

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/GRM

T/GRM XXXX—2026

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

煤层顶板离层水害防治技术规范

Technical specification for prevention and control of water disaster in coal seam roof separation

草案版次选择

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。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟发布

发布

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 总则	2
5 突水离层带识别	2
6 离层水害综合防治技术	4
7 离层水害防治工作流程	8
8 技术总结	9
附录 A（规范性） 工作面防治水技术总结编制提纲	11
附录 B（规范性） 钻孔孔径结构	10
参考文献	13

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：陕西省一八六煤田地质有限公司、陕西省煤田地质集团有限公司、西安科技大学、中国矿业大学、陕西永陇能源开发建设有限责任公司、陕西麟北煤业开发有限责任公司、陕西郭家河煤业有限责任公司、安徽省皖北煤电集团有限责任公司、陕西金源招贤矿业有限公司。

本文件主要起草人：杨磊、张立立、贺亮亮、李贵娟、乔伟、蔡玥、李连刚、张勇、曹理、郭翔、吕品田、周霄、周蕾、刘梦楠、马娇、黄阳、罗盼飞、景勇鹏、李鹏飞、杨国栋、马力、于元林、梁启敬、陶福雨。

本文件为首次发布。

煤层顶板离层水害防治技术规范

1 范围

本文件规定了煤层顶板离层水突水带的识别、顶板离层水综合防治技术及离层水防治工作流程等。本文件主要适用于煤层开采受到顶板离层水害威胁的煤矿。

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。

DZ/T 0187-2016 地面磁性源瞬变电磁法技术规程
MT/T 865 导水裂隙带高度的钻孔冲洗液漏失量观测方法
MT/T 898 煤炭电法勘探规范
NB/T 11459-2023 煤矿井下直流电法勘探规程
NB/T 11543-2024 煤矿井下钻孔瞬变电磁探测技术规程
NB/T 11526-2024 煤矿微震监测系统通用技术条件
MT/T 1042 煤炭勘查钻孔质量标准
DZ / T 0271-2014 区域地下水位监测网设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

离层空间 space of separated layers

在煤层开采过程中，由于上覆岩层受采动影响，不同岩层因力学性质、厚度等差异导致的不同步变形，从而在坚硬岩层与其下伏软弱岩层之间产生的分离空腔。

3.2

顶板离层水害 water hazard caused by roof separation

在煤矿采掘作业过程中，煤层顶板岩层因采动影响、应力重分布发生层间分离，形成离层裂隙与离层空间，上覆含水层或赋存水体沿离层裂隙导通、汇集并突然溃入采掘空间，引发的突水、淹井、围岩失稳等水害事故，属于煤矿典型顶板水害类型。

3.3

突水离层带 water-inrush separation zone

受煤矿采掘扰动，煤层上覆岩层层间分离形成贯通性离层裂隙与储水空间，汇集岩层水体且具备导水、突水致灾风险的岩体富集带，为煤矿顶板突水的主要致灾通道与储水载体。

3.4

导水裂隙带 Water conducting fractured zone

受煤矿采掘活动影响，煤层顶板及上覆岩层发生破裂、位移形成的贯通性导水裂隙密集发育带，可连通含水层与井下采掘空间，是矿井顶板水、地表水向下渗漏导入井下的主要通道。

3.5

地面直通式导流孔 Surface-through gravity drainage hole

从地面垂直施工、精准贯通顶板突水离层带或导水裂隙带的专用疏水钻孔，用于直接疏放离层积水与含水层水体，降低水压、消除突水隐患，实现顶板水害超前治理与主动防控。

3.6

地面抽排钻孔 Pumping drainage borehole from aquifer

从地面施工至井下突水隐患区域、含水层或积水离层空间，配套抽水设备实现水体主动抽排的专用工程钻孔，可快速疏降水压、排空积水，阻断导水通道，用于煤矿顶板水害的应急处置与常态化防控。

3.7

地面抽泄钻孔 Combined pumping and gravity drainage borehole

从地面施工至煤矿顶板积水离层空间、导水裂隙带或目标含水层，配套抽排水装置，兼具主动抽水与自然泄水功能，用于疏排积水、降低水体压力、防控顶板突水灾害的专用治理钻孔。

4 总则

煤层顶板离层水害防治工作遵循以下工作原则：

坚持预防为主、防治结合，立足超前防控；

坚持精准探查、靶向治理，严控致灾风险；

坚持全程管控、闭环管理，保障治理实效；

坚持安全优先、生态兼顾，统筹生产与环保协同。

5 突水离层带识别

5.1 一般规定

5.1.1 应精准识别突水离层带，未完成识别判定不得开展后续采掘作业。

5.1.2 离层水害勘查应覆盖采前勘查、回采期间动态监测勘查整阶段，应采用地质分析、力学模型计算、物探探测、钻探验证及动态监测相结合的综合技术手段开展工作。

5.1.3 突水离层带识别应严格执行标准化判别流程，依次完成封闭离层空间确定、离层积水来源识别、上位岩层与下位隔水层定位等工作。

5.2 采前勘查与判别

5.2.1 覆岩基本条件勘探

应按以下要求开展覆岩基本工程地质和水文地质条件勘探：

- a) 查明勘探区覆岩岩性组合、层位结构、厚度变化及分布规律。
- b) 测试覆岩各岩层的物理力学参数，包括但不限于弹性模量、泊松比、抗压强度、抗剪强度等。
- c) 查明覆岩主要含水层的富水性、渗透性、水位水压及补给来源。
- d) 按照 MT/T 865 规定的方法，实测或类比确定导水裂隙带发育高度。

5.2.2 封闭离层空间判别

应按下列步骤确定是否存在可积水的封闭离层空间：

- a) 将导水裂隙带以上的基岩区域确定为潜在突水离层带发育区。
- b) 基于覆岩岩性组合和力学参数，构建组合梁力学模型，计算覆岩各岩层的挠度差异，判别离层发育的可能性及垂向位置。
- c) 若存在可积水离层，则进入下一步判别；若不存在，则可判定勘查区不存在离层水害问题。

5.2.3 离层积水来源识别

应按下列要求识别离层积水的水源条件：

- a) 识别导水裂隙带以上的主要含水层位及其水文地质特征。
- b) 结合判别的可积水离层位置，分析离层空间能否从周边含水层接受水源补给。离层积水可出现在含水层内部或含水层与围岩交界处。
- c) 若存在稳定水源补给，则可确认存在采动覆岩潜在突水离层带；若无水源补给，则可排除离层水害可能性。

5.2.4 上位岩层与下位隔水层定位

应按下列要求定位突水离层带的结构边界：

- a) 上位岩层界定：将位于离层积水上方、无滑动破坏面的单一岩组定义为上位岩层；若离层积水上方存在硬厚冲击倾向岩层（如火成岩、片麻岩、厚层砂岩等），亦应纳入上位岩层范畴。
- b) 下位隔水层界定：将离层积水底面至导水裂隙带顶部的区域定义为下位隔水层。该层位在离层发育期间应未发育导水裂隙，仍保持相对隔水性能。
- c) 分析上位岩层与下位隔水层的工程地质特性差异，上位岩层通常为厚层脆性岩层，下位隔水层通常为泥质岩层、砂泥岩互层或软弱夹层。

5.3 回采期间导水通道识别与验证

5.3.1 随着工作面推进，潜在突水离层带可能向实际突水离层带转化，应开展动态识别与验证。

5.3.2 动态识别应采用以下方法：

- a) 建立上位岩层-离层空间-下位隔水层的组合力学模型，计算上位岩层和下位隔水层的极限破断跨距及破断步距；
- b) 微震监测：利用微震系统捕捉覆岩破裂事件，反演离层发育的时空演化特征。

- c) 钻孔水文动态观测：利用地面或井下钻孔，观测离层空间及主要含水层的水位、水压变化。
- d) 分布式光纤监测：在覆岩观测孔中布设光纤，监测岩层变形，识别离层带的位置与发育程度。
- e) 井下涌水量与水质监测：实时监测工作面涌水量变化及水质特征，辅助判别导水裂隙是否已沟通至离层积水。

5.4 水害危险性综合判定

5.4.1 在识别突水离层带的基础上，应综合以下条件判定工作面离层水害危险性：

- a) 存在完整的突水离层带结构：同时具备上位岩层、可积水离层、下位隔水层。
- b) 水源补给条件：上部含水层富水性强，或有地表水、老空水等持续补给，离层空间具备积水条件。
- c) 导水通道条件：下位隔水层或上位岩层变形破断。
- d) 力源条件：上位岩层具有冲击倾向性或弯曲破断特征，可能造成离层水压急剧升高或动力突水。
- e) 物源条件：煤层顶板存在软弱泥岩或弱胶结砂岩等软弱夹层、古风化壳或风化破碎带等，水流冲蚀下崩解造成井下涌水溃泥砂。

5.4.2 应根据突水离层带的结构特征和水源条件，预判离层水害的可能类型：

- a) 离层动力突水型：上位岩层具冲击倾向，侧重分析岩层破断步距、储能特征。
- b) 离层静水压涌突水型：下位隔水层阻水性能是关键，侧重分析其隔水厚度、完整性及阻水能力。
- c) 离层携泥砂突水型：涉及物源层（如软弱夹层、风化破碎带），侧重分析其崩解性、软化系数及流动特性。
- d) 根据判定结果，开展后续防治工程设计。

6 离层水害综合防治技术

应采用下列综合技术防治顶板离层水害：

通过主动控制采高、采宽、采速等实现离层空间积水规模、导水通道发育高度的控制；

坚持利用物探探测富水异常区并结合井下钻探验证，对富水异常区积水进行预疏放；

通过施工地面不同类型钻孔对高位离层空间积水进行主动防治；

通过施工井下疏放水钻孔，对低位离层空间积水进行主动防治；

加强工作面排水系统建设、检修与维护，保证排水系统具有一定的抗灾能力；

加强多元信息的监测与预警，预测可能出现的突水，并按要求启动水灾应急预案。

6.1 物探探测

6.1.1 根据工作面地质及水文地质条件，应采用瞬变电磁法、直流电法、音频电穿透法、弹性波法、孔中物探、微震等不同物探探测手段相结合的方法，以探明离层空间及离层积水空间的展布情况，为离层积水治理提供靶向依据。

6.1.2 若相邻工作面为采空区时，物探探测应覆盖相邻工作面影响区域，以全面评估相邻采空区上覆顶板离层积水对当前工作面的潜在威胁。

6.1.3 通过工程手段疏放离层积水，宜采用物探探测手段对疏放效果进行评价。

6.1.4 物探探测施工方法与工艺参照相关规范、规程的规定执行：

- a) 瞬变电磁法施工方法与工艺参照 DZ/T 0187-2016 的规定执行；
- b) 直流电法施工方法与工艺参照 NB/T 11459-2023 的规定执行；
- c) 音频电穿透法、弹性波法施工方法与工艺参照 MT/T 898 的规定执行；
- d) 孔中物探施工方法与工艺参照 NB/T 11543-2024 的规定执行；
- e) 微震监测系统与设备参照 NB/T 11526-2024 的规定执行。

6.2 钻探探查

6.2.1 依据煤矿地质及开采条件，结合工作面开采方式、布设及来压规律，应按照一定的孔距，在地面施工直通式导流孔、抽排钻孔、抽泄钻孔或者井下疏放水钻孔，疏排离层空间积水。

6.2.2 对于离层涌水周期性特征明显的矿井，地面直通式导流孔钻孔布设，应根据覆岩岩性及关键层位置确定，一般情况下：相对危险区为 100~150m，相对中等区为 120~180m，相对安全区宜为 150~200m，具体间距应结合区域预测和突水位置预报结果确定。

6.2.3 对于离层涌水不规律的矿井，钻孔布设应结合物探探查、地质构造及工作面布置情况，布设在工作面上方主要含水层底板低位、工作面见方、断层及背向斜轴部、含水层富水区位置附近以及突水离层带破断位置之前。

6.2.4 对存在地表水体补给主要含水层或预测评价结果为相对危险的工作面，在补给位置附近或危险区应增设排水钻孔。

6.2.5 对相邻面为采空区的工作面进行回采时，应结合相邻采空区形成时间进行综合研判，宜在相邻面上方布设地面抽排钻孔对离层积水进行疏排，以降低本工作面顶板水压。

6.2.6 煤矿应根据地质、地层条件或者以往实施效果，采用单一或者组合钻孔布设的方式进行。

6.2.7 地面直通式导流孔应在工作面回采至钻孔前 100m 完成施工，待工作面推采过下一个钻孔且钻孔投入使用后，可对上一个钻孔全孔水泥浆封闭。

6.2.8 工作面回采过程中应做好孔内水位及孔口吸（出）风观测，若泄水通道堵塞，应做好钻孔的透

孔工作，确保离层积水下泄通道畅通。

6.2.9 抽排及抽泄钻孔的布置应结合煤矿抽水试验成果、抽水泵量参数及工作面井下涌水情况，综合估算影响半径，合理确定孔距。

6.2.10 避免因孔距过大导致疏水盲区。

6.2.11 确保离层积水不影响煤矿开采作业。

6.2.12 钻孔质量标准参照 MT/T 1042 的规定执行。

不同类型钻孔孔径结构参考附录 A。

6.3 离层注浆充填

6.3.1 应根据关键层理论和突水离层带识别结果，预测离层动态发育高度，并据此确定注浆目标层位。

6.3.2 应结合地层渗透性和离层空间发育规律，选择合适的离层注浆工艺相关参数。

6.3.3 通过地面或井下钻孔向离层带注入高压浆液（如粉煤灰浆体），充填离层裂隙，形成支撑结构。

6.3.4 覆岩离层注浆工艺主要设计参数应包括注浆压力、注浆量、钻孔数量、位置、注浆有效扩散半径及钻孔间距、注浆离层层位等。工艺参数选取应充分考虑地质条件、工程目标、施工技术与设备能力。注浆结束标准应符合设计要求，一般以终压 $\geq 3\text{MPa}$ ，稳定 $\geq 10\text{min}$ ，且注浆量小于 50 L/min 为结束依据。

6.3.5 宜运用地面沉降测量、检查孔钻探验证、注浆前后钻孔水位变化分析、工作面涌水量对比、分布式光纤等综合手段评价离层注浆效果。

6.4 排水系统建设

6.4.1 工作面两巷（运输顺槽与回风顺槽）应根据地质条件建立完善的排水系统。排水系统的设计排水能力应结合水文地质条件分析评价和涌水量预测结果确定，且应不小于本矿或邻近矿井相似地质条件下已发生的最大离层突水水量的 1.2 倍，并考虑泥沙含量影响。

6.4.2 离层突水具有突发性和隐蔽性等特点，应结合工作面实际情况，制定工作面排水系统专项维护措施，明确各阶段具体的排水、清淤、双回路供电措施，以及相关配套技术措施等，相关措施应包括但不限于：

a) 日常巡检：明确排水管路、水仓、水泵、配电设备等的巡检周期、内容与责任人。

b) 定期清淤：规定水仓、沉淀池、排水沟的清淤周期和标准。

c) 供电保障：确保排水系统实现双回路供电，并定期进行切换试验。

d) 备用保障：排水水泵应设置备用，并保证备用泵能随时正常启动。主要排水设备应各有备用件，库存储放地点与设备更换流程应明确。

6.4.3 离层突水有时伴有携泥溃砂现象，当工作面涌水泥沙含量较大时，容易淤堵水泵造成烧泵，为

应对离层突水可能伴有的携泥溃砂风险，应采取以下防护措施：

- a) 在排水沟及水仓内，应设置多级沉淀设施。
- b) 应在水泵吸水管口设置过滤笼头或算子，并进行有效固定，防止堵塞。
- c) 宜使用耐磨蚀泥浆泵或无堵塞设计的排污泵，或建立专门的浑水排水系统。
- d) 应配备泥沙清理工具和设备，及时清理沉淀的煤泥渣，防止淤积。

6.4.4 工作面因故停采或滞采期间，应做好排水系统维护，加强对巷道围岩变形、淋水异常、水压水位突变等突水前兆信息的监测频次，并制定专项应急预案。

6.5 地下水动态监测

6.5.1 煤矿应建立覆盖地面、井下不同区域和主要含水层的矿井水情实时监测系统，地下水位监测建设参照 DZ / T 0271-2014。

6.5.2 应对相关参数实时自动采集、存储、传输和预警：

- a) 水位与水压：对各主要含水层、离层空间、采空区及巷道涌水点的水位或水压进行监测。
- b) 水温：对具有水温异常特征的出水点或含水层进行温度监测。
- c) 流量：对主要涌水巷道、钻孔疏放水流量进行监测。
- d) 水质：宜对主要出水点进行常规水化学离子（如 K^+Na^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Cl^- ， SO_4^{2-} ， HCO_3^- ）的监测，用于突水水源快速判别。

6.5.3 数据分析与应用

- a) 应基于监测数据，动态绘制各观测孔水位动态曲线、工作面涌水量变化曲线，以及水位（水压）与开采进度、矿压显现等相关因素的关联性分析图。
- b) 监测数据应用于涌水量预测、水源判别和突水危险性实时评价，为防治水决策提供技术支持，对煤矿防治水工作进行预测预警。

6.5.4 预警与响应

- a) 应根据历史数据和突水离层带裂隙-结构时空演化结果，科学设定各监测参数的正常值范围、预警阈值。
- b) 监测系统应具备自动超限预警（声光报警）功能，预警信息应实时推送至相关管理人员。
- c) 应建立对应的预警信息分析、核实与处置流程，实现闭环管理。

6.6 其他措施

6.6.1 开采工艺控制

- a) 应合理确定和严格控制工作面的采高与采宽，以抑制导水裂隙带和离层空间的发育高度与规模。
- b) 工作面宜保持匀速推进，避免采掘活动停滞或推进速度剧烈变化，以维持覆岩结构的相对稳定。

6.6.2 多元信息融合预警

- a) 应综合监测工作面涌水量、水压、水质、瓦斯涌出量、矿压显现、顶板状态（如巷道围岩变形、顶板淋水）、微震频次、支架异常状态等多元信息。
- b) 应结合矿井实际，确定监测指标的异常变化特征及其预警阈值，建立综合预警模型。
- c) 当出现多种异常信息耦合时，应提高预警等级，并立即组织分析核查。

6.6.3 应急管理

- a) 煤矿应编制《矿井离层水害专项应急预案》和《现场处置方案》，明确组织指挥体系、技术保障、排水救援、安全撤离、后勤保障等内容。
- b) 应储备充足的应急救援物资和设备，并定期检查维护，保证完好可用。
- c) 每半年至少组织1次离层水害应急预案演练，演练结束后应进行评估和总结，及时修订和完善预案。

7 离层水害防治流程

7.1 工作面回采前工作

7.1.1 富水异常区探查

a) 通过物探探测手段确定回采工作面顶板富水异常区，施工井下探查钻孔验证，在钻孔涌水量较大时（如大于 $5\sim 10\text{ m}^3/\text{h}$ ），可适当增加钻孔数量，当钻孔涌水量衰减至微小时，可停止疏放水工作。

b) 对相邻工作面为采空区的工作面回采，探查工作应重点针对已识别的突水离层带位置进行验证。

7.1.2 地面钻孔施工

高位离层水害防治的各类钻孔，应按照6.2.7-6.2.11要求，钻孔提前施工到位，在工作面回采过程中，开展水位及吸（出）风观测工作。

7.1.3 工作面排水系统建设

应按照6.4要求做好工作面排水系统的建设与维护工作。

7.1.4 细化工作面防治水应急预案

细化工作面水灾应急预案，尤其针对突水离层带突水的专项处置措施。当工作面出现水情时及时启动应急预案。

7.2 工作面回采期间工作

7.2.1 细化工作面采煤管理

加强工作面放煤的精细化管理，实现工作面匀速推采，避免停采滞采。在顶煤较厚区段，应控制采高均衡放煤。

7.2.2 地面钻孔施工

通过地面施工各类钻孔，开展高位离层水害防治工作。工作面推采越过前一钻孔后，应及时完成下一钻孔施工，并开展地下水位监测。钻机施工能力及作业人员配置须满足现场施工要求。

工作面回采期间，须做好孔内水位及吸（出）风观测，详实记录观测数据，确保观测资料完整、准确。

7.2.3 井下钻孔施工

应通过施工井下疏放水钻孔，进行低位离层水害的防治。钻孔疏放水期间，应做好水量的观测及记录工作。

7.2.4 涌水预警及分析

应按照6.5、6.6加强多元信息的监测与分析，发现异常时，及时进行涌水预警。

7.3 工作面回采完成后工作

7.3.1 封闭钻孔

工作面回采完成后，应采用高标号水泥浆封闭钻孔。如留地下水长观的钻孔，可在观测结束后封闭。

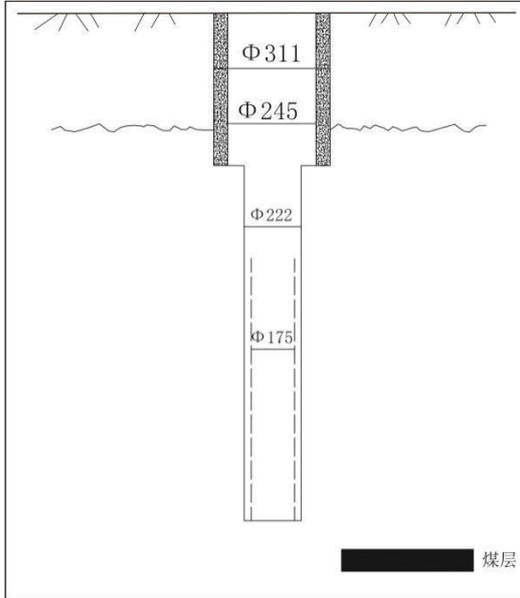
7.3.2 密封采空区

工作面回采结束后应对采空区进行密封。密闭时应留有采空区积水水量监测及排水的装置，后期加强采空区积水监测与管理。

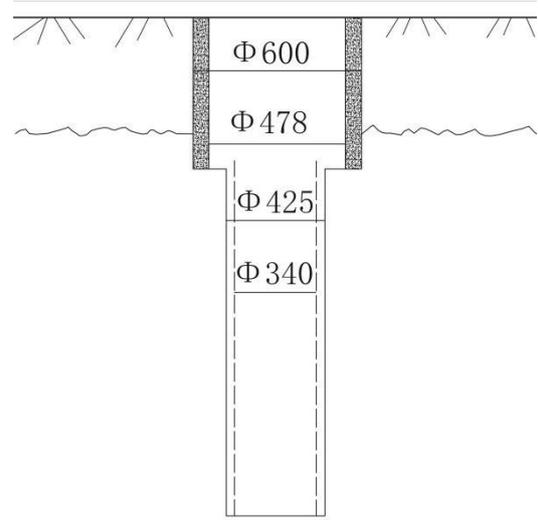
8 技术总结

工作面回采结束后，应系统总结防治水经验及防治效果经济性分析，明确存在的问题及下一步工作建议，为后续工作面防治水工作提供参考（参见附录B）。

附录 A
 (规范性)
 钻孔孔径结构



图B.1 地面直通式导流孔孔径结构图 (mm)



图B.2 地面抽排钻孔孔径结构图 (mm)

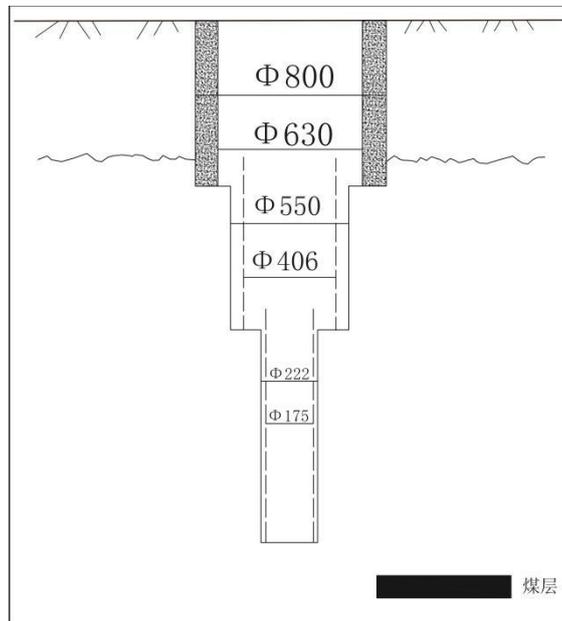


图 B.3 地面抽泄钻孔孔径结构图 (mm)

注：钻孔孔径及套管、筛管直径可根据施工需要进行调整。

附录 B

(规范性)

工作面防治水技术总结编制提纲

1 前言

1.1 目的与背景

简述报告编制目的，如总结防治水技术应用效果、评估安全风险、指导未来工作等，并说明工作面地质条件及防治水的重要性。

1.2 范围与依据

明确报告涵盖的工作面区域、时间范围，以及依据的法规、标准或技术规范。

2 以往地质工作

简述在工作面区域历次开展过的地质勘查工作（如精查、补勘）、物探工作（如三维地震、电法、瞬变电磁）及其主要成果。引用并分析以往地质报告中对本工作面水文地质条件的评价结论，说明其对本次防治水工作的指导作用。

3. 工作面概况

3.1 位置与范围

描述工作面走向及倾斜长度、在矿井中的具体位置，与周边采空区关系。

3.2 地质及水文地质条件

包括地层、煤层厚度、顶底板岩性、构造特征（如断层、褶曲）、地面沟流、水文地质参数（如含水层分布、水位标高）等。

3.3 充水水源与通道分析

充水水源：逐项分析地表水、各含水层水、老空积水、离层静态积水等水源的赋存特征和补给条件。

充水通道：重点分析采动形成的导水裂隙带、离层空间、构造破碎带、封闭不良钻孔等可能成为充水通道的要素。

涌水量预测与对比：将开采前的预测涌水量（最大、正常）与开采过程中的实际涌水量进行对比分析，评价预测准确性。

3.4 采掘工程计划

概述工作面采掘计划、接替关系及当前进度，说明防治水工作的针对性。

4. 防治水工作实施情况

4.1 工程措施

详细记录实施的防治水工程，如物探工程、抽排水、探放水钻孔等，包括工程量、技术参数（如钻孔深度、角度）及施工时间。

4.2 技术方法与工艺流程

分工程类型（如疏放、注浆）详细说明所采用的施工工艺流程、关键工序及质量控制标准。

说明在施工中遇到的关键技术难题（如钻孔堵孔、浆液漏失）及所采取的应对技术措施。

4.3 观测与数据分析

总结水文地质观测点布置与数据采集水害预警系统运行情况。

分析涌水量观测数据、水位动态监测结果，研究其与采掘活动的关联性，评价防治水工程（如泄水孔施工）的时效性。

5. 防治水效果评价

5.1 工程成效评价

技术效果：采用前后对比法，通过物探异常区范围变化、水位（水压）下降值、累计泄水量、离层水害事故发生率等量化指标，综合评价防治水工程的技术效果。判断是否实现“消除威胁、可控开采”的预期目标。

经济效益：简要分析防治水投入（工程成本）与产出（保障安全开采、减少经济损失）的经济性。

社会效益：评价对保障矿井安全生产、保护生命安全的作用。

5.2 存在问题与不足

客观分析防治水技术在设计、施工、监测或管理等环节存在的不足或未达预期效果之处。并分析问题产生的主要原因（如地质条件复杂性、技术局限性、管理漏洞等）。

6. 结论与建议

结论：总结工作面防治水工作的整体成效，确认是否达预期目的。

建议：针对本工作面总结的经验和暴露的问题，对未来类似条件工作面的防治水工作提出具体、可操作的改进建议和技术展望（如优化钻孔布置参数、改进注浆材料等）。

7. 附图与附表

附图：工作面综合水文地质图、防治水工程布置平面图、剖面图、主要含水层等水位线图、导水裂隙带发育高度预测图、涌水量与各种相关因素（时间、推进距离、开采面积）的关系曲线图、水位动态与开采关系曲线图等。

附表：涌水量观测成果记录表、防治水钻孔参数及成果一览表、水动态监测数据统计表、重要突水（涌水）点台账、回采进度表等。

参 考 文 献

- [1]应急管理部. 煤矿安全规程 (2025) (应急管理部令第 17 号). 2025.
 - [2]国家矿山安全监察局. 煤矿地质工作细则, (矿安〔2023〕192 号), 2023
 - [3]原国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水细则, 煤炭工业出版社, 2018.
 - [4]陕西省应急管理厅. 陕西省煤矿防治水管理规定 (试行), (陕应急〔2021〕171 号), 2021.
 - [5]吕广罗, 杨磊. 深埋特厚煤层综放开采顶板导水裂隙带发育高度探查分析, 中国煤炭, 2016.
 - [6]乔伟, 黄阳. 巨厚煤层综放开采顶板离层水形成机制及防治方法研究, 岩石力学与工程学报, 2014.
 - [7]乔伟, 刘梦楠, 李连刚等. 采动覆岩“突水离层带岩体结构演化致灾机理及突水预报方法, 煤炭学报, 2023.
-