



## 煤矿防治水工作实践中几点思考与建议

吕玉广 乔伟 靳德武 李小琴 李杰

### 引用本文：

吕玉广, 乔伟, 靳德武, 等. 煤矿防治水工作实践中几点思考与建议[J]. 煤炭科学技术, 2023, 51(4): 133–139.  
LYU Yuguang, QIAO Wei, JIN Dewu. Some thoughts and suggestions on the practice of water prevention and control in coal mines[J]. Coal Science and Technology, 2023, 51(4): 133–139.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13199/j.cnki.est.2021-1090>

### 您可能感兴趣的其他文章

#### Articles you may be interested in

##### ZDY3500T型煤矿用中深孔探放水钻机的研制

Development of ZDY3500T drilling rig for water detection and drainage through medium-deep hole in coal mines  
煤炭科学技术. 2017(3) <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/286a101d-d0e4-4c7d-9a8d-9a9e757eed7f>

##### 煤层顶板裂隙带瓦斯抽采技术与装备探索

Exploration on gas drainage technology and equipment of fracture zone in coal seam roof  
煤炭科学技术. 2020, 48(10) <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/233321f6-1b87-47e6-a34d-88b3f1076ef7>

##### 煤矿防治水智能化技术与装备研究现状及展望

Research status and prospects on intelligent technology and equipment for mine water hazard prevention and control  
煤炭科学技术. 2019(3) <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/e7d07419-329e-4374-9451-0452aacddae7>

##### 近距离煤层顶板水害立体防控技术研究——以蒙陕深部矿井为例

Study on stereoscopic prevention and control technology of roof water disaster in contiguous coal seam in deep mines of Inner Mongolia and Shaanxi  
煤炭科学技术. 2021, 49(12): 165–172 <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/755d4553-343f-4617-8ac1-39e1c85387e2>

##### “三探”技术在顶板高压低渗水形成机理分析中的应用

Analysis on formation mechanism of roof water with high pressure and low permeability by overall technology of geophysical exploration & drilling and geochemical exploration  
煤炭科学技术. 2019(6) <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/b6c3ad77-747b-4ca3-8cde-76aa2aa3d62c>

##### 闭坑矿井积水对相邻生产矿井防治水的影响

Influence of closed mine water accumulation on water prevention and control in adjacent production mines  
煤炭科学技术. 2020, 48(9): 96–101 <http://www.mtkxjs.com.cn/article/id/852ed16e-a4d1-4b95-9280-c68f147d7331>



关注微信公众号，获得更多资讯信息



移动扫码阅读

吕玉广, 乔伟, 靳德武, 等. 煤矿防治水工作实践中几点思考与建议[J]. 煤炭科学技术, 2023, 51(4): 133-139.  
LYU Yuguang, QIAO Wei, JIN Dewu, et al. Some thoughts and suggestions on the practice of water prevention and control in coal mines[J]. Coal Science and Technology, 2023, 51(4): 133-139.

## 煤矿防治水工作实践中几点思考与建议

吕玉广<sup>1,2</sup>, 乔伟<sup>1</sup>, 靳德武<sup>3</sup>, 李小琴<sup>1</sup>, 李杰<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221116; 2. 内蒙古上海庙矿业有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 016299;

3. 中煤科工西安研究院(集团)有限公司, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 针对近年来煤矿防治水工作中出现的一些热点(有掘必探)、难点(特殊条件下疏干开采)以及在用规程(规范)中存在的矛盾等问题, 分析其给生产实践和安全监管带来的困惑, 提出几点看法与建议。首先分析了“有疑必探”的内涵, 认为“预测预报”是“有疑必探”的前置条件, “预测预报”要解决水害类型、水压以及水体所处空间位置等关键要素, 据此才能进行探放水工程设计; 从历史背景和现实条件出发, 分析认为山西省〔2011〕70号文件的“有掘必探”是在特定条件下提出执行的, 针对性很强(古井老窑水), 水害类型明确, 水压、水源空间位置大致可预测, 具备了探水工程设计的条件, 执行“有掘必探”有其合理性; 但适用范围不宜无限扩大, 其他地区不宜简单效仿, 否则就是无的放矢, 存在设计难、执行难、监管难等问题。然后分析了水对软岩工程劣化效应的影响, 弱胶结低强度强膨胀高富水复杂型软岩遇水发生崩解、泥化、膨胀、底鼓变形等劣化现象, 严重制约生产效率; 软岩条件下弱含水层预先疏干的目的在于改善生产环境, 从而提高生产效率, 建议规程对此类疏放水孔做出原则性约束即可, 便于企业更好地结合实际情况制定施工技术措施, 否则, 在政府监管部门和企业之间会出现认识上的差异。最后, 根据规程(规范)中的定义, 导水裂隙带不包括垮落带(位于垮落带上方); 根据规程(规范)中的经验公式以及附图, 导水裂隙带包括垮落带, 出现前后不统一的问题, 为此提出可任选其一的2种修改建议。通过分析, 厘清了一些模糊性概念, 便于生产单位准确执行规程规范, 有利于安全监管部门精准监管, 避免监管部门和企业陷入“两难境地”。

**关键词:** 煤矿防治水; 有疑必探; 有掘必探; 井下探放水; 疏干开采; 导水裂隙带

中图分类号: TD745 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2023)04-0133-07

### Some thoughts and suggestions on the practice of water prevention and control in coal mines

LYU Yuguang<sup>1,2</sup>, QIAO Wei<sup>1</sup>, JIN Dewu<sup>3</sup>, LI Xiaoqin<sup>1</sup>, LI Jie<sup>2</sup>

(1. School of Resources and Earth Science, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China; 2. Inner Mongolia Shanghai Temple Mining Co., Ltd., Erdos 016299, China; 3. Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** According to some hot spots such as exploration before excavation, difficulties like drainage mining under special conditions and contradictory while operating procedures in recent coal mining water prevention projects, confusions brought to production practice and safety supervision are analyzed, some opinions are also put forward. Firstly, the connation of “doubt will be prospected” is discussed in this paper. It is assured that “doubt will be explored” comes after “prediction and forecast”. The “prediction and forecast” are key factors to problems like types of water hazards, water pressure and positions of water, based on what water exploration and release can be designed. From the historical background and realistic conditions, the analysis shows that the exploration before excavation proposed in [2011] No.70 document formulated by Shanxi Province is implemented under specific conditions, with strong pertinence (ancient wells

收稿日期: 2022-03-14 责任编辑: 周子博 DOI: 10.13199/j.cnki.cst.2021-1090

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51574250); 内蒙古自治区科技计划资助项目(2020GG0291)

作者简介: 吕玉广(1969—), 男, 江苏宿迁人, 研究员, 硕士生导师, 博士。E-mail: lvyg691208@126.com

通讯作者: 乔伟(1984—), 男, 山东蒙阴人, 教授, 博士生导师。E-mail: qiaowei@cumt.edu.cn

and cellar water). The type of water damage is clear, the space position of water pressure source is roughly known, and the design conditions of drilling hole are available. Therefore, design conditions of water exploration drillings are acquired and “exploration before excavation” is reasonable. However, the scope of “exploration before excavation” cannot be extended infinitely to other fields, otherwise it will be aimless, causing bumps in design, execution and supervision. Secondly, degradation of water on soft rocks is analyzed. Degradations like crumble, rock mud, expansion and floor heave can happen on complicated soft rocks which possess weak cementation, low altitude, high expansion and strong watery, limiting production efficiency. The purpose of pre-dredging weak aquifer under soft rock condition is to improve the production conditions and to increase production efficiency. It is suggested that the regulations should make principles constraints on such drainage holes, so as to facilitate enterprises to formulate construction technical measures in combination with the actual situations. Otherwise, there will be a difference in understanding between government regulators and enterprises. Finally, according to the definition in the procedure, the water-conducting fracture zone does not include the caving zone (above the caving zone); nevertheless, the empirical formula in the procedure and the attached drawings show that the water-conducting fracture zone includes the caving zone, which has inconsistency between the front and the back. For this case, two alternative revision suggestions are advanced. Through the analysis of this paper, some fuzzy concepts are clarified, which is convenient for the production unit to accurately implement the rules and regulations, conducive to the precise supervision of safety supervision department. Besides, dilemma between the supervision department and the enterprise can be avoided.

**Key words:** water prevention; exploration when there is doubt; exploration must before excavation; underground water exploration and drainage; drainage mining; water conducting fracture zone.

## 0 引言

“探放水”一词最早见于1956年黄继武发表在《合肥矿业学院学报》“焦作矿务局与矿井水作斗争的经验”，指出“探放水”包括“探水”和“放水”2部分，针对焦作矿务局所属煤矿解放前留下的老窑水，其位置、水量、水压、规模等都不清楚，先进行“探水工作”，然后实施“从上而下分段放水”<sup>[1]</sup>。1974年，徐州矿务局地质测量处公开发表的《掌握矿井充水规律，作好防治水害工作》，针对古空和老峒水治理提出十六字方针：“有水必放、有疑必探、先探后掘、不探不掘”<sup>[2]</sup>，是探放水原则的早期表述。原国家煤炭工业部发布的《煤矿防治水工作条例》(1986)明确了防治水原则：“有疑必探、先探后掘”<sup>[3]</sup>。《煤矿防治水规定》(2009)进一步提出“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的防治水原则<sup>[4]</sup>，预测预报是前提，先治后采是落脚点。《煤矿防治水细则》<sup>[5]</sup>(2018，以下简称《细则》)继承了前版十六字原则。可见，“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”是历经几代人不懈的努力，从实践中总结出来的，对预防和减少煤矿水害事故发挥了重要作用。2011年山西省煤炭工业厅出台了《关于进一步加强煤矿防治水工作的若干规定》政策性文件<sup>[6]</sup>，提出“预测预报、有掘必探、有采必探、先探后掘、先探后采”原则，重点强调“有掘必探”。近年来，其他省份积极跟进，甚至一刀切式执行“有掘必探”。关于“有疑必探”的内涵、“有掘必探”是否具有普适性、是否能执行到位等值得商榷。单纯为了弱化软岩劣化效应而

采取的预疏干措施，此类疏干孔是否应该与常规的“探放水”钻孔在施工要求上加以区别也值得探讨；相关规程中“导水裂隙带”的定义、计算公式以及附图之间存在相互矛盾之处，容易在部分工程技术人员中产生困惑，建议做适当修改，以期规程、规范更趋完善，更好地服务于安全生产。

## 1 关于“有掘必探”的探讨

### 1.1 “有疑必探”的内涵探讨

《细则》专家解读<sup>[7]</sup>：有疑必探是指根据水害预测预报评价结论，对可能构成水害威胁的地区，采用物探、化探和钻探等综合探测手段，查明并排除水害。《细则》中规定的8种情况均为“有疑”，必须按规定探放水。

预测预报是专业技术人员凭借自己的专业知识、充分发挥其主观能动性，在地质和水文地质分析基础上，超前预测可能存在的水害。具体针对探放水工作，“预测预报”是“有疑必探”的前提，“预测预报”必须解决以下问题：

1)预测水害类型。根据不同的水害类型采取不同的布孔方式，确定孔组数量，采取与水害类型相适应的安全技术措施。

2)预测水源(水体)的空间位置。根据水源所处的空间位置，确定探测方法、探测方向，设计钻孔的方位角、仰角、深度、超前距、帮距等。

3)预测水压。依据在用规程，水压大于0.1 MPa时需要预先固结套管、注浆固管、耐压试验，带阀钻进；水压大于1 MPa时原则上禁止在煤层内探放充

水断层、含水层水及陷落柱水;水压大于1.5 MPa时钻机必须采用反压和防喷装置。根据预测水压大小选择与水压相适应的钻探设备、设计钻孔结构、止水套管的耐压值等。

## 1.2 山西省“有掘必探”的合理性探讨

关于“有掘必探”,目前尚未查到官方或其他权威性解读。历史上山西省境内私营小煤矿较多,乱挖乱采现象突出,留下了大量的古井老窑,以致于老窑水透水事故多发。2010年3月28日华晋焦煤有限公司王家岭煤矿发生老空积水特别重大透水事故,次年8月山西省政府出台了晋政发办[2011]70号文件,率先提出:“预测预报、有掘必探、有采必探、先探后掘、先探后采”二十字方针。

山西省在历史上遗留的老窑分布广、各项开采资料严重缺失、老窑水害事故频发这一特殊的现实背景下提出“有掘必探”,其水害类型明确、水压上限可以大致估测、水体空间位置指向清晰,具备探放水工程设计的条件。可见,山西省的“有掘必探”不是盲目性探,结合其历史原因和现实背景,有其合理性。

如果在大范围内一刀切式强行推广“有掘必探”,势必弱化“预测预报”的作用,通过预测预报查“疑”并确定“疑”的性质及相关参数的过程会被忽略,探放水工程设计和安全技术措施的编制缺少依据。故此,《细则》仍然坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的防治水原则。

## 1.3 盲目性“有掘必探”存在执行问题

近年来,各级政府部门对煤矿安全监管力度逐步加大,纷纷效仿山西省的做法,要求“有掘必探”。经过“预测预报”没有发现“疑”的情况下执行“有掘必探”,势必带来以下问题:

1)设计难。不确定水害类型,无法选择探测方法和手段;不确定富水性,无法预计涌(放)水量,防排水系统设计无依据;不确定水体空间位置,无法设计钻孔方位角、仰角、孔深及孔组数量等;不确定水压上限,无法设计钻孔结构及止水套管耐压值,无法确定钻探设备是否需要具备防喷、反压功能(通常煤矿探放水钻机不具备此2项功能)。总之,这种“有掘必探”是盲目性探,探放水工程设计难。

2)落实难。行业内尚无“有掘必探”的执行说明,煤矿企业执行“有掘必探”的普遍做法是,向掘进前方施工3个钻孔,孔深120 m,掘进100 m,超前距不小于20 m,掘进与探水作业交替进行。按照开孔→下止水套管→注浆固管→候凝→扫孔→打压试验

(合格)→带阀钻进→终孔施工程序,完成3个探水孔大约需要7 d。目前,社会上煤巷掘进日进尺普遍超过15 m,则一半时间用来掘进一半时间用来超前探放水。据《煤炭信息》(周刊2015年第9期)报道,神东大柳塔煤矿煤巷日进尺达158 m,掘进与探水交替作业更是难以落实。

3)监管难。“有疑必探”是企业确保安全生产的自主性行为,执行上具有内生动力;“有掘必探”是被动地执行,经过“预测预报”没有发现“疑”的情况下执行“有掘必探”,不用专用钻机、不下止水套管、不注浆固管、不打压试验等违反规程的现象会增多,久而久之于无形中侵蚀规程的严肃性,安全监管难度增加。

## 1.4 通过案例分析“有掘必探”的非必要性

部分政府安全监管部门和煤炭企业集团,本着严于规程、高于规程的理念,把“有掘必探”当成万全之策、兜底性措施,认为只要超前探放水就可以避免一切水害事故。通过一起突水案例分析,进一步探讨“有掘必探”作为万全之策可行与否。

某矿开采侏罗纪延安组煤层,分为上、中、下3个煤组,一水平开拓中上组煤,二水平开拓下组煤。由于中上组煤可采储量较少,矿井投产初期以暗斜井向下延伸开拓下组煤。一分区输送带暗斜井设计斜长543 m(-14°下山),施工到503 m时底板突水,水量3 600 m<sup>3</sup>/h,矿井被淹。

事后查明,延安组煤系地层底部(21煤底板)含砾粗砂岩发育,单位涌水量0.040 4~1.331 5 L/(m·s),突水点水压4.6 MPa,突水时巷道底板下距含水层约13 m(图1)。由于历史原因,勘探过程中没有发现该含水层,甚至没有“宝塔山砂岩”含水层的概念,属于水文地质条件探查不清引发的一起底板突水事故<sup>[8]</sup>。

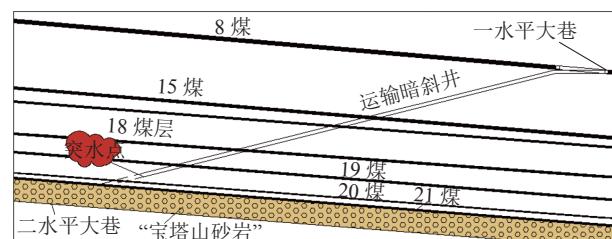


图1 突水点示意

Fig.1 Schematic of water inrush point

矿井地质勘探报告、水文地质补充勘探报告等均明确“下组煤顶底板富水性极弱”。在此情况下,被动地执行“有掘必探”,按习惯做法设计3个超前探水孔,其中1个孔设计为-14°,另外2孔向正前方

探,每次钻探120 m,控制超前距不小于20 m,事故未能避免。

如果向巷道侧帮探或探顶板,事故仍不可避免。如果探底板,由于钻机不具备防喷装置,高压水瞬间喷出有伤人危险;钻机不具备反压装置,高压水可能会将钻具顶出盘绕在巷道内,有伤人危险。井下地球物理探查即使发现了巷道底板富水性异常,随后必须钻探验证,但物探不能预测水压及其富水性,探到含水层后无法止水,事故仍不可避免。

能够引发水害事故的原因多种多样,基础性技术工作是根本,“有掘必探”并非万全之策或兜底性措施。

### 1.5 对执行“有掘必探”的建议

行业性的规程、规范必须考虑其普适性,“有疑必探”防治水原则是科学的。某些地方<sup>[9-10]</sup>在特定条件下执行“有掘必探”,建议注意以下几点:

1)执行“有掘必探”前,必须经过周密调查、科学研判(预测预报),当某种水害隐患在本区内普遍存在且又难以通过地面工程探查清楚,或地面探查不经济时,井下可按“有掘必探”执行,如山西省老窑积水隐患,但仍应分类指导,不宜一刀切。

2)执行“有掘必探”时应尽量缩小适用范围,可以限定在某一特定矿区、某一特定井田或某一特定采区甚至是某一项工程,总之,范围不宜无限扩大。

3)《细则》中明确的8种“疑点”,必须严格按规程要求探放水。

## 2 关于西北软岩条件下疏干开采技术探讨

### 2.1 西北侏罗—白垩地层特征及工程劣化现象

西北侏罗纪延安组煤田煤层数多、厚度大,资源储量丰富,是我国重要的战略性煤炭基地之一,在我国六大水害类型分区中属于西北砂岩裂隙型水害区<sup>[11]</sup>,岩层条件具有如下特征<sup>[12-14]</sup>:

1)弱胶结性:成岩期短,胶结性差,大多数砂岩遇水崩解,在水动力条件下具有流砂属性。疏放水工程表明“有砂岩就有水,出水必出砂”(图2)。

2)低强度:区内大量试验数据表明,岩石单轴抗压强度0.5~60 MPa,平均不足10 MPa,总体力学强度低,属极软弱岩体。

3)强膨胀性:以上海庙矿区为例,侏罗白垩系泥岩矿物成分分析结果表明,岩石中含有的珍珠陶土、高岭石、伊利石、蒙脱石质量分数超过30%,甚至达到80%,表现出强膨胀性和塑性流变性特征。采场岩石遇水软化、泥化,造成掘进机陷底、人员行走困

难,裸露岩体吸水后膨胀扩容,煤与岩石分界处形成台阶(图3)。

4)富水性:煤层顶板为砂泥质互层型沉积建造,砂岩含水但砂岩层赋存极不规律。以上海庙矿区为例,煤层顶板砂岩含水层单位涌水量小于0.1 L/(m·s),富水性由极弱至弱,不直接危及安全。但顶板淋水诱使采场泥化、弱化,出现底鼓变形、采煤支架陷底、受底鼓影响刮板输送机上翘,采煤工作面无法正常推进,严重制约采煤效率。



(a) 顶板锚索孔出水 (b) 水中析出的泥砂

图2 锚索孔出水与析出的泥砂  
Fig.2 Outlet of anchor cable hole (containing sand)



(a) 底板泥化现象 (b) 岩体膨胀扩容形成台阶

图3 泥化、膨胀现象

Fig.3 Argillization and expansion

为改善作业环境、提高生产效率,需要对顶板水预先疏干,创造无水环境下采煤的条件,从而提高生产效率。

### 2.2 疏干开采工程实践

上海庙矿区目前疏放顶板水的做法<sup>[15-16]</sup>:在工作面进、回风巷道内,每隔100~120 m布置1组钻孔,工作面宽度小于260 m时采用“双层双向扇形布孔”,每组钻孔24个;工作面宽度超过260 m时采用“三层双向扇形布孔”方式,每组钻孔36个。仰角相同的钻孔称为同层钻孔,层与层之间钻孔仰角相差10°左右,均终孔于导水裂隙带顶界面附近。以走向长度2 500 m、宽度320 m的工作面为例,每个采煤面需要布置50组放水孔,疏放水钻孔总数约1 800个。

近年来已回采16个采面,疏放水孔总数约19 160个。单孔涌水量 $q \leq 0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 约占46%, $0.5 \text{ m}^3/\text{h} < q \leq$

5  $\text{m}^3/\text{h}$  约占 32%, 5  $\text{m}^3/\text{h} < q \leq 20 \text{ m}^3/\text{h}$  约占 18%, 20  $\text{m}^3/\text{h} < q \leq 36 \text{ m}^3/\text{h}$  约占 4%, 最大单孔涌水量 36  $\text{m}^3/\text{h}$ , 平均吨煤放水量 0.142  $\text{m}^3$ 。通过顶板水预先疏干, 改善了采煤作业环境(图 4), 回采工效提高了 471%。

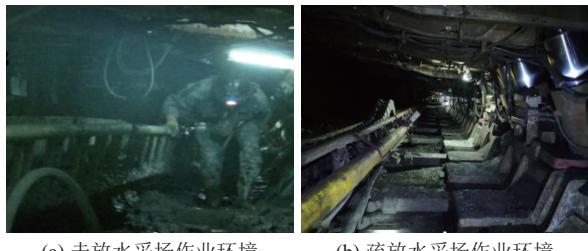


图 4 疏放水前后采场作业环境对比

Fig.4 Comparison of stope operation environment before and after drainage

### 2.3 关于疏干孔施工技术探讨

矿区内地层埋藏较深, 根据钻孔观测的水位换算, 煤层顶板含水层水压均大于 3.0 MPa。如果疏放水孔按照现行规程中探放水孔的技术要求进行管理, 必须满足以下 6 点:

- 1) 水压大于 0.1 MPa 时, 放水孔必须预先固结止水套管并安装闸阀;
- 2) 水压大于 3 MPa 时, 止水套管长度不小于 20 m;
- 3) 水压大于 3 MPa 时, 套管耐压值不小于 4.5 MPa;
- 4) 水压大于 1.5 MPa 时, 钻机必须具备反压装置和防喷装置;
- 5) 耐压试验合格后, 必须安装闸阀并带阀钻进;
- 6) 水压高于 1 MPa, 原则上不得在煤层内钻探。

疏放水孔如果按照上述技术要求施工, 技术层面上可以实现, 但疏放水工期将延长 12~30 个月, 采面投产时间相应延后 12~30 个月, 造成生产接续紧张, 而接续紧张是煤矿重大安全隐患之一; 持续时间越长, 软岩巷道的变形量就越大, 返修巷道的工程量增加, 大幅增加生产成本; 与此同时钻探队伍也将十分庞大, 疏放水费用成倍增加, 企业将不堪重负。

含水层富水性由极弱至弱、单孔涌水量小, 不存在突水的安全隐患, 矿方将与探放水有关的钻孔区分为“探水钻孔”和“疏放水孔”, 按照不同的技术要求施工, 化解了疏放水与生产之间的矛盾。

1) 探水钻孔: 《细则》中列举的 8 种情况以及“预测预报”发现的“疑”, 严格按规程规定的技术要求施工探放水孔, 此类钻孔称为探水钻孔。

2) 疏放水孔: 其他用来疏放顶板砂岩水的钻孔称为疏放水孔。规定孔口套管长度 1.5 m, 用棉纱配合锚固剂固定(保证管壁外不渗水), 套管用来连接

导水软管, 防止水落到巷道底板浸泡岩石, 无需做耐压试验。

### 2.4 关于疏放水技术规范修改建议

《细则》第六十六条规定:“疏干(降)开采半固结或者较松散的古近系、新近系、第四系含水层覆盖的煤层时, 开采前应当遵守下列规定……”。未考虑我国西北地区侏罗系弱胶结低强度高膨胀地层特点。

《细则》第六十二条规定:“当煤层(组)顶板导水裂隙带范围内的含水层或者其他水体影响采掘安全时, 应当采用超前疏放……等方法, 消除威胁后, 方可进行采掘活动”。本条款针对顶板含水层水危及安全的情况而做出的规定。

该矿区根据软岩地质条件及水文地质条件, 将疏放水孔与探水孔加以区分的做法, 与《细则》没有冲突。但由于规程缺少相应条款约束, 安全监管部门通常会按照现行规程中探放水孔的要求进行监察管理, 否则执法无据。建议在修订《细则》时, 增加“软岩工程地质条件下, 单纯为解决软岩劣化效应开展的疏放水工程, 由煤矿业务部门制定施工技术要求, 报煤炭企业总工程师审批。”

## 3 关于规程中“导水裂隙带”的探讨

### 3.1 规程对导水裂隙带的定义

《细则》第八章附则中关于导水裂隙带的定义为:“导水裂隙带, 是指垮落带上方一定范围内的岩层发生断裂, 产生裂隙, 且具有导水性的岩层范围。”

《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》<sup>[15]</sup>(以下简称《三下开采规范》)附录 1 中对关于导水裂隙带的定义为:“垮落带上方一定范围内的岩层产生断裂, 且裂缝具有导水性, 能使其范围内覆岩层中的地下水流向采空区, 这部分岩层范围称为导水裂隙带”。

可见, 《细则》中导水裂隙带与《三下开采规范》中导水裂隙带内涵是一致的, 包含 3 条关键信息: 位于垮落带上方; 由于采动产生的裂隙(缝); 裂隙(缝)具有导水性。

### 3.2 规程附图中导水裂隙带的含义

《细则》附录六针对煤层露头被松散富水性强的含水层覆盖时防隔水煤(岩)柱留设给出了计算公式, 并以“附图 6-1”示意(图 5)。图中  $H_d$  为导水裂隙带高度,  $H_b$  为保护层厚度。从附图可以看出, 导水裂隙带包括垮落带。

《三下开采规范》附录 4:“防水安全煤(岩)柱的垂高( $H_{sh}$ )应当大于或者等于导水裂隙带的最大高度

( $H_{li}$ )加上保护层厚度( $H_b$ ),如附图4-1所示”(图6),可以看出,导水裂隙带( $H_{li}$ )包括垮落带。

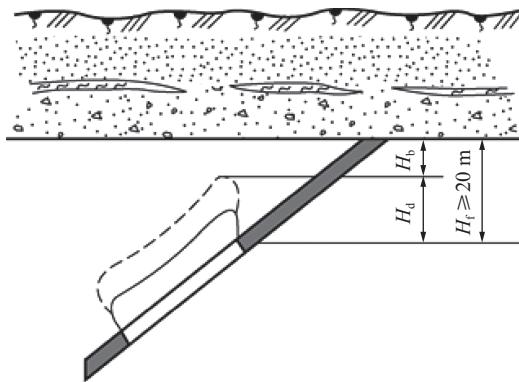


图5 《细则》的附图6-1

Fig.5 Attached figure 6-1 of detailed rules

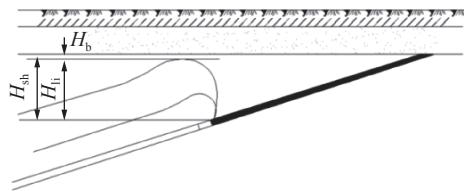


图6 《三下开采规范》的附图4-1

Fig.6 Attached Fig. 4-1 of code for mining

事实上,《三下开采规范》给出的导水裂隙带计算公式,计算结果也包括垮落带。

依据名词解释,导水裂隙带不包括垮落带(位于垮落带上方);基于惯性思维,导水裂隙高度是指导水裂隙带顶界面与底界面之间的竖直高度。依据规程附图,导水裂隙带包括垮落带(导水裂隙带高度为煤层顶板到导水裂隙带顶界面之间的竖直高度);依据经验公式,计算的导水裂隙带高度也包括垮落带。由此导致对导水裂隙带理解上的歧义,以至于部分工程技术人员基于惯性思维和对名词解释的理解,将垮落带高度、导水裂隙带高度、保护层厚度三者相加作为防隔水煤(岩)柱的高度。

### 3.3 对导水裂隙带名词解释修改建议

为避免上述理解上的偏差,提出以下2种修改建议,二者可选其一。

#### 1) 对裂隙带和导水裂隙带进行区分,分别定义。

裂隙带:指垮落带上方一定范围内的岩层发生断裂,产生裂隙,且具有导水性的岩层范围。导水裂隙带:指煤层顶板上方一定范围内的岩层发生垮落、断裂,产生裂隙,且具有导水性的岩层范围。裂隙带不包括垮落带,导水裂隙带包括垮落带,以图形示意如下(图7)。

20世纪80年代刘天泉院士基于采矿工程实践

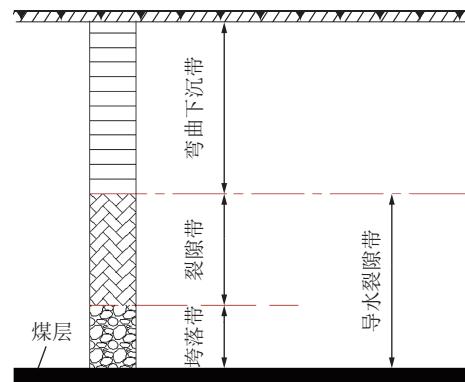


图7 裂隙带与导水裂隙带示意

Fig.7 Schematic of fracture zone and water conducting fracture zone

提出的覆岩移动“三带”模型,“三带”包括垮落带、裂隙带、弯曲下沉带,采煤支架工作阻力必须大于支架支撑范围垮落带岩体的重力<sup>[18]</sup>。随后,“三带”模型开始应用于防治水专业,为强调其导水性,将裂隙带重新定义为导水裂隙带。可见,裂隙带概念形成时间较早,导水裂隙带概念出现在后,做出上述修改符合历史沿革。

#### 2) 对导水裂隙带和导水裂隙带高度分别定义。

导水裂隙带:指垮落带上方一定范围内的岩层发生断裂,产生裂隙,且具有导水性的岩层范围。导水裂隙带高度:指煤层顶板到导水裂隙带顶界面之间的竖直高度。导水裂隙带不包括垮落带,与现行规程(规范)中的名词解释相吻合;导水裂隙带高度包括垮落带的高度,与现行规程(规范)中的附图以及经验公式相吻合,以图形示意如下(图8)。这样修改后,采矿工程专业和防治水专业对覆岩移动“三带模型”的理解更能保持一致性。

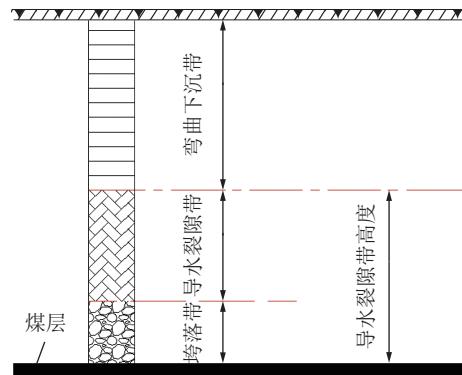


图8 导水裂隙带与导水裂隙带高度示意

Fig.8 Schematic of height of water conducting fracture zone and water conducting fracture zone

此外,《细则》称之为导水裂隙带,《“三下”开采规范》称之为导水裂缝带,两个规程同是服务于煤炭

工业,同一概念的专业术语最好统一,避免表述上的混乱。

## 4 结 论

1)山西省提出的“有掘必探”有明确的针对性(老窑积水),鉴于其历史原因和现实条件,执行“有掘必探”有一定的合理性,但也应该在深入分析、充分研判的基础上尽量缩小适用范围,不宜无限扩大。一刀切式“有掘必探”是盲目地探,成本高、执行难、效果不理想。

2)各级政府监管部门以及煤炭企业集团不宜以“严于规程”为借口,随意改动有关规程、规范中的表述。针对山西省老空水的特殊情况,可以另行补充说明,以免其他地区不加分析地直接效仿。

3)《细则》以及相关规程仅从安全角度提出需要疏干(降)开采的几种情况,没有涉及为改善作业环境需要预先疏干的软岩地质条件。后一种情况下的疏放水钻孔施工宜与常规的探放水孔有所区别,规程宜做原则性规定,由煤矿企业技术负责人组织制定具体的施工技术措施。

4)《细则》以及相关规程对导水裂隙带以及导水裂隙带高度定义不够清晰,容易产生误导,宜加以修订;导水裂隙带与导水裂隙带这2个专业术语内涵一致,同是服务于煤炭工业,建议将其统一为导水裂隙带。

## 参考文献(References):

- [1] 黄继武. 焦作矿务局与矿井水作斗争的经验[J]. 合肥矿业学院学报, 1956(00): 88-109.
- [2] 掌握矿井充水规律 作好防治水害工作[J]. 煤炭科学技术, 1974, 2(1): 12-22.
- [3] 中华人民共和国煤炭工业部. 煤矿防治水工作条例[Z]. 北京:1986.
- [4] 国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [5] 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, 2009.
- [6] 关于进一步加强煤矿防治水工作若干规定. 山西省人民政府[Z]. 太原: 2011.
- [7] 杜运夯, 孙小林, 陈小国. 《煤矿防治水细则》专家解读[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社: 2018.
- [8] 吕玉广, 刘宝开, 赵宝峰, 等. 侏罗系宝塔山砂岩水文地质特征与解危开采技术研究: 以新上海一号煤矿为例[J]. 煤田地质与勘探, 2020, 48(6): 170-178.
- LYU Yuguang, LIU Baokai, ZHAO Baofeng, et al. Hydrogeological characteristics and danger-solving mining of Jurassic Baotashan sandstone—A case study in New Shanghai No. 1 coal mine[J]. Coal Geology & Exploration, 2020, 48(6): 170-178.
- [9] 刘建胜.“有掘必探,先探后掘”技术措施在深部开采矿井中应用[J]. 科技创新导报, 2012(3): 96.
- [10] 张其胜, 韩加亮. “有掘必探”在资源融合矿井中的实践[J]. 山西焦煤科技, 2011(10): 4-5.
- [11] 陈红影. 我国矿井水害的类型划分与水文结构模式研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
- [12] 蔡金龙, 涂 敏, 张华磊. 侏罗系弱胶结软岩回采巷道 变形失稳机理及围岩控制技术研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2020, 37(6): 1114-1122.
- CAI Jinlong, TU Min, ZHANG Hualei. Deformation and instability mechanism and control technology of mining gateway for Jurassic weak-cemented soft rock roadways[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2020, 37(6): 1114-1122.
- [13] 乔卫国, 韦九洲, 林登阁, 等. 侏罗白垩纪极弱胶结软岩巷道变形破坏机理分析[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2013, 32(4): 1-6.
- QIAO Weiguo, WEI Jiuzhou, LIN Dengge, et al. The deformation failure mechanism of very weakly cemented soft rock formed during Jurassic-Cretaceous Period in roadways[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology, 2013, 32(4): 1-6.
- [14] 孟庆彬, 韩立军, 乔卫国, 等. 泥质弱胶结软岩巷道变形破坏特征与机理分析[J]. 采矿与安全工程学报, 2016, 33(6): 1014-1022.
- MENG Qingbin, HAN Lijun, QIAO Weiguo, et al. Deformation failure characteristics and mechanism analysis of muddy weakly cemented soft rock roadway[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2016, 33(6): 1014-1022.
- [15] 吕玉广, 吕文斌, 肖庆华, 等. 基于水诱因的软岩劣化效应工程特征与控制技术[J]. 煤矿安全, 2021, 52(6): 109-116.
- LYU Yuguang, LYU Wenbin, XIAO Qinghua, et al. Engineering characteristics and control technology of soft rock deterioration effect based on water inducement[J]. Safety in Coal Mines, 2021, 52(6): 109-116.
- [16] 吕玉广, 赵仁乐, 彭 涛, 等. 侏罗纪巨厚基岩下采煤突水溃砂典型案例分析[J]. 煤炭学报, 2020, 45(11): 3903-3912.
- LYU Yuguang, ZHAO Renle, PENG Tao, et al. A typical case analysis of water-sand inrush in mining under thick over-burden rock in urassic coalfield[J]. Journal of China Coal Society, 2020, 45(11): 3903-3912.
- [17] 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2017.
- [18] 吕玉广, 乔 伟, 程建远, 等. 采后覆岩分带模型及工程意义探讨[J]. 煤田地质与勘探, 2021, 49(5): 147-155.
- LYU Yuguang, QIAO Wei, CHENG Jiangyuan, et al. Discussion on zoning model of overburden after mining and its engineering significance[J]. Coal Geology & Exploration, 2021, 49(5): 147-155.