

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 185—2026

金属非金属深井矿山充填管道输送系统工 程技术规范

Technical specification for filling pipeline transportation system in deep mine

2026-07-13 发布

2026-07-14 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

公布日期：2026-07-19 15:28:15 下载时间：2026-07-19 15:28:15

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

4 总体要求 1

5 系统设计 2

6 管材及设备选型 2

7 施工与验收 3

8 运行管理 4

9 安全应急 4

附录 A （资料性） 深井充填管道巡检及检修周期表 6

附录 B （资料性） 深井充填管道常见故障及处置对照表 7

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京科技大学、山东理工大学、首钢滦南马城矿业有限责任公司、首钢集团有限公司矿业公司、山东杰控电气技术有限公司。

本文件主要起草人：尹升华、李公成、徐平、陈勋、王雷鸣、陈威、张金华、赵继忠、陈国瑞、杨晓炳、诸利一、李希雯、马超、贾强、曾佳路。

本文件首次发布。



金属非金属深井矿山充填管道输送系统工程技术规范

1 范围

本文件规定了深井矿山充填管道输送系统的总体要求、系统设计、管材及设备选型、施工与验收、运行管理、安全应急等技术要求。

本文件适用于金属非金属深井矿山高浓度充填、膏体充填管道输送系统的建设与运维，常规水力充填、块石胶结充填、高水材料充填等输送工艺可参照执行，非深井矿山充填管道输送系统可参照执行。

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 175 通用硅酸盐水泥
GB 16423 金属非金属矿山安全规程
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
GB/T 39489 全尾砂膏体充填技术规范
GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
GB/T 50123 土工试验方法标准
GB/T 51450 金属非金属矿山充填工程技术标准
JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

3 术语和定义

GB/T 39489与GB/T 51450界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

膏体充填料浆 paste filling slurry

由充填骨料、胶凝材料、外加剂与水搅拌而成且呈现结构流特征的膏状均质流体。

3.2

高浓度充填料浆 high concentration filling slurry

由充填骨料、胶凝材料、外加剂与水搅拌而成且具备弱结构流特征，介于常规水力充填料浆与膏体充填料浆之间的高固含两相流体。

3.3

深井矿山 deep mine

地表充填料浆入料口至开采中段底板垂直距离大于800m的矿山。

3.4

充填管道输送系统 filling pipeline transportation system

由充填制备站供压系统、地表输送管路、井筒或钻孔垂直管路、井下水平及倾斜管路、阀门组件、缓冲装置、监测仪表、清堵设备、稳压设备及附属支护固定装置组成，用于将充填浆料输送至井下采空区的成套系统。

4 总体要求

4.1 深井矿山充填管道输送系统设计、建设、运维应遵循安全优先、稳压减磨、低堵低耗、智能可控、运维便捷的原则，应适配深井高压、大落差、长距离输送工况。

- 4.2 深井矿山充填管道输送系统应满足连续、间歇两种充填作业模式，应适配尾砂、粗骨料、胶凝材料等多种充填物料输送需求。
- 4.3 所有设备、管材、配件应符合矿山安全标准，不应将不合格产品投入使用。
- 4.4 深井充填管路工作压力应根据矿井垂深、浆料属性、输送距离精准核算，系统设计压力不应小于最大工作压力的 1.5 倍。
- 4.5 井下管路作业环境温度应适配 $5^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\geq 85\%$ 的环境，管材及配件应具备防锈、防腐、耐潮湿老化性能。
- 4.6 输送料浆宜选择高浓度充填料浆或膏体充填料浆。
- 4.7 胶凝材料宜采用与充填骨料适配性良好的硅酸盐水泥、胶固粉等，水泥质量应符合 GB 175 的规定；水泥胶砂强度检验应按照 GB/T 17671 执行。
- 4.8 充填用骨料应符合 GB/T 39489 和 GB/T 51450 的有关规定。
- 4.9 充填用废石、砂石等粗骨料质量及检验方法宜参照 JGJ 52 执行。
- 4.10 充填用水应符合 GB/T 51450 的有关规定。

5 系统设计

5.1 整体布局

- 5.1.1 输送管路应减少垂直落差突变、水平急弯、变径频次。
- 5.1.2 宜设置双管路冗余系统，一用一备，保障检修、故障时充填作业不中断；中小型、资源近枯竭的矿山可根据实际情况选择是否设置备用管路。
- 5.1.3 地面管路、井筒或钻孔垂直管路、井下主干管、采场支管应分级布置、逐级减压、分级管控，单段管路不应承受全落差静压。
- 5.1.4 地面充填管路宜安设三通阀或其他排料阀、放气孔，管道应采取保温防冻措施；垂直管路底部应设卸料阀，附近应设排料池。
- 5.1.5 井筒垂直管道或钻孔垂直管道倾斜度应小于 0.3%，且具有固管措施。
- 5.1.6 垂直管路变坡、转弯、水平衔接位置宜配备缓冲减压装置。

5.2 输送系统

- 5.2.1 宜采用坍落度实验、扩展度实验、流变实验、管道输送实验等确定充填料浆的流动性能，相关实验应参照 GB/T 51450、GB/T 50080、GB/T 50123 和 JGJ/T 70 的有关规定执行；宜根据浆料浓度、密度、扩展度、坍落度、屈服应力、塑性粘度等参数计算管路沿程阻力、局部阻力，确定充填料浆泵压输送或者自流输送方式，核定管径、输送压力、流速等参数。
- 5.2.2 深井大落差管路宜进行水锤校核，配置水锤消除、减压缓冲装置，抑制启停泵、启停充填产生的瞬时高压冲击。
- 5.2.3 不同中段采场充填宜设置独立调压、控流装置，实现多中段差异化稳压输送。

5.3 辅助系统

- 5.3.1 应配套冲洗水洗管系统或风水联动洗管系统、清堵系统、排气系统，充填结束管路宜自动冲洗、管内积气自动排出、堵管快速疏通。
- 5.3.2 应配套在线监测系统，实时监测管路压力、流量、温度、声音等关键参数。
- 5.3.3 井下管路最低点、转弯处应设置排渣口，最高点应设置排气阀，规避积气、积渣引发的堵管、爆管问题。
- 5.3.4 应配套设置专用供电系统，满足管路沿线泵压设备、监测仪表、自控阀门、冲洗装置等用电设备供电需求，电气配置应符合矿山电气安全相关规定，适配深井高温高湿作业环境。
- 5.3.5 应配套完善的通讯联络系统，实现地面充填制备站、井下各中段、采场作业面之间的语音通信和数据传输。

6 管材及设备选型

6.1 管材

6.1.1 水平主管路、垂直主管路、高压段管路应选用超高耐磨复合钢管或双金属耐磨管，耐压等级应根据计算压力的 1.5 倍进行选择，最小壁厚不应低于 8mm。

6.1.2 井下水平支管、低压段管路可选用轻便的低压管，耐压等级应根据计算压力的 1.5 倍进行选择。

6.1.3 转弯、变径、三通等易磨损配件，宜采用加厚耐磨定制配件，耐磨层厚度不小于 5mm。

6.2 阀门与控制设备

6.2.1 高压段主控阀门应选用耐磨闸阀、球阀，应具备远程电控、手动双重控制功能，耐压等级应高于管路设计压力的 1.5 倍以上。

6.2.2 管路应配置泄压阀、止回阀、排气阀，杜绝负压回流、瞬时超压、管内积气。

6.2.3 各中段分支管路宜设置独立调节阀、截止阀，实现单采场独立启停、流量调控。

6.3 输送与辅助设备

6.3.1 泵送系统应配备变频调速装置，实现流量、压力精准调节，适配不同工况输送需求。

6.3.2 系统应配置专用管路冲洗泵或其他高压清堵设备。

6.3.3 缓冲减压装置应安装于垂直管道底部、管路变坡点、长距离直管中段，降低管路冲击荷载。

6.4 监测设备

6.4.1 主管管路应布设压力传感器、流量传感器、浓度传感器，宜配备温度、声音等监测系统，数据实时上传充填集中控制平台。

6.4.2 关键磨损点位宜人工定期检测壁厚或安装管壁厚度在线监测设备，实现磨损超限预警。

6.4.3 应配套故障报警、超压联锁停机装置，出现超压、堵管、流量异常时应自动报警、紧急停机泄压及清管。

6.4.4 长距离管段及环境复杂管段应配备固定式或移动式多参数监测装置。

7 施工与验收

7.1 施工准备

7.1.1 施工前应完成管路线路复核、巷道支护检查、设备进场检验，所有管材、配件、设备应查验合格证、检测报告，瑕疵产品不应进场施工。

7.1.2 施工前应清理巷道施工区域杂物、浮石，保障施工空间安全，落实井下通风、防尘、防坠措施。

7.2 管路安装要求

7.2.1 水平管路坡度宜控制在 0.2%~0.5%，朝向排渣、排水方向倾斜，避免积水积渣；垂直管路偏斜度应小于 0.3%，宜分段设置缓冲减压装置，每段垂直高差不宜超过 300m~400m；倾斜管道应按输送工艺设置合理坡度，不得产生局部倒坡积料。

7.2.2 钻孔垂直管道应采用高标号水泥浆高压灌注固定，井筒或其他垂直管路固定间距不应大于 3m，水平管路和倾斜管路固定间距不应大于 4m，在软弱岩层段应增设混凝土基座或防沉降支架，转弯、变径、阀门位置应增设加固支架，支架焊接、锚固牢靠，大倾角倾斜管应增设抗下滑约束装置，适配深井震动、地压变形工况。

7.2.3 管路法兰连接应密封严密，垫片应选用耐高压、耐腐蚀专用密封件，所有螺栓应均匀紧固、无松动、无渗漏。

7.2.4 管路对接焊缝应平整无气孔、裂纹、夹渣，高压段管路焊缝应进行无损探伤检测。

7.2.5 管路安装完成后应分区标识，标注压力等级、流向、所属中段、设备编号。

7.3 附属设施安装

7.3.1 缓冲减压装置、阀门、监测仪表安装位置应精准，操作空间充足，便于后期检修维护。

7.3.2 排气阀应安装于管路最高点，排料口、排料阀应安装于管路最低点及低洼积料区域。

7.3.3 井下外露管路、阀门应做好防护，规避矿岩撞击、巷道变形挤压损坏管路。

7.4 系统调试与验收

- 7.4.1 管路安装完成后应依次开展外观检查、水压试验、空载试运行、带料试运行。
- 7.4.2 水压试验压力宜为系统设计压力的 1.2 倍，保压时长不应少于 30min，管路无渗漏、压力无明显下降为合格。
- 7.4.3 空载试运行时长不应少于 2h，检查阀门启闭、仪表监测、设备运行状态，无卡顿、无异常震动、无数据偏差为合格。
- 7.4.4 带料试运行应采用低浓度浆料逐步升压调试。升压应分级缓慢进行，当压力升至设计压力的 30%、50%、70%时，稳压不应少于 15min，并对管路系统进行全面检查，确认无泄漏、无异常震动后方可继续升压。达到设计压力后，稳压不应少于 30min，确认系统运行正常。带料试运行总时长不少于 24h，验证系统流量、压力、流速稳定性，排查堵管、渗漏、超压隐患。
- 7.4.5 系统调试合格后开展竣工验收，验收资料应包含设计图纸、设备合格证、检测报告、调试记录、施工记录等。
- 7.4.6 竣工验收核心指标应包含管路密封无渗漏、设备运行稳定、监测数据精准、保护联锁功能有效、管路布局符合设计要求等。
- 7.4.7 验收合格后方可正式投入生产运行，验收不合格应整改复检，直至达标。

8 运行管理

8.1 作业规范

- 8.1.1 充填作业人员应持证上岗，岗前完成专项培训，熟悉深井充填系统操作、故障识别、应急处置流程。
- 8.1.2 充填作业应遵循“先引、后送料、先停料、后冲洗”的操作流程，不应直接启停浆料输送。
- 8.1.3 作业过程中应实时监控管路压力、流量、设备运行参数，不应超压、超速、超负荷运行。
- 8.1.4 浆料配比应严格按照设计标准执行，避免混入大块物料及杂物，保证浆料均匀稳定。

8.2 日常巡检

- 8.2.1 应建立每班巡检制度，重点检查管路接口、阀门、支架、监测设备有无渗漏、松动、变形、损坏。
- 8.2.2 应每日记录系统运行压力、流量、输送流量、设备工况、管路磨损情况，形成运行台账。
- 8.2.3 特殊情况下应增加巡检频次，重点排查管路变形、渗漏隐患。管路巡检及检修周期可参照附录 A 执行。

8.3 运行管控

- 8.3.1 应定期校准压力、流量等监测仪表，保证监测数据准确可靠。
- 8.3.2 系统停机 1-2h 内，宜进行冲洗；超过 2h，应完成管路彻底冲洗，清除管内残留浆料，防止干结堵管。
- 8.3.3 三通阀门应定期专项清理，清除阀体及阀芯内部积存的残留浆料和结垢，确保阀门换向灵活、密封严实。

9 安全应急

9.1 安全要求

- 9.1.1 充填作业区域应设置警示标识、防护围栏，无关人员不应进入作业区域。
- 9.1.2 人员不应长时间停留在井下管路爆管、漏浆隐患区域，检修作业时应停机泄压、切断电源。
- 9.1.3 系统超压、故障报警时应立即停机泄压，排查故障后方可重启作业，不应带故障运行。
- 9.1.4 高空管路检修、井筒管路作业应落实防坠落、防坠物安全措施。常见故障类型及处置措施详见附录 B。

9.2 堵管处置

- 9.2.1 系统出现流量骤降、压力突升、温度及声音异常时应立即停机，不得强行加压输送。
- 9.2.2 应开启管路泄压阀泄压，宜通过高压清水分段冲洗、专用清堵设备疏通管路。
- 9.2.3 堵管疏通完成后应彻底冲洗管路，检查管路磨损、变形情况，确认无隐患后方可恢复作业。

9.3 漏浆、爆管处置

- 9.3.1 发现管路漏浆、爆管时应立即紧急停机、泄压，切断浆料输送。
- 9.3.2 应快速疏散作业人员，隔离故障区域，清理泄漏浆料，排查管路破损原因。
- 9.3.3 应及时更换破损管路及配件，试压验收合格后，方可重启系统运行。

9.4 设备故障处置

- 9.4.1 泵组、阀门、监测设备故障时应立即停机检修，启用备用管路及设备，保障充填作业有序开展，做好故障记录与复盘整改。

9.5 系统性应急预案

- 9.5.1 矿山应针对充填管道输送系统可能发生的堵管、爆管、漏浆、水锤冲击、供电中断、通信中断、设备故障等事故类型，编制系统性应急预案。
- 9.5.2 应急预案应定期修订完善，宜每半年组织一次应急演练，演练记录存档备查，并根据演练结果对预案进行优化改进。

9.6 井下作业保护

- 9.6.1 深井充填管道巡检、检修作业前应评估作业区域温度、湿度及通风状况，确保作业环境符合 GB 16423 要求。
- 9.6.2 井下作业区域应设置临时休息点并配备防暑降温物资，发现作业人员出现头晕、恶心、胸闷等中暑前兆症状时，应立即停止作业、转移至通风降温区域休息，必要时升井就医。
- 9.6.3 高温高湿区段管路巡检宜采用在线监测与人工巡检相结合的方式，减少人员进入频次和停留时间，条件允许时宜采用无人机或机器人辅助巡检。

附 录 A
(资料性)
深井充填管道巡检及检修周期表

检修项目	巡检周期	检修内容
管路外观及密封	每班	检查渗漏、变形、松动、破损
阀门及操控部件	每日	检查启闭灵活性、密封性、操控有效性
监测仪表	每周	校准精度，排查故障，清理积尘
管路壁厚检测	每月	检测易磨损点位壁厚，记录磨损数据
系统整体性能校验	每年	水压试验、设备性能检测、系统参数校核
季度检修	每季度	全面检查管路支架、焊缝、防腐

公 布 日 期：2026-07-19 下 载 时 间：2026-07-19 15:28:15



全国团体标准信息平台

附录 B
(资料性)

深井充填管道常见故障及处置对照表

故障类型	故障现象	主要成因	处置措施
管路堵管	流量下降、压力突升、温度及声音异常、无浆料输出。	流速过低、浆料干结、杂物堵塞、管内积气。	停机泄压、分段清水冲洗、机械清堵，冲洗校验后重启。
管路漏浆	管路接口、管壁浆料渗漏。	密封老化、管壁磨损、螺栓松动、超压运行。	停机泄压，更换密封件或管材，紧固配件，试压验收。
管路爆管	管壁破裂、大量漏浆、压力骤降。	瞬时水锤超压、管壁磨损超标、管材选型偏小。	紧急停机疏散人员，更换管材，优化减压缓冲方案。
压力异常波动	管路压力忽高忽低、运行不稳定。	浆料配比不均、阀门故障、积气积渣。	调整浆料配比，检修阀门，排气排渣，校准压力参数。
水锤冲击	管道剧烈振动、发出沉闷撞击声、压力表指针瞬间大幅摆动、管接头松动或渗漏。	阀门启闭过快、泵突然停机或启动、管路内流速突变、空气未排尽。	缓慢启闭阀门，安装水锤消除器或缓闭止回阀，优化泵的启停程序、定期排气。