

# 基于 GIS 的工程测量数据自动化处理与分析技术研究

惠清聪

甘肃国图测绘地理信息有限公司, 甘肃 兰州 730000

[摘要]随着 GIS 技术持续发展, 工程测量数据的自动化处理与分析逐步变成提高工程管理效率及精度的关键途径。当下, 诸多工程项目已开始运用 GIS 平台开展测量数据的空间管理与分析工作, 可达成数据的数字化存储、可视化呈现以及初步的空间分析。不过, 现有技术在数据自动化处理、三维建模精度以及动态变化监测等方面依旧存在一些欠缺, 在多源异构数据集集成以及实时分析能力方面还需进一步增强。面对这些挑战, 基于 GIS 的工程测量数据自动化处理与分析技术正迅速朝着智能化、集成化以及高精度的方向发展, 成为推进工程测量现代化的重要走向。

[关键词]GIS 技术; 工程测量; 数据自动化; 分析技术

DOI: 10.33142/sca.v8i6.16839

中图分类号: TP3

文献标识码: A

## Research on Automated Processing and Analysis Technology of Engineering Survey Data Based on GIS

HUI Qingcong

Gansu Guotu Surveying and Mapping Geographic Information Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730000, China

**Abstract:** With the continuous development of GIS technology, the automated processing and analysis of engineering survey data has gradually become a key way to improve the efficiency and accuracy of engineering management. At present, many engineering projects have begun to use GIS platforms to carry out spatial management and analysis of measurement data, which can achieve digital storage, visual presentation, and preliminary spatial analysis of data. However, existing technologies still have some shortcomings in data automation processing, 3D modeling accuracy, and dynamic change monitoring. Further enhancement is needed in multi-source heterogeneous data integration and real-time analysis capabilities. Faced with these challenges, GIS based automation processing and analysis technology for engineering surveying data is rapidly developing towards intelligence, integration, and high precision, becoming an important direction for promoting the modernization of engineering surveying.

**Keywords:** GIS technology; engineering surveying; data automation; analysis technology

### 引言

随着现代工程项目规模变得越来越大, 其复杂程度也在不断提升, 在这样的背景下, 工程测量作为工程建设当中极为基础的一个环节, 其数据的准确性、完整性以及及时性对于工程的质量以及进度而言, 发挥着相当关键的作用。传统上所采用的工程测量数据处理方法, 大多依靠人工来操作, 如此一来, 效率就会比较低, 而且还很容易受到人为因素的影响, 很难契合当下工程建设对于高效且精准的数据支持方面的需求。地理信息系统 (GIS) 属于一种颇为强大的用于空间数据管理与分析的平台, 由于它具备出色的空间数据集成、管理以及可视化的相关能力, 所以渐渐地成为了工程测量数据进行自动化处理与分析时一项极为重要的技术手段。凭借 GIS 技术, 能够达成对海量测量数据的自动采集、预处理、格式转换、存储管理以及多维空间分析等一系列操作, 如此便能够在很大程度上提升数据处理的效率以及应用的价值。与此 GIS 平台还支持三维建模、动态监测以及智能分析等多种功能, 推动工程测量数据朝着更为智能化以及数字化的方向去发展。本文着重对基于 GIS 的工程测量数据自动化处理与分析技术展开系统性的探讨, 剖析其中的核心方法以及关

键技术, 对当前的应用现状与存在的问题加以评估, 并且对未来的趋势予以展望, 进而为提升工程测量数据处理的水平以及推动工程建设朝着信息化、智能化的方向发展给予理论层面的支持以及技术方面的参考。

### 1 工程测量数据的特性

工程测量数据具备高精度、空间相关、多源异构以及时效等方面的明显特点。在实际的工程项目当中, 测量数据涵盖平面位置、高程、距离、角度等几何方面的信息, 还可能会牵涉到地质、气象、水文等诸多属性数据。这些数据一般是从全站仪、GPS、激光扫描仪、无人机遥感等不一样的测量设备那里获取来的, 呈现出多样化的数据格式以及精度方面的要求。因为工程测量的目的是给工程设计、施工以及运营给予可靠的空间参照, 所以测量数据的精度要求非常高, 误差得控制在毫米级乃至更加精细的范畴内。与此工程测量数据极为倚重地理空间坐标系统, 各个数据之间有着清晰明确的空间关联联系, 得统一坐标基准才能够达成有效的叠加以及分析操作。

### 2 基于 GIS 的工程测量数据的自动化处理技术

#### 2.1 数据采集自动化技术

数据采集自动化技术属于基于 GIS 的工程测量数据

自动化处理流程里的关键部分,其借助现代测量设备以及信息技术的融合,达成了测量数据从获取直至初步处理这一整个流程的自动化状态。传统的人工测量方式在效率、精度还有安全性等方面已经很难契合现代工程项目对于测量数据要快速、精准且动态获取的需求了,而自动化数据采集技术却大幅度提高了数据获取的效率以及质量。当下广泛运用的技术手段涵盖了 GNSS 全球卫星导航系统、全站仪自动跟踪系统、三维激光扫描、无人机遥感测绘、地面移动测量系统(MMS)等等,这些设备可以在复杂环境当中快速且连续地采集大量的空间定位以及属性信息。

## 2.2 数据预处理与清洗算法

在依托 GIS 所开展的工程测量数据自动化处理工作中,数据预处理以及清洗算法属于极为关键的环节,其能够对数据质量起到保障作用,同时也能让后续的分析具备更高的准确性。测量数据在采集的时候,往往会受到诸多因素的干扰,像是仪器自身存在的误差、环境方面带来的干扰以及人为操作时出现的失误等等,这就使得原始数据里经常会出现一些诸如冗余、缺失、异常或者格式并不统一之类的问题。要是不对这些数据展开有效的预处理,那么将会对 GIS 平台的数据建模还有空间分析的效果产生颇为严重的影响<sup>[1]</sup>。数据预处理具体包含了像坐标转换、格式进行标准化处理、针对重复值展开检测、实现时间同步、统一单位等一系列的操作,通过这些操作来促使从不同来源获取到的数据能够在统一的数据模型之下拥有兼容性以及可读性。而数据清洗算法会进一步去针对那些异常值以及错误数据展开识别并且将其剔除掉,常用的处理方法涵盖了依据统计学原理来开展的异常检测、凭借空间拓扑关系来进行的逻辑判断、按照规则设定的自动纠错算法以及借助机器学习辅助的识别模型等多种方式。

## 2.3 数据格式转换与标准化处理

在依托 GIS 展开的工程测量数据自动化处理进程里面,数据格式转换以及标准化处理无疑属于极为关键的环节,其对于达成多源数据的融合以及系统的兼容而言有着重要意义。要知道,工程测量数据往来源源颇为多样,像全站仪、GNSS 设备、三维激光扫描仪、无人机航测系统等等都可能成为其来源,而不同设备所输出的数据格式之间存在着相当大的差异,就好比 TXT、CSV、DWG、DXF、SHP、LAS 这些格式,它们在数据结构以及语义标准方面也并非一致,要是直接把这些数据应用到 GIS 平台之上,那么极有可能会引发诸如读取错误、信息丢失或者空间失配等一系列问题。倘若想要让测量数据能够在 GIS 系统当中实现统一且有效的管理与利用,那就务必要针对原始数据展开格式转换以及标准化处理方面的操作。格式转换主要是依靠专业的数据转换工具或者是接口程序来完成,通过这样的方式能够把那些非结构化或者半结构化的数据文件批量地转化成 GIS 平台可以识别的标准格式,比如说将其转换成为 GeoJSON、Shapefile、GML 或者 PostGIS 数据库

格式。而标准化处理则涉及到要将数据的空间参考系、单位制、坐标系统、字段命名规则等方面都予以统一,从而使其能够契合 GIS 数据库结构的要求以及行业规范,举例来讲,可以采用统一的 WGS84 或者 CGCS2000 坐标系统,并且对属性字段的数据类型与命名格式等加以规范。

## 2.4 基于 GIS 平台的测量数据建库与管理

基于 GIS 平台来开展测量数据建库以及相关管理工作,这可是实现工程测量数据得以系统化、可视化且智能化运用的关键环节所在。其主要意图在于把那些复杂程度颇高、来源多样且处于动态变化之中的测量数据依据统一的结构去加以组织安排、妥善存储起来,并且能够对其进行高效的管理操作,进而为后续的数据查询事宜、数据分析工作、数据可视化呈现以及决策支持等方面给予有力支撑。在实际的工程项目当中,测量数据往往呈现出空间性颇为突出、更新频次较为频繁以及数据量相当庞大等诸多特点。而传统的那种依靠手工来进行归档处理或者采用静态的方式去存储数据的做法,已然很难契合工程方面对于数据实时性以及集成化方面的需求了。借助 GIS 平台去建立起测量数据库,不但能够达成对空间数据以及属性数据进行统一管理的目的,而且还能凭借空间索引以及关系模型来迅速完成数据的分类操作、检索任务以及调用事宜<sup>[2]</sup>。在建库的整个过程中,通常得依照项目的具体需求去精心设计出科学合理的数据库结构,这里面就涵盖了图层分类方面的考量、字段设置的相关事宜、数据编码规范的具体规定、空间参考系统的合理选定等等诸多内容,务必要确保不同类型的测量数据,像是点状数据、线状数据、面状数据以及三维模型数据等,能够在数据库里得到有序且规范的组织安排,并且还能够充分支持针对数据展开多尺度、多维度的空间分析工作。

## 3 基于 GIS 的工程测量数据分析技术

### 3.1 空间数据分析方法

空间数据分析方法乃是基于 GIS 的工程测量数据分析技术当中的基础部分,更是其核心所在。该方法借助对空间位置、几何特征以及它们相互之间关系展开细致挖掘的方式,给工程规划、设计、施工还有管理工作给予科学层面的依据。在工程测量活动当中,所采集到的诸多数据从本质方面来讲全都是空间数据,具备清晰明确的位置属性以及拓扑关系。空间数据分析方法恰好是凭借这些特性,针对数据展开多维度且多尺度的综合性处理工作。常见的分析方法涵盖了缓冲区分析、叠加分析、邻近分析、网络分析、空间插值、趋势面分析、可达性分析等等。举例来讲,在开展选址或者路线规划相关事宜的时候,能够凭借缓冲区分析来确定工程设施和周边环境之间最为理想的、最安全的距离;借助叠加分析,把测量数据同地形、土地利用、管线分布等多种多样的空间信息加以综合,以此来辅助达成科学决策的目的。

### 3.2 三维建模与可视化分析

三维建模以及可视化分析属于基于 GIS 的工程测量

数据分析技术里的关键构成部分,其借助把二维测量数据转变为三维空间模型的方式,可直观呈现地形地貌、建筑结构还有工程现场的空间形态,这使得数据的表达能力以及应用效果都得到了大幅度的提升。三维建模一方面能够体现出测量点的空间坐标与高程信息,另一方面还能够融入纹理、材质等各类属性,进而达成对工程对象的真实再现,助力工程师以及决策者更为详尽且精确地去理解现场的实际状况。在工程测量方面,凭借激光扫描、无人机航测以及地面测量等多种不同来源的数据,并且联合 GIS 平台所具备的空间数据处理功能,去构建起细致精准的三维数字高程模型(DEM)、数字地表模型(DSM)以及三维实体模型,以此来对地形的起伏状况、建筑物的高度情况、地下管线等相关事宜展开立体化的分析工作。三维可视化技术运用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)还有动态图形展示等手段,能够让复杂的空间信息变得更加鲜活直观,方便针对施工模拟、方案比选、风险评估以及工程监测等方面开展相应工作。

### 3.3 地形分析与断面分析

地形分析以及断面分析,在基于 GIS 的工程测量数据分析技术里面,属于极为关键的内容。借助对地形呈现出的起伏状况以及其空间形态展开细致剖析,进而能为工程设计环节、工程施工进程以及环境评价方面给予科学层面的依据。地形分析主要是借助数字高程模型也就是 DEM,还有数字地表模型即 DSM 这类空间数据,针对地表的坡度情况、坡向特点、起伏程度、流域分布状态等展开定量方面的计算操作,并且实现空间可视化的呈现效果,以此助力工程师去识别地形所具有的各类特征,同时对地质灾害风险予以评估,还可对施工方案做出优化处理<sup>[3]</sup>。在实际的应用场景当中,地形分析能够将项目所在区域的自然条件给揭示出来,像是山体出现的陡坡情况、存在凹陷的洼地情形、水流所经过的路径等等,这对于合理地规划道路的走向、排水系统的设置以及基坑的设计事宜都是很有帮助的。而断面分析,则是在特定的路径或者剖面线上去提取地形的高程相关信息,通过绘制纵断面图以及横断面图的方式,直观地反映出地形的变化情况以及土方量的计算结果,从而对工程量的估算工作以及施工工艺的选择事宜起到支持作用。

### 3.4 工程变化监测与动态分析

工程变化监测以及动态分析属于运用 GIS 技术针对工程测量数据展开时序性与空间性综合运用的关键走向,其目的在于达成对工程项目各个阶段空间变化的实时监控以及科学评定。经由对不同时间段所采集的测量数据加以对比分析,凭借空间数据的叠加操作、差异检测手段、变化趋势剖析等方式,可精准地识别出地形、结构、环境等层面的变化状况,及时察觉到沉降、位移、裂缝等异常情形,进而为工程安全管理与维护给予强有力的支撑。动态分析不但着眼于静态空间信息,而且着重于时间维度方面的连续性,借助构建多时相空间数据库,达成工程状态的动态可视化以

及预警机制的设立。依托 GIS 平台,变化监测系统能够整合多种来源且具有不同结构的数据,像无人机影像、激光扫描点云、传感器实时数据等等,能够支持大数据的处理以及云端的共享,大幅度提升监测的精确度与时效性。

## 4 技术发展趋势与研究方向展望

基于 GIS 的工程测量数据自动化处理与分析技术当下正处在快速发展的进程之中,并且持续不断地进行着创新尝试。就未来的发展态势而言,其主要会呈现出智能化、集成化以及实时化这三个方面的特点。随着人工智能、机器学习还有大数据等相关技术得到日益广泛的应用,工程测量数据的自动化处理将会变得更加智能化起来。如此一来,便能够达成自动对异常情况进行检测、依靠智能方式去纠错以及实现自适应的数据清洗与分析等目标,进而使得数据处理的效率以及准确性都得以大幅度地提升<sup>[4]</sup>。鉴于多源异构数据的数量在不断增加,GIS 平台在未来会进一步强化自身与遥感技术、物联网、云计算以及边缘计算等展开深度的集成工作。通过这样的方式,可以实现测量数据在不同平台之间的共享以及从多个维度去进行融合,进而构建起更为完善的工程空间信息体系。而实时化同样也是未来极为重要的一个发展方向。借助 5G 通信以及传感器网络所提供的支持,测量数据能够做到近乎实时地完成采集、传输以及分析等一系列操作,以此来满足工程项目对于动态监控以及快速响应方面的需求。

## 5 结语

基于 GIS 的工程测量数据自动化处理以及分析技术,在提升数据管理方面的效率、增强针对空间的分析能力还有给予工程决策有力支持等方面,均有着颇为重要的作用。伴随技术不停地向前推进,像自动化处理、三维建模以及动态监测等一系列方法,也一天比一天更加成熟起来,进而为工程测量数据迈向智能化应用筑牢了稳固的基础。在未来的发展进程中,需要持续不断地去深化 GIS 和人工智能、大数据等相关技术之间的融合程度,促使测量数据处理朝着更高的精度标准、更强的实时性要求以及更为广泛的应用范畴方向去发展。

### 【参考文献】

- [1]吴斌.工程测量中 GIS 技术和数字化测绘技术的应用研究[J].科技资讯,2025,23(3):131-133.
- [2]刘伟波.基于 GIS 系统的智能建筑测量数据处理与分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(3):184-186.
- [3]涂小青.工程测量中的三维 GIS 技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(5):123-125.
- [4]武兴.工程测量中 GIS 技术和数字化测绘技术的应用[J].中国住宅设施,2022(3):91-93.

作者简介:惠清聪(1992.1—)毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:测绘工程(摄影测量与遥感),当前就职单位名称:甘肃国图测绘地理信息有限公司,单位职务:航测部门经理,职称:中级工程师。