

电力电气设备的维护检修技术探讨

孙 旭

国投江苏新能源有限公司 江苏 南京 210000

摘 要：本文围绕电力电气设备的维护检修技术展开探讨。先阐述了其对保障电力系统安全稳定运行、延长设备寿命、提高企业经济效益的重要意义。接着分析了常见故障类型如短路、断路、过热、绝缘故障及其原因。详细介绍了常规维护检修技术、状态监测技术、智能检修技术等。最后探讨了该领域智能化与自动化、绿色环保与可持续发展以及新技术融合创新应用的发展趋势，旨在为电力电气设备的维护检修提供参考，提升其运行可靠性与效率。

关键词：电力电气；设备维护；检修技术；探讨

引言：在现代社会，电力作为关键能源，其稳定供应至关重要。电力电气设备是电力系统的核心组成部分，设备的正常运行直接关系到电力供应的质量与安全。然而，在实际运行中，电力电气设备可能会出现各种故障，影响电力系统的稳定性。因此，对电力电气设备进行科学有效的维护检修十分必要。本文将深入探讨电力电气设备维护检修的重要意义、常见故障及原因，分析各类维护检修技术，并展望其未来发展趋势，以促进电力行业的健康发展。

1 电力电气设备维护检修的重要意义

1.1 保障电力系统安全稳定运行

电力系统宛如复杂精密的网络，任何一处电气设备故障，都可能如多米诺骨牌般引发连锁反应。日常维护检修能及时排查隐患，像对输电线路定期巡检，可发现线路老化、破损等问题，提前更换修复，避免线路短路、断路造成大面积停电。对变电站设备实时监测，能保障其稳定运行，为电网可靠供电筑牢根基。通过严谨的维护检修流程，让电力系统各环节协同运作，抵御外界干扰，确保源源不断、安全稳定的电力输送，满足社会生产生活的用电需求，维持经济社会的正常秩序。

1.2 延长设备使用寿命

电力电气设备造价不菲，频繁更换既耗费资金又影响生产。定期维护检修可极大延长设备使用寿命。以变压器为例，按时检查油质、清理散热片，能保证其良好散热，避免因过热加速绝缘老化；对电机定期保养，清理内部灰尘、润滑轴承，减少部件磨损。日常精心呵护设备，如同给设备注入“活力药剂”，延缓其性能衰退，从原本较短的使用周期，拓展到更长久的服役时间，为企业节省大量设备更新成本，提高资产利用率，实现设备价值最大化。

1.3 提高企业经济效益

从直接成本看，有效的维护检修降低了设备突发故障概率，减少了抢修费用、停产损失。如工厂里电气设备故障会致生产线停滞，每小时损失巨大，而定期维护可规避这类情况。从长远视角，稳定运行的设备保障生产持续高效，产品产量与质量得以提升，企业市场竞争力增强，营收随之增长。同时，因设备使用寿命延长，减少了新设备采购投入，资金得以更合理分配到其他关键业务^[1]。

2 电力电气设备常见故障类型及原因分析

2.1 短路故障

短路故障是指不同电位的导电部分意外连通，造成电流瞬间大幅增大。绝缘老化破损是一大主因，像电缆长期风吹日晒，外皮逐渐失去绝缘效果，电流便会趁机“抄近路”。电气设备生产时工艺不佳，内部线路排布混乱，运行中线路相互触碰，也易引发短路。此外，老鼠等小动物钻进设备，咬坏线路，致使线路搭连，同样会让短路状况发生，威胁电力系统稳定。

2.2 断路故障

断路故障，说白了就是电路断开，电流没法正常运行。线路用久了，金属导线在电流作用下慢慢氧化，变得脆弱易断，就像老旧电线常出现的状况。施工时不小心挖断电缆，或是狂风把架空线路吹断，机械外力破坏也会造成断路。而且，接线的地方要是没拧紧，设备运行时一振动，连接点松动脱离，也会导致电路中断，设备无法正常运转。

2.3 过热故障

过热故障体现为设备温度不正常地升高。当设备长时间承受过大的负载，超过其额定功率，电流通过产生的热量就会远超正常水平。散热条件不好也会加剧这一问题，比如变压器的散热片堆满灰尘，热量散不出去，就只能在设备内部不断积聚。高温不仅会损害设备的绝

缘材料,缩短设备使用寿命,严重时甚至可能引发火灾,带来极大安全隐患。

2.4 绝缘故障

绝缘故障意味着设备绝缘性能变差。设备要是长时间处在潮湿环境里,水分慢慢渗进绝缘层,绝缘电阻降低,电流就容易“跑冒滴漏”。在化工厂等工业场所,腐蚀性的气体、液体侵蚀绝缘材料,使其性能大打折扣。还有在高电压的冲击下,绝缘层可能被瞬间击穿,形成导电通道,最终导致绝缘故障,影响设备正常发挥作用^[2]。

3 电力电气设备维护检修技术

3.1 常规维护检修技术

3.1.1 外观检查

外观检查是维护检修的基础步骤,凭借检修人员的经验与直观观察,对设备“望闻问切”。先查看设备外壳,瞧有无变形、破损,像配电柜外壳若有凹陷,可能内部元件已受损;再瞅瞅接线处,看导线有无断裂、松动,接头部位有无变色,变色往往意味着接触不良、发热异常。凑近设备细听,正常运行的设备声音平稳,若有异常杂音,如“滋滋”声,大概率是线路放电。此外,还得闻闻有无焦糊味,这是元件过热烧毁的明显迹象,通过外观检查,能快速揪出部分隐患。

3.1.2 温度检测

温度检测是把控设备运行状态的关键手段。借助红外测温仪,无需接触设备,就能远距离精准测量设备各部位温度。像变压器的绕组、电缆接头处,都是重点监测区域。正常工作时,设备温度在合理区间内波动,一旦温度异常升高,可能是负载过重、散热受阻或内部存在接触不良等问题。比如,发现电缆接头温度远超正常范围,就得及时排查原因,若不处理,温度持续攀升,绝缘层加速老化,极有可能引发短路故障,威胁电力系统安全。

3.1.3 绝缘电阻测试

绝缘电阻测试主要评估设备绝缘性能。使用绝缘电阻测试仪,将其与设备的导电部分、绝缘部分相连,施加一定直流电压,测量其间绝缘电阻值。良好的绝缘能有效阻隔电流泄漏,阻值应符合设备技术标准。以电机为例,若绝缘电阻过低,说明绕组绝缘层可能受潮、老化或遭腐蚀,电流易通过绝缘薄弱处泄漏,不仅影响电机正常运转,还可能引发触电事故。定期开展绝缘电阻测试,能提前察觉绝缘隐患,保障设备与人身安全。

3.1.4 耐压试验

耐压试验用于检验设备绝缘在高电压下的耐受能

力。把高于设备正常运行电压的试验电压施加到设备绝缘上,持续一段时间。要是设备绝缘存在缺陷,如内部有气泡、裂纹,在高电压冲击下,绝缘会被击穿,试验回路电流瞬间增大。像高压开关柜,经过耐压试验,能有效排查出绝缘隐患,确保在实际运行中,面对操作过电压、雷电过电压等冲击时,设备绝缘依旧可靠,防止发生相间短路、对地短路等严重故障,保障电力系统稳定运行。

3.2 状态监测技术

3.2.1 油气相色谱检测

油气相色谱检测主要针对充油电气设备,比如变压器。变压器运行时,内部绝缘油和固体绝缘材料在电、热等作用下,会分解产生不同气体。通过采集绝缘油样,利用油气相色谱仪对油中溶解气体进行分离、分析。像甲烷、乙烷、乙烯等气体含量及比例变化,能反映出设备内部不同故障。若乙炔含量异常升高,大概率是设备内部存在放电性故障;氢气含量增加,可能是绝缘受潮或局部过热。凭借这种技术,能在设备故障初期,依据气体变化提前诊断,及时安排维修,避免故障扩大。

3.2.2 局部放电监测

局部放电监测是捕捉设备绝缘内部局部缺陷的有力手段。在高压电场作用下,设备绝缘薄弱处会发生局部放电现象,伴随产生超声波、电磁辐射等信号。通过在设备外壳或附近安装超声传感器、高频电流传感器等,就能采集这些信号。以高压电缆为例,电缆绝缘层若有气泡、杂质,运行时就易出现局部放电。监测到异常放电信号,结合信号强度、频率等特征,可判断放电位置与严重程度。提前发现局部放电问题,对维护设备绝缘性能、预防绝缘击穿引发的短路故障意义重大,保障电力设备长期稳定运行。

3.2.3 振动监测

振动监测借助振动传感器,实时监测设备运行时的振动情况。电力电气设备正常运转时,振动频率和幅度都相对稳定,一旦设备内部出现部件松动、磨损、不平衡等问题,振动状态就会改变。比如电机,轴承磨损会使电机振动加剧,且振动频率特征与正常状态明显不同。通过分析振动传感器采集的数据,对比正常运行参数,能精准判断设备故障类型与部位。像大型发电机,持续振动监测可随时掌握其运行状况,及时发现潜在故障隐患,提前安排检修,避免因突发故障造成停机,影响电力供应稳定性。

3.3 智能检修技术

3.3.1 基于大数据和人工智能的故障诊断

在电力电气设备领域，基于大数据和人工智能的故障诊断技术正发挥着关键作用。设备在长期运行过程中，各类传感器会收集海量数据，涵盖运行温度、电流、电压等信息。大数据技术负责将这些杂乱无章的数据汇总、整理。人工智能算法，比如机器学习模型，则对这些数据进行深度挖掘。它能学习设备正常运行时数据呈现的规律，一旦设备运行数据出现偏离，模型就能敏锐察觉。例如，通过分析大量变压器历史数据，算法能精准识别出当油温、绕组温度及负载电流等参数呈现特定异常组合时，可能预示着内部绕组短路故障。相比传统诊断方式，这种技术不受人为经验局限，诊断速度更快、准确率更高，能在设备刚出现故障苗头时就及时预警，极大提升了设备维护的及时性与可靠性。

3.3.2 远程智能监控与诊断系统

远程智能监控与诊断系统彻底革新了电力电气设备的维护模式。在各个变电站、发电厂等场所，通过安装智能传感器与通信模块，设备运行状态数据能实时上传至监控中心。工作人员坐在千里之外的监控室，就能清晰看到设备的各项运行参数、工作画面。一旦设备出现异常，系统自动发出警报。比如某条输电线路上的监测装置发现线路弧垂异常，系统迅速将数据与图像传输回监控中心，诊断软件结合线路历史数据与周边环境信息，快速分析出可能是因大风导致线路松动。运维人员无需前往现场，在监控中心就能借助系统远程操控相关设备进行初步调整，同时安排检修人员前往处理。该系统打破了地域限制，让设备维护更高效，大大减少了人力成本与故障处理时间，有力保障了电力系统的稳定运行^[3]。

4 电力电气设备维护检修技术的发展趋势

4.1 智能化与自动化发展趋势

在未来，电力电气设备维护检修技术将朝着智能化与自动化大步迈进。一方面，智能传感器会更加普及，它们能对设备运行状态进行全方位、实时监测，收集到的海量数据经人工智能算法分析，可精准预测设备潜在故障，实现预防性维护。比如变压器，智能化系统能依据油温、绕组温度、油中气体成分等数据变化，提前判断内部是否存在绝缘老化、局部放电等隐患，并自动规划检修方案。另一方面，自动化检修设备也将得到广泛

应用，像巡检机器人可自主穿梭于变电站、配电室，对设备进行外观检查、温度测量，一旦发现问题，自动通知维修人员，极大提升维护检修效率，减少人工成本与人为失误。

4.2 绿色环保与可持续发展要求

随着环保理念深入人心，电力电气设备维护检修技术必须契合绿色环保与可持续发展要求。在维护过程中，会更多采用环保型检修材料，比如以可降解材料替代传统绝缘漆，减少对环境的污染。对于废旧设备，将建立完善的回收再利用体系，拆解后的金属、塑料等部件分类回收，重新加工利用，降低资源浪费。同时，在设备设计与制造环节，就充分考虑其全生命周期的环保性，提高设备能效，降低运行能耗。

4.3 新技术的融合与创新应用

电力电气设备维护检修技术将不断融合新技术，实现创新应用。物联网技术会让设备之间、设备与运维人员之间的信息交互更顺畅，构建起全面的设备智能管理网络。5G通信技术的高速率、低延迟特性，为远程高清视频监控、实时数据传输提供有力支撑，使远程诊断与操控更加精准高效。此外，量子计算技术有望在复杂故障诊断中发挥作用，其强大的计算能力能快速处理海量数据，为故障分析提供更准确的模型与算法^[4]。

结束语

综上所述，电力电气设备维护检修技术从常规的外观检查、温度检测，到绝缘电阻测试、耐压试验，再到智能化与自动化技术，每一项都在保障电力系统稳定运行中扮演关键角色。这些技术不仅能及时排查设备隐患，延长设备使用寿命，还能提高电力企业的经济效益与供电可靠性。

参考文献

- [1]周思思.电力电气设备状态检修技术思考[J].现代工业经济和信息化,2023,13(04):101-103
- [2]孔令兵,秦宏磊,费孔鹤等.电力电气设备的维护检修技术探讨[J].中国设备工程,2023(05):18-21.
- [3]余晨沐.高层建筑的电力电气线路施工技术分析[J].集成电路应用,2022,39(07):234-235.
- [4]汪涛.电力电气设备的状态检修技术研究[J].设备管理与维修,2021(24):31-33.