

现代测绘工程
Modern Surveying & Mapping Engineering

Volume 8 Issue 2 · March 2025 · ISSN 2705-0521



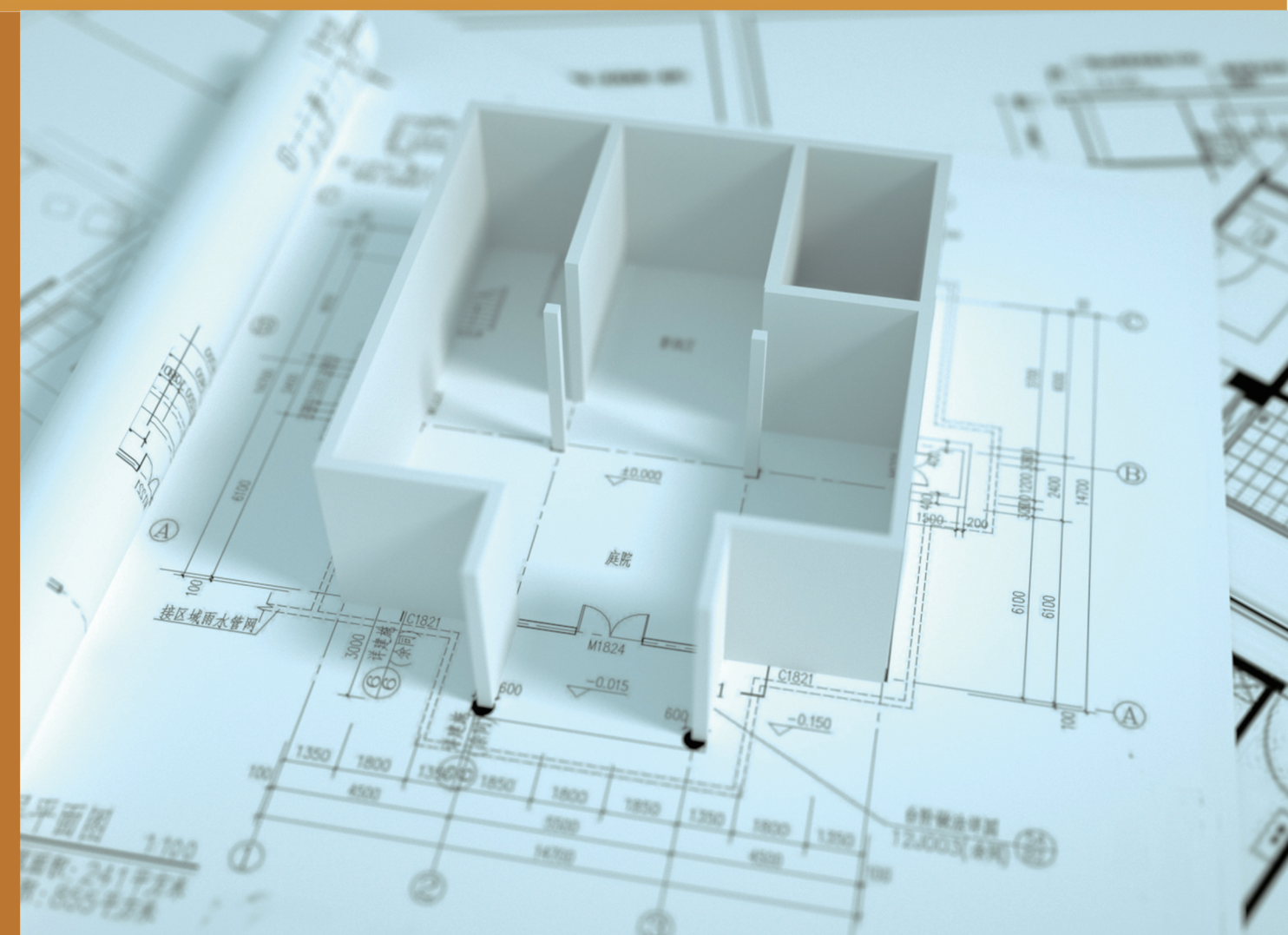
Volume 8
Issue **02**

March 2025

ISSN 2591-7153(Print) 2591-7161(Online)

现代测绘工程

Modern Surveying & Mapping Engineering



Tel: +65 65881289
E-mail: contact@s-p.sg
Website: ojs.s-p.sg



ISSN 2705-0521

02 >

9 772705 052257

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/xdchg

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/xdchg

Publisher: Synergy Publishing Pte. Ltd.

《现代测绘工程》征稿函

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/xdchg

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。

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



Modern Surveying & Mapping Engineering

现代测绘工程

March 2025 | Volume 8 · Issue 2 | 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	土地整理复垦和开发中的测绘技术应用思考 / 张芬 贾小芳 柯俊	47	Gphone 重力仪固体潮观测资料预处理 / 张明钰 李茹 王岚
4	GIS 技术在草原健康与退化评估中的应用研究 / 靳文龙	50	关于数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用探讨 / 王小强
7	浅析实景三维测绘技术在自然资源领域中的应用 / 鲍国陈 韩云永 余婵	53	倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用方法研究 / 陶文威 丁亮
10	消防应急救援工作中测绘地理信息技术的运用思考 / 胡晓	56	无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用研究 / 杨雨
13	基于数字赋能的自然资源信息化建设路径思考 / 李燕萍	59	建筑测绘在城市规划与更新中的作用 / 刘海军
16	实景三维模型在应急管理与灾害评估中的快速构建与应用 / 韩云永 鲍国陈	62	金属矿山地质勘查与深部地质钻探技术研究 / 邹武庆 汪龙
19	基于网格编码的机场净空障碍物评估计算 / 朱玉娇 张耀元	65	浅谈高分遥感卫星影像的预处理对策 / 袁竞 吴昊铮
23	矿山开采过程中地质勘测对顶板稳定性的动态监测与分析 / 张亚洲 何夏辉	68	全站仪在煤矿井下导线测量中的误差来源分析及精度提升策略 / 王尚成
26	新形势下不动产权籍调查测绘的应用研究 / 白薇	71	数字化测量技术在工程测量中的应用实践分析 / 段艺蕾
29	浅谈规划监督测量在城市建设管理中的应用 / 张超	74	自然资源确权登记中测绘数据的处理与分析 / 高玲玲
32	卫星遥感技术在环境保护中的应用对策思考 / 翁世辰	77	无人机遥感技术在工程测量中的应用研究 / 王浩 杨凯欣 陈慧 刘慎悦 李佳兴
35	地质勘查中测绘数据的多源融合分析与处理策略 / 李娜	80	数字化测绘技术在水利水电工程实际施工中的应用探究 / 韦淑维
38	基础地理信息数据内业数据处理方法相关阐述 / 袁竞 吴昊铮	83	激光雷达在复杂地形测绘中的应用研究 / 罗永明 邓智勇
41	基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量方法分析 / 邱学智 龙丽娟	86	倾斜摄影与激光雷达融合的高精度测图技术研究 / 冯游清 邓智勇
44	新时期工程测量中智能化测绘技术发展及应用研究 / 陈翔 柯涛	89	多测合一技术标准整合与统一标准研究 / 孙健 于泽爱

1	Application thinking of surveying and mapping technology in land consolidation, reclamation and development / Fen Zhang Xiaofang Jia Jun Ke	47	Preprocessing of Solid Tide Observation Data from Gphone Gravity Meter / Mingyu Zhang Ru Li Lan Wang
4	Application of GIS technology in grassland health and degradation assessment / Wenlong Jin	50	Discussion on the Application of Digital Surveying Technology in Urban Cadastre Surveying and Mapping Engineering / Xiaoqiang Wang
7	The application of real scene three-dimensional mapping technology in the field of natural resources / Guochen Bao Yunyong Han Chan Yu	53	Research on the application method of inclined photogrammetry technology in real estate mapping / Wenwei Tao Liang Ding
10	Thinking on the application of surveying and mapping geographic information technology in fire emergency rescue work / Xiao Hu	56	Application of UAV-based LiDAR in highway survey and design / Yu Yang
13	Thinking on the construction path of natural resource informatization based on digital empowerment / Yanping Li	59	The role of building mapping in urban planning and renewal / Haijun Liu
16	Rapid construction and application of real scene 3D model in emergency management and disaster assessment / Yunyong Han Guochen Bao	62	Research on geological exploration and deep geological drilling technology of metal mine / Wuqing Zou Long Wang
19	DQG grid based airport clearance obstacle assessment / Yujiao Zhu Yaoyuan Zhang	65	On the preprocessing countermeasures of high-score remote sensing satellite image / Jing Yuan Haozheng Wu
23	Dynamic monitoring and analysis of roof stability by geological survey in mining process / Yazhou Zhang Xiahui He	68	Error source analysis and accuracy improvement strategy of total station in coal mine underground wire survey / Shangcheng Wang
26	Application research of real estate title survey and mapping under new situation / Wei Bai	71	Practice analysis of the application of digital measurement technology in engineering survey / Yilei Duan
29	Discussion on the application of planning supervision and measurement in urban construction management / Zhang Chao	74	Processing and analysis of surveying and mapping data in the registration of natural resources ownership / Lingling Gao
32	Application countermeasures of satellite remote sensing technology in environmental protection / Shichen Weng	77	Research on the application of UAV remote sensing technology in engineering survey / Hao Wang Kaixin Yang Hui Chen Shenyue Liu Jiaxing Li
35	Multi-source fusion analysis and processing strategy of surveying and mapping data in geological exploration / Na Li	80	Exploration of the application of digital surveying technology in the actual construction of water conservancy and hydropower projects / Shuwei Wei
38	Description of internal industry data processing methods of basic geographic information data / Jing Yuan Haozheng Wu	83	Application of lidar in complex topographic mapping / Yongming Luo Zhiyong Deng
41	Analysis of building engineering measurement method based on photogrammetry and remote sensing technology / Xuezhi Qiu Lijuan Long	86	Research on the high-precision mapping technology of tilt photography and lidar fusion / Youqing Feng Zhiyong Deng
44	Development and application research of intelligent surveying and mapping technology in engineering surveying in the new period / Xiang Chen Tao Ke	89	Research on the integration and unified standards of multi-testing and integrated technical standards / Jian Sun Zeai Yu

Application thinking of surveying and mapping technology in land consolidation, reclamation and development

Fen Zhang Xiaofang Jia Jun Ke

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

Abstract

The rational application of surveying and mapping technology in the implementation process of land consolidation and reclamation and development work can provide more information reference and technical support for land reclamation and development, and ensure the scientific pertinence and effective implementation of land consolidation and reclamation and development work. This article will also focus on this, mainly discusses the land consolidation reclamation and development of common process of surveying and mapping technology, surveying and mapping technology in land consolidation reclamation and development of application and attention, hope that through this article discussion and analysis can provide more reference and reference for related units, scientific and reasonable application of surveying and mapping technology, security land consolidation reclamation development work can smoothly and orderly, improve the quality and efficiency of land consolidation reclamation development.

Keywords

surveying and mapping technology; land consolidation; reclamation and development; application points; land resources

土地整理复垦和开发中的测绘技术应用思考

张芬 贾小芳 柯俊

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

在土地整理复垦及开发工作落实过程中合理应用测绘技术可以为土地复垦开发提供更多的信息参考与技术支持, 确保土地复垦和开发工作落实的科学性针对性和有效性。本篇文章也将目光集中于此, 主要讨论了土地整理复垦和开发过程中常见的测绘技术、测绘技术在土地整理复垦和开发中的应用及注意事项, 希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相关单位提供更多的参考与借鉴, 科学合理地应用测绘技术, 保障土地整理复垦开发工作能够顺利推进有序开展, 提高土地整理复垦开发工作质量和效率。

关键词

测绘技术; 土地整理、复垦和开发; 应用要点; 土地资源

1 引言

土地整理复垦开发是土地整治工程中十分重要的组成部分, 对于建设生态文明社会、推进新农村建设、提高土地资源利用率都会起到至关重要的影响, 必须引起关注和重视, 而在土地整理复垦和开发的过程中合理应用测绘技术是十分必要的。

2 土地整理复垦和开发中常见的测绘技术类别

2.1 极坐标标高工程测绘技术

极坐标标高工程测绘技术主要是以坐标为基础落实测绘工作, 在测绘过程中工作人员可以借助附近的已知城市坐

标控制点, 将其引入到宗地中, 根据已知的坐标对测绘地区的坐标进行测算。工作人员在测绘中需引入全站仪, 并将其放置于已知坐标点位置, 得出垂直距离、斜距和水平位置等相应数据, 在此基础上对未知目标点的三维坐标进行测量。极坐标标高测绘法更加适用于测程在 3km 以内、精度为 $\pm (5\text{mm}+5\text{ppm})$ 的测绘任务中。如果测绘地区距离已知坐标相对较远, 这时则需要通过坐标控制点迁移的方式设置传送点和过渡点, 操作流程相对而言较为复杂, 操作难度相对较高, 同时测绘结果的准确性和有效性无法得到保障, 因此该项技术方法并不会高频率、大范围地应用于土地整理复垦和开发工作中。

2.2 GPS 全球定位系统

GPS 全球定位系统在土地整理复垦和开发中得到了广泛应用, 该项技术是以 GPS 全站仪为基准, 配合信息技术和卫星信号高效、高质量地完成测绘工作, GPS 全球定位

【作者简介】张芬 (1986-), 女, 中国陕西铜川人, 本科, 工程师, 测绘师, 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。

系统测绘技术可以通过 GPS 信号处理的方式来完成对检测目标的实时观测,获得相应的数据信息,配合数字测图工具进行数据的分析处理,生成更加直观、准确的文档信息,帮助测绘工作人员更好地了解测绘地区的实际情况。相较于传统的测绘手段, GPS 全球定位系统测绘技术的应用不仅可以获得实时数据,同时也可以借助数字测图工具来完成数据转化,将二维数据变换为三维立体模型,为后续土地整理复垦和开发提供更加直观且有效的数据参考。现阶段该项技术已经得到了广泛应用,尤其是在测绘面积相对较大的地区采用该项技术可以达到更好的测绘效果。但是就现阶段来看在该方面的技术研究仍旧有较高的可上升空间,但其对测绘工作效率和质量提升所起到的帮助是不容忽视的^[1]。

2.3 GIS 地理信息系统测绘技术

GIS 地理信息系统测绘技术也是现阶段在测绘过程中的常用技术,该技术可以借助专业设备完成对测绘地区的矢量化扫描,获得更加准确、真实且可靠的测绘信息,提高数据信息的提取效率。在此基础之上可以借助图形显示软件对矢量化扫描结果进行数据整合,配合分析模型系统完成空间综合分析处理,在此基础之上工作人员还可以借助已有数据和历史数据来对数据信息进行动态预测,为土地整理复垦和开发决策的制定提供更多的信息参考,是提高测绘工程中采集、管理、分析、输出等相应工作效率的常用手段^[2]。

2.4 RS 遥感空间系统探测技术

GPS、GIS、RS 三项技术是现阶段较具代表性的技术,统称为 3S 技术,在测绘工程中得到了广泛应用,因此 RS 遥感空间系统探测技术也可以为土地整理复垦和开发提供更多的助力,相较于其他技术, RS 技术属于一种新兴技术,该项技术是以电磁波科学原理为中心,配合传感器和计算机技术,通过对电磁波辐射、反射信息的整合分析得出具体的数据信息,为土地整理复垦和开发提供更多的信息参考。一般情况下, RS 遥感空间系统探测技术的主要构成包含遥感器、遥感平台、信息传输设备和信息接收设备、图像处理设备五大板块,如图 1 所示,在测绘工程中应用具备数据精度高、实时性强等相应优势^[3]。

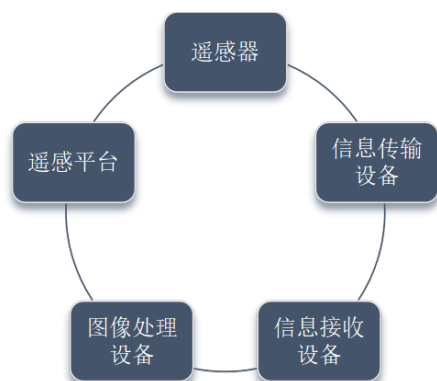


图 1: RS 遥感空间系统探测技术的构成

3 土地整理复垦开发中工程测绘技术的应用

3.1 应用于土地规划当中

土地规划是土地整理复垦和开发的重要基础而在土地规划过程中必须收集更加完整全面的信息数据,确保土地规划的科学性和有效性,更好地提高土地资源的利用率,在这个过程中则可以借助不同测绘技术获得更加真实可靠的信息数据,帮助相关工作人员更好地明确土地资源的具体地理位置、资源含量及外界影响因素,综合多方因素考量判断其使用价值,在此基础上根据城市规划和发展需求对土地规划和使用方向作出有效调整,更好地提高土地利用率,保障土地资源的实用性,为后续土地整理复垦和开发提供更多保障。

在土地规划的过程中可能会涉及应用地形图的问题,而测绘技术也可以应用于地形图制作当中,可以通过测绘技术的科学选择来帮助工作人员更好地明确该地区的土地信息和地理情况,为地形图绘制提供重要依据,同时这也可以让后续土地整理复垦和开发工作在实践落实的过程中有更多的信息参考^[4]。

3.2 在筹备工作中的应用

因土地整理复垦和开发工作任务相对较重,所涉及的工作内容相对较多,在这样的背景下落实筹备工作是十分必要的,这可以为后续工作的高效、高质量落实奠定良好的基础和保障,而在筹备工作落实的过程中也可以借助测绘提高筹备工作落实的质量和效率。

相关工作人员在筹备工作落实的过程中需结合测绘数据来更好地分析土地整理复垦和开发工作方案是否切实可行,甚至结合测绘信息分析在方案执行过程中所需投入的成本和资源,为决策优化提供更多的参考与借鉴,而在土地开发整理筹备工作落实的过程中对于测绘信息的准确性要求是相对较高的,传统测绘技术往往无法满足筹划工作需求,这时则可以借助 GPS、GIS、RS 等相应现代化测绘技术的有效应用帮助相关工作人员更好地了解目标地区的地形特点、环境特点、人文特点,以测绘数据为基础落实可行性论证,分析土地整理复垦和开发方案中存在的欠缺和不足及优化方向和调整方案,为土地整理复垦和开发工作的开展奠定良好的基础。此外,相较于传统的工作技术和工作方法, GPS、GIS、RS 等相应技术可以较好地应对高山、冰川、沙漠等相应恶劣条件,保证测绘精度,为土地资源的开发利用提供更多的助力^[5]。

3.3 施工中的应用

在土地整理复垦和开发施工的过程中所涉及的施工内容是相对较多的,甚至可能会因施工环境因素影响面临着较多的安全隐患,这时也需要通过测绘技术的科学应用来为施工工作的高效开展奠定良好的基础与保障,可以通过测绘技术实时监测拟建区域的实际情况,了解土地资源的动态变化。在此基础之上对施工方案作出适当调整与优化,始终保

证施工方案的科学性可行性和有效性,提高施工质量,提升土地整理复垦开发的水平。

而在施工结束之后还需要落实验收工作,在该环节也可以借助测绘技术来提高验收效率和质量。首先可以借助测绘自技术手段收集更加完整全面的测绘信息并形成竣工图,更加直观地反馈土地整理复垦和开发的实际情况,同时可以借助土地测绘技术及时修正和更新土地资源信息,并将其上传到全国土地信息数据库当中。其次可以通过竣工地形图与申报计划中的目标任务对比分析来落实验收工作,判断土地整治工作的落实情况,并在这个过程中及时发现问题,分析相应的解决对策和处理方法^[6]。

4 测绘技术在土地整理复垦开发中应用的注意事项

想要更好地发挥测绘技术的技术优势为土地整理复垦和开发提供更多的助力和保障,在测绘工作落实的过程中还需注意以下几个关键点,如图2所示。

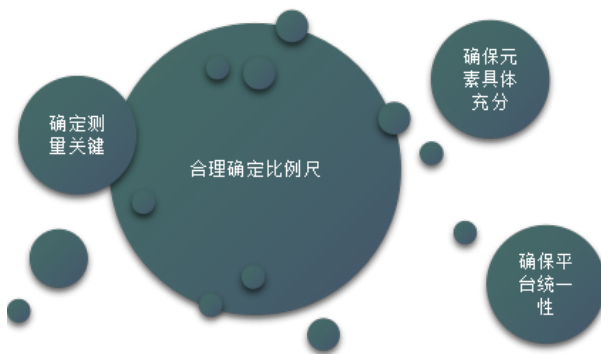


图2：测绘技术在土地整理复垦开发中应用的注意事项

首先,需合理确定地形图的比例尺,绘制地形图是测绘工作落实的主要目标之一,而比例尺的确定则可以确保地形图的参考价值。一般情况下在测绘图比例尺确定的过程中需结合该地区的地势情况具体问题具体分析,如果该地区地势相对而言较为平坦,则可以将比例尺确定为1:2000,如果地貌较为破碎、起伏相对较大,则可以将比例尺确定为1:1000。

其次,需确定测量的关键点,明确测绘工作落实过程

中的重点与核心,例如坎角、坎顶线的标高和位置等等,通过明确关键要点的方式来提高测绘工作效率和工作质量,保障信息的准确性、真实性和可靠性。

再次,需确保元素具体充分,在测绘工作落实的过程中需做好信息标注,如建筑面积、建筑密度、建筑的新旧程度,再例如该地区的森林面积、森林数量、树木年龄及是否存在坟墓、坟墓数量和坟墓位置等等。

最后,需确保平台统一性,结合土地整理复垦和开发的实际情况来搭建平台,并根据平台特点确定数据传输规范和图纸形成规范,进一步提高数据共享能力和共享水平,为数据的上传共享使用提供更多的助力和便捷,也为相关工作人员的工作开展提供更多的信息参考,避免因数据共享难度相对较高导致测绘为土地整理复垦开发所提供的助力受到影响。

5 结语

在土地整理复垦和开发中合理应用测绘技术可以为土地复垦整理复垦和开发提供更多的信息参考,确保土地整理复垦开发的效率和质量,应当引起关注和重视,相关工作人员需结合土地整理复垦和开发的实际需求以及不同测绘技术的技术特点具体分析,科学选择测绘技术,在此基础之上通过测绘技术在筹备、施工、验收等环节的应用提高土地整理复垦和开发的效率及质量。

参考文献

- [1] 廖丽. 土地测绘技术在土地开发整理中运用分析[J]. 科学技术创新, 2023, (06): 29-32.
- [2] 陈大飞. 土地测绘技术在土地整理开发中存在的问题以及解决方案[J]. 大众标准化, 2022, (05): 178-180.
- [3] 熊扬坤. 试论3S测绘技术在土地开发整理中的合理运用[J]. 居舍, 2020, (27): 163-164+36.
- [4] 国晓文. 刍议土地测绘技术在土地整理开发中存在的问题与对策[J]. 现代化农业, 2020, (04): 37-38.
- [5] 马桂波,李涛. 现代测绘技术在土地整理中的应用探析[J]. 资源信息与工程, 2018, 33 (03): 120-121
- [6] 刘淑慧. 浅谈测绘技术在土地整理中的问题及措施[J]. 智慧城市, 2018, 4 (02): 90-91.

Application of GIS technology in grassland health and degradation assessment

Wenlong Jin

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

Abstract

Grassland health and degradation assessment is the basis of grassland ecological management and an important basis for grassland restoration measures. In this study, geographic information system (GIS) was used to evaluate the health and degradation of grassland. Specific areas include the study of grassland ecological characteristics, dynamic changes and degree of degradation. The index of grassland health is based on three levels: ecology, economy and society. The research methods are mainly based on quantitative and qualitative analysis of GIS, and relevant data are obtained through comparative analysis, trend analysis, sensitivity analysis and other methods. In the conclusion part, the health analysis and the degree of grassland degradation were quantified by GIS technology, which provided scientific basis and decision reference for grassland restoration in China.

Keywords

GIS technology; Grassland health assessment; Grassland degradation; Quantitative analysis; Prevent grassland degradation

GIS 技术在草原健康与退化评估中的应用研究

靳文龙

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

草原健康与退化评估是草原生态管理的基础,也是制定草原恢复措施的重要依据。本研究采用地理信息系统(GIS)技术对草原健康与退化进行评估分析。具体领域包括草原生态特征、动态变化以及退化程度的研究。通过对草原健康指标依据则从生态、经济、社会三个层次出发,研究方法主要基于GIS的定量和定性分析,通过对比分析、趋势分析、敏感性分析等多种方法得出相关数据。结论部分,通过GIS技术对草原健康分析,以及草原退化程度进行了量化分析,为我国草原恢复工作提供了科学依据和决策参考。

关键词

GIS技术; 草原健康评估; 草原退化; 量化分析; 防止草原退化

1 引言

草原,作为地球最重要的生态系统之一,对于维护全球生态安全、保障人类生存环境做出了重要贡献。然而,在现代社会,草原的生态健康问题日趋严重,草原退化现象引发了广泛关注。对于草原健康状况的准确评估和草原退化程度的有效监测,已经成为草原生态管理、草原恢复工作的重要依据。地理信息系统(GIS)技术,凭借其合理整合和无障碍查询草原生态、经济、社会等多元信息源的优势,为草原健康与退化评估提供了有力的技术支撑。在这个背景下,我们运用GIS技术,对草原健康与退化进行了系统性的研究和实证检验,旨在规范评估标准,精确研究方法,提升评估效率,从而揭示GIS技术在草原健康与退化评估中的应

用潜力,也为寻找解决草原退化问题提供科学依据,期待为我国草原生态保护和恢复工作做出贡献。

2 GIS 技术与草原健康评估

2.1 GIS 技术概述

地理信息系统(GIS)技术是以计算机为基础,通过对地理数据的采集、存储、管理、分析和可视化,实现对空间信息的全面综合处理的技术体系^[1]。它将地理空间数据与属性数据结合,从中提取有价值的信息,为科学研究和决策提供强有力的支持。GIS技术在空间分析上的独特优势,使其在众多领域得到了广泛应用,包括城市规划、环境监测以及自然资源管理等。

在对地理数据进行处理时,GIS技术能够将多源数据进行整合,包括遥感数据、地形图、地质图和土地利用数据等。这些数据经过空间分析和建模后,可以生成不见、不同区域的详细空间信息图,为定量分析提供基础。GIS技术还

【作者简介】靳文龙(1989-),男,中国山西文水人,本科,工程师,从事测绘工程研究。

具备强大的数据可视化能力,能够通过地图、三维模型等方式,将分析结果直观地呈现出来。这种可视化能力极大地提高了数据理解和解读的效率。

作为一项集成多学科技术方法的工具, GIS 具有数据精度高、空间分析能力强以及动态模拟能力突出的特点。这些特点决定了其在评估与管理地理生态系统中的潜力和价值。GIS 技术在草原生态管理中为评估草原健康状况提供了科学手段,通过对草原生态特征的解析与空间变化的监测,助力形成有效的管理对策。这样的应用不仅能提升草原保护的精细化水平,还为生态修复工作奠定了数据基础。

2.2 GIS 技术在环境科学中的应用

GIS 技术在环境科学中的应用十分广泛,环境科学作为研究自然环境与人类活动相互作用的综合性学科,对于分析和解决环境问题具有关键作用^[2]。GIS 技术以其强大的空间数据处理能力,成为环境科学研究中不可或缺的工具。通过 GIS 技术,可有效进行土地利用变化监测、水资源管理、生态环境评价以及污染源追踪等工作。在土地利用变化监测中, GIS 技术可以基于多时相遥感数据,对土地覆盖变化进行监测与分析,辅助决策制定。在水资源管理领域,通过 GIS 技术可以整合地形、降水、流域等多源数据,实现水文模型的模拟与分析。GIS 技术还可用于生态环境评价,帮助评估生态系统的健康状况,并对生物多样性和生态服务进行空间分析。对于污染源追踪, GIS 技术能够结合大气和水体的监测数据,进行污染物扩散路径模拟分析,为环境治理提供科学依据。GIS 技术在环境科学中具有重要作用,通过空间数据的可视化与分析促进了准确有效的环境管理和可持续发展。

2.3 GIS 技术在草原健康评估中的具体应用

GIS 技术在草原健康评估中的具体应用体现在多方面。GIS 技术通过遥感影像和空间数据分析能够准确获取草原地表覆盖信息,为草原生态特征评估提供精确的数据支撑。GIS 的时空分析功能能够支持草原生态系统的动态监测和变化趋势分析,识别草原健康状态的变化模式。GIS 技术还通过建立空间数据库,将生态、经济和社会层面的数据集成,对草原健康的综合评价提供了有效平台。这一技术在草原不同健康指标的空间分布分析,以及退化区域的识别和分类中,发挥着重要作用,为决策者提供了科学管理依据。

3 GIS 技术在草原退化评估中的研究

3.1 草原退化现状和主要问题

草原退化是全球环境问题的一种表现形式,对生态系统功能、区域经济发展以及社会稳定产生深远影响。草原作为重要的生态屏障和生物多样性储存地,近年来由于人类活动和自然因素的共同影响,面临严重退化。过度放牧、草皮掠夺性利用以及矿产资源开采等人类活动是导致草原退化的主要人为因素。这些行为加剧了草原土壤的侵蚀,导致物

种多样性下降以及水资源的流失。气候变化所导致的极端天气事件,如干旱和降雨异常,也显著加剧了草原退化。植被覆盖度减少和土壤结构的损坏使草原生态系统的自我恢复能力减弱,导致土地生产力降低和生物多样性丧失^[3]。

在当前的草原退化形势下,主要问题包括草原生态系统的脆弱性增加、生物多样性损失、土壤和水资源的退化以及生态服务功能的削弱。土壤贫瘠化影响到草原的生长和恢复能力,水资源的匮乏进一步制约了草原植被的繁茂。随着现代社会对草原资源需求的增加,这些问题可能进一步恶化。如不及时采取科学有效的管理和恢复措施,草原退化将影响生态安全和人类可持续发展。对草原退化准确评估并制定相应的恢复策略显得尤为紧迫和重要。GIS 技术作为一种先进的地理信息分析工具,能够为草原退化的评估提供全面、快速和准确的支持。

3.2 利用 GIS 技术进行草原退化评估的方法

利用 GIS 技术进行草原退化评估的方法主要基于其强大的空间数据处理和分析能力。在草原退化评估中,需要构建全面的数据库,包括草原的地理数据、植被覆盖、土壤质量以及气象条件等信息。通过遥感技术获取最新的草原影像数据,将这些数据导入 GIS 平台进行矢量化处理,从而生成可以进行进一步分析的空间数据集。

在数据分析阶段,采用空间分析和建模技术评估草原退化的空间分布和严重程度。常用的分析方法包括叠加分析、缓冲分析和回归分析等。叠加分析可用于检测草原面积的变化趋势;缓冲分析有助于识别退化影响区;而回归分析则用于评估与退化相关的人为因子和自然因子。时间序列分析常用于监测不期的变化趋势,识别退化的动态过程。

准确的评估结果依赖于对多源数据的综合分析。通过对历史数据和实地调查数据进行验证,确保 GIS 分析的准确性和可靠性,为决策者提供有效的草原退化防控和管理策略。GIS 技术的应用大幅提升了草原退化评估的精度和效率。

3.3 GIS 技术在草原退化评估中的实际应用分析

GIS 技术在草原退化评估中的实际应用分析集中在数据的收集、处理与分析环节。利用遥感技术获取高精度的地理数据,包括草原植被覆盖率、土壤湿度和生物多样性等关键信息。采集的数据通过 GIS 系统进行空间分析,揭示草原退化的空间分布特征。通过叠加分析,识别出草原退化的热点区域,为草原管理者提供直观的可视化结果。还可以结合历史数据,利用时间序列分析技术,预测未来退化趋势,评估各项治理措施的有效性,为制定精准的草原恢复计划提供科学依据和决策支持。

4 GIS 技术在草原健康与退化量化分析中的应用

4.1 GIS 技术支持下的草原健康与退化量化分析方法

在草原生态系统的研究中, GIS 技术提供了一种有效

的量化分析方法,用于评估草原健康与退化程度。在具体应用中,GIS技术能够整合多源数据,建立地理空间数据库,通过空间分析工具进行综合评估。草原健康与退化可以通过多种指标进行量化分析,包括植被覆盖率、生物多样性指数、土壤养分含量等。这些指标不仅反映了草原的生态状况,还体现了其对外界压力的敏感程度。

空间插值技术在草原健康评估中可以用来推算未测地点的生态参数,而叠加分析可以综合不同生态因子的影响,寻找潜在的退化趋势。归一化植被指数(NDVI)作为一个常用的遥感指标,通过GIS技术与遥感数据的联动处理,能够实时跟踪草原植被的动态变化,识别出退化区域及其扩展速度。趋势分析被用于识别长期变化模式,通过对多期影像数据的分析,可确定草原退化的进程和驱动因素。

敏感性分析作为一种辅助工具,可以评估不同环境和人为因素对草原生态的影响程度,帮助识别哪些因素对草原健康变化更为敏感。通过GIS技术实现的数据可视化,为决策者提供直观的空间分布图和变化趋势图,使得草原管理措施的制定更加科学和有效。GIS技术的应用极大地提高了草原健康与退化评估的精度和效率,为草原生态保护和可持续利用提供了坚实的数据基础。

4.2 量化分析实例和结果

在草原健康与退化量化分析中,GIS技术的应用提供了精准的数据支持和分析能力。具体实例包括利用遥感影像结合地面实际调查数据,对草原植被覆盖度进行监测和分析。通过植被指数的计算,可以量化草原健康状况,显示出不同地区的差异。例如,通过归一化植被指数(NDVI)的时序分析,能够观察到草原植被在不同季节的动态变化及其与降水、温度等气象因素的关系。这种分析方法不仅揭示了草原生态系统的健康水平,还为理解退化过程提供了直观依据。在应用中,结合地形、土壤、水资源等多层次空间数据,建立综合的草原退化指数模型。此模型能够量化不同区域的退化程度,并识别出退化的主要驱动因素。在具体区域的应用案例中,若干草原因过度放牧及不合理的土地利用方式引发退化,通过GIS系统精确识别退化严重地带,并建议针对性的恢复措施,显示出GIS技术在量化分析和可视化决策支持中的重要作用。该技术的应用显著提高了草原恢复工

作的科学性和实施效率。

4.3 GIS技术在草原保护和退化防治中的作用和价值

GIS技术在草原保护和退化防治中的作用和价值体现在多方面。通过综合分析草原生态系统的各项数据,GIS提供了详细的空间信息支持,提升了对草原健康状况及退化趋势的准确评估。这一技术可有效识别退化区域,帮助制定针对性的恢复和管理措施,从而提高草原生态系统恢复的效率。在草原保护工作中,GIS技术促使资源管理更加精准,减低盲目性,节省资源投入。借助GIS可视化功能,促进了公众对草原保护的意识和参与度,提高了政策制定和实施的科学性和公信力。

5 结语

本文成功地应用了GIS技术在草原健康与退化评估中,通过对草原生态特征、动态变化及其退化程度的定量和定性分析,为我国草原恢复工作提供了实质性的科学依据和决策参考。研究结果不仅揭示了草原健康状况和退化程度,更深入解析了草原生态、经济和社会三个层次的相互关系。本文还在某种程度上揭示了GIS技术在草原退化评估中的应用潜力,以期未来能通过进一步的研究和开发,充分挖掘其更多的科研和实用价值。尽管本文的研究在某些方面获得了一定的成果,但是我们也必须承认,草原生态系统复杂且动态,相关研究和治理工作任重道远。对于未来工作,我们希望能有更深入的研究来解决这些问题,并进一步开发GIS技术在草原健康与退化评估中的应用。总的来说,这项研究提供了一种有效的技术手段,使我们能更好地理解 and 防止草原的退化。在未来,我们对于草原的健康评估和退化防治工作均需深化研究,科学地实施恢复措施,为保护我们的草原生态、防止草原继续退化提供有力的技术支持。

参考文献

- [1] 孙郁青.退化草原恢复中草原植物群落特征的变化[J].新农业,2021,(09):73-73.
- [2] 达瓦.西藏草原退化原因分析[J].农民致富之友,2019,0(26):174-174.
- [3] 苏尼么.草原退化原因及修复技术的效果分析[J].种子世界,2021,(05):0152-0153.

The application of real scene three-dimensional mapping technology in the field of natural resources

Guochen Bao Yunyong Han Chan Yu

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

Abstract

As a new 3D modeling technology, real scene 3D mapping technology has been widely used in all industries of China's social and economic development. The classification of natural management is more complex and more distributed. The investigation and management of natural resources is very difficult. The application of real 3D mapping technology to the field of natural resources can not only restore the original appearance of various types of natural resources, but also help relevant managers to better understand the information of natural resources through 3D modeling, and improve the quality of natural resource management. However, how to apply this technology to the field of natural resources is still a question worth thinking deeply. Based on this, this paper focuses on the application of real 3D mapping technology in the field of natural resources for reference.

Keywords

real scene 3D mapping technology; natural resources; application

浅析实景三维测绘技术在自然资源领域中的应用

鲍国陈 韩云永 余婵

云南省遥感中心, 中国 · 云南 昆明 650000

摘 要

作为一种新型三维建模技术, 实景三维测绘技术在我国社会经济发展的各行各业中得到了广泛的应用。自然管理的分类比较复杂、分布比较分散。自然资源的调查管理难度非常大。而将实景三维测绘技术应用到自然资源领域中, 不仅可以各种类型的自然资源原貌还原出来, 还能够通过三维建模的方式帮助相关管理者更好地了解自然资源信息, 提高自然资源管理质量。但是, 如何将这一技术应用到自然资源领域当中, 依然是一个值得深入思考的问题。基于此, 本文重点针对实景三维测绘技术在自然资源领域中的应用进行了详细的分析, 以供参考。

关键词

实景三维测绘技术; 自然资源; 应用

1 引言

自然资源是推动国家可持续发展的关键, 对于国家经济、社会以及生态的发展有着不容忽视的影响。近几年来, 社会经济发展速度越来越快, 科学技术的普及率越来越高, 对于自然资源管理工作的开展也提出了更高的要求。在这种情况下, 只有将实景三维测绘技术等更与时俱进的新型测绘技术应用到自然资源管理工作当中, 才能够借助新型测绘技术的先进优势, 提高自然资源管理工作质量。

2 实景三维测绘技术及其特点

所谓实景三维测绘技术, 其实就是一种以三维模拟技术为基础, 对地上构筑物进行模拟, 并利用相关软件将模拟

成果进行如实展现的新型测绘技术^[1]。这种测绘技术不仅能够对地面上的车辆、土地、道路以及人物等多种实景元素进行有效模拟, 还可以将模拟成果还原到计算机空间内, 并完成相关检测工作, 了解各种实景元素之间的变化规律, 为后续的实景管理工作开展提供便利。

实景三维测绘技术的应用特点主要体现在以下三方面。首先, 交互性强。一般情况下, 在完成建模工作之后, 需要借助专门的技术手段进行三维场景交换。而在这一过程中, 管理人员就可以根据管理需求, 从多个不同的角度对场景信息进行随意的浏览, 并与相关数据信息进行交互。其次, 真实度高。利用实景三维测绘技术构建出来的三维模型, 能够对建模场景进行高度还原, 保证建模场景的真实性^[2]。同时, 在这一建模场景中, 还可以对相关细节进行优化处理, 使建模场景与实际场景更贴近。也正因为如此, 这一技术在自然资源管理中的应用, 能够将自然资源的实际利用情况进行准确、客观的反映。最后, 实景三维测绘技术还支持绝大多数

【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方面的研究。

场景的建模,并且搭建好的模型可以进行灵活的搭配,重复搭配。而这一功能,就为后期的管理工作创造了便利。图1为实景三维展示图。



图1: 实景三维展示图

3 实景三维测绘技术在自然资源领域中的具体应用

自然资源领域涉及的内容比较多,例如国土面积、公共资源和环境资源等。要想加强自然资源管理具有较大的难度^[3]。将实景三维测绘技术应用其中,可以利用数字化建模手段和模拟技术,对各种自然资源的利用场景进行高度还原,并根据相关需求完成空间分析与决策支持等工作。

3.1 实景三维测绘技术在自然资源调查中的应用

在自然资源调查工作中,实景三维测绘技术的应用能够通过地形采集与数据融合,保证含水量、有机质含量、土壤养分等数据获取数量与质量。

3.1.1 农用地调查

农用地调查工作的开展主要包含三方面:农田调查、农村规划和农业生产。首先,在传统的农田调查工作中,以人工勘察和人工手写记录为主,调查工作偏低,且受到人员主观因素的影响较大。而实景三维测绘技术的应用,则能够利用数字化技术获取与农田有关的各种信息,例如农田利用数据、农作物种植数据、农田质量数据等。对这些数据信息进行采集、汇总与整理,就可以帮助相关人员更好地了解农田资源,并在此基础上制定出切合实际的农业政策^[4]。其次,城市化进程的推进,使得农村土地资源规划与利用工作备受关注。而对实景三维测绘技术加以利用,就能够帮助工作人员对农村地区信息进行数字化获取。搭建好的数字化三维模型,也能够为农村土地资源的规划与管理提供支持。最后,在农业生产中,实景三维测绘技术的应用潜力也非常大。例如,在农作物种植中,实景三维测绘技术的应用就能够帮助农户更好地了解土壤质量以及田地的植被覆盖情况,进而做出合理的种植决策,保证农作物的种植产量与质量。

3.1.2 宅基地调查

宅基地调查工作的开展主要包含三方面:土地测量、地形分析、环境评估和规划设计。首先,传统的土地测量以

现场测量为主,不仅不能保证测量效率,还容易受到现场人员及环境等因素的影响。而对实景三维测绘技术进行利用,则能够直接利用现代化设备,例如激光扫描仪、无人机等,对现场数据进行采集、处理与分析,并直接生成高精度的数字化三维模型。这样,不仅可以降低土地测量误差,还能够强化土地测量的精确度,提高土地测量效率。其次,传统的地形分析以现场观测和人工记录为主,无法保证地形信息获取的全面性^[5]。而实景三维测绘技术的应用,则能够通过数字化手段对宅基地地形情况进行处理,并生成三维模型,帮助工作人员更全面、准确地了解宅基地地形条件。再次,在对宅基地周围环境的评估环节,实景三维测绘技术的应用,同样可以对相关数据进行数字化模拟,对三维模型进行数字化生成,帮助工作人员更好更全面地了解宅基地周边的道路、河流、山脉等自然因素以及各种公共设施、商业设施等,为后续管理工作提供支持。图2为实景三维道路场景。最后,宅基地规划设计工作的开展,需要考虑土地利用、建筑风格以及景观设计等多方面的因素,如果采用传统规划设计模式,不仅需要在前期阶段花费大量的时间和精力进行现场观测,还容易在环境、人为等因素的干扰下降低规划设计质量。而实景三维测绘技术的应用,则能够通过数字化手段进行数据采集和三维模型生成,为规划设计工作的开展提供更准确、更全面、更有效的数据支持。



图2: 实景三维道路场景

3.2 实景三维测绘技术在自然资源项目建设中的应用

在自然资源项目建设中,实景三维测绘技术的应用主要体现在以下两方面。首先,在森林资源调查、森林防火、森林规划与森林保护工作中,可以先利用无人机设备进行相关数据信息的采集,再利用实景三维测绘技术进行这些数据信息的处理与分析,进行相关实景三维模型的搭建,然后再根据实际需求开展相关工作。例如,在森林防火工作中,在利用实景三维测绘技术了解了森林区域的地形特征、植被覆盖情况、空气质量、环境温度与湿度等之后,就可以在火灾发生时,及时锁定火源位置,指导救援人员进行灭火救援。其次,在水资源调查工作中,实景三维测绘技术还可以在水资源分布与调查、水环境管理、水污染监测和水资源规划等方面发挥重要作用。例如,在水生态环境管理工作中,实景三维测绘技术的应用可以通过数字化手段构建水生态系统

模型,通过水文、流速、物质运输等因素的分析与模拟,为相关工作人员更好地把握水生态系统变化趋势,为水生态环境恢复与保护决策的制定提供支持^[6]。再例如,在水污染监测工作中,实景三维测绘技术还可以与遥感技术一起联合应用。即先通过遥感图像对水污染源的位置进行明确,然后再借助实景三维测绘技术更直观、更全面地了解污染源的分布特征,进一步提高水污染源定位与评估的精确度。

3.3 实景三维测绘技术在自然资源灾害评估中的应用

在自然资源灾害,例如洪涝灾害、滑坡灾害和火灾等的评估工作中,实景三维测绘技术的应用同样具有十分重要的意义。

3.3.1 山体滑坡评估

在山体滑坡评估工作中,实景三维测绘技术的应用主要体现在以下四方面。首先,实景三维测绘技术的实时监测功能,可以将山体两个时间段的形态进行数字化处理与对比,以此来评估山体是否存在滑坡灾害或变形问题,为山体滑坡预警及防控救援提供支持。其次,在山体滑坡后,周边地形也会发生改变。而对滑坡现场进行数字化测量,获取相关数字化数据,也能够帮助工作人员更好地了解山体滑坡问题带来的损失和影响^[7]。再次,山体滑坡灾害的发生,与地质结构、水文特征以及人类活动等因素有关。对滑坡现场进行数字化测量,可以更好地了解各种影响因素对山体滑坡灾害的影响,进而在准确把握滑坡灾害因素的基础上制定针对性的滑坡防控措施。最后,对滑坡灾害后的真实情况进行三维实景模型的搭建,并输入各种滑坡参数,可以帮助相关人员更好地评估滑坡灾害后果,制定灾后救援恢复措施。

3.3.2 洪涝灾害评估

在洪涝灾害评估工作中,实景三维测绘技术同样可以在洪水淹没过程模拟、城市排水系统评估、土地利用变化分

析以及应急救援方案优化等工作中发挥重要作用。例如,对实景三维模拟技术加以利用,并在三维模型中输入洪水淹没范围、洪水淹没深度以及洪水流速等参数,可以直接将洪水淹没的过程进行真实模拟,为相关人员评估预测洪水灾害对城市的影响提供支持。

4 结语

综上所述,在自然资源领域中,实景三维测绘技术的应用表现出了交互性强、真实度高和场景建模灵活等特点。目前,这一技术已经在自然资源调查、管理和灾害评估等方面得到广泛应用。在未来的一段时间内,还需要对这一技术在自然资源领域中的应用潜力进行更为深入的挖掘。并通过这一技术的充分应用,为自然资源管理工作的开展提供支持与帮助。

参考文献

- [1] 闫昶,朱益虎,马克委. 实景三维在自然资源调查成果可视化中的应用[J]. 测绘与空间地理信息,2024,47(6):129-132.
- [2] 陈哲仁. 基于最小二乘法实景三维建模在界线测绘的应用研究[J]. 中国高新科技,2024(13):56-59.
- [3] 陈骅,尤静妮,葛晨,等. 测绘地理信息技术在自然资源管理中的应用[J]. 信息系统工程,2024(8):36-39.
- [4] 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(7):93-95.
- [5] 陈奕达,席岩松. 实景三维技术在测绘和地理信息领域中的创新与应用[J]. 测绘与空间地理信息,2024,47(z1):140-141.
- [6] 刘聪. 新型基础测绘与实景三维技术在城市规划中的应用[J]. 建筑工程技术与设计,2024,12(22):163-165.
- [7] 孟晋,黄杰,王宏丞,等. 简析无人机实景三维测绘技术的应用[J]. 建筑技术研究,2022,5(3):155-157.

Thinking on the application of surveying and mapping geographic information technology in fire emergency rescue work

Xiao Hu

Hangzhou Zhonghe Survey and Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

In recent years, fire accidents occur frequently, and various risks and hidden dangers are increasing, bringing more challenges to the fire safety department, affecting the stable development of the society, so it is particularly important to further improve the fire emergency rescue work. Fire safety management through the application of surveying and mapping geographic information technology, can get more detailed geographic space data information, understand the actual situation of the scene of the accident, assess the accident risk level, influence factors, used to improve the emergency plan, prepare detailed rescue plan, provide support for fire rescue work, to minimize the harm. In view of this, the research work of this paper, give a brief overview of the application value and key technology of surveying and mapping geographic information technology, and explore the specific application situation for the reference of relevant personnel.

Keywords

fire emergency rescue; surveying and mapping; geographic information technology

消防应急救援工作中测绘地理信息技术的运用思考

胡晓

杭州众合勘测设计有限公司, 中国 · 浙江 杭州 310000

摘 要

近些年来, 火灾事故频发, 各种风险隐患不断增加, 给消防安全部门带来了更多的挑战, 影响到社会的稳定发展, 因此进一步完善消防应急救援工作尤为重要。消防安全管理工作中通过应用测绘地理信息技术, 可以获得更加详细的地理空间数据信息, 了解事故现场的实际情况, 评估事故的风险等级、影响范围等因素, 用于完善应急预案, 编制详细的救援方案, 为消防救援工作提供支持, 将危害降到最低。鉴于此, 开展本文的研究工作, 简单概述测绘地理信息技术的应用价值和应用的关键技术, 探究具体的应用情况, 以供相关人员参考。

关键词

消防应急救援; 测绘; 地理信息技术

1 引言

突发事件发生后, 政府部门需要第一时间响应, 结合地理信息数据制定紧急预案。采集处理数据, 及时更新, 根据现状制定最可行的应急解决措施。因此在具体的工作中, 消防安全管理部门可以合理应用测绘地理信息技术, 开发相关系统, 做好数据的采集, 提高应急测绘的精准度。同时通过三维激光扫描技术和平面疏散图构建疏散路径, 完善救援方案, 提高救援效率。在先进技术的支持下, 进一步完善消防应急救援工作。

2 消防应急救援工作中测绘地理信息技术的运用价值

消防应急救援工作中存在一定的危险性和不确定性, 通过合理应用测绘地理信息技术, 开展应急测绘工作, 可以获取现场的实际数据信息, 用于判断事件的紧急程度。同时也能绘制现场的三维地图, 为救援方案的制定提供可靠的依据。地理信息技术是一种先进的空间信息技术手段, 在测绘工作中发挥重要的作用, 可以为消防应急救援工作提供预警、监测、评估、应急、响应等一系列的支持工作。测绘地理信息技术主要是通过固定的施测方式和数据分析方法获取相关的地理数据信息综合整理, 构建出整体形式的地理信息框架^[1]。在各种先进技术的支持下, 可以提高应急测绘工作的精准度, 保障数据的可靠性, 实现数据共享, 便于快速准确地判定事故区域, 顺利开展应急救援工作。

【作者简介】胡晓(1996-), 女, 锡伯族, 中国新疆乌鲁木齐人, 本科, 助理工程师, 从事测绘相关研究。

3 消防应急救援工作中测绘地理信息技术应用的关键技术

3.1 消防应急疏散平面图制作

获得全面数据信息,编制消防应急疏散平面图。数据要分层合理,可控性强,根据其属性特点进行风格渲染。在地理信息系统中包含点数据模型、线数据模型、面数据模型和文本,可以将消防设施例如报警器、灭火器等设置为点图层,将逃生路线设置为线图层,将建筑物内部分布情况设置为面图层^[2]。向外业测绘的 CAD 数据转化格式,根据分层设计原则提取点、线、面图层进行拓扑处理。对其设置相应的符号色彩和文本风格,导出 pdf 的地图文件,完成专题地图制作。

3.2 VR 全景影像制作

VR 技术可以通过拍摄的形式将现场的环境进行真实的 1:1 还原,打造立体深度交互的场景。在现场测绘工作中完成数据的采集,用于搭建 VR 实景。首先对建筑物内部进行全景拍摄,要求所有照片都有重叠区并与后期拼接。站与站之间的距离不宜太远。然后对所有拍摄的照片进行全景拼接合成,保证场景的真实性,为后续工作提供重要依据。

3.3 三维激光扫描

三维激光扫描主要是借助高速激光扫描测量的方法,获得物体表面各个点的坐标、反射率等信息,通过这些信息复建出 1:1 的三维模型^[3]。在该技术的支持下,可以为内业数据处理分析提供相关依据。在现场测量工作中,可以应用三维激光扫描仪,采用密度点云+全景照片拍摄的模式。在建筑物内部,由于拐弯比较多,可以增加测量数量保障点,可以更好地拼接。经过点云处理分析,形成三维场景模型。

4 消防应急救援工作中测绘地理信息技术的具体应用

4.1 应急救援系统的设计

在消防应急救援工作中涉及了大量与地理位置相关的信息。开展业主救援系统设计时,可以充分应用测绘地理信息技术。建立与空间位置信息和相关的属性数据之间的紧密

联系,便于迅速开展救援工作。应急救援系统可以显示电子地图和事故地点信息,对救援单位、应急物资的布局情况进行分析,可以为救援方案的实施提供相关的参考,有效调动不同的部门,第一时间赶赴事故地点。在 GIS 数据库中涉及详细的地理信息,通过综合评估多种因素,可以选择最佳的救援路线。根据 GIS 的空间拓扑分析形成缓冲区,预测事故蔓延趋势,划定范围用于警戒,帮助居民撤离^[4]。

应急救援体系主要包括事故预案管理和事故应急救援管理两部分。消防应急救援管理,应当对事故进行指挥管理协调和资源配置。在进行设计时,将其分为事前准备、事中响应和事后提升恢复三个部分。事前准备工作中需要制定完善的安全技术标准和应急预案。事中响应需要确保应急救援指挥中心及时发出警报,做好指挥、调配等一系列工作。在事后提升阶段,主要进行事故调查,现场清理和恢复工作。基于此,需要建立完善的信息数据库,应用 GIS 技术,收集整理空间数据信息,显示不同图层,标注特定范围的地表特征,通过更加直观的方式了解区域内的情况。通过 GIS 技术定位目标选择相应的模型,进行危害评价,模拟演练救援情况。同时建立决策支持,可以根据火警大小、火灾事故的原因等提供不同的应急救援预案。

4.2 数据采集与处理

数据采集环节,应用无人机搭配倾斜等相关的摄像系统,可以多角度地采集建筑物的地理信息和光谱特征,形成准确完善的地理信息数据,用于辨别突发事件的地理点位^[5]。通过应用卫星或航天飞机在高空捕捉地理全貌,并进一步优化区域地理信息。超高空测绘地理信息技术应用具有一定的优势,可以补充低空无人机遥感技术无法快速全盘扫描的弊端。有效规避地面自然因素的影响,提高测绘的准确度。使用地面雷达技术扫描地理目标,获得更多信息。

做好数据信息的收集后,对各类数据进行分析处理。将其转化为影像资料,搭载完善数据库。将快速制图技术与遥感影像一体化技术结合,可以充分体现被测区域的情况,形成应急测绘的完整图像,对其中的位置、尺寸、形状等信息尽可能地还原,为消防应急救援工作提供重要依据。

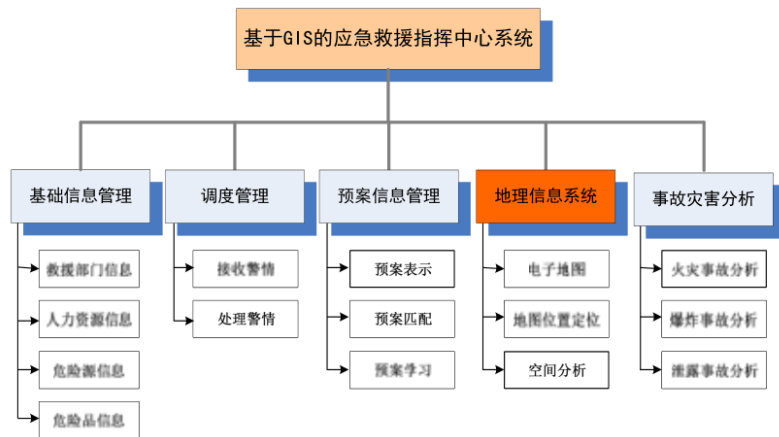


图 1 基于 GIS 的消防应急救援系统构成

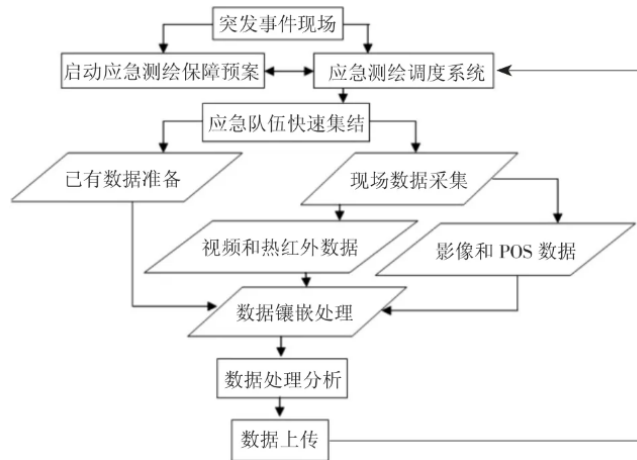


图2 应急测绘的流程

4.3 快速评估与信息共享

事故发生后, GIS 技术迅速响应, 获得事故现场的空间信息, 通过空间分析功能和强大的数据处理能力, 可以了解事故内各种设施受损情况、道路通行状况、火灾的蔓延程度等各种信息^[6]。综合评估, 确定灾害等级, 可以为后续的救援工作提供有利的决策依据。GIS 技术具有强大的数据分析和处理能力, 同时还具有可视化功能, 在预警工作中接收到相关信息后, 可以将数据快速转化为地图形式, 便于公众和决策者清晰地了解事故可能发生的具体区域、影响范围和潜在的风险等级, 同时还能生成柱状图、折线图等不同形式, 显示在不同时间段的强度、范围等的变化情况。消防人员了解事故的演进态势后, 从而顺利开展救援工作。

快速响应后, 各部门之间协调作业实现信息共享。在 GIS 技术支持下搭建信息共享平台, 可以实现各部门的密切联系, 开展应急测绘工作, 实时掌握应急测绘的相关信息。在 GIS 平台上得到充分的反映。可以确保各部门根据事故情况迅速作出反应, 协调管理, 开展救援工作。

4.4 应急资源调度

消防应急救援工作中, 应急资源调度工作尤为关键, 可以减轻事故影响, 保障人民生命财产安全。在这个环节可以应用 GIS 技术作为其核心的工具, 建立应急资源数据库, 调度周边的所有信息, 了解周边救援队伍、医疗资源、食品供应、消防设施等的具体情况, 通过数字化的形式呈现出来, 便于决策者快速获取相关信息。通过应急资源调度模型, 实现智能调配, 可以根据现场路线的情况进行空间数据分析处理, 给出最优的调配路线^[7]。通过更加直观的方式显现出来, 决策者可以充分了解资源的分布与调配路径, 便于做出更加科学的决策, 开展现场指挥工作, 提高救援的效率。

4.5 决策支持系统

GIS 技术可以为消防应急救援管理工作提供决策支持。通过集成事故监测、预警、评估等多方面的信息, 形成一个完善的决策支持系统。可以将海量的地理信息数据转化为更加直观的事故形式图。通过可视化的功能和相关模型模拟事

故的变化情况, 便于了解各种事故发生的位置、影响范围、潜在风险等更多因素^[8]。救援人员可以根据 GIS 技术提供的信息做出迅速决策, 及时追踪现场情况。做好应急管理, 应对各种突发情况。

5 结语

综上所述, 为了保障人们生活的安全和社会的稳定发展, 消防安全管理部门要进一步重视消防应急救援工作的建设。测绘地理信息技术的合理应用, 可以获取各在全面实时的数据信息, 为救援工作提供依据。涉及三维激光扫描技术、VR 实景技术的合理应用。在具体应用中做好数据的采集分析, 构建三维模型, 用于反映现场情况。开发基于 GIS 的应急救援系统, 综合应用各项数据信息, 开展多部门的协同作业, 调配资源及时响应, 提供决策支持, 可以迅速开展救援工作, 将危害降到最低。而且通过合理应用测绘地理信息技术, 可以积累更多的经验, 为开发相关系统制定应急预案奠定良好的基础。

参考文献

- [1] 王士博. 空间信息技术在应急管理领域的实践与思考 [J]. 中国应急管理科学, 2023, (07): 73-84.
- [2] 刘永轩, 易致礼, 张骏, 等. 测绘地理信息技术在消防应急解决方案中的应用 [J]. 北京测绘, 2021, 35 (09): 1216-1220.
- [3] 张少泉. 基于GIS的应急救援系统探究 [J]. 数字通信世界, 2023, (03): 51-53.
- [4] 张国彬. 智慧消防在煤化工行业应急救援中的应用 [J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52 (02): 101-103.
- [5] 本刊讯. 山西省测绘地理信息院开展应急测绘保障演练 [J]. 经纬天地, 2022, (06): 3.
- [6] 张翊翔. 黑龙江省突发事件应急测绘保障策略研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [7] 谭秋焰. 基于GIS的滑坡灾害应急救援系统设计[D]. 西南科技大学, 2022.
- [8] 王旭科. 基于三维地理信息数据和SuperMap GIS的消防救援路径规划应用研究[D]. 甘肃: 兰州大学, 2020.

Thinking on the construction path of natural resource informatization based on digital empowerment

Yanping Li

Urumqi Natural Resources Survey and Planning Institute, Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract

the information age, digital technology in natural resources has played a more and more important role in management, especially in large data analysis technology, remote sensing technology, GIS technology can assign, to the digital resources, digital information, realize the efficient natural resources data collection, storage, processing and analysis, optimize management, protection measures. This paper mainly analyzes the digital-enabled information construction path of natural resources, so as to effectively improve the efficiency of natural resource management, further improve the utilization rate of natural resources, and provide a basis for the scientific formulation of natural resource protection decisions.

Keywords

digital empowerment; Natural resources; MIS

基于数字赋能的自然资源信息化建设路径思考

李燕萍

乌鲁木齐市自然资源勘测规划院, 中国 · 新疆 乌鲁木齐 830002

摘 要

信息时代, 数字技术在自然资源管理中发挥了越来越重要的作用, 尤其是在大数据分析技术、遥感技术、GIS技术的赋能作用下, 能够把数字资源向数字化、信息化方向发展, 实现自然资源数据的高效采集、存储、处理和分析, 优化管理、保护措施。文章主要对数字赋能的自然资源信息化建设路径进行分析, 从而有效提升自然资源管理效率, 进一步提高自然资源利用率, 为自然资源保护决策的科学性制定提供依据。

关键词

数字赋能; 自然资源; 信息化建设

1 引言

在数字赋能下, 需要对大数据分析技术、遥感技术、GIS 技术进行集成应用, 助力构建自然资源信息化框架, 在此基础上构建大数据分析模型, 对自然资源进行实时监测, 提升自然资源管理工作水平, 进而持续性优化自然资源管理工作, 促进自然资源管理工作信息化建设水平的提高。

2 基于数字赋能的自然资源管理工作信息化建设意义

数字赋能, 就是在自然资源管理中融入现代化信息技术, 进而实现自然资源的信息化、数字化建设, 代替原来的纸质管理方式, 促进各类自然资源数据的自动化采集、智能存储和高效处理, 为后续自然资源管理决策的科学开展提供详

细的数据依据。在数字赋能基础上, 可以构建精准的数字模型, 实现精准的数据预测和分析, 进而协助自然资源管理者更好地掌握资源分布情况, 详细了解自然资源利用现状, 为其后续发展态势进行分析, 进而采取针对性的保护措施。如可以利用 GIS、遥感技术等, 动态监控土地利用、森林覆盖、水资源分布等情况, 进而优化资源管理决策, 实现自然资源管理工作的可预测性、可控制性。在数字赋能基础上积极推动资源信息化建设, 能够进一步提升资源管理效率, 尤其在 GIS、遥感技术、大数据技术的集成应用下, 帮助管理人员精准自然资源分布情况, 优化管理决策^[1]。例如, 广东省引用 GIS 技术对森林生态系统进行定位观测, 布设十几个森林生态站, 对该省的森林资源进行全面覆盖监测, 构建更加系统的森林资源观测网络, 为后续资源管理提供依据, 进而减少资源浪费。此外还可以利用遥感技术实现自然资源的信息化管理, 利用卫星遥感数据实现自然资源的大范围、精准性监测, 及时发现非法采伐、土地退化等异常变化情况, 有效遏制森林破坏现象; 大数据技术的应用能够构建自然资

【作者简介】李燕萍 (1980-), 女, 中国河南周口人, 硕士, 高级工程师, 从事GIS数据库及自然资源应用系统建设研究。

源管理模型,精准预测资源变化趋势,提高资源利用率,优化自然资源保护决策,进一步提升自然资源管理工作的科学性和高效性。

3 基于数字赋能的自然资源管理工作信息化建设路径

3.1 构建云智一体基础设施

以构建纵横联通、融合一体、安全高效的自然资源“一张网”为目标,一要实现多网联通融合,加强网络节点建设和网络互联,增强涉密内网、业务网和政务外网的各自支撑能力,提升网络联通的深度与广度^[2];二要实现基础设施算力统筹提升,整合提升云边协同算力,提高跨数据中心的弹性调度能力,形成数网协同、绿色智能的算力设施体系;三要保障安全自主可控,推进全国产基础运行环境适配,提升容灾备份能力,优化升级促进“一张网”的自主可控。例如,重庆市规划和自然资源局通过数字化变革,夯实数字化治理基本能力,打造夯实基础、强化支撑、赋能全局、推动转型的数字化体系,推动开展数字政务领域改革,一系列成果已接连落地。此外重庆市还建立国土空间信息平台,实现政务业务一体化。向上对接自然资源部、横向对接全市政务服务、用户超过2.9万人、180余项政务业务在平台办理。此外,重庆市基于全市唯一一体化智能化公共数据平台建设,为全市数字化变革提供统一空间数据底座,实现空间数据融合、释放空间数据潜力、构建空间治理场景、回应空间治理现代化技术逻辑,形成数据(归集)一底座(融合)一场景(转化)一平台(循环)一数据(回流)全周期闭环。

3.2 整合数据要素

按照“数据二十条”,以促进自然资源数据要素更好地融入生产、分配、流通、消费和社会服务管理等各环节,充分释放数据要素价值为目标,重点强化5个方面的建设,畅通自然资源数据的汇、管、治、用全环节的支撑体系,形成将数据资源转化为数据资产,从数据资产提炼数据资本的数据良治模式。一是提升态势感知能力。健全“空天地海网”态势感知的数据获取能力,优化提升国土空间和自然资源感知监测的要素广度、内容精度、时间频度,支撑国土空间全域全要素在全生命周期的立体动态感知、自动判读识别、智能分析理解。二是构建国土空间信息模型(TIM)。即面向国土空间治理的全域、全要素、全流程、全周期,以TIM为统一指引,形成三维数字孪生的国土空间信息有机综合体。三是强化数据治理与融合^[3]。基于全链条的数据治理方法和工艺开展自然资源数据治理,以数据实体为基础实现自然资源数据在业务、空间和时序上的关联,并充分利用链式数据抽取、知识图谱创建、阶段对象赋码、数据画像建模等技术手段,强化各类数据的统一时空耦合与知识发现。四是深化数据联动共享。强化跨业务、跨系统、跨层级的数据共享,实现数据更新“一动皆动”。五是促进数据资

产运营。基于数据要素资产化和流通探索,搭建含资源总览、资产检索、主题画像、服务供给、运营管理、流通监管等功能的数据资产利用管理系统,实现按需授权、随用随取。

3.3 完善基础平台建设

国土空间基础信息平台作为驱动自然资源数字化治理的关键能力引擎,需要实现从数据管理到智慧中枢的转变,成为全面拥抱AI的“智慧性”平台、支撑数字生态共建共享共创的“生态型”平台和多主体协同治理的“协同型”平台。一是智能化。重点强化大数据、AI等技术的智慧赋能,推进智慧国土专业大模型建设,提升感知判断、协同共享、分析决策、预测推演的智能化水平,以工具组件、算法模型服务、API等方式供各业务系统无缝集成调用,并基于应用反馈、学习训练持续优化和迭代更新;二是协同化。充分应对跨层级跨地域跨系统跨部门跨业务的一体化协同治理,提升平台的统一管理与分布式运行支撑,推进系统对接和数据共享联动,支撑纵向业务联动、横向业务协同和社会化服务的多元供给;三是生态化^[4]。通过各条线、多层次数字技术的融通众筹,促进数据、算力、知识、工具等数字化资源的多跨共享利用,支撑“政产学研用”各群体利用数字资源进行在线合作和治理创新。

3.4 优化应用场景

在应用层面,面向以业务为导向的场景牵引和系统整合,强化应用解耦合资源整合能力,实现从应用开发到智慧场景装配的转变,改变数据和应用孤岛林立、接口冗乱的现象。第一步,业务牵引。构建从宏观业务架构、业务体系到中观业务关系,再到微观业务活动全维度的业务分析与设计能力,实现业务标准化,为具体场景的业务融合和流程再造提供支撑;第二步,数字化转译。基于业务分析厘清业务相互调用需求、识别和归集业务能力等,形成功能服务清单,进一步构建业务数字化模型^[5];第三步,场景装配。在业务标准化和业务服务识别基础上,有机融合现有系统和场景应用,围绕一件事打通业务链、数据链,利用国土空间基础信息平台提供关于可配置、可复用、可组装的UI组件、场景模板和服务API等,进行一站式快速组装,实现业务融合协同、数据共享联动。最终,形成底线守护、格局优化、绿色低碳、权益维护4大主题应用场景和若干专题场景组成的应用体系。例如,深圳市于2019年构建了海陆一体化的时空基准体系,建设了全市域2000平方公里分辨率优于5cm的城市级实景三维和重点片区部件级实景三维,形成年度时序化更新的地形级实景三维数据,持续完善实景三维多元化服务体系,赋能城市各行业高质量发展。以实景三维为基底,建立全空间索引体系,关联约15万宗土地、65万栋建(构)筑物、1300万套(间)房屋、1700万实有人口,融合时空基础、物联感知、政务管理和工程建设BIM等数据,形成地上地下、室内外和海陆一体的数字深圳市实景三维底座。

3.5 完善数字生态

国土空间治理是政府、企业、社会多利益主体的协同治理体系,需要广泛凝聚各界智慧,协同“政产学研用”构建共建共享共创的开放数字生态体系,推动国土空间治理走向更加开放的善治模式^[6]。在健全完善相关法律法规和管理制度基础上,利用国土空间基础信息平台的开放数字生态构建能力,围绕技术众筹、数字共享、数字协作、安全共筑打破各层面隔阂,并通过打造国土空间治理的开放社区和在线平台,满足信息公开、公众监督、开放服务、在线会商等需要,促进共建共创。近年来,长沙市自然资源和规划局基于《自然资源部信息化建设总体方案》确定的自然资源信息化总体架构和发展方向,结合实际业务管理需求,在原国土、原规划体系信息化建设成果基础上,建设了自然资源和规划一站式管理服务平台等信息化系统。在此基础上,长沙市自然资源和规划局对标《国务院关于加强数字政府建设的指导意见》(国发〔2022〕14号)、《湖南省“十四五”自然资源发展规划》等文件要求,对现有的信息化框架进行全面升级,在全面梳理自然资源和规划领域业务体系基础上,通过重新构建业务、数据、应用高度融合的全局统一的信息化应用平台,以实现自然资源和规划数字化转型。具体建设内容有:构建“全业务覆盖、全周期协同”的业务体系、建立“纵向到底、横向到边”的系统互联、打造“数字化、智慧化”的应用体系。

3.6 强化安全管理

要增强网络安全保障能力,构建供应链安全制度、完善商用密码应用安全性评估、关键信息基础设施安全检测评估、网络安全等级测评制度等。此外还需要构建全方位的安全体系建设工程,实现安全态势感知与协调指挥,优化数据安全风险监测预警,建设商用密码基础设施^[7]。要强化新技术新业态安全保护,落实物联网安全保护措施,贯彻执行人工智能安全保护措施。要健全密码应用保障体系,完善密码应用支撑体系,提升密码应用支撑能力,实现商用密码的全面应用。要强化数据安全保护能力,构建更加系统全面的数据安全管理制度体系,并完善数据分类分级目录,提升数据安全保护能力,构建更加系统完善的数据安全风险监测预警体系。强化网络安全保障能力,完善安全管理制度体系,形成一体化的网络安全技术防护体系,提升网络安全监测预

警和应急处置能力。

3.7 完善标准规范体系

结合自然资源数字化治理需求,构建自然资源数字化治理标准体系,优化标准规划布局,增加标准有效供给,强化标准应用实施,其中标准体系包含基础通用、数字化基础设施、数字化应用场景等标准体系^[8];强化标准供给,强化基础通用标准研制,并完善数据资源相关标准,加大国土空间基础信息平台建设标准研制,推动智能测绘、大数据、知识图谱、数字孪生等新技术标准研制;强化数字化应用场景标准建设,包含梳理业务现状、分析业务协作关系、厘清相互调用需求等,为数字化治理提供业务支撑。优化标准实施评估工作,构建数字化治理标准建设绩效评价机制,推动标准实施应用。

4 结语

综上所述,为了进一步提高自然资源管理工作的信息化建设水平,需要对遥感技术、大数据分析技术、GIS等数字技术进行集成应用,进一步提高自然资源数据分析效果,保障自然资源的高效利用和发展。

参考文献

- [1] 张涛,荣红卫,李居昭,等. 基于大数据技术的自然资源工程信息化[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (11): 21-23.
- [2] 林四海. 信息化背景下自然资源档案管理存在的问题及其创新路径[J]. 中国土地, 2024, (09): 56-57.
- [3] 花文博. 新时代自然资源档案信息化建设探索与实践——以广东省国土资源档案馆为例[J]. 办公室业务, 2024, (10): 24-26.
- [4] 张萍,张伟,胡艳,等. 自然资源和规划档案信息化建设现状调查分析——以武汉市自然资源和规划局为例[J]. 档案时空, 2019, (10): 4-8.
- [5] 刘聚海,程立海,耿雯,等. 数字时代背景下自然资源信息化科技创新若干问题探讨[J]. 自然资源信息化, 2023, (02): 1-12.
- [6] 邹柏莉. 基于信息化时代的自然资源档案数字化建设路径选择[J]. 兰台内外, 2022, (08): 13-15.
- [7] 张晔. 内蒙古自治区自然资源厅数字档案室建设实践[J]. 西部资源, 2021, (01): 182-185.
- [8] 何丹,陈礼金,柳霞. 机构改革后加强自然资源档案信息化建设的若干举措[J]. 浙江档案, 2020, (04): 58-59.

Rapid construction and application of real scene 3D model in emergency management and disaster assessment

Yunyong Han Guochen Bao

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

Abstract

With the rapid development of modern information technology, the application of real scene 3 D model in emergency management and disaster assessment has gradually become a key means to improve the efficiency of emergency response. The real three-dimensional model has the characteristics of high efficiency, intuitive and accurate, which can quickly build the three-dimensional spatial information of the disaster site and provide reliable reference for the decision makers. After the disaster, using aerial remote sensing, uav and other technologies to quickly obtain the field data, combined with three-dimensional modeling technology, can quickly generate the real three-dimensional model of the disaster site. The model can not only clearly reflect the degree of disaster damage, but also provide strong support for resource allocation and rescue path planning.

Keywords

real-scene 3D model; emergency management; disaster assessment; and rapid construction

实景三维模型在应急管理与灾害评估中的快速构建与应用

韩云永 鲍国陈

云南省韩云遥感中心, 中国 · 云南 昆明 650000

摘 要

随着现代信息技术的飞速发展, 实景三维模型在应急管理与灾害评估中的应用逐渐成为提升应急响应效率的关键手段。实景三维模型具备高效、直观、精准的特点, 能够快速构建灾害现场的立体空间信息, 为决策者提供可靠的参考依据。在灾害发生后, 利用航空遥感、无人机等技术手段快速获取现场数据, 结合三维建模技术, 能够快速生成灾害现场的实景三维模型。该模型不仅能清晰反映灾害的破坏程度, 还能资源调配、救援路径规划等提供有力支持。

关键词

实景三维模型; 应急管理; 灾害评估; 快速构建

1 引言

实景三维模型是一种基于多源数据, 利用计算机技术生成的三维空间模型。它能够将灾害现场的地理信息、建筑物状态、地形变化等因素以三维立体的形式进行直观展示, 为决策者提供真实、全面的灾害信息。特别是在复杂的灾害场景中, 传统的二维平面图或单一的文字描述往往无法准确反映出灾害的全貌, 而实景三维模型可以通过其真实感和可操作性, 帮助管理人员更好地了解现场情况, 并作出科学合理的决策。

【作者简介】韩云永(1979-), 男, 中国云南宜良人, 本科, 高级工程师, 从事遥感、地理信息系统数据处理及检查方面研究。

2 实景三维模型在应急管理中的快速构建与应用

2.1 应急演练仿真

2.1.1 虚拟场景构建

利用无人机航拍、激光雷达扫描以及高精度地理数据采集等技术, 能够快速获取真实场景的三维数据。这些数据经过建模处理后, 可以生成高度逼真的虚拟场景, 涵盖建筑物、道路、植被、水体等多种元素^[1]。比如, 在模拟城市火灾时, 可以通过实景三维技术将火灾可能蔓延的区域精确呈现出来, 细化到每栋建筑的结构、每条道路的宽度, 甚至包括人流聚集的场所。场景构建不仅要考虑到物理环境的真实性, 还需要结合动态数据, 如气象条件、交通流量等, 实现对灾害场景的动态还原。这种细节化的虚拟场景, 为后续的应急推演提供了可靠的基础。实景三维模型图如图 1 所示。

2.1.2 应急预案推演

三维模型为预案推演提供了直观的平台, 指挥人员可以基于虚拟场景制定并测试多种应急响应方案。例如, 在模拟地震灾害时, 可以加载灾害波及范围的数据, 通过模型展

示建筑物可能的倒塌情况、重要交通节点的阻断情况以及人员疏散的瓶颈点,从而直观地评估现有预案的优缺点。在推演过程中,三维模型还可以集成多种动态数据,如人员分布、救援资源位置以及实时气象变化,这些数据的动态变化能够让决策者清晰地了解灾害发展的每一步,从而快速调整决策。尤其是在重大突发事件中,利用三维模型进行多方案对比,能够辅助指挥人员选择最优的应急方案,提高应急响应的科学性与时效性。



图1 实景三维模型图

2.1.3 应急培训教育

传统的应急培训通常依赖文字、图片或视频等方式,参与者缺乏沉浸感,难以真实感受到灾害场景带来的压力与挑战。而三维模型构建的虚拟场景通过沉浸式的体验,为培训提供了前所未有的真实感。比如,在消防培训中,学员可以进入虚拟火灾场景,模拟在浓烟和火焰中寻找逃生通道的过程。这种沉浸式的培训方式,不仅能够增强学员的实战能力,还可以帮助他们熟悉不同灾害场景下的应对流程与要点。

2.2 灾中应急响应

2.2.1 灾情实时监测

灾害发生后,现场环境往往复杂且变化迅速,传统的平面地图或二维影像难以全面反映灾区的地形、建筑分布和受损情况,而三维模型则可以完整呈现这些信息。通过无人机或其他扫描设备获取的实时数据,三维模型能够快速更新,展现灾害区域的动态变化。例如,在地震中,建筑物倒塌的范围和程度、道路的损毁情况以及可能的次生灾害隐患,都

可以通过三维模型清晰呈现。救援人员不需要亲自进入危险区域,就能全面了解灾情,从而提高决策的准确性和效率^[2]。

2.2.2 救援方案制定

灾害现场的复杂性往往导致救援行动难以全面展开,而三维模型可以帮助指挥人员直观地评估灾区的地形特征、受灾范围以及救援通道的可行性,从而在最短时间内制定出针对性的救援方案。以洪涝灾害为例,三维模型能够精确显示水流的漫延范围和周边地形的高低起伏,指挥中心可以根据模型找到最佳的救援路线、确定安全的疏散路径,并及时调整救援计划。此外,通过叠加人口分布、交通网络、医疗资源等多维信息,模型还可以为人员安置、物资配送以及后续恢复工作提供支持。

2.2.3 应急资源调度

在灾害现场,资源分布不均、交通受阻等问题常常制约救援行动的开展,而三维模型可以精准标注关键设施的位置、受灾区域的分布以及可通行道路的情况,从而为资源调度提供准确依据。比如,在台风灾害中,模型可以直观显示被困人员的聚集点、断裂的电力设施或受损的道路桥梁,指挥中心可以据此快速部署救援力量和物资。例如,救援车辆可以根据模型确定最佳行进路线,医疗队伍可以优先赶赴受灾最严重的地区,而救援物资可以通过模型的指导实现精准投放。

3 实景三维模型在灾害评估中的快速构建与应用

3.1 灾害信息提取

3.1.1 受灾区域识别

在灾害发生后,受灾区域可能涉及大面积的地理空间,实景三维模型能够在飞速收集数据的基础上,快速生成立体影像,帮助准确识别出受灾区域的边界和内部情况。通过无人机、卫星遥感等方式获取高分辨率影像,结合地理信息系统(GIS),技术人员能够在短时间内构建出完整的灾区三维模型,实现对受灾区域的快速识别和精确定位。这一过程中,三维模型不仅展现了地形、建筑、植被等表面数据,还能直观反映出灾害对自然和人类活动的影响(如图2所示)。无论是地震、洪水、山体滑坡,还是其他类型的自然灾害,实景三维模型都能在第一时间提供清晰的受灾区域轮廓,为后续的救援部署提供基础依据。

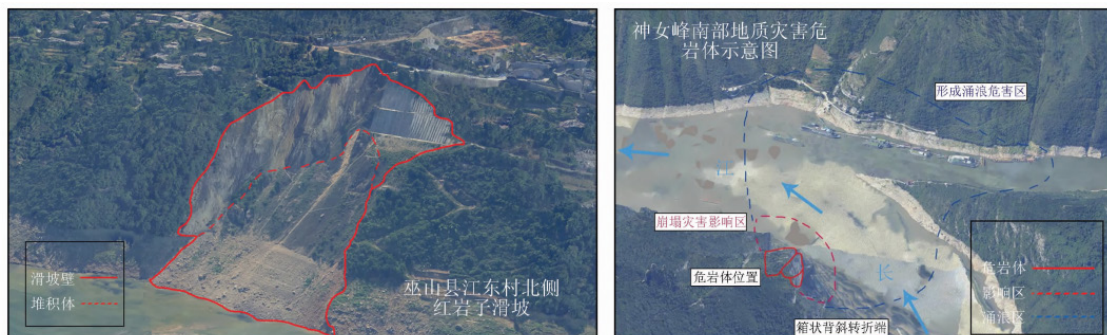


图2 基于三维模型的地质灾害调查应用

3.1.2 受灾程度评估

灾害程度的评估不仅仅依赖于地面目测或单一的二维影像分析,而是需要多维度、多层次的信息整合。通过构建的三维模型,相关人员可以清晰地看到建筑物的损毁情况、地表的变形程度以及植被的破坏范围等信息。这种立体的呈现方式能够更直观地展示灾害带来的影响,使得损失评估更加全面。具体来说,技术人员可以通过分析三维模型中建筑的结构变化、地表的沉降或隆起等细节,量化灾害造成的破坏程度。这些数据不仅能够帮助政府和保险机构评估损失,还能为后续的灾后重建工作提供科学依据。

3.1.3 灾情变化监测

灾情变化的监测是灾害评估中的持续性工作,尤其对于一些灾情可能会进一步扩大的灾害类型,如洪水、泥石流等,实时掌握灾情变化显得尤为重要。实景三维模型能够通过多时相数据的叠加和对比,帮助监测灾情的动态演化情况。技术人员可以定期通过无人机航拍或卫星影像更新三维模型,持续跟踪受灾区域的变化,及时发现灾情的扩大或新的灾害隐患。在此过程中,三维模型的精细化展示和动态分析功能,可以帮助相关部门预测灾害可能的发展趋势,提前部署防范措施,减小二次灾害的影响^[3]。

3.2 灾害损失评估

3.2.1 建筑物损毁评估

在建筑物损毁评估方面,实景三维模型能够清晰地呈现每一栋建筑的受损情况。评估团队可以通过这些模型,详细分析建筑物的结构完整性,识别出哪些建筑物受到严重影响,哪些则相对完好。通过对比灾前和灾后的三维模型,评估人员可以准确地判断出建筑物的损毁程度,甚至可以用来评估建筑物的修复成本。这种方法大大提高了评估的效率,也增强了评估的准确性。以往,建筑物的损毁评估往往需要耗费大量的时间和人力,而现在,借助三维模型的技术,评估团队能够迅速作出反应,及时为救助和恢复工作提供科学依据。

3.2.2 基础设施损坏评估

在灾后,公路、桥梁、供水和电力等基础设施往往受到严重影响。通过对这些基础设施进行三维建模,评估人员能够快速识别出哪些设施存在安全隐患,哪些需要立即修复。比如,使用三维模型对桥梁进行分析,可以清楚地看到桥体是否出现裂缝、扭曲等异常现象,从而判断其是否仍然安全可用。这种快速而准确的评估方式,不仅帮助决策者及时采取措施,确保公众的安全,也为后续的修复工作提供了重要参考。

3.2.3 经济损失估算

通过对建筑物和基础设施的损毁情况进行全面评估,评估人员能够估算出整个灾害对经济造成的影响。比如,在一个城市经历了强烈地震后,首先需要通过三维模型了解各个区域的损毁情况,然后结合当地经济指标、产业结构等数据,进行综合分析。这种方法使得经济损失的评估不再只是简单的数字运算,而是建立在扎实的数据基础之上。这样的评估结果能够为政府和相关部门制定救助政策、分配资源提

供坚实的依据。

3.3 灾害风险分析

3.3.1 灾害易发性分析

易发性分析需要综合考虑地质、气候、地貌等多方面因素,这些因素往往与空间布局密切相关。通过实景三维模型,可以直观地展现这些地理要素的空间关系,进而分析出特定区域的灾害易发性。比如,在进行山体滑坡易发性分析中,三维模型可以清晰呈现坡度、坡向等关键地形特征,这些信息有助于评估滑坡的潜在发生概率。有了这些精确的三维数据,灾害易发性分析就不再仅仅依赖理论推测,而是有了更加扎实的空间数据支撑。

3.3.2 脆弱性评估

脆弱性评估主要关注的是在灾害发生时,受威胁地区的承受能力和应对能力。通过三维模型,可以精确呈现建筑物、基础设施以及人口密集区的分布情况,使评估者能够更清晰地了解这些区域的暴露度和潜在损失。举例来说,某地区的建筑物紧邻河道,通过三维模型能够清晰地看到该建筑物相对河床的高度差,从而判断其在洪水中的脆弱程度。此外,三维模型还能够集成历史灾害数据,通过对比不同时间段的三维实景影像,评估不同灾害情景下的区域变化,进一步加强了对脆弱性的评估精准度。

3.3.3 风险区划分

风险区划分是灾害管理的重要部分,通过对易发性和脆弱性的综合分析,划定出高风险、中风险和低风险区。在这一过程中,三维模型提供了准确的地形、建筑和自然环境数据,帮助划分风险区的边界和范围。特别是对于地形复杂的地区,二维地图往往难以充分体现地形起伏,而三维模型则能够清晰呈现该地区的地貌特征,使得风险区划分更加合理和精确。比如,在地震高发区,通过三维模型可以详细了解断层带、山脉等自然地貌的分布情况,进而划定出地震高风险区。同时,三维模型还能结合区域的建筑密度和人口分布数据,进一步细化风险区划分,确保灾害管理措施能够精准覆盖到每一个高风险区域。

4 结语

总的来说,实景三维模型的快速构建和应用为应急管理与灾害评估领域带来了诸多优势。它不仅提高了信息获取的效率,还显著改善了决策的准确性,使得应急响应和灾后评估更加科学、有效。未来,随着技术的进一步发展,实景三维模型在应急管理中的应用前景将会更加广阔,成为其不可或缺的重要工具。

参考文献

- [1] 马建雄,明镜,周成涛,甘泽.基于实景三维与GIM技术的滑坡地质灾害勘查应用[J].测绘通报,2024(11):74-77+161.
- [2] 李能虎.实景三维技术在测绘和地理信息领域中的创新与应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(12):188-191.
- [3] 田婉怡,马炎生,罗潇.实景三维模型在村庄规划中的应用探索[J].测绘科学技术,2023,11(3):279-285.

DQG grid based airport clearance obstacle assessment

Yujiao Zhu¹ Yaoyuan Zhang²

1. Shanghai Municipal Institute of Surveying and Mapping, Shanghai, 200063, China

2. Vivo Mobile Communication (Hangzhou) Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311100, China

Abstract

With the rapid development of China's air transportation industry, efficient obstacle assessment in airport clearance zones has become crucial during airport expansion, construction, and maintenance to prevent emerging high-rise buildings from compromising flight safety. This paper addresses the inefficiency of traditional assessment methods by proposing a 3D DQG grid coding-based approach utilizing a global discrete grid model. By partitioning spatial locations and converting vector calculations into coding queries, this method significantly accelerates obstacle evaluation. Experimental results demonstrate marked efficiency improvements over conventional techniques, offering a robust solution for ensuring aviation safety.

Keywords

clearance zones management; Discrete Global Grid Systems; 3DDQG; Voxelization

基于网格编码的机场净空障碍物评估计算

朱玉娇¹ 张耀元²

1. 上海市测绘院, 中国·上海 200063

2. 维沃移动通信(杭州)有限公司, 中国·浙江 杭州 311100

摘 要

近年来我国航空运输业不断发展, 大量的机场扩建、增建和日常维护时都需要进行机场净空区障碍物评定, 防止不断涌现的高层建筑影响飞行安全。因此, 如何快速判断净空区障碍物是否超限成为保证飞机起降安全的关键问题之一。本文针对传统净空区障碍物评估方法存在的效率问题, 引入全球离散网格模型, 提出了一种基于三维DQG网格编码的机场净空区障碍物评估方法, 对空间位置进行划分将矢量计算转换成编码查询, 实验结果证明该方法较传统方法效率提升显著。

关键词

净空区管理; 全球离散网格系统; 3DDQG; 体素化

1 引言

为保障飞机的起降安全, 机场周围区域需要按照净空区范围确定方法^[1]划定若干个障碍物高度限制面, 以约束区域内的建筑物高度。

净空区障碍物超限评估技术经历了从使用数学模型手工计算到使用 ArcGIS 等工具进行空间分析^[2-4]的演进, 但传统矢量算法存在复杂度高、效率低等问题。近期我国大力推进实景三维及低空经济赋能建设, 离散网格模型及编码在三维空间数据组织、计算和分析等方面具有结构优势, 成为障碍检测、空域划分和分析的研究热点。其中, Zhai 等基于 GeoSOT 网格实现了无人机碰撞检测, 速度明显优于传统矢量方法^[5]; Miao 等通过建立 GeoSOT 空间索引实现了航线冲突检测, 将求解概率积分的复杂方程转变为数据库查询^[6]。但 GeoSOT 以及高度维拓展得到的 GeoSOT-3D^[7]与

传统经纬网一样, 随着剖分层次的增加会在极点附近产生大量的冗余网格。崔马军和赵学胜则提出了 DQG 退化四叉树剖分^[8], 在极点附近无冗余且剖分计算简单; 吴立新、余接情进一步提出并改进了 SDOG 退化八叉树网格^[9-10], 但径向从球心起算造成高度范围浪费同时径向退化导致剖分编码计算复杂。

本文针对机场净空区障碍物评定存在的问题, 选择 DQG 全球离散网格并将其拓展至三维构建了一种 3D-DQG 格网模型, 剖分规则和编码计算简单, 提高了障碍物评定效率。

2 机场净空和 DQG 网格

2.1 机场净空区

为保障航空器起降运行安全, 《民用机场飞行区技术标准》规定了机场净空区障碍物限制面, 由过渡面、进近面、起飞爬升面、内水平面和锥形面构成, 如图 1。

【作者简介】朱玉娇(1995-), 女, 中国山东枣庄人, 硕士, 助理工程师, 从事地理空间数据挖掘研究。

2.2 DQG 网格

全球退化四叉树网格 (Degenerate Quadtree Grids, DQG) 是以地球内接正八面体在球面投影得到的八分体为基础按照退化四叉树规则对表面进行划分得到的独立网格单元, 具有层次性、嵌套性和网格编码连续性等特点。

2.2.1 3DDQG 剖分

基于 DQG 二维框架, 本文扩展了一种三维 DQG (Three-dimensional DQG, 3DDQG) 模型, 采用非退化二分法沿径向进行层级细分如图 2, 径向高度范围 (径向长度)

可根据研究高度范围灵活调整, 本研究为 0-614.4km, 以水平面所在高度层为基准层 (第 0 层), 向上层号正增加, 随二维 DQG 同步剖分。

2.2.2 3DDQG 编码

3DDQG 编码为八进制 Z-order 空间填充曲线, 编码首位为球面八分码 (0 ~ 7), 每次剖分增加一个八进制位, 该八进制位由平面 DQG 剖分得到的行、列和径向剖分得到的层按照层、行和列顺序交叉取位得到, 如图 3。

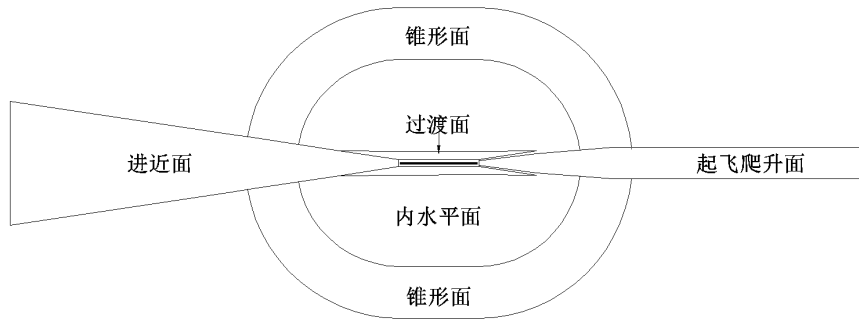


图 1 机场净空区构成

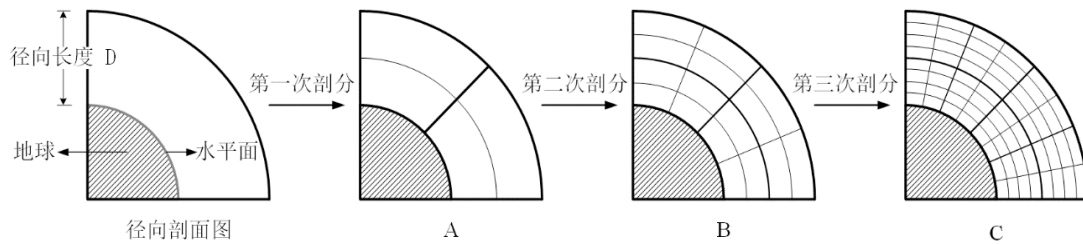


图 2 3DDQG 径向剖分

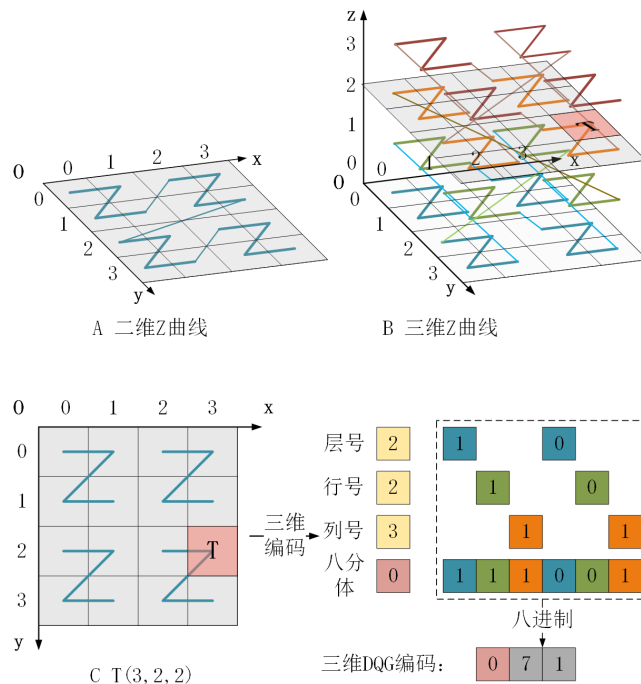


图 3 3DDQG 剖分编码

3 障碍物评定

3.1 净空区体素化

本研究以运城张孝机场净空区为例, 根据净空区 3DDQG 网格剖分特点融合 Bresenham 体素化算法构建适用于机场净空区和障碍物评定的 3DDQG 体素化算法。

3.1.1 数据预处理

计算张孝机场净空区平面投影在 3DDQG 网格中的最小外包网格集 (Minimum Bounding DQG, MBDQG)。根据精度要求确定剖分总级 L , 以 MBDQG 所在 L_{MBDQG} 层为基础继续剖分 L_r 层。

$$L_r = L - L_{\text{MBDQG}} \quad (1)$$

对 MBDQG 进行 L_r 次剖分, 得到 2^{L_r} 行、 2^{L_r} 列和 2^{L_r} 层的立体网格集 3DDQGs, 以基准层左上网格为原点构建三维直角坐标系, 将行、列和层映射为 y 、 x 和 z 轴取值范围为 $[0, 2^{L_r}-1]$ 。网格单元分辨率 R_x 、 R_y 、 R_z 计算公式如下:

$$R_x = (\text{MBDQG.east} - \text{MBDQG.west}) / 2^{L_r} \quad (2)$$

$$R_y = (\text{MBDQG.north} - \text{MBDQG.south}) / 2^{L_r} \quad (3)$$

$$R_z = (\text{MBDQG.top} - \text{MBDQG.bottom}) / 2^{L_r} \quad (4)$$

其中, R_x 、 R_y 单位为 $^\circ$, R_z 单位为 m 。当 MBDQG 跨北半球八分体时, 3DDQGs 以坐标 $(0^\circ, 90^\circ)$ 网格为原点; 3DDQGs 跨南半球八分体时, 以坐标 $(-180^\circ, -90^\circ)$ 网格为原点, y 轴向上 (北), x 轴向左 (西); 同时跨南北半球时, 整个球面作为 MBDQG, 3DDQGs 以坐标 $(0^\circ, 90^\circ)$ 网格为原点, y 轴向上 (北), x 轴向左 (西)。

3.1.2 体素化

先将净空区矢量顶点 $P(\text{lon}, \text{lat}, \text{alt})$ 转换为 MBDQG 中的相对坐标 $(\text{rlon}, \text{rlat}, \text{ralt})$ 再转换为列号、行号和层号 $P_r(x, y, z)$, 计算公式如下:

$$\begin{cases} x = \lfloor (\text{rlon} - \text{MBDQG.west}) / R_x \rfloor \\ y = \lfloor (\text{MBDQG.north} - \text{lat}) / R_y \rfloor \\ z = \lfloor \text{ralt} / R_z \rfloor \end{cases} \quad (5)$$

计算净空区在三个轴上的增量值:

$$\begin{cases} \Delta x = x_{\max} - x_{\min} \\ \Delta y = y_{\max} - y_{\min} \\ \Delta z = z_{\max} - z_{\min} \end{cases} \quad (6)$$

将增量值最大的轴作为 Bresenham 算法的初始方向对净空区进行体素化最终得到层级为 L 的净空区网格集 3DDQGs。

若 MBDQG 球面投影跨 DQG 退化网格, 退化网格经差为相邻非退化网格的 2 倍, 故需创建数组 $R_x[2^{L_r}]$ 存储每行网格的经差, 计算方法如下:

$$R_x[y] = 90.0 / 1^{\log_2 d(y+1)} \quad (7)$$

函数 $\log_2 d$ 负责计算每行对应的列数:

$$2^{\lceil \log_2 x + 1 \rceil} \quad (8)$$

此时 x 轴体素化公式如下:

$$x = \lfloor \text{rlon} / R_x[y] \rfloor \quad (9)$$

还需创建数组 $D_x[2^{L_r}]$ 存储不同行网格经差相对于最小网格经差的倍数:

$$D_x[y] = R_x[y] / R_x[2^{L_r} - 1] \quad (10)$$

此时 x 轴方向增量为:

$$\Delta x = x_s D_x[y_s] - x_s D_x[y_s] \quad (11)$$

3.2 净空区障碍物评定

本研究提出基于编码哈希映射的三维空间限高评定方法。

①构建空间数据库, 提取净空区 3DDQGs 基准层的 DQG 编码作为空间标识符 ID, 对应最大层作为属性值 H 表示限制高度建立哈希映射表;

②障碍物编码映射, 对障碍物最小外包立方体顶面顶体素化处理并得到 DQG_k 集和对应属性 H_k 集;

③碰撞检测, 通过哈希映射表快速检索各 DQG_k 对应 H 并执行高度合规判定, 若 $H_k \leq H$ 则障碍物高度符合净空管理要求。

该评定方法通过空间编码转换查询机制, 将空间几何关系的矢量计算转变为时间复杂度 $O(1)$ 的哈希查询, 能极大提升评定速度。

4 实验结果与分析

本研究以张孝机场净空区为实验对象, 基于 Cesium 可视化开源引擎构建体素化展示和净空区评定交互平台, 使用 JavaScript 作为实验的编程语言, 体素化和净空区评定两个方面进行效率测试。

4.1 体素化效率

为验证 3DDQG 体素化效率采用三种方法对比, 第一种图形学中的扫描线法; 第二种全球尺度下的 3DDQG 算法体素化, 用 64 位 BigInt 类型编码来满足网格剖分次数多编码值大的情况; 第三种根据 DQG 网格层次性嵌套性特点在 MBDQG 局部网格基础上进行的体素化, 用 32 位 Number 代替 BigInt, 显著减少剖分数据量, 编码更小效率更高。实验结果如图 4。

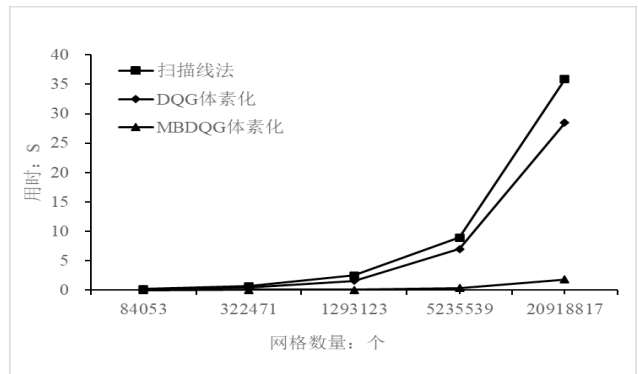


图 4 体素化效率对比

4.2 净空区障碍物评定

本研究设计四种方法进行评定效率对比,分别是 PostgreSQL 数据库查询法; Hash 表查询法; 使用 TIN 模型进行高度计算的 TIN 方法; 使用数学公式表达限制面进行计算的数学模型法。实验结果如图 5。

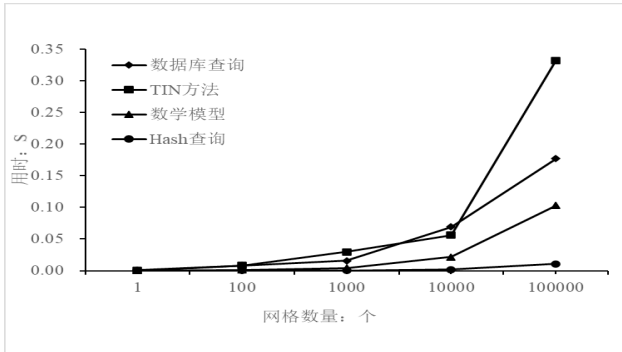


图 5 障碍物评定效率对比

使用数据库同时查询 1 万个障碍物网格耗时不到 0.1 秒,同时查询 10 万个耗时仍小于 0.2 秒,具有大规模障碍物查询处理能力; Hash 查询法效率最高,分别是数据库查询、TIN 方法和数学模型法的 16.1 倍、30.2 倍和 9.4 倍,平均快一个数量级以上。本文使用 Object 数据类型的键值对特性模拟 Hash 结构,当使用 C++ 或 Java 等具有完善 Hash 结构的语言作为服务器,能获得更大的速度提升。

4.3 评定误差分析

进行障碍物评定的高度层 H 本身对应分辨率 z_r 和海拔高度 H_r 如下式,需要进行误差分析。

$$\begin{cases} z_r = 614400/2^L \\ H_r = z_r \times H \end{cases} \quad (12)$$

本研究对净空区分别体素化三次,各剖分了 21、22、23 层,每次随机采样 10 万个点,用 TIN 方法计算高度值 H_t 并作为真值,查询采样点所在 DQG 对应高度值 H 并得到 H_r ,最后计算 H_t 与 H_r 的差值,如表 1 所示。

表 1 Hash 查询与 TIN 方法高度差值

	剖分 21 层	剖分 22 层	剖分 23 层
均值 (m)	-0.1893	0.0826	0.0008
标准差 (m)	0.1659	3.1768	0.0832
高度层分辨率 (m)	0.2930	0.1465	0.0732

由上表可知剖分层级越多,网格高度层分辨率越精细,两种方法结果越接近。因此可以增加剖分层级达到更高的评定精度。

5 结语

本研究针对机场净空区障碍物评定方法中计算效率问题,对 DQG 网格模型进行创新性的三维扩展,构建了一种 3DDQG 模型,并巧妙将其与体素化算法结合,通过编码赋予体素单元地理空间属性,成功地将净空区障碍物评定中复杂几何数学计算,转化为单一的编码查询,实验证明能极大提高机场障碍物评定的效率,为机场安全运行提供有效保障。

参考文献

- [1] 蔡良才,邵斌,郑汝海,等. 机场净空区范围确定方法[J]. 交通运输工程学报, 2004 (04): 40-43.
- [2] 王延亮,苏铁英. 机场净空限制面及障碍物位置图的制作[J]. 测绘工程, 1998 (02): 48-52.
- [3] 种小雷,蔡良才,杨锐. 基于GIS的机场净空评定方法[J]. 测绘通报, 2002 (11): 52-53+63.
- [4] Panayotov A, Georgiev I, Georgiev I. A practical approach for airport spatial modeling[C]. Proceedings of the 13th International Conference on Computer Systems and Technologies, 2012: 321-328.
- [5] Zhai W, Tong X, Miao S, et al. Collision Detection for UAVs Based on GeoSOT-3D Grids[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2019, 8 (7): 299.
- [6] Miao S, Cheng C, Zhai W, et al. A low-altitude flight conflict detection algorithm based on a multilevel grid spatiotemporal index[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2019, 8 (6): 289.
- [7] 金安,程承旗. 基于全球剖分网格的空间数据编码方法[J]. 测绘科学技术学报, 2013, 30 (03): 284-287.
- [8] 崔马军,赵学胜. 球面退化四叉树格网的剖分及变形分析[J]. 地理与地理信息科学, 2007 (06): 23-25.
- [9] 吴立新,余接情. 基于球体退化八叉树的全球三维网格与变形特征[J]. 地理与地理信息科学, 2009, 25 (01): 1-4.
- [10] 余接情,吴立新. 适应性球体退化八叉树格网及其编码方法[J]. 地理与地理信息科学, 2012, 28 (1): 14-18.

Dynamic monitoring and analysis of roof stability by geological survey in mining process

Yazhou Zhang Xiahui He

Henan Shenhua Xinglong Mining Co., Ltd., Xuchang, Henan, 461000, China

Abstract

The stability of the mine roof is an important factor affecting the safe mining. This study uses the geological survey method to dynamically monitor and analyze the roof stability in the mining process, in order to find the possible risk factors in time, and provide scientific basis and decision support for safe mining. Through the dynamic monitoring of the actual mining site, observing and recording the change process of the roof, a set of effective geological survey data processing and analysis methods are proposed. The results show that this method can effectively predict and evaluate the stability of the roof, and has a positive effect on the safety of mining. The results of this study have important application value in mining practice and provide a reliable guarantee for the safe production in mine.

Keywords

geological survey; mining; roof stability

矿山开采过程中地质勘测对顶板稳定性的动态监测与分析

张亚洲 何夏辉

河南神火兴隆矿业有限责任公司, 中国 · 河南 许昌 461000

摘 要

矿山的顶板稳定性是影响矿山安全开采的重要因素。本研究利用地质勘测方法, 对矿山开采过程中的顶板稳定性进行动态监测与分析, 以便及时发现可能的危险因素, 并为矿山的安全开采提供科学依据和决策支持。通过实际采矿场地的动态监测, 观察和记录顶板的变化过程, 提出了一套有效的地质勘测数据处理和分析方法。研究表明, 该方法能够有效地预测和评估顶板的稳定性, 并对矿山开采的安全性具有积极的推动作用。本研究的成果在矿业实践中具有重要的应用价值, 为矿山的安全生产提供了可靠的保障。

关键词

地质勘测; 矿山开采; 顶板稳定性

1 引言

矿山安全开采中, 顶板稳定性问题司空见惯, 但其重要性仍然不应被忽视, 因为一旦顶板不稳定, 可能会导致矿山塌陷, 废矿和人员的伤亡。为此, 对其稳定性进行全面的动态监测以及深度分析显得非常必要。令人遗憾的是, 地质勘测方法在矿山开采过程中并未得到足够的重视和有效的利用。

本研究, 就是希望改变这一现状, 利用更为先进和全面的地质勘测方法, 对矿山开采过程中诸如顶板稳定性这样的问题进行有效的动态监测和分析。通过在具体开采场地进行实地的动态监测, 记录下顶板变化的各个环节, 进而总结并提出一套实用, 有效, 简便的地质勘测数据的处理和分析

方式。通过这种方式, 我们可以更早地识别可能存在的威胁, 预防可能发生的危险。经过本研究, 该方法已经成功地预测和评估了顶板的稳定性, 并对矿山开采的安全性有了积极的推动作用。这一研究结果对于矿山安全开采具有重要价值, 本研究旨在通过改进和完善地质勘测对顶板稳定性的动态监测方法, 为矿山的安全生产提供了更为可靠的保障。

2 矿山安全开采与顶板稳定性概述

2.1 矿山的安全开采状态现状

近年来, 矿山开采活动日益频繁, 安全开采成为矿业领域的核心关注点之一 [1]。在矿山采掘进程中, 顶板的稳固决定了作业安全环境和资源高效运用。但在现行开采时常出现顶板坍塌等安全难题, 这让工人生命安全受挫, 设备设施也备遭破坏。世界范围内, 因为矿山顶板不稳而起的安全问题即监测及管理系统的不足之处, 复杂的地质条件下尤其问题突出, 如不能在第一时间作出反应。尽管现代矿工采用

【作者简介】张亚洲 (1995-), 男, 中国河南驻马店人, 本科, 助理工程师, 从事矿山地质勘测研究。

先进技术和安全防范措施逐步改进,且部分矿区已经引进智能化监测系统,但对于动态监测与实时评估技巧实际运用还远未广泛,仍然不能适应矿山地质快速变动的特性。资源开采的经济压力也导致部分矿区在安全投入上的不足,进一步增加了顶板失稳的风险。有必要提升对矿山顶板稳定性监测的技术水平,以保证矿山开采的安全性和可持续性。

2.2 顶板稳定性的重要性和影响因素

顶板稳定性对于矿山安全开采至关重要,因为一旦顶板失稳,可能导致岩石塌陷,危害矿工生命安全并损坏设备及设施。顶板稳定性受多种因素影响,包括地质构造、岩石力学性质、地下水条件以及开采方法等。地质构造的复杂性如断层、褶皱等会直接影响顶板的完整性,使其更易发生变形或破坏。岩石的物理性质,如密度、弹性模量、抗压强度等,决定其承载能力。地下水则可能软化或冲刷岩体,引起顶板失稳。开采方法和步骤也直接影响力分布,从而对顶板的安全性产生重要影响。

3 地质勘测在矿山开采中的应用

3.1 地质勘测在矿山开采中的作用

地质勘查在矿山投产中扮演的角色无从忽视,它是矿山开采活动得以开展的必要环节。它的主导作用体现在数个方面。地质勘查能够准备完整的矿石形状、结构和赋存状况的数据,为采矿设计提供了科学依据。勘查能通过极端精确的地质测量和解析,有力评估矿山地域的地质格局、岩石厚度和土壤的物理机械特性,从此对可能发生的地质灾害风险给出预测和鉴别,防止可能的课题。地质勘查还支持对矿区水文地质条件的研究,有助于制定出合适的排水和水处理方案。勘查工作在矿山长期稳定性管理中也成了硬性的约束,通过持续的地质环境变化探测,预警诸如顶板失稳的隐患。地质勘测技术的进步进一步促进了矿山开采的智能化和精细化,提升了矿山生产的安全水平和经济效益。这些作用共同确保了矿山开采的安全性与可持续性。

3.2 地质勘测方法与矿山开采的关系

地质勘测方法在矿山开采中的应用具有重要的实际意义^[2]。矿山开采活动会对地质环境产生显著影响,而地质勘测方法能够有效获取关于地质结构、矿体分布及地质异常等信息,为开采决策提供依据。人们可通过地质雷达、地震探测和钻探样本等工具,去评判和判断矿山顶板的稳固程度和存在的风险。地质勘测的使用,它在识别地下的地质结构和岩石特点具有很大的精确度,这对于矿山顶板的实时监控和风险预警提供了必要的支持。借助于地质勘测取得的数据,开采设计可做到更有效的优化,从而减少不需要的地质干扰,降低在开采的过程存在的安全风险。地质勘测和矿山开采在一起,关系紧密也相互依存,二者对于矿山的利益和安全的生产,影响直接且深远。

3.3 地质勘测对矿山开采稳定性的影响

地质勘测在矿山开采进程中不可或缺,其对稳定性具

有决定性作用。通过精确检测出地下矿石的结构以及性质,可以为矿山开采提供科学的依据,最大程度降低因不稳定因素导致的风险。地质勘测提供的准确数据对地质构造以及地应力分布有着透彻的解析,为预防顶板可能发生的失稳区设置了前提。地质勘测以数据为支持,确保顶板支护方案的合理实施,为矿山运营提供安全保障。对地质变化的实时监测,可以及时调整开采计划,保证矿山的安全开采。

4 顶板稳定性的动态监测方法

4.1 动态监测顶板稳定性的方法介绍

对于顶板稳定性的实时检测,确实需要一套深入的地质勘测技术系统,这些技术,如果正确结合,才能有效评估矿山顶板的安全状况。其中,核心技术包括地震监测,在顶板上布置监测设备,使我们能实时抓住细小的震动和位移,区分出可能的不稳定广度。另外,倾角计的使用能连续提供倾斜数据,揭示顶板位移和形变的动态变化。光学监测方法,如激光测距和全站仪测量,能对顶板表面进行高精度的测量,记录其几何形状的变化。裂缝扩展的检测,特别是在大型裂缝带上,通过声发射技术捕捉微裂纹扩张时的瞬态弹性波,提供关于结构不稳的预警信息。这些监测技术相辅相成,结合自动化数据采集和分析平台,实现对顶板稳定性的连续动态监测,为矿山安全管理提供重要的技术支持和科学依据。

4.2 基于地质勘测的顶板稳定性动态监测例证

在矿山开采过程中,通过地质勘测对顶板稳定性进行动态监测至关重要。以某矿区为例,应用高精度的地质雷达和多点位移监测系统,在开采初期、中期和后期分别进行数据采集。在矿区各关键点设定监测站,进行持续追踪,主要捕捉顶板的移动以及变形特性。数据解读反映,开采后期,有些地方位移现象较大,暗示了隐在的稳定性危险。借助时间序列分析和相关性探索,以及地质雷达检测结果,能指明可能存在的断层或者空洞,从而向现场工作人员发出预防性警告。

4.3 监测结果的数据处理与分析

对于地质勘查数据的处理和分析,尤其是采取使用最前沿的数据处理软件将集结的信息定制化、过滤以期保障其准确性和信度。对时间的线性解读和空间的轮廓甄别,用于对顶板稳定性在不同阶段的波动性评估以及趋势的预测,这同样能识辨出隐蔽的异常地质和危险地带。以定量分析和定性研究并列的方式,对顶板的位移、裂纹进程以及压应变化等核心元素展开全面解读。

5 地质勘测对顶板稳定性的预测与评估

5.1 地质勘测数据的处理与顶板稳定性的预测

地质勘测数据的处理在顶板稳定性预测中起着关键作用。通过对收集的地质勘测数据进行分类、整理和分析,可提取矿山顶板的地质特征和变化趋势。数据处理包括去噪、

标准化和特征提取等步骤,旨在提高数据的可用性和准确性。在此基础上,利用统计分析和数值模拟等手段,对顶板受力状态与变形模式进行深入分析。通过建立数学模型,可以对矿山顶板的稳定性进行预测,模型结合地质力学理论和实测数据,能够模拟顶板的演化过程。模型预测结果的准确性依赖于数据的质量和模型参数的合理性。在进行预测时需反复验证和校正,以确保结果的可靠性和科学性。此类预测不仅为矿山的安全运营提供了技术支撑,也为优化开采方案和紧急预防措施的制定提供了参考依据。

5.2 基于地质勘测的顶板稳定性评估模型

基于地质勘测的顶板稳定性评估模型是矿山开采过程中确保顶板安全的核心工具。该模型通过收集详细的地质勘测数据,以多变量数据分析为基础,整合了矿岩的物理力学性质、地质构造特征及历史变形记录。评估模型采用机器学习算法,经过训练与校正,以期准确预测顶板的潜在不稳定区域。模型的建立需要综合考量矿山工作面的实际环境,结合三维地质模型及有限元分析技术,以实现对顶板行为的高精度评估。动态更新的能力使模型能够适应开采过程中不断变化的地质条件,为矿山安全管理提供数据支持。

5.3 预测与评估结果的实际应用

地质勘测数据经处理分析后,能可靠预测与评估顶板稳定性,对矿山开采至关重要。这些结果不仅为管理者提供潜在危险预警,指导施工调整以降低事故风险,还助力优化支护设计,选用更合适的支护材料和方法。通过持续动态反馈,地质勘测的预测评估成果显著增强了矿山运营的可靠性和安全性,为高效、安全的矿产开采奠定了坚实基础。

6 结论与展望

6.1 研究成果总结

系统性的地质勘测手段,对矿山开采顶板稳定性进行了实时监测,也收集了一系列中肯的成果。这些地质勘测手段可有效地跟踪并解读在采矿过程中顶板稳定性的动态变化。用以早识别深藏的地质风险,巩固预测顶板稳定性的信心。

地质勘测手段在监测顶板稳定性的优异性与准确性,使得矿山安全生产的操作有了数据的依赖。在研究过程中,具体的采矿区域的监测数据得到了深度的处理和解析,而得出的分析手段被证明能有效地评定顶板的稳定状态。这一评估模型不仅能够提前预警可能出现的不稳定状况,还可用于

指导后续矿山开采的安全策略制定。

通过开发的动态监测方法和评估模型,能够精准预测矿井环境下顶板的稳定性变化。这些成果大大提升了矿山的安全管理水平,确保安全生产。地质勘测对顶板稳定性的预测与评估方法不仅在理论上具有创新性,而且在矿业实践中具有显著的应用价值,为矿山行业的安全发展提供了可靠保障。该研究成果不仅为当前的矿山开采实践提供指导,还为未来相关研究奠定基础,有助于推动矿山地质监测技术的进一步发展与创新。

6.2 地址勘测在矿山开采安全实践中的前景

在矿山开采过程中,地质勘测对顶板稳定性的动态监测与分析展现出广阔的应用前景。随着技术的进步,地质勘测手段日益丰富和精确,能够实时捕捉顶板变化,提供准确的地质信息。这不仅有助于矿山管理者及时发现并应对潜在的安全隐患,预防顶板坍塌等事故,还能优化开采策略,提高资源回收率。此外,动态监测与分析技术还能为矿山支护设计提供科学依据,确保支护结构的稳定性和可靠性。因此,地质勘测在矿山开采中的应用前景光明,将为实现矿山安全生产和可持续发展提供有力支持。

7 结语

本研究通过地质勘测对矿山开采的顶板稳定性进行动态监测和分析,提供了预防顶板崩塌的新解决方案。结果表明,此方法能有效预测顶板稳定性,助力矿山安全生产。虽然本研究的方法在实际场地初步实践已见成效,但由于矿山工程复杂,影响顶板稳定性的因素众多,未来研究需要深入探讨各因素与顶板稳定性的关联,考虑构建多因素联合的预警模型,以及开发实时评估和预测的方法,提升科学性和精确性。同时,需研发实时监测设备和技术,确保精度和实时性,将理论应用到实践。综合来看,本研究为矿山安全生产创新理论基础,对推动矿山安全生产理论和实践有深远影响。

参考文献

- [1] 李书敏.露天矿开采过程中边坡稳定性分析[J].世界有色金属,2023,(07):40-42.
- [2] 赵远,林雪丹,赵阳.某磷矿回采过程中顶板稳定性数值模拟研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(06):9-11.
- [3] 池秀文,汪宗英,王其洲,任高峰,刘敏.多层矿协同开采顶板稳定性研究[J].金属矿山,2020,(10):98-103.

Application research of real estate title survey and mapping under new situation

Wei Bai

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the rapid development of China's economic society and the acceleration of the process of urban and rural integration, the overall implementation of the real estate registration system has become an important measure to safeguard the legal rights of the owners of property and standardize the market transaction order. As the basic link of real estate registration, the quality and efficiency of real estate title survey and mapping are directly related to the accuracy and legitimacy of real estate registration. This paper studies the application status of real estate title surveying and mapping under the new situation, and puts forward specific application measures to improve the efficiency and accuracy of real estate title surveying and mapping, and provide strong support for real estate registration.

Keywords

real estate ownership survey; Surveying and mapping technology; Applied research; Real estate registration

新形势下不动产权籍调查测绘的应用研究

白薇

北京新兴环宇信息科技有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

随着我国经济社会的快速发展和城乡一体化进程的加速, 不动产登记制度的全面推行成为保障产权人合法权益、规范市场秩序的重要举措。不动产权籍调查测绘作为不动产登记的基础环节, 其工作质量和效率直接关系到不动产登记的准确性和合法性。本文研究了新形势下不动产权籍调查测绘的应用现状, 并提出了针对性的应用措施, 旨在提高不动产权籍调查测绘的效率和准确性, 为不动产登记工作提供有力支持。

关键词

不动产权籍调查; 测绘技术; 应用研究; 不动产登记

1 引言

不动产权籍调查测绘在不动产登记中处于基础地位, 测绘结果直接影响不动产登记是否准确、合法。近年来, 我国城乡一体化进程加快, 不动产登记政策全面实施, 不动产权籍调查测绘迎来了新机遇与新挑战。如何提高新形势下测绘效率, 保证数据精准以及实现信息共享就成了目前急需解决的课题。

2 新形势下不动产权籍调查测绘的应用价值

在当前社会经济高速发展和土地资源管理日益深入的新形势下, 不动产权籍调查测绘工作有着不容忽视的巨大应用价值。不动产权籍的调查测绘, 为明确不动产的产权奠定坚实的基础, 通过准确测量土地、房屋和其他不动产的地点、界址和面积等因素, 可以明确产权归属^[1]。城市化过程中,

大量土地开发与房产建设以及不同产权主体边界划分易引发纠纷。准确的权籍调查和测绘成果能够清晰地界定各产权人权利和利益的范围, 从而避免产权不清而产生争议。例如, 在旧城区改造工程中, 就涉及很多房屋产权变更问题, 而详尽的测绘数据可以保证原有房屋所有者与新开发商双方权益均受到保护, 从而使改造工程得以顺利进行。

在土地资源合理利用的视角下, 不动产权籍调查测绘为其提供重点数据支撑, 经过深入的调查和精确的测绘, 可以清楚地掌握土地的当前使用状况, 这包括土地的用途、使用强度等关键信息。有利于政府部门科学合理地地进行土地利用规划和土地资源优化配置。比如, 对城市闲置或者低效利用的土地, 以权籍调查测绘数据为依据, 可以对其区位、面积及周边匹配等方面进行精确分析, 然后有针对性地重新开发, 以提高土地利用效率, 并推动城市的可持续发展。

3 新形势下不动产权籍调查测绘的应用问题

尽管不动产权籍调查测绘意义重大, 但在新形势下, 其工作开展仍面临诸多常见问题。技术标准不统一, 就是其

【作者简介】白薇 (1994-), 女, 中国河北泊头人, 本科, 助理工程师, 从事测绘工程相关研究。

中比较突出的问题,在测绘技术飞速发展的今天,各区域、各部门不动产权籍调查测绘工作所使用的技术标准也有所差别。比如,在对测量精度的要求方面,有些地区实行了更高的标准,造成了对不同地区同一类不动产测绘成果统一管理比对困难。从数据格式上看,各测绘单位所采用的软件及数据存储方式各不相同,导致数据兼容性较差,为后续数据整合与共享带来了很大难度。

数据更新不够及时,这同样是一个常见问题,不动产自然状况与权利状况随着时间推移而改变,例如房屋改扩建、土地用途改变等等。但许多区域权籍调查测绘数据因没有有效的动态监测机制及更新流程而没有得到及时更新。这样就使已有权籍数据不符合实际,从而影响不动产登记准确性及政府决策科学性。比如,部分城市老旧小区改造之后,房屋面积和楼层结构都发生了变化,但是权籍数据却没有得到同步更新,造成后续房产交易或者城市规划存在数据偏差。

复杂的调查测绘工作,也提出了很多挑战,不动产权籍调查牵涉的利益主体较多,主要有土地所有者、房屋业主和开发商,当事人对于调查测绘的结果会有不同的主张。同时调查内容涉及各类不动产,包括城市高楼大厦、农村宅基地、耕地等,各类不动产调查需求及难度不一。另外,部分历史遗留问题严重地区存在产权资料丢失,界址不清晰等问题,加大了调查测绘的难度与不确定性。

4 新形势下不动产权籍调查测绘的应用方法

4.1 传统测绘技术的应用

传统的测绘技术对于不动产权籍调查测绘仍然发挥着重要的作用,并在新的形势下得到了优化升级。全站仪测量就是一种经常使用的传统技术,不动产权籍调查时全站仪,可借由量测角度与距离来准确判定不动产的界址点坐标^[2]。全站仪能够在地势较为平坦和通视条件比较优越的地区高效率地完成测量任务,如在市区新建社区权籍调查时,用全站仪测得社区内房屋角点,并与周围控制点相结合,就可以精确地推算房屋面积及方位。同时结合钢尺丈量及其他辅助工具准确地丈量了部分不能通过全站仪直接丈量的短边距离,保证了界址点精度。

水准测量对不动产高程测定具有关键性作用,对于那些地形起伏较大的不动产,例如山区的土地和房屋,准确的高程数据对于确定其空间位置和产权范围是非常重要的。利用水准测量构建高程控制网,可为后续地形测绘、不动产测量等提供高程基准。实际作业时根据国家有关测量规范合理布设水准路线并采用高精度水准仪,保证高程测量精度达到权籍调查的要求。传统测绘技术对于数据的处理也已经具备了成熟的处理手段,通过测量数据平差计算,消除了观测误差并提高了精度。

4.2 无人机倾斜摄影测量技术

无人机倾斜摄影测量技术是新发展起来的测绘手段之一,在新形势下不动产权籍调查测绘工作中显示出了其特有的优势^[3]。无人机灵活方便,可以迅速到达传统测绘难以到达的地区,例如偏远山区和地形复杂的林地,在上述地区开展不动产权籍调查,无人机可低空飞行获得高分辨率影像数据,无人机倾斜摄影通过携带多张不同视角的相机,可同时拍摄地物正射影像与多张倾斜视角图像,综合反映不动产三维信息。

在数据处理上,采用专业倾斜摄影测量软件对所得影像数据进行处理分析,利用空中三角测量的方法,可以迅速地创建高精度的数字表面模型(DSM)以及数字正射影像图(DOM)。根据这些结果可以精确地提取不动产边界、轮廓及面积信息。以农村集体土地权籍调查为例,无人机倾斜摄影测量可以迅速覆盖大范围地区,得到土地利用现状、房屋分布等详细信息,极大地提高了调查效率。同时通过建立三维模型可以直观地显示不动产空间位置及相互关系等信息,从而为复杂产权纠纷的解决提供了强有力的证据。另外,无人机倾斜摄影测量技术具有造价比较低廉,数据更新比较快等优势,与传统航空摄影测量相比较,大大降低了无人机使用成本,并可按需随时采集数据,动态监控不动产并更新数据。

4.3 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术由于具有高精度和高效率等优点,在不动产权籍调查与测绘工作中扮演着日益重要的角色。三维激光扫描技术可以快速获得不动产三维空间信息,利用激光束发射和反射信号接收产生高密度点云数据,这些点云数据准确地记录下不动产表面形态及细节特征,不论是建筑物复杂构造还是地形微小波动都可以准确地捕捉到,在历史建筑权籍调查中,三维激光扫描技术能够完整地记录其外观、结构及装饰等详细信息,从而为产权登记与保护工作提供综合数据支撑。数据处理时,使用专用点云处理软件对获取的大量点云数据进行分类,滤波并建模。通过对建筑物进行轮廓线和边界点等重要信息提取,建立准确的三维模型,三维激光扫描产生的三维模型比传统测绘方法更直观和精确,更能综合反映不动产的实际情况,结合地理信息系统(GIS)的技术手段,将三维模型与其他的权籍信息进行融合,从而达到了对不动产进行数字化管理和深入分析的目的。

三维激光扫描技术在处理复杂环境不动产权籍调查问题时也有着显著优势,如城市地下空间权籍的勘察,因其环境的复杂性和光线的昏暗,常规的测绘方法很难发挥其作用。而三维激光扫描技术能够快速准确地获取黑暗环境下地下空间的三维数据,并精确测量地下建筑物的位置、形状及大小,从而为地下空间产权界定与管理提供重要信息。

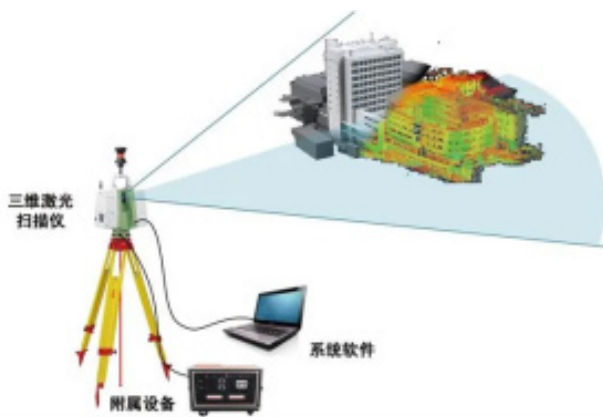


图 1：三维激光扫描技术

4.4 卫星遥感技术

卫星遥感技术具有宏观、高效和周期性观测等特点，在不动产权籍调查和测绘领域发挥着越来越大的作用，卫星上携带的各种传感器，可以在遥远的太空中获得地球表面各波段的影像数据，从而为大范围不动产权籍普查工作提供全局性的视角。

卫星遥感技术用于大面积土地资源调查具有明显的优越性，利用不同时相的卫星影像对比分析，可以迅速监测到土地利用类型的改变，例如耕地向建设用地转化和林地的非法砍伐开垦，高分辨率卫星影像能够清楚地区分建筑物、道路、水系及其他地理要素，从而为不动产位置与范围的初步判断奠定基础。在一些地域辽阔、人口稀少、交通不畅的地方，例如我国的西北荒漠或青藏高原的某些区域，传统的实地测绘面临着巨大的困难，但卫星遥感技术可以轻松覆盖这些区域，获得综合地理信息，极大地提高不动产权籍调查的工作效率与扩大调查范围。

卫星遥感也可协助更新现有的权籍数据，时间一长，不动产的实际情况就发生变化，比如城市扩张带来新楼的崛起、老旧城区改造带来原楼房的拆迁重建等。卫星遥感影像能够定时捕获这些变化，并通过图像解译技术提取变化信息，与原权籍数据匹配更新，以确保权籍数据的现势性。同时在自然灾害发生后不动产权籍调查过程中，卫星遥感可以迅速对受灾区域的不动产进行毁损评估，有助于明确受灾范围及产权界限，并为灾后重建、产权变更登记等提供基础资料。

4.5 地理信息系统 (GIS)

地理信息系统 (GIS) 技术融合了地理空间数据的收集、储存、管理、分析以及可视化展示，作为一个强大的工具，

与不动产权籍的调查和测绘工作紧密结合，为其提供了一个高效的数据处理和分析平台。

在数据管理方面，GIS 技术能够将不动产权籍调查获取的各类数据，如空间位置数据、属性数据（包括权利人信息、土地使用情况、房屋面积）整合在统一的数据库中。通过构建空间索引与属性索引，实现了大量权籍数据的快速查询与检索。以不动产登记业务为例，员工只要录入权利人名称或者不动产坐落地址，就可以在 GIS 系统上快速调出有关权籍图件及详细属性信息等，大大提高工作效率。

GIS 技术具有较强的分析功能，对不动产权籍调查具有决策支持作用，通过缓冲区分析，可以识别不动产周围某一区域内学校、医院、商场等基础设施的分布，对不动产价值评估及土地利用规划有重要借鉴作用。通过叠加分析，可以叠加不同图层上的数据，例如将土地使用的当前状态图与规划图结合，从而研究规划执行过程中不动产的变动，为城市的规划和土地的管理提供参考。在复杂不动产权属纠纷处理中，利用 GIS 系统下争议区域的权籍数据空间分析，可以直观地显示当事人权益范围，并协助纠纷的调解与判决。另外，利用 GIS 技术可以对权籍数据进行直观显示。通过专题地图的绘制，把不动产权籍的信息用直观易懂的形式展现在人们面前，比如宗地图和房产分布图。这些地图既为不动产管理部门提供便利，又为普通民众知晓其权益范围提供便利，提高不动产信息透明度及公众参与度。

5 结语

不动产权籍调查测绘工作作为不动产登记的基石，其工作质量和工作效率直接关系到产权人合法权益以及社会经济秩序的稳定。新形势下，伴随着科技不断进步以及政策不断完善，不动产权籍调查测绘面临着全新的发展契机，要进一步强化技术创新以及运用，优化工作程序，促进不动产权籍调查测绘与不动产登记深度结合，为不动产登记规范化、信息化、精准化打下坚实基础，有利于经济社会持续发展。

参考文献

- [1] 商述珍.不动产登记中房产与地籍测绘数据整合问题思考[J].房地产世界,2023(4):29-32.
- [2] 汤瑞斌.不动产登记房产测绘与地籍测绘数据优化分析[J].华北自然资源,2022(2):91-94.
- [3] 范志勇.不动产登记中的房产与地籍测绘数据整合研究[J].西部资源,2022(2):87-89.

Discussion on the application of planning supervision and measurement in urban construction management

Zhang Chao

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the scale of urban construction continues to expand, planning supervision and measurement as an important means to ensure the effective implementation of urban planning, plays a key role in urban construction management. This paper discusses the application of planning supervision and measurement in urban construction management, elaborates its content, function and specific application examples in different construction stages, and demonstrates the actual effect of planning supervision and measurement through actual case analysis, and analyzes the challenges and development trends it faces, aiming to provide useful reference for urban construction management.

Keywords

planning supervision and measurement; Urban construction management; Apply

浅谈规划监督测量在城市建设管理中的应用

张超

北京新兴环宇信息科技有限公司，中国 · 北京 100000

摘 要

随着城市化进程的加速，城市建设规模不断扩大，规划监督测量作为保障城市规划有效实施的重要手段，在城市建设管理中发挥着关键作用。本文探讨规划监督测量在城市建设管理中的应用，详细阐述其内容、作用以及在不同建设阶段的具体应用实例，并通过实际案例分析展示规划监督测量的实际效果，同时分析其面临的挑战和发展趋势，旨在为城市建设管理提供有益的参考。

关键词

规划监督测量；城市建设管理；应用

1 引言

城市是人类社会发展的重要载体，城市建设管理对于城市的可持续发展至关重要。科学合理的城市规划引导城市有序发展，提高城市空间利用效率，改善居民生活环境。然而，城市规划的有效实施离不开精准的规划监督测量。规划监督测量运用现代测绘技术，对城市建设项目进行全方位、全过程的监测和把控，确保建设项目符合城市规划要求，保障城市建设的质量和安​​全。在当前城市建设快速发展的背景下，研究规划监督测量在城市建设管理中的应用具有重要的现实意义。

2 规划监督测量的内容

2.1 放线测量

放线测量是规划监督测量的首要环节，是根据城市规

划部门批准的建设项目规划设计方案，将建筑物的平面位置和高程在实地标定。结合精确的放线测量，施工单位准确确定建筑物的施工位置，保证建设项目按照规划设计进行施工。放线测量主要包括建筑物的定位测量、红线桩的测设等内容。定位测量是确定建筑物的外轮廓线在实地的位置，红线桩测设则是明确建设用地的边界范围，确保建设项目不超出规划红线^[1]。

2.2 验线测量

验线测量是在建筑物施工过程中，对放线测量的成果进行复核和检查。验线测量的目的是确保建筑物的施工位置与规划设计一致，避免出现施工偏差。验线测量主要包括基槽验线、 ± 0.000 验线等。基槽验线是在建筑物基础开挖后，对基槽的位置、尺寸、标高进行检查，确保基础施工符合设计要求。 ± 0.000 验线则是在建筑物基础施工完成，达到 ± 0.000 标高时，对建筑物的平面位置和高程进行再次复核，保证建筑物主体施工的准确性^[2]。

【作者简介】张超（1994-），男，中国河北承德人，助理工程师，从事地下管线和规划监督测量研究。

2.3 竣工测量

竣工测量是在建设项目竣工验收阶段进行的测量工作，是对建设项目的实际建成情况进行全面测绘。竣工测量的成果是建设项目竣工验收的重要依据，也是城市规划管理部门建立城市建设档案的基础资料。竣工测量主要包括建筑物的平面位置、高程、建筑面积、层数、建筑间距等内容的测量，同时还包括对配套设施、绿化等的测量。开展竣工测量，准确掌握建设项目的实际建设情况，判断其是否符合规划审批要求^[3]。

3 规划监督测量在城市建设管理中的作用

3.1 保障城市规划的有效实施

城市规划是城市建设的蓝图，规划监督测量对建设项目的全过程监测，确保建设项目严格按照规划设计进行施工，避免出现违规建设行为。在放线测量和验线测量过程中，及时发现和纠正建筑物位置偏差，保证建筑物的布局符合城市规划的空间布局要求；在竣工测量时，对建筑面积、建筑间距等指标的测量，判断建设项目是否突破规划指标，保障城市规划的严肃性和权威性。

3.2 维护城市建设秩序

规划监督测量对城市建设项目进行有效的监督管理，防止出现乱搭乱建、超规划建设等违法行为，维护城市建设秩序。对建设项目的实时监测，规划管理部门可及时掌握建设项目的进展情况，对违规建设行为进行及时制止和处理，避免违规建设行为对城市形象和公共利益造成损害^[4]。

3.3 为城市建设管理提供数据支持

规划监督测量所获取的大量数据，如建筑物的位置、尺寸、高程等，为城市建设管理提供准确、可靠的数据基础。这些数据可用于城市规划的调整和优化、城市基础设施的建设和维护、城市房地产管理等方面。在城市交通规划中，利用规划监督测量数据分析城市道路的通行能力和交通流量，为道路的改扩建提供依据；在城市房地产管理中，竣工测量数据可作为房产产权登记和交易的重要依据^[5]。

4 规划监督测量在城市建设不同阶段的应用

4.1 规划审批阶段

规划审批阶段是城市建设项目启动的关键前置环节，规划监督测量在此阶段为规划决策提供了不可或缺的数据支撑。在这一阶段，精准的地形测绘是基础工作。测量团队运用先进的测绘仪器，如高精度全站仪、卫星定位接收机等，对建设项目用地范围内的地形进行细致入微的测绘。通过测量，获取详细的地形起伏数据，精确标注山丘、谷地、河流等自然地形要素的位置和高程，绘制出等高线地形图。同时，全面记录地物分布情况，包括树木、电线杆、围墙等各类地面物体的位置和特征。这些丰富的地形信息，为规划设计提供了直观且精确的地形蓝本，帮助规划者充分考虑地形条件对项目建设的影响。比如在山地城市建设中，依据地

形测绘结果，规划部门可以合理规划建筑布局，避免在地质不稳定区域建设，同时巧妙利用地形打造特色景观和竖向交通系统。此外，对现状建筑物、道路、管线等的测量同样关键，结合实地勘测，准确掌握现有建筑物的位置、结构、层数、使用状况等信息，了解道路的走向、宽度、通行能力以及地下管线的分布、管径、材质等情况。这些现状数据对于规划设计时考虑与周边环境的衔接和协调至关重要。如在城市更新项目中，测量清楚周边既有建筑物的情况，能避免新建项目对其造成遮挡、采光不足等问题；明晰道路和管线布局，有助于合理规划项目出入口和配套管线的接入，保障城市基础设施的连贯性和兼容性。

4.2 施工建设阶段

施工建设阶段是将规划蓝图转化为实体建筑的关键时期，规划监督测量在其中发挥着不可或缺的作用，主要工作为放线测量与验线测量。首先，放线测量是施工的起始点，测量人员依据规划设计方案，运用专业测绘仪器，如全站仪、GPS接收机等，将建筑物的角点、轴线等关键位置精确测绘在实地。这就如同为建筑施工搭建了精准的“坐标骨架”，施工单位依据这些实地标记开展基础施工。在某大型商业建筑施工中，放线测量确定建筑物的外轮廓，让施工人员能准确开挖基坑，避免因位置偏差导致返工，节省了大量的人力、物力和时间成本；其次，验线测量则贯穿于整个施工过程，是对放线成果的复核与质量把控。在基槽开挖完成后，需进行基槽验线，测量人员仔细检查基槽的位置、尺寸、标高，确保其符合设计要求，防止基础施工出现偏差，影响建筑整体稳定性。当建筑物施工至 ± 0.000 标高时，进行 ± 0.000 验线，再次复核建筑物的平面位置和高程，为后续主体施工筑牢基础。在某住宅小区建设时，验线测量发现一栋楼的基础位置偏差30厘米，若未及时发现并纠正，随着楼层增高，偏差将不断累积，严重影响建筑质量和安全。测量人员及时通知施工单位整改，避免一场可能出现的重大质量事故。放线测量和验线测量的紧密配合，规划监督测量确保施工位置的准确性，有效保障建筑施工的质量与进度，为城市建设的顺利推进保驾护航。

4.3 竣工验收阶段

竣工验收阶段是建设项目的收官环节，竣工测量在此阶段承担着全面检验建设成果的关键职责。竣工测量通过运用先进测绘技术，对建设项目的实际建成情况进行全方位、高精度测绘，为项目验收提供坚实的数据支撑。一方面，竣工测量的内容十分丰富，涵盖建筑物的平面位置、高程、建筑面积、层数、建筑间距等核心指标，同时也涉及对配套设施如停车场、公共活动区域，以及绿化面积、绿植种类分布等方面的测量。以某新建住宅小区为例，在竣工测量中，精确测定每栋楼的平面坐标，确保楼体位置与规划一致；测量各楼层的实际高程，检查是否存在层高偏差；核算建筑面积，防止出现超建现象；严格测量楼间距，保障居民的采光、通

风等基本权益。对小区内的停车位数量、绿化覆盖面积等配套设施和绿化指标进行测量统计，保证小区配套完善，环境宜居。另一方面，完成竣工测量后，将获取的实际建成数据与规划审批数据进行细致对比分析，是判断建设项目是否合规的关键步骤。若出现数据偏差，如建筑面积超出规划审批面积，或建筑间距小于规定标准，规划管理部门会依据测量结果，要求建设单位深入分析原因并进行整改。整改完成后，再次进行复核测量，直至各项指标均符合规划要求，才予以竣工验收通过。只有经过严格的竣工测量和验收流程，才能确保建设项目与城市规划高度契合，保障城市建设按既定蓝图有序推进，为居民打造优质、合规的生活和工作环境。

5 规划监督测量应用案例分析

5.1 案例背景

某城市为提升城市形象，改善居民居住环境，启动了一个大型旧城改造项目。该项目涉及多个地块的拆迁和新建，规划建设住宅、商业、公共服务设施等多种功能建筑。为确保项目的顺利实施，保障城市规划的有效执行，在项目建设过程中全面应用规划监督测量。

5.2 规划监督测量实施过程

在规划审批阶段，测量单位对项目区域进行详细的地形测绘和现状调查，为规划设计提供了准确的数据支持。规划部门根据测量成果，合理规划项目的功能分区、建筑布局 and 交通流线；在施工建设阶段，测量人员按照规划设计方案进行了放线测量，将建筑物的位置准确测设在实地。在施工过程中，定期进行验线测量，对建筑物的基础、主体结构等关键部位进行检查，确保施工符合规划要求。在某栋住宅楼的施工过程中，验线测量发现基础施工存在偏差，及时通知施工单位进行整改，避免后续施工问题的出现；在竣工验收阶段，进行全面的竣工测量。测量内容包括建筑物的平面位置、高程、建筑面积、建筑间距、配套设施等。与规划审批数据对比，发现部分建筑物的建筑面积和建筑间距存在偏差。建设单位根据测量结果进行了整改，最终通过了竣工验收。

5.3 应用效果分析

规划监督测量的全面应用，该旧城改造项目取得了良

好的效果。首先，保障了城市规划的有效实施，项目建设严格按照规划设计进行，实现功能布局合理、建筑风格统一、配套设施完善的目标。其次，维护城市建设秩序，避免违规建设行为的发生，保障公共利益和居民权益。最后，为城市建设管理提供准确的数据资料，为后续的城市管理和维护提供有力支持（表 1）。

表 1 该项目规划监督测量部分数据对比

测量项目	规划审批数据	竣工测量数据	偏差情况
建筑面积（平方米）	100000	100500	超出 500 平方米
建筑间距（米）	15	14.5	小于 0.5 米
绿化率（%）	30	30.5	符合要求

从表格数据可以看出，通过规划监督测量，及时发现建设项目中的偏差问题，并加强整改确保项目符合规划要求。

6 结论

规划监督测量作为城市建设管理的重要技术手段，在保障城市规划实施、维护城市建设秩序、为城市建设管理提供数据支持等方面发挥着不可替代的作用。在城市建设不同阶段的应用，规划监督测量对建设项目进行全过程、全方位的监测和把控，确保建设项目符合城市规划要求。未来，在城市建设管理中，应进一步重视规划监督测量工作，加强技术研发和人才培养，充分发挥其在城市建设中的重要作用，推动城市建设向更加科学、有序、高质量的方向发展。

参考文献

[1] 张超. 规划监督测量在城市建设中的应用[J]. 中国房地产业,2023(27):50-53.

[2] 宋建伟. 规划监督测量在城市建设中的应用[J]. 文渊（中学版）,2021(12):3388-3389.

[3] 吴子剑. 探讨规划监督测量在城市建设中的应用问题[J]. 城镇建设,2021(9):38.

[4] 王彬林. 城市规划中规划竣工测量的作用研究[J]. 中州建设, 2023(1):14-15.

[5] 周峰. “多测合一”在规划监督测量中的技术应用探讨[J]. 华北自然资源,2023(4):134-136.

Application countermeasures of satellite remote sensing technology in environmental protection

Shichen Weng

Guizhou Lvxing Qingyuan Environmental Protection Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, the society attaches more importance to environmental protection. Satellite remote sensing technology, as an important monitoring means, has become the key technology of environmental protection. Relevant personnel are required to monitor the pollution status through satellite remote sensing technology, collect the pollution information, and on this basis, study the nature, type and degree of the pollution, so as to facilitate the subsequent treatment. This paper starts with satellite remote sensing technology, applies it in environmental protection, combines with the needs of environmental protection, and formulates the application strategy of the technology in environmental protection. Through professional design and technology, give full play to the function of satellite remote sensing technology, in order to realize the protection of the environment.

Keywords

satellite remote sensing technology; environmental protection; pollution control

卫星遥感技术在环境保护中的应用对策思考

翁世辰

贵州绿兴清源环保有限责任公司, 中国·贵州 贵阳 550000

摘 要

随着城市化进程的加快, 社会对于环境保护的重视程度不断提升, 卫星遥感技术作为重要的监测手段, 就成为环境保护的关键技术。要求相关人员通过卫星遥感技术对污染状况进行监测, 收集污染信息, 在此基础上对污染的性质、类型以及程度等进行研究, 以方便后续的治理。本文就从卫星遥感技术入手, 将其应用在环境保护中, 结合环境保护的需要, 制定该技术在环境保护中的应用策略。通过专业的设计与技术, 充分发挥卫星遥感技术的功能, 以实现对环境保护。

关键词

卫星遥感技术; 环境保护; 污染治理

1 引言

卫星遥感技术作为借助卫星设备与遥感技术对区域进行监测的作业, 能够较为精准地对区域状况进行监测。在环境保护中, 卫星遥感技术能够借助卫星对区域环境状况进行监测, 帮助相关人员了解污染状况, 方便后续的治理。但是实际作业环节, 环境污染状况较为复杂, 卫星遥感技术的应用就还存在一些难点, 一定程度上制约遥感技术功能的发挥。本文结合卫星遥感以及环境保护, 深入分析卫星遥感技术在环境保护中的应用优势与难点, 并且制定合适的应用策略, 推动环境保护行业的发展。

2 卫星遥感技术概述

2.1 概念

卫星遥感技术是利用搭载在卫星上的传感器, 通过接收地面或大气反射或辐射的电磁波信息, 对地球表面进行观察、分析和监测的技术。这些传感器可以探测不同波段的电磁波, 包括可见光、红外线、微波、雷达波等, 从而获得有关地表物体、环境和气候等方面的数据^[1]。

2.2 原理

卫星遥感技术基于电磁波的辐射和反射原理。当卫星传感器接收到从地表反射或辐射回来的电磁波后, 根据波长、强度等信息, 可以推断地表物体的性质、状态及其变化。卫星遥感技术的关键优势在于其能够覆盖广阔区域, 提供高效、快速的数据收集, 并能够实时监测和分析地球表面的变化^[2]。总的来说, 卫星遥感技术已成为现代科技在多个领域的核心工具, 广泛应用于环境监测、资源勘探、灾害管理、农业、城市规划等方面。

【作者简介】翁世辰(1997-), 男, 中国贵州遵义人, 本科, 助理工程师, 从事生态环境方面的卫星遥感应用相关研究。

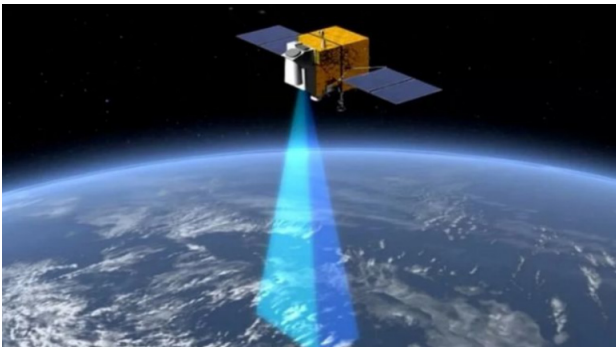


图1 卫星遥感技术

3 卫星遥感技术在环境保护中的作用

环境保护领域中，需要综合考虑多方面的内容，信息的收集尤为重要，卫星遥感技术作为大范围信息收集技术，在环境保护中的应用就具有多样化的优势。

3.1 具有广泛覆盖与高效性的特点

卫星遥感能够在全球范围内迅速覆盖大面积区域，提供快速、广泛的环境监测数据。这对于环境保护至关重要，特别是当需要监测大范围的生态环境变化（如森林砍伐、气候变化、海洋污染等）时，卫星遥感能够高效地收集大量信息，避免了地面调查所带来的时间和成本限制。

3.2 实现了实时与连续监测

卫星遥感技术可以提供近实时的数据采集，尤其是当结合高频率的卫星发射时，可以实现对环境变化的持续、动态监测。例如，能够实时跟踪大气污染、火灾蔓延、洪水泛滥等环境事件，及时提供预警信息并支持应急响应。

3.3 实现了全天候、全时段观测

作业环节，可以利用雷达遥感（SAR）技术，卫星可以在任何天气条件下（如云层、雨雪天气）进行观测，突破了传统地面监测技术在恶劣天气中的局限。这样可以确保在任何时候都能持续进行环境监测，而不会因天气因素中断。



图2 卫星遥感技术在环境保护中的应用

4 环境保护中卫星遥感技术的应用限制

4.1 存在空间分辨率限制

卫星遥感的空间分辨率是指影像中最小可分辨的物体

大小。虽然高分辨率卫星可以提供细节丰富的图像，但其分辨率仍然有限，无法达到地面监测的精度。例如，某些小规模的环境变化（如微小的污染源、特定的物种分布变化）可能无法被高分辨率卫星有效捕捉。

4.2 存在时间分辨率限制

虽然卫星能够提供较为频繁的影像数据，但由于卫星的轨道限制，单一卫星对同一地区的观测周期较长，可能无法做到连续实时的监测。尤其是对于快速变化的环境事件（如突发的自然灾害或污染事故），卫星的时间分辨率可能不足以进行及时响应。

4.3 会受到天气和大气影响

尽管雷达遥感（SAR）可以在恶劣天气下工作，但光学遥感仍然容易受到天气条件（如云层、雨雪等）和大气影响（如大气散射、吸收等）的干扰。这可能导致在一些地区或时段无法获得清晰、可靠的数据。

5 卫星遥感技术在环境保护中的应用对策

5.1 重视多源数据的融合

在环境保护中，卫星遥感技术的应用非常依赖于多源数据的融合。通过将不同类型的数据（如光学影像、雷达数据、气象数据、地面观测数据等）结合，可以提高环境监测的精度和全面性，从而为环境保护提供更加精准和全面的信息支持，需要相关人员通过以下手段进行设计。首先，需要重视多尺度数据融合，不同卫星遥感平台（如高分辨率和低分辨率卫星）所提供的数据具有不同的空间、时间和光谱分辨率。通过多维度数据融合，可以在不同分辨率下提取更多有价值的信息。例如，低分辨率卫星数据可用于大范围的区域监测，而高分辨率数据则能提供更精细的地物信息；其次，需要重视遥感数据与地面数据结合，遥感数据与地面实地观测数据的融合，可以大大提高监测的精度和真实性。地面站点提供的气象数据、土壤湿度、空气质量等指标可以与卫星遥感数据中的植被指数、温度、光照等信息进行对比和融合，增强数据的可靠性^[3]。综上，多源数据融合在环境保护中的应用，能够综合各类数据的优势，提高监测精度和范围。

5.2 应用在实时监测与应急响应中

实时监测环节，卫星遥感技术可以通过高分辨率图像和多光谱数据，实时监测地球表面环境的变化，涵盖气候变化、土地利用、植被覆盖、水体质量等多个方面。这些监测可以帮助我们跟踪环境污染、气候异常、生态破坏等现象。还可以利用卫星获取的大气成分数据，可以实时监测大气中的污染物质浓度，如二氧化碳、氮氧化物、颗粒物等。

应急响应环节，卫星遥感在环境灾害的应急响应中具有重要作用。它可以在短时间内提供灾害现场的详细信息，为决策者提供科学依据，以指导快速有效地应急处理。首先，卫星能够及时监测森林火灾、洪水、台风等自然灾害，提供灾区的实时影像，评估灾害范围和受损程度，帮助快速制定

救援计划。其次,在发生油污泄漏、化学品泄漏等环境污染事件时,卫星遥感可以迅速获取污染扩散的实时数据,评估污染区域,监控其动态变化,为应急响应提供指导^[4]。综上,在实时监测和应急响应中,卫星遥感技术能够帮助及时发现环境问题,并为快速响应和解决环境危机提供关键数据。

5.3 应用在生态环境监测中

卫星遥感技术在生态环境监测中有着广泛的应用,其优势在于能够获取大范围、高精度的地表信息,并且可以跨越时间和空间进行连续监测,可以将其应用到以下方面。

一是植被监测与生物多样性保护,卫星遥感技术能够通过多光谱影像分析植被的生长状况、覆盖度、物种分布等信息。通过监测植被的变化,科学家可以评估生态系统健康,识别森林退化、沙化、荒漠化等问题。比如,可以利用遥感技术,监测森林覆盖变化,评估森林资源的健康状况,预测森林火灾风险等。可以通过遥感数据,监测湿地的水位变化、湿地面积的变化等,有助于保护湿地生态系统及其生物多样性。

二是水体生态环境监测,卫星遥感可以有效监测各类水体的质量与变化,包括湖泊、河流、湿地及海洋。通过遥感技术,科学家能够快速获取大规模水域的水质信息,监控水体污染、富营养化、赤潮等现象。比如,卫星遥感可监测水体中的悬浮物、藻类、温度等参数,帮助判断水质是否受到污染。

三是土地利用与土地覆被变化监测,卫星遥感技术可以通过分析土地利用与土地覆被的变化,了解生态环境的演变过程。土地覆被变化是生态环境监测的一个重要方面,能帮助评估土地利用的合理性以及生态破坏的程度。比如,卫星图像可以帮助监测城市扩张过程中的生态影响,分析城市化对周边环境的压力。综上,通过遥感技术,能够实时获取地球表面的生态环境数据,为全球生态保护、可持续发展以及应对气候变化等提供了重要支持。

5.4 应用在污染源追踪环节

通过遥感技术,能够远程监测不同类型的污染物排放源,追踪污染源的位置、分布及其变化动态,及时发现并评估污染事故,有效支持环境治理和决策,可以应用在以下环节。

一是空气污染源追踪,卫星遥感技术通过监测大气中的污染物成分,帮助追踪空气污染源,尤其是在工业区、交通繁忙地区和城市污染的监测中有着重要作用。通过卫星监

测数据,结合气象模型,可以追踪污染源的排放路径,特别是在森林火灾、工业污染等事件中,能够实时定位污染源及其扩散范围。

二是水体污染源追踪,卫星遥感在水体污染源的监测中也有广泛应用,尤其是在海洋、湖泊、河流等大范围水体的污染监测方面。通过遥感技术监测水体中的悬浮物、浮游植物、油污、化学物质等,能够识别水污染源的具体位置。例如,通过分析水体表面的叶绿素浓度,判断水体是否发生富营养化或存在农业污染源。

三是土壤污染源追踪,卫星遥感技术还可以通过监测土地覆被和土地利用变化,间接推测土壤污染源,特别是在矿产开采、农业活动及工业区周围的土壤污染监测中有着重要作用。通过遥感影像分析土地利用变化,尤其是工业建设、农业扩张、垃圾填埋场等活动的扩展,帮助识别潜在的土壤污染源。

四是灾害性污染源追踪,卫星遥感技术对于环境灾害(如化学品泄漏、工业事故等)后的污染源追踪具有重要作用。在化学品泄漏事件发生时,卫星可以提供受影响区域的实时影像,帮助追踪污染物的扩散路径,确定污染源位置,评估灾害影响。

综上,通过精确的空间定位与时间序列分析,卫星遥感技术能够有效识别污染源、追踪污染源的扩散,帮助政府和相关部门及时采取应对措施,促进环境保护与污染治理。

6 结语

近年来,国内生态环境在监测及保护工作方面取得一定进展,逐渐使用遥感监测技术等新型方式,推动整体环保工作发展。在对生态环境开展监测和保护过程中常运用到遥感监测技术,可对水资源污染实行监测及协助治理,对大气环境污染实施监测与保护,从而能够及时精准明确环境问题,协助实施环保项目工作。

参考文献

- [1] 杨晓钰,王中挺,潘光,等. 卫星遥感温室气体的大气观测技术进展[J]. 大气与环境光学学报, 2022, 17 (06): 581-597.
- [2] 郭凤云,刘波,姬勇力,等. 卫星遥感技术在环境保护中的应用[J]. 地理空间信息, 2021, 19 (06): 39-41+45+4.
- [3] 张建辉,吴艳婷,杨一鹏,等. 生态环境立体遥感监测“十四五”发展思路[J]. 环境监控与预警, 2019, 11 (05): 8-12.
- [4] 王冠珠,傅俏燕,乔志远. 卫星遥感技术在环境保护中的应用分析[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2019, (01): 159-160.

Multi-source fusion analysis and processing strategy of surveying and mapping data in geological exploration

Na Li

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

Surveying and mapping data in geological exploration come from a wide variety of sources. Multi-source data fusion analysis and processing is crucial to improve the accuracy and efficiency of geological exploration. This paper deeply discusses the multi-source fusion technology of surveying and mapping data in geological exploration, and analyzes the common multi-source surveying data types, including global Positioning system (GPS) data, remote sensing (RS) data, geographic information system (GIS) data and ground survey data. This paper describes the problems faced by multi-source data fusion, such as data format difference, precision mismatch, spatio-temporal inconsistency, etc., and introduces in detail the data fusion processing strategies for these problems, including data preprocessing, feature extraction, fusion algorithm selection, etc., aiming at providing scientific and effective data processing methods for geological exploration and promoting the development of geological exploration industry.

Keywords

geological exploration; Surveying and mapping data; Multi-source fusion

地质勘查中测绘数据的多源融合分析与处理策略

李娜

北京新兴环宇信息科技有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

地质勘查中的测绘数据来源广泛、类型多样, 多源数据融合分析与处理对于提升地质勘查精度和效率至关重要。本文深入探讨了地质勘查中测绘数据的多源融合技术, 分析了常见的多源测绘数据类型, 包括全球定位系统 (GPS) 数据、遥感 (RS) 数据、地理信息系统 (GIS) 数据以及地面测量数据等。阐述了多源数据融合面临的数据格式差异、精度不匹配、时空不一致等问题, 并详细介绍了针对这些问题的数据融合处理策略, 涵盖数据预处理、特征提取、融合算法选择等方面, 旨在为地质勘查工作提供科学有效的数据处理方法, 推动地质勘查行业的发展。

关键词

地质勘查; 测绘数据; 多源融合

1 引言

地质勘查是获取地下地质信息、查明矿产资源分布以及评估地质环境的重要手段。在地质勘查过程中, 测绘数据作为基础信息来源, 发挥着关键作用。随着测绘技术的飞速发展, 产生了多种类型的测绘数据, 如全球定位系统 (GPS) 提供的高精度定位数据、遥感 (RS) 获取的大面积地表信息、地理信息系统 (GIS) 强大的数据管理与分析功能以及传统地面测量获取的详细局部数据等。这些多源测绘数据各有优势与局限性, 单独使用难以全面、准确地满足地质勘查的需求。因此, 开展地质勘查中测绘数据的多源融合分析与处理研究, 实现多源数据的优势互补, 对于提高地质勘查的精度、效率和可靠性具有重要的现实意义。

【作者简介】李娜 (1992–), 女, 中国河北石家庄人, 本科, 助理工程师, 从事测绘相关研究。

2 地质勘查中多源测绘数据类型及特点

2.1 GPS 数据

全球定位系统 (GPS) 因其高精度、全天候可用性和全球覆盖范围, 在地质调查领域得到了广泛应用。利用接收到的卫星信号, 该技术能够实时提供测量点的三维坐标信息, 包括经度、纬度及海拔。在静态模式下, 其定位精度可达到毫米级别; 而在动态模式中, 它同样能满足大多数地质研究对位置准确性的一般需求。此外, GPS 测量过程简单快捷, 能够在短时间内收集大量分散地点的数据, 为地质工作提供了可靠的参考依据。不过, 在某些特定环境下, 比如深谷或密集树林等区域, 由于信号被遮挡, 可能会导致数据传输中断或者精度下降的问题。

2.2 RS 数据

遥感技术基于各类地物在反射和辐射电磁波方面的独特性质, 能够广泛收集地面信息。该技术的特点在于其广阔的覆盖范围、丰富的数据内容以及快速的信息获取能力。通

过分析卫星传输回来的图像资料,研究人员不仅可以直接观察到诸如地质结构、岩层分布及地形特征等宏观地质现象,而且还能对植被状况与水体状态实施监测,从而为地质调查工作提供了多角度的支持。比如,热红外遥感技术可以用来定位地热活动异常区域;而多光谱遥感则有助于区分不同种类的岩石和矿物成分。然而,值得注意的是,由于空间分辨率的限制,遥感数据对于一些规模较小或局部性的地质构造可能无法提供足够精确的表现,并且,在解释这些数据时也可能受到个人判断的影响。

2.3 GIS 数据

地理信息系统(GIS)是一种综合了地理空间数据的采集、存储、管理和分析以及可视化的计算机技术平台。在地质调查领域,该系统能够有效地整合多样化的地质与测绘信息,建立三维地质结构模型,并支持空间查询、数据分析及预测等操作。借助GIS,地质工作者可以对地质资料实施分类、统计和叠加处理,从而更加直观地掌握地质体的空间分布特征及其演变规律。比如,通过GIS将地质构造信息与地形地貌数据相结合进行分析,有助于探索构造活动对地形形成的影响机制。值得注意的是,GIS的应用效果很大程度上取决于数据收集与输入的质量;一旦基础数据出现偏差,则可能会影响到后续分析结果的精确度。

3 地质勘查中多源测绘数据融合面临的问题

3.1 数据格式差异

各种测绘数据类型均具备独特的数据格式。例如,GPS信息通常以NMEA标准格式保存,该格式包含了位置信息和时间戳等关键要素;遥感(RS)资料则常用TIFF、HDF等格式存储图像及其关联的地理坐标;GIS数据通过Shapefile或Geodatabase等形式进行管理,用以记录地理空间特征及属性信息;而地面测量所获得的数据格式则依据所采用的具体仪器和记录方法有所不同。由于上述各类数据在结构设计、编码方式以及存储规范上存在显著差异,这为实现跨类型数据整合带来了挑战。因此,在执行数据融合的过程中,必须首先解决不同格式间的数据转换与兼容问题,确保所有信息能够被准确无误地读取与处理^[1]。

3.2 精度不匹配

不同类型的测绘数据在精度上表现出显著差异。正如之前提到的,静态GPS测量能够达到毫米级别的精确度;相比之下,遥感(RS)资料的空间分辨率则普遍介于数米至数十米之间。虽然地面测量技术拥有较高的准确性,但其应用范围及工作效率存在局限性,这导致了各地区间实际测量精度上的不均衡。当进行多源数据整合时,高精度与低精度信息之间的融合可能会引发精度下降或关键信息遗失的问题。比如,在将较低空间分辨率的遥感图像与高度精准的地面实测结果相结合的过程中,若处理方法不当,则不仅难以充分发挥高精度数据的优势,还可能引入额外的误差,影响最终成果的质量。

3.3 时空不一致

来自不同源头的测绘资料往往在采集时间和覆盖空间上存在差异。例如,遥感技术所获得的数据通常是针对广泛区域在某一特定时刻拍摄的影像;相比之下,地面测量则可能跨越多个时期,并且仅限于局部地区。尽管全球定位系统能够提供即时位置信息,但在实际操作过程中,由于各种因素的影响,不同时段收集到的GPS数据也会有所区别。这种时间与空间上的非一致性增加了数据整合过程中的复杂性。为了精确描绘地质构造随时间演变的情况,在研究过程中必须仔细调整并协调这些异质性的时空信息。忽视这一环节可能导致对地质现象变化趋势做出错误解读^[2]。

4 地质勘查中多源测绘数据融合分析与处理策略

4.1 数据预处理

数据预处理构成了多源数据整合过程中的关键环节,其核心目标在于通过清洗、转换及标准化等手段对初始数据集进行处理,旨在去除其中存在的噪声、错误以及不一致之处。

在处理各类测绘数据时,需要对其中可能存在的异常值、重复项以及缺失信息进行适当管理。对于全球定位系统(GPS)所获取的数据,可以通过设定恰当的位置精度界限来排除那些定位误差超出合理范围的点。遥感(RS)资料中可能出现的云层遮挡及条带噪声等问题,则可以利用图像过滤技术和去噪算法予以解决。地理信息系统(GIS)数据内存在的不正确拓扑关系和无效属性值需经过仔细检查并予以修正。此外,地面测量记录中的错误读数也应依据相应的测量理论,并结合周围其他观测结果来进行识别与调整。

依据数据集成的需求,需要将各种格式的测量资料转换为一种通用的标准形式。比如,可以通过专门的数据转换工具或是编程语言内嵌的数据处理库来实现这一目标,具体操作包括将GPS设备生成的NMEA格式信息转变为GIS系统可读取的Shapefile文件,以及把遥感技术获取的TIFF图像资料调整成适用于进一步分析的栅格格式,并在此过程中补充必要的地理位置信息^[3]。

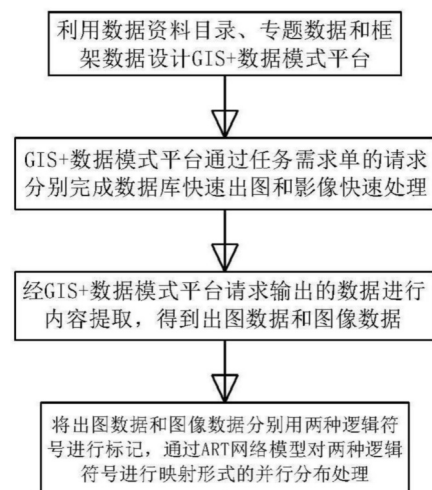


图1 数据预处理流程图

4.2 特征提取

特征提取是指从多种测绘资料中筛选出对地质勘探目标具有重要意义的信息,以促进数据的整合与深入分析。

通过分析不同地物在各波段下的光谱反射特性差异,选取关键波段用于地质特征的识别。比如,在近红外区域,铁氧化物表现出显著的吸收特性;基于这一特点,从多光谱遥感图像中近红外部分的数据出发,能够有效地定位潜在的富含铁矿地区。此外,计算植被指数及水体相关指标也能为评估地质环境状况及其内部结构提供额外的信息支持。

基于全球定位系统(GPS)数据、实地测量结果及地理信息系统(GIS)资料,本研究旨在提取地质结构的关键几何属性,包括但不限于地质构造的方向、倾斜角度及其倾向,以及矿床的形态和规模等特征。针对来自GPS和地面直接观测的数据点,通过计算这些位置坐标来确定地质体边缘的具体参数;而在GIS平台中,则是利用其内置的空间分析工具对代表地质体的多边形或线状要素进行详细的几何特性分析与提取。遥感图像中所包含的纹理信息揭示了地表物体的空间排列及其结构特性。采用灰度共生矩阵分析或小波变换技术来提取这些纹理特征,对于辨别不同种类的岩石及探测地质构造中的细微差异具有重要作用^[4]。

4.3 融合算法选择

依据地质调查的目的及其数据特征,挑选适当的融合方法对于实现多源信息的有效整合至关重要。

加权平均法作为一种直观易懂的数据融合技术,它通过给每个数据源分配与其对目标参数贡献度相匹配的权重值,进而执行加权平均运算。以整合全球定位系统(GPS)提供的高程信息与实地测量所得高程值为例,如果GPS数据以其较高的精确度和广泛的覆盖面积著称,则可为其设定较大的权重;而针对特定区域具有更高精度的地面观测结果,则应给予适度但合理的重视程度。最终,结合这两种来源的信息,并按照各自所占比例进行综合评估后得出的结果即为优化后的高程估计值。尽管此方法操作简便快捷,但在确定具体权重时往往需要依赖于经验判断,这可能限制了充分利用多种信息来源潜力的可能性。

小波变换技术能够将数据分解为具有不同频率的子带,从而允许在多个分辨率层面对信息进行分析。当应用于多源测绘数据融合时,该方法首先针对各种类型的数据执行小波分解步骤;随后,在各自对应的小波系数层级上实施融合操作;最终,借助于逆向小波变换过程来获取整合后的结果。此方案不仅有助于保持原始资料中的细微特征,而且在结合高分辨率遥感图像与较低分辨率地面测量记录的过程中,可

以有效地平衡并利用两者的优点,进而显著提升融合产物的整体质量。

4.4 融合结果评估

为了评估多源测绘数据融合后的成果,需检验其是否符合地质勘查的具体要求。在这一过程中,通常采用诸如均方根误差(RMSE)、平均绝对误差(MAE)以及相关系数(CC)等量化指标来进行评价。以地形数据融合为例,将处理后的结果与高精度地面测量所得的参考数据进行对比分析,通过计算RMSE和MAE来衡量两者之间的差异程度;同时,利用CC值来反映融合数据与基准数据之间的一致性水平,当该数值趋近于1时,表明两组数据具有较高的相似度。此外,还需从地质学的角度出发,对融合效果做出定性的评判^[5]。比如,通过观察叠加了遥感影像和地质图的数据集,可以判断出地质构造特征及地层界限的清晰度是否有所提升;进一步探讨这些整合资料在构建地质模型或预测矿产资源分布方面的作用,评估它们是否有助于增强地质研究的精确度与可信度。

5 结论与展望

地质勘查中多源测绘数据融合分析与处理是一项复杂而重要的工作。通过对GPS、RS、GIS和地面测量等多源数据的融合,可以充分发挥不同数据的优势,提高地质勘查的精度和效率,为地质研究、矿产资源勘探和地质灾害防治等提供更准确、全面的信息支持。尽管目前在多源数据融合技术方面取得了一定的进展,但仍面临一些挑战,如数据融合算法的优化、海量数据处理效率的提升以及如何更好地融合多源异构数据中的语义信息等。未来,随着测绘技术、计算机技术和人工智能技术的不断发展,地质勘查中多源测绘数据融合将朝着智能化、自动化和实时化方向发展。

参考文献

- [1] 陈佐明.测绘地理信息技术在地质勘查中的应用[J].信息系统工程,2023,(10):47-50.
- [2] 太浩宇.多源数据融合的矿山地上地下三维实体模型构建方法研究[D].昆明理工大学,2023.
- [3] 冯仕超,韩彦伟,郭兴平,梁彦平,张旭敏.保定市高铁片区自然资源一体化建设示范关键技术研究[J].价值工程,2022,41(14):111-113.
- [4] 胡静.矿山地质灾害应急测绘中多源数据融合技术的应用效果分析[J].世界有色金属,2021,(05):203-204.
- [5] 樊俊青.面向滑坡监测的多源异构传感器信息融合方法研究[D].中国地质大学,2015.

Description of internal industry data processing methods of basic geographic information data

Jing Yuan Haozheng Wu

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

Abstract

Basic geographic information data is characterized by wide variety and strong versatility, and is widely used in geological exploration, urban planning and construction, meteorological forecast and many other fields. In the process of practical application, must attach great importance to the basic geographic information data industry data processing, by ensuring the accuracy and reliability of data processing, make the basic geographic information data in basic surveying and mapping, digital city projects play an important role in the production, also promote the industry processing work get qualitative leap. Focusing on the characteristics of basic geographic information data, starting with the aspects of data format conversion and topographic map data preprocessing, this paper carefully analyzes and discusses the internal processing methods of basic geographic information data, aiming to realize the standardized operation of basic geographic information data and further improve the efficiency and level of data processing in the internal industry.

Keywords

basic geographic information data; internal industry data; processing method

基础地理信息数据内业数据处理方法相关阐述

袁竞 吴昊铮

广西壮族自治区自然资源信息中心, 中国·广西 南宁 530000

摘要

基础地理信息数据具有种类繁多、通用性强等特点,被广泛应用于地质勘探、城市规划建设、气象预报等众多领域。在实际应用过程中,必须高度重视基础地理信息数据的内业数据处理工作,通过保障数据处理的精准性和可靠性,使基础地理信息数据能够在基础测绘、数字城市等项目生产中发挥重要支持作用,也推动内业处理工作得到质的飞跃。本文围绕基础地理信息数据的特点,从数据格式转换、地形图数据预处理等方面入手,细致分析和探讨基础地理信息数据的内业处理方法,旨在实现基础地理信息数据规范化作业,使内业数据处理效率与水平得到进一步的提升。

关键词

基础地理信息数据; 内业数据; 处理方法

1 引言

在社会经济不断发展和城市建设深入推进背景下,对基础地理信息提出了更高的要求,需运用有效的内业处理方法,为基础地理信息数据更新、跨尺度联动、综合应用等奠定基础。然而,在基础地理信息数据处理过程中,还存在着信息孤岛、共享利用率低等问题,难以充分发挥基础地理信息的保障服务作用。为改善这一状况,必须加强基础地理信息数据内业处理研究与分析,通过采取更为科学有效的方法,为地理信息库更新、数字城市建设等提供更加坚实的数据支撑,所形成的一套科学完善内业数据处理体系,也能助力基础地理信息数据内业处理工作水平优化与提升^[1]。

【作者简介】袁竞(1984-),女,瑶族,中国广西人,本科,工程师,从事数据生产加工及测绘工程研究。

2 基础地理信息数据的特点

2.1 种类繁多

基础地理信息数据是地理信息数据的重要组成部分,具有种类繁多的特点。一方面,基础地理信息数据涵盖了自然要素数据、人文要素数据、空间参考数据等内容。其中,自然要素数据包括地形、地貌、植被等自然要素的数据;人文要素数据包括城市、建筑物、交通线路等人文要素的数据;空间参考数据包括地理坐标系、投影坐标系、地图比例尺等空间参考数据。另一方面,基础地理信息数据还可分为城市地图、遥感影像数据和地形数据三种类型。其中,城市地图覆盖全国范围,囊括道路、植被、河流等全要素的基础地理数据;遥感影像数据主要是通过卫星或航空器获取的地表图像,有许多地表环境相关地理数据信息;地形数据包含了等高线、数字高程模型等。

2.2 通用性强

基础地理信息数据因其广泛的适用性和兼容性,表现出极强的通用性特点。一方面,基础地理信息数据除了在地理学研究中发挥着十分重要的作用以外,还在城市规划、环境监测等众多领域中得到十分广泛的应用。特别是将自然要素和人文要素数据引入这些领域,可为相关领域研究和制定决策提供强有力的支持。另一方面,基础地理信息数据可以通过卫星遥感、地面测量等多种来源进行获取,并且通常会采取标准化的数据格式,使这些数据可在不同软件平台间有效共享与转换,无疑增强了数据的通用性^[2]。

2.3 现势性与动态性

基础地理信息数据的现势性和动态性是其核心特点,确保了数据的时效性、准确性和适应性。其中,现势性是基础地理信息数据所反映的是最新的实际状况,过时的数据可能会导致错误的决策和应用,因此通常会建立数据更新与维护的长效机制,保证数据能够及时反映地理环境的变化。动态性指的是基础地理信息数据能随地理环境变化而不断更新调整,使数据能更好地适应各种应用场景的需求。

3 基础地理信息数据内业数据处理方法分析

3.1 面向要素编码方法

面向要素的编码方法是根据地理信息要素的特征和属性,对基础地理信息数据进行分类和编码。这种内业数据处理方法通常基于地理空间特征和功能属性,目的是更好地组织和管理地理信息要素,使其更容易被理解和利用。常见分类方法包括层级分类编码法和功能分类编码法,前者是一种按照分类对象的从属关系和层次结构来排列顺序的编码方式,比如在描述土地利用类型的编码系统中,数字7代表土地利用类型,而71代表耕地,73代表林地。在林地之下还有更加具体的分类,如731代表林地、732代表灌木地,这种编码结构既方便理解又易于查询。后者是基于地理要素的功能属性进行分类的方法,比较常见的是将地理信息要素按其所具有的功能、用途进行划分,如在城市规划中将不同地块划分为住宅区、商业区、工业区等,通过功能分类编码来标识不同地块的用途与功能。在基础地理信息数据内业数据处理中,面向要素编码方法是其中一个重要的环节,可通过合理的编码方法,提高数据的组织和管理水平,实际应用可根据具体需求和标准,将各种来源的地理信息数据进行整合分类、格式化和标准化处理,增强数据的可访问性和互操作性。

3.2 要素符号化处理方法

运用该方法对基础地理信息数据进行内业处理,主要是将抽象的数据信息转化为人类可以理解的地图图形。这一过程涉及将数字地图数据按照其分类和等级特性,利用视觉变量转化为屏幕上的地图展示,这不仅有利于解析复杂的多维数据,还能通过图像综合技术生成直观图形,方便对数

据进一步观察与分析。实践中,比较常见的符号化方法包括单一符号、分类符号、分级符号、组合符号等,单一符号是最简单的表示方式,所有要素都使用统一的点线面符号,但这种方法使用可能会忽视数据的差异性。分类、分级符号更加适用于表现数据的多样性和层次结构,以创建更加丰富的视觉效果,如缓冲区分区、叠加分析的结果通常以专题地图形式呈现,使用户能直观理解基础地理信息数据的分析结果^[3]。

3.3 数据格式转化方法

在基础地理信息数据内业数据处理中,数据格式转化是一项重要的工作,常用数据格式转化方法包括:①使用在线工具。通过在线工具进行数据格式转化是一种简单且快速的方法,比如直接通过相关网站将基础地理信息数据在线生成KML等数据格式,并支持用户通过点击进行属性修改,保存成相应的格式。②使用GDAL转化。GDAL作为一种强大的地理数据转换工具,支持多种栅格和矢量数据格式,实际运用会通过提供命令工具的方式,实现对相关数据的转换与处理。③使用Python结合ArcGIS转化数据格式。在面对大量基础地理信息数据时,对其进行内业数据处理,可考虑结合ArcGIS的API来编写脚本,实现对数据格式的有效转化,以取得批量处理地理空间数据的效果。④利用专业软件的转换功能。如地理信息系统本身就提供了数据格式的转换功能,在对基础地理信息数据进行内业处理时,就可在软件中直接进行数据格式的转换。涉及的图像和栅格数据,则可将栅格数据转换成矢量数据,影像数据则采取JPGE格式,注意格式转换后仔细检查数据信息在地理空间层面是否具有 consistency,以保证转换精度^[4]。

3.4 地形图数据预处理方法

地形图数据预处理不仅涉及对基础地理信息数据的整理和规范,还包括对特殊地物的细致处理和数据整体的质量控制,为后续的数据分析和应用奠定良好的基础。实践中,应用该方法对基础地理信息数据进行内业处理,主要包括以下几个环节:①数据转换。通常会根据基础地理信息数据的使用需求,将原始数据信息有效转化为特定格式,方便后续深度分析与处理。②数据清理。在将主流数据转化为所需特定格式后,就可采用人工、自动等方式,对地形图数据中存在的错误、噪声等进行有效清理。然后,将不同比例尺和精度标准的地形图数据有效集合起来进行统一分析与处理,所形成的地形图也能作为地形分析重要参考依据。③数据集集成。直接依托拼接、重新采样等方式,对地形图数据进行优化处理,甚至还可以与获得卫星影像数据相结合起来,通过图像配准、模型融合处理等操作,实现剖面分析、流域分析等目标要求。④可视化呈现。对于完成上述操作步骤的地形图数据,可借助GIS系统及软件,以图标、图形等方式将地形图实际情况呈现出来^[5]。

3.5 标准地形图编制方法

标准地形图编制是基础地理信息数据内业处理中的

一个重要环节，它涉及如何将收集到的各种地理信息数据，按照一定的规范和标准，编制成可供使用的地形图。这个过程通常包括以下几个步骤：①数据收集与整理。根据实际需要收集各种基础地理信息数据，主要包括地形、地物、地貌等要素的数据。这些数据可能来自实地测量、遥感影像等途径，再对这些数据进行整理和预处理，确保符合后续处理的要求。②数据编辑与更新。由于收集整理的基础地理信息数据不是一成不变的，因此要根据最新的地理信息变化，对原有的数据进行编辑和更新，这包括新增、修改、删除地物要素，以保证地图的现势性和准确性。③图形整饰。在使用不同的符号来表示不同的地物类型，并在地图上添加相应文字说明情况后，就可对地图的版面进行美化和调整，这包括设置地图边界、添加图例等，以增强地图的可读性和美观度^[6]。

④制印与发布。通过专业的制图软件，将编制好的地形图制印和发布出来，使其能够被广泛应用。整个过程还要注意分析数据关联情况，保证地形图内容准确无误^[7]。

3.6 空间数据质量检查方法

考虑到内业数据处理容易受到原始数据质量、人为操作等众多因素影响，因此要切实保证基础地理信息数据内业处理水平与质量，就必须采取数据质量检查方法，对数据处理质量进行客观分析评价，涉及的质量问题也能及时发现和处置^[8]。实践中，可根据现实情况及需要，对手工检查、人机交互检查等方法进行应用，通过仔细核对原始数据、可视化呈现空间数据、设定检查规则等，全面检查空间数据的位置、属性、拓扑等是否准确无误，实际工作原理及应用优势见表 1。

表 1 空间数据质量检查方法及其应用情况

常用方法	工作原理	应用特点
手工检查	通过目视判读核对或是原图叠加比较方式来评价数据质量。	操作简单方便、检查效率和精准率偏低
人机交互检查	通过把空间数据可视化呈现，目视判读图形图像连续性。	工作效率高，可实现对复杂空间数据质量检查评价
软件检查	通过专门软件设定检查规则全自动检查空间数据。	检查全面性、工作效率高、准确性好。

4 结语

新时期开展基础地理信息数据内业处理工作，必须紧跟时代发展步伐，对更为科学、先进的内业数据处理技术进行熟悉了解和灵活应用，使基础地理信息数据应用价值充分发挥出来，内业数据处理流程及方法体系也会更为完善，从而推动相关领域工作获得更好的发展。

参考文献

[1] 孙莉欣,植亮.基础地理信息数据内业数据处理技术研究[J].中国高新科技,2024,(13):66-67+99.
[2] 郭微.基础地理信息数据内业数据处理关键技术研究与应用[J].测绘与空间地理信息,2020,43(06):111-113.
[3] 黎坚.基础地理信息数据处理关键技术的研究与应用[J].现代信

息科技,2020,4(13):28-29+32.

[4] 白丹.1 : 10000基础地理信息数据内业处理关键技术探讨[J].测绘与空间地理信息,2020,43(05):182-184.
[5] 张志伟,衣鹏军,赵也.基于ArcSDE的管线探测内外业一体化方法[J].北京测绘.2021,(7).
[6] 林继贤,周志刚,刘松利.基于实时成图技术的管线移动采测系统研发及应用[J].城市勘测.2019,(z1).
[7] 李阳,何文峰,黄伦春.一种设施普查中多源异构数据的处理方法[J].城市勘测.2023,(z1).[4]李自然.基于信息映射技术的DWG地形数据入库方法[J].测绘与空间地理信息.2022,45(4).
[8] 张秀琳.浅析土地利用更新调查内业数据处理方法[J].城市建设理论研究(电子版).2019,(7).10.

Analysis of building engineering measurement method based on photogrammetry and remote sensing technology

Xuezhi Qiu¹ Lijuan Long²

1. Yunnan Provincial Remote Sensing Center, Kunming, Yunnan, 650034, China

2. Yunnan Nuclear Industry 29 Geological Brigade, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

In the process of construction engineering, engineering measurement is a very key link. The accuracy and effectiveness of engineering measurement have a direct impact on the construction quality of the whole construction project. With the accelerating speed of social and economic development and the construction engineering industry becoming more and more mature, the requirements for the development of construction engineering survey work are becoming higher and higher. Applied photogrammetry and remote sensing technology to construction engineering survey can not only improve the accuracy and reliability of measurement data, but also ensure the improvement of construction engineering survey quality from the technical level. This paper focuses on the detailed analysis of construction engineering measurement methods based on photogrammetry and remote sensing technology, aiming to improve the quality of construction engineering measurement, and lay the foundation for the control of construction quality of construction engineering, for reference.

Keywords

construction engineering survey; photogrammetry; remote sensing technology

基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量方法分析

邱学智¹ 龙丽娟²

1. 云南省遥感中心, 中国 · 云南 昆明 650034

2. 云南省核工业二〇九地质大队, 中国 · 云南 昆明 650000

摘 要

在建筑工程施工过程中, 工程测量是非常关键的一个环节。工程测量的准确性与有效性, 对于整个建筑工程的施工质量有着直接的影响。在社会经济发展速度不断加快, 建筑工程行业越来越成熟的形势下, 对于建筑工程测量工作的开展要求也越来越高。而将摄影测量与遥感技术应用到建筑工程测量当中, 不仅可以提高测量数据的准确性与可靠性, 还可以从技术层面保证建筑工程测量质量的提高。本文重点针对基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量方法进行了详细的分析, 旨在提高建筑工程测量质量, 为建筑工程施工质量的控制奠定基础, 以供参考。

关键词

建筑工程测量; 摄影测量; 遥感技术

1 引言

传统的建筑工程测量工作开展要求比较多, 稍有不慎, 工程测量结果的准确性就会受到影响。而将摄影测量与遥感技术应用到建筑工程测量工作中, 不仅可以缩短工程测量周期、降低工程测量成本, 减少人力、物力的投入, 还可以降低各种因素对工程测量过程的影响, 保证工程测量精度, 为整个建筑工程施工效率与施工质量的提升奠定基础。但是, 如何将摄影测量与遥感技术应用到建筑工程测量中, 还需要

进行更为深入的探索和思考。

2 摄影测量与遥感技术的相关概述

2.1 摄影测量技术

近几年来, 摄影技术与测量技术的融合, 形成了目前颇受欢迎的摄影测量技术。摄影测量技术强调在专业摄影设备的基础上, 以数字化影像的方式将被测物体的外观特征呈现出来。在应用这一技术的时候, 需要先对被测物体进行数据采集, 然后再进行相关模型的构建。在数据采集环节, CCD 数字影像技术的应用, 能够显著提高数据采集的准确性与有效性^[1]。在建筑工程测量工作中, 对这些数据进行科学合理的归集和数字化处理, 并使用平方差数据处理方法进行采样误差分析, 可以进一步提高测量结果的准确性, 保证

【作者简介】邱学智 (1976-), 男, 中国云南宣威人, 本科, 高级工程师, 从事摄影测量与遥感、土地利用及变更调查研究。

模型构建的完整性与真实性。另外,在应用摄影测量技术的时候,还需要对 DEM 摄影测量要求予以重点考虑(如图 1 所示)。

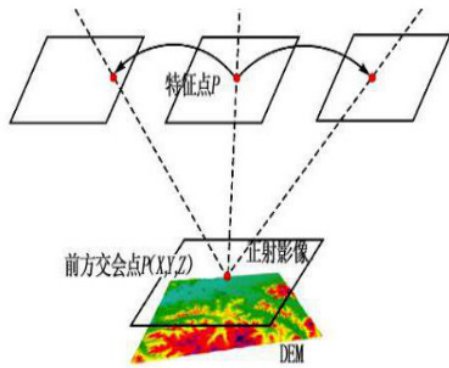


图 1: 摄影测量 DEM 要求示意图

2.2 遥感测量技术

遥感测量技术的应用离不开电磁感应波的支持。测量人员需要利用传感器设备,对辐射信号和反辐射信号进行实时接收,然后再对接收到的信号数据进行汇总、分析与输出^[2]。图 2 为遥感数据测量原理。与其他测量技术相比,遥感测量技术的应用不仅能够保证数据采集结果的精度,并可以对数据进行数字化成像处理。在建筑工程测量工作中,遥感测量技术的应用通常会与遥感图、卫星定位技术联合在一起。而且,遥感技术的应用主要在室内环境中操作,测量难度更小、测量成本更低,测量过程中的影响因素也更少,测量结果更有保证。

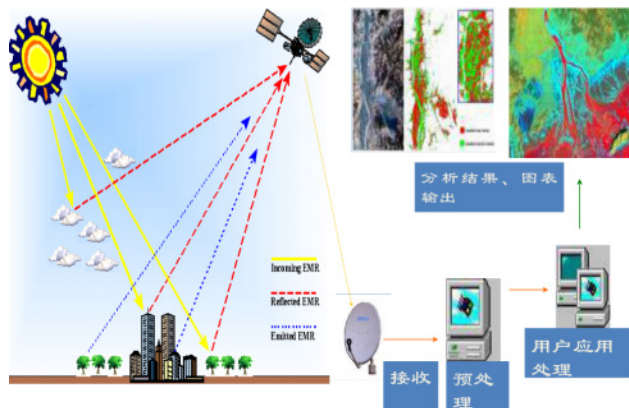


图 2: 遥感数据测量原理

2.3 摄影测量与遥感技术在建筑工程测量中的应用优势

基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量,需要测量人员利用传感器设备获取相关数据信息,再利用地面控制台中的相关软件系统生成相关模型。这种建筑工程测量方法,不仅可以缩短测量时间,降低测量成本,还可以提高测量质量^[3]。而且,应用这种建筑工程测量方法,测量人员与相关测量设施可以不亲自到达施工现场。而这,更是进一步降低

了建筑工程测量的成本,降低了测量行为对建筑工程周围环境的扰动。

3 基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量方法种类

3.1 机载激光雷达技术的应用

这种技术的应用,强调在航空器的载体上利用可控激光实施高空测量,即先利用光的反射波与散射波长,对地理信息进行识别、扫描与采集,然后再对采集的地理信息进行分析与研究,以此来了解被测物体的特征^[4]。机载激光雷达技术的应用将多种现代化技术,例如 GPS 系统、IMS 技术和激光测高技术等进行了融合,所以获取到的地理信息更加准确、可靠、有效,生成的数字化图像也与实际情况相符。

要想将这一测量技术应用到建筑工程测量工作中,并保证被测物体测量的效率的精度,需要使用空中地位与航空摄影测量技术。另外,与传统的测量技术相比,这一测量技术的应用优势主要体现在以下几方面。首先,测量数据反馈效率更高、测量数据更准确、测量工作质量更有保证。其次,在整个工程测量中,对于地面勘查点的设置要求不高^[5]。最后,以高程测量作业为主,只需要对飞行器的飞行轨迹与飞行高度进行灵活控制,就可以满足多样化的建筑工程测量需求,从数据层面为后续的工程设计、工程施工提供支持。

3.2 资料勘探技术的应用

在建筑工程施工中,会遇到各种各样的地质类型。只有在前阶段,对施工现场的地质特征进行全面而细致的勘察与分析,才能够为后续工作的顺利开展提供便利。资料勘探技术的应用以下几项技术的联合应用为基础:第一地质信息技术、第二位置系统、第三可视化技术、第四模型构建技术等。利用资料勘探技术,对建筑工程拟建场地的地理信息进行读取与整理,能够为建筑工程测量流程的简化、建筑工程测量难度的降低、建筑工程测量工作量的减少提供支持。另外,将资料勘探技术与专家资源系统、测量数据系统结合在一起,对相关数据进行个性化分析与处理,帮助测量人员更好更快地完成数据信息读取与分析工作^[6]。资料勘探技术与地理信息系统数据库的结合,同样可以帮助测量人员有效获取施工现场被测物体的历史信息资料,为测量人员明确建筑工程测量目标与方向,提高建筑工程测量效率,保障建筑工程测量质量提供保证。虽然资料勘探技术并不属于建筑工程测量的专项技术,但是也能够从数据层面,对建筑工程测量工作的开展予以有力支持。近几年来,这一技术在建筑工程测量领域中的应用已经越来越广泛。

3.3 航空遥感影像技术的应用

这是一种使用方法更灵活、呈现精度更高、构建模型更多样的测量技术。与其他测量技术相比,技术性更强,可以在短时间内完成建筑施工现场地理信息的采集、整合、分析、存储与专业化处理,生成后的影像资料也可供测量人员

直接观看。

在建筑工程测量工作中,可以通过多种非接触式传感器和遥感技术的光学波长辐射反馈来完成地理信息的采集,并提高地理信息数据的采集精度。通过数字法、解析法等现代化信息技术,对地理信息进行整合,并将其中有价值的内容提取出来,就可以给出真实、可靠的建筑工程测量结果^[7]。另外,在应用航空遥感影像技术的时候,按照一定的比例对影像数据进行缩放,还可以为测量人员重点研究某一重点区域提供便利。

例如,在实际的建筑工程测量工作中,测量人员就可以直接利用航空遥感影像技术,对施工现场及周围的地理信息进行定向采集、整理与储存,然后再通过初步的数据处理后,生成与实际情况相符的工程测量数据。航空器内部的智能化摄影设备还具有图片加工功能。测量人员可以通过这一功能,缩小测量误差,提高影像清晰度,进而为后续的数据分析、影像研究工作开展提供便利。近几年来,航空测量影像技术已经在建筑工程测量中发挥举足轻重的作用。

4 基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量方法应用体现

4.1 在建筑工程地形图绘制中的应用

建筑工程地形图的绘制,对于后续工程设计与施工的影响非常大。而建筑工程测量工作的开展目的,便是从数据层面提高建筑工程地形图的绘制质量。将摄影测量与遥感技术应用到建筑工程测量中,能够将最客观、全面、有效的地质信息、水文信息、气象信息等提供给施工人员,通过建筑工程施工现场实际情况的有效反映,保证后续工程设计与工程施工的顺利开展^[8]。将卫星影像遥感技术应用到建筑工程测量中,借助星载传感器进行各类地理信息的采集,利用信息技术对采集到的地理信息进行数字化处理,将其中有价值的部分筛选出来,并上传到建筑施工管理系统当中,就可以为相关工作人员读取数据、使用数据提高影像图中比例尺的精准性提供支持。

4.2 在建筑工程施工中的应用

在建筑工程测量中,利用摄影测量与遥感技术获取的工程测量数据,可以在建筑施工安全管理与质量控制中发挥重要作用。例如,建筑工程的施工建设受到当地经济发展水

平、企业投资金额、政府政策、突发公共卫生事件、施工材料质量以及施工安全事故等因素的影响。同时,建筑工程测量工作的开展,也容易受到这些因素的干扰。而对摄影测量与遥感技术进行合理的应用,不仅可以对建筑工程施工现场的各方面信息进行动态化采集与处理,还可以降低测量工作方面的人力、财力与物力成本投入,为建筑工程施工效益的提高提供保障。

5 结语

综上所述,在建筑工程施工过程中,建筑工程测量是非常基础且重要的一个环节。在这一环节中,对摄影测量与遥感技术进行合理的应用,不仅可以提高测量数据的准确性与可靠性,还可以为建筑工程的顺利施工提供保证。目前,在建筑工程地形图绘制与施工过程中,摄影测量与遥感技术的应用非常广泛。且应用频率最高的技术有三种,即机载激光雷达技术、资料勘探技术和航空遥感影像技术。在未来的一段时间内,摄影测量与遥感技术必然会越来越先进、越来越智能、越来越创新。只有持续探索摄影测量与遥感技术在建筑工程测量中的应用潜力与应用方法,才能够将摄影测量与遥感技术的应用优势充分发挥出来,推动建筑工程施工领域的发展与进步。

参考文献

- [1] 刘研. 基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量研究[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集. 2024:1-2.
- [2] 李德存. 基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量研究[J]. 建筑工程技术与设计,2020(30):3987.
- [3] 杨锐. 摄影测量与遥感技术在工程测量中的应用[J]. 地矿测绘,2024,7(2):1-3.
- [4] 杨 彪. 摄影测量与遥感在工程测量中的应用[J]. 工程研究与实用,2024,5(19).
- [5] 汪学君. 摄影测量与遥感技术应用现状及发展趋势分析[J]. 江西建材,2022(4):96-97.
- [6] 郭 健,杨金鹏,姚海彬. 工程测量中摄影测量和遥感的应用探讨[J]. 建筑工程技术与设计,2018(24):173.
- [7] 金国钢,陈根法. 摄影测量与遥感技术在建筑工程中的实践探索[J]. 江西建材,2016(19):213.
- [8] 杨东明. 基于摄影测量与遥感技术的建筑工程测量研究[J]. 建筑工程技术与设计,2019(27):461.

Development and application research of intelligent surveying and mapping technology in engineering surveying in the new period

Xiang Chen Tao Ke

Nanjing Nuclear Industry Construction Group Co., LTD., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

Engineering survey is the basis of various types of engineering project planning and design and the development of construction activities. The use of appropriate surveying and mapping technology to efficiently and accurately determine the data, to improve the rationality of project design and construction quality. Under the background of the rapid development of artificial intelligence technology, starting from the actual needs of engineering surveying, promoting the efficient application of intelligent surveying and mapping technology plays a significant role in promoting the high-quality development of engineering measurement. In this paper in a brief summary of the basis of intelligent surveying and mapping technology application characteristics, in the engineering survey development of intelligent surveying and mapping technology and application form, analyze the development trend of intelligent surveying and mapping technology and application points, to provide reference for specific project survey work, in order to promote the development of engineering construction quality play a role in promoting.

Keywords

engineering survey; intelligent; surveying and mapping technology

新时期工程测量中智能化测绘技术发展及应用研究

陈翔 柯涛

核工业南京建设集团有限公司, 中国 · 江苏 南京 210000

摘 要

工程测量是各种类型工程项目规划设计和建设活动开展的基础, 利用合适的测绘技术高效、精准测定各项数据, 对提升工程项目设计方案合理性和建设质量, 都有显著促进作用。在当前人工智能技术快速发展背景下, 从工程测量实际需求出发, 推动智能化测绘技术高效应用, 对促进工程测量高质量发展具有显著促进作用。本文在简要概述智能化测绘技术应用特征基础上, 说明工程测量中智能化测绘技术的具体发展及应用形式, 分析智能化测绘技术的发展趋势及应用要点, 以此为具体工程项目测量工作开展提供参考, 为推动工程建设事业高质量发展起到应有促进作用。

关键词

工程测量; 智能化; 测绘技术

1 引言

测绘工作开展是工程建设的重要步骤, 通过为工程开展提供科学、可靠的数据支撑, 确保工程项目高质量完成。智能化测绘技术是在数字化测绘基础上, 结合人工智能技术出现的新型应用形式, 对提升测绘效率和结果精准性具有显著促进作用。在当前工程建设产业高质量发展导向下, 必须加强对智能化测绘技术发展及应用的研究, 准确把握新型技术应用形式及应用要点, 加快推进智能化测绘知识体系建设, 为推动工程测量创新发展起到有效支撑。

2 智能化测绘技术应用特征

智能化测绘技术是在数字化测绘技术上发展而言, 除具有测图数据精确性高、自动化程度高、图形信息丰富、图形编辑便捷等优势外, 还具备如下特征: 一是有效拓展测绘范围, 通过智能测绘机器人、智能无人机遥感测绘等, 突破地理环境和地质条件限制, 降低人为操作风险, 实现更为广泛的测绘, 获取更加全面的测量数据, 为工程建设提供完整依据, 二是测绘精度的提升, 在获取基础测绘数据并生成数字化地图时, 能够利用智能图像技术进行编辑, 有效弥补现场测量不全面对地图精度产生的影响, 降低人为工作带来的误差, 为工程设计和建设提供精准依据^[1]。三是能够有效提升测绘工作效率, 利用智能化技术进行成图处理或搭建数字地球模型, 能够容纳更多的测绘信息, 便于各个建设主体根

【作者简介】陈翔(1995-), 女, 中国江苏南通人, 本科, 助理工程师, 从事测绘工程研究。

据实际需求及时查找数据信息,提升工程项目施工组织时效率。

3 工程测量中智能化测绘技术的具体发展及应用

3.1 智能测绘机器人

智能测绘机器人是工程测量智能化发展的重要技术形式,在工程项目规划设计阶段,具有较为显著的应用优势。基于激光跟踪及激光测绘技术为基础,融合深度学习、计算机视觉、测量传感器等相关技术设计的智能测绘机器人,在管道工程、桥梁工程等类型项目的局部地形测绘和轮廓检测中,都有较为广泛的应用。通过对图根控制测量和碎部点采集测量两个方面的优化,有效解决传统工程测量不足之处,提升测量精度和效率。智能测绘机器人部件主要包括底盘主体和两轴机械云台两个部分,结合合适的开发平台进行编程,以确保机器人能够适应各种复杂地形的多种测量任务需求。例如使用单目相机能够实现单目视觉测距和周围地物图像的采集;红外传感器能够用于辅助测距任务;运动控制器则是通过运动状态控制算法和可视化管理系统等,实现与外界环境的实时交互和对机器人全向移动的精准控制。基于 Apriltag 图像识别技术构建的机器人智能图像控制测量方法,能够基于高精度标签,提升在各种光照条件下的测量精度,提升测绘工作抗干扰性^[2]。智能碎部点采集测量的因公,则能够精准表现出建筑墙角、道路交叉点等局部地形测区的地形地貌特征。在进行测绘时,利用 YOLOv5 目标检测算法,利用卷积神经网络进行学习,即可利用图根控制点测量的平面坐标和高程数据,直接从图像中预测目标的边界框和类型,再经过坐标转换和数据存储完成碎部点测量工作。

3.2 智能无人机遥感测绘

无人机遥感测绘技术在各种类型的工程测量中都得以广泛应用,但是在以往处理模式中,遥感测绘图像信息的提取,需要经过预处理、几何校正和图像增强等多个环节,才能生成满足实际需求的数字地图、三维模型等数字测绘产品,整体处理流程较为复杂,误差也相对较大。利用合适的人工智能算法进行遥感图像处理,成为智能无人机遥感测绘发展的重要趋势。例如借助遗传算法进行图像分割、识别和恢复,具有较强的全局搜索能力和抗干扰能力;利用深度学习算法构建深度神经网络模型,能够提升图像生成和图像识别效率,提高分类和识别精准度;利用 BAS 算法进行图像分割、图像恢复和去噪处理,能够提升全局搜索能力^[3]。但是当前这些类型的人工智能技术应用还处于前期发展阶段,在实际应用中还存在无法进行复杂问题求解,容易陷入局部最优解等问题,在进行实际测绘时,应当选择最合适的算法,充分发挥技术优势,提升整体处理效率。

3.3 智能无人测绘船

智能无人测绘船在航道规划,湖泊及浅滩治理、港口建设等工程项目建设中,具有较强的适用性,能够为基础工程建设提供丰富、准确的测绘数据。在进行具体测量时,

需先根据数据需要和测量范围,合理规划行驶航线,重点做好定位处理和灵活性控制,避免出现测量误差较大而导致数据精度不足问题。通过全球导向卫星系统与多传感器联合定位,提高定位准确性和实时性。在无人测绘船控制系统中,可以基于深度强化学习算法构建运动控制策略,减少外部因干扰,提升非线性问题处理能力,减少航线误差,利用测深仪等设备获取水域深度等相关地形参数。同时还需要采用合适的人工智能算法做好异常数据处理,从整体上确保测量精度满足工程项目设计和建设需求。

3.4 线云的智能化重建和应用

利用三维线云重建进行实景三维构建,是实景三维构建的重要技术,主要是利用影像位姿恢复、线特征提取、线段匹配、多视特征关联及前方交会等核心步骤,得出结构化的实景三维模型,并能够利用点线联合进行模型优化,对线状地物特征进行重建。但是这种技术在数字化测绘中无法充分将线云优势体现出来,更难以实现与点云细节描述的深度融合,因此必然朝向智能化方向转型。以线云的智能化重建为例,可以导入测绘自然智能算法,实现混合式的智能计算,以此有效完善线云结构,提升语义准确性,确保线段能够表达出明确的语义和几何信息,提升多视线段的关联精度^[4]。例如在某些测绘工作中,利用 Blender 等三维渲染引擎,结合海量结构化三维模型,能够实现对三维线云几何语义特征的逆向重构和渲染。在工程量工作开展中,依托智能化技术推进线云与点云的深度融合,能够有效提升几何处理精度和三维模型精度,提升重建效率,拓展实景三维服务的应用范围,在未来工程测量发展中具有广阔发展前景。

3.5 测绘信息的智能化处理

测绘信息的智能化处理是测绘技术发展及应用的重要形式,针对具体工程项目测量需求,构建更为合理的智能化处理模式,有效推动工程测量水平不断提升。以某地铁结构运营期的形变和表观病害状态变化监测工程项目为例,需要实现对地铁结构的安全监测,利用轨道式移动三维激光扫描技术进行综合测量,获取相关外业数据,并构建系统性的数据信息智能化处理流程。先是对基准点稳定性进行评价,依据基准点个数、布设方式,先利用 VT 检验法将不稳定的基准点剔除,再合理设定每个基准点组中的基准点个数,利用三维平差法进行解算^[5]。第二步是利用移动扫描集成平台,获取所输入的点云数据中的坐标信息,结合带里程结构的中心线,选取其中一点获得点坐标,以输入的点坐标对应里程值,结合空间几何算法和线性插值,计算出投影点的三维坐标,更新中心线上所有点对应的里程。最后是完成隧道断面的提取与拟合,为地铁结构状态普查提供测量数据支撑。

4 工程测量中智能化测绘技术的发展趋势及应用要点

4.1 智能化测绘技术的发展趋势

随着人工智能技术的快速发展和应用成本的不断降低,

在未来工程测量发展中,智能化测绘技术发展将呈现如下趋势特征:①数据获取的自动化与实时化,利用多种形式的移动测量设备,搭载合适类型的多传感器,能够实现对复杂地形的高效三维建模。例如在电力线路巡检工程中,利用无人机 LiDAR 实时三维点云建模成像技术,能够快速获取精度达到厘米级的杆塔点云数据,为巡检维护工作开展提供有效支撑。例如在桥梁、大坝等工程建设和运维中,利用布设 GNSS、光纤传感器等设备,能够实现毫米级的变形监测,结合边缘计算技术,能够实现实时性的数据处理和预警,有效提升工程建设和运维质量。②数据处理的智能化与高效化,利用人工智能算法驱动分析,能够实现对各种类型工程测量数据的精准分析,例如在建筑工程中,基于深度学习算法的遥感影像分类;在公路工程中利用点云分割技术提取道路标线,或是进行裂缝检测,整体分析效率较之传统方法能够提升 50% 以上。③系统集成与平台化,在复杂工程项目测量工作开展中,基于多源数据融合进行深度分析,并满足各个建设主体测量数据需求,是重要的发展趋势,例如在公路运维工程中,利用车载移动测量系统进行道路检测,综合 RGB 图像和点云,能够实现路面病害的精准识别。例如在智慧城市建设工程中,基于云计算构建测绘大数据平台,能够支持海量数据存储和并行计算,依托数字孪生技术实现对工程全生命周期的动态仿真,以此满足工程建设、监理、国土等多个部门管理需求。④标准化与规范化,在未来发展中,针对智能化测绘技术应用的标准建设逐渐加速,通过完善数据格式、算法接口和精度评价等内容,实现测绘数据的互联互通,进一步体现智能化测绘技术在区域工程建设高质量发展中的作用。

4.2 智能化测绘技术的应用要点

智能化测绘技术在未来各种类型工程建设中都有较为广阔的应用前景,针对当前实际应用中存在的问题,在实际应用中应当注意几个方面要点,系统性做好优化改进,以确

保技术应用成效充分显现出来。在数据采集阶段,应当根据工程测量目标,尽量采用多源传感器协同采集,有效提升测量精度和准确率;同时采用边缘计算前置方式,提升数据预处理效率,更好地满足测绘实时性应用需求。在数据处理阶段,应重点关注人工智能算法的场景适配,根据不同工程需求选择模型,提升数据处理效率。同时针对多数智能模型在实际应用存在计算结果偏差问题,应当采用自动检测和人工复核相结合的方式,确保成果可靠性。在数据管理和分析环节,应当尽量做好大数据挖掘和实时可视化决策,满足施工现场组织、施工质量控制和安全隐患监测等需求,推动工程建设方式优化。同时在测绘作业过程中,还应当注意数据加密和权限控制,规避数据泄露风险;在部分城市测绘中,合理做好街景数据的敏感信息处理,确保测绘结果符合隐私保护法律法规要求。

5 结语

智能化测绘技术的发展及应用,对推动工程测量优化,推动工程产业高质量发展具有积极促进作用,对相关岗位技术人员而言,必须切实强化对智能化测绘技术应用的重视程度,结合工程实际优化技术应用方式,实现高水平、高精度的测量,为工程项目建设运维工作开展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 任彭睿智. 智能化测绘技术在工程测量中的应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (01): 52-54.
- [2] 苏秀永,柴路嘉,谭龙,等. 基于数据融合技术的无人机航测成图模式探索 [J]. 工程勘察, 2024, 52 (08): 66-70.
- [3] 魏东,刘欣怡,张永军. 多视影像三维线云重建技术及其智能化发展展望 [J]. 测绘学报, 2024, 53 (06): 1025-1036.
- [4] 毛文亮. 智能化发展下工程测量中的数字化测绘技术探析 [J]. 水上安全, 2023, (14): 64-66.
- [5] 王敏,许诚权,季威. 智能化测绘技术在地铁结构安全监控中的应用 [J]. 现代城市轨道交通, 2022, (S1): 118-122.

Preprocessing of Solid Tide Observation Data from Gphone Gravity Meter

Mingyu Zhang Ru Li Lan Wang

Xi'an Surveying and Mapping Station, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

The gravity tide observation data is less affected by interference signals and is stable and accurate, but the presence of interference signals in the solid tide observation data obtained by gravity stations in the mainland monitoring network is still inevitable. Therefore, data preprocessing is necessary. This paper selects the gravity tide observation data of stations with continuous and reliable observation data in the Chinese Mainland gravity station observation network, whose observation instruments are gPhone (portable earth tide spring gravimeter), and the data pre-processing software is the widely recognized Tsoft gravity tide data pre-processing software. On the basis of the original observation data of Songpan, Ruqiang and Yutian stations, the Tsoft software is used for data pre-processing of various interference signals with different correctors to eliminate the interference signals of observation data, so that the data is continuous without interference, and higher analysis accuracy is obtained.

Keywords

Gravity observation data; gPhone gravimeter; TSOFT; data preprocessing

Gphone 重力仪固体潮观测资料预处理

张明钰 李茹 王岚

西安测绘总站, 中国·陕西 西安 710000

摘 要

重力潮汐观测数据受到干扰信号较小且稳定精确, 但大陆监测网中重力台站所获得固体潮观测资料中干扰信号的存在仍不可避免, 因此进行数据预处理是必要的。本文选取中国大陆重力台观测网中具有连续可靠观测数据台站的重力固体潮观测数据, 其观测仪器均为gPhone(便携式地球潮汐弹簧重力仪), 数据预处理软件为被广泛认可的Tsoft重力潮汐数据预处理软件, 在获取的松潘、若羌和于田站原始观测数据基础上应用Tsoft软件对各类干扰信号采用不同修正器进行数据预处理, 消除观测资料干扰信号, 使数据连续无干扰, 得到较高的分析精度。

关键词

重力观测资料; gPhone重力仪; TSOFT; 数据预处理

1 引言

潮汐被分为海潮、固体潮、大气潮三类。虽然这三类潮汐都是由太阳和月亮的引潮力所致, 但其中的海潮和大气潮这两种潮汐分别指的是海洋表面的周期性涨落和大气表面的周期性涨落, 固体潮则是地球在月亮和太阳引潮力的作用下产生的响应所造成的地球周期性形变, 而如倾斜、天文经纬度、应变及重力等不同的地球物理现象就是由这种响应的形变所致。由于重力固体潮的变化极为微小, 所需观测仪器极为灵敏, 对观测数据进行有效地预处理是获得高质量分析结果的关键^[1]。重力固体潮的研究对于精化地球模型有至关重要的作用。随着测量仪器的更新换代, 测量精度在不断提高, 数据受各种因素的干扰表现也越来越明显。因此,

在对获得数据进行具体分析前, 对其进行预处理是非常必要的。

本文基于 gPhone 获取的 3 个台站 2012 年的连续重力变化观测数据进行预处理, 分析各站的重力变化。目的是为了消除数据中由于仪器自身问题或其他不能避免的一些因素所造成的影响, 包括仪器漂移、气象干扰、陆地水影响、构造运动等。将选取的三个站点数据通过预处理和漂移拟合后, 便能得到各站点的连续重力观测数据。本文目标是通过数据预处理获得连续稳定且光滑的重力固体潮观测数据, 为数据分析研究工作做准备。

2 重力台站与重力仪简介

2.1 重力台站观测数据

到 2012 年 1 月为止, 我国的重力台站已有 50 个以上且有 30 个左右具有 3 年以上的连续观测数据^[2]

本文选取其中部分数据进行的预处理操作: 3 个重力台

【作者简介】张明钰(1998-), 女, 中国陕西西安人, 硕士, 助理工程师, 从事测绘工程、遥感科学与技术研究。

站 2012 年一年的连续重力变化的观测数据,其平时检测与维护较完善、记录较稳定,观测数据全部为秒采样。具体分别位于松潘县、若羌县和于田县,所处位置分布相对较均衡,在我国大陆各处,具有一定代表性。

2.2 Gphone 重力仪

gPhone 重力仪组成的硬件有:(1)数据采集系统仪器箱:由传感器和数据采集系统两部分组成^[3](2)具有 UPS 和定时模块的电子箱:由 GPS 同步授时铷钟定时模块、隔绝电源波动对系统影响的 UPS 以及电源和输出接头三部分组成(3)用来获取重力及 GPS 数据且运行 gMonitor 控制软件的笔记本电脑。这三部分硬件由电缆连接。

3 台站变化数据预处理

3.1 数据预处理方法简介

重力固体潮观测值与理论值的差即残差就是预处理的数据对象。其中重力台站固体潮模拟理论值 $y_{mod}(t)$ 的表示如下式:

$$y_{mod}(t) = \sum_{n=1}^N \delta_n \sum_{m=1}^{M_n} H_{nm} \cos(\omega_{nm}t + \varphi_{nm} + \Delta\varphi_n) \quad (2-1)$$

式中, n 为波群数, N 为波群总数, δ_n 为第 n 个波群的模型振幅因子, m 为第 n 个波群的潮波分量数, M_n 为第 n 个波群的潮波分量总数, H_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的模型振幅, ω_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的角频率, φ_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的初始相位, $\Delta\varphi_n$ 为第 n 个波群的模型振幅因子和相位滞后^[4]。

重力台站固体潮实际观测值 $y_{obs}(t)$ 的表示如下式:

$$y_{obs}(t) = y_{mod}(t) + b \cdot P(t) + \varepsilon(t) \quad (2-2)$$

式中 b 为大气重力导纳值, $P(t)$ 为气压观测值, (t) 为观测残差。

以松潘 2013 年 3 月的数据预处理过程为例,五个通道表示了五个观测数据,包括重力固体潮观测数据的原始观测值、气压的原始观测值、重力固体潮的理论观测值、经气压修正后的重力固体潮残差值、预处理后残差值从上到下依次显示如图 1 所示。

3.2 基于 TSOFT 的台站重力变化数据预处理

通过经验特征可以将干扰信号总体分为四种情况,即突跳(又称尖峰,它主要是由电脉冲或仪器本身的原因造成的)、间断(它主要是由于仪器断电或故障而导致的)、阶跃(主要是由于仪器自身产生的阶跃)和地震扰动(主要是由于地震活动等干扰造成的信号扰动),在上述这四类的干扰信号中,前三类的成因一般是内因即仪器或供电故障,最后一类的成因为外部的地质活动。

针对以上的四类干扰信号类型, Tsoft 潮汐处理软件给出了四种不同的修正器改正方法(Correctors),即线性插值(Linear Interpolation)、三次多项式插值(Cubic Interpolation)、阶跃和间断修正器(Step/Gap),它们是由连

成线的圆点在软件界面显示出来的,圆点即为节点^[5]。干扰器就是通过良好的人机交互界面来实现的人工平躁处理。Tsoft 通过以上修正器等的作用提供了精确的可视化修正成果,并且成果的可信度较高。

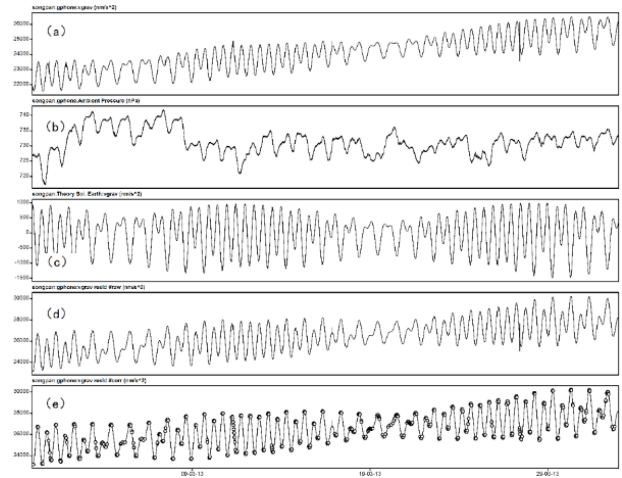


图 1 数据预处理示意图

(a) 重力固体潮原始观测数据 (nm/s^2) (b) 气压原始观测数据 (hPa) (c) 重力固体潮理论观测数据 (nm/s^2) (d) 经气压修正后的重力固体潮残差值 (nm/s^2) (e) 经过预处理后的重力固体潮残差数据 (nm/s^2)

3.2.1 数据的格式

原始重力和气压数据经过初步转换后得到的数据是秒采样的,但由于一秒的数据出现的高频噪声太大,进行预处理需先对其进行降采样,其过程利用了国际地潮中心推荐的低通滤波器(该滤波器为 fortran 语言)来对 gPhone 重力仪的原始秒采样数据过滤掉高频数据,以 60s 间隔降采样得到分钟采样数据,最后在 Tsoft 软件中将降采样后的重力气压数据合成为一个月的,即可对每个月的原始数据进行数据预处理。

3.2.2 数据残差值计算

在得到分钟采样数据后,考虑到预处理过程是在固体潮观测值的残差水平上进行的,进行预处理还需对重力潮汐的残差值进行计算,即需要在实际观测潮汐值的基础上去除理论潮汐值,本文处理过程中采用了合成潮汐法即利用理论公式计算观测台站的重力固体潮的理论值,再从重力固体潮实测值中减去此值,得到重力固体潮残差值。固体潮残差值 $\varepsilon(t)$ 为:

$$\varepsilon(t) = y_{obs}(t) - y_{mod}(t) \quad (2-3)$$

上式中, $y_{obs}(t)$ 为重力仪固体潮观测值, $y_{mod}(t)$ 为固体潮理论值。

3.2.3 间断

间断即数据在某一段时间中存在缺失的情况,一般是由观测仪器自身的供电或其他故障问题所引起,广泛存在在最初获得的原始的重力仪固体潮观测资料中。本文针对间断

处理使用 Tsoft 潮汐处理软件中的插值修正器工具进行数据填补,适用于缺失时间较短的间断部分。当面对缺失重力数据的时间段较长的间断情况时,一般会选择利用固体潮理论值进行填充。

3.2.4 突跳

突跳是由于电脉冲的作用或者仪器本身的原因而引起的,它与地震活动等外部作用带来的干扰信号的不同之处在于其信号分布特征不具有规律性,且信号突然突出,较为简单且便于识别,持续时间相较于地震等活动更短。Tsoft 针对突跳处理一般采用先删除后填补的方法,即首先使用间断修正器(New Gap Corrector)对数据中偏差极大的干扰信号进行删除,使其形成新的间断,再采用上述描述的间断处理方法进行差值处理,根据实际情况选择线性或是三次插值,即可完成处理。

3.2.5 阶跃

阶跃的形成原因由仪器自身带来,如测量过程中仪器所处位置的调整。阶跃相对于其他三种干扰信号的处理过程相对复杂,因为较小阶跃的存在会使仪器产生一定的漂移和失真,会对其基础上的数据分析与较长周期重力测定带来一定误差干扰。Tsoft 提供的阶跃修正器(New Step Corrector)可直接进行处理,在窗口内人工筛选出阶跃并根据阶跃前后数据曲线趋势手动调整,不断逼近最接近的曲线,得到修正后结果。

3.2.6 地震等其他活动造成的干扰

地震或其他运动会导致地球物理场发生变化,引起重力固体潮原始观测资料在一定范围内产生曲线的震荡,通常表现为明显的高频现象,被干扰程度在观测信号上的体现取决于地震的震级与仪器所处位置的远近。地震活动带来的干扰与突跳类似,为了不影响对于长周期内观测数据的后期分析处理,需消除这类高频数据干扰。通常先将干扰数据信号用间断修正器删除,此处干扰信号变为数据间断情况,再对其按照间断进行处理。

3.2.7 数据去漂移

由于重力台站实际观测数据中受潮汐变化的影响最大,因此重力观测信号变化也应与理论固体潮保持一致。将去除干扰预处理后的观测数据与重力固体潮理论数据对比后发现,虽然预处理后的原始观测数据没有干扰信号且连续光滑,但呈现出的数据曲线的整体走向趋势与重力固体潮理论数据间仍存在一定的出入。这是由于台站重力固体潮数据在仪器观测过程中受仪器位置改变、仪器漂移等不可抗因素的影响所造成的数据漂移现象,其会使仪器观测数据与实际重力潮汐理论值存在较大偏差。漂移在各种因素的影响下具有多样性的特点,分为线性漂移与非线性漂移,本文对其分别采用线性拟合和切比雪夫多项式拟合,其相较于传统线性方法处理效果更好。

3.3 台站重力变化观测值处理结果

本论文对获取的松潘、于田和若羌台站 2012 年一年的重力原始观测数据进行相关的预处理以及去漂移步骤,最终获得良好无干扰的观测数据,为接下来的数据分析研究提供了数据基础。最终得到的数据结果表明,Tsoft 潮汐数据预处理软件是台站重力固体潮原始观测数据预处理工作较为理想的处理平台。

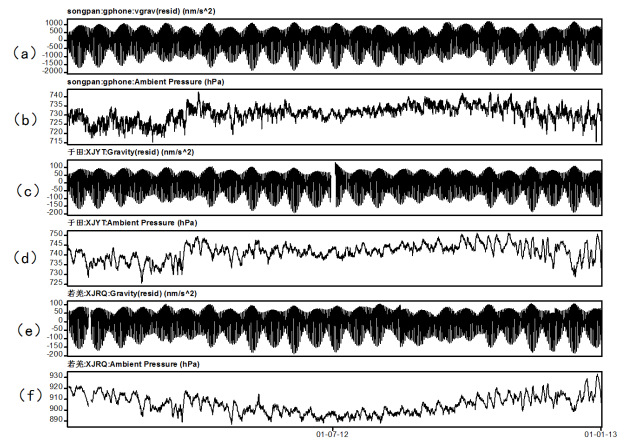


图 2 最终各台站重力变化观测值处理结果

(a) 松潘站重力观测值 (b) 松潘站气压观测值 (c) 于田站重力观测值 (d) 于田站气压观测值 (e) 若羌站重力观测值 (f) 若羌站气压观测值

4 结论

本文基于 gPhone 重力仪所获取的重力固体潮连续观测数据,利用 Tsoft 潮汐预处理软件在残差上进行各种干扰信号的修正并获得连续稳定的台站重力变化数据,以用于后续数据的调和分析工作。通过本文中各台站重力固体潮原始观测资料效果较为理想的预处理结果,可看出 Tsoft 软件的功能足以完成对原始观测资料中各类干扰信号的判断与修正,具有在台站潮汐数据处理领域中推广使用的意义。

参考文献

- [1] 陈晓东.武汉九峰台超导重力仪固体潮观测资料的预处理和分析结果[D].中国科学院研究生院(测量与地球物理研究所),2003.
- [2] Doodson A T.1997. The analysis of tidal observation[J]. Philosophical Transaction of the Royal Society, 1928,A. Acta Geodaetica et. Cartographica Sinica,26(4):307-314.
- [3] 张晓彤.gPhone重力仪格值因子变化研究[D].中国地震局地震研究所.2014.
- [4] 陈晓东,孙和平.一种新的重力潮汐数据预处理和分析方法.大地测量与地球动力学[J].2002;22:83-7.
- [5] 徐伟民.中国大陆连续重力数据非潮汐量的获取与初步分析[D].中国地震局地球物理研究所.2012.

Discussion on the Application of Digital Surveying Technology in Urban Cadastre Surveying and Mapping Engineering

Xiaoqiang Wang

Middling coal Aerial Survey and Remote Sensing Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710010, China

Abstract

Urban cadastral surveying and mapping is a fundamental task that directly affects the smooth progress of subsequent work and is of great significance for promoting the construction and development of urbanization in China. In urban cadastral surveying and mapping work, in order to effectively improve the quality of surveying and mapping work, and to combine the collection, storage, and processing of data information, the use of digital surveying and mapping technology can effectively solve this demand, allowing more data information to be shared on a larger scale, minimizing the problem of duplicate investment, and promoting China's modernization construction and development. Based on this, this article first analyzes the significance and current situation of the application of digital surveying technology in urban cadastral surveying and mapping engineering, and then analyzes the application strategies of digital surveying and mapping technology in urban cadastral surveying and mapping engineering for reference.

Keywords

digital surveying technology; Urban cadastral; application

关于数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用探讨

王小强

中煤航测遥感集团有限公司, 中国·陕西 西安 710010

摘 要

城市地籍测绘是一项基础性的工作,其直接关系到后续工作的顺利进行,对促进中国城镇化的建设与发展有着十分重要的意义。在城市地籍测绘工作中,为了使测绘工作的质量得到有效提高,同时也能够将数据信息的采集、存储和处理相结合,采用数字测绘技术能够很好地解决这个需求,让更多的数据信息能够得到更大范围内的共享,最大程度地减少重复投资的问题,促进中国的现代化建设与发展。基于此,本文首先分析了数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用意义和现状,随后分析了数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用策略,以供参考。

关键词

数字测绘技术;城市地籍;应用

1 引言

为了更好地掌握土地信息,强化国土资源管理,地籍工作已经成为社会稳定和迅速发展的一项重要工作。随着信息技术的迅速发展,中国将数字测绘技术引进到城市地籍测绘工作中,对传统的测绘工作的准确性和工作效率都有明显提高,数字化地籍图内容丰富,不仅能给工作人员提供精确的资料,还能有效地解决土地利用问题,将城市地籍测量工作推向一个新的台阶,逐步实现信息化、数字化,加速全国测绘项目的改革。

2 数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用意义

将数字测绘技术运用到城市地籍测绘工作中,能使其在地籍测绘市场上具有较强的竞争力。随着市场的发展,数字测绘技术可以很好地满足用户的各种需要,根据用户的需要进行各种功能的开发应用。数字测绘技术的优势是其精确度更高,可以用科技手段把测绘结果数字化,免去了手工绘图步骤。将数字技术引入到城市地籍测绘工作中,可以有效地减少测绘误差,因此可以节省相应的工作时间,提高总体工作效率。利用数字测绘技术可以使城市地籍测绘工作更加科学化、标准化。在城市地籍测绘工作中,由于数字测绘技术具有很强的计算能力,可以迅速地数据信息转换成各种类型的数据,并由此得到更为真实、完备的资料,这对于国土工作的管理有很大帮助。在数字测绘技术中,通过计算机建立地质模型,使工程师能够根据所测成果建立地质模

【作者简介】王小强(1977-),男,中国陕西扶风人,本科,工程师,从事摄影测量与遥感,界限与不动产测绘,地形图编制,实景三维等研究。

型。采用人工绘制图纸和传统的测绘方法会存在一些误差,而利用数字测绘技术可以很好的避免这些误差。此外,数字化的方法以更科学的数据展示了传统的技术符号,让测绘图变得更容易理解,这可以有效地提高研究者的阅读速度,同时也为研究者们提供了重要的参考信息。同时,将数字测绘技术运用于城市地籍测绘工程中,也可有效节约测绘工作相关费用。比如,在传统测绘工作中,最后得到的是一张纸,而采用了数字测绘技术后,工作人员能够构建一个完整、安全的云信息数据库,进行数据的网上存储和资源调用。这样,就可以有效节省城市地籍测绘的相关费用,提高城市地籍测绘经费的使用效率。对城市地籍测绘工作而言,数字测绘技术的具体运用,其主要作用是提高整体测绘工作的工作效率。另外,采用数字测绘技术可以有效地规避传统测绘工作中的层层控制,从而达到综合测绘过程的目的。

3 数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用现状

在一般的城市地籍测绘工作中,数字测绘技术并没有得到广泛应用,有关部门仍沿用传统的测绘方法进行地籍测绘。传统的城市地籍测绘方法具有较大的缺陷,一是以人工为主,工作量大。在传统的地籍测绘工作中,一般都是使用经纬仪、水平仪等仪器来测定城镇房屋的基础坐标和高程,然后通过长期的测绘,对数据进行统计和分析,最后完成3D坐标图的绘制。传统的测绘方法不仅加大了测绘人员的工作量,而且加大了测绘的难度,同时也给测绘工作带来了很大的压力。二是传统的地籍测绘方法主要靠手工进行,由于测绘资料的采集、资料的汇总、绘图等工作均采用手工方式完成,受到人为因素的影响,测绘结果难免会出现一些偏差。三是数字测绘技术的应用还不完善。在实践中,一些单位已经开始采用数字测绘技术,但在运用这些技术的时候,并没有把数字化技术运用到工作的各个方面。比如,有些单位在测绘工作中采用了数字化的测绘仪器,如红外线测距仪、电子测速仪等,但测绘成果仍然是人工测绘。由于数字化技术的不完善,导致了实际地籍测绘工作的效率提高十分缓慢,迫切需要在城市地籍测绘工作中合理运用数字测绘技术。城市地籍测绘的核心是房地产测绘。房地产测绘对于测绘员的专业素养有很高的要求,需要不断的更新自己的专业知识,提高自己的专业能力。此外,在测绘工作中,相关部门对工程监理工作不够重视,这会对最后的测绘质量产生影响。四是在测绘工作过程中,工作人员没有严格遵守测绘的规定,比如没有遵守设备使用规程、没有进行正确的技术操作等,这就造成了最后的测绘质量不合格。五是在城市地籍测绘过程中,要注意安全。安全始终是各行业关注的重点,但是,在现实的工作中,还存在着一些测绘人员没有按照现行的工作程序来进行作业,也有一些人在测绘时,由于自己的安全意识不足,没有采取相应的安全措施。各单位对测绘

工作不够重视,很可能会造成后期与测绘相关工作中出现的问题增多,给单位带来负面影响,进而影响到中国国土资源管理工作的正常开展^[1]。

4 数字测绘技术进行城市地籍测绘的工作过程

一是收集相关信息。目前的工作重点是实地调查,编制《技术方案一览表》,为今后的测绘工作打下坚实的基础。在现阶段,迫切需要对城市地籍测绘工作做一个总结,为下一步工作提供必要的资料。二是测绘第一级控制点,因为城市里的主干道大多较为宽阔,而胡同较为狭窄,所以,一级控制采用GPS静态法进行测绘。观测点一般选择在高楼或主干道,避开建筑物15°以上的天空。对高密度区域的障碍及EMI源,采用次级导线进行二次加密,所测点位要稳定、可靠,GPS点位应与周边环境相吻合,并采用严格的拟合方法对其内部计算进行校正。RTK是一种将GPSRTK技术与全站仪巡测相结合的方法,能在大范围内进行RTK技术的布设,对城市地籍测绘工作起到推动作用。三是内部数据处理。在实地作业完成后,电子装置内的资料每日都会传送至微计算机,并由绘图软件进行大批量处理。绘图仪按照所画出的图样,对各平面上的各点进行的操作和处理,并在编辑时核对各图稿上的注解及微机上的注解,以保证其正确性。在添加影像时,需要精确地使用地表对象编码。由于荧光屏及物件的密度有限,误接、泄漏等现象难以避免,所以在接线时要时时留意,并且要在工地上反复检查。实地地籍图制作完成后,两组工作人员将以城市调查表、地籍管理等方式取得工作地图及成果。

5 数字化测绘技术在城市地籍测绘工作中的应用策略

5.1 数据库建立与数字化管理

地籍测绘是城市建设的基础工作,首先要做好城市地籍调查工作,该方法在城市地籍测绘中具有广泛的应用前景。城市地籍调查是地籍测绘工作中最重要的部分,包括初步调查和变化调查,此外,还涉及到不动产、权属、管线等多方面内容。土地权属调查是地籍测绘的重点,其工作重点是确定土地使用者的权属、方位和行政属性。在完成地籍测绘后,利用GPS测绘得到的基线资料,利用计算机完成有关地形图的录入和输出,并对有关资料进行显示和统计。另外,在地籍测绘过程中生成的地形图,也可根据目前的计算机技术,研制出相应的数据库,以达到对地籍测绘的数字化管理目的。在网上建立一个数据库,为以后的地籍测绘工作提供基本的信息和有关的信息,可以有效减轻测绘工作者的工作量。在数据库建设和管理过程中,要对数据进行分类存储,才能对数据库进行科学的管理和规划。城市地籍测绘数据库的建立,可以根据已有的市区行政范围来划分,从而方便各个行政区域内的有关测绘资料和绘图工作。在城市地籍信息系统建设中,首先要建立一个包括宗地属性、界址点、

建筑面积、街道等相关信息，并具有较完备的内容。通过数据库的建设和功能的发展，可以使地籍测绘数据进行联机解算，例如利用坐标解析方法，在数据库中计算出宗地的有关信息，并画出相应的图形。通过对数据库的模块化运算，采用数字技术，从整体到局部对地籍信息进行统计核查，并生成相应的图形文件。数据库的建立可以使地籍测绘工作更加数字化和现代化^[2]。

5.2 合理利用数字化测绘技术

数字测绘技术与传统测绘技术在本质上是相同的。在测绘工作中，均以点、线、面为基础，相应地绘制城镇地籍。而数字化的优点就是在测绘时人为的干涉很小，基础的绘制结果都是由计算机后台根据所绘制的场地条件，很快就能算出。数字化测绘技术由于其自身的精度高于常规测绘方法，因此，在现代社会发展过程中，数字测绘技术可以很好地满足相应的要求，目前主要有三种：地面数字化测图、原图数字化测图和航空测图数字化测图。地面数字测图主要是在实地测绘的基础上，实现对特定测绘数据的快速转换；原始影像的数字化，就是在原始影像的基础上，对影像中的矢量数据进行截取，然后利用计算机辅助技术，得到合格的地籍影像；航空测绘数字化是指使用已有的遥感卫星或卫星定位系统，获得城市地籍的详细坐标和卫星图像，经过设备的解析，将2D图像转换成3D图像，然后与其他方式相结合，将特定的数据输入到计算机中，并绘制所需的地籍图。在制图过程中，利用数字测绘技术可以解决一些零散地区的测绘工作。在测绘工作中，数字化测绘可以充分的将点、线、面有机地结合在一起，通过目前的科技手段，把各个点上的建筑联系在一起，从而得到一幅完整的地形图。在数字测绘技术的运用中，原始数字化的绘图技术也可以有效提高工作人员对地形的理解，但原图数字化对地形的精确描述还不够准确，因此，需要通过向量采集来获得更精确的影像数据。这样，测绘人员就可以对所测绘的地区有一个总体的了解，相应地区的误差也就越小^[3]。

5.3 数据采集工作的应用

在地籍测绘工作中，利用计算机装置和测绘装置互连接取得有效的资料，并以一定的档案格式加以储存。在地籍资料的收集工作中，由于实地条件的差异，将会采取不同

的数字采集方式。其中，侧记法、电子标度法、图象数字化法和航空摄影法是一种重要的测绘手段。在侧记法中，采用电子记录法和全站仪相结合的方法，将全站仪测得的资料直接存入电子记录本，以便于实时传送。在此基础上，将采集到的数据通过电子记录簿传送到后台，在后台对图像进行处理，并对图像进行编码和绘制。在数字地籍测绘工作中，侧记数法的运用主要是对现有设备进行数字转换，从而降低总体投入。然而，侧面记分法具有一些缺点，就是在绘制过程中，需要对所绘制的有关点或相关元素进行编号。如果不进行编号，就会给绘图工作带来困难，相应的难度也会随之增大。因此，在进行城市地籍测绘时，常常要采用多种手段，从多个方面来提高数据的精度，同时也要保证后期的绘图精度。采用各种资料采集方式，才能对资料进行科学的加工，确保资料的准确性，防止因资料丧失而造成资料遗失，数据采集工作也为数据库建设奠定了基础。通过数据采集、构建数据库，可以对测绘数据进行统一管理，并对数据中存在的差错信息采用科学的检验手段进行修正和分析。通过数据采集，可以准确地标注出在城市制图过程中经过的建筑物、道路和河流，这样才能保证数据的真实和准确，最终完成数据的入库。

6 结语

综上所述，在城市地籍测绘工作中运用数字测绘技术，能够更直接地将所得到的测绘数据信息展示出来，使工作程序变得简单，对测绘工作的要点进行全面的处理，有效衔接整个流程，从对数据信息的收集和处理，到图纸和方案的绘制，都能很好地适应不同工程的需要。与此同时，还需从多角度进行研究，利用先进的绘图软件，建立相应的效果图和模型，对数据信息进行综合分析，从而推动城市地籍测绘工作的顺利进行。

参考文献

- [1] 覃桂练.数字化技术在地籍测绘中的优势与应用策略研究[J].科技创新与应用,2024(009):014.
- [2] 王敏.数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的运用与探索[J].电脑校园,2023:8883-8884.
- [3] 郑晓亮.数字化测绘技术在地籍测绘工程中的应用思路[J].智能建筑与智慧城市,2023(8):36-38.

Research on the application method of inclined photogrammetry technology in real estate mapping

Wenwei Tao Liang Ding

Wuhan Real Estate Surveying and Mapping Center, Wuhan, Hubei, 430014, China

Abstract

Real estate surveying and mapping is a systematic project with high complexity. In the actual operation link of real estate surveying and mapping, it is necessary to carry out accurate mapping of real estate data. The traditional measurement technology needs manual operation, and the measurement tools are relatively primitive, which affects the accuracy of surveying and mapping. Therefore, the traditional operation measurement implementation is complex, low efficiency and high cost, which is difficult to meet the needs of refined management of real estate. With the progress of surveying and mapping technology, the inclined photogrammetry technology has gradually entered into the real estate surveying and mapping. By collecting images from one vertical, four tilted and five different perspectives, this technology obtains the rich high resolution texture of the building top surface and side view, and the actual mapping process has the advantages of diversification. This paper starts with real estate surveying and mapping, combined with the surveying and mapping needs to analyze the advantages of tilt photogrammetry technology in real estate surveying and mapping, and analyzes the application method of this technology to ensure the accuracy of surveying and mapping.

Keywords

tilt photogrammetry technology; real estate mapping; precision

倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用方法研究

陶文威 丁亮

武汉市房产测绘中心, 中国 · 湖北 武汉 430014

摘 要

不动产测绘工作是一项复杂度高的系统化工程, 实际作业环节, 不动产测绘中, 需要对不动产各项数据进行精准的测绘, 传统的测量技术需要人工作业, 测量工具也较为原始, 就影响测绘的精准度。所以传统的作业方式测量实施复杂、效率低、成本高, 难以满足不动产精细化管理的需要。而随着测绘技术的进步, 倾斜摄影测量技术逐渐进入到不动产测绘中。该技术通过从一个垂直、四个倾斜、五个不同的视角同步采集影像, 获取到丰富的建筑物顶面及侧视的高分辨率纹理, 实际测绘环节就具有多样化的优势。本文就从不动产测绘入手, 结合测绘需要分析倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的优势, 并且分析该技术的应用方法, 保证测绘的精准度。

关键词

倾斜摄影测量技术; 不动产测绘; 精准度

1 引言

测绘环节, 倾斜摄影测量技术能够真实地反映地物情况, 高精度地获取物方纹理信息, 还可通过先进的定位、融合、建模等技术, 生成真实的三维城市模型。所以该技术就能够以大范围、高精度、高清晰的方式全面感知复杂场景, 通过高效的数据采集设备及专业的数据处理流程生成的数据成果直观反映地物的外观、位置、高度等属性, 为真实效果和测绘级精度提供保证。这就要求不动产测绘行业加强对倾斜摄影测量技术的重视, 结合测绘需要, 对该技术的应用

进行研究, 充分发挥倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的优势, 推动测绘行业的发展。

2 倾斜摄影测量技术与不动产测绘概述

倾斜摄影测量技术是一种通过多角度拍摄地面物体的影像并利用这些影像进行三维建模和地形分析的技术。与传统的垂直摄影测量不同, 倾斜摄影测量技术采用倾斜角度的摄影方式, 这样可以从多个不同视角获取地物的信息, 从而提升了地物三维建模的精度和细节表现。一般而言, 倾斜摄影技术具有多角度拍摄、高精度三维建模、数据采集高效以及支持自动化处理的特点, 具有多样化的优势。

而不动产测绘则是指对土地和不动产(如房屋、建筑物等)进行精确测量、定位、记录和分析的过程^[1]。其目

【作者简介】陶文威(1991-), 男, 中国湖北武汉人, 本科, 工程师, 从事不动产测绘及大地测量研究。

的是通过测量技术和地图制作，为不动产的产权确认、土地使用规划、资源管理以及法律文件的生成提供基础数据支

持。不动产测绘是土地管理、城市规划、建设和管理和房地产交易等领域中不可或缺的关键技术。（如图1所示）

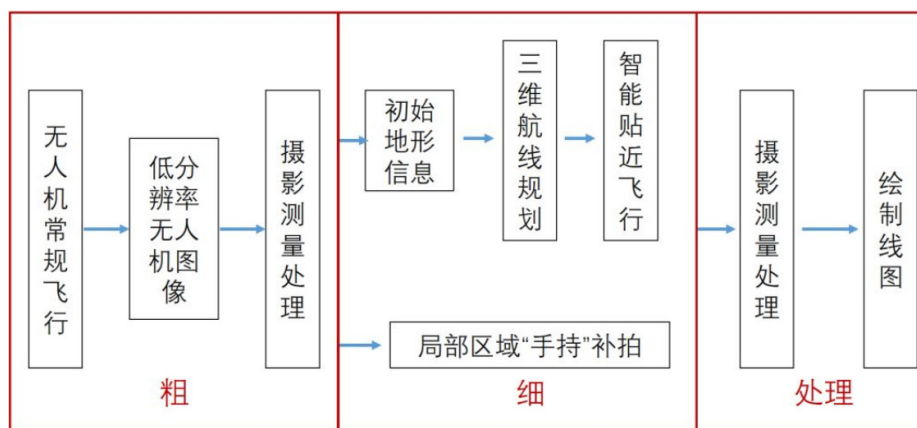


图1 倾斜摄影测量

3 不动产测绘的难点

不动产测绘作为一项复杂的技术性工作，实际作业环节还存在一些难点，需要相关人员深入分析。

3.1 地形复杂性

不动产测绘常涉及多样的地形环境，如山地、丘陵、湿地等复杂地形。在这些地方，测量仪器的使用、数据的获取和处理都面临着较大的困难。尤其在山地等复杂地形中，信号接收困难，可能会影响定位精度。

3.2 不规则的边界与产权复杂性

很多不动产的边界并不规则，尤其是在城市中，地块和建筑物的形状往往较为复杂。传统的土地测量方法可能无法完全满足这些需求，需要更高精度的测量手段。另外，一些不动产的产权关系复杂，土地和房产的权属不清晰，导致测绘数据的使用和处理更为复杂。

3.3 数据精度要求高

不动产测绘需要精确到厘米级甚至更高的精度，尤其是在进行不动产登记、土地利用和规划等方面时，数据的精度对最终结果至关重要。传统的测量方法（如经纬仪测量）在一些细节方面可能难以满足精度要求，而现代的测量技术（如激光雷达、无人机等）虽然精度较高，但其操作难度和技术要求也增加了测绘难度。

这些难点的存在直接影响测绘技术的开展，需要相关人员深入分析。

4 倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的优势

4.1 可以高效获取三维空间信息

倾斜摄影测量技术通过从多个不同角度（通常是四个倾斜角度：前方、侧面、后方及顶部）拍摄地物的影像，可以获取建筑物、地形等对象的完整三维信息。相比于传统的正射影像，倾斜影像能全面展现物体的立体结构，尤其适合对高层建筑、复杂建筑物以及城市景观的精确测量。

4.2 可以提升数据精度和细节捕捉能力

倾斜影像可以从不同的角度捕捉目标物体的细节信息，减少了传统单一视角下无法获取的建筑细节。尤其对于建筑物的立面、屋顶等部分，倾斜摄影测量提供了更为清晰和精确的视角，能够提高建筑物三维建模的精度。

4.3 适应性强，覆盖范围广

该技术通过无人机或其他航拍设备，能够覆盖大范围的测绘区域。对于大规模的不动产测绘任务，如城市建筑群、广阔的土地或沿海区域，倾斜摄影测量提供了一种便捷高效的解决方案。此外，这项技术也能在复杂环境下工作，比如高楼林立的城市中心或难以进入的偏远地区。

5 倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用

5.1 数据采集

在不动产测绘中，数据采集是倾斜摄影测量技术的基础，需要相关人员通过以下手段开展作业。首先，测绘人员需要合理选择采集平台，其中，无人机是倾斜摄影测量中最常用的采集平台，它具有灵活、可控的飞行高度和飞行路径，可以适应各种复杂的测绘环境。无人机通常配备倾斜摄影系统，能够从多个角度同时拍摄影像；其次，需要合理选择倾斜摄影系统配置，倾斜摄影测量通常使用集成了多个相机的系统（例如四个相机系统），每个相机需要从不同的倾斜角度拍摄。常见的相机一般包括垂直相机、前后倾斜相机、左右倾斜相机等，需要测绘人员合理选择^[2]；然后要进行飞行规划与航线设置，为了保证采集到高质量的影像，需对飞行路线进行精确规划。航线的设置应根据拍摄区域的大小、建筑物的密集程度和飞行高度等因素来确定。一般要求相邻影像具有一定程度的重叠（如60%~80%），以便进行影像拼接与三维重建。综上，这些步骤确保了高质量的影像数据，可以支持精确的三维重建与不动产测绘分析。

5.2 积极开展影像预处理

在不动产测绘中，倾斜摄影测量技术的影像预处理是

确保影像质量、提高后续数据处理精度的关键步骤,需要相关人员通过以下步骤进行设计。一是要开展影像质量检查与修正,需要检查影像是否有模糊、失焦等问题。如果影像模糊或失焦,需要重新采集数据,或者对图像进行清晰化处理,但效果有限。有时影像在采集过程中可能会因为光照问题导致曝光过度或不足,预处理时需要调整曝光,确保影像的亮度均衡且细节清晰;二是要开展影像拼接与配准,由于倾斜摄影系统使用多个相机从不同角度拍摄同一场景,影像预处理的一项重要任务是进行影像配准。配准过程是将不同角度的影像对齐到同一坐标系中,以确保它们在空间上的一致性。这一步骤需要精确匹配重叠区域的图像特征,如角点、边缘等;三是要进行几何校正,倾斜摄影测量中,由于相机倾斜角度和地面起伏等因素,影像可能会出现几何变形,需要进行几何校正。几何校正的目的是使得影像中的每一个像素点都对应到地面实际的三维坐标。几何校正通常使用图像配准算法和外部控制点(如GPS定位、地面控制点)来完成;此外还需要进行正射影像生成,正射影像是经过几何校正的影像,地面上的每个点都对应影像中的一个像素点。生成正射影像需要对每一张影像进行投影变换,消除相机倾斜造成的影像畸变^[31]。通过这些预处理操作,可以提高影像的质量和精度,为后续的三维重建、立体建模、地理信息分析等提供可靠的数据支持。

5.3 倾斜摄影测量技术的三维建模

在不动产测绘中,倾斜摄影测量技术可以应用于三维模型建立,主要通过对拍摄的倾斜影像进行处理,生成建筑物、地形等地物的三维模型。在进行数据收集与影像处理之后,就要求相关人员通过多视角影像的重叠区域,利用立体匹配算法(如SIFT、SURF、ORB等)进行特征点匹配,生成稠密点云。点云是指由大量的三维坐标点构成的数据集,这些点通常代表地物的表面信息。并且通过影像之间的几何关系,生成从地物表面得到的稠密点云,反映建筑物和地面等物体的真实形状和空间位置。然后,就需要对点云数据进行处理和优化。常见的处理方法包括去除噪声、填补缺失点等,确保点云的准确性。并且根据处理后的点云数据,通过三角网格算法(如Delaunay三角化)将离散的点云转化为三维表面网格。该网格由若干个三角形面构成,形成一个完整的三维物体表面。实际来看,通过三维模型,可以可视化整个城市的建筑和道路布局,支持城市规划、景观设计等工作。并且帮助评估建筑物的市场价值,提供更为精确的

测绘数据。还可以为建筑师提供真实的环境三维数据,以进行建筑设计和优化。综上,这些过程最终生成的三维模型不仅具有较高的几何精度,还能通过纹理映射真实地呈现地物外观,为不动产测绘提供准确且直观的三维数据支持。

5.4 需要开展质量检查

在不动产测绘中应用倾斜摄影测量技术时,质量检查是确保数据准确性、可靠性和应用有效性的关键,需要相关人员通过以下手段进行设计。一是要进行影像质量检查,要确保采集的影像清晰、无模糊。模糊影像会导致特征点匹配失败,影响后续的配准与三维建模过程。需要注意的是,影像曝光过度或过暗会影响细节的提取,检查影像的亮度和曝光设置,避免因光照不均而导致的问题;二是要进行影像配准质量检查,需要检查自动或手动匹配的特征点是否准确。特征点匹配的精度对后续三维重建至关重要。可以使用图像处理软件(如Photoshop、OpenCV等)查看匹配点的分布和匹配精度。并且对比已知控制点与自动匹配结果的差异,计算配准误差。通常使用影像外方位元素和控制点的误差来判断配准的质量;第三,还需要进行外方位元素估算质量检查,需要通过已知的地面控制点和外方位元素估算结果之间的对比,来检查外方位元素的精度。并且利用束平差(Bundle Adjustment)等方法,优化外方位元素的估算结果,确保其精度。综上,通过影像质量检查手段,可以确保最终测量结果的高精度和高可靠性。这些质量检查对于确保不动产测绘成果的精度、可靠性和应用有效性至关重要。

6 结语

综上所述,倾斜摄影测量技术在不动产测绘中存在广泛应用和优势。但是,倾斜摄影测量技术也存在一些挑战,例如数据的处理和管理,容易受到地形和大气条件的影响等。因此,我们需要更多地研究和不断改进倾斜摄影测量技术,以便更好地使用该技术,并促进其在不动产测绘中的应用。

参考文献

- [1] 邱芬. 倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用研究[J]. 房地产世界, 2022, (22): 142-144.
- [2] 杨岩岩, 顾久美, 王俊念. 倾斜摄影测量技术在农村宅基地不动产测绘中的应用研究[J]. 房地产世界, 2022, (21): 142-144.
- [3] 赵国波. 倾斜摄影测量技术在农村宅基地不动产测绘中的应用剖析[J]. 中国住宅设施, 2022, (04): 133-135.

Application of UAV-based LiDAR in highway survey and design

Yu Yang

Xinjiang Transportation Planning, Survey and Design Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

With the continuous advancement of transportation infrastructure construction, the demand for high-precision and high-efficiency data acquisition in highway survey and design is increasingly urgent. With its unique advantages, UAV-based LiDAR technology is gradually becoming an important means of highway survey and design. This paper deeply discusses the application of UAV-based LiDAR in highway survey and design, elaborates its technical principle and system composition, analyzes the application advantages and specific practices in terrain surveying and mapping, route selection, geological survey and other aspects, aiming to provide comprehensive and in-depth technical reference for highway survey and design industry, and promote the industry technology upgrade and development.

Keywords

UAV-based LiDAR; Highway survey and design; Topographic mapping; Route selection; Geological investigation

无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用研究

杨雨

新疆交通规划勘察设计院有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要

随着交通基础设施建设的持续推进, 公路勘测设计对高精度、高效率数据获取的需求日益迫切。无人机载激光雷达技术凭借其独特优势, 正逐渐成为公路勘测设计的重要手段。本文深入探讨无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用, 详细阐述其技术原理、系统组成, 分析在地形测绘、路线选线、地质勘察等方面的应用优势与具体实践, 旨在为公路勘测设计行业提供全面、深入的技术参考, 推动行业技术升级与发展。

关键词

无人机载激光雷达; 公路勘测设计; 地形测绘; 路线选线; 地质勘察

1 引言

公路作为国家交通网络的重要组成部分, 其勘测设计的质量影响到公路的建设成本、施工进度、运营安全以及对周边环境的影响。传统的公路勘测设计方法, 如 RTK 测量、航空摄影测量等, 在面对复杂地形、多样地物以及日益增长的建设需求时, 逐渐暴露出效率低、精度有限、数据获取困难等问题。无人机载激光雷达技术的出现, 为公路勘测设计带来新的解决方案, 有利于快速、高效获取高精度的三维空间数据, 全面反映地形地貌特征和地物信息, 有效提高勘测设计的效率和质量, 为公路建设提供更加科学、准确的数据支持, 在公路勘测设计领域具有广阔的应用前景。

2 无人机载激光雷达技术概述

无人机载激光雷达 (Unmanned Aerial Vehicle-Light Detection and Ranging, UAV-LiDAR) 技术是一种集激光测距技术、全球定位系统 (GPS)、惯性测量单元 (IMU) 以及航空摄影技术于一体的主动式对地观测技术。其基本原理是利用无人机搭载的激光雷达传感器向地面发射激光束, 并接收地面物体反射回来的激光信号, 根据激光的飞行时间和光速, 计算出传感器到地面目标点的距离。同时, 利用 GPS 和 IMU 实时获取无人机的位置和姿态信息, 从而确定每个激光反射点在三维空间中的坐标。通过对大量激光反射点的采集和处理, 生成高精度的三维点云数据, 这些点云数据精确反映地面物体的形状、位置和空间分布^[1]。如图 1 所示。

【作者简介】杨雨 (1995-), 男, 中国四川南部人, 本科, 助理工程师, 从事工程测量、航空摄影测量研究。

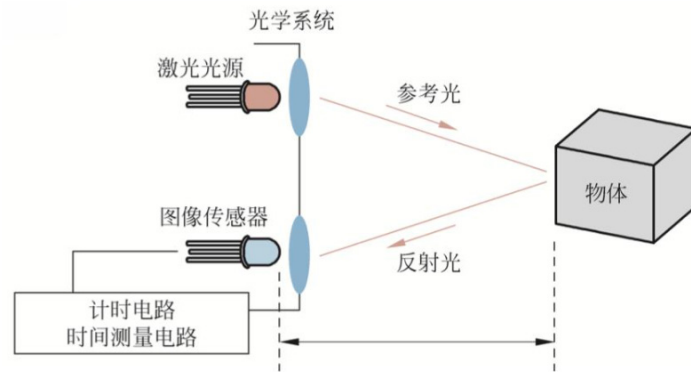


图1 无人机载激光雷达技术原理

3 无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用优势

3.1 高效快速的数据采集

相比传统的 RTK 测量方法，无人机载激光雷达在短时间内完成大面积的地形数据采集。无人机按照预定的航线快速飞行，不受地形条件限制，快速覆盖公路沿线的各种地形，包括山区、河流、森林等复杂区域。一次飞行任务可获得数平方公里甚至更大范围的三维点云数据，提高数据采集的效率，缩短勘测周期，为公路项目的快速推进提供有力保障^[2]。

3.2 高精度的数据获取

激光雷达技术能精确测量地面目标点的距离，结合高精度的定位定姿系统，获取的三维点云数据精度可达到厘米级。高精度的数据能准确反映地形地貌的微小变化，为公路设计提供详细、准确的地形信息。在公路路线设计中，高精度的地形数据有助于准确确定路线的纵坡、横坡和弯道半径，优化路线方案，减少工程量和工程造价。同时，对于公路桥梁、隧道等构造物的设计，高精度的数据也提供更可靠的基础资料。

3.3 灵活的作业方式

无人机载激光雷达系统具有高度的灵活性，适应各种复杂的作业环境。无人机在低空飞行，贴近地面获取数据，避免传统航空摄影测量中因飞行高度较高而导致的地物遮挡和数据缺失问题。此外，无人机根据实际需要随时调整飞行航线和高度，对重点区域进行加密测量，满足不同项目的特殊需求。在公路勘测设计中，对于一些地形复杂、交通不便的区域，无人机载激光雷达快速到达现场进行数据采集，克服传统测量方法的局限性^[3]。

3.4 丰富的地物信息获取

激光雷达发射的激光束能够穿透植被、水体等表面，获取地面真实的地形信息，还能获取地面上各种地物的三维信息，如建筑物、树木、电力线等。对这些地物信息的分析和处理，为公路设计提供全面的参考资料。在公路路线选线时，利用地物信息避开建筑物、文物古迹等重要地物；在公路景观设计中，结合树木、地形等自然地物进行景观规划，实现公路与自然环境的和谐统一^[4]。

4 无人机载激光雷达在公路勘测设计中的具体应用

4.1 地形测绘

4.1.1 数字高程模型 (DEM) 和数字表面模型 (DSM) 生成

在公路勘测设计中，利用无人机载激光雷达获取的三维点云数据，快速生成高精度的数字高程模型 (DEM) 和数字表面模型 (DSM)。DEM 是地形表面的数字表达，仅包含地面的高程信息，准确反映地形的起伏变化；DSM 则包含地面及地面上所有物体的高程信息，如建筑物、树木等。对 DEM 和 DSM 的分析，可获得公路沿线的地形坡度、坡向、高差等信息，为公路路线设计、土石方计算、排水设计等提供重要依据。在山区公路勘测中，利用 DEM 和 DSM 直观了解地形的复杂程度，优化路线方案，减少高填深挖路段，降低工程风险和成本^[5]。

4.1.2 等高线绘制

基于点云数据生成的 DEM，进一步提取等高线。等高线是地形测绘中的重要成果，直观地表示地形的起伏情况。传统的等高线绘制方法通常需要大量的 RTK 测量数据，工作量大且精度有限。无人机载激光雷达获取的高精度点云数据，生成更加准确、详细的等高线图。在公路勘测设计中，等高线图帮助设计人员快速了解地形特征，确定路线的大致走向，进行初步的路线方案设计。同时，在公路勘测设计中，等高线图也是绘制公路纵横断面图的重要基础。

4.2 路线选线

4.2.1 基于地形分析的路线方案优化

在公路路线选线过程中，利用无人机载激光雷达获取的地形数据进行地形分析，为路线方案的优化提供科学依据。对地形坡度、坡向、地形起伏度等参数的分析，确定适合公路建设的区域，避开地形复杂、坡度陡峭、地质条件不稳定的区域。在山区选线时，尽量选择地形相对平缓、坡度较小的山谷或山脊线作为路线走向，减少路基填方和挖方量，降低工程难度和成本。同时，在公路勘测设计中，结合地形分析结果，还可合理设置路线的平曲线和竖曲线，提高公路的行车安全性和舒适性。

4.2.2 障碍物分析与避让

公路路线选线需要考虑避开各种障碍物,如建筑物、河流、电力线、文物古迹等。无人机载激光雷达获取的丰富地物信息,帮助设计人员准确识别和分析公路沿线的障碍物。通过对障碍物的位置、高度、形状等信息的分析,合理调整路线方案,确保公路与障碍物保持安全距离。在城市周边公路选线时,利用激光雷达数据精确确定建筑物的位置和范围,避免公路建设对城市规划和居民生活造成影响;在跨越河流时,分析激光雷达数据,选择合适的桥梁位置和桥型,确保桥梁的安全和经济。

4.3 地质勘察

4.3.1 地质构造解译

对无人机载激光雷达获取的三维点云数据进行处理和分析,可识别和解译公路沿线的地质构造。激光雷达数据清晰地反映地形的微小变化,如断层、褶皱等地质构造在地形上的表现。对这些地形特征的分析,结合地质知识,推断地质构造的位置、走向和规模,为公路工程地质勘察提供重要线索。在山区公路建设中,准确了解地质构造对于评估工程地质条件、确定基础类型和处理措施具有重要意义。

4.3.2 滑坡、泥石流等地质灾害隐患识别

无人机载激光雷达在地质灾害隐患识别方面具有独特优势,对不同时期获取的激光雷达点云数据进行对比分析,监测地形的变化情况,及时发现滑坡、泥石流等地质灾害的早期迹象。在公路勘测设计中,对于潜在的滑坡区域,对比不同时期的DEM数据,可发现地表的微小变形和位移,判断滑坡的发展趋势。同时,利用激光雷达数据还可分析滑坡体的地形特征、物质组成等信息,为地质灾害的防治提供科学依据。在公路建设中,提前识别地质灾害隐患,采取有效的防治措施,能够保障公路的运营安全。

4.4 公路设计与建模

4.4.1 公路纵横断面设计

根据无人机载激光雷达获取的地形数据生成的DEM和等高线图,准确绘制公路的纵横断面图。在纵断面设计中,利用地形数据精确确定路线的纵坡、变坡点位置和竖曲线参数,确保公路的纵坡符合设计规范和行车要求。在横断面设计中,结合地形数据准确获取路基宽度、边坡坡度、边沟位置等信息,优化横断面设计,提高公路的稳定性和经济性。同时,结合公路沿线的地质条件、排水要求等因素,对纵横断面进行综合设计,确保公路的设计质量。

4.4.2 公路三维建模

在公路勘测设计中,利用无人机载激光雷达获取的点云数据和影像数据,构建公路的三维模型。三维模型直观地展示公路的空间位置、走向、构造物等信息,为公路设计、施工和运营管理提供可视化的平台。在公路设计阶段,结合三维模型对不同的设计方案进行可视化比选,优化设计方案;在施工阶段,三维模型帮助施工人员更好地理解设计意

图,指导施工过程;在运营管理阶段,三维模型可以用于公路的养护、维修和安全监测等工作。结合三维模型模拟公路在不同交通流量和天气条件下的运行情况,为交通管理和安全保障提供决策支持。

5 某山区高速公路勘测设计案例

某山区计划修建一条高速公路,该区域地形复杂,山峦起伏,植被茂密,传统测量方法实施难度大。采用无人机载激光雷达进行勘测,首先根据项目需求规划无人机飞行航线,确保对公路沿线进行全面覆盖。无人机搭载高精度激光雷达传感器,在低空飞行过程中快速获取大量的三维点云数据。利用数据处理软件对原始点云数据进行滤波、去噪、分类等处理,生成了高精度的DEM、DSM和等高线图。

在路线选线过程中,利用地形分析工具对DEM数据进行处理,分析地形坡度、坡向等参数,结合地质勘察结果,避开了地形陡峭、地质条件不稳定的区域,优化了路线方案。同时,通过对激光雷达数据中地物信息的分析,合理避让沿线的建筑物、电力线等障碍物。在地质勘察方面,对激光雷达点云数据的解译,识别出潜在的地质构造和地质灾害隐患,为后续的地质勘察和防治工作提供了重要依据。

在公路设计阶段,根据生成的DEM和等高线图,准确绘制公路的纵横断面图,优化纵坡、横坡和竖曲线参数。利用点云数据和影像数据构建了公路的三维模型,对不同的设计方案进行可视化比选,最终确定最优设计方案。该项目采用无人机载激光雷达技术,有效提高勘测设计的效率和质量,缩短项目周期,降低工程成本。

6 结论

无人机载激光雷达技术在公路勘测设计中具有显著的应用优势,能高效、快速、准确地获取公路沿线的地形地貌和地物信息,为公路勘测设计的各个环节提供有力的数据支持。在地形测绘、路线选线、地质勘察、公路设计与建模等方面的具体应用,有效提高公路勘测设计的质量和效率,降低了工程成本和风险。实际案例表明,该技术在不同地形和环境条件下都能够发挥重要作用,为公路建设项目的顺利实施提供保障。

参考文献

- [1] 顾鹏飞,刘文文,李晗.无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用[J].测绘与空间地理信息,2021,44(6):177-180.
- [2] 贺东波,朱振琦.无人机载激光雷达在公路勘测设计中的应用[J].空中外语,2020(8):786.
- [3] 邱泽玮.轻型机载激光雷达航测在公路勘测设计中的应用研究[J].资源导刊·信息化测绘版,2020(2):32-34.
- [4] 李泉圆.轻型机载激光雷达在公路勘测设计中的工程应用实践[J].测绘与勘探,2022,4(2):7-9.
- [5] 何巧,张志敏,许丽雯,等.轻型机载激光雷达技术在公路勘测设计中的应用[J].大科技,2022(40):80-83.

The role of building mapping in urban planning and renewal

Haijun Liu

Fugou County Construction Industry Development and Real Estate Transaction Service Center, Zhoukou, Henan, 461300, China

Abstract

With the acceleration of urbanization process, urban planning and renewal play a vital role in the sustainable development of cities and the improvement of residents' quality of life. As a key technical means in urban construction and management, building surveying and mapping plays an indispensable role in the process of urban planning and renewal. This paper expounds the basic content and method of building surveying and mapping, in-depth analysis in the urban planning and update for accurate positioning and status quo analysis, planning is scientific, update the implementation guarantee and the important role of historical and cultural protection, and discusses the future development direction of building surveying and mapping technology, to provide reference for further promote urban planning and update.

Keywords

building surveying and mapping; urban planning; urban renewal; role

建筑测绘在城市规划与更新中的作用

刘海军

扶沟县建筑业发展和房地产交易服务中心, 中国 · 河南 周口 461300

摘 要

随着城市化进程的加速, 城市规划与更新对于城市的可持续发展和居民生活质量提升起着至关重要的作用。建筑测绘作为城市建设与管理中的关键技术手段, 在城市规划与更新过程中发挥着不可或缺的作用。本文阐述了建筑测绘的基本内容与方法, 深入分析了其在城市规划与更新中对于精准定位与现状分析、规划科学性、更新实施保障以及历史文化保护等方面的重要作用, 并探讨了建筑测绘技术未来的发展方向, 为进一步推动城市规划与更新提供参考。

关键词

建筑测绘; 城市规划; 城市更新; 作用

1 引言

城市规划和更新时, 必须对城市地理空间信息、建筑现状和基础设施配套有一个完整而准确的认识。建筑测绘作为可以准确获取并对这些数据进行分析的重要技术手段, 对于城市规划及更新具有扎实的数据支持以及科学依据。但是在城市不断发展, 科技日益更新的今天, 建筑测绘对城市规划更新的影响还需继续深入研究探索, 这样才能更好地满足城市发展对测绘的要求。

2 建筑测绘在城市规划中的作用

2.1 提供基础数据

建筑测绘对于城市规划来说担负着必不可少的作用,

主要功能表现为精准定位和现状分析两个方面, 以此来为规划提供全面而又精准的基础数据。在城市规划初期, 准确定位城市中的各种建筑与空间是进行规划工作的基石。利用尖端的测绘技术, 例如全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS) 和全站仪等, 我们可以准确地获取每一栋建筑的地理位置和坐标信息, 对建筑占地面积、高度、造型等基本数据进行了详细实测。这些资料看起来很简单, 但是是后计划的关键基础^[1]。以某市新区规划为例, 规划前期测绘团队全面开展了该区的测绘工作。利用高精度 GPS 定位厘清各地块边界并对既有建筑进行精确定位。同时用全站仪详细地测量了建筑物的高度和层数, 并结合实地勘察详细地记录了其使用功能和年代。根据这些信息, 规划者可以对这一地区目前的状况有一个明确的认识, 其中包括什么地区为已建的住宅区、什么地区为商业用地和闲置空地。这样就使规划者在编制规划方案时能充分考虑既有建筑分布, 对新建功能区域进行合理布置, 以免盲目施工, 浪费资源。现状分析并不

【作者简介】刘海军 (1975-), 男, 本科, 工程师, 从事测绘研究。

只限于建筑自身,也涉及周围环境的绘制和分析,比如绘制城市道路、河流、绿化以及其他基础设施可以帮助规划者理解城市空间结构以及生态环境。规划者通过测量道路宽度和通行能力,并把握河流走向和水系分布等信息,能够合理地进行交通网络规划,实现水资源的优化利用和生态环境的保护。这些基础数据就像城市规划中的“数据库”,对后续规划决策起到稳固的支持作用,保证规划方案立足于城市的实际状况,切实可行,可操作性强。

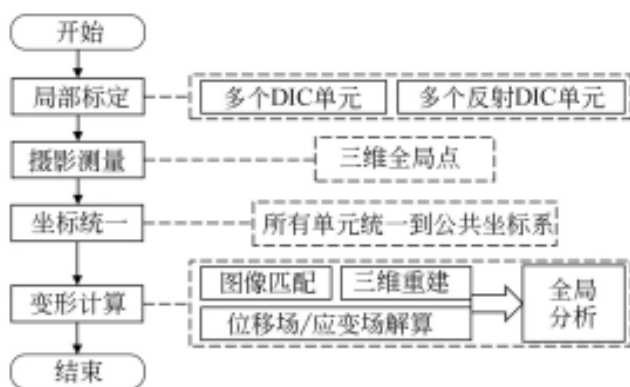


图 1: 测绘数据整合

2.2 保证规划方案科学合理

建筑测绘对城市规划方案制定的科学性、合理性起到强有力的保障作用。规划方案的制定在进行城市规划的过程中要考虑到很多方面的问题,例如土地利用效率、建筑密度、日照间距以及交通流线等等,建筑测绘提供的资料,使规划者以科学为依据来分析设计^[2]。

以建筑密度与容积率控制为例,规划者需根据测绘数据精确测算每一块地上可建的建筑面积来合理地确定建筑密度与容积率。对建筑物高度及日照间距进行测绘分析可以保证新建建筑物不对周围建筑物采光、通风等产生不利影响。某市旧区改造方案中,规划者以测绘数据为基础对原建筑物日照情况做了细致分析。发现有的地区因建筑密度过大而造成有的建筑光线不足。从规划方案上看,通过对建筑布局进行合理调整、减少建筑密度、加大绿化空间等措施,既能改善居民居住环境又能提高土地利用效率。另外,建筑测绘还对交通规划起到了至关重要的作用。规划者通过绘制城市道路网络、分析交通流量,可对既有交通系统运行状态进行评价,并对未来交通需求进行预测,进而制定出合理的交通规划方案。以某市交通枢纽规划为例,测绘团队通过对其周围道路交通流量的长期监控,并结合该地区未来的发展预测,为交通枢纽选址及规模的确定提供科学依据。使交通枢纽规划在满足现在交通需求的同时,也能够满足城市未来发展对交通的需求,确保城市交通畅通。

3 建筑测绘在城市更新中的作用

3.1 确保更新项目的执行

在城市更新过程当中,建筑测绘工作是保证更新改造工程顺利进行的一个重要保障。城市更新涉及既有建筑改造、拆除和新建建筑等多个环节,这些均需要准确的测绘数据支持。在对既有建筑进行改造工程时,通过建筑测绘可以对其结构、构造以及使用情况有一个整体的认识。通过绘制建筑结构图,工程师可以判断其安全性并决定是否要进行加固处理。比如在一个老旧办公楼的改造工程中,测绘人员对建筑结构进行了细致测绘后发现一些梁和柱都有不同程度破坏。工程师们依据测绘结果有针对性地拟定加固方案,以保证重建后的办公楼既能满足新建使用功能又能达到安全要求。同时对建筑物内部空间布局及设施设备进行测绘有利于合理地规划改造方案以及提高空间利用效率。例如,通过测绘得知原有办公楼走廊空间相对较窄,改造中可适当加宽走廊以改善通行条件^[3]。



图 2: 测绘方案

3.2 有助于历史文化建筑的保护和使用

建筑测绘对保护和利用历史文化建筑具有独特的作用。历史文化建筑负载了城市的历史记忆与文化价值,保护与合理使用历史文化建筑是城市更新中的一个重要环节。

建筑测绘可以对历史文化建筑构建详实的档案资料,通过高精度测绘技术对历史文化建筑从外观、构造到装饰都进行了全面而详细的测量与记录,其中包含了建筑大小、比例、材料、技术等方面的信息。这些档案资料,既是历史文化建筑中的“身份信息”,又是进行后续保护与修缮的重要基础。以一个历史文化街区保护工程为例,测绘团队通过三维激光扫描测绘街区古建筑,制作出高精度三维模型及精细测绘图纸。这些信息为古建筑保护与修缮提供准确的数据支撑,保证修缮工作最大限度恢复古建筑历史风貌。在对历史文化建筑进行保护和修缮时,通过建筑测绘可以对其变形、破坏进行实时监控。通过对建筑进行定期测绘检查并对不同时段测绘数据进行比对,及时发现建筑物结构变化及破坏程

度,从而为保护修复提供科学依据。如对一座古建筑进行沉降观测后发现地基存在不均匀沉降现象。在测绘数据的基础上,保护者及时采取措施进行加固,以免古建筑由于沉降对结构造成损坏。

4 建筑测绘用于城市规划和更新的方法

在城市规划和更新当中,建筑测绘采用了各种先进并且相互补充的手段,为所有工作提供综合准确的数据支撑。传统实地测量方法仍然是一个基本和必不可少的步骤。测绘人员使用全站仪和水准仪对现场的建筑及地形做了详细的测量。在建筑物测量中,利用全站仪测得建筑物各角点坐标并准确地得到建筑物平面位置及形状;水准仪的主要功能是测定建筑物的高度与地形之间的高度差异,从而准确地获取场地的垂直信息。以城市新区规划测绘为例,针对某些小型建筑或者地形复杂地区,通过实地测量可以近距离、高精度获取相关数据,并为之后测绘详细地形图、建筑图等提供原始数据。

随着科学技术的快速发展,遥感测绘技术已经被广泛地应用于城市规划和更新。卫星遥感与航空遥感可以在宏观上快速地获得大范围城市影像数据。卫星遥感能够对城市扩张和土地利用变更等动态变化进行经常性监测,从而为城市规划长远发展提供宏观数据借鉴。航空遥感技术因其高分辨率的图像,能够清楚地展示城市建筑的布局、屋顶的形状等细节,特别适合在城市更新过程中对老旧城区进行全面评估。例如,在一个老旧城区更新改造方案中,利用航空遥感影像可以直观地了解该地区建筑物的密度和年代分布,有助于规划者迅速把握总体状况,并初步拟定更新策略。

地理信息系统(GIS)与建筑信息模型(BIM)技术的结合应用,为建筑测绘数据的管理和分析带来了翻天覆地的变化。GIS能够整合各类地理空间数据,包括地形、交通、建筑等信息,以直观的地图形式展示城市的空间布局。在进行城市规划时,规划者可借助GIS来对不同地区进行适宜性分析,例如分析哪些地区适宜兴建住宅区、商业区或者工业区等。BIM技术主要针对建筑单体进行研究,它通过构建三维数字模型,深入地记录了建筑的结构、部件和设备

等详细信息。城市更新中对既有建筑改造工程采用BIM模型可实现虚拟施工模拟并预先检测出改造可能存在的空间冲突和结构安全隐患。GIS和BIM技术的整合可以使城市宏观层面和建筑微观层面无缝衔接,从而为城市规划和更新提供综合、精准、可视化决策支持。以某市大型综合开发工程为例,利用该地区GIS数据和工程内部建筑物BIM模型相结合,规划者能够清楚地观察到建筑物与其周围环境之间的相互关系,优化建筑布局与交通流线设计的同时,在建筑施工中,应用BIM模型实现精细化管理以提高施工效率与施工质量。除以上应用外,建筑测绘也可以为城市应急管理提供帮助。当自然灾害或者突发事故发生后,测绘数据可以帮助救援人员迅速掌握建筑结构及周围环境,对安全风险进行评价并制定救援方案。比如在地震发生之后,利用以往的测绘数据就可以判断出哪些建筑物损坏严重、有无倒塌的危险,进而准确地定位出救援的侧重点。同时采用实时测绘技术可以对灾害现场的变化情况进行动态监测,并为后续抢险救灾和恢复重建等工作提供科学依据,从而进一步凸显建筑测绘对城市全寿命周期管理的重要性,确保城市安全和有序地发展。

5 结语

建筑测绘对城市规划及更新起着至关重要的作用,为科学规划城市、实现可持续发展等提供重要支持。通过准确的数据采集与分析可以让城市规划更合理,城市更新更高效,还有利于对城市历史文化遗产进行保护。伴随着科学技术不断地进步与运用,建筑测绘技术也会不断地创新与发展,今后在城市规划及更新方面的运用也会越来越广、越来越深,不断提高与完善其测绘工作水平,以期能够对城市建设与发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 陆丽红.基于GIS地理信息系统的智能城市规划设计解析[J].华北自然资源,2021(01):64-65.
- [2] 陈杨.基于GIS地理信息系统的智能城市规划设计研究[J].智能城市,2020.6(03):117-118.
- [3] 林菲.基于GIS地理信息系统的智能城市规划设计探究[J].数码世界,2020(01):48-49.

Research on geological exploration and deep geological drilling technology of metal mine

Wuqing Zou Long Wang

Six Geological Team of Hubei Geological Bureau, Xiaogan, Hubei, 432000, China

Abstract

With the development of society and economy, the national demand for metal mineral resources is increasing. Geological exploration technology and deep drilling technology are of great significance to resource exploration and development. This paper discusses the technical types and key points of geological exploration and deep geological drilling in the field of metal mining. It includes the principles, methods and characteristics of three exploration technologies of geophysics, geochemistry and remote sensing exploration, and deeply analyzes the principles, operation process and key points of drilling, diamond, hydraulic hammer, and controlled directional drilling.

Keywords

metal mine; geological exploration; geological drilling; technical research

金属矿山地质勘查与深部地质钻探技术研究

邹武庆 汪龙

湖北省地质局第六地质大队, 中国 · 湖北 孝感 432000

摘 要

随着社会发展, 国家对金属矿产资源的需求日益增长。地质勘查技术与深部钻探技术对于资源勘探开发意义重大。本文论述了金属矿山领域地质勘查和深度地质钻探技术类型及要点。其中包括了地球物理、地球化学、遥感勘探三种勘查技术原理、方法及特点, 深入分析提钻取心、金刚石、液动锤、受控定向钻探等技术的原理、操作流程与要点。在此基础上, 本文强调金属矿山地质勘查和深部地质钻探技术的集成应用, 主张通过技术组合优化、数据共享分析及协同管理等三种方式, 提升集成应用效果。

关键词

金属矿山; 地质勘查; 地质钻探; 技术研究

1 引言

面对复杂地质条件下日益增长的精准找矿需求, 为提升找矿成功率, 提升金属矿产资源开采效率, 有必要深入研究多种勘查和钻探技术, 在深入剖析其原理、操作要点的基础上, 探索集成应用模式。

2 金属矿山地质勘查技术研究

2.1 地球物理勘探

地球物理勘探技术能够针对地下深部物理性质的动态变化展开精准探测, 进而科学推断出矿体形态、地质结构等关键信息。在金属矿山勘查领域, 地球物理勘查的方法类型较多, 如重力勘查、电法勘查、地震勘查等等。上述不同的方法是根据不同地质体在密度、电性、地震波速度等各方面

的不同差异来进行区分推断, 以此来确定哪一部分是矿体, 哪一部分是围岩, 精准定位矿体的空间位置, 对其形态特征进行区分。地球物理勘查具有深度揭示深部构造信息的功能, 能够获悉断层、岩体的分布情况等, 因此该技术常被用于矿产资源评价和开采依据的获取工作中。不过, 地球物理勘查也存在一定技术瓶颈。该技术方法的解译结果存在多解性, 同一地球物理异常可能由多种地质因素导致。且在勘查过程易受各类信号干扰, 很可能会影响数据的准确性与可靠性。

2.2 地球化学勘探

地球化学勘探的核心在于对地下岩石、土壤所包含的元素和化合物进行系统性分析和测定, 以此获得地下矿产资源的分布态势, 推算其赋存规律。在地球化学勘查中的常见方法有土壤、岩石测量等等。首先, 土壤测量是指对地表土壤样本的采集与分析, 通过测定土壤中微量元素的含量, 确定其分布特征, 以此识别出潜在的矿化异常区域。其次, 岩石测量则侧重于对不同地质单元的岩石样本的分析, 以此

【作者简介】邹武庆(1977-), 男, 中国湖北孝感人, 本科, 工程师, 从事地质调查与矿产勘查研究。

来直接获取岩石内部元素的组成结构,确定各元素的含量信息,从而方便技术人员揭示岩石的成因机制、演化历程等。最后,水系沉积物测量方法是指巧妙借助水系沉积物中元素的迁移和富集特性,对河流、溪流等水系内的沉积物展开全面采样与分析。由于水系能够汇聚其流域范围内的各类物质,这种方法能够在相对广阔的区域内捕捉到潜在的矿产线索,特别是在探寻隐伏矿体方面,展现出强大优势。

2.3 遥感勘探

遥感技术勘探借助卫星、飞机等搭载的各类传感器,能够收集地表及大气层反射、发射的电磁辐射信号,进而反演金属矿山区域的地质信息^[1]。该技术应用于金属矿山深部地质勘查领域,能够实现大范围、高效率的观测作业,快速采集海量地质数据,方便技术人员对矿山区域进行整体性评估。遥感勘探所获取的信息具有多源性,因此能够与其他地质勘查方法所得成果相互印证、补充。

3 深部地质钻探技术研究

3.1 提钻取心钻探方法

提钻取心钻探方法是地质勘探领域较为传统的一项技术方法,该方法常用于获取地下岩心样本。技术人员在操作时,需将专门的取心钻具连接在钻杆底部,借助钻机提供的动力,使钻具高速旋转,通过钻头切削或研磨岩石,从而形成钻孔。在钻进过程中,取心钻具内部的岩心管会收集并保存被破碎的岩石柱体,也就是岩心。待达到一定钻进深度之后,技术人员需将整个钻杆柱从钻孔中提出,从而取出岩心。提钻取心钻探方法能够获取完整的岩心样本,它对地下岩石的原始状态反映地较为全面、真实,因此该方法在解析岩石成分、结构方面具有较强的优势。该方法所适用的岩石类型十分广泛,无论是坚硬致密的花岗岩,还是相对松软的页岩,该技术方法都能有效实施取心作业。但是,该钻探方法的操作流程较多,步骤较为繁琐,由于提钻频次因素影响,该方法的钻进效率有待提升。在金属矿山深部地质钻探实际操作中,技术人员应首先做好前期准备,应平整作业场地,根据项目需求进行设备选型和安装,并进行调试,确定最终的钻探方案。技术人员在开孔时,操作应缓慢且谨慎,控制好钻进参数。在正常钻进阶段,技术人员应持续监测并适时调整钻压、转速和冲洗液流量,钻速要保持均匀低档,且要做到每回次一钻到位,不要出现中断或临时改变参数的情况,钻速一般控制在每分钟 90-130 转之间,技术人员应根据土质来确定钻速。当准备取心时,技术人员应先将取心钻具下入孔底,稳定钻进参数进行取心钻进,待完成后提钻取出岩心,最后还要对岩心进行妥善处理与保存。在整个操作过程中,需要注意以下几个要点:首先,技术人员应在充分考虑深部钻探高压、高温等影响因素等前提下,合理选择设备型号,确保钻机、钻杆和取心工具性能良好、参数适宜。其次,在钻进参数设置方面,需要技术人员结合岩石特性情况,对参

数进行适当调整优化,保证高效钻进的同时,还要尽量减少对岩心的破坏。此外,在取心过程中,技术人员要注重取心工具的操作规范,以此来提升岩心采取率,保证采取的完整性。最后,技术人员还要控制好钻孔质量,应当定期测量钻孔轨迹,及时纠偏,同时还应当通过设置护壁措施来防止孔壁坍塌。

3.2 金刚石钻探方法

金刚石钻探方法又称金刚石绳索取心技术,它以金刚石为探头开展钻探作业,在深部地质钻探领域,该技术的应用价值较高。该技术的基本原理是利用金刚石的高硬度特性,通过钻机驱动,使金刚石钻头高速旋转切削岩石。同时可借助绳索取心装置,在无需提出钻杆的情况下,通过绳索将内岩心管提升至地面,从而获取岩心。该技术具有十分明显的优势,它能够有效保证深部地质钻探效果,大幅提升地质勘查质量及效率。该技术操作所需装置并不十分复杂,因此操作起来相对便捷。但同时,该技术也存在一定弊端。由于钻探精度不足,操作人员使用普通型钻杆进行地质勘查,工作量相对较大,开采成本也因此增加,且随着工作的推进,需要频繁更换金刚石钻头,成本消耗较大^[2]。员应用金刚石绳索取心技术进行钻探时,需要先依据实际地质情况选好尺寸适配的金刚石钻头,之后安装钻探设备并进行调试实验,布置好绳索取心装置,随即即可正式投入作业。在操作过程中,技术人员需要利用冲洗液辅助冷却钻头、携带岩屑,待完成钻进任务之后,需要通过绳索提升内岩心管,取出岩心。操作中,需要技术人员注意的是,在钻头选型时,技术人员应综合考虑岩石硬度、研磨性、完整度,并以此为依据确定金刚石品级、粒度,选择适宜的钻头尺寸。在安装设备时,务必要保证钻机稳固、水平,确保钻杆连接稳固。应结合岩石类型、钻头情况,确定钻进参数,合理控制钻压、转速、泵量。在进行取心操作前,技术人员需要检查内岩心管和卡簧,确保钻进参数能够保持稳定,避免在此过程中损坏岩心,待取出岩心之后,还要及时处理保存。

3.3 液动锤钻探方法

液动锤钻探方法,又称液动潜孔锤钻探技术,该技术在传统回转钻探技术的基础上发展而来的一种新型地质钻探手段。该技术的工作原理是借助外部泥浆泵将冲洗液源源不断且稳定地输入系统,在冲洗液的强大推力作用下,内部潜孔锤发生运转,潜孔锤进而将自身在高速运动时所产生的动能冲击力逐步传递至设备钻头之上,达到强力破碎岩石的效果。液动锤钻探技术凭借独特的工作方式,展现出极为广泛的适用性,尤其是在高脆性岩石破碎领域,该技术优势更加突出,能够真正实现高效破碎,从而有效地提升作业效率。该技术很好地继承了回转钻探技术的核心功能,还大幅度强化了钻头的冲击能力。这一特点使得该技术操作在处理脆性较大、硬度较高的岩石时,相比于其他技术有着更高的钻孔效率^[3]。

3.4 受控定向钻探方法

在深部地质钻探领域,受控定向取样钻探技术凭借独特优势,成为攻克复杂地质难题、精准获取地质信息的关键技术手段。该技术的核心在于先进的定向控制机制,该机制使得操作人员能够在技术操作中严格按预设方向钻孔。在复杂地质条件下,普通钻孔工作难以开展,该技术手段可以使它可在主孔内嵌套分支孔与钻状孔,从而构建起较为精密的地下探测体系,大幅度提升定向控制的精准性,更加高效、精准地获取地质样本。受控定向钻探方法功能丰富,应用场景较为广泛。它可以钻进初级定向孔奠定勘探基础,完成空间弯曲定向孔,从而高效应对复杂构造。该技术还能实现单孔底定向孔钻进,满足各种不同的勘探需求。在应用中,该技术手段对于降低孔内事故发生率具有明显优势。它能够精准控制并减少钻具碰撞、卡钻等故障问题。受控定向钻探方法无需依赖大量高精度机械,人工操作较为便利,因此不需要投入较高的人工河器械成本。技术人员在应用受控定向钻探技术时,应遵循以下几个步骤:首先,技术人员需要前期综合运用多种勘探手段,掌握目标区域地质信息,制定生成完整系统的钻探计划。其次,接着就要安装调试设备,同时还要做好检验,确保钻机、测量仪器等相关设备能够正常运转。

4 金属矿山地质勘查与深部地质钻探技术的集成应用

4.1 技术组合与优化

各勘查技术、钻探技术各有优势和局限,想要做到集成应用,首要任务就是将相关技术进行组合和优化。技术人员应当结合矿山地质条件、目标矿体特征等相关因素,合理地搭配技术组合。比如说,在地形相对复杂、地质构造多变的区域,技术人员可以使用遥感勘探技术,获得大范围的宏观地质信息,确定可能成矿区域,再应用地球物理勘探技术,对地下结构情况进行探测,对矿体大概位置进行定位,之后再使用钻探技术进行取样验证。在选择钻探技术时,也需要考虑岩石硬度等相关因素。比如,在较浅且岩石硬度适中的区域,技术人员可以应用提钻取心技术,从而获得更完整的岩心。而在更深且岩石更坚硬的区域,则更形象与使用金刚石钻探法或液动锤钻探法。总之,技术人员应结合项目实际需求,进行勘探技术和钻探技术的优化技术,实现优势

互补。

4.2 数据共享与综合分析

各类勘查与钻探技术会产生海量数据,实现数据共享与综合分析至关重要。对此,需要相关单位建立统一的数据管理平台,将地球物理勘探数据、地球化学勘探数据、遥感影像数据以及深部地质钻探获取的岩心数据等进行整合存储。应当将大数据分析、人工智能等技术应用进来,对上述数据进行深度挖掘,从不同角度分析数据间的关联。例如,工作人员将地球化学勘探发现的元素异常与地球物理勘探确定的地质构造特征相结合,在此基础上进行分析和判断异常是否是由矿体引起的。在实现数据共享的基础上进行综合分析,能避免单一技术数据解读的片面性,为矿山资源评价和开发提供更全面、准确的依据。

4.3 勘查与钻探过程的协同管理

相关单位应通过协同管理,来提高勘查和钻探工作的效率和质量。对此,有关单位应设立专门的项目管理团队,对各技术环节进行协调管理。在勘查前期,团队应根据整体目标制定详细的工作计划,明确各技术阶段的任务和时间节点。具体而言,团队可以先进行开展地球物理勘探和地球化学勘探工作,为钻探提供靶区。在钻探过程中,团队应根据勘查获取的实时数据,灵活地调整钻探方案。此过程中,必须要确保各技术团队间的沟通顺畅。当钻探遇到复杂地质情况时,迅速组织各技术专家进行会诊,共同商讨,在最短的时间内确定解决方案,保障勘查与钻探工作能够有序、高效、稳步推进。

5 结语

本文对金属矿山地质勘查和钻探技术进行了深入研究,并强调通过技术组合优化、数据共享分析和协同管理,来推动勘查与钻探的高效融合。未来,相关单位还应持续关注技术创新,强化对信息技术手段的创新应用,在勘查和钻探集成应用领域持续深耕。

参考文献

- [1] 丁雅鑫,谢少航,李克亚.新时期地质矿产勘查技术发展趋势分析[J].世界有色金属,2024,No.660(24):159-161.
- [2] 侯顺威.固体矿产勘查钻探施工技术优化与效率提升策略研究[J].工程技术研究,2024,9(23):217-219.
- [3] 籍哲羽,刘正宏.基于地质勘查的有色金属矿成矿规律及找矿方向[J].世界有色金属,2024,No.656(20):64-66.

On the preprocessing countermeasures of high-score remote sensing satellite image

Jing Yuan Haozheng Wu

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

Abstract

With the rapid development of high-resolution satellite sensor technology, ultra-high spatial resolution satellite data such as Geoeye-1, WorldView-2 and WorldView-3 are gradually applied to basic surveying and mapping production. The high-resolution satellite remote sensing positive photography image has become the basic data, and its processing process and quality have attracted much attention. This paper aims to explore the pretreatment countermeasures of high-resolution remote sensing satellite images to improve the image quality and meet the application needs of different fields. This paper using literature research method, summarizes the existing pretreatment technology, and combined with the practical case of these technology effect, at the same time analyze the development trend of high remote sensing satellite image pretreatment, put forward multi-source data fusion processing, real-time processing and online services, automation and intelligent processing development direction, provide theoretical basis for high remote sensing satellite image pretreatment and technical support.

Keywords

high score remote sensing satellite image; preprocessing technology; development trend

浅谈高分遥感卫星影像的预处理对策

袁竞 吴昊铮

西壮族自治区自然资源信息中心, 中国·广西 南宁 530000

摘要

随着高分辨率卫星传感器技术的快速发展, 超高空间分辨率卫星数据如Geoeye-1、WorldView-2、WorldView-3等逐渐应用于基础测绘生产, 高分辨率卫星遥感正摄影像图成为基础数据, 其处理过程和质量备受关注。本文旨在探讨高分遥感卫星影像的预处理对策, 以提高影像质量, 满足不同领域的应用需求。本文运用文献研究法等, 总结归纳现有的预处理技术, 并结合实际案例阐述这些技术的应用效果, 同时对高分遥感卫星影像预处理的发展趋势进行分析, 提出多源数据融合处理、实时处理和在线服务、自动化和智能化处理等发展方向, 为高分遥感卫星影像的预处理提供理论依据和技术支持。

关键词

高分遥感卫星影像; 预处理技术; 发展趋势

1 引言

随着高分辨率卫星传感器技术的飞跃发展, 超高空间分辨率卫星数据如 Geoeye-1、WorldView-2、WorldView-3 正逐步进入公众视野, 使得传统的基础测绘生产不再局限于航空影像数据^[1]。高分辨率的卫星遥感正摄影像图已成为社会各界需要的基础数据, 而其处理过程及其质量也成为人们关注的焦点。下面就高分遥感卫星影像的预处理对策做具体分析。

2 高分遥感卫星影像的预处理要点与处理的必要性

2.1 匀光处理

遥感卫星影像处理的预期是在尽可能的维护原图整体色调的前提下, 对处理后的照片进行对比调整, 使它们清晰地呈现出被处理的照片的主要内容, 最终得到的影像应该满足直观可见的可读性, 并能从定性和定量两个方面进行对图片的可读性进行评判。定性部分是指使用人眼感官对照片可读性进行判断, 它能否轻松理解; 定量部分是采用平均法量化图片的亮度分布情况, 并利用平均梯度技术来分析图片的可读性、细腻化、纹状化程度。

2.2 匀色处理

遥感卫星图像在收集过程中, 由于受各个波段传感器灵敏度差异, 大气的反射与吸收、太阳辐照度等不同的原因, 常常存在图像颜色失真的情况, 图像中的颜色差异不仅影

【作者简介】袁竞(1984-), 女, 瑶族, 中国广西人, 本科, 工程师, 从事数据生产加工及测绘工程研究。

响图像的美观,还会影响基于图像色彩信息的遥感解译与研究。例如,在识别地物用途时,同一片区域,由于颜色的小偏差,会将同一地物用途认为是不同种类,识别准确度降低。因此,对高分辨率的遥感卫星图像进行均匀性处理,让图像的色调更加接近实际,一致性程度较高,提高图像的可读性与实用性^[21]。

2.3 去雾处理

雾是由众多的细小水汽颗粒或结晶体悬浮在离地面很近的空中所形成的,对于遥感卫星图像的质量具有很严重的影响。由于这些水汽颗粒或结晶体的存在,导致卫星摄取的图像经过这些雾的覆盖时被它们反射吸收光线,这就导致图像的对比度降低、清晰度降低、色彩失真等,甚至一些地理特征信息完全消失,无法辨认。而对于有频繁雾霾出现的地区而言,雾霾的存在会极大地影响遥感卫星图像的应用效果,因此,对有效的图像消雾方法进行研究具有极大的实际价值。

2.4 去噪处理

在对遥感卫星图像进行收集、传输、处理的过程中不可避免会出现噪音的情况,产生噪音的原因包括了设备自身的电子噪音、受到大气湍流的影响而导致信号的干扰、受到电磁污染以及在进行数据量化以及压缩的过程中产生的错误等因素,这些噪音会使图像信号产生堆积,从而影响到图像分辨率、清晰度、灰度等级,有时会将部分地物特征屏蔽掉,导致图像难以解译和研究^[31]。例如在进行地物分类工作时,会出现由于噪音的干扰导致不能充分分类的情况;在进行目标识别工作时,则会产生由于噪音导致识别错误出现的情况,因此对高分辨率的遥感卫星图像进行噪音的去除以达到提高图像质量的目的。

3 高分遥感卫星影像的预处理技术

3.1 影像匀光处理

马斯克匀光法是专为处理光学照片而设置的一种匀光法,其特点是将一张透明而略带模糊的正面像作为掩膜,将掩膜与负片按形状、线条重叠一起,进行曝光,得到对比度较低、密度均匀的光学照片,然后用坚纸进行打印,提高全画面对比度,最后获得经打印后的光学照片,如图1所示。用此处理方法,能够在全景图像总体反差的基础上,使其大反差下降,小反差上升,形成反差基本相等、邻细节反差提升的效果,得到的影像可以较为有效地消除亮度不均。

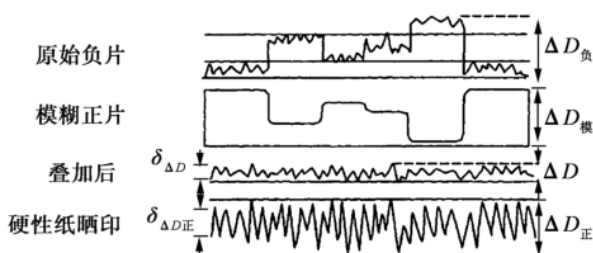


图1 马斯克匀光法原理

马斯克匀光法的具体操作步骤如下。

(1) 制作掩膜。制作一个与原图像大小一致清晰但又比较模糊的正面图像作为遮罩层,遮罩层的制作需要根据原图像的特点以及光影效果适当调整,为后期处理步骤能够很好地调均衡图片的亮度做准备^[41]。

(2) 叠加曝光。根据轮廓和线条,将制作好的遮光片与原像负片进行严格对齐,然后进行曝光。其目的是遮光片遮挡和调整原像的照度信息,曝光后得到低反差和均匀密度分布的影像。

(3) 打印处理。由累积影像得到的图像的对比度较低,那么需要借助硬纸板进行打印,以提高整体图像的对比度。打印过程中可以根据自身喜好和具体情况对打印参数进行一定的调节,以获得最好的视觉感受。打印处理后所得的光学照片中图像具有较好的明度与适宜的对比度,解决了原始影像上明暗反差大的问题,地面物微细特征更易于识别。

3.2 影像匀色处理

wallis 变换是一种将图像在每一个位置上的灰度方差和平均值尽量保持一样的局部图像转换方法。这种方法通常被用于图像匹配或图像融合中。在遥感卫星影像预处理中,使用的变换式为: $f(x,y) = [g(x,y) - m_g] \frac{s_f}{s_g} + m_f$ 。使用校正系统时把变换系数设置为1,利用上式能够完成对遥感卫星影像的匀色处理,使图像达到使用标准。

Wallis 变换虽然简单又有效,但仍然局限较大,例如在复杂的大尺度地理区域内往往容易造成颜色过饱和或过暗等问题,影响整幅图像色彩的真实感。因此,我们需根据图像特定的特点和应用场合,对 Wallis 变换算法的具体参数进行调节以达到较为合适的均匀度。

3.3 影像去雾处理

目前消除遥感图像雾气的方法主要分为两类:一是依据大气衰减的物理模型,也就是通过模拟大气散射效应来达到恢复遥感图像的目的;二是通过图像增强方法即针对图像对比度进行恢复如直方图均衡化、Retinex 原理、小波变换和曲线波变换等。实际作业中,可采用第一种方法并在相关软件平台上通过算法对雾天的大气衰减模型进行修改处理。

该方法的核心原理是模拟大气散射过程和建立雾霾天气的大气消退模型,再根据消退模型对图像数据进行修正以还原雾霾遮蔽后的数据。具体来说,该模型假设接收图像的辐射强度是直射光分量、散射光分量和环境光分量这三种成分的累积,其中直射光是来自地物反射后照射到探测器的部分;散射光则是经过雾滴或是雾结晶偏折到达探测器的部分;而环境光则是指大气本体发出的光线。通过对这三种分量的分析和计算,可以获得地物的真实反射系数,从而实现去除雾霾的目的。实际上,需要根据具体雾霾天气条件和成像情况对大气消退模型参数进行估计和调整,从而保证去雾效果。

3.4 影像去噪处理

影像经过匀色、匀光、去雾之后,已经基本具有目视解译条件,但是为了获取更高质量的影像数据,还可采用一种基于最小二乘法的影像快速滤噪算法,应用该方法能够有效解决噪声问题,同时将图像信息做最大程度的保留。该方法重点是减弱噪声对图像信号干扰的大小,采用最小二乘法校正图像的灰度级以达到去除噪声的目的。如下图所示。

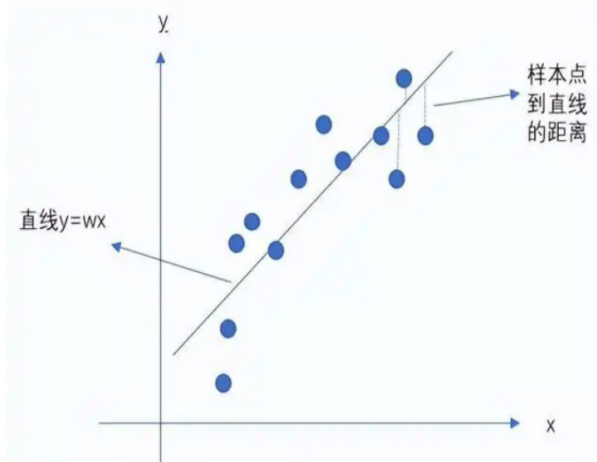


图2 最小二乘法的简单范例

具体过程如下:首先是将图像划分成若干个细小单元;其次是每个细小单元中建立图像亮化程度的数理模型;再次是使用最小二乘法估计这些模型的参量得到预测的亮度等级数;第四是估计预测的亮度等级数和实际的亮度等级数,得到噪点的大致数目;第五将大概数目减去实际亮度等级数,得到无噪点的图像。这样便能够准确高效地消除图像中混乱的噪声且充分保留了图像的细节特性,因此去噪效果较好。

4 高分遥感卫星影像预处理的发展趋势分析

4.1 多源数据融合处理

针对复杂的多样化需求,单一高分遥感卫星影像可能不能满足,因此,多源信息的融合已经成为高分遥感卫星影像预处理的发展方向之一。多源信息融合技术可以充分利用从不同空间、波长、设备获取的影像资料,增加影像信息的丰富程度及应用性。如将高空间分辨的光学影像和高光谱分辨的影像进行融合,得到兼具较高空间分辨率的更多光谱信息的融合影像结果,这为土地利用类型分类、环境监测等工

作的精确而详尽的应用提供影像数据依据。

4.2 实时处理和在线服务

近年来,实时图像处理和在线服务已成为高分辨遥感卫星影像预处理的另一个发展重点方向。建立高效能的图像处理装置与网络服务平台,以便可以对来自遥感卫星的实时图像信息加以接收并处理,又可将之发布出去以便使用者得到及时准确的遥感数据服务。例如在突发监管和灾害救援等领域中,利用实时图像处理和在线服务的优势,可以使高管人员及时了解相关信息,从而帮助其更快做出应对手段,减少灾情的影响程度。

4.3 自动化和智能化处理

在人工智能技术、计算机技术等高速发展的背景下,高分辨率遥感卫星影像预处理的智能化与自动化程度也在不断提高。人工智能技术、计算机技术等先进技术为影响预处理提供了许多便利,如通过研究新型算法和技术,可实现对前处理过程的完全自动化控制,减少人工参与度,提高处理效率与质量。通过引入机器智能和深度学习技术,使前处理系统可自行学习适应不同影像类型及其应用,实现智能化处理与优化。

5 结语

综上所述,高分辨率遥感卫星影像的预处理是一个较为复杂的过程,不仅涉及到对图像进行光色矫正,去雾,而且每个步骤选取的模型以及参数都将带来截然不同的结果,直接或间接地影响着数据的质量和后期的应用。因此,在实际的处理作业中需要根据影像质量、精度要求等选择先进、合适的预处理技术,并不断精进处理过程,使最终得到的影像光色均匀、纹理丰富清晰,色彩反差良好,明显的物体点能够被准确地识别和定位。

参考文献

- [1] 彭继达,马治国,吴作航.Landsat 9卫星影像预处理方法及应用——以南京市植被生态遥感监测为例[J].海峡科学,2022(05):3-7+28.
- [2] 周碧莲.高分辨率遥感卫星影像快速生产典型问题处理方法的探讨[J].华北自然资源,2021,(04):88-90.
- [3] 陈世荣,严立,申佩佩.高分遥感卫星影像预处理系统的设计和实现[J].测绘与空间地理信息,2021,44(03):1-3.
- [4] 王芳.省域卫星遥感影像预处理方法研究[J].测绘与空间地理信息,2020,43(08):99-101+109.

Error source analysis and accuracy improvement strategy of total station in coal mine underground wire survey

Shangcheng Wang

Shanxi Xinzhou God Shengda Qifeng Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

Abstract

The whole station plays an important role in the measurement of coal mine underground wire, but its measurement error affects the accuracy of mine layout and internal construction. This study systematically analyzes the source of error in the underground wire survey, such as the instrument system error, environmental error and operation error, etc. Through the field survey and theoretical analysis, the main source of error and the influence degree of the whole station in the practical application are pointed out. Based on the error analysis results, a set of practical whole-station accuracy improvement strategy is proposed, including improving the instrument performance, optimizing the measurement environment conditions, and improving the professional skills and training of the tester. The experimental data confirm that these strategies successfully reduce the measurement error of the whole station, improve the precision of the traverse measurement in the underground coal mine, and contribute an important force to the accuracy and safety of the coal mine measurement operation.

Keywords

full station; error analysis and precision improvement strategy

全站仪在煤矿井下导线测量中的误差来源分析及精度提升策略

王尚成

山西忻州神达栖凤煤业有限公司, 中国·山西 忻州 034000

摘要

全站仪在煤矿井下导线测量中发挥了重要作用,但其测量误差影响着矿井布局和内部施工的精度。本研究系统性地分析了全站仪在煤矿井下导线测量中的误差来源,诸如仪器系统误差、环境误差以及操作误差等,通过实地勘测和理论分析,指出全站仪在实际运用过程中的主要误差来源以及影响程度。基于误差分析结果,提出了一套实用的全站仪精度提升策略,包括提升仪器性能,优化测量环境条件,提高测量者的专业技能和培训等。实验数据证实,这些策略成功降低了全站仪的测量误差,提高了其在煤矿井下的导线测量精度,为煤矿测量操作的精确性和安全性贡献了重要力量。

关键词

全站仪; 误差分析; 精度提升策略

1 引言

在煤矿井下,精确的导线测量是保证矿区安全、有效工作的重要环节之一。负责执行这一任务的全站仪,是目前使用最广泛的测量设备之一,其性能直接决定了测量结果的准确度和可靠性。然而,在实际应用过程中,全站仪的测量结果经常受到各种因素的影响,导致测量精度的降低,进一步影响矿区工作的安全和效率。尽管全站仪在测量上的误差问题早已获得业界的重视,但是,关于误差来源的系统性研究却十分缺乏,影响了我们对问题的深入理解和准确把握。

因此,系统地剖析全站仪测量误差的来源,研究并提出针对性的精度提升策略,成为当前测量科技研究的重要课题。在这一背景下,本文尝试分析全站仪在煤矿井下导线测量中的误差来源,并提出精度提升策略。此研究旨在为矿区测量工作提供更加精确、可靠的测量依据,为矿区的安全、高效开采做出应有的贡献。

2 全站仪在煤矿井下导线测量的重要性

2.1 煤矿井下导线测量的概述与需求

煤矿井下导线测量是煤矿生产过程中至关重要的一环,其涉及矿井的整体布局规划、巷道施工指导以及安全保障等关键内容^[1]。导线测量的精度直接关系到矿井开发过程中的资源利用率和施工效率。煤矿井下的导线测量具有复杂的环

【作者简介】王尚成(1988-),男,中国山西朔州人,本科,工程师,从事矿山地质与测量研究。

境特点,如光线不足、湿度较高、空间受限等,这些条件为精准测量带来了极大的挑战。为应对这些特殊环境要求,高效、精准的测量工具成为必需。全站仪作为集测距、测角和数据计算功能于一体的现代测量仪器,逐渐成为煤矿井下导线测量的主要设备,其便携性、智能化和快速反应能力,使其在矿井复杂环境中具有显著优势。

2.2 全站仪在矿井中的应用

全站仪作为一种集测角、测距和数据记录功能于一体的高精度测量设备,在煤矿井下导线测量中得到了广泛应用。因矿井环境的特殊性,包括狭窄的作业空间、复杂的地质条件以及微弱的光线,全站仪的高效率、精准性和便携性为矿井测量工作提供了技术支持。通过全站仪,能够快速获取矿井布线所需的高精度数据,为矿井巷道的开挖、支护以及设备安装提供精准的测量依据。全站仪的数据传输能力与数字化记录功能有效减少了人工记录产生的误差,为井下施工提供了更加可靠的测量保障。在矿井开采的不同阶段,全站仪被用于测量巷道走向、连接点及垂直方向的误差校正等任务,并在矿井布局优化及资源开采方案制定中发挥了重要作用。

3 全站仪在煤矿井下导线测量中的误差源头

3.1 仪器系统误差探讨

仪器系统误差是全站仪在煤矿井下导线测量中最主要的误差来源之一,其对测量精度的影响不可忽视。这类误差主要包括全站仪测角系统误差、测距系统误差以及内部架构的不稳定性。测角系统误差通常由全站仪的光学系统误差与编码器的分辨率局限性引起,这可能导致角度测量不准确。测距系统误差则多与仪器内部的电磁波发射及接收模块相关,其性能受限可能引发实际距离与测量距离的偏差。仪器内部的机械结构与校准精度也可能产生累积性误差,例如仪器轴线偏差与目标垂直成像失准等。由于煤矿井下环境复杂,这些仪器误差可能因振动、长期使用导致部件老化或调整偏差而被进一步放大。深入认识仪器系统误差的内在机制是提升测量精度的理论基础。

3.2 环境误差及其影响

煤矿井下环境复杂且特殊,对全站仪的导线测量精度造成显著影响。温度变化是主要的误差来源之一,矿井内部的温度波动会导致全站仪内部器件性能的不稳定,从而影响测距和测角精度。湿度的变化会损害光学元件的清晰度,也可能导致电路系统异常工作。矿井内的粉尘则对激光信号的传播造成干扰,使测量数据出现波动。矿井通风设备产生的振动和气流对全站仪的稳定性提出了挑战,容易引发角度测量偏差。这些环境误差的叠加效应显著降低了全站仪的工作精度,对矿井导线测量的可靠性形成威胁^[1]。准确分析环境误差的来源并加以有效控制,是确保全站仪在井下应用中测量精度的重要环节^[1]。

4 对全站仪误差影响的定量分析

4.1 所有误差来源的影响度对比

在煤矿井下导线测量过程中,全站仪的测量误差来源复杂多样,其对测量精度的影响程度具有差异性。为了量化各类误差源的影响,需对仪器系统误差、环境误差以及操作误差进行定量分析,明确各类因素在总体误差中的占比及影响程度。

通过对多组实际测量数据的统计分析,发现仪器系统误差主要源于全站仪内部硬件的标定偏差与电子元件的性能局限,其影响相对稳定且可控。在一般工况下,系统误差对测量精度的贡献占总体误差的约30%。环境误差则以多变和不可控为特征,主要受到井下空间潮湿、温度变化及粉尘等因素的干扰,其对测量影响波动较大,在特定恶劣条件下,其误差占比可达总体误差的50%以上。操作误差则与测量者的技能水平和细致程度密切相关,呈现随机性,通常对总体误差的影响在20%~40%之间。

综合比较发现,环境误差在井下测量中影响较为显著,为操作误差,而仪器系统误差相对较小但不可忽略。通过这样的定量分析,可为后续精准优化测量精度提供科学依据,明确了精度提升的主要方向,即针对误差占比高的环节采取针对性改进措施。

4.2 主要误差源的实证研究

通过实地测量数据分析和实验验证,对全站仪在煤矿井下测量中主要误差源的影响进行了实证研究。仪器系统误差是首要影响因素,主要表现为角度测量偏差和距离测量误差。测试结果显示,仪器内部光学元件、电子元件的精度限制直接决定了系统误差的大小。环境误差在井下特殊测量环境中尤为显著。温度、高湿度及粉尘对光学信号的衰减和折射效应显现出较强的波动性,具体体现在测量数据的随机波动和重复性降低上。操作误差则由于人员技术水平不均而产生,不当的仪器调校、目标点瞄准偏移以及记录数据书写错误等是误差的主要来源。相关实验中,对各类误差的实测数据进行对比分析表明,环境误差和操作误差在矿井复杂工况中对测量精度的影响尤为显著,约占总误差的65%以上。本章节的研究进一步明确了各类误差之间的影响权重,为后续提出针对性精度提升策略奠定了基础。

5 全站仪测量精度提升策略

5.1 提升仪器性能的方法和效果

提升全站仪性能是提高煤矿井下导线测量精度的关键措施之一。应选用高精度全站仪,其角度测量精度、距离测量精确度和内部电子补偿系统的性能对测量结果的准确性至关重要。选择具备自动校正功能、抗干扰能力强的仪器,有助于降低系统误差。定期进行仪器检定和校准可确保全站仪处于最佳工作状态。通过减少全站仪零件老化及内部光学、电学元件的漂移,能够有效提升其长期使用的稳定性和

精确性。研究表明,引入先进的自动化观测和数据处理技术,如高频率脉冲激光器和高分辨率编码器,能够显著提升全站仪在复杂环境中的测量能力。实验结果验证了优化后仪器性能明显降低了误差累积率,为煤矿导线测量的精度和安全性提供了有力支撑。

5.2 优化测量环境条件的措施及其实施

优化全站仪在煤矿井下的测量环境对提升测量精度至关重要。煤矿井下环境复杂,照明不足、温湿度变化、空气质量等均会影响全站仪的测量结果。为此,有必要采取有效的环境优化措施。加强照明条件可以提高观测的准确性和操作者的工作效率;通过使用防尘设备和适当的通风系统来改善空气质量,从而减少灰尘对仪器传感器的影响;采用恒温设备以维持温湿度的稳定,确保测量结果的一致性。实施这些措施时,应考虑井下特殊环境需求,确保方案的适用性和可持续性,为精准测量和安全生产提供可靠环境保障。

5.3 提高测量者专业技能和培训的途径

提高测量者的专业技能和培训是提升全站仪测量精度的关键措施之一。在煤矿井下环境复杂多变的情况下,熟练掌握仪器操作和误差处理技术显得尤为重要。培训应包括对全站仪基本原理的详细讲解及操作流程的规范指导,帮助测量者理解误差的产生和控制。模拟实地操作演练能够有效增强测量者的实战技能,提高操作的准确性和稳定性。培训还需定期更新内容,融入最新技术和研究成果,确保测量者具备前沿的知识储备和应变能力。通过系统的培训途径,能够显著降低全站仪在煤矿井下导线测量中的人为误差,增强测量结果的可靠性。

6 策略执行后全站仪测量精度的提升效果

6.1 策略实施前后的全站仪性能对比

在策略实施前,全站仪在煤矿井下导线测量中面临着诸多误差的困扰,这些误差显著影响了测量结果的精确度。具体表现为各类误差源,如仪器系统误差、环境影响及操作因素,导致测量数据的不确定性增加,测量结果的偏差较大。这种情况不仅影响了矿井布局的准确性,也对施工的安全性构成潜在威胁。通过实施一系列精度提升策略后,全站仪的性能得到了明显改善。针对仪器系统误差,通过提升仪器性能,实现了数据的高精确采集。优化测量环境有效减少了外界光线变化、温差等环境因素对测量结果的干扰。加强测量人员的技能培训,使得操作误差明显降低,操作人员能够更为熟练地应用全站仪,从而提升了整个测量过程的效率和准确性。经过实践数据显示,策略执行后,全站仪的测量精度

显著提高,数值偏差等指标得到优化,测量结果的可靠性和一致性更强,为煤矿井下导线测量的有效性提供了有力支持,并为矿井安全施工奠定了坚实的基础。

6.2 策略实施对煤矿井下导线测量精度的贡献

策略的实施显著提升了全站仪在煤矿井下导线测量中的精度,对煤矿测量作业的可靠性和效率产生了深远影响。在提升仪器性能方面,通过更新关键部件和优化校准流程,全站仪的系统误差得到有效控制,测距误差和测角误差均出现大幅度下降。实验数据显示,测距误差减少了约15%,测角误差降低了10%以上,从而提高了测量结果的整体精度。

在优化测量环境方面,针对井下光线、温湿度及电磁干扰等问题的改进措施减少了外界环境对测量数据的干扰。通过引入稳定的光源、控制温湿度波动以及屏蔽电磁干扰,导线点的定位精度得到了明显提高,测量重复性达到更高标准。通过系统的技术培训和操作规范化管理,测量人员在仪器操作、数据记录及结果分析中的失误率显著降低。调查结果表明,操作误差的改善使得测量精度提升约20%。

7 结语

此项研究全面系统地分析了全站仪在煤矿井下导线测量中出现测量误差的各种可能性,并对其影响程度进行了深入的探讨。我们确定了主要的误差来源,并依据对其的理解,提出了针对性的、实用的全站仪精度提升策略。这些策略包括提高仪器性能、改善测量环境、提高操作者的专业技能等方面,并通过实际数据予以了验证。结果表明,通过这些策略的实施,成功地降低了全站仪的测量误差,提高了煤矿井下导线测量的精准度。这既为矿井的精确定位测量提供了更强的保障,也为全站仪的进一步发展和应用提供了有益的借鉴。然而,值得注意的是,当前研究仍存在一定的局限性,如在矿井复杂环境下的误差控制等,未来有待更深入研究和探讨。总体而言,本研究为误差来源的定量分析和精度提升等方向提供了新思路,具有实际意义和应用价值,有望在未来推动煤矿井下导线的精准测量和整体矿井施工的精确性与安全性。

参考文献

- [1] 柳生阳.井下全站仪导线测量误差分析[J].甘肃科技,2021,37(15):41-42.
- [2] 常宏.提高全站仪在煤矿测量精度的策略[J].石化技术,2020,27(04):101-102.
- [3] 王红阳于成鹏.全站仪测量精度误差的分析[J].城市建设理论研究:电子版,2020,(10):36-36.

Practice analysis of the application of digital measurement technology in engineering survey

Yilei Duan

Shaanxi Steel Group Hanzhong Iron and Steel Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi, 723000, China

Abstract

Digital measurement technology has become an important development direction in the field of modern engineering measurement. Relying on advanced sensors, data acquisition system and information processing technology, it has achieved a significant improvement in measurement accuracy, efficiency and intelligence level. Through the whole station, GNSS (global navigation satellite system), laser scanning and UAV aerial survey, the technology optimizes the topographic mapping, building construction measurement, deformation monitoring and other links, to meet the needs of engineering construction for high-precision measurement. The development of digital measurement technology has not only improved the degree of automation of measurement operations, but also promoted the deep integration of digital platforms such as BIM (building information model) and GIS (geographic information system). The study of the application and practice of digital measurement technology in engineering measurement can not only provide more accurate spatial data support for engineering projects, but also help the construction of intelligent and information surveying and mapping system, and improve the quality of project management and construction.

Keywords

digital measurement technology; engineering measurement; GNSS measurement; laser scanning; UAV mapping

数字化测量技术在工程测量中的应用实践分析

段艺蕾

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司, 中国·陕西 汉中 723000

摘 要

数字化测量技术已成为现代工程测量领域的重要发展方向, 依托先进的传感器、数据采集系统与信息处理技术, 实现了测量精度、效率和智能化水平的显著提升。该技术通过全站仪、GNSS (全球导航卫星系统)、激光扫描及无人机航测等手段, 优化了地形测绘、建筑施工测量、变形监测等多个环节, 满足了工程建设对高精度测量的需求。数字化测量技术的发展不仅提升了测量作业的自动化程度, 还推动了BIM (建筑信息模型)、GIS (地理信息系统) 等数字化平台的深度融合。研究数字化测量技术在工程测量中的应用实践, 不仅能为工程项目提供更精确的空间数据支持, 还能助力智能化、信息化测绘体系的构建, 提高工程管理和施工质量。

关键词

数字化测量技术; 工程测量; GNSS测量; 激光扫描; 无人机测绘

1 引言

工程测量是基础建设、国土规划、资源开发等领域的重要技术手段, 传统测量方式存在数据采集耗时长、人工误差较大、实时性较差等问题, 难以满足现代工程建设对高精度、高效率测绘的需求。数字化测量技术依托先进的电子信息技术、自动化测量设备和智能数据分析算法, 使测量精度和数据处理能力大幅提升, 为工程测量提供了更加精准、便捷的解决方案。GNSS、激光扫描、无人机测绘等技术的广泛应用, 使测量数据获取更加高效, 工程建设过程中的地形

监测、施工放样、变形观测等环节得以优化。

2 数字化测量技术在工程测量领域的发展必然趋势

工程测量正向数字化、智能化方向发展, 以满足现代工程对高精度、高效率 and 自动化测量的需求。计算机技术、人工智能、大数据分析、云计算及传感器网络的进步, 使测绘模式由传统地形勘测拓展至三维建模、动态变形监测、施工控制等领域。高精度数据的自动采集、智能分析和可视化表达成为测绘行业的核心发展方向。全球导航卫星系统 (GNSS) 具备厘米级甚至毫米级的动态定位能力, 结合惯性导航系统 (INS), 在大范围测量、变形监测及施工控制中发挥关键作用。激光扫描技术推动工程测量由二维向三维升级, 高精度点云数据的采集使建筑测绘、地质灾害监测和

【作者简介】段艺蕾 (1991-), 女, 中国陕西汉中人, 本科, 工程师, 从事工程测量工作。

城市规划更为精准。无人机测绘凭借灵活性和高效性,实现复杂环境下的大规模测量,集成多光谱和热成像传感器后,提升了地物信息的获取能力。BIM与GIS技术的融合,使测量数据成为工程全生命周期管理的重要支撑,促进建筑数字孪生发展。人工智能提升数据分析效率,云计算与边缘计算优化数据存储和共享,推动测量行业向智慧测绘体系迈进。

3 数字化测量技术在工程测量中的显著优点

3.1 测量精度高,数据处理能力强

数字化测量技术通过高精度传感器、GNSS定位系统、三维激光扫描设备等,实现毫米级乃至亚毫米级的测量精度,适用于高精度工程测绘需求。高频激光雷达(LiDAR)可获取每秒百万级的点云数据,测绘精度可达 $\pm 1\text{mm}$,显著提高数据采集的精细度。GNSS RTK系统结合惯性测量单元(IMU)可实现动态厘米级定位,满足大规模测量作业的精度要求。自动化数据处理平台集成误差修正、滤波算法,使测量误差降低至 $\pm 2\text{mm}$ 以内,确保测量结果的稳定

性和一致性。高精度测量不仅适用于建筑施工控制,还广泛应用于精密工业测量和大型结构变形监测,确保工程质量。现代测量系统还结合了多传感器融合技术(Multi-Sensor Fusion),可同时利用LiDAR、摄影测量、光谱分析等数据源,提升数据的准确性和完整性。

3.2 测量效率高,适应复杂环境

数字化测量技术在复杂环境中的适应能力远超传统测绘方式,能够在高海拔、丛林、城市高层建筑群等复杂环境下高效完成数据采集。无人机搭载高精度GNSS、IMU和LiDAR,可在120米飞行高度下获取 $\pm 5\text{cm}$ 的高精度数字表面模型(DSM),覆盖范围可达100平方公里/天,大幅提高测量效率。实时差分GNSS技术与惯性导航系统结合,可在恶劣天气条件下保持高精度定位,减少环境干扰对测量结果的影响。多光谱与热成像传感器在夜间测绘与灾害评估方面提供了全新的测量手段,填补了传统测量的盲区。高精度机器人测绘系统在危险环境中的应用,有效降低了人工测量的安全风险,提高了作业稳定性。

表1 不同测量技术的精度与数据处理能力比较

测量技术	精度(mm)	数据采集速率	误差修正能力	适用领域
GNSS RTK	$\pm 10\text{-}20$	50Hz	$\pm 2\text{mm}$	大范围工程测量
LiDAR	$\pm 1\text{-}5$	1,000,000点/s	$\pm 1\text{mm}$	复杂环境测绘
IMU+GNSS	$\pm 5\text{-}10$	100Hz	$\pm 3\text{mm}$	动态精度监测
光学摄影测量	$\pm 5\text{-}15$	30fps	$\pm 5\text{mm}$	地形建模

表2 不同测量方式的环境适应性与作业效率对比

测量方式	环境适应性	测量速度($\text{km}^2/\text{天}$)	抗干扰能力	适用范围
无人机测绘	高	100	中	大面积测量
车载LiDAR	中	50	高	道路测绘
手持扫描仪	低	5	低	室内测绘
GNSS RTK	中	20	高	野外测绘

4 数字化测量技术在工程测量中的应用方式

4.1 GNSS测量技术在地形勘测与施工放样中的应用

GNSS(全球导航卫星系统)测量技术在工程测量中的应用已成为提高测量精度和作业效率的关键手段,广泛用于地形勘测、地籍测量及施工放样。实时动态差分定位(RTK)技术结合多星座GNSS系统(GPS、GLONASS、BeiDou、Galileo),可实现平面误差小于 $\pm 1\text{cm}$ 、高程误差小于 $\pm 2\text{cm}$ 的厘米级高精度测量,适用于大范围工程测绘。现代GNSS测量设备通常采用双频或多频接收机(L1/L2/L5),结合PPP(精密单点定位)和CORS(连续运行参考站)技术,即使在基线长度超过50km的情况下,仍能维持 $\pm 2.5\text{cm}$ 以内的精度,确保测量数据的可靠性。

施工放样过程中,GNSS测量与数字化地形模型(DTM)和电子地图相结合,可精准定位建筑物基准点、基坑开挖控制点及道路中线放样,误差控制在 $\pm 1.5\text{cm}$ 以内。多频

GNSS接收机与IMU(惯性测量单元)融合,实现动态姿态解算,即使在移动状态下也可维持高精度测量,使其适用于高层建筑、桥梁施工和大坝建设等工程。相比传统的全站仪和光学测距仪,GNSS测量无需通视条件,测量范围可达 100km^2 以上,且具备全天候作业能力,极大提升了测绘效率。在动态施工监测中,GNSS数据可实时传输至BIM(建筑信息模型)系统,实现三维可视化管理,并结合误差分析算法优化放样精度,提高施工测量的准确性。

4.2 三维激光扫描技术在建筑监测与变形分析中的应用

三维激光扫描技术在建筑监测与变形分析中发挥重要作用,通过获取高精度点云数据,实现毫米级甚至亚毫米级的建筑结构测量,广泛应用于桥梁健康监测、隧道衬砌变形分析、大型钢结构形变检测及超高层建筑位移测量。现代三维激光扫描系统采用TOF(飞行时间)测距与相位比测距

结合的方式,测量精度可达 $\pm 0.5\text{mm}$,单站扫描范围可覆盖 800m,数据采集速率超过 2,000,000 点/秒,确保复杂环境下的高精度建模能力。结合 SLAM(同步定位与建图)技术,激光扫描设备可在 GPS 信号受限的地下空间、城市密集建筑群等环境中进行实时点云拼接和空间定位,提高数据连续性和完整性。

在桥梁变形监测中,激光扫描技术可实时检测主梁挠度、索力变化及支座位移,结合结构健康监测系统(SHM),建立基于长时间序列分析的桥梁变形趋势预测模型。隧道衬砌检测方面,激光点云可精准识别衬砌收敛变形、裂缝宽度及脱空深度,检测精度达 0.1mm,并结合三维重建技术,实现隧道内部结构缺陷的自动识别。针对超高层建筑,激光扫描可结合 IMU(惯性测量单元)与 GNSS 数据,监测风荷载、温度效应导致的结构微位移,精度控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,确保建筑物在长期荷载作用下的稳定性。数据处理方面,高密度点云与 BIM(建筑信息模型)和 GIS(地理信息系统)深度融合,可构建数字孪生(Digital Twin)系统,实现建筑变形的可视化监测、风险预警及运维优化。

4.3 无人机测绘在大面积测量与工程监控中的应用

无人机测绘技术在大范围地形测绘、土地资源管理、工程施工监控及灾害评估中发挥关键作用,通过搭载高精度 LiDAR(激光雷达)、多光谱相机及高分辨率影像传感器,实现高效、精准的数据采集。现代无人机 LiDAR 系统可达到 $\pm 5\text{cm}$ 以内的平面精度和 $\pm 10\text{cm}$ 的高程精度,扫描频率可达 100 万点/秒,使其适用于复杂地形和高精度测绘任务。固定翼无人机单次航程可达 100km,覆盖测绘面积可超过 500km²/天,大幅提升测量效率,同时降低人工操作成本。旋翼无人机具备垂直起降能力,适用于城市高层建筑群、桥梁巡检及隧道监测,在飞行高度 120m 的条件下,影像分辨率可达 3cm/pixel,确保工程监测数据的精细化表达。

在工程建设领域,无人机结合数字高程模型(DEM)、

数字表面模型(DSM)及数字正射影像(DOM)技术,可精确获取施工区域的地形变化信息,并通过航测数据的实时处理,实现施工进度监控与土方量计算。RTK 与 PPK 技术的结合,使无人机航测数据在长基线条件下仍能保持 $\pm 3\text{cm}$ 的精度,有效提高工程测量结果的可靠性。针对复杂地形,如山区、高密度建筑区及水利工程,无人机 LiDAR 可穿透植被,获取地表裸露点云,结合 SLAM 技术优化数据拼接误差,提高测量精度。结合 BIM 及 GIS,无人机测绘数据可直接导入工程管理平台,实现施工过程的可视化分析,并辅助灾害评估及地质监测。

5 结语

数字化测量技术在工程测量中的应用已成为行业发展的必然趋势,依托 GNSS、三维激光扫描、无人机航测等技术,工程测量的精度和效率得到大幅提升。数字化测量技术不仅提高了测绘数据的可靠性,还推动了工程全生命周期的智能管理。未来,随着人工智能、云计算和大数据分析技术的融合,数字化测量技术将在工程测量领域发挥更重要的作用,为城市建设、基础设施维护和智慧工程提供更先进的测量手段,助力工程行业向更加智能化、高效化方向迈进。

参考文献

- [1] 胡炳中.数字化测量技术在工程测量中的应用[J].自动化应用,2022(06):129-131.
- [2] 冷辉辉.数字化测绘技术在工程测量中的应用分析[J].工程建设与设计,2022(03):129-131+137.
- [3] 蔡伟.数字化测绘技术在工程测量中的应用分析[J].四川水泥,2021(08):63-64.
- [4] 张杰,袁训智.数字化测绘技术在矿山地质工程测量中的应用效果分析[J].中国金属通报,2022(12):28-30.
- [5] 彭鑫.基于激光雷达技术的矿山测量工程数字化系统设计与应用[J].世界有色金属,2021(06):19-20.

Processing and analysis of surveying and mapping data in the registration of natural resources ownership

Lingling Gao

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The unified registration of natural resources is a basic work in the construction of natural resources property rights system, in which the processing and analysis of surveying and mapping data plays a key role. This paper discusses the pre-processing, integration and quality control technology of surveying and mapping data, and analyzes the application of spatial data analysis, time series analysis and multi-source data comprehensive analysis in the registration of rights. Through the case analysis of forest resources and water resources ownership registration, this paper reveals the practical value and innovation path of surveying and mapping technology in natural resources ownership. The accurate processing and scientific analysis of surveying and mapping data provide technical support for the registration of natural resources, and promote the development of natural resources management toward standardization and intelligence.

Keywords

confirmation and registration of natural resources rights; Surveying and mapping data; Analysis and processing; Strategy research

自然资源确权登记中测绘数据的处理与分析

高玲玲

北京新兴环宇信息科技有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

自然资源统一确权登记是构建自然资源产权制度的一项基础工作, 其中测绘数据的处理和分析起到了关键作用。本文探讨了测绘数据的预处理、融合集成还有质量控制技术, 并且分析了空间数据分析、时间序列分析以及多源数据综合分析等方法在确权登记里的应用。经过森林资源和水资源确权登记的案例分析, 本文揭示测绘技术在自然资源确权中的实践价值和创新路径。测绘数据的精准处理与科学分析给自然资源确权登记提供了技术支撑, 推动自然资源管理朝着规范化与智能化发展。

关键词

自然资源确权登记; 测绘数据; 分析处理; 策略研究

1 引言

随着生态文明建设不断推进, 自然资源确权登记变成实现自然资源资产化管理的关键手段, 测绘数据作为确权登记的核心基础, 它的处理和分析精准程度直接影响确权工作的质量和效率, 但自然资源确权登记涉及的数据类型繁杂、空间范围广、技术要求高, 传统测绘技术很难满足其需要, 因此需要不断探索先进的测绘技术, 提高自然资源确权登记工作的开展质量。

2 自然资源确权登记概述

2.1 自然资源确权登记的定义

自然资源确权登记制度的核心要义在于, 通过法定程

序对特定生态要素(包括水域、林区、山脉、草场、荒漠及湿地等)实施权属确认与登记造册。该制度以实地勘测、权属核查、信息建档为技术路径, 精准界定产权归属主体及其法定权益边界, 既为国土空间规划背景下自然资源的科学配置、有序开发、系统保护和长效管理提供制度保障, 又通过确权文书的法律效力切实维护权利人在资源利用、生态补偿等环节的合法收益^[1]。对于自然资源确权登记而言, 其与不动产登记有着多方面的区别, 具体区别如图 1 所示。

2.2 确权登记的法律依据

相关法律基础来源于多部规范性文件的协同规制体系, 其中《中华人民共和国民法典》确立了物权归属与行使的基本原则, 构建了确权登记的基础性法律框架。《不动产登记暂行条例》系统规定了登记程序、内容及效力等核心要素, 形成具体操作指引。《自然资源统一确权登记暂行办法》则针对自然资源确权登记的具体实施流程进行了详细规定, 特别在权属界定和登记簿管理等方面作出创新性安排。这些法

【作者简介】高玲玲(1990-), 女, 中国吉林长春人, 本科, 工程师, 从事测绘自然资源确权研究。

律法规相互衔接，共同构成了完整的确权登记制度框架，为 相关工作的规范化开展提供了有力的法治保障。

差异点\类型	不动产登记	自然资源确权登记
登记目的不同	保护权利，保障交易，便民利民	明晰产权，划定“四条边界”，服务于自然资源保护和监管
登记管辖不同	属地登记	分级登记与属地登记相结合
登记启动方式不同	依申请登记为主	依职权登记为主
登记单元不同	不动产单元	自然资源登记单元
登记权利类型不同	房屋、林木和集体土地所有权，用益物权和抵押权	国家自然资源所有权
登记的内容不同	权利状况、自然状况和权利限制、提示事项	权利状况、自然状况，关联公共管制状况
登记的内容不同	首次登记、变更登记、转移登记、注销登记和更正登记、异议登记、预告登记、查封登记	首次登记、变更登记、注销登记和更正登记
登记程序不同	申请、受理、审核、登簿、发证	通告、地籍调查、审核、公告、登簿

图 1 自然资源确权登记与不动产登记的差别

2.3 确权登记的关键环节

确权登记流程主要涵盖四大核心步骤。需通过实地走访核验资产权属基础信息，随后运用测绘仪器精准测定资源空间坐标并计算实际面积参数，在完成数据采集后需组织多部门联合审查申报材料的合规性，同时将核查结果在政府公示平台及现场公告栏进行法定公示以保障公众知情权，最终对满足法定要件的登记主体建立电子化权属档案数据库并签发具有法律效力的产权证书，整套程序环环相扣形成完整的物权确认闭环体系^[2]。

3 自然资源确权登记中测绘数据处理技术

3.1 数据预处理技术

测绘数据预处理是自然资源确权登记中保障数据质量的核心环节，在实地勘测环节，原始采集数据普遍存在杂散信号与离群数据，需采用智能化清洗手段提升数据可信度，引入高斯滤波等去噪手段可针对测量设备固有偏差、外界电磁干扰形成的非规律性波动实施有效抑制，通过滑动窗口加权平均处理使数据波形趋于稳定。在此基础上对离散采样点之间的空值问题，基于邻近观测值的线性插值技术可重构缺失区域的空间拓扑关系，保证数据集的连续可用性^[3]。多源异构数据的空间配准问题，针对国土、水利等部门采用的差异化坐标基准，运用七参数布尔莎模型进行基准转换，能实现跨平台数据的无缝衔接，为构建全域统一的空间分析框架提供技术支撑，构建起规范化的三维地理信息基底。

3.2 数据融合与集成技术

多源地理空间数据的协同应用通过集成分析技术充分释放异构测绘数据的潜在价值。在自然资源管理实践中，卫星遥感的大范围动态监测能力、无人机倾斜摄影的厘米级三维建模优势，以及地面移动测绘系统的精细化属性采集功能形成互补关系。基于 GIS 技术平台的空间叠加分析，将不同时空分辨率的数据进行坐标配准与语义关联，例如将卫星遥感提取的大范围地表覆盖特征，与不动产登记系统内的权

属边界数据进行空间叠加，构建具有时空维度的自然资源立体数据库。设计标准化的空间数据模型，实现栅格影像、矢量图斑和属性信息的动态关联，有效消除多源数据的异构性差异，为自然资源资产产权界定提供毫米级精度的空间基准，提升国土空间治理的科学性和决策精准度。

3.3 数据质量控制与评估方法

自然资源确权登记全流程实施动态化数据质量管控机制，数据采集环节执行精度指标管控体系，明确平面坐标系定位误差限值与高程值允许偏差范围，从源头把控基础测绘成果精度，在数据处理阶段引入交叉互验机制和冗余校验流程，针对权属界线、地类编码等核心要素实施双重加密校验。建立涵盖完整性、逻辑一致性和空间拓扑关系的多维度质量评价模型，通过量化指标实现质量等级划分，如重点核查宗地界址点坐标闭合性误差是否超限、属性字段与矢量图形空间叠加吻合度等关键参数，建立质量问题追溯与闭环修复机制，运用区块链技术实现数据篡改留痕，保证确权登记成果具备法律效力并获社会广泛认可。

4 自然资源确权登记中测绘数据分析方法

4.1 空间数据分析技术

空间数据分析技术在自然资源确权登记工作中具有不可替代的实践价值，基于地理信息系统（GIS）的坐标查询功能，工作人员可快速锁定目标林区的空间坐标与林权边界特征，实现资源分布的精准定位，通过空间叠置分析方法，将土地现状图与资源权属图层进行叠加比对，能可视化呈现资源利用与权属关系的空间对应性，有效识别存在权益重叠的争议地块^[4]。针对线性地物要素，缓冲区分析技术可沿河道、道路等延伸方向构建动态保护带，实时监测缓冲区内资源属性的时空演变规律。以自然保护区划界为例，该技术通过模拟不同缓冲半径对周边生态要素的影响程度，为科学划定保护范围提供动态量化依据。这些空间分析手段通过解构资源分布的拓扑关系与空间关联，提升确权工作的科学性和

管理效能。

4.2 时间序列分析方法

时间序列分析以自然资源动态演变为研究切入点,通过纵向数据解析资源演变规律,在长期趋势评估方面,整合多期测绘成果可系统评估资源量变轨迹,例如在湖泊面积监测中,追踪多年水体范围变化趋势可揭示区域生态退化或恢复的动态过程。针对周期波动特征,采用季节分解法能有效解析资源禀赋的时序规律,如河流径流量季度性涨落规律的量化建模,可为流域水资源调配建立科学决策模型,数据异常溯源机制则通过构建统计置信区间,有效甄别森林覆盖率等指标的非正常波动,既可追溯卫星影像解译误差,也可捕捉森林火灾等突发性生态事件的影响痕迹^[5]。这种时序分析方法体系通过解构自然资源的时变特征,为构建基于演变规律的资源管理模式提供了方法论支撑。

4.3 多源数据综合分析技术

在北京市湿地资源确权登记实践中,多源数据协同分析技术为精准界定自然资源权属提供了技术支撑,其数据采集体系有多层次特征:卫星遥感技术凭借宏观监测可清晰勾勒湿地生态系统的空间格局,如利用哨兵卫星影像对野鸭湖湿地开展解译分析,可准确识别出水体面积动态变化及植被群落分布特征。航空倾斜摄影技术则侧重中观尺度的三维地形模型构建,如针对密云水库湿地实施的无人机航测项目,凭借点云数据处理可生成厘米级精度的三维地形模型,另外地面调查网络借助基准点布设、水质采样检测和动植物种群动态监测等手段,形成了覆盖空间边界、生态参数和生物多样性指标的立体化数据库。

5 测绘数据在自然资源确权登记中的应用案例分析

5.1 自然保护区确权登记案例分析

北京松山国家级自然保护区的确权登记实践充分印证了测绘技术的核心价值,在数据采集层面,多源遥感技术形成立体化作业体系:卫星影像率先勾勒出保护区全域轮廓,精准识别与相邻行政区域的空间叠合关系,同步解译森林覆盖、湿地分布等生态要素本底数据,无人机航拍技术则依靠厘米级分辨率影像,完整复刻地形起伏特征。例如对沟壑走向、坡向变化等微地貌的数字化呈现,为功能分区提供精细化决策依据。外业团队借助北斗高精度定位系统,系统采集了27处界桩坐标、8条溪流的水文参数及15个生物多样性监测点的生境数据,同步建立珍稀物种活动轨迹的空间数据库,数据处理环节依托GIS平台实现多源异构数据的深度融合,借助搭建三维立体模型动态模拟生态系统的空间关联性。经过多维度交叉验证,形成权属明晰的自然资源“一张图”管理平台,该成果创新了北京地区自然保护区“空天地一体化”监管模式,更为构建生态产品价值核算体系提供了可靠的空间基底。

5.2 森林资源确权登记案例分析

在国有林区资源确权实践中,地理信息技术的创新应用

有效突破了传统确权瓶颈,项目团队采用搭载多光谱传感器的无人机航测系统,获取厘米级精度的森林覆盖影像,精准识别不同林型的空间分布特征。针对复杂山地林区传统人工勘界存在的精度缺失问题,技术人员融合LiDAR点云数据与RTK地面测绘成果,构建具有拓扑关系的三维地表模型,通过空间叠加分析实现争议边界的智能解译。以北京海淀区区为例,建立包含空间坐标和林木属性的综合数据库,准确划分了12个森林经营单元的四至范围,同步关联了各单元的树种组成和郁闭度参数。研究团队创新运用时序遥感影像对比技术,构建涵盖森林蓄积量、生物量等多项指标的动态监测体系,为林权流转和生态补偿机制的实施提供了可视化决策支持,成功探索出“空天地”一体化的自然资源确权新模式。

5.3 水资源确权登记案例分析

在水资源确权登记实践中,地理空间信息成为确权工作的重要技术支撑,研究团队借助无人船对流域内水体覆盖范围进行水下三维建模,初步构建河湖生态空间三维轮廓,在此基础上采用水文测绘设备对河道断面流速、泥沙含量等参数进行动态采集,结合时空大数据平台生成可视化水系拓扑网络。以某梯级水库确权为例,叠加多期遥感影像与地面控制点数据,系统解析出库区汇水面积时空演变特征及淹没区历史变迁轨迹,基于这些基础数据,管理部门精准划定了取水许可的核心管控区与缓冲带,既保障了沿岸村镇的民生需求,又统筹协调了农田节水改造与工业园区的水量配额。通过融合近十年汛期与枯水期的动态监测数据,研究团队创新性构建了水量波动预测模型,该成果不仅为极端干旱情景下的应急调度提供了决策支持,更推动水权分配体系在生态保护与经济发展间实现动态平衡,切实提升了确权成果在实践应用中的科学性与可操作性。

6 结语

测绘数据开展处理与分析为自然资源确权登记提供了坚实技术支撑,推动自然资源管理朝着规范化与智能化方向发展。借助数据预处理、融合集成以及质量控制技术,测绘数据的精准性与可靠性有了明显提升;运用空间数据分析、时间序列分析以及多源数据综合分析等方法,为自然资源确权登记提供了科学依据和决策支持。案例分析证实了测绘技术在自然资源确权中的实践价值与创新路径。

参考文献

- [1] 刘海军,陈洋,严明波,等. 测绘地理信息技术在自然资源确权登记中的创新应用[J]. 地理空间信息, 2025, 23 (01): 70-74.
- [2] 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.
- [3] 陈骅,尤静妮,葛晨,等. 测绘地理信息技术在自然资源管理中的应用[J]. 信息系统工程, 2024, (08): 36-39.
- [4] 熊文溪. 现代测绘地理信息技术在自然资源管理中的应用[J]. 中国信息界, 2024, (04): 38-40.
- [5] 付海鹏. 测绘技术在自然资源确权登记中的应用[N]. 河南经济报, 2024-06-25 (009).

Research on the application of UAV remote sensing technology in engineering survey

Hao Wang Kaixin Yang Hui Chen Shenyue Liu Jiaxing Li

Tianjin College of University of Science and Technology Beijing, Tianjin, 301830, China

Abstract

In engineering survey, uav technology relies on strong flexibility and adaptability to key technologies, and uav technology can also carry other technologies to achieve the coordinated application of technology. As one of the common remote sensing technologies, unmanned aerial vehicle technology needs relevant personnel to strengthen their research and pay attention to it. Relevant personnel are required to rationally apply uav remote sensing technology according to the needs of engineering measurement. This paper starts from the measurement engineering, analyzes the content and demand of the measurement engineering, combines with the uav technology, analyzes the advantages of uav remote sensing technology in engineering measurement, and formulates the application strategy of uav remote sensing technology in engineering measurement, so as to ensure the efficiency and quality of engineering measurement and promote the development of engineering measurement industry.

Keywords

uav remote sensing technology; engineering survey; technical equipment

无人机遥感技术在工程测量中的应用研究

王浩 杨凯欣 陈慧 刘慎悦 李佳兴

北京科技大学天津学院, 中国 · 天津 301830

摘 要

工程测量中, 无人机技术凭借较强的灵活性以及适应性已及关键技术, 而且无人机技术还能够搭载其他技术, 实现技术的协调应用。其中无人机遥感技术作为常见的测绘技术之一, 就需要相关人员加强对其的研究与重视。要求相关人员结合工程测量需要, 合理应用无人机遥感技术。本文就从测量工程入手, 分析测量工程的内容与需求, 结合无人机技术, 分析无人机遥感技术在工程测量中的优势, 并且制定无人机遥感技术在工程测量中的应用策略, 以保证工程测量的效率与质量, 推动工程测量行业的发展。

关键词

无人机遥感技术; 工程测量; 技术设备

1 引言

无人机遥感技术作为借助无人机搭载遥感设备进行区域测量的技术手段, 相较于传统的技术手段而言, 具有响应速度快、条件要求较低、地形影响较小以及效率较快等优势, 所以无人机遥感技术就成为工程测量的关键性技术, 在测量中发挥重要作用。这就需要相关人员加强对无人机遥感技术的重视, 结合工程测量需要, 制定合适的无人机遥感应用策略, 通过遥感技术, 对区域工程状况进行测量, 并且凭借无人机的优势, 在保证测量精准度的同时, 加快测量的效率。

【基金项目】国家级大学生创新训练计划项目资助(项目编号: 202413898006)。

【作者简介】王浩(1991-), 男, 中国辽宁鞍山人, 硕士, 实验师, 从事无人机、飞行控制、遥感遥测研究。

2 无人机遥感技术与工程测量概述

无人机遥感技术是一种利用无人机平台搭载传感器进行地面或空间目标监测与数据采集的技术。与传统的遥感技术相比, 无人机遥感具有更低的成本、更高的灵活性和更强的操作性, 广泛应用于农业、环境监测、城市规划、灾害评估等领域。工程测量是指在工程建设过程中, 为了确保设计与施工的准确性和合理性, 进行的各类测量活动^[1]。它包括了从项目初期的场地勘测、设计阶段的测量到施工过程中的定位、放样、监测等环节。工程测量为施工提供了必要的数据支持, 确保工程建设按设计要求顺利进行。(如图1所示)

3 工程测量存在的难点

3.1 地形条件复杂

在复杂的山地、丘陵等地形中进行测量时, 由于地形起伏较大, 难以确保测量精度。需要特别的仪器和技术, 如

高精度 GPS、全站仪等来处理复杂的地形数据。湿地、沼泽区这些区域可能缺乏坚固的地面，容易导致仪器放置不稳，影响测量精度。在高楼密集的城市环境中，信号干扰较大，影响测量结果，尤其是使用卫星定位系统（GPS）时。



图 1 无人机遥感技术

3.2 测量精度要求

在工程测量中，不同阶段和测量项目对精度的要求不同。设计阶段通常要求较高的精度，而施工阶段则可能因现场条件有所放松。但在一些关键工程（如高层建筑、桥梁、隧道等）中，对精度的要求极其严格。在长距离测量或大范围施工放样时，误差可能会随着测量步骤的推进而逐渐积累，导致最终数据不准确，影响工程质量。

3.3 外界因素的影响

雨、雪、雾霾等天气因素会影响测量仪器的正常操作，尤其是在进行高精度测量时，恶劣的天气会导致信号干扰，进而影响数据采集。土壤湿度、地下水位变化、地震等自然因素可能导致地面变形，影响测量基准点和控制点的稳定性^[2]。使用 GPS 等卫星定位系统时，建筑物、树木或其他障碍物可能阻挡信号，产生误差或无法定位，尤其是在城市高楼或密林区域。

4 无人机遥感技术在工程测量中的优势

4.1 数据采集高效快速

无人机可以在短时间内覆盖广泛的区域，减少了传统测量方法中人工测量和设备布设所需的时间。特别是在大范围区域或难以到达的地方，使用无人机可以显著提高工作效率。无人机可以实时将采集到的数据传输至地面控制站，减少了数据处理和传输的延迟。而且现代无人机配备高分辨率摄像头和传感器，能够获取精细的影像和数据，这对于后期的数字化建模（如 3D 模型）和测量分析至关重要。

4.2 可以减少人力成本与安全风险

无人机能够进入传统测量方法难以到达或危险的环境（如悬崖、高空、大型建筑物顶部等），有效避免了高风险的人工测量，减少了人力资源消耗和安全事故的风险。而且

无人机作业通常由计算机控制，可以减少由于人为操作不当带来的测量误差。

4.3 可以适应复杂地形与环境

在山区、森林、湿地等复杂地形中，传统测量方法往往受到地面条件的限制，而无人机则能轻松飞越障碍物，快速覆盖大面积区域。无人机能够快速调整飞行路径和高度，适应不同的测量需求，在不同环境下都能保证数据采集的高效性。而且现代无人机系统通常具备较强的自动化功能，操作人员只需进行简单的飞行规划和控制即可完成测量任务，减少了对高技能操作人员的需求。

5 无人机遥感技术在工程测量中的应用

5.1 应用在地形测量与制图中

在工程测量中，无人机遥感技术的地形测量与制图应用，主要通过无人机搭载传感器获取空间数据，主要通过以下手段进行应用。

一是地形数据采集，无人机搭载的传感器可以通过拍摄高分辨率的影像或激光扫描等方式，快速、精准地获取地面的高度、坡度、植被分布等多种信息。这些数据用于生成数字高程模型（DEM）、数字表面模型（DSM）等，全面展示地面起伏情况。

二是等高线与地形图的生成，通过无人机获取的地面高程数据，可以绘制等高线图，展现地形的起伏变化。等高线图对地形的表现直观且易于理解，是工程测量中常用的制图方式。在水利工程、道路建设、城市规划等项目中，等高线图能够帮助工程师分析地形坡度、排水情况，辅助工程设计。

三是三维建模与可视化，无人机遥感技术结合航拍影像、激光雷达等数据，可以生成三维地形模型。三维模型不仅能展现地表的形态，还能清晰地显示地形的空间关系，便于可视化分析。在建筑项目中，三维地形模型能够帮助设计师分析建筑与周围环境的关系，进行可视化模拟，评估项目建设对周围环境的影响。

5.2 应用在建筑与基础设施监测中

在工程测量中，无人机遥感技术在建筑和基础设施监测方面 also 具有重要应用。首先是建筑物监测，无人机可以通过航拍影像、激光扫描等方式对建筑物进行高精度监测，评估建筑物的结构状况、变形和损坏情况，及时发现隐患，保障建筑的安全性。无人机通过高清摄像和红外热成像技术对建筑物的外立面进行检查，及时发现裂缝、渗漏、变形等问题，尤其适用于高层建筑或无法直接接触的建筑部分。还可以利用无人机对建筑表面进行成像，结合图像处理技术，能够快速识别建筑物的表面缺陷（如裂缝、剥落、锈蚀等），并生成缺陷分布图，为后续的维修提供数据支持；其次是基础设施监测，无人机遥感技术可广泛应用于道路、桥梁、隧道、铁路、堤坝等基础设施的监测，实时获取各类基础设

施的状况数据,帮助工程管理人员评估和维护设施的安全。通过无人机拍摄桥梁的航拍影像,结合结构健康监测传感器(如振动传感器、应变传感器等),可以实时监测桥梁的变形、损伤、裂缝等情况,及时采取维护措施,避免安全事故^[3]。综上,无人机遥感技术在建筑与基础设施监测中的应用,不仅提高了监测的精度和效率,还大大降低了人力成本和安全风险。

5.3 应用在城市规划与三维建模中

在工程测量中,无人机遥感技术广泛应用于城市规划与三维建模领域,提供高效、精准的数据采集和分析支持。

城市规划中的应用,无人机遥感技术为城市规划提供了高效的数据支持,尤其在地形、建筑、交通等方面,能帮助规划者做出科学的决策。首先,无人机可以搭载高精度摄像头、激光雷达(LiDAR)等设备,可以快速获取地表的三维地形数据,包括坡度、海拔、地表起伏等信息。这些数据对于城市规划中的土地利用、绿地规划、建筑高度限制等方面至关重要。其次,无人机可以帮助监测土地利用情况,通过拍摄影像对不同区域的使用方式(如住宅区、商业区、绿化带等)进行分析。这些数据可以为城市土地规划提供依据,确保土地资源的合理配置与有效利用。

交通规划与流量分析环节,首先,无人机遥感可以采集交通网络的现状数据,包括道路的交通流量、道路状况、交通信号等,支持交通流量分析与交通优化方案设计。这样,在城市规划过程中,就能够及时了解不同区域的交通压力、拥堵情况,合理布局道路和公共交通系统,优化城市的交通规划;其次,无人机遥感技术为三维建模提供了高效且精确的数据支持,广泛应用于建筑建模、城市模型、灾后重建等领域。无人机搭载高精度相机,进行多角度、多方位的拍摄,结合影像处理软件生成城市区域的三维模型^[4]。这些模型可以显示城市建筑的外观、道路网络、绿化带等元素,为城市管理者和规划者提供全面的视图。

5.4 应用在灾后评估与应急响应中

在工程测量中,无人机遥感技术被广泛应用于灾后评估与应急响应领域,能够在灾害发生后的短时间内迅速获取灾区的高精度数据,支持快速评估灾情、指导应急响应和后

续恢复工作。

首先,无人机可以在灾后几小时或几天内快速进入灾区,拍摄高分辨率的图像和视频,帮助评估灾区的整体情况,如建筑物损毁、道路中断、洪水淹没情况等。无人机搭载的激光雷达(LiDAR)或摄影测量设备可以生成灾区的三维数字模型,帮助分析建筑物、道路、桥梁等基础设施的损坏程度,并评估灾害造成的地形变化(如山体滑坡、河道变化等)。

其次,无人机可快速获取道路、桥梁等基础设施的高清影像,评估其破坏情况,如桥梁断裂、路面沉降或塌陷,帮助应急部门及时调度资源进行修复。利用无人机对建筑物进行高清拍摄和激光扫描,能够快速评估建筑物的损毁程度,如墙体倒塌、屋顶塌陷等,为灾后重建提供数据支持。

然后,无人机配备红外热成像设备或多光谱传感器,能够在夜间或恶劣天气条件下帮助搜索被困人员,尤其是通过热成像技术可以迅速定位受灾人员的位置。无人机可以通过搭载小型货物的方式,迅速将急需的物资(如食品、药品、救援工具等)投送到灾区,尤其是交通无法到达的地区。

6 结语

综上所述,在测绘工程发展的过程中,技术人员需要积极将无人机遥感技术投入实践过程中,真正发挥其优势,帮助提升数据监测的质量和效率,这也是保证项目测绘工程顺利进行的前提。由此,对无人机遥感技术的推动是当前非常值得借鉴的一种手段,文章对相关技术的运用分析,目的就在于要让大家认识到遥感技术的重要性,并且能够将其进行有效运用。

参考文献

- [1] 董志国. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的运用策略[J]. 新疆有色金属, 2024, 47 (02): 34-35. DOI:10.16206/j.cnki.65-1136/tg.2024.02.017.
- [2] 曾杰. 无人机遥感技术在矿山测绘工程测量中的实践与应用[J]. 世界有色金属, 2024, (03): 154-156.
- [3] 邵亦睿. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (09): 109-111.
- [4] 何惠霞. 浅析无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (08): 98-100.

Exploration of the application of digital surveying technology in the actual construction of water conservancy and hydropower projects

Shuwei Wei

Guangxi Gongkan Geotechnical Engineering Co., Ltd., Guilin, Guangxi, 530000, China

Abstract

Digital surveying and mapping technology is a key development direction in the field of modern surveying and mapping, and has shown significant application value in water conservancy and hydropower engineering. This article analyzes the definition, classification, and development process of digital surveying and mapping technology, as well as its practical application in water conservancy and hydropower engineering. Research shows that digital surveying and mapping technology can improve the efficiency and accuracy of terrain and landform surveying, geological exploration, construction layout, deformation monitoring, and play a key role in hydrology and water resources management, engineering progress and quality management. This article uses case analysis to confirm the advantages and potential of digital surveying and mapping technology in water conservancy and hydropower engineering, providing theoretical basis and practical reference for the future application and promotion of this technology.

Keywords

digital surveying and mapping technology; Water conservancy and hydropower engineering; GNSS; remote sensing technique; GIS; LiDAR

数字化测绘技术在水利水电工程实际施工中的应用探究

韦淑维

广西工勘岩土工程有限公司, 中国 · 广西 桂林 541000

摘 要

数字化测绘技术是现代测绘领域关键的发展方向, 于水利水电工程里呈现出关键的应用价值, 此篇文章剖析了数字化测绘技术的定义、分类以及其发展进程, 剖析它在水利水电工程中的实际运用情况, 研究显示, 数字化测绘技术可提高地形地貌测绘、地质勘探、施工放样、变形监测等环节的效率与精度, 并且在水文与水资源管理、工程进度与质量管理方面发挥关键作用。本文借助案例分析, 证实了数字化测绘技术在水利水电工程中的优势和潜力, 为未来该技术的应用与推广给予了理论依据和实践参考。

关键词

数字化测绘技术; 水利水电工程; GNSS; 遥感技术;

1 引言

水利水电工程在现代社会中扮演着至关重要的角色, 然而, 复杂的地理环境和施工要求常常带来了挑战。传统的测绘方法在精度、效率和实时性方面存在一定局限性。为解决这些问题, 数字化测绘技术应运而生。数字化测绘技术结合了全球定位系统、地理信息系统、实时运动定位等现代技术, 为水利水电工程提供了全新的解决途径。本文将探讨这些技术在工程实际施工中的应用, 旨在通过创新方法解决工

程中的复杂问题, 实现可持续发展的目标。

2 数字化测绘技术概述

2.1 数字化测绘技术的定义与分类

数字化测绘技术是依托计算机、传感器以及数据处理技术而形成的现代测绘方式, 借助集成诸多先进技术, 达成对地理空间数据的高效采集、处理以及分析, 依据技术原理与应用领域的差异, 数字化测绘技术可划分成全球导航卫星系统 (GNSS)、遥感技术 (RS)、地理信息系统 (GIS)、激光雷达 (LiDAR) 等类别。GNSS 技术凭借卫星信号达成高精度定位, 在地形测绘和施工放样方面有着广泛应用, 遥感技术经由航空或卫星平台来获取地表信息, 适用于大范围地形地貌的监测工作, GIS 技术用于地理数据的存储、管理

【作者简介】韦淑维 (1988-), 女, 壮族, 中国广西南宁人, 本科, 工程师, 从事测绘、地质与岩土工程、水利水电工程等研究。

以及分析,为工程决策给予支持,LiDAR技术凭借激光扫描获取高精度三维地形数据,适用于复杂地形的测绘与建模工作。

2.2 数字化测绘技术的发展历程

数字化测绘技术的发展历程呈现出从传统测绘向现代测绘演变的态势,在20世纪80年代之前,测绘工作主要依靠光学仪器以及手工绘图方式开展,其效率较为低下,精度也存在一定的局限性,随着计算机技术在社会中的普遍应用,数字化测绘技术开始逐渐兴起,并且在20世纪90年代迎来了较为快速的发展阶段。步入21世纪以后,如GNSS、遥感、GIS以及LiDAR等关键技术取得了突破进展,推动了数字化测绘技术在更为广泛的领域得到应用,近些年来,随着人工智能、大数据以及云计算等新兴技术相互融合,数字化测绘技术朝着智能化、自动化的方向迈进,给工程测绘领域给予了革命性意义的变革。

2.3 数字化测绘技术的核心优势

数字化测绘技术所有的核心优势集中呈现于多个关键层面,包括高精度、高效率、实时性以及数据可视化等,该技术可达成厘米级乃至毫米级的高精度测绘效果,充分契合水利水电工程对于精度的严苛要求,数字化测绘技术较大提升了数据采集以及处理的效率,缩短了工程所需的周期。其实时性特质让工程人员得以随时获取最新的测绘数据,可为施工决策给予及时的支撑,数字化测绘技术借助数据可视化的方式,把复杂的地理信息以直观的形态呈现出来,方便工程人员进行理解与分析。

3 水利水电工程中的测绘需求与挑战

3.1 水利水电工程的特点

水利水电工程有规模巨大、环境繁杂以及施工周期漫长等特性,这对测绘技术提出了相当高的要求,其一水利水电工程大多时候涉及大范围的地形地貌改造,像水电站和水库工程便是如此,这些工程一般要在山地、河流、湖泊等多种复杂环境里展开施工,这样多样的地理环境致使测绘工作更为复杂,需要依据不同地形条件运用不同的测绘方法和技术手段。其二水利水电工程的施工周期比较长,从前期的勘察、设计一直到施工、维护,整个进程都需要大量的测绘数据给予支持,比如在前期勘察阶段,要对施工区域开展详细的地形地貌测绘,获取精确的地形数据,在施工阶段,需要进行施工放样以及变形监测,以此保证施工过程的准确性和工程结构的安全性,在后期维护阶段,同样需要对工程结构进行定期监测,以便发现潜在的安全隐患。水利水电工程对测绘数据的精度和实时性要求非常高,在复杂地形条件下,传统测绘技术往往难以契合这些需求,而且水利水电工程还需要对水文与水资源进行管理,对工程进度与质量进行监控,这些环节都离不开数字化测绘技术的支撑,总之水利

水电工程的特点决定了其对测绘技术的高要求,在数据的精度、实时性和多样性方面。

3.2 传统测绘技术的局限性

传统的测绘技术主要依靠光学仪器以及手工绘图来开展工作,在水利水电工程领域,其局限性呈现得极为突出,一方面,传统测绘技术在数据采集环节效率不高,对于大规模工程的测绘需求而言,很难给予充分契合,就像在水电站和水库工程当中,要针对大范围的地形地貌展开详尽测绘,传统测绘技术大多时候要投入大量人力且耗费诸多时间,使得测绘效率处于较低水平。另一方面,传统测绘技术的精度存在一定限度,在面对复杂地形条件时,很难保证测绘结果的精确性,比如在山地和河流这类复杂环境里,传统测绘技术往往不容易获取高精度的地形数据,这便致使在工程设计以及施工过程中出现误差情况,另外传统测绘技术的数据处理以及分析能力较为薄弱,没办法达成多源数据的整合以及可视化呈现,难以契合现代水利水电工程对测绘数据的多样化要求。比如在水利水电工程中,需要把地形地貌数据、地质勘探数据、施工放样数据以及变形监测数据进行整合,以此达成对工程全过程的全面监控与管理,然而传统测绘技术一般很难做到这些数据的整合与可视化,导致在工程管理和决策过程中出现信息孤立的状况,综合来看,传统测绘技术在数据采集效率、精度以及数据处理能力方面存在较为十分突出的局限性,难以契合现代水利水电工程对测绘技术提出的高标准要求。

3.3 水利水电工程中的测绘需求

水利水电工程当中的测绘需求主要有地形地貌测绘、地质勘探、施工放样、变形监测等几个方面,地形地貌测绘是工程设计以及施工的基础,其需要高精度的地形数据来提供支持,就像在水电站和水库工程里,要针对施工区域开展详细的地形地貌测绘,以此来获取精确的地形数据,为工程设计与施工给予基础数据方面的支持。地质勘探关乎地下结构的探测与建模,这对测绘技术提出了更高的要求,比如在水电站和水库工程中,要对地下岩层、断层以及地下水等展开详细探测,获取准确的地质数据,为工程设计和施工提供地质依据,施工放样需要精确的定位技术,以此保证施工过程的准确性,例如在水电站和水库工程中,要对施工区域进行精确的定位和放样,保证施工过程有准确性和一致性。变形监测则要对工程结构进行实时监测,以此保障工程安全,比如在水电站和水库工程中,要对大坝、隧道以及桥梁等工程结构进行实时监测,以便发现潜在的安全隐患,另外水利水电工程还需要对水文与水资源进行管理,对工程进度与质量进行监控,这些环节都离不开数字化测绘技术的支持。总之水利水电工程中的测绘需求包含了地形地貌测绘、地质勘探、施工放样、变形监测等多个方面,对测绘技术的精度、实时性以及多样性提出了很高的要求。

4 数字化测绘技术在水利水电工程中的应用

4.1 地形地貌测绘

数字化测绘技术在地形地貌测绘中的应用,主要呈现于全球导航卫星系统也就是 GNSS 以及激光雷达即 LiDAR 技术的运用,GNSS 技术借助接收卫星信号达成高精度定位,适用于大范围的地形测绘工作,它的优势是可迅速获取大范围的地形数据,并且不会受到地形复杂程度的约束。比如在水利水电工程里,GNSS 技术大多时候被用于库区、河道以及周边地形的初步测绘工作,为工程设计提供基础的数据支持,LiDAR 技术依靠激光扫描仪获取高精度的三维地形数据,特别适用于复杂地形的测绘与建模工作,例如在某水电站工程当中,运用 LiDAR 技术对库区地形开展了高精度测绘,快速得到了地形数据,还生成了三维模型,为工程设计提供了可靠的数据支撑。遥感技术借助航空或者卫星平台来获取地表信息,适用于流域地形的宏观分析,遥感影像可提供大范围的地表覆盖信息,为水资源管理、洪水预警等提供了关键的依据,比如在流域地形分析过程中,遥感技术可快速识别地形特征、植被覆盖以及土地利用情况,为水利工程的规划与设计提供了科学的依据。

4.2 地质勘探与建模

三维地质建模技术用于地质勘探,能让工程人员更直观地知晓地下结构,为工程设计与施工给予关键参考,比如在某水库工程里,借助三维地质建模技术对库区地质做了细致分析,生成了关于地下岩层、断层以及地下水分布的三维模型,这些模型可让工程人员明白地质状况,也为工程设计和施工方案的优化给出了科学依据。地理信息系统即 GIS 技术在地质数据管理与分析方面的作用变得日益较大,GIS 可达成对多源地质数据的整合以及可视化,为工程决策给予支持,像在水利水电工程中,GIS 技术可整合地质勘探数据、地形数据以及水文数据,生成综合地质图,协助工程人员全面了解工程区域的地质条件。并且 GIS 技术还可以开展空间分析,如地质风险评估、地质灾害预测等,为工程安全提供保障。

4.3 施工放样与定位

GNSS 技术应用于施工放样时,其定位精度和效率得到了提升,在水利水电工程的大范围施工放样里颇为适用,就像在某水电站施工期间,借助 GNSS 技术对坝体实施了精

确放样,保障了施工过程的准确无误,GNSS 技术可以实时获取高精度三维坐标,帮助施工人员迅速确定施工点位,降低了传统测量方法里的人为误差以及时间成本。无人机测绘技术在复杂地形中的优势也有广泛应用,无人机可快速获得高精度地形数据,特别适合地形复杂且难以抵达的区域,比如在水利水电工程中,无人机可快速获取库区、河道及其周边地形的三维数据,为施工放样给予支持,而且无人机测绘技术还可生成高精度的数字高程模型即 DEM,为工程设计和施工提供详尽的地形信息。

4.4 变形监测与安全评估

借助 GNSS 以及合成孔径雷达干涉测量也就是 InSAR 技术开展的变形监测工作,可以达成对工程结构的实时监测目的,为工程安全给予了关键保障,比如在某水库大坝变形监测实例里,运用 GNSS 技术对大坝展开了实时监测工作,及时发现并处理了潜在的安全隐患,GNSS 技术可实时获取大坝的三维位移数据,可让工程人员了解大坝的变形状况,采取对应的措施。InSAR 技术是借助雷达影像的干涉测量方式,可获取大范围的地表变形信息,特别适用于大坝、边坡等工程的变形监测,实时监测系统在工程安全评估方面的应用,为工程安全提供了关键保障,例如在水利水电工程中,实时监测系统可对工程结构的变形、应力以及环境条件进行实时监控,协助工程人员及时发现潜在的安全隐患,采取相应的措施。

5 结论

数字化测绘技术运用于水利水电工程之中,使得工程效率得到提升、精度得以提高、安全性有所提高,工程成本有所降低,它在地形地貌测绘、地质勘探、施工放样以及变形监测等应用,给水利水电工程给予了关键支撑,未来随着技术发展以及普及,数字化测绘技术会在水利水电工程中发挥更大作用,促使工程领域朝着智能化方向发展。

参考文献

- [1] 潘娟娟,刘颖.数字化测绘技术在水利水电工程施工中的应用[J].中国新技术新产品,2021(07):97-99.
- [2] 张跃峰.数字化测绘技术在水利工程中的应用[J].热带农业工程,2022(4):144-146.
- [3] 王辉.数字化测绘技术在水利水电工程实际施工中的应用[J].魅力中国,2021(27):390-391.

Application of lidar in complex topographic mapping

Yongming Luo Zhiyong Deng

Architectural Design Institute, China Academy of Engineering Physics, Mianyang, Sichuan, 621000, China

Abstract

Lidar technology has important application value in complex topographic mapping. Its high precision, all-weather and multi-platform adaptability make its advantages in areas difficult to cover by traditional surveying and mapping means. Complex terrain includes high mountains, valleys, forests and geological disaster areas. Traditional mapping methods are susceptible to occlusion, topographic fluctuations and climatic factors in these environments, leading to reduced mapping accuracy. Lidar achieves efficient 3 D topographic data acquisition by actively transmitting laser pulses and receiving echo signals. The lidar mapping system consists of laser scanner, inertial measurement unit, global navigation satellite system, etc. The data processing includes point cloud filtering, ground classification, modeling and other links. With the development of technology, lidar will make breakthroughs in data accuracy improvement, lightweight equipment, automated data processing and other aspects, providing more efficient and intelligent solutions for complex terrain mapping.

Keywords

lidar; complex terrain; surveying and mapping technology; 3 d point cloud; geological disaster

激光雷达在复杂地形测绘中的应用研究

罗永明 邓智勇

中国工程物理研究院建筑设计院, 中国 · 四川 绵阳 621000

摘 要

激光雷达技术在复杂地形测绘中具有重要应用价值,其高精度、全天候、多平台适应性等特性使其在传统测绘手段难以覆盖的区域发挥优势。复杂地形包括高山、峡谷、森林及地质灾害区域,传统测绘方法在这些环境中易受遮挡、地形起伏和气候因素的影响,导致测绘精度降低。激光雷达通过主动发射激光脉冲并接收回波信号,实现高效的三维地形数据获取。激光雷达测绘系统由激光扫描仪、惯性测量单元、全球导航卫星系统等组成,数据处理包括点云滤波、地面分类、建模等环节。随着技术的发展,激光雷达将在数据精度提升、设备轻量化、自动化数据处理等方面取得突破,为复杂地形测绘提供更加高效、智能的解决方案。

关键词

激光雷达; 复杂地形; 测绘技术; 三维点云; 地质灾害

1 引言

复杂地形测绘在地理信息获取、基础设施建设、生态环境监测等领域发挥关键作用。然而,传统测绘方法在复杂地形条件下面临诸多挑战,如测绘精度受地形遮挡影响、人工测量成本高、数据采集效率低等问题。近年来,激光雷达技术凭借其高精度、高效性及适应多种地形环境的特点,在测绘领域得到广泛应用。该技术通过主动发射激光束,测量返回信号的时间差与强度信息,实现对地形的高分辨率扫描,并生成高精度的三维点云数据,为复杂地形测绘提供了新的技术手段。激光雷达系统可搭载于机载、车载、无人机

等平台,使其能够在不同应用场景下灵活部署^[1]。随着传感器技术、数据处理算法及人工智能的进步,激光雷达测绘的精度和自动化程度不断提升。本文围绕激光雷达在复杂地形测绘中的应用展开研究,分析其技术特点、系统组成、数据处理方法及典型应用场景,探讨未来发展趋势与技术挑战。

2 激光雷达技术概述

2.1 激光雷达的基本原理

激光雷达通过发射高频脉冲激光,并接收目标物反射的回波信号,以计算光的传播时间差和强度变化,从而测定目标物的三维坐标、形态特征及反射率信息。系统主要由激光发射器、光学接收装置、信号处理单元、惯性测量系统和数据存储模块构成。激光束在空间中形成扫描,通过高精度定向系统确保测量点的准确性。回波信号的时间差结合传感器位置参数计算出物体的距离与高度。多回波技术可以穿透部分植被,记录多个目标点,增强对复杂地形的解析能力。

【作者简介】罗永明(1987-),男,中国四川遂宁人,本科,工程师,从事工程测量、航空摄影测量,地下管线测绘及三维建模等研究。

激光雷达测绘不仅能够直接获取地形数据,还可与其他传感数据融合,提高地理信息的完整性,为精细测绘和空间建模提供可靠的基础数据支持^[2]。

2.2 激光雷达的分类与特点

激光雷达根据工作方式、测量平台及应用领域可分为不同类型。按测量平台划分,包括机载、车载、无人机载和地面激光雷达,机载激光雷达覆盖范围广,适用于大面积地形测绘,车载激光雷达适用于城市道路与建筑环境,无人机载激光雷达机动性强,适合复杂或难以接近的区域,地面激光雷达精度高,常用于精细测绘。按探测技术划分,时间飞行法通过测量光脉冲往返时间计算距离,相干测距法利用相干光干涉提高测量精度,三角测距法利用已知基线角度解析目标坐标。激光雷达具有高精度、高分辨率、快速获取点云数据的特点,能够适应各种复杂环境,在测绘、导航、地质勘测等领域具有广泛应用价值。

2.3 激光雷达测绘的优势

激光雷达测绘具有高精度、高效率和环境适应性强的特点,能够在复杂地形中快速获取高密度三维点云数据。相比传统测绘方法,该技术不受光照条件限制,可在昼夜及不同气象条件下稳定工作。激光雷达测距精度高,可探测地表微小起伏,并利用多回波技术穿透植被,获取真实地形信息,为森林、峡谷、山区等难以测绘的区域提供数据支持。激光雷达可搭载于机载、车载、无人机及手持设备,满足不同场景下的测绘需求。系统自动化程度高,可实现实时数据采集和快速处理,提高测绘效率。点云数据精度高、信息丰富,可构建高精度数字高程模型,为工程勘测、地质灾害监测和城市规划提供精准数据支撑。

3 复杂地形测绘的技术需求

3.1 复杂地形的定义与分类

复杂地形是指具有较大高程起伏、地貌形态复杂、地物遮挡严重或地质条件不稳定的区域,测绘工作在此类环境中面临较大挑战。高山地形因坡度陡峭、地表崎岖导致传统测量方式难以实施,峡谷地形由于地势狭窄、高差显著影响测距精度和信号传输,森林覆盖区由于植被密集阻碍地面观测,沙漠及湿地地形因地表特性变化频繁增加测绘难度。地质灾害多发区域如滑坡、泥石流和塌陷区地形变化剧烈,测绘工作需要具备高精度和高时效性。复杂地形的多样性使得传统测绘手段难以全面覆盖,现代技术的发展为解决此类测绘问题提供了新的方法,提高了测绘精度和数据获取效率。

3.2 传统测绘方法的局限性

传统测绘方法主要依赖全站仪、GPS 测量和摄影测量等技术,在复杂地形环境中存在明显局限性。全站仪测绘需要布设测站,受地形起伏和视线遮挡影响较大,难以在高山、峡谷和森林中精确测量。GPS 测量依赖卫星信号,在密集植被和陡峭山谷区域易受遮挡导致定位精度降低。摄影测量

通过影像进行地形重建,但在地表反射率差异较大、光照条件不稳定的情况下,数据精度受影响,无法有效获取真实地形信息。人工测绘方式在地质灾害区域具有较大安全风险,数据采集效率低且难以满足高精度测绘需求。复杂地形对传统测绘手段提出严峻挑战,需要引入先进的测绘技术以提升数据获取能力和作业效率^[3]。

3.3 激光雷达在复杂地形测绘中的适用性

激光雷达凭借主动发射激光测距的方式,具备在复杂地形环境中稳定获取高精度数据的能力。该技术能够穿透部分植被,获取地表三维点云信息,克服传统测绘方式在森林、峡谷等区域的数据缺失问题。激光雷达测绘不受光照影响,可在昼夜不同天气条件下作业,提高测绘工作的连续性和时效性。系统可搭载机载、车载和无人机平台,灵活适应不同地形环境,实现大范围快速测绘。高精度点云数据可直接用于数字高程模型构建和地形分析,为地质灾害监测、山区基础设施规划和生态环境评估提供科学依据。激光雷达技术的广泛适用性使其成为复杂地形测绘领域的重要工具,提高了数据采集效率和精度。

4 激光雷达测绘系统与数据处理

4.1 激光雷达测绘系统组成

激光雷达测绘系统由激光扫描仪、全球导航卫星系统、惯性测量单元、数据处理模块和存储设备组成。激光扫描仪采用波长为 905nm、1550nm 或 1064nm 的脉冲激光,每秒可发射 50 万至 200 万次脉冲,实现高精度测距。全球导航卫星系统提供定位数据,常见精度在 1cm 至 5cm 之间,保证测绘结果的地理参考精度。惯性测量单元通过加速度计和陀螺仪获取传感器姿态变化,精度可达 0.01°,用于补偿动态环境中的数据偏差。数据处理模块集成点云存储、滤波和分类功能,支持数据实时处理,提高外业测绘效率。存储设备容量通常在 1TB 至 5TB,可满足长时间测绘任务需求。

4.2 数据获取与预处理

数据获取过程依赖激光雷达扫描系统,每秒可采集百万级点云数据,测距精度通常在 2cm 至 5cm 范围内,受激光波长、目标反射率和扫描角度影响。扫描过程中,系统获取目标物的三维坐标、反射强度和回波信息,为后续数据处理提供基础。预处理中需要对点云数据进行坐标转换、噪声去除和地面点提取,减少测量误差。坐标转换通过结合全球导航卫星系统和惯性测量单元数据,将点云转换至统一参考系,误差控制在 5cm 以内。噪声去除基于统计滤波和均值滤波方法,剔除异常点,提高数据质量。不同应用场景对数据预处理要求不同,地质灾害监测关注高程变化,城市测绘注重建筑物轮廓提取,森林测绘则需要保留多回波信息以分析植被结构。

4.3 三维点云数据分析与建模

三维点云数据分析主要包括分类、建模和精度评

估, 数据处理规模可达数十亿个点, 存储容量需求超过 100GB。分类过程利用机器学习或规则算法区分地面、植被、建筑物和水体, 分类准确率通常在 90% 以上。地面分类采用地形梯度分析和高程拟合方法, 建筑物分类基于点云拓扑关系和法向量计算, 植被分类依赖多回波特征提取。建模过程中, 地形建模使用数字高程模型重建, 精度可达 1m 以内, 城市建模采用三角网或体素方法生成建筑物模型, 误差控制在 0.5m 以内。地质灾害建模结合高精度点云和形变分析, 识别滑坡、沉降区域, 数据更新周期通常小于 1 个月。精度评估采用参考点对比、误差统计和误分类率分析, 确保建模数据满足工程应用需求, 提高测绘成果的可靠性^[4]。

5 激光雷达在复杂地形测绘中的应用实践

5.1 高山与陡坡地区测绘

高山与陡坡地区地形起伏剧烈, 传统测绘方式受地势陡峭、视线遮挡和气象条件限制, 数据获取难度大。激光雷达采用机载或无人机载平台, 可在 500m 至 3000m 高度范围内进行扫描, 每秒发射 50 万至 200 万次激光脉冲, 获取高精度三维地形数据。陡坡区域的测量误差受地表反射率、扫描角度和大气条件影响, 点云数据精度通常在 5cm 至 10cm 范围内。激光雷达能够穿透薄云层和轻雾, 实现全天候测绘, 适用于高海拔和复杂地形环境。激光雷达测绘相比传统方法, 数据获取效率提高 3 倍以上, 特别适用于高风险区域作业, 减少人工测量的安全隐患, 提高测绘数据的可靠性和覆盖范围。

5.2 森林与植被覆盖区测绘

森林和植被覆盖区的测绘受树冠遮挡影响, 传统光学遥感和摄影测量难以直接获取地表数据, 导致测绘精度降低。激光雷达利用多回波技术, 能够记录树冠、树干和地面的回波信息, 实现植被层穿透, 获取高精度地形数据。机载激光雷达常采用 1550nm 波长激光, 每秒发射 100 万次脉冲, 可获取 50 点/m² 以上的高密度点云数据。森林地区地形复杂, 坡度超过 30° 的区域点云稀疏度增加, 数据精度下降 5% 至 10%。数据处理阶段采用分类算法区分植被层和地表点云, 去除植被影响后的数字高程模型精度可达 0.5m 以内。植被结构分析依赖多回波信息, 树高计算误差小于 0.2m, 森林覆盖率评估精度超过 90%。激光雷达可用于森林资源调查、生物量估算和生态环境监测, 相比传统测绘方式, 数据获取效率提高 4 倍以上, 并可在短时间内覆盖大面积区域, 为森

林管理和生态保护提供精确的数据支持。

5.3 地质灾害监测与评估

地质灾害区域地形变化剧烈, 传统测绘方式难以满足高频次、高精度监测需求。激光雷达技术可在滑坡、泥石流、地面塌陷等灾害区域进行周期性扫描, 通过高精度点云数据分析地形变化趋势。无人机激光雷达在 50m 至 500m 高度范围内作业, 每秒发射 80 万至 150 万次激光脉冲, 测距精度在 3cm 至 8cm 之间, 可快速获取灾害区域的三维地形数据^[5]。滑坡监测采用差分分析方法, 计算两期数据的高程变化, 高程变形误差小于 5cm。泥石流监测依赖河道剖面点云分析, 堆积物体积误差小于 2%。地面塌陷监测结合激光雷达和 GPS 数据, 形变速率计算误差在 0.1mm/天以内。激光雷达可实现自动化数据处理, 提高灾害监测效率, 数据获取周期缩短至 1 天, 满足紧急灾害响应需求, 为地质灾害预警和风险评估提供精准数据支持。

6 结语

激光雷达技术在复杂地形测绘中的应用展现出高精度、高效率 and 广泛适应性的优势。通过主动激光测距和多回波技术, 该技术能够克服传统测绘方法在高山、森林和地质灾害区域的局限, 实现高密度点云数据获取和高精度三维建模。测绘系统结合全球导航卫星系统和惯性测量单元, 确保数据的空间参考精度, 提高测绘成果的可靠性。数据处理过程中, 点云滤波、分类和建模技术的优化进一步提升了测绘精度, 为地理信息分析提供高质量数据支撑。激光雷达测绘在地形监测、生态评估和工程规划中的应用日益广泛, 推动了测绘技术的发展。随着传感器性能提升和数据处理智能化发展, 该技术将在更复杂环境中发挥作用, 为地形测绘、地质灾害防治和生态环境保护提供精准可靠的技术支持。

参考文献

- [1] 于子博. 基于激光雷达的无人机自适应降落系统设计[D]. 导师: 刘振宇. 沈阳工业大学, 2024.
- [2] 张逸飞. 基于点云统计特征的复杂地形机器人导航系统[D]. 导师: 王世元. 西南大学, 2024.
- [3] 宋凌寒. 南方复杂地形下马尾松林冠层三维结构提取机制研究[D]. 导师: 王帆. 福建农林大学, 2024.
- [4] 左亚龙. 无人机在复杂带状地形测量中的应用[J]. 长江信息通信, 2024, 37(02): 126-128.
- [5] 张俊元, 牛天伟, 王亮, 王帅, 王光德. 基于复杂地形车速自适应控制技术探讨[J]. 物探装备, 2023, 33(05): 314-317.

Research on the high-precision mapping technology of tilt photography and lidar fusion

Youqing Feng Zhiyong Deng

Architectural Design Institute, China Academy of Engineering Physics, Mianyang, Sichuan, 621000, China

Abstract

The high-precision mapping technology integrating tilt photography and lidar has been widely applied value in the fields of surveying and mapping, urban planning and geographic information system. Tilt photography provides rich texture information and multi-perspective images, while lidar has the ability of high-precision three-dimensional data acquisition. The fusion of the two effectively makes up for the limitations of a single technology. In this paper, we study the fusion principle of tilt photography and lidar data, discuss the key technologies of data registration, spatial consistency guarantee, multi-source data fusion, and analyze the methods of data quality control and accuracy evaluation. On this basis, the core technologies, such as joint solution of image and point cloud, application of deep learning in data fusion, and optimization of automatic mapping process, are studied to improve the efficiency and accuracy of mapping. The results show that a reasonable data processing strategy and fusion algorithm can significantly improve the mapping accuracy and efficiency, and provide reliable technical support for high-precision mapping.

Keywords

tilt photography; lidar; data fusion; high precision mapping; 3 D reconstruction

倾斜摄影与激光雷达融合的高精度测图技术研究

冯游清 邓智勇

中国工程物理研究院建筑设计院, 中国 · 四川 绵阳 621000

摘 要

倾斜摄影与激光雷达融合的高精度测图技术在测绘、城市规划与地理信息系统等领域具有广泛应用价值。倾斜摄影提供丰富的纹理信息与多视角影像, 而激光雷达具备高精度三维数据采集能力, 两者的融合有效弥补了单一技术的局限性。本文研究了倾斜摄影与激光雷达数据的融合原理, 探讨了数据配准、空间一致性保障、多源数据融合等关键技术, 分析了数据质量控制与精度评估方法。在此基础上, 研究了影像与点云的联合解算、深度学习在数据融合中的应用、自动化测图流程优化等核心技术, 提升测图效率与精度。研究结果表明, 合理的数据处理策略与融合算法可显著提升测绘精度与效率, 为高精度测图提供可靠技术支撑。

关键词

倾斜摄影; 激光雷达; 数据融合; 高精度测图; 三维重建

1 引言

随着测绘技术的发展, 高精度测图在城市管理、基础设施建设、地理信息系统等领域的需求日益增长。传统测绘方法受限于单一数据源, 难以在精度、效率与适用性之间取得平衡。倾斜摄影技术可获取不同视角的高分辨率影像, 为三维建模提供丰富的纹理信息, 但在高精度测图中易受遮挡和影像畸变的影响。激光雷达技术通过主动发射激光脉冲获取高精度点云数据, 适用于复杂环境下的精确测绘, 但在纹理表达方面存在不足。因此, 倾斜摄影与激光雷达的融合成为当前高精度测图技术的重要发展方向。本文围绕两者的融

合原理、数据处理方法及关键技术展开研究, 并探讨核心技术的发展, 为测绘行业提供技术支持。

2 倾斜摄影与激光雷达的融合原理

2.1 倾斜摄影数据获取与处理

倾斜摄影通过多镜头相机或单镜头多角度拍摄的方式获取地物的多视角影像数据, 确保目标区域的完整覆盖。航摄过程中, 相机按照预设航线与重叠率进行连续拍摄, 生成不同角度的影像, 进而提高影像冗余度和三维信息获取能力。影像数据经过预处理, 包括辐射校正、几何校正和影像拼接, 以保证影像的一致性与几何精度。基于光束法平差技术进行空三解算, 求取相机外方位元素和三维地面点坐标, 提高影像的定位精度。结合深度学习与特征匹配算法, 提取影像特征点, 实现高精度影像配准。基于稀疏点云构建数字

【作者简介】冯游清(1991-), 男, 中国四川成都人, 本科, 工程师, 从事测绘研究。

表面模型,利用密集匹配技术进一步生成高精度点云数据,提高模型精细化程度。优化纹理映射与影像融合技术,提高三维重建质量,为后续数据融合与测图应用提供高精度、多视角的影像基础^[1]。

2.2 激光雷达点云数据采集与建模

激光雷达通过发射激光脉冲并测量其返回时间获取目标点的三维坐标,实现高精度点云数据采集。机载激光雷达利用惯性测量单元和全球导航卫星系统获取传感器姿态信息,结合激光回波测距计算地面点坐标,提高空间定位精度。数据采集过程中,通过多回波技术捕获地物结构信息,增强对复杂场景的适应性,结合强度信息提高地物分类能力。点云数据经过噪声去除与滤波处理,消除空气散射影响,提高数据质量。采用网格化分割与表面重建技术,提高模型的拓扑完整性,基于法向量估计优化点云平滑度。针对建筑物和地形数据,利用自动分类算法提取地物特征,结合人工校正提高分类精度。融合点云稀疏性补偿技术,优化数据密度均匀性,提高激光雷达点云数据在高精度测图中的适用性。

2.3 数据融合方法与匹配策略

倾斜摄影影像数据与激光雷达点云数据具有不同的采集方式和数据特征,融合过程中需进行坐标统一、数据对齐与精度优化。基于外方位元素和激光雷达点云的地理坐标,实现影像与点云的初步配准,通过特征提取匹配优化数据一致性。采用迭代最近点算法与随机采样一致算法进行点云与影像的精确配准,结合多尺度特征提取技术提高匹配鲁棒性。通过深度学习模型进行多模态数据融合,优化影像与点云的空间一致性,提高融合数据的精度。点云与影像的联合解算方法可提升地物结构信息的表达能力,利用纹理映射技术增强三维模型的可视化效果。针对数据噪声与遮挡问题,结合权重分配优化算法提高数据融合的稳定性和精度,确保高精度测图过程中多源数据的一致性与精确度。

3 高精度测图技术的关键问题

3.1 数据配准误差分析与优化

倾斜摄影影像与激光雷达点云数据的配准误差主要来源于传感器系统误差、数据采集过程中的姿态变化以及环境因素影响。影像数据依赖相机参数解算,其外方位元素精度直接影响影像的空间定位能力,而激光雷达点云的地理坐标受全球导航卫星系统和惯性测量单元误差影响,导致数据间存在系统性偏移。针对误差来源,采用多传感器联合标定方法提高初始配准精度,利用迭代最近点算法进行点云与影像的局部优化,结合随机采样一致性算法剔除异常匹配点。通过局部特征提取方法增强高频特征点的匹配能力,优化基于机器学习的误差补偿模型,提高数据融合的精准度。利用自适应加权融合策略,在数据配准过程中动态调整不同数据源的贡献权重,以减少累积误差对最终测图精度的影响^[2]。

3.2 点云与影像的空间一致性保障

倾斜摄影影像与激光雷达点云的空间一致性受到数据采集方式、传感器误差以及环境因素的影响,导致两者在坐标系、尺度和视角方面存在差异。通过建立统一坐标基准,实现不同数据源的空间参照对齐,采用尺度归一化方法消除数据尺度不匹配问题。利用高精度光束法平差优化影像外方位元素,提高影像数据的绝对定位精度。基于多模态特征匹配算法,提取点云和影像的共同特征点,利用稀疏特征点优化局部空间一致性,提高数据融合的可靠性。结合深度学习模型进行空间误差预测与校正,优化点云投影至影像平面的精度,提高影像与点云的融合效果。采用基于误差反馈的迭代优化方法,实时调整数据融合过程中产生的空间偏差,确保最终测图数据的高精度一致性。

3.3 多源数据融合的算法优化

倾斜摄影影像与激光雷达点云的融合涉及数据对齐、特征匹配和三维重建,算法优化的关键在于提高匹配精度与计算效率。基于深度特征提取方法,分析影像与点云的局部结构信息,提高特征匹配的鲁棒性。采用多尺度配准策略,在全局范围进行粗匹配,并在局部范围内利用迭代优化算法提升匹配精度。结合基于概率图模型的融合方法,动态调整影像与点云数据的权重分配,提高融合数据的稳定性。针对遮挡与噪声问题,利用自适应滤波算法增强有效数据区域,并结合稀疏点云补偿方法减少测绘盲区。优化数据融合的计算流程,采用并行计算技术提升数据处理效率,降低计算成本,提高大规模测图任务的适用性。

3.4 数据质量控制与精度评估

高精度测图对数据质量控制要求严格,质量问题主要包括点云噪声、影像畸变、配准误差及数据不完整性。通过误差传播分析方法量化各数据源的不确定性,建立误差传递模型评估数据质量。针对点云数据,采用噪声过滤与异常点剔除方法,提高点云的几何精度。利用高精度影像校正算法修正倾斜摄影影像的光学畸变,确保影像与点云匹配的精确性。基于统计分析方法评估数据融合后的空间一致性,采用标准偏差、均方根误差等指标量化数据误差。结合人工检校与自动化评估方法,提高测图精度验证的可靠性。通过构建动态误差补偿模型,针对不同测绘场景优化质量控制策略,确保最终测绘成果满足高精度测图的应用需求。

4 倾斜摄影与激光雷达融合测图的核心技术分析

4.1 影像与点云的联合解算方法

影像与点云的联合解算依赖高精度数据融合技术,通过优化影像外方位元素与点云坐标,提高测绘精度。影像解算过程中,基于光束法平差优化相机参数,利用特征点匹配实现多视角影像的几何一致性。点云数据通过激光雷达测距

获取三维坐标,结合惯性测量单元和全球导航卫星系统信息校正姿态误差,确保数据的绝对精度。影像与点云的联合解算通过建立空间坐标转换模型,实现两类数据的统一基准对齐,结合迭代最近点算法优化点云与影像的匹配精度,提高影像与点云的空间一致性。基于概率图模型进行误差估计与权重调整,在解算过程中动态优化数据权重,提升融合数据的精度与稳定性^[3]。引入网格化融合方法,利用影像特征增强点云的空间信息表达能力,同时通过点云结构优化影像的深度信息,改善三维重建效果。结合非线性优化方法减少误差传播,提高影像与点云在复杂场景下的适应性,为高精度测图提供更可靠的数据支持。

4.2 深度学习在数据融合中的应用

深度学习技术在影像与点云数据融合中发挥重要作用,通过智能特征提取与数据匹配优化,提高测图精度与自动化水平。卷积神经网络可用于影像的特征提取,结合多尺度特征学习方法提高影像匹配精度,避免传统特征点匹配方法对纹理弱化区域的依赖。点云数据的处理采用三维卷积神经网络进行特征提取,通过自监督学习模型优化点云的分类与分割,提高点云数据的空间表达能力。基于生成对抗网络进行影像与点云的特征映射转换,构建多模态数据融合模型,增强数据一致性与匹配精度。注意力机制可用于优化影像与点云融合过程中不同区域的权重分配,避免局部信息丢失,提高数据融合的稳健性。深度学习模型在误差补偿方面可通过回归网络预测影像与点云的匹配偏差,基于监督学习方法优化配准精度,减少人工干预,提高高精度测图的智能化水平^[4]。

4.3 自动化测图流程优化与智能化处理

自动化测图流程优化的核心在于提高数据处理效率、减少人工干预并增强智能化处理能力。影像与点云数据的预处理采用自动化质量评估方法,通过噪声检测与畸变校正提高数据可靠性。数据配准过程结合基于深度学习的特征匹配算法,实现自动化特征提取与数据对齐,减少传统方法中对控制点的依赖。三维重建采用高效网格化处理算法,结合自适应点云稀疏化方法,提高模型计算效率。智能化测图系统利用规则推理与机器学习模型,根据测绘任务需求自动调整数据处理参数,提高测绘的自适应能力。自动化地物分类技术结合点云语义分割方法,实现测绘对象的快速识别与分类,提高数据分析的精准度。测图结果评估采用自动化精度检测算法,基于误差反馈机制动态优化数据融合参数,提高最终成果的精度与可靠性^[5]。

4.4 实时数据处理与高效渲染技术

实时数据处理要求在高精度测图任务中提高计算效率,降低数据处理延迟,确保测绘数据的快速响应能力。点云数据的实时处理采用并行计算技术,通过GPU加速点云过滤、配准与分类,提高数据处理速度。影像数据的实时解算结合稀疏特征提取方法,减少计算负担,提高影像匹配效率。融合数据的可视化采用多线程渲染技术,结合分层数据加载策略优化影像与点云的实时显示效果。基于流式数据处理框架,实现测绘数据的动态更新,提高测图系统的实时交互能力。压缩存储技术结合边缘计算方法,优化数据存储与传输,提高测图系统的整体运行效率。结合人工智能驱动的图像渲染方法,提高影像与点云的视觉效果,为测绘成果的高效展示提供技术支持。

5 结语

倾斜摄影与激光雷达融合的高精度测图技术在城市测绘、地理信息系统和工程监测等领域具有重要应用价值。影像数据提供丰富的纹理信息,点云数据具备高精度的空间定位能力,两者的结合能够显著提升测图的精度与完整性。数据配准、空间一致性保障、多源数据融合及误差优化是确保测图质量的关键环节,针对不同数据源的特性,采用深度学习与优化算法提高匹配精度,减少误差累积,提高数据融合的稳定性和自动化测图流程的优化提升了作业效率,智能化处理技术增强了数据分析能力,实时数据处理与高效渲染技术进一步推动了测图应用的拓展。研究表明,通过合理的数据处理策略和融合方法,可有效提升测绘成果的可靠性,为高精度测图技术的发展提供坚实的理论与技术支持。

参考文献

- [1] 黄煜.倾斜摄影测量与机载LiDAR的融合在地质灾害防治中的应用[J].张江科技评论,2024,(09):174-176.
- [2] 庄玉洋.背负式激光雷达在全息测绘中的应用[J].测绘通报,2024,(S2):229-233+254.
- [3] 字金华,袁丽萍,黎佳梅,周艳.大比例尺地形图机载激光雷达点云数据获取及精度检查[J].城市勘测,2024,(04):97-100.
- [4] 杨健,黄小兵,李康,赵国梁,王炫懿.无人机激光雷达技术和倾斜摄影技术在地形测绘中的应用[J].北京测绘,2024,38(07):974-979.
- [5] 贺国亮,高娜,李裕家.倾斜摄影测量与激光雷达技术在大比例尺地形图高程精度方向的研究[J].资源导刊,2024,(12):35-38.

Research on the integration and unified standards of multi-testing and integrated technical standards

Jian Sun Zeai Yu

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

Abstract

In view of the problems such as dispersion of multi-test integrated technical standards and lack of data interoperability in land and resources management, this paper systematically discusses the integration path of technical standards and the construction method of unified standard system. By analyzing the development status of the multi-test integration technology and the challenges brought by the fragmentation of standards, the integration principle with systematization and compatibility as the core is proposed, the standard framework covering the whole process of data collection, processing and sharing is designed, and the application value of the unified standard system in territorial space planning, real estate registration and other scenarios is elaborated. Research shows that the integration of technical standards can effectively break down departmental barriers, promote the efficient sharing of surveying and mapping data, and provide important support for improving the efficiency of natural resource management and digital transformation.

Keywords

multi-test integration; technical standard; standard integration; land and resources management

多测合一技术标准整合与统一标准研究

孙健 于泽爱

临沂市国土资源局测绘院, 中国 · 山东 临沂 276000

摘要

针对国土资源管理中多测合一技术标准分散、数据互通性不足等问题, 本文系统探讨技术标准整合路径与统一标准体系的构建方法。通过分析多测合一技术发展现状及标准碎片化带来的挑战, 提出以系统性、兼容性为核心的整合原则, 设计了覆盖数据采集、处理、共享全流程的标准框架, 并阐述统一标准体系在国土空间规划、不动产登记等场景的应用价值。研究表明, 技术标准整合能够有效破除部门壁垒, 促进测绘数据高效共享, 为提升自然资源管理效能和数字化转型提供重要支撑。

关键词

多测合一; 技术标准; 标准整合; 国土资源管理

1 引言

随着数字化转型在国土资源管理领域的深入推进, 多测合一技术凭借其高效整合测绘数据、优化业务流程的优势, 逐渐成为提升国土空间治理能力的关键支撑。该技术通过集成工程测量、地籍测绘、规划核实等多个环节, 有效解决了传统测绘中重复测量、数据割裂等问题, 但在实际推广中, 技术标准分散、规范不统一等矛盾日益凸显。不同部门、区域采用的标准差异导致数据兼容性不足、成果共享困难, 不仅增加了行政成本, 还制约了跨部门协同效率。尤其在自然资源统一确权、国土空间规划“一张图”建设等重大任务中, 碎片化的技术标准已成为掣肘全局性决策的瓶颈。在此背景下, 整合现有技术标准、构建统一规范体系, 既是响应

国家“放管服”改革与数字化发展战略的必然要求, 也是实现测绘服务提质增效、支撑国土管理精细化的迫切需求。

2 多测合一技术现状分析

2.1 技术发展历程

多测合一技术诞生于 21 世纪初测绘行业数字化转型的浪潮中, 核心理念是通过集成工程测量、地籍测绘、规划核实等传统分散的测绘环节, 实现数据一次采集、多方共享。在国土资源管理领域, 该技术最初应用于土地调查与不动产登记, 逐步扩展至国土空间规划、生态保护修复等场景。2015 年《全国基础测绘中长期规划纲要》发布后, 多测合一技术被明确列为提升测绘服务效能的关键方向, 各地相继开展试点探索。随着北斗导航、遥感影像解译、三维建模等技术的融合应用, 多测合一技术从单一数据整合向智能化、全流程管理升级, 成为支撑自然资源“两统一”职责履行的重要工具。

【作者简介】孙健 (1986-), 男, 中国山东平邑人, 本科, 高级工程师, 从事自然资源调查研究。

2.2 现有技术标准分析

当前多测合一技术标准体系呈现显著的碎片化特征。在数据采集层面,工程测量领域遵循《工程测量规范》(GB 50026),而地籍测绘则依据《地籍调查规程》(TD/T 1001),两者在坐标系、精度要求等方面存在差异。数据处理环节,不同部门对数据格式、编码规则的定义尚未统一,例如规划部门要求采用GIS拓扑结构,而不动产登记系统偏好关系型数据库。共享应用层面,尽管《自然资源数据交换标准》提供了基础框架,但地方性补充规定导致跨区域数据互操作性不足。这些标准虽在各自领域内具有专业性,却因缺乏全局统筹,形成数据孤岛,制约了多测合一技术的规模化应用。

2.3 问题与挑战

技术标准分散带来的首要问题是数据兼容性不足。以国土空间规划与土地审批为例,规划部门采用2000国家大地坐标系,而部分基层单位仍沿用地方独立坐标系,坐标转换误差直接影响审批效率。标准执行尺度不一导致协同成本攀升。例如,同一地块的测绘成果因用途差异需重复提交不同版本数据,既浪费资源又增加行政负担。不仅如此,新兴技术的快速迭代进一步加剧标准滞后性,无人机倾斜摄影、激光雷达扫描等新型测绘手段缺乏统一的技术规范,实践中常依赖临时性地方文件填补空白。

3 多测合一技术标准整合的必要性与可行性

3.1 整合的必要性

多测合一技术标准的分散化现状已严重制约自然资源管理的整体效能。技术标准不统一直接导致测绘数据重复采集,同一地块因工程测量、地籍调查、规划核验等不同需求需多次测绘,造成人力、设备和时间资源的巨大浪费。以某省级自然资源确权项目为例,因测绘成果坐标系和精度要求不一致,数据转换和人工核验耗时占比超过总工期的30%。标准差异也加剧了跨部门协同的难度,规划、审批、执法等部门采用独立的数据格式和规范,信息壁垒使得国土空间“一张图”建设推进缓慢^[1]。在生态保护红线划定、耕地保护监测等重大任务中,标准不兼容甚至可能引发决策依据冲突,影响政策执行的科学性。由此可见,整合技术标准不仅是优化资源配置、降低行政成本的关键举措,更是实现自然资源全生命周期管理、提升国土治理现代化水平的必然选择。

3.2 整合的可行性

技术标准的整合与统一已具备坚实的现实基础。从技术层面看,北斗高精度定位、遥感智能解译、云计算等技术的成熟,为多源数据融合与标准化处理提供了技术支撑。例如,基于云平台的测绘数据中台能够自动识别不同标准的差异,并通过算法实现坐标转换、格式统一等预处理,大幅降低整合难度。政策层面,国家《“十四五”自然资源标准化

发展规划》明确提出“推进多测合一标准体系优化”,地方政府亦出台配套文件鼓励标准创新试点。市场需求方面,随着国土空间用途管制、不动产登记“一窗受理”等改革的深化,基层测绘单位对统一标准的需求日益迫切,多地已自发探索区域性标准互通机制并取得初步成效。实践经验表明,顶层设计与地方试点的结合不仅能实现技术标准整合,还可快速释放效率红利。在浙江省“多测合一”改革中,通过统一地籍、规划和竣工验收标准,项目审批平均周期显著缩短,数据重复提交率也随之下降,充分验证了标准整合的可行性与经济价值。

4 多测合一技术标准整合的路径与方法

4.1 标准整合的原则

多测合一技术标准的整合需以系统性、兼容性和实用性为核心原则,同时兼顾前瞻性与动态适应性。系统性要求从顶层设计层面构建完整的标准框架,覆盖数据采集、处理、共享全流程,避免因局部标准优化引发整体失衡。举例来讲,在国土空间规划编制中,若仅统一数据采集标准而忽视后期共享环节的元数据规范,可能导致规划成果无法与审批系统自动对接。兼容性原则强调新标准体系需与历史数据、现有规范无缝衔接^[2]。针对不同部门采用的坐标系差异问题,可依托国家测绘基准站网构建省级统一的坐标转换参数库,支持2000国家大地坐标系、地方独立坐标系以及WGS-84坐标系之间的智能转换。实用性原则聚焦标准落地效能,要求整合过程紧密结合国土资源管理的高频业务场景。以建设项目“竣工即登记”改革为例,规划验收与不动产登记环节对测绘成果的精度、格式需求存在差异,导致企业重复提交数据。对实际业务流程开展调研后,可提取规划核验中的建筑轮廓误差限值、不动产登记中的建筑面积计算规则等核心指标,将其整合为统一的“竣工测绘技术标准”,直接减少大量的重复测绘工作量。

4.2 整合的具体路径

标准整合路径可划分为“筛选—优化—融合—验证”四个递进阶段。在筛选阶段,权威机构与行业专家对现行标准进行科学评估,从而剔除冗余或过时的条款。例如,《地籍调查规程》中关于纸质图件归档的要求,在数字化场景下可简化为电子签章与区块链存证。优化阶段侧重弥补标准漏洞,针对无人机测绘、三维实景建模等新技术补充制定数据采集精度、模型轻量化等细则。融合阶段通过构建标准映射关系库,以实现不同领域标准的逻辑关联,如将工程测量的“放样误差限值”与规划核实的“边界位移容差”统一为“空间位置综合误差”指标。验证阶段需通过试点项目检验标准体系的适用性,比如在生态修复项目中模拟多部门数据交互流程,验证标准整合后的数据流转效率与错误率。

4.3 整合的方法与技术

技术标准整合需依托数字化工具与协同机制创新。在

数据标准化层面,可构建基于云计算的测绘数据中台,集成智能格式转换、坐标统一纠偏等功能。例如,利用 OpenGIS 开源工具开发通用数据转换引擎,支持 SHP、DWG、GeoJSON 等格式的一键标准化输出。在规范协同层面,建议成立跨部门标准委员会,采用“主标准+扩展协议”模式:主标准由自然资源部牵头制定,涵盖基础性、通用性条款;扩展协议允许地方根据地质条件、管理需求差异化补充细则。技术推广层面,应建立标准动态更新机制,利用知识图谱技术对标准条款进行关联分析与智能推荐,确保标准体系随技术演进持续优化。以北京市“多测合一”协同平台为例,通过嵌入标准智能匹配模块,用户在提交测绘成果时,系统自动关联相关标准条款并提示合规性风险,使标准执行从“人工查阅”转向“智能辅助”,合规审查效率大幅提升。

5 统一标准体系的构建与应用

5.1 统一标准体系的设计

多测合一统一标准体系的构建需以“全流程覆盖、多维度兼容、动态化迭代”为核心理念。全流程覆盖要求标准体系贯穿数据采集、处理、存储、共享全链条,例如在数据采集环节统一 GNSS(全球导航卫星系统)定位精度分级标准,在处理环节制定点云去噪与三维模型重建的通用算法规范,在共享环节明确元数据格式与开放权限分级规则。多维度兼容强调标准体系需适配不同区域、部门和技术场景的需求,例如,针对地质灾害频发区,增设 InSAR(合成孔径雷达干涉测量)变形监测数据标准;针对城市规划部门,细化 BIM(建筑信息模型)与 GIS(地理信息系统)的数据融合规则。动态化迭代则依托标准管理平台,建立“需求反馈—专家评审—版本更新”机制,确保标准体系随技术演进持续优化。

5.2 标准体系的应用

统一标准体系的应用需聚焦业务痛点,通过典型场景示范实现效益转化。在国土空间规划领域,标准整合后的“多测合一”成果可直接支撑“一张图”实施监督系统。例如,某市在生态保护红线划定中,利用统一的三维实景模型标准,集成林业、环保、水利等多部门数据,将原需 3 个月的协同论证周期压缩至 45 天,边界争议发生率下降 70%。在不动产登记领域,通过统一地籍测绘与房屋面积计算标准,企业仅需提交一次竣工测绘成果,即可同步完成规划验收与

产权登记,办理时限从 20 个工作日缩短至 5 个工作日。此外,标准体系的应用可推动跨区域协作,例如长三角地区通过统一高精度地形图测绘标准,实现省际重大基础设施项目的勘测数据互认,避免省界区域重复测绘。这些实践表明,标准统一不仅提升行政效率,更通过数据贯通释放出显著的规模经济效应。

5.3 标准体系的推广与实施

标准体系的落地需政策引导、技术支撑与机制创新协同推进。政策层面,建议将统一标准纳入自然资源系统绩效考核,要求省市县三级在项目审批、数据汇交中强制执行,并通过财政补贴鼓励企业采用新标准。技术层面,可开发标准智能适配工具,例如基于区块链的测绘成果存证平台,确保数据从采集到应用的全流程可追溯,或利用知识图谱技术构建标准条款关联库,为基层人员提供一键检索式决策支持^[1]。机制创新方面,需建立“中央—地方—企业”三级协同推广网络,自然资源部负责标准顶层设计,省级部门组织试点应用与反馈修订,行业协会联合龙头企业编制操作指南与培训教材。以广东省“多测合一”改革为例,借助“省级标准强制推行+地市创新容错”机制,两年内实现全省 21 个地级市标准全覆盖,企业测绘平均成本显著降低,数据共享率大概提升。由此可见,分层推进、多元参与的推广策略能够有效破解标准执行中的“最后一公里”难题。

6 结语

综上所述,本文通过系统分析多测合一技术标准的碎片化现状,提出整合路径与统一标准体系,为破解国土资源管理中的数据壁垒、提升测绘服务效能提供了理论支撑与实践方案。标准整合能够显著降低行政成本、增强跨部门协同能力,并支撑国土空间治理数字化转型。通过持续完善标准体系,多测合一技术将更好服务于自然资源统一管理与国家空间治理现代化战略。

参考文献

- [1] 何立恒,王海宽,鲍其胜.“多测合一”成果共享对策研究[J].测绘科学, 2023, 48(3):105-110.
- [2] 谢惠洪,王伟.面向超大城市建设工程的“多测合一”研究与实践——以上海市为例[J].测绘通报, 2024(S02):50-55.
- [3] 孙晓玮,邱俊武.工程建设项目全生命周期“多测合一”综合服务平台研究及应用[J].测绘通报, 2021(12):5.