

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 081—2023

煤-水双资源协调开采技术规范

Technical specification for coordinated mining of coal and water resources

2023 - 12 - 29 发布

2024 - 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 总则	2
5 水位控制	3
6 富水性分区	3
7 煤-顶板水协调开采	3
8 煤-底板水协调开采	4
9 矿井水资源综合利用	5
附录 A（资料性） 钻孔单位涌水量换算方法	7
附录 B（规范性） 突水系数计算公式	8
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。

本文件为首次发布。

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：长安大学、陕煤集团神木红柳林矿业有限公司、西安科技大学、陕西正通煤业有限公司、陕西省一八五煤田地质有限公司、陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司、陕西省地质环境监测总站（陕西省地质灾害中心）、中国矿业大学、北京理工大学。

本文件主要起草人：马雄德、苗彦平、车晓阳、任邓君、郭亮亮、蔺成森、高利军、杨磊、杨红斌、孙魁、范立民、王成、邹海江、吴孟欣。

煤-水双资源协调开采技术规范

1 范围

本文件规定了煤-水双资源协调开采的水位控制、富水性分区、煤-顶板水协调开采、煤-底板水协调开采与矿井水资源综合利用等。

本文件适用于在建和生产煤矿煤水双资源协调开采。

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 3838 地表水环境质量标准
- GB 5084 农田灌溉水水质标准
- GB 5749 生活饮用水标准
- GB 12719 矿区水文地质工程地质勘探规范
- GB/T 14157 水文地质术语
- GB/T 14498 工程地质术语
- GB/T 19923 城市污水再利用工业用水水质
- GB/T 40130 煤矿专门水文地质勘查规范
- GB/T 42362 矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范
- DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程
- DZ/T 0315 煤炭行业绿色矿山建设规范
- MT/T 632 井下探放水技术规范
- NB/T 10173 煤矿井下定向钻进技术规程
- YS/T 5211 注浆技术规程
- T/CECS 55 地下水原位测试规程
- T/SXDZ 030 煤矿井下探放水作业规程
- DB61/T 1247 煤矿地下水监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤水协调开采 *coordinated mining of coal and water resources*

煤层开采过程中，采用改造水文地质条件、优化采煤方法、强化矿井水处理等措施，确保矿井安全，减少水资源损失，提高水资源利用价值。

3.2

矿井水资源综合利用 *comprehensive utilization of mine water resources*

将煤矿建设和开采过程中产生的矿井水用作杂用水、生态环境用水及生活用水等。

3.3

帷幕注浆 *curtain grouting*

在地表利用钻孔和注浆设备将可凝浆液注入岩体含水层，在矿体周围形成帷幕状相对隔水带，减少帷幕内矿坑涌水量的矿山防治水技术措施。

3.4

主要充水含水层 main water-filling aquifer

在煤层开采条件下，向井巷充水的一个或多个含水层。

3.5

防水安全煤（岩）柱 waterproof safety coal (rock) pillar

为确保水体下安全采煤留设的煤层开采上限至水体底面之间的煤岩层。

3.6

导水裂隙带 water-conductive fissure zone

采矿引起的煤层上部一定范围的岩层发生垮落、断裂，产生裂隙，且具有导水性的岩层范围。

3.7

底板破坏带 floor mining water-conductive zone

煤层底板岩层受采动影响产生的采动导水裂隙范围，深度为自煤层底界至采动破坏带最深处的法线距离。

3.8

承压水导升带 lifting belt of confined water

含水层中的承压水沿隔水底板中的裂隙或断裂带上升的高度。

3.9

带压开采 mining under water pressure

指的是煤层底板具有承压含水层的条件下，当隔水层的厚度稍大于临界隔水层的厚度，或水压值稍小于临界水压值时，不采取疏降措施即行开采。

3.10

隔水层厚度 waterproof stratum thickness

开采煤层底（顶）至含水层顶（底）面之间隔水的完整岩层厚度。

4 总则

4.1 基本原则

4.1.1 生态优先原则。采矿活动中应把生态保护放在优先位置，采矿活动可能影响植被赖以生存的地下水情况下，必须先行试采，优化采煤方法。

4.1.2 预防为主原则。应查明水文地质条件及充水因素，明确充水含水层破坏方式，评价含水层破坏的危害程度，提出预防或减缓含水层破坏的措施。

4.1.3 统筹兼顾原则。矿山企业应统筹调环境、社会、经济效益，合理疏排地下水。

4.1.4 高效利用原则。矿井应利用疏干水作为生产用水，充分利用后仍有剩余的，经处理满足相关要求后输送至其它需水户。

4.2 基本规定

4.2.1 矿山开采前应查明矿井水文地质结构特征、地下水的赋存条件、水质特征等。

4.2.2 主要充水含水层及与其有直接水力联系的其它含水层或地表水应根据导水裂隙带带或底板破坏深度确定。

4.2.3 主要充水含水层富水性应根据地面物探和井下物探预先探查，圈定富水异常区，用钻探手段验证。

4.2.4 水文地质条件改造应采取留设防隔水煤（岩）柱、注浆堵水、超前疏干和注浆改造等防治水措施。

4.2.5 富水含水层预疏放的，可采用专门疏水巷、回采巷道超前疏干和探放水等疏降方式。

4.2.6 预疏放的地下水应进行截流或疏导，采用清水系统分质排水、清浊分流。

4.2.7 采煤工作面产生的污水可以储存在相邻采空区或专用巷道内，实现矿井水自净化。

4.2.8 经采空区自净化的矿井水应排到地面，处理后作为生态用水和杂用水。

5 水位控制

- 5.1 矿井开采前应查明疏干含水层厚度、富水性、渗透性、水文地质边界条件、补给条件、运动规律、流场分布，估算导水裂隙带高度，分析煤层开采后地下水位变化规律。
- 5.2 矿区内地下水应符合县级以上人民政府下达的地下水水位控制要求。
- 5.3 矿井充水含水层地下水疏排不得影响地表和地下饮用水保护区、重要泉域保护区和地下水储备区等敏感区。
- 5.4 在干旱内陆区，浅层地下水等主要充水含水层具有生态功能时，地下水位应符合下列规定：
- 5.4.1 a) 防治土壤盐渍化区，地下水水位埋深不应小于 2.0m。
- 5.4.2 b) 防治土地沙化草地分布区，地下水水位埋深不应大于 4.0m。
- 5.4.3 c) 防治土地沙化乔、灌木分布区，地下水水位埋深不应大于 8.0m。
- 5.5 初始地下水位大于 8.0m，且县级以上人民政府未确定地下水水位控制要求的，应根据来水情况，以及地下水水位变化可能引起的地下水污染、生态和地质环境影响，自行划定地下水水位控制目标。
- 5.6 有多个含水层时，应分别划定地下水水位控制目标。
- 5.7 应根据矿区地下水位控制目标建设地下水监测井，监测地下水水位、水量、水质、水温等要素，监测井建设可参照 DB61/T 1247 执行。

6 富水性分区

- 6.1 导水裂隙带波及含水层的单位涌水量和导水系数应至少按 3 个揭露主要充水含水层的水文地质钻孔确定。水文地质条件变异性较大时，可增加水文地质钻孔。
- 6.2 富水性分级应按口径 91mm，抽水水位降深 10m 的钻孔单位涌水量和导水系数确定，钻孔口径、降深与前述不符时，应换算，换算方法见附录 A。富水性分级可参照表 1。

表 1 富水性分级标准表

富水性分级	单位涌水量 q (L/s · m)	导水系数 T (m^2/d)
富水性极强	$q > 5.0$	> 1000
富水性强	$1.0 < q \leq 5.0$	$500 < T \leq 1000$
富水性中等	$0.1 < q \leq 1.0$	$100 < T \leq 5000$
富水性弱	≤ 0.1	≤ 100

- 6.3 富水性中等以上的区域布置工作面时，回前应至少采用 2 种物探方法对导水裂隙带范围内含水层富水性探查，圈定富水异常区，并采用井下钻探验证。

7 煤-顶板水协调开采

- 7.1 主要充水含水层应根据矿区水文地质勘查成果确定，预测疏干排水可能影响的范围及程度，宜采用数值模拟法。
- 7.2 当疏干排水可能影响范围内地下水位难以达到本文件第 5 章的要求时，应提出改造水文地质条件或改变采煤方法等含水层保护措施，现有技术措施难以达到防治要求或经济上不合理的，应暂缓开采。
- 7.3 对影响采掘安全的煤层顶板导水裂隙带范围内的含水层或其他水体，宜采用注浆改造、超前疏放、帷幕注浆、留设防隔水煤（岩）柱或充填等防治方法，并对防治水效果检验评价，消除隐患后可安全回采。
- 7.4 矿井面临下列情况时，宜超前疏放：

- 7.4.1 a) 开采被富水性强的松散含水层覆盖且浅埋的缓倾斜煤层。
- 7.4.2 b) 开采被半固结或较松散的含水层覆盖的煤层。
- 7.4.3 c) 开采导水裂隙带分布范围内存在富水性较强的巨厚砂岩含水层（体）的煤层。
- 7.4.4 d) 超前疏放前，应进行专门水文地质勘探和试验，开展可疏性评价，编制探放水方案，可参照 MT/T632 及 NB/T 10173 执行。

7.5 矿井面临下列情况时，宜注浆堵水：

- 7.5.1 a) 工作面旁侧地表分布有水库、河流等重要地表水体。
- 7.5.2 b) 主要充水含水层富水性中等以上、补给水源充沛，难以疏降。
- 7.5.3 c) 富水含水层与煤层顶板导水裂隙之间存在导水断裂构造。
- 7.5.4 d) 松散含水层静储量大，短时间内难以疏干，矿井存在溃水溃沙隐患。
- 7.5.5 e) 注浆堵水前，应进行专门水文地质勘探和试验，编制注浆堵水方案。
- 7.5.6 f) 采用注浆堵水改造工作面区域条件时，应先进行物探、钻探查明水文地质条件后注浆，注浆结束后应验证注浆效果。

7.6 矿井面临下列情况时，可留设防隔水煤（岩）柱：

- 7.6.1 a) 在地表水体、含水冲积层下或烧变岩区域临近地带。
- 7.6.2 b) 与富水性强的含水层有水力联系的断层、裂隙带。

7.7 主要充水含水层补给条件好、水源充沛，且注浆堵水、超前疏干等防治水措施无法消除隐患时或经济不合理时，可采用充填开采或限高开采。

7.8 矿井应建设清水、浊水独立排水系统，顶板疏放水可用于生产或经清水系统进入矿井水深度处理站。井下煤泥浊水，可先利用井下采空区、废弃巷道等地下空间预处理，再进入矿井水深度水处理站。

8 煤-底板水协调开采

8.1 受底板承压含水层威胁的矿井，可采用疏水降压、井下注浆加固改造煤层底板、地面区域超前治理或充填治理。

8.2 当含水层与开采煤层之间的隔水层承受水头值大于实际水头值时，可带压开采，但应编制安全技术措施。

8.3 当含水层与开采煤层之间的隔水层承受水头值不大于实际水头值时，煤-底板水协调开采方案应以突水系数作为依据，突水系数计算应根据附录 B 确定。

8.3.1 突水系数不大于 0.06MPa/m 区域，可在确保安全的前提下带压开采。

8.3.2 突水系数处于 0.06~0.1MPa/m，应采用物探查明煤层底板的可能导水通道，并注浆封堵；物探查明无导水通道时，应采取疏水降压措施，在确保安全的前提下带压开采。疏放的地下水应进行截流或疏导，采用清水系统分质排水、清浊分流。

8.3.3 突水系数大于 0.1MPa/m 的区域，应对底板注浆改造，确保安全的前提下带压开采。改造措施等应按 YS/T 5211 执行。

8.3.4 计算底板有效隔水层厚度时应按下列实际情况确定：

- a) 无承压水导升带时，隔水层厚度 h_2 与煤层底至含水层顶之间的距离 h_a 和底板破坏深度 h_1 之间的关系（图 1），见下式：

$$h_2 = h_a - h_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

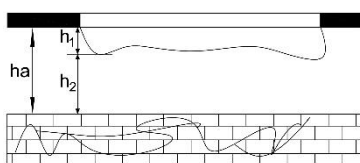


图1 无导升带隔水层厚度示意图

b) 存在承压水导升带时, h_2 与 h_a 、 h_1 、导升带 h_3 之间的关系 (图 2), 见下式:

$$h_2 = h_a - h_1 - h_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

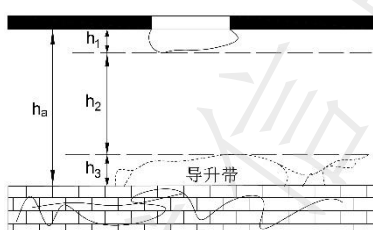


图2 有导升带隔水层厚度示意图

c) 底板含水层顶部存在充填隔水带时, h_2 与 h_a 、 h_1 和充填隔水带 h_4 之间的关系 (图 3), 见下式:

$$h_2 = h_a - h_1 + h_4 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

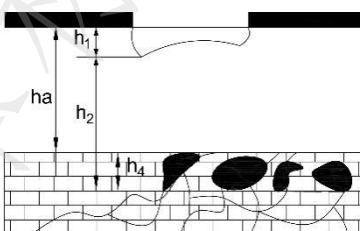


图3 底板含水层顶部存在充填隔水带示意图

9 矿井水资源综合利用

- 9.1 除为保障矿井生产安全进行临时应急排水外, 矿井水应经处理后利用。
- 9.2 矿井正常涌水量超过 $600\text{m}^3/\text{h}$ 的矿井, 宜开展矿井涌水减排及矿井水资源化利用技术研究。
- 9.3 清污分流、分级处理与分质利用应根据矿井水水质和水量确定, 见图 4。
- 9.4 矿井生产用水应选择净化达标的矿井水, 可包括井下除尘、消防用水、绿化用水、煤炭洗选用水等, 矿井水净化限值应符合 GB/T 19923 的规定, 富余矿井水也可作为周边生产企业的工业用水。
- 9.5 经当地相关管理部门批准, 矿井水处理后达到 GB 5749 的规定, 可供矿区及周边生活饮用水。
- 9.6 经过净化处理的矿井水达到 GB 3838 相应类别水域环境标准的, 可排放至相应类型水域环境中。
- 9.7 矿井水经净化后用于农业灌溉时, 应符合 GB 5084 的规定。

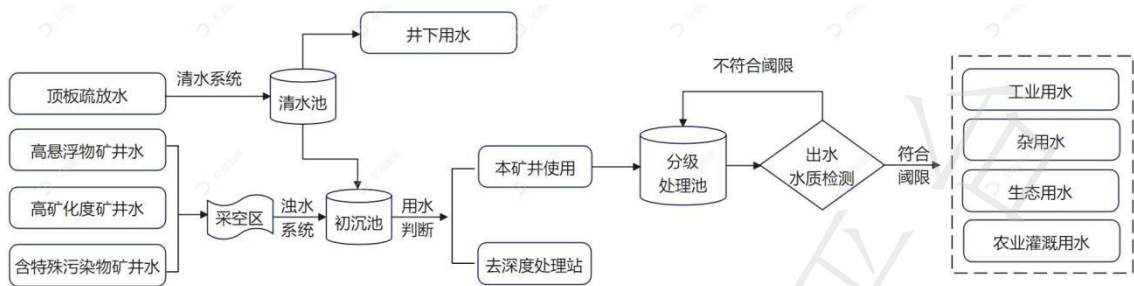


图 4 矿井水高效利用流程图

9.8 禁止下列可能污染地下水的行为：

- 利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等方式排放水矿井水。
- 利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或贮存未经处理的矿井水。
- 利用风积沙过滤含铁、锰、氟化物、重金属、高矿化度等特殊污染物的矿井水。

附 录 A
(资料性)
钻孔单位涌水量换算方法

A.1 单位涌水量应以口径 91mm、抽水水位降深 10m 为准。口径、降深与上述不符时，应换算后再比较富水性。

A.2 换算时，应先根据抽水时涌水量 Q 和降深 S 的数据用最小二乘法或图解法确定 $Q=f(S)$ 曲线，根据 $Q-S$ 曲线确定降深 10m 时抽水孔的涌水量，再用下式计算口径为 91mm 时的涌水量，最后除以 10m 得到单位涌水量。

$$Q_{91} = Q_{\text{孔}} \left(\frac{\lg R_{\text{孔}} - \lg r_{\text{孔}}}{\lg R_{91} - \lg r_{91}} \right) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中， Q_{91} 、 R_{91} 、 r_{91} —口径为 91 mm 的钻孔的涌水量、影响半径和钻孔半径。

附录 B
(规范性)
突水系数计算公式

B.1 突水系数应按下列公式计算：

$$T = P/H \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

T—突水系数，MPa/m；

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

H—底板隔水层厚度，m。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 武强 主编.煤矿防治水手册[M].北京:煤炭工业出版社,2013.
- [3] 武强,申建军,王洋.“煤-水”双资源型矿井开采技术与工程应用[J].煤炭学报,2017,42(01):8-16.
- [4] 申建军.顶板水害威胁下“煤-水”双资源型矿井开采模式及应用 [D].中国矿业大学(北京),2017.
- [5] 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.
- [6] 申建军,武强.顶板水害威胁下“煤-水”双资源型矿井开采模式与工程应用[M].北京:冶金工业出版社,2019.
-