

高低压电气设备安全管控探讨

吴雪良 谭刚

苏州三新供电服务有限公司常熟分公司辛庄业务所

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8852

[摘要] 伴随输配电及用电工程的持续发展，高低压电气设备已广泛渗透到工业生产、农村供电、民生服务等多个领域，其中低压电气设备因贴近生产生活场景，其安全稳定运行直接关联人员生命财产安全与社会用电秩序。本文以输配电及用电工程为核心研究背景，聚焦低压电气设备安全管控核心，结合农村柱上公共变压器、电动机、配电与用电系统等具体应用场景，涵盖绝缘技术、电气测量、电能质量管理、新能源接入等相关技术内容，剖析当前高低压电气设备（重点侧重低压领域）安全管控存在的突出问题，探索科学高效的管控路径，包括设备选型优化、日常运维强化、隐患排查整治、技术升级迭代等方面，为提升输配电及用电工程领域低压电气设备安全运行水平提供理论参考与实践指引。

[关键词] 高低压电气设备；低压电气；安全管控；农村柱上公共变压器；输配电工程

Discussion on Safety Management of High and Low Voltage Electrical Equipment

Wu Xueliang Tan Gang

Xinzhuang Business Office, Changshu Branch, Suzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous development of power transmission, distribution, and electricity consumption projects, high and low voltage electrical equipment has been widely deployed across industrial production, rural power supply, and public service sectors. Low-voltage electrical equipment, being integral to daily life and industrial operations, plays a critical role in ensuring personnel safety, property protection, and stable power supply systems. This paper examines the safety management of low-voltage electrical equipment within the context of power infrastructure projects, focusing on specific applications such as rural pole-mounted public transformers, motors, and power distribution systems. It covers key technologies including insulation engineering, electrical measurement, power quality management, and renewable energy integration. The study identifies prominent challenges in current safety management practices (with particular emphasis on low-voltage systems) and proposes scientific solutions—including optimized equipment selection, enhanced maintenance protocols, risk identification and mitigation, and technological upgrades—to improve operational safety in power transmission and distribution networks. The findings provide both theoretical insights and practical guidelines for enhancing the reliability of low-voltage electrical equipment.

[Key words] High and low voltage electrical equipment; Low voltage electrical systems; Safety management and control; Rural pole-mounted public transformers; Power transmission and distribution engineering

引言

在输配电及用电工程体系中，高低压电气设备是电能传输、分配与高效利用的核心载体，涵盖发电机、电动机、变压器、输电线路、变电站、配电与用电控制系统等多个组成单元，广泛应用于工业制造、农村供电、城市民生、新能源开发等各类行业场景。其中，低压电气设备（220V/380V）直接服务于终端用户，无论是农村家庭日常用电、农田灌溉供电，还是小

型工业生产、商业服务供电，都离不开低压电气设备的支撑，其安全管控工作的重要性尤为凸显。农村柱上公共变压器作为农村低压供电体系的核心设备，承担着将高压电能转换为低压电能的关键职能，其运行状态直接影响农村地区的用电安全与供电稳定性，与专用变压器相比，农村柱上公共变压器分布范围广、安装环境复杂、运维难度大，更需要强化安全管控力度。

当前，随着分布式光伏、小型风电等新能源的逐步渗透，

输配电及用电系统的结构日趋复杂,对高低压电气设备的安全运行提出了更为严苛的要求。与此同时,绝缘技术、电气测量技术、电能质量管理技术的持续发展,也为电气设备安全管控工作提供了新的技术支撑。但在实际应用过程中,低压电气设备仍存在选型不规范、运维工作不到位、隐患排查不及时、人员操作不专业等问题,加之农村地区环境恶劣、电磁环境干扰明显等因素,极易引发电气火灾、触电等安全事故,严重威胁人员生命财产安全与社会用电秩序。

一、高低压电气设备应用场景及核心管控重点

高低压电气设备的应用贯穿输配电及用电工程全流程,涉及多个行业领域,结合本文研究重点,聚焦低压电气设备及农村柱上公共变压器,明确其应用场景与管控核心要点,为后续管控策略的制定提供坚实依据。

在农村供电场景中,农村柱上公共变压器是核心供电设备,主要应用于农村村落、农田灌溉等区域的低压供电,其容量通常不超过400千伏安,底座对地最低高度不低于2.5米,低压综合配电箱下沿对地高度不低于1.8米,需配备完善的接地、防雷设施,接地电阻应控制在 ≤ 4 欧姆范围内。农村柱上公共变压器长期暴露在户外环境中,易受风吹、雨淋、高温、低温等自然因素侵蚀,容易出现绝缘老化、线路松动、部件锈蚀等问题,且农村地区用电负荷分散、波动幅度较大,易引发变压器过载、短路等故障,因此其安全管控的重点集中在日常巡检、绝缘维护、负荷监测与防雷保护等方面。

在工业生产场景中,低压电气设备主要包括电动机、低压配电柜、配电线路、电气测量仪器等,应用于车间生产设备供电、流水线控制、电能计量等关键环节,例如工厂的电机、水泵等设备多采用380V低压供电,其管控重点在于设备选型与负载匹配、绝缘检测、操作规范执行与故障排查,避免因设备过载、绝缘破损、操作不当等引发安全事故。在民生用电场景中,低压电气设备涵盖家用配电箱、插座、照明设备等,管控重点在于用电安全宣传、隐患排查整治与应急处置,防范家庭触电、电气火灾等安全风险。

此外,在输配电及用电工程中,绝缘技术是保障高低压电气设备安全运行的基础,无论是农村柱上公共变压器的绝缘部件,还是低压配电线路的绝缘层,都需要定期开展检测维护工作,防止绝缘破损引发漏电事故;电气测量技术用于实时监测设备运行参数(如电压、电流、温度等),及时发现设备运行异常;电能质量管理能够有效避免电压波动、谐波污染等问题,保障设备正常运行;新能源接入后,需重点管控新能源与低压配电系统的衔接环节,避免新能源发电波动对低压电气设备造成冲击。

二、高低压电气设备安全管控存在的问题

结合当前输配电及用电工程实践情况,聚焦低压电气设备及农村柱上公共变压器,深入分析其安全管控过程中存在的突出问题,为后续优化管控策略提供靶向性依据。

一是设备选型与安装不规范。部分农村地区在选用柱上公共变压器时,未结合当地用电负荷特点进行合理选型,存在容量过大或过小的问题,容量过大造成电能浪费,容量过小则易导致设备长期处于过载运行状态;部分低压电气设备选型不符合国家标准,绝缘性能、防护等级不足,尤其是农村户外使用的设备,未选用防水、防尘、抗老化的专用设备,易受环境因素影响引发故障。同时,在安装过程中存在不规范操作,如农村柱上公共变压器固定不牢固、接地装置安装不合格、引线过长且布置不规范,低压综合配电箱未配备锁具、未悬挂警示标识等,埋下安全隐患。

二是日常运维与隐患排查不到位。农村柱上公共变压器分布分散、部分位置偏远,部分地区缺乏专业的运维团队,日常巡检频次不足,未能及时发现设备绝缘老化、线路松动、部件锈蚀等隐患;对于低压配电线路、电动机等设备,未定期开展绝缘检测、负荷监测等工作,隐患排查工作流于形式,导致小隐患逐步发展为重大事故。此外,部分运维人员专业能力不足,对新能源接入后的设备运行规律不熟悉,无法准确判断设备运行异常,影响隐患处置效率。

三是人员安全意识与操作水平不足。农村地区部分用户安全用电意识薄弱,存在私拉乱接、超负荷用电等违规行为,易损坏低压电气设备,引发触电、火灾等安全事故;部分运维人员未经过专业系统培训,未取得特种作业操作证,属于无证上岗,操作过程不规范,如维修设备时未切断电源、未佩戴绝缘防护用品等,增加了安全事故发生的概率。同时,缺乏针对农村用户的用电安全宣传,用户对电气设备隐患识别、应急处置知识了解有限。

四是技术管控水平有待提升。部分地区低压电气设备管控仍以人工巡检、经验判断为主,缺乏智能化监测设备,无法实时监测设备运行参数,难以实现隐患的早发现、早处置;电气测量技术应用不够充分,对设备运行状态的监测精度不足,无法及时掌握电能质量、绝缘性能等关键指标的变化情况;新能源接入后,未建立完善的协同管控机制,对新能源发电波动的应对能力不足,影响低压电气设备的安全稳定运行。此外,电磁环境干扰未得到有效管控,部分电气设备受电磁干扰影响,运行稳定性下降,易出现故障。

三、高低压电气设备安全管控优化策略

针对上述存在的问题,结合输配电及用电工程相关技术与应用场景,聚焦低压电气设备及农村柱上公共变压器,从设备选型、日常运维、人员培训、技术升级等多个方面,制定科学

有效的安全管控优化策略，全面提升设备安全运行水平。

一是规范设备选型与安装，筑牢安全基础。结合农村、工业、民生等不同应用场域的用电需求，科学选用低压电气设备与农村柱上公共变压器，农村柱上公共变压器需严格遵循容量限制，三相容量不超过400千伏安，优先选用绝缘性能优良、防护等级高、抗老化、能够适应户外恶劣环境的设备，确保设备符合国家标准要求。安装过程中，严格按照规范要求操作，农村柱上公共变压器需牢固固定，底座、高压裸露带电部分、高压跌落式熔断器的对地高度符合相关标准，引线布置尽量短而直，避雷器靠近变压器安装并加装绝缘护罩；低压综合配电箱配备锁具，悬挂“高压危险”“禁止攀登”等警示标识，完善接地装置，确保接地电阻 ≤ 4 欧姆，所有金属件实现可靠接地，从源头减少安全隐患。

二是强化日常运维与隐患排查，防范安全事故。建立健全日常运维管理制度，针对农村柱上公共变压器、低压配电线路、电动机等设备，制定常态化巡检计划，明确巡检频次、巡检内容，安排专业运维人员开展巡检工作，重点检查设备运行状态、绝缘性能、线路连接、接地装置等情况，做好巡检记录，对发现的隐患实行台账式管理，明确整改责任与整改时限，确保隐患闭环处置。定期开展设备维护工作，对农村柱上公共变压器进行清污、绝缘测试，对低压电气设备进行绝缘检测、负荷监测，及时更换老化部件、破损线路；加强对配电与用电系统的维护，优化电能质量，避免电压波动、谐波污染等问题，保障设备正常运行。

三是加强人员培训与宣传，提升安全素养。建立分层分类培训体系，对运维人员开展专业培训，重点讲解低压电气设备运维技术、农村柱上公共变压器操作规范、新能源接入后的管控要点、隐患识别与应急处置方法，要求运维人员取得特种作业操作证后方可上岗，定期开展技能考核，提升运维人员专业能力。加强用电安全宣传工作，尤其是农村地区，通过村广播、宣传栏、入户讲解等多种方式，普及安全用电知识，禁止私拉乱接、超负荷用电等违规行为，引导用户自觉爱护电气设备，掌握隐患识别与应急处置基本技能，提升用户安全用电意识。

四是推进技术升级，提升管控智能化水平。引入智能化监测技术，在农村柱上公共变压器、低压配电柜等关键设备上安装监测终端，实时监测设备运行参数（如电压、电流、温度、绝缘性能等），实现数据实时传输与分析，及时发现设备运行异常，发出预警信号，实现隐患早发现、早处置。充分应用电气测量技术，提升设备运行状态监测精度，加强电能质量管理，采用滤波、无功补偿等技术，改善电能质量，避免谐波污染、电压波动对设备造成冲击；建立新能源与低压配电系统协同管控机制，优化新能源接入方案，减少新能源发电波动对低压电

气设备的影响。同时，加强电磁环境管控，合理布局电气设备，采取屏蔽、接地等防护措施，减少电磁干扰，保障设备运行稳定性。

五是完善管理制度与应急体系，强化保障能力。建立健全高低压电气设备安全管控制度，明确各环节管控责任，规范设备选型、安装、运维、报废等全流程，确保管控工作有章可循。结合低压电气设备安全事故特点，制定完善的应急处置预案，明确应急组织机构、应急响应流程、应急处置措施，定期开展应急演练，提升应对触电、电气火灾、设备故障等突发事件的能力。配备充足的应急物资，如绝缘手套、验电笔、灭火器等，确保突发事件能够及时有效处置，减少人员伤亡与财产损失。

四、结论

高低压电气设备作为输配电及用电工程的核心组成部分，其安全运行直接关系到人员生命财产安全、社会用电稳定与新能源产业的健康发展。本文聚焦低压电气设备安全管控，结合农村柱上公共变压器等具体应用场景，分析了当前设备选型、日常运维、人员素养、技术管控等方面存在的突出问题，提出了规范设备选型与安装、强化日常运维与隐患排查、加强人员培训与宣传、推进技术升级、完善管理制度与应急体系等优化策略。

实践表明，通过实施科学有效的安全管控措施，能够有效提升低压电气设备及农村柱上公共变压器的安全运行水平，减少安全事故发生，保障输配电及用电工程的稳定运行。未来，随着绝缘技术、电气测量技术、智能化技术的不断发展，需持续优化高低压电气设备安全管控模式，推动新能源与输配电系统深度融合，完善管控体系，提升管控水平，为输配电及用电工程的高质量发展提供坚实的安全保障。

[参考文献]

- [1]潘小韵.电力系统电气试验危险点分析及控制措施[J].民营科技,2013(1):37.
- [2]高晓军,董晓崇,王锦.探讨高压电气试验安全管理[J].中国电力教育,2013(17):208-209.
- [3]王伟.综采工作面电气设备功能安全技术研发与应用[J].智能矿山,2025,6(9):53-61.
- [4]李娟.低压电气设备安全隐患排查与管控策略[J].电工技术,2022(12):189-190.
- [5]张磊.农村柱上公共变压器安全运维技术探讨[J].农村电气化,2023(3):45-46.
- [6]刘敏.输配电工程中低压电气设备安全管理研究[J].电力安全技术,2022,24(8):78-81.
- [7]陈峰.新能源介入下低压配电系统安全管控优化[J].电气应用,2023,42(5):67-70.