

基于BIM与无人机技术的山区陡坡长输管道施工功效优化研究

韩江平

中石化江汉油建工程有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 本文聚焦山区陡坡长输管道施工功效优化,分析其地形复杂、地质恶劣、交通不便、安全风险高等特点及难点。阐述BIM与无人机技术,探讨二者在施工中的应用潜力,如优化设计、提高效率、保障安全、提升质量等。提出基于这两项技术的施工前期、过程管理及后期运维优化策略,强调其整合应用的必要性,与数据融合方法,为山区陡坡长输管道施工功效提升提供参考。

关键词: 山区陡坡;长输管道;施工功效优化;BIM技术

1 山区陡坡长输管道施工特点及难点分析

1.1 地形地貌复杂

山区陡坡地形起伏大,坡度陡峭,地势变化多样。这种复杂的地形地貌给长输管道施工带来了极大的挑战。在管道敷设过程中,需要根据不同的地形条件设计合理的线路走向,以确保管道的安全和稳定。陡峭的山坡和起伏的地形使得管道线路的规划变得异常困难,不仅要考虑管道的坡度、转弯半径等技术参数,还要尽量避开地质灾害易发区域,如滑坡、泥石流等。复杂的地形也增加了施工场地的平整难度,施工机械和人员难以到达一些施工点位,导致施工进度受到严重影响。例如,在一些高山峡谷地区,管道需要穿越陡峭的山脊和深邃的沟谷,施工队伍需要花费大量的时间和精力来开辟施工便道,为后续的管道铺设创造条件。

1.2 地质条件恶劣

山区地质构造复杂,岩石种类繁多,地质灾害频发。常见的地质问题包括岩石破碎、软弱夹层、地下水位变化大等。岩石破碎地区,管道基础稳定性差,容易发生不均匀沉降,导致管道破裂或变形。软弱夹层的存在会降低土体的承载能力,增加管道施工过程中的塌方风险^[1]。山区地下水位受季节和降雨影响显著,雨季时地下水位上升,可能导致管道基础被水浸泡,影响管道的使用寿命。而且,山区还可能存在地震、泥石流等自然灾害隐患,这些灾害一旦发生,将对长输管道造成毁灭性的破坏。例如,在地震活跃地区,管道可能会因为地震引发的地面震动而发生断裂,造成油气泄漏等严重后果。

1.3 交通条件不便

山区陡坡地区交通基础设施薄弱,道路狭窄、崎岖,部分区域甚至没有道路可达。这给施工设备和材料

的运输带来了极大的困难。大型施工机械难以进入施工现场,只能采用小型设备或人工搬运的方式,大大降低了施工效率。同时,材料的运输成本也大幅增加,由于运输距离远、道路条件差,运输过程中还容易出现材料损坏和丢失的情况。交通不便还影响了施工人员的通勤,增加了施工管理的难度。例如,在一些偏远的山区,施工队伍可能需要花费数小时才能到达施工现场,而且一旦遇到恶劣天气,道路可能中断,导致施工无法正常进行。

1.4 施工安全风险高

山区陡坡长输管道施工涉及多种高风险作业,如高处作业、爆破作业、吊装作业等。在高处作业时,施工人员面临着坠落的风险,特别是在陡峭的山坡上,安全防护措施难以完全到位。爆破作业是山区管道施工中常用的方法,但爆破过程中产生的飞石、震动等可能对周边环境和人员造成伤害。吊装作业中,大型管道和设备的吊装需要精确的操作,一旦出现失误,可能导致设备损坏和人员伤亡。山区复杂的地形和恶劣的地质条件也增加了施工过程中的安全隐患,如滑坡、坍塌等事故随时可能发生。

2 BIM与无人机技术概述

2.1 BIM技术

BIM(Building Information Modeling)即建筑信息模型,是一种基于三维数字技术的工程设计、建造和管理方法。它通过将建筑物的各种信息(如几何信息、物理信息、功能信息等)集成到一个三维模型中,实现了建筑项目的全生命周期管理。在长输管道施工中,BIM技术可以创建管道的三维模型,包括管道的走向、管径、材质、连接方式等详细信息^[2]。施工人员可以通过该模型直

观地了解管道的布局和结构,提前发现设计中的冲突和问题,并进行优化。同时BIM技术还可以与其他专业软件进行集成,实现施工进度模拟、成本估算、碰撞检测等功能,为施工管理提供有力的支持。

2.2 无人机技术

无人机技术是近年来发展迅速的一项高新技术,它具有灵活、高效、成本低等优点。在长输管道施工中,无人机可以搭载多种传感器,如高清相机、激光雷达、红外热像仪等,对施工现场进行全方位的监测和数据采集。通过无人机航拍,可以快速获取施工现场的地形地貌、施工进度、质量状况等信息,并以图像、视频等形式呈现出来。无人机还可以用于管道的巡检和维护,及时发现管道表面的损坏、泄漏等问题,提高管道的运行安全性。例如,在山区陡坡长输管道施工中,无人机可以轻松飞越复杂的地形,对管道的铺设情况进行实时监测,为施工决策提供依据。

3 BIM与无人机技术在长输管道施工中的应用潜力

3.1 优化施工设计

利用BIM技术创建管道的三维模型,结合无人机获取的施工现场地形地貌数据,可以对管道线路进行更加科学合理的设计。通过模拟不同的线路方案,分析各方案在施工难度、成本、安全性等方面的优劣,选择最优方案,BIM技术还可以对管道的坡度、转弯半径等参数进行精确计算和调整,确保管道符合设计要求。无人机获取的高清影像可以帮助设计师更直观地了解施工现场的实际情况,避免因设计不合理而导致的施工变更和返工。

3.2 提高施工效率

在施工过程中,无人机可以实时监测施工进度,及时发现施工中的问题和延误情况。施工人员可以根据无人机反馈的信息,及时调整施工计划,合理安排施工资源和人员,提高施工效率。BIM技术可以进行施工进度模拟,提前预测施工过程中可能出现的冲突和问题,并制定相应的解决方案。通过将BIM模型与施工进度计划相结合,实现施工过程的可视化管理,使施工人员能够更加清晰地了解施工任务和时间节点,提高施工的协同性和效率。

3.3 保障施工安全

无人机可以定期对施工现场进行安全巡查,及时发现安全隐患,如边坡失稳、施工设备违规操作等。通过搭载红外热像仪等传感器,无人机还可以检测施工现场的温度异常情况,预防火灾等安全事故的发生。BIM技术可以对施工过程中的安全风险进行评估和分析,制定相应的安全防护措施。例如,通过模拟高处作业、爆破作

业等高风险作业场景,提前发现潜在的安全风险,并采取相应的防护措施,如设置安全网、防护栏等,保障施工人员的生命安全。

3.4 提升施工质量

利用无人机获取的施工现场影像和数据,可以对施工质量进行实时监测和评估。通过对管道焊接质量、防腐处理等关键环节的影像分析,及时发现质量问题并进行整改。BIM技术可以对管道的安装精度进行控制,通过将实际施工数据与BIM模型进行对比,及时发现偏差并进行调整。同时BIM模型还可以为施工质量验收提供详细的资料和依据,提高质量验收的准确性和效率。

4 基于BIM与无人机技术的山区陡坡长输管道施工功效优化策略

4.1 施工前期准备阶段

利用无人机搭载高精度相机和激光雷达,对山区陡坡施工现场进行全方位的航拍和扫描,获取详细的地形地貌和地质数据。通过对这些数据的处理和分析,建立施工现场的三维地形模型和地质模型,为管道线路设计和施工方案制定提供基础数据。根据采集到的数据,利用BIM软件创建管道的三维模型^[3]。在模型创建过程中,充分考虑地形地貌、地质条件、施工工艺等因素,对管道线路进行优化设计。通过模拟不同的线路方案,分析各方案的施工难度、成本和安全性,选择最优方案。同时将BIM模型与地质模型进行集成,分析管道基础的地质情况,制定相应的地基处理措施。基于BIM模型和无人机获取的数据,制定详细的施工方案。利用BIM技术进行施工进度模拟和施工工艺模拟,提前发现施工过程中可能出现的冲突和问题,并制定相应的解决方案。通过模拟不同施工阶段的场景,优化施工资源的配置和施工顺序,提高施工效率。

4.2 施工过程管理阶段

无人机定期对施工现场进行航拍,获取施工进度的实时影像和数据。将获取的数据与BIM模型中的施工进度计划进行对比,及时发现施工进度偏差。根据偏差情况,分析原因并调整施工计划,合理安排施工资源和人员,确保施工进度按计划进行。利用无人机搭载高清相机对管道焊接、防腐处理等关键施工环节进行实时监测,记录施工过程和施工质量情况。通过图像分析技术,对焊接质量、防腐层厚度等进行检测,及时发现质量问题并进行整改。同时将实际施工数据与BIM模型中的质量标准进行对比,对施工质量进行评估和验收。无人机定期对施工现场进行安全巡查,及时发现安全隐患,如边坡失稳、施工设备违规操作等。通过搭载红外热像

仪等传感器,检测施工现场的温度异常情况,预防火灾等安全事故的发生。BIM技术可以对施工过程中的安全风险进行实时评估和分析,当发现安全隐患时,及时发出预警信号,并制定相应的安全防护措施。

4.3 施工后期运维阶段

利用无人机对山区陡坡长输管道进行定期巡检,快速获取管道表面的影像和数据。通过图像识别技术,及时发现管道表面的损坏、泄漏等问题,并对问题进行定位和评估。根据巡检结果,制定相应的维护计划,及时安排维修人员对管道进行修复,确保管道的安全运行。将无人机巡检获取的数据和BIM模型中的管道信息进行整合,建立管道运维数据库。通过对运维数据的分析,了解管道的运行状况和老化趋势,预测管道可能出现的故障和问题,提前制定维护策略。利用BIM模型的可视化功能,直观地展示管道的运维情况和历史维修记录,为运维决策提供支持。

5 BIM与无人机技术的整合应用与施工功效优化

5.1 整合应用的必要性

5.1.1 提高施工效率与安全性

BIM与无人机技术的整合应用可以实现施工现场信息的实时共享和交互。无人机获取的施工现场数据可以及时传输到BIM模型中,施工人员可以通过BIM模型直观地了解施工现场的实际情况,及时调整施工计划和方案。同时整合应用可以实现对施工过程的全方位监测和管理,及时发现安全隐患并采取相应的措施,提高施工安全性。例如,在山区陡坡管道施工中,无人机可以实时监测边坡的稳定性,一旦发现边坡有失稳迹象,BIM系统可以立即发出预警信号,并提示施工人员采取加固措施。

5.1.2 降低施工成本与环境破坏

通过BIM与无人机技术的整合应用,可以优化施工方案,减少施工过程中的变更和返工,从而降低施工成本。同时无人机可以精确监测施工过程中的资源消耗和废弃物排放情况,为施工成本控制和环境保护提供依据。例如,在管道材料采购和使用过程中,BIM模型可以根据施工进度和实际需求精确计算材料用量,避免材料的浪费^[4]。无人机可以对施工现场的扬尘、噪声等环境指

标进行监测,及时采取降尘、降噪等措施,减少施工对周边环境的影响。

5.2 BIM模型与无人机数据的融合

为了实现BIM模型与无人机数据的有效融合,需要对不同格式的数据进行统一和转换。无人机获取的数据通常以图像、点云等形式存在,而BIM模型的数据格式一般为特定的建筑信息模型格式。通过开发数据转换接口和算法,将无人机数据转换为BIM模型可以识别的格式,实现数据的无缝对接。采用合适的数据融合算法,将无人机获取的施工现场数据与BIM模型中的设计数据进行融合。例如,利用特征匹配算法将无人机航拍影像中的管道位置信息与BIM模型中的管道设计位置进行匹配,实现对管道施工进度的实时监测,通过数据融合可以更新BIM模型中的施工信息,使模型更加准确地反映施工现场的实际情况,为施工管理提供更可靠的依据。

结束语

综上所述,BIM与无人机技术在山区陡坡长输管道施工中展现出巨大潜力。通过优化施工设计、提高施工效率、保障施工安全与提升施工质量等多方面作用,能有效应对山区陡坡施工的诸多难题。而两者的整合应用更是意义重大,不仅能提高施工效率与安全性,还能降低成本与环境破坏。未来,应进一步深化这两项技术的融合,推动山区陡坡长输管道施工向更高效、安全、环保的方向发展。

参考文献

- [1]潘玲,郭廷廷.天然气长输管线无人机智慧巡检应用[J].化工管理,2023(02):124-126.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2023.02.037.
- [2]田明亮.基于无人机的山区天然气管道智能巡检系统设计与应用[J].化工管理,2023(01):135-137.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2023.01.037.
- [3]刘华锋,刘小强,权威.无人机技术在油气管道巡检中的应用研究[J].产品可靠性报告,2024(10):83-84
- [4]杜怀林.无人机技术在油气长输管道巡检中的应用研究[J].科学技术创新,2021(7):55-56