

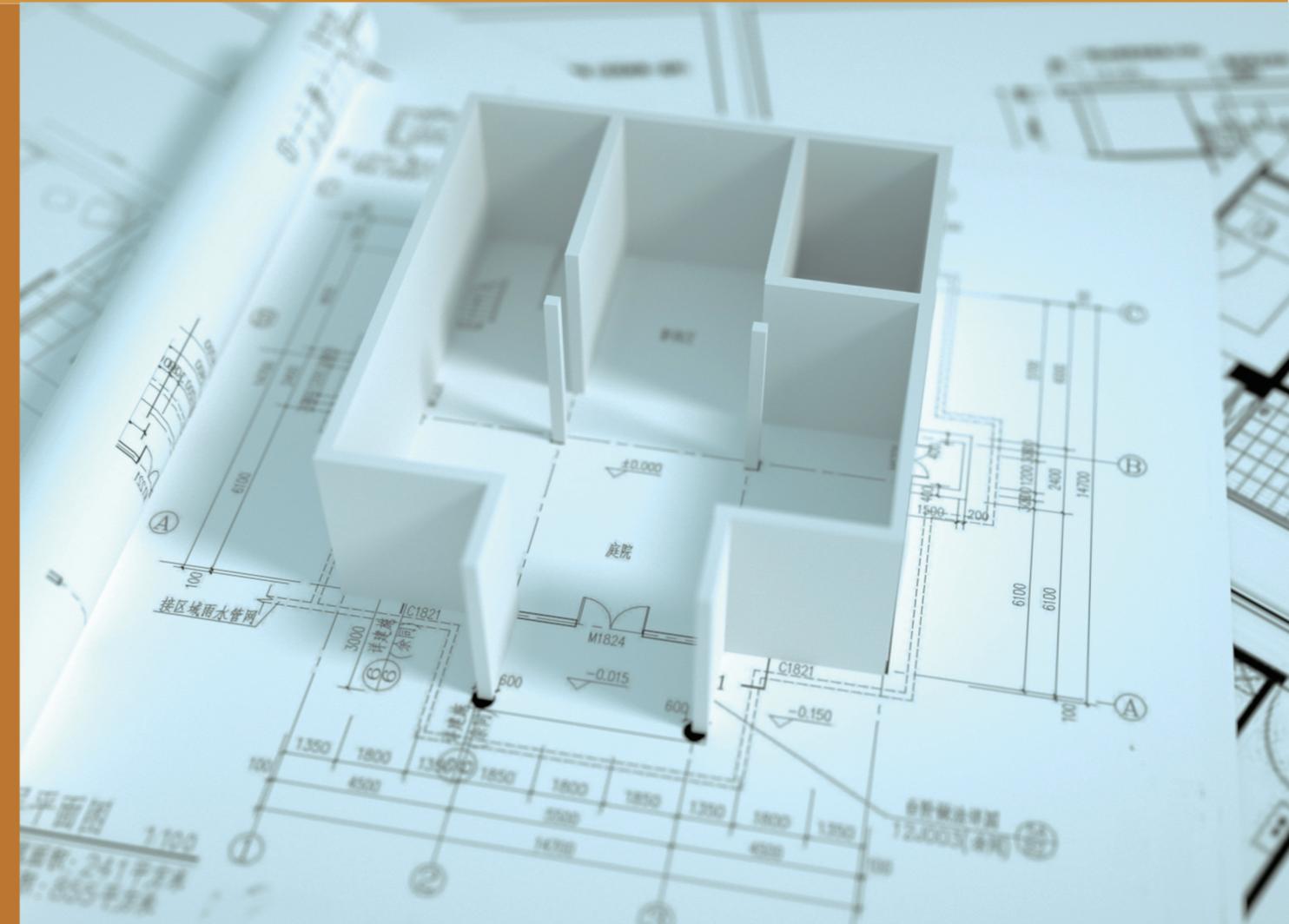
08
2024



Modern Surveying & Mapping Engineering

现代测绘工程

Volume 7 Issue 8 · September 2024 · ISSN 2705-0521



现代测绘工程

Modern Surveying & Mapping Engineering

Volume 7 Issue 8 · September 2024 · ISSN 2705-0521



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



AOSCI
Asia-Pacific Science Citation Index



CNKI 中国知网
www.cnki.net
中国知识基础设施工程



MyScienceWork



Google
scholar



Crossref



creative commons



ISSN 2705-0521
08 >
9 772705 052240

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

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

《现代测绘工程》征稿函

期刊概况：

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

Database Inclusion



Asia & Pacific Science Citation Index



China National Knowledge Infrastructure



MyScienceWork



Google Scholar



Crossref



Creative Commons

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。

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

September 2024 | Volume 7 · Issue 8 | 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 | 自然资源统一登记中的测绘地理信息支撑作用
/ 庞大富 | 1 | The Supporting Role of Surveying and Mapping Geographic Information in the Unified Registration of Natural Resources
/ Dafu Kuang |
| 4 | 三维地理信息系统在城市地下空间开发中的应用研究
/ 张希 | 4 | Application of 3D Geographic Information System in Urban Underground Space Development
/ Xi Zhang |
| 7 | 遥感技术在自然资源统一确权登记过程中的具体应用研究
/ 覃东汇 崔绍良 | 7 | Research on the Specific Application of Remote Sensing Technology in the Unified Registration Process of Natural Resource Rights
/ Donghui Qin Shaoliang Cui |
| 10 | GIS 在水利水电工程建设及管理的应用探讨
/ 许健 李强 | 10 | Application of GIS in Construction and Management of Water Conservancy and Hydropower Projects
/ Jian Xu Qiang Li |
| 13 | 卫星遥感与测绘技术在环境保护中的应用：进展、问题及对策
/ 王学仲 | 13 | Application of Satellite Remote Sensing and Surveying and Mapping Technology in Environmental Protection: Progress, Problems and Countermeasures
/ Xuezhong Wang |
| 16 | 测绘工程中特殊地形的测绘方法要点思考
/ 黄涛 | 16 | Key Points of Surveying and Mapping Method of Special Terrain in Surveying and Mapping Engineering
/ Tao Huang |
| 19 | GIS 在工程测绘工作中的应用探讨
/ 何刚 林结经 | 19 | Application of GIS in Engineering Mapping
/ Gang He Jiejing Lin |
| 22 | 基于无人机倾斜摄影的地下管线地表变形监测技术
/ 斯文龙 | 22 | Surface Deformation Monitoring Technology of Underground Pipeline Based on UAV Oblique Photography
/ Wenlong Jin |

The Supporting Role of Surveying and Mapping Geographic Information in the Unified Registration of Natural Resources

Dafu Kuang

Sichuan Geological Survey Surveying and Mapping Geographic Information Center, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

China has a vast land, the soil conditions and natural conditions in the southern and northern regions are greatly different, the types of natural resources are diverse and rich, and the utilization value of natural resources after mining is very high. This also means that China's natural resource information registration work is also facing great difficulty. In recent years, China has promulgated the *Interim Measures on the Unified Right Confirmation and Registration of Natural Resources* and other provisions, providing effective institutional and policy support for the unified registration of natural resources. Among them, surveying and mapping geographic information provides reference data for the unified registration of natural resources, and promotes the efficient development of this work. This paper analyzes the problems existing in the unified registration of natural resources, and discusses the due role and value of surveying and mapping geographic information in the unified registration of natural resources, hoping to provide reference suggestions for promoting the smooth development of the unified registration of natural resources.

Keywords

natural resources; unified registration; surveying and mapping geographic information; application value

自然资源统一登记中的测绘地理信息支撑作用

邝大富

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心，中国·四川成都 610000

摘要

中国国土广袤，南北方地区的土质条件和自然条件差异性极大，自然资源的类型多样且丰富，对自然资源进行挖掘后的利用价值极高。这也意味着，中国的自然资源信息登记工作也面临着极大的难度。近年来，中国颁布了关于《自然资源统一确权登记暂行办法》等条款，为自然资源的统一登记工作提供了有效的制度和政策支撑。其中，测绘地理信息更是为自然资源的统一登记工作提供了可参考的数据，并推动了该项工作的高效发展。论文针对自然资源统一登记工作中存在的问题进行了分析，并且就测绘地理信息在自然资源统一登记中的应有作用与价值进行了探讨，希望能够为推动自然资源统一登记工作的顺利开展提供参考意见。

关键词

自然资源；统一登记；测绘地理信息；应用价值

1 引言

中国境内拥有丰富且多样的自然资源，这些自然资源在境内的空间分布极为分散，在信息登记、资源管理方面也存在较大的挑战。而面对如此庞大的资源信息量，为针对各类型资源进行有效的管理和监督，有关部门在工作过程中，更应当针对自然资源进行确权，统一的登记工作，这项工作的开展更有利于对已有且探明的自然资源进行合理的分配以及优质的开发，并针对部分地区的自然资源进行保护和管理工作，有效地避免了自然资源在应用以及开发过程中存在的破坏、污染严重、过度滥用、开发浪费等问题。但考虑到

中国境内的自然资源种类极其丰富，而自然资源的空间分布又有所差异，在一些地理环境恶劣的条件下，自然资源的探查是极为困难的，再加上其归属权存在多头归属的问题，也对自然资源的管理工作提出了更大的挑战。因此，更需要发挥测绘地理信息在自然资源统一登记中的作用价值，通过自然资源的统一确权和统一登记，为自然资源的后续管理、资源分配提供有效的数据支持。

2 自然资源统一登记的概述

2.1 自然资源统一确权登记的概念

所谓自然资源主要是指在自然界中可供人类生产或日常生活所应用的各类型物质，这些资源中既含有可再生的生物资源、土地资源以及水资源等，同时，也包括了许多不可再生的稀有金属资源、矿物资源和石油燃料资源，更有取之

【作者简介】邝大富（1990-），男，藏族，中国四川绵阳人，本科，工程师，从事测绘地理信息研究。

不尽用之不竭的太阳能源和清洁类风力能源等。由此可见，中国的自然资源种类丰富，而其中不可再生资源的数量是极为有限的，这些资源在空间分布上极不均衡，同时也存在一定的相互关联。而自然资源的统一确权登记则是一项极为特殊的信息查明和登记类工作，这项工作主要负责针对中国目前已探明的自然资源类型、资源分布的情况、自然资源的权属问题等相关的信息进行记录，从而明确这些自然资源的归属所在地以及归属所有者。而按照国家相关规定，自然资源可以大致分为国家所有以及集体所有这两大类型，而无论自然资源的所有归属权在谁，都需要针对自然资源的种类、部分的情况等相关特征进行详细的登记。其登记的权利主要是针对水流资源、森林资源、草原资源等自然资源的所有权进行判明。而登记的目的则是了解相关自然资源在全民所有、集体所有、国家所有这几个方面的权属边界，从而为自然资源的后续开发、保护以及管理工作的开展，提供一定的支持。而确权统一登记的内容也包含了这些自然资源目前的发展状态，不仅仅需要了解自然资源的原生状态，同时更需要了解自然资源目前可用的用途、管理的方式、归属权的所在区域。而确权登记的申请，则是由政府的行政部门所组织的，管理工作的重点就是要明确自然资源的归属边界，了解自然资源在管理过程中的责任人。从而在后续资源出现污染、破坏等问题时展开有效的管理与监督^[1]。

2.2 自然资源统一确权登记开展的重要价值

自然资源统一确权登记工作的开展，更有利于规范不同区域对于自然资源的合理开发、有效保护和实践应用，这项工作更加侧重于在后续自然资源保护以及管理工作中对于权责的分界，对于国家自然资源的可持续发展和循环利用，具有十分重要的作用和价值。通过自然资源统一确权登记工作的开展，能够帮助各自然资源权属所在地的工作单位以及工作人员树立起强大的责任意识，了解自己在工作岗位或工作所在单位所承担的自然资源保护以及管理责任与使命，明确自己身上肩负着的工作重担，从而在自然资源的管理、资源开发以及后续保护工作中发挥出更大的作用价值。除此之外，自然资源的确权统一登记工作还能够帮助有关人员了解不同所在区域自然资源的产权归属，更有利于后续在资源的分配、资源上下链条的衔接和后续安排方面明确其产权所在，避免出现资源分配浪费、资源管理等问题，也能够有效地防止在未获取权利主体的情况下，针对自然资源滥用，滥开发。最后，自然资源确权统一登记工作的开展还能够了解自然资源的产权主体，并针对产权主体对于自然资源的应用和保护等责任进行清晰地界定，避免在资源开发过程或分配过程中出现过度利用的问题，也能够在出现污染问题时找到责任的源头，避免他人蓄意针对自然资源进行破坏。尤其是在自然资源后续污染管理的过程中，这项工作更有利于直接追溯到责任源头，找到责任主体。

3 自然资源确权统一登记工作中存在的主要问题

3.1 部门职责划分不明确

中国针对自然资源的确权统一登记工作已经出台了《自然资源统一确权登记暂行办法》，在该项规定中明确要求，不同行业以及不同部门在确权统一工作中需要进行联动。但是，目前在自然资源的统一登记工作中，很多部门之间也存在着权责划分较为模糊的问题，尤其是在归属权益方面，在边界区域仍然存在较大的争论，甚至在自然资源的确权认定权利方面，也存在认知方面的误差，这也严重地影响到了自然资源后续管理以及保护工作的开展。除此之外，古早的自然资源确权统一登记工作还存在着登记信息不完善、登记信息遗漏、登记信息错误的问题，这也为自然资源后续的分配和规划工作带来了巨大的负面影响^[2]。

3.2 登记工作缺乏统一的标准

自然资源的确权统一登记工作需要按照一定的行为规范和准则进行登记，在《自然资源统一确权登记暂行办法》中针对工作开展过程中的任务目标、技术方法、保障体系等方面都给出了明确的规范要求，同时也对工作过程中的登记对象、登记的格式以及工作的内容进行了明确的规定，工作的开展是有章可循的。但考虑到在部分区域的统一登记工作落实过程中，许多基层的工作人员对登记的流程和概念依然不够清晰，在工作过程中缺乏统一的规范和标准。尤其是考虑到目前中国的各类自然资源在管理过程中也有其对应的管理部门，而在登记时，也具有各行业和各部门的登记标准。例如，针对水资源、土地资源或森林资源在登记时，规范性的标准和格式是不统一的，在这种情况下，数据信息的登记存在协调性不足的问题。

3.3 自然资源的权属存在较大的争议

考虑到不同类型的自然资源，针对中国的不同生产环节、不同生产领域或生活领域所发挥的作用价值是截然不同的。而许多自然资源在空间分布方面本身就处在不同区域的边界，这也导致两端的工作部门在登记过程中所获取的数据信息可能存在一定的偏差，同时针对资源的街头区域进行管理时，还存在资源多头管理、双方分类标准具有差异等多方面的问题。这样的权属交叉问题并不少见，如在土地资源的确权统一登记过程中，其管理的权属与林场管理和河道管理的权限之间本身就存在着一定的交叉^[3]。

4 测绘地理信息在自然资源统一确权登记中的发挥作用有效方法

4.1 完善自然资源监测制度

相关部门要加强管理人员和工作人员对于这项工作理论知识的学习，不断提高测量技术，促进自然资源测量系统化、规范化、科学化地开展。重点是要学习中国对于这项工

作相关的立法以及地方性法规对于这项工作的规定，特别是监测自然资源时的精度标准的各项规定，要仔细进行学习。按照这项工作的内容，应用该技术时，需要做到结合自然资源的特点进行对应的检查，获得准确的数据信息，传输给设备，系统支持对这些数据信息的自动分类与动态建模，可以提高工作效率。此项技术的使用构建了一个一致的数据中心，以实现对于自然资源监控信息的一致标准化的收集和管理，这有助于提升工作效能并确保其标准的执行。此外，我们还需设立职责体系，清晰地定义了承担这一任务的相关负责人，明晰他们的权利和义务，通过这种方式来利用管理的制约力促进这个项目的正规化运作。如果实行的是多位工作人员进行这项工作的模式，需要对各个工作人员的权责给出明确的规定，划分清晰的界限。

4.2 创新工作方式

利用测绘地理信息技术，我们可以确定自然资源的范围和边界。相关部门需要积极创新这项工作的工作方式，创新技术类型与操作程序等，可以构建起全国范围内统一的自然资源系统，统一录入各个地区的所有自然资源信息情况。这样可以提高对于相关资源的管理效率，也能提高未来这项工作开展的效率，奠定良好基础，实现该技术的智能化与动态化整合，发挥先进技术的价值。另外，这项工作具有很强的特殊性，不同地形和地区的测绘标准并不统一，个体差距极大，每种自然资源都对应着特定的测绘标准。为了避免测绘时在参数上出现较大差别，需要丰富测绘技术的使用。工作人员在对不同自然资源进行这项工作时，要依据对应的测绘标准，选择多种方法进行测绘，配合多样化的测绘设备开展工作，从而有效地提高这项工作的精确度。特别是对于同一自然资源的测绘，要选择多种测绘技术和设备，以保证反复验证后获得真实的数据^[4]。

4.3 完善测绘管理细则

相关部门要进一步完善这项工作细则，增加管理细则，规定好测绘程序和标准要求，明确实际测绘过程的注意事项、技术应用标准等内容，并确保责任落实到位；对于比较特殊的测绘技术类型，需要对其实际操作规范给出明确具体的规定，明确测绘操作的注意要点。如无人机航空摄影测量技术，可以将拍到的信息与 GPS 定位信息结合到一起，进

行转换，然后获得被测区域的地形地貌图片。此环节的操作需要了解像片控制点，也就是对测量控制点进行直接加密，或根据测绘需求事先在实际地理位置上进行控制点的设计，并对这个控制点进行测量。此技术主要会影响测量的成像精度以及分辨率，还有后续工作的准确度。考虑这些因素，此技术的应用需要在测绘工作开始前，先设定好相片控制点的数量与位置。对于像片控制点的控制，首先，要合理控制实际误差，因此提高了对该技术应用的精确度，包括相片平高水平误差、高程水平等都要合理控制。其次，科学把握控制基准，这是按照测量区域进行分析的，不同区域有不同的基准要求。这需要操作人员准确预估，以国家基础控制点为标准进行科学控制。这个过程可以借助 GPS 技术进行精确计算，在水平—垂直面找到交汇点，然后建立起控制基准。最后，就可以使用 GPSRTK 方法进行具体测量，但这个方法有一定的缺陷，即只适用于平坦地面，选择控制点附近直接测量，并注意在作业前后检查设备，防止出现误差，影响数据的准确性^[4]。

5 结语

综上所述，自然资源的存在是支撑社会和经济发展的基础，也是打造生态文明社会的关键，对其进行统一登记工作，是完善自然资源产权制度的关键环节，也是测绘地理信息服务的全新领域。随着时代的不断发展，对于自然资源的开发、保护与管理越来越重视，所以相关单位需要借助测绘地理信息技术的价值与优势，开展高效高品质的自然资源数据采集、分析等工作，为自然资源统一登记发挥技术支撑作用。

参考文献

- [1] 马丽红.新时期测绘地理信息与自然资源管理深度融合[J].华北自然资源,2023(4):105-107.
- [2] 铁中彪,赵臻.基于地理信息测绘方法的自然资源污染范围研究[J].环境科学与管理,2022,47(12):173-178.
- [3] 王松.自然资源统一登记中的测绘地理信息支撑影响分析[J].财富时代,2020(5):227.
- [4] 孙靖.新时代测绘地理信息服务于自然资源统一确权登记的探索——以北京市自然资源统一确权登记为例[J].测绘通报,2019(4):125-129.

Application of 3D Geographic Information System in Urban Underground Space Development

Xi Zhang

The Second Institute of Surveying and Mapping of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the development and utilization of the urban underground space is becoming more and more important. As an advanced spatial information technology, 3D geographic information system (3D GIS) provides strong support for the planning, design, management and maintenance of urban underground space. This paper discusses the key application of three-dimensional geographic information system (3D GIS) in the development of urban underground space. Detailed analysis of its technical characteristics and significant advantages, comprehensively elaborated the important role of 3D GIS in underground space planning, design, construction and management. By combining the actual cases to carry out in-depth exploration, the future development trend and broad prospects.

Keywords

3D geographic information system; urban underground space; development application

三维地理信息系统在城市地下空间开发中的应用研究

张希

河北省第二测绘院，中国·河北 石家庄 050000

摘要

随着城市化进程的加速，城市地下空间的开发与利用变得越来越重要。三维地理信息系统（3D GIS）作为一种先进的空间信息技术，为城市地下空间的规划、设计、管理和维护提供了强有力的支持。论文深入探讨了三维地理信息系统（3D GIS）在城市地下空间开发中的关键应用。细致剖析其技术特点和显著优势，全面阐述了3D GIS在地下空间规划、设计、施工以及管理等多维领域的重要作用。通过结合实际案例展开深入探究，精准展望了其未来的发展趋向和广阔前景。

关键词

三维地理信息系统；城市地下空间；开发应用

1 引言

随着城市化进程的迅猛推进，城市土地资源愈发稀缺，地面空间开发逐渐趋于饱和。为满足城市可持续发展的需求，提升城市综合承载能力，城市地下空间的开发利用日益受到重视。城市地下空间的合理开发能够有效缓解交通拥堵、优化城市功能布局、增强城市防灾减灾能力，并促进土地资源的高效利用。深入研究3D GIS在城市地下空间开发中的应用，对于推动城市现代化建设、提高城市空间利用效率具有重要的现实意义。

2 三维地理信息系统概述

3D GIS是一种融合了地理信息科学、计算机图形学、数据库管理等多学科知识的技术系统。其定义在于能够对地

理空间中的三维对象进行采集、存储、管理、分析和可视化展示。3D GIS采用了多种数据模型，如体元模型、表面模型和混合模型等，以准确描述三维空间对象的几何形状、拓扑关系和属性信息。功能特点包括强大的三维空间数据处理能力、逼真的可视化效果、灵活的空间分析功能以及高效的数据管理机制。传统二维地理信息系统主要以平面地图的形式呈现地理信息，在表达空间信息的深度和立体感方面存在明显不足。相比之下，3D GIS在表达空间信息方面具有显著优势^[1]。它能够真实地展现地下空间的三维形态和结构，使决策者和规划者更直观地理解和把握地下空间的特征。

3 城市地下空间开发的需求与挑战

近年来，城市地下空间开发在多个领域取得了显著进展，特别是在地下交通、地下商业和地下管廊建设方面表现尤为突出。地铁网络的不断扩展和地下停车场数量的增加，使得城市交通更加便利和高效，地下商业蓬勃发展，大型地下购物中心和商业街相继涌现，成为城市商业的重要组成部

【作者简介】张希（1986—），女，中国河北石家庄人，本科，助理工程师，从事测绘与地理信息研究。

分。与此同时，地下综合管廊的建设也在逐步推进，整合了各类市政管线，提升了城市基础设施的管理水平^[2]。尽管取得了这些进展，城市地下空间的开发仍处于初级阶段，未来将向规模化、智能化和综合化的方向迈进，逐步形成更为复杂多元的地下空间体系。

在开发过程中，城市地下空间面临着诸多复杂的问题和严峻的挑战。首先，复杂的地质条件是首要难题，各地区的地质结构差异巨大，存在地下水、断层、溶洞等多种复杂地质因素，给施工带来了极大的风险。其次，地下空间的规划难度较大，开发过程中需要协调地上与地下、不同功能区域之间的关系，确保地下空间布局合理、高效利用。最后，法律法规不完善、技术标准不统一、资金投入不足以及管理体制不健全等问题也在一定程度上制约了城市地下空间的开发进程。

4 3D GIS 在城市地下空间开发中的应用

4.1 地下空间规划

地下空间规划的核心任务是搜集全面且精确的数据。这涉及运用地质雷达、钻孔探测等技术来获取地质结构信息，使用地下管线探测仪来搜集管线分布数据，以及通过卫星遥感和实地测量来采集地形地貌数据。这些多源数据的融合至关重要，将地质结构数据与地形数据相结合，可以更清晰地揭示地下空间的承载力和稳定性。借助 3D GIS 的高级分析功能，我们能够对地下空间进行多方面的分析^[3]。基于空间分析和模拟的结果，我们可以对规划方案进行针对性地优化。

4.2 地下工程设计

使用专业建模软件，如 Autodesk Revit 或 SketchUp，可以创建详细的三维模型，这些模型不仅包括建筑物的结构，还涵盖了内部的各种设备、管道和其他细节。通过这些三维模型，设计师可以准确地呈现地下工程的整体布局和各个细节，确保设计的完整性和准确性。此外，借助虚拟现实（VR）和增强现实（AR）等可视化技术，相关人员能够沉浸式地体验设计方案，从而在施工前发现潜在问题。这种沉浸式体验使得设计团队能够在施工开始前就进行调整，避免后期因设计问题引发的变更和延误。在复杂的地下工程中，构件之间的碰撞和冲突是常见的问题。3D GIS 技术可以自动检测这些潜在冲突，如管道与梁柱的碰撞、设备与通道的冲突等。一旦发现这些问题，设计人员可以通过调整构件的位置、尺寸或重新规划布局，有效解决冲突，从而确保施工顺利进行，减少因设计缺陷导致的时间和成本浪费。在设计评估过程中，还需要从多个维度对方案进行全面分析。安全性方面，需要对地下结构在地震、洪水等自然灾害下的稳定性进行详细分析，以确保结构的安全可靠。功能性方面，需要评估空间的使用效率、舒适度和便捷性，以满足使用需求。经济性方面，则需要详细计算材料成本、施工难度以及

未来的运营维护费用。通过综合考虑这些因素，设计团队能够在多个方案中选择最优的设计，确保地下工程在安全性、功能性和经济性之间达到最佳平衡。这一过程不仅提高了设计的科学性和合理性，也为项目的成功实施奠定了坚实的基础。

4.3 施工管理

将施工计划转化为 3D GIS 中的进度模型，从而能够与实际施工情况展开实时对比。具体来说，通过在关键位置安装传感器和监控设备，可以获取诸如挖掘进度、混凝土浇筑量等施工进度数据。接着在 3D 模型中会以不同颜色或标记来显示进度的快慢，进而直观地呈现施工的整体状况。不仅如此还需基于地下工程的特性和施工工艺来建立安全风险评估模型。实时监测地下水位的变化、土体的位移情况以及支撑结构的应力等关键参数。一旦监测数据超过预先设定的安全阈值，系统会立即发出预警信号，及时提醒施工人员采取诸如加强支护、暂停施工等相应措施^[4]。根据施工进度和任务需求，充分利用 3D GIS 来模拟不同的资源调配方案。合理地安排施工人员的工作区域和时间，优化机械设备的调度以及材料的供应路线。通过这样优化资源配置，不仅能够提高施工效率、降低成本，还能同时确保施工顺利地进行。

4.4 地下空间运营与管理

地下空间的运营与管理是确保其长期稳定运行的关键环节。借助 3D GIS 技术，管理者可以实现对地下空间的实时监控和智能化管理。通过在地下空间安装各类传感器，可以实时监测环境参数，如温度、湿度、空气质量等，确保地下空间的舒适度和安全性。此外，3D GIS 系统可以集成视频监控系统，对地下空间进行全方位的实时监控，及时发现并处理突发事件。在运营管理方面，3D GIS 技术可以实现对地下空间内各类设施的智能管理。通过集成的智能照明系统，可以根据地下空间的使用情况自动调节照明强度，节约能源消耗。同时，3D GIS 系统还可以与地下空间内的通风、排水等系统进行联动，确保地下空间的环境质量。为了提高地下空间的使用效率，3D GIS 技术还可以实现对地下空间资源的优化配置。通过分析地下空间内的人员流动数据，可以优化商业布局、交通组织以及公共服务设施的设置，从而提升地下空间的整体使用价值。3D GIS 技术在地下空间的应急响应中也发挥着重要作用。在发生紧急情况时，如火灾、地震等，3D GIS 系统可以迅速生成地下空间的三维模型，为救援人员提供准确的地理信息和空间布局，帮助他们制定有效的救援方案，提高救援效率和成功率。

5 实际案例分析

以某城市核心区域的大型地下商业综合体开发项目为例。该项目占地约 5 万平方米，地下空间分为三层，集商业店铺、停车场、人防设施于一体。项目团队运用了先进的 3D 激光扫描技术，精确获取了地下空间数据，并通过地

理信息系统软件进行深入的数据处理与分析。此外，移动终端设备的使用实现了现场数据的实时采集与更新。在规划阶段，3D GIS 的空间分析技术被用来合理规划商业布局和人流通道，从而提升了商业空间的利用效率。设计阶段中，三维建模和可视化技术帮助设计师优化了结构设计，减少了施工过程中的不确定性。施工阶段，实时进度监控和安全预警系统确保了项目的按时、安全完成。运营阶段，设施管理和应急响应系统的引入，进一步提升了运营的安全性和便捷性。该项目不仅提前完成了建设，还节省了约 10% 的建设成本。得益于规划和设计的优化，商业空间的租金收益提升了 15%。高效的应急响应系统有效降低了事故损失，确保了人员和财产的安全。项目实施过程中，跨部门的沟通协调显得尤为关键，它确保了数据的及时共享和决策的一致性。同时，技术人员的专业培训和持续学习，有助于更好地发挥 3D GIS 技术的潜力。建立一体化的 3D GIS 平台，实现从规划到运营的全生命周期管理，是项目成功的关键。制定标准化的数据采集和管理流程，以确保数据质量和可用性。加强与人工智能等先进技术的融合，特别是在数据分析和预测方面的应用，也是提升项目效率和效果的重要途径。

6 3D GIS 应用的技术难点与解决方案

地下环境的错综复杂性以及探测技术的局限性，导致我们获取的地下数据常常带有一定程度的误差。这些误差可能源自多种因素，包括地质结构的微妙变化、地下水位的波动，以及地下介质的非均质性等，这些因素可能难以通过单一探测手段精确捕捉。在地质探测过程中，地层的微小变化可能无法被现有探测设备精确捕捉，从而导致数据偏差。此外，探测设备的精度限制、环境噪声的干扰，以及操作人员的经验水平等，都会对数据的准确性产生影响。为了提高地下数据的精度，可以采取多种高精度探测技术相结合的策略。微重力测量技术能够对地下密度变化进行高精度检测，而高密度电阻率法则能够通过测量地下不同深度的电阻率变化，揭示地下结构的细节。通过这些技术的结合使用，可以实现相互验证和补充，弥补单一技术的不足。进行多次重复测量，以消除偶然误差，并通过对比不同测量结果，进一步提高数据的可靠性。在数据处理方面，利用数学模型对采集到的数据进行修正和优化也是必要的。通过应用地质统计学、反演技术等数学模型，可以对原始数据进行误差修正，

从而得到更为准确的地下结构信息。这些模型能够结合已有的地质知识，对数据进行合理推断和补偿，最大限度地降低误差带来的影响。在一些历史悠久或技术条件受限的区域，地下数据可能存在缺失情况。

为应对这一挑战，首先必须强化对历史数据的整理与挖掘工作。通过审阅档案资料、历史地图以及旧工程记录等，我们能够最大限度地充实现有的地下数据。应充分利用尖端探测技术，对数据空白区域进行补充探测。如采用地质雷达（GPR）技术，对地下管线及其他设施执行非侵入性检测，以获取缺失的位置信息和状态数据。此外建立一个数据更新机制是至关重要的。该机制应确保新数据一旦获得，便能迅速补充至地下数据管理系统中，以维护数据的时效性和完整性^[5]。通过定期更新和维护数据，可以防止数据陈旧或不精确的问题，为地下空间的规划、施工和管理提供坚实的基础数据支持。最终通过这些措施，我们能够逐步完善地下数据系统，提升地下空间开发和管理的科学性和安全性。

7 结语

随着 3D GIS 技术的不断发展和完善，地下空间的开发和管理将变得更加高效和安全。通过精确的三维模型和实时数据处理，我们能够更好地规划和利用地下资源，为城市可持续发展提供有力支持。然而，技术的应用并非一帆风顺，仍面临诸多挑战，地下环境的复杂性、探测技术的局限性以及数据的不完整性等问题，都需要我们不断探索和解决。只有通过跨学科合作、技术创新和数据共享，才能充分发挥 3D GIS 技术在地下空间管理中的潜力，实现城市地下空间的科学开发和高效利用。

参考文献

- [1] 赵宁,张磊.物企供应商精细化管理探索及思考——以亦庄城市服务集团为例[J].城市开发,2023(8):96-97.
- [2] 顾心怡.健康中国视域下超大城市社区健康精细化治理研究[J].住宅与房地产,2023(22):65-67.
- [3] 刘贵文,黄若鹏,符馨月.城市更新破局之思——从“大修大改”到“空间精细化管理”[J].城市发展研究,2023(7):73-78.
- [4] 姜芸汐,王玉军,许俊涛.城市公园精细化管理模式浅谈[J].未来城市设计与运营,2023(7):33-35.
- [5] 陈睿智,何强,侯利钦,等.“双碳”目标下城市自生植物立体绿化精细化管控方法研究[J].低碳世界,2023,13(7):70-72.

Research on the Specific Application of Remote Sensing Technology in the Unified Registration Process of Natural Resource Rights

Donghui Qin Shaoliang Cui*

Guangdong Provincial Institute of Land and Resources Surveying and Mapping, Guangzhou, Guangdong, 510030, China

Abstract

With the gradual advancement of ecological civilization construction in China, the unified confirmation of rights and registration of natural resources has been gradually carried out and promoted, which has effectively improved the overall management effect of natural resources. Among them, the fusion and application of remote sensing technology can guarantee the accuracy of natural resources detection, and realize large-range detection, and create good conditions for the smooth development of natural resources management. This paper mainly explores the specific application of remote sensing technology in the unified confirmation and registration of natural resources, so as to further enhance the management level of natural resources management, improve the utilization rate of resources, give full play to the function of remote sensing technology in natural management, and play a guarantee role for the normal development of the unified confirmation and registration of natural resources.

Keywords

remote sensing technology; unified right confirmation; registration of natural resources

遥感技术在自然资源统一确权登记过程中的具体应用研究

覃东汇 崔绍良 *

广东省国土资源测绘院，中国·广东广州 510030

摘要

随着中国生态文明建设的逐渐推进，自然资源统一确权登记工作逐渐普遍开展和推广，有效提升了整体自然资源的管理效果。其中遥感技术的融合应用，能够保障自然资源探测精度，并实现大范围探测，为自然资源管理工作的顺利开展创建良好的条件。论文主要对遥感技术在自然资源统一确权登记中的具体应用进行探究，从而进一步提升自然资源管理水平，提高资源利用率，充分发挥遥感技术在自然管理中的功能，为自然资源统一确权登记工作的正常开展发挥保障作用。

关键词

遥感技术；自然资源；统一确权登记

1 引言

自然资源主要包含森林、草原、矿产资源等各类资源的所有权、生态空间等统一确权登记，以便优化自然资源资产产权制度的合理分配，确保其权责、保护、监管工作的科学性，为自然资源的保护和管理奠定良好的基础。在该项工作中对遥感技术优化应用，实现自然资源各类信息的分层次、分阶段探测，并构建信息数据库，实现自然资源的常态化监测和管理，促进自然资源登记全覆盖。

【作者简介】覃东汇（1994-），男，中国广西贵港人，本科，工程师，从事国土资源、测绘遥感等研究。

【通讯作者】崔绍良（2000-），男，中国广东南海人，本科，助理工程师，从事国土资源、测绘遥感等研究。

2 自然资源统一确权登记工作要求

自然资源统一确权登记工作的开展，能构建实现自然资源的安全保护和高效管理，对自然资源管理权责进行分级落实，明确自然资源产权，促进自然资源的高效性保护和管理，避免出现无序开发利用的情况。在具体工作中，需要对自然资源的现状进行了解，并预测生态环境发展趋势，从而实现自然资源、生态环境的合理保护开发和管理，避免出现以生态环境为代价的经济增长现象，真正实现经济高质量发展，为国土空间合理规划创建良好的条件。在此基础上，能够帮助国土资源管理人员详细了解生态环境承载能力负荷，实现科学性开发利用，促进自然资源的可持续发展。当前，在自然资源管理工作中还存在一定的问题，如自然资源基础信息探查不清，产权管理混乱，资源规划不到位、缺乏规范性的管理标准等问题，基于此，要通过自然资源统一确权登记工作，实现自然资源的高效性调查评价，并优化空间规划

工作,健全自然资源产权制度,实现自然资源的全流程管理,进一步提升自然资源管理效率和水平。

3 遥感技术应用优势

遥感技术主要是利用专业传感器对地球表面物体反射的电磁波信息进行采集、提取和分析,以便对不同地物进行精准识别和监测。该技术能够进行大范围探测,且探测速度快,对外界因素的干扰抵抗能力强,采集的信息量较大,可以对地物信息进行精准反映,在自然资源统一确权登记工作中对该技术进行优化应用,能够实现自然资源边界、空间信息的明确划分。在该技术应用过程中,可以结合传感器、搭载平台的不同,获得不同类型的信息数据,如获得可见光波段数据,并将其转化为三维模型成果;采集红外、紫外、微波波段信息,以便对探测目标进行数字化、模拟化呈现。在自然资源管理中引进遥感技术,能够实现自然资源统一确权登记的深度、广度性开展,且还可以对多源遥感技术联合应用,协同构建自然资源立体观测网,实现自然资源的全方位、多角度观测,对探测信息进行快速传递,实现自然资源的优化保护和高效管理。在该项工作中对遥感技术进行优化应用,可以实现遥感数据的精准获取和高效处理,帮助工作人员对自然资源空间数据进行大量获取,为确权登记工作的开展提供详细的数据支持。在确权登记工作的具体实施过程中,完成基础资料的收集后,可以利用该技术采集各类自然资源的分布、面积、类型信息,补充数据入库,保障自然资源权属的有效性界定和划分(如图1所示)。遥感技术与地理信息系统联合应用,实现土地利用数据的空间分析和数据处理,精确划分土地资源权属界定,保障确权登记工作的高效性、准确性开展。此外,在确权登记工作中还需要对遥感影像解译和分类技术进行融合应用,从而对自然资源的分布范围、类型、现状进行精准识别,此外还可以联合深度学习算法、图像识别技术等,促进遥感影像数据的自动化解译,保障确权登记工作的高效性进行。由此可见,在自然资源统一确权登记工作中对遥感技术进行应用,能够保障工作效率和质量,且降低工作成本,减少人为操作失误引起的数据偏差。在具体工作中,能够对自然资源权属状况、空间范围等信息进行统一探测和管理,同时与国土空间规划、生态环境保护等工作相关联,构建完善的信息数据库,为确权登记工作的高效性开展奠定良好的基础。

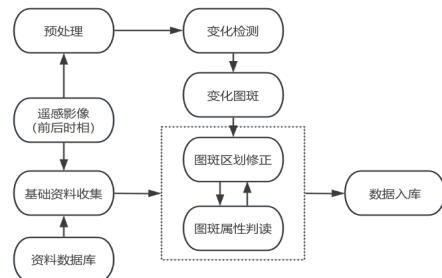


图1 遥感技术在自然资源统一确权登记工作
数据入库环节中的应用

4 遥感技术在自然资源统一确权登记工作中的应用要点

4.1 制作底图

按照相关技术规范的要求,在预划自然资源登记单元的环节中,需要把1:10000的正射影像图作为工作底图进行使用,同时还需要对多项成果信息进行叠加制作,其中包含集体土地所有权确权登记、国有土地使用权登记、集体林地确权登记等不动产登记成果。在自然资源统一确权登记工作中,对正射影像图进行优化应用,使其在遥感技术应用中发挥重要作用,还能够利用适宜分辨率的正射影像图,并结合影像图中呈现的登记单位的具体情况,同时以图中各类要素为参照物,实现各类数据的初步核查,避免出现基本数据错误和遗漏问题。

4.2 调查核实

在自然资源首次登记调查核实作业中,需要对多种类型的遥感数据进行优化应用,并以此为数据源,形成航天航空遥感影像图,该类影像图的特征较为明显,且分辨率多样化,其中涉及多时间、多光谱、多空间、多灰度等分辨率。在此数据支持下,能够协助工作人员对自然资源调查核查工作提供浏览、定位、核查等作用,为初步调查核实时作业的开展创建良好条件,以更好完成“图上判读指界,实地补充调查”的作业模式,进而摸清自然资源所有者主体及权属边界等权属状况。随着科学技术的发展,无人机、倾斜摄影技术在遥感技术中发挥了越来越重要的作用,并在此基础上构建实景三维模型数据,能够对遥感成果的立体化、直观化展示创建良好的平台条件,且还能够对现实世界进行等比例还原,为不同自然资源信息实现全方位的数字空间挂接提供精准点位。在遥感技术应用中,需要专业的飞行器设备,对登记单元倾斜影像图、DEM、DOM等数据进行叠加应用,从而形成实景三维模型数据,进而产生实景三维平台,为各类数据漫游、查询、分析等工作的开展创建良好条件,方便工作人员直观化、便捷化地查询相关信息,保障内业调查核实工作的精准性、全面性开展,缓解外业压力。

4.3 成果展示

在自然资源首次登记审核与公告环节中,在遥感技术支持下,可以构建成果实景三维模型,通过该模型对成果数据进行可视化展示,与人眼视觉习惯比较契合。而且,在遥感技术支持下,能够对测绘精度进行严格控制,且方便开展实时动态测量,对不同空间对象的相互位置关系进行直观化表达。此外,在成果展示中引进遥感技术,能够利用平台界面,实现多样化操作,如空间分析、统计、查询等,这是对基础空间数据进行展示的重要途径之一。在三维模型数据基础上开展自然资源统一确权登记工作,能够对多样化内容进行融合性分析,如权属状况、自然状况等,构建三维信息查询展示平台,以便对自然资源的各类信息数据进行立体化、直观化、形象化展现。此外,在此基础上还能够对自然资源

在地表覆盖层、管理层、地下资源层的分布状态进行详细化、精准化描述和分析。在开展确权登记工作时，工作人员能够利用该平台对目标信息进行查询，并对相关信息进行全面性分析，为自然资源调查、分类等标准的统一制定提供保障，以便进一步强化自然资源的使用权、所有权等的合理划分，形成可行性的自然资源确权等级制度，对具体的产权进行精准确定，并对具体自然资源界限进行明确划分，为自然资源监管工作的开展创建良好的条件。

4.4 常态化监测

完成自然资源的公共登簿后，持续运用遥感监测技术进行常态化监测，做好后续的管理、监管工作。利用遥感技术能够对空间信息进行快速获取，为工作人员提供精准的地理信息，且能够拓展信息分析成果的范围，实现自然资源常态化监测（如图 2 所示），并能够开展更多科学化、合理性的监测工作，对自然资源状态情况进行定量、动态、整体性、模式化分析研究。在自然资源统一确权登记工作中，主要是对可见光遥感技术进行优化应用，即通过不同遥感波段、遥感仪器，能够对各类时空信息进行精准、快速抓取，保障自然资源常态化监测工作的有序、顺利开展。通过对多种遥感技术的综合应用，能够实现各类资源自然的全面监管，并对自然资源确权登记工作流程的动态化、实时性监测。尤其是在红外遥感技术、微波遥感技术的融合应用下，能够充分发挥其全天候监测能力，对地表性质进行精准全面探测，且能够对监测对象进行深度探测，采集更加多样化的数据信息。在多谱段遥感技术支持下，能够对若干个谱段进行同步利用，且可以实现同一地区的同步遥感探测，这样可以对不同谱段的相关信息数据进行采集和汇总，对这些遥感信息进行融合应用，能够帮助工作人员对多样化的地物信息进行全面采集和掌握，为自然资源分布情况等判断提供数据依据。在多样化遥感技术支持下，能够结合实际情况构建“天—空—地”三位一体的自然调查监测技术体系，在航天、航空摄影、实地调查等方面发挥关键作用。其中在航天领域，可以通过卫星遥感飞行平台，对广域影像信息数据进行精准快速抓取并对其进行定期覆盖，为自然资源调查监测工作的周期性开展创建良好条件；在航空摄影领域，要利用多样化的航空飞行平台，能够对目标区域进行灵活性监测；在实地调查领域，要采取多样化的监测模式，进行实地、现场、样点、定点等监测工作。

5 结语

综上所述，在自然资源统一确权登记工作中对遥感技术进行优化应用，能够进一步提高探测信息精确性，并保障工作效率的提高，在制作底图、调查核实、成果展示、常态化监测等工作中得到了有效应用，实现地物空间信息的高效采集、处理和分析，在自然资源的整体性保护、管理、治理工作中提供了全面准确的信息支持。但是在实际应用中，遥

感数据处理分析结果存在一定的误差，且技术人员对遥感技术的操作不熟练，容易出现操作失误问题，严重影响整体项目进度和质量。在未来发展中要积极推动技术创新和升级，对深度学习、人工智能技术进行融合应用，提高遥感影像自动解译和分类能力，并加大政策支持力度，使其在更多领域行业发挥功能作用，为中国生态文明建设水平的提升创建良好条件。

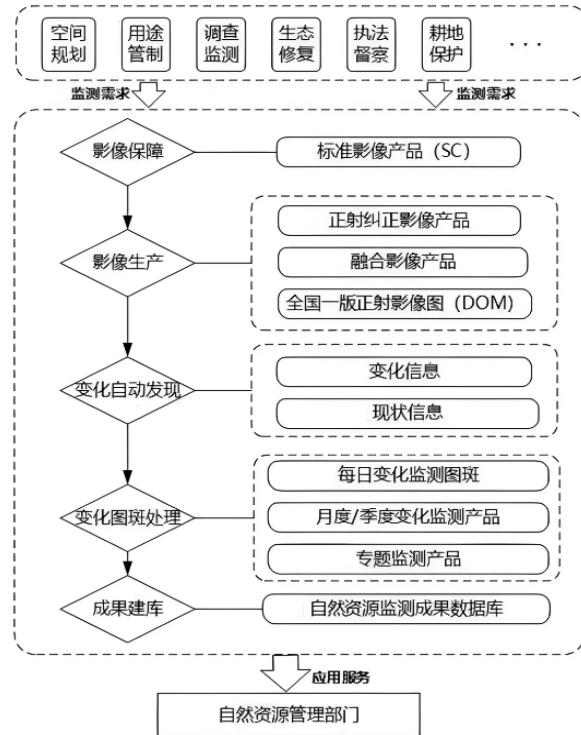


图 2 遥感技术在自然资源常态化监测中的应用流程

参考文献

- [1] 唐春霞,蒋仁秀,张亚楠.自然资源统一确权登记工作方法探讨与研究[C]//江苏省测绘地理信息学会.江苏省测绘地理信息学会2018年学术年会论文集.滨海县国土资源局;江苏易图地理信息科技股份有限公司, 2018.
- [2] 韦泽棉,时雨兰,王俊男.实景三维技术在广西区直国有林场自然资源统一确权登记中的应用研究[J].林业科技情报,2023,55(2):39-42.
- [3] 史经华,董宝玉,陆泉峰.自然资源统一确权登记中河流类登记单元预划的流程及关键问题探讨[C]//江苏省测绘地理信息学会.江苏省测绘地理信息学会2020年学术年会论文集.南京市不动产登记中心,2020.
- [4] 陈香,李国金,袁景,等.遥感在自然资源确权登记中的应用研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(4):155-157+161.
- [5] 韩耀文.基于多源遥感数据的甘肃省自然资源统一确权登记试点研究[D].兰州:兰州大学,2020.
- [6] 刘满义,汪发勇.基于GIS的自然资源确权登记数据平台建设与应用[J].现代信息科技,2024,8(2):5-8.

Application of GIS in Construction and Management of Water Conservancy and Hydropower Projects

Jian Xu Qiang Li

Zhongshui North Survey and Design Research Co., Ltd., Tianjin, 300222, China

Abstract

As a powerful spatial data management and analysis tool, geographic information system plays a vital role in the construction and management of water conservancy and hydropower projects. With the continuous progress of technology, the application of GIS has extended from traditional map making and spatial data visualization to more complex decision support in the field of water conservancy and hydropower, geographic information system technology can provide various support, including precise topographic analysis, water management, flood prediction, environmental impact assessment and infrastructure planning. Through the integration of multi-source data, GIS not only improves the efficiency of data processing, but also enhances the scientific and accuracy of decision-making. The paper explores the specific application of geographic information systems in the construction and management of water conservancy and hydropower projects, providing reference for a wide range of workers.

Keywords

GIS; water conservancy and hydropower engineering; construction; management; application

GIS 在水利水电工程建设及管理的应用探讨

许健 李强

中水北方勘测设计研究有限责任公司，中国·天津 300222

摘要

作为强大的空间数据管理和分析工具，地理信息系统在水利水电工程施工和管理中发挥着至关重要的作用。随着技术的不断进步，GIS的应用已从传统的地图制作和空间数据可视化扩展到更为复杂的决策支持在水利水电领域，地理信息系统技术可以提供多方面的支持，包括精确的地形分析、水资源管理、洪水预测、环境影响评估和基础设施规划。GIS通过多源数据的整合，在提高数据处理效率的同时，也增强了决策的科学性、准确性。论文对地理信息系统在水利水电工程建设和管理中的具体应用进行探讨，供广大工作者参考。

关键词

GIS；水利水电工程；建设；管理；应用

1 引言

随着全球水资源日益紧张及气候变化带来的极端天气事件频发，水利水电工程的建设与管理面临着前所未有的挑战。如何高效利用水资源、确保工程安全、保护生态环境，成为水利水电行业亟待解决的问题。GIS 技术以其强大的空间数据处理能力和分析能力，为这些问题提供了有效的解决方案。论文深入剖析 GIS 在水利水电工程建设及管理中的多方面应用。

2 GIS 在水利水电工程建设中应用

2.1 地形分析与选址

水利水电工程的选址过程中，地形分析是非常关键一

步，具体地说，就是首先通过获取高精度的数字高程模型，利用地理信息系统软件进行地形分析，包括生成等高线图坡度图坡向图，这些图件将直观地展示地形特征等高线图可用于对潜在的坝址位置进行辨识坡向图可用于对施工难度和工程稳定性进行评价，在结合流域水文数据的基础上，对河流的流向、流速、流量进行分析，从而最终确定最适合建设大坝的地点，同时兼顾工程安全环保等多方面因素。通过 GIS 水文分析工具，选择对生态环境影响最小的方案，模拟不同坝址对流域水文形势的影响。另外，利用 GIS 的三维分析功能，对坝址的地形状况和周围环境进行进一步的评估，就可以构建地形的三维模型。选址过程中，地质条件评估也是必不可少的一环。对潜在的自然灾害风险，如山体滑坡、泥石流等，可以通过地理信息系统集成地质图和地质灾害分布资料进行评估。具体做法包括对工程建设和运行过程中可能遇到的地质问题进行地质构造分析、岩土类型分析、

【作者简介】许健（1984—），女，中国天津人，本科，高级工程师，从事航测遥感技术、GIS开发和遥感AI模型等研究。

地下水分布分析等。对地质条件较差的地段，通过叠加分析，能够识别出来，这样就避免了这些地段被选为坝址。最后，还可以利用 GIS 对项目对周围环境的影响进行评估。生态敏感区、自然保护区和人类居住区可以通过叠加分析进行识别，从而对项目区域的影响程度进行评估。地理信息系统能够提供科学合理的选址建议，通过对地形、地质、环境等因素的综合考虑，确保水利水电项目的可行性、经济性。

2.2 环境影响评估

首先，在水利水电工程建设环境影响评估上，借助于 GIS 构建出详细环境基线图并对项目包括周边地形、水文以及动植物分布等信息进行采集整合，这为水利水电工程建设规避珍稀物种栖息地、降低施工环境影响提供了有效帮助。其次，通过 GIS 技术的应用开展水利水电工程建设前后水流与水质、项目区域环境等变化情况开展模拟，从而为降低建设环境影响提供支撑。譬如，针对水利水电工程建成后下游河流生态系统所造成影响分析上，借助于 GIS 技术我们可以模拟项目所建水库蓄水前后所造成水流路径予以模拟预测，随后针对所产生不利影响制定针对性处理举措。最后，在水利水电工程建设涉及的土地征用、人口迁移、民生变化等方面影响上，GIS 也可以开展模拟，并以此开展安置与补偿。

2.3 施工管理

水利工程施工阶段应用地理信息系统技术可以显著地提高资源利用率和施工安全状况。具体地说，包括为每台施工设备安装 GPS 定位系统，并实时向 GIS 平台传输设备位置数据，然后由 GIS 软件根据位置信息生成动态的施工进度图和设备分布图，使管理人员对各设备的运行状态有一个准确的了解和把握，从而达到资源的合理配置和施工任务的顺利推进；当发现某台设备在某一区域停留时间过长时，管理人员能及时调整施工方案。从而有效地避免由于设备在非计划区域停留而造成的施工进度延误现象的发生。该区域出现施工难题，管理者能立即派遣支援人员去解决。GIS 也扮演着举足轻重的角色，管理者能够通过地理信息系统平台对施工现场的安全状况进行实时监控，对潜在的安全隐患及时发现并做出相应处理；再具体地说，为达到上述目的，管理者在施工现场进行高清摄像头和传感器的安装工作，这些设备能捕捉到施工现场的实时画面和环境数据，如温度和湿度等，并将这些数据传输到地理信息系统平台，由 GIS 软件对数据进行分析；一旦发现有异常情况，如设备过热或人员聚集等，系统会自动发出警报并提醒管理者采取相应措施。综上，无论是建筑安全管理还是施工难题的有效解决，地理信息系统的作用都是不容忽视的。此外，地理信息系统也可结合历史资料和天气预报信息，对可能出现的险情进行提前预测，做到防患于未然，防患于未然。施工质量的监控也可以使用 GIS。GIS 通过将各种检测设备的数据整合在一起，能够对施工质量进行实时监控，保证项目的质量达

到标准。具体做法包括在混凝土强度检测仪、土质分析仪等关键施工环节使用各种检测设备，向 GIS 平台实时传输检测数据。这些数据可以通过 GIS 软件进行分析并生成质量报告，系统会自动提醒管理者，一旦发现质量问题，就会进行整改。最后，GIS 还能模拟建设过程，结合项目设计图和建设方案，确保建设过程达到设计要求。在建筑资源管理上，地理信息系统可以对材料和人力进行优化配置。具体做法包括在 GIS 平台上建立物资库存和人力资源库，管理者可根据建设进度和计划，对物资供应、人员调配等进行实时调整。

3 GIS 在水利水电工程管理中的应用

3.1 大坝监测与管理

GIS 技术在水利水电工程大坝运行过程中发挥着至关重要的作用。第一，GIS 系统可以对大坝的结构安全进行实时监控。通过将应变计、位移计、裂度计等各种传感器安装到大坝的关键部位，实时采集大坝的变形、应力、裂度发展等数据。这些数据通过无线传输模块发送到 GIS 中心服务器，地理信息系统将这些数据与历史数据进行对比分析，及时发现异常情况，为大坝安全运行提供了保证。第二，GIS 系统对坝体渗水情况的监测也优势明显。对大坝及其周围区域布置渗压计和地下水位计等感应器可以实时监测地下水位变化和渗流场分布的情况。将这些数据用地理信息系统进行分析和可视化展示，使工程师能对渗流异常进行及时的发现，对渗流对大坝安全造成的影响进行评估，并采取相应的应对措施，从而对大坝的长期安全和稳定性有重要影响。此外，地理信息系统还能对大坝周边环境的变化进行监测，将集成遥感影像资料气象资料地质资料等，对大坝周边的地形、地貌变化进行分析，对降雨量、河流流量、地质灾害风险等信息进行分析，从而对大坝的长期安全性和稳定性有重要影响，对评估大坝的长期安全性和稳定性有重要意义。GIS 系统根据实时监测数据和历史数据结合专家知识和模型分析建立大坝安全预警机制，当监测数据超过预设的安全阈值时，将会自动发出预警信息，提醒相关人员采取紧急措施，从而有效防止事故发生。在水库调度管理上，GIS 系统能够对水库的运行调度方案进行优化，提高水资源的利用效率。将整合水库水位与入库流量、出库流量、用水需求等数据，对水库的水量平衡进行分析和预测，并据此制定出合理的水库调度方案，既能保证供水安全，又能在保证大坝安全的基础上最大限度地利用水资源达到提高发电效益的目的。通过上述操作，既能实现对水资源的高效利用，又能为大坝安全保驾护航。

3.2 洪水模拟与预警

首先，对地理空间资料进行搜集与整合，涉及地形地貌资料主要采取卫星遥感的方式获取并储存在能够进行空间数据分析的 GIS 数据库中，土壤类型与植被覆盖资料可通过地面测量的方式获取并储存在能够进行空间数据分析的

GIS 数据库中。

其次，在 GIS 软件平台中建立洪水模拟模型，结合水文学与水力学原理，选择恰当的模型进行洪水演进过程的计算与模拟；这些模型中比较常用的有 HEC-RAS 和 SWMM 等。通过这些模型的运用与分析，可以对洪水在不同地形条件下的流动路径进行预测，并对可能造成的淹没范围与水深变化进行评估。第一，对模型参数进行实际地理空间数据的校对和验证，保证模拟结果的可靠性。第二，对洪水风险进行评估，将模拟结果与人口分布情况有关数据相结合，与基础设施情况有关数据相结合，与经济活动情况有关数据相结合，对不同区域的影响程度进行叠加分析。第三，开发洪水预警系统，将实时降雨数据和水文监测站数据相结合，对模拟结果进行动态分析。第四，开发洪水预警系统，当降雨量达到一定阈值或河流水位超过警戒线时，系统自动启动洪水预警。从而对防洪工作起到有效的科学支撑作用。通过短信、广播、网络等各种途径，向有关部门和市民快速传递预警信息，做到有求必应、有求必应。第五，制定防汛预案，做好抢险措施。制定包括人员疏散、物资储备、抢险队伍组织等在内的详细防洪预案，根据洪水风险评估结果和洪水预警体系制定。同时，建立应急机制，确保一旦发生汛情，抢险复产工作能够快速有效开展。

最后，对 GIS 洪水模拟预警系统进行持续优化更新。模型参数不断优化，模拟精度不断提高，技术进步，数据积累。同时，对地理空间资料、监测资料等进行定期更新，保证系统对地理环境、水文最新状况的反映。为水利水电工程管理提供强有力的技术支持，通过不断优化更新，提高洪水模拟预警系统的可靠性和实用性。

3.3 水资源管理与保护

首先，地理信息系统能够整合多源水资源数据，如地下水位水流量及水质资料等，通过对这些数据的综合分析，实现对水资源的实时监控和管理，从而有效地保护水资源。具体办法是建立一个包含各类水资源资料的数据库，运用地理信息系统的空间分析功能，对不同区域水资源的分布流量

及水质状况进行动态监测。例如，对安装传感器及数据采集装置，对河流湖泊及水库的水位流量及水质参数进行实时获取，并将这些资料在地理信息系统上进行分析及展示，做到心中有数。其次，地理信息系统也在水资源保护措施的制定中扮演着重要角色。通过 GIS 的空间分析与模拟功能，对不同的防护方案进行效果评估，从而选出最佳的方案。具体做法包括利用 GIS 进行流域分析，对重点水源区、敏感区进行鉴定，对水资源受人类活动影响进行评估，并制定相应的保护措施等。例如，通过 GIS 模拟不同污染源对江河水质的影响，确定重点区域进行污染治理，制定相应的污染减排办法等。最后，地理信息系统还可以通过建立环境影响评价模型，预测不同开发方案对生态系统和水资源的影响，从而制定出科学合理的水资源开发方案，用于对水资源开发利用的环境影响进行评估。

4 结语

从整体上讲，把 GIS 在水利水电工程建设及管理中的应用，使工作效率和决策水平都得到了很大的提高，同时随着大数据云计算人工智能等技术的飞速发展，今后的 GIS 会变得更加智能更加集成，从而为水利水电行业提供更为全面深入的解决办法。今后在水利水电工程的智能化管理上，以及在生态环境保护上的发挥将更加重要的作用，同时还在灾害预警与应急响应上也会扮演重要的角色。因此，可以说，未来 GIS 会在这些领域都扮演举足轻重的角色。

参考文献

- [1] 唐桂彬,周波.基于BIM与GIS的水利水电工程开发设计应用研究[J].微型电脑应用,2024,40(1):100-102.
- [2] 武卫国.GIS技术在水利水电工程设计中的应用[J].文渊(高中版),2022.
- [3] 李杰.新时期自动化技术在水利水电工程建设中的应用分析[C]//2024新技术与新方法学术研讨会论文集,2024.
- [4] 孙少楠,宋宜昌.基于BIM+GIS的水利工程全生命周期建设管理研究[J].中国农村水利水电,2022(10):131-138.

Application of Satellite Remote Sensing and Surveying and Mapping Technology in Environmental Protection: Progress, Problems and Countermeasures

Xuezhong Wang

Inner Mongolia Geology and Mineral Exploration Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

Satellite remote sensing and surveying and mapping technology application in the field of environmental protection continues to advance, become an important means to solve environmental problems, this paper discusses the forest resources monitoring, water resources management, land use change, biodiversity conservation and climate change in the latest progress, also analyzes the data acquisition and processing challenges, technology application limitations, regulations and policy barriers and technical personnel training, and put forward to improve data processing methods, expand the scope of technology application, strengthen policy support and international cooperation, strengthen technical personnel training countermeasures. Specific cases show the practical effect of these countermeasures, indicating that systematic technical improvement and training can significantly improve the efficiency and accuracy of environmental protection work, and provide scientific support for the solution of global environmental problems.

Keywords

satellite remote sensing; surveying and mapping technology; environmental protection; data processing; technical training; policy support

卫星遥感与测绘技术在环境保护中的应用：进展、问题及对策

王学仲

内蒙古地质矿产勘查有限责任公司，中国·内蒙古呼和浩特 010010

摘要

卫星遥感与测绘技术在环境保护领域的应用持续推进，成为解决环境问题的重要手段，论文探讨了其在森林资源监测、水资源管理、土地利用变化、生物多样性保护及气候变化研究中的最新进展，还分析了数据获取与处理挑战、技术应用局限性、法规与政策障碍以及技术人员培训问题，并且提出了改善数据处理方法、扩大技术应用范围、加强政策支持与国际合作、强化技术人员培训等对策。通过具体案例展示了这些对策的实际效果，表明系统化的技术提升和培训能显著提高环境保护工作的效率和精度，为全球环境问题的解决提供科学支持。

关键词

卫星遥感；测绘技术；环境保护；数据处理；技术培训；政策支持

1 引言

随着全球环境问题愈发严重，利用先进技术手段来监测和保护环境变得极其重要，其中卫星遥感技术能提供大范围、高分辨率的地表信息，测绘技术在精确定位与数据分析上发挥关键作用。论文旨在探讨这两项技术在环境保护中的最新进展，分析应用中存在的问题，提出相对应对策，期望能为环境保护提供科学支持和参考。

【作者简介】王学仲（1986-），男，满族，中国内蒙古乌兰浩特人，本科，工程师，从事测绘与地质研究。

2 卫星遥感与测绘技术在环境保护中的应用进展

2.1 森林资源监测

在森林资源监测这方面，卫星遥感技术能实时捕捉大范围森林覆盖的变化情况，比如通过高分辨率影，如数据分析森林的生长状态、覆盖面积以及生物量等重要信息，比如利用多光谱遥感影比如，研究人员能识别森林火灾发生区域，评估火灾对森林生态系统的影响，为及时采取应对措施提供科学依据，而且遥感技术还能用于检测非法砍伐活动，通过对比不同时期森林覆盖数据，发现异常变化区域，协助执法部门打击非法行为，保护森林资源。

2.2 水资源管理

在水资源管理领域，卫星遥感技术能够有效监测水体质量与分布状况。借助遥感影像分析，能识别水体污染源、污染扩散路径和影响范围，这对污染治理及环境保护决策极有参考价值。比如利用高光谱遥感数据能检测水体中悬浮物、藻类和溶解有机物的浓度变化，从而评估水质健康状况。同时遥感技术还能监测河流、湖泊和湿地的水位变化，预测旱涝灾害发生，给水资源管理提供数据支撑，助力制定合理的水资源利用和保护策略。

2.3 土地利用与土地覆被变化监测

通过对遥感影，如进行分类和解译，研究人员能精确评估土地利用现状及其动态变化情况。尤其在城市扩张和农业土地利用变化的监测中，遥感技术提供了丰富的时空数据，有利于揭示土地资源利用的变化趋势及其对生态环境的影响。例如，通过长期遥感监测，能够察觉城市化进程中绿地和农田的减少，评估这种变化对区域气候和生态系统的潜在影响，为土地资源合理规划和可持续利用提供依据。

2.4 生物多样性保护

在生物多样性保护方面，卫星遥感与测绘技术能通过监测栖息地变化来评估物种分布和多样性，它可以获取大尺度范围内像森林退化、湿地消失等生态环境变化信息，这些信息对了解栖息地适宜性及其变化趋势极为关键，依靠遥感影像数据，研究人员能建立生态模型来预测物种在不同气候和环境条件下的分布状况，从而为生物多样性保护规划提供科学依据。此外，遥感技术还能监测入侵物种的扩散情况，以便及时采取措施防止其威胁本地生态系统。

2.5 气候变化研究

遥感技术能够提供大气、海洋和陆地表面变化的长期观测数据，给气候变化趋势分析提供重要数据支持。例如通过遥感数据能监测全球气温、降水、冰川消融等气候要素的变化，为气候模型建立与验证提供基础数据。同时，遥感技术还能监测极端天气事件，比如飓风、暴雨等的发生和发展情况，为气候变化的科学的研究和预测预警提供依据。

3 卫星遥感与测绘技术在环境保护中的问题

3.1 数据获取与处理挑战

遥感数据一般要靠卫星观测来获取，可能会受天气条件、卫星轨道、传感器性能等许多因素影响。比如在云层多的地区，光学遥感数据获取会被严重干扰，造成数据不完整或者没法用。而且不同传感器获取的数据格式、分辨率、光谱特性都不一样，这就让数据的预处理、校正和融合变得又复杂又难。另外遥感数据不仅量大，更新频率还高，怎样高效存储、管理和处理这些数据，对数据处理能力的要求特别高。很多环境保护机构因为没有高效的数据处理工具和足够的计算资源，很难及时、准确地分析和应用海量的遥感数据，这就限制了其在环境保护里的实际作用。

3.2 技术应用的局限性

尽管遥感技术能给大范围的环境数据，可它的空间分辨率和时间分辨率往往满足不了所有环境监测需求。例如，有些环境问题得有高空间分辨率的数据才能准确分析，城市里小型水体的污染情况或者小区域的土地覆被变化之类的，然而现有的多数卫星遥感数据很难提供这种精细化的信息。

3.3 法规与政策障碍

不同国家和地区在遥感数据的获取、使用以及共享方面，有着不一样的法律法规和政策要求，有的国家甚至对高分辨率遥感数据的获取及使用进行严格限制，这就让跨国界的数据共享和应用变得不容易。比如一些敏感区域的遥感数据，因为涉及国家安全和利益，被限制公开，这就妨碍了环境保护领域的数据共享和国际合作。同时，环境保护领域对数据的及时性、准确性要求挺高，可现有的法规和政策没能完全跟上技术发展，致使在数据获取和使用的时候存在一定阻碍。

3.4 技术人员的能力与培训问题

尽管遥感技术和数据处理技术发展得很快，可很多从业人员缺少系统的遥感知识和技能，特别是在数据处理、模型构建还有结果解释这些方面，不足很明显。许多环境保护机构的技术人员用遥感数据的时候，常常依靠外部专家或者服务商，没有自主处理和分析数据的能力，这不但增加了成本，还降低了工作效率。另外，技术人员的培养通常跟不上技术发展的速度，新技术的引入和使用得投入大量时间和资金。

4 卫星遥感与测绘技术在环境保护中的对策

4.1 改善数据获取与处理方法

当下许多遥感卫星的分辨率满足不了精细化环境监测需求，所以得通过技术革新来提高卫星传感器的灵敏度和精确度，从而获取更清晰详细的地表信息，还得增加观测频率，保证对环境变化的实时监测，尤其在生态脆弱和环境敏感区域，更需要频繁观测数据，以便及时发现问题采取保护措施。而且优化数据处理技术也特别重要，如今遥感数据量越来越大，传统数据处理方法满足不了现代环境监测需要，使用先进的计算机算法和人工智能技术能有效提升数据处理效率和准确性，如机器学习和深度学习算法能自动从海量数据中识别特定环境特征，减少人工干预时间和成本，提高数据分析精度，云计算技术的应用也给大数据处理提供了更灵活高效的办法，让数据的存储、管理和分析更便捷可靠。

在具体案例里，某国家环保机构先是跟国内外卫星公司合作，定制了多颗高分辨率遥感卫星，这些卫星有先进传感器，能捕捉地表微小变化，给环境监测提供高精度基础数据。为保证数据及时，该机构还设了专门的地面接收站和数据处理中心，实时接收处理卫星传的数据。在数据处理上，机构引入最新深度学习算法，通过建设大规模遥感影比如数

据库，训练机器识别不同地表类型和环境变化特征。例如，在某次沿海湿地保护行动中，利用改进后的遥感数据处理系统，机构能迅速识别出受侵蚀和污染的湿地区域，及时生成风险评估报告，指导当地政府采取保护措施。整个过程从数据获取到分析报告生成，不到 24 小时，相比传统方法，效率提高好几倍。

4.2 扩大技术应用范围与精度

通过开发比如高光谱成像仪、激光雷达等多种传感器类型，能获取不同波段的信息，让遥感技术更精准地识别地表物质的种类和状态，这不但有助于更详细监测环境变化，还能增强对复杂地形和多样化生态系统的观测能力。同时由于数据处理算法不断优化，遥感影像如的精度和分析的准确性也能进一步提高。

在某沿海地区的湿地保护项目里，当地环保部门把高光谱成像技术和激光雷达相结合，先借助高光谱成像仪获取湿地植被的反射光谱数据来识别不同类型植物及评估其生长状况，接着技术人员使用激光雷达对湿地地形开展高分辨率测绘生成三维地形模型，详细展现湿地的地形起伏和水文特征。为分析水流路径和湿地生态系统的动态变化提供关键依据，在数据分析环节，环保部门运用机器学习算法对多源遥感数据融合，精准区分健康和退化的植被区域并预测湿地可能的演变趋势，最后基于这些精细的数据分析制定了像植被恢复、污染治理等有针对性的保护措施，显著提高了湿地保护的效果。

4.3 加强政策支持与国际合作

政府应当制定并实施支持遥感技术发展的政策，比如增加资金投入、建立长期的遥感数据获取和共享机制，鼓励科研机构和企业进行技术创新，完善相关法律法规保障遥感数据的安全和隐私以确保其在环境保护中合理使用，出台税收优惠、提供专项补贴等激励措施吸引更多企业和研究机构参与遥感技术的开发与应用。另外，国际合作也是促进遥感技术进步的重要途径，通过与其他国家和国际组织合作，共享遥感数据和技术经验，不但能提高环境监测的效率和精度，还能帮助国家应对像空气污染、森林火灾和气候变化等跨境环境问题。

一个具体的案例是，某国家在推动遥感技术应用于环境保护方面，其政策支持与国际合作取得了显著成效，该国政府先制定了一项国家遥感战略，明确遥感技术在环境监测中的重要地位，还设立专门的遥感技术研究基金支持相关技术的开发与应用，为保障数据的共享和使用，建立了一个国家遥感数据中心，集中管理和分发全国范围内的遥感数据，向政府部门、科研机构和公众开放，在国际合作方面，该国积极参与多个国际遥感合作项目，比如与邻国共同监测跨境流域的水资源状况，通过该项目，双方不但共享了遥感数

据，还联合开发了新的数据处理算法，提高了监测的精度和效率。

4.4 加强技术人员培训与能力建设

系统化的培训体系是提升技术人员能力的基础，比如通过定期举办培训班、研讨会和在线课程等形式，为技术人员提供最新的技术知识和操作技能，培训内容包含新型遥感设备的使用、先进的数据处理和分析方法以及最新的软件和工具操作技巧。而且实践操作与理论知识的结合很重要，技术人员应有机会参与实际项目操作，面对真实的环境监测任务，积累经验并解决实际问题，另外鼓励技术人员参与国际交流与合作能帮他们了解全球最新的技术动态和应用实例，拓宽视野并提升综合能力。

一个具体案例是某部门认识到遥感技术在环境保护中的重要性，决定系统性提升相关技术人员的技能水平，先是建立了一个综合性的培训中心，专门针对遥感技术和测绘方法进行培训，培训课程涵盖从基础理论到高级技术应用的各个方面，还邀请了多位国内外专家授课讲解，此外部门还推出实际项目实习计划，让技术人员能在真实的环境保护项目中运用所学知识，比如在一次湿地生态恢复项目中，培训中心组织一批技术人员参与，负责监测湿地植被变化、分析水质数据以及评估生态恢复效果，在项目中，技术人员不仅用了最新的遥感仪器，还运用高级数据处理软件进行数据分析，通过实际操作，他们不但提升了技术能力，还掌握了在复杂环境中解决实际问题的方法，该项目成功实施，不但有效保护了湿地生态，还为技术人员提供了宝贵实践经验。

5 结语

卫星遥感与测绘技术在环境保护中至关重要，广泛用于森林监测、水资源管理、土地利用评估等领域，虽面临数据获取与处理、技术应用局限、法规政策等挑战，但通过改善数据处理技术、扩大应用范围、加强政策支持与国际合作以及系统化技术人员培训等对策，能有效提升环保的科学性和实效性，未来随着技术进步和应用深入，它将为应对全球环境问题提供更精准可靠的支持，推动环保事业持续发展。

参考文献

- [1] 魏来,张永发.卫星遥感技术在城市规划管理中的应用[J].才智,2013(34):2.
- [2] 李玲.遥感测绘技术在测绘工作中的应用探究[J].科技创新与应用,2016(13):1.
- [3] 肖雅芸.卫星遥感在河湖岸线保护与利用监测中的应用[J].测绘与空间地理信息,2024(2):47.
- [4] 贾秋月,刘文兰.卫星遥感技术在土地资源调查中的应用研究[J].智慧城市,2023(11):46-48.
- [5] 史伟东.卫星遥感技术在土地资源调查中的应用探讨[J].内蒙古煤炭经济,2021(12):2.

Key Points of Surveying and Mapping Method of Special Terrain in Surveying and Mapping Engineering

Tao Huang

Shanghai Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200434, China

Abstract

The development of surveying and mapping engineering can better clear the actual situation of different regions, and for the subsequent local construction and project construction to provide more information reference and data support, but in the process of surveying and mapping engineering special terrain often make mapping engineering efficiency and quality is greatly affected, must be specific analysis and strengthen the adjustment and control of surveying and mapping methods. This paper will also focus on this, mainly from the common special terrain in surveying and mapping engineering, surveying and mapping technology and special terrain of surveying and mapping points, and other aspects, hope to combine the research of this paper, analysis and discussion can provide more reference and reference for measurement work, improve the quality and efficiency of surveying and mapping engineering.

Keywords

surveying and mapping engineering; special terrain; surveying and mapping efficiency; surveying and mapping technology

测绘工程中特殊地形的测绘方法要点思考

黄涛

上海勘测设计研究院有限公司，中国·上海 200434

摘要

测绘工程的开展可以更好地明确不同地区的实际情况，进而为后续的地方建设和项目建设提供更多的信息参考与数据支持，但是在测绘工程开展的过程中特殊地形往往会让测绘工程的测绘效率和质量受到极大的影响，必须具体问题具体分析并加强对测绘方法的调整与控制。论文主要从测绘工程中常见的特殊地形、测绘工程中特殊地形的测绘技术及特殊地形的测绘要点等多个方面展开论述，希望结合论文的研究、分析和探讨可以为测量工作提供更多的参考与借鉴，提高测绘工程质量与效率。

关键词

测绘工程；特殊地形；测绘效率；测绘技术

1 引言

经济社会的迅速发展、城市化的加剧让现阶段经济建设问题逐渐引起了人们的关注和重视，而在地方建设和经济建设的过程中测绘工程的有效落实是十分必要的，这可以为后续各项建设工作的开展提供准确且完整的信息数据，进而调节建设方案，提高工程建设的科学性与有效性，但是在测绘工程推进的过程中常常会面临着各种各样的特殊地形，让测绘工作在实践落实时面临着较多的问题和阻力，因此必须结合对测绘技术做出针对性调整，而在分析特殊地形的测绘要点之前，首先则需要明确特殊地形的常用测绘技术。

2 测绘工程中特殊地形的常用测绘技术

特殊地形区测绘工作在实践落实的过程中面临的困境和问题是相对较多的，影响测绘结果精准性的因素也是相对较多的，因此对于测绘技术的要求更高，而且现阶段来看在测绘工程中特殊地形的常用测绘技术包含如下几种，如图 1 所示。

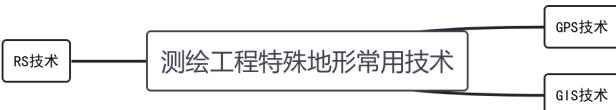


图 1 测绘工程中特殊地形的常用测绘技术

首先为 GPS 技术，该项技术在 20 世纪 70 年代就已经出现，最早应用于军事领域，随着时间的推移以及技术的发展逐渐应用于测绘领域且应用效果相对较好，该项技术的优势是较为显著的，即 GPS 技术在测绘工作落实的过程中应

【作者简介】黄涛（1979—），男，中国上海人，本科，工程师，从事测绘工程、工程管理研究。

用可以发挥其抗干扰能力相对较强、适配性相对较强的优势较好地确保测绘的精度，但是 GPS 技术也存在着一定的缺点和不足，即该项技术在特殊地形测绘工作落实的过程中应用时所需要消耗的时间相对较长，且很容易会受到信号的干扰，进而影响测绘结果的准确性和可靠性。

其次为 RS 技术，即遥感技术，该项技术是通过人造卫星等相应的仪器设备来收集电磁辐射、可见光和红外线等相应信息，为地形地势识别提供更多的助力，遥感技术最早出现于 20 世纪 60 年代，也是现阶段较为常用的一种测绘技术，遥感技术也可以与 GPS 技术、GIS 技术等相应现代化技术相融合，进一步提高测量的精度和测量的效率，保障特殊地形测绘的质量和水平^[1]。

最后为地理信息系统即 GIS 技术，该项技术需要配合计算机硬件和软件系统来提高地理信息收集、整合、分析的效率和质量，相较于其他技术地理信息系统充分发挥了信息技术和计算机技术的优势，不仅可以提高测绘效率，同时也可为测绘数据的分析提供更多的助力和保障，因此在测绘工程中也得到了广泛应用，但是该项技术也存在着一定的缺点和不足，即在实践应用的过程中资源耗损相对较大，成本负担相对较重。

3 测绘工程中较为常见的特殊地形及测绘方法

在测绘工程中较为常见的特殊地形包含以下几种，如图 2 所示。

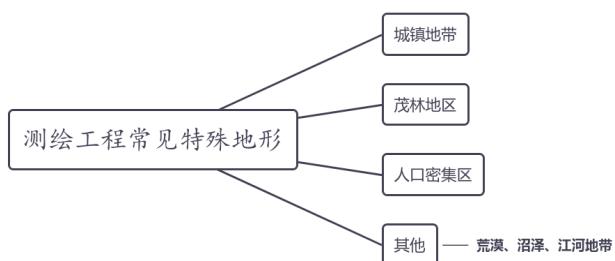


图 2 社会工程中常见的特殊地形

3.1 城镇地带

因为城镇地带建筑物相对较多且人口密度相对较大，因此在测绘工作落实的过程中受限较为严重，且不同地区的建筑风格和建筑特点存在鲜明差异，如果未能结合实际情况来对测绘方法做出针对性调节则很容易会影响测绘结果的精准性和可靠性，尤其是部分三线城市因其地理位置、地势地形等多重因素的影响，在测绘工作落实的过程中会面临着更多的问题和困境，这时则可以抓住以下几个要点落实测绘工作：

首先，可以通过全站测量仪技术的应用提高测距速度，降低时空限制，获得更加准确完整的测绘信息，尤其是在地形较为崎岖、复杂度相对较高的测绘工程中，全站测量仪的应用可以更好地保证测量结果的精确性。

其次，可以引入 RTK 测绘技术，尤其是在三线城镇和

城乡结合部等相应区域的测绘当中 RTK 技术的应用可以更加迅速完成定位、测量等相应工作。在此之后可以引入全站测绘仪，与 RTK 技术相互配合，提高测绘效果。

最后，可以引入免棱镜测绘技术，配合其他技术更好地发挥其操作简便、便携等相应优势，在此基础上测量人员还可以利用电脑软件快速收集整合测绘信息并完成草图的绘制工作，既避免了重复测绘造成的资源浪费和时间浪费，同时也可以较好地保障测绘结果的准确性。

3.2 茂林地区

中国国土面积广阔，部分地区因其地势地形、交通、气候以及历史因素等多重因素的影响可能会出现未开发的茂林地区，在该类地区进行测绘的过程中测绘人员的测绘效率和质量也会受到极大的影响，因为测量设备的传输信号会受密林的干扰，进而导致测绘结果的准确性和真实性受到较大的冲击，尤其是 RTK 技术、GPS 技术和 GIS 技术等相应测绘技术应用的过程中受到的干扰和影响是相对较大的，为了更好地解决这一问题相关测量人员在茂林地区地形测绘的过程中首先需要结合地方特点以及测绘需求来确定待测站点，并明确其直线距离，然后通过放样坐标与导线点落实测运算，判断测绘方向和方位角是否满足设计要求，最后通过导入测绘数值并展开相关预算形成测绘结果，并根据测绘要求对结果进行简化，使测绘结果满足后续测绘数据应用需求^[2]。

3.3 人口密集区测绘

如果在测绘工作开展的过程中待测区域的人口数量众多也很容易被影响测绘工作的正常开展，干扰测绘精度，尤其是在中国人口数量相对较大且城市化不断加剧的背景下，该类特殊情况出现的频率是相对比较高的，为了更好地解决这一问题则可以通过全站仪的应用来提高测绘质量，当然全站仪技术在人口密集区测绘时也会存在一些死角，无法保障测绘结果的完整性和可靠性，因此需要结合测绘需求和待测绘区域的实际情况来对全站仪的位置做出合理规划，避免死角的出现。此外，也可以通过全站仪类型的科学选择提高测绘效果，例如免棱镜全站仪则是应用效果相对较好的一种仪器设备，其灵活性相对较强且便携性相对较高，可以较好地满足人口众多地区的测绘需求^[3]。

3.4 其他

在测绘工程开展的过程中除了可能会遇到以上几种特殊地形以外，还存在着其他特殊情况，如经过荒漠、沼泽、江河地带等等，这些也会影响测绘工作的顺利开展，为了更好地解决这一问题则可以通过特定观测站的建立来提高观测效果，具体需要结合特殊地区的实际情况来展开分析，合理选择测绘技术方法。

4 测绘工程中特殊地形的测绘要点

想要更好的提高特殊地形测绘质量和水平，确保测绘

结果的准确性和可靠性，在测绘工作落实的过程中还需要抓住以下几个要点，加强技术控制和测绘管理。

4.1 做好数据的整合和分析

在上文中也有所提及，特殊地形测绘工作在实践落实的过程中可能面临的问题和困境是相对较多的，在这样的背景下想要确保测绘结果的完整性和可靠性，为后续的工程建设和城市建设提供更多的助力和参考，就必须秉承着具体问题具体分析的原则，因此在测绘工作落实之前必须做好资料的收集、整合和分析，在资料收集、整合、分析的过程中相关测量人员需要抓住以下几个要点：

首先，基础数据需要做好整合与分析，明确在测绘工程开展的过程中是否存在特殊地形以及特殊地形所处的地理位置，分析特殊地区的特殊性凸显在哪里等相应问题。

其次，需要结合已经收集到的资料信息做好问题摸排，明确特殊地形的出现对于测绘工作所产生的影响，分析在测绘工作落实的过程中可能会遇到的问题和困境，确定特殊地形区域哪些因素可能会影响测绘结果的准确性、真实性和可靠性，在此基础之上对测绘方案、测绘步骤做出适当调整，并明确测绘重点。

最后，在确定测绘方案以后需要进行可行性论证，从测绘方案的经济性、测绘结果的准确性以及测绘效率等多个维度来展开分析，能够及时发现测量方案中存在的某些不足，对其做出进一步的优化和调整，必要的情况下可以通过专家组内部讨论评定设置多个测绘方案，优中选优，为后续测绘工作的开展提供更多的指导和帮助^[4]。

4.2 测绘精度控制

首先，在测绘工作落实的过程中需要根据前期确定的测绘方案明确测绘顺序，在此基础之上做好人员组织结构的调整，根据不同测量人员的能力及特点划分工作职责，确保测绘工作能够顺利推进，有序开展。

其次，为了确保测绘结果的准确性和可靠性，需要落实全过程控制并完善规章制度，除了需要建设责任机制以外还需要根据不同测绘环节的主要工作内容、工作要点工作影响确定工作规范和工作要求，配合现场管理制度和奖惩机制加强行为约束，让相关测量人员在实践工作过程中主动规范

测量工作行为、端正工作态度，确保各项工作落实的规范性、科学性和有效性，配合多元化激励奖项，让相关测量人员的主观能动性得到充分调动，这样测量人员在实践工作落实的过程中也会自觉主动去分析如何更好的提高测绘质量和测绘水平，确保测绘结果的精度。

最后，在测绘过程中需要做好设备管理和设备调试，保证所应用到的测量设备处于最优运行状态，为此，相关单位可以通过建立测量设备维修保养机制的方式定期定向落实测量设备的维保工作，确保测量设备始终处于最优运行状态，配合培训制度让相关测量人员更好地明确在测绘工作落实的过程中需要遵循的测绘标准以及各仪器设备测绘技术的应用要求和应用标准，提高相关测量人员的业务能力，确保相关测量人员在测绘中能够科学规范的使用仪器设备，获得准确的测绘结果^[5]。

5 结语

测绘工程的有效落实可以为后续的工程建设和地方建设提供更丰富的数据支持与信息参考，针对性地调节建设方案，提高建设质量，控制建设成本，而在特殊地形测绘工作落实的过程中则很容易会受地势地形以及地标物和地表植被等多重因素的影响导致测绘精度受到较大的冲击，必须明确不同测绘技术的适用范围，并通过数据收集和过程管控的方式来确保测绘工作能够有效推进、高质量落实，提高测绘质量和测绘水平。

参考文献

- [1] 吴磊.测绘工程中的特殊地形测绘技术应用研究——以某城市的复杂区域为例[J].房地产世界,2024(9):155-157.
- [2] 王亚勋.测绘技术在特殊地形测绘工程中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(13):180-182.
- [3] 孙艳红,成胜伟,史华磊.矿山测绘工程中特殊地形测量技术与方法[J].中国金属通报,2024(4):45-47.
- [4] 符永存.测绘技术在特殊地形测绘工程中的应用[J].中国高新技术,2023(7):158-160.
- [5] 雷先林,赵亮.矿山测绘工程中特殊地形测量对策分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(36):139-141.

Application of GIS in Engineering Mapping

Gang He Jiejing Lin

Danzhou Jiaxin Surveying and Mapping Technology Service Co., Ltd., Danzhou, Hainan, 571700, China

Abstract

Under the promotion of rapid economic development, China's urbanization construction process is also accelerating, in the number and scale of engineering construction is increasing at the same time, all walks of society are more and more concerned about the construction quality of the project, highlighting the importance of engineering surveying and mapping work. The emergence and development of GIS, namely geographic information system, has brought new development opportunities to the field of engineering surveying and mapping. The accuracy of engineering surveying and mapping effect and the efficiency of surveying and mapping work have been greatly improved, so it has been widely used. Based on this, this paper analyzes and discusses the application of GIS in engineering surveying and mapping work, hoping to provide useful reference for related work.

Keywords

GIS; engineering mapping; application

GIS 在工程测绘工作中的应用探讨

何刚 林结经

儋州佳鑫测绘技术服务有限公司，中国·海南 儋州 571700

摘要

在经济快速发展的推动下，中国的城市化建设进程也在不断加快，在工程建设数量与规模不断增加的同时，社会各界对于工程的建设质量也是越发关注，突出了工程测绘工作的重要性。GIS即地理信息系统的出现与发展，为工程测绘领域带来了新的发展机遇，工程测绘效果的精确性、测绘工作效率等都得到了大幅提升，因此其获得了广泛的应用。基于此，论文就GIS在工程测绘工作中的应用及其相关进行了分析、探讨，希望能够为相关工作提供有益参考。

关键词

GIS；工程测绘；应用

1 引言

随着城市化建设进程的不断深入推进，工程项目的建设要求越来越高、越来越复杂，也使得工程测量工作难度不断增加，显然，传统的工程测量方式已然难以满足现代化工程建设的要求。在现代新型信息技术的融合应用下，催生了GIS技术，其在工程测绘领域中的应用，使得工程测绘工作产生了变革式发展，许多测绘工作摆脱了传统人工测绘的局限性，产生了质的突破，甚至可以说GIS的应用使得工程测绘进入了一个全新的发展领域。近年来，GIS技术在城乡规划、水利水电工程规划、环保工程测绘等方面的应用与快速发展，均体现出了GIS在工程测绘中的重要地位。

2 GIS 相关概述

GIS是地理信息系统的简称，是地理科学与信息技术的交叉融合，在测绘领域的应用具备划时代意义，其先进性

不但体现在空间数据采集与处理方面，同时也是空间信息基础理论与技术理论发展与研究的基础，GIS发展至今已然实现了地图学、地理学、遥感学、计算机科学等诸多学科的交叉融合，为实现对地球空间现象、过程规律等的有效探索创造了有利条件，尤其是借助对空间数据建模、数据分析预测等的应用，GIS在工程测绘、环境保护、工程决策支持等方面发挥着十分重要的作用。

3 GIS 在工程测绘工作中的重要作用

3.1 有助于提高测绘工作效率

与传统的工程测绘不同，GIS系统的应用不需要投入大量的人力、时间，大大提高了测绘工作的便利性。借助计算机技术、先进遥感设备等的应用，测绘工作人员能够快速实现对地理信息的收集、整理、处理。与传统的人工勘察、人工数据采集的方式相比，GIS系统中融合了对大数据信息库的建设与应用，在数据的收集、分析、处理等综合操作方面大大地降低了人工工作量与时间成本，使得工程测绘工作流程得到有效简化、优化，实现了测绘效率显著提升。

【作者简介】何刚（1967-），男，中国贵州遵义人，本科，工程师，从事国土工程研究。

3.2 取得较为明显的时效性优势

工程测绘过程中涉及的地理信息具备动态性特征，在时间的推移下许多地理数据会出现难以预测的变化。采用传统的测绘方式在应对这些变化方面存在较大的局限性，而GIS则不同。在数据库等技术的应用下，这些快速变化的信息能够得到全面、及时、准确的收集、整理，测绘工作所需的数据资源更为直观、清晰，测绘工作人员借助分析工作能够快速、准确地掌握地理数据的变化，进而及时修正测绘数据，确保测绘结果的较高时效性。

3.3 能够实现对误差的有效控制

传统的工程测绘方式往往会受到人为因素的较大影响而不可避免出现较大误差，甚至出现数据南辕北辙的现象。GIS技术的有效应用，则能够实现对这些误差的有效控制，避免测量误差对最后测绘结果的不良影响。在计算机模型、数据库技术等的应用下，工程测绘的数据分析、处理等的误差能够得到有效控制，并且将人为因素的误差控制在最小范围。与传统的人工测量相比，GIS无疑大幅提高了工程测绘结果的精确性，奠定工程建设的坚实、可靠基础。

4 GIS 在工程测绘应用的优势技术

4.1 数字成像技术的应用

在科技水平不断提升的推动下，数字成像技术在工程测绘中的应用优势不断凸显。数字成像技术的应用，为工程测绘工作提供了可靠、高效的数据处理方法，实现了对地理空间数据资料的快速采集、整理、分析，更好地保障了工程测绘数据的准确性。传统的工程测绘往往需要投入较大的人力、物力，尤其是需要测绘工作人员进行现场测绘，而复杂多变的测绘环境，以及高山、峡谷、沼泽的恶劣环境，使得工程测绘面临较大困难且准确性难以保障，不但制约了工程测绘的工作质效，同时还存在较为严重的安全隐患。数字成像技术作为GIS系统的重要组成体系，能够实现对测绘工作过程的有效简化，提高测绘工作效率。借助对航空摄像、无人机等现代设备、技术的应用，能够实现对复杂、危险地形地理影响数据的快速获取，再利用计算机软件进行后期处理与分析，实现对地理特性、地物特征的自动化识别。较之传统的测绘测量方式，数字成像技术的应用不但能够有效削减人力成本，同时还大幅缩短了测绘工作时间。数字成像技术在GIS系统中的融合应用，数据库技术的支撑下，能够实现对海量地理信息、土地利用情况等数据的收集、存储，进而为工程建设提供翔实的空间信息，为工程决策提供有效依据。

4.2 无人机与遥感技术的应用

在工程测绘领域，无人机与遥感技术表现出了较为明显的应用优势与广阔的应用前景。首先，无人机、遥感技术的应用能够在较大程度上无视恶劣环境的影响，例如，在地形崎岖、地势险峻等场景的测量能够获得较好效果。较之人

工测绘方式，无人机与遥感技术的应用，能够从空中对地面地理信息的详细、清晰获取，并且无人机具备机动性高、灵活性好的优势，能够穿入狭窄、危险地形，获得人工难以捕捉的区域地理信息。借助遥感技术对无人机获取的图像信息进行处理与分析，进而展现出更为全面、准确的地理数据，很好地解决了复杂环境的测绘难题。除此之外，无人机与遥感技术的应用还能够实现对无用信息的自动过滤，避免冗余数据、错误数据导致的测量误差。简单来说，无人机与遥感技术的应用在实现对工程区域地理数据信息的自动化采集、分析、处理，大幅提升测绘工作效率与准确性的同时，还能够在海量数据中提取出具备测绘价值的地理信息，更好地为工程项目决策提供依据。

5 GIS 在工程测绘中的具体应用

5.1 工程变形监测

工程测绘过程中GIS与GPS的有效结合，能够实现对工程变形情况的实时监测。例如，大坝作为水利工程的关键结构，一旦出现变形便会埋下严重的安全隐患。GIS与GPS技术的融合应用，对水利大坝位移、倾斜、沉降等情况的实时、持续监测，能够及时暴露出异常变形问题，为大坝的修复、调整争取足够的时间与空间，确保水利工程安全稳定。在工程变形监测中，地表沉降是较为重要的内容，会受到地下水变化、地质活动等因素的影响而发生难以预测的变化，一旦地表沉降超出安全范围值，将会对工程建设造成严重危害。GIS与GPS技术的应用，能够实现对地表沉降情况的实时监测、测绘、分析，结合沉降幅度、趋势等的测绘信息，为工程稳定性评估提供依据。总的来说，GIS系统在工程变形监测中的应用，能够实现对变形数据的实时监测、测绘，为工程设计与工程施工提供实时的工程变形情况与发展趋势分析，为工程设计与建设的及时调整与决策提供依据，保障工程结构的安全、稳固。

5.2 测绘数据的立体输出

简单来说，立体式数据能够结合工程测绘需求将收集的数据进行分析、处理，提高数据信息价值，并形成相应的图表与文件格式，以供工程建设使用，在现代城市测量与工程测绘领域中有着十分明显的应用价值与优势。首先，立体式数据将立体化系统与外部软件进行了有效结合，能够实现对测绘数据的实观展示，优化了许多繁琐过程。以图表、文件的形式进行数据的呈现，提高了工程数据信息处理的便利性与高效性，不再需要花费大量的时间、精力去解读原始数据，测绘工作人员能够以可视化的方式实现对所需信息的直接获取，测绘工作效率显著提升。其次，立体式数据的应用，是以对大量数据信息进行提取、分类为基础，有助完善测量分析报告，工程决策信息更为全面、详尽。还有，在测量资料的支撑下，还能够绘制出相应的地图、图件，更为准确、详尽地展示工程的地理信息，为工程决策提供可视化的数据

辅助，提高决策判断的准确性。再者，采用立体式数据输出的方式，能够有效节约后溪的数据处理时间，提高数据处理的质量。同时，在先进的算法与计算机技术的应用下，这些数据的偏差还能得到有效的自动化分析与校正，测绘数据更为可靠、准确。最后，GIS 系统中的立体式数据输出功能，也是用户进行信息咨询的窗口，能够为测绘人员提供所需的图表、报表、数据等图件信息，以翔实的地理信息，得到准确的工程测绘结果。

5.3 空间系统分析

实体测量作为工程测绘的核心任务之一，其关键在于实现对物理对象的空间位置、形状、属性等的准确测量与详细记录，在真实事物与地图之间建立起有效关联，为工程设计、规划、施工等提供准确数据支撑。GIS 系统集成了空间数据管理、分析以及可视化数据建模等功能，在空间分析中有着十分重要的应用。通过将测绘对象的空间数据、属性数据、地图数据进行有效整合，复杂空间关系与模式的分析、解读变得更为简单、便捷。在 GPS 技术的支撑下，工程测绘中的点、线、面信息获取更为准确，结合对遥感技术的应用，实现对地理地形图像等空间信息的全面获取，再借助空间关系分析、空间模型构建、地形属性分析等技术的应用，实现对工程区域空间实体的有效观测与测量。GIS 与空间数据以及气象数据、区域人口统计等其他数据的有效整合，使得工程测绘的依据更为准确、全面，更好地为工程规划与决策提供准确的空间定位、形态、关系等信息。

5.4 地形地貌测绘

地壳运动频繁区域的地震、洪涝、泥石流等自然灾害较为频发，严重影响人们的正常生活与生命安全，做好工程建设的地形地貌测绘则显得尤为重要。GIS 的有效应用提高了地形地貌测绘的精确水平，并且提高了测绘操作的安全性。例如，无人机技术在地形地貌测绘中的应用，不但可以从高空视角获取各类空间、地形地貌数据信息，并实时传递和存储到地面数据库当中，为后台控制中心对数据的协调、

管理提供依据，确保地形地貌图绘制的详细、准确，为工程建设直观地展示工程区域地势起伏、地貌特征、潜在风险等，进而制定出科学、安全、高质量的工程方案。基于 GIS 的地形地籍测绘，可以实现对区域情况的全面反映，为工程决策提供详细、准确的信息支持，有效规避潜在风险，提高工程决策的科学性、安全性。

5.5 智慧城市建设辅助

在智慧城市建设过程中，GIS 能够实现对交通流量、路口等情况的实时监测，奠定智能化交通管理的基础，借助有效的数据分析，实现对交通信号管控的有效优化，防止交通拥堵问题的发生，同时，在智能导航、车辆定位、路径规划等交通方面，GIS 也有着较为重要的应用。环境管理作为智慧城市建设的重要内容之一，GIS 的应用在传感器、监测设备的使用下实现对空气、水质、噪声等数据的实时收集、分析，辅助管理人员发现和解决环境问题，实现能源、水务等的智能化管理，提高城市资源利用效率。还有，在城市规划方面，GIS 在土地利用、人口分布、建筑工程结构等的数据分析方面也有着较为重要的应用，尤其是三维数字模型的应用，以虚拟的城市规划建模方式，直观展示城市的发展效果，有助对城市建设方案风险的有效规避，提高城市规划与土地利用的合理性。

参考文献

- [1] 刘姚,李明慧.新型地理信息系统技术在工程测绘中的应用要点分析[J].科技资讯,2024,22(15):38-40.
- [2] 林威.GIS在测绘中的应用[J].信息记录材料,2023,24(9):196-198.
- [3] 龙泰廷.GIS在工程测绘中的运用探究[J].低碳世界,2021,11(5):113-114.
- [4] 闫希粉.工程测绘中如何运用地理信息技术[J].世界有色金属,2021(5):180-181.
- [5] 赵孜康.研究GPS测绘技术在测绘工程中的应用路径[J].中华建设,2023(1):149-151.
- [6] 孙孟洋.GPS测绘技术在测绘工程中的有效应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(6).

Surface Deformation Monitoring Technology of Underground Pipeline Based on UAV Oblique Photography

Wenlong Jin

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

Abstract

UAV tilt photography technology has been widely used in various measurement applications because of its advantages of wide route coverage and fast data removal. In this paper, a new technology of surface deformation monitoring of underground pipeline based on UAV tilt photography is studied. Firstly, the technology of acquiring and processing UAV color and infrared oblique photography data is introduced, including route planning, terrain dependency point and pipeline attribute identification. Then, the experiment of data acquisition and processing of UAV tilt photography is designed and implemented. The experimental results show that UAV tilt photography can clearly display the deformation of the surface and accurately locate the deformation location, which is higher in accuracy and efficiency than traditional manual inspection. The application of this technology can not only improve the monitoring efficiency of the pipeline, reduce the monitoring cost, provide dense, continuous, high-precision deformation data, and is of great significance to prevent public safety accidents and improve the level of urban management.

Keywords

UAV oblique photography; underground pipeline; surface deformation monitoring; data; public safety accident prevention

基于无人机倾斜摄影的地下管线地表变形监测技术

靳文龙

山西省煤炭地质物探测绘有限公司，中国·山西晋中 030600

摘要

无人机倾斜摄影技术以其航线覆盖广、数据去得快等优点在各类测量应用中得到广泛应用。论文研究一类基于无人机倾斜摄影技术的地下管线地表变形监测新技术。首先，介绍了无人机彩色和红外倾斜摄影数据获取及处理技术，包括航线规划、地形从属点和管线属性识别等；随后，设计并实施了无人机倾斜摄影数据获取和处理的试验，实验结果表明，无人机倾斜摄影能够清楚地显示地表的变形，并准确地定位出变形位置，其精度高、效率优于传统的人工巡检。该技术的应用不仅能提高管线的监控效率，降低监控成本，提供密集、连续、高精度的变形数据，对预防公共安全事故，提升城市管理水平具有重要意义。

关键词

无人机倾斜摄影；地下管线；地表变形监测；数据；公共安全事故预防

1 引言

地下管线是现代城市基础设施的重要组成部分，关系到城市运行的安全和效率。传统的地下管线巡检方法，如人工巡检，既费时又费力，而且精度和效率也受到诸多限制。然而，亟待解决的问题在于地表变形的监控，因为这给城市安全带来重大威胁。因此，寻找一种快速、高效和精确的地下管线地表变形监测技术，已经成为当务之急。

近年来，无人机技术的发展为上述问题提供了新的解决方案。尤其是，无人机倾斜摄影技术因其广泛的航线覆盖、快速的数据获取等优点，在各类测量应用中广受欢迎。论文

将探讨基于无人机倾斜摄影技术的地下管线地表变形监测新技术。这种新技术不仅能提高地下管线的监控效率，降低管理成本，还能提供高精度的变形数据，对于防范公共安全事故和提高城市管理水平具有重大意义。

2 无人机倾斜摄影技术与地下管线地表变形监测

2.1 无人机倾斜摄影技术的基础知识与应用

无人机倾斜摄影技术作为一种先进的遥感测量方法，逐渐在各类地表监测中展现出其独特优势^[1]。其原理在于通过搭载在无人机上的多个倾斜相机，以不同角度拍摄目标区域，从而获取多视角的影像数据。这种多角度影像相比传统的垂直影像，更有助于全面地捕捉地形细节，实现三维重建。

倾斜摄影技术有着较广的覆盖范围和较高的空间分辨

【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。

率。其航线规划利用全球卫星导航系统（GNSS）和惯性测量单元（IMU），确保无人机飞行路径精确，影像数据的覆盖无遗漏。倾斜摄影数据快速获取的能力显著提升了测量效率，相对于传统地面测量方式，减少了人力和时间成本。实时性和高效率的特点，使其在突发公共安全事件和需要快速获取地形数据的场景中具有重要应用价值^[2]。

在实际应用中，倾斜摄影技术不仅用于城市三维建模、古建筑保护等领域，也在基础设施监测特别是地下管线地表变形中展现出明显优势。当地下管线发生变形或者位移时，地表会出现一定程度的形变，通过高精度多视角影像数据，可以迅速、精准地识别这些微小变化。通过与地理信息系统（GIS）相结合，还能建立起详细的管线地表变形模型，为后续的修复和维护提供科学依据。

2.2 地下管线地表变形的基本理论和检测方法

地下管线地表变形通常由地下施工、地质变化或自然灾害等原因引起，影响地表的安全和稳定。基本理论包括地形变形理论和岩土工程学，这些理论涉及应力场、变形机理以及对地表及地下管线的影响。监测方法主要包括传统的人工巡检方法、地面雷达监测、基于 GPS 和全站仪的高精度定位监测。传统方法如视觉巡检、水平测量等，虽然具备一定的监测精度，但存在受制于天气条件、人工成本高和数据密度不够等问题。地面雷达监测和 GPS 定位监测技术在密度及精度方面有所提高，但设备昂贵，操作复杂，难以连续、实时监测大范围的区域。新兴的无人机倾斜摄影技术，通过获取大范围的高分辨率图像，辅以高度数据和倾斜角度的多维度信息处理，能够克服传统方法的局限，提供更为密集、准确的地表变形监测数据。这一技术在效率、成本和数据精度方面体现出突出的优势。

2.3 无人机倾斜摄影技术在地下管线地表变形监测中的应用前景

无人机倾斜摄影技术在地下管线地表变形监测中的应用前景十分广阔。凭借其航线覆盖广、数据获取快捷等优势，该技术能够提供高精度、连续性的地表变形数据，显著提升监测效率和准确性。传统人工巡检手段难以实现的精细化监测，通过无人机倾斜摄影得以实现^[3]。未来，随着技术的进一步发展，数据处理算法的优化和硬件设备的升级，该技术将在城市地下管线管理、公共安全预警以及灾害评估等领域发挥越来越重要的作用，助力构建智能城市管理体系。

3 无人机倾斜摄影数据获取及处理技术

3.1 无人机航线规划与倾斜摄影数据的快速获取

在无人机倾斜摄影数据获取过程中，航线规划是一个至关重要的环节。合理的航线规划不仅可以覆盖目标区域，还能确保数据的连续性和准确性。航线规划过程涉及多个因素，包括飞行高度、航线间距、拍摄角度以及拍摄频率等。

飞行高度通常根据地形特征和测量精度要求进行选择。较低的飞行高度有助于提高图像分辨率，但覆盖区域较小；

较高的飞行高度则可以增加覆盖范围，但可能降低图像的细节表现。合理的航线间距能够确保图像之间有足够的重叠，从而在后期处理时构建高精度的三维模型。一般来说，航线间距应当设置为图像宽度的 60%~80%。

拍摄角度决定了倾斜摄影数据的丰富性和多样性^[4]。倾斜摄影通常包括垂直方向和若干个不同角度的倾斜方向拍摄。这样的配置可以提供更多的视角，有利于地形和结构的全面捕捉。拍摄频率则根据无人机速度和目标区域的大小加以调整，确保在规定时间内完成高质量的数据采集。

航线规划完成后，无人机按照预定计划飞行，并在各个节点拍摄高分辨率图像。所获取的数据会被实时传输回地面控制站，或者存储在无人机的内部存储设备中，待飞行任务完成后进行数据下载。

无人机倾斜摄影数据的快速获取得益于现代无人机技术的不断发展，其中包括高效的电池技术、精确的 GPS 定位系统以及自动化的飞行控制系统。这些技术保证了无人机能够在复杂的地形和多变的环境中稳定飞行，大幅提高了数据获取的效率和精度。

3.2 地形从属点和管线属性的识别方法研究

在地形从属点和管线属性的识别方法研究中，利用无人机倾斜摄影技术获取的数据，通过结合高精度定位技术和图形识别算法，准确地提取地形从属点的坐标信息。这些从属点通过对比现有的地下管线地理信息系统（GIS）数据库，确定其与地表特征点的对应关系。在识别管线属性时，采用多光谱分析和热红外影像辅助技术，对地表温度异常与地形变化进行综合分析，以确认地下管线的位置与走向。通过机器学习算法进一步优化识别过程，能够区分不同类型的管线，如供水、电力和燃气管线，从而实现对管线属性的自动化识别^[5]。该方法通过对大规模数据的批量处理，提高了识别精度和效率，为管线地表变形的监测提供了可靠的数据支持。

3.3 倾斜摄影数据的处理和地表变形的定位识别

倾斜摄影数据的处理需要考虑数据的精确拼接和高效处理。通过无人机获取的多角度影像数据，应用影像匹配算法生成高密度点云。点云处理通过滤波和分类以提取精确的地形信息和管线痕迹。地表变形识别基于点云的高精度数字表面模型（DSM）和数字高程模型（DEM）分析。比较多时相 DSM 和 DEM 数据，通过差分分析精确识别变形区域。利用自动化图像分析技术和机器学习算法，提高变形位置的检测效率和准确性，确保地表变形的定位精度满足监测要求。

4 无人机倾斜摄影地下管线地表变形监测技术的意义和展望

4.1 地下管线地表变形监测技术对公共安全的保障和意义

当前，地下管线由于年久失修、自然灾害、地质运动

等因素常常发生地表变形，导致管线破损、泄漏等安全隐患。无人机倾斜摄影技术凭借其航线覆盖广、数据获取迅速的优势，可以实现对大范围区域的高效监测，及时发现地表变形情况，预防安全事故的发生。

无人机倾斜摄影技术能够提供高分辨率的地表影像和精确的三维模型，这有助于快速、准确地识别和定位地表变形的具体位置及其影响范围。尤其在复杂地形和城市中心区域，无人机能够轻松越过障碍物，减少人工巡检中的死角和盲区，提高了监测效果的全面性和精准性。通过倾斜摄影影像和三维模型的分析，能够细化变形监测数据，快速定位损坏区域，实现早期预警，进而启动及时的应急修复措施，避免事故扩大。

通过应用无人机倾斜摄影技术，不仅能够显著提升地下管线地表变形监测的效率和准确度，也能优化监测工作的成本和资源投入。相比于传统的人工巡检和固定监测设备，无人机监测能够大大降低人力成本，并减少人为巡检的误差，提高了整个监控系统的可靠性和经济性。这些优势对于公共设施的安全管理具有重要作用，极大地提升了城市安全管理水平，为城市安全运维提供了强有力的技术支撑。

4.2 地下管线地表变形监测技术在城市管理中的作用分析

通过无人机倾斜摄影技术，可以高效地获取城市地下管线区域的详细影像及变形数据，这些数据能够提供精确的地表变形信息，有助于及时发现和预防潜在的地下管线事故。该技术显著提高了城市地下管线的监控效率，能实时、连续地监测管线周边地表的微小变形，对防范事故和维护地下设施具有重要意义。

无人机倾斜摄影技术还帮助城市管理部门进行科学决策，为城市规划和基础设施建设提供数据支持。可利用高精度的影像数据来优化管线布局，减少施工过程中的风险，提高资源利用效率。通过对历史数据的比对和分析，城市各部門能预判未来的地表变形趋势，从而提前采取防范措施，提升城市管理的前瞻性和主动性。整体而言，无人机倾斜摄影技术为城市管理提供了全新的视角和强有力的技术支撑，大幅提升城市运行的安全性和管理效率。

4.3 地下管线地表变形监测技术的发展前景和挑战

基于无人机倾斜摄影的地下管线地表变形监测技术发

展前景广阔，主要体现在提升管线安全监控效果及减少人工成本。技术仍然面临诸多挑战，如高精度算法开发、数据处理能力提升以及无人机续航能力的限制。如何在复杂城市环境中实现全覆盖监测以及应对天气、环境干扰也是亟待解决的问题。未来的发展应集中在技术优化、算法改进和硬件升级，以提高监测精度和效率，推动技术在更多实际应用中的普及与推广。

5 结语

论文研究了无人机倾斜摄影技术在地下管线地表变形监测中的应用，详细介绍了无人机彩色和红外倾斜摄影数据获取及处理技术，并进行了实验验证，确认无人机倾斜摄影能够清晰地显示地表的变形，并准确地定位出变形位置，且其精度高、效率优于传统的人工巡检。对于公共安全预防和城市管理水平提升将有重要意义。然而，本次研究仍存在一些局限，如对不同地质结构和环境条件下无人机倾斜摄影技术的适应性研究不够充分，对于克服自然环境变化造成的影响，改进无人机倾斜摄影技术仍需进一步研究。对于未来地下管线地表变形监测技术的研究，论文依据研究结果提出，应进一步完善无人机倾斜摄影在地下管线地表变形监测中的应用方法论，研究并开发适应性更强、精度更高的倾斜摄影设备，同时，在积累更多实践经验的基础上，规范化无人机倾斜摄影的监测流程，提高其实用性和可靠性。只有这样，我们才能最终实现无人机倾斜摄影技术在地下管线地表变形监测中的广泛应用，有效预防公共安全事故，夯实城市建设管理和管理的基石。

参考文献

- [1] 刘孝春.基于无人机摄影测量技术的地表塌陷变形监测探讨[J].中国金属通报,2023(3):216-218.
- [2] 杨建峰,魏春晓.无人机倾斜摄影测量数据获取及处理探讨[J].工程技术研究(百科),2019,1(4):99-100.
- [3] 徐施文.关于无人机倾斜摄影测量数据获取及处理的思考[J].丝路视野,2019(15):122-124.
- [4] 侯方国,刘欣,任秀波.无人机倾斜摄影与LiDAR融合监测技术[J].测绘通报,2022(11):128-131.
- [5] 毕皓婷,龙京建.基于无人机倾斜摄影测量的地表变形监测[J].智慧城市,2022,8(12):4-6.