

山地可伸缩拼接式安装作业平台的设计与应用研究

罗小龙 秦彪 陈博轩 牛霖 赵强
中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610066

摘要: 山地光伏项目场址陡坡陡峭,地势高低不平,传统的安装作业平台已无法满足复杂地形下的施工需求。为了解决这一问题,本文结合工程实例,研究提出了一种创新的山地可伸缩拼接式安装作业平台,该平台采用模块化设计,结构简单且操作便捷,通过可调节支撑臂、可拆卸安全护栏和便携式爬梯等组件,适应不同地形的施工要求。本文详细介绍了该平台的设计原理、技术方案及其在山地光伏支架和组件安装过程中的应用效果,旨在为山地光伏工程提供一种高效、安全、灵活的作业平台解决方案。

关键词: 山地光伏; 作业平台; 伸缩支撑臂; 模块化设计; 安全性

引言

近年来,为实现“双碳”发展战略目标,国家正大力发展光伏发电技术^[1]。而随着光伏装机容量的逐年增长,绝大部分光照充足、地势平坦等施工条件好的区域已被占用,光伏工程的选址逐渐向山地丘陵地区转移^[2]。相较于平地光伏项目,山地光伏地形复杂,场地坡度在 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间,传统的水平作业平台无法在陡坡上展开,极大限制了工人安装光伏支架的作业空间,而搭建脚手架平台耗费工期、施工成本高^[4]。另外一种方法是依托已固定好的光伏支架,在已安装的支架上设置挂钩,将作业平台悬挂在支架上,如图1所示。但这种方法也存在一定劣势,一是作业平台仅限于在安装好的支架上进行搭设,限制了施工空间和灵活性;二是挂钩式支架平台缺乏有效的安全防护,工人在施工作业时缺乏保障,增

加了事故风险;三是硬质挂钩在支架上反复摩擦,会破坏支架的镀锌层,加速材料的腐蚀。目前,山地地基不稳导致的支架稳固性问题已成为山地地区光伏工程的一大挑战。因此,如何设计一种能够快速调节、稳固且具有安全保障的支架作业平台,能够在山地环境中根据地形条件灵活调整、保持稳固性,确保支架和组件安装过程的安全高效运行,是目前山地光伏工程中急需解决的问题。基于此,本文以四川省西昌市某光伏项目为依托,研究提出了一种山地可伸缩拼接式支架作业平台,其通过手动调节支撑臂的高度与平台的水平,通过卡孔调节的伸缩结构,支架高度可手动调整,以适应不同地形。支架结构简单,操作方便,可实现快捷拆分组装以及多个支架平台拼接使用,适用于各种复杂的山地环境下作业平台的搭建,保障了作业的稳定性和安全性。

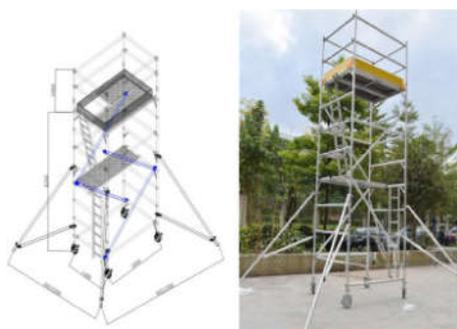


图1 水平平台

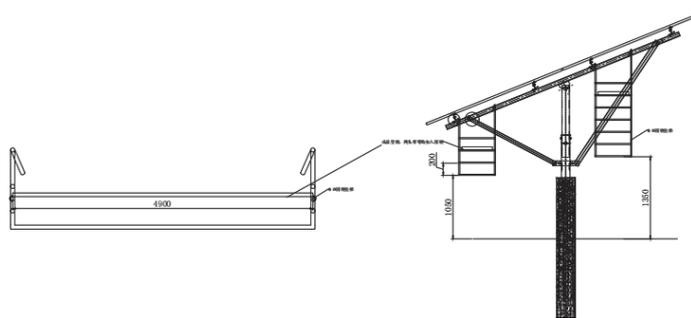


图2 挂钩平台

1 工程概况

项目位于四川省西南部凉山彝族自治州西昌市西侧的牦牛山山区,场址地处雅砻江流域西侧与安宁河流域东侧之间,该地区地质结构复杂,属于典型的构造侵蚀与剥蚀作用所形成的中山至高中山地貌,山势雄浑,地形起伏较大。整个场区的海拔高度变化显著,其中山岭

区域的海拔普遍在2200米至3500米之间,而山谷地带的海拔则在1250米至2700米之间。谷与岭之间的高差最大可达1100米。此外,由于场区地块较为分散,各地块内的地势也呈现出较大的起伏,部分区域的坡度甚至接近或超过 30° ,增加了工程建设中的复杂性和挑战性。场区的地质条件如图3所示,场区地表以第四系残坡积

(Q4el+dl)含碎块石粉质黏土、砾质黏土、碎块石、砾砂为主,是全场区最主要的地层;局部地段分布崩塌积层(Q4col+dl)碎块石和滑坡堆积层(Q4del)含碎块石粉质黏土、碎块石,冲沟区域一般分布冲洪积(Q4al+pl)碎块石,这对材料运输、支架和组件安装等施工环节产生了较大影响。

整体来看,该项目场址具有典型的山地光伏发电项目的特征。在复杂的地形、严苛的自然条件和特殊的地质环境下,如何实现高效的施工和材料运输成为了项目实施中的关键挑战之一。因此,针对该项目的施工方案和技术措施必须结合实际地理环境,灵活应用创新的技术手段,以确保项目能够在高效、安全、绿色的前提下顺利完成^[2]。

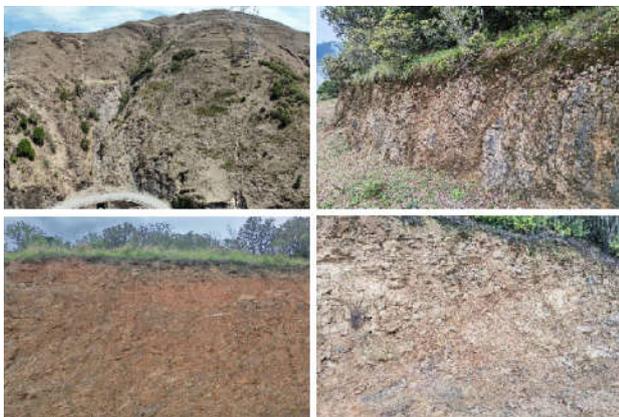


图3 光伏场区地质条件

2 可伸缩拼接式安装作业平台技术概述

针对上述工程的具体特点和山地光伏施工中的安装作业平台搭设难点,本文研究提出了一种手动可伸缩拼接式安装作业平台,具有高度调节功能、模块化设计和可拼接结构,能够适应复杂的山地地形。其主要特点是通过卡孔调节的伸缩结构,支架高度可手动调整,以适应不同地形。支架结构简单,操作方便,可实现快捷拆分组装以及多个支架平台拼接使用,具有较强的稳定性、操作便捷性和安全性。

2.1 平台结构设计

图4所示为手动可伸缩拼接式安装作业平台的结构示意图,图中各部分结构标识如下:平台板1、平台框架2、铰支座3、可伸缩支撑臂4、外臂5、卡孔6、固定销钉7、内臂8、锥形防滑脚垫9、便携式爬梯10、平台栏杆11、X型斜撑12、三角形固定板13、固定斜撑14、栏杆插孔15、固定螺栓16、爬梯横杆17、插接口18、承接口19。

从图中可以看出,平台的核心结构由上部平台与四组可伸缩的支撑臂组成。上部平台由平台板和平台框

架组成,其中平台框架为焊接矩形结构,中间设置X型斜撑,保障平台面的刚度与稳定性。支撑臂为嵌套式结构,每节支撑臂上设有若干卡孔,通过插销固定卡孔位置以实现高度调节^[3]。卡孔之间的距离按照标准设计,确保不同高度调节时支架的稳固性。

短边方向的两组支撑臂采用X型斜撑进行固定,提高稳定性。支撑臂与平台框架之间通过铰支座连接,可以实现支撑臂的折叠,增加便携性。两侧支撑臂展开后,通过四个固定销将支撑臂与平台框架固定,保证支撑臂与平台框架垂直固定。

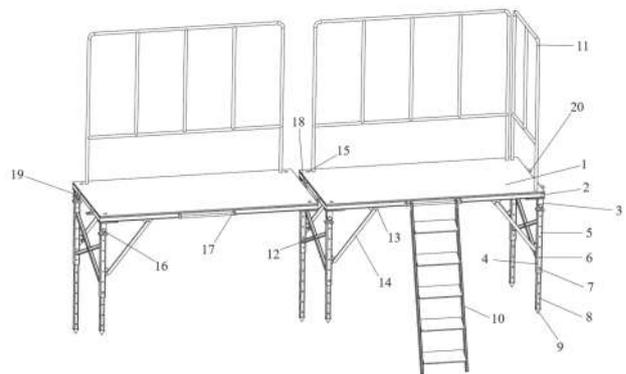


图4 手动可伸缩拼接式安装作业平台结构示意图

2.2 可伸缩支撑臂与卡孔调节机制

本平台的支撑臂采用伸缩设计,能够手动调节其高度以适应不同的地形坡度。每根支撑臂上设有多个卡孔,通过插销固定卡孔位置,支撑臂能够稳固地保持在所需高度。这种手动调节的方式简单直观,适合在没有电力或液压设备的偏远山地环境中使用。伸缩支撑臂的底端为圆锥形,能够保证支撑臂插入地面进行固定,防止发生位移。每个支撑臂展开后通过固定销进行卡位,确保与平台夹角为90°,始终保持竖向承载。

2.3 平台水平调节

每个支架的支撑臂可单独调节高度,能够应对地面高度不一的情况。支架底部配备防滑锥形脚垫,以增加支架与地面的摩擦力,确保在斜坡上稳定支撑。通过调节各支撑臂的卡孔位置,平台能始终保持水平。

2.4 模块化与拼接功能

平台框架的两侧设有连接点,可以将多个平台连接在一起,扩大作业面积。每个平台通过插接口和承接口进行连接,操作简便,拼接过程无需额外工具。这种模块化设计不仅便于平台的拆卸和运输,还可以根据作业需求灵活搭建不同规模的作业平台。

2.5 安全设计

平台的安全设计考虑到了作业人员的安全防护。平

台栏杆采用可拆卸式设计,通过预留的栏杆插孔与平台板连接。栏杆的下部插入栏杆插孔中,通过插销固定,确保安装过程的快速和稳定。此外,平台侧边还设计了便携式爬梯,爬梯的顶部设有挂钩,可以方便地挂在平台框架侧面,便于工人上下平台。

3 效益分析

本文所述的安装作业平台充分适应了山地陡坡的复杂地形,通过高度可调节功能,使得施工人员能够根据地形的不同坡度迅速调整作业平台,确保作业面保持稳定、平整。平台的稳固性和可靠性保证了施工过程的顺利进行,同时平台的搭建不会对地表环境造成过多干扰,最大限度地保护了原始地貌。这一设计不仅提升了作业效率,也实现了资源的高效利用,减少了对自然环境的破坏,保障了施工人员的安全。

从经济性角度来看,平台采用模块化设计,各部件可拆卸运输,避免了对大型机械设备的依赖,大大节约了机械成本和运输费用。平台的搭建完全依赖人工操作,不需要额外的电力支持,适合山地等偏远地区的施工需求。与传统的脚手架平台相比,本平台的运输成本节约了约50%。此外,平台的支腿升降功能通过简单的机械卡孔结构实现,操作简便且不需要额外的电力供应。同时,平台具有可重复使用的特点,局部施工完成后可以快速拆卸并转移到下一个施工作业面,较传统钢管脚手架平台具有更高的拆除重装速度。这不仅显著缩短了安装时间,还有效减少了作业平台的总体成本,提升了项目施工效率。

在环境保护方面,本平台的设计充分考虑了对地表植被和土壤的影响。平台的支腿通过插入地面固定,无需开辟稳固的安装平面,减少了对山地表土的扰动。此外,平台搭建后,施工人员的操作面得到有效扩展,极大减少了为安装支架和组件所需的开路开台面积,减少了对地表的破坏,后续施工也大部分可以在平台面上完成,从而降低了对周围环境的影响,减少了水土流失的风险^[4]。

在安全性方面,与传统的水平平台相比,本文提出的可伸缩拼接式安装作业平台具有明显优势。支腿可以根据山地的坡度进行灵活调节,确保作业面始终保持水平,避免了因地形变化带来的不稳定风险。与传统钢管脚手架平台相比,该平台减少了大量搭建过程中的施工风险,特别是在复杂地形中的适应性更强。此外,与挂

钩式平台相比,本平台的强度、刚度和稳定性更好,作业面范围更具扩展性,能够满足大范围的安装需求。平台配备的安全护栏和便携式爬梯设计大大提升了施工过程中的安全性,有效降低了高处坠落等安全事故的风险。

4 应用前景分析

本研究提出的山地可伸缩拼接式安装作业平台具有广泛的应用前景。平台设计能够适应复杂地形,特别是大坡度山地环境,伸缩调节和模块化结构使其能够灵活应对不同高度和坡度的变化,显著提高施工效率并增强安全性。随着国内光伏项目规模的不断扩大,特别是在西部高海拔地区,采用此平台将成为主流技术。平台的模块化设计使其不仅适用于光伏项目,还能广泛应用于水利、电力、建筑等山地施工领域,有着良好的跨行业应用潜力。从市场角度看,随着技术创新和设备优化,未来企业可以将智能化、自动化技术与平台结合,提升作业效率和安全性,如集成传感器、GPS定位和实时监控系统等,进一步适应复杂施工环境。

5 结论

本研究提出的山地可伸缩拼接式安装作业平台,有效解决了山地光伏项目施工中的平台搭建难题。该平台采用模块化设计,通过手动调节支撑臂高度和平台水平,适应复杂地形。平台结构简单,操作便捷,安全性高,能够有效提高施工效率,降低安全风险。与传统脚手架平台相比,本平台节省了运输和机械成本,安装时间更短,施工成本大幅减少。此外,平台设计避免了对地表的破坏,减少了水土流失。平台的可拆卸安全栏杆和便携式爬梯设计,提升了作业安全性。综合来看,本平台为山地光伏项目提供了一种高效、安全、环保的解决方案,具有较大的应用潜力和推广价值。

参考文献

- [1]吴建鹏,尹杰.山地光伏电站单立柱支架结构安装工艺分析——以广西某光伏项目为例[J].光源与照明,2022,(04):84-86.
- [2]朱吉庆,宋雨昂.太阳能光伏发电技术发展现状与前景[J].对外经贸,2024,(01):31-34,131.
- [3]李正雄,胡振华,潘旭峰.不同地形条件山地光伏用地适用性分析[J].云南水力发电,2024,40(10):185-187.
- [4]黄海云,潘东美.山地光伏现浇混凝土桩及支架组件安装施工技术[J].安装,2024,(08):93-96.