

智能储能式低电压治理系统的运用及研究

唐志标

国网湖南省电力有限公司蓝山县供电分公司 湖南蓝山 425800

【摘要】随着社会经济的快速发展,农村地区尤其是偏远山区的配电网末端低电压问题日益严重,严重影响了居民的正常生活和生产用电。本文旨在解决这一问题,通过将光伏与储能相结合,研制了一套智能储能式低电压治理系统,并将其应用于实际工程中。该系统实现了对配电网低电压问题的就地治理,显著减少了投资40%以上,同时综合降低线路损耗30%以上。本文详细阐述了智能储能式低电压治理系统的研究背景、设计原理、系统组成及其在实际工程中的应用效果,为农村低电压问题的治理提供了新的思路和方法。

【关键词】智能储能式低电压治理系统;光伏;储能;配电网末端低电压

Application and research of intelligent energy storage type low voltage management system

Tang Zhibiao

State Grid Hunan Electric Power Co., LTD. Lanshan County Power Supply Branch Blue Mountain, Hunan 425800

【Abstract】With the rapid development of social economy, the problem of low voltage at the end of the distribution network in rural areas, especially in remote mountainous areas, is increasingly serious, which seriously affects the normal life and production of residents. This paper aims to solve this problem. By combining photovoltaic and energy storage, a set of intelligent energy storage low voltage management system is developed and applied in practical engineering. The system realizes the local management of the low voltage problem of the distribution network, significantly reduces the investment by more than 40%, and comprehensively reduces the line loss by more than 30%. This paper expounds the research background, design principle, system composition and application effect of intelligent energy storage low voltage management system in detail, and provides a new idea and method for the governance of low voltage problem in rural areas.

【Key words】intelligent energy storage type low voltage management system; photovoltaic; energy storage; distribution network terminal low voltage

引言

随着社会经济的飞速发展,农村地区尤其是偏远山区的用电需求迅速增长。然而,由于电网建设速度滞后于经济发展速度,农村地区低压配电网的建设速度远远落后于负荷增长的速度。这导致了許多农村地区的配电网末端存在严重的低电压问题,严重影响了居民的正常生活和生产用电。为了解决这一问题,国家电网在2010年和2014年两次对低电压问题进行整治,但传统方法如更换大容量变压器、新建变电站等,不仅投资大、施工周期长,而且效果有限。因此,研究一种高效、经济的低电压治理方法显得尤为重要。

1 农村低电压问题的现状

1.1 农村电网发展滞后于经济增长

近年来,我国经济保持了高速发展的态势,农村地区作为国家经济发展的重要组成部分,其经济发展水平也有了显著提升。不过,与经济的快速发展相比,农村电网的建设和改造却显得相对滞后。这主要体现在电网规模、设施老化、

供电能力等方面^[1]。尽管国家电网公司已经加大了对农村电网的投资和改造力度,但由于历史欠账较多,加之农村地区地理环境复杂、住户分散等因素,导致农村电网的发展速度仍难以满足日益增长的用电需求。

1.2 农村配变及线路设施落后

当前,很多农村地区的配电变压器(配变)容量较小,无法满足日益增长的负荷需求。特别是在用电高峰时段,配变过载现象频发,导致电压降低,影响了居民的正常用电。10kV主干线路、分支线以及低压主干线路、接户线的截面也普遍偏小,这使得电流在传输过程中损耗较大,进一步加剧了电压降低的问题。同时,由于部分台区供电半径超标,导致线路末端电压损失严重,用户侧低电压现象尤为突出。

1.3 偏远山区低电压问题更为严重

在偏远山区,由于地理环境复杂、住户分散,10kV线路往往需要长距离架设,这不仅增加了线路的投资成本,也加大了线路维护的难度。由于线路远离零星用户,电压损失更加严重,低电压问题更为突出。尽管国家电网公司已经采取了一些措施,如更换大容量变压器、新建变电站等,但由于投资改造投入过大,且受地理环境、施工条件等因素的限

制, 这些措施往往难以在短时间内取得显著效果^[2]。因此, 在偏远山区, 用户侧低电压现象依然普遍存在, 严重影响了居民的正常生活和生产用电。

2 系统设计原理

2.1 系统组成

智能储能式低电压治理系统主要包含三个部分, 直流系统、交流系统和控制系统。第一, 直流系统主要由光伏(PV)、电磁兼容(EMC)滤波器、DC-DC变换电路和电池组组成。在直流系统中, 有两组PV接入到了系统的直流系统中, 以PV为起点, 可以将PV发出的电能的去向分为两种情况。第二, 交流系统主要由DC-AC变换电路、电压电流传感器、EMC滤波器、接地故障电流漏电保护器和智能电表组成。在交流部分, 若将智能储能式低电压治理系统视为电源, 则可分为两种情况^[3]。第三, 控制系统主要包括PV变换器控制单元、主控模块、电池管理系统(BMS)控制模块和电池均衡模块。其中, PV变换器控制单元的主要作用是采集PV输出的电压电流信号、直流母线的电压电流信号、交流侧电压信号, 根据采集的信号进行线路上的状态评估, 并控制DC-DC变换电路、DC-AC变换电路、继电器和接地故障电流漏电保护器的开合, 保护智能储能式低电压治理系统的电路安全。

2.2 工作原理

智能储能式低电压治理系统的工作原理紧密围绕其核心功能展开, 即根据配电网的电压状态智能调节电能的流向和分配。在配电网电压偏低的情况下, 系统迅速响应, DC-AC电路切换至逆变模式, 将光伏(PV)组件产生的直流电能转换为交流电能, 直接输送给配电网和用户, 确保电压稳定满足用电需求。若此时PV产生的电能超出即时需求, 多余的电能会经由DC-DC变换电路储存至电池组中, 以备不时之需。相反, 若PV产能不足以支撑当前用电需求, 电池组则会通过DC-DC升压电路和DC-AC逆变电路的协同工作, 及时补充电能至配电网, 有效缓解低电压状况。

当配电网电压维持在正常范围内时, 系统的工作模式则更为灵活。PV产生的电能优先通过DC-DC变换电路直接对电池组进行充电, 实现能量的高效存储。这一过程不仅确保了电池组的充足电量, 也为后续可能的低电压事件做好了准备。同时, 系统还具备智能充电策略, 即当电网电价处于低谷时段, 且PV产能不足以满足电池组充电需求时, AC-DC电路会启动整流模式, 从配电网中获取电能, 经过AC-DC整流和DC-DC降压处理后, 为电池组充电。这种策略不仅充分利用了电网电价的波动特性, 降低了充电成本, 还进一步增强了系统的自给自足能力和经济性。

3 实际应用案例: 云南省昆明市官渡区七家村低电压治理

3.1 问题背景与现状

云南省昆明市官渡区七家村, 作为一个典型的农村地区, 长期以来一直面临着电力供应的严峻挑战。由于地理环境的限制和城市规划的滞后, 电力通道和变压器安装场地的协调成为了难题。特别是在用电高峰时段, 负荷的集中导致电压大幅下降, 严重影响了居民的正常生产和生活秩序。据实地测量数据显示, 该村在用电高峰期的末端电压甚至降至了危险的190伏, 远低于国家规定的合格标准, 给村民的日常生活带来了极大的不便。

3.2 解决方案的引入与实施

面对七家村日益严峻的低电压问题, 云南电网公司积极寻求创新解决方案, 经过深思熟虑与多方比较, 最终选定了瓦特电力智慧台区储能系统作为破局之策。该系统以其独特的优势脱颖而出。占地面积小, 便于在有限的空间内灵活布点; 安装维护简便, 大大降低了后期运营成本。尤为关键的是, 该系统能够通过T接方式无缝接入现有的380伏低压线路, 无需大兴土木进行电网改造, 即可实现对电压的精准调控, 有效解决了七家村因电力通道和变压器安装场地受限而导致的低电压难题。

为确保储能系统的顺利实施, 云南电网公司事先组织专业团队进行了全面细致的现场勘查, 精心规划系统布局, 力求实现最优覆盖效果。随后, 一支经验丰富的施工队伍迅速集结, 依据详尽的设计方案, 有条不紊地展开了系统的安装与调试工作。在此过程中, 云南电网公司与瓦特电力公司保持了紧密的沟通与协作, 双方技术团队并肩作战, 共同攻克了安装过程中遇到的一系列技术难关, 确保了储能系统能够顺利投入运行。

这一系列举措不仅展现了云南电网公司对于解决农村低电压问题的决心与能力, 也体现了瓦特电力智慧台区储能系统在实际应用中的高效与可靠性。通过双方的共同努力, 七家村的低电压问题得到了根本性的改善, 为村民们的生产生活带来了实实在在的便利, 同时也为同类问题的解决提供了宝贵的实践经验。

3.3 应用效果与反馈

自瓦特电力智慧台区储能系统在七家村投入运行以来, 其效果显著, 得到了村民和相关部门的高度评价。首先, 在用电高峰时段, 当配电网台区用户端电压低于合格标准时, 储能变流器能够自动检测并按设定系数进行放电, 输出无功功率支持, 将电压稳定在220伏左右。这一稳定的电压水平不仅确保了居民用电系统的正常运行, 还大大提高了整体用电质量。其次, 储能系统的引入还带来了显著的经济效益和社会效益。由于电压的稳定, 村民们的电器设备得以正常运行, 避免了因电压不稳而导致的损坏和维修成本。稳定的电力供应也促进了当地经济的发展, 提高了村民的生活水平, 储能系统还具有节能环保的特点, 通过优化电力资源的利用, 减少了能源浪费和环境污染^[4]。最后, 七家村的低电压问题得到了根本性的解决, 也为其他地区提供了宝贵的经验和借

鉴。云南电网公司和瓦特电力公司将继续深化合作,探索更多创新性的解决方案,为农村地区电力供应的稳定和可靠贡献更多的智慧和力量。

4 智能储能式低电压治理系统的实施措施

4.1 政策支持与资金保障

在智能储能式低电压治理系统的推广过程中,政府的政策支持和资金补贴机制起着至关重要的作用。首先,政府应出台相关政策,明确将智能储能系统纳入新能源和智能电网的发展规划,为其提供法律和政策依据。这些政策可以包括税收优惠、土地使用优惠、电网接入政策等,以降低系统建设和运营的成本,提高项目的经济性。其次,资金补贴机制是激励项目落地的重要手段。政府可以通过设立专项基金、提供贷款贴息、给予直接补贴等方式,减轻项目投资者的经济负担。同时,还可以引导社会资本参与,通过PPP(政府和社会资本合作)模式、产业基金等形式,筹集更多的资金支持智能储能系统的建设和运营。政府还可以与金融机构合作,为项目提供低息贷款、信用担保等金融服务,降低项目的融资难度和成本。最后,为了降低系统建设和运维成本,除了政府资金的支持外,还可以通过多方合作筹集资金。例如,可以与电网企业合作,共同投资建设智能储能系统,并分享其带来的经济效益和社会效益。也可以吸引社会资本参与,通过股权融资、债券融资等方式筹集资金。在合作过程中,应明确各方的权益和责任,确保项目的顺利推进和运营。

4.2 技术培训与人才培养

智能储能式低电压治理系统的建设和运维需要专业的技术人才支持。因此,加强技术培训和人才培养是确保系统长期稳定运行的关键。一是应制定针对系统建设和运维的技术培训计划,涵盖系统的组成、工作原理、安装调试、运维管理等方面的知识。这些培训计划可以通过线上课程、线下研讨会、实操演练等多种形式进行,以满足不同层次、不同需求的学习者。二是在技术培训的基础上,还应注重人才培养的长期规划。可以通过与高校、科研机构合作,建立产学研用一体化的合作机制,共同培养智能储能领域的专业人才。同时,也可以鼓励企业内部员工参与技术研发和创新活动,通过实践锻炼提升技术水平。还可以通过设立奖学金、提供实习机会等方式,吸引更多的年轻人投身智能储能领域的学习和研究。三是人才培养不仅要注重数量的增加,更要

注重质量的提升。应建立完善的人才评价体系和激励机制,对在智能储能领域取得突出成绩的人才给予表彰和奖励。同时,也应加强人才流动和交流,促进不同领域、不同背景的人才相互学习和借鉴,推动智能储能技术的不断创新和发展。

4.3 示范项目与经验推广

示范项目是验证智能储能式低电压治理系统实际效果和可行性的重要途径。第一,在选择示范项目时,应充分考虑地区的代表性、问题的紧迫性以及项目的可行性等因素。通过示范项目的建设,可以系统地评估系统的性能、成本、效益等方面的情况,为后续的大规模推广提供有力的依据。第二,在示范项目的建设过程中,应注重数据的收集和分析。通过实时监测系统的运行状态、记录关键参数、分析经济效益和社会效益等方式,全面评估系统的实际效果。同时,也应加强与用户的沟通和反馈,及时了解用户的需求和意见,为系统的优化和改进提供方向。第三,项目的成功经验是推广智能储能系统的宝贵财富。应将这些经验进行总结和提炼,形成可复制、可推广的模式。这包括系统的选型、设计、建设、运维等各个环节的经验和教训,以及项目管理、资金筹集、政策支持等方面的做法和体会。通过分享这些经验,可以为其他地区提供借鉴和参考,推动智能储能系统的广泛应用。第四,为了加强经验的推广和传播,可以通过多种渠道进行宣传和交流。例如,可以组织召开经验交流会、研讨会等活动,邀请专家学者、企业代表等共同探讨智能储能系统的发展和应用。同时,也可以通过媒体宣传、网络发布等方式,将示范项目的成功经验和案例进行广泛传播,提高社会对智能储能系统的认知度和认可度。

5 结束语

综上所述,智能储能式低电压治理系统的研究与应用,为解决农村地区尤其是偏远山区的配电网末端低电压问题提供了新的思路和方法。该系统通过光伏与储能相结合,实现了对配电网低电压问题的就地治理,显著降低了投资成本,提高了供电质量和可靠性。未来,随着可再生能源的进一步发展和智能电网的建设,智能储能式低电压治理系统有望得到更广泛的应用和推广,为农村地区的电力供应提供更加稳定、可靠和经济的解决方案。

参考文献

- [1]肖浩宇,彭钢,桂小强,等.智能储能式低电压治理系统研究及应用[J].科技创新与应用,2024,14(1):47-50.
- [2]廖海强.基于光伏储能系统的农网台区低电压治理技术研究[J].大众用电,2021(12):28-30.
- [3]刘文松,李煜,彭中山,等.配电网台区低电压治理策略研究[J].电气应用,2023,42(11):43-49.
- [4]曾锐明,曹德发.配电网低电压整治策略研究[J].通信电源技术,2022,39(12):165-167.