

国土调查对现代测绘技术的运用探讨

王鹏

中煤航测遥感集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1618

[摘要] 本文探讨了国土调查对现代测绘技术的运用,深入了解现代测绘技术在国土调查中的重要性 and 应用效果,提高土地资源的合理利用和管理水平。通过采用全球定位系统(GPS)、光学遥感技术、激光雷达技术等现代测绘技术,对某地区进行了详细的土地调查和数据分析。结果表明,现代测绘技术能够提供高精度、高效率的土地信息,为土地确权、土地利用规划、土地争议解决等提供有力支持,希望能够为相关行业的工作者提供一定参考。

[关键词] 国土调查; 测绘技术

中图分类号: P2 文献标识码: A

Discussion on the application of modern surveying and mapping technology by land survey

Peng Wang

China Coal Aerial Survey and Remote Sensing Group Co., Ltd

[Abstract] This paper discusses the application of land survey to modern surveying and mapping technology, in-depth understanding of the importance and application effect of modern surveying and mapping technology in land survey, and improve the rational utilization and management level of land resources. By using the global positioning system (GPS), optical remote sensing technology, lidar technology and other modern mapping technology, a detailed land survey and data analysis in a certain area. The results show that modern surveying and mapping technology can provide high-precision and high-efficiency land information, and provide strong support for land right confirmation, land use planning, land dispute resolution, etc., hoping to provide some reference for workers in related industries.

[Key words] land survey; surveying and mapping technology

引言

国土调查对现代测绘技术的运用,不仅仅局限于数据采集和处理方面,而是贯穿于整个调查过程的始终。从调查前期的规划和设计,到中期的数据采集和处理,再到后期的成果分析和应用,现代测绘技术都发挥着重要的作用。没有现代测绘技术的支持,国土调查精度和效率将受到严重影响,甚至难以完成。因此,现代测绘技术在国土调查中的应用是必不可少的。

1 国土调查与现代测绘技术概述

1.1 国土调查与现代测绘技术的定义

国土调查是对国家的土地资源、矿产资源、水资源等自然资源以及人文地理信息的全面调查与登记^[1]。它的目的是为国家的规划、管理和决策提供准确、可靠的基础数据。而现代测绘技术则是对地球表面进行观测和测量,获取相关数据以制作地图和绘制空间信息的过程。它涵盖了遥感技术、地理信息系统、全球定位系统等多个领域,为国土资源调查与管理提供了重要的技术支持。

1.2 国土调查对现代测绘技术的需求

国土调查作为对国家土地资源、矿产资源、水资源等自然资源以及人文地理信息的全面调查与登记,对现代测绘技术有着广泛而深入的需求。现代测绘技术需求见表1。

表1 现代测绘技术需求

定位技术名称	精度/m	作用距离/km	观测时间/min
经典静态	$\pm 0.001 \sim \pm 0.005$	1~3000	>60
快速静态	$\pm 0.01 \sim \pm 0.05$	<20	5~20
常规差分GPS	$\pm 0.50 \sim \pm 10.00$	<200	实时
事后差分GPS	$+0.50 \sim \pm 10.00$	<200	单历元
广域差分GPS	$\pm 0.50 \sim \pm 3.00$	<1500	实时
实时动态(RTK)	$\pm 0.01 \sim \pm 0.05$	<15	实时
网络RTK	$\pm 0.01 \sim \pm 0.10$	<100	实时
精密单点定位	$\pm 0.01 \sim \pm 0.50$	全球	实时

应用GPS快速静态能够满足现阶段地籍控制测量的精度需

求, RTK、网络RTK能满足地籍图测绘、界址点测量的精度要求, 其中, 快速静态定位技术能够满足现阶段地籍控制测量的精度需求, 而实时动态定位技术 (RTK、网络RTK) 则能满足地籍图测绘、界址点测量的精度要求。在应用GPS快速静态定位技术进行地籍控制测量时, 其精度能够达到厘米级, 这为地籍测量提供了高精度的数据支持。同时, 快速静态定位技术还具有操作简便、测量时间短等优点, 使得地籍控制测量工作更加高效、便捷。而实时动态定位技术 (RTK、网络 RTK) 则在地籍图测绘和界址点测量中发挥着重要作用。RTK和网络RTK技术能够实时提供厘米级的定位精度, 使得地籍图测绘和界址点测量更加精确。

2 现代测绘技术在国土调查中的应用

2.1 全球定位系统在国土调查中的应用

全球定位系统 (GPS) 作为现代测绘技术的核心组成部分, 在国土调查中发挥着至关重要的作用。其高精度、高效率、高灵活性的特性使得传统的地籍控制测量方式得以革新, 为国土调查提供了强有力的技术支持^[2]。根据不同的测量需求和条件, 可以选择不同的GPS定位技术方法。例如, 长距离GPS基线向量一般采用常规静态测量方式; 中等长度的基线向量可以根据卫星状况和观测条件选择快速静态或RTK (实时动态) 测量模式; 而短距离的一、二级地籍控制网基线则优先采用RTK方法。在实际的地籍调查中, 通常首先利用常规静态GPS建立首级地籍控制网, 以确保整体的控制精度。随后, 采用RTK测量方式加密低级地籍控制点, 以满足详细调查和制图的需要。不同距离范围下GPS测量方式选择见表2。

表2 不同距离范围下GPS测量方式选择

基线边长范围	推荐测量方式	附加条件/说明	考虑因素
>15km	常规静态测量	无特殊条件	常规静态测量通常使用双频接收机, 数据处理采用后处理模式。
10-15km	快速静态GPS 或 RTK	卫星数量多、外部观测条件好	快速静态测量可以在较短时间内获得高精度结果。
		平原开阔地区	RTK 要求实时数据传输和至少5颗卫星的良好几何分布。
<5km	RTK 或 快速静态定位	设备条件不满足RTK 要求时	RTK 实时性强, 但需考虑信号遮挡和多路径效应。

选择合适的GPS测量方式应综合考虑基线边长、卫星条件、设备能力和外部环境等因素, 并根据具体情况做出决策, 以确保测量结果的精度和可靠性。

2.2 光学遥感技术在国土调查中的应用

基于无人机的高光谱遥感技术能够实现对矿区的快速、高效勘探。无人机搭载的高光谱成像仪可以获取地表的精细光谱信息, 结合数字高程模型 (DEM) 和地质信息, 能够构建三维地质模型, 为矿产资源的定位和定量评估提供有力支持。现阶段, 无人机搭载的高光谱成像仪能够精准捕捉地表反射的太阳光并在多个连续且狭窄的光谱波段上记录这些信息、每个像素点的光谱反射率可以转换为一个向量:

$$R(\lambda) = [r_1, r_2, \dots, r_n] \quad (1)$$

式中, $R(\lambda)$ 为波长 λ 处的反射率, r_1, r_2, \dots, r_n 为不同光谱波段的反射率。通过无人机搭载的激光雷达 (LiDAR) 或其他传感器, 可以获取地形的高程信息。DEM可以表示为一个二维矩阵, 其中每个点代表地面的高程:

$$DEM = \begin{bmatrix} z_{1,1} & z_{1,2} & \dots & z_{1,n} \\ z_{2,1} & z_{2,2} & \dots & z_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m,1} & z_{m,2} & \dots & z_{m,n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, $z_{m,1}$ 为坐标 (i, j) 处的高程, 以此类推。地质信息, 如已知的土地确权, 地质信息, 如国土调查情况方面, 地质信息提供了关于土地的地理位置、地形地貌、地质构造、土壤类型、矿产资源等方面的详细数据。这些数据可以帮助了解土地的质量、适宜性、潜在风险等, 以构建更精确的三维地质模型。这通常涉及到数据配准和融合算法, 如加权平均、主成分分析等。基于获取的光谱数据、DEM和地质信息, 可以利用各种算法和公式来定位和评估当前区块的实际情况。光谱角映射器 (SAM) 算法用于在高光谱图像中识别和匹配具有相似光谱特征的区域。该算法基于向量空间中的角度概念, 通过计算两个光谱向量之间的夹角来度量它们之间的相似性。算法定义目标光谱向量和像元光谱向量:

$$\text{目标光谱向量 } T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}, \text{ 其中, } t_1 \text{ 为目标光谱在}$$

第 i 个波段的反射率。像元光谱向量 $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, 其

中, r_1 为像元光谱在第 i 个波段的反射率。计算目标光谱向量和

像元光谱向量之间的点积: 点积 $T \cdot R = \sum_{i=1}^n t_i r_i$ 。计算目标

光谱向量与像元向量之间的点积。为了计算方便, 通常使用反余弦函数 \arccos 来得到角度值。夹角的范围是 $[0, \pi]$, 夹角越小表示两个光谱向量的相似性越高。

2.3 激光雷达技术在国土调查中的应用

激光雷达 (LiDAR) 技术能够提供高精度、高分辨率的三维地形信息, LiDAR通过向地面发射激光脉冲并测量其返回时间, 可以精确获取地形的高程信息。通过将大量的激光点云数据进行插值和栅格化, 可以生成数字高程模型 (DEM)。DEM可以表示为一个二维矩阵, 其中每个像素的值代表对应地面的高程。基于DEM, 可以进一步计算各种地形参数, 如坡度、坡向、曲率等。

坡度计算公式:

$$Slope = \arctan \left(\sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x} + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right)} \right) \quad (3)$$

式中, z 为高程, x 和 y 为平面坐标。利用LiDAR数据中的首次回波和最后一次回波信息, 可以区分地面和非地面点。通过计算非地面点与对应地面点的高程差, 可以得到建筑物或树木的高度。水域和湿地通常具有较低的高程和特定的光谱反射特性。结合LiDAR数据和光学遥感数据, 可以准确识别和提取水域和湿地。

利用LiDAR数据提供的高程、强度和回波次数等信息, 使用监督分类或非监督分类算法, 如支持向量机(SVM)、随机森林(RF)或k-均值聚类等。利用LiDAR点云数据, 可以构建三维地形和城市模型。结合其他数据源, 如建筑物轮廓、纹理等, 可以实现城市景观的三维可视化。

3 某地区国土调查与现代测绘技术的应用

3.1 案例背景

随着经济的快速发展, 土地资源日益紧张, 土地权属争议和违规用地问题也逐渐凸显。A地区房屋建筑由于历史遗留问题和不规范的土地管理, 土地争议愈演愈烈, 成为影响当地社会稳定和经济发展的重要因素。在过去几十年里, 土地管理相对混乱。由于缺乏有效的土地登记和管理制度, 许多土地交易和转让都是口头协议或简单的书面协议, 没有正式的法律手续。这导致了許多土地权属不清, 争议频发。同时, 一些企业和个人也利用这一漏洞, 非法占用或转让土地, 进一步加剧了土地争议的复杂性。

在过去的土地开发中, 政府曾多次对土地进行统征, 用于公共基础设施建设和经济发展项目^[3]。然而, 由于一些历史原因和管理不善, 部分统征土地的权属并未得到妥善解决。A地区房屋与周边7个村落存在广泛的土地权属争议。这些争议涉及的土地面积广大, 历史背景复杂。由于缺乏明确的土地界线和权属证明, 各方对争议土地的权属各执一词, 难以达成共识。这些争议不仅影响了当地的社会稳定, 也制约了经济的发展和土地资源的合理利用。

3.2 解决措施

为了解决土地问题, 利用现代测绘技术着手解决政府统征、

企业或个人征(占)、原村委会非法转让和违规分配宅基地等问题, 现代测绘技术在解决土地问题中的应用情况见表3。

问题类型	技术手段	解决方案
政府统征	GPS 定位	使用快速静态 GPS 测量方式, 确保边界划定准确, 减少纠纷。
企业征占	光学遥感	利用无人机搭载的高光谱成像仪进行勘探, 快速了解资源分布, 为征占决策提供依据。
个人征占	LiDAR 技术	利用 LiDAR 生成的高精度 DEM, 准确计算地块面积和地形特征, 确保公平交易。
非法转让	GPS+ 光学遥感	结合 GPS 定位和高光谱数据, 追踪地块变化, 揭露非法转让行为。
违规分配宅基地	LiDAR 技术+光学遥感	利用 LiDAR 和光学遥感数据, 识别违规建筑物, 确保宅基地合规分配

综合运用这些测绘技术, 不仅可以及时揭露和防止非法土地转让和违规分配宅基地等行为, 还能确保土地交易的公平性和透明度。最终, 土地确权问题得到了有效的解决, 土地资源的管理和利用也变得更加科学和高效。

4 结论

综上所述, 现代测绘技术在国土调查中的运用, 不仅能够提供高精度、高效率的土地信息, 还能为土地确权、土地利用规划、土地争议解决等提供有力支持。现代测绘技术, 如GPS、光学遥感和LiDAR等, 具有高精度、高效率的特点。这些技术可以精确划定土地边界, 获取地块的高程、面积和地形特征等信息, 为权属争议的解决提供可靠的技术支持。结合国土调查与现代测绘技术, 政府可以建立三维地形和城市模型, 准确识别和提取相关信息, 如地块的位置、形状、面积和权属等。充分利用这些技术手段, 加强与相关各方的沟通与协调, 推动建立更为公正、透明及有效的土地管理与争议解决机制, 确保土地问题得到妥善处理, 维护社会的和谐与稳定。

[参考文献]

- [1] 马开俊. 论现代测绘技术在土地调查中的应用[J]. 工程管理, 2021, 2(2): 22-23.
- [2] 易筠花. 现代测绘技术在土地管理的应用研究[J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023, (4): 4.
- [3] 陶迪, 麦超. 浅谈土地变更调查中的测绘新技术应用[J]. 产城: 上半月, 2023, (4): 136-138.