

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.3—2025

煤矿水害防治 第3部分：煤层底板井下注浆改造与加固

Coal mine water disaster prevention and control—Part 3: Underground
grouting transformation and reinforcement of coal seam floor

2025-09-01 发布

2026-01-01 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 一般规定 1

5 设计 1

6 施工 3

7 质量检查与效果验证 4

8 验收与总结 5

附录 A（资料性） 工作面底板注浆改造与加固设计提纲 6

附录 B（资料性） 工作面底板注浆改造与加固竣工及效果评价报告提纲 7

参考文献..... 8

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。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会水害防治分技术委员会归口。

本文件起草单位：冀中能源集团有限责任公司、中煤科工西安研究院(集团)有限公司、国家矿山安全监察局河北局。

本文件主要起草人：赵鹏飞、张现辉、冯海宁、王皓、刘芳亮、刘银波、王卓、李冬红、郭海书、杨策、李建虎、尹松良、张会松、陈龙、孙鑫、刘钰鑫、孙辽、吕鹏飞、尚冀玮、吕兴立、付庆伟、徐耀标。

本文件为首次发布。

煤矿水害防治

第3部分：煤层底板井下注浆改造与加固

1 范围

本文件规定了带压开采条件下煤层底板井下注浆改造与加固工程的术语和定义、一般规定、设计、施工、质量检查与效果验证、验收与总结的技术要求。

本文件适用于带压开采煤矿开展的煤层底板井下注浆改造与加固工程。

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 15663.1 煤矿科学技术语 第1部分：煤炭地质与勘查

KA/T 1 井下探放水技术规范

MT/T 1201.4 煤矿感知数据联网接入规范 第4部分：水害防治

MT/T 1201.6 煤矿感知数据联网接入规范 第6部分：工业视频

3 术语和定义

GB/T 14157 和 GB/T 15663.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般规定

- 4.1 开展井下底板注浆改造与加固前，应编制治理工程设计，由煤矿总工程师组织审批，设计提纲见附录 A。
- 4.2 超前探放水钻孔兼作注浆改造与加固钻孔使用的，钻孔终孔深度应满足采煤工作面突水系数不大于 0.1 MPa/m。
- 4.3 存在预计孔口水压大于 5 MPa、底板破坏深度大于隔水层厚度或者突水系数大于 0.1 MPa/m 情况的，应进行可行性论证，并报上级煤矿企业技术负责人审批，若无上级煤矿企业应组织专家评审。
- 4.4 工程结束后由煤矿企业技术负责人组织效果评价，若无上级煤矿企业应组织专家评价验收，竣工及效果评价报告提纲见附录 B。
- 4.5 具备条件的煤矿可以采用井下定向钻机、开孔定向仪、扶正器、远程高清视频等先进手段，提高施工效能。

5 设计

5.1 治理范围

井下底板注浆改造与加固工程，对治理区应按全面改造与加固工作面底板含（隔）水层的原则进行

设计,均匀布孔,加固范围应按《煤矿防治水细则》公式(附 6-3)进行计算,钻孔轨迹覆盖范围应不小于工作面外围 30 m。

5.2 目标层选取

注浆改造与加固层位应选择在底板破坏带以深,具备可注性且治理后满足带压开采要求的层位。

5.3 钻探设计

5.3.1 钻场选取

钻场位置应选择在围岩稳定地段,钻场设计应包含钻场位置、规格、支护方式等,以满足作业安全和利于施工为原则。

5.3.2 布孔方式

5.3.2.1 钻孔方位应与构造裂隙发育方向垂直或斜交。突水系数不大于 0.06 MPa/m 时,针对构造发育区重点布孔;突水系数大于 0.06 MPa/m 时,按实测浆液扩散半径均匀布孔,无实测数据的按照终孔间距 40 m~60 m 均匀布孔,对以下区域应加密布孔:

- 物探异常区;
- 断层破碎带、褶曲轴部、隔水层异常变薄带或裂隙异常发育带;
- 存在原始导升能力高、涌水量异常、静水压力高、水量衰减速度慢、水质与目标含水层接近、注浆量大等特点的水文异常区域;
- 工作面初次来压等应力集中区;
- 在靠近井下巷道、采空区、井筒等注浆终压不宜过大的区域。

5.3.3 钻孔设计

5.3.3.1 设计内容

设计应包括注浆孔设计和检查孔设计,明确钻场、目标层、单孔设计参数、偏斜要求、钻孔平剖面图、钻孔结构、施工顺序、涌水量预计及避灾联系汇报流程要求和灾害处理措施,特殊情况的处理、排水系统、瓦斯监测要求和避灾路线等。

5.3.3.2 技术要求

5.3.3.2.1 止水套管应满足以下要求:

- 止水套管长度应符合《煤矿防治水细则》第四十八条要求;
- 止水套管末端应与巷道底板留有足够的安全煤(岩)柱;
- 进行耐压试验时,扫孔应超过止水套管底端 0.5 m~1.0 m,耐压试验压力达到设计值,稳定 30 min 以上,孔口周围无渗水现象即为合格,否则应重新注浆固管。止水套管耐压压力应不小于设计注浆终压。

5.3.3.2.2 检查孔应符合以下要求:

- 设计检查孔数量应不小于设计注浆孔数量的 20%,重点对构造和底板裂隙发育区段、物探异常区、初次来压等应力集中区、单孔涌水量超标(大于 10 m³/h)或单孔注浆量异常的区域进行检查;
- 检查孔终孔位置与注浆孔终孔位置平距一般不大于 1/2 布孔间距,终孔层位一般不大于注浆深度;
- 检查孔单孔涌水量应不大于 10 m³/h,当大于 10 m³/h 时,应按注浆孔处理并再次进行效果检

验,直至达标。

5.3.3.2.3 钻孔测斜应满足以下要求:

- 采用普钻成组施工的,每组钻孔测斜数量占比不少于 30%;
- 对揭露层位与预计层位出现较大偏差的钻孔、注浆加固断层(陷落柱等构造)薄弱带的钻孔、出现水文异常(水量、水压、水温等)的钻孔进行测斜;
- 检查孔应全部测斜;
- 实际测斜深度应满足能明确判定终孔层位的需要,原则上不小于实际孔深 90%;对于偏差较大达不到设计要求的应重新补孔。

5.4 注浆设计

5.4.1 注浆系统

5.4.1.1 应建立满足煤矿底板注浆改造与加固、超前注浆和注浆堵水等需要的集中注浆站,能够制取密度在 $1.05 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$ 范围内的粘黏土、水泥、粉煤灰的单液浆及多种混合浆液;并配备与注浆能力及注浆压力相匹配的注浆管路系统。

5.4.1.2 有条件的煤矿可建立地面自动化注浆站,采用电脑自动控制的高速涡流制浆系统,实现浆液自动配比、注浆参数自动监测、注浆量自动计量。

5.4.2 压(放)水试验

5.4.2.1 终孔水量不大于 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 或无水时,应进行压水试验,根据压水试验结果确定注浆参数。

5.4.2.2 进行放水试验时,应详细记录放水量、水压动态变化及相关含水层水位动态变化等。

5.4.3 注浆材料及配比

5.4.3.1 注浆材料一般以水泥单液浆、黏土水泥浆或粉煤灰水泥浆为主。

5.4.3.2 浆液配比应遵循由稀到浓的原则,一般密度为 $1.05 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$,根据孔口压力变化情况进行逐级调整,在注浆量小的地段,可采用稀浆注浆。

5.4.4 结束标准

孔口压力达到设计压力(不小于 1.5 倍静水压力),注浆泵吸入量小于 60 L/min 且持续 30 min 以上。

6 施工

6.1 钻场要求

6.1.1 钻场应安装视频监控,相关要求应符合 MT/T 1201.4、MT/T 1201.6 的规定。按照“一孔一视频”的原则,终孔验收视频应进行拷贝、存档,保存时间应至少至工作面开采结束。

6.1.2 钻场应配备与预计钻孔最大涌水量相匹配的排水系统。

6.1.3 钻场及周边附近巷道应加强支护,并保持撤人通道畅通;钻机固定应卧到实底并采用打地锚、锚索或钎点柱方式;施工钻场 10 m 范围内应安设专用电话。

6.1.4 瓦斯等有毒有害气体监测和通风应满足安全需要。

6.2 钻探施工

钻探施工应按以下要求进行:

- a) 钻探施工前应编制施工安全技术措施,并由煤矿总工程师组织审批;
- b) 全面注浆改造与加固钻孔宜分阶段施工,第一阶段按设计范围均匀布孔施工,第二阶段有针对性的加密布孔施工;
- c) 在预计水压大于 0.1 MPa 的地点施工时,预先固结套管并安装与设计压力相匹配的闸阀;预计水压大于 1.5 MPa 时,应安装反压防喷装置;
- d) 钻进过程中,应采用岩粉或取芯做好判层工作,准确记录岩性描述、换层深度,并密切观测钻孔出水情况,记录出水及水量变化位置,做好水量、水压、水温观测;
- e) 施工中发现水文异常现象如卡(顶)钻、掉钻、塌孔、憋泵、循环液漏失、岩石破碎,钻场及周边压力显现异常、底鼓、出水等,按照 KA/T 1 有关规定采取相应措施;
- f) 钻探施工过程中的开孔、下止水套管、耐压试验、终孔等关键环节应由煤矿防治水部门组织验收,有条件的煤矿可采用开孔定向仪器、视频监控等先进手段,优化关键工序,提高施工效能;
- g) 所有钻孔终孔点垂深不得小于设计深度,测斜钻孔实际成孔轨迹不能满足注浆改造与加固设计目的时,应重新施工补充钻孔。

6.3 注浆施工

注浆施工应按以下要求进行:

- a) 全面注浆改造与加固注浆宜分阶段施工,第一阶段按浆液扩散半径均匀布孔全面注浆,第二阶段有针对性的加密注浆和注浆效果检验与补充注浆;
- b) 根据压水试验、放水量等情况选择注浆材料及配比,并对泵量、注浆压力、浆液比重实时监测;
- c) 根据注浆过程中孔口压力、注浆量、注浆时间、注浆效果分析适时调整注浆材料和配比;
- d) 注浆参数调整后,出现注浆压力突增或吸浆量突减等现象,应立即查明原因并及时进行处理;
- e) 注浆时应动态观测其他钻孔及附近区域串浆、跑浆等异常情况并及时处理;
- f) 注浆孔结束压力、泵量应达到设计要求,因特殊情况不满足设计要求的应分析原因,并调整设计;
- g) 每班应汇报注浆动态情况,遇异常情况及时汇报调度室及防治水部门并记录相关内容;
- h) 注浆记录应做到内容齐全无漏项、准确、无涂改,工作人员签名齐全。

6.4 封孔

封孔应按以下要求进行:

- a) 正常注浆钻孔终孔注浆达到结束标准即为注浆封孔,全孔无漏失或无涌水,达到终孔层位要进行压水试验,不具备注浆条件时应采用孔底返浆方式封孔;
- b) 采用孔底返浆方式封孔时,应采用单液水泥浆,浆液密度不小于 1.50 g/cm^3 ;
- c) 钻孔封孔结束 72 h 后,若仍有残留水流出,应重新封孔,直至封孔良好。

7 质量检查与效果验证

7.1 钻探验证

- a) 钻孔止水套管下入、耐压试验应由防治水部门现场监督;若采用远程视频验收时,应确保视频清晰、连续;
- b) 钻孔终孔后由防治水和钻探部门联合进行现场和资料验收,核查孔深、轨迹、层位、涌水情况等,对无水钻孔可远程视频验收代替现场验收,但应确保视频清晰、连续;
- c) 注浆期间应记录注浆参数(泵量、比重、材料配比、孔口压力等)变化情况,统计单点注浆量;
- d) 治理钻孔成孔数量不应小于总体设计数量,否则补充加密;

- e) 注浆量与预计偏差较大时,应及时分析原因,排除异常情况;
- f) 检查孔终孔层位应符合设计要求;
- g) 检查孔注浆量应小于附近区域注浆钻孔注浆量,否则重新检验;
- h) 检查孔单孔涌水量应不大于 $10 \text{ m}^3/\text{h}$,否则应补注并再次施工检验孔,直至合格。

7.2 物探验证

- a) 可以采用直流电阻率电测深、瞬变电磁、音频电穿透、探地雷达、瑞利波及槽波、无线电坑透等方法探测;采煤工作面应当选择两种以上方法进行综合探测,相互验证,覆盖范围不小于注浆改造与加固范围;
- b) 对物探异常区应进行钻探验证、补注,每个工作面综合物探异常区验证钻孔数量不少于 2 个,直至治理达标。

8 验收与总结

8.1 钻孔注浆结束后,应对工程质量和原始资料进行验收。

8.2 钻孔单孔总结应留储备查,其主要内容包括:开孔及终孔日期、下止水套管长度、出水层位、水量、水压、注浆深度、注浆时间、浆液配比、注浆量、注浆压力、施工过程中出现事故的处理和分析、注浆质量评价等。

8.3 工程竣工后应编制竣工及效果评价报告,按设计要求从工程质量和效果验证等方面评价加固与改造效果。

附 录 A

(资料性)

工作面底板注浆改造与加固设计提纲

- A.1 工作面概况
- A.2 工作面地质及水文地质条件
- A.3 工作面底板注浆改造与加固
 - A.3.1 设计目的和原则
 - A.3.2 钻孔布置
 - A.3.3 钻孔结构
 - A.3.4 钻探技术要求
 - A.3.5 注浆系统
 - A.3.6 注浆技术要求
 - A.3.7 注浆结束标准
- A.4 安全技术措施
- A.5 附图、附表

附 录 B

(资料性)

工作面底板注浆改造与加固竣工及效果评价报告提纲

- B.1 工作面概况
- B.2 工作面地质及水文地质条件
- B.3 工作面底板注浆改造与加固
 - B.3.1 工程设计概况
 - B.3.1.1 设计原则
 - B.3.1.2 工程布置
 - B.3.1.3 钻探技术要求
 - B.3.1.4 注浆技术要求
 - B.3.2 工程施工情况
 - B.3.2.1 整体完成情况
 - B.3.2.2 钻探施工情况
 - B.3.2.3 注浆施工情况
 - B.3.2.4 井下物、钻探验证结果
- B.4 效果分析评价
- B.5 存在问题和建议
- B.6 附图、附表

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第 17 号)
 - [2] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕192 号)
 - [3] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14 号)
-