

# 低压电器设备绝缘技术性能检测与分析

吕诚

(中检质技检验检测科学研究院有限公司 浙江省杭州市 310022)

**摘要:** 本文主要为进一步提高低压电器绝缘技术性能检测可靠性及安全性, 依照我国相关技术检测规范、测试方法, 明晰低压电器设备绝缘技术性能检测存在的问题, 深究其核心影响因素, 从多层次、多视角采取有效解决措施, 提出低压电器产品绝缘电阻测量实际方法, 为低压电器产品绝缘技术性能检测提供强有力的方法及方案。

**关键词:** 低压电器; 绝缘技术; 性能检测; 绝缘电阻

为进一步保证低压设备持续性处于安全、稳定运行状态, 一般针对低压电器基于正常作业及故障状况下需具备的多元化功能进行系统性验证。低压电器需结合我国相关规程, 需积极开展多个试验项目, 主要包含绝缘电阻、耐压测试等, 不同试验测试内容最终呈现的性能反映不尽相同。良好的绝缘性能为电器设备提供良好的运行环境, 以及更持久的电力运行系统, 对低压电器设备绝缘性能检测技术规范 and 测试方法, 有助于确保电气设备良好运行, 需对其加以重视。通过上述绝缘性能测试项目, 可全方位掌握低压电器自身实际应用指标, 以此确定其绝缘性能和质量, 完善整个电力系统。众多测试项目内容和环节中, 绝缘电阻和耐压测试作为最为关键的指标, 测试最终结果对低压电器整体运行状态十分关键。

## 1 低压电器设备类别划分及特征

### 1.1 低压电器设备分类

(1) 按照低压电器自身作用划分, 低压电器主要包含两种类别, 即控制类、配电类, 前者主要是处于整个电力系统环节发挥作用, 关键设备包含电阻器、启动器等; 后者主要为生活提供便捷, 核心设备包含转换开关、断路器等。不管为控制类还是配电类低压设备, 其共同作用均为处于整个电路系统中, 确保广大居民和正常企业实际用电可靠及安全, 将不安全隐患遏制于萌芽阶段。

(2) 按照有无触点划分, 可将低压电器设备划分为有触点、无触点, 主要按照实际运行状况需通过接触作为划分标准, 无接触低压电气设备多会选用晶体管, 进一步实现电器正常运作, 保证用电可靠性及安全性; 有触点低压电器设备则通过控制点促使电器正常运行。上述两种类型低压电气设备均具备自身优势, 均深受人们青睐, 但后者实际操作成熟性更高, 使用频次较高。

(3) 按照控制方式划分, 将低压电器划分为自动低压电器、自控低压电器, 自动低压电器主要利用人工操作符合开关, 保证低压电器设备运行安全、可靠; 自控低压电器设备主要通过各类型设备有效衔接, 保证内部系统均达成共同合作, 进一步实现用电可靠性及安全性, 达成初期设定目标。

### 1.2 低压电器产品的特征

低压电器产品高效、安全运行过程中, 主要包含多个能量实现多元化转化更新, 不同能量实际转化过程中呈现为非线性特征, 大量现象属于一类瞬态过程, 其进一步导致低压电器自身复杂程度。传统理论分析层面, 低压电器主要以电接触、电弧等为核心, 需依附于必要的理论指导和分析运算之外, 还需具备成熟的经验数据, 以此保证最终计算可靠性。因此, 低压电器产品开发实际周期较长、投入较大, 为保证与市场发展相吻合, 低压配电、控制系统因其自身具有一定的复杂性, 对低压电器设备自身实际工作状态性能及结构提出更严格的要求, 为保证其使用及运行可靠性, 需加强对低压电器设备绝缘性能良好检测, 吻合时代发展实际需求。

## 2 低压电器设备的绝缘质量评价

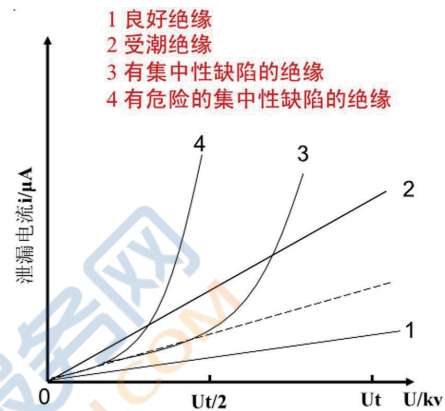


图 1: 泄露电流与施加电压的关系

### 2.1 绝缘电阻

绝缘电阻主要为布设于两极间隔离低电压设备电源接触结构, 若两个电极正式通电之后产生漏电压状况, 表明两者存在绝缘电阻, 绝缘电阻是否处于正常作业, 与多个因素密切相关, 如绝缘材料、性能优良程度, 一定程度影响绝缘电阻工作状态是否实现常态化。使用质量优良的绝缘性能材料, 产生的电阻成效十分显著, 不良的绝缘性能材料难以发挥电阻自身成效体现。此外, 绝缘保存成效与其自身性能密切相关, 若绝缘材料自身存储环境不佳, 难以保证其自身完整性, 且出现受潮现象, 绝缘电阻便会下降, 反之绝缘成效较为凸显<sup>[1]</sup>。

### 2.2 耐压测试

从理论层面分析处于不同条件下测量绝缘电阻实际数值存在一定的偏差, 所以为从本质层面减少耐压测试误差, 需综合性选取稳定环境开展绝缘电阻耐压测试, 处于温湿度适宜条件下, 选取合适的绝缘材料开展测试, 以此保证最终测试结果的可靠性。采取上述操作方可减少绝缘测试误差, 促使用户用电系统更具有稳定性及安全性。此外, 为确保测试最终成果完整性、精准性, 可选取多组对比测试模式, 通过变更湿度、温度等因素开展多次对比测试, 基于多组相关数据信息, 最终获取精细化测试结果, 以此为基础确定绝缘成效, 为生产质量更佳的绝缘产品提供技术支撑。

#### 2.2.1 交流耐压试验

交流耐压试验可进一步直观发现较为危险集中化缺陷, 可精准性判定绝缘程度, 但其自身不足在于即对固体有机绝缘, 处于较高交流电压作用时, 会促使其弱点更突显, 所以需合理化选取试验电压值。通常正式运行过程中, 绝缘变化耐压试验电压数值选取应低于出厂电压数值, 且处于不同状况下设备需进行因地制宜, 以此保证试验电压数据更具科学性、合理性。

#### 2.2.2 直流耐压试验

依照我国相关规程通过直流耐压试验,掌握绝缘电器自身实际强度,相较于交流耐压试验,其核心优势在于整体设备重量小,绝缘进行直流耐压试验过程中,可通过测试泄露电压观察其内部绝缘存在的不足,为后续相关检测措施提供强有力的措施。直流耐压试验电压的选择,可结合绝缘工频交流耐压试验电压和交直流击穿强度之比,对发电机定子绕组选取 2-2.5 倍额定电压<sup>[2]</sup>。

### 3 低压电器设备绝缘性能检测影响因素及类型

#### 3.1 低压电器设备绝缘性能检测影响因素

低压电器设备绝缘性能实际检测过程中,最为核心的便是检测绝缘电阻,常将电器带电部分与控制外露非带电绝缘部分电阻称为绝缘电阻,若其自身材料受外界影响老化,自身绝缘电阻便会持续性下降,所以电器设备和漏电安全事故发生。低压电器设备绝缘材料实际生产过程中,也不乏存在质量缺陷,此类材料与电源接通之后,处于强电场作用下促使整个材料被击穿,产生严重的损失。定期对低压电器产品绝缘电阻进行综合性检查,可避免此类事故发生,检测基本方式为通过测量各类电器设备绝缘电阻、耐压试验,判断其自身绝缘性能是否吻合设备要求。

绝缘电阻处于电器设备中与多个因素密切相关,主要用于测量环境和设备质量对可降低绝缘的预兆,设备处于高尘环境条件下,其自身绝缘材料的绝缘电阻会持续性下降,设备处于高温状态下自身绝缘电阻也会下降。低压电器设备绝缘材料内绝缘电阻并非处于固定状态,主要随着温度上升或下降变更,绝缘电阻自身性能和电阻系数、电气强度相关联,针对其中部分低压电器设备而言,需进行持续性工作,而部分仅需进行短周期工作,因各类设备电压实际负荷状况也会随之变化,若设备持续性处于满负荷工作状态,增加三相设备单相运行、热击穿等事故。

#### 3.2 绝缘电阻测量实际类型

绝缘电阻测量作为低压电器设备电阻测量关键内容,其主要为低压电器带电于外露非带电金属实际电阻,其处于受高温或潮湿状态下,低压电器产品绝缘加剧老化速度,弱化自身绝缘电阻,以此增加漏电等风险。为从本质层面减少上述安全事故发生,需结合我国相关规程持续性测量各类低压电器设备绝缘电阻。我国现下实际测量绝缘材料实际性能方式较多,不同测量方式基本原理存在较大差异性,即直接测量法、泄露电流测量法,需积极明晰不同测量方式的特征。测量系统中泄露电流通常呈现为三种形式,主要是指通过两个导体绝缘层较小实际正常泄露电流,如从火线至地导线泄露电流;电容性泄露电流,形成此种现象主要将绝缘层视为核心基本介质,直流电路中含有电容性泄露电流,常规下时间周期较短,通常状况下仅为几秒钟<sup>[3]</sup>。

### 4 低压电器设备绝缘技术性能检测的方法

绝缘材料处于外加电压作用下呈现导电性能,绝缘电阻实际大小与多个因素密切相关,最为核心的便是体积电阻、表面电阻。以我国相关规程为核心导向,绝缘电阻测试是测定电气设备自身绝缘性能作为关键性举措,其主要设备种类较多,如控制、电缆等相关材料。

#### 4.1 直接绝缘电阻测量

通常正常状况下测量低压电器产品自身绝缘电阻,可选择相关仪表较多,其中使用频次较高的便为万用表,万用表可直接测量小电阻。电气安全实际绝缘性能测量过程中,需结合实际状况选取专业工具展开测量仪器,以此保证最终测量结果精准性。兆欧表上主要包含三个端子,即接地(E)、电路(L)、屏蔽(G)接线端子,

实际测量过程中通常会选用 E、L 两端,实际测量之前需将被测电源切断,并对地短路放电,严禁设备携带电进行测量,以此确保人身和设备可靠性及安全性,特别针对具备感应的高压电设备,需及时采取有效措施予以解决展开测量。应第一时间及时确保被测表面清洁度,降低与电阻直接性接触,以此确保最终测量结果可靠性及精确性,具体测量过程中需综合性依照相关规程检查相关测量仪表,以此保证其是否处于正常工作状态,最为重要的是检查“0”和“∞”,手动手柄实际摇动过程中需持续性保证电机工作处于额定转速中。兆欧表正式使用过程中,需积极确保其自身保持平稳、牢固,且采取强有力的措施减少较大影响磁场,将 E 和 L 端进行短接,逐渐递增手柄摇动实际速度,持续性表明指针是否停留于“0”位置。具体测量过程中,需保证被测主体目标与实际电源相脱离,将兆欧表上分别引出两个接线端子 L、E,将其与被测产品予以衔接,稳定摇动手柄持续 1 分钟,保证以 120-150 次/分速度,待指针处于稳定条件下,

可精准性掌握最终绝缘电阻测量数值。测量电机测定实际电机,将其中两端分别衔接至电机外壳、绕组等,若实际测量过程中将两端实际与两相绕组予以衔接,测量最终结果指针止步于 0 位,则判定绝缘失真,需第一时间终止手柄,防止损毁兆欧表<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 泄露电流测量法

低压电器产品自身泄露电流主要是电器处于外加电压作用下,流经绝缘部分的电源,通过测量泄露电流方式,判定电器产品自身绝缘性能,实际测量过程中使用检测仪器通常为耐压型,需增设于两个导体间超过正常工作电压几倍,并测量测试电流。泄露电流测试过程中,也应选用专业的泄露电流仪,结合我国相关电器规程及要求,需禁止超过相关上限数值,各类产品实际出厂之前,需系统性做好测试工作。施加电压关键性部位是电器带电部分和单一性用于绝缘与带电部件分隔壳体间,以及带电部位和用加强绝缘与带电部件隔离壳体间。若带电部件和实际金属壳间实际距离不超过我国相关规程间隙,施加试验电压部位用绝缘材料作为内衬金属壳。图 1 为泄露电流与施加电压的关系。

### 5 结束语

绝缘性能设计作为电器设备结构设计核心内容,加强对低电压电器设备自身绝缘性能检测至关重要,若绝缘一经损坏增加各类安全事故发生,易促使设备损坏、人员伤亡,难以保证电器设备稳定、安全运行。为保证低压电器设备正常运行,需选取合理的方式开展绝缘性能检测,增强检测方式的有效性,为设备正常运行提供保证。

### 参考文献

- [1] 钱程. 电气设备绝缘的高电压试验与安全防护措施分析 [J]. 数码世界, 2020, 174(4): 253-254.
- [2] 许建雄. 高压电气试验中常见异常及解决途径的几点思考 [J]. 中国设备工程, 2019(12): 55-57.
- [3] 李德, 郭海. 气体绝缘组合电器 (GIS) 典型绝缘缺陷的局部放电模型研究 [J]. 科技资讯, 2019, 17(12): 36-37.
- [4] 宁可庆, 蒋林, 薛连恺等. 绝缘材料电压击穿检测系统设计 [J]. 电子世界, 2019(12): 173-174.

### 作者简介

吕诚(1987-),男,安徽省宣城市人。大学本科学历,中级工程师。研究方向为高低压电器设备绝缘技术性能和电气防火安全的检测与优化、低压成套及元器件产品的认证测试与技术分析。