

浅谈高海拔山地光伏电站道路布置与施工

郑新愿 秦 彪 王思科

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610066

摘要：高海拔山地光伏电站作为一种新型能源项目，近年来在推动太阳能光伏发电产业发展方面起到了重要的示范作用。然而，高海拔山地复杂的地形、地质条件和恶劣的气候给电站建设带来了诸多挑战，特别是光伏电站道路的布置与施工。本文基于某高海拔山地光伏发电项目，对高海拔山地光伏电站的道路布置原则、布置方案及施工方法进行了深入探讨，旨在为类似项目的建设提供有益参考。

关键词：山地光伏；高海拔；道路布置；道路施工

引言

高海拔山地光伏电站利用山区荒坡地建设，不仅能够充分利用土地资源，还能有效推动当地太阳能光伏发电产业的发展。然而，高海拔山地的特殊环境给电站建设带来了诸多难题，其中道路布置与施工是关键环节之一。因此，本文旨在探讨高海拔山地光伏电站道路布置与施工的有效策略，以确保项目的顺利进行和效益的充分发挥。

1 工程概况

某山地光伏发电项目总装机容量达到230MW，光伏场区被划分为8个独立的站区，各站区分布较为分散，且均按照方阵形式进行布局。项目所在地属于典型的构造剥蚀、溶蚀中山及高中山地貌区域，多数光伏方阵位于山顶或山顶斜坡地带，海拔高度介于1500m至3500m之间，地形坡度变化范围为5°至60°，山谷与山岭之间的高度差异在500m至1100m不等，这给施工期间的光伏区交通及材料运输带来了极大的挑战。

为了满足场区建设期间的材料运输需求以及运营期间的检修需要，本项目对场内检修和施工道路进行了周密规划。道路设计确保了每个箱式变电站（箱变）的位置均可便捷到达，并充分满足了方阵施工所需的材料运输条件。

道路设计标准参照了厂矿道路的三级标准，其中平曲线的最小半径设定为9m，最大纵坡为18%，路面宽度为3.5m，单侧路肩宽度为0.25m，路基总宽度为4.0m。路面采用泥结碎石结构，面层厚度达到180mm，路基则采用原土夯实处理。道路设计为单向横坡，路面横坡为2%，路肩横坡为3%。在部分挖方路段，还设置了单侧排水沟以确保排水顺畅。本项目所规划的道路总长度约为21km。

2 高海拔山地光伏电站道路规划原则与方案

2.1 规划原则

在高海拔山地光伏电站项目中，道路规划应遵循“安全、便捷、经济、环保”的原则。具体来说，首先要确保施工车辆的通行安全，合理规划道路线路和宽度；其次要考虑施工效率，使道路布局尽可能便捷；同时，在满足安全性和便捷性的前提下，要尽可能降低道路建设成本，并减少对当地生态环境的破坏。

2.2 规划方案

高海拔山地光伏电站的道路规划方案需要充分考虑地形特点、气候条件和施工需求等多方面因素。通过合理的线路规划、宽度设计、防滑与排水措施以及临时停车点与装卸区的设置，可以确保施工过程的顺利进行和电站运营期间的便捷维护。同时，还要加强道路的日常维护和保养工作，确保道路长期保持良好的使用状态。

2.2.1 线路规划

线路规划是道路设计的首要任务，它直接关系到后续施工的难易程度和道路的使用效率。在进行线路规划时，必须充分考虑光伏场区的整体布局和地形特点。高海拔山地地区地形复杂多变，有陡峭的山坡、崎岖的山谷，还有可能存在滑坡、泥石流等自然灾害的隐患区域。因此，线路规划的首要原则就是避开这些地形陡峭、路况复杂的地段，选择相对平缓、地质稳定、易于施工和维护的线路。为了实现这一目标，需要进行详细的地形勘察和地质调查。通过无人机航拍、地面勘探等手段，获取准确的地形地貌和地质结构数据，为线路规划提供科学依据。在规划过程中，还要充分考虑施工车辆的通行需求，确保道路线路能够顺畅连接各个施工点，特别是每个箱变的位置都必须能够通达。箱变作为光伏电站的关键设备之一，其安装和维护都需要便捷的道路通行条件。同时，线路规划还要满足方阵施工材料运输的需求。光伏方阵的施工材料包括光伏板、支架、电缆等，这些材料体积大、重量重，对道路的承载能力

和通行宽度都有一定要求^[1]。因此,在线路规划时,要确保道路能够承载重型施工车辆的通行,并且宽度足够让车辆顺利转弯和会车。此外,线路规划还要兼顾环保和生态保护的原则。高海拔山地地区生态环境脆弱,一旦破坏就难以恢复。因此,在规划道路线路时,要尽量避免对植被的破坏,减少对野生动物的干扰,确保道路建设与生态保护相协调。

2.2.2 宽度设计

道路宽度的设计是道路规划中的重要环节,它直接影响到施工车辆的通行效率和道路的安全性。在本项目中,根据施工车辆的通行需求和地形条件,对道路宽度进行了精心设计。参照厂矿道路三级标准,将路面宽度设定为3.5米。这个宽度既能满足单向行驶的施工车辆需求,又能在一定程度上保证会车的安全。同时,还考虑了路肩的宽度设计。单侧路肩宽度设定为0.25米,这样可以为车辆提供额外的行驶空间,也可以在紧急情况下作为临时停车带使用。路基宽度的设计也是至关重要的。将路基宽度设定为4.0米,这个宽度既包括了路面宽度和路肩宽度,还考虑了一定的施工误差和后续维护的空间。这样的设计既能确保道路的稳定性,又能减少对地形的破坏,降低施工难度和成本。在宽度设计过程中,还充分考虑了道路的排水需求。由于高海拔山地地区降雨较为频繁,道路排水问题必须得到妥善解决。在道路两侧设置了排水沟,确保雨水能够迅速排走,避免道路积水对通行造成影响。

2.2.3 防滑与排水

在高海拔山地地区,气候多变,降雪和降雨较为频繁,这对道路的防滑和排水性能提出了更高要求。为了确保道路在恶劣天气下的正常通行,在道路规划中充分考虑了防滑和排水问题。对于防滑措施,主要采取了两种方案。一是选用具有良好防滑性能的路面材料,如沥青混合料中掺加抗滑剂,提高路面的摩擦系数。二是设置防滑设施,如在坡道、弯道等易滑路段铺设防滑垫、安装防滑链等,进一步增强道路的防滑能力。在排水方面,根据地形特点和降雨量大小,合理设置了排水设施。在挖方路段,设置了单侧排水沟,确保雨水能够迅速排走,避免对道路造成冲刷和破坏。同时,还在道路两侧设置了截水沟和边沟,形成完整的排水系统,确保道路在雨季能够保持畅通无阻^[2]。除了上述措施外,还加强了道路的日常维护和保养工作。定期检查道路排水设施是否畅通无阻,及时清理堵塞物;对路面进行定期清扫和保养,保持路面清洁干燥;对防滑设施进行定期检查和更换,确保其处于良好状态。

2.2.4 临时停车点与装卸区设置

在光伏电站的施工过程中,临时停车点和装卸区的设置对于提高施工效率、减少时间成本具有重要意义。因此,在道路沿线合理设置了这些设施。临时停车点的设置主要考虑了施工车辆的停放需求和交通流畅性。在道路两侧设置了多个临时停车点,供施工车辆临时停放和休息。这些停车点位置合理、标识清晰,方便车辆进出和停放。装卸区的设置则主要考虑了材料运输的需求和施工效率。在光伏方阵附近设置了多个装卸区,用于光伏板、支架等材料的装卸和堆放。这些装卸区地面平整、宽敞明亮,配备了必要的装卸设备和工具,确保材料运输的顺利进行。同时,还加强了临时停车点和装卸区的管理和维护工作。定期对这些设施进行检查和维修,确保其处于良好状态;加强交通管理,确保车辆有序进出和停放;加强材料管理,确保材料的堆放和运输符合安全规范。

3 高海拔山地光伏电站道路施工方法与技术要点

高海拔山地光伏电站道路施工方法与技术要点涉及多个方面,包括施工准备、施工方法选择、质量控制与监督以及环境保护与恢复等。在实际施工过程中,必须充分考虑地形、地质和气候条件对施工的影响,制定详细的施工方案和安全措施;选择适合山地光伏项目的施工方法;建立完善的质量控制体系和技术标准体系;注重环境保护和恢复工作。

3.1 施工准备

施工准备是道路施工的基础,直接关系到后续施工的顺利进行和施工质量。在高海拔山地光伏电站道路施工前,必须充分了解地形、地质和气候条件。这包括通过地质勘探、地形测绘等手段获取详细的地质构造、土层分布、地形起伏等信息,以及通过气象资料了解当地的气候特点,如降雨、降雪、风速、温度等。基于这些基础信息,制定详细的施工方案和安全措施。施工方案应明确施工流程、施工方法、施工设备、施工人员配置等关键要素,并充分考虑地形、地质和气候条件对施工的影响,制定针对性的应对措施^[3]。安全措施则应包括施工安全规范、应急预案、安全教育培训等内容,确保施工过程中的人员和设备安全。同时,要做好施工人员的安全教育和培训工作。由于高海拔山地地区的特殊环境,施工人员可能面临高原反应、恶劣天气等多重风险。因此,必须对施工人员进行针对性的安全教育和培训,使他们了解施工安全规范,熟练掌握操作技能,提高自我保护意识。

3.2 施工方法选择

针对高海拔山地光伏电站道路施工的特点和难点,应选择适合山地光伏项目的施工方法。高海拔山地地区地形复杂,施工难度大,因此,机械化施工方法成为首选。通过采用挖掘机、推土机、压路机等机械设备,可以提高施工效率和质量,减少人力投入,降低施工风险。然而,对于地形特别复杂、施工难度极大的地段,单纯依靠机械化施工可能难以达到理想效果。在这种情况下,可以采用人工配合机械的方法进行施工。通过人工清理障碍物、平整地面等预处理工作,为机械设备提供更好的施工条件;同时,利用机械设备的力量进行挖掘、填筑、压实等作业,确保施工质量和进度。在施工过程中,还应注重施工方法的灵活性和创新性。根据实地情况和施工进展,及时调整施工方案和方法,确保施工的顺利进行。同时,积极引进新技术、新设备,提高施工效率和质量,降低施工成本。

3.3 质量控制与监督

在道路施工过程中,质量控制与监督是确保施工质量的关键环节。为了加强对施工质量的监督和检查,必须建立完善的质量控制体系和技术标准体系。质量控制体系应包括质量目标、质量控制流程、质量控制责任等要素,确保施工过程中的每个环节都符合质量要求。技术标准体系则应明确施工规范、验收标准等具体内容,为施工质量和验收提供明确依据。在施工过程中,要对施工过程进行全面监控和管理。通过设立质量监控点、安排专职质量检查人员等方式,对施工质量进行实时监控和检查。同时,要做好施工记录和质量检测工作。施工记录应详细记录施工过程中的各项数据和信息,为质量追溯和问题分析提供依据;质量检测则应对关键部位和环节进行定期或不定期的检测,确保施工质量达到设计要求。此外,还应加强对施工人员的质量意识和技能培训。通过定期举办质量培训班、开展质量知识竞赛等方式,提高施工人员的质量意识和技能水平,使他们能够自觉遵守质量规范,确保施工质量的稳步提升。

3.4 环境保护与恢复

在道路施工过程中,环境保护与恢复工作同样至关重要。高海拔山地地区生态环境脆弱,一旦破坏就难以

恢复。因此,在施工过程中必须尽量减少对植被和土壤的破坏。这包括合理规划施工路线、避免过度开挖和填筑、减少对地表植被的践踏等措施。同时,要采取有效的生态恢复措施来恢复被破坏的生态环境^[4]。在道路两侧种植适宜的植被是一种有效的生态恢复方法。通过选择适应当地气候和土壤条件的植物种类,进行科学的种植和养护管理,可以形成稳定的植被群落,防止水土流失和生态退化。除了种植植被外,还可以采取其他生态恢复措施。例如,对于施工过程中产生的弃土和废渣,应进行合理堆放和处置,避免对周边环境造成污染;对于被破坏的土壤层,可以采取土壤改良、施肥等措施促进其恢复;对于施工过程中可能产生的噪音、扬尘等污染问题,应采取有效的降噪、防尘措施减少其对周边环境的影响。此外,还应加强对施工人员的环保意识和技能培训。通过定期举办环保培训班、开展环保知识宣传等方式,提高施工人员的环保意识和技能水平,使他们能够自觉遵守环保规范,积极参与环境保护与恢复工作。

结语

高海拔山地光伏电站道路规划与施工是一个复杂而具有挑战性的任务。通过本文的探讨和分析可以看出,在道路规划和施工过程中需要充分考虑地形、气候等因素对道路安全性和实用性的影响;同时要注重施工质量和环境保护工作以确保道路的长期稳定运行和生态环境的可持续发展。未来随着技术的不断进步和经验的积累相信高海拔山地光伏电站道路规划与施工技术将会得到进一步完善和提高。

参考文献

- [1]李刚,袁强,吴穹,等.四川高海拔山地光伏电站建设总结[J].科技资讯,2019,17(32):30-32.
- [2]李明鑫,李超,曹冬梅,等.山地光伏电站建设管理难点及措施[J].中国电力企业管理,2024,(27):46-47.
- [3]李根森,张娅春.山地并网光伏电站道路设计要点概述[J].太阳能,2017,(10):24-27.
- [4]张勇,彭畅,冯泽彬.山地光伏电站项目施工阶段管理优化研究[J].工程建设与设计,2024,(12):204-206.