

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 074—2023

煤矿突水危险性评价规范

Specification for risk assessment of water inrush 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 总则.....	2
5 突水类型.....	2
6 突水危险性等级.....	1
7 突水危险源及其辨识.....	2
8 突水危险性评价资料.....	3
9 突水危险性评价方法.....	3
10 顶板突水危险性评价.....	4
11 底板突水危险性评价.....	4
12 突水危险性的水动态监测.....	7
附录 A（资料性） 煤矿突水的概率风险评价方法.....	8
附录 B（资料性） 煤矿顶板突水的三图-双预测法.....	10
附录 C（资料性） 煤层底板突水评价的突水系数法.....	11
附录 D（资料性） 煤层底板突水评价的脆弱性指数法.....	12
附录 E（资料性） 煤层底板突水评价的五图-双系数法.....	13
附录 F（资料性） 煤矿突水的主要前兆.....	14
附录 G（资料性） 采煤工作面突水危险性评价报告编写提纲.....	15
参考文献.....	16

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、陕西煤业化工集团有限责任公司、六盘水师范学院。

本文件主要起草人：马立强、范立民、赵泓超、吕扬、吴永辉、李涛、冀瑞君、孙魁、吴王平、孙强、华照来、蒋泽泉、刘江斌、高颖、王路、陈海富、秦天天、赵瑞。

本文件为首次发布。

煤矿突水危险性评价标准

1 范围

本文件规定了井工开采煤矿突水危险性评价的突水类型、突水危险性等级、突水危险源及其辨识、评价资料、顶板突水危险性评价、底板突水危险性评价和水动态监测等。

本文件适用于在建和生产煤矿突水危险性评价，规划和设计煤矿的评价可参照本文件。

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 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范

GB/T 14157 水文地质术语

GB/T 14498 工程地质术语

GB/T 40130 煤矿专门水文地质勘查规范

DZ 61/T 1247 煤矿地下水监测规范

DZ 61/T 1569 煤矿开采地质环境监测规范

T/GRM 055 煤矿导水裂隙带探测技术规范

T/GRM 056 煤矿隐蔽致灾因素普查技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿井突水 Mine water inrush

大量地下水、地表水或其他水源的水通过导水通道突然涌入井巷的现象。

3.2

顶板突水 Roof water inrush

来自于煤层上的顶板含水层、水体或地表水体。

3.3

底板突水 Water inrush from seam floor

来自于煤层下的底板含水层、水体。

3.4

突水危险源 Hazard source of water inrush

煤矿生产系统中具有的潜在的、在一定触发因素作用下可能转化为突水事故的根源。

3.5

突水危险性 Water inrush risk

突水事件发生的可能性及危险程度。

3.6

突水系数 Water bursting coefficient

煤层底板隔水层承受的水压力与底板隔水层厚度的比值。

3.7

煤矿突水预兆 Foretaste of water inrush

煤矿突水前的主要征兆，包括：煤层变潮湿、松软、煤帮出水、巷道底股、顶底板溃水、溃沙等。

3.8

突水危险性预测图 Water inrush risk prediction figure

反映与突水有关的水源、通道、开采条件，以及突水条件、突水危险性分区等的图件。

3.9

有效保护层厚度 Effective protective layer thickness

开采煤层与含水层间的最短距离减去内部的导水裂隙带高度。

4 总则

4.1 煤矿突水危险性评价应坚持客观、科学的原则，实事求是做出评价。

4.2 煤矿企业应全面评价煤矿突水危险性，开拓前应评价盘区、采煤工作面的突水危险性，并采取相应防范措施。

4.3 煤矿突水危险性评价，必要时开展水文地质补充勘查评价，开展动态监测，取得相应资料和数据。

5 突水类型

5.1 煤矿突水类型可根据突水通道，按表1划分。

表1 按突水通道划分的煤矿突水类型

类型	突水通道	可能沟通水源	突水特点	防治方法
直接揭露型突水	井筒、巷道或工作面	井筒可沟通各类顶、底板含水层，巷道、工作面主要揭露煤层顶板水或老空水	一般水量不大，但井筒揭露强含水层水量大，井巷揭露老空区易发生伤亡事故	超前探测，有疑必探，提前探放
顶板突水	工作面顶板导水裂隙带、巷道松动圈等	多为煤层顶板砂岩水、灰岩水、老空水、离层水，浅部有松散层水和地表水	导水裂隙带发育高度、采高、顶板岩性、开采方式有关，突水量主要与充水含水层富水性有关	计算、观测导水裂隙带高度，留足煤柱，提前疏排或采用保水采煤技术
底板突水	底板损害带、工作面（巷道）底鼓等	主要为煤层底板砂岩、奥灰水、薄层灰岩水	主要取决于底板隔水层厚度和底板水的压力，突水量主要与沟通的含水层富水性有关	底板加固、疏干降压、含水层改造、改变工作面开采方式等
断层突水	导水断裂	能沟通各类水源	断层的导水性与其力学性质、断层带的充填物密切相关。断层突水量与沟通含水层富水性和断层规模有关	查明断层的导水性，留设断层防水煤柱，对断层注浆加固，防范断层活化导水
陷落柱突水	导水陷落柱	主要沟通底板奥灰水和薄层灰岩水	往往出现特大水害，造成淹井事故	提前探查，注浆加固，留设煤柱
封闭不良钻孔突水	封闭不良钻孔	能沟通各类含水层	人为突水要素	提前探查，注浆加固，留设煤柱

5.2 煤矿突水类型可根据突水水源，按表2划分。

表2 按突水水源划分的煤矿突水类型

类型	水源	主要可能的通道	突水特点	防治方法
地表水突水	河流、湖泊、水塘、暴雨洪水等	井筒、采空塌陷裂隙、岩溶漏斗、封闭不良钻孔	与大气降水有关，往往在雨季或洪水期发生	井口高于洪水位，治理地面裂隙和塌陷区等
老空水突水	本矿采空区积水、周边矿井采空区积水、老窑积水	巷道直接沟通，采动裂隙带、导水断裂、裂隙	以静储量为主，但一旦突水来势凶猛，易造成人员伤亡事故	有疑必探，有掘必探，探放老空区积水，或留设防水煤柱
孔隙水突水	第四系、新近系松散层水	导水裂隙带、导水断裂、裂隙	往往发生于煤层的浅部，有时伴随有溃沙	计算导水裂隙带高度，留足防水煤柱
裂隙水突水	砂岩、砾岩、烧变岩等裂隙含水层的水	采掘直接揭露、导水裂隙带、冒落带、导水断层	涌水量衰减较快甚至疏干。如与其他含水层有水力联系时，可导致大水量和长期出水	提前探查，切断与其他含水层水力联系
薄层灰岩突水	华北石炭二叠纪煤田的太原组薄层灰岩岩溶水	采掘直接揭露、底板损坏带、导水断裂	一般可疏干。但当与厚层灰岩有水力联系，突水量会大幅度增加	提前探查，在有足够隔水层的条件下开采、疏水降压、注浆改造等
厚层灰岩岩溶突水	北方奥陶系灰岩水、寒武系灰岩水，南方茅口灰岩水	导水断层、陷落柱、底板损坏带以及其他含水层为中间层引起	水量大、水压高、一般会造成严重水害事故	提前探查，在有足够隔水层的条件下开采，改造中间层，对导水断层、陷落柱留煤柱或注浆加固等
离层水害	周边离层水	离层下覆岩层裂隙，离层下覆岩层破断产生导水通道，导水裂隙	离层存在上位高强度岩层破断产生的强冲击、离层积水产生的静水压、采场持续性回采活动的强扰动3个动力源中的一个(及以上)时，离层发生涌突水；有时携带泥沙；动力突水时征兆不明显，瞬时水量极大，静水压突水相对缓和	提前探查，判断离层位置，提高工作面回采速度，调整采高，应用充填开采等绿色开采技术；超前疏放水，钻孔截流，地面抽排水等

6 突水危险性等级

6.1 煤层顶板突水危险性地质评价分类标准应根据煤层顶板含水层、含水层与隔水层组合关系、厚度、岩性以及采煤引起的导水裂隙带发育高度，按有效保护层厚度、突水危险系数划分，可按表3确定。并应符合下列规定：

a) 东部地区应按突水危险系数划分，突水危险系数 K_Q 应为松散含水层水压 p 与有效保护层厚度 ΔH_2 之比值。

表3 煤层顶板突水危险性地质评价分类标准

突水危险性	有效保护层厚度 $\Delta H_2/m$	突水危险系数 $K_Q/(MPa/m)$
危险性小 (I)	≥ 0	< 0.015
危险性中等 (II)		0.015-0.1
危险性大 (III)		≥ 0.1
危险性极大 (IV)	< 0	
直接突水 (V)		

b) 西部地区缓倾斜煤层，按照导水裂隙带发育高度与煤层顶板隔水层厚度、保护层厚度关系划分。其中煤层顶板若无隔水层，直接突水(V)。煤层顶板隔水层厚度小于冒落带高度时，危险性极大(IV)。隔水层厚度小于导水裂隙带发育高度时，危险性大(III)。介于导水裂隙带发育高度与“导水裂隙带发育高度+保护层厚度”之间时，危险性中等(II)。煤层顶板隔水层厚度大于“导水裂隙带发育高度+保护层厚度”时，危险性小(I)。

6.2 煤层底板突水危险性等级应根据煤层底板岩体力学强度、结构特征、抗水压能力等关键参数确定。可按表4执行。

表4 煤层底板突水危险性等级

突水危险性等级	底板岩体力学强度	结构特征	抗水压能力	防治水难度	开采受水害影响	防治水经济技术效果
直接突水（V）	极低	散体结构	无	很难	极大	差
危险性极大（IV）	很低		极弱	很难	极大	差
危险性大（III）	低	碎裂结构	弱	较难	大	较差
危险性中等（II）	中等	块裂结构	中等	一般	中等	一般
危险性小（I）	高	完整结构	强	简单	小	好

7 突水危险源及其辨识

7.1 煤矿突水危险源

7.1.1 突水危险源种类包括固有危险源、人为危险源。

7.1.2 固有危险源包括含水层危险源、老空区积水危险源、松散层水和地表水危险源、防水设施危险源等。

7.1.3 人为危险源包括个人因素危险源、管理因素危险源和人为环境危险源等。

7.2 突水危险源辨识应包括下列内容：

- a) 水害的地点、名称、容积、温度、压力、性质和特征等；
- b) 日常工作监测和预报范围；
- c) 水害事故类型、危险等级，对邻近工作区域的危害及措施；
- d) 正常生产过程中的危险，现场操作失误造成的危险，生产工艺存在的缺陷；
- e) 矿井井下采掘工作面安全化水平；
- f) 矿井生产工作面的生产、工艺布置是否合理；
- g) 矿井生产中有无安全防护措施、安全通道是否符合《煤矿安全规程》，安全作业规程有何缺陷，危险场所有无安全标志，故障处理措施，事故处理应急方法，过去事故状况。

7.3 突水危险源辨识途径应包括下列内容：

- a) 矿井水害危险源的区域划分；
- b) 矿井水害危险源的类型；
- c) 突水预兆。

7.4 矿井突水危险源辨识方法应包括下列内容：

- a) 现场观察法；
- b) 安全检查表法；
- c) 问卷调查法；
- d) 查阅记录法；
- e) 标准对照法；
- f) 工作任务分析法；
- g) 事故频次法。

7.5 煤矿突水危险源的辨识

7.5.1 固有危险源辨识应包括下列内容：

- a) 含水层危险源，宜通过水文地质调查、查阅地质勘探报告、采掘揭露资料等方法辨识；
- b) 老空区积水危险性宜通过查阅采掘历史资料、隐蔽致灾因素普查等方法辨识，隐蔽致灾因素普查应按T/GRM 056执行；

- c) 松散层水和地表水危险源通过水文地质调查、查阅水文地质类型划分报告等资料辨识；
- d) 防水设施危险源通过矿井有关资料辨识。

7.5.2 人为危险源的辨识应包括下列内容：

- a) 个人因素危险源辨识；
- b) 管理因素危险源辨识；
- c) 人为环境危险源辨识。

8 评价资料

8.1 煤矿突水危险性评价基础资料应包括下列内容：

- a) 开采煤层及厚度等值线图；
- b) 开采煤层底板等高线图；
- c) 采区地质构造，包括断层、裂隙、褶皱、陷落柱等；
- d) 含（隔）水层厚度、分布、富水性及其与煤层的空间关系；
- e) 煤层顶底板岩性、厚度、物理力学性质；
- f) 采空区分布及积水普查资料；
- g) 地表水体分布、水域面积、水深、水体补给来源及排泄条件等；
- h) 矿区水文地质图；
- i) 钻孔抽水试验综合柱状图；
- j) 其他有关资料和数据。

8.2 资料不全不满足突水危险性评价的，应开展水文地质补充勘查工作，应按 GB12719、GB/T 40130 和 T/GRM 056 执行。

9 评价方法

9.1 突水危险性评价方法应包括定性评价、定量评价和半定量评价。

9.1.1 定性评价包括安全检查表、预先危险评价、故障模式和效应分析、危险可操作性及事故树分析法、事故因果图分析法等。

9.1.2 定量评价包括 BP 神经网络的风险性评价法、模糊评价法和系统综合评价法等。

9.1.3 半定量评价包括概率风险评价法（LEC）、打分检查表法、MES 法等。半定量评价的概率风险评价法宜作为常用评价方法。见附录 A。

9.2 顶板、底板突水评价

9.2.1 煤层顶板突水危险性评价法宜用三图-双预测法。见附录 B。

9.2.2 煤层底板突水危险性评价方法包括突水系数法、脆弱性指数法、五图-双系数法等。见附录 C、D、E。

9.3 煤矿突水危险性评价流程，按突水水源的含水层条件、隔水层条件和突水通道确定。见图 1。

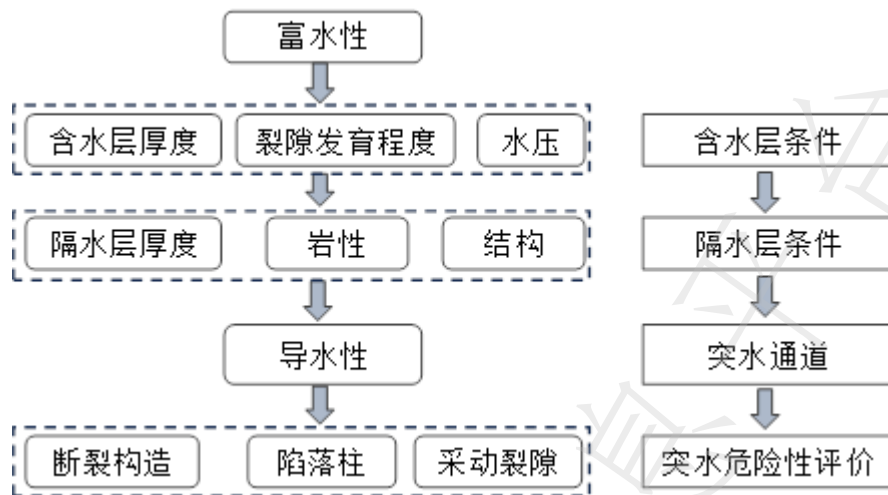


图1 煤矿突水危险性评价流程

10 顶板突水危险性评价

10.1 顶板突水危险性评价参数应包括导水裂隙带发育高度、煤层与含水层（突水水源）的间距及其间隔水层的隔水性。

10.2 导水裂隙带发育高度宜采用探测法获得，可按 T/GRM056 执行。也可采用 GB12719、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 年）或 T/GRM054 预测。

10.3 第四系含水层突水危险性宜按煤层开采产生的导水裂隙带高度、开采煤层至含水层的距离确定。并应符合下列规定：

a) 开采煤层顶界至第四系含水层底界之间的距离，减去开采煤层产生的导水裂隙带高度为有效保护层厚度。

b) 有效保护层厚度大于临界值时，突水危险性小。否则则大。并根据其差值定性判断危险性等级。

10.4 煤层顶板砂岩含水层突水危险性评价应符合下列规定：

a) 煤层顶板砂岩含水层突水危险性，宜按煤层顶板隔水层厚度、砂岩含水层水文地质条件、导水裂隙带发育高度或断裂（裂隙）发育程度确定。

b) 将煤层顶板隔水层厚度减去导水裂隙带发育高度，差值大于0时，突水危险性小，否则危险性大。并根据差值大小，定性判断突水危险性等级。

10.5 采空区积水、离层水突水危险性评价应符合下列规定：

a) 采空区积水、离层水突水危险性，宜按采空区积水、离层水水位与富水性、导水裂隙带发育高度或断裂发育程度、以及水体到导水裂隙间的保护层厚度确定。

b) 保护层由不同岩性岩层组合而成，有效厚度应根据岩性组合情况确定。并根据有效厚度与水体到导水裂隙间距离的差值定性判断危险性等级确定。

10.6 煤层顶板砂岩含水层突水危险性评价宜采用三图-双预测法，具体见附录 B。

10.7 顶板突水危险性评价应编制顶板突水危险性预测图。

11 底板突水危险性评价

11.1 煤层底板隔水介质条件

11.1.1 煤层底板隔水介质条件应包括反映煤层底板抗水压能力的岩性、构造、隔水层厚度等。

11.1.2 隔水岩层隔水性特征应采用煤层底板岩层中泥岩含量百分比（K）表示，煤层底板岩性类型及

隔水性能可按表 5 确定。

表5 煤层底板岩性类型及隔水性能

底板岩性岩体类型	K 值/%	主要岩性	抗水压能力	隔水性能
泥岩为主型	≥65	砂泥岩、粉砂质泥岩	弱	好
砂泥岩复合型	35-65	粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩	中等	较好
砂岩为主型	≤35	砂岩、粉砂岩和石灰岩	强	差
备注	表中, $K=h/H \times 100\%$, h 为开采煤层与主要充水含水层之间各泥岩层厚度之和 (m), H 为开采煤层与主要充水含水层之间厚度之和 (m)。			

11.1.3 煤层底板断裂构造分类及其力学特性应根据煤层及其底板断裂构造发育程度和工程规模确定, 可按表 6 确定。

表6 煤层底板断裂构造分类及其力学特性

岩体结构类型	断裂发育程度	结构体特征	断裂面特征	地质构造特征	岩体变形损害特征	力学模型	抗水压能力和隔水性能
完整结构	结构面不发育, 1 或 2 组, 结构面间距大于 2m, RQD 值为 75-100%, 或 K_v 值为 0.75-1.00	巨块状, 结构体尺寸大于或相当于工程尺寸	无或偶见 III、IV、V 级结构面, 结构面闭合, 粗糙无充填	地质构造变动小 (轻微), 节理不发育, 构造复杂程度为 I 类	脆性破坏或剪切破坏, 少许沿沉积结构面分离, 最大主曲率 $K < 1 \times 10^4/m$	连续介质	抗水压能力和隔水性能好
块裂结构	结构面较发育, 2 或 3 组, 结构面间距 1-2m, RQD 值为 50-75%, 或 K_v 值为 0.50-0.75	大块状, 结构体尺寸小于工程尺寸, 但属于同一量级	II、III 级结构面为主, IV、V 级结构面不太发育, 至少有一组软弱结构面张开, 粗糙无充填	地质构造变动较大 (较重), 位于断层及褶曲轴的邻近地段, 可有小断层, 节理较发育, 断裂构造复杂程度为 II 类	压缩变形量大, 沿弱面剪切破坏, 最大主曲率 $K = 1-2 \times 10^4/m$	非连续介质	抗水压能力和隔水性能取决于断裂结构面封闭性
碎裂结构	结构面发育, 3-5 组, 结构面间距 0.1-1m, RQD 值为 25-50%, 或 K_v 值为 0.25-0.50	碎块状, 结构体尺寸远小于工程尺寸, 属于次一量级	II、III、IV、V 级结构面均存在, 且 IV、V 级发育, 结构面张开或闭合, 光滑不一	地质构造变动强烈 (严重), 位于褶曲轴部或断裂影响带内, 软岩多见扭曲拖拉现象, 小断层、节理发育, 断裂构造复杂程度为 III 类	压缩变形量大, 整体强度低, 岩体塑性变形强, 时间效应明显, 沿弱面剪切破坏或塑性破坏, 最大主曲率 $K = 2-4 \times 10^4/m$	似连续介质	地下水作用较强烈, 抗水压能力和隔水性能较差
散体结构	结构面很发育, 5 组以上, 杂乱, 结构面间距 $\leq 0.1m$, RQD 值为 $\leq 25\%$, 或 K_v 值 ≤ 0.25	碎屑状或颗粒状	断层破碎带内岩体或冒落带内岩体, 裂隙密集, 无序块状夹泥, 松散状	地质工作变动很强烈, 位于断层破坏带内, 岩体破碎呈块状, 碎石角砾状, 有的甚至粉末泥土状, 断裂构造复杂程度为 IV 类	压缩变形量大, 时间效应明显, 似土状, 结构体张破坏或滚动, 主要表现为塑性破坏, 最大主曲率 $K \geq 4 \times 10^4/m$	松散连续介质	地下水作用强烈, 抗水压能力和隔水性能极差

注1: RQD为岩石质量指标。它是根据钻孔岩芯完整程度判断岩石质量和岩体完整性的指标, 用 $RQD = (L_p/L) \times 100\%$ 表示, 其中 L_p 为 10cm 以上岩芯的累积长度, L 为钻孔全长。

注2: K_v 为岩体完整性系数。 $K_v = (v_m/v_r)^2$, 其中 v_m 为岩体声波速度, v_r 为岩石声波速度。

11.1.4 含水层突水前水压可按下列式预测:

$$p = ah^2 + bh + c \dots \dots \dots (1)$$

式中: p 为含水层突水前水压 (MPa); h 为底板隔水层厚度 (m); a 、 b 、 c 为与突水地质条件相关的回归系数, 不同矿区有不同的回归系数, 各矿区根据自身积累数据求得。

11.2 当水压与隔水层厚度比值小于临界突水系数时可安全回采。矿区临界突水系数见附录 B。

11.3 煤层底板突水危险性评价分类应根据煤层底板含水层突水危险性确定, 可按表 7 确定。

表7 煤层底板突水危险性评价分类

评价类型	煤层底板隔水介质条件			断裂构造	水压与隔水层厚度比值	水压 (P_w) 与岩体破裂压力 (P_c) 关系	水压 (P_w) 与最小主应力 (σ_{hmin}) 关系
	岩石抗水压能力	岩石隔水性能	底板结构				
危险性小 (I)	砂岩为主	泥岩为主	完整结构	无断层和陷落柱	<0.025	$P_c > P_w$	$\sigma_{hmin} > P_w$
危险性中等 (II)	砂泥岩复合型或砂质泥岩	砂泥岩复合型或砂质泥岩	块裂结构	断层面闭合, 无影响带	0.025-0.05		
危险性大 (III)	泥岩为主	砂岩为主	碎裂结构	有断层或陷落柱, 但不导水	0.05-0.15	$P_w > P_c$	$P_w > \sigma_{hmin}$
危险性极大 (IV)			松散结构	有断层或陷落柱, 但导水	≥ 0.15		

注1: P_c 为岩体破裂压力 (MPa), 即 $P_c=3\sigma_{hmin}-\sigma_{hmax}+\sigma_T-P_0$, 其中 σ_{hmax} 、 σ_{hmin} 分别为底板岩层中最大、最小水平主应力 (MPa); σ_T 为岩体抗拉强度 (MPa); P_0 为底板岩体孔隙压力 (MPa) (值小时可忽略不计)。

注2: P_w 为含水层水压 (MPa)。

11.3.1 煤层底板隔水层隔水性能评价应根据隔水层隔水介质条件和断裂结构条件确定, 隔水性能分类可按表 8 确定。

表8 隔水层隔水性能分类表

断裂结构条件	隔水层介质条件		
	泥岩为主型	砂泥岩复合型	砂岩为主型
完整结构	Ig	Ig	IIg
块裂结构	Ig	IIg	IIIg
碎裂结构	IIg	IIIg	IVg
松散结构	IIIg	IVg	IVg

注: Ig、IIg、IIIg、IVg分别指隔水性能等级为好、中等、差、极差。

11.3.2 煤层底板隔水层抗水压能力评价应根据水压与隔水层厚度比值和底板岩性确定, 隔水层抗水压能力分类可按表 9 确定。

表9 隔水层抗水压能力分类

水压与隔水层厚度比值	底板岩性类型		
	砂岩为主型	砂泥岩复合型	泥岩为主型
<0.025	Ik	Ik	IIk
0.025-0.05	Ik	IIk	IIIk
0.05-0.15	IIk	IIIk	IVk
≥ 0.15	IIIk	IVk	IVk

注: Ik、IIk、IIIk、IVk分别指抗水压能力等级为好、中等、差、极差。

11.3.3 煤层底板突水地质条件危险性评价应根据煤层底板隔水层的隔水性能和抗水压能力确定，可按表 10 确定。

表10 煤层底板突水地质条件危险性评价分类

水压与隔水层厚度比值	隔水性能			
	隔水性能好 (I _g)	隔水性能中等 (II _g)	隔水性能差 (III _g)	隔水性能极差 (IV _g)
抗水压能力强 (Ik)	I	I	I	II
抗水压能力中等 (IIk)	I	II	II	III
抗水压能力差 (IIIk)	II	III	IV	IV
抗水压能力极差 (IVk)	III	IV	IV	IV

11.4 底板突水危险性评价可采用下列方法：

- a) 突水系数法。评价方法参见附录C。
- b) 脆弱性指数法。评价方法参见附录D。
- c) 五图-双系数法。评价方法参见附录E。

11.5 底板突水危险性评价应编制底板突水危险性预测图。

12 水动态监测

12.1 监测方法宜采用通过钻孔、地表监测站点、井下测流点及水压监测站点等监测，水化学成分通过采取水样测试化验监测。

12.2 监测参数宜包括地下水、地表水水位变幅及积水量变化，泉及河流流量，井下各出水点的水头压力，各含水层及矿井水的水化学成分等。

12.3 监测数据分析，当上述监测参数等出现异常时，应及时分析原因，判定是否为突水前兆。煤矿突水的主要前兆见附录 E。

12.4 监测方法及监测站点建设等，应按 DZ61/T1247 和 DZ61/T1569 执行。

12.5 煤矿应设水文动态监测点，每月监测 3 次，雨季加密监测，监测 6 次。

附 录 A
(资料性)
煤矿突水的概率风险评价方法

A.1 概率风险评价方法 (LEC)

概率风险评价方法 (LEC) 是一种半定量评价方法。它是用与系统风险率相关的三种因素指标值之积来评价系统人员伤亡风险大小, 这三种因素是 L -事件发生的可能性大小; E -暴露于危险环境的频繁程度; C -发生灾害产生的后果。

由于煤矿系统的复杂性, 取得这三种因素的准确数值非常难, 而且繁琐。为了简化评价过程, 采取半定量计值法, 给三种因素的不同等级分别确定不同的分值, 再以三个分值之积来评价危险性大小。即:

$$D=LEC \dots\dots\dots (A.1)$$

式中: D -危险性大小; L -事件发生的可能性大小; E -暴露于危险环境的频繁程度; C -发生灾害产生的后果。

D 值大, 说明煤矿危险性大, 需要进行整改并加强安全措施, 或改变发生事故的可能性, 或减少人体暴露于危险环境中的频繁程度, 或减轻事故损失, 直至调整到允许范围。

A.2 事件发生的可能性大小 (L)

事故或危险事件发生的可能性大小, 当用概率来表示时, 绝对不可能的事件发生的概率为0, 必然发生的事件的概率为1。然而, 在复杂煤矿系统中, 绝对不发生事故是不可能的, 所以人为地将“发生事故可能性极小”的分数定为0.1, 而将必然要发生的事件的分数定为10。同样, 将介于这两种情况之间的情况规定了若干个中间值 (见下表)。

表A.1 事故发生可能性指标

分数值	事故发生可能性 (L)	分数值	事故发生可能性 (L)
10	完全可以预料, 发生概率 $P \geq 0.9$	1	可能很小, 完全意外 $0.2 > P \geq 0.1$
7	很有可能, 发生概率 $0.9 > P \geq 0.5$	0.1	可能性很小, 可以设想 $0.1 > P \geq 0$
3	可能, 但不经常 $0.5 > P \geq 0.2$		

A.3 暴露于危险环境的频繁程度 (E)

人员出现在危险环境中的时间越多, 则危险性越大。规定现在危险环境的情况定为10, 而非罕见地出现在危险环境中定为0.5。同样, 将介于两者之间的各种情况规定若干个中间值 (见下表)。

表A.2 暴露于危险环境频率的指标值

分数值	暴露于危险环境的频繁程度 (E)	分数值	暴露于危险环境的频繁程度 (E)
10	连续暴露	1	每年几次暴露
7	每天工作时间暴露	0.5	非常罕见的暴露
3	每月几次, 或偶然暴露		

A.4 发生灾害产生的后果 (C)

灾害造成的人身伤害变化范围很大, 对伤亡事故来说, 可从极小的轻伤直到多人死亡的严重后果。由于范围广阔, 所以规定分数值为1~100, 把需要救护的轻微伤害分数规定为1, 把造成多人死亡的可能性分数规定为100, 其他情况的数值均在1~100之间 (见下表)。

表A.3 事故后果的指标值

分数值	事故严重程度/万元	发生灾害产生的后果 (C)
100	>500	大灾难, 6人及以上死亡, 或造成重大的财产损失
40	300	灾难, 2-5人死亡, 或造成很大的财产损失
15	80	非常严重, 1人死亡, 或造成一定的财产损失
7	50	严重, 重伤, 或造成较小的财产损失
3	30	重大, 致残, 或造成很小的财产损失
1	5	引人注目, 不利于基本的安全卫生条件

A.5 危险性分值 (D)

根据式 $D=LEC$ 就可以计算作业的危险程度, 但关键是如何确定各个分值和总分的评价。可根据经验确定 (见下表): 总分在20分以下被认为是低风险的; 如果危险分值在70~160之间, 那就有显著的危险性, 需要及时调整; 如果危险分值在160~320之间, 那么这是一种必须立即采取措施进行整改的高度危险环境; 如果危险分值在320以上表示环境非常危险, 应立即停止生产, 直到环境得到改善为止。危险等级的划分是凭经验判断, 难免带有局限性, 不能认为是普遍适用的, 应用时需要根据实际情况予以修正。

表A.4 危险性分级

危险性等级	D值	危险程度
一级	>320	极其危险, 不能继续作业
二级	160~320	高度危险, 需要立即整改
三级	70~160	显著危险, 需要整改
四级	20~70	一般危险, 需要注意
五级	<20	稍有危险, 可以接受

附录 B
(资料性)
煤矿顶板突水的三图-双预测法

B.1 三图概念及意义

三图是指煤层顶板充水含水层富水性分区图、顶板垮裂安全性分区图和顶板涌(突)水条件综合分区图。三图充分反映了煤层顶板突水含水层的富水性及其与煤层开采损害范围的关系,是煤田水文地质、工程地质条件和采掘条件、采掘损伤范围的全面反映。

煤层顶板充水含水层富水性分区图。

顶板垮裂安全性分区图。

顶板涌(突)水条件综合分区图,由富水性、顶板冒裂安全性分区图叠合而成。

B.2 双预测方法

双预测是顶板充水含水层预处理前、后回采工作面分段和整体工程涌水量预测。

采煤工作面顶板涌水量动态预测。

顶板砂岩充水含水层采前预疏放渗流场预测。

B.3 三图-双预测法

针对煤层顶板砂岩含水层为主要充水水源的煤矿,采用煤层顶板充水含水层富水性分区图、顶板垮裂安全性分区图和顶板涌(突)水条件综合分区图(三图)预测采煤工作面顶板涌水量动态、顶板砂岩充水含水层采前预疏放渗流场(双预测)的突水预测技术方法。

本方法已经广泛应用于我国华北、西北地区的煤矿,并取得了成功。

附录 C

(资料性)

煤层底板突水评价的突水系数法

C.1 突水系数法，是煤层底板突水危险性的一种评价方法，主要根据煤层底板隔水层承受的水头压力与底板隔水层厚度比值评价其突水危险性，比值越大，突水危险性越大。反之则小。

C.2 突水系数计算公式

$$T = \frac{P}{M} \dots\dots\dots(C.1)$$

式中：T—突水系数，MPa/m；

p—底板隔水层承受的实际水头值，MPa；水压应当从含水层顶界面起算，水位值取近3年含水层观测水位最高值；

M—底板隔水层厚度，m。

式(C.1)适用于采煤工作面，就全国实际资料看，底板受构造破坏的地段突水系数一般不得大于0.06 MPa/m，隔水层完整无断裂构造破坏的地段不得大于0.1 MPa/m。

C.3 临界突水系数

根据煤矿突水历时资料和数据，部分矿区的临界突水系数如下：邯郸、峰峰矿区为0.066-0.076，焦作矿区为0.060-0.100，淄博矿区为0.060-0.140，井陘矿区为0.060-0.150，开滦矿区为0.067-0.10，肥城矿区为0.035-0.18，淮北矿区为0.048-0.124，淮南矿区为0.051-0.166。

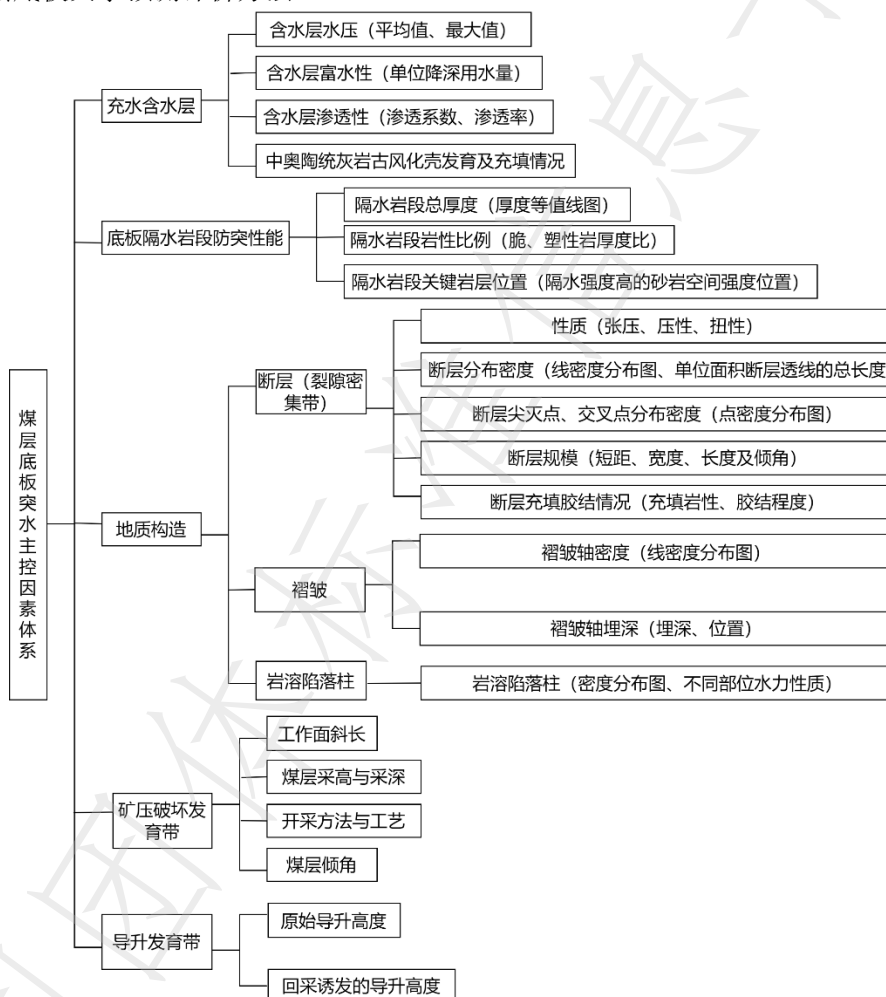
C.4 突水危险性

当矿区突水系数大于临界突水系数时，说明突水危险性大。

附录 D (资料性) 煤层底板突水评价的脆弱性指数法

D.1 脆弱性指数法的概念

脆弱性指数法是指将可确定底板突水的多种主控因素（下图）权重系数的信息融合方法与GIS耦合于一体的煤层底板突水预测评价方法。



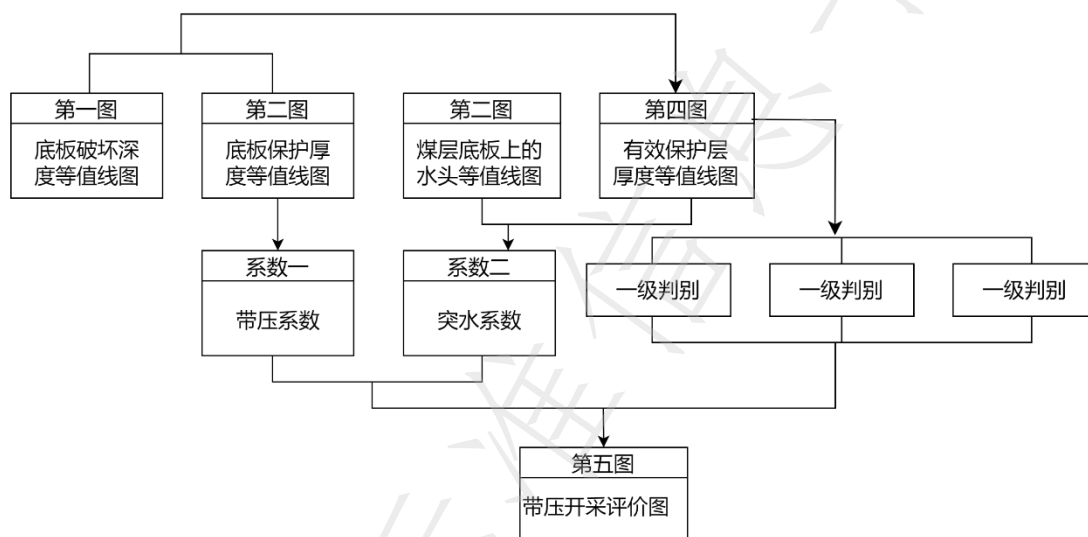
D.2 脆弱性指数法的评价步骤

- a) 建立矿井充水的水文地质模型；
- b) 确定煤层底板突水的主控因素；
- c) 采集各类主控因素的数据，建立各主控因素的子专题层图；
- d) 确定煤层底板突水的各种主控因素权重系数，建立底板突水的脆弱性的预测预报模型；
- e) 根据各研究单元计算的脆弱性指数，采用频率直方图的统计分析方法，合理确定突水脆弱性分区阈值；
- f) 提出煤层底板突水脆弱性分区方案；
- g) 进行底板突水各主控因素的灵敏度分析；
- h) 研究煤层底板突水脆弱性预测预报信息系统，根据突水脆弱性预测预报结果，制定底板防治水对策和建议。

附 录 E
(资料性)
煤层底板突水评价的五图-双系数法

E.1 方法简介

五图-双系数法是一种带压开采工作面的评价方法。该方法围绕“五图”“双系数”和“三级判别”进行（下图）。



E.2 五图的概念及意义

底板导水损坏深度等值线图
底板保护层厚度等值线图
煤层底板上的水头压力等值线图
有效保护层厚度等值线图
带压开采条件评价图

E.3 双系数的概念和意义

带压系数，是保护层阻抗水压能力的指标，指每米岩层可能阻抗水压能力大小的指标。
突水系数，是“有效保护层厚度”与作用其上的水头值的比值。

E.4 三级判别的概念和意义

I级判别：判别工作面直接必然发生直通式突水的指标；
II级判别：判别工作面发生非直通式突水可能性及突水形成的指标；
III级判别：判别已被II级判别定为突水的工作面其突水量变化状况的指标。

附录 F (资料性) 煤矿突水的主要前兆

F.1 一般前兆

- F.1.1 煤层变潮湿、松软；煤帮出现滴水、淋水现象，且淋水由小变大；有时煤帮出现铁锈色水迹；
- F.1.2 工作面气温降低，或出现雾气，或有硫化氢气味；
- F.1.3 有时可听到水的“嘶嘶”声；
- F.1.4 矿压增大，发生片帮、冒顶及底鼓。

F.2 工作面底板灰岩突水的前兆

- F.2.1 工作面压力增大，底板鼓起，底鼓量有时可达500 mm以上；
- F.2.2 工作面底板产生裂隙，并逐渐增大；
- F.2.3 沿裂隙或煤帮向外渗水，随着裂隙扩张，水量增加，当底板渗水量达到一定程度时，煤帮渗水可能停止，此时水色由清变浑，底板活动时，水色变得浑浊，底板稳定时，水色变清；
- F.2.4 底板破裂，沿裂隙有高压水喷出，并伴有“嘶嘶”声或刺耳水声；
- F.2.5 底板发生“底爆”，伴有巨响，地下水大量涌出，水色呈乳白色或黄色。

F.3 松散孔隙含水层突水前兆

- F.3.1 突水部位发湿、滴水现象，且滴水逐渐增大，水中含有少许细沙；
- F.3.2 发生局部冒顶，水量突增或出现流沙，流沙常呈间歇性，水色时清时浑，总的趋势水量、沙量增加，直至沙量大量涌出；
- F.3.3 顶板发生溃水、溃沙，这种现象可能影响到地表，致使地表出现塌陷坑。

F.4 矿井突水易发生的地段

- F.4.1 断层交叉或汇合处；
- F.4.2 断层尖灭或消失端一带；
- F.4.3 褶曲轴部裂隙密集带或小断裂密集带；
- F.4.4 背斜倾伏端一带；
- F.4.5 两条大断裂相互对扭地带，即张扭性破碎带，导致小构造密集；
- F.4.6 与导水或富水大断裂呈人字形连接的小断裂带；
- F.4.7 符合部位小断层与次级小褶曲在地层倾向急剧转折带上的复合部位，或小褶曲轴与断层倾向转折带的复合部位或平缓小褶曲轴翼部；
- F.4.8 压性断裂下盘、张性断裂上盘因富水性强，井巷通过或接近时（须切割强含水层）往往发生突水；
- F.4.9 新构造活动强烈的断裂带；
- F.4.10 不同力学性质的断裂，富水性最强，易发生突水。

附录 G

(资料性)

采煤工作面突水危险性评价报告编写提纲

G.1 文字说明书

G.1.1 前言

G.1.2 矿井地质及水文地质条件

G.1.3 开采煤层及采煤工作面水文地质条件

G.1.4 突水危险性评价

G.1.4.1 评价资料及可靠性分析

G.1.4.2 评价方法及过程

G.1.4.3 评价结果及分析

G.1.4.4 防治水对策

G.2 附图内容

附图包括但不限于以下内容：

- a) 煤层顶板充水含水层富水性分区图；
- b) 主采煤层上覆隔水层厚度等值线图；
- c) 地下水位等值线图；
- d) 地下水水压等值线图；
- e) 顶板导水裂隙带高度与有效隔水层厚度叠加图；
- f) 顶板垮裂安全性分区图；
- g) 顶板突水危险性综合分区图；
- h) 煤层底板含水层富水性分区图；
- i) 煤层底板隔水层厚度等值线图；
- j) 煤层底板突水危险性综合分区图。

G.3 附表内容

附表包括但不限于：

- a) 钻孔成果统计表；
- b) 井、泉调查统计表；
- c) 含水层抽水试验成果汇总表；
- d) 隔水层物理力学性质测试结果统计表；
- e) 井下各采区及出水点出水量监测数据统计表。

参 考 文 献

- [1] DB34/T 4441-2023. 煤矿防治水体系建设.
- [2] NB/T 10550-2021. 复杂矿井底板突水微震与电法耦合监测预警方法.
- [3] 代革联. 矿井水害防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2016.
- [4] 丁湘, 申学斌, 郑忠友, 等. 深部侏罗系矿井充水强度评价与水害风险管控[M]. 北京: 应急管理出版社, 2021.
- [5] 范立民, 马雄德. 保水采煤的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [6] 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.
- [7] 葛亮涛, 高洪烈, 叶贵钧. 中国煤田水文地质学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [8] 国家安全生产监督管理总局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范[S]. 2017.
- [9] 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.
- [10] 虎维岳. 矿山水害防治理论与方法[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2005.
- [11] 李文鹏, 葛秀珍, 杨云龙, 等. 张宏仁文集[M]. 北京: 地质出版社, 2018.
- [12] 李铎, 管恩太. 煤矿水害防治与管理[M]. 北京: 地质出版社, 2010.
- [13] 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.
- [14] 彭苏萍, 王金安. 承压水体上安全采煤[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [15] 王苏健, 邓世龙, 邓增社, 等. 澄合矿区承压水体上安全采煤关键技术与应用[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2015.
- [16] 魏久传. 矿井地质手册: 水文·工程·环境卷[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2016.
- [17] 武强 主编. 煤矿防治水手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2013.
- [18] 武强, 董书宁, 张志龙. 矿井水害防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2007.
- [19] 叶东升, 屈永利, 杜飞虎. 煤矿底板岩溶水水害防治的理论与实践[M]. 北京: 地质出版社, 2010.
- [20] 应急管理部. 煤矿安全规程[S]. 2022.
- [21] 中国地质调查局. 水文地质手册[M]. 北京: 地质出版社, 2013.