

基于逻辑冲突检测的基础地理实体更新方法

——以国土变更调查数据为例

蒋 柠¹, 刘华光^{1,2*}, 罗玲香¹, 胡晓丹¹

¹湖南省第一测绘院, 湖南 长沙

²实景三维建设与应用技术湖南省工程研究中心, 湖南 长沙

收稿日期: 2026年6月13日; 录用日期: 2026年7月6日; 发布日期: 2026年7月10日

摘 要

随着新型基础测绘体系建设的逐步推进, 湖南已构建起覆盖全省范围的基础地理实体数据库。地理实体数据更新工作量大, 如何实现基础地理实体数据的高效精准更新, 目前已成为业内亟待解决的问题。本文提出一种地理实体更新的全新思路, 即通过检测地理实体与其他地理空间数据之间的逻辑冲突, 依据逻辑冲突检测结果提取变化信息, 从而实现基础地理实体数据的快速更新。该更新方法能够迅速且精确地提取出发生变化的地理实体, 有助于大幅提升地理实体数据的更新效率, 显著节省人力与物力成本。

关键词

基础地理实体, 逻辑规则, 逻辑冲突检测, 地理实体更新

An Updating Method for Fundamental Geographic Entities Based on Logical Conflict Detection

—Using Land Use Change Survey Data as an Illustration

Ning Jiang¹, Huaguang Liu^{1,2*}, Lingxiang Luo¹, Xiaodan Hu¹

¹The First Surveying and Mapping Institute of Hunan Province, Changsha Hunan

²Hunan Engineering Research Center of 3D Real Scene Construction and Application Technology, Changsha Hunan

Received: June 13, 2026; accepted: July 6, 2026; published: July 10, 2026

*通讯作者。

文章引用: 蒋柠, 刘华光, 罗玲香, 胡晓丹. 基于逻辑冲突检测的基础地理实体更新方法[J]. 测绘科学技术, 2026, 14(3): 215-225. DOI: 10.12677/gst.2026.143021

Abstract

With the gradual progress of the construction of a new basic mapping system, Hunan has built up a basic geographic entity database covering the whole province. The workload of updating geographic entity data is huge, and how to realize efficient and accurate updating of basic geographic entity data has become a key issue to be solved in the industry. This paper proposes a new way of updating geographic entities, i.e., by detecting logical conflicts between geographic entities and other geospatial data, and extracting change information based on the results of the logical conflict detection, so as to realize the rapid updating of basic geographic entity data. This updating method can quickly and accurately extract the changed geographic entities, which helps to significantly improve the updating efficiency of geographic entity data and save the cost of manpower and material resources.

Keywords

Basic Geographic Entities, Logical Rules, Logical Conflict Detection, Geographic Entity Update

Copyright © 2026 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

地理实体是现实世界中占据一定且连续空间位置和范围、单独具有同一属性或完整功能的地理对象，基础地理实体是指作为统一的定位框架及空间分析基础的地理实体[1]。目前，基础地理实体主要通过基础测绘采集和表达，由 1:500、1:1000、1:2000、1:5000、1:10000、1:50000 比例尺基础地理信息要素数据转换生产得到。随着新型基础测绘体系的推进，湖南省已基本建成覆盖全域 21.18 万平方千米二维地形级基础地理实体数据。快速动态更新二维地形级基础地理实体已成为当前亟待解决的问题。

当前，基础地理信息要素和地理实体数据更新有多种方法。文献[2]提出基于变化发现更新，采用已有 DLG 数据套合时相较新的卫星影像进行更新。文献[3] [4]提出基于“多测合一”理念，采用多源数据融合更新基础地理实体数据。文献[5] [6]提出通过省市联动，用省市县三级基础测绘 DLG 数据，联动更新地理实体数据。文献[7]提出采用众包模式的地理信息更新方法，通过统一标准体系，结合具体的实施规则和激励措施，以“同一更新信息只奖励一次，按时间优先”为原则，设计地理信息数据一体化业务流程，构建一体化、闭环式的数据更新方式。文献[8]提出在任务协同的基础上，借助转换技术，实现基础地理信息要素数据与地形级基础地理实体数据从数据对应到协同更新。文献[9]提出通过自然资源业务活动快速发现地理实体变化，再通过自然资源业务数据同步、实地测绘、遥感影像内业采集等多种方式进行更新。文献[10]针对多源地理信息数据库间更新周期不一致导致的数据更新不同步的问题，提出基于关联关系图谱进行数据变化信息传递，实现关联数据库的联动更新。

通过利用时相较新的国土变更调查成果、地理国情监测数据、电子地图、生态保护红线以及水利交通专题资料等时空地理信息，针对其与存量基础地理实体之间存在的空间逻辑冲突或关系逻辑冲突开展分析，本文以国土变更调查数据为例，提出一种基于多源时空数据逻辑冲突对基础地理实体进行更新的工程技术方法。

2. 技术思路

现实世界中的地物地貌始终处于动态变化之中,基础地理实体是现实世界在数字环境中的抽象表达,因此基础地理实体需紧跟现实世界的变化实现动态更新。基础地理实体包含自然地理实体、人工地理实体、管理地理实体三大类。地理实体与国土变更调查数据、地理国情监测数据、电子地图、生态保护红线、水利交通专题等空间地理信息存在关联关系。国土变更调查数据、电子地图、水利交通等数据按照业务管理要求,会定期进行更新,从而发生变化,会导致其与基础地理实体产生逻辑冲突。本文的研究思路为通过利用并提取这些逻辑冲突,对基础地理实体实施更新操作,进而达成基础地理实体的动态更新目标。

基于逻辑冲突检测的基础地理实体更新技术流程如图1所示。

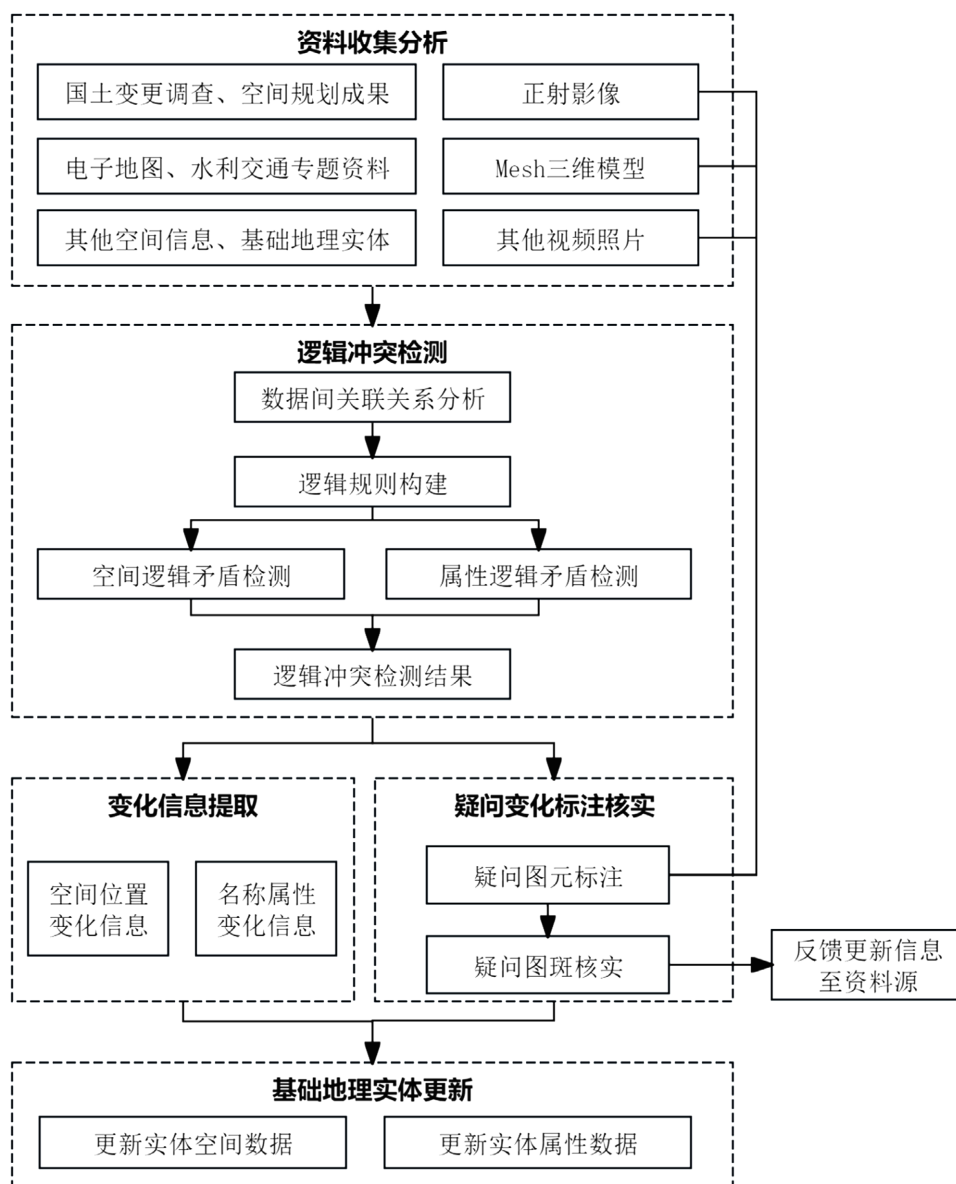


Figure 1. Technical flow of basic geographic entity update based on logical conflict detection

图 1. 基于逻辑冲突检测的基础地理实体更新技术流程

- (1) 收集分析资料。收集最新的国土变更调查成果、国土空间规划成果、电子地图、生态保护红线、水利交通专题资料、其他地理空间数据、正射影像、Mesh 三维模型及基础地理实体数据，开展数据内容与现势性分析。
- (2) 逻辑冲突检测。剖析基础地理实体与国土变更调查、国土空间规划、电子地图等数据间的逻辑关联，依据此逻辑关联构建逻辑准则，按照该逻辑准则编写程序开展空间拓扑分析与属性对比分析，输出逻辑冲突检测分析结果。
- (3) 变化信息提取与疑问图斑标注核实。根据逻辑冲突检测分析结果，提取空间位置变化信息和名称属性变化信息。对无法确认是否更新的内容，标记为疑问图斑，并结合正射影像、三维模型或其他取证照片完成核实。
- (4) 更新地理实体数据。基于提取的空间位置变化信息与名称属性变化信息，结合经核实确认的图斑，对地理实体数据库予以更新。

3. 逻辑冲突检测

3.1. 数据间关系分析

地理实体与其他多源地理空间数据之间存在着形式各异的关联，主要涵盖时空关系以及属性信息的关联。具体而言，需依据各类多源地理空间数据的实际状况展开分析，构建不同地理空间数据与地理实体数据之间的关联关系。本文以国土变更调查数据为例，对其与地理实体的关系展开分析，结果显示二者之间的联系尤为紧密。例如，地理实体中的农林用地与第三次全国国土调查地类中的耕地、园地、林地、草地在分类标准上基本一致或大致相似。通过对比分析可知，地理实体分类与国土变更调查数据地类分类存在“一对一”“一对多”“多对一”的映射关系，具体示例如表 1、表 2、表 3 所示。

Table 1. Example of the “one-to-one” relationship between geographical entities and three-tune land classes

表 1. 地理实体与三调地类“一对一”关系表示例

地理实体分类码	地理实体分类码名称	三调地类编码	三调地类名称
15010100	水田	0101	水田
15010200	水浇地	0102	水浇地
15010300	旱地	0103	旱地
15020100	果园	0201	果园
15020200	茶园	0202	茶园
12030200	池塘	1104	坑塘水面
.....			

Table 2. Example of the “one-to-many” relationship between geographical entities and three-tune land classes

表 2. 地理实体与三调地类“一对多”关系表示例

地理实体分类码	地理实体分类码名称	三调地类编码	三调地类名称
2301A000	密集建筑	0508	物流仓储用地
		05H1	商业服务业设施用地
		0601	工业用地
		0701	城镇住宅用地
		0702	农村宅基地
		0809	公用设施用地
			

Table 3. Example of the “many-to-one” relationship between geographical entities and land types of the three adjustments
表 3. 地理实体与三调地类 “多对一” 关系表示例

地理实体分类码	地理实体分类码名称	三调地类编码	三调地类名称
220101F1	标准轨道铁路分段	1001	铁路用地
22060100	铁路桥		
22060300	公铁两用桥		
22070100	铁路隧道		
22070300	铁路明峒		
220201F1	国道分段	1003	公路用地
220202F1	省道分段		
220203F1	县道分段		
220204F1	乡道分段		
220205F1	专用公路分段		
.....			

3.2. 构建逻辑规则

基于地理实体数据与各类其他空间数据各类要素之间的关联关系，综合考量各类地理空间数据结构及数据内容，构建地理实体与其他地理空间数据之间的各类逻辑规则。如基础地理实体与国土变更调查数据中水田、旱地、果园、茶园定义及分类一致，两者之间存在面相等关系；水库蓄水区地理实体图元应包含国土变更调查数据中水库面，或者与水库面图元一致；水田和旱地地理实体面图元不应包含城镇住宅用地、农村宅基地国土调查数据图斑；基础地理实体中旱地与国土调查数据中园地、林地因发生变化，更新时可相互转换；基础地理实体数据中公路实体的名称属性应与交通部门所提供数据中公路实体的行业名称代码、线路代码、级别、车道数等属性字段保持一致。通过不同空间数据之间的逻辑关系，构建逻辑规则，主要逻辑规则示例如表 4 所示。

Table 4. Example logical rules
表 4. 逻辑规则示例

序号	逻辑规则	数据 1	数据 2	说明
1	面相等	基础地理实体中水田、旱地、果园、茶园等。	国土变更调查数据中水田、旱地、果园、茶园等。	两类数据定义及分类一致，图元空间位置需对应一致，图元形状需相同或相似。
2	包含	基础地理实体水利图层中水库蓄水区。	国土变更调查数据地类图斑图层中水库面	水库蓄水区图元应包含水库面，或与水库面图元相等。
3	不包含	基础地理实体中水田、旱地。	国土变更调查数据中城镇住宅用地、农村宅基地。	两类数据不能存在包含或被包含空间关系。即地理实体水田中不能包含住宅用地或农村宅基地。
4	互相转换	基础地理实体农林用地与其他土地图层中旱地。	国土变更调查数据地类图斑图层中其他园地。	旱地与园地存在互相转换变化，进行空间分析，如果存在相交区域，则说明对应地理实体发生变化，需更新。
5	线相等	基础地理实体中国道、省道、县道、乡道等线图元。	交通部门公路数据中国道、省道、县道、乡道等线图元。	两类数据定义及分类一致，图元空间位置需对应一致，图元长度需相等。

续表

6	名称属性一致	基础地理实体数据中公路实体的(国道、省道等)行业名称代码、线路代码、级别、车道数等属性字段。	交通部门提供数据中公路实体的(国道、省道、县道等)行业名称代码、线路代码、级别、车道数等属性字段。	两类数据的属性字段需对应并保持一致，如果经比对分析发现不一致，需按照交通部门提供的数据进行更新。
.....				

3.3. 逻辑冲突检测结果

基于地理实体与国土变更调查数据(或其他数据)之间的映射关联，构建逻辑准则。当不同数据因时相不一致等原因出现空间关系或属性不一致时，会产生数据间的逻辑冲突。通过空间分析、属性分析等方法对逻辑冲突进行分析判别，输出逻辑检测结果。基于该结果，对于明确的变化，提取变化信息用于更新地理实体；对于不确定的变化，标注疑问以便进一步核实。实际操作中，需根据数据源的差异和精度的不同，设定合理的检测容差与属性匹配的模糊程度，最大程度过滤伪变化。逻辑冲突检测的主要内容如图 2 所示。

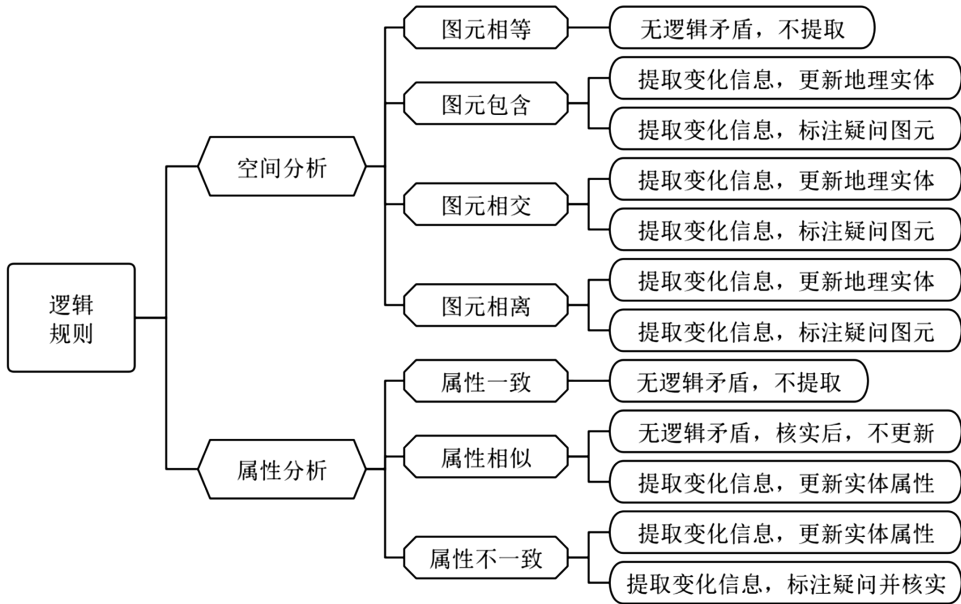


Figure 2. Main content of logical conflict detection
图 2. 逻辑冲突检测主要内容

本文以“面相等”逻辑规则检测逻辑冲突为例，选取湖南省某县 2024 年地理实体数据库以及 2024 年度国土变更调查数据库(该数据于 2024 年底完成更新)，依据地理实体中“池塘”与国土变更调查中“坑塘水面”存在的“一对一”映射关系和“面相等”逻辑规则，提取地理实体“池塘”图元与“坑塘水面”图斑并开展空间分析。“池塘”与“坑塘水面”存在相等、相交、相离等情形，详见图 3(图 3 中正射影像为 2025 年第二季度 1 米分辨率影像，图中蓝色图元代表地理实体“池塘”，黄色图斑代表国土变更调查数据“坑塘水面”)。图 3 中第(1)组图元“池塘”与“坑塘水面”的面积和范围应基本相符，符合“面相等”逻辑规则。第(2)组图元“池塘”与“坑塘水面”存在差异，与“面相等”逻辑规则冲突，提取不一致信息，随后利用正射影像或外业调查照片开展核实工作，经核实确认无误后，对地理实体予以更新。

第(3)组图元“池塘”与“坑塘水面”空间位置一致，但范围存在差异，与“面相等”的逻辑规则冲突。通过对照影像可知，国土调查数据中“坑塘水面”范围偏大，将其标注为疑问图斑并反馈至变更调查数据。



注：
(1) 符合逻辑规则，未发生变化。
(2) 与逻辑规则冲突，核实后更新地理实体。
(3) 与逻辑规则冲突，核实后未变化，信息反馈至资料来源。

Figure 3. Example of analysis results of logical conflict space of “planes equality”
图 3. “面相等”逻辑冲突空间分析结果示例

4. 地理实体更新

地理实体更新涵盖二维图元更新、属性更新以及关系更新。本文针对二维图元和属性更新提出全新思路，未涉及地理实体关系更新相关内容。通常而言，湖南省的农林用地与其他诸如土地、水利、水体、交通、建(构)筑物及设施等地理实体的变化频率相对较高。本文以 3 种逻辑冲突检测为例，阐述所提出的地理实体更新方法。

依据“面相等”逻辑规则，从 2024 年地理实体数据库与 2024 年国土变更调查数据库中分别提取水田数据，并开展空间分析。分析结果显示，两套数据存在图斑不相等的情况，即存在逻辑冲突。具体示例如图 4 所示(图中蓝色区域为地理实体水田面图元，黄色区域为国土变更调查数据中水田图斑)，地理实体数据中水田范围小于国土变更调查数据中水田范围。通过提取变化信息，并与最新影像进行比对，确认该变化图斑实际已由池塘转变为水田。随后，对地理实体数据库进行更新，扩大水田范围，具体如图 5 所示。

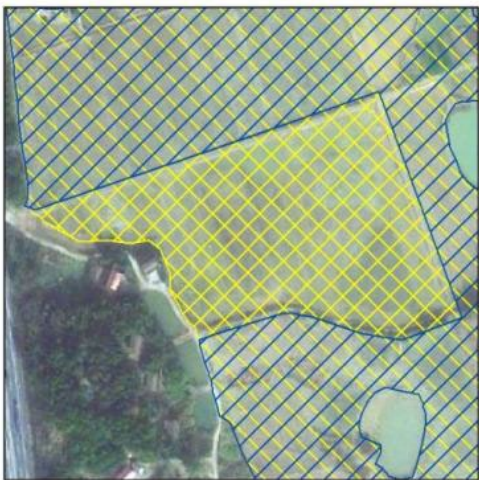


Figure 4. Example of inconsistency in paddy field scope between different data
图 4. 不同数据间水田范围不一致情况示例

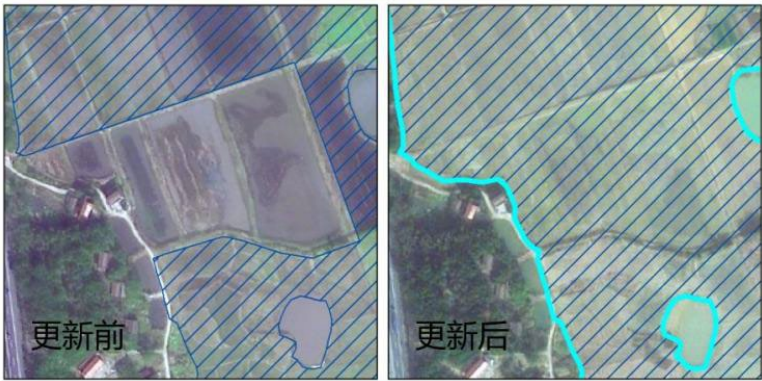


Figure 5. Example of paddy field geographic entity before and after updating
图 5. 地理实体水田更新前后示例

依据“不包含”逻辑规则，从 2024 年地理实体数据库中提取水田，同时从 2024 年国土变更调查数据库中提取城镇住宅用地与农村宅基地，开展空间分析。分析结果显示，水田区域内存在农村宅基地，存在逻辑冲突，具体示例如图 6 所示(图中蓝色区域为水田地理实体，黄色区域为国土变更调查数据农村宅基地图斑)。进一步提取变化信息，并与最新影像进行比对，确认变化图斑实地已转变为农村房屋。基于此，对地理实体数据进行更新，缩小水田范围，增加房屋信息，如图 7 所示。



Figure 6. Example of map patch of paddy field geographical entity including rural homestead
图 6. 水田地理实体包含农村宅基地图斑示例

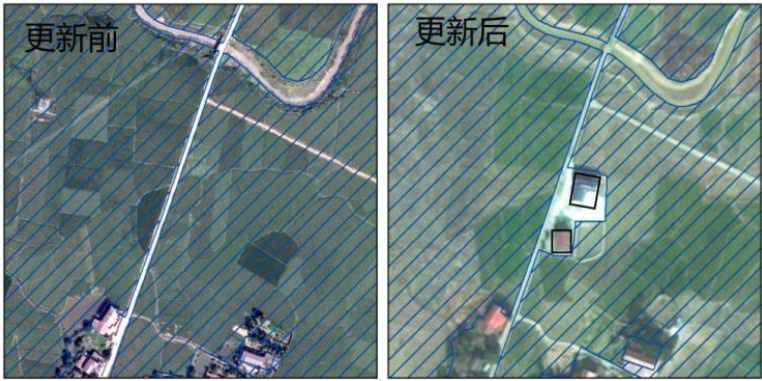


Figure 7. Examples before and after the renewal of paddy fields and houses of geographical entities
图 7. 水田、房屋地理实体更新前后示例

依据“互相转换”的逻辑规则，从 2024 年地理实体数据库中提取旱地数据，同时从 2024 年国土变更调查数据库中提取其他园地数据，并开展空间分析。分析结果显示，旱地与其他园地在空间上存在相交情况，存在逻辑冲突，具体示例如图 8 所示(图中蓝色区域为旱地地理实体，黄色区域为国土变更调查数据其他园地图斑)。在提取变化信息后，对照最新影像资料，仍难以明确实地状况究竟为旱地还是园地。通过查询国土变更外业调查照片，最终确定实地已由旱地转变为其他园地。基于此，对地理实体数据进行更新，将实体类型变更为其为其他园地，同时扩大图元范围，具体如图 9 所示。



Figure 8. Example of intersection between dry land geographical entity and other landscape patches
图 8. 旱地地理实体与其他园地图斑相交示例

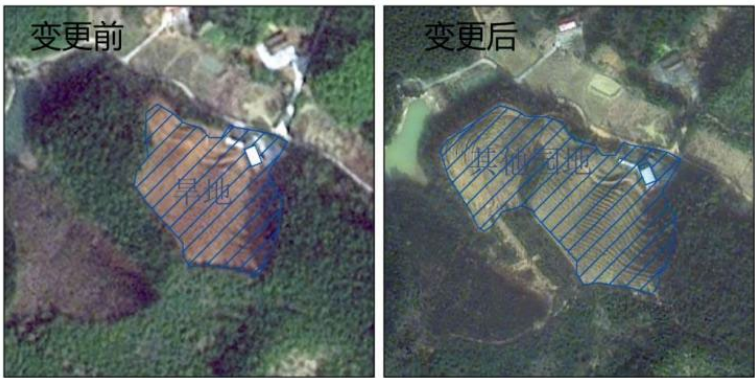


Figure 9. Example of dry land geographical entity updating to other garden plots
图 9. 旱地地理实体更新为其他园地示例

通过构建完善的逻辑规则，编写程序自动实施空间分析与属性分析，提取变化信息，进而基于变化信息对地理实体进行更新。采用逻辑冲突检测方法，开展某县 2025 年地理实体数据库更新工作试验。由表 5 可见，更新内容包含 5 个一级类、12 个二级类以及 23 个三级类，更新地理实体图元 10,604 个，成效显著，具备良好的推广应用前景。

Table 5. A certain county employs logical conflict detection methods to update the classification and statistical outcomes of geographical entities

表 5. 某县利用逻辑冲突检测更新地理实体分类统计结果

一级类	二级类	三级类	更新变化面积 (平方米)	更新变化长度 (米)	更新图元 (个)
农林用地与其他土地	耕地	水田	8,177,715	-	146
		旱地	831,155	-	39

续表

	园地	果园	3,376,056	-	86
		其他园地	814,697	-	42
	林地	乔木林地	14,492,597	-	236
		灌木林地	2,714,242	-	82
		木本油料林	1,860,090	-	5
		其他林地	14,631,953	-	589
	草地	其他草地	421,509	-	43
水利	水库	水库蓄水区	92,713	-	52
		地面渠	25,576	15,521	22
水体	河流	地面河流	341,815	7541	2
		池塘	1,379,242	-	816
交通	公路	国道	-	46,079	1
		村道	-	3500	1
	城市道路	主干路	-	100	1
		次干路	-	100	2
		支路	-	500	3
	乡村道路	机耕路	-	8991	10
		小路	-	12,561	21
建(构)筑物及设施	房屋	密集建筑	15,541,982	-	8,053
	农业设施	温室、大棚	1,474,292	-	340
	绿地	人工绿地	91,001	-	12

5. 结束语

本文所提出的基于逻辑冲突检测的基础地理实体更新方法,可更为高效地运用既有地理空间数据,发掘地理实体的变化信息。相较于传统更新技术存在自动化程度低、检测效率欠佳、难以确保更新结果时空拓扑一致性等问题,该方法能够显著提升地理实体的更新效率,达成地理实体的自动或半自动化更新,节省大量的人力与物力资源。

本文所提出的工程技术方法在开展地理实体数据更新工作时,充分兼顾信息反馈机制,对数据源应更新却未更新或存在不合理更新情况等信息予以定位、记录并反馈,为各类数据之间的协同更新创造了条件,实现了更新信息的双向流通,为构建基于业务的协同更新机制提供了一种技术思路。

基于研究与试验成果,本文所提出的方法更适宜于农村地区地理实体的更新。就城区情况而言,鉴于国土变更调查或其他多源数据与地理实体数据的逻辑关联状态,相较于农村地区,其可构建的逻辑规则相对较少,采用大比例尺多源矢量数据联动更新地理实体可能更为精准、高效。此外,针对地理实体数据中院落等具有相对独特性的地理实体,由于可用于构建逻辑关系的其他资料来源有限,快速提取变化信息受到一定程度的制约。本研究的数据源主要采用国土变更调查数据,当运用其他多源数据时,应充分剖析资料来源的可靠性和数据质量,评估逻辑规则构建的有效性,验证逻辑冲突检测的效率和地理实体更新的完整率。未来研究将进一步探索人工智能(如 AI 影像识别)、物联网(如全省铁塔视频)及大数据的综合应用,实现更多的技术集成和融合,旨在实现地理实体全生命周期、自动化与智能化的更新管理。

基金项目

湖南省第一测绘院科研项目“省级基础地理信息要素与基础地理实体联合更新模式研究”(KY202402)。

参考文献

- [1] 自然资源部国土测绘司关于印发新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件(1-4)的函[EB/OL]. https://gi.mnr.gov.cn/202112/t20211227_2715842.html, 2021-12-16.
- [2] 何纯芳. 基于变化发现的省级基础测绘 1:10000DLG 重点要素更新生产方法[J]. 河北省科学院学报, 2024, 41(6): 75-80.
- [3] 张江斌, 田立, 董晓艳. “多测合一”更新基础地理实体数据库技术研究与实践[J]. 地理空间信息, 2025, 23(8): 98-101.
- [4] 刘鹏芳. 基于“多测合一”理念的基础地理实体数据更新方法探讨[J]. 经纬天地, 2024(4): 6-10.
- [5] 黄露, 侯爱玲. 基于省市联动的基础测绘数据智能更新技术[J]. 地理空间信息, 2023, 21(12): 83-85.
- [6] 王冬升. 基于框架实体的省市县基础地理信息联动更新关键技术研究与应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(6): 117-119.
- [7] 李飞, 刘元亮, 谢中凯, 李兆杨, 王宇. 基于众包模式的地理信息更新方法研究与应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2025, 48(6): 23-26.
- [8] 任光耀, 孙云飞, 侯恩兵. 地形级基础地理实体与要素协同动态更新方法[J]. 测绘通报, 2026(3): 168-173.
- [9] 樊迪. 地理实体对象化更新关键技术研究[J]. 地理空间信息, 2025, 23(2): 25-28.
- [10] 王乃生, 李祥武, 白穆, 等. 地理要素数据变化信息关联传递技术研究[J]. 测绘科学, 2022, 47(7): 188-193.