

「监测系统」

电力设施温度实时监测系统的研究与实现

文/国网北京市电力公司 柴庆冕 马春生 杨双锁 仝 霞

温度是表征电力设施工作状态的重要参数，对电力设施进行温度监测有助于分析设备运行状态、及时发现异常、提升电力系统整体稳定性。传统的电力设施测温一般基于人工定期监测，无法对电力设施的温度和运行状况进行全面实时的了解和掌控。重点讨论了温度在线实时监测的必要性，分析了采用光纤测温技术对电力设施温度进行监测的优势，并结合北京某35 kV变电站改造机会，对以光纤测温技术为基础的实时监测系统进行了实际应用，取得了良好效果。

随着社会的发展和物质生活水平的不断提高，人们对电力系统的稳定性要求越来越高。电网的安全事关人民生计乃至社会稳定，如何不断提高电网安全性、可靠性和稳定性也是电力工作的重中之重。

温度是表征电力设施工作状态的重要参数，在设备运行过程中，由于受到电、光、热、机械、环境等各种因素的作用，设备易出现绝缘老化、材质劣化、接头松动等问题，这些问题的最直接体现就是故障点的温度出现异常。如果能够及时掌握设备的温度状态，就能对设备工况有一个全面的了解，在温度出现异常时第一时间进行分析整改，能够有效避免设备损坏、火灾等事故的发生，提升电力系统故障发生的预见性，确保电网安全稳定。

温度实时监测

提高电力设施的稳定性，一方面是提高设备的质量，选用优质的材料和先进的工艺，优化设计，力求工作寿命内不发生故障，另一方面是对设备进行必要的监测和维护，尽量避免设备故障的发生。

前面说过，温度是表征电力设备运行状态的重要特性参数，常见的因温度异常引起的电力

设施故障主要有两大类：外部热故障和内部热故障。外部热故障主要是指裸露接头由于压接不良等原因，在大电流作用下，接头温度升高，接触电阻增大，恶性循环而导致隐患产生；内部热故障是指故障点密封在绝缘材料或金属外壳内，如电缆、开关柜、GIS设备等，内部故障一般不易监测，由于故障点与周围材料存在热交换，可通过监测局部温升来诊断内部热故障。

常规的温度监测一般是基于测温仪，由人工进行定期监测。人工监测存在以下不足之处：

①存在不确定的环境和人为因素影响，如环境变化、人为疏忽等问题。②因需要较近距离监测温度，存在一定的安全风险。③无法在设备发生热故障时第一时间发现并处理。④内部热故障如开关柜、GIS设备等无法精确测量。

故对电力设施的温度采取实时监测措施是很有必要的。温度实时监测系统不仅能够代替人工进行精确的测量和数据读取，全面及时地掌握电力设施的运行工况，为后续预防性检修工作提供有力的数据支撑，同时能够做到故障第一时间发现、第一时间预警，最大程度减少故障带来的损失。随着智能电网的迈进，越来越多的变电站和电力设施向着智能化、自动化过渡，温度实时监测系统的应用面必将越来越广。

光纤测温技术

1. 常用的测温方法和光纤测温技术

目前常用的实时在线温度监测方法有以下几种:

热敏电阻式测温系统:即通过热敏电阻因温度而导致的阻值变化来监测设备温度的方法。此种方式可以显示温度值,但由于每个热敏电阻都需要独立的接线,其内部布线复杂且热敏电阻易损坏、维护量大,传感器不具备自检功能,需要经常校验,因此该方法实用性较低。

红外线探头测温系统:即通过红外线探头采集温度数据,对设备进行实时监测。该方法的稳定性不高,易受周边环境的影响,导致测量误差的产生。

光纤测温技术是一种新型的温度监测技术,即通过运用光纤温度传感器,将采集到的温度量值转换成便于记录和处理的光信号,由于从传感器输出的信号为光信号,所以可以直接通过光缆进行远距离传输。光纤测温技术具有良好的电绝缘性,不受电磁场干扰,特别适用于高电压、大电流、强磁场噪声、强辐射等恶劣环境,还具有高灵敏度、高精度、高速度等特点,其良好的性能使得该方法具有极高的稳定性和实用性,从而为长时间的实时监测提供了可靠保障。

2. 光纤测温系统的构成

光纤测温系统主要由以下三个部分构成:

1) 光纤温度传感器:光纤温度传感器由测温点、光纤调制器和光纤接口三部分组成,如图1所示,测温点用于测量温度,并将温度信号传到光纤调制器,光纤调制器将温度信号调制成光信号,并通过光纤接口将信号传至连接光纤。

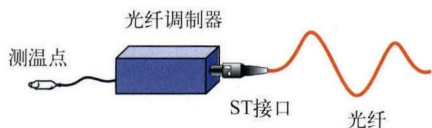


图1 光纤温度传感器

光纤温度传感器采用光导纤维传输温度信号,光导纤维具有优异的绝缘性能,能够隔离高压,因此光纤温度传感器能够用于测量高压带电物体表面的温度,如高压开关柜内的裸露触点和母线连接处的运行温度。测温点具有小巧的体积,当与被测物体表面直接接触时,能保证快速测量温度的变化。为了准确测量物体表面的温度,应保证传感器的感温面与被测物体的表面紧

密接触。

2) 连接光纤:连接光纤即用于连接光纤传感器与光纤温度测量仪的光纤部分,其与两部分的接头可设计为可拆卸式的接头,以方便现场安装和调整光纤长度,同时在实际进行光纤布线时要注意光纤的弯曲半径不能小于20mm,小于这个弯曲半径,可能对光纤造成损伤。

3) 光纤温度测量仪:即对由光纤传输过来的信号进行运算处理。主要有以下功能:温度显示、运行状态指示、报警功能、网络接口等。(显示界面如图2所示)

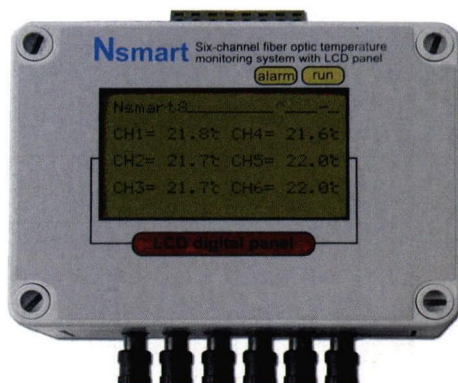


图2 显示界面

光纤测温系统的实际应用

鉴于光纤测温技术的绝缘性能、耐环境性能、高精度、高速度、高灵敏度等优点,光纤测温系统在电力系统中可以得到广泛应用,包括开关柜内动静触头的测温、电气设备接头测温、变压器测温、隔离开关触头测温、电缆接头测温,等等。

北京某35 kV变电站正处在停电改造阶段,其35 kV母线接头根据要求需要加装在线温度实时监测装置。根据现场实际情况,共需安装36个测温点。本次采用Nsmart8光纤温度监测仪来在线监测每个35 kV母线接点的运行温度。光纤温度传感器安装在母线接头的母排上,用于直接采集接头温度,光纤温度监测仪安装在对应开关柜的柜门上,以方便就地读取温度值,同时设计一台上位计算机,通过光纤监测仪的RS 485接口进行集中数据采集,计算机采用工控机,安装在站内控制室。

由于Nsmart8光纤温度采集系统的每台监测仪可以同时采集并显示6个测温点的温度值,故本次共需要6台光纤测温仪进行监测。

具体测温点安装位置及编号如图3、表1所示。

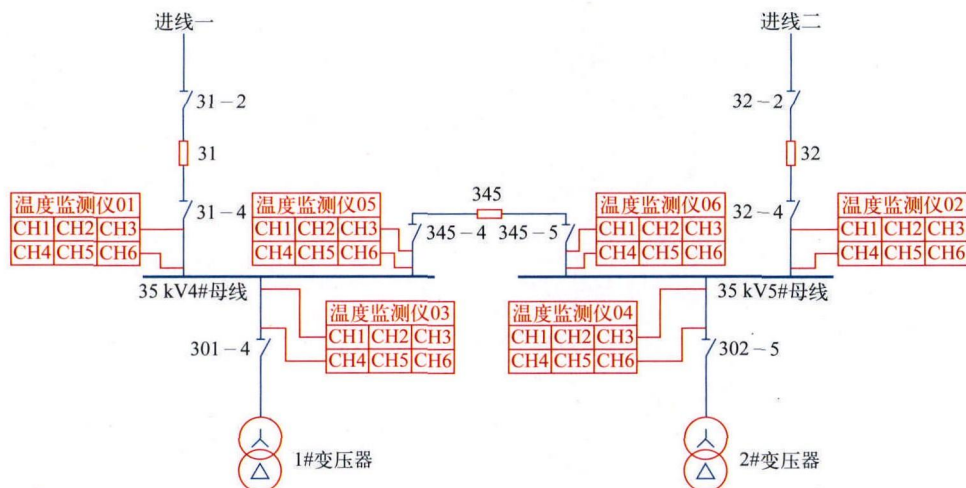


图3 测温点安装示意图

表1 开关柜测温点对照表

仪表编号	光纤传感器安装位置	A相	B相	C相
01	31-4母线侧接头	CH1	CH2	CH3
	进线一与4#母线对接头	CH4	CH5	CH6
02	32-4母线侧接头	CH1	CH2	CH3
	进线二与5#母线对接头	CH4	CH5	CH6
03	1#变压器馈线与4#母线对接头	CH1	CH2	CH3
	301-4母线侧接头	CH4	CH5	CH6
04	2#变压器馈线与5#母线对接头	CH1	CH2	CH3
	302-5母线侧接头	CH4	CH5	CH6
05	345-4母线侧接头	CH1	CH2	CH3
	母线联络与4#母线对接头	CH4	CH5	CH6
06	345-5母线侧接头	CH1	CH2	CH3
	母线联络与5#母线对接头	CH4	CH5	CH6

现场实际安装效果如下。

图4为04号温度监测仪的CH4、CH5、CH6三个测温点的安装现场照片，图5所示为光纤温度传感器的具体安装位置，图6、图7所示为温度监测仪的安装位置及数据界面显示。可以看出，由测温点采集的温度值信号，经过连接光纤的传输，被清晰准确地显示在温度监测仪上。

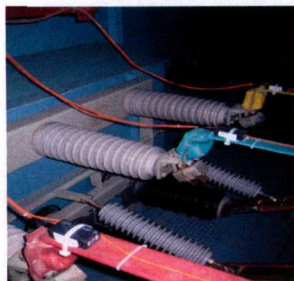


图4 母线室安装现场



图5 光纤传感器安装位置



图6 监测仪安装位置



图7 监测仪测得的温度数据

结束语

电力系统中，对电力设施的温度进行在线实时监测，我们一方面可以全面及时地掌握设备的运行工况，及时排查隐患，另一方面可以对采集的数据进行详细的分析和归纳，建立预防机制，在排查隐患的同时预防隐患的发生。

光纤测温技术作为一种新兴的温度在线监测方法，相比较传统测温方法而言，其具有电绝缘性强、抗干扰性强、耐环境性强、灵敏度高、传输速度快等优势。通过在变电站现场安装光纤测温装置，我们可以准确实时地测量各高压触点的运行温度，及时掌握设备的运行状态。可见，以光纤测温技术为核心的温度实时监测系统在电力系统中具有很高的实用价值。**EA**

（收稿日期：2016.07.18）

（编辑：白文亭）