

# T/GRM

## 中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 075—2023

### 煤矿井下防水密闭墙注浆加固技术规范

Technical specification for grouting reinforcement of waterproof sealed walls in coal mine

2023 - 11 - 29 发布

2023 - 11 - 29 实施

## 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.....	2
5 设计.....	2
6 施工.....	2
7 验收.....	3
8 运行.....	3
附录 A（资料性） 防水密闭墙围岩等级划分方法.....	4
附录 B（资料性） 单层结构防水密闭墙施工与围岩注浆加固方法.....	5
附录 C（资料性） 复合结构防水密闭墙施工与注浆加固方法.....	7
参考文献.....	9

## 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。

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：陕西陕煤曹家滩矿业有限公司、中国矿业大学、神东天隆集团工程建设有限公司、陕西煤业股份有限公司、六盘水师范学院。

本文件主要起草人：李增林、陈梁、华照来、曹悦、范立民、陈永光、马立强、王锐、孙强、吴长俊、李涛、王嗣桐、高颖、李强、孙魁、魏冰、吴永辉、冯秀娟、张志涛、陈海富。

本文件为首次发布。

# 煤矿井下防水密闭墙注浆加固技术规范

## 1 范围

本文件规定了煤矿井下防水密闭墙注浆加固的总体要求、设计、施工、验收及运行等。  
本文件适用于煤矿井下防水密闭墙注浆加固。

## 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/T 14157 水文地质术语

GB/T 14498 工程地质术语

GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50213 煤矿井巷工程质量验收规范

GB 50215 煤炭工业矿井设计规范

GB/T 50451 煤矿井下排水泵站及排水管路设计规范

AQ 1116 煤矿加固、堵水、充填和喷涂用高分子材料通用安全技术规范

AQ 1117 煤矿井下注浆用高分子材料安全使用管理规范

## 3 术语和定义

GB/T 14157和GB/T 14498界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 防水密闭墙 Waterproof sealed wall

在采掘工作面回采结束等情况下，在巷道适当位置砌筑的用于堵水或永久密闭堵水的防水设施。

### 3.2 掏槽 Slotting

在巷道围岩内挖设凹槽，经浇筑以及整体注浆加固后，使防水密闭墙与巷道围岩成为一体，增大防水密闭墙抗水压力的技术手段。

### 3.3 安全水压 Secure hydraulic pressure

不致引起防水密闭墙破坏的最大允许水头压力。

### 3.4 注浆压力 Grouting pressure

注浆时克服浆液流动阻力并使浆液扩散一定范围需要的压力。

### 3.5 围岩压力 Surrounding rock pressure

引起地下开挖空间周围岩体和支护变形或破坏的作用力。

### 3.6 密闭墙结构 Waterproof sealed wall structure

防水密闭墙的建筑样式。

## 4 总体要求

- 4.1 煤矿防水密闭墙注浆加固方案设计、施工以及验收应遵循绿色低碳的原则。
- 4.2 煤矿应全面评价采空区突水危险性以及防水密闭墙周围煤岩体等级，宜选择等级高的区域建立防水密闭墙，等级较差区域应及时注浆加固。
- 4.3 煤矿防水密闭墙注浆加固设备应符合国家现行产品标准的规定，应建立专业注浆加固施工队伍或探放水专业队伍。
- 4.4 防水密闭墙工程施工与注浆加固过程中，应记录相关数据并对工程质量验收。

## 5 设计

- 5.1 防水密闭墙应划分围岩等级，围岩等级划分方法见附录 A。
- 5.2 防水密闭墙围岩裂隙发育或围岩强度低于承受的水压，应注浆加固。
- 5.3 防水密闭墙注浆加固设计应按围岩完整程度确定，并应符合 GB 50215 的规定。
- 5.4 裂隙煤体注浆加固材料，应根据施工效果、施工安全以及施工环境选择，应满足速凝、双料、强度高、发育快、反应热低、渗透性强、结实率高等要求。
- 5.5 注浆材料安全、环保、卫生性能应符合 AQ 1116 的规定，注浆材料使用与管理应符合 AQ 1117 的规定。
- 5.6 注浆钢管及配套阀门等均应符合 GB/T 50451、GB/T 17395 的规定。

## 6 施工

### 6.1 施工流程

- 6.1.1 单层结构以及复合结构防水密闭墙施工与注浆加固流程见附录 B 和附录 C。
- 6.1.2 注浆加固过程中，应按设计要求进行现场监督和检测，并做记录。

### 6.2 施工准备

- 6.2.1 注浆工作人员应经专门培训，应熟练操作注浆机械。
- 6.2.2 注浆前应做好准备工作，应检查机器运转情况和接头、阀门等注浆管路严密性。
- 6.2.3 施工前应将电缆、金属管路、金属网、钢丝绳、轨道等导电体拆除或断开，密闭墙附近不得有电气设备。
- 6.2.4 防水密闭墙周边应支护完好，无杂物、积水、淤泥、片帮、冒顶、瓦斯聚集等现象。

### 6.3 施工要求

- 6.3.1 注浆加固材料应采用无机材料。
- 6.3.2 注浆应连续进行，注浆过程中应观察浆液吸入情况，巷道支护层出现裂缝时应停止注浆。
- 6.3.3 当注浆量大于设计量时，可采用高浓度间歇式注浆方式。
- 6.3.4 注浆过程中，发现不上压时间超过 10 min 时，应查明有无漏浆现象，泵吸浆是否正常，根据情况采取封堵、调浓浆液、加水玻璃缩短凝胶时间，间歇注浆等处理措施。
- 6.3.5 注浆过程中，发现上压时间超过 10 min 时，应观察球形阀是否打开，注浆管或吸浆管是否堵塞，发现问题，应及时处理。
- 6.3.6 碎碴进入管路或泵体，发生堵管时，应采取下列处理措施：
  - a) 水泥无结块，无异物，应防止碎纸等杂物进入搅拌机；
  - b) 制浆液前，搅拌机和储浆池、清水池应冲洗干净；
  - c) 浆液进入储浆池前，应经滤网过滤，注浆泵的吸浆管应有过滤笼头；
  - d) 连接注浆管路时，应开清水泵冲洗管子，边冲边接。

6.3.7 注浆加固过程中,发现作业面跑浆时,应采用下列处理措施:

- a) 减小注浆压力,改用手压泵控制注浆量;
- b) 加大浆液浓度,减少漏失量;
- c) 对煤层进行二次喷浆处理,改善外围煤体结构;
- d) 以上措施无效时,应换另一个孔注浆并对该孔封闭处理。

6.3.8 注浆时相邻孔出现串浆现象,应增大浆液浓度,降低注浆速度,从外向里注浆,先注外侧钻孔。

6.3.9 注浆中断时间超过 5 min 时,应冲洗设备及管路。

6.3.10 注浆作业完成后,设备应清洗干净。

## 7 验收

7.1 工程完工后,应以密闭墙体及外侧煤体不出水作为判断依据,仍有水流渗出,应进行防渗处理,改用水溶性聚氨酯补注,直至墙体周围无渗水。

7.2 防水密闭墙注浆加固质量验收应符合 GB 50213 的规定,防水密闭墙的混凝土强度应按 GB/T 50107、GB 50204 的有关规定进行验收。

7.3 防水密闭墙注浆加固完毕后,应采用应变监测仪分别对防水密闭墙的上中下部位水平位移、沉降、倾斜等实时监测,并采用红外热成像技术监测防水密闭墙防水及围岩注浆加固效果。

7.4 验收时应具有设计报告,设备、材料、试件合格证、检查和试验资料,施工质量检查报告,竣工报告以及其他相关资料等。

## 8 运行

8.1 防水密闭墙运行期间应明确承受的最大水压与水头高度。

8.2 防水密闭墙运行期间可采用地质雷达技术以及瞬变电磁法探测等物探技术监测采空区水文地质情况,并将每日监测数据汇总分析。

8.3 防水密闭墙运行期间应采用应力与位移监测装置,监测防水密闭墙上的应力与位移情况,并将每日监测数据汇总分析。

8.4 防水密闭墙运行期间应坚持实时动态监测原则,检测防水密闭墙强度完好性,出现裂缝、脱皮等现象应采取加固或在外侧合适位置重新构筑密闭墙的措施。

附录 A  
(资料性)  
防水密闭墙围岩等级划分方法

### A.1 岩石质量指标分类 (RQD)

采用岩石质量指标分类 (RQD) 对围岩质量进行初步划分, RQD 是根据钻探时岩芯完好程度来判断岩体的质量, 对岩体进行分类。它是指岩芯中长度等于或大于 10 cm 的岩芯的累计长度占钻孔进尺总长度的百分比, 它反映岩体被各种结构面切割的程度。

$$RQD = (10 \text{ cm 及以上岩芯累计长度} / \text{钻孔长度}) * 100\%$$

根据岩芯质量指标大小, 将岩体分为 5 类, 见表 A.1

表 A.1 岩石质量指标

分类	很差	差	一般	好	很好
RQD/%	<25	25-50	50-75	75-90	>90

### A.2 煤岩体质量指标分类 (Q 系统)

根据获得岩石质量指标, 利用 NGI 隧道岩体质量指标分类 (Q 系统) 划分围岩等级, 其计算公式如下所示:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中: 岩石质量指标  $RQD$ , 节理组数  $J_n$ , 粗糙度系统  $J_r$ , 节理蚀变系数  $J_a$ , 裂隙水 (节理水) 折减系数  $J_w$ , 地应力条件 (应力折减系数  $SRF$ )。

各参数选取可参考《岩石力学与工程》第二版, 依据计算结果将岩体划分为好、一般、差、极差四个等级。若围岩等级为好, 只需对围岩表面进行喷浆封闭表面裂隙即可, 不需额外注浆; 若是围岩等级为一般、差以及极差则需要注浆封闭围岩内部导水通道。无论喷浆还是注浆, 浆体中需添加防水剂。

## 附录 B

(资料性)

## 单层结构防水密闭墙施工与围岩注浆加固方法

## B.1 防水密闭墙结构

## B.1.1 墙体结构

防水密闭墙墙体结构宜为T型结构，由内而外为1 m砖墙+2~4 m混凝土墙，混凝土墙应嵌入煤壁，并根据工程需要预埋注浆管、引水管、注水管、气体检测管等管路，管路应安装配套阀门，其中注水管应配备止回阀，防水密闭墙结构及管路安装如图B.1所示。密闭墙三孔要求：密闭墙应在离底板高度为墙高的2/3处设置直径不小于25 mm的气体检测孔，用于观测压差、气温和取气样；离底板高度为300 mm处安装直径不小于50 mm的引水孔，用于观测水温、释放积水(巷道无积水可不设放水孔)；在密闭的顶部安装直径不大于100 mm的注浆孔，以备注浆使用。



图B.1 防水密闭墙结构及管路安装示意图

## B.1.2 引水管设备设施

防水密闭墙引水管路应选用无缝钢管或复合钢管，管路数量根据采区排水量确定，管路配套压力计、流量计以及阀门。

## B.1.3 注水管设备设施

防水密闭墙注水管路应选用无缝钢管或复合钢管，管路数量应根据采区排水量确定，管路应配套止回阀并在采空区一侧超出墙体不小于0.5 m。

## B.1.4 气体检测管设备设施

气体检测管宜布置在防水密闭墙中上部，在采空区一侧超出墙体不小于0.5 m，并配备闸阀。

## B.1.5 密闭墙尺寸

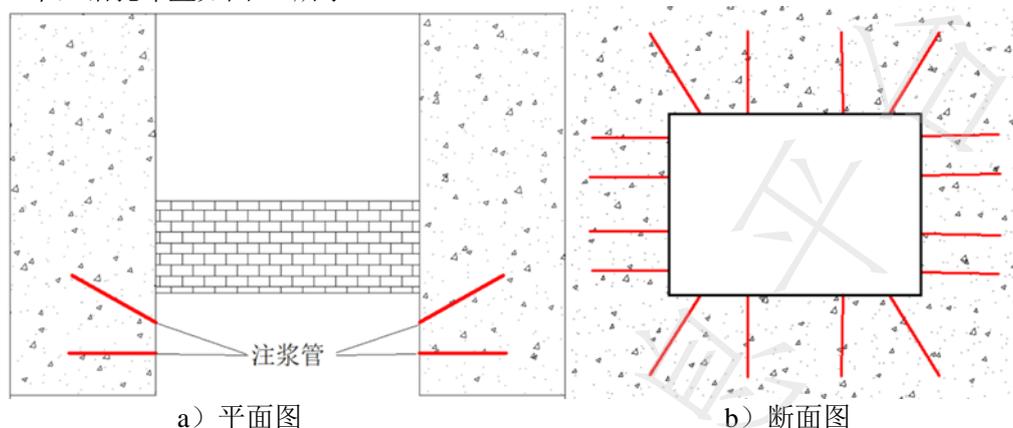
防水密闭墙由内而外为1 m砖墙+2~4 m混凝土墙，混凝土墙需嵌入煤岩壁，在煤中不得小于1.0 m，在岩中不得小于0.5 m。

## B.2 注浆加固设备设施

## B.2.1 注浆管布置

防水密闭墙外侧布置两排钻孔，一排倾斜钻孔，封堵密闭墙内部裂隙，充填密闭墙与煤体接触面；一排垂直钻孔，封堵帮部外围裂隙。倾斜钻孔与巷道轴向夹角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，深度4 m，间距1 m；垂直钻孔深度2 m，间距1 m；倾斜钻孔与水平钻孔间距0.5 m，间距孔径42 mm，孔口注浆管采用 $\Phi 25\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 无缝钢管，外段设置10 cm长的丝扣，内段加工成鱼鳞扣并缠绕麻丝以增加注浆管与井壁及壁后围岩间

的摩擦力，孔内埋设0.5 m，外露0.1 m，安装 $\Phi 25$  mm低压螺纹式阀门。每排布置钻孔16个，单道密闭墙布置钻孔32个，钻孔布置如图B.2所示。



图B.2 注浆钻孔布置示意图

### B.2.2 注浆材料

注浆材料应具有初始粘度低、渗透扩散性强、凝固时间短、强度发展快、粘结力强等特点，材料失凝时间约5分钟，5~15分钟完全固化，配制注浆用水泥浆应采用标号不低于42.5的普通硅酸盐水泥，并配备注浆检测仪监测浆液配比，材料抗压强度对比如表B.1所示。

表B.1 材料抗压强度对比

水灰比	2h/MPa	4h/MPa	8h/MPa	24h/MPa	3d/MPa	28d/MPa
0.6:1	16.3	20.5	21.7	22.3	22.8	23.2
0.8:1	12.8	13.8	14.6	14.8	15.7	17.5
1:1	9.6	10.5	11.4	11.9	12.5	14.7
1.2:1	6.2	7.2	7.8	8.5	10.6	11.7

### B.3 防水密闭墙注浆加固流程

#### B.3.1 防水密闭墙施工流程

- 施工防水密闭墙前对围岩锚喷加固。
- 施工砖墙-巷道顶底掏槽-施工槽内锚杆-埋设注浆管-立模浇筑槽内墙体。
- 埋设下层引水管、立模浇筑槽外墙体、埋设中、上层引水管、注水管、气体检测管等、浇筑完墙体。

#### B.3.2 围岩注浆加固施工流程

a) 施工流程：设备、辅助工具就位—安装脚手架、通风通水通电、试机—钻孔、插入带截门注浆管并塞纱布封口—注浆—关闭截门，泄压—换孔注浆—清洗机器、管路—进行下一道密闭施工。

b) 注浆孔施工顺序：现场施工时，首先注一侧水平钻孔，再注另外一侧水平斜钻孔，接着注一侧倾斜钻孔，最后注另外一侧倾斜钻孔。

## 附录 C

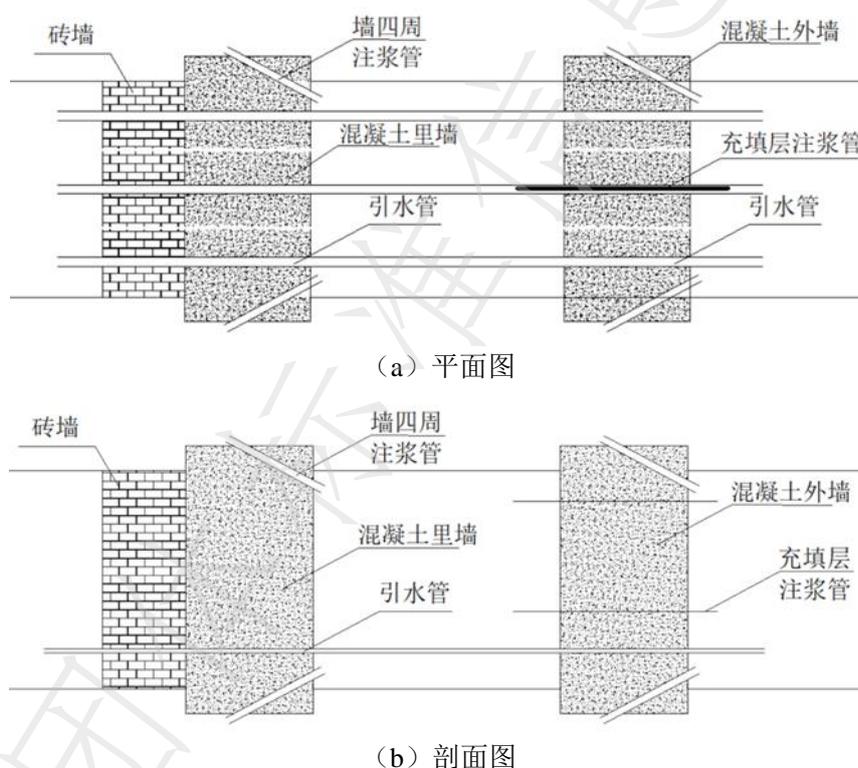
(资料性)

## 复合结构防水密闭墙施工与注浆加固方法

## C.1 防水密闭墙结构

## C.1.1 墙体结构

复合结构防水密闭墙由内到外为“砖墙+里混凝土墙+充填层+外混凝土墙”，里外墙周围预埋加固墙体的注浆管，并应根据工程需要预埋注浆管、引水管、注水管、气体检测管等管路，管路应安装配套阀门，其中注水管应要配备止回阀，防水密闭墙结构及管路安装如图C.1所示，复合结构防水密闭墙三孔位置及有关要求同附录B。



图C.1 复合结构防水密闭墙示意图

## C.1.2 注浆管设备设施

复合结构充填层需埋入注浆管，注浆管由混凝土外墙深入至充填层内0.5 m，混凝土外墙外0.5 m，从巷道底板至外墙中部每间隔1 m埋入一根，注浆管材质为无缝钢管，直径为 $\Phi 51$  mm，注浆管外口需安装法兰盘或快速接头。

## C.1.3 密闭墙尺寸

复合结构防水密闭墙注浆材料同附录B，砖墙厚度为1 m，混凝土里墙与外墙厚度均为2 m，充填层长度宜为1~3 m，掏槽深度与B.1.5相同。

## C.2 复合结构防水密闭墙构筑及注浆加固流程

## C.2.1 复合结构防水密闭墙施工流程

a) 复合结构密闭墙砖墙与混凝土墙施工流程与B.3.1相同；

b) 充填层施工流程为：通过外墙下层注浆管向充填层灌注无机材料浆体-中层注浆管出浆时下层注浆管关闭-通过外墙中层注浆管向充填层灌注无机材料浆体-外墙上层灌注浆管出浆时中层注浆管关闭-通过外墙上层注浆管向充填层灌注无机材料浆体-外墙上层注浆管压力达到设计压力时停止注浆。

### C.2.2 围岩注浆加固流程

围岩注浆加固流程见B.3.2。

### 参 考 文 献

- [1] DB34/T 4441-2023. 煤矿防治水体系建设.
  - [2] 蔡美峰, 何满朝, 刘东燕. 岩石力学与工程[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
  - [3] 范立民. 煤矿隐蔽致灾因素与探查[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2014.
  - [4] 孟召平, 高延法, 卢爱红. 矿井突水危险性评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
  - [5] 国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水细则[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2018.
  - [6] 武强 主编. 煤矿防治水手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2013.
  - [7] 应急管理部. 煤矿安全规程[S]. 2022.
  - [8] 周兴旺, 高岗荣, 薄志丰, 等. 注浆施工手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2014.
-