

Using Energy Management System to Improve Energy-Saving Operation of Heat Exchange Stations

Songlin Pi

CRRC Dalian Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract

The kinetic energy workshop heat exchange station of CRRC Dalian Locomotive Logistics Branch is responsible for the winter heating and kinetic energy supply of the whole plant. Taking the energy management system as the theoretical basis, combined with the actual operation status of the company's heat exchange station, through the technology and management means, fully exploit the potential of the heating and heating automatic control system and the water pump frequency control, which keeps the consumption of energy resources such as steam, electricity and new water in the heat exchange station within a scientific and reasonable range, eliminates unnecessary waste, and achieves the goals of energy conservation, emission reduction and environmental protection.

Keywords

energy management system; technology and management tools; heat exchange station; energy-saving operation

运用能源管理体系提高换热站节能运行

皮松霖

中车集团大连机车车辆有限公司, 中国·辽宁 大连 116021

摘要

中车大连机车后勤分公司动能车间换热站担负着全厂的冬季采暖以及动能供应, 以能源管理体系为理论基础, 结合公司换热站实际运行状况, 通过技术和管理手段, 充分挖掘采暖热工自动控制系统以及水泵变频调速的潜能, 使换热站的蒸汽、电力、新水等能源资源的消耗控制在科学合理的范围内, 杜绝不必要的浪费, 达到节能减排和环境保护的目的。

关键词

能源管理体系; 技术和管理手段; 换热站; 节能运行

1 引言

近些年来, 节能降耗、减排以及环境保护已经成为衡量企业发展的重要考核指标。对于中国北方地区冬季采暖, 热电联产供热系统以及换热站便逐渐开始取代区域工业锅炉房, 这一趋势也印证了国家面对能源问题而采取的整改措施。随着2012年能源管理体系建设工作在中国的全面开展, 合理、节省地使用各类能源已经成为企业日常生产中的重要组成部分。2016年10月底, 中车大连机车车辆有限公司停用了燃煤、燃油锅炉, 并将三号锅炉房5号燃煤锅炉和一号锅炉房8号燃油锅炉拆除, 在其空位上安装了螺旋缠绕管式汽水换热器以及管道系统, 利用外购热电公司的蒸汽供应公司生产用汽和采暖。

在换热站改造工程之前, 公司采暖为一号锅炉房和三号

锅炉房双热源并网运行, 室外管网为整体系统, 运行多年, 存在三个弊病: 一, 热量分布不均衡; 二, 系统水力不平衡, 近端过热, 远端不热; 三, 管网跑冒滴漏情况严重, 系统补水量大, 且漏点位置难以确定。在去年锅炉房改造之前, 经公司研究决定, 将供热外网分割为三号热力站所带的东南线、西南线、机四线以及一号热力站厂前区线四条相互独立运行的系统, 其各自承担的热负荷、采暖面积、循环水流量等参数见表1:

表1 采暖系统最大负荷设计参数

序号	参数区域	采暖面积 (m ²)	热负荷 (kw)	循环水流量 (t/h)
1	厂前区	120000	9625	331
2	东南线	165000	13000	447.8
3	西南线	165000	13000	447.8
4	机四线	50000	4200	144.7

四个系统采用当下换热效率最高的螺旋缠绕管式汽—水换热器，管内为饱和蒸汽，壳内为循环水，东南线换热器换热面积为 60m²，厂前区和西南线为 45m²，机四线为 25m²，管内设计压力 1.2MPa，壳内设计压力 1.0MPa，属 I 类压力容器，因此运行人员应持特殊工种证上岗。公司内热用户为办公楼以及工业生产厂房，其采暖方式全部为散热器采暖，采暖温度标准不尽相同^[1]，办公楼为 18~22℃，对于生产作业厂房，轻作业 18~21℃，中作业 16~18℃，重作业 14~16℃，过重作业 12~14℃。站房内因设计要求，在相关位置均安装了压力、温度、流量等计量仪器仪表。为了使能源管理工作更加科学合理、有据可循，我们在一次蒸汽侧温控系统又加装了室外温度探测、输入装置，补水系统增设水表，用以计量每个采暖系统的补水量。

在换热站运行第一个采暖期结束后，动能车间计划按照能源管理体系的要求，对换热站存在的问题进行分析，从技术、管理相结合的方向出发，提高换热站运行效率。经车间研究决定，我们将采取三项具体措施：

2 调节 DDC 控制器，合理使用蒸汽

换热站的用能类型主要为饱和蒸汽、电能等二次能源，以及耗能工质——新水。一吨饱和蒸汽经换热变成凝结水后所释放出的热量大约为 700kw，以厂前区采暖系统为例，按照中国辽宁省大连市冬季供热运行标准，见表 2：

表 2 大连市冬季供热运行标准（室外温度 ≥ 0℃）

室外温度（℃）	供回水温度（℃）	
	供水温度（℃）	回水温度（℃）
0	54	38
1	52	37
2	50	36
3	48	35
4	46	34
5 及以上	44	33

当采暖期室外温度不小于 0℃时，由上表可计算出平均供回水温差为 13.5℃，水比热容 c=4.187kJ/(kg.K)，循环水流量为 331t/h，由 Q=cm Δ t 公式，可以得出采暖热负荷为 5197kw，继而可计算出蒸汽流量约为 7.4t/h。因此，在水热容以及循环水流量一定的条件下，只要缩小供回水温差，减少热负荷，就可以降低蒸汽消耗量，达到对二次能源蒸汽的节省目的。对于一次网蒸汽热源的控制，我们在换热器蒸汽

侧入口管道处安装了温度调节阀用于控制进入换热器的蒸汽流量，并于二次侧供水管处安装了温度传感器，以 0~10V 的模拟量输入信号（AI）输入到 DDC 控制器；当室外温度信号输入控制器后，经过系统已经设置的固定函数和设定的最低出口温度进行比对，计算出符合当前室外温度的换热器出口温度，控制器将供水管处反馈的温度与计算的出口温度做比较，得到需调节量，控制器再把调节量转换成 1~10V 的模拟量输出信号（AO）发送给温控阀执行器。其供水温度控制示意图如下^[3]：

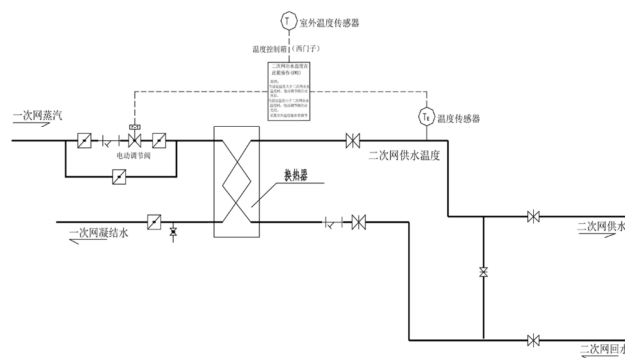


图 1 供水温度控制示意图

此控制系统虽然能达到正常采暖的自动控制，但是仍然存在不足之处。因一次网没有设置微机控制以及温控阀，DDC 控制器型号为西门子 RWD60，系统没有夜间、节假日节能模式，不能依据时间变化自动调整换热器最低出口温度。当采暖期进入春季后，室外气温回升，在夜间或周末、节假日期间，系统依旧处于正常供暖运行状态，即最低出口温度为 45℃，且设置室外温度补偿范围在 5℃至 -15℃时，其飘移量为 25℃，即当室外温度在 5℃至 0℃的区间内，换热器出口温度为 45℃至 52.5℃，造成不必要的能源浪费。经后勤分公司动能车间领导以及技术人员研究决定，以中国辽宁省大连市冬季采暖温度标准为参考，保证公司室外采暖管网不冻的情况下，将换热器出口温度依据表 3 进行人工调整：

表 3 春季厂区供热温度调节表

室外温度（℃）	供回水温度（℃）	
	供水温度（℃）	回水温度（℃）
0	45	37
1	44	37
2	43	36
3	42	35
4	40	34
5 及以上	38	33

由上表可知,在春季采暖期间,供回水平均温差可达到 6.7°C ,以厂前区采暖系统为例,依据 $Q=cm\Delta t$ 公式^[1],可计算出温度调节后春季平均采暖热负荷为 2579kw ,继而得出春季厂前区采暖蒸汽流量为 3.7t/h 。依据制定的春季温度调节方案,将其与大连市冬季方案相比较,厂前区蒸汽流量可节省 $7.4-3.7=3.7\text{t/h}$,外购蒸汽价格 180 元/t,春季采暖时长 30 天,夜间调节时间为 $23:00$ 至翌日 $7:00$,周末也采取新的温度调节方案。厂前区可节省采暖成本:

$$180 \text{ 元/t} \times (3.7\text{t/h} \times 22 \text{ 天} \times 8\text{h} + 3.7\text{t/h} \times 8 \text{ 天} \times 24\text{h}) = 245088 \text{ 元}$$

同理可得三号换热站所承担厂区东南线、西南线以及机四线春季采暖调温后所承担热负荷分别为 3489kw 、 3489kw 、 1128kw ,对应蒸汽流量为 5t/h 、 5t/h 、 1.6t/h ,调节前蒸汽流量 10t/h 、 10t/h 、 3.2t/h 。

东南线可节省采暖成本:

$$180 \text{ 元/t} \times (5\text{t/h} \times 22 \text{ 天} \times 8\text{h} + 5\text{t/h} \times 8 \text{ 天} \times 24\text{h}) = 331200 \text{ 元}$$

西南线可节省采暖成本:

$$180 \text{ 元/t} \times (5\text{t/h} \times 22 \text{ 天} \times 8\text{h} + 5\text{t/h} \times 8 \text{ 天} \times 24\text{h}) = 331200 \text{ 元}$$

机四线可节省采暖成本:

$$180 \text{ 元/t} \times (1.6\text{t/h} \times 22 \text{ 天} \times 8\text{h} + 1.6\text{t/h} \times 8 \text{ 天} \times 24\text{h}) = 105984 \text{ 元}$$

公司在—个采暖期合计节省采暖费用 101.3 万余元,同时减少凝结水排放量达 5630.4 吨。

为了使出口温度在室外温度为 0°C 至 5°C 的范围内不会发生变化,在调节换热器出口温度之前,先由技术人员将补偿温度区间调整为 0°C 至 -15°C 。两个换热站各有四个班组进行轮班,车间领导组织技术人员以及工段长对换热站运行班组进行业务培训,当班班长依据技术人员编制的温度调节表和DDC控制器操作规程,进行数据记录、控制器的操作以及出现问题后的应急处理方法等。

3 调整采暖管网循环水流量,达到水力平衡

改造前,公司原有供暖系统为一、三号锅炉房并网供暖,现在采暖管网分为厂前区、东南线、西南线、机四线等四个系统独立运行,管网从合并到分离,部分主、支线阀门的开

启度未做相应调整,导致系统水力不平衡,采暖系统近端过热,远端不热,循环水系统压差偏小,大部分压头损失在了站房内部。

为了满足用户对流量以及采暖温度的要求,必须对循环水泵和管网的特性曲线进行调节。因管网的阻力(ΔP)与流量(Q)之间的变化关系为^[2]: $\Delta P=SQ^2$,式中 S 是管网的总阻抗,与管网几何尺寸、摩擦阻力系数、局部阻力系数、流体密度有关,当这些因素不变时, S 为常数。管网和泵特性曲线见图2:

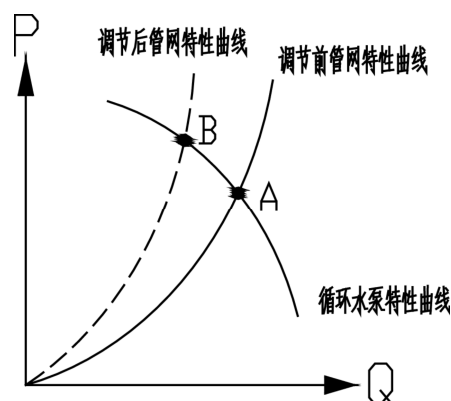


图2 管网和泵特性曲线

由曲线图可知,调节管网特性曲线,工况点A移至点B,系统流量降低,压头可以得到显著提高。车间组织技术、调度组以及水暖工段相关人员,利用便携式超声波流量计,在采暖系统近端用户的支线以及主干线处测量供回水流量,调节入户阀门,使流量达到标准经济指标。以技术人员为主导,水暖工予以配合,记录现场阀门开启度。采取这样的调节措施后,系统水力平衡,热量分布均匀,降低了循环水泵的负荷,节约了电能。

4 积极维护采暖管网系统,及时更换损坏部件

在进行公司四个采暖系统外网水力平衡调整的工作中,发现有很多阀门、膨胀节达到使用期限,阀体外部锈蚀严重,阀柄脱落,膨胀节也不能正常伸缩;部分管道保温脱落,增加了热损耗,管道内部腐蚀严重,积累较多淤泥,增大了沿程阻力,使水泵负载过高。在下一个采暖期到来之前,车间组织技术、调度、水暖工段,给四个采暖系统安排四个班组进行巡检,以换热站为始发点,沿着主干线一直到采暖系统末端,统计系统损坏的阀门、膨胀节、管道以及保温,技术人员跟随班组记录需要更换的阀门、管道、膨胀节等的型号、

规格,提取工程量,由车间调度制定局修计划,技术人员对施工班组做好详细技术交底,在下一个采暖期到来之前井然有序地完成管网维修工作,此项工作完成后,将使采暖管网系统的热损失、沿程阻力大幅下降,减少采暖蒸汽消耗量,降低循环水泵负荷,节约电能。

5 结语

运用能源管理体系的管理思维,经过公司技术人员的培训,换热站运行人员掌握了控制器的调节方法,在维修人员

的配合下,公司采暖系统的绝热结构得到了全面维护,管网流量调整至基本平衡状态,减少了热量损失和电能消耗。公司锅炉房改换热站后,避免了煤、重油等化石燃料燃烧后烟尘和灰渣的排放,为环境保护工作做出了贡献。

参考文献

- [1] 贺平,孙刚.供热工程.中国建筑工业出版社,2006.
- [2] 付详钊.流体输配管网.中国建筑工业出版社,2005.
- [3] 陈绍炳,于向军.热工过程自动控制原理.东南大学出版社,2003.