

# 架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析

卢誉中

(四川蜀能电力有限公司, 四川 成都 610000)

**摘要** 架空输电线路工程作为电力系统的重要组成部分, 其质量直接关系到电力供应的稳定性和安全性。从设计、施工到运维各个阶段, 工程的质量控制都面临着严峻的挑战。通过深入分析架空输电线路工程的质量问题, 本文明确了质量控制的关键要点, 包括设计阶段的精准规划、施工阶段的严格执行以及运维阶段的细致维护。同时, 本文探讨了采用新技术新材料、加强质量管理体系、建立健全的质量监督机制等多种对策, 以提高工程质量。这些措施不仅有助于提升架空输电线路的可靠性和效率, 还能够有效延长其服务寿命, 降低维护成本。本文旨在为架空输电线路工程的质量控制提供实践指导和策略建议。

**关键词** 架空输电线路工程; 质量意识; 质量管理体系

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0088-03

随着社会对电力需求的不断增长, 架空输电线路作为电力传输的主要方式, 其工程质量的好坏直接影响到电力系统的稳定运行和社会经济的可持续发展。然而, 受限于技术、材料、环境等多重因素, 架空输电线路在设计、建设和维护过程中面临着众多质量挑战。因此, 深入探讨和分析架空输电线路工程的质量控制要点与对策, 对于提高输电线路工程的可靠性和效率、保障电力供应安全具有重要意义。

## 1 架空输电线路工程概述

架空输电线路工程是电力系统中不可或缺的组成部分, 负责将发电厂产生的电能通过高压输电线路安全、高效地输送到各个配电网和终端用户。该工程涉及广泛的技术领域, 包括电气工程、土木工程、机械工程及环境科学, 其设计与施工必须考虑到电气性能、机械稳定性、环境适应性及经济效益。架空输电线路的核心组成包括输电塔、导线、绝缘子和接地系统等关键部件, 其中输电塔的设计需兼顾风载、冰载等自然条件的影响, 确保结构的稳定性和安全性; 导线材料的选择则直接关系到输电效率和损耗, 要求具有高导电性和良好的机械强度; 绝缘子的性能直接影响到输电线路的安全运行, 需具备优异的电气绝缘性能和抗污染能力。此外, 随着电网的智能化发展, 架空输电线路工程亦逐渐融合了先进的监测技术和自动化设备, 以提高系统的可靠性和调度的灵活性<sup>[1]</sup>。

## 2 架空输电线路工程质量问题的常见类型

架空输电线路工程在实施过程中, 常见的质量问题多样且具有一定的复杂性, 这些问题直接影响到电

力系统的稳定性和安全性。首先, 结构性缺陷尤为突出, 包括输电塔的不稳定或倒塌和导线的断裂, 这类问题通常源于材料强度不足、设计不当或施工质量不达标。其次, 绝缘性能故障也是架空输电线路中常见的质量问题, 如绝缘子闪络或污染严重导致的绝缘性能下降, 这不仅会增加线路的损耗, 还会引发安全事故。再者, 接地系统的缺陷亦不容忽视, 不良的接地会增大电力系统的故障电流, 影响系统的整体安全与稳定。除此之外, 由于环境因素如雷击、冰雹、风力、大雪等自然条件的影响, 架空输电线路还会遭受物理损伤, 加剧运维的难度和复杂性。有效应对这些质量问题, 不仅需要在设计阶段进行科学合理的规划, 选择合适的材料和技术, 还需要在施工和运维阶段执行严格的质量控制措施, 如定期的线路巡检、维护和技术改进, 确保输电线路的长期稳定运行。

## 3 架空输电线路工程的质量控制要点

### 3.1 设计阶段的质量控制

架空输电线路工程的设计阶段质量控制是确保其安全、稳定和经济运行的基础。首先, 设计阶段需遵循相关的国家和国际标准, 采用科学合理的设计方法。这包括对输电线路的路径选择、电气计算、机械强度分析以及环境影响评估进行细致的规划和计算。路径选择不仅要考虑地形地貌、气候条件和环境保护要求, 还需评估未来的发展空间, 以降低因扩建或维修带来的额外成本。电气计算必须确保输电效率和稳定性, 包括但不限于短路电流计算、负荷流分析和电磁场影响评估。机械强度分析则关注输电塔和导线的稳定性,

必须根据当地的风速、冰载等自然条件,采用合适的安全系数进行设计,确保结构在极端条件下的可靠性<sup>[2]</sup>。

此外,设计阶段的质量控制还应包括对材料选择和技术方案的优化。选择合适的材料不仅关系到工程的初期投资和运维成本,还直接影响到工程的耐久性和可靠性。例如,导线材料应具有高导电率和良好的抗腐蚀性能,而输电塔的材料则需要综合考虑强度、重量和成本等因素。技术方案的优化应侧重于提高系统的整体性能和经济效益,包括采用先进的绝缘技术、提高输电线路的容量和效率,以及引入智能化元素以便于未来的运维和监控。在设计过程中,还需采用多种模拟和试验方法来验证设计的可行性和安全性,如通过风洞实验评估输电塔的抗风性能,以及采用高压实验室进行绝缘性能测试。

### 3.2 施工阶段的质量控制

施工阶段的质量控制是架空输电线路工程成功的关键环节,直接决定着工程的质量和后续运营的可靠性。在施工过程中,精确的施工计划和高效的施工管理是保证质量的首要条件。这就要求工程团队必须按照设计文件要求编写施工方案并经过审批完成后,严格按照施工方案执行,对每一个施工环节进行详尽的规划和严格的监督。特别是在施工现场,必须确保所有的施工材料、设备和施工方法均符合设计要求和标准规范。例如,导线的张力控制、塔基的混凝土浇筑和固化过程以及塔身的组装和立塔等关键步骤,都需要精确控制和细致操作,以防止由于施工偏差导致的结构缺陷或性能不足。此外,施工过程中的质量检验也是不可或缺的环节,如笔者参建的白鹤滩 500 kV 配套工程,从工程开工到顺利完成达标投产,其中质量部分包括但不限于原材料的检验、施工过程的监督检查以及工程验收的质量测试,每一步骤都达到了预定的质量标准,确保工程的顺利投产。

另外,施工阶段的质量控制还涉及先进技术和工具的应用,以提高施工精度和效率。利用现代测量技术和地理信息系统(GIS)进行精确定位,可以确保输电塔的正确布局和导线的准确张拉。同时,采用无损检测技术对焊接和连接部位进行检测,可以及时发现潜在的缺陷,确保结构的完整性和稳定性。此外,信息化管理工具如项目管理软件和移动通信设备的应用,能够有效提升项目管理的效率,实时监控施工进度和质量状态,及时处理施工中出现的各种问题。这些技术和工具的应用不仅能加快施工进度,更重要的是能提高施工质量,确保架空输电线路工程的顺利完成和长期稳定运行。

### 3.3 运行与维护阶段的质量控制

在架空输电线路工程的运行与维护阶段,质量控制转向保障长期运行的稳定性和可靠性。这一阶段的质量控制要求采取主动和预防性的维护策略,以最小化故障率和延长设施的使用寿命。首先,定期的巡检和监测是确保输电线路正常运行的关键措施。利用先进的监测技术,如无人机巡检、红外热成像技术和在线监测系统,可以高效地识别和定位潜在的缺陷或故障点,如绝缘子损坏、导线磨损或松弛以及输电塔的结构问题。这些技术不仅能提高检测的准确性和效率,还能显著减少维护成本和停电风险。其次,对于检测到的问题,必须及时采取修复或更换措施,避免故障的扩散和恶化。在此基础上,进行根本原因分析,优化维护策略和措施,以防止同类问题的再次发生<sup>[3]</sup>。

此外,运行与维护阶段的质量控制还强调对运维人员的培训和技能提升。通过定期的培训和技能认证,确保所有运维人员都具备必要的专业知识和操作技能,以应对复杂多变的维护任务。同时,建立完善的运维管理体系和响应机制,对运维过程进行标准化和规范化,提高维护工作的效率和质量。例如,制定详细的维护计划和程序,采用信息化管理工具记录维护历史和故障数据,以便进行数据分析和决策支持。在此基础上,还需不断探索和引入新的维护技术和方法,如智能诊断技术和条件基础维护(CBM),以提高维护的预见性和针对性。

## 4 架空输电线路工程质量控制的对策分析

### 4.1 加强质量意识和质量管理体系

在提升架空输电线路工程的质量控制中,根本的起点是加强整个组织内部的质量意识和构建一个全面、高效的质量管理体系。质量意识的加强不仅是对每一个员工质量价值观的培育,更是企业文化的一部分,要求从项目策划开始,就将质量控制作为工程管理的核心。实现这一点需要领导发挥带头作用,全员积极参与,确保质量目标和质量责任贯穿于项目的每个阶段、每个环节。此外,建立一个全面的质量管理体系,涵盖从设计、采购、施工到运维的整个生命周期,是确保工程质量的关键。这样的体系需要基于国际质量管理标准如 ISO 9001 进行构建,并结合输电线路工程的特点进行定制化,设置明确的质量目标、过程控制标准和质量改进机制,以及有效的质量监控和评审程序。

另外,加强质量意识和质量管理体系的实施应依托于先进的质量管理工具和技术。例如,采用项目管

理软件进行项目进度和质量的双重监控,利用数据分析和人工智能技术对质量相关数据进行深度分析,以识别潜在的质量风险和改进机会。同时,通过建立一个开放的沟通和反馈机制,鼓励所有项目参与者,包括供应商和承包商,共享质量信息和最佳实践,共同解决质量问题。这种协作和互动的环境有助于及时发现并纠正偏差,持续提升质量管理的效果。此外,定期的质量培训和教育是增强质量意识的有效手段,通过系统的培训计划,不仅可以提升员工的质量管理技能和知识,更可以激发他们对质量改进的热情和创新思维<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 采用新技术、新材料提高工程质量

在架空输电线路工程中,采用新技术和新材料是提升工程质量、增强系统稳定性和延长服务寿命的有效途径。新技术的应用可以极大地改善设计和施工过程,提高工程的整体性能。例如,数字化设计和建模技术如BIM(建筑信息模型)的应用,可以在设计阶段进行更加精确的分析和模拟,优化设计方案,减少设计错误。

此外,智能化施工技术,如GPS定位和无人机监测,可以提高施工精度和效率,同时降低人为错误的风险。这些技术不仅能加速工程的建设进度,还能提高工程质量和安全水平。

在长期运营和维护方面,采用新技术和新材料同样能显著提升架空输电线路的质量控制水平。运用先进的监测和诊断技术,如在线监测系统和智能传感器,可以实时跟踪输电线路的运行状态,及时发现并处理潜在的问题,从而避免大规模故障的发生。这些技术能提高预防性维护的能力,减少紧急维修的需求,确保输电系统的高效和稳定运行。

同时,新型的自愈合材料和智能修复技术为输电线路提供更加灵活和高效的维护方案,这些材料和技术在检测到损伤时能够自动进行修复,能大大提高维护工作的响应速度和效率。

#### 4.3 建立健全的质量监督机制

建立健全的质量监督机制对于保障架空输电线路工程的质量至关重要,这一机制应涵盖工程的全周期,即从设计、施工到运维各个阶段。在设计阶段,质量监督机制需要确保所有设计方案都经过充分的技术评估和验证,以满足安全、环境和经济性的要求。这要求引入独立的设计审核流程,通过专业的第三方机构来审核设计方案的合理性和规范性,确保设计满足或超过现行的标准和规范。同时,利用最新的模拟技术

进行风险评估和优化设计,可以在项目初期识别潜在的设计缺陷,避免未来的质量问题。此外,设计阶段的质量监督还应包括对设计变更的严格控制和管理,确保任何变更都经过充分的技术评审,防止贸然变更带来的风险<sup>[5]</sup>。

在施工阶段,建立健全的质量监督机制意味着不仅要对施工过程进行实时监控,对施工人员进行质量方面的交底,还要对施工材料、设备的质量进行严格的控制。通过引入先进的施工管理系统,如基于云计算的项目管理软件,可以实现项目进度、质量和安全的实时监控和管理,保证工程按照设计要求和施工规范进行。同时,定期的质量审查会议和现场质量检查可以及时发现并解决施工过程中的问题,防止缺陷的产生和累积。在运维阶段,质量监督机制应着重于定期的设施检查和评估,以及对运维数据的分析和利用。引入智能化监测技术和数据分析工具,可以实现对输电线路状态的全面监控和预测性维护,及时识别和处理潜在的安全隐患,最大程度地减少故障和事故的发生。

## 5 结束语

架空输电线路工程的质量控制是一个涵盖设计、施工、运行与维护各个阶段的全面过程,它要求严格的标准执行、精细的管理策略以及持续的技术创新。通过强化质量意识、建立健全的质量管理体系,采用新技术和新材料,以及建立健全的质量监督机制,可以显著提高工程的质量与安全性,确保输电系统的稳定可靠运行。这些对策不仅能促进电力系统的高效和经济性,还为应对未来的挑战打下坚实的基础。在不断发展的电力行业中,对架空输电线路工程质量控制进行深入分析和持续优化,是保障能源安全、推动社会发展的重要保证。

## 参考文献:

- [1] 王润琪,张心语,高超,等.架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析[J].农村电气化,2023(11):1-2,64.
- [2] 黄晓松.浅析架空输电线路建设工程质量管理的影响因素[J].中国新技术新产品,2020(16):114-115.
- [3] 李鹏,冯凯.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].模型世界,2022(33):37-39.
- [4] 吴涛.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].价值工程,2021,40(06):35-36.
- [5] 董威佐.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].科技资讯,2022,20(22):25-28.