

文章编号: 1671-6612 (2025) 05-766-10

某区域能源站 基于中水与热源塔热泵的水蓄能供能设计

涂书阳 李 玥 刘希臣 闵晓丹

(中国建筑西南设计研究院有限公司 成都 610041)

【摘 要】 为提高区域能源站的经济性、节能性与运行可靠性,设计提出并应用了多项创新技术方案。首先,基于场地条件,优先选用温度稳定性高、运行成本低的中水作为热泵系统的取放热源,有效降低了冷热源温度波动,保障了主机高效运行。第二,配置热源塔作为备用冷热源,其场地适应性强,显著提升了系统整体可靠性与能效水平。第三,为优化运行经济性并增强负荷调节能力,结合热泵系统引入水蓄能技术,实现冷热双蓄。通过负荷特征分析与全年动态模拟,对不同蓄冷率方案进行技术经济性比选,确定最佳蓄冷率为 36%;在该配置下,冬季日间负荷可完全由夜间蓄热供给。综合应用上述技术,本区域能源站设计成功实现了经济、节能、高效等多重目标。方案形成过程中的关键技术比选与优化方法,对同类项目具有参考价值。

【关键词】 冷热同蓄;集中供能;技术经济分析

中图分类号 TU831.6 文献标志码 B

Design of Water Thermal Energy Storage Based Power Supply for A Regional Energy Station Using Reclaimed Water and Heat-Source Tower Heat Pumps

Tu Shuyang Li Yue Liu Xichen Min Xiaodan

(China Southwest architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Chengdu, 610041)

【Abstract】 To enhance the economy, energy efficiency, and operational reliability of the regional energy station, this design proposes and applies multiple innovative technical solutions. Based on site conditions, reclaimed water-characterized by high temperature stability and low operating costs-is prioritized as the heat source/sink for the heat pump system. And it effectively reduces temperature fluctuations of the cooling/heat sources and ensures efficient operation of the main units. Secondly, heat-source towers are configured as backup cooling/heat sources. Their strong site adaptability significantly improves the overall system reliability and energy efficiency. Thirdly, to optimize operational economy and enhance load regulation capability, water thermal energy storage (TES) technology is integrated with the heat pump system, enabling dual cold and heat storage. Through load characteristic analysis and annual dynamic simulation, technical-economic comparisons of different thermal storage ratios are conducted. The optimal thermal storage ratio is determined to be 36%. Under this configuration, winter daytime loads can be completely supplied by nighttime heat storage. By comprehensively applying these technologies, the design successfully achieves multiple objectives: economy, energy savings, and high efficiency. The key technical comparison and optimization methodologies developed during the solution formation process provide reference value for similar projects.

【Keywords】 Dual cold/heat storage; Centralized energy supply; Techno-economic analysis

作者简介: 涂书阳 (1991.10-), 男, 硕士, 工程师, E-mail: terrytu100@163.com

通讯作者: 刘希臣 (1983.12-), 男, 博士, 高级工程师, E-mail: liuxichen1983@126.com

收稿日期: 2025-06-30

0 引言

随着我国城市化进程持续推进, 大量城市新区、功能区的建设都会在前进行区域级的规划, 区域内建筑供冷供热需求也在这个阶段被纳入了考虑。区域能源站具备经济和技术两方面的优势, 经济上可发挥规模效应, 降低投资成本; 技术上集中的能源生产、分配和管理, 有利于能源的高效利用和优化配置, 能源站内多机组互为备用, 稳定可靠。对于建筑单体, 由于集中供能的存在, 可取消空调室外设备如冷却塔、室外机等, 减少噪音、飘水等问题, 同时利于建筑立面及屋面的设计美观。因此, 区域能源站得到越来越多的关注和应用。

近年来的能源站冷热源方案中常将蓄能技术纳入考虑, 我国的湖南、安徽、江苏等省份均已较多应用了蓄能技术的能源站案例^[1-4]。一方面通过蓄能可利用峰谷电价降低运行费用, 选配冷热主机容量亦可减小, 从而降低初投资; 另一方面伴随如光伏、风能等清洁绿电的引入, 蓄能可缓解新型电力的波动性、随机性等问题, 实现柔性用能^[5,6], 为供能地块提供稳定可靠的能源保障, 极端情况下

还可作为应急冷热源投入使用。以往的蓄能项目常仅采用蓄冷, 而在践行“双碳”目标, 建筑全面电气化的大背景下, 传统热源如燃煤、燃气锅炉使用受到限制, 各类热泵则越来越被重视, 也为冷热双蓄提供了可能性, 不仅避免了冬季的直接碳排放, 还可提高蓄能装置全年的利用率, 进一步提升了蓄能技术的应用价值。本次设计的能源站方案正是顺应以上政策和技术发展趋势, 合理选用热泵配合蓄能技术, 全年为区域稳定供应空调冷热水, 实现高效节能运行。

1 工程概况

项目位于成都市中心南部、锦江两岸, 园区总面积为 9.3 平方公里, 其中供冷供热面积为园区内三期商业用地, 三期总用地面积为 3.6 平方公里。供冷供热片区分为四个, 各片区供冷供热半径约 350–900m, 供冷面积 60–130 万 m² 不等。本项目为其中 A 区供能, 供能面积约 89 万 m²。

本项目范围内具备可用污水、中水资源, 其整体分布情况如图 1 所示。

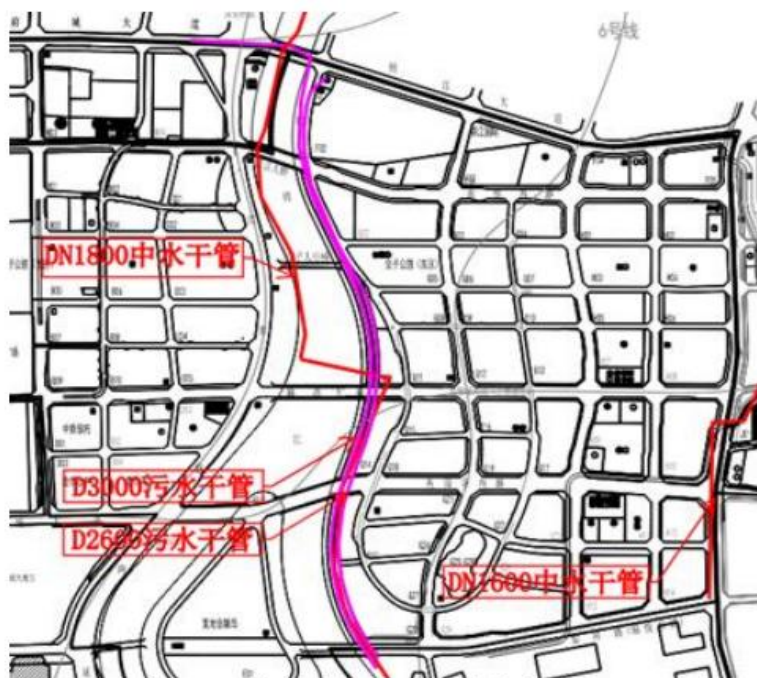


图 1 项目周边市政资源

Fig.1 Municipal Resources Surrounding the Project

1.1 污水

污水来自市政污水主管, 来源为各地块内各污水排放点, 主要为生活污水、城市降雨以及纳管工

业废水的混合物, 组成复杂, 含有大量溶解性化合物和胶体状态化合物, 需排放至污水管道, 再输送至污水处理厂集中处理。根据排放标准《污水排入

城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）及当地相关规定，对用于区域供冷供热所需要的水质主要指标参数进行检测。基准项中除酸碱度外，其余指标如电导率、氯离子、硫离子等均不满足，因此可认定污水水质无法直接进入主机，需间接换热，基于机房面积、设备投资等考虑，最终本项目放弃利用污水。

1.2 中水

中水一般是指生活污水、工业废水或雨水经过处理后达到一定水质标准，可在非饮用水领域重复利用

的水资源，由于其稳定的水源、恒定的水温等特点，目前在能源站类项目中得到较多关注与应用^[7,8]。

1.2.1 中水水质

本项目范围内，中水管为污水处理厂处理后往下游输送的主管，下游作为景观水使用，水质达《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T 18921-2019）中规定的景观环境用水的再生水水质要求，并满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T 18918-2002）中一级标准中 A 类标准。中水水质主要指标参数检测结果如表 1 所示。

表 1 项目中水水质检测对标结果

Table 1 Benchmarking Results of Reclaimed Water Quality Testing for the Project

	项目		基准值	对标情况	
				中水	结论
基准项	酸碱度 pH(25℃)	—	6.5~8.0	6~9	满足
	电导率(25℃)	uS/cm	<800	200~300	满足
	氯离子 Cl ⁻	mg(Cl ⁻)/L	<200	250	不满足
	硫酸根离子 SO ₄ ²⁻	mg(SO ₄ ²⁻)/L	200	250	不满足
	酸消耗量 (pH=4.8)	mg(CaCO ₃)/L	<100	350	不满足
	全硬度	mg(CaCO ₃)/L	<200	450	不满足
参考项目	铁 Fe	mg(Fe)/L	<1.0	0.2~0.4	满足
	硫离子 S ²⁻	mg(S ²⁻)/L	检验不出	0.1	不满足
	铵离子 NH ₄ ⁺	mg(NH ₄ ⁺)/L	<1.0	5	不满足
	氧化硅 SiO ₂	mg(SiO ₂)/L	<50	无数据	—

由表 1 可看出，基准项中除氯离子、硫酸根离子两个腐蚀性指标及碱度、硬度两个结构性指标稍微偏离标准外，其余酸碱度、电导率两个同时影响腐蚀及结垢的指标均满足，在采用一定防结垢措施下，可直进主机换热，用作夏季冷却、冬季吸热。同时可补充机械过滤措施减少可能的悬浮物堆积情况。

1.2.2 中水水温

根据测量结果，项目管段所在地夏季最热月最热周，周平均气温约 31.8℃，最低温 26℃，最高温 39℃。泵站出水温度平均约 27.8℃，范围在 27.5℃~28.1℃之间。泵站出水温度全天较为平稳，全周测量结果，除 17:00~19:00 左右上升至 28℃，其余时间均在 27℃以下，随气温变化幅度不大，出水温度相对稳定。

1.2.3 中水水量

本项目夏季中水供水量约 12.5 万吨/日，冬季

约 30 万吨/日，全天逐时供水量较为稳定。与此同时因为中水系统存在极端情况下断供可能性，本项目仍需要考虑设置保障性手段。

1.3 能源价格

1.3.1 电价

根据相关地方规定，该地区执行峰谷分时电价政策，适用于本项目的分时电价时段如下划分：

高峰时段：10:00-12:00、15:00-21:00；

平段：7:00-11:00、12:00-15:00；

低谷时段：23:00-次日 7:00。

其中高峰时段电价在平段电价基础上上浮 60%，低谷时段电价在平段电价基础上下降 60%。考虑到本项目主机会采取 10kV 供电，整理后得到的本项目逐时用电价格如图 2 所示，其中峰谷电价比约为 3.28。

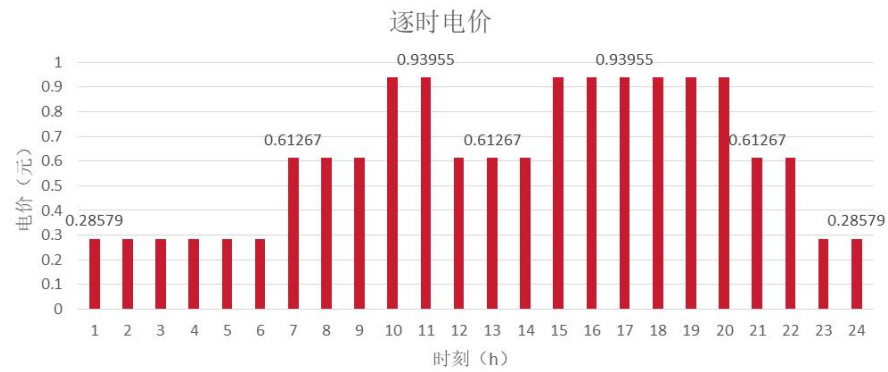


图 2 项目峰谷分时电价分布

Fig.2 Time-of-Use Tariff Structure for the Project

1.3.2 水价

本项目用水为非居民生活用水，自来水+污水处理费合计 4.43 元/吨。中水用水费 0.2 元/吨。

例如表 2 所示。

表 2 A 区建筑功能面积

Table 2 Floor Area of Zone A			
名称	办公面积/m ²	商业面积/m ²	合计/万 m ²
A 区	646373	251367	89.77

2 负荷分析

2.1 负荷测算

对于区域能源站负荷，由于区域内各个地块开发进度不同，且能源站设计常处于整个片区规划前期，很难准确获取区域负荷。本站设计时，考虑将整个区域空调负荷可以按照不同种类建筑功能，分别计算各类建筑单位面积负荷指标，配合各个地块的建筑功能面积占比，加权后得到区域的负荷测算结果。

项目所在地成都市夏季：空调计算干球温度 31.8℃，空调计算湿球温度 26.4℃，空调计算日平均温度 27.9℃，通风计算干球温度 28.5℃，大气压力 948hPa，室外平均风速 1.2m/s。冬季：空调计算干球温度 1.0℃，空调相对湿度 83%，通风计算干球温度 5.6℃，大气压力 963.7hPa，室外平均风速 0.9m/s。

本次建设能源站供应的 A 区建筑功能面积比

用于测算的建筑围护结构性能参数如表 3 所示。

表 3 建筑围护结构性能参数

Table 3 Performance Parameters of Building Envelope Structure		
围护结构部位		传热系数 K[W/(m ² ·K)]
屋面		0.40
外墙 (包括非透光幕墙)	围护结构热惰性指标 D<2.5	0.60
	围护结构热惰性指标 D>2.5	0.80
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		0.70
单一立面外窗 (包括透光幕墙)	窗墙面积比>0.80	1.8

其余设计参数如表 4 所示。

表 4 人员密度、新风量、设备、照明负荷取值

Table 4 Design Criteria for Occupant Density, Outdoor Air Volume, Equipment, and Lighting Loads				
建筑类型	人均占有的建筑面积/(人/m ²)	人均新风量/[m ³ /(h·人)]	电气设备功率/(W/m ²)	照明(W/m ²)
办公建筑	10	30	15	8
商业建筑	8	30	13	9

参考《实用暖通空调设计手册》中，因本项目包含商业、办公，因此采用按照 0.7 的同时使用系

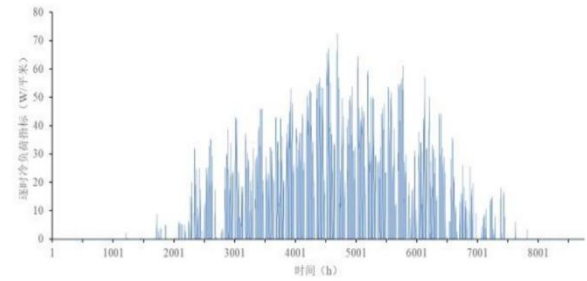
数。根据以上数据计算得到办公、商业建筑的全年空调负荷主要参数及全年逐时负荷曲线如表 5、图

3 和图 4 所示。

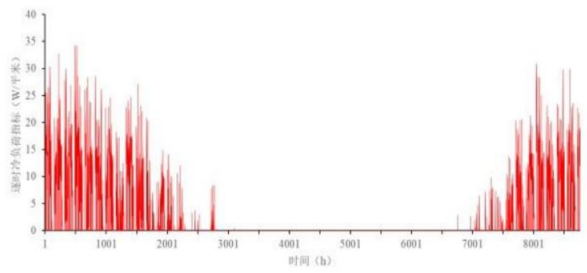
表 5 办公及商业建筑主要冷热负荷指标及运行参数

Table 5 Key Cooling/Heating Load Intensities and Operational Parameters for Office & Commercial Buildings

Buildings		
参数	办公	商业
冷负荷设计指标/(W/m ²)	72	103
单位面积用冷量/(kWh/m ²)	51	101
热负荷设计指标/(W/m ²)	34	53
单位面积用热量/(kWh/m ²)	18	34
夏季运行小时	1907	2316
夏季运行天数	127	145
冬季运行小时	1409	1668
冬季运行天数	94	104



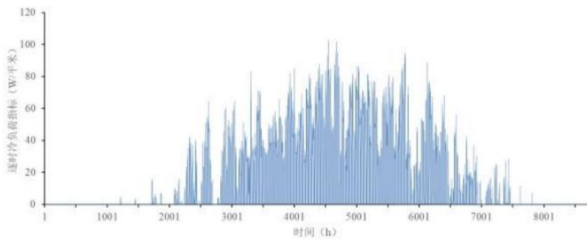
(a) 冷负荷



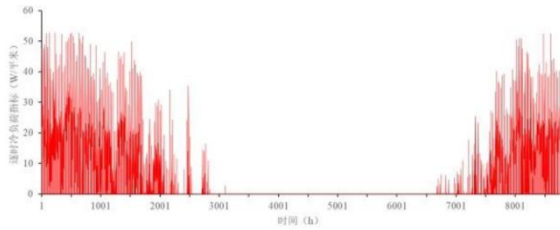
(b) 热负荷

图 3 办公建筑冷、热负荷全年分布

Fig.3 Annual Cooling and Heating Load Profiles for Office Buildings



(a) 冷负荷



(b) 热负荷

图 4 商业建筑冷、热负荷全年分布

Fig.4 Annual Cooling and Heating Load Profiles for Commercial Buildings

2.2 负荷特征分析

由负荷计算结果可知，不同建筑类型，热负荷与冷负荷比例均在 1/2 左右，同时单位面积用冷量与用热量比例基本保持在 30%左右。通过模拟计算得到不同建筑类型夏季与冬季逐时负荷数据如表 6 所示。

表 6 典型设计日冷热负荷指标

Table 6 Cooling and Heating Load Intensities on Typical Design Day

时间	办公建筑		商业建筑	
	冷负荷指标 W/m ²	热负荷指标 W/m ²	冷负荷指标 W/m ²	热负荷指标 W/m ²
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	29.80	23.56	0.00	0.00
8	52.56	34.26	46.41	52.72
9	64.27	29.64	52.75	50.52
10	67.61	24.52	74.72	39.31
11	72.30	20.16	84.07	31.34
12	70.54	17.62	92.01	26.50
13	70.33	13.69	93.05	20.07
14	72.38	8.45	91.65	12.01
15	72.05	8.05	95.29	11.22
16	67.18	10.72	89.11	15.62
17	60.19	11.74	79.53	17.36
18	45.64	11.18	69.71	18.61
19	34.64	9.06	65.07	20.37
21	16.80	6.87	69.28	24.08
22	0.00	0.00	39.72	26.95
23	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00

由表 6 可知，本项目设计日无夜间基础负荷，且主要负荷集中于白天时段，建筑主要用能需求集中于白天。其中冷负荷主要集中于 10-17 点，热负荷主要集中于 7-11 点。代入本项目所供能的 A 区不同类型功能面积后，得到项目总冷热负荷如表 7 所示。

表 7 典型设计日总冷热负荷

Table 7 Total Cooling and Heating Loads on Typical Design Day

时间	办公建筑		商业建筑		总计	
	冷负荷 kW	热负荷 kW	冷负荷 kW	热负荷 kW	冷负荷 kW	热负荷 kW
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	19261.92	15228.55	0	0	19261.92	15228.55
8	33973.38	22144.75	11665.94	13252.07	45639.32	35396.82
9	41542.41	19158.5	13259.61	12699.06	54802.02	31857.56
10	43701.3	15849.07	18782.14	9881.237	62483.44	25730.31
11	46732.79	13030.89	21132.42	7877.842	67865.21	20908.73
12	45595.17	11389.1	23128.28	6661.226	68723.45	18050.32
13	45459.43	8848.85	23389.7	5044.936	68849.13	13893.79
14	46784.5	5461.854	23037.79	3018.918	69822.28	8480.772
15	46571.19	5203.305	23952.76	2820.338	70523.96	8023.643
16	43423.36	6929.122	22399.31	3926.353	65822.67	10855.47
17	38905.21	7588.422	19991.22	4363.731	58896.43	11952.15
18	29500.48	7226.453	17522.79	4677.94	47023.27	11904.39
19	22390.37	5856.142	16356.45	5120.346	38746.82	10976.49
20	14258.99	5222.696	17854.6	5462.205	32113.59	10684.9
21	10859.07	4440.584	17414.71	6052.917	28273.78	10493.5
22	0	0	9984.297	6774.341	9984.297	6774.341
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0

由表 7 可知最大冷负荷为 70524kW 出现在 15 点，最大热负荷为 35397kW 出现在 8 点，白天用能总时长为 16 小时，夜间无基载负荷。

3 能源站蓄能率确定

3.1 冷热源方案的确定

3.1.1 主机形式

根据项目周边可利用的再生资源条件及负荷分析，确定本项目主要应用中水源热泵，但由于中水属于市政资源，存在流量不足及断供等可能性，

为提高整个系统可靠性，考虑引入热源塔作为上述不利工况的备用方案。热源塔通过循环介质与空气换热，在夏季作用同冷却塔，将室内余热排向大气，在冬季则通过比室外温度更低的循环介质从空气中吸热，通过热泵提升热能品位向室内供热，此时为避免循环介质冻结，需加入一定浓度防冻液。热源塔有效为热泵机组冬夏两用提供了便利条件，避免了如地源热泵需打井、水源热泵需靠近水源等对场地、选址方面的较高要求和局限性，利于暖通设计师与土建专业配合，可实施性强。

结合冬夏季负荷分析,该供能区域的夏季负荷约为冬季负荷的 2 倍,单工况冷水机组比热泵机组夏季能效更高,故在热泵机组能够保障冬季供暖要求的基础上,扣除热泵夏季供冷能力的其余冷负荷可考虑由单工况冷水机组承担,提高系统夏季整体能效。

3.1.2 蓄能方式

目前常用的蓄能方式为冰蓄冷和水蓄冷,冰蓄冷主要优势在于蓄能温差大,相变潜热高,可有效节省蓄冷装置体积及占地面积,站外管网用量等成本也可降低,但冰蓄冷主机较难兼顾冬季蓄热,主要原因在于工程实际中能够实现制冷、制冰、制热的三工况主机一般需采用双蒸发器,设备投资增量

大,市场上实际可供货厂家偏少,若实际采用冰蓄冷,还需单独配置供热或蓄热热源,冷热源及蓄能装置全年利用率均不佳,且项目所在地不允许锅炉的使用。热泵结合水蓄能则可较容易实现冷热同蓄,虽然相较于冰蓄冷的水蓄能装置体积更大,但本项目通过多方论证,具备蓄水池建设条件。

综合上述考虑,同时结合本项目负荷特点和用能需求,选用中水源热泵(热源塔备用)配合水蓄能的冷热源方案,如图 5 和图 6 所示,夏季采用热泵机组可实现制冷+蓄冷,冬季制热+蓄热。后续蓄能率确定均基于此冷热源方案考虑。构建的系统可实现单蓄能、热泵单独供冷(热)、热泵与蓄水池同时供冷(热)、蓄能单独供冷(热)等多种工况。

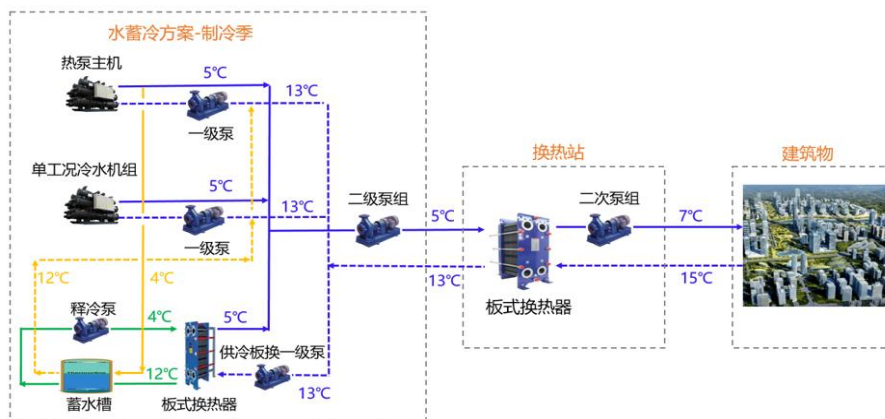


图 5 夏季供冷流程图

Fig.5 Summer Cooling System Flow Diagram

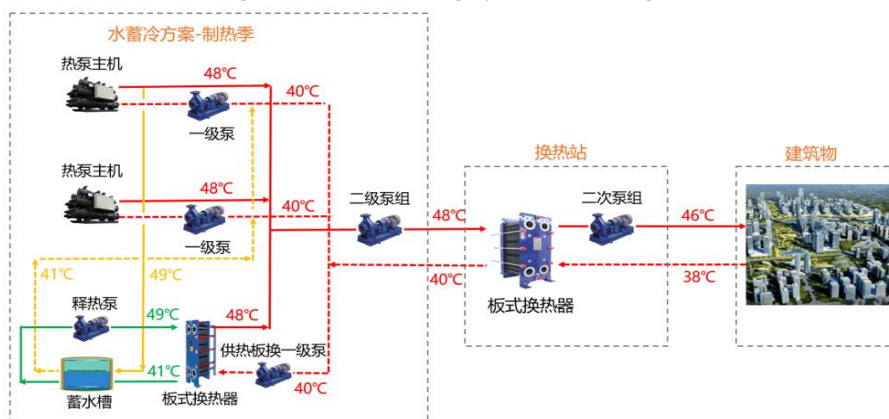


图 6 冬季供热流程图

Fig.6 Winter Heating System Flow Diagram

3.2 蓄能率确定方法

目前常用的蓄能率确定方法为负荷均衡法,本项目按供冷季负荷进行测算,采用热泵机组或配合单工况冷水机组,白天时热泵(制冷机)和夜间蓄存的冷冻水共同满足设计日累计负荷需求;夜间根

据蓄能率,投入部分或全部热泵(单工况冷机)蓄存冷量。

实际测算时,按蓄冷率由小到大间隔 5%增量计算为满足白天累计负荷以及夜间蓄冷所需配置的主机装机容量。本项目主机装机容量随蓄冷率的

测算结果如图 7 所示。

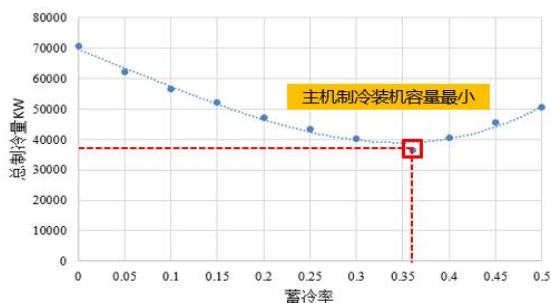


图 7 主机装机容量随蓄能率变化

Fig.7 Variation of Main Plant Installed Capacity with Thermal Storage Ratio

由图 7 可看出,主机制冷装机容量随蓄冷率增

加先逐渐降低,到达 36%蓄能率的拐点后,此后为满足蓄能所需制冷量开始占主导,主机制冷装机容量再次上升,直至达到全负荷蓄冷时,主机制冷装机容量将达到另一个高点。

3.3 经济性分析

经济性是冷热源方案比选重要的评价标准,按不同蓄冷率配置的装机容量结果还需代入经济计算模型(见图 8),对应计算不同蓄能率下的初投资及年运行费,统一折算为费用年值进行比较,寻求经济性上最优的结果。

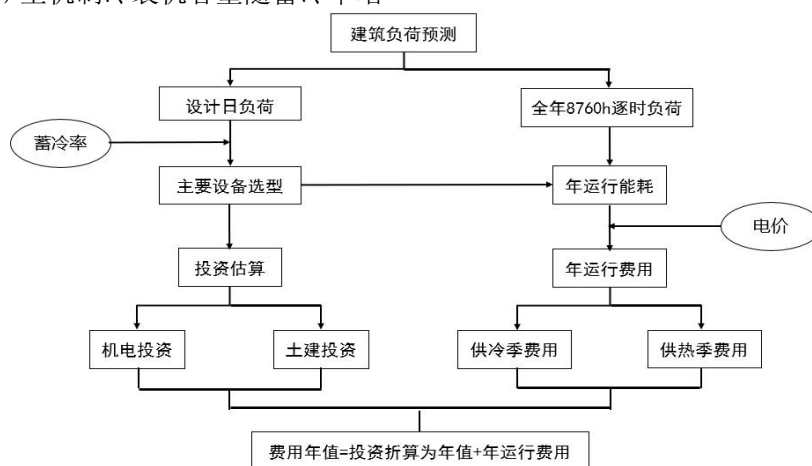
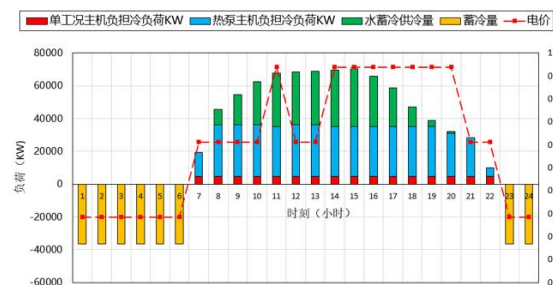


图 8 经济计算模型

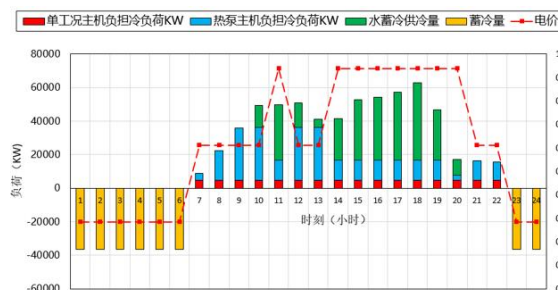
Fig.8 Techno-Economic Assessment Model

初投资包括机电投资和土建投资,前者根据设备容量选型即可估算,后者则需要根据蓄能率,考虑斜温层、其他不便利用空间后计算出蓄水池容积,反馈给土建专业,进而计算土建建设成本。

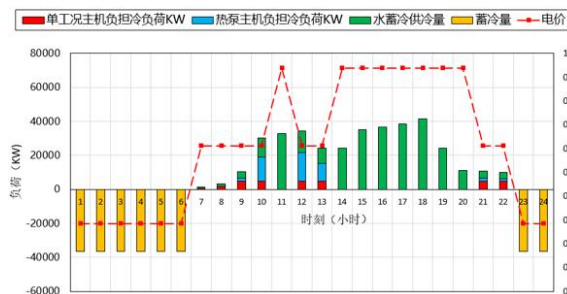
在年运行能耗计算时需要确定一种释冷策略,既保证白天用能时每个时刻均满足负荷需求,又要尽量在高峰电价时减少主机的运行,因此,本项目测算时按照如下策略:在供冷季,“释冷优先,负荷均衡”,优先将蓄冷用于补足主机容量不能满足峰值负荷的时刻;若蓄冷量有剩余,则优先投用于电价峰段,充分发挥蓄冷的经济性优势;若还有剩余蓄冷量,则用于其余平段;上述蓄冷供应以外部分均由热泵机组和冷水机组补充。基于上述逻辑,作典型负荷率下供能构成图。



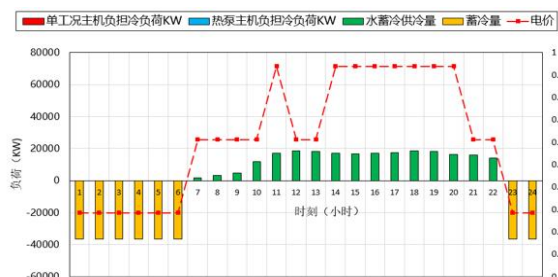
(a) 100%冷负荷工况



(b) 75%冷负荷工况



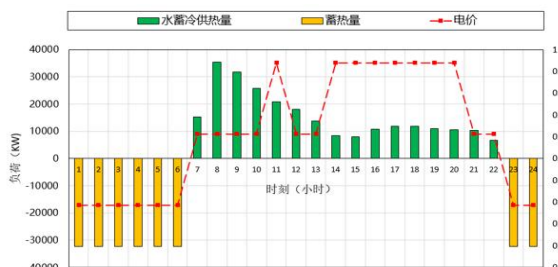
(c) 50%冷负荷工况



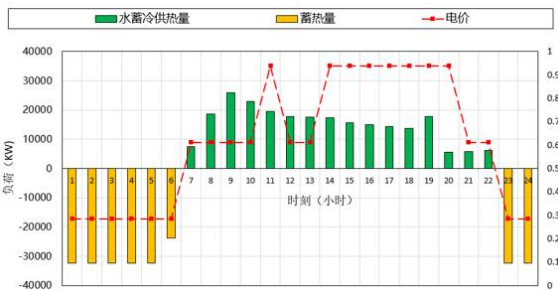
(d) 25%冷负荷工况

图9 供冷季典型蓄能率下供冷构成图

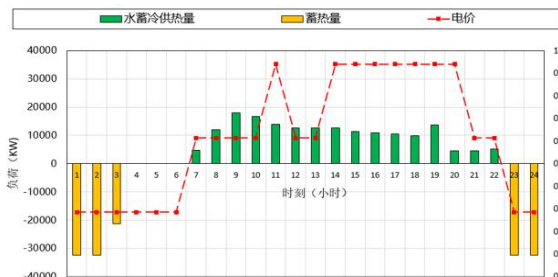
Fig.9 Cooling Supply Composition Diagram at Typical Thermal Storage Ratio During Cooling Season



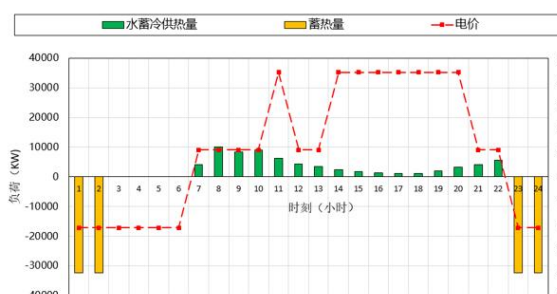
(a) 100%热负荷工况



(b) 75%热负荷工况



(c) 50%热负荷工况



(d) 25%热负荷工况

图10 供暖季典型蓄能率下供暖构成图

Fig.10 Heating Supply Composition Diagram at Typical Thermal Storage Ratio During Heating Season

由图10可以看出,当水池按照该蓄能率设计时,冬季供热可完全依靠夜间蓄热量满足,经济性已达最优。

将供能区域全年8760小时动态负荷逐小时按照上述供能逻辑拆解,计算得到各个时刻负荷供能的构成,分别代入主机能效系数即可得到逐时能耗(计算时均考虑热泵按中水工况运行)。最终得到如图11和图12所示的主要设备投资和年运行费。

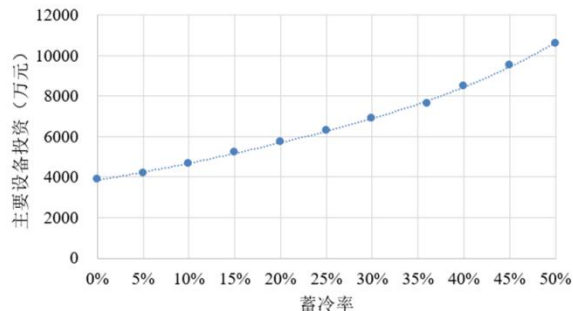


图11 主要设备投资(含水池土建投资)

Fig.11 Major Equipment Capital Expenditure (Including Civil Works for Storage Tanks)

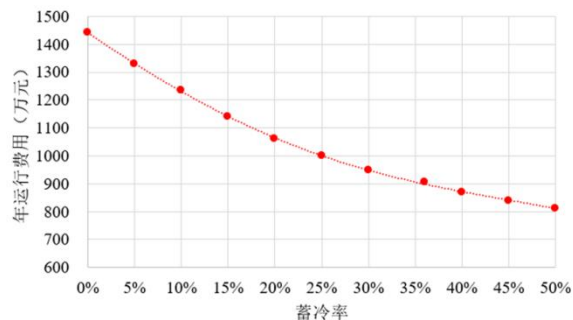


图12 年运行费

Fig.12 Annual Operating Cost

可以看出在36%蓄冷率之前,蓄水池投资成本增量始终大于主机装机容量的减少量,初投资呈现

随蓄冷率的增加持续增长的趋势,在36%蓄冷率之后,主要设备投资增长斜率进一步提升。年运行费则随蓄冷率的增加而持续下降,是用能由高峰电转为低谷电的体现。初投资与年运行费在本项目当中随蓄冷率的增加而此消彼长,通过统一折算为费用年值后,即可得到一个“U”型曲线,曲线最低点即为最优蓄冷率,如图13所示。

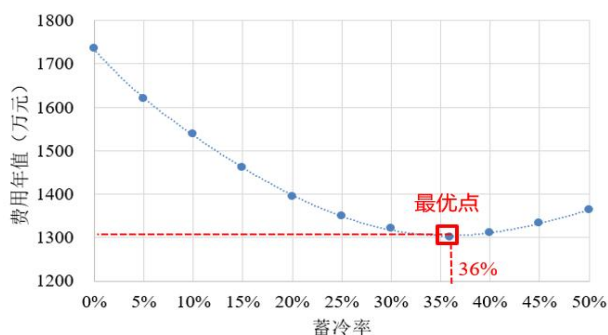


图13 费用年值

Fig.13 Annualized Cost

由图13可看出在蓄冷率为36%时(与主机装机容量最小时的蓄冷率一致),冷热源系统的费用年值最低,为1301万元/年;同时,采用蓄冷率为36%的方案,主要设备投资较无蓄冷方案(蓄冷率为0%)增加3752万元,节约年运行费用537万元/年,静态投资回收期7.0年,在可接受范围内。综上所述,本项目蓄冷率最终确定为36%,此时技术经济最优。文献[9]的测算也得出在峰谷电价条件下冷热双蓄的蓄能率约为30%左右较为合理,印证了本项目测算结果的合理性。

4 总结

本设计相较于传统能源站设计主要有如下亮点:

(1) 结合区域能源站周边自然、市政等条件,合理选用了相对稳定、免费的中水作为热泵的取放热源头,相较于受室外气象环境影响的室外换热工况,中水作为冷热源温度波动更小,更有利于主机

高效运行。

(2) 配置热源塔作为备用,该技术既无需过高场地设置成本,又保证了该区域能源站的可靠、高效和节能性。

(3) 为提高运行经济性,进一步提高该区域能源保障的抗冲击能力,引入水蓄能技术。结合热泵应用,实现冷热双蓄。通过负荷特征分析、全年动态模拟,计算得到不同蓄冷率下的费用年值,进而对比得到技术经济最佳蓄冷率为36%的结果,在该蓄能率下,冬季白天负荷可完全由夜间蓄能负荷供应。

通过上述多项技术的综合应用,本区域能源站设计实现了经济、节能、高效多项目标,方案形成过程中的思考和比选方法可供其余相似项目参考。

参考文献:

- [1] 张勇华,刘佳星,胡攀,等.空调蓄能技术应用案例经济性分析[J].节能,2024,43(8):73-75
- [2] 韩正刚.某区域能源站冷热源方案对比分析研究[J].江苏建筑,2022,(1):145-148.
- [3] 杨传春.南京某区域供冷供热项目中水源热泵关键技术利用[J].大众标准化,2020,(23):62-63.
- [4] 高永军,汪育超,刘玄.合肥滨湖区域能源项目运行初期分析研究[J].区域供热,2020,(2):1-8.
- [5] 刘江阳.储能在建筑柔性用能改造中的应用与优化研究[D].长沙:湖南大学,2022.
- [6] 徐誉玮,胡宗宝,周涛,等.高效制冷与蓄冷耦合集中供冷系统经济运行敏感因素分析—以超大型城市核心区供冷项目为例[J].暖通空调,2023,53(S2):89-92.
- [7] 杨传春.南京某区域供冷供热项目中水源热泵关键技术利用[J].大众标准化,2020,(23):62-63.
- [8] 杜芳会,张子平,尚有海.大型中水源热泵区域供热系统的运行工况分析[J].建筑节能,2015,43(5):23-26.
- [9] 顾昊.峰谷电价条件下的冷热双蓄技术路线选型研究[J].自动化应用,2023,64(15):71-73.