ICS 25.040.30
CCS D 40

YS

中 华 人 民 共 和 国 黄 金 行 业 标 准

YS/T XXXX—202X

智能制造 火试金智能检测系统 通用技术要求

Intelligent manufacturing—Fire assay intelligent detection system —General technical requirements

（征求意见稿）

全国黄金标准化技术委员会归口

20××-××-××发布　　20××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部　　发　布

目　　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　系统构成 2
4.1　系统架构 2
4.2　配料单元 2
4.3　混料添加单元 3
4.4　熔样单元 3
4.5　灰吹单元 3
4.6　分金单元 3
4.7　数据处理单元 3
5　总体要求 3
5.1　运行环境要求 3
5.2　安全要求 4
5.3　环境保护要求 4
5.4　运维要求 4
6　功能要求 5
6.1　控制 5
6.2　操作模式 6
6.3　自诊断 6
6.4　报警 6
6.5　互联互通 6
7　性能要求 6
7.1　设备性能 6
7.2　制造管理性能 7
7.3　机械性能 7
7.4　电气系统性能 8
7.5　安全防护性能 8
附录 **A**（资料性）　火试金智能检测系统工作流程 9
A.1　工艺描述 9
A.2　准备阶段 9
A.3　样品分析阶段 9
A.4　数据处理阶段 9

全国贵金属标准化技术委员会归口

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。

本文件由中国黄金协会提出。

本文件由全国黄金标准化技术委员会（SAC/TC 379）归口。

本文件起草单位：长春黄金研究院有限公司、中国黄金集团有限公司、金川集团股份有限公司、云南铜业集团西南铜业分公司、……

本文件主要起草人：

全国黄金标准化技术委员会归口

智能制造　火试金智能检测系统　通用技术要求

1　范围

本文件描述了火试金智能检测系统的系统构成、总体要求、功能要求和性能要求。

本文件适用于火试金智能检测系统的设计、制造、使用和维护。

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 1804　一般公差　未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB 2893　安全色

GB 2894　安全标志及其使用导则

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 6576　机床润滑系统

GB/T 7739.1　金精矿化学分析方法　第1部分：金量和银量的测定

GB/T 7932　气动　对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 8170　数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8196　机械安全　防护装置　固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求

GB/T 13277.1—2023　压缩空气　第1部分：污染物净化等级

GB/T 13306　标牌

GB/T 14776　人类工效学　工作岗位尺寸　设计原则及其数值

GB/T 17799.1　电磁兼容　通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度

GB/T 17799.4　电磁兼容通用标准工业环境可的发射标准

GB/T 18336（所有部分）　信息技术　安全技术　信息技术安全评估准则

GB/T 20867.1　机器人　安全要求应用规范　第1部分：工业机器人

GB/T 22239　信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 23644　电工专用设备通用技术条件

GB/T 24001　环境管理体系　要求及使用指南

GB/T 25711　铸造机械　通用技术规范

GB/T 28001 职业健康安全管理体系　要求

GB/T 39463　工业机器人电气设备及系统　通用技术条件

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全国黄金标准化技术委员会归口

火试金智能检测系统　fire assay intelligent detection system

将火试金检测工艺与自动化设备、智能控制等技术结合，实现配料、混料、熔融、灰吹以及分金等关键步骤智能控制的检测系统。

3.2

配料单元　dosing unit

实现试样和试剂的称量，数据的存储和传输等功能的系统单元。

3.3

混料添加单元　mixing addition unit

实现试料与试剂的混匀、银及覆盖剂的添加，数据的存储和传输等功能的系统单元。

3.4

熔样单元　smelting unit

实现装炉、熔融、出炉以及铅扣与熔渣分离等功能的系统单元。

3.5

灰吹单元　cupellation unit

实现贵金属与铅的分离，通过人工观察或灰吹终点智能识别算法识别灰吹终点等功能的系统单元。

3.6

分金单元　parting unit

实现合粒中金与银分离等功能的系统单元。

3.7

数据处理单元　data processing unit

实现检测结果计算，数据的存储和传输等功能的系统单元。

4　系统构成

4.1　系统架构

火试金智能检测系统的系统架构包括：配料单元、混料添加单元、熔样单元、灰吹单元、分金单元和数据处理单元。见图1。

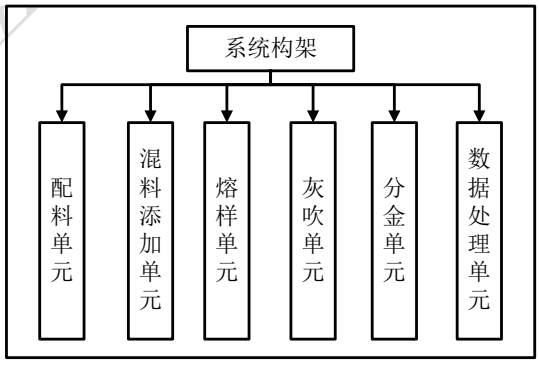

图1　火试金智能检测系统构架

4.2　配料单元

根据内置逻辑智能推荐配料方案，根据配料方案多目标同步控制样品和试剂准确加入试金坩埚中，通常由上料装置、下料装置、称量装置等组成。

全国黄金标准化技术委员会归口

4.3 混料添加单元

通过智能协作将试金坩埚中的试料和试剂混合均匀，根据检测算法补银，并添加覆盖剂，通常由混匀装置、补银装置、覆盖剂添加装置等组成。

4.4 熔样单元

通过自主导航和柔性操作将装有混合料的试金坩埚装入熔样炉，移出熔样炉，倾倒熔融体，放置坩埚于坩埚托盘，通常由熔样炉、多轴机械臂、坩埚托盘、功能性滑台和非标多孔位夹具等组成。

4.5 灰吹单元

通过自主导航和柔性操作将铅扣投放于灰皿中，并将灰皿移入灰吹炉，3D 视觉识别灰吹终点，取出灰吹后的灰皿，通常由灰吹炉、多轴机械臂、功能性滑台、多定位销夹具、灰皿托盘、灰吹终点智能识别装置等组成。

4.6 分金单元

将金银合粒投放于分金反应池中，自适应加酸、排酸、清洗金粒、烘干、退火，通常由可移动机械臂、多通道蠕动泵、加热装置、分金反应池等组成。

4.7 数据处理单元

基于知识库对检测过程产生的数据进行处理，传输给控制层的储存模块和处理模块，输出检测结果。

5 总体要求

5.1 运行环境要求

5.1.1 环境要求

运行环境要求包括：

——环境温度应在+5 ℃～+60 ℃范围内。

——空气相对湿度应不大于 85%。

——设备安装地面的承载能力应满足设备的承载要求。

5.1.2 电源要求

电源要求包括：

——电源电压波动值不应超过标称值的±5%。

——供电电压畸变率≤8%。

——电源频率波动值不应超过标称值的±0.5 Hz。

——应配置不间断电源或发电机，保障系统持续运转或供电中断后完成后续工作。

5.1.3 气源要求

气源应进行过滤和干燥处理，压缩空气应符合以下要求：

——颗粒等级符合 GB/T 13277.1—2023 中表 1 的 5 级要求；

——液态水等级符合 GB/T 13277.1—2023 中表 2 的 6 级要求；

——总含油量符合 GB/T 13277.1—2023 中表 3 的 4 级要求；

全国贵金标准化技术委员会归口

——压力不小于 0.8 MPa。

5.1.4 排风要求

火试金智能检测系统应配备通风系统及废气集装置，排风量应与场地空间相适应，保证工作环境符合 GB/T 28001 的要求。

5.1.5 空间要求

火试金智能检测系统应配备足够的空间，满足设备及备品摆放要求、运行要求、人机操作要求、检修要求，避免单元之间相互干扰。

5.2 安全要求

5.2.1 设备安全

设备安全要求包括：

——设备机械系统安全应符合 GB/T 8196 的要求。

——工控系统及信息系统安全应符合 GB/T 18336（所有部分）的要求。

——存在安全隐患的部位应有安全标志，并符合 GB 2894 的要求。

——设备应设有联锁保护装置，危险部位应有防护措施。

——设备外露部分不应有可能会导致人员伤害的锐边、尖角和缺口。

——管线布置排列应合理、无障碍，防止产生危险。

——人员侵入设备活动区时，系统应有信号反馈，并做出急停或缓停等指令，以免造成人员伤害。

——接入电源，电气系统安全，电气柜门、罩和盖板等直接接触的防护、设备壳体的接地应符合 GB/T 5226.1 的要求。

——安装在门或盖上的电气元件与电路应保证连续性，应符合 GB/T 5226.1 的要求。

——设备动力交流电源电路与壳体之间的绝缘电阻应符合 GB/T 5226.1 的要求。

5.2.2 网络安全

系统的网络安全应符合 GB/T 22239 的相关规定。

5.3 环境保护要求

5.3.1 设备运行对环境产生的影响应符合 GB/T 24001 的要求。

5.3.2 设备工作时排放的废气、废渣和废液应进行收集、存储或有效控制，并由有资质的部门进行处理。

5.4 运维要求

5.4.1 硬件维护

硬件维护要求包括：

——定期检查：对传感器、服务器、网络设备等硬件进行状态监控，预防故障。

——环境管理：确保设备运行在适宜的温度、湿度及防尘环境中。

——备件储备：准备关键硬件的备用件，缩短故障恢复时间。

5.4.2 软件运维

软件运维要求包括：

——系统更新：定期升级操作系统、中间件、数据库等底层软件，修复安全漏洞。

——算法优化：根据检测数据反馈优化 AI 模型，提升准确性与效率。

——日志分析：收集并分析系统日志，快速定位异常或性能瓶颈。

5.4.3 数据管理

数据管理要求包括：

——数据备份：定期备份检测数据与配置，采用异地或云存储。

——数据清洗：清理无效/冗余数据，确保输入质量。

——存储扩展：根据数据增长规划存储资源，避免容量不足。

5.4.4 网络与安全

网络与安全要求包括：

——网络安全：配置防火墙、入侵检测系统（IDS），定期扫描漏洞。

——访问控制：实施权限分级管理，限制敏感操作。

——加密传输：对检测数据加密传输（如 SSL/TLS），防止泄露。

5.4.5 监控与报警

监控与报警要求包括：

——实时监控：对系统性能（CPU、内存、磁盘）、检测任务状态、网络延迟等实时监控。

——阈值告警：设置异常阈值（如故障率超限），触发邮件/短信通知。

——故障自愈：自动化脚本或工具实现简单问题的自动修复（如服务重启）。

6 功能要求

6.1 控制

6.1.1 控制系统

控制系统要求包括：

——应总体控制各单元，实现协调、集中监控、人机交互、安全等智能控制功能；

——应对各检测单元数据采集、运行控制、故障诊断及处理，系统实际运行数据保存时间不应小于 365 天。

6.1.2 远程控制

远程控制要求包括：

——火试金智能检测系统应具备实现开始、停止、自动/手动切换和关机等功能；

——控制响应时间（接收控制命令到回复显示的时间）：≤2 s；

——故障报警显示时间（故障事件产生到控制层报警显示的时间）：≤1 s；

——故障保护响应时间：≤50 ms。

——重要画面和报警画面响应时间：≤1 s；

——90%常规画面响应时间：≤2 s；

全国黄金标准化技术委员会归口

——其他画面响应时间：≤3 s。
——故障或事件产生到画面提示并发出音响报警的时间：≤2 s。

6.2 操作模式

火试金智能检测系统应支持全自动操作模式、半自动操作模式和手动操作模式，应具备通过命令、设置菜单或操作按钮切换操作模式的功能。

6.3 自诊断

火试金智能检测系统应具备自诊断的功能，自诊断方式包括：
——开机诊断：通电后，使用特定的应用程序执行全面运行诊断。开机诊断应自动提示错误代码或错误消息，以便进行故障定位。待开机诊断项目全部通过后，系统方可进入正常运行准备状态。
——实时诊断：系统正常工作时，运行内部诊断程序，对系统本身及外部输入/输出设备进行自动测试、检查，并显示有关信息和故障。实时诊断会在系统工作时反复进行。

6.4 报警

6.4.1 系统应具备综合报警和报警管理功能，并提供画面和声光报警。
6.4.2 系统报警种类应包括被监控对象各类参数的越限报警、通信故障报警、控制程序执行失败报警、系统自身故障报警等。
6.4.3 报警信息应能分类按时序显示。

6.5 互联互通

6.5.1 火试金智能检测系统可以通过有线传输（串行接口、以太网等）或无线传输（WLAN 等）与其他设备、控制系统、管理系统等进行通信。
6.5.2 应适配两种以上的工业以太网接口，所有接口数据格式和接口方式应符合国家或行业内相关接口标准要求。

7 性能要求

7.1 设备性能

7.1.1 配料单元

试样和试剂的加入精度应满足以下要求：
——试样的加入应保证实际称量值与目标值的差值不大于 0.1 g；
——试剂的加入应保证实际称量值与目标值的差值不大于目标值的 10%；
——配料过程中不应有试料和试剂的洒漏；
——加料器应保证其内部试剂不结块，长时间工作出料口不堵塞。

7.1.2 混料添加单元

试料和试剂的混匀，银和覆盖剂的添加应满足以下要求：
——混料过程不应有试料和试剂的洒漏；
——混料结束，坩埚内应为颜色均一的混合料；
——混料过程应避免样品交叉污染，尤其是品位差异较大的样品；
——补银装置应保证加入量可调节，且不会造成混合料飞溅；

全国贵金属标准化技术委员会印

——覆盖剂添加装置应覆盖整个混合料外露面，保证覆盖剂量足够且均匀。

7.1.3 熔样单元

熔样单元应满足以下要求：
——熔样炉温度应符合 GB/T 7739.1 的规定；
——熔样炉内所用材质应保证在 1 200 ℃下不易变形、断裂或氧化分层；
——装炉、出炉运行精度应达到 0.1 mm；
——装炉、出炉所用夹具材质应保证在 1 200 ℃下保持其原有的强度和硬度，且不被氧化；
——夹具应与试金坩埚相匹配，保证坩埚与夹具贴合紧密；
——坩埚中的熔融体倒入铸铁模中，应保证坩埚不会滑落，熔融体不外溢，并形成完整的铅扣。

7.1.4 灰吹单元

灰吹单元应满足以下要求：
——灰吹炉温度应符合 GB/T 7739.1 的规定；
——灰吹炉内所用材质应保证在 1 000 ℃下保持其原有的强度和硬度，且不易被氧化；
——灰吹炉应具备智能算法判断灰吹终点的功能；
——运行平稳，应保证融铅不外溢，且运行精度应达到 0.1 mm。

7.1.5 分金单元

分金单元应满足以下要求：
——应保证金与银完全分离，且金粒完整，无破碎；
——分金设备应耐酸腐蚀；
——加酸、排酸以及清洗金粒时应保证不破坏金粒形态或造成金粒损失；
——金粒退火应保证退后的金粒紧实，便于称量操作。

7.1.6 数据处理单元

数据处理应满足以下要求：
——应保证结果计算准确，满足实际应用要求；
——数据处理设备应对检测数据有存储功能；
——数据处理设备应具有防止数据丢失、篡改、盗窃功能；
——数据处理设备内置的计算公式应符合相应检测标准要求；
——计算结果保留有效位数应符合检测标准的要求，数值修约应符合 GB/T 8170 的要求。

7.2 制造管理性能

火试金智能检测系统的制造管理性能要求主要包括：
——质量保证：硬件与软件接口设计良好，数据传输高效，系统运行稳定，故障率低；
——维护支持：系统生命周期的所有阶段都应有维护系统支持；
——兼容性：应满足内部兼容性和外部兼容性的要求；
——物理特性：应考虑物理特性造成的约束，包括质量、体积、散热等因素。

7.3 机械性能

7.3.1 机械电气设计制造安全规范应符合 GB/T 5226.1 的要求。
7.3.2 设计、制造、检验与验收应符合 GB/T 23644 的要求。

全国黄金标准化技术委员会归口

7.3.3 设备应满足人体工程学原理，应符合 GB/T 14776 的要求。
7.3.4 设备机械加工零件的未注公差尺寸不应低于 GB/T 1804 规定的 m 级公差要求。
7.3.5 设备的气动系统应符合 GB/T 7932 的规定。
7.3.6 设备的润滑系统应符合 GB/T 6576 的规定。
7.3.7 设备的外观质量应符合 GB/T 25711 的要求。
7.3.8 设备上各种标牌应符合 GB/T 13306 的规定。
7.3.9 设备所使用的主要外购件应附有原生产厂家的产品合格证明书。

7.4 电气系统性能

7.4.1 设备的电气系统应满足工艺要求及设计机械系统指标的要求。
7.4.2 机器人电气系统应满足 GB/T 39463 的要求。
7.4.3 电气系统应灵敏，运行可靠，保护装置齐全。
7.4.4 电气线路应符合 GB/T 5226.1 的要求。
7.4.5 电气线路应整洁，标志应明显。
7.4.6 仪表应齐全、完整、可靠、动作灵敏、指示准确。
7.4.7 电气系统 EMC 应符合 GB/T 17799.1 和 GB/T 17799.4 的要求。

7.5 安全防护性能

7.5.1 机器人工作区域应设置符合 GB/T 20867.1 规定的安全防护。
7.5.2 安全标志应符合 GB 2894 的规定，安全色应符合 GB 2893 的规定，各种信息标志及标牌应在明显位置平整固定，清晰耐久，不歪斜。
7.5.3 开关按钮应灵活，标志应齐全，按钮的颜色及标志应符合 GB/T 5226.1 的要求。
7.5.4 系统应具备符合 GB/T 5226.1 要求的急停处理功能。
7.5.5 电气系统安全防护应符合 GB/T 39463 的要求。

全国黄金标准化技术委员会归口

附 录 A
（资料性）
火试金智能检测系统工作流程

A.1 工艺描述

火试金智能检测系统基本工作流程如下（见图 A.1）：

a） 启动火试金智能检测系统，系统进行自检，同时准备样品和试剂；待系统启动完成，称量样品和试剂于试金坩埚中，将样品和试剂混合均匀，添加银和覆盖剂；

b） 机械臂将装有混合料的坩埚装入熔样电炉进行熔样，熔样结束，机械臂将坩埚取出，倾倒出熔融体于铸铁模中，冷却后将铅扣与熔渣分离；

c） 将铅扣放入预热过的灰皿中，机械臂将灰皿放入灰吹炉中进行灰吹，灰吹结束，机械臂取出灰皿，待灰皿冷却后将合粒取出；

d） 将合粒砸扁，放入分金反应池，将分金反应池放入分金单元进行分金，分金结束后取出分金反应池，称量金粒；

e） 计算结果，审核数据。

A.2 准备阶段

包括样品称量、试剂添加、设备检查、系统启动和自检等。

A.3 样品分析阶段

包括试剂添加、混匀、补银、覆盖剂添加、熔融、灰吹、分金。

A.4 数据处理阶段

包括数据处理、审核数据。

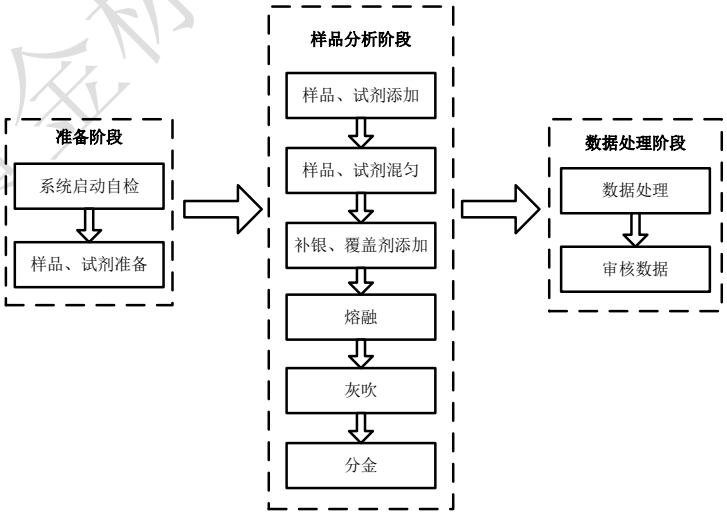

图 A.1 火试金智能检测系统工作流程

全国黄金标准化技术委员会归口