引文格式：陈良松,魏灵辉,孙伟. 双驱动模式的1∶10 000 DLG快速更新关键技术研究[J]. 地理空间信息, 2024, 22(12): 106-109. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.12.024

双驱动模式的1∶10 000 DLG快速更新关键技术研究

陈良松[1]，魏灵辉[1*]，孙　伟[1]
（1. 安徽省第三测绘院，安徽 合肥 230601）

摘　要：为提升安徽省1∶10 000基础测绘成果（DLG）满足行业应用需求，迫切需要改变传统的更新思路和方法。结合目前省级1∶10 000 DLG数据更新现状及方式，提出了一种基于“需求牵引+人工智能”双驱动的数据更新模式，选取安徽省某市部分区域作为研究区，以实景三维与新型基础测绘建设需求为牵引，对基础测绘数据进行针对性改造，同时利用人工智能技术自动提取变化要素，实现省级1∶10 000 DLG数据快速更新。经验证，该技术方法更新效率高、数据质量满足要求且稳定性好，为省级基础测绘数据更新提供了一种新思路，可为其他省市基础测绘数据更新提供参考。

关键词：人工智能；需求牵引；1∶10 000 DLG；快速更新
中图分类号：P283　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）12-0106-04

Research on Key Technologies of Rapid Update for 1:10 000 DLG Based on Dual Drive Mode

CHEN Liangsong[1], WEI Linghui[1], SUN Wei[1]
(1. The Third Institute of Surveying and Mapping of Anhui Province, Hefei 230601, China)

Abstract: In order to make the 1∶10 000 basic surveying and mapping data (DLG) in Anhui Province to meet industry application needs, it’s urgent to change the traditional update ideas and methods. According to the update status and methods of 1∶10 000 DLG, we proposed a update mode based on “demand driven+artificial intelligence”. Taking some areas of a city in Anhui Province as the research area, driven by the needs of real scene 3D and new fundamental surveying and mapping construction, we targeted transformation of basic surveying and mapping data, and used artificial intelligence technology automatic extract change elements, realizing rapid update of 1∶10 000 DLG. After verification, the technology has high update efficiency, meets the requirements for data quality, and has good stability, which can provide a new idea for provincial basic surveying and mapping data update, and serve as a reference for other provinces and cities.

Key words: artificial intelligence, demand driven, 1∶10 000 DLG, rapid update

近年来，1∶10 000 DLG更新工作取得了显著进步，但仍存在一些问题，一是数据更新手段以人工目视解译法为主，更新效率较低、周期长，需要投入大量人力；二是更新生产的数据成果与实际应用需求未能较好衔接，未能完全发挥基础测绘成果的实际价值。随着实景三维中国与新型基础测绘建设工作持续推进、人工智能技术飞速发展，为基础测绘数据更新提供了新思路。本文在理解安徽省1∶10 000 DLG更新方法的基础上，提出“数据应用需求牵引+变化要素智能提取”双驱动的数据更新模式，解决目前困扰传统基础测绘更新的难题，使基础测绘数据更新效率更高，应用更广。

1　1∶10 000DLG数据更新现状及方式

“十三五”前我省1∶10 000 DLG更新主要通过航空摄影测量方式内业采集，外业调绘地形地貌及地名，对发现的变化地物进行采集、编绘、入库。随着遥感技术的发展，2017年之后，基于高分辨率卫星影像进行要素采集，结合外业核查，通过软件进行分幅作业，极大减少了外业工作；随着地理信息技术发展，2018年开始，我省利用GIS软件平台自主开发数据更新软件工具，将以往的分幅作业方式转变为分区域作业，极大减少数据接边工作量，其思路是利用统一的DLG本底数据，叠加更新影像数据源，采用遥感

收稿日期：2024-07-27。
项目来源：2024年度安徽省测绘局科技创新项目（2024-KJ-03）。
第一作者简介：陈良松（1986—），硕士研究生，工程师，注册测绘师，主要从事省级基础测绘数据更新、实景三维与新型基础测绘数据更新方法与应用工作，E-mail：liangsong10@163.com。
通信作者：魏灵辉（1979—），本科，高级工程师，注册测绘师，主要从事遥感影像制作、基础地理信息数据更新、地理国情监测技术研究及质量控制等工作，E-mail：linghui_wei@163.com。

影像解译、变化信息提取、数据编辑与整理、外业核查等技术与方法[1]，识别变化、丢漏和错误要素，结合收集的行业专题资料，对DLG本底数据进行更新和纠错。通过不同区域采取不同更新、纠错的要求，高效完成年度更新任务，提升成果质量和更新效率。

2　总体技术思路

目前，实景三维与新型基础测绘建设任务中，1：10 000 DLG是转换生产省级基础地理实体的主要数据源，但两者在数据内容、组织方式及技术要求等方面均存在差异[2]。首先，1：10 000 DLG主要通过点、线、面的方式对地物和地貌特征进行二维表达，以传统的几何要素及定位提供主要服务；基础地理实体主要以实体对象的方式表达地物特征，对地物类别、几何表达、属性信息等内容进行科学合理的分级表达，提供各种语义化服务，满足不同应用需求对地物特征的精细度需求。其次，1：10 000 DLG主要以图幅的方式进行组织，难以满足当前多元化的数据需求；基础地理实体以每个独立的实体对象为索引，能够更加灵活的按行政区划、划定区域以及其他管理单元等多图时代对技术规格的表示方法，以比例尺为主要特征参数，通过平面和高程精度表达具体精度要求；基础地理实体去除了传统的比例尺概念，对实体对象的几何精度和粒度进行分级表达，能够更加精准、科学地描述地物的真实特征。

在1：10 000 DLG更新时，对1：10 000 DLG进行针对性改造，满足基础地理实体数据转换生产要求，将极大减少重复编辑工作，实现基础测绘产品与实景三维产品互相转换与应用。同时1：10 000 DLG更新过程中需人工比对影像，需要花费大量人力找出并更新变化区域。因此，基于人工智能提取技术对1：10 000 DLG中变化区域自动提取，依据更新要求优化提取结果的精度和质量，结合人工作业实现数据快速更新，总体技术路线见图1。

3　关键技术研究

3.1　基于需求牵引的1：10 000 DLG针对性改造

根据实景三维与新型基础测绘建设需求，结合基础地理实体与1：10 000 DLG的差异性，对1：10 000 DLG进行针对性改造，包括补充实体要素、统一数据组织及几何表达方式、优化处理数据存储结构等。

第一，补充实体要素。安徽省1：10 000 DLG共涉及九大类要素，共42个图层，主要包括：定位

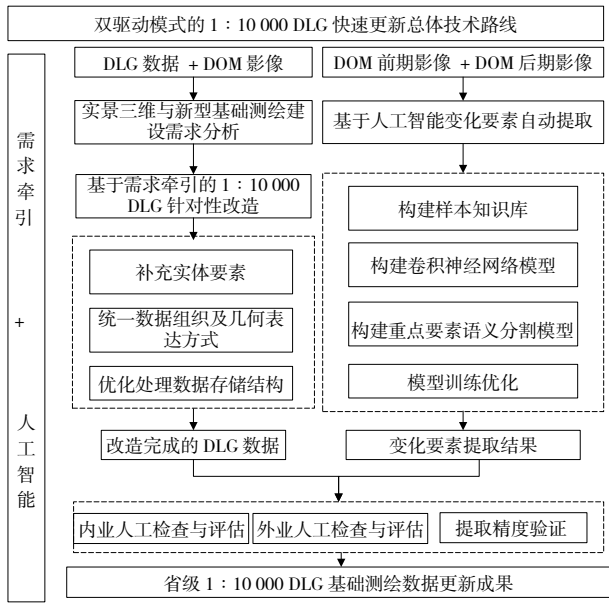


图1　总体技术路线图

基础、水系、居民地及设施、交通、管线、境界、地貌、植被与土质及注记等[3]，但基础地理实体划分为自然地理实体（1个一级类、19个二级类、53个三级类）、人工地理实体（5个一级类、46个二级类、306个三级类）、管理地理实体（5个一级类、24个二级类、42个三级类）三类，两者要素无法完全对应，需结合转换要求适当补充要素，减少重复采集工作。如1：10 000 DLG无基础地理实体中表达院落实体的地物要素，而院落要素是转换生产中不可缺少的一类实体。在1：10 000 DLG更新时，结合院落实体的采集要求，通过1：10 000 DLG数据层中围墙（380201）、栅栏（380202）等要素辅助影像判读，快速采集面积大于1 600 m^2的院落范围并补充属性信息。同时对一些边界、属性值等不明确的院落要素，在基础测绘外业调绘时统一核实，减少重复的外业工作。

第二，统一数据组织及几何表达方式。在1：10 000 DLG更新时，改变传统的按照基本比例尺地形图分幅的组织方式，以行政区划为数据组织单元，按照任务区范围进行更新作业、提交成果，既满足实景三维与新型基础测绘建设需求，又极大提高数据更新生产效率。在几何表达方式上，1：10 000 DLG数据中泄洪洞、出水口（240300）、立交桥（450308）、地下建筑物出入口（380301）、棚房（310600）、台阶（380404）、单栋房屋（310300）等要素由线图元降维为点图元，碉楼（311008）、城市绿化带（820300）、高尔夫球场（340402）等要素由面图元降维为点图元，满足1：10 000 DLG与基础地理实体几何表达方式的一致性。

第三，优化处理数据存储结构。由于1∶10 000 DLG数据库和基础地理实体库之间表达对象不同，按照常规基础地理实体转换生产方式，由1∶10 000 DLG数据库直接转换生成基础地理实体成果库，会造成1∶10 000 DLG数据库中道路、河流、沟渠等部分要素的重要属性丢失，如道路材质、宽度、沟渠类别等，影响后期不同数据成果之间的互相转换和应用。在1∶10 000 DLG转换生产基础地理实体数据时，通过增加图元库作为中间库，图元库结构与基础地理实体库保持一致，但要素的几何表达与1∶10 000 DLG一致，并保留道路材质、宽度、沟渠类别等重要属性信息。3个库之间通过实体空间身份编码、图元唯一标识码等字段关联，标记图元要素和实体要素关系，实现三者之间的转换。

3.2 基于人工智能的变化要素智能提取技术

针对省级1∶10 000 DLG更新需求，基于知识图谱技术构建变化区域样本库，利用多源光学遥感影像，开展水系、居民地及设施、交通等重点要素的影像变化识别技术研究，基于深度卷积神经网络模型实现变化区内要素快速提取，提高数据采集与更新效率。

1）基于知识图谱技术构建变化区域样本知识库。知识图谱是结构化的语义知识库，用于描述现实世界中的概念及其相互关系，通过对复杂的数据进行有效加工、处理、整合，转化为“实体、关系、实体”的三元组。地理知识图谱主要是对地理概念及其相互关系进行语义化描述，抽取地理实体的空间、语义等关系，对各种地理现象进行感知、知识发现与推理[4]。

2）利用高质量的变化区域样本，结合已有的1∶10 000 DLG数据更新成果进行补充，通过对变化区域样本和1∶10 000 DLG数据更新成果的知识抽取、知识表示、知识融合等处理，形成基于知识图谱的样本库，为影像变化发现、要素提取等智能化处理提供强力支撑。样本知识库具体构建步骤：第一，收集已有的省级基础测绘DLG、DOM数据，以及在日常变更调查及基础测绘数据更新工作中所积累的变化样本数据，整理遥感解译变化样本；第二，从解译样本中抽取出空间、语义、实体等关系，把表示相同概念的实体进行合并处理，包括实体对齐、属性融合、属性值规范化等；第三，通过知识推理导出实体间的新关系，并反馈丰富知识图谱；第四，用点、线、面的结构图形式进行知识图谱表示与建模。构建流程见图2。

3）基于深度卷积神经网络模型自动提取变化区域。

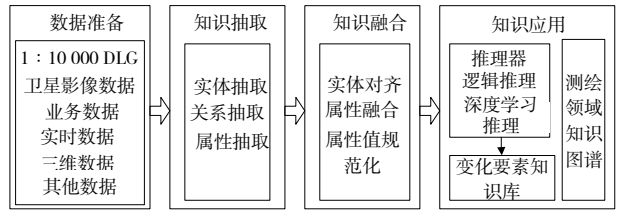


图2 样本知识库构建流程

基于深度学习的变化检测能够自动、多层次进行非线性特征识别和提取，大幅提高影像特征提取的精度，如SSUNet[5]、Faster R-CNN[6]、双通道融合网络[7]、生成对抗性网络[8-9]、联合稀疏表达[10]等。深度卷积神经网络变化检测模型结构主要由特征提取孪生网络（卷积神经网络CNN算法）、互注意力网络（Transformer结构）、变化感知网络三部分构成，基于此网络模型能够有效提升模型精度和泛化能力，确保不同地物都能够获得较好的分割效果。同时，扩充影像语义分割所支持的地物类型。

4）构建基于深度学习的变化检测神经网络模型结构，通过人工智能遥感解译，利用大量样本进行网络训练。采用端到端的深度学习框架，构建自动化深度学习算法框架，采用相关策略进行参数优化，完成模型构建、模型调参、模型优化，不断提高模型精度，得到最优化的变化监测神经网络模型，作为不同地区遥感影像智能解译的推荐预选模型。根据1∶10 000 DLG数据更新内容和技术指标要求，基于业务标准要素提取结果处理和要素类型识别方法，获取变化区域要素的前后时相变化类型，实现1∶10 000 DLG数据中水系、居民地及设施、交通等重点要素的快速提取。

4 实验验证与分析

本研究选择安徽省某市部分区域作为验证区，面积为1 108 km^2，DLG本底数据选择2023年度1∶10 000 DLG成果数据；影像数据源采用省卫星应用中心推送的卫星影像数据，包括高景系列、高分系列、北京三号等，前后时相DOM影像数据现势性分别为2022年度、2023年度。根据部分区域影像覆盖范围，影像空间分辨率选择2、0.8、0.5 m三类，且所有影像、DLG本底数据均经过测绘产品质量检验监督单位验收合格。硬件配置采用Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.6 GHz、32 GB内存、1 T硬盘等，软件环境为64位操作系统、地理信息处理软件、影像处理软件以及PyCharm、VS Code等编程环境。

分别采用“双驱动模式”和传统模式对验证区1∶10 000 DLG进行更新。在更新过程中，分别对需

更新的要素标记变化标识，如新增、修改、属性变化等，便于数据质量评估与验证。更新完成后，将采用“双驱动模式”更新完成的1：10 000 DLG与DOM套合，目视检查变化要素更新合理，与其他地物的吻合度较好。根据相关技术规范对1：10 000 DLG数据的精度指标要求，实地选取自动提取的变化区域内100个地物特征点进行精度检测，其坐标较差如表1，坐标误差概率分布如表2。经过统计分析，提取的地物特征点平面中误差为1.21 m，误差分布在主要集中在1倍中误差以内，较为稳定，精度满足1：10 000 DLG数据更新要求。

表1　平面坐标较差

点名	ΔX/m	ΔY/m
G1	0.62	0.85
G2	0.77	0.71
G3	0.68	0.82
	…	…
G98	0.70	0.68
G99	0.66	0.96
G100	0.82	0.78

表2　坐标误差概率分布

概率区间 / δ	X/%	Y/%
（$-\delta$，δ）	89.5	89.5
（-2δ，2δ）	96.2	96.2
（-3δ，3δ）	100	100

对比传统模式和双驱动模式下的基础测绘数据更新方法，分析在成果数据质量、更新效率等方面存在的差异，结果见表3。

表3　不同数据更新方式结果对比分析

更新思路	数据质量	更新效率
传统模式	1、满足技术要求，数据质量稳定性高，但受作业员经验、技术水平影响大 2、与基础地理实体数据质量、现势性不一致，难以实现数据质量统一	1、耗费时间长、人力物力投入多、效率较低 2、转换生产基础地理实体数据编辑工作量大；两套数据均需单独更新，重复量大
双驱动模式	1、满足技术要求，数据质量稳定性高，受外界因素影响较小 2、与基础地理实体数据质量、现势性均保持一致	1、数据更新周期短、效率高 2、与基础地理实体数据同步更新，转换生产快速完成，无需过多编辑工作 3、通过优化提取模型和算法参数，数据查全率和查准率稳定在85.1%、77.6%，实现数据快速更新

由上表可以看出，双驱动模式的1：10 000 DLG数据更新相比传统作业模式具有明显的优势。通过以数据应用为需求牵引，针对性改造传统省级1：10 000 DLG数据，同时利用人工智能提取技术作为效率提升手段，能够有效减少外界因素影响，有效提升数据质量的稳定性，缩短数据更新周期，提高数据的现势性。实现传统基础测绘和新型基础测绘成果共享互转，避免重复测绘，更好地实现“一次测绘，多次使用”的目标，大幅提升数据更新自动化水平，全力提高省级基础测绘数据服务支撑能力。

5　结　语

相较于传统的1：10 000 DLG数据更新模式，“需求牵引+人工智能”双驱动模式的1：10 000 DLG数据更新方法，在满足更新要求和数据质量的基础上，可实现数据快速更新，能够有效解决当前省级基础测绘数据更新周期长与用户对基础测绘成果现势性及应用需求日益增长的矛盾问题，可为其他省级基础测绘数据更新提供借鉴。

参考文献

[1] 郑爱萍. DLG和基础性地理国情监测融合生产方法的研究[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(5):132-135

[2] 耿丹,王丹,李娜. 新型基础测绘背景下城市地理信息数据成果体系探讨[J]. 地理信息世界,2022,29(2):120-124

[2] 陈良松,魏灵辉. 基于Python与Arcpy的省级基础测绘数据属性检查方法研究[J]. 测绘与空间地理信息,2023,46(12):98-100

[4] 王志华,杨晓梅,周成虎. 面向遥感大数据的地学知识图谱构想[J]. 地球信息科学学报,2021,23(1):16-28

[5] 谢金凤,陈涛. 考虑光谱信息和超像素分割的高光谱解混网络[J]. 遥感学报,2024,28(1):142-151

[6] 夏乐,李长安,江涛. 基于深度卷积神经网络的遥感图像船只识别[J]. 地理空间信息,2021,19(9):7-9

[7] 靳道明,李路沙. 双通道卷积神经网络在影像融合中的应用[J]. 地理空间信息,2023,21(11): 1-4

[8] 裴慧坤,颜源,林国安. 基于生成对抗网络的无人机图像去模糊方法[J]. 地理空间信息,2019,17(12):4-9

[9] Mao G G,Xu D N,Zhang P Z,et al. Generative Adversarial Networks for Change Detection in Multispectral Imagery[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters,2017,14(12):2 310-2 314

[10] 段沛沛,李辉,雒明世. 基于联合字典稀疏表达的目标识别算法研究[J]. 信号与信息处理,2019,45(4):11-14