引文格式：石婷婷,厉芳婷,李盼盼,等. 湖北省“多监合一”卫星遥感常态化监测探索与实践[J]. 地理空间信息, 2026, 24(7): 105-110. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2026.07.020

湖北省“多监合一”卫星遥感常态化监测探索与实践

石婷婷[1]，厉芳婷[1]，李盼盼[2*]，张　睿[2]
（1. 湖北省航测遥感院，湖北 武汉 430074；2. 武汉市测绘研究院，湖北 武汉 430022）

摘　要：为有效解决自然资源监测中数据整合不足、业务碎片化、重复建设等问题，综合国土调查、林草湿监测、耕地保护与执法督察等核心业务，识别共性监测与管理需求，统筹土地利用分类、地理国情监测地表覆盖分类和林草湿调查分类体系，基于地理本体理论，构建了“多监合一”卫星遥感常态化监测内容与指标体系，设计了包含11个一级类、34个二级类、23个三级类的监测要素分类与编码体系。通过在武汉市青山区（化工区）开展常态化监测实验，验证了“一次监测、多个专题应用”的可行性与效能。结果表明，该分类体系能有效支撑多项自然资源业务的统一整合与协同管理。

关键词：“多监合一”；遥感；常态化监测；指标
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）07-0105-06

Exploration and Practice of Normalized Remote Sensing Monitoring Content for “One-time Monitoring and Multiple Applications” in Hubei Province, China

SHI Tingting[1], LI Fangting[1], LI Panpan[2], ZHANG Rui[2]
(1. Hubei Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Wuhan 430074, China;
2. Wuhan Geomatics Institute, Wuhan 430022, China)

Abstract: To overcome the fragmentation and duplication of natural resources monitoring, we merged the major natural resources monitoring programmers, such as territorial survey, forest, grassland, wetland monitoring, cropland protection, and enforcement inspection into a single, recurring satellite observation scheme. By distilling the information needs common to all six tasks and reconciling the separate taxonomies now used for land-use classification, geographical conditions monitoring land coverage classification, and forest, grassland, wetland inventories, we produced a unified “One-time Monitoring and Multiple Applications” remote sensing indicator set. A three-tier classification and coding scheme, including 11 first-level classes, 34 second-level classes and 23 third-level classes, translates the indicators into operational map units. Recurrent imagery over the Qingshan District in Wuhan City, Hubei Province shows that this system can feed every major natural resource application, eliminating redundant fieldwork and delivering a single, authoritative data layer.

Key words: “One-time Monitoring and Multiple Applications”, remote sensing, recurrent monitoring, indicator

为履行“两统一”职责，落实党中央关于“加快构建统一的自然资源调查、评价与监测体系”和“强化资源本底监测能力”的决策部署，自然资源部于2020年初发布《自然资源调查监测体系构建总体方案》[1]，首次以系统化视角明确了调查对象、核心任务与技术要求。2022年2月自然资源部印发的《自然资源调查监测技术体系总体设计方案（试行）》[2]提出，以整体统筹、协同联动为原则，打造“数据获取—信息处理—场景管理—知识服务”全链条业务闭环，建设跨学科、跨层级、跨部门且标准一致、数据互通、技术共享、按需服务的统一技术体系[3]。国家和地方陆续实施了国土调查监测、耕地保护、督查执法、林草湿专项调查监测、水资源基础调查、城市国土空间监测等多项常态化和专项调查监测，初步构建了自然资源空天地网一体化调查监测技术体系和数据体系[4]，但仍存在多项调查监测业务协同不足，变化信息耦合弱、成果复用率低等短板，尚未形成“一次监测、多场景复用、多任务反馈”的闭环[5-6]。2025年起，国土变更调查不再统一推送疑似变化图斑，改为依靠基层据实开展调查，为地方调查监测模式带来新的挑战与机遇。如何构建高效、快捷、及时的监测新范式，动态掌握自然资源变化情况，成为省级自然资源调查监测工作的关键环节。本文面向湖北省自然资源调查监测工作实际，梳理了多元监测场景需求，设

项目来源：2024年度自然资源部部省合作项目（2024ZRBSHZ007）；2025年度湖北省自然资源科技资助项目（ZRZY2025KJ06、ZRZY2025KJ23）。
第一作者简介：石婷婷（1986—），硕士研究生，高级工程师，从事遥感影像数据处理技术和应用工作，E-mail：395724740@qq.com。
通信作者：李盼盼（1990—），硕士研究生，副主任工程师，从事自然资源调查监测工作，E-mail：1052853526@qq.com。

计了“多监合一”卫星遥感监测内容与指标，开展了验证分析，为全面推进湖北省自然资源常态化监测工作积累经验。

1 自然资源监测分类现状与综合监测需求分析

1.1 已有分类标准现状分析

为掌握统一的自然资源基础，湖北省聚焦土地利用[7]、林地[8-9]、地理国情监测[10]、城市绿地[11]等业务开展了大量的调查监测工作。本文从层级结构、核心分类逻辑、适用监测场景3个维度，对目前调查监测工作中主要采用的《土地利用现状分类》《林地分类体系》《地理国情监测分类》《城市绿地分类标准》4个分类标准进行分析对比（表1），可以看出，各自然资源监测分类体系围绕不同的调查监测场景各有侧重，但普遍存在地类内涵交叉、分类粒度错位、管理目标冲突等问题，亟需明晰不同地类内涵边界，制定冲突地类处置规则，构建一套实现“多监合一”目标的融合性监测指标。

表1 现行地类分类体系对比

分类体系	层级结构	核心分类逻辑	适用监测场景
土地利用现状分类 GB/T 21010-2017	12个一级类、73个二级类	用地功能导向：突出耕地保护（设“永久基本农田”二级类）；单列“湿地”一级类强化生态保护；细化“物流仓储用地”、“公用设施用地”等新兴产业用地	国土空间管控场景
林地分类体系 LY/T 1812-2021	5个一级类、23个二级类	生态—经济双维导向：按起源（天然/人工）与经济属性（公益/商品）交叉分类；细化林地保护等级（Ⅰ~Ⅳ级）；区分“乔木经济林”与“灌木经济林”	森林资源监管场景
地理国情监测分类 GDPJ 01-2013	10个一级类、58个二级类	地表覆盖+地理要素双维度：地表覆盖层（植被/裸露地表等）；地理国情要素层（道路/构筑物等）；强调“硬化地表”细分类（铺装/工矿硬化）	地表过程精细化监测场景
城市绿地分类标准 CJJ/T 85-2017	5个大类、14个中类、11个小类	服务功能导向：按生态/游憩/防护功能划分；区分“附属绿地”（XG）中“居住区绿地”与“工业绿地”；单列“区域绿地”衔接城乡生态空间	城市生态服务场景

1.2 多场景监测需求分析

为实现“多监合一”目标，围绕卫星遥感常态化监测场景，梳理了耕地保护[12-13]、执法督察[14-15]、土地开发利用、林草湿调查监测[16]、国土变更调查全覆盖遥感监测[17-18]、矿山复绿等六大监测业务的需求，分析了监测范围和内容（表2），为构建“多监合一”卫星遥感影像监测内容与指标奠定了基础。

2 基于地理本体论的自然资源监测分类体系构建方法

本文基于地理本体论[18-19]思想，针对卫星遥感监测条件下自然资源监测对象语义异构问题，分析管理视角下自然资源概念基本特征，对自然资源调查监测对象时空语义进行形式化表达，对业务需求与自然资源调查监测对象及其之间隐含的关系进行梳理，归纳各类自然资源的固有属性和专属特征，设定分类体系整合规则，实现“多监合一”卫星遥感常态化监测内容与指标体系设计。

2.1 自然资源分类系统通用语义问题分析

理想的自然资源分类体系应以相互排斥、完全穷举的方式划分各种地类覆盖，即实现地类全覆盖、无重叠，兼具系统性、客观性、易用性与互操作性；但

表2 六大业务场景需求

业务场景	监测范围	监测内容
耕地保护监测	一般耕地和永久基本农田保护红线	耕地流失变化，包括疑似变建（构）筑物、堆放垃圾等，疑似变园、林、草和养殖坑塘等
执法督察监测	一般耕地和永久基本农田保护红线，生态保护范围线和敏感区域	新增线性地物（道路）、新增建筑物（房屋、大棚）、新增构筑物（硬化、水工建筑等）、新增堆掘地（堆土、堆垃圾、堆尾矿、围填湖等）、新增林园草以及其他变化类（库塘、景观、光伏、公墓等）
土地开发利用监测	储备地块和供应地块	建筑工地、推堆土、建筑物、林园草、坑塘等
年度国土变更调查全覆盖监测	全域国土空间	新增建设用地、耕地流出变化情况、建设用地和设施农用地变化情况、非耕农用地变化情况、未利用地变化情况，以及推堆土区、拆除未尽区、光伏板区、工厂化种植等变化情况
林草湿调查监测	生态保护红线区、国家森林公园、生态公益林、国有林场、集体林场、国际重要湿地、国家重要湿地、一般湿地、其他草地	林地转为其他农用地（耕地、坑塘和园地等），新增建设用地、交通运输用地、公共设施用地、裸土地、湿地（开）围垦、湿地填埋等
矿山复绿监测	历史遗留矿山	新增园地、草地、林地、耕地、坑塘水域等以及推堆土、裸露地等

在实际生产实践过程中，针对同一自然资源对象，基于不同应用场景需求会侧重关注迥然不同的功能属性和用途特征，从而导致现行自然资源分类体系中存在语义重叠、裂隙、溢出、互操作等语义关系问题[20]。例如，针对“附属绿地”的概念，《城市绿地分类标准》强调空间性，将附属于各类建设用地的绿化用地单独细分；《土地利用现状分类》强调功能性，将其归类至“居住用地”、“工业用地”等大类用地，不再单独细分；《地理国情监测分类》侧重地表覆盖特征，将其归类为“林草覆盖”而弱化附属性；《林地分类体系》侧重郁闭度、种植类等属性特征，区分“乔木林地”、“竹林地”等地类。现行的各类自然资源分类体系缺乏统一性、通用性，无法实现全覆盖、无重叠。本文重点聚焦自然资源地表覆盖角度下的遥感监测普适性需求，旨在构建一套可通用、可转化、可穷尽，兼顾自动化处理与人工解译能力的分类体系，极大规避语义重叠问题，同时在层级分类下预留“其他”类型以规避语义裂隙问题。

2.2　自然资源监测分类地理本体构建

本文借鉴李军利[19]、张镯漫[20]提出的领域本体构建思路，聚焦自然资源本体具体应用场景，对其文本中的概念进行抽取与形式化，并解析概念所对应的属性集合。具体流程包括：①以地理本体理论为指导，在既有自然资源概念框架下，遵循“最小冗余、无歧义、集合封闭”的准则筛选属性，并采用枚举方式刻画概念语义；②引入《土地利用现状分类》《地理国情监测分类》对基础地类的语义描述，将概念拆解并重组为功能性、空间性、成因性、时间性、度量性五维属性集，实现语义的系统化重构。以功能性为主导属性，细分自然要素和人工要素，自然要素以功能性、成因性、度量性的属性集实现语义的系统化重构；人工要素以功能性、空间性、时间性的属性集实现语义的系统化重构（图1）。

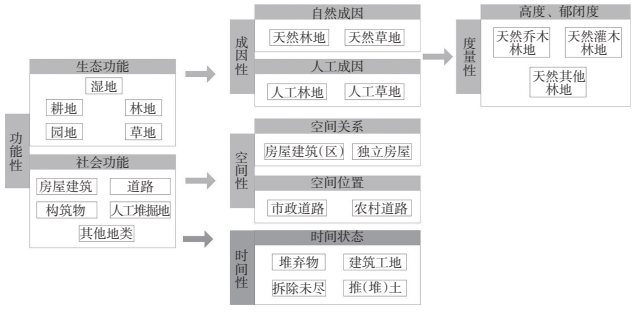


图1　分类体系属性结构示意图

2.3　分类体系整合规则制定

本文在自然资源本体语义特征分析的基础上，针对特定自然资源管理业务融合场景，以自然资源全要素为基底，构建满足统一卫星遥感监测需求的“多监合一”卫星遥感常态化监测分类指标体系。整合分类体系需满足：①继承性与适应性，与《土地利用现状分类》保持语义兼容，自然要素一级类直接沿用年度国土变更调查框架，同时对光谱—纹理差异不足的地类不再机械细分，因居住和公共管理用地等综合性用地在像元尺度上呈高度混合状态，人工要素则以地表覆盖实体为最小单元；②统一性与无交叉性，一级类的确定以统一的概念定义为基础，保证各类型间无交叉重叠，同时一、二、三级类的递阶划分以“空间分辨率—语义可辨性”耦合关系为原则，依托不同的影像分辨率加以精分，保障不同影像条件下指标体系的稳健性与层级一致性；③靶向性与可传导性，指标的二、三级延展采用“需求→对象→指标”的逆向解构逻辑，仅对监测场景所涉关键地物进行语义细化和指数衍生，确保每一条分类分支均直接服务于特定监管诉求，并保留可扩展类型，同时可设置单独图层机制，对专项特定度量性指标进行扩展性监测。

3　“多监合一”卫星遥感常态化监测内容指标设计

3.1　设计思路

在自然资源常态化监测工作中，快速发现线索已成为核心目标之一。常态化监测需充分应用人工智能技术，依托自动变化检测能力建设，高效及时地提取自然资源全要素地类变化信息。为衔接综合解译样本库构建和自动化变化检测模型应用，本文构建了“多监合一”常态化监测分类体系，在充分解析遥感特征的基础上，耦合土地利用、地理国情监测地表覆盖[21-22]、林草湿资源调查、城市绿地等既有分类，最终确立自然要素一级类6个、人工要素一级类4个，兼顾其他地类的层级结构，为一体化监测提供统一的分类基准。为实现一次监测，衔接多个业务要求，针对监测内容开展图斑变化类型、业务类型标识，图斑变化类型直接反映图斑前后地类变化，业务类型反映图斑涉及的相关业务和项目（图2）。

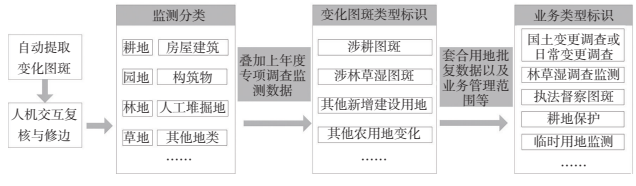


图2　“多监合一”常态化监测内容与图斑类型标识流程图

3.2 监测内容与指标设计

本文围绕耕地、建设用地、林草湿、人工堆掘地等地类的共性监测需求，结合高分卫星遥感监测技术特点，将监测内容初步设计为11个一级类、39个二级类和22个三级类。为发现指标体系中指标定义重叠、无法区分、覆盖不全等问题，本文选取襄阳市襄州区2025年和2023年变化监测成果，并结合武汉市其他专项城市监测成果，开展指标适应性测试，重点发现耕地内零星农用地判定难、林地难以区分、房屋建筑（区）采集优先级、采矿场与尾矿堆弃物不易区分、人工堆掘地及其他土地难区分等问题。结合指标适应性测试问题进行指标调整，最终将“多监合一”常态化监测内容设计为湿地、耕地、园地、林地、草地、水域、房屋建筑（区）、道路、构筑物、人工堆掘地、其他土地等11个一级类，34个二级类，23个三级类，重点反映地表自然营造物和人工建造物的自然属性或状况，对于用地、细化类别等信息，采用属性细化标注的方式予以实现（表3）。

表3 监测内容与指标

一级类		二级类		三级类		细化标注	最小上图面积/m²
编码	分类	编码	分类	编码	分类		
00	湿地						400
01	耕地	0101	水田				400
		0102	旱地				400
02	园地	0201	果园				400
		0202	茶园				400
		0299	其他园地				400
03	林地	0301	天然林地	030101	天然乔木林地		400
				030102	天然灌木林地		400
				030199	天然其他林地		400
		0302	人工林地	030201	人工乔木林地		400
				030202	人工灌木林地	LHD（绿化带）	400
				030299	人工其他林地		400
04	草地	0401	天然草地				400
		0402	人工草地			LD（公园绿地）	200
						GEF（高尔夫球场）	400
05	水域	0501	湖泊				400
		0502	河流				400
		0503	水库				400
		0504	坑塘				400
06	房屋建筑（区）	0601	房屋建筑区				200
		0602	独立房屋建筑	060201	别墅		200
				060202	普通房屋		200
07	道路	0701	铁路				200
		0702	市政道路				200
		0703	农村道路				200
08	构筑物	0801	硬化地表	080101	广场		200
				080102	露天体育场		200
				080103	露天停车场		200
				080199	其他硬化地表		200
		0802	水工建筑	080201	堤坝		200
				080202	沟渠		200
				080299	其他水工建筑	MT（码头）	200
		0803	固化池				200
		0804	温室、大棚				200
		0805	公墓				200
		0806	光伏及附属设施				200
		0807	风力发电设施				200
		0808	高压电厂				200
		0899	其他构筑物			DPF（大棚房）	200
09	人工堆掘地	0901	露天采掘场	090101	采砂（沙）场		200
				090102	采矿场		200
				090199	其他采掘场		200
		0902	堆弃物	090201	垃圾堆弃物		200
				090299	其他堆弃物		200
		0903	建筑工地	090301	在建道路		200
				090302	在建房屋		200
				090399	其他建筑工地		200
		0904	拆除未尽			WL（瓦砾）	400
		0905	推（堆）土			TP（推平）	200
10	其他土地	1001	沙地				400
		1002	裸露地				400

在提取常态化监测图斑的基础上，围绕自然资源管理业务监测需求，为实现一次监测、多种应用的目标，便于后续开展变化图斑处置、统计分析等工作，对变化图斑进行类型分级与业务类型标识[5]。将人工校核后的变化图斑与自然资源调查监测成果进行套合分析，包括上年度国土变更数据库或重点跟踪图斑、林草湿调查图斑或重点跟踪图斑，再对变化图斑类型与分级进行标识（表4）。综合套合管理信息、业务需求信息等数据，构建变化图斑与业务类型的关联模型（图3），可对变化图斑标识国土变更调查、林草湿调查监测、耕地保护、矿山复耕复绿等业务类型。

表4　图斑变化类型与分级标识

变化图斑类型	变化图斑定级	分类说明	套合自然资源调查监测成果
涉耕图斑	疑似占用耕地从事非农建设	占耕建房	上年度国土变更调查耕地范围（20X范围外）
		占耕建大棚房	
		占耕倾倒煤渣、尾矿库废渣和建筑垃圾	
	疑似耕地“非粮化”	其他耕地“非农化”	
		疑似占用耕地绿化造林	
		疑似占用耕地种植草皮	
		其他耕地“非粮化”	
涉林草湿图斑	疑似临时占用耕地	耕地转为推堆填土、堆弃物等	上年度林草湿调查成果或林草湿调查跟踪图斑
	疑似新增耕地图斑	耕地外的新增耕地	
	疑似林草湿流出图斑	上年度林草湿图斑转为其他地类	
	疑似新增林地草地图斑	林草湿调查范围外的新增图斑	
	疑似临时占用林地	林地范围内的推堆土	
	林草湿内部地类转换图斑	林草湿地类	
其他新增建设图斑	耕地和林草湿外的疑似新增建设图斑	耕地外的新增建设图斑	
其他图斑	其他农用地变化图斑	除耕地和林草湿外的农用地内部变化图斑	上年度国土变更调查成果或国土变更调查跟踪图斑
	其他农用地减少图斑	除耕地和林草湿外的农用地减少	
	拆除建设图斑	建（构）筑物拆除或减少图斑（不含已恢复为耕地和林草湿）	
	新增人工绿化图斑	除耕地和林草湿外的新增人工绿化图斑	

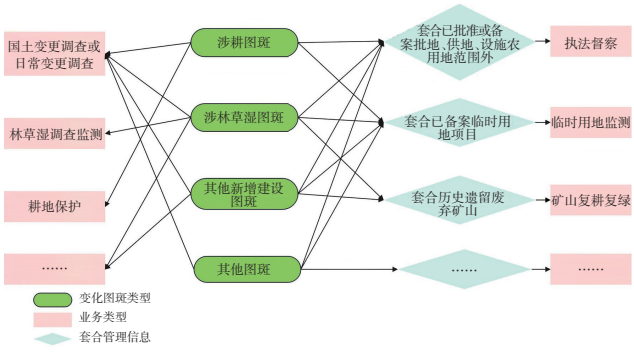


图3　变化图斑与业务类型的关联模型

4　应用实践

本文以武汉市青山区（化工区）为试点区域，以武汉一号2025年1月和6月0.75 m分辨率影像为基础，开展常态化监测内容指标与一体化监测模式应用实践验证。

1）变化提取。基于监测内容与指标，提取试点区疑似变化图斑561个，其中约58%的图斑为人工堆掘地，以推堆土、拆除未尽区域为主；30%的图斑为耕地、林地、草地、坑塘等；12%的图斑为房屋建筑、道路以及其他未明确用途的建筑。

2）变化类型标识。在提取变化图斑的基础上，套合上年度国土变更数据库、森林草原湿地荒漠调查监测图斑等专项调查监测数据，对变化图斑类型进行标识、定级。变化图斑包括涉耕图斑121个（疑似新增耕地图斑31个、疑似耕地“非粮化”24个、疑似占用耕地从事非农建设35个、疑似临时占用耕地31个）、涉林草湿图斑270个（林草湿内部地类转换38个、疑似林草湿流出图斑102个、疑似临时占用林地63个、疑似新增林草湿图斑67个）、其他新增建设用地164个（其他新增建设图斑40个、拆除（推平）建设图斑92个、建设用地内部转换图斑32个）、其他图斑6个（新增其他农用地图斑2个、其他农用地

减少图斑4个）。

3）业务类型标识。在变化类型标识、定级的基础上，扣除建设用地批复数据，叠加永久基本农田保护范围，根据图斑涉及的地类开展业务类型标识，分门别类共享至不同业务部门，其中耕地保护业务包括疑似耕地“非粮化”图斑26个、疑似耕地“非农化”图斑33个、疑似临时占用耕地图斑30个、新增耕地监测图斑37个；林草湿调查监测业务包括疑似林草湿流出图斑83个、疑似临时占用林地图斑59个、新增其他农用地图斑68个；执法督察业务包括新增违法建设用地图斑51个。试点工作突破以往单业务、单专题的碎片式监测，将分散在各类自然资源管理环节的数据串联起来，与业务流同频共振、双向互动，一次监测同时输出多个专题数据，形成自然资源治理合力，也反向校验了常态化监测指标体系的科学性与实用性。

5 结 语

本文系统梳理了耕地保护、执法督察、土地开发利用、林草湿调查、国土变更调查全覆盖监测以及矿山复绿等六大业务需求，探索并实践了湖北省“多监合一”卫星遥感常态化监测的内容体系与实施路径。该模式聚焦于及时识别和提取适用于不同自然资源监测与变更需求的变化图斑，在此基础上对图斑进行分类标识与业务属性标注，从而实现“一次调查、多项应用”，有效提升了监测工作的整体效率。后续研究将在现有成果的基础上，结合天空地网智能感知网络建设，进一步完善自然资源调查监测标准体系，规范数据格式，健全成果共享机制，全面提升数据在跨部门、跨层级、跨区域应用中的可用性。

参考文献

[1] 自然资源部. 自然资源部关于印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》的通知[Z].

[2] 自然资源部自然资源调查监测司. 自然资源调查监测技术体系总体设计方案(试行)[Z].

[3] 陈军,武昊,张继贤,等. 自然资源调查监测技术体系构建的方向与任务[J]. 地理学报,2022,77(5):1041-1055

[4] 冯文利,吴海平,曾钰. “空天地网”自然资源调查监测技术体系构建的业务实践[J]. 自然资源情报,2024(9):1-7

[5] 郭海京,钟远军,杨娜娜. 广东省自然资源常态化监测模式探索与实践[J]. 时空信息学报,2023,30(4):631-641

[6] 闫利,张毅,杨见兵,等. 自然资源典型地类遥感智能主动调查监测技术及应用[J]. 地理信息世界,2022,29(5):66-73

[7] 祁信舒,董文清,闵天. 自然资源调查监测中的地理国情监测分类研究[J]. 地理空间信息,2020,18(5):26-28

[8] 张宁宁,王长鹏. 面向自然资源综合调查监测工作的用地分类体系研究[J]. 自然资源情报,2025(1):15-21

[9] 苏鹤放,顾朝林,曹根榕. 国土空间规划中农业空间用地分类体系研究[J]. 自然资源学报,2024,39(11):2570-2587

[10] 姜国华. 地理国情监测与国土调查数据融合与共享[J]. 资源导刊,2024(14):35-37

[11] 徐知宇,周艺,王世新,等. 面向GF-2遥感影像的U-Net城市绿地分类[J]. 中国图象图形学报,2021,26(3):700-713

[12] 自然资源部,农业农村部,国家林业和草原局. 关于严格耕地用途管制有关问题的通知[Z].

[13] 厉芳婷,张过,石婷婷,等. 耕地“非农化”遥感解译样本分类体系及应用[J]. 农业工程学报,2022,38(15):297-304

[14] 自然资源部. 土地卫片执法图斑合法性判定规则[Z].

[15] 丁忆,李朋龙,张觅,等. 国土资源典型要素变化遥感智能监测关键技术及应用[J]. 地理信息世界,2021,28(6):65-71

[16] 自然资源部,国家林业和草原局. 2022年全国森林、草原、湿地调查监测技术方案[Z].

[17] 尤淑撑,何芸. 自然资源遥感监测体系建设现状与发展展望[J]. 无线电工程,2020,50(5):343-348

[18] 中国国土勘测规划院. 2021年度全国国土利用动态全覆盖遥感监测技术方案[Z].

[19] 李军利. 基于语义理解的地理信息分类与融合研究[D]. 武汉:武汉大学,2014

[20] 张锡漫. 自然资源分类体系语义特征分析及差异整合方法研究[D]. 青岛:山东科技大学,2022

[21] 徐峰,王海涛,张娜,等. 国土调查与地理国情数据对比分析方法研究[J]. 地理空间信息,2022,20(2):5-8

[22] 徐进勇,汪潇,张增祥,等. 土地资源多尺度遥感智能解译分类体系研究[J]. 地理信息世界,2022,29(5):112-117