

# 《盐卤水拌和矿山充填材料应用技术规范》团标编制说明

(初稿)

## 一、工作简况

### 1.任务来源

2025年7月，中关村绿色矿山产业联盟发布《关于批准中关村绿色矿山产业联盟团体标准立项的通知》，下达《盐卤水拌和矿山充填材料应用技术规范》团体标准项目制定计划，批准号 GRMP-2025-47，技术归口单位中关村绿色矿山产业联盟。

### 2.起草单位、参编单位

本项目由山东黄金矿业科技有限公司担任主要起草单位，山东黄金矿业科技有限公司、山东黄金金创集团有限公司、东北大学、山东科技大学、北京科技大学、青海山金矿业有限公司、三山岛金矿、焦家金矿、青海大柴旦矿业有限公司、长春黄金研究院有限公司为参编单位。

### 3.主要起草人

## 二、制定标准的必要性和意义

### 1.目的和意义

#### (1) 规范盐卤特殊环境下黄金矿山尾砂充填胶凝材料配方设计

盐卤地区矿井水作为充填材料拌合水时，其本身富含  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等阴离子和  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等阳离子，对蚀变岩型金矿石通常矿物成分复杂，除石英外还含有云母、绿泥石等软岩成分以及黄铁矿等硫化矿物，在充填料浆内可溶矿物溶出离子与氯盐矿井水阴阳离子干扰胶凝材料正常水化，影响充填料浆凝固和充填体强度。本标准的制定将规范含氯盐拌合水环境下胶凝材料配方设计要求，填补适用盐卤特殊环境黄金矿山尾砂充填领域的空白。

#### (2) 促进盐卤地区黄金矿山尾砂和氯盐矿井水资源化利用

黄金矿石因有价元素含量低而导致生产末端尾砂产率高（通常高达 95% 以上），大量尾砂固废被排至尾矿库或地表堆存，而盐卤地区金矿矿井水因富含氯盐成分难以工业和生活利用，在尾砂中掺入胶凝材料经含氯盐矿井水拌合制成充填材料填充井下采空区，可大量消耗尾砂和氯盐矿井水，避免地表堆存和排放。具有诸多益处，可实现尾砂固废资源化利用，避免尾砂和氯盐矿井水地表水土污染。

#### (3) 保障黄金矿山安全作业和促进黄金矿山绿色发展

通过规范胶凝材料配方设计和充填材料制备与输送，提高了盐卤地区黄金矿山充填体质量，保障了矿山安全开采，避免了尾砂固废和氯盐矿井水地表水土污染，减轻了尾矿库排放压力和安全隐患。

## 2.必要性

因含氯盐矿井水干扰胶凝材料水化过程,盐卤地区黄金矿山开采面临充填体强度低、充填成本高等问题,亟需制定标准规范进行指导,以保障盐卤地区黄金矿山安全高效开采作业。现有标准 JC/T 2478-2018《尾砂混凝土》和 JC/T 2468-2018《水泥基回填材料》未涵盖氯盐环境下的充填材料设计和要求,YB/T 4959-2021《冶金矿山尾矿胶结充填技术规范》虽明确了冶金矿山尾矿胶结充填技术要求,但未涉及盐卤地区黄金矿山充填材料的特殊性。

## 三、主要起草过程

2025年4月10日成立了标准起草工作组,由山东黄金矿业科技有限公司担任主要起草工作,工作组对国内外金属非金属地下矿山盐卤水拌和矿山充填材料应用现状进行全面调研,同时广泛搜集国内外相关标准和技术资料,进行了大量的研究分析、资料查证工作,结合矿山实际应用情况进行总结和归纳,于2025年8月30日编制完成《盐卤水拌和矿山充填材料应用技术规范》标准草案初稿。

## 四、制定标准的原则和依据

### 1.标准编制原则

本标准编制过程遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则,注重标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合,本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本文件的制定工作。

标准修订过程中严格遵守国家有关方针、政策、法规和规章,严格执行强制性国家标准和行业标准。与同体系标准和相关的各种基础标准以及配套使用的基础标准等相关标准相衔接,遵循政策和协调统一性原则。

本标准起草过程中,主要按 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》的要求编写。在确定本文件主要技术性能指标时,综合考虑生产企业的能力和用户的利益,寻求最大的经济、社会效益,充分体现了本文件在技术上的先进性和合理性。

### 2.标准编制依据

本文件规定了盐卤水拌和矿山充填材料的构成与技术要求、搅拌制备与管路输送,以及充填泌水取样与检测的技术要求。适用于金矿井下以盐卤矿井水拌和骨料和胶凝材料制作充填材料的应用。

GB/T 39489 全尾砂膏体充填技术规范

GB/T 51450 金属非金属矿山充填工程技术标准

GB/T 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50123 土工试验方法标准

HJ 84 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法

HJ 812 水质 可溶性阳离子(Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)的测定 离子色谱法

HJ 700 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法

HJ/T 299 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法

JGJ/T 70 建筑砂浆基本力学性能试验方法标准

YB / T 4959 冶金矿山尾矿胶结充填技术规范

## 五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

## 六、标准主要内容说明

### 1. 充填材料构成与技术要求

(1) 充填材料通常由盐卤拌和水、骨料、尾砂、胶凝材料、外加剂构成。

充填材料应符合安全环保要求，不应因其的使用对人体、设备、井上井下环境产生有害影响。

充填材料基本要求、取样、室内实验制备应按现行国家标准《金属非金属矿山充填工程技术标准》GB/T51450 的规定执行。

(2) 盐卤拌和水通常为井下矿井水，矿化度应在 30g/L~80g/L，pH 值应在 5~9，来源不变时应每月至少进行一次离子成分与含量检测，来源发生变化时使用前应进行检测。

(3) 充填用尾砂按整体细度从大到小排序通常包括分级尾砂、全尾砂、溢流尾砂。

充填用尾砂粒径组成中小于 19 $\mu$ m 的颗粒不应超过 70%。

对于含有可溶成分的尾砂，首次使用、矿石性质变化或选矿药剂变化时应进行尾砂溶出离子成分与含量检测。

(4) 骨料通常包括尾砂、矿山废石、碎石集料以及其他硬质材料，宜采用矿山固废或其他一般工业固废，避免使用含活性成分骨料，如黏土，防止氯盐加剧离子交换导致结构疏松。

(5) 胶凝材料应根据拌合水、尾砂、集料物化性质进行选型或针对性配方设计，采用水泥时宜选择抗氯盐水泥（如矿渣硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥）或掺加矿渣/粉煤灰，降低氯离子对胶凝材料水化的负面影响。

粒径组成中小于 19  $\mu$  m 的颗粒占比 40%~70%的具有高饱水性尾砂，宜选用矿渣基新型胶凝材料替代水泥。

盐卤拌合水离子组成、尾砂和骨料矿物组成发生改变时，应重新进行胶凝材料配方设计或配比优化。

胶凝材料应通过实验确定胶凝材料最佳使用量，且应同时满足不同采矿工艺对充填体早期强度和长期强度的要求。

(6) 外加剂通常包括絮凝剂、离子调节剂、流变剂、泵送剂等。

应根据尾砂性质通过静态絮凝沉降和动态絮凝沉降试验确定絮凝剂选型和最佳添加量。

拌和水所含  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等离子或尾砂可溶矿物溶出离子含量过高，影响胶凝材料正常水化和充填体强度时，应通过在充填材料中添加离子调节剂进行离子含量调控，离子调节剂组成和添加量应通过实验确定。

絮凝剂、减水剂、流变剂、泵送剂的选型需验证与盐卤拌和水的相容性，避免影响效果，选型和最佳添加量应通过实验确定。

## 2. 充填料浆搅拌制备

### (1) 搅拌方式选择

应根据充填能力选择搅拌方式。充填能力 $>50\text{ m}^3/\text{h}$ ，宜采用连续式搅拌制备；充填能力 $\leq 50\text{ m}^3/\text{h}$ 时，宜采用间歇式搅拌，可实现胶凝材料添加量和充填料浆浓度准确控制。

应根据充填料浆状态选择搅拌方式。对达到膏体状态的尾砂充填料浆制备，应符合 GB/T 39489 的规定，宜采用两段连续式搅拌，采用卧式-卧式联合搅拌或卧式-立式联合搅拌；对达不到膏体状态的尾砂充填料浆，可采用立式一级搅拌，对亲水性差、不易打散的尾砂应延长搅拌时间或增加卧式搅拌形成卧式-立式两级搅拌。

(2) 充填料浆搅拌结束，应满足塌落度 180~280mm，塌落度测试应符合 GB/T 50080 的规定。

## 3. 管路输送与监测预警

### (1) 输送管道材质应符合下列规定：

a) 主充填管路宜选择耐腐蚀耐磨金属管道（如内衬聚氨酯钢管）、钢丝缠绕复合管，高分子耐磨聚乙烯管、共挤耐磨层增强塑料复合管；

b) 临近作业面和采场内部压力较低且无法回收，可采用普通的具有耐卤盐腐蚀性能非金属管，如高密度聚乙烯管、尼龙管。

### (2) 管径选择通过充填料浆流速确定，应符合下列规定：

a) 对分级尾砂等两相流充填，管径应保证流速不低于 2~3m/s，避免低速导致氯盐结晶沉积，高速加剧管壁磨损；

b) 对膏体结构流充填，管径应保证流速在 1m/s~2m/s，应符合 GB/T 39489 的规定。

(3) 充填料浆输送动力选择应符合 YB/T 4959 的规定，充填倍线 $\leq 6$ 时，宜采用自流，充填倍线 $>6$ 时，宜采用泵送。

### (4) 管道敷设与连接固定应符合下列规定：

a) 管道敷设应符合 GB/T 51450 的规定。

b) 法兰连接处应使用预防盐卤腐蚀垫片，螺栓应镀锌或采用不锈钢。

c) 充填管路应进行分段固定以减小径向摆动，关键位置加强固定，加固件应采用可预防盐卤腐蚀材质或采取盐卤防腐措施；

d) 管路轴向冲击严重时，如泵送方式，应在主管路振动明显处设置缓冲装置，避免管路间形成冲击破坏。

### (5) 管路监测应符合下列规定：

a) 应对输送泵出口、竖直段底端、输送路径发生变化（角度改变超过 90°）处料浆浓度、压力、流量进行监测，监测仪器仪表应考虑盐卤防腐，以免影响使用性能和测量精度。

b) 有条件矿山宜建立浓度、压力、流量实时监测与堵管预警系统。

(6) 管路冲洗应符合 GB/T 39489 的规定，防止管路内部出现卤盐结垢造成堵管，尤其弯头和三通部位。

## 4. 充填泌水取样与检测

(1) 充填泌水收集：充填采场巷道应设置排水沟和小型集水沉淀池。

(2) 取样与检测：对沉淀池内泌水进行取样，检测离子含量和重金属含量。

(3) 充填泌水氯离子含量应不超过 200mg/L，重离子浓度应符合 GB5085.3 规定的限值要求，含量过高时应提高胶凝材料用量，以增强充填体抗渗性和实现降低含量的目的。

## 5.检测方法

(1) 按照 GB/T 14684 的规定测试金矿尾砂氯化物、硫化物及硫酸盐含量。

(2) 按照 GB/T 50123 的规定测试尾砂粒级组成。

(3) 按照 HJ 84 的规定测试拌合水 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>等阴离子含量。

(4) 按照 HJ 812 的规定测试拌合水 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>等阳离子含量。

(5) 按照 GB/T 6920 的规定测试拌合水 pH。

(6) 按照 GB/T 50080 的规定测试充填料浆塌落度。

(7) 按照 JGJ/T 70 的规定测试充填体单轴抗压强度。

(8) 按照 HJ/T 299 的规定开展充填体浸出试验。

(9) 按照 HJ494 的规定进行充填泌水取样。

(10) 按照 GB/T 50080 的规定测试充填料浆泌水率。

(11) 按照 HJ 700 的规定测试充填泌水中重金属浓度。

## 附录 A 充填泌水取样与测试方法

(1) 充填泌水取样方法

(2) 充填泌水离子浓度、pH、重金属含量测试方法

(3) 阳离子浓度测定记录表

(4) 阴离子浓度测定记录表

(5) pH 测定记录表

(6) 重金属浓度测定记录表

## 七、分歧意见的处理过程、依据和结果

无。

## 八、采用国际标准或国外先进标准情况

本标准修订和起草过程中主要参考和依据国家标准和行业标准，在充分考虑我国国情下尽量与国际接轨。本标准修订过程中未查到同类国际、国外标准。本标准修订过程中未测试国外的样品、样机。本标准为国内先进水平。

## 九、贯彻标准的措施建议

建议标准发布后尽快实施，实施之日前，宜向广大标准使用者及各相关方进行标准宣贯，培训专业技术人员，充分掌握本标准的各项技术要素，有效促进本标准的广泛应用。

## 十、其他应予说明的事项

该标准为自主制定，不涉及版权问题。