

变电站与线路建设中的技术创新与管理优化

韦尚义

广东省盛元达科技有限公司 广东 揭阳 522000

摘要：变电站与线路建设在技术和管理层面存在问题，如电缆敷设效率低、设备智能化不足、部门沟通不畅等。为此，需优化建设管理，包括项目管理信息化、完善质量与安全管理体系等。同时，要推动技术创新与管理协同发展，建立融合机制、加强人才培养与团队建设，并持续改进与总结经验，以提升建设水平。

关键词：变电站；线路建设；技术创新；管理优化

引言：在电力基础设施建设领域，变电站与线路建设至关重要。然而，当前在技术和管理层面仍面临诸多挑战，如电缆敷设效率低、设备智能化不足、部门沟通不畅等。为有效应对这些问题，需从电力电缆设备选型、建设管理优化等方面着手，并推动技术创新与管理协同发展，以提升工程建设质量与效率。

1 变电站与线路建设现状及问题

在电力基础设施建设的进程中，变电站与线路建设占据着至关重要的地位，然而目前其在技术和管理层面仍存在诸多亟待解决的问题。（1）从技术层面来看，电缆敷设和变电站设备智能化是两个突出的问题领域。在电缆敷设方面，传统方式存在明显弊端。一方面，敷设效率低下，人工操作不仅耗时费力，而且在面对大规模电缆铺设任务时，难以保证施工速度满足工程进度要求。另一方面，在电缆沟内，电缆排列混乱的情况屡见不鲜。由于缺乏有效的规划和管理，电缆随意摆放，这不仅给后续的维护和检修工作带来极大困难，还增加了误操作的风险。同时，电缆排列紧密导致散热不良，电缆在运行过程中产生的热量无法及时散发，长期积累会加速电缆绝缘层的老化，缩短电缆使用寿命，甚至可能引发电缆故障，影响电力供应的稳定性。（2）变电站设备的智能化水平同样有待提升。目前，部分变电站设备在故障预警和处理能力上存在不足。智能化程度低的设备难以实时监测自身的运行状态，无法提前发现潜在故障隐患，只能在故障发生后进行被动处理，这不仅增加了维修成本，还可能导致停电时间延长，给用户带来不便和经济损失。而且，在故障处理过程中，缺乏智能化的辅助决策系统，维修人员难以快速准确地定位故障点和确定最佳维修方案，进一步影响了故障处理的效率。（3）在管理层面，变电站与线路建设也面临着严峻挑战。工程建设涉及多个专业和部门，如电气、土建、通信等，各专业和部门之间信息沟通不畅的问题较

为突出。由于缺乏有效的信息共享平台和沟通机制，不同部门之间的工作进展、技术要求等信息无法及时传递，导致施工过程中出现协调困难、工序衔接不畅等问题，进而造成施工进度延误。（4）质量管控和安全管理措施不够完善也是不容忽视的问题。在质量管控方面，缺乏全面、系统的质量检测标准和流程，对施工过程中的关键环节和隐蔽工程监督不到位，容易留下质量隐患。在安全管理方面，安全教育培训不够深入，部分施工人员安全意识淡薄，施工现场的安全防护措施落实不到位，增加了安全风险。一旦发生安全事故，不仅会造成人员伤亡和财产损失，还会对工程进度和社会形象产生负面影响^[1]。

2 电力电缆设备的选型

2.1 电缆截面选择

本工程110kV用户站以终端站接入，110kV出线输送容量需按用户站一期、二期合计用电负荷123.1MW考虑。用户站出线2回110kV线路，单回线路需满足用户站全部负荷需求，正常线路上最大潮流约为123.1MW。

按最大允许输送容量校核导线，选择导线截面需能够保证线路N-1情况下，用户站最大电力安全送出计算，用户用户站一期、二期合计用电负荷123.1MW，功率因数取0.95，因此110kV线路载流量需不小于 $123.1 \times 1000 / (1.732 \times 110 \times 0.95) = 681\text{A}$ 。

考虑电缆载流量在实际敷设时最极限的情况为四回顶管工况，按截面1200mm²的电缆，环境温度40℃、采用顶管（四回水平、三角紧凑排列，6m深），电缆线路载流量为804A，输送能力约153MVA。

根据以上计算对比，结合实际情况，本工程选用1200mm²截面电缆。

2.2 电缆型号选择

（1）金属护套的选择

在高压交联电缆金属护套的选型过程中，需综合考

量各类护套的性能参数与工程实际需求。当前主流护套类型包括铅套、皱纹铝套、皱纹铜套、皱纹不锈钢套及铝塑综合护套,其各自的性能特征决定了适用场景的差异性。铅套凭借优异的柔韧性与成型性,在敷设操作中表现出良好的适应性,其金属致密性赋予了卓越的防水、防潮及防腐能力,适用于严苛的腐蚀环境。但该类型护套存在显著短板:机械强度偏低导致抗蠕变性能不足,在振动荷载或持续正压作用下易产生塑性变形;同时,铅的高密度特性($11.34\text{g}/\text{cm}^3$)及较高的直流电阻率(20°C 时 $20.6\mu\Omega\cdot\text{cm}$),使得电缆整体重量偏大,且短路电流承载能力受限,难以满足大电流工况需求。皱纹铝套在机械性能方面优势显著,其抗拉强度可达 $100\text{--}150\text{MPa}$,直流电阻率仅为 $2.83\mu\Omega\cdot\text{cm}$,显著提升了短路电流耐受值。铝的低密度特性($2.7\text{g}/\text{cm}^3$)有效降低了电缆单位长度重量,优化了运输与敷设效率。尽管其弯曲半径要求较大(通常为电缆外径的20倍以上),且铝材质在土壤环境中易发生电化学腐蚀,但通过外护套防腐处理可有效弥补这一缺陷。铝塑综合护套虽具备较小的外径尺寸与重量优势,但其铝塑复合结构的层间密封性不足,且铝塑界面摩擦系数仅为 $0.15\text{--}0.25$,在牵引敷设过程中易产生褶皱破损,故不适用于直埋或高湿度环境。皱纹铜套虽短路电流承载能力优于铅套,但其密度($8.96\text{g}/\text{cm}^3$)与成本均高于铝套,性价比劣势明显^[2]。

(2) 电缆非金属外护套的选择

电缆的非金属外护层材料主要有PE(聚乙烯)和PVC(聚氯乙烯)两种。PE根据密度和分子结构的不同,又可分为LLDPE(线型低密度聚乙烯)、LDPE(低密度聚乙烯)、MDPE(中密度聚乙烯)和HDPE(高密度聚乙烯)。LLDPE和LDPE质地较软,通常用于较轻的通信电缆,但在高压电缆敷设时容易受到机械损伤。PVC是极性材料,绝缘电阻较低;而PE是非极性材料,绝缘电阻远高于PVC。PVC外护层的主要优点是具有阻燃性能,适合明敷于综合管廊中;PE外护层在机械、电气和防水性能方面均优于PVC,但阻燃性能不佳,更适合直埋、浅沟、穿管敷设。在PE系列中,机械性能比较为 $\text{LLDPE} < \text{LDPE} < \text{MDPE} < \text{HDPE}$ 。本工程电缆主要敷设在综合管廊、电缆沟、排管中,对电缆的防水性和机械性能要求较高。因此,本工程选用HDPE(高密度聚乙烯)外护套,并在外护套添加不小于 1.5mm “退火虫”的双外护套以考虑“防蚁”措施。同时,根据相关要求,隧道内电缆应使用低烟、低毒阻燃电缆,阻燃性能需符合国家标准B类阻燃等级及以上要求。综合考虑,本工程最终选用FY-YJLW03-Z型电力电缆。

3 变电站与线路建设管理优化

3.1 项目管理信息化建设

在变电站和电缆线路工程中,项目管理信息化建设是提升工程质量和效率的关键举措。(1)引入BIM(建筑信息模型)技术是重要一环。利用该技术对工程进行三维建模,能将变电站与电缆线路的各类信息直观呈现,实现可视化设计与施工模拟。在虚拟环境中,可提前精准发现设计冲突,如设备空间布局不合理、电缆走向交叉等问题,以及施工难题,像复杂地形的施工障碍等。基于此,能针对性地优化施工方案,有效减少设计变更和施工返工,降低工程成本和工期延误风险。(2)搭建项目管理数字化平台至关重要。该平台整合工程进度、质量、安全等多方面信息,打破各参与方之间的信息壁垒,实现信息共享与协同管理。施工单位可实时上传施工进度和质量检查数据,监理单位和建设单位通过平台能及时查看,并进行审核和监督,确保工程按计划推进、质量达标,显著提高项目管理效率。

3.2 质量管理体系完善

在变电站与线路建设中,完善质量管理体系是保障工程建设质量的核心环节。(1)需建立健全质量管理体系,清晰界定各部门和人员的质量职责,使质量管理工作权责分明。同时,制定详细且具有可操作性的质量控制标准和验收规范,为质量管控提供明确依据。(2)在电缆敷设施工过程中,严格把控关键参数。精确控制电缆的弯曲半径,防止因半径过小损伤电缆绝缘层;合理安排电缆排列间距,确保散热良好且便于后续维护,各项参数均需严格符合设计要求。对于电缆沟施工,着重加强对防水工程、沟体结构强度等关键环节的质量管控,在施工过程中进行实时监督,完工后进行重点验收。(3)定期开展质量检查和考核工作,对发现的质量问题及时下达整改通知,跟踪整改情况直至问题彻底解决。同时,建立奖励机制,对质量控制表现优秀的单位和个人给予表彰和奖励,激发全员参与质量管理的积极性,确保工程建设质量全面达标^[3]。

3.3 安全管理强化措施

在变电站与线路建设过程中,强化安全管理是保障工程顺利推进和人员生命安全的关键。(1)施工现场安全管理需全面加强。在施工区域显著位置设置清晰、醒目的安全警示标识,如“危险区域,禁止靠近”“当心触电”等,起到警示作用。同时,配备齐全且符合标准的安全防护设施,如安全帽、安全带、防护手套、防护网等,为施工人员提供必要的安全保障。(2)针对电缆沟开挖、电缆敷设等危险性较大的作业,必须制定专项

安全施工方案。方案要详细涵盖作业流程、安全技术措施、应急预案等内容，并严格按照方案执行，确保每个环节都符合安全要求。（3）定期组织施工人员进行安全教育培训，通过案例分析、现场演示等方式，提高其安全意识和操作技能，使其严格遵守安全操作规程。此外，建立安全风险预警机制，利用先进的技术手段对施工现场的安全隐患进行实时监测和评估，一旦发现潜在风险，及时采取防范措施，将事故扼杀在萌芽状态，确保工程建设安全有序进行。

4 技术创新与管理优化协同发展策略

4.1 技术与管理融合机制建立

建立该机制对提升工程效能意义重大。一是成立联合工作小组，由专业技术人员与管理人员共同构成，在工程前期深度参与。技术人员提出先进技术方案，管理人员制定科学管理方案，确保技术创新成果融入管理体系，实现技术与管理的有机结合。二是定期召开技术与管理协调会议。施工时，各方人员及时沟通技术应用与管理执行中的问题，如新技术应用引发施工流程调整、管理措施与创新不匹配等。通过深入讨论分析，共同制定解决方案，协同推进技术创新与管理优化，提高工程建设的质量、效率与安全性。

4.2 人才培养与团队建设

此为推动技术创新与管理优化的核心动力。一是提升人员专业素养，加强技术与管理人才培养。定期组织技术培训，邀请专家讲解前沿技术知识；举办管理知识讲座，提升管理人员综合管理能力。二是鼓励跨专业交流。通过轮岗、项目合作等方式，打破专业壁垒，培养复合型人才。三是优化团队组织结构，明确成员职责分工，避免效率低下。加强团队协作，建立有效沟通机制与协作流程，促进信息共享与协同工作，形成强大合力，为工程建设提供人才支撑。

4.3 持续改进与经验总结

这是推动工程高质量发展的关键环节。一是建立评估机制。项目竣工后，组织专业团队全面评估技术创新和管理优化措施的实施效果，从技术应用、管理措施提升工程效率质量等多维度考量，分析成效与不足。二是总结经验教训。将成功经验做法整理成标准化文件，明确操作规范流程，为后续同类工程提供借鉴。三是针对问题深入剖析，找出根源并提出改进措施。通过不断总结经验、改进不足，持续提升变电站与线路建设技术创新与管理优化水平，使工程建设更高效、安全、优质，适应行业发展新需求^[4]。

结语

变电站与线路建设作为电力基础设施的关键部分，当前在技术与管理层面仍面临诸多挑战，如电缆敷设效率低、设备智能化不足、部门间沟通不畅、质量与安全管理待完善等。通过合理选型电力电缆设备，推进项目管理信息化建设、完善质量与安全管理体系等措施，可有效应对现存问题。而技术创新与管理优化的协同发展更是重中之重，通过建立技术与管理融合机制、加强人才培养与团队建设以及持续改进与经验总结，能够充分发挥技术与管理的优势，形成强大合力。未来，需持续深化技术创新与管理优化，不断提升变电站与线路建设水平，以适应电力行业快速发展的新需求。

参考文献

- [1]尹康,黄昕颖,李丽,等.模块化智能变电站精准送风系统能效管理优化策略[J].高技术通讯,2024,34(03):312-319.
- [2]李森.变电站设备的电气调试与优化管理方法[J].智能城市,2023,9(12):58-60.
- [3]李晋.变电站及输电线路施工技术的问题分析[J].科技创新与应用,2019,(28):155-156.
- [4]赵政,张赫.电气安装技术在变电站安装施工过程中的应用研究[J].电气技术与经济,2024,(06):84-87.