

电力工程中的电力检修及电力施工技术研究

宋常建

国网冀北电力有限公司围场县供电分公司, 河北 承德 068450

[摘要]电力工程正常运转需要有效电力检修及施工技术作为保障。文章以技术为基石,对电力设备检修技术进行了分析研究,如变压器检修、高压开关设备检修等内容;并且详细介绍了电力工程施工技术,如变配电设备安装、输配电线路施工等。在此基础上提出了相关质量管理与安全措施。研究认为,在电力工程建设中采用状态检修方法、提高施工技术水平、加强施工过程控制能够大大提高电力工程质量以及安全性,有利于促进我国电力行业发展。

[关键词]电力检修; 电力施工; 质量控制

DOI: 10.33142/hst.v9i2.19167

中图分类号: TM7

文献标识码: A

Research on Power Maintenance and Power Construction Technology in Power Engineering

SONG Changjian

Weichang County Power Supply Company of State Grid Jibei Electric Power Company Limited, Chengde, Hebei, 068450, China

Abstract: The normal operation of power engineering requires effective power maintenance and construction technology as guarantees. The article analyzes and studies the maintenance technology of power equipment based on technology, such as transformer maintenance, high-voltage switchgear maintenance, etc; It provides a detailed introduction to the construction technology of power engineering, such as the installation of transformer and distribution equipment, and the construction of transmission and distribution lines. On this basis, relevant quality management and safety measures were proposed. Research suggests that adopting condition based maintenance methods, improving construction technology, and strengthening construction process control in power engineering construction can greatly improve the quality and safety of power engineering, which is conducive to promoting the development of Chinese power industry.

Keywords: power maintenance; electric power construction; quality control

引言

在新的时代背景下,为了更好地预防电力工程出现的安全隐患问题,在电力工程施工过程中要加强系统的维护保养工作,在实际工作中要积极采用先进的电力施工技术,提升电力工程的质量。电力检修与施工技术两者之间是相辅相成的关系,它们对整个电力工程起到决定性的作用。现在,由于电网的日益增大以及电压等级不断提高,电力检修、电力施工等工作也面临很多的问题,工作难度很大,因此要重视合理使用新技术。本文对电力工程中电力检修及电力施工技术进行了分析探讨,旨在为广大从事电力工程的相关人员提供一定的借鉴作用。

1 电力工程检修与施工技术的原理

电力工程检修与施工技术的核心是“预防为主,防治结合”。变压器等设备应坚持预防为主,计划检修与诊断检修相结合的原则,做到应修必修、修必修好、讲求实效。

这也是对电力行业的要求。从业务层面看,电力检修主要有定期检修、状态检修和故障检修三种方式。而状态检修正逐渐占据主导地位,它是基于对设备本身及其重要组成或部件的整体评价之上,根据设备检测、监测数据以及试验情况并考虑设备当前运行状况来决定是否开展检修工作。这种方式可以有效地防止“过修”或“欠修”,具有较强的经济效益和实用性。电力施工技术注重工艺标准化以及全过程质量管理。施工方、项目方必须提出各自工作管理要求、管理目标、管理内容,在推行精细化、精益化的管理模式下,对各项具体工作提出要求。从土建施工到设备安装,每一项工作都应符合相关技术标准,保证工程质量。

2 电力设备检修关键技术研究

2.1 变压器检修技术

变压器是电力系统的支柱性设备,其检修水平直接影

响电网的安全稳定运行。依据《电力变压器检修导则》(DL/T573—2010), 变压器检修包括大修、小修、缺陷处理以及例行检查与维护等几种类型。变压器的大修是在停电情况下对变压器本体排油、吊罩(吊芯)或者进入油箱内进行检查修理以及对其主要零部件进行解体检修。大修周期一般按运行年限和运行情况而定, 一般为10年, 但是对运行环境差或者有家族性缺陷的设备应适当提前。小修主要是对外部清扫、连接部位紧固和辅助装置的检查维修。变压器油样的检测和色谱分析也是状态检修的一种有效方法。根据油中溶解气体分析结果可以判断变压器内部有无过热、放电等潜在隐患。表1给出了变压器油中溶解气体含量注意值, 是判断是否需要进一步检查的重要参考依据。而其关键是: 当变压器内部出现热性故障或放电性故障时, 绝缘油以及固体绝缘材料由于分解会产生氢气、甲烷、乙炔等特征气体。通过对油中各种成分含量以及产生速度进行气相色谱仪检测并结合三比值法或者大卫三角法就可以大致确定故障类型, 比如是否为裸金属过热、火花放电还是电弧放电等。在实际应用中, 对330kV及以上电压等级变压器而言, 乙炔含量注意值较低, 而且产气速率一般要比绝对量更有意义。检修人员应将检测结果与其以前的数据相比较, 在考虑绕组直流电阻以及绝缘电阻等电气试验的基础上做出判断, 从而达到由“定期检修”转变为“状态检修”, 防止过度检修或者欠修的目的。

表1 变压器油中溶解气体含量注意值 (单位: $\mu\text{L/L}$)

气体组分	220kV 及以下	330kV 及以上	故障性质判断
氢气 (H_2)	≤ 150	≤ 150	电弧放电、局部放电、水分过高
乙炔 (C_2H_2)	≤ 5	≤ 1	电弧放电、火花放电
总烃 ($\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_2$)	≤ 150	≤ 150	过热、放电
一氧化碳 (CO)	注意值依趋势	注意值依趋势	固体绝缘过热或老化

变压器附件检修也非常重要。有载分接开关检修周期及分接变换次数须加以限制, 由运行经验知, ZY型有载分接开关动作次数到一定数量时应进行检修。而且储油柜、吸湿器、压力释放阀、气体继电器等附件检修质量对整个变压器安全可靠运行有很大影响。

2.2 高压开关设备检修技术

高压开关设备有断路器、隔离开关等, 起着电路通断及隔离作用。SF₆断路器检修主要是气体泄漏以及微水含量问题。当SF₆气体含水量过大时会降低其绝缘强度,

在温度较低的情况下容易造成事故。检修中要使用专门检测仪器对气体泄漏情况进行检查, 使一年内气体泄漏量满足要求。真空断路器检修主要为真空泡真空度检查。一般在现场用工频耐压试验来判断: 给真空断路器触头拉开距离条件下施以一定电压, 如果发现真空泡内产生击穿放电现象说明真空已经变坏, 需更换。另外, 还要注意调整触头开距、超行程等机械部分参数。隔离开关检修主要是解决导电回路发热问题。触头镀银层磨损情况以及接触压力大小需经常检查, 对于发热较重触头可以采取更换触指弹簧、打磨接触面等方式进行处理。

2.3 其他设备检修要点

互感器检修包括绝缘油检查以及二次绕组直流电阻测试。油浸式互感器油位检查以及油色谱分析是判断其内部绝缘状态的有效方法。避雷器检修主要是对其泄漏电流及动作次数进行观察并记录, 而氧化锌避雷器阻性电流分量可较好地反映其阀片劣化情况。电力电缆故障检测及修复是配电系统检修的一项重要工作。电缆故障一般有低阻故障、高阻故障以及断线故障等多种形式, 需用到电缆故障闪测仪、定点仪等相关仪器对其进行查找。电缆中间接头制作是检修过程中一项关键技术环节, 应力锥制作好坏对整个接头使用寿命起决定作用。

3 电力工程施工关键技术研究

3.1 变配电设备安装技术

变配电设备安装是电力工程一个重要组成部分, 在变压器安装之前要对基础进行验收, 看预埋件的位置、尺寸是否满足设计要求。变压器运到现场后, 还要对其绝缘油进行验收检查。如果是充氮运输, 则在现场安装前要进行油气置换, 器身暴露之后要在一定时间内完成检查工作。变压器附件装配主要有散热器、套管、油枕、气体继电器等部件的安装。散热器在安装之前要用合格的绝缘油冲洗干净以去除其中的焊渣等杂质。套管在安装时要检查其均压罩有无损坏以及其导电杆与绕组引线连接是否牢固可靠。对于全密封变压器, 胶囊或者金属波纹管式的储油柜安装直接影响到变压器的呼吸作用。GIS(气体绝缘全封闭组合电器)安装对外部环境有较高要求, 在现场安装一般在无尘车间或者防尘棚中进行, 环境清洁度需达到制造厂规定标准。母线筒体连接处, 需严控微尘, 否则即使是细微灰尘也会造成绝缘闪络。同时还要注意观察导体插入标志, 保证其紧密配合。

3.2 输电线路施工技术

输电线路施工主要有基础施工、杆塔组立、架线工程以及接地工程等。依据《110kV~750kV架空输电线路

施工及验收规范》(GB 50233—2014)的规定,在施工中必须遵守强制性条款以保证工程质量。表2为导线压接工艺的质量要求。基础施工是线路施工的基础工作,一般有掏挖基础、灌注桩基础和装配式基础等形式,而混凝土浇筑质量和地脚螺栓埋设精度对杆塔寿命起决定作用,因此混凝土浇筑须一次性完成并充分振捣,在养护期内注意控制温度和湿度以防开裂。杆塔组立期间,铁塔采取分解组立或整体组立方式,螺栓紧固率达到100%,并且防松帽、扣紧螺母要一一检查。悬浮抱杆分解组立中,要严格控制抱杆角度以及拉线受力情况,以免造成构件碰撞变形。组立完成后要进行结构倾斜测量,保证其满足要求。而架线一般使用张力放线方法,减少导线损伤。张力放线过程中要注意导线与跨越物或者地面之间安全距离,同时还要控制牵引速率,防止导线弹跳造成损伤。压接是架线重要环节,它对后续线路运行起到决定性影响。表2给出各种类型导线压接模具规格、压接次数以及压接后对边距公差要求,在施工过程中必须遵守,压接完成后要对外观进行检查,管体应平直光滑,无裂纹或者毛刺,压接尺寸要用游标卡尺量取并在施工日志上做好记录,以备后期隐蔽工程验收使用。接地工程是保证线路防雷安全的重要工作内容,包括接地沟挖掘、接地极布置以及接地电阻测试等,接地沟深度要符合设计要求,垂直方向接地极间隔不能低于其自身长度两倍,在施工过程中应结合当地土壤电阻率合理确定接地体埋设深度以及添加降阻剂的数量,回填土应该分层夯实,禁止含有石子或者砖瓦碎屑。全线施工结束后,应对弧垂复测、交叉跨越距离测量以及相位核对等工作,保证竣工资料与现场相符,达到竣工验收及送电条件。

表2 导线压接工艺质量控制标准

导线型号	压接模具规格 (mm)	压接道数	压接后尺寸允许偏差 (mm)	对边距允许偏差 (mm)
LGI-240/30	36	4	±0.5	≤0.12D*
LGI-300/40	40	4	±0.5	≤0.12D
LGI-400/50	45	5	±0.5	≤0.12D
LGI-630/45	55	6	±0.6	≤0.12D

导线压接是线路施工中一项重要工作,在压接之前要查看压接管尺寸是否符合导线要求,清除管内氧化层及油污。在压接过程中由下至上依次进行,压接完成后管体应顺直,不得有弯折,表面无裂缝等现象。不同材质、不同截面、不同捻向导线或者架空地线不允许在一个耐张段内连接。弧垂观测是紧线一个步骤,在跨越通航河流、铁路等处必须严格按照设计要求进行弧垂观测,一般允许偏差为+1%、-0%,观测时还应该考虑到导线伸长以及气温变

化等因素对弧垂影响。

3.3 变配电设备安装技术

二次回路接线是变配电设备安装的一项重要内容,在电缆敷设过程中应注意排列整齐、不宜交叉扭绞,在电缆头制作中屏蔽层处理对提高抗干扰效果起到重要作用;芯线标识要清楚、准确,使用机打线号管可以防止字迹不清现象发生;接线端子压接必须可靠,一个端子两侧只允许接两根导线;硬母线安装要顺直均匀,其连接处应涂电力复合脂;矩形母线弯制部位不允许出现裂缝,其连接长度应满足规定要求;螺栓拧紧力矩要适当,过大容易造成接触面损坏,过小会造成发热,一般用专用力矩扳手来拧紧以保证接触良好。

4 质量与安全管理举措

4.1 检修施工队伍建设与培训

高素质的作业队伍是保证电力工程质量的基础。检修施工队伍建设应严格执行持证上岗制度,高压电工、焊工、起重工等特种作业人员必须经过专业培训并取得相应资格证书,不定期举办技术比武和技术交流活动,“以老带新”,传承关键技术^[1],对新技术、新工艺的应用要进行专门的学习。如GIS安装工艺要求高,作业人员需要了解防尘措施、密封圈涂抹油脂工艺以及螺栓扭矩紧固的要求等。电缆头制作是高压电缆施工的关键环节,操作人员需要经过专门培训并通过考核后才能工作。

4.2 基于智能化的管理平台应用

智能化管理平台是提高检修施工管理水平的有效途径,在施工过程中,利用BIM技术可进行变电站管线综合排布,及时发现管线冲突以减少返工;利用无人机巡检技术对输电线路施工进度进行检查可以迅速了解线路通道状况并解决施工中存在的困难^[2]。而在检修期间,建设设备电子档案(一物一档)是智能化管理的前提条件,在线路上应用移动作业终端使现场巡检的数据可以直接进入管理系统从而完成状态评估以及检修计划的自动生成。同时,接入在线监测数据也是实现状态检修的基础条件,如变压器油色谱在线监测、GIS局部放电在线监测等技术逐渐普及。

4.3 施工流程监管与验收机制

全过程监管对保障施工质量至关重要,在监理旁站工作中应对重要部位实行全过程监督,如变压器吊芯检查、电缆接头制作、GIS连接、耐压测试等工作,旁站人员需做好施工参数记录,发现问题立即制止和纠正。三级验收制(班组自查、项目部复查、公司终验)是电力行业的惯例。班组自查注重工艺细节,项目部复查关注技术要求是

否达到标准，而公司终验则是全方位检查。在验收过程中发现的问题要下发整改通知书，限时整改后重新检查直至合格为止。

4.4 作业现场安全管理与风险预控

电力作业现场的安全管理要遵守《电力安全工作规程》（简称《安规》）。“两票三制”（工作票、操作票；交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制）是保障安全的基础制度，必须执行。工作票签发人、工作负责人、工作许可人要各尽其责，保证安全措施落实到位^[3]。危险点预控分析要提前进行。根据不同作业类型找出主要风险点，提出防范措施。比如高处作业要着重检查安全带、脚扣等工具是否良好；电气检修要明确停电、验电、装设接地线等要求。安全工器具管理也不能放松。验电器、绝缘杆、接地线、安全带等工器具应定期进行检查，合格后方可使用，在现场作业人员应正确佩戴个人安全防护用品，如安全帽、绝缘鞋、防护眼镜等。

5 结语

电力工程中电力检修及施工技术是保证电网安全可

靠运行的基础，在此基础上介绍了变压器检修、高压开关设备检修等关键技术，详细分析了变配电设备安装、输配电线路施工等主要工作内容以及提高检修施工队伍素质、建设智能管理系统、优化施工过程管控、加强施工现场安全管理等措施来保证工程质量。随着状态检修理念逐渐被接受以及新工艺新技术的应用，电力检修及施工技术会向更智能化、精细化方向发展，从而推动我国电力行业的健康发展。

[参考文献]

- [1]周舒阳.电力工程中的电力检修及电力施工技术研究[J].办公自动化,2026,31(2):120-122.
- [2]程潭送.电力检修与施工技术在电力工程中的应用[J].光源与照明,2025(12):215-217.
- [3]高长庆.电力工程中的电力检修与施工研究[J].光源与照明,2025(7):239-241.

作者简介：宋常建（1993.5—），单位名称：国网冀北电力有限公司围场县供电分公司，毕业学校和专业：内蒙古工业大学电气工程及其自动化。