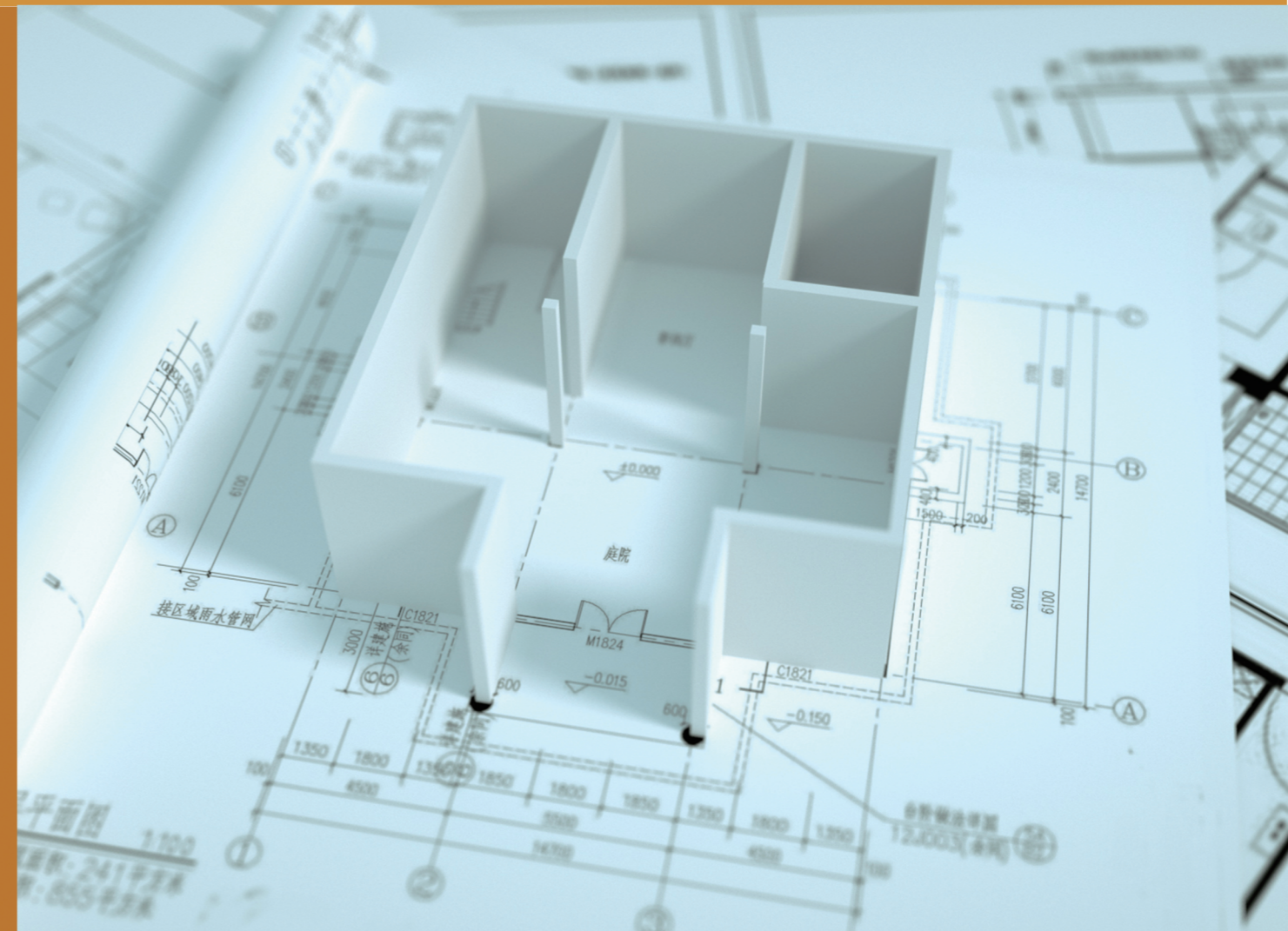


现代测绘工程

Modern Surveying & Mapping Engineering



现代测绘工程
Modern Surveying & Mapping Engineering

Volume 8 Issue 1 · January 2025 · ISSN 2705-0521

中文刊名：现代测绘工程
ISSN: 2705-0521 (纸质)
出版语言：华文
期刊网址：https://ojs.s-p.sg/index.php/xdchgc
出版社名称：新加坡协同出版社

Serial Title: Modern Surveying & Mapping Engineering
ISSN: 2705-0521 (Print)
Language: Chinese
URL: https://ojs.s-p.sg/index.php/xdchgc
Publisher: Synergy Publishing Pte. Ltd.

《现代测绘工程》征稿函

Database Inclusion



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge Infrastructure

版权声明 / Copyright

协同出版社出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据 Creative Commons 国际署名 - 非商业使用 4.0 版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归协同出版社所有。

All articles and any accompanying materials published by Synergy Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). Synergy Publishing Pte. Ltd. reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Synergy Publishing Pte. Ltd.

电子邮箱 /E-mail: contact@s-p.sg

官方网址 /Official Website: www.s-p.sg

地址 /Address: 12 Eu Tong Sen Street, #07-169, Singapore 059819



期刊概况:

中文刊名：现代测绘工程

ISSN: 2705-0521(Print)

出版语言：华文

期刊网址：https://ojs.s-p.sg/index.php/xdchgc

出版社名称：新加坡协同出版社

出版格式要求:

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

出刊及存档:

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益:

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程:

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

Modern Surveying & Mapping Engineering

现代测绘工程

January 2025 | Volume 8 · Issue 1 | ISSN 2705-0521

主 编

申 冲

中北大学，中国

编 委

郭 斐

武汉大学测绘学院，中国

涂 锐

国家授时中心，中国

纪元法

桂林电子科技大学，中国

张 伟

深圳大学，中国

郭 稳

北京工业大学，中国

叶 文

中国计量科学研究院，中国

张且且

北京航空航天大学，中国

张鹏飞

中国科学院国家授时中心，中国

史俊波

武汉大学，中国

宫晓琳

北京航空航天大学，中国

- 1 浅析勘测定界测绘在土地规划与资源管理中的运用
对策 / 贾小芳 柯俊 张芬
- 4 浅析无人机遥感技术在房产测绘中的应用
/ 吕晶
- 7 BIM 与多源地理空间数据融合系统的研究与实现
/ 高宇翔
- 10 无人机影像数据辅助土地整治项目监管研究
/ 韦瑞辉
- 13 测绘工程技术在不动产测量中的实施
/ 刘以群
- 16 试析遥感与 GIS 技术在土地利用动态监测及执法监察
中的应用
/ 王欢
- 19 无人机航测技术在复杂地形测绘中的应用研究
/ 周明
- 22 多技术融合在农村“房地一体”不动产权籍调查中的
应用
/ 陈刚
- 25 基于多源数据更新大比例地形图的方法研究
/ 夏椿涛
- 28 倾斜摄影和激光雷达技术在新型基础测绘建设中的
应用
/ 李元勋
- 31 自然资源调查中测绘技术的应用与优化
/ 王治国 陈东微 续浩承
- 34 高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用研究
/ 李增寿
- 37 探讨无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的
运用要点
/ 李春山
- 40 高精度测绘技术在土地资源调查中的实践与创新
/ 刘浩斌
- 43 大数据时代下测绘地理信息档案管理策略思考
/ 钟锐 李纯 张竞舟
- 46 无人机航测技术在测绘工程测量中的应用
/ 劳文慧
- 49 无人机在国土调查中的应用与思考
/ 鲍国陈 韩云永 余婵
- 52 基于地理信息系统的农村土地确权测绘技术应用研究
/ 郭健华
- 55 基于无人机技术的新型测绘实践与应用研究
/ 葛宇
- 58 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的实践与
挑战
/ 许可
- 61 三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复中的应用
探索
/ 林秀丽
- 64 GPS 测绘技术在道路工程测量中的应用对策研究
/ 秦阳
- 67 无人机在地质灾害测绘中的作用与发展
/ 庞志勇

- 1 On the countermeasures of surveying and mapping in land planning and resource management / Xiaofang Jia Jun Ke Fen Zhang
- 4 The application of UAV remote sensing technology in real estate mapping / Jing Lv
- 7 Research and Implementation of BIM and Multi source Geospatial Data Fusion System / Yuxiang Gao
- 10 Research on Supervision of Land Renovation Project Assisted by Drone Image Data / Ruihui Wei
- 13 Implementation of surveying and mapping engineering technology in real estate survey / Yiqun Liu
- 16 Application of remote sensing and GIS technology in land use dynamic monitoring and law enforcement supervision / Huan Wang
- 19 Research on the application of UAV aerial survey technology in complex topographic mapping / Ming Zhou
- 22 The application of multi-technology integration in the investigation of real estate title of rural “real estate integration” / Gang Chen
- 25 Study on the method of updating large proportion topographic map based on multi-source data / Chuntao Xia
- 28 Application of oblique photography and Lidar technology in the construction of new basic surveying and mapping / Yuanxun Li
- 31 Application and optimization of surveying and mapping technology in Natural resource survey / Zhiguo Wang Dongwei Chen Haocheng Xu
- 34 Research on the application of high resolution remote sensing image in territorial mapping / Zengshou Li
- 37 The application points of UAV tilt photography technology in large scale topographic map mapping are discussed / Chunshan Li
- 40 Practice and innovation of high-precision surveying and mapping technology in Land resource survey / Haobin Liu
- 43 Thinking on the file management strategy of surveying and mapping geographic information in the era of big data / Rui Zhong Chun Li Jingzhou Zhang
- 46 Application of UAV aerial survey technology in surveying and mapping engineering / Wenhui Lao
- 49 Application and thinking of UAV in land survey / Guochen Bao Yunyong Han Chan Yu
- 52 Research on the application of surveying and mapping technology of rural land ownership confirmation based on GIS / Jianhua Guo
- 55 Research on new surveying and mapping practice and application based on UAV technology / Yu Ge
- 58 Practice and challenge of 3D laser scanning technology in complex terrain engineering survey / Ke Xu
- 61 Application of 3D laser scanning technology in the protection and restoration of cultural heritage / Xiuli Lin
- 64 Research on the application countermeasures of GPS mapping technology in road engineering survey / Yang Qin
- 67 The role and development of UAV in geological disaster mapping / Zhiyong Pang

On the countermeasures of surveying and mapping in land planning and resource management

Xiaofang Jia Jun Ke Fen Zhang

Shaanxi Huayuan Resources Survey, Planning and Design Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

Surveying and mapping plays a vital role in land planning and resource management. With the acceleration of the urbanization process and the increase of the demand for resource utilization, scientific land planning and reasonable resource management are particularly important. This paper discusses the basic concept of surveying and mapping and its application status in land planning and resource management, analyzes the current challenges, and puts forward corresponding countermeasures and suggestions. Through the improvement of survey technology and the optimization of management system, it can effectively improve the efficiency of land use, protect natural resources, and realize sustainable development. We hope that this paper can provide a reference for the research and practice in related fields.

Keywords

survey, demarcation and mapping; land planning; land resource management; application strategy

浅析勘测定界测绘在土地规划与资源管理中的运用对策

贾小芳 柯俊 张芬

陕西华源资源调查规划设计有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

勘测定界测绘在土地规划与资源管理中扮演着至关重要的角色。随着城市化进程的加快和资源利用需求的增加,科学的土地规划和合理的资源管理显得尤为重要。本文探讨了勘测定界测绘的基本概念及其在土地规划与资源管理中的应用现状,分析了当前面临的挑战,并提出了相应的对策建议。通过对勘测技术的改进和管理体制的优化,能够有效提高土地利用效率,保护自然资源,实现可持续发展。希望本文能够为相关领域的研究和实践提供参考。

关键词

勘测定界测绘; 土地规划; 土地资源管理; 运用策略

1 引言

在现代社会中,土地作为一种重要的自然资源,其合理利用和科学管理直接关系到经济发展、生态保护与社会稳定。随着人口的不断增长和城市化的加速,土地资源的需求日益增加,随之而来的便是土地资源的紧缺和生态环境的压力。在这样的背景下,如何有效地进行土地规划与资源管理,成为各级政府和相关部门亟需解决的问题。

2 勘测定界测绘在土地规划中的应用

2.1 土地利用现状调查

土地利用现状调查的主要目的是全面掌握土地的现有利用状况,为后续的土地规划和管理提供依据。传统的调查

方法通常耗时长、精度低,难以满足现代化土地管理的需求。而随着勘测定界测绘技术的广泛应用,通过高精度的测绘仪器和遥感技术,可以快速、准确地获得大范围地区土地利用现状的详细数据。这种技术不仅能够提供地理空间信息,还可以对不同类型的土地利用情况进行分类统计,从而为政府部门制定科学的土地利用政策提供可靠的依据^[1]。例如,在农村地区,通过测绘技术可以清晰地界定耕地、林地、草地等不同土地类型的分布情况,进一步为耕地保护、生态修复等专项工作提供数据支持。

2.2 土地利用总体规划

土地利用总体规划作为指导土地开发、利用和保护纲领性文件,要求具备高度的准确性和前瞻性。而勘测定界测绘技术的应用,能够为土地利用总体规划提供详细的地理空间信息以及土地利用现状的精确数据。在土地利用总体规划编制过程中,测绘技术可以有效识别出不同地区的地形地貌、土地资源分布和开发潜力,通过对这些信息的分析和整合,规划编制者可以科学合理地划定建设用地、农用地和生

【作者简介】贾小芳(1994-),女,中国陕西西安人,本科,工程师,从事国土空间规划、年度变更调查、不动产测绘、土地整治研究。

态保护用地的界限，避免出现土地资源的不合理开发与浪费。此外，随着现代化测绘技术的不断发展，诸如三维测绘、遥感影像等新技术的应用，使得规划编制者能够更加直观、清晰地了解土地利用现状，从而为未来的土地开发和利用提供科学的依据。例如，在城市扩展过程中，通过测绘技术可以及时掌握城市边缘地区的建设用地分布情况，进而合理规划城市发展方向，避免无序扩张带来的环境和资源问题。

2.3 土地整理与开发

土地整理与开发涉及土地的重新分配、整合以及利用方式的调整。通过勘测定界测绘，可以对土地的实际边界、地形地貌、土壤状况等进行精确测量与掌握，这为土地整理的科学决策提供了基础数据支持。在实践中，土地开发往往伴随着土地利用方式的转变，如从农业用地转为建设用地，或是从低效利用的土地转变为高效利用的土地^[2]。在这一过程中，土地的边界划定以及土地性质的重新认定至关重要。勘测定界测绘通过对地形地貌的详细测绘，确保土地开发的各个环节都能够严格按照规划实施，避免因土地边界不清晰

或数据不准确导致的权属纠纷或开发浪费。实践中，通过精准的测绘技术，能够帮助规划者识别土地开发中的潜在问题，例如地质条件不适合建设或需要进行生态保护等问题，从而在开发初期就能规避风险，提升土地整理与开发的效率和科学性。

2.4 土地利用动态监测

随着社会经济的快速发展，土地利用类型和强度不断发生变化，土地利用动态监测的目的在于实时掌握这些变化，为决策提供科学依据。通过勘测定界测绘，能够实现对土地利用现状的动态跟踪，及时发现土地利用过程中可能出现的违规行为，如非法占用农田、超规划开发等现象。在土地利用动态监测过程中，勘测定界测绘不仅可以通过定期航拍、遥感等技术手段获取最新的土地利用数据，还能结合地面测量手段，对重点区域进行详细的实地核查。通过这一过程，土地管理部门可以实时掌握土地利用的变化情况，将动态监测的结果与土地规划对照分析，发现问题及时纠正。

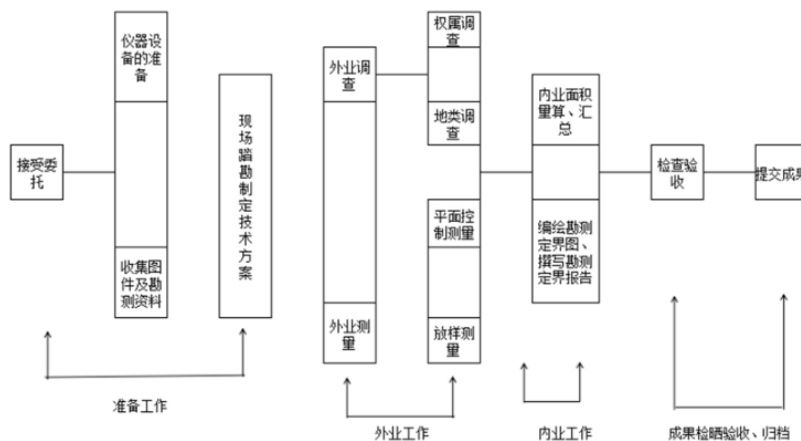


图 1 土地勘测定界过程

3 勘测定界测绘在土地资源管理中的应用

3.1 土地权属调查与登记

土地权属问题历来是土地管理中的重点和难点，涉及土地使用权和所有权的确认与纠纷处理。传统的土地权属调查往往依赖于历史档案和手工测绘，不仅效率低下，且容易产生误差，特别是在城市化进程加速的今天，土地权属问题更加复杂。通过使用现代测绘技术，能够对土地的实际边界、面积等信息进行精准测量和定位，确保土地权属的明确性和权威性。具体而言，勘测定界测绘可以通过卫星定位、无人机航测、激光扫描等方式，对土地进行全方位、多角度的测绘，生成精确的地形图和土地权属图^[3]。这些图件不仅为土地登记提供了科学依据，也为土地纠纷的解决提供了客观证据。

3.2 土地评估与等级划分

土地评估是土地资源管理中的一项重要内容，直接关

系到土地的合理利用和市场定价。土地的价值评估涉及多个因素，包括土地的位置、面积、用途、地形、周边基础设施等，而这些数据的获取和分析离不开勘测定界测绘技术的支持。通过精确的测绘数据，可以科学地评估土地的实际状况，从而为土地的定价和开发提供依据。在此基础上，土地的等级划分也变得更加科学合理。传统的土地等级划分通常依赖于主观判断和经验，容易受到人为因素的干扰。而利用勘测定界测绘技术，可以依据客观的地形地貌数据、土地利用现状等，结合土地的经济价值和生态价值，制定出更加科学、客观的土地等级划分标准。这不仅有助于土地资源的合理配置，也为政府制定相应的土地政策提供了有力的参考。

3.3 土地执法监察

随着土地资源的有限性和稀缺性日益凸显，土地违法行为时有发生，诸如非法占地、违法建设等问题屡见不鲜。为了有效遏制这些违法行为，土地执法部门必须依赖准确的土地信息进行监控和执法。勘测定界测绘技术通过实时获取

土地的地理信息和使用状况,能够及时发现和定位违法行为。例如,通过无人机航测和遥感技术,可以对大面积的土地进行实时监测,发现违规建设或非法占用土地的现象,并及时采取措施^[4]。同时,勘测定界测绘技术还能够为土地利用的日常监管提供支持,通过对土地使用情况的动态监测,有效预防土地违法行为的发生,保障土地资源的合理利用。

3.4 土地资源数据库建设

土地资源数据库是土地资源管理的基础性数据平台,它承载着大量的土地信息,包括地理位置、面积、权属等核心数据。通过勘测定界测绘,能够准确获取土地的空间属性和权属信息,为数据库的建设提供精确的基础数据。传统的土地管理往往依赖于纸质档案的记录,数据更新速度慢且准确性较低,难以满足现代化管理的需求。而通过勘测定界测绘技术,土地信息可以通过遥感、GPS等手段实时获取,并借助地理信息系统(GIS)进行数据的存储、处理和展示,实现了数据的精准、动态化管理。土地资源数据库的建设不仅为土地规划、土地利用审批等工作提供了基础支持,还为土地市场的运行、土地资源的合理配置提供了科学依据。

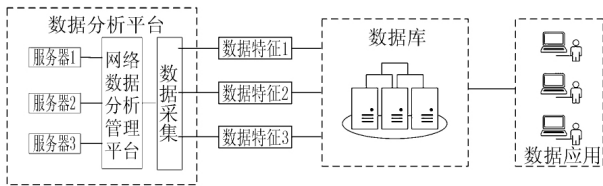


图2 资源规划数据库建设

4 加强勘测定界测绘应用的对策建议

4.1 完善勘测定界测绘技术标准

技术标准是指导勘测定界的基本依据,只有建立科学、系统的标准体系,才能确保测绘工作的准确性和一致性。目前,国内在勘测定界测绘的技术标准方面尚存在一些不完善之处,例如缺乏统一的操作规范和质量控制体系。因此,相关部门应当积极协调各方,制定出符合现代需求的技术标准。这些标准不仅要涵盖测量精度、设备要求、数据处理等技术层面,还应考虑到不同地区的实际情况和特点,确保在不同环境下的适用性。通过标准化的流程与规范,可以有效减少测绘过程中的误差,提高数据的可靠性和可比性,为后续的土地管理和规划提供坚实的基础。

4.2 建立数据共享与交换平台

随着信息技术的快速发展,数据的获取与处理变得越来越便捷。然而,当前许多测绘单位在数据管理和共享方面仍存在较大障碍,导致信息孤岛现象严重。这不仅增加了重复测绘的成本,也浪费了宝贵的资源。因此,建设一个开放

的、跨部门的数据共享与交换平台显得尤为重要^[5]。这个平台应当能够集成各类测绘数据,包括地形、地籍、规划等信息,并允许不同部门、单位之间的便捷访问与使用。通过数据的共享,各方可以及时获取所需的信息,避免重复劳动,提高工作效率。

4.3 加强专业人才培养

勘测定界测绘是一个专业性极强的领域,既需要扎实的理论知识,又需要丰富的实践经验。目前,我国在该领域的人才培养仍存在不足,专业人才的缺口较大。因此,教育机构和行业企业应当加强合作,共同制定符合市场需求的培养方案。高校可以开设相关专业课程,注重实践环节的设置,培养学生的动手能力和创新思维。同时,行业内的继续教育和职业培训也不容忽视,通过定期的培训和考核,提升从业人员的专业技能和综合素质,确保他们能够适应快速变化的市场环境。

4.4 健全法律法规体系

随着土地利用和管理的复杂性增加,相关的法律法规亟需进行完善和更新。目前,部分地方在勘测定界方面的法律法规仍不够健全,导致权属纠纷时有发生。因此,立法部门应当对现行法规进行系统评估,针对实际操作中遇到的问题,及时进行修订和补充。同时,法律法规的宣传与普及也非常重要,只有让更多的人了解相关法律知识,才能有效提高他们的法律意识,减少因无知而产生的纠纷。此外,建立健全的法律救济机制,确保在勘测定界过程中权益受到侵害的单位或个人能够及时获得法律保护,也对于规范行业行为、维护社会秩序具有重要意义。

5 总结

综上所述,勘测定界测绘是土地规划与资源管理的基础性工作,做好勘测定界测绘,是保障土地规划科学合理、促进土地资源可持续利用的关键。面对新形势新要求,必须不断创新勘测定界测绘理念,完善测绘制度,优化技术手段,提升测绘水平,更好地为土地规划与资源管理服务。

参考文献

- [1] 王家立.勘测定界测绘在土地规划与资源管理中的体现[J].中国厨卫,2023,22(5):125-127.
- [2] 张磊.勘测定界测绘技术在土地规划与资源管理中的应用[J].移动信息,2021(7):46-47.
- [3] 麻健挺,杨鸿燕.3S技术在土地勘测定界中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(9):94-96.
- [4] 张克忠.国土资源管理中测绘技术的应用探赜[J].消费导刊,2015(9):326-327.
- [5] 汪学君.测绘地理信息技术在土地规划管理领域的应用分析[J].工程与建设,2023,37(1):57-59+166.

The application of UAV remote sensing technology in real estate mapping

Jing Lv

Ningbo Kaiyuan Survey and Design Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 316000, China

Abstract

Under the background of the continuous development of the real estate industry, the traditional real estate mapping has been unable to meet the current demand. After the effective use of uav remote sensing technology, it can be more convenient to obtain the real estate construction status and surrounding terrain image information, providing strong support for the real estate operation and management. This paper contact the concept and advantages of uav remote sensing technology and advantages, to the application in real estate surveying and mapping in detail, and around the actual case, from like control point layout, route setting, 3 d modeling, empty three measurement aspects, detailed discusses the drone remote sensing technology in the application of surveying and mapping and effect, hope can play a role of reference.

Keywords

real estate mapping; UAV remote sensing technology; application

浅析无人机遥感技术在房产测绘中的应用

吕晶

宁波市开源勘测设计有限公司, 中国·浙江 宁波 316000

摘要

在房地产行业不断发展背景下,传统房产测绘已经无法满足当前需求。在有效利用无人机遥感技术以后,就能更加方便地获取房产建设状况和周边地形影像信息,为房产经营管理提供强有力的支持。本文联系无人机遥感技术的概念与优势,对其在房产测绘中的应用情况进行细致阐述,并围绕实际案例,从像控点布设、航线设置、三维建模、空三测量等方面入手,详尽探讨无人机遥感技术在房产测绘中的应用过程及取得效果,希望可以发挥参考作用。

关键词

房产测绘; 无人机遥感技术; 应用

1 引言

在房产测绘中,对无人机遥感技术进行应用,不仅可以提高房产测绘工作效率,还能推动测绘行业信息化发展。然而受到无人机遥感技术了解不足、实际测绘要点把握不准等因素影响,导致无人机遥感技术在房产测绘中应用的优势作用无法得到充分的发挥。需要加强无人机遥感技术与分析,并结合房产测绘实际目标及要求,对基于无人机遥感技术的测绘工作方案进行制定与执行,使房产测绘变得更加高效,所得信息也能为房产经营、开发和管理提供有力的支持^[1]。

2 无人机遥感技术的基本概述

2.1 概念

无人机遥感技术就是融合了先进无人驾驶飞行器技术、

遥感传感器技术、GPS 差分定位技术等,自动化和智能化地获取国土资源、自然环境等空间遥感信息,并完成遥感数据处理、建模与应用的一项测绘技术。由于无人机是通过机载计算机程序控制系统进行操控的不载人飞行器,因此依托其开展测绘活动,即便是在危险、复杂区域也能灵活有效的完成。通过以无人机为空间平台收集获取的各类数据影像,也能直接通过计算机进行处理,并依托相关软件按照实质需要生成需要的各种图像产品,为开展业务活动提供支持^[2]。

2.2 优势

无人机遥感技术的优势有:①测量效率高。房产测绘工作的开展,需要采集大量的数据信息,具体包括测量房产面积、测量房产要素、绘制房产图等。整个过程依托传统测量技术方法,不仅无法保证工作效率,而且测量获得数据信息质量也不能保证。在利用无人机遥感技术开展这项工作以后,就可以根据房产测绘实际需要对各种相关信息数据进行快速获取,甚至还支持对测量数据进行建模处理,测量工作效率得到极大的提高。②测量范围广。在利用无人机遥感

【作者简介】吕晶(1987-),女,中国浙江宁波人,本科,助理工程师,从事测绘与地理信息研究。

技术进行房产测绘以后，就可以依托无人机飞行的不同高度，实现大面积或小范围的精准测量。同时，开展测量工作还能采用三维建模形式，对区域范围内的图像进行监测和呈现，后续开展分析工作也会更加方便快捷。③处理效率高。房产测绘中应用无人机遥感技术，无人机飞行获取的各种数据影像可通过搭载传感器进行快速获取，然后利用该项技术的信息化和智能化功能，将得到的各类信息数据上传到系统软件当中，实现对采集数据信息的自动化分析与处理^[3]。④兼容性较强。房产测绘中，若仅使用一种测绘技术，所得数据信息可能会有误差，需要使用其他技术手段进行优化弥补。无人机遥感技术最大的优势就是有较强的技术兼容性，通过将之与全球定位、倾斜摄影等技术结合起来以后，就能更好地对地理空间相关数据信息进行测绘、采集、分析和处理，在提高整体工作效率的基础上，得到最终数据信息精确性也能有效保障。

3 无人机遥感技术在房产测绘中的应用

3.1 前期准备



图1 无人机遥感技术应用前期准备工作内容

在利用无人机遥感技术进行房产测绘之前，应该要提前做好各种准备工作，见图1所示。首先，对无人机的相关配件和影像系统进行全面细致的检查，在确保无人机可以正常起飞和测量作业以后，再严格遵照指导说明书对各项功能情况进行核对，针对发现的问题也能及时进行处理，避免对后续正式作业产生不良的影响。其次，对无人机通信设备进行检查，操作时可以结合实际状况对地面站软件进行调试，保证测绘作业过程能正常使用。最后，组织开展无人机测量试验活动，并在这过程中对各项任务执行情况进行了解，重点要落在数据影像质量检查上面，在根据得到影像信息进行优化调整后，为正式测绘工作开展提供科学参数支持^[4]。

3.2 采集数据

在利用无人机遥感技术进行房产测绘时，数据信息采集是其中一项重要的工作内容。作业时可以将倾斜摄影测量技术引入其中，通过垂直传感器和倾斜传感器共同发挥作用，从不同角度完成对房产信息的有效采集。实际航拍测绘中，有了无人机倾斜摄影测量技术的支持，不仅可以得到高分辨率的建筑表面纹理图像，还能对得到数据信息完成数字化转化后，将最终物体直观形象地展现出来。

3.3 构建模型

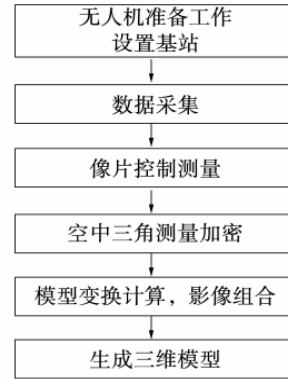


图2 无人机遥感三维建模工作流程

以往开展三维模型构建工作，更多是依托CAD计算机应用软件得以实现，虽然可以取得一定的图像建模效果，但是也会显露出数据精确性差和模型制作周期较长的问题。在应用无人机遥感技术之后，就能利用该项技术展现出高精度、高分辨率等特征，有效利用影像几何特点完成自动转点，在依托计算机找到不同数据影像的相同点后，自动化地开展模型变换计算与深度分析，最后根据得到地空间变换模型数据进行影像优化组合，所生成的三维模型也会更加立体形象地反映测绘房产实际状况，具体工程流程见图2所示。

4 实际案例分析

4.1 测区概况

某房产测绘项目位于城市建成区中，图像数据是一张分辨率为1m的卫星遥感地图。由于近几年该区域基础设施不断完善，现有资料已经无法满足实际建设管理需求，因此提出按照航测规范要求对区域进行重新测量的任务，以为该区域房产经营管理提供有力的支持。实际测量中，主要是利用无人机遥感技术进行，航拍比例尺为1:500，相对航拍高度为300m，地面分辨率为0.07m，侧向重叠度为30%，相机尺寸为6um^[5]。

4.2 无人机遥感测绘作业

4.2.1 像控点布设

该测量项目区域呈现为L型，利用无人机遥感技术测绘，像控点要控制整个项目区域。执行时，对像控点进行选择，要优先考虑明显的地物拐角处，并注意考虑周边物体是否会对卫星信号产生干扰。同时，要保证测绘所得成果精度满足作业规范要求，实施过程中也要对像控点设置精度引起高度重视，通过加强高程点位误差控制、适当增加点位数量等工作，可以促进整个测绘工作顺利高效地开展，获得数据信息资料也能准确反映实际情况。

4.2.2 航摄准备

在完成像控点布设工作以后，就要根据项目区域划分进行航摄准备。本次测绘使用的是大疆无人机，具有经济

灵巧和适用于低空摄影测量的特点。在航摄之前根据飞行手册对高性能成像、高精度导航定位等系统功能进行细致的检查,并注意观察遥感信号和数据链路是否正常通畅。然后对航摄飞行方向进行科学设定,必要时还可以组织开展试航飞行活动,在检查各项功能的同时,也能对航线弯曲度、航线方向重叠度、像片倾斜角等参数进行优化调整,使之更加贴合实际情况。

4.2.3 数据处理

在依托无人机遥感获取房产项目各种影像数据信息以后,也可以依托 smart3D 无人机航空影像处理软件,对拍摄得到的倾斜影像数据进行有效分析与处理。由于 smart3D 软件是一种实景建模软件,因此在通过无人机影像导入新建工程以后,就可以将无人机航测获得的各种影像数据添加到工作模块,再借助全球定位系统、惯性导航系统等,导入影像位置和角元素,最终获得瞬时三维坐标。另外,在完成影像导入工作后,还能选择视图工具模块对影像空间位置分布进行分析和把握,然后选择需要修正的信息对不正确影像进行剔除,最后再检验文件完整性及尺寸,保证所得影像都可以完整地加入,用以反映项目真实的情况^[6]。

4.2.4 空中三角测量

要保证项目测量结果精准性,在完成业内数据处理工作后,就可以开展空中解析三角测量活动。实际操作要注意力落在无人机影像导入的区块当中,作业时要将空中三角高程测量数据进行提交,整个过程还要根据测量要求对数据参数进行设置与调整,以方便后续计算分析工作更加顺利地展开。在确定提交数据参数准确无误后,就能开展三角测量数据计算活动,操作时需要打开 smart3D 的引擎,依托像控点参与联合平差实现对三角测量数据的自动化计算。待完成第一次空三测量后,通过测量工具模块导入采集的像控点坐标,并在影像图片中将这此像控点坐标标注出来,可以确保项目测量的精度。

4.2.5 生成 DEM 结果

分幅图和分丘图是房产测绘的重要成果,可以为房产权管理、登记等工作开展提供强有力的支持。而生成 DOM 数据和 DEM 图像结果是无人机遥感技术应用于房产测绘的最后一个环节,实际作业需要将 DOM 数据有效导入到房地地理信息系统中,对新建房屋进行矢量化,并通过生产编号得到唯一城市产籍编号。具体操作时要选择新建重建项目,对需要生成 DEM 的范围及空间参考系统进行准确

的选择,在提交新的生产项目后,围绕任意格式的三维网格开始构建三维模型。待这项工作完成后,再次提交新的生产项目,并通过选择正射影像参数完成对数字地表模型的有效构建,操作中要注意利用各种数据影像处理软件,通过镶嵌、光色、裁剪等工具,自动完成相关影像的拼接,待提取数字地表模型高程后,就能自动生成需要的 DEM 图像。

4.2.6 工作取得效果

在该房产测绘项目中,有效利用无人机遥感技术开展工作,实现了快速、有效和精准获取相关数据和影像信息,并且为了提高作业精度,还将全球定位系统和倾斜摄影测量技术融入了其中,极大保证了测绘信息的精确性。同时,在对获得影像数据进行业内处理时,主要是依托 smart3D 软件进行,除了可以对采集不同影像数据进行变换计算以外,还可以自动生成测绘项目三维模型,再次提交新的生产项目和选择正射影像参数后,即可生成 DEM,为开展的房产经营管理工作提供有力的支持。

5 结语

本文是对无人机遥感技术在房产测绘中应用的分析。新时期开展房产测绘工作,注意对无人机遥感技术进行应用,可以使整个测绘工作效率得到显著的提升。实际操作要取得这一效果,除了要加强无人机遥感技术了解以外,还要对航摄准备、像控点布设、数据业内处理、空中三角测量等重点内容进行细致把握。通过贯彻落实好这些工作,房产测绘工作也能高效高质地完成,并推动测绘事业获得进一步的发展。

参考文献

- [1] 崔飞飞.无人机遥感技术在房产测绘中的应用[J].黑龙江科学, 2022,13(14): 123-125.
- [2] 黄亮.无人机遥感技术在建设工程地形测绘中的应用[J].大众标准化,2022,(09):37-39.
- [3] 吕新达,王云峰.无人机遥感技术在露天矿边坡测绘中的应用[J].江西测绘, 2022,(02):16-19.
- [4] 吴轩.低空无人机遥感技术在矿山测绘中的技术应用[J].世界有色金属, 2022,(04):21-23.
- [5] 梁旭.无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用研究[J].工程技术研究, 2022,7(20):14-16.
- [6] 蔡立庭.房产测绘施工中无人机遥感技术的应用研究[J].工程建设与设计, 2023,(23):151-154.

Research and Implementation of BIM and Multi source Geospatial Data Fusion System

Yuxiang Gao

Xinjiang Uygur Autonomous Region First Surveying and Mapping Institute, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

The urbanization process in China is getting faster and faster, and the rural population is gradually shifting to cities, resulting in a large amount of geographic information data. The technology of geographic spatial information is developing rapidly, and various new technologies have emerged, such as realistic 3D technology, oblique photogrammetry technology, etc., which have generated a large amount of data and continuously supplemented traditional data sources. The establishment of a digital city in Changji City generated a large amount of data during the process, but the accuracy of these data is not enough and is not enough to cover the entire Changji City. Smart cities require information resources to have high effectiveness, accuracy, and coverage. Therefore, existing two-dimensional data must be upgraded to more current spatial data to meet the requirements of commanding urban construction.

Keywords

BIM; GIS; Super Map; information management; data fusion; 3D visualization

BIM 与多源地理空间数据融合系统的研究与实现

高宇翔

新疆维吾尔自治区第一测绘院, 中国·新疆 昌吉 831100

摘要

我国的城市化进程越来越快, 农村人口都逐渐向城市转移, 因此产生了大量的地理信息数据, 地理空间信息的技术迅猛发展, 涌现出各种新型的技术, 例如实景三维技术, 倾斜摄影测量技术等, 产生了大量的数据, 不断补充传统的数据源。昌吉市建立数字城市, 在建立过程中, 产生了大量的数据, 但是这些数据精度不够, 而且不足以覆盖整个昌吉市, 而智慧城市要求信息资源要有很高的实效性, 要有很高的精度和非常高的覆盖度, 因此, 必须将现有的二维数据升级为现实性更强的空间数据, 才能满足智慧城市建设的需要。

关键词

BIM; GIS; Super Map; 信息管理; 数据融合; 三维可视化

1 BIM 简介

BIM 起源于建筑工程, 是一种用三维形式体现的技术。BIM 数据的精度比 3D GIS 模型更高, 精细度更好, 但是 GIS 有分析功能, 因此将二者结合, 就可实现微观数据和宏观数据的查询需求, 一方面扩展了 GIS 的位置功能, 一方面获得了高精度的数据源。因此将二者融合是有现实意义的^[1]。

城市的人口非常密集, 有繁荣的经济和发展迅速的社会文化, 而且比较集中, 城市规划中, 要求地理信息数据比较全面, 因此产生了智慧城市, 让城市的可持续性发展成为现实。将 BIM 和 GIS 融合, 让地理实体表现得更为直观, 实现了可视化, 是智慧城市中不可缺少的一部分, 该系统建立在基础地理数据库的基础上, 对城市的各种信息进行采

集, 可以更好地满足城市管理的需求, 从实体数据, 发展到多元数据, 让城市呈现立体的表达, 再结合倾斜摄影测量成果和新型基础测绘的成果, 构建立体的空间实体, 实现可视化城市的再造^[2]。

2 系统相关技术介绍

2.1 BIM 的空间结构与应用

BIM 是一种建筑设计中使用的工具, 是三维数据和模型的集合, BIM 数据不但包含建筑物的属性、几何, 还包含了建筑物的空间等信息。通过一些专业的软件, 例如 AutoDesk Revit 等, 就可以查看 BIM 模型, 还可以对其进行编辑^[3]。

BIM 技术的应用范围很广, 一般被广泛应用于城市规划领域, 包含土地利用规划、城市设计、基础设施规划等, 城市规划师倾向于使用 BIM 模型, 来对城市的基础设施和建筑进行模拟, 这样可以更全面地了解城市的发展趋势

【作者简介】高宇翔(1989-), 男, 中国河南驻马店人, 本科, 工程师, 从事地理信息系统研究。

和建筑物的结构。BIM 技术在城市信息管理的应用如下^[4]：

2.1.1 建筑物管理

BIM 技术一般用于管理建筑物，例如修复和维护建筑物。BIM 模型可以完美体现建筑物，而且信息非常精确，包含构筑建筑物，构筑设施和材料等，从而可以维护这管理和维护建筑物。

2.1.2 市政设施管理

BIM 技术被广泛应用于城市的市政设施，包含桥梁、道路和排水系统等。城市管理者利用 BIM 模型，就可以掌握全面的市政信息，包含设施的属性，形态，以及各种信息，这样就方便他们去维护设施^[5]。

2.1.3 构建智慧城市

在智慧城市的构建中，BIM 技术可以实现智慧安防，智慧交通，智慧建筑等，利用 BIM 模型，就可以掌握城市信息，而且这些信息非常精准，城市规划者就可以更好地管理城市的设施，还可以更好地设计规划，以及为城市的居民提供各种服务。

2.2 GIS 主要平台介绍

国内外一直在开展地理信息平台的研究，国外早就已经开始进行了地理信息系统的研究，美国开发了 Arcgis，这个平台非常全面，适用于多个领域，MapInfo 是一款地理信息软件，可以创建可视化地理数据，它不但可以用于 Windows，还能用在 Linux 上。国内对地理信息系统的研究起步要较国外晚，但是这些年也有一些成绩。北京超图公司研究了一款 SuperMaP，功能就非常强大，而且非常容易操作。中国地质大学开发了一种通用的工具软件 MapGIS，可以制作复杂的地质图，还能制作地形图^[6]。

Arcgis 产品的价格比较高，而且保密性不好，MapInfo 对硬件有要求，兼容性不是很好。SuperMap 的地理信息功能比较强大，容易使用，有很强的扩展性，有很强的兼容性，因为数据都是涉密的，还要支持国产技术，因此 SuperMap 更适合于本系统的生产。

2.3 GIS 开发地图数据库介绍

因为要实现二维和三维地图的查询工作，还要进行一些分析工作，而通过对比，SuperMaP 是最适合的平台。SuperMap 为开发人员提供了数据库，它是一种前端地图数据库，通过该数据库，可以构建多种 GIS 程序^[7]。

3 数据融合关键技术

3.1 多源三维数据融合技术

3.1.1 精细化模型及倾斜摄影模型加载速度优化

城市空间数据涉及很多三维数据，量非常大，因此在融合的时候会耗费大量的时间，尤其遇到复杂的倾斜摄影模型和精细化模型，融合时间更长。因为倾斜摄影数据的体积比较大，而且文件比较碎片化，如果倾斜摄影数据没有优化过，在一般的平台上都会加载过慢，造成很低的浏览速度。

在浏览器端面因为对网络带宽，文件请求量有要求，因此显示效果不好。因此，在融合多源三维数据时，必须优化得到的精细化模型和倾斜摄影模型，才能让加载速度更快^[8]。

①精细化模型数据处理过程。

用 SuperMap iDesktop 的导入功能导入精细化模型，找到建筑图层数据集，然后把不要的字段删除，然后提取相应数据。将顶点数超过 2000 的文件单独建文件夹，不能使用打散功能，会导致系统崩溃，然后再将数据集分组，分组的依据是顶点数的多少，然后才能使用打散功能，如图 1 所示^[9]。

图 1 模型属性提取示例

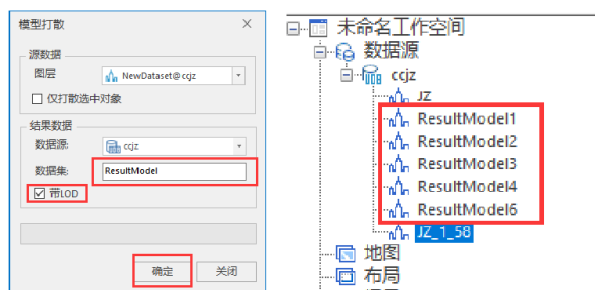


图 1 模型打散示例

将打散后的数据集选中，然后再追加原来的数据集，追加后，重新提取顶点数量，然后生成缓存，如图 2 所示，然后修改各个参数，包含文件类型，缓存路径，瓦片边长，过滤阈值等。

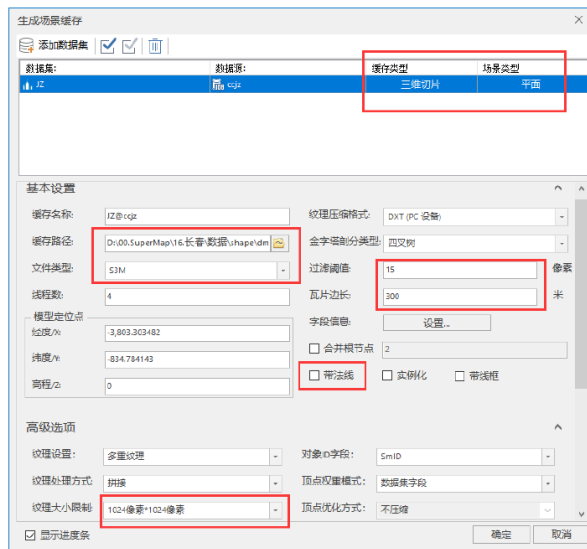


图 2 生成场景缓存参数设置

②倾斜摄影模型数据处理优化过程。

先合并倾斜摄影数据，再由软件重新生成配置文件。因为图层越多，性能越不好，因此控制图层数量，最好小于十个，SuperMap 有专门的插件用于倾斜摄影模型数据优化，用该功能进行倾斜摄影模型数据的优化处理。如图 3 所示^[10]。



图 3 倾斜入库参数设置

3.1.2 多源三维数据融合方法

通过整理分类各种数据，现在收集到的三维数据有精细化模型数据、建筑空白模型数据，倾斜摄影数据等，要在各种数据中切换，只需将当前场景中的数据图层移除，然后再加载所需要的数据，然后调用相关的参数就可以，如图4所示。

```

layerName.qingxie.deleteName.forEach(name => {
    SGS.Viewer.scene.layers.remove(name); // 移除图层
})
// 切换场景
SGS.changeScene(layerName.jingmo.url, initFunCallback, null, undefined, {autoSetView: false});
/**
 * @param {string} sceneUrl 要打开场景URL
 * @param {function} initLayersFun 场景加载完成后，回调方法
 * @param {function} initPositionFun 定位回调
 * @param {string} layerName 图层名称，可为undefined
 * @param {object} option 加载场景时的参数，如果需要，也需要指定layerName为：undefined | layerName
 */
SGS.changeScene = function(sceneUrl,initLayersFun,initPositionFun, layerName, option){
    var promise = SGS.Viewer.scene.open(sceneUrl, layerName, option);
    Cesium.when(promise, function (layers) {
        if(typeof initLayersFun == 'function'){
            initLayersFun(layers)
        }
        if(typeof initPositionFun == 'function'){
            initPositionFun()
        }
    })
}
    
```

图 4 三维场景数据切换代码

因为倾斜摄影模型和精细化模型的数据量都特别大，尽管已经经过了优化，但是如果切换的话还是需要耗费很多时间，一般不需要切换全部数据，只需要在部分范围内切换就可以。在叠加融合多源三维数据前，要裁剪选中区域的数据，保留区域内的数据，裁剪操作需要裁剪范围的点数组和相关数据集名称，然后再传入不同变量，就实现了数据的融合。如图5所示。

```

/**
 * 根据图层名称设置s3=图层裁剪范围
 * @param {[type]} layerNames [图层名称数组]
 * @param {[type]} type [数据类型: 0表示裁剪范围外的数据, 1表示裁剪范围内的数据]
 * @param {[type]} regions [范围数组: eg: [[x,y,10,x+0.1,y,10,x+0.1,y+0.1,10,x,y+0.1,10]]
 * @return {[type]} [description]
 */
SGS.modifyScpRegionsByLayerNames = function(layerNames,modifyType,regions){
    let _this = this
    let _modifyType = Cesium.ModifyRegionMode.CLIP_OUTSIDE
    if(modifyType && modifyType == 1){
        _modifyType = Cesium.ModifyRegionMode.CLIP_INSIDE
    }
    setTimeout(function(){
        layerNames.forEach(function(layerName){
            let layer = _this.viewer.scene.layers.find(layerName)
            layer.setModifyRegions(regions,_modifyType)
        })
    },100)
}
    
```

图 5 裁剪图层代码

4 BIM 与多源地理空间数据融合系统设计

通过查阅国内外文献，在搭建系统时采用 B/S，依托云计算和物联网，通过数据层、基础设施层，应用层和平台服务层，只需要对服务器进行安装，并进行后期维护，就可以通过 Web 进行访问。

5 结论

国家实施了数字化城市的战略，迫切需要构建智慧城市，本文探索的融合系统，可以将复杂的数据统一管理，可以实现实时查询，还有分析功能，并且让数据更加直观，让数字化城市的管理效率更高。

参考文献

- [1] 李小敏. Web GIS三维实景地图在城市规划管理中的应用研究[D].西安科技大学,2019.
- [2] 李雷烈. 基于BIM+GIS的山岭隧道三维建模技术及应用研究[D].武汉大学,2022.
- [3] 谭斌,吴彦,蒲天一,张亮,黄星月,初万渝. BIM+GIS技术在山地建筑精细化施工组织中的应用探索[J].重庆建筑,2022,21(S1):174-176.
- [4] 赵娟娟.基于Web GI的昆明市市容环境信息系统研究[D].云南大学,2019.
- [5] 熊波. Web GIS技术及其在智慧路灯管控系统中的应用研究[D].湘潭大学,2019.
- [6] 刘青. BIM+GIS技术在建筑施工管理可视化中的应用探究[J].智能建筑,2022(09):92-94.
- [7] 吕慧玲,李佩瑶,汤圣君,朱庆,许丽.BIM模型到多细节层次GIS模型转换方法[J].地理信息世界,2016,23(04):64-70.
- [8] 赖华辉,侯铁,黄际政等. 基于IFC 的轨道交通工程BIM模型合规性检查探索与实践[C]//中国图学学会建筑信息模型(BIM)专业委员会.第七届全国BIM学术会议论文集.中国建筑工业出版社,2021:472-477.
- [9] 曹祎楠. 融合BIM与 GIS的三维空间数据可视化研究[D].北京建筑大学,2020.
- [10] 王伟驰.面向铁路车站信息化建设的BIM-GIS集成技术研究[D].石家庄铁道大学,2021.
- [11] 王萍萍. 基于BIM+GIS的管网分析及可视化研究[D].中国石油大学(华东),2020.

Research on Supervision of Land Renovation Project Assisted by Drone Image Data

Ruihui Wei

Hami Landscape Surveying and Mapping Co., Ltd., Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract

Land consolidation is an important means to safeguard China's arable land, improve land utilization efficiency, and make the land use pattern more reasonable. China has achieved certain results in land consolidation projects, but due to the vast restoration area in China, the difficulty of land consolidation is relatively high. The country needs to invest a large amount of funds in land consolidation every year. This study summarized the application of unmanned aerial vehicle (UAV) surveying technology in land consolidation project supervision and management through literature review. The specific application process of UAV surveying technology in land consolidation project supervision was designed. The UAV was used to obtain data from the two phases of land consolidation in Hami City, Xinjiang, and indoor processing was carried out. The stacking function of Arcgis10.2 was utilized, Overlapping with the planning and design drawings of Hami City, it more clearly reflects the construction situation of the land consolidation project. Using ArcGIS 10.2, a land utilization status map based on two sets of orthophotos was drawn, and the obtained land types were analyzed to obtain the overall effect of the land consolidation project in Hami City.

Keywords

land consolidation; Drone imaging; Land supervision

无人机影像数据辅助土地整治项目监管研究

韦瑞辉

哈密市山水测绘有限责任公司, 中国·新疆哈密 839000

摘要

土地整治是保障我国耕地, 提高土地的利用率, 让土地利用格局更加合理的重要手段, 我国在土地整治项目上取得了一定的成绩, 但是因为我国幅员辽阔, 因此土地整治起来难度比较大, 国家每年要投入大量资金用于土地整治。本研究通过整理文献, 对无人机航测技术在土地整治项目监管和管理中的应用进行了总结, 对无人机航测技术在土地整治项目监管工作中的具体应用流程进行了设计, 通过无人机获取了新疆哈密市土地整理前后两期影像的数据, 并且进行了内业处理, 并且利用Arcgis10.2的叠加功能, 和哈密市的规划设计图进行了叠加, 更加清晰地反映了土地整治项目工程建设的情况, 利用Arcgis10.2, 绘制出基于两组正射影像的土地利用现状图, 然后对得到的地类进行分析, 从而得到哈密市的土地整治项目的整体效果。

关键词

土地整治; 无人机影像; 土地监管

1 引言

土地整治是一个系列工程, 目的是对林、田、路、水、村的布局进行优化, 可以采用生物技术、工程等手段, 让生态环境得到改善, 推进我国的社会主义新农村建设。由此可见, 土地整体是一项极其复杂的工程, 综合性很强, 开展的规模很大, 涉及很多方面。在土地整治的开展过程中, 需要进行很多工程, 例如田间的道路修建工程、土地平整工程等, 这些工程需要耗费大量的资金。当前, 随着我国的不断发展, 土地整治项目的科技手段也在不断进步, 管理水平相比过去

也有了质的飞跃, 但是如何利用现代的手段, 让土地整治的效果更好, 让土地整治的管理效率更高, 一直是土地整治方面的重点也是难点之一^[1]。

2 无人机在土地整治项目规划设计中的应用

土地整治规划设计是让土地整治布局更加合理的一项重点工作, 土地整治项目的效果好不好, 取决于土地整治项目。土地整治项目规划设计广义上来说, 是从农民的需求出发, 还有结合当地农业生产的实际条件, 并且对项目区内的人文、经济因素进行考察, 合理布局林、路、水、村等因素, 并且逐个布局单项工程。狭义来讲, 是对土地整治规划的活动进行设计。土地规划设计的具体内容有很多, 包含农田水利设计、防护林的设计、道路的规划设计、土地平整规

【作者简介】韦瑞辉(1983-), 男, 壮族, 中国新疆哈密人, 本科, 工程师, 从事规划设计和航空摄影测量研究。

划设计等。国内的土地工作人员开展了一系列研究,在理论方面,贺传等人查阅了大量国内外的资料,整理出一套适合国内土地规划设计的方法。徐小伟经过考察,认为我国当前的土地规划设计手段过于简单,并不能满足所有的地势的要求,望勇和张超等则研究了基于 AutoCad 和 Mapgis 的土地整理项目^[2],张小侠解决了传统方法中利用 Autocad2007 和 Mapgis6.7 存在的数据格式不能统一以及坐标系不匹配的问题,通过这些文献不难发现,土地整治项目一般收集的是一些图形数据,包含社会,经济,自然、图像等,然后再把这些图像变成矢量,然后再利用相应的软件进行规划设计,进行最优的布局,因此土地规划设计的质量并不稳定,容易受到其他因素的影响,例如项目区内的图像矢量化精度,土方预算工作中的精度以及图像数据质量等,这些影响因素最主要的就是图像的高程精度和平面精度,而平面精度容易受到地形的影响,传统的地形测量需要耗费大量的工程,成本非常高,质量还难以达到要求,因此,为了得到合理的土地规划设计,必须进行快速又经济的地形测量。

传统的测量手段是由外业人员到实地对地形图进行测量,不但周期长,而且成本非常高,而采用无人机进行地形测量,因为无人机受到环境的影响很小,成本不高,有很强的实效性,而且可以机动灵活地安排项目进度,利用无人机,可以获得高分辨率的影像图,这样规划人员就可以通过影像,快速了解项目区,就可以通过影像来制作规划设计图,利用数字高程模型和数字正射影像,就可以让工程的规划更加合理,而且计算的工程量也更加精确,编制的预算成本也更加贴合实际,由此可见,无人机航测技术非常有利于土地整理项目的规划,能极大减少工程量^[3]。

3 无人机在土地整治项目监督管理中的应用

当前,我国高度重视土地整治,土地整治已经不是某个部门的任务,而上升到治国的战略中,我国每年投入上千亿元用于整治土地,因此,国家有专门的部门进行土地整治项目的监管,一方面是确保投资的收益,一方面是为了保护土地资源。目前我国的土地整治项目稳定向前推进,但是土地整治的监管工作却跟不上土地整治项目前进的步伐,相对落后,因此必须提高土地整治项目监管的力度和科技的投入等^[4]。

国内学者围绕着土地整治项目的监管工作开展了大量的研究,李晨等人挖掘了当前土地整治项目监管的问题所在,分析了土地整治监管的内涵和重要任务,提出了动态监管非常重要;高世昌等人对监管体系的完善进行了深刻剖析,提出必须增强执行力,提出了必须利用科技手段进行土地整治项目的监管;徐蕴慧等人提出,土地整治项目必须进行分段式管理,还要进行动态管理,由此可见,必须用现代科技进行土地整治项目的监管,要实现动态的数字化管理,才能有效进行土地整治项目。

国内关于无人机航测技术在土地整治项目的整治监管也有大量的研究,很多研究人员开展了低成本的无人机航测技术获取项目区的数据,解决了土地整治项目中的老大难问题,可以快速实现土地整治项目的监管,吴涛等人利用无人机获取正射影像,并且经过处理,对规划设计产品开展一系列的检查,让规划设计质量更好,由于土地整治项目是一项大工程,因此经常出现各种变更,而无人机航测可以快速地洞察这些变更,相比传统的野外测量,无人机的相应速度更快,成本也更低^[5]。

4 无人机影像数据辅助土地整治项目监管

土地整治项目的监管关系到土地整治项目是否能够收益,因此是一项非常重要的工作,传统的监管依靠的是文本报告和图纸,很难达到土地整治项目监管的要求,在土地整治项目的开展前期,如果单凭一些数字报表和文本,很难了解项目的现状,在设计阶段,监管更为重要,必须知道设计是否有可行性,布局是否合理,在项目的施工阶段,还有项目的后期管理阶段,也不能单凭报表和图纸来进行监管,都会出现偏差,而到实地核查,工作量非常大,成本也比较高,因此,必须有一种新的监管方式,来取代现在的监管方式^[6]。

4.1 遥感技术对比

通过遥感技术来进行土地整治的监管已经成为一种常态,遥感技术是指通过一定技术获得项目区的遥感数据,然后再通过一些技术手段进行处理分析,通常有三种方式获得数据源,分别是卫星遥感技术,载人航空遥感技术,无人机航测技术,这三种技术有很大的差异^[7]。

通常卫星遥感技术一般适合大面积采集遥感数据,获得遥感数据需要耗费大量的成本,作业方式因为区域的问题,因此存在很大的局限,因此土地整治项目中很少用这种技术。载人航空遥感技术的精度要比卫星遥感技术高一些,但是操作起来手续也和卫星遥感技术一样烦琐,甚至超出卫星遥感技术,无人机航测技术可以低空飞行,成本最低,操作方便,维护简单,可以获得高显示性的影像,而且可以获得很高分辨率的影像,更满足土地整治项目这种比较分散的项目。因此更适合获取土地整治项目的遥感数据^[8]。

4.2 土地整治项目无人机航测监管应用实例

本部分研究主要探讨无人机航测技术如何实施项目实施监督,以及如何从技术上辅助项目验收,研究以哈密市某区为研究区域^[9]。

4.2.1 土地整治项目区遥感影像处理

本次无人机航测技术获取影像数据为土地整理项目区整理后的影像,比例尺为 1:1000,获取影像后,进行坐标转换和裁切处理,然后获得两次影像的对比数据。结果如图 1。

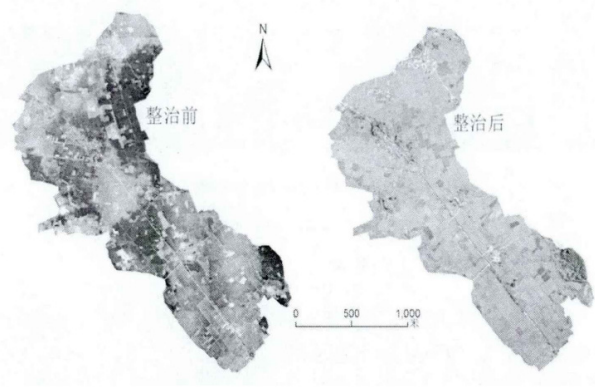


图1 研究区土地整治前后无人机遥感图

4.2.2 规划图与竣工影像叠加分析

利用 CASS9.0, 将 DWG 格式的土地整治项目规划设计图和项目区整治后的影像叠加在一起, 填写疑似问题的报告, 作为实地核查的依据^[10]。

4.2.3 影像土地利用现状图地类统计分析

利用 Mapgis6.7 将两期影像导入, 并且进行矢量数据采集, 制作两期土地利用现状图, 如图 2 所示。

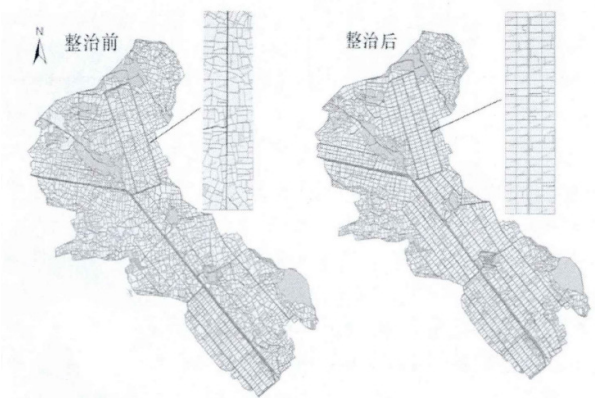


图2 整治前后土地利用现状对比

5 结论和展望

5.1 结论

土地整治项目是我国耕地动态平衡的重中之重, 因此, 必须不断加强土地的整治。随着科学技术的发展, 土地整治从只追求耕地的数量到重视耕地的质量, 并且同时考虑到不破坏生态环境, 土地整治技术在不断更新换代, 由于土地整治项目是一项巨大的工程, 因此, 利用传统的二维地图只能

获得不合理的规划设计, 会让国家蒙受很多损失, 有了遥感技术的产生, 让土地整治项目的效率更高, 也有了突飞猛进的发展, 但是因为卫星和载人飞机遥感局限性太大, 并不能适应所有的土地整治项目, 而无人机技术的出现弥补了这一缺陷, 无人机航测技术现在是土地整治项目获取遥感数据的重要手段。

5.2 展望

本次研究使用的是一款瑞士的无人机, 虽然这款无人机可以获得比较高的高程精度和影像数据坐标, 但是仍然出现信号不稳定的现象, 因此, 无人机航测技术还需要进一步的发展, 才能更好地适应土地整治项目。

参考文献

- [1] 黄飞. 无人机航测精度的影响因子及其提升对策分析——以全域土地综合整治项目为例 [J]. 产业科技创新, 2023, 5 (06): 29-31.
- [2] 张玉娟, 邹琳, 李利番等. 不同类别土地整治项目差异化分析及类型识别——以广东省为例 [J]. 中南农业科技, 2023, 44 (11): 90-95.
- [3] 苏日娜. 土地整治工作中现代测绘技术的应用路径探索 [J]. 西部资源, 2023, (05): 91-93. DOI:10.16631/j.cnki.cn15-1331/p.2023.05.002
- [4] 李沛珊. 土地整治对广东省珠三角地区耕地质量的影响探析 [J]. 南方农业, 2023, 17 (18): 21-23. DOI:10.19415/j.cnki.1673-890x.2023.18.007
- [5] 王钊. 土地整治项目实施对土地产能及效益的影响 [J]. 农业与技术, 2023, 43 (16): 68-71. DOI:10.19754/j.nyyjs.20230830018
- [6] 王海燕. 测绘技术手段在土地综合整治中的应用——以清徐县孟封村等村农田整治项目为例 [J]. 华北自然资源, 2023, (04): 108-110.
- [7] 周杏莊. 高质量发展背景下佛山新城土地综合整治与联动改造方法创新研究 以佛山新城(顺德乐从)小布村村级工业片区连片改造项目为例 [J]. 中华建设, 2023, (08): 109-111.
- [8] 张忠丽, 张志强. 基于耕地保护的农村土地整治项目可行性分析 [J]. 农村实用技术, 2023, (07): 125-126.
- [9] 邓丽. 无人机航测技术及其在土地整治项目中的应用分析 [J]. 中国设备工程, 2021, (24): 199-200.
- [10] 郑文昭. 无人机航测技术在土地整治项目工程测量中的应用分析 [J]. 科技资讯, 2021, 19 (20): 37-39. DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2108-5042-8976

Implementation of surveying and mapping engineering technology in real estate survey

Yiqun Liu

Nanchang City Land Surveying and Mapping Engineering Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract

With the continuous development of science and technology, modern surveying and mapping engineering technology uses digital technology and GPS positioning equipment, so as to improve the scientific nature of the data and work efficiency. The application of digital technology enables the measurement data can be processed and analyzed by computers and other electronic devices, which greatly improves the accuracy and reliability of data. Compared with the traditional manual measurement, the digital mapping engineering technology can complete the measurement task more quickly. The application of GPS positioning devices has also revolutionized real estate measurement. Traditional cadastral survey work needs to rely on traditional measuring instruments and equipment, the work efficiency is low and is limited by the geographical environment and other factors. The GPS positioning equipment can provide high-precision location information through satellite signal positioning, which greatly improves the accuracy and efficiency of measurement.

Keywords

surveying and mapping engineering technology; real estate survey; implementation

测绘工程技术在不动产测量中的实施

刘以群

南昌市土地测绘工程有限公司, 中国·江西 南昌 330000

摘要

随着科技的不断发展, 现代测绘工程技术运用了数字技术和GPS定位设备, 从而提高了数据的科学性和工作效率。数字技术的运用使得测量数据可以通过计算机等电子设备进行处理和分析, 大大提高了数据的准确性和可靠性。与传统的手工测量相比, 数字化测绘工程技术能够更加快速地完成测量任务。GPS定位设备的应用也为不动产测量带来了革命性的改变。传统的地籍测量工作需要依靠传统的测量仪器和设备, 工作效率较低且受到地理环境等因素的限制。而GPS定位设备可以通过卫星信号定位, 提供高精度的位置信息, 大大提高了测量的准确性和效率。

关键词

测绘工程技术; 不动产测量; 实施

1 引言

在工程施工中, 不动产测绘是非常关键的一个环节, 直接关系到施工质量的整体性以及工程本身施工标准的有效达成。此外, GPS定位设备可以追踪移动目标的位置和路径, 对于在房产行业中进行移动物体的测量和监测非常有帮助。本文首先分析了测绘工程技术在不动产测绘工作中的应用情况, 之后又提出了借助测绘工程技术提高房地产开发效率的方法与策略。

2 不动产测量的相关概述

作为测绘学科中必不可少的组成部分, 不动产测量在

我国土地资源管理规划中的应用极为频繁。法律层面上, 对于不动产测绘结果的认可度也非常高。不动产调查是不动产测绘技术的发展基础, 不动产测绘技术的应用优势在于可以借助现代化技术手段对不动产面积进行分析, 对不动产位置与属性进行研究, 并生成相应的图像数据。这些图像数据可以为城市规划管理工作的开展提供参考依据。近几年来, 城市发展规模的扩大, 使得很多人具有了购置房产的需求。只有做好不动产测量工作, 明确产权价值, 才能够为城市居民的切身利益提供保证。所以, 推动不动产测量技术的发展具有十分重要的意义。

所谓不动产, 包含权属性质明确的土地及其上面建筑物。不动产测绘又被人们叫作地籍测绘, 需要根据实际管理需求, 进行各类平面图的绘制。在信息时代下, 信息化技术在不动产测绘中的渗透, 不仅提高了不动产测绘的效率与质量, 还降低了不动产测绘工作的成本, 推动了不动产测绘领

【作者简介】刘以群(1991-), 男, 中国江西南昌人, 本科, 工程师(测绘地理信息), 从事测绘工程研究。

域的进一步发展^[1]。

3 不动产测量工作的开展现状

不动产测量工作的开展具有一定的专业性和复杂性，需要由专门的机构和人员负责。不动产测绘机构要想准确、全面地完成不动产测绘工作，为不动产管理工作的开展提供支持，需要持续提高自身的专业水平。但是，实际情况却是，很多机构的不动产测绘工作专业水平并不高。首先，部分机构的不动产测绘行为存在很多不规范、不标准之处，不能保证不动产测绘的规范化发展。其次，各种现代化测量技术的推广与发展，也使得机构在人才培养与管理制度优化方面面临较大压力。如果机构在人才培养与制度优化方面有所懈怠，其未来发展将会受到较大制约^[2]。

4 不动产测量工作中存在的主要问题

4.1 组织工作不力

在不动产测量工作中，需要对数据质量进行严格的把关。而只有持续提高工作人员的专业素养，并在正式开始测绘之前，与测绘单位一起，对测绘目标的实际情况进行分析，制定科学可行的测绘计划，并做好测绘流程与测绘细节的优化安排，才能够高效、有序的完成不动产测绘工作。

在不动产测绘工作中，个别测绘单位并没有提前做好规划与组织工作。而这，就会对不动产测量工作的开展效率与质量产生影响。例如，如果组织方案不够科学合理，或者测绘单位没有在准确把握被测目标实际情况的基础上就编制出测量方案，那么在后续不动产测绘工作中都会出现各种各样的问题，测绘质量也难以得到保证。

另外，组织方案中的不合理之处，还有可能引起组织不力问题的出现，影响不动产测绘工作中人力资源配置的合理性以及人力资源安排的充足性。人力资源配置方面的不合理，必然会对不动产测绘工作效率的提高产生影响，进而延缓不动产测绘工作进度，降低不动产测绘质量。还有个别测绘单位在不动产测量工作中，还没有制定出针对性的规章制度，没有对每一位测绘人员的测绘任务与肩负责任进行明确。而这，也会对工作人员测绘激情的激发产生影响。部门不能将工作人员的测绘激情激发出来，或者没有引导工作人员严格按照相关标准进行标准化、规范化测绘，都很难采集到符合要求的测绘数据，甚至还会出现明显的错误问题。在追究测绘责任的时候，工作人员也会相互推卸责任。

4.2 受各因素的影响较大

在实际的工程测绘工作中，不仅要国家测绘资料作为参考依据，还要对工程设计图纸进行分析和理解，了解工程设计意图，确保能够及时发现工程设计方面的缺陷问题，并制定出科学合理的应对措施。而对测绘要素进行全方位的分析，加强测绘结果准确性与有效性的控制，可以及时发现制图方面的失误。在后期工程施工管理工作中，就可以根据测绘结果与现场实际，对工程设计进行优化和调整，为工程

施工质量的控制打好基础。鉴于此，在不动产测绘工作中，工作人员不仅要测绘技术进行科学合理的应用，还要借助其技术优势加强测绘质量控制，明确工程设计变化差异。

4.3 数据统计精准性较差

在现阶段的不动产测绘工作中，还存在着明显的测量精准性差问题。例如，不动产测绘工作的开展涉及很多理论性概念。不同的工作人员因为理解能力不同，对于各种数据测量概念的认识程度也不同。而这，就有可能影响不动产测绘数据的准确性与有效性。例如，针对房屋高度测量的理解，一部分工作人员理解的是对楼房净高进行测量，另一部分工作人员理解的是对层高进行测量。这两部分工作人员如果没有对房屋高度测量的概念进行统一理解，那么在后续工作中就有可能给出两个完全不同的测绘结果。根据这两个测绘结果计算出来的房屋可用空间数值也必然存在较大差异。

另外，数据的精准性还容易受到某些客观因素的影响。例如，墙体厚度、公摊面积计算等都是最常见的容易降低测绘数据精准性的客观因素。尤其是建筑公摊面积的计算方式非常多。如果房地产使用了不同的计算方法，最终得出的公摊面积值也有可能存在较大的差异。另外，如果测量单位没有对建筑情况进行全方位的了解和分析，或者没有根据实际情况选择合理的计算方法，那么也无法提供出精准的测量数据。要想消除测量误差，提高测量数据的精准性，就必须选择与实际情况相适应的测绘方法，并借助现代化技术优势和测量仪器设备的优良性能，对数据的精准性与有效性进行控制。

5 测绘工程技术在不动产测量的应用策略

5.1 3S技术的应用

在房地产测绘工作中，3S技术的应用非常广泛。这一技术主要由三部分组成，即GIS系统、全球定位系统技术和RS技术。目前，这一技术，尤其是全球定位系统技术，在测量工程中的应用非常广泛。在房地产调查工作中，3S技术的应用在数据收集、数据存储以及数据管理等方面表现出了非常突出的优势。测绘人员不仅可以对测绘效率进行提升，还可以完成相关数据的查询工作。另外，3S技术的应用，还可以通过数字地图的灵活转换，以及尺寸的收缩与扩展，满足各类测绘需求。近几年来，高清摄影技术的不断发展，更是将大量的新设备推向市场。3S技术在房地产测量中的应用，可以将检测软件的数字化优势体现出来，并利用摄影设备获取足够数量的专业数据，围绕地面信息进行三维建模。测量数据亦可以在测量区域模拟、三维模型构建方面发挥重要作用，将复杂性的事物特征呈现出三维效果。另外，遥感技术的综合性也能够获取到大量更清晰、更广泛、更全面、更可靠的照片信息，帮助工作人员更好地分析地形、地貌及地上构筑物的特征等信息。与此同时，遥感测量技术

在成图速度方面也具有明显的优势。而这,也能够为房地产测量工作的开展提供支持。通常情况下,测绘人员需要先选择出具有较高分辨率和灵敏度的摄像设备,然后再将这一摄像设备嵌入到航空设备上,并利用其进行数据采集,为房地产测绘工作的开展提供支持。而RS技术的应用则表现出了明显的测量动态化优势,可以对测量区域进行长时间连续监测,保证数据获取的准确性与完整性。测绘人员还可以对某一时间段内的数据变化进行清楚的了解,并探索出地籍数据的变化模式。GIS技术的应用,可以对各种测绘数据进行自动化转换,实现数据共享,为房地产测绘成像信息的高效率处理提供支持。

5.2 数字摄影测量技术的应用

在前期准备阶段,直接在航空飞行设备上搭载好先进的摄像机,然后操控航空飞行设备,使其在被测区域内按照既定的路线进行飞行。同时,摄像机就可以对途经区域的地物信息进行采集预处理。为了保证不动产的数字化测量质量,需要对被测目标的实际情况进行分析,并对相关航飞参数进行设置,对测绘计划进行制定,从而更好地采集和处理与不动产有关的数据信息,以帮助相关人员更好地了解和把握国土资源的变化。

5.3 数字化扫描技术的应用

数字化扫描技术在不动产测绘中的应用,可以使建筑扫描勘测需求得到最大限度的满足。利用工作人员可以对建筑设计进行扫描,对施工现场及其周围的土地现状进行扫描,之后再对扫描信息进行处理,就可以创建一个专门的不动产信息数据库。对这一数据库进行维护和使用,就可以从整体上提高测量精度,完成测量任务^[1]。

另外,相关图像数据的生成,还可以为相关人员更全面细致地了解区域情况提供支持。但是,要想将这一技术的应用优势充分发挥出来,需要对工作人员的技术应用技巧进行提升。

测绘人员还可以利用这一技术,对不动产设计内容有一个更加准确的把握,将扫描内容与不动产设计特征与布局特征联系在一起,提升测绘结果的可靠性与准确性,为后续的不动产管理工作开展提供支持。

5.4 RTK 定位技术的应用

这是一种全新的GPS定位应用技术,与传统GPS定位

技术相比,精准度可以达到厘米级别。这一技术在不动产测量中的应用方式有两种。第一种,利用GPS-RTK接收机和测绘软件进行定位,进而实现不动产信息的实时接收,并通过预处理和草图绘制来生成图形文件。第二种,利用GPS-RTK接收机、全站仪、掌上电脑和测绘软件进行定位,定位更具有全面性、精准性和清晰性。定位过程更不容易受到地理环境特征等因素的影响。RTK定位技术具有许多优点。首先,它无需进行事后计算即可获取精确的信息,大大简化了操作流程。同时,它可以实时获取数据,提供即时的测量结果。最重要的是,它具有高精度的特点,对于不动产测量和其他测绘工作来说,这是非常重要的。

5.5 倾斜摄影技术的应用

近几年来,国际测绘领域中涌现出了很多新型倾斜摄影技术。这些技术补给对传统摄影测量技术的应用缺陷进行了弥补,还通过多个传感器和多角度摄像头的应用,提高了影像数据的真实性与直观性。

需要注意的是,在应用这一技术之前,需要先将倾斜影像机安装到无人机身上,然后再在无人机飞行的过程中,完成目标区域地貌数据的采集与处理。这一技术的应用不仅降低了地籍测绘工作中人力成本的投入,还极大地提高了地籍测绘工作效率。

6 结论

不动产测量工作的开展推动了我国城市的发展和社会生产力的提高。提高不动产测量的精确性,不仅可以保障相关人员的利益,减少利益纠纷事故,还可以为城市区域规划、现代化城市打造提供支持,提高城市管理质量。但是,不动产测量技术的应用比较特殊。只有对现有的测量技术进行持续的创新,并提高测量技术的智能化水平,做好测量人员培训工作,提高其对测量技术的应用水平,才能够借助技术优势提高不动产测量工作质量与效率。

参考文献

- [1] 刘艳亮,王斌,朱业来.测绘工程技术在不动产测量中的实践应用分析[J].门窗,2022(16):235-237.
- [2] 黄秋华.探讨测绘工程技术在不动产测量中的实践应用分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(04):5-7.
- [3] 唐晓慧.浅谈测绘工程技术在不动产测量中的实践应用[J].建材发展导向,2019,17(02):165.

Application of remote sensing and GIS technology in land use dynamic monitoring and law enforcement supervision

Huan Wang

Natural Resources Information Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the rational use of land resources has become more and more important. The combination of remote sensing and GIS technology provides strong support for the dynamic monitoring of land use and law enforcement supervision. This paper explores the application of remote sensing and GIS in land use monitoring, emphasizing its importance in data collection, analysis, and decision support. High-resolution images obtained through remote sensing technology can accurately reflect the changes of land use, and GIS provides spatial analysis and visualization tools for these data, making the change trend of land use clear at a glance. In addition, with the combination of remote sensing and GIS technology, the law enforcement and supervision work has also been significantly improved, which not only improves the efficiency of law enforcement, but also enhances the transparency and science.

Keywords

remote sensing technology; GIS technology; dynamic monitoring of land use; law enforcement and supervision

试析遥感与 GIS 技术在土地利用动态监测及执法监察中的应用

王欢

广西壮族自治区自然资源信息中心，中国·广西 南宁 530000

摘要

随着城市化进程的加速，土地资源的合理利用变得愈发重要。遥感与GIS技术的结合，为土地利用动态监测和执法监察提供了强有力的支持。本文探讨了遥感和GIS在土地利用监测中的应用，强调其在数据收集、分析和决策支持中的重要性。通过遥感技术获取的高分辨率影像，能够准确反映土地利用变化，而GIS则为这些数据提供了空间分析和可视化的工具，使得土地利用的变化趋势一目了然。此外，结合遥感与GIS技术，执法监察工作也得到了显著提升，不仅提高了执法的效率，还增强了透明度和科学性。

关键词

遥感技术；GIS技术；土地利用动态监测；执法监察

1 引言

土地是人类生存和发展的基础资源，随着经济的快速发展和城市化的推进，土地利用方式发生了显著变化。如何有效监测和管理这些变化，成为当今社会面临的重要问题。在这个背景下，遥感技术和地理信息系统(GIS)技术的结合，为土地利用的动态监测提供了新的解决方案。遥感技术能够通过卫星或航空影像，获取广泛区域内的土地利用信息，而GIS则能够将这些信息进行处理、分析和可视化，从而帮助决策者更好地理解土地利用的现状及其变化趋势。

2 土地利用动态监测及执法监察的重要性

2.1 为土地利用规划和管理提供依据

随着城市化进程的推进，土地需求日益加剧，如何合理利用有限的土地资源成为一个重要课题。通过动态监测，政府和管理部门能够实时获取土地利用的变化情况，分析不同区域的土地使用效率，为土地利用规划提供数据支持。比如，通过对城市建设用地、农业用地和生态用地的监测，能够明确哪些地区的土地利用效率较低，哪些地区存在资源浪费，从而为制定更合理的土地利用政策提供依据。这种基于数据的决策方式，不仅提高了土地管理的科学性，也为制定长远的土地利用规划奠定了基础。

2.2 预防和控制违法违规用地行为

随着土地市场的活跃，各类违法用地现象屡见不鲜，

【作者简介】王欢(1989-)，女，中国广西桂林人，本科，工程师，从事GIS数据分析管理研究。

诸如非法占地、擅自改变土地用途等行为，不仅破坏了土地的合理利用，还可能对生态环境造成严重影响。通过建立动态监测体系，相关部门可以实时发现土地利用的异常情况，及时采取措施进行干预。这种前置性的监管模式，有助于在问题发生之前就采取预防措施，减少资源浪费和环境破坏。例如，当监测发现某区域土地利用方式与规划不符时，执法部门能够迅速介入，调查并处理违规行为，维护土地利用的合法性和合理性。这样一来，不仅能有效维护国家利益，还能增强公众对土地管理的信心。

2.3 维护土地资源的合理利用

土地资源是有限的，如何在满足经济发展需求的同时，保护生态环境，合理利用土地资源，成为当前社会面临的重要挑战。通过定期的动态监测，能够及时评估土地利用的变化趋势，发现潜在的问题，从而促使决策者采取相应的措施，优化土地资源配置^[1]。例如，某些地区由于过度开发而导致土地退化、生态环境恶化，若能通过监测及时发现并进行调整，就能够有效减缓这一趋势，保护生态环境。此外，动态监测还可以帮助政府在土地开发与生态保护之间找到平衡点，使得土地资源既能满足经济发展的需求，又能保护生态环境，实现可持续利用。

3 遥感技术在土地利用动态监测中的应用

3.1 遥感数据获取

当前，获取遥感数据的方式主要包括卫星遥感影像、无人机遥感和其他遥感手段。卫星遥感影像是通过卫星在高空拍摄地表的图像，具有覆盖广、时间频率高等特点，适合大范围的土地利用监测。比如，Landsat 和 Sentinel 卫星就提供了丰富的多光谱影像，能够为土地利用变化提供长期的历史数据。而无人机遥感则是近年来兴起的一种新兴手段。无人机可以在较低的高度飞行，获取更高分辨率的影像，适合小范围、复杂地形的区域监测。此外，除了这两种主要方式，还有激光雷达、航空摄影等其他遥感手段，这些技术各有优缺点，可以根据不同的需求来选择。

3.2 遥感数据预处理

遥感数据通常会受到各种因素的影响，例如传感器的特性、地形的变化和大气干扰等。因此，几何校正、辐射校正和大气校正是必要的预处理步骤。几何校正是为了消除影像中的几何畸变，使影像能够准确反映地物的位置^[2]。辐射校正则是调整影像的辐射强度，消除不同传感器之间的差异，确保同一地区在不同时间获取的影像数据可以进行比较。而大气校正则是为了消除大气对遥感影像的影响，尤其是在有雾霾、云层等天气条件下，校正后的影像能够更真实地反映地表的情况。经过这些预处理步骤，最终获得的遥感数据才能够用于下一步的分析。

3.3 土地利用 / 覆盖分类

根据不同的分类方法，可以将土地利用和覆盖状况分

为多个类别，例如农田、林地、城市用地等。在分类过程中，监督分类和无监督分类是两种常用的方法。监督分类需要借助已有的地面样本数据，通过机器学习算法对影像进行训练，从而实现分类。虽然这种方法的精度较高，但需要大量的地面样本数据。无监督分类则是通过算法自动发现影像中的不同类别，适合在缺乏地面样本的情况下使用。近年来，对象导向分类逐渐受到重视，这种方法不仅考虑了影像的光谱特征，还结合了地物的形状、大小和位置等空间特征，能够更有效地提高分类的准确性。通过这些分类方法，我们能够清晰地识别出不同类型的土地利用情况，为后续的动态监测打下基础^[3]。

3.4 土地利用变化检测

通过变化检测算法，我们可以比较不同时间获取的遥感影像，识别出土地利用的变化。这些变化可能是由于城市化、农业扩张或自然灾害等多种因素造成的。常用的变化检测算法包括基于像元的变化检测、基于对象的变化检测等，其中基于对象的变化检测在处理复杂地物时展现出更好的效果。此外，时间序列分析也为土地利用变化提供了深刻的见解。通过对长期数据的分析，我们可以评估土地利用变化的趋势，预测未来的变化。变化原因分析则是为了理解变化背后的驱动因素，例如政策调整、经济发展、社会迁移等，从而为政策制定提供科学依据。



图 1 遥感影像土地利用动态监测

4 GIS 技术在土地利用动态监测中的应用

4.1 空间数据管理

在空间数据管理方面，GIS 技术通过构建地理数据库来有效组织和存储与土地利用相关的各种空间数据。地理数据库的建设不仅包括数据的采集和整理，还涉及数据格式的转换。不同来源和不同格式的数据需要进行标准化处理，以确保它们能够在同一平台上进行分析。例如，将遥感影像、地形数据、土地利用现状数据等不同格式的数据整合到统一的数据库中，这样一来，数据的查询和分析就变得更加高效和灵活。此外，随着技术的发展，越来越多的开源软件和工具可以帮助用户进行数据格式的转换，这对于提高工作效率和优化数据管理流程至关重要。通过地理数据库的建设，用户不仅能实现对土地利用数据的有效管理，还能为后续的空间分析和决策提供坚实的数据基础。

4.2 空间分析

在空间分析方面，GIS技术的强大功能使得叠加分析、缓冲区分析和邻近分析等多种分析方法得以广泛应用。叠加分析是将不同类型的地理信息进行叠加，以识别其相互关系和影响。例如，在分析某区域的土地利用变化时，可以将土地利用现状图、生态敏感区图和基础设施分布图进行叠加，从而识别出哪些区域的土地利用变化对生态环境造成了影响。缓冲区分析则是通过在特定对象周围设定一定范围的缓冲区，以评估其影响范围。例如，在城市规划中，可以对公园、河流等重要设施设置缓冲区，分析周边土地的利用情况，保障生态环境和居民生活质量。邻近分析则主要用于确定某一特定地点与其他地点之间的空间关系，这在土地开发、资源配置等方面具有重要意义。

4.3 可视化展示

在可视化展示方面，GIS技术通过地图制作和动态监测平台的构建，将复杂的空间数据和分析结果以直观的形式呈现出来。地图制作不仅包括静态地图的设计，还包括动态地图的生成，这使得用户能够实时查看土地利用的变化情况。动态监测平台可以集成多种数据源，实时更新土地利用状态，支持用户对变化情况的跟踪和分析。此外，这种可视化展示方式能够帮助非专业人员更容易地理解土地利用的动态变化，促进公众参与土地管理决策。通过图层叠加、动画演示等手段，用户可以直观地看到不同时间段的土地利用变化，从而更好地理解土地利用的趋势和规律。

5 遥感与GIS在执法监察中的应用

5.1 违法用地监测

谈到违法用地监测，遥感技术的高频次和广覆盖特性使其成为监测违法用地的理想工具。通过卫星影像和航空摄影，我们能够对地表的变化进行实时监测，及时发现非法占地和违规建设的行为。例如，当某个区域出现新的建筑物时，遥感影像可以提供详细的空间信息，帮助执法人员判断该建设是否符合规划要求。这种监测方式不仅能够覆盖大面积的区域，还能够精确到具体的建筑，极大提高了执法的准确性和及时性。此外，GIS技术则可以将遥感数据与已有的土地利用、规划信息进行整合，形成可视化的地图，这样一来，执法人员不仅可以一目了然地看到违法用地的分布情况，还

能分析出其与周边环境的关系，从而为后续的执法行动提供依据。

5.2 执法决策支持

在执法决策支持方面，GIS的空间信息分析能力为执法人员提供了更为科学的决策依据。通过对违法用地的空间数据进行分析，我们能够识别出高风险区域和违法行为的规律。例如，某些地区由于建设用地紧张，容易发生非法占地，利用GIS技术，我们可以对这些区域进行重点监测，制定相应的执法策略。此外，GIS还可以帮助执法人员进行执法路径的优化。在处理违法用地的执法过程中，选择合理的执法路径不仅可以节省时间，还能提高执法的效率。通过对地理信息的分析，执法人员可以找到最优的行进路线，避免不必要的绕行，从而迅速到达现场进行执法。这种基于空间信息的分析和优化，显著提高了执法的及时性和有效性。

5.3 执法过程记录

在执法过程记录方面，遥感技术同样发挥着不可或缺的作用。执法过程中，影像证据的采集是确保执法公正和透明的重要环节。借助无人机等现代影像采集设备，执法人员可以在现场快速获取高分辨率的影像资料，这些资料不仅可以作为违法用地的直接证据，还能为后续的法律程序提供支持。此外，GIS技术在执法过程中的应用，能够将影像数据与其他相关信息进行整合，形成完整的执法记录。这种记录不仅便于后续的查询和审查，还为后续的法律诉讼提供了有力的证据支持。

6 总结

总的来看，遥感与GIS技术在土地利用动态监测及执法监察中的应用，为土地管理提供了新的思路和方法。随着技术的不断发展和成熟，这些工具的应用将越来越广泛，必将为实现可持续的土地利用管理目标提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 胡黎明,苏达,王树文.遥感与GIS技术在土地利用动态监测及执法监察中的应用[J].影像技术,2012,24(3):3638.
- [2] 韩龙,徐超.遥感与GIS技术在土地利用动态监测及执法监察中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2016(11):262262.
- [3] 王唯真.数字遥感技术在土地利用动态监测中的应用[J].中国高新科技,2024(5):9092.

Research on the application of UAV aerial survey technology in complex topographic mapping

Ming Zhou

Zhongji Petrochemical Engineering Design Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

With the progress of science and technology, the application of UAV aerial survey technology in topographic mapping is increasingly extensive, especially in the survey of complex terrain areas has shown significant advantages. Compared with traditional measurement methods, UAV aerial survey has the characteristics of high efficiency, speed, precision and low cost, and is especially suitable for areas with complex terrain, harsh environment or insufficient human resources. This paper first introduces the basic principles and development process of UAV aerial survey technology, and focuses on its application in complex terrain, including mapping practices in mountainous, hilly, forest and other areas. Through the analysis of various cases, the advantages and challenges of UAV aerial survey technology in practical application are expounded, and combined with the characteristics of different terrain, the measurement accuracy, data processing methods and their limitations of UAV in these environments are analyzed. Finally, the development trend of UAV aerial survey technology in the future mapping field is discussed, and the direction of further optimizing the technology and enhancing its application ability is proposed.

Keywords

UAV aerial survey technology; complex terrain; mapping application; precision control; data processing

无人机航测技术在复杂地形测绘中的应用研究

周明

中冀石化工程设计股份有限公司, 中国·河北保定 071000

摘要

随着科技的进步, 无人机航测技术在地形测绘中的应用日益广泛, 特别是在复杂地形区域的测量中展现出了显著的优势。相比传统测量方法, 无人机航测具有高效、快速、精准、低成本等特点, 尤其适用于地形复杂、环境恶劣或人力资源不足的地区。本文首先介绍了无人机航测技术的基本原理与发展历程, 重点探讨了其在复杂地形中的应用, 包括山地、丘陵、森林等区域的测绘实践。通过对多种案例的分析, 阐述了无人机航测技术在实际应用中的优势与挑战, 结合不同地形的特点, 分析了无人机在这些环境下的测量精度、数据处理方法及其局限性。最后, 展望了无人机航测技术在未来测绘领域中的发展趋势, 提出了进一步优化技术和增强其应用能力的方向。

关键词

无人机航测技术; 复杂地形; 测绘应用; 精度控制; 数据处理

1 引言

近年来, 随着无人机技术的迅猛发展, 特别是在航测领域, 无人机航测技术逐渐成为一种新型的地形测绘工具。传统的地形测量方法, 尽管在过去几十年中取得了显著成就, 但在复杂地形测绘中仍面临着许多挑战。特别是在山地、丘陵、森林等高低起伏、环境恶劣的区域, 传统测量技术往往受到地理环境、人工操作、时间和成本等因素的制约, 难以实现高效、精准的测量。而无人机航测技术通过搭载高分辨率的摄像设备、激光雷达和 GPS 系统等, 能够迅速获取

目标区域的大量高精度数据, 为复杂地形的测绘提供了新的解决方案。

无人机航测技术不仅可以显著提高测绘效率, 降低成本, 还能够克服传统测量方法无法应对的诸多困难。然而, 无人机航测技术在复杂地形测绘中的应用仍面临诸如飞行稳定性、数据精度、环境适应性等一系列挑战。因此, 本文将深入探讨无人机航测技术在复杂地形中的应用, 分析其优势与不足, 并提出相应的优化策略, 以期为未来的地形测绘工作提供参考。

2 无人机航测技术概述

2.1 无人机航测的基本原理

无人机航测技术利用无人驾驶航空器 (UAV) 搭载各

【作者简介】周明 (1988-), 男, 中国河北涿州人, 本科, 工程师, 从事工程测绘研究。

种传感器、相机、激光雷达等设备,进行高精度的地面物体测量、数据采集与处理。与传统的地面测量方法相比,无人机航测技术具有更高的效率和更强的灵活性。无人机可通过精确控制飞行路径来覆盖复杂区域,实时采集所需的地形数据。

无人机航测技术的核心在于搭载的高精度传感器,能够迅速收集大范围的地形信息。这些信息通过实时数据传输与地面控制站连接,以实现飞行器的精确控制和监测。数据采集完成后,通过图像处理、激光扫描和地理信息系统(GIS)等技术进行数据分析,最终生成数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)、三维点云等成果。这些成果不仅具有高精度,还能为后续的城市规划、资源管理等提供科学依据,进一步推动相关领域的应用发展。

2.2 无人机航测技术的发展历程

无人机航测技术从早期的简单遥感图像采集发展到现代集成化传感技术、自动化飞行控制和数据处理的高精度技术。最初,无人机航测主要依赖低空飞行,使用基础的图像采集设备进行数据收集。随着激光雷达(LiDAR)、热成像技术及高精度全球定位系统(GPS)的引入,无人机航测的精度大幅提升,应用范围也得到扩展。

近年来,随着大数据、云计算和人工智能等技术的迅速发展,无人机航测技术的应用逐步向高效、精确和智能化方向迈进。无人机的长时间续航、高稳定性以及强大的承载能力,使得无人机在复杂地形和高需求的测量任务中展现出独特的优势。无人机航测不仅能够完成传统地形测绘,还能适应环境变化较大、测量要求较高的领域,例如山地、森林等自然环境,甚至是一些特殊的城市空间应用,推动了测绘技术的革新[1]。

2.3 无人机航测在地形测绘中的应用

无人机航测技术在复杂地形的应用表现尤为突出,特别适用于山地、丘陵、森林、城市等地理环境的高精度数据采集。通过搭载高分辨率的摄像设备、激光雷达和GPS,无人机能够生成数字高程模型(DEM)、三维点云、纹理图等精确的地形数据,这些数据被广泛应用于地质勘探、资源管理、环境监测和城市规划等领域。

在山地和丘陵等复杂区域,传统的地面测量方法往往由于地形起伏、环境复杂等原因难以进行有效的测量,而无人机则能迅速而精准地完成测量任务。无人机航测不仅能够显著提高工作效率,还能减少人工操作的风险,特别是在高危环境中的应用,展现出强大的优势。通过无人机搭载的传感器,能够精确地捕捉复杂地形中的每个细节,为后续的数据分析、决策支持提供高质量的数据依据。随着无人机技术的不断发展,未来其在更多复杂环境中的应用将进一步扩展,带来更广泛的测绘技术革新和实际应用突破。

3 无人机航测在复杂地形中的应用

3.1 山地测绘中的应用

山地地区因地形起伏大、植被覆盖多,常规的地面测量方法往往无法高效、精确地完成地形数据的获取。无人机航测技术在这些区域的应用,突破了地形的限制,通过飞行器进行空中拍摄和数据采集,从而快速、准确地获取复杂地面的信息。在实际应用中,飞行器搭载的激光雷达(LiDAR)系统能够精确测量地面的高程,并生成数字高程模型(DEM)。此外,激光雷达可以根据不同地形类型自动进行数据处理,消除地形差异对测量精度的影响。

通过无人机航测,在山地地区实现了从空中到地面的全方位数据采集。与传统的地面测量方法相比,无人机航测能够更快速地完成数据采集,降低了地面作业的风险。特别是在险峻的山地环境下,人工操作的难度和安全隐患大大减少,为复杂环境下的地形测绘提供了新的解决方案。无人机航测技术不仅提升了测量的效率,还显著提高了数据采集的精度,使得测绘任务更加高效、安全[2]。

3.2 丘陵与森林区域测绘

丘陵和森林区域的测量面临着植被密集、地面复杂等问题,传统测量方法往往受到地形和环境的限制,难以准确地完成地形数据的采集。无人机航测技术通过搭载高清相机和激光雷达系统,能够有效穿越树冠,获取被植被遮挡的地面信息。激光雷达的高穿透能力使其能够精准测量森林覆盖下的地面高度,避免了人工测量中常出现的误差和数据偏差。此外,激光雷达能够准确地测量森林区域的地面形态,提供比传统测量方法更高的精度。

无人机的多旋翼飞行模式使得其具备更高的飞行稳定性,能够进行高精度的垂直起降和悬停,从而确保在复杂地形中进行高效的飞行控制和数据采集。尤其是在难以接近的区域,如森林深处和丘陵地区,利用无人机进行精确测量具有不可替代的优势。这些优势使得无人机航测成为丘陵和森林区域测绘的理想选择[3]。

3.3 数据处理与精度控制

无人机航测技术在复杂地形中应用时,精度控制是至关重要的。由于飞行高度、天气条件、传感器性能以及环境因素的影响,获取的测量数据可能存在一定的误差。因此,在数据处理过程中,采用多种技术手段进行精度校正显得尤为重要。常用的精度控制方法包括差分GPS技术、基站实时定位、图像匹配算法等,这些技术能够有效提高数据的准确性和可靠性。

在数据处理阶段,使用专门的数据处理软件对点云数据、影像数据等进行优化,生成数字高程模型、三维模型以及精确的地形图。这些处理方法不仅能够消除因飞行过程中各种环境因素造成的误差,还能够优化数据的质量,确保最终测绘结果的高精度。通过合理的数据处理与精度控制,能

够使无人机航测技术在复杂地形中的应用更加精确、高效，为各类地形测绘项目提供可靠的数据支持 [4]。

4 无人机航测技术的优化策略

4.1 飞行规划的优化

在复杂地形区域进行无人机航测时，飞行规划至关重要。由于地形的起伏和区域的大小，合理规划飞行路线、飞行高度、重叠度和航点设置，确保数据采集的完整性与连续性。飞行路径应避免大风、恶劣天气以及可能出现的干扰因素，确保飞行的稳定性，并最大限度地减少外部环境对测量结果的影响。优化的飞行规划不仅可以提高数据采集的效率，还能够保证不同测量数据之间的重叠和精准对接，有助于后期的图像拼接和数据处理。飞行路径的合理规划，也有助于减少电池消耗，延长飞行器的作业时间，确保长时间作业中的数据稳定性和完整性，从而提高整体测绘的效率与精度。

4.2 传感器与数据融合

为了提高数据精度，应结合多种传感器技术进行数据融合。例如，结合激光雷达、高清摄像头和红外成像仪等不同类型的传感器，能够在不同的环境条件下获取更加丰富的地形信息。通过多传感器的数据融合，能够有效弥补单一传感器可能带来的误差，提供更为准确、全面的地形数据。激光雷达能够提供高精度的地形高程数据，而高清摄像头可以提供详细的表面纹理信息，红外成像仪则有助于在不同光照条件下获取额外的环境数据。将这些不同来源的数据进行融合，可以提高数据的可靠性，减少数据缺失或误差，为后续的地形分析、模型生成和实际应用提供更准确的依据，从而提高测量的精度和可靠性 [5]。

4.3 数据处理与算法优化

数据处理是无人机航测技术中的关键环节，影响着最终测量结果的精度与应用效果。利用先进的图像处理算法，如高精度的图像配准、点云数据过滤、噪声去除等，可以大幅提升数据处理效率，减少因环境因素造成的误差。点云数据过滤能够去除空中采集过程中受到的噪声，确保精度高的数据用于生成高精度的三维地形模型或数字高程模型（DEM）。同时，自动化的分析与处理方法可加快数据处

理流程，提高工作效率，减少人工干预的同时，也能确保处理结果的准确性。此外，优化后的算法还能够根据不同地形条件下，自动调整数据处理方式，确保适应性更强的数据输出，进一步提升无人机航测技术的综合应用效果，增强其在不同复杂环境下的适应能力和精度。

5 结语

无人机航测技术在复杂地形测绘中的应用，凭借其高效、精准、低成本等显著优势，逐渐成为现代地形测绘领域的重要手段。尽管该技术在数据精度、飞行控制、环境适应性等方面仍面临一些挑战，如飞行稳定性受限于恶劣天气和复杂地形、数据处理的精度要求较高等问题，但随着相关技术的不断优化与创新，未来无人机航测技术在复杂地形测绘中的应用前景广阔。通过合理的飞行规划、精确的传感器配置和先进的数据处理技术，不仅可以进一步提升无人机航测的精准度和可靠性，还能够更复杂的环境中实现高效测绘。无人机航测技术将在更多领域发挥重要作用，不仅推动地形测绘技术的发展，还能在环境监测、资源勘探、城市规划等多个领域实现广泛应用，推动整体测绘技术的进一步进步和智能化发展。随着技术的不断发展，未来无人机航测将在全球范围内为测绘行业带来更深远的影响，成为推动现代化测绘系统不可或缺的一部分，助力全球测绘工作向更加高效、精准、智能化方向迈进。

参考文献

- [1] 姬鹏举.无人机航测技术在道路工程测量中的应用研究[J].大众标准化,2024,(13):140-142.
- [2] 张秉鹏.无人机航测技术与GIS系统在矿山修复领域的应用[J].山西焦煤科技,2024,48(07):47-50.
- [3] 鲍文福.无人机航测技术在矿山测绘中的有效应用[J].新疆有色金属,2024,47(03):1-2.DOI:10.16206/j.cnki.65-1136/tg.2024.03.001.
- [4] 吴嫡捷,张世安.无人机航测技术在水利领域的应用及精度分析[J].东北水利水电,2024,42(03):61-66.DOI:10.14124/j.cnki.dbsltd22-1097.2024.03.012.
- [5] 魏世丽,董巧玲.浅析无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].华北自然资源,2023,(04):99-101.

The application of multi-technology integration in the investigation of real estate title of rural “real estate integration”

Gang Chen

Dali Real Estate Registration Center, Dali, Yunnan, 671003, China

Abstract

In the rural “real estate integration” real estate title survey, the integration of multiple technologies provides comprehensive support for the efficient collection, integration and management of land data. The application of precise positioning, UAV aerial photography and GIS system has realized high-precision mapping of complex terrain; Satellite remote sensing and 3D laser scanning make the plot boundaries and topographic features clearly presented, injecting refined means into data collection. In addition, the flexible application of the mobile measurement system in dynamic acquisition enables the plot information to be updated in real time. The cloud computing platform provides elastic support for data storage and sharing, while big data analysis and artificial intelligence further improve the scientific nature of land use pattern recognition and management decision-making. The multi-technology collaboration has brought a modern path of comprehensive data, convenient management and accurate decision-making for rural property rights survey, and provided a solid foundation for rural cadastral management and land resource optimization.

Keywords

rural real estate; multi-technology integration; integration of premises and premises; Data acquisition

多技术融合在农村“房地一体”不动产权籍调查中的应用

陈刚

大理市不动产登记中心, 中国·云南大理 671003

摘要

在农村“房地一体”不动产权籍调查中,多技术融合为高效采集、整合和管理土地数据提供了全面支持。精准定位、无人机航拍和GIS系统的应用,实现了对复杂地形的高精度测绘;卫星遥感和三维激光扫描使地块边界和地形特征清晰呈现,为数据采集注入了精细化手段。此外,移动测量系统在动态采集中的灵活应用,使地块信息实时更新。云计算平台为数据存储和共享提供了弹性支持,而大数据分析与人工智能则进一步提升了土地利用模式识别和管理决策的科学性。多技术协同为农村产权调查带来了数据全面、管理便捷、决策精准的现代化路径,为农村地籍管理和土地资源优化提供了坚实基础。

关键词

农村不动产;多技术融合;房地一体;数据采集

1 引言

农村“房地一体”不动产权籍调查面临着地形复杂、数据多样和管理分散的挑战。传统测绘方法难以应对现代地籍管理对精度、效率和可持续性的高要求,急需新的技术手段来支撑整个产权登记系统的高效运转。多技术融合的调查方式,集成了无人机航拍、GIS数据整合、卫星遥感等多项技术,实现了产权数据从采集到管理的高效流程。

【作者简介】陈刚(1985-),白族,中国云南大理人,本科,高级工程师,从事不动产权籍调查与不动产登记相关研究。

2 多技术融合在农村“房地一体”不动产权籍调查中的优势

2.1 精准定位技术的应用

精准定位技术的应用在农村“房地一体”不动产权籍调查中起到了关键性作用,尤其是在精准测绘边界、清晰界定地块属性的过程中,定位技术如差分全球定位系统(DGPS)与实时动态定位技术(RTK)通过细化采集策略,确保地块边界数据的精准获取。传统测绘手段难以应对农村地块的复杂地形和错综的界限,而精准定位技术通过厘米级别的精确度,使得地籍信息的采集不仅更具准确性,更具有客观的可验证性,例如,RTK技术在动态环境中提供了实时坐标更新,尤其适用于农村地块中的动态性界定工作——山地、河流等自然环境的复杂界线也能精准界定。在地块边界复杂重叠、分割不均的情况下,利用RTK能够极大提升

边界采集的效率与准确度，而且这种实时更新技术能加快测绘速度，在数据处理和归档中发挥了至关重要的作用。传统人工测绘过程中，数据采集和数据输入往往耗费时间，且极易产生误差，而精准定位技术直接将数据数字化并进行实时记录，这样一来，整个测绘过程形成了无缝的数据闭环，从根本上提升了产权数据的可信度。

2.2 无人机航拍的辅助测绘

无人机可以按照预先设定的飞行航线低空飞行，采集到高清晰度的地块边界影像，这些影像不仅能够反映地块的实际状况，还通过影像叠加和精细数据处理，使每一处土地边界的变化细节无所遁形。对于一些地形起伏剧烈的区域，传统测绘因人力和视角限制，往往难以从全局准确定位地块边界，而无人机的垂直航拍视角却能够消除人为视角的局限。更值得注意的是，经过处理的航拍数据可直接用于后期三维建模，为后续的土地管理、分析和归档提供精确而全面的数据支持。而且传统数据采集常常因为外部环境或技术条件的限制，延迟更新导致数据滞后，但无人机在航拍作业过程中，通过搭载的实时传输模块可直接将采集数据传回地面控制中心，确保了数据的时效性与准确度，这一优势使得管理者能够实时获取最新的影像数据，及时纠偏或补充采集，减少返工和数据误差。尤其是在面对土地纠纷、权属争议等情境中，及时的航拍数据不仅为争议地块提供了直观的证据，还进一步增强了地籍信息的权威性。通过这一集成的无人机航拍数据系统，农村“房地一体”产权调查真正实现了数据获取的全程透明化、即时化和可溯源化，为整个土地管理体系注入了新的技术活力和应用价值。

2.3 地理信息系统（GIS）在数据整合中的作用

地理信息系统（GIS）在农村“房地一体”不动产权籍调查的数据整合中具备极高的操作价值，特别是在需要整合不同来源、不同格式的数据时，GIS系统凭借其强大的数据融合能力，可以将遥感影像、三维扫描数据、实地测量数据等多样数据无缝集成到同一平台，从而形成一个动态的、可交互的地理信息数据库。在实际应用中，GIS数据整合通过图层管理和数据叠加分析，能够精确定位每一块土地的使用情况及其在不同时间维度上的变化，从而帮助调查人员迅速识别异常或纠纷点。这种精准而综合的数据视图可以为农村地块权属界定提供了可靠依据，还在土地规划和资源管理上赋予了新的可能性，例如，在地块边界重叠或权属不明晰的情况下，GIS系统可以将遥感数据与地面测量数据进行动态比对，以更直观、更科学的方式清晰呈现每一块地块的归属和用途。此外，GIS的数据整合还增强了土地信息的共享性和时效性。通过标准化的格式和集成平台，GIS将原本分散的地块数据转化为统一的可追溯信息资源，为后续的土地管理决策提供了数据支撑，并实现了跨部门的协作和数据流通。

3 多技术融合在房地一体产权调查数据采集中的具体应用

3.1 卫星遥感技术在地块界限识别中的应用

卫星遥感的多光谱影像通过从不同光学频段捕获地表信息，使得各类地块的物理边界和地貌特征得以清晰呈现，基于高分辨率影像，遥感技术能够实现对不同地块的边界快速、准确的划分，在植被覆盖较多、自然障碍频繁的农村地带尤为高效。这些高分辨率影像不仅涵盖了地表的清晰图像，同时记录了微小变化细节，从而确保数据在区域动态分析时的高准确性。尤其是卫星影像能够覆盖广域地带，为大面积的地籍调查提供了简捷有效的界定工具，有效弥补了传统测绘在地形复杂区域中效率和准确度的不足。

通过影像处理与算法提取，卫星遥感数据得以在实际操作中对地块边界进行精细化处理，例如，利用影像分割和边缘检测等方法，将地块的自然边界和人为界线从影像数据中精确提取，可以强化边界识别的精度，实现数据的标准化^[1]。在此过程中，影像分类技术通过光谱特征区分地表物体，使不同类型地块在影像中具有明确的差异性。这种分类能够将耕地、林地、水域等不同地类精准分割，进而形成精细的边界线条图。值得注意的是，卫星遥感的定期数据更新极大提升了地籍信息的动态管理能力，使得数据能够实时反映地块的使用情况变化。

3.2 三维激光扫描的精细化测绘

相较于传统测量方式，三维激光扫描通过高频率的激光脉冲反射，可以在极短时间内获取地物的精确三维坐标。由此生成的点云数据不仅密度高，而且能够精准捕捉地块的微小起伏和细节特征。尤其在地形起伏明显、边界不清晰的农村地带，激光扫描技术通过多角度、多方位的扫描实现无死角的地形采集，为后续数据分析和模型构建提供了极为详尽的数据基础。这种高精度点云数据的优势在于，它为地块的边界和建筑物外廓识别带来了前所未有的精确性，能够清晰反映地块的坡度、形状、边界变化等微观信息。通过点云数据处理软件，扫描数据可以被进一步优化、精简和分类，生成精确的三维地形模型。这种模型不仅直观地反映了土地的空间布局和地块形态，还可以与其他数据平台（如GIS）无缝对接，实现多维数据的统一管理与分析。例如，在面对不规则地块或被树木、灌木等天然障碍物覆盖的区域，三维激光扫描能够“穿透”植被，将地块的真实地表特征展现出来，为产权界定和土地利用规划提供可靠的数据支持。此外，点云数据经过处理后可以形成多层次、多维度的地籍模型，支持地籍数据的动态可视化和时序变化分析。对管理者而言，这种三维模型不仅是静态的地块边界资料，更是实时监控地块动态变化的技术手段。尤其是在涉及土地权属争议时，激光扫描生成的三维数据模型能够提供客观、权威的判定依据，减少人为因素干扰。

3.3 移动测量系统在动态采集中的应用

移动测量系统依托于先进的移动传感设备,通过车辆载体在不同地形的农村地区进行动态测量,实现了地籍信息的快速收集。特别是在偏远且地形复杂的区域,移动测量系统能够通过车辆、船只等多种载体进行灵活部署,为地块的边界、建筑轮廓、地表高程等关键数据提供实时动态采集能力。不同于静态测量,移动测量系统在作业过程中无需反复调整测量设备的位置,通过自动化传感设备的持续扫描,可以在短时间内形成覆盖广泛的地理数据集。

通过传感器和卫星定位技术的协同工作,移动测量系统能够准确获取地块的边界信息,还可以实现数据的自动化处理和实时传输,这些数据在采集过程中自动分类,直接转换为标准化的空间数据文件,供后续的分析 and 集成使用^[2]。尤其是在农村地区,道路、自然障碍物和地块间的距离往往较大,移动测量系统可以有效规避这些环境限制,使得地块数据的采集在连续行驶中完成,实现对每一地块的全覆盖、无死角的精细测量。值得一提的是,移动测量系统在复杂地形中所具备的高灵活性,使其在面对突然的天气变化、临时障碍时,能够迅速调整采集路径和参数,确保数据的完整性与一致性。

4 多技术融合助力房地一体产权数据分析与管理

4.1 大数据分析在土地利用模式识别中的应用

大数据分析在土地利用模式识别中的应用以其强大的数据处理和多维度分析能力,实现了对农村地块使用情况的深度洞察,为“房地一体”不动产权籍调查提供了科学支撑。在土地利用模式识别中,数据不仅庞杂而且多元,涉及卫星遥感、土地登记、人口分布、经济活动等多种信息,而大数据分析通过海量数据的处理和结构化,将这些信息从碎片化状态转化为清晰的使用模式。通过数据挖掘和机器学习算法,大数据能够发现隐藏的土地利用模式,例如不同地块在不同时段的使用频率、地块类型与经济作物产出之间的关联等,为土地管理部门精准掌握土地利用现状提供了客观数据基础。

此外,通过时序数据的累积与对比分析,大数据可以追踪地块利用的长期变化,快速识别出农地转用、弃耕、非法建筑等情况,对于这些动态变化,大数据不仅能实现自动预警,还能通过模式识别预测未来的土地利用趋势,为管理部门提供早期的干预手段。例如,通过分析农村地块的土地使用与市场价格变动的关系,大数据分析可以预测哪些区域

有可能在短期内因市场需求而增加建设活动,提前调整土地利用规划,避免过度开发或资源浪费。这种基于数据分析的前瞻性识别,为农村地籍调查提供了全新的技术支持,使土地管理在动态调整中更具科学性和系统性。

4.2 云计算平台在数据管理和共享中的应用

农村地籍数据因地块类型多样、权属关系复杂,往往体量庞大且更新频率较高,云计算平台的分布式存储结构可以在短时间内容纳多源、多格式数据,并通过自动化的数据分发和更新管理,解决了传统数据管理中因物理存储容量限制、数据冗余而导致的访问效率低下的问题。尤其在权籍数据需要跨部门共享的背景下,云平台的数据集中管理功能,通过统一的接口协议,将各类数据无缝接入同一平台,使各部门间能够快速获取所需信息,提升了数据的流通速度和利用率。

此外,地籍数据的安全性和隐私性要求严苛,云平台通过多级访问控制和加密传输技术,将不同权限的用户分级划分,确保了信息的安全共享。对于高敏感度的数据,云平台通过访问日志、加密存储等方式进一步增强数据保护,且在调用过程中提供了实时监控,避免了数据篡改和信息泄露的风险^[3]。同时,云计算平台通过虚拟化的方式实现了资源的弹性分配,支持对计算资源的灵活调度。在产权调查需求高峰期,云平台能够迅速增加存储和计算容量,为大数据量的处理和多方数据访问提供坚实保障。而在数据需求降低时,平台的资源可以自动释放,以降低不必要的资源浪费。

5 结语

综上所述,多技术融合已成为农村“房地一体”不动产权籍调查的核心驱动力,不仅实现了数据的高精度采集和整合,还为数据分析和管理的系统化、智能化的支持。大数据和云计算平台的应用,使得产权数据的动态共享、实时更新和跨部门协作得以实现,为未来的农村地籍管理和土地利用规划奠定了坚实基础。这种现代化的技术体系不仅提高了产权调查的效率和精度,还在推动农村土地管理现代化、提升管理决策的科学性方面展现了巨大潜力。

参考文献

- [1] 李勇.多技术融合在农村“房地一体”不动产权籍调查中的应用[J].测绘与空间地理信息,2023,46(01):221-224.
- [2] 周安民,高波,黄德伦,等.多技术融合的山区农村房地一体权籍调查方法[J].测绘标准化,2022,38(03):61-66.
- [3] 薛阿亮.多技术融合的“房地一体”项目实践及讨论[J].测绘技术装备,2022,24(03):93-97.

Study on the method of updating large proportion topographic map based on multi-source data

Chuntao Xia

Liyang Natural Resources Survey Center, Changzhou, Jiangsu, 213300, China

Abstract

In recent years, the basic geographic information data collection and update various ways, this paper using the image data, combined with artificial search, found the change area, the planning to update, planning supervision measurement, drone tilt photogrammetry and artificial full field digital acquisition of surveying and mapping methods, efficiently completed the liyang city 1:1000 topographic map dynamic update surveying and mapping work. It solves the data collection of rejected test area or manual cannot reach area, saves a lot of field labor input; the intelligent data management platform realizes the goal of "integrating topographic map data production, database building and mapping technology" and the data update project process of the city.

Keywords

topographic map; update; image comparison; oblique photogrammetry

基于多源数据更新大比例地形图的方法研究

夏椿涛

溧阳市自然资源勘测中心, 中国·江苏·常州 213300

摘要

近年来, 基础地理信息数据的采集和更新的方式多种多样, 本文利用影像资料, 结合人工巡查, 发现变化区域, 采用规划来案更新、规划监督测量成果更新、无人机倾斜摄影测量和人工全野外数字采集等多种测绘方法, 高效地完成了溧阳市 1:1000 地形图动态更新测绘工作。解决了拒测区或人工无法到达区域的数据采集工作, 节省了大量的外业人工投入; 智慧数据管理平台, 实现了“地形图数据生产、建库及制图一体化技术”的目标, 以及全市测绘成果数据更新项目流程自动化管理。

关键词

地形图; 更新; 影像比对; 倾斜摄影测量

1 引言

为更好地满足溧阳市城市建设、重大项目保障、自然资源管理、规划编研等工作对基础地形图的现势性需求, 提升基础地理信息服务能力, 需要一种快速及时作业方法进行大比例尺地形图更新。

2 主要技术方法

1:1000 基础地形图更新采用已有的 1:1000 大比例尺地形图数据为作业底图, 通过影像比对和人工巡视发现变化, 采用全野外数字化测图、无人机倾斜摄影测量和规划监督测量成果上图等方法对地形图进行更新维护。按照《1:500 1:1000 基础地理信息地形要素数据规范》要求, 在“智慧常州空间数据采集平台 Map2020”, 采用统一的线型、符号

和字库, 统一的代码、属性等, 进行地形图绘制、编辑和质量检查, 最终完成数据入库工作。

3 项目实施

3.1 变化发现

3.1.1 影像比对

利用三维模型数据生产出正射影像, 将正射影像与作业底图套合, 人工目视比对, 对大片施工区域、大型建(构)筑物、道路、水系和山区等变化区域作出标记, 划定变化图斑, 作为更新采集的定位依据。

3.1.2 人工巡查

在内业影像比对的基础上, 外业到实地巡视, 对地形图上的所有要素及属性进行巡视比对。确保地形图上各要素的位置、尺寸、注记(楼层、结构、各类名称、门牌号码、材料、植被、符号、高程、方向等)的正确性和与实地的一致性。发现变化区域, 现场将变化内容绘制在巡视图上。

【作者简介】夏椿涛(1976-), 男, 中国江苏溧阳人, 本科, 工程师, 从事基础测绘、偏地下空间、管网测绘研究。

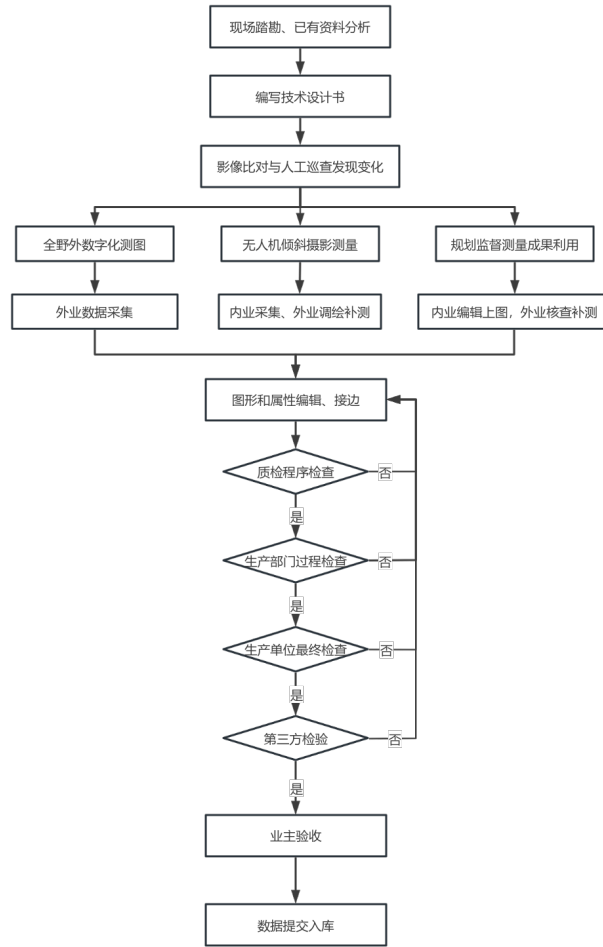


图 1 技术流程图



图 2 变化图斑

3.1.3 利用规划监督测量成果更新测绘

规划监督测量成果具有现势性强、数学精度高优点，经检测精度合格后，可用于更新地形图。竣工验收测量工作内容主要包括建（构）筑物高度测量、建设工程竣工地形测量、地下管线探测和建筑面积测量；建（构）筑物高度测量包括建（构）筑物的高度、层数和建（构）筑物室内、外地坪的高程，可采用三角高程测量法或实量法；建设工程竣工

地形测量可采用全野外数字采集、航空摄影测量、倾斜摄影测量等方法施测。

3.2 数据采集

3.2.1 无人机倾斜摄影测量法更新测绘

对拒测区、新建小区、大范围建成施工区等人工不方便进入和实测工作量较大的变化区域，或便于测设图根控制点和进行全站仪数据采集的地域，宜采用无人机倾斜摄影

测量方法进行地形图更新测绘工作。

①无人机投入。

外业航飞使用精灵 Phantom 4RTK 四旋翼无人机进行倾斜摄影,配有单镜头相机,焦距 23.94mm,像素 2000 万,影像大小 5472*3648pixels。

②航摄设计。

根据成图区域的范围、地形条件以及比例尺,确定航高和地面分辨率,进行航线规划。

③像控点布设。

像控点采用平高区域网布点法,在区域网四角和周边布设平高点,内部区域加布适当数量的平高点。

④空三加密建模。

内业人工量测像控点和检查点(要确保至少 3 张影像),进行约束平差。导出空三报告,检查成果精度是否满足规范要求。如不满足,返工检查像控点的内外业测量情况。基于合格的空三成果,进行全自动建模,输出 osgb 格式的三维模型。浏览检查三维模型,确保模型无扭曲变形,无黑洞漏洞。



图 4 三维建模成果

3.2.2 全野外数字化测绘

对局部地区地物变化不大时,可利用原有经过校核,位置准确的地物点进行装测或设站修测,修测后地物与邻近原有地物的间距误差,不得超过图上 $\pm 0.4\text{mm}$,修测后的地物不应再作为修测新地物的依据。

3.3 数据处理

在三维模型测图系统里,导入模型数据。按照数据规范要求,对水系、居民地、交通、管线、地貌土质和植被等图层的地形要素分别按照点、线、面等各自不同的几何特征进行采集。对不能准确判读的(包括隐蔽地区、阴影部分等),需绘出部分轮廓线,在辨别困难处做出标记,予以说明,由外业进行补测、定位、定性。

3.4 外业调绘补测

外业依据内业采集后回放的线划图,在实地进行调绘核查,补测补测隐蔽地物、采集遗漏的地物和模型有漏洞处

的地物,并纠正内业采集错误的地物,进行全面的实地检查和地理名称注记调查等。

3.5 内业编辑及入库

在“智慧常州空间数据采集平台 Map2020”上根据外野调绘补测内容,按照《1:500 1:1000 基础地理信息地形要素数据规范》要求,对采集数据进行图形编辑(要素分层、代码赋值、面要素编辑、符号化等)和属性编辑,完成倾斜摄影测量地形图成果图块。将图块编辑上图,处理与周边未变化地物要素的接边处理,完成局部区域的地形图更新工作。最终将数据通过采集平台,完善图上各元素线型、符号样式、分色,利用程序完成数据按《1:500 1:1000 基础地理信息地形要素数据规范》划分和入库。

3.6 数据检查

3.6.1 外业检查

将地形图以图幅为单位的图形文件回放纸图进行外业详查,着重检查有无错绘、漏绘地物,检查地物点数学精度是否满足设计要求。过程检查必须保证 100% 详查,单位最终检查按 GB/T 24356-2023《测绘产品质量检查与验收》相关规定抽取相应数量的样本,进行数学精度(地物点平面位置精度和间距精度、高程注记点精度)检测和野外巡视检查。

3.6.2 内业详查

内业对图面进行全面检查,主要包括:各种名称注记、说明注记应正确,指示明确,不得有错误或遗漏。线条应光滑,无抖动、重复等现象。注记应尽量避免压盖地物,其字体、字大、字数、字向、单位等应符合规定。符号间应保持规定的间隔,达到清晰、易读。在计算机上打开图形文件,检查地形图要素与调绘底图对比有无遗漏,层次、线形、颜色等是否正确等。

4 结语

地形图更新测量采用无人机倾斜摄影测量和人工全野外数据采集等“空地人机”多种视角多种测量仪器协同的更新技术,取长补短、提质增效。利用无人机倾斜摄影测量方法,完成新建小区、拒测区和大片施工区等变化区域的更新工作;传统的主要作业方法,全站仪、GNSS-RTK 全野外数据采集手段,现在变为了辅助测量手段,用于完成遮挡隐蔽地区点状要素的零星修补测量工作。多种技术在地形图动态维护工作中综合利用协同更新的技术体系日趋完善成熟,在提质增效方面发挥了较大的作用。

参考文献

- [1] 李阳靖,陈志,罗超.无人机倾斜摄影在平立面一体化测绘中的应用[J].测绘通报,2024,(S2):201-203+238.
- [2] 武文龙.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用——以晋城市基础测绘项目为例[J].经纬天地,2024,(03):38-43.
- [3] 李自然,杨明军.基于联合测绘数据源的大比例尺地形图动态更新[J].北京测绘,2023,37(03):351-355.

Application of oblique photography and Lidar technology in the construction of new basic surveying and mapping

Yuanxun Li

Linyi Land and Resources Bureau Surveying and Mapping Institute, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

Traditional basic surveying and mapping products usually follow the relevant national and local norms and industry standards as the production basis, using a fixed scale to display, its application is relatively fixed, can not fully adapt to the new requirements of modern urban construction and management. In addition, such products do not achieve flexible linkage updates and on-demand features in the update and service of the elements of the results. This paper combines the practical application of oblique photography and Lidar technology in the new infrastructure surveying and mapping construction project, and deeply analyzes the acquisition ways of various elements in the new basic surveying and mapping construction and the realistic needs of topographic map updating and upgrading, which plays an important role in exploring and improving the new basic surveying and mapping construction technology.

Keywords

oblique photography; Laser radar technology; Basic geographic entity; Surveying and mapping construction

倾斜摄影和激光雷达技术在新型基础测绘建设中的应用

李元勋

临沂市国土资源局测绘院, 中国·山东 临沂 276000

摘要

传统基础测绘产品通常遵循国家及地方的相关规范和行业准则作为制作基础, 采用固定的比例尺进行展现, 其应用方式相对固定, 不能充分适应现代城市建设与管理的新要求。此外, 这类产品在成果的要素更新和服务上, 并未实现灵活的联动更新和按需定制的特性。本文融合倾斜摄影与激光雷达技术在新型基础设施测绘建设项目的实际运用, 深度剖析了新型基础测绘建设中各种元素的采集途径及其满足地形图更新升级的现实需求, 这对于探索和提升新型基础测绘建设技术具有重要作用。

关键词

倾斜摄影; 激光雷达技术; 基础地理实体; 测绘建设

1 引言

经济发展水平的不断提高, 推动着我国科技实力的飞速进步, 特别是新型基础测绘技术的构建备受瞩目。测绘工作的优劣直接关系到工程质量的高低。作为一项要求高度专业化的任务, 测绘工作依赖于先进技术的有力支撑, 以确保其结果的精确度和合理性。伴随时代的演进与进步, 部分测绘领域内的传统方法开始暴露出其局限性, 不再适应现代行业发展的步伐。目前, 我国各类工程项目激增, 项目规模也在持续扩张, 新型的基础测绘设施建设迫切需要更尖端的科技支持, 以确保建设标准得以满足。继续依赖传统的测绘方式, 不仅会降低测量的精确性, 还将导致作业效率的下降。采用倾斜摄影与激光雷达这两项先进的三维测量手段, 作为

测绘领域的新型技术代表, 它们的应用显著提升了作业的精确性, 并且拓展了测绘服务的领域。本文旨在探讨这两项技术在新一代基础测绘项目中的应用情况, 通过对比分析其各自的优点和不足, 以便更好地挖掘新技术的潜力, 进而提高测绘作业的品质。

2 倾斜摄影和激光雷达技术概述

2.1 倾斜摄影概述

倾斜摄影测量技术是利用飞行器如无人机装载多个感应设备, 通过俯视、四周围观等多种视角对地面目标物体进行图像数据的捕捉, 进而实现对该物体立体纹理信息的采集与记录的一种测量技术。

现阶段, 测绘行业广泛运用的技术手段包括全站仪测量技术、三维激光扫描技术以及无人机航空摄影技术等。通过对这些技术手段的优缺点进行深入的比较研究, 得出了以下观点: 全站仪测量技术以其直接清晰的测量原理、简便的

【作者简介】李元勋(1992-), 男, 中国山东郯城人, 本科, 工程师, 从事测绘工程研究。

操作流程和较高的测量精度而受到青睐,然而它的局限性在于劳动强度较高,成本效益不理想,且工作效率有待进一步提高,因此它通常适用于单一建筑或构造简单的测绘任务。三维激光扫描技术则对GPS信号的依赖性较小,适合单人独立作业,但缺点是容易受到周围障碍物的干扰,它更适用于那些结构复杂、立面特征丰富、对细节表现有较高要求的地物测绘。利用倾斜摄影技术进行测量,能够迅速且精确地捕获并构建出对象的三维实景模型,这些模型生动展现了地物的立体形态、构造、大小、质感以及空间位置等多维属性。该技术不仅具备出色的仿真性,通过倾斜和垂直角度的综合拍摄,所获取的地物纹理和空间构造信息,能够全方位地重现地物的实际地理环境,具有较强的真实感。此外,所生成的三维模型测量精度高,便于直接在模型上进行距离和高度的量测。该技术亦能迅速覆盖广阔区域,搜集地物的三维实景数据,进而迅速完成大型区域的实景三维建模工作,常用于环境较为单一的大规模测绘任务中。

2.2 激光雷达技术概述

激光雷达测绘技术依托于发射的激光束及其反射波的接收,通过对往返时间的精准测量,从而准确标定探测对象与测量装置的距离。激光探测系统一般由激光发射源、扫描装置以及高感度的接收单元构成。激光投射装置释放出瞬间且强大的光能光脉冲,这些光脉冲借助扫描系统向各个方位散射。一旦这些光波撞击到各类目标,如地面、楼房或其他构造体,便有部分光线反射折返并被接收器所接收。接收器将捕获的每个光脉冲的返回时间进行记录,进而依据这些时间戳确定与目标之间的距离。对众多距离测量点进行详尽分析,能够打造出精确度极高的三维立体模型,这对于地形图的绘制、城市布局规划、林业资源的管控等众多行业具有关键作用。激光雷达测绘技术以其精准测量和高效率的特点,在现代测绘技术中占据了不可或缺的地位,尤其在那些要求迅速且精确地掌握广阔地形信息的应用场景中。

激光雷达测绘技术作为当代测绘界的一项创新技术,以其卓越的测量精确度和细致的解析能力而广受瞩目。此手段通过发射密集分布的激光脉冲,并对每一束光脉冲的回波时长进行精确计时,得以绘制出地表及其上覆物体的详尽立体图像。激光雷达在获取地形及地表物体细节方面,相较于传统的摄影测量和地面测量技术,展现出了显著的优越性。它能精确感知细微的地貌构造、建筑特征,乃至树梢掩盖的地貌线条。得益于其生成的数据点高度密集,拥有的分辨率令人印象深刻,即便是地面的微小起伏也能被详尽地捕捉并表现出来。另外,激光雷达系统在测量精度上表现卓越,其误差通常控制在数厘米之内。这样的精准度对于要求严格的工程测量尤为关键,例如在道路规划、桥梁施工以及山体滑坡观测等方面。高精度的测量结果不仅确保了测绘信息的优质性,同时也为之后的分析和决策制定提供了坚实的数据支撑。激光扫描测量技术的大规模运用,同样带来了许多

其他优势。例如,在城市布局领域,通过激光扫描能够捕捉到极为精确的建筑边缘及地形特征数据,这些数据对于城市的构型打造与土地资源规划至关重要。而在环境保育领域,激光雷达能监测到森林的覆盖率、地表变动以及河流的水位情况,这对于生态系统的维护和资源的合理调配具有重要意义。

3 倾斜摄影和激光雷达技术在新型基础测绘建设中的具体应用

3.1 在精密测绘任务中的应用

激光雷达技术在精密工程测绘领域展现出它的显著强项,它能够精准地捕获并展现繁杂场景中的微小地形与构造细节,给予了强大的技术支撑。利用发射的激光脉冲以及对其返回时间的精准计算,该技术能够打造出分辨率极高的三维地形与地表物体信息,这对于需要超高精确度和精致细节的工程来说是极其关键的。在诸如桥梁、隧道及道路等规模庞大的基础设施施工过程中,激光雷达技术助力技术人员深入掌握地面及地下的构造情况,从而保障设计与建造的精准度。面对诸如山区或河川等复杂地貌,激光雷达技术能高效地捕捉地形变化,为规划人员提供制定更为科学决策的支持。另外,在古迹的修缮与维护工作中,激光雷达技术可以实现对建筑构造的非接触式测绘,为修复与保护工作提供了细致的数据基础。该技术同样在工程质量的监管上发挥着关键作用,例如,通过对建筑或设施进行周期性的扫描,来追踪其细微的变动,保障其安全性与稳定性。利用激光雷达收集的准确信息,不仅能够提升工程项目的作业效率,还可以有效减少风险及成本,这在现代化的基础测绘建设领域尤为关键。

3.2 在轨道交通建设中的应用

在基础测绘领域,倾斜摄影技术展现出其显著的价值,特别是在轨道交通项目的施工过程中,其作用尤为突出。依托于倾斜摄影所构建的模型,结合三维管网模型以及建筑信息模型(BIM)等,形成了综合的三维数据资源。通过智能分析系统的辅助,技术人员得以在操作平台上对这些精确数据进行深入的分析 and 评估,从而对轨道交通的建设进行专业的审视。空间位置分析、方案优劣的对比、拆迁成本估算等环节,都因这些技术的应用而变得更加迅速和方便,极大地提高了工作的质量和效率。①多源数据集成。结合多元化信息源,借助建筑信息模型与地理信息系统技术,构筑以三维实体模型为核心的数据架构。整合车站与轨道的建筑信息模型、地下管网模型等资源,实现立体化设计呈现,从而精确把握施工环境。在三维可视化的操作界面中,便于执行工程指挥与调度任务,减少冗余劳动,既节省人力成本,又提升作业效率,有效防止工地现场的混乱状况。②空间分析。在空间布局分析中,依托整合的倾斜摄影技术构建的模型、建筑信息模型(BIM)以及立体管线模型所形成的场景作为

基础平台,进一步整合了规划设计师所需的日照效应评估功能;同时加入了辅助决策的 skyline 评估工具。③ skyline 评估功能。选取实体模型中的一个观测点,进行全方位观察,以捕捉并分析地平线与天空的分界线,从而对规划方案的整体视觉形态有全面的掌握;④视野分析功能。在三维空间中选取一个观察点,以此点为中心,探究视线所能触及的区域,利用色彩的差异来标识可见与不可见部分,进而使得对特定位置的视野范围分析更加直观。

3.3 在测绘大比例尺地形图中的应用

集成激光测距、全球导航卫星系统(GNSS)以及惯性导航技术的激光雷达测量系统(LiDAR),其核心目标在于生成精确度极高的数字地面高程模型(DSM)。该系统通过激光实现距离测量,通过主动发射激光脉冲(CMP)以搜集相关信息。得益于激光发射源波长较短的特点,它能穿透植物间的空隙,对地面进行直接测量,并由此产生多级回波信号,积累了庞大的数据集。激光探测与测距技术能够在各种光照条件下稳定工作,确保了全天候的测量能力。在绘制大比例尺的地形图时,该技术采集的地面点云资料被用作高程信息的基础,有效解决了传统三维模型中隐藏区域高程数据的不足。该技术以其高准确度、数据密集度和操作效率著称,显著提升了地形图的绘制质量和速度。此外,在道路工程领域,能够直接从激光雷达的点云信息中获取所需的纵向和横向剖面资料。

3.4 在三维建模过程中的应用

进行现场测量作业时,必须搜集相关数据并构建三维物体模型。例如,在建筑测量、变形测量、沉降测量等任务中,运用地面及航空激光雷达技术成为最为高效的手段,其测量成效相当显著。借助电子影像获取必要的纹理信息,并将之与建筑模型相结合,便能打造出立体的三维模型,进而有效进行地面物体的规划与评估,以便制定科学的规划策略。除此之外,激光雷达技术在公路规划领域中展现出了极高的精确度,它能够提供极为精细的模型数据,使得设计人员在后续的设计阶段得以依据这些数据来进行路线的规划工作。在电力线路的设计阶段,同样可以借助激光雷达技术,通过对其搜集的数据进行剖析,能够全面掌握线路的总体状况,这涵盖了地形的各种因素以及公共地带的地面物体。在执行电力线路养护作业时,能够有效融合激光雷达采集的数据点信息,特别是对应地面裸露点的高程,将这些信息综合之后,即可精确计算出线路在任一位置与地面的垂直距离,从而使

得后续的养护工作变得更加便捷。在运用机载激光雷达时,能够借助覆盖整个区域的激光点云数据来收集极其详尽的信息,涉及各类地表特征、城市交通路线以及道路两旁的各类构件等,这种测量手段具有显著的优势。

3.5 在地理实体数据生产中的应用

依据现有的大比例尺 DLG、城市三维模型、地理国情监测、自然资源业务等数据资源,进行数据分析等预处理,再进行几何信息补偿、拓扑关系处理等数据处理,生产二维地理实体数据。通过对倾斜实景三维模型进行单体化处理重建,构建三维实体单体化,构建二维、三维地理实体关联关系,实现二三维一致性表达,探索地理实体“一码多态”表达,实现实体编码的唯一性与可识性。针对地理场景、三维实体进行基于国产商用密码的安全防护技术和保密处理技术,实现三维更广泛的应用。

4 结语

依托于倾斜摄影与激光雷达技术的新型基础测绘建设已形成完善的技术规范,该体系能够通过倾斜三维图像精确识别各类地表要素,高效地收集地表相关信息;同时,借助激光雷达生成的点云数据,能够有效应对由于植被遮挡导致的实景三维模型局部失真和地物形变问题,从而降低实地补测的需求。另外,借助激光雷达的点云信息,能够显著提升地形图的标高精确度。在制图作业中,这两种数据可以互相验证,增设了审核对比的环节,从而提升图形输出的品质,保证所绘制的地形图在精度上达到行业标准的规定。以倾斜影像和三维模型为底座,融合空间规划、生态修复、森林防火、用地审批等数据,实现自然资源和规划行业管理,用新型基础测绘技术助力经济社会高质量发展。

参考文献

- [1] 王道杰,陈倍,孙健辉.机载LiDAR点云密度对DEM精度的影响[J].测绘通报,2022(5):140-144.
- [2] 李财风,袁宗福.浅谈机载激光雷达数据处理[J].测绘与空间地理信息,2018,41(8):189-191.
- [3] 陈松尧,程新文.机载LiDAR系统原理及应用综述[J].测绘工程,2017,16(1):29-31.
- [4] 李莹,苏国中,林宗坚.倾斜影像中提取高精度DEM的方法研究[J].测绘通报,2017(2):30-34.
- [5] 张庆勇,黄凯.无人机影像融合激光雷达数据在测制大比例尺地形图中的应用[J].广西水利水电,2022(1):14-19.

Application and optimization of surveying and mapping technology in Natural resource survey

Zhiguo Wang¹ Dongwei Chen² Haocheng Xu³

1. Hebei Surveying and Mapping Product Quality Supervision and Inspection Station, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Hebei Province Mapping Institute, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

3. Hebei Third Surveying and Mapping Institute, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

At present, natural resources management is becoming increasingly important, and surveying and mapping technology has also become an important means of natural resources survey. By analyzing the present situation of natural resources survey, the satellite remote sensing technology, aerial photogrammetry, geographic information system technology, global navigation system technology and other surveying and mapping technology in natural resources survey application comprehensive examination, clarify the problems existing in surveying and mapping technology application in natural resources survey, and targeted optimization measures, is conducive to the reasonable development of natural resources, protection and sustainable development to provide technical support. In addition, the continuous innovation of surveying and mapping technology will also promote the development of the society.

Keywords

surveying and mapping technology; natural resources survey; information technology; application

自然资源调查中测绘技术的应用与优化

王治国¹ 陈东微² 续浩承³

1. 河北省测绘产品质量监督检验站, 中国·河北 石家庄 050000

2. 河北省制图院, 中国·河北 石家庄 050000

3. 河北省第三测绘院, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

当前自然资源管理工作日益重要, 测绘技术也成为自然资源调查的重要手段。通过分析自然资源调查现状, 对卫星遥感技术、航空摄影测量技术、地理信息系统技术、全球导航系统技术等多种测绘技术在自然资源调查中的应用进行综合考查, 厘清自然资源调查中测绘技术应用存在的问题, 并有针对性地提出优化措施, 有利于为我国自然资源的合理开发、保护和可持续发展提供技术支撑。此外, 测绘技术的不断革新, 也将促进社会的发展。

关键词

测绘技术; 自然资源调查; 信息技术; 应用

1 引言

土地、矿产、森林、水、海洋等自然资源是人类生存与发展的重要物质基础。全面、准确、及时地进行自然资源调查, 是科学规划资源利用, 保护生态环境, 实现经济可持续发展的关键。测绘技术是调查自然资源的重要手段。随着科学技术的发展, 测绘技术也在不断地进行革新与发展, 对其进行应用分析与优化是目前我国自然资源调查工作面临的关键问题。

【作者简介】王治国(1977-), 男, 中国河北石家庄人, 硕士, 正高级工程师, 从事测绘遥感、智慧城市、海洋测绘及海岸带遥感等研究。

2 自然资源调查现状

2.1 调查周期缩短

国家对国土变更调查的周期不断缩短。为更好地了解我国的国土利用状况, 以及多年来的变化, 我国每年都要进行一次全国性的国土变化调查。目前, 土地变更已从原来的每年一次改为每季一次, 未来将逐步推进日常国土变更调查。随着国土变更调查的周期越来越短, 在全国范围内开展土地变更调查工作已成为核心问题。通过与遥感影像的对比, 将涉嫌违法的建设用地、耕地、林业图斑等按年度进行自动提取, 并由自然资源部下发至各地开展野外现场验证, 并采用“互联网+”技术开展网上证据验证。此类举措需要耗费的时间长, 而且工作任务重。

2.2 成果要求较高

目前各方对自然资源调查的成果要求高。例如对森林资源的调查,由于森林资源的特殊性以及工作的复杂程度,这就决定了这一专题研究的持续时间较长。森林资源普查一般以5~10年为一个周期,有些地方是按年度分批进行普查,不能满足每年普查更新的需要。森林资源普查工作具有很强的专业性,要使森林资源“一张图”具有现势性、准确性和时效性,就必须对森林资源小片空间(经纬坐标、行政区划)、基础信息(森林类型、面积、林分年龄结构、主要树种、郁闭度、蓄积量等)、生长状态与变化(森林健康、森林覆盖率等),调查范围广,难以在短期内实现全面覆盖的专题调查。

2.3 调查技术存在局限性

当前,我国的国土变化调查仍然是以实地取证为主,技术方法相对落后,这直接导致了当地年度国土变化调查工作面临巨大压力,往往采取“人海战术”的方式来应对。若能利用遥感图像,迅速、精确地判别出各地类,则可大大降低外业工作,尤其是对勘测人员无法直接进入的地区。在自然资源专题调查中,主要依靠的是专业的工作人员,但他们对GNSS、GIS、RS等测绘调查的技术手段还不够熟练,很多工作人员还在使用传统的诸如皮尺、角尺等工具来测量样地的森林要素,一般都是从统计的观点来估计样地的调查因素,并根据工作人员的经验与实地测量相结合的方式,得出的结论在某种程度上受到了人为的影响,从而影响了调查的精度。另外,由于不能迅速地进行大规模的专项调查,使得调查时间较长,不能达到预期的效果。

3 自然资源调查中主要测绘技术的应用

3.1 卫星遥感技术

卫星遥感具有宏观、多周期和多波段等特征,具有大面积、高速度、高分辨率等优点。在自然资源普查中,可以进行土地利用状况的监测,通过与遥感数据的比较,可以判断出耕地减少和建设用地扩展等土地类型的变化。在森林资源调查中,可以利用植被的光谱特征来确定其分布范围、林分类型和郁闭度等。在水资源调查中,可以对水体的面积、分布、水质变化等进行监控,如利用遥感图像来监控水体的营养状况,主要体现在水体的色度、光谱等方面。此外,通过对地质结构的分析,也可以确定成矿有利地段。

3.2 航空摄影测量技术

航空摄影测量是使用航空器或其他运载工具用航摄仪器对地面连续摄取像片,获得高清晰度的图像资料,结合地面控制点测量、调绘和立体测绘等步骤,绘制出地形图的作业。在自然资源普查中,对地理位置信息的测量精度较高。航摄影像能清楚地显示山地复杂地形下的林木垂直结构及地形起伏,为准确估算森林储量提供了依据。此外,在土地资源调查中,可以收集土地的边界和坡度等资料,为土地整

理和发展规划提供基础。在地质灾害调查中,航拍可以迅速获得灾情的地貌形态,并对滑坡体的位置、大小等信息进行定量评价。

3.3 地理信息系统技术

GIS是对地理空间数据采集、存储、管理、分析与可视化表达的技术体系。地理信息系统是自然资源调查工作的重要组成部分。该系统能够整合来自卫星遥感、航测和野外调查等多种数据源,并对其进行管理,从而建立起一个自然资源数据库。在此基础上,利用叠加分析、缓冲区分析等空间分析函数,进一步探讨了自然资源与其他地理要素的相互关系。比如,将地理信息系统应用于城市规划,通过对土地资源、交通、基础设施等数据的分析,识别出适合建设居住、商业和工业用地的用地类型。同时,利用地理信息系统,可以对自然资源的分布、数量、质量等信息进行直观的显示,利于决策者与公众认知。

3.4 全球导航卫星系统技术

在实地考察过程中,利用卫星导航系统,可在森林、草地、沙漠等区域进行精确定位。在海洋资源勘测方面,GNSS可以用于海洋测量船舶的定位和导航,为海洋地形测绘和海洋生物资源调查等工作提供可靠的支持。与此同时,GNSS能够与其他测量方法联合应用,对影像进行几何校正,可以有效地提高遥感图像的定位精度。

4 自然资源调查中测绘技术应用存在的问题

4.1 数据融合困难

由于各种测量方法所获得的数据在格式、精度和坐标上都有很大的差别,这给数据融合带来了困难。然而,由于多源数据之间存在着空间尺度上的差异,以及GIS中多源数据之间的属性结构差异,使数据格式转换、精度匹配等一系列数据预处理难度加大,导致数据处理工作量大、数据转换误差大。

4.2 精度有待提高

近年来,虽然测绘技术在一定程度上取得了进步,但在自然资源调查工作中,测绘仍然面临着“低精度”问题。在高山峡谷、茂密森林等复杂地形条件下,卫星信号极易被遮挡,进而降低了GNSS的定位精度。航摄测量在获取植被覆盖情况下的地形信息时,常因植被的遮挡而降低了测量的准确性。除此之外,卫星遥感技术对小范围、小覆盖面积的自然资源要素的识别精度较低,无法高精度地反映小范围湿地的情况变化和稀有植物分布的实际状况。

4.3 技术成本较高

在技术成本方面,部分高精度遥感图像获取、航空摄影测量装备和专用的GIS软件的购置、维护和使用费用高昂。另外,有些测量方法对操作者有较高的专业知识需求,且需要经过特殊的训练。在一些欠发达的地方进行小规模的自然资源勘测时,由于技术费用欠缺的原因,导致成效大打折扣。

4.4 实时性不足

自然资源是一个持续发展的过程，具体表现为快速的土地利用转型、森林火灾的频发以及海洋生态环境的改变。但是，目前的测量方法在实时采集与更新上仍有很多不足。首先，由于卫星遥感数据重访时间长，无法实时地反映出某些短时间内发生的快速变化的自然资源现象。其次，航拍技术可以在较短时间内获得一定范围内的资料，但由于受气象条件和空域管制等原因，很难实现对某一地区的常规、实时监控。此外，在应对突发自然资源事件时，无法及时提供精确的数据支撑，从而制约了对环境动态变化和响应决策的制定。

5 自然资源调查中测绘技术的优化策略

5.1 建立统一的数据标准与规范

为了解决数据处理的难题，必须制定一套适合自然资源调查的统一数据标准和规范。首先要规范各种测绘资料的存储格式，例如：光栅、矢量等；建立统一的坐标系，确定全国或地方基准坐标系，建立不同坐标系间的换算方法。其次，在满足精度要求的基础上，要对各种类型的测量数据进行精度提升，例如对卫星图像的分辨率要求，以及 GNSS 的定位精度规范等。总体上，通过这些标准和规范的制定，有利于实现多源数据的整合和融合，从而提高数据的处理效率和精度。

5.2 多技术协同与互补

多种技术之间的协作和互补，有利于发挥测绘技术的协同效应。例如，将全球导航卫星系统与惯性测量单元(IMU)相结合，在卫星信号受遮挡的区域，利用惯性测量单元的惯性导航功能，对定位信息进行补充和修正，提高定位精度。此外，机载激光雷达(LiDAR)是森林资源调查中的一种新方法，它具有穿透植被覆盖的优势，而航空摄影则具有较高的空间分辨率，二者联合使用，可实现森林蓄积量的准确估算和垂直结构的准确提取。

5.3 技术创新与成本控制

在自然资源管理领域，测绘技术的运用与实践的成效有着紧密的联系，科技的运用效率愈高，其成效愈明显。为了弥补技术上的不足，发挥核心技术的核心优势，需要在测绘技术上不断创新。借助新技术研发更高效、更低成本的卫星遥感传感器，以提升图像的分辨率和获取效率，并降低数据处理的成本。在此基础上，可以开发基于开放源码的 GIS 软件方案，以减少应用成本，增强可定制性。在成本控制上，可以采取租用的方法，对某些不常用且造价高昂的测绘设备进行租赁，以降低购买费用。再比如 3D 激光扫描方法，该方法采用数据采集模式，批量获取原始点云数据，测量速度可达 120 万点/秒，无需与被测对象发生直接接触，对于提

高测绘效率，满足复杂环境下测绘需求，提升测绘成果的应用价值具有十分重要的意义。另外，还要强化对测绘技术操作者的培训，使他们的技能和工作效率得到提升，降低由于操作不当造成的重复工作以及资源的浪费，以将人力成本降到最低。

5.4 构建实时监测网络体系

为了改善测绘技术的实时性，应当建立自然资源实时监控体系。自然资源实时监控体系具备充分低轨道卫星星座的高时间分辨率的优势，有利于减少重巡周期，实现高频率的自然资源监测。在自然保护区、地质灾害多发地区等关键区域布设气象、位移传感器等地面传感网络，实现对气象、位移等信息的实时获取，并利用无线通讯技术向数据中心进行实时的数据传送。在森林火灾、海上溢油等突发事件中，利用无人机对现场进行精确的定位，获得实时的图像和数据，并将其与 GIS 平台进行整合和分析，从而为应对突发事件提供及时准确的数据支撑。

5.5 培养复合型人才

高校应注重复合型人才的培养。在培养方案中优化测绘专业课程设置，增加自然资源调查、生态学、环境科学等相关课程，培养学生的跨学科知识体系。与此同时，要加强实践教学环节，让学生参与实际的自然资源调查项目，提高学生的实践动手能力和解决实际问题的能力。针对在职人员，开展定期的测绘新技术培训和自然资源知识培训，鼓励技术人员参加学术交流和研讨会，拓宽技术人员的知识面和视野，提高其综合素质。

6 结论

随着遥感、航空摄影、地理信息系统、GPS 等技术的不断发展，为自然资源调查工作提供了大量的数据信息和强大的技术手段。但是，在实际应用中，测绘技术仍然面临着数据融合难度大，精度不高，技术成本高，实时性差等问题。通过数据标准和规范的统一、多技术的协同互补、技术创新和成本控制、实时监控系统的建设，有利于提升测绘技术在自然资源普查中的应用水平，为自然资源的科学管理、合理开发和可持续利用提供更准确和及时的数据保证，促进自然资源普查工作向更高效率和更智能的方向发展。

参考文献

- [1] 李志伟.测绘地理信息服务自然资源管理新模式研究[J].智能建筑与智慧城市,2024,(10):35-37.
- [2] 陈可曦.浅谈新型测绘技术在自然资源调查监测中的应用[J].测绘与空间地理信息,2024,47(07):93-95.
- [3] 张小玉,宋国伟,许栓德.现代信息测绘技术在自然资源测绘中的应用分析[J].大众标准化,2024,(07):146-148.
- [4] 闫保群.自然资源管理中的测绘技术创新与应用[J].中国战略新兴产业,2024,(11):155-157.

Research on the application of high resolution remote sensing image in territorial mapping

Zengshou Li

Shanxi Coal Geological Geophysical Surveying and Mapping Institute Co., Ltd., Jinzhong, Shanxi, 030600, China

Abstract

As an important source of geospatial information acquisition, high-resolution remote sensing images play an increasingly important role in land mapping. Its high-precision and multi-dimensional data characteristics make it widely applied in land resource management, urban planning, ecological monitoring and other fields. This paper systematically analyzes the application status of high-resolution remote sensing image in land mapping, discusses its practical performance in terrain mapping, land use monitoring and natural disaster assessment, and focuses on its technical advantages and application bottlenecks. The research shows that with the continuous progress of remote sensing technology, the application scenarios of high-resolution images will be further expanded, and its combination with artificial intelligence, big data and other technologies will significantly improve the accuracy and efficiency of land mapping. The purpose of this paper is to provide theoretical support and practical guidance for the optimal application of high-resolution remote sensing images in territorial mapping.

Keywords

high-resolution remote sensing image; Land surveying and mapping; Topographic mapping; Land use monitoring; Ecological monitoring

高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用研究

李增寿

山西省煤炭地质物探测绘院有限公司, 中国·山西 晋中 030600

摘要

高分辨率遥感影像作为地理空间信息获取的重要来源,在国土测绘中发挥着日益重要的作用。其高精度、多维度的数据特点使其在国土资源管理、城市规划、生态监测等领域具有广泛的应用价值。本文系统分析了高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用现状,探讨其在地形测绘、土地利用监测和自然灾害评估中的实际表现,重点分析其技术优势与应用瓶颈。研究表明,随着遥感技术的不断进步,高分辨率影像的应用场景将进一步扩展,其与人工智能、大数据等技术的结合将显著提升国土测绘的精度与效率。本文旨在为高分辨率遥感影像在国土测绘中的优化应用提供理论支持和实践指导。

关键词

高分辨率遥感影像; 国土测绘; 地形测绘; 土地利用监测; 生态监测

1 引言

国土测绘作为获取地理信息的基础手段,是国土资源管理、城市规划和生态保护等领域的重要支撑工具。在现代测绘工作中,数据的精准性和实时性对国土资源的科学管理与开发具有关键作用。然而,传统的地面测绘方法因受限于时间、空间和人力资源等因素,在应对大范围、多样化的测绘任务时显得力不从心。

高分辨率遥感影像的应用,为国土测绘提供了全新的技术路径。作为一种空间信息获取技术,遥感影像能够通过航空或卫星平台快速获取大范围的地表信息,并以其高分辨

率、多光谱和多时相的特点,为国土测绘提供了重要的数据支持。近年来,随着遥感技术的发展,高分辨率影像的空间分辨率已从最初的数十米提升至亚米级,极大地提高了地理信息数据的精度和可靠性。同时,遥感影像的处理技术也逐步成熟,自动化影像解译和大数据分析技术的应用,使得遥感影像能够在更复杂的测绘场景中发挥作用。

尽管高分辨率遥感影像在国土测绘中具有显著优势,但其应用仍面临一些挑战,如数据处理的复杂性、影像覆盖受限和技术标准不统一等。因此,深入探讨高分辨率遥感影像在国土测绘中的具体应用、存在的问题及其优化路径,对于推动技术进步和提高国土测绘效率具有重要意义。本文以高分辨率遥感影像为核心,系统分析其在地形测绘、土地利用监测和自然灾害评估中的应用,并提出针对性的发展策略。

【作者简介】李增寿(1990-),男,中国山东邹城人,硕士,工程师,从事测绘地理信息研究。

2 高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用现状

2.1 地形测绘中的应用

地形测绘是国土测绘的重要内容，其数据为地理信息系统建设、工程设计和灾害评估提供基础支持。高分辨率遥感影像因其高精度和多尺度特性，在地形测绘中得到了广泛应用。通过遥感影像，能够快速生成地形图、数字高程模型（DEM）和三维地形模型，为复杂地形区域的测绘工作提供了便捷途径。例如，利用亚米级遥感影像可以精确识别地表的微小地形变化，帮助测绘人员快速获取目标区域的地貌信息。

此外，高分辨率影像在山区和难以到达的偏远区域尤为重要。传统地面测绘方法在这些区域常受限于地形条件，而遥感影像则可通过卫星或无人机平台覆盖这些区域，提供高精度的地形数据。这种非接触式的测绘手段不仅提高了效率，还降低了人力成本和测绘风险。近年来，随着立体成像技术的发展，遥感影像已能够生成高精度的三维地形模型，为基础设施建设和防灾减灾工作提供更科学的数据支撑。

2.2 土地利用监测中的应用

土地利用监测是国土测绘的重要任务之一，其目的是识别土地利用现状、评估土地资源开发强度和监测土地利用变化。高分辨率遥感影像通过提供精细的地表信息，为土地利用监测提供了技术支持。例如，通过提取影像的光谱特征和纹理特征，可以精确识别耕地、林地、草地、建筑用地等不同土地类型，为土地利用分类提供基础数据。此外，利用多时相遥感影像还可以监测土地利用的动态变化，帮助管理者评估人类活动对土地资源的影响。

近年来，高分辨率遥感影像在城市土地利用监测中的应用尤为突出。例如，通过自动化影像解译技术，可以快速识别城市扩张区域、建筑密度变化和绿地分布，为城市规划和管理提供实时数据支持。同时，在农业用地监测中，遥感影像可通过分析植被指数和土壤水分含量，帮助评估农田的生产力和土地利用效率。

2.3 自然灾害评估中的应用

自然灾害评估是国土测绘的关键领域，高分辨率遥感影像因其实时性和覆盖广的特点，在灾害前后的评估工作中具有重要作用。在灾前，遥感影像可用于识别灾害易发区域，帮助制定防灾规划。例如，通过分析地形起伏和土壤稳定性，可以评估滑坡和泥石流的发生风险。在灾后，遥感影像则可快速获取灾害影响区域的地表变化，为灾情评估和救灾工作提供数据支持。例如，通过对比灾前和灾后的遥感影像，可以准确量化洪水淹没范围和建筑物受损情况，帮助灾后恢复重建工作高效推进。

3 高分辨率遥感影像在国土测绘中的技术优势

3.1 高精度与多样化数据支持

高分辨率遥感影像以其厘米级甚至毫米级的空间分辨

率，能够捕捉地表的细微变化，为国土测绘提供更高精度的数据。例如，在城市测绘中，高分辨率影像可以清晰识别单栋建筑和道路细节，为建筑物识别和城市扩张监测提供可靠数据支持。同时，多光谱和高光谱影像能够捕捉更丰富的光谱信息，为土地利用分类和生态环境监测提供更多特征变量。

3.2 大范围与高效数据获取

与传统地面测绘方法相比，高分辨率遥感影像能够覆盖更大范围的目标区域，同时显著缩短数据获取时间。这一特点尤其适用于灾害监测和偏远区域的测绘任务。此外，随着卫星和无人机遥感技术的进步，影像获取的频率也在不断提升，实现了对目标区域的高频次监测，为动态变化评估提供了可能。

4 高分辨率遥感影像应用中的挑战

4.1 数据处理复杂性

高分辨率遥感影像的数据处理复杂性是当前技术应用中的一大挑战。影像分辨率的提升伴随着数据量的快速增长，一个覆盖中等城市的高分辨率影像文件可能达到数百GB甚至更大，这对数据存储设备的容量和数据处理设备的性能提出了更高要求。此外，影像的高分辨率还带来了更复杂的特征提取和分析需求。例如，建筑物边界、道路网络和植被覆盖等细节需要更精确的解译和分割算法支持，而传统手工解译方法已无法适应大规模数据处理的需求，可能导致解译效率低下和结果准确性不足。

针对这一问题，需要依赖于先进的算法和技术工具。当前，人工智能技术已逐步被引入高分辨率影像的数据处理领域。例如，深度学习算法可以通过神经网络自动提取影像中的复杂特征，显著提高影像解译的效率和精度。此外，影像的预处理过程（如正射校正、噪声去除和影像融合）也需通过自动化流程进行优化，以减少人工干预和处理时间。

与此同时，云计算技术在缓解数据处理压力方面发挥了重要作用。通过云端分布式计算，可以实现影像的快速存储、检索和处理。例如，大型测绘任务中，可利用云平台进行高分辨率影像的并行计算，有效解决传统本地处理设备性能不足的问题。这种技术路径为大规模国土测绘任务的数据处理提供了可能性，同时降低了高性能硬件设备的采购与维护成本。

4.2 影像覆盖受限

高分辨率遥感影像尽管在空间分辨率上表现优异，但其覆盖范围受到传感器平台性能的限制。这主要体现在两个方面：一是成像设备的技术限制，二是数据采集的成本限制。相比中低分辨率遥感影像，高分辨率影像在一次成像中能够覆盖的面积较小，这在大范围测绘任务中会导致采集效率降低。例如，在全国范围的土地利用监测中，如果依赖于高分辨率影像，将需要进行多次数据采集，既增加了任务的复杂

性,也显著提高了成本。

此外,天气条件和观测角度对高分辨率影像的覆盖效果也有重要影响。例如,云层遮挡和太阳高度角的变化可能导致影像数据不完整或质量下降,从而影响测绘任务的准确性和连续性。在复杂地形区域(如山区和森林密集区),影像获取难度进一步加大,可能出现数据缺失或分辨率不足的情况。

为应对影像覆盖受限的问题,可以通过多种技术和策略进行优化。一方面,可以采用多平台协同观测的方式,将高分辨率影像与低分辨率影像或其他数据源(如地面激光雷达)结合使用,以在保持空间精度的同时扩大覆盖范围。另一方面,可以通过改进影像传感器的技术性能(如增加光谱范围和改进成像算法)来提升数据获取效率。此外,合理规划影像采集任务,避免重复采集和不必要的空域资源浪费,也能有效降低影像覆盖的局限性。

5 优化高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用

5.1 技术创新与智能化应用

技术创新是优化高分辨率遥感影像在国土测绘中应用的核心动力。随着人工智能技术的快速发展,高分辨率影像的解译与处理效率已得到显著提升。例如,基于卷积神经网络(CNN)的深度学习算法能够快速准确地识别影像中的目标物体,并完成复杂的分类和变化检测任务。这种技术在城市扩张监测、农田分类和植被覆盖分析中表现出色,为大规模测绘任务提供了高效的解决方案。

物联网技术的应用也为高分辨率影像的数据获取与处理带来了新的可能性。例如,通过物联网传感器与遥感影像的联动,可以实现对地表环境的实时监测与动态更新,从而提高测绘结果的时效性。自动化流程的引入也在优化影像处理方面发挥了重要作用。例如,利用影像数据的自动化校正与拼接技术,可以显著降低数据预处理的工作量,为后续分析提供更为可靠的数据基础。

5.2 多源数据融合

多源数据融合是提升高分辨率遥感影像应用价值的重要手段。通过整合高分辨率影像与其他遥感数据(如中低分辨率影像和地面传感器数据),可以弥补单一数据源在空间覆盖和时间分辨率上的不足,提供更全面的地理信息。例如,在灾害监测中,高分辨率影像可以提供详细的地表破坏信

息,而中低分辨率影像则可以通过较大的覆盖范围提供灾害影响的整体评估,两者的结合能够显著提高灾害评估的全面性与准确性。

在生态保护和土地利用监测领域,多源数据融合也表现出重要价值。例如,通过将高分辨率遥感影像与气象数据、地质数据相结合,可以实现对生态环境的综合评估和动态监测。这种融合不仅提高了数据的空间和时间分辨率,还使得测绘结果在多学科领域中具有更广泛的应用潜力。此外,多源数据的整合分析还可以支持智能化决策系统的开发,为国土资源管理与规划提供强大的技术支撑。

多源数据融合的实现需要依赖于先进的数据处理技术和信息平台。例如,基于云计算的遥感数据共享与处理平台可以实现不同数据源的实时访问与集成,为多源数据的高效融合提供技术保障。

6 结语

高分辨率遥感影像凭借其精细化的空间特性和多样化的数据维度,在国土测绘中展现了广泛的应用前景。本文通过分析其在地形测绘、土地利用监测和自然灾害评估中的实际表现,揭示了高分辨率遥感影像在国土测绘中的重要作用。然而,影像数据处理的复杂性和影像覆盖范围的限制仍是其推广应用面临的主要挑战。

针对这些问题,通过技术创新和多源数据融合等路径,可以有效优化高分辨率遥感影像在国土测绘中的应用。未来,随着人工智能、物联网和云计算技术的深度融合,高分辨率遥感影像的智能化和自动化应用将进一步提升,为国土资源管理、生态保护和灾害预警提供更加精准与高效的支持。高分辨率遥感影像作为现代测绘技术的核心工具,必将在国家可持续发展战略中发挥更为重要的作用。

参考文献

- [1] 曹密媛,陈勇.高景一号卫星影像在工程测绘中的应用研究[J].通讯世界,2024,31(09):151-153.
- [2] 杨信平.关于卫星影像在测绘工程中应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(12):169-171.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202412057.
- [3] 赵丽.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用探讨[J].青海国土经略,2023,(04):57-59.
- [4] 贾俊,李志忠,郭小鹏,等.多源遥感技术在降雨诱发勉县地质灾害调查中的应用[J].西北地质,2023,56(03):268-280.

The application points of UAV tilt photography technology in large scale topographic map mapping are discussed

Chunshan Li

Xinjiang Xinjiang Qinghai Surveying and Mapping Technology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

The development of large scale topographic map mapping is systematic and professional. Today, with the continuous development of science and technology, if we continue to use the traditional mapping technology, we can not only not guarantee the working efficiency of large scale topographic mapping, but also reduce the final effect of topographic mapping. The UAV tilt photography technology is a remote sensing technology with high technology content. Its application to large scale topographic map mapping can significantly improve the effectiveness and efficiency of relevant data information acquisition. Based on this, this paper focuses on the advantages of uav tilt photography technology in large scale topographic map mapping as the starting point, and points out the application points and precautions of this technology for reference.

Keywords

UAV, tilt photography, large scale topographic map, mapping

探讨无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的运用要点

李春山

新疆疆海测绘科技有限公司, 中国 · 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

大比例尺地形图测绘工作的开展具有一定的系统性和专业性。在科学技术不断发展的今天, 如果继续使用传统的测绘技术, 不仅不能保证大比例尺地形图测绘的工作效率, 还有可能降低最终的地形图绘制效果。而无人机倾斜摄影技术是一种科技含量较高的遥感技术。将其应用到大比例尺地形图测绘工作中, 能够显著提高相关数据信息获取的有效性与高效性。基于此, 本文重点以无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的运用优势为切入点, 指出了这一技术的运用要点和注意事项, 以供参考。

关键词

无人机, 倾斜摄影, 大比例尺地形图, 测绘

1 引言

在大比例尺地形图测绘工作中, 虽然传统的测绘方法应用也获得了巨大的成就, 但是也存在着测绘成本高、测绘效率低、受到地形条件影响较大等弊端。无人机倾斜摄影技术是一种将遥感技术、地理信息系统和航空摄影学知识融合在一起的新型测量技术。将这一新型测量技术应用到大比例尺地形图测绘工作中, 具有十分重要的意义。但是, 如何将这一技术科学合理的应用到大比例尺地形图测绘工作中, 还需要进行更为深入的探索和研究。

2 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的运用优势

2.1 保证采集数据完整度

在传统的大比例尺地形图测绘工作中, 测绘人员为了保证测绘结果的准确度与完整度, 在分布控制测量点方面需要加强三角测量网模式、网格测量网模式和导线测量网模式的应用。如果测量区域的地形比较复杂, 且存在着很多遮挡物, 那么还需要对各控制测量点之间的间距进行控制。这些, 不仅增加了测绘工作量, 还增大了测绘数据采集遗漏的可能性。而无人机倾斜摄影技术的应用在地形勘察方面, 使用的是无人机和摄影系统, 采集到的测绘数据更加直观, 测绘过程也更加灵活, 可以随时调整勘察角度, 对地物结构进行更清晰的观察, 对地物数据进行更完整的采集。图 1 为无人机倾斜摄影平台。

【作者简介】李春山(1978-), 男, 中国甘肃天水人, 本科, 高级工程师, 从事航空摄影测量研究。



图 1: 无人机倾斜摄影平台

2.2 降低测绘成本

在传统的测绘工作中，测绘人员为了控制测绘成本，会对某一区域的一般性建筑物数据进行集中性采集，然后再对同类型的建筑物进行复制提取。但是，在建筑物的个性化特征越来越突出的发展形势下，测绘人员在建筑纹理参数采集方面也面临着越来越大的压力^[1]。而对无人机倾斜摄影技术进行有效的应用，可以直接利用无人机的高低可调优势，对建筑物数据进行全方位采集，然后再将与建筑物纹理有关的数据提取出来。这样，不仅可以降低数据采集工作量，还可以降低数据采集成本。

2.3 控制数据采集量

在大比例尺地形图测绘工作中，最重要的一项工作就是保证数据信息的采集完整度。但是，绝大多数的测绘区域都存在着地形不规则变化问题。要想保证数据采集的完整度，就必须采集大量的数据信息。虽然测绘人员也对全球定位测量技术、遥感测绘技术等进行了合理的应用，但是这些测绘技术的辐射范围并不大，无法满足所有的地形测绘需求。例如，全球定位测绘技术的应用，其准确性就容易受到区域内大范围水域或高线线路等物的影响。而无人机倾斜摄影技术则能够不受外界因素影响的情况下，对相关数据信息进行精准性获取。数据采集更精准、数据采集量更小，后续的数据处理效率更高。图 2 为基于无人机倾斜摄影的大比例尺地形图测绘技术路线。

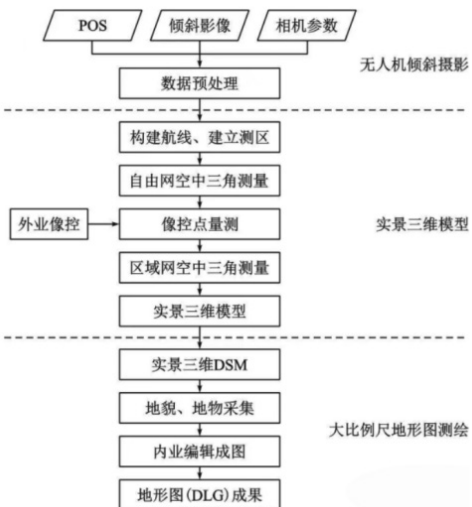


图 2: 基于无人机倾斜摄影的大比例尺地形图测绘技术路线

3 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的运用要点

3.1 无人机型号与飞行参数选择

无人机的型号不同，需要完成的测绘任务不同，相应的飞行参数设置也存在差异。面对不同的地形地貌，测绘人员不仅要将对测绘区域划分成多个不同的空间，还需要根据各测绘空间的实际情况，选择合适的无人机型号，进行测绘数据的收集与处理^[2]。不同的测绘空间，可以使用相同型号的无人机，也可以使用不同型号的无人机。但是，最终目的都是为了有效采集测绘区域的各种数据信息。在完成无人机型号选择之后，还需要对飞行参数进行合理的设定，以确保测绘数据采集的完整性与全面性，不会出现数据遗漏等问题。

3.2 像控点测量

在大比例尺地形图测绘工作中，需要重点提高像控点设置的有效性。虽然无人机也能够完成数据的收集任务，但是面对不同的测绘区域，如果设置的像控点测量角度设置不合理，像控点测量数量不同，最终的数据收集结果也存在明显差异。首先，在设置像控点的时候，需要对测绘区域的地理位置特点进行重点考虑。例如，如果要对山区进行测绘，那么就需要将像控点设置到山头等部门，以保证测绘数据采集的精准性^[3]。其次，在设置像控点的时候，需要对像控点的设置目的进行明确，以保证各测绘区域，像控点测量的有效性与准确性。最后，如果某一位置不利于无人机测量准确性的控制，那么这一位置就不能作为像控点的设置位置。

3.3 空中三角加密测量

目前，无人机在收集数据方面拥有绝对的优势，但是在实际应用中依然存在着一系列问题。例如，如果测绘区域存在较多建筑物，但测绘人员没有对测绘区域的植被和高大建筑物进行预先设定，测绘过程中也没有采取针对性的措施帮助无人机定位，那么就有可能在建筑物附近出现数据采集盲区。为了解决这一问题，在利用无人机进行测绘数据采集的过程中，就可以引入加密技术。通过专门的加密设置，提升无人机定位的准确性。另外，在空中三角加密测量中，还需要对无人机测绘数据进行核对，确保无人机采集到的数据信息与测绘区域的实际情况相符合。

3.4 数据采集与三维建模

在大比例尺地形图测绘工作中，无人机的应用目的就是保证测绘数据收集的真实性与准确性。鉴于此，测绘人员需要对无人机采集到的数据信息进行积极有效的反馈。首先，将无人机收集到的数据作为参考，进行三维立体建模工作，并根据三维立体模型对测绘数据进行分析^[4]。其次，对像控点的位置信息进行重点考虑，对像控点测绘到的地形图比例尺大小进行确定，确保各项参数符合数据采集需求，能够成功构建三维立体模型。

3.5 地形图绘制

在地形图绘制阶段，测绘人员既可以利用三维立体模

型,生成地形图;也可以利用互联网技术,进行测绘数据的还原,保证地形图生成的准确性与有效性。

4 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的运用注意事项

4.1 飞行时间选择

无人机设备属于特殊的机械设备。为了保证无人机倾斜摄影技术的应用有效性,尽量在降雨量较少、可见度较高的季节里进行大比例尺地形图的测绘。为了保证拍摄影像的清晰性,建议在天气晴朗的时候操控无人机,完成相关测绘任务。例如,可以在每年的3--5月份在南方地区进行倾斜摄影测量,在每年的4--6月份在北方地区进行倾斜摄影测量^[5]。另外,无人机的飞行高度偏低,在操控无人机飞行过程中,需要结合空中管制政策,对飞行时间进行确定,以保证无人机飞行的安全性与稳定性。为了降低外界其他航空器对无人机飞行的干扰,需要将无人机的起飞点设置到与机场相距15km以外的地方。

4.2 三维模型构建

在大比例尺地形图测绘工作中,要想将无人机倾斜摄影技术的应用优势充分发挥出来,需要在三维模型构建方面注意以下几方面。首先,加强数据收集真实性的控制。针对无人机收集到的数据信息,要在第一时间输入到系统当中,进行三维立体模型的构建,以免在后期模型构建中出现数据遗漏问题^[6]。其次,常用的模型构建方式有两种,一种是先对数据进行整理,再进行三维模型的构建;另一种是直接对无人机进行设置,让无人机按照模型的构建需求,进行相关数据的采集,然后一边收集数据,一边生成模型。工作人员可以根据实际需求,选择合适的模型构建方式。

4.3 空中测量

在大比例尺地形图测绘工作中,要想将无人机倾斜摄影技术的应用优势充分发挥出来,保证数据信息采集的准确性与完整性,需要在空中测量阶段,对摄像镜头进行持续性的调整,保证无人机数据采集角度的合理性与有效性。

4.4 获取实验数据

在正式开始应用无人机倾斜摄影技术之前,还需要先

进行飞行实验,获取实验数据。这些数据,都可以作为后续采集数据的参照。在获取实验数据方面,需要注意以下两方面。首先,测绘人员需要对无人机倾斜摄影技术的应用技巧进行全面的了解,确保在实验操作中不会出现无人机操控失误问题,影响实验数据的准确性。其次,对试验数据的获取过程进行科学合理的规划,以免在实验过程中出现各种各样的突发状况,降低实验数据获取的高效性与完整性。

4.5 数据预处理

针对数据的预处理,需要注意以下几方面。首先,测绘人员需要参照无人机航飞参数,对数据进行分析,找出异常数据,并对无人机影像质量进行检查。其次,利用模型编辑,对大比例尺地形图的生成质量进行检查,确保大比例尺地形图具有较高的准确性。

5 结语

综上所述,在大比例尺地形图测绘工作中,无人机倾斜摄影技术的应用,不仅可以保证采集数据完整度,还可以降低测绘成本、减少数据采集量。但是,要想将这一技术的应用优势充分发挥出来,不仅要严格按照相关要求对无人机型号的选择、无人机飞行参数的设置、完成像控点测量、空中三角加密测量、数据采集与三维建模、地形图绘制等一系列工作,还需要加强相关细节的处理。

参考文献

- [1] 成云瑞. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用研究[J]. 科技创新与应用,2024,14(3):85-88.
- [2] 周懂洁. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用研究[J]. 现代信息科技,2023,7(22):119-122.
- [3] 任亚龙. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用研究[J]. 现代信息科技,2023,7(13):141-144.
- [4] 潘夏令. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 智能建筑与工程机械,2020,2(5):81-82.
- [5] 孙小莉. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用探讨[J]. 科学与信息化,2023(10):57-59.
- [6] 雷宇宏,俞倩. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用探讨[J]. 科技创新与应用,2022,12(24):178-180,184.

Practice and innovation of high-precision surveying and mapping technology in Land resource survey

Haobin Liu

Lanshan District Natural Resources Bureau of Linyi City, Shandong, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

This paper studies the practice and innovation of high-precision surveying and mapping technology in land resource survey, starting from the basic principles and mainstream technologies such as GNSS, UAV aerial survey and LiDAR, to deepen the discussion of the whole process of multi-source data acquisition and processing, and promote the output of high-precision results of terrain, cadastral and three-dimensional model. The case analysis of rural land right confirmation and urban land use investigation makes the evaluation of the practical effect of high-precision surveying and mapping technology in land resource data accuracy, survey efficiency and benefit more comprehensive. The proposal based on GIS spatial analysis and machine learning will set goals for the plot of future optimization strategies- to boost the adoption and effective use of land resource information. This paper analyzes the efficiency and improvement direction of different technical means, and clarifies their value and potential in improving the decision support of land management, promoting targeted poverty alleviation and ecological protection.

Keywords

high-precision surveying and mapping technology; land resources survey; uav aerial survey

高精度测绘技术在土地资源调查中的实践与创新

刘浩斌

山东省临沂市兰山区自然资源局, 中国·山东 临沂 276000

摘要

本文关于高精度测绘技术在土地资源调查中的实践与创新研究,以基本原理及主流技术如GNSS、无人机航测和LiDAR为起点,来深化多源数据采集与处理全流程的探讨,并促成地形、地籍及三维模型的高精度成果输出。农村土地确权和城市土地利用调查案例分析使对高精度测绘技术在土地资源数据精度、调查效率及效益等方面之实践效果评估更添一份全面性。而基于GIS空间分析与机器学习的提出则针对未来优化策略情节设定目标一助推土地资源信息采取并有效利用。分析了不同技术手段的效能与改进方向,明确其在提高土地管理决策支持、促进精准扶贫和生态保护中的价值与潜力。

关键词

高精度测绘技术; 土地资源调查; 无人机航测

1 引言

传统测绘方法因精度与效率不足,已无法满足现代土地资源调查的需求。高精度测绘技术的应用,以GNSS测绘、无人机航测及LiDAR为代表,显著提升了数据采集的精度与效率,在地形测量和地籍调查等领域发挥了重要作用。结合GIS空间分析工具,这些技术为土地资源信息提取与管理决策提供了新的技术支撑。本文研究高精度测绘技术的基本原理与特点,分析其在土地资源调查中的实践与效能,并探讨其技术改进方向,为科学土地管理提供技术参考。

2 高精度测绘技术的基本原理与特点

2.1 GNSS 测绘技术

GNSS(全球导航卫星系统)其原理是基于信号传播时间与光速关系计算观测站相对卫星的距离,从而确定定位点坐标。传统GNSS存在一定精度限制,通过差分GNSS(DGNSS)和实时动态定位(RTK)技术可以显著提高定位精度。DGNSS采用参考站发送校正信息以减少误差,RTK基于载波相位进行高精度定位,可达到厘米级水平。GNSS信号在传播过程中易受多路径效应、大气层延迟和人为干扰的影响。为消除信号干扰,通常采用改进的多路径滤波算法、模型校正和信号增强技术,以减少误差对定位精度的影响。GNSS测量的精度分析可使用误差公式:

$$\sigma_{\text{总}} = \sqrt{\sigma_{\text{卫星}}^2 + \sigma_{\text{接收器}}^2 + \sigma_{\text{大气}}^2 + \sigma_{\text{多路径}}^2}$$

【作者简介】刘浩斌(1972-),男,中国山东临沂人,本科,高级工程师,从事测绘与制图和自然资源管理研究。

其中, $\sigma_{\text{总}}$ 为总定位误差, $\sigma_{\text{卫星}}^2$ 、 $\sigma_{\text{接收器}}^2$ 、 $\sigma_{\text{大气}}^2$ 和 $\sigma_{\text{多路径}}^2$ 分别表示卫星钟差、接收器误差、大气效应和多路径误差。

2.2 无人机航测技术

无人机航测技术的基本原理包括影像获取和影像处理。无人机的覆盖范围较广、效率高且适应复杂地形, 在不便于人员进入的区域尤为适用。航高、航向重叠率和相机标定精度是数据采集质量的决定性因素。通常采用影像空间重建和光束法调平等方法确保精度。摄像机参数标定可以用线性模型表达为:

$$p = K[R|t]P$$

其中, p 为影像平面点坐标, K 为内参数矩阵, $[R|t]$ 为旋转和平移矩阵, P 为三维点坐标。航向和旁向重叠率决定了图像之间的冗余度, 推荐重叠率范围为 60%-80%。

2.3 LiDAR 技术

激光雷达 (LiDAR) 通过发射高频激光脉冲并记录回波时间与强度数据获取地物的三维点云。其原理基于距离公式:

$$d = \frac{ct}{2}$$

其中, d 为目标与传感器间的距离, c 为光速, t 为脉冲传播时间。LiDAR 具备强穿透力和高精度, 可对植被覆盖区域和复杂地形进行精细测量, 是土地资源调查的重要技术工具。LiDAR 点云数据经过滤波分类后, 可分为地面点和非地面点, 地面点用于生成数字地面模型 (DTM), 而非地面点用于分析植被覆盖和人工建筑物。典型数据处理流程包括点云滤波、光斑半径调整以及曲面插值, 通常采用双向滤波算法提升建模精度。利用 LiDAR 获取的地形高程数据, 可构建坡度模型, 其表达式为:

$$S = \arctan\left(\frac{\Delta h}{L}\right)$$

其中, S 为坡度, Δh 为高程差, L 为水平距离。LiDAR 的精准性与数据的处理效率密切相关, 在实际应用中需结合地形复杂性优化数据处理算法, 确保输出的三维模型具备高可靠性和可用性。

3 高精度测绘技术在土地资源调查中的实践

3.1 基本流程与技术集成

在土地测绘的数据采集阶段, GNSS 测量与无人机航测协同合作, 各展所长。地面基准点赖以得到精确定位的正是 GNSS 技术。无人机居其次, 覆盖大范围的地表影像稳定接收高分辨率数据。而这些精度极高的初始坐标参考全部源于此。进入数据处理环节, 多源数据一体整合, 经由精密且对齐一致的坐标系实现了数据标准化处理。之后便利用诸如点云拼接、图像正射纠正及误差滤波等算法迭代提升了质量。陆续呈现出来的成果有颗粒细腻而又复杂立体的三维模型, 项目和谷底深处随意变换视角都相当清晰逼真; 还有图

片解析度极强、线条流畅柔顺且感官饱满引人注目的高精度地形图和地籍图。

3.2 实际应用案例分析

某省村级土地确权项目中, 使用 RTK-GNSS 测量对地块界址点进行精确定位, 同时部署多架无人机对村庄及农田进行航拍, 生成影像分辨率优于 10 厘米的航测数据。在数据处理阶段, 通过影像与 GNSS 点云的联合处理实现厘米级精度地籍图制作。与传统人工测绘相比, 该方案效率提升近 50%, 显著减少了人工成本。在某城市土地利用调查中, 无人机航测对建筑群和密集道路区域提供了快速影像覆盖。

3.3 测绘数据的验证与分析

高精度测绘技术相较于传统方法, 因技术性能和数据处理能力的优化, 在精度和效率上具有显著优势。精度验证方法常采用基准点对比, 通过计算各测量点偏差均方根误差 (RMSE) 评价总体误差, 公式为:

$$\Delta P = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i^{\text{测}} - P_i^{\text{实}})^2}$$

其中, ΔP 为总体误差, $P_i^{\text{测}}$ 和 $P_i^{\text{实}}$ 分别表示测量值和真实值, n 为基准点数量。以某地形测绘项目为例, 采用传统手段测绘的 RMSE 为 0.52 米, 而 GNSS 与无人机协同测绘的 RMSE 为 0.13 米, 精度提升约 75%。

4 数据处理与土地资源信息分析

4.1 数据处理流程

高精度测绘过程中, 常使用的多源数据种类繁多, 包括但不限于遥感影像、GNSS 点位数据以及 LiDAR 数据, 并根据各自采集方式和时空分辨率均有各自的精度要求。在这些复杂的数据整合过程中, 所有种类的数据都需要实现坐标系统一化, 创设一个共享参考框架。而对于 GNSS 点位, 应该按其坐标精度进行控制匹配; 同时针对遥感影像和 LiDAR 数据采用图像配准及点云配准技术处理到位, 在通过特征识别以及共视点匹配等手段成功达到了期待的统一输出效果。

4.2 土地资源信息提取与分析

遥感影像一般通过光谱特性反映地物信息, 可以依据不同的光谱波段特征进行土地覆盖分类。而 LiDAR 数据具有较高的地形建模精度, 特别适用于提取地物高度信息。在分类算法中, 常用的方法包括基于决策树、支持向量机 (SVM) 及卷积神经网络 (CNN) 等分类器, 它们可以在大规模遥感影像数据中实现较高的分类精度。此外, LiDAR 的点云数据也能用于高程数据提取和三维地物建模。对于土地的地形分析, 坡度是重要的地理参数之一, 通常使用下式计算:

$$S = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta h}{L}\right)$$

其中, S 为坡度, Δh 为高程差, L 为水平距离。

4.3 土地资源利用状况的评价指标

土地资源的有效利用评价不仅依赖于土地的现状分析,还需通过系统的评估指标来评判各类土地资源的利用效益。典型的土地利用类型包括耕地、林地、建设用地等。这些土地类型的比例分布是衡量土地使用效率的重要依据。以某省为例,土地利用状况如下表 3-1 所示。

表 3-1 某省土地利用类型及面积分布

土地利用类型	面积(公顷)	比例(%)
耕地	45000	38
林地	40000	34
建设用地	10000	8.5
生态保护区	15000	12.7
水域	5000	4.3
合计	115000	100

从上面表格可以看出,在这些土地类型中,耕地和林地占据了较大的面积,而建设用地和生态保护区的比例则相对较低。土地利用效率评价主要从单位面积的产出和土地承载力等维度来衡量。

5 高精度测绘技术的效能评估与实践效果

5.1 测绘精度评估

精度的测绘,包括平面和高程两个方面。位置误差或坐标偏差指标是评价平面精度的主要工具,数值来源于基准点测量值与实际值之间的比较计算。大量基准点数据测量所得结果可展示不同测绘方法在平面精度上的表现。至于高程精度,采用已知高程点进行比较及计算典型高程偏差和标准差为常态。GNSS、无人机航测与 LiDAR 三种技术的平面与高程精度数据对比,如下表 4-1 所示。

表 4-1 三种技术的精度对比

测绘技术	平面精度(m)	高程精度(m)
GNSS	0.02	0.03
无人机航测	0.05	0.1
LiDAR	0.02	0.02

从上面表格可以看出,GNSS 技术表现出较高的平面和高程精度,适合于高精度的地理坐标测量。

5.2 应用效益分析

测绘技术的应用在时间与成本方面,综合测绘技术的运用,显著缩短了土地资源调查的周期。GNSS 与无人机航测联合应用、纯 GNSS 应用和传统地面测量方法在农村土

地调查中的时间与成本差异。通过应用现代测绘技术,土地资源调查不仅效率大幅提高,而且节省了大量的劳动成本和设备投资成本。具体数据如下表 4-2 所示。

表 4-2 测绘效率与成本对比

测绘方案	时间(天)	成本(万元)
GNSS+ 无人机航测	10	12
纯 GNSS 测量	15	10
传统地面测量	25	20

从上面表格可以看出,高精度数据的使用对土地资源管理决策起到了积极作用。政府可以依据详细且准确的土地资源信息,制定合理的土地利用规划与政策,避免无效建设与资源浪费。

5.3 技术改进方向

测绘技术的不断发展,改进方向主要聚焦于简化操作、拓展应用场景以及提升数据处理的智能自动化水平。面对目前技术门槛之高,设备操作繁杂,特别是在复杂地形和偏远地区大范围测绘中出现了设备掌握需求极高的问题。未来技术进步希冀倾向智能化与易于操作,并减少人员对技术依赖,实现更为有效率的测绘任务执行。当前,尽管测绘技术能够生成大量高精度数据,但数据分析与处理仍依赖人工干预,面临着较高的时间成本和误差累积问题。

6 结论

现代测绘技术在土地资源调查应用之深度探索,涵盖 GNSS、无人机航测和 LiDAR 等技术的原理、精度及其优势。各种技术方案对比后的效益与局限性分析,平面与高程精度上的差异由测绘精度评估揭示出来,而这正强调了高精度测绘对土地资源管理与规划的重要性。处于数据处理流程中时,多源数据整合于分析需配合 GIS 技术进行土地资源分类与评估,并展现出数据优化与智能化处理,在提升效率及精度方面所具备潜力。实际案例分析揭示了土地利用调查中测绘技术的高效性,也体现出精准扶贫与生态保护的真实益处。

参考文献

- [1] 陈浩.测绘技术与GIS技术在工程测量中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(35):172-174.
- [2] 郑凯,刘庆润,尹强强.现代测绘技术在矿山地质测绘中的应用研究[J].中国有色金属,2024,(S2):291-292.
- [3] 贾厚涛.数字化测绘技术在国土测量中的应用浅析——以济宁市为例[J].华北自然资源,2024,(06):98-101.

Thinking on the file management strategy of surveying and mapping geographic information in the era of big data

Rui Zhong Chun Li Jingzhou Zhang

Yunnan Surveying and Mapping Data Archives (Yunnan Basic Geographic Information Center), Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Surveying and mapping geographic information archives as covering a variety of geographic information archives, has the characteristics of more types and more total amount, there are some difficulties in archives management. In the context of big data, information archives management has become the mainstream, which requires relevant personnel to manage the surveying and mapping geographic information archives based on the characteristics and functions of big data, so as to ensure the quality of archives management and accelerate the efficiency of management. This paper starts with the archives management of surveying and mapping geographic information, analyzes the difficulties and necessity of archives management, expounds the impact of archives management in the era of big data, and on this basis formulates appropriate management strategies to ensure the quality of archives management.

Keywords

file management; big data; information technology; quality control

大数据时代下测绘地理信息档案管理策略思考

钟锐 李纯 张竞舟

云南省测绘资料档案馆（云南省基础地理信息中心），中国·云南昆明 650000

摘要

测绘地理信息档案作为涵盖各种地理信息的档案，具有种类较多而且总量较多的特点，档案管理存在一些难点。而在大数据背景下，信息化的档案管理成为主流，就要求相关人员结合大数据的特点与功能，对测绘地理信息档案进行管理，在保证档案管理质量的同时加快管理的效率。本文就从测绘地理信息档案管理入手，对档案管理的难点以及必要性进行分析，阐述大数据时代下档案管理受到的影响，并在此基础上制定合适的管理策略，以保证档案管理质量。

关键词

档案管理；大数据；信息技术；质量管控

1 引言

大数据时代下，各行业都需要借助信息技术对业务进行管理，通过信息技术的便捷性以及效率性加快作业的效率。测绘地理信息档案管理要求相关人员对测绘地理信息的档案进行收集、整理、存储以及应用，由于档案的总量较多，传统纸质的档案管理方式已经难以满足需要，就要求相关人员结合档案管理需要，将大数据技术引进到档案管理中，实现档案收集整理的数据化，并且借助大数据技术以及信息技术对档案进行线上管理，规避传统档案管理环节可能存在的人为失误。这就要求档案管理人员积极引进各种先进技术，并且购置专业的设备，为档案管理奠定基础。

【作者简介】钟锐（1986-），女，中国云南昆明人，硕士，工程师，从事地理信息工程档案管理研究。

2 测绘地理信息档案管理概述

2.1 概念

测绘地理信息档案是指在测绘活动中生成的、具有历史价值和长期使用价值的各类文件、数据、资料和成果的集合。它包括地理信息、空间数据、测量数据、地图、影像资料、图表、报告等内容^[1]。

测绘地理信息档案管理的概念是指对与测绘和地理信息相关的档案进行系统化的收集、整理、存储、保护、检索、利用和更新等全过程管理，旨在确保这些档案在生命周期内的安全性、完整性、可用性和长期保存^[2]。它涵盖了从测绘工作开始到成果发布、使用乃至废弃的整个过程，确保测绘地理信息数据能够高效、准确、长期地服务于社会、经济 and 环境的可持续发展。

2.2 目标

目标是提供准确、完整的测绘地理信息，支持决策和

规划工作,确保档案能够在长期内有效保存,适应不同的技术演进。并且符合国家及地方的相关法规和标准,确保测绘地理信息档案的合法性和规范性。所以说,测绘地理信息档案管理不仅是对测绘成果的有效存储与保护,更是为后续使用、查询、分析、决策等提供必要支持的关键环节。

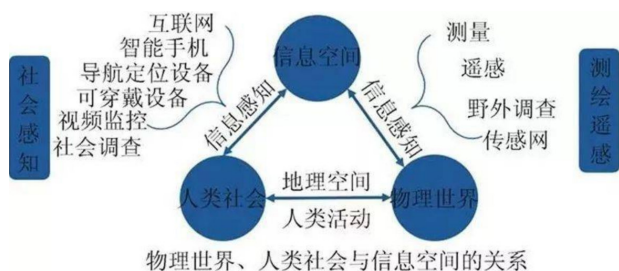


图1 大数据时代下测绘地理信息与人类活动的关系

3 大数据时代对测绘地理信息档案管理的影响

在大数据时代,信息技术的快速发展尤其是在数据采集、存储、分析和应用方面的突破,对测绘地理信息档案管理产生了深远的影响。

3.1 数据量的激增

大数据时代带来了前所未有的数据量增长。传统的测绘地理信息档案通常依赖于手工记录和有限的电子数据格式,而在大数据时代,测绘过程生成的数据量急剧增加,尤其是遥感影像、地理信息、传感器数据和实时动态数据。此背景下,存储和管理大规模的数据成为一大挑战,需要更强大的存储基础设施、更高效的处理技术,以及更完善的档案管理机制。

3.2 数据类型与格式的多样化

大数据时代,测绘地理信息档案不仅仅包括传统的二维地图、报告和测量数据,还涉及实时传感器数据、三维建模、激光雷达(LiDAR)数据、遥感影像、视频数据等多种形式。档案数据类型和格式的多样化要求档案管理系统具备更强的数据融合能力和格式兼容性,能够支持不同类型的数据集成和共享。

3.3 数据更新的实时性与频繁性

随着卫星遥感技术、无人机和其他传感器技术的发展,测绘数据的采集频率和更新速度大大提高。大数据时代,地理信息和测绘数据具有更高的动态性和时效性。所以测绘地理信息档案需要实时或定期更新,以确保数据的准确性和时效性。这对档案的管理、存储和维护提出了更高要求。

3.4 数据质量的复杂性

大数据时代,尤其是在遥感影像、传感器数据和众包数据等来源下,数据的质量可能受到噪声、错误或缺失数据的影响。如何保证数据质量、修正误差以及确保档案数据的可靠性和一致性,成为档案管理中的一个挑战。就导致数据质量的控制和管理变得更加复杂,传统的人工校验和修正手段无法满足大规模数据的需求。

4 测绘地理信息档案管理难点

4.1 海量数据的存储与管理难点

测绘地理信息数据涉及大量的空间数据、影像数据、传感器数据、点云数据等,这些数据通常具有大容量、高频率和复杂性,传统的存储与管理方式难以满足需求。就导致数据量庞大,存储资源有限,如何高效、可靠地存储这些海量数据,并确保数据在长期存储中的安全性和完整性,是一个挑战。

4.2 数据的多样性与格式不统一

测绘地理信息数据来源广泛,包括遥感影像、地理信息系统(GIS)数据、地形测量数据、激光雷达(LiDAR)点云数据等。不同类型的数据格式、标准和结构差异较大。不同格式、标准的数据在管理上缺乏统一性,导致数据整合困难,且不同格式之间的转换和兼容性差。

4.3 数据质量的保证难度较大

由于数据来源广泛且复杂,测绘地理信息档案的质量可能受到多种因素的影响,如传感器误差、环境干扰、采集方式的差异等。所以确保数据的准确性、完整性和一致性是档案管理中的重要难题。错误数据的积累可能影响到决策支持系统和应用服务的准确性。

4.4 数据的时效性与更新难点

测绘数据的时效性问题十分突出,尤其是遥感数据和动态地理信息数据,随着时间的推移,数据可能迅速过时,需要不断更新和维护。如何保持数据的实时性和更新频率,特别是在动态环境下,如何有效地管理和及时更新大量地理数据。

5 大数据时代下测绘地理信息档案管理策略

在大数据时代,测绘地理信息档案管理面临着海量数据、复杂格式、多源数据融合等多方面的挑战,因此需要采取一系列策略来应对这些挑战。

5.1 应建立统一的标准化框架

大数据时代,数据来源复杂且格式多样,如何确保不同类型、不同格式的地理信息数据能够有效整合和管理是核心问题之一。就需要制定统一的数据标准和接口规范,确保数据格式的一致性和兼容性。推动测绘地理信息数据的标准化,包括数据结构、编码规范、元数据标准等,确保不同部门、领域间数据的可共享性。实际来看,可以推广通用的数据交换标准,如OGC(开放地理空间联盟)标准、ISO标准等,增强数据之间的互操作性。

5.2 需要建设大数据存储与管理平台

测绘地理信息档案的管理要求能够高效地存储和检索海量数据,因此需要构建能够处理大规模数据的存储系统。相关人员可以利用分布式存储系统(如Hadoop、Spark)和云存储技术,以满足大数据存储的需求。也可以引入空间数据库(如PostGIS、Oracle Spatial)来管理地理空间数据,

提高存储与查询效率。并且采用基于云的档案管理平台,支持数据的动态更新和实时访问,同时具备良好的可扩展性和容错能力。

5.3 加强数据质量管理

大数据时代下,数据量的迅速增加可能带来数据质量问题,如数据缺失、错误或冗余等。因此,数据质量管理至关重要。要求相关人员建立数据质量监控和审查机制,定期进行数据质量检查,清洗错误数据。可以利用机器学习和人工智能技术,对数据进行自动化清洗和错误检测。而对于时效性强的数据,采用增量更新或实时更新机制,确保数据的实时性和准确性。

5.4 设计多层次的数据安全与隐私保护

大数据时代,数据安全和隐私保护是测绘地理信息档案管理中的重要环节,尤其是涉及敏感地理信息时,如何防止数据泄露和篡改成为关键。需要管理人员强化数据的加密技术,采用高强度的加密算法(如AES-256)对数据进行加密,确保数据在存储和传输过程中的安全性。可以通过权限管理和访问控制机制,确保只有授权用户才能访问特定数据,防止数据泄露。可以利用区块链等技术确保数据的不可篡改性,增强数据安全性和可追溯性。也可以加强数据备份和灾难恢复机制,定期备份数据并构建容灾系统,确保在灾难情况下数据不会丢失。

5.5 积极推动数据共享与协同管理

测绘地理信息数据往往涉及多个部门和领域,跨部门协同和数据共享是提升数据使用效率和价值的关键。单位应建立跨部门的数据共享平台,制定数据共享政策和数据使用规则,促进不同部门之间的数据互通互联。需要引入API接口,简化数据访问流程,便于不同部门根据权限访问共享数据。还需要推动政府、企业、科研机构等多方合作,建立公共数据服务平台,提供开放共享的测绘地理信息数据。

5.6 应用智能化技术提高数据分析能力

大数据不仅仅是存储和管理的问题,还需要通过数据分析来挖掘其潜在价值。在测绘地理信息档案管理中,智能化技术的应用将极大提升数据的应用价值。可以引入人工智能和机器学习技术,对海量测绘地理信息数据进行自动化分析,提取出有价值的信息,例如趋势预测、模式识别等。也可以结合大数据分析平台,如Apache Spark、Flink等,进

行实时数据分析和处理,为决策提供支持^[3]。还需要引入深度学习等算法进行遥感图像识别、地图变化监测等,提高自动化分析的精度与效率。

5.7 强化数据生命周期管理

测绘地理信息数据往往具有较长的生命周期,但随着技术更新,数据格式和存储介质可能面临过时和退化的问题。如何管理数据生命周期,确保长期可访问性是一个挑战。这就要求相关人员制定数据生命周期管理政策,包括数据的创建、存储、使用、更新、销毁等环节的规范。并且定期进行数据迁移和格式转换,确保数据能够适应新的技术平台和存储介质。还需要建立长期保存机制,对历史数据进行归档管理,并确保数据的完整性和可访问性。而对于老旧数据和长期存储数据,则需要采用数字化档案存储技术,防止数据丢失。

5.8 需要提升人员素质与技术能力

大数据时代对测绘地理信息档案管理人员的技术要求不断提高,所以确保相关人员具备必要的专业能力和技术水平也至关重要。要求管理单位定期组织培训和技术交流,提高工作人员对大数据技术、GIS、云计算、人工智能等新兴技术的掌握能力。建立跨领域的专家团队,提供数据管理、技术支持和业务咨询,提升整个团队的协作能力。还需要鼓励员工不断更新知识,跟进新技术的发展,确保档案管理工作能够适应大数据时代的需求。

6 结语

在大数据时代,测绘地理信息档案管理的策略应关注数据标准化、存储与管理平台建设、数据质量保障、数据安全性与隐私保护、智能化技术应用等方面。通过建立统一的管理体系、利用先进的技术手段、优化数据管理流程,能够更好地应对大数据时代带来的挑战,提高测绘地理信息档案的管理效率和使用价值。

参考文献

- [1] 张莹莹. 城市测绘地理信息档案多源数据融合能力评估指标及方法[J]. 甘肃科技, 2023, 39(08): 90-93.
- [2] 邢生霞. 测绘地理信息档案管理工作探讨[J]. 大众科技, 2023, 25(06): 151-154.
- [3] 王小平,赵勇,李佳,等. 新时期专业档案归档问题与对策——以测绘地理信息档案为例[J]. 测绘通报, 2022, (10): 133-137.

Application of UAV aerial survey technology in surveying and mapping engineering

Wenhui Lao

Chifeng City Bureau of natural resources Songshan District Branch, Chifeng, Inner Mongolia, 024005, China

Abstract

With the rapid economic growth of our country, the measurement technology is also in continuous progress, surveying and mapping work has been widely used in many fields. In the past, construction engineering surveying mainly relied on manual operation to complete surveying and mapping, but nowadays, UAV aerial surveying technology has gradually become the leading trend to promote the development of surveying and mapping technology in our country. This paper first gives a brief overview of the application process of UAV aerial survey technology, and discusses its advantages in engineering survey, and then elaborates the specific application of UAV aerial survey technology in engineering survey, in order to provide communication and reference for relevant practitioners. At the same time, this paper will also provide reference and reference for professionals in related fields, and promote the application and promotion of UAV aerial survey technology in a wider range of fields.

Keywords

UAV; Aerial survey technology; Engineering survey

无人机航测技术在测绘工程测量中的应用

劳文慧

赤峰市自然资源局松山区分局, 中国·内蒙古 赤峰 024005

摘要

随着我国经济的迅猛增长, 测量技术亦在持续进步, 测绘工作已广泛应用于众多领域。以往, 建筑工程测量主要依赖人工操作完成测绘, 但时下, 无人机航测技术已逐渐成为推动我国测绘技术发展的主导趋势。本文首先对无人机航测技术的应用流程进行简要概述, 并探讨其在工程测量中展现的优势, 随后深入说明无人机航测技术在工程测量中的具体应用, 以期对相关从业者提供交流与参考。同时, 本文也将为相关领域的专业人士提供参考和借鉴, 促进无人机航测技术在更广泛的领域得到应用和推广。

关键词

无人机; 航测技术; 工程测量

1 引言

随着我国科技领域的飞速进步, 科技的影响力已深植于各行各业, 建筑工程测量领域同样受益匪浅。工程测量作为一项高度复杂且资源密集型的任务, 历来需要巨额的人力、物力投入, 以及漫长的时间成本。然而, 无人机航测技术的问世, 为这一难题带来了显著的转机。该技术借助一系列尖端科技, 实现了测绘工作的全面自动化。相较于传统的测量方式, 无人机航测技术展现出了无可比拟的优势: 高效率、低成本以及高精度。它不仅能够大幅缩短测绘周期, 更能显著提升测绘成果的质量, 使地理信息更加贴合实际需求, 进而为推动我国经济的蓬勃发展注入了强劲动力。

2 无人机航测技术应用流程分析

2.1 无人机航测技术应用要求

无人机测量是推动工程测量迈向现代化与智能化发展的关键技术, 它能依据工程测量项目的具体情况, 迅速采集地形要素信息, 显著提升工程测量的精确度和安全性。为了不断提升测绘工程的精度与成果质量, 加强对无人机航测的技术监督至关重要。首要任务是实施全面、系统的测绘设备质量检测, 以保障装备的安全可靠性。其次, 需细致检查无人机航拍设备, 确保所拍摄的图像清晰度满足既定标准。再者, 为确保无人机技术的稳定运行, 在正式投入使用前, 必须对其作业环境进行全面细致的勘察。在实际测绘作业中, 严格遵守相关的操作规范与流程, 是有效提升测绘精度的关键所在。

2.2 设备调试矫正

在调整无人驾驶飞机的飞行装置之前, 相关技术人员

【作者简介】劳文慧(1966-), 男, 蒙古族, 中国内蒙古赤峰人, 本科, 工程师, 从事测绘工程研究。

需要清晰掌握安全要点，并严格遵循规范指南以完成无人机的调试任务。首先，本项目计划对无人机（UAV）的飞行设备进行全面的操作安全检查，旨在预防无人机在执行任务时发生故障，从而确保测试结果的准确性和测试过程的安全性。其次，需要对航拍设备进行校准，以确保航拍影像的清晰度和准确度符合既定标准，从而提高其可靠性。

此外，应密切关注测点控制，并结合工程测绘项目的实际情况，审慎评估天气条件是否适合进行无人机航测作业。同时，在选择测量尺度时，要合理规划，以避免无人机航测技术获得的数据误差超出允许范围，从而进一步提升工程测绘数据的准确性。

2.3 规划无人机飞行航线

针对工程测绘项目的实际需求，应对无人机航测路线进行精心规划，确定测绘点，并开展相应的测绘作业。

2.3.1 测绘数据收集点的合理布局

在运用无人机航测技术之前，关键在于合理布局测绘数据收集点。通过确保这些点能够充分满足工程测绘的需求，可以显著提升测绘结果的准确性。这一过程不仅涉及对测绘目的的明确，还包括对现场环境的细致考量，以优化数据采集效果。

2.3.2 区域划分及任务执行

在实施定点测绘时，根据地形等自然条件，将工程区域划分为盆地、谷地、平原等不同类型。依据各自的测绘需求，针对不同区域制定相应的无人机航测任务，从而提高工作的针对性和有效性。

2.3.3 无人机航空摄影的优势

相较于传统的测绘手段，无人机航空摄影能够显著降低地形等自然因素的干扰。配合适宜的相机进行数据采集，可以确保图像的高清晰度，从而提升工程测绘结果的精确度。这种技术的应用使得对复杂环境的适应性大大增强。

2.3.4 飞行路线的预先规划

在执行低空航空测量任务时，如果遭遇恶劣天气条件，无人机的稳定性可能会受到影响。因此，在运用这项技术之前，必须预先规划好无人机的飞行路线，并设定科学合理的飞行高度与速度。这一措施增强了对无人机的操控能力，使其能够严格按照预定路线进行测量，提高飞行测量的灵活性和安全性。

2.3.5 图像清晰度及防撞机制的监控

在摄影过程中，需要对图像的清晰度进行持续检查，以确保所有采集的数据都达到高标准。此外，设置防撞机制以防止无人机在测量过程中与障碍物发生碰撞，保护仪器免受损坏，从而确保整个测绘作业的顺利进行。

综上所述，通过精心规划和科学管理，无人机航测能够有效满足工程测绘项目的实际需求，提高测绘效率和数据的准确性。

2.4 强化测量数据分析

在成功获取无人机航空摄影资料后，进行资料的提取、处理与分析，最终完成测绘资料的整合工作。针对不同测绘地形，应采取有针对性的比例尺选择，并对测点进行了妥善处理，同时对航向倾角数据进行了准确调整。基于已设定的测点，进一步开展工程测量作业，确保测点位置与实际情况相符。在此过程中，依据相关参数对数据进行深入分析，并采用科学的坐标校正方法来优化影像色彩，从而确保无人机航测技术所提供结果的精确无误^[1]。

例如，在每个测区，现场利用 GPS-RTK 技术采集了大约 30 个特征校核点的三维坐标数据。随后，我们将这些数据与最终的航测 DOM、DEM 数据进行了比对和分析，得出的平面中误差为 0.06m，高程中误差为 0.11m。对比航空摄影测量数字化测图规划中的要求，1:1000 比例尺地形图的平面高程中误差限差分别为 0.6m 和 0.4m。由此可见，本次航测的成果完全达到了测图比例尺的精度要求。

此外，从经济效益的角度考虑，采用无人机低空航空摄影测量技术相较于传统的人工测量方式，具有明显的优势。测绘 1:1000 比例尺的地形图时，无人机技术不仅能为三维设计提供高精度的测量产品，还显著缩短了工作时间，降低了人力、车辆等费用支出，从而大幅提升了外业工作效率。

3 无人机航测技术在工程测量中的应用

3.1 地形测绘与地形图制作

在城市规划、土地管理和环境保护等领域，地形制图与地形图制作是地理信息科学不可或缺的一环。然而，传统的全站仪法和 GPS 测量等手段存在诸多局限。一方面，这些方法耗时费力，需要投入大量的人力、物力资源；另一方面，其工程造价高昂，包括设备购置、维修及人工成本等。此外，测量结果的准确性往往受到操作者技术水平、仪器精度等多重因素的影响，导致精度相对较低。

近年来，随着航空航天技术的飞速发展，地形测量与地形图制作领域迎来了重大变革。无人机航空测量技术以其高效、低成本、高精度的优势备受瞩目。首先，无人机飞行速度快，显著提升了地形测绘的效率。其次，相较于传统测量方法，无人机航空测量无需大量的人力、物力投入，因此成本更低。此外，无人机搭载的高分辨率地面影像经过处理后，能够获取精确的地形信息，其测量精度远超传统方法。

3.2 土地利用与规划

土地利用规划是一项至关重要的任务，旨在实现对土地资源的合理配置与高效运用。为达成此目标，深入开展土地利用现状的调查工作显得尤为重要。这项研究能够帮助全面了解我国的土地利用现状，包括土地的类型、分布以及利用强度等关键信息，从而为制定科学合理的土地利用规划提供有力的依据。相较于传统研究方法，该方法能够显著减少

人力与物力的投入。

例如，在土地整治工程的规划与设计阶段，可以采用无人机航拍等手段，结合DOM（数字正射影像）与DSM（数字表面模型）技术，生成整治工程用地的三维立体模型。此模型既真实又直观，能够为国土整治工程的规划施工图设计提供立体感，从而提高规划设计的科学性和合理性。尤其对于强调立体效果的设计项目，例如河道、沟渠的测量，通过无人机遥感数据所构建的三维空间场景，可以显著提升设计工作的效率与质量。

3.3 建筑工程测量

在建设项目中，测绘工作占据着举足轻重的地位。随着科技的持续进步，无人机航测在建设领域的应用愈发广泛，其优势也日益凸显。无人机航测技术在国土整治工程的规划设计中扮演着重要角色。通过无人机航拍等方法，将DOM与DSM相结合，能够构建出整治工程用地的3D立体景观，该景观为规划施工图设计带来了立体感，增强了规划设计的科学性与合理性。

首先，在已建成的深基坑项目中，无人机航拍测量发挥了至关重要的作用。深基坑工程的安全性在很大程度上取决于地面沉降这一关键监测指标。传统的地基观测方法无法实现地表沉降的实时监测，而无人机航测技术则能够迅速且准确地获取相关数据，为深基坑工程的安全建设提供坚实保障。

其次，无人机航测也是建筑物形变监测的重要手段。建筑可能会因多种原因产生地基沉降、温度变化等变形，进而影响其正常使用和安全。利用无人机航测等技术对建筑结构进行三维空间坐标测量，可以实时监测建筑物的变形状况，并据此进行维修和加固，确保建筑结构的安全性和稳定性。

此外，无人机航测在建筑立面和高程测量方面也表现出显著优势。传统的立面和高程测量通常依赖手工操作，不仅效率低下，还容易引入误差。而无人机测量则能够快速、精确且全面地完成建筑物测量，显著提高测量效率和质量^[2]。

3.4 基础设施监测与维护

在当今社会，公路、桥梁、隧道及水利设施等各个领域均得到了广泛的应用。随着科技的不断发展，无人机航测技术也将在公路建设的监控与维修中扮演越来越重要的角色。首先，借助无人机航拍技术，可以对公路、桥梁等基础设施实施实时监测，精准获取地基变形数据。通过搭载高精度测绘装置，无人机能够从空中对目标建筑物实施全方位、多角度的细致观测，进而获取建筑物的变形情况。这一研究成果能够助力相关部门及时预警基础设施的安全隐患，从而

确保其安全运营。

3.5 环境监测与保护

环境监测与防护是工程测绘领域的一项重要应用，其核心在于对自然环境实施持续、精准的监测、评估及保护工作。随着科技的进步，无人机航测技术在环境监测与保护领域的应用日益广泛，为环保事业注入了强大的技术动力。

首先，无人机测风技术在土壤侵蚀监测方面展现出广阔的发展前景。土壤侵蚀作为一个全球性的环境问题，其监测与治理至关重要。借助无人机航拍的高效与精准，能够迅速捕捉到坡面水土流失的时空分布情况，为水土流失防治工作的有效推进提供坚实的数据支撑。同时，无人机测量技术还能对土壤侵蚀防治措施的效果进行科学评估，为优化防治策略提供有力依据。

其次，在森林资源遥感监测方面，无人机航空测量同样发挥着举足轻重的作用。森林资源对于维护生态平衡、缓解气候变化具有重要意义。通过无人机测量技术，可以对森林资源进行全面、细致的监测，涵盖森林覆盖率、林木生长状况以及病虫害发生情况等多个方面。这些宝贵的监测数据将为我国森林资源的科学管理、合理开发以及有效保护提供坚实的科学依据。

此外，地质灾害作为一种严重的自然灾害，对人们的生产生活构成了巨大威胁。借助无人机航拍技术的实时性与高精度，能够对滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害进行持续、精准的监测，不仅有助于实现对地质灾害的早期预警，还能有效减少灾害损失，保障人民群众的生命财产安全^[3]。

4 结语

综上所述，无人机航测技术在测绘工程测量中的应用，展现了其无可比拟的优势和潜力。通过搭载高精度传感器和相机，无人机能够快速、准确地获取地面信息，为测绘工程提供了详尽、真实的数据基础。这一技术不仅大幅提高了测绘数据的精确性和效率，还显著降低了人力和物力成本，拓宽了测绘工程的应用范围。目前，无人机航空测量技术还处于起步阶段，仍有巨大的发展空间。为此，我国测绘界应加强对无人机测量技术的研究，并对其进行改进，使之更好的为社会服务。

参考文献

- [1] 王鸿鸽.无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用[J].华北自然资源, 2020(11): 15-17.
- [2] 汤瑞斌.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用[J].世界有色金属, 2020(8): 18-19.
- [3] 赵俊茂.无人机遥感技术在测绘工程中的有效应用[J].建筑技术开发, 2020(7): 88-91.

Application and thinking of UAV in land survey

Guochen Bao Yunyong Han Chan Yu

Yunnan Provincial Remote Sensing Center, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

In the land survey, it is necessary to investigate the various land resources of the country, understand their use and status quo, and provide accurate data for the subsequent land planning. However land survey need the survey of various types of land resources, the utilization of land resources is more complex, coupled with the total land resources, land survey simply rely on manpower is difficult to complete in a short time, requires the relevant units to introduce drone technology, with the aid of drones aerial reconnaissance ability, investigation of land and resources. This paper starts with the land survey, analyzes the role of UAV in the land survey, and expounds the application strategy of UAV.

Keywords

UAV; land survey; information collection

无人机在国土调查中的应用与思考

鲍国陈 韩云永 余婵

云南省遥感中心, 中国·云南 昆明 650000

摘要

国土调查中, 需要对国家的各项土地资源进行调查, 了解其用途以及现状, 为后续的土地规划提供精准数据。然而国土调查需要对各种类型的土地资源进行调查, 现阶段土地资源的利用较为复杂, 再加上土地资源总量较多, 国土调查单纯地依靠人力很难在短时间内完成, 就要求相关单位引进无人机技术, 借助无人机的空中侦察能力, 对国土资源进行调查。本文就从国土调查入手, 分析无人机在国土调查中的作用, 并且阐述无人机的应用策略。

关键词

无人机; 国土调查; 信息收集

1 引言

无人机作为飞行装置的一种, 可以搭载各种监测设备, 对国土资源进行调查, 相较于传统的测绘技术而言, 无人机技术具有效率高、测绘清晰、反应速度快以及无人化等优势, 可以精准对区域国土状况进行收集, 方便后续的规划。然而实际应用环节, 无人机本身技术性较强, 会受到外界环境的影响, 再加上国土调查总量较多, 无人机技术的应用还存在一些限制, 一定程度上影响无人机在国土调查中功能的发挥。此背景下, 就需要相关人员深入分析国土调查的内容与需求, 结合无人机技术, 阐述无人机技术在调查中的优势与难点, 然后综合相关信息, 制定切实可行的应用策略, 以充分发挥无人机技术的优势, 保证国土调查的效率与质量。

2 无人机概述

2.1 概念

无人机(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)是一种无需人工驾驶的飞行器, 通常由遥控器或自主系统控制。它通过飞行控制系统、传感器、动力系统等技术实现空中飞行, 广泛应用于军事、商业、科研、农业、环境监测等领域^[1]。

2.2 特点

无人机具有诸多特征, 主要体现在以下方面。首先是无人机, 无人机不需要搭载飞行员, 通常由远程控制或者自主飞行系统操作。这使得无人机可以在复杂、危险或难以接触的环境中执行任务, 如战争区、灾区或高危区域; 其次是灵活性与机动性, 无人机, 特别是旋翼无人机, 具备很高的机动性, 能够垂直起降, 适应不同的飞行环境。它们可以在狭小空间内操作, 尤其适用于城市、建筑物上空等复杂区域; 然后是自动化与智能化, 许多现代无人机配备自主飞行系统, 具备自动起飞、航线规划、避障、自动降落等功能。随着人工智能的发展, 无人机越来越多地具备自主决策和适应变化的能力; 此外还具有低成本与高效性的特征, 与传统

【作者简介】鲍国陈(1981-), 男, 纳西族, 中国云南香格里拉人, 本科, 工程师, 从事测绘与地理信息研究。

有人飞行器相比,无人机的制造、维护和运行成本相对较低,因此能够进行更频繁的任务执行,特别适用于需要快速、低成本部署的任务。总体来说,无人机通过高度集成的技术,能够在多个领域发挥作用,提供高效、精准且低成本的解决方案。

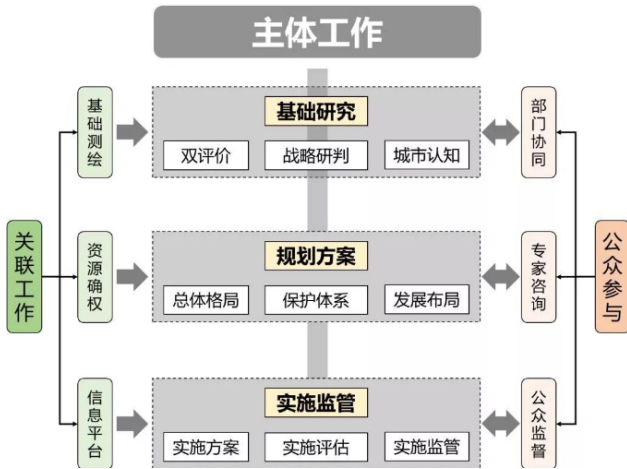


图1 国土调查体系

3 国土调查概述

国土调查是对一个国家或地区的自然资源、土地利用、生态环境、人口分布等方面进行全面、系统的调查与分析的作业。其目的是为政府决策、土地管理、资源规划、环境保护等提供基础数据和科学依据。主要目的是为政府提供有关土地利用、资源管理、城市规划等方面的详细数据,帮助制定更合理的政策和规划^[2]。总的来说,国土调查是国家土地管理与资源规划的基础,是推动可持续发展、优化土地资源利用和环境保护的重要工具。

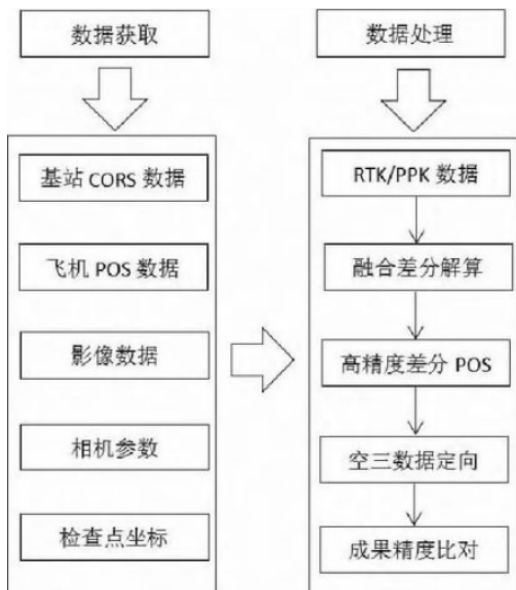


图2 无人机数据收集与处理

4 国土调查中无人机的优势

4.1 高效数据采集

无人机能够快速覆盖大范围区域,尤其是在偏远或难以到达的地方。与传统的地面测量方法相比,无人机能显著提高数据采集速度,大幅减少调查周期。

4.2 高精度与高分辨率

无人机搭载的高分辨率相机和传感器(如激光雷达、红外传感器等)能够捕捉到地面细节,提供精准的图像和数据,适用于绘制高精度的地图和三维模型。

4.3 实时数据传输与处理

无人机能够将采集的数据实时传输到操作端进行处理和分析,大大提高了国土调查的响应速度和决策效率。操作员可以在飞行过程中实时监控数据情况,及时调整飞行任务。

4.4 减少人工成本与安全风险

无人机可以替代人工进行高危险性区域的调查,如山区、森林、矿区等,从而降低工作人员的安全风险。同时,它们还减少了人工测量的劳动强度和成本。

4.5 无缝覆盖难以到达的区域

无人机适用于广阔、崎岖、交通不便或受限的地理区域。它们能够在复杂地形中执行调查任务,如山区、沼泽、河流等,解决传统地面调查方法难以覆盖的难题。

4.6 高灵活性与快速部署

无人机可以在短时间内部署并执行任务,减少了传统调查方法所需的准备工作。对于需要快速响应的调查任务(如灾后评估),无人机能在极短时间内完成数据采集。

4.7 自动化与智能化

随着自动飞行技术的发展,无人机在国土调查中可以实现完全自主飞行,自动执行预设的航线和任务,减少人为干预,提高操作效率和数据准确性。

综上,无人机在国土调查中的应用显著提升了数据采集效率、精度和安全性,并且大幅降低了成本,是现代国土调查中不可或缺的工具。

5 无人机在国土调查中的应用与思考

5.1 应用在地形测绘与地籍调查中

国土调查中,无人机配备高精度的摄像头和激光雷达(LiDAR)等传感器,可以快速、高效地进行地形测绘。通过拍摄高分辨率的影像,生成数字高程模型(DEM)和三维地形图,帮助准确获取地面高度、地貌特征等信息。而且无人机还可以用于地籍调查,快速采集土地的边界、用途和权属信息,便于建立数字化地籍档案。通过上述手段,无人机可以精准进行地形的测绘与地籍调查,为后续土地利用提供数据。

5.2 应用在土地利用和土地覆盖监测中

国土调查中,土地利用与监测也是常见的一环,无人

机技术也可以应用在该环节。首先,无人机可以对大范围的土地进行定期的影像采集,帮助监测土地利用变化、城市扩展、农田变化等。无人机提供的高分辨率图像能够清晰显示土地使用的具体情况,便于精准分析土地资源的使用效率;其次,在农业用地、林业资源管理等领域,无人机能够对作物生长、林木覆盖率等进行精确监测,实时反馈土地使用的变化。

5.3 应用在环境监测与生态保护中

国土调查中,环境的监测与生态的调查也十分重要,无人机技术也可以应用在该环节。首先,无人机可以广泛用于环境监测,尤其是在环境变化较快或难以到达的区域。例如,森林、湿地、矿区等地,传统调查方法往往受到地形、气候等因素的限制。无人机能够定期飞行,获取高清影像,监测土地的环境变化、生态修复进度、污染源等;其次,无人机也可以帮助监测生态保护区的状况,如野生动物栖息地、植被覆盖度等,为生态保护决策提供数据支持。

5.4 应用在灾后评估与应急响应中

灾后评估由于地质条件复杂,还具有危险性,人员很难进入,就更需要无人机发挥功能。一方面,在自然灾害发生后,无人机能够快速进入灾区,对受灾情况进行评估,提供高清图像和三维建模,帮助政府和相关机构快速了解灾害影响范围,进行应急救援和恢复工作。另一方面,无人机可以快速获取数据,进行地面巡查,减少人工调查的危险性和时间成本。

5.5 应用在城市规划与基础设施建设中

国土调查的目的之一在于为后续的规划奠定基础,作业环节,无人机能够为城市规划提供高精度的地理信息,帮助规划人员理解现有土地的空间分布、建筑物分布等,辅助城市规划决策。另一方面,在基础设施建设中,无人机可以监测道路、桥梁、水利等设施的建设进度和质量,进行动态监控,确保项目的顺利进行。

5.6 应用在自然资源的勘察中

国土调查的内容之一还在于自然资源,作业环节,无人机就可以应用到自然资源的调查中。首先是森林资源的监测与管理,无人机在森林资源管理中有着广泛应用,能够对森林的生长情况、病虫害情况、林木分布等进行监测。特别是在大规模的森林区域,传统的人工巡查方法往往成本高、效率低,而无人机能够覆盖广泛区域,提供更为精确的实时数据。而且无人机还可以帮助林业部门开展防火巡查、森林防护等工作。

其次,可以应用在精细化农业与农田调查中,无人机可以提供精细的农业监测数据,如土壤湿度、作物健康状况、病虫害监控等。农民可以根据无人机收集的数据调整耕作方式,实现精准农业。而且通过定期的空中影像,无人机能够帮助农业部门对农田进行调查,评估作物种植状况、收成预

测等。

然后,可以应用到矿产资源调查与地质勘探中,无人机在矿产资源调查中能够提供高清图像和三维模型,帮助地质勘探人员了解矿区的地形、岩层等情况,减少人工勘查的风险和成本。还可以用于监测矿区环境的变化,如土地塌陷、矿山污染等问题,保障矿山作业的可持续发展^[3]。

此外,还可以应用在水资源管理与流域调查中,无人机在水资源管理中也发挥着重要作用,通过航拍影像获取流域、河流、湖泊等水体的分布情况,帮助科学家和工程师对水资源进行全面分析。作业环节,通过无人机的实时监测,可以及时发现水资源的变化和问题,促进有效的水资源保护和管理。

5.7 无人机在国土调查中的思考

无人机在国土调查中的应用已经取得了显著的成效,但也面临着一些挑战和需要进一步思考的方面。首先,无人机的技术发展较快,但在一些特殊环境和复杂地形中,飞行稳定性、传感器精度、数据处理能力等仍然存在一定的局限。如何确保无人机在高精度测量、复杂地形和恶劣气候下的稳定性和可靠性是需要进一步研究和提升的地方;其次,无人机采集的地理数据具有很高的敏感性,尤其是在涉及国土资源、环境保护、城市建设等领域时,这些数据可能会泄露敏感信息。如何确保数据的安全性,防止数据泄露和滥用,成了使用无人机进行国土调查中的一个重要问题;然后,随着技术的不断进步,无人机在国土调查中的应用将更加广泛和深入^[4]。未来可能会出现更多智能化、自动化的无人机系统,能够实现更复杂的任务,例如智能分析、自动飞行路径规划等。同时,5G、物联网等新技术的应用也将进一步提升无人机在国土调查中的效率和精度。

6 结语

无人机在国土调查中具有快速、高效、精确的优势,能够解决传统调查方法在速度、覆盖范围和成本方面的不足。它的应用不仅提升了国土调查的效率,还为环境监测、灾后评估、资源管理、城市规划等多个领域提供了强有力的数据支持。随着技术的进步,无人机将在未来的国土调查中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 梁爱民. 无人机技术在第三次全国国土调查中的应用[J]. 现代园艺, 2022, 45 (11): 200-202.
- [2] 余国, 互联网+无人机国土调查举证软件研发及应用. 四川省, 四川格锐乾图科技有限公司, 2022-05-10.
- [3] 张璐. 无人机遥感在第三次国土调查中的应用实验[J]. 北京测绘, 2021, 35 (12): 1561-1564.
- [4] 赵炜, 王晓刚, 杨云建, 等. 无人机——未来国土调查的智能伙伴[J]. 百科知识, 2020, (36): 29-30.

Research on the application of surveying and mapping technology of rural land ownership confirmation based on GIS

Jianhua Guo

Huayu Tiantai (Shenyang) Planning & Design Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110015, China

Abstract

This paper deeply discusses the application of rural land ownership mapping technology based on geographic information system. With the development of rural economy and the reform of land system, the work of confirming the right of rural land has been paid more and more attention. Geographic information System (GIS), with its powerful spatial data processing, analysis and display ability, plays an important role in land ownership surveying and mapping. This paper first analyzes the background of rural land ownership and the basic concept and application advantages of GIS, and then expounds the application of surveying and mapping technology in land ownership. Then, it mainly discusses the application technology of GIS in data collection and processing, land ownership information management, three-dimensional visualization and simulation analysis in rural land ownership mapping. Through this study, the aim is to provide scientific and technical support for the work of rural land ownership confirmation, and promote the rational allocation and efficient utilization of land resources.

Keywords

Geographic information system; Rural land ownership confirmation; Surveying and mapping technology; Data acquisition; Information management; Three-dimensional visualization

基于地理信息系统的农村土地确权测绘技术应用研究

郭健华

华宇天泰(沈阳)规划设计有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110015

摘要

本文深入探讨了基于地理信息系统的农村土地确权测绘技术应用。随着农村经济的发展和土地制度的改革,农村土地确权工作日益受到重视。地理信息系统(GIS)以其强大的空间数据处理、分析和展示能力,在土地确权测绘中发挥着重要作用。本文首先分析了农村土地确权的背景及GIS的基本概念和应用优势,接着阐述了测绘技术在土地确权中的应用。然后,重点探讨了GIS在农村土地确权测绘中的数据采集与处理、土地确权信息管理以及三维可视化与模拟分析等方面的应用技术。通过本研究,旨在为农村土地确权工作提供科学的技术支撑,推动土地资源的合理配置和高效利用。

关键词

地理信息系统; 农村土地确权; 测绘技术; 数据采集; 信息管理; 三维可视化

1 引言

农村土地确权作为保障农民权益和推动农村经济发展的基石,其重要性不言而喻。然而,传统土地确权方法因效率低下、准确性受限等问题,已难以适应现代土地管理的严格要求。地理信息系统(GIS)技术的崛起,为农村土地确权测绘带来了革新。GIS通过整合地理空间数据,以直观、准确的方式展现土地信息,极大地提升了土地确权工作的效率和准确性^[1]。本文旨在深入探讨GIS技术在农村土地确权测绘中的应用,为土地确权工作的信息化、规范化进程提

供坚实的理论支撑和实践指导。

2 农村土地确权测绘技术背景与意义

2.1 农村土地确权背景

农村土地确权,即对农村土地权益的确认和登记,是保障农民权益、促进土地合理利用及推动农村经济发展的关键环节。近年来,随着农村经济的蓬勃发展和土地制度的持续改革,土地确权工作的重要性日益凸显。然而,传统土地确权方法因效率低下、准确性不足,且易引发纠纷等问题,已难以满足当前需求。在此背景下,地理信息系统(GIS)作为一种先进的空间信息技术应运而生,为土地确权工作提供了全新思路。GIS凭借其强大的空间数据处理、分析和展示能力,有效提升了土地确权的效率和准确性,为农村土地

【作者简介】郭健华(1981-),男,中国辽宁新民人,工程师,从事摄影测量与遥感及测绘地理信息研究。

确权工作的顺利开展提供了有力支撑。

2.2 地理信息系统 (GIS) 概述

2.2.1 GIS 的基本概念

地理信息系统 (GIS) 作为一门融合了地理学、计算机科学、信息科学、遥感技术和地图学等多学科知识的综合性技术,其核心在于对地球表层空间数据的全面处理与应用。GIS 技术不仅能够采集、存储和管理海量的地理空间数据,还具备对这些数据进行高效运算和深入分析的能力。通过 GIS,我们可以揭示地球表层空间现象与过程之间的复杂相互关系,以及它们的发展变化规律。此外,GIS 技术还以其直观的可视化展示功能而著称,它能够将抽象的地理空间信息转化为图形、图像等直观形式,极大地便利了用户对地理信息的理解和决策过程,为包括农村土地确权在内的众多领域提供了强有力的技术支持^[2]。

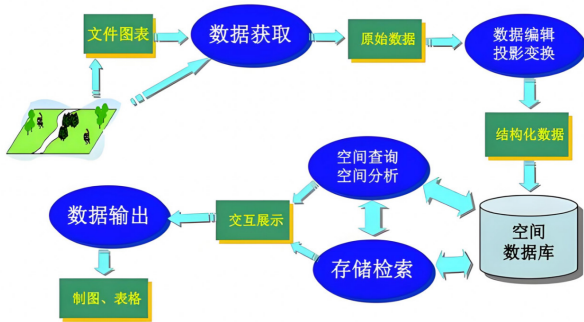


图1 地理信息系统 (GIS) 功能的实现过程

2.2.2 GIS 在农村土地确权中的应用优势

GIS 技术在农村土地确权中展现出了显著的应用优势。该技术能够高效地对土地信息进行快速采集、处理与分析,极大地提升了土地确权工作的效率,有效缩短了确权周期。同时,GIS 技术凭借其强大的空间数据分析能力,能够精确计算和判定土地权属、界址等关键信息,显著提高了土地确权工作的准确性,有效减少了人为因素所带来的误差。此外,GIS 技术还能够将复杂的土地权属状况和土地利用情况以直观的可视化形式呈现出来,便于用户快速理解并做出决策,为土地确权工作提供了坚实的技术支撑和决策依据。

2.3 测绘技术在土地确权中的应用

测绘技术在土地确权工作中扮演着至关重要的角色。传统上,测绘技术主要应用于土地界址的测量和地图的绘制,但受限于当时的技术水平,存在效率低下、准确性不足等问题。随着科技的飞速发展,现代测绘技术如 GPS 定位技术、遥感技术等应运而生,并逐渐被广泛应用于土地确权工作中。这些先进技术以其高精度、高效率、全天候的优势,显著提升了土地确权工作的质量和速度。同时,它们与 GIS 技术的深度融合,实现了土地信息的数字化管理和可视化展示,为土地确权工作带来了全新的技术手段和解决方案,极大地推动了土地确权工作的现代化进程。

3 GIS 在农村土地确权测绘中的应用技术

3.1 数据采集与处理

3.1.1 地形图数据采集

地形图数据采集在农村土地确权测绘中占据核心地位,它是描绘地球表面地貌、地物及地理位置的平面图形,为土地界址划定和土地利用状况分析提供关键依据。传统地形图数据采集方式多依赖人工实地测量与手绘,不仅效率低下,还易产生误差。随着现代测绘技术的飞速发展,数字化测图技术、遥感技术等新兴手段应运而生,实现了地形图数据的快速、精准采集。这些技术能将地形信息以数字格式存储,极大地方便了后续的数据处理与分析工作。同时,它们与 GIS 技术的深度融合,使得地形图数据得以数字化管理,并可通过可视化方式直观展示,为农村土地确权测绘工作带来了革命性的变革^[3]。

3.1.2 数据处理与整合

在农村土地确权测绘中,数据采集后的处理与整合是至关重要的环节。GIS 技术在此过程中扮演着举足轻重的角色。它不仅能够对采集到的土地界址、地形图等多源数据进行配准、拼接和裁剪等操作,有效提升数据的准确性和一致性,还支持多种数据格式的导入与导出,为与其他系统的数据交换和共享提供了便利。更为重要的是,GIS 技术凭借其强大的数据分析功能,能够深入挖掘和处理后的数据,从中提取出对土地确权工作至关重要的有用信息,为确权工作提供科学、准确的依据,进一步保障了土地确权工作的顺利进行。

3.2 土地确权信息管理

3.2.1 土地权属信息管理平台构建

土地权属信息管理平台作为农村土地确权工作的中枢,其构建对于实现土地资源的全面、高效管理与监控至关重要。该平台通过整合土地权属、界址、利用状况等多重信息,为土地管理提供了详尽的数据基础。在构建这一平台的过程中,确保数据的安全性、可靠性和可扩展性是首要考虑的因素。GIS 技术在此发挥了不可或缺的作用,它不仅能够将土地权属信息数字化,实现信息的快速存储、检索与更新,还能够通过可视化展示,使复杂的土地权属关系一目了然。此外,GIS 技术的空间分析和统计功能,为土地管理和决策提供了强有力的科学支持,助力管理部门精准掌握土地资源状况,优化土地配置,促进农村土地的合理利用与可持续发展^[4]。

3.2.2 土地利用现状信息管理

土地利用现状信息是农村土地确权工作中不可或缺的一环,它全面反映了土地资源的实际利用状况、空间分布及开发潜力,为土地资源的科学配置与高效利用奠定了坚实的数据基础。在土地利用现状信息的管理过程中,GIS 技术展现出了其独特的优势。借助 GIS 技术,我们能够迅速采集、处理并分析大量的土地利用现状信息,极大地提高了工作效率。同时,GIS 技术的空间叠加分析功能,使得我们能够深

入剖析不同土地利用类型之间的相互关系,揭示土地利用的空间结构特征。此外,通过GIS技术的动态监测功能,我们能够实时捕捉土地利用的变化情况,及时发现并解决土地利用中存在的问题,为土地管理和规划提供科学、准确的依据,助力农村土地资源的可持续利用与发展。

3.2.3 土地权属纠纷处理信息管理

在农村土地确权过程中,土地权属纠纷作为一个复杂且敏感的问题,其有效处理对于维护农村社会稳定和促进土地资源合理利用至关重要。为此,建立一套完善的土地权属纠纷处理信息管理系统显得尤为重要。该系统需全面集成土地权属、界址、利用状况等多维度信息,为纠纷的处理、调解和裁决提供全面支持。GIS技术在此系统中发挥着举足轻重的作用。它不仅能够快速定位、查询和分析土地权属纠纷案件,提高处理效率,还能够通过空间模拟和预测功能,对纠纷的可能发展趋势进行科学预判,为纠纷的妥善处理和公正裁决提供有力的科学依据。GIS技术的应用,无疑增强了土地权属纠纷处理工作的科学性和准确性,为农村土地确权工作的顺利进行提供了有力保障^[5]。

3.3 三维可视化与模拟分析

3.3.1 三维模型构建

三维模型构建作为GIS技术的一项核心应用,在农村土地确权测绘中展现出了其独特的价值。通过高精度地模拟地球表面的三维形态和特征,GIS技术实现了对地理空间的直观、立体展示和深入分析。在农村土地确权过程中,三维模型的构建为土地资源的可视化展示提供了全新视角,使得土地的地貌、地物以及地理位置等信息一目了然,为土地规划和决策提供了直观、准确的依据。此外,三维模型还具备强大的模拟分析和预测功能,能够对土地资源的利用状况、开发潜力等进行科学评估,为土地资源的合理利用和管理提供有力的科学依据。因此,三维模型构建在农村土地确权测绘中发挥着不可替代的作用,是推动土地资源科学化、精细化管理的重要手段。

3.3.2 土地利用变化模拟

土地利用变化是土地资源管理中一个动态且复杂的过程,对其进行有效预测和规划对于实现土地资源的可持续利用至关重要。为此,建立土地利用变化模拟系统显得尤为重要。该系统需全面集成土地利用现状、规划、政策等多源信息,以提供科学的土地利用变化模拟和预测功能。GIS技术在此系统中扮演着关键角色,它不仅能够快速监测和分析土

地利用的变化情况,还能够通过空间模拟和预测功能,对土地利用的未来趋势进行科学预判。这种模拟和预测能力为土地规划和政策制定提供了有力的科学依据,有助于决策者更好地把握土地利用的变化规律,制定更加合理、有效的土地管理和利用政策,从而推动土地资源的可持续发展和高效利用。

3.3.3 土地资源利用效率分析

土地资源利用效率是衡量土地资源使用效果的关键指标,对于促进土地资源的可持续利用和高效配置具有重要意义。为了提高这一效率,必须对土地资源进行深入细致的分析和评估。GIS技术在此方面展现出了显著的优势。它不仅能够快速采集和处理土地资源的分布、利用状况及潜力状况等关键信息,还能够通过强大的空间分析和统计功能,对土地资源的利用效率进行科学量化。这种分析能力有助于我们准确识别土地资源利用中的问题和瓶颈,为土地资源的合理配置和高效利用提供有力的科学依据。此外,GIS技术还能与遥感技术、大数据技术等相结合,实现对土地资源利用效率的全面、动态评估,为土地资源的优化利用和可持续发展提供全方位的技术支持。

4 结语

本文深入研究了基于地理信息系统的农村土地确权测绘技术应用。通过分析农村土地确权的背景及GIS的基本概念和应用优势,阐述了测绘技术在土地确权中的应用。重点探讨了GIS在农村土地确权测绘中的数据采集与处理、土地确权信息管理以及三维可视化与模拟分析等方面的应用技术。研究表明,GIS技术能够显著提高土地确权工作的效率和准确性,为土地资源的合理配置和高效利用提供科学依据。

参考文献

- [1] 周琨.数字测绘技术在农村土地确权登记中的应用与未来展望[J].中国高新科技,2024,(05):93-94+100.
- [2] 郭忠福.测绘新技术在农村集体土地确权中的应用[J].华北自然资源,2024,(01):130-132.
- [3] 廖勇.现代测绘技术在农村集体土地确权登记发证中的应用探讨[J].房地产世界,2022,(08):108-110.
- [4] 张利.现代测绘技术在农村土地确权中的运用[J].乡村科技,2021,12(20):123-126.
- [5] 王宇光.浅谈农村土地承包经营权确权登记颁证工作特色与未来应用趋势[J].现代农业,2017,(11):45-46.

Research on new surveying and mapping practice and application based on UAV technology

Yu Ge

Liaoning Urban and Rural Geographic Information Technology Co., Ltd., Shenyang 110015, China

Abstract

With the rapid development of science and technology, UAV technology has been widely used in many fields with its unique advantages, and the field of surveying and mapping is no exception. Uav surveying and mapping technology has brought revolutionary changes to the traditional surveying and mapping methods with its characteristics of high efficiency, flexibility and accuracy. This paper aims to deeply discuss the application overview, application mode and specific practical cases of UAV technology in the field of surveying and mapping, analyze its unique advantages and application effects in urban planning, environmental monitoring, disaster assessment and other aspects, and provide theoretical support and practical reference for the further promotion and application of UAV surveying and mapping technology. Through this study, we expect to be able to better tap the potential of UAV mapping technology and promote its greater role in more fields.

Keywords

UAV technology; Surveying and mapping; Application mode; Practical case

基于无人机技术的新型测绘实践与应用研究

葛宇

辽宁省城乡地理信息科技有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110015

摘要

随着科技的飞速发展, 无人机技术以其独特的优势在诸多领域得到了广泛应用, 测绘领域也不例外。无人机测绘技术以其高效、灵活、精准的特点, 为传统测绘方式带来了革命性的变革。本文旨在深入探讨无人机技术在测绘领域的应用概述、应用模式以及具体实践案例, 分析其在城市规划、环境监测、灾害评估等方面的独特优势和应用成效, 为无人机测绘技术的进一步推广和应用提供理论支撑和实践参考。通过本研究, 我们期望能够更好地挖掘无人机测绘技术的潜力, 推动其在更多领域发挥更大作用。

关键词

无人机技术; 测绘领域; 应用模式; 实践案例

1 引言

传统测绘方式常受地形复杂、气候变化等自然因素的制约, 不仅耗时耗力, 而且难以满足现代测绘对高效率与高精度的双重需求。无人机技术的崛起, 为测绘行业注入了新的活力。无人机以其高度的灵活性、简便的操作流程以及相对较低的成本, 在测绘领域迅速崭露头角, 成为不可或缺的重要工具^[1]。通过搭载高精度传感器和相机, 无人机能够执行多种测绘任务, 其广泛的应用模式和不断涌现的实践案例, 充分展示了无人机测绘技术的广阔前景和巨大发展潜力。

2 无人机技术在测绘领域的应用概述

2.1 无人机技术的基本概述

无人机技术, 即无人驾驶飞行器技术, 涵盖无人机平台、控制系统、传感器系统以及数据传输与处理系统等多个组成部分。无人机平台作为执行任务的主要载体, 搭载各类传感器进行地理信息数据的采集; 控制系统确保无人机的飞行稳定与控制精准; 传感器系统则依据测绘需求, 可灵活配置相机、激光雷达、红外传感器等, 以实现多类型数据的获取; 数据传输与处理系统负责将采集数据实时传回地面站, 并进行后续处理与分析。该技术以其高灵活性、高时效性、高分辨率及低成本等特性, 在测绘领域展现出显著优势。它能有效克服地形复杂、气候恶劣等传统测绘局限, 实现快速、准确、全面的数据采集。同时, 无人机技术作业周期短, 数据处理速度快, 显著提升了测绘工作的效率与准确性, 为测绘行业带来了革命性的变革^[2]。

【作者简介】葛宇(1985-), 男, 满族, 中国辽宁辽阳人, 本科, 高级工程师, 从事测绘地理信息与管理研究。

2.2 无人机技术在测绘领域的应用趋势

随着科技的持续进步与无人机技术的不断成熟，其在测绘领域的应用正展现出广阔的前景和深远的影响力。未来，无人机测绘技术的发展趋势将主要体现在智能化水平的提升、集成化程度的加深以及应用领域的不断拓展上。具体而言，无人机测绘系统将依托人工智能技术的快速发展，实现自主飞行、自动避障、智能识别等先进功能，从而大幅提高测绘工作的效率和准确性。同时，无人机测绘系统将更加注重各组件间的集成与协同，形成更为完善、高效的测绘体系，并与其他测绘技术如卫星遥感、地面测量等实现深度融合，促进多源数据的互补与共享。此外，随着技术的不断成熟和完善，无人机测绘技术的应用范围将不断拓展，不仅涵盖城市规划、环境监测、灾害评估等传统领域，还将广泛渗透至农业、林业、水利、交通等多个行业，为各行业提供更为精准、高效的测绘服务。

3 无人机技术在测绘实践中的应用模式

3.1 无人机测绘系统的构建

3.1.1 无人机测绘平台的选择与配置

在选择无人机测绘平台时，必须全面考量测绘任务的具体需求、无人机的各项性能参数以及作业环境的实际情况。无人机测绘平台应具备出色的飞行稳定性、灵活的操控性以及足够的续航能力，这些都是确保测绘工作能够顺利进行的基本条件^[3]。

同时，为了保障飞行路线的准确性和可靠性，无人机还需配备高精度的导航系统。在配置无人机测绘平台时，还需根据测绘任务的不同需求，精心挑选合适的传感器和设备。比如，若测绘任务需要获取高分辨率的影像资料，则应选择搭载高分辨率相机的无人机；若需测量地形高度，则应选择配备激光雷达的无人机。通过科学合理的配置与选择，能够充分发挥无人机测绘平台的优势，进而提升测绘工作的效率和准确性。

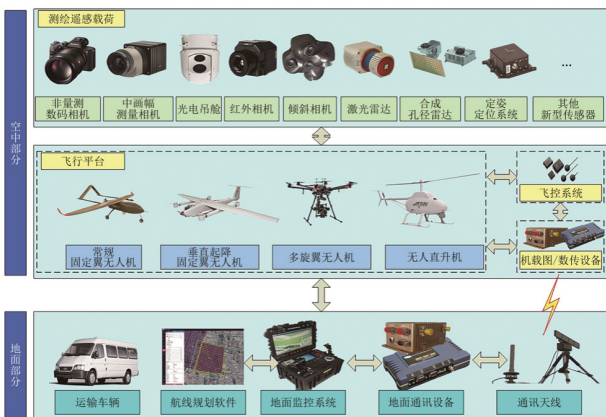


图1 无人机测绘系统

3.1.2 测绘传感器的集成与应用

传感器作为获取地理信息数据的核心设备，其性能与精度对测绘结果的质量及准确性具有决定性影响。因此，

在传感器的选择与集成过程中，务必综合考虑传感器的类型、精度水平、稳定性以及其与无人机平台的兼容性等多重因素。

在集成传感器时，需依据测绘任务的具体需求，精心规划传感器的布局与安装方式。例如，针对需获取全方位影像的测绘任务，可将相机巧妙安装于无人机的多个位置，以实现全景式拍摄；而对于需测量多光谱数据的测绘任务，则应选择搭载多光谱相机的无人机，并对其进行精确的光谱校准与定标处理。通过科学合理的集成与应用，能够最大限度地发挥传感器的优势，进而提升无人机测绘系统的整体性能与精度水平。

3.2 无人机测绘作业流程

3.2.1 任务规划与航线设计

进行任务规划时，需依据测绘任务的具体要求，精确设定无人机的飞行区域、飞行高度、飞行速度及拍摄间隔等关键参数。同时，还必须充分考虑作业环境的气象状况、地形特征等实际因素，以确保无人机能够安全、稳妥地完成测绘任务^[4]。

在航线设计方面，需充分利用无人机的飞行性能及传感器特性，科学合理地规划飞行路线和拍摄点位置。航线设计应遵循高效、安全、全面的原则，即在确保测绘质量和准确性的基础上，力求提高测绘效率，保障无人机的飞行安全，并实现对测绘区域的全面覆盖。通过精心合理的任务规划和航线设计，能够为无人机测绘作业的顺利实施提供坚实的保障，确保测绘工作的顺利进行和测绘成果的高质量产出。

3.2.2 数据采集与处理

在数据采集阶段，无人机依据预设的航线执行飞行任务，期间利用其搭载的各类传感器实时捕捉地理信息数据。这些数据涵盖了影像数据、激光雷达数据、红外数据等多种类型，为后续的数据处理和分析工作提供了坚实的基础。

进入数据处理阶段，需对采集到的原始数据进行一系列操作，包括预处理以去除噪声和冗余信息，配准以确保数据间的空间一致性，拼接以形成完整的地理信息画面，以及校正以消除因传感器或飞行姿态引起的数据偏差。同时，还需实施严格的质量控制措施，并进行误差分析，以验证数据的可靠性和准确性。通过构建高效的数据采集与处理流程，能够为无人机测绘成果的输出及其在各个领域的应用提供坚实而有力的支持。

3.2.3 成果输出与应用

在成果输出阶段，处理后的地理信息数据被转化为图表、报告、三维模型等多种形式，以直观展现测绘区域的地形地貌特征、土地利用现状及环境变化等信息。这些成果不仅具有高度的可视化特性，还为相关领域的决策制定与管理实践提供了科学的数据支撑。进入成果应用阶段，无人机测绘成果展现出广泛的应用潜力。

在城市规划领域，它们被用于构建城市三维模型、监测与管理土地利用情况；在环境监测方面，则助力大气与水

环境的监测工作,以及生态资源的评估与保护;而在灾害评估领域,无人机测绘成果更是发挥了重要作用,不仅支持自然灾害的监测与预警,还为灾后损失评估与重建规划提供了关键数据。通过广泛的成果应用,无人机测绘技术的优势得以充分发挥,为经济社会的可持续发展贡献了积极力量。

4 无人机技术在测绘实践中的应用案例

4.1 无人机在城市规划中的应用

4.1.1 城市三维模型构建

城市三维模型作为城市规划与管理的基础数据,其构建过程传统上往往耗时且费力,难以实现大规模且高精度的成果。无人机测绘技术的出现,为这一难题提供了全新的解决路径。在构建城市三维模型时,无人机搭载高分辨率相机或激光雷达等传感器,对城市区域实施全方位、多角度的拍摄与扫描^[5]。

随后,借助专业的数据处理软件,对采集的数据进行细致处理与深入分析,从而获取城市区域的三维点云数据及纹理信息。在此基础上,利用三维建模软件将这些数据有效整合,进而构建出城市的三维模型。这一方法不仅显著提升了城市三维模型构建的效率与准确性,更实现了大规模、高精度的模型构建目标,为城市规划与管理提供了更为真实、可靠的数据支撑,极大地推动了城市规划与管理的现代化进程。

4.1.2 土地利用监测与管理

土地利用监测与管理作为城市规划与管理的重要组成部分,传统方法主要依赖人工巡查与地面测量,效率低下且难以实现全面覆盖。无人机测绘技术的引入,为这一领域带来了革新。在土地利用监测与管理中,无人机搭载高分辨率相机等传感器,对土地进行灵活定期的航拍监测。

通过图像处理软件,对采集的影像数据进行深入处理与分析,精确提取土地类型、面积、分布等关键信息。随后,将这些信息与土地利用规划数据进行细致对比,有效发现土地利用中的违法违规行及潜在问题。这一技术手段不仅提高了监测效率,还增强了监测的全面性与准确性,为土地管理部门提供了科学的决策支持与管理依据,有力促进了土地资源的合理利用与可持续发展。

4.2 无人机在环境监测中的应用

4.2.1 在大气与水环境监测

通过搭载先进的气体监测设备,无人机能够实时对大气中的污染物浓度进行监测,为环境保护部门提供了精确的数据支撑。在重点监测区域,无人机持续进行空中监测,显著提高了空气质量数据的准确性和时效性。此外,无人机还携带水质采样器,对河流、湖泊等水域实施快速检测,能够迅速发现并定位污染源。这种监测方式突破了传统监测方法的时空限制,实现了全天候、全方位的数据采集。无人机以其高效、灵活及高精度的特点,有效覆盖了广阔区域,及时捕捉环境变化,为环境保护工作提供了坚实的技术支持。

4.2.2 生态资源评估与保护

在森林、草原等区域的植被覆盖调查中,无人机凭借航

拍技术,能够全面、准确地获取植被覆盖信息,为生态保护工作提供了详实的数据支持。同时,无人机还被广泛应用于野生动物的栖息地监测,以及非法狩猎、砍伐等行为的侦查工作。在广阔的自然保护区内,无人机能够持续不间断地飞行,对野生动物的栖息状况进行实时监控,极大地减少了人力物力的投入,提升了野生动物保护的工作效率。通过无人机获取的数据,可以对生态系统的健康状况进行科学评估,进而制定针对性的保护策略,推动生态资源的可持续发展。

4.3 无人机在灾害评估中的应用

4.3.1 自然灾害监测与预警方

在森林火灾高发期间,无人机能够迅速对林区进行巡查,及时发现火情并发出警报,有效减少了灾害造成的损失。无人机搭载红外热成像仪等设备,具备在夜间或恶劣天气条件下对森林进行全天候监测的能力,提高了火情发现的准确性和及时性。此外,无人机还能对地震、洪水等自然灾害进行快速响应,迅速抵达灾害现场收集关键信息,为救援人员提供实时、准确的情报支持。无人机的高效监测与预警能力,为自然灾害的及时应对和救援工作提供了有力保障,提升了灾害应对的效率和效果。

4.3.2 灾后损失评估与重建规划

灾害发生后,无人机能够迅速抵达灾区,利用航拍技术对受灾区域进行全面拍摄,获取详尽的灾害损失图像和数据。这些数据不仅为损失评估提供了准确依据,还助力决策者科学制定灾后重建计划。以地震灾害为例,无人机能够快速绘制出受灾地区的精确地图,详细展示建筑物的受损状况,为评估灾情提供了直观可靠的资料。基于无人机收集的信息,相关部门能够更科学地规划救援策略,制定有效的应对措施,从而加速灾后恢复工作的进程,提高救援效率和重建质量。

5 结语

无人机在环境监测、生态资源评估与保护以及灾害评估中的应用,展现了其巨大的潜力和价值。随着技术的不断进步和应用的深入,无人机将在环境保护和灾害应对中发挥越来越重要的作用。未来,无人机技术将与其他环保技术相结合,形成更综合的生态保护方案,为保护我们的生态环境、实现可持续发展目标做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 吴成真.新时期工程测绘中无人机航空摄影测量应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(34):180-182.
- [2] 周艳兰,夏翔,郑培智.探析测绘工程测量中的无人机技术[J].中国信息界,2024,(07):44-46.
- [3] 肖旭辉.无人机技术在河航道勘测设计中的实践与应用[J].珠江水运,2024,(17):123-125.
- [4] 马友俊,周学涛,金沙,等.现代无人机技术在国土空间规划用地测绘工程中的应用[J].中国住宅设施,2024,(08):119-121.
- [5] 邱福生.无人机技术在矿山地形测绘中的应用及其精度分析[J].世界有色金属,2024,(16):160-162.

Practice and challenge of 3D laser scanning technology in complex terrain engineering survey

Ke Xu

Shenyang Civil Aviation Air Traffic Control Surveying and Mapping Design Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110015, China

Abstract

This paper discusses the application practice and challenges of 3D laser scanning technology in complex terrain engineering survey. The principle and characteristics of this technology are described in detail, and its advantages in complex terrain survey are analyzed, including improving the efficiency of survey and obtaining high-precision data. This paper introduces the specific application of 3D laser scanning technology in terrain mapping, geological disaster monitoring, road and bridge engineering survey, and discusses the technical problems, data processing challenges and cost problems faced in the process of technology application, and puts forward corresponding countermeasures, aiming at providing theoretical and practical guidance for promoting the wide application of 3D laser scanning technology in the field of complex terrain engineering survey.

Keywords

three-dimensional laser scanning technology; Complex terrain; Engineering survey; Practical application; Challenge response

三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的实践与挑战

许可

沈阳民航空管测绘设计有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110015

摘要

本文探讨三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的应用实践及面临的挑战。详细阐述该技术的原理与特点, 分析其在复杂地形测量中的优势, 包括提高测量效率、获取高精度数据等。介绍其在地形测绘、地质灾害监测、道路桥梁工程测量等方面的具体应用方式, 同时探讨技术应用过程中面临的技术难题、数据处理挑战以及成本问题等, 并提出相应的应对策略, 旨在为推动三维激光扫描技术在复杂地形工程测量领域的广泛应用提供理论与实践指导。

关键词

三维激光扫描技术; 复杂地形; 工程测量; 实践应用; 挑战应对

1 引言

随着工程建设的不断发展, 越来越多的工程项目涉及到复杂地形区域, 如山区、峡谷、岩溶地貌等。在这些复杂地形条件下, 传统的工程测量方法面临诸多困难, 如测量效率低、精度难以保证、安全风险大等。三维激光扫描技术作为一种先进的测量手段, 以其快速、高效、高精度等特点, 为复杂地形工程测量提供了新的解决方案。该技术能够快速获取大面积地形的三维空间信息, 生成高精度的三维模型, 为工程设计、施工和管理提供了丰富的数据支持。然而, 在实际应用过程中, 三维激光扫描技术也面临着一些挑战, 需要深入研究和解决。

2 三维激光扫描技术概述

三维激光扫描技术属于主动式非接触测量手段, 原理是发射激光束, 测量激光往返时间差或相位差, 计算被测物体表面点与扫描仪的距离。同时, 借助扫描仪内部角度测量系统, 获取扫描点的水平角与垂直角, 进而确定其三维空间坐标。大量扫描点坐标整合后, 便能构建出被测物体的三维模型。该技术具有显著特点, 测量速度极快, 能在短时间内获取海量三维空间数据, 大幅提升测量效率。精度可达毫米级甚至更高, 为工程分析与设计提供可靠数据基础。采用非接触式测量, 在复杂危险地形中, 保障测量人员安全。并且数据完整性佳, 可获取物体形状、纹理、颜色等全方位信息, 生成逼真三维模型, 为后续工作提供丰富数据支撑(如图1)。

【作者简介】许可(1985-), 男, 中国吉林梨树人, 本科, 高级工程师, 从事机场工程测量与导航信号遮蔽分析研究。

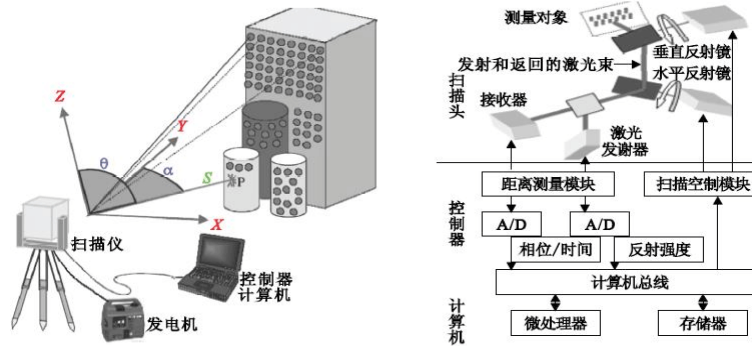


图1 三维激光扫描技术原理

3 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的优势

3.1 提高测量效率

在复杂地形条件下，传统测量方法需测量人员在现场进行大量的实地测量工作，如使用全站仪进行角度和距离测量，使用水准仪进行高程测量等。这些工作不仅繁琐，而且受地形条件限制较大，测量效率低下。而三维激光扫描技术可快速对大面积区域进行扫描，一次性获取大量的三维空间数据。在山区道路工程测量中，使用三维激光扫描技术可在短时间内完成对道路沿线地形的测量，有效缩短测量周期，为工程建设争取时间。

3.2 提升测量精度

复杂地形的起伏变化较大，传统测量方法在进行高程测量和平面位置测量时，容易受到地形、通视条件等因素的影响，导致测量误差较大。三维激光扫描技术利用高精度的激光测距和角度测量系统，准确获取每个扫描点的三维坐标，不受地形和通视条件的限制。即使在地形复杂、植被茂密的区域，也能精确测量出地形的起伏变化，为工程设计提供高精度的地形数据。

3.3 获取丰富的数据信息

传统测量方法主要获取的是地形的点位坐标信息，对于地形的表面特征、纹理等信息获取较少。三维激光扫描技术不仅可获取地形的三维坐标信息，还可搭载的相机等设备，获取地形的纹理、颜色等信息，生成具有真实感的三维模型。这些丰富的数据信息对于工程设计和分析具有重要价值。

4 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的应用

4.1 地形测绘

在复杂地形的地形测绘工作中，三维激光扫描技术展现出巨大优势。首先是数据采集环节，技术人员依据地形特点与测量范围，合理安置扫描仪。例如在山区测绘时，需灵活选择山顶、山腰等不同位置，确保能全面覆盖测量区域。扫描仪快速发射激光束，对地形进行全方位扫描，以极快速度获取大量三维空间数据，像山脉的起伏、山谷的走向等细节都能精准记录。完成数据采集后进入数据处理与建模阶

段。原始扫描数据会先进行去噪、滤波等预处理，去除因环境干扰产生的噪点。接着，利用专业软件对数据分类、分割，提取关键特征点与特征线。

4.2 地质灾害监测

在地质灾害频发的复杂地形区域，三维激光扫描技术成为重要的监测手段。监测点布置是关键的第一步，技术人员会在滑坡、泥石流等灾害隐患点周边，选取具有代表性的位置安装扫描仪，并在灾害体表面设置反射标志。例如在易滑坡山体的不同部位设置多个监测点，以便精准捕捉灾害体的细微变化。之后，定期对监测区域进行扫描。对比不同时期的扫描数据，利用专业变形分析软件，计算出灾害体表面各点的位移、沉降、倾斜等变形参数。一旦这些参数超过预设的预警值，系统便能及时发出警报。如在某次滑坡监测中，利用三维激光扫描技术提前捕捉到山体表面的位移变化，为后续人员疏散和防治措施的实施争取宝贵时间，有效保障人民生命财产安全。

4.3 道路桥梁工程测量

在道路桥梁工程测量方面，三维激光扫描技术贯穿工程的多个阶段。在道路选线与设计阶段，凭借获取的高精度地形数据，工程师能进行线路优化。例如在山区道路规划时，分析地形数据，绕开地势复杂、工程量大的区域，选择地势相对平坦的路线，同时综合考虑道路坡度、曲率等因素，确保行车安全与舒适。利用三维地形模型，还能精准设计道路的横断面与纵断面，为施工提供详细图纸。在桥梁施工监测阶段，技术人员对桥墩、桥台、梁体等部位进行实时扫描。将扫描获取的三维坐标信息与设计数据对比，能及时发现施工中的偏差与变形。

5 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中面临的挑战

5.1 技术难题

在复杂地形中，技术层面的阻碍较为突出，环境因素对扫描精度影响显著，大气能见度差、温湿度异常及强风天气，都会干扰激光束传播，导致测量精度降低。复杂地形中的植被、水体，会吸收、散射激光束，使测量结果出现偏差。多站扫描的数据拼接也存在误差，扫描仪安置与测量的误差，以及地形起伏，都会在拼接时产生裂缝、重叠等问题，

影响三维模型质量。此外,遮挡问题难以避免,山峰、建筑、树木等遮挡物形成扫描盲区,即便借助无人机倾斜摄影测量补充,也会增加成本与数据处理复杂性。

5.2 数据处理挑战

数据处理方面,三维激光扫描技术面临诸多难题,首先是海量数据的存储与传输,大规模复杂地形测量数据量巨大,占用大量存储空间,网络带宽限制又使数据传输缓慢,严重影响工作效率。其次,数据处理算法复杂,点云数据的去噪、滤波、分类等操作,需高效算法支持,且不同场景需设置不同算法与参数,对技术人员要求极高。最后,数据可视化难度大,要将复杂海量的点云数据转化为直观、高质量的可视化模型,同时兼顾渲染效果、交互性与实时性,以满足用户需求,并非易事。

5.3 成本问题

成本也是应用该技术不可忽视的挑战,设备购置成本高昂,高端三维激光扫描仪价格可达数十万元至上百万元,还需配备高精度GPS接收机、全站仪等辅助设备,进一步增加开支。数据处理成本同样不低,不仅需专业软件,其授权费用颇高,还需高性能计算机工作站,且培养、雇佣专业人员也需大量资金。运营维护成本也不容小觑,作为高精度光学仪器,需定期校准、维护,设备故障后的维修费用也较高,这些成本因素都限制三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的广泛应用。

6 应对策略

6.1 针对技术难题的策略

在进行扫描前,要密切关注天气变化,选择合适的时间进行测量,尽量避免在恶劣天气条件下作业。同时,根据实际环境条件,合理调整扫描仪的参数,如激光发射功率、扫描角度、扫描频率等,以减少环境因素对测量精度的影响。在大气能见度较低的情况下,可以适当降低扫描速度,增加激光发射功率,提高测量精度。同时,研究和采用先进的数据拼接算法,提高数据拼接的准确性和可靠性。利用基于特征匹配的拼接算法,提取点云数据中的特征点,如角点、边缘点等,进行特征匹配和拼接,减少拼接误差。在数据拼接过程中,要加强对拼接精度的检测和评估,及时发现和纠正拼接错误。此外,对于扫描盲区,可以采用多种测量手段相结合的方式补充。在使用三维激光扫描技术的同时,结合无人机倾斜摄影测量技术,利用无人机从不同角度对遮挡区域进行拍摄,获取该区域的影像数据,然后通过影像匹配和三维重建技术,将无人机获取的数据与三维激光扫描数据进行融合,补充扫描盲区。还可合理设置扫描仪的位置和扫描角度,尽量减少遮挡物的影响。

6.2 针对数据处理挑战的策略

采用高效的数据存储格式和压缩算法,对三维激光扫描数据进行压缩存储,减少数据存储空间。同时,利用云计算、分布式存储等技术,实现数据的分布式存储和并行处理,提高数据存储和传输效率。将数据存储于云端服务器上,通

过高速网络进行数据传输和共享,用户可以随时随地访问和处理数据。同时,加强对数据处理算法的研究和开发,提高算法的效率和准确性。针对不同类型的测量数据和应用场景,开发专门的算法模块,实现数据处理的自动化和智能化。利用人工智能、机器学习等技术,对数据进行自动分类、识别和分析,提高数据处理的效率和质量。此外,选择合适的可视化软件和工具,根据用户需求和数据特点,设计合理的可视化方案。在可视化过程中,注重数据的渲染效果、交互性和实时性。例如,采用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术,将三维激光扫描数据以更加直观、沉浸式的方式展示给用户,提高用户对数据的理解和分析能力。

6.3 针对成本问题的策略

对于一些设备购置成本较高的项目,可考虑采用设备租赁的方式。租赁三维激光扫描设备,在一定程度上降低设备购置成本,同时避免设备闲置造成的浪费。此外,还可建立设备共享平台,促进设备的共享使用,提高设备的利用率;对于一些数据处理能力不足或数据处理成本较高的单位,将数据处理工作外包给专业的数据处理公司。这些公司通常具有专业的技术人员和先进的数据处理设备,提供高效、高质量的数据处理服务,同时降低数据处理成本。此外,建立完善的设备维护管理制度,定期对三维激光扫描设备进行保养和维护,及时发现和解决设备故障,延长设备使用寿命。同时,加强对设备操作人员的培训,提高其操作技能和维护意识,减少因操作不当导致的设备损坏和维修成本。

7 结论

三维激光扫描技术以其独特的优势,在复杂地形工程测量中发挥着重要作用,为工程建设提供了高效、高精度的测量解决方案。在地形测绘、地质灾害监测、道路桥梁工程测量等方面的应用,该技术有效提高工程测量的效率和质量,降低安全风险,为工程设计和施工提供丰富的数据支持。然而,在应用过程中,三维激光扫描技术也面临着技术难题、数据处理挑战和成本问题等诸多挑战。采取优化扫描环境与参数、改进数据拼接算法、解决遮挡问题、优化数据存储与传输、开发高效的数据处理算法、提升数据可视化效果、设备租赁与共享、数据处理外包以及加强设备维护管理等一系列应对策略,可有效解决这些问题,推动三维激光扫描技术在复杂地形工程测量领域的广泛应用和深入发展。

参考文献

- [1] 王旭科,杜芳芳.基于三维激光扫描技术的地下停车场地形图测绘方法研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(12):16-18,23.
- [2] 冉星晨,魏玄,刘小泉,等.基于复杂地形的三维扫描技术应用研究[J].建筑技术开发,2024,51(3):46-48.
- [3] 王昌锐.三维激光扫描技术在矿山大比例尺地形图测绘中的应用[J].工程技术研究,2020,5(11):129-130.
- [4] 张海怀.三维激光扫描技术在矿山测量中运用分析[J].中国金属通报,2024(7):246-248.
- [5] 卫泽柱,董斌,张杰胜,等.基于无人机倾斜摄影测量技术的复杂重丘区三维重构技术研究[J].安徽地质,2024,34(1):68-71.

Application of 3D laser scanning technology in the protection and restoration of cultural heritage

Xiuli Lin

Liaoning Urban and Rural Construction Planning and Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110015, China

Abstract

Cultural heritage protection is an important mission of inheriting human civilization and continuing historical memory. Faced with the diversified damage status of cultural heritage and the increasingly urgent need for protection, the traditional restoration technology often relies on manual operation and experience judgment, which has limited accuracy and low efficiency. Three-dimensional laser scanning technology provides a new technical path for the protection and restoration of cultural heritage, which can obtain high-precision three-dimensional spatial data in a short time, comprehensively record the status quo information of cultural heritage, and realize the digital archiving and accurate analysis of cultural heritage. Based on this, this paper will focus on the application and advantages of 3D laser scanning technology in various aspects of cultural heritage protection and restoration.

Keywords

three-dimensional laser scanning technology; Protection of cultural heritage; Repair; digitization

三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复中的应用探索

林秀丽

辽宁省城乡规划建设规划设计院有限责任公司, 中国·辽宁 沈阳 110015

摘要

文化遗产保护是传承人类文明、延续历史记忆的重要使命。面对文化遗产多样化的损坏现状与日益迫切的保护需求,传统的修复技术常因依赖手工操作与经验判断,存在精度有限、效率不高的问题。而三维激光扫描技术为文化遗产保护与修复提供了全新的技术路径,可在短时间内获取高精度的三维空间数据,全面记录文化遗产的现状信息,实现对文化遗产的数字化存档与精准分析。基于此,本文将重点探讨三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复各个环节的具体应用及优势。

关键词

三维激光扫描技术; 文化遗产保护; 修复; 数字化

1 引言

传统的文化遗产保护修复是以人工为主,速度慢,人力成本高,作业艰辛且测量仪器操作流程复杂,对操作人员专业技能要求极高。在复杂的文化遗产环境中,人工测量难以保证数据的准确性与完整性,且容易对文物造成二次损伤。同时,传统方法获取的数据难以长期保存与高效利用,无法满足现代文化遗产保护对精准数据与科学分析的需求。三维激光扫描技术可深入到任何复杂的现场环境及空间中进行作业,在不接触文化遗产本体的前提下,快速、全面地采集物体表面的三维坐标数据,生成高精度的三维点云模型。这种非接触式测量不仅能避免对文物造成损害,还能极大提高数据采集的效率与精度,为后续的文化遗产保护与修复工作提供可靠的数据基础。

2 三维激光扫描技术优势分析

三维激光扫描具有速度快(每秒近100万个点)、不需接触目标(非接触测量)、数据量大、精度高、适应性强、操作便捷等诸多优势。其测量精度可达毫米级甚至亚毫米级,能够精准记录文物原貌,无论是复杂精美的雕刻纹路,还是细微的历史痕迹,都能分毫毕现。

利用3D打印技术,结合三维激光扫描所获数据,可实现文物的实体复制,在文物展览、研究以及文化传播方面意义重大。一方面,对于一些珍贵易损的文物,复制件能替代原件进行展览,降低文物受损风险;另一方面,研究人员可借助复制件深入分析文物构造与工艺,不必担心对原件造成破坏。

【作者简介】林秀丽(1981-),女,中国辽宁庄河人,本科,工程师,从事摄影测量与遥感研究。

激光安全级别	测程/m	测距误差/ mm	测量速度 (点·秒 ⁻¹)	垂直方向扫 描范围/(°)	水平方向扫 描范围/(°)	垂直、水平扫描 的步长/(°)
一级安全激光	0.6 ~ 350	±1	97.6万	300	360	0.009

图1 三维激光扫描仪参数图

3 三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复中的具体应用

3.1 点云数据拼接偏差分析

在文化遗产保护与修复工作中，运用三维激光扫描技术时，通过 Geomagicwrap 软件对点云数据进行偏差分析是确保拼接精度的关键步骤，该方法具有高效、精准的优点，能快速为后续工作提供可靠的数据基础。

具体操作时，将手持三维激光扫描仪与地面三维激光扫描仪获取的点云数据导入 Geomagicwrap 软件，该软件拥有强大的算法，可对海量点云数据进行精确分析。



图2 点云数据技术

以两个典型拼接为例。一处位于扫描对象顶部，此区域结构复杂，细节丰富。手持三维激光扫描仪凭借其灵活性，从多个角度贴近扫描，获取精细的局部数据；地面三维激光扫描仪则从稳定位置对整体进行扫描，把控宏观形态。将两者数据导入软件拼接后分析，发现大部分点云的偏差在极小范围内。经测量，95%的点云偏差集中在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内，仅有极少部分点云偏差最大达到 1mm 。

另一处位于扫描对象右下方，尽管实地扫描空间狭窄，但两种扫描仪依然发挥了各自优势。手持扫描仪在有限空间内灵活调整角度，地面扫描仪则在合适位置提供相对完整的周边数据。拼接后的偏差分析显示，90%的点云偏差在 $\pm 0.6\text{mm}$ 之间，最大偏差为 1.2mm 。

根据偏差分析图，绝大部分点云都集中在中心偏差极小区域，表明整体拼接效果良好。对于极小部分偏差稍大的点云，在文化遗产保护与修复的精度要求下，仍属正常范围。高精度的点云数据拼接，为文化遗产的数字化存档、虚拟展示以及后续的精准修复提供了坚实的数据支撑，有力地推动了文化遗产保护与修复工作的开展。

3.2 点云数据处理

在文化遗产保护与修复工作中，多测站点云数据经过拼接和坐标转换后，能获得整个测区完整的点云数据。然而，三维激光扫描仪在采集点云数据时，会出现不同情况影响数据质量与后续建模精度。数据中可能存在因被其他物体遮挡而产生的不属于扫描物体本身的冗余数据，这类数据若不处理，会增加数据量，降低处理效率，影响模型精度。为更直观且便捷地建立三维建模，并提高模型精度，必须对所采集的点云数据进行相关处理，具体策略如下：

3.2.1 预处理

在 Cyclone 软件中对已拼接的点云数据进行预处理，通过人机交互的方式实现。操作人员依据文化遗产的实际形态与结构特点，仔细识别并标记出明显错误或不合理的点云数据。例如，在对一座古建筑进行扫描后，发现部分点云数据偏离建筑主体较远，经判断为扫描过程中受到周边临时搭建物干扰所产生，此时，操作人员可利用软件工具，框选这些异常点云数据并删除。一般来说，经过初步的预处理，可去除约 10% - 15% 的明显错误数据，有效提升数据的整体质量。

3.2.2 点着色

将 .XYZ 格式的数据导入 geomagicwrap 软件中，由于点云数据在软件中默认显示为黑色，不利于直观区分和分析不同部位的数据。因此，需要根据文化遗产各部分的材质、纹理等特征进行点着色，比如，对于古建筑的木质结构部分，可将其点云数据设置为棕色；砖石结构部分设置为灰色。通过这种方式，能更清晰地识别不同结构区域，方便后续的建模操作。在实际操作中，大约每 10000 个点为一组进行颜色设置，确保颜色过渡自然，便于观察。

3.2.3 删除体外弧点

点云数据中存在大量的非建模区域点云数据，如树木、山体等，这些体外弧点与文化遗产本身无关，会干扰建模工作，利用软件的过滤功能，设定合适的过滤条件，如距离阈值、角度阈值等。以古迹遗址扫描数据为例，设定距离古迹主体超过 5 米的点云数据为体外弧点进行删除，经过这一步处理，可去除约 20% - 30% 的体外弧点，使点云数据更加聚焦于文化遗产本身^[1]。

3.2.4 去除噪声点

三维激光扫描仪在数据采集过程中会产生随机误差，在对象表面产生很多粗糙的噪声点。为有效去除噪声点，尽可能保留模型的细节特征，可以将平滑级别调低，如设置为 2 - 3 级（软件平滑级别通常为 1 - 5 级），反复进行减噪工序。每次减噪后，观察点云数据的变化情况，确保模型的关键特征不被过度平滑，经过多次反复处理，可使噪声点减少

约 70% - 80%，显著提高点云数据的质量。

3.3 多边形数据处理

在将点云数据转化为可用模型的过程中，多边形数据处理十分重要，尤其是封装后的多边形模型，必须进行一系列精细操作，以确保模型的准确性与完整性。

要将模型数据中的非流型三角形删除。非流型三角形会破坏模型的拓扑结构，导致后期在模型应用中产生错误。通过专业软件的拓扑分析功能，能精准识别这些非流型三角形。具体操作时，软件会根据三角形的连接关系和几何特征进行判断，操作人员只需在软件界面中执行删除指令，即可批量清除这些异常三角形。

接下来，根据模型情况选择创建打开流型或者封闭流型。如果模型是类似建筑外立面等具有开放结构的，选择创建打开流型；若是类似陶罐等封闭物体的模型，则选择封闭流型。选择合适的流型有助于更好地呈现模型的物理特性和外观形态，满足不同文化遗产保护与修复工作的需求。

在对象点云数据不完整的情况下，封装后多边形模型会不可避免地出现孔洞现象。为此，应根据孔洞的大小、形状以及所在位置，使用【多边形】-【填充单个孔】工具进行漏洞填补。对于较小的孔洞，可以直接使用该工具自动填充，软件会根据周边多边形的几何特征生成合适的填补面，确保在模型不失真的情况下完成孔洞修复。而对于较大的孔洞，则需要手动调整填补参数，如填补面的曲率、边界贴合度等，使填补后的部分与整体模型自然融合。

同时，对模型特征细节较为明显的区域，使用【多边形】-【细化】工具进一步优化。在操作过程中，可根据模型细节的复杂程度，逐步调整细化参数。例如，对于雕刻精美的文物模型，先将细化强度设置为较低值，如 20%，观察细化效果后，再根据实际情况适当增加强度，但一般不超过 50%，以防止过度细化导致模型失真。通过该方式，突出模型的细节特征，使模型更加逼真地还原文化遗产的原貌，为文化遗产的数字化存档、虚拟展示以及修复方案制定提供更精准的模型数据支持^[2]。

3.4 纹理映射

纹理映射是将现场获取的二维照片图像通过软件对三维模型进行纹理映射，还原对象本身的真实色彩和纹理特征，让虚拟模型最大程度接近文物原貌，为后续研究、展示等工作提供真实直观的素材。

在具体的修复与数字化重建工作中，可使用 3DSMAX 软件来完成纹理映射的关键步骤，将经过前期处理的三维模型导入 3DSMAX 软件，为纹理映射提供丰富工具与便捷操作环境。导入模型后，添加【UVW 展开】修改器工具，此工具能将三维模型表面展开为二维平面，方便后续映射纹理。

点击【边】在格网模型上选择要成为缝线的边。选择边时，需依据模型结构与纹理分布特点，尽量选取不影响模

型外观与纹理连续性的边。例如对于一件古代陶瓷器模型，可沿着其轮廓线、对称线等位置选择边，位置的缝线在后续纹理映射中不易产生明显接缝，选择边后，通过特定操作将其标记为缝线，为模型展开做准备。

标记完所有接缝后，选择特征区域使用“剥”面板中的【毛皮贴图】-【开始毛皮】工具将其二维展开。特征区域即模型上具有独特纹理或关键细节的部分，如陶瓷器上的图案、雕刻等部位。在展开过程中，软件会根据所选边的设定，将三维模型表面特定区域展开成二维平面，生成 UVW 贴图，需密切关注展开效果，确保纹理在二维平面上布局合理，不出现拉伸、扭曲等问题，保证纹理映射后能真实还原模型表面细节。

使用图像处理软件对精心布局的 UVW 贴图进行纹理理化，常见的图像处理软件如 Photoshop，具有强大的图像编辑功能。将生成的 UVW 贴图导入 Photoshop 后，可根据现场拍摄的二维照片，对贴图进行色彩调整、细节修复、瑕疵去除等操作。例如，若照片中文化遗产表面有污渍影响纹理呈现，可在贴图上使用修复工具去除污渍痕迹，使纹理更加清晰，并依据照片色彩信息，对贴图进行色彩校正，确保纹理色彩与文物实际颜色一致^[3]。

完成纹理理化处理后，通过 3dsmax 软件的材质功能将处理好的纹理应用到三维模型上。在 3DSMAX 中，设置材质参数，选择合适的材质类型，如标准材质或 V-Ray 材质等，将纹理文件加载到相应材质通道中。调整材质的反射、折射、光泽度等参数，模拟文物表面真实质感，如陶瓷的光泽、木质的纹理质感等。通过细致调整，使三维模型不仅具有逼真的纹理，并呈现出与文物相符的材质特性，完成纹理映射的最终步骤，实现文化遗产真实色彩与纹理特征在虚拟模型上的高度还原。

4 结语

综上所述，三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复中优势显著，能精准采集数据、构建高精度模型。为实现文化遗产的长久存续与传承，文物保护人员需深入掌握该技术，合理运用其各个环节，从点云数据处理到纹理映射，让技术与文物保护深度融合，为文化遗产筑牢数字化保护屏障。

参考文献

- [1] 胡本刚,应国伟,张金花,等. 三维激光扫描技术在物质文化遗产保护中的应用[J]. 科技展望, 2016, 26 (18): 125-126.
- [2] 高利峰,李滨,廖子敬. 三维激光扫描技术在文化遗产保护中的应用[J]. 山西科技, 2015, 30 (02): 113-115.
- [3] 李滨,胡占芳. 三维激光扫描技术在建筑文化遗产保护中的应用——以广东开平碉楼为例[C]// 全国高等学校建筑学学科专业指导委员会. 建筑数字流: 从创作到建造——2010年全国高等学校建筑院系建筑数字技术教学研讨会论文集. 徕卡测量系统贸易(北京)有限公司;东南大学建筑学院, 2010: 6.

Research on the application countermeasures of GPS mapping technology in road engineering survey

Yang Qin

Jiangsu Jinling Construction Development Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract

With the gradual expansion of the road engineering construction scale and the continuous improvement of the measurement accuracy requirements, GPS mapping technology has been widely used in the field of road engineering surveying due to its high degree of accuracy, efficiency and real-time. This paper briefly describes the core concept and characteristics of GPS mapping technology, and then discusses its many advantages in road engineering survey, such as high measurement accuracy, excellent anti-interference, and simple operation. In view of the various technical problems faced in practical application, such as signal occlusion, error source and equipment maintenance, this paper proposes a comprehensive optimization scheme. These schemes cover the technology integration, the optimization of error correction means, as well as the upgrading and updating of surveying and mapping equipment, hoping to lay a solid technical foundation for the modern road engineering construction.

Keywords

GPS surveying and mapping technology; road engineering; survey and application countermeasures

GPS 测绘技术在道路工程测量中的应用对策研究

秦阳

江苏金领建设发展有限公司, 中国·江苏 泰州 225300

摘要

随着道路工程建设规模的逐步扩大和对测量精度要求的持续提高, GPS测绘技术因其高度的精确性、效率和实时性, 已经在道路工程测量领域得到了广泛的应用。本文对GPS测绘技术的核心理念和特点进行了简要描述, 接着探讨了其在道路工程测量中的多种优点, 如高度的测量准确性、出色的抗干扰性以及简单的操作性。鉴于实际应用中所面临的各种技术问题, 如信号遮挡、误差来源和设备维护等, 本文提出了一套全面的优化方案。这些方案涵盖了技术整合、误差修正手段的优化, 以及测绘设备的升级和更新, 希望能为现代道路工程建设奠定了稳固的技术基石。

关键词

GPS测绘技术; 道路工程; 测量; 应用对策

1 引言

近几年来, GPS 测绘技术的应用范围已经从基础地形测量扩展到了包括路线规划、施工监控和竣工验收在内的多个关键环节, 其重要性逐渐得到了凸显。然而, 在实际应用过程中, GPS 技术也面临着多种挑战, 因此, 寻找解决问题的方法已经变成了目前道路工程测量任务中的一个关键环节。希望本文能为道路工程测量技术的进一步创新提供坚实的理论基础和实践指导。

2 多技术融合提升测量精度与稳定性

随着 GPS 技术在多个行业得到广泛应用, 它在道路建设项目中的核心作用日益凸显, 尤其是在工程的规划、设计

和施工管理的关键环节。这项技术因其极高的精确度, 在诸如城市设计、道路勘查、桥梁勘查以及地形规划等多个方面都获得了广泛的应用。在公路勘查和建设的全过程中, 有大量实际应用的案例。当我们在公路建设项目中采用这种技术时, 工程的执行效率会得到显著提升。除了之前提及的那些技术, 这种技术在城市的建设过程中也呈现出了极大的潜在应用价值, 能够被运用在各种不同的环境中。智能手机, 作为当前最受欢迎的移动设备之一, 不仅具备许多强大的功能, 还能通过多种方式与外界建立有效的交流。由于其小巧的尺寸、低的能源消耗以及经济实惠的价格, 智能手机已经开始逐渐受到人们的关注, 成为现代用户获取地理信息的首选工具。在如此复杂的环境状况中, GPS 信号可能会受到如遮挡、反射和衍射等多重因素的干扰, 这些都有可能对 GPS 的定位准确性带来不良影响。除了上述因素外, 如噪音、光线状况和移动物体的固有属性等外部因子, 也可能在

【作者简介】秦阳(1991-), 男, 中国江苏泰州人, 本科, 助理工程师, 从事路桥研究。

某种程度上对定位的精确度产生影响。为了提高定位的准确性，我们必须深入探讨各种外部环境因子可能对定位成果产生的隐患。这项研究主要聚焦于多传感器信息融合技术在定位系统中的具体应用，并通过一系列实验性的研究，证明了该技术在提高定位精度方面具有有效性。除了先前提到的主题，我们还需深入探讨多个目标位置之间的交互如何影响定位的准确性。另外，由于各种设备之间有着明显的差异，一个设备在相同区域的其他目标上也起到了关键作用，这不可避免地会导致定位结果的偏差。因此，为了保证定位结果的高度精确性，有必要对系统内可能产生的各种误差和相关参数进行深入的分析 and 优化。定位系统是一个庞大而高度复杂的工程系统，主要包括测量子系统、通信网络 and 控制系统这三个核心部分。在某些特定的环境条件下，系统可能会受到多个复杂因素的影响，这些外部条件可能会导致系统无法正常运行，甚至可能导致整个项目的失败。因此，为了保证定位系统能够持续稳定地运行，我们有必要对外界环境作出迅速的反应。另外，在特定的环境条件下，例如水下操作或完成特定任务时，使用高度精确的定位工具是必要的。

差分 GPS (DGPS) 技术和 GLONASS (俄罗斯全球导航卫星系统) 作为辅助 GPS 技术，在提升测量精度方面起到了极其关键的作用。鉴于这两种技术都展现出了卓越的稳定性和信赖度，因此在实际的工程项目中，它们得到了众多工程师的认可和好评。差分 GPS 系统的主要工作原理是通过创建基准站来获取精确的位置和误差信息，然后将这些误差数据实时反馈给移动站，以便对移动站的定位数据进行即时的修正和调整。当我们利用这一系统对目标地点进行精确的单点定位操作时，我们有能力根据已有的坐标系统来确定相应的修正数值。为了进一步增强定位的准确性，我们需要对可能导致误差的各种元素进行详尽的研究，并采纳恰当的措施进行修正。该技术不仅有助于提升定位的准确性，还能有效地减少由环境波动导致的系统误差，进而达到更高级别的动态跟踪和控制精度^[1]。

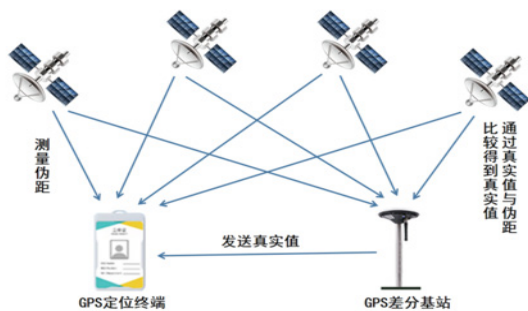


图 1 GPS 差分定位原理

整合 RTK、GIS、差分 GPS 和 GLONASS 等众多尖端技术，充分发挥这些技术的优势，克服单一 GPS 技术在复杂环境中可能带来的局限性。在深入分析传统的测量技术后，我们提出了一种融合多种信息来源的策略来创建高精度

的定位控制网络，并在某个工程项目中实施了这一创新成果。这种结合了多种技术的测量方法，不仅提高了 GPS 测量的精确度和稳定性，还对测量流程进行了优化，减少了由于环境干扰和信号遮挡带来的负面效果。

以一个大型城市道路建设项目为例，该项目团队采用了 RTK、差分 GPS 和 GLONASS 等尖端技术手段，以确保道路的全程监控和数据的有效收集。为了解决项目路段因多种因素而无法进行有效监控的问题，项目组也提出了一系列的解决方案。通过综合运用这些尖端技术，项目组成功地克服了在跨越桥梁、隧道和山地等复杂地形时，由于信号干扰导致的各种问题。本研究还探讨了如何运用前述技术来对整个项目进行全面监控，这包括了施工过程的控制、实时监测数据的分析以及事故应急响应等多个方面。实验数据显示，在信号较为微弱的区域，如桥梁和隧道，采用 RTK 和差分 GPS 技术后，测量误差仅为 1-2 厘米，同时信号的稳定性也得到了显著的提升。

3 精度提升与误差校正方法的优化

大气中各种形式的干扰，尤其是电离层和对流层的影响，也是影响 GPS 测量精度的核心因素。伴随着科技的持续进步，卫星导航和定位技术已经崭露头角，成为现代社会中不可或缺的一项工具。然而，由于这些技术所处的工作环境相当恶劣，对操作人员的技能和能力有较高的要求。电离层发生的电离事件和对流层气候的变化，可能会导致 GPS 信号传播速度的变化，进而可能引发测量误差。当卫星的轨道高度与地球赤道上方保持一致时，它的速度会经历一种跳跃式的波动，这种现象被称作“多普勒频率偏移”。在恶劣的气候状况中，GPS 的测量精度可能会受到严重的干扰。为了提高 GPS 的测量精度并减少误差带来的负面效果，采纳一系列的误差修正技巧和策略显得尤为重要。在所有的误差修正技术中，差分 GPS 技术和高精度的数据处理方法被普遍看作是最为高效且成果显著的工具。

以一个具体的高速公路建设项目为例，项目团队根据该工程的地理特性，选定了多个基站进行布局设计，以确保能够全面覆盖项目所覆盖的区域。鉴于每一个基站都是单独建立和运营的，为了确保其运行的稳定性和准确性，对基站间的距离进行精确的计算是必要的，但传统的计算方法不仅效率不高，而且误差也相当大。实验结果表明，在使用多个基站的情况下，测量精度从最初的 3-5 厘米提升到了 1-2 厘米，这一进步明显地提高了测量结果的准确性和稳定性^[2]。

为了降低设备的长期运营成本，减少其更新的次数是至关重要的。在现有的状况中，绝大多数的设备都能满足或趋近于预定的使用寿命。虽然 GPS 设备会随着技术的不断进步而进行快速的更新，但这并不意味着每一台 GPS 设备都需要定期更换。虽然高级设备拥有卓越的性能表现，但其制造成本相对偏高，并且更新速度也相当迅速。对大多数用

户而言,由于对新产品的功能和可靠性认识不足,他们常常会忽视设备的更新时间,这可能会导致资金的浪费或者无法达到预期的效益。因此,在选择设备时,我们需要在项目的实际需求和预算之间进行全面的权衡,并对设备的更新周期做出合理的安排。

4 信号遮挡与环境干扰的应对策略

无线电测量系统通常采用与无线电测距原理(RTK)类似的技术手段,该系统依赖于地面基站与移动站之间的无线电信号交流,能够实时测量信号的传播时长和相位变化,从而能够准确地锁定目标位置。这种技术充分利用了接收器的即时频率变动特性,从而在不需要进行载波追踪的情况下完成了整个操作。这种技术不需要依赖于卫星信号,因此能够有效地避免卫星信号遮挡带来的负面影响,尤其是在地形复杂或信号遮挡较为严重的地区表现尤为突出。在山区和城市峡谷等特定环境下,由于GPS信号的接收困难,无线电测量系统可以作为GPS的一个有力补充,以确保测量任务能够顺利进行。

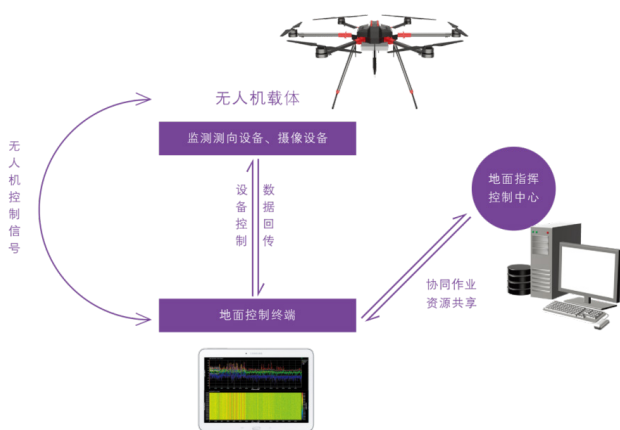


图2 空中无线电监测平台

然而,在长时间使用之后,惯性导航系统可能会受到累积误差的影响,这有可能会逐渐降低其定位的准确度。为了进一步提升导航系统的准确性,对其进行补偿是必要的。因此,为了最大限度地利用各自的优点,惯性导航系统往往

会与GPS技术进行整合。通过整合GPS的定位信息与INS的输出数据,我们可以显著地降低惯性导航系统中误差的积累,进而确保定位过程的高度准确性。更明确地讲,GPS为我们提供了长时期的精确定位参考,而当GPS信号短暂中断时,INS可以为我们提供相对精确的短期位置预估^[3]。

伴随着科技进步的步伐,增强型定位技术在GPS测量领域的运用逐渐增多,其主要目标是为了在不断变化的环境中提高测量的精确度。例如,利用差分GPS(DGPS)、多频GPS接收器以及GLONASS(俄罗斯全球导航卫星系统)这些尖端技术,我们有能力进一步提高GPS系统在如城市高楼、山地等复杂场所的定位精确度和稳定性。

同时,GLONASS系统作为一个与GPS互补的全球卫星定位工具,也有助于提升GPS在信号微弱或被遮挡区域的稳定性。当该测量系统与GPS和GLONASS信号进行同步连接时,它有能力收集到更为丰富的卫星信息,从而提升其定位精度和系统稳定性。这项技术在实际应用和推广方面都展现出了高度的价值。尤其是在摩天大楼密集的城市中心或山区,使用这种双系统技术可以显著提高GPS信号的可靠性和测量的准确度。

5 结语

综上所述,采纳GPS测绘技术的优化方案,不仅显著提高了测量的精确度和工作效率,而且在减少成本和缩减工程时长方面也发挥了重要作用。未来随着GPS技术的不断发展,项目团队能够在确保测量质量的前提下,更加高效地分配资源,降低工程成本,加快施工进度,从而为道路工程的高效和高品质建设提供坚实的基础。

参考文献

- [1] 刘云峰.GPS测绘技术在道路工程测量中的应用微探[J].葡萄酒, 2024(8):0175-0177.
- [2] 张燕文.GPS测绘技术在道路工程测量中的应用[J].散装水泥, 2022(003):000.
- [3] 李新明.GPS技术在道路桥梁工程测量中的应用分析[J].名城绘, 2020.465.

The role and development of UAV in geological disaster mapping

Zhiyong Pang

Hebei Province Coal Field Geological Exploration Institute (Hebei Province Unconventional Natural Gas Exploration and Research Center), Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract

Uav technology has been widely used in the field of geological disaster surveying and mapping in recent years. With its fast, efficient and accurate characteristics, it provides a new solution for the dynamic monitoring, topographic mapping and post-disaster assessment. This paper first analyzes the core technology and application advantages of UAV in geological disaster surveying and mapping, and then discusses its specific application scenarios in typical disasters such as landslide, debris flow and earthquake. By sorting out the shortcomings of the existing technology, the optimization suggestions and the future development direction are put forward. Research shows that the continuous development of uav technology will significantly improve the scientific and efficient nature of geological disaster mapping, and provide important support for disaster prevention and mitigation.

Keywords

uav; geological disaster; surveying and mapping; dynamic monitoring; post-disaster assessment

无人机在地质灾害测绘中的作用与发展

庞志勇

河北省煤田地质勘查院（河北省非常规天然气勘查研究中心），中国·河北 邢台 054000

摘要

无人机技术近年来在地质灾害测绘领域得到了广泛应用。其以快速、高效、精确的特性，为灾害现场的动态监测、地形测绘及灾后评估提供了全新的解决方案。本文首先分析了无人机在地质灾害测绘中的核心技术及应用优势，随后探讨了其在滑坡、泥石流和地震等典型灾害中的具体应用场景。通过梳理现有技术的不足，提出了优化建议及未来发展方向。研究表明，无人机技术的持续发展，将显著提升地质灾害测绘的科学性和效率，为防灾减灾提供重要支撑。

关键词

无人机；地质灾害；测绘；动态监测；灾后评估

1 引言

地质灾害如滑坡、泥石流、地震等，因其突发性、破坏性强，常对人类生产生活及生态环境造成重大威胁。如何快速、准确地获取灾害现场的地形信息并对其进行动态监测，是灾害预警与治理的关键。然而，传统的地质灾害测绘方法如人工测绘和卫星遥感，存在效率低、分辨率有限和受天气条件影响大的局限性。

无人机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)以其高灵活性、精细化测绘能力和低成本优势，为地质灾害测绘提供了新思路。无人机可通过搭载多种传感器(如光学相机、激光雷达、红外摄像头等)，实现对灾害区域的高分辨率影像采集与三维地形重建，快速获取灾害动态数据。同时，其可在高风险

区域执行任务，显著降低人工作业的危险性。

本文旨在系统探讨无人机在地质灾害测绘中的应用现状、技术优势及发展方向。通过对典型案例的分析，提出无人机测绘技术的优化建议，为未来防灾减灾工作提供理论参考和技术支持。

2 无人机技术的特点与测绘优势

2.1 无人机的核心技术特点

无人机的核心技术由飞控系统、数据采集设备和数据处理技术三大部分构成，每一部分均在地质灾害测绘中发挥着重要作用：

飞控系统：无人机的自主飞行和精准定位依赖于先进的飞控系统。飞控系统通过集成全球导航卫星系统(GNSS)和惯性导航系统(INS)，实现精准的飞行轨迹控制，确保无人机在复杂环境下的稳定运行。现代飞控系统通常还配备多传感器融合技术，如视觉惯性导航(VIO)和地形跟踪算法，

【作者简介】庞志勇(1981-)，男，中国河北邢台人，硕士，高级工程师，从事地质工程研究。

使无人机能够在山区、峡谷等复杂地形中灵活飞行。此外，部分无人机采用了机载实时动力调整功能，根据环境风速和地形变化动态调整飞行姿态，进一步提升了任务执行的稳定性和安全性。

数据采集设备：无人机可搭载多种传感器设备，如高分辨率光学相机、激光雷达（LiDAR）、多光谱相机和热成像仪等。这些传感器设备能够实时采集灾害区域的高精度地形数据、植被覆盖信息及地表裂缝特征，为地质灾害分析提供全面的数据支持。例如，高分辨率光学相机可以捕捉地表的细节影像，用于分析灾害区域的表面变化；激光雷达通过激光扫描生成三维地形模型，精确量化滑坡体积；多光谱相机和热成像仪则可探测植被健康状况及地表温度异常，为灾害预测和监测提供额外信息支持。

数据处理技术：无人机采集的海量影像数据需借助先进的计算机视觉和遥感技术进行处理，生成高分辨率的正射影像图、数字高程模型（DEM）和三维地形模型。现代数据处理技术不仅提升了数据的可视化水平，还可通过机器学习和大数据分析进一步挖掘隐含信息。例如，基于深度学习的图像识别算法可自动标注灾害特征点，提高数据分析效率。此外，实时数据处理功能的实现，使得无人机在应急任务中能够快速生成关键成果，为灾害评估和决策提供技术支持。

2.2 无人机在地质灾害测绘中的优势

无人机以其高效、灵活和精细化的特性，在地质灾害测绘中展现了显著优势，这些优势体现在多个层面：

高效性：相比传统测绘方法，无人机能够在短时间内覆盖广阔的灾害区域，显著提升作业效率。例如，在滑坡或泥石流发生后，传统测绘方式可能需要数天时间完成现场勘测，而无人机可在数小时内完成灾害区域的全面扫描并生成可用数据。这种高效率使其成为灾害应急测绘的首选工具，为救援行动争取宝贵时间。

精细化：搭载高精度传感器的无人机可获取分辨率达厘米级的影像数据，能够细致捕捉地表裂缝、滑坡边缘和泥石流淤积等细节特征。这种分辨率远超卫星遥感和有人机测绘，可满足复杂地质灾害细节测绘的需求。例如，在滑坡灾害监测中，高精度数据能够精确量化滑坡体积及其动态变化，为灾害趋势预测提供可靠依据。

灵活性：无人机的灵活性主要体现在其能够在复杂地形和危险区域执行任务。例如，在高山、峡谷和密林等传统测绘方式难以覆盖的地区，无人机可以低空飞行采集数据，避免因地形限制导致的测绘盲区。同时，无人机可在恶劣条件下进入高风险区域，降低人工作业的安全风险。

成本低：与卫星遥感和有人机测绘相比，无人机的设备及运行成本相对较低。无人机设备的采购和维护成本适中，其运行不受发射窗口限制，能够灵活部署。这种低成本特性使其适用于中小型灾害的常态化监测，如山区滑坡、

河道泥石流等，为基层防灾减灾工作提供经济实用的技术支持。

2.3 无人机技术在测绘中的局限性

尽管无人机技术在地质灾害测绘中具有显著优势，但其局限性亦不可忽视。例如，天气条件（如强风、雨雪）可能影响无人机的飞行稳定性和数据采集质量；飞行续航时间和负载能力限制了其在大范围或长时间任务中的应用；此外，复杂地形可能导致导航和通信中断，需要依赖更加智能的飞控算法和高效的数据传输技术。

3 无人机在地质灾害中的具体应用

3.1 滑坡灾害监测

滑坡灾害具有突发性强、影响范围大的特点。无人机可在滑坡前、滑坡中及滑坡后三个阶段开展全方位监测：

滑坡前的预警监测：通过高精度地形测绘，识别潜在滑坡区域，并结合裂缝观测和地表位移监测数据，评估滑坡风险。

滑坡中的应急监测：在滑坡发生时，无人机能够快速抵达现场，实时拍摄灾害扩展的动态图像，为救援行动提供直观的信息支持。

滑坡后的灾后评估：无人机可对滑坡区域进行全面扫描，生成高分辨率的三维地形模型，准确评估滑坡体积和影响范围，为灾后治理提供科学依据。

3.2 泥石流灾害测绘

泥石流灾害发生在山区，地形复杂且危险性高。无人机在泥石流灾害中的应用包括：

灾前风险评估：无人机采集的地形数据可用于建立泥石流模拟模型，预测潜在灾害路径和影响范围。

灾害过程监测：无人机可以记录泥石流的流动速度和方向，提供宝贵的实时数据支持。

灾后恢复测绘：通过无人机高效采集泥石流淤积物分布和厚度数据，评估灾害对河流、植被和基础设施的影响，为后续治理提供参考。

3.3 地震灾害评估

地震灾害涉及范围广、破坏力强。无人机技术可快速响应，进行灾害区域的应急测绘：

震后建筑物损毁评估：无人机通过高分辨率影像识别建筑物的受损情况，生成受灾分布图，为资源调配和救援规划提供支持。

地表裂缝监测：无人机搭载 LiDAR 设备，可精确定位地表裂缝的位置和形态，评估地震对地质结构的影响。

次生灾害监控：无人机对因地震引发的滑坡、泥石流等次生灾害进行动态监测，及时提供预警信息。

4 无人机技术的发展方向

4.1 智能化与自动化

未来，无人机技术的发展将更加注重智能化和自动化

的实现。例如，引入人工智能（AI）技术，通过深度学习算法和图像识别技术，使无人机具备更高的自主性和灵活性。在任务执行中，无人机可以自主规划飞行路径，根据实时采集的数据动态调整航线，从而避开复杂地形和恶劣天气条件，确保任务的顺利完成。此外，AI技术还可以优化无人机的群体协作能力，通过多机协同执行复杂任务，例如灾害区域的分段扫描和数据整合。

自动化数据处理技术的普及也将进一步提升测绘效率。例如，通过集成云计算平台，无人机采集的数据可以实时上传至云端进行处理，快速生成正射影像、三维地形模型和灾害评估报告。这种实时处理能力不仅减少了人工干预的时间，还能为灾害应急响应提供更加及时的决策支持。未来，智能化与自动化的结合将使无人机从单一的测绘工具转变为集监测、分析和决策于一体的综合性系统，为地质灾害防控提供更加精准高效的技术支持。

4.2 多传感器融合

多传感器融合是无人机测绘技术发展的核心方向之一。通过将多种传感器设备（如光学相机、热红外成像仪、激光雷达、光纤传感器等）集成在同一无人机平台上，实现对地质灾害区域的多维度观测和信息采集。例如，光学相机可提供高分辨率影像，显示地表裂缝和植被覆盖状况；激光雷达可精确生成三维地形模型，分析灾害体的体积和形态；热红外成像仪可探测地下水渗流和温度异常，识别潜在的滑坡隐患。

通过数据融合技术，可以将这些不同来源的数据进行整合与分析，生成更全面的灾害评估报告。例如，在滑坡灾害监测中，数据融合技术可以结合地形模型、植被变化信息和水文监测数据，预测滑坡的可能路径和影响范围。这种技术不仅提升了测绘成果的精度和可靠性，还为多学科协作研究提供了丰富的数据支持。未来，无人机平台将向高集成度方向发展，进一步优化传感器性能和数据融合算法，为复杂地质灾害的监测与防控提供更加多样化的解决方案。

4.3 续航能力与载荷提升

续航能力和载荷能力的提升是无人机技术发展的重要目标。在现有技术条件下，无人机的飞行时间和负载能力受到电池容量和结构设计的限制，难以满足长时间、大范围任务的需求。为此，未来的技术研发将集中于以下几个方面：

能源系统优化：通过开发新型电池技术（如固态电池、锂硫电池等）或混合动力无人机，显著延长飞行时间。此外，太阳能供电技术也有望为长航时任务提供可持续能源。例如，利用太阳能无人机在灾害区域持续巡航监测，可以实

现不间断的数据采集。

结构设计改进：优化无人机的气动外形和材料结构，提高能效比和载荷能力。例如，采用轻质高强度复合材料制造无人机主体，既能减轻重量，又能增加承载能力，从而搭载更多传感器设备。

模块化设计：未来的无人机平台可能采用模块化设计，以便根据任务需求灵活配置传感器和任务设备。例如，在地质灾害中，可以配置LiDAR和光学相机组合，而在滑坡监测中则优先搭载红外摄像头和水文监测设备。模块化设计不仅提高了任务适应性，还能降低设备研发和维护成本。

通过在能源系统和结构设计上的突破，无人机将能够执行更加复杂的测绘任务，为地质灾害监测提供更加持续、稳定和高效的服务。

5 结语

无人机技术在地质灾害测绘中的应用已展现出广阔的前景，其高效、精准和灵活的特点，使其在灾害预警、动态监测和灾后评估等方面发挥了重要作用。然而，现阶段的无人机技术仍面临一些挑战，如天气条件限制、续航能力不足及数据处理流程复杂等。这些问题在一定程度上限制了无人机的应用广度和深度。

未来，随着智能化、多传感器融合及续航能力的提升，无人机将在地质灾害监测中实现更多创新突破。例如，通过引入人工智能技术，无人机将具备更强的自主决策和多机协作能力；通过数据融合技术，将不同类型的灾害信息整合在同一平台上，为科学研究和应急响应提供更加全面的支持。此外，通过跨领域合作，整合无人机技术与地质学、遥感学、灾害管理等多学科资源，有望构建更加科学、高效的地质灾害防控体系。

综上所述，无人机技术在地质灾害测绘领域的持续发展，将显著提升防灾减灾工作的科学性和效率，为保障人民生命财产安全和生态环境保护提供重要技术支撑。

参考文献

- [1] 华意.金园片区项目中无人机遥感测绘技术分析[J].中国设备工程,2024,(23):268-270.
- [2] 吴成真.新时期工程测绘中无人机航空摄影测量应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(34):180-182.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202434058.
- [3] 张艺可.测绘地理信息技术在地质工程测绘中的应用探析[J].居业,2024,(11):202-204.
- [4] 苏煜东.微型无人机在矿山地质工程测绘中的应用[J].世界有色金属,2024,(21):130-132.