ICS 77.150.60
CCS H 69

中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 3625—2026

有色金属再生原料智能识别技术要求

Technical requirements for intelligent identification of nonferrous metal recycled raw materials based on artificial intelligence

（讨论稿）

202X-××-××发布　　202X-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　　发布

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：杭州天眼智联科技有限公司。

本文件主要起草人：周媛、谭天、王强、李罡、黄一夫、郭巍、简力、刘君。

有色金属再生原料智能识别技术要求

1 范围

本标准规定了基于人工智能的有色金属再生原料（包括但不限于废铜、废铝等再生原料）进行智能分类、杂质识别的术语和定义、技术框架、功能要求、检验流程、数据管理和系统性能验证方法。

本标准适用于有色金属再生原料加工基地、回收企业、冶炼企业及相关检验机构利用人工智能技术进行原料的自动化分类与检验。

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 1.1 标准化工作导则

GB/T 38470-2023 再生铜合金原料

GB/T 38471-2023 再生铜原料

GB/T 38472-2023 再生铸造铝原料

GB/T 40382-2021 再生变形铝原料

GB/T 40386-2021 再生纯铝原料

GB/T 1.2-2020 标准化工作导则

GB/T 20861 废弃产品回收利用术语

GB/T 19001 质量管理体系要求

3 术语和定义

GB/T 1.2-2020 标准化工作导则 第二部分：以ISO/IEC标准化文件为基础的标准化文件起草规则界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基础金属 Base metals

金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料，包括纯金属、合金、金属材料金属间化合物和特种金属材料。

注：金属氧化物（如氧化铝）不属于金属材料

3.2

待回收物 Material to be recycled

禁回收物、可回收基础金属、杂质、杂金的总和。

3.3

可回收基础金属 Recyclable metals

包括生产性废旧基础金属和非生产性废旧基础金属。

3.4

禁回收物 Prohibited materials

对人身健康、安全及环境产生危害的物质。

注：如医疗垃圾、污染的个人卫生用品、有害废物、沥青、有毒粉末、放射性物质、石棉及其类似的物质。

3.5

杂质 Non base metals

不属于可回收基础金属的组成部分并且可以通过磁力、抛选或浮选方式分拣的外来物质。

注：如塑料、玻璃、纺织品、木材、砂子和建筑材料、合成材料等。

3.6

杂金 Base metals that do not meet classification requirements

待回收物中含有的，不符合该类待回收金属预期用途的其他种类的可回收基础金属。

3.7

合同总质量 Weight of material to be recycled in contract

合同中所规定的待回收物总质量。

3.8

实测总质量 Test weight of material to be recycled

实际测试得到的待回收物总质量。

3.9

质量差百分率 Weight difference rate

实测总质量与合同总质量的差值占合同总质量的百分率。

3.10

智能检测金属种类 Test type(Virtual)

智能检测得到的可回收基础金属种类。

3.11

实测可回收基础金属质量差百分率 Weight difference rate(Real)

实测总质量与合同总质量的差值占合同总质量的百分率。

3.12

智能检测可回收基础金属质量差百分率 Weight difference rate(Virtual)

智能检测得到的待回收基础金属总质量与合同总质量的差值占合同总质量的百分率。

3.13

智能分类 Intelligent sorting

利用人工智能算法对有色金属再生原料的图像或其它传感数据进行分析，自动识别并区分其种类（如紫铜、废黄铜、6063铝合金等）的过程。

3.14

杂质识别 impurity identification

利用人工智能算法识别并定位再生原料中混杂的非金属杂质（如塑料、胶带、泡沫等）及非目标金属杂质（如铁件）的过程。

4 总则

有色金属再生原料智能分类与检验系统通常由硬件单元和软件单元构成。

4.1 硬件单元

a）图像采集设备：高分辨率相机、摄像头、无人机、手机等设备，应具备一致的色彩还原能力。

b）计算单元：具备支持 AI 算法实时推理计算能力的 GPU 或专用 AI 处理器。

4.2 软件单元

a）AI 算法引擎：核心分类、识别与检测算法模块。

b）数据管理平台：用于存储、管理、展示和追溯检验过程中产生的所有数据。

c）人机交互界面：用于显示识别结果、系统状态和报警信息。

4.3 系统框架

有色金属再生原料智能分类与检验系统框架见图1：

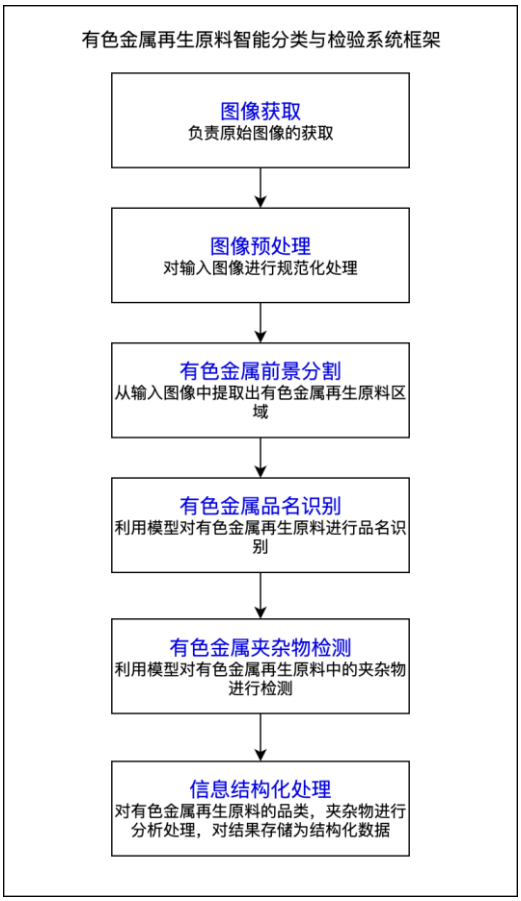


图 1 有色金属再生原料智能分类与检验系统框架

有色金属再生原料智能分类与检验系统将将给定图像中的点或像素转换为数字编码信息，包括图像获取、图像预处理、智能前景分割、智能品类识别、智能夹杂物检测、信息处理六个模块。

a) 图像获取模块负责有色金属再生原料的图像采集；

b) 图像预处理模块负责对从图像获取模块接收到的图像原始数据，将其进行图像增强，图像去噪等处理，以满足后续的智能识别和检测的需求；

c) 智能前景分割负责对给定的有色金属再生原料图像进行前景分割，提取出原料的前景区域。一方面去除掉背景区域的干扰，其次可用于夹杂物含量的估算；

d) 智能分类识别负责对给定的有色金属再生原料图像前景区域进行智能识别，得到原料的具体品类，可以包含原料类别和原料名称（比如再生铜-1 号铜线）；

e) 智能夹杂物检测负责对给定的有色金属再生原料图像前景区域进行夹杂物检测，夹杂物包括但不限于危废（比如油污，线路板）、非金属夹杂物（比如塑料，橡胶，纸）、非金属涂层、固废、爆炸物、密闭容器等。

f) 信息处理模块依据智能品类识别和智能夹杂物检测的结果进行分析计算，将综合后的结果转换为结构化数据进行存储。

5 有色金属再生原料智能分类与检验系统功能要求

5.1 图像采集

a) 支持对包含但不限于 JPEG、GIF、PNG、TIFF、BMP 等常见的图片格式进行读取。图片分辨率支持范围应该包含“主体区域图像”大于等于 1920*1080；
b) 支持对包括但不限于自然场景待回收物码放与堆叠等常见待回收物场景的识别和检测。
c) 铜铝铅锌等主要有色再生金属图像采集操作流程及规范：

1） 废铜类原料

- **典型形态：**线材、块状、屑状、管材、漆包线等。
- **采集要点：**
  - 重点关注表面氧化程度、颜色（紫红、黄、白等）、是否有镀层或涂层。
  - 对漆包线等带绝缘层材料，应采集截面图像以暴露金属本体。
  - 建议多角度拍摄，以识别铜合金与纯铜差异。

2） 废铝类原料

- **典型形态：**型材、罐体、铸件、箔材、屑粒等。
- **采集要点：**
  - 注意区分变形铝与铸造铝，关注表面是否有阳极氧化膜、油漆或腐蚀。
  - 对碎屑或箔材，应平铺拍摄，避免堆叠遮挡。
  - 铝镁合金、铝铜合金等应通过颜色与光泽辅助区分。

3） 废铅类原料

- **典型形态：**块状、板栅、铅膏、铅管等。
- **采集要点：**
  - 铅表面易氧化呈灰黑色，应确保图像能反映其金属光泽与密度感。
  - 对铅酸蓄电池拆解料，应清晰拍摄板栅结构与铅膏状态。
  - 注意识别是否混有塑料、橡胶等非金属附着物。

4） 废锌类原料

- **典型形态：**锌合金压铸件、镀锌板、锌渣、锌粉等。
- **采集要点：**
  - 锌合金常呈银灰色，表面光滑，应注意识别是否有镀层、锈蚀或合金元素差异。
  - 对镀锌板，应拍摄截面以区分基材与镀层。
  - 锌渣等细小颗粒应均匀布放后拍摄，避免粘连。

5.2 图像预处理

对获取到的图像进行预先处理，使图像便于后续的识别和检测符合以下要求：

a) 增强图像质量，在不破坏图像边缘、轮廓等原有细节的条件下进行图像增强和去噪；
b) 质量筛选，过滤无法正常识别的低质量和完整度不足的图像，如分辨率不足或异常模糊的图像。

5.4 智能前景分割

智能前景分割有色金属再生原料的功能需要符合以下要求：

a) 应分割出所有包含有色金属再生原料的前景区域
b) 应在检测结果中包含所有有色金属再生原料区域的掩膜区域坐标；

5.5 智能分类识别

分割出有色金属再生原料的所有前景区域后，应剪裁出所有的前景区域，并对所有前景区域进行分类识别，应符合以下要求：

a) 支持200种以上有色金属再生原料品类的识别

b) 支持识别有色金属再生原料的大类与细分小类

c) 识别准确率不低于90%。

5.6 智能检测

分割出有色金属再生原料的所有前景区域后，应剪裁出所有的前景区域，并对所有前景区域进行检测，应符合以下要求：

a) 支持常见违禁物品的检测（如密闭容器，爆炸物等）；

c) 支持常见的危废检测（如电路板，油污等）；

d) 支持常见的非金属夹杂物检测（如塑料，橡胶，纸）；

e) 支持非金属涂层识别；

f) 支持输出检测目标的掩膜区域坐标。

5.7 信息处理

信息处理模块根据品类识别模块和夹杂物检测模块的结果，进行综合分析计算，得到有色金属再生原料的原料品类和原料名称以及是否含有违禁物品，危废比例，非金属夹杂物比例等信息，最后将得到的信息进行结构化存储。

5.8 有色金属再生原料智能分类与检验系统性能要求

需要在满足以下数据采集规范的情况下，统计系统的性能

a) 图像最小分辨率

输入图像的最小分辨率为1920*1080。

b) 有色金属再生原料前景区域最小占比

输入图像中的有色金属再生原料前景区域占整个图像的面积比例应不低于80%。

5.8.1 系统响应时间

单批次有色金属再生原料每次从图像获取到输出结构化信息结果的平均时间不超过10秒。

5.8.2 智能分类识别性能要求

a) 图像最小分辨率

输入图像的最小分辨率为1920*1080。

b) 有色金属再生原料前景区域最小占比

输入图像中的有色金属再生原料前景区域占整个图像的面积比例应不低于80%。

c) 响应时间

单个测试集中每次从图像获取到输出识别结果的平均时间不超过5秒。

d) 品类识别准确率

品类识别准确率用于衡量正确识别出的数据集中有色金属再生原料名称数量占所有数据集中待测实际有色金属再生原料数量的比例。品类识别准确率应不低于90%。计算方法见公式（1）：

$$\mathrm{Accuracy} = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{M}} \times 100\%$$

式中：
Accuracy——品类识别准确率；
C——正确识别出的数据集中有色金属再生原料名称数量；
M——所有数据集中待测实际有色金属再生原料数量。

5.8.3 智能检测性能要求

a） 准确率（Precision）
准确率用于衡量正确检测出的目标数量占所有检测出的目标数量的比例。计算方法见公式(2)

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP+FP}} \quad (2)$$

式中：

Precision——准确率；

TP——正确检测出的目标数量；
FP——检测错误的目标数量。
b) 召回率（Recall）
召回率用于衡量正确检测出目标框数量占所有真实存在的目标数量的比例。计算方法见公式(3)
3）

式中：
Recall——召回率；
TP——正确检测出的目标数量；
FN——未被检测出的目标数量。

智能夹杂物检测系统中对不同品类夹杂物的性能要求如表1所示：

表 1 智能夹杂物检测系统中对不同品类夹杂物的性能要求

夹杂物类型	夹杂物描述	准确率	召回率
违禁品	爆炸物，密闭容器等违禁物品	≥85%	≥90%
危废	线路板，油污等危废	≥85%	≥90%
非金属夹杂物	塑料，橡胶等非金属夹杂物	≥85%	≥90%
非金属涂层	油漆，漆包线等非金属涂层	≥85%	≥90%

5.9 系统测试

5.9.1 测试流程

有色金属再生原料智能分类与检验系统的测试流程见图2 有色金属再生原料智能分类与检验系统的测试流程图。

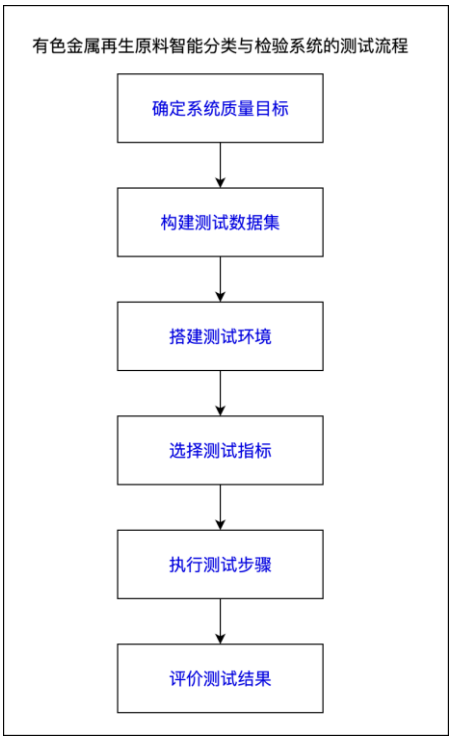


图 2 有色金属再生原料智能分类与检验系统的测试流程图

5.9.2 确定系统质量目标

应运用以下步骤确定有色金属再生原料智能分类与检验系统的质量目标：

a) 场景分析：分析有色金属再生原料智能分类与检验系统的应用场景、运行环境与使用流程，既要考虑系统正常使用的情况，也要考虑可预见的异常情况；

b) 风险分析：根据有色金属再生原料智能分类与检验系统的不同应用场景，分析误识别与漏识别可能出现的风险；

c) 确定系统质量目标：根据系统的应用场景和风险，确定有色金属再生原料智能分类与检验系统的质量目标，包括：

- 确定系统功能有效性、性能、兼容性、维护性、可移植性、训练数据集的质量、对抗样本的影响、对应用场景数据的鲁棒性、可解释性、安全性的指标要求；
- 确定测评指标评价的准则。

5.9.3 构建测试数据集

在测试开始前，构建科学可靠的测试数据集。采集数据要均衡，避免有色金属再生原料品类单一、图片条件单一、图片信息单一的情况。

测试场景及对应的测试数据集要求如下：

a) 测试数据集需要覆盖常见的 200 种有色金属再生原料品类

b) 总图像不低于 10 万张，每种再生原料的测试货物不少于 50 张图片。

c) 测试数据集需要包含不同角度拍摄、不同来源、不同产地的图像

d) 除了常规场景，也需要考虑一些低质量图像。例如：加噪、旋转、图像缩放、图像轻微运动模糊等。需要包含一些这种低质量图像测试系统的鲁棒性。

5.9.4 搭建测试环境

根据被测的有色金属再生原料智能分类与检验系统服务所需要的软硬件参数构建出完整的软硬件环境，保证被测服务在环境中运行正常。

5.9.5 选择测试指标

根据制定的系统质量目标，选择第6章5.8 有色金属再生原料智能分类与检验系统性能要求中描述的若干测试指标作为测试目标。

5.9.6 执行测试步骤

批量测试所有测试数据，获取每批有色金属再生原料货物的结构化处理结果。

根据第6章给出的指标统计方式，计算出具体的评价指标。

5.9.7 评价测试结果

有色金属再生原料智能分类与检验系统的测试结果，应满足第6章中所列出的所有性能要求。