

大电机定子、轴瓦、端部汇流环等温度监测的特殊性

及应用铂电阻测温方法存在的问题

测温传感器是发电厂最重要的传感器之一，发电厂测温普遍采用的热电阻测温器件的运行情况，直接影响发电机组是否能够安全运行。轴承温度过高，将导致轴瓦烧毁；轴承油温过低，油的粘性太大，流动性差，不利于形成油膜，不利于循环散热，将使机组启动阻力增加，这反过来又会使轴承温度升高；变压器温度过高会有炸裂的危险；定子温度过高，会影响线圈绝缘，降低使用寿命等等，严重时会造成机组事故停机的，这对于机组寿命及电网的安全都会造成不可估量的影响。

在我们调查的众多电厂中，经常在现场碰到了形形色色的问题，起初我们以为是中小型发电厂存在这些问题，后来发现在三峡、广蓄、小浪底等国外大机组中也存在这些问题，所以这些问题在全行业中带有某些共性。在这里我们把这些问题罗列出来加以分析，并试图解决这些问题。

- 发电厂运行环境的特殊性

对于测温器件来说，发电厂的运行环境是非常特殊的，这有别于其他的工业领域，如果把工业上通用的测温器件拿到发电厂使用是肯定要出问题的，由于性能不稳定导致温度信号误报的情况，一直困扰着电厂的运行人员和检修人员。分析其特殊性表现为：

1、运行时间长、不易维护。轴瓦测温电阻安装在空间狭小不宜维护更换传感器的地方，一般在大修时才有机会维护测温电阻。而现在由于技术进步，大修周期越来越长，这就要求测温电阻长期稳定运行。

2、重要程度高。推力轴承是发电机组的关键装置之一，其中的测温器件又是监测推力轴瓦运行状态的的唯一手段。而且推力轴瓦测温器件，一般要求接保护，重要性不言而喻。而一般的工业领域没有这么高的重要性。

3、运行环境恶劣。还是以推力瓦测温为例，传感器及其导线长期浸泡在温度较高的透平油里，并时刻承受油流的冲击和机组的振动。在这样的环境中很少有传感器及导线能经受长达5年的考验。

4、电磁干扰的强度相当大。一般发电厂发电机的功率都非常大，发电机产生的强电场特别是漏磁产生的强磁场对上导轴瓦和推力轴瓦测温电阻干扰非常大。这对传感器及其导线的抗干扰能力的要求很高。

5、由于发电厂测温热电阻引线较长，一般各个轴承测点的热电阻的电缆走向是：热电阻引线→油槽壁端子→电缆→测温屏端子→测温二次元件，有些甚至还在风洞壁再一次转接。因此线路电阻不可忽略，线路电阻的存在将使温度测量结果与测点的实际温度有很大的偏差，这对于要求越来越高的自动化控制方面有着不小的影响。例如对于Cu50的热电阻来说，电阻值相差1Ω，温度相差就有34℃！

- 普遍存在的问题

正是由于电厂测温器件使用环境的特殊性，使得电厂测温电阻普遍存在如下的问题：

1、长期稳定性差、可靠性低

其实发电厂对测温电阻的精度要求并不高，但对于传感器的长期稳定性和可靠性要求非常高。许多的电厂由于采用了长期稳定性差的测温电阻，在机组运行了几年后，就会出现大量的误报、跳变和没有读数等问题，使工程人员很难判断到底是机组本身的问题还是测温电阻的问题，如果推力瓦测温电阻出现上述问题，就会造成跳机，酿成重大事故。

2、电缆折断或外皮开裂

电缆在根部折断现象几乎在每个电厂都有，电缆长期浸泡在流动透平油中，如果不做特殊的处理，时间长了导线就会在传感器根部断开。根部断线的故障占了测温电阻故障的一半左右，应该引起重视。另外，电缆外皮在高温及腐蚀性的透平油环境中也会开裂。

3、传感器及导线没有屏蔽，或有屏蔽但没有接好

许多电厂都没有对测温电阻实施有效的屏蔽，使发电机的强电场和强磁场对测温电阻干扰并把干扰信号导入测温回路中，造成测温不准。我们见到过，推力瓦测温电阻感应漏磁信号达到 110V。这使得测量值无任何意义，还会导致回路中的其他器件损坏。测温电阻和整个测温回路，导线多且长，接线环节多，屏蔽要求在整个环节中都要有可靠的屏蔽，只要有一个环节出现问题，屏蔽就会无效。

4、传感器安装不规范

一般在安装瓦温电阻时要求传感器与瓦体刚性连接，最好是螺纹连接，瓦内的导线也要可靠固定，特别是根部导线要与传感器固定在同一个刚体上。但我们见到有些电厂在安装轴瓦测温电阻时只是简单的放置在瓦孔内，还有些是用环氧树脂灌封在孔里。这些都是不规范的安装方式，这样的安装方式都不能有效地保护导线根部。

5、线制和接线问题

线制就是测温电阻的引出线方式，如：4 线制、3 线制和 2 线制，线制决定了传感器导线的电阻对测量结果的影响。其中 4 线制和 3 线制可以把导线电阻对测量结果的影响降到最低，而 2 线制则不可以。以 20 米电缆为例，导线的电阻为 3 欧姆，换算成温度值是 6℃，这个误差是非常大的。三线制接线方式，同样是 20 米的导线，只有 0.1 欧姆被加到了系统里，产生 0.2℃的误差，这个误差是可以接受的，这说明导线电阻几乎不会影响到测量结果。如果用四线制测量，则导线电阻的影响可完全不计。我们看到很多电厂采用 2 线制测温电阻，或把 3 线制接成 2 线制的，或者在中间某个环节接成 2 线制。无论如何这都会产生很大的误差。可能有人会在后端温度模块上对此进行补偿，但面对不同类型不同长度的导线进行补偿就不是一种好方法了。

6、传感器尾部结构问题

传感器尾部结构有全密封的和带连接器的区别，现在起码有一半的电厂在使用尾部连接器的结构，这种结构的优点是方便拆卸，一旦传感器有问题可以在不用动导线的情况下把传感器换下来。但这样的结构只适合安装在油水冷却器或空冷器的地方，对于轴瓦的温度监测就不合适了。例如在推力轴承内传感器是完全浸泡在透平油里，而且透平油在不停地流动着，加上轴瓦的振动，尾部连接器非常容易漏油或触点脱开，从而降低了传感器的长期稳定性。实际上如果传感器本身长期稳定性高，应该是很少维护或根本不需要维护。

7、Pt100 和 Cu50 的问题

这是测温电阻分度值的问题，Pt100 和 Cu50 是目前电厂最常用的测温电阻，基本上 99%的发电厂都在使用。Pt100 是用铂金材料作为敏感元件，Cu50 是用铜做敏感元件。Cu50 与 Pt100 的比较的缺点：首先铜比铂的阻值小，需要很长的铜丝绕制成敏感元件，铂丝则相对短一些，一般的越长越细的材料可靠性越低。

8、进口 Pt100 传感器的问题

在三峡和小浪底等电厂，由于是 VOITH 和 ALSTON 的机组，所以传感器都是瑞士或德国的传感器。传感器本身非常好，但由于不是为特定的使用环境制作的传感器，结果也经常出现一些问题。如：传感器结构的问题、导线在根部断开的问题。不同的电厂有不同的特点，对测温电阻的要求也是不同的，到现在为止，我们还没有发现测温电阻完全一样的发电厂。对于特定的电厂而言，测温电阻没有针对性的进行设计，再好的传感器也仍然会出问题。因此解决测温电阻性能不稳定、可靠性差及故障率高的问题是一项非常紧迫的工作。

荧光式光纤传感器测温系统，是专门针对高压电气设备温度监测监控应用而设计的，它采用光学原理的传感器件和光信号传输通道，有着良好的电磁不敏感性，传感器尺寸小，可靠稳定，本安型，易于在狭小的高压设备内部安装，能很好地适应高压、大电流、强电磁干扰的检测环境，彻底解决了热电阻类传感器测温系统的缺陷。荧光光纤传感器测温探头的材料绝缘性能、耐化学性和机械性能极佳，特别适合应用于高压环境，不会给大系统带来任何负面影响。

荧光式光纤传感器测温原理：荧光物质接受一定波长(受激谱)的光激励后，受激辐射出荧光能量。激励消失后，荧光发光的持续性取决于荧光物质特性、环境因素，以及激发状态的寿命。这种受激发荧光通常是按指数方式衰减的，称衰减的时间常数为荧光寿命或荧光衰落时间(ns)。因为在不同的环境温度下，荧光寿命也不同。因此通过测量荧光寿命的长短，就可以得知当时的环境温度。

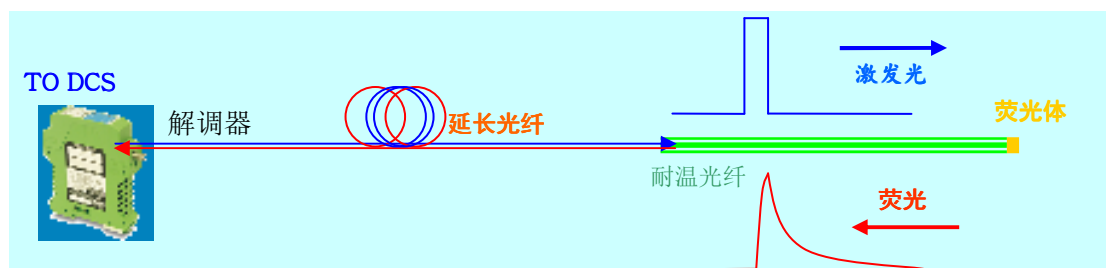


图 1 系统构成

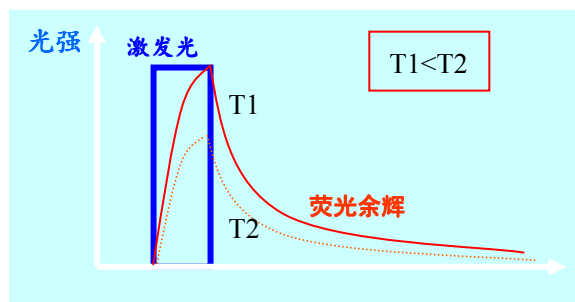


图 2 荧光余辉

荧光测温技术特点：**抗电磁干扰、高压绝缘、稳定可靠、高精度、高灵敏度、微小尺寸、长寿命及耐腐蚀、适应性好、无漂移、全寿命无须校准标定**，适合应用于高电压、强电磁(EMI/RFI/EMP)等特殊工业环境中的温度监测。(END)