引文格式：沈佳洁，曹侃，祁信舒. 自然资源要素遥感智能解译样本分类体系研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(4): 103-106. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2023.04.026

自然资源要素遥感智能解译样本分类体系研究

沈佳洁[1]，曹　侃[1]，祁信舒[1]
（1. 湖北省航测遥感院，湖北 武汉 430079）

摘　要：根据湖北省自然资源监测监管对大规模遥感智能解译的需求，对已有遥感智能解译样本数据集进行了总结，从提升地类细分领域的深度学习模型效果出发，研究了遥感影像智能解译的典型应用场景和解译对象，构建了湖北省自然资源要素遥感智能解译样本分类体系，并以优于2 m的多源异构高分辨率光学遥感影像为数据源，开展遥感智能解译样本采集。通过具体业务应用场景实验证明，建立的智能解译样本分类体系及其样本库，能够较好地反映湖北省自然资源卫星遥感影像智能解译的区域特征，取得较之前的样本库更为有效的解译效果。

关键词：高分遥感影像；智能解译；样本分类；样本库
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）04-0103-04

Study on Classification System of Remote Sensing Intelligent Interpretation Samples for Natural Resource Element

SHEN Jiajie[1], CAO Kan[1], QI Xinshu[1]
(1. Hubei Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Wuhan 430079, China)

Abstract: According to the demand of natural resources monitoring and supervision in Hubei Province for large-scale remote sensing intelligent interpretation, we summarized the existing sample data set of remote sensing intelligent interpretation, and based on the aim of improving the effect of deep learning model in the land classification subdivision field, studied the typical applied scenes and objects of remote sensing intelligent interpretation images, and constructed the classification system of high-resolution satellite remote sensing intelligent interpretation samples of natural resources in Hubei Province.Taking the multi-source isomeric high-resolution optical remote sensing images superior to 2 m as the data source, we collected the sampleof remote sensing intelligent interpretation. It is proved that the proposed classification system and sample database can better reflect the regional characteristics of intelligent interpretation of natural resources satellite remote sensing images in Hubei Province, and obtain more effective interpretation results.

Key words: high-resolution remote sensing image, intelligent interpretation, sample classification, sample database

随着资源、高分等一系列遥感卫星的发射和投入使用，我国国产遥感影像已经可提供空间全覆盖、持续快速更新、稳定可靠的各类遥感影像资源[1]，为自然资源遥感监察提供数据支撑。然而严重依赖人工对遥感影像目视判读的传统工作方式，已经不能满足大范围自然资源高频次、高精度监测的工作要求，制约了自然资源遥感监测工作的实际效率。

以深度学习为代表的人工智能技术因其海量数据的学习和应用能力，已成为遥感智能解译发展的新方向[2-3]。样本是开展智能解译的基础，在遥感地类细分领域，类型丰富、种类齐全的遥感影像解译样本数据可有效提升深度学习算法模型构建的准确性与自适应性，其质量和数量在极大程度上决定人工智能算法模型的性能。

构建遥感解译样本库是满足自然资源监测监管需求的重要环节，自然资源部《自然资源调查监测体系构建总体方案》中提出了基于遥感解译样本库，通过自动变化检测等技术手段，构建高效的自然资源调查监测技术体系[4]。

湖北省地貌类型多样，地势高低悬殊，区域地理特点复杂，遥感智能解译面临巨大挑战。同时，湖北省拥有黄陂、鄂州、荆州、云梦等46个粮食主产县（市、区），占全省国土总面积54%，是近年来土地例行督察、耕地保护督察的重点区域，需要开展常态化、精准化的自然资源督察工作，对于提升遥感信息快速解译能力提出了迫切需求。而现有的遥感影像解

收稿日期：2022-10-20；修回日期：2023-01-29。
项目来源：湖北省自然资源科研项目（ZRZY2022KJ02）。
第一作者简介：沈佳洁（1983—），博士，高级工程师，现从事摄影测量与遥感方面研究，E-mail：alice606522@163.com。

译样本分类体系和样本数据集，既无法完整反映湖北省复杂的地理环境，也不能完全涵盖湖北省自然资源地表要素。因此，研究构建一种面向湖北自然资源业务的遥感智能解译样本分类体系，指导开展全省、全场景要素的遥感智能解译样本库建设，具有重要的现实意义，且应用前景广阔[1-4]。

本文依据人工智能遥感解译技术要求，综合考虑国产卫星数据地物识别能力及多种土地分类标准，面向具体业务需求，研究提出适合湖北自然资源业务的高分辨率卫星遥感智能解译样本分类体系，并以此为指导，分步、分层采集湖北省自然资源遥感智能解译样本集，为湖北省自然资源卫星遥感智能解译提供关键参考数据，为实现快速、高效、精确、智能的自然资源全面动态监测提供基础支撑。

1 自然资源要素遥感智能解译样本分类体系构建

1.1 面向湖北省自然资源业务的遥感智能解译任务分析

目前，湖北省自然资源部门围绕有效履行“两统一”职责的要求，已开展自然资源常规监测、耕地非农化与非粮化监测、国土空间动态监测与管控等工作，对全省的监测频率不断提高，同时呈现精细化、常态化等特点。

为了支撑自然资源监测监管项目中大量实时、自动化、智能化监测发展的需要，提高自动化监测与监管效率，遥感智能解译需要综合利用人工智能、大数据等先进手段，基于卫星遥感影像以及多源调查与监测成果，实现自然资源全要素信息快速提取和智能解译[6-7]。

在自然资源诸多业务中，如土地例行督察、耕地保护督察、森林督察、国土空间生态修复治理、生态红线监测监管、河湖“四乱”治理等，以及大棚房整治、农村乱占耕地建房整治、城市违法用地清查、生态功能区违法建筑清查等专项工作，涉及到土地利用或地表覆盖图斑提取的任务，都对遥感智能解译提出了较高要求。分析这些典型的应用场景，其中重点遥感解译对象如表1所示。

表1 自然资源业务重点遥感解译对象

解译对象类型	类名
专题用地	建筑物、公园绿地、高尔夫球场、广场、光伏设施、道路等
典型目标、场景	机场、港口码头、别墅区、采矿区、建筑工地等
地表覆盖	水系、耕地、园地、林地、草地等

同时，对于自然资源常态化监测而言，重点关注的对象还包括新增或灭失的推填土等建设用地，以及新增或灭失的耕地、坑塘、林地、草地等地表覆盖等一系列变化图斑信息。

因此，针对湖北省自然资源常规监测、耕地保护等重点工作任务，本文将湖北省遥感智能解译任务分为三大类：

1）自然地表覆盖的语义分割，尤其是对园地、林地、坑塘等耕地“非粮化”重点监测对象在提取影像上逐像素分类的语义信息。

2）人工目标的快速准确提取，主要包括以房屋建筑、道路和推填土等为代表的典型要素，以及别墅区、火车站、机场等场景要素。由于遥感地物的复杂性，需要综合考虑目标的地形地貌、时相、地域分布特性等因素。

3）自然资源变化区域高效、智能识别，对于重点关注区域和耕地要素等提取多时态间的变化信息，需要通过统一分类体系对前后时相影像的图斑属性进行分类和标注，并合理判定变化。

1.2 湖北省自然资源要素遥感智能解译样本分类体系

根据上述湖北省自然资源遥感智能解译任务对于遥感影像地表覆盖及特定目标的信息提取与变化监测自动化、智能化需求，本文以涵盖遥感影像地物类型的全面性和典型性，同时兼顾各类型的类内多样性和类间可分性为原则，提出一种多层次、多场景、适用于湖北省自然资源业务的遥感解译样本分类体系。

该样本分类体系参考现行的多种土地分类标准和第三次全国国土调查工作分类体系，结合地理国情监测、卫片执法、耕地“非农化”“非粮化”等业务分类体系，并结合优于2 m的多源国产光学卫星影像地物识别能力，着重考虑遥感影像中地表要素的情况，将遥感智能解译样本类型划分为自然地表覆盖、人工目标要素、地表变化三大类，并在不同大类中划分一级类和二级类地物。样本大类采用面分类法，大类以下采用线分类法。大类不得重新定义和扩充，一级类、二级类根据需要可进行扩充。具体分类情况如图1所示。

1.2.1 自然地表覆盖样本

本文依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）和第三次全国国土调查工作分类体系，在此基础上，基于遥感影像的特性和地物要素的可识别性，将不可区分的类别合并，将非常重要的类别进一步划分，形成适用于遥感影像处理的分类体系。

其中自然地表覆盖类样本分为耕地、园地、林

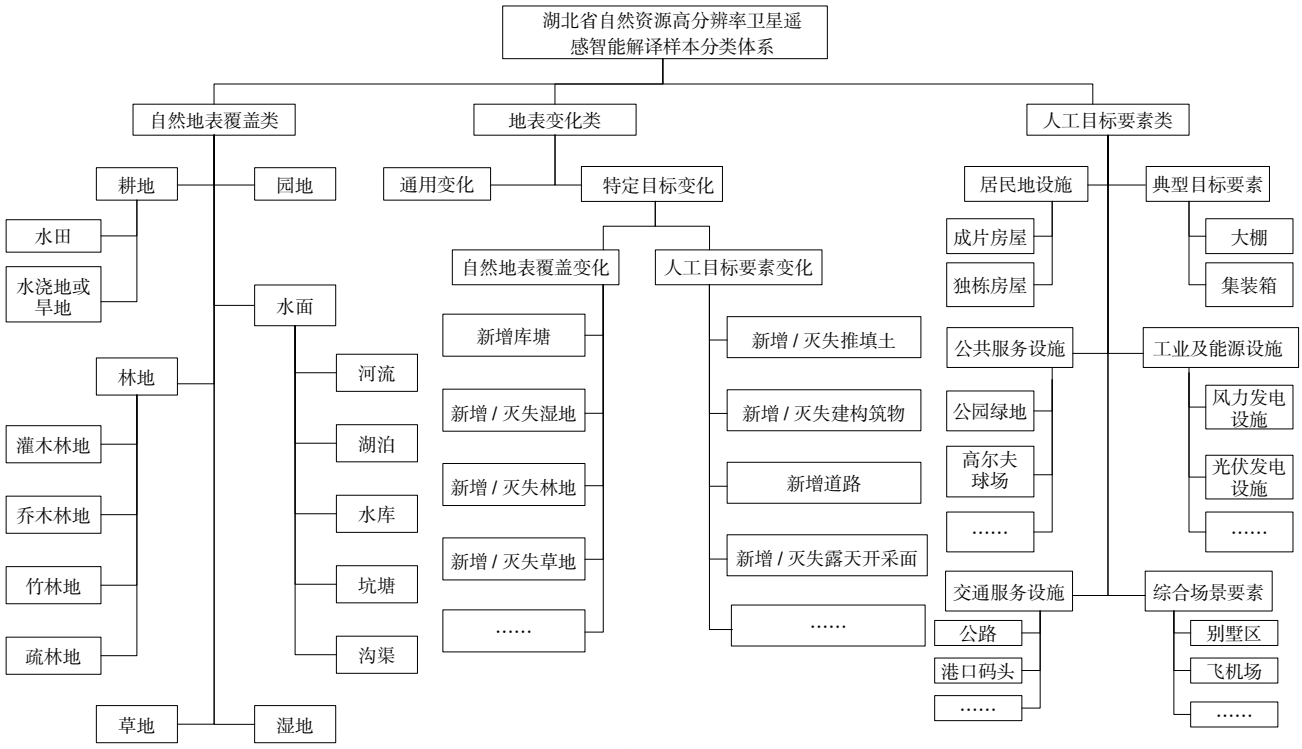


图1　湖北省自然资源要素遥感智能解译样本分类体系

地、草地、水面、湿地6个一级类，对三调分类体系中遥感影像上不可分的二级类，如水浇地和旱地、天然牧草地和人工牧草地、以及各类种植园用地等进行合并，删除不存在于湖北省域范围内的地表覆盖类型，如冰川、海涂、戈壁等。其余各二级类的定义保持与第三次全国国土调查工作分类体系一致。

1.2.2　人工目标要素样本

以《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)和第三次全国国土调查工作分类体系中商服用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地等一级类为参考，根据湖北省自然资源业务的遥感智能解译需求，对在遥感影像上可区分的地物要素建立分类体系，本文将人工目标要素类样本分为居民地设施类、公共服务设施类、交通服务设施类、工业及能源设施类、典型目标要素类、综合场景要素类6个一级类，并对1.1中分析的重点关注的地物要素如高尔夫球场、光伏、道路、机场、别墅、大棚等进行细化为若干二级类。

1.2.3　地表变化样本

在前文划分的自然地表覆盖和人工目标要素基础上，基于可区分且有实际应用意义的变化检测要素类别，整体上可以将地表变化划分为两大类。一类是通用变化检测；另一类是特定目标类变化检测，针对自然地表覆盖的变化包括新增库塘、新增/灭失湿地等，针对人工目标要素的变化包括新增/灭失推填土、新增/拆除建构筑物、新增道路等，如表2所示。

表2　特定目标变化类分类内容

一级分类名称	详细定义
新增/灭失推填土	前后时相影像上，地表新增、灭失推填土区域。
新增/拆除建构筑物	前后时相影像上，建构筑物新增或拆除区域，包括部分拆除区域。
新增/灭失湿地	前后时相影像上，地表新增或减少的湿地。

2　遥感智能解译样本采集及应用

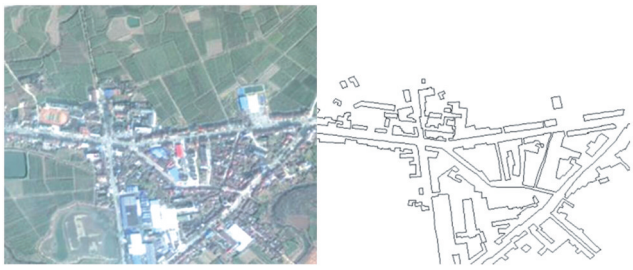
本文基于湖北省自然资源遥感智能解译样本分类体系，以优于2 m的多源异构国产卫星遥感影像为数据源，以已有解译样本相关数据为辅助信息，开展解译样本数据的采集。目前已采集湖北省域内自然地表覆盖样本约40 000个，人工目标要素样本约30 000个，地表变化样本约6 000个，并应用于深度学习模型训练和目标识别。

2.1　湖北省自然资源遥感智能解译样本集建设

根据湖北省自然资源地物要素分布规律及其变化特点，本文根据自然资源业务的细分场景及现有数据条件，充分考虑样本数据在空间分布的均匀性和数据源混杂、时相组合繁多的情况，采用湖北省域范围内、时相上覆盖一至四季度的GF1、GF2、BJ2、ZY3等国产卫星遥感影像数据源，以三调、地理国情等已有参考成果数据和相关解译样本数据为辅助信息，进行自然地表覆盖类、人工目标要素类、地表变化类等多类别样本的采集，并通过建立标准分类体系描述、

数据源描述、数据基本信息描述，将每个影像样本的特征扩展到多个维度进行描述，形成多维特征样本，实现样本特征信息组织与存储，形成湖北省自然资源遥感智能解译样本集。

样本集主要包括样本采集成果和影像样本集成果，其中样本采集成果包括样本影像数据、矢量数据、元数据和样本有效范围文件，影像样本集成果包括影像瓦片、标签瓦片、瓦片元数据和影像样本元数据。以人工目标要素类中成片房屋为例，部分成果如图2所示。



a 样本影像　　b 样本矢量

图2　湖北省自然资源高分辨率卫星遥感智能解译样本集成果示例

2.2　自然资源业务应用场景

为实现自然资源要素的快速识别，本文利用深度学习技术，以湖北省自然资源遥感智能解译样本集为基础，实现面向湖北省自然资源监测监管的遥感智能解译算法模型构建、训练和目标识别。并结合国土、林业、农业等行业数据，提取土地利用、耕地保护、生态修复等疑似问题图斑，为自然资源常态化监测、督察执法、耕地非农化及耕地保护监测等重要业务场景的应用提供技术支撑。

在湖北省自然资源重点工作项目用图（湖北湖泊图）集制作过程中，利用湖北省自然资源遥感智能解译样本集，建立了基于深度学习的湖泊识别模型，采用智能解译和目视解译相结合的方式对历史遥感影像进行湖泊目标识别，获取了包括东湖、梁子湖等在内的31个湖北省重点保护湖泊不同时期的水域面积，较传统人工勾绘方式提升了8~10倍的工作效率。提取的历史水域图斑用于专题图制作和时空变化分析，为湖北省湖泊保护和生态修复提供了数据支持。

在2022年湖北省阳新县森林督察核实调查和林草湿变更调查项目中，利用湖北省自然资源遥感智能解译样本集，建立了基于深度学习的地表变化检测模型，对阳新县域内2021年四季度和2022年三季度两期卫星遥感影像进行比对，结合森林资源一张图，在阳新县域内1 359 km^2的森林资源范围内，采用智能解译的方式提取变化图斑共1 722个，经人工判读、删除伪变化图斑后，形成疑似问题图斑共1 489个（如图3所示，红色范围线内为提取的疑似问题图斑），查准率达86.5%，在常态化森林督查和执法工作中发挥了积极作用。



a 前时相影像　　b 后时相影像

图3　阳新县森林督察疑似问题图斑示例

3　结　论

本文针对湖北省自然资源业务对大规模遥感智能解译的需求，分析了已有样本数据集的限制及存在的问题，对遥感影像智能解译的典型应用场景和解译对象进行了研究，围绕湖北省自然资源典型地表要素样本的类别细分，提出了适合湖北省自然资源业务的遥感智能解译样本分类体系，对于建立面向自然资源业务的湖北省全场景要素遥感智能解译样本集具有指导意义。后续将围绕智能解译样本库建设和管理，以及细化场景的算法模型优化等方面技术作进一步研究。

参考文献

[1] 李德仁,王密,沈欣,等. 从对地观测卫星到对地观测脑[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2017,42(2):143-149

[2] Zhang L, Du B. Deep Learning for Remote Sensing Data: A Technical Tutorial on the State of the Art[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing,2016,4(2):22-40

[3] Tong X Y, Gui S X, Qi K L, et al. Land-cover Classification with High-resolution Remote Sensing Images Using Transferable Deep Models[J]. Remote Sensing of Environment, 2020,237:111 322

[4] 自然资源部. 自然资源调查监测体系构建总体方案[EB/OL]. (2020-01-18)[2022-10-02]http://www. gov. cn:8080/zhengce/zhengceku/content_5470398. htm.

[5] 龚健雅,许越,胡翔云,等. 遥感影像智能解译样本库现状与研究[J]. 测绘学报,2021,50(8):1 013-1 022

[6] 张兵,杨晓梅,高连如,等. 遥感大数据智能解译的地理学认知模型与方法[J]. 测绘学报,2022,51(7):1 398-1 415

[7] 王硕,周夏,张月,等. 人工智能时代自然资源调查监测技术的发展与挑战[J]. 测绘与空间地理信息,2021,44(10):146-149