

ICS 73.020

D 10

G R M

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 054-2022

保水采煤技术规范

Technique specification of water-preserved coal mining

2022 - 12 - 30 发布

2022 - 12 - 31 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 录

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 总则.....	3
5 水资源保护目标层（体）	3
6 保水采煤各阶段工作要求.....	4
7 导水裂隙带高度确定.....	4
8 保水采煤地质条件分区.....	5
9 保水采煤技术.....	5
10 技术论证报告.....	6
附录 A（资料性） 煤层开采对含水层影响程度分区方法.....	8
附录 B（资料性） 矿区规划阶段保水采煤技术论证报告编写提纲.....	9
附录 C（资料性） 矿井设计阶段保水采煤技术方案编制提纲.....	11
参考文献	

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。

本文件由中国矿业大学、中关村绿色矿山产业联盟提出。

本文由中关村绿色矿山产业联盟标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、中关村绿色矿山产业联盟、陕西省煤田地质集团有限公司、陕西省一八五煤田地质有限公司、六盘水师范学院、陕西榆林能源集团榆神煤电有限公司、陕西煤业化工技术研究院有限责任公司、太原理工大学、西安荣岩地质勘探有限公司。

本文件主要起草人：范立民、马立强、蒋泽泉、孙强、张吉雄、李涛、赵泓超、孙亚军、白如鸿、高颖、冀瑞君、吴永辉、徐智敏、赵帅、吴浩、王朱亭、郑静、万晓波、李浩、梁玉森、王才进。

保水采煤技术规范

1 范围

本文件规定了保水采煤总则、水资源保护目标层（体）、保水采煤各阶段工作要求、导水裂隙带高度确定、保水采煤地质条件分区、保水采煤技术、技术论证报告等。

本文件适用于具有水资源保护需要的煤矿区规划、在建和生产煤矿。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5749 生活饮用水卫生标准
GB 50197 煤炭工业露天矿设计规范
GB 50215 煤炭工业矿井设计规范
GB/T 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 14848 地下水质量标准
DZ/T 0080 煤炭地球物理测井规范
DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程
DZ/T 0201 地下水资源数值法计算技术要求
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 1042 煤炭地质勘查钻孔质量标准

3 术语与定义

GB/T 14157 界定的术语和定义，以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

保水采煤 Water-preserved coal mining

通过控制岩层移动维持具有供水意义和生态价值含水层（岩组）结构稳定或水位变化在合理范围内，寻求煤炭开采量与水资源承载力之间最优解的煤炭开采技术。

3.2

生态水位 Ecological water level

维持生态系统结构、功能和生态过程所需的潜水水位埋深。

3.3

导水裂隙带 water-conducting fractured zone

开采煤层上方一定范围内的岩层发生垮落和断裂，产生裂隙，且具有导水性的岩层范围。

3.4

保水采煤地质条件分区 Geological condition zoning of water-preserved coal mining

根据保水采煤地质条件赋存情况，而进行的区域划分。

3.5

自然保水采煤区 Natural water-preserved coal mining area

指煤层埋藏深度较大，煤层覆岩隔水层厚度大，隔水性能较好，无需采用工程措施，可以自然实现水资源保护的采煤区。

3.6

可控保水开采区 Controllable water-preserved mining area

自然条件下采煤将损坏含水层结构，但可以通过一定的技术措施控制其损伤程度，实现含水层结构保护的区域。

3.7

保水限定开采区 Limited mining area with water conservation

自然条件下采煤将损坏含水层结构，保护含水层结构的工程措施难度大的区域。

3.8

自然保水采煤技术 Natural water-preserved coal mining technology

无目标含水层、地表水或采煤对水资源与生态环境影响小的区域，自然条件下就可以实现保水开采。

3.9

充填保水开采技术 Water-preserved coal mining technology with backfilling

在采空区内充填水、砂、矸石和粉煤灰等充填物，限制采空区顶板变形的一种开采方式。

3.10

分层限高保水采煤技术 Water-preserved coal mining technology with layered and height limited

为了抑制导水裂隙带发育高度，采用分层限厚开采方法开采厚及特厚煤层，保护煤层上覆含水层或地表水体的采煤技术方法。

3.11

注浆封堵保水采煤技术 Water-preserved coal mining technology with grouting plugging

通过注浆方式，在采煤工作面与含水层或地表水体间形成隔水帷幕，实现保水采煤的技术方法。

3.12

短壁保水采煤技术 Water-preserved coal mining technology with shortwall mining

通过布置短壁采煤工作面，形成窄条带开采，保护煤层上覆含水层或地表水体的采煤技术方法。

3.13

连采连充保水采煤技术 Water-preserved coal mining technology with continuous mining and continuous backfilling

一种通过综掘机或连采机掘进工作面运输巷和回风巷之间的联络巷进行采煤，利用胶结材料充填已开采的联络巷，实现连续采煤、连续充填，循环作业的采煤技术方法。

4 总则

- 4.1 坚持“生态优先”的原则，根据煤-水空间赋存关系，含水层及地表水体保护需求，合理确定开采区域，优化开采顺序和采煤技术方法，做好矿区水资源保护。
- 4.2 煤层开采应坚持采煤与水资源保护协调一致的科学理念，采取有效预防和保护措施，保护具有供水意义和生态价值含水层，避免或减轻煤层开采造成的水资源含水系统破坏。
- 4.3 煤炭资源勘查、开发规划、设计及开采阶段，应进行相应的保水采煤技术工作。

5 水资源保护目标层（体）

5.1 基本条件

含水层、地表水体应具有供水价值、生态价值，或二者均具备的水资源，为保水采煤的保护目标层（体）。

5.2 含水层

一般是富水性中等及以上、具有一定规模的含水层。

对于西北干旱半干旱缺水矿区，应包括富水性弱但规模较大或采动水资源较丰富的含水层。

5.3 地表水体

包括河流、水库、湖泊及其它地表水体。

6 保水采煤各阶段工作要求

6.1 地质勘探阶段

- 6.1.1 详细查明矿区煤炭地质条件、可采煤层及其赋存特征。
- 6.1.2 详细查明矿区含水层、隔水层及其水文地质工程地质条件。
- 6.1.3 详细查明矿区及周边饮用水源地及其它生态保护地。
- 6.1.4 详细查明矿区植被特征，分析地下水与植被关系，评价含水层的供水、生态价值。
- 6.1.5 分析预测煤层开采将会对含水层、地表水体产生的影响，论证煤层开采对含水层的影响程度，划分保水采煤分区（参见附录 A（资料性）），提出分区适宜的保水采煤技术方法。

6.2 矿区规划阶段

- 6.2.1 收集、分析区域地质、煤层、含水层、地表水体、隔水层及其地质特征。
- 6.2.2 收集、分析矿区内及临近矿区煤炭开采引起的地质环境、生态环境问题。
- 6.2.3 收集、分析矿区煤炭开采可能引起的水文地质工程地质问题。
- 6.2.4 确定水资源保护目标层（体），分析饮用水源地、生态保护地与煤层开采区的关系，开展专题研究，提出解决方案。
- 6.2.5 在上述研究基础上，提出煤炭科学开采规划方案，确定矿井井田划分方案和开采顺序，提出采煤技术措施等。

6.3 矿井可行性研究阶段

- 6.3.1 收集、利用矿井勘查阶段取得的全部地质、水文地质工程地质及其它有关资料。
- 6.3.2 依据井田开拓方案，分析煤层开采对含水层、地表水体的影响程度和影响方式，论证减轻采煤对含水层及地表水体影响的采煤技术方法，提出优化的采煤技术方法、开采顺序。
- 6.3.3 采用数值模拟方法预测地下水流场变化，相关技术按 DZ/T 0201 执行。
- 6.3.4 划分煤层开采对含水层、地表水体的影响程度分区，确定各盘区（工作面）采煤技术方法。

6.4 煤矿开采阶段

- 6.4.1 做好煤矿水资源监测，监测矿区及周围可能影响区的地表水动态、地下水水位、泉及河流流量。
- 6.4.2 每个盘区、每个水平（煤层）开采结束后，分析长期监测的地表水、地下水水位、泉及河流流量的变化规律，研判煤层开采对水资源的影响程度，并根据研判结果，调整开采区域或采煤技术方法，确保对水资源扰动程度最低。

7 导水裂隙带高度确定

7.1 探测法

7.1.1 在采空区上方或巷道中，利用钻探的方法，通过观测钻孔不同深度上相关物理量的变化来确定导水裂隙带高度。

7.1.2 钻孔探测法，每个煤矿应在不同开采水平或煤层、不同采煤技术方法的工作面分别施工不少于3个钻孔，且注意钻孔在工作面内分布的合理性和科学性。

7.1.3 钻孔探测法确定导水裂隙带发育高度的方法，包括但不限于：

- a) 钻孔冲洗液消耗量法，是通过钻孔冲洗液漏失量的观测确定导水裂隙带高度，观测项目、钻孔布置、钻孔施工、钻孔测量段要求、测量方法和数据处理方法按 DZ/T 0148、MT/T 865、MT/T1042 执行；
- b) 孔内窥视法，是利用钻孔智能全景成像测井，将钻孔内的岩壁形成 360°数码图像，通过观察图像识别岩层中裂隙的发育情况判定导水裂隙带顶界面位置；
- c) 地球物理测井，是选用三侧向电阻率、自然电位、密度（长短源距伽玛）、自然伽玛、声波时差等测井参数进行综合解释，从而确定导水裂隙带顶界面位置。地球物理测井相关技术要求按 DZ/T 0080 执行。

7.1.4 三维地震、瞬变电磁等其它物探探测方法。

7.2 经验公式法

7.2.1 在西北侏罗纪煤田煤矿区，导水裂隙带高度可选用以下经验公式计算：

- a) 采高小于 3.0m 时，采用 GB12719 推荐的经验公式；
- b) 采高 3.0 ~ 6.0m 时，导水裂隙带高度可采用如下经验公式：

$$H_L = (22 \sim 28)M \dots\dots\dots(1)$$

式中：

H_L ——导水裂隙带高度（m）

M ——采煤工作面一次开采高度（m）

- c) 采高大于 6.0m 或重复采动时，应在探测数据基础上，采用多种方法综合确定。

7.2.2 其它矿区可参考使用 GB 12719 推荐的经验公式，或采用当地实际探测数据。

7.3 数值模拟法

采用专业软件模拟开采条件，确定导水裂隙带高度。

7.4 相似材料模拟法

根据煤层及其覆岩物理力学性质，采用相似材料模拟煤层开采过程，确定导水裂隙带高度。

7.5 综合确定

优先采用探测法实测的导水裂隙带数据。当没有探测数据时，采用经验公式法预测的数据，与模拟法获取的数据互相印证。

8 保水采煤地质条件分区

8.1 分区目的

识别采煤对水资源的扰动强度分区，为矿区规划和矿井开采设计提供依据。

8.2 分区方法

8.2.1 根据煤层与含水层、隔水层空间赋存条件，以现有采煤技术方法对覆岩损伤程度为依据，划分煤层开采覆岩损伤对含水层、地表水的损伤程度区域。

8.2.2 编制基础性分析类图件，包括但不限于：

- a) 煤层上覆岩体类型分区图
- b) 煤层上覆基岩厚度等值线图
- c) 煤层上覆隔水土层厚度等值线图
- d) 煤层上覆含水层厚度及富水性分区图
- e) 煤层厚度等值线图
- f) 导水裂隙带发育高度波及层位分区图

8.2.3 确定煤层开采对水资源，包括地下水含水层及地表水扰动强度，主要通过煤层开采产生的导水裂隙带发育高度确定，编制导水裂隙带导通各含水层、地表水分区图。

8.2.4 根据实际基岩厚度，及开采引起的垮落带和裂隙带高度的空间位置关系，结合必要的保护层厚度，划分采煤对地下水影响程度分区。对矿区内部将采动对地下水的影响程度进行分区，划分出煤层开采对水资源的极严重影响区、严重影响区、中等影响区、微弱影响区和无影响区。其分区判定标准见表 1。

表 1 采煤对地下水的影响程度分区判定标准

极严重影响区	严重影响区	中等影响区	微弱影响区	无影响区
$H+H_l < H_k + H_b$	$H_k + H_b < H + H_l < H_d$	$H_d < H + H_l < H_d + H_b$	$H + H_l > H_d + H_b$	/

注：H 为实际基岩厚度；H_l 为基岩上部土层厚度；H_b 为保护层厚度；H_k 为垮落带高度；H_d 为导水裂隙带高度。

根据上表判定的各分区特征如下：

- a) 无影响区：无含水层分布，或含水层厚度小，不具有供水意义和生态价值。
- b) 微弱影响区：煤层上覆基岩厚度+土层厚度>导水裂隙带高度+保护层厚度。煤层开采后，导水裂隙与含水层之间存在足够厚且隔水性能良好的完整岩层，含水层水资源基本不会因煤层开采而漏失。
- c) 中等影响区：导水裂隙带高度<煤层上覆基岩厚度+土层厚度<导水裂隙带高度+保护层厚度。煤层开采后，采动覆岩导水裂隙与含水层之间仍存在一定厚度的完整岩层，但这层岩层又不能完全阻止含水层向下渗透，部分水资源漏失。
- d) 严重影响区：垮落带高度+保护层厚度<煤层上覆基岩厚度+保护层厚度<导水裂隙带高度。煤层开采后，导水裂隙进入含水层，疏干含水层地下水。
- e) 极严重影响区：煤层上覆基岩厚度+保护层厚度<垮落带高度+保护层厚度。煤层开采后，完全疏干含水层地下水。

8.3 分区应用

- 8.3.1 极严重影响区，不应规划和开发。
- 8.3.2 严重影响区，限制开发，应充分考虑水资源保护需求，提出严格的保水采煤技术方案。
- 8.3.3 中等影响区，应开展保水采煤方案论证，并明确相应的保水措施。
- 8.3.4 微弱影响区，应有相应的水资源保护措施。
- 8.3.5 无影响区，鼓励开发。

9 保水采煤技术

9.1 自然保水采煤技术

9.1.1 适用于煤层上覆松散含水层富水性弱-极弱，底部有稳定的厚黏土隔水层，或地下水水质不满足 GB5749 或超过 GB/T 14848 三类标准的区域。

9.1.2 目标含水层与设计开采界限之间的最小距离，符合 GB 50215 的要求。

9.1.3 煤矿开采方法与工艺按 GB 50215 的规定执行。

9.2 充填保水采煤技术

9.2.1 适用于煤层开采导水裂隙带发育到含水层底部或地表水体的区域，矿区充填材料储量丰富，工作面产能要求一般较大。

9.2.2 浅埋煤层上覆存在目标含水层或地表水体的中大型矿井，宜采用充填保水采煤技术。

9.2.3 目标含水层与设计开采煤层之间的煤（岩）柱厚度小于导水裂隙带高度的中大型矿井，宜采用充填保水采煤技术。

9.3 分层限高保水采煤技术

9.3.1 适用于厚煤层及特厚煤层的矿区（采区）。

9.3.2 分层开采可以保护目标含水层时，应采用分层保水采煤技术。

9.3.3 煤矿开采方法与工艺按 GB 50215 的规定执行。

9.4 注浆封堵保水采煤技术

9.4.1 适用于浅埋煤层或煤层局部有富水性中等及以上含水层或地表水体的区域。

9.4.2 采用注浆封堵保水采煤技术的，注浆材料及浆液不得对含水层造成污染。

9.4.3 煤层顶板局部存在隔水岩组较薄弱带，应采用隔水层注浆再造保水采煤技术。

9.4.4 烧变岩或其它破碎岩体含水层受开采影响时，应采用帷幕注浆封堵保水采煤技术。

9.4.5 煤层露天开采影响同水平含水层时，应采用帷幕注浆封堵保水采煤技术。

9.4.6 地表水体受煤层局部开采影响时，应采用帷幕注浆封堵保水采煤技术。

9.4.7 煤层底板含水层受开采影响时，应采用底板加固注浆封堵保水采煤技术。

9.5 短壁保水采煤技术

9.5.1 适用于埋藏浅，煤层厚度适中、赋存稳定、近水平煤层，同时有含水层或地表水体保护需求的区域。

9.5.2 边角煤及不规则块段，不适宜布置综采工作面的保水采煤区域，宜采用短壁保水采煤技术。

9.5.3 煤矿开采方法与工艺应符合 GB 50215 的规定。

9.6 连采连充保水采煤技术

9.6.1 适用于残煤、边角煤、保护煤柱等煤层上方有含水层或地表水体保护需求的中小型矿井。

9.6.2 中小型矿井有矸石处理需求且需要保护上方含水层或地表水体，宜采用连采连充保水采煤技术。

10 技术论证报告

10.1 矿区规划阶段应开展保水采煤技术论证，编写论证报告，具体如下：

- a) 确定矿区内需要保护的目标含水层（体）；
- b) 论证矿区内各煤层开采实行保水采煤必要性和可行性；
- c) 阐明含水层、隔水层、煤层特征及其空间赋存状态，研究煤层开采对含水层（体）的影响程度，划分保水采煤分区，提交技术论证报告（参见附录 B 编写）。

10.2 矿井设计阶段应论证保水采煤的采煤技术方案，编制保水采煤技术方案，具体要求如下：

- a) 应在 10.1 的基础上开展详细论证工作；

- b) 阐明选用采煤方法对含水层破坏情况，预测地下水流场变化规律；
- c) 提出适宜的保水开采技术方法，提交技术方案（参见附录 C 编写）。

全国团体标准信息平台

附 录 A
(资料性)
煤层开采对含水层影响程度分区方法

- A.1 在系统分析矿区（矿井）水文地质条件的基础上，绘制目标含水层的富水性分区图；
- A.2 根据钻孔资料，采用综合法确定高水裂隙带高度；
- A.3 利用导水裂隙带高度与覆岩厚度之差（ δ ）绘制隔水层稳定性分区图，分级标准见表A.1。

表 A.1 隔水层稳定性分级标准表

$\delta < 0$	$\delta \in [0 \sim 20]$	$\delta > 20$
不稳定	较稳定	稳定

- A.4 将富水性分区图与隔水层稳定性分区图进行叠加，并按照表A.2 进行分级，确定煤层开采对含水层影响程度分区。

表 A.2 采煤对含水层影响程度分级对照表

富水性	隔水层稳定性		
	不稳定	较稳定	稳定
极强	严重	较严重	较轻
强	严重	较严重	较轻
中等	严重	较轻	较轻
弱	较轻	较轻	较轻

附 录 B
(资料性)
矿区规划阶段保水采煤技术论证报告提纲

B.1 文字说明书

B.1.1 前言

B.1.2 矿区开发

矿区开发具体要求如下：

- a) 井田划分
- b) 开拓方式
- c) 开发顺序
- d) 建设规模

B.1.3 矿区地质条件

矿区地质条件具体要求如下：

- a) 自然地理
- b) 地形地貌
- c) 地层与构造
- d) 水文地质条件
- e) 工程地质条件
- f) 煤层

B.1.4 地下水资源影响预测

地下水资源影响预测具体要求如下：

- a) 矿区水资源评价
- b) 导水裂隙带预测与分区
- c) 地下水资源影响预测

B.1.5 保水采煤地质条件分区

B.1.5.1 保水采煤分区原则与方法

B.1.5.2 保水采煤分区结果及适用技术

B.1.6 结论与建议

B.2 附图

附图包括但不限于以下内容：

- a) 含（隔）水层厚度等值线图；
- 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) 导水裂隙带高度与有效隔水层厚度叠加图；
- e) 保水采煤分区图（自然条件下，采煤对含水层的影响程度分区划分）；
- f) 保水采煤适用技术方法分区图（各种保水采煤技术适宜区域划分）。

B.3 附表

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成果统计表；
- e) 地表植被调查成果统计表。

附 录 C
(资料性)
矿井设计阶段保水采煤技术方案编制提纲

C.1 文字说明书

C.1.1 前言

C.1.2 矿井基本情况

矿井基本情况具体如下：

- a) 地理位置
- b) 矿井开采历史及现状
- c) 开发方案概述（含采煤方法及工艺）

C.1.3 矿山地质环境条件

矿山地质条件具体如下：

- a) 自然地理
- b) 地形地貌
- c) 地层与构造
- d) 水文地质条件
- e) 工程地质条件
- f) 煤层

C.1.4 井田水文地质条件及受保护水资源

地下水动态及成因具体如下：

- a) 井田水文地质条件
- b) 受保护地下水资源
- c) 受保护地表水资源

C.1.5 煤层开采对水资源影响预测

地下水影响预测具体如下：

- a) 煤层开采对地下水资源的影响预测
- b) 煤层开采对地表水资源的影响预测

C.1.6 保水采煤方案及合理性评价

保水开采方案包括但不限于：

第四系地下水保护开采方案
白垩系地下水保护开采方案
侏罗系地下水保护开采方案
二叠系地下水保护开采方案
奥陶系地下水保护开采方案
地表水体保护开采方案

C.1.7 保水采煤地下水监测方案

监测原则

监测站点设置及分布

监测站点建设要求
监测数据采集
监测数据处理与利用

C.1.8 结论与建议

C.2 附图

附图包括但不限于：

- a) 含（隔）水层厚度等值线图；
- 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) 导水裂隙带高度与有效隔水层厚度叠加图；
- e) 保水采煤技术方法分区图；
- f) 地下水及井泉监测站点部署图。

C.3 附表

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成果统计表；
- e) 地下水及井泉、河流监测站点统计表。

参考文献

- [1] 彭苏萍, 张博, 王佟. 煤炭资源与水资源, 科学出版社, 2014.
 - [2] 钱鸣高, 石平五, 许家林. 矿山压力与岩层控制, 中国矿业大学出版社, 2020.
 - [3] 王双明, 黄庆享, 范立民等. 生态脆弱区煤炭开发与生态水位保护, 科学出版社, 2010.
 - [4] 武强, 申建军, 王洋. “煤-水”双资源型矿井开采技术方法与工程应用, 煤炭学报, 2017 (1) .
 - [5] 顾大钊等. 西部生态脆弱区现代开采对地下水与地表生态影响规律研究, 科学出版社, 2019.
 - [6] 范立民, 马雄德, 蒋泽泉等. 保水采煤研究30年回顾与展望, 煤炭科学技术, 2019 (7) .
 - [7] 范立民, 马雄德. 保水采煤的理论与实践, 科学出版社, 2019.
 - [8] 马立强, 张东升. 浅埋煤层长壁工作面保水开采机理及其应用研究, 中国矿业大学出版社, 2013.
 - [9] 马立强, 金志远, 张东升. 浅埋近距煤层保水开采机理与技术, 科学出版社, 2019.
 - [10] 许家林. 煤矿绿色开采, 中国矿业大学出版社, 2011.
 - [11] 张东升, 王旭锋. 沙基型浅埋煤层保水开采技术及适用条件分类, 中国矿业大学出版社, 2009.
 - [12] 张吉雄, 缪协兴, 张广礼. 固体密实充填采煤方法与实践, 科学出版社, 2015.
 - [13] 夏玉成, 代革联. 生态潜水流畅的采煤扰动机理与优化调控, 科学出版社, 2015.
 - [14] 李涛. 西部生态脆弱矿区煤-水协调开采技术与实践, 中国矿业大学出版社, 2020.
-