

# 电接点汽包水位计测量误差与汽包水位保护

王志瑜

中国能源建设集团东北电力第二工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v3i5.2125

**[摘要]** 近年来,由于火电机组的运行参数逐步向超高参数方向发展,电接点汽包水位计在超高压、亚临界锅炉上的应用遇到了前所未有的困难。随着计算机技术的发展,基于差压原理的智能汽包水位计应用越来越多,在汽包水位调节系统中也大有取代电接点水位之势。《国家电力公司电站锅炉汽包水位测量系统配置、安装和使用若干规定》文件中第22条规定超高压、亚临界锅炉汽包水位的调节、报警和保护应分别取自3个独立的差压变送器进行压力、温度修正。虽然如此,笔者认为与差压式汽包水位计相比,电接点汽包水位计更适合在水位保护系统中应用。

**[关键词]** 电接点汽包水位计; 测量误差; 汽包水位保护

电接点水位计从其简单可靠、显示直观、维护量小的特点,作为远传表计或联锁保护信号发信器广泛地应用在各种容器的水位测量上。尤其在汽包水位测量和保护系统中发挥着重要的作用。

## 1 电接点汽包水位计的现状及其在汽包水位保护中的地位

火电机组的远传汽包水位计中,200MW 及以下机组的锅炉上一般分别配备了双色水位计、电接点汽包水位计和差压式汽包水位计。电接点汽包水位计用于汽包水位保护、报警,差压水位计用于水位自动调节系统。300MW 及以上机组的锅炉上一般仅配备双色水位计、差压式汽包水位计。差压式汽包水位计同时应用于水位保护、报警和自动调节系统中。

考虑安全性,保留电接点汽包水位计是十分必要的。众所周知,同一工作原理的水位计,在某种特定因素的影响下,一致的误差方向和误差值会使运行操作人员产生误判断并造成保护的误动作。因此在《防止电力安全生产重大事故二十五项重点要求》中规定必须配备2种以上工作原理的汽包水位计,当不能保证2种类型水位计正常运行时必须停炉处理。

目前汽包水位计测量仪表有2种:差压式的和连通管式的。在连通管工作原理的远传水位计中有双色水位和电接点水位计2种。前者的量程一般不能覆盖全量程并且一般只配1套。因此笔者认为十分有必要保留电接点汽包水位计。当双色水位计故障时,仍能保证有2种原理的远传水位计在正常运行。从可靠性、稳定性上考虑,在汽包水位计保护系统中电接点汽包水位计与差压水位计相比有着绝对的优势。分析误差来源,除安装误差外,电接点水位计仅存在密度误差;而差压水位计较电接点水位计还有着更多的误差源,并且更不容易控制和发现。如参考水柱的温度、水位变送器的静压效应和温度效应、补偿公式误差等等。分析误差方向,除安装误差外,电接点水位计的密度误差仅是单一的负方向;而差压水位计的众多误差源有不同的作用和方向,并且很难定量计算。分析水位零点稳定性,电接点汽包水位计的零点稳

定性只受安装误差影响,跟其它因素无关;差压水位计的零点是由水位变送器测得的差压决定的,而零水位的差压值并不是固定的,除受汽包压力影响外,还受多种误差源的影响。同时不管电接点汽包水位计运行在零水位附近时误差如何,由于其是基于连通管工作原理的,当锅炉汽包实际水位超过电接点测量筒连接管的测量范围时,必然会出现无水或满水的显示并发出保护信号。

综上所述,若汽包水位保护、报警和自动调节系统共取同一水位信号时,对机组安全稳定运行存在着不利的影响;同时这也违反了《火力发电厂热工自动化设计技术规定》(NDG16—1989)第6.1.4条,保护用的接点信号应取自专用的开关量仪表的规定。因此保留电接点水位计不仅有必要,而且较差压水位计更适合应用在汽包水位保护中。

## 2 电接点汽包水位计的误差分析及规律

2.1 尽量提高测量筒中介质温度,使之接近汽包中饱和水的温度是减小密度误差的唯一方法。

2.2 测量筒中介质温度对中高压(3.8MPa/9.8MPa)锅炉上电接点水位计读数误差的影响明显小于超高压、亚临界锅炉,基本可以不用控制。

2.3 超高压、亚临界锅炉测量筒中介质温度下降幅度必须控制在2—4℃以内。

## 3 减小电接点汽包水位计测量误差措施

在低中压锅炉上,电接点汽包水位计的误差主要取决于测量筒的安装误差,密度误差一般较小,控制措施也相对容易实现。但在高压、亚临界锅炉上则不然,密度误差占测量误差的绝大部分,因此必须严格控制测量筒中介质温度的下降,可以肯定地说只要控制好测量筒的安装误差或测量筒中介质温度的下降,就基本解决了电接点汽包水位计的误差问题。

3.1 防止电接点测量筒零位偏移。由于电接点测量筒较重,而连接管的长度一般大于100mm,外径一般小于35mm,当测量筒没有采用支撑或悬吊措施时,运行一段时间后零点会产生偏移,有时可达40—50mm,可采用如下措施控制安装误差。

3.1.1 在电接点测量筒体上采用可调整的支撑或悬吊措施防止下沉,建议采用可调整悬吊架。

3.1.2 适当加大连接管外径,尽量缩短连接管长度,连接管长度应为500—800mm,外径为40—50mm。

3.1.3 保证测量筒能够随汽包的膨胀而自由膨胀,无论冷、热态、零点位置均不变。至少每季检查1次测量筒零点,当其零位偏移超过2mm时,可调整支撑或悬吊架的拉杆长度。

3.2 提高筒内介质温度。测量筒通过连接管与汽包相连,一方面可通过汽侧饱和蒸汽凝结的饱和水补充热量并形成自然循环;另一方面水位波动使液位升降并带走冷水,水侧饱和水也通过连接管而带入热量,因此,只要采取措施得当,即有可能使水温提高到接近饱和水温。实际工作中,可用红外线测温仪测量相同保温条件下的电接点测量筒汽侧、水侧部分金属温度的差值,来了解测量筒内部介质温度的下降情况,并有针对性地采取如下措施:

3.2.1 适当缩短测量筒连接管路长度,提高连通管内介质温度,并减小流通阻力。汽包内饱和水的水位不断波动,会通过连通管使测量筒内的水位相应变化,连接管内水温变化会影响到测量筒内介质温度,缩短测量筒连接管路长度不仅可减少热量损失,同时加强了热传导的效果。假设正常水位波动范围为 $\Delta h$ ,测量筒内径为 $D$ ,连接管内径为 $d$ ,理论上连接管长度 $L < 2\Delta h(D/d)$ 为最好。

如1台锅炉测量筒外径为89mm,壁厚为16mm,连接管外径为20mm,壁厚为3mm,正常运行时水位波动范围为 $\pm 3$ mm。连接管理论最佳长度 $L$ 为24mm。

3.2.2 连接管管径要与测量筒筒径相匹配,才能在提高测量筒温度方面收到最佳效果。受安装条件限制,需提高理论最佳长度,就必须提高 $D/d$ 的值,太大则会使管径太小,增加管路阻力或使测量筒容积过大,水位变化迟缓。《防止电力生产重大事故二十五项重点要求》中规定,连接管内径至少不小于25mm。若连接管长度至少为600mm,则最佳效果时测量筒内径不小于250mm,这显然是不应该的,因此应首先尽可能缩短连接管长度。根据正常水位波动范围确定 $D/d$ 值后,再综合确定连接管与测量筒筒体内径与连接管内径之比以6—8为宜。

3.2.3 使测量筒连接管上臂(汽侧)上倾斜(于水平方向呈正夹角),保留适当的不保温面积,向上倾斜会使连接管中

凝结的饱和水不流向汽包而流向测量筒,加热测量筒内的水,补偿损失的热量;使下臂(水侧)向下倾斜(于水平方向呈负夹角),不但增加介质循环能力,还有利于提高测量筒内水的温度。有资料表明,连接管的倾斜坡度以1:500为宜,但至少不应小于《防止电力生产重大事故二十五项重点要求》中1:100的规定。

3.2.4 测量筒正常水位波动线以上部分及其连接管上臂(汽侧)不保温,可增加凝结量;测量筒其余部分及其连通管下壁(水侧)保温良好,减少热量损失。保温层外表面温度应小于50℃。

试验表明,额定运行压力为18Mpa的锅炉电接点汽包水位计,采取上述措施后水位可提高50mm左右,采用上述第2、3节措施后可使量程1m的电接点汽包水位计的密度误差小于20mm。但是,所有的上述措施都是被动的,控制测量筒内水温下降小于10℃还是可行的,因此在额定运行压力小于12Mpa的锅炉上会取得良好的效果;但是在额定运行压力大于18Mpa的锅炉上,控制测量筒内水温下降小于3℃难度是很大的,采用饱和蒸汽作为热源补偿测量筒部分的热量损失,可使电接点测量筒筒内水温接近汽包内饱和水温度。

#### 4 结束语

在低中压锅炉上,电接点汽包水位计的误差主要取决于测量筒的安装误差;但在高压、亚临界锅炉上还必须严格控制测量筒中介质温度的下降,否则会导致较大的密度误差。如果综合考虑电接点汽包水位计在国内外高压、亚临界锅炉上的改进措施,将密度误差控制在20mm以内还是有可能的。并且无论从误差来源的种类和方向上看、从水位计的工作原理和可靠性、稳定性上看,电接点汽包水位计较差压水位计更适合用于汽包水位保护系统中。

#### [参考文献]

- [1]丁丹.简析锅炉汽包水位控制[J].化工设计,2017,27(6):34-35+46.
- [2]隋月飞.干熄焦锅炉汽包液位控制系统的研究[D].东北大学,2015,(06):87.
- [3]董晓.计算机视觉测量型锅炉汽包水位监测系统研究[D].山东建筑大学,2013,(10):65.
- [4]刘子鹏.模糊自适应PID在锅炉汽包水位控制中的应用[J].天津冶金,2015,(1):47-49.