

# 矿产品取样、制样流程对检验结果准确性的影响及改进措施

刘华扬

福建中检矿产品检验检测有限公司 福建 福州 350015

**摘 要：**矿产品取样与制样作为品质检验的前置环节，取样点位布设、操作规范性及设备工况等因素均对样品代表性产生直接影响。本文围绕取样作业中人为偏差与环境干扰的传导机理，剖析制样各工序误差的链式累积效应，指出当前流程在体系适配性、工序衔接与现场管控方面存在的结构性短板。在此基础上，从误差源头防控、工序闭环升级及全流程标准化管控三个维度提出改进路径，为提升矿产品检验数据的可靠性提供技术参照。

**关键词：**矿产品取样；制样流程；检验准确性；误差传导；标准化管控

## 引言

矿产品品质检验的可靠性在很大程度上取决于取样与制样环节的作业质量。由于矿产品天然具有组分分布不均、颗粒粒径跨度大等特征，取样操作中的点位偏差、力度失控以及制样工序中破碎粒度不当、缩分方法失配等问题，均会从源头改变样品的理化属性，并以链式方式向检验环节传导。梳理各流程对检验准确性的干扰路径，辨析现行作业模式中的薄弱环节，进而构建针对性的优化方案，对保障矿产品检验工作的整体精度具有重要的实践价值。

## 1 矿产品取样核心流程及对检验准确性的影响

### 1.1 矿产品取样作业核心运行逻辑

矿产品取样作业的核心是通过针对性选取物料单元，以局部样品的理化特征真实映射整批矿产品的品质状态，是矿产品质量检验的前置核心环节<sup>[1]</sup>。矿山开采、堆场存储、运输装卸场景下的矿产品普遍存在物料分布不均的特性，颗粒粗细、矿物组分、杂质分布均存在自然差异性，取样作业需要贴合物料堆积与分布规律开展实操。作业过程需依据物料堆放形态与批量规模，划定完整的取样覆盖范围，兼顾表层、中层、底层不同物料层级的分布特征，规避单一区域取样带来的物料代表性缺失问题。散装矿产品的取样作业需覆盖物料堆体不同点位，规整袋装、罐装矿产品则需穿插选取不同堆放位置的物料单元，保证取样范围能够覆盖整体物料的自然差异特征。整套取样作业的运行核心，在于通过科学的点位选取与物料采集方式，最大程度保留原批次矿产品的组分特点，为后续检验工作提供贴合实物状态的基础样品。科学取样可最大程度消解物料偏析带来的统

计误差，保障小体量样品能够精准复刻整批物料的理化品质特征。

### 1.2 取样操作行为偏差引发的检验偏差机理

取样人员的实操动作规范性，直接决定样品的原始属性，细微操作偏差会直接改变样品的物料结构，进而传导为检验数据的偏移。实际作业中，取样深度不足 5cm 时，样品仅能采集物料表层物料，表层矿产品长期接触空气，水分、杂质含量与内部物料存在明显差异，无法反映整批物料的真实品质。取样点位选取过于集中，会造成样品组分单一，缺失物料整体的差异性特征，弱化样品对整批物料的代表性。取样采集过程中力度把控不当，容易造成粗细颗粒物料分离，大颗粒矿石与细粉状辅料、杂质的配比出现人为失衡，改变样品原本的组分比例。这类人为操作偏差不会产生明显的样品外观变化，隐蔽性较强，会从源头破坏样品的原始属性，让后续理化检验的检测对象偏离真实物料状态，最终造成检验结果失真。

### 1.3 取样硬件条件与环境变量的干扰机制

取样设备的适配状态与作业现场环境，会从样品采集、临时留存等环节干扰样品属性，影响检验结果的精准度。规格不匹配的取样工具会限制取样深度与取样体量，无法适配大颗粒、高密度矿产品的采集需求，造成样品采集不完整、组分缺失。设备表面残留的往期物料碎屑、粉尘，会混入新采集的样品中，改变样品的杂质含量与矿物组分。作业现场的自然环境同样产生直接干扰，高湿度环境会增加样品含水率，改变矿产品的物理检测指标。干燥多风的作业场景会造成样品表层细颗粒物料流失，破坏样品原本的颗粒配比。现场粉尘、杂物

散落会持续污染采集样品,逐步改变样品的基础理化属性,让最终检验数据无法匹配矿产品的真实品质参数。

## 2 矿产品制样核心流程及对检验准确性的影响

### 2.1 矿产品制样全工序运行逻辑与作业特征

制样是取样完成后的接续核心工序,依托破碎、筛分、缩分、研磨等系列操作,将原始矿样加工为粒度均匀、体量适配检测设备的待测样品。原始矿样取自现场堆场与物料批次,颗粒粒径跨度 通常在  $0.1\text{mm} \sim 200\text{mm}$  之间,物料结构松散且组分分布杂乱,无法直接适配理化检验的检测标准<sup>[2]</sup>。制样各工序围绕均质化处理展开,逐级调整矿样的物理形态,规整样品颗粒粒径与整体体量。破碎作业针对大块矿料进行细化处理,缩小物料粒径差异。筛分作业筛选出达标颗粒,剔除粒径超标物料,保障样品颗粒规格统一。缩分作业筛选代表性物料单元,缩减样品整体体量,保留完整矿物组分特征。研磨作业细化粉状物料,适配精密检测的基础要求。整套制样工序层层递进,每一步操作都服务于样品均质化,贴合矿产品检验的前置处理要求。

### 2.2 制样工序误差传导对检验结果的干扰逻辑

制样各工序的操作偏差会形成链式误差,逐层传递至最终检测环节,改变样品固有理化特征。破碎作业中,物料破碎程度不均会让样品同时存在粗颗粒与细粉末,不同粒径物料的矿物富集程度存在差异,组分分布失去均衡性。筛分作业操作不到位,超标颗粒滞留样品内部,会导致局部矿物组分集中,弱化样品整体的均匀度。缩分作业选取方式不规范,会遗漏部分特征物料,造成样品组分缺失,无法完整还原原始矿样的物料属性。研磨作业时长与力度把控失衡,会破坏矿物原始结构,细微粉体过度研磨易出现组分氧化、流失问题。各类工序偏差会持续累积,改变样品的颗粒配比、组分结构与物理状态,让检测依托的样品本体出现实质性偏差。

### 2.3 制样设备耗材工况带来的结果偏移问题

制样设备运行状态、耗材洁净度与适配度,都会直接作用于样品处理过程,引发检验数据偏移。破碎设备内部残留的往期矿料残渣,会掺杂进新样品中,混杂不同批次物料组分,干扰样品纯度。筛分设备网孔出现堵塞、变形等问题,会阻碍正常颗粒筛选,造成合格物料滞留、超标物料留存,破坏样品粒径统一性。研磨设备磨盘磨损不均,会导致物料研磨粗细不一,样品均匀性大幅下降。制样过程使用的缩分器具、收纳器皿清洁不到位,附着的粉尘、杂质会污染待测样品。设备运行工况异常产生的机械震动、摩擦升温,会改变矿样含水率与表面理化特性,逐步影响

后续检验环节的数据精准度。

## 3 矿产品取样、制样流程现存核心问题

### 3.1 取样流程体系的结构性缺陷

现阶段矿产品取样作业流程缺乏针对性的分层适配设计,通用化作业模式无法适配不同状态、不同品类的矿产品物料特性。堆积状态的矿产品存在自然偏析特性,粗细颗粒与杂质组分在堆体内部呈非均匀分布,现有取样流程未依据物料偏析规律调整作业方式,固定化的取样点位布设模式难以覆盖物料真实差异。流动性较强的散装矿料与固化成型的块状矿料沿用统一取样标准,物料适配性不足的问题持续存在<sup>[3]</sup>。取样流程对特殊工况物料缺乏专项作业规范,含水率偏高、结块严重的矿产品,常规取样方式易造成物料截留、组分遗漏,无法采集到具备代表性的样品。流程体系内部缺少对取样维度、取样范围的精细化界定,作业人员多依托固有经验开展实操,主观化作业行为弱化了取样流程的规范性,让取样环节的原始误差持续存在。

### 3.2 制样工序衔接的系统性漏洞

制样各独立工序缺乏闭环联动设计,工序之间的作业断层会诱发样品状态的持续性偏差。取样完成后的样品转运环节无标准化管控规范,转运过程中细颗粒物料散失、样品沾染杂物的情况频繁出现,破坏样品初始的组分结构。破碎与筛分工序衔接脱节,破碎完成的物料未及时筛分处理,部分矿料长期暴露在空气中,出现吸湿、氧化等理化变化,改变样品原有属性。缩分工序前置后置流程缺少约束标准,部分物料未完成充分均质处理便进入缩分环节,物料颗粒分布不均的问题会直接延续至待测样品中。研磨工序与样品封存环节衔接滞后,研磨后的粉体物料未及时收纳防护,外界环境杂质会侵入样品内部,各工序的衔接漏洞层层叠加,持续降低样品制备的精准程度。

### 3.3 现场作业管控体系的基础性缺失

矿产品取样制样现场作业的管控机制覆盖范围有限,无法实现全流程、全环节的精细化约束。现场作业管控多聚焦最终成品样品状态,对前期取样点位布设、设备预处理、工序实时操作等过程环节缺少动态监管手段。作业人员的实操行为缺少常态化约束,不规范的取样深度、破碎力度、缩分方式等实操问题无法及时纠正。设备运维管控存在盲区,日常作业仅关注设备基础运行状态,忽视设备清洁度、部件磨损程度、耗材适配性的常态化检查,设备工况问题长期积累并持续干扰样品制备质量。现场作业缺少标准化的过程记录规范,各

环节实操状态无法溯源,隐性的作业误差难以排查,让各类流程、操作问题持续影响检验工作的整体精度。

#### 4 矿产品取样、制样流程优化改进措施

##### 4.1 基于误差防控的取样流程优化方案

依据不同矿产品物料形态、组分偏析特征,分类制定专属取样作业标准。堆场堆积型矿产品执行立体分层点位取样模式,对物料堆体的上层、中层、底层以及中心、边缘、坡面区域逐一布设取样点,采用垂直取样方式穿透表层风化层,采集内部原生物料,抵消堆体自然偏析造成的组分不均问题。动态装卸的散装矿产品,结合物料输送批量与作业时长,均匀设置多点取样节点,分段截取物料样品,覆盖全程输送的物料组分波动<sup>[4]</sup>。针对高含水、易结块矿产品,作业前对结块物料进行松散预处理,匹配大口径取样器具,放缓取样操作速度,杜绝细料黏附残留、粗料组分漏采。明确不同批量矿产品的取样点位数量、单样重量、点位间距等量化参数,全程以量化标准替代人工经验操作。单次取样作业前彻底清洁取样工具与盛放器具,清除残留物料粉尘。结合现场工况调整作业方式,大风干燥环境缩短样品露天暴露时长,高湿环境全程使用密闭取样器具,阻断环境因素对样品原始属性的干扰。

##### 4.2 基于偏差修正的制样工序升级路径

打通破碎、筛分、缩分、研磨各工序作业链路,实现样品连续均质化处理,消除工序衔接偏差。根据矿料硬度、原始粒径设置分级破碎参数,大块硬质矿产品采用分段逐级破碎工艺,避免单次强压破碎造成的粗细颗粒分层离散,破碎完成的物料立即送入筛分设备,减少物料与空气接触氧化、吸湿时长。常态化检查筛分设备网孔,及时清理孔内堵塞物料,更换变形、破损滤网,严格截留超标粒径颗粒,保证入样颗粒粒径统一。物料完成破碎筛分工序后,进行全方位搅拌均质处理,再采用多点交叉缩分方式截取待测物料,规避单一点位缩分造成的组分缺失。依据检测精度要求调节研磨设备转速与作业时长,精密检测项目采用低速渐进研磨工艺,控制粉体研磨细度,防止过度研磨引发的矿物组分氧化、细粉流失,研磨完成的样品即时装入密闭容器封存。每批次制样结束后清空设备内部残留矿料,定期检测破碎齿板、研磨磨盘的磨损程度,及时更换磨损耗材,保

证设备作业工况稳定,降低机械作业带来的样品组分偏差。闭环连贯的制样工序可阻断误差链式传导,持续提升待测样品的均匀度与组分完整性。

##### 4.3 全流程标准化作业管控完善策略

落实取样、转运、制样、样品封存全流程动态监管,覆盖作业全过程管控节点。将监管工作前置至作业准备阶段,逐项核查工具洁净度、设备运行状态、耗材适配性、取样点位布设合理性,全程跟踪各工序操作规范度与工序衔接时效,现场实时纠正不规范的取样、破碎、缩分、研磨操作。建立设备日常运维台账,每日作业前完成设备清洁与基础工况检查,每周开展1次设备精度校准与部件磨损检测,每月完成1次耗材适配核验,逐项记录设备运行、维护、整改信息。统一各工序作业记录标准,逐批次登记取样点位、样品重量、破碎参数、研磨时长、作业环境等核心数据,建立完整可追溯的作业档案。细化各岗位实操操作细则,针对不同品类矿产品的取样制样难点开展专项实操训练,每季度组织不少于2次标准化实操考核,统一人员作业标准,规避主观经验操作带来的作业误差,稳定样品制备质量。

#### 结束语

取样与制样流程的规范化程度直接关乎矿产品检验数据能否如实反映物料品质。通过对取样点位布设、操作行为偏差、制样工序衔接及现场管控等维度的系统梳理,可以清晰看到流程中各环节的误差传导路径与累积效应。从误差源头防控入手,打通制样工序链路,落实全流程动态监管,能够有效削减人为因素与设备工况对样品代表性的干扰。持续完善作业标准与管控机制,是保障矿产品检验精度稳步提升的关键所在。

#### 参考文献

- [1] 朱明伟,史博洋,任晨阳.矿产品品质检验中取样的作用与流程[J].质量与认证,2022(8):74-76.
- [2] 张玉燕.矿产工程样品测试工作流程与质量控制研究[J].世界有色金属,2022(6):214-216.
- [3] 张群利,王焕焕,陈波,等.矿山爆破钻孔岩样自动化检测实验室系统设计与应用[J].矿业装备,2026(1):100-103.
- [4] 程明锋,苏庆梅,邢伯蕾.矿区土壤重金属污染物检测及治理技术研究[J].化学工程师,2025,39(7):46-49,89.