引文格式：刘善磊,王家慧,邱洁. 城市国土空间监测数据库更新方法研究[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 106-109. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.023

城市国土空间监测数据库更新方法研究

刘善磊[1,2]，王家慧[1,2]，邱　洁[1,2]
（1. 江苏省基础地理信息中心，江苏 南京 210013；2. 江苏省自然资源厅 自然资源监测重点实验室，江苏 南京 210013）

摘　要：介绍了一种城市国土空间监测数据库更新方法。首先利用定量分析方法，在专题资料与区县级数据库之间构建一个择优推荐模型，确保所选专题资料能精确反映最新变化；然后借助叠置分析、增量提取和匹配融合技术，在省、市、县3级数据库之间建立高效的联动更新机制，确保数据同步更新；最后基于提取的增量数据和语义匹配技术，实现各级数据库细化、补充数据集与变化数据集内部各图层之间的同步更新，保持数据的一致性和完整性。生产实践证明，该方法可提升更新效率与准确性，达到“资料更新、数据同步，一库更新、多库联动，一层变化、多层响应”的效果，有力支持城市国土空间监测和管理。

关键词：联动更新；数据关联；增量信息；变化检测
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0106-04

Research on the Update Method for Urban Territorial Spatial Monitoring Database

LIU Shanlei[1,2], WANG Jiahui[1,2], QIU Jie[1,2]
(1. Provincial Geomatics Center of Jiangsu, Nanjing 210013, China;
2. Key Lab of Natural Resources Monitoring, Department of Natural Resources of Jiangsu Province, Nanjing 210013, China)

Abstract: We presented an update method for urban territorial spatial monitoring database. Firstly, we utilized the quantitative analysis method to construct an optimal selection and recommendation model between the thematic materials and the district/county-level database, in order to ensure the selected thematic materials could accurately reflect the latest changes. Then, with the aid of overlay analysis, incremental extraction, and matching fusion technology, we established an efficient linkage update mechanism among the provincial, municipal, and county-level databases to ensure the synchronous update of data. Finally, based on the extracted incremental data and semantic matching technology, we realized the synchronous update among the refined datasets and supplementary datasets of databases at all levels and each layer within the change dataset, maintaining the consistency and integrity of data. Production practice proves that this method improves the update efficiency and accuracy, and achieves the effects of “updating materials, synchronizing data, one database update triggering the linkage of multiple databases, and one layer change leading to the response of multiple layers”, providing strong support for the urban territorial spatial monitoring and management.

Key words: linked update, data association, incremental information, change detection

城市国土空间监测是通过监控和分析城市土地利用、土地资源以及城市用地承载能力等方面，全面了解城市空间的发展现状、趋势和问题[1]。作为监测工作的关键成果，城市国土空间监测数据库的准确性和时效性对于确保后续统计分析的权威性至关重要[2]。城市国土空间监测体系源自地理国情监测[3]，其数据库的更新工作主要依赖于人工操作。然而，除沿用传统的周期性更新方法[4]外，后续各级检查也会触发数据的修正与完善[5]。各级数据库修订时，由于数据库内部各图层（如细化数据与变化数据集）需要保持一致性，因此必须同步更新。当收集到新的专题资料时，通常采用人工分析方法[6-10]评估资料的可用性，但主观性较强，缺乏客观量化指标。确定专题资料并人工完成对应图层的更新后，必须确保地类图斑变化图层及时更新和省、市、县数据库之间的更新同步。多级联动的更新模式[11-14]是解决该问题的最佳方法，但也存在关联关系图谱的构建精度受数据源影响较大等问题。为高效准确地更新城市国土空间监测数据库，本文提出了一种基于定量分析、叠置分析和增量提取的省、市、县3级数据库更新方法。为达到“资料更新、数据同步”的目标，通过构建专题资料评价模型进行定量评价与打分，将人工分析中的主观因素转化为具体的量化指标，有效减少了主观误差；为达成“一库更新、多库联动”的效果，通过叠置分析、增量提取和匹配融合技术，在省、市、县3级城市国土空间监测数据库之间建立高效的联动更新机制；为确

项目来源：江苏省自然资源科技资助项目（2022005）。
第一作者简介：刘善磊（1984—），硕士，高级工程师，从事自然资源调查监测工作，E-mail：626761164@163.com。

保“一层变化、多层响应”的实现，基于增量数据和语义匹配技术，实现各级数据库细化数据集和补充数据集与变化数据集内部各图层之间的同步更新。

1　总体思路

城市国土空间监测数据库的更新通过定量分析、叠置分析和增量提取等技术实现。首先利用专题资料择优推荐模型获取量化的专题资料；再结合高分辨率遥感影像，更新区县级的本底数据库，形成最新的区县级数据库；然后将新旧数据库进行叠置分析和变化检测，以提取增量信息；最后通过匹配融合技术完成不同数据库之间的更新，并采用语义匹配技术确保数据库内部的一致性和准确性。

2　关键技术

2.1　专题资料择优推荐模型

1）指标体系建立。影响专题资料利用的关键要素包括现势性、权威性、覆盖范围、更新频率、数据类型，因此城市国土空间监测指标体系可量化指标为获取时间、机构可信度、覆盖面积、更新周期和数据类型等级。

2）评价模型构建。专题资料评价的基本模型为：

$$R_j = T_j W_{tj} + C_j W_{cj} + A_j W_{aj} + P_j W_{pj} + + Q_j W_{qj} \quad (1)$$

式中，T_j 为获取时间，W_{tj} 为其权重；C_j 为机构可信度，W_{cj} 为其权重；A_j 为覆盖面积，W_{aj} 为其权重；P_j 为第 j 项专题资料更新周期分值，W_{pj} 为其权重；Q_j 为数据类型等级，W_{qj} 为其权重；$W_{tj} + W_{cj} + W_{aj} + W_{pj} + W_{qj} = 1$，权重由层次分析法确定[15]，依次为0.149 6、0.286 9、0.203 6、0.100 3和0.259 6。

3）指标分值确定。各指标的理想状态以当前城市国土空间监测实施方案规定为准。以2024年为例，专题资料获取时间不迟于2023年1月1日；可信度分为政府官方（如卫生健康委员会医疗卫生数据）、行业资料（如行业协会报告）、互联网（社交媒体用户数据）3级；覆盖面积以监测范围为准；更新周期分为每日、每周、每月、每季、每年更新5级；数据类型等级分为矢量、表格、文本、图像4级。由于这些指标的量纲和数量级不同，需进行归一化，以增加可比性。本文采用参考文献[16]的指标标准化方法，将指标数值转化为0~1的分值。其中，专题资料的获取时间、可信度、更新周期和数据类型等级属于正向指标，采用式（2）进行标准化；覆盖面积为适度指标，则采用式（3）进行标准化。

$$r_{ij} = \frac{c_{ij} - \min c_{ij}}{\max c_{ij} - \min c_{ij}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{|c_{ij} - \mathrm{r}_i|}{\max(c_{ij}, \mathrm{r}_i)} \quad (3)$$

式中，$\min c_{ij}$、$\max c_{ij}$ 为指标最小、最大值，r_i 为固定值。

2.2　联动更新机制

2.2.1　叠置分析

叠置分析主要用于从空间数据中挖掘潜在的信息。将更新区县数据库与区县本底数据库进行叠置分析，创建新图层，还能使原有图层中的部分要素按照叠加图层的边界重新划分[17]。新图层融合了城市国土空间监测区县更新数据库与区县本底数据库中的所有属性信息，不仅在更新区县数据库和区县本底数据库之间建立了新的空间关联，还更新了各图层间的属性关系，实现了空间特征与属性特征的有效结合。此外，叠置分析还可将线或面要素间的一对多、多对一、多对多关系统一转换为一对一的关系，有助于后续变化检测算法的设计。

2.2.2　增量信息提取

增量信息提取的关键在于精准获取地类图斑变化信息[18]，城市国土空间监测省、市、县3级数据库的组织结构一致，便于获取数据库间的变化信息。基于叠置分析预处理，本文针对上年度已采集要素（细化、补充数据集和城区监测范围）中新增、灭失和修改（图形、属性、图形和属性修改）3种变化类型，设计并实现点、线、面要素变化检测算法。算法分为属性检测和图形检测，属性检测采用参考文献[19]的算法，利用数值、编码和文本3种方法判断除新增、灭失两种类型外的所有要素属性。唯一标识码（FEATID）遵守本底继承规则。图形检测算法依据面积最大或长度最长的规则进行操作，如将一个面状图斑分割为3个新图斑时，面积最大的图斑将被选作修改对象，并保留其原有的FEATID，而另外两个图斑则被视为新增要素。针对点、线、面要素的具体算法设计如下：

1）点要素变化检测。参与点要素变化检测的城市国土空间监测数据库包括学校、医疗机构、福利机构等10个点层，涵盖细化、补充数据集。点层中点状要素变化信息的判断条件为：同一性叠置分析条件下（更新库为底图）DLBM≠DLBM_则为新增；反向同一性叠置分析条件下（本底库为底图）DLBM_≠DLBM则为灭失，其中DLBM为更新库中

要素的地类编码，DLBM_为对应等级本底数据库中要素的地理编码。点容差设置为0.01 m。超出容差的点移位视为一个新增、一个灭失。

2）线要素变化检测。参与线要素变化检测的城市国土空间监测数据库包括水域、公路、铁路等7个线层，涵盖细化、补充数据集。线层中线要素变化判断条件为：

满足以下条件判断为新增：

$$\begin{cases} \text{DLBM} \neq \text{DLBM_} \\ \text{pIPl.Length} > LT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIPl.Length} - \text{Shape_Length}) < LT \end{cases} \tag{4}$$

满足以下条件判断为灭失：

$$\begin{cases} \text{DLBM_} \neq \text{DLBM} \\ \text{pIPl.Length_} > LT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIPol.Length_} - \text{Shape_Length_}) < LT \end{cases} \tag{5}$$

满足以下任何一个条件，判断为修改：

$$\begin{cases} \text{DLBM} \neq \text{DLBM_} \\ \text{pIPl.Length} > LT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIPl.Length} - \text{Shape_Length}) > LT \end{cases} \tag{6}$$

$$\begin{cases} \text{DLBM} = \text{DLBM_} \\ \text{pIPl.Length} > LT \\ \text{Math.Abs}(\text{Shape_Leng th} - \text{Shape_Leng th_}) > LT \end{cases} \tag{7}$$

式中，LT为长度容差，默认取值为0.1 m；Math .Abs()为取绝对值；pIPl.Length 、pIPl.Length_分别为基于同一性叠置分析、反向同一性叠置分析技术处理后的线状数据长度；Shape_Length、Shape_Length_分别为更新、本底数据库中线状数据长度。

3）面要素变化检测。参与面要素变化检测的城市国土空间监测数据库包括公用设施、公园与绿地、交通服务站等23个面层，涵盖细化、补充数据集以及城区监测范围图层。面层中面要素数据变化信息判断条件为：

满足以下条件判断为新增：

$$\begin{cases} \text{DLBM} \neq \text{DLBM_} \\ \text{pIArea.Area} > AT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIArea.Area} - \text{Shape_Area}) < AT \end{cases} \tag{8}$$

满足以下条件判断为灭失：

$$\begin{cases} \text{DLBM_} \neq \text{DLBM} \\ \text{pIArea.Area_} > AT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIArea.Area_} - \text{Shape_Area_}) < AT \end{cases} \tag{9}$$

满足以下任何一个条件，判断为修改：

$$\begin{cases} \text{DLBM} \neq \text{DLBM_} \\ \text{pIArea.Area} > AT \\ \text{Math.Abs}(\text{pIArea.Area} - \text{Shape_Area}) > AT \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{cases} \text{DLBM} = \text{DLBM_} \\ \text{pIArea.Area} > AT \\ \text{Math.Abs}(\text{Shape_Area} - \text{Shape_Area_}) > AT \end{cases} \tag{11}$$

式中，AT为面积容差，默认取值为0.1 m^2；pIArea.Area 、pIArea.Area_分别为基于同一性叠置分析、反向同一性叠置分析技术处理后的面状数据面积；Shape_Area、Shape_Area_分别为更新、本底数据库中面状数据面积。

2.2.3 匹配融合技术

获取增量信息后，先完成FEATID匹配，再进行空间匹配。空间匹配确认即判断点要素的坐标位置、线与面要素的外接矩形四至是否一致，其容差与变化检测算法的容差保持一致。匹配后的融合更新分为3类：①图形融合，仅更新本底数据库图形信息，其他属性沿用本底；②属性融合，仅更新本底数据库要素属性；③图形和属性融合，更新本底数据库要素的图形和属性信息。

根据城市国土空间监测数据采集标准，上一年度已记录要素若发生灭失、范围缩小或位置移动等，需更新至相应地类图斑变化层。数据库间进行更新时，因已获取变化信息，建立细化、补充数据集相关图层与变化数据集地类图斑变化层的语义关联，即可自动更新。例如，细化数据集中的交通用地点层对应地类图斑变化点层，点要素灭失时，通过语义匹配自动复制到对应图层。

3 实验结果与分析

本文以江苏省某地级市为例，利用专题资料择优推荐模型对收集的交通、住宅、河流、公共服务设施等57份专题资料进行打分并择优使用；再对新旧数据库中的细化数据集、补充数据集和城区监测范围共40个图层实施叠置分析；然后对生成的新点、线、面图层开展变化检测与增量提取，并采用语义匹配技术同步更新至变化数据集中的点、线、面图层；最后通过匹配融合技术完成城市国土空间监测省、市、县3级数据库更新。以人工数据库更新结果为基准，与本文方法进行对比分析。两种方法的工作量和所需时间见表1，可以看出，在专题资料数量相同的情况下，本文方法的精度为93%，略低于人工分析，但仍能保证结果的准确性，并显著提升执行效率，因此具有实用价值。本文方法在保证95%更新精度的前提下，通过一次增量数据提取实现了多级数据库内外的同步更新，提高了整体生产效率。然而，本文方法的更新过程中人工核实步骤占据了约一半的时间，说明匹配融合和语义匹配后的检查流程仍有优化空间。

表1　两种方法工作量与时间对比表

更新方式	专题资料			增量数/个			增量提取/h	数据库间更新/h	数据库内更新/h	人工核实/h	更新精度/%	总耗时/h
	份数	分析精度/%	分析耗时/h	新增	灭失	修改						
本文方法	57	93	1.5	439	100	1 662	0.1	0.5	0.4	1	95	3.5
传统更新	57	100	16.0	–	–	–	–	8.0	2.0	–	100	26.0

4　结　语

本文利用定量分析、叠置分析和增量提取等技术，在城市国土空间监测数据库的更新过程中实现了“资料更新、数据同步，一库更新、多库联动，一层变化、多层响应”的效果。本文方法利用专题资料评价模型进行定量评价与打分，分析精度达到93%，有效减少了主观误差，分析耗时由16.0 h缩短至1.5 h；与传统的人工更新方法相比，本文方法能通过一次增量数据提取实现多级数据库内外的同步更新，更新精度达到95%，耗时由10 h缩短至2 h，显著提升了整体生产效率。为进一步提升数据库自动化更新的准确性，优化人工核实流程是后续研究的重点。

参考文献

[1]　赵舒. 城市国土空间监测成果质量检验问题分析探讨[J]. 智能建筑与智慧城市,2024(8):38-40

[2]　赵生兵,谢梅生. 城市国土空间监测统计分析[J]. 江西测绘,2024(2):43-46

[3]　连恒,杨晓锋,韩丛波,等. 地理国情监测增量式更新技术方案研究[J]. 地理空间信息,2018,16(5):38-40

[4]　自然资源部办公厅关于开展2024年城市国土空间监测工作的通知[EB/OL]. (2024-05-28)[2024-10-31]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202405/content_6950229.html

[5]　郑继武,邓学锋. 城市国土空间监测成果质量检验问题分析探讨[J]. 地理空间信息,2023,21(10):131-134

[6]　李德仁,丁霖,邵振峰. 关于地理国情监测若干问题的思考[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2016,41(2):143-147

[7]　武立军. 浅谈城市国土空间监测中城市空间信息的细化与补充[J]. 测绘与空间地理信息,2023,46(9):96-99

[8]　岳昊,梁安宝,王刚. 地理国情普查资料分析与利用研究[J]. 测绘与空间地理信息,2014,37(6):32-34

[9]　李海,周进,闫庆庆,等. 地理国情要素数据成果的一致性检查方法[J]. 测绘通报,2021(12):115-119

[10]　刘光辉,周人秀,谢宝发,等. 浅析基础性地理国情监测行业资料分析与利用[J]. 地理空间信息,2021,19(12):110-113

[11]　王东华,刘建军,张元杰,等. 国家基础地理信息数据库升级改造的思考[J]. 地理信息世界,2018,25(2):1-6

[12]　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

[13]　张岚,王振立,翁宝凤,等. 面向地理实体的基础地理信息数据库自驱动更新技术研究[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(7):173-176

[14]　杨佳琪,张庆全,余迎. 多任务地理实体网格化数据联动更新工作机制研究[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(增刊1):130-132

[15]　乔一娜,曹双成,石孟迪,等. 基于层次分析法的毛乌素榆林沙区防护林健康评价体系研究[J]. 林草资源研究,2024(2):109-115

[16]　刘善磊. 省级特色小镇监测模型的研究与应用[J]. 测绘标准化,2020,36(1):10-13

[17]　王玮,刘善磊,王圣尧,等. 基于同一性叠置分析的地理国情数据融合技术研究[J]. 测绘与空间地理信息,2019,42(3):39-42

[18]　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

[19]　石善球. 基于几何与属性匹配的地理信息数据融合更新方法[J]. 自然资源遥感,2023,35(1):251-257

（上接第17页）

LAI of Crop Canopies: Modeling and Validation in the Context of Precision Agriculture[J]. Remote Sensing of Environment,2004,90(3):337-352

[31]　Lassalle G,Fabre S,Credoz A,et al. Detection and Discrimination of Various Oil-contaminated Soils Using Vegetation Reflectance[J]. Science of the Total Environment, 2019, 655:1 113-1 124

[32]　Haboudane D, Miller J R, Tremblay N, et al. Integrated Narrow-band Vegetation Indices for Prediction of Crop Chlorophyll Content for Application to Precision Agriculture[J]. Remote Sensing of Environment,2002,81(2/3):416-426

[33]　Ran W,Jiang J,Pan Y,et al. Spectral Responses and Identification of Surface Vegetation Stressed by Natural Gas Leakage[J]. International Journal of Remote Sensing,2020,41(1):132-151

[34]　Pen U J,Filella I,Lloret P,et al. Reflectance Assessment of Mite Effects on Apple Trees[J]. International Journal of Remote Sensing,1995,16(14):2 727-2 733

[35]　吴进二. 喀斯特区植被叶片含水量高光谱反演的初探[J]. 地理空间信息,2020,18(12):101-103