引文格式：张少伟, 左飞航, 王祖亮. 交互式CAD制图数据整合方法及工具设计[J]. 地理空间信息, 2023, 21(4): 85-88. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.04.021

交互式CAD制图数据整合方法及工具设计

张少伟[1]，左飞航[1]，王祖亮[1]
（1. 自然资源部陕西基础地理信息中心，陕西 西安 710054）

摘　要：通过生产流程设计和辅助工具开发，改进了CAD制图数据整合形成空间数据库的作业模式。交互式CAD制图数据整合分为4个阶段，包括制图数据标准化、地理信息数据生产、数据库检查、数据入库，每个阶段均包括计算机和人工处理，开展交互式生产。新的作业模式能够提高数据整合的标准化程度，减少重复工作，提高成果质量。在富平县的实践中，17个区域采用了相同的生产流程和工具，成果数据的错误率低，一致性较高。

关键词：CAD制图数据；数据整合；FME工具
中图分类号：P284　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）04-0085-04

Interactive CAD Cartographic Data Integration Method and Tool Design

ZHANG Shaowei[1], ZUO Feihang[1], WANG Zuliang[1]
(1. Shaanxi Geomatics Center, Ministry of Natural Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: We improved the operation mode of this work through production process design and auxiliary tool development. Interactive CAD cartographic data integration is divided into four stages, including cartographic data standardization, geographical information data production, database inspection and data warehousing. Each stage includes computer and manual processing to carry out interactive production. The new operation mode can improve the standardization of data integration, reduce repeated work and improve the quality of results. In the case of Fuping County, 17 regions adopted the same production processes and tools, resulting in low error rate and high consistency of results data.

Key words: CAD cartographic data, data integration, FME tool

目前，已有多项制图数据向GIS数据转换的研究，但相关研究注重数据格式的自动化转换，未涉及格式转换后的数据整合、拓扑构建、要素表达重构等内容。针对此问题，本研究总结了陕西省富平县“多规合一”试点工作，该工作中收集到的基础资料主要为CAD制图数据，通过技术手段将CAD格式地形图整合形成地理信息数据库，数据整合涉及覆盖范围、坐标体系、数据格式、数据内容等方面的要求[1-5]。数据整合工作应依据地理信息数据字典的要求，设计整合原则和技术方法，整合过程注重大比例尺地理信息数据的空间关系、拓扑关系和数据质量[6-7]。在数据转换和整合工程中，FME是一个较好的工具软件[8-10]，实践证明，本文采取的技术方法具有较强的可操作性，能够为国土空间规划工作开展数据整合提供一定的参考。

1　数据要求和整合原则

由于规划工作中能够收集的资料主要为大比例尺CAD制图数据，开展数据整合之前，必须检查获取的CAD制图数据是否符合要求。

1.1　数据要求

1）数据范围。县级“多规合一”工作所需的基础数据为大比例尺数据，制图比例尺要求1∶500、1∶1 000、1∶2 000，数据范围要求覆盖县城、县级开发区、城镇和重点村庄，其他区域可采用1∶10 000地形图作为基础数据。富平县“多规合一”大比例尺地形图包括1∶1 000和1∶2 000比例尺的CAD地形图，数据范围包括：富平县城、高新技术开发区、齐村镇、宫里镇、薛镇、美原镇、庄里镇、梅家坪镇、曹村镇、老庙镇、流曲镇、淡村镇、张桥镇、刘集镇、到贤镇、荆川村、吕当村。

2）时效性。制图数据的时效性要求为3 a之内，依据实际变化情况，对新增和改建的道路、居民地、水利设施、企事业单位名称进行补测。富平县的CAD制图数据时效性较差，需进行补测，补测的重点为新修、扩建的道路和企事业单位名称。

收稿日期：2022-02-07；修回日期：2023-03-01。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41977062）。
第一作者简介：张少伟（1985—），硕士，工程师，主要从事遥感与GIS应用工作，E-mail：249293519@qq.com。

3）数据格式。制图数据采用矢量数据格式，包括Auto CAD dwg、dxf，避免采用纸质扫描图件。CAD制图数据应符合《GBT 20257.1–2007国家基本比例尺地图图式第1部分：1∶500、1∶1 000、1∶2 000地形图图式》的基本要求。

4）空间参考。收集到的CAD制图数据要求空间参考采用XIAN1980坐标系或CGCS2000坐标系。富平县已经建立了城市独立坐标系统，坐标体系CGCS2000，采用高斯–克吕格投影，3°分带，中央经线108.25°，收集到的大比例尺数据应统一转换到富平县城市独立坐标系统。高程系统均要求采用1985国家高程基准。

5）数据内容。CAD制图数据应涵盖国民经济的重要地理信息，为规划决策提供统一的地理数据基础，包括控制网、水系及附属设施、居民地及附属设施、交通及附属设施、地形地貌、植被和土质、名称和性质注记。

1.2 整合原则

数据整合依据基础地理信息要素数据规范，将1∶1 000、1∶2 000 CAD制图数据整合为地理信息（GIS）数据，整合的基本原则如下：

1）制图数据的空间要素完整、属性信息完整，不降低原始数据精度；

2）数据类型代码依据GB/T 13923–2006《基础地理信息要素分类与代码》；

3）将CAD地形图数据转换为GIS矢量数据，GIS数据表达符合大比例尺数据规范；

4）综合分析地形图中的位置、符号、注记等信息，将居民地、道路、管线、境界、水系、地形等要素，以点状、线状、面状3种形式表示为空间矢量数据；

5）依据数据原始分层和符号确定空间矢量数据的类型代码，并放置在相应的图层；

6）地形图上的注记信息作为属性填写进矢量数据的属性字段；

7）点状符号忽略符号的形状，依据图式提取符号定位点；

8）依据面状表示的要素，需要根据范围进行构面，不需重复表示边线；

9）要求矢量数据的空间拓扑关系正确，要素之间的逻辑关系合理。

2 生产流程设计

交互式CAD制图数据整合采用流程化生产模式，将数据整合工作分为计算机工作和人工工作，从而提高数据整合效率、控制成果质量，试点工作中根据生产流程开发数据生产工具，用于提高数据整合效率，减少人工干预的工作量，开发数据检查工具，用于生产检查和最终检查，提高数据生产和质量控制的自动化程度。交互式CAD制图数据整合分为4个阶段，包括制图数据标准化、地理信息数据生产、数据库检查、数据入库，由计算机辅助人工完成数据生产和检查，每个阶段均包括计算机和人工处理，交互式生产。

2.1 制图数据标准化

市县规划采用的制图数据来自多种来源，数据标准和格式存在不一致，首先将数据格式转化为dwg格式，其次需要统一数据标准。目前最常见的CAD制图数据为CASS标准，因此将CASS标准作为中间转换规格，进行数据检查、修改后，转化为地理信息数据格式，数据转换主要进行重新分层和赋值地理信息代码。地理信息数据的分层与编码参考《基础地理信息要素分类代码》。制图数据的CASS分层体系与基础地理信息要素分层和对应关系见表1。

表1 制图数据分层与基础地理信息要素分层和对应关系

CASS图层	CASS分层	基础地理信息图层
骨架线	ASSIST	水系 道路
等高线	DGX	地貌与土质
独立地物	DLDW	居民地 居民地附属设施
道路设施	DLSS	交通附属设施
地貌土质	DMTZ	地貌与土质
高程点	GCD	地貌与土质
管线设施	GXYZ	居民地附属设施
境界	JJ	居民地附属设施
居民地	JMD	居民地
水系设施	SXSS	水系附属设施
植被特征	ZBTZ	植被
注记	ZJ	居民地地名及注记 自然地名及其他注记 要素类型、属性

2.2 地理信息数据生产

将DWG数据进行满足标准DWG文件以及GIS数据入库要求的加工处理，包括数据编码赋值、编辑、提取、接边及检查等多项作业，最后输出符合入库需求的数据。数据生产的总体要求如下：

1）制图数据的空间要素不丢失，属性信息不丢失，不降低原始数据精度；

2）将制图数据中的要素转换到规定的新数据

层，新数据层命名依据《基础地理信息要素分类代码》（GB/T 13923–2006）；

3）对制图数据的几何特征进行重构，分别转换点、线、面几何特征；

4）根据已有资料中的数据字典、代码转换表、CASS要素编码，将分类代码转为《基础地理信息要素分类与代码》中规定的国标码，若国标码涵盖范围不足的则按顺序补充；

5）制图数据中未按照国标规定数据类型采集的要素，需要按照国标规定进行处理。如国标规定该要素为面状表达时，而制图数据为线状要素，需要将线状要素进行空间构面处理，其他类似情况同样处理；

6）由于制图数据与空间GIS数据差异造成的线要素、面要素不完整，需要进行数据恢复，如制图数据中的等高线被打断现象需要进行连接，由于边界线不连贯造成的构面不成功需要连接边界线，并重新构面；

7）处理地名和图面标注信息时，采集注记层的相关信息并赋值到相应要素的属性字段里，如要素名称、要素类型等；

8）交通与水系要素处理时需要考虑铁路、道路与河流的连通关系；

9）数据处理需通过质量检查才认为处理完成；

10）所用软件：CASS（图形编辑），FME（数据检查和批量处理）。

地理信息数据生产主要工作包括：注记分类、编辑、组合，添加要素的图层、图形、代码，构建居民地要素、属性赋值，水系构面、水系骨架线提取，道路构面、道路中心线提取，植被构面与赋值，管线连接，等高线分类、赋值，面状要素闭合检查等。试点工作中使用FME软件建立自动化生产的尝试，能够进行自动化生产的步骤见表2。

制图数据中的文字注记包括性质说明和名称说明，对注记的操作包括：①性质说明注记填写到空间数据的属性表中；②名称说明注记有具体实体对应时填写到空间数据属性表的名称字段，无实体对应时放在AANP层，注意名称注记多为离散排列，数据整合时需要填写完整的名称。

数据整合要求数据成果中各要素的拓扑关系正确，要素之间的关系合理，包括：①要素分层正确；②居民地、道路、水系、植被面层数据不压盖；③道路中心线需在道路面内部、河流骨架线必须在河流内部；④高程点不可落水等；⑤等高线连续表示，不相交，不能与坎子、房屋、围墙、道路等地物相交。

表2　自动化及人工的地理信息数据生产

生产方式	生产内容
计算机处理	高程点自动赋代码
	注记自动赋代码
	房屋自动构面、检查、赋代码
	等高线属性赋值
	水系构面
	水系骨架线提取
	道路构面
	道路中心线提取
	植被构面
	面状地物闭合检查
	注记分类
人工处理	注记检查、编辑
	散列注记合并
	除房屋外其他要素赋代码
	水系构面检查、修改
	水系骨架线提取检查、修改
	道路构面检查、修改
	道路中心线提取检查、修改
	植被构面检查、修改

2.3　数据库检查

数据检查形式为程序检查和人工检查结合，主要检查要素分类代码、空间关系、属性等，首先通过FME软件编写检查程序排查错误，然后人工对错误数据进行修改。主要从以下几方面进行检查（表3）。

表3　数据检查项

检查项	检查内容
要素分类代码码	要素分类码是否为空，是否合法
要素分层检查	要素是否写入对应图层
高程点检查	高程点高程和注记是否一致
等高线检查(1)	主要检查首曲线、间曲线、计曲线和助曲线赋值的正确性
等高线检查(2)	等高线不能与坎子、房屋、围墙、道路等地物相交
自相交检查	等高线、河流等自相交、折角
构面检查	是否有未构面的要素
面层压盖检查	面层压盖，如居民地、道路、水系、植被等面层压盖问题
线面压盖检查	是否线落入非法面内，如道路中心线须在道路面内部
点落入非法面内	如高程点不可落水等
微小面检查	检查极小面积值的面要素
微短线检查	检查极小长度值的线要素
连通性检查	管线、道路、水系连通性
悬挂点检查	管线、道路、水系悬挂点是否合理
接边检查	不同数据源的接边问题检查

2.4 数据入库

数据入库是将制图数据转换为GIS矢量数据，写入到GDB数据库中。综合分析地形图中的位置、符号、注记等信息，将居民地、道路、管线、境界、水系、地形等要素，以点状、线状、面状3种形式表示为空间矢量数据。主要工作包括：①自动建库；②根据要素分类代码，将数据放入对应的图层；③根据空间关系，录入面要素对应的属性（表4）。

表4 数据分层入库

要素类型	数据入库
控制点	控制点入库 高程属性入库
道路	中心线存放在LRDL层 道路面存放在LRDA层 道路名称、编码属性入库
居民地	居民地构面存放在RESA层 材质、层数属性入库 房屋附属设施入库
水系	骨架线存放在HYDL层 面状水系存放在HYDA层 水利附属设施入库 属性入库
植被	植被存放在VEGA层 植被类型、品种属性入库
地貌	等高线、高程点入库 提取斜坡和田坎、路堑、沟堑、路堤入库 地貌属性入库
注记	过滤不入库的楼层、性质等注记 注记和属性入库

根据制图数据整合的生产和检查工作内容，利用FME软件开发分层工具、数据处理工具、数据检查工具和入库工具，在整合过程中可重复使用。

3 结 论

1）大比例尺地形图和规划设计领域常以AutoCAD的dwg、dxf格式保存图纸和数据，此类制图数据是市县级应用的主要数据源，利用制图数据建立地理信息数据库就需要进行GIS数据整合。开展数据整合之前须检查制图数据是否符合要求，包括数据范围、时效性、格式、空间参考、数据内容等。数据整合工作需要遵循地理信息数据规范，包括GBT 20257.1–2007《国家基本比例尺地图图式第1部分：1∶500，1∶1 000，1∶2 000地形图图式》、GB/T 13923–2006《基础地理信息要素分类与代码》等，整合过程注重地理信息数据的空间关系、拓扑关系和数据质量。

2）交互式CAD制图数据整合分为4个阶段，包括制图数据标准化、地理信息数据生产、数据库检查、数据入库，由计算机辅助人工完成数据生产和检查，每个阶段均包括计算机和人工处理，开展交互式生产。在工作实践中，使用FME软件设计出一系列生产和检查工具，FME软件“无代码编程”的思路适合工程人员开展数据整合工作。

3）CAD制图数据交互式整合工具使此类作业模式有所改进，通过生产流程设计和辅助工具开发，能够提高数据整合的标准化程度，减少重复工作，提高成果质量。在富平县的实践中，17个区域采用了相同的生产流程和工具，成果数据的错误率低，一致性较高。

参考文献

[1] 曾传俊，李莲芳，褚睿涛. 基于FME的DWG图形转换[J]. 测绘通报，2019(增刊):275-277

[2] 孙玉婷，吴掠桅，秦萧. “多规合一”信息平台架构设计:以南京市为例[J]. 测绘通报，2017(12):117-121

[3] 谢江平，邹自力. CAD矢量数据向ArcGIS转换的方法[J]. 地理空间信息，2010，8(4):130-132

[4] 谢祖明. 基于CAD数据生产ArcGIS制图数据的研究与应用[J]. 测绘与空间地理信息，2012，35(8):121-123

[5] 陈家鸿，张新长，郭泰圣. AutoCAD与ArcGIS数据转换研究与应用[J]. 地理信息世界，2014，21(5):46-50

[6] 唐辉，韩维喆，蒲德祥，等. FME在大比例尺基础测绘数据建库中的应用[J]. 地理空间信息，2020，18(11):91-93

[7] 江成，卢丹丹，王胜，等. 基于FME和ArcGIS Pro的规划成果标准化建库方法[J]. 地理空间信息，2020，18(9):6-8

[8] 周浩，吴正鹏. 基于FME实现CAD向GIS数据转换的关键技术研究[J]. 测绘与空间地理信息，2019，42(5):119-120

[9] 王淑玲，彭红春，周旺辉，等. FME在DWG与GDB之间图属信息转换方面的应用[J]. 江苏海洋大学学报(自然科学版)，2020，29(3):78-82

[10] 张洪，卢廷玉. CAD数据与GIS数据融合方法研究[J]. 测绘与空间地理信息，2020，43(3):86-89