

基于BIM与无人机点云的山地光伏施工误差实时校正方法

程伯武

中冶武勘工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

摘要: 文章提出了一种基于BIM与无人机点云的山地光伏施工误差实时校正方法。该方法利用BIM模型作为施工基准,结合无人机点云技术获取施工现场实时数据,通过对比分析识别误差并进行精确定位。根据误差性质制定校正策略,并在施工过程中实施实时校正与监控,确保光伏组件安装精度。该方法提高施工效率,降低成本,为山地光伏施工误差校正提供新思路。

关键词: BIM技术;无人机点云;山地光伏施工;误差实时校正

1 BIM与无人机点云技术基础

1.1 BIM技术原理与功能

BIM (Building Information Modeling) 技术,即建筑信息模型技术,是一种基于三维数字模型的建筑设计和施工管理方法。其原理在于通过集成建筑项目中的几何、物理和功能信息,构建一个全面、准确的虚拟建筑模型。这个模型不仅包含了建筑物的几何形状和结构信息,还涵盖了建筑材料、设备、施工进度、成本等全方位的数据。BIM技术的核心功能在于实现建筑信息的集成、共享与协同工作。它使得设计师、工程师、施工人员 and 业主等各方参与能够在统一的平台上进行沟通 and 协作,从而提高设计效率、缩短施工周期、降低项目成本,并提升建筑物的质量和性能。

1.2 无人机点云技术原理与数据采集

无人机点云技术是一种利用无人机搭载激光雷达、相机等传感器,对地面目标进行高精度三维扫描和测量的技术。其原理在于通过传感器发射激光或光线,并接收目标表面反射回来的信号,根据信号往返时间和角度计算出目标表面的三维坐标点,从而构建出目标的三维点云数据^[1]。这些数据包含了目标表面的形状、纹理、颜色等详细信息,可以用于地形测绘、城市规划、建筑施工等多个领域。在数据采集方面,无人机点云技术具有高效、灵活、准确等优势,能够在短时间内获取大面积、高精度的三维数据,为后续的建模和分析提供有力支持。

1.3 两种技术融合的理论基础

BIM技术与无人机点云技术的融合,是基于它们各自的优势和互补性。BIM技术提供了一个全面、准确的建筑信息模型,能够集成和管理建筑项目中的各种信息;而无人机点云技术则能够快速、高效地获取建筑现场的三维数据,为BIM模型提供精确的空间信息支持。两者的融

合可以实现建筑信息的实时更新和动态管理,提高建筑施工的精度和效率。从理论上讲, BIM技术与无人机点云技术的融合依赖于数字化、信息化和智能化的发展趋势。随着计算机技术和传感器技术的不断进步, BIM模型和无人机点云数据的精度和可靠性将不断提高,为两者的融合提供更加坚实的基础。云计算、大数据、人工智能等技术的快速发展也为BIM与无人机点云技术的融合提供了新的可能性和应用前景。

2 山地光伏施工误差校正研究现状

随着全球对可再生能源需求的日益增长,山地光伏作为一种高效利用山地地区太阳能资源的方式,正受到越来越多的关注。山地光伏施工过程中的误差校正问题,一直是制约其发电效率与运行安全的关键因素之一。近年来,国内外学者及企业界对山地光伏施工误差校正进行了广泛而深入的研究,取得了一系列重要成果。在山地光伏施工误差校正领域,研究主要聚焦于光伏组件安装误差、支架基础施工误差以及电气系统安装误差等方面。针对光伏组件安装误差,研究者们通过引入智能检测技术和算法,实现了对光伏组件安装角度、位置及间距等参数的精准测量与校正。例如,利用无人机点云技术获取光伏组件表面的三维数据,通过与BIM (建筑信息模型) 技术的结合,可以实现对光伏组件安装误差的精确识别与校正。一些企业还研发了适用于山地光伏支架安装的角度调节装置,通过该装置可以在现场对光伏组件的安装角度进行微调,从而进一步提高光伏电站的发电效率。在支架基础施工误差方面,研究者们通过地质勘查、基础类型选择及施工机械优化等手段,有效降低支架基础施工过程中的误差。一些企业还采用了先进的基础施工技术,如螺旋桩基础等,这些技术不仅提高施工效率,还有效减少基础施工误差对光伏电站运行稳定性的影响。对于电气系统安装误差的校

正, 研究者们则主要聚焦于电缆布局、逆变器选择及保护装置配置等方面。通过优化电缆布局 and 选择合适的逆变器型号, 可以显著降低电气系统安装过程中的误差, 提高光伏电站的发电效率和运行安全性。合理配置保护装置也是降低电气系统安装误差的重要手段之一。值得一提的是, 随着人工智能、大数据等先进技术的不断发展, 山地光伏施工误差校正领域的研究也在不断创新和突破。例如, 利用机器学习算法对光伏电站的历史运行数据进行分析 and 挖掘, 可以实现对光伏组件安装误差、支架基础施工误差以及电气系统安装误差等参数的精准预测和校正。此外, 一些企业还研发了基于物联网技术的智能监控系统, 通过该系统可以实现对光伏电站运行状态的实时监测和数据分析, 从而及时发现并处理潜在的误差问题。

3 BIM与无人机点云技术在山地光伏施工中的应用基础

3.1 山地光伏电站施工特点分析

山地光伏电站的施工相较于平原地区, 其复杂性和挑战性显得尤为突出。首先, 山地地形复杂多变, 地势起伏不定, 这不仅给光伏组件的安装带来了极大的难度, 还要求施工人员必须根据地形变化灵活调整光伏组件的安装角度和布局。这种灵活性不仅增加施工的技术难度, 也对施工人员的专业素养提出更高的要求。其次, 山地环境往往交通不便, 道路崎岖难行, 物资运输和人员进出都相对困难。这不仅增加施工成本, 还可能因为物资供应不及时或人员调配不当而影响施工进度^[2]。另外, 山地气候多变, 风雨、雾霾等天气条件频发, 这些不可预测的自然因素可能对施工进度和光伏组件的安装质量造成严重影响。因此山地光伏电站施工需要更加精细化的规划和管理, 通过科学的施工方法和先进的技术手段, 确保施工质量和进度, 同时降低施工成本和风险。

3.2 BIM技术在山地光伏施工中的应用

BIM技术在山地光伏施工中发挥着举足轻重的作用, BIM技术可以建立精确的三维模型, 这个模型不仅包含了山地地形的详细信息, 还能模拟光伏组件的布局 and 安装效果。通过这个模型, 施工人员可以在设计阶段就预见到可能遇到的问题, 如地形对光伏组件安装角度的影响、组件间的遮挡问题等, 从而优化施工方案, 提高施工效率和质量。BIM技术可以实现施工过程的可视化模拟, 将复杂的施工过程以直观、易懂的方式呈现出来。这有助于施工人员更好地理解施工顺序和步骤, 减少施工过程中的误解和错误, 提高施工效率。BIM技术还可以进行施工资源的优化配置, 根据山地光伏电站的具体需

求, 合理规划物资和人员的调度, 确保施工过程的顺利进行。BIM技术还能有效减少资源浪费和延误, 降低施工成本。BIM技术还支持施工过程中的协同作业, 使得设计、施工、监理等各方参与者之间的信息沟通更加顺畅, 确保施工过程的协调一致和高效进行。

3.3 无人机点云数据在山地光伏施工中的应用

无人机点云数据在山地光伏施工中具有独特且不可替代的优势, 无人机具备快速、高效的数据采集能力, 可以在短时间内获取大量、精确的山地地形三维点云数据。这些数据为光伏组件的安装提供了精确的地理位置信息, 使得施工人员能够准确确定光伏组件的安装位置和角度, 确保光伏电站能够充分利用太阳能资源, 发挥最佳发电效率。无人机点云数据还可以用于施工过程的监测和质量控制。通过定期获取山地光伏电站的点云数据, 并与施工计划进行对比分析, 施工人员可以及时发现施工过程中的偏差和错误, 如组件安装位置偏移、支架基础施工不符合要求等, 并及时进行调整和纠正, 确保施工质量和进度。无人机点云数据还可以为山地光伏电站的运维管理提供有力支持^[3]。在电站运行过程中, 通过持续获取点云数据, 并对数据进行分析和处理, 可以监测光伏组件的状态和性能变化, 及时发现并处理潜在的问题, 如组件损坏、支架变形等, 确保电站的稳定运行和长期发电效益。

4 基于BIM与无人机点云的误差实时校正方法

4.1 误差识别与定位: 基于BIM与无人机点云的精准分析

在建筑施工过程中, 误差是不可避免的存在, 它们可能源于测量不准、施工偏差、材料变形等多种因素。对于山地光伏电站这样的复杂工程而言, 误差的及时识别和准确定位显得尤为重要。基于BIM(建筑信息模型)与无人机点云技术的误差识别与定位方法, 为我们提供了一种全新的、高效的解决方案。BIM模型作为建筑项目的数字化表示, 包含了建筑物的所有几何和非几何信息。在山地光伏电站的施工过程中, BIM模型可以被用来作为施工的基准和参考。通过BIM模型, 可以预先设定光伏组件的安装位置、角度和高度等参数, 形成一套理想的施工计划。实际施工过程中的情况往往与理想状态存在偏差, 这时, 无人机点云技术就发挥了其独特的优势。无人机搭载的高精度激光雷达或相机, 可以对施工现场进行快速、全面的三维扫描, 生成与实际情况高度吻合的点云数据。这些点云数据不仅包含了地形的起伏、建筑物的轮廓, 还记录了光伏组件的实际安装位置、角度和高度等信息。将无人机点云数据与BIM模型进

行比对,就可以准确地识别出施工过程中的误差。这种比对可以通过专门的软件自动完成,软件会计算出点云数据与BIM模型之间的差异,并以直观的方式展示出来,如颜色编码、偏差图表等。这样,施工人员就可以一目了然地看到哪些地方的施工存在误差,以及误差的大小和方向。更进一步,通过点云数据的特征提取和匹配算法,还可以对误差进行精确定位。这意味着我们可以准确地知道误差发生在哪个光伏组件上,以及误差的具体位置和范围。这种精准的定位能力,为后续的误差校正提供了有力的支持。

4.2 误差校正策略制定:结合BIM模型与实际情况

一旦误差被识别和定位,下一步就是制定误差校正策略。这一步同样离不开BIM与无人机点云技术的支持。首先,需要根据误差的性质和大小,确定校正的目标和范围。对于较小的误差,可能只需要对个别光伏组件进行微调;而对于较大的误差,则可能需要重新规划整个施工区域的光伏组件布局。其次,可以利用BIM模型的灵活性,对施工计划进行调整和优化。BIM模型允许我们在虚拟环境中进行各种尝试和模拟,以找到最佳的校正方案。可以调整光伏组件的安装位置、角度和高度,观察这些调整对发电效率、施工难度和成本等方面的影响。同时还需要考虑实际施工过程中的限制和条件。这时,无人机点云数据就再次发挥了其重要作用。通过点云数据,可以了解施工现场的实际情况,如地形的起伏、障碍物的位置等。这些信息可以帮助我们制定更加符合实际情况的校正策略,确保校正方案的可行性和有效性。最后,需要将校正策略转化为具体的施工指令和操作步骤。这些指令和步骤应该清晰、明确,便于施工人员理解和执行。同时还需要对施工人员进行培训和指导,确保他们能够正确地执行校正操作。

4.3 实时校正实施与监控:确保施工精度与效率

误差校正策略制定完成后,下一步就是实施校正操作。在这一过程中,实时校正与监控显得尤为重要。实时校正意味着我们需要在施工过程中不断地对光伏组

件的位置、角度和高度进行调整和优化。这要求我们具备快速、准确的测量和定位能力,以及灵活、高效的施工手段。无人机点云技术可以为我们提供实时的施工现场数据,帮助我们及时了解施工进度情况和误差变化情况^[4]。而BIM模型则可以为我们提供校正操作的指导和参考,确保校正操作的准确性和有效性。还需要对校正过程进行实时监控。这可以通过在施工现场设置传感器和监控设备来实现。这些设备可以实时监测光伏组件的安装位置、角度和高度等信息,并将这些数据与BIM模型和无人机点云数据进行比对和分析。一旦发现误差超出预设范围或校正操作不符合要求,监控系统就会立即发出警报并通知相关人员进行处理。通过实时校正与监控,可以确保施工过程中的误差得到及时、有效的校正和控制。这不仅可以提高施工精度和效率,还可以降低施工成本和风险。实时校正与监控还可以为后续的运维管理提供有力支持,帮助我们及时发现并处理潜在的问题和隐患。

结束语

通过本研究,成功将BIM与无人机点云技术融合应用于山地光伏施工误差实时校正中。实践证明,该方法能够有效识别并校正施工过程中的误差,提高施工精度和效率。未来,将继续探索更多先进技术,不断优化和完善该方法,为山地光伏施工及更多领域提供更加精准、高效的解决方案。

参考文献

- [1]高莎,袁希平,甘淑,等.面向复杂山地的机载LiDAR与无人机影像融合应用[J].测绘通报,2021(7):5-7.
- [2]邹宁,姚小轶,梁爽,等.天翼1无人机电动化改造可行性分析[J].航空工程进展,2020,11(2):6-8.
- [3]陆成龙,刘忠德,张皖军,等.无人机智能巡检在检测风电光伏故障中的应用研究[J].电子设计工程,2021,29(6):5-7.
- [4]李明皓,石林,朱复兴.三种数字测量技术在矿山测量中应用优势分析[J].矿业工程,2023,21(6):57-59.