

Modern Surveying & Mapping Engineering

# 现代测绘工程

Volume 3 Issue 4 · August 2020 · ISSN 2705-0521



ISSN 2705-0521



9 772705 052202

Price: S\$30.00

《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

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD.

12 Eu Tong Sen Street

#07-169

Singapore 059819

#### 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.

Modern Surveying & Mapping Engineering

# 现代测绘工程

August 2020 | Volume 3 · Issue 4 | 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 探讨水平井测井解释评价技术  
/ 赵嘉丰
- 4 特殊应力路径下土体变形的数值模拟  
/ 杜姜开林 田晨
- 8 基于机载激光雷达 (LiDAR) 技术的应急测绘应用研究  
/ 宋宝民 万冠军
- 10 GPS PPK 技术在海洋测绘的应用  
/ 王伟
- 13 对于工程测绘测量技术应用的分析  
/ 陶然
- 16 遥感信息提取技术应用于地表浅覆盖区活断层判断研究  
/ 张雷 赵民
- 21 基于三维激光扫描数据的三维实景空间模型构建与应用探析  
/ 张志高
- 24 无人机航测技术在基层测绘工作中的应用  
/ 贾彦卿
- 26 测绘资料档案系统的若干关键技术研究  
/ 张劲舟 陈瑜
- 30 西延高铁混凝土拌和站管理提升初探  
/ 李喜锋
- 34 无人机倾斜摄影测量在国土空间规划中的应用  
/ 许建林
- 37 现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用  
/ 赵永刚
- 40 在线核查技术在土地变更调查中的应用  
/ 秦月
- 43 论金属矿山井下测量方法  
/ 高书东
- 46 无人机技术在建筑工程测量中的应用初探  
/ 张好军
- 1 Discussion on Horizontal Well Logging Interpretation and Evaluation Technology  
/ Jiafeng Zhao
- 4 Numerical Simulation of Soil Deformation under Special Stress Path  
/ Jiangkailin Du Chen Tian
- 8 Application of Emergency Mapping Based on Airborne Lidar (LiDAR) Technology  
/ Baomin Song Guanjun Wan
- 10 Application of GPS PPK Technology in Marine Surveying and Mapping  
/ Wei Wang
- 13 Analysis on the Application of Engineering Surveying and Mapping Technology  
/ Ran Tao
- 16 Research on Remote Sensing Information Extraction Technology for Active Fault Judgment in Shallow Cover Area  
/ Lei Zhang Min Zhao
- 21 Construction and Application of 3D Real Space Model Based on 3D Laser Scanning Data  
/ Zhigao Zhang
- 24 Application of UAV Aerial Survey Technology in Basic Level Surveying and Mapping  
/ Yanqing Jia
- 26 Research on Some Key Technologies of the Surveying and Mapping Archive System  
/ Jinzhou Zhang Yu Chen
- 30 Discussion on Management Improvement of Concrete Mixing Station of Xi'an-Yan'an High-Speed Railway  
/ Xifeng Li
- 34 Application of UAV Tilt Photogrammetry in Land and Space Planning  
/ Jianlin Xu
- 37 Design and Application of Modern Mine Surveying and Information Management System  
/ Yonggang Zhao
- 40 Application of Online Verification Technology in Land Change Survey  
/ Yue Qin
- 43 Discussion on Underground Survey Methods in Metal Mine  
/ Shudong Gao
- 46 Preliminary Research on the Application of UAV Technology in Construction Engineering Survey  
/ Haojun Zhang

# Discussion on Horizontal Well Logging Interpretation and Evaluation Technology

Jiafeng Zhao

PetroChina Liaohe Oilfield Company Exploration and Development Research Institute, Panjin, Liaoning, 124010, China

## Abstract

Logging interpretation evaluation plays an important role in current geological exploration, especially in mineral resource exploration, comprehensive analysis of the connotation of logging interpretation and evaluation technology and analysis of its application have outstanding practical significance. From the practical analysis at this stage, horizontal wells are generally used in the process of mineral exploration, in the analysis and practice of this type of wells, the logging interpretation and evaluation technology is effectively used to promote the real situation feedback of horizontal wells, the accurate and real data information will provide effective guidance for practical mining work. The paper analyzes and discusses the horizontal well logging interpretation and evaluation technology, and aims to provide help and guidance for practical work.

## Keywords

horizontal well; logging interpretation; evaluation technology

# 探讨水平井测井解释评价技术

赵嘉丰

中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院, 中国·辽宁 盘锦 124010

## 摘要

测井解释评价在目前的地质勘探,尤其是在矿物资源勘探中发挥着重要的作用,全面分析测井解释评价技术的内涵并对其应用进行分析具有突出的现实意义。从现阶段的实践分析来看,在矿物勘探的过程中普遍会利用到水平井这一类型,在该类型井的分析实践中有效的使用测井解释评价技术,促使水平井的真实情况反馈更加的准确,真实的数据信息等会为实践开采工作等提供有效指导。论文对水平井测井解释评价技术做分析与讨论,旨在为实践工作提供帮助和指导。

## 关键词

水平井; 测井解释; 评价技术

## 1 引言

油气资源在目前的生产生活实践中发挥着重要的作用,做好油气资源的勘探和开采对中国的工业发展等有积极的价值,所以在实践中需要强调技术的提升与改进,从而实现油气资源的高效勘探与开采。从目前掌握的资料来看,油田开发实践中利用的一种高效技术是水平井技术,这一技术在石油行业内部受到了极大的肯定,对其的研究也在持续的深入,所以这一技术的应用深度和广度有了显著的提升。水平井测井解释评价技术是水平井技术中的重要内容,做好相关分析与讨论有突出的现实价值。

## 2 水平井测井解释评价技术的发展现状

水平井测井解释评价技术是现阶段油藏勘探和开采中利

用的主要技术之一,就技术的具体发展来看,其正在向集成系统发展,即结合地质、地球物理、油层物理和工程技术,向大位移水平井、侧钻水平井、多分支水平井、羽状水平井、丛式水平井(PAD)、欠平衡水平井、连续油管钻井等技术方向发展<sup>[1]</sup>。

从现阶段的水平井测井解释技术具体应用来看,在非常规汽油的勘探开发中,水平测井解释技术的具体利用呈现出了明显的多元化趋势。在煤层气的开发中,分支井井身结构设计优化、分支侧钻轨迹控制、煤层井壁稳定等技术研发已成为重要发展方向。在低孔、低渗页岩气开发中,水平井钻井倾向于采用欠平衡钻井和控压钻井技术来保护储层,新一代旋转导向系统、随钻测井系统、井底钻具组合,符合页岩气地质特征的优质钻井液体系,新型的泡沫水泥同井技

术等形成了适用于泥页岩气的水平井钻井技术体系。

### 3 水平井测井解释评价技术分析

对水平井测井解释评价技术的具体利用做分析可知,该技术的主要任务有地层对比、水平井井筒轨迹、储层判断等。就实践中的技术利用来看,其主要有三个原则:①水平井测井资料的准确转换。通过资料转换后,获得的测井资料会变为相应的储层特性参数或者是井眼的轨迹消息。和直井相比,水平井的资料转换更加直接,而直井需要在数据统一处理之后才可以实现转换。②基于转换数据进行绘图。在获得了井眼轨迹等信息资料后可以在信息基础上进行绘图。③以直井解释方法为参考定量评价地层。以下是实践中水平井测井解释评价技术的具体利用分析。

#### 3.1 水平井测井

水平井测井是水平井测井解释评价技术应用中需要重视的第一项工作。就水平井测井的具体分析来看,需要以测井资料为基本参考对水平井的钻井以及采油、地质等问题进行解决<sup>[1]</sup>。对水平井测井工作的具体开展来看,其突出的价值体现在指导水平井钻井和水平井的地层评价方面,而且利用水平井测井,可以实现对水平井钻井工作的具体检查。就目前的具体应用来看,水平井测井工作在水平井钻井的过程中能对地质工程师、钻井工程师的具体工作进行修正和指导,使其可以及时地调整和改变井眼的轨迹等,这样具体工作实施的效果会更加的突出。简单来讲,水平井测井工作的具体开展对实践工作而言有非常突出的现实价值,而且其价值多表现在配合检查与监督方面。

#### 3.2 地层评价

地层评价在油气资源勘探和开采中有重要的价值,所以强调地层评价工作的具体开展现实意义显著。就具体的地层评价工作来看,需要掌握储集层的物性、岩性、含油性等诸多内容,因为这些内容是评价工作的基础内容。对地层评价做具体的分析发现其存在着一个工作重点,即水平井和垂直井存在着一定差异,这种差异主要体现在两个方面。

##### 3.2.1 水平井和垂直井在测井环境方面有显著的不同

从现实分析来看,水平井与垂直井不同,其井眼不一定完全水平,所以井眼或者是地层也不会正好处于设计所在的位置。在这种特殊的环境下,要利用水平井进行地层解释,

需要对井眼位置附近的地层几何形状、测量方位、重力引起的仪器偏心、井眼底部的聚集岩屑、异常侵入剖面以及地层的各向异性等进行全面的分析。换言之,利用水平井测井解释技术,所解释评价的内容更加的充分,所以评价分析结果的可靠性、真实性会更加突出。

##### 3.2.2 水平井和垂直井在测井响应方面有显著的差异

就目前的测井仪器来看,其主要有径向平均测量和定向聚焦测量两种,其中径向平均测量所取得是垂直于井眼并从井眼向外呈放射状态的平面上的平均读数,即只要是处在这个平面上,读数的质量便会比较高。在垂直井当中,井筒是探测的中心,所测平均具有平均性。水平井中的径向平面测量数据是在非均质介质上的读数,地层实际情况不能得到真实的反映。相反,定向聚焦仪器可以更加清楚的识别水平井地层界面的具体情况,总之,水平井和垂直井在地层评价中均有价值,不过因为水平井分析评价的内容更多,所以其评价结果的真实性更突出<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 井眼轨迹和油藏的空间关系

井眼的轨迹和油藏存在着空间关系,明确具体的关系对油藏的分析与判断有突出的现实意义。就目前掌握的资料来看,要在开采时间中确定安全、有效且具有优化型的采油方案,井眼轨迹和油藏的空间关系是必须要讨论的核心问题。就目前总结的资料来看,利用水平测井解释评价技术可以分析井眼轨迹和油藏的空间关系,具体内容为水平井井眼轨迹和油藏为核心的地层之间的关系、水平井井眼轨迹与储层中流体分布的空间关系<sup>[3]</sup>、水平井井眼轨迹和油藏储层物性空间分布的关系。

#### 3.4 水平井测井解释的研究思路与方向

##### 3.4.1 深入掌握地质数据

在进行水平测井解释工作之前,为了保证解释的完整性和有效性,首先需要确定油藏构造的具体位置,而要对油藏构造的精准位置进行判断,必须要以丰富的地质数据为参考总结储层的分布规律和特征。就实践工作的开展来看,在掌握油藏资料的基础上,对水平井井口位置和平面的投影在构造背景上做标注,并对参考井进行确定。在参考井确定的时候,参考井的位置、井眼的位置以及其在构造图上的位置都必须标注出来,这样可以为具体的解释评价提供参考<sup>[4]</sup>。

##### 3.4.2 加大水平井地质设计研究

在研究的过程中可以有效的应用多方面的资料,如三维

地震资料、地质方面的资料等。基于资料的具体分析和应用了解油层的具体情况,如物性、空间展布的规律等。通过相应的分析,水平井的轨迹在油层中的具体位置会被进一步优化,如此一来,水平井测井资料的解释以及均匀介质厚层时的资料处理效果会进一步的提升,基于此,解释工作的具体实施会变得更加的简单。在目前的测井解释中,常规直井的解释技术运用展现出了比较突出的效果。

### 3.4.3 进行测井数据的校直处理

在进行测井数据的校直处理时,基于具体的数值能完成井眼轨迹图的绘制。此外,对垂直深度结果进行计算,在获得准确的结果之后利用结果可以进行深度系统的重新确定。基于新的深度系统,对系统中的每一条曲线做等距采样的重新设计,如此能获得全新的文件;基于文件做成果图的绘制,该图可以在实践中得到具体的应用。在上述工作完成后,强调曲线的深度对其格外的关注,这样可以获取相应的数据资料。

总的来讲,在水平井测井解释评价技术的具体利用中,

明确具体的工作思路,相应的工作开展方向性会更加的显著,整体工作进步的有效性等也会更加突出。

## 4 结语

综上所述,在油气资源的具体勘测与开采中,先进的技术利用可以有效地提升工作的实际效果,从而实现生产安全性和经济效益的全面提高。水平井测井解释评价技术在油气资源的勘测与开发实践中不但被积极的利用,而且还产生了显著的效果。因此,论文就技术发展以及技术的具体使用思路等做全面分析,旨在为实践提供帮助。

## 参考文献

- [1] 徐波,汪忠浩,伍东.基于常规电测井资料各向异性储层水平井测井解释[J].测井技术,2018(06):50-55.
- [2] 张如,超深·超长水平井测井工艺技术探讨[J].华东科技:综合,2018(04):343.
- [3] 黄艳军.砂泥岩剖面水平井感应测井解释方法研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019(09):144-145.

# Numerical Simulation of Soil Deformation under Special Stress Path

Jiangkailin Du Chen Tian

China Energy Construction Group Northeast Electric Power First Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110179, China

## Abstract

Deep foundation pit engineering has become an important subject in the field of geotechnical engineering, in this paper, the stress path of the side wall soil in the excavation of Payara foundation pit in Bangladesh is discussed, FLAC3D was used to analyze the displacement of foundation pit. Meanwhile, CID test, CK0D2 test and the special stress path test in this paper were compared.

## Keywords

deep foundation pit; FLAC3D; stress path; displacement of foundation pit

# 特殊应力路径下土体变形的数值模拟

杜姜开林 田晨

中国能源建设集团东北电力第一工程有限公司, 中国·辽宁·沈阳 110179

## 摘要

深基坑工程已然成为岩土工程领域的重要课题, 论文针对孟加拉帕亚拉基坑开挖过程中侧壁土体真实经历的应力路径, 采用 FLAC3D 进行基坑位移分析, 同时进行了 CID 试验、CK0D2 试验, 与论文进行的特殊应力路径试验进行对比。

## 关键词

深基坑; FLAC3D; 应力路径; 基坑位移

## 1 引言

随着中国经济发展, 高层建筑、地铁、发电站等大型重要工程建设和发展的速度非常快, 这使深基坑工程成为岩土工程领域的重要课题。长期以来, 人们采用常规三轴压缩试验来确定土体参数, 这种方法操作简单易于实现, 但缺点是忽略了实际基坑开挖过程中的应力路径。论文针对孟加拉帕亚拉项目基坑工程中基坑侧壁土体所受的实际应力路径, 进行了相应应力路径试验, 并采用 FLAC3D 对某一具体基坑的开挖进行模拟计算。

### 1.1 FLAC3D 简介

FLAC 是由美国明尼苏达 ITASCA 咨询公司专门为岩土工程编制开发的数值模拟软件。FLAC3D 是一种三维的有限差分程序, 采用显式拉格朗日算法和混合-离散分区技术模拟材料的流动和塑性破坏。FLAC3D 的应用十分广泛, 不仅用于一般岩土体的应力变形计算分析, 还可用于水-热-力三者的耦合计算, 尤其基坑开挖、边坡稳定分析、隧道交错

开挖等大变形及动态问题<sup>[1]</sup>。其中, FLAC3D 相对于其他有限元分析软件, 具有以下优势。

(1) 应用范围广泛, 可以模拟多种结构形式, 分析大多数岩土问题, 包括岩土体的渐进破坏和崩塌现象, 岩土体的动力稳定性分析, 土体与结构的相互作用, 液化和局部变形剪切带的演化过程模拟等。

(2) FLAC3D 既可以从键盘直接输入各种命令来执行操作, 也支持将要执行的计算写成命令流的形式读入程序来控制运算, 兼顾到不同用户的熟练程度和操作习惯。

(3) FLAC3D 具有强大的自身内嵌语言 FISH, 方便用户根据自己需要定义材料的分布规律, 新的变量和函数, 以及设计自己的材料本构模型。

(4) 由于 FLAC3D 采用显式算法, 每一时步只需要少量的计算, 并且在实现复杂的非线性本构模型时不需要进行反复迭代, 这就使计算占用的内存较少, 对非线性、大位移和物理不稳定性问题是最适用的。

(5) FLAC3D 具有强大的后处理功能, 在计算过程中用户就可以用不同的颜色或灰度或数据输出结果, 实时的对结果进行图形分析, 还可以生成网格、结构及有关变量的变形图、等值线图、矢量图<sup>[2]</sup>。

## 1.2 基坑开挖应力变形分析在 FLAC3D 中的实现

基坑开挖在 FLAC3D 中的实现流程如图 1 所示。

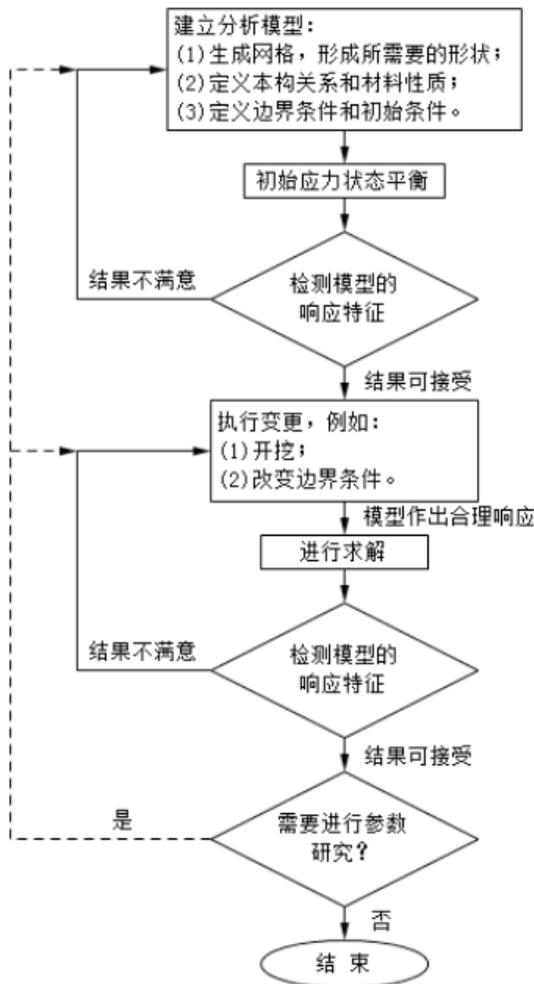


图 1 基坑开挖在 FLAC 中的实现流程图

若从模拟命令执行的角度来说, 可以归纳为三大基本组成部分, 即建立分析模型部分、模拟求解部分和输出计算结果部分。建立分析模型部分包括生成网格单元、设置初始条件和边界条件以及初始应力平衡等部分; 模拟求解部分包括加载及场方程的有限差分求解; 输出计算结果部分主要为图表的绘制、相关数据的输出等<sup>[3]</sup>。

## 2 特殊应力路径下的三轴试验

论文针对孟加拉帕亚拉基坑开挖过程中侧壁土体真实经历的应力路径, 为分析固结及加(卸)载方式对土体工程性

质的影响, 笔者进行了两种试验方案, 内容如下。

方案 1 (简称 CID 试验): 常规三轴固结排水试验, 即在各向等压条件下固结后再轴向加载至剪切破坏。供与论文进行的特殊应力路径试验进行对比;

方案 2 (简称 CK0D2 试验):  $K_0$  固结侧向卸荷排水剪切试验, 即  $K_0$  固结、轴压不变围压减小的排水剪切试验。该应力路径是基坑侧壁土体的应力路径。

以上两种方案均进行 50 kPa、100 kPa、200 kPa、300 kPa 四级围压下的试验, 剪切过程采用应变控制式, 考虑到试验仪器的局限性以及试验所用的粘性土渗透系数较低等因素的影响, 试验的固结和剪切过程采用同一速率 0.015mm/min。试验所用土样的物理性质指标如表 1 所示。

表 1 土样物理性质指标

含水率 / %	密度 / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	液限 $L_{10}$ / %	液限 $L_{17}$ / %	塑限 P / %	比重 $G_s$	初始孔隙比 $e_0$	塑性指数 IP
39.6	1.71	38.6	46.7	21.5	2.71	1.22	17

众所周知,  $K_0$  固结试验的关键是控制试样不发生侧向变形。本次试验根据试样的体变  $\Delta V$  和轴向压缩量  $\Delta H$ , 建立如式 1 所示关系式来控制侧向变形。

$$\Delta V = A_0 \times \Delta H \quad (1)$$

其中, 式中  $A_0$  为试样的初始面积。

试验中  $K_0$  由式 2 确定。

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad (2)$$

其中, 式中  $\varphi$  为土体的内摩擦角, 根据常规固结排水三轴试验确定。

## 2 基坑计算分析

### 2.1 整体模型的建立

深基坑的开挖影响范围取决于基坑开挖的平面形状、开挖深度, 土质条件以及支护情况等因素, 计算模型边界范围的确定, 尤其是计算深度的确定对数值计算结果的精度有较大的影响。根据已有的工程经验, 一般基坑开挖的影响宽度大约为基坑开挖深度的 3~4 倍, 影响深度约为开挖深度的 2~4 倍。论文算例的基坑的尺寸为 60m × 20m × 5m (长 × 宽 × 深), 采用的是地下连续墙支护形式, 根据 FLAC 影响范围的取值要求, 选取 120m × 50m × 15m 的区域建立 FLAC 计算模型, 划分单元后模型共产生了 41040 个单元, 45552 个节点, 如图 2 所示。

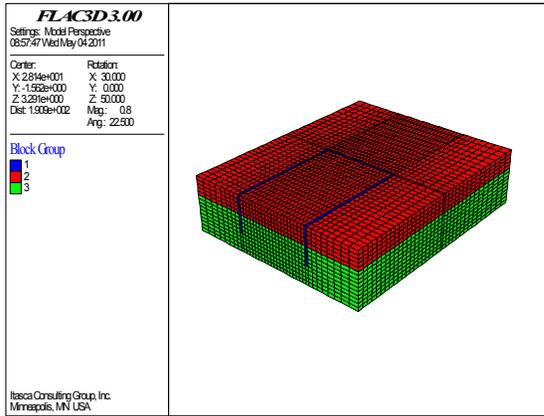


图2 基坑开挖数值计算几何模型

### 2.2 土体本构模型及参数选取

论文数值分析采用的是邓肯 E-B 模型, 假定土体材料性质为弹性非线性, 基坑影响深度范围内共分为两层土, 开挖面向下深度 5m 为论文试验所用的粘土, 下面土层为风化细砂岩, 模型参数是根据经验值确定的。表 2 列出了开挖基坑不同深度土层的邓肯模型参数。

表 2 基坑各土层的 E-B 模型参数

土层名称	①淤泥质粘土		②风化细砂岩
土层厚度 (m)	5		8.1
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.71		1.93
	CID 参数	CK <sub>0</sub> D2 参数	
粘聚力 (kPa)	13.46	11.66	20
内摩擦角 (°)	25.09	27.55	26
<i>R<sub>f</sub></i>	0.657	0.856	0.7
<i>k</i>	40.11	79.78	560
<i>n</i>	0.796	0.9	0.4
<i>Kb</i>	16.6	—	420
<i>m</i>	0.6	—	0.3

由于邓肯模型模拟 CK<sub>0</sub>D2 试验的体变曲线存在较大差异, 模拟曲线的体变值均为负值, 因此在 FLAC 计算中, 试验土体的体变模量取较大值, 认为土体的泊松比为 0.49, 这样更接近实际情况。

### 3 采用 FLAC3D 进行基坑位移分析

工程中基坑开挖的计算和支持设计采用的多是由常规试验得出的土体参数, 这与实际情况是有一些差距的, 没有考虑土体的 K<sub>0</sub> 固结过程和开挖卸荷实际的特殊应力路径。论文根据之前进行的特殊应力路径三轴试验得出的结果, 在此进行相关的数值计算, 定量研究采用特殊应力路径试验求出的不同土体参数对基坑应力、位移等的影响<sup>[4]</sup>。

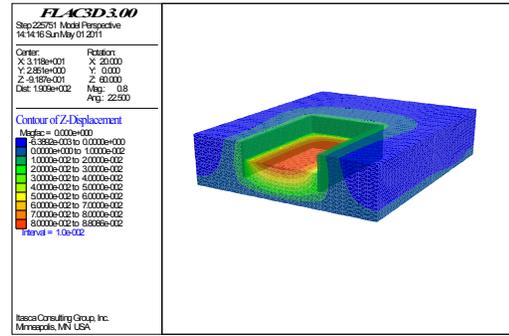


图3 采用 CID 试验邓肯模型参数计算基坑竖向位移分布图

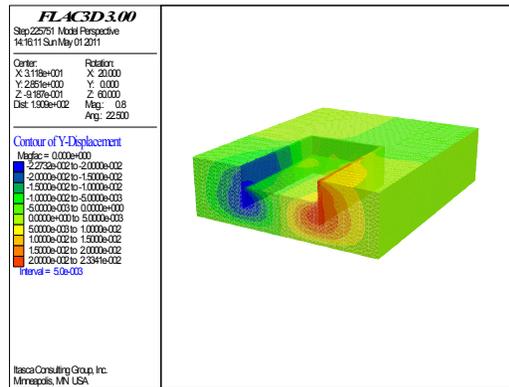


图4 采用 CID 试验邓肯模型参数计算基坑侧壁水平位移分布图

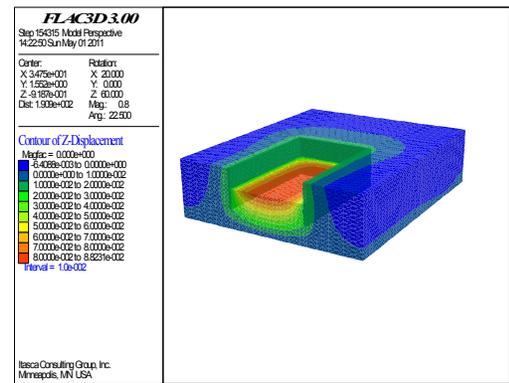


图5 采用 CK0D2 试验邓肯模型参数计算基坑竖向位移分布图

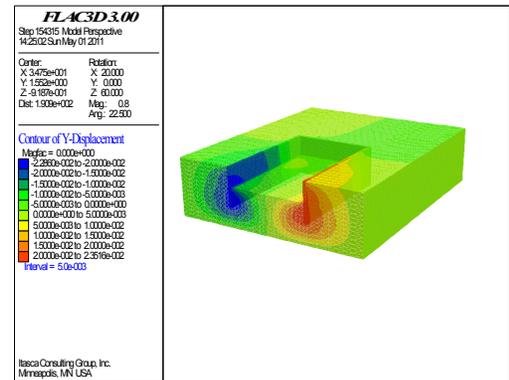


图6 采用 CK0D2 试验邓肯模型参数计算基坑侧壁水平位移分布图

结合特殊应力路径试验的设计情况,即主要研究侧向卸荷应力路径下的土体性质,论文数值分析主要讨论基坑侧壁土体的变形情况,尝试分析特殊应力路径下得出的土体参数引起的基坑变形计算的差距。

从图3图5可以看出开挖过程对基坑底部土体的竖向位移影响较大。开挖过程中由于上部土体的卸荷,导致原来位于基坑底部的土层失去原始的平衡状态,在基坑底部尤其是中心周围大部分区域呈现明显的隆起趋势,基坑周围土体采用不同试验土体参数时,呈现不同程度的下沉趋势,但数值都比较小而且差距不大。两种不同试验情况下基坑竖向位移最大值均发生在坑底,即坑底隆起位移值。如图6所示,采用CK0D2试验的土体参数计算时,基坑底部中心的隆起位移稍大于采用CID试验土体参数计算得到的位移量,但坑底隆起位移的差距不是太大,因此在实际工程中计算坑底隆起位移时,为试验方便,采用常规三轴试验的数据也是可行的。

图4图6可以看出两种情况下基坑侧壁水平位移最大值均发生长边地下连续墙稍偏下中间的位置,CID试验情况下土体的侧壁水平位移较之CK0D2试验稍大,但差距很小(5mm范围内),因此采用常规三轴试验得出的土体参数代替基坑侧向卸荷应力路径下的土体参数用于计算也是基本可行的。

由上述数值分析可看出,两种不同应力路径试验得出的土体参数用于基坑变形计算还是有些差距的。由图可以明显看出,采用CID试验参数计算得出的竖向沉降和基坑侧壁水平位移均略小于采用CK0D2试验参数计算得到的数值,在实际工程中采用CID试验参数进行计算是偏危险的,但应考虑

论文试验和算例有一定的局限和特殊。

## 4 结语

本章采用FLAC3D计算软件,把不同应力路径试验下得到的土体参数用于基坑工程中的变形计算,比较采用不同应力路径参数对基坑变形的影响差距,得出一些有一定参考价值的结论,总结如下。

(1) 开挖过程对基坑底部土体的隆起影响较大,采用两种不同试验参数计算的坑底隆起位移差距不是太大,因此在实际工程中计算坑底隆起位移时,采用常规三轴试验的数据是可行的。

(2) 采用CID试验参数计算得出的基坑侧壁竖向沉降和水平位移均略小于采用CK0D2试验参数计算得到的基坑侧壁沉降值,在实际工程中采用CID试验参数进行计算是稍显不安全的,但是数值差距很小,因此采用常规三轴试验的数据替代也是可行的。

## 参考文献

- [1] 朱涵成,韩文喜,陈超.砂岩常规三轴的颗粒流数值模拟[J].地质灾害与环境保护,2013(03):122-123
- [2] 陈志波,钟理峰,蔡廉锦.基坑开挖过程坑侧土体应力路径试验研究[J].防灾减灾工程学报,2016(06):39-41
- [3] 高永刚.基于AutoCAD的FLAC3D模型快速建模方法研究[J].西安:西安科技大学,2012.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部,建筑基坑工程监测技术规范:GB50497-2009[S].2009-3-1.

# Application of Emergency Mapping Based on Airborne Lidar (LiDAR) Technology

Baomin Song<sup>1</sup> Guanjun Wan<sup>2</sup>

1. Guangxi Vocational and Technical College of Safety Engineering, Nanning, Guangxi, 530000, China  
2. Beijing Urban Construction Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100000, China

## Abstract

This paper analyzes the application of lidar (LiDAR) technology in topographic mapping, cross-section survey and earthwork calculation, expounds the reliability of the application of lidar (LiDAR) mapping technology, introduces the lidar (LiDAR) technology in emergency mapping, and draws inferences about its extended application.

## Keywords

lidar (LiDAR); emergency mapping; field data acquisition; internal data processing; efficiency

# 基于机载激光雷达 (LiDAR) 技术的应急测绘应用研究

宋宝民<sup>1</sup> 万冠军<sup>2</sup>

1. 广西安全工程职业技术学院, 中国·广西南宁 530000  
2. 北京城建勘测设计研究院有限责任公司, 中国·北京 100000

## 摘要

论文通过对激光雷达 (LiDAR) 技术在地形测绘、断面测量、土方计算应用的实例分析, 阐述了激光雷达 (LiDAR) 测绘技术应用的可靠性, 并对激光雷达 (LiDAR) 技术在应急测绘方面展开介绍, 同时对其有关拓展应用作出推论。

## 关键词

激光雷达 (LiDAR); 应急测绘; 外业数据采集; 内业数据处理; 效率

## 1 引言

激光雷达技术是集光学、检测和测距技术于一体的科学, 工作过程中通过激光发射器发射一束激光并接收反射光束, 测算激光往返路径长度, 进而实时求出激光发射器位置和测绘目标之间的距离。考虑激光发射及激光跟踪过程中的关键参数, 如角分辨率、视场角、测量速率、测量精度、回波技术等, 可以将测量距离的精度提高到工程测绘领域要求的厘米级标准。目前研究人员将激光传感器、全球定位技术、惯性导航系统集合在一起, 并挂载于无人机上, 在空中飞行过程中实施作业, 并结合摄影测量学理论, 解算共线方程, 采

用空三加密, 后差分技术等, 实现无人机载激光雷达测绘。

## 2 激光雷达 (LiDAR) 技术在测绘领域的应用

激光雷达技术应用并不广泛, 影响因素有多方面的, 成本是主要因素; 外业工作环境复杂也会有一定的影响, 如工作过程中的烟雾、雨雪、粉尘、强光等都会对激光的发射和回收有一定的影响。激光雷达测绘的工作开展不得不选择合适的时间段进行。由于激光雷达发射的激光点云非常密集, 发射频率可以达到 10 万点 / 秒甚至更高, 发射的激光基本上可以穿透稀薄的植物、稀疏的树林到达地表, 获得真实的地形数据, 且数据获取速度快, 人力成本低, 因此在测绘领域持续性的得到各个院所的研究和应用<sup>[1]</sup>。

## 3 激光雷达 (LiDAR) 技术在地形测量、断面测量中的应用

论文将一款中国制造的激光雷达 (LiDAR) 测绘产品应用

【基金项目】基于激光雷达技术的应急测绘应用研究 (项目编号: GXAZY2020KYA005)。

【作者简介】万冠军 (1981-), 中国河南新郑人, 高级工程师, 硕士研究生学历, 现任职于中国北京城建勘测设计研究院有限责任公司, 从事测绘工程研究。

于某区域测绘项目,该项目时间要求紧,精度要求高,区域地形复杂,有陡峭的山体、横竖交错的房屋、茂密的树木、中等宽度河流以及灌木丛,带状区域,高差大,地形复杂。具体应用过程如下。

### 3.1 外业数据采集

采用大疆 M300 无人机平台挂载激光雷达 (LiDAR) 测绘工具,按照摄影测量的规范进行航线规划,对  $3\text{km}^2$  区域进行航飞,相对航高 90m,外业数据采集较快,1.5h 完成了整个测区的外业点云数据采集。

### 3.2 软件数据处理

采用 LiDAR360 这款软件产品导入激光雷达外业采集点云数据和飞行 POS 数据,设置坐标系并显示点云后,检查数据发现雷达采集区域全面,没有航飞漏洞,数据量大,随后采用软件进行点云去噪、点云分类,分离出道路、树木、河流、建筑物、地面点云,成功取出测区表面点云数据。

### 3.3 数据应用

统计结果显示点云数量充足,随后对点云进行了过滤,在软件内利用测区表面点云数据对该区域进行地形地表模型提取、等高线绘制、土方计算、断面线提取。其中,土方计算时计算网格设置 10m,网格内保留点云数量超过 3 万点,平均距离约 5cm 一个点云,计算成果速度快。利用点云制作的等高线和 DEM,与地形符合度高,DEM 数据平滑,与实际地形贴合度高。提取的断面线与常规测量方法获得的断面线相对应,无偏离。整个工作流程在 10h 内完成,数据获取效率很高,提供的数据可靠性充足。

## 4 激光雷达 (LiDAR) 测绘精度对比分析

论文采用全站仪和 GNSS-RTK 技术对该  $3\text{km}^2$  的区域人工采集了数据,按照 1:500 的比例尺绘制地形图,生成了等高线;采用全站仪配合 GNSS-RTK 采集了 50 条横断面,横断面纵向间隔 20~50m 不等,特意采集特征区域;采用全站仪采集了多栋房屋的 6 个角点;同时设置了一些特征点采集坐标用于对精度进行比较。通过比较发现,激光雷达点云数据提取的断面和常规高精度测绘仪器采集的断面符合程度良好,完全可以替代全站仪或者 GNSS-RTK 现场采集。地形特征点精度符合地形图要求,房屋角点坐标达到地籍测量的规范要求。道路、河流等特征点亦满足精度要求。

表 1 精度对照表

检查项目	点 1 较差	点 2 较差	点 3 较差	点 4 较差	点 5 较差	点 6 较差
断面线精度 (mm)	+5	+3	-1	0	-3	-4
等高线偏差 (mm)	-1	+1	+3	-1	0	-1
地形点精度 (mm)	0	+1	+3	-1	0	-1
特征点精度 (mm)	-1	+2	+1	0	-2	-1
房屋角点精度 (mm)	-7	-8	+6	-8	-3	-6

## 5 激光雷达 (LiDAR) 技术应急测绘方面的应用

通过该项目的应用,论文认为激光雷达测绘技术应用在测绘领域具有精度较高时间快点特点,完全满足 1:500 地形图测绘、断面测量、土方估算等。

(1) 外业数据采集效率高,较传统测绘方法用时更短,人力成本低,测绘环境复杂的地区人员无法到达,可采用无人机挂载激光雷达的手段快速完成测绘,避开阴雨、大雾、粉尘、强光等复杂天气即可,夜晚也可以采集。(2) 内业数据处理相对容易,采用较高配置电脑可以快速提高数据运算速度,快速提取地表数据后处理软件容易掌握,点云分类软件目前市场上较多研究成果,应急测绘领域具有较好的应用前景。(3) 应急测绘的要求往往根据自然灾害发生的级别有不同的应用需求,大范围的地质灾害或者破坏性灾害均对精确的测绘数据有时效性要求,在灾害发生后 12h 内,救援人员需要依靠精确的测绘数据作出应急判读,辅助救援部署<sup>[1]</sup>。(4) 应急救援过程中对测绘数据利用可以分为不同等级,精度较高的房屋测绘精度可以满足一类需求,对精度要求较低的道路等数据处理可以在外业现场采用普通较高配置笔记本电脑可以完成数据提取,迅速满足救援需求。

## 6 结语

激光雷达技术具有前瞻性,应用于应急测绘领域是可靠的,也是应急测绘的最优选择。目前已经探讨将该产品安装在专用汽车上,形成车载激光雷达测绘车,也可形成背包式激光雷达,不同的产品需要根据不同的平台采用不同的姿态测量设备和坐标测量设备配合,这一领域的研究正蓬勃发展。应急测绘领域需要进一步研究激光雷达测绘的应用平台,如长航时无人机平台、载人直升机等。

### 参考文献

- [1] 董松. 探讨激光雷达测绘在工程测绘中的应用 [J]. 工程技术 (引文版), 2017(04):299.
- [2] 刘怀彬, 姜韶, 阳清. 机载激光雷达在公路纵横断面测量中的应用 [J]. 测绘, 2019(04):184-187.

# Application of GPS PPK Technology in Marine Surveying and Mapping

Wei Wang

Shanghai Investigation, Design&Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200434, China

## Abstract

Through expounding the principle of GPS PPK technology and analyzing the precision comparison between PPK and VRS, PPK technology and sounder are combined in actual marine surveying and mapping, which avoids the limitation of signal range of data link acceptance, not only fully ensures the requirement of surveying accuracy, but also arranges marine surveying and mapping more freely and flexibly, and solves the task that RTK technology can not complete.

## Keywords

GPS PPK technology; marine surveying; VRS technology

## GPS PPK 技术在海洋测绘的应用

王伟

上海勘测设计研究院有限公司, 中国·上海 200434

## 摘要

论文通过对 GPSPPK 技术原理的阐述, 经过实验分析 PPK 与 VRS 的精度对比, 在实际海洋测绘中将 PPK 技术与测深仪结合起来加以应用, 规避了 RTK 技术由于数据链接受信号范围的限制, 不仅充分保证测量精度需求, 也能更加自由、灵活地安排海洋测绘, 解决 RTK 技术无法完成的任务。

## 关键词

GPS PPK 技术; 海洋测量; VRS 技术

## 1 引言

GPS 技术在当今社会已得到广泛应用, 其中 RTK (Real Time Kinematic) 载波相位实时差分技术以其实时、高效、高精度等特点在 GPS 动态定位方面优势明显, 其技术发展亦日趋成熟, 在工程测量等方面的应用相当普遍。但是 RTK 技术作业半径在 15km, 当测区范围太大或是海洋测绘中测区离岸太远, 受到距离限制, 作业流动站很难或者不能收到 RTK 基站电台发射的信号<sup>[1]</sup>。

针对远距离测量需要, GPS PPK 技术正好能弥补 RTK 技术的不足。PPK 技术是一种利用载波相位观测值进行事后处理的动态相对定位技术。由于该项技术是进行事后处理, 因此用户无需匹配数据通讯链, 也无需考虑流动站能否接收

基准站播发的无线电信号等问题, 观测更为方便、自由, 适合用于无需实时获得定位结果的应用领域。

## 2 PPK 技术作业原理

RTK 技术由基准站和流动站组成, 基准站接收卫星发射来的数据链信息, 将其观测值与测站坐标信息一同发给流动站, 流动站同时接收基准站数据与卫星数据, 在其系统内组成差分观测数据进行实时处理, 得到实时高精度坐标。随着 GPS 技术的发展, 利用多基站网络 RTK 技术建立的连续运行卫星定位服务综合系统 (Continuous Operational Reference System, CORS) 也已在多省市建立, 该系统由基准站网、数据处理中心、数据传输系统、定位导航数据播发系统、用户应用系统五个部分组成, 用户不需要架设基站, 只需要登录 CORS 账号, 就可以用流动站接收基准站信号和卫星数据, 从而得到实时三维坐标, 不仅能保证精度, 还能使用的更加

【作者简介】王伟 (1991-), 男, 本科学历, 主要从事海洋测量、工程测量研究。

灵活、方便<sup>[2]</sup>。

PPK 技术的工作原理是利用一台进行同步观测的基准站接收机和至少一台流动站接收机,对 GPS 卫星进行同步观测,只需把 GPS 的原始数据记录下来,无需在站间进行实时数据通讯,事后利用原始记录数据、基准站的已知坐标和 IGS 提供的精密星历,解算出基准站的相位改正数<sup>[3]</sup>。

PPK 在基准站和流动站之间,不必像 RTK 那样建立实时数据传输,而是在定位观测后,对两台 GPS 接收机所采集的定位数据进行事后的联合处理,从而计算出流动站在对应时间上的坐标位置,其基准站和流动站之间的距离没有严格的限制。由于 PPK 可以事后利用 IGS 提供的精密星历进行数据后处理,因此大大提高了其精度和作业范围。但是,PPK 无法现场确定点位的实际平面坐标,为了确保 PPK 作业模式的准确性和整周模糊度的准确解算,PPK 流动站需要进行不低于 5min 的初始化测量<sup>[4]</sup>。

### 3 试验检验

PPK 理论精度在 80km 范围内平面精度能达到 5cm,高程精度也在 10cm 之内,为检验 PPK 技术精度的可靠性,进行了实地试验来验证,通过对比 PPK 测量数据与 VRS 测量数据,得到对比结果<sup>[5]</sup>。

在上海范围内选定距离超过 80km 的两个地方,长兴岛和青浦,在长兴岛选取 2 个点 C、D,在青浦任选 2 个点 A、B,均采用 VRS 测量,采集其三维坐标(成果为上海平面坐标系,上海吴淞高程基准)。再以 A 为 PPK 基站,B、C、D 为 PPK 流动站,分别测量 1 小时左右,通过 TBC 解算得到测量数据。对比结果如表 1 所示。

对比结果可以得到 PPK 测量精度有较高的可靠性。

### 4 工程实例

笔者参与了一个在中国沿海某一风电项目,由于测区离岸上控制点较远,GPS RTK 技术的覆盖范围已不能满足测量要求,采用 GPS PPK 的技术进行水下地形测量。

### 4.1 采集方法

本次测量平面和高程数据采集时,参考站的点位、参考站的设置、转换参数的应用、流动站作业均符合规定。

#### 4.1.1 参考站点位的选择

(1) 两台 PPK 参考站架设在两个已知点上,无高度角超过 15° 的障碍物和强烈干扰接收卫星信号或反射卫星信号的物体。

(2) 测量时分别在两个已知站点上安置参考站,相互独立以保证基准站数据的完整连续性和对流动站数据的检校。

#### 4.1.2 参考站的设置

(1) 接收机天线精确对中、整平。每次对中误差均不大于 5mm;天线高的量取精确至 1mm。

(2) 正确连接电源电缆,配备连续不间断电源。

(3) 正确输入参考站的相关数据,包括点名、坐标、高程、天线高、基准参数、坐标高程转换参数等。

#### 4.1.3 流动站的作业

(1) 流动站作业时有效卫星数不少于 5 个,PDOP 值小于 6,采用固定解成果。

(2) 测量模式选择 PPK,基准参数、转换参数设置均与参考站相一致。

(3) 流动站的初始化时间为 5 分钟,初始化完成后再进行测量。作业中,如出现卫星信号失锁,重新初始化后才能继续作业。

### 4.2 数据处理

当天测量结束,及时将数据导出,保存并备份,编辑成图软件采用 TBC 后处理软件、南方 cass7.0 及相关专业软件。

(1) 对野外采集的定位及测深数据下载、分类、计算、整合、改正(吃水、声速、动态吃水等),生成任务书要求的平面高程数据并按天或按次存储。

(2) 结合检查线数据进行水深测量结果的合理性检查及精度检查,剔除错误的水深点,根据检查情况布置重测、补测方案。

表 1 PPK 测量数据与 VRS 测量数据精度对比(单位: m)

点名	PPK 测量值			VRS 测量值			对比		
	X	Y	H	x	y	h	dx	dy	dh
B	-21364.520	-54066.194	1.659	-21364.529	-54066.187	1.644	0.009	-0.007	0.015
C	20925.340	24169.534	10.201	20925.382	24169.512	10.168	-0.042	0.022	0.033
D	23064.482	21383.254	8.252	23064.465	21383.226	8.211	0.017	0.028	0.041

根据《海洋工程地形测量规范》，以2倍中误差为观测值的限差要求，本项目测区水深≤20m，深度检查较差的限差为0.4m。提取检查线与主测线相交处图上1mm内数据进行深度比对，本次测量共检查636对点，比对结果如图1、表2所示。

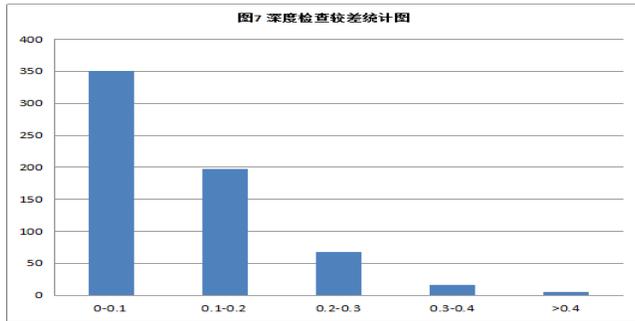


图1 深度检查较差统计表

表2 主测线和检测线重合点水深值比对统计表

0 ~ 0.1(m)	0.1 ~ 0.2(m)	0.2 ~ 0.3(m)	0.3 ~ 0.4(m)	> 0.4(m)
350个	197个	68个	16个	5个
经检测，合限点个数占总点数99.2%，0m < H ≤ 20m 水深中误差为0.14m。				

水深中误差采用观测值的改正数计算，计算公式为：

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n}}$$

式中： $v_i$ —主测线水深与检查线水深差值； $n$ —检查点个数。

将处理无误的数据导入南方cass7.0地形成图软件系统，得到如下所示地形图。利用Bentley软件得到风场址现状图，如图2所示。

## 5 结语

在受到无线电信号受到距离限制的情况下，利用GPS PPK技术可以很好地弥补GPS RTK技术的不足，使用GPS

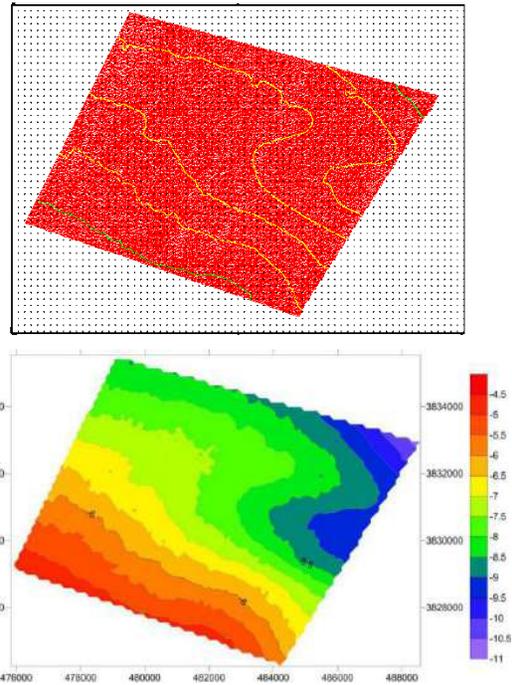


图2 风场址现状图

PPK技术也能得到较高精度的测量数据，且布设范围更广，基站选择更加灵活，未来有相当好的发展和应用前景。

## 参考文献

- [1] 汪连贺. 基于GPS PPK技术的远距离高精度验潮方法研究[J]. 海洋测绘, 2014(04):24-27.
- [2] 洪日贵. 基于CORS的PPK技术在外业测量中的应用[J]. 现代测绘, 2012(05):57-58.
- [3] 万凌翔. GPS PPK结合测深仪在水下地形测量中的应用[J]. 水利技术监督, 2016(01):93-95.
- [4] 赵建虎, 王胜平, 张红梅, 等. 基于GPS PPK/PPP的长距离潮位测量[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2008(09):910-913.
- [5] 李哲, 高立, 乔辉. GPS PPK技术在测量外业中的应用探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2012(04):128-134.

# Analysis on the Application of Engineering Surveying and Mapping Technology

Ran Tao

Enterprise Management Consulting Branch of Shenyang Passenger Transport Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 123000, China

## Abstract

With the rapid development of social economy at present, engineering surveying and mapping also plays a very important role in construction engineering. In the original surveying and mapping work, we often use manpower to complete the specific work, but for the modernization construction can no longer meet the current needs. In recent years, due to the continuous development of science and technology, surveying and mapping technology has been improved to a certain extent, and the universal application of surveying and mapping technology has promoted the progress and development of modern society.

## Keywords

engineering surveying and mapping; surveying technology; applied analysis

# 对于工程测绘测量技术应用的分析

陶然

沈阳客运集团有限公司企业管理咨询分公司, 中国·辽宁 沈阳 123000

## 摘要

随着现阶段的社会经济飞速发展, 工程测绘在建筑工程当中也发挥出非常重要的作用。在原有的测绘工作当中, 常常会借助人力来完成具体的工作, 但是对于现代化的建设来说已经不能满足当前的需要。近些年来, 由于科学技术的不断发展, 测绘技术在一定程度上也得到了提高, 测绘测量技术的普遍运用推动了现代社会的进步与发展。

## 关键词

工程测绘; 测量技术; 应用分析

## 1 引言

在现阶段的工程建当中, 由于各种技术在不断地完善, 在测绘测量技术上改进就可以让数据完成智能化的采集与管理的功能。伴随着科学技术不断的取得突破, 在工程当中其自动化的管理水平也获得了很大的提高。在现阶段, 测绘技术也朝着规范化以及标准化的方向上进行发展, 借助有关的技术, 慢慢形成数字化以及实时化的管理。在工程测绘技术当中有很多的形式, 而在不同的测绘技术当中都存在着不同的管理模式, 譬如 GIS、RS 以及 GPS 等测量技术。随着数字测绘技术被广泛的应用, 现代工程在建设与管理水平上也得到了有效的提升。

## 2 工程测绘测量技术在应用时起到的作用

测绘测量技术常常会应用到建筑业、电力水利工程以及

交通运输业当中。随着近些年来社会得到快速的发展, 在科学技术这方面上也有了很大程度上的提高。同时, 也使测绘测量技术在质量上取得了极大的提升, 尤其是在现代的测绘技术。例如, 遥感技术、数字测绘技术、卫星定位技术以及摄影测量技术等各种技术都得到了全面的改进, 在精度上也提高了准确率, 测绘测量领域也变得更加广泛, 同时也在工程质量当中发挥着决定性的作用。但是, 在现阶段的测绘技术当中只是去测量一些有关的数据, 或者是到现场进行测量。随着在工程测绘测量技术上的不断创新与发展, 技术人员能通过测绘设备对测量出来的数据进行全面分析, 对物体在发展上的状态做出仔细的研究, 同时还能预测在未来当中的变化趋势。

随着在科学技术上的不断突破, 测绘测量技术必须结合未来发展的趋势对技术进行全面的创新, 从而就能保证测

量出来的数据具有较强的准确性，在实际的工程建设当中能将其所具有的作用全都发挥出来，让那些比较复杂的测量问题能得到有效的解决，进而可以让城市化建设得到快速的发展<sup>[1]</sup>。

### 3 在工程测量当中对测绘技术的具体应用

#### 3.1 对 GIS 技术的应用

GIS 技术是将环境科学、空间科学、计算机科学以及测绘科学等各种结合到一起的新兴测绘技术。借助 GIS 技术就能让地理数据的采集、处理及其存储等工作得以实现，同时还有着空间提示、辅助决策以及预测等各项功能。这些功能就可以让 GIS 技术在很短的时间内构建出一个庞大的数据库，并且可以以图形的方式来进行显示与输出，进而可以结合具体的测量要求来对数据做出全面地处理，这样不但使工程测量在制图的效率上得到有效的提升，而且还能保证对工程设计上的进度。除此之外，GIS 技术也同样可以运用在一些野外工程当中，借助 GIS 技术不但能减少在野外测量当中的工作强度，还能让测量出来的数据在准确性上得到进一步的提升，从而使野外测量在管理难度上大大降低<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 对 GPS 技术的应用

GPS 技术是 20 世纪 70 年代在美国诞生，它是将海陆空结合在一起的三维定位导航技术。由于在技术上不断的创新，使 GPS 技术在使用范围上以及功能上也逐渐的扩大，同时也为工程测绘测量技术带来具有革命性的变化。在近些年，GPS 技术也逐渐在测绘领域当中拓展到生产以及生活多个领域之中。例如，在对通信线路、石油勘探以及大坝监测等那些比较常见的工程进行实时测量时都会应用到，从而就会使每个建设项目在测量上的精确性以及科学性得到有效的保障。

随着 GPS 技术被广泛的使用，在工程项目中也得到了全面覆盖，从而就能让工程师做到实时地、快速地对工程信息进行收集以及保存，对工程项目的数据展开实时的采集可以然让后期在对数据进行分析与决策时，使其进度变得更快，让项目设计能快速定点，在一定程度上减少了施工周期，让施工的效率以及质量也得到了全面的提升。但是，在 GPS 技术当中也有很多的缺陷。例如，在对数据进行收集工作时，常常会出现数据丢失或者是被窃取的现象，这对于数据获取

来说缺少一定的有效性以及安全性。因此，必须要对数据展开统一的管理，对关键的工程数据进行处理与备份，只有这样才能让工程数据在安全性上得到有效的提升，GPS 技术的工作原理（如图 1 所示）<sup>[3]</sup>。

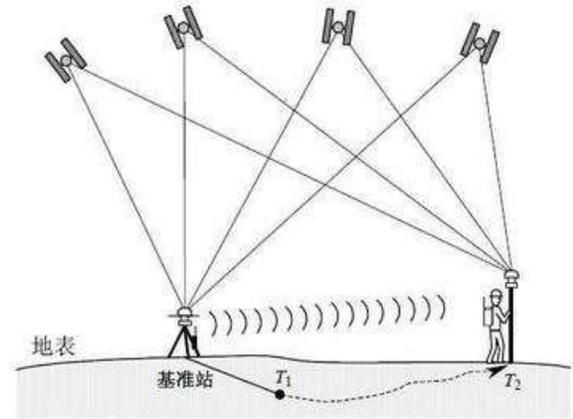


图 1 GPS 技术的工作原理

#### 3.3 对 RS 技术的应用

RS 技术是在 20 世纪 60 年代里才发展起来的技术，在现阶段当中是通过航拍来获取基础地理信息的主要手段。在 RS 技术当中，它能在规定的测量范围之中实施大面积的实时观测，使测量出来的数据具有很强的科学性，这门技术早已在工程测量领域当中得到广泛的应用。随着 RS 技术的不断发展，也使在中小比例尺当中的地形数据得以快速的采集，让工程基础地形图在测量上具有较强的准确性。在现阶段中，RS 技术在全色光谱的分辨率上也有了很大的进步，在当前的地理信息绘制工作当中是最有效的手段之一，基于这些优势也让 RS 技术广泛的运用在工程的测量工作之中。总而言之，在现代的测绘发展当中 RS 技术发挥着重要的作用<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 对数字化测绘技术的应用

数字化测绘技术是一种全新的测量技术，在对工程进行测量时也是非常典型的应用。在过去展开测绘时，常常会使用人工来做出测量、计算以及制图等各种工作。这样的工作方式让测量工作变得非常复杂，同时还会很容易产生错误，使工程在测量效率上以及质量上都遭受到极大的影响。在数字化测绘技术当中，它将计算机以及人工智能进行有机的结合，在一定程度上弥补了过去在测绘当中的不足之处，从而促进工程测量朝着数字化以及智能化的方向上来发展<sup>[5]</sup>。

### 3.5 对摄影测绘技术的应用

在摄影测绘技术当中,主要是借助摄影手段来对信息进行获取与处理。在当前,中国普遍使用的摄影测绘技术就是数字摄影技术,在工程测量当中摄影测绘技术得到了比较广泛的运用,特别是那些质量和精度比较高的摄影设备,能展现出更加全面、更加完整、更加实时的三维立体信息。摄影测绘技术还能让室外测量变成室内监测,因为摄影测绘技术拥有速度快以及精度高的特点,在进行测量工作时不用与实物进行接触,这样就能在一定程度上减少了工作量,从而使工程测绘测量在效率上及其精度上得到全面提升。

## 4 结语

综上所述,为了迎合那些全新测绘技术广泛的运用趋势,达到现阶段中人们在工程质量上提出的要求,就必须对测绘

测量技术的实际运用情况做出全面的调整,将测绘测量技术所具有的作用全都充分的发挥出来,这样才能让工程建设在经济效益上及其社会效益上得到有效的提高。

### 参考文献

- [1] 凌远征. 分析港口航道疏浚工程测量中的现代海洋测绘通信技术应用 [C]. 2020 年智慧建造与设计学术云论坛 (成都) 论文集, 2020.
- [2] 苏文强, 陈浩. 数字化测绘技术在地质工程测量中的应用分析 [J]. 智能城市, 2020(08):69-70.
- [3] 余小燕. 数字化测绘技术在地质工程测量中的应用分析 [J]. 世界有色金属, 2020(04):289-290.
- [4] 徐小芳, 田剑, 徐勇. 测绘工程技术在不动产测量中的实践应用分析 [J]. 工程技术研究, 2020(03):39-40.
- [5] 何天鹏, 刘琦. 测绘新技术在建筑工程测量中的应用分析 [J]. 工程技术研究, 2019(23):35-36.

# Research on Remote Sensing Information Extraction Technology for Active Fault Judgment in Shallow Cover Area

Lei Zhang Min Zhao

Henan Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center, Zhengzhou, Henan, 450053, China

## Abstract

In this paper, multi-source remote sensing data such as GF-1, OLI and PALSAR were used to interpret the hydrologic environment and geomorphic features of the study area and analyze the surface temperature anomalies, establish translation markers, conduct temperature stratification, and conduct field verification to comprehensively judge the spatial distribution characteristics of active faults in the study area. The study shows that multi-source remote sensing data can be used to effectively judge the distribution of active layers, which plays a necessary auxiliary role for other geological methods to analyze the structural characteristics of active faults in shallow cover area. Through this research, the field of geoscience applications of remote sensing technology has been enhanced and the unique advantages of remote sensing technology have been brought into play.

## Keywords

active fault; remote sensing information extraction; shallow cover area

# 遥感信息提取技术应用于地表浅覆盖区活断层判断研究

张雷 赵民

河南省航空物探遥感中心, 中国·河南 郑州 450053

## 摘要

论文利用 GF-1、OLI 和 PALSAR 等多源遥感数据, 对研究区的水文环境、地貌特征进行解译和地表温度异常分析, 建立了解译标志, 进行温度分层, 并进行野外验证, 综合判断了研究区的活断层的空间分布特征。研究表明, 运用多源遥感数据可以有效的判断活动层的分布, 为运用其他地质方法分析浅覆盖区活断层的构造特征起到了必要的辅助作用。通过此项研究, 增强了遥感技术的地质应用领域, 发挥了遥感技术的独特优势。

## 关键词

活断层; 遥感信息提取; 浅覆盖层

## 1 引言

浅覆盖区活断层对城市规划、区域性社会发展都有较大的影响。对活断层的判断分析多以地球物理方法为主。随着遥感技术的迅速发展, 应用于地质领域的范围越来越广, 而对浅覆盖区活断层的遥感技术判断近年来也逐步开始研究。

浅覆盖区活断层弱异常信息是一些光谱异常信息, 它与断层活动密切相关。这些信息可能是断层活动使某些物质在地表的异常聚集, 影响植被的生长, 从而引起地物波谱的异

常反映。

利用遥感技术方法提取弱信息的主要方法如下: ①选取不同波段进行假彩色合成, 获得有利于揭示植被或水体的合成效果; ②对多光谱数据进行主成分变换与缨帽变换, 突出不同岩性、不同植被造成的光谱差异; ③可选用线性变换、分段线性拉伸、非线性变换等, 改变图像亮度与对比度, 突出线状、面状结构信息; ④雷达与光学影像之间、不同模式雷达影像之间可采用融合方法创建新的图像, 减少噪声, 丰富纹理信息<sup>[1]</sup>。

## 2 研究区地质背景

研究区位于豫东地区, 地理坐标范围为东经 115° 26' 42" 至 115° 37' 20", 北纬 34° 18' 3" 至

【基金项目】活断层探测技术方法研究(豫地矿科研[2017]03号)。

【作者简介】张雷(1978-), 男, 中国河南获嘉人, 高级工程师, 硕士研究生学历, 从事环境地质、遥感地质、自然资源规划评价以及环境生态修复研究。

34° 22′ 24″。

该区位于中国华北板块近南缘太康断隆西南部。预查区大地构造位置在华北板块近南缘，河南分区嵩箕小区之豫东部分，在太康断隆东端，其北为开封凹陷。

本区处于华北拗陷新生界掩覆区，根据钻孔揭露厚度为893.78m，呈角度不整合于下伏古生界各时代地层之上。下部主要为粘土、砂质粘土以及砾石，颜色为土黄色、杂灰白色。另有少量次生碳酸盐岩，呈灰白色，棱角状。上部主要以棕黄~土黄色粘土为主，含少量砾石。路河断层走向北西，倾向北东，倾角50~65°之间，落差约在150~500m之间，在区内延伸长度为16.7km左右<sup>[2]</sup>，如图1所示。

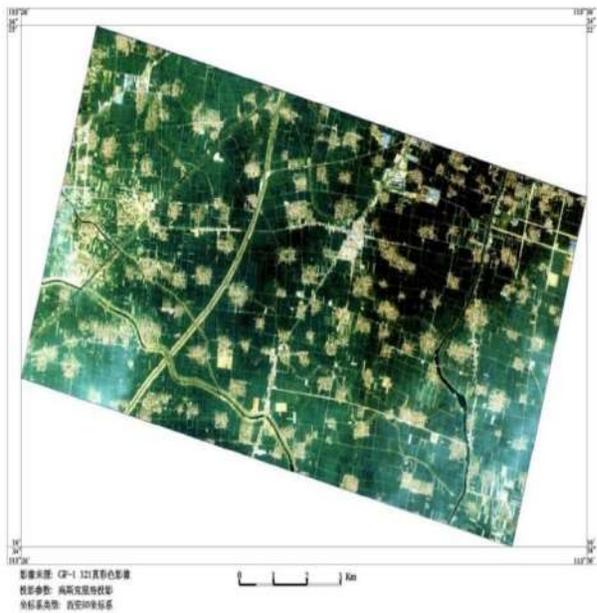


图1 研究区遥感影像图

### 3 遥感技术路线

本次研究工作的技术路线以GF-1、Landsat系列等光学遥感影像和GF-3、PLASAR等雷达遥感影像进行数据组合、图像处理、信息提取、纹理分析等遥感技术手段，来识别浅覆盖区活断层特征，并与物探方法相结合，总结浅覆盖区活断层遥感技术识别标准，在此基础上建立遥感监测体系。

(1) 收集研究区地质背景等资料，购置遥感影像，并进行数据预处理及影像图制作。

(2) 进行研究区遥感地层和地貌解译，进行研究区地质环境背景分析。

(3) 进行研究区水系分布解译，分析水文地质特征与

活断层关系。

(4) 进行地表温度提取研究，分析地表温度异常点与活断层分布关系。

(5) 利用遥感解译成果进行综合研究，判断活断层分布特征。

技术路线如图2所示。

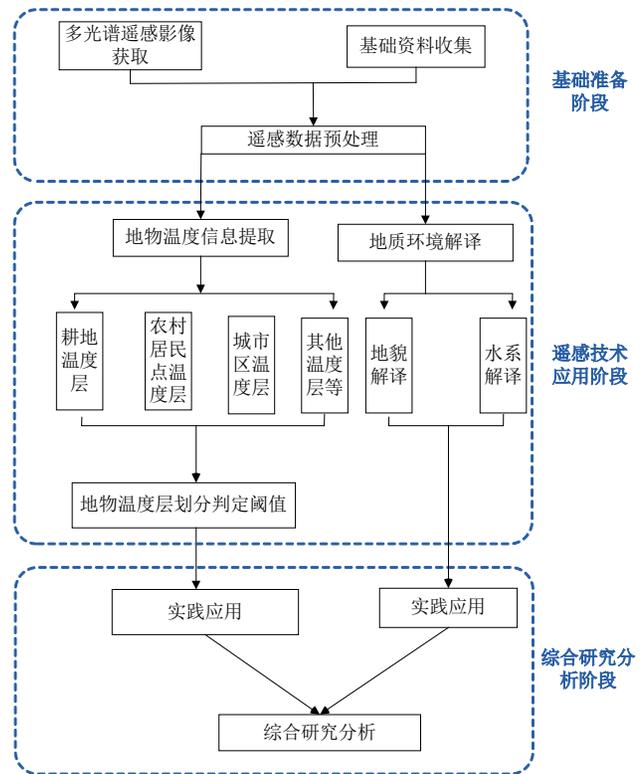


图2 技术路线图

## 4 遥感数据源获取及预处理

### 4.1 数据源选取

图像数据应无云层覆盖、影像清晰，无显著偏光、偏色、坏行现象，积雪覆盖率应小于10%。

本研究项目选取的遥感数据有GF-1、Plasar和landsat8 OLI。其中，GF-1和Plasar用于活断层构造解译，landsat8 OLI用于地表温度反演。

### 4.2 遥感影像数据处理

本次遥感影像图制作采用六度分带的高斯-克吕格投影、西安80平面坐标系。为满足本次研究的需要，根据遥感图像各波段的光谱特征，选择不同的波段组合，利用计算机对数字图像按一定的数学模式进行运算，即按一定的图像处理功能对该数字图像进行计算机处理，以增强和提取水文地质信

息。对多时相、多数据源、多分辨率的遥感数据进行融合处理和多功能信息提取,以提高遥感图像的质量,最大限度地提取本次工作所需的地质矿产要素信息。遥感数字图像处理主要包括波段组合、图像校正、色调匹配、数据融合、图像镶嵌和各种增强处理等功能,其工作流程如图3所示。

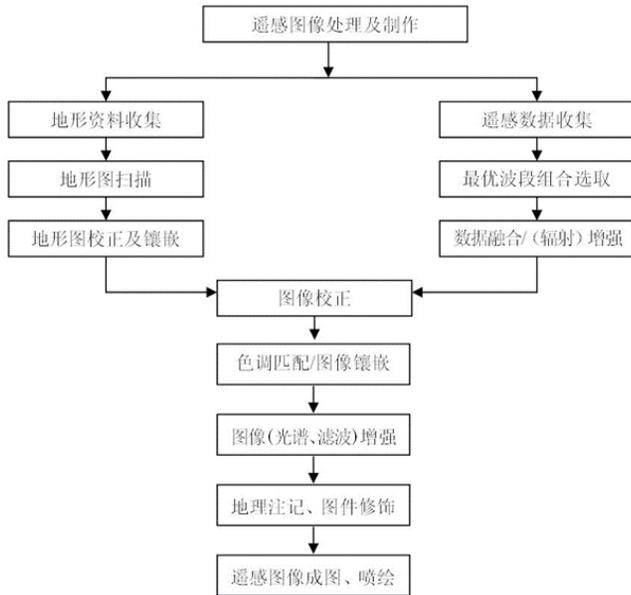


图3 遥感图像处理工作流程图

## 5 遥感地质解译

### 5.1 水文地质解译

以GF-1真彩色合成影像为主,其他遥感影像为补充,解译出研究区水系分布。整个研究区水系分布比较密集,呈一定的规律平行分布。其中古宋河为主干,大沙河、陈良河和杨大河是其支流,大沙河和陈良河基本上处于平行分布,如图4所示。

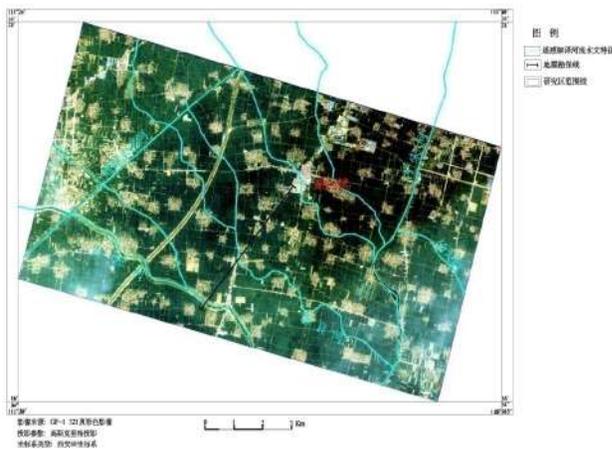


图4 研究区水文地质遥感解译图

### 5.2 地层遥感解译

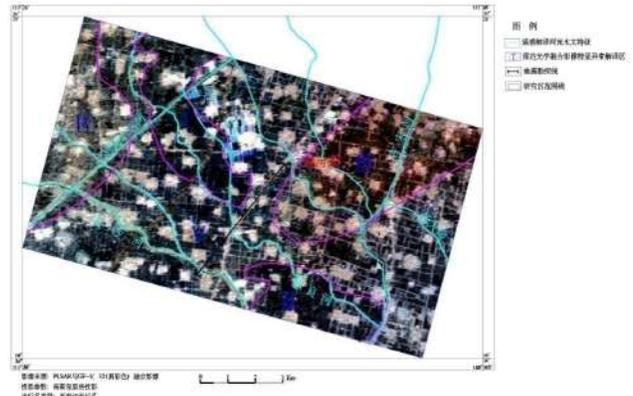


图5 研究区地表遥感特征解译图

研究区为第四系覆盖,根据GF-1和PLASAR雷达数据相融合,划分出研究区地表地层纹理差异区,如图5所示。其中,I和II纹理特征一致;III、IV和V为单独纹理特征区域,纹理特征见表1。

表1 研究区遥感影像特征分析表

特征异常编号	I	II	III	IV	V
影像特征	色调以黑色、黑蓝色为主,斑块状纹理,纹理单一,平滑。	色调以黑色、黑蓝色为主,斑块状纹理,纹理单一,平滑。	色调以灰褐色为主,斑块状、网状纹理,网状纹理线条较粗,较粗糙。	色调以灰白色为主,斑块状纹理,较密集粗糙。	色调以浅灰色为主,斑块状、线状纹理,较糙。
土壤类型	淤土	淤土	淤土	两合土	两合土
第四系沉积类型	河流冲积粘性沉积物	河流冲积粘性沉积物	河流冲积粘性沉积物	河流冲积壤性沉积物	河流冲积壤性沉积物

### 5.3 地表温度反演

大量的研究工作证明,埋藏在地球内部的热能通过一些活断层传导、对流到达地表,又以辐射的形式被卫星传感器接收。根据辐射原理,温度不同的物体,热辐射强度也不同;可以通过对遥感信息源的数据处理,从而发现活断层的分布规律。

本项目根据这一原理,选取了大气校正法地表温度反演模型,对研究区的地表温度进行了反演,排除干扰因素,提取出与活断层分布相关的温度异常分布。

大气校正法基本原理:首先估计大气对地表热辐射的影响,然后把这部分大气影响从卫星传感器所观测到的热辐射总量中减去,从而得到地表热辐射强度,再把热辐射强度转化为相应的地表温度。

具体实现为：卫星传感器接收到的热红外辐射亮度值  $L_\lambda$  由三部分组成：大气向上辐射亮度  $L \uparrow$ ，地面的真实辐射亮度经过大气层之后到达卫星传感器的能量；大气向下辐射到达地面后反射的能量。卫星传感器接收到的热红外辐射亮度值  $L_\lambda$  的表达式可写为（辐射传输方程）：

$$L_\lambda = [\varepsilon B(T_s) + (1-\varepsilon)L \downarrow] \tau + L \uparrow \quad (1)$$

式中， $\varepsilon$  为地表比辐射率， $T_s$  为地表真实温度 (K)， $B(T_s)$  为黑体热辐射亮度， $\tau$  为大气在热红外波段的透过率。则温度为  $T$  的黑体在热红外波段的辐射亮度  $B(T_s)$  为：

$$B(T_s) = [L_\lambda - L \uparrow - \tau(1-\varepsilon)L \downarrow] / \tau\varepsilon \quad (2)$$

$T_s$  可以用普朗克公式的函数获取。

$$T_s = K_2 / \ln(K_1 / B(T_s) + 1) \quad (3)$$

对于 OLI Band10,  $K_1 = 774.89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \mu\text{m} \cdot \text{sr})$ ,  $K_2 = 1321.08\text{K}$ 。

从上可知此类算法需要 2 个参数：大气剖面参数和地表比辐射率。大气剖面参数在 NASA 提供的网站 (<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>) 中，输入成影时间以及中心经纬度可以获得大气剖面参数。适用于只有一个热红外波段的数据，如 Landsat TM /ETM+/TIRS 数据。

反演主要内容就是使用 ENVI 软件中 BandMath 工具计算公式 (2) 和公式 (3)，处理流程如图 6 所示<sup>[9]</sup>。

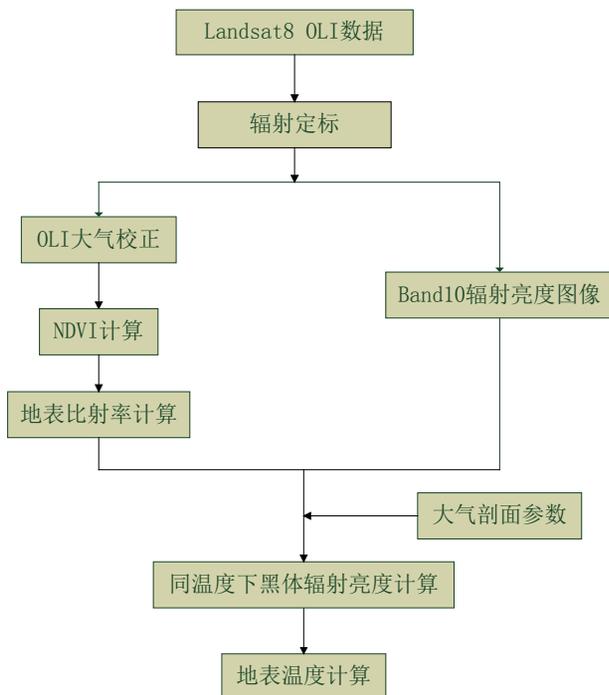


图 6 处理流程

如图 7 所示，可以看出研究区选取的 2017 年 2 月 16 日、2017 年 11 月 08 日和 2017 年 6 月 29 日三个时期的高温异常

分布区域集中的空间范围基本一致，为北西向线形分布。温度弱异常范围位于自然地表，排除了人工建筑物干扰影响。

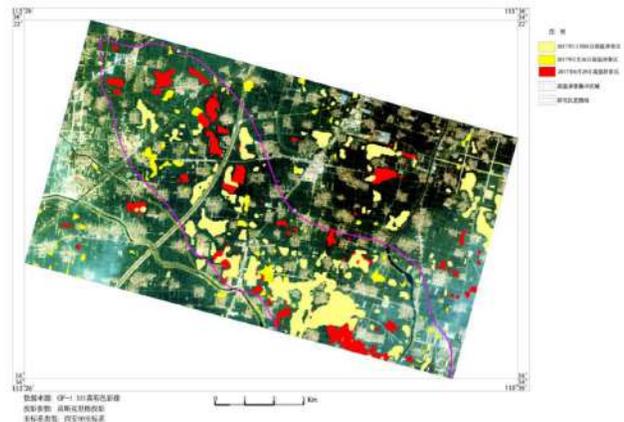


图 7 研究区三个时期地表高温异常对比图

### 5.4 野外核查验证

2018 年 8 月 29 日至 30 日，项目组对研究区遥感解译成果进行了野外核查。野外核查点 12 个，超过解译图斑的 10%，符合相关规范要求。

野外核查验证主要包括温度异常区的地表情况核查和遥感解译图斑类型差异调查。S001、S004、S006、S007、S010、S011 为地表温度提取异常区域，经核查异常中心区域无人工活动影响，为农作物种植地，并且地表土层质地有差异。通过野外验证说明通过遥感技术手段提取的研究区温度异常区域为自然现象，有可能与活断层构造有关。

如表 2 所示，S007、S010、S011 核查点为遥感解译同一图斑类型区，经核查地表土壤质地为沙壤，与其他核查点的壤性和壤沙性土壤质地有一定区别，与遥感解译特征基本一致。

表 2 研究区野外核查信息表

编号	经度	纬度	高程	遥感影像特征	野外核查现状
S001	E115 34.562	N34 19.755	45m	地温异常分布区	玉米地，土壤质地为壤质。无人工建筑影响。
S002	E115 32.680	N34 19.835	48m		玉米地，花生地，耕作层 15~20cm 土壤质地为壤沙质。
S003	E115 32.058	N34 18.654	48m		玉米地，花生地，耕作层 15~20cm 土壤质地为壤沙质。
S004	E115 31.297	N34 18.049	47m	地温异常分布区	玉米地，土壤质地为壤质。无人工建筑影响。
S005	E115 30.763	N34 17.356	55m		玉米地，耕作层 15~20cm，土壤质地为壤沙质。
S006	E115 31.676	N34 18.007	57m	地温异常分布区 临时增加剖面点	剖面深度 2m。0~15cm 耕作层、15~80cm 壤沙层、80~135cm 胶泥层和 135cm 以下沙土层。

S007	E115 33.180	N34 17.283	45m	地温异常分布区	玉米地,土壤质地为沙壤质。无人工建筑影响。
S008	E115 34.531	N34 17.725	45m		玉米地,土壤质地为壤质。无人工建筑影响。
S009	E115 34.909	N34 17.479	41m	临时剖面点	剖面深度2m。0~15cm耕作层、15~80cm沙壤层、80~135cm胶泥层和135cm以下沙土层。
S010	E115 31.080	N34 19.514	44m	地温异常分布区	沙壤土,紧挨新修河道。无人工建筑影响。
S011	E115 29.039	N34 19.085	38m	地温异常分布区	玉米地,土壤质地为沙壤质。无人工建筑影响。
S012	E115 28.239	N34 20.720	38m		玉米地,土壤质地为沙壤质。土层干旱。

## 6 路河活断层遥感综合研究综合预测

遥感技术提取隐伏活动断层弱异常信息是一些光谱异常特征,它与断层活动密切相关。这些信息主要是断层活动使某些物质在地表的异常聚集,影响植被的生长,从而引起地物波谱的异常反映;另外断层活动造成的地表水系异常的反映。

根据以上多种遥感手段的分析,本研究区可以从地表水文地质定向变化、活断层分布相关温度区域,雷达遥感与光学遥感融合影像的纹理差异变化特征,对浅层活断层的地下分布特征进行解译分析,如图8、表3所示。

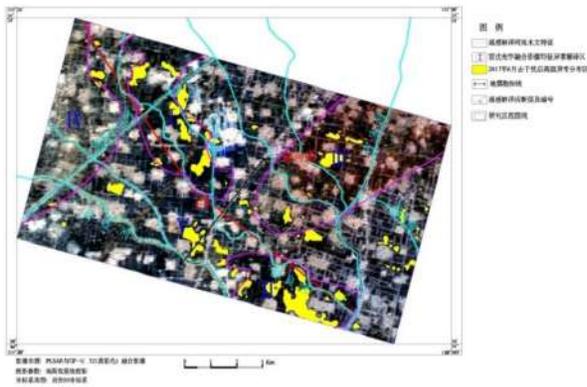


图8 路河活断层遥感综合解译图

表3 研究区断层构造遥感解译信息表

断层编号	走向	解译标志	备注
F1	北西走向	直线型河流,拐角直角;断层两旁有线状分布的高温异常区域;雷达影像和雷达与光学融合影像相同纹理地块错移。	路河断层

## 7 结论和建议

### 7.1 研究区中自然水系与地层、古构造、现代构造运动有关

断层活动会造成水系位错、水系分散、水系汇聚等,而在水系的密度、方位等特征上都留下痕迹。利用图像处理方法,将这些遥感信息提取出来,对本项目活断层的判断有重要意义。

### 7.2 不同区域由于地表的地质特征不同,遥感从不同方面反映的特征会有所差异

本研究区属于平原地区,与山区遥感地形地貌特征就有很大的差异,无法根据地势起伏以及地貌突变提取分析隐伏活断层。

### 7.3 遥感分析活断层弱异常信息,属于遥感和地质相结合的交叉学科

弱异常信息的判断通常需要有较丰富的遥感地质解释经验。要利用遥感处理方法,尽可能地将弱异常信息分离出来,从而便于地质人员分析和解释。

### 7.4 研究区人类工程活动强烈

活断层地表特征受人为改造影响,单纯利用遥感影像进行活动断裂地表分布位置的精确定位还较为困难,遥感在活动断层探测中的应用受到客观条件限制,应和其他多种探测手段相结合,进行综合分析。

### 7.5 活断层构造遥感特征

经野外核查基本符合实际情况,可以进一步证明遥感解译活断层的合理性。

## 参考文献

- [1] 中国地震局. 中国地震活动断层探测技术系统技术规程 [M]. 北京: 地震出版社, 2005.
- [2] 王志宏. 阶段性板块运动与板内增生——河南省 1:50 万地质图说明书 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000.
- [3] 邓书斌, 陈秋锦, 社会建, 等. ENVI 遥感图像处理方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.

# Construction and Application of 3D Real Space Model Based on 3D Laser Scanning Data

Zhigao Zhang

The Nuclear Industry Geology Survey 281 Brigade in Sichuan Province, Xichang, Sichuan, 615000, China

## Abstract

With the continuous progress of the times, the application of 3D laser scanning in 3D real space is more and more extensive, this paper first introduces the steps and contents of 3D laser scanning, and then analyzes and studies its application.

## Keywords

3D laser scanning ;3D real scene space model; application

# 基于三维激光扫描数据的三维实景空间模型构建与应用探析

张志高

四川省核工业地质局二八一大队，中国·四川 西昌 615000

## 摘要

随着时代不断地进步，三维激光扫描在三维实景空间的应用越来越广泛，论文首先介绍了三维激光扫描的步骤及内容，然后对其应用进行了分析和研究。

## 关键词

三维激光扫描；三维实景空间模型；应用

## 1 引言

作为快速获取空间数据的新技术，地面三维激光扫描越来越多地用于城市建模、工程建设和其他领域。与传统测量技术的单点定位方法不同，三维激光扫描技术也称为“实景复制技术”，它所使用的激光测量设备通过激光测量设备从上至下执行全自动高精度步进测量。笔者基于从事相关完整和连续的三维坐标方面的多年经验，论文介绍了三维建模的步骤和应用。

## 2 三维建模步骤

### 2.1 数据获取

该软件平台用于控制三维激光扫描仪以扫描特定实体和反射参考点，以获得尽可能多的实体相关信息。由于需要获取多个重叠的扫描图像，因此选择了 11 个反射参考点来扫描目标实体。获得对象表面上每个采样点的空间坐标后，将获得一组称为“点云”的点，并且每个像素都包含距离和角度值。三维激光扫描仪最终得到的是空间物体的几何位置信息，

点云的发射密度值以及外部摄像机获得的图像信息，原始数据存储在特定的项目文件中<sup>[1]</sup>。

### 2.2 数据处理

数据获取完毕之后的第一步就是对获取的点云数据和影像数据进行预处理。

#### 2.2.1 建筑物提取

通过激光扫描获得的数据通常包括地形数据、建筑物数据和其他特征数据。建筑物提取的目的是将目标建筑物与激光测量数据分开，并为后续处理提供基本数据。

#### 2.2.2 数据过滤

三维激光扫描仪和主要测量对象之间的树木、行人、车辆和其他障碍物在激光扫描后在主要测量对象后面形成了分散的点或孔。数据过滤是为了消除测量噪声和障碍物的影响以获得建筑物噪声。根据激光扫描回波信号强度的识别，当回波信号强度低于阈值时，距离信号值无效，中间过滤用于去除异常值，曲面配件用于去除前端的障碍物<sup>[5]</sup>。

### 2.2.3 几何纠正

首先应用基于平面特征的算法进行图像分割<sup>[2]</sup>。算法描述如下：对深度图像上的每一点  $P$ ，构造其  $k \times k$  邻域中所有点的协方差矩阵：

$$A = \sum_{i=1}^N ((v_i - m)^T \cdot (v_i - m))$$

其中， $v_i$  是邻域中的点， $m$  为邻域点集的重心。

根据协方差矩阵  $A$  的最小特征值来测量点  $P$  的平面拟合质量。图像平面分割可移除不合适的点，并获得成功拟合点的法向向量，最终获得了若干集合。同一集合中的点都在同一平面上，从而可以识别和分类点云数据，调整阈值可以提供良好的分割效果。

霍夫变换用于通过连接离散边缘像素并从不连续点提取线性信息来获得边界曲线。这样，大部分主要测量对象数据得以保留，并且删除了由穿过透明对象的激光形成的散射点。由于考虑到了建筑物的整体属性，因此机械加工的点和线可以更准确地代表建筑物的平面属性，因此可以对通过激光扫描测量的各种立面进行完全匹配和校正<sup>[6]</sup>。

## 2.3 三维建模

### 2.3.1 重采样

根据建筑物的整体校正信息，对原始测量数据进行重新采样，以获得反映建筑物表面几何特性的三维扫描坐标，其主要目的是准确地获得建筑物的正面几何信息。该算法如下：

第一步，查看每条扫描线的平滑曲线，从上到下（或从左到右）进行局部二次拟合，以获得近似的距离图像，并检测拟合点的深度和法线连续性。

第二步，创建边缘贴图，提取三维轮廓边缘，跟踪二维网格链代码以获取不同的边缘链，沿着边缘链搜索和确定边缘拐点，并删除特定长度以下的边缘链。

第三步，被划分为  $N$  个子范围图像的每个子图像仅具有一个重叠边缘，并且对每个子范围图像执行自适应采样，数据重采样可以大大减少计算时间。

### 2.3.2 拼接匹配

完整物体的扫描图像通常不能完全反映物体信息，并且为了记录从坐标系中不同位置获得的这些深度图像，必须在不同位置执行多次扫描。因此，多个扫描结果之间的拼接和匹配实际上是在寻找两个坐标系之间的变换关系并解决坐标

变换问题。通常用  $3 \times 3$  旋转矩阵  $R$  和  $3D$  变换向量  $t$  描述这种关系，并且需要配准来求解  $(R, f)$ 。为了找到  $R$  和  $t$ ，我们需要在两个深度图像中找到几组对应的集合，并根据这些对应的特征来求解  $R$  和  $t$ 。假设特定点  $P$  被认为是实际场景中的特征，则在两个深度图像中分别找到两个点  $P'$  和  $P''$ ，并且这两个点被认为是  $P$  在两个图像中的位置。由于采样过程中扫描仪分辨率的限制和噪声， $P'$  和  $P''$  通常在实际  $P$  中存在误差，从而导致计算出的  $R$  和  $f$  出现较大误差。传统的匹配方法要求要匹配的两套点具有相同的采样分辨率，没有遮挡和自遮挡，并且两点集的数据完全配准，实际上很难满足<sup>[3]</sup>。因为平面的面积大，使其清晰易辨，因而对应关系很好确定，同时手工选平面也操作简单。另一方面，每一个平面都是对很多扫描点做拟合得到的，因此选择平面作为特征进行图像拼接匹配，可快速准确地在有重叠区域的两个位置数据点集间寻找对应点，具有较好的准确性和鲁棒性。

### 2.3.3 构建三角网

激光测距扫描仪仅生成点云图像，在实际应用中，它们需要  $3D$  物体表面，这一点实际上非常重要。维护表面相邻部分的相邻关系和特殊特征（边缘等）以执行完全对齐操作，并考虑所有可能的“约束”，如折线，以确定建筑物表面的整体拓扑结构。其中，它判断并选择上述邻接关系，创建相应的三角形网格，然后将采样的点云转换回一致的多边形网格模型。

由于室外场景的遮挡和自遮挡以及材料表面对激光的反射特性不同，因此无法对主要对象表面的某些区域进行采样，并且会创建许多孔，因此在操作期间需要使用网格来自动识别孔创建。创建四边形网格并执行三角剖分可以有效解决此问题。四边形网格可以简单地根据水平和垂直采样顺序连接采样点，并将空心部分记录为背景点。如果四边形的三个或三个以上顶点是水深不连续，则丢弃四边形，否则如果四边形的一个或多个顶点是背景点，则丢弃该四边形，否则保留其他位置，这样在四边形网格化过程中会自动识别出空隙。四边形沿对角线分为两个三角形，分成对角线短的主线，并进行边缘突出显示以将整体形状分布的结果，匹配并适应形状细节的变化<sup>[4]</sup>。

## 3 应用

如图 1 所示，是目标建筑物在某一点的全景 CCD 图像。

第一,使用扫描仪随附的软件 RiSCANPRO 控制 RIEGL3D 激光扫描仪,以扫描建筑物实体和反射参考点以获得与实体相关的信息。第二,由于必须获取多个叠加的扫描图像,因此对激光扫描仪获取的点云图像数据选择 11 个反射参考点来扫描目标实体,如图 2 所示。

#### 4 结语

综上所述可以分析得到,通过对用三维激光扫描系统获取的建筑物信息进行特征提取,分析并研究了利用点云数据构建三维空间信息模型的技术方法和过程,在此基础上实现了场景的三维可视化仿真显示。



图 1 标建筑物的全景 CCD 影像

#### 参考文献

- [1] 刘学,张弘.基于三维激光扫描数据的构筑物三角构网模型[J].测绘科学,2008(01):167-169.
- [2] 邱俊玲.基于三维激光扫描技术的矿山地质建模与应用研究[D].北京:中国地质大学,2012.
- [3] 王天明,王晏民,黄明.基于三维激光扫描技术的古建筑模型构建[C].工程测量分会与矿山测量专委会年会,2014.
- [4] 付晨,徐爱功,徐辛超.基于三维激光扫描的校园建筑物三维建模研究[J].测绘与空间地[5]理信息,2017(11):143-146.
- [6] 赫春晓,李浩.基于三维激光扫描数据的三维实景构建[J].测绘工程,2013(01):81-85.

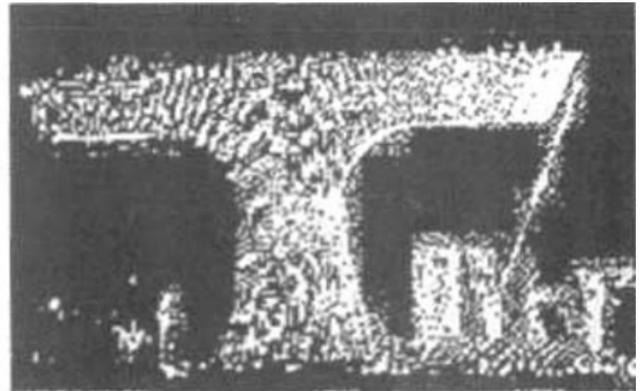


图 2 激光扫描仪获取的点云图像

# Application of UAV Aerial Survey Technology in Basic Level Surveying and Mapping

Yanqing Jia

Linyi Jinxiu Mapping Co., Ltd., Linyi, Shandong, 276000, China

## Abstract

With the rapid development of social economy in China, people's pursuit of construction is gradually biased towards refinement. Therefore, UAV aerial survey technology has been gradually applied to the basic level surveying and mapping work, giving full play to the practicability of UAV aerial survey technology, and ensuring the smooth progress of infrastructure construction surveying and mapping work. Based on this, this paper first briefly introduces the UAV aerial survey technology, and then analyzes the application and analysis of UAV aerial survey technology in basic level surveying and mapping work from four aspects, so as to provide reference and exchange for relevant people.

## Keywords

basic level surveying and mapping work; UAV aerial survey technology; application analysis

## 无人机航测技术在基层测绘工作中的应用

贾彦卿

临沂锦绣图测绘有限公司, 中国·山东 临沂 276000

## 摘要

随着中国社会经济的快速发展,人们对建设的追求逐渐偏向精细化。因此,无人机航测技术逐渐被应用到基层测绘工作中来,充分发挥出了无人机航测技术的实用性,确保基础设施建设测绘工作的顺利进行。基于此,论文首先简要介绍了无人机航测技术,随后从四个方面分析了在基层测绘工作中无人机航测技术的应用分析,以此来供相关人士参考与交流。

## 关键词

基层测绘工作;无人机航测技术;应用分析

## 1 引言

在中国基层测绘工作过程中,采用无人机航测技术进行测绘,充分发挥出了无人机航测技术的反应能力高、应用广、时效性强等特点,可以有效地提高基层测绘工作的工作效率和质量。针对无人机使用过程中出现的问题,应及时采取相关措施进行合理解决,确保无人机航测技术的应用,推动基层指挥工作的顺利进行,从而提高地方的经济建设。

## 2 无人机航测技术的概述

### 2.1 无人机航测技术的特点

无人机航测技术是一种新型技术,结合无人机和数码相机进行拍摄,适用于各种环境的信息采集工作,具有较强的稳定性。无人机航测技术的工作效率高,数据的采集和处理工作都能在很短的时间内完成,在遇到突发情况时,能在第

一时间内向有关部门进行信息反馈,处理应急事件的效率非常高。无人机航测技术的应用范围广,监控区域受限制小,受地形和气候等外界环境的影响小,而且也不受航高的限制,图像的分辨率较高,成像的质量和精度都远远大于传统航拍设备<sup>[1]</sup>。无人机航拍技术具有突出的时效性,工作人员可以随时进行航空拍摄,在短时间内可以获得最新的影像,而且存档的时效性较强,可以及时为基层测绘工作提供数据,为基层社会工作的顺利进行提供保障,如图1所示。



图1 无人机航测图

### 2.2 无人机航测技术的不足

在利用无人机航测技术进行工作时,由于无人机的体积

较小,容易受到风力因素的影响,使拍摄出的影像晃动不清,影响信息数据的处理工作,而且由于受到无人机的体型限制,装载的摄像机不专业,难以形成高质量图像,对后期数据的处理工作就有一定影响。因此,在无人机的实际操作过程中,操作人员需要对出现的问题进行总结和分析,总结经验教训进行改进,推动无人机航测技术的应用。

### 3 在基层测绘工作中无人机航测技术的应用分析

#### 3.1 采集测绘数据

在进行基层测绘工作过程中,采用无人机航测技术可以提高测绘工作的效率,确保采集的测绘数据具有较高准确性。在无人机航测技术的实际应用过程中,要确保科学合理地应用这一技术,在进行测绘数据的采集时,由于测绘数据的类型具有多样性,所以可以采用手动采集的方式进行数据采集,以网络技术作为测绘数据采集的基础,合理利用计算机远程控制技术等网络技术,将测绘数据采集工作与实际的采集需求进行融合,确保测绘数据手动采集工作的顺利进行,确保测绘数据的准确性,为基层测绘工作提供测绘数据支持,从而提高基层测绘工作的效率<sup>[2]</sup>,也可以采用自动加密处理的技术手段进行测绘数据采集。

在应用无人机航测技术的遥感技术时,对数据采集工作来说是一种特殊的保护机制,在构建和设计无人机内部系统时,对储存器进行加密设置,实现对采集到的测绘数据进行自动加密处理,可以确保测绘数据的安全性,从而确保基层测绘工作的稳定进行。

#### 3.2 处理测绘数据

在进行基层测绘工作过程中,采用无人机航测技术可以提高测绘工作的效率,通过对测绘数据的处理和解算,为基层社会工作提供良好的数据支持。数据采集工作和数据处理工作都属于无人机航测的内业处理,在测绘数据的处理和解算阶段,将无人机航测采集到的测绘数据导出,然后以工程的实际位置为标准建立坐标图,合理选择坐标系,并严格规划和处理相关的参数设计,从而完成 DOM 数据处理。

基础测绘工作在处理测绘数据时,可以充分利用像素工厂软件进行数据处理,由于像素工厂软件具有较强的计算能力,并且能实现批量生产,所以可以将采集的数据制作成三维图像,然后将图像输入到系统当中进行自动化处理,从而完成测绘数据的处理过程,确保数据的安全性和准确性,为相关部门提供重要的数据支持,从而确保基层测绘工作的效率<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 获取影像资料

在进行基层测绘工作的过程中,采用无人机航测技术获取的影像资料会更加精准,可以提高测量工作的工作质量。无人机航测技术的实际飞行过程中,存在一定的漏洞。因此,需要合理利用空中三角测量这一技术,对旋转偏角度和成像的幅度进行调整,然后根据测绘区域的实际情况,充分考虑地势特点选择一个科学合理、高质量的飞行平台,能有效的提高测绘工作的效率和质量。同时,在进行基层测绘工作的获取影像资料过程中,可以采用转弯缓冲技术,需要严格控制无人机飞行的姿态,也可以采用曝光延迟拍摄补偿措施进行资料获取,目的就是为了确保影像资料精准行,为基层测绘工作提供良好的影像资料,从而提高基层社会工作的工作效率和质量。

#### 3.4 提高工作安全性

采用无人机航测技术进行基层测绘工作,能确保测绘工作人员的安全,提高工作的安全性<sup>[4]</sup>。在无人机航测技术出现之前,进行基层测绘工作的航拍设备如果遇到环境较差情况,可能会对测绘工作人员的生命安全造成威胁。因此,采用无人机航测技术可以有效地解决这些问题,测绘工作人员可以在很远的地方操作无人机,而且无人机体积小、灵活性强,工作人员通过控制器进行无人机操作,确保测绘工作人员的生命安全,同时也提高了测绘工作的工作效率。

### 4 结语

综上所述,在基层测绘工作中,无人机航测技术发挥着非常重要的作用。通过对采集测绘数据、处理测绘数据、获取影像资料等信息进行分析,为基层测绘工作的顺利进行提供了数据支持。利用无人机航测技术可以确保人们的生命安全,提高基层测绘工作的工作效率和质量。因此,要不断积累和吸取经验教训,扩大对无人机航测技术的应用。

### 参考文献

- [1] 戴林太,曾芳.无人机航测技术在矿山测绘中的应用研究[J].建材与装饰,2018(43):240-241.
- [2] 孙艳国.无人机航测技术在基层测绘工作中的应用分析[J].化工管理,2018(23):107-108.
- [3] 李茂.无人机航测技术在基层测绘保障工作中的应用刍议[J].数字化用户,2018(44):120.
- [4] 侯中伟,张昭云.无人机航测在矿山测绘中的运用分析[J].世界有色金属,2018(05):35.

# Research on Some Key Technologies of the Surveying and Mapping Archive System

Jin Zhou Zhang<sup>1</sup> Yu Chen<sup>2</sup>

1. Surveying and Mapping Archives of Yunnan Province, Kunming, Yunnan, 650034, China  
2. Yunnan Institute of Surveying and Mapping Engineering, Kunming, Yunnan, 650033, China

## Abstract

In the new period, the workload of surveying and mapping data file management has been expanding. In the face of the increasing requirements of archives management, it is of great significance to build an information management system. This paper analyzes the technology and present situation of surveying and mapping data file management system, expounds the general framework of surveying and mapping data file management system and the related function technology of each module.

## Keywords

surveying and mapping data file; management system; retrieval

# 测绘资料档案系统的若干关键技术研究

张劲舟<sup>1</sup> 陈瑜<sup>2</sup>

1. 云南省测绘资料档案馆, 中国·云南 昆明 650034  
2. 云南省测绘工程院, 中国·云南 昆明 650033

## 摘要

新时期的测绘资料档案管理工作量范围不断扩大, 面对日益增长的档案管理要求, 建设信息化管理系统具有重要意义。论文对测绘资料档案管理系统技术与现状进行了分析, 阐述了测绘资料档案管理系统总体框架和各模块的相关功能技术。

## 关键词

测绘资料档案; 管理系统; 检索

## 1 引言

测绘资料档案是中国测绘工作发展的历史见证, 是测绘文化的历史沉淀, 是国家宝贵的财富。古代、近代、现代测绘资料档案都是中国历代测绘工作者辛勤劳动的结晶, 是历代政府管理、国土规划、文化教育、科学研究、外交发展和国防建设不可或缺的地理信息资源<sup>[1]</sup>。随着国家基础经济建设的飞速发展, 数字化、自动化的测绘仪器不断研发和应用, 使生产测绘成果的成本大大降低, 有效地提高了数据生产效率, 生产周期大大缩短, 测绘成果资料档案数量也急剧增加, 致使对测绘数据的现势性要求越来越高, 对更新周期的要求也越来越短, 在一定程度上需要强化测绘资料档案管理的效

能, 提高信息化业务管理水平。原有的传统手工加计算机辅助管理的模式, 工作效率低, 查询的途径少、查全率和查准率偏低, 难以充分利用已有的测绘资料档案, 极大地阻碍了档案信息化建设的发展<sup>[2]</sup>。正是由于这些原因, 致使大量现有的测绘资料档案信息无法被广大用户及时准确的了解, 造成了大量已有的测绘成果资料未充分利用, 重复建设、资源浪费。因此, 我馆针对数据管理工作存在的问题以及测绘技术、测绘产品及其应用的新需求, 决定建立测绘资料档案综合管理系统, 解决测绘资料档案管理、分发存在的种种问题。

## 2 测绘资料档案管理的现状

### 2.1 测绘资料档案情况

以中国云南省测绘资料档案馆为例, 馆藏资料按类型划分大致可分为: 大地成果、航空摄影资料、电子数据、各系列比例尺纸质地形图及历史档案等。按载体形态分有纸质文

【作者简介】张劲舟(1984-), 男, 中国云南昆明人, 本科学历, 测绘工程师, 从事测绘成果分发、管理及相关应用系统开发方面的研究。

档、照片、底片、胶片、印刷图、光盘等。而且随着云南测绘事业的不断强大和基础地理信息化建设的大力发展以及未来测绘成果汇交工作的加强,需要归档的测绘资料档案数量还会大幅度地提高<sup>[1]</sup>。总的来说,具有保密性质、数量庞大、种类繁多、载体不一、形态不一、厚薄不一、年代不一是云南省测绘资料档案馆馆藏测绘资料档案的特点。

## 2.2 管理状况

测绘资料档案的管理工作我馆一直还沿用传统手工加计算机辅助管理的模式,包括档案立卷、收发登记、案卷查询、档案统计、信息检索等,这样不仅管理方法落后、查询速度慢、工作效率低、工作者费时费力,同时频繁进出库房,破坏了整个库房存储环境,容易造成档案资料原件损坏,降低其存储寿命,还对管理人员的管理水平依赖程度较大,有些就连专管人员都无法保证检查清楚,换了别人就如同大海里捞针,每次提供统计数字都非常困难,也无法保证准确,一次一个数字,无法实现为各级领导和决策部门及社会提供快速、准确、全方位的测绘档案信息服务<sup>[4]</sup>。

## 3 测绘资料档案管理系统的技术方案

### 3.1 系统的总体框架

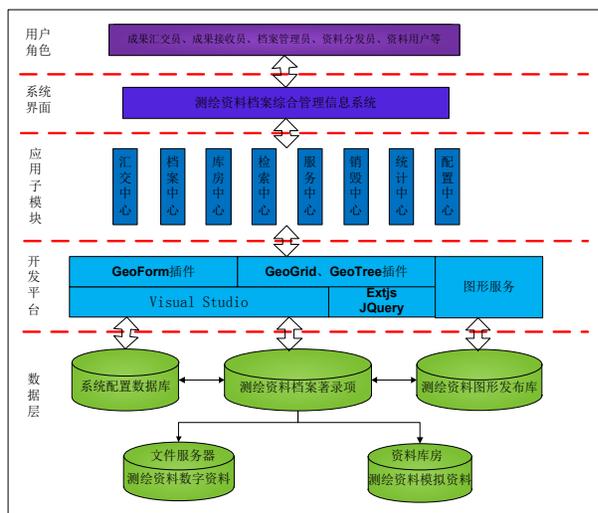


图1 测绘资料档案综合管理信息系统总体框架

测绘资料档案综合管理信息系统的建设是一项复杂的、综合性、专业性较强的系统工程,系统的建设涉及网络、GIS、数据库、以及测绘和档案管理等多种技术与知识,系统在建设中以“适用、可靠、高效、先进”为基本准则,目的建立一个“可扩展、易维护”的开放式系统框架<sup>[5]</sup>。系统采用GIS技术,结合Oracle技术,采用Visual Studio为开发平

台,采用B/S架构,结合Extjs和jQuery脚本框架,并利用Flash、FTP、Silverlight等技术综合搭建而成,实现高效检索、分析测绘资料档案的地理空间信息,提高了测绘资料档案管理人员和查阅人员的检索效率<sup>[6][7]</sup>。

### 3.2 测绘资料档案进、管、出一体化

测绘资料档案业务管理即测绘资料档案的汇交、管理(归档、销毁)、分发业务。具体包含测绘档案信息收集、管理、存储、利用、交换和服务流程。系统采用国际上最权威的标准OAIS参考模型(ISO:14721)规划软件功能,将测绘档案规划分为汇交中心、归档中心和服务中心<sup>[8]</sup>。并结合强大的工作流引擎建立测绘档案管理工作相关业务的审批流程,实现测绘资料档案管理“进、管、出”一体化、与日常办公管理审批流程紧密集成,有助于推动测绘档案的利用效率和安全性,从而将档案由静态管理转向动态管理<sup>[9][10]</sup>。

### 3.3 基于空间位置的测绘资料档案信息管理

测绘资料档案具有明显的地理分布特征,用户通常需要通过图形了解与地理位置有关的资料及档案信息<sup>[11]</sup>。基于图形空间位置的测绘资料档案管理、定位、检索是必不可少的。系统能根据测绘资料档案数据库内容按地区或图幅在地理底图上标出测绘资料档案的情况,并通过它在屏幕上用开窗定位方法去检索数据库中的测绘资料档案。在检索过程中,索引地图起索引和目次的作用。它实现了测绘资料档案数据库与图形双向相通<sup>[12]</sup>。索引地图采用GeoGlobe地图服务的方式实现,有利于后期系统的扩展及更新维护。

### 3.4 基于图形化的虚拟库房管理

构建图形化虚拟库房,辅助档案管理员进行实物管理,方便实物的借阅及查找,提升测绘档案查询业务响应能力。提供实体资料档案图形化管理功能,通过计算机模拟档案馆库房界面,辅助用户快速查找档案所在库房位置,确定档案的存储情况及馆藏状态<sup>[13]</sup>。向档案利用者提供一站式、无缝集成的、个性化的档案查询服务。虚拟实物库房,以电子“卷”“件”等为单元,实现同实物档案的“卷”“件”关联,做到调阅、清点、鉴定和销毁等实物管理里工作的自动化。这种库房管理方式,查询过程简单快捷,可随时打印库房图。使档案管理员对实体档案的获取更加快捷、方便、及时,提高工作效率,同时大大降低档案管理成本<sup>[14]</sup>。

### 3.5 分布式的地理信息服务

测绘资料档案同地理位置相关,需要借助于地图进行查询检索。为减少资源的重复建设,降低系统复杂度<sup>[15]</sup>,档案管理系统基于标准的网络服务框架,与在线的地理信息的服务将会无缝的集成,实现与查询地图地理信息服务混搭。

## 4 测绘资料档案管理系统的功能模块

结合我馆的业务情况,将系统分为五大业务模块,分别是汇交、管理、检索、服务、辅助。分别对应汇交中心、档案中心、库房中心、检索中心、服务中心、销毁中心、统计中心、配置中心八个功能模块,然而这几大模块正是测绘资料档案管理系统技术的关键,系统功能模块如图2所示<sup>[16]</sup>。

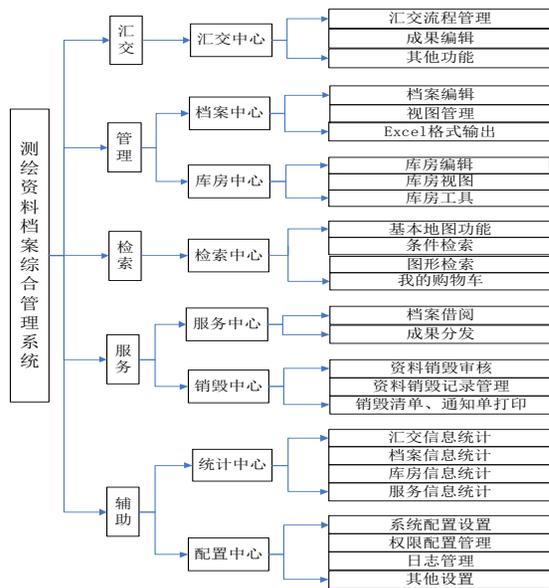


图2 测绘资料档案管理系统的功能模块

### 4.1 资料汇交

汇交中心能满足测绘单位对所提交的测绘成果自动、快速管理的需求如:测绘成果汇交登记、成果格式检查、测绘成果上传、成果数据整理、成果质量审核、成果组卷上线等<sup>[17]</sup>。

### 4.2 档案管理

参考国家1993年发布的《中国档案分类法测绘业档案分类表》,系统采用树形结构,并提供自定义方式由用户根据实际情况自定义档案类型,同时结合档案管理的实际需要采用卷、件、片三级方式组织存储<sup>[18]</sup>。档案中心实现对各种测绘资料档案的管理、编辑、检索等操作,并提供相应的数据导入、导出、上传、下载、报表打印等。档案管理是系统

比较重要的一个系统模块。在该模块中实现对测绘档案的日常管理和整理工作,模块功能包括档案元数据编辑、档案管理标签打印、以及档案数据的导入导出等。

库房中心全称“虚拟数字库房管理中心”,该系统由库房列表,库房平面图,库柜立面图三部分组成。通过他们的组合,来模拟实际库房。并提供了资料上架、查询、统计等功能,同时库房平面图中的库柜可以根据所存放档案类型用不同颜色显示其差别<sup>[19]</sup>。数字库房建立的目的是方便用户对库房和档案实体的管理,并通过系统的统计分析功能,用户可以随时了解库房使用状态,档案分布情况等信息。

### 4.3 信息检索

利用 OracleSpatial 技术,结合 GIS 图形显示和浏览技术,实现测绘资料的发布、查询,并结合 Oracle 全文检索技术,可以快速、高效地查询到用户所需数据。检索中心提供了对档案数据的多种检索功能,包括分类检索、全文检索、地图检索以及二次检索。

### 4.4 档案服务

利用检索中心所保存的信息,同时结合办公自动化流程控制技术,实现对测绘成果的分发、测绘档案借阅的监控管理、测绘资料档案的销毁业务的管理,并实现对相应清单的打印输出等功能。

### 4.5 配置中心

配置中心主要完成对系统参数的一些设置,功能包括用户管理、权限管理、日志管理以及系统参数设置<sup>[20]</sup>。

## 5 结语

立足信息化测绘体系,统一考虑地理信息资源管理与分发,实现测绘资料档案信息化无疑是测绘档案工作的一场革命,是传统档案管理走向现代档案管理的一个重要标志。充分运用飞速发展的信息技术,开展档案信息化,在档案工作创新中具有重要作用。具体地说,档案工作创新主要体现在全面促进档案工作的规范化、标准化、公开化和服务化。现代社会是信息社会,测绘资料档案作为宝贵的信息资源,对各项工作的开展都有极大帮助。随着社会对测绘资料档案信息资源需求的日益增加,测绘档案馆的服务职能体现越来越明显。测绘资料档案信息的综合开发利用,让档案工作适应这一客观形势的变化和要求,提高了档案管理工作效益,也

为各级领导和决策部门及社会提供快速、准确、全方位的测绘档案信息服务打下了基础。

## 参考文献

- [1] 王庆伟. 古建筑档案管理及其在古建筑复建中应用研究[J]. 兰台世界, 2020(S1):60-61.
- [2] 李鸣, 谢孔振, 李昂, 等. 测绘资料数字档案馆建设——以北京市为例[J]. 北京测绘, 2019(12):1539-1543.
- [3] 周颜. 测绘档案信息化管理探讨[J]. 城建档案, 2019(11):28-29.
- [4] 王良清, 沈正中, 王玉斋, 等. 测绘数字档案馆搬迁集成实践分析[J]. 浙江档案, 2019(09):60-61.
- [5] 陈国芹. 如何做好新时代测绘档案管理工作[J]. 陕西档案, 2019(04):30-31.
- [6] 顾文婷. 档案管理人员如何提升自我素质[J]. 陕西档案, 2019(04):31-32.
- [7] 高珊. 新时期测绘人事档案管理的思考和建议[J]. 黑龙江档案, 2019(04):62.
- [8] 江雅冰. 广东省测绘成果利用与分发服务系统在测绘档案信息化管理中的应用[J]. 城建档案, 2019(06):16-17.
- [9] 秦高雅. 测绘资料档案一站式管理平台设计与实现[D]. 北京: 北京建筑大学, 2019.
- [10] 张磊, 孙海萍. 江苏省测绘地理信息档案管理系统的设计与实现[J]. 现代测绘, 2019(03):52-54.
- [11] 王良清, 徐欢. 浙江: 深挖历史影像民生价值开启测绘历史档案网上查档服务[J]. 浙江国土资源, 2019(03):41.
- [12] 姚艳. 浅谈测绘地理信息档案管理[J]. 经纬天地, 2019(01):34-35+45.
- [13] 殷俊波, 陈文. 测绘科技档案资料的信息化管理[J]. 住宅与房地产, 2019(03):119.
- [14] 李明, 齐阳. 测绘档案虚拟库房管理系统设计与实现[J]. 测绘技术装备, 2018(03):42-44+27.
- [15] 高毓琳. 论测绘资料档案的社会化服务——以美丽乡村地理信息服务平台为例[J]. 城建档案, 2018(09):22-23.
- [16] 朱玺. 内业档案资料的规范化管理[J]. 交通世界, 2018(Z1):240-241.
- [17] 张娜, 鄢海鲲. 测绘档案资料收集与管理研究[J]. 江西建材, 2017(18):293-294.
- [18] 王思斯. 浅析涉密测绘地理信息档案资料安全保密管理[J]. 办公室业务, 2017(17):5.
- [19] 张琛. 浅谈测绘资料档案管理及应用[J]. 测绘技术装备, 2017(02):78-79+77.
- [20] 赵君, 陈宝行. 山东省测绘档案管理信息化体系建设[J]. 中国档案, 2017(06):42-43.

# Discussion on Management Improvement of Concrete Mixing Station of Xi'an-Yan'an High-Speed Railway

Xifeng Li

Xi'an-Chengdu Railway Passenger Dedicated Line Shaanxi Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710043, China

## Abstract

With the rapid development of China's high-speed railway, the requirements for project quality are higher and higher. The concrete mixing station, which supplies the main materials for project construction, plays an increasingly important role in project quality management. Based on the promotion of information management and control, the quality control and supply management of raw materials still need to be improved. This paper takes lean management as the starting point, analyzes and puts forward important improvement ideas.

## Keywords

high-speed railway; concrete mixing station; management; promotion

## 西延高铁混凝土拌和站管理提升初探

李喜锋

西成铁路客运专线陕西有限责任公司, 中国·陕西 西安 710000

## 摘要

随着中国高铁的快速发展, 社会对工程质量要求越来越高, 供应工程建设主要材料的混凝土拌和站在工程质量管理中的作用日益重要。在全面推广信息化管理与控制的基础上, 对原材料的质量控制和供应管理仍需继续提升。论文以精益化管理为抓手, 分析并提出了重要的提升思路。

## 关键词

高速铁路; 混凝土拌和站; 管理; 提升

## 1 引言

西成铁路客运专线陕西有限责任公司承担着中国陕西省境内主要的高速铁路建设管理工作, 通过徐兰高铁、西成高铁、西银高铁等多条高铁的管理实践, 在混凝土拌和站管理, 特别是信息化管理方面提出并实施了一系列技术创新, 对混凝土供应质量进行了有效管理, 得到国铁集团的充分肯定并在全路推广。

西安至延安高速铁路作为国家“八纵八横”高铁主通道“包头—海口”通道在陕西境内的首段, 穿越关中平原与陕北高原, 在材料供应与运输方面与其他高铁建设有所不同。通过对徐兰、西成高铁, 特别是西银高铁混凝土拌和站的调研, 目前的拌和站管理在原材料进场与站内管理方面还有提升的空间。

## 2 拌和站管理亟待提升的关键点

### 2.1 砂石料供应紧张

近年来, 各级政府持续加强环保执法力度, 大量不满足要求的砂石料厂家被强制关停。与此同时, 铁路、公路、房建、水利水电工程建设规模依然在不断扩大, 各工程项目砂石料供应都比较困难。目前, 西银铁路项目最远的砂石料供应运距已达到 150~200km, 且经常出现拿钱买不到材料的现象, 自主解决砂石料供应问题已是箭在弦上不得不发。

### 2.2 原材料进场检测时间过长, 加剧材料供应紧张局面

根据国铁集团目前的管理规定, 所有原材料入场后, 要先进入待检区, 待检验合格后方可应用于工程施工, 如果某批次原材料检验不合格, 需要将本料仓、本料斗全部材料退场。

根据原材料检测相关规定要求, 每种材料完成全部试验

检测需要的时间都比较长,往往存在材料已全部进场,几天后试验结果出来后才发现不合格。根据规定,检测结果不合格时整仓材料须全部退场,在实际操作中,极易造成施工单位与材料供应商的激烈冲突。另外,由于砂石料等材料供应困难,而且铁路工程施工工期大部分都比较紧,维护与材料供应商的关系变得十分重要。为了维护与材料供应商的关系,为了保证施工进度,在材料退场问题上,施工单位有与材料供应商妥协的意愿,可能造成不合格材料未完全清场、退场,造成工程质量隐患。同时,原材料整仓退场还会造成极大浪费,并加剧材料供应紧张。

根据以上情况,对原材料实行逐车快速检测势在必行。通过对进入拌和站的全部材料进行快速检测,不满足要求的直接退场,同时按规定对原材料进行标准检测,根据检测结果决定可否用于工程施工。通过以上操作,可大幅度减少整仓清场、退场的几率。

### 2.3 粗细骨料上料存在漏洞

目前,对粗细骨料的上料管理有两种模式,但都存在不同的管理漏洞。

根据国铁集团有关部门要求,对粗细骨料上料要求按不同规格分别设置合格仓和待检仓,只有检测合格的材料才可使用。配套管理措施不完善时,在施工进度和材料供应紧张时,可能出现未经检测提前使用待检仓材料和将未经检测的进场材料直接倒入合格仓的漏洞。

为了杜绝以上管理漏洞,在西银铁路项目管理中,提出了“入仓即合格”的理念,在料棚内不再设置待检仓,要求进入料棚的都必须是经检测合格的材料。在实施中,却出现了新的问题:首先,人为增加了材料二次倒运的开支,在工程体量比较大的高铁项目中,材料二次倒运费用动辄上百万,甚至达到几百万之巨;由于将待检材料存放在物理隔挡比较薄弱的露天场地,监管更加困难,在材料持续进场,的情况下,仍然无法避免未检材料混入已检材料的问题。

根据两种模式的分析,使用第一种模式,增加可靠的管控手段,杜绝擅自使用待检仓材料、未检材料直接倒入料仓更为合理。减少了不必要的倒运开支,原材料质量更加可控。

## 3 西延高铁原材料供应的不同点

### 3.1 细骨料主要使用机制砂且由业主严格监管

根据西延高铁全线优质河砂料源稀缺、优质石灰石集中

分布情况,西成公司提出了与铁建重工、中铁装备等大型设备供应商合作,建设几处集中的碎石、机制砂生产基地,市场化销售,优先保证西延高铁全线粗细骨料供应,各施工单位自主采购的思路。

业主监管下的大型工厂化制造碎石、机制砂,除了可保证全线材料供应外,材料质量更加稳定可控,且比较容易做到集中监管,便于从源头上解决原材料供应质量的问题,基本可以做到出厂即合格。

### 3.2 粗细骨料运输距离较长

由于西延高铁全线粗细骨料料源困难,材料供应主要依靠几处集中的、业主监管、大型央企自建的碎石、机制砂工厂,材料供应距离普遍较长。

## 4 西延高铁混凝土拌和站管理提升建议

### 4.1 对进场原材料进行快速检测

在西延高铁砂石料主要采用集中工厂化供应、业主全程监管、出厂即合格的前提下,集中供应的材料由施工单位按标准检测即可,拌和站原材料质量监管的重点将放在对其他供应商提供材料的检测上。

在原材料车进场称重时,系统自动识别车号并与平台基础数据比对,同时结合随车运单综合判定原材料类别及供应来源,通过终端软件选择料仓位置,对业主监管的集中砂石料厂供应的材料逐车目测合格后直接进入软件选择的待检料仓,对其他供应商供应的砂石料和水泥、粉煤灰等其他原材料逐车目测合格后对关键的、易发生质量问题的检测项目进行快速检测,快速排除不合格材料,减少整仓清退现象发生。选取的快速检测指标要确保能在短时间内得到检测结论,标准试验时间建议不超过2小时为宜,时间过长的话就失去了快速检测的意义。

对目测发现的异常材料直接退货,目测未发现异常时按试验要求的批次快速抽检,经快速检测确认关键指标不达标的材料直接退货。目测的同时还要使用适当的工具,对材料各部门质量进行评价。经快速检测,未检出不合格指标的材料由系统操作员根据实验室书面指令将相关车辆的车号输入系统,作为进入料棚及相关料仓的依据。

对进场材料的管理,必须坚持以下原则,确保工程质量可控:所有进场材料,必须严格执行国铁集团相关规定,坚持先检验后使用的原则,任何时候都不允许紧急放行,未经

检验或者检验不合格的原材料不准投入生产,快速检测主要用来排除关键的、易发生问题的指标,不替代正式的、完整的材料抽样、检测、试验程序;做好原材料的标识,将原材料的状态按检验情况标识为待检、合格、不合格三类,在不合格品清场完成前,不得移动“不合格”标识;经试验检测、确认不合格的材料批次,由驻站试验室填写“不合格品处置单”,按照《不合格品管理程序》办理退货、清场,监理全程旁站监督并留好记录。

在建议的快速指标的基础上,根据后期标准检测的结果统计,以及材料供应情况,可对需要快速检测的指标进行动态优化、调整。

#### 4.1.1 粗骨料的快速检测指标

根据以往试验结果统计,在颗粒级配、压碎指标、针片状颗粒总含量、含泥量、泥块含量、紧密空隙率等需要检测的指标中,含泥量、压碎指标值、颗粒级配三项指标离散比较明显,易出现较大偏差且对混凝土的强度、和易性等影响较大,并可通过短时间内完成试验检测,宜选为快速检测指标。

#### 4.1.2 细骨料的快速检测指标

细骨料的检测指标主要包括:颗粒级配、含泥量、泥块含量、云母含量、轻物质含量、有机物含量、压碎指标(机制砂)、石粉含量(机制砂)等,其中含泥量是关键指标,机制砂的石粉含量也很重要,颗粒级配对混凝土和易性影响较大,建议可将该三项指标选为快速检测指标。

#### 4.1.3 水泥、粉煤灰、外加剂、添加剂的快速检测指标

对水泥来讲,要求每批必检的检测项目比表面积、凝结时间、安定性、强度4项指标,除表面积外,其余检测项目用时均较长,无法选为快速检测项目。根据长期检测数据统计,比表面积指标出现的不合格试验数据极少。另外,由于水泥是决定混凝土质量的最关键因素之一,业主已要求施工单位必须使用大型水泥企业的产品,大型企业的出厂检测手段一般比较健全,出现不合格品的机率较低,可按规范要求进行现场标准试验检测为宜,不做快速检测安排。

在粉煤灰的性能要求中,细度、需水量比、烧失量和游离氧化钙含量4项指标为每批必检,可选为快速检测的指标宜为细度和烧失量2项。

在矿渣粉每批必检指标密度、比表面积、流动度比、烧失量,硅灰的每批必检指标烧失量、比表面积、需水量比、

28d活性指数中,建议选取离散较大、出现问题较多、易快速得到结果的密度、比表面积、烧失量作为快速检测指标。

对石灰石粉,建议在细度、碳酸钙含量、MB值、含水量、流动度比5项每批必检项目中,选取细度、含水量作为快速检测指标。

外加剂由于品种多、用量小,对混凝土质量和施工性能影响较大,建议按规范进行标准试验检测,不做快速检测要求。

## 4.2 增加料仓数量

西延高铁富平以北的绝大部分线路位于沟壑高原和山区,受地形限制,施工便道普遍距离较长,坡度较陡,且转弯半径小、转弯角度小,材料运输的通行条件比较差。加之原料运输距离长,原材料尤其是砂石料补充、运输难度大,为满足施工需要及检测要求,有必要增加料仓数量,扩大备料规模。

对粗细骨料,每种规格建设三个料仓,始终保持至少一个料仓作为待检仓,其余料仓内全部为经试验检测合格的材料,作为在用料仓。每个拌和站至少设置12个料仓,每个料仓容积不小于500m<sup>3</sup>。

对水泥和粉煤灰、矿渣粉等材料,每个品种也按三个以上料罐准备,其中1~2个料罐待检,另外的粉罐作为经检测合格的正在使用的料罐<sup>[1]</sup>。

以上的待检仓(罐)和在用料仓(罐)均不固定,根据材料使用情况和进料情况循环、动态调整。原则上,拌和站用料仓(罐)容量宜为额定生产量的1.25~2.5倍,最大不超过3倍。

## 4.3 对料仓设两把锁

### 4.3.1 粗细骨料料仓

在料棚和料仓入口处设置车号识别系统,并与拌和站管理系统、料仓电子门禁系统联网。

每个料仓均设机械式大门或张拉钢丝绳,加挂锁具,钥匙由驻站监理保管,未经监理现场确认同意,任何车辆均无法进入料仓装卸砂石料。

每个料仓同时设置可识别车号的电子门禁系统,同时采取芯片或磁信号判断靠近料仓的车辆性质以及是否允许进入料仓<sup>[2]</sup>。

当待检仓材料使用完毕、清理干净后,运料原材料的车辆进入料仓前,经施工单位申请,驻站监理打开机械大门或者钢丝绳上的锁具,以拌和站管理系统管控下的电子门禁系统作为进入料仓的管控者。

当有车辆靠近料棚入口一定距离时,车号识别系统根据平台数据判断车辆性质,对可能的检查、验收、检修用小型载客汽车(蓝色车牌)、装载机(具有可识别的特殊车牌)和系统授权可进入料棚的货运车辆(黄色车牌)亮绿灯,直接放行。经授权进入料棚的货运车辆车头抵达料棚入口,系统立即启动待接受材料的料仓标识,该料仓标识灯闪烁,指引运输车辆进入。对系统未授权进入料棚的货运车辆(黄色车牌)则报警提示,红灯亮、蜂鸣器响,向系统发送违规信息并由系统记录,提醒拌和站管理人员及驻站监理人员注意。

经授权进入料棚的货运车辆抵近相应的待检仓时,待检仓大门处车号识别系统确认无误后自动开启电子门锁,同意车辆进入卸货,车辆卸货后自行离开料棚并在拌和站过磅处称取空车重量。未经授权的其他车辆靠近料仓入口时,由于没有开启电子门锁指令,大门不开放,车辆无法进入料仓<sup>[3]</sup>。

经授权进入料棚的货运车辆计划不按系统要求进入指定的待检仓,可能进入其余待仓料仓前时其余待检仓电子门锁不开启,车辆无法进入,杜绝材料错误混用。

只有经系统确认的装载机可进入在用料仓,进入在用料仓的凭据是系统确认的车号或者芯片、磁信号。经授权进入料棚的货运车辆拟违规进入合格的在用料仓非法卸货时,在用料仓入口被车号识别系统识别非法进入行为,系统报警并记录,红灯亮、蜂鸣器响,提醒拌和站管理人员及驻站监理人员注意并采取相应的管理行为<sup>[4]</sup>。

#### 4.3.2 水泥、粉煤灰、矿粉料罐

对水泥、粉煤灰、矿粉料罐,采取电子锁方式管理。进料、待检、合格使用上料口均采用电子门禁系统,设置双锁,分别由监理和施工单位管理,材料必须检测合格报监理同意后,然后由监理和施工单位共同开锁,拌和站才能使用,待检仓的材料无法使用和进料,杜绝未检先用。

#### 4.4 智能吹灰系统建设

混凝土拌和站智能吹灰系统主要针对拌和站的胶凝材料管理,采用电脑称重计量,管理系统自动显示各个储存仓的储存情况,防止检验合格的材料供应中断,减少施工中断<sup>[5]</sup>。

#### 4.5 其他设想

(1) 要尽量减少人对设备的不当干涉,确保出站混凝土

土质量。

(2) 对拌和站外的砂石料堆场,要制定切实可行的管理办法,确保砂石料数量满足要求,确保堆积的砂石料不受污染并满足环保、水保要求,确保检测流程可控,杜绝未检先用。

(3) 对拌和站最大供应量在设站时就要进行详细设计,制定分阶段建设规划,提前预留需要增加的料仓、堆场、料罐位置及用地<sup>[6]</sup>。

(4) 对站外、站内道路以及其他设施的标准再细化、优化,对运输道路的坡度和转弯半径等要明确要求。

## 5 结语

混凝土拌和站是关乎高铁建设的关键环节之一。在西延高铁项目建设中,通过物联网、移动互联网、云计算、大数据、人工智能等先进的信息化技术,构建智能远程集中监管体系,落实快检、增仓、两把锁的理念,弥补传统方法在监管中存在的缺陷,加强对原材料进场、上料的管控,预防工程质量风险,确保混凝土供应质量,打造出施工现场安全施工、文明施工、标准化施工的全新监管模式,推动混凝土拌和站信息化、智能化的提升,实现对建筑工地全方位、全过程、一体化的监管<sup>[7]</sup>。

## 参考文献

- [1] 马清浩,杭美艳,段小宁.混凝土与水泥制品生产与管理[M].北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 舒怀珠,黄清林,覃立香.商品混凝土实用技术读本[M].北京:中国建材工业出版社,2012.
- [3] 刘利军.预拌混凝土管理技术[M].郑州:黄河水利出版社,2014.
- [4] 黄荣辉.预拌混凝土生产、施工800问[M].北京:机械工业出版社,2016.
- [5] 国家铁路局.铁路混凝土工程施工质量验收标准[M].北京:中国铁道出版社,2019.
- [6] 国家铁路局.铁路混凝土工程施工技术规程[M].北京:中国铁道出版社,2017.
- [7] 中国铁路总公司.铁路混凝土拌和站机械配置技术规程Q/CR9223-2015[M].北京:中国铁道出版社,2018.

# Application of UAV Tilt Photogrammetry in Land and Space Planning

Jianlin Xu

Shaanxi Huayuan Resource Survey Planning and Design Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

## Abstract

Under the development of new period, the available land resources are becoming increasingly tense, how to do a good job in land space planning is the premise guarantee for the stable development of city. The paper analyzes the content of land and space planning and UAV tilt photogrammetry, and combines the advantages and characteristics of UAV tilt photogrammetry to discuss the application of this technology in land and space planning.

## Keywords

UAV; tilt photography; photogrammetry; land and space

# 无人机倾斜摄影测量在国土空间规划中的应用

许建林

陕西华源资源调查规划设计有限公司, 中国·陕西 西安 710075

## 摘要

新时期发展下可利用土地资源日益紧张, 如何做好国土空间规划是城市稳定发展的前提保障。论文通过对国土空间规划内容与无人机倾斜摄影测量进行分析, 结合无人机倾斜摄影测量的优势、特点, 探讨该技术在国土空间规划中的应用。

## 关键词

无人机; 倾斜摄影; 摄影测量; 国土空间

## 1 引言

无人机倾斜摄影作为一种先进的影像获取手段, 被广泛应用于各个行业及领域之中。其中, 无人机倾斜摄影测量技术的要求最为复杂, 无论是在地面分辨率、航摄参数设置、镜头相机参数的要求上, 还是获取影像后的模型建立与数据采编上, 都应遵循一定的规则, 这就需要对无人机倾斜摄影测量技术具备一定的了解。

## 2 国土空间的规划内容

通过研究相关的资料发现国家对区域空间资源的开发和利用一直保持高度的重视, 在此基础之上也出台了一些区域资源开发利用的技术标准。从某种程度上来说国土空间的规划开发和城市的规划有一定的相似性, 我们可以将地下空间的规划分成总体规划和详细规划这两个方面。一方面, 在对地下空间总体规划的过程中需要去测量地下空间的实际情况,

因为只有这样才能根据测量到的信息科学的设计空间布局。

另一方面, 对于地下空间进行预测也能在很大程度上实现专业设施的统筹安排。在具体工作的过程中对于地下空间的整体规划和详细规划都要有一定的辅助说明文件, 这些文件具体会包含地下资源的评估图以及开发利用现状图等。此外, 在实际调查的过程中发现地下空间的环境对于结构建筑物的建设有着非常重要的影响。

## 3 无人机倾斜摄影测量相关概述

### 3.1 无人机倾斜摄影测量技术的基本原理

无人机摄影技术的特点是能在同一平台上安装多个影像采集传感器, 还可以从各个方向拍摄图像, 超越了传统航空摄影的范围。无人机倾斜摄影测量技术是按照倾斜的4个方位加上垂直方向的观测来提供有效的信息图像, 比传统的航空摄影更具有真实性。无人机倾斜摄影测量技术能从各个方位获得高分辨率的图像信息, 还能自动生成三维数字模型,

这种技术适用于国土空间规划建设、地质灾害、工程建筑等多个领域,为人们生活提供了便利。微型无人机具有灵活性和轻便性等特点,它能以更低的成本和高效率的方式在实地获得更准确和完整的信息。当前的倾斜摄影测量技术已打破了传统的测量技术的弊端,它正在通过发展自身的新型优势来向测量技术的方向靠拢。因此,无人机倾斜摄影测量技术不只是个摄影技术,更趋于新型的勘测技术,适用范围更广泛,在各个领域的探测方面有着不可忽视的作用。

### 3.2 无人机倾斜摄影测量与传统摄影测量的区别

与传统摄影测量相比,无人机倾斜摄影测量具有以下优点。

第一,传统摄影测量只有1个垂直镜头,只能看到垂直镜头下的影像,而倾斜摄影测量另外提供了4个倾斜的镜头,可以看到垂直镜头影像看不到或看不太清楚的地方。

第二,无人机倾斜摄影测量的飞行平台一般飞行高度都在100m以上,多镜头可得到从大到小不同立体角度的影像数据,测量精确度能得到很大的提高。

第三,与传统摄影测量相比,同一地物不仅可在垂直影像上体现,同时还可以在倾斜影像上体现,可以达到多视线交会的条件,提高测量的可靠性。

第四,倾斜摄影测量可以同时得到5个影像资料,互相对比,可以减少盲区,对自动识别和重建有一定的帮助。同时由于测量方法的区别,与传统摄影测量相比,倾斜摄影测量存在自动空三加密难度增大、数据处理工作量较大等挑战<sup>[1]</sup>。

### 3.3 倾斜摄影的特点

倾斜摄影具有真实性、高效率和高性价比的特点。论文在此展开详细的介绍。

#### 3.3.1 真实性

倾斜摄影模型可以真实的反应规划地块的现状,让规划设计人员全面直观的了解实际的情况,模型也符合人眼的视觉习惯,规划人员可以多角度的观察。真实的情况对规划工作至关重要,只有掌握了实际情况,才可以做出好的规划来提升当地的建设。倾斜摄影技术的这一特点,让规划人员可以使用三维立体测量技术来减少工作量,更好的进行规划。

#### 3.3.2 高效率

倾斜摄影模型减少了人为工作量,借助无人机,快速、全面的采集影响数据。与人工建模工作相比,倾斜摄影技术

极大地缩短了工作时间,且精准度也更高。无论在时间还是成本、难度上,倾斜摄影技术相比传统的方式,更为高效,这符合和当今社会的“快速”模式。

#### 3.3.3 高性价比

利用倾斜摄影模型,规划人员可以进行各种数据分析,可在模型上进行高度、长度、面积等的量测,可以拓展应用的领域。只需要前期的数据获取阶段的大投入,模型建立以后,它的应用是更加广泛的,我们可以对模型进行各种处理,以此达到各种需求,进行各种研究。

## 4 无人机倾斜摄影测量在国土空间规划中的应用

### 4.1 建模技术的应用

目前,主流的三维建模技术方法主要有概略建模方式、传统的手工建模、倾斜摄影测量自动化建模。其中,概略建模方式主要是指通过基础地形信息、DEM信息等基础测绘成果,建立城市三维模型“白膜”,不需要纹理采集、纹理贴合等步骤,省去了大部分人工,实现数据的基础应用。传统的手工建模,相对更能表现客户的需求和有针对性地表达对象,可以针对客户需求和应用需求进行全方位定制。传统手工建模,可以分为模拟建模和半模拟建模技术方式,模拟建模主要是根据建筑物形状在3D软件中比照着建立模型。半模拟建模,是依据一定的测绘基础或数学基础建立模型,建成的模型具有一定的数学精度和测绘精度,在三维城市应用中具有广泛的前景,同时也是目前三维数字城市建设的主要模型生产方式,可以实现复杂建筑模型建设和大场景模型建设。

倾斜摄影测量技术通过一个飞行平台上搭载多台传感器,同时从垂直、东、南、西、北等5个方向的不同角度进行影像采集,根据拍摄规则和配套软件,生成立体的三维世界景观,倾斜摄影测量避免了传统正射摄影测量只能从垂直角度拍摄的局限。倾斜摄影测量作为摄影测量技术的升级,与传统的手工三维建模技术相比,有了长足的进步,首先是构建基于实景的三维模型,避免了出现传统三维模型给人假的感觉;其次是能高效地获取影像数据,传统的手工三维模型需要人工建模,并且需要人工实地去拍照采集纹理信息,费时费力还极易出错;最后是成本低廉,和传统人工建模相比,节约了大量的人力资源,通过计算机全自动化建模,成本较低。

通常情况下,航空摄影测量适用于大范围测量作业,对于较小范围测量项目,航空摄影测量技术受限于机场和天气状况,具有周期长、开销大等特点,无法较好地发挥航空摄影技术优势。因此,对新技术的迫切需要日益突出。无人驾驶飞机技术的实现,为倾斜摄影技术的应用奠定了坚实基础<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 地面点控制测量

在执行飞行测量任务之前,需要结合测量任务以及测绘区域地形地貌、天气状况等制定飞行计划,设计相应的飞行航线图等,将无人机型号、航向重叠度、旁向重叠度、飞行高度等标注在航线图中。完成航线图设计后进行地面控制点布设工作,地面控制点测量是提高无人机倾斜摄影测量精度的关键技术关节之一,有利于确保无人机飞行过程中获得整个测绘区域的影像数据。地面控制点的布设根据测量任务和地形地貌变化状况适当调整布设,在地形地貌复杂或者测量精度要求更高的环境中地面控制点的密度相对较大,在地形地貌平缓区域或者测量精度不高的情况下,地面控制点的密度可适当放稀。此外,地面控制点一般布设在测绘区域四角,有利于不同影像数据之间的拼接,能提高影像数据的拼接质量。

#### 4.3 规划管理

倾斜摄影对城市精细化管理的提高、评估规划对城市的影响、对一些违法违规建筑的监察等国土空间规划管理工作,具有较大的作用,有利于规划管理工作的进行。首先,利用倾斜摄影模型对城市中的每一个单体进行统计分析,便于进行研究,并且也可以提高管理的效率。其次,通过系统对倾斜摄影模型中规划成果的各项评估分析,我们可以清楚地看到规划的作用程度。最后,倾斜摄影模型对一些违法违规占地、建筑等的监察精确度还是比较高的。

倾斜摄影技术可以快速建立城市现状模型。传统的方式主要人通过人工来建立模型,其复杂困难程度是可想而知的,并且误差也是比较大的。利用倾斜摄影技术,可以快速地建立模型,且更加地真实有效,其工作效率也是很高的。可以有效进行竣工核实,现代的建筑结构较为复杂,且建筑庞大,

结构多样。传统的竣工核实方法是对多种资料进行对比。通过倾斜摄影技术,对竣工建筑物快速建模,可以检查其完成情况,并进行实时更新。在多规合一形势下、新型技术手段的应用迫在眉睫<sup>[3]</sup>。

#### 4.4 在大比例尺地形图测绘中的应用

使用无人机倾斜摄影技术绘制大比例地形图,首先需要分析测量的区域,确定测量的区域的总体范围和基本条件,适当设计航飞航带,并收集所有方面的地形信息。根据做好的航测设计方案,有关工作人员利用无人机传感系统实施多方位的摄取影像。在通过斜摄影测量技术获取地形信息,并用网络技术手段收集和发送数据,然后通过专业的数码倾斜测量影像导入软件对地形数据信息进行分析 and 解读。利用倾斜摄影测量空三加密技术解算和模型进行生产绘图,可以取得更好的成果。在地图绘制过程的最后阶段,根据三维模型对地形图进行辨别,及时纠正制图方面的问题,提高大比例尺地形图数据的准确性,并核实地形图的有效性。通过倾斜摄影技术,可以提高比例尺地形图绘制的效率和准确性。

### 5 结语

综上所述,无人机倾斜摄影测量应用于空间规划,不但要全面剖析空间规划,还要辅助剖析城市地下空间规划系统及空间规划数据库层。倾斜摄影测量技术在中国的国土空间规划工作之中,已经有了一定程度的应用,但不可避免地仍旧存在一些问题,这就需要相关技术人员能不断地研究和探索,充分发挥倾斜摄影测量优势,为国土空间规划提供更可靠的依据和参考。

#### 参考文献

- [1] 尹璐璐. 无人机倾斜摄影测量在城市三维建模中的应用[J]. 山西建筑,2018(34):207-208.
- [2] 曹琳. 基于无人机倾斜摄影测量技术的三维建模及其精度分析[D]. 西安:西安科技大学,2016.
- [3] 刘志超,徐天鹏. 浅谈无人机倾斜摄影测量技术标准[J]. 测绘通报,2017(08):76-77.

# Design and Application of Modern Mine Surveying and Information Management System

Yonggang Zhao

Zhejiang 7th Geological Brigade, Lishui, Zhejiang, 323000, China

## Abstract

Modern mine surveying and information management system has changed greatly compared with traditional surveying and mapping system. Traditional mine surveying and mapping mainly rely on manual surveying and recording, in drawing design, data sharing and data management and other convenient efficiency, large error, has long been unable to meet the quality and demand of modern mining. This paper first expounds the problems in the process of traditional mine surveying and mapping, then expounds the design and application of modern mine surveying and mapping and information management system, and finally shows the superiority of modern system with the help of concrete examples, the aim is to help understand modern mine surveying and information management system.

## Keywords

modern surveying and mapping technology; information management; Visual Foxpro

## 现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用

赵永刚

浙江省第七地质大队, 中国·浙江 丽水 323000

## 摘要

现代矿山测绘及信息管理系统相较于传统测绘系统发生了巨大的改变。传统矿山测绘主要借助人工测量和记录,在图纸设计、数据共享以及数据管理等方便效率低,误差大,早已不能满足现代矿山开采的质量和需要。论文首先阐述了传统矿山测绘过程中的问题,其次阐述了现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用,最后借助具体实例表现现代系统的优越性,旨在帮助广大从业人员进一步了解现代化矿山测绘及信息管理系统。

## 关键词

现代测绘技术; 信息管理; Visual Foxpro

## 1 传统矿山测绘过程中的问题

### 1.1 测绘工作重视度较低,成本较高

中国相关政府和企业为了加快当地的经济的发展,会大面积开采可利用矿山,进而在短时间内获取丰厚的经济效益。但在实际施工过程中,往往只关注现场施工过程,忽视施工之前的准备工作,特别是矿山测绘工作,造成在实际现场施工作业之前缺失实际工况和矿藏位置等信息,使矿产开采工作与实际矿产情况不符。忽视矿山测绘工作会直接影响实际施工难度,最终增加了开采成本,在破坏了生态环境的同时,反而不利于当地经济发展。

### 1.2 测绘技术不完善,失误较多

传统的测绘过程中,人员参与比重较大,在实地山区测绘中,很难做到清晰有效的沟通和交流,测绘员数据读错、

测绘记录员记错等问题屡见不鲜。除此之外,由于人工测绘偏差在所难免,一些数据出现偏差可能不会影响施工的整体进度,但是一些关键数据一旦出错,不仅会影响施工进度,还会威胁施工人员的安全,由此可见测绘工作中数据精确性的重要。因此,传统的测绘过程存在多种缺陷,无论是数据记录还是数据探测,由于地理环境以及相关人员的专业度不够,都会出现偏差,最终影响施工的整体进度,威胁工作人员的人身财产安全。

### 1.3 不能实现有效数据共享

传统的矿山测绘一般独立进行,不同企业之间很少有交流,即使有交流也只注重矿产资源的评估,而不是矿山数据以及探测过程的分享。相关企业为了使矿山开采项目快速进行,时长自行组织施工人员和相关技术人员,没有考察分析

已经成功探测出的实际数据,缺少和其他同类企业的交流与合作。因此,传统的矿山测绘时常重复性探测,消耗浪费了大量的人力和物力,延误了矿产开采的同时,降低了矿山开采的整体经济效益,不利于当地的经济发展。

## 2 现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用

### 2.1 测绘模块结构(MMS)设计

矿山测绘及信息管理系统主要包含矿山地形绘制模块(MTDM)、矿山图纸设计模块(MDDM)以及矿山测绘数据信息库管理模块(MMDM)<sup>[1]</sup>。

#### 2.2.1 软件结构设计

矿山测绘及信息管理系统的软件部分主要包括测绘数据库(MMDM)和矿山地形图自动控制(ACMTM)。此模块作为矿山测绘信息管理系统的主要组成部分在具体运行时相互影响和作用。因此,在使用时要注意两者之间的关系,灵活应用的同时不能影响系统整体的正常运行。

#### 2.2.2 局域网(MLLAN)设计

矿山测绘及信息管理系统设计依托的互联网并不是我们电脑或者手机上常用的万维网(一般指网址中含有“www”字样),而是以内部的局域网为网络载体传输与浏览相关数据,所以优良的局域网访问性能可使信息管理系统更高效更准确运行。设置好局域网的相关参数,使不同网络接口之间不会因为天气以及地理位置等因素信号传输中断或者质量低,在测绘及信息管理系统运行中异常重要。

在组建局域网时,一般要求具体组建方案应结合矿山的具体情况,包括海拔以及温度等。并且在局域网建设过程中,应充分考虑后期故障维护难度以及软硬件更换成本。局域网组建成本较高,内部零部件一般比较昂贵,在设计时应考虑维修便利性,减少设备的更换。局域网安全性较低,在使用时一定针对不同的信息管理需求设置不同的密码访问机制,提升矿山测绘信息的安全性,并有利于信息的长久保存。

### 2.2 测绘信息管理模块(SMIMM)设计

矿山测绘信息管理模块主要功能是共享、存储以及管理矿山测绘模块计算分析出的数据信息。

#### 2.2.1 建立矿山测绘信息数据库模型(MMIDM)

矿山测绘信息数据库模型是测绘的整体框架,其可保障测绘数据安全有序的分析 and 存储。测绘数据库模型主要包含矿山测绘图(MINEM)、地面控制网络(TN)、测绘地面

控制点(MGCP)以及矿山测绘井下导线(MSMUT)<sup>[2]</sup>。这些部分共同构成了矿山信息数据库模型的整体,并且各个模块之间可相互作用相互制约,在系统具体运行中可相互连接和转换功能,维持测绘信息数据库模型良好的性能。

#### 2.2.2 设计测绘信息共享存储方式(MISSM)

矿山测绘信息数据在分析和处理之后,需要及时分享给相应的技术人员,并自动保存至局域网中,必备后续查验,因此合理的测绘信息共享存储方式至关重要。现代测绘信息共享存储方式基于 Visual FoxPro(信息管理系统中的可视化系统应用)进行开发设计。此平台不仅可以及时共享矿山测绘相关的有效测绘信息,还可以连接至局域网,方便相关技术人员查看访问,并且在涉及重要机密文件和数据时提供警示信号并及时锁定,提升测绘局域网安全性。另外,基础 Visual FoxPro 平台设计的信息管理系统具有回收站管理功能。

在共享信息数据时,由于相关技术人员的误操作,可能会删除一些非常重要的数据,此时可到平台的回收站中寻找。并且值得称赞的是,此回收站和我们常见的电脑回收站机制不同,一些“无用数据”在被删除之后,依旧会依据原始路径分门别类,这样在找回时异常方便。因此,良好的测绘信息共享系统不仅可以有效分享和存储测绘数据,还应具有数据找回功能,这也是数据保护机制的体现,再加上数据的密码保护机制,使测绘数据共享更加安全和高效。

#### 2.2.3 矿山图纸模块设计

矿山图纸模块主要包括绘制矿山测绘图纸(MMSMD)和存储测绘图纸数据(SSMDD)两个部分<sup>[3]</sup>。在现代化系统中,矿山测绘图纸的绘制主要借助相应的工程用计算机编程软件来完成,借助于发达的计算机技术,甚至可以实现矿山测绘图纸的自动化制定和绘制。系统会在接收到具体的测绘图纸之后,将数据转化为可视性较好的 CAD 形式,一并存储于矿山测绘及信息管理系统中。这样在后续测绘工程人员的查阅中较为方便,并提升图纸绘制的准确性,使其更加高效,进而保障矿山测绘系统的整体高效运行,为现场测绘施工提供精确的参考。

## 3 具体实验案例简述

为了验证论文提到的现代化矿山测绘及信息管理系统的优越性能,现设计实验进行模拟验证。在实验具体过程中,将模拟矿山作为实验对象(具体数据来源于已测绘数据库),分别使用传统和现代化测绘系统对其测绘,并在测绘后处理

相应的实验数据,统计成折线图,方便后期比对。

### 3.1 数据准备

本实验采用不同系统(即传统系统与现代社会)对矿山开展测绘和信息传输以及管理,为了提高实验数据的可靠性和实验结果的精准性,对实验外部环境的参数统一设置为“相同”,排除无关因素的干扰。

### 3.2 实验结果

为了体现实验合理性,充分考虑矿山测绘及信息管理系统不同对实验数据的影响,本实验借助第三方软件对实验数据开展记录和处理,排除单方面数据系统处理造成的实验误差。本实验将传统的矿山测绘及信息管理系统设置为对照组,现代测绘及信息管理系统作为实验组。具体实验结果如图1所示。

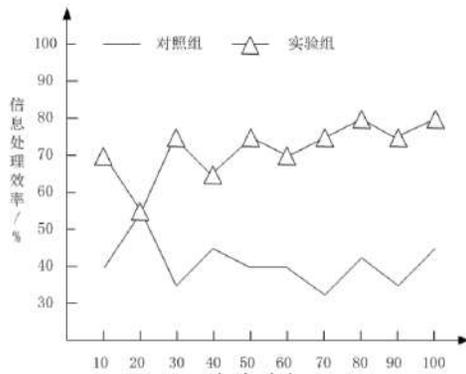


图1 实验结果对比

如图1结果所示,现代化矿山测绘及信息管理系统的信息处理效率较高,比传统组的信息处理效率高出大约30%,可见现代化矿山测绘及信息管理系统的数据处理高效性。

## 4 结语

总之,现代矿山测绘及信息管理系统的设计不能只在实验室中进行,应充分结合不同的矿山测绘需要以及不同的矿山地貌特征,并借助先进的计算机技术和信息管理技术。作为新时代的新兴技术,在当下5G技术快速发展的同时,可使系统中的局域网得到全方位优化<sup>[4]</sup>,提升技术人员查看数据的便捷性,并进一步加强数据存储效率,提高矿山测绘数据的安全性。

## 参考文献

- [1] 贾兵,刘飞飞.现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用[J].世界有色金属,2019(01):138-139.
- [2] 钟锡珍.现代矿山测绘及信息管理系统的设计与应用[J].世界有色金属,2018(19):31+33.
- [3] 程莹.矿山测绘中遥感航测技术的应用研究[J].河南科技,2020(08):46-48.
- [4] 郭岑怡,朱俊臻,毛云松.无人机航测在矿山地质带状地形图中的精准分析[J].中国金属通报,2020(02):257+259.

# Application of Online Verification Technology in Land Change Survey

Yue Qin

Photogrammetry and Remote Sensing Center, Liaoning Natural Resources Service Center, Shenyang, Liaoning, 110000, China

## Abstract

The development cycle of land change investigation in China is once a year, which is organized by the National Land Resources Bureau of each provincial level, with the participation of each city, district and county. In recent years, in the investigation of land change in China, the more used way is online verification, that is, the staff responsible for verification with the help of information technology, based on the mobile Internet, to achieve the exchange of national land resources related data. At present, the online verification technology in our country has the characteristics of high efficiency and fast, which brings convenience to the work in practical application. Therefore, the relevant departments and staff should apply the online verification technology reasonably master, analyze and improve the efficiency of land change investigation in China. This paper analyze the application of online verification technology in land change investigation.

## Keywords

online verification technology; land change survey; application

# 在线核查技术在土地变更调查中的应用

秦月

辽宁省自然资源事务服务中心摄影测量与遥感中心, 中国·辽宁 沈阳 110000

## 摘要

中国土地变更调查工作的开展周期为每年一次, 是通过各个省级的国家土地资源局进行组织, 由各个市、区、县参与进行。近几年, 中国在进行调查土地变更工作时, 多使用的方式为在线核查, 也就是负责核查的工作人员借助信息技术, 以移动互联网为基础, 实现国家土地资源相关数据的交互。目前来看, 中国的在线核查技术具有高效快捷的特点, 在实际应用中为工作开展带来了便捷。因此, 相关部门与工作人员应对在线核查技术的应用合理掌握, 加以分析, 提高中国的土地变更调查工作效率。论文针对在线核查技术在土地变更调查中的应用进行分析。

## 关键词

在线核查技术; 土地变更调查; 应用

## 1 引言

土地变更调查工作, 是中国掌控全国的土地资源状况与土地资源变化的重要方式。中国的土地资源丰厚, 所以在开展变更调查工作时具有一定的困难。近年来, 中国的经济发展与科学技术的进步不断提升, 带动中国大部分土地的使用功能产生了变化。前几年, 国家土地资源局提出了优化核查手段、创新土地变更调查工作的方式等一系列新标准。中国科学技术的进步, 使土地变更调查工作方式也越发先进。现如今, 已经可以利用移动终端来与服务器相连接, 通过这种新形势来进行实时土地画面的传输, 这不仅提升了土地变更调查工作的准确程度, 还能保证土地资源相关数据的真实可

靠, 使土地变更调查工作的效率大幅提升<sup>[1]</sup>。

## 2 土地变更调查工作

土地变更调查工作, 就是各个县级部门以当前的土地资源使用现状的相关数据以及土地资源遥感图像为基础, 在此基础上对土地的使用状况和土地所属权进行调查, 从而获得现阶段最新的土地资源数据。在进行土地变更调查的工作中, 先通过国家土地资源局将相关的土地资料进行收集汇总, 同时对参与工作的调查人员开展相关培训, 将工作中的相关规章制度传达到各级国家土地管理处, 国土所再依据国家下达的要求, 在限制时间内完成对管辖范围内土地资源的使用情况以及归属权的调查, 调查工作完毕后, 将其数据以及图

像进行总结,并传输到国土资源数据库中<sup>[2]</sup>,相关行业内的技术人员会进行核对检查,检查结果无误后,土地变更调查结果就形成完毕,如图1所示。

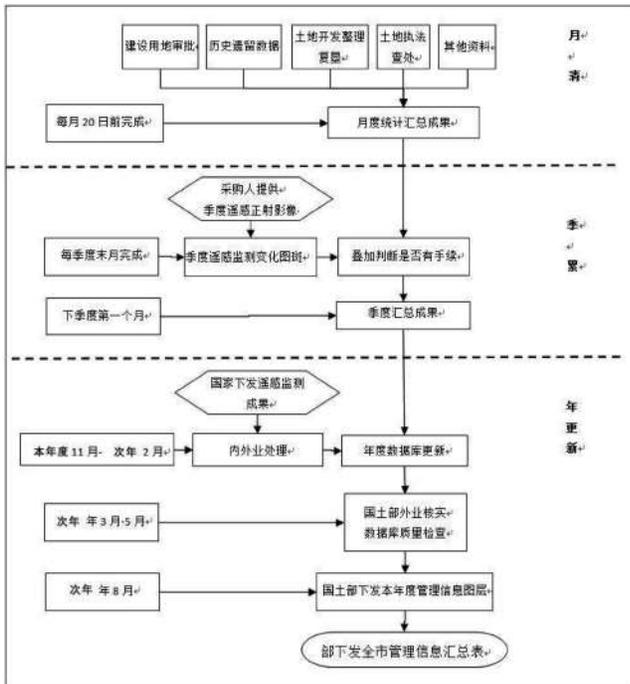


图1 土地变更调查流程

### 3 土地变更在线核查技术介绍

土地变更调查工作中应用的在线核查技术,就是通过工作人员利用具备定位功能的设备,在被调查的相应土地资源区域进行精确的坐标定位、土地面积拍摄等项目,并且通过科技网络进行实时传输。在线核查技术可以根据现有的数据资料进行分析,同时,还可以将分析结果通过网络传回移动设备中,从而加快调查工作的效率,使工作人员能迅速方便地掌控土地信息,为国家开展其他土地工作奠定基础。在线核查技术的构建还包括实时监控土地的系统、资源数据后台服务系统等,其中主要的技术包括以下几点。

#### 3.1 定位技术

中国科学技术应用层次不断提高,卫星定位技术、移动通信技术的水平层面也随之上升。因此,将科技手段融入在线核查技术,是顺时代发展的革新,也成为了中国土地变更调查工作的重要手段。在无线网络技术的支持之下,在线核查技术可以通过定位系统,为离线数据提供数据交互处理,将土地资源变更状况通过互联网进行实时更新,同时对相应的土地数据变化进行显示<sup>[3]</sup>。这种动态化的处理方式,为中

国的土地变更调查工作顺利实施提供了保障,也减少了人力物力的消耗,节约资源。

#### 3.2 监控技术

在线核查技术在实际应用过程中,可以实现动态实时对土地状况进行监控,因此可以体现出,在线核查技术具有巨大的优势。中国的土地变更调查技术工作的开展过程中,已经全方位应用在线核查技术。在此前提下,就要求相关技术平台必须保持运行的稳定,满足用户查找数据的需求,确保数据储存安全不丢失。只有保证多线程系统平稳安全,才能确保在线核查的监控技术最大化发挥其作用,从而提高程序自身的反应速度,达到实时监控的目的,为土地变更调查工作打下良好的基础。

### 4 在线核查技术的意义

#### 4.1 可视性

在线核查技术可以在进行变更调查的工作中,将实时数据与图像资料集中传输到服务器数据库中,让工作人员一目了然。同时,在线核查技术所具备的监控能力也可以让工作人员对土地资源状况及时精确地掌握。在进行调查之中,工作人员可以通过相关服务器观看查询到全国所有区级、县级的土地使用情况、土地的所属权等资料,使整个变更调查的工作中公开透明完整,大大提升了工作人员的调查进程,同时减少了人力资源的消耗<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 准确性

在线核查技术与现代新科技相融合,结合了定位技术与遥感技术,可以实现对土地资源全方位的掌握。此外,信息技术也促进了变更调查工作的准确性,核查技术可以将所收集的数据第一时间传输到相关系统中,减少了人工的参与,避免人为导致错误的发生。国家土地资源部门可以对各个省级、县级的资源数据进行监测,保证了数据资料的精确程度。其中,在线核查技术还可以避免因为各个地区的情况不一致、工作人员的专业水平不相同而导致调查结果参差不齐的事故出现,减少了其他因素的干扰,提升了调查结果的准确性,为中国的土地规划工作提供保障。

### 5 在线核查技术在土地变更调查中的应用

#### 5.1 构建互动机制

就当前状况来说,中国的土地变更调查工作的内容主要

包括:初次举证、补充举证内容、在线实施举证这三个阶段。县级的工作人员在进行土地变更调查工作的过程中,对与资料不一致的重点地区或者变化图标等进行初次举证,通过县级部门审查核实完毕后,再交由国家进行行业内的审核检查,如若地方部门对其行业内的审核结果有不同意见,可以进行补充举证。通过国家进行再次审查核实完毕后,地方部门对复查审核得出的结果仍然存在不同意见,即可申请在线举证。通过在线举证的实时性与互动性,促使整个土地变更调查工作的结果准确无误、公正透明,从而推进核查工作的平稳顺利进行。

## 5.2 缩短工作时长

土地变更调查工作是具有系统性、周期性的工作,对技术的要求和标准都相对严格,并且需要耗费大量的人力资源与物力资源。在过去的土地变更工作中,使用的落后技术不仅对国家的资源造成了一定的浪费,而且调查的结果也具有一定的误差<sup>[9]</sup>。而随着科技的进步,在线核查技术使土地资源数据的收集、分析、整理,以及土地资料的审查核实、信息汇总都能经过互联网平台来完成,大大减少了时间资源的不必要浪费,提高了工作的效率,更好地把控土地变更工作的全过程,实现有效掌控,为中国的科技化进程奠定基础。

## 6 结语

综上所述,在线核查技术在中国的土地变更调查工作中,具有重要的优势,可以缩减调查工作的时长、减少不必要资源的浪费、为技术人员提供准确的调查结果。因此,相关部门与工作人员应该对在线核查技术的技术重点明确掌握,为中国土地资源规划供桌打下牢固的基础,促使土地变更调查工作的实施过程更加科学合理,推动中国土地资源工作的高效率、高精度开展。

## 参考文献

- [1] 蔺琳,袁惠林,殷耀国.土地变更调查现状及其问题与对策[J].测绘与空间地理信息,2013(10):245-247+254+257.
- [2] 王涛,张柯.在线核查技术在土地变更调查中的应用[J].测绘与空间地理信息,2019(06):195-196+200.
- [3] 最新版土地调查条例实施办法要点解析[N].中国自然资源报,2019-09-02.
- [4] 吴友平,谢帮华.3S技术在土地变更调查中的作用分析[J].山东农业大学学报(自然科学版),2015(06):852-855.
- [5] 邓文彬.基于网络GPS和GIS的联合技术在土地利用变更调查中的应用研究[D].乌鲁木齐:新疆大学,2010.

# Discussion on Underground Survey Methods in Metal Mine

Shudong Gao

Shandong Province No.3 Geological and Mineral Exploration Institute, Yantai, Shandong, 264010, China

## Abstract

With the rapid improvement of China's economic level, science and technology are changing with each passing day, which has brought great changes and technological improvements to the underground surveying of Chinese metal mines. Underground survey of metal mines is an important prerequisite for mining and production, which provides a solid guarantee for mining safety, can ensure the smooth progress of mining, and bring certain economic and social benefits to enterprises, protect the life and health of miners and the safety of national property. It can be seen that it is of great practical significance to strengthen the research of underground measurement methods in metal mines. The paper mainly describes the attributes and characteristics of underground surveying work in metal mines, and focuses on specific measurement methods and precautions, it aims to further improve the accuracy of underground measurements in China's metal mines, and provide guarantees for mine safety and production efficiency.

## Keywords

metal mine; underground survey; method; technique

# 论金属矿山井下测量方法

高书东

山东省第三地质矿产勘查院, 中国·山东 烟台 264010

## 摘要

随着中国经济水平的迅速提升, 科学技术日新月异, 对中国金属矿山井下测量带来了极大的变革和技术提升。金属矿山井下测量是进行矿山开采和生产的重要前提, 为矿山开采安全提供了坚实的保障, 能确保矿山开采的顺利进行, 为企业带来一定的经济效益和社会效益, 保护开采人员生命健康和国家安全。由此可见, 加强对金属矿山井下测量方法的研究具有重要的实际意义。论文主要讲述了金属矿山井下测量工作的属性特征, 并重点研究了具体的测量方法和注意事项, 旨在进一步提升中国金属矿山井下测量的准确性, 为矿山开采安全和生产效率提供保证。

## 关键词

金属矿山; 井下测量; 方法; 技巧

## 1 引言

随着中国社会经济的迅速发展, 对矿产资源的需求日益增加, 因此对金属矿山开采和生产效率提出了更高的要求。在科学技术飞速提升的背景下, 越来越多的现代化测量技术和方法在金属矿山井下测量过程中得到应用, 并在一定程度上提升了中国金属矿山井下测量的准确性, 减少了测量误差的出现几率, 降低了生产危险性, 为矿山生产安全和质量提供保障。

## 2 金属矿山井下测量特点分析

矿山井下测量是金属矿山生产过程中的重要组成部分, 对于提升矿山企业的稳定发展, 拓展未来发展空间具有不可替代的作用。一般情况下, 金属矿山井下测量分为井下测量

系统控制和地面测量系统控制。工作人员要严格按照国家相关规定对地面测量质量进行控制。在进行井下测量时, 要注重加强测量过程和测量质量的严格监督和控制, 进而进一步提升测量准确性, 为井下矿山生产和开采提供更加精确的数据依据, 绘制科学的测量图, 减少误差, 保障井下施工顺利进行, 提升中国金属矿山开采的安全系数<sup>[1]</sup>。

## 3 金属矿山井下测量存在的问题

### 3.1 测量数据不准确

测量技术人员的专业技能和工作态度对整体的井下测量效果具有直接的影响。由于部分技术人员工作态度不端正, 缺乏责任意识, 导致测量过程中出现严重的错误, 影响测量的最终结果。现阶段电子设备在金属矿山井下测量中发挥了

极大的作用,一定程度上提升了测量准确性,但是电子设备在重金属或者说的井下湿度较高的情况下,测量准确性受到限制<sup>[2]</sup>。因此,加强测量技术人员的专业水平和职业素养迫在眉睫。

### 3.2 测量工具不全

完备的井下测量工具是顺利完成测量工作的重要前提。但是在实际的测量过程中,由于工作人员疏忽大意,对仪器设备的检查不认真,经常忘记拿测量工具,严重影响测量工作的顺利展开,甚至延误工期,对矿山企业带来严重的经济损失。

### 3.3 测量数据记录不完整

在实际的测量过程中,由于测量人员工作态度不认真,缺乏一定的测量经验和技能,导致对测量数据记录不完整或者不准确现象严重,一定程度上限制了后期工作的顺利开展,无法对巷道标高进行准确计算,对矿山开采和生产工作造成延误等。

### 3.4 复测环节不严谨

由于在矿山井下测量时,工期比较紧,工作量大,对复测工作带来一定的难度。这种情况下,导致复测工作出现失误或者偏差等现象,造成前期的测量工作成为无用功,企业需要选择新的巷道进行挖掘开采,不但对施工安全带来了一定的隐患,而且影响矿山开采进度,造成经济损失。

## 4 金属矿山井测量方法技巧研究

### 4.1 测量准备环节

在进行具体的井下测量之前,测量技术人员要做好资料搜集和整理工作,并对相关资料进行分析,确保真实有效,并以此为依据制定科学合理的测量方案,结合实际情况选择合适的测量方法。对测量过程以及影响因素进行分析,及时发现问题并进行高效处理,对每位工作人员的具体工作和责任进行具体的划分和明确,对仪器设备进行检测。

### 4.2 建设井下控制网

随着科学技术的发展,测量仪器技术逐渐提升。通常情况下,在金属矿山井下测量时,使用全站仪导线网进行设置。因此全站仪的测量精度较高,完全满足了金属矿山的日常生产需求。在井下导入基准点时,通过一井或者两井进行定向,也可以利用激光定向仪器进行测量<sup>[3]</sup>。设置高程点时,要注

重每一组的距离保持在400m左右,并且每组高程基点控制在三个以内,间距在30m~80m,注重对高程点进行统一标号或标记。

### 4.3 定向放样

在定线测量过程中,要按照测量计划进行科学测量。在井下控制测量中,一般采用控制测量和定线测量相结合的方式,实现高程联系测量,从而搭建完善的高程系统控制平台,为提升侧脸的准确性和精度提供保障。在进行平面联系测量时,一般采用三角形测量技术,利用地面的控制点坐标和方向,对井下的控制点进行计算和分析,以便确定井下起算坐标和方向<sup>[4]</sup>。

### 4.4 测点观测

#### 4.4.1 观测人员

观测人员要找准点号,并按照需求对测量仪器进行安装和放置。结合测量方案选择科学的测量方法,对测量精度进行严格控制。对于测量得出的数据进行准确客观地读取和记录。

#### 4.4.2 前视测量

结合实际情况选择合适的测量点,并进行统一的标记。实时观察前车的动态,并进行准确地标记,以便为之后的测量工作提供依据<sup>[5]</sup>,保障测量仪器搬至前视点。

#### 4.4.3 后视测量

精准找到点号,注重后车的动向,对测量仪器进行检测并随身携带。

### 4.5 确保测量安全

保障测量人员的安全是进行井下测量工作的前提和基础。由于安全防护设施无法进入到井下,因此要在进行测量之前,要对测量技术人员进行科学的安全教育,强化安全意识,端正安全防范态度。要对安全防护设备进行积极改进,在保障安全性能的基础上,要保障简便携带,使其适合井下作业。

### 4.6 注重对测量人员的专业培训

测量技术人员的专业技能水平是提升井下测量精确度的重要保障,也是确保测量安全的关键。因此,矿山企业要注重对测量技术人员的专业培训,提升专业技能水平,强化业务能力,强化工作责任意识,培养职业素养,能积极应对测量过程中的各种影响因素,保障井下测量工作的顺利完成。在测量之

前的准备工作中,要注重对相关的数据进行认真核查,确保测量资料的完整性和准确性,对井下测量角度进行复核,对影响测量的因素进行预测并制定解决预案。对测点和前后视测点进行检测,避免在测量中用错测点而影响测量准确性<sup>[6]</sup>。

#### 4.7 复测复算

在井下测量工作结束之后,相关人员要对测量数据进行重新检查和计算,保障数据的准确性。针对井下巷道和测点位置绘制草图。

### 5 结语

综上所述,金属矿山井下测量工作的关键点是要做好全过程的质量管理和控制,提升测量的准确性和精确性,为矿山开采安全和生产效率提供保障和数据支持。相关企业要注重提升测量技术人员的综合素质和专业水平,强化技术人员的责任意识,端正工作态度,提升自身的职业素养和专业技能,不仅掌握全面的理论知识,还要进行熟练的实践应用,从而

进一步提升技术矿山井下测量的工作质量和效率,不断创新和优化测量技术和方法,引进现代化的科学技术,促进中国矿产资源的合理开发和利用,为社会经济发展提供动力支持。

#### 参考文献

- [1] 陈晓希. 简述贯通测量方法在山东某金属矿山测绘中的应用[J]. 世界有色金属,2019(06):47+49.
- [2] 韦振钦. 深入分析井下测量中常见问题[J]. 建材与装饰,2017(31):207-208.
- [3] 胡亚平. 金属矿山井下测量常用方法及技巧[J]. 中国新技术新产品,2017(10):69-70.
- [4] 谢志军. 全站仪在矿山井下测量中的应用探究[J]. 科技展望,2014(17):171.
- [5] 李建东. 矿山井下罗盘仪测量数据处理程序设计[J]. 测绘与空间地理信息,2014(08):220-221+224.
- [6] 胡彦华. 千米深井矿床开拓测量技术的研究与实践[D]. 长沙:中南大学,2002.

# Preliminary Research on the Application of UAV Technology in Construction Engineering Survey

Haojun Zhang

Henan D.R. Construction Group, Zhengzhou, Henan, 450000, China

## Abstract

Construction engineering survey is an important work in construction, to ensure the accuracy of measurement results is the basis and prerequisite for improving the quality of engineering construction, so it is highly valued by enterprises. Traditional measurement methods are not only inefficient, but also have low data reliability, which cannot provide guarantee for decision-making. The emergence of UAV technology can greatly accelerate the construction process of construction projects, improve measurement efficiency and quality, and have strong applicability. The paper introduces UAV technology, puts forward the advantages of UAV technology in construction engineering survey, explores the application measures of UAV technology in construction engineering survey, and provides reference for practical work.

## Keywords

UAV technology; construction engineering survey; application

# 无人机技术在建筑工程测量中的应用初探

张好军

河南省第二建设集团有限公司, 中国·河南 郑州 450000

## 摘要

建筑工程测量是施工中的重要工作, 确保测量结果的精确性, 是提高工程建设质量的基础与前提, 因此受到企业的高度重视。传统测量方法不但效率低下, 而且数据可靠性较低, 无法为决策提供保障。无人机技术的出现, 则能大大加快建筑工程建设进程, 提高测量效率与质量, 具有较强的实用性。论文对无人机技术进行介绍, 提出无人机技术在建筑工程测量中的优势, 探索无人机技术在建筑工程测量中的应用措施, 为实践工作提供参考。

## 关键词

无人机技术; 建筑工程测量; 应用

## 1 引言

建筑行业的快速发展, 能为经济提升注入强劲的活力, 满足社会生产生活需求。当前建筑建设的规模相对较大, 做好工程测量可以明确项目基本信息, 为设计与施工提供依据。传统工程测量方法容易受到外界因素的影响, 包括了气候因素、地形因素和人为因素等, 导致获得的测量数据无法为工程建设提供参考。在科学技术不断发展的当下, 无人机技术在工程测量中的应用越来越广泛。这不但能减轻工作人员的负担, 而且有利于提升数据获取与处理、分析的效率, 防止对工期造成延误。因此, 应该掌握建筑工程测量的要点, 充

分发挥无人机技术的价值与优势, 为企业创造良好的经济效益。这就需要从建筑工程的实际特点及需求出发, 制定针对性技术应用方案。

## 2 无人机技术概述

传感器、GPS 定位系统、无人机和通讯平台等, 是无人机系统的主要组成部分, 能以无线电设备对飞行器加以控制, 从而对地面信息加以快速获取。无人机技术集成了多项先进科学技术, 包括了通信技术和传感器系统集成技术等, 在地理信息测绘和工程测量中的应用越来越普遍。信息的采集、传输和处理等更具自动化特征, 使建筑工程测量的难度

得到控制,降低外界环境的干扰<sup>[1]</sup>。从系统功能进行划分,无人机系统又包括了任务系统、飞行系统和地面控制系统等,在各个系统及单元模块的相互配合当中,共同完成建筑工程测量。

### 3 无人机技术在建筑工程测量中的应用优势

高分辨率摄影终端技术和自动识别技术等,是无人机技术的核心,对于测量与监测效率的提升发挥着关键作用。无人机的整体体积较小,大大提高了应用的灵活度,对隐蔽位置的测量更加可靠,因此也能提升建筑工程测量的实际效率,降低建筑工程成本投入。对于工程状况的监测也可以借助于无人机技术实现,及时对其中的问题进行反馈和分析,防止出现严重的质量安全问题。系统能对飞行测量中的问题进行自动化诊断,从而帮助工作人员进行检修,大大提高了其可靠性。无人机的操作较为简单,降低了工程测量的复杂性<sup>[2]</sup>。在对数据进行处理时,如果采用传统 RTK 技术和全站仪等,则会限制工作效率的提升。无人机技术则在提升数据处理速度的基础上,保障了安全性。

### 4 无人机技术在建筑工程测量中的应用措施

#### 4.1 获取影像资料

对于影像资料的有效获取,是开展建筑工程测量工作的关键,在应用无人机技术时需要无人机的飞行线路进行合理规划,降低外界环境对飞行测量效果的影响。同时,应该对相关设备进行严格检查,防止出现严重的故障问题,做好试飞准备,实现对飞行线路的优化。综合考量多种因素,包括了气流因素和风力大小等等,使无人机能保持良好的飞行状态,使测量数据更具精准性、代表性和全面性<sup>[3]</sup>。无人机具有独特的画面处理功能,其识别度和像素都较高,因此在处理测绘影像资料中可以取得良好效果,为内业工作提供可靠依据,加快数据处理的进度。测控点会由于无人机技术的应用而更加精准,尤其是在许多隐蔽位置的测量中更加可靠。采用连续拍照的方式,使相邻两张照片有1/3重合内容,在对其进行拼接和导出时可以借助于全景拼接软件,同时利用 Photoshop 进行细部处理,增强与实际场景的契合度。

#### 4.2 采集测绘数据

对于建筑工程测绘数据的采集,也是无人机技术应用过

程中的关键点,通常是采用自动方式和手动方式相结合的形式,能给保障数据资料获取的准确性与灵活性,提高建筑工程测量的工作效率。完成数据信息的收集后应该实施复检,防止由于测量误差较大而对工程建设产生影响。数据分析是数据采集后的重要工作,能提升数据的价值性。

#### 4.3 空中三角测量

确定建筑工程区域当中的相关元素,是空中三角测量的主要内容,也关系到工程测量的效果,在此过程中主要采用图像测量解析方法。采用传统方式实施三角测量时,其难度相对较大,而且由于需要处理大量的数据,因此会对工程进度造成影响。在三角测量当中运用无人机技术,也会受到风向等因素的干扰,导致其性能和稳定性下降。偏角过大和数据匹配度下降、影像旋转角度过大等问题,是工作中的常见问题。采用人工的方式及时调节角度,匹配图像及具体位置,能将误差控制在合理范围内<sup>[4]</sup>。图像处理也需要借助于专业计算机软件,增强空中三角测量的自动化与数字化。通过输入数据和图像则能完成智能化处理,构架航线选择两条航线,能提高数据精度,保障匹配的自动化。为了增强连接点分布的均匀性,还要对其进行测试,连接点也可以采用手动添加的方式,保障模型和航线的有效契合。通常在影像中间设置连接点,能有效预防边缘变形问题。

#### 4.4 倾斜摄影测量

在建筑工程竣工测量工作当中,可以借助于无人机技术实现倾斜摄影测量,对竣工测量图纸和竣工地形图信息加以获取,为工作人员提供详细的数据参考。在三维建模当中也需要以倾斜摄影测量数据为依据,保障建筑物纹理信息的真实性,使测量精度得到提升<sup>[5]</sup>。在验收工作当中,借助于倾斜摄影测量成果可以更加直观,实现对建筑工程相关信息的全面分析,为审核工作的实施提供依据。在反映地面周围情况时,更加符合人类感知特点,同时防止由于传统方式引起的重复测量和强度加大等问题。

#### 4.5 融合 BIM 技术

将 BIM 技术与无人机技术融合在一起,能增强其实践应用价值,在建筑工程测量中的应用效果较好。BIM 技术即建筑信息模型,具有较强的高效性和灵活性特点。在 BIM 模型当中输入无人机获取的数据后,能为工程测量提供准确的数据,满足分析工作要求。应该明确建筑工程的现状,确保飞

行平台选择的合理性,实现对曝光延迟和转弯缓冲的控制。

当测量区域存在低云层时应用 UAV-BIM 技术,可以消除起降条件的影响,实时跟踪测量区域状况<sup>[6]</sup>。远距离操控功能的实现,能切实保障人员安全,在恶劣的自然环境中可以快速获取测量数据,降低人为因素干扰。

## 5 结语

在建筑工程测量当中应用无人机技术,能有效提高测量效率,同时保障操作的灵活性,获得精确的数据,满足工程项目建设要求。在实践工作当中,应该对获取影像资料、采集测绘数据、空中三角测量、倾斜摄影测量和融合 BIM 技术等环节加以控制,明确无人机技术的应用要点,从而保障建筑工程测量的理想效果,推动中国建筑行业发展。

## 参考文献

- [1] 黄贵勇. 研究建筑工程测量中的常见问题及解决方案 [J]. 低碳世界, 2020(07):88-89.
- [2] 刘亚楠. 测绘新技术在建筑工程测量中的应用及发展 [J]. 工程建设与设计, 2020(12):249-250.
- [3] 曹慧清. 数字测量技术在建筑工程测量中的应用 [J]. 建材与装饰, 2020(16):199+201.
- [4] 马长清. 无人机技术在建筑工程测量中的应用分析 [J]. 山西建筑, 2020(10):169+186.
- [5] 张超. 建筑工程测量方面存在的问题及对策分析 [J]. 住宅与房地产, 2020(12):233.
- [6] 田丰. 无人机测绘技术在建筑工程测量中的应用分析 [J]. 河南建材, 2020(03):8-9.

## 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)