

# 基于FME的自动化数据库建设方法及应用实践

曹婷丽, 徐贵阳, 崔悦慧

江苏省测绘工程院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年7月25日; 录用日期: 2025年8月23日; 发布日期: 2025年9月1日

## 摘要

建设自然资源和规划“一张图”数据库是推进国家治理体系和治理能力现代化的重要支撑, 亟需对格式多样、坐标系不统一、多源异构、关系复杂的数据进行整合建库。传统手段效率低下、质量可控性差, 难以满足高精度、标准化的建库需求。针对这一情况, 研究提出了结合FME (Feature Manipulate Engine) 软件全流程自动化建库方法, 形成了数据格式转换、坐标系统一、数据处理、图属融合、规范建库、质量检查等功能模块, 并顺利应用于实际项目中, 有效提升了数据的整合效率与质量, 为自然资源碳汇监测体系构建和生态产品价值实现机制的建立提供高效可靠的数据整合与治理解决方案。

## 关键词

FME, 一张图, 数据库建设, 全流程, 自动化

# Automated Database Construction Method and Application Practice Based on FME

Tingli Cao, Guiyang Xu, Yuehui Cui

Jiangsu Province Surveying and Mapping Engineering Institute, Nanjing Jiangsu

Received: Jul. 25<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2025; published: Sep. 1<sup>st</sup>, 2025

## Abstract

The construction of the “One Map” database for natural resources and planning is an important cornerstone for advancing the modernization of the national governance system and capacity. There is an urgent need to integrate and build databases from data with diverse formats, non-unified coordinate systems, multi-source heterogeneity, and complex relationships. Traditional methods are inefficient, have poor quality control, and struggle to meet the requirements of high-precision and standardized database construction. To address this issue, this study proposes a full-process automated database construction method integrating FME (Feature Manipulation Engine) software. It forms functional modules covering data format conversion, coordinate system unification, data

processing, map-attribute integration, standardized database construction, and quality inspection. This method has been successfully applied in practical projects, effectively improving the efficiency and quality of data integration, providing efficient and reliable data integration and governance solutions for the development of a natural resource carbon sink monitoring system and the establishment of an ecological product value realization mechanism.

## Keywords

FME, One Map, Database Construction, Full Process, Automation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在数字经济蓬勃发展的时代背景下，数据价值不仅体现在量的积累，更侧重于应用价值的释放。自然资源部办公厅 2019 年印发《关于全面开展国土空间规划工作的通知》(自然资办发〔2019〕38 号)，要求全面开展国土空间规划“一张图”建设和市县国土空间开发保护现状评估工作[1]。当前，随着自然资源信息化建设的快速推进，数据聚集空间规划、国土调查、林草资源及三维模型等多领域，数据格式多样、坐标系不统一、多源异构、关系复杂[2]，数据质量参差不齐，如何高效准确统筹各方数据，对数据资产有效梳理、整合并加以利用，建设自然资源和规划“一张图”数据库，已成为自然资源管理数字化转型中的关键挑战[3]。

本文结合典型案例，研究 FME 在自然资源和规划“一张图”数据库建设中的应用，提出一套结合 FME 软件的建库方案，并总结定制了数据批处理工具，高效准确地完成多源数据的格式转换、坐标系统一、数据清洗以及数据建库，解决了多源异构数据的整合难题，形成标准统一、数据完整的核心数据库，全面提升了自然资源各领域的的数据质量和综合应用能力。

## 2. 研究方法

“一张图”数据库建设过程中，需要充分整合原国土、原规划、原林业以及其他专题数据，对各类数据进行全面梳理，建立数据资源目录体系[4]。在此基础上，对各类数据进行加工处理、整合建库，并对建库结果进行质量检查，最终形成“一张图”数据库，具体建库流程如图 1 所示：

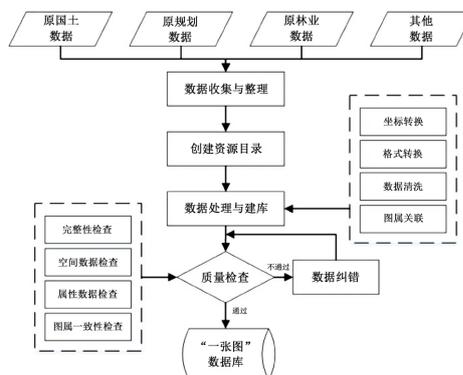


Figure 1. Database construction process

图 1. 数据库建设流程

由于自然资源领域数据来源多、体量庞大、质量参差不齐，数据处理工序复杂，工作量大，且处理完成后，质量检查也是极为重要的一步，依靠传统的作业方式和工具都无法满足要求，且效率低下。笔者通过大量尝试与实践，发现借助 FME (Feature Manipulate Engine)可快速准确地完成这些工序。

FME 是加拿大 Safe Software 公司推出的空间数据转换处理系统，实现超过 300 多种数据格式之间的转换。FME 不仅支持多种空间数据格式的转换，还能将丰富的 GIS 数据处理功能结合在一起，提供图形化界面和可视化定义原始数据与目标数据之间的图形与属性的对应关系，为数据库建设与质量检查提供高效、可靠的手段[5] [6]。

## 2.1. 数据处理

在自然资源领域，数据资源普遍面临多源异构特性：空间数据格式涵盖 DWG、SHP、MDB 等十余种格式，坐标系存在 CGCS2000、WGS84、地方独立坐标系等多重标准，数据版本更迭导致要素编码体系差异显著，且数据质量呈现碎片化特征。参照数据标准，对数据进行分析、比对和整合。对空间数据进行格式转换、坐标统一以及数据清洗，尤其是大量数据成果以 CAD (.DWG)格式存储，在图形属性一体化表达、地理要素编码方式和空间分析能力等方面存在不足[7]，难以满足数据库建设需求，FME 作为一种强大的空间数据转换处理系统，能够实现多种数据格式之间的转换，并结合丰富的 GIS 数据处理功能，可以实现 CAD 数据到 GIS 数据的无损转换[8]。对于非空间数据则进行空间化或保留源格式进行分类整理。

## 2.2. 数据建库

数据库的建立，需参照相关数据标准，建立标准数据库结构，将处理完成的数据进行读取分析，与标准结构建立映射关系，统一字段度量单位，规范数据组织形式，形成完整、一致的“一张图”核心数据库[9]。传统手工建库方式耗时耗力，且容易出错，借助 FME 进行数据库结构表制作、字段映射、几何类型映射、schema 构建等，可实现自动化建库，并且可以动态输入运行参数，无需每次使用修改模板，大大提高了效率并减少了错误。

## 2.3. 质量检查

数据建库的质量直接影响数据的分析、挖掘和应用，因此数据入库完成后，为保证数据的完整性与准确性，需进行质量检查，主要包括完整性检查、空间数据基本型检查、属性数据标准性检查、图属一致性检查等[10]。借助 FME 制定质检工具，对数据进行质量检查，检查通过的数据则进行入库操作，未通过的反馈质检结果，进行数据纠错，直至检查通过后入库。通过构建质量检查方案，实现数据规范性、逻辑性、完整性、空间拓扑、数据精度等全面的质量检查，形成质量管理闭环。

# 3. 案例研究与结果

## 3.1. 数据概况及分析

经过对某市自然资源领域数据的调研分析，收集并汇总了基础地理、遥感影像、土地、矿产、林地、森林、湿地等各类自然资源数据和原规划管理部门数据城乡规划、专项规划等数据，数据中存在大量 CAD 数据，需要将这些数据转为 GIS 格式，完整地保留其数据结构、图形和属性信息，按照相应规范进行建库。

## 3.2. 数据处理

### 3.2.1. 格式转换

DWG 格式的数据要素符号表达复杂多样，属性存储困难，与 GIS 数据交互不便，在转换过程中，需要兼顾图形信息和属性信息转换的正确性。我们转换的过程为数据获取、属性暴露、几何过滤、图属关

联、要素提取。在 FME Workbench 中创建一个工作工程，通过读模块读取 DWG 数据，然后进行图形的预处理，再将所需的属性进行暴露，通过 Geometry Filter 工具进行几何过滤，分离出点、线、面和注记要素，在 Attribute Manager 中通过设置条件值，将不同要素分别与数据库标准图层进行对照映射。

### 3.2.2. 坐标系转换

收集到的数据存在多种坐标系，例如：Xian 1980、Beijing 1954、地方坐标系等，所有数据均需统一到 2000 国家大地坐标系。通过 FME 中的 Affine Warper 工具，实现数据仿射变换，借助 Coordinate System Setter 将数据定义为 2000 国家大地坐标系，实现坐标系的统一。

本次案例中，DWG 数据大多非 2000 国家大地坐标系，因此将数据格式转换和坐标系转换两个模块融合到一个工具中，保存为 fmw 格式的文件(图 2(a))，使用过程中可以按需选择所需转换的 DWG 数据和对应坐标系的转换参数文件(图 2(b))，高效准确地完成格式转换及坐标统一。

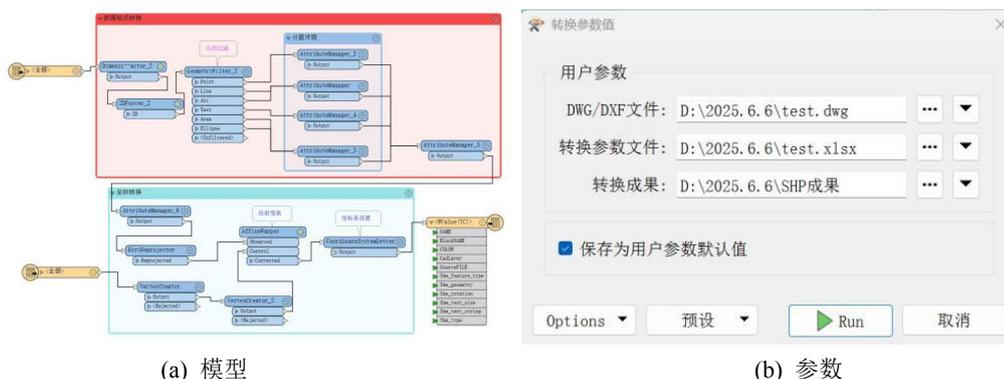


Figure 2. Format conversion, coordinate conversion model and parameters  
图 2. 格式转换、坐标转换模型与参数

### 3.2.3. 其他处理

分幅 CAD (如地形图)转换过程中会出现被图廓分割的要素，需按照一定规则进行接边合并。主要借助 Intersector 工具将面要素转为线要素，利用 Spatial Filter 进行空间关联选出与图廓相交的要素，对待合并的要素与图廓线做擦除处理，消除要素中的图廓线，再通过 Area Builder 进行面重构，以达到消除图廓线的目的(图 3(a))。在接边过程中，需要通过大量的分析和尝试，设置合适的容差值(图 3(b))，以确保接边完成度和准确性。

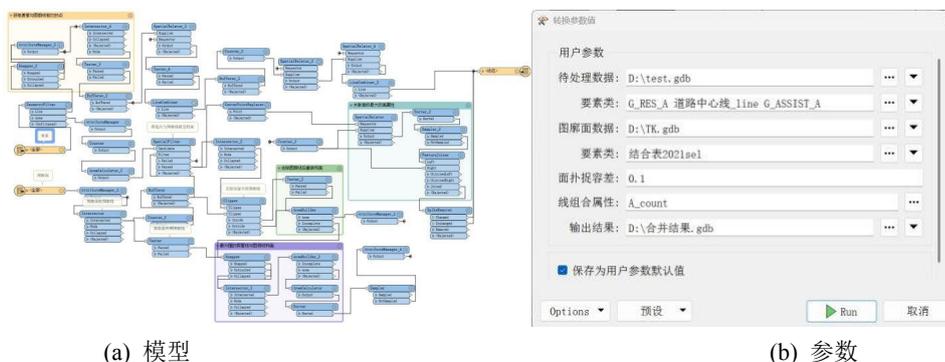


Figure 3. Element edge model and parameters  
图 3. 要素接边模型与参数

CAD 数据对于注记, 例如水系注记、道路注记等, 每个字以独立的文本存储, 不利于属性获取与图属关联, 需要将独立的文字聚合成完整的名称。首先利用 Vertex Creator 注记转点, 设置阈值, 利用 Area Amalgamator 生成聚合范围, 提取方向线, 通过 Test Filter 将不同走向角度的注记分离开来, 采用不同的聚合方式, 最后通过 List Duplicate Remover 转换器单个面内注记去重, 并进行图属关联(图 4)。

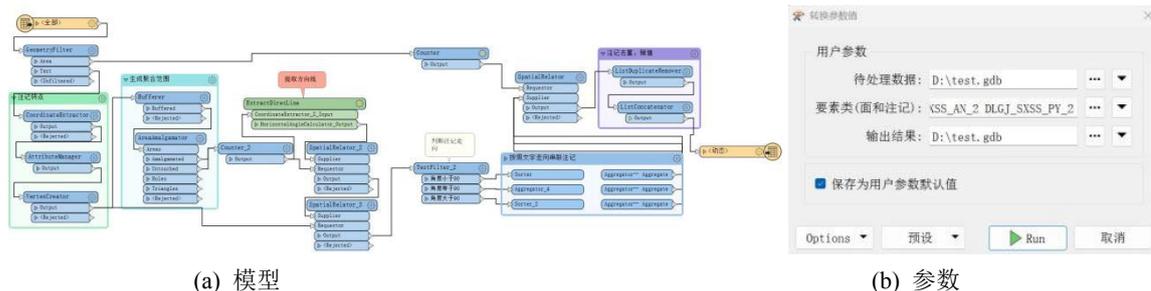


Figure 4. Annotation extraction model and parameters  
图 4. 注记提取模型与参数

依次执行做好的转换及处理工具, 选择“运行工作空间”, 即可进行数据处理, 单独或批量选择需要转换的 DWG 数据, 根据数据情况配置所需的用户参数, 然后设置好输出路径, 点击确定, 根据不同数据的实际情况, 选择是否需要进行要素接边与注记提取。本文选取 DWG 样例数据, 源数据、转换处理过程成果及最终成果如图 5 所示。

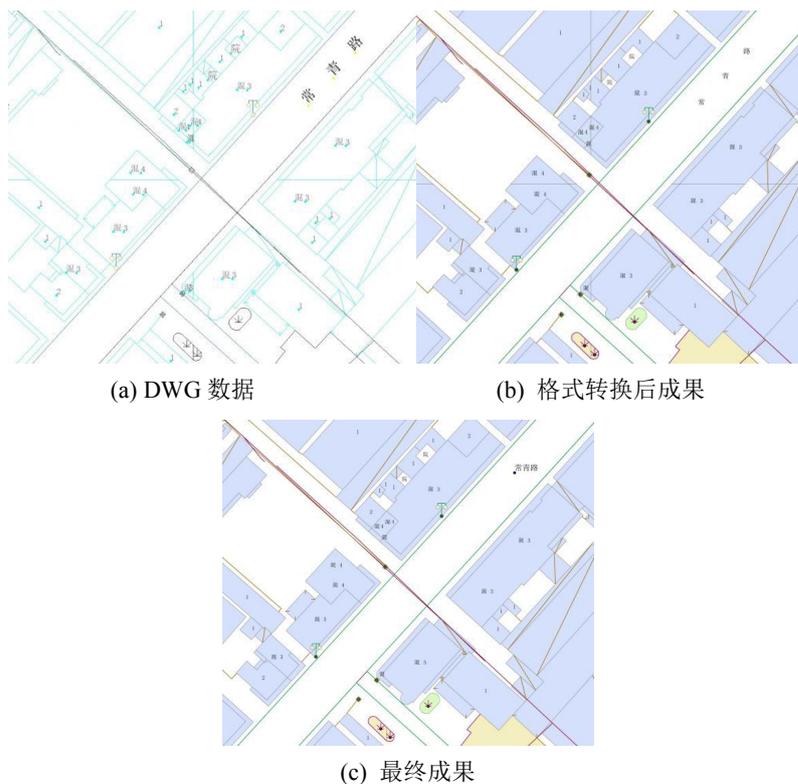


Figure 5. Comparison between source data and outcome data  
图 5. 源数据与成果数据对比

### 3.3. 数据建库

不同类型的数据标准不一，导致数据的图层名、编码和数据类型都不一致，在数据入库过程中需要参照相关数据标准，建立图层结构表，再根据结构表建立标准库结构，并确立数据源与标准库之间的映射关系，完成“一张图”数据库的建设。首先将原始 excel 表构建进行检查与标准化，通过 Feature Reader 读模块读标准的建库表，然后通过 Feature Writer 建立库结构，最后借助自定义转换器 Relatialis 关联别名，完成数据库结构的建设(图 6)。图 7(a)是一个控规数据的数据表，对其进行读取分析，生成标准库结构，包括属性字段(图 7(b))及要素图层结构(图 7(c))，再结合实际数据，建立映射关系，将数据导入进来，完成该数据的建设。

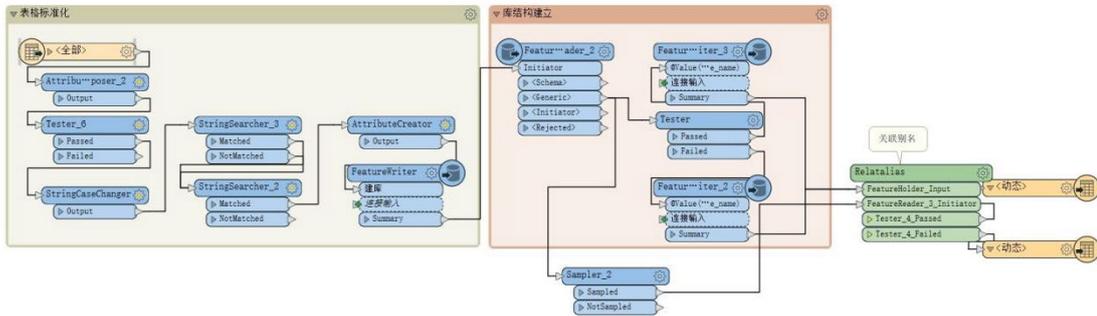


Figure 6. Data database building model  
图 6. 数据建库模型

序号	英文字段	中文字段	数据类型	长度	说明/举例	图层名称	图层中文名称	建库字段类型长度	数据几何类型
1	DesignNo	控规图号	VARCHAR	30	签字栏中的如	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(30)	fme_polygon
2	CtrlSymbol	控规代号	VARCHAR	20	如华区天府宾馆片区控制性详细规划(第3版)控规代号为“2-G-1B”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
3	Code	要素编码	VARCHAR	10	见本标准第6条	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(10)	fme_polygon
4	Name	要素名称	VARCHAR	50	见本标准第6条	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(50)	fme_polygon
5	LandNo	地块编号	VARCHAR	20	地块指标表中的“地块编号”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
6	LandUseCode	用地代码	VARCHAR	20	地块指标表中用地性质的“代码”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
7	LandUseNature	用地性质	VARCHAR	30	地块指标表中的“用地性质”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(30)	fme_polygon
8	LandArea	用地面积	NUMBER		地块指标表中的“地块面积”	KG_DKM_PM	地块面	fme_int16	fme_polygon
9	VolumeRate	容积率	VARCHAR	20	地块指标表中的“容积率”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
10	BuildDensity	建筑密度	VARCHAR	20	地块指标表中的“建筑密度”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
11	BuildHeiLimt	建筑限高	VARCHAR	20	地块指标表中的“建筑限高”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
12	GreenRate	绿地率	VARCHAR	20	地块指标表中的“绿地率”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(20)	fme_polygon
13	Facility	配套设施	VARCHAR	500	地块指标表中的“配套设施及特别说明”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(500)	fme_polygon
14	CompNatureCode	兼容性质代码	VARCHAR	30	地块指标表中兼容用地性质的“代码”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(30)	fme_polygon
15	CompNature	兼容性质	VARCHAR	100	地块指标表中的“用地兼容性”	KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(100)	fme_polygon
16	CompScale	兼容比例	NUMBER	20	填写百分数	KG_DKM_PM	地块面	fme_int16	fme_polygon
17	ControlAsk	控制要求	VARCHAR	100		KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(100)	fme_polygon
18	InputDate	入库时间	DATE			KG_DKM_PM	地块面	fme_datetime	fme_polygon
19	EndDate	入库消失时间	DATE			KG_DKM_PM	地块面	fme_datetime	fme_polygon
20	Remark	备注	VARCHAR	255		KG_DKM_PM	地块面	fme_varchar(255)	fme_polygon

(a) 数据结构表



Figure 7. Example of library structure construction  
图 7. 库结构建设实例

### 3.4. 质量检查

入库完成后，为保证数据的完整性与准确性，进行质量检查，制定数据相应检查细则，例如基础正确性检查、坐标系准确性检查、数据范围检查、自相交检查、拓扑检查、属性完整性检查、属性字段规范性检查、图属一致性检查等。质检项目繁多，数据量大，同样基于 FME 定制了质检工具(图 8)，对数据进行质量检查，检查通过的数据则进行入库操作，未通过的反馈质检结果，检查记录以 excel 的格式输出(图 9)，作业员参照检查记录对数据进行修改，直至检查通过。

1. 坐标系正确性检查.fmw
2. 数据范围检查.fmw
3. 几何自相交检查.fmw
- 4-1. 点线拓扑检查.fmw
- 4-2. 点面拓扑检查.fmw
- 4-3. 线面拓扑检查.fmw
5. 属性完整性检查.fmw
6. 图属一致性检查.fmw

Figure 8. Quality inspection tools  
图 8. 质检工具

- 属性检查记录.xlsx
- 数据范围检查记录.xlsx
- 拓扑检查记录.xlsx
- 图属一致性检查记录.xlsx
- 自相交检查报告.xlsx
- 坐标系检查报告.xlsx

Figure 9. Quality inspection records  
图 9. 质检记录

### 3.5. 性能评估

为定量评估本方法的优势，设计对比实验：选取某市 100 幅典型 DWG 数据，分别采用本文提出的 FME 自动化处理流程和传统人工处理方法进行处理、建库和质检。

为全面衡量方法效能，我们选取了三个核心维度进行量化对比：

(1) 处理效率：完成 100 幅数据全流程处理所需的总时间(小时)。

(2) 质量提升：通过自动化质检工具发现的错误数量与传统方法发现的错误数量对比，计算关键错误类型的减少率(%)。具体指标包括：拓扑错误减少率(如面缝隙、重叠)、属性缺失减少率(必填字段缺失)、图属一致性错误减少率。

(3) 人力成本：完成 100 幅 DWG 数据处理、建库和质检所需投入的人工时长(人天)。

对比指标及结果如下表 1 所示：

**Table 1.** Quantitative comparison of performance between FME automation method and traditional manual method  
**表 1.** FME 自动化方法与传统人工方法性能量化对比表

评估维度	具体指标	FME 自动化方法	传统人工方法	提升/降低效果
处理效率	总耗时	约 5.2 小时	约 120 小时	效率提升约 95.7%
	拓扑错误(条)	324	1803	降低 82%
质量提升	属性缺失(条)	3	850	降低 99.4%
	图属一致性错误(条)	150	600	降低 75%
人力成本	所需人工投入	约 0.6 人天	约 14 人天	成本降低约 95.7%

实验结果表明，基于 FME 的全流程自动化建库方法在处理效率、数据质量和人力成本三个关键维度上均显著优于传统人工方法。该方法不仅大幅缩短了项目周期，显著提高了数据成果的准确性和规范性，还极大地节约了人力资源投入。

## 4. 讨论

本研究提出的基于 FME 的自动化建库方法在实践中取得了显著成效，其优势主要体现在高效性、高质量、灵活性、低成本。通过模块化、流程化的 FME 工作空间设计，实现了数据处理、建库、质检的批量自动化运行，极大提升了工作效率。严格的流程控制和定制化的质检工具，有效减少了人工操作引入的错误，确保了数据转换、整合和入库的准确性与规范性。FME 强大的数据转换和处理能力，能够适应多源异构数据的整合需求，且工作空间易于根据具体项目标准和数据进行调整复用。自动化大幅降低了对专业 GIS 操作人员的持续高强度依赖，显著节约了人力成本和时间成本。

然而，本方法也存在一定的不足。对于 DWG 数据中极其复杂或非标准的符号化表达、块参照嵌套、自定义实体等，自动转换可能仍需一定人工干预进行后处理或规则优化。面对数据源中存在的严重逻辑错误、极度模糊的注记或破损的图形，自动化规则可能难以完美处理，仍需人工判断。接边容差、注记聚合阈值等关键参数需要根据数据实际情况进行经验性调优，存在一定的学习成本。

## 5. 结论

本文系统阐述了 FME 在自然资源和规划“一张图”数据库建设全流程中数据处理、建库实施及质量检查等核心环节的具体应用。结合实际案例，梳理了某市由源数据实现自然资源和规划“一张图”数据库建设的技术流程，并提炼了各环节数据处理的关键技术要点。深入研究了 FME 软件在数据库建设中的创新思路，给出了数据处理模型的构建方法和参数设置等技术细节，形成了包含数据格式转换、坐标系

统一、数据处理、图属融合、规范建库、质量检查等功能的模块化工具集。实践表明,该方法有效解决了多源异构数据同化难、传统人工建库效率低、质量可控性差等行业痛点,显著提升了数据整合效率与成果质量,为同类“一张图”数据库建设项目提供了可复制的技术路径与管理经验,具有显著的推广应用价值。

尽管本方法取得了良好效果,但仍存在局限性:一是对 DWG 数据中极其复杂或非标准表达的自动化处理能力有待提升;二是对数据源中存在的严重逻辑错误或模糊信息的智能化处理不足;三是部分关键参数仍需经验性调优。未来研究将着重于:1) 探索结合人工智能技术(如计算机视觉、自然语言处理)增强对复杂表达和模糊信息的智能识别与处理能力;2) 深化自动化工具在三维数据、实时数据整合中的应用。这将进一步提升“一张图”数据库建设的自动化、智能化水平,为自然资源精细化管理提供更强大的数据底座。

## 项目基金

江苏省自然资源科技项目(编号:JSZRKJ202409)。

江苏省生态产品价值实现工程研究中心。

## 参考文献

- [1] 王训霞,徐贵阳,赵占荣.面向自然资源管理的血缘分析技术研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(7):68-71.
- [2] 李观石,季玉洁,蔡勇.自然资源和规划“一张图”系统的设计与实现——以常州市武进区为例[J].江苏科技信息,2024,41(9):133-136.
- [3] 陶超,周俊晖,侯祥意.自然资源数据治理体系构建和应用[J].城市勘测,2021(2):46-51.
- [4] 陈艳艳,陈礼金,吴龙强.浅谈国土空间基础信息平台的数据融合方案[J].测绘与空间地理信息,2021,44(8):64-67.
- [5] 陈影,程耀东,闫浩文.利用 FME 进行 GIS 数据的无损转换[J].测绘科学,2007(2):75-77+179.
- [6] 李瑞霞,杨敏,邓喀中.基于 FME 的 GIS 到 CAD 数据“无损”转换[J].测绘通报,2009(5):55-59.
- [7] 李逵.FME 在基础地理信息数据库建设中的应用研究[J].测绘通报,2016(3):115-117.
- [8] 杨帆,薄成.基于 FME 的 DWG 数据到 ArcGIS 转换的应用研究[J].测绘科学,2012,37(2):143-145.
- [9] 钱育君,胡伟.市级自然资源和规划“一张图”数据体系构建与应用——以常州市为例[J].自然资源信息化,2023(2):46-53+45.
- [10] 张志友.基于 FME 的 CASS 地形地籍入库数据质量检查方法研究[J].工程地球物理学报,2011,8(4):503-509.