

山地光伏电站施工重点及质量控制技术

左 焱

上海宝冶集团有限公司, 上海 201900

[摘要]山地光伏电站工程建造技术的优化与应用研究,在当下属于新能源领域的关键课题之一。山地地形本就复杂,起伏情况也比较明显,并且其光照条件同样有着不小的不稳定性,这些因素无疑给光伏电站的建设以及后续运行增添了诸多难题。所以,对山地光伏电站建造技术的优化及应用展开细致探讨,对于提高电站的发电效率、减少建设成本、强化运行稳定性而言,有着极为重要的意义,同时也可对山地地区可持续能源的发展给予有力的支撑。

[关键词]山地光伏电站; 施工重点; 质量控制技术

DOI: 10.33142/ucp.v2i4.17304

中图分类号: TM131

文献标识码: A

Key Construction Points and Quality Control Technologies for Mountain Photovoltaic Power Stations

ZUO Yan

Shanghai Baoye Group Co., Ltd., Shanghai, 201900, China

Abstract: The optimization and application research of construction technology for mountainous photovoltaic power stations is currently one of the key issues in the field of new energy. The mountainous terrain is already complex, with obvious undulations, and its lighting conditions also have significant instability. These factors undoubtedly add many challenges to the construction and subsequent operation of photovoltaic power plants. Therefore, a detailed exploration of the optimization and application of construction technology for mountainous photovoltaic power stations is of great significance for improving the power generation efficiency, reducing construction costs, and strengthening operational stability of the power stations. At the same time, it can also provide strong support for the development of sustainable energy in mountainous areas.

Keywords: mountain photovoltaic power station; construction focus; quality control technology

引言

随着全球能源结构出现转型趋向,可再生能源也在快速向前发展,在这样的背景下,光伏发电凭借自身所具备的清洁特性、较高的效率以及可持续发展的优势,已然成为新能源建设方面极为重要的一个发展方向。在我国的平原地区,其光伏资源已经逐渐呈现出趋于饱和的状态,不过山地地区由于光照资源颇为丰富,土地在利用方面有着很大的潜力,所以正慢慢变成光伏发电领域新的开发区域。然而山地地形是复杂且多变的,存在着坡度较为陡峭的情况,地质条件之间存在显著的差异,与此气候环境以及交通条件给施工组织带来了更高的要求,这些因素一方面增加了施工的难度,另一方面也对光伏电站的发电效率以及运行安全产生了直接的影响。山地光伏工程涵盖了场地平整、边坡防护、基础施工、支架安装、光伏组件布置、电缆敷设、输电线路与并网工程还有防雷接地等诸多关键技术环节,每一个环节的施工质量都会对电站实现长期稳定的运行起到十分重要的作用。所以说,全面且细致地去分析山地光伏电站施工的重点所在,再结合质量控制技术展开相应的优化工作,既能提升工程施工的效率以及发电的性能,又可以降低安全方面的风险以及后期维护的成本。本文会从施工组织以及技术难点这两个角度出发,针对山地光伏电站的施工重点以及质量控制技术展开深入的

研究探讨,并且还会提出相关的优化策略,期望能够为山地光伏工程的建设给予科学且切实可行的指导,进而为新能源领域达成高质量的发展目标给予有力的支撑。

1 山地光伏电站施工重点

1.1 场址勘察与测绘技术要求

在山地光伏电站的建设进程里,场址勘察以及测绘无疑属于整个工程施工极为关键的起始环节,这一环节所达成的精度状况以及所具备的全面程度,会径直对后续设计方案是否合理以及施工质量能否得到有效把控产生影响。鉴于山地地形呈现出起伏不定的特点,且地质条件也颇为复杂,在开展勘察工作的过程当中,一方面要针对地形地貌、土壤的具体性质、岩层的构造情况、地下水位的高低及其稳定性等相关方面展开系统的调查活动;另一方面还得综合考量气象方面的因素、日照的情况、风速的大小以及降雨量的多少等长期环境方面的数据,以此来保证光伏阵列的布置能够和自然条件达成高度的契合。在测绘工作的实施期间,应当运用诸如无人机航测、GPS-RTK测量以及三维激光扫描这类高精度的技术手段,进而精准地获取到坡度、坡向、高差以及地形遮挡等方面的相关因素信息,并且由此形成数字化的地形模型,从而为后续的支架布置工作、基础施工事宜以及排水设计等方面给予较为可靠的依据支撑。与此勘察与测绘这两个方面的工作还

需要充分顾及施工道路以及材料运输通道在实际操作中的可行性情况,还要充分考虑到生态保护方面的相关要求以及潜在存在的地质灾害风险等因素,确保工程选址能够在技术层面的可行性、经济层面的合理性以及环境层面的可持续性这三者之间实现最为理想的平衡状态,进而为后续施工能够顺利推进打下稳固的基础。

1.2 场地平整与边坡防护

在山地光伏电站开展施工活动期间,场地平整以及边坡防护属于极为关键的环节,其对于确保整个工程能够安全推进并且施工过程可以顺利开展有着重要作用。因为山地的地形呈现出较大的起伏状况,地质方面的条件也相对复杂,在施工进程当中,务必要依据勘察所获取的数据来制定出合理的场地平整方案。具体而言,可采用分层开挖的方式,也可以采取台阶式整形等办法,通过这些举措,在确保支架安装具备稳固性以及施工道路具备可行性的基础之上,尽可能地将土石方工程量缩减下来,并且要结合现场的实际状况去对坡度以及台阶宽度加以优化处理,如此一来便能够方便机械展开相关作业以及后续的维护工作得以顺利实施^[1]。就边坡防护这一方面来讲,得依据不同的土质情况与岩性特点来挑选与之相适配的防护结构,像是重力式挡土墙、锚杆支护、格构梁、挂网喷混凝土或者植被护坡等等,与此还需配套完善的排水系统,以此来有效地对地表径流以及地下水渗流加以控制,防止因雨水冲刷而致使坡面出现失稳的情况发生。并且在施工的过程当中,要严格且细致地落实针对压实度、锚固力以及混凝土强度等各项质量检测工作,倘若有必要的话,还需设置专门的监测点,对边坡变形、沉降以及渗水等情况展开实时的观测活动,进而能够在保障施工安全以及结构稳定的条件之下,兼顾到环境保护以及后期运行维护方面的便利性。

1.3 基础施工与支架安装

在山地光伏电站开展建设工作期间,基础施工以及支架安装这两个方面,属于能够确保光伏组件可实现长期稳定运行的关键环节。在具体的施工进程当中,务必要充分结合场地所处的实际地质状况、地形呈现出的坡度情况以及当地的气候相关特点,去精心挑选最为适宜的那种基础形式,像混凝土独立基础、预制桩基础又或者是岩石锚固基础等都可作为备选项。并且要在实施开挖操作、进行浇筑作业或者开展钻孔工作的整个过程当中,极为严谨地把控好各项尺寸、标高以及垂直度方面的细节,务必保证其能够与设计图纸所呈现出来的内容达成高度的一致性。与此还应当切实做好针对钢筋绑扎、模板支设还有混凝土浇筑等方面的质量管理工作,从而切实保障基础能够具备足够充裕的承载力以及抗拔力。就支架安装而言,需要依据排布设计的相关要求来精准地实施放线与定位操作,以此确保阵列间距、倾角以及方位都能够契合最大化利用日照资源的需求。并且在整个安装的进程之中,要严格对各个连接部位的紧固力矩、防腐涂层的完整性以及焊接质量等方面加以把控,以

防因出现装配误差而致使结构发生变形或者造成组件受力出现不均衡的情况。除此之外,还需综合山地施工所处的实际环境状况,去设置那些必要的防风、防雪以及抗震加固方面的相关措施,从而保证在长期的运行期间,能够有效抵御极端气候所带来的种种影响。在完成安装工作之后,还要开展全面的质量检测与调试工作,进而为光伏发电系统能够实现高效、安全且稳定的运行筑牢坚实的基础。

1.4 光伏组件安装与电缆敷设

在山地光伏电站开展施工活动期间,光伏组件的安装以及电缆的敷设这两项工作,可说是直接和发电效率以及运行安全紧密关联的关键环节。在安装的具体过程当中,得等到支架定位已经完成,并且经过复核确认是合格之后,再依据设计方面的要求,把组件一个个按照顺序安置到位,而且要保证其倾角、方位还有阵列间距都契合能够使日照得到最大化的利用的布局方案。对于组件的固定操作,务必要对紧固件的扭矩加以严格把控,同时还得防范玻璃面板出现受力不均的情况,并且要同步去检查防水密封以及接线端子的可靠程度。电缆敷设的时候,需要综合考虑山地的实际地形状况以及防护方面的具体要求,合理地去挑选诸如沿着支架走线、采取地埋敷设方式或者采用桥架敷设等不同的敷设方式,以此来确保敷设路径是最短的,弯曲半径也得符合相关规范规定,还要避免出现机械应力集中的情况。直流电缆跟交流电缆应当分开来进行布置,并且要给它们加上具有耐候性、阻燃功能以及能防紫外线的保护套管。当电缆需要穿越道路或者岩石所在的区域时,就得采用钢管或者混凝土这样的保护措施,从而防止受到外力的损伤^[2]。在敷设电缆的过程中,还需要做好编号标识的相关工作,同时要做好接地连接以及绝缘测试等方面的事情,避免因接线出现错误、绝缘部位发生破损或者是接触不够良好等情况而引发能量损耗以及安全隐患。施工全部完成之后,还应当对组件的串联电压以及电流进行细致的检测,同时要对电缆回路开展绝缘试验以及耐压试验,以此来确保整个系统能够具备稳定、安全并且高效的运行条件。

1.5 输电线路与并网工程施工

在山地光伏电站施工期间,输电线路以及并网工程属于实现电能高效输送并且稳定接入电网的重要环节,在施工的时候要结合复杂的地形条件还有气象环境来合理地去选择架空线路或者电缆敷设方案,并且在路径规划的过程当中要避免地质灾害隐患区、生态保护区以及高风险边坡,以此来保障线路走向是安全的、经济的并且方便后期开展维护工作。就基础施工而言,应当依据杆塔类型以及地基承载力展开精确的设计与施工,在岩石地区可以采用钻孔锚固的方式,在松软土层需要进行加固处理,从而确保杆塔结构的稳定性。导线架设得严格把控弧垂、间距以及相位排列,避免因张力不足或者超出限定引发运行隐患,与此同时还要对金具、绝缘子等部件开展质量检验以及防腐、防污处理。在并网工程方面,需要依据电网接

入方案完成升压站或者箱式变压器的安装,并且配备完善的保护、监控以及计量系统,以此来保证电能质量和运行安全。施工的整个过程都要落实防雷、防风、防冰雪的措施,并且在竣工之后针对输电线路以及并网设备开展耐压、绝缘、保护动作以及同步调试试验,从而确保山地光伏电站可以安全、稳定、高效地向电网输送电能。

2 山地光伏电站工程质量控制技术优化策略

2.1 阵列间距优化设计与发电量提升

在山地光伏电站工程建设期间,阵列间距的优化设计和光伏系统的发电量以及整体运行效率有着极为密切的关系。因为山地地形存在起伏较大、坡度以及方位差异较为显著的情况,如果把阵列布置得过于密集,那么就很容易出现相互遮挡的现象,进而导致光照利用率降低。相反,要是把间距设置得过宽,那么又会使得土地占用面积增加,布线成本也会随之提高。所以,应当依据太阳辐射入射角、地形坡度以及方位等相关数据来展开精确的计算工作,并且借助三维建模以及光照模拟分析等方式来确定最为合理的间距,从而让每一个光伏组件能够在日照的整个全天时长以及全年周期范围之内接收到最多的有效辐照。在实际进行布置操作的过程中,还需要同时考虑到运维通道、电缆布线以及排水坡度等方面的情况,以此来确保施工具备可行性,同时也能够保证后期维护工作的便利性。

2.2 倾斜角度优化与发电效率提升

在山地光伏电站相关工程当中,针对光伏组件倾斜角度予以优化,这属于能够提升发电效率的一种关键技术手段。鉴于山地地形存在起伏情况,并且坡向方面的差异比较明显,在这种状况下,单一固定的倾角通常很难充分地利用全年太阳辐射,还容易使得部分组件在特定的季节或者时间段出现被遮挡的情况,又或者是入射角偏离最优状态,如此一来便会导致系统整体发电量有所降低。所以应当综合考虑当地的纬度、太阳高度角的变化情况、地形的坡度以及光伏阵列的方位等方面因素,借助三维模拟以及光照分析来确定最为合适的倾角,而且还可以在在不同的坡段采用分区调整或者梯度倾斜的设计方式,以此来兼顾发电效率以及施工的可行性^[3]。在具体的施工环节当中,要严格把控支架安装的精度以及倾角偏差,保证实际安装的角度和设计值保持一致,与此同时还要结合阴影分析、阵列间距以及支架高度等方面协调地进行布置,进而最大限度地提升光照的利用率。

2.3 阴影效应减轻与发电稳定性增强

在山地光伏电站的工程建设和进程中,阴影效应已然成为对系统发电稳定性以及整体效率产生影响的关键要素。就山地而言,其地形呈现出起伏不平的特点,且阵列布置的密度颇高,在这样的情况下,不同组件之间或者相邻地形存在高差,这就很容易引发局部出现遮挡的情况,进而致使电流串联出现不均衡的现象,还会造成功率方面的损失,甚至会出现热斑效应,这些情况无疑会对光伏系统的长期稳定运行

产生不利影响^[4]。为了能够减轻阴影所带来的影响,在设计阶段应当充分借助三维地形建模以及光照模拟等手段,针对光伏阵列的间距、倾角、排布方向还有高低错位等方面展开科学合理的优化操作,以此来保证在全年各个不同的季节以及时段,组件所接收到的有效光照能够实现最大化的效果。与此还可以运用串/并联优化的方式、让电缆布局变得更加合理化以及采用组串监控技术等举措,以此提升受遮挡组件在能量方面的独立性。在施工的过程中,务必要严格按照设计方案来进行组件的定位以及支架的安装工作,要确保各个阵列之间的高差和间距精度都能够契合优化的要求,并且要在一些关键区域设置遮挡预警或者调整缓冲带。

2.4 系统容量调整与负载压力优化

山地地区光照条件往往不稳定,尤其是在云雾较多的情况下,太阳能光伏电池板的负载压力会增加。因此,选择组件容量时,需要充分考虑当地的日照时间和光照强度,确保组件能够在最佳工作区域内运行。为克服部分区域可能面临的光照不足问题,需要合理分布电池板,避免集中安装在某一部分。同时,在电站运行过程中,如果负载压力过大,不仅影响发电效率,还可能对设备造成损害。因此,需要通过合理调整电站的装机容量和运行模式,降低负载压力。例如,在光照条件较差的时候,可以适当减少电站的输出功率,避免设备过载运行。

3 结语

山地光伏电站施工因其地形复杂、施工条件受限制且环境因素多变而有相当高的难度,不过借助科学的施工组织安排、精确的基础及支架安装操作、合理的光伏组件布局安排,还有完善的防雷接地以及安全防护举措,是能够切实保障工程质量以及施工安全的。与此运用阵列间距优化、倾斜角度调整以及阴影效应控制等技术手段,既能提升发电效率,又能强化系统运行的稳定性和可靠性。

【参考文献】

- [1]王炜贵,李建学,张轩,等.山地光伏电站施工重点及质量控制技术[J].工程建设与设计,2025(14):246-248.
 - [2]张彩军,范康靖,张轩,等.山地光伏电站建设土建质量控制要点[Z]//《施工技术(中英文)》杂志社,亚太建设科技信息研究院有限公司.2024年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(上册).中建二局第一建筑工程有限公司,2024:270-271.
 - [3]谢晖.某山地光伏工程案例[J].中国设备工程,2025(5):254-255.
 - [4]塔拉,辛轲,阿力夫,等.山地光伏电站的特性及设计要点[J].内蒙古电力技术,2019,37(3):18-22.
- 作者简介:左焱,毕业院校:马鞍山职业技术学院—机电一体化(全日制),哈尔滨工业大学—工程管理(继续教育),当前就职单位:上海宝冶集团有限公司,职务:事业部助理,职称:电气工程师。