

光伏电站施工中的设备安装和调试技术研究

张邓平

中国水利水电第四工程局有限公司, 青海西宁 810000

摘要： 随着对可再生能源的需求不断增加, 光伏电站作为一种重要的清洁能源发电方式, 其施工中的设备安装和调试技术显得尤为重要。本研究旨在探讨光伏电站施工过程中设备的选择、布局、安装技术以及调试与检验方法。首先, 通过分析不同类型的光伏电站设备, 如光伏组件、逆变器、支架等, 考虑其性能、可靠性和适应环境等因素, 以便合理选择设备。接着, 针对光伏组件的安装方法和逆变器的安装步骤, 探讨了电缆敷设、接线盒安装等电气连接技术, 并强调了施工过程中的安全措施。此外, 研究还深入解释了光伏电站调试的目的, 包括确保系统正常运行和最大发电效率。在调试阶段, 特别关注逆变器参数的调整和优化, 以适应不同光照条件。同时, 介绍了电气系统的检验方法, 如电流电压检测、绝缘测试等, 以及数据监测系统的设置, 以实现实时监控和故障诊断。通过本研究, 光伏电站施工人员和工程师可以获得关于设备安装和调试的全面指南, 从而确保光伏电站的高效运行和可靠性。

关键词： 光伏电站; 设备安装; 调试技术; 光伏组件; 逆变器

Research on the Equipment Installation and Debugging Technology in the Construction Of Photovoltaic Power Station

Zhang Dengping

Sinohydro Fourth Engineering Bureau, Qinghai Xining 810000

Abstract : With the increasing demand for renewable energy, photovoltaic power station as an important way of clean energy power generation, its installation and commissioning technology of equipment in its construction is particularly important. The purpose of this study is to explore the equipment selection, layout, installation technology, and commissioning and inspection methods during the construction process of photovoltaic power station. First of all, by the analysis of different types of photovoltaic power station equipment, such as photovoltaic modules, inverters, brackets, etc., consider its performance, reliability and adaptation to the environment and other factors, in order to reasonable selection of equipment. Then, according to the installation method of photovoltaic modules and the installation steps of the inverter, the electrical connection technology such as cable laying and junction box installation is discussed, and the safety measures in the construction process are emphasized. Besides, , the study also explains the purpose of the photovoltaic power station commissioning, including ensuring the normal operation of the system and maximum power generation efficiency. In the commissioning stage, special attention is paid to the adjustment and optimization of the inverter parameters to adapt to different lighting conditions. At the same time, the inspection methods of the electrical system, such as current and voltage detection, insulation test, and the setting of the data monitoring system, are introduced to realize real-time monitoring and fault diagnosis. Through this study, photovoltaic power plant builders and engineers can obtain comprehensive guidelines on equipment installation and commissioning, thus ensuring the efficient operation and reliability of photovoltaic power stations.

Key words : photovoltaic power station; equipment installation; debugging technology; photovoltaic module; inverter

一、引言

随着全球对清洁能源的需求增加以及对气候变化的关注, 光伏电站作为一种可再生能源发电的重要方式, 受到了广泛关注和应用。光伏电站的施工过程涉及多个关键技术环节, 其中设备安装和调试是确保光伏电站高效运行的关键步骤。设备安装涉及光伏组件、逆变器、支架等的合理布局和连接, 而调试阶段则需要确保系统在不同光照条件下稳定运行并达到最大发电效率。因此, 深入研究光伏电站施工中设备安装和调试技术, 对推动清洁能源的可持续发展具有重要意义。本文将探讨不同类型设备的选

择与布局策略, 详细阐述设备安装的技术要点, 以及调试和检验的关键方法, 以为光伏电站施工人员提供实用的指导和建议。

二、设备选择与布局研究

(一) 不同类型的光伏电站设备

在光伏电站的设备选择与布局中, 光伏组件、逆变器以及支架等设备起着至关重要的作用。光伏组件作为能够将光能转化为电能的核心部件, 直接影响着光伏电站的发电效率和性能。其主要构成部分是太阳能电池, 根据不同的电池技术和材料, 光伏组件可以分

为单晶硅、多晶硅和薄膜等类型。单晶硅具有高转换效率和较低的空间占用，适用于空间有限的场所，而多晶硅相对成本较低，适合大规模光伏电站。薄膜光伏组件具有轻薄柔性等优势，在一些特殊场景中得到应用。因此，在设备选择时，需根据光伏电站的具体情况，如场地条件、预算限制等，选择适合的光伏组件类型。

逆变器则扮演着将光伏组件产生的直流电转换为交流电的关键角色。不同类型的逆变器包括中央式逆变器、串联式逆变器以及微逆变器等。中央式逆变器适用于规模较大的光伏电站，通过将多个光伏组件串联连接到一个逆变器上，实现集中式控制。串联式逆变器则将多个光伏组件串联连接到一个逆变器输入，适用于分布式光伏电站。而微逆变器作为一种相对较新的技术，可将每个光伏组件单独连接到一个微逆变器，提高了系统的可靠性和发电效率。逆变器的选择需考虑系统规模、电网要求以及成本效益等因素。

支架作为光伏电站的支撑结构，影响着光伏组件的安装角度和朝向。支架类型包括固定支架、单轴追踪支架以及双轴追踪支架。固定支架适用于固定倾角的场地，适用于多数情况。单轴追踪支架可根据太阳的轨迹调整光伏组件的朝向，提高发电效率。双轴追踪支架进一步在水平和垂直方向上追踪太阳位置，最大程度提高光伏组件的光吸收效率。支架的布局需要结合地形地貌和光照条件，以实现最优的能量收集效果。

（二）设备选择的考虑因素

在光伏电站设备的选择过程中，涉及众多考虑因素，其中性能、可靠性和适应环境等因素是至关重要的。首先，设备的性能直接关系到光伏电站的发电效率和能量产出。光伏组件的转换效率、逆变器的转换效率以及支架的稳定性等都对电站的发电性能产生重要影响。高性能的设备可以在相同光照条件下产生更多的电能，从而提高光伏电站的经济效益。其次，设备的可靠性是确保光伏电站长期稳定运行的关键因素。由于光伏电站往往建设在户外恶劣环境中，设备需要具备耐高温、耐寒、防水防尘等特性，以确保在各种气候条件下都能正常工作。此外，设备的寿命和稳定性也是可靠性的重要方面，长寿命和稳定性强的设备可以减少维护和更换成本，提高电站的可持续运行能力。最后，设备的适应环境能力需要考虑光伏电站所处的地理位置、地形地貌等因素。例如，在高海拔地区或多风区建设光伏电站时，支架需要具备较强的抗风能力，以防止设备损坏。而在潮湿多雨的气候条件下，设备需要具备良好的防腐性能，以延长使用寿命。因此，在设备选择过程中，要充分考虑光伏电站所处的环境特点，确保设备能够适应各种复杂环境条件。

（三）合理的设备布局

在光伏电站的设备布局过程中，旨在最大程度地提高发电效率和系统稳定性。合理的设备布局能够充分利用光伏组件的光吸收能力，优化逆变器的运行效率，并减少电缆损耗等不利因素。首先，在光伏组件的布局上，应根据地理位置和光照角度等因素确定合适的安装角度和朝向。这有助于最大限度地捕获太阳能，并确保光伏组件在不同时间段内均能正常工作。此外，适当的组件间距也有助于避免阴影遮挡，提高系统的整体发电效率。逆变器的布局也需要考虑电站的规模和电网连接方式。在中央式逆变器的布局中，多个光伏组件串联连接到一个逆变器上，需确保电缆连接短且稳固，以降低能量损失和电缆故障的风险。对于分布式光伏电站，逆变器可以分布放置在光伏组件附近，减少输电损

耗，同时实现更精细化的电站控制。此外，避免逆变器之间的干扰和热量积聚也是布局过程中需要注意的问题，以确保逆变器的稳定运行。电缆敷设和接线盒的布局也对电站的安全和性能产生重要影响。电缆敷设应遵循规范，防止电缆损坏和电气故障。接线盒的布局应方便维护和检修，保证电气连接可靠稳定。同时，还需考虑电缆的长度和截面，以减少电阻损失和线路故障。

三、安装技术与流程研究

（一）光伏组件的安装方法

光伏组件作为光伏电站的核心部件，其合理的安装方法对于发电效率和系统稳定性具有至关重要的影响。在安装过程中，固定支架和斜坡支架是常用的两种安装方法。固定支架是将光伏组件以固定的角度安装在支架上，通常采用固定角度布置，适用于光照条件变化较小的地区。固定支架的安装稳定性高，维护成本较低，适用于大规模的光伏电站。与之相对，斜坡支架允许光伏组件在一定范围内进行倾斜角度的调整，以便根据季节和光照角度变化来优化光伏组件的光吸收效率。这种方法适用于光照条件较为复杂的地区，可以在不同季节调整组件的倾斜角度，最大限度地捕获太阳能。然而，斜坡支架也面临着调整维护成本较高和稳定性相对较低的挑战，需要精确的调整和维护措施。无论是固定支架还是斜坡支架，安装过程中的细节也不容忽视。首先，支架的基础必须牢固稳定，能够承受光伏组件和风载荷的重量。其次，光伏组件的安装要保证组件表面的清洁，以免影响光吸收效率。紧固件的使用也需要符合规范，以确保支架和组件的连接牢固可靠。在实际操作中，光伏组件的安装还需要考虑工人的安全。高处作业是一个潜在的风险，因此安装人员需要佩戴合适的安全装备，并遵循安全操作规程，以确保施工过程中的人身安全。

（二）逆变器的安装步骤和注意事项

逆变器作为将光伏组件产生的直流电转换为交流电的关键设备，在光伏电站的安装过程中扮演着重要角色。逆变器的安装步骤和注意事项直接影响着电站的发电效率和系统的稳定性。首先，在安装逆变器时，需要选择合适的安装位置，通常位于光伏组件附近，以减少电缆损耗。逆变器应安装在通风良好的地方，以保持其正常工作温度，避免过热影响运行。其次，逆变器的固定也需要注意细节。逆变器的安装基础应稳固可靠，能够承受逆变器的重量和振动。逆变器的固定方式要符合规范，确保其不会受到外界震动和风力的影响。同时，逆变器的接线也要仔细操作，确保连接稳定可靠，避免电气故障和火灾风险。在接线过程中，需要注意逆变器的输入和输出连接。输入连接光伏组件产生的直流电，要确保正确的极性和电压范围，避免损坏逆变器和组件。输出连接电网，需要遵循电网的连接要求和规定，确保逆变器输出的交流电符合电网标准。此外，对于分布式光伏电站，逆变器之间的连接也需要考虑布线的合理性和稳定性。逆变器的冷却和通风也是安装过程中需要考虑的因素。逆变器在工作过程中会产生一定的热量，因此需要有良好的冷却系统，以保持逆变器的正常工作温度。通风系统也要确保逆变器周围的空气流通，避免过热影响设备的寿命和性能。

（三）电缆敷设、接线盒安装等电气连接技术

光伏电站的电气连接技术是确保光伏系统正常运行的关键环

节。电缆敷设和接线盒的安装质量直接影响电站的可靠性和发电效率。首先，电缆敷设需要根据光伏组件的布局和逆变器的位置进行合理规划。电缆应保持一定的距离，避免干扰和交叉，并确保电缆敷设的路径符合安全和维护要求。电缆敷设过程中需要保护电缆免受外界环境的损害，如阳光、风雨等。在电缆的连接过程中，接线盒的安装至关重要。接线盒作为电缆连接的关键部分，需要具备防水、防尘等特性，以保护电缆连接点免受外界环境的影响。接线盒的固定要牢固可靠，避免电缆松动和断裂。接线盒内部的接线也需要仔细操作，确保电缆的极性正确，避免电气故障和火灾风险。同时，对于大规模光伏电站，接线盒的标识和管理也十分重要，以方便维护和检修工作。电缆的终端连接也需要注意细节。电缆的剥皮、裸露导线的处理和连接头的固定都需要符合规范。连接头的选择要与电缆规格匹配，确保连接牢固可靠。终端连接的质量直接关系到电气连接的稳定性和安全性。此外，光伏电站的电气连接还需要考虑接地和保护等问题。接地系统需要合理布置，以确保系统的接地电阻符合标准要求，减少雷击和电气故障的风险。电气保护装置的安装和设置也是确保电站安全运行的重要措施，它可以在电气故障发生时迅速切断电路，保护设备和人员的安全。

四、调试与检验研究

（一）光伏电站调试的目的分析

首先，调试确保各组件的正常运行。光伏电站由许多部分组成，如太阳能电池板、逆变器、电池储能系统等。调试过程中，工程师会检查每个组件的连接情况、电气性能和机械状态，确保它们没有缺陷或故障。其次，调试有助于优化系统参数。不同光照条件下，系统的最佳工作参数可能不同。调试过程中，工程师会根据光照强度和角度等因素，调整逆变器、电池储能系统的工作参数，以确保系统在各种情况下都能达到最大发电效率。调试还有助于发现潜在的问题和风险。在实际运行之前，通过调试可以暴露出可能存在的问题，如电气连接不良、系统不稳定等。这有助于在问题扩大之前采取预防措施，确保电站的长期稳定运行。最后，调试是培训运维人员的良机。通过参与调试过程，运维人员可以了解系统的工作原理、各个组件的功能和连接方式，从而更好地进行维护和故障排除。

（二）逆变器参数的调整和优化

在光伏电站中，光照条件的变化会影响太阳能电池板的输出电压和电流。逆变器需要根据这些变化来调整其输出参数，以确保最佳发电效率。在强光照下，逆变器可能需要提高输出功率，而在弱光照下，逆变器应适当减小输出功率，以避免过载或效率下降。逆变器参数的调整通常涉及最大功率点跟踪（MPPT）算法。这种算法根据当前光照条件，不断调整逆变器输入电压和电流，以找到太阳能电池板的最大功率输出点。MPPT算法的优化能够在不同光照条件下的最佳能量转换。逆变器还需要适应电网的要求。电网连接要求交流电的频率、相位等参数与标准相符。逆变器需要调整输出交流电的波形和参数，以确保与电网的稳定连接。逆变器的散热和温度管理也是参数调整的重要方面。不同的光照条件可能导致逆变器的温度升高，影响其性能和寿命。因此，逆变器的参数需要根据温度变化进行调整，以维持稳定的工作温度。

（三）电气系统的检验方法研究

电流电压检测是电气系统中常见的检验方法之一。通过测量电流和电压，可以确认各个组件和电路的正常工作状态。异常的电流电压波动可能暗示着电气连接问题、设备故障或电路负荷过重。绝缘测试通过施加一定电压，检测电气设备和电路之间的绝缘是否足够，以防止漏电和短路等问题。这有助于确保电气系统在潮湿环境和极端条件下仍能安全运行。接地测试是检验电气系统接地状态的关键方法。良好的接地可以防止电气设备积累静电、减轻雷击风险，并提供人身安全保护。接地测试会测量接地电阻，确保接地系统的质量达到要求。漏电保护装置测试是确保电气系统安全性的重要步骤。这些装置可以及时检测到漏电情况，并在必要时切断电流，避免触电风险。测试漏电保护装置的触发时间和准确性，可以保障系统的人身安全。运行状态测试是检验电气系统实际运行状态的方法。通过模拟不同工作负载和情景，可以验证电气系统在不同条件下的稳定性和性能，发现问题并进行调整。

五、结语

综上所述，本文对光伏电站施工中的设备安装和调试技术进行了深入的研究和探讨。通过对设备安装的流程、关键点以及调试阶段的重要性进行分析，论述了设备安装的规范化和调试技术的关键措施。同时，探讨了设备安装和调试过程中可能遇到的挑战以及解决方法。通过这些深入的阐述和论证，有望为光伏电站施工中的设备安装和调试工作提供了一定的理论指导和实际操作指南，以确保光伏电站的高效运行和可靠性，为可持续发展贡献力量。

参考文献：

- [1] 卢强. 浅谈山地光伏区施工难点及应对措施[J]. 人民黄河, 2023, 45(S1):175-177.
- [2] 罗剑锋, 徐涛, 刘华斌等. 光伏电站组件支架基础灌注桩施工技术和质量管控[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(06):148-150.
- [3] 谭昊, 陈海涛, 钟毅等. 基于 BIM 的光伏电站施工运维一体化平台应用[J]. 项目管理技术, 2023, 21(06):152-157.
- [4] 张强. 屋顶光伏电站施工技术研究[J]. 光源与照明, 2023(05):147-149.
- [5] 孙一祖. 浅析山地光伏电站项目桩基施工质量——以青海省互助县 57.7 兆瓦村级光伏工程项目为例[J]. 房地产世界, 2023(06):85-87.
- [6] 奋战在海拔 4600 米的高原上——全球最大水光互补项目柯拉光伏电站正在加紧施工[J]. 军事文摘, 2023(06):65.
- [7] 冯伦, 丁官元. 基于层次分析法的光伏电站施工阶段质量问题及对策分析[J]. 光源与照明, 2023(02):91-93.
- [8] 张波. 山地光伏电站项目施工阶段管理优化研究[J]. 人民珠江, 2022, 43(S2):109-112.
- [9] 周成贤. 光伏支架安装施工技术在农业光伏电站项目中的应用[J]. 工程建设与设计, 2022(22):124-126.DOI:10.13616/j.cnki.gcsysj.2022.11.240.
- [10] 冯晋哲. 光伏电站工程施工危险源辨识及施工安全管理要点研究[J]. 中国设备工程, 2022(20):19-21.
- [11] 程牧春, 张元海. 水库“渔光互补”光伏电站施工技术研究[J]. 四川水泥, 2022(10):51-52+55.
- [12] 周成贤. 农业光伏电站工程中的防雷接地施工技术[J]. 工程建设与设计, 2022(18):142-144.DOI:10.13616/j.cnki.gcsysj.2022.09.246.
- [13] 孙国庆. 光伏电站施工与发电的风险及措施探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(06):92-94.DOI:10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2022.06.092.03.
- [14] 任小凤. 光伏电站施工与发电风险及风险防范措施[J]. 光源与照明, 2022(03):92-94.
- [15] 张鹏. 光伏电站施工与发电的风险及措施分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(01):222-223.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2022.01.094.