ICS号13.020.40

中国标准文献分类号Z10

团 体 标 准

T/CSES-XX-XXXX

面向城市面源的典型城市下垫面遥感提取技术指南

Remote sensing extraction technology standard for typical urban underlying surface for urban source

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布 202X-XX-XX实施

中国环境科学学会 发布

目 录

[前 言 II](#_Toc534893810)

[1 适用范围 1](#_Toc534893811)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc534893812)

[3 术语和定义 1](#_Toc534893813)

[4 城市下垫面遥感提取 3](#_Toc534893814)

[5 提取结果验证 6](#_Toc534893930)

[6 提取产品制作 7](#_Toc534893931)

[7 质量控制 7](#_Toc534893932)

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范和指导我国面向城市面源的典型城市下垫面遥感提取工作，为城市面源污染遥感监测提供参考，制定本指南。

本指南规定了面向城市面源的典型城市下垫面遥感分类提取的有关概念、内容及方法流程等内容。

本指南为首次发布。

本指南由中国环境科学学会组织制订。

本指南起草单位：生态环境部卫星环境应用中心、南京师范大学。

本指南主要起草人：朱利、王雪蕾、汪闽、吕恒、冯爱萍、黄莉、徐逸、周亚明、孟斌、杨红艳。

本标准中国环境科学学会 年 月 日批准。

本标准自 年 月 日起实施。

本指南由起草单位负责解释。

面向城市面源的典型城市下垫面遥感提取指南

# 适用范围

本指南规定了面向城市面源的典型城市下垫面遥感分类提取有关概念、内容及方法流程。

本指南适用于基于高分辨率遥感影像的城市面源污染监测中典型城市下垫面遥感提取。

# 规范性引用文件

本指南内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

GJB 421A-97 卫星术语

GJB 2700-96 卫星遥感器术语

GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

CJJ/T 100-2017 城市基础地理信息系统技术指南

GB/T 21010-2017 土地利用现状分类

# 术语和定义

GJB 2700-96和GB/T 14950-2009规定的下列术语和定义适用于本指南，部分术语和定义由本指南需要定义。

## 像元 Pixel

包含空间和光谱两个变量的遥感图像数据单元。其中空间变量确定了分辨单元的视在尺寸，光谱变量确定了这个分辨单元在具体信道中的光谱相应的强度。

## 空间分辨率 Spatial resolution

遥感系统能区分的两个临近目标之间的最小角度间隔或线性间隔。

## 面向对象图像分析 Object-Based Image Analysis

面向对象图像分析指将影像分成不同的同质性对象，每个对象都有描述光谱、形状、结构、纹理等信息的属性，对象之间还有相邻、包含等各种空间关系以及类似面向对象软件开发中继承等关系。其分析实体，不再是单个的像素，而是由多个像素组成的有意义的影像对象，包含了影像对象的光谱、语义与纹理等信息。该项根据本指南需要定义。

## 几何校正 Geometric correction

为消除影像的几何畸变而进行投影变换和不同波段影像的套合等校正工作。

## 辐射校正 Radiometric correction

对由于外界因素，数据获取和传输系统产生的系统的、随机的辐射失真或畸变进行的校正。

## 影像匹配 Image matching

通过对影像内容、特征、结构、关系、纹理及灰度等的对应关系进行相似性和一致性分析，自动识别同名影像或目标的过程。

## 影像融合 Image fusion

用各种手段把不同时间、不同传感器系统和不同分辨率、不同波段的众多影像进行复合变换，生成新的影像的技术。

## 图像平滑 Image smoothing

用于突出图像的宽大区域（低频成分）、主干部分或抑制图像噪声和干扰（高频成分），使图像亮度平缓渐变，减小突变梯度，改善图像质量的图像处理方法。

## 特征提取 Feature extraction

通过影像分析和变换以提取所需特征的方法。

## 特征选择 Feature selection

从原始多波段量测参数中，经过变换重新组合，选择确定对识别分类更有效的特征参数的工作。

## 图像分割 Image segmentation

根据需要将图像划分成有意义的若干区域或部分的图像处理技术。

## 对象基元 Object primitive

作为面向对象图像分析的基本处理单元，对象基元是指以图像分割等技术得到的斑块，并以之实现后续特征提取与特征分析。该项由本指南需要定义。

## 监督分类 Supervised classification

根据已知训练区提供的样本，通过选择特征参数，建立判别函数以对各待分类影像进行的图像分类。

## 机器学习 Machine learning

机器学习是一门专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能的多领域交叉学科。该项由本指南需要定义。

## 深度学习 Deep learning

深度学习的概念源于人工神经网络的研究，是机器学习中一种基于对数据进行表征学习的方法。深度学习方法由多个层组成，通过组合低层特征形成更加抽象的高层表示属性类别或特征，以发现数据的分布式特征表示。该项由本指南需要定义。

## 下垫面 Underlying surface

下垫面是气候形成的重要因素，是指在热量、动量和水汽交换过程中与大气相互作用的地球表面(土壤、草地、水体等)。下垫面性质对大气温度、湿度、风等有很大影响。该项由本指南需要定义。该项由本指南需要定义。

## 城市下垫面 Urban underlying surface

城市下垫面主要为城市的覆盖物，如建筑物、水泥构成物、沥青路面、裸地和少部分绿化以及河水湖泊。城市气候的形成与原有下垫面性质改变和人类活动强度密切相关，城市下垫面是导致城市气候形成的直接原因。该项由本指南需要定义。

## 遥感制图 Remote sensing cartography ;Remote sensing mapping

通过对遥感影像目视判度或利用图像处理系统对各种遥感信息进行增强与几何纠正并加以识别、分类和制图的过程。该项由本指南需要定义。

# 城市下垫面遥感提取

## 提取目的

采用卫星遥感影像数据开展城市面源污染监测，获得城市下垫面的空间分布位置，实现城市面源污染遥感动态监测。

## 提取原理

采用卫星遥感数据监测面源污染的主要原理是基于各种类型城市下垫面影像光谱、形态等特征差异和遥感影像的自动分类技术具有快速、高效而不失客观的特点。利用高分辨率影像，在地面实测光谱数据、遥感知识库等数据源支持下，利用面向对象、深度学习及规则分类等主流分类算法与部分人工辅助，实现城市典型下垫面地物类型的精细提取和分类。因此，通过遥感手段可实现面向面源的城市下垫面类型提取。

## 提取内容

分类体系内城市各类型下垫面面积和空间分布位置。

## 提取频次

根据实际工作需要确定提取频次。

## 分类体系

针对城市面源的遥感识别，将典型城市下垫面区分为屋顶、道路、城市绿地、水体、自然湿地、施工用地、农田、林地及温室大棚等一级类别，在一级类别中，将道路、城市绿地和农田等划分二级类，如表1所示。

表1 典型城市下垫面分类体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ⅰ级分类 | Ⅱ级分类 | 含义 |
| 1.屋顶 |  | 住宅楼、办公楼、商场等建筑物屋顶面 |
| 2.道路 | 硬化道路 | 高速公路、国道、省道、县道等公路用地 |
| 非硬化道路 |
| 3.城市绿地 | 道路绿地 | 指有植被覆盖处 |
| 停车场绿地 |
| 其他绿地 |
| 4.水体 | 湖泊 | 地表水水域 |
| 河流 |
| 5.自然湿地 |  | 由湿地植物和水体覆盖的土地类型，包括内陆沼泽、湖泊湿地、河滩地、森林/灌丛湿地、泥炭沼泽、红树林和盐沼等 |
| 6.施工用地 |  | 指工程建设类用地 |
| 7.农田 | 水田 | 有水源保证和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉 |
| 旱地 | 无灌溉水源及设施，靠天然降水生长作物的耕地 |
| 8.林地 |  | 生长乔木、灌木、竹类、果园以及沿海红树林地等林业用地 |
| 9.温室大棚 |  | 透光、保温或加温、用来栽培植物的设施 |

## 技术流程

针对城市下垫面特点，基于面向对象图像分类、深度学习分类技术，实现基于高分辨率遥感影像的城市下垫面的自动分类和类别提取。

主要技术流程如图1所示。在分类前，需对遥感影像进行几何配准、辐射定标、几何校正等预处理工作，使其满足图像分类的要求。分类识别可基于多种分类模式，或多分类集成模式实现。基于样本的监督分类通过面向对象图像分类或深度学习分类技术实现。基于知识规则的分类，通过对待分类影像构建知识规则集，实现对影像的直接分类或对监督分类的进一步精化处理。

采用面向对象图像分类，首先对遥感影像进行图像分割获取对象基元，并根据城市面源下垫面分类体系进行不同类别样本的采集，选定分类特征，建立分类模型开展分类。分类也可通过对对象基元构建知识规则集的方式实现。采用深度学习技术进行图像分类，是在类别样本采集的基础上，训练神经网络分类模型并完成图像分类。分类完成后，对地物提取结果进行结果检验、精度评价。根据自动分类的质量，补充人工修订等分类后处理操作，并根据其用途制作专题地图。

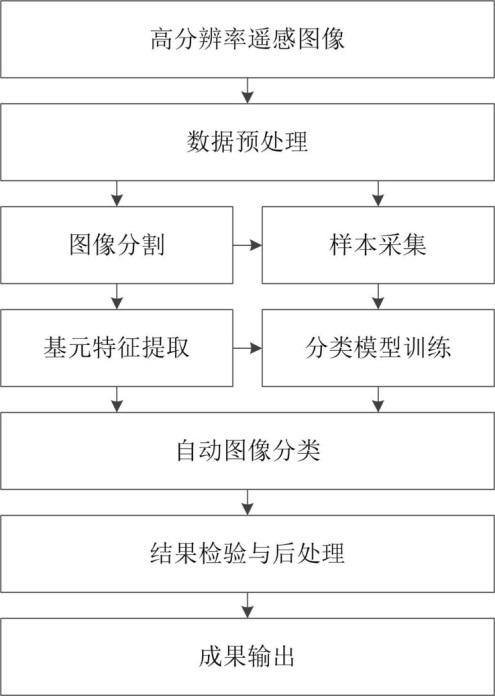


图1 面向城市面源的典型城市下垫面遥感提取技术流程

## 提取方法

### 遥感数据选择

选取优于米级分辨率的高空间分辨率卫星遥感影像数据。遥感影像数据至少覆盖提取城市90%以上面积，影像基本无云覆盖。

### 数据预处理

包括辐射校正、几何校正、图像融合等。辐射校正利用已建立的地物反射率与遥感图像像素之间的关系，通过遥感图像的像素值计算传感器的像素反射率；基于参考影像或空间几何信息，开展几何精校正和空间投影转换，精度控制在1个像元内；采用图像融合技术将多光谱影像与全色影像进行数据融合。通过以上数据预处理过程为后续图像处理与分析提供合适数据源。

### 图像分割

选择合适分割方法将遥感图像划分为内部具有均质性的斑块，即对象基元，并提取图像特征。

### 训练样本采集

训练样本可以在分割图斑上采集，也可直接在图像上采用ROI的方式采集，或外部数据源导入方式。采集分类类别所需样本，需要保证样本质量、一定数量，以及不同类别的样本量的均衡性。

### 模型训练

通过采集的训练样本对监督分类模型进行训练。对于深度学习等神经网络方法，可以选择从头训练或增量训练方式，并对基础学习率，最大迭代次数，权重衰减项等基本参数进行调参。

### 特征选取

从对象基元的特征集合中挑选、变换、派生出分类区域所适用的特征参与分类，如对象基元光谱、形状、纹理、空间关系等。如采用深度学习新型分类模型，可省略该步骤。

### 监督分类

采用特定分类算法对待分类区域的所有对象基元进行分类判别，获取所需下垫面类别。

### 规则分类

针对特定地物的特定分布规律、空间组合关系等，建立特定规则，对监督分类结果进行再调整，精化分类结果。

### 分类后处理

进行碎斑处理、分类结果统计、类间可分离性检验等。

### 结果检验

把分类图与标准数据（图件或地面实测调查）进行比较，然后用正确分类的百分比来表示分类精度。实际工作中，多采用抽样方式以部分分割斑块或部分类别代替整幅图像来进行精度分析。

### 结果输出

对分类结果进行矢量化处理，形成分类成果图。根据需要和用途，设置投影、比例尺、地图图例等。

# 提取结果验证

## 基于全国土地调查数据验证

以全国土地调查数据，作为面向城市面源的城市下垫面遥感提取结果验证参考数据。

## 基于更高分辨率卫星数据验证

利用其它更高空间分辨率的卫星数据，作为建成区提取结果检验参考数据，如航空影像等。在参考数据中随机选取一定数量的检验点，通过检验点的类别(城市下垫面类型)计算提取结果的总体精度。

# 提取产品制作

提取产品以文字、专题图及统计表格等形式表示城市下垫面遥感提取结果。文字信息是指描述城市下垫面提取结果的有关信息：包括时间、范围、卫星及传感器等。城市下垫面专题图包括图名、图例、比例尺、指北针、行政区划以及城市下垫面各类型分布信息。统计表格包括城市下垫面各类型分布面积及占行政区划面积比例等信息。

# 质量控制

## 控制数据质量

选择卫星遥感影像数据时需检查影像数据有无条带，有无数据缺失现象，保证用于城市下垫面提取的遥感影像原始数据质量。尽量不选取云层覆盖过多的遥感影像。采用最接近卫星过境时刻发布的辐射定标系数，几何校正的精度控制在1个像元之内。以相近时间过境的更高空间分辨率遥感影像获得的城市下垫面为相对真值，交叉验证城市下垫面提取精度，也可以通过实地考察来辅助验证城市下垫面提取的精度，精度应保证在80%以上。

## 几何校正精度

利用不同传感器所获取的遥感数据前，保证遥感影像间几何位置的配准，配准精度在一个像元之内。