



广州空港中央商务区集中供冷项目

可行性研究报告

(修编稿)



设计咨询出图审核专用章

单位：华南理工大学建筑设计研究院有限公司
业务范围：建筑工程
编号：甲232021011076
广州市建设委员会监制

编制单位：华南理工大学建筑设计研究院有限公司

区域能源规划与设计研究室

2023.06

业务号：咨 2021-015

专 业：制冷工艺

委托方（甲方）：广州城投综合能源投资经营管理有限公司

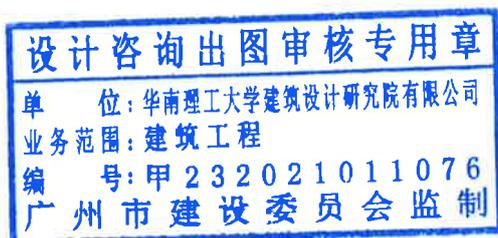
承担方（乙方）：华南理工大学建筑设计研究院有限公司

设计组主要成员（签名）：

技术岗位	实名列	签名
设计总负责人	王钊	王钊
专业负责人	王钊	王钊
编制人	程国珍	程国珍
	苏鹤阳	苏鹤阳
校对人	王明超	王明超
审核人	王钊	王钊

编制完成时间：2023 年 06 月

院成果专用章：





编号: S01120200095596(10-1)
统一社会信用代码
91440101190657467U

营业执照 (副本)



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 华南理工大学建筑设计研究院有限公司
类型 有限责任公司(法人独资)
法定代表人 倪阳
经营范围 专业技术服务业(具体经营项目请登录广州市商事主体信息
公示平台查询。网址: <http://cri.gz.gov.cn/>。依法须经
批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)

注册资本 陆仟万元(人民币)
成立日期 1984年10月01日
营业期限 1984年10月01日至长期
住所 广州市天河区华南理工大学设计楼内

登记机关

2020年12月29日



国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

工程咨询单位甲级资信证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 华南理工大学建筑设计研究院有限公司

住 所： 广州市天河区华南理工大学设计院楼内

统一社会信用代码： 91440101190657467U

法定代表人： 倪阳 技术负责人： 陈祖铭

证书编号： 91440101190657467U-18ZYJ18

业 务： 建筑



发证单位：中国工程咨询协会

2018年09月30日



中华人民共和国国家发展和改革委员会监制

目 录

1	总论.....	10
1.1	“3060”碳达峰、碳中和目标.....	10
1.2	工程概况.....	11
1.3	项目背景.....	12
1.4	编制依据.....	14
1.4.1	规划、图纸文件.....	14
1.4.2	规范、标准.....	14
1.4.3	编制原则.....	15
1.5	主要研究范围和内容.....	15
1.6	结论及建议.....	15
2	集中供冷技术及其相关产业政策.....	17
2.1	集中供冷技术简介.....	17
2.1.1	集中供冷系统的构成.....	17
2.1.2	集中供冷技术优点.....	18
2.2	集中供冷产业的相关政策.....	21
2.2.1	相关法律、法规、文件.....	21
2.2.2	广东省及广州市相关政策.....	21
2.3	集中供冷系统主要制冷技术简介.....	22
2.3.1	高效制冷设备.....	22
2.3.2	分布泵及水泵变频技术.....	23
2.3.3	冷却塔变频技术.....	25
2.3.4	蓄冷技术.....	26

2.3.5	大温差供冷技术.....	26
2.3.6	高效机房技术.....	27
3	周边资源及能源价格.....	29
3.1	蓄冷电价.....	29
3.1.1	广州市蓄冷电价.....	29
3.1.2	广州市尖峰电价.....	30
3.1.3	取消目录电价.....	32
3.1.4	本项目用电价格.....	33
3.2	水费.....	34
4	区域建筑负荷计算.....	36
4.1	供冷范围.....	36
4.2	集中供冷负荷计算方法.....	37
4.2.1	不同建筑类型设计日逐时负荷变化系数.....	37
4.2.2	基于计算模拟计算负荷指标.....	41
4.2.3	大数据统计单体建筑空调负荷数据.....	44
4.2.4	不同建筑单位面积负荷指标.....	45
4.3	集中供冷系统设计日逐时负荷.....	46
4.4	区域建筑年用冷量.....	47
4.4.1	不同建筑类型单位面积年用冷量.....	47
4.4.2	区域建筑年总用冷量.....	49
5	供冷方案初步比选.....	51
5.1	供冷技术方案.....	51
5.1.1	水蓄冷技术.....	51
5.1.2	静态冰蓄冷.....	52

5.1.3	动态冰蓄冷.....	55
5.1.4	初步方案比选.....	56
5.2	基于全生命周供冷系统方案比选.....	58
5.2.1	系统评价指标-全生命周期.....	58
5.2.2	系统全生命周期计算模型.....	58
5.2.3	系统运行策略模型.....	61
5.2.4	基于全生命周期的蓄冷方案比选.....	63
6	工程技术方案.....	66
6.1	供冷站选址.....	66
6.2	工程技术方案原则.....	67
6.3	供冷站制冷工艺设计.....	68
6.3.1	冷水供回水温度的确定.....	68
6.3.2	主要工艺.....	70
6.3.3	能源配置.....	70
6.3.4	主要热力参数.....	70
6.3.5	系统原理及运行流程.....	71
6.3.6	主要设备参数.....	74
6.3.7	设备平面布置.....	76
6.4	系统运行策略及能耗分析.....	78
6.4.1	系统运行策略.....	78
6.4.2	系统运行能耗分析.....	80
6.4.3	年耗电量计算.....	85
6.4.4	系统综合能效计算.....	86
6.5	制冷工艺机房高效化设计.....	87

6.5.1	设备选型优化.....	87
6.5.2	管路优化.....	87
6.5.3	水力平衡优化.....	92
6.5.4	精细化控制手段.....	92
6.6	制冷工艺控制系统设计.....	93
6.6.1	系统总体设计.....	93
6.6.2	系统监控功能.....	94
6.6.3	系统控制说明.....	95
6.6.4	控制界面显示要求.....	101
6.6.5	各末端冷量计量.....	102
6.7	供冷设备的安全性保障方案.....	102
7	供冷站设计.....	103
7.1	建筑设计.....	103
7.1.1	主要规范及标准.....	103
7.1.2	设计原则.....	103
7.1.3	建筑设计.....	104
7.2	结构设计.....	104
7.2.1	设计依据.....	104
7.2.2	材料选用.....	105
7.2.3	结构设计.....	106
7.2.4	结构计算.....	106
7.2.5	特殊结构分析处理.....	106
7.2.6	新技术与新材料的应用.....	106
7.3	电气设计.....	107

7.3.1	设计依据.....	107
7.3.2	设计范围.....	107
7.3.3	动力配电系统.....	110
7.3.4	照明系统.....	110
7.3.5	防雷及接地系统.....	111
7.3.6	电力监控系统.....	112
7.3.7	节能和环保.....	112
7.4	暖通空调设计.....	114
7.4.1	设计依据.....	114
7.4.2	空调设计说明.....	114
7.4.3	防烟与排烟设计说明.....	116
7.4.4	消声减振与环境保护.....	116
7.5	给排水设计.....	117
7.5.1	设计依据.....	117
7.5.2	设计范围.....	117
7.5.3	室内外生活给水系统.....	118
7.5.4	室内外排水系统.....	118
7.5.5	消火栓灭火系统.....	119
7.5.6	自动喷水灭火系统.....	119
7.5.7	气体灭火系统.....	119
7.5.8	建筑灭火器配置.....	120
7.6	供冷站自控设计.....	120
7.6.1	国家有关设计标准、规范.....	120
7.6.2	设计范围.....	121

	7.6.3 系统设计.....	121
8	管网路由设计.....	123
	8.1 供冷管网方案.....	123
	8.2 供管网敷设方式.....	123
	8.3 管网路由设计.....	125
	8.4 管网水力计算.....	128
	8.5 用户末端方案.....	128
9	组织机构及劳动定员.....	130
	9.1 组织机构.....	130
	9.2 劳动定员.....	130
10	临时供冷与分期建设方案.....	131
	10.1 临时供冷方案.....	131
	10.2 分期建设与滚动投资.....	133
	10.3 集中供冷系统分期建设计划.....	134
	10.3.1 建筑投产时间表.....	134
	10.3.2 建筑供冷面积逐年增长情况.....	134
	10.3.3 供冷站分期建设方案.....	136
11	建设进度计划.....	140
12	项目静态投资估算.....	142
	12.1 编制依据.....	142
	12.2 本项目投资边界.....	142
	12.3 主要设备投资明细.....	143
	12.4 站外管网投资明细.....	146
	12.1 项目投资估算.....	147

12.2	项目分期投资估算.....	151
13	经济性分析.....	163
13.1	经济性测算依据.....	163
13.2	经济性测算基础数据.....	163
13.3	工程总投资使用计划及资金筹措.....	164
13.4	营业收入测算.....	164
13.4.1	运行周期说明.....	164
13.4.2	收费价格.....	164
13.4.3	逐年收费情况.....	164
13.5	产品成本测算.....	165
13.5.1	固定成本分析.....	165
13.5.2	可变成本分析.....	167
13.6	利润及所得税测算.....	168
13.7	项目财务测算.....	169
13.8	等价两部制收费方案.....	169
13.9	调价机制建议.....	170
14	敏感性及抗风险分析.....	172
14.1	不确定分析.....	172
14.2	敏感性分析及结论.....	173
14.3	盈亏平衡分析.....	175
14.4	抗风险分析.....	176
15	项目管理中的成本控制及运营优化.....	180
15.1	成本控制措施.....	180
15.2	运营优化措施.....	181

16	社会效益评价.....	182
16.1	社会的影响分析.....	182
16.2	集中供冷减少装机容量与变配电容量计算.....	182
16.2.1	分散式（楼宇式）中央空调系统.....	182
16.2.2	集中供冷减少量.....	183
16.3	冷媒节约量.....	183
16.4	蓄冷减碳量.....	184
16.5	系统高效减碳量.....	185
17	结论.....	186
	附件一 评审专家意见.....	188
	附件二 评审专家意见回复.....	189
	附件三 评审专家信息表及签到表.....	190
	附件四 可研修编专家意见.....	191
	附件五 可研修编专家意见回复.....	194
	附表 1 项目总投资使用计划与资金筹措表	196
	附表 2 借款还本付息计划表	197
	附表 3 固定资产折旧费估算表	198
	附表 4 流动资金估算表	199
	附表 5 总成本费用估算表	200
	附表 6 营业收入、营业税金及附加和增值税估算表	201
	附表 7 项目现金流量表	202
	附表 8 项目资本金现金流量表	204
	附表 9 损益及利润分配表	206
	附表 10 财务计划现金流	207

1 总论

1.1 “3060”碳达峰、碳中和目标

习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重承诺中国将提高国家自主贡献力度，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和，为中国未来低碳转型促进经济高质量发展指明方向。

可以预见，全国将在五年左右集中迎来一大批达峰省市，有条件的地方率先实现碳达峰与碳中和不仅是社会责任和挑战，更是提升区域综合竞争力的内在需求和机遇。站在城市新一轮高质量发展的崭新起点上，广州亟需紧抓“十四五”这碳达峰关键期、窗口期，努力在全国达峰之前率先达峰，2030 年在碳达峰基础上总量下降，进而为率先实现碳中和创造有利条件，通过不断激发绿色低碳的新动能，增强城市发展的活力和后劲。

要在未来 30 年左右完成从碳达峰到碳中和的转型意味着很多领域实现根本性的低碳减排突破，将推动城市从行业到产业链全方位绿色低碳转型。其中，工业、能源、交通运输、建筑是二氧化碳排放的主要来源，这些领域的低碳化发展将是关键。广州属于制造强市，第二产业减排空间较大，风能、太阳能等可再生资源丰富，并且是全国重要综合交通枢纽，也是城市更新改造活动最活跃的城市之一。应以碳达峰和碳中和为契机，以降碳倒逼产业、能源、交通、建筑结构绿色转型，通过在重点领域控制和减少二氧化碳排放增量，统筹推进经济体系整体绿色化、低碳化。

一是优化产业结构，以更加严格的低碳约束推动产业绿色低碳循环发展。严格限制高碳产业扩张，全面推进传统制造业绿色化、低碳化改造，加快培育绿色低碳新兴产业。二是优化能源结构，合理控制能源消费总量。严格控制煤炭消费量反弹，大力发展风能、太阳能、氢能等新能源和可再生能源，加快建设清洁低碳型、安全高效、多元主体便捷接入的智慧能源系统。三是优化交通结构，推行零碳车辆和绿色运输。完善城市轨道、公共交通网络，优化步行、自行车出行环境，推进低碳共享出行，促进公路交通电气化、清洁化，加快氢能和生物制燃料在货运中的应用。四是优化建筑结构，推进城市绿色更新。广州新一轮城市更新

需以碳中和为取向，有序推进老旧小区存量建筑低碳节能改造，加大绿色建材应用，推进新建建筑节能达标，加快零能耗建筑、零碳建筑、产能建筑规模化应用。

1.2 工程概况

中央商务区位于广州空港经济区中部，广州白云国际机场以南，距离白云国际机场 T1 航站楼约 3 公里、T3 航站楼（规划建设中）约 2 公里，紧邻地铁 3 号线高增站和 FBO 商务航空基地，规划用地面积 2.6 平方公里。

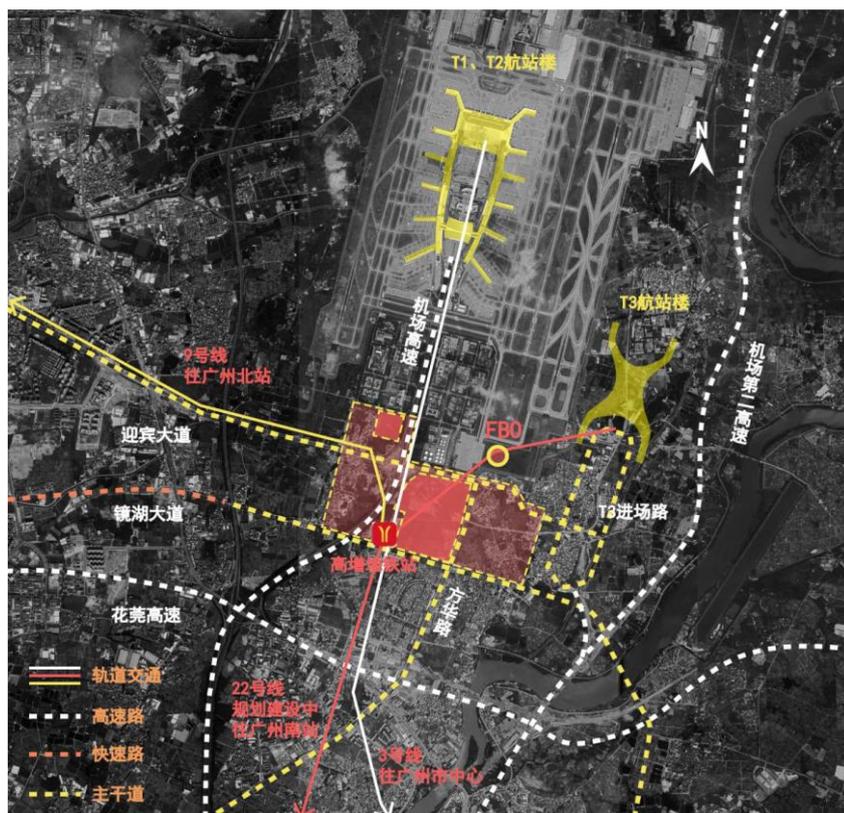


图 1-1 中央商务区地理位置图

本项目建设用（地块一）北至迎宾大道，南至规划机场大道、东至方华公路、机场高速，面积 69.2 万平方米，具体如下图所示：

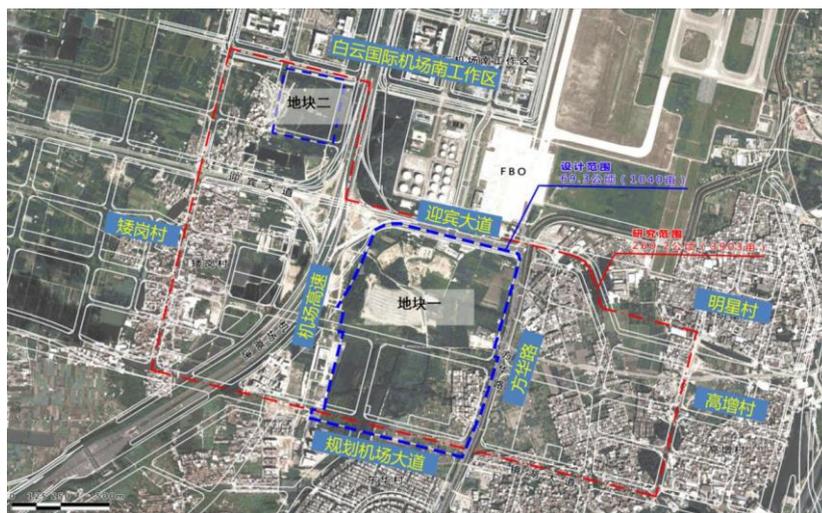


图 1-2 中央商务区项目位置图

项目主要包含会展会议中心和商业商务两部分。其中，会展会议中心部分计容面积约 25 万平方米，包括会展会议中心、展览场馆、地下附属设施；商业商务部分计容面积约 40 万平方米，包括产业办公、公寓、五星级酒店、地上商业（含免税店）、地下商业、村留用地物业、地下车库及设备用房等（具体以最终确定方案成果为准）。其中会展会议中心一期计划于 2023 年中投入使用，会展会议二期计划于 2025 年底投入使用；南侧商务商业配套建筑从 2023 年下半年开始建设，2026~2030 年，每年建成投入使用 8 万平。

1.3 项目背景

根据中共中央、国务院《粤港澳大湾区发展规划纲要》和广州市关于贯彻落实《纲要》的实施意见、《广深港澳科技创新走廊广州段提升规划》《广州市国土空间规划（2018-2035 年）（在编）》《广州临空经济示范区发展规划（2018-2025 年）》等文件，明确提出广州需提升机场国际枢纽竞争力，确立广州白云国际机场在粤港澳大湾区世界级机场群的核心地位，并加快推进临空经济示范区建设，打造功能完善、辐射全球、产业高端、生态宜居的世界枢纽港、国际航空城。为贯彻落实“一带一路”倡议和粤港澳大湾区发展战略部署，解决广州会展场馆与会展业发展日益突出的供需矛盾，补齐供给侧短板，促进广州国际会展之都建设，根据市商务局印发的《广州市建设国际会展之都三年行动计划（2020-2022 年）》以及组织编制的《广州市会展场馆布点规划》提出“一核（琶洲广交会展馆）、两副（空港、南沙），2 五小片，多助推”的会展场馆布局思路，谋划在广州临空

经济示范区中央商务区内，建设世界一流、空港特色鲜明的现代化、国际化国际会展会议中心，打造广州空港中央商务区，作为广州会展业的重要抓手，加快推动空港经济区成为广州经济社会发展的新引擎。

临空经济示范区是广州增强全球资源配置能力的重要载体，也是推动经济高质量发展新的动力源和增长极，承担着城市未来发展的重要使命。“十三五”期间，广州国际航空枢纽能级显著提升，临空经济高质量发展水平不断提高。其中，白云机场第二航站楼、商务航空服务基地已投入使用，机场三期扩建工程已顺利开工，2019年广州空港高质量发展协调性指数居全国临空经济示范区第一，2020年白云机场旅客吞吐量位居全球第一、全国第一，临空经济“广州经验”的示范效应正逐渐增强。以空港中央商务区动工为新起点，广州将坚定贯彻新发展理念，全力推进空港高质量发展，不断提升国际航空枢纽能级和国家临空经济示范水平，更好参与服务构建新发展格局



项目定位如下：

打造世界级空港会展会议中心

以满足会展需求为核心，建设功能先进、布局合理、配套完善、交通高效的展馆设施，为会展客户提供最便利、完善的服务，实现港城一体化建设，打造世界级空港会展会议中心。

建设融入城市生活的超大型综合体

在满足会展功能的基础上，建设融入总部办公、高端零售、商务休闲、文体

旅游、生物医药、航空产业等多功能的超大型综合体，围绕中央商务区项目同步建设孵化中心、展示中心、服务中心、市民中心、政务中心，为展馆提供优质配套服务。

塑造特色鲜明的空港城市地标

在功能实用、合理的基础上，充分结合地域特色创新设计，凸显会展会议中心在广州空港经济区、临空经济示范区的标志性和识别性，构建丰富多样、活力开放的城市公共空间，塑造特色鲜明的空港城市地标。

1.4 编制依据

1.4.1 规划、图纸文件

《广州白云国际机场控制性详细规划》
《广州空港中央商务区项目展示图纸》
《广州空港中央商务区项目总平面图》
《会展会议中相关方案图纸》等

1.4.2 规范、标准

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）；
《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）；
《全国民用建筑工程设计技术措施—暖通空调·动力》（2009）；
《蓄能空调工程技术标准》（JGJ158-2018）；
《城镇供热直埋热水管道工程技术规程》CJJ/T81-2013；
《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）；
《设备及管道绝热技术通则》（GB/T4272-2008）；
《民用建筑电气设计标准》（JGJ16-2019）；
《智能建筑设计标准》（GB50314-2015）；
《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
《20KV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）；
《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
《广东省公共建筑节能设计标准》（DBJ 15-51-2020）；

1.4.3 编制原则

根据“3060”碳达峰碳中和目标，采用高效、绿色技术手段解决城市空调用电碳排放问题。认真贯彻国家有关城市区域集中供冷、节能、节电、节水资源方面的政策和法规，切实执行上位规划。设计方案遵循技术先进、投资省、效率高、经济实用、节省能源、无污染、运行管理简便的原则。综合考虑项目节能环保、技术、经济可行的前提下，充分利用蓄能技术，发挥大型集中供冷系统“削峰填谷”社会与经济效益。供冷站和管网的配置应服从区域的总体规划，与区域内各种资源有序衔接，并与区域内建设时序相协调。优化管网设计，减少集中供冷站的输送能耗损失。

1.5 主要研究范围和内容

供冷范围：本项目供冷范围主要包括北至迎宾大道，南至规划机场大道、东至方华公路、机场高速区域内的会展会议中心和商业商务两部分。其中，会展会议中心部分计容面积约 25 万平方米，包括会展会议中心、展览场馆、地下附属设施；商业商务部分计容面积约 40 万平方米，包括产业办公、公寓、五星级酒店、地上商业（含免税店）、地下商业、村留用地物业、地下车库及设备用房等。

工程投资界面：本项目投资范围主要包含供冷站内部分土建及装饰工程、机电安装工程以及站外管网工程，其中出站外直埋管网投资边界从冷站至用户红线，以及用户板换工程，具体边界划分详见“投资估算章节”。

制冷工艺：根据项目投资边界和机房预留，对水蓄冷+高效机房方案与静态冰蓄冷方案进行比较分析（考虑到动态冰蓄冷技术目前没有大的运营多年的案例，本次未作为可行方案纳入比选，考虑的该技术的进步后期预留技术条件）。

经济性分析：结合投资界面和类似项目的收费案例，对该项目的全投资和资本金收益率进行了计算分析，并对投资、售冷价格等主要因素做了敏感性分析。

1.6 结论及建议

1 制冷工艺：采用水蓄冷技术方案，实际蓄冷率为 22%，选用 7 台 2100RT 定频离心式电制冷主机+2 台 1200RT 变频离心式电制冷主机，最大蓄冷量为 65600RTH，冷冻水供回水温度为 4/12℃。供冷站制冷系统分四期安装，一期为

临时冷，建设时间为 2023 年初，采用集成式机房，安装两台 1200RT 电制冷主机及配套设备；二期建设时间为 2025 年初，站内土建与站外管网一次性施工完成，临时冷站主要设备（制冷主机、冷却塔）回迁永久站内，并增加 3 台 2100RT 电制冷设备及配套蓄冷设备；三期建设时间为 2027 年中，增加 1 台 2100RT 电制冷设备及配套蓄冷设备；四期建设时间为 2029 年中，安装完成剩余所有设备。

2 工程投资估算：项目静态总投资额 19033.83 万元，其中一期静态总投资额 1224.59 万元，二期静态总投资 12193.01 万元；三期静态总投资额 2238.88 万元；四期静态总投资额 3377.35 万元。

3 收费方案：项目采用一部制收费方案，即按照用户实际使用冷量进行收取，不再收取用户接入费用。其中，临时冷站供冷冷价按照 0.82 元/kWh 收取，待永久站建成后，会展会议部分冷价按照 0.785 元/kWh 收取，配套商业区域冷价按照 0.72 元/kWh 收取。

4 项目收益：项目总投资所得税后内部收益率为 8.07%，投资回收期为 13.35 年（含建设期）。

5 环境社会效益：本项目可实现年减碳量 2.78 万吨，减少电气装机容量 16MVA，节约制冷剂充注量 18 吨。

6 风险分析：结合项目的实际情况和财务经济分析数据，本项目主要风险来自于会展南部地块是否成功按期开发并使用集中供冷。由于大部分机房土建投资不在本项目投资范围内，规避该风险可以通过机电分期投资可以达到较好的效果。

2 集中供冷技术及其相关产业政策

2.1 集中供冷技术简介

集中供冷系统是为了满足某一特定区域多个建筑物的空调冷源要求，利用集中设置的大型供制冷站制备冷水，通过管网向供冷区域内单体建筑供冷，替代传统的分散式空调系统的供冷方式。这种供冷方式不仅提高了空调系统的效率，同时实现了能源的综合利用，进而降低了环境污染，改善了系统的热经济性。它与自来水、电力、煤气一样，是一项公共事业，是城市的基础设施之一，由于其在节能减排、环境保护及运行管理等方面的优势，使其在欧美等国家和地区得到了广泛的发展。而在近年来，我国北京、广州、上海、深圳、珠海等城市也有许多集中供冷系统相继投入使用，在满足城市用能同时，提升经济与社会效益。

适合建设该系统的区域有：新开发高密度城区、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、大型物流仓储中心和工业企业、新开发的高档住宅小区、为改善街区环境而必须进行空调设施改造的区域等。目前《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》已将上述建筑列为可采用集中供冷的区域。对于气候炎热夏季制冷负荷较大的地区或公共建筑密度较大的地区，集中供冷系统是降低城市运行成本的有效手段之一。



图 2-1 集中供冷系统示意图

2.1.1 集中供冷系统的构成

集中供冷系统一般由集中供冷站、输送管网、用户入口装置三部分构成。

典型的集中供冷系统主要由以下部分组成：

- 集中供冷站：生产冷冻水用作制冷服务。

- 输配管网：将冷冻水配送到各个用户换热站。
- 用户入口装置：使集中供冷系统的冷冻水与大厦本身的空调系统相结合。

集中供冷站利用上游能源（电力、燃气、蒸汽、热水等）通过制冷设备集中制备冷水，并通过配置水泵等设备为输送管网的冷冻水循环提供主要动力，部分集中供冷站还配置有蓄能设备。

根据上游能源的不同，主要制冷设备有蒸汽吸收式冷水机组、电制冷冷水机组等，主要的蓄能设备有蓄冰盘管、蓄水罐等，主要的水输送设备为水泵，其余为相关附属设备。

供冷管网将供冷站制备的冷冻水输送至集中供冷各用户，主要由冷冻水管道、阀门井（泄水井、排气井、检查井）等构成。供冷管网分为一次侧管网及二次侧管网。一次侧管网是指连接供冷站及用户换热站的管网，二次侧管网是指将用户换热站换取的冷冻水输送至用户各末端的管网。

用户入口装置接收管网输送的低温冷冻供水，并通过换热器等换热设备换成用户侧需要的冷冻水，其冷量供给各单体建筑内空调末端设备使用。用户入口装置主要由用户板换间、用户末端系统构成。用户板换利用制冷站输送的一次侧低温冷冻水冷却用户二次侧高温冷冻水，并输送至末端设备为空调房间降温。

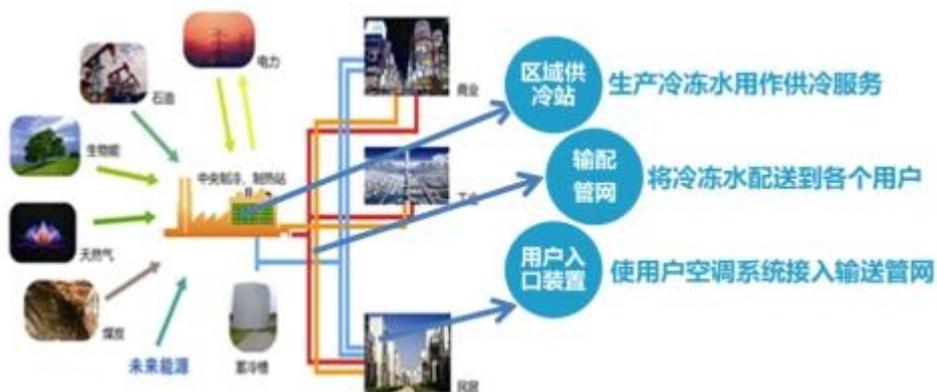


图 2-2 集中供冷结构图

2.1.2 集中供冷技术优点

1.减少初投资

根据分析，与各单体建筑独立设中央空调系统相比，采用集中供冷系统可减少制冷机组总的装机容量约 20-30%。由于制冷机组总装机容量的减少，相应变

配电系统的初投资、制冷机房、变配电房的面积也相应减少。

综合冷水管网投资、管网冷损失、部分水泵的投资虽然有所增加，但整个空调系统的初投资将减少。此外，还能够减少区域内电力设施建设的投入。采用集中供冷系统可减少制冷、变配电设备的投资。

2.降低运行维护成本

采用集中供冷系统后，通过设备效率的提高、设备数量的减少及管理人员数量上的减少及素质的提高为减少日常经营费用打下了基础，每年给用户带来的经济效益相当可观，对招商引资起到促进作用。

3.节能减排

通过余热的利用，实现能源梯级利用，充分提高能源利用率；采用冰蓄冷系统实现电力移峰填谷，为实现总体的减排目标起到关键的作用。

4.提高空调系统效率

由于主要设备(如制冷机组、水泵、变压器)数量上的减少，可集中选用大型高效的设备，可以采用先进的节能控制技术及调节方法。此外，还改善不同建筑单体采用中小型空调设备效率低、质量参差不齐的缺点，可以集中选用大型优质高效的设备。

5.提高空调系统对电力和空调负荷管理效率

单体的分散的管理很难实现专业化，空调系统的管理节能潜力很大，通过市场化专业化的管理实现节能，区域集中供冷是实现管理节能的有效模式。集中供冷系统提升了控制调节的自动化、现代化水平，提高设备效率，减少日常管理和运营费用，并有助于打造精、专、少的管理队伍。根据日本三十多年集中供冷运营的实践总结，集中供冷系统比各建筑单独设置中央空调节能约 12.2%。



图 2-3 高效管理平台

6.投资人的利润增长点

区域集中供冷项目已在国内有多个成功的运营先例，而且通过越来越多的项目经验与技术进步的积累，用户接受程度的提高，供冷项目盈利能力相比早期已大有提高。把集中供冷作为一个新型的投资项目，在提供优质服务的同时，也增加一个长期稳定的收益项目。

7.提高土地利用率

通过区域集中供冷，实现土地的集约化使用，可以减少每个开发单元内制冷机房、变配电房、冷却塔等占用的建筑面积，提高区域内用户土地的使用率。

8.提高空调系统的安全性和有效性

由于区域集中供制冷站集约化建设，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。采用多路供电，能保障供电安全性。而如果多路供电也受影响时，采用了冰蓄冷系统仍可通过融冰持续向高可靠性用户供冷。通过供电和供冷系统的多重保障，能为用户提供高安全性、高保障性的用冷。

9.美化城市环境

空调系统由于工作原理的需要任何空调设备系统一定在室外有配套的设备用于散热，如分体机的室外机、中央空调系统的冷却塔等，这些安装于室外的空调设备产生噪声、飘水、局部热岛效应等，还是城市的一种安全隐患，影响建筑美观，进而影响城市形象。

集中供冷系统，可以减少甚至基本取消在绝大多数建筑上的这些空调室外散热设备。

10.提高生活质量

采用集中供冷系统后，无论是一般居民还是楼宇物业管理，行政事业单位的后勤管理人员都将从安装、管理、维修空调设备等繁重的工作中解脱出来，并能得到安全、可靠、稳定、高质量的冷源。

由于设备质量的提高、管理水平的提高、控制调节的现代化，将使整个系统的安全性提高。由于设备集中，可以充分提高制冷设备在容量、数量上安全性及系统内设备之间备用性。

2.2 集中供冷产业的相关政策

2.2.1 相关法律、法规、文件

1. 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》
2. 《能源技术创新“十四五”规划》;
3. 《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》(发改能源〔2017〕1701 号);
4. 《中华人民共和国能源法(征求意见稿)》
5. 《中华人民共和国节约能源法》(2016 年修正);
6. 《中华人民共和国清洁生产促进法》(修正)(国家主席令[2012]第 54 号);
7. 《中华人民共和国可再生能源法》(中华人民共和国主席令 2005 年第三十三号);
8. 《中华人民共和国电力法》(2015 年修正版);
9. 《中华人民共和国循环经济促进法》(2018 修正)(中华人民共和国主席令第十六号);
10. 《国家发展改革委、国家能源局关于推进多能互补集成优化示范工程建设的实施意见》(发改能源〔2016〕1430 号)

11. 《2021 年能源工作指导意见》

在确保电网安全的前提下,推进电力源网荷储一体化和多能互补发展,推动新型储能产业化、规模化示范,促进储能技术装备和商业模式创新。推动能源清洁高效利用。积极推广综合能源服务。

12. 《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》(2021)

鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目,大力推动风电、光伏发电发展,因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。加快大容量储能技术研发推广,提升电网汇集和外送能力。

2.2.2 广东省及广州市相关政策

1. 《广东省节约能源条例》(广东省人民代表大会常务委员会, 2010);
2. 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲

要》(广东省人民政府, 2021);

3. 《广东省能源发展“十四五”规划》(广东省发展和改革委员会, 2018);
4. 《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》;

2.3 集中供冷系统主要制冷技术简介

2.3.1 高效制冷设备

1. 大功率高速电机直驱双级叶轮技术

380V 功率超过 600KW 的变频系统, 受到 IGBT 模块、电容载流能力限制, 需要多个模块并联, 体积大, 可靠性差; 10KV 直接变频器系统拓扑结构极其复杂, 限制变频离心机的制冷功率。

通过研制高转速、兆瓦级功率的中高压变频系统, 实现兆瓦级功率的高速永磁同步电机变频调速, 降低系统和拓扑结构的复杂程度。从而提高系统可靠性、功率密度和系统运行效率。

2. 变转速全工况气动设计方法

离心式压缩机属于速度型压缩机, 压头的可调节性较差, 当叶轮直径确定后, 设计压头就取决于设计转速。对于区域集中供冷所需的双工况主机来说, 为满足蓄冷工况, 设计压头必须按照蓄冷工况时所需的大压头确定, 导致设计转速要比制冷工况时所需的转速高很多, 在白天空调工况下运行能耗也较高。同时, 目前常规离心式制冷压缩机的设计工况大多按满负荷工况设计, 很少兼顾部分负荷效率, 容易造成部分负荷气动效率衰减, 限制能效提升。

通过均衡压缩机制冷和制冰双工况气动设计效率, 有效提升机组综合能效; 优化压缩机叶轮设计, 改变叶轮内部流动状态, 使叶轮变工况适应性更佳, 提高叶轮效率, 降低喘振现象的发生, 提升压缩机能效及拓宽运行范围。

3. 高效永磁同步电机

目前市场上主流离心机组采用三相异步电机, 电机转速为 2960rpm, 必须采用齿轮进行增速带动叶轮高速旋转对冷媒做功。因齿轮传动及轴承摩擦耗功, 机械损失大, 电机效率低, 限制了机组能效提升。

研究高速永磁同步变频电机直接驱动叶轮做功, 通过优化转子冲片、独立定、转子冷却流道、轴承和刚性转子。提高大功率电机高速运行可靠性。从而提高转

子的临界转速。取消齿轮传动系统，减少机械损失，提高机组运行效率。

2.3.2 分布泵及水泵变频技术

1) 分布泵

传统二级泵系统水压图如下图所示，由于传统二级泵系统扬程都是在满足最不利用户的基础上设计的，除末端用户外，其余用户由于提供的资用压头大于用户所需的资用压头，需要采取节流措施来消除剩余压头，从而造成能量的浪费。针对传统二级泵系统的这个弊端，本项目在用户侧设置多级泵，并且根据环装管网的水力特性合理搭配用户侧水泵以及供冷站侧水泵的扬程，减小用户侧的剩余压头，从而使得整个管网系统的耗电量与传统二级泵系统相比达到最低

通过采用分布泵，可以适当降低一、二级泵的扬程。从总体水系统输送扬程角度上降低水泵运行能耗。

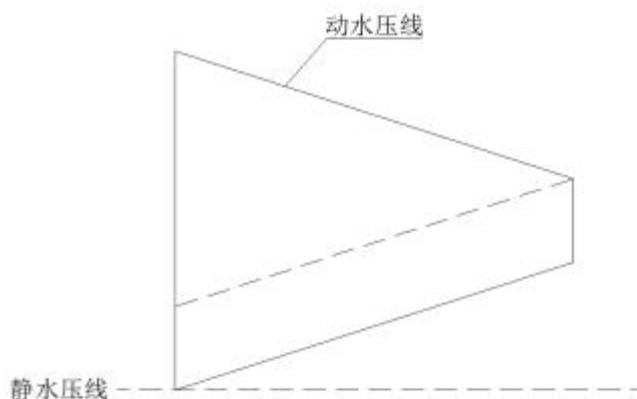


图 2-4 传统二级泵系统水压图

2) 一级泵变频

当前工程中，为了保证冷水主机的运行安全和稳定。冷水机组的蒸发器主要采取定流量运行。同时在空调设备选型角度均存在一定的安全系数，设备容量往往大于夏季最不利日空调负荷。主机侧采用一级泵变频，水流量保持不变，设备运行耗能严重且减少设备使用寿命。

另外，当一级泵定流量而二级泵变流量的二次泵系统会在末端负荷需求很低时，流过二级泵的冷冻水流量小于一级泵的冷冻水流量，多余的冷冻水会通过旁通管与流经空调末端的冷冻水回水混合，从而导致冷水机组的进水温度降低（随着末端用户负荷的波动，主机进水温度也在波动），进而影响冷水机组的综合运

行效率。

本工程为了减少一级泵定频带来的严重耗能现象，可采用一级泵变频方案，通过采用合理的自控措施，动态匹配主机制冷与系统末端用户负荷，使旁通管中的流量保持在最佳，使系统的一级泵运行能耗得到大大改善。

3) 二级泵变频

二级泵变频技术是一种优化分配集中供冷系统水循环动力的技术。传统的供冷系统冷源泵必须按满足最不利用户的资用压头设计，靠阀门调节各换热站/用户末端的水力平衡，阀门的截流损失浪费了大量电能，各换热站/用户末端水力工况相互耦合，水力平衡调节难度很大。

二级泵变频技术的供冷系统实质性把传统的集中供冷系统改变成了一种柔性的供冷系统。允许根据冷量平衡需要，通过各站变频泵随意调节各换热站/用户末端的运行流量，并且不会出现管道压力大幅度波动的安全问题。冷冻水管网平衡调节变得简单易行，可以节约大量的冷量与电能。

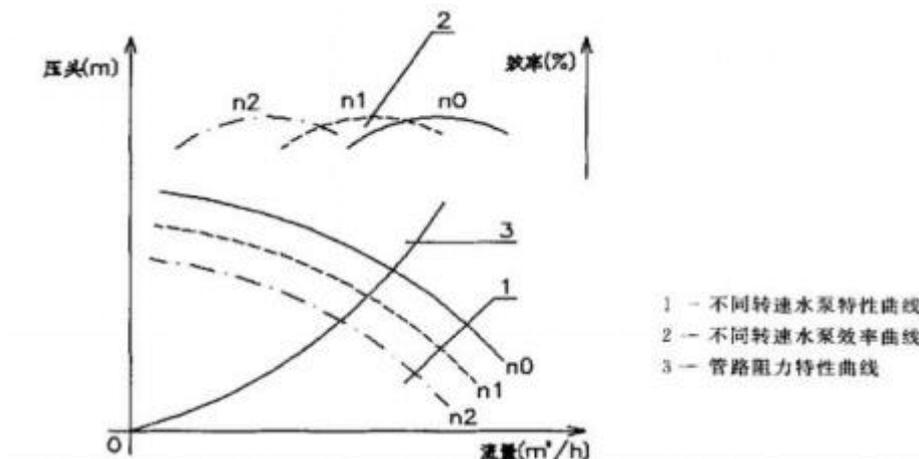


图 2-5 变频水泵特性曲线及管路特性曲线

利用二级泵变频技术调节流量是水系统节能的主要措施。但控制方法的选择、管网压力控制点的选择直接影响用户的需要和节能效果。二级泵压力控制点选取的原则建议如下：

- (1) 最近用户
- (2) 最不利用户
- (3) 主要用户或用量较大的用户
- (4) 有特定使用时间的用户

通过对上述用户点的流量的采集，在不同时段，经过对比分析，满足用户的需求，减少水泵的能耗，这项工作需要自控专业的配合及运行管理经验。

2.3.3 冷却塔变频技术

冷却塔是冷冻机组的冷却水最主要的热交换设备之一，它主要靠冷却塔风机对冷却水降温。风机过去是靠交流接触器直接启动控制，风机的转速是恒定的，不能调速。因此，风机的风量也是恒定的，不能调节。为了使冷冻机组进口冷却水温度保持在 28~32°C 之间，我们在冷却水泵的出口，即冷冻机组的冷却水进口管道上安装一个温度传感器，采集冷却水温度，通过给出一路模拟信号给变频器，经变频器自身的 PID 进行调节。变频器给出适当的电压和频率给冷却塔电机调节能源塔风机转速和输出功率，这样形成一个闭环反馈系统，维持冷却水温度。从而冷却水温度降低时，减小风机转速，放慢热交换的速度，从而减慢冷却水温度的降低。

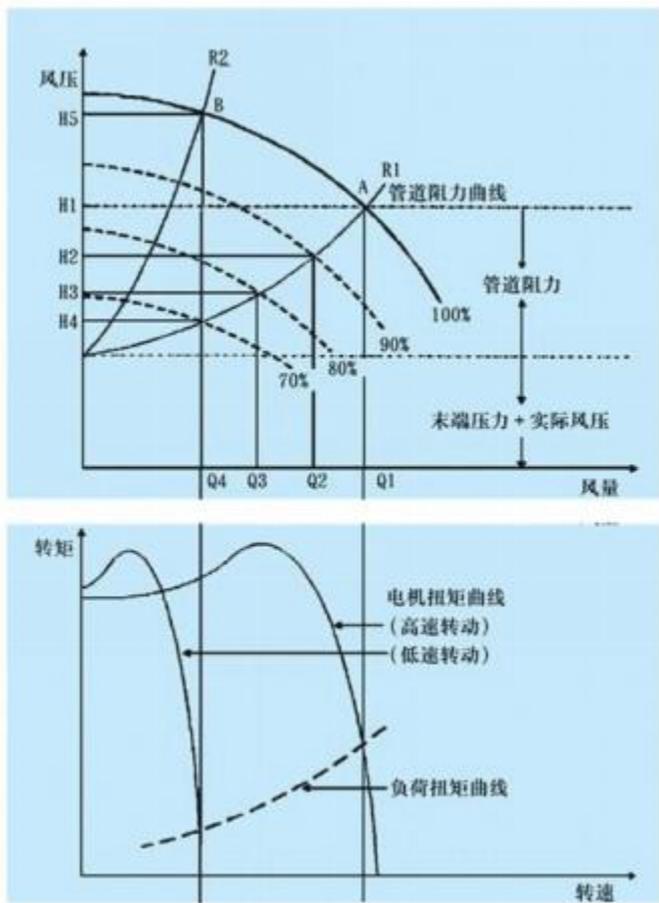


图 2-6 冷却塔风机变频节能原理

2.3.4 蓄冷技术

蓄冷技术目前主要分为水蓄冷和冰蓄冷，两种技术最主要的区别是在蓄冷量相同时两者需要的空间相差 2~3 倍左右。其中冰蓄冷又分为静态冰蓄冷与动态冰蓄冷。但水蓄冷技术不用低温制冰，因此在蓄冷过程中可以节约大量的电力。

按目前市场的统计，冰蓄冷的总投资比常规的空调系统高约 20%~30%，同时在制冰工况下制冷机组的能耗几乎比空调工况高出近 50%以上。如果在运行成本上不能够明显低于常规空调系统，去补偿投资及在制冰时能耗的增加，同时这个电价差应能使投资人的回报周期为合理的 4~6 年，否则冰蓄冷系统将无利可图，在经济上不成立。以电力系统的需求为例，国内的许多地区均推出合理的峰谷电价差，鼓励用户采用蓄能技术，在电力负荷的需求侧来减少电力供应的峰谷差值。

冰蓄冷系统与水蓄冷系统都是空调蓄冷技术的一种。这两种系统的原理相同，都是在电力负荷较低的夜间用电低谷期，采用制冷机制冷，利用蓄冷介质的显热或潜热特性，用一定方式将冷量存储起来。在电力负荷较高的白天，把储存的冷量释放出来，以满足建筑物空调的需要。

2.3.5 大温差供冷技术

大温差供冷是一个减少空调系统投资，降低能耗的先进观念。大温差的目的是优化空调系统各设备间的能耗配比，在保证舒适度的前提下减少冷量输配的能耗，或是减少能源塔和末端空调箱的能耗，同时降低系统初投资。据统计，冷水机组约占机房年能耗 58%，冷水泵和冷却水泵约占 26%，能源塔约占 16%。若能通过特别的系统设计，减少水泵和能源塔的耗能，将大大节省运行费用。

提高供回水温差应用在集中供冷项目中，具有以下优点：

减少水泵流量，节省投资。在相同冷量下，大温差系统可有效降低流量，从而减少投资与运行费用。

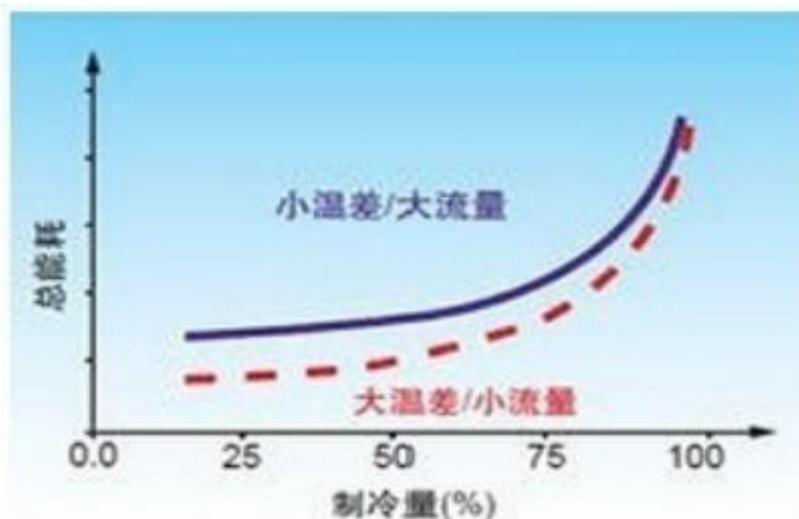


图 2-7 水泵在部分负荷下的节能效果

可以选择更小尺寸的管路，节省初投资。大温差设计后，系统流量减小，则所需的钢管直径也会相应变小。这样在同样冷量情况下，可以大大节省钢管材料的费用。对比不同冷量下 5°C 温差与 8°C 温差的冷水管的管径，得出 1800RT~10RT 内不同的冷量下大温差系统可节约管路费用平均为 30%。

减少能源塔的数量，节省初投资。大温差设计后，冷却水的流量减小，冷却水和空气的换热温差加大。

2.3.6 高效机房技术

高效机房是以较高的能效比作为衡量标准的制冷机房整体解决方案，其目的在于提升制冷机房的制冷效率，减少空调系统的能耗。

高效机房技术总体分为“两个环节”，主要在“四大部件”当中：“四大部件”就是指制冷机房中耗能的电制冷冷水机组、冷却塔、空调冷水泵和冷却水泵，而“两个环节”是指设计环节（静态）和控制环节（动态）。设计环节的任务是构建一个合理经济的有节能动作空间的制冷系统，为下一步的动态环节创造释放节能潜力的空间和条件；在控制环节实现每一个负荷工况的负荷精准识别和系统高效匹配。

四大部件主要优化思路体现于：

- 1、主机方面：根据冷机常高效运行区间优化选型。优化负荷选型系数，调整选型的同开率参数选择低水阻换热器，满液式蒸发器。选用环保冷媒。
- 2、提升冷塔的冷却能力：冷却塔变流量控制，最大化利用冷却塔换热面积，

填料使用率达 95%以上，降低冷却塔的出水温度；通过近湿球温度控制技术，控制冷却塔风机在冷却水温接近湿球温度时不再加载运行，保持冷却塔风机运行在高效区间，实现冷却塔风机 40%—70%的节能。

3、水泵：基于变流量冷却塔在高效冷却能力的基础上，冷却泵有了更大变频空间。通过水力平衡技术，根据末端需求实时变频控制各末端流量，实现冷冻泵节能。

此外针对四大部件彼此连接，还应优化机房的管路，减低管路及管件的阻力，提升机房整体的效率。

3 周边资源及能源价格

3.1 蓄冷电价

3.1.1 广州市蓄冷电价

为促进电力负荷移峰填谷，提高能源利用效率，降低企业用电成本，根据省政府印发的《广东省降低制造业企业成本支持实体经济发展的若干政策措施》粤府(2017J90 号)规定，决定在全省范围内实行蓄冷电价政策现就有关事项通知如下：

广东省发展和改革委员会

粤发改价格函〔2017〕5073 号

关于蓄冷电价有关问题的通知

各地级以上市发展改革局（委），广东电网公司、广州供电局、深圳供电局：

为促进电力负荷移峰填谷，提高能源利用效率，降低企业用电成本，根据省政府印发的《广东省降低制造业企业成本支持实体经济发展的若干政策措施》（粤府〔2017〕90 号）规定，决定在全省范围内实行蓄冷电价政策。现就有关事项通知如下：

一、蓄冷电价的适用范围为使用蓄冷技术的中央空调系统，该系统应单独安装分时计量装置，并仅对其电量实行蓄冷电价。实行蓄冷电价的企业和项目认定由各地级以上市发展改革部门商有关部门负责。

二、蓄冷电价采用峰平谷电价的方式，以用户对应电价类别的平段电价为基础，峰平谷电价比价为 1.65:1:0.25，各项政府性基金和附加不参与峰平谷电价比价计算，峰平谷时段划分按照各市现行大工业用电峰谷电价政策的时段划分执行。

三、深圳市全市及广州市的大学城和珠江新城蓄冷空调项目仍执行其原有蓄冷电价政策不变，全省其余地区统一按照上述规定执行。

四、上述规定自 2017 年 10 月 1 日起执行。

五、各地发展改革部门、供电部门应做好蓄冷电价政策的宣传、认定、监督、执行等工作，确保政策发挥效用。执行中如有问题，请及时反馈我委。



3.1.2 广州市尖峰电价

革委员会颁布的《关于进一步完善我省峰谷分时电价政策有关问题的通知》（粤发改价格[2021]331号），为充分发挥电价信号在引导电力资源优化配置方面的作用，更好地服务以新能源为主体的新型电力系统建设，促进能源绿色低碳发展，提高电力系统运行效率。具体如下图所示：

广东省发展和改革委员会文件

粤发改价格〔2021〕331号

关于进一步完善我省峰谷分时电价 政策有关问题的通知

各地级以上市发展改革局（委），广东电网公司：

根据《国家发展改革委关于进一步完善分时电价机制的通知》（发改价格〔2021〕1093号）规定，为充分发挥电价信号在引导电力资源优化配置方面的作用，更好地服务以新能源为主体的新型电力系统建设，促进能源绿色低碳发展，提高电力系统运行效率，现就进一步完善我省（不含深圳市，下同）峰谷分时电价政策有关问题通知如下：

一、完善现行峰谷分时电价政策

（一）维持现行实施范围

我省峰谷分时电价政策实施范围维持不变，即包括大工业用户、普通工业专用变压器用户，国家和省对部分用户执行峰谷分

时电价政策有专门规定的按其规定。居民用户的峰谷分时电价政策按本通知规定调整，居民用户可自主选择是否执行峰谷分时电价政策。下一步视情况将峰谷分时电价政策扩大到其他工商业用户。

（二）优化时段划分

全省统一划分峰谷分时电价时段，高峰时段为 10-12 点、14-19 点；低谷时段为 0-8 点；其余时段为平段。

（三）拉大峰谷比价

峰平谷比价从现行的 1.65:1:0.5 调整为 1.7:1:0.38。

二、实施尖峰电价政策

（一）实施范围

尖峰电价实施范围与上述峰谷分时电价政策一致，不包括居民用户。

（二）执行时间

尖峰电价执行时间为 7 月、8 月和 9 月三个整月，以及其他月份中日最高气温达到 35℃ 及以上的高温天。日最高气温以中央电视台一套每晚 19 点新闻联播节目天气预报中发布的广州次日最高温度为准，次日予以实施。

（三）执行时段

尖峰电价每天的执行时段为 11-12 时、15-17 时共三个小时。

（四）尖峰电价水平

尖峰电价在上述峰谷分时电价的峰段电价基础上上浮 25%。

3.1.3 取消目录电价

广东省发展改革委关于进一步深化我省电价改革有关问题的通知广东(粤发改价格[2021]402 号)出台。文件全面贯彻落实国家政策，从此，广东电力交易大不一样，工商业用电将发生根本变化，取消工商业目录电价。

广东省发展和改革委员会文件

粤发改价格〔2021〕402号

广东省发展改革委关于进一步深化 我省电价改革有关问题的通知

各地级以上市发展改革局（委），广东电网公司，深圳供电局，有关增量配电网和地方电网企业，有关用电户和发电企业，广东电力交易中心：

根据《国家发展改革委关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》（发改价格〔2021〕1439号）规定，为进一步深化我省电价改革，现就有关事项通知如下：

一、取消我省工商业目录销售电价。取消全省（不含深圳市）电价价目表中的大工业用电、一般工商业用电目录电价；取消深圳市电价价目表中的大量工商业及其他用电、高需求工商业及其他用电、普通工商业及其他用电目录销售电价；仅保留电价价目表中的居民生活用电、农业生产用电（含稻田排灌、脱粒用电）

3.1.4 本项目用电价格

基于本项目用地性质为商业用地，用电分类为 1-10 千伏，按照上述政策规定，根据广州 2022 年 6 月代理购电工商业用户价格公告，本项目执行的蓄冷电价如下表所示：

表 3-1 峰谷电价及时段分布表

峰谷时段	电价 (元/千瓦时)	执行时段
尖峰	1.5314	11:00—12:00 15:00—17:00
高峰	1.2307	10:00—12:00 14:00—19:00
平段	0.7568	08:00—10:00 12:00—14:00 19:00—00:00
低谷	0.2099	00:00—8:00

其中，实施尖峰电价执行时间：执行时间为7月、8月、9月三个整月，以及其他月份中日最高气温达到35℃及以上的高温天。日最高气温以中央电视台一套每晚19点新闻联播节目天气预报中发布的广州次日最高温度为准，次日予以实施。

此外，按照目前供电局对蓄冰电价的实施认定范围：只有参与蓄冰工况的设备执行蓄冷电价，其余设备按照一般工商业非峰谷电价执行，即0.675元/kWh。

3.2 水费

根据广州市自来水公司2020年9月份公布的自来水价格表，具体如下所示：

序号	用水类别	内容	水价
1	居民生活用水	第一阶梯 (每户每月用水量26立方米及以下)	1.98
		第二阶梯 (每户每月用水量27-34立方米，含34立方米)	2.97
		第三阶梯 (每户每月用水量34立方米以上)	3.96
2		非居民生活用水	3.46
3		特种用水	20.00

广州市2020污水处理费水费标准具体如下图所示：

序号	污水类别		水价
1	居民生活类污水	第一阶梯 (每户每月用水量 26 立方米及以下)	0.95
		第二阶梯 (每户每月用水量 27-34 立方米, 含 34 立方米)	1.43
		第三阶梯 (每户每月用水量 34 立方米以上)	2.85
2	非居民生活用水		1.4
3	特种用水		2.0

本项目用水类别按照非居民生活用水执行，自来水费+污水费合计 4.86 元/吨。

4 区域建筑负荷计算

4.1 供冷范围

本项目供冷范围包括该区域配建用地以及配建用地配套商业办公建筑，具体如下图所示：

	用地编号	用地性质	用地面积 (m ²)	容积率	计容面积 (m ²)	建筑密度	绿地率
出让地块	地块一 AB0503040	商业兼容商务用地	272933	≤2.5	≤682333	≤55%	≥20%
		绿化用地	12536	-	-	-	-
	地块二 AB0502025	商务用地	53008	≤2.5	≤132520	< 55%	> 20%
配建用地	AB0503035	文化设施用地 (A2)	172036	≤0.82	135397	-	-
			146221	≤0.82	114603	-	-
合计			656734	-	-	-	-

图 4-1 供冷建筑分布示意图

根据规划与现设计阶段建筑的实际设计方案，统计不同地块纳入区域供冷的总供冷面积，具体如下表所示：

表 4-1 各地块区纳入域供冷面积统计

地块编号	用地性质	用地面积 (m ²)	供冷面积 (m ²)
AB0503035	文化设施用地	318257	250000
AB0503040	商业兼容商务用地	273933	400000

注：AB0503040 地块中有部分公寓用户不纳入到区域供冷范围，最终供冷面积按照 40 万平方米考虑。

根据各地块供冷面积以及用地性质对不同建筑类型总供冷面积进行分项统计，统计结果具体如下表所示：

表 4-2 地块供冷面积统计

建筑类型	供冷面积	占比
会展会议中心	250000	38.46%
酒店	74000	11.38%
办公	150000	23.08%
商业	176000	27.08%
合计	650000	100.00%

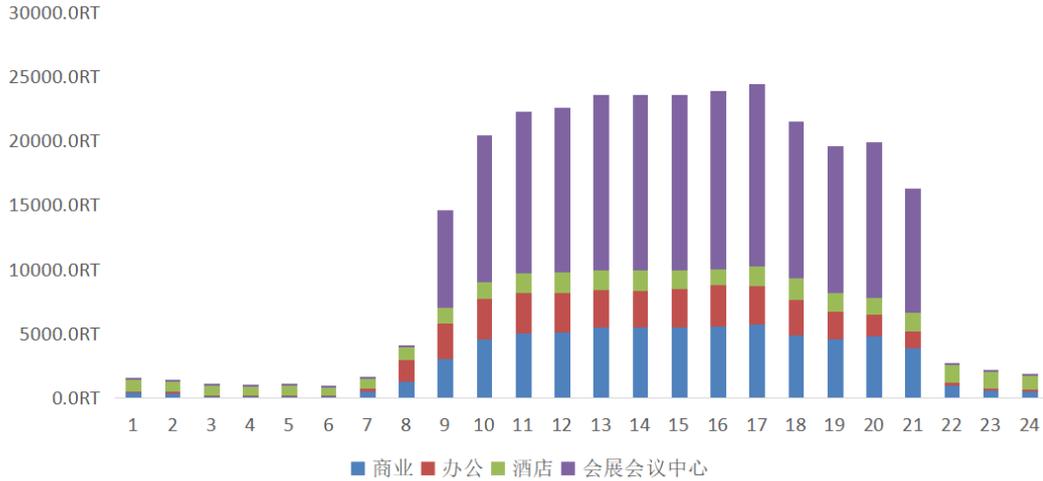


图 4-15 集中供冷系统设计日逐时负柱状图

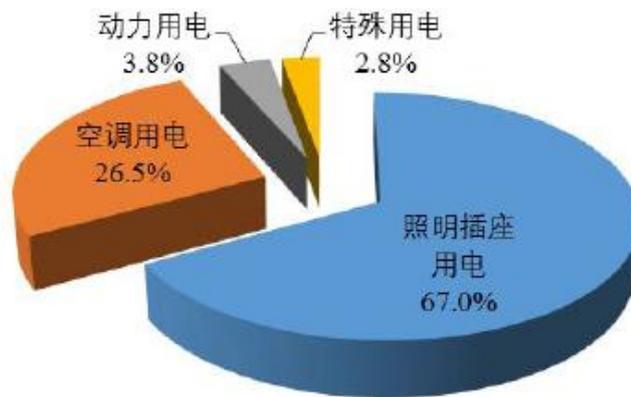
由上表可知本项目集中供冷设计负荷峰值出现在下午 5 时，峰值负荷为 24488.9RT

4.4 区域建筑年用冷量

4.4.1 不同建筑类型单位面积年用冷量

1. 办公建筑

2020 年，办公建筑单位面积用电指标为 88.2kWh/m²。其中办公建筑分项电构成如下图所示：



注：此数据来自《深圳市 2020 年度公共大型建筑能耗检测报告》

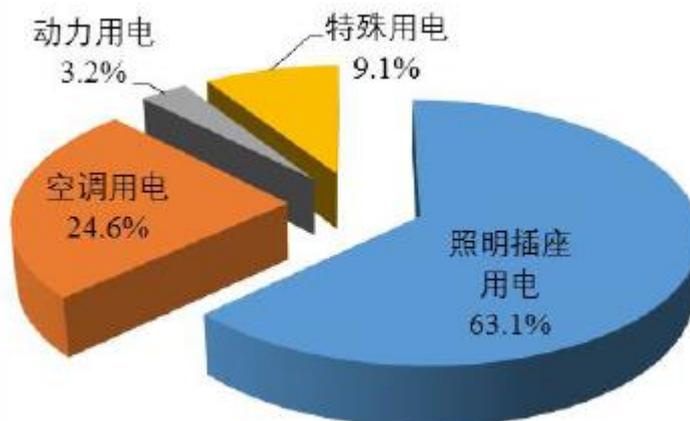
图 4-16 办公建筑年用电占比情况

由上图可知，全年空调用电占比 26.5%，年空调分项用电量 23.37 kWh/m²，空调系统的全年综合 cop 按照 3.4 考虑，平均出租率按照 0.9 考虑，单位建筑面

积空调年用冷量为 93.48 kWh/m²

2. 商业建筑

2020 年，监测商场建筑单位面积用电指标为 188.3kWh/m²。其中商场建筑分项用电构成如下图所示：



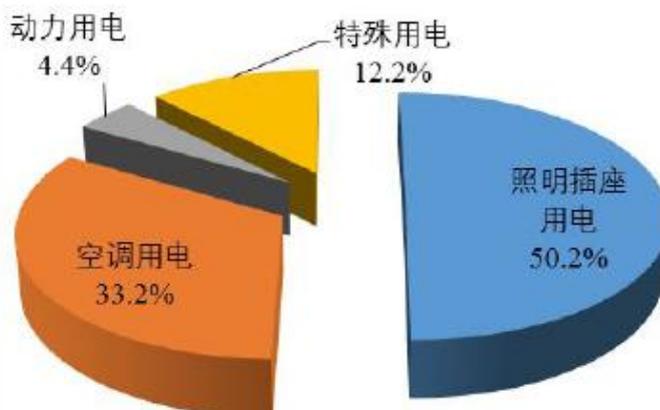
注：此数据来自《深圳市 2020 年度公共大型建筑能耗检测报告》

图 4 - 17 商业建筑年用电占比情况

由上图可知，全年空调用电占比 24.6%，年空调分项用电量 46.32 kWh/m²，空调系统的全年综合 cop 按照 3.4 考虑，平均出租率按照 0.9 考虑，单位建筑面积空调年用冷量为 176.02 kWh/m²。

3. 酒店建筑

2020 年，监测宾馆饭店建筑单位面积用电指标为 116.9kWh/m²。其中宾馆饭店建筑分项用电构成具体如下



注：此数据来自《深圳市 2020 年度公共大型建筑能耗检测报告》

图 4-18 酒店建筑年用电占比情况

由上图可知，全年空调用电占比 33.2%，年空调分项用电量 38.8 kWh/m²，空调系统的全年综合 cop 按照 3.4 考虑，平均出租率按照 0.9 考虑，单位建筑面积空调年用冷量为 147.48 kWh/m²

4. 会展类建筑

目前会展类建筑没有查询到直接相关数据，参照广交会（琶洲会展）一期项目年运行情况，具体如下表所示：

序号	机台号	型号	运行时间 (H)	运行负荷效率	年供冷量 (RTH)
1	LJ-1	2000RT	569.02	0.85	967334
2	LJ-2	2000RT	12.42	0.85	21114
3	LJ-3	2000RT	306.82	0.85	521594
4	LJ-4	2000RT	632.73	0.85	1075641
5	LJ-5	2000RT	836.05	0.85	1421285
6	LJ-6	2000RT	675.28	0.85	1147976
7	LJ-7	2000RT	698.97	0.85	1188249
8	LJ-8	2000RT	778.55	0.85	1323535
9	LJ-9	1000RT	2354.05	0.85	2000942.5
10	LJ-10	1000RT	2289.88	0.85	1946398
11	LJ-11	380RT	1.15	0.85	371.45
12	合计				11614439.95

由上表可知，广交会一期年用冷量为 1161 万 RHT（4085 万 kWh），总供冷建筑面积约 32 万平米，单位建筑平米年用冷量为 128 kWh/m²。

4.4.2 区域建筑年总用冷量

根据不同建筑类型的建筑面积统计以及其单位面积年空调累计负荷指标，可计算出区域建筑年总空调累计负荷，具体如下所示：

表 4-12 不同建筑类型全年能耗及占比情况

建筑类型	建筑面积(m ²)	单位建筑面积年用冷量 (kWh/平米)	建筑年用冷量 (kWh)	负荷占比
会展会议中心	250000	128	32000000	36.40%
酒店	74000	147.48	10913520	12.41%
办公	150000	93.48	14022000	15.95%

商业	176000	176.02	30979520	35.24%
合计	650000		87915040	100.00%

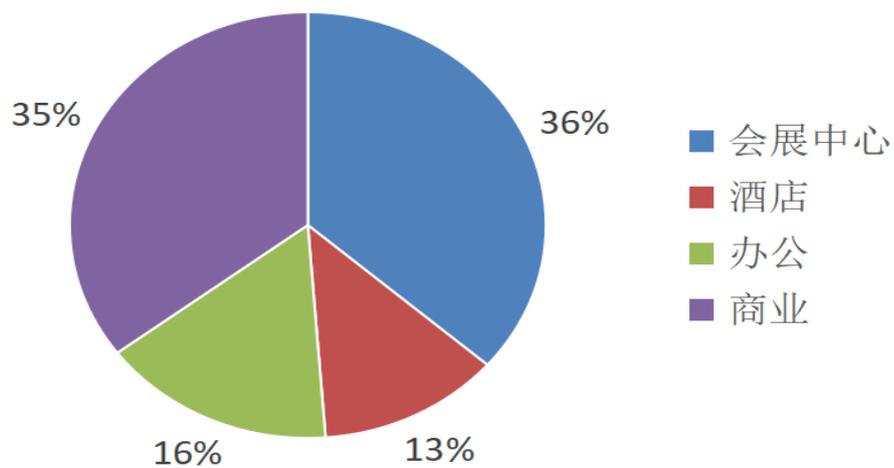


图 4 - 19 不同建筑类型全年能耗占比饼状图

5 供冷方案初步比选

5.1 供冷技术方案

5.1.1 水蓄冷技术

水蓄冷是利用水的显热实现冷量的储存。在夜间低谷电价开启制冷主机，将冷量储存在蓄水罐中，在白天单价高峰期放冷，少开或者不开电制冷主机，水蓄冷系统的优势在于蓄冷温度较高，系统的运行效率较高；且在放冷阶段不受换热影响瞬时供冷能力大，削峰能力强。其缺点在于蓄冷密度较低，占地面积大。

1. 系统流程

水蓄冷系统流程图如下所示：

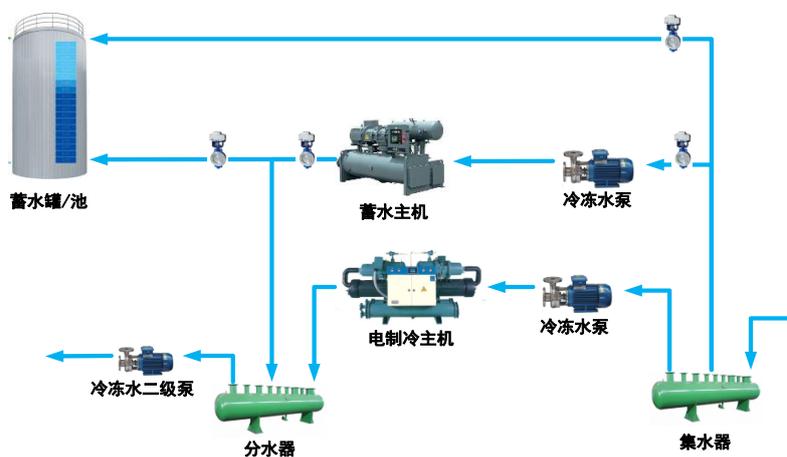


图 5-1 水系统示意图

2. 水蓄冷储水形式

较早的蓄水方式有迷宫式以及多水罐式两种形式，该两种形式主要是利用蓄水空间的转换来实现冷热水的分隔以实现蓄冷，其缺点是蓄水池的有效利用率较低，同等的蓄冷量条件下所需的空间较大，具体如下图所示：

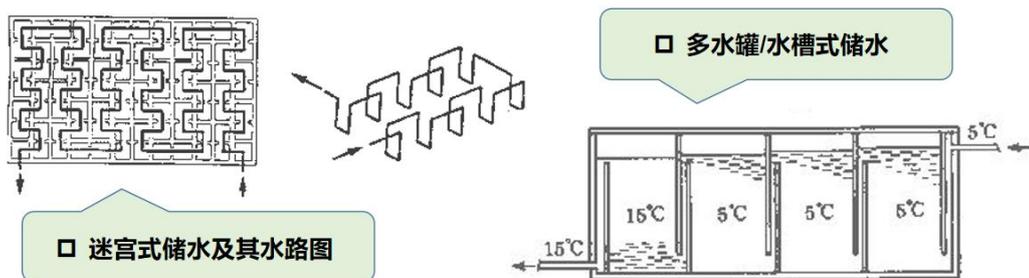


图 5-2 迷宫式与多水罐式蓄水池

目前较常用的蓄水方式为自然分层法，其结构简单是一种有效和经济的储水方法，如果设计合理，蓄冷效率可以达到 85%-95%。本项目采用自然分层式蓄水罐。

自然分层式储水的技术关键在于散流器/布水器，将水平稳地引入罐中，依靠密度差而不是惯性力产生一个沿罐底或罐顶水平分布的重力流，形成一个使冷热水混合作用尽量小、厚度尽量薄的斜温层，要求通过散流器的进出口水流流速合理，以免造成斜温层的扰动破坏。

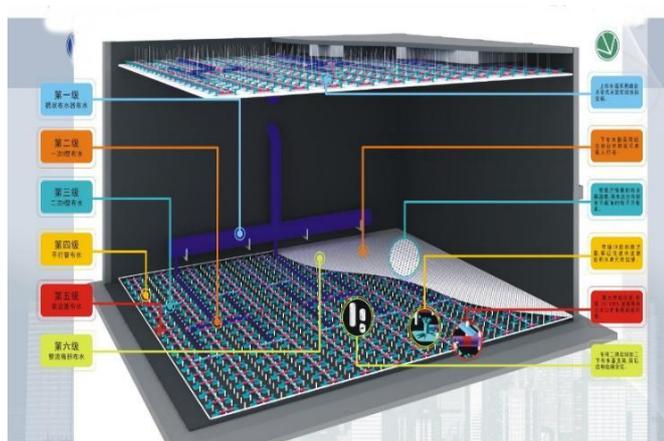


图 5-3 自然分层式蓄水罐

5.1.2 静态冰蓄冷

与水蓄冷较为相似，不同点在于蓄冷介质由水改变为冰，利用潜热进行蓄冷，蓄冷密度较高，占用空间位置较小。冰蓄冷系统需要利用到双工况制冷主机进行蓄冰，载冷介质为 25%浓度乙二醇溶液。

1. 系统流程

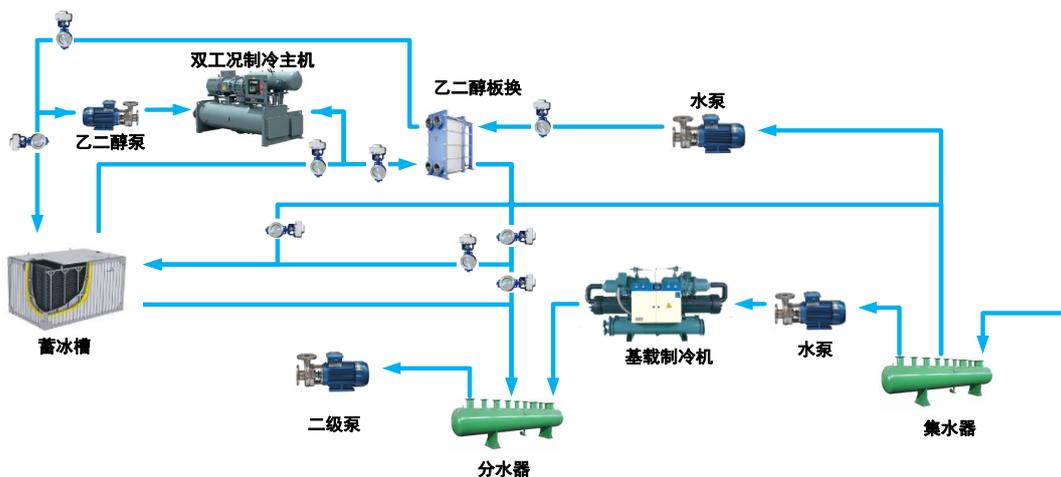


图 5-4 静态蓄冰系统原理图

1. 蓄冷设备

目前市场最常见的蓄冰设备主要为冰盘管，冰盘管系统以双工况制冷机组为制冷设备，以不锈钢管或热浸镀锌钢管的盘管作为蓄冷设备，乙二醇作为制冷剂，乙二醇在制冷机组与盘管之间流通，使盘管热交换器表面结成左右厚冰。外融冰式冰盘管系统，空调回水进入储冰槽，将盘管外的冰融化，成为冰水，再被抽取到空调负荷末端使用，形成循环；内融冰式冰盘管系统，空调回水进入储冰槽流过盘管，把盘管外的冰融化，使回水温度降低后再被抽取到空调负荷端使用，如此循环反复。

蓄冰盘管的材质有钢制盘管、导热塑料盘管，聚合物级材料制成的纳米复合导热盘管也属于导热塑料盘管范畴。

表 5-1 钢制盘管与导热塑料盘管对比

盘管类型	优点	缺点
钢制盘管	导热系数大[最大可达 $50W/(m \cdot K)$]; 采用不完全冻结方式时, 释冷速率稳定	易腐蚀(采用乙二醇溶液时不能镀锌); 制冰温度一般 $\leq -6^{\circ}C$
导热塑料盘管	耐腐蚀性好; 制冰温度一般 $\leq -5^{\circ}C$; 由于结冰冰层厚度薄, 结冰时的热工性能与钢盘管相当	导热系数小, 一般为 $1 \sim 2W/(m \cdot K)$, 不适于采用完全冻结方式

沉浸在蓄冰槽内的盘管结构形状常用的有三种, 即蛇形盘管、圆筒形盘管和立式盘管。它们作为换热器的功能部件, 分别与相应的不同种类的蓄冰槽组合为

成套的各种标准型号的蓄冷装置。同时，这些盘管也可以根据需要制成非标准尺寸，并制作适合于各种建筑物布置的蓄冰槽，组成非标准的蓄冷装置以满足实际需要。

常用钢制蛇形盘管为钢板连续卷焊而成，盘管组装在钢架上，装配后进行整体外表面热镀锌。为提高传热效率，相邻两组盘管的流向相反，使蓄冷和放冷时温度均匀。盘管放置在蓄冰槽内。蓄冰槽可以是钢制或钢筋混凝土制的，槽体壁面覆盖有保温层。此种冰盘管式蓄冰槽既可以设计为外融冰方式，也可以设计为内融冰方式。

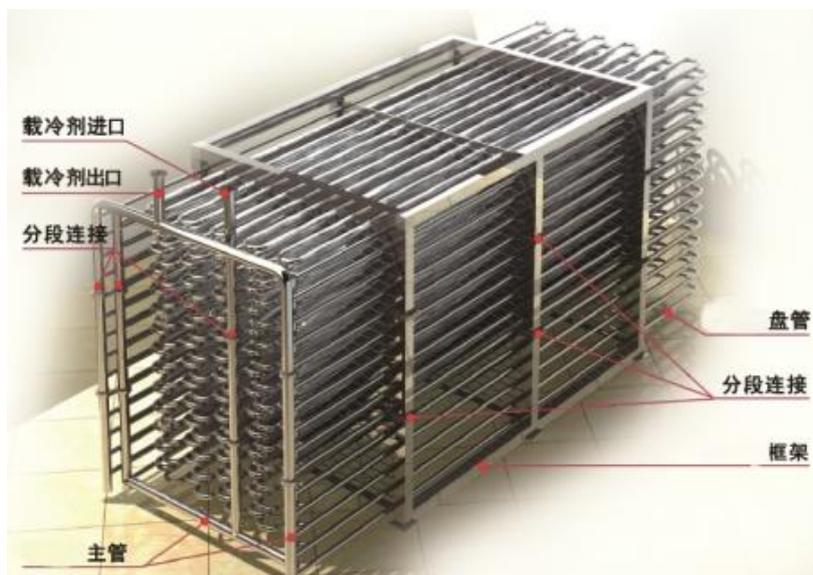


图 5-5 钢制蓄冰盘管

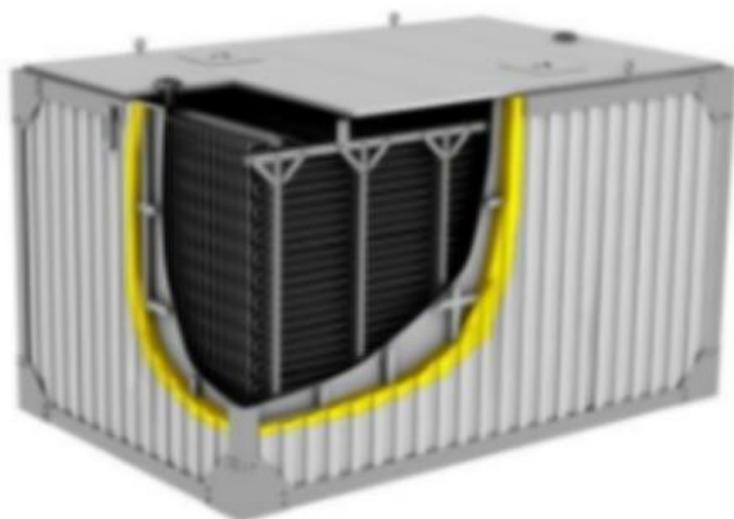


图 5-6 塑料蓄冰盘管

5.1.3 动态冰蓄冷

动态冰蓄冷系统与静态冰蓄冷系统的本质区别在于制冷与储冰的技术与形式不同。静态冰系统中常用的制冰与蓄冰装置为冰盘管（金属或非金属材料），通过低温换热方式，将冰池中水在冰盘管表面凝结成冰已达到蓄冷效果；而动态冰蓄冷是通过过冷水原理，将水变成冰水混合物（冰浆），并将冰浆储存在冰池中。

1.系统流程

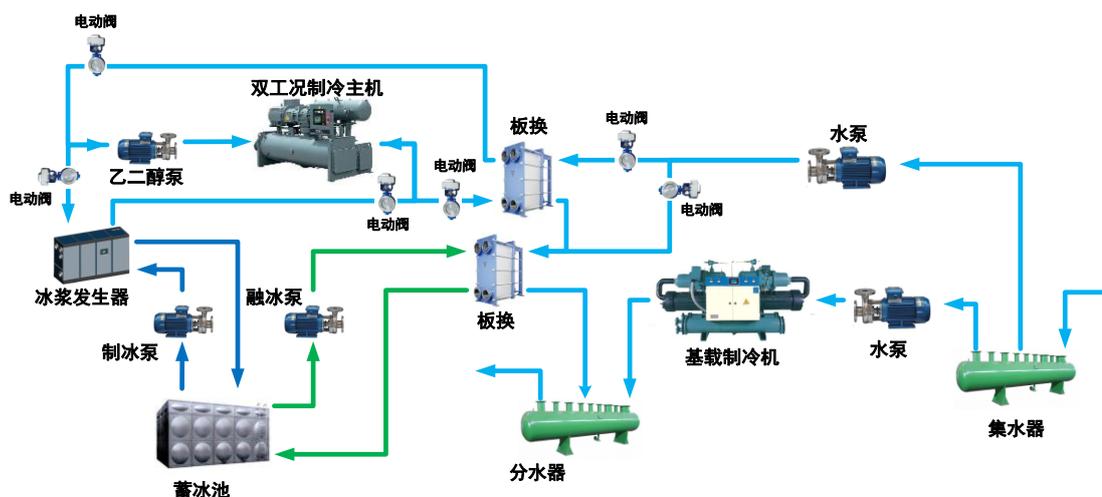


图 5 - 7 动态冰蓄冷系统原理图

2.系统特点

静态冰系统中制冰装置为冰盘管，且冰盘管浸没与冰池之中；而动态冰系统中制冰设备为冰浆发生器，其独立布置于冰池之外。因为动态冰的蓄冰池的体积较小，但设备布置较为复杂。

此外，因动态冰制冰技术所需要的换热温差较小，制冷主机在蓄冰工况下其出水温度高于静态冰系统，故主机的效率较高。但在较早的工程实践中动态冰系统会出现冰堵现象，该点也一直是外界病垢动态系统的主要原因，然随着技术的不断进步，已经较好的解决冰堵问题，目前越来越多的单体项目采用动态冰系统。

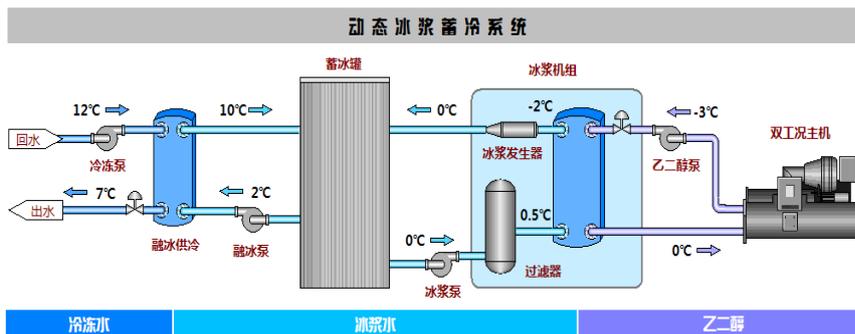


图 5-8 制冰流程图

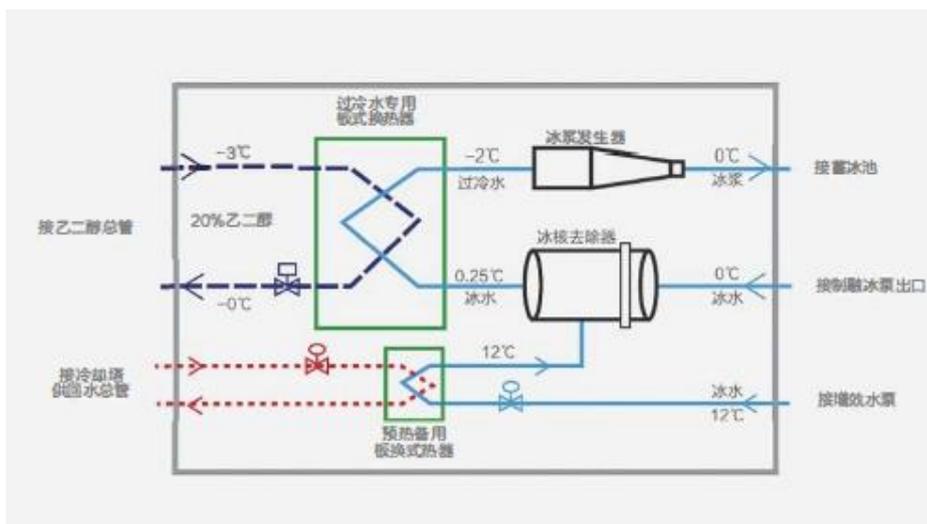


图 5-9 冰浆发生器结构图

5.1.4 初步方案比选

表 5-2 供冷方案比较

项目	静态冰方案	动态冰方案	水蓄冷方案
蓄冷主机效率	4.1~4.2	4.2~4.4	5.2~5.6
蓄冷密度 (RTH/m ³)	11~12	11~12	2.4~2.6(4/12°C)
设备投资 (元/RTH)	300~600	350~500	250~300
系统占地面积	较低	较低	较高
控制要求	较低	高	较高
功能特点	蓄冷	蓄冷/热	蓄冷/热
系统稳定性	稳定性好	易产生冰堵现象	稳定性较好
项目规模	应用项目规模较大	应用项目规模较小	应用项目规模较大
技术成熟度	成熟	较成熟	成熟

因动态冰技术方案在目前大型集中供冷中并不常见，考虑到其冰堵现象对集中供冷的影响较大，若不能妥善处理，会导致项目失败。因此在下文进一步计算

中不再讨论动态冰方案的经济可行性。

6 工程技术方案

6.1 供冷站选址

前期与会展会议中心设计方就供冷站选址问题达成一致，具体位置如下图所示：

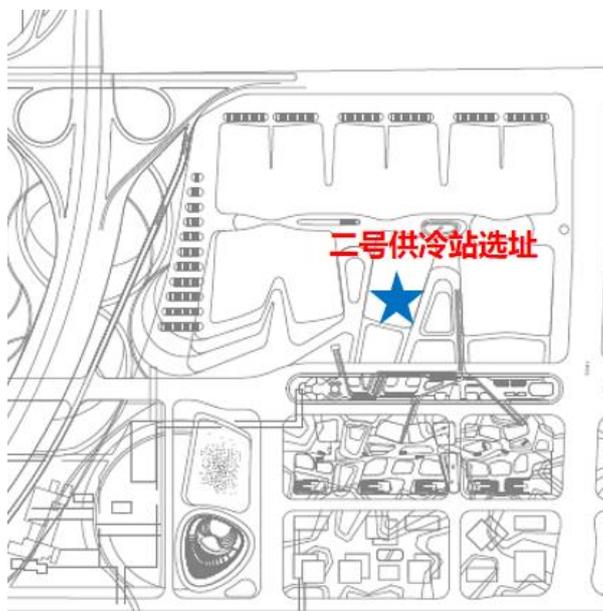


图 6-1 供冷站选址

按照设计提资，供冷站占地面积约 7000 平米，建筑层高 9.6 米，具体如下图所示：

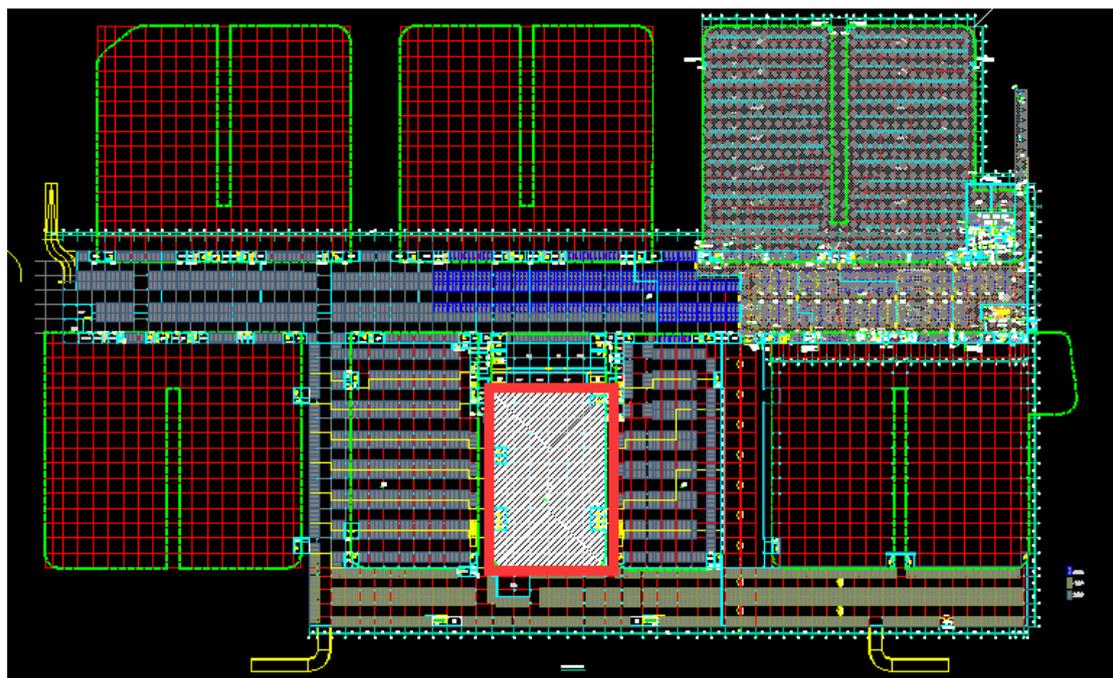


图 6-2 供冷站建筑平米

6.2 工程技术方案原则

1. 经济性。

充分利用本项目所具有的资源、能源优势，如蓄冷电价等，通过设置不同的运行策略，充分降低本项目的运行成本；

基于全生命周期分析的能源系统构架与设备选型，保证全生命周期内系统综合成本最低；

基于运行成本最低的运行策略制定与自控系统设置。

2. 运行高效性。

所确定的设备应该满足国家及地方的节能标准要求，并采用各种节能措施，保证制冷制热系统在不同负荷率情况下均可以达到高效运行。

针对不同的运行工况，进行系统设计时，须依据设计负荷的需求确定系统选型，尽可能地减少各种设备的装机容量，改善主机工作条件，提高主机效率，尽量减少系统的能耗。

3. 运行安全性。

本项目作为城市配套基础设施的一部分，将为区域内多个用户提供稳定、高品质的供冷服务，这就要求制冷工艺考虑充分的运行安全性保障措施，当出现故障时仍能够保证向末端用户供冷。

评价系统品质的最重要依据是系统的整体效能及运行稳定性，进行系统设计时，须结合制冷机的运行特点，优选各种设备，符合系统整体运行要求，同时各种配套设备也要求能经受长期稳定工作的考验，减少对系统的维护，满足寿命要求。

4. 施工便捷性。

采用模块化设计，主要工艺设备如制冷机机组、冷冻水泵、冷却水泵等均应该一一对应，可以根据末端用户建设时序按模块，有利于工程的分期建设、设备采购与施工，以及后期运行管理。

5. 与周边配合协调。

本项目供冷站采用附建式，供冷站及冷却塔选址位于会展会议中心地块，设计需考虑与会展会议中心协调，包括工艺方案、建筑效果、运输路径、建设时序等。

6.3 供冷站制冷工艺设计

6.3.1 冷水供回水温度的确定

集中供冷要求冷冻水系统大温差设计，尤其是城市级集中供冷系统，大温差可极大减少输送能耗。如珠海横琴采用 4/12℃，8℃温差；深圳前海采用 2.5/12.5℃，10℃温差；珠江新城采用 2/11℃，9℃温差。

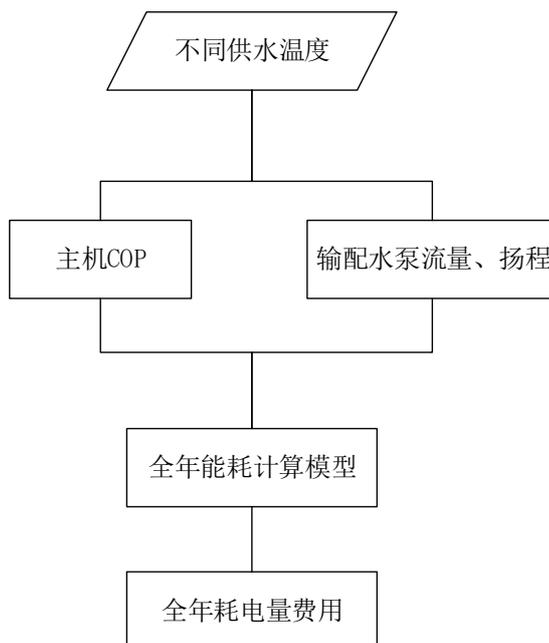
为减少输送能耗，即减少冷冻水输送量需增大供回水温差，由于回水温度增大对用户影响远大于供水温度降低，因而主要采用降低供水温度的做法，供水温度又是影响制冷主机效率的关键性因素，降低供水温度将增大制冷系统能耗。因此，需在制冷系统与输配系统之间寻找能耗最佳平衡点，即寻找最佳供水温度，使得集中供冷系统总能耗最低。

由于不同集中供冷系统，服务对象、服务面积、服务半径、以及采用的制冷及蓄冷工艺均有所不同，因而最佳出水温度并不唯一。

为解决以上问题，本项目通过建立制冷系统模型与输配系统模型，针对不同集中供冷系统耦合模拟计算出最佳供水温度，同时针对不同运行工况，动态调整供水温度，使得集中供冷系统总能耗最低。

应本项目整体技术路线采用水蓄冷技术方案，考虑到最有利于蓄水分层的蓄冷温度为 4℃，白天释冷工况出水温度 $\geq 4^\circ\text{C}$ 。因此在考虑白天系统出水温度分别按照 4℃、5℃、6℃三种不同供冷温度计算。

整体计算评价逻辑具体如下图所示：



根据《公共建筑节能设计标准》(2015)标准对制冷设备能效要求并提高12%，根据厂家选型，不同出水主机温度的COP值具体如下表所示：

表 6-1 不同供/回水温度主机能效表

方案	供回水温度 (°C)	主机能效 COP
1	4/12	5.28
2	5/12	5.51
3	6/12	5.74

注：冷却塔水温度按照 32°C/37°C

不同水泵扬程计算原则按照管路管径不改变条件下进行计算，不同供水温度下各水泵的计算扬程具体如下表所示：

表 6-2 不同供回水温度水泵扬程表

类型	4/12°C	5/12°C	6/12°C
冷冻水一级泵扬程 (m)	28	37	50
蓄冷水泵扬程 (m)	20	20	20
释冷水泵扬程 (m)	15	15	15
冷冻水二级泵扬程 (m)	35	46	62
冷却水泵扬程 (m)	25	25	25

经计算不同温度下项目设计年运行电费具体如下表所示

表 6-3 不同供回水温度运行费表

方案	供回水温度 (°C)	设计年运行电费 (万元)
1	4/12	1108
2	5/12	1120
3	6/12	1168

根据上表统计分析所得，本项目在 4/12°C时设计年运行费用最低，故选用 4/12°C为本项目设计温度。

6.3.2 主要工艺

供冷站主要采用水蓄冷+高效机房设计方案。选用 7 台制冷量为 2100RT 定频离心式冷水机组（其中 4 台定频主机用于蓄水），配套设置 2 台 1000RT 变频离心式点制冷主机，总蓄冷（水）量为 65600RTH。

输配管网根据用户分布整体分两条支路设计，因南侧商业商务配套区域建筑与供冷站距离较远，从输配平衡控制及时响应角度讲，该支路宜单独设置二级泵系统；此外，供冷站位于会展会议中心地下位置，会展会议中心换热板换布置于供冷站内，该支路输配距离较短，从节约设备投资且满足输配要求角度讲，该支路可不设置二级泵系统。整体系统流程简图具体如下所示：

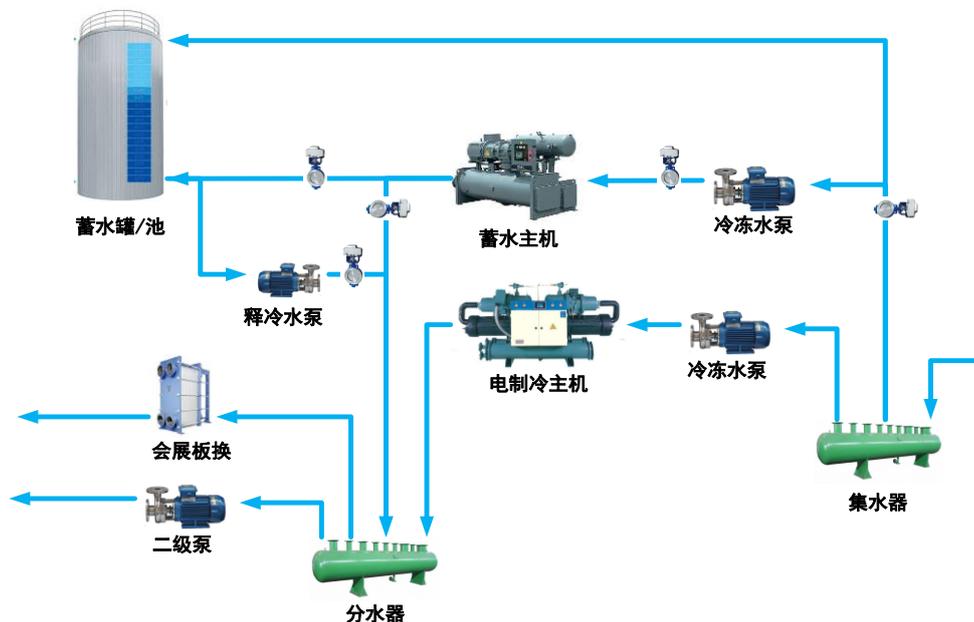


图 6-3 系统流程示意图

6.3.3 能源配置

能源形式如下：

表 6-4 能源配比

供冷形式	容量	台数	备注
定频离心式电制冷主机	2100RT	7	其中 4 台参与蓄水
变频离心式电制冷主机	1200RT	2	
蓄冷量	65600RTH	1	蓄水池体积 ≥ 31000 立方米

6.3.4 主要热力参数

主要热力参数如下：

表 6-5 冷冻水供回水参数

来源	冷冻水供回水温度(°C)
外管网	4/12

表 6-6 冷却水参数

来源	制冷工况供回水温度(°C)	蓄水工况供回水温度(°C)
冷却塔	32/37	30/35

6.3.5 系统原理及运行流程

1. 运行工况

工况一：夜间蓄冷工况；

工况二：放冷工况；

工况三：电制冷主机运行工况；

工况四：联合供冷工况。

各工况运行流程如下图：

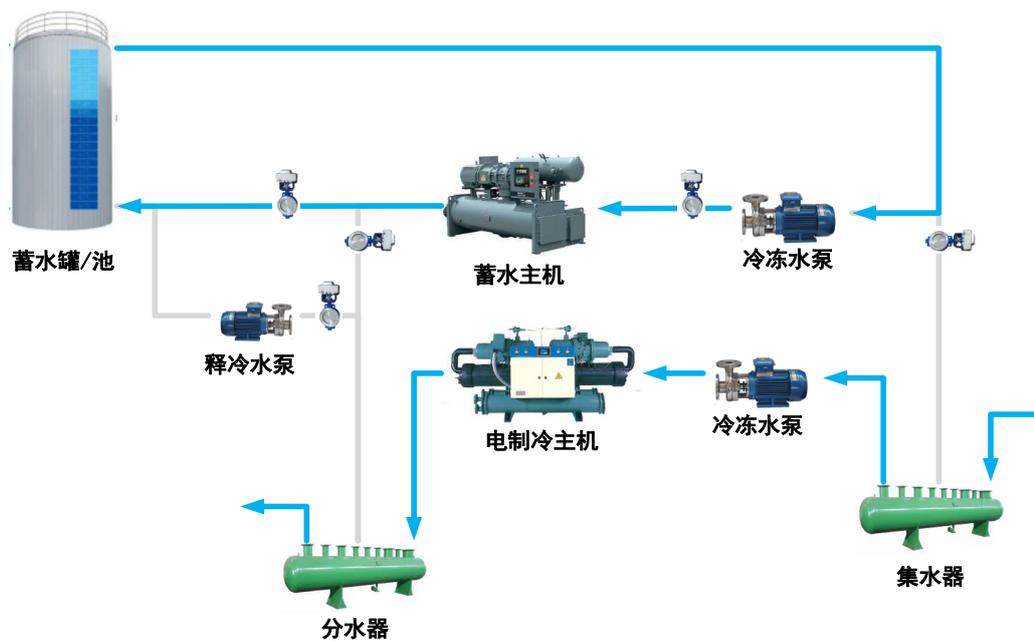


表 6-7 夜间蓄冷工况

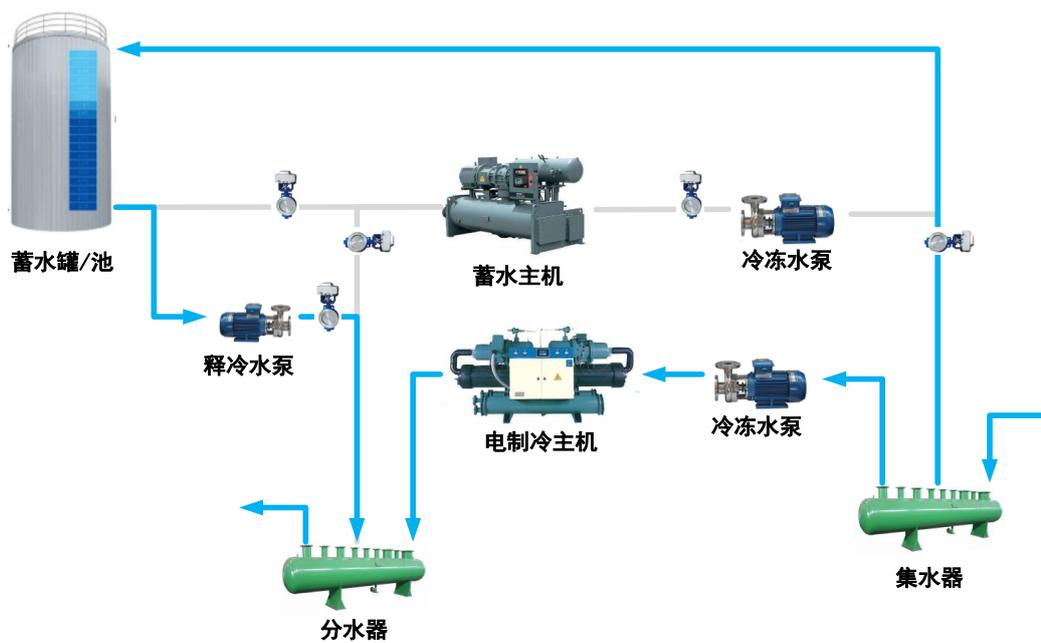


表 6-8 放冷工况

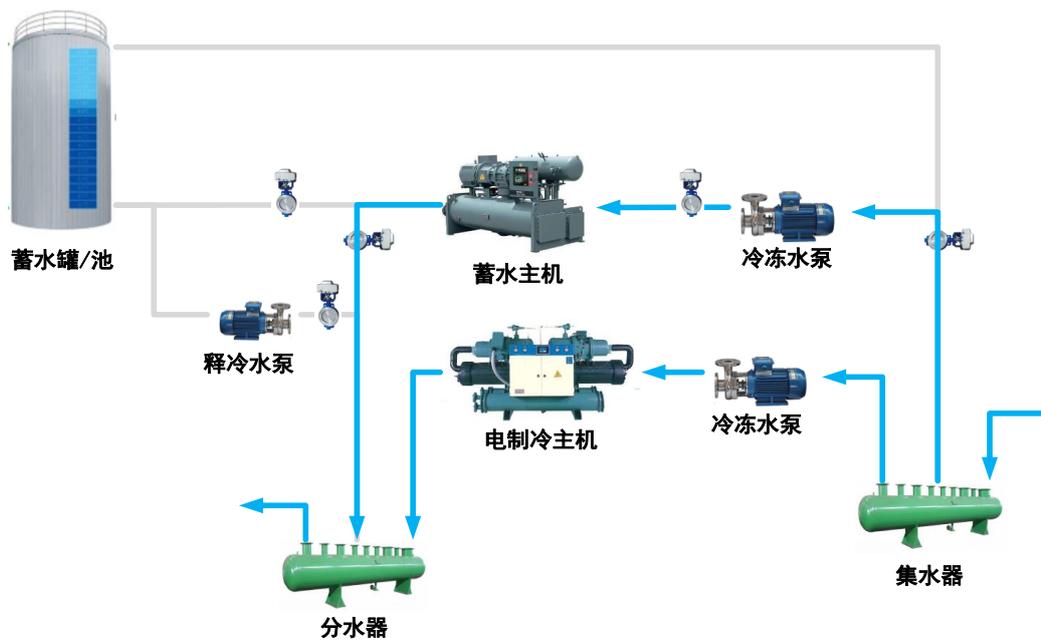


表 6-9 电制冷主机运行工况；

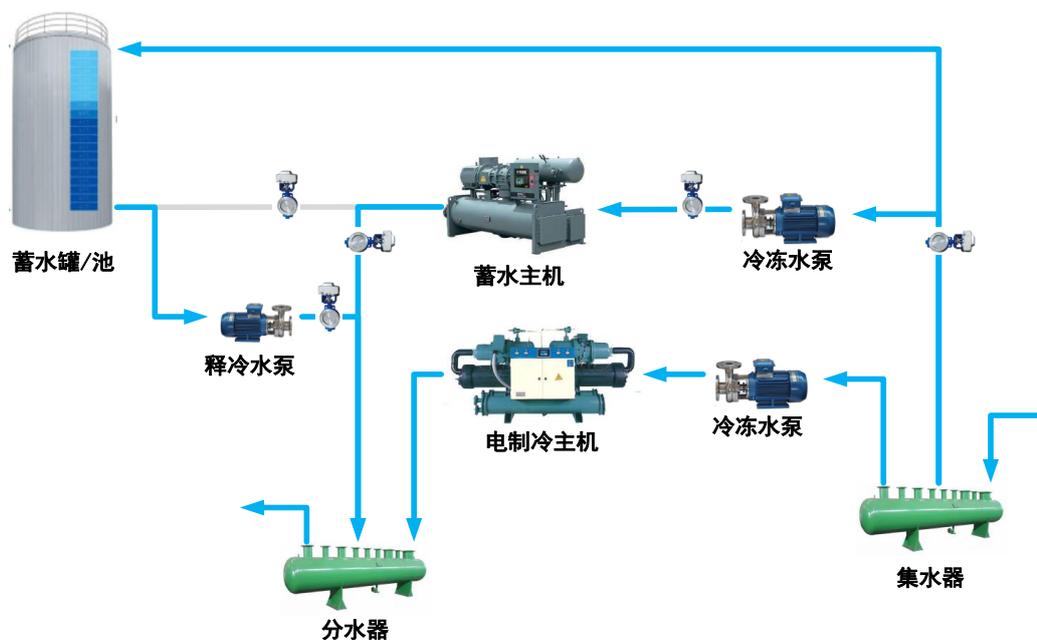


图 6-10 联合供冷工况

2. 冷冻水系统图

根据设备选型以及系统运行工况，在满足供冷高效与输配平衡的原则下，进行系统设计，系统图具体如下图所示：

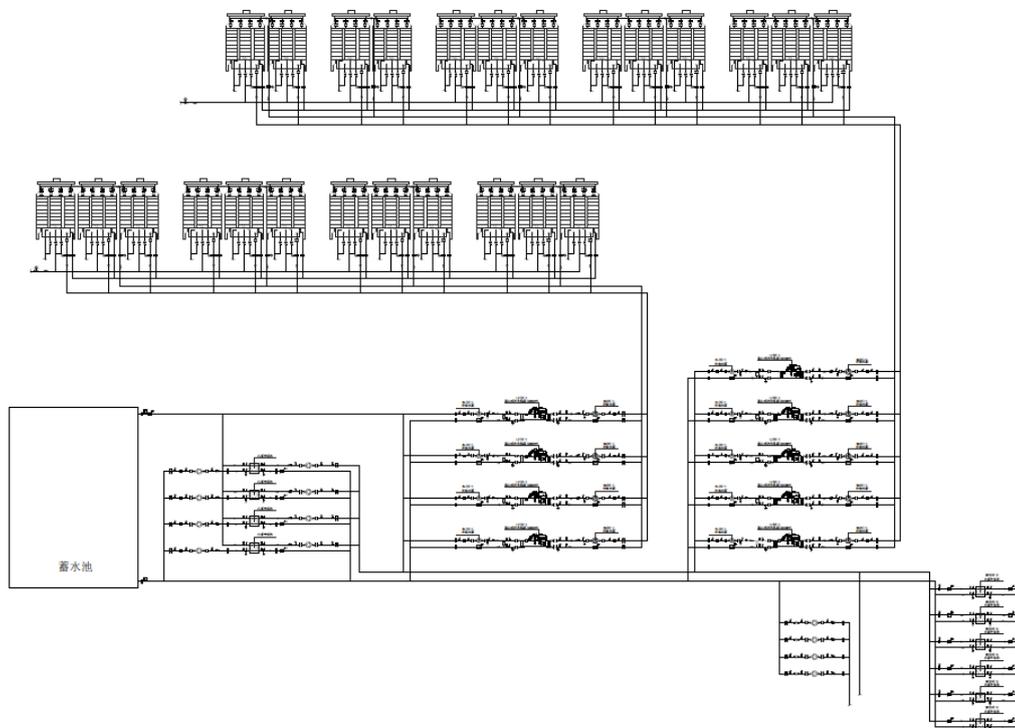


图 6-10 制冷工艺系统图

6.3.6 主要设备参数

根据系统图设计， 本项目主要设备选型具体如下表所示：

表 6-7 主要设备参数明细

序号	名称	性能规格			功率	单位	数量
					kW		
1	离心式冷水机组 (定频)	制冷量:	7210	kW	1287	台	7
			2100	RT			
2	离心式冷水机组 (变频)	制冷量:	4220	kW	754	台	2
			1200	RT			
3	离心式主机 冷却水泵 (变频)	流量:	1640	m ³ /h	110	台	7
		扬程:	22	m H ₂ O			
4	离心式主机 冷却水泵 (变频)	流量:	960	m ³ /h	55	台	2
		扬程:	22	m H ₂ O			
5	离心式主机 一级泵 (变频)	流量:	779	m ³ /h	45	台	7
		扬程:	20	m H ₂ O			
6	离心式主机 一级泵 (变频)	流量:	456	m ³ /h	30	台	2
		扬程:	20	m H ₂ O			
7	水池放冷泵 (变频)	流量:	1520	m ³ /h	90	台	4
		扬程:	20	m H ₂ O			
8	板换二次泵 (变频)	流量:	1520	m ³ /h	90	台	4
		扬程:	20	m H ₂ O			
9	二级泵 (变频)	流量:	1400	m ³ /h	185	台	4
		扬程:	40	m H ₂ O			
10	会展二次泵	流量:	1010	m ³ /h	132	台	8

广州空港中央商务区集中供冷项目可行性研究报告

	(变频)	扬程:	45	m H ₂ O			
11	板式换热器 (蓄/放冷)	流量:	2600	RT		台	4
12	板式换热器 (会展)	流量:	2600	RT		台	6
13	板式换热器 (南区用户)	流量:	750	RT		台	20
14	离心式主机 冷却塔(变频)	流量:	2100	m ³ /h	74	组	7
			700*3				
15	离心式主机 冷却塔(变频)	流量:	1200	m ³ /h	111	组	2
			700*2				
16	水蓄冷	蓄冷量:	230715	kWh		个	1
			65600	RT.h			
17	水处理装置	流量:	250	L/h	11	套	2
		加药桶容量:	1000	L			

6.3.7 设备平面布置

根据设计院提供设计图纸，基本情况基本如下：

- 1.设计机房高度为 9.6 米，净高可做到 8.9m。
- 2.建筑防火分区与疏散楼梯设置不合理，严重影响设备布局合理性，后期设计阶段应与主体建筑设计院紧密配合，优化机房平面。
- 3.供冷站吊装孔位置未具体落实

本项目设备布局前提不考虑现有防火分区情况，以设备选型为依据，按照合理布局进行设备布置，后期与建筑设计单位沟通防火分区优化布局。

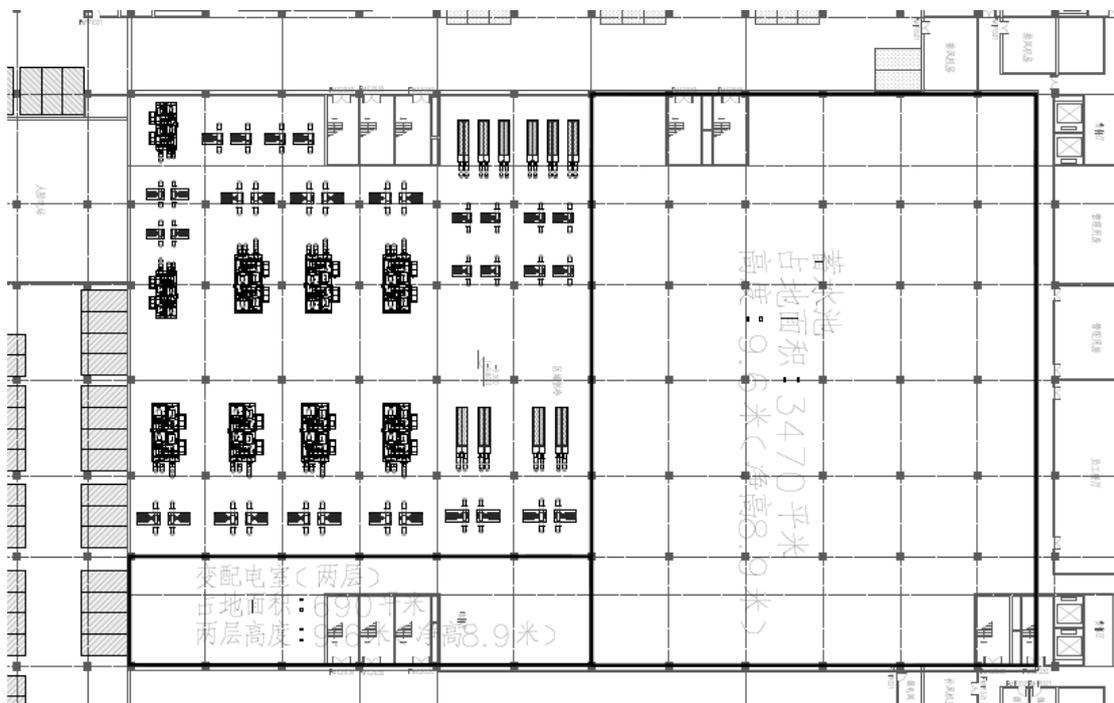


图 6 - 12 制冷工艺平面

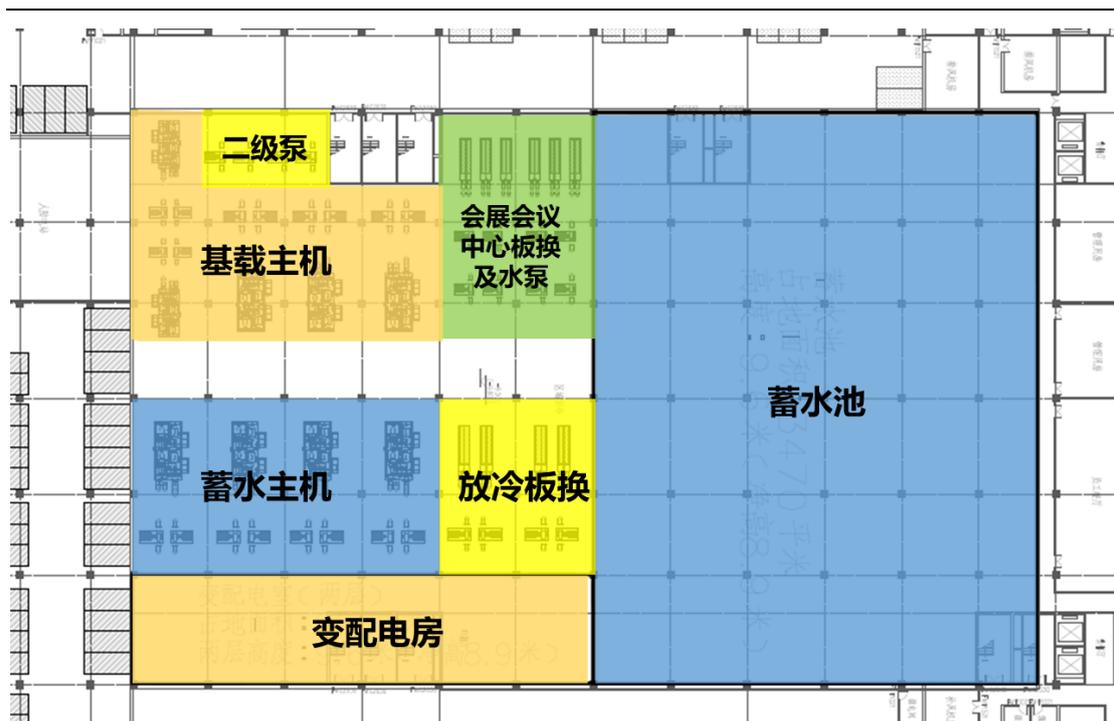


图 6-13 各设备区功能划分情况

根据冷却塔设备选型，以及预留冷却塔区域建筑情况，在满足设备通风与检修需求的条件下，进行冷却塔平面布置，具体如下图所示：

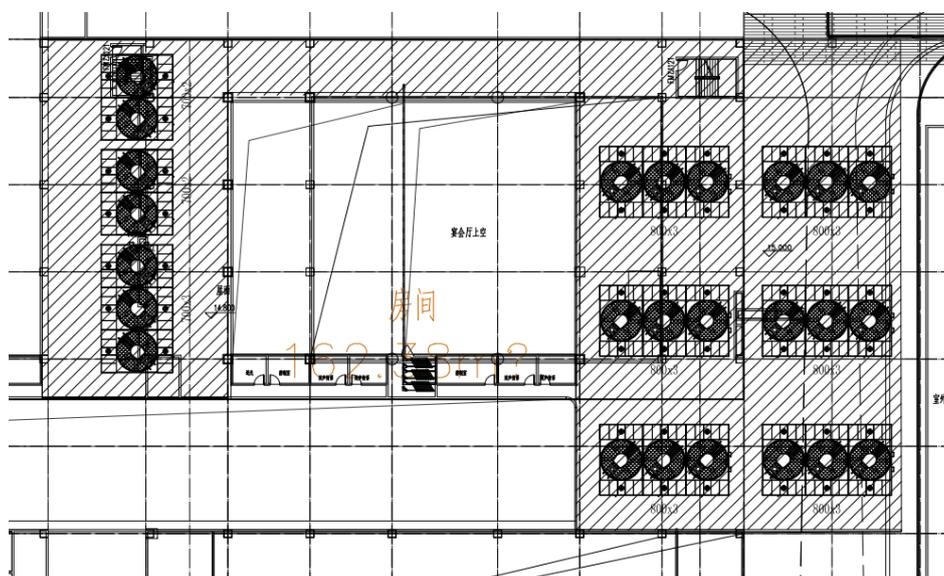


图 6-14 冷却塔布置平面

100% 负荷	1041044.08	248218.21	9.41	9793067.75	2334980.61
75% 负荷	780783.06	187035.94	53.02	41397968.20	9916849.33
50% 负荷	520522.04	125567.95	55.59	28934063.80	6979898.60
25% 负荷	260261.02	67183.93	29.93	7789940.25	2010899.63
合计			147.95	87915040.00	21242628.17

由上表可知,项目设计年供冷量为 87915040 kWh,年耗电量为 21242628.17 kWh,计算年综合能效为 4.13。

6.5 制冷工艺机房高效化设计

机房高效化设计目的在于利用高效机房手段,提升大型供冷站运行能效,从而提升经济效益。具体体现在四个方面:

6.5.1 设备选型优化

集中供冷与普通中央空调系统不同,其设备全年满负荷运行小时数长、部分负荷工况较少,且其夜间主机需承担基载及蓄冷负荷,因而要求设备选型时应结合全寿命周期成本选型,适当放大辅助设备如冷却塔、换热器容量,以减少主要耗电设备能耗,从而提升机房能效及设备效益。

一般来说,设备选型优化一般控制其主要参数,对制冷主机,涉及部件包括蒸发器、冷凝器、压缩机选型,机组参数包括蒸发温度、蒸发压力、冷凝温度、冷凝压力,这四个参数与冷冻水及冷却水息息相关;对水泵,主要为流量及扬程,这两个参数取决于系统容量、供回水温度及管路阻力;对换热器为主要为传热系数、设备阻力。以上各设备,特别是主机选型,决定了集中供冷系统能效及经济效益水平。

6.5.2 管路优化

管路优化,主要是指通过合理的机房布置,综合利用 BIM 技术、管线综合等辅助手段,尽可能优化机房整体布局、设备布置、管路走向,水流方向、标高控制、配套设施等,并缩短管路长度及弯头等局部阻力过大连接件,同时通过使用低阻力局部部件进一步减少系统阻力,优化管路水力特性,做到多台设备有序相接、设备连接直进直出、分支连接顺向顺水。从而达到既减少水泵扬程,又不过大增加投资,达到最优经济性。

管路优化主要包含冷冻水系统及冷却水系统。冷冻水系统为闭式循环系统、冷

却水系统为半开式循环系统。

1. 机房布局优化

机房布局优化主要是综合利用机房空间布局，改变主机、水泵、分集水器位置布局，尽可能优化管路。

布局上优先采用主机水泵一对一直连，减少管道上翻下翻，减少阻力件。

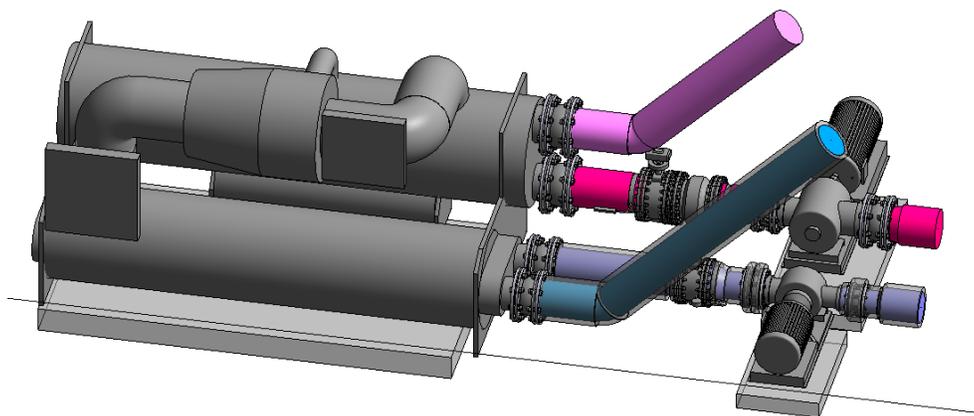


图 6-16 优化机房布局并利用 BIM 技术，满足直进直出

2. 布管空间优化

传统布管思路的分析视线是横平竖直的，认为某位置已经布置设备了，它的周边上方就不再有走管的可能，如放弃横平竖直的规矩，充分利用设备上方和管道间的空余间隙，则可以布置 Y 型分支，挖潜出降阻空间。

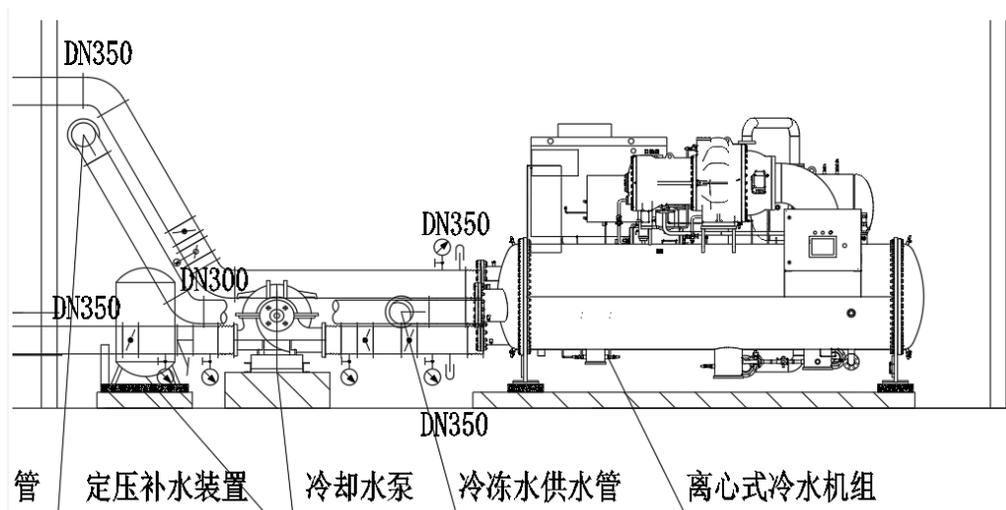


图 6-17 优化管道布置方式

3. 接管方式优化

主机与水泵连接，既可以遵循直进直出原则，也可以根据需要，通过改变水泵形式（例如选择立式泵、端吸泵，而不仅仅局限于卧式泵等）、接管方式进行优化。

其他技术措施还包括：将水泵与冷水机组进口与水泵出口处于同一高度，从而减少弯头；采用弯曲半径为 1.5 倍直径长度弯头。降低系统压力损失，节省弯头、阀门、三通阻力，减少不必要的输送浪费。



图 6 - 15 主机接管优化

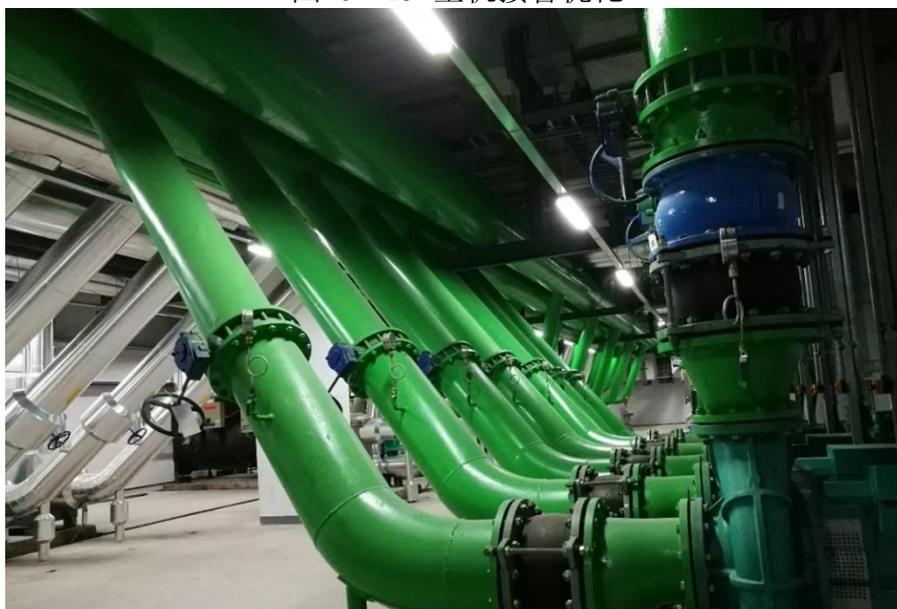


图 6 - 16 水泵接管优化

4. 水流方向优化

顺水弯通可以使分支流圆滑过渡到分支，但仍存在相当的涡流损失，经典的流体阻力计算手册建议，三通宜采用顺从分支流向的方向设计，建议分支和主管呈30~45°的角度，尽最大限度消除局部涡流。

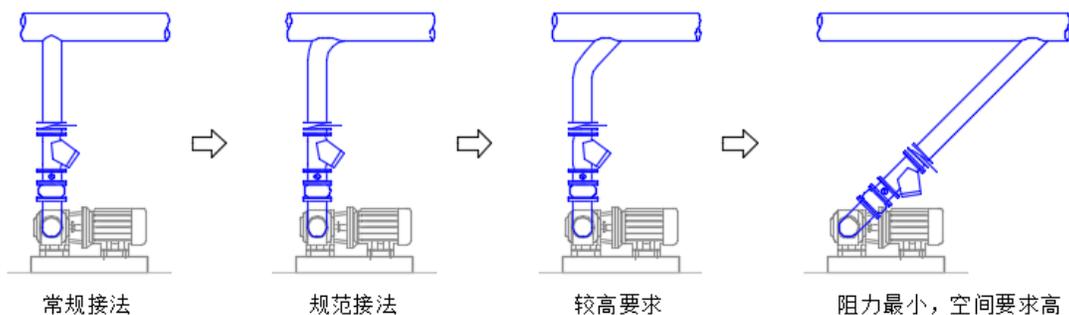


图 6-17 水泵接管方式

5. 低阻力管件的选用

管件主要为过滤器、止回阀、蝶阀、调节阀、平衡阀等。主要考虑以下三方面：

1. 选用低阻力的过滤器；
2. 设置临时过滤器；
3. 选用低阻力止回阀；

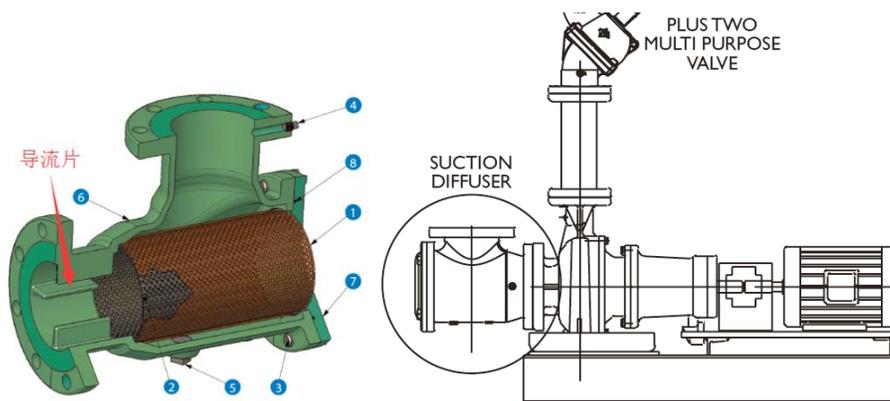


图 6-18 弯头和过滤器一体的角过滤器

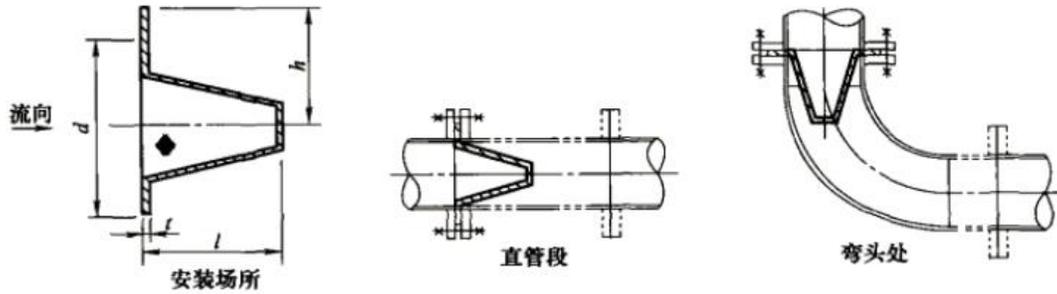
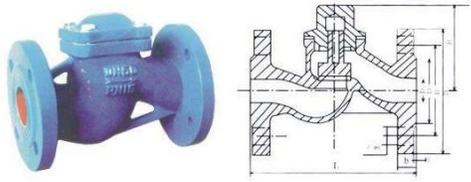
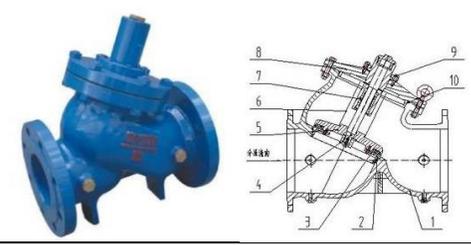
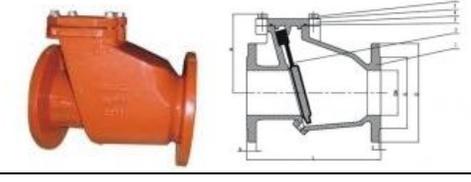
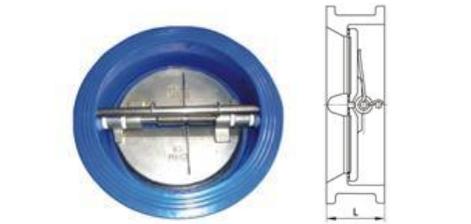
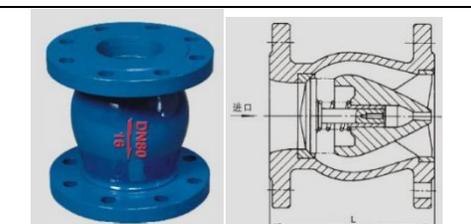


图 6-19 临时过滤器

表 6-19 止回阀选用

序号	止回阀名称	止回阀	管口尺寸(DN)	水阻力系数	说明
1	升降式		200	8.4	阻力很大 不具备优势
2	角式		200	0.77	阻力较小
3	旋启式		200	1.65	
4	对夹式		200	1.7	安装空间小
5	静音式		200	0.57	流线型设计，阻力最小

6.5.3 水力平衡优化

通过水力平衡调试可使系统各部分水量符合实际需求，达到流量与负荷匹配的效果，使供冷站与用户板换获得更合适的换热温差，提高冷源的换热效率。可实现系统在负荷变化情况下更加合理、经济的运行状态。可实现系统高效、节能的变流量调节运行。提高对电、煤、气源利用率，实现节能减排的目的。

由于集中供冷系统规模远大于常规空调系统，水系统形式与管路敷设也越来越复杂，这就要求更专业、更全面的水力计算，以保证整个系统合理、高效的水力工况。而平衡阀自身又是阻力元件，因此平衡方案的选择及各种平衡阀的选型，应该建立在对空调水系统全面的水力计算的基础之上，这样才能真正保证在最需要的位置设置最合适的平衡阀门，并处于实际所需的阻力工况，即阀门的准确设定。否则，不合理的平衡阀设置反而会更加破坏系统的水力工况。

主要优化手段包括：按照设计参数，即回路或末端的设计流量（或计算 kV 值），应小于所选平衡阀在相应工作状态下的最大流量；如果是压差平衡阀，还应该校核设备工作压差是否在压差平衡阀的调节范围内，对平衡阀的尺寸进行选择；尽量使所选择的平衡阀处于最佳的工作区间。比如静态平衡阀，从提高阀门调节精确性和降低平衡阀自身的压损的角度来讲，应尽可能使所选平衡阀在所需工况下的设定开度处于开度范围的50%~100%。

6.5.4 精细化控制手段

常规单体空调系统方式，控制水平低下，通常靠人工或机械控制。无法完成从预测——控制——监测——反馈——修正——控制的闭环任务。本项目建议采用的精确控制技术，是指利用大数据及计算机仿真技术，辅以先进的现代化控制手段，通过精准预测用能需求，精确控制供能输出，瞬时监控用能情况，动态反馈与修正供给侧与需求侧匹配程度。做到预测准、控制灵、动作快、效率高的精确控制方式。控制系统具备人工智能训练功能，可通过预先设定的程序利用预测分析模型及历史运行大数据进行训练，不断优化控制精准度与灵敏度。真正实现智慧能源。

6.6 制冷工艺控制系统设计

6.6.1 系统总体设计

制冷工艺控制系统就是利用现代控制技术、计算机技术、通讯技术、网络技术，对供冷站动力设备进行集中管理，按照工艺与节能要求进行自动优化控制。使得各种机电设备相互协调，运行在最佳状态，在满足用户需求的前提下，将整个系统能耗降到最低。自动对设备运行参数，系统运行状态进行统计分析，实现机房的无人管理。供冷站集中监控及能量管理系统设置，主要将其分为如下三个方面进行：

（一）现场能源自动化管理。

针对供冷站进行无人控制、效益管理，自动调节机组运行最佳参数，并通过人工智能学习及历史资料库连结等，使监控中心能清楚预测制冰及融冰策略，以削减尖峰负载，达成移峰填谷的最佳化收益目标。

（二）供冷站自控系统的运行维护

各机电设备的维修保养，以专家诊断方式将机电设备维持在有效使用状态。内容包含(1)机电设备维修指令(2)机电设备耗品采购供货商各阶段价格(3)机电设备耗品库存管理(4)机电设备维修及收费管理(5)机电设备周期保养自动提示，如月保养，季保养及年保养(6)机电设备运转记录查询，如主机及水泵运转时数等保养有关的数据库记录(7)机电设备运转状态正常范围诊断，如空气滤网压差正常范围，热交换器效率正常范围，主机效率正常范围等保养有关的实时运转诊断资料。

（三）能源收费管理系统

系统的电力测量数据，分时段分析电力成本，并依计费系统所产生的各用户的应收账款，及时提供制冷系统投资的逐月损益表及资产负债表。本系统的技术整合范围包含计量系统及制冷系统成本管理系统。

上述三个方面在统一的平台上实现，现场能源自动化管理是核心，辅助高效的运行维护方案和便利人性的收费管理系统，以达到整个供冷系统的安全、高效、节能运行。

根据制冷工艺，结合此项目的具体特点，在本项目中采用分布式智能控制方式，供冷站内各动力设备如输配水泵，冷却塔，制冷主机等的控制均采用智能控制柜，

安装简单方便、就近接线、信号衰减小、信号稳定抗干扰能力强、可以实现灵活可靠的控制与运行。本次设计主要实现对相应制冷工艺设备、通风空调设备以及给排水设备等进行统一监控与管理：

冷水机组（电制冷与双工况电制冷冷水机组）

变频冷冻水泵、冷却水泵及冷却塔等

供冷站站房内通风、空调设备、给排水设备等

此外，根据需求还需要对各监控设备相关管路的温度、压力、流量等参数进行监测，并控制相关电动阀门的开关。系统单独采用一套控制系统对机房的冷冻机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔等进行智能优化控制。通过控制系统的智能判断、优化组合、集中管理、分散控制，使整个能源机房各种机电设备高效、协调工作，最大限度节约系统运行费用。

本控制系统分为管理层、控制层和现场层三层网络结构；管理、控制层采用TCP/IP结构，通过冷站智能网进行通信，实现集中控制与管理，在本冷站站房内设控制室，对本冷站区域内所有机电设备进行集中监控与管理。

管理层网络：系统主控站及操作站通过以太网实现区域性数据联网，遵循TCP/IP通讯协议进行数据管理，通讯速率为10/100M/1000Mbps。

控制层网络：站房内现场控制柜通过以太网与管理层通讯，其中冷站前端用户处板换间现场控制箱通过全光纤网络与主机通讯和传输数据。

现场层：各前端受控设备及检测设备接入对应现场智能控制箱。

中央管理站系统由PC主机、彩色显示器、拼接监视屏及打印机组成，通过以太网（TCP/IP）相连。系统可连接一台或以上的工作站作为分站，作为辅助控制和系统备份。

6.6.2 系统监控功能

本控制系统主要监控功能（包括但不限于以下功能）：

- 1) 冷水机组启停运行控制；
- 2) 冷冻、冷却水泵启停运行控制变频运行控制；
- 3) 冷却塔风机变频运行控制等；

4) 冷冻水输送系统的控制等;

5) 冷冻水末端设备的控制等;

其各主要监控功能分述如下:

供冷站控制系统通过通讯接口与各冷水机组实时通讯, 实现自动监控各种类型的冷水机组的各项参数。

冷却水总流量、冷凝器进出水温度、冷却塔出水温度、水流开关、风机、电动阀等监测, 冷却塔低水位报警等故障报警。

冷却水温控制: 根据冷却塔出水温度, 按程序控制冷却塔的风机变频运行、台数控制, 实现各冷却塔按工作情况进行冷水机组阀门、水泵、水流开关、风机等的自动投入、变频运行及切换连锁控制。并按程序控制冷却水进水阀开关, 以控制冷却水温。

冷凝器进水温度与冷却水温度、供回水阀的联动控制。

冷冻机组冷冻水流量、总供回水温度、室外温湿度、水流量测量、水流开关、故障报警、启停及运行状态显示。

冷水机组的连锁控制: 根据冷源系统总负荷量进行冷水机组台数控制:

运行台数应与冷负荷计算值相匹配, 并且能使设备交替运行, 分配各设备最佳运行时间。对启动时间和负荷进行预测(根据室外温度和昨日的负荷进行计算)。

冷冻水泵, 冷却水泵, 冷却塔进水阀, 冷却塔风机与冷冻机组实现联动。

供冷站机房控制室可进行冷冻机组, 冷冻水泵, 冷却水泵, 冷却塔进水阀, 冷却塔风机的个别指令启停。

冷冻水出口温度重设定。

冷冻水泵、冷却水泵的运行状态、故障报警、手自动状态、启停自动调节控制。

主机最佳启/停时间控制。

主机周期运行控制。

冷负荷计算与冷水机组台数控制。

6.6.3 系统控制说明

1. 冷冻变频水泵控制

1) 控制策略

根据现场的使用工况，以及结合群控系统的控制范围，变频冷冻水泵采用恒温差控制策略，所谓恒温差控制即为通过调节水泵的工作频率，在冷水供回水干管之间保持恒定的温差。采用温差控制策略，除了能够保持温差稳定外，还能保持制冷机组供回水温度的稳定。

根据水泵最优效率曲线区间确定水泵运行台数和运行频率：

变频水泵在不同频率下均存在最优高效流量区间，根据水泵特性曲线，建立多台水泵最优运行区域，精准确定台数加减载最优切换点。系统投入运行时，通过运行数据自动分析，自主修正水泵台数加减机设定值，最大限度降低泵组能耗。

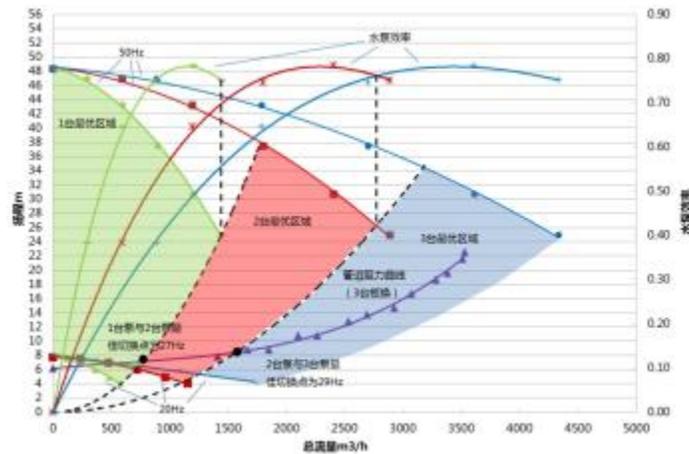


图 6-20 水泵最佳运行台数切换点

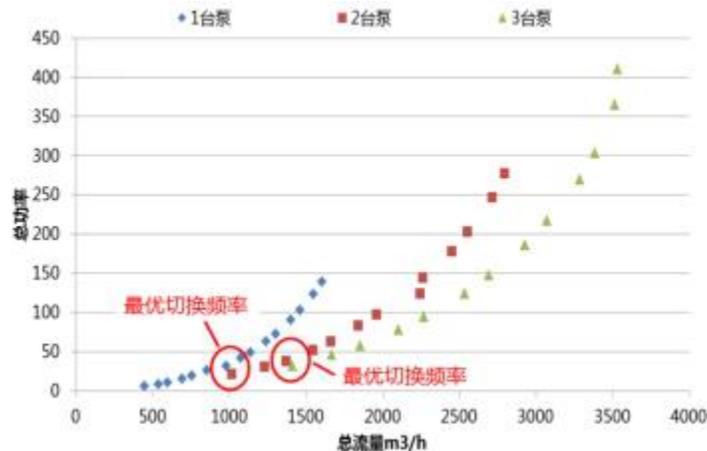


图 6-21 水泵最佳运行频率切换点

2) 实施方式

当供回水温差大于设定值，且供水温度大于设定值时，升高水泵频率；当供回水温差小于设定值，且供水温度小于设定值时，降低水泵频率。其他情况不调节变

频冷冻水泵。冷冻总管温差控制法具有提前预判功能，能够提前调节水泵的频率。另外为了保证冷水机组蒸发器的安全运行，设置频率下限，保证冷冻水流量不低于最小流量。

2. 冷却变频水泵控制

1) 控制策略

冷却水定温差控制方法，是指通过控制冷却水流量保证冷却水的供回水温差不变。在冷却水循环系统冷凝器进出水各安装一个温度传感器，检测到进出水的温差，控制器将实际的进出水温差与设定值比较，以控制冷却水泵和冷却水流量。

当空调系统处于部分负荷工况下时，冷却水进出口温差会变小，此时控制器会减小冷却水流量，以保证冷却水进出口温差为设定值。另外为了保证冷水机组冷凝器的安全运行，一般会设置频率下限，保证冷却水流量不低于最小流量。

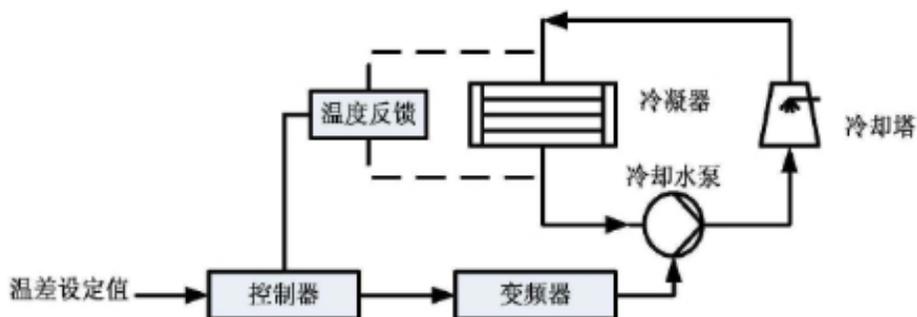
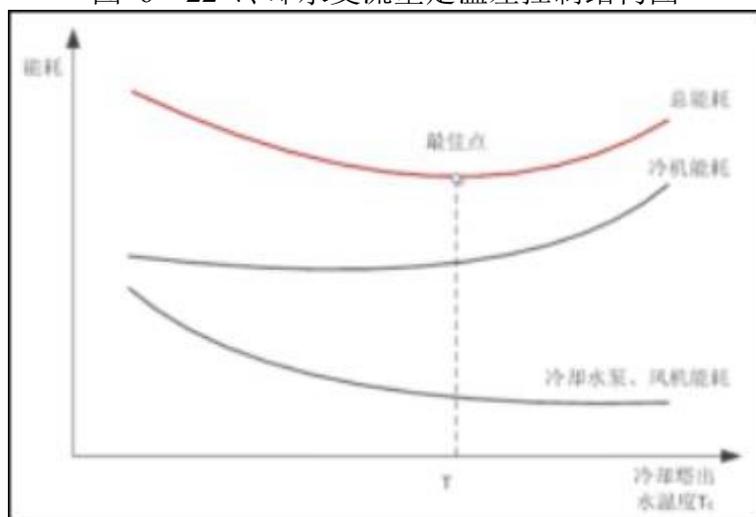


图 6-22 冷却水变流量定温差控制结构图



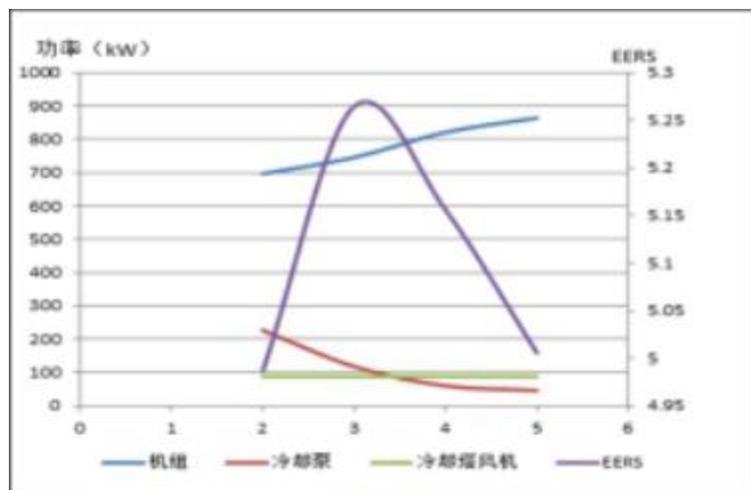


图 6-23 冷却系统能效最优点寻优控制

冷却流量增加，回水温度越低，冷机能耗减小，冷却泵、冷却塔能耗增加，存在使系统总能耗最低的冷却水量，即系统能耗的最低点。通过构建冷水机组、冷却水泵、冷却塔系统模型，在不同运行工况下，制定冷却水流量区域优化控制策略，系统投入运行过程中，根据内置系统模型结合实际设备运行数据，主动修正策略实现系统总功耗最低，保证整套系统高效节能。

2) 实施方式

当机组的压缩机都待机时，自动关闭冷却水泵，达到节能的目的。

当机组的压缩机将要开启之前，自动开启冷却水泵，保证机组稳定运行。

冷却变频水泵采用冷却总管供回水温差的控制方案进行控制。当供回水温差大于恒温差设定值时，升高水泵频率；当供回水温差小于恒温差设定值时，降低水泵频率，冷却总管温差控制法具有提前预判功能，能够提前调节水泵的频率。

3. 冷却塔风机控制

1) 控制策略

根据现场的使用工况，以及结合群控系统的控制范围，冷却塔变频风机控制策略同时采用逐步寻优法以及多风机集群控制法。所谓逐步寻优法是指通过检测冷却总管的回水的温度、温降速率，通过内部算法换算，调节冷却塔风机的频率，频率控制根据预设的冷却总管温度设定值进行控制。

所谓多风机集群控制法是指通过冷却塔与机组采用“多”对“一”的方式，利用冷却塔自身不开风机时的散热能力进行节能。通过内部算法控制在“不同冷却塔

台数”与“机组台数”的频率上限值，以达到更加节能的目的。

2) 实施方式

冷却塔风机采用“均匀布水，频率同调”方法进行频率控制。冷却塔蝶阀没有打开，冷却塔风机不会运行。

当冷却回水温度达到开启温度（温度值视具体工况可设）时，所有冷却塔的电动蝶阀打开，风机同时开启，并以下限频率运行；当冷却回水温度高于设定值（温度值视具体工况可设）风机频率上升；当冷却回水温度低于设定值（温度值视具体工况可设）风机频率下降；当冷却回水温度低于关闭温度（温度值视具体工况可设）时，冷却塔风机全部关闭。

当冷却回水温度小于风机减机设定值时，关闭一台运行的冷却塔及其对应蝶阀；当冷却回水温度大于风机加机设定值时，打开一台冷却塔及其对应蝶阀。

系统运行中当冷却水泵都暂停工作时，自动关闭冷却塔风机，达到节能的目的。

当系统检测到冷却塔风机故障，则立即切换另一台风机，保证系统正常运行。

4. 冷水机组控制

1) 控制策略

根据现场的使用工况，以及结合群控系统的控制范围，控制策略为根据系统的能效比 EER 值来确定机组的组合方式及系统的加减载切换点，该策略特点是考虑了机组及辅助设备的功率，保证系统在最大的能效比下运行。

根据系统的能效比 EER 值来确定机组的组合方式及系统的加减载切换点：

冷水系统的能效比 EER（energy efficiency ration）表示冷水系统总制冷量与冷水机组、冷却塔、冷冻水泵、冷却水泵耗电量之比。这种方案的特点是考虑了机组及辅助设备的功率，保证系统在最大的能效比下运行。

变频主机存在部分负荷下最优运行区间，通过机组性能曲线进行分析，对全工作范围进行能效分区，确定并联变频主机运行台数切换最优临界点，形成最优运行区域分布图，使机组始终运行于高效区间。

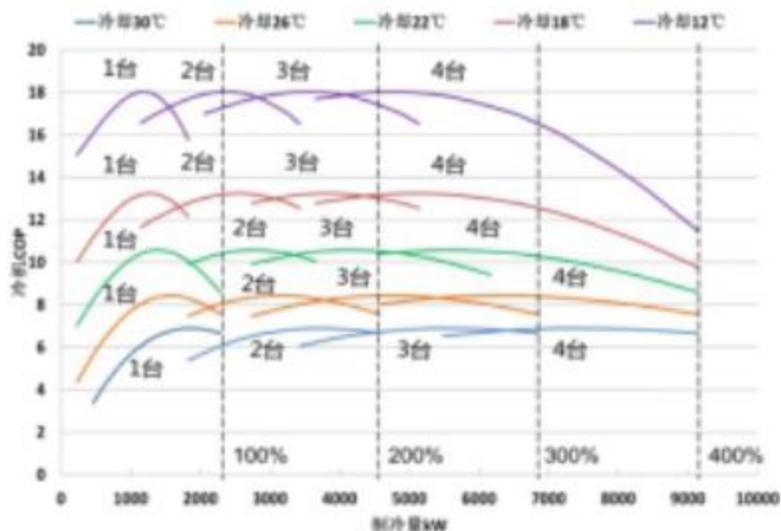


图 6-24 主机运行台数切换最优临界点

工作过程如下：

1. 群控系统通过前期建模分析数据得到水泵、冷却塔等的运行特性；
2. 系统搭建机组特性模型；
3. 通过验证系统，得到系统所需的冷量；
4. 系统寻找当前冷量下系统效率最优的搭配方式；
5. 系统调整运行台数组合运行搭配；

通过机组的实验室数据及水泵、冷却塔的功率模型，建立系统制冷负荷与设备功率的关系，得出系统综合能效比 EERs 曲线模型，系统获取冷量、设备搭配和能效细心，在线修正系统特性模型，让系统运行在高效的曲线范围内。

2) 实施方式

在不同末端负荷条件下，机组台数的组合：

系统开机时，先开一台运行时间最小的机组，再根据系统的负荷调整机组的运行台数。

A、系统负荷增加，需要加一台机组

当运行的机组负荷满足最优加载切换点（例如机组自身的平均负荷到达了 90% 以上），水系统的冷冻回水温度降 $< 0.5^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ，或冷冻供水温度 $>$ 设定值，连续满足以上条件 10 分钟时，增加一台机组；具体控制流程如下：

打开一台冷却水泵 → 打开一台机组对应的冷却蝶阀和冷却塔进出水蝶阀 → 打开

一台冷冻水泵→打开一台机组对应的冷冻蝶阀→开启一台机组

B、系统负荷减少，需要减少一台机组

当运行机组为多台时，负荷满足最优减载切换点（例如：具体根据系统机组的匹配关系进行计算，2台机组运行时的平均负荷为45%），或冷冻出水温度小于设定值时，连续满足以上条件10分钟时，减少一台机组；具体控制流程如下：

关闭一台机组→关闭该机组对应的冷却蝶阀和一台冷却塔风机及其蝶阀→关闭一台冷却水泵→关闭机组对应的冷冻蝶阀→关闭一台冷冻水泵。

6.6.4 控制界面显示要求

冷水机组通过通讯接口方式接入冷站控制系统，将冷水机组的各种参数，如工作方式、运行状态、故障报警等采集到控制系统，同时将冷站控制系统上的各种命令，如远程启停信号，传送到冷水机组。冷水主机的监控页面上显示的参数要求不少于如下所列：

冷水主机电机参数包括：电压、电流、输入/输出功率、有功电度、累计使用时间；

压缩机参数包括：导叶开度、扩压器开度、膨胀阀开度、油箱油温、油压等主机控制数据；

冷凝器参数包括：冷凝压力、冷凝液温度、冷却水入口温度、冷却水出口温度、冷却水温度差、冷却水进水压力、冷却水出水压力等；

蒸发器参数包括：蒸发压力、蒸发温度、冷水入口温度、冷水出口温度、冷水温度差、冷水进水压力、冷水出水压力等；

冷冻水环路监控页面上显示参数如下所列：

每台冷水主机的运行状态、故障报警、现场手动/自动状态、程序/手动自动状态及切换按钮、强制停机按钮；

每台变频冷冻泵的运行状态、系统压力及压差、故障报警、现场手/自动状态、累计运转时间、频率反馈、变频控制；

冷冻水管每个电动蝶阀的全开状态、全关状态；

分、集水器的冷冻水温度、冷冻水压力、供回水压差、冷水总管及冷冻支管流量、每天总冷量消耗、各区域冷冻水回水温度；膨胀水箱高水位、低水位报警、室外空气干湿球温度、室外空气相对湿度；

冷却水环路监控页面上显示参数如下所列：

每台冷却泵的运行状态、故障报警、现场手动自动状态、程序手动自动状态及切换按钮、累计运转时间、频率反馈、变频控制；

每台冷却塔风机的运行状态、故障报警、现场手动自动状态、程序手动自动状态及切换按钮、频率反馈、风机变频控制；

冷却水总管的出水温度、回水温度等。

各末端用户处的供回水温度、压力，阀门状态反馈，以及用户用冷量显示等。

具体监控点数请详见点表

软件要求：标准的开放接口、模块化的设计、图形化操作软件，具有报警管理、节能优化管理、报表生成等功能。

6.6.5 各末端冷量计量

在本项目中，建议各支路末端设置现场控制箱，以实现输冷系统末端温度、压力（压差）、流量的监测，以及末端调节阀控制，同时实现对末端冷量的计量。

6.7 供冷设备的安全性保障方案

1. 多台机组互为备用，尽量减少机组型号，提升设备及零部件通用性；
2. 采用蓄冷技术，在用电低谷时蓄水，作为供冷站冷水的备用；
3. 冷冻水二级循环泵，互为备用。

7 供冷站设计

7.1 建筑设计

7.1.1 主要规范及标准

本项目的设计合同和设计任务书

有关本项目的会议纪要

制冷工艺、空调、电气、结构、给排水等专业所提的用电、控制要求及条件

国家有关设计标准、规范

《建筑设计防火规范》（2018年版）	GB50016-2014
《民用建筑设计通则》	GB50352-2005
《城市道路和建筑物无障碍设计规范》	JGJ50-2001
《公共建筑节能设计标准》	GB50189-2015
《地下工程防水技术规范》	GB50108-2008
《民用建筑工程室内环境污染控制规范》	GB50325-2010
《屋面工程技术规范》	GB50345-2012
《建筑工程设计文件编制深度规定》	2016年版

其它与本工程有关的国家和地方规范、标准和法规

7.1.2 设计原则

工艺优先原则：项目性质为供冷站，属于工业建筑，有着自身的特殊功能特点和工艺要求。

景观优先原则：从城市出发，整体环境出发，供冷站尽可能的景观化处理，供冷站自身就是景观的一部分。

小型化原则：地面建筑体量尽可能的小型化，与周边的环境尺度协调一致，保证整个景观的完整性。

建筑设计总原则：在满足工艺要求前提下，尽量压缩层高，减少土建工程量，合理布置疏散楼梯位置，优化交通流线。

疏散楼梯位置布置原则：楼梯的位置及方向定位,以最大限度减少对设备机组的

布置干扰为原则,使设备空间尽量流畅。

7.1.3 建筑设计

本项目供冷站,为一层地下室(层高 9.6m,建筑净高 8.9 米),作为主机房;主机房设有蓄水池、制冷机组布置区、水泵布置区、运输及检修通道、工具间等;变配电设计夹层有效利用竖向空间。展厅上方放置冷却塔。

7.2 结构设计

7.2.1 设计依据

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)

《工程结构可靠性设计统一标准》(GB50153-2008)

《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)

工程建设标准强制性条文(房屋建筑部分)(2013年版)

《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)(2009版)

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)

广东省《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)

《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)

《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)

《建筑地基处理技术规范》(DBJ15-38-2005)

《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2014)

《建筑地基基础检测规范》(DBJ15-60-2008)

《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版本)

《建筑抗震设防分类标准》(GB50223-2008)

《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)(2015年版本)

《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T50476-2008)

《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119-2003)

《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107—2003)

《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18—2003)

《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)

《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》(JGJ/T14-2004)

《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008)

《冷库设计规范》(GB50072-2010)

《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)

《建筑结构制图标准》(GB/T50105-2001)

《建筑结构设计术语和符号标准》(GB/T50083-97)

《建筑工程设计文件编制深度的规定》(2016年版)

《民用建筑设计通则》(GB50352-2005)

《建筑变形测量规程》(JGJ8-2016)

《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)》(GB/T10801.2-2002)

根据《建筑结构设计统一标准》，本工程的结构安全等级为二级，结构重要性系数=1.0，本工程的设计基准期取50年。

根据《建筑地基基础设计规范》，本工程的地基基础设计等级为乙级。

根据《建筑抗震设计规范》，本工程框架的抗震等级为三级。

本工程抗震设计烈度为7度。

本工程耐火等级为二级。其建筑构件的耐火极限及燃烧性能均按《建筑设计防火规范》中附录二执行。

本工程结构构件的裂缝控制等级为三级，室内环境允许裂缝宽度为0.3mm，露天或室内高湿度环境的允许裂缝宽度为0.2mm。楼盖构件的挠度控制要求 $10/250$ ，悬臂构件的挠度控制要求 $l_0/250$ （ l_0 为计算跨度）。

7.2.2 材料选用

钢材：

热轧钢筋：HRB400级钢筋（Φ）， $f_y=360\text{N/mm}^2$

HRB335级钢筋（Φ）， $f_y=300\text{N/mm}^2$

HPB235级钢筋（φ）， $f_y=210\text{N/mm}^2$

冷轧钢筋： $f_y=360\text{N/mm}^2$

混凝土强度等级：

各层构件混凝土强度等级取值

楼层		首层
部 位	竖向构件	C30
	楼盖构件	C30

砌体：

根据有关规定和环保的要求，并综合考虑减轻自重等因素，外墙及内间墙宜采用轻质砌体，轻质间墙容重不大于 12KN/m³。

7.2.3 结构设计

结构选型：本工程拟采用现浇钢筋混凝土框架结构；

楼盖结构体系采用普通梁板结构。15m 跨度梁可采用部分预应力梁。

基础形式：根据本工程的地质条件，并考虑本建筑的性质与高度，拟采用预应力高强混凝土管桩的基础方案。

7.2.4 结构计算

本工程拟采用盈建科建筑结构计算模块 YJK 对本工程进行整体分析。计算结果应表明，风荷载了计震作用下各构件的强度与变形场满足规范的有关规定。

7.2.5 特殊结构分析处理

本工程除分缝外，还采用后浇带将楼盖分段施工，解决混凝土前期的收缩，并采用以下几个方法的措施，解决长期温差变形的问题。

适当提高楼板纵向配筋率以控制裂缝，按照“可细勿粗，可密勿疏”的原则设置。

加强混凝土的养护，采用完全浸水的方法保证混凝土在水化。

后浇带范围的混凝土慎重选用微膨胀混凝土外加剂以补偿混凝土收缩带来的不利影响。

天面及露台的楼板设双层双向拉通钢筋，以增强楼板混凝土的抗裂能力。

7.2.6 新技术与新材料的应用

在征得业主同意的情况下，将考虑在结构的合适部位采用如下新技术及新材料：
焊接钢筋网及冷轧变形钢筋；

钢筋机械接头：柱纵向钢筋及直径 $d \geq 25$ 的钢筋接头；

微膨胀混凝土：楼盖加强带。应结合当地成功经验加以使用。

7.3 电气设计

7.3.1 设计依据

建筑、结构、给排水、空调等专业所提的要求及图纸。

业主提供的相关工程设计资料、任务书及设计要求。

本工程将采用的主要标准规范与法规：

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 《建筑工程设计文件编制深度规定》 | 2016 年版； |
| 2009 全国民用建筑工程设计技术措施电气； | |
| 《建筑设计防火规范》（2018 版） | GB 50016-2014； |
| 《民用建筑电气设计规范》 | JGJ16-2008； |
| 《供配电系统设计规范》 | GB50052-2009； |
| 《20kV 及以下变电所设计规范》 | GB50053-2013； |
| 《低压配电设计规范》 | GB50054-2011； |
| 《通用用电设备配电设计规范》 | GB50055-2011； |
| 《电力工程电缆设计规范》 | GB50217-2007； |
| 《建筑照明设计标准》 | GB50034-2013； |
| 《建筑物防雷设计规范》 | GB50057-2010； |
| 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 | GB50343-2012； |
| 《交流电气装置的接地设计规范》 | GB50065-2011； |
| 《消防安全疏散标志设计、施工及验收规范》 | 广东省标准 DBJ/T15-42-2005 |
- 其它相关国家、行业及地方现行规程、规范。

7.3.2 设计范围

1. 0.4kV 配电系统；
2. 动力配电系统；
3. 照明系统；

4. 防雷与接地系统；

5. 电力监控系统。

10kV、0.4kV 变、配电系统

1. 负荷等级

消防设备用电、应急照明、安防设备等用电为一级负荷；在正常市电停电时保证蓄冷系统运行的空调水泵等为二级负荷；其余水泵、空调主机、一般照明等为三级负荷。

2. 电源

现有的制冷主机电源电压为 10kV，制冷辅机等的电源电压为 0.4kV，因此本工程的供电为两个电压等级：10kV 及 0.4kV，电网直供 10kV 高压制冷主机用电，设 10/0.4kV 变压器供制冷辅机及其他负荷用电。

3. 负荷计算

高压部分采用 10kV 进线，低压部分变压器进行负荷计算，根据计算结果，供冷站低压 0.38kV 安装容量为 4307kW，其中一期 392 kW，二期 3084kW，三期 1057 kW。考虑同时系数进行负荷计算后，一期安装 1 台 500VA 变压器，变压器负载率为 78.4%，二期安装 2 台 2000VA 变压器，变压器负载率为 77.1%，三期安装 2 台 800VA 变压器，变压器负载率为 66.1%。

4. 主接线及运行方式

10kV 中压配电系统采用单母线分段运行方式，两路 10kV 中压电源互为备用。当某路电源失电时，手动切除部分三级负荷后，合上联络开关，单母线运行，保证二级负荷及其它三级负荷运行。

0.4kV 低压配电系统采用单母线分段运行方式，平时两段母线分列运行，故障时手动切除部分三级负荷后，合上联络开关，单母线运行，保证二级负荷及其它三级负荷运行。

本工程 10kV 高压电缆下进下出，0.4kV 低压电缆上进上出。

5. 设备布置

由于受建筑面积的限制，变电所设备的布置应服从供冷站工艺的功能要求，并考虑到负荷分布、配电线路路由，本工程变配电房设置于夹层。

设计中充分考虑到工艺设备分期安装、投入使用的情况，在保证变配电系统合理的前提下，使大部分的变配电装置可以与空调设备一样，分期购买安装，节省初期投资。

6. 保护与测量

10kV 进线开关柜设电流速断保护、定时限过流保护、失压保护。变压器馈电柜设电流速断保护、定时限过流保护、零序电流保护、高温报警和超温保护。空调主机馈电柜设电流速断保护、定时限过流保护、零序电流保护。低压配电设过电流、短路保护和接地故障保护。

为防止电气火灾，本工程设漏电火灾报警系统，在每层电源总进线处装设额定漏电动作电流不大于 300mA 的漏电火灾报警控制器或带漏电附件的断路器，其切断故障回路的时间不大于 5S。（消防回路只报警不跳闸）

低压插座回路装设接地故障保护，其额定漏电动作电流为 30mA，切断故障回路的动作时间不大于 0.1S。

10kV 开关柜采用 DC110V、40AH 直流操作。在高压开关柜内设电压、电流表和带电显示装置。在各高、低压配电柜装设电力智能监控仪表，组成电力监控系统。

在 10kV 进线断路器后设专用计量柜，采用高供高计方式，每一路高压设一套。

7. 功率因数补偿

在高压空调主机配电母线侧设手/自无功集中补偿装置，使功率因数不低于 0.9，补偿装置设于电容器室。

其余 0.4kV 的各种水泵及其他设备所在变压器低压侧设置集中补偿电容器柜，按负荷运行状态，对无功功率进行自动补偿，使功率因数不低于 0.9。

8. 谐波抑制措施

本工程设有较多的变频器、软启动器，有可能产生一定的谐波污染，因此本工程在变压器低压集中电容补偿柜中串接一定容量的电抗器，抑制三次及以上的谐波。另在设计中在变电所平面布置中预留相应位置，业主可根据工程运行情况加设有源谐波滤波器。

9. 高低压设备选择

10kV 中压柜采用 PIX12 型中置式金属铠装开关柜，开关柜采用真空断路器。

10/0.4kV 变压器：采用带 IP20 防护外壳的低损耗、低噪音型干式电力变压器，绕组联结组别：D,yn11，阻抗电压 Uk:6%。

低压配电柜选用抽屉式开关柜；功率补偿采用低压电容器补偿，补偿后功率因数达 0.9 以上。采用无功功率补偿电容器串接电抗器的方法抑制高次谐波，提高功率因数，减少无功损耗。

7.3.3 动力配电系统

1. 10kV 配电系统为中性点不接地系统，0.4kV 动力与照明配电系统为三相四线制 TN-S 系统。
2. 高低压配电线路主要采用放射式配电方式，采用交联聚乙烯铜芯电力电缆。10kV 高压均采用 YJV 型交联电缆；0.4kV 低压采用 ZR (NH) YJV-1kV 型交联电缆，其中消防用电及应急照明等电缆采用 NH-YJV-1kV 耐火型电缆。室外高压线路采用电缆直接埋地敷设，室内采用电缆桥架顶棚下敷设，消防设备供电线路用槽式桥架敷设，外刷防火涂料。
3. 消防设备、监控中心、应急照明等均采用双回路专线供电，末端自动切换。所有双回路电源自动切换设备均需设电气、机械联锁装置，且其切换、保护开关均要求采用四极。为保证供电的连续性，各监控中心重要电子设备还采用不间断电源（UPS）供电。其中消防报警系统 UPS 容量 4kVA，安防系统 UPS 容量 10kVA，其连续备用时间均为 180min。
4. 配电箱、控制箱按实际情况选用挂墙式或落地式，安装于配电间内的开关箱、控制箱明装，其余的暗装。灯具开关、插座选用暗装型。
5. 每台高压空调主机配一套启动设备，经计算，拟考虑启动设备采用电抗降压启动方式，启动柜由制冷主机厂商成套配置。
6. 小于 18.5kW 的低压电机采用直接启动方式，18.5kW 及以上电机采用软启动器或变频器。

7.3.4 照明系统

根据国家照度标准，按各功能分区的环境特点和使用要求，初步确定各区照度

如下表:

房间或场所	照明功率密度 (W/m ²)			对应照度值 (lx)	Ra
	现行值	目标值	本工程值		
管理用房	11	9	10	300	80
配电装置室	8	7	7	200	60
变压器室	5	4	4	100	20
消防控制室	11	9	10	300	80
水泵房	5	4	4	100	60
冷冻机房	8	7	7	150	60
走廊、楼梯			2	50	60
电梯前厅			4	100	60

变配电房、疏散走道、楼梯间、监控中心等场所采用自带蓄电池的应急照明灯，应急照明最少持续供电时间及最低照度见下表:

房间或场所	对应照度值(lx)	应急供电时间 (min)
一般疏散区域 (疏散照明)	≥0.5	≥30
竖向疏散区域 (疏散照明)	≥5	≥30
消防控制室 (备用照明)	不低于正常照度	≥180
变配电房 (备用照明)	不低于正常照度	≥180
消防水泵房及消防风机房 (备用照明)	不低于正常照度	≥180

照明以高效节能型灯具为主。地下蓄冷间、水泵房和冷冻机房采用金卤灯，配电房、公共走道及管理用房等采用 T5 荧光灯，荧光灯管均须装电子镇流器使功率因数达到 0.9 以上。

7.3.5 防雷及接地系统

根据本建筑物电子信息系统的重要性和使用性质，其雷电防护等级定为 C 级。

1. 防雷

110kV 高压进线处、变压器高压侧负荷开关柜及变压器出线侧均装设避雷器。

保护位置 雷击放电电流

第一级 ≥12.5kA(10/350 μs)

第二级 ≥20 kA (8/20 μs)

垂直敷设的金属管道及金属物的顶端与底端与防雷装置连接。

2. 接地

本工程接地系统为联合接地系统，其接地电阻要求小于 1 欧姆。

低压配电系统的接地型式为 TN-S 系统，在配电间、竖井内设 1 根 40x4 镀锌扁钢作 PE 干线。PE 干线均直接从接地装置引出。

在合适位置预留等电位连接板。

电缆桥架及其支架全长应不少于两处与接地干线连接。

在建筑物的地下室或地面层处，以下物体应与防雷装置做防雷等电位连接：建筑物金属体，金属装置，建筑物内系统，进出建筑物的金属管线。

下列导体作总等电位联接：低压配电屏的 PE 干线，公用设施的金属管道，如空调管、给排水等管道，建筑物钢筋。

7.3.6 电力监控系统

1. 10kV 中压开关柜、0.4kV 低压配电柜和变压器设置电力监控系统。本工程电力监控系统控制室设于电气值班室内。
2. 电力监控系统采用 RS485 总线通讯方式，所有监测、控制单元带 RS485 接口，并通过 RS485 总线与监控主机进行通讯，监控主机把实时监测数据传送给管理计算机。
3. 变压器温度控制箱能通过 RS485 接口向电力监控系统提供绕组超温报警、铁芯超温报警、传感器故障等信号。
4. 直流柜控制器通过 RS485 接口将有关信息传送至监控系统。
5. 中压开关柜采用微机保护、微机测控单元进行数据采集及控制，通过总线与主控单元进行通信。
6. 低压开关柜采用智能电力测量仪进行数据采集，通过总线与主控单元进行通信。

7.3.7 节能和环保

1. 供配电系统节电措施

- 1) 变配电所及电气竖井尽量设置在负荷中心，降低线路损耗和造价。

2) 采用节能型变压器,符合《配电变压器能效限定值与节能评价值》(GB120052-2006)目标能效值要求,接线选用 D, yn11 形式,使变压器容量在三相不平衡负荷下得以充分利用,并有利于抑制三次谐波电流。

3) 采用节能性控制设备和用电设备。

4) 集中和就地设置功率因数补偿及抑制谐波装置,将功率因数提高到 0.9 以上,降低无功功率及高次谐波的损耗和干扰。

5) 设置电力监控系统,通过对各电气回路运行状态的实时监测,完成保护、测量、监视、故障报警及诊断记录等功能,进行电力负荷的系统维护和管理,有针对性制订节能措施,提高运营中的节能管理水平。

6) 采用节能高效的照明光源,本工程全部采用 LED 光源。各房间或场所的照明功率密度值均满足国家标准《建筑照明设计标准》GB50034-2013 规定的有关要求。

7) 选择高光效、高显色性、低眩光的光源和灯具。建筑室内照度、统一眩光值、一般显色指数等指标满足国家标准《建筑照明设计标准》GB50034-2013 中的有关要求。

8) 在门厅及公共走廊等公共区域设集中智能照明控制系统,分回路、分区控制各灯具,楼梯间照明采用感应开关自动控制,节约用电。

9) 对动力、照明、空调负荷进行分项计量。

2. 照明设备的节电措施

1) 按《建筑照明设计规范》GB50034—2013 严格控制照明用电指标。采用光通利用系数较高的照明设计方案。

2) 照明电源线路采用三相四线制供电,尽量使各相负荷平衡以减少电压损失。

3) 使用高效率因数的电子镇流器,以减少线路损失。

4) 采用高效光源:所有照明光源均采用 LED。

3. 电气环保

1) 各类电磁波辐射源的电磁波应符合《电磁辐射防护规定》和有关无线电干扰的规定。

2) 为减弱电气设备在运行过程中所产生高次谐波对系统的污染,在电力变压器低压侧装设电抗器和电容器,串联组成滤波电路,以消除系统中的主要谐波成分。同时在低压 380/220V 系统中配电线路始终为中性线与相线等截面配置。

3) 电力变压器选用干式变压器,电力电容器选用金属薄膜干式电容器,不存在油的污染。

4) 所有用电设备均选用低损耗、低噪音的节能环保设备。

5) 所选用的开关材料、变压器均可回收再利用,对环境不造成污染。

7.4 暖通空调设计

7.4.1 设计依据

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012

《建筑设计防火规范》(2018 版)GB50016-2014

《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017

《公共建筑节能设计标准》GB50189—2015

《公共建筑节能设计标准》广东省实施细则 DBJ15—51—2007

《公共场所集中空调通风系统卫生规范》WS394-2012

《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010

《工程建设标准强制性条文》(房屋建筑部分)(2013 年版)

7.4.2 空调设计说明

1. 室内设计参数

房间名称	夏季	冬季
	温度	温度
中心主机房区	-	5
控制室	26	18

2. 空调系统冷源及设备选择

本项目冷源采用供冷站内冷冻水。

3. 空气调节的系统形式

本项目采用采用风机盘管加新风空调系统。其末端设备选择及气流组织如下：在空调系统回风口处安装二氧化碳探测器，并与新风柜电动风阀联动，根据室内二氧化碳浓度改变新风量。

4. 空调自动控制与监测

本工程空调自控采用集中监控系统，具体内容有：

1) 集中控制

新风柜及通风机均可在控制室控制，亦可就地控制；

2) 运行状态显示

每台在控制室控制的设备均设指示灯显示其运行状态：开停，或故障；

3) 旁通控制

冷冻水供/回水主干管之间装有电动压差旁通阀，用以稳定水系统压力。空调冷水管网和末端设备变流量运行。

4) 新风柜的自动控制

新风柜的自动控制与冷风柜基本相同，但感温器置于新风柜下游的送风管内。装设在新风入口处的电动风阀与风柜风机启动器连锁，当风机启动时，新风阀打开；当风机停止运行时，新风阀关闭。空气过滤网的透气度由空气压差开关检测，当滤网两侧之压差超出设定值时，空气压差开关启动报警器，表明滤网须清扫或更换。

5) 风机盘管的自动控制

在内墙回流区距地楼面（1.4m）处设置带三速开关的挂墙式温控器，控制装在风机盘管回水管上的双位式电动二通阀（常闭式），控制表冷器盘管内的水流量以保持室温在设定值上。电动阀与风机盘管风机启动器连锁，当风机停止运行时，电动阀亦同时关闭，末端风机盘管采用静态平衡调节阀替代传统闸阀，平衡、关闭功能均能实现。

5. 空调系统的防火技术措施

1) 所有风管穿越防火分隔处和设备机房处均设 70°C 防火阀；

2) 空调系统所用的风管道材料均为不燃材料；

3) 空调系统所采用的保温材料及其粘结剂均为不燃或难燃 B1 级材料。

6. 通风设计说明

1) 通风换气量标准

序号	房间名称	换气次数（次/时）	备注
1	制冷机房	8	
2	水泵房	5	
3	变压器室	25~30	
4	配电间	8~10	

2) 地下室排风系统

地下室由库房和机电设备用房组成。机电设备用房设排风系统，机械补风。

7.4.3 防烟与排烟设计说明

1. 防烟、排烟简述

按照规范的要求，对不符合自然排烟条件的地下室及内走道设机械排烟系统。

2. 地下室的防排烟系统设计

地下设备房设排烟系统(该系统与平时排风同一系统),每个系统设一台排风机,平时排风,火灾时排烟。每台风机入口风管装一个 280°C排烟防火阀,并与风机联动。当烟温达到 280°C后,此阀关闭,风机停止运转。地下设备房采用机械补风,补风量不少于排烟量 50%。

3. 防排烟系统的自动控制

本项目防排烟系统由消防控制中心监控,防排烟系统对消防监控的要求如下:

1) 在消防控制中心的显示屏幕或模拟图上,显示火灾位置,各防排烟风机的运行状态及排烟口的开闭状态;

2) 火灾时,开启着火区域的排烟风机和补风机,关闭空调系统的防火阀和空调通风系统设备。

3) 火灾时,可在消防控制中心或就近切断通风及空调的正常电源。

7.4.4 消声减振与环境保护

为防止振动,噪声及有害气体污染室内外环境,对有关污染源采取如下防治措施:

1. 噪声的控制

凡会对室内外造成超标噪声污染的通风机及空调机均在其进出风管设消声器,在必要时进排风口设消声器或消声百页。

2. 振动的控制

凡在屋面或楼面安装的空调机、水泵、通风机均设减振基础或减振器。管道安装减振吊架，与设备连接的进出口管设软接管，防止振动传递。

7.5 给排水设计

7.5.1 设计依据

1. 本工程的有关批文（见总说明）
2. 建筑及其他专业提供的设计资料
3. 国家现行规范

《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012

《室外给水设计规范》GB50013-2006

《室外排水设计规范》GB50014-2006（2016年版）

《建筑给水排水设计规范》GB50015-2003（2009年版）

《建筑中水设计规范》GB50336-2002

《建筑设计防火规范》（2018年版）GB50016-2014

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014

《细水雾灭火系统技术规范》GB50898-2013

《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005

《采暖空调系统水质标准》GB/T29044-2012

7.5.2 设计范围

供冷站范围内的给排水及水消防系统包括以下内容：

1. 室内外生活给水系统
2. 室内外排水系统
3. 室内外雨水排水系统
4. 室内外消火栓灭火系统
5. 气体灭火系统
6. 高压细水雾灭火系统
7. 灭火器配置

7.5.3 室内外生活给水系统

1. 水源

- 1) 自来水水源：市政自来水供水管网，市政水管水压不小于 0.3MPa；
- 2) 室外消防用水：市政自来水管网提供；
- 3) 室内消防用水：由各供冷站消防水池、消防水泵房分别提供。

2. 室内冷水给水系统

- 1) 生活给水由市政管网直接供水。
- 2) 室内生活、消防给水系统分开设置。
- 3) 为保证市政管网故障时空调冷却塔补水的供水，拟设一组加压泵，利用地下室蓄水池作为备用水源。
- 4) 总用水量：171m³/h。
- 5) 室外生活给水供水点包括冷却塔补水等。
- 6) 室内生活给水供水点包括值班室卫生间，蓄水池初次充水等。
- 7) 设总水表计量，室外、室内设分水表单独计量。
- 8) 卫生间采用节水型卫生洁具。洗脸盆和小便斗采用感应式冲洗阀。
- 9) 室内外生活给水管材采用与建筑单体一致的管材。

7.5.4 室内外排水系统

1. 排水量及排水体制

本工程采用雨、污分流制。

2. 排水量

室外排水：主要是冷却塔的排水。冷却塔采用排污法稳定水质，工艺设计采用定时排污阀间断排放，排水量按补水量的 75%估算。由于该废水为优质废水，设计将之排至建筑单体中水回收管网，作为中水站的回收水源之一。

室内排水：主要是制冷系统检修及事故排水，不好定量统计。室内值班室工作人员排水量极少，卫生间排水按最小要求设置 DN100mm 排水管。

3. 室内排水系统

- 1) 值班室卫生间设置在负二层地下室，采用一体化污水提升装置加压排至室外

污水管网。

- 2) 卫生间蹲厕采用素混凝土填充下沉 60 cm，考虑设置一体化污水提升装置。
- 3) 卫生间采用粪废合流。

7.5.5 消火栓灭火系统

1. 室外消火栓系统

室外冷却塔消火栓给水系统用水量为 25L/s，由市政供水管网直接供水，市政给水管网水压 0.3MPa，可满足室外消防用水要求。

要求在室外冷却塔的四周、距冷却塔外壳 5 米外，应设置室外消防栓，数量应不少于 2 个。

2. 室内消火栓系统

- 1) 机房部分室内消火栓系统用水量 10L/s，所需水压 0.40MPa，利用蓄水池做消防水池。
- 2) 本机房室内消火栓的布置保证室内任一点有两股水柱扑救，水枪充实水柱不小于 10m。采用国标消防箱（99S202-14）（型号 SG24D65-P），内置 DN65 消火栓、 $\Phi 19$ 水枪、25m 长衬胶水带、消防卷盘及碎玻按钮各 1 个。
- 3) 室内消火栓系统管材与建筑单体统一。

7.5.6 自动喷水灭火系统

本供冷站设置在建筑单体一期工程地下室的东面，自动喷水灭火系统均由建筑单体设计单位统一考虑，本工程直接从建筑单体自动喷水主管上接入即可。

1. 自动喷水系统用水量 30L/s，所需水压 0.40MPa。就近从建筑单体内的自动喷水主管接入即可。
2. 机房按中危险 II 级设计，灭火时间 1.0 小时。
3. 中危险 II 级设计喷水强度 8L/min·m²，作用面积 160m²。
4. 湿式报警阀、系统控制及室外水泵接合器由建筑单体设计单位统一考虑。
5. 供冷站机房每层、每个防火分区设信号阀、水流指示器及末端试水装置(阀)。

7.5.7 气体灭火系统

供冷站的变、配电房属于特殊重要设备房，应设置气体灭火系统。

气体灭火系统设计介质采用S型热气熔胶。防护区的设计密度取140~130g/m³，气体浸渍时间为10min，喷放时间为90~120秒，喷口温度为150~180℃。

7.5.8 建筑灭火器配置

灭火器设置在消防柜内，火灾危险等级为中危险级。每个柜内设4具5Kg手提式干粉灭火器。主要灭A类火灾。

7.6 供冷站自控设计

7.6.1 国家有关设计标准、规范

《民用建筑电气规范》	(JGJ16-2008)
《智能建筑设计标准》	(GB / T50314-2006)
《火灾自动报警系统设计规范》	(GB50116-98)
《综合布线系统工程设计规范》	(GB50311-2007)
《安全防范工程技术规范》	(GB50348-2004)
《出入口控制系统工程设计规范》	(GB50396-2007)
《建筑设计防火规范》	(GB50016-2014)(2018年版)
《建筑物防雷设计规范》	(GBJ50057-94)(2000年版)
《分散型控制系统工程设计规定》	(HG / T20573-95)
《工业控制用软件评定准则》	(GB / T13423-1992)
《信息技术互连国际标准》	(ISO / IEC118095)
《建筑物电子信息系统防雷技术规范》	GB50343-2004
《电磁兼容性标准》	(IEC801)
《电子信息系统机房设计规范》	(GB50462-2008)
《电子计算机场地通用规范》	(GB / T2887-2000)
《通信局(站)电源系统总技术要求》	(YD / T1052000)
《电信线路遭受强电线路危险影响的容许值》	(GB6830-86)

建筑、结构、给排水、暖通空调等专业提供的技术条件及要求。

国家现行的有关规范、规程及相关行业标准

7.6.2 设计范围

1. 火灾自动报警及联动控制系统
2. 供冷站集中监控及能量管理系统
3. 机房工程

7.6.3 系统设计

1. 火灾自动报警及联动控制系统

1) 本供冷站消防报警回路接入本建筑单体消防报警控制中心系统。系统包括火灾自动报警、消防设备联动控制等。

2) 本工程选用智能型火灾自动报警控制器和联动控制装置,火灾报警控制器的报警/控制回路采用总线连接方式,并在回路中合理设置隔离模块,回路断路、短路时系统仍能正常工作。报警与联动控制各回路的地址点数量预留有不少于 15%的余量。

3) 按防火分区及使用功能划分报警区域,并按环境特点设置相应类型的火灾探测器。一般用房、走廊、一般机房(储油罐间、发电机房、开关房和网络机房)采用感烟探测器保护。

4) 在消火栓处设非编码的消火栓按钮、警铃及紧急电话插孔,主要通道及出入口处设带紧急电话插孔的手动报警按钮、警铃。在同一防火分区的任何位置到最邻近的一个手动报警按钮的距离不大于 30m。楼层消防电梯厅/消防楼梯设置楼层火灾显示屏,显示火灾部位。

5) 联动控制装置由火灾自动报警系统产品供应商配套提供。联动控制装置应能控制消防设备的启、停,接受返回信号,监视其运行状态。消防水泵等消防设备均在消防控制室设置硬线手动控制,即使系统失灵也能在消防控制室启、停这些重要消防设备并接收其反馈信号。

2. 消防栓水泵的控制

平时由压力开关自动控制稳压泵维持管网压力,管网压力过低时,直接起动主泵。消火栓按钮动作后,消防控制室显示报警部位,并直接启泵,也可由消防控制室自动或手动通过硬线控制消火栓水泵,并接收水泵反馈信号(过负荷、运行)。消火

栓水泵启动后点亮消火栓按钮灯。消防水池设水位报警。

3. 非消防电源的控制

火灾确认后，自动切断火灾现场的非消防电源，接收反馈信号。并强制接通火灾应急照明系统，并接受各种反馈信号。

1) 消防警报

2) 采用广播及警铃发出火灾警报。火灾时，先接通着火的防火分区及相邻的防火分区消防广播(二层及以上的楼层发生火灾，先接通着火层及其相邻上、下层；首层发生火灾，先接通本层、二层及地下各层；地下室发生火灾，先接通地下各层及首层)。自动消防广播结束后，火灾仍存在警铃动作。

3) 消防通信系统

a. 变配电房、主要通风和空调机房及其他与消防联动控制有关的场所设置消防电话；

b. 在消火栓处设非编码的消火栓按钮、警铃及紧急电话插孔，主要通道及出入口处设带紧急电话插孔的手动报警按钮、警铃。在同一防火分区的任何位置到最邻近的一个手动报警按钮的距离不大于 30m。

4) 报警系统供电

电源为双回路带 UPS~220V 供电，系统所需的配电装置与直流备用电由厂家成套提供。

5) 接地

本工程采用联合接地，接地电阻要求小于 1Ω ，并用专用接地干线由消防控制室接地板引至接地体

8 管网路由设计

8.1 供冷管网方案

采用何种管网布置方案，应配合用户的发展、建设、投入使用的计划，也应配合集中供冷系统的建设计划。目前主要采用两种管网形式：枝状管网、环状管网。

枝状管网系统简单，管道的直径沿途随冷负荷的减小而减小，管道金属耗量少，管网造价低，运行管理方便，易于实现分期建设，分支路调节管理。由于负荷分开多支路输送，有效减少供冷管道管径，降低管网投资。

结合规划特点及供冷站设置，建议本项目可采用枝状管网。

小管径如支干线及入户管，采用技术措施手册推荐值，按允许压力降确定管径，但流速不应大于 2m/s，支干线比摩阻不应大于 200Pa/m。

大管径长距离输送冷冻水，不同于技术手册中对单体建筑内冷冻水管道比摩阻控制的思路，以流速确定管径。国外相关技术资料建议取 2.5m/s~3.0m/s，结合已设计运营的项目经验，本项目中可根据流速 2.5m/s~3.5m/s 选取主管管径。

管道工作管管径大于等于 DN400mm 时采用螺旋电焊钢管，管材应符合《低压流体输送用焊接钢管》(GB/T3091-2008) 标准，螺旋焊缝钢管钢号 Q235B。管径小于 DN400mm 时采用无缝钢管，管道材质为 20#钢，应符合《输送流体用无缝钢管》GB/T8163-2008 标准。

8.2 供管网敷设方式

因项目前期了解供冷站周边未设置综合管廊或管沟，故本项目室外供冷管布局比道敷设采用直埋敷设方式。，敷设方式如下图：

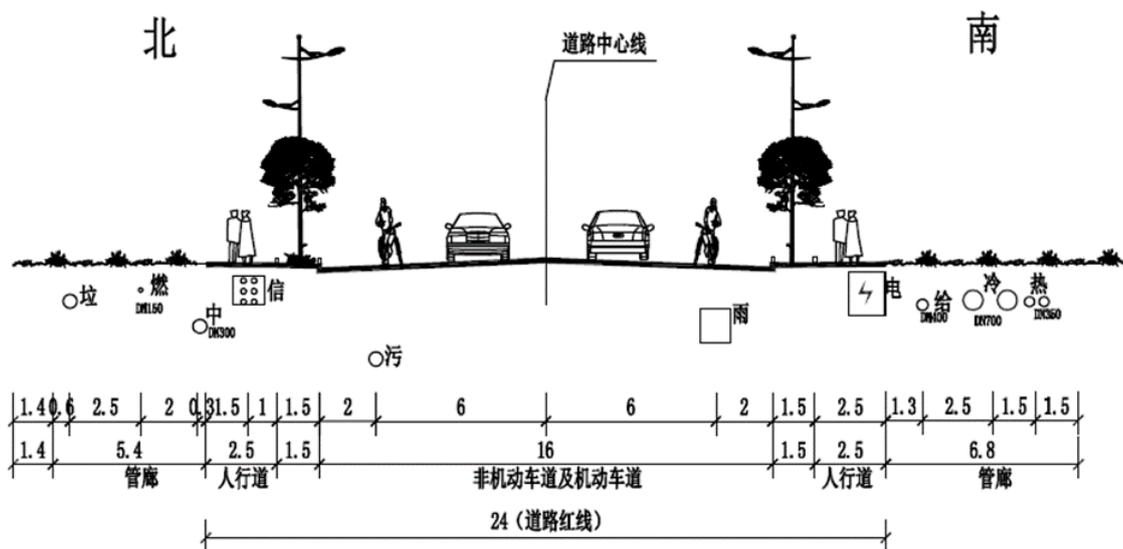
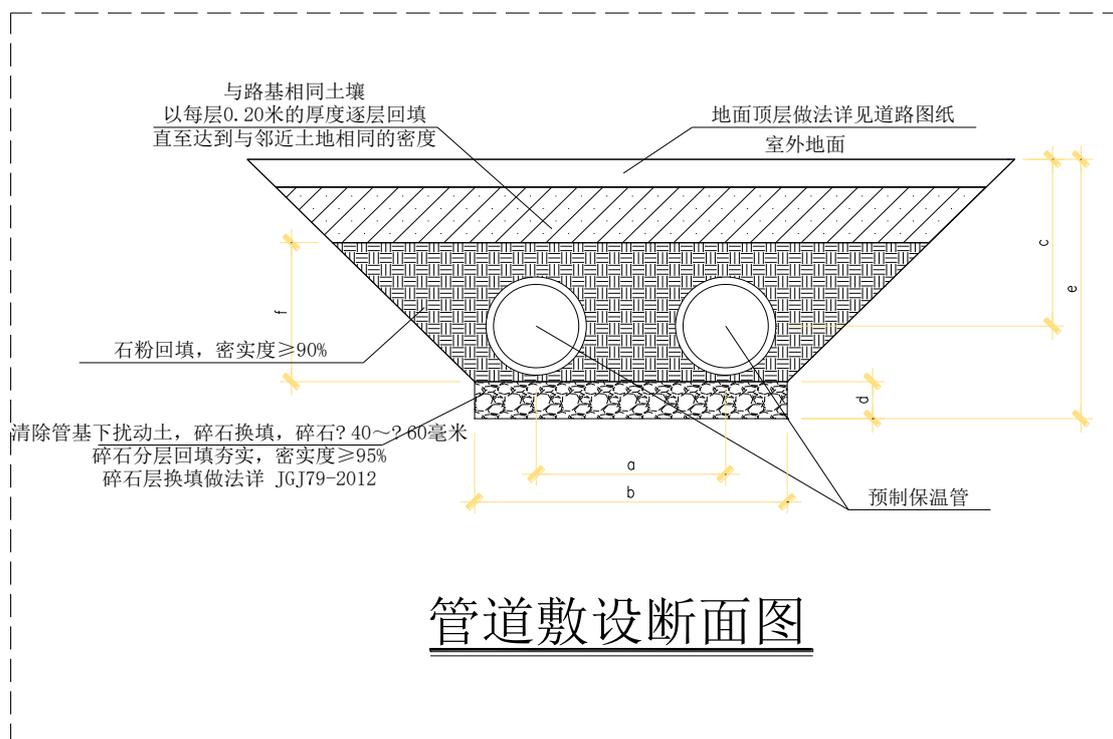


图 8-1 直埋敷设示意图



管道敷设断面图

图 8-2 管道敷设断面图

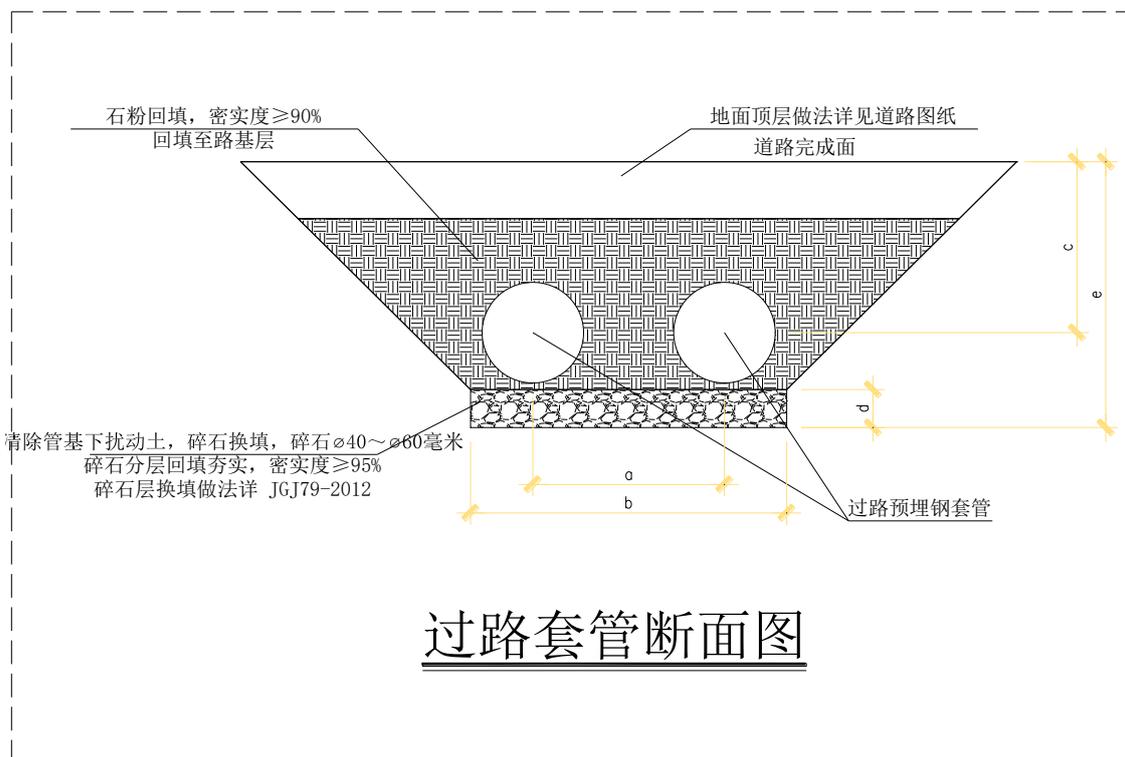


图 8-3 过路套管断面图

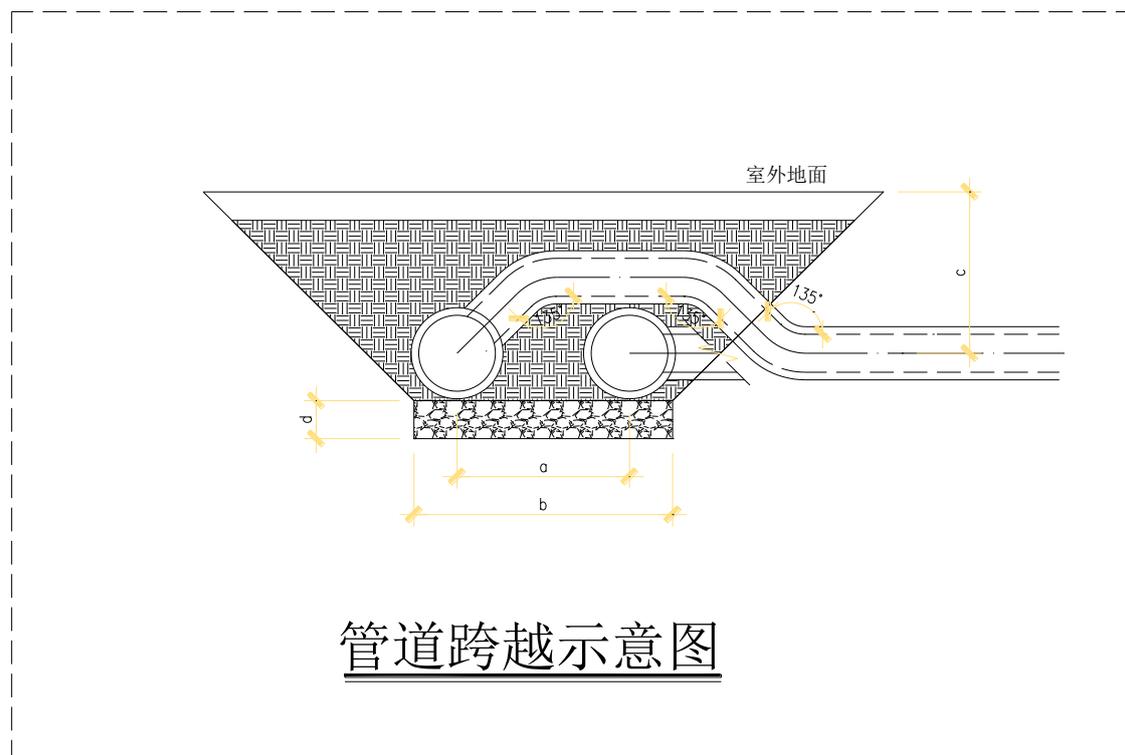


图 8-4 管道跨越示意图

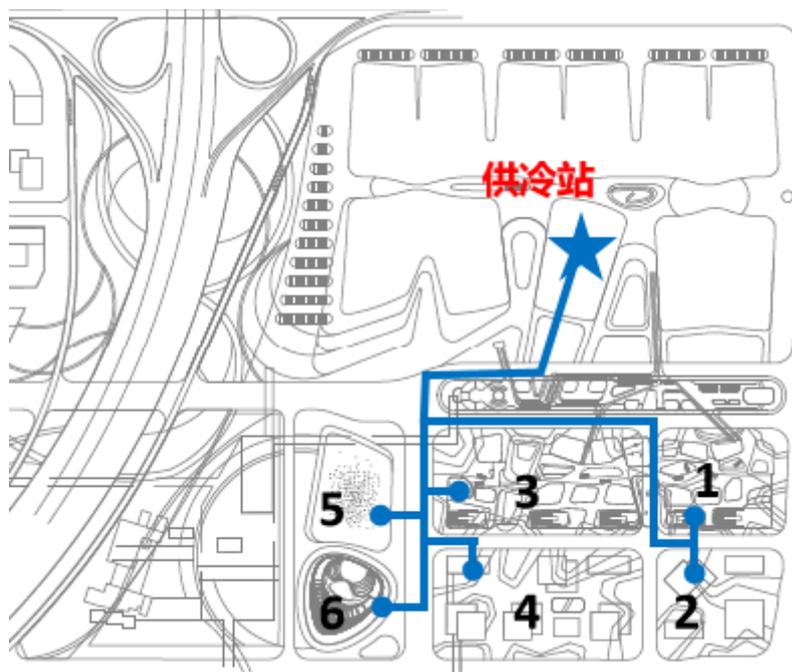
8.3 管网路由设计

因目前南侧整体还未进行施工，道路市政管线还未明确，供冷管网可研阶段

敷设按照以下原则进行设计：

- 1、主干管应在人行道或绿地下方敷设，避免进入用户红线
- 2、管线到最远端用户距离最近
- 3、用户（地块）支管接驳点应靠近冷站侧

根据相关规划图纸资料南侧配套办公商业建筑总建筑面积约 40 万平米，大致分为 6 个大地块，按照管网设原则以及道路与地块分布情况，南侧直埋管网路由设置具体如下图所示：

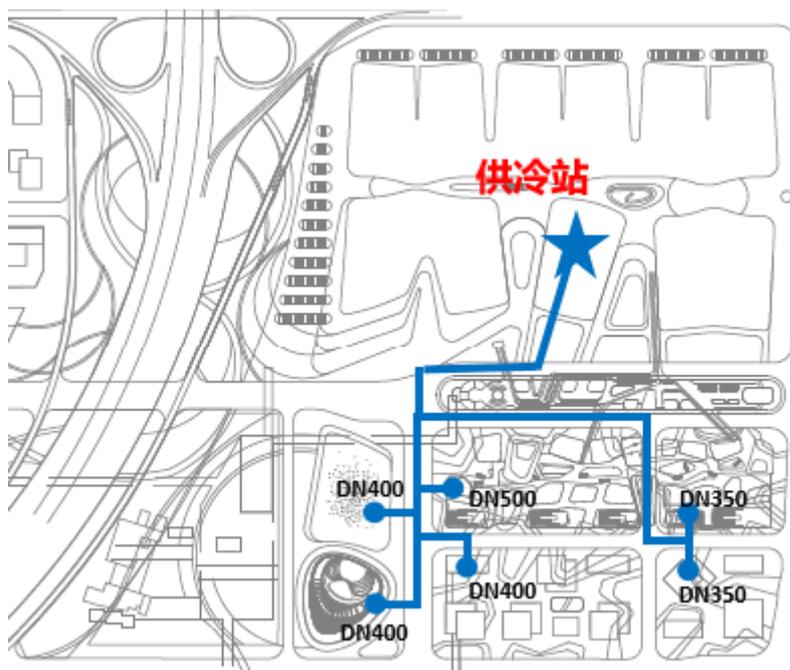


现阶段，因各地块功能类型不明确，仅能根据地块面积与建筑大致图形，判断各地块规模，具体如下图表所示：

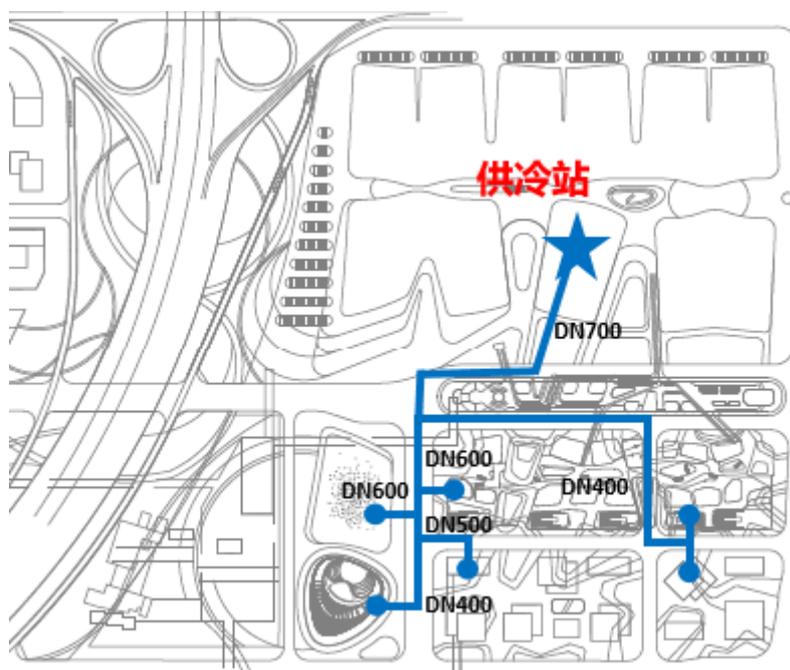
地块编号	建筑面积 (万平方米)	地块建筑设计负荷 (kW)
1	4	5228
2	4	5228
3	12	15684
4	8	10456
5	8	10456
6	8	10456

根据各地块建筑设计负荷，根据管径选取原则，确定各地块建筑支管管径，

具体如下图所示：



根据不同建筑地块负荷并考虑一定的同时使用系数（主干管同时使用系数按照 0.7 计算），计算各干管管路管径具体如下图所示：



根据管网敷设路由与管径选择可统计出直埋管网不同管径管道长度，具体如下图所示：

序号	管材	规格	材料	单位	数量
----	----	----	----	----	----

1	预制发泡聚氨酯保温钢管	DN350	钢	米	160
2	预制发泡聚氨酯保温钢管	DN400	钢	米	2128
3	预制发泡聚氨酯保温钢管	DN500	钢	米	384
4	预制发泡聚氨酯保温钢管	DN600	钢	米	320
5	预制发泡聚氨酯保温钢管	DN700	钢	米	755.2

8.4 管网水力计算

集中供冷管网设计流量，应按下式计算：

$$G = n \frac{3.6Q}{c(t_2 - t_1)}$$

式中：G----供冷管网设计流量（t/h）；

Q----设计冷负荷（kW）；

c----水的比热容[kJ/(kg·℃)]；

t1----供冷管网供水温度（℃）；

t2----供冷管网回水温度（℃）；

n----同时使用系数。

管网阻力损失计算，应按下式计算：沿程阻力(Pa)

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_j = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} + \zeta \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

式中： ΔP_m ----局部阻力（Pa）；

R——管道比摩阻，Pa/m；

L——管道平面长度，m；

α ——局部阻力损失与沿程阻力损失比值。

8.5 用户末端方案

集中供冷的冷水及通过输送管网为各用户（单体建筑）供冷，在用户入口处需设计一套用户入口装置，一般需占用十几到几十平方米的房间，用于配套安装设备和阀门等，用户入口功能有：

1. 冷量/热量计量

9 组织机构及劳动定员

9.1 组织机构

建立和完善社会主义市场经济体制，实现公有制与市场经济的有效结合，最重要的是使企业形成适应市场经济要求的管理体制和经营机制。因此，这就迫切要求对未来的供冷企业的企业结构，经营结构，生产结构按照市场经济的要求进行配置。应建立起适应市场的营销机制，客户至上的服务机制，竞争上岗的用人机制，有效控制的管理机制。

为简化管理层次，提高工作效率和管理水平，按现代化企业管理模式以经济效益和安全运行为准绳，设立组织机构。

生产运行部：下设各供冷站、空调设备、电气设备运行管理组、负责所有设备日常运行

负责所有空调设备、电气设备、仪表等日常维修及一般修理工作，应充分利用主要设备供应商设在当地专业维修机构、较大型修理工作应外协完成。

9.2 劳动定员

本工程生产及管理干部的配备考虑了满 24 小时的工作制的要求，本着简化管理层次，合理定员的原则编制劳动定员如下表所示：

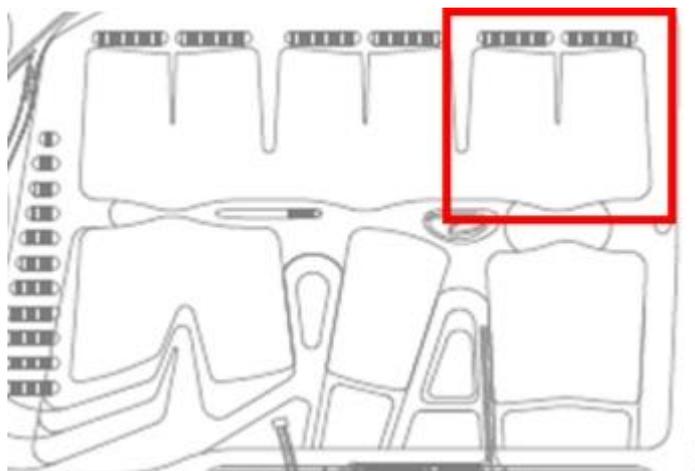
表 9-1 劳动定员编制表

序号	岗位	定员（人）
1	技术部	1
2	办公室	1
3	生产运行部	
	空调部	4
	电气部	2
	自控部	4
4	用户服务、维修部	
	用户服务	1
	维修部	2
	总计	15

10 临时供冷与分期建设方案

10.1 临时供冷方案

会展会议中心有一部分展厅建设时间先于供冷站，具体如下图所示，考虑资金成本与建设时序，该区域采用临时供冷方案。



用户提资冷源需容量较大为 2167RT，具体如下图所示：

区域类型	功能区	空调面积 (万m ²)	空调估算冷负荷指标 (W/m ²)	空调冷负荷估算量	
				kW	USRT
展厅	净展厅	1.88	350	6580	1871
	展厅商业	0.2	250	500	142
	展厅办公	0.3	180	540	154
总计				7620	2167

考虑到冷源供应的稳定性、高效以及项目投资的经济性，临时供冷方案拟采用集成式机房临时冷站方式，建设形式如下图所示：



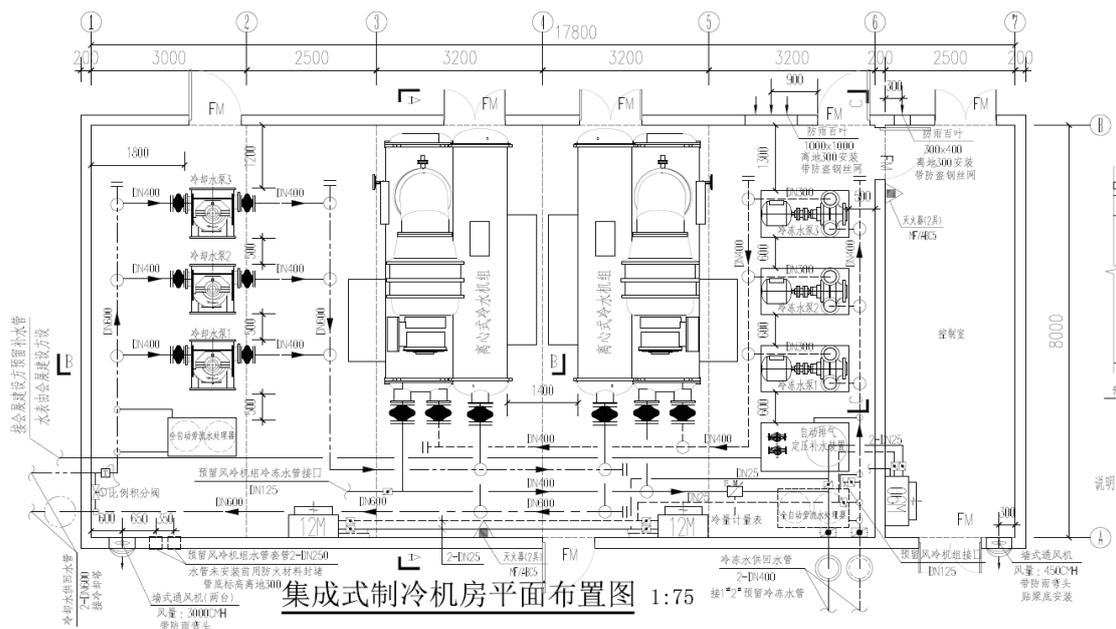
(冷却塔可放置于地面)



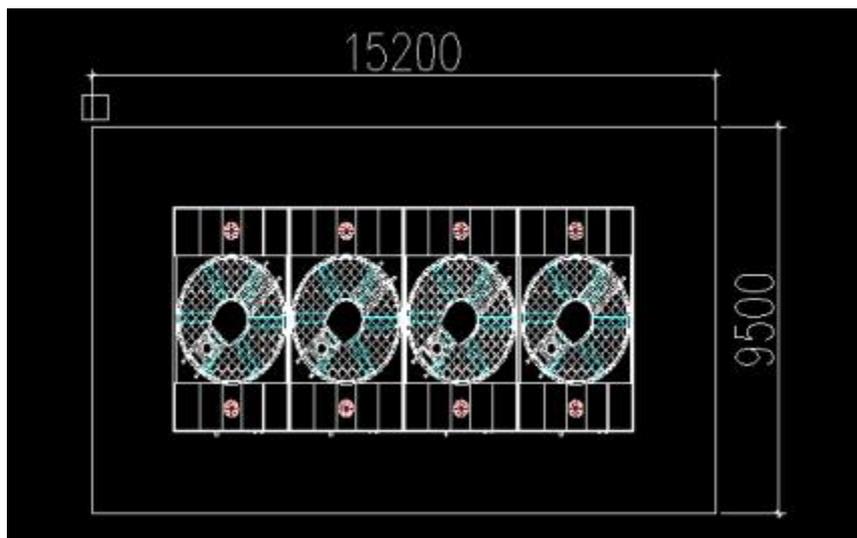
设备选型时考虑临时冷站主要设备将来可以投入的正式永久站使用，故采用两台 1200RT 电制冷主机，系统配置具体如下所示：

设备名称	参数	台数	备注
制冷主机	制冷量：1200RT	2	变频
冷冻水泵	流量：700CMH 扬程：40	3	两用一备变频
冷却水泵	流量：840CMH 扬程：18m	3	两用一备变频
冷却塔	冷却水量：700CMH	4	变频

制冷机房占地要求具体如下所示，其中机房净高要求 ≥ 4 米。



冷却塔若布置在地面，占地面积要求，具体如下图所示，其中冷却塔+基础高度 ≥ 5 米。



10.2 分期建设与滚动投资

本项目的集中供冷系统应根据用户的建设情况分期建设，分批投入，减少初期投入，提高经济效益。此外，本项目集中供冷系统的装机容量应随着用户接入率的增长而同步增长，因此其投资不是一次性投资，而是滚动投资，除供冷站土建与主干管网等需要一次性投入外，制冷主机、水泵、变配电等设备均可分期投入。

10.3 集中供冷系统分期建设计划

10.3.1 建筑投产时间表

除会展会议中心一期建设时间明确外，本项目其他地块建筑用户均没有详细的各地块出让时间信息以及各用户建设时序表，无法清晰判断每年度整个区域建筑竣工开业面积总量。参考同类型区域项目情况建设情况对本项目每年投产情况进行预估，据统计同类型新区建设周期至少在 10 年及以上。

会展会议中心一期预计 2023 年 6 月底投入使用，一期计容建筑面积约 3.4 万平方米，二期预计 2025 年底投入使用，二期计容建筑面积约 21.6 万平方米。根据展方提供相关数据，在 2027 年前会展的使用率按照 15% 考虑，之后逐年使用率按照 30%，50%，70%，90% 考虑，达到 90% 使用率后即达产，以后逐年不再考虑变化。

南侧商务商业配套建筑从 2023 年下半年开始建设，2026~2030 年，每年建成投入使用 8 万平。且建筑用户一次性接入集中供冷系统后，因受到出租率的影响，实际供冷需求有一个逐年增加的过程，根据其他项目工程经验明确逐年出租率如下：

表 10-1 建筑逐年出租率

年份	1	2	3	4	5
出租率	30%	50%	70%	90%	95%

建筑从建设完毕实现投产到达产（实现 95% 出租率）周期为 5 年，其中从第 1 年到第 5 年的出租率分别为，30%、50%、70%、90%、95%。

10.3.2 建筑供冷面积逐年增长情况

根据每年接入集中供冷建筑面积以及建筑用户的出租率，可计算出逐年接入集中供冷用户的建筑面积情况。除会展会议中心外，其他地块建筑因前期不能明确逐年接入集中供冷的建筑类型，故按照不同建筑类型同比例接入，即区域建筑冷负荷变化情况与接入当年实际供冷面积成正比，进而在计算出逐年负荷率。

表 10-2 区域逐年供冷情况

建筑面积	当年接入面积（平方米）		累计供冷面积（平方米）		负荷率
	会展会议中心	其他类建筑	会展会议中心	其他类建筑	
2023	34000		34000	0	7.80%

2024			34000	0	7.80%
2025	216000		250000	0	57.37%
2026		80000	250000	24000	59.92%
2027		80000	250000	64000	64.19%
2028		80000	250000	120000	70.16%
2029		80000	250000	192000	77.83%
2030		80000	250000	268000	85.93%
2031			250000	320000	91.47%
2032			250000	356000	95.31%
2033			250000	376000	97.44%
2034			250000	380000	97.87%
2035			250000	380000	97.87%
2036			250000	380000	97.87%
2037			250000	380000	97.87%
2038			250000	380000	97.87%
2039			250000	380000	97.87%
2040			250000	380000	97.87%
2041			250000	380000	97.87%
2042			250000	380000	97.87%
2043			250000	380000	97.87%
2044			250000	380000	97.87%
2045			250000	380000	97.87%

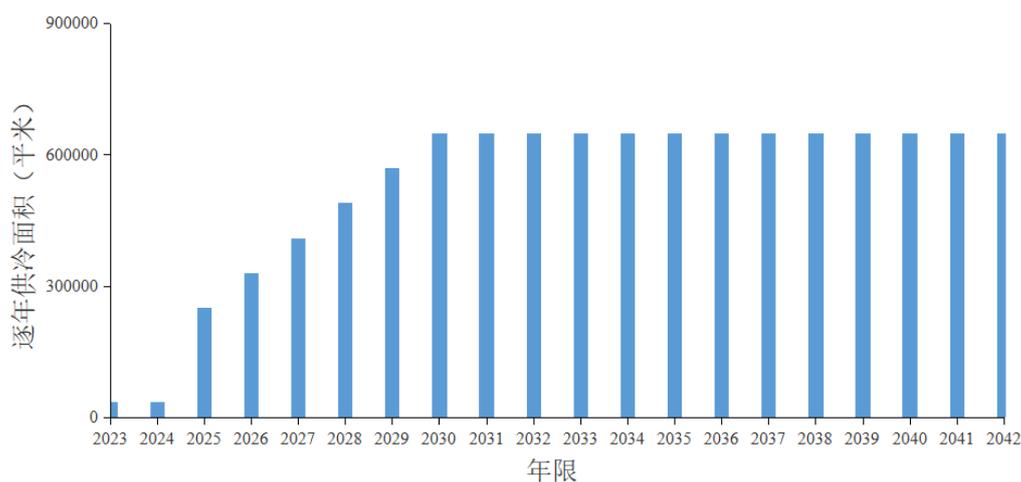


图 10 - 1 逐年供冷面积柱状图

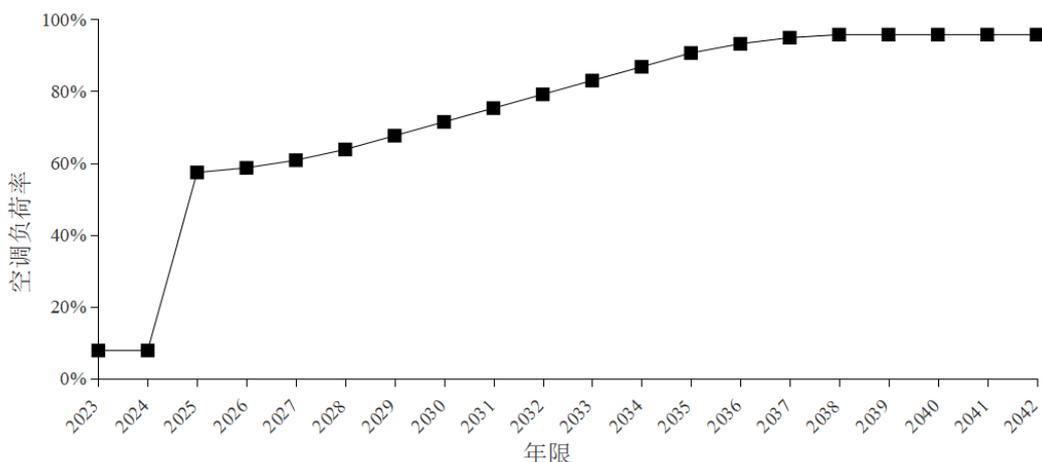


图 10-2 逐年负荷率曲线图

10.3.3 供冷站分期建设方案

从投资经济性的角度上讲，根据区域内冷负荷增长情况，项目进行分期建设。因会展会议中心分两期建设，故满足会展会议中心空调系统设备可根据用户建设时序分两期建设。

针对南侧商务商业配套建筑因预计 2026~2030 年建设完成，2035 年实现达产，考虑到本项目供冷站采用附建式建设形式，供冷站建设阶段对会展会议中心使用具有一定的影响，通常考虑分期建设不同阶段前后间隔至少 1 年，为了是项目经济性更好，减少前期资金投入，该部分建议分三期建设。

因会展会议中心二期与南侧商务商业配套建筑一期因间隔时间很短建议合并投入。因此整个项目总体上分四期进行投入建设，具体分期建设方案如下：

1. 一期（临时供冷方案）：建设时间为 2023 年初，临时冷源方案保证会展会议中心一期供冷需求。主要设备投资明细具体如下：

表 10-3 一期投资主要设备明细表

序号	名称	性能规格			单位	数量
		制冷量:				
1	离心式冷水机组	4220	kW	台	2	
	(变频)	1200	RT			
2	离心式主机	流量:	900	m ³ /h	台	2
	冷却水泵(变频)	扬程:	20	m H ₂ O		
3	离心式主机	流量:	450	m ³ /h	台	2
	一级泵(变频)	扬程:	35	m H ₂ O		
4	离心式主机	流量:	1200	m ³ /h	组	2

	冷却塔（变频）		700*2			
--	---------	--	-------	--	--	--

2. 二期（永久站第一次投入）：建设时间为 2025 年初，站内土建与站外管网一次性施工完成，临时冷站主要设备（制冷主机、冷却塔回迁永久站内），并增加相应制冷蓄冷设备满足 2026 年至 2027 年用户负荷需求。

表 10-4 二期投资主要设备明细

序号	名称	性能规格			单位	数量
1	离心式冷水机组	制冷量：	7386	kW	台	3
	(定频)		2100	RT		
2	离心式主机	流量：	1640	m ³ /h	台	3
	冷却水泵（变频）	扬程：	22	m H ₂ O		
3	离心式主机	流量：	779	m ³ /h	台	3
	一级泵（变频）	扬程：	20	m H ₂ O		
4	水池放冷泵	流量：	1520	m ³ /h	台	3
	(变频)	扬程：	20	m H ₂ O		
5	板换二次泵	流量：	1520	m ³ /h	台	3
	(变频)	扬程：	20	m H ₂ O		
6	二级泵	流量：	1400	m ³ /h	台	2
	(变频)	扬程：	40	m H ₂ O		
7	会展二次泵	流量：	1010	m ³ /h	台	8
	(变频)	扬程：	45	m H ₂ O		
8	板式换热器	流量：	2600	RT	台	3
	(融冰)					
9	板式换热器	流量：	2600	RT	台	6
10	板式换热器	流量：	750	RT	台	6
11	离心式主机	流量：	2100	m ³ /h	组	3
	冷却塔（变频）		700*3			
12	离心式主机	流量：	1200	m ³ /h	组	
	冷却塔（变频）		700*2			
13	水蓄冷	蓄冷量：	173036	kWh	个	1
			49200	RT.h		
14	水处理装置	流量：	250	L/h	套	2
		加药桶容量：	1000	L		

3. 三期（永久站第二次投入）：建设时间为 2027 年中，安装部分设备，满

足 2028 年至 2029 年用户负荷需求。

表 10-5 三期投资主要设备明细

序号	名称	性能规格			单位	数量
		制冷量:				
1	离心式冷水机组	7386	kW	台	1	
	(定频)	2100	RT			
2	离心式主机	1640	m ³ /h	台	1	
	冷却水泵(变频)	22	m H ₂ O			
3	离心式主机	779	m ³ /h	台	1	
	一级泵(变频)	20	m H ₂ O			
4	水池放冷泵	1520	m ³ /h	台	1	
	(变频)	20	m H ₂ O			
5	二级泵	1400	m ³ /h	台	1	
	(变频)	40	m H ₂ O			
6	板式换热器	750	RT	台	6	
7	离心式主机	2100	m ³ /h	组	1	
	冷却塔(变频)	700*3				
8	水蓄冷	57679	kWh	个	1	
		16400	RT.h			

4. 四期（永久站第三次投入）：建设时间为 2029 年中，安装完成剩余所有设备。

表 10-6 四期投资主要设备明细

序号	名称	性能规格			单位	数量
		制冷量:				
1	离心式冷水机组	7386	kW	台	3	
	(定频)	2100	RT			
3	离心式主机	1640	m ³ /h	台	3	
	冷却水泵(变频)	22	m H ₂ O			
5	离心式主机	779	m ³ /h	台	3	
	一级泵(变频)	20	m H ₂ O			
9	二级泵	1400	m ³ /h	台	1	
	(变频)	40	m H ₂ O			
13	板式换热器	750	RT	台	8	
14	离心式主机	2100	m ³ /h	组	3	
	冷却塔(变频)	700*3				

11 建设进度计划

为确保项目能按时、按质建成投入使用，项目建设单位应合理安排好项目建设工期，尤其是项目前期工作量较大，需做大量工作，必须做好相应规划，保证项目能顺利实施。

本项目进度规划设想如下：

表 11-1 建设进度计划表

任务名称	工期（工作日）	开始时间	完成时间
一、项目前期	84	2021年7月9日	2021年11月3日
1 可研编制	50	2021年11月4日	2022年1月13日
2 公司项目投资立项	14	2022年1月14日	2022年2月3日
3 市发改委备案	5	2022年2月4日	2022年2月11日
4 集团投资立项	10	2022年2月14日	2022年2月28日
二、一期供冷站建设 （临时冷站）	111	2023年1月1日	2023年6月5日
1 招标代理单位确定	8	2023年1月1日	2023年1月11日
2 设计招标	21	2023年1月12日	2023年2月10日
3 主设备招标采购	30	2023年2月13日	2023年3月27日
4 主设备备货	30	2023年3月28日	2023年5月9日
5 机电工程招标	30	2023年2月13日	2023年3月27日
6 机电工程施工	30	2023年3月28日	2023年5月9日
7 调试试运行	15	2023年5月10日	2023年5月31日
8 竣工验收投运	2	2023年6月1日	2023年6月5日
三、二期供冷站建设 （永久站一期）	210	2025年3月1日	2025年12月19日
1 招标代理单位确定	8	2025年3月1日	2025年3月12日
2 设计招标	45	2025年3月13日	2025年5月15日
3 主设备招标采购	45	2025年5月16日	2025年7月18日
4 主设备备货	40	2025年7月21日	2025年9月15日
5 机电工程招标	45	2025年5月16日	2025年7月18日
6 机电工程施工	90	2025年7月21日	2025年11月24日
7 调试试运行	15	2025年11月25日	2025年12月16日
8 竣工验收投运	2	2025年12月17日	2025年12月19日
四、三期供冷站建设 （永久站二期）	130	2027年7月1日	2027年12月29日
1 招标代理单位确定	8	2027年7月1日	2027年7月13日
2 主设备招标采购	45	2027年7月14日	2027年9月15日
3 主设备备货	40	2027年9月16日	2027年11月11日

广州空港中央商务区集中供冷项目可行性研究报告

4 机电工程招标	30	2027年7月14日	2027年8月25日
5 机电工程施工	70	2027年8月26日	2027年12月2日
6 调试试运行	15	2027年12月3日	2027年12月24日
7 竣工验收投运	2	2027年12月27日	2027年12月29日
五、四期供冷站建设 (永久站三期)	129	2029年7月1日	2029年12月27日
1 招标代理单位确定			
2 主设备招标采购	45	2029年7月12日	2029年9月13日
3 主设备备货	40	2029年9月14日	2029年11月9日
4 机电工程招标	30	2029年7月12日	2029年8月23日
5 机电工程施工	70	2029年8月24日	2029年11月30日
6 调试试运行	15	2029年12月3日	2029年12月24日
7 竣工验收投运	2	2029年12月25日	2029年12月27日

17 结论

根据可行性研究，本工程项目建设是必要的，技术及经济性上是可行的与国家碳中和技术路线是相一致的。具体形成以下结论：

1 供冷范围：本项目供冷范围主要包括北至迎宾大道，南至规划机场大道、东至方华公路、机场高速区域内的会展会议中心和商业商务两部分。其中，会展会议中心部分计容面积约 25 万平方米，包括会展会议中心、展览场馆、地下附属设施；商业商务部分计容面积约 40 万平方米，包括产业办公、公寓、五星级酒店、地上商业（含免税店）、地下商业、村留用地物业、地下车库及设备用房等。

2 工程投资界面：本项目投资范围主要包含供冷站内部分土建及装饰工程、机电安装工程以及站外管网工程，其中出站外直埋管网投资边界从冷站至用户红线，以及用户侧板换工程，具体边界划分详见“投资估算章节”。

3 制冷工艺：采用水蓄冷技术方案，实际蓄冷率为 22%，选用 7 台 2100RT 定频离心式电制冷主机+2 台 1200RT 变频离心式电制冷主机，最大蓄冷量为 65600RTH，冷冻水供回水温度为 4/12℃。供冷站制冷系统分四期安装，一期为临时冷，建设时间为 2023 年初，采用集成式机房，安装两台 1200RT 电制冷主机及配套设备；二期建设时间为 2025 年初，站内土建与站外管网一次性施工完成，临时冷站主要设备（制冷主机、冷却塔）回迁永久站内，并增加 3 台 2100RT 电制冷设备及配套蓄冷设备；三期建设时间为 2027 年中，增加 1 台 2100RT 电制冷设备及配套蓄冷设备；四期建设时间为 2029 年中，安装完成剩余所有设备。

4 工程投资估算：项目静态总投资额 19033.83 万元，其中一期静态总投资额 1224.59 万元，二期静态总投资 12193.01 万元；三期静态总投资额 2238.88 万元；四期静态总投资额 3377.35 万元。

5 收费方案：项目采用一部制收费方案，即按照用户实际使用冷量进行收取，不再收取用户接入费用。其中，临时冷站供冷冷价按照 0.82 元/kWh 收取，待永久站建成后，会展会议部分冷价按照 0.785 元/kWh 收取，配套商业区域冷价按照 0.72 元/kWh 收取。

6 项目收益：总投资所得税后内部收益率为 8.07 %，投资回收期为 13.35 年

(含建设期)。

7 本项目可实现年减碳量 2.78 万吨，减少电气装机容量 16MVA，节约制冷剂充注量 18 吨。