

Modern Surveying & Mapping Engineering

# 现代测绘工程

Volume 2 Issue 2 · August 2019 · ISSN 2705-0521



## 目的和范围：

《现代测绘工程》是一本开放获取的国际学术期刊，旨在反映现代高新技术发展在测绘领域的应用情况，推动测绘科技成果向生产力转化，促进测绘行业的科技进步，为广大测绘科技工作者提供一个广泛交流测绘理论研究、应用技术、生产经验的平台，期刊使用语言是华文。

为满足广大科研人员的需要，《现代测绘工程》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 测绘技术研究与应用
- 测绘生产与管理
- 测绘经济与管理
- 测绘技术与可持续发展
- 测绘教育理论
- 测绘仪器开发研制
- 地理信息技术研究与应用

## 编委会

### 主 编

申 冲 中北大学

### 编 委

郭 斐 武汉大学测绘学院

涂 锐 国家授时中心

纪 元 法 桂林电子科技大学

张 伟 深圳大学

郭 稳 北京工业大学

叶 文 中国计量科学研究院

张 且 且 北京航空航天大学

张 鹏 飞 中国科学院国家授时中心

史 俊 波 武汉大学

宫 晓 琳 北京航空航天大学

## 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.

# 现代测绘工程

Modern Surveying & Mapping Engineering

August 2019 | Volume 2 · Issue 2 | ISSN 2705-0521

**主编**

申冲

中北大学，中国

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD

12 Eu Tong Sen Street

#08-169

Singapore 059819



## 研究性文章

- 1 云南省“多规合一”业务协同平台的设计  
/ 潘英英 申辽 王志敏 李东
- 4 土地利用动态遥感监测技术在建设用地发展中的应用  
/ 申红波
- 7 遥感技术在第二次土地调查中的应用  
/ 顾涛
- 10 三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中的应用分析?  
/ 王颖玉

## 综述性文章

- 13 无人机空中激光扫描测绘系统的设计与实现分析  
/ 孙贵平
- 16 数字航空摄影测量数据处理关键技术探讨  
/ 蔡长武

## Article

- 1 Design of “Multiple Plans Integration” Business Collaboration Platform in Yunnan Province  
/ Yingying Pan Liao Shen Zhimin Wang Dong Li
- 4 Application of Land Use Dynamic Remote Sensing Monitoring Technology in Construction Land Development  
/ Hongbo Shen
- 7 Application of Remote Sensing Technology in the Second Land Survey  
/ Tao Gu
- 10 Application of 3D Laser Scanning Technology in Landslide Physical Model Test  
/ Yingyu Wang

## Review

- 13 Design and Implementation Analysis of UAV Aerial Laser Scanning Mapping System  
/ Guiping Sun
- 16 Discussion on Key Technologies of Digital Aerial Photogrammetry Data Processing  
/ Changwu Cai

# Design of “Multiple Plans Integration” Business Collaboration Platform in Yunnan Province

Yingying Pan<sup>1</sup> Liao Shen<sup>1</sup> Zhimin Wang<sup>2</sup> Dong Li<sup>1</sup>

1. Yunnan Province Surveying and Mapping Archives (Basic Geographic Information Center of Yunnan Province), Kunming, Yunnan, 650034, China

2. Land and Resources Information Center of Yunnan Province, Kunming, Yunnan 650224, China

## Abstract

The “multiple plans integration” business collaboration platform in Yunnan Province, China, adopts the design idea of enterprise overall architecture and service-oriented architecture, and constructs an “integrated” integration framework, which is the basic supporting system of the province’s engineering construction project examination and approval management system. The “project planning and generation” system of the platform co-ordinates the requirements of various departments to put forward construction conditions and evaluation items for engineering construction projects, provides a basis for project construction units to implement construction conditions and relevant departments to strengthen supervision and management, accelerates the generation of pre-project planning, and simplifies project approval or approval procedures.

## Keywords

multiple plans integration; project planning and generation; BPM; micro-service; hierarchical authority management

## 云南省“多规合一”业务协同平台的设计

潘英英<sup>1</sup> 申辽<sup>1</sup> 王志敏<sup>2</sup> 李东<sup>1</sup>

1. 云南省测绘资料档案馆（云南省基础地理信息中心），中国·云南昆明 650034

2. 云南省国土资源信息中心，中国·云南昆明 650224

## 摘要

中国云南省“多规合一”业务协同平台采用企业总体架构和面向服务架构的设计思想，构建“一体化”集成框架，是全省工程建设项目审批管理系统的基础支撑系统。平台的“一张蓝图”系统整合了各类空间性规划和相关规划，做到“发展目标、用地指标、空间坐标”相一致，形成城乡统筹、全域覆盖、要素叠加的一本规划、一张蓝图；平台的“项目策划生成”系统则统筹协调各部门对工程建设项目提出建设条件以及需要开展的评估评价事项等要求，为项目建设单位落实建设条件、相关部门加强监督管理提供依据，加速项目前期策划生成，简化了项目审批或核准手续。

## 关键词

多规合一；项目策划生成；BPM；微服务；分级权限管理

## 1 引言

中国共产党、国务院高度重视创造良好营商环境和简政放权、放管结合、优化服务改革有关工作，在工程建设领域发文明确了改革要求<sup>[1]</sup>，按照国务院办公厅《关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见》（国办发〔2019〕11号）的要求，中国云南省制定了《云南省工程建设项目审批管理系统建设方案》，方案提出“多规合一”业务协同平台是全省工程建设项目审批管理系统的基础支撑系统，并与全省工程建设项目审批管理系统数据对接和业务协同，实现“一张蓝图”统筹项目实施<sup>[2]</sup>。

中国云南省“多规合一”业务协同平台整体上包括“国土空间规划一张蓝图”系统和项目策划生成系统，又从应用层面上分为各州市“多规合一”业务协同和省级“多规合一”业务协同。形成了“一套数据标准规范、一个综合数据库、一个业务协同平台、一套协同机制”，实现了全省城乡空间规划和实施管理数字化；依托建设项目生成策划管理机制，以空间信息共享共用为基础，落实投资、预选址、承载力、用地指标等条件，使策划生成的项目可决策、可落地、可实施，为审批提速创造条件。

## 2 平台设计

### 2.1 平台总体架构设计

平台采用企业总体架构和面向服务架构的设计思想，构建了“一体化”集成框架；同时采用层次化设计思想，以实现不同层次间的相互独立性，保障系统的高度稳定性、实用性和可扩展性。技术架构设计上，采用了主流 SOA 架构提供高稳定、高可用、灵活拓展的应用支撑，满足在各类应用的长期提升要求。如图 1 所示：

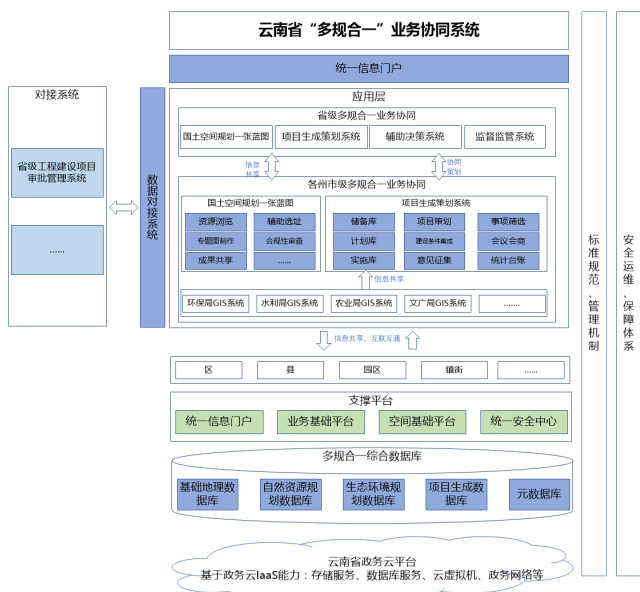


图 1 平台总体架构图

### 2.2 平台功能设计

各州市用户偏向应用，因此主要内容包括“国土空间规划一张蓝图”和“项目策划生成”，国土空间规划一张蓝图服务于工程审批建设管理工作，为国土空间规划编制、管理提供以现状、规划、管理和社会经济数据为核心的国土空间规划一张图及相关应用，提供规划数据服务、辅助选址、规划符合性审查功能服务等有关服务。项目策划生成以一张蓝图为基础，在工程建设项目审批前期，提供多部门协同工作，统筹项目投资、预选址、用地指标等建设条件，实现在线协商、意见跟踪、信息共享、矛盾协调，促使策划生成的项目可落地、可决策、可实施、可评估、可考核、可督察，并将策划生成的项目推送审批，为审批提速创造条件。

省级用户注重监管，因此除了“国土空间规划一张蓝图”和“项目策划生成”，还增加了“辅助决策系统”和“监督监管系统”，采用丰富的图表及地图联动的方式，对系统中

数据进行分析，为省级用户更好的监督监管提供了有利手段。

### 2.3 平台接口设计

#### (1) 服务接口设计

系统间集成优先采用 Webservice 的 SOAP 服务，于要对接的系统受到不同的设计约束，因此优先采用 XML 的 SOAP 服务实现系统间对接，XML 是自描述语言能够规范系统对接是数据的描述和传递，能够使得对接更加规范，也有利于将来改进；信息资源发布与集成基于 RESTful Web 服务；空间信息共享服务的发布则遵循 OGC 标准规范。

#### (2) 数据接口设计

对于有条件在线方式对接就优先使用数据服务接口完成即时交互；对于跨不同网络，或者数据处理需要花费很多时间的情况下，需要采用离线数据交换设计，

离线数据以数据包传输为主，甚至采用中间的 XML 格式，对于系统能够识别的 Excel 格式的数据导入导出也可以局部使用；也可以使用固定格式的 Excel 或者 Access，作为人工识别的数据模板文件，通过导入导出功能，满足系统间的数据交换。

## 3 关键技术路线

### 3.1 跨部门的业务流程管理技术 (BPM)

项目生成业务流程涉及跨多个部门并联审批，多层次子流程结合审批，因此，平台采用 BPM (Business Process Management, 业务流程管理) 技术实现跨部门、多层次、端到端的全生命周期业务流程管理。业务流程管理技术是从业务流程管理、流程服务运行支持和流程设计环境几个方面考虑流程管理；业务流程对流程版本进行多版本并存方式运行，即流程的修改不应该影响以前办理相关项目的审批过程的重现；业务流程管理技术针对流程服务实现端到端的跨部门间协作的方式；对于全生命周期的业务流程可进行流程绩效分析和流程监控，并为流程优化提供数据报表支持。

### 3.2 分布式微服务架构技术

当垂直应用越来越多，应用之间的交互不可避免，所以需要核心业务抽取出来，作为独立的服务，逐渐形成稳定的服务中心，从而使前端应用能更快速地响应多变的业务需求。微服务架构的核心在于围绕着业务领域组件来创建应用，使应用可以独立地进行开发、管理和加速。

根据平台的应用场景构造对应的服务化体系，系统中的

各个微服务仅关注于完成一件任务并可被独立分布式部署。从而降低系统的复杂度和耦合度,提升组件的内聚性、敏捷性,极大地提升服务的响应效率和能力,使得系统能够以较低的成本继续保持高可用性。

### 3.3 分级权限管理技术

提供基于四元组模型的金字塔资料管理,并对不同级别的资料进行分级权限控制。支持企业级别、部门级别、团队级别、项目级别、个人级别的数据分级管理,不同级别的数据仅在权限范围内使用,以此保证不同级别数据的安全性和隐私性,实现碎片化数据资料的收集、整理和更新,将碎片化资料变为组织资产进行管理,并对不同级别的资料进行分级权限控制。

## 4 结语

作为“互联网+政务服务”以及“放管服”改革的聚焦

和深化,工程建设项目审批制度改革以推进政府治理体系和治理能力现代化为目标、以更好更快方便企业和群众办事为导向,加大转变政府职能和简政放权力度,努力实现工程建设项目审批“四统一”。云南省“多规合一”业务协同平台整合了包含规划、现状、基础地理的各类空间数据,统一了各类数据入库标准,实现了“一张蓝图”统筹工程建设项目的实施,为项目建设单位落实建设条件、相关部门加强监督管理提供了充分的依据,加速了项目前期策划生成,简化了项目审批或核准手续,是政府数字化转型的有效途径。

### 参考文献

- [1] 关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见 [S]. 国办发[2019]11号.
- [2] 云南省工程建设项目审批制度改革实施方案 [S]. 云政办发[2019]50号.

# Application of Land Use Dynamic Remote Sensing Monitoring Technology in Construction Land Development

Hongbo Shen

Beijing Zhongtian Bodi Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

## Abstract

With the acceleration of economic development and urbanization, the use of land resources also needs to be updated. It has become a realistic demand to adopt a more efficient and accurate land survey method, so the dynamic remote sensing has the characteristics of high accuracy and high efficiency, and has become an important means of land and resources investigation and monitoring in our country. This paper analyzes the characteristics of land dynamic remote sensing monitoring technology to explain the important application of land use dynamic remote sensing technology in land and resources survey and management in the development of construction land.

## Keywords

land and resources; remote sensing technology; dynamic monitoring; construction land

---

## 土地利用动态遥感监测技术在建设用地发展中的应用

申红波

北京中天博地科技有限公司, 中国·北京 100000

## 摘 要

随着经济发展和城市化进程的不断加快, 土地资源的利用情况也需要不断进行数据更新。采取更加高效和精准的土地调查方式成为了现实需求, 而动态遥感精确度高、效率高等特点成为了中国重要的国土资源调查监测手段。论文通过分析土地动态遥感监测技术的特点, 来阐述在建设用地发展中, 土地利用动态遥感技术在国土资源调查管理工作中的重要应用。

## 关键词

国土资源; 遥感技术; 动态监测; 建设用地

---

## 1 前言

遥感技术在 21 世纪的应用突飞猛进, 在实用性和业务性方面有着突出表现, 在各行各业的应用不断增加, 很好地促进了土地调查技术手段的创新性和有效性。运用遥感技术进行大面积、大规模的实时动态信息采集, 是航空航天技术在土地管理领域的重要运用。

## 2 土地利用动态遥感监测的应用现状

随着土地利用变化的日趋频繁, 土地监测技术也需要满足实时动态的监测要求。传统的监测手段难以满足土地资源变化的要求, 基于土地遥感的动态检测方法可以快速获取地面上各要素的特点, 从而快速判断土地利用类型的特点和分布。

### 2.1 土地利用动态遥感监测的特点

遥感技术是可以配置传感器装置, 在不和

直接接触的情况下获得其特征信息, 并将这些信息进行收集、加工和分析的一门科学技术。其全天候的进行工作, 实时获取信息并可以及时传达到工作组的特点, 提高了土地调查工作的效率<sup>[1]</sup>。土地利用动态遥感监测, 是在上一年度的土地变更数据和图件的基础上, 利用遥感图像处理 and 识别的技术, 进一步提取变化的信息, 达到对建设用地等土地利用情况变化的提取。利用遥感监测技术, 可以使结果具有更高的精确度、可视化程度提高, 能够客观反映变化现状, 弥补人力不足等弊端。克服了常规巡查中人力不足等问题, 既能扩大监督的广度和深度, 也能及时快速的对不合理的土地利用做出反应。

利用遥感技术进行土地调查后形成的资料, 能很好地弥补传统技术存在的弊端, 且可以直接将获得的影像资料作为城市建设等的工作底图。在这种工作底图上进行一定的城市



用地规划设想后,再配合一些实地考察,可以大大提高工作的效率,减少不必要的人力、物力、财力的支出。减少了人为干预,可以保障数据更加真实可靠。土地利用动态遥感监测常用方法包括实地调查、统计报表调查、遥感监测、专项定点监测等。它的技术流程图如图1所示,是基于基础控制资料和2个及以上时相的航天遥感影像制作数字正射影像图;结合土地利用数据库、土地利用规划与基础地理等相关信息,主要依据遥感影像纹理结构和光谱信息的一致性与差异性特征、及土地利用类型和分布区位等要素,采用变化信息自动识别与人机交互相结合的方法,对比发现、综合分析并提取土地利用变化信息;通过实地调查,掌握相应时段、监测区内的土地利用变化状况<sup>[2]</sup>。

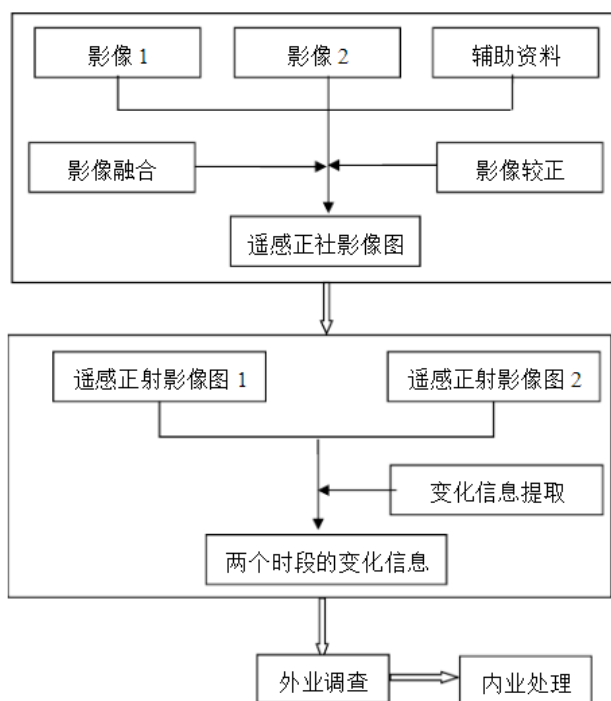


图1 土地动态监测的技术流程图

## 2.2 土地利用动态遥感监测的作用

土地利用动态遥感监测,具有卫星影像资料覆盖范围大且成像快速的特点,卫星遥感技术可以快速发现全国范围内的土地利用变化情况,形成变化的图斑,如图2所示<sup>[3]</sup>。开展土地利用动态遥感监测工作,可以使用卫星遥感监测技术,内业提取变化图斑,再到实地去核实变化的情况,从而使土地变更调查工作迅速推进。监测土地利用总体规划的实施情况,可以促进城市建设用地规模的宏观调控。在对土地利用进行合法化监督时,也可以通过图斑进行迅速确认,如果有

违法使用土地的情况,就可以迅速判断并采取惩罚措施。

通过规划实施动态遥感监测,可以对规划实施情况进行监督检查,包括未经批准的建设工程等也都能进行监测,这是非常有利于国土资源管理在规划落实方面进行威慑的措施。可以最大程度上保证国家政策在地方上的落实程度,也能减少盲目占用土地无法及时发现等问题。遥感影像提供了一个科学的,持久的数据来源,这种数据无论是用于土地执法的事件追查,还是事后评价,都是具有客观真实性的,最大限度的减少地方上的土地违法使用。即便是交通部不变等时效性较强的问题,也能通过重点图斑的存在进行追查威慑,减少各种不规范行为。



图2 上冻青岛市胶东国际机场大型工程监测

## 3 土地利用动态遥感监测在建设用发展的意义

在以城市发展规划为基础的经济发展中,建设用地的分布不断扩大,为了科学分析建设用地增加、耕地以及农业用地等土地利用类型减少的现状,需要对土地利用类型进行实时监测。

### 3.1 土地利用动态遥感监测的科学性

利用遥感技术进行土地的动态监测,主要包括对一定时间段及特定区域内土地利用变化信息的收集。这些信息包括图例利用、权属、价格以及质量等信息的监测。遥感技术为土地利用的动态遥感监测提供了大范围、多时效的土地利用

信息,利用这些遥感信息可以实施有效的继续宁土地资源利用的动态监测,及时掌握土地利用的变化。

在目前已有的土地调查工作中发现,建设用地比例增长过快,这种现状导致耕地面积不断减少;且城市绿地面积因为建筑开发等原因也在不断缩小,比较明显的问题就是原本用作绿地面积的规划,很多都变成了建设用地,生态资源遭到严重破坏。虽然城市发展对经济发展有重要的推动作用,但是城市的发展并不是以建设用地面积的增长为特征的。城市的发展需要多元素的全方位体现,所以在结合城市发展规划的同时,也要突出城市的历史气息和生态气息,对土地利用类型进行合理规划。如果忽视土地利用类型的科学性,就会出现城市面积盲目扩大后的许多城市问题,影响城市基础设施的建设。但是为了城市基础设施的推进也不能盲目利用土地,如北京为了拓展文化事业不断扩大高尔夫俱乐部的草场面积等。所以实时把握好土地利用类型的变化,才能进行科学的宏观调控。

### 3.2 土地利用动态遥感监测的有效性

目前建设用地发展过快,一部分原因是没有理解好国家在城市化推进中的要求,以为城市化建设的过程就是建设用地增加的过程。国家在采取土地利用的宏观调控,监测土地利用的分布和变化后,耕地减少的趋势逐渐递减,城市化发展和耕地保护才得以良性发展。利用动态遥感监测技术年度监测和季度监测相结合,可以及时发现城市建设用地的变化,及时止损。

在城市化发展过程中,城市化的稳步提高和土地利用类型变更的良性双赢,就是利用土地集约化这一途径。在对土

地进行科学规划的基础上,以高度内涵和合理外延相结合的趋势进行发展,可以减少许多不必要的发展问题。而要实现这一发展需求,就需要在对土地利用类型进行调查后,利用资料继续总图规划,以此作为城市规划的基础。严格控制大型娱乐设施的建设,许多建设用地开发的法律存在一定的灰色地带,所以为了保护耕地,合理利用土地,就需要对一些大型娱乐场所的土地利用进行严格控制。虽然城市生活中需要娱乐设施来进行心态调整,但是也要合理发展。在城市发展过程中,按照合理的比例,严格控制各种土地利用类型的占比,实现对土地的合理高效利用。

## 4 结语

综上所述,由于社会经济的不断发展,土地调查作为一项基础工作也需要不断更新,特别是建设用地的不断拓展,对耕地等土地利用类型的保护也成为了当下亟待解决的问题。中国土地调查的时间跨度较大,所以许多现有资料已经无法跟上土地利用状况变化的现实,因此土地利用遥感动态监测是建设用地发展中的现实需求。

## 参考文献

- [1] 李延荣. 遥感技术在土地利用动态监测中的应用价值分析 [J]. 环境与发展, 2018(8):95-101.
- [2] 那岩, 张默. 土地利用动态遥感监测技术及成果在国土资源管理工作中的应用 [J]. 科学技术创新, 2015(12).
- [3] 李金鹿, 顾慧, 马昭辉. 提高土地利用动态遥感监测信息提取准确性的控制方法分析 [J]. 矿产勘查, 2016(01):73-80.

# Application of Remote Sensing Technology in the Second Land Survey

Tao Gu

Beijing Zhongtian Bodi Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

## Abstract

Land survey is an important way for the state to carry out macro-control of the distribution and change of land use types. As economic development and urbanization continue to accelerate, land surveys also need to be constantly updated with data. Based on the original data, a more efficient and accurate land survey method has become a reality. The application of remote sensing technology in the second Land Survey is feasible. By analyzing the data acquisition, storage, and analysis of remote sensing technology in land survey, the paper expounds the significance of remote sensing technology for land survey.

## Keywords

remote sensing technology; land survey; image data; vectorization

---

## 遥感技术在第二次土地调查中的应用

顾涛

北京中天博地科技有限公司, 中国·北京 100000

## 摘要

土地调查是国家对土地利用类型的分布及变化情况进行宏观调控的重要方式, 由于经济发展和城市化进程的不断加快, 土地调查也需要不断进行数据更新。在原有的数据基础上, 采取更加高效和精准的土地调查方式成为了现实需求。遥感技术在第二次土地调查中的应用具有可行性, 论文通过分析遥感技术在土地调查中的资料获取、储存和分析等, 阐述了遥感技术对于土地调查的重要意义。

## 关键词

遥感技术; 土地调查; 影像资料; 矢量化

---

## 1 前言

由于社会经济的不断发展, 每年的土地利用数据都会发生变化, 土地调查作为一项基础工作也需要不断更新, 否则会影响成果的转化。中国土地调查的时间跨度较大, 需要地方的县市土地调查时隔较久, 土地利用的现有资料已经无法跟上土地利用状况变化的现实。遥感技术在 21 世纪的应用突飞猛进, 在实用性和业务性方面有突出表现, 在各行各业的应用不断增加。为了把握好土地利用现状, 提高土地利用资料的时效性, 在已有土地调查的基础上, 遥感技术很好地促进了土地调查技术手段的创新性和有效性。

## 2 遥感技术的内涵

遥感技术是 20 世纪 60 年代在土地检测中开始发展的一种综合技术, 通过应用探测仪器, 在不接触目标的情况下也

能进行远距离检测, 记录目标物体的电磁波谱后, 就能后检测出物体的特质性征<sup>[1]</sup>。传统的土地调查, 是将检测的数据利用纸质地图的保存资料方式进行储存, 但是这种资料储存方式无法及时将土地的信息呈现在土地规划以及交通规划等各种工作中, 所以利用遥感技术记性土地调查后形成的资料, 能很好地弥补传统技术存在的弊端, 成为一种经济可靠且效用较高的高新技术不断推广。

第二次土地调查时从 2007 年正式启动的, 在第二次土地调查中充分利用了遥感技术, 通过专业人士的研判和实地检测后形成的结果, 是对中国目前土地利用情况进行反馈的直接材料。遥感技术可以通过配置的传感器装置, 在不和研究对象直接接触的情况下, 获得其特征信息, 并将这些信息进行收集、加工和分析的一门科学技术<sup>[2]</sup>。且遥感技术可以全天候的进行工作, 实时获取的信息可以及时传达到工作组,

增强了土地调查工作的效率。利用遥感可以直接将获得的影像资料作为城市建设等的工作底图。在这种工作底图上进行一定的规划设想后,再根据实地走访的细节确认,可以大大提高工作的效率,减少不必要的人力物力财力的支出。

### 3 遥感技术在第二次土地调查中的应用

#### 3.1 第二次土地调查中的遥感技术

土地调查中的遥感技术的总体思路是在已有的土地资料上,利用GIS平台,将最新的遥感获得的影像数据资料进行叠合,观察变化的土地利用形式,进行人为的数据分析等,得出土地利用变化信息的数据。这种数据的获得,是外业复核与调查的成果拿到室内后进行进一步修正的过程,得到修正后的数据汇入数据库后,可以用作相关工作的资料,也可以作为下次调查工作依托的基础。围绕第二次土地调查总体目标和主要环节而言,技术流程的效果如图1所示<sup>[3]</sup>。

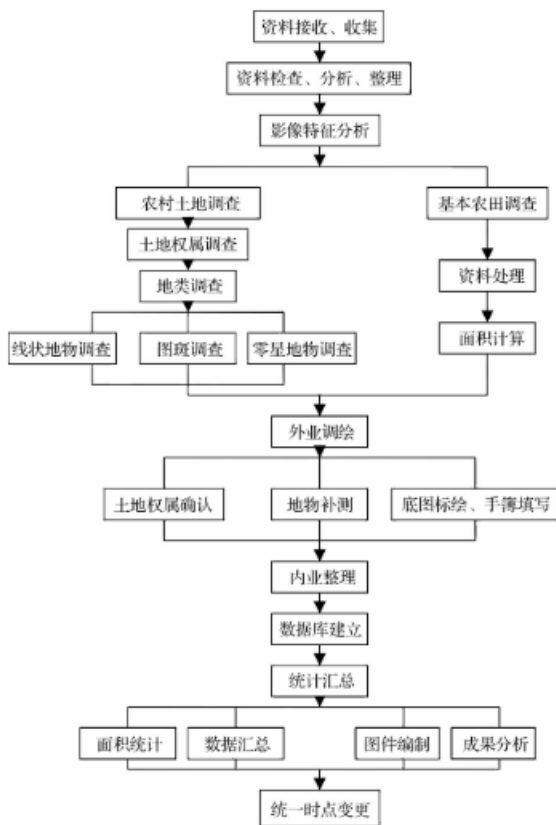


图1 调查技术流程

#### 3.2 遥感技术下的土地资料获取

遥感技术能较为准确地观察和获取土地资源类型等相关的数据,且因为技术支持可以覆盖较大的工作区域,这种大范围的数据收集相对传统方式而言要简单较多。对大范围的

土地进行检测后,遥感技术的控制能力很强,所以收集的影像材料也很精确。相对于常规的调查方式,不仅在成本方面有很大的降低,且减少了人员的安排和奔波等,大大节约了资源,提高了工作效率。利用遥感技术进行土地调查,影像资料对于小区域的监控会非常详细,相较于传统的图像资料来说不仅清晰度会上升而且画面内容会更加丰富,如图2。



图2 高质量遥感影像图

利用遥感技术来进行土地调查,卫星可以在太空针对地面进行大范围的监测,这种监测不会受到距离、时间、天气等的影响,可以将该地区的各种地物进行详细的记录,方便快捷的进行地物的观察。利用遥感技术可以很好地克服地形复杂和恶劣天气等自然因素带来的监测困难。遥感技术监测后形成的影像资料可以自动采集汇总分析,提高监测的效率和精确度。这种监测方式多半是在计算机中进行的,所以减少了很多实地调查的环节,减少了大量人为监测的误差。

#### 3.3 遥感技术下的土地资料储存和应用

土地调查时对土地的利用类型、面积以及分布状态的调查,在调查过程中,针对土地的自然属性和社会属性以及变化情况记性记录和分析,使得土地管理和资源配置能够最优化,为相关部门进行土地利用优化提供服务。土地调查后的资料可以用作土地规划的第一手资料,只有国家进行宏观控制后,才便于进行统一合理的规划。在城市化进行中,为了帮助国民经济更有效的发展,国家需要调控城市化进程,合理规划农林牧渔副等土地利用的占比。信息的采集和积累是非常关键的一个环节,将收集的科数据收集积累后,在数据库中进行定期的追踪更新,会让土地监督工作愈加轻松。

### 3.4 运用遥感技术进行土地调查的问题

利用遥感技术进行土地调查无法直接矢量化。利用高分辨率融合影响的方式进行土地利用现状的信息更新工作,得到的资料无法将图像直接转换成精确度较高的矢量图像,只能进行目测判读的方式进行资料采集。且遥感得到的影像材料的鲜艳度较高,接近于自然中地物的真实色彩。这种基础数据的效果较为显著,但是需要和实地调查相结合,因为影像材料中无法判断的物体必须要到实地去调查,以及一些无法再图中进行标注的位置也要结合实地的野外测量来完善。即便再清晰和精准的资料,也会存在一些界限不分明的地方,这部分资料如果没有进行实地校验,最后汇总的土地利用面积就会存在一定的偏差。在某些具体的环节中,遥感手段也并不是万能的,比如土地权属的变化,所以需要将一些零星地段的土地测量人工化,保证变化测量的精准。

### 4 遥感技术对土地调查的意义

土地在不同时代有着不同的意义,但都是人们赖以生存的基础。随着城市化建设的不断加快,耕地、城市建设用地等不同的利用类型占比不断扩大。人们一味的扩展土地利用时,很可能会出现土地的不合理规划和使用,所以掌握土地利用类型,存在现实意义。在第一次土地调查工作中,可以明显察觉:土地调查工作需要大量的人力和无力的投入,工作的时间周期较长,且成本较高。利用遥感技术可以对土地利用现状进行大范围的核查和更新,能够快速及时的掌握

土地利用变化的信息。且收集的数据还可以简历数据库,用作之后土地调查的资料。未来是智能时代、科技时代,所以将高新技术运用到土地调查中,是土地调查工作发展的方向。在这种发展趋势下,要做好各项准备,才能更好地适应时代发展的趋势。利用遥感技术进行监测,可以直接监测到城市的发展趋势。随着城市化进程的不断加快,城市建设用地的面积不断扩张,耕地的面积不断压缩。针对该种情况,国家需要进行宏观调控,所以土地调查中的资料便于政府针对城市化进行的速度更好地开展耕地保护的工作。

### 5 结语

综上所述,第二次土地调查中运用遥感技术,不仅提高了土地资料获取的速度和有效性,也使得获取资料在城市建设等规划中的应用更加便捷,作为下一次土地调查的已有资料,也能更加方便的进行调取和更新。但是针对遥感技术存在的部分问题,也可以进一步进行技术更新和改进。

### 参考文献

- [1] 赵燕伶,洪增林,付垒.无人机遥感技术在土地违法监测中的应用研究[J].矿产勘查,2019(4):976-983.
- [2] 付云锋.测绘工程在土地管理及利用中的应用[J].黑龙江科学,2019(16).
- [3] 张琳,胡云云,闵志强,etal.遥感影像数据在自然资源管理应用中的问题探讨——以祁连山国家公园肃南县境范围为例[J].陕西林业科技,2019(01):88-90.

# Application of 3D Laser Scanning Technology in Landslide Physical Model Test

Yingyu Wang

Qingdao Geology and Mineral Engineering Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

## Abstract

In the development of geomechanics in China, the landslide physical model test has important value, which can not only provide test guarantee for China's geological safety work, but also provide test data support for China's mountain engineering and hydraulic engineering construction. With the development of modern Chinese technology, the 3D laser scanning technology is gradually improved. Applying the 3D laser scanning technology to the landslide physical model test can effectively improve the accuracy of the test results and provide modern technical support for the development of China's geomechanics. This paper analyzes the 3D laser scanning technology, analyzes its application value in the landslide physical model test, and studies the predicament of its current application.

## Keywords

3D laser scanning technology; landslide physical model test; application; key points

## 三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中的应用分析

王颖玉

青岛地矿岩土工程有限公司, 中国·山东 青岛 266000

## 摘要

在中国的地质力学发展中, 滑坡物理模型试验具有重要价值, 不仅能够为中国地质安全工作提供试验保障, 更能够为中国山体工程以及水利工程施工提供试验数据支持。随着中国现代技术的发展, 三维激光扫描技术逐渐完善, 在滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术能够有效提升试验结果的精准性, 为中国地质力学发展提供现代技术保障。论文对三维激光扫描技术进行分析, 剖析其在滑坡物理模型试验中的应用价值, 并对其现阶段应用的困境进行研究, 提出其应用要点。

## 关键词

三维激光扫描技术; 滑坡物理模型试验; 应用; 要点

## 1 引言

在中国地质力学发展中, 滑坡模型试验是地质力学试验以滑坡这一特定自然危害为研究对象的试验技术方式, 对于中国地质力学发展以及现代民生工程建设中的山体工程、水利工程都有着重要的影响意义。随着现代技术体系的研发与应用, 三维激光扫描技术的出现为滑坡物理模型试验提供了现代化技术支持, 能够有效提升滑坡物理模型试验的精准度, 为地质力学发展提供了技术支持。

## 2 三维激光扫描技术概述

三维激光扫描技术也被称之为实景复制技术, 是地质测绘科研领域在 GPS 技术之后最新的技术成果。三维激光扫描技术是 20 世纪九十年代出现的高新技术体系, 是以高速激光

扫描进行地质数据测量的技术方式, 能够进行大面积的地质检测并高分辨率地快速采集检测对象表层的三维数据信息, 实现了对传统测量技术中单点测量方式的突破, 具备了高效率、高精度的技术优势, 并且通过三维激光扫描技术进行扫描检测时, 能够生成物体表面的三维点云数据, 通过技术应用, 获取到高精度、高分辨率的数字地形模型, 对于地质测绘工作的发展有着划时代的意义。三维激光扫描技术的原理是以激光测距为核心, 通过对测绘物体表面的三维坐标数据、反射率情况以及纹理信息等的采集与记录, 复建出被测物体的三维测绘模型, 并且生成线、面、体等各种测绘数据信息, 实现对地质信息数据的三维数据采集以及采集数据结果的三维数据生成, 这对中国地质测绘领域的发展有着重要意义, 对于中国文物古迹保护、建筑规划、土木工程建设、建筑检

测以及军事分析等领域都具有重要的应用价值。在三维激光扫描技术中,根据测量方式的不同可以分为基于脉冲式、基于相位差以及基于三角测距原理等三种技术类型;根据其技术用途可以分为室内型以及室外型,主要是根据测量距离来决定的。在三维激光扫描技术应用中,基于相位差的三维激光扫描仪测量距离较短,仅有百米左右;而基于脉冲式原理的三维激光扫描仪的测量距离较长,最远能够对6公里以内的测量对象进行检测。

### 3 三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用的价值

滑坡物理模型试验作为当前中国地质力学领域对滑坡这一研究对象的主要试验模型,对于中国地质安全工作开展以及山体工程、水利工程等民生工程的建设都有着重要的影响意义。而随着三维激光扫描技术的日益完善,在滑坡物理模型试验中也逐渐开始应用三维激光扫描技术,大大提升了滑坡物理模型试验的地质数据信息测绘效果和测绘精准性,为中国地质力学研究领域的发展提供了高新技术体系支持。三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用价值主要体现在以下几个方面:

第一,能够实现非接触测量。在滑坡物理模型试验中,需要对山体数据或者工程施工现场数据进行测量,传统测量方式中,需要与测量对象进行接触才能够实现测量效果。而三维激光扫描技术则可以通过激光扫描的形式对测量对象进行非接触式的测量,这就降低了滑坡物理模型试验中测量工作的难度,避免了传统测量中测量设备以及测量人员难以测量的情况发生,降低了测量工作的难度。

第二,测量数据采集率较高。对测量对象的数据采集效率直接关系到滑坡物理模型试验的实效性,传统测量方式由于测量效率原因,会严重降低滑坡物理模型试验的效率。而三维激光扫描技术的三维激光扫描仪能够达到数十万点/秒的数据采集效率,这就大大提升了滑坡物理模型试验的速度,降低了实验时间。

第三,能够突破时间和空间的约束。三维激光扫描技术是通过主要发射扫描激光的形式对测量对象进行测量的,通过对激光回波数据的收集分析,就能够实现对测量对象数据的汇总储存,不会受测量环境的时间和空间约束,对于滑坡物理模型试验的山体对象测量有着重要意义。

第四,具有高分辨率、高精度的技术特点。三维激光扫描技术通过激光对测量对象的数据信息进行采集,能够快速而准确的获取海量点云数据信息,对扫描测量对象进行高密度的三维数据采集,以此能够提升测量数据采集的分辨率,为滑坡物理模型试验提供高分辨的扫描数据支持。

第五,测量数据易于实验处理。三维激光扫描技术对测量对象所采集的数据信息是以数字信号进行输出的,具有数字信号易理的特征,并且方便在滑坡物理模型试验中的数据输出与使用,并且方便数据转移、交换以及实验共享等,能够优化滑坡物理模型试验中的数据处理流程。

第六,能够与GPS系统结合应用。在滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术时,可以同时结合GPS系统进行使用,并且通过GPS系统的数码摄像设备以及定位系统的辅助,能够进一步提升三维激光扫描技术的测量信息采集效率,并且能够实现采集数据信息精准性的进一步提升。

### 4 现阶段滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术的困境

虽然现阶段三维激光扫描技术愈加完善,在滑坡物理模型试验中的应用也愈加广泛,但是在滑坡物理模型试验的三维激光扫描技术应用中,仍然存在一些现实因素的影响,导致了三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中的应用效果受到了影响。现阶段三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用的困境主要就是滑坡物理模型试验中的科研人员对三维激光扫描技术的应用能力有待提升。三维激光扫描技术作为新时期测绘工程领域的高新技术成果,当其在滑坡物理模型试验中应用时,需要通过试验人员具有三维激光扫描技术应用的专业能力,才能够保证三维激光扫描技术应用的效果和质量。但是在目前阶段的滑坡物理模型试验中,试验人员还存在着对三维激光扫描技术应用能力不足的现实问题,因此影响了三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用的实效性。针对于此,在滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术时,就要充分注重对实验人员三维激光扫描技术应用能力培训与强化,保证试验中三维激光扫描技术应用的效果<sup>[1]</sup>。

### 5 三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用的要点

在滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术时,需要

充分把控其应用要点,提升三维激光扫描技术应用的整体质量,根据滑坡物理模型试验的对象不同,科学化应用三维激光扫描技术,提升滑坡物理模型试验结果的精确性。

首先,滑坡物理模型试验中三维激光扫描技术应用的点云数据变形测量要点。三维激光扫描技术对测量对象扫描获得的检测数据为密集的单个扫描点的集合,被称之为点云。在点云数据中包含了测量对象的三维坐标数据以及反射强度,在滑坡物理模型试验中进行测量数据应用时,需要通过专业的软件系统对三维激光扫描技术检测的点云数据结果进行处理,主要包含了噪声去除、标靶定位、点云配准、点云简化以及变形测量等操作流程。噪声去除就是将三维激光扫描技术采集点云数据中大于扫描设定范围的物点数据以及不属于研究物体本身的其他物体点进行清除,以提升测量结果的精确性。标靶定位就是对点云数据的地理地位定位。然后通过点云配准和简化,将点云数据配准到同一坐标系统中,并对海量点云数据进行简化。然后通过点云数据的变形测量,实现滑坡物理模型试验中的测量数据应用<sup>[1]</sup>。

其次,滑坡物理模型试验中三维激光扫描技术应用的误差数据处理要点。在滑坡物理模型试验中进行三维激光扫描技术应用时,由于三维激光扫描仪自身、测量对象以及外界环境等因素都容易导致测量误差的产生。因此在滑坡物理模型试验中进行三维激光扫描技术应用时,需要尽可能降低测量误差,提升测量数据的精度。因此在滑坡物理模型试验中应用三维激光扫描技术时,就需要保障三维激光扫描仪的运

行状态,在环境稳定的室内进行滑坡物理模型试验的扫描过程,避免外界环境因素对测量对象的扫描产生影响,包括了扫描环境温度、湿度、气压、光照以及扫描仪器振动等多方面的影响因素,全面提升滑坡物理模型试验中三维激光扫描技术应用的效果和质量,降低三维激光扫描技术对测量对象采集数据误差,提升扫描数据信息的精度,为滑坡物理模型试验的高质量开展提供高精度的测量数据支持<sup>[1]</sup>。

## 6 结语

三维激光扫描技术是测绘领域继 GPS 技术后新型技术体系,实现了测量工作开展中单点测量方式的突破。三维激光扫描技术在滑坡物理模型试验中应用时,能够有效提升滑坡物理模型试验中对测量对象数据采集的精度,通过对技术应用要点的严格把控,能够为滑坡物理模型试验的高质量开展提供高精度的测量对象数据采集信息支持,推动中国地质灾害研究、山体工程以及水利工程等产业的发展。

## 参考文献

- [1] 吴江. 三维激光扫描技术在土石方测量中的应用[J]. 北京测绘, 2019,33(11):1344-1347.
- [2] 郑磊, 纪志刚, 易恒, 樊东昊. 三维激光扫描技术在土方测绘项目中的应用[J]. 山西建筑, 2019,45(18):162-164.
- [3] 张振华, 王幸林, 唐凯, 罗先启. 地质力学磁力模型试验技术应用于滑坡物理模型试验的可行性探讨[J]. 岩土工程学报, 2012,34(07):1291-1298.



# Design and Implementation Analysis of UAV Aerial Laser Scanning Mapping System

Guiping Sun

Qingdao Institute of Geological Engineering, Qingdao, Shandong, 266000, China

## Abstract

With the continuous development and progress of science and technology, UAV aerial laser scanning mapping technology has gradually entered people's field of vision. UAV aerial photography technology is a brand-new technology, showing a rapid development trend in China in recent years. The influence of weather factors on the drone is relatively small, and good airspace management can enable the drone to quickly obtain data information. At this stage, 3D laser scanning technology has also received widespread attention. It can obtain cloud data of scanned objects through scanning. If the two can be combined with mapping technology, it will promote the development of drone technology.

## Keywords

UAV; laser scanning; mapping system; design; implementation

## 无人机空中激光扫描测绘系统的设计与实现分析

孙贵平

青岛地质工程勘察院, 中国·山东 青岛 266000

### 摘要

随着科学技术的不断发展与进步, 无人机空中激光扫描测绘技术也逐渐进入人们的视野。无人机航拍技术是一种全新的技术, 近年来在中国呈现飞速发展的趋势。天气因素对无人机的影响是比较小的, 好的空域管理能够使无人机快速地获取数据信息。现阶段三维激光扫描技术也被人们广泛关注, 它能够通过扫描获取扫描对象的云数据, 如果能够把二者与测绘技术结合在一起, 将会对无人机技术的发展起到促进作用。

### 关键词

无人机; 激光扫描; 测绘系统; 设计; 实现

## 1 引言

论文将对无人机空中激光扫描测绘系统的设计与实现进行具体的分析, 并且研讨无人机航拍技术的优势, 该系统的设计能够使低空贴地扫描飞行得以实现, 并且扫描之后可以快速成图, 该系统的设计与实现使无人机在单次飞行中, 增加起飞的成功率, 从而使扫描的效率有所提升, 在软件方面来说, 可以利用数据融合的算法, 在保障扫描效率的基础上, 把传感器设备的成本降到最低, 论文将对该系统的稳定性与功能进行测试与分析。

## 2 无人机空中激光扫描测绘系统的设计思路分析

要想使低空贴地扫描飞行这一目标得以实现, 就要对传

统的无人机空中激光扫描测绘系统进行优化与创新, 在这里需要注意的是, 还要注意无人机对气象条件的要求, 在对系统进行设计的过程中, 要重视测量数据的精准度, 下面论文将对无人机空中激光扫描测绘系统的设计思路进行具体分析。首先, 应体现低成本的理念, 目前很多小型无人机都能实现超低空飞行扫描, 相关的系统设计人员可以根据无人机这一特征, 降低系统对气象条件以及空域管理的要求, 在此基础上, 有效的管理激光传感器的成本, 并且采用科学的数据处理算法, 使传感器所得数据的精准度得到提高。其次, 该系统的设计应满足全气候与空域条件, 小型无人机在超低空中进行作业, 该系统的设计能够降低无人机对天气的要求, 从而实现多种情况下的飞行测绘要求。最后, 该系统的设计应使无人机工作效率得到提升, 并且增加所得数据的精准度,

无人机以 10m/s 的速度进行飞行测绘,所以在飞行高度达到 50m 期间,每平方米面积内应有 5-6 个激光反射点,这样的数据才能与地图构建精度要求相符合。例如:某一测量工段的面积为  $5000 \times 120\text{m}^2$ ,一般来说,利用无人机扫描测绘技术不到 10s 就可以得到该区域的三维数据,在该地区测量期间,误差主要由激光测距误差、动态姿态测量误差以及机载 DGPS 所构成,这样所测量处理的数据,相对来说误差是比较小的,能够满足工程测量的基本要求。

### 3 无人机空中激光扫描测绘系统设计背景分析

现阶段,很多地区要了解地形的情况,还需要通过传统的测量方式获取数据,但是这样的测量形式所获得的数据具有片面性,只能让人们得到地形的二维数据信息,而地形的几何特性却无法得到进一步的了解,随着社会经济的发展与进步,传统的二维数据已经无法满足新时期社会的发展需求,无人机空中激光扫描测绘系统的设计则可以很好的解决这一问题,由此可见,该系统的设计与实现对于社会经济的发展具有重要意义,该系统在铁路、高速公路、隧道工程以及水利水电工程中均有促进意义,近年来,无人机技术在生活中也逐渐得以普及,通过无人机扫描测绘技术,可以获得更多的三维空间信息,而激光扫描技术则具有精准度高、工作效率高以及非接触的特点,现阶段的无人机激光扫描技术已经得到了大家的广泛认可。三维激光扫描技术是一种全新的数据获取手段,它获取数据信息的方式主要依靠与点云的形式,并且把这些数据信息录入到电脑中,进行后期的处理工作,无人机空中激光扫描测绘系统的设计与实现能够大大降低收集数据信息的成本,由此可见,该系统的设计对日常生活的各个领域都具有重要意义。

### 4 无人机空中激光扫描测绘系统硬件的设计原理

机载系统与地面站系统是无人机空中激光扫描测绘系统的重要组成部分,机载系统主要由导航控制系统、数据传感采集系统以及机载供电系统等组合而成,而地面站系统则是以无线收发模块与便携式计算机为主要构成元素,地面站系统还对点云处理与成图系统的顺利进行具有促进作用,二者与地面站的结合可以实现更好的点云处理与成图,下面论文将对系统硬件的具体构成进行分析。机载系统的主要功能就

是数据采集以及对传感器数据的同步处理,并且机载系统可以实现对无人机导航的控制,从而与地面站系统的数据信息进行交涉,把高精度差分算法与激光测距技术相结合,可以获取更加准确的传感器数据信息,并且相关人员可以利用无线收发模块,把数据信息传输到地面站系统当中。

### 5 无人机空中激光扫描测绘系统软件的设计原理

该系统的软件主要具有以下几种功能:首先,软件可以实现在线或者离线管理,提高扫描所获数据的运算精准度。其次,系统软件拥有三维成图的高效运算方法。最后,系统软件还能够对一些其他数据进行处理,并且实现数据格式的转换。

#### 5.1 三维成图显示模块与数据实时接收模块

要想使三维绘制引擎得以实现,就要合理运用 OpenGL 库,并且能够利用 OpenGL 顶点数组与顶点数组的缓冲区来实现绘制效率的提升,OpenGL 三维建模的流程是比较复杂的,在操作的过程中,相关工作人员应注重细节的处理。而负责机载测量系统与地面监控系统的则是数据实时接收模块,就地面监控系统而言,系统的设置与控制命令等主要存在与上行数据当中,而设置命令的应答以及各传感器实时更新的数据都是在下行数据中存在的内容,可以了解到,无人机数据传输的频率比较高,传输量相对也比较大,并且无人机空中激光扫描测绘系统对于实时性具有较高的要求,由此可见,UDP 协议是最佳的通信方式。

#### 5.2 数据滤波模块与数据编辑模块

采集后点云数据的处理主要依靠与数据滤波模块,论文借鉴了虚拟三角网与坡度滤波的 LIDAR 点云数据滤波方法,将坡度滤波与虚拟三角网科学结合在一起,并且对 LIDAR 点云数据进行处理,在进行点云滤波作业的过程中,也可以运用到虚拟三角网的概念,这样可以防止点云内插或者平滑现象的发生,从而避免一些不需要的信息损失,使系统设计的成本得到有效的控制。无人机在进行扫描测绘的过程中,会获得海量的数据,而数据编辑模块的主要功能就是对这些数据进行系统的规划与编辑。在这个环节中,需要高效外存与内存的数据管理算法作为基本支撑,论文在对系统进行设计的期间,借鉴了 kd 树的实时大规模地形可视算法,这样可

以实现对数据的空间分化,并且采用 kd 树对空间数据进行剖分,使数据信息更加具有精准性。

### 5.3 数据格式转换模块

在对无人机空中激光扫描测绘系统软件进行设计的过程中,会出现很多不同的数据文件,这些数据文件格式间的转换需要由数据格式转换模块负责。经过调查与分析可以了解到,现阶段数据格式转换模块主要的形式有 LAS 格式、BLL 格式以及 TXT 格式之间的相互转换。LSL 格式主要用于厂商与用户之间的交换,它主要的形式就是激光雷达数据的公共文件格式,而 TXT 格式所包含的内容是比较少的,它仅仅用于 X、Y、Z 三维直角坐标之间的转换,也就是说沿袭了最原始的数据格式,BLL 格式指的就是波段按行交叉的格式,它能够实现遥感数字图像数据之间的转换,并且也是主要的格式之一,如果在数据格式转换的过程中,用到了 BLL 格式,那么首先就要对第一个波段第一行的数据图像进行存储,之后是第二波段第一行的数据图像,以此类推,这种交叉存储的格式一直延续到波段总数为止,自由格式转换库是该模块的原动力,并且自由格式转换库也为其转换格式的扩展提供了良好的接口<sup>[1]</sup>。

## 6 无人机空中激光扫描测绘系统的设计结果分析

为了实现无人机空中激光扫描测绘系统的设计,笔者设置了一次虚拟的实践。例如:在某处的一块空地上进行无人机空中激光扫描测绘系统的飞行试验,把飞行的高度设置为 12m,飞行速度控制在 5~9m/s,在无人机进行运作的过程中,地面站会接收到实时传输的数据,并且系统软件会根据数据

对飞行扫描电进行云图的绘制,在系统对点云进行三角化处理,将会得到一个阴影图。上文中提到了滤波算法,那么接下来将采用滤波算对数据信息进行处理,从而生成效果图,在该实践中,可以了解到实践中的最高误差达到 27.4cm,而统计高程中的误差则为 15.9cm。在进行实践之后还需要对数据进行具体的分析,之后可以了解到出现误差的原因主要有两方面的原因:首先是真实值与原始姿态角之间存在一定的误差,其次是不同的感应器在时间同步过程中存在误差<sup>[2-4]</sup>。

## 7 结语

综上所述,论文对无人机空中激光扫描测绘系统的优势进行了分析,并且如果该系统得以设计与实现,不仅可以实现超低空飞行扫描,还能够降低气象因素与空域管理对无人机扫描数据的影响,除此之外,在进行无人机空中激光扫描测绘系统设计的过程中,还应注意成本的问题,该系统的设计与实现可以使无人机扫描数据的精准度得到提升。

## 参考文献

- [1] 熊光洋. 无人机激光扫描测绘系统检校方法的研究与实现 [D]. 华南理工大学, 2016.
- [2] 曹凌云. 三维激光扫描系统在建筑物测绘中的应用 [A]. 中国测绘学会. 经天纬地——全国测绘科技信息网中南分网第十九次学术交流会优秀论文选编 [C]. 中国测绘学会: 中国测绘学会, 2005:4.
- [3] 胡以华, 魏庆农, 章立民. 机载扫描激光地面测绘系统分析 [J]. 安徽地质, 1997(01):11-15.
- [4] 罗东山, 何军, 崔立水. 无人机空中激光扫描测绘系统的设计与实现 [J]. 测绘与空间地理信息, 2015,38(10):175-177.

# Discussion on Key Technologies of Digital Aerial Photogrammetry Data Processing

Changwu Cai

East China Institute of Survey and Design, Fujian Branch, Zhangzhou, Fujian, 363000, China

## Abstract

With the acceleration of the socio-economic development, surveying and mapping technology has a very important role in different industries, such as geographic surveying, earthquake relief and engineering construction. Today, surveying and mapping technologies such as remote sensing technology and global positioning system are widely used in people's work and life. Traditional measurement technology is difficult to meet the development needs of modern cities. The implementation of digital aerial photogrammetry technology can make up for the shortcomings, greatly improve the efficiency of aerial measurement, and promote the diversified development of spatial data. This paper elaborates the basic overview of digital aerial photogrammetry technology, its current application status and advantages, and related data processing technology of digital aerial photogrammetry.

## Keywords

aerial photogrammetry technology; data processing; key technology

# 数字航空摄影测量数据处理关键技术探讨

蔡长武

华东勘测设计研究院福建分院, 中国·福建漳州 363000

## 摘要

随着社会经济发展的速度加快, 测绘技术在不同行业具有非常重要的作用, 如地理勘测、抗震救灾以及工程建设等。现如今, 遥感技术及全球定位系统等测绘技术在人们的工作和生活中被广泛的应用。传统测量技术难以满足现代化城市的发展需求, 实施数字航空摄影测量技术能够弥补不足之处, 很大程度上提高航空测量的效率, 同时促进空间数据的多元化发展。本文阐述了数字航空摄影测量技术的基本概述及其技术应用现状与优势和数字航空摄影测量的数据处理相关技术。

## 关键词

航空摄影测量技术; 数据处理; 关键技术

## 1 引言

改革开放以来, 中国各行各业迅速发展, 信息化水平不断提高, 便利了人们的工作和生活。近年来, 数字航空摄影测量技术日趋完善和成熟, 需要注意的是, 该技术的应用能力仍存在一些问题, 为了更好的应用航空摄影测量技术, 应该提高对其相关技术的重视程度, 从而保证技术应用的科学性和合理性。在测绘领域中实施航空摄影测量技术, 可提高中国测绘行业的市场竞争力。

## 2 数字航空摄影测量技术的基本概述

航空摄影测量主要实施在飞行器上, 利用摄像机拍摄数字影像资料。在拍摄的过程中, 提前编制航摄计划, 对航摄位置、航摄季节、航摄时间进行选择, 并确定航摄分区及航

摄基准面, 有助于提高航摄的效果, 从而较大程度提高了测量的准确性。相关工作人员在拍摄测绘的时候, 根据拍摄地的具体情况, 做好相应的准备工作, 最大限度上获取有效信息<sup>[1]</sup>。根据实际的拍摄需求, 选择合适的航摄比例尺。在开展相关工作时, 应制定科学合理的操作方案, 对数据资料进行处理过程中, 以影像资料为基础, 控制测绘误差降低到最小值。

目前, 数字化航空相机被广泛应用, 带动了航空测量领域的发展。随着航空摄影仪的出现, 以及它逐步发展, 性能也越来越优良。摄影仪充分结合定位技术和扫描技术, 为更好的发展航空测量提供了技术支持。在各个行业中, 应用航空摄影仪, 能够在工程建设、考古研究中充分发挥作用。航空摄影仪是一种技术变革, 能够减少人力, 人们的工作效率

明显提高, 技术变革促进了社会变革的发展<sup>[1]</sup>。

### 3 数字航空摄影测量技术应用现状

在研究航空摄影测量技术的时候, 最开始是对航空摄影测量技术进行模拟, 科学技术进步之后, 相关的研究人员在以往技术的基础上学习现代化技术, 通过数字相机将航空摄影测量技术研究并应用。在中国的军事方面, 航空摄影测量技术也被广泛的应用, 利用数字相机对军事基地进行拍摄, 主要测量其准确的地理位置信息等, 能够为军队的演习训练提供影像资料, 并提供详细的数据。社会生活中, 在国土调查及森林测绘等方面具有较高的作用, 还可以在城市规划以及考古中进行应用, 效果显著。利用数字相机测量地理信息, 在各个行业, 都能够准确进行测量, 为社会发展提供了有力支撑。

航空摄影测量技术具有拍摄画面清晰的优势, 且分辨率非常高, 并统一管理所有数据信息<sup>[1]</sup>。通过传输通道将数据信息传输出来, 实施航空摄影测量技术获取的数据能够有效进行应用, 可提高数据获取方式的效率和质量。

### 4 实施航空摄影测量技术的优势

#### 4.1 实施航空摄影测量技术具有技术优势

(1) 应用数字航摄仪, 自由调整航空摄影仪的曝光时间, 有助于提高图像的分辨率和清晰度, 且具有直观, 易读的特点, 可满足不同的航摄需求。

(2) 应用 IMU 或者 DGPS, 具有 INS 惯性导航系统, 同时 GPS 全球定位系统也完全覆盖, 能够对地面点进行控制, 利用三角测量的方式将测绘图形成, 该方法具有高效、便捷的特点, 很大程度上节省了测量成本<sup>[4]</sup>。

(3) 实施激光扫描系统, 能够高精度测量诸多区域的地表特征, 对于地势复杂的区域同样能够进行测量。实施激光扫描系统, 能够缩短测绘时间和测绘效率。

#### 4.2 数字航空摄影测量技术的应用优势

(1) 航空摄影测量技术应用范围广泛

航空摄影测量技术在资源开发、应急救援等方面都具有较好效果。

(2) 航空摄影测量技术信息内容较全

该技术能将区域的水文环境、地表特征进行详细的记录, 立体化呈现三维效果较好, 且具有层次感。

(3) 航空摄影测量技术高效环保

该技术能够突破空间限制和环境限制, 人力和物力的投入较少, 且对环境的破坏程度较小。

### 5 数字航空摄影测量的相关航摄仪

#### 5.1 ADS40 航摄仪

该航摄仪的基础是 CCD 技术, 和 GPS 充分结合, 可形成新型的摄影测量仪器。在实际的应用过程中, 许多 CCD 线阵式可分光镜结合, 从不同的角度形成扫描成像, 扫描成像主要包括: 下视画面、前视画面以及后视画面等, 同时可将近红外波段显示出来, 通过处理之后, 能够获得相应测区的立体图像<sup>[5]</sup>。

#### 5.2 DMC 航摄仪

DMC 是数字成图相机的简称, 该航摄仪的镜头主要包括 CCD 传感器以及全色波段镜头等, 可获得全色影像、真彩影像、彩红外影像。通过不同镜头拍摄的影像资料在计算机整合后, 然后实施二次处理方法, 从而形成虚拟中心投影影像。通过深入处理, 中心投影影像能够将所需真彩影像显示出来, 具有较高的准确性。

#### 5.3 SWDC 航摄仪

SWDC 航摄仪分为单镜头和多镜头, 五镜头的可用于倾斜摄影测量并建立三维模型。该航摄仪镜头可更换、视场角大、高程测量精度高, 能在空中摄影定点曝光, 同时通过精密 GNSS 辅助, 可大大减少航摄外业, 具有较强的数据处理软件, 实现对影像高精度纠正与拼接。

### 6 基于数字航空摄影测量对数据处理关键技术的几点思考

#### 6.1 数字航空摄影测量的空三加密技术

在实际的拍摄过程中, 构建三角网是前提条件, 在空中作业的时候应用三角网, 保证三角网的定向、连接点等方法<sup>[6]</sup>。然后, 优化加密点和像片外方位元素, 通过数字形式控制相关数据, 计算整体的层次差值。与此同时, 提高对测量分区的重视程度, 尤其是加密点工作, 充分解析加密单元相关坐标, 充分利用数字形式进行保存。通过这样的方法可完成空三加密作业, 并对加密结果进行完善。完善加密成果工作主要有: 填写图历表、加密点坐标、检查点坐标以及说明等。

## 6.2 数字航空摄影测量的 DOM 数据生产技术

在制作数字模型的时候,通过三角加密技术创建相关的立体数据和参数,然后,利用核线资料收集 DEM 数据。在实际的数据收集过程中,实施影像自动技术,形成和地面相切的视差曲线,需要注意的是,应保持一定间距,从而真实反映相应的地形态势,并同数据表现出来。在建立 DEM 的过程中,以三角加密技术作为基础,最大范围引入 DEM 的特征数据,主要内容为:点、线、面,生成一定的三角网,计算其插值,很大程度上提高了数据的精确性。最后,在不同的格网间距上将 DEM 数据建立出来。

修改原始影像是 DEM 数据的主要作用,通过无缝衔接,可自动生成镶嵌线,并正射区域模型,然后将 DOM 完成。在实施 DEM 数据的时候,纠正原始的影像数据,重新对测区的影像进行采样,一般情况下,像元大小为 0.1m,在此期间实施双线内插,从而生成分区 DOM。根据镶嵌线对分区进行无缝拼接,将 DOM 完成。除此之外,针对部分高层建筑物测区,会出现投影差的问题,需提高其重视程度。这个问题主要采用调换左片和右片,具有贴补正射影像的效果,能够无缝接边,进一步保证 DOM 数据的准确性。

DOM 完成后进行检查和修补。DOM 检查主要是影像的辐射质量检查和对失真问题进行分析,同时 DOM 的变形问题也是需要重视的,这些问题主要体现在房屋影像区域。房屋问题为房屋重影以及房角拉长等。然后,需对 DOM 的数据影像进行调整,实施匀色技术对正射影像的色调一致性较好,对色彩的均匀性也有一定的作用。若在相关的航摄影像资料

存在一定的色差,可选择有效的方法对其进行调整,主要方式分为单影像和多影像两种形式,一是将色彩调整,二是均衡色彩。

## 7 结语

随着科学技术的进步,数字航空摄影测量技术在各个行业被广泛的应用,该技术属于数字化测量方法,具有科学性和有效性。利用空中的摄像机拍摄地面信息,获取精确的数字化信息,有助于展开地面活动。通过航空摄影测量和数据处理获取高精度的成果,该技术是目前航测研究的重点内容。在实际的测量过程中,数字航空摄影测量技术具有较大优势,实施数字航空摄影测量技术符合时代发展的需求,对人们的工作和生活提供了便利条件。

## 参考文献

- [1] 冯梦龙. 数字航空摄影测量数据处理关键技术分析 [J]. 华北自然资源, 2019(03):83-84.
- [2] 李政召, 耿超玮. 航空摄影测量数据处理关键技术研究 [J]. 智慧城市, 2018,4(16):67-68.
- [3] 熊文, 刘湘媛. 数字航空摄影测量数据处理关键技术浅析 [J]. 科学技术创新, 2018(01):26-27.
- [4] 余勤学. 关于数字航空摄影测量数据处理关键技术的研究 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2017(12):147-148.
- [5] 王勇. 数字航空摄影测量数据处理关键技术探讨 [J]. 绿色环保建材, 2017(05):253.
- [6] 鲁一鸣, 曲津助, 李铭晨. 数字航空摄影测量数据处理关键技术分析 [J]. 四川水泥, 2017(03):303.

## About the Publisher

Synergy Publishing Pte. Ltd. (SP) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

SP aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. SP hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

SP adopts the Open Journal Systems, see on <http://ojs.s-p.sg>

## Database Inclusion



Asia & Pacific Science  
Citation Index



Creative Commons



China National Knowledge  
Infrastructure



Google Scholar



Crossref



MyScienceWork



Tel: +65 65881289

E-mail: [contact@s-p.sg](mailto:contact@s-p.sg)

Website: [www.s-p.sg](http://www.s-p.sg)

ISSN 2705-0521



9 772705 052196 02

Price: S\$30.00

The complex block contains the ISSN number 2705-0521 at the top. Below it is a standard 1D barcode. To the right of the main barcode is a smaller barcode with the number 02. Below the main barcode is the number 9 772705 052196. At the bottom of the block is the price S\$30.00.