

Research and Application of the Construction Technology of the Large-scale Mountain Photovoltaic Power Station Project

Caile Yan Liuping Huang Xuran Wei Chao Wang Hongyi Chen

China Construction Second Bureau First Construction Engineering Co., Ltd., Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract

Mountain terrain is relatively complex, terrain height difference is larger, and the complex climate conditions, need to combine the actual situation of scientific design and photovoltaic power station engineering construction, to the mountain for efficient utilization of solar radiation energy, converted into electricity for local power supply demand, to reduce energy consumption, reduce environmental pollution, promote the development of green economy. The paper mainly analyzes the difficulties in the construction of the large-scale mountain photovoltaic power station project, and explores the key technologies of the project construction, so as to ensure the high-quality construction of the mountain photovoltaic power station project, so as to ensure the normal play of the function of the mountain photovoltaic power station and improve the utilization rate of solar energy.

Keywords

mountain; photovoltaic power station engineering; construction technology

大型山地光伏电站工程建造技术研究与应用

严才乐 黄柳平 魏旭然 王超 陈红亦

中建二局第一建筑工程有限公司, 中国·新疆伊宁 835000

摘要

山地地形较为复杂, 地势高差较大, 且气候条件复杂, 需要结合实际情况对光伏电站工程进行科学设计和建造, 从而对山地充足的太阳辐射能进行高效利用, 将其转化为电能供当地供电需求, 从而减少能源消耗量, 降低环境污染, 促进绿色经济发展。论文主要结合实际案例, 对大型山地光伏电站工程建造中的困难进行分析, 并对工程建造关键技术进行探究, 进而保障山地光伏电站工程的高质量建设, 从而确保山地光伏电站功能作用的正常发挥, 提高太阳能利用率。

关键词

山地; 光伏电站工程; 建造技术

1 引言

中国新疆位于北纬 33.5° ~ 48.5° , 太阳能资源丰富, 主要是新疆地理位置和气候条件较为特殊, 且气候干燥, 云雨较少, 因此新疆太阳能资源优势较好。新疆水平表面太阳辐照度年总量为 $5000\sim 6500\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{年})$, 年平均值为 $5800\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{年})$, 年总辐射量比同纬度地区高 $10\%\sim 15\%$, 居全国第二位。新疆年均直射辐射总量在 $2400\sim 4400\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{年})$, 年均直射辐射量为 $3300\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{年})$ 。由此可见在新疆建设光伏电站工程具有天然优势。为了提升光伏电站工程建设质量, 需要对山地情况进行详细了解, 明确山地光伏光电工程建造关键技术, 保障光伏电站功能作用的正常发挥。

【基金项目】大型山地光伏电站工程建造技术研究与应用 (项目编号: cscec2b1c-240031)。

【作者简介】严才乐 (1990-), 男, 中国湖北麻城人, 本科, 工程师, 从事光伏电站工程研究。

的正常发挥。中绿电尼勒克县 400 万千瓦风电光伏一体化项目 320 万千瓦光伏项目对新疆地区新能源发电后续发展有重要而且深远的意义, 需要对关键建造技术进行综合性分析。

2 大型山地光伏电站工程建造技术优化的必要性

中国地处北半球, 土地辽阔, 幅员广大, 有着丰富的太阳能资源。新疆地区太阳资源丰富, 但是由于该地区地理位置较为特殊, 山地情况较多, 对光伏电站工程建设带来了一定的难度。持续性优化山地光伏电站工程建造技术进行持续性优化, 可以克服当前工程建造中的各种困难, 并进一步提高工程施工效率和质量, 有效控制整体工程施工成本, 并能够不断优化和改善施工方案, 使其与山地地形特点保持契合性, 促进光伏电站的长远稳定发展^[1]。此外, 还可以结合实际情况, 灵活性调整光伏组件倾斜角度, 并优化阵列间距, 以便实现阳光能量捕获率的最大化, 保障光伏电站的高效运行, 有效增加山地光伏电站经济效益的增加。由于山地地形

较为复杂,且气候条件恶劣多变,对光伏电站安全运行带来极大的威胁。因此要结合实际情况,持续性优化和改善工程建造技术,以便与山地环境特点保持契合性,从而减少自然灾害的影响,实现系统可靠性运行,为中国光伏事业的可持续发展做出重要贡献。新疆位于北纬 33.5° ~ 48.5° ,其太阳能资源比同纬度的华北、东北地区高,也比低纬度的长江中下游地区和华南地区高。主要由其特定的地理位置和气候条件造成的,到达地表水平面上的太阳辐射能受气候条件和大气下垫面特性的影响十分显著,干燥的气候,少量的云雨,使新疆具有得天独厚的太阳能资源优势。其中新疆年太阳能辐射量分布情况如图2所示。尼勒克县位于新疆西本部,太阳能资源丰富,年均总辐射量在 $5000\sim 5400\text{MJ}/\text{m}^2$ 。中绿电尼勒克县400万千瓦风电光伏一体化项目320万千瓦光伏项目对新疆地区新能源发电后续发展有重要而且深远的意义^[2]。图1为中国新疆年太阳能辐射量分布图。

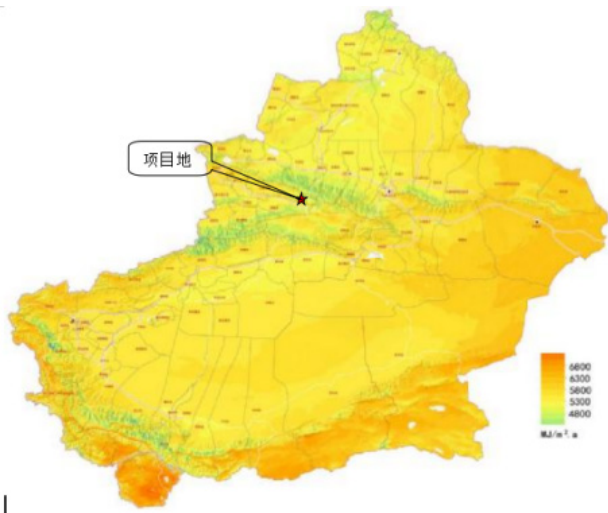


图1 新疆年太阳能辐射量分布图

3 大型山地光伏电站工程建造难点

3.1 基础灌注桩施工难点

戈壁滩大型山地光伏基础灌注桩施工质量控制,是整个光伏施工重大控制性关键工序,包括光伏基础灌注桩间尺寸精准定位和预埋套管安装精度,预埋套管的标高和精准定位也是灌注桩的施工难点,由于预埋套管是光伏支架的底座支撑固定点,预埋套管的安装精度对后期支架安装起到至关重要的作用^[3]。单根灌注桩桩径280mm,桩长2500mm,桩孔深度2300mm(桩基露出地表50mm左右,需要根据高程数据调整)混凝土浇筑量为 0.154m^3 ,且数额庞大共计20多万根桩,光伏区占地面为1.8万多亩地,地形为大型山地戈壁滩无人区,按照传统预埋套管施工方法将预埋套管绑扎在桩基钢筋上,由于桩基的正常塌落度致使预埋套管也随着一同塌陷,造成预埋件标高错误。导致灌注桩浇筑后预埋套管无法校正,且支架立管与预埋套管允许误差为3mm,去

除毛边影响后实际允许误差为2mm。预埋套管安装精度大于允许误差会导致光伏支架无法安装。

3.2 情况复杂,安装困难

山区光伏电站主要在沙化、荒漠化、石漠化山区,且地势起伏较大,地形地貌的约束性较强,加大了光伏电站支架布设难度;方针分布范围较广,支架支柱高度不一,难以与周边环境相互协调,加大了建设难度^[4];通常情况下,光伏电站工程施工周期较短,且施工难度加大,再加上山地地形复杂,设备材料运输难度较大,往往导致供应不足的问题,容易引起延期问题,甚至加大施工成本;在山地光伏电站工程建造中,需要通过土地、林业、环境等多种审核,再加上受到当地社会风俗习惯的影响,加大了整体工程设计规划和建造难度。

4 大型山地光伏电站工程建造关键技术

4.1 支架基础施工

本工程光伏支架基础采用微孔灌注桩。光伏支架基础采用 $\Phi 280$ 灌注桩;桩长2.5m,外露0.3m,微孔灌注桩采用履带式潜孔钻机进行成孔施工,以桩顶标高控制为主。具体施工流程:测量放线→钻机就位→钻进成孔→清孔→地上模板安装→混凝土浇筑→预埋钢管安装→混凝土养护^[5]。在具体施工前,需要进行精准的测量放线工作,然后对钻机进行精准定位,在开孔过程中需要确保孔洞始终保持垂直度和稳定性,且要对孔径、孔深进行严格控制;完成钻孔作业后需要通过风压等方式清孔,保障孔洞清洁性,之后进行地上模板安装工作,之后才能浇筑混凝土,并保障注浆质量的均匀性,确保稠度一致性,并用搅拌器充分搅拌,确保灌浆流量、浆体压力的稳定性。利用高压枕头重复性注浆和压实,增加浆液密度。在钢管预埋安装作业中需要严格按照图纸要求对钢筋进行规范性布设,对其间距合理控制,保障钢筋与灌浆体之间具备充足的间隙和粘结力^[6]。完成以上作业后要做好混凝土养护工作,增加整体结构强度。

4.2 支架及组件安装

本工程光伏支架采用镀锌镁铝光伏固定支架,支架组件最小离地面距离为1.5m。牧场光伏一体光伏阵列阵为 $2\text{X}14$ 列组件单元,每个光伏组件单元长度为17200mm,每个子阵支架204组,固定支架采用双立柱结构,倾角为 33° 。支架分为南北坡 9° ,所有杆件连接点均为铰接,立柱与斜梁连接螺栓不宜小于M12,斜撑与斜梁及柱连接螺栓不小于M10。檩条与光伏组件连接螺栓不小于M8,连接螺栓必须采用双垫片。支架安装顺序:前后立柱安装→主斜梁条→前后立柱斜撑→主梁条→水平调整→螺丝锁定;安装完毕,现场整理;检查螺栓是否紧固,整理现场工具,角度尺测量角度是否合格^[7]。技术要求:立柱、支撑安装:支架立柱与基础预埋件采用螺栓连接,支撑及斜梁与立柱之间采用螺栓连接;横梁安装:用螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母将支撑杆、

固定杆和固定块安装在前、后柱上,用扳手轻轻扳紧螺母,从侧面看成人字形,固定杆、支撑杆分别排成一条直线。然后用螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母将横拉杆安装在支撑杆上,用扳手轻轻扳紧螺母。安装过程中做好施工记录。

4.3 预埋套管安装效率及支架安装质量

针对预埋套管安装效率及支架安装质量,同时戈壁滩无人区光伏支架基础灌注桩施工场地大采用泵车加压、泵管输送的传统工艺混凝土无法三公里以上远距离输送且单根桩浇筑量少施工区域的裸土不适合混凝土罐车行走的特点^[8]。该项目提出一种利用50型号轻型铲车将铲车铲斗进行改造以适应裸土上混凝土的运输。在铲车铲斗底部开 $\phi 200\text{mm}$ 孔,焊接一根500mm长 $\phi 200\text{mm}$ 钢管,在焊接钢管中间增加一个手柄式闸阀,用于开启与闭合作用,便于桩基混凝土灌注。灌注桩浇筑前铲车在混凝土罐车后端接料,每铲斗可接料 2.5m^3 左右混凝土,再将改造后铲车放料口对准提前预支完成桩基模具进行放料浇筑,依次重复浇筑形成流水作业,取消了传统施工方法采用泵车加压、泵管输送的工艺,避免了传统施工方法混凝土遗撒及清理泵管混凝土浪费现象,节省了清理泵管所需的大量用水(戈壁滩无人区施工用水极为困难),节省大量人力物力资源。

5 结语

综上所述,为了实现大型山地光伏电站工程的顺利建造施工,需要对关键建造技术进行持续性优化和完善,尤其要完善阵列间距,使其与当地光照资源、阴影遮挡情况保持适应性,并灵活性调整阵列倾角、方位角等,以便有效提高

整体光伏组件的光电转换率。此外,还需要优化倾斜角度,最大程度上抓取太阳辐射能力,为了保障发电稳定性,需要适当减轻阴影效应,尤其要合理布置光伏组件,并对其排列方向、倾斜角度进行调整,减少阴影的产生,要定期清洁组件表面的遮挡物,并优化设计组串方式,充分保障光伏电站功能作用的高效发挥。

参考文献

- [1] 韩健民,张晓峰,张毛.山地光伏电站线路工程设计中改进无功补偿容量计算方式的研究[J].太阳能,2024(9):84-90.
- [2] 廖敬文.山地光伏电站项目施工管理对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(20):4-6.
- [3] 王炜贵,孙浩杰,张轩,等.山地光伏电站工程建造技术优化与应用研究[C]//《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,2024:2.
- [4] 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.
- [5] 任龙.山地光伏电站关键设计技术研究[J].科技视界,2022(21):53-55.
- [6] 郭文斌.山地光伏电站项目施工阶段管理优化研究[D].呼和浩特:内蒙古大学,2020.
- [7] 周靖斐,明小燕,姜生斌,等.复杂山地光伏电站设计建设的关键技术研究[J].云南水力发电,2016,32(6):57-60.
- [8] 张栋.山地光伏电站设计中环境因素的影响分析[J].水电与新能源,2016(1):73-74+78.