

ICS 07.040
CCS A 75

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXX—202X

城市不透水面数据获取技术规程

Technical code of practice for obtaining urban impervious

surface data

(报批稿)

202X-X-X-X发布

202X-X-X-X实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 技术流程	2
6 技术准备	3
6.1 资料收集	3
6.2 技术设计	4
6.3 数据预处理	4
7 数据获取	7
7.1 提取方法	7
7.2 基于像素的城市不透水面数据提取	7
7.3 面向对象的城市不透水面数据提取	10
7.4 分类精度计算	13
7.5 元数据制作	14
8 质量控制	14
8.1 质量控制原则	14
8.2 过程质量检查内容	14
8.3 最终检查	14
8.4 验收	15
9 资料整理与成果提交	15
9.1 资料整理	15
9.2 成果提交	15
附录 A（资料性）总体分类精度计算方法	16

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会（SAC/TC 230/SC2）归口。

本文件起草单位：武汉大学、武汉市测绘研究院、深圳市市政设计研究院有限公司、自然资源部测绘标准化研究所、广州市城市规划勘测设计研究院、南通市测绘院有限公司、国家基础地理信息中心、天津市测绘院有限公司、江苏省自然资源厅、聊城大学、中规院（北京）规划设计公司。

本文件主要起草人：邵振峰、谭仁春、余海忠、刘小强、李长辉、黄向阳、朱秀丽、柳华桥、解修平、魏黎黎、栗玉鸿、曹利勇、陈发波、奚春华、程涛、胡滨、王志强。

城市不透水面数据获取技术规程

1 范围

本文件规定了城市不透水面数据获取的总体要求、技术流程、技术准备、数据获取、质量控制和资料整理与成果提交等内容。

本文件适用于基于航空航天遥感影像的城市不透水面数据的生产。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 36296 遥感产品真实性检验导则

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T XXXX-202X 城市不透水面数据规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

渗透系数 permeability coefficient

介质中单位水力梯度下的单位流量（mm/h），是透水性强弱的数量指标。

[来源：CH/T XXXX 3.1]

3.2

不透水面 impervious surface

由不透水材料或弱透水材料（渗透系数小于1mm/h）所铺装的陆地表面。

注：不透水面包含建筑物、构筑物、不透水道路、其他不透水面，一般由瓦、不透水沥青、不透水混凝土等材料构成。

[来源：CH/T XXXX 3.2]

3.3

透水面 pervious surface

能够吸收、渗透水的陆地表面（渗透系数大于或等于1mm/h）。

注：透水面包含植被、裸地、透水道路、其他透水面。

[来源：CH/T XXXX 3.3]

3.4

水面 water surface

地表水体表面的总称。

注：水面包含河流、沟渠、湖泊、水库、海面和其他水域。

[来源：CH/T XXXX 3.4]

3.5

城市不透水面数据 urban impervious surface data

描述城区实体地域范围内的不透水面、透水面和水面的栅格数据。

3.6

归一化数字表面模型 normalized digital surface model

一种反映地物到地面的垂直高度的高程模型。

3.7

传统机器学习方法 traditional machine learning method

通过对数据的自动分析和综合获取知识的过程。

3.8

深度学习 deep learning method

在神经网络或信念网络的情况下，对基于深层结构或网络表示的输入输出间映射进行机器学习的过程。

3.9

总体分类精度 overall accuracy

表示对所分类的类别与其地面所对应区域的实际类别相一致的概率。

[来源：GB/T XXXX, 3.6]

4 总体要求

4.1 平面基准应采用 2000 国家大地坐标系，确有必要时可采用依法批准的独立坐标系。

4.2 高程基准应采用 1985 国家高程基准。

4.3 地图投影应采用高斯-克吕格投影，根据具体需求选择 3° 分带或 6° 分带。

4.4 依据本文件生产的城市不透水面数据应符合 CH/T XXXX 的规定。

5 技术流程

城市不透水面数据获取总体技术流程如图 1 所示，包括技术准备、数据获取、检查验收、资料整理和成果提交等步骤。

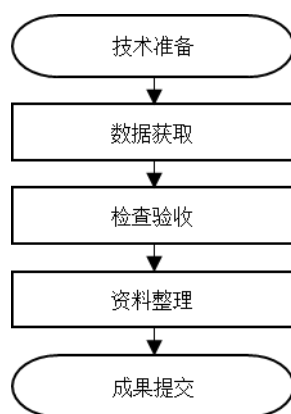


图 1 总体技术流程图

6 技术准备

6.1 资料收集

6.1.1 应收集航空航天遥感数据、基础地理信息数据和专题数据。具体要求如下：

表 1 数据类型与资料要求

类别	数据类型	资料要求
航空航天遥感数据	多光谱数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 数据宜包含红、绿、蓝和近红外 4 个波段； d) 获取区域的云层覆盖率总和应低于 15%，影像不应有雪覆盖和漏洞，影像有云的区域可采用其他数据作为补充； e) 整体现势性原则上不超过 1 年。
	全色数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 空间分辨率应不低于生产的城市不透水面数据空间分辨率； d) 整体现势性原则上不超过 1 年。
	高光谱数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 空间分辨率应不低于生产的城市不透水面数据空间分辨率； d) 光谱范围宜包含 400-1000nm； e) 整体现势性原则上不超过 1 年。
	合成孔径雷达数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 空间分辨率应不低于生产的城市不透水面数据空间分辨率； d) 整体现势性原则上不超过 1 年。
	激光雷达数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 激光雷达数据的扫描采样间隔应不低于生产的城市不透水面数据空间分辨率； d) 整体现势性原则上不超过 1 年。
基础地理信息数据	数字线划图	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准； c) 数据宜采用 1 : 500 到 1 : 5000 比例尺； d) 类别应能与城市不透水面数据类别建立转换关系。
	数字高程模型	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准。
专题数据	土地覆盖数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系； b) 数据应采用 1985 国家高程基准；

		c) 数据的采集影像空间分辨率不应低于生产的城市不透水面数据空间分辨率; d) 类别应能与城市不透水面数据类别建立转换关系。
	土地利用数据	a) 数据宜与 2000 国家大地坐标系建立转换关系; b) 数据应采用 1985 国家高程基准; c) 数据的采集影像空间分辨率不应低于生产的城市不透水面数据空间分辨率; d) 类别应能与城市不透水面数据类别建立转换关系。

6.2 技术设计

技术设计书的编写要求及主要内容应符合 CH/T 1004 的规定，并满足以下要求：

- 技术设计应满足本文件的技术要求，特殊情况不能达到时应明确说明原因及处理措施；
- 应根据收集的资料情况制定城市不透水面数据获取方案。

6.3 数据预处理

6.3.1 坐标系统转换

根据需要对收集资料的坐标系进行统一转换，应符合 6.1 的要求。

6.3.2 原始多光谱数据和原始全色数据预处理

6.3.2.1 原始多光谱数据和原始全色数据预处理主要包括正射校正、匹配纠正、影像融合、影像拼接和影像分块等步骤，流程见图 2。

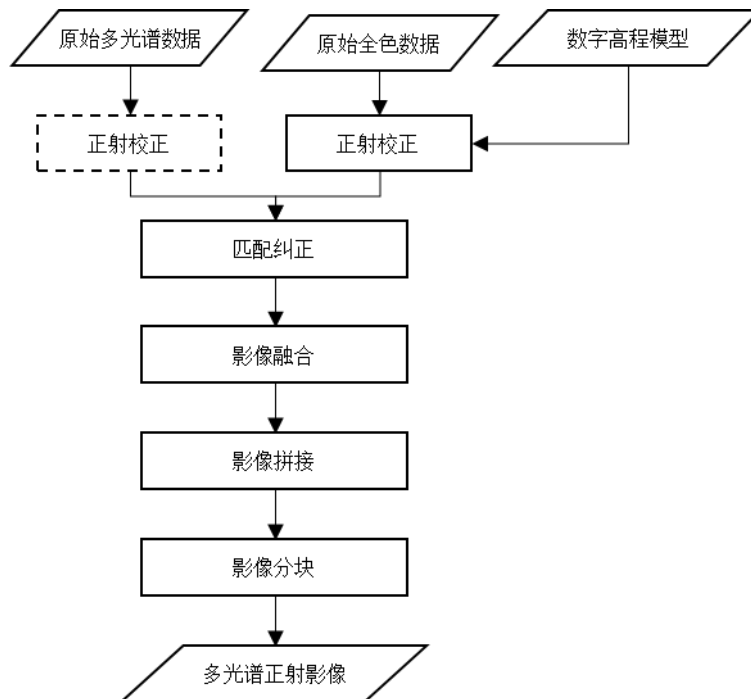


图 2 原始多光谱数据和原始全色数据预处理流程

6.3.2.2 利用数字高程模型对原始全色数据进行正射校正，将原始多光谱数据匹配纠正到正射校正后的全色数据并和全色数据进行融合，同时使用下采样方法将遥感影像的空间分辨率采样至生产的城市不透水面数据的空间分辨率；下采样方法宜使用最近邻插值法、双线性插值法或三次卷积插值法；不同景之间的数据应进行影像拼接，拼接处误差应小于两个像素；根据软硬件性能将拼接后的影像数据划分合适大小的影像块。

6.3.3 原始高光谱数据预处理

6.3.3.1 原始高光谱数据预处理主要包括辐射定标、大气校正、正射校正、影像拼接和影像分块等步骤，流程见图3。

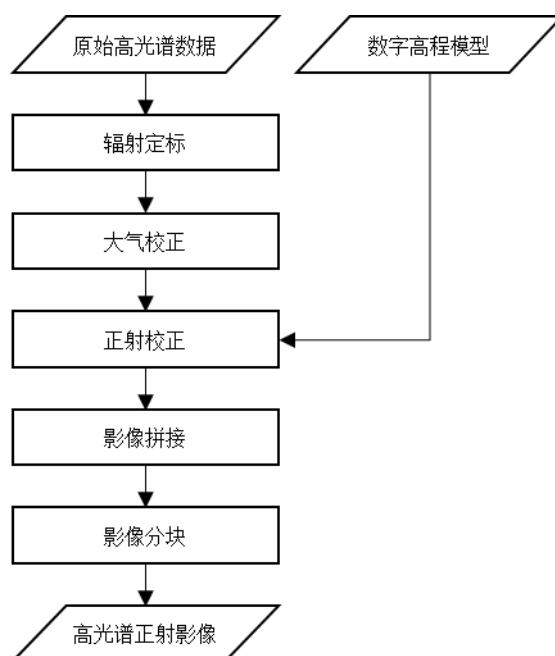


图3 原始高光谱数据预处理流程图

6.3.3.2 对原始高光谱数据进行辐射定标和大气校正，利用数字高程模型对大气校正后的数据进行正射校正，同时使用下采样方法将遥感影像的空间分辨率采样至生产的城市不透水面数据的空间分辨率；下采样方法宜使用最近邻插值法、双线性插值法或三次卷积插值法；不同景之间的数据应进行影像拼接，拼接处误差应小于两个像素；根据软硬件性能将拼接后的影像数据划分合适大小的影像块。

6.3.4 原始合成孔径雷达数据预处理

6.3.4.1 原始合成孔径雷达数据预处理主要包括复数数据转换、辐射定标、多视处理、相干斑滤波、地理编码、影像拼接和影像分块等步骤，流程见图4。

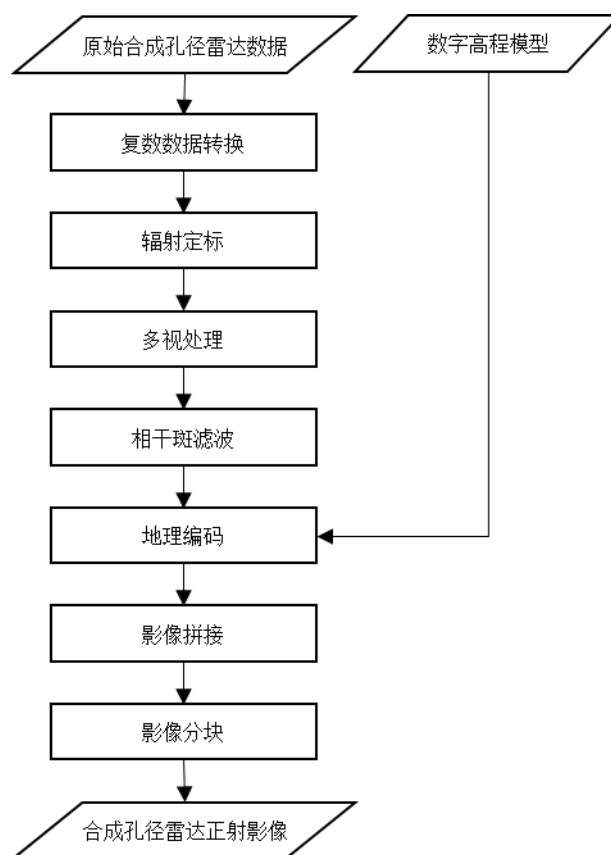


图 4 原始合成孔径雷达数据预处理流程图

6.3.4.2 对原始合成孔径雷达数据进行复数转换、辐射定标、多视处理和相干滤波，利用数字高程模型对相干滤波后的数据进行地理编码，同时使用下采样方法将遥感影像的空间分辨率采样至生产的城市不透水面数据的空间分辨率；下采样方法宜使用最近邻插值法、双线性插值法或三次卷积插值法；不同景之间的数据应进行影像拼接，拼接处误差应小于两个像素；根据软硬件性能将拼接后的影像数据划分合适大小的影像块。

6.3.5 原始激光雷达数据预处理

6.3.5.1 原始激光雷达数据预处理主要包括数据配准、数据去噪、坐标转换、归一化数字表面模型提取、栅格化、航带拼接和影像分块等步骤，流程见图 5。

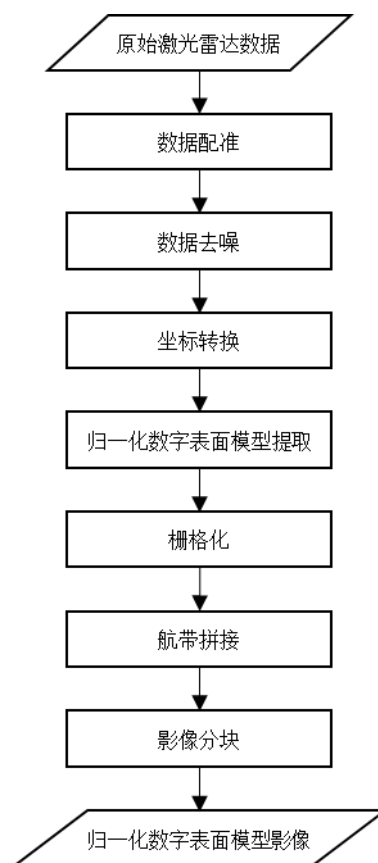


图5 原始激光雷达数据预处理流程图

6.3.5.2 对原始激光雷达数据进行数据配准、数据去噪和坐标转换，将处理后的激光雷达数据提取出归一化数字表面模型，利用栅格化方法对归一化数字表面模型进行处理，同时使用下采样方法将影像的空间分辨率采样至生产的城市不透水面数据的空间分辨率；下采样方法宜使用最近邻插值法、双线性插值法或三次卷积插值法；不同航带之间的数据应进行航带拼接，拼接处误差应小于两个像素；根据软硬件性能将拼接后的影像数据划分合适大小的影像块。

7 数据获取

7.1 提取方法

城市不透水面数据提取方法包括基于像素的城市不透水面数据遥感提取方法和面向对象的城市不透水面数据遥感提取方法，也可根据需求将两种方法结合使用。

7.2 基于像素的城市不透水面数据提取

7.2.1 技术流程

基于像素的城市不透水面数据遥感提取应以多光谱正射影像为主要数据源。当缺乏有效的多光谱正射影像时，可采用合成孔径雷达正射影像、高光谱正射影像或归一化数字表面模型影像数据作为数据源，具体流程见图6。

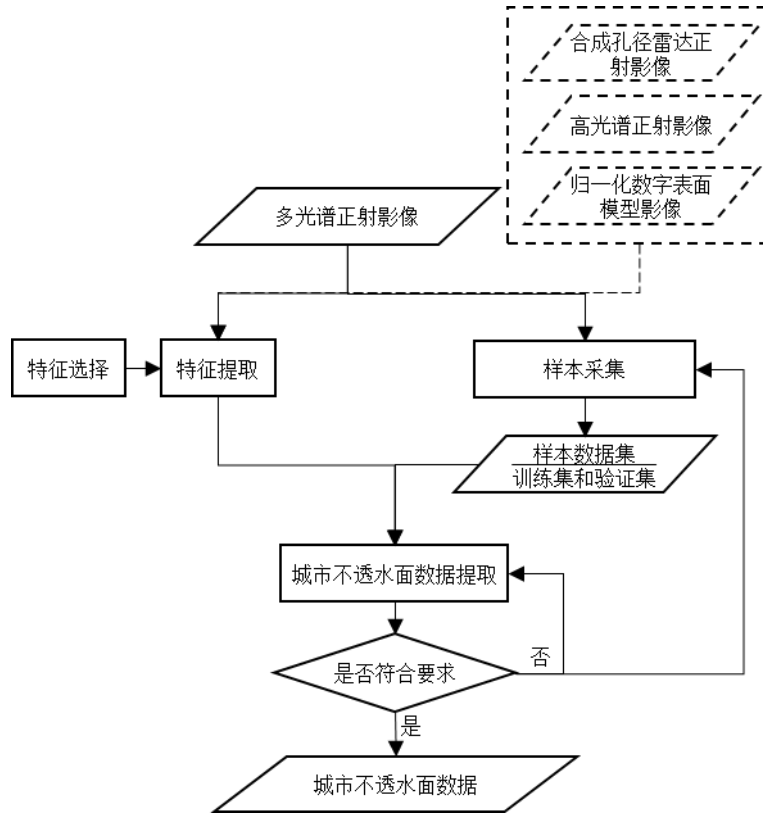


图 6 基于像素的城市不透水面数据遥感提取流程

7.2.2 样本采集

7.2.2.1 基于像素方法的样本采集流程见图 7。

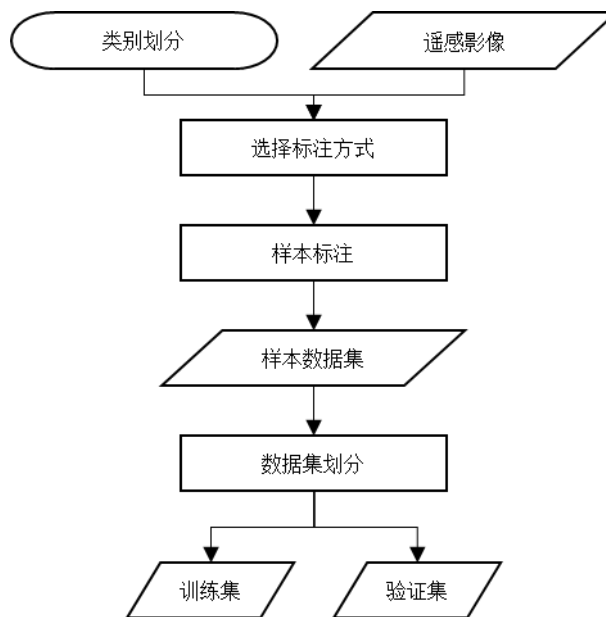


图 7 基于像素方法的样本采集流程

7.2.2.2 样本采集应满足下列要求：

- a) 确定样本标注方式。标注方式宜采用样本点标注或逐像素标注。传统机器学习方法提取城市

- 不透水面数据宜采用样本点标注，深度学习提取城市不透水面数据宜采用逐像素标注；
- b) 样本采集宜在较高空间分辨率光学遥感数据或多波段多时相遥感数据的辅助下，通过目视解译的方法对样本点进行标注；
 - c) 样本点标注：样本点应均匀分布，形成样本数据集；
 - d) 逐像素标注：按照一定的尺寸对标注的影像和结果进行裁块，图像块尺寸宜设为 512×512 或 256×256 或 128×128 像素大小，将裁剪后的数据进行整理形成样本数据集；
 - e) 样本数据集应保证模型训练与数据提取的精度；
 - f) 样本数据集划分成训练集和验证集时，训练集和验证集应包含所有的类别，训练集的数量应多于验证集的数量。

7.2.3 特征选择与特征提取

7.2.3.1 基于像素方法的特征提取流程见图 8。

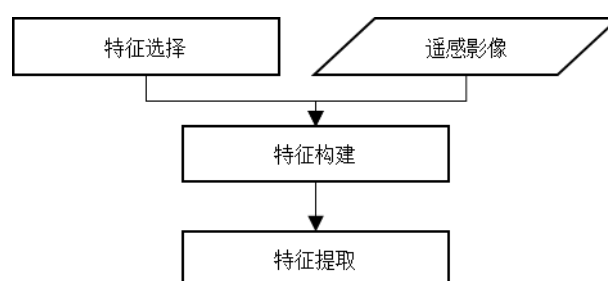


图 8 基于像素方法的特征提取流程

7.2.3.2 特征选择与特征提取按下列方法进行：

- a) 采用传统机器学习方法提取城市不透水面数据宜选择遥感影像波段数据、光谱特征或纹理特征等，采用深度学习提取城市不透水面数据一般使用遥感影像波段数据，亦可选择光谱特征或纹理特征等；
- b) 遥感影像光谱特征宜采用植被指数、水体指数或不透水面指数等；
- c) 选择合适的遥感影像特征，对遥感影像进行特征提取。

7.2.4 模型选择与模型训练

7.2.4.1 基于像素方法的模型训练流程见图 9。

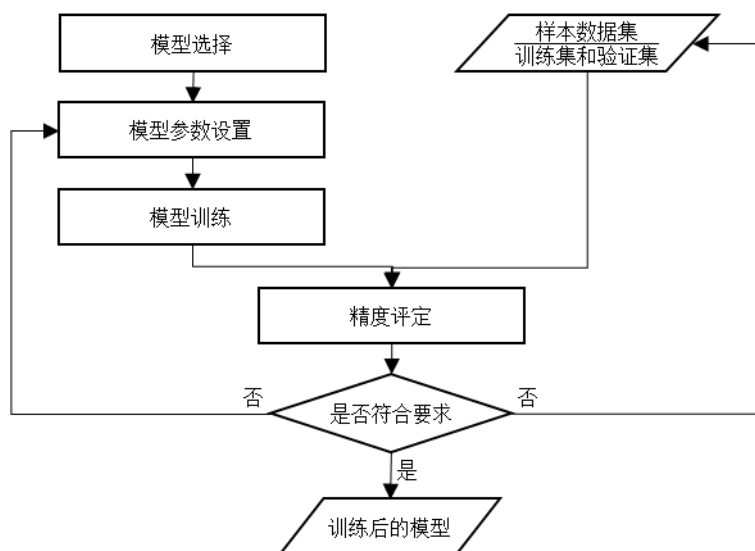


图9 基于像素方法的模型训练流程

7.2.4.2 模型选择与模型训练按下列方法进行：

- 根据技术设计书和样本标注方式，选择城市不透水面数据提取的模型，传统机器学习方法宜选择随机森林或支持向量机，深度学习的方法宜选择卷积神经网络；
- 对选择的模型进行参数设置，应包括输入特征数、输出类别以及其他模型参数等；
- 按 7.2.3 条选择的遥感影像特征，对样本数据集进行特征提取；
- 将训练集的遥感影像特征输入到模型中，按照设置的模型参数进行训练，并代入验证集进行评测。当总体分类精度不满足 CH/T XXXX 的 5.4 条要求时，应调整模型参数或样本数量进行重新训练，直到达到精度要求为止。

7.2.5 数据提取

利用训练后的模型进行城市不透水面数据提取按下列方法进行：

- 将待提取的遥感影像数据进行特征提取输入到模型中，通过模型进行预测获取城市不透水面数据；
- 对提取的城市不透水面数据进行分类精度计算，详见 7.4 条；
- 对精度不符合要求的区域，应调整模型参数或样本数量；
- 对于存在精度问题的小范围区域宜采用人工修正；
- 当精度满足要求时，对城市不透水面数据进行编码。

7.3 面向对象的的城市不透水面数据提取

7.3.1 技术流程

面向对象的的城市不透水面数据遥感提取应以多光谱正射影像为主要数据源。当缺乏有效的多光谱正射影像时，可采用合成孔径雷达正射影像、高光谱正射影像或归一化数字表面模型影像数据作为数据源，具体流程见图 10。

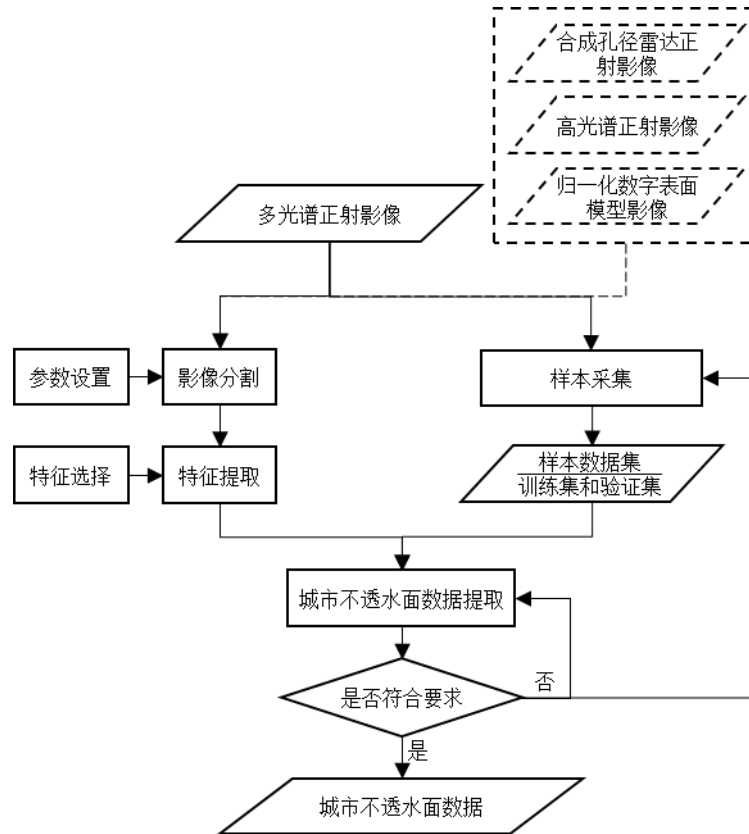


图 10 面向对象的 城市不透水面数据遥感提取流程

7.3.2 影像分割

7.3.2.1 面向对象方法的影像分割流程见图 11。

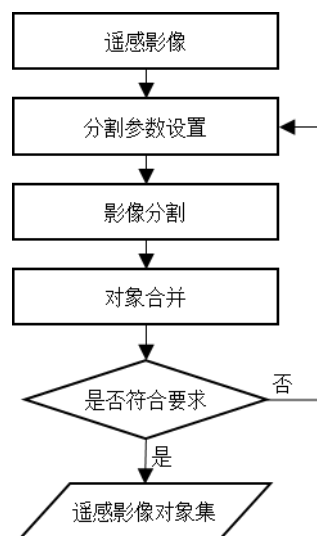


图 11 面向对象方法的影像分割流程

7.3.2.2 影像分割按下列方法进行：

- a) 选择影像分割方法，宜采用多尺度分割算法；
- b) 设置影像分割参数，应尽量保证一个对象里不包含多个地类，同时一个地类不宜分割过于零碎；

- c) 对影像分割的对象进行优化，通过分析相邻对象的特征差异是否满足给定的阈值，来决定是否将对象进行合并。

7.3.3 样本采集

7.3.3.1 面向对象方法的样本采集流程见图 12。

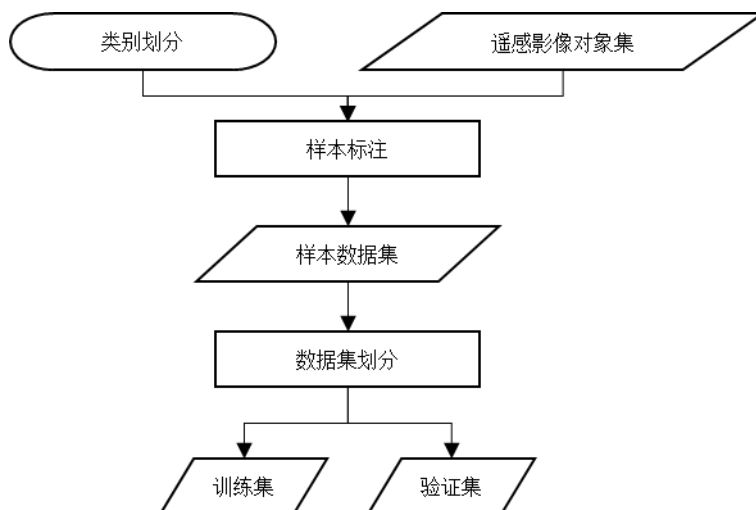


图 12 面向对象方法的样本采集流程

7.3.3.2 样本采集按下列方法进行：

- a) 样本采集宜在较高空间分辨率光学遥感数据或多波段多时相遥感数据的辅助下，通过目视解译的方法对遥感影像对象集进行标注；
- b) 样本数据集应保证模型训练与数据提取的精度；
- c) 样本数据集划分成训练集和验证集时，训练集和验证集应包含所有的类别，训练集的数量应多于验证集的数量。

7.3.4 特征选择与特征提取

7.3.4.1 面向对象方法的特征提取流程见图 13。

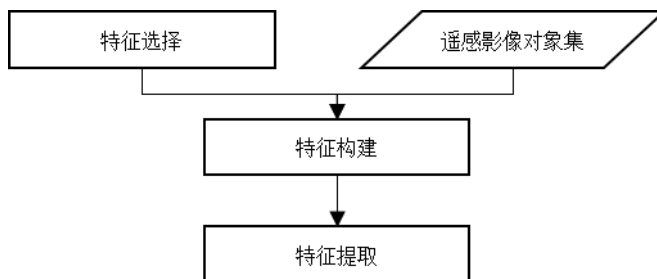


图 13 面向对象方法的特征提取流程

7.3.4.2 特征选择与特征提取按下列方法进行：

- a) 采用面向对象的方法提取城市不透水面数据宜选择遥感影像波段数据、光谱特征、形状特征或纹理特征等；
- b) 遥感影像光谱特征宜采用植被指数、水体指数或不透水面指数等；

- c) 遥感影像形状特征宜采用面积、边界长度、长宽比、形状指数、密度等；
- d) 遥感影像纹理特征宜采用灰度共生矩阵等；
- e) 选择合适的遥感影像特征，对遥感影像进行特征提取。

7.3.5 模型选择与模型训练

7.3.5.1 面向对象方法的模型训练流程见图 14。

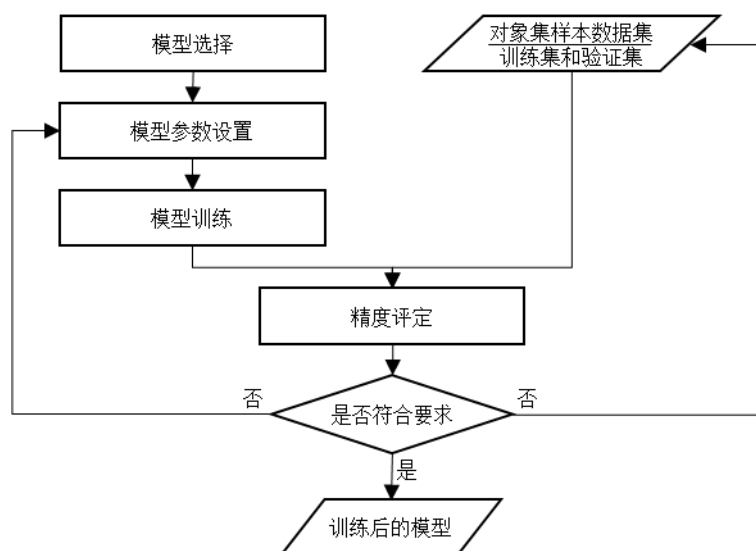


图 14 面向对象方法的模型训练流程

7.3.5.2 模型选择与模型训练按下列方法进行：

- a) 根据技术设计书，选择城市不透水面数据提取的模型，传统机器学习方法宜选择随机森林或支持向量机；
- b) 对选择的模型进行参数设置，应包括输入特征数、输出类别以及其他模型参数等；
- c) 按 7.3.4 条选择的遥感影像特征，对样本数据集进行特征提取；
- d) 将训练集的遥感影像特征输入到模型中，按照设置的模型参数进行训练，并代入验证集进行评测。当总体分类精度不满足 CH/T XXXX 的 5.4 条要求时，应调整模型参数或样本数量进行重新训练，直到达到精度要求为止。

7.3.6 数据提取

利用训练后的模型进行城市不透水面数据提取按下列方法进行：

- a) 将待提取的遥感影像对象集数据进行特征提取输入到模型中，通过模型进行预测获取城市不透水面数据；
- b) 对提取的城市不透水面数据进行分类精度计算，详见 7.4 条；
- c) 对精度不符合要求的区域，应调整模型参数或样本数量；
- d) 对于存在精度问题的小范围区域宜采用人工修正；
- e) 当精度满足要求时，对城市不透水面数据进行编码。

7.4 分类精度计算

城市不透水面数据分类精度计算应符合下列规定：

- a) 可利用更高空间分辨率的光学影像采集样本，也可利用已有野外实地调查成果进行样本收集，

样本量确定和样本选取方法见 GB/T 36296;

- b) 分类精度计算采用总体分类精度, 计算方式见附录 A;
- c) 宜采用直接检验法计算城市不透水面数据分类精度, 按 GB/T 36296 的规定执行。

7.5 元数据制作

制作城市不透水面数据的元数据。元数据制作应按CH/T XXXX附录A的规定执行。

8 质量控制

8.1 质量控制原则

城市不透水面数据质量采用两级检查和一级验收的方式进行控制。各级检查工作应独立进行, 不应省略或代替。

8.2 过程质量检查内容

8.2.1 资料检查内容

资料检查内容的主要如下:

- a) 收集的资料应齐全、准确、权威、具有现势性;
- b) 资料分析和整合应全面、准确, 并符合技术要求;
- c) 技术设计应经过审批。

8.2.2 数据预处理检查内容

数据预处理检查内容的主要如下:

- a) 影像数据的坐标系应符合要求;
- b) 影像范围和分辨率应符合设计要求;
- c) 影像拼接应符合本文件要求;
- d) 影像整体灰度应适中, 色调应基本一致; 纹理由清晰, 层次应丰富。

8.2.3 数据获取检查内容

数据获取检查内容的主要如下:

- a) 影像参数使用和输入的准确性;
- b) 样本采集的准确性、完整性;
- c) 城市不透水面数据提取的准确性;
- d) 数据文件的完整性及数据内容、格式的正确性。

8.3 最终检查

最终检查主要内容如下:

- a) 检查成果的平面基准、高程基准和地图投影;
- b) 检查数据的总体分类精度;

- c) 检查编码的正确性和完整性;
- d) 检查元数据的正确性及完整性;
- e) 检查相关文件的完整性、正确性及权威性;
- f) 检查城市不透水面数据测区范围和裁切范围的正确性;
- g) 检查文件存储、组织、文件格式及命名应符合技术规定要求;
- h) 检查数据文件的完整性和可读性。

8.4 验收

最终检查全部合格后，才能进行验收。验收可采用抽样检验的方式进行，可参照GB/T 18316执行。

9 资料整理与成果提交

9.1 资料整理

整理城市不透水面数据与元数据，将城市不透水面数据按照设计要求进行打包。

9.2 成果提交

成果应经检查验收合格后方可提交，成果应准确、齐全、规范。提交成果应包括：

- a) 成果清单;
- b) 城市不透水面数据和元数据;
- c) 技术设计书;
- d) 技术总结;
- e) 检查报告;
- f) 验收报告。

附 录 A
(资料性)
总体分类精度计算方法

A.1 总体分类精度

总体分类精度可以评价地物分类的准确度，应用于城市不透水面数据分类精度计算。以一级类中不透水面、透水面和水面为例，利用采集的样本参考值对提取的城市不透水面数据构建混淆矩阵，详见表A.1。

表 A.1 混淆矩阵

		参考值			合计
		不透水面	透水面	水面	
分类值	不透水面	$n_{1,1}$	$n_{1,2}$	$n_{1,3}$	$\sum_{j=1}^k n_{1,j}$
	透水面	$n_{2,1}$	$n_{2,2}$	$n_{2,3}$	$\sum_{j=1}^k n_{2,j}$
	水面	$n_{3,1}$	$n_{3,2}$	$n_{3,3}$	$\sum_{j=1}^k n_{3,j}$
合计		$\sum_{i=1}^k n_{i,1}$	$\sum_{i=1}^k n_{i,2}$	$\sum_{i=1}^k n_{i,3}$	N

通过构建的混淆矩阵，总体分类精度计算方式可用式（A.1）表示为：

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k n_{i,i}}{N} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

OA ——总体分类精度；

k ——为类别数；

$n_{i,i}$ ——为遥感分类中分为*i*类且参考类别中属于*i*类的样本数；

N ——为样本总数。