	41.08
	供电用地	525.37	36.78	26.11
地块 05A	商务&办公	11384.97	796.95	565.83
	防洪设施	864.80	60.54	42.98
	加油加气站	252.09	17.65	12.53
地块 06A	商务&办公	17359.99	1215.20	862.79
	科研用地	4765.04	333.55	236.82

地块名称	类型	屋顶有效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳光伏板功率 (kW)	投资估算 (万元)
汇总	—	97568.06	6829.76	4849.13

注:估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

### 8.2.3.2 太阳能集中式热水系统初投资估算

集中式热水系统初投资费用主要包括集热模块、热水箱、水泵、控制器、管路等费用。集中式系统为一个建筑单元或者一栋楼供应热水,结合实际工程项目经验,以一个居住小区建筑面积为 25,000 m<sup>2</sup> 供生活热水,可计算出单位热水初投资费用为 2.17 万元/m<sup>3</sup>。由此,推算每个地块的太阳能热水投资如下表。

表 8-5 各地块太阳能热水系统投资估算 (86 万方)

地块名称	类型	屋顶有效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算集热板集热量 MJ/d	投资估算 (万元)
地块 01A	居住建筑	25998.09	218383.98	1987.88
地块 02A	居住建筑	13893.08	116701.90	1130.54
地块 03A	居住建筑	5957.52	50043.20	565.59
地块 04A	居住建筑	14190.93	119203.82	1347.25
地块 05A	居住建筑	17070.45	143391.75	1037.19
地块 06A	居住建筑	11330.26	95174.15	1010.55
地块 04A	居住建筑	10655.60	89507.07	1011.61
汇总	—	99095.94	4609.11	5663.45

注:估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。

### 8.2.4 电动桩 (机) 投资估算

估算仅含设备材料费,不含建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用。建筑工程费、安装工程费、管理、服务等其他费用需要结合具体建设工程及当地取费费率计算。公交首末站经业主确认

表 8-6 86 万平方米启动区充电桩（机）建设规模及费用表

地块序号	兼容面积情况	建设规模	价格(万元)
c	商业及公建	7kW 交流充电桩 9 台、 30kW 直流充电机 3 台和 30kW 交直流一体化充电机 8 台	70.5
d	居住、商业及公 建	7kW 交流充电桩 7 台、 30kW 直流充电机 1 台和 30kW 交直流一体化充电机 2 台	21.5
e	居住、商业及公 建	7kW 交流充电桩 7 台、 30kW 直流充电机 4 台和 30kW 交直流一体化充电机 20 台	147.5
f	居住及商业	7kW 交流充电桩 12 台、 30kW 直流充电机 13 台和	84
	公交停保场	70kW 直流充电机 32 台	288
g	商业及公建	7kW 交流充电桩 12 台、 30kW 直流充电机 2 台和 30kW 交直流一体化充电机 5 台	48
h	居住、商业及公 建	7kW 交流充电桩 12 台、 30kW 直流充电机 1 台和 30kW 交直流一体化充电机 16 台	186

## 8.2.5 能耗监控系统投资估算

### 8.2.5.1 地块网络架构投资估算

#### 1) 内部局域网方式投资估算

由于目前规划线路及区域较多，与实际实施会有较大偏差，故以类比已有同类案例，如上海虹桥商区区域供能二期管沟信号上传作为参考，推算奇槎区内部局域网施工预算。本报价按照 VPN 方式配置方案报价。

表 8-7 VPN 方式配置投资估算总价（86 万方）

	单价（元）	地块个数
中心配置（宽带资费与接入费根据接入量和地区会有不同）	153,000.00	-
各地块接入集节点(单地块配置)	21,800.00	15
总计（元）		480,000.00

### 8.2.5.2 地块管理分站配置

此报价为单个地块分站的建设费用，软件开发中的管理软件所有分地块及总地块管理系统可以共用一套软件。报价不包括安装，施工，调试等费用。

表 8-8 地块管理分站配置投资估算单价（86 万方）

序号	设备名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
1	地块建设	个	15	737,810	11,067,151
2	管理软件	项	1	350,000	350,000
	合计				11,417,151

### 8.2.5.3 能源中心能耗监控系统投资估算

图中标明的部分是公用的部分，启动区能源中心和 86 万方供能区共用。

表 8-9 能源中心能耗监控系统投资估算（86 万方）

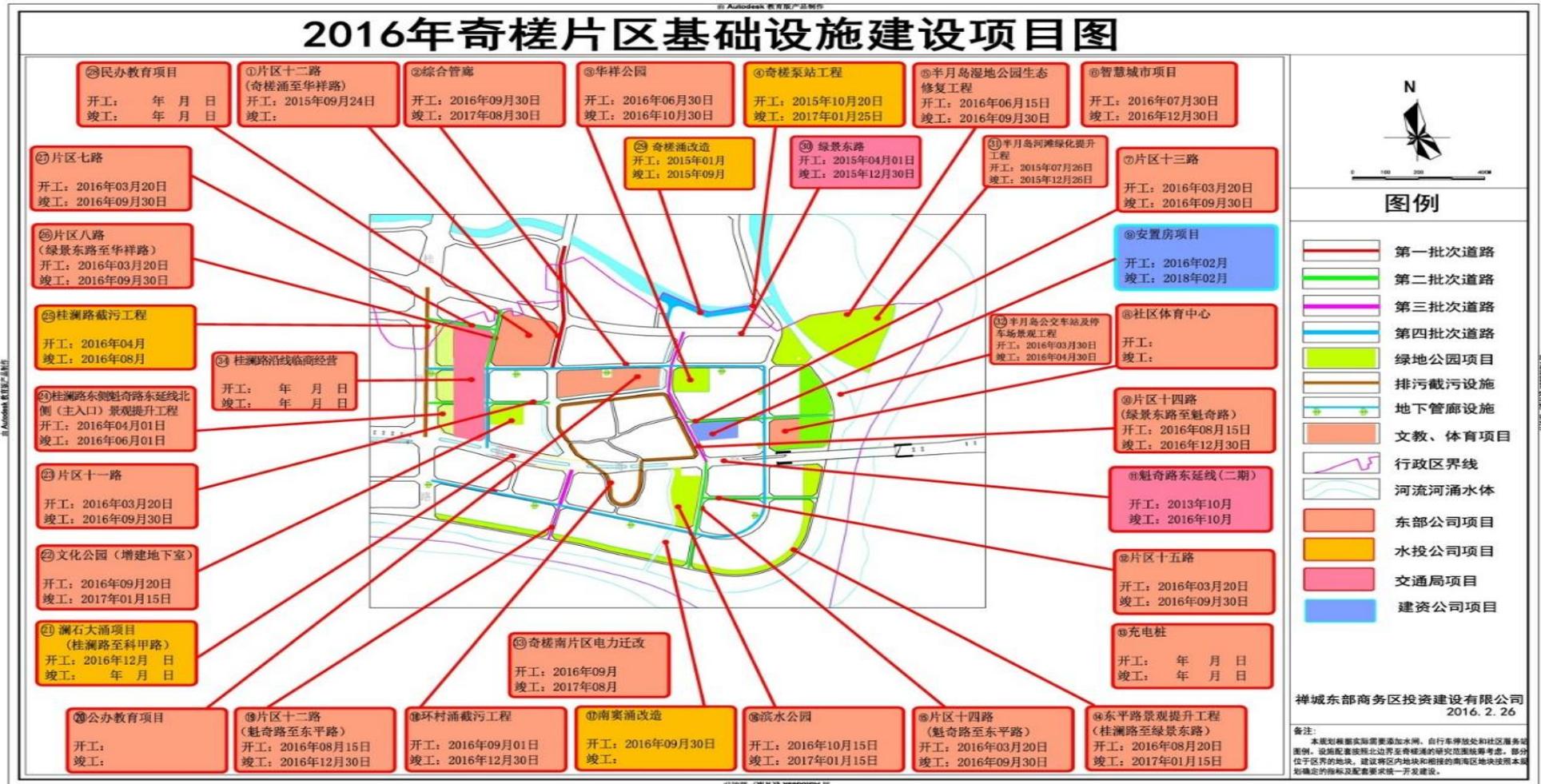
序号	设备名称	报价（元）
1	SCADA 中心计算机等设备	1,093,400
2	SCADA 中心监控及数据库等软件	576,000
3	光纤通讯主干网	371,800
4	站内控制主站	2,490,000
5	软件开发	1,000,000
	合计	5,531,200



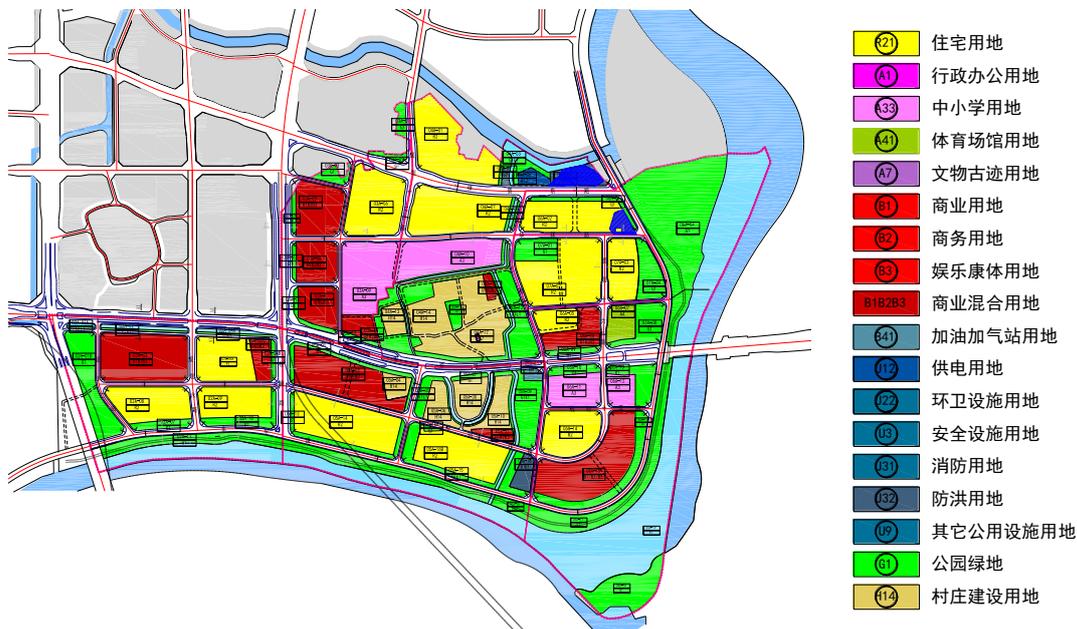
# 附录

## 附图 A

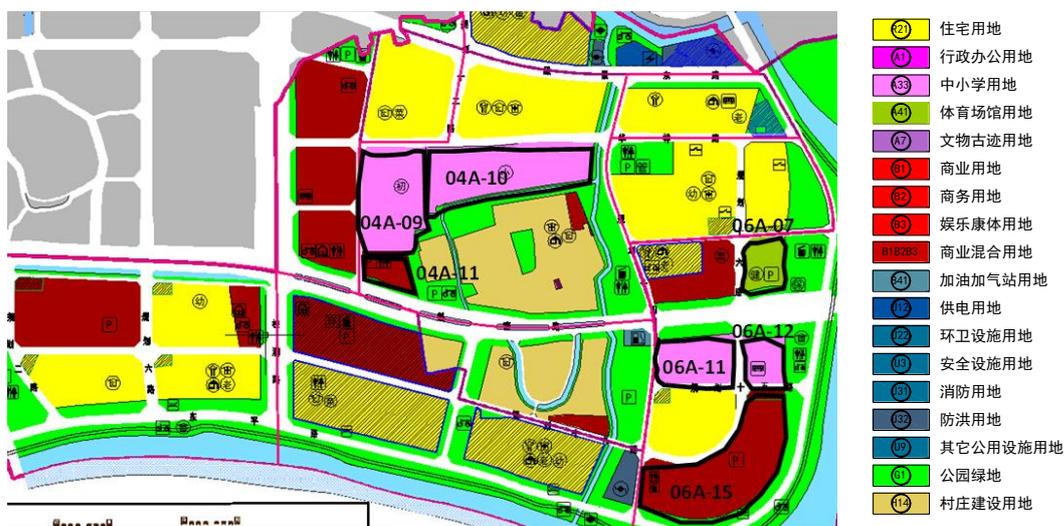
附图 A1-1: 2016 年奇槎片区基础设施建设项目图



附图 A1-2: 奇槎片区控制性详细规划调整 (6月16日业主提供)

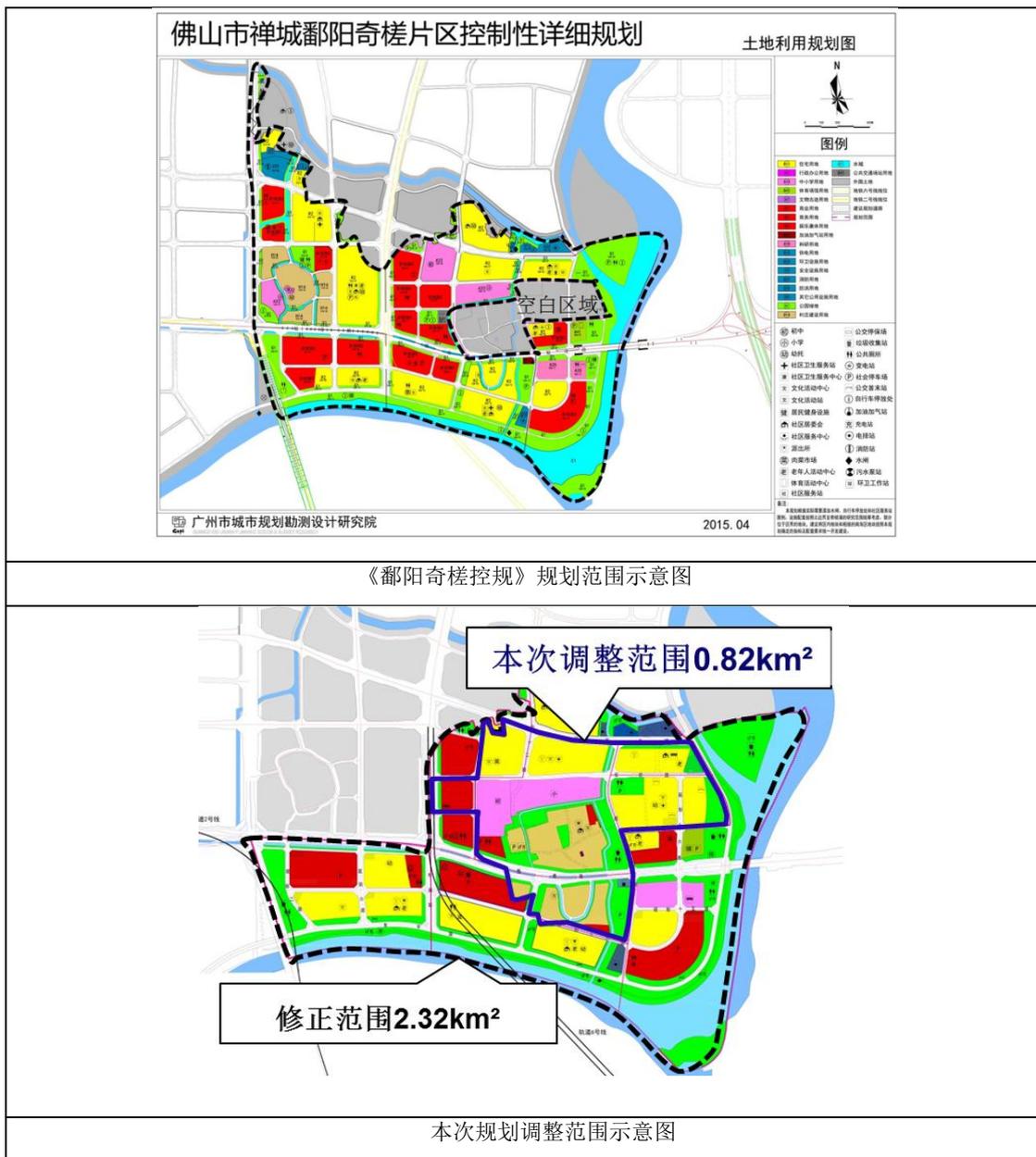


附图 A1-3 启动区能源站供冷范围区域图 (黑色框区域)

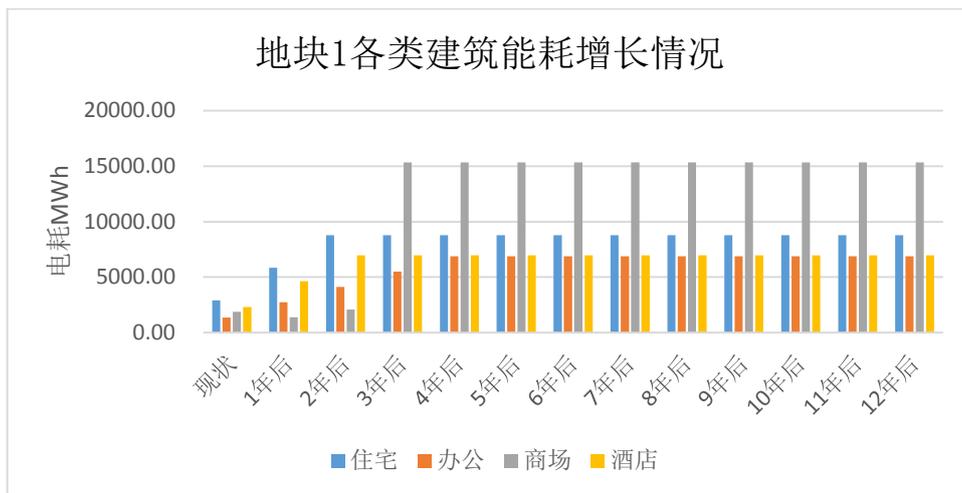


注： 04A-09、04A-10、04A-11、06A-07、06A-11、06A-12、06A-15 地块为业主自开发的启动区。

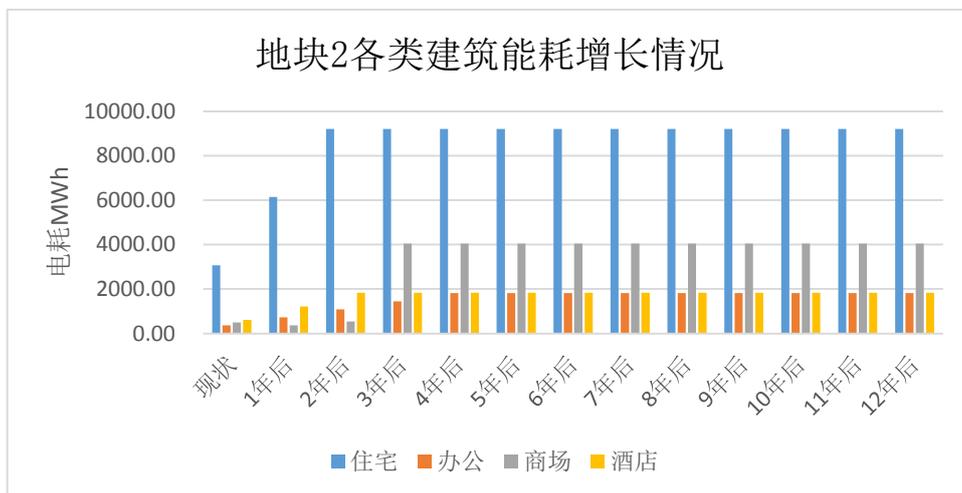
附图 A1-4 规划区域变更范围



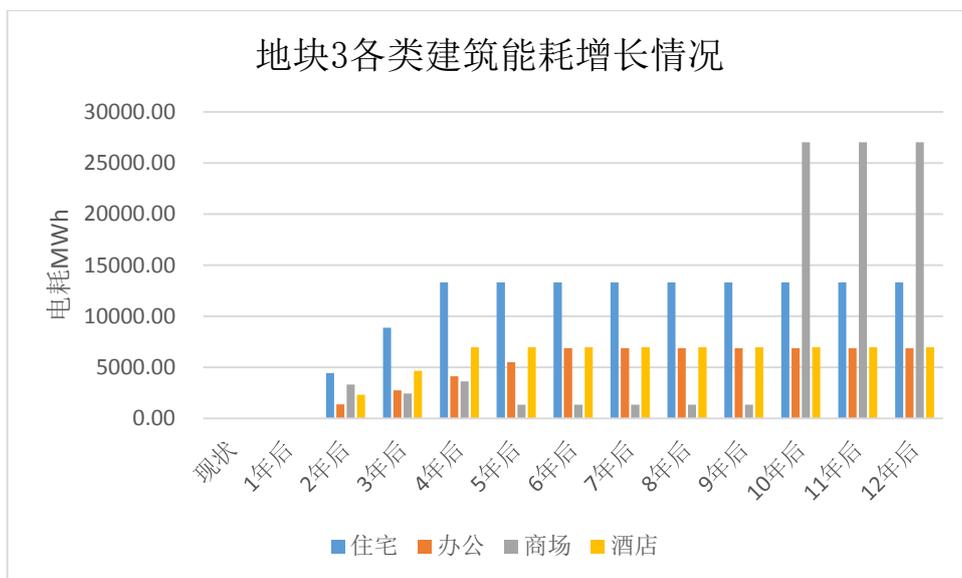
附图 A2-1



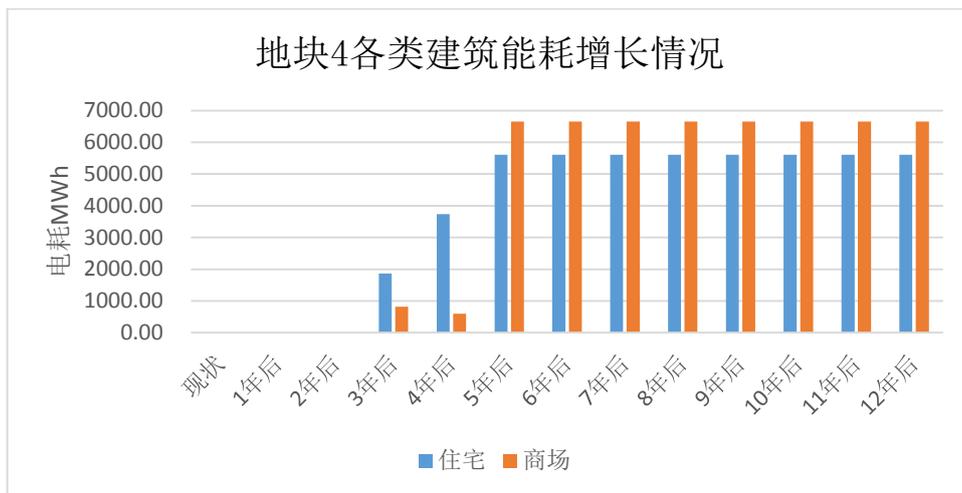
附图 A2-2



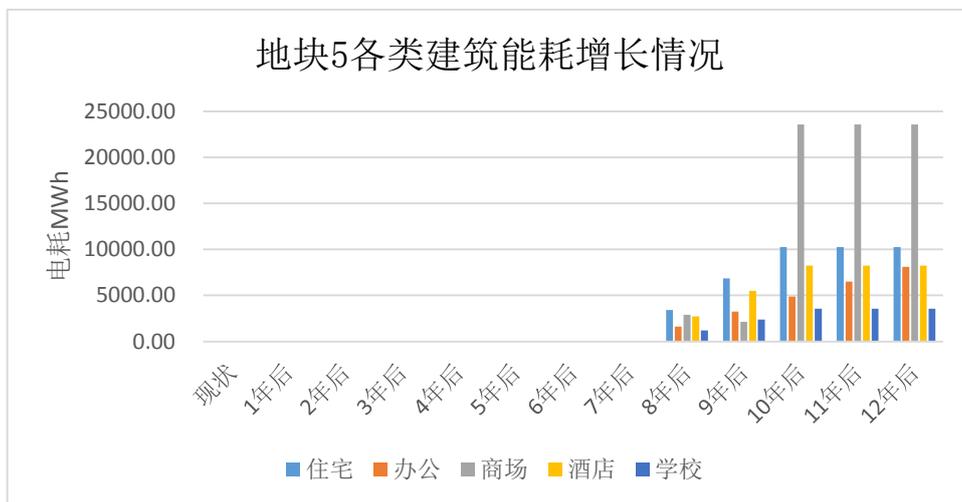
附图 A2-3



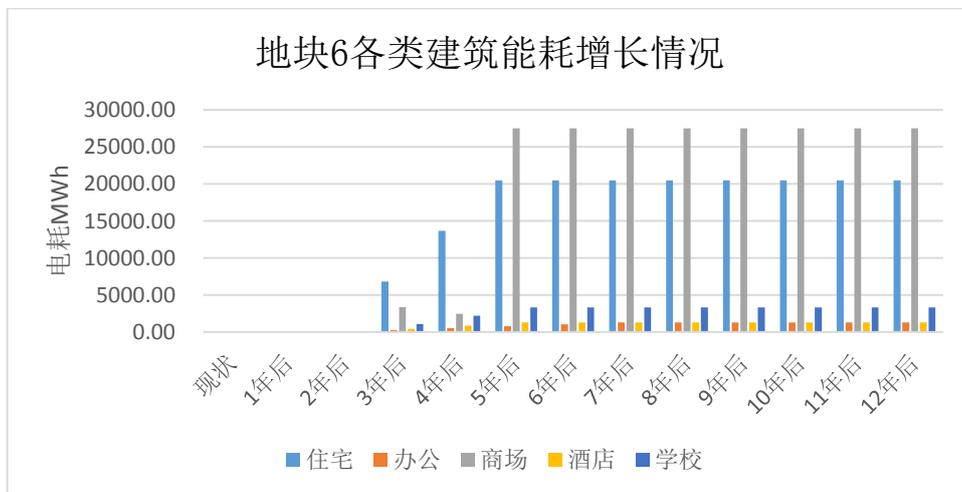
附图 A2-4



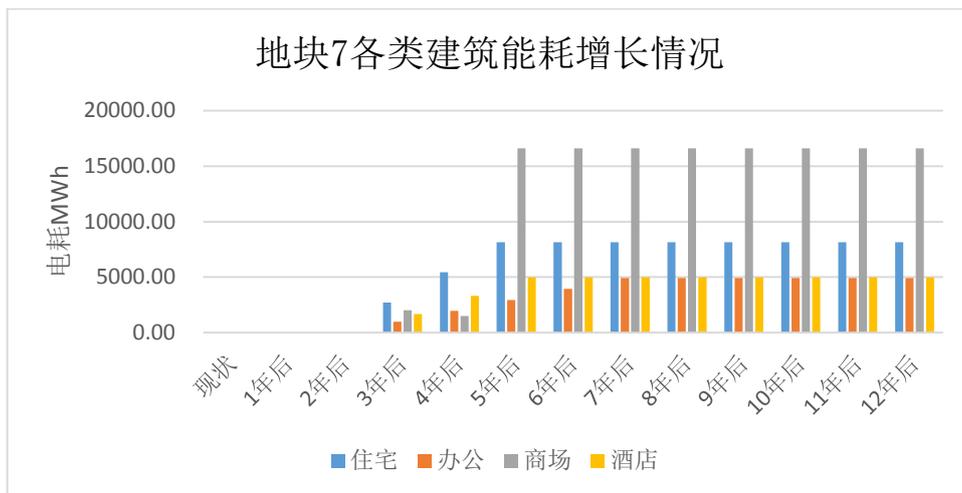
附图 A2-5



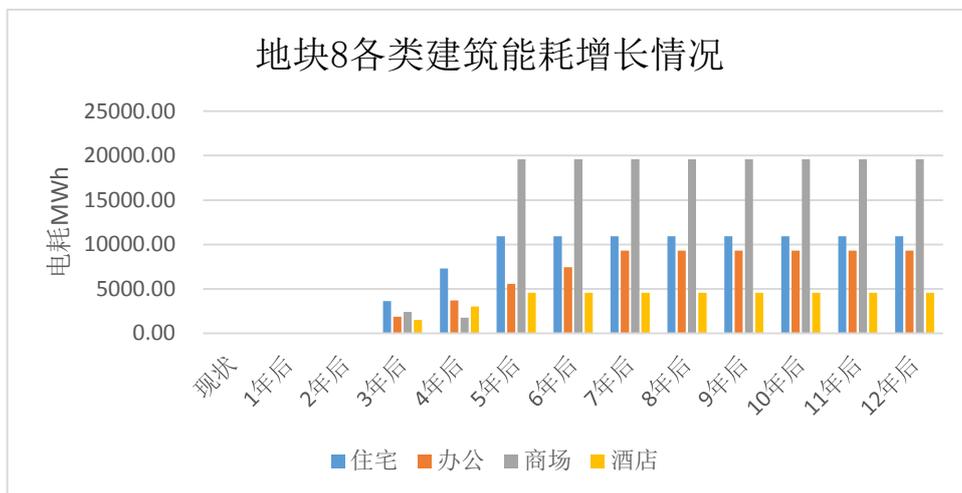
附图 A2-6



附图 A2-7



附图 A2-8



# 附表 B

附表 B1-1：典型办公建筑调研信息表

数据提供单位		联系人名称		联系方式		日期			
<b>[-] 建筑基本信息</b>									
建筑名称									
建筑面积		建筑高度		建成时间					
空调面积		目前建筑使用人数及建筑空置率 (%)		人员使用时间表 (e.g. 工作日8:00-20:00/ 周末关闭)					
		开发时序							
建筑围护结构		外墙保温材料和厚度							
		屋面保温材料和厚度							
		窗墙比 (%，玻璃占立面的比例)							
		玻璃材料类型 (e.g. 双层low-e, etc)							
暖通空调系统		冷源		冷源形式		台数			
				冷机效率(COP)		单台额定制冷量			
		热源		热源形式		台数			
				热源效率		单台额定制热量			
		水泵		系统形式		额定功率及台数			
				(e.g. 一次泵/二次泵)		是否变频			
		空调风系统形式							
		(e.g. FCU/VAV/etc.)							
		暖通空调系统运行时间表		制冷开启温度下限		制热开启温度上线			
				制冷室内习惯性设定温度		制热室内习惯性设定温度			
制冷空调开启月份				制热空调开启月份					
空调系统运行日时间表									
主要照明灯具类型									
可再生能源 (如有)		可再生能源形式		安装容量					
		(e.g. 太阳能光伏/太阳能热水, etc.)		e.g. 太阳能板面积、额定容量 (KW)					
				额定产能量					
是否有建筑节能改造? 可能的针对对象和方案?									
是否有楼宇自控管理系统监测能源数据?									

附表 B1-2: 智慧新城建筑基本信息调研表

(a) VRV 空调系统

[一] 建筑基本信息					
建筑名称	智慧新城T10号楼				
建筑面积	22*2000m <sup>2</sup>	建筑高度	96	建成时间	2014.7
空调面积	22*2000m <sup>2</sup>	目前建筑使用人数及	50%	人员使用时间表	业主自己使用
		建筑空置率 (%)		(e.g. 工作日8:00-20:00/ 周末关闭)	
		开发时序			
建筑围护结构	外墙保温材料和厚度		2010年设计标准		
	屋面保温材料和厚度		2010年设计标准		
	窗墙比 (%，玻璃占立面的比例)		幕墙构造70%		
	玻璃材料类型 (e.g. 双层low-e, etc)		中空玻璃 (low-e玻璃)		
暖通空调系统	冷源	冷源形式	VRV (R410A)	台数: 一台控制多个区	
		冷机效率(COP)	3.2	单台额定制冷量: 28kW、40kW 多种	
	热源	热源形式	VRV (R410A)	台数: 一台控制多个区	
		热源效率	4.0	单台额定制热量: 31.5kW、 45kW多种	
	水泵	系统形式 (e.g. 一次泵/二次泵)	无	额定功率及台数	
	空调风系统形式 (e.g. FCU/VAV/etc.)	FCU		是否变频	

(b) 中央空调冷机空调系统

建筑名称	t2(2层中央空调),t4(4层开中央空调), 一层8户左右				
建筑面积	22*2000m <sup>2</sup>	建筑高度	96	建成时间	2015.7
空调面积	44000	建筑空置率 (%)	2-4层开了空调	人员使用时间表	8: 00-17: 00 (e.g. 工作日8:00-20:00/ 周末关闭)
		开发时序			
建筑围护结构	外墙保温材料和厚度		2010年设计标准		
	屋面保温材料和厚度		2010年设计标准		
	窗墙比 (%，玻璃占立面的比例)		幕墙构造70%		
	玻璃材料类型 (e.g. 双层low-e, etc)		中空玻璃 (low-e玻璃)		
暖通空调系统	冷源	冷源形式	中央空调机组 (R134a)	台数: (格力) 3台	
		冷机效率(COP)	6.5	单台额定制冷量: 2*2110kW、 1144kW	
	热源	热源形式	无	台数	
		热源效率		单台额定制热量	

附表 B2-1 建筑面积发展时序

地块编号	建筑类型	建筑面积 (m <sup>2</sup> )				
		基准年	3 年	5 年	8 年	12 年
a	住宅	255500 (建完)	住满			
	办公	104300 (建完)	入住 80%	住满		
	商场	41700 (建完)	住满			
	酒店	62500 (建完)	住满			
b	住宅	267700 (建完)	住满			
	办公	27500 (建完)	入住 80%	住满		
	商场	11000 (建完)	住满			
	酒店	16400 (建完)	住满			
c	住宅	193486 (建设 50%)	入住 67%	住满		
	办公	52233 (建设 50%)	入住 40%	入住 80%	住满	
	商场	36774 (建设 50%)	入住 67%	住满		
	酒店	31340 (建设 50%)	入住 67%	住满		
d	住宅	批出	入住 33%	住满		
	商场	批出	入住 33%	住满		
e	住宅			批出	入住 33%	住满
	办公			批出	入住 20%	住满
	商场			批出	入住 33%	住满
	酒店			批出	入住 33%	住满
	学校			批出	入住 33%	住满
f	住宅	开工	入住 33%	住满		
	办公	开工	入住 20%	入住 60%	住满	
	商场	开工	入住 33%	住满		
	酒店	开工	入住 33%	住满		
	学校	开工	入住 33%	住满		
g	住宅	批出	入住 33%	住满		
	办公	批出	入住 20%	入住 60%	住满	
	商场	批出	入住 33%	住满		
	酒店	开工	入住 33%	住满		
h	住宅	开工	入住 33%	住满		
	办公	开工	入住 20%	入住 60%	住满	
	商场	开工	入住 33%	住满		
	酒店	开工	入住 33%	住满		

附表 B2-2 投入使用建筑面积的发展时序

地块 编号	建筑 类型	投入使用的建筑面积 (m <sup>2</sup> )												
		现状	1年后	2年后	3年后	4年后	5年后	6年后	7年后	8年后	9年后	10年后	11年后	12年后
a	住宅	85167	170333	255500	255500	255500	255500	255500	255500	255500	255500	255500	255500	255500
	办公	20860	41720	62580	83440	104300	104300	104300	104300	104300	104300	104300	104300	104300
	商场	13900	27800	41700	41700	41700	41700	41700	41700	41700	41700	41700	41700	41700
	酒店	20833	41667	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500
b	住宅	89233	178467	267700	267700	267700	267700	267700	267700	267700	267700	267700	267700	267700
	办公	5500	11000	16500	22000	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
	商场	3667	7333	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
	酒店	5467	10933	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400
c	住宅	0	0	128991	257982	386972	386972	386972	386972	386972	386972	386972	386972	386972
	办公	0	0	20893	41786	62679	83573	104466	104466	104466	104466	104466	104466	104466
	商场	0	0	24516	49031	73547	73547	73547	73547	73547	73547	73547	73547	73547
	酒店	0	0	20893	41786	62679	62679	62679	62679	62679	62679	62679	62679	62679
d	住宅	0	0	0	54330	108659	162989	162989	162989	162989	162989	162989	162989	162989
	商场	0	0	0	6037	12073	18110	18110	18110	18110	18110	18110	18110	18110
e	住宅	0	0	0	0	0	0	0	0	99369	198738	298107	298107	298107
	办公	0	0	0	0	0	0	0	0	24609	49219	73828	98438	123047
	商场	0	0	0	0	0	0	0	0	21371	42742	64113	64113	64113

地块 编号	建筑 类型	投入使用的建筑面积 (m <sup>2</sup> )												
		现状	1年后	2年后	3年后	4年后	5年后	6年后	7年后	8年后	9年后	10年后	11年后	12年后
	酒店	0	0	0	0	0	0	0	0	24609	49219	73828	73828	73828
	学校	0	0	0	0	0	0	0	0	19326	38653	57979	57979	57979
f	住宅	0	0	0	198567	397134	595702	595702	595702	595702	595702	595702	595702	595702
	办公	0	0	0	3957	7915	11872	15829	19786	19786	19786	19786	19786	19786
	商场	0	0	0	24949	49898	74846	74846	74846	74846	74846	74846	74846	74846
	酒店	0	0	0	3957	7915	11872	11872	11872	11872	11872	11872	11872	11872
	学校	0	0	0	18041	36083	54124	54124	54124	54124	54124	54124	54124	54124
g	住宅	0	0	0	79012	158024	237036	237036	237036	237036	237036	237036	237036	237036
	办公	0	0	0	14950	29900	44850	59800	74750	74750	74750	74750	74750	74750
	商场	0	0	0	15054	30109	45163	45163	45163	45163	45163	45163	45163	45163
	酒店	0	0	0	14950	29900	44850	44850	44850	44850	44850	44850	44850	44850
h	住宅	0	0	0	105977	211953	317930	317930	317930	317930	317930	317930	317930	317930
	办公	0	0	0	28202	56404	84606	112808	141010	141010	141010	141010	141010	141010
	商场	0	0	0	17754	35509	53263	53263	53263	53263	53263	53263	53263	53263
	酒店	0	0	0	13611	27221	40832	40832	40832	40832	40832	40832	40832	40832
total	住宅	174400	348800	652191	1219067	1785943	2223828	2223828	2223828	2323197	2422566	2521935	2521935	2521935
	办公	26360	52720	99973	194336	288698	356700	424703	471812	496422	521031	545641	570250	594859
	商场	17567	35133	77216	165525	253835	317629	317629	317629	339000	360371	381742	381742	381742

地块 编号	建筑 类型	投入使用的建筑面积 (m <sup>2</sup> )												
		现状	1 年后	2 年后	3 年后	4 年后	5 年后	6 年后	7 年后	8 年后	9 年后	10 年后	11 年后	12 年后
	酒店	26300	52600	99793	153204	206615	239133	239133	239133	263742	288352	312961	312961	312961
	学校	0	0	0	18041	36083	54124	54124	54124	73450	92777	112103	112103	112103

附表 B2-3 电耗逐年增长情况

地块 编号	建筑 类型	建筑能耗 (MWh)												
		基准年	1年后	2年后	3年后	4年后	5年后	6年后	7年后	8年后	9年后	10年后	11年后	12年后
a	住宅	2929.73	5859.47	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20	8789.20
	办公	1520.90	3041.80	4562.70	6083.59	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50	7604.50
	商场	1877.28	1379.80	2069.70	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75	15324.75
	酒店	2650.00	5300.00	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01	7950.01
b	住宅	3069.63	6139.25	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88	9208.88
	办公	401.00	802.01	1203.01	1604.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02	2005.02
	商场	495.21	363.98	545.96	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50	4042.50
	酒店	695.36	1390.72	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08	2086.08
c	住宅	0.00	0.00	4437.28	8874.57	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85	13311.85
	办公	0.00	0.00	1523.31	3046.64	4569.95	6093.26	7616.58	7616.58	7616.58	7616.58	7616.58	7616.58	7616.58
	商场	0.00	0.00	3311.00	2433.58	3650.37	1341.51	1341.51	1341.51	1341.51	1341.51	27028.54	27028.54	27028.54
	酒店	0.00	0.00	2657.61	5315.22	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83	7972.83
d	住宅	0.00	0.00	0.00	1868.94	3737.87	5606.81	5606.81	5606.81	5606.81	5606.81	5606.81	5606.81	5606.81
	商场	0.00	0.00	0.00	815.28	599.23	6655.37	6655.37	6655.37	6655.37	6655.37	6655.37	6655.37	6655.37
e	住宅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3418.30	6836.59	10254.89	10254.89	10254.89
	办公	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1794.27	3588.54	5382.81	7177.08	8971.36
	商场	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2886.27	2121.41	23561.42	23561.42	23561.42
	酒店	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3130.33	6260.65	9390.97	9390.97	9390.97

地块 编号	建筑 类型	建筑能耗 (MWh)													
		基准年	1年后	2年后	3年后	4年后	5年后	6年后	7年后	8年后	9年后	10年后	11年后	12年后	
	学校	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1184.70	2369.40	3554.10	3554.10	3554.10
f	住宅	0.00	0.00	0.00	6830.71	13661.43	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14	20492.14
	办公	0.00	0.00	0.00	288.52	577.04	865.57	1154.09	1442.61	1442.61	1442.61	1442.61	1442.61	1442.61	1442.61
	商场	0.00	0.00	0.00	3369.49	2476.57	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00	27506.00
	酒店	0.00	0.00	0.00	503.37	1006.73	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09	1510.09
	学校	0.00	0.00	0.00	1105.93	2211.87	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80
g	住宅	0.00	0.00	0.00	2718.01	5436.01	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02	8154.02
	办公	0.00	0.00	0.00	1090.00	2180.01	3270.01	4360.02	5450.02	5450.02	5450.02	5450.02	5450.02	5450.02	5450.02
	商场	0.00	0.00	0.00	2033.19	1494.40	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50	16597.50
	酒店	0.00	0.00	0.00	1901.64	3803.29	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93	5704.93
h	住宅	0.00	0.00	0.00	3645.60	7291.19	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79	10936.79
	办公	0.00	0.00	0.00	2056.20	4112.41	6168.61	8224.80	10281.01	10281.01	10281.01	10281.01	10281.01	10281.01	10281.01
	商场	0.00	0.00	0.00	2397.83	1762.40	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12	19574.12
	酒店	0.00	0.00	0.00	1731.26	3462.52	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78	5193.78
园区	住宅	5999.36	11998.72	22435.36	41935.90	61436.43	76499.68	76499.68	76499.68	79917.98	83336.28	86754.58	86754.58	86754.58	
	办公	1921.91	3843.80	7289.03	14168.97	21048.93	26006.96	30965.01	34399.74	36194.01	37988.28	39782.55	41576.82	43371.09	
	商场	2372.49	1743.78	5926.66	30416.62	29350.23	91041.75	91041.75	91041.75	93928.02	93163.16	140290.2	140290.2	140290.2	
	酒店	3345.36	6690.72	12693.70	19487.59	26281.46	30417.73	30417.73	30417.73	33548.06	36678.38	39808.71	39808.71	39808.71	
	学校	0.00	0.00	0.00	1105.93	2211.87	3317.80	3317.80	3317.80	3317.80	4502.50	5687.20	6871.90	6871.90	6871.90

附表 B2-4

时间	夏季设计日逐时冷负荷													
	1 (KW)	2 (KW)	3 (KW)	4 (KW)	5 (KW)	6 (KW)	7 (KW)	8 (KW)	9 (KW)	10 (KW)	11 (KW)	12 (KW)	13 (KW)	总 (MW)
00:00	1282.74	484.07	735.87	517.18	566.38	261.64	0.00	334.64	1264.23	0.00	281.73	129.57	739.66	6.60
01:00	1246.37	470.34	715.00	502.52	550.32	254.22	0.00	325.15	1228.39	0.00	273.74	125.90	718.68	6.41
02:00	1242.55	468.90	712.82	500.98	548.64	253.44	0.00	324.16	1224.63	0.00	272.91	125.51	716.48	6.39
03:00	1195.97	451.33	686.10	482.20	528.07	243.94	0.00	312.01	1178.72	0.00	262.68	120.81	689.63	6.15
04:00	1129.20	426.13	647.79	455.28	498.59	230.32	0.00	294.59	1112.91	0.00	248.01	114.06	651.12	5.81
05:00	1094.11	412.88	627.66	441.13	483.09	223.16	0.00	285.43	1078.32	0.00	240.30	110.52	630.89	5.63
06:00	1076.51	406.25	617.57	434.03	475.33	219.57	0.00	280.84	1060.99	0.00	236.44	108.74	620.74	5.54
07:00	1097.45	414.14	629.57	442.47	484.57	223.84	0.00	286.30	1081.61	0.00	241.04	110.85	632.81	5.64
08:00	2193.87	827.90	1258.56	884.53	968.69	447.48	0.00	572.34	2162.22	0.00	481.85	221.61	1265.03	11.28
09:00	6639.33	2505.49	3808.80	2676.87	2931.55	1354.21	0.00	1732.07	6543.55	0.00	4544.28	2089.96	3828.39	38.65
10:00	11861.27	4476.10	6804.48	4782.28	5237.26	2419.31	632.47	3094.37	11690.17	912.67	5813.79	2673.82	6839.48	67.24
11:00	12399.69	4679.28	7113.35	4999.36	5474.99	2529.13	651.81	3234.83	12220.81	940.59	5990.57	2755.12	7149.95	70.14
12:00	12874.26	4858.37	7385.60	5190.70	5684.53	2625.93	705.40	3358.64	12688.54	1017.92	6088.64	2800.22	7423.60	72.70
13:00	13157.48	4965.25	7548.08	5304.89	5809.59	2683.70	698.25	3432.53	12967.68	1007.60	6360.70	2925.35	7586.91	74.45
14:00	12690.50	4789.02	7280.18	5116.61	5603.39	2588.45	649.96	3310.70	12507.42	937.93	6221.53	2861.34	7317.63	71.87
15:00	13002.69	4906.84	7459.28	5242.48	5741.24	2652.12	677.59	3392.14	12815.11	977.79	6270.46	2883.84	7497.65	73.52
16:00	13428.59	5067.56	7703.60	5414.20	5929.29	2738.99	712.84	3503.25	13234.87	1028.66	6338.71	2915.23	7743.24	75.76
17:00	13388.65	5052.49	7680.69	5398.10	5911.66	2730.85	720.12	3492.83	13195.51	1039.16	6273.93	2885.44	7720.20	75.49
18:00	7634.96	2881.21	4379.96	3078.30	3371.16	1557.28	751.79	1991.81	7524.82	1084.86	1676.89	771.22	4402.49	41.11
19:00	7337.36	2768.91	4209.24	2958.31	3239.76	1496.58	723.66	1914.17	7231.51	1044.28	1611.53	741.16	4230.89	39.51
20:00	7034.87	2654.76	4035.71	2836.35	3106.20	1434.88	706.39	1835.26	6933.39	1019.35	1545.09	710.60	4056.47	37.91
21:00	4478.36	1690.00	2569.11	1805.61	1977.39	913.44	380.10	1168.32	4413.76	548.50	983.60	452.37	2582.33	23.96
22:00	4310.41	1626.62	2472.76	1737.89	1903.23	879.18	367.85	1124.50	4248.23	530.82	946.71	435.40	2485.48	23.07
23:00	1446.34	545.81	829.72	583.14	638.62	295.01	0.00	377.32	1425.47	0.00	317.66	146.10	833.99	7.44

附表 B2-5

时间	过渡季典型日逐时冷负荷													
	1 (KW)	2 (KW)	3 (KW)	4 (KW)	5 (KW)	6 (KW)	7 (KW)	8 (KW)	9 (KW)	10 (KW)	11 (KW)	12 (KW)	13 (KW)	总 (MW)
00:00	1285.43	485.08	737.41	518.26	567.57	262.18	0.00	335.34	1266.88	0.00	282.32	129.84	741.21	6.61
01:00	1300.60	490.81	746.12	524.38	574.27	265.28	0.00	339.30	1281.84	0.00	285.66	131.38	749.96	6.69
02:00	1300.92	490.93	746.30	524.51	574.41	265.34	0.00	339.38	1282.15	0.00	285.72	131.41	750.14	6.69
03:00	1254.76	473.51	719.82	505.90	554.03	255.93	0.00	327.34	1236.66	0.00	275.59	126.75	723.52	6.45
04:00	1188.05	448.33	681.55	479.00	524.57	242.32	0.00	309.94	1170.91	0.00	260.93	120.01	685.05	6.11
05:00	1153.22	435.19	661.57	464.96	509.19	235.22	0.00	300.85	1136.58	0.00	253.29	116.49	664.97	5.93
06:00	1135.89	428.65	651.63	457.97	501.54	231.68	0.00	296.33	1119.50	0.00	249.48	114.74	654.98	5.84
07:00	1151.36	434.49	660.50	464.21	508.37	234.84	0.00	300.37	1134.75	0.00	252.88	116.30	663.90	5.92
08:00	2258.12	852.15	1295.42	910.44	997.06	460.58	0.00	589.10	2225.55	0.00	495.96	228.10	1302.08	11.61
09:00	6216.58	2345.95	3566.27	2506.43	2744.88	1267.98	0.00	1621.78	6126.90	0.00	4141.85	1904.88	3584.62	36.03
10:00	11950.41	4509.74	6855.61	4818.22	5276.61	2437.49	632.47	3117.62	11778.01	912.67	5864.18	2697.00	6890.88	67.74
11:00	12795.39	4828.61	7340.36	5158.90	5649.71	2609.84	651.81	3338.06	12610.81	940.59	6309.41	2901.76	7378.12	72.51
12:00	13277.56	5010.56	7616.96	5353.31	5862.61	2708.19	705.40	3463.85	13086.02	1017.92	6413.69	2949.72	7656.15	75.12
13:00	12673.57	4782.63	7270.47	5109.78	5595.92	2584.99	698.25	3306.28	12490.74	1007.60	5906.46	2716.44	7307.87	71.45
14:00	12695.26	4790.82	7282.91	5118.53	5605.49	2589.42	649.96	3311.94	12512.12	937.93	6197.91	2850.48	7320.38	71.86
15:00	12730.32	4804.05	7303.03	5132.67	5620.98	2596.57	677.59	3321.09	12546.68	977.79	6024.93	2770.93	7340.60	71.85
16:00	12892.67	4865.32	7396.16	5198.13	5692.66	2629.68	712.84	3363.44	12706.69	1028.66	5865.15	2697.44	7434.21	72.48
17:00	12604.41	4756.54	7230.79	5081.90	5565.38	2570.89	720.12	3288.24	12422.58	1039.16	5575.06	2564.03	7267.99	70.69
18:00	7658.56	2890.12	4393.50	3087.81	3381.58	1562.09	751.79	1997.97	7548.08	1084.86	1682.07	773.60	4416.10	41.23
19:00	7342.67	2770.91	4212.28	2960.45	3242.10	1497.66	723.66	1915.56	7236.74	1044.28	1612.69	741.69	4233.95	39.53
20:00	7037.58	2655.78	4037.26	2837.44	3107.39	1435.44	706.39	1835.96	6936.06	1019.35	1545.69	710.88	4058.03	37.92
21:00	4480.80	1690.92	2570.51	1806.59	1978.46	913.94	380.10	1168.95	4416.16	548.50	984.13	452.61	2583.73	23.98
22:00	4313.24	1627.69	2474.38	1739.03	1904.48	879.76	367.85	1125.24	4251.02	530.82	947.33	435.69	2487.11	23.08
23:00	1449.07	546.84	831.29	584.24	639.83	295.56	0.00	378.03	1428.17	0.00	318.26	146.37	835.57	7.45

附表 B2-6

时间	夏季设计日逐时用电负荷													
	1 (KW)	2 (KW)	3 (KW)	4 (KW)	5 (KW)	6 (KW)	7 (KW)	8 (KW)	9 (KW)	10 (KW)	11 (KW)	12 (KW)	13 (KW)	总 (MW)
00:00	975.94	368.29	559.87	393.48	430.92	199.06	0.00	254.60	961.86	0.00	214.35	98.58	562.75	5.02
01:00	772.10	291.37	442.93	311.30	340.92	157.48	0.00	201.43	760.96	0.00	169.58	77.99	445.21	3.97
02:00	757.09	285.70	434.32	305.25	334.29	154.42	0.00	197.51	746.16	0.00	166.28	76.47	436.55	3.89
03:00	737.56	278.34	423.12	297.37	325.67	150.44	0.00	192.42	726.92	0.00	161.99	74.50	425.30	3.79
04:00	702.36	265.05	402.92	283.18	310.12	143.26	0.00	183.23	692.23	0.00	154.26	70.95	405.00	3.61
05:00	682.06	257.39	391.28	274.99	301.16	139.12	0.00	177.94	672.22	0.00	149.80	68.90	393.29	3.51
06:00	673.13	254.02	386.16	271.40	297.22	137.30	0.00	175.61	663.42	0.00	147.84	67.99	388.14	3.46
07:00	958.77	361.81	550.02	386.56	423.34	195.56	0.00	250.12	944.94	0.00	210.58	96.85	552.85	4.93
08:00	1238.21	467.26	710.32	499.23	546.72	252.55	0.00	323.02	1220.35	0.00	271.95	125.07	713.98	6.37
09:00	3628.32	1369.22	2081.47	1462.88	1602.06	740.06	0.00	946.56	3575.98	0.00	2374.51	1092.06	2092.17	20.97
10:00	7884.59	2975.41	4523.17	3178.94	3481.38	1608.20	323.07	2056.93	7770.85	466.20	4451.03	2047.07	4546.44	45.31
11:00	8462.13	3193.36	4854.48	3411.80	3736.39	1726.00	353.51	2207.60	8340.05	510.13	4736.66	2178.43	4879.46	48.59
12:00	8834.73	3333.97	5068.23	3562.02	3900.91	1801.99	395.08	2304.80	8707.28	570.11	4831.27	2221.95	5094.31	50.63
13:00	8436.43	3183.66	4839.74	3401.44	3725.04	1720.75	394.84	2200.90	8314.73	569.77	4467.79	2054.78	4864.64	48.17
14:00	8633.69	3258.10	4952.90	3480.97	3812.14	1760.99	361.71	2252.36	8509.14	521.96	4820.96	2217.21	4978.39	49.56
15:00	8575.10	3235.99	4919.30	3457.35	3786.27	1749.04	368.28	2237.07	8451.40	531.44	4687.25	2155.71	4944.60	49.10
16:00	8590.69	3241.88	4928.23	3463.63	3793.15	1752.22	375.44	2241.14	8466.76	541.77	4570.04	2101.81	4953.59	49.02
17:00	8413.58	3175.04	4826.63	3392.23	3714.95	1716.09	377.11	2194.94	8292.21	544.18	4391.15	2019.54	4851.47	47.91
18:00	4614.29	1741.30	2647.09	1860.41	2037.40	941.16	429.32	1203.78	4547.72	619.53	1013.45	466.10	2660.70	24.78
19:00	4601.02	1736.29	2639.48	1855.06	2031.55	938.46	426.85	1200.31	4534.65	615.96	1010.54	464.76	2653.06	24.71
20:00	4539.13	1712.94	2603.97	1830.11	2004.22	925.83	425.52	1184.17	4473.65	614.04	996.94	458.50	2617.37	24.39
21:00	3118.44	1176.81	1788.96	1257.31	1376.92	636.06	235.71	813.54	3073.46	340.14	684.91	315.00	1798.17	16.62
22:00	2782.54	1050.05	1596.26	1121.88	1228.61	567.55	207.31	725.91	2742.40	299.16	611.14	281.07	1604.48	14.82
23:00	1186.07	447.59	680.42	478.21	523.70	241.92	0.00	309.42	1168.96	0.00	260.50	119.81	683.92	6.10

附表 B2-7

时间	过渡季节逐时用电负荷													
	1 (KW)	2 (KW)	3 (KW)	4 (KW)	5 (KW)	6 (KW)	7 (KW)	8 (KW)	9 (KW)	10 (KW)	11 (KW)	12 (KW)	13 (KW)	总 (MW)
00:00	449.39	169.59	257.80	181.19	198.43	91.66	0.00	117.24	442.91	0.00	98.70	45.39	259.13	2.31
01:00	363.58	137.20	208.57	146.59	160.54	74.16	0.00	94.85	358.33	0.00	79.85	36.73	209.65	1.87
02:00	364.32	137.48	209.00	146.89	160.86	74.31	0.00	95.04	359.06	0.00	80.02	36.80	210.08	1.87
03:00	365.86	138.07	209.89	147.51	161.54	74.62	0.00	95.45	360.59	0.00	80.36	36.96	210.97	1.88
04:00	366.94	138.47	210.50	147.95	162.02	74.84	0.00	95.73	361.65	0.00	80.59	37.07	211.59	1.89
05:00	365.65	137.99	209.77	147.43	161.45	74.58	0.00	95.39	360.38	0.00	80.31	36.94	210.84	1.88
06:00	364.41	137.52	209.05	146.92	160.90	74.33	0.00	95.07	359.15	0.00	80.04	36.81	210.13	1.87
07:00	527.41	199.03	302.56	212.64	232.88	107.57	0.00	137.59	519.80	0.00	115.84	53.27	304.12	2.71
08:00	580.08	218.91	332.78	233.88	256.13	118.32	0.00	151.33	571.71	0.00	127.40	58.59	334.49	2.98
09:00	1321.57	498.72	758.15	532.84	583.53	269.56	0.00	344.77	1302.51	0.00	765.74	352.17	762.05	7.49
10:00	4960.87	1872.09	2845.91	2000.15	2190.44	1011.86	223.87	1294.19	4889.31	323.05	2818.39	1296.21	2860.55	28.59
11:00	5547.59	2093.50	3182.50	2236.70	2449.50	1131.53	251.63	1447.26	5467.56	363.12	3167.79	1456.90	3198.87	31.99
12:00	6033.76	2276.96	3461.40	2432.72	2664.16	1230.69	298.50	1574.09	5946.72	430.75	3325.55	1529.45	3479.21	34.68
13:00	5613.73	2118.46	3220.44	2263.37	2478.70	1145.02	302.41	1464.51	5532.75	436.39	2879.10	1324.13	3237.01	32.02
14:00	6177.83	2331.33	3544.05	2490.81	2727.77	1260.07	265.74	1611.67	6088.71	383.48	3510.77	1614.64	3562.28	35.57
15:00	6031.96	2276.29	3460.37	2431.99	2663.37	1230.32	270.80	1573.62	5944.94	390.77	3305.72	1520.34	3478.17	34.58
16:00	5996.84	2263.03	3440.22	2417.83	2647.86	1223.16	274.72	1564.46	5910.33	396.43	3164.04	1455.18	3457.92	34.21
17:00	5489.92	2071.74	3149.41	2213.45	2424.03	1119.76	275.20	1432.21	5410.73	397.12	2797.19	1286.46	3165.62	31.23
18:00	3555.40	1341.71	2039.64	1433.48	1569.86	725.19	357.25	927.53	3504.11	515.53	780.89	359.14	2050.13	19.16
19:00	3470.84	1309.79	1991.12	1399.39	1532.52	707.94	350.09	905.47	3420.77	505.20	762.31	350.59	2001.37	18.71
20:00	3358.45	1267.38	1926.65	1354.07	1482.90	685.01	341.99	876.15	3310.00	493.50	737.63	339.24	1936.56	18.11
21:00	2032.59	767.04	1166.04	819.51	897.48	414.58	163.13	530.26	2003.27	235.40	446.43	205.32	1172.04	10.85
22:00	1917.94	723.77	1100.27	773.28	846.85	391.20	160.95	500.35	1890.27	232.25	421.24	193.73	1105.93	10.26
23:00	679.50	256.42	389.81	273.96	300.03	138.60	0.00	177.27	669.70	0.00	149.24	68.64	391.82	3.49

附表 B4-1 片区各地块详细太阳能光电/热能力计算

片区各地块详细太阳能光电/热能力计算								
地块编号	地块类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳 光 伏板功率 (kW)	计算集热板 集热量 MJ/d	计算太阳 能 发电量 kWh/d
01A-03	商务&办公	610.91	1527.28	274.90	137.45	9.62	—	42.33
01A-04	居住建筑	136.20	340.50	38.14	19.07	1.33	160.17	—
01A-06	居住建筑	11461.61	28654.03	3209.25	1604.63	112.32	13478.85	—
01A-07	安全设施	8318.21	6654.57	4159.11	2079.55	145.57	—	640.50
01A-12	居住建筑	7791.21	19478.03	2181.54	1090.77	76.35	9162.46	—
01A-14	商务&办公	27641.71	138208.55	12438.77	6219.38	435.36	—	1915.57
01A-15	商务&办公	14059.92	70299.60	6326.96	3163.48	221.44	—	974.35
01A-18	居住建筑	59219.15	207267.03	16581.36	8290.68	580.35	69641.72	—
01A-25	商务&办公	15682.81	54889.84	7057.26	3528.63	247.00	—	1086.82
01A-27	中小学	22122.61	7406.31	5530.65	2765.33	193.57	—	851.72
01A-31	中小学	2761.63	2761.63	690.41	345.20	24.16	—	106.32
01A-37	居住建筑	107092.49	267731.23	29985.90	14992.95	1049.51	125940.77	—
02A-03	商务&办公	50562.89	252814.45	22753.30	11376.65	796.37	—	3504.01
02A-05A	居住建筑	39796.66	119389.98	11143.06	5571.53	390.01	46800.87	—
02A-05B	商务&办公	9540.48	57242.88	4293.22	2146.61	150.26	—	661.16
02A-08	居住建筑	32073.29	96219.87	8980.52	4490.26	314.32	37718.19	—
02A-09	居住建筑	27366.36	82099.08	7662.58	3831.29	268.19	32182.84	—
03A-05	商务&办公	29006.5	145032.5	13052.93	6526.46	456.85	—	2010.15
03A-06	居住建筑	42553.74	148938.09	11915.05	5957.52	417.03	50043.20	—
03A-08	商务&办公	20386.17	101930.85	9173.78	4586.89	321.08	—	1412.76
03A-09	中小学	44599.08	53518.9	11149.77	5574.89	390.24	—	1717.06
03A-11	商务&办公	18604.72	111628.32	8372.12	4186.06	293.02	—	1289.31
03A-14	商务&办公	9375.61	51565.86	4219.02	2109.51	147.67	—	649.73
04A-02	防洪设施	1696.45	848.23	424.11	212.06	14.84	—	65.31
04A-05	供电用地	5253.72	2626.86	1050.74	525.37	36.78	—	161.81
04A-06	防洪用地	11414.02	5707.01	2853.51	1426.75	99.87	—	439.44
04A-07	居住建筑	49621.38	173674.83	13893.99	6946.99	486.29	58354.74	—
04A-10	中小学	41633.88	41633.88	10408.47	5204.24	364.30	—	1602.90
05A-02	商务&办公	45303.16	249167.38	20386.42	10193.21	713.52	—	3139.51
05A-11	加油加气站	2520.86	1260.43	504.17	252.09	17.65	—	77.64
05A-14	居住建筑	50877.25	152631.75	22894.76	11447.38	801.32	96158.00	—

片区各地块详细太阳能光电/热能力计算								
地块编号	地块类型	用地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	计算建筑占 地面积 (m <sup>2</sup> )	计算屋顶有 效利用面积 (m <sup>2</sup> )	计算太阳 光 伏板功率 (kW)	计算集热板 集热量 MJ/d	计算太阳 能 发电量 kWh/d
05A-16B	居住建筑	40164.75	120494.25	11246.13	5623.07	393.61	47233.75	—
05A-18	防洪用地	6918.41	3459.21	1729.60	864.80	60.54	—	266.36
06A-02	居住建筑	39672.98	138855.43	11108.43	5554.22	388.80	46655.42	—
06A-05	居住建筑	11733.96	44589.05	3285.51	1642.75	114.99	13799.14	—
06A-06	商务&办公	18844.07	65954.25	8479.83	4239.92	296.79	—	1305.89
06A-11	科研用地	20822.42	—	6246.73	3123.36	218.64	—	962.00
06A-12	科研用地	10944.50	—	3283.35	1641.68	114.92	—	505.64
06A-14	居住建筑	29523.46	82665.69	8266.57	4133.28	289.33	34719.59	—
06A-15	商务&办公	58311.46	145778.65	26240.16	13120.08	918.41	—	4040.98
07A-02	居住建筑	55008.66	192530.31	15402.42	7701.21	539.08	64690.18	—
07A-03	居住建筑	21102.79	73859.55	5908.78	2954.39	206.81	24816.88	—
	村庄用地	186676.00	149340.80	74670.40	37335.20	—	313615.68	—

附表 B5 项目各项投资估算及节能减碳量汇总表

项目	投资估算额 (万元)	收益估算额 (万元/年)	回收期 (年)	节能减碳量 (吨)
能源站及管网	27055.00	14088.00	2-3	2142.20
能源站控制系统	725.00			
太阳能光伏系统	4849.13	见表 4-11	9	7165.60
太阳能热水系统	5,663.45	见表 4-14	3-4	见 4.4.3 节
充电桩	845.50	—	—	—
能耗监测系统	1,742.84	—	—	—

# 附件 C

## 附件 C1：调研照片集：

<b>内容：</b> 办公建筑	
<b>地点：</b> 岭南大道北 100 号(岭南大厦)	
<b>照片编号：</b> No. 1 <b>拍摄时间：</b> 2016/3/3 14:14:36	
<b>描述：</b> 岭南大厦，采用分散式的空调系统	
<b>照片编号：</b> No. 2 <b>拍摄时间：</b> 2016/3/3 14:26:05	

**描述:**

信息收集之物业访谈



**地点:** 岭南大道北 125 号 (磐石大厦)

**照片编号:** No. 3 **拍摄时间:** 2016/3/3 15:36:37

**描述:**

磐石大厦，新建办公建筑，还未入住



**照片编号:** No. 4 **拍摄时间:** 2016/3/3 16:01:13

**描述:**  
信息收集之物业访谈



**地点:** 禅城区季华一路 28 号

**照片编号:** No. 5 **拍摄时间:** 2016/4/13 14:33:00

**描述:**  
智慧新城，中央空调系统办公建筑



**照片编号:** No. 6 **拍摄时间:** 2016/4/13 15:37:22

描述:

T10 办公楼 VRV 空调系统照片



照片编号: No. 7 拍摄时间: 2016/4/13 15:55:03

描述:

T2 办公楼空调系统照片



内容: 居住建筑

地点: 禅城区新明二路 5 号 (怡景丽苑)

照片编号: No. 8 拍摄时间: 2016/3/3 16:45:43

**描述:**

怡景丽苑，居住小区



照片编号: No.9 拍摄时间: 2016/3/3 17:29:45

**描述:**

屋顶太阳能利用



地点: 禅城区汾江南路 109 号 (利豪花园)

照片编号: No. 10 拍摄时间: 2016/3/4 9:17:51

<p><b>描述:</b> 利豪花园，居住小区，拆迁房</p>	
<p>照片编号: No. 11 拍摄时间: 2016/3/4 10:07:29</p>	
<p><b>描述:</b> 信息收集之物业访谈</p>	
<p>内容: 商业建筑</p>	
<p>地点: 禅城区季华五路 36 号 (印象城)</p>	
<p>照片编号: No. 12 拍摄时间: 2016/3/4 15:58:10</p>	

**描述:**  
印象城，商业建筑，中央空调系统



照片编号: No. 13 拍摄时间: 2016/3/4 16:34:21

**描述:**  
制冷空调机组



照片编号: No. 14 拍摄时间: 2016/3/4 16:12:15

**描述:**  
机组监控系统



## 附件 D

### 附件 D：区域供能国内外发展现状

国际区域能源协会成立于1908年，它致力于促进其会员在提供可靠、经济、高效对环境有利、正确的区域能源方面成为行业领先者。通过区域供冷、供热与热电联产先进技术促进能源效率与环境提高。

20 世纪中期发达国家就已经认识到了区域能源所带来的经济效益，欧洲很多国家开始发展区域供热，到70 年代开始发展区域供冷，同时推进热电联产。20 世纪末，世界各国都已认识到能源消耗带来的环境问题，同时也认识到能源供应和使用的科学合理会带来更好的环境效益。一些发达国家开始综合集成使用能源。以这样的观点来认识和发展区域能源，就使得区域能源在21 世纪初进一步得到发展机遇。美国学者认为：美国是否能实现减少二氧化碳排放目标，取决于增加应用区域能源的幅度和可行性。建立区域能源系统是减少二氧化碳排放不可或缺的方法，并且经济实惠节省开销。

## 1 国外发展现状

区域供能通过系统设计、运行和维护的综合带来环保效益，以集中空调冷水生产和销售产生的规模效益带来经济效益。因此在发达国家的城市中心区尤其是在一些国际化大都市中得到了普遍的应用。在经历两次石油危机后，能源和环境问题日益受到重视，区域供冷供热的应用和研究重新成为焦点，其中以欧洲、美国和日本的应用和研究最为领先。国外区域分布式供能技术从 20 年代实际 60 年代开始出现，90 年代大规模发展。目前发达国家已经有数百个区域分布式供能项目，区域分布式供能已成为国际社会发展低碳经济、提高生活质量的共识。

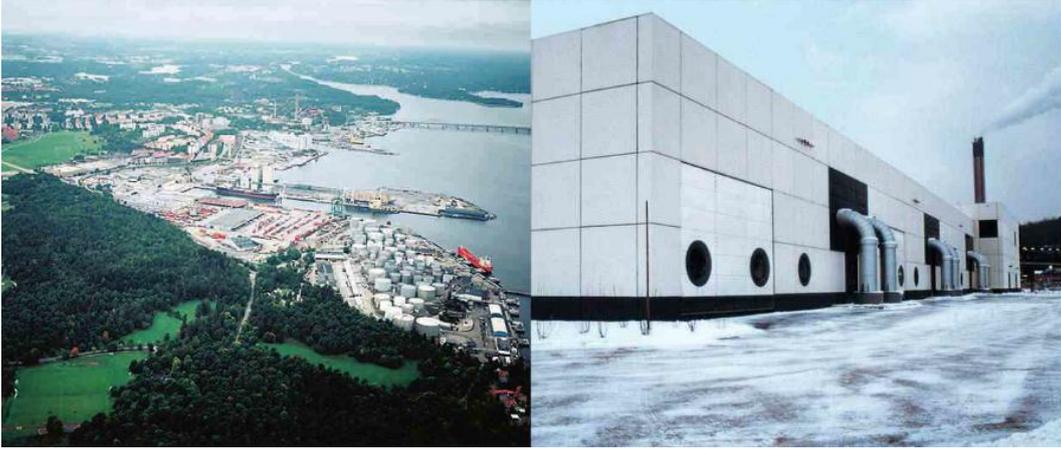


附图-1 全球区域供冷系统分布图

## 1.1 欧洲

欧洲由于气候的原因，供热的需求多于制冷，区域供热和（冷）热电联产结合的比例很高，区域供冷系统大多是在区域供热系统建成后在其基础上增加制冷设备形成的。欧洲最早的区域供冷系统 1960 年出现在巴黎，目前在法国、德国和瑞典采用的较多。在法国有 12 个大型的区域供冷网络承担着超过 450MW 的制冷需求；德国有大约 10 个系统，主要是将吸收式制冷机组加入到区域供热系统中形成的区域供冷系统，柏林和汉诺威的区域供冷系统容量都超过了 50MW。挪威、瑞典和丹麦的区域供冷技术非常具有特色，它们较为普遍的采用海水、湖水、地下水、工业废水和城市污水等作为冷热源，通过制冷装置获取冷热水作为空调使用。在瑞典有上百个大型制冷站，总容量约为 1200MW，其中容量最大的制冷站位于斯德哥尔摩，它由 6 台大型制冷组成，利用波罗的海的海水作为冷热源，供热能力达到 160MW。

**(1) 瑞典斯德哥尔摩海水源热泵系统：**斯德哥尔摩是瑞典首都和最大城市，位于瑞典东海岸。斯德哥尔摩利用热泵进行区域供热始于 1985 年。中央区域供热系统的 60% 热量来自 Ropsten 区域热站，该站供热量为 180MW（6 台 30MW 海水源热泵机组），热泵机房和海水取水泵房相隔不远，紧邻波罗的海的一个海湾，冬季热泵抽取表层海水制热，夏季直接抽取深层低温海水供冷。海水取水站如图 3-2 所示。



附图-2 瑞典斯德哥尔摩海水取水站

(2) **挪威 BODO 空港区域供热站：** 挪威 BODO 位于大西洋沿岸，位于北极圈内，为北纬 66.5°。挪威 BODO 空港如附图-3 所示。挪威 BODO 空港区域供热站始建于 1992 年，为 40 栋建筑供热，设计热负荷 5.4MW。区域供热站位于海边 200 米处，采用 2 台 2MW 海水源热泵机组，两台 3.8MW 燃油锅炉、一台电锅炉，热泵站抽水量为 180m<sup>3</sup>/h。

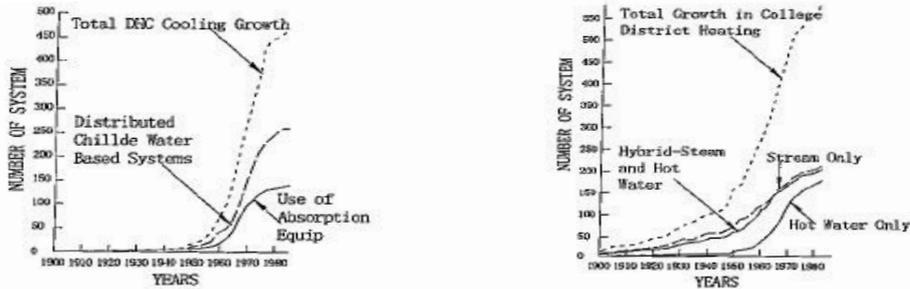


附图-3 挪威 BODO 空港区域供热站

## 1.2 美国

美国学者早在 20 世纪 40 年代正式提出了区域供冷的概念。20 世纪 60 年代，世界第一个冷热联供系统在哈特福德市建成并投入运行。随后美国纽约蒸汽公司首次使用吸收式制冷机来增加汽轮机的夏季负荷，20 世纪 70 年代纽约世界贸易中心采用该技术向其建筑物群区域供冷供热，供冷量达到 172MW，成为当

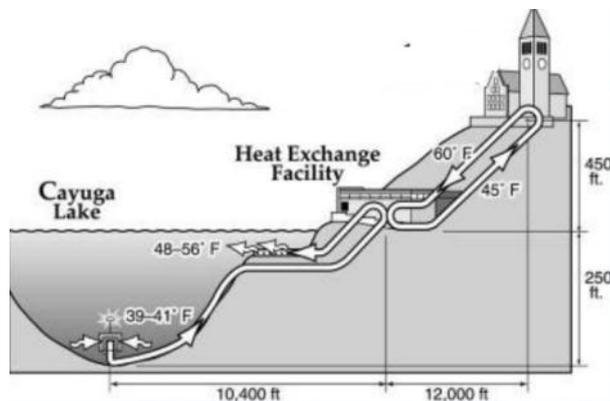
时世界上规模最大的一项区域供冷工程。美国区域供冷系统发展迅速，尤其是在校园中应用广泛，据统计截至 1980 年美国 2000 所大学中区域供冷管道长度已经超过 3479km，图 3-4 反映了区域供冷在美国的发展情况，其中虚线为区域供冷系统的增长情况，点划线为分散冷水机组为冷热源的系统的增长情况，实线为使用吸收设备系统的增长情况，可以看到，自从区域供冷技术面世以来，美国区域供冷发展速度要比以分散冷水机组为冷热源的系统发展迅速的多，同一时期区域供冷项目数量是分散供冷供热系统的一倍左右。



美国区域供冷系统发展美国校园区域供冷发展

附图-4 美国区域供冷系统发展历程

**美国康奈尔大学湖水供冷工程：**康奈尔大学建成了利用湖水供冷的工程，抽取 Cayuga 湖底层温度较低（4℃~5℃）的湖水通过换热设备为学校提供约 63,306kW 的冷量，使得每年可减少 87%的空调能耗，节省 2 亿多度电，减少二氧化碳排放 2.6 万吨/年。湖水管长 3170m，冷水供回水管长 3660m 长，7℃供水，15℃回水。于 2002 年荣获 ASHRAE 技术奖。康奈尔大学湖水供冷项目原理图如图 3-5 所示。康奈尔大学湖水供冷项目能源站图如附图-6 所示。



附图-5 康奈尔大学湖水供冷项目原理图



附图-6 康奈尔大学湖水供冷项目能源站图

### 1.3 日本

日本的区域供冷系统出现较晚但发展迅速，最早的区域供冷系统是从 1970 年大阪世博会区域供冷系统，当时日本政府提出“日本列岛改造论”，试图解决都市人口密集、环境污染严重的问题，从法规上鼓励投资 DCS，并形成了公益型的都市热供给产业。但从 1973 年开始的石油危机，使 DCS 的热（冷）价高涨，需求减少，DCS 事业进入低迷期。在石油危机的刺激下，相继出现了利用蓄热、制冷和热电冷联供等新技术的 DCS 项目。1985 年以后，随着日本都市再开发的发展，日本的能源产业积极介入 DCS 的开发，形成了新的热潮。

目前日本多所大学和研究机构在从事地域冷暖房的相关研究，日本地域冷暖房协会则致力于项目数据的汇总分析和经验推广。东京早稻田大学在目前还在从事东京市区区域供冷系统网络化的课题，计划将东京市区内的区域供冷项目联成环网，以进一步增加系统可靠性和降低运行费用。

在日本 DCS 已经成为和自来水、电力一样成为一项公用事业，并形成了一个新兴的规模化产业——DCS 能源公司。这些公司投资建设能源站和区域管网，销售其生产的冷热水。

**（1）日本横滨 21 世纪未来港中央区域冷热源系统：**横滨 21 世纪未来港中央区域冷热源系统服务于连接横滨火车站和关内 伊势佐木町二个中心的邻海地区。该地区集聚国际性业务、商业和文化等都市功能，形成了就业人口 19 万、

居住人口 1 万的新都心。

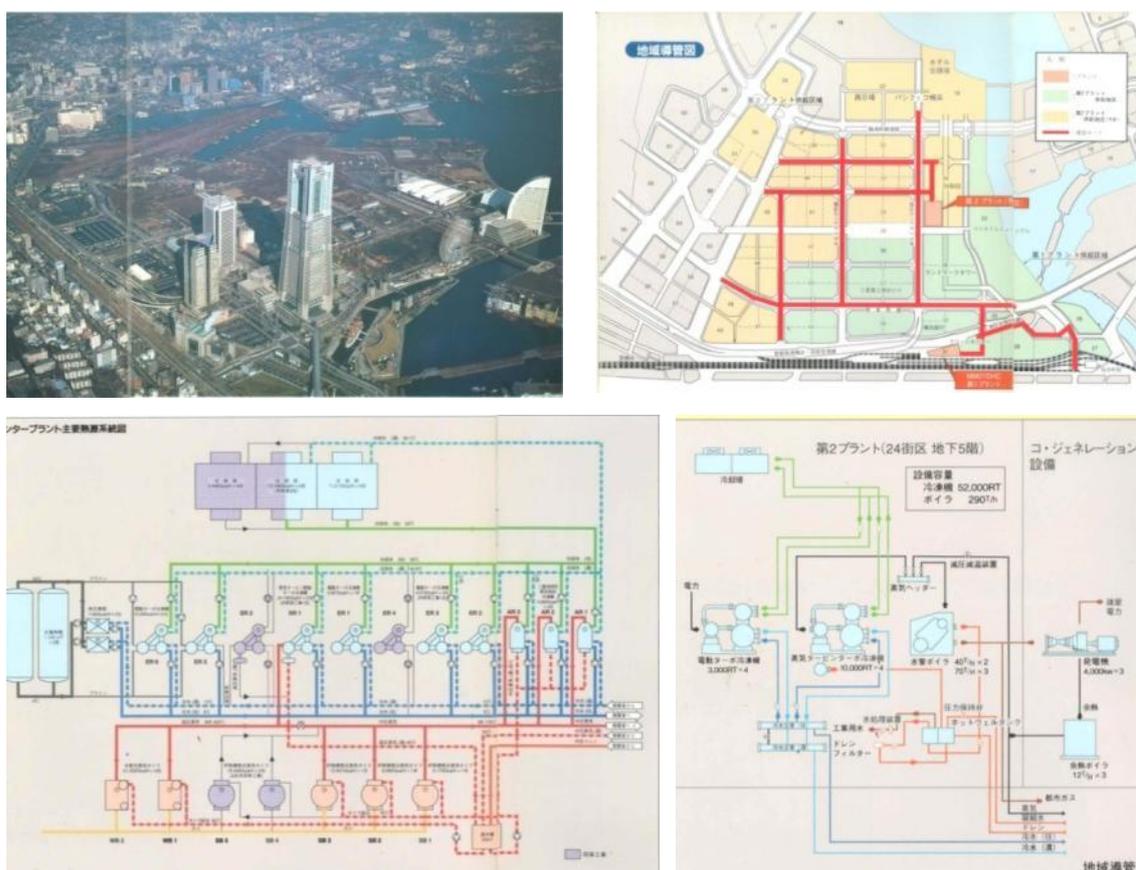
横滨 21 世纪未来港中央区域冷热源系统分为两个能源站：

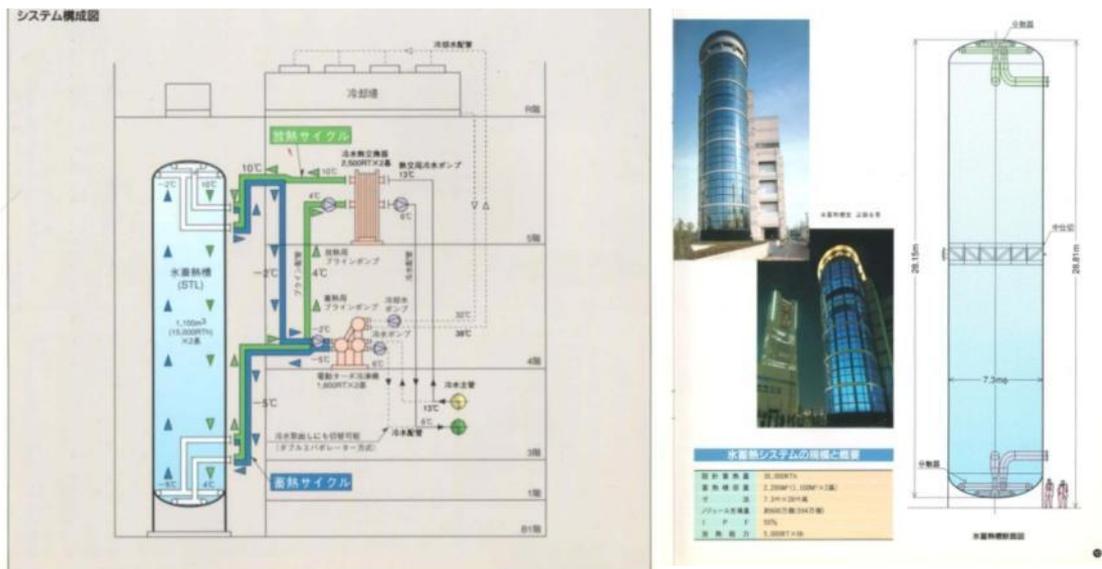
第 1 能源站采用冰蓄冷系统：电动离心式冷水机组 6 台（共 13460RT）、蒸汽动力冷水机组 2 台（共 16000RT）、蒸汽吸收式冷水机组 3 台（共 4050RT）、冰球蓄冷槽 2 台（共 2200m<sup>3</sup>、30000RTh）、蒸汽锅炉 7 台（共 200T/h）。

第 2 能源站采用冷热电三联供系统：燃气发电机 3 台（共 12MW）、电动离心式冷水机组 4 台（共 3000RT）、蒸汽动力冷水机组 4 台（共 10000RT）、蒸汽锅炉 5 台（共 110T/h）。

区域管道采用共同沟方式，系统建成以后是日本最大规模的区域冷热源系统。

附图-7 为横滨 21 世纪未来港中央区域冷热源系统组图。





附图-7 横滨 21 世纪未来港中央区域冷热源系统组图

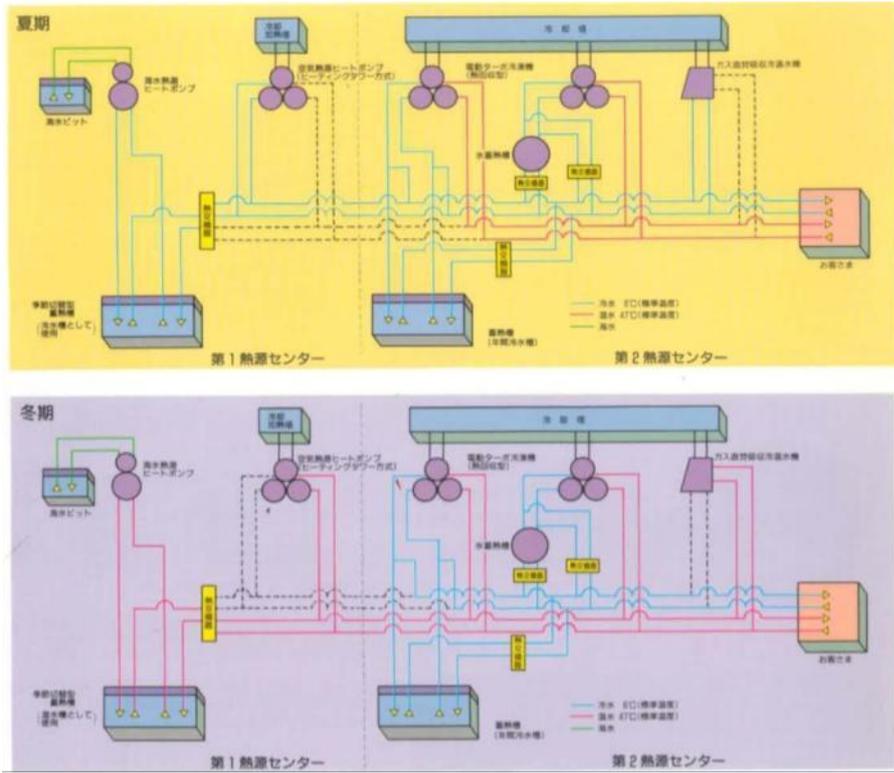
(2) 日本福冈市海边毛毛矾地区海水源热泵区域能源中心：福冈市海边毛毛矾地区海水源热泵区域能源中心服务面积 88.5 万 m<sup>2</sup>，共设 2 个能源中心：

第 1 能源中心采用海水源热泵 3000RT 机组 3 台、空气源热泵(加热塔方式) 3000RT 机组 3 台、水蓄能槽（冷热切换）4000m<sup>2</sup>。

第 2 能源中心采用热回收冷水机组 2 台（共 2000RT）、直燃型吸收式冷水机组 4 台（共 5000RT）、冰蓄冷槽 185m<sup>3</sup> 共 3 个、水蓄冷槽 1900m<sup>2</sup>。

附图-8 为日本福冈市海边毛毛矾地区海水源热泵区域能源中心组图。





附图-8 日本福冈市海边毛毛矾地区海水源热泵区域能源中心组图

## 2 国内发展现状

热电冷联产形式的区域供冷和区域供冷在我国刚刚起步，但发展迅速。国内区域分布式供能随着我国对推动能源结构调整促进节能环保日益重视，近年来我国加快发展区域分布式供能项目。目前已有北京中关村西区、广州亚运村等项目建成投用，实现了经济、社会效益双赢。全国多个城市拥有在燃煤热电厂基础上建立的热电冷联产系统。如济南热电冷联产系统的供冷总容量近几年已从无到有发展到 49.6 MW，杭州两个正在建设的热电冷联产系统总容量超过 12 MW。在燃汽轮机或内燃机基础上建立的热电冷联产系统也已出现，如上海黄埔区中心和浦东国际机场热电冷联产系统、北京燃气集团大楼和清华大学热电冷联供系统等。

区域供冷在世界范围内已经成为一种商业化的、十分成熟的供冷技术，尤其是近年来国内大力开发和鼓励利用天然气能源，比如最近的中国政府和澳大利亚政府、印尼政府以及俄罗斯政府的液化天然气的一些购买项目，国内的西气东输项目，所有这些都可能为将来在我国最发达的几个大都市中发展环保的、以天然

气为能源的热电冷三联供的项目提供必要的条件。在各大南方城市，尤其是上海、广州、深圳等地区，冷量需求较高、商业化建筑密集、同时电力又比较缺乏，可以利用当地潜在的天然水体作为廉价的冷源，发展区域供冷来解决当地的缺电、环保问题。

### (1) 广州大学城集中供冷系统

广州大学城位于广州市番禺区小谷围岛，面积约 18 万平方公里，全岛设置 4 个制冷站，总装机容量近 7 万冷吨+预留，总蓄冰量近 26 万冷吨时，供冷半径为 2~3 公里，冷水管网总长 120 公里。第 1 冷站部分利用分布式能源站的余热采用吸收式制冷机组，另一部分采用电制冷机组；第 2、3、4 冷站采用电制冷+蓄冰。广州大学城四个集中供冷站分布如附图-9 所示。

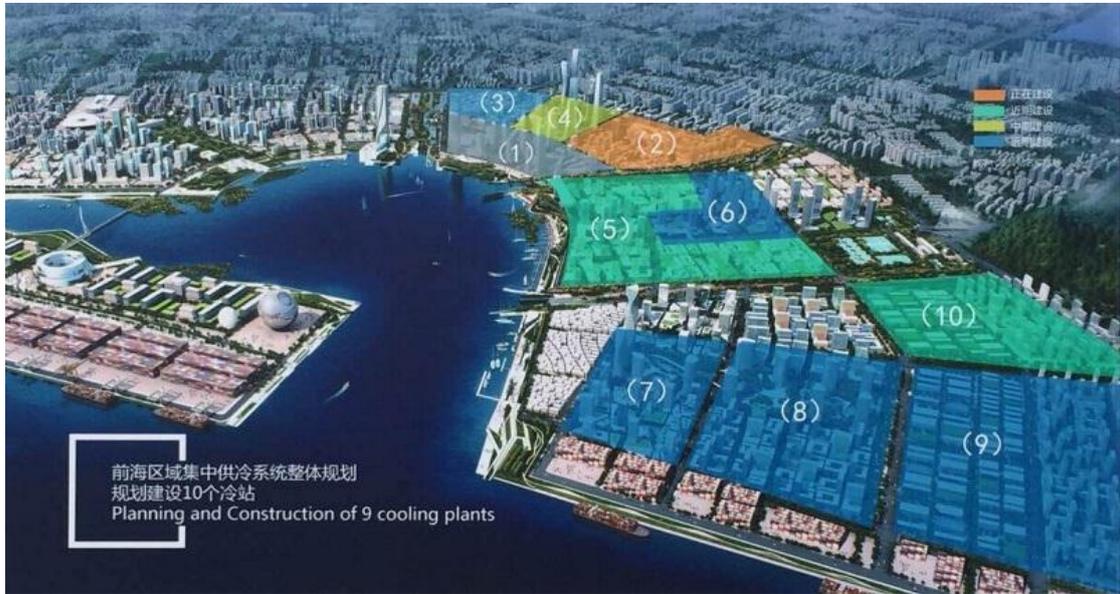


附图-9 广州大学城四个集中供冷站分布

### (2) 深圳前海合作区区域供冷

前海合作区总占地面积约为 15 平方公里，分为 22 个开发单元，规划总建筑面积约 2700 万平方米，每个开发单元的商用建筑面积占到总建筑面积的 60%-85%，非常适合规划区域供冷系统。前海合作区将在商业建筑最多的 12 个单元内规划建设 10 个区域集中供冷项目，最大供冷能力 40.7 万冷吨，供冷服务面积达到 2000 万平方米，由此将形成目前国内设计规模最大的区域供冷系统。前海合作区规划建设区域供冷系统与单体建筑分散采用空调冷源相比，每年可节约用

电 1.3 亿度，减少使用标准煤约 6 万吨；减少约 500 吨二氧化硫排放量，减少约 16 万吨二氧化碳排放量，相当于 2.5 万公顷/年森林碳归能力；减少约 1600 万吨的冷却塔飘水补水量，而冷却塔的集中设置，也避免了对规划的影响，减少了对环境的污染。



附图-10 深圳前海合作期集中供冷站分布

### (3) 张江高科技园区中区核心区能源中心

本项目供冷供热范围北至川杨河，西至科苑路—韩家宅路—向阳河，南至华夏中路，东至哥白尼路，核心区地块占地面积 101 万  $m^2$ ，可建建筑面积约 128.8 万  $m^2$ ，详见附图-11。区域供冷供热项目分两期开发，一期能源方案为直燃型溴化锂吸收式冷热水机组+电制冷+地源热泵+水蓄冷，二期能源方案为分布式供能+溴化锂吸收式冷热水机组+电制冷+地源/空气源热泵+水蓄冷。

本项目区域能源系统相对常规能源系统和空气源热泵系统全年节约能耗分别为 5728 吨标煤和 20431 吨标煤，节能率分别为 32% 和 39%。区域能源系统相对常规能源系统和空气源热泵系统全年减碳量分别为 14431 吨和 20431 吨，减碳率分别为 37% 和 45%。具有非常好的节能减排效益。



附图-11 张江高科技园区中区核心区区域供冷供热范围

#### (4) 森兰·外高桥商业商务区区域供冷供热项目

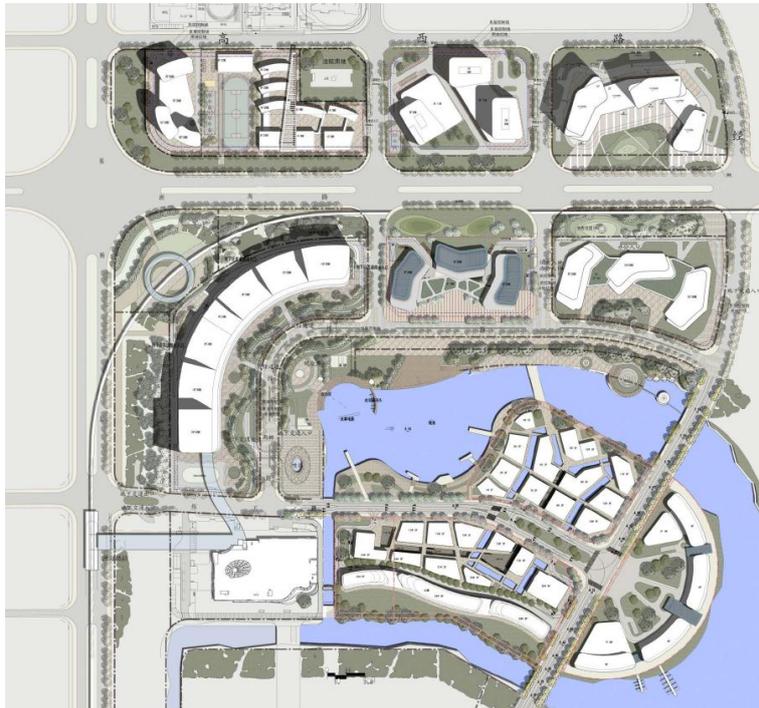
本项目区域供冷供热系统规划范围为森兰·外高桥商业商务区。范围为洲海路南北两侧，东至兰谷路、西至张杨北路。预计能源集中供应需求建筑面积为 63.7 万 m<sup>2</sup>，用途为办公、商业、酒店等。

本项目区域供冷供热方案的思路如下：首先，充分利用热电厂的余热(蒸汽)，冬季时利用蒸汽—热水换热器制取热水采暖；夏季时采用蒸汽溴化锂冷水机组制取冷水空调。另外，由于供冷供热区域较大，夏季时，还需要采用冰蓄能技术，利用谷电时段电费价格相对较低的优势制取大量廉价的冷量，并储存在蓄冰槽内，在白天时放出进行区域建筑空调，可以有效降低系统的装机容量，降低整个区域供冷系统的运行能源成本。最后，夏季空调负荷最高时，启动双工况制冷机组制冷供冷。

与用户自建空调系统成本的比较，本项目区域供冷供热系统节约投资约 4008 万人民币，区域供冷供热系统较用户自建空调冷热源系统投资节省约 13.6%。与用户自建常规空调冷热源系统（40% 建筑物采用冷水机组加锅炉系统方式，60% 建筑物空气源热泵方式），本项目区域供冷供热系统的全年运行费可节省

1205 万元，节省比例约为 34%。

本项目区域能源系统相对常规能源系统和空气源热泵系统全年节约能耗分别为 8900 吨标煤和 10111 吨标煤，节能率分别为 78%和 81%。区域能源系统相对常规能源系统和空气源热泵系统全年减碳量分别为 19189 吨和 22704 吨，减碳率分别为 54%和 60%。具有非常好的节能减排效益。



附图-12 森兰 外高桥商业商务区区域供冷供热范围

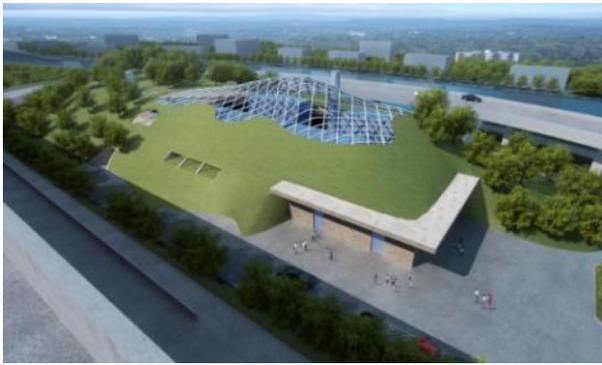
#### (5) 虹桥商务区分布式供能能源中心

虹桥商务核心区用地面积约 26.3 平方公里，规划总建筑面积约 1100 万  $m^2$ 。商务区的定位，是成为上海重要的现代服务业集聚区、面向全国的总部经济和高端商务活动的集聚地，是上海国际贸易中心的核心功能区之一。建设虹桥商务区是推进上海“四个中心”建设、加快与长三角区域一体化发展的重大战略部署，是上海市后世博时代的城市重点发展区域。该区域未来将形成以总部经济为核心，以高端商务商贸和现代物流为重点，以会展、商业等为特色，其

他配套服务业协调发展的产业格局。虹桥商务区将建设成为低碳商务示范区。

核心区一期用地面积约 1.4 平方公里，规划地上总建筑面积约 170 万  $m^2$ ，地下商业空间约 20 万  $m^2$ 。核心区一期内以物流运输服务、信息服务、专项服务、会展旅游等为主导产业，以零售、休闲娱乐、酒店等为配套产业，形成商务、购物、休闲三大功能。

区域供能采用冷、热、电三联供+水蓄冷+区域集中供冷供热系统，总建筑面积 190 万  $m^2$ ，用户 60 个。设计供冷负荷 140MW，设计供热负荷 85MW，设计发电量 12MW。虹桥商务区分布式供能能源站如附图-13 所示。



a) 能源中心南站



b) 能源中心北站

附图-13 虹桥商务区分布式供能能源站

#### (6) 新虹桥国际医学中心区域集中供能

新虹桥国际医学中心占地面积 0.47 平方公里。园区定位为高端医疗服务集聚平台，将对上海建设“亚洲医学中心城市”起到巨大推动作用。

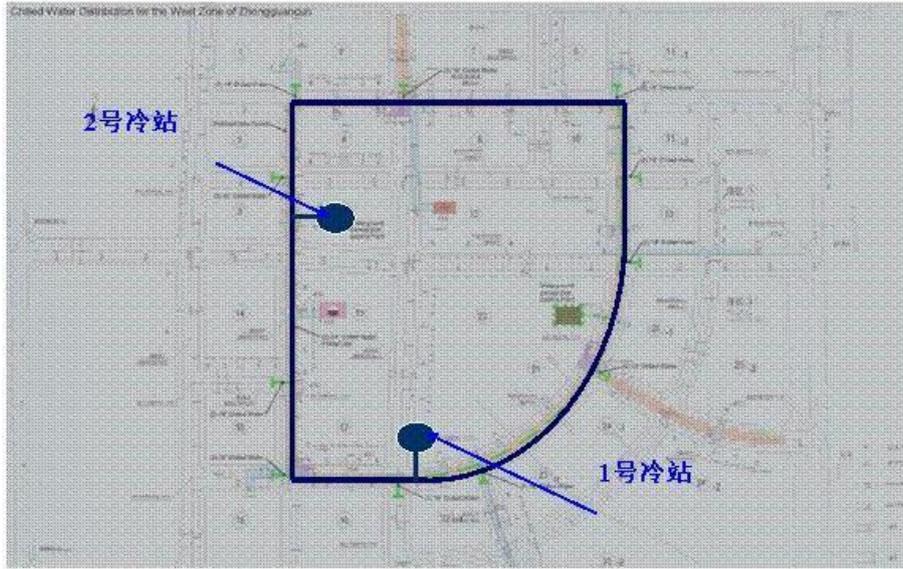
新虹桥国际医学中心区域分布式供能项目装机规模约 10MW，投资总额约 3 亿元，计划于 2014 年建成。每年节约标煤 6500 吨，减排二氧化碳 16900 吨，将大幅降低整个园区能耗，推动上海能源结构进一步优化。



附图-14 新虹桥国际医学中心区域能源供应范围

#### (7) 中关村西区集中供冷项目冷站

中关村西区位于北京市海淀区海淀镇，是中关村科技园的核心区。该区建筑主要功能为金融资讯、科技贸易、行政办公及科技会展，占地 51.44 公顷，规划地上建筑面积 100 万  $\text{m}^2$ ，地下建筑总面积 50 万  $\text{m}^2$ 。该集中供冷项目计划采用 2 个外融冰式蓄冷制冷站。其中，一期外融冰式蓄冷制冷站的参数如下：采用一台制冷量 2000 冷吨的机载水冷离心式冷水机组，3 台水冷双工况螺杆冷水机组（单台冷水工况：2130 冷吨；单台制冰工况：1634 冷吨）；蓄冰槽占地 582  $\text{m}^2$ ，容积 2619  $\text{m}^3$ ，设计充冷时间为 10 小时，总蓄冷量为 28560 冷吨时。系统采用低温冷水供冷，一次冷水供水温度为 1.1  $^{\circ}\text{C}$ 。中关村西区区域供冷项目冷站分布图如附图-15 所示。



附图-15 中关村西区区域供冷项目冷站分布图

#### (8) 苏州工业园区月亮湾供冷中心

月亮湾供冷中心位于独墅湖科教创新区月亮湾商务区，占地面积约 1.7 公顷，配套管网 12.1 公里；项目设计总装机容量规模 3 万美国冷吨，位列全国第一，也是江苏省首例大型采用非电制冷机组的区域集中供冷项目；项目总投资为 1.75 亿元，由中新苏州工业园区市政公用发展集团有限公司（简称“中新公用”）旗下中新苏州工业园区远大能源服务有限公司（简称“中新远大”）负责投资、建设和运营。附图-16 为苏州工业园区月亮湾集中供冷中心鸟瞰效果图。

供冷中心利用邻近的东吴热电厂热电联产的余热蒸汽，通过管道输送至各建筑物实现供热；以蒸汽为能源，通过大型溴化锂制冷机组产生低温冷冻水，经公用管道运输到各建筑实现制冷；该项目在实现区域热、电、冷三联供的同时，实现一次能源的梯级综合利用。

供冷中心建成达产后，在能源方面，每年节约标煤 3,390 吨；在环保方面，每年减排二氧化碳 8,000 吨(相当于种活 36 万棵树)、二氧化硫约 70 吨、氮氧化物约 70 吨。同时，该项目具有显著的经济效益，集中供冷可减少月亮湾核心区空调设备装机容量的 20—25%，提高建筑的物业面积利用率。经测算，本项目全部建成达产后，可节约全社会电力容量 16,500KW，节约社会总体投资 4,500 万元，每年为用户减少运行维护费用约 400 万元/年，节约用户机房及约 10,000 平

方米，可节约用户屋顶面积 15,000 平方米。



附图-16 苏州工业园区月亮湾集中供冷中心鸟瞰效果图

### (9) 浦东机场一期分布式供能能源中心

浦东机场一期分布式供能能源中心如附图-17 所示。区域供能采用冷、热、电三联供+区域集中供冷供热系统，总建筑面积 60 万  $m^2$ ，用户 18 个。设计供冷负荷 106MW，设计供热负荷 82MW，设计发电量 4MW。



附图-17 浦东机场一期分布式供能能源中心

### (10) 浦东机场二期蓄能能源中心

浦东机场二期蓄能能源中心如附图-18 所示。区域供能采用水蓄冷+区域集

中供冷供热系统，总建筑面积为 62 万  $\text{m}^2$ ，用户 6 个。设计供冷负荷 108MW，蓄冷量 375MWh，设计蒸汽产量 108T/h。



附图-18 浦东机场二期蓄能能源中心

#### (11) 虹桥国际机场西航站楼蓄能能源中心

虹桥机场西航站楼蓄能能源中心如附图-19 所示。区域供能采用水蓄冷+区域集中供冷供热系统，总建筑面积 48 万  $\text{m}^2$ ，用户 3 个。设计供冷负荷 80MW，蓄冷量 375MWh，设计供热负荷 42MW。

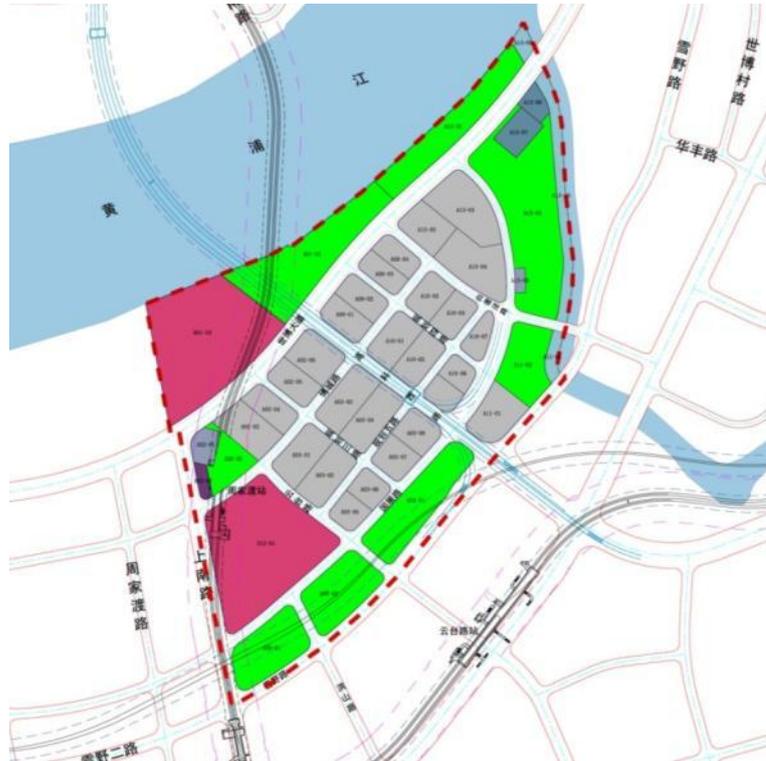


附图-19 虹桥机场蓄能能源中心

#### (12) 世博园区 A 片区区域能源中心

世博园区 A 片区是两面临水的半岛地区，区位条件得天独厚。根据世博会地区结构规划，A 片区将作为会展及商务区的重要组成部分，东至白莲泾，西至上南路，南至耀华路和雪野路，北至黄浦江，占地面积约 97 公顷。A 片区将建成国际知名企业总部聚集区和具有国际影响力的世界级商务区，为综合性商务、休闲、生活为一体的“世界级工作社区”，是上海市最新一代的“24 小时活力”街区。

世博园区 A 片区总建筑面积约为 93.3 万  $m^2$ ，建筑用途主要为办公（约占 75%）和商业（约占 25%）。拟建 3 个能源中心，能源中心分别建于各区域地块中心位置地下室空间，节省用地、供能半径小、能耗损失小。管网集中布置，避免和周边路段共同沟、排水管网交错排布。冷热源方案为：冷水机组+燃气三联供 + 溴化锂+水蓄能。



附图-20 世博园区 A 片区总体平面图

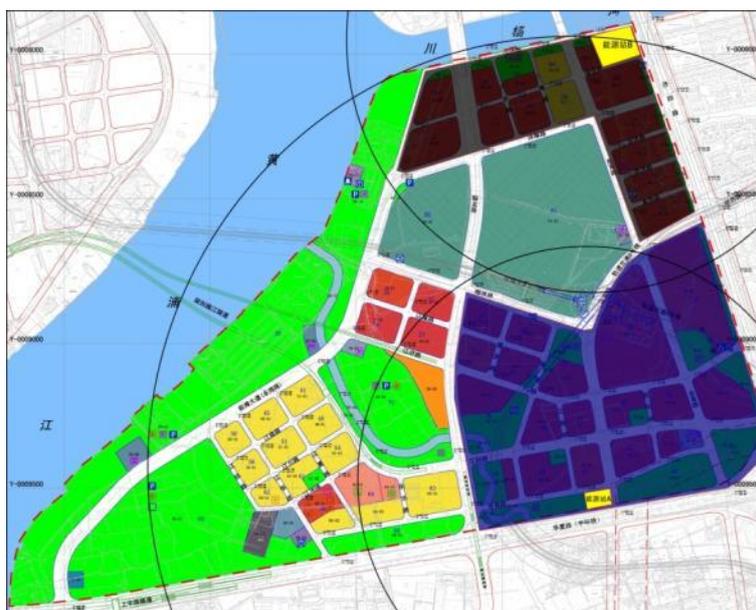
### (13) 前滩地区区域能源中心

前滩地区规划主要由五个地块组成，分别为媒体城地块、跳变企业地块、国际学校地块、国际社区地块、核心区地块。总建筑面积约 350 万平米。能源

中心规划的位置在 03-02 地块和 67-01 地块。

为提高能源利用效率，降低城市运行成本，实现低碳排放，前滩地区拟设置以天然气为基础能源的冷热电联供的分布式能源中心，为各单体建筑集中提供空调冷（热）源。能源中心采用分布式供能系统、热泵系统、蓄能、电动离心式冷水机组和燃气锅炉结合的多元供能方式。

与常规系统（电制冷+燃气锅炉）能源站相比，前滩地区区域能源中心的节能减排效果预测为：年节省标煤约 1676 吨，节能率约为 9.8%；年减排 CO<sub>2</sub> 约 4525 吨，减排率约为 13.9%。



附图-21 前滩地区区域能源供应范围

## 附件 E

### 专家评审意见:

#### 关于《奇槎片区新能源专项规划》专家评审意见

2017年1月23日下午,在禅城区华祥路奇槎指挥部一楼会议室召开了《奇槎片区新能源专项规划》(以下简称《规划》)方案专家评审会。参加会议的有能源、暖通、建筑、低碳等专业的五位特邀专家,以及奇槎片区工作指挥部、禅城东部商务区投资建设有限公司、区发改、经促、供电、规划、交通、建设等单位代表参加了会议。

编制单位介绍《规划》方案的具体编制过程及思路,与会人员结合奇槎片区的实际情况进行了讨论。专家组形成以下意见:

- 1、提供的资料较详实齐全,符合评审条件。
  - 2、《规划》引用的数据基本符合实际。能源站、充电桩、太阳能利用、能源监控系统等规划方案具有前瞻性、科学性、可操作性。
  - 3、《规划》编制内容基本满足合同要求,同意通过评审。
- 建议:
- 1、进一步核实、更新新能源汽车、充电桩、太阳能发电等相关基础数据。
  - 2、明确规划目标、规划年限、规划依据。
  - 3、进一步加强与供电、供水、供气、充电桩、交通等专项规划衔接。

专家组组长： 周启吉

专家签字： 梁子瑜 李洪 詹晓  
梁正发

日期：2017年1月23日

---

根据终期评审的意见修改,此处仅说明更改部分在报告中的具体位置,详细内容请参照报告,说明如下:

- 1. 进一步核实、更新新能源汽车、充电桩、太阳能发电等相关基础数据**
  - 针对太阳能数据部分,在 1.2.1.4 节,对引用数据及来源进行了相关说明,太阳能分区参考了《中国能源发展报告(2015)》太阳能分区表;
  - 针对能耗预测部分所参考的标准资料,参考 2.4.2.1 节的相关标准资料;
  - 针对充电桩部分,在充电桩部分增加了 5.1.2 工作内容及 5.1.3 依据的相关文件标准;
  - 针对碳排放因子方面,在 3.4.1 节对等价值和当量值进行了说明,及选取等价值的原由;
  
- 2. 明确规划目标、规划年限、规划依据**
  - 针对规划范围及目标,在概述部分增加小节,规划总范围及总目标;
  - 各章节对规划目标及依据进行了相关说明,能源站部分见 3.1 节,太阳能部分见 4.1.1 节,充电桩部分见 5.1.2 节。
  
- 3. 进一步加强与供电、供水、供气、充电桩、交通等的规划衔接**
  - 针对供气、供电及交通等方面的衔接,供气、供电主要为能源站部分的规划衔接,在 3.1 节进行了相关阐述;
  - 充电桩与交通及供电方面的衔接主要为充电桩部分,在 5.1.2.4 节依据片区规划及交通规划(主要为停车场)内容进行衔接。
  
- 4. 其它**
  - 针对太阳能光伏对电网冲击的问题,在 4.2.1.1 节增加“用电安全”小节;
  - 针对项目投资估算部分,除了各章节投资经济性分析,在附表 B 部分增加了附表 B5 项目各项投资估算及节能减碳量汇总表;
  - 针对本课题综合简述,在概述部分,第 5 小节进行了相关补充。