

团 体 标 准

T/CIAD XXXX-XXXX

铜合金部件加工边角料自动化收集系统技
术规范

Technical specifications for the automated collection system of
copper alloy component processing scraps

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国城乡发展国际交流协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 系统功能	3
5 技术要求	6
6 试验方法	7
7 检验规则	9
8 标志、包装、运输、贮存	10

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。

本文件由江苏宏实铜业有限公司提出。

本文件由中国城乡发展国际交流协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

铜合金部件加工边角料自动化收集系统技术规范

1 范围

本文件规定了铜合金部件加工过程中边角料自动化收集系统（以下简称“系统”）的系统功能、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于车床粗加工为主的铜合金部件加工过程中，对车削产生的固态干燥铜屑进行自动化收集、分选的系统，不含切削液混合态、含油含液边角料相关工况。

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 191 包装储运图形符号标志

GB/T 1176 铸造铜及铜合金

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB 2894 安全色和安全标志

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 15706 机械安全设计通则 风险评估与风险减小

GB 15577 粉尘防爆安全规程

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 27683 铜及铜合金切削屑料及其回收规范

GB/T 37400.1 重型机械通用技术条件 第1部分：产品检验

GB/T 38470 再生铜合金原料

GB/T 44523 连续搬运机械 安全标志和危险图示通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动化收集系统 automatic collection system

由收集装置、输送装置、分选装置、压块装置、控制系统等组成的，用于自动收集、输送、分选干燥无油铜合金边角料的成套设备系统。

4 系统功能

4.1 基本要求

- 4.1.1 系统应适配车床粗加工场景，覆盖数控车床、普通车床等车削设备，可适配干燥车削屑收集需求。
- 4.1.2 系统应具备铜合金牌号分类收集功能，满足黄铜、紫铜、青铜、白铜等不同牌号铜合金物料的独立收集、防混料要求，适配再生利用对物料纯度的管控要求。
- 4.1.3 系统主体结构设计使用寿命不应低于 15 年，核心耐磨部件设计使用寿命不应低于 8000 h，系统平均无故障工作时间（MTBF）不应低于 1000 h。
- 4.1.4 系统应与加工生产设备实现联动控制，具备自动化启停、状态同步、故障联锁停机功能，可适配柔性生产线、数字化车间的集成需求。
- 4.1.5 系统设计应遵循模块化、通用化原则，可根据车间布局、加工产能、物料特性进行灵活组合与定制化适配。

4.2 源头收集单元

- 4.2.1 收集装置应与加工设备排料口精准适配，采用全封闭式结构设计，无物料飞溅、散落，边角料收集率不应低于 99%。
- 4.2.2 不同牌号铜合金加工设备应配套独立的收集支路，支路应设置防混料联锁结构，严禁不同牌号物料共用同一收集支路，支路接口应设置唯一标识与防错接结构。
- 4.2.3 收集装置应具备防堵、防架桥设计，针对带状、团状切屑应设置破碎、疏导结构，针对细粉状磨削料应设置负压吸附收集结构。
- 4.2.4 收集装置应与加工设备实现电气联锁，加工设备启动前 5 s 收集系统应提前启动，加工设备停机后收集系统应延迟运行 $\geq 30s$ ，确保物料全量收集。
- 4.2.5 收集装置应设置检修口、观察口，检修口应采用快开式密封结构，观察口应采用透明防爆材质。

4.3 输送单元

- 4.3.1 输送方式应根据物料形态选型：
- 大块冲压边角料应优先选用刮板输送机、鳞板输送机；
 - 屑优先选用螺旋输送机、链板输送机；
 - 细粉状物料应优先选用负压气力输送系统。
- 4.3.2 输送设备额定输送能力应大于生产线最大边角料产生量的 120%，输送速度应适配物料特性，无卡堵、跑偏、泄漏现象，连续运行输送效率偏差不应超过 $\pm 5\%$ 。
- 4.3.3 与物料直接接触的输送部件应采用耐磨、耐腐蚀、无杂质污染的材质，应优先选用 304 不锈钢、高锰耐磨钢，材质硬度应适配铜合金物料的磨损特性，正常工况下耐磨部件磨损量不应超过 0.5 mm/1000h。
- 4.3.4 输送管路应采用全密闭结构，管路连接处密封性能良好，无粉尘外逸、物料泄漏；管路应设置清灰口、检修口，水平管路每隔 6 m 应设置一个检修口，弯管处应设置防磨损衬板。
- 4.3.5 输送系统应设置过载保护、卡堵报警、反向疏导功能，出现卡堵、过载故障时应立即发出报警信号，并连锁停机。
- 4.3.6 气力输送系统应设置防静电、防爆装置，管路应设置可靠接地，接地电阻不应大于 4 Ω ，符合易燃易爆粉尘输送安全规范要求。

4.4 分选分类单元

- 4.4.1 分选单元应具备两级分选功能：
- 一级为除杂分选，去除物料中的铁屑、砂轮磨料、塑料等非铜杂质；

b) 二级为牌号分选，实现不同牌号铜合金物料的精准分流。

4.4.2 除杂分选应采用涡流分选、磁性分选组合工艺，铁杂质去除率不应低于 99%，非铁非金属杂质去除率不应低于 98%。

4.4.3 牌号分选应采用光电识别、激光光谱识别技术，同牌号铜合金出料物料纯度不应低于 99.5%，错分率不应高于 0.3%。

4.4.4 分选单元应与输送系统、暂存单元实现联锁控制，不同牌号物料应精准分流至对应独立暂存仓，分流阀门应设置位置反馈、防误操作联锁，严禁不同牌号物料混仓。

4.4.5 分选单元应设置不合格物料回流通道，分选不达标物料可自动回流至分选入口进行二次分选。

4.5 暂存单元

4.5.1 暂存仓应采用全密闭立式结构，不同牌号铜合金物料应配套独立暂存仓，仓体应设置唯一的物料牌号标识，严禁混仓存放。

4.5.2 暂存仓应具备防潮、防氧化、防架桥功能，仓体应设置氮气保护接口（可选），针对易氧化的超细铜粉应设置惰性气体保护装置，避免物料氧化影响再生价值。

4.5.3 暂存仓应配备连续式料位监测装置、满料报警装置、低料位预警装置，料位监测精度不应低于 ±2%，满料时应自动发出报警信号，并连锁上游输送系统停止进料。

4.5.4 暂存仓底部应设置快速卸料结构，适配厂内转运车辆与标准周转容器，卸料口应设置防错装连锁装置，避免不同牌号物料错装。

4.5.5 暂存仓应设置检修平台、爬梯、安全护栏，仓体应设置防静电接地装置，接地电阻不应大于 4 Ω。

4.6 智能控制单元

4.6.1 系统应采用 PLC+触摸屏为核心的控制系统，具备手动/自动双模式控制功能，可实现全系统设备的集中控制、状态监测、参数设置、故障报警。

4.6.2 控制系统应具备以下核心功能：

- a) 与加工设备的联动启停、状态同步功能；
- b) 输送量、料位、分选精度的实时监测与自动调节功能；
- c) 设备过载、卡堵、泄漏、超温等故障的自动诊断、报警与连锁停机功能；
- d) 运行数据采集、存储、统计功能，包括物料收集量、运行时长、能耗、故障记录等，数据存储周期不应低于 1 年；
- e) 标准通讯接口，可对接工厂 MES、ERP 系统，支持远程监控、运维管理功能。

4.6.3 控制系统应设置权限分级管理功能，分为操作级、管理级、维护级，不同级别对应不同操作权限，避免误操作。

4.6.4 系统应配备应急电源（UPS），断电后可维持控制系统运行 ≥ 30min，确保数据完整存储、设备有序停机。

4.6.5 控制柜体应采用防尘、防水、防静电设计，防护等级不应低于 IP 54，车间粉尘严重工况防护等级不应低于 IP 65。

4.7 辅助单元

应符合以下要求：

- a) 除尘系统：针对细粉状物料、输送过程产生的粉尘，应配套脉冲袋式除尘、滤筒除尘装置，粉尘排放浓度应符合 GB 16297 要求，厂界无组织粉尘浓度不应超过 1.0 mg/m³；

- b) 降噪系统：系统运行噪声应符合 GB 12348 要求，车间内设备运行噪声不应超过 85dB(A)，厂界噪声不应超过昼间 60 dB(A)、夜间 50 dB(A)；
- c) 消防系统：针对干燥铜屑粉尘工况，配套温度监测、超温报警、防爆灭火装置，符合消防安全规范。

5 技术要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 系统设计应符合国家相关安全、环保法律法规的规定。
- 5.1.2 系统的设计、制造、安装应符合 GB/T 37400.1 的规定。
- 5.1.3 电气系统设计应符合 GB/T 5226.1 的规定。
- 5.1.4 系统安全设计应符合 GB/T 15706 的规定，进行风险评估并采取相应的风险减小措施。
- 5.1.5 边角料的分类与回收应符合 GB/T 27683 的规定。
- 5.1.6 铜合金牌号应符合 GB/T 5231 和 GB/T 1176 的规定。
- 5.1.7 再生铜合金原料应符合 GB/T 38470 的规定。

5.2 性能要求

- 5.2.1 系统性能应符合表 1 规定。

表 1 性能要求

项目	指标要求	说明
收集效率	$\geq 95\%$	实际收集量/产生总量。
分选精度	$\geq 98\%$	不同牌号边角料的分离纯度。
压块密度（锡青铜）	$\geq 4.5 \text{ g/cm}^3$	-
压块密度（黄铜）	$\geq 7.0 \text{ g/cm}^3$	-
压块密度（铝青铜）	$\geq 5.0 \text{ g/cm}^3$	-
减容比	$\geq 5:1$	压块前体积/压块后体积。
设备可用度	$\geq 95\%$	设备正常运行时间/总运行时间。
系统故障停机时间占比	$\leq 2\%$	故障停机时间/总运行时间。
称重精度	不低于III级秤	按 GB/T 27683 规定。
工作噪声	$\leq 85\text{dB (A)}$	距设备 1 m 处测量。

- 5.2.2 减容比应不小于 5:1，即压块后体积应不大于压块前体积的 20%。
- 5.2.3 压块形状宜为圆柱形、方形或定制形状，便于贮存和运输。
- 5.2.4 压块过程应减少金属氧化，压块温度升高应不超过 50 °C。

5.3 安全要求

- 5.3.1 系统机械运动部件应设置全封闭安全防护罩，防护罩应具备足够的强度与刚度，无松动、变形，符合 GB/T 44523 安全要求。
- 5.3.2 系统所有操作工位、检修位置均应设置急停按钮，急停按钮应醒目、易操作，触发后应立即切断系统动力电源，停止所有动作。
- 5.3.3 电气系统应设置过载、短路、漏电、欠压保护功能，绝缘电阻不应低于 1 M Ω ，接地电阻不应大于 4 Ω ，符合 GB/T 5226.1 要求。

5.3.4 系统危险部位应设置清晰、规范的安全警示标志，符合 GB 2894 要求，包括旋转危险、挤压危险、触电危险、粉尘爆炸危险等警示标识。

5.3.5 系统应设置检修安全联锁，检修门、检修口打开时，系统应无法启动，正在运行的系统应立即停机。

5.3.6 气力输送系统、粉尘收集系统应符合 GB 15577 粉尘防爆安全规程要求，设置防静电、泄爆、隔爆装置，严禁明火进入系统。

5.4 环境适应性要求

5.4.1 系统运行温度范围应为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.2 系统运行相对湿度范围应为 $30\% \sim 90\%$ （无凝露）。

5.4.3 与铜合金边角料接触的材料应耐腐蚀、耐磨，不得对铜合金产生污染。

5.5 环保要求

5.5.1 系统全流程应实现密闭化收集、输送，无物料散落、粉尘外逸，无跑冒滴漏现象。

5.5.2 系统设备应选用低噪声、低能耗型号，淘汰高能耗、高噪声的落后设备。

5.5.3 系统运行过程中产生的废滤料、废耐磨件等固体废物，应分类收集、规范处置，可回收部件应优先回收利用。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验环境应符合以下要求：

- a) 试验环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 试验环境相对湿度： $45\% \sim 75\%$ 。

6.1.2 试验用边角料应符合以下要求：

- a) 锡青铜边角料：ZCuSn5Pb5Zn5（GB/T 1176），屑料粒度 $5\text{ mm} \sim 20\text{ mm}$ ；
- b) 黄铜边角料：H62（GB/T 5231），屑料粒度 $5\text{ mm} \sim 15\text{ mm}$ ；
- c) 铝青铜边角料：ZCuAl19Fe4Ni4Mn2（GB/T 1176），屑料粒度 $5\text{ mm} \sim 25\text{ mm}$ 。

6.1.3 试验用切削液应符合企业实际生产使用条件。

6.1.4 试验设备及仪器应在有效检定期内，精度满足试验要求。

6.2 收集效率试验

6.2.1 在额定工况下连续运行系统 1 h，记录收集的边角料质量。

6.2.2 收集效率按式（1）计算：

$$\eta = \frac{m_0}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- η ——收集效率，%；
 m_1 ——实际收集的边角料质量，单位为千克（kg）；
 m_0 ——产生的边角料总质量，单位为千克（kg）。

6.2.3 试验重复 3 次，取平均值作为最终结果。

6.3 分选精度试验

6.3.1 将已知牌号和质量的两种以上边角料混合后投入系统，分离后分别称量各牌号边角料的质量。

6.3.2 分选精度按式(2)计算：

$$P = \frac{m_i}{\sum m_i} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中：

P——分选精度，%；

m_i ——第 i 种牌号边角料的实际质量，单位为千克 (kg)；

$\sum m_i$ ——混合边角料的总质量，单位为千克 (kg)。

6.3.3 试验重复 3 次，取各牌号平均分选精度。

6.4 压块密度试验

6.4.1 从压块机出口随机抽取 3 块边角料压块，用电子天平称量质量 (精度 0.1g)，用量筒测量体积。

6.4.2 压块密度按式(3)计算：

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

ρ ——压块密度，单位为克每立方厘米 (g/cm³)；

m ——压块质量，单位为克 (g)；

v ——压块体积，单位为立方厘米 (cm³)。

6.4.3 取 3 块压块密度的平均值作为试验结果。

6.5 减容比试验

6.5.1 测量边角料压块前的松散体积 V_1 (用量筒或容器测量) 和压块后的体积 V_2 。

6.5.2 减容比按式(4)计算：

$$R = \frac{V_1}{V_2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

R——减容比；

V_1 ——压块前边角料松散体积，单位为立方米 (m³) 或升 (L)；

V_2 ——压块后边角料体积，单位为立方米 (m³) 或升 (L)。

6.6 噪声测试

在设备正常运行时，距设备表面 1 m 处，用声级计测量噪声值，测量点不少于 4 个，取平均值。测量应符合 GB/T 3768 的规定。

6.7 连续运行试验

6.7.1 系统在额定工况下连续运行 72 h，检查设备运行状态。

6.7.2 记录运行期间的故障次数、故障停机时间和总运行时间，计算设备可用度。

6.7.3 设备可用度按式(5)计算：

$$A = \frac{T - T_f}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

式中：

A——设备可用度，%；

T ——总运行时间，单位为小时（h）；
 T_f ——故障停机时间，单位为小时（h）。

6.8 安全性能试验

按以下要求进行试验：

- a) 安全防护检查：目视检查安全防护罩、急停按钮、安全警示标识的设置情况；
- b) 急停功能测试：在系统运行过程中，触发任意位置的急停按钮，系统应立即切断动力电源，停止所有动作，连续测试 10 次，动作准确率 100%；
- c) 电气安全测试：采用绝缘电阻测试仪测量电气系统绝缘电阻，采用接地电阻测试仪测量接地电阻，采用耐压测试仪测试电气系统耐压性能；
- d) 检修联锁测试：打开任意检修门、检修口，系统应无法启动；运行过程中打开检修门，系统应立即停机，连续测试 5 次，动作准确率 100%。

7 检验规则

7.1 检验分类

系统的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 组批

以同一工艺、同一原辅材料生产的同一规格产品为一组批。

7.2.2 抽样规则

出厂检验应进行全数检验。因批量大，进行全数检验有困难的可实行抽样检验。抽样检验方法依据 GB/T 2828.1 中规定，采用正常检验，一次抽样方案，一般检验水平 II，质量接受限（AQL）为 6.5。

7.2.3 检验项目

出厂检验项目为功能要求及安全要求。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验的项目为第五章所有项目。

7.3.2 提交型式检验的设备必须是经生产厂质量检验部门检验合格的产品。

7.3.3 有下列情况时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大转变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时应每半年进行一次检验；
- d) 产品停产一年后，恢复生产时；
- e) 合同规定进行型式检验时；
- f) 质量监督检验机构提出进行型式检验要求时。

7.4 批量

用同一批原材料在相同生产工艺和设备条件下连续制造的产品视为同批量。

7.5 判定规则

7.5.1 性能均符合本文件规定时，则判定该批产品合格。其中任一项不合格，则判定该批产品为不合格。

7.5.2 顾客对产品有特殊要求的，按顾客要求进行（组批、检验和判定）。

7.6 复验规则

检验结果不符合要求时，则应取留作复验的样品进行重复试验，如果复验结果仍不符合要求时，则该批设备应报废或降级使用。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 系统铭牌应固定在设备明显位置，铭牌内容包括：

- a) 产品名称和型号；
- b) 处理能力；
- c) 电机总功率；
- d) 出厂编号；
- e) 出厂日期；
- f) 制造企业名称和地址。

8.1.2 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.1.3 设备外表面明显位置应喷涂设备编号。

8.2 包装

8.2.1 系统设备包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.2 包装应牢固可靠，能防止设备在运输过程中损坏、变形、受潮。

8.2.3 随机技术文件应包括：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 安装图纸；
- d) 电气原理图；
- e) 备件清单；
- f) 验收报告。

8.2.4 随机文件应防潮密封，装入防水袋内随设备一起装箱。

8.3 运输

8.3.1 运输方式可采用公路、铁路或水路运输。

8.3.2 运输过程中应防止剧烈振动、冲击和雨雪侵袭。

8.3.3 大型设备运输应编制运输加固方案，运输加固方法应符合 GB/T 16471 的规定。

8.3.4 边角料压块成品运输应防止散落、混杂和混入杂质。

8.3.5 运输收发货标志应符合 GB/T 6388 的规定。

8.4 贮存

- 8.4.1 设备应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的场所。
 - 8.4.2 边角料压块成品应分类贮存，不同牌号的边角料不得混杂。
 - 8.4.3 边角料压块成品应防止雨淋、受潮和混入杂物。
 - 8.4.4 设备贮存超过 6 个月时，应检查并采取必要的防护措施。
 - 8.4.5 切削液应贮存在密封容器中，防止污染和蒸发。
-