

光伏电站基础设施建设的优化策略研究

刘 刚

天津国电电力新能源开发有限公司 天津 300000

摘 要：随着全球能源结构的转型和可再生能源的发展，光伏电站作为利用太阳能发电的重要设施，其基础设施建设的重要性日益凸显。本文将从基建土木工程方面出发，探讨光伏电站基础设施建设的优化策略，旨在提高光伏电站的建设效率、降低建设成本、增强电站的稳定性和安全性。

关键词：光伏电站；基建；优化策略

引言

光伏电站的建设不仅涉及光伏组件的安装与调试，更包括一系列基础设施的建设，如地基处理、支架基础、道路与排水系统、综合楼与电控楼等。这些基础设施的建设质量直接关系到光伏电站的发电效率、运维成本和长期稳定性。因此，对光伏电站基础设施建设进行优化策略研究具有重要意义。

1 光伏电站基础设施建设的现状分析

1.1 基础设施建设的主要内容

光伏电站的基础设施建设是一个复杂而系统的工程，其核心内容涵盖了多个方面。首先，土地平整是建设的基础，需要确保地面平坦、坚实，以满足光伏组件的安装要求。地基处理则更为关键，它直接关系到光伏支架的稳定性和安全性，必须根据地质条件进行科学合理的设计和施工。支架基础作为光伏组件的支撑结构，其质量和稳定性同样至关重要。此外，道路与排水系统的建设也不容忽视，它们对于电站的日常运维和长期稳定运行具有重要影响。综合楼与电控楼则是光伏电站的指挥中心和控制中心，其设计和建设需充分考虑功能性和实用性。

1.2 存在的问题与挑战

然而，在光伏电站基础设施建设的实际过程中，存在着一系列问题和挑战。设计方案不合理是其中之一，部分项目在设计阶段缺乏充分的论证和优化，导致后续施工过程中出现诸多变更和调整，影响了建设进度和成本控制。施工质量控制不严也是一大问题，部分施工单位在施工过程中存在偷工减料、操作不规范等行为，严重影响了工程质量。此外，成本超支也是光伏电站基础设施建设面临的一大挑战，由于材料价格波动、施工难度增加等因素，部分项目出现了成本超出预算的情况，降低了电站的经济效益。

2 光伏电站基础设施建设的优化策略

光伏电站作为可再生能源的重要组成部分，其基础

设施建设的质量直接关系到电站的长期稳定运行及发电效率。通过优化设计方案、加强施工质量控制、降低建设成本以及增强电站稳定性和安全性等措施，可以有效提升光伏电站的建设质量和经济效益。

2.1 优化设计方案

设计方案是光伏电站建设的基础，其合理性直接影响到后续的施工难度、材料消耗以及电站的长期运行效果。因此，优化设计方案是提升光伏电站建设质量的关键。

2.1.1 精细化设计

精细化设计是减少不必要工程量、降低施工难度和材料消耗的有效途径。在光伏电站的设计过程中，应充分考虑地质、气候、环境等多方面因素，确保设计方案的科学性和可行性。对于地质条件，应进行详细的地质勘察，了解地基的承载力、稳定性及潜在的地质灾害风险。例如，在软土地基上建设光伏电站时，可采用桩基加固、地基处理等方法提高地基承载力，确保支架基础的稳定性。同时，还应考虑地基的沉降问题，通过合理的沉降计算和设计，减少地基沉降对电站运行的影响。在气候条件方面，应分析当地的风速、风向、降雨量等气象数据，为支架基础的设计提供依据^[1]。例如，在风速较大的地区，应采用抗风能力强的支架基础形式，如混凝土基础或钢管桩基础，以确保支架在强风作用下的稳定性。此外，还应考虑环境因素对电站运行的影响。例如，在沙漠、戈壁等干旱地区，应采取措施防止风沙对支架基础的侵蚀；在海边、盐碱地等腐蚀环境，应采用耐腐蚀的材料和防腐措施，延长支架基础的使用寿命。通过精细化设计，可以充分考虑各种因素，减少不必要的工程量，降低施工难度和材料消耗，提高光伏电站的建设质量和经济效益。

2.1.2 模块化与标准化设计

模块化与标准化设计是提高设计效率、降低设计成本的重要手段。在光伏电站的设计中，应引入模块化与

标准化的设计理念,通过统一的设计标准、模块化的组件和标准化的施工流程,提高设计效率,降低设计成本。例如,在支架基础的设计中,可以采用标准化的支架基础形式和尺寸,减少设计工作量。同时,通过模块化的组件设计,如采用预制的混凝土基础模块、钢管桩模块等,可以提高施工效率,减少现场加工和安装的时间。此外,还可以建立标准化的设计流程和规范,确保设计过程中的各个环节都符合设计要求。通过模块化与标准化设计,可以降低设计成本,提高设计效率,为光伏电站的建设提供有力的支持。

2.2 加强施工质量控制

施工质量控制是光伏电站建设过程中的重要环节,直接关系到电站的建设质量和长期运行效果。因此,应加强施工质量控制,确保施工过程中的各个环节都符合设计要求。

2.2.1 严格施工规范

制定严格的施工规范是确保施工质量的基础。在光伏电站的建设过程中,应制定详细的施工规范和操作规程,明确施工过程中的各项要求和标准。例如,在支架基础的施工过程中,应严格按照设计图纸和施工规范进行操作。对于混凝土基础的浇筑、钢管桩的打入等关键工序,应严格控制施工参数和质量标准,确保基础的质量和稳定性。同时,还应加强施工过程中的质量检查验收工作,对每一道工序进行严格的质量检查,确保施工质量符合设计要求。

2.2.2 强化现场监管

加强现场监管力度是确保施工质量控制得到有效实施的重要保障。在光伏电站的建设过程中,应设立专门的现场监管机构或人员,负责现场的施工监管和质量控制工作。通过定期巡查、质量检查、安全培训等措施,及时发现和解决施工过程中的问题和隐患^[2]。对于违反施工规范和操作规程的行为,应及时制止并进行整改,确保施工过程中的质量控制得到有效实施。同时,还应加强与施工单位的沟通协调工作,共同解决施工过程中的问题和困难,确保施工进度的顺利进行。

2.3 降低建设成本

降低建设成本是光伏电站建设的重要目标之一。通过合理选材与采购、优化施工流程等措施,可以有效降低光伏电站的建设成本。

2.3.1 合理选材与采购

合理选材与采购是降低建设成本的关键环节。在光伏电站的建设过程中,应根据项目的具体需求和预算,合理选择材料和设备型号。首先,应对不同材料的技术

参数、性能、价格等因素进行对比分析,选择性价比最高的材料和设备。例如,在支架基础的材料选择中,可以根据地基条件、承载力要求等因素,选择适合的混凝土、钢材等材料。同时,还应考虑材料的耐久性和腐蚀性等因素,选择具有较长使用寿命和较低维护成本的材料。其次,应采用集中采购和供应链管理的方式,降低采购成本。通过与供应商建立长期稳定的合作关系,可以获得更优惠的采购价格和更可靠的供货保障。同时,还可以通过优化供应链管理,减少库存积压和运输成本,进一步降低采购成本。

2.3.2 优化施工流程

优化施工流程是提高施工效率、降低人力成本的重要途径。在光伏电站的建设过程中,应通过对施工流程的合理规划和优化,提高施工效率,减少人力成本。例如,可以引入智能化施工设备和技术,无人机可以用于现场勘查、测量和监控等工作,减少人工勘查和测量的时间和误差,提高施工效率和准确性,减少人力成本^[3]。同时,还可以采用流水作业和并行施工等方式,提高施工效率。通过合理安排施工顺序和作业时间,可以实现不同工序之间的无缝衔接和并行施工,缩短施工周期,降低人力成本。

2.4 增强电站稳定性和安全性

增强电站稳定性和安全性是光伏电站建设的重要目标之一。通过强化地基处理、完善排水系统等措施,可以有效提高光伏电站的稳定性和安全性。

2.4.1 强化地基处理

地基处理是确保光伏电站稳定性的关键环节。在光伏电站的建设过程中,应针对不同类型的地基条件,采用合适的地基处理方法,确保地基的承载力和稳定性。对于软土地基,应采用桩基加固、地基处理等方法提高地基承载力。桩基加固可以通过打入钢管桩、混凝土桩等方式,将荷载传递到较深的土层中,提高地基的承载力。地基处理可以通过加固土层、排水固结等方式,改善地基的力学性质,提高地基的稳定性。同时,还应加强地基的沉降监测和预警工作。通过定期监测地基的沉降情况,及时发现并处理地基沉降问题,防止地基沉降对电站运行的影响。

2.4.2 完善排水系统

完善排水系统是确保光伏电站雨季等恶劣天气条件下稳定性和安全性的重要措施。在光伏电站的建设过程中,应设计合理的排水系统,确保电站周围的积水能够及时排除。例如,可以在电站周围设置排水沟、雨水收集池等设施,及时收集并排除雨水。排水沟的设计应

考虑雨水的流向和流量,确保雨水能够顺畅地流入排水沟并排出电站区域。雨水收集池可以用于收集雨水并进行再利用,减少水资源的浪费^[4]。同时,还应加强排水系统的维护和管理。定期对排水沟、雨水收集池等设施进行清理和疏通,防止堵塞和积水问题的发生。通过完善排水系统,可以确保光伏电站在雨季等恶劣天气条件下的稳定性和安全性,延长电站的使用寿命。

3 案例分析——以天津国电电力海晶盐光互补1000MW项目为例

3.1 项目概况

天津天津国电电力海晶盐光互补1000MW项目位于天津市滨海新区西南部大港长芦盐场内,占地面积约为20000亩,场地为盐池,水深1.5-2米,首层以黏性土为主,为近期填垫,一般层厚1.5~5.4米;第二层为粉质黏土,层厚约为0.7~2.1米,第三层为淤泥质黏土,该层分布稳定,层厚约为12-15米,为光伏区基础主要受力层,承载力特征值约为95kpa。第四层为粉质黏土,为升压站基础主要受力层,承载力特征值约为140-150kpa。

3.2 基础设施建设优化策略分析

3.2.1 桩基础结构选型优化

在“盐光互补”或“农光互补”电站中,基础基础通常由基础主体与光伏支架共同组成。综合考虑工程造价、结构高度、场地条件、晒盐养殖需求以及施工可行性等多方面因素,本项目在桩基础结构选型上进行了深入分析。(1)预应力管桩结构:通过水路挖掘机或水上打桩船将高强度钢筋混凝土预制桩压入地基,以获得必要的承载力。预应力管桩在抗压承载性能上表现优秀。当盐池水位较深或淤泥层较厚时,可能面临水平承载力不足等风险,此时需增加桩长或加大桩径。

本项目升压站拟定主要构筑物基础为预应力管桩,管桩施工期短,抗压承载力优秀。次要构筑物如道路、电缆沟等基础为水泥搅拌桩,水泥搅拌桩价格便宜,能够显著节约成本,选定抗硫酸盐水泥和固化剂两种材料进行试验桩,显示500-600桩径管桩效果良好,固化剂承载力优于抗硫酸盐水泥,且单米造价更低,能满足地基处理需求。

3.2.2 施工质量控制优化

(1) 预应力管桩:采用工厂预制方式,桩身混凝土

强度相对较高,且施工的机械化程度也相当高,使得桩体垂直度及平面偏差的精度更容易控制。但在户外条件下对焊缝的防腐处理要求较高,特别是在海边强腐蚀性环境的情况下,焊缝更容易腐蚀。(2) 水泥土搅拌桩:需在施工现场进行水泥制备、喷浆搅拌等工序,水泥土掺量、有效桩长控制、搅拌次数及时长控制等关键工序需精准控制,其质量控制需更为细致。

3.3 优化策略实施效果

通过选择预应力管桩及水泥土搅拌桩作为桩体结构,并结合严格的施工质量控制措施,本项目在基础设施建设方面取得了显著成效。光伏支架基础在前后排桩间距14米,列间距4.7米的条件下,能够满足GB 50011-2010《建筑抗震设计规范》及GB 50797-2012《光伏发电站设计规范》的要求。预应力管桩施工工艺受地质条件限制较小,适用范围更为广泛,成功解决了项目场地地质复杂的问题。以施工中常用的PHC400(AB)95预应力管桩与20%掺量水泥土搅拌桩为例,水泥土搅拌桩能够满足盐池内回填土情况下的地基处理承载力需求,经济型优,预应力管桩施工进度快,抗压承载力优秀,两者搭配能够解决软弱地基情况下光伏电站建设。

结语

光伏电站基础设施建设的优化策略研究对于提高光伏电站的建设效率、降低建设成本、增强电站的稳定性和安全性具有重要意义。未来,随着技术的不断进步和市场的不断发展,光伏电站基础设施建设将面临更多的挑战和机遇。因此,我们需要不断创新和优化设计方案、加强施工质量控制、降低建设成本、增强电站稳定性和安全性等方面的研究工作,以推动光伏电站行业的可持续发展。

参考文献

- [1]姜爱顺.新能源光伏电站项目建设管理研究[J].光源与照明,2020(8):52-53.
- [2]张续龙.光伏电站建设及运营管理分析[J].百科论坛电子杂志,2020(11):289.
- [3]戚忠华.新能源光伏电站项目建设管理思考[J].科技风,2020(19):3.
- [4]李少阶.光伏电站工程建设中技术管理要点及其强化对策[J].大科技,2020(48):78-79.