

新能源箱变设备施工与安装过程中的难点和对策

陈彦安

广州白云电器设备股份有限公司，广东省广州市，510000；

摘要：随着新能源发电技术的快速发展，箱式变电站作为光伏、风电等新能源项目中的重要电力设备，其施工与安装质量直接影响整个电力系统的安全稳定运行。本文系统分析了新能源箱变设备在施工与安装过程中面临的主要技术难点，包括复杂环境下的基础施工、设备运输与吊装、电气接线与调试、散热与防潮处理等关键环节。针对这些难点，提出了相应的解决方案和优化措施，重点探讨了施工前的准备工作、安装过程中的技术要点以及质量控制方法。研究表明，科学合理的施工方案、严格的工艺标准和规范化的操作流程是确保新能源箱变设备安装质量的关键因素。希望本文的研究成果能够为新能源项目中箱变设备的施工安装提供理论指导和实践参考。

关键词：新能源；箱式变电站；设备安装；施工技术；质量控制；对策研究

DOI：10.69979/3060-8767.25.11.062

引言

在新能源发电领域，箱式变电站作为连接发电单元与电网的关键设备，承担着电压变换、电能分配和保护控制等重要功能。与传统变电站相比，新能源箱变具有结构紧凑、安装便捷、建设周期短等优势，特别适合光伏电站、风电场等分布式能源项目的应用需求。然而，由于新能源项目多位于偏远地区或环境复杂区域，箱变设备的施工与安装面临着诸多特殊挑战，这些挑战如不能妥善解决，将直接影响设备的运行性能和使用寿命。

1 新能源箱变施工前的准备工作

1.1 现场勘察与方案设计

新能源箱变施工前的准备工作是确保后续安装顺利进行的基础，其中现场勘察和方案设计尤为重要。施工团队需要对安装场地进行全方位勘察，详细记录地形地貌、地质条件、气候特征等环境参数。对于光伏电站项目，需特别注意场地的平整度和排水条件；对于风电场项目，则需关注地基承载力和风荷载影响。勘察过程中还需评估现场运输条件，确定设备进场路线和吊装作业区域，避免因场地限制导致安装困难。

在充分掌握现场情况的基础上，设计团队需要制定科学合理的施工方案。方案设计应考虑新能源项目的特殊性，如光伏箱变需适应白天高温、夜间低温的温差变化，风电箱变则需考虑振动和盐雾腐蚀等因素。设计方案应包括箱变基础图、电气接线图、接地系统图等技术文件，明确设备布置、电缆走向、保护措施等关键内容。对于特殊环境下的安装，如高海拔、严寒地区，还需采

取相应的技术措施，如加强绝缘、增加加热装置等。设计方案应经过多方评审，确保其可行性和经济性，同时符合相关标准和规范要求。

1.2 设备验收与储存管理

新能源箱变设备的进场验收是质量控制的首要环节。设备到货后，施工方应会同监理、业主等单位共同进行开箱检查，核对设备型号、规格是否符合设计要求，检查外观有无变形、锈蚀等损伤，确认附件、备件和技术文件是否齐全。对于变压器等重要设备，还需检查油位、油温指示是否正常，密封件是否完好。所有验收结果都应详细记录，发现问题及时处理，避免不合格设备进入安装环节。

设备储存管理同样至关重要。新能源项目往往地处偏远，设备到场后可能无法立即安装，需要妥善保管。目前新能源项目箱变设备要求防护等级最低 IP54，可阳光直射及雨淋，箱变临时停放应考虑土地平整，避免箱变产生形变，导致高低压室门无法正常关合。对于充油设备，应定期检查油位和密封情况；对于电子元器件，应采取防潮防静电措施。在储存期间，还应做好防盗、防火等安全防护工作。设备安装前，需再次进行检查，确保设备状态良好，满足安装要求。特别需要注意的是，在沿海或高湿度地区，应加强防潮措施，防止设备绝缘性能下降。

1.3 施工组织与技术交底

科学有效的施工组织是新能源箱变安装顺利实施的重要保障。施工前应根据项目特点和工期要求，编制

详细的施工进度计划,合理配置人力、机械等资源。针对新能源项目点多面广的特点,可考虑采用分区作业、流水施工等方式提高效率。同时,应建立完善的质量安全管理体系,明确各岗位职责,制定应急预案,为施工提供制度保障。

技术交底是施工准备的关键环节。由于新能源箱变技术更新快,施工人员可能对新设备、新工艺不熟悉,因此必须进行全面的培训和安全教育。交底内容应包括施工图纸、工艺标准、质量要求、安全注意事项等,特别要强调新能源箱变的特殊要求,如光伏箱变的直流侧安全操作、风电箱变的振动防护等。对于关键工序,如变压器安装、电缆终端制作等,还应进行专项交底和操作示范。通过深入细致的技术交底,确保每位施工人员都明确自己的工作任务和质量标准,为后续安装打下坚实基础。

2 新能源箱变基础施工难点与对策

2.1 复杂地质条件下的基础施工

新能源项目常选址于地质条件复杂的区域,这给箱变基础施工带来很大挑战。在沙漠、滩涂等软土地基上,地基承载力不足可能导致基础沉降;在山区、丘陵地带,则可能遇到岩石或回填土等难处理地质。针对这些问题,施工前应进行详细的地质勘察,根据实际情况选择合适的基础形式。对于软土地基,可采用换填法、夯实法或桩基础等方式提高承载力;对于岩石地基,则可能需要采用爆破或破碎锤开挖,施工难度和成本都会显著增加。

基础施工过程中,要特别注意排水和防水处理。新能源项目多位于野外,基础坑易受雨水浸泡,影响混凝土质量。施工时应做好基坑排水,在周围设置排水沟或集水井,必要时采用水泵抽水。混凝土浇筑宜选择连续晴朗天气进行,浇筑完成后应及时覆盖养护,防止表面开裂。在寒冷地区施工时,还需采取保温措施,确保混凝土强度正常增长。基础预埋件的位置和标高必须严格控制,误差应在允许范围内,否则会影响后续箱变就位。预埋铁件应做好防腐处理,焊接部位应打磨平整,确保与箱变底座接触良好。

2.2 基础与设备的匹配问题

新能源箱变多为工厂预制、现场安装的模式,基础与设备的匹配精度要求很高。在实际施工中,常出现基础尺寸与设备底座不符、预埋螺栓位置偏差等问题,导

致箱变无法顺利就位。造成这些问题的原因既有设计图纸错误,也有施工测量失误。为避免此类问题,施工前必须认真核对设计图纸,将基础图与设备底座图进行对照,确认所有尺寸、标高、孔位等参数一致。预埋螺栓时应采用定位模板固定,浇筑混凝土过程中要随时检查,防止移位。

针对已经出现的基础不匹配问题,可采取以下补救措施:对于小范围的螺栓位置偏差,可适当扩孔或使用偏心垫片调整;对于较大的尺寸偏差,则可能需要切割底座或重新设置过渡支架;严重不匹配时,甚至需要返工基础。这些补救措施不仅增加成本,还可能影响结构强度,因此应尽量避免。在基础施工完成后、设备安装前,必须进行全面的复测验收,确认各项参数符合要求,为设备顺利安装创造条件。

2.3 特殊环境下的基础施工

新能源箱变可能安装于各种特殊环境中,如高海拔地区、盐碱地带、极寒区域等,这些环境对基础施工提出了特殊要求。在高海拔地区,低气压和强紫外线会影响混凝土的凝固和耐久性,施工中应选用适应性强的水泥品种,适当调整配合比,并加强养护措施。在盐碱地带,地基土和地下水中的盐分会对混凝土和钢筋造成腐蚀,需采用抗硫酸盐水泥,增加保护层厚度,必要时在基础表面涂刷防腐涂层。

在极寒地区施工,低温会严重影响混凝土质量。当环境温度低于 5°C 时,应采取冬季施工措施:使用早强型水泥,掺加防冻剂,用温水搅拌混凝土,浇筑后覆盖保温材料等。在冻土地区,基础埋深应超过冻土层,防止因冻胀导致基础变形。对于温差大的地区,如沙漠光伏电站,基础设计应考虑温度应力影响,适当设置伸缩缝。针对台风多发地区,还应加强基础抗风能力,如增加埋深、设置拉线等。总之,特殊环境下的基础施工必须因地制宜,采取有针对性的技术措施,确保基础质量满足长期使用要求^[1]。

3 新能源箱变设备安装关键技术难点

3.1 设备运输与就位难点

新能源项目多位于偏远地区,箱变设备的运输与就位往往面临诸多困难。在山区风电场,道路狭窄崎岖,大型运输车辆难以通行;在沙漠光伏电站,松软的沙地会使运输车辆陷入困境。针对这些运输难题,前期必须

做好道路勘察和整修工作，必要时修建临时道路或加固桥梁。对于超大超重设备，还需编制专项运输方案，选择适当的运输车辆和路线，办理相关通行许可。运输过程中应采取有效的固定和防震措施，避免设备受损。

设备就位是安装过程中的关键环节，需要特别注意安全问题。箱变通常采用吊装方式就位，吊装前应检查吊具的完好性，核算吊车的起重能力，确保吊装安全。就位过程中，要统一指挥，缓慢平稳移动，防止设备晃动或碰撞。就位后应及时固定，调整水平和垂直度，确保安装精度符合要求。对于安装在屋顶或平台上的箱变，还需考虑结构的承载能力，必要时进行加固。在沿海或高风速地区，应特别注意箱变的抗风固定，防止被强风吹移或倾覆。

3.2 电气设备安装与接线难点

新能源箱变内部集成了高压开关设备、变压器、低压配电装置等多种电气设备，安装精度要求高，技术难度大。变压器是箱变的核心设备，安装时需特别注意油位、温度计、压力释放阀等附件的检查与调整。干式变压器应保证绕组清洁，散热风道畅通；油浸式变压器则应检查密封性能，防止渗漏。高低压开关柜安装时，要确保排列整齐，固定牢靠，柜间连接紧密。母线安装应保证接触面清洁平整，连接螺栓紧固力矩符合要求，相序标志清晰正确^[2]。

电缆接线是电气安装的重点和难点。新能源箱变需要连接大量的电力电缆和控制电缆，接线工作量大，容易出错。施工中应严格按照图纸施工，做到接线正确、排列整齐、标识清晰。高压电缆终端头制作是技术性很强的工序，必须由专业人员操作，确保绝缘处理到位，密封良好。对于光伏箱变，直流侧接线要特别注意极性正确，防止反接；风电箱变则需考虑电缆的防振动措施，避免长期晃动导致接头松动。所有电气连接处都应检查接触电阻，确保导电性能良好。接线完成后，还应进行全面的绝缘测试，排除短路、接地等隐患。

3.3 散热与防潮处理难点

新能源箱变在运行中会产生大量热量，散热不良会导致设备温度升高，加速绝缘老化，甚至引发故障。散热问题在光伏箱变中尤为突出，因为白天阳光直射会使箱体温度大幅升高。为解决散热问题，箱变设计通常采

用强制通风或空调制冷方式，施工中应确保通风口畅通，风扇或空调运转正常。安装位置的选择也很重要，应尽量避免阳光直射，周围留有足够的散热空间。在高温地区，还可考虑采用遮阳棚、反射涂层等措施降低箱体温度^[3]。

防潮处理是另一个技术难点，特别是在潮湿多雨地区或沿海地带。潮气侵入会导致绝缘性能下降，引发放电或短路事故。施工中应重点检查箱体的密封性能，门、窗、穿线孔等部位应安装密封条，防止水汽进入。对于柜体内的电气设备，可安装加热除湿装置，在潮湿天气自动启动。变压器呼吸器应填充干燥剂，并定期更换。电缆沟和基础应做好防水处理，防止地下水渗入。在调试投运前，还应测量箱内湿度，必要时进行除湿处理，确保设备在干燥环境下运行。

4 结束语

综上所述，当前，新能源箱变施工安装过程中存在若干亟待解决的技术难题。一方面，复杂的地形条件和恶劣的气候环境给基础施工和设备就位带来困难；另一方面，箱变内部电气设备集成度高，安装精度要求严格，任何细微的失误都可能导致设备故障。此外，新能源发电的间歇性和波动性特点，也对箱变的电气性能和散热设计提出了更高要求。这些问题如不加以重视和解决，轻则影响设备正常运行，重则引发安全事故，造成严重的经济损失。

本文将从新能源箱变的结构特点出发，系统分析施工前准备、基础施工、设备安装、调试试验等关键环节的技术难点，探讨针对性的解决方案和优化措施，并对施工质量控制和安全管理要点进行详细阐述，以期对新能源箱变设备的规范化安装提供全面的技术参考。

参考文献

- [1] 冯晓堂, 张元海. 一起 35kV 干式风电箱变事故原因分析及处理措施[J]. 广东水利水电, 2024 (4): 84-88. +
- [2] 万智赞. 新能源接入下配电网消纳能力评估方法研究[J]. 电气技术与经济, 2024, (12): 34-35+49.
- [3] 黄涛, 张洁, 钱中阳. 某城市大型供热能源站电气自控设计探讨[J]. 智能建筑电气技术, 2024, 18(06): 140-144.