

ICS 93.080.01

CCS Q10

DB 3405

马 鞍 山 市 地 方 标 准

DB XX/T XXXX-XXXX

流态固化尾矿应用回填工程技术规程
Technical specification for application of fluid solidified tailings in
backfill engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

马鞍山市市场监督管理局 发布

前 言

本规程按照本文件按照 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。

本规程由安徽工业大学和马鞍山马鞍山市两山绿色生态环境建设有限公司提出，由马鞍山市住房和城乡建设局归口管理，由安徽工业大学、马鞍山市两山绿色生态环境建设有限公司负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位：安徽工业大学、马鞍山市两山绿色生态环境建设有限公司。

本规程参编单位：安徽省融工博大环保技术材料研究院有限公司、哈尔滨工业大学、中冶建筑研究总院、宝武环科马鞍山资源利用有限公司、马鞍山中鑫工程质量检测咨询有限公司、安徽汇华工程科技股份有限公司、安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司、马鞍山市水利局、马鞍山市住房和城乡建设局、马鞍山市重点工程建设管理处、马鞍山市交通运输局、中国中铁四局集团有限公司、马鞍山钢铁建设集团有限公司、中国十七冶集团有限公司、中铁二十三局集团有限公司、安徽建工集团股份有限公司、中铁市政环境建设有限公司、安徽马钢矿业资源集团南山矿业有限公司、马鞍山市建筑管理处、光大环保能源（南京）有限公司。

本规程主要起草人：张毅、邓先功、葛雪祥、樊传刚、凌贤长、周国钧、吕龙、韩宏灯、柴梦雨、王蕾、胡笏、李风军、樊曦、王栋、李宁、汪浩、张春山、张扬、程鹏、吴波、陈智、朱纬、江斌、丁传宝、马龙、华伟庆、郭彦晨、吴立飞、揣新、张伟、吴铁。

目 录

1	总则.....	1
2	规范性引用文件.....	2
3	术语和定义.....	3
4	设计.....	4
4.1	一般规定.....	4
4.2	材料要求.....	4
4.3	配合比设计.....	5
5	施工.....	8
5.1	一般规定.....	8
5.2	流态固化尾矿制备.....	8
5.3	流态固化尾矿填筑与养护.....	9
6	质量检验及验收.....	11
6.1	原材料质量检验.....	11
6.2	拌合性能检验.....	11
6.3	硬化性能检验.....	11
6.4	施工质量验收.....	12
附录 A	流态固化尾矿填筑申请表.....	13
附录 B	流态固化尾矿填筑记录.....	14
附录 C	隐蔽工程验收记录.....	15
附录 D	流态固化尾矿质量验收记录.....	16
7	用词说明.....	18
附：	条文说明.....	19

Contents

1	General Provisions	1
2	Normative References	2
3	Terms and Definitions	3
4	Design	4
	4.1 General Requirements	4
	4.2 Material Requirements	4
	4.3 Mix Proportion Design	5
5	Construction	8
	5.1 General Requirements	8
	5.2 Preparation of Solidified Tailings	8
	5.3 Filling and Curing of Solidified Tailings	9
6	Quality Inspection and Acceptance	11
	6.1 Raw Material Quality Inspection	11
	6.2 Mixing Performance Inspection	11
	6.3 Hardening Performance Inspection	11
	6.4 Construction Quality Acceptance	12
	Appendix A: Backfilling application form	13
	Appendix B: Backfilling record	14
	Appendix C: Concealed works acceptance record	15
	Appendix D: Quality acceptance record	16
7	Explanation of Wording	18
	Appendix: Explanation of Provisions	19

1 总 则

1.1 为了规范预拌流态固化尾矿填筑技术应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本技术规程。

1.2 本技术规程适用于建设工程中预拌流态固化尾矿填筑的设计、施工和验收，也可适用于采空区、地面塌陷区、地下空洞、废弃地下空间、溶洞的充填，基槽、房心土、管道沟槽等流态固化尾矿回填。

1.3 《流态固化尾矿应用回填工程技术规程》主要分为：总则、规范性引用文件、术语和定义、设计、施工、质量检验和验收六部分组成。

1.4 预拌流态固化尾矿填筑的设计和施工应根据地质条件、环境条件、建（构）筑物结构类型和设计条件、基坑支护形式及工期等因素，因地制宜。

1.5 流态固化尾矿应用回填工程的设计、施工和验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行行业标准的规定。

2 规范性引用文件

本技术规程引用下列标准。其中，标注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程，不注日期的，其最新版本适用于本规程。

GB36600	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》
GB 50164	《混凝土质量控制标准》
GB 6566	《建筑材料放射性核素限量》
GB/T 30760	《水泥窑协同处置固体废弃物技术规范》
GB/T 50080	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》
GB/T 50081	《混凝土物理力学性能试验方法标准》
GB/T 50082	《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》
GB/T 2419	《水泥胶砂流动度测试方法》
GB/T 50123	《土工试验方法标准》
JC/T 985	《地面用水泥基自流平砂浆》
JTG E51	《公路工程无机结合料稳定材料试验规范》
JGJ/T 70	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》
JGJ 79	《建筑地基处理技术规范》
DG/T J08	《土体硬化剂应用技术标准》
GB/T 10171	《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》
JB/T 11854	《建筑施工机械与设备砂浆泵》
JGJ 63	《混凝土用水标准》
CJ/T 526	《软土固化剂》
CJ/T 486	《土壤固化外加剂》
CJJ/T 286	《土壤固化剂应用技术标准》
T/CCTAS 18	《固化剂混合料设计与施工技术指南》
T/CECS 1037	《预拌流态固化土填筑技术标准》
T/CECS 1175	《自密实固化土填筑技术规程》
T/CMEA32	《流态填筑料回填工程技术标准》
DBJ51/T188	《预拌流态固化土工程应用技术标准》
T/TJKCSJ 004	《工程泥浆固化利用技术标准》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1 尾矿 tailings

矿石经选矿后剩余部分为尾矿，主要指金属矿山和非金属矿山的选矿后固体废弃物。

3.1.2 流态固化尾矿 fluid solidified tailings

流态固化尾矿是将尾矿固化剂、尾矿和水按一定比例混合拌匀后，形成具有一定流动性，且凝固后能达到一定强度的混合物泥浆。

3.1.3 尾矿固化剂 tailings solidifying agent

为胶结尾矿并形成一定强度的固结体，在尾矿中掺入的以活性氧化硅、氧化铝为主要成分的水硬性胶凝材料。

3.1.4 固化剂掺入比 mixing ratio of solidifying agent

掺入的尾矿固化剂质量与被搅拌的干尾矿质量比。

3.1.5 水固比 water to solidifying agent ratio

固化尾矿原材料中水和尾矿固化剂的质量比。

3.1.6 流动度 flowability of solidifying tailings

流态固化尾矿拌合物在自重作用下的流动性能，反映其施工时的难易程度和均匀性。

3.1.7 无侧限抗压强度 unconfined compressive strength

固化尾矿立方体试样在无侧限条件下，单位面积抵抗轴向压力的极限强度。

3.2 符号

m_0 ——试验用尾矿的质量；

m_c ——固化剂的质量；

m_d ——固化尾矿所用尾矿干质量；

m_w ——拌合用水的质量；

α ——固化剂掺入比；

ω_0 ——尾矿的含水率；

μ ——水固比

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 固化尾矿填筑技术可应用于采空区、地面塌陷空洞、废弃地下空间、溶洞的充填，基槽、房心土、管道沟槽等流态固化尾矿回填。

4.1.2 在设计施工应用前，应完成下列工作：

1) 进行尾矿和固化剂调研，尽可能在尾矿源就近消耗。尾矿固化剂应尽量利用本地含一定胶凝性能工业固废，做到绿色环保，就地取材；

2) 应进行配合比实验，确定出影响固化尾矿工作性能、力学性能的因素。

4.1.3 固化尾矿立方体抗压强度、流动度作为固化尾矿填筑设计的主要控制指标，其他参数可作为一般控制指标。

4.1.4 标准养护条件下边长为70.7 mm的固化尾矿立方体试样28 d抗压强度应满足工程要求。当设计没有明确要求时，不宜小于0.2 MPa(有特殊要求除外)，作为换填的流态固化尾矿强度也不宜过大，一般不超过0.4 MPa(有特殊要求除外)。根据设计要求，流态固化尾矿应具有良好的体积稳定性，满足28 d收缩率小于0.3%。流态固化尾矿收缩率测试参照JTG E51《公路工程无机结合料稳定材料试验规范》进行。

4.2 材料要求

4.2.1 尾矿即除可用于工业生产原材料以及可用于建筑砂石之外的选矿废弃物，流态固化尾矿固化对象为粒径小于200目以下($\leq 0.075\text{mm}$)的细粒尾矿，本规程也适用于粒径为200目以上($> 0.075\text{mm}$)尾矿的固化。尾矿还应满足下列要求：

1) 尾矿的有机质含量不宜超过5%，颗粒最大粒径宜与固化尾矿拌合设备相匹配；

2) 尾矿的粒径、有机质含量等指标的检测可按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T50123的有关规定执行；

3) 流态固化尾矿重金属含量应满足现行国家标准GB 36600规定的二类用地筛选值的限值要求；经无害化处置或固化后尾矿中可浸出重金属含量限值应满足GB/T 30760相关规定；

4) 尾矿放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的有关规定。

4.2.2 尾矿固化剂成品的性能指标应满足下列要求：

1) 尾矿固化剂物理指标应符合表1的规定：

表1 尾矿固化剂物理指标

项目	指标
比表面积/（m ² /kg）	≥420
含水率/%	≤1

2) 尾矿固化剂性能指标应符合表 2 的规定：

表2 尾矿固化剂性能指标

项目		指标
净浆流动度/mm	初始	≥100
	30min	≥90
	60min	≥80
初凝时间/min		≥45

3) 尾矿固化剂应能满足固化尾矿硬化强度和填筑施工要求；

4) 尾矿固化剂的检验可按现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526的有关规定执行。

4.2.3 固化尾矿拌合用水应符合现行GB 5749《生活饮用水卫生标准》或JGJ 63《混凝土用水标准》拌合用水相关规定。

4.3 配合比设计

4.3.1 设计前应根据工程条件确定固化尾矿试块的立方体抗压强度值、流动度等设计指标，且设计指标应满足表3的要求。

表3 流态固化尾矿设计指标

应用类别	7d 无侧限抗压强度/MPa	28d 无侧限抗压强度/MPa	流动度/mm
换填	≥0.2	≥0.4	80~120
空洞、肥槽回填	≥0.1	≥0.2	≥130

注：流态固化尾矿流动度测试参照 JG /T985《地面用水泥基自流平砂浆》测试方法进行。

4.3.2 建筑物地下室有抗渗设计时，肥槽回填固化尾矿的渗透系数应满足设计要求，达到密实效果。

4.3.3 固化尾矿配合比设计应按下列步骤进行：

- 1) 确定原材料，进行材料复配试验；
- 2) 确定固化剂掺入比；
- 3) 计算固化剂掺入量；
- 4) 根据水固比，计算拌合用水量；
- 5) 固化尾矿试配；

6) 确定施工配合比。

4.3.4 配合比试验前应确定试验所需要的原材料，并对原材料进行检验，包括尾矿的粒径和有机质含量、固化剂的物理指标和性能指标、水的化学指标等检测结果应符合本规程第4.2节的规定。

4.3.5 流态固化尾矿中固化剂掺入比不宜低于5%。掺入比基准值可按设计要求执行，当设计未提供时可根据地区经验确定，固化剂掺入比应按公式(1)计算：

$$\alpha = \frac{m_c}{m_d} \times 100\% \quad (1)$$

式中： α —固化剂掺入比(%)；

m_c —固化剂的质量(kg)；

m_d —固化尾矿所用尾矿的干质量(kg)。

4.3.6 固化剂质量可按下式计算，其中试验尾矿的质量 m_0 不应少于30kg，固化剂的质量按公式(2)计算：

$$m_c = \frac{\alpha m_0}{1 + w_0} \quad (2)$$

式中： m_c —固化剂的质量(kg)；

m_0 —实验用尾矿质量(kg)；

w_0 —试验用尾矿的含水率(%)。

4.3.7 拌合用水量可依据选定的水固比按公式(3)计算：

$$m_w = \mu \frac{\alpha}{1 + w_0} m_0 - \frac{w_0}{1 + w_0} m_0 \quad (3)$$

式中： m_w —实际拌合用水的质量(kg)；

μ —固化剂浆液水固比，根据经验确定。

4.3.8 应根据尾矿的质量、含水量及计算的固化剂质量、用水量掺量进行配合比试验。

4.3.9 配合比试验应采用搅拌机拌制试样，每次试配搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的1/4。

4.3.10 试验标准试件的制作应符合下列规定：

1) 模具内拌合物应高于试模顶面，试模装满后，应轻微敲击试模，用平口刀沿试模顶面刮平试件，并采用保鲜膜覆盖；

2) 应控制拆模时间和标准养护条件下的养护环境，避免试块的损坏。

4.3.11 试验应采用不同配合比同时进行，配合比应符合下列规定：

1) 应采用 3 种配合比进行试验，其中一种配合比的固化剂掺入比为计算的基准值，另外两种配合比的固化剂宜比基准值分别增加和减少 3%~5%；

2) 每种配合比至少应制作 3 组标准试件，并在温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95%以上的标准养护室内进行养护至指定龄期；

3) 每种配合比的性能指标均应满足设计和施工要求，否则应调整配比重新试验。

4.3.12 固化尾矿施工配合比应选择性能满足设计要求且造价更低的配比。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工前应根据工程需要进行下列调研和准备：

- 1) 现场施工条件；
- 2) 施工机械及主要施工设备的数量和规格；
- 3) 固化尾矿的运输路线；
- 4) 施工安全评估。

5.1.2 固化尾矿填筑施工前应根据现场条件制定施工方案。

5.2 流态固化尾矿制备

5.2.1 流态固化尾矿制备与施工设备应包括计量和喂料设备、拌合设备、泵送设备。

5.2.2 原材料进场应符合下列规定：

- 1) 选择与试验相同的尾矿固化剂，并提供合格的检验报告；
- 2) 材料进场后应按本规程第6.1节规定进行进场检验；
- 3) 尾矿固化剂应注意防潮，出现结块的尾矿固化剂不得使用。

5.2.3 原材料的计量应符合下列要求：

- 1) 原材料计量宜采用电子计量设备，设备的精度应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的有关规定；
- 2) 计量设备应定期校准，校准频率宜为每3个月一次；
- 3) 原材料的计量允许偏差应符合表4的规定；

表4 原材料的计量允许偏差

原材料	计量偏差
尾矿固化剂、水	±1%
尾矿	±2%

4) 当施工尾矿和试验尾矿含水量不同时，应根据施工土料的含水量调整拌合用水量。

5.2.4 流态固化尾矿拌合可分为两步：先将尾矿固化剂与一定的水拌合成浆液，再将尾矿固化剂浆液与尾矿进行混合料拌合。流态固化尾矿的制备工艺流程如图1所示。

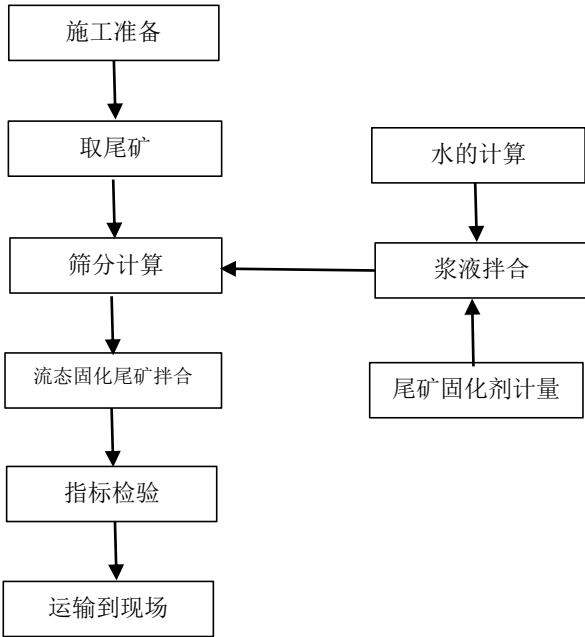


图 1 流态固化尾矿的制备工艺流程

5.2.5 流态固化尾矿的拌合应符合下列规定：

- 1) 流态固化尾矿的拌合可采用现场拌合，也可在拌合站集中拌合，流态固化尾矿运输半径宜在50公里范围之内。现场拌合应根据施工场地和工期选择匹配的拌合设备；
- 2) 混合料应使用专门拌合设备搅拌，拌合设备应符合现行行业标准《建筑施工机械与设备砂浆泵》JB/T 11864的有关规定；
- 3) 流态固化尾矿的拌合应分两步完成，先将水和尾矿固化剂等混合拌合成浆液，然后将浆液和尾矿拌合；
- 4) 每盘流态固化尾矿拌合的最短时间不应少于2 min；
- 5) 考虑夏季炎热长距离运输水分损失，可根据气温因素，提高1%~2%用水量；
- 6) 冬期拌合应采取防冻措施，优先采用加温热水的方法提高拌合物温度，拌合用水温度不宜超过60℃。

5.3 流态固化尾矿填筑与养护

- 5.3.1 非现场拌合的流态固化尾矿宜采用罐车运输至施工现场，固化土的运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的有关规定。
- 5.3.2 流态固化尾矿的填筑方式应根据现场条件确定，可采用泵送或溜槽方式。
- 5.3.3 流态固化尾矿的填筑应符合下列规定：

1) 施工中应严格按照施工方案中平面布置和材料运输路线执行，当调整平面布置和运输路线时，应分析对周边构筑物的安全影响；

2) 填筑前应验算模板和支撑的强度、刚度及稳定性，应检查接缝的密封情况和预埋件的位置；

3) 填筑前应清除施工表面垃圾、树根等杂物，当待充填区有积水时应分析原因并清除积水；

4) 流态固化尾矿搅拌至填筑完成的时间不宜超过4 h；

5) 冬季填筑固化尾矿时，流态固化尾矿的入模温度不应低于5℃，并做好保温措施；

6) 流态固化尾矿应分层填筑，每层填筑的厚度应通过核算，不宜大于2 m，相邻片区填筑高差不宜大于1 m，两次填筑的时间间隔应根据经验或试验确定，且不小于24 h；

7) 当基槽填筑底标高不一致时，应按先深后浅的顺序施工；

8) 大面积地基垫层填筑施工时，应分段对称进行，相接处应做成阶梯状，上下层的错缝距离不应小于1 m；

9) 泵送施工时，出料不得直接冲击地下室外墙和支护结构；

10) 流态固化尾矿流动度小于80 mm时，填筑后应进行振捣；

11) 流态固化尾矿填筑应做好施工记录，施工表格包括填筑申请表、填筑记录、隐蔽工程验收记录、质量验收记录。

5.3.4 流态固化尾矿的养护应符合下列规定：

1) 每一层填筑完或顶层填筑完后，应对流态固化尾矿进行养护；

2) 流态固化尾矿的养护可采用浇水或覆盖保湿，采用塑料薄膜覆盖养护时，固化尾矿表面应覆盖严实，并保持膜内有凝结水；

3) 顶层流态固化尾矿养护时间不得少于7 d；

4) 冬季应增加保温养护措施。

6 质量检验与验收

6.1 原材料质量检验

6.1.1 尾矿固化剂进场时，应有验收合格文件。

6.1.2 原材料进场时应进行检验，检验样品应随机抽取。

6.1.3 原材料的检验批次应符合下列规定：

1) 尾矿固化剂应按每500t为一个检验批，当不足上述数最时，按一批进行检验；

2) 拌合用水应按同一水源不少于1个检验批；

3) 尾矿应按每10000m³为1个检验批；

4) 每个检验批不应少于3组试样。

6.1.4 原材料的要求和检验方法应符合本规程第4.2节的规定。

6.2 流态固化尾矿拌合性能检验

6.2.1 拌合性能应满足设计要求。

6.2.2 拌合性能检验应在拌合地点和填筑地点分别进行，若采用现场拌合可只进行一次检验。

6.2.3 一个检验批的样本容量应为连续的3组试件。

6.2.4 流态固化尾矿流动度的检验应符合下列规定：

1) 流动度的检验按每拌合200m³取样不得少于1批次，每工作班拌制不足200m³时，取样不得少于1批次，且每段、每一层取样不得少于1批次；

2) 流动度指标应符合本标准第4.3节的规定；

3) 流态固化尾矿流动度的测定方法可按现行行业标准JG/T 985《地面用水泥基自流平砂浆》执行。

6.3 硬化性能检验

6.3.1 流态固化尾矿硬化性能指标应符合设计要求，硬化性能指标应包括抗压强度、渗透系数等。

6.3.2 流态固化尾矿立方体抗压强度可采用留置同条件试块进行抗压强度试验，也可现场取芯进行强度试验。

6.3.3 流态固化尾矿抗压强度评价指标可采用试块最低抗压强度，且应符合本标准设计要求。

6.3.4 流态固化尾矿立方体抗压强度试验的试件留置数量应符合下列规定：

1) 同一配合比连续填筑少于或等于400m³时，每200m³制取一组试件；

2) 同一配合比连续填筑大于400m³时，每400m³制取一组试件。

6.3.5 流态固化尾矿立方体抗压强度试验的检验方法可按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081的有关规定执行。

6.3.6 抗水渗透试验时，同一配合比的试样留置数量不应少于6组。

6.3.7 流态固化尾矿的抗水渗透试验可按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的有关规定执行。

6.3.8 当留置试块抗压强度不合格时，应增加现场取芯，并以取芯试验强度作为最终固化尾矿强度评判依据。

6.4 施工质量验收

6.4.1 流态固化尾矿的施工质量验收应符合下列规定：

1) 原材料、成品应具有完整的检验资料；

2) 填筑应按本标准规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成文件；

3) 质量验收资料应包括：

① 尾矿固化剂出厂质量证明文件和复试检测报告；

② 流态固化尾矿的配合比；

③ 流态固化尾矿填筑申请表；

④ 流态固化尾矿填筑记录；

⑤ 隐蔽工程验收记录；

⑥ 强度检测报告；

⑦ 施工照片；

⑧ 质量验收记录。

6.4.2 检验批应符合下列规定：

1) 主控项目的质量检验应全部合格；

2) 一般项目检验的合格率应达到80%以上，且有指标要求的项目其不合格点的最大偏差值不应大于规定允许偏差值的1.5倍；

3) 施工质量检查记录应完整。

6.4.3 当工程质量验收不合格时，施工单位应进行缺陷修补或返工，并重新进行质量检验与验收。

附录 A 流态固化尾矿填筑申请表

表 A 流态固化尾矿填筑申请表

流态固化尾矿填筑概述		资料编号	
工程名称		申请填筑时间	年 月 日
申请填筑部位		申请方量 (m³)	
技术要求		强度等级	
搅拌方式 (搅拌站名称)		申请人	
依据：施工图纸（施工图纸号_____）、设计变更/洽商（编号_____）及有关规范、规程。			
施工准备检查		专业工长（质量员）签字	备注
1.隐检情况：□已检 □未完成隐检			
2.模板检验批：□已检 □未完成验收			
3.水电预埋情况：□已检 □未完成并未经检查			
4.施工组织情况：□已检 □未完备			
5.机械设备准备情况：□已检 □未准备			
6.保温及有虽准备：□已检 □未准备			
审批意见： 审批结论：□同意填筑 □整改后自行填筑 □不同意，整改后重新申请 审批人：_____ 审批日期： 年 月 日 施工单位名称：_____			

注：1 本表由施工单位填写
2 “技术要求”栏应依据固化尾矿合同的具体要求填写。

附录 B 流态固化尾矿填筑记录

表 B 流态固化尾矿填筑记录

流态固化尾矿填筑记录				资料编号			
工程名称							
施工单位							
填筑部位					设计强度		
填筑开始时间		年 月 日 时			填筑完成时间	年 月 日 时	
天气情况			室外气温 (°C)		固化尾矿完成数量 (m³)		
固化尾矿来源	预拌固化尾矿	生产厂家				供料强度	
		运输单编号					
	自拌流态固化尾矿 开盘鉴定编号						
实测流动度 (mm)			出盘温度 (°C)		入模温度(°C)		
试件留置种类、数量、编号							
流态固化尾矿填筑中出现的问题及处理情况							
施工负责人				填表人			

注：本表由施工单位填写。

附录 C 隐蔽工程验收记录

表 C 隐蔽工程验收记录

隐蔽工程验收记录		资料编号			
工程名称					
隐检项目		隐检日期		年 月 日	
隐检部位					
隐检依据：施工图图号_____,设计变更/洽商（编号_____）及有关国家现行标准等。主要材料名称及规格/型号_____。					
隐检内容： 影像资料的部位、数量： 申报人：					
检查意见： 检查结论： ☐ 同意隐蔽 ☐ 不同意，修改后进行复查					
复查结论： 复查人： 复查日期： 年 月 日					
签字 栏	施工单位		专业技术负责人		专业质检员
	监理（建设）单位		专业监理工程师		

注：本表由施工单位填写，并附影像资料。

附录 D 流态固化尾矿质量验收记录

表 D.1 流态固化尾矿质量验收记录(一)

流态固化尾矿检验批质量验收记录（一）			资料编号			
单位工程名称			分部工程名称			
分项工程名称			验收部位			
施工单位			项目经理			
分包单位			分包项目经理			
施工执行标准名称及编号						
施工质量验收标注的规定			施工单位检查记录		建设（监理）单位验收记录	
主控项目	1	尾矿				
	2	尾矿固化剂				
	3	水				
	4	配合比				
施工单位检查结果			专业工长 (施工员)		施工组长	
			项目专业质量检查员： 年 月 日			
监理（建设）单位验收结论			专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)： 年 月 日			

注：本表由施工单位填写。

表 D.2 流态固化尾矿质量验收记录（二）

流态固化尾矿检验批质量验收记录（二）				资料编号		
单位工程名称				分部工程名称		
分项工程名称				验收部位		
施工单位				项目经理		
分包单位				分包项目经理		
施工执行标准名称及编号						
施工质量验收标注的规定				施工单位检查记录	建设（监理）单位验收记录	
主控项	1	流态固化尾矿强度				
	2	流态固化尾矿养护				
一般项目	1	填筑方式				
	2	流态固化尾流动度				
	3	每盘称重偏差				
施工单位检查结果			专业工长 （施工员）		施工组长	
			项目专业质量检察员： 年 月 日			
监理（建设）单位验收结论			专业监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日			

注：本表由施工单位填写。

用 词 说 明

为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

ICS 93.080.01
CCS Q10

DB 3405

马 鞍 山 市 地 方 标 准

DB XX/T XXXX-XXXX

流态固化尾矿应用回填工程技术规程
Technical specification for application of fluid solidified tailings in backfill
engineering

条文说明

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

马鞍山市市场监督管理局 发布

目 录

1 总则..... 22

2 规范性引用文件..... 23

3 术语和定义..... 24

4 设 计..... 25

5 施工..... 26

6 质量检验与验收..... 27

Contents

1 General Provisions.....22

2 Normative References23

3 Terms and Definitions24

4 Design 25

5 Construction.....26

6 Quality Inspection and Acceptance.....27

1 总 则

1.1 条文阐明了制定本技术规程的目的。旨在对预拌流态固化尾矿填筑技术的应用予以规范，确保在实际运用中，该技术能够达成安全适用的要求，具备先进性，在经济层面合理可行，且能够切实保障工程质量。

1.2 条文规定了本技术规程的适用范围。它涵盖建设工程中预拌流态固化尾矿填筑的设计、施工和验收环节。同时，适用范围进一步拓展到采空区、地面塌陷空洞、废弃地下空间、溶洞的充填，以及基槽、房心土、管道沟槽等的回填工程。

1.3 本规程架构明晰，“总则”阐明制定目的、适用范畴等基础要点。“规范性引用文件”罗列编制依据，确保与行业规范契合。“术语和定义”统一专业术语理解。“设计”、“施工”、“质量检验和验收”分别针对工程关键环节予以详细规定，各部分相互关联，构成完整技术体系。

1.4 条文强调了预拌流态固化尾矿填筑设计和施工的原则。设计与施工过程需综合考量地质条件，如土壤特性、地下水位等；环境条件，包括周边建筑物分布、生态环境要求等；建（构）筑物结构类型和设计条件，像建筑的功能、荷载要求等；基坑支护形式，如采用何种支护方式确保施工安全，以及工期等因素。只有充分结合这些因素，因地制宜地开展工作，才能保证工程顺利推进并达到预期效果。

1.5 条文明确了本规程遵循要求。在预拌流态固化尾矿填筑的设计、施工和验收过程中，不仅要严格符合本规程所规定的各项内容，还必须遵循国家现行有关标准以及现行行业有关标准的规定。

2 规范性引用文件

本条文列出了本技术规程所引用的一系列标准。这些标准涵盖多方面内容，标注日期的标准，仅特定版本适用于本规程，而未标注日期的，其最新版本为本规程所用。

其中，GB36600 关乎土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控；GB/T 50080-50082分别针对混凝土拌合物性能、物理力学性能、长期性能和耐久性能的试验方法作出规范；GB/T 50123是土工试验方法标准；GB 50164用于混凝土质量控制；GB 6566规定建筑材料放射性核素限量；GB/T 9142与GB/T 10171涉及建筑施工机械与设备中混凝土搅拌机、搅拌站（楼）的标准。

这些标准为预拌流态固化尾矿填筑技术在材料质量把控、试验方法、施工设备要求、地基处理等多方面提供依据，确保整个技术规程在实际应用中有全面且准确的标准可依。

3 术语和定义

3.1.1 尾矿是矿石经过选矿这一工艺流程后所剩余的部分，尾矿主要来源于金属矿山和非金属矿山的选矿过程。金属矿山如铁矿、铜矿、金矿等，这些尾矿中可能含有一些残留的金属元素，但由于含量较低或目前技术经济条件限制，难以继续回收利用。非金属矿山如石灰石矿、白云石矿、高岭土矿等，选矿后的尾矿则主要是一些脉石矿物或其他杂质。

3.1.2 流态固化尾矿是通过将尾矿固化剂、尾矿和水按照特定比例进行混合拌匀来制备的。流态固化尾矿拌合物要具有一定的流动性，能够在一定程度上像流体一样流动，便于运输和施工操作。流态固化尾矿凝固后能达到一定的力学强度，这表明它在经过一段时间的凝固后，能够形成具有一定承载能力和稳定性的固体结构。

3.1.3 尾矿固化剂主要功能是将原本松散的尾矿颗粒通过胶结作用，使其成为一个具有一定力学强度和稳定性的整体结构。尾矿固化剂是以活性氧化硅、氧化铝为主要成分的水硬性胶凝材料。活性氧化硅和氧化铝具有较高的化学活性，在与水和尾矿混合后，活性氧化硅和氧化铝会发生一系列复杂的水化反应和化学反应，形成稳定的硅酸钙和铝酸钙等水化产物。这些水化产物具有良好的胶结性能，能够将尾矿颗粒紧密地粘结在一起，从而形成坚固的固体体。

3.1.4 尾矿固化剂掺入比是一个衡量尾矿固化过程中尾矿固化剂使用量相对多少的指标，通过比较掺入的尾矿固化剂质量和被搅拌的干尾矿质量来确定两者之间的比例关系。

3.1.5 水固比即水与尾矿固化剂之间质量关系的一个指标。它明确了在固化尾矿的过程中，水固比的计算方法是将水的质量除以尾矿固化剂的质量。

3.1.6 流动度是用于衡量尾矿固化剂和尾矿拌合物流动性能的一个指标。它描述的是拌合物在自身重力作用下能够流动的程度，通过这个指标可以直观地了解拌合物在实际应用中的流动特性。

3.1.7 无侧限抗压强度抗压强度是衡量流态固化尾矿力学性能的关键指标，它反映了固化尾矿在受到轴向压力时的承载能力，通过测定单位面积上所能承受的最大压力值，来评估流态固化尾矿的强度特性。

4 设计

4.1.1 明确此技术可用于采空区等多种空间的充填及地基加强体等项目回填。

4.1.2 指出设计施工前要调研尾矿与尾矿固化剂，就近取材并利用本地工业固废，还需开展配合比实验确定影响强度因素。

4.1.3 说明立方体抗压强度与流动度是主要控制指标。

4.1.4 规定标准养护下边长70.7 mm试样28 d抗压强度，无设计要求时不宜小于0.2 MPa、作为换填的流态固化尾矿强度一般不超过0.4 MPa，且体积稳定性合格，满足28 d收缩率 $\leq 0.3\%$ 。

4.2.1 规定尾矿用于工程时，可选粗粒、细粒、全尾，指工业及建筑砂石用途外的选矿废弃物。要求其有机质含量不超5%，粒径适配拌合设备；流态固化尾矿重金属含量应满足现行国家标准GB 36600规定的二类用地筛选值的限值要求，重金属浸出量符合GB/T 30760相关规定；放射性符合GB 6566规定。施工前需检测尾矿固化材料的有机质、重金属浸出与放射性，达标才能使用，以保障工程安全与环境健康。

4.3.2 条文主要针对有抗渗设计的建筑物地下室，明确肥槽回填流态固化尾矿时，其渗透系数需满足设计要求，以保证达到密实效果，这是保障地下室防水性能的关键要求。

4.3.3 条文规定了流态固化尾矿配合比设计的具体流程。首先要确定原材料并开展复配试验，接着确定尾矿固化剂掺入比与掺入量，依据水固比算出拌合用水量，然后进行试配，最终确定施工配合比，这一系列步骤确保配合比设计科学合理。

4.3.4 条文强调配合比试验前准备工作的重要性，即明确所需原材料并对其进行全面检验，涵盖尾矿粒径与有机质含量、尾矿固化剂物理及性能指标、水的化学指标等，只有检测结果符合第4.2节规定，才能用于后续试验及施工。

5 施 工

5.1.1 条文指出施工前需针对现场施工条件、施工机械及主要设备的数量规格、流态固化尾矿运输路线以及施工安全评估等方面开展调研与准备工作，为后续施工顺利进行奠定基础。

5.1.2 强调在流态固化尾矿填筑施工前，要依据现场实际条件制定施工方案，确保施工过程有章可循。

5.2.1 明确流态固化尾矿所需设备，包括计量和喂料设备、拌合设备、泵送设备，保证施工设备的完整性。

5.2.2 对原材料进场作出规定，需选择与试验一致的尾矿固化剂并提供合格检验报告，进场后按标准进行检验，同时尾矿固化剂要妥善储存并防潮，结块的不可使用。

5.2.3 规定原材料计量要求，宜用符合精度标准的电子计量设备，定期校准(每3个月一次)，且计量允许偏差应符合表4的规定，以保障计量的准确性。

5.3.1 明确非现场拌合的流态固化尾矿运输要求，采用混凝土罐车运输，并遵循《混凝土质量控制标准》GB 50164，确保运输过程中质量可控。

5.3.2 规定应依据现场实际条件选择流态固化尾矿的填筑方式，如泵送或溜槽，保障施工的可行性。

5.3.3 从多方面规范填筑过程：施工严格按方案执行，调整需评估安全影响；填筑前全面检查模板、支撑、杂物、积水等情况；控制搅拌至填筑完成时间，冬季注意入模温度与保温；分层填筑并控制厚度、高差及间隔时间；不同底标高按先深后浅施工，大面积垫层对称分段；泵送时避免冲击外墙与支护结构；流动度不足时进行振捣；同时做好各项施工记录。

5.3.4 规定流态固化尾矿的养护要求，每层或顶层填筑后都需养护，可浇水或覆盖保湿，顶层养护时间不少于7天，保证流态固化尾矿性能稳定。

6 质量检验与验收

6.1.1 要求尾矿固化剂进场需附带验收合格文件。

6.1.2 强调原材料进场检验样品应随机抽取。

6.1.3 明确各类原材料检验批次，如尾矿固化剂按 500t 一批，拌合用水按同一水源，拌合用尾矿按 10000m³ 一批，且每批不少于3组试样。

6.1.4 规定检验要求和方法遵循第4.2节。

6.2.1 指出拌合性能要契合设计要求。

6.2.2 说明需在拌合与填筑地点分别检验，现场拌合可一次检验。

6.2.3 确定一个检验批样本容量为连续3组试件。

6.2.4 规定流态固化尾矿拌合物流动度检验频次、指标及测定方法。

6.3.1 表明硬化性能指标如抗压强度、渗透系数等应符合设计。

6.3.2 说明抗压强度检测方式。

6.3.3 明确抗压强度评价指标。

6.3.4 规定抗压强度试验试件留置数量。

6.3.5 - 6.3.7 分别阐述抗压强度、抗水渗透试验方法及试样留置数量。

6.3.8 说明试块抗压强度不合格时的处理办法。

6.4.1 规定验收时原材料、成品要有完整检验资料，施工各工序需自检并形成文件，同时列出质量验收资料清单。

6.4.2 明确检验批主控项目、一般项目合格标准及施工质量检查记录要求，工程质量不合格时施工单位需修补或返工并重检。