

# 电气试验在变压器故障分析中的应用分析

王嘉健

国网黄石供电公司 湖北黄石 435000

**【摘要】**电气试验是对电力系统进行故障分析的重要方法，能够对电力系统中存在的各种故障进行检测，并对其进行诊断。通过对电气试验技术在电力系统故障分析方面的研究，为电力系统的安全稳定、可靠运行提供理论依据。

**【关键词】**电气试验；变压器故障；应用

## 1 变压器发生故障的原因

### 1.1 内部原因

造成变压器失效的内在因素有：设计制造问题，维修不当，绝缘老化，机械强度不足，铁心问题等。其产生的原因，均与其内部结构及材质有很大关系，对其使用性能及使用寿命有很大的影响。所以，要从变压器的内部设计、制作、维修、维护等方面入手，对存在的问题进行及时的检测和处理，以保证其安全可靠地工作。

### 1.2 外部原因

造成变压器失效的外因有雷击，操作不当，过载，外部短路，自然灾害和维修不当等。这些原因均与外界环境及人为因素有很大关系，有可能造成变压器的损伤或正常运转。为此，在强化其内在设计与生产质量控制的基础上，对外部保护措施（如防雷击、短路保护等）也要加以注意，并对操作与维修人员进行培训与管理，保证其操作规范与维护工作到位。

### 1.3 其他故障

除内因、外因外，其它因素也可导致变压器失效。比如，高温，湿度，腐蚀等环境因素会导致变压器的损坏；变压器长时间超负荷运转，会引起设备过热，加快绝缘材料的老化；不规范的安装，维修等都会造成变压器失效；另外，由于人为因素的干扰，也会使变压器受到损害。这一系列的故障成因，不仅与设备自身的设计、制造和维护有关，还与外界环境、人为操作及防护措施等因素有关。所以，要想保证变压器的正常工作，就必须从各个方面入手，强化对设备的质量控制、维修维护和外部保护，并对员工进行培训和管理，使其更加安全稳定地工作。

## 2 电气试验的类型

### 2.1 交流耐压试验

交流耐压试验是一项重要的试验项目，用来试验高电

压下电子设备的绝缘状况的。交流耐压试验是将高出常规工作电压的交变电压加到设备上，模拟装置工作时可能遭遇的过电压，以此来判断装置的绝缘材料及结构能否经受过电压。在交流电压试验中，试验变压器和电压调节器一般都是用来产生所要求的交流电压。为保证试验结果的准确、可靠，必须做好试验前的各项工作，如接地状况、试验电压、试验时间等。同时，为保证实验仪器及试验仪器的安全性，还应采用设置放电电阻、设置过流保护等一系列安全防护措施。交流耐压实验是一种能对电气设备内部的绝缘缺陷与隐患进行有效监测，并能对其进行诊断与处理，确保其安全可靠地工作，保证电网的稳定运行。

### 2.2 直流耐压试验

直流耐压试验是一项重要的电气试验，它是用来试验电子设备在高压直流条件下的绝缘状况的一种。直流耐压试验是以比一般工作电压高出一定的直流电压，来试验该装置的绝缘材料及结构能否经受过电压。直流耐压实验相对于交流耐压实验有其自身的优越性。该方法能够更加精确地反应出设备在工作时所面临的过电压状况。另外，直流耐压试验对绝缘缺陷的探测更为灵敏，可以检测出交流耐压试验中不能发现的绝缘缺陷。但是，直流耐压实验也有它的不足之处。比如，这会损坏一些绝缘材料，特别是在交变电压下性能更好的材料。另外，直流耐压试验所需的前期工作及安全措施也比较繁琐，对试验人员有较高的要求。总之，直流耐压试验是一种比较有效的试验手段，特别适合在一些特殊的场合和装置中使用。但在使用过程中要注意安全、准确。

### 2.3 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验是试验电器绝缘特性的基础试验之一。对某一特定电压下被测绝缘材料的阻值，就可以对其进行评价。为避免给设备及工人带来危险，一般在无电状态下进

行绝缘电阻试验。在试验过程中，一般采用兆欧电表对被测物体的绝缘电阻进行测量。兆欧表是高阻值、高精度、高可靠性的专用仪表。绝缘电阻试验的基本原则是根据欧姆定律得出的：电流与电压成比例，而与电阻成反比。通过对绝缘材料施加的电压及流动电流的测定，可求出其电阻值。在一般条件下，绝缘体的阻值必须很大，这样才能起到阻隔电流的作用，起到对设备及人身的保护作用。绝缘电阻试验是电力设备预防性试验中的一项重要内容，它能有效地检测并消除可能存在的绝缘问题，保证电力设备的安全可靠运行。

### 3 电气试验在变压器故障检测中的应用

#### 3.1 绝缘强度试验

绝缘电阻试验是试验电器绝缘特性的基础试验之一。对某一特定电压下被测绝缘材料的阻值，就可以对其进行评价。为避免给设备带来危险，一般在无电状态下进行绝缘电阻试验，绝缘电阻试验的基本原则是根据欧姆定律得出的：电流与电压成比例，而与电阻成反比。通过对绝缘材料施加的电压及流动电流的测定，可求出其电阻值。在一般条件下，绝缘体的阻值必须很大，这样才能起到阻隔电流的作用，起到对设备及人身的保护作用。绝缘电阻试验是电力设备预防性试验中的一项重要内容，它能有效地检测并消除可能存在的绝缘问题，保证电力设备的安全可靠运行。

以某供电公司为例，某台变压器在使用时，期间突然发生异响、温升等现象。为找出问题的根源，该公司决定做绝缘强度试验。试验结果表明，高压、低压线圈间的绝缘电阻显著降低，大大降低了正常值。分析结果显示，高压、低压绕组间有短路。通过对其进行检测，发现其绝缘材料已老化，致使其绝缘性能降低。为解决此问题，供电公司及时检修、更换变压器，确保电网稳定运行。通过实例分析，说明了变压器绝缘强度检测是一种非常有效的方法，它可以使电力系统中存在的各种隐患都能被检测出来，并对其进行维修、保养等工作有一定的指导意义。

#### 3.2 局部放电测量

在电气试验中，局部放电试验是一种重要的试验手段。在电力系统中，由于多种因素的作用，会使变压器的绝缘出现局部放大，从而对变压器的故障进行预警。所以，对电力系统中的局部放电进行检测，可以使电力系统中存在的各种隐患，从而达到防患于未然的目的。在进行局放试验时，一般要把试验仪表与变压器绕组、铁芯或电缆相

连，才能采集到所需的电磁信号。通过对各信号的波形、幅度和频率等参数的分析，能够判断出变压器中有没有出现局部放大的情况和大小。

局部放电检测法的优势是能及时地找出变压器内绝缘的缺陷及潜在的危险，并能对其进行准确定位。而且，该方法对变压器没有损坏，是一种非破坏性的试验方法。但是，这种方法也有一定的局限性。但是，在实际应用中，由于外界扰动的存在，其测量精度会降低。另外，对某些较弱的局放信号，必须使用高精度的试验设备，才能进行精确的探测。因此，要通过对变压器局部放电量的周期性检测，能够发现并排除可能存在的隐患，保证其安全可靠地工作，保证电网的稳定。

#### 3.3 短路和开路试验

短路试验一般用于对电路中有无断路、有无接触等情况进行检测。比如，在电网中，可以通过短路试验来检测变压器、发电机等电气设备的接线，看看有没有断开，有没有接触不良。在电子产品中，短路试验主要用来检查电路板和电缆等元件的接线情况，观察有没有断开，有没有接触不良。开路试验主要用于对电路有无短路、过载等情况进行检测。比如，在电网中，可以用开路试验来检测变压器、发电机等设备的输出电压，以及有没有短路、过载等现象。开路试验是一种常用的检测方法，它可以用来检测电路板和电源等元件的工作状态，以及有没有短路、过载等现象。在电气试验中，短路检测与开路检测是两种检测手段，各有其优缺点。在使用过程中，应针对不同的环境，选用适当的检测手段，才能保证检测结果的准确、可靠。在试验中，必须严格遵守相关的安全规程，以保证试验过程中不会出现人身、设备的损伤。除了短路试验和开路试验之外，还有其他多种电气试验方法应用于不同场景。以下简要介绍两种常见的试验方法：四端电阻试验：四端电阻试验是一种对线路电阻进行检测的试验方法。用这种方法，既能判断出线路的电阻满足设计指标，又能判断出线路有没有接触不良，线路老化等情况。四端阻抗试验可用于对电缆和变压器等设备进行电阻测量，从而保证设备的正常工作。四端电阻试验是一种常用的检测方法，它能检测出电路板和元器件等元器件的阻值，从而判定有没有失效。

绝缘电阻试验：绝缘电阻试验是对电气线路中的绝缘材料进行试验的一种手段。利用这种方法，可以对绝缘材料进行绝缘特性的评定，并可判定有无漏电、短路等故障。

在电力系统中,为了保证发电机、变压器等设备的安全可靠,需要对其进行绝缘检测。在电子产品中,通过对电路板、电缆等元器件进行绝缘检测,可以有效地防止其发生安全事故。总的来说,各种电气试验方法都有其自身的特点,其试验目标和使用范围也各不相同。在实际应用中,应该针对不同的条件,适当地选用适当的检测手段,并根据实际需要加以适当的调整。为保证检测结果的准确、安全,应严格按照有关规定、规范,加强对检测人员的培训,以提高检测技术水平。

另外,由于科学技术的发展,各种新的检测仪器、检测设备层出不穷,给电气试验带来了更多的选择。如智能化试验仪表、虚拟仪器、远程监控等,为电气试验提供了一种新的思路。但是,在实际应用中,由于设备成本高、操作复杂等原因,其应用受到了限制。所以,在选用检测方法时,也要结合实际情况与实际情况,综合利用多种检测手段的优势,进行最优组合,从而提升电气实验的总体效果。

### 3.4 变压器油分析

对变压器油液进行检测,是评价其工作状况的一种重要方法。通过对变压器油的理化分析,可以对其内部的气体成分、水分、杂质等进行检测,进而对其进行故障诊断。具体的应用涉及如下:气体检测:通过化学分析方法检测油中溶解的气体成分,如氢气、甲烷、乙烷、乙烯、乙炔等。这些气体的浓度变化可以反映变压器内部的故障情况,如局部放电、过热等。水分检测:高含水率的变压器油会降低绝缘性能,严重时会造成设备失效。对油品含水率进行理化分析,可对油品含水率进行实时监测,从而达到对油品含水率的监测和防治。杂质检测:变压器油中含有金属微粒、矿物质微粒和纤维等杂质。这些杂质不仅会降低润滑油的流动性,降低润滑油的绝缘性,严重时还会导致设备的失效。通过对油品中杂质成分的测定,可以对油品中的杂质进行及时的检测和控制。在线监测:通过对变压器油中的气体、水分、杂质等进行实时监控,可以更准确地把握其工作状况。该方法能够实时、连续地检测出电网中的隐患,对电网的安全运行具有重要意义。

油中溶解气体分析(DGA):用DGA法对变压器油中的溶气进行了定性、定量分析。通过对变压器内部的局部放电、过热、绝缘材料老化等故障的检测,可以对变压器内

部的故障进行诊断。该算法能够很好地实现对设备的故障诊断与预报。

红外光谱分析:红外光谱分析技术可以检测变压器油中的有机物和无机物,如氧化物、酸类、酯类等。通过对红外光谱的分析,可以了解油的氧化程度、污染程度以及绝缘材料的状况,为变压器的维护提供依据。核磁共振分析:利用核磁共振技术,可以对变压器油中氢原子的分布进行探测,进而对其进行显微组织观察。在原油中,氢原子在原油中的分布可以指示原油在原油中的氧化和聚合反应。用NMR方法对变压器润滑油的残余寿命进行了评价,结果表明该方法是可行的。

因此,在电力系统中开展变压器油液检测是十分必要的。通过对变压器油成分的细致分析,能够实现对其运行状况的实时监控与诊断,并对其可能出现的故障进行预警,从而为维修、维修等工作提供了重要的参考。在此基础上,对保障电网安全稳定起到了很大的作用。本文的研究成果将对提升电力系统的可靠性、使用寿命、降低运营费用具有重要意义。

## 4 结语

电气试验是电力变压器故障分析的一个重要环节。对电力系统进行电气试验,能够对电力系统中存在的各种隐患进行检测与诊断,对电力系统进行维修与检修具有重要意义。为了保证变压器安全可靠地工作,保证电网的稳定运行,必须加强电气试验的应用与研究,以推动我国电力事业的健康发展。

### 参考文献:

- [1]王东杰.变压器故障分析中的电气试验技术应用[J].集成电路应用,2023,40(11):236-237.
- [2]董泳智.电气试验在变压器故障分析中的应用分析[A]2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册)[C].中国电力技术市场协会,中国电力技术市场协会,2023:3.
- [3]杜娟.电气试验在变压器故障检测中的应用研究[J].中国设备工程,2023(19):160-162.

### 作者简介:

王嘉健(1995.1—),男,汉族,湖北黄石人,本科,助理工程师,研究方向:电气试验。