

Thoughts on the Safety Management of Household Photovoltaic

Junlong Si Kuiying Zhou Hao Pan Yonghui Xiao Cheng Zhang

State Power Investment Group Comprehensive Smart Energy Co., Ltd., 100044, China

Abstract

The rapid development of rural household photovoltaic systems has posed significant challenges to safety management. This paper focuses on establishing a scientific and effective long-term safety management mechanism, emphasizing the development of safety responsibility frameworks and institutional systems. It provides a detailed analysis of safety requirements throughout the equipment lifecycle—from selection and installation to operation and maintenance—while highlighting critical electrical safety measures tailored to rural environments. The study also underscores the foundational role of user safety education and training, along with a safeguard mechanism combining external supervision with internal continuous improvement. By systematically examining management, technology, human factors, and regulatory aspects, this research offers theoretical references and practical guidance for enhancing the inherent safety standards of rural household photovoltaic systems.

Keywords

rural household photovoltaic; safety management; responsibility system; electrical safety; education and training; supervision mechanism

户用光伏安全管理思考

司俊龙 周奎应 泮昊 肖永辉 张城

国家电投集团综合智慧能源有限公司, 中国·北京 100044

摘要

农村户用光伏发展迅速给安全管理带来了严峻的挑战, 本文从建立科学有效的安全管理长效机制出发, 重点研究安全责任与管理体的建立, 明确各方的责任, 完善制度框架。文章详细分析设备从选型、安装到运行维护的全过程安全要求, 针对农村环境的特殊性, 论述电气安全防护的重要措施。同时强调用户的安全教育与培训的基础性作用, 外部监管与内部持续改进相结合的保障机制。通过系统梳理管理、技术、人、监管四个方面, 用以为农村户用光伏的本质安全水平提升提供理论参考和路径指引。

关键词

农村户用光伏; 安全管理; 责任体系; 电气安全; 教育培训; 监管机制

1 引言

随着乡村振兴战略的深入实施和绿色能源理念的普及, 农村户用光伏已经呈现出规模化发展的趋势。其在促进农民增收、能源结构的优化过程中由于其分散性、专业性、应用场景的特殊性而显现出来的安全管理问题也越来越突出。光伏系统涉及直流高压、电气火灾、雷击、结构安全等多重风险, 在农村地区, 还存在着专业维护力量不足、用户安全意识比较薄弱、监管覆盖面大等实际问题^[1]。因此构建一套系统化、标准化、适合农村实际的安全管理体系刻不容缓, 关系到人民群众的生命财产安全, 也是产业健康可持续发展的基本保障。本文旨在从管理、从技术、人、制度等多方面出发, 对农村户用光伏安全管理的各个环节进行系统

的思考与阐述。

2 安全责任与管理体系

2.1 安全责任主体划分

农村户用光伏安全管理工作要建立多方合作、权责明确的责任体系, 投资建设单位对于选型和初次质量要负主要责任, 保证其供应的产品满足国家强制标准。安装施工单位必须严格按照技术规范开展安装作业, 对于安装工艺质量以及施工过程安全负有直接的责任。农户作为系统的所有者和使用者, 应履行日常监护责任, 不能擅自拆卸、改装设备。村级组织要落实属地管理责任, 开展日常安全巡查; 乡镇政府负责统筹协调本辖区内的安全管理事务; 县级主管部门对所在辖区内的行业监管工作进行指导。以建立责任清单、追溯机制的方式, 达到对设备采购、安装施工、运行维护全链条负责。

【作者简介】司俊龙(1976-), 男, 中国河南开封人, 高级工程师, 从事综合智慧能源安全管理研究。

2.2 管理制度框架构建

建立完善的管理制度体系是保障安全管理规范化加强的基础,要健全市场准入制度,明确设备供应商、安装企业资质要求及准入标准。制订详细的运行维护管理制度,对日常巡检、定期保养的内容、周期和标准进行规范^[2]。完善应急管理制度,详细明确不同种类安全事故的报告程序、处置方法、责任划分。实行项目备案制度,健全项目信息档案,管理制度的设计应该实用、可行,既符合国家法律法规要求,又充分考虑农村地区的实际情况,保证各项制度能够真正落实。

2.3 日常监督与考核机制研究

科学有效的监督考核机制是安全管理责任落实的重要保证。应构建分级负责的监督体系,村级组织重点开展日常巡查,及时发现和报告安全隐患;乡镇层面组织定期检查,核查制度执行情况;县级部门实施抽查督导,保证监管要求落实到位。制定差异化的考核指标,对安装运维企业重点考核服务质量、事故率和用户满意度,对基层管理单位侧重考核辖区安全管理成效。完善问题发现、整改、反馈闭环管理机制,对于发现的隐患要确定出整改的时限以及责任人。强化考核结果的运用,把考核结果和政策支持、评优评先等挂钩,建立起有效的激励约束机制。

3 设备安装与运行安全保障

3.1 设备选型与质量标准

设备质量是系统安全运行的基础保证,设备选型应按照技术先进、质量可靠、环境适应的原则进行,光伏组件必须获得国家强制性产品认证,逆变器应具有完善的保护功能和必要的防护等级。对于农村环境的适应性应加以重视,在湿度高的地区要着重考虑防潮防腐性能,在温差大的地区要重视热稳定性能。电缆应选用耐候型光伏专用线缆,连接器应具备防触摸设计及可靠的连接性能,建立供应商质量信用评价体系,对设备运行状况进行跟踪评价,保证设备在整个生命周期内的安全可靠。

3.2 安装规范及验收标准

规范的安装施工是保证系统安全运行的关键环节,在安装前必须做详细的勘查评估,包括屋顶的承载能力、安装条件以及周围环境等。支架安装应牢固稳定,防腐处理符合规范要求。电气安装必须由专业电工操作,接线要正确可靠,绝缘处理要完善到位。防雷接地系统严格按照规范进行施工,接地电阻值应符合安全要求。建立严格的验收程序,验收内容包括安装质量检查、电气性能测试和安全功能验证。使用专业的仪器检测绝缘电阻、接地电阻等关键参数,保证各项指标合格后再投入运行。

3.3 运行维护与故障处理策略

规范运行维护是保证系统长期安全稳定运行的重要手段。需要制订详细的运行维护规程,规定日常巡检、定期维

护的内容及要求。日常巡检的重点在于检查设备的外形,运行状态及周围环境的变化,定期维护包括设备清洁、连接紧固以及性能检测等。建立完善的故障处理机制,用户发现异常应立即报修,专业人员要在规定时间内响应处置。常见的故障要有标准化的处理程序,重大的故障要分析根本原因并采取纠正措施,详细地做好维护记录,建立完善的设备运行档案,为优化运维策略提供依据。

4 电气安全及防护措施

4.1 触电风险及绝缘防护措施

直流高压触电风险是户用光伏系统最大的安全隐患,必须采取全面的绝缘防护措施,所有带电部件都必须实现双重绝缘保护,电缆应使用耐候型光伏专用线缆,连接器需具有防触碰设计。要建立定期绝缘电阻检测制度,新安装的设备应全面检测,运行中要定期复查,发现绝缘电阻下降要立即排查处理^[3]。系统应配置完备的保护装置,直流侧应装设过流保护器,逆变器应具备绝缘阻抗监测功能。在显著的位置上设置安全警示标识,依靠技术防护和管理措施相结合来创建多层次的防触电保护体系。

4.2 防雷接地系统设计

农村地区的防雷保护尤为重要,必须根据当地雷暴日等级以及建筑物的环境特点设计完善的防雷方案。对于独立建筑要安装直击雷防护装置,避雷针保护范围要完全覆盖光伏阵列。在直流侧和交流侧分别配置相应等级的浪涌保护器,形成多级防护体系。接地系统必须可靠有效,所有的设备金属外壳、支架等非带电金属体都应该可靠地连接到统一的接地装置上,接地电阻值要定期检测保证符合规范的要求。在土壤电阻率比较高的地区要采用有效的降阻措施来保证接地效果。

4.3 火灾预防与应急响应

电气火灾是光伏系统重要的安全隐患,预防电气火灾必须从消除起火隐患入手。直流电弧属于重点防范对象,应选择具备电弧检测、断弧功能的逆变器,安装时需要保证所有的电气连接牢固可靠。设备布置应满足防火要求,组件与屋面之间要留有足够通风散热的空间,电缆要远离热源,不能受机械损伤。制定详细的火灾应急预案,明确光伏系统的带电特性,培训用户掌握紧急关机方法。预案应定期组织演练,保证有关人员熟悉处理程序,提高应急处置能力。

5 用户安全教育与培训策略

5.1 安全知识普及内容

用户安全教育的重点在于普及基本知识和风险意识。要让用户充分了解光伏系统的基本风险特性,掌握"不操作、不触碰"的基本原则。用通俗易懂的方式教会用户识别设备异响、异味、冒烟等明显异常。编制图文并茂的安全手册,用简单明了的语言说明安全注意事项。紧急情况下处置原则,发现异常先保证人身安全,及时联系专业人员处理。教

育内容要根据季节特点及时更新,用持续的宣传普及来提高用户的安全意识。

5.2 操作技能培训方法

操作技能培训要注重实用性、可操作性,采取理论与实践相结合的方法,讲解系统基本原理、安全要点,示范正确操作方法、处置流程。可以制作视频教程、开展现场教学,建立用户交流群等多种形式进行培训^[4]。培训内容要根据用户的文化程度和理解能力进行优化,保证用户能真正掌握。建立培训效果评价机制,用提问、实操等方法检验培训效果。定期组织复训,及时更新知识技能,保证培训的持续有效性。

5.3 应急演练与宣传指引

定期开展应急演练是提高用户应急处置能力的重要途径,应该模拟设计常见事故场景,组织用户参加险情识别、紧急断电、疏散报警等环节的实操训练。充分利用乡村广播、宣传栏等传统渠道结合新媒体平台,开展各种形式的安全宣传,建立激励机制,对安全表现好的用户予以表彰,推广好的做法和经验。把光伏安全纳入乡村安全文化建设体系中,营造人人重视安全、人人参与安全的良好氛围。

6 监管机制与长效保障措施

6.1 政策法规与标准化体系

完善的政策法规体系是实施有效监管的基础保障。应加快制定针对农村户用光伏特点的专项管理办法,明确各个监管部门的职责分工。完善技术标准体系,细化安装、验收、运维等环节的技术要求。建立跨部门协同监管机制,实现信息共享和执法联动。加强标准宣贯工作,推动标准规范的有效实施。建立标准实施反馈机制,及时修订完善相关内容,保证法规标准的适用性和先进性。

6.2 第三方检测与评估

引入第三方专业机构参与检测评估可以提高监管的专业性、公信力,关键环节要实行强制性的第三方检测,比如并网前的安全性能检验。建立定期安全评估制度,对运行多年的系统做全面的"安全体检"。要规范检测评估机构的管理,明确资质要求和技术标准。建立检测评估信息数据库,为风险评估和政策制定提供数据支撑。推动检测结果的应用,把检测结果和市场准入、政策支持挂钩,形成有效的激励约束机制。

6.3 风险预警与持续优化

完善风险预警机制是实现主动防控的重要手段,要依靠信息化手段收集运行数据,运用大数据分析识别安全隐患规律。完善安全事故与隐患信息报告制度,构建完善的安全态势数据库,并对安全态势进行定期分析以找出突出问题及薄弱环节。建设起一个不断改进的机制,周期性评价政策办法的推行结果,马上进行优化改动监管模式。用计划、执行、检查、处理的循环法来使安全管理成效得到持续性增长^[5]。同时,要建立预警信息分级响应机制,根据风险等级制定差异化的处置预案。推动智能监测设备的普及应用,实现风险早发现、早预警、早处置。加强行业经验交流,通过案例分析不断提升预警模型的准确性。最终形成"监测-预警-处置-反馈"的闭环管理,确保风险管理水平在动态优化中实现螺旋式上升。

7 结语

农村户用光伏的安全管理是一项要持续进行下去的系统工程,通过明晰责任体系为安全管理提供组织保障,严格控制设备选型与安装标准,构筑起稳固的技术安全根基;落实电气防护措施,在关键风险处进行管控;加强用户培训教育,提高主体安全意识;健全监管保障机制,实现长期有效治理。这五个维度相互支撑、缺一不可,构成一个完整的安全管理体系。未来,需要各方面进行持续合作,在政策执行、技术创新、管理升级等各个层面下功夫,促使安全管理从被动应对转为主动防范,从阶段性整治转变为常态化监管,最终实现农村户用光伏安全可控、健康发展的目标,为乡村振兴战略的推行奠定坚实的能源安全保障基础。

参考文献

- [1] 周奎,应泮昊,肖永辉,等.农村户用光伏安全管理思考[J].中国电力企业管理,2025,(18):74-75.
- [2] 刘智涛.分布式光伏发电系统的安装与施工安全管理[J].灯与照明,2025,49(04):185-187.
- [3] 周浩.新能源光伏电站安全管理技术研析[J].电力设备管理,2025,(06):242-244.
- [4] 吴昱德,岳建通,孙舒柳.居民分布式光伏安全管理分析[J].农村电工,2022,30(10):28-29.
- [5] 白志波,赵瑞鹏,贺军.农村可再生能源技术并网安全管理应用与实践[J].农村电气化,2025,(10):24-28.