

# 供热流量计偏差与跳变问题原因及解决方案分析

刘岩岩

(江苏华电昆山热电有限公司 江苏 昆山 215300)

**摘要:** 对现代联合循环热电联产的燃气发电机组而言,保障机组的可靠性和稳定性,提高供热流量计结算准确性是非常重要的。如何提高供热流量的准确、可靠性,关系到电厂如何更好的控制管损,提高经济效益。本文针对某热电厂 450MW 联合循环热电联产机组投产后,供热管线结算用涡街流量计存在的测量偏差及跳变问题进行剖析,确定问题根源,制定处理方案。方案实施完成,流量计偏差及跳变问题基本得到解决,本次的处理方案不单从根源上处理了供热流量计偏差及跳变的问题,而且也保障了机组热网供热的经济效益。

**关键词:** 热网; 涡街流量计; 转换器; 热网智能终端; 变送器

## 0 引言

在当前火力发电机组中,燃机具有启动时间短,负荷变化速度快等特点,多用于调峰机组或者居民供暖,工业供热。某电厂燃气-蒸汽联合循环机组使用的是美国 GE 公司的 9FB.05 型号的燃气轮机,燃机控制系统使用的是 GE 的 MARK VIe 控制系统。供热系统流量测量装置使用是上海横河 DY 型涡街流量计。该热电厂以热定电的运行方式对机组运行安全、可靠性的要求大为提高。如何精准计算供热管损及能耗指标、提高机组供热的经济效益、保障公司利益不受损失,这对供热流量计测量的准确性提出了更高的要求。然而某发电厂供热机组出现的流量计偏差及跳变现象,严重影响了机组能耗指标的计算以及供热结算的计量,供热流量计测量偏差及跳变问题亟待解决。

## 1 流量计型号及热网智能终端简介

### 1.1 流量计简介

某厂 450MW 热电联产联合循环机组,供热管线分为东线和西线两路中、低压供热,为增大供热流量及供热流量计定期检定的需求,某厂两条热网管道中、低压供热各分有 3 条管线(如图所示),东西线热网管道共计装设 12 台涡街流量计,低压供热管道为 300mm 口径,中压供热管道为 250mm 口径。其流量计均采用上海横河生产的 DY 系列数字式涡街流量计,压力变送器采用的 EJA 压力变送器,温度元件采用为 PT100 的热电阻进行测温。

### 1.2 热网智能终端简介

某厂供热管道共配备 12 台热网智能终端,热网涡街

流量计配备的智能终端使用的是中国电子科技集团公司第五十研究所生产的 WJ2005 型热网智能终端。智能终端是一种采用 320×240 点阵液晶显示屏和 32 位 ARM 微处理器的具有流量累计功能的多功能终端,终端具有 GPRS 模块,可进行组网和远程监控。

## 2 现状分析

某热电厂东、西线供热系统分别于 2017 年 11 月和 2018 年 10 月投入运行,中压供热设计温度为 270℃,设计压力 2.26MPa;低压供热温度设计为 270℃,设计压力为 1.05MPa。但自热网系统投运以来,截止 2020 年底,12 套结算用热网流量计多数频繁发生流量晃动及流量偏小的问题,对上述问题的现象进行分析和分析,主要表现为以下三种情况:

- (1) 在停运的热网管线中,流量计智能终端上出现流量显示,其涡街流量计脉冲频率输出长时间保持在 50HZ,一段时间后消失;
- (2) 在停运的热网管线中,流量计智能终端上出现流量显示,其涡街流量计脉冲频率输出信号无规律,很短时间脉冲信号就消失;
- (3) 在投运的热网管线中,其供热管线上涡街流量计的测量值较用户侧流量计的测量值偏小,管损为负值。

根据热网流量计以上发生的三种情况,结合涡街流量计的测量原理及智能终端的计算公式,综合分析可能原因为:

- (1) 在流量计安装过程中,其信号电缆的选型为非屏蔽电缆;其电缆敷设走向未与动力电缆分离,进行分层敷设,存在工频 50HZ 干扰;
- (2) 热网管线流量计安装处存在振动,产生涡街输出频率信号或停运热网管线流量计处存在冷凝水,水蒸发产生涡街输出频率信号;
- (3) 频率信号、温度及压力补偿信号测量存在偏差、变送器静压水柱修正不准确或者智能终端流量计算公式中相关参数设置存在问题。

## 3 解决方案制定与实施

### 3.1 原因分析

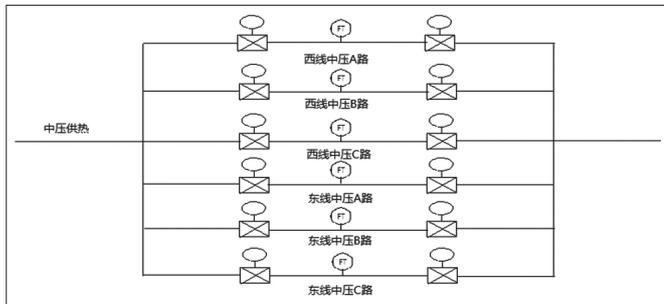


图 中压东西线供热管道示意图

通过综合分析发现,认为影响热网流量计的晃动及偏小的可能原因:工频干扰、管道振动、冷凝水二次蒸发、信号测量不准确及参数设置不合理造成的。由于该电厂为热电联产机组,热网流量计测量流量值用于供热结算,为保证供热的流量准确性,保障电厂的供热效益。针对上述分析的原因,热控专业人员制定措施,在不影响供热正常运行的条件下,对停运的涡街流量计、供热管线及智能终端进行检查处理。

### 3.2 方案制定

为保证供热的正常运行,针对停运的热网管线、涡街流量计和智能终端进行检查,制定以下方案:

(1) 针对涡街流量计的信号电缆进行检查,确认是否符合屏蔽信号电缆,如果不符合要求,更换信号电缆;确认其电缆屏蔽是否可靠接地,如果未可靠接地,对屏蔽线进行重新可靠接地;确认其信号电缆走向是否与动力电缆分层隔离,如果未进行分层隔离,重新进行分层隔离处理。

(2) 确认供热管线是否存在支撑不牢固的现象,如存在支撑不牢情况,对管线支撑进行重新加固;确认供热管线流量计处是否存在积水,如果存在积水,则需在管线上增加疏水装置。

(3) 对流量计、温度元件及压力变送器测量回路进行检查并对设备进行检定,确认是否合格,不合格更换设备;根据下面公式中的流量计算公式对各个输入信号参数设置进行检查,确认其是否合理。

$$Q = \frac{\ell_f \times F \times 3.6}{K}$$

式中: K 为标称系数 (见涡街流量计铭牌标注)

$\ell_f$  为供热蒸汽状态密度 (kg/m<sup>3</sup>)

F 为涡街流量计脉冲输入频率 (kHz)

### 3.3 方案实施及原因确认

针对上述方案进行检查,检查情况如下:

(1) 涡街流量计信号电缆均为屏蔽电缆,且分层分布,但有与动力电缆交叉点存在;对流量计信号电缆的屏蔽接地检查发现,存在部分流量计信号电缆屏蔽线虚接或未接,在对信号电缆的屏蔽线进行重新单点屏蔽接地。

(2) 对热网管线的支撑进行检查,发现支撑牢固正常。之后对流量计法兰拆除后进行流量送检工作,发现流量计所在管道中存在冷凝水,冷凝水排尽后仍有微量蒸汽冒出。利用涡街流量计送检的机会,在流量计进口前热网管线上加装疏水装置,管线停运时进行疏水处理。

(3) 对涡街流量计、温度及压力变送器进行计量院检定,并对设备参数进行检查,检定结果正常,变送器静压水柱参

数修正正常。对智能终端参数进行检查,发现在蒸汽流量计算中,只有供热蒸汽状态密度对流量的计算结果存在影响。通过对蒸汽密度的影响因素进行分析,发现密度受蒸汽温度和压力的影响。专门针对智能终端的温度、压力输入信号的相关参数进行检查后发现,流量补偿用的温度压力参数设置为数据异常时选择设计值进行补偿,中低压供热系统投入实际蒸汽温度 260℃ 和 266℃ 左右,压力分别为 2.13MPa 和 1.05MPa。中低压供热温度压力异常时手动设置温度分别为 280℃ 和 270℃,压力分别为 2.1MPa 和 1.0MPa。当温度或压力异常时,取用手动设置温度压力值会导致实际蒸汽密度偏小,从而导致蒸汽流量偏小。通过修改智能终端功能设置中 0. 压力值选择和 P. 温度度值选择菜单,将异常时使用手动值 (编号 1) 修改为使用测量值 (编号 0),在蒸汽流量的温压补偿公式中,一直使用实时测量值进行计算,保障流量计算的准确性。

### 4 结语

某热电厂供热机组出现的流量计偏差及跳变现象,严重影响了机组能耗指标的计算以及供热结算的计量。本文针对引起供热流量计偏差及跳变现象的原因进行了深入的剖析,得出了导致流量跳变及偏差的主要原因有三点:屏蔽不牢靠;存在冷凝水二次蒸发;流量智能终端参数设置不准确。为解决这些问题,本文提出了以下改造及优化方案:

(1) 针对电缆屏蔽接线进行重新接线,保证屏蔽线接线单点接地且牢靠,增加抗干扰的可靠性;

(2) 针对停运热网管线中冷凝水二次蒸发造成流量计跳变的问题,增加管线疏水阀,管线停运时进行定期疏水;定期切换供热管线,减小冷凝水的产生;

(3) 对智能终端参数设置进行检查,针对流量计算公式中的各个参数设置进行分析,修改温压补偿参数设置,保证流量计算准确。

通过上述方案优化,已从根本上解决了流量跳变及偏差问题,大大提高了供热流量的准确性,保障了公司的供热效益。

### 参考文献:

[1] 章素华. 燃气轮机发电机组控制系统 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.  
 [2] 高山. 涡街流量计测量准确度影响因素的探讨 [J]. 世界有色金属, 2019(5):7-8.  
 [3] 李国铸, 李思远. 用于贸易结算的流量计量仪表的选型、安装及维护 [J]. 自动化应用, 2021(3):31-35.

作者简介: 刘岩岩 (1996.06-), 男, 汉族, 安徽阜阳人, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 热工控制。