

电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制

关敏锐 樊良岫

国网哈密供电公司, 新疆 哈密 839000

[摘要]输电线路工程质量直接影响着电网的安全可靠供电。文章对输电线路工程质量技术管理重要性进行了论述,对输电线路基础工程、杆塔工程、架线工程以及材料设备管理四个方面存在的问题进行了剖析,在前期准备、基础工程、杆塔工程、架线工程和导地线压接五个方面提出相应的有针对性的技术管理措施。研究结果表明加强全过程的技术质量管理才是提高输电线路工程质量保证电网安全的重要方法。

[关键词]输电线路; 施工质量; 技术控制; 基础工程; 架线施工

DOI: 10.64635/ja.2026.1141

中图分类号: TM75

文献标识码: A

Technical Control of Construction Quality for Transmission Lines in Power Engineering Projects

Guan Minrui, Fan Liangshen

State Grid Hami Power Supply Company, Hami 839000, Xinjiang, China

Abstract: The quality of transmission line projects directly affects the safe and reliable power supply of the grid. This paper discusses the importance of technical quality management in transmission line engineering and analyzes the problems existing in four aspects: foundation works, tower works, stringing works, and materials and equipment management. It further proposes targeted technical management measures in five aspects, namely preliminary preparation, foundation works, tower works, stringing works, and conductor and ground wire compression connections. The results show that strengthening technical quality management throughout the whole process is a crucial approach to improving the quality of transmission line projects and ensuring the safety of the power grid.

Keywords: transmission line; construction quality; technical control; foundation works; stringing construction

引言

我国电网工程建设规模不断扩大,电压等级不断上升,输电线路工程存在施工环境多样化、技术要求严格化的态势。外部走廊资源紧缺,特高压输电线路工程出现沿山地走线的现象,据统计山地走线占到了一半以上,多变复杂的山地地形条件对施工质量管理提出了重大考验。输电线路是电力传输的重要支撑物,它的工程质量直接影响着整个电网的安全稳定以及供电的可靠性。所以加强对输电线路工程施工质量管理的研究很有必要,深入剖析各阶段的质量问题并找出有效的预防方法,才能使整个电力建设工程质量得到保证。

1 电力工程建设中输电线路施工质量技术控制的重要性

供电线路建设是电力工程中重要组成部分,其质量技术水平直接影响了电力网的长久安全稳定运行。就工程来说,供电线路包括基础工程、杆塔工程等三大过程,基础

工程属于隐蔽工程,它的质量好坏直接影响整个工程进程及电力线路的安全使用;从运行安全角度分析,供电线路长期暴露在外受天气变化的影响很大,承受风吹日晒雨淋、覆冰及各种气候变化带来的负荷,任何施工质量问题都会成为运行中的隐患点,尤其是随着我国特高压电网的飞速发展,线路负荷大幅增加,在复杂的地理环境中施工要求也很高,给其质量和安全带来更大考验。所以要加强对整个施工阶段的技术管理,保证每个步骤,每个衔接处都要满足设计规定的质量和规范的要求,这是保障电网安全稳定运行的基础。

2 输电线路施工质量技术控制中存在的问题

2.1 基础施工环节的质量问题

基础工程是对于整个输电线路来说是根本性的,在材料上采用了未经过检验合格或含泥量及泥块含量超标砂石,影响着水泥与砂、石之间的结合度并且加大了对混凝土搅拌水量,改变了混凝土水灰比,增大了混凝土收缩性,

容易产生收缩裂缝,还使混凝土强度下降。在混凝土浇筑过程中为了方便施工采取随意增大混凝土坍落度甚至是往里面加水的做法,使得混凝土的密实程度下降,在钢筋绑扎上箍筋间距分布不均也直接影响着基础的抗剪强度。养护环节更是常见的薄弱环节,砼浇筑凝固时水分很快散失,如果不及时补充就会造成强度不足的问题。同时一些扩建项目存在沉降观测及设备基础回填土密实度检验不到位的质量问题等严重影响到其基础长期稳定。

2.2 杆塔施工环节的质量问题

杆塔属于电力线路上的重要支撑物,杆塔的质量对整个线路有着较大的影响。塔材质量,在运输及吊装时易出现塔材锌层损伤、构件失直等现象,从而减弱了抗腐能力以及使用年限;螺栓连接是塔架施工的重点问题区域之一,螺栓未达到紧固标准、扭力不够、缺少垫片、缺失平垫、防松帽等都会使铁塔整体结构强度下降,在台风天气下极易引发晃动或者位移;铁塔组装完成之后垂直误差过大,受力点分布不均,严重的会引发倒塌事故^[1];而在山地地形处建设耐张塔时,因挂件倾斜角度不同会对整基杆塔受力产生影响,需要提前做好相关交底并在现常进行精确校核来保证无误。一些施工单位在施工过程中对于设计图纸的理解不够透彻,重要环节忽视了根据地质的变化适时进行改进,造成安装偏差过大等问题。

2.3 架线施工环节的质量问题

导线工程是整个输电线路施工的技术难点,直接影响着线路的送电能力和使用寿命,导线磨损是对导线架设施工来讲最常见的现象,在放线的过程中容易造成导线磨损严重,增加了电晕的发生机率,在架线过程中由于地形起伏较大,视线受阻等原因容易出现导线“陡升陡降”的情况,从而产生导线脱轮、跳槽、磨塔等问题。防振锤安装位置错误等现象使导线产生振动疲劳。跨越带电线路作业时感应电的危害不能掉以轻心,在临近带电线路进行施工时更易发生感应电造成人身触电伤亡事件。

2.4 材料与设备管理的质量问题

材料设备是工程项目的物质基础,其管理水平直接影响着工程质量,而在物资入场时把关不严,缺少金具、绝缘件的合格证明,不进行抽样测试就直接将不合格产品带入现场,使浙江泰仑电力集团工程实际操作中对电力铁塔这个输电线路的“脊梁”——塔材实施严格的抽查,质检人员选取不同的型号铁件随机抽取样品,用专用量具检测材料表面光洁度及镀锌层厚度等关键项目,杜绝不合格原材料用于后续的施工工序,在仓储保存过程中导线受潮、金具生锈、绝缘子脏污等现象层出不穷,造成材料变质。有少数项目对砂石料含泥量超标的把关不到位,材料管理上的放松给工程质量埋下了整体性的风险。

表1 输电线路施工常见质量问题及表现

施工环节	主要质量问题	具体表现	可能引发的后果
基础施工	原材料质量不合格	砂石含泥量超标,水泥受潮结块	混凝土强度降低,收缩裂缝增加
	混凝土施工不规范	随意加水改变水灰比,振捣不到位	密实度低,抗压强度不足
	钢筋绑扎偏差	箍筋间距不均,保护层厚度不足	抗剪性能差,钢筋易腐蚀
	养护措施缺失	未及时覆盖浇水养护	混凝土缺水,强度增长受阻
杆塔施工	塔材质量受损	镀锌层破损,构件运输变形	防腐性能下降,结构强度减弱
	螺栓紧固不到位	扭矩不足,漏装垫片或防松帽	铁塔刚度降低,风偏风险增加
	铁塔倾斜超标	垂直度偏差超过允许范围	受力不均,严重时可致倒塔
架线施工	导线磨损	放线过程中与地面、跨越架摩擦	表面损伤,电晕放电加剧
	弧垂控制不准	同一档距弧垂不一致,与设计值偏差大	对地安全距离不足,运行风险
	附件安装不当	悬垂线夹偏移,防振锤位置错误	导线振动疲劳,金具磨损
材料设备	进场检验不严	无合格证,未做抽检试验	不合格品上塔,运行中断裂
	存储保管不当	导线受潮,金具锈蚀,绝缘子污染	材料性能下降,使用寿命缩短

3 输电线路施工质量的技术控制

3.1 前期准备阶段的技术控制

前期准备工作是工程质量控制的基础,而前期工作的质量好坏决定着整个工程能否顺利开展。首先,严格执行图纸审核和技术交底,召开由设计方案、施工单位以及监理单位共同参与的图纸审核会议,实行“阅图—工艺指导—验场”的闭合式管理,使复杂地形下的精细工艺能够切

实落实到实处,“同塔换相”技术难关也得到了有效的解决,在拆解工艺流程、细化工艺参数、加强对重要环节的管控之下,克服了图纸与实际不符的现象,筑牢了技术管理工作根基;其次,加强原材料的质量验收,在导线、地线、线夹、绝缘子等一系列主要原材料上全面检查验收,在对电力线路铁塔塔材的抽检中,着重检查外表面平整度、镀层厚度等问题。其次,根据山区施工特点制定“全

程探索、实时分析”的制度，在经过多次现场调研的基础上充分了解每一段线路的地形地貌以便更好地对设计方案进行完善。最后做好施工人员的教育工作尤其是对接线等重要环节的操作人员开展专门的技术训练。

3.2 输电线路基础工程施工的技术控制

基础工程的质量控制要覆盖从材料到养护整个过程。材料方面监理人员严控好原材料见证取样的环节。砂石必须送到试验室做筛分、含水率等项目的实验，合格才可以允许进场。混凝土配合比需要经过试验室的认定之后方可施工并按其规定的比例配料，并随时检查其坍落度的变化情况。钢筋绑扎时基础底层钢筋网靠墙两排要全绑扎。模板采用不易变形的材料制作，立柱模板用木棍纵横交错“井”字形支撑。混凝土振捣需由有经验的技术工人完成，“快插慢拔”。养护同样不能忽略，在混凝土浇完之后马上进行养护^[2]。对于山地坚硬岩层，采用斜锚浅桩、柱板式岩石锚杆以及山地微桩等轻型基础形式，在此基础上研制了适用于索道运送的单体2吨级别的、对岩石强度不大于160MPa坚硬岩层的快速成孔装置。

3.3 输电线路杆塔工程施工的技术控制

杆塔工程施工的技术重点是构件保护和栓紧、垂直度管理。塔材运输及吊装过程，要进行包裹保护，保证镀锌层完好无损、构件无变形。栓紧必须用力矩扳手，严格按照顺序拧紧，做好防松标记，保证紧固率达100%，铁塔校正用经纬仪或全站仪标高，通过加装垫片使垂直度偏差达到允许。南方电网公司研制的“输电铁塔座地抱杆基座智能调整系统”为了解决高压铁塔组立过程中传统的手动调节精度不高、耗时长、危险性大等问题，在高精度传感器、适应性控制以及自动化设备等基础上，完成了抱杆基座在线检测、自动校正、远距离精确操作等功能的研发，提升了近70%的工作效率，大幅减少了高处工作的安全隐患^[3]。除此之外还应该注意对重要联结点进行检验保证重要工序的质量满足设计标准。

3.4 输电线路架线工程施工的技术控制

架线工程的技术控制是保证线路电气性能的重要一环。紧线是关键技术点，应该科学布置张力场、牵引场，保证导线一直悬空。山岳地区放线对技术管控是一大挑战，导线敷设兼顾了“保证净空距离”、“防止导线损坏”，形成“负荷分析-设定参数-现场调试”的动态管理体系，在不同地段合理估算导线所需要的张力大小以及时调控牵引力。弧度测量用经纬仪或者无人机进行，根据实际气温调节。跨越带电路施工采取“绝缘封网、无人机展放”的方式，加强对三点监督：架设跨越被跨越电力线路两侧的两座铁塔需要安设有双滑道的地线滑车；导线，牵引绳全过程中保证可靠接地；全方位布置防坠措施。遇到垂直档距小于0等状况，必需增设压线滑车，利用可调力度装置抵消导线上的拉力，强制使导线紧贴滑车槽体内，在地面设置专人进行监护，密切注意接头经过的过程。

3.5 导地线压接施工的技术控制

导地线压接是输电线路施工过程中技术水平最高的一个环节，直接影响到了线路的机械强度以及电流传导能力，在进行压接之前一定要使用汽油对线管内壁、导线外表进行清洁工作，保证没有油渍残留以及氧化皮层存在，压接时要由管底至管口逐层压紧，每相邻两模之间的缝隙不能少于5mm，保证达到规定的压接力及压接圈数。广西百色能源集团在压接培训的时候充分运用了多媒体工具及实物模型，主要围绕导线压接管压接过程对压接之前导线的清理打磨，模具的选择匹配程度、液压机的操作流程、接续管的压接顺序以及压接完之后对外观检查、长度测定等内容通过视频的形式呈现出来，把复杂的工艺分解为可看得到容易理解的学习资料^[4]。压接管压接完毕后必须要做外观检验，并做握着力试验保证握着力大于导地线计算拉断力的95%，同时培训也包括安全操作规程以及紧急处理措施，模拟出现液压油泄露以及设备异常等情况时应该怎样妥善处理，提高压接管质量及提高工作效率。

表2 输电线路施工关键技术控制要点

控制环节	核心控制点	关键技术措施	质量控制标准
前期准备	图纸会审与技术交底	建立“图纸解读—工艺交底—现场复核”闭环机制	消除图纸错漏，确保施工方理解设计意图
	材料检验	对塔材镀锌层厚度等关键指标进行严格抽检	合格率100%，不合格品严禁使用
	现场勘查	建立“全员勘查、动态研判”机制，多轮实地踏勘	全面掌握地形特征，为方案优化提供依据
基础施工	原材料控制	严格见证取样，检测级配、含泥量等指标	砂石含泥量符合规范要求
	轻量化基础	选用斜锚短桩、岩石锚杆、山地微型桩等型式	适应山区硬岩地质，单模块≤2吨
	混凝土养护	浇筑后及时覆盖保湿养护	养护期符合规范要求
杆塔施工	螺栓紧固	使用力矩扳手，按规范顺序紧固	紧固率100%，扭矩符合规范
	铁塔找正	经纬仪或全站仪测量，调整垫片	垂直度偏差≤H/1000
	智能调节	应用抱杆基座智能调节系统	施工效率提升60%以上

控制环节	核心控制点	关键技术措施	质量控制标准
架线施工	张力放线	建立“载荷计算—参数预设—现场微调”动态管理	导线对地距离 $\geq 3\text{m}$ ，无磨损
	弧垂观测	采用经纬仪或飞行器，按气温实时调整	弧垂偏差 \leq 设计值的 $\pm 5\%$
	跨越施工	绝缘封网+无人机展放，双接地滑车	杜绝感应电触电风险
压接施工	压接前处理	汽油清洗管内壁和导线表面油污	无油污，无氧化膜
	压接顺序	从管底向管口依次压接，相邻模重叠 $\geq 5\text{mm}$	压接长度、道数符合工艺要求
	压接检验	外观检测、尺寸测量，握着力试验	握着力 \geq 计算拉断力的95%

4 结语

输电线路施工质量技术管控是一个贯穿整个工程建设流程的一项综合性工作，包含有基塔、杆塔、架线以及压接等工作环节，在每一个环节上都不能出现丝毫的问题，否则就会对这条线路产生长期性的安全隐患，目前施工中存在的材料把控不当，工艺措施落实不到位，重要工序把控力度不够等等一些问题亟待我们采取加强事前技术准备、加大过程检查、严格质量管理等一系列的办法来进行整改，尤其是在输电线路逐步进入山地的情况下，复杂的地形条件下的施工技术管控又迎来了新的难题，这就不得不依靠我们进行科技创新和管理创新，以达到更好的质量管控效果。山区高电压线项目的技术管理，是对专业技术及责任心以及团队合作精神的双重挑战，需要工程师们不仅要熟悉规则原理还要下到施工现场去了解实际情况，既要严格按照规则又要灵活运用，只有把技术规范与

现场结合起来把质量把控在每个环节，在每个点上才能够建设出精品的、高效的、安全的电网项目，给未来电力行业的发展打牢基础。

[参考文献]

- [1]姜维.电力工程建设中输电线路施工质量管理的技术管理[J].通讯世界,2024,31(02):133-135.
 - [2]李朝远.谈电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].四川水泥,2017(08):133.
 - [3]郭政.电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].通讯世界,2018,25(12):187-188.
 - [4]王元辉.电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].中国新技术新产品,2019(03):111-112.6.
- 作者简介：关敏锐（1987.04—），毕业院校：吉林大学，所学专业：电气自动化技术，当前就职单位名称：国网哈密供电公司，就职单位职务：输电检修技术员。