

[变压器]

变压器油温计及绕温计缺陷故障研究及分析

文/郭艳威

福建省电力有限公司超高压分公司

油浸式变压器采用的油温计及绕温计常出现各类异常问题，在研究其工作原理的基础上，探讨了产生的主要原因，并归纳总结出变送器电源模块故障、变送器输出电流漂移和毛细管漏液三类问题，梳理了相应的分析方法及处理流程。

变压器油温计绕温计工作基本原理

油浸式变压器测温装置多为指针式温度计，其中包括油面温度计及绕组温度计两种。

油面温度计是将感温元件浸入温槽中，由于热胀冷缩，感温探头将压力传导给毛细管（内有液体或气体），毛细管再将压力传导给温度计中的弹簧，从而改变指针示数，如图1所示。

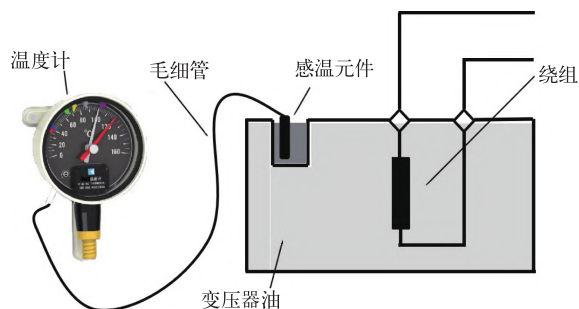


图1 油面温度计示意图

由于一般情况下绕组的温度计是无法直接测量的，绕组的温度比变压器的油温高一些，且与负荷的大小有关，因此绕组温度计是在油面温度计上增加一个补偿温度。绕组温度计常见两种补偿方式。

1) 方式1，将一个加热装置放置于温槽中，使得加热装置的温度先与温槽中的油温相同，取升压座CT的二次电流，将二次电流输入到加热装置，在原变压器油温的基础上将加热装置进一步加热，从

而即使在加热装置中的感温探头温度进一步升高，在指针示温度计上显示绕组温度。

2) 方式2，取升压座CT的二次电流，输入至温度计中，加热温度计中的热敏元件，热敏元件与毛细管的压力共同作用于温度计中的弹簧，从而在油温的基础上增加一附加温度，实现显示绕组温度的功能。

绕组温度计如图2所示。

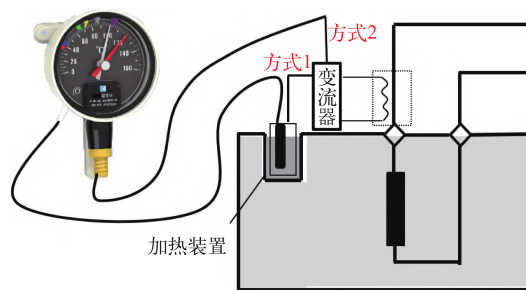


图2 绕组温度计示意图

远方温度显示装置一般由感温元件（如PT100）、变送器和显示装置组成。感温元件（如PT100）接入温度变送器，经温度变送器输出4~20 mA直流信号，供后台显示用，如图3所示。值得注意的是，油温表计的变送器均安装在表计内部或表计所在端子箱，而绕温表计因多了一个温度补偿功能，所以变送器有可能安装在变压器本体顶部。

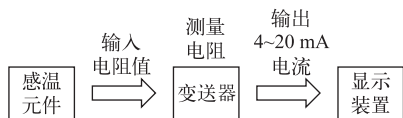


图3 远方温度显示原理

油温计、绕温计故障分类及处理方法

1. 输出电流漂移故障

某500 kV变压器油温计后台显示51℃，现场实际45℃。油温表计的温度变送模块在表盘内，油温表计指针指示与后台相互独立，感温元件PT100经变送器至后台，变送器位于表计本体内部，有调零调幅功能。经测量发现，变送器输出电流为7 mA，正常输出电流约为6 mA，输出电流存在漂移，对此可通过变送器调整调零和调幅旋钮，改变变送器输出电流至7 mA，进而改变后台温度显示。此种处理方法仅限于温度值偏差较小时使用，其优点是可以在设备不停电情况下直接调整。应注意的是，当表计变送器的调零和调幅旋钮不在表计本体内部或端子箱时，可能位于变压器本体上部，无法在不停电情况下调整。

某500 kV变压器油温计后台显示155℃，现场实际为50℃，现场表盘温度指示正常。感温元件PT100经变送器至后台，与表计指针相互独立，油温绕温变送器独立安装在表计端子箱内，均有调零和调幅功能，且变送器自带电源模块。经测量发现，变送器输入电压正常，输出电流为20 mA，已达输出电流上限，正常输出电流约为7 mA，因此可以怀疑温度变送器损坏，基本处理方法为更换温度变送器。

2. 变送器电源模块故障

某变压器油温计后台为-36.95℃，而现场表计温度为42℃，油温表计型号为BWY-804AJ(TH)（变送器集合在表计内部）。现场测量变送器输出电流为零，正常输出电流约为6 mA。后台显示为负值，原因基本可以确定是变送器的电源模块故障，导致变送器输出电流为零，此种问题可通过更换变送器内的电源模块来解决，优点是不必更换整个变送器，节省了大量成本。

3. 毛细管漏液

某变压器现场油温计指针指向零，后台显示40℃，表计感温元件PT100经变送器至后台，与表

计指针相互独立。现场检查发现表计底部有明显漏液痕迹，因此确认该表计毛细管存在漏液。结合检修经验，当表计指向零值或指向最高值，或出现表计指针缓慢指向零值或最高值时，原因除温包变形外，大部分为毛细管内感温介质泄漏，温度变化无法通过感温介质有效传递给指表计，此种问题根本原因是毛细管密封焊接不良导致，因毛细管铺设较长且外部附有波纹管保护，无法有效确定漏点。结合变压器停电更换整组表计是解决该问题的根本方法。

油温计、绕温计缺陷排查流程

油温计与绕温表计的主要区别在于，绕温计存在温度补偿装置。除去温度补偿功能外，油温绕温测量原理基本相同，针对目前油浸式变压器出现的油温、绕温相关缺陷，其排查处理流程整理如图4~图6所示。

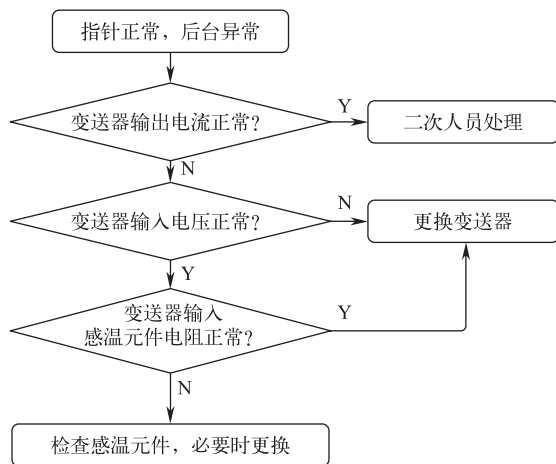


图4 指针正常后台异常排查流程

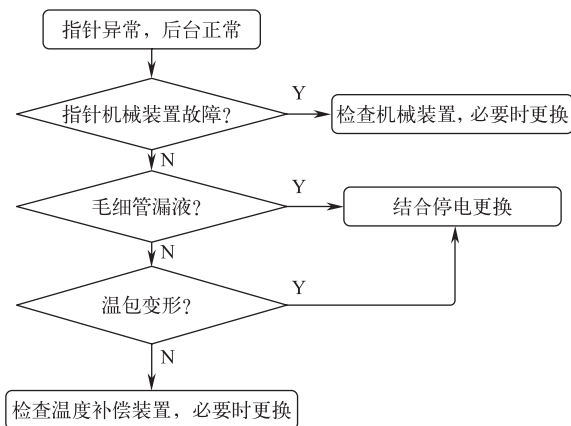


图5 指针异常后台正常排查流程

（下转第99页）

电力需求，提前与开发区、街镇协商，提前开展区域电网专项规划，为客户提供快速高效的电力接入保障。

2) 健全流程监控平台。跨部门、跨专业“全链控”能力有待提升，加强业扩项目关键节点管控，深化跨专业信息共享，打造业扩全流程全景监控平台。一是协同设计、选线等不同专业，为项目匹配里程碑节点，设置时间节点预警机制，便于客户经理对关键节点进行监控；二是深化数字化应用，打造项目流程管理平台，实时更新项目进展，实现业扩相关数据的流转、共享和共通，确保每个项目全流程责任人可视、可控和可督办。

3) 保障客户送电计划。以优先满足客户接电需求为目标，制定“先接入、后改造”的工作方案，过渡期间采取临时过渡方案，同步开展电网配套改造工程，工程投运后实施正式方案接电。组织业扩配套工程施工风险评估，确保最大程度地满足各有效时间周期内的用户需求。对有特殊送电时间要求的客户，制定“一项一策”接电计划，按照“能带不停、先接后停、一停多用”的原则，科学安排停送电计划，有效衔接施工进度。

结束语

客户满意度是衡量供电企业服务质量的重要指标，也是对供电企业经营情况的客观评价，在以后的研究中，建议以业扩报装、故障报修、营业窗口等各项业务的具体执行过程为研究对象，进一步挖掘客户类型和客户需求，以用户需求驱动服务体系变革，增强客户粘度，将供电企业的服务不断延伸，实现长远良性发展。EA

(收稿日期：2022-11-21)

参考文献

[1] 彭璠. 区间二型模糊集合下电力客户满意度的分析[D]. 长沙: 长沙理工大学.
[2] 赵金锋. 基于组合赋权的电力客户满意度模糊综合评价研究[D]. 西安: 西安理工大学.
[3] 钱梦羽, 窦真兰, 陈洪银, 等. 双碳目标下综合能源系统评价指标体系与方法研究进展[J]. 电气应用, 2021, 40(12): 72-79.
[4] 许达, 朱怡莹, 周荣生, 等. 集中式配电网自愈特性及评价指标研究[J]. 电气应用, 2022, 41(10): 51-55.

(上接第88页)

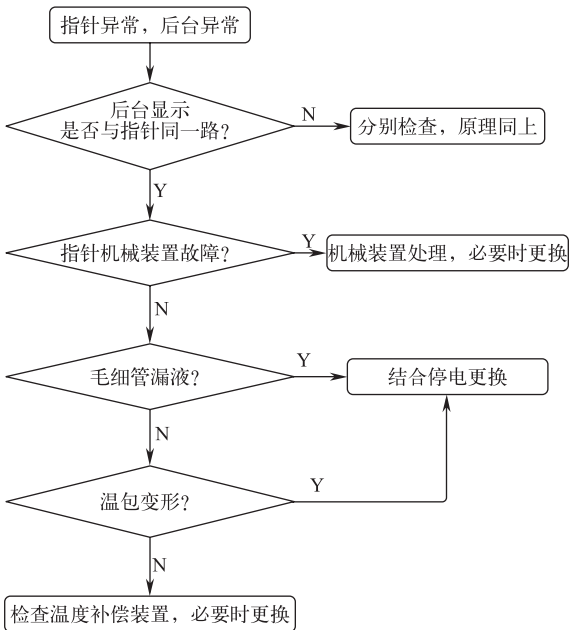


图6 指针异常后台异常排查流程

结束语

目前随着国内绕温计、油温计厂家增多，产品种类越来越多，质量也出现了参差不齐的情况，各类缺陷种类增多，缺陷处理方法多样。相关人员在熟悉掌握工作原理基础上，精确定位缺陷原因，结合现场实际工况消缺，避免扩大消缺范围，浪费备品。EA

(收稿日期：2022-12-25)

参考文献

[1] 刘兰荣, 孙建涛, 马斌, 等. 温度和微水对变压器油及油纸绝缘介电性能的影响[J]. 电气应用, 2021, 40(3): 8-13.
[2] 王晓剑, 胡磊, 王健, 等. 变压器绝缘纸老化状态与油中水分含量预测方法研究[J]. 电气应用, 2022, 41(5): 54-59.