

# 团 体 标 准

T/HSKXXXX-YYYY

## 光卤石矿冷分解结晶及氯化钾 绿色高效浮选工艺规范

(征求意见稿)

Technical specifications for cold decomposition and  
crystallization of carnallite ore and environmentally friendly  
efficient flotation process of potassium chloride

20YY-MM-DD 发布

20YY-MM-DD 实施

中国化学矿业协会发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 光卤石矿 .....	2
3.2 冷分解结晶 .....	2
3.3 氯化钾绿色高效浮选 .....	2
3.4 尾废 .....	2
3.5 分解母液 .....	2
3.6 分解固体 .....	2
3.7 结晶底流 .....	2
3.8 结晶溢流 .....	3
4 目的任务、基本原则和基本内容 .....	3
4.1 目的任务 .....	3
4.2 基本原则 .....	3
4.3 基本内容 .....	3
5 技术内容 .....	3
5.1 破碎筛分 .....	3
5.2 冷分解结晶 .....	3
5.3 绿色高效浮选 .....	4
5.4 脱水干燥和造粒包装 .....	5
5.5 分解母液综合利用 .....	5
5.6 试验研究 .....	5
5.7 环境保护与安全要求 .....	7
5.8 安全生产 .....	7
6 技术要求 .....	7
7 相关事项 .....	8
附录 A（资料性附录）试验样品的采样和制备要求 .....	10
附录 B（资料性附录）试验研究报告的编写和评审要求 .....	13

# 前 言

本文件参照中华人民共和国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》起草。

本文件由国家重点研发计划“固体钾盐矿安全绿色开采与加工技术及示范”项目组提出。

本文件由中国化学矿业协会归口。

本文件起草单位：中蓝长化工程科技有限公司（完善中）

本文件主要起草人：（完善中）

# 光卤石矿冷分解结晶及氯化钾绿色高效浮选工艺规范

## 1 范围

本标准规定了光卤石矿冷分解结晶及氯化钾绿色高效浮选工艺的术语和定义、光卤石矿分类与工艺适应性评价、冷分解结晶工艺要求、浮选工艺要求、资源综合利用要求、试验研究与工业放大方法、环境保护与安全要求。

本标准适用于以光卤石矿为原料，采用冷分解结晶—浮选工艺生产氯化钾的工程设计、设备选型、生产运行及技术改造。

## 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。

- (1) GB 3095-2012 环境空气质量标准
- (2) GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
- (3) GB 16297-1996 大气污染物综合排放标准
- (4) GB/T 19077-2024 粒度分析 激光衍射法
- (5) GB/T 37918-2019 肥料级氯化钾
- (6) DZ/T 0340-2020 矿产勘查矿石加工选矿技术性能试验研究程度技术
- (7) DZ/T 0372-2021 固体矿产选冶试验样品配制规范
- (8) DZ/T 0429-2023 固体矿产勘查采样规范
- (9) HG/T 20571-2014 化工企业安全设计规范

上述文件共同构成氯化钾生产全过程技术控制与合规性保障的依据体系，确保原料评价、工艺验证、产品检测及环保安全等环节有章可循、有据可依。本标准实施后，将显著提升光卤石资源综合利用率与氯化钾产品品质。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 光卤石矿 Carnallite ore

由光卤石 ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 为主要矿物成分, 含有钾石盐 ( $\text{KCl}$ )、石盐 ( $\text{NaCl}$ )、二水硫酸钙 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 中的一种或多种矿物共生, 且含有水不溶物和游离水的可溶性盐类矿产, 它们可以是经过几千万年甚至上亿年地质作用 (如沉积作用、蒸发作用等) 形成的可开采的固体钾盐矿, 也可以是人工滩晒得到的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ // $\text{Cl}^-$ - $\text{H}_2\text{O}$  四元水盐体系的盐田光卤石矿,  $\text{SO}_4^{2-}$  质量含量高于 8% 的硫酸盐型光卤石矿不适用本标准。

### 3.2 冷分解结晶 Cold decomposition crystallization

冷分解结晶为光卤石在没有人为外部能源加温条件下, 光卤石矿在常温或略高于常温条件下, 通过加入淡水或其它不饱和卤水分解生成氯化钾结晶和氯化镁溶液的工艺过程, 通常指生产厂区自然环境温度条件下的分解结晶。

### 3.3 氯化钾绿色高效浮选 Environmentally friendly and efficient flotation of potassium chloride

采用低毒、可降解的、无需盐酸溶解的浮选药剂进行氯化钾浮选, 在保证浮选精矿  $\text{KCl}$  品位  $\geq 65\%$ 、浮选回收率  $\geq 85\%$  的前提下, 实现药剂单耗低、废水循环利用率高、能耗低的浮选工艺。

### 3.4 尾废 Tail waste

指光卤石分解后得到的分解母液和氯化钾浮选后产生的尾盐, 以及分解母液蒸发结晶后得到的老卤。

### 3.5 分解母液 Decompose mother liquor

通常是指光卤石矿分解后得到的氯化镁溶液, 其主要包含  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  和水分等, 硫酸盐型光卤石矿的分解母液还包含  $\text{SO}_4^{2-}$  等, 此外, 根据光卤石矿性质的不同, 还可能含有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  以及  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{Sr}^{2+}$  等微量元素。

### 3.6 分解固体 Decompose solids

通常是指光卤石矿分解后得到的固相物质, 其主要包含  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$  和少量的  $\text{MgCl}_2$  及水不溶物、水分等, 硫酸盐型光卤石矿的分解固相还可能包含泻利盐 ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )、芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 以及少量的软钾镁矾 ( $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )、钾镁矾 ( $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 等, 此外, 根据光卤石矿性质的不同, 还可能含有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  以及  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{Sr}^{2+}$  等微量元素。

### 3.7 结晶底流 Crystallizer underflow

通常是指采用冷分解结晶技术处理光卤石分解后得到的底流矿浆, 包括结晶底流固体和结晶底流母液。

### 3.8 结晶溢流 Crystallizer overflow

通常是指采用冷分解结晶技术处理光卤石分解后得到的结晶器溢流，包括结晶溢流细晶和溢流母液。

## 4 目的任务、基本原则和基本内容

### 4.1 目的任务

规范光卤石矿冷分解结晶及氯化钾绿色高效浮选的工艺要求，明确光卤石矿冷分解结晶及氯化钾绿色高效浮选的试验研究内容、深度和工程设计对氯化钾回收率的基本要求，为建设高效益的光卤石型钾盐绿色矿山提供依据。

### 4.2 基本原则

4.2.1 贯彻落实国家生态环境保护的要求。

4.2.2 推动新技术和新方法的应用，促进矿产资源节约集约及综合利用，提高矿产资源利用率。

4.2.3 试验研究和工程设计与国家建设绿色低碳矿山的要求相适应，满足国家产业政策、节能政策和环保政策要求。

### 4.3 基本内容

光卤石矿破碎筛分、冷分解结晶、绿色高效浮选、脱水干燥和造粒包装、分解母液综合利用等几个工艺段以及试验研究内容和深度的统一技术规范。

## 5 技术内容

### 5.1 破碎筛分

优先选择干式破碎和干式筛分设备，光卤石矿破碎粒度应满足冷分解结晶工艺及设备要求，破碎设备应配备防治噪音和粉尘的配套措施，地面应建有污水收集设施。

5.1.1 破碎筛分设备应优先选择干式设备，破碎车间相对湿度应控制在 $\leq 60\%$ ，必要时配备热风干燥系统。

5.1.2 筛分效率应 $\geq 85\%$ ，筛下产品中 $+5\text{mm}$  颗粒含量应 $\leq 5\%$ 。

### 5.2 冷分解结晶

优先选择尾矿母液、矿山开采的矿坑水、粉尘溶解液、滤布洗水、设备密封水、电厂浓水、车间污水、冷凝水等生产污水用于光卤石矿冷分解结晶；结晶底流中氯化钾结晶平均粒度应达到  $0.10\text{mm}$ 、 $D_{10}$  应达到  $0.075\text{mm}$ ；冷分解结晶工艺应设置有细晶回收措施；分解母液  $\text{MgCl}_2$  质量含量应达到  $24\%$ ；优

先选择低能耗的冷分解结晶设备。

5.2.1 分解过程温升不超过 5℃。

5.2.2 结晶器搅拌强度应由试验确定，停留时间由结晶产品目标粒度确定，通常为 2h~4h。

5.2.3 结晶底流中氯化钾粒度应满足以下要求：

a)平均粒度 $\geq 0.10\text{mm}$ ；

b) $D_{10} \geq 0.075\text{mm}$ ；

c) $D_{50} \geq 0.10\text{mm}$ ；

d) $D_{90} \geq 0.20\text{mm}$ 。

粒度检测应按 GB/T 19077 执行，取样应在结晶器底流口连续取样，每 2h 取样一次。

5.2.4 分解母液成分应满足：

a) $\text{MgCl}_2$ 质量含量 24%~26%；

b) $\text{K}^+$ 浓度 $\leq 25\text{g/L}$ ；

c)母液循环量应根据矿石处理量和分解率调整，确保分解完全。

### 5.3 绿色高效浮选

优先选择无盐酸的具备良好水溶性、起泡性和捕收能力的复合型捕收剂；浮选工艺应配置钾石盐回收措施和浮选母液净化设施；浮选工序应考虑防雨或防寒措施；应设置车间地面污水收集设施；浮选精矿 KCl 品位达到 75%（湿基）、浮选作业回收率达到 95%。

#### 5.3.1 浮选指标

浮选指标应按矿石类型分档设定，见表 1。

表 1 浮选指标要求

矿石类型	精矿 KCl 品位（湿基）%	作业回收率%	药剂成本占产品价值比例%
低钠型光卤石矿	$\geq 85$	$\geq 95$	$\leq 2$
中钠型光卤石矿	$\geq 80$	$\geq 90$	$\leq 3$
高钠型光卤石矿	$\geq 75$	$\geq 85$	$\leq 4$

注：作业回收率指浮选段回收率，不包括分解结晶段损失， $\text{SO}_4^{2-}$ 质量含量高于 8%的硫酸盐型光卤石矿不适用本标准。

#### 5.3.2 浮选药剂

a)浮选药剂应优先选用胺类复合捕收剂，且浮选药剂环保指标应满足：

- b)捕收剂用量 $\leq 180\text{g/t}$  原矿；
- c)盐酸用量 $\leq 200\text{g/t}$  原矿；
- d)松醇油用量 $\leq 80\text{g/t}$  原矿；
- e)药剂性能应提供第三方检测报告，评估其毒性和可降解性。

### 5.3.3 浮选工艺

- a)浮选机浮选粒度 $\geq 0.2\text{mm}$ ；
- b)浮选尾矿 KCl 品位 $\leq 2.5\%$ ；
- c)当原矿中钾石盐含量 $\geq 5\%$ 时，应配置钾石盐回收设备；
- d)浮选精矿 KCl 品位 $\geq 75\%$ ，浮选回收率 $\geq 85\%$ 。

### 5.3.4 浮选母液净化

- a)当母液浊度 $\geq 100\text{NTU}$ ，应对浮选母液进行净化处理；
- b)当母液需要进行强制化工蒸发结晶时，应将 pH 值调整至 6 以上，并考虑除油、脱硅工序。
- c)净化后母液应满足浊度 $\leq 50\text{NTU}$ ；

### 5.4 脱水干燥和造粒包装

优先选择连续操作的高能效过滤设备，应设置有防雨或防寒设施，设置滤液和地面污水收集装置；干燥工序应建有粉尘防治和回收设施，干燥、造粒和包装厂房内 PM10 含量应低于  $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

### 5.5 分解母液综合利用

应建有分解母液蒸发结晶设施，优先选择太阳能蒸发工艺；对分解母液中含有的锂、溴、碘等微量有价元素，达到工业利用价值的，应配套建设微量元素综合利用装置。

### 5.6 试验研究

#### 5.6.1 工艺适应性评价试验或探索试验

新建或改造项目应开展工艺适应性试验或探索试验评估工艺可行性。工艺适应性评价试验或探索试验应包括以下内容：

- a)原矿化学多元素分析；
- b)破碎筛分试验；
- c)冷分解结晶试验；
- d)浮选试验。

当工艺适应性评价试验或探索试验的浮选回收率 $< 80\%$ 或浮选精矿 KCl 品位 $< 70\%$ 时，需重新评估

工艺路线并开展详细的实验室流程试验。对于混合型矿石或复杂矿石，还应进行扩大连续试验考察工艺稳定性。

### 5.6.2 工艺矿物学

选择化学多元素分析、IC、ICP、XRD、偏光显微镜、SEM 等方法，查明光卤石矿的化学成分、矿物组成，含钾矿物和脉石矿物的嵌布特征，工艺粒度等矿物学特征；查明有用、有益、有害组分的含量和赋存状态；对原矿进行粒度筛析；结合光卤石矿冷分解结晶及浮选试验进行产品检查。

### 5.6.3 破碎筛分试验

充分考虑工业应用场景对光卤石矿分别进行开路破碎-筛分和闭路破碎-筛分，检查各粒级的产率分布和主要矿物含量分布情况，查明氯化钾、氯化镁、氯化钠、水不溶物在各粒级的分布规律；根据试验情况推荐工业破碎筛分工艺流程。扩大连续试验每小时处理能力达到 40kg 以上，扩大连续试验应在动态中实现工艺流程试验条件的稳定，达到动态平衡后，应稳定运行 24h~72h，并每 1—4 小时测定返回破碎量，检查破碎设备的累积及堵料规律，检查入破原矿和破碎产品各粒级的产率分布和主要矿物分布情况。不能连续破碎筛分操作的周期性试验应不少于 10 个周期，并每次检查返回破碎量。按生产操作状态进行半工业试验或工业试验时，破碎筛分操作达到动态平衡后，连续运转时间一般应不少于 7 天；不能连续的周期性试验应不少于 10 个周期。每隔 1h~6h 测定返回破碎矿石量，检查破碎设备的累积及堵料规律，计算筛分设备的筛分效率。

### 5.6.4 冷分解结晶动力学试验

利用实验室试验设备对最大粒径不小于 5mm 的光卤石矿开展冷分解结晶工艺条件试验、结晶工艺流程试验。工艺条件试验包括理论分解水量计算、分解水量试验、分解时间试验、最大给料粒度冷分解结晶试验、初始  $MgCl_2$  浓度冷分解结晶试验、不同结晶时间的分解结晶试验、晶浆浓度冷分解结晶试验、搅拌速率的冷分解结晶试验，每个条件试验覆盖工艺实际可能范围，设置不少于 5 个梯度的条件试验。结晶工艺流程试验包括单级分解结晶试验和多级分解结晶试验，采用多级分解结晶试验时，不能实现连续分解结晶操作的可采用阶段性间歇作业方式开展；实验室分解结晶试验运行达到动态平衡后，还应稳定运行 8h~24h。采用连续进料连续出料的方式进行光卤石矿冷分解结晶扩大连续试验或扩大试验时，扩大连续试验每小时处理能力一般为 100kg 以上，扩大连续试验应在动态中实现工艺流程试验条件的稳定，达到动态平衡后，应稳定运行 48h~72h。按生产操作状态进行半工业试验或工业试验时，达到动态平衡后，冷分解结晶装置连续运转时间一般应不少于 7d。

### 5.6.5 浮选试验

结合工艺矿物学研究和冷分解结晶试验开展浮选试验，包括浮选工艺条件试验、工艺流程试验、开

路试验和闭路试验，择优推荐浮选工艺流程和工艺条件。其中，浮选工艺条件试验包括但不限于入浮物料细度、粒度筛析、浮选药剂用量、浮选浓度、浮选刮泡时间等条件，浮选开路、闭路试验应基于回水条件下开展。洗涤浸出试验内容应包含洗涤时间试验、洗涤用水量试验、洗涤搅拌强度试验。需要开展扩大连续试验的，扩大连续试验入浮矿物处理能力一般达到 40kg/h 以上，并在动态中实现工艺流程试验条件的稳定，工艺指标达到动态平衡后，应稳定运行 24h~72h。扩大连续试验流程与实验室流程试验不一致的，应说明流程变更或改进优化的具体原因，并附试验数据加以说明，对于实验室流程试验未开展的且又是工程设计所必须的数据，扩大连续试验应予补充完善。按生产操作状态进行半工业试验或工业试验时，达到动态平衡后，连续运转时间一般应不少于 7 天。

## 5.7 环境保护与安全要求

### 5.7.1 废水处理

- a)生产废水应分类收集、分质处理，废水排放应满足 GB 8978 要求；
- b)浮选废水应循环利用，外排废水应经处理后达标排放。

### 5.7.2 废气处理

- a)破碎筛分、干燥等工序产生的粉尘应设置除尘设施；
- b)粉尘排放浓度应满足 GB 16297—2022 大气污染物综合排放标准和 GB 3095—2012 环境空气质量标准要求，厂区外  $PM_{10} \leq 5mg/m^3$ 。
- c)应安装颗粒物在线监测系统。

### 5.7.3 固体废物处理

- a)浮选尾矿、净化渣等固体废物应安全堆存或综合利用；
- b)危险废物应按国家相关规定处置。

## 5.8 安全生产

- a)浮选药剂储存、使用应符合危险化学品管理规定。
- b)应制定应急预案，配备应急处理设施。
- c)生产区域应设置安全警示标志，定期进行安全培训。

## 6 技术要求

6.1 光卤石矿采用冷分解结晶及氯化钾绿色高效浮选技术制备钾肥的具体工艺和设备选择既取决于项目建设单位对投资和运行成本的敏感程度，也取决于具体项目实施的社会环境、自然环境和产业供应链环境，还取决于设计单位及其设计师对钾盐加工行业的熟悉程度、设计经验和设计质量把控，实际操作应

根据具体情况确定。

6.2 工业上应尽可能采用无盐酸的高效浮选药剂，减少酸雾环境对配药操作环境的污染及其运输储存泄漏风险。

6.3 应对生产区设置生产污水和雨水收集设施，避免生产污水外排造成周边生态和土壤污染。

6.4 试验研究和工程设计一般要求开展全流程数质量流程图计算，各工艺环节的物料质量、主要组分含量的进出应达到基本平衡，并应开展物料总进总出是否平衡的验算。

6.5 试验研究深度取决于矿石加工难易程度和设计要求，应根据具体情况确定，光卤石矿冷分解结晶及浮选试验一般要求开展实验室流程试验即可，可根据需要开展扩大连续试验。

6.6 在对氯化钾进行加工提取试验的同时，结合工艺矿物学研究结果，应综合考虑钠、镁等大量元素以及溴、锂、硼、铷、铯、锶稀有元素的提取加工研究及综合评价工作，提出关键伴生元素在氯化钾提取加工工艺流程中的富集走向。对已经明确回收利用途径及经济可行性的组分，应比照氯化钾提取加工试验深度要求进行提取加工试验，为各阶段工程设计提供必要依据。

6.7 生产矿山深部、外围勘查区新发现的钾盐矿体，不论资源量规模大小，均应开展实验室流程试验研究，视矿石各有益组分加工的难易程度开展扩大连续试验研究，作为各阶段工程设计的依据。

## 7 相关事项

7.1 类比研究应从矿石化学成分、矿物组成、矿石结构、矿石构造、加工选矿的目的、矿物赋存状态、嵌布特征等方面与同类型矿石比较，对矿石加工选矿技术性能进行评述，必要时进行验证试验。

7.2 矿石加工选矿试验研究样品的采集应考虑矿石自然类型、工业类型、品位变化、开采方式、分采分选要求等，保证样品的代表性。

7.3 矿石加工选矿试验研究样品采集质量应考虑试验研究程度、试验研究规模、加工选矿的主要目标组分含量、加工选矿方法与工艺，伴生组分可回收状况等，其最小质量应满足公式（1）的要求：

$$Q=K \cdot d^2 \quad (1)$$

式中：

Q—代表性试样的最小质量，单位为千克（kg）；

K—与矿石性质相关的系数，根据矿石均匀性的不同，取值范围为 0.50~1.20，一般取值在 0.80~1.00 之间，单位为  $\text{kg}/\text{mm}^2$ ；

d—矿样中最大颗粒粒径，单位为毫米（mm）。

试验备样的质量应为试验使用样品质量的 1 倍以上。

7.4 根据试验研究任务和矿石性质，制定试样的破碎缩分流程，制备代表性试样。需配制混合试样时，矿石配制比例应与所代表矿体（层）中各类型、品级矿石量比例一致，并考虑矿石贫化率。

7.5 试验过程、工艺参数及相关情况应及时记录；试验中使用的设备和药剂应标明主要参数和来源；原始记录应数据真实、记录完整、字迹清楚，并妥善保存。

7.6 实验室流程试验或扩大连续试验，应测定原矿密度、松散堆积密度、硬度、休止角（安息角）、摩擦角等；对含泥量较高的矿石应进行脱泥试验研究；应对结晶底流、结晶溢流、尾矿应进行沉降性能试验；应对光卤石、氯化钾和氯化钠纯矿物分别开展不同粒径、不同料浆浓度、不同  $MgCl_2$  含量分解介质中的沉降试验；对结晶底流、氯化钾产品、尾矿应进行粒度筛析试验；应对需要磨矿的物料进行相对可磨度试验或球磨邦德功指数测定；应对产品质量进行全分析；应对原矿、分解母液、产品、尾矿及各中间产物测定含泥量和游离水含量；提出分解母液和尾矿处理建议。

7.7 推荐的矿石加工选矿工艺流程应有完整的数质量流程图，实验室扩大连续试验及以上规模的应有矿浆流程图。

7.8 推荐的矿石加工选矿工艺流程使用药剂的，应估算药剂成本。实验室扩大连续试验及以上规模的试验研究或详细物化性能测试研究，应进行初步技术经济分析。

7.9 对试验副样及试验产品进行整理，入库保存。

7.10 应将全部试验研究技术资料整理、立卷、归档。

## 附录 A

### (资料性附录)

#### 试验样品的采样和制备要求

##### A.1 对试验样品的要求

试样必须具有代表性。

A.1.1 试样的主要化学成分（主要有用组分及伴生有益、有害组分）的品位应与所代表的矿体（矿床）基本一致。

A.1.2 试样的矿石类型、矿物组分、结构构造，有用矿物粒度和嵌布特性应与所代表的矿体（矿床）基本一致。

A.1.3 试样的物理化学性质，如矿石的泥化、风化、碎散程度等，应与所代表的矿体（矿床）基本一致。

A.1.4 试样中配入的近矿围岩、夹石的组成和性质，以及配入的比例（即废石配入率，应与矿山开发时的实际情况基本一致。

除了类比研究验证试验用的矿样一般不配入近矿围岩和夹石外，其他试验用的矿样，均应按规定配入一定的近矿围岩和夹石。围岩和夹石的配入率由委托方和矿山开发设计方确定。

围岩和夹石的配入率（即采矿时的围岩夹石混入率）按下式计算，

$$\text{混入率}(\%) = \frac{\text{混入的围岩和夹石量}}{\text{采出矿石总量(包括围岩和夹石)}} \times 100\%$$

采样时，应分别采取各类型（矿层）各品级的矿石和近矿围岩夹石。组合混合试样时，各类型（矿层）各品级的矿石质量比例应与所代表的矿体（矿床）中各类型（矿层）、各品级的矿石的储量比例基本一致。

有开采设计时，根据设计的混入率计算废石（围岩和夹石）的配入量。无开采设计时，根据矿层厚度、矿体产状和将来可能的采矿方法设计确定配入率。露天开采一般按5%~10%，地下开采按10%~25%。

##### A.2 采样设计

A.2.1 处于可研和设计阶段的超宽粒径光卤石矿加工试验研究，试验人员（含岩矿鉴定人员）应到矿区实地调查和踏勘，协同委托单位、对口设计单位编制采样设计方案。委托单位应将物质组分样提前送实验室进行工艺矿物学研究，以便指导矿石加工选冶性能试验流程的制订。

A.2.2 采样点数目应根据矿石复杂程度、矿化均匀程度、试验工作深度并考虑施工和运输等具体情况而定。采样点数目一般不要少于5个。各采样点所采质量应保证组合混合试样时，各类型（矿层）、各品

级的矿石质量比例与所代表的矿体（矿床）中各类型（矿层）、各品级的矿石的储量比例基本一致，使配成的总试样在性质上具有代表性，并满足试验用量。

A.2.3 采样点位置应根据矿床的空间变化特征合理布置。

A.2.4 试样所需质量主要与矿石加工选冶的难易程度、设备规格、试验深度、原矿品位、加工方法等有关。类比研究验证试验样质量一般为80kg~120kg。实验室流程试验样质量一般为500kg~1500kg。扩大连续试验的试验样质量，根据设备处理量和试验达到稳定并获得合格产品且能对中矿走向进行充分考查的累计运转时间进行估算，试验样质量一般为15t~25t。半工业试验的试验样质量由委托方、设计方、试验方协商确定。

### A.3 采样、包装、运输

A.3.1 采样施工和样品包装、运输均由委托单位负责。在采样、包装、运输过程中，必须做到样品不漏不混、不受潮湿雨淋或污染。包装要结实牢固并便于搬运。每箱样品毛重不超过50kg。

A.3.2 采样时，分别采取各采样点、各类型（矿层）、各品级的矿石和近矿围岩夹石，同时采集有代表性的工艺矿物学研究样，分别包装。若在采样现场组合混合试样时，各类型（矿层）各品级的矿石质量比例应与所代表的矿体（矿床）中各类型（矿层）、各品级的矿石的储量比例基本一致。

A.3.3 送样交接时，由双方当场开箱，按采样说明书对样品装箱编号、矿石类型、品级和质量等进行核对验收。

A.3.4 送样单位必须提供详细的采样说明书、有关图件（采样素描图或采样钻孔柱状位置图等）以及送样单。

采样说明书内容应包括：

a) 试验的目的和要求。

b) 矿区地理位置，水、电、交通及当地经济简况；矿床地质特征，矿区地质构造；矿体产状、规模、形态及埋藏条件；矿体赋存条件及成因类型；矿石的矿物组分和粒度、结构构造、嵌布特性、主要有益有害组分的平均品位及其变化特征；矿石氧化程度及氧化带范围；各类型、品级的储量及储量分类；矿体围岩、夹石的性质种类、空间分布及其与矿体的相互接触关系等。

c) 矿床开采技术条件。

d) 采样设计和采样方法，采样点位置选择，各采样点所代表矿石种类、品位、基础储量或资源量一览表，采样点分布位置图。

e) 矿样代表性的论证证明文件。

f) 矿样包装说明。

A.3.5试样的代表性不足或完全不符合要求时应补采或重采样品。

#### A.4 试验试样的制备

A.4.1对每个采样点的样品分别制取分析试样、工艺矿物学研究样作化学分析验证和矿物学研究。若分析结果、鉴定结果与采样说明书相差较大，应查找原因，然后与采样单位洽商，补采或者重采样品，直至样品符合要求。

A.4.2矿样检查合格后，根据试验研究目的和矿石性质，具体制订试样的破碎缩分流程，制备试验研究所需的不同粒度的有代表性试样。

A.4.3充分混匀样品之后，按试样最低可靠重量公式逐级破碎缩分，尽可能在较粗粒度下分出部分试样储备，以便以后能根据需要再次制备出不同粒度的试样，同时也避免试样因粒度小，比表面大而在储存过程中过早氧化变质。

A.4.4试样破碎缩分的质量损失不得大于5%。

A.4.5试样的配制或组合，在各段破碎加工之后进行。

A.4.6组合混合试样时，各类型（矿层）各品级的矿石质量比例应与所代表的矿体（矿床）中各类型（矿层）、各品级的矿石的储量比例基本一致。如相差较大，应与委托单位协商解决。

A.4.7制成的试样应在低温干燥的环境中保存。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 试验研究报告的编写和评审要求

##### B.1 报告的编写

B.1.1 试验研究工作结束后项目负责人应及时组织编写试验研究报告大纲，经技术负责人审批后组织编写试验研究报告。

B.1.2 报告的格式应符合委托方的规定或双方约定的有关规定，内容应根据试验合同或任务书而定，一般应包括下列内容。

a)前言。对任务来源、试验目的、设计工作阶段、试样、所用加工工艺及所取得的成果作简要介绍；

b)有关矿物提取加工方法、工艺、药剂、设备等内容的国内外研究现状及发展趋势；

c)试验研究设备、试验装置、材料、药剂及试验研究方法、分析测试方法、产品质量标准；

d)样品的采集、制备及代表性论述、工艺矿物学研究；

e)试验工艺路线的选择、关键技术问题及主要研究内容；

f)加工工艺条件试验及其优化过程、依据及评述；综合条件试验描述及评述；稳定试验的描述及工艺可靠性评述；

g)全流程数质量流程图或物料平衡图；

h)最终产品、中间产品及尾矿尾液的化学分析及物理性能测试结果，影响产品质量和性质的主要因素的评述；

i)三废处理，保护生态环境的主要措施；

j)技术经济评价或药剂成本分析；

k)结论；

l)附录或附件。

B.1.3 试验结果要尽量以图、表形式列出，每小节末尾应有简短的归纳和小结。文字说明简洁明了，重点突出，注意条理性及逻辑性。

##### B.1.4 报告的封面按下列格式

上方写：◇省◇◇县◇◇矿区◇◇矿体（矿段、矿层）◇加工工艺◇（试验阶段名称）试验研究报告。

下方写：实验研究单位名称和提交报告年月。

必要时，在封面右上角标明报告的密级。

B.1.5 报告的正文前应有责任页，注明实施单位负责人、实施单位技术负责人、研究室（专业室）负责

人、项目负责人、试验研究人员、岩矿鉴定和岩矿分析人员、打印人员、校对人员（责任校对）以及报告编写人、报告审核人的姓名。

## B.2 报告的评审（结题验收）

### B.2.1 评审（验收）单位

原则上应由委托方或下达任务的部门组织评审（验收）。

### B.2.2 评审（结题验收）组织

由评审（验收）单位聘请有关专业人员组成评审（验收）组。重大试验的评审（验收）组应包括若干省级专家及国家级专家。

### B.2.3 评审（结题验收）内容

根据任务书（或合同、或批准的设计书）对各试验阶段的要求和对试验成果的要求，对试验报告应包括的内容进行评审，并对其水平和实用性做出实事求是的评价。

评价水平时应有相应的查新记录，且主审人应有相应的资格。

### B.2.4 评审（结题验收）程序

a)提交报告单位向委托方（或下达任务的部门）提出评审（结题验收）申请，并附试验研究报告（送审稿）及有关文件资料；

b)在委托方（或下达任务的部门）同意评审（结题验收）其报告后，提交报告单位按主管部门要求，做好评审（结题验收）准备工作；

c)委托方或下达任务的部门评审（验收）；

d)评审（验收）后，由委托方（或下达任务的部门）签发评审（结题验收）意见；

e)需要对试验研究的科技成果进行等级鉴定和申报科技成果奖的，由任务的委托方和实施方协商，按规定程序办理。