

文章编号: 1671-6612 (2020) 06-736-03

# 精密实验区既有空调系统热源节能改造实例

汪洪军<sup>1</sup> 孙天宝<sup>1</sup> 董玉平<sup>2</sup> 董岩磊<sup>1</sup>

(1.中国计量科学研究院 北京 100029;

2.南京博森科技有限公司北京分公司 北京 100027)

**【摘要】** 以中国计量科学研究院昌平院区精密实验区为例,在详细研究空调系统热源运行现状的基础上,提出了切实可行的节能改造方案,并对改造后的综合节能效果进行分析。结果表明,寒冷地区对于需全年提供热水的精密空调系统,设置风冷热泵和电锅炉两套热源,在不同季节选用不同热源供热,经济和环境效益明显,值得推广。

**【关键词】** 精密空调; 热源; 风冷热泵; 电锅炉  
中图分类号 TK01+8 文献标识码 B

## Energy Saving Renovation of Existing Air-conditioning System in Precision Experimental Area

Wang Hongjun<sup>1</sup> Sun Tianbao<sup>1</sup> Dong Yuping<sup>2</sup> Dong Yanlei<sup>1</sup>

(1.National Institute of Metrology, Beijing, 100029;

2.Beijing Branch of Nanjing Bosen Technology Co., Ltd, Beijing, 100027)

**【Abstract】** Taking Chang-ping campus precision experimental area of National Institute of Metrology as an example, based on the detailed study of the operation status of heat source of air-conditioning system, this paper puts forward a feasible energy-saving transformation scheme, and analyzes the comprehensive energy-saving effect after the transformation. The results show that the air-cooled heat pump and electric boiler are two sets of heat sources for the precision air-conditioning system which needs to provide hot water all year round in the cold area, and different heat sources are selected for heating in different seasons, which has obvious economic and environmental benefits and is worth popularizing.

**【Keywords】** precision air-conditioning; heat source; air-cooled heat pump; electric boiler

作者简介: 汪洪军 (1978.11-), 男, 硕士, 高级工程师, E-mail: whj@nim.ac.cn

通讯作者: 董玉平 (1977.09-), 女, 硕士, 高级工程师, E-mail: dongyup@126.com

收稿日期: 2020-04-17

## 0 前言

节约资源作为我国基本国策的重要内容,是生态文明建设重要一环,也是建设生态文明的根本途径,关乎民族长久大计。尤其是最近几年,世界各国均非常重视节能减排工作,相继制定了节能目标和措施。在我国,《“十三五”节能减排综合性工作方案》等重大文件中均突出强调了建设能源节约型社会的要求,住房和城乡建设部也通过星级评价

导则对建筑能耗尤其是政府机关、事业单位及公共建筑能耗的节能减排工作提出了更高的要求。据不完全统计,我国既有大型公共建筑以不足 4%的城镇建筑面积占比消耗了 25%以上的城镇建筑总能耗<sup>[1,2]</sup>。而精密实验室作为特殊的公共建筑,单位面积能耗比一般类型的公共建筑还要高很多。因此,随着高精密实验室建设数量的不断加大,对其进行节能改造的潜力巨大,也应该是我国未来节能减排

和可持续发展的关注重点之一。

本文就是以既有精密实验区空调系统热源为分析对象,针对现有基础和使用条件,提出了对原有供热热源的节能改造方案,以期能对类似工程项目作为参考。

## 1 运行现状及存在问题

中国计量科学研究院昌平院区精密实验区建成于2008年,总建筑面积10495m<sup>2</sup>,包括19#、20#、22#、23#、24#五栋楼,其中24#楼为提供冷源、热源和电源的动力站。19#、20#、22#、23#实验楼均为地下一层,地上两层,地下一层和地上一层为精密实验室,地上二层为办公室,实验室温度控制范围为20℃±0.1℃~1℃,相对湿度控制范围为50%±5%~10%,并具有ISO5~ISO7级不同级别洁净室若干间。所有实验室均采用全空气中央空调系统以达到受控环境要求,办公室采用钢制散热器采暖,热源来自于24#动力站的电锅炉设备,由于精密实验区温湿度控制要求较高,电锅炉全年不间断提供热水,均通过直埋管道送至各实验楼的组合式空调机组,通过电磁调节阀对热水进行流量调节。新风机组和散热器热水阀门采暖季开通,其他三个季节关闭。

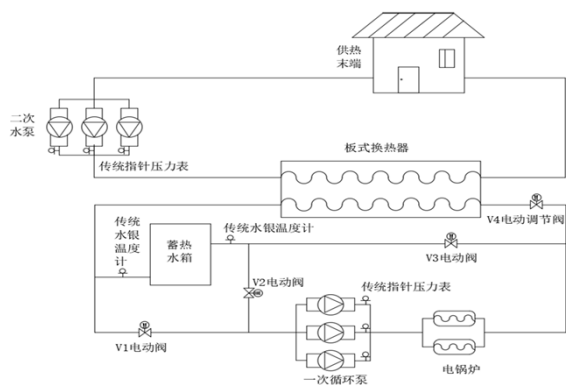


图1 原有供热系统原理图

Fig.1 Schematic diagram of original heating system

目前精密实验室区24#动力站设置电锅炉2台,单台热功率1.2MW;设置蓄热水箱2座,单座容量为200t,蓄热水温差40℃(90/50℃),总蓄热量4698kW。设置供热一次泵3台,单台流量101.2m<sup>3</sup>/h,扬程19.7m,功率7.5kW;设置供热二次泵3台,单台流量48.2m<sup>3</sup>/h,扬程36.6m,功率7.5kW。设置2台电锅炉专用变压器,单台变压器容量为

800kVA。

通过对过去三年运行记录数据进行初步分析,发现该系统非采暖季精密空调系统热水供水温度50℃,即可保证精密实验室要求的受控环境要求。而在采暖季,因电锅炉除给精密空调系统提供热源外,尚需给办公室钢制散热器提供热源,测试发现欲达到办公室内温度要求,热水供水温度大多时间需要60℃以上。另外,从最近三年电耗和热量有效供给统计数据来看,在非采暖季两台电锅炉设备平均总电耗为408万kWh,供热一次泵平均总电耗为4.4万kWh,电锅炉供热系统平均供给总热量为335万kWh,计算发现原有电锅炉供热系统非采暖季最近三年平均系统热效率不足82%。由此可见,非采暖季利用电锅炉系统为精密空调供热,整体能源利用率不高,具有较大的节能改造空间。

## 2 改造方案及效果分析

对供热而言,除采用电锅炉外,一般还有燃气锅炉、市政供暖、地源热泵以及空气源热泵等方式。由于该项目远离城区,没有燃气管道和市政供暖管网可以利用,且从投资成本、投资回收期以及施工难度和风险防控等多方面考虑<sup>[3]</sup>。经过比较,针对非采暖季低温热源供热即可满足精密实验室受控环境要求的前提下,本项目提出新建一套空气源热泵系统,与原有电锅炉系统并联,在非采暖季采用空气源热泵代替原有电锅炉作为精密空调的热源使用,在采暖季仍采用原有蓄热电锅炉进行供热的节能改造方案。

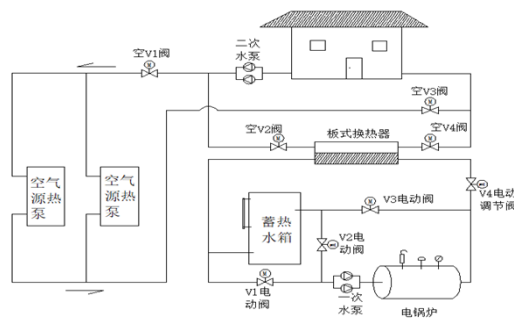


图2 改造系统方案原理图

Fig.2 Schematic diagram of transformation system scheme

根据精密空调1150kW的实际需热量,空气源热泵机组采用6用2备的方式,标准工况下,单台供热量为193kW,热水送、回水温度为45/40℃,

水流量 30t/h, 功率 50kW, 能效比 3.86。当室外温度为-5℃ 及以下时, 修正后单台供热量 156kW, 热水送回水温度 60/50℃, 功率 68kW, 能效比 2.3。

由图 2 可以看出, 空气源热泵供水管路直接接入原系统空调热水管路, 整个系统的定压补水不作调整。采暖季电锅炉及蓄热水箱使用工况与原设计管路工况相同, 打开空 V2、空 V4, 关闭空 V1、空 V3。非采暖季使用工况时, 关闭电锅炉一次网水路, 打开空 V1、空 V3, 关闭空 V2、空 V4。考虑空气源热泵机组的效率和出水温度等问题, 新增空气源热泵供热系统与原蓄热电锅炉供热系统的切换时间设置在浅冬, 在寒冷地区通常 11 月 15 日左右进行供热系统人工切换。

改造完成后, 寒冷地区按照采暖季(11 月 15 日至次年 3 月 15 日)由蓄热电锅炉供热, 非采暖季切换为空气源热泵直接供热的方式计算, 整个系统全年耗电量较未改造前相比, 累计节约电量 115 万度, 相当于 140 吨标煤。

### 3 结论

以既有精密空调系统热源成功改造为实例, 验证了寒冷地区对于全年使用热水的精密空调选用

空气源热泵加电锅炉蓄热系统联合供热方案的合理性, 并得出以下结论:

(1) 精密实验室平均能耗较高, 可以从精密空调系统运行实际出发, 在不同的气候带综合分析比较, 不同季节选用不同的热源供热, 可有效降低运行能耗。

(2) 在典型的寒冷地区, 本项目采用空气源热泵和电锅炉双系统热源的方式, 在非采暖季节选用空气源热泵作为热源给精密空调供热, 供热效率提高约 4.7 倍, 全年可节约标准煤 140 吨, 相对原有供热方式节能近 28%, 经济和环境效益显著, 对减轻环境污染, 建设低碳、节约型社会具有重大意义, 此方案值得推广。

### 参考文献:

- [1] 王泮浩, 王志华, 郑煜鑫, 等. 低温环境下空气源热泵的研究现状及展望[J]. 制冷学报, 2013, 34(5): 47-54.
- [2] 周超辉, 傅旭辉, 倪龙, 等. 北京某教学楼空气源热泵供暖系统现场实验[J]. 制冷学报, 2018, 39(5): 29-35.
- [3] 魏翠琴, 贾少刚, 问朋朋, 等. 双热源室温太阳能热泵供暖装置测控系统研究[J]. 制冷与空调, 2019, 33(2), 143-147.