**** T/CECSxxx-2021

中国工程建设标准化协会标准

建筑垃圾天地一体化快速识别技术规程

Technical specifications for rapid identification of construction waste based on pace-ground integration technology

（**征求意见稿**）

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

建筑垃圾天地一体化快速识别技术规程

Technical specifications for rapid identification of construction waste based on space-ground integration technology

**T/CECS xxx－2021**

主编单位：北京建筑大学

中国城市环境卫生协会

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2021年XX月XX日

中国计划出版社

2021年 北 京

前 言

本标准根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2019年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字﹝2019﹞12号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准共分8章和2个附录。主要内容包括总则、术语、空间参考基准、建筑施工裸地遥感监测、建筑施工裸地外业调查与精度评估等。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会归口管理，由北京建筑大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给北京建筑大学（地址：北京市西城区展览馆路1号，邮编：100044，邮箱：zhoulei8341@163.com）。

**主 编 单 位：** 北京建筑大学

中国城市环境卫生协会

**参 编 单 位：** 北京建筑大学

成都理工大学

首都师范大学

北京交通大学

二十一世纪空间技术股份有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

# 目 次

[1 总 则 （1](#_Toc88483966)）

[2 术 语 （2](#_Toc88483967)）

[3 基本规定 （3](#_Toc88483968)）

[4 数据获取和识别方法 （4](#_Toc88483976)）

[4. 1 数据获取 （4](#_Toc88483972)）

[4. 2 识别方法 （5](#_Toc88483977)）

[4. 3 技术要求 （5](#_Toc88483978)）

[5 光谱知识库构建 （6](#_Toc88483980)）

[5. 1 光谱库系统设计原则与流程 （6](#_Toc88483981)）

[5. 2 光谱知识数据库功能与设计 （6](#_Toc88483982)）

[6 遥感解译和动态监测 （9](#_Toc88483983)）

[6. 1 遥感影像选择和处理要求 （9](#_Toc88483984)）

[6. 2 遥感影像数据处理 （9](#_Toc88483973)）

[6. 3 遥感动态变化监测 （10](#_Toc88483985)）

[6. 4 精度评估 （11](#_Toc88483986)）

[7 体量估算 （13](#_Toc88483988)）

[8 成果提交 （14](#_Toc88483992)）

[用词说明 （15](#_Toc88483993)）

[引用标准名录 （16](#_Toc88483994)）

附：[条文说明 （17](#_Toc96780420)）

# Contents

[1 General provision （1](#_Toc88483966)）

[2 Terms （2](#_Toc88483967)）

[3 Basic reqirements （3](#_Toc88483968)）

[4 Data acquisition and recognition method （4](#_Toc88483976)）

[4. 1 Data acquisition （4](#_Toc88483972)）

[4. 2 Identification methods （5](#_Toc88483977)）

[4. 3 Technical methods （5](#_Toc88483978)）

[5 Construction of spectral knowledge base （6](#_Toc88483980)）

[5. 1 Design principles and processes of spectral library system （6](#_Toc88483981)）

[5. 2 Function and design of spectral knowledge database （6](#_Toc88483982)）

[6 Remote sensing interpretation and dynamic monitoring （9](#_Toc88483983)）

[6. 1 Remote sensing image selection and processing requirements （9](#_Toc88483984)）

[6. 2 Remote sensing image data processing （9](#_Toc88483973)）

[6. 3 Remote sensing dynamic change monitoring （10](#_Toc88483985)）

[6. 4 Accuracy assessment （11](#_Toc88483986)）

[7 Volume estimation （13](#_Toc88483988)）

[8 Results deliver （14](#_Toc88483992)）

Explanation of wording （15）

[List of quoted standards （16](#_Toc88483994)）

[ListAddition：Explanation of provision （17）](#_Toc88483994)

# 1 总 则

**1. 0. 1** 为对建筑垃圾产生和变化的全过程进行客观、快速动态监测，融合航空、航天和地面调查技术，对建筑垃圾进行快速识别，提高建筑垃圾动态监管的准确性、时效性、规范性，制定本规程。

**1. 0. 2** 本规程适用于大区域（全国、省、市、县）范围内的建筑垃圾快速识别和动态监管。

**1. 0. 3** 建筑垃圾天地一体化快速识别除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2. 0. 1**  建筑垃圾 construction waste

建筑物在建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。

**2. 0. 2** 天地一体化 space-ground integrated

综合利用空基、天基、地基传感器，对获取数据进行信息处理和识别，实现建筑垃圾类型、空间分布和存量数据获取的一整套技术方法。

**2. 0. 3** 建筑垃圾典型光谱库 spectral database for typical construction waste materials

通过多源遥感取得的建筑垃圾光谱数据为主体，包含光谱数据对应的材料名称、采集时间窗口，影像参数、仪器参数和环境参数记录。

**2. 0. 4** 变化检测 change detection

基于同一地区不同时间的两幅图像，采用对其相应波段每个像元的亮度值相减的方法，对该像元在两次摄像间隔的时间内该地区所发生的变化进行检测。

**2. 0. 5** 航向重叠 longitudinal overlap; end overlap; forward overlap

本航线内相邻像片上具有同一地区影像的部分，通常以百分比表示。

# 3 基本规定

**3. 0. 1** 建筑垃圾天地一体化快速识别的主要任务应包括建筑垃圾地面光谱观测、建筑垃圾天地一体化快速识别、建筑垃圾地面体量估算、建筑垃圾识别估算结果及验证和建筑垃圾分布与时空变化成果五部份。

**3. 0. 2** 利用天地一体化技术开展建筑垃圾识别的工作流程应包括数据获取、数据处理、精度评估、结果分析、成果编制与提交五部分。

# 4 数据获取和识别方法

**4. 1 数据获取**

**4. 1. 1** 地面光谱数据获取中光谱测量仪器应性能稳定，携带方便，操作简单；电池贮量应满足野外采集时长要求；仪器测量波长范围宜覆盖350nm（含）～2,500nm（含）；光谱测量仪器每两年至少应进行一次光谱定标；光谱测量仪器每年应至少进行一次辐射定标或者使用前后均进行一次辐射定标；使用多台光谱测量仪器时应对各光谱测量仪统一进行辐射定标。

**4. 1. 2** 地面光谱数据获取过程中标准参考板性能应满足下列规定：

1 板面平整、无荧光、易清洁；

2 板面尺寸应能充满光谱测量仪的观测视场，并有不小于20%的余量；

3 标准参考板应反射性能稳定、光谱选择小、各向同性、均匀；

4 每次清洁后应重新定标，使用多块标准参考板时，应对各标准参考板统一进行定标；

5 标准参考板应保持清洁，避免接触化学物质或坚硬物体；

6 若反射性能出现明显退化，应进行清洁或更换。

**4. 1. 3** 测量环境应天气晴朗、无风或风速很小，地面能见度应不小于10km；以太阳光为光源，测量时太阳天顶角应小于55°，淡积云应小于2%，无卷积云和浓积云等；风力应小于4级；时间应在10:00～14:00之间。

**4. 1. 4**  测量人员应着暗色弱反射衣物，光谱仪与目标地物及标准参考板之间应保持通视，避免在地物目标及标准参考板上产生阴影，应有作业保护措施。

**4. 1. 5** 第一次测量前光谱仪应预热10min左右，测量装置与地物目标及标准参考板之间应保持通视，地物光谱仪或探头宜固定于地物正上方10cm～15cm处。采集样本应同时具有阳面和阴面的光谱特征，每个样本宜进行4～7次拍摄。每采集5个样本后应用标准白板（反射率≈100%）进行标定。每个样本的最终反射率数据应为去除异常曲线后采集光谱数据的平均值。

**4. 1. 6** 选取的航天遥感影像应确保数据质量，目标地物清晰。影像宜采用最优融合和匀色算法保证数据成果的纹理和色彩质量，无噪点和数据缺失情况。

**4. 1. 7** 无人机获取的航空飞行数据航向重叠度应大于90%，不同航带之间的重叠度应大于60%。

**4. 1. 8**  辅助数据应选择空间分辨率优于10m的高分辨率卫星遥感数据。

**4. 2 识别方法**

**4. 2. 1**  建筑垃圾类型、空间分布、存量数据获取、信息处理和识别应综合利用空基、天基、地基传感器。

**4. 2. 2** 建筑垃圾的地面识别应通过目视判别、工程测量、光谱观测等手段对建筑垃圾的类型、成分、体积、变化等进行连续监测，同时建筑垃圾天基识别结果应结合地面调查结果进行验证。

**4. 2. 3** 建筑垃圾的天基识别应采用非接触方式，通过无人机、卫星遥感等手段获取建筑垃圾的空间分布、体积等信息。

**4. 2. 4**  建筑垃圾的天地一体化识别技术流程应主要包括光谱知识库构建，波谱特征挖掘，多源遥感数据获取，时空分布识别和体量估算，最后对结果进行统计分析和精度验证。

**4. 2. 5**  建筑垃圾的天地一体化快速识别要求应包括建筑垃圾信息获取的一体化和智能化，天基和地基建筑垃圾数据处理的自动化、定量化和实时化，建筑垃圾的识别和调查频次应不少于每月一次。

**4. 3 技术方法**

**4. 3. 1**  地级市域建筑垃圾最短识别周期应为10天；建成区面积大于50平方公里的地级市域最短识别周期应为15天。

**4. 3. 2**  非线性建筑垃圾最小识别图斑宜为300平方米，线性图斑的短边宽度宜大于10米。

**4. 3. 3**  综合应用天地一体数据源的快速识别技术对建筑垃圾进行识别，应至少要对两类建筑垃圾的区分。

**4. 3. 4**  典型建筑垃圾波谱知识库构建可采用B/S网络架构模式，客户端可采用Windows系统进行设计。根据建筑垃圾的典型成分进行建筑垃圾知识库的构建，光谱库系统的设计应同时考虑用户和管理人员的需求。

**4. 3. 5** 建筑垃圾遥感识别可采用目视解译结合机器学习的方法。建筑垃圾建立目视解译标志库应考虑不同地区，不同时段等多种因素，必须有明确的针对性。建筑垃圾机器学习工作站的硬件配置应能够满足机器学习算法要求。建筑垃圾遥感识别结果应能够准确分类建筑垃圾，清晰看出建筑垃圾堆积边界。

**4. 3. 6** 建筑垃圾体量估算可用三维模型构建的方法。在进行模型构建时，应考虑所需提取参数，构建的三维模型必须能够准确提取出用于建筑垃圾体量估算的参数。

# 5 光谱知识库构建

**5. 1 光谱库系统设计原则与流程**

**5. 1. 1** 光谱库系统设计原则应符合下列规定：

1 应采用符合用户使用习惯的中文界面且界面友好，排版简洁有规律。

2 应操作方便、实用，确保系统的数据录入、基本功能与输出方便快捷。

3 在系统功能设计、数据更新扩充方面应留有升级接口。

4 系统设计和建设时应充分考虑遥感光谱数据获取的技术标准与相关的规范。同时应考虑信息形式标准化、信息传递规范化、数据共享实时性等。

**5. 1. 2** 建筑垃圾典型光谱库的构建应分阶段进行规范化设计。光谱库建库流程应符合下列规定：

1 依据建筑垃圾典型成分组成，采集建筑垃圾光谱特征及元数据；

2 典型建筑垃圾光谱库的建库工作应包括概念设计、功能设计、逻辑设计等；

3 建立库体结构，开发功能模块，将光谱数据经过入库检查和数据处理后加载到数据库中，并进行数据集成和功能集成；

4 经系统测试、数据库验收后，应确保数据库的运行、服务、维护及数据更新过程、数据内容取舍过程中涉及数据质量的相关内容有记录文档。

**5. 2 光谱知识数据库功能与设计**

**5. 2. 1** 建筑垃圾典型光谱数据库系统功能应主要包括用户管理、基础信息管理、可视化分析、光谱特征分析、系统管理等各模块。光谱知识数据库主要功能模块应符合如下规定：

1 应实现用户的权限管理、注册、登录等；

2 基础信息管理应包括建筑垃圾波谱数据、参数信息和环境参数的管理，具备基础的数据上传、存储、查询、添加、删除等功能；

3 应具有查询并显示光谱信息的功能；

4 应具有实现光谱数据的归一化处理与分析、光谱重采样等光谱曲线分析功能。

5 应具有系统全局参数的设置、系统帮助、日志管理等功能。

**5. 2. 2** 建筑垃圾波谱知识库可采用B/S网络架构模式，含数据库系统、应用服务器、客户浏览器三个部分。客户端平台可使用Windows系统；服务器端应满足采集的海量数据存储；数据库中应有光谱信息属性表、仪器参数表、环境参数等表。

**5. 2. 3** 每一种典型建筑垃圾的遥感光谱特征曲线应存放在光谱信息属性表(SPEC\_INFO)中，其包含的基本信息应符合表5. 2. 3的规定；

**表5. 2. 3光谱信息属性表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称字段 | 数据类型 | 说明 | 是否允许为空 |
| 1 | Spec\_id | Number(10) | 光谱标识 | 否（主键） |
| 2 | Spec\_name | Varchar2(20) | 样本名称 | 否 |
| 3 | Spec\_place | Varchar2(20) | 采样地点 | 否 |
| 4 | Sam\_longitude | Number(10,4) | 采样经度 | 是 |
| 5 | Sam\_latitude | Number(10,4) | 采样纬度 | 是 |
| 6 | Sam\_date | date | 采样日期 | 否 |
| 7 | Spec\_time | Varchar2(20) | 采样时间 | 否 |
| 8 | Spec\_data | blob | 光谱曲线数据 | 否 |

**5. 2. 4** 采集光谱数据所用的仪器参数应存放在一张仪器参数表(INSTRU\_INFO)中，对地物光谱信息的补充说明应符合表5. 2. 4的规定；

**表5. 2. 4仪器参数表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称字段 | 数据类型 | 说明 | 是否允许为空 |
| 1 | Spectrum\_name | Varchar2(20) | 仪器名称 | 否（主键） |
| 2 | Resolve | Number(10) | 光谱分辨率 | 否 |
| 3 | Sam\_space | Number(10) | 光谱采样间隔 | 否 |
| 4 | Range | Varchar2(20) | 光谱范围 | 否 |
| 5 | Fov | Number(4) | 视场角 | 否 |
| 6 | Spec\_id | Number(10) | 光谱标识 | 否（外键） |

**5. 2. 5** 数据采集时的环境参数应存储于环境参数表(ENVRI\_INFO)中，其数据表结构与主要字段应符合表5. 2. 5的规定；

**表5. 2. 5环境参数表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 数据类型 | 说明 | 是否允许为空 |
| 1 | Env\_id | Number(10) | 环境标识 | 否（主键） |
| 2 | temperature | Varchar2(20) | 温度 | 否 |
| 3 | cloudy | Varchar2(20) | 云量 | 否 |
| 4 | Humidity | Varchar2(20) | 湿度 | 否 |
| 5 | Wind\_speed | Varchar2(20) | 风速 | 否 |
| 6 | Wind\_direction | Varchar2(20) | 风向 | 否 |
| 7 | Sun\_angle | Varchar2(20) | 太阳高度角 | 否 |
| 8 | Sun\_azimuth | Number | 太阳方位角 | 否 |
| 9 | Sun\_zenith | Number | 太阳天顶角 | 否 |

**续表5. 2. 5**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 数据类型 | 说明 | 是否允许为空 |
| 10 | Spec\_id | Number(10) | 光谱标识 | 否（外键） |

**5. 2. 6** 对数据库、数据库对象，如表、字段、索引、序列、存储过程等的命名宜使用富有意义的英文词汇，不宜使用缩写，多个单词组成的，中间宜以下划线分割；各表之间相关列名宜同名；除数据库名称长度为1~8个字符，其余可为1~30个字符，宜命名使用英文字母，数字和下划线。

**5. 2. 7** 表名命名应为xxx\_yyy\_TableName。xxx表示子系统的名称；yyy表示子系统中的子模块的名称（可选）；TableName为表含义；

**5. 2. 8** 存储过程命名应为xxx\_yyy\_StoredProcedureName。xxx表示子系统的名称；yyy表示子系统中的子模块的名称（可选），StoredProcedureName为存储过程含义；

**5. 2. 9** 视图的命名应采用xxx\_yyy\_ViewName\_v。xxx表示子系统的名称；yyy表示子系统中的子模块的名称（可选）；\_v后缀表示视图，ViewName部分为视图含义。

**5. 2. 10** 索引命名格式应为table\_+表名+\_字段名或字段名+\_idx组合，应选择数据区分度高的字段建立索引。组合索引字段的顺序，最常用的字段放在前面，同等常用的字段再按区分度，将区分度高的放在前面。

**5. 2. 11** 索引设计应遵守数据的设计规范3NF规定；表内的每一个值必须只能被表达一次；表内的每一行都应被唯一标识（有唯一键）；表内不应存储依赖于其他键的非键信息。

**5. 2. 12** 索引字段一行记录必须表内唯一，表必须有主键；枚举类型应使用NUMBER，且应说明枚举类型的各个不同取值的含义；DATE应精确到秒。

# 6 遥感解译和动态监测

**6. 1 遥感影像选择和处理要求**

**6. 1. 1** 卫星遥感影像空间分辨率应在10米以上，对城市区域建筑堆放监测应优先使用优于2.5米分辨率的卫星影像数据。

**6. 1. 2**  获取的遥感影像必须确保数据质量，目标地物清晰，多光谱（MSS）影像数据和全色（PAN）影像数据经预处理获取多源多尺度遥感影像。遥感影像应保证其大小、分辨率等符合可用于识别图像神经网络的基本要求。

**6. 1. 3** 影像获取时间应满足拍摄周期的规定。对面积不超过1万平方公里区域，单期影像获取时间应控制在1个月内，数据难获取的区域可放宽至2个月。

**6. 1. 4** 影像云、雪覆盖量应小于10%，城市建成区及城乡结合部等重点区域云、雪覆盖量应小于1%；在获取周期内，如遇雨季连续阴雨天气情况导致影像获取困难的情况下，对建筑施工区域云、雪覆盖比例适当放宽至10%（仅限雨季情况）。

**6. 1. 5** 卫星影像侧摆角应不大于20度。

**6. 1. 6**  影像与标准参考影像的精度误差应控制为平原区2个像元之内，山区5个像元之内。

**6. 2 遥感影像数据处理**

**6. 2. 1** 在遥感识别中，应首先配置识别设备，设置算法参数。

**6. 2. 2** 计算机硬件配置应达到CPU主频2.1Ghz以上，GPU显存达到8G以上。

**6. 2. 3** 结合建筑垃圾样本的大小、数量、计算机硬件等因素设置学习方式参数，应通过实验方法确定训练次数、步长、动量等参数。

**6. 2. 4**  建筑垃圾行识别应充分利用天空地多种数据源，综合应用光谱分析、目视解译、智能分类、深度学习、计算机视觉等方法。

**6. 2. 5**  卫星遥感数据应进行辐射校正、几何校正、正射校正、大气校正等预处理。卫星遥感数据与其他数据的空间参考应采用统一的大地坐标系。无人机数据应进行正射校正等预处理。

**6. 2. 6** 无人机数据处理应包括空三加密、DSM匹配、正射纠正和拼接等内容。

**6. 2. 7**  光谱数据处理过程应进行定标、去噪、降维等处理，识别结果的趋势分析应满足0.05水平的显著性检验。

**6. 3** **遥感动态变化监测**

**6. 3. 1**  基于建筑垃圾产生、堆放和处理过程，应分别构建其遥感形态、纹理、结构、空间分布和时空变化特征库。

**6. 3. 2**  建筑垃圾遥感图像目视解译准备工作阶段应包含明确解译任务与要求，收集与分析有关资料并选择合适波段与恰当时相的遥感影像。

**6. 3. 3** 建筑垃圾遥感图像目视解译初步解译与判读区的野外考察阶段应掌握解译区域特点，确立典型建筑垃圾解译样区，建立目视解译标志，探索解译方法，同时应进行实地考察，建立建筑垃圾遥感影像解译标志。

**6. 3. 4** 建筑垃圾遥感图像目视解译室内详细判读阶段应统筹规划、分区判读，由表及里、循序渐进，去伪存真、精细解译。

**6. 3. 5** 建筑垃圾遥感图像目视解译野外验证与补判阶段应检验专题解译中图斑的内容是否正确以及检验解译标志，同时应对室内判读中遗留的疑难问题再次解译。

**6. 3. 6** 构建建筑垃圾样本集应提取出地物样本，识别并标注建筑垃圾堆放轮廓，记录建筑垃圾的类别、特征。基于网络的机器学习方法要求使用的标签图像必须为单通道图像，通过数字区分背景和不同类型的建筑垃圾，设置方法可参照表6. 3. 6规定。

**表6. 3. 6 建筑垃圾各类设置参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 颜色标记 | 特征值 |
| 背景 | 黑色（0,0,0） | 0 |
| 施工中建筑垃圾 | 红色（255,0,0） | 1 |
| 废弃类建筑垃圾 | 蓝色（0，0,255） | 2 |

**6. 3. 7** 所建立的用于机器学习的建筑垃圾样本集应是规范的、可被学习的。用于机器学习的样本集应包括Annotations，ImageSets，JPEGImages三部分，其中ImageSets保存数据集的索引，Annotations保存标签数据，JPEGImages保存图片内容。

**6. 3. 8** 应采用深度学习框架对建筑垃圾样本库进行训练学习，如采用卷积神经网络提高网络的分割精度。所选的机器学习方法应确保在训练过程获取到更多的全局特征，提高建筑垃圾的分类识别效果。

**6. 3. 9** 变化检测流程应符合如下规定**：**

1 利用建筑垃圾在高分辨率遥感影像上的多特征参数，进行建筑垃圾时空变化检测。主要参数可通过建筑垃圾的光谱响应、纹理和结构特征建立基于像元和面向对象的变化检测指标体系。

2 在对象分析方面应先对遥感影像进行预处理，通过影像分割将遥感影像分为若干互不重叠的对象，分割准则应满足对象内部具有匀质性，相邻对象之间具有异质性，根据相似性测度进行影像分割。可通过建筑垃圾的光谱、纹理和结构特征进行相关特征提取。再对两个时相提取出的建筑垃圾特征进行对比。应主要通过特征距离进行度量，可设定一定变化阈值，将对象划分为变化与未变化两大类。

**6. 3. 10** 通过两时相影像变化检测方法，提取建筑垃圾的时间上的变化特征。两时相影像变化检测，可直接利用像素光谱值或从影像中提取出来的特征参数。

**6. 3. 11** 变化检测的空间维度应利用GIS方法、可视化分析方法，将变化检测结果图通过地理信息系统相关软件制图。

**6. 3. 12**  识别成果应包括分类明显的建筑垃圾卫星遥感影像，遥感数据采用栅格数据的方式进行存储，文件格式应为\*.img或geotiff格式。

**6. 3. 13** 建筑垃圾遥感监测成果应以矢量数据的方式进行存储，所有类型均应采用矢量面状图层进行表达。

**6. 4 精度评估**

**6. 4. 1** 数据处理结果精度应采取以下的评估方式：

1 混淆矩阵应用n行n列的矩阵形式来表示。具体评价指标应有总体精度、制图精度、用户精度等；

2 在特定刺激条件下，以被试在不同判断标准下所得的虚报概率P（y/N）为横坐标，以击中概率P（y/SN）为纵坐标，画得各点的连线得到接受者操作特性（ROC）曲线；

3 语义分割评价指标（mIOU）语义分割精度的常用衡量标准应包括：像素精度（Pixel Accuracy, PA）、平均像素精度（Mean Pixel Accuracy, MPA)、平均交并比(Mean Intersection over Union, MIoU)。以上几个精度应按下列公式计算：

 (6. 4. 1-1)

 (6. 4. 1-2)

 (6. 4. 1-3)

式中：K——类别数；

*i——*像素真实值；

*j——*像素预测值；

——将*i*预测为*j*的像素数量。

**6. 4. 2** 应对建筑垃圾成果进行抽样检查并进行精度评估，精度检查内容应主要包括建筑垃圾边界范围识别是否存在错误、建筑垃圾分类是否正确等。

**6. 4. 3**  计算验证成果的衡量标准应采用平均交并比（MIoU）作为精度指标。

**6. 4. 4**  应将变化检测的误差矩阵分为简单变化检测误差矩阵和分类变化检测误差矩阵。

**6. 4. 5** 应将变化检测结果图与参考图进行对比，分别记录发生变化并且算法检测出来的像素的个数、没有发生变化并且检测结果中也显示没有发生变化的像素个数、参考图中没有发生变化但是检测结果图中却有变化的像素个数、参考图中发生了变化但是检测结果图中没有发生变化的像素个数，最后应通过混淆矩阵和Kappa系数评估变化检测精度。

# 7 体量估算

**7. 0. 1 建筑垃圾体量估算应采用无人机和地面遥感手段获取数据。**

**7. 0. 2** 无人机平台应采用固定翼，续航时间应大于25分钟，飞行高度超过垃圾场最高点应不少于30米。

**7. 0. 3** 数据采集可采用无人机倾斜摄影的方式。倾斜摄影应包括一个正视，4个侧视。

**7. 0. 4** 采用固定焦距的单反相机进行拍摄，图像的地面分辨率应小于0.1米。

**7. 0. 5** 相机必须进行严格定标，获取焦距和光学畸变参数，畸变参数应至少包含径向畸变的k1，k2。

**7. 0. 6** 无人机飞行的航向重叠度应大于90%，航带之间的重叠度应大于70%。

**7. 0. 7** 无人机飞行的过程中，应使用差分GPS来辅助获取拍摄时的位置。

**7. 0. 8** 应采用惯导来测量无人机的飞行姿态，删除俯仰角和翻滚角大于5度的图像数据。

**7. 0. 9** 基于图像序列来进行三维重建，处理流程应采用计算机视觉中的SFM的方式。首先应进行稀疏点云和相机位置姿态的计算，然后进行密集匹配。软件平台可采用Smart3D，PhotoScan等具有倾斜处理功能的三维重建软件。

**7. 0. 10** 通过密集点云来构建三维模型，密集点云的间隔应不大于图像地面分辨率的两倍。

**7. 0. 11** 三维模型的点应计算纹理信息。

**7. 0. 12**  宜采用三角网的方式来建立三维目标的表面结构。

**7. 0. 13** 宜基于卫星导航数据（GPS、北斗等）来进行绝对定向，基于密集点云可生成DEM（数字高程模型）、DSM（数字表面模型）和DOM（正射影像）。

**7. 0. 14** 体量参考应包括面积、体积和坡度，面积宜基于DOM提取，体积宜基于DSM提取，坡度宜基于DEM提取。

**8 成果提交**

**8. 0. 1** 应构建典型建筑垃圾遥感光谱知识库。

**8. 0. 2** 应提供建筑垃圾解译标志库以及建筑垃圾时空分布专题图。该成果中建筑垃圾卫星遥感影像数据应采用栅格数据的方式进行存储，文件格式为\*.img或geotiff格式。建筑垃圾遥感监测成果应以矢量数据的方式进行存储，所有类型均采用矢量面状图层进行表达，文件格式应为shapefile格式。

**8. 0. 3** 建筑垃圾体量估算结果应提供专题图。

**8. 0. 4** 应提供建筑垃圾变化检测分析统计结果。

# 用 词 说 明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下**：**

**1**）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4**）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……有关规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准。不注日期的，其最新版本适用于本标准。

《摄影测量与遥感术语》 GB/T 14950-2009

《数字航空摄影测量空中三角测量规范》 GB/T 23236-2009

《基础地理信息数据库建设规范》 GB/T 33453-2016

《城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量》 GB/T 33988-2017

《数字正射影像图质量检验技术规程》 CH/T 1027-2012

《低空数字航空摄影规范》 CH/Z 3005—2010

中国工程建设标准化协会标准

建筑垃圾天地一体化快速识别技术规程

T/CECS xxx－2021

条文说明

目 次

[1 总 则 （20](#_Toc88484130)）

[2 术 语 （21](#_Toc88484131)）

[3 基本规定 （22](#_Toc88484132)）

[4 数据获取和识别方法 （23](#_Toc88484139)）

[4. 1 数据获取 （23](#_Toc88484140)）

[4. 2 识别方法 （23](#_Toc88484141)）

[4. 3 技术要求 （23](#_Toc88484142)）

[5 光谱知识库构建 （24](#_Toc88484144)）

[5. 1 光谱库系统设计原则与流程 （24](#_Toc88484145)）

[5. 2 光谱知识数据库功能与设计 （24](#_Toc88484146)）

[6 遥感解译和动态监测 （25](#_Toc88484147)）

[6. 1 遥感影像选择和处理要求 （25](#_Toc88484148)）

[6. 2 遥感影像数据处理 （25](#_Toc88484136)）

[6. 3 遥感动态变化监测 （25](#_Toc88484149)）

[6. 4 精度评估 （25](#_Toc88484150)）

[7 体量估算 （27](#_Toc88484152)）

[8 成果提交 （28](#_Toc88484156)）

Contents

[1 General rules （20](#_Toc88484130)）

[2 Terms](#_Toc88484131) （21）

[3 Basic requirements （22](#_Toc88484132)）

[4 Data acquisition and recognition method （23](#_Toc88484139)）

[4. 1 Data acquisition （23](#_Toc88484135)）

[4. 2 Identification methods （23](#_Toc88484141)）

[4. 3 Technical methods （23](#_Toc88484142)）

[5 Construction of spectral knowledge base （24](#_Toc88484144)）

[5. 1 Design principles and processes of spectral library system （24](#_Toc88484145)）

[5. 2 Function and design of spectral knowledge database （24](#_Toc88484146)）

[6 Remote sensing interpretation and dynamic monitoring （25](#_Toc88484147)）

[6. 1 Remote Sensing image selection and processing requirements （25](#_Toc88484148)）

[6. 2 Remote sensing image data processing （25](#_Toc88484136)）

[6. 3 Remote sensing dynamic change monitoring （25](#_Toc88484149)）

[6. 4 Accuracy assessment （25](#_Toc88484150)）

[7 Volume estimation](#_Toc88484152) （27）

[8 Results deliver （28](#_Toc88484156)）

**1 总 则**

**1. 0. 1**  为贯彻落实国家生态文明思想和城市精细化治理要求，提高建筑垃圾的智能监管水平，指导和规范建筑垃圾快速识别技术应用，制定本规程。

**1. 0. 2** 本规程适用于建筑垃圾天地一体化快速识别方法、典型光谱库、类型识别、体量估算以及变化检测。

**1. 0. 3** 建筑垃圾天地一体化快速识别除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2. 0. 1**  本条规定了建筑垃圾的术语。特指在建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。

**2. 0. 2** 本条介绍了天地一体化。指明了本规程使用的主要技术方法。

**2. 0. 3**  本条列出的术语规定了建立建筑垃圾典型光谱库的内容和方法。

**2. 0. 4** 本条介绍了变化检测的术语。

**2. 0. 5** 本条列出的术语参考了国家现行标准《摄影测量与遥感术语》GB/T 14950-2009中关于航向重叠的定义。

# 3 基本规定

**3. 0. 1** 为了全面识别建筑垃圾，本条规定了建筑垃圾天地一体化快速识别的主要任务。

**3. 0. 2** 为了利用天地一体化技术开展建筑垃圾识别工作，本条规定了工作流程主要包括的五部分，完整的工作流程是建筑垃圾天地一体化快速识别技术方法的体现。其中数据获取包括对应遥感影像官网下载和地面摄影测量影像，遥感影像用以进行自动识别研究，摄影测量数据用于变化检测和精度验证。通过数据处理实现建筑垃圾的自动识别并结合实测数据进行验证，说明识别方法的有效性，并将结果进行汇总展示。

# 4 数据获取和识别方法

**4. 1 数据获取**

**4. 1. 1 ~ 4. 1.** **5** 该部分规定了地面光谱采集仪器的可靠性、稳定性、室外作业环境及操作人员的要求等。野外光谱采集要综合考虑各种对典型地物光谱有影响的因素，参考国家现行标准《城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量》GB/T 33988-2017规定了测量获取光谱数据的天气条件、测量方法、测量光谱仪器标准、测量样本光谱特性等多重因素，保证采集数据的规范化、系统性、准确性、完整性，并保证工作人员与测量装置安全。

**4. 1. 6** 本条规定了航天遥感影像选取基本要求。用于识别建筑垃圾遥感成果所用的遥感影像必须达到一定的质量要求，保证建筑垃圾的识别需要对获取的遥感影像进行筛选。获取的遥感影像必须确保数据质量，目标地物清晰。

**4. 1. 7** 由于航空飞行数据获取（重叠度）对建筑垃圾的快速识别有不同的影响。因此，本条规定了航空飞行数据获取（重叠度）要求。

**4. 1. 8** 由于建筑垃圾光谱，纹理复杂，为提高建筑垃圾遥感成果的准确性和精度，需要借助其他的辅助数据。该部分规定了选取辅助数据的类型。

**4. 2 识别方法**

**4. 2. 1** **~ 4. 2. 4** 为了提高建筑垃圾天地一体化快速识别过程中的规范性，规定了建筑垃圾天地一体化识别方法，识别内容，技术流程。

**4. 2. 5** 为了提高建筑垃圾天地一体化快速识别成果的精确性和失效性，本条规定了建筑垃圾的天地一体化快速识别要求。

**4. 3 技术方法**

**4. 3. 1 ~ 4. 3. 3** 该部分规定了不同尺度建筑垃圾识别的有效周期、图斑面积、类别数量。

**4. 3. 4 ~ 4. 3. 6** 由于建筑垃圾的识别内容较多，采用的技术不一样，各技术针对建筑垃圾遥感识别的要求不一致，因此规定了建筑垃圾天地一体化识别的各类技术的要求。

# 5 光谱知识库构建

**5. 1 光谱库系统设计原则与流程**

**5. 1. 1** 本条对建筑垃圾光谱知识库系统建设的界面、实用性、升级及设计标准进行了说明。

**5. 1. 2** 本条符合现行国家标准《基础地理信息数据库建设规范》GB/T 33453-2016的有关规定，对建筑垃圾的设计流程与步骤进行了规范化说明，包括概念设计、功能设计、逻辑设计等。

**5. 2 光谱知识数据库功能与设计**

**5. 2. 1** 建筑垃圾典型光谱库的设计应满足管理需求和用户需求，本条规定了光谱知识数据库的主要功能模块及子功能模块。

**5. 2. 2 ~ 5. 2. 12** 明确了数据库构建的整体结构要求，规定了建库及采集过程中需要存储的数据及其格式。对需要存储的主要光谱数据字段及元数据分别做了规定，对入库数据的命名规则和索引规范进行了说明，便于数据采集和建库过程的规范化。

# 6 遥感解译和动态监测

**6. 1 遥感影像选择和处理要求**

**6. 1. 1 ~ 6. 1. 6** 用于建筑垃圾遥感识别成果所用的遥感影像必须达到一定的质量要求，保证建筑垃圾各类型的判读与识别。该部分参照国家现行标准《数字正射影像图质量检验技术规程》CH/T 1027-2012，规定了采用的卫星遥感影像的空间分辨率、应达到的质量要求、获取时间、云、雪覆盖比例、摄影侧摆角、影像与标准参考影像的精度等相关技术要求。

**6. 2 遥感影像数据处理**

**6. 2. 1 ~ 6. 2. 3** 由于影响建筑垃圾遥感识别结果因素较多，为了达到快速识别的目的，规定了在遥感识别过程中，需要配置的工作坏境，设置识别算法参数等。

**6. 2. 3** 本条规定了建筑垃圾天地一体化快速识别技术使用的数据和方法。

**6. 2. 4 ~ 6. 2. 7**  用于识别建筑垃圾遥感成果所用的遥感影像应达到一定的质量要求，因此，本条规定了卫星遥感数据处理过程，无人机数据处理，光谱数据处理过程。

**6. 3 遥感动态变化监测**

**6. 3. 1 ~ 6. 3. 8** 为提高建筑垃圾的识别效果，该部分规定了构建建筑垃圾特征库的方法，遥感目视解译方法，两类建筑垃圾标签制作方法，样本集建立方法以及识别方法。

**6. 3. 9、6. 3. 10** 明确了变化检测的操作流程，规定了变化检测的特征参数。对变化检测指标体系进行了说明，便于操作流程的规范化。通过差值、比值、变化向量分析方法直接比较获取差异影像，利用阈值分割技术提取变化信息。明确了变化检测的时空维度的要求，便于确定在时间和空间上建筑垃圾形态的变化。

**6. 3. 11 ~ 6. 3. 13** 该部分规定了建筑垃圾遥感识别成果以矢量数据的方式存储以及矢量数据属性结构。

**6.4 精度评估**

**6 .4. 1** 为提高建筑垃圾遥感成果的准确性和精度，应对识别成果进行精度检查和评估。本条规定了数据处理结果精度检查和评估的方法、指标。

**6. 4. 2、6. 4. 3**  该部分规定了分类属性判定精度的要求以及判定指标的计算方法。

**6. 4. 4、6. 4. 5** 该部分规定了变化检测的精度评价方法与流程，便于变化检测精度过程的规范化。

# 7 体量估算

**7. 0. 1 ~ 7. 0. 8** 该部分依据《低空数字航空摄影规范》( CH/Z 3005—2010)，《数字航空摄影测量空中三角测量规范》(GB/T 23236-2009)规定了用无人机采集建筑垃圾图像数据的要求与基本流程。

**7. 0. 9 ~ 7. 0. 13** 该部分规定了基于图像序列来生成建筑垃圾三维模型的基本流程。

**7. 0. 14** 本条规定了应用测绘产品来进行体量估算与参数提取的基本流程。

**8 成果提交**

**8. 0. 1** 本条规定了建筑垃圾遥感光谱知识库的成果及功能，主要包含用户管理、基础信息管理、可视化分析、光谱特征分析、系统管理等模块。

**8. 0. 2** 本条规定了建筑垃圾解译结果的形式。

**8. 0. 3** 本条规定了建筑垃圾体量估算结果的形式。

**8. 0. 4** 本条规定了建筑垃圾变化检测分析结果的形式。