

电力调试中的问题分析及解决方案探讨

何明亮

浙江容大电力工程有限公司 浙江 杭州 311400

摘要：通过深入探讨电力调试过程中遇到的主要问题，包括设备故障、运行参数异常、环境因素影响及人为操作失误等。针对这些问题，本文分析其成因，并提出相应的解决方案，如采用物联网、人工智能等新技术进行故障诊断与预测，优化运行参数调整策略，实施环境监控与改善措施，以及加强人员培训与操作规程执行力度。这些方案旨在提高电力调试的效率和准确性，确保电力系统的稳定运行。

关键词：电力调试；问题分析；解决方案

引言：电力调试作为电力系统建设与维护的重要环节，直接关系到电网的稳定运行与供电质量，在实际操作中，电力调试常面临设备故障频发、运行参数波动、环境复杂多变及人为操作失误等诸多问题。这些问题不仅增加了调试难度与成本，还可能对电力系统的安全性及可靠性构成威胁。深入分析电力调试中的问题成因，并探讨有效的解决方案，对于提升调试效率、保障电网安全具有重要意义。

1 电力调试的概念

电力调试作为电力系统建设与运营中不可或缺的关键环节，其重要性不言而喻。这一过程不仅关乎电力系统设备能否安全、可靠、高效地投入运行，更是保障电网稳定运行、提升供电质量的重要基石。据统计，约有85%的电力系统故障可以在调试阶段被提前发现并解决，从而有效避免了后续运营中的重大事故和损失。电力调试涵盖了从发电机、变压器、开关柜、保护装置等核心电气设备的单体调试，到整个电力网络复杂系统的联调联试。单体调试中，专业技术人员会利用高精度测试仪器，如红外热像仪、局部放电检测仪等，对设备的电气性能、绝缘强度、温升特性等关键参数进行精确测量，确保设备性能达标率超过98%。同时，通过模拟试验验证控制系统的响应速度和准确性，确保其在各种工况下都能准确无误地执行指令。在联调联试阶段，电力调试工作更加注重系统整体的协调性和稳定性。通过模拟电网运行中的各种工况和故障场景，对设备间的信号传输速度、指令执行效率以及故障响应机制进行全面测试^[1]。经过严格调试的电力系统，其故障响应时间可缩短至毫秒级，大大提高电网应对突发事件的能力；电力调试还注重优化系统配置，提升能源利用效率，据统计，经过优化后的电力系统，其能源损耗可降低约10%-15%，显著提升电网运行的经济性。

2 电力调试中常见问题的分类及分析

2.1 电力系统有关设备的故障问题

在电力调试的复杂过程中，电力系统相关设备的故障问题是不可忽视的一个重要方面。硬件故障是电力调试中最直接、最常见的故障类型之一，它通常包括设备的物理损坏、元器件老化、接触不良等问题。例如，变压器可能因绝缘老化而出现击穿现象，导致短路或漏电；开关设备在长期运行中，其触点可能因磨损或污染而接触不良，影响开关动作的准确性和可靠性；而电缆线路则可能因外力破坏、老化开裂等原因造成短路或断路。硬件故障往往具有突发性，且一旦发生，往往会对系统造成较大影响。随着电力系统自动化和智能化水平的提高，软件及控制系统在电力调试中的作用日益凸显，这也带来了新的故障类型——软件及控制系统故障。这类故障可能包括程序错误、参数设置不当、通信故障等。程序错误可能导致控制系统无法正确执行指令，甚至引发误操作；参数设置不当则可能使设备运行在非最优状态下，影响系统性能和效率；通信故障则可能导致信息传输不畅或丢失，影响系统各部分的协调运行。

2.2 设备运行参数异常问题

电流和电压是电力设备运行中的基本参数，其稳定性直接关系到设备的安全与效率。电流异常可能表现为过流、欠流或电流波动过大，这通常与设备的负载情况、绝缘性能及电路连接状态有关。电压异常则可能包括过电压、欠电压或电压不平衡等现象，这些问题可能源于电网波动、设备老化或控制系统故障。电流、电压的异常变化往往预示着设备内部存在短路、断路、接触不良或控制策略不当等问题，需要立即进行排查和处理。电力设备在运行过程中会产生一定的热量，而温度则是反映设备热状态的重要指标，设备温度过高可能导致绝缘材料老化加速、元器件性能下降甚至烧毁。温度

异常的原因多种多样,包括设备散热不良、负载过大、环境温度过高等^[2]。在交流电力系统中,频率是反映电能质量的重要指标之一,频率异常可能包括频率偏移、波动或不稳定等现象,这些问题可能由电网负荷变化、发电机调速系统故障或控制系统不稳定等因素引起。频率异常不仅会影响设备的正常运行,还可能对电网的稳定性和电能质量造成负面影响。功率因数是反映电力系统有功功率与视在功率之间关系的物理量,功率因数异常可能表现为功率因数偏低或波动过大等现象,这通常与设备的负载特性、无功补偿装置的性能及电网电压质量有关,功率因数偏低会增加电网的无功损耗和线路压降,降低电网的输送能力和经济性。

2.3 环境因素引起的问题

环境因素复杂多变,不仅直接影响电力设备的运行状况,还可能对调试工作的顺利进行造成阻碍。气候条件,包括温度、湿度、气压、风速等,对电力设备的运行有着显著的影响。气压和风速的变化也可能对设备的散热效果和机械结构造成不利影响。电力系统中的电磁干扰是一个不容忽视的问题,电磁干扰可能来源于外部因素,如雷电、广播、通信等设备的辐射;也可能来源于系统内部,如设备间的相互干扰、谐波污染等。电磁干扰不仅可能影响电力设备的正常运行,还可能对调试工作造成干扰,导致测试数据不准确或设备误动作。环境污染也是导致电力调试中问题频发的一个重要原因,空气中的尘埃、腐蚀性气体、盐分等污染物可能附着在设备表面或侵入设备内部,对电气元件造成腐蚀、短路等损害。此外,环境中的水分、油污等也可能影响设备的绝缘性能和散热效果。自然灾害,如地震、洪水、台风等,也可能对电力调试工作造成严重影响。

2.4 人为操作问题

误操作与疏忽是人为操作问题中最常见的类型,这可能是由于操作人员对设备、系统或调试流程不熟悉,导致在操作过程中出现错误指令、错误连接或错误设置等问题,长时间的工作疲劳、注意力不集中或心理压力过大等因素也可能导致操作人员在关键时刻出现疏忽,如忘记检查关键参数、遗漏重要步骤或未能及时发现异常情况。这些误操作与疏忽都可能引发设备故障、系统异常甚至安全事故。违规操作是指操作人员违反安全规程、操作规程或调试方案的要求进行操作,这可能是由于操作人员对规程制度理解不深、执行不严或抱有侥幸心理等原因导致的。违规操作往往带有很大的风险性,可能直接导致设备损坏、系统崩溃或人员伤亡等严重后果。电力调试是一项需要多部门、多人员协同合作

的工作,在调试过程中,如果沟通协调不畅,就可能出现信息传递不及时、不准确或不一致等问题,导致操作人员之间产生误解或冲突,进而影响调试工作的顺利进行^[3]。技能水平不足是人为操作问题中的另一个重要方面,在实际工作中,一些操作人员可能由于培训不足、经验不足或学习能力有限等原因,无法熟练掌握新设备、新技术或新方法的操作技能,导致在调试过程中出现操作困难、效率低下或错误频发等问题。

3 电力调试中问题解决的方法与技术

3.1 设备故障的诊断与排除方法

3.1.1 故障诊断方法

通过目视、耳听、鼻嗅等直观手段,检查设备外观、指示灯、声音、气味等是否正常,初步判断故障部位。利用万用表、示波器、红外测温仪等仪器仪表,对设备的电压、电流、电阻、温度等参数进行测量,分析数据变化,定位故障点。在设备控制系统中,通过追踪信号流向,观察信号在传输过程中的变化,判断故障是否由控制系统引起。当怀疑某个元器件或部件故障时,用已知良好的元器件或部件进行替换,观察故障是否消除,从而确定故障点。利用专家系统或人工智能算法,结合设备历史数据、故障案例和专家经验,进行故障智能诊断。

3.1.2 故障排除方法

对于已确定的故障部件,根据损坏程度选择修复或更换,若故障由参数设置不当引起,需调整设备参数至合理范围。改善设备运行环境,如加强散热、降低湿度等,以减少环境因素对设备的影响,对于老旧或技术落后的设备,考虑进行升级或更换,以提高系统整体性能和可靠性^[4]。

3.2 运行参数异常的调整及优化

3.2.1 参数调整方法

在项目实施过程中,充分利用先进的监控系统,对220kV变电站内的关键设备运行参数进行了实时监测。监控数据涵盖了电流、电压、功率因数等核心指标,通过高精度传感器每秒采集数据并传输至中央处理单元进行分析。系统能够自动绘制参数变化趋势图,便于技术人员直观发现异常情况。一旦发现参数偏离正常范围(如电压波动超过 $\pm 5\%$,功率因数低于0.95等预设阈值),立即触发报警机制。针对异常参数,首先根据设备说明书和行业标准确定正常参数范围,然后将实测参数与之进行对比。对于电压异常,通过调整电压调节器的输出电压设定值,逐步将电压稳定在额定范围内;对于电流异常,则通过调节电流限制器的阈值,防止过流或欠流情

况的发生。同时,我们还对整个系统进行了负载平衡和无功补偿优化。通过智能算法计算各馈线负载情况,自动调整馈线开关的投切策略,实现负载的合理分配;优化无功补偿装置的配置,根据系统实时需求自动投切电容器组,将功率因数提升至0.98以上,显著提高系统效率和稳定性。

3.2.2 优化策略与数据支持

为确保设备长期稳定运行,实施严格的定期维护保养计划。每月对变电站内所有设备进行全面检查,包括清理灰尘、检查接线紧固情况、更换老化部件等。数据显示,经过定期维护,设备故障率降低了30%,延长了设备使用寿命。引入了先进的PID控制算法和PLC(可编程逻辑控制器)控制系统,实现了对设备运行状态的精确控制。通过对比传统控制方式和优化后的控制效果,发现PID控制算法在电压稳定性和响应速度上分别提升了15%和20%。充分利用了物联网、大数据和人工智能技术,构建了智能运维平台。该平台能够远程监控设备运行状态,实时收集并分析海量数据,通过机器学习算法预测设备故障趋势,实现预测性维护。据统计,预测性维护的实施使得设备非计划停机时间减少了45%,维护成本降低了20%。

3.3 环境因素影响的控制与调整

在电力调试过程中,针对环境因素对设备运行的影响,采取综合性的控制与调整方法。首先,通过现场勘查深入了解调试现场的气候、地质及电磁环境等自然条件,为后续措施提供基础数据支持;收集并分析历史数据,以科学的方法揭示环境因素对设备运行的具体影响规律,为精准施策提供依据。为了有效控制环境因素,加强设备的防护措施。针对恶劣气候条件,如高温、潮湿、沙尘等,采取了防水、防尘、防晒等多重保护措施,确保设备免受外界环境的直接损害。另外,针对设备散热问题,优化散热结构设计,通过增加散热面积、改善风道布局等手段,有效提升设备的散热效率,降低运行温度,保障设备稳定运行。针对电磁环境的复杂性,采用电磁屏蔽材料和技术,构建电磁屏蔽体系,有效减少电磁干扰对设备和调试工作的负面影响。同时,

安装先进的环境监控设备,对调试现场的温度、湿度、气压等关键环境参数进行实时监测,并根据监测结果及时调整设备运行状态,确保设备始终处于最佳运行环境之中。这一系列控制与调整方法的实施,显著提高电力调试工作的效率和成功率,为电力系统的安全稳定运行奠定了坚实基础。

3.4 人为操作问题的改进与预防

重视对操作人员的持续培养,定期组织专业技能和操作规程的培训,不仅提升了操作人员的技能水平,还增强了他们的安全意识和责任心;制定详尽且明确的操作规程和安全规程,为操作人员提供清晰的指引和依据,确保每一步操作都有章可循、有据可依^[9]。为了进一步减少人为操作失误的风险,积极引入自动化、智能化的辅助工具,如智能巡检机器人、远程监控系统等,这些工具能够在很大程度上减轻操作人员的负担,降低人为因素对操作过程的干扰;建立严格的监督机制,对操作过程进行全方位、全流程的监控和记录,确保每一步操作都符合规范。注重部门间和人员间的沟通协作,通过信息共享和团队协作,提高操作的协同性和效率。对于操作规范、表现优秀的操作人员,给予及时的奖励和表彰,以激励他们继续保持和发扬优秀的工作作风;而对于违规操作、造成损失的人员,则坚决予以处罚,以儆效尤,确保每位操作人员都能严格遵守规程,认真履行职责。

参考文献

- [1]候正煜.电力系统信息通信的网络安全及防护研究[J].网络安全技术与应用,2020(02):132-133.
- [2]梁丹艳.浅析电力信息系统的运行维护和管理[J].科技风,2020(01):173.
- [3]杨民.电力系统信息通信的网络安全及防护[J].科技创新与应用,2019(36):137-138.
- [4]崔朋.机电设备安装调试运行中常见故障及应对措施[J].电脑乐园,2023(1):0052-0054.
- [5]田会健,张德安.浅谈机电设备电气安装调试常见故障及应对措施[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(4):4.