

某研发生产基地的空调冷热源比选及蓄冷、蓄热空调系统设计

王宇 李斌 朱颖

中南建筑设计院有限公司 湖北武汉 430000

摘要: 本文根据某企业生产研发基地的建设项目, 结合该企业的生产需求和当地的能源条件, 对常规集中空调系统的冷热源方案进行比选, 选择最适合本项目的方案。同时介绍本项目冷热源方案的设计思路。

关键词: 空调冷热源方案比选; 蓄冷; 蓄热

引言

为了不断提高自主创新能力和核心竞争力, 以适应日益激烈的市场竞争和不断变化的市场环境, 中国企业在越来越注重研发生产基地的建设。同时政府部门也通过出台一系列政策措施, 鼓励企业加大研发投入, 提高自主创新能力, 推动产业升级和转型。因此, 越来越多的科技型企业正在投资建设自己的生产研发基地。

企业生产研发基地对空调的需求有如下特点: (1) 由于企业生产研发基地的设备通常较为昂贵, 且工艺流程复杂, 因此对空调系统的稳定性和可靠性要求较高, 以避免设备故障或工艺流程受到影响。(2) 研发基地通常注重节能和环保, 因此在选择空调系统时需要考虑能效比和环保性能, 以降低运行成本和减少对环境的影响。(3) 涉及不同的工艺流程和设备, 因此对空调系统的灵活性要求较高, 以满足不同区域和设备的需要。(4) 需要实现智能化管理, 以提高运行效率和降低管理成本。因此, 空调系统需要具备智能化控制和管理的功能, 以实现远程监控、故障诊断和自动调节等功能。因此, 在其空调系统的设计中, 需要针对这些因素进行对比分析。

一、工程概况

本项目位于湖北省武汉市东湖新技术开发区, 属于夏热冬冷地区。本项目周边交通便利, 地理位置优越, 交通可达性强, 总建筑面积67369.36m²。建筑地上共23层, 为丁类生产厂房, 建筑高度小于100m, 属于高层工业建筑。建筑地下一层为停车库及设备用房, 局部为人防地下室。

二、项目能源特点

本项目供电价格具有阶梯性, 具体参数如下表1所示:

表1 供电价格

	时间段	电价(元/KWH)
尖峰电	20:00-22:00	1.104
峰电	9:00-15:00	0.9222
平电	7:00-9:00	0.6338
	15:00-20:00 22:00-23:00	
低谷电	23:00-7:00	0.32773

三、空调冷热源方案比选

根据本项目的能源特性及建筑特点, 初步考虑五种冷热源方案, 其运行模式如下表2所示:

现对这五种方案进行初投资、运行费用及其他有确定进行初步比选, 如下表3所示:

根据以上分析成果, 若业主为了降低运行费用, 同时降低空调季节日间限电造成的影响, 可采用方案一(冷水机组+水蓄冷供冷、高压电蓄热锅炉供暖); 若业主为了灵活运行空调系统, 同时减少空调系统对车位的影响, 可采用方案三(多联机夏季供冷、冬季供暖); 若业主为了节省初投资费用, 可采用方案四(风冷热泵夏季供冷、冬季供暖)。

最终, 业主考虑在未来生产时, 该片区有日间限电的可能, 为了保证生产不间断, 同时为了尽可能的降低运行费用, 业主考虑采用方案一(冷水机组+水蓄冷供冷、高压电蓄热锅炉供暖)。

四、蓄冷、蓄热空调系统设计

结合设计手册、国家规范以及相关研究文献^{[1][2][3]}以及本项目的特点, 本工程空调冷热源蓄冷、蓄热系统按照以下原则进行设计: 本工程消防水池容积约为850m³, 利用消防水池兼蓄冷水池; 同时设置成品蓄冷(热)水箱, 水箱净容积约为600m³。夏季利用消防水池及成品蓄冷(热)水箱水蓄冷进行, 蓄冷水温为5/12℃, 蓄冷温

表2 冷热源方案及其运行模式

冷热源方案	冷水机组+水蓄冷供冷 电锅炉+水蓄热供暖	冷水机组+水蓄冷供冷 市政蒸汽管网供暖	多联机供冷 多联机供暖	风冷热泵供冷 风冷热泵供暖	冷水机组供冷市政蒸 汽热网供暖
夏季运行模式	夜间冷水机组运行进行蓄冷。 日间冷水机组运行进行供冷， 同时蓄冷水池释冷进行供冷	夜间冷水机组运行进行蓄冷。 白天冷水机组运行进行供冷， 同时蓄冷水池释冷进行供冷	日间多联机运行进行供冷	日间风冷热泵运行进行供冷	日间冷水机组运行进行供冷
冬季运行模式	夜间电锅炉进行蓄热。日间蓄 热水池进行释热进行供暖	日间通过减压阀及板换，将市 政蒸汽转换为空调热水进行供	日间多联机运行进行供暖	日间风冷热泵运行进行供暖	日间通过减压阀及板换，将市政蒸汽转换为空调热水进行供暖

表3 空调冷热源方案比选

冷热源方案	冷水机组+水蓄冷供冷 电蓄热锅炉供暖	冷水机组+水蓄冷供冷 市政蒸汽热网供暖	多联机供冷 多联机供暖	风冷热泵供冷 风冷热泵供暖	冷水机组供冷 市政蒸汽热网供暖
初投资费用(万元)	930 (包含高效机房费用)	847 (包含高效机房费用)	651	486	713 (包含高效机房费用)
运行费用(万元/年)	63	72	87	93	79
室内空调舒适度	较好	较好	较差	一般	较好
使用灵活性	一般	一般	灵活	一般	一般
系统智能特性	一般	一般	集成化程度高	一般	一般
运维难度	难	难	简单	一般	一般
运行风险性	需对天气变化进行预测	需对天气变化进行预测， 受市政热网供热稳定性 影响	白天可能有限 电风险	白天可能有限 电风险	白天可能有限电风 险，受市政热网供热 稳定性影响
节能环保性	优	优	一般	较差	优
占用车位地下室空间	大	一般	小	小	一般

差为7℃，蓄冷时间为23:00~7:00，8小时（8小时低谷电价）；总蓄冷量10093Kwh，每天空调运行时间为9:00~18:00（共9小时）。

选择一台双工况螺杆式冷水机组及一台单工况螺杆式冷水机组。两台冷水机组的空调运行工况为：制冷量为1407Kw（400RT），供回水水温7/13℃，空调冷却水温度为32/37℃。双工况冷水机组的蓄冷运行工况为：制冷量1407Kw（400RT），蓄冷水温4/11℃，空调冷却水温度为31/36℃。

冷水机组与蓄冷水池（水箱）分置于板换的两侧。蓄冷运行时间23:00~7:00，共8小时，双工况冷水机组以蓄冷工况运行，提供4/11℃的冷水，通过水水换热器交换成5/12℃冷水进入消防水池及成品蓄冷水箱。释冷温度运行时间为9:00~18:00，共9小时，蓄冷水箱水温5/12℃，通过水水换热器交换成7/13℃冷水供空调末端使用。消防水池及蓄冷（热）水箱的蓄冷实际所需时间约为7.2小时。

蓄冷空调系统有6种运行工况：蓄冷水槽蓄冷、蓄冷水槽供冷、蓄冷水槽+1台冷水机组（空调工况）供

冷、蓄冷水槽+2台冷水机组（空调工况）供冷、1台冷水机组（空调工况）供冷供冷、2台冷水机组（空调工况）供冷，六种供冷模式可满足不同空调负荷的需求。蓄冷系统应根据室外气温采用智能负荷预测方式控制蓄冷池及冷水机组的运行，当累计日负荷小于等于总蓄冷负荷时，可只采用蓄冷水池及蓄冷水箱进行供冷。部分负荷时应优先采用蓄冷水槽供冷，较大负荷时采用蓄冷水槽+蓄冷主机（空调工况）供冷。高峰负荷时才采用蓄冷水槽+蓄冷主机（空调工况）+蓄冷主机（空调工况）供冷。夜间部分负荷时，可采用变频螺杆式冷水机组制冷（空调工况运行）。累计日负荷小于等于总蓄冷负荷时，不采用变频离心机在蓄冷工况下运行供冷，以最大限度达到节能目的。各种运行工况通过控制系统在各机组、水泵，电动阀门之间的切换运行，实现各工况的协同运行。蓄冷及释冷工况时，水池及水箱分开进行蓄冷及释冷。当其中一个水池（水箱）蓄冷、释冷完毕时，本水池（水箱）关闭，另一个开启进行蓄冷或释冷。

夏季蓄冷时，选择1台水水板式换热器（与蓄冷主机配套），单台换热量为3000Kw。蓄冷工况时：一次水

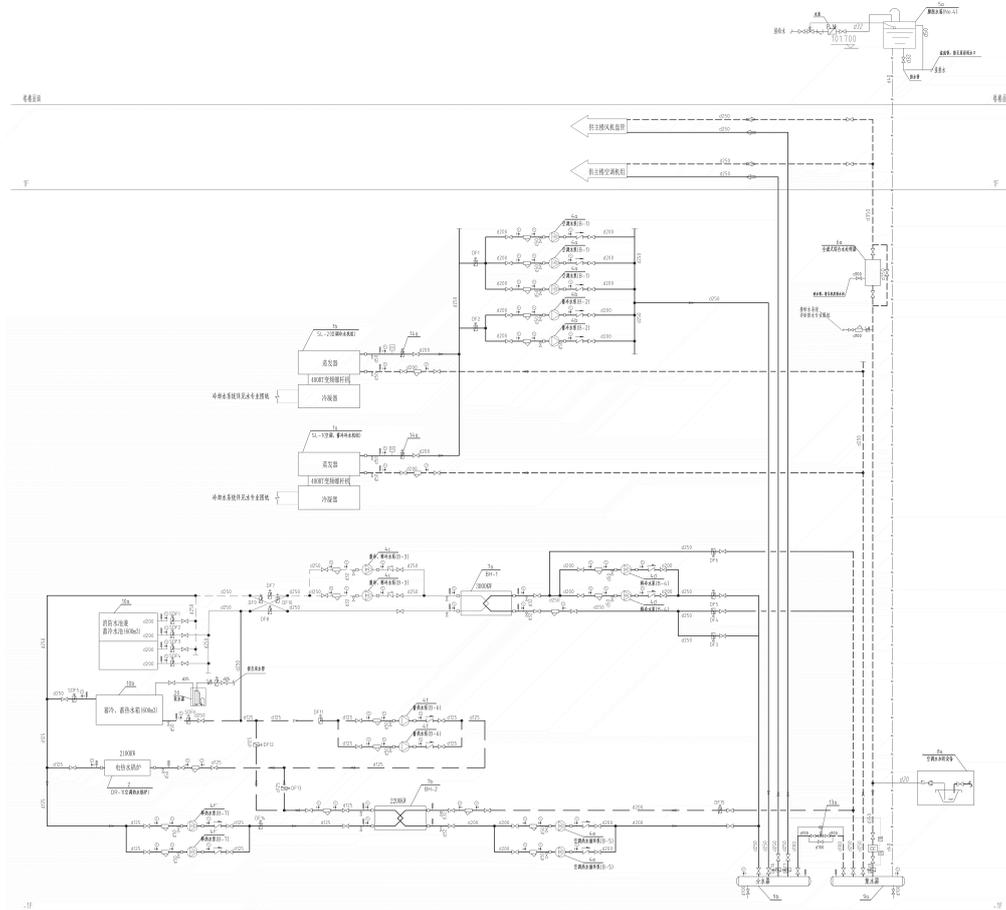


图1 空调冷热水系统原理图

4/11℃，二次水5/12℃；释冷工况时：一次水5/12℃，二次水7/13℃。

冬季热源采用电热水锅炉+水蓄热的方式。根据业主要求，锅炉及板换均采用单台模式。夜间开启电热水锅炉及蓄热水箱进行蓄热，蓄热时间为23：00~7：00，共8小时，蓄热水温为85/45℃，蓄热温差为40℃，蓄热水箱容积为600m³，总蓄热量22540Kwh。日间电热水锅炉关闭，蓄热水箱释热，释热水温为85/45℃，通过水水换热器交换成55/40℃热水供空调末端使用。每天空调运行时间为9：00 ~ 18：00（9小时）。

冬季蓄热时，锅炉热水直接进入蓄热水箱。释热时选择1台水水板式换热器，单台换热量为2200Kw，一次水85/45℃，二次水55/40℃。

结论

1、企业生产研发基地对空调的需求具有稳定性与可靠性、温湿度控制、空气质量、能耗与环保、灵活性和智能化管理等特点。在选择和设计空调系统时，需要充

分考虑这些特点，以满足企业的实际需求。

2、若当地有阶梯电价等优惠措施，并且业主对不间断生产有较高要求，可采用蓄冷、蓄热的空调冷热源型式。

3、蓄冷、蓄热的空调冷热源型式设计中较为复杂，要充分考虑其不同运行模式下各个转换阀门的合理性及简便性。

参考文献

[1]陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].北京：中国建筑工业出版社.2008：2114-2187.
 [2]《蓄能空调工程技术标准》(JGJ 158-2018).北京：中国建筑工业出版社.2018：5-22.
 [3]刘坤.建筑空调负荷预测及水蓄冷空调系统控制技术[D].北京：北京建筑大学，2018.
 [4]牛满坡，王鲁鹏，张亦凝等.某办公建筑冰蓄冷空调系统双工况冷水机组选型分析[J].制冷与空调，2023(08)：48-53.