

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.2—2025

煤矿水害防治 第2部分：底板构造探查治理

Coal mine water disaster prevention and control—
Part 2: Structure exploration and treatment of coal floor for water disaster

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 底板构造探查 1

5 底板构造治理 3

6 质量检查及效果检验 6

附录 A（资料性） 底板构造探查物探设计提纲 7

附录 B（资料性） 底板构造探查钻探设计提纲 8

附录 C（资料性） 底板构造治理工程设计提纲 9

参考文献 10

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：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、冀中能源集团有限责任公司、中检集团公信安全科技有限公司、国家矿山安全监察局河北局、开滦(集团)有限责任公司、陕西陕煤澄合矿业有限公司、华北科技学院、西安科技大学、中国矿业大学、中煤科工开采研究院有限公司。

本文件主要起草人：田干、刘英锋、王世东、王铁记、马旺、程建远、才向军、尹尚先、王苏健、王峰、宋宪旺、曾一凡、赵春虎、曾方禄、孙四清、李刚、冯海宁、张玉军、徐百龙。

本文件为首次发布。

煤矿水害防治

第2部分：底板构造探查治理

1 范围

本文件规定了煤矿水害防治底板构造探查治理的术语和定义、底板构造探查、底板构造治理、质量检查及效果检验的技术要求。

本文件适用于煤层底板水害的构造探查治理工作。

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—2023 水文地质术语
GB/T 15663.1—2008 煤矿科学技术语 第1部分：煤炭地质与勘查
GB/T 24505—2009 矿井井下高压含水层探水钻探技术规范
GB/T 40130—2021 煤矿专门水文地质勘查规范
DZ/T 0148—2014 水文水井地质钻探规程
DZ/T 0187 地面磁性源瞬变电磁法技术规程
DZ/T 0215—2020 矿产地质勘查规范 煤
DZ/T 0300 煤田地震勘探规范
KA/T 1—2023 井下探放水技术规范
KA/T 2—2023 煤层底板石灰岩含水层超前区域治理技术规范
KA/T 6—2023 矿井突水水源水化学判别方法
KA/T 9—2023 煤矿地下水连通示踪试验方法
MT/T 693 矿用无线电波透视仪通用技术条件
MT/T 898 煤炭电法勘探规范
NB/T 11459 煤矿井下直流电法勘探规程

3 术语和定义

GB/T 15663.1—2008 和 GB/T 14157—2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤层底板构造 coal floor structure

可能诱发煤层底板水害的断层、陷落柱。

4 底板构造探查

4.1 一般规定

4.1.1 矿井建设前应在地面查明先期开采阶段的构造发育情况。矿井建设、生产过程中应根据采区接

替进一步探查查明构造发育情况。矿井各阶段构造的勘探工作程度按照 DZ/T 0215—2020 中 5.3.2 的规定执行。

4.1.2 当采掘实际揭露与原有探查结果出入较大不能满足矿井建设与生产需要时,应开展补充勘探工作。

4.1.3 矿井新采区准备和新水平延伸前,应查明构造发育情况。

4.2 探查的原则

4.2.1 应遵循物探、钻探和化探等手段相结合的原则。

4.2.2 坚持“一孔多用”的原则。

4.2.3 坚持井上下物探、钻探相结合的原则。

4.3 探查的基本内容

4.3.1 探查断层的性质、产状、发育规模、含(导)水性、断层两侧含(隔)水层对接情况及水力联系等。

4.3.2 探查陷落柱的形状、大小;充填物的岩性、层位、密实程度和伴生构造情况;陷落柱的含(导)水性及其与主要含水层的水力联系。

4.4 探查方法

4.4.1 物探

4.4.1.1 具备地震地质条件的矿井,采掘区设计前应进行地面三维地震勘探,查明落差大于 5 m 的断层、长轴大于 20 m 的陷落柱发育情况。

4.4.1.2 根据现场实际,可选用地面瞬变电磁法、高密度电法或可控源音频大地电磁测深等物探方法,探查构造的含水性。

4.4.1.3 受底板水害威胁的掘进巷道,应采用井下直流电法或瞬变电磁法等方法探查构造的富水异常区。

4.4.1.4 工作面回采前,应采用无线电波透视或槽波地震等方法探查工作面构造发育情况;采用井下瞬变电磁法、直流电阻率测深法或音频电穿透法等方法探查构造富水异常区。

4.4.1.5 具备条件的矿井,可采用物探新技术、新方法对采掘工作面的底板构造发育情况及其富水异常区进行探查。

4.4.1.6 物探探查工程布置、方法和资料处理等,应符合 DZ/T 0187、DZ/T 0300、MT/T 898、MT/T 693 和 NB/T 11459 的规定。

4.4.2 钻探

4.4.2.1 采掘前,应利用钻探手段对物探探查的构造特别是构造的富水异常区进行探查和验证,查明断层、陷落柱的地质与水文地质特性。

4.4.2.2 根据底板构造发育情况,可采用普钻、定向钻相结合的探查手段。条件允许时优先采用定向钻探手段。

4.4.2.3 地面钻探探查断层的相关地质参数和含(导)水性时,应在断层两盘对孔布置。

4.4.2.4 井下钻孔孔口水压大于 5 MPa 时,应优先采用地面钻探对底板构造进行探查。

4.4.2.5 煤层内,井下原则上禁止探查水压大于 1 MPa 的充水断层、陷落柱及构造物探富水异常区。如确实需要的,可先构筑防水闸墙,并在闸墙外向内探查。

4.4.2.6 井下钻探探查底板构造时,应按照《煤矿防治水细则》规定的掘进工作面安全隔水层厚度和回采工作面突水系数计算安全隔水层厚度,选择安全隔水层厚度以下可能含水层段作为探查目标层位。

4.4.3 其他方法

4.4.3.1 可采用钻孔取芯、钻孔窥视、室内试验、测井等方法,探查构造的工程地质条件。

4.4.3.2 可利用抽(放)水试验、水化学分析、示踪试验等方法探查分析构造的富水性、水化学特征、连通性等。抽(放)水试验按照 GB/T 40130—2021 中 5.7、5.8 的规定执行。水化学分析、连通示踪试验按照 KA/T 6—2023 和 KA/T 9—2023 规定的技术要求执行。

4.5 探查要求

4.5.1 一般要求

井下在揭露断层、陷落柱前,应根据预测构造的发育范围、富水性、水压等计算探查超前距,确定探查位置。

4.5.2 物探

4.5.2.1 物探作业前,应根据作业区的实际情况和工作目的等编写设计,设计时充分考虑控制精度和作业环境,设计应由煤矿总工程师审批。物探设计提纲见附录 A。

4.5.2.2 井下电磁法探查构造的富水性时,巷道断面、长度应满足探测所需要的空间;距探测点 20 m 范围内不得有积水;巷道内动力电缆、大型机电设备应停电。

4.5.2.3 底板构造的发育特征及富水性可采用井下直流电法、瞬变电磁法、音频电穿透法、探地雷达、瑞利波及槽波地震、无线电波透视等方法;采煤工作面应选择电法、电磁法或弹性波法两种以上的物探方法。

4.5.2.4 施工结束后,应提交物探成果报告。物探成果应当与其他勘探成果相结合,相互验证。采区以上综合物探成果应由煤矿企业技术负责人组织验收。其他物探成果报告由煤矿总工程师组织验收。

4.5.3 钻探

4.5.3.1 钻探应进行专项探查设计,内容包括钻孔结构、终孔层位、技术要求等。钻探设计提纲见附录 B。

4.5.3.2 井下探查煤层底板断层时,钻孔沿掘进方向的正前方底板方向及含水体方向应呈扇形布置,钻孔不得少于 3 个,其中含水体方向的钻孔不得少于 2 个。

4.5.3.3 井下探查陷落柱时,应根据陷落柱预测的规模和位置布孔,底板方向钻孔不得少于 3 个,有异常时应加密布孔。

4.5.3.4 井下采用普钻探查时,应对终孔孔深超过 150 m 的所有探查钻孔进行全孔测斜,孔深不足 150 m 的探查孔测斜不少于该循环总量的 30%,验证孔全部测斜。孔斜超标不能达到目标区域时,应增加探查钻孔。

4.5.3.5 钻探过程中,应对每个涌水(漏失)点的深度、层位、水量、水压(位)、水温等进行观测。

4.5.3.6 钻进时应准确判别煤、岩层厚度并记录换层深度。终孔应核实孔深。

4.5.3.7 预计钻孔揭露构造前具备条件的应进行取芯钻进,观测岩心完整性,分析构造性质、含(导)水性及发育特征。

4.5.3.8 井下钻探其他要求应按照 KA/T 1—2023 中第 10 章的相关规定执行。

5 底板构造治理

5.1 一般规定

5.1.1 存在下列情况之一的,应开展构造水害治理:

- a) 与强或极强含水层及其他水体存在水力联系的断层、陷落柱等；
- b) 井巷工程接近或穿过导(含)水构造的；
- c) 底板隐伏构造难以查明的；
- d) 底板存在导(含)水断层、陷落柱未采取措施消除威胁的。

5.1.2 对底板导水构造水压大、富水性强、注浆工程量较大的优先采用地面注浆治理。地面注浆治理可按照 KA/T 2—2023 中第 6 章的相关规定执行。

5.1.3 底板构造尚未查明的,应采用探治结合的治理方式。

5.1.4 工程实施过程中应根据实际进行设计优化,条件发生重大变化时应进行设计变更。

5.1.5 根据矿井实际条件可采取留设防隔水煤(岩)柱等防治措施。煤(岩)柱留设方法应符合《煤矿防治水细则》的相关规定。

5.1.6 探查查明含水且与其他含水层不存在水力联系的底板构造,可采用疏放水治理措施。

5.2 治理工程设计

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 底板构造需要进行注浆治理的,应编制方案设计。治理工程设计提纲参见附录 C。

5.2.1.2 工程设计应包括但不限于以下内容：

- a) 构造水文地质条件分析；
- b) 治理思路:治理范围和层位,预期达到的治理目标；
- c) 钻探工程设计:钻探设备、钻孔布置、钻孔结构、钻探工程量和钻探技术要求等；
- d) 注浆工程设计:注浆设备、注浆方式和工艺、注浆材料,预计注浆量、注浆结束标准和注浆施工技术要求等；
- e) 治理效果检验:检验方法、技术指标和合格标准等；
- f) 工期、工程概算等；
- g) 井下钻探设计还应包括以下内容：
 - 巷道的支护形式、规格、掘进方向；
 - 钻探施工技术要求,钻探超前距、帮距及允许掘进距离；
 - 确定钻孔孔口安全装置及耐压要求；
 - 钻探施工安全技术措施,应包括通风、瓦斯及有害气体、防排水、水害应急处理等措施；
 - 工程附图,如排水路线、避灾路线图等。

5.2.2 钻探工程设计

5.2.2.1 钻探工程设计的原则：

- a) 探查钻孔与治理孔相结合的原则；
- b) 钻孔布置应整体控制、异常区适当加密的原则；
- c) 治理钻孔钻进方向与导水构造走向应尽可能相交的原则；
- d) 注浆治理范围和治理后隔水层厚度应满足带压开采安全要求的原则。

5.2.2.2 钻孔的超前距、钻孔与巷道之间的安全距离应参照《煤矿防治水细则》中保护煤(岩)柱尺寸的公式计算。

5.2.2.3 检查钻孔设计工程量应不少于工程量的 10%。检查孔重点布置在物探异常区、涌水量大、注浆量大、地层破碎等区段。

5.2.2.4 检查孔注浆层段应取芯,岩心采取率应不小于 70%。

5.2.2.5 钻探其他技术要求按照 GB/T 40130—2021 中 5.3、KA/T 1—2023 中 5.2 和 KA/T 2—2023

中 5.3 的相关规定执行。

5.2.3 注浆工程设计

5.2.3.1 注浆系统应符合以下要求：

- a) 注浆系统应包括供水、供电、制浆、灌注和计量监测等系统；
- b) 根据现场实际可以采用地面或井下注浆系统。注浆系统应满足治理工程的供水供电、材料供应、注浆能力、注浆压力、管路长度等技术要求；
- c) 注浆系统应选用与设计压力相匹配的变量泵组，单管输浆能力应至少满足单泵最大流量的要求，注浆管路应至少能承受 1.5 倍的最大注浆压力，注浆压力表的量程应不小于设计注浆终压的 1.5 倍。

5.2.3.2 根据底板构造不同地质及水文地质条件选择水泥、黏土、粉煤灰、骨料等适合的注浆材料。一般情况下应采用水泥单液浆，必要时可采用骨料、黏土水泥混合浆、粉煤灰水泥混合浆或水泥—水玻璃双液浆等。预计单孔注浆段注浆量按照公式(1)进行计算：

$$Q = A\pi R^2 H\mu\beta/m \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

Q —— 注浆量，单位为立方米(m^3)；

A —— 浆液消耗系数，一般取 1.2~1.5；

R —— 浆液的有效扩散半径，单位为米(m)；

H —— 注浆段高，单位为米(m)；

μ —— 岩石空隙率，用百分比表示(%)；

β —— 浆液充填系数，取 0.8~0.9；

m —— 浆液结实率，用百分比表示(%)。

5.2.3.3 注浆工艺及参数选取应符合以下要求：

- a) 注浆方式一般采用前进式分段注浆；
- b) 注浆段长度应根据构造发育区段地层特征及钻遇冲洗液消耗量(涌水量)大小综合确定；
- c) 受注段注浆终压一般为目的层静水压力的 1.5 倍~3 倍；终压稳定条件下，注浆流量不大于 60 L/min，且稳定时间不小于 30 min 时，注浆结束；注浆流量达到结束标准，持续升压超过终压无法稳压时，可结束注浆。回次注浆压力结束标准应不小于终孔压力；
- d) 回次注浆未达注浆结束标准应扫孔复注；
- e) 注浆浆液的密度一般为 1.05 g/cm³~1.60 g/cm³。

5.3 治理工程施工

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 项目施工前应编制治理工程的施工组织设计，明确设计目的、实施方案、工程技术参数、施工技术要求等。并由煤矿总工程师组织审批后实施。

5.3.1.2 施工前应提交开工报告或申请，经煤矿总工程师审批后方可施工。

5.3.1.3 施工过程中应对施工质量、安全、进度、技术资料、工程验收等进行全面过程管控。报表应及时、详细、真实、完整填写，严禁事后补填。

5.3.1.4 施工应严格按方案设计、施工组织设计、钻探注浆安全生产操作规程等组织施工。

5.3.1.5 施工过程中条件发生较大变化时应进行方案设计变更，并经审批后实施。

5.3.2 钻探施工

5.3.2.1 钻探开工前应按照钻孔设计坐标进行现场测量放样，开孔后应对钻孔孔位复测。

5.3.2.2 钻孔固井应严格按照设计要求安设套管,满足注浆治理技术要求。套管下入施工、止水施工工艺应符合 DZ/T 0148—2014 中 13.7 的规定。固管耐压值应不小于注浆压力要求。

5.3.2.3 注浆段应采用清水或无固相冲洗液钻进。每个注浆段钻探完成后应充分洗孔。

5.3.2.4 每次下钻前测量每根钻杆长度,起钻时应校核钻孔深度,终孔后应有孔深验收记录,孔深误差不应大于 0.1%。

5.3.2.5 定向钻孔轨迹测量应采用随钻测斜仪,测点间距不大于 10 m。地面普钻孔应 100 m 进行一次测斜。井下普钻应符合 4.5.3.4 规定的测斜要求。

5.3.2.6 钻进过程中应进行简易水文地质观测,主要观测含水层各段初见水压(位)、稳定水压(位)、冲洗液消耗量及漏水位置、涌水量及涌水点位置等,详细记录岩层破碎、掉钻、掉块、卡钻、涌水(砂)水色变化等异常现象。

5.3.2.7 钻进过程中,应填写班报表、套管下放及固井记录表、轨迹测斜记录表、孔深验收表、简易水文地质观测记录以及钻时、冲洗液、岩屑录井记录表和岩心记录表等原始记录。

5.3.3 注浆施工

5.3.3.1 注浆前应进行注浆系统试运转,检查水电供应、制浆设备、注浆设备、监测设备、通信设备、孔口装置等是否正常。

5.3.3.2 回次注浆前应观测钻孔水压(位),进行注前简易压水试验,不具备压水试验条件的应进行简易放水试验。

5.3.3.3 简易压(放)水试验结束后,依据单位吸水率或钻孔涌水量确定注浆参数。

5.3.3.4 无压或低压大量充填注浆等情况下应采用间歇注浆法施工,升压后采用连续注浆至结束标准;井下巷道发生底鼓、变形或跑浆时应立即停止注浆。

5.3.3.5 注浆过程中,正在钻探施工的钻孔发生串浆时,应停止注浆,提出钻具,采用孔口压盖或多孔同注的方法处理。正在观测的钻孔发生串浆时,应采用孔口压盖的方法处理。

5.3.3.6 终孔注浆结束后可进行压水试验。井下钻孔扫孔后出水量大于 $10\text{ m}^3/\text{h}$ 的应进行复注。

5.3.3.7 复注时应采用稀浆、小泵量注浆,并提高注浆压力。

5.3.3.8 终孔注浆达到结束标准后按照设计要求应进行封孔。

6 质量检查及效果检验

6.1 应从施工过程质量检查、地面效果检验和井下效果检验三个方面进行施工质量与效果检验。施工质量和效果检验按照 KA/T 2—2023 中第 7 章规定执行。

6.2 应采用物探手段对构造治理区域进行探查验证,有条件的可对治理区进行治理前后物探探查对比,为治理效果检验提供依据。

6.3 检查孔应对物探、注浆等异常区和构造复杂区进行钻探验证。检查孔应从钻孔的稳定涌水量、水压、水质、岩心、裂隙充填情况等方面对治理效果进行综合分析。检查孔应按照 GB/T 24505—2009 中第 5 章、第 7 章的相关技术要求进行施工。

6.4 应将钻探、注浆实际完成情况与设计指标对比分析施工质量。

6.5 突水构造治理过程中应对涌水量变化进行实时观测,定量分析堵水效果。

附录 A

(资料性)

底板构造探查物探设计提纲

A.1 底板构造探查地面物探设计提纲(以地面三维地震和瞬变电磁勘探为例)

A.1.1 前言

A.1.2 概况

A.1.3 地质概况和地球物理特征

A.1.4 施工方法及工程量

A.1.5 资料处理

A.1.6 资料解译

A.1.7 报告提交

A.1.8 主要技术措施

A.1.9 施工组织、工期及质量控制措施

A.1.10 附图

A.1.10.1 ××煤矿××采区地面三维地震工程布置图

A.1.10.2 ××煤矿××采区地面瞬变电磁工程布置图

A.2 底板构造探查井下物探设计提纲(以井下槽波地震勘探为例)

A.2.1 前言

A.2.2 概况

A.2.3 地质及地震地质条件

A.2.4 槽波地震探测方法简介

A.2.5 施工方法及工程量

A.2.6 资料处理、解译及报告提交

A.2.7 主要技术措施

A.2.8 施工组织、工期及质量控制措施

A.2.9 附图

××煤矿××工作面槽波地震探查工程布置图

附 录 B

(资料性)

底板构造探查钻探设计提纲

- B.1 前言
- B.2 矿井概况
- B.3 矿井地质及水文地质
 - B.3.1 地质概况
 - B.3.2 水文地质概况
- B.4 底板构造水害分析
 - B.4.1 构造基本概况
 - B.4.2 构造区水害分析
 - B.4.3 构造存在主要水害隐患
- B.5 钻探工程设计
 - B.5.1 设计原则及技术路线
 - B.5.2 钻探设计
 - B.5.2.1 钻场设计
 - B.5.2.2 钻孔布置
 - B.5.2.3 钻孔结构
 - B.5.2.4 钻探技术要求
- B.6 水文地质试验
- B.7 临时排水系统
- B.8 安全技术措施
- B.9 工程量、工期及费用
- B.10 设计说明
- B.11 附图
- B.12 附表

附 录 C

(资料性)

底板构造治理工程设计提纲

- C.1 前言
- C.2 矿井概况
- C.3 地质及水文地质概况
 - C.3.1 区域地质概况
 - C.3.2 矿井地质概况
 - C.3.3 水文地质概况
 - C.3.4 底板构造水害特征
- C.4 综合治理思路
 - C.4.1 目标及任务
 - C.4.2 治理思路
- C.5 治理工程设计
 - C.5.1 设计依据
 - C.5.2 钻探工程设计
 - C.5.2.1 钻孔布置原则
 - C.5.2.2 钻探工程布置
 - C.5.2.3 钻孔结构
 - C.5.2.4 钻探技术要求
 - C.5.3 注浆工程设计
 - C.5.3.1 注浆站设计
 - C.5.3.2 注浆工艺
 - C.5.3.3 注浆材料及注浆量
 - C.5.3.4 注浆参数
 - C.5.3.5 注浆技术要求
 - C.5.4 治理效果检验
- C.6 工程量、工期及费用预算
- C.7 附图
- C.8 附表

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第 17 号)
 - [2] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14 号)
 - [3] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕第 192 号)
 - [4] GB 51070—2014 煤炭矿井防治水设计规范
 - [5] NB/T 10730—2021 煤矿井下断层导水性探查与治理技术规范
-