

武汉正远铁路电气研发中心水源热泵水蓄冷(热)空调系统设计

武汉市建筑设计院 陈焰华[★] 张再鹏

摘要 介绍了该工程空调系统的负荷计算和冷热源选择、水蓄冷(热)系统的设计及其运行方式、各种负荷时段的运行策略、水源热泵系统的设计及冷热源机房的设计特点。

关键词 水源热泵 水蓄冷(热) 运行策略

Water-source heat pump combined with water thermal storage air conditioning system for Wuhan Zhengyuan Railroad Electricity Limited Company R & D Center

By Chen Yanhua[★] and Zhang ZaiPeng

Abstract Presents the load calculation and cold and heat source selection of the air conditioning system, the design and operating modes of the water thermal storage system, the operating strategies in different load periods, the design of the water-source heat pump system and the design characteristics of cold and heat source plant room.

Keywords water-source heat pump, water thermal storage, operating strategy

① [★] Wuhan Architectural Design Institute, Wuhan, China



陈焰华

主要设计业绩

- ▶ 武汉东湖宾馆
- ▶ 武汉瑞通广场
- ▶ 武汉群光广场
- ▶ 武汉销品茂商城
- ▶ 武汉塔子湖全民健身中心

1 工程概述

武汉正远铁路电气有限公司研发中心建筑面积约为 6.9 万 m², 空调面积约为 5.2 万 m²。其中, 1 号楼空调面积为 3.6 万 m², 1~3 层为商场, 空调面积为 2.1 万 m²; 4, 5 层为酒店, 空调面积为 1.5 万 m²。2 号楼为办公、餐饮综合楼, 3 号楼为生产车间。该项目空调系统一次设计, 分两期实施, 一期为 2 号楼和 3 号楼, 空调面积为 1.6 万 m², 二期为 1 号楼。

2 负荷计算

该项目使用功能较多, 既有生产车间、办公、餐饮等用房, 又有商场、酒店等用房。不同功能用房的空调使用时间不同, 并且空调是一次设计, 分期实施

的, 因此需要对各功能房间的空调负荷进行逐时计算, 并根据负荷分布情况和使用要求合理设计空调系统。空调系统设计日各时段设计负荷见表 1。

表 1 空调系统设计日各时段设计负荷

时段	总设计负荷/kW		一期工程负荷/kW		备 注
	冷负荷	热负荷	冷负荷	热负荷	
08:00~17:00	5 600	3 900	2 200	1 600	所有功能区空调均工作
17:00~21:00	4 500	3 100	1 100	800	停止餐饮和办公楼部分空调
21:00~23:00	2 200	1 700	1 100	800	停止餐饮和办公楼部分空调及商场空调
23:00~08:00	1 100	900	0	0	仅有宾馆空调工作

3 空调冷热源方式选择

如果该项目冷热源采用水源热泵空调系统, 则一期需要配置 1 台 2 200 kW 的水源热泵机组, 二期需要配置 2 台 1 700 kW 的水源热泵机组。由于该项目主要是办公楼和生产车间, 夜间电力低谷时

①[★] 陈焰华, 男, 1963 年 11 月生, 大学, 学士, 教授级高级工程师, 暖通总工程师
430014 武汉市汉口四唯路 8 号武汉市建筑设计院
(027) 82739230
E-mail: chenyl918@yahoo.com.cn
收稿日期: 2009-04-07

段只有宾馆需要空调,且空调冷负荷只有 1 100 kW,因此,低谷时段空调机组基本处于闲置状态。

如果该项目冷热源采用水源热泵+水蓄冷(热)空调系统,则一期仅需要配置 1 台 1 700 kW 的高温型水源热泵机组,二期仅需要配置 2 台 1 398 kW 的中温型水源热泵机组,另外设置 1 台 863 kW 的高温型水源热泵机组满足 1 号楼全年生活热水需求,空调季提供生活热水的同时仍然可以提供空调所需冷量。同时,一期夜间电力低谷时段可以利用 1 700 kW 的高温型水源热泵机组蓄冷(热),供白天使用;二期夜间电力低谷时段可以利用 1 台 1 398 kW 的中温型水源热泵机组和 1 700 kW 的高温型水源热泵机组串联蓄冷(热)。

经技术经济比较,水源热泵+水蓄冷(热)空调系统的空调装机容量可以大幅减小,可以利用低谷时段电价的优惠政策减少运行费用,并且能充分发挥水源热泵机组既能制冷又能供热的技术特性。

4 水蓄冷(热)系统设计

在认真分析本项目使用要求、负荷特性的基础上,经技术经济比较和运行工况模拟,确定采用水蓄冷(热)系统进行蓄冷蓄热。系统蓄冷量为 20 900 kWh,蓄冷水池容积为 2 100 m³;系统蓄热量为 14 950 kWh,蓄热水池容积为 900 m³。水蓄冷(热)系统充分利用消防水池,夏季利用消防水池(450 m³)、蓄冷水池(750 m³)、蓄冷蓄热水池(900 m³)进行蓄冷,蓄冷运行温度为 4℃/13℃,负荷侧供回水温度为 8℃/14℃;冬季利用蓄冷蓄热水池(900 m³)进行蓄热,蓄热运行温度为 60℃/45℃,负荷侧供回水温度为 53℃/43℃。

5 水蓄冷(热)系统运行方式

水蓄冷(热)技术是将水作为储能介质,夜间储存利用低谷时段电力制取的冷(热)量,白天用来供冷(热)的空调技术。该技术与水源热泵系统相结合,则既可以蓄冷又可以蓄热。水蓄冷(热)与水源热泵系统相结合,较之冰蓄冷+电锅炉蓄热系统,投资更少,效率更高,控制更简洁,使用更灵活。既能享受到蓄冷(热)的优惠电价政策,又充分发挥了水源热泵系统既可以供冷又可以供热的技术特性,较之电锅炉蓄热系统更符合能源利用政策,系统运行效率也更高,并且蓄冷时利用了闲置的消防水池。

水蓄冷(热)系统分蓄热、供热、蓄冷、供冷四种运行方式。

5.1 蓄热

夜间电力低谷时段,开启高温型水源热泵机组,对蓄热水池蓄热;二期使用时,开启高温型水源热泵机组和 1 台中温型水源热泵机组,串联运行,对蓄热水池蓄热。蓄热过程中,高温热水自蓄热水池热端经顶部均流布水板注入池内;同时蓄热水池下部低温的冷水由冷端经充热水泵—水源热泵机组—热端进行循环,蓄热水池内热水与冷水的界面不断下降,到达底部均流布水板时,蓄热水池便告充满,留待次日白天供热用。

5.2 供热

该运行方式分四种工况:1) 水源热泵机组单独供热。此时水源热泵机组按常规空调方式运行。2) 蓄热水池单独供热。正常空调季节,白天供热时,停开水源热泵机组,将蓄热水池夜间蓄存的热量放出。3) 水源热泵机组与蓄热水池联合供热。在空调高峰负荷时段,白天供热时由以上两者同时向末端提供空调热水。4) 水源热泵机组在为蓄热水池蓄热的同时,向空调末端提供热水。

5.3 蓄冷

夜间电力低谷时段,开启高温型水源热泵机组对蓄冷水池蓄冷;二期使用时,开启高温型水源热泵机组和 1 台中温型水源热泵机组,串联运行,对蓄冷水池蓄冷。蓄冷过程中,低温的冷水自蓄冷水池冷端经底部均流布水板注入池内;同时蓄冷水池上部高温的回水由热端经充冷水泵—水源热泵机组—冷端进行循环,蓄冷水池内冷水与热水的界面不断上升,到达顶部均流布水板时,蓄冷水池便告充满,留待次日白天供冷用。

5.4 供冷

该运行方式分四种工况:1) 水源热泵机组单独供冷。此时水源热泵机组按常规空调方式运行。2) 蓄冷水池单独供冷。正常空调季节,白天供冷时,停开水源热泵机组,将蓄冷水池夜间蓄存的冷量放出。3) 水源热泵机组与蓄冷水池联合供冷。在空调高峰负荷时段,白天供冷时由以上两者同时向末端提供空调冷水。4) 水源热泵机组在为蓄冷水池蓄冷的同时,向空调末端提供冷水。

蓄冷(热)系统的工作原理如图 1 所示,各种运行工况可通过开关阀门进行切换。其中 V2, V4, V5, V7, V15~V20, V19', V20' 为手动蝶阀,其余为电动蝶阀。阀门按表 1 进行切换。

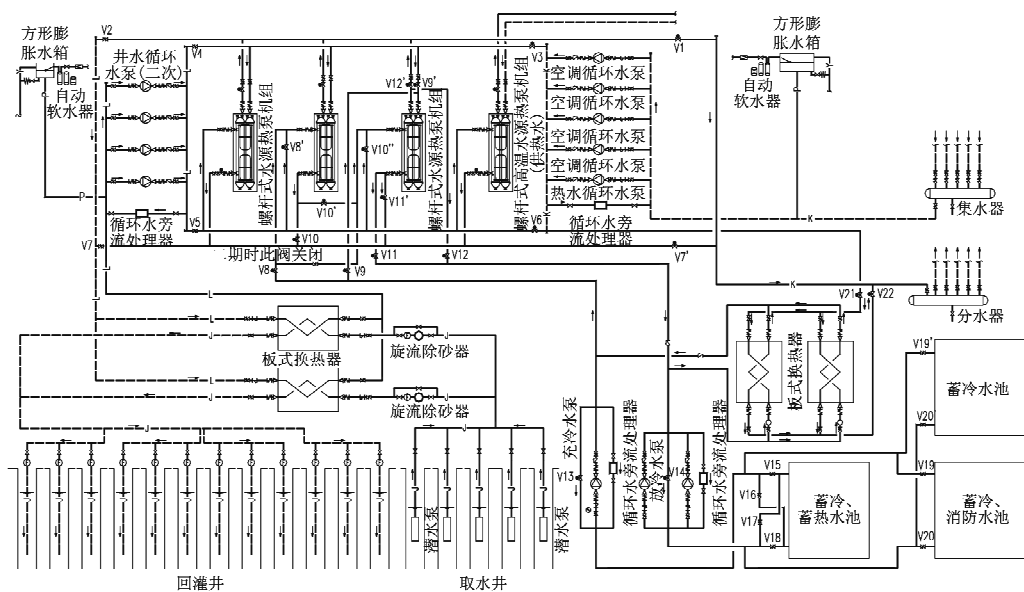


图 1 水源热泵+水蓄冷(热)系统原理图

表 1 阀门状态

工作状态	阀门编号															
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V7'	V8	V8'	V9	V9'	V10	V10'	V10''	V11
夏季主机供冷	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
夏季主机蓄冷	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
夏季主机蓄冷、供冷	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
夏季蓄冷水池供冷	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
夏季并联供冷	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
冬季主机供热	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开
冬季主机蓄热	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
冬季主机蓄热、供热	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开
冬季蓄热水池供热	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关	关
冬季并联放热	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开	开

6 运行策略

6.1 蓄热运行策略

冬季设计日负荷下的运行策略如图 2 所示。一、二期空调系统均投入使用时,利用高温型水源热泵机组与 1 台中温型水源热泵机组串联蓄热约 5.7 h,在白天电力高峰时供热,可以消除 2.8 h 的电力高峰时段空调负荷。其他设计负荷下均可实

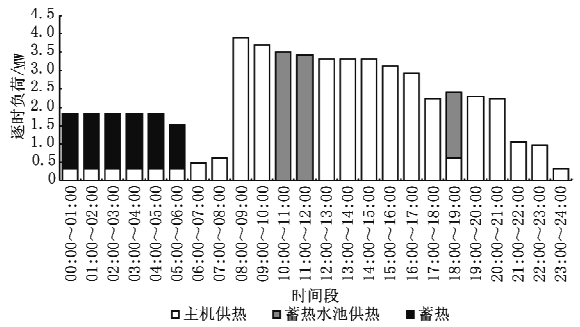


图 2 设计日负荷下蓄热运行策略

现全部消除高峰负荷,并根据供暖负荷情况可以消除部分或全部平峰时段负荷。

6.2 蓄冷运行策略

夏季设计日负荷下运行策略如图 3 所示。一、二期空调系统均投入使用时,利用高温型水源热泵机组与 1 台中温型水源热泵机组串联蓄冷约 7.3 h,09:00~18:00 供冷,可以消除高峰负荷,并且可以负担研发中心空调系统电力高峰时段 1 h 负荷。

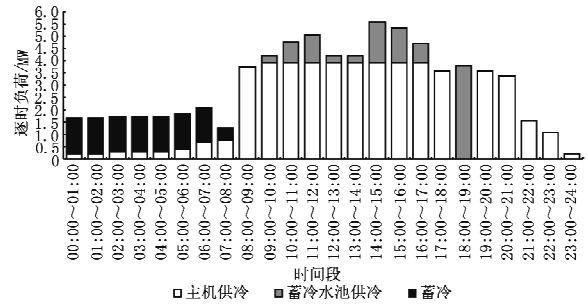


图 3 设计日负荷下蓄冷运行策略

其他设计负荷下根据实际情况设计运行策略,可以消除部分或全部的白天冷负荷。

7 水源热泵系统设计

水源热泵机组利用地下水作为热源或热汇,根据工程场地状况、水文地质勘察资料及抽水回灌试验报告,设计采用抽水井 5 口、回灌井 12 口,抽取的地下水经板式换热器置换冷量或热量后全部密闭回灌到同一含水层,并不得对地下水资源造成浪费和污染。在抽水、回灌管路上均装计量仪表和检测孔,以对抽水量、回灌量和水质进行定期监测。地下水供、回水管均采用 PE100 级 SDR17 聚乙烯管,聚乙烯管严禁在雨水、污水检查井及排水管架内穿过,地下水供、回水管管顶最小覆土深度为 1 m。根据水源热泵机组使用要求,单井取水量为 80 m³/h,单井回灌率不小于 50%。

8 冷热源机房设计

该项目冷热源机房位于环形车道中央,面积狭小,呈圆形,不利于布置空调设备,同时进出机房的空调管道众多,并且还要避开车道,给机房设计带来了不小困难。经反复比较,将空调主机机身布置在机房的上下两端,水泵主要布置在机房右侧,设备接管主要布置在机房中央,机房左侧作为主检修通道,进出机房的空调管道主要位于机房左侧,可以避免环形车道,并从车道下方穿过。冷热源机房平面图见图 4。如此取舍,不

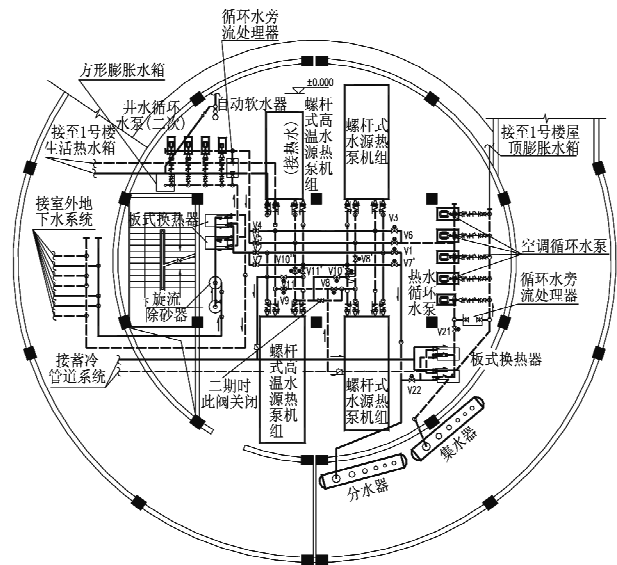


图 4 冷热源机房平面图

仅因地制宜地对设备进行了较好布置,也便于运行维护人员管理设备。

参考文献:

- [1] 中国建筑科学研究院. GB 50366—2005 地源热泵系统工程技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2005
- [2] 北京市建筑设计研究院. 建筑设备专业技术措施[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2006
- [3] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京:中国建筑工业出版社, 2008

• 简讯 •

中国勘察设计协会公布 2008 年度全国工程勘察设计行业 优秀工程勘察设计行业奖的评选结果

中国勘察设计协会 2009 年 3 月 19 日发布中设协字[2009]第 12 号文件,公布了 2008 年度全国工程勘察设计行业优秀工程勘察设计行业奖的评选结果,其中建筑环境与设备专业的获奖项目如下(括号中为该项目设计单位)。

一等奖 3 项:

空军北方地区营房供暖节能工程(空军工程设计研究局),东方艺术中心(华东建筑设计研究院有限公司),西岳电子有限公司 6 英寸 0.35 μm 集成电路生产线项目(中国电子工程设计院)。

二等奖 6 项:

青岛国际帆船中心(北京市建筑设计研究院),复旦大学附属中山医院门诊医疗综合楼(华东建筑设计研究院有限公司),内蒙古乌兰恰特大剧院和内蒙古博物馆(北京市建筑设计研究院),北京京东方光电科技有限公司第 5 代薄膜晶体管液晶显示器件(TFT-LCD)项目净化空调、通风系统设计(中国电子工程设计院),宁波市鄞州国家税务

局办公大楼埋管地源热泵空调工程(中南建筑设计院),江苏电网调度中心(华东建筑设计研究院有限公司)。

三等奖 10 项:

解放军总医院肿瘤中心(中国中元国际工程公司),北京奥林匹克公园网球中心(中建国际(深圳)设计顾问有限公司),广州大学城区域供冷站 第三冷冻站 制冷站工艺及暖通空调设计(天津市建筑设计院),北京大学国政楼(北京市建筑设计研究院),北京体育大学国家队训练基地田径训练中心、综合训练馆(中国建筑设计研究院),北京第一机床厂重型机床制造公司联合厂房(中国中元国际工程公司),北京大学第三医院外科病房楼(中国中元国际工程公司),北京首都国际机场扩建工程能源中心(中国中元国际工程公司),兴唐·金茂大厦(山东省建筑设计研究院),福州海关业务技术用房(福州市建筑设计院)。

(本刊摘自: <http://www.chinaeda.org/news/view.asp?id=991>)