

# 严寒地区火电厂输煤建筑 供暖系统运行效果分析

中国电力工程顾问集团东北电力设计院 李 刚<sup>☆</sup> 李慢忆

**摘要** 分析了严寒地区火电厂输煤建筑供暖热媒特点,指出高温热水比蒸汽具有更多优点而应用得越来越广泛;针对几个电厂输煤建筑出现供暖系统效果不理想的现状,从设计、设备采购、施工、运行管理等各方面提出需注意的问题,如加强围护结构保温、回水管上设静态平衡阀、根据规范施工等。

**关键词** 严寒地区 火电厂 供暖系统热媒 水力平衡 围护结构

## Operation effect of heating system for coal handling structures in thermal power plant in severe cold zone

By Li Gang<sup>★</sup> and Li Manyi

**Abstract** Analyses the characteristics of the heating medium. Points out that high temperature water is widely used because of more advantages than steam. In view of the dissatisfied heating effect in coal handling structures of several plants, puts forward some suggestions such as enhancing the heat insulation of building envelope, setting static balance valves on return water pipes and constructing according to correlative guides, to which due attention should be paid in design, procurement, construction and operation management, etc.

**Keywords** severe cold zone, thermal power plant, heating medium, hydraulic equilibrium, building envelope

★ Northeast Electric Power Design Institute of China Power Engineering Consulting Group, Changchun, China

①

### 1 严寒地区火电厂供暖热媒种类及比较

严寒地区火力发电厂集中供暖系统热媒一般为蒸汽和高温热水。蒸汽一般为 0.1~0.4 MPa 的饱和或微过热蒸汽,由辅汽降温减压获得;高温热水温度一般为 110℃/70℃,高寒地区有的电厂采用 130℃/70℃,由汽水换热器换热后获得。

火电厂输煤系统占地面积较大,建筑物较多而且分散,多在厂区供暖管网末端布置。供暖热媒的确定关系到电厂供暖系统的经济性、安全性、合理性。蒸汽供暖系统具有散热量大、节省末端设备及水力易平衡等特点,曾广泛应用于火电厂主厂房和输煤建筑供暖系统。经过多年的运行,蒸汽供暖系统逐渐暴露出一些缺点,如热能消耗较高,蒸汽需经辅助蒸汽降温减压获得,浪费了高品质蒸汽热能;凝结水回收系统复杂,凝结水管路长且间断运行,流速过小时易发生冻结;凝结水含铁量较高,需经除铁处理等。而高温水供暖系统散热均匀持久,卫生条件好,运行环境舒适;同等外部条件下的室

外管网输送蒸汽和高温水,高温水的热损耗比蒸汽约少 30%;高温水供暖系统是一个典型的机械循环系统,运行简单可靠,容易实现质调节;供暖设备初投资比蒸汽供暖约少 24%,运行期间的后期维修或改造的工作量也远远小于蒸汽供暖系统。因此,目前高温水热媒在电厂应用越来越广。

### 2 高温水供暖系统热源

集成化的汽水换热机组具有节省空间、布置灵活、调节方便等特点,是厂区供暖热源的常见形式。加热汽源来自辅助蒸汽母管,单台汽轮机抽汽时,供暖汽源一定要有备用,供暖初期可启动锅炉房提供蒸汽。笔者所在单位设计的伊敏二期、鄂温克工程地处我国最东北角,室外供暖计算温度为-35

①<sup>☆</sup> 李刚,男,1961 年 12 月生,大学,高级工程师  
130021 长春市人民大街 4368 号东北电力设计院  
(0431) 85798211  
E-mail: ligang@nepdi.net  
收稿日期:2011-11-16

℃,供暖热媒选用的是 130℃/70℃高温水。

汽水换热机组一般设置在汽机房标高 0.00 m 处,机组容量需满足本期供暖热负荷的需要,并适度留有余量。机组包括汽水换热器、热网循环泵、补水定压设备、水处理装置及控制设备等。汽水换热机组通常配置两台占总换热量 60%~75%的汽水加热器,严寒地区取上限。加热器多为壳管式,在高峰负荷时两台同时运行。热网循环泵可以选配  $2\times 100\%$  或  $1\times 100\%+2\times 60\%$  的容量,水泵可采用变频控制。热网补水为软化水,加热器的部分凝结水可作为热网补水。机组配备自动补水定压装置,定压点设在热网循环泵入口管道上,补水泵设备用。机组配备带除垢过滤功能的水处理装置,以减缓加热器和水泵结垢,保证水质要求。

### 3 严寒地区高温水供暖电厂输煤建筑供暖现状

近年来,笔者所在单位设计的工程基本都选用高温水热媒,高温水由汽水换热机组制备,大部分厂区供暖系统运行良好,但部分电厂的输煤建筑供暖效果不甚理想。

伊敏电厂位于蒙东地区,二期工程( $2\times 600$  MW)已经于 2007 年投入运行。伊敏地区冬季室外供暖温度为  $-35\text{℃}$ ,供暖热媒为 130℃/70℃的热水。伊敏二期投运以来,输煤建筑供暖运行状况良好。

长春市 A 电厂、B 电厂和吉林省某电厂陆续在 2008 年、2009 年发电并投入商业运行。经过 1~2 个供暖季运行之后,这 3 个电厂的运行人员均提出输煤建筑的供暖效果不够理想,有的电厂甚至发生大面积供暖管道和散热器冻裂的情况。为此笔者从 2010 年 3 月下旬开始先后走访 3 个电厂,了解供暖系统的运行情况,并对供暖系统设计存在问题、现场人员的运行操作以及运行管理方面存在的问题进行了分析。

#### 3.1 长春市 A 电厂

2010 年 3 月 18 日,笔者回访了正在运行的长春市 A 电厂。据电厂输煤专工介绍,供暖季节期间汽水换热机组停运,供暖系统内的水失去循环动力而冷却后,使煤仓间、高位栈桥等系统的管道及散热器结冻。经运行人员烘烤、检修,部分供暖系统运行。之后汽水换热机组再次停运,致使整个输煤系统的供暖基本处于瘫痪状态,尤其是煤仓间、高位栈桥、C6 和 C7 栈桥等建筑物的散热器和管道

结冻严重,一直未恢复运行。回访当天汽机房汽水换热机组仪表显示,供水压力为 0.525 MPa,供水温度 51.3℃,回水压力 0.144 MPa,回水温度 45.2℃。高层直连加压机组显示供水压力 0.67 MPa,水温 49℃。

#### 3.2 长春市 B 电厂

2010 年 4 月 2 日,笔者回访了长春市 B 电厂。据电厂土建专工、汽机专工和相关运行人员反映,2009 年 12 月,高层直连加压机组曾由于误操作停运 3 h,由于正值严冬,室外气温非常低,造成了煤仓间、高位栈桥供暖系统发生冻结瘫痪。当时电厂尚未交付运行,施工单位未对与高位栈桥相连的碎煤机室、T-2 转运站、C-3 栈桥采取保护措施,造成大量热量散失,一周以后上述输煤建筑供暖系统陆续冻结。

#### 3.3 吉林省某电厂

吉林省某电厂在供暖期间全部生产建筑均按设计要求接入供暖系统,只有厂前区生产办公楼、行政办公楼、食堂、招待所、游泳馆、住宅楼尚未接入系统。除翻车机室、2 号输煤栈桥、1 号转运站供暖效果不理想,温度较低外,其他供暖建筑物的供暖均达到设计要求。

## 4 影响因素分析

### 4.1 外界因素造成供暖热负荷额外增加

1) 建筑物外墙金属保温板均为现场施工,内外板间的保温材料的充满度、厚度、密度、连接状况等直接影响外墙的热工性能。现场在室内侧手触及墙壁感到明显冰冷,有些金属保温板连接处有明显的漏风现象,说明保温效果差。

2) 建筑物围护结构封闭不严,穿屋面、侧墙的管道、风道、钢构架边缘处密封不严,导致冷风渗透量增大。

3) 窗户玻璃损坏,塑钢窗有缝隙。

4) 外门开启时间过长,以最严重的翻车机室为例,一列运煤车 60 节,按每 3 min 翻 2 节车皮计算,翻车时间需 90 min。有时运行人员为了方便,大门开启的时间一般都是卸完一列运煤车的时间,冷风大量侵入。

### 4.2 发生冻结的系统内部原因分析

1) 汽水换热机组性能是否能达到设计参数直接影响供暖效果。通过了解,3 个电厂换热设备的供回水温度、循环水泵的扬程均没有达到设计要求。

另外,供暖季在换热机组停机时应采取应急措施。例如,对建筑物进行保温防护,对各分支供暖系统进行隔断保护。当汽源受影响时,可将供暖系统低温运行,使之保持流动,延缓结冻时间或将可能发生冻结的系统水放掉。

2) 施工单位没有按照设计施工,影响供暖系统的正常运行。这3个电厂每个建筑物总回水管上均没有按设计要求安装静态平衡阀,无法进行水力平衡,管网末端尤其是输煤系统供暖效果不理想。

3) 电厂的生活附属建筑(如生产办公楼、招待所、倒班宿舍等)一般委托设计,设计前未能通过业主与笔者所在单位进行设计接口上的有效配合,委托设计供、回水温度基本是按民用建筑的80℃/60℃选用,管道采用丝扣连接;有些建筑物采用地面辐射供暖,要求的供水温度更低。全厂供暖换热设备的热负荷虽然包括委托设计的建筑热负荷,但热媒温度不匹配,当系统实际温度提高到一定程度时,丝扣连接处就会因介质温度高而引起泄漏。这也是换热机组的供水温度未能达到设计要求的-一个主要原因。

5 供暖热媒温度变化对供暖热负荷的影响

长春市A电厂、B电厂,吉林省某电厂在供暖季节的供热温度均为(75~88)℃/(57~65)℃,由于供热温度没有达到设计要求,散热设备的散热量大打折扣。通过以下分析可以看出供热温度对散热负荷的影响。

散热器散热量Q的计算式为

$$Q = FK(t_p - t_n) \tag{1}$$

式中 F为散热器散热面积;K为散热器传热系数,  $K = A(t_p - t_n)^B$ ,其中A,B为常数; $t_p$ 为散热器供、回水平均温度; $t_n$ 为室内供暖设计温度。以供回水温度110℃/70℃(换热机组设计供回水温度)、80℃/60℃(机组实际运行供回水温度)与50℃/40℃(最不利环路末端实际供回水温度)作个比较。室内供暖设计温度取10℃,散热器F,A取值相同,散热器以钢管四柱型为例,孔距900mm,B=0.316,可得:

$$Q_1 : Q_2 : Q_3 = (t_{p1} - t_n)^{1+B} : (t_{p2} - t_n)^{1+B} : (t_{p3} - t_n)^{1+B} \tag{2}$$

式中 下标1,2,3分别对应供回水温度110℃/70℃,80℃/60℃,50℃/40℃时的参数。

不同温度下的散热量对比见表1。

表 1 不同供回水温度散热器的散热量对比

| 供回水温度/℃ | $t_p$ /℃ | $t_n$ /℃ | $(t_p - t_n)$ /℃ | $Q_1 : Q_2 : Q_3$ |
|---------|----------|----------|------------------|-------------------|
| 110/70  | 90       | 10       | 80               | 1 : 0.69 : 0.34   |
| 80/60   | 70       | 10       | 60               |                   |
| 50/40   | 45       | 10       | 35               |                   |

从表1中可以看出,当换热机组的实际供回水温度不是设计的110℃/70℃,而是按照80℃/60℃低温运行时,相同供暖系统散热量减少31%。而当供水管网水平失调最不利环路的建筑物供回水温度降低为50℃/40℃时,其散热量比设计工况减少66%。

6 供暖系统管网水力平衡的重要性

在供暖系统正常运行之前,应对全厂进行供暖管网水力平衡调试,使各个供暖建筑物的水流量按照负荷分配达到供暖设计要求。厂区供暖管网一般为枝状、异程布置,水力平衡调试这个环节非常重要。

在以上3个电厂供暖系统的设计中,都选择了静态平衡阀作为供暖系统的水力平衡调节设备,它具有良好调节性能和精度平衡功能,是实现水力系统全面平衡的基本保障,遗憾的是电厂施工或运行过程中没有按照设计完成。

辽宁省调兵山热电厂的施工运行严格按照设计进行,各路阀门进行数字式调节,科学分配水流量,供暖效果很好。

7 设计中需注意的几个问题

1) 厂区供暖管网的回水管上要加静态平衡阀及压力表。

2) 冬季建筑大门开启时间尽量短,以减少冷风侵入。除此之外,还要考虑减小室内外的风压差,在热风幕的选择上考虑增加送风设备的风压、风量,起到阻隔作用。

3) 应注重管道、风道、钢架等穿越建筑物围护结构边缘处的保温设计,或在图纸中有说明,并列封堵材料,避免施工单位在施工时遗漏而造成缝隙。

4) 在运行管理说明中明确注意事项,换热机组和高层直连加压机组发生故障时,尽量保持系统低温运行,并尽快进行检修,或将相应系统内的水放掉,并做好保温。

5) 施工单位要严格执行供暖工程施工验收规范,高温水供暖系统不允许出现丝扣连接,管道与阀门间必须焊接或法兰连接,并采用耐高温垫片。

6) 对于委托设计并接入厂区供暖管网的建筑,其供暖系统形式、热媒参数应与厂区供暖系统匹配。