

# Research on Standardization Processing and Fusion Technology for Multi-source Heterogeneous Surveying and Mapping Data Sets

Xin Zhang

The 32023 Unit of the People's Liberation Army of China, Shenyang, Liaoning, 116023, China

## Abstract

This study systematically investigates standardization processing and fusion technologies to address the challenges of efficient integration and utilization of multi-source heterogeneous surveying data, which often suffer from inconsistencies in benchmarks, formats, and precision. By analyzing the characteristics and application scenarios of integrated space-air-ground surveying data, the research focuses on key methodologies including coordinate benchmark unification, format and precision standardization, data cleaning, and quality optimization. A comprehensive fusion algorithm framework is established at pixel-level, feature-level, and decision-level, accompanied by a full-process technical roadmap encompassing data preprocessing, registration, fusion computation, and quality evaluation. Findings demonstrate that standardized processing effectively resolves data heterogeneity issues, enhances data compatibility and usability, while optimized fusion techniques enable seamless integration of multi-source surveying data. The outcomes can be widely applied across smart city development, natural resource management, engineering construction, and emergency surveying scenarios. This study provides technical guidance for integrated application of surveying and geographic information data, contributing to advancements in data integration technologies.

## Keywords

multi-source heterogeneous surveying and mapping data; standardization processing; data fusion

# 多源异构测绘数据集的标准化处理与融合技术研究

张新

中国人民解放军 32023 部队, 中国·辽宁 沈阳 116023

## 摘要

文章就多源异构测绘数据由于基准、格式、精度等各方面的不一致而难以高效融合利用的问题, 对标准化处理和融合技术进行了系统的研究。通过梳理空天地一体化测绘数据的特征和应用场景, 重点论述坐标基准统一、格式和精度标准化、数据清洗和质量优化等主要处理方法, 建立像素级、特征级、决策级的融合算法体系, 给出数据预处理、配准、融合计算、质量评价的全流程技术路线。经过研究得知, 对测绘数据进行标准化处理可以很好地消除数据异构问题, 提高数据的兼容性以及可用性, 优化后的融合技术可以实现多种来源测绘数据的整合, 其成果可以被广泛应用到智慧城市、自然资源管理、工程建设和应急测绘等各个领域。本文能够为测绘地理信息数据一体化应用提供技术上的指导, 推动测绘地理信息数据一体化技术发展。

## 关键词

多源异构测绘数据; 标准化处理; 数据融合

## 1 引言

在数字经济和测绘技术深度融合的大背景之下, 测绘数据成了智慧城市建设、自然资源管理、地理信息服务等各个领域的重要生产资料。目前测绘数据源呈多源化、异构化特点, 航空摄影测量、卫星遥感、地面激光雷达、无人机航测等技术同时使用, 各个数据集之间坐标系、精度、格式、分辨率等各方面差别很大, 严重影响了数据的高效利用和深

度挖掘。怎样解决多源异构测绘数据集标准化处理的难题, 创建起高效、精确的数据融合技术体系, 就成了测绘地理信息领域迫切需要解决的重大问题。本文主要针对多源异构测绘数据集标准化处理和融合技术进行研究, 分析现有技术瓶颈, 寻找改进途径, 给测绘数据一体化应用提供理论和技术支持。

## 2 多源异构测绘数据概述

### 2.1 多源异构测绘数据的特征

多源异构测绘数据是通过航空摄影测量、卫星遥感、地面激光雷达、无人机航测、GNSS 测量等不同的技术手段

【作者简介】张新(1998-), 男, 中国辽宁昌图人, 助理工程师, 从事数据管理研究。

获得的测绘数据集合，其主要特点就是多源性和异构性这两个方面。多源性指的是数据来源的多样，不同的测绘技术所采用的观测原理、传感器种类、作业环境存在着较大的差别，从而形成起一个空、天、地相融合的立体化数据系统，异构性指的是数据在坐标系、精度等级、格式标准、分辨率、采样频率等各方面的不一致，卫星遥感数据的分辨率相差很大，激光雷达数据是以点云的形式存储的，航测数据是以影像的形式存储的，各种数据的坐标基准、精度指标也存在着

明显的差别。同时多源异构测绘数据还具有时空覆盖互补性，不同的数据源在观测范围、时效性、细节精度上各有利弊，可以对地理空间信息进行全方位、多维度的刻画，但是也给数据的统一处理和融合应用带来技术难题<sup>[1]</sup>。

从图1可知，多源测绘数据主要分为天基、空基、地基三类，覆盖范围、数据形式、精度特点各不相同，但是都存在着坐标系不统一、格式异构、精度不一致的问题，为之后标准化处理和融合指明了方向。



图1 空天地一体化多源测绘数据体系

## 2.2 多源异构测绘数据的应用价值

多源异构测绘数据是测绘地理信息产业的主要生产要素，具有很高的应用价值，在各个领域都有广泛的应用。智慧城市创建之时，多源异构数据可以支撑城市三维建模，管网规划，交通调度等工作，给城市精细化管理赋予精确的地理信息支撑，在自然资源管理方面，可应用于国土空间规划，生态保护监测，矿产资源勘探，助力自然资源的高效管控和可持续利用，在工程建设方面，可为公路，铁路，水利等重大工程的勘察设计，施工监测，竣工验收提供全流程测绘服务，保证工程质量与安全，在应急救援方面，可以迅速获取灾区地理信息，为灾情评估，抢险救援，灾后重建提供数据支持。多源异构的测绘数据可以给导航定位、智慧农业、文化旅游等各个领域提供数据支持，使地理信息服务更加多样化、智能化，成为数字经济时代战略性资源。

## 3 多源异构测绘数据标准化处理关键技术

### 3.1 坐标与基准统一处理

坐标与基准统一是多源异构测绘数据标准化处理的第一步，它的主要目的就是消除各个数据源在空间参考上的差异，使数据在同一个空间框架内准确地匹配起来。目前测绘数据常用的坐标系有2000国家大地坐标系、1980西安坐标系、地方独立坐标系等，卫星遥感、无人机航测、地面激光雷达等数据一般采用不同的基准，造成空间位置偏移，不能直接融合。处理时首先要确定统一的目标基准，首选2000国家大地坐标系作为通用标准；其次利用七参数转换、四参数转换等数学模型来实现不同坐标系之间的严密转换，保证平面位置和高程精度满足规范要求；最后对高程基准进行统一，将1956黄海高程、1985国家高程等不同的基准数据换

算到同一个高程系统中，消除垂直方向的误差，为后面的数据融合提供空间基础<sup>[2]</sup>。

### 3.2 数据格式与精度标准化

数据格式和精度标准化属于达成多源数据互相兼容互通的重要部分。测绘数据常见的格式有影像格式（TIFF、JPG），点云格式（LAS、PLY），矢量格式（SHP、GDB），栅格格式等，不同的软件和平台对于数据格式的支持存在差异，需要使用格式转换工具进行统一化处理。可以使用专业的测绘软件对异构格式进行批量转换，保证数据在同一个系统中可以被读取、编辑和分析。就精度标准化而言，对于卫星遥感、航空航测、地面测量等数据分辨率、点位精度不同的情况，利用重采样、精度配准、分辨率归一化等方式把各种精度的数据调整到同一个精度等级上。对低精度数据做精度提升处理，对高精度数据做合理的降采样，在满足应用需求的基础上达到数据精度可控、可比、可用的目的。

### 3.3 数据清洗与质量优化

数据清洗和质量改善就是去除重复的信息，改正错误的信息，补充缺少的部分，从而加强测绘数据的完备程度和可信度。多源异构数据采集和传输中会遇到噪声点、重复数据、异常值、信息缺失等各方面的信息，从而影响到融合成果的质量。数据清洗阶段用算法自动识别并剔除激光雷达点云噪声、重复矢量要素、无效影像像元，对缺失的空间坐标、属性信息做插值补充；质量优化阶段按照测绘行业规范对数据进行全方位的检核，包含空间位置检核、属性逻辑检核、拓扑关系检核等，及时纠正位置偏移、属性错误、拓扑冲突等状况。经过标准化清洗和优化之后，数据的冗余度降低、

准确性提高、完整性加强,可以达到高质量的数据融合以及实际工程应用的基本需求<sup>[3]</sup>。

## 4 多源异构测绘数据融合技术与实践路径

从表1中可知,多源数据融合分为预处理融合、特征

级融合、决策级融合、成果融合这四个阶段,在处理对象、技术重点、适用场景上存在较大的差别。实际应用时要依照数据种类和业务目的来挑选相应的融合途径,从而保证处理效率和成果精度。

表1 多源测绘数据融合技术层级与应用对比

融合阶段	主要技术内容	适用数据类型	典型应用场景
预处理融合	坐标统一、格式转换、精度配准	影像、点云、矢量、栅格	基础地理信息库建库
特征级融合	特征提取、边缘匹配、要素关联	航测影像、LiDAR点云、卫星影像	智慧城市三维建模
决策级融合	结果综合、可信度评估、成果优化	多期监测数据、多平台观测数据	自然资源监测、应急测绘
成果融合	可视化渲染、数据库入库、服务发布	标准化后多类型测绘成果	导航地图、国土空间规划

### 4.1 数据融合核心算法与模型

多源测绘数据融合依靠高效的稳定算法和模型来支撑,按照融合层次可以分为像素级、特征级、决策级三类,各个层级的适用场景和技术特点也不同。像素级融合直接对原始数据进行叠加整合,保留细节最完整,适合影像数据融合,常用算法有加权平均法、主成分分析法、IHS变换法等;特征级融合先提取边缘、轮廓、地物要素等特征信息再整合,兼顾精度和效率,常用的特征提取和匹配算法、神经网络模型等,适用于点云和影像的融合;决策级融合在各个数据源独立分析的结果基础上综合判断,得出最终的决策结论,抗干扰能力强,常用模糊推理、专家系统、深度学习模型。实际应用时要依照数据类型、精度要求、应用场合来挑选适合的算法,经由算法组合以及参数调节加强融合的效果,保证融合成果的准确性和实用性。

### 4.2 融合流程构建与效率提升

标准化、流程化的融合体系是实现多源数据高效整合的保证,完整的融合流程包括数据预处理、特征提取、匹配配准、融合计算、质量评价、成果输出六个环节。首先对标准化后的数据进行格式校验、范围裁剪、辐射校正等预处理,然后根据统一基准对多源数据进行自动配准和精确匹配,防止出现错位或者偏差,接着选择相应的算法来执行融合计算,得到一体化融合数据,最后采用精度评定、误差分析、可视化检查等方式对质量进行评价,保证成果合格。为了提高处理效率,可以采用并行计算、云计算、自动化处理等技术,建立批处理过程,减少人工干预,实现数据导入、处理、融合、输出全过程的自动化。同时对数据存储结构进行优化,用轻量化的方式降低算力消耗,提高大规模多源异构数据处理的速度以及稳定程度<sup>[4]</sup>。

### 4.3 融合成果应用与未来发展

经过标准化处理和融合之后的多源测绘数据成果具有高精度、全要素、多维度的特点,被广泛地应用到智慧城市、自然资源、工程建设、应急救援等各个领域。在智慧城市中

支撑三维建模、城市仿真、智慧交通、管网管理;在自然资源领域服务国土空间规划、生态监测、耕地保护、矿产勘查;在工程领域服务线路勘察、施工监测、竣工验收;在应急领域快速提供地形地貌、受灾范围等关键信息。未来由于人工智能、大数据、物联网和测绘技术的融合会更加紧密,数据融合也会朝着自动化、智能化、实时化方向发展。依靠深度学习的智能配准、自动融合、质量自检技术会越来越成熟,空天地一体化实时数据融合系统将会被广泛使用,从而提高测绘数据服务的能力,促进测绘地理信息产业由数字化、智能化、高效化发展。

## 5 结语

文章对多源异构测绘数据集的技术特点和应用难点进行了系统的整理,从坐标系统一、精度校正、格式标准化、数据去重等几个方面出发,对标准化处理的关键技术进行了深入的研究,针对多源数据融合的算法优化、精度提高等问题给出了系统的解决办法,有效地解决了多源异构数据融合的技术难题。研究结果可以给智慧城市创建、自然资源调查、地理信息更新等领域的测绘数据应用给予重要的支撑。随着人工智能、大数据等技术同测绘领域不断深入融合发展,应该继续寻找智能化、自动化处理、融合技术来提高多源异构数据的处理效率和融合精度,推进测绘地理信息产业向着更高质量、更高效能的方向发展。

## 参考文献

- [1] 王书阳,苏世奇. 基于多源异构数据的全息地形测绘实践 [J]. 测绘与空间地理信息, 2026, 49 (01): 215-217+221.
- [2] 田铨,吴漾,董若烟,等. 基于对称算法的多源异构能源数据快速脱敏方法 [J]. 信息技术与信息化, 2025, (11): 177-180.
- [3] 何清. 基于Teigha.NET和MapWinGIS的多源异构测绘数据管理系统设计与实现 [J]. 安徽地质, 2023, 33 (02): 158-161.
- [4] 梁路,黎剑,霍颖翔,等. 一种非均匀分布数据的非线性标准化方法 [J]. 计算机科学, 2016, 43 (04): 264-269.