

Modern Surveying & Mapping Engineering

现代测绘工程

Volume 2 Issue 4 · December 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

December 2019 | Volume 2 · Issue 4 | ISSN 2705-0521

主编

申冲

中北大学，中国

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD

12 Eu Tong Sen Street

#07-169

Singapore 059819



研究性文章

- 1 土地利用信息公众需求状况调查与分析
/ 王玉慧
- 4 基于EGM2008模型处理DEM数据的应用研究
/ 宋学山 柴志勇 王冰 冯迎旭 王雪娇
- 8 多波束水深测量规范框架分析
/ 王观鹏

综述性文章

- 11 无人机航测在矿山测绘中的运用剖析
/ 李亚平
- 14 新形势下不动产及其权籍调查测绘分析
/ 彭斌
- 17 环境有机污染物检测技术及应用分析
/ 李江

Article

- 1 Survey and Analysis of Public Demand for Land Use Information
/ Yuhui Wang
- 4 Application Research of DEM Data Processing Based on EGM2008 Model
/ Xueshan Song Zhiyong Chai Bing Wang Yingxu Feng Xuejiao Wang
- 8 Analysis of Specification Framework for Multi-beam Bathymetric Measurement
/ Guanpeng Wang

Review

- 11 The Application and Analysis of the Aerial Survey of the UAVs in the Mine Surveying and Mapping
/ Yaping Li
- 14 Surveying and Mapping of Real Estate and Title Registration in the New Situation
/ Bin Peng
- 17 Analysis of Environmental Organic Pollutant Detection Technology and Application
/ Jiang Li

Survey and Analysis of Public Demand for Land Use Information

Yuhui Wang

Linyi Land and Mineral Resources Reserve Center, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

In this study, it is stated that land information sharing is an important way to transform from digital to smart land. Based on the public needs, the current demand for land use information is obtained through questionnaires and other methods, and the following conclusions are obtained: the overall demand for land use planning, current status of use, ownership information, farmland protection planning, geographical background, evaluation, information reserve planning, improvement planning, and data management have gradually decreased, based on this, it is proposed that the depth of the city's information needs survey should be further expanded and an information integration platform can be constructed to improve the information sharing effect.

Keywords

land use information; public demand; survey; analysis

土地利用信息公众需求状况调查与分析

王玉慧

临沂市土地资源储备中心, 中国·山东 临沂 276000

摘要

在本研究中阐述了土地信息共享是从数字向智慧国土转变的重要途径, 在基于公众需求的前提下, 采取问卷调查等多种方式获取当前土地利用信息工作需求, 并获得下列结论: 土地利用总体规划, 使用现状, 权属信息, 农田保护规划, 地理背景, 评价, 信息储备规划, 整治规划以及数据管理总体需求度逐次降低, 基于此提出应当进一步扩大市信息需求调查的深度, 能够构建信息一体化平台以提升信息共享效果。

关键词

土地利用信息; 公众需求; 调查; 分析

1 引言

对于人们来说土地是其赖以生存的资源, 随社会经济建设的发展人们对土地资源需求逐渐扩大, 同时为获取实时的土地信息需求欲望逐渐强化, 不仅可满足生存需求同时还可以通过了解土地信息, 能够为选址、择业、创业获取更大效益。除此之外, 随着中国国土资源综合管理平台工程建设, 从一定程度上推动了中国土地的监管力度和国土资源信息一体化, 提升国土资源政务信息社会化水平, 现有的土地数量较多但目前仍采用政府管理的方式为主, 很难从官方获取较为权威的土地利用信息。为能够实现土地信息面向公众服务, 近年来国土资源有关部门提出由数字化向智慧化国土转变, 要求能够推动土地资源利用信息的公开化, 使其更好的服务于公众, 能够从众多的土地信息中识别公众需求^[1]。

2 公众对象

从公共关系学方面上来看, 公众是与其具有一定利益关系且相互认识的组织个人群体, 在本研究中公众是针对土地利用信息的群体, 包括信息组织者, 政府和非政府的组织、个人等土地信息服务用户, 主要涉及不同社会中的人。传统对象来源于与土地具有一定关系的研究所, 高校, 政府部门等, 同时还涉及房地产企业, 基础设施建设和普通公民, 同时伴随着需求数量类型逐渐扩大, 针对土地信息利用从过去单一化的研究转为实现选址、择业相关的综合利用。从一定程度上来看, 目前由过去单一化的土地利用信息服务对象转为更加多元化和分散化, 根据其性质差异可以将公众分为政府机关, 高校, 科研院所, 个体, 事业单位等这几种类型。不同公众对象其土地信息需求动因不同, 具体如下表所示。

表1 公众对象类型及信息需求动因

| 公众类型 | 需求潜在动因 |
|---------|--------------------------|
| 普通公民个体 | 投资、置业、主动关注和参与地方发展、择居、择业等 |
| 企业 | 投资、选址、企业发展规划、主动关注和参与地方发展 |
| 政府机关 | 发展规划、活动策划的支撑信息 |
| 科研院所与高校 | 研究资料、规划与报告撰写的支撑信息、发展置地等 |
| 其他事业单位 | 发展规划与报告撰写的支撑信息、办公用地拓展等 |

3 调查研究

首先针对公众需求调查主要包括问卷调查, 访谈会议, 现场考察, 专家咨询等多种方式, 相对其他方面来说采用问卷调查的方式, 能够在不同层次领域中广泛开展调查, 采用匿名的方式能够使最终结果具有客观性, 但同时该方法很难获取设计内容之外的其他信息, 需要有多种方法进行。在本研究中主要采用访谈和问卷调查的方式开展调查。首先在问卷调查收集过程中为能够了解不同公众群体, 对于现有的土地利情况进行需求分析, 能够反映目前人们对于信息的认知度, 具体调查内容涉及基本信息, 包括被调查者的个人情况, 其中工作性质是高校, 科研院校, 政府机关, 事业单位, 企业, 个体其他这6种类型; 而职业涉及学生, 农民, 自由职业者, 教学, 科研管理, 工人, 其他这8种类型; 而户籍涉及农业和非农业这两种类型。对土地利用现状和信息需求分析, 包括土地的地理背景, 权属, 利用现状, 变更情况, 评价情况, 总体规划情况, 整治情况和保护规划情况, 数据管理储备规划这几种类型。第三是对上述信息的需求程度分析, 第四是对信息的认知程度, 包括是否需要工作人员进行问卷调查信息的解释。在设计问卷调查中需要实现简洁性, 尽可能采取表格的方式进行设计, 在内容安排上应当从易到难, 便于被调查者填写, 可以采用勾选方式完成, 比如针对调查的第2部分需求程度可设置5个等级, 包括非常重要、重要、一般重要、不重要、其他, 被调查者只需要进行选择题填写, 除此之外第3部分还需要对不同信息的重要程度进行排序, 在问卷发放时可以选择不同区域且人口较为集中的20个地点作为调查点, 以现场问卷发放的形式和电话或电子邮件等辅助方式开展调查, 在整个调查中共发放1000份问卷, 收回979份,

最终回收率达97.9%。

4 调查结果分析

在本次调查中采用定量、定性相融合的方式, 能够对问卷结果进行统计分析, 针对受访者的特征来看, 在本次调查中政府机关工作人员调查比例占据较多, 而对于调查人口的职业来看, 管理、教学、科研、职员、学生、自由职业者、企业、工人、农民其他比例分别为2:3:12:6:3:1:3:2, 从学历上来看研究生、本科、高中以下学历分别占据比例为2:5:1, 从农业和非农业户籍比例上来看分别为1:1。

从信息重要度上来看, 对最终收回的调查问卷进行统计分析, 能够了解目前公众对于不同类型土地利用信息需求程度进行评价, 从地理背景信息上来看有60%的公众认为重要和非常重要, 有8%的公众认为不重要。通过这一数据表明, 从当前来看公众对于地理信息服务需求较为强烈, 在访谈中我们发现虽然可以通过多种网站进行土地信息查询, 但由于部分信息比较分散, 在查询时花费较多时间, 采用纸质版信息虽然具有一定的系统性、全面性, 然而相对网上信息查看来说不占据优势, 而且很难获取信息。从土地权属信息角度上来看, 在被调查者中80%的公众认为土地权属介质信息比较重要, 而受访公众中67%的公众认为土地的位置, 面积, 用途这种信息是比较重要的。通过访谈我们发现当前随着人们法律意识的提升, 对于土地权属信息, 重视度也逐渐有了更深的认识, 当前国土有关部门的政务网站中实现了权属信息查询也能够满足人们的这一信息需求。

从土地的使用现状以及土地信息变更情况来看, 在所调查的公众中80%认为非常重要和比较重要, 而在被调查中4%的公众认为不重要, 大多数的被调查者均表明目前很难获取实时的土地利用情况信息, 并且来自高校的师生表明, 中国国土资源部门官方网站上很少能够公开这类信息, 即便可以使用现有的土地利用现状图, 其由于分辨率低, 形同虚设, 大多数公众认为由于土地利用现状和土地变更情况具有一定的专业性, 大多数公众表示在理解上存在一定难度。针对土地评价信息上来看, 67%的公众认为非常重要和重要, 大多数结果对于公众无直接服务效果。同样对于土地等级来看, 公众认为土地等级是比较重要的, 同时表明需要在日常生活中为人们普及相关知识, 能够提升人们对于土地保护意识和

相应的土地利用能力。针对土地总体规划信息上来看,在被调查的公众中 81% 认为其非常重要和重要。普遍公众认为该信息是与人们的日常生活息息相关的,然而人们在土地信息获取渠道不佳,同时根据访谈结果发现现有的规划听证会参与公众人数较少,且参与者不具有代表性,需要进一步畅通其他规划公众参与渠道。除此之外,需要将现有土地专用规划信息实现通俗化,能够使大众听得懂,只有这样才能够更好的实现规划,并面向公众服务。针对农田保护规划来看,在被调查的工作中 60% 的公众认为其非常重要和重要,而 25% 和 17% 的公众认为其无所谓和不重要。在土地整治规划和储备规划调查过程中,选择重要和无所谓,不重要的公众分别占据比例为 2:2:1,相比预期来说在实际调查土地储备规划信息上差异较大,通过被调查者的个人信息和调查结果关联性进行分析,我们发现该结果是与被调查者产业投资需求以及购房需求、文化程度具有一定关系的。对于土地管理数据调查来看,在被调查的公众中 1% 认为无所谓, 34% 的公众认为是比较重要的,在访谈过程中大多数公众表明对于政府建设用地审批、管理审批是比较感兴趣的,大多数是房产企业,科研院校,其他,企事业单位等具有一定业务联系的人,大多数公众并没有高度关注土地法律法规和业务流程。从信息总体需求程度上来看,由于目前国家的土地利用信息量大而且类型较多,在实现数据共享和信息开发的开放过程中,数据共享类型程度优先顺序是与人们的需求度具有一定联系的,可以通过下列公式来准确识别公众的信息需求度,如下公式所示,

$$\xi_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}$$

在该公式中 j 表示 j 类信息总需求度, n 是调查个数, α_{ij} 是第 i 张问卷中 j 类信息需求度评分, j 取值范围为 1 到 m 。在本研究中我们选 m 为 9, 如果 α_{ij} 值越大则表明被调查的公众

中对信息的需求更加强烈,进而 j 最大,表示这类信息共享需求是比较强烈的。根据被调查者对于不同信息重要度评分,能够获取最终的总体需求度排列顺序分别为:利用总体规划,利用现状,变更,权属信息,农田保护规划,地理背景,评价,信息储备规划,整治规划,数据管理。针对上述结果,我们发现土地利用信息需求调查过程是比较复杂的,仅明确信息需求类型,而对于信息筛选组织服务还需要进一步完善,为实现土地信息共享强化,需要提升信息需求调查,能够体现不同用户的个体群体差异,对信息需求开展层次化调查,能够从土地利用需求类型,属性服务形式,从多个角度进行分析,找到不同层次不同类型用户需求。为获取大量数据可以采用网络调查的方式,其次可以构建土地利用信息一体化平台,目前在西方发达国家已经实现了面向公众服务的土地利用信息化平台。中国应当积极适应这种现代化发展趋势,为公众提供更加多样化权威的 land 信息服务,能够打破过去的信息孤岛,实现信息共享,能够提供煽动信息共享,尽管目前接受调查的公众中学历水平高,但大多数对于土地术语不了解,因此在构建共享服务和实现数据共享时需要向专业人士提供原始数据外,还需要考虑非专业人士的接受能力,能够将专业数据转为百姓看得懂且可查询的信息,能够深入公众需求,为其提供更加具有深度的信息化服务^[2]。

5 结语

总而言之,在本研究中能够采用调查问卷和访谈等多种方式对土地利用信息进行公众需求分析,最终结合目前公众调查结果,提出有效的解决建议。

参考文献

- [1] 董悦. 浅谈唐山市土地利用现状 [J]. 农村经济与科技, 2018, 29(8):179-179.
- [2] 李瑾, 雷健波. 医院微信公众平台服务发展现状及建设对策研究 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2019, 16(3).

Application Research of DEM Data Processing Based on EGM2008 Model

Xueshan Song Zhiyong Chai Bing Wang Yingxu Feng Xuejiao Wang

China Water Resources Beifang Investigation, Design and Research Co. Ltd., Tianjin, 300222, China

Abstract

This paper proposes to use the latest EGM2008 earth gravity field model to perform elevation data conversion on existing DEM data, and to build a “program design for processing DEM data based on EGM2008 model” computing platform, Combined with relevant actual cases, it is verified that the fitting calculation method based on the EGM2008 model’s removal-fitting-recovery method can achieve high-precision conversion of DEM data from ground height to normal height, and the conversion accuracy can reach within 10cm.

Keywords

EGM2008; DEM; elevation fitting

基于 EGM2008 模型处理 DEM 数据的应用研究

宋学山 柴志勇 王冰 冯迎旭 王雪娇

中水北方勘测设计研究有限责任公司, 中国·天津 300222

摘要

本文提出利用最新的 EGM2008 地球重力场模型, 对已有的 DEM 数据进行高程数据转换, 并搭建“基于 EGM2008 模型处理 DEM 数据的程序设计”计算平台, 结合相关的实际案例验证了基于 EGM2008 模型的移去-拟合-恢复法的拟合计算方法可以实现 DEM 数据的由大地高向正常高的高精度转换, 且转换精度能够达到 10cm 以内。

关键词

EGM2008; DEM; 高程拟合

1 引言

随着测绘技术的发展, 尤其是合成孔径雷达干涉测量技术 (简称 INSAR)、卫星遥感技术、机载激光雷达 (LiDAR) 测量技术等成为新兴的空间测量技术, 由此获得了数字高程模型 (简称 DEM)、数字表面模型 (DSM) 以及数字正摄影像 (DOM) 等大批量数据产品, 具有精度高、信息丰富、直观逼真、现实性强等优点, 可作为背景控制信息评价其他数据的精度、现实性和完整性; 可从中提取自然信息和人文信息, 并派生出新的信息和产品, 为地形图的修测和更新提供良好的数据和更新手段; 同时克服了传统测绘技术的人力投入大、通视等问题的影响, 能够快速、高效地获得空间三维地理信息数据, 引起了测绘等相关行业的浓厚兴趣并得到广泛应用。

实际工程项目中, 特别是在没有勘测资料的工程区域, 为了迅速而有效地实施规划设计, 大批量的 DEM 数据应运而

生。但 DEM 数据产品的坐标系统主要为 WGS84 坐标系, 高程基准为大地高, 基于 WGS84 椭球参考面, 而在实际工程设计中采用的高程基准为正常高, 基于似大地水准面。如何实现以 WGS 椭球参考面为基准的大地高到以似大地水准面为基准的正常高的转换成为限制 DEM 数据应用的常见问题。

本文提出利用最新的 EGM2008 地球重力场模型, 对已有的 DEM 数据进行高程数据转换, 以满足实际生产的需要, 为以后在无人能到达的区域、面积较大区域、山区或密林区域, 尤其是前期资料缺乏无法实施水准的海外项目奠定基础, 以期达到快速获取高程, 服务前期设计, 减少成本, 降低人力消耗的目标。

2 基于 EGM2008 模型的移去-拟合-恢复法确定区域似大地水准面

2.1 地球重力场模型确定似大地水准面的基本原理

重力场模型可以通过多种表达式来表示, 其中使用最

多的是球谐展开式。地球重力场模型实则为调和函数，该函数能够不断逼近地球质体外部引力位，并且在无穷远处收敛，极值为零。一般情况下重力场模型可以展开成一个在理论上收敛的整阶次球谐函数的无穷级数形式，而由级数的系数所组成的集合定义了一个与之相对应的地球重力场模型。

使用现有的重力场模型可以很容易的获取大地水准面差距和重力异常值。利用全球重力场模型可以方便的求出任何一点的高程异常值，但这个值通常是含有很大的误差，和真实值之间有一个差值，假设一定数量点的真实高程异常值是已知的，通过真实值与模型值就可以得到这些差值。对这些差值进行数学拟合，用一个数学上的平面或者曲面去逼近这个值，在拟合出来的曲面上求得待求点的这部分差值，最后恢复模型计算出来的中长波部分的高程异常，就可以得到这些点的高程异常。这个过程被概括为移去拟合恢复法。基于此，本文提出了从已知点的高程异常值中去掉高程异常长波部分，对于剩余的短波部分的高程异常值与中波部分整体看作为残余高程异常值，对残余高程异常值采用数学模型进行拟合计算，得到整个测区的残余高程异常函数计算式，再输入任意一点的平面坐标，得到该点的残余高程异常值，再加上 EGM2008 重力场模型计算的高程异常值的长波项，从而获取未知点的精确高程异常值，从而实现了大地高到正常高的精准转化^[1]。

2.2 基于 EGM2008 模型确定似大地水准面的基本原理

该思路综合利用 EGM2008 模型及数学拟合方法，无须实测重力数据，只须联测测区少量水准点，尤其是在地形起伏较大、水准联测点较少的地区，能方便地进行 GPS 高程拟合。根据物理大地测量学理论，高程异常 ζ 可以表示为：

$$\zeta = \zeta_{EGM} + \zeta_{res} \quad (\text{公式 1})$$

式中， ζ_{EGM} 是由 EGM2008 模型求得的高程异常长波部分； ζ_{res} 是残余高程异常。

“移去 - 拟合 - 恢复”法思路为，从已知点的已知高程异常 ζ 中移去 ζ_{EGM} ，获得 ζ_{res} 进行模型拟合；基于拟合模型计算待求点的 ζ_{res} ，再加上 ζ_{EGM} ，就可得到待求点的高程异常 ζ 。

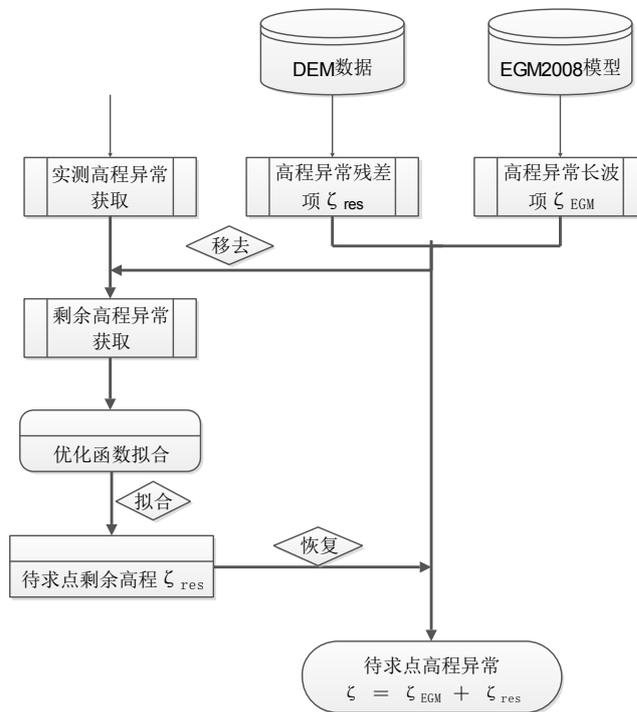


图1 “移去 - 拟合 - 恢复”法基本流程图

2.3 拟合优化函数模型

利用高精度 EGM2008 重力场模型数据，可以迅速获得测区任意一点的重力高程异常。因此求取精准高程异常值最关键的一步就是残余高程异常值的求取。

任意一点的残余高程异常无法准确获取，只能通过现有的 GPS/ 水准测量方式获取一定数量的区域控制点。通过已知控制点可以获取该区域的残余高程，然后选择合适的数学模型拟合该区域的优化函数模型^[2]。

本文选择多项式曲面拟合法作为拟合优化函数模型，其原理是：根据区域中已知点的平面坐标 X, Y (或大地坐标 B, L) 和高程异常值 ζ ，用数学法拟合测区似大地水准面，再内插出待求点的高程异常，从而求得待求点的正常高。多项式曲面拟合的一般模型为：

$$\zeta = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy + a_6x^3 + a_7y^3 + a_8x^2y + a_9xy^2 + \dots \quad (\text{公式 2})$$

式中 $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ 为模型待求参数， ζ 为已知点高程异常值。

当已知控制点为 n 时，其方程式可写成：

$$\zeta = XA \quad (\text{公式 3})$$

即:

$$\begin{bmatrix} \zeta_0 \\ \zeta_1 \\ \vdots \\ \zeta_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1^2 & \cdots \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2^2 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_{n-1} & y_{n-1} & x_{n-1}^2 & \cdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \cdots \\ a_{n-1} \end{bmatrix} \quad (\text{公式 4})$$

通过高斯消元求出模型参数 A, 然后代入待求点的平面坐标计算出高程异常值, 进而计算出正常高 H_r 。

当已知控制点数目较多时, 采用最小二乘法计算待求参数 A, 其高程异常值 ζ 与已知控制点平面坐标 x、y 关系式可写成:

$$V = XA - \zeta \quad (\text{公式 5})$$

根据最小二乘法原理, 可计算得 $A = (X^T X)^{-1} X^T \zeta$, 进而代入待求点平面坐标, 计算其高程异常值, 然后求出其正常高。

3 平台开发及案例分析

根据上面所述内容, 结合本文提出的基于 EGM2008 模型的移去 - 拟合 - 恢复法求取高程异常值的核心思想, 进行了相关程序的编写与计算平台的开发, 以人机相互的方式实现高程异常值的计算。开发的平台名称为“基于 EGM2008 模型处理 DEM 数据的程序设计”^[3]。

3.1 计算平台的功能

本程序计算平台, 利用 EGM2008 模型及优化函数拟合, 可以实现任何一个区域内 DEM 数据大地高到正常高的转换, 在此基础上, 在测区附近有一定数量已知点的前提下, 可以求取区域内高程异常值数学模型, 从而进一步精确求取 DEM 数据的正常高, 进而满足实际工程项目需求。

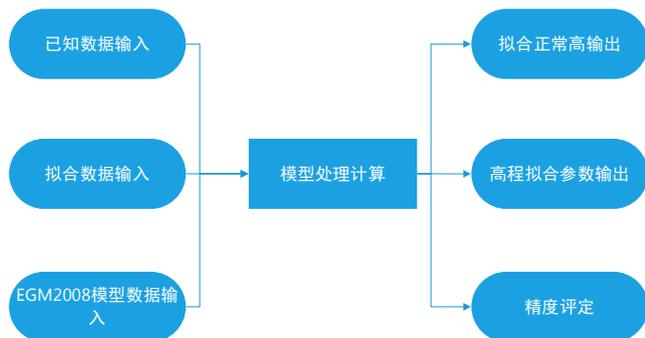


图 2 程序设计界面

3.2 案例分析

现以开发的“基于 EGM2008 模型处理 DEM 数据的程序

设计”平台为计算手段, 以中国福建省某岸线规划类项目为测试案例, 将 DEM 点云数据进行了大地高到正常高的转换, 并将比对数据进行了分析与研究^[4]。

本案例测区地处闽西南上古生代覆盖层低山丘陵地貌, 本次选取了 8 个已知控制点作为起算数据, 控制点分布为面状分布, 且基本能够均匀覆盖测区, 控制点示意图如图 3 所示。控制点高程值采用的四等水准连测获取, 控制点成果如表 1 所示。

本项目采用机载 LiDAR 技术获取了测区地面基于 WGS84 椭球大地高的点云数据, 现进行如下计算:

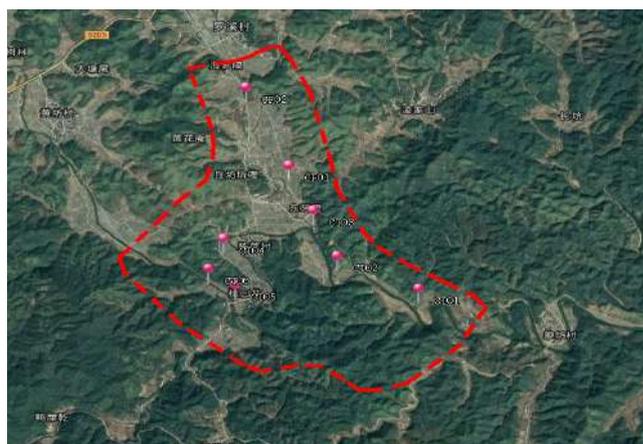


图 3 控制点位置示意图

表 1 控制点成果表

| 序号 | 点名 | X(北坐标/m) | Y(东坐标/m) | 大地高/m | 水准高/m |
|----|------|-------------|------------|---------|---------|
| 1 | CT01 | 2875929.446 | 464654.581 | 450.613 | 448.957 |
| 2 | CT02 | 2876324.675 | 463873.362 | 452.672 | 451.051 |
| 3 | CT03 | 2876879.911 | 463646.223 | 444.484 | 442.883 |
| 4 | CT04 | 2876527.084 | 462788.817 | 451.310 | 449.728 |
| 5 | CT05 | 2875973.595 | 462900.962 | 453.592 | 451.994 |
| 6 | CT06 | 2876175.029 | 462640.075 | 453.224 | 451.638 |
| 7 | CF01 | 2877411.684 | 463415.473 | 445.693 | 444.100 |
| 8 | CF02 | 2878353.730 | 463008.982 | 453.481 | 451.921 |

方案一: 将 DEM 数据直接通过 EGM2008 模型计算器获取 EGM2008 高程异常拟合正常高;

方案二: 选取测区内所有控制点 (8 个) 作为已知点, 将 DEM 数据通过本科研项目开发的计算平台进行处理获取正常高;

方案三: 选取测区中心一个控制点 (CT03) 作为已知点, 基于 EGM2008 地球重力模型进行单点校正, 通过计算平台将 DEM 点云数据由大地高转换成正常高;

将上述三种方案的计算后的 DEM 数据与 DEM 处理后的

水准高程值进行对比, 对比结果如下:

表 2 各计算方案精度指标

| 精度指标 | EGM2008 模型 直接拟合 | 自主开发平台拟合计算成果 | |
|---------------|--------------------|--------------|----------|
| | | 8 个已知点拟合 | 1 个已知点拟合 |
| 拟合中误差 (cm) | 35.56 | 3.35 | 3.85 |

| 平面坐标 | | 真实水准高 | | EGM2008模型直接拟合成果 | | 开发平台拟合 (8个已知点) | | 开发平台拟合 (单个已知点) | |
|-----------|------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Y (m) | X (m) | 拟合正常高 (m) | 拟合残差 (cm) | 拟合正常高 (m) | 拟合残差 (cm) | 拟合正常高 (m) | 拟合残差 (cm) | 拟合正常高 (m) | 拟合残差 (cm) |
| 462286.38 | 2876995.28 | 447.960 | 448.237 | -37.7 | 447.962 | -0.2 | 447.963 | -0.3 | |
| 462285.52 | 2877002.55 | 445.910 | 446.289 | -37.6 | 445.911 | -0.1 | 445.912 | -0.2 | |
| 462292.75 | 2877004.09 | 446.180 | 446.556 | -37.6 | 446.181 | -0.1 | 446.182 | -0.2 | |
| 462288.46 | 2876998.9 | 446.590 | 446.966 | -37.6 | 446.591 | -0.1 | 446.592 | -0.2 | |
| 462283.1 | 2877001.13 | 445.910 | 446.286 | -37.6 | 445.911 | -0.1 | 445.912 | -0.2 | |
| 462284.26 | 2876997.03 | 445.840 | 447.217 | -37.7 | 445.842 | -0.2 | 445.843 | -0.3 | |
| 462279.89 | 2876995.71 | 445.890 | 446.266 | -37.6 | 445.891 | -0.1 | 445.892 | -0.2 | |
| 462304.97 | 2877001.59 | 446.170 | 446.545 | -37.5 | 446.170 | 0.0 | 446.171 | -0.1 | |
| 462274.94 | 2876993.04 | 446.520 | 446.896 | -37.6 | 446.521 | -0.1 | 446.522 | -0.2 | |
| 462274.09 | 2876991.82 | 445.790 | 446.166 | -37.9 | 445.791 | -0.1 | 445.792 | -0.2 | |
| 462276.78 | 2876992.47 | 445.680 | 446.056 | -37.6 | 445.681 | -0.1 | 445.682 | -0.2 | |
| 462285.69 | 2876993.58 | 445.930 | 446.306 | -37.6 | 445.931 | -0.1 | 445.932 | -0.2 | |
| 462285.68 | 2876987.37 | 446.170 | 446.546 | -37.6 | 446.171 | -0.1 | 446.172 | -0.2 | |
| 462287.31 | 2876986.82 | 445.750 | 446.126 | -37.9 | 445.751 | -0.1 | 445.752 | -0.2 | |
| 462284.77 | 2876985.82 | 445.820 | 446.196 | -37.6 | 445.821 | -0.1 | 445.822 | -0.2 | |
| 462288.36 | 2876950.67 | 445.210 | 445.585 | -37.5 | 445.211 | -0.1 | 445.211 | -0.1 | |
| 462297.24 | 2876937.81 | 445.100 | 445.474 | -37.4 | 445.100 | 0.0 | 445.100 | 0.0 | |
| 462277.19 | 2877009.02 | 447.670 | 448.046 | -37.6 | 447.671 | -0.1 | 447.672 | -0.2 | |
| 462299.44 | 2877017.07 | 445.990 | 447.366 | -37.6 | 445.991 | -0.1 | 445.992 | -0.2 | |
| 462279.58 | 2877014.03 | 447.900 | 448.276 | -37.6 | 447.901 | -0.1 | 447.902 | -0.2 | |
| 462272.14 | 2877011.81 | 447.910 | 448.287 | -37.7 | 447.912 | -0.2 | 447.913 | -0.3 | |
| 462285.27 | 2877020.7 | 446.110 | 446.486 | -37.6 | 446.111 | -0.1 | 446.112 | -0.2 | |
| 462288.6 | 2877013.54 | 447.910 | 448.287 | -37.7 | 447.912 | -0.2 | 447.913 | -0.3 | |
| 462274.91 | 2877016.51 | 447.850 | 448.227 | -37.7 | 447.852 | -0.2 | 447.853 | -0.3 | |
| 462286.66 | 2877023.34 | 447.890 | 448.266 | -37.6 | 447.891 | -0.1 | 447.892 | -0.2 | |
| 462286.29 | 2877020.3 | 447.000 | 447.376 | -37.6 | 447.001 | -0.1 | 447.002 | -0.2 | |
| 462291.09 | 2877024.04 | 448.160 | 448.536 | -37.6 | 448.161 | -0.1 | 448.162 | -0.2 | |
| 462298.01 | 2877018.22 | 447.900 | 448.277 | -37.7 | 447.902 | -0.2 | 447.903 | -0.3 | |
| 462292.5 | 2877024.21 | 447.920 | 448.296 | -37.6 | 447.921 | -0.1 | 447.922 | -0.2 | |
| 462287.29 | 2877020.16 | 448.690 | 449.067 | -37.7 | 448.692 | -0.2 | 448.693 | -0.3 | |
| 462287.85 | 2877021.65 | 448.700 | 449.077 | -37.7 | 448.702 | -0.2 | 448.703 | -0.3 | |
| 462286.71 | 2877025.53 | 448.950 | 449.326 | -37.6 | 448.951 | -0.1 | 448.952 | -0.2 | |
| 462282.84 | 2877028.89 | 448.710 | 449.086 | -37.6 | 448.711 | -0.1 | 448.712 | -0.2 | |
| 462281.27 | 2877027.18 | 448.940 | 449.317 | -37.7 | 448.942 | -0.2 | 448.943 | -0.3 | |

图 4 拟合成果部分展示图

由计算成果可以看出, 直接用 EGM2008 模型拟合计算的 DEM 点云数据的正常高误差值较大, 拟合中误差为 35.56cm; 采用本次科研项目基于 EGM2008 模型的移去 - 拟合 - 恢复法为核心思想而开发的计算平台拟合精度较高, 采用测区全部 8 个控制点时, 拟合中误差为 3.35cm, 采用单个控制点拟合中误差为 3.85cm。

4 结语

通过不同地域、不同地形条件下的案例测试, 可以得出无论是在平原、丘陵还是高山区, 基于 EGM2008 模型的移去 - 拟合 - 恢复法的拟合计算方法可以实现 DEM 数据的由大地高向正常高的高精度转换, 且转换精度能够达到 10cm 以内。

在一些由于自然环境恶劣而造成作业困难的项目地区, 尤其是一些国际项目中, 地处偏远的高山区, 已知水准点极少, 高程控制难以布设, 加之工期非常紧张, 而又亟待快速获取基础地形图资料。在无法获得足够的控制点来进行拟合或转换参数求取的情况下, 可采用基于 EGM2008 模型的移去 - 拟合 - 恢复法的拟合计算方法来快速实现测区 DEM 数据的大地高向正常高的转换, 从而提高项目生产效益。

参考文献

- [1] 翟长治, 姚宜斌, 岳顺. 基于 EGM2008 和剩余地形模型的区域似大地水准面精化方法 [J]. 大地测量与地球动力学, 2015(6):941-944.
- [2] 刘东顺. 基于 EGM2008 的似大地水准面精化方法研究 [D]. 东北大学, 2010.
- [3] 冯林刚, 郅军义, 宝因乌力吉. 应用 EGM2008 模型和 GPS/ 水准数据确定局部似大地水准面 [J]. 测绘通报, 2011(1).
- [4] 刘斌, 郭际明, 史俊波, et al. 利用 EGM2008 模型与地形改正进行 GPS 高程拟合 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2016(4):554-558.

Analysis of Specification Framework for Multi-beam Bathymetric Measurement

Guanpeng Wang

Shandong Provincial Institute of Land Surveying and Mapping, Jinan, Shandong, 250102, China

Abstract

At present, there are some defects in the field of multi-beam water depth measurement, such as the lack of uniform measurement specification, measurement standard and so on, which leads to the difficulty of measuring the quality of the measurement. Based on this background, this paper probes into the design and construction of the multi-beam water depth measurement standard frame, and hopes to bring some enlightenment to the development of the related work.

Keywords

specification for ocean survey; multi-beam bathymetric; data format

多波束水深测量规范框架分析

王观鹏

山东省国土测绘院, 中国·山东 济南 250102

摘要

当前, 中国在多波束水深测量领域还存在一定缺陷, 如缺少统一的测量规范、测量标准等, 导致测量质量难得到保证。基于这一背景, 本文对多波束水深测量规范框架的设计、建设问题展开探究, 希望能为相关工作的开展带来些许启示。

关键词

海洋测量规范; 多波束测深; 数据格式

1 引言

完善海洋测量对于保障中国领海完整、主权完整具有重要意义。但海洋测量同样也是一项高难度工作, 由于水体环境的复杂性, 海洋测量一直是在艰难中开展, 尤其是当前中国多波束测深系统测量方式比较特殊、复杂, 又缺少统一的认证、管理规范等, 更使得海洋测量作业的标准化、专业化程度得不到保证。下面联系世界各国相关研究成果, 首先就多波束测量的基本要求做简要分析论述。

2 多波束水深测量基本要求分析

2.1 测量基准

当前, 多波束水深测量作业中, 中国普遍以 CGCS2000 坐标系统作为平面基准, Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议极地方向 (BIH 国际时间局), X 轴指向 BIH1984.0 定义的零子午面与协议赤道的交点, Y 轴按照右手坐标系确定。并通用横墨卡托坐标网投影, 同时采用理论深度基准面作为深度基

准, 用测量期间的潮汐数据改正, 所有时间记录采用 UTC 后经改正的地方时^[1]。

2.2 定位及控制

在多波束测量中, 各国对于水深点位置的总误差有不同要求, 新西兰、丹麦等国对于位置误差的有效范围做出了明确规定, 中国在这一领域还有待改进。

分析以往测量工作发现, 多波束水深测量之所以难以控制, 就在于较之单波束测深, 多波束测深采用的技术原理为, 倾斜声脉冲测深。这种测量技术下的测深精度因受多种因素影响而相对难以控制。如在实际的测量作业中, 水深点相对于测量船的位置、姿态等均会影响最终测量精度。为此, 要想保证测量精度, 相关工作人员就需合理控制位置。而在位置定位、控制等各项作业中, 中国主要采用差分全球定位系统以及其他增强卫星定位系统进行。规范对差分全球定位系统的要求主要涉及卫星数、卫星高度、几何强度因子、伪距

改正龄期、水平精度因子、接收机天线与换能器的水平与垂直度偏离测量精度等参数,但对于水深测量等级的海区划分等问题未能作出明确规定^[2]。但随着近年来中国卫星技术、定位技术的发展完善,水深测量点的定位工作较之以前有了很大改变,技术难度得以降低,同时定位精准度也得到了能有效保证。下图是在差分全球定位系统的辅助下,多波束回声探测仪探测到的某海域海沟3d扫描图。

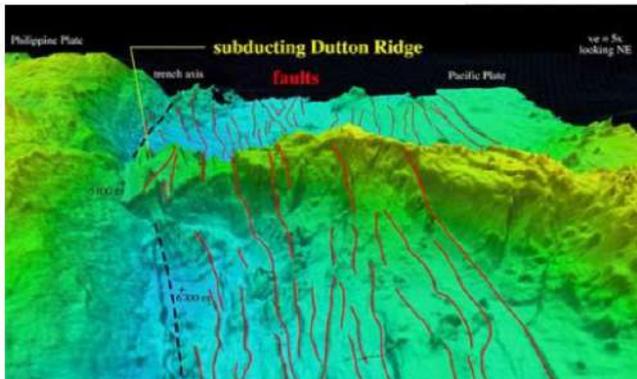


图1 3d扫描图

2.3 深度测量

在海洋深度测量中,目标探测能力、交叉测线布置、覆盖率测量、测量精度应达到哪一标准,这些问题均是需重点注意并提前做出说明统一,如果不对其做规范化确定、管理,将无法判断最终的测量结果是否存在实际应用价值,因此也就无法判断多波束测量是否必要且有效。另外,在测量工作推进前,相关人员应先完成相关测量设备、测量船的校准工作,为保证最终测量精度,测量船以及其他仪器设备距离上次标准的时间不能超过半年,如纵摇校正、陀螺校正、系统时延等要保证校准周期在半年以内,而对于一些重要的测验校正工作,如单波束测深仪与中央波束测深仪、换能器吃水测量等必须做到逐日检测校正。通常情况下,在进行水深测量前与测量后都应对相关测量设备进行一次校正,确保设备各项性能指标满足水深测验要求^[3]。

2.4 数据报告

一般情况下,需上交的数据有:原始数据,在多波束水深测量工作中产生的各项原始数据都需及时上交;专门数据,在海洋测深中,有时因客观条件要求需要对格网化深度模型、三维海底图像、反向散射强度等数据参数进行另外的调整、修改,这些在专业测量要求下形成的数据称之为专门数据,

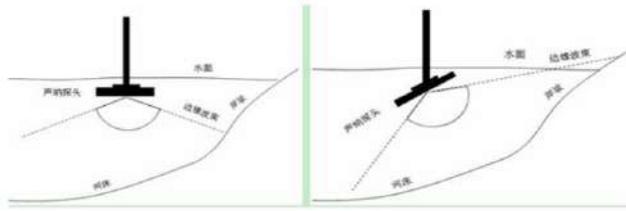
同样属于需要上交的范畴。专门数据的形式多样化,除数字外,一些图像格式等均属于海洋测深数据。

另外,在数据报告生成、上交环节,相关探测人员需将上述类型的数据进行收集、整理,确保数据报告无论是在格式还是内容等方面均达到一定的规范要求后及时上交相关部门,在经过专门的系统分析、专业人员分析后形成权威数据,以代表最终探测结果^[4]。为保证最终测深结果的精准性,在上交上述数据资料时,应当为各种类型的数据文件、质量管理文件以及测量报告等提出规范要求,如提出统一的格式要求等,确保后续各项工作能顺利、有效开展。

3 多波束水深测量规范要点分析

3.1 测量条带宽度

在多波束水深测量中,一般要求特等测量200%覆盖,其他等级100%覆盖。但障碍物的测量标准则有些不同。如在测量障碍物时,为保证最终测量结果真实有效,通常需要进行3次或3次以上的纵横测线重叠测量^[5]。在测量环境等各项因素正常的情况下,要求设计的检查测线要与主测线呈现出60度到90度角的关系,并且主测线与检查测线之间的距离也应控制在合理范围内。分析以往测深工作发现,在实际的测量工作中,容易受一些外部环境因素影响而导致边缘束波无法满足规范的测深精度要求,针对这一问题,在进行多波束海深测量时,可根据不同等级的测深精度要求,将处于条带边缘的数据做剔除处理,以此减少测量误差,确保两条测线的有效波束重叠,并且达到真正意义上的百分之百覆盖率(如下图所示)。此外,在进行小型海底特征的测量工作时,也容易出现测量精度达不到标准规范要求的情况,为解决这一问题,在实际测量过程中,可采取相关措施对每一个中央波束距离进行有效控制,确保实际距离小于被测目标的尺度距离。一般情况下,在进行大面水深测量作业时,不会选择多波束测量的方法,而在港口、航道等重要区域,以及一些特殊海底构造的勘查作业中,多波束测量技术应用的相对广泛。但也正因为多波束测量方法多是应用于一些重要的测量工作,因而对于多波束测量的覆盖率应作出统一规范与要求:一般情况下,多波束测量覆盖率要达到100%以上。但中国以往有关多波束测量的规定中,指出一级、二级等精度测量实施全覆盖测量,其他精度测量尤其是大面积水深测量实施10%的条幅覆盖率。对于这一不足,应根据实际测量需求做出调整。



总之,在实际测量中,规范需要定义多波束覆盖宽度的概念,也要限制不同测量登记最大连续丢失数,进而保证最终测量结果的真实性、精准性^[6]。

3.2 测量精度要求

在多波束条带上全部水深点的测量体育与处理中,应当力求保证精度要求,只有这一部位的精度得到了保证,才不会出现提出边缘水波数据的情况,中央束波的测深精度也会更高。在多波束水深测量,应根据不同等级下的测深条件、测深要求,对测深精度作出规定,以保证多波束测深作业有效开展。

4 结语

综上所述,在海洋测量中,多波束水深测量发挥着重要作用。但当前,中国在多波束水深测量这一领域仍缺少统一的规范标准、框架体系,因而这里对多波束水深测量规范框

架的设计构建提出以下建议:制定国家层面的多波束测量标准,对多波束水深测量中的数据格式、数据转换方式等进行规范、统一,为数据共享提供便利。同时积极学习,借鉴其他国家优秀的多波束水深测量规范框架设计思路与编制方法,并结合实际国情将其进行内化,以完善中国多波束水深测量规范建设,推进多波束水深测量作业顺利、有效开展。

参考文献

- [1] 江林,陈振宇,胡云朋,董迪,梁湛,刘晃.基于EGM模型的多波束无验潮测深技术应用[J].海洋技术学报,2019,38(05):104-108.
- [2] 张启国,陈献,刘强.远海多波束水深测量中声速剖面获取方法研究[J].海洋测绘,2019,39(05):1-4.
- [3] 郝秉一.内河航道工程中的单波束水深测量精度控制研究[J].中国水运(下半月),2019,19(06):121-122+143.
- [4] 易启林,劳国羽,上飞飞.多波束水深测量马修斯法辅助声速剖面改正[J].海洋测绘,2019,39(02):54-57.
- [5] 程运全.基于RTK三维水深测量技术的多波束测深系统动态潮位改正[J].国外电子测量技术,2019,38(02):36-40.
- [6] 程波,蔡艳军,蒋婷婷.多波束与RTK三维水深测量技术的联合应用[J].工程技术研究,2018(04):72-73.

The Application and Analysis of the Aerial Survey of the UAVs in the Mine Surveying and Mapping

Yaping Li

unmanned aerial vehicle aerial survey; mine surveying and mapping; application

Abstract

With the steady development of social economy, artificial intelligence technology has begun to enter many fields, which has brought great convenience to people's life and production, and the application of UAV aerial survey technology in mine surveying and mapping work is a remarkable representative. This paper will focus on the application of UAV aerial survey in mine surveying and mapping, combined with the theoretical overview of related technologies; clarify the important role it plays in mine surveying and mapping, and put forward reasonable suggestions to ensure that UAV aerial survey can better serve a variety of industries.

Keywords

specification for ocean survey; multi-beam bathymetric; data format

无人机航测在矿山测绘中的运用剖析

李亚平

河北省地球物理勘查院, 中国·河北 廊坊 065000

摘要

在社会经济稳步发展的今天, 人工智能技术开始进入多种领域, 为人们的生活和生产带来了极大的便利, 无人机航测技术在矿山测绘工作中的应用就是一个显著的代表。本文将重点阐述无人机航测在矿山测绘中的运用, 结合着相关技术的理论概述, 明确其在矿山测绘中发挥出的重要作用, 为保证其更好的为多种产业服务, 提出合理化的建议。

关键词

无人机航测; 矿山测绘; 运用

1 引言

无人机航测主要是借助于卫星遥感以及飞机遥感等多种多样的技术而形成的新型航空遥感技术, 在此项技术逐步成熟的今天, 其使用的范围呈现出逐步扩大的趋势, 其在多种测绘工作中彰显出实际的应用价值^[1]。这种技术存在着多种多样的优点, 主要表现为机动灵活、精准度高以及作业成本低等, 这对于矿山测绘工作来说, 具有十分积极的影响, 因此在矿山测绘中, 此类技术受到了足够的重视。在计算机技术和遥感技术等日渐成熟的今天, 无人机数字低空遥感技术被逐渐的研发出来, 现已成为了具有代表性的发展新方向^[2]。

2 无人机航测技术的基本概述

这种无人机航测最早是在上世纪初诞生, 在科学技术逐步完善的今天, 无人机技术的应用范围呈现出逐步扩大的趋势, 在日常生活中随处可见其身影。在长远的发展历程中,

研究人员致力于此项技术的使用范围和职能体现。这种技术彰显出极高的分辨率, 完成了人力无法应付的工作。针对于相关航测工作的开展, 涉及到地域范围和气候环境等, 为了让操作过程更加的简易, 可以积极的运用无人机航测技术, 这种技术在操作的过程中, 起降方便、飞速较快、限制条件少等, 在实际的工作中, 效率远大于人为操作, 工作成果更为精准, 无需担心安全隐患, 具有较为广阔的市场前景^[3]。

3 无人机航测在矿山测绘中的运用价值

3.1 较强的反应力

无人机航测可以实现低空的飞行目标, 但是其可以适当的规避天气等自然因素的影响, 同时也不会受到较多的地域限制, 申请空域较为方便。由于无人机本身的体积较小, 因此在开展矿山测绘工作的时候, 只需要一小片区域就可完成基本的升降。在进行飞行的过程中, 无需考虑人身安全, 这

是一种无需进行人工操作的测绘方案。在实际运行的过程中，所需的升空准备时间较短，操作起来比较的建议，作业周期比较短，因此可以保证相关的工作效率稳步的提升。这种无人机的车载系统可以及时的到达基础测绘站，每天的路程达到了两百公里，体现出较为卓越快速航测能力。

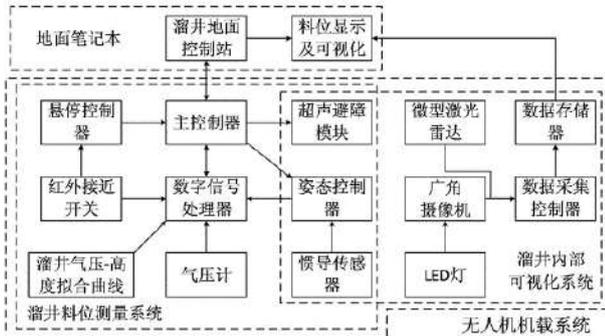


图1 无人机航测在矿山测绘中的运用

3.2 所受限制较小

矿山对比于其他的区域来说具有特殊性，采矿工作多是在人员稀少的山区开展，这些地区的地形地势等较为复杂，还会受到自然环境的直接影响，加之某些地区的异常气候较为常见，使得卫星遥感技术采集到的数据信息存在着不真实性。传统的航空摄影技术多是运用了大型的飞机高空作业模式，这种技术会承受云层的较大影响，成图较不清晰，测绘的精度较低，因此不利于相关数据信息的获取。传统的摄影技术存在着较高的风险系数，若是出现了异常的情况，很容易引发边防问题。无人机航测技术主要是无人驾驶技术，多是低空飞行，这对于矿山测绘工作的开展十分有利，不会受到云层和积雪等气候条件的限制，成图清晰且绘制精度较高。在数码相机摄影技术逐步发展的进程中，无人机航测即使是在夜间也可展开清晰的拍摄，这就使得相应的测绘工作不受日光及时间的影响。

3.3 高性价比及时效性

在开展矿山测绘工作的时候，若是借助于传统的卫星遥感技术，将会面临着不同的问题，分别是时效性差和作业周期长。无人机航测技术因为自身较为轻便，相关的工作人员在进行测绘的时候可以随时将其投入使用，对比于卫星遥感技术，这种技术体现出极高的时效性，同时还能提供较为精准的矿山建设信息和采矿信息。无人机的制作时间较短，不会涉及到较为复杂的资源，相应的市场价格适中，在运用到

矿山测绘工作时，可以适当的降低成本，彰显出较高的性价比^[4]。

4 无人机航测在矿上测绘中的运用实践

4.1 制定明确的项目任务

因为无人机航测本身体现出灵活小巧的基本特征，涉及到的作业周期较短，加之相应的成本较低，使得矿山测绘中拥有了更为广泛的运用趋势。作为项目建设中的关键一步，开展矿山测绘工作的时候，应该重视相关数据信息的准确可靠性。测绘工作的内容涵盖着建立地面控制网、测绘地形图等等，通过分析相关的条件具备情况，为矿山的发展和安全生产打下更为坚实的基础，这对于矿山企业的发展具有深远的影响。若是矿山测绘数据不精准，将直接的影响到矿山的发展，同时也会威胁到开采的过程中，因此需要重视矿山测绘的精度。借助于无人机航测技术，测绘人员需要积极的强化基本的技术管理，密切关注数据信息的准确度。为了让相关的数据信息更加的精准，需要在布设地面控制点的时候，分析多种影响因素，由此获取更加真实、可靠的测绘数据。在制定相应的任务时，应该明确矿山的地形和海拔的情况，依照基本的状况确定航测的方案，选择相应的无人机航测类型。

4.2 无人机航测的航线设计

在适当的应用无人机航测技术的时候，应该与相关的部门建立起密切的联系，通过相关部门的协助，及时的获取相应的资料信息，依照资料提供的实际内容，分析矿区的基本地势、海拔以及地形等等，根据已经获取的信息，分析矿山测绘需要的数据，确定更为适宜的航图。航图中的内容应该涵盖着多个内容，比如航线的数量以及分布情况等等，依照相应的航图设计判断是否合理，确定更加适宜的航测方案，保证无人机航测工作更为顺利的落实。

4.3 实现合理的地面控制

无人机航测地面控制往往需要经过业内布点加以完成，这就属于其中一个非常关键的内容，依照相应的标准在矿山测绘中合理的运用相关技术，确保相应的数据信息更加的精准无误。无人机航测技术在实际利用的过程中，应该确保地面不存在任何的死角，这样才能保证航测的范围更加的清晰^[5]。测绘工作者需要依照矿山区域地面的具体情况，进行合理的

分析,完成科学的布设,将地面控制点和野外刺探点等加以明确,保证无人机的航测范围实现较大范围的覆盖,保证更好的在矿山地区实现较为合理的测绘工作。

5 结语

无人航测在矿山测绘工作中彰显出十分明显的应用价值,其对于国家矿山测绘工作的开展产生了深远的影响。对比于传统的测绘技术,这种新型的测绘技术应用优势更多,其在节省了人工成本和资源成本的基础上,使得相关的数据信息更加精准,同时也让操作人员的安全性得到了有效的强化,及时的规避了一些风险问题。矿山地区的地形较为复杂,如果人们想要收集可以开采的资料,还是应该积极的落实全面的航测工作和相应的评估细节,以此确定更为合理的方案,保证国家矿山开采事业更好的发展。通过无人机航测技术的协助,矿山事业取得了较为显著的成绩,特别是在无人机航测领域逐步拓宽的当今社会,很多新型的技术开始融入,创

新理念被运用到具体的行动中,这为今后科研实践提供了较为有效的参考,同时也成为获取相关数据资料的必经之路,体现出极为广阔的发展前景。希望通过本文的概述,为矿山测绘工作的开展提供有效的借鉴。

参考文献

- [1] 贺凯盈,李燕敏,袁曼飞.无人机航测在矿山地形图测量中的应用研究[J/OL].世界有色金属,2019(16):29+31
- [2] 毛建华.低空轻型无人机航测技术在矿山地形测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2018(21):16+18.
- [3] 苏莹铎.旋翼无人机航测技术在地质灾害调查治理中的应用探讨[J].山东煤炭科技,2018(10):202-204.
- [4] 熊一,王琳,罗莎.浅谈无人机航测技术在矿山测绘作业中的运用[J].世界有色金属,2018(08):33-34.
- [5] 王春敏.基于无人机航测技术在矿山测绘中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2018(11):89-90.

Surveying and Mapping of Real Estate and Title Registration in the New Situation

Bin Peng

Linyi Natural Resources and Planning Bureau, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

In response to the new requirements for unified registration of real estate under the new situation, it provides reliable reference for practitioners and promotes the development of different property surveying and mapping work. The following mainly explores the real estate and its title survey surveying and mapping technology in the new situation, and comprehensively applies the literature review method and comparative analysis method. This paper summarizes the key technologies of real estate surveying and mapping that are relatively mature in China, and proposes technical schemes such as a unified survey and mapping data classification system and a unified data expression model to ensure the standardization and standardization of surveys.

Keywords

real estate registration; ownership survey surveying and mapping; surveying and mapping technology

新形势下不动产及其权籍调查测绘分析

彭斌

临沂市自然资源和规划局, 中国·山东 临沂 276000

摘要

针对新形势下不动产统一登记提出的新要求, 为给从业者提供可靠参考借鉴, 并促进不同产测绘工作发展, 下文主要对新形势下不动产及其权籍调查测绘技术进行了探究, 综合应用文献查阅法、比较分析法, 归纳出了中国目前应用相对成熟的不动产测绘关键技术, 并提出了统一权籍调查测绘数据分类体系、统一数据表达模式等技术方案, 以保证权籍调查测绘的标准化、规范化。

关键词

不动产登记; 权籍调查测绘; 测绘技术

1 引言

2014年11月24日中国国务院发布《不动产登记暂行条例》, 并在2015年3月1日开始正式施行, 标志中国不动产登记工作的正式开展。《不动产登记暂行条例》中规定, 不动产登记必须要实现“四统一”, 即登记机构统一、登记簿册统一、信息平台统一、登记依据统一。现如今, 不动产的测绘工作面临着相对严峻的挑战, 如测绘标准尚未统一、测绘内容呈多元化发展趋势等, 因此亟需对新形势下不动产及其权籍调查测绘进行系统梳理, 以为未来的不动产登记工作、权籍调查测绘工作奠定基础。

2 不动产及其权籍调查测绘现状

权属调查、地基调查、房产调查是不动产测绘工作的主要

内容, 并为房产的确定、土地的确定、行政区域的规划提供可靠的参考数据。目前, 已经在法律层面上将权属调查、地基调查、房产调查规定为“法定测绘”, 测绘结果经过登记确认后, 即具有法律效益, 成为解决土地纠纷、房产行政管理、产权确认的主要依据^[1]。尽管《中华人民共和国测绘法》(2017)中规定了权属调查、地基调查、房产调查制度, 并对测绘相关的资质条件进行了明确, 但是其中条款仍旧无法有效涵盖中国不动产的所有类别, 且伴随着不动产及其权籍调查测绘工作的不断开展, 海域、林地等特殊的测绘对象也纳入到了不动产的登记范畴内, 就现行的制度规范而言, 不衔接、不全面的问题仍旧较为突出。不动产及其权籍调查测绘工作并不是一项一蹴而就的工作, 要满足登记机构统一、登记簿册统一、信息平台统一、登记依据统一的需求, 就必

须要提高权籍调查测绘水准、不动产测绘水准。而《不动产登记暂行条例》则让不动产测绘、权籍调查测绘的工作内容更加丰富,传统的测绘方法在此方面暴露出一定的不足之处^[2]。

3 不动产及其权籍调查测绘关键技术

围绕不动产及其权籍调查测绘,下面主要从三个方面进行论述:一是不动产及其权籍调查测绘数据标准;二是不动产及其权籍调查测绘支撑技术;三是不动产测绘成果平台。如图1所示,数据标准主要是测绘数据表达的统一模式、统一分类体系,具体表现为数据内容以及指标;支撑技术主要为统一的空间基准以及统一的数据获取技术,其中涵盖数据质量检验技术、空间基准技术等;平台主要是指统一的数据展示平台、成果展示平台^[3]。

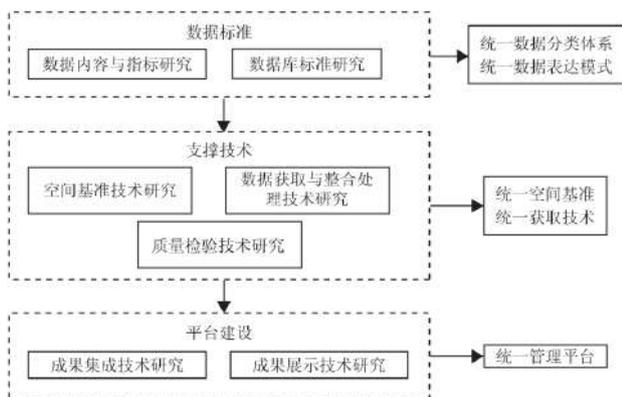


图1 不动产及其权籍调查测绘技术框架

3.1 数据标准

长久以来,中国的不动产登记、全集调查测绘都未统一技术标准以及技术方法,数据共享性、数据兼容性均比较差,导致《不动产登记暂行条例》的落实出现了诸多问题,尤其是“四统一”的实现,必须要对不同的测绘数据内容指标进行统一。就测绘的具体方法以及数据的类型而言,不动产及其权籍调查测绘必须要在指标、要素分类、表达模式、属性分类四个方面实现统一、规范。

一是指标统一,不动产登记依托于统一的不动产登记管理条例以及统一的不动产登记需求,若需要保证测绘有统一的指标指引,并完全服务于具体登记的需求,考虑到其他产业以及行政管理措施的需求^[4]。

二是要素分类,要素分类必须要考虑到要素的系统性、科学性,测绘数据要能够稳定反映不动产数据的主要信息特

征、层次结构等,同时也要突出各个要素之间的相关性以及数据之间的继承性。基于要素分类统一的原则,林地、草原、构筑物等,均需要根据实际情况,实现分类的统一以及从属关系的统一,并要从具体的类别最终划分至详细的实体模型。

三是表达模式,不动产测绘的表达模式需要以具体的地理信息技术为载体,按照不动产的类型,展现出统一的不动产客观物理形态,如坐落地点、名称、四至界限等等客观现实指标,从而确定不动产的权利归属、权利人、权属类型等,并突出不动产的流转情况。针对不动产的数据、标准,需要从应用、特点、内容、需求等四个层面进行全面的分析、比对,并提出空间表示数据的具体内容,综合考虑到在不动产登记方面、权籍调查方面的多维需求^[5-6]。

四是属性分类,不动产登记需要确定测绘数据的唯一性、兼容性、适用性,唯一性表示测绘数据要素名称、代码的可识别特征;扩充性表示要素代码具有空代码位,以保证未来的扩充需求;兼容性是指对要素代码进行统一的设计,并考虑到数据在其他行政管理领域的具体需求。

3.2 支撑技术

不动产支撑技术主要包括空间基准技术、数据获取整合技术。

3.2.1 空间基准技术

自2008年起,中国就正式引用了CGCS2000国家大地坐标系参数体系,其中涵盖坐标系的原点、三个坐标轴的指向、尺度以及地球椭球的4个基本参数的定义,其原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心。在2008年以前,不动产的测绘数据主要是基于西安坐标系(1980)、北京坐标系(1954)等不同的坐标体系,导致各地的坐标系数据无法实现有效的统一、互通,而在《不动产登记暂行条例》正式施行后,需要基于CGCS2000国家大地坐标系参数体系,进一步完善空间基准转换方法,以保证坐标数据在中国大范围的共享、互通^[7]。

就当前的空间基准技术而言,在进行不同坐标体系下不动产的转化时,需要确定具体的转化范围,如市级范围、省级范围等,并考虑到数据的分区转换还是整体转换,其次要选择合理的转换计算模型,《不动产登记暂行条例》中规定不懂产测绘涵盖房屋、林地等等多个部门,因不同的行政管理工作再使用这些数据内容,所以数据就存在精度不一致的问题。因此,

空间基准技术的应用需要秉承“高精度原则”，将原本精度不高的资料，统一到同一个精度标准下，尤其是针对大比例尺的数据转化，必须要满足高精度、无损的测绘目的。

3.2.2 数据获取与整合处理技术

因不同种类的测绘数据在具体的数据类型方面存在一定的差异，并且不同层级的测绘方法也存在一定的差异，而不动产及其权籍调查测绘提供的是不动产登记、不动产管理的基础数据，若是精度或者规格存在差异，必然会对行政管理工作的落实造成较大的阻碍。数据获取与整合处理技术就是保证数据统一性的基础，中国各地的不动产测绘数据表现出多时态、多模式、多属性等结构特征，从具体的精度、效率来讲，不同的不动产数据的获取方法存在较大的差异，所以说需要从测绘相关技术、不动产调查、测绘标准的基础上，根据实际情况对测绘技术方法进行调整，最终得出准确的地理信息数据^[8]。

现如今，不动产测绘数据的整合处理需要秉承“适用性、完整性、独立性、一致性”四个方面的原则，针对不动产数据尺度、维度、结构、类型、来源的差异化特征，这些多元非结构化信息要实现有效的转换以及整合，需要对已有的数据格式、内容进行全方位的评价，根据测绘地区的空间逻辑关系，形成不同数据的共享整合标准，最终将数据纳入数据库，如比例尺、投影参数、高程基准等。

3.3 平台建设

3.3.1 测绘成果集成

测绘成果集成，围绕不动产测绘数据指标展开，在具体的资源规划方法、行政管理方法方面，提出多样化、多级别的不动产数据划分。测绘成果集成平台的运行环境主要依托于GIS技术、容灾技术等，近几年以“云计算”为基础的不动产平台技术逐步得到了应用，数据库在概念设计、物理设计方面均得到了革新。平台支持二维、三维的测绘数据，并可全方位展现出测绘成果数据。

3.3.2 成果展示技术

成果的展示是保证不动产登记工作有效开展的基础，基于不动产等级需求，通过元数据定义、社会语义分析等，实现完善的约束，并设计出符合不动产登记需求的测绘成果数

据结构，进而构建出一个完善的不动产测绘数据模型。另外，VR、AR等技术发展，也陆陆续续在不动产测绘领域得到了应用，就当前不动产测试现状而言，不动产测试成果展示的方式呈现多元化、全面化的发展趋势。

4 结语

综上所述，《不动产登记暂行条例》的施行对不动产测绘工作、权籍调查测绘工作提出了新的要求，就当前中国不动产测绘工作现状而言，各地正在逐步统一测绘标准体系，测绘空间基准、数据采集、转换、整合等技术也在不断发展。伴随着不动产及其权籍调查测绘的大范围展开，测绘地理信息的多样化发展，让测绘技术研究面临着更加复杂的现实问题。上文仅仅对不动产及其权籍调查测绘进行了初步的探究，要实现对不动产测绘工作、权籍调查测绘工作的有效支撑，还需要在上文技术框架的基础上，对具体的基础上技术方法进行深入探究，望广大从业者对此有足够的认识，并在实际工作中不断推进技术的发展、创新。

参考文献

- [1] 于彬. 新形势下不动产及其权籍调查测绘分析 [J]. 价值工程, 2018,37(27):180-181.
- [2] 唐燕, 王玉刚. 浅谈房地合一不动产测绘及权籍调查的工作方法——以合江县农村房地合一不动产测绘与权籍调查项目为例 [J]. 泸州职业技术学院学报, 2018,000(002):P.81-85.
- [3] 鲁艺玲, 罗秦岭, 韩丽丽. 新形势下不动产权籍调查测绘解析 [J]. 科技创新与应用, 2016(29):265-266.
- [4] 吴晓培. 改进测绘技术创新调查方法——浙江省测绘大队高效推进不动产权籍调查项目 [J]. 中国测绘, 2019(6):14-16.
- [5] 张良力. 不动产测绘数据整合利用及管理系统的建设研究——以长沙县不动产测绘数据应用为例 [J]. 中小企业管理与科技, 2017(22):185-187.
- [6] 边建伟. 浅析综合测绘技术在不动产登记中的应用及发展趋势 [J]. 华北国土资源, 2017(6):125,128.
- [7] 王斌. 不动产登记中的房产与地籍测绘数据整合 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017(24):4021-4021.
- [8] 饶万林, 陶然. 浅谈农房不动产登记中的房产测绘——以重庆市长寿区为例 [J]. 测绘, 2016,39(5):234-236.

Analysis of Environmental Organic Pollutant Detection Technology and Application

Jiang Li

Jilin City Environmental Monitoring Station, Jilin, Jilin, 132001, China

Abstract

With the rapid development of different industries in the society, most enterprises discharge some organic pollutants that are toxic to the environment while meeting production needs. Because some organic pollutants cause serious pollution to the environment, therefore, relevant departments should strengthen the treatment, actively research the environmental organic pollutant detection technology, and apply the environmental organic pollutant detection technology to actual life to improve the efficiency of organic pollutant detection. This paper is related to the analysis of the development status of environmental organic pollutant detection technology, the classification of environmental organic pollutant detection technology, and the practical application of environmental organic pollutant detection technology.

Keywords

environment; organic pollutants; detection technology; application

环境有机污染物检测技术及应用分析

李江

吉林市环境监测站, 中国·吉林 吉林 132001

摘要

随着社会不同行业的快速发展,多数企业在满足生产需要的同时,将部分毒害环境的有机污染物排出,由于其中部分有机污染物会对环境造成严重污染,因此,相关部门应加强处理,积极研究环境有机污染物检测技术,并将环境有机污染物检测技术运用于实际生活中,提升有机污染物检测效率。本篇文章是针对环境有机污染物检测技术发展现状、环境有机污染物检测技术的分类、环境有机污染物检测技术实际应用的相关分析。

关键词

环境;有机污染物;检测技术;应用

1 引言

社会经济不断发展,使得中国不同地区环境中污染物逐渐增多。加强对于有机污染物处理,就应具备先进的环境有机污染物检测技术,尤其是地质工作不断开展,环境有机污染物检测技术已经成为地质工作开展的技术保障,因此,需要对于环境有机污染物检测技术加强研究,并将其运用于实际生活中,减少环境污染。本篇文章笔者是针对环境有机污染物检测技术发展历程的研究、环境有机污染物检测技术的概述以及环境有机污染物检测技术中不同类型有机污染物的检测过程。

2 环境有机污染物检测技术发展现状

20 世纪的 90 年代之前,中国对于有机污染物研究与相

关检测技术较少,发展速度比较缓慢,而到 90 年代之后一段时间,中国经济实力加强,相关部门对于有机污染物检测技术研究已经加强重视,并积极引进世界各国先进技术,将相关部门人员环境有机污染物检测技术的水平极大提升。现阶段,环境有机污染物检测技术检测机构主要包括国家质检部门、疾病预防控制中心、环境保护部、农业部、水利部、中国科学院等,尽管对于环境有机污染物检测技术研究已经受到国家部门关注^[1]。但是中国有机污染物检测技术基础依然处于初级阶段,加上有机物本身就很复杂,中国对于其分析较少,也缺乏与之对应的系统与检测标准方法,导致中国环境有机污染物检测技术与发达国家存在较为明显差距^[2]。

3 环境有机污染物检测技术的分类

环境有机污染物检测技术多是指有机质检测技术、色谱

检测技术。有机质检测术主要是运用电子轰击,促使被检测有机物成为电荷比不同离子,之后以电磁学原理为基础,对电荷比物质进行必要检测与分离,并可用其了解物质的质子、中子、分子特性与微观质量,其检测精度比较高,通常会被用于对于环境污染物进行检测与追踪。而色谱检测技术多是指以物理学原理为基础,将处于各种状态下物质进行选择与分配,混合物中不同物质其基本特性也会存在不同,其在运动过程中会体现出不同物质特点,色谱检测技术可以让不同物质沿着既定轨道进行运动,达到将混合污染物分离的目的。色谱检测技术精度较高,检测速度快,并运用自动化操作,一般被用于环境中有机物进行分离与检测,通常其检测过程中需要以紫外线、红外线光学手段为依据,并对色谱分析情况进行必要完善^[3]。

4 环境有机污染物检测技术的应用分析

4.1 固体污染物检测

索氏抽提技术对于环境有机污染物检测,运用虹吸与回流基础原理,将固体污染物运用提取液浸泡,促使其可以快速分离与分解。对于固体污染物分解运用索氏抽提技术,可提升固体污染物的处理效果。索氏抽提技术运用到的设备有提取管、索氏抽提机器、冷凝器等,通过这些设备将环境有机污染物提取、冷凝并分离,索氏抽提技术对于固体有机污染物检测工艺性比较强^[4]。索氏抽提技术处理整个过程就是对于固体有机污染物处理的工艺流程,整个处理环节处于密闭状态,但由于冷凝、上升环境,使用到的工艺技术会需要较大成本。另外,索氏抽提技术对于周围环境污染比较少,与自动化技术配合可将污染物处理效率提高,可见,运用索氏抽提技术进行部分环境有机污染物检测,可保证工业化空间最大化,同时也可以对自动化空间进行改造,将固体污染物检测效果增强。

检测人员在提取污染有机物过程中,可以将等待检测的样品直接包裹在已经经过脱脂的滤纸内,并将其放入提取管中间,需要在提取瓶中加入部分提取溶剂,对于提取瓶子进行加热,促使溶剂净化,并从连接管进入冷凝管内部,气体处于冷凝设备中会变成液体滴入提取管,浸提样品的等待检测物质。等到抽提管内部溶剂处于一定高度,溶有等待抽提物质的溶液就会经过虹吸管进入提取瓶,已经流入抽提瓶中的相关溶剂会快速被加热,直到物体汽化、上升等,重新滴

入提取管内部,循环进行直到有机污染物抽提完全。由于索氏抽提技术对于部分固体有机污染物检测具有一定作用,因此,在进行环境有机污染物检测中,应注意不同环节操作的注意事项,避免影固体环境有机污染物检测的效果。通常,索氏抽提技术是以抽提样品性质与组成为基础,提取时间可为几小时或是几十小时。索氏抽提技术是一种比较常用的有机污染样品分离与提取技术,一般会被当作是其他方式样品提取效果的一种关键评价标准。但是索氏抽提技术固体污染物检测与样品分离会浪费较长时间,有机溶剂用量比较大,但是分析效率却不是很高,比较容易造成环境的二次污染。

4.2 固相萃取技术的应用分析

固相萃取技术检测环境污染有机物基本原理是运用固体对有机污染物吸附作用,将污染物分离,这种检测技术具有很大清洁性,并极大弥补了相关液体萃取技术弱势,将检测准确性提升。固体萃取技术中对于固体吸附物回收相对与液体萃取技术的使用更加方便。现阶段,固体萃取技术发展已经日渐成熟,特别是石油与化工领域,其主要用于抢险物资吸油毡。固相萃取技术根据吸附剂类型可将其分为离子交换、正相、反相、吸附性固相萃取,比较常用于对弱急性、非极性化合物的分析,也适用于对于部分中等极性化合物的分析。近些年来,固相萃取技术检测常用的吸附材料是纳米材料、活性炭等^[5]。

4.3 色谱检测技术的应用分析

色谱检测技术其应用范围有机化学、有机地球化学等。色谱法可在短时间内对几十或是几百种性质比较相似化合物进行分离,与不同检测器结合,可达到对于待测组分的选择性检测,检测灵敏度也会相对提升,样品浪费较少。运用色谱检测技术对环境污染物进行科学检测,可将混合物分离,并获得相关数量的纯净组分。常见的有天然产物分离纯化、制备去离子水、有机合成产物。对色谱检测技术在实际中运用进行科学分析,可以将有机污染物中不同组分性质明确,并可了解不同组分的含量。对于色谱中含有的纸色谱、薄层色谱进行定性,也可以定量的去研究与分析高效液相色谱与气相色谱,提升检测的效率。

5 结语

现阶段,环境污染越来越严重。有机污染物对中国水环境、

大气环境等造成巨大伤害。比较常见的环境有机污染物检测技术是有机质检测技术、色谱检测技术,可将环境中存在的有机污染物分离,并进行科学处理,经常被用于处理有机物技术还有索氏抽提技术、萃取技术等,通过不同污染物检测技术的使用,可实现自动化改造,将工业化推广空间极大拓展,并运用现代化计算机技术、网络技术对环境有机污染物检测技术进行改进,保证污染有机物检测准确性提升。

参考文献

[1] 赵健全,曹倩,陈霞,等.环境中有机污染物检测技术研究进展[J].

应用化工,2019,48(01):196-204.

[2] 王岩松.环境和食品中多种有机污染物 LC-MS/MS 检测技术的研究及应用 [D].2014(10):52-53.

[3] 邓磊,徐义邦,张昊.气相色谱-质谱联用技术在环境有机污染物检测中的运用分析 [J].科技展望,2016,26(13):21-21.

[4] 郑和辉,吕静.应用于环境中有机污染物分析的一些新技术 [J].农业环境科学学报,2015(4):85-86

[5] 陈波.新型样品前处理技术在环境有机污染物分析检测中的应用研究 [D].西南大学,2016(15):41-42.

《现代测绘工程》征稿函

期刊概况:

中文刊名: 现代测绘工程

ISSN: 2705-0521 (纸质版)

出刊周期: 双月刊

出版语言: 华文刊

收稿刊期: 2020年第1期

期刊网址: <https://ojs.s-p.sg/index.php/slkxyjs>

出版社名称: 新加坡协同出版社

出版格式要求:

- 稿件格式: Microsoft Word
- 稿件长度: 字符数(计空格)3000以上; 图表核算200字符
- 测量单位: 国际单位
- 论文出版格式: Adobe PDF
- 参考文献: 温哥华体例

出刊及存档:

- 电子版出刊(公司期刊网页上)
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益:

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

评审过程:

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

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

Website: www.s-p.sg

