

空天地一体化测绘技术在大型水利枢纽施工监测中的应用

杨 举

92218 部队 广东广州

【摘要】空天地一体化测绘技术在大型水利枢纽施工监测中具有重要的应用价值。通过集成卫星遥感、航空摄影、无人机航拍等技术，空天地一体化测绘能够在水利工程的建设过程中提供高精度、高效率的实时监测数据。本文探讨了该技术在大型水利枢纽施工中的具体应用，分析了其在施工过程中的优势和挑战。研究表明，空天地一体化测绘技术能够有效提升施工监测的精度，优化资源配置，保证工程进度与质量。技术的高成本和操作复杂性仍然是应用中的主要问题。未来，通过技术的创新与优化，空天地一体化测绘将在大型水利枢纽建设中扮演更加重要的角色。

【关键词】空天地一体化；测绘技术；水利枢纽；施工监测；遥感技术

【收稿日期】2025年6月14日

【出刊日期】2025年7月15日

【DOI】10.12208/j.sdr.20250102

Application of space-air-ground integrated surveying and mapping technology in construction monitoring of large-scale water conservancy hubs

Ju Yang

Unit 92218, Guangzhou, Guangdong

【Abstract】The space-air-ground integrated surveying and mapping technology has significant application value in the construction monitoring of large-scale water conservancy hubs. By integrating technologies such as satellite remote sensing, aerial photography, and unmanned aerial vehicle (UAV) aerial photography, the space-air-ground integrated surveying and mapping can provide high-precision, high-efficiency real-time monitoring data during the construction of water conservancy projects. This paper explores the specific applications of this technology in the construction of large-scale water conservancy hubs and analyzes its advantages and challenges in the construction process. The research shows that the space-air-ground integrated surveying and mapping technology can effectively improve the accuracy of construction monitoring, optimize resource allocation, and ensure project progress and quality. However, the high cost and operational complexity of the technology remain the main issues in its application. In the future, through technological innovation and optimization, space-air-ground integrated surveying and mapping will play a more important role in the construction of large-scale water conservancy hubs.

【Keywords】Space-air-ground integration; Surveying and mapping technology; Water conservancy hub; Construction monitoring; Remote sensing technology

引言

在现代水利工程建设中，施工监测是确保项目顺利推进的关键环节。随着工程规模的不断增大，传统的监测方法已经无法满足高精度、高效率的要求。空天地一体化测绘技术的出现，为水利枢纽的施工监测提供了全新的解决方案。通过空中、地面、太空多维度的数据获取与处理，该技术不仅可以实时监控施工现场的各类变化，还能够提高监测数据的准确性和全

面性。尽管该技术在大型水利枢纽建设中的应用前景广阔，但在实际操作中仍面临一定的挑战。本文将分析空天地一体化测绘技术在水利枢纽施工中的具体应用及其存在的问题，并提出相应的解决方案。

1 空天地一体化测绘技术的基本原理与发展现状

空天地一体化测绘技术是指通过卫星、无人机、航空器等多个平台相结合，采用不同的测绘技术手段，对地表进行全方位、全时段的观测与监测。卫星

遥感技术通过高精度的卫星定位系统获取全球定位信息，同时利用遥感设备提供地面影像数据；无人机则能够在较低的空域中进行灵活的监测，尤其是在复杂或狭小的施工现场；而航空摄影技术则通过高分辨率的航空影像提供更细致的地面数据。这些技术共同组成一个多层次、多维度的测绘体系，形成了空天地一体化测绘的基本框架。通过该系统，能够实现精准的地面数据采集和实时监测，从而为各类大型工程提供准确的决策支持。

空天地一体化测绘技术自 20 世纪末期以来，随着无人机技术、卫星遥感技术和大数据处理技术的发展，逐渐成熟并得到了广泛应用。近年来，随着数字化、智能化、信息化的发展，测绘技术不断创新。卫星遥感技术的分辨率不断提升，无人机技术的稳定性和操作性也得到了大幅改善，这使得空天地一体化测绘技术的应用前景更加广阔。尤其是在大型基础设施建设项目中，空天地一体化测绘能够为施工过程提供精准的实时数据，极大地提高了监测效率和精度。无论是在施工的前期规划，还是在项目实施中的实时监控，空天地一体化测绘技术都表现出了不可替代的优势。

空天地一体化测绘技术的应用前景广阔，但依然面临诸多挑战。不同平台间的数据融合存在一定的技术难题。卫星遥感数据的时效性、无人机飞行的稳定性以及航空影像的分辨率，如何有效地将这些不同来源的数据进行整合与融合，是目前技术发展的难点之一^[1]。数据的处理和分析需要强大的计算能力和先进的软件工具，如何实现数据的快速处理与分析，提升实时性和精度，也是技术发展的重要方向。尽管如此，空天地一体化测绘技术在各类基础设施建设中的应用已经取得了显著成果，并逐渐成为现代测绘技术的重要组成部分。

2 空天地一体化测绘技术在大型水利枢纽施工监测中的应用

在大型水利枢纽的建设过程中，监测工作是确保工程质量与安全的关键。传统的测绘方法常常依赖人工操作或地面测量，存在一定的时间滞后和精度限制。而空天地一体化测绘技术的引入，极大地改善了这一局面。通过集成卫星遥感、无人机航拍、航空摄影等多种手段，能够实时获取工程建设的全面数据，并进行精准的施工监测。这些技术可以通过全方位的测绘与观测，在工程实施过程中，对地

质变化、建筑物变形、土方量计算等进行实时跟踪，确保施工中的每一个环节都能及时掌握在手。

在大型水利枢纽的施工监测中，空天地一体化测绘技术主要体现在几个方面。首先是对施工区域地形地貌的高精度测绘。通过无人机航拍与卫星遥感技术，能够快速获取大范围的地形数据，并生成高精度的三维模型，为施工设计和规划提供精确数据支持。施工过程中对水利设施的变形监测尤为重要^[2]。利用空天地一体化技术，可以实时监测大坝、堤坝等结构的形变情况，及时发现潜在的安全隐患，避免出现重大安全事故。空天地一体化测绘技术还可用于施工进度的动态监控。通过高频次的数据采集与分析，能够实时跟踪项目的进展情况，确保工程按期推进。

尽管空天地一体化测绘技术在大型水利枢纽施工监测中发挥了重要作用，但其实施过程中也面临着一些问题。施工现场通常位于复杂的地理环境中，可能会对无人机飞行、卫星信号接收等造成影响；由于施工过程中数据量庞大，对数据存储、传输、处理等方面的要求也极高。如何保证数据的准确性、时效性和完整性，是应用空天地一体化测绘技术时必须考虑的重要因素。尽管如此，随着技术的不断发展，空天地一体化测绘技术在大型水利枢纽施工监测中的应用潜力仍然十分巨大。

3 空天地一体化测绘技术面临的挑战与解决方案

尽管空天地一体化测绘技术为水利枢纽施工提供了极大的便利，但其应用过程仍然面临一系列挑战。技术层面的问题较为突出，特别是在不同平台间的数据融合方面。卫星遥感技术、无人机技术和航空摄影技术的数据来源各不相同，如何将数据进行有效融合，生成高精度、无缝衔接的监测成果，是一个技术难题。不同数据源的时效性、空间分辨率、数据格式等差异，都可能影响最终结果的准确性和可靠性。如何通过先进的算法和数据处理技术，实现多源数据的深度融合和精确对接，是当前技术突破的一个重要方向。

空天地一体化测绘技术的操作要求极高，特别是在无人机飞行控制、卫星数据解析和航空影像处理等环节。这些技术需要具备深厚专业知识的人员进行操作。无人机操作不仅涉及飞行路径的精确规划，还需要对设备的实时监控和调节，确保数据采集的稳定性和准确性。卫星遥感数据的解析则要求人员具备一定的地理信息系统（GIS）分析能力，以

便从复杂的数据中提取有效信息^[3-7]。而航空影像处理需要专业的图像识别与分析技能,才能准确地进行影像校正和数据解读。随着技术的不断进步,现有的测绘设备可能逐渐过时,如何定期对设备进行维护和更新,保持设备的高效运行,确保其在技术进步中不落后,也是工程顺利推进的重要保障。

为了应对这些挑战,可以从多个方面进行改进。要加大对数据处理技术的研发力度,特别是在数据融合与分析方面,开发更加高效、精准的算法和软件工具,以便更好地处理来自不同平台的数据。要加强技术人员的培训与技能提升,提升团队的操作水平与应急处理能力。完善设备的管理体系,确保测绘设备的定期检查与维护,从而保证设备的长期高效运行。通过这些解决方案,可以有效提高空天地一体化测绘技术在水利枢纽施工监测中的应用效果。

4 空天地一体化测绘技术的未来发展方向

空天地一体化测绘技术的发展将朝着更加智能化和高效化的方向进步。未来的测绘设备将结合更先进的无人机技术和卫星遥感技术,实现更加精准和全面的数据采集。设备将具备更高的分辨率,能够捕捉到更多细节,监测范围将进一步扩大,几乎覆盖到所有工程施工的各个角落。数据传输速度的提升将极大地提高数据获取的效率,从而实时监控工程进展。这些改进不仅会在水利枢纽施工过程中提高数据采集的精度和及时性,还能为项目管理提供更为可靠的基础数据支持,确保工程质量和安全性。

人工智能和大数据技术的应用将使得空天地一体化测绘技术的数据处理能力得到大幅提升。先进的智能算法可以帮助工程师从庞大的数据中快速识别出关键问题和潜在风险,进而制定有效的解决方案。这种技术的突破使得数据分析更加迅速和精准,能够及时发现项目中存在的隐患。云计算技术的发展使得数据存储和共享变得更加便捷,测绘数据可以实时更新并且跨地区共享,极大提升了数据的可访问性。通过大数据分析,工程管理人员可以预测施工过程中的潜在问题,做出前瞻性的决策,从而提高工程效率和决策的准确性。

空天地一体化测绘技术的应用不仅限于水利枢纽建设,未来在其他领域的应用也将获得巨大的发展。在交通建设中,空天地一体化测绘技术能够精确测量路基、桥梁等设施的变形与损坏,为路网建设与维护提供数据支持;在城市规划中,测绘技术

可以帮助规划人员评估土地资源、环境条件等,从而制定更加合理的城市发展方案^[8]。环境监测方面,空天地一体化技术可以监控水质、空气质量等环境变化,提供实时数据,帮助环保部门及时采取措施。这些领域的广泛应用将推动基础设施项目的智能化发展,提升工程建设效率,并通过数据驱动的决策实现更加精准的项目管理和资源配置。

5 结语

空天地一体化测绘技术在未来将展现出更强大的应用潜力和发展前景。随着技术不断创新和进步,该技术不仅将在水利枢纽建设中发挥更加关键的作用,还将扩展到更广泛的基础设施建设领域。通过智能化的数据采集、处理和分析手段,空天地一体化测绘技术将提高工程监测的精准度与实时性,推动项目管理的高效化和智能化。未来,随着技术的进一步成熟,空天地一体化测绘将成为各类工程建设的核心技术之一,助力社会基础设施的可持续发展与智能化转型。

参考文献

- [1] 李林宜,杨云源,谢文君,等.大型水利工程典型水工建筑物与施工阶段遥感智能监测[J].水利信息化,2025,(03):41-46.
- [2] 原斌斌,秦亚峰.BIM技术在大型水利枢纽工程施工仿真中的应用研究[J].中国信息化,2025,(06):43-44.
- [3] 贾峰.水利工程施工机械的预防性维护体系构建与实施研究[J].建筑机械,2025,(06):80-83.
- [4] 吴涛.水利水电工程隧洞开挖与支护施工技术创新[J].全面腐蚀控制,2025,39(05):99-101.
- [5] 杨海红.水利工程渠道施工中的衬砌混凝土技术研究[J].水上安全,2025,(08):157-159.
- [6] 夏泽富,郝忠.水利施工中围堰技术的运用和施工技术要点分析[J].水上安全,2025,(08):187-189.
- [7] 路瑶.大型水利枢纽工程施工技术创新与实践探索[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三).江苏冠亚建设工程有限公司,2025:642-643.
- [8] 张金兰.大型水利工程中复杂地质条件下的施工技术挑战与解决方案[J].散装水泥,2025,(01):112-114.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS