

SF₆密度继电器一次异常报警的原因分析

马 春

(德阳电业局变电运行中心, 四川 德阳 618500)

摘 要:分析了 SF₆密度继电器一次异常报警的原因,给出了分析因密度继电器测量温度与 SF₆本身气体温度不一致导致误报警的定量计算方法。

关键词: SF₆密度继电器;温度补偿;报警;定量计算

Abstract: Through analyzing the reason for an abnormal warning of SF₆ gas density relay, the quantitative calculation method is given to analyze the abnormal warning caused by the difference between the temperature measured by SF₆ gas density relay and the temperature of SF₆ itself

Key words: SF₆ gas density relay; temperature compensation; warning; quantitative calculation

中图分类号: TM588 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)03-0064-01

SF₆必须在一定的密度下才能满足充气设备绝缘、灭弧的需要。为保证充气设备的安全运行必须对 SF₆的密度进行实时监测。SF₆密度继电器作为密度测量保护装置,广泛应用于 SF₆充气设备。它通过压力表征 SF₆密度大小,当压力降低到设定值时,可发出低压报警或闭锁信号。

1 现象

入冬以后,德阳电业局变电站某 SF₆断路器密度继电器时常出现清晨发出低压报警信号,现场查看密度继电器指针已触及黄区;上午信号自行解除,指针又恢复到绿区的情况。

2 原因分析

2.1 检查

首先对密度继电器进行了校验,密度继电器动作(发出报警、闭锁)及刻度示值均符合相关技术要求;查看设备运行记录,信号解除后,抄录运行记录时,指针位置(表压 0.58 MPa)虽较额定值(表压 0.60 MPa)偏低,但与常年记录数据一致;对二次回路的检查也未发现异常。

通过以上检查可基本排除密度继电器本身、二次回路短路故障及设备漏气导致低压报警的可能性。

2.2 基于贝特-贝格曼经验公式的分析

SF₆气体的状态在实际应用中常采用贝特-贝格曼(Beate-Bridgman)经验公式。

$$p = 0.58 \times 10^{-3} rT(1+B) - r^2 A \quad (1)$$

$$A = 0.764 \times 10^{-3} (1 - 0.727 \times 10^{-3} r) \quad (2)$$

$$B = 2.51 \times 10^{-3} r(1 - 0.846 \times 10^{-3} r) \quad (3)$$

式中, p 为 SF₆气体的压力, 10^{-1} MPa; r 为 SF₆气体的密度, kg/m^3 ; T 为 SF₆气体的温度, K。

由式(1)可知, SF₆气体的状态可由气体压力、密度和温度三个参数确定。当温度一定后,气体的压力和密度一一对应。因此,实际工作中,密度继电器均通过一定的方式(双金属片、标准密度气体参比等),对气体进行温度补偿(到 20℃)后,利用压力表征 SF₆密度。

充气设备中 SF₆气体的温度受环境、设备内阻、设备运行工况等因素的影响。由状态公式可知,在密度不变的情况下,温度的变化,将导致压力随之变化。受这些因素影响导致的温度变化的平衡时间较压力的平衡时间更长。密度继电器温度补偿装置只能对密度继电器本身感温元件所测温度进行补偿,而感温元件所测温度大多数情况下与 SF₆气体本身的温度并不一致。由此利用压力表征密度将带来一定的误差。这种误差能否引起密度继电器误发报警信号呢?

将式(1)以温度对压力求导

$$dp = 0.58 \times 10^{-3} r(1+B) dT \quad (4)$$

(下转第 86 页)

轴承处汽缸中分面为基准,分多点测半实缸与全实缸标高变化,并在垂弧最大点处用内径千分尺测量钢丝与汽缸注窝径向间隙,根据各点变化值校核、测绘出汽缸垂弧变化曲线图,如图 1 所示。第二步是钢丝挠度的计算;计算公式如下。

$$F_x = \frac{1.5433}{40} \times (L-X)$$

X——测点到支点的距离;

L——钢丝两支点间的距离。

在计算公式钢丝的挠度时,注意计算的测点要与测量垂弧值的点一一对应。

第三步是扣除钢丝挠度对汽缸垂弧变化曲线的影响,从而得到实际的高中压缸静态垂弧值曲线图(见图 2)。

第四步是以此静态垂弧曲线指导调整隔板、隔板套注窝中心。

在准确测出由于汽轮机高中压缸自身变形而引起的各隔板中心处垂弧变化值后,以此为指导调整隔板、隔板套注窝中心,调整各汽封间隙至厂家要求的

下限值或比下限值还小,从而最大限度地减小汽封间隙,提高机组的运行经济性。图 3 是在安装中依据这种方法,最终调整后的高压缸汽封安装记录。机组在运行过程显示出了良好的效果,在机组安全稳定运行的同时,提高了机组运行的经济性。

4 结 语

实践证明,这种方法是可行的而且非常有效的,在工程实践中也取得了很好的效果。当然,随着科学技术的进步,先进、简便的测量工器具的出现及其在工程实施中的广泛应用,如,激光对中仪的使用,也大大简化了对大型汽轮机组汽缸变形测量的方法,提高了测量的准确性。也为安装调整提供了更加准确的依据。

注:参考资料为东方汽轮机厂 300 MW 汽轮机图纸及安装手册。

(收稿日期:2011-03-14)

(上接第 64 页)

按表压 0.6 MPa,温度 20℃的状态进行分析。

$$p = 7 \times 10^{-1} \text{ MPa} \quad T = 273 + 20 \text{ K}$$

$$\text{由式 (1)~(3) 得 } r = 45.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{代入式 (4) 得 } dp = 0.029 \text{ dT} \quad (5)$$

密度继电器运行压力与报警压力设定差值大多为 0.05 MPa,由上式可得 dT = 17.2 K。即当 SF₆ 气体温度低于密度继电器感温元件所测温度达到 17.2 K 及以上时,才可引起密度继电器发出低压报警信号。

设备运行发热、太阳光照射等原因, SF₆ 气体温度一般高于密度继电器感温元件所测温度。当密度继电器安装在机构箱内,箱内的加热装置因低温、高湿运行时,有可能出现密度继电器感温元件所测温度高于设备内 SF₆ 气体温度的情况。由于机构箱内的加热装置通常 10℃ 停止加热,加之运行设备温升,温差基本不可能达到 17 K。

德阳电业局低压报警的 SF₆ 断路器密度继电器也设置在机构箱中,因气体实际压力值较额定值低,与报警值之差仅为 0.03 MPa,按式 (5) 计算的温

差达到 10 K 即可发出低压报警信号。清晨,环境温度低于零度,负荷也不大,设备内 SF₆ 气体温度较低;机构箱内加热装置运行,箱内温度较高,极可能出现 SF₆ 气体温度低于密度继电器感温元件所测温度 10 K 以上的情况,由此导致密度继电器发出低压报警信号。但上午随着环境温度上升、负荷增大、加热装置停运等原因,温差缩小,信号即可自行解除。

3 处理措施

通过补加 SF₆ 气体至断路器额定运行压力,加大引发报警的温度差值以避免误报警的发生。补加 SF₆ 气体后,清晨观察密度继电器指针确有偏低现象,但仍位于绿区,未发报警信号;环境温度上升后指针恢复到额定压力位置。

参考文献

[1] 曹长武等编者. 火力发电厂化学技术监督 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

(收稿日期:2011-03-16)