

# 煤矿专门水文地质勘查规范 GB/T 40130—2021 解读

沈智慧<sup>1</sup>, 孙玉臣<sup>2</sup>, 任虎俊<sup>1</sup>, 方向清<sup>1\*</sup>

(1. 中国煤炭地质总局水文地质局, 河北邯郸 056004; 2. 中国煤炭地质总局, 北京 100038)

**摘 要:**中华人民共和国国家标准《煤矿专门水文地质勘查规范》是由自然资源部提出, 中国煤炭地质总局水文地质局等单位编制。通过实例分析研究了规范的适用范围和目的任务、矿井水文地质勘查类型和工作量的确定、评价方法、专项水文地质勘查的技术要求, 为认识和理解规范提供了技术依据。

**关键词:**地表水充水矿井; 老空水充水矿井; 专项水文地质勘查; 单位面积静涌水量

中图分类号: P641.4; P642

文献标识码: A

## Interpretation of “Specifications for Special Hydrogeological Exploration in Coal Mines GB/T 40130—2021”

Shen Zhihui<sup>1</sup>, Sun Yuchen<sup>2</sup>, Ren Hujun<sup>1</sup> and Fang Xiangqing<sup>1\*</sup>

(1. Hydrogeological Exploration Bureau, CNACG, Handan, Hebei 056004;

2. China National Administration of Coal Geology, Beijing 100038)

**Abstract:** The National Standard of the People's Republic of China “Specifications for Special Hydrogeological Exploration in Coal Mines GB/T 40130—2021” is proposed by the Ministry of Natural Resources PRC and drafted by the China National Administration of Coal Geology etc units. Through the way of cases analysis and study they have cleared up the specifications' application scope, destination task, mine hydrogeological exploration types, workload determination, assessment method, and special hydrogeological exploration technical requirements. Thus have provided technical basis to acquaint and comprehend the specifications.

**Keywords:** surface water filling mine; gob water filling mine; special hydrogeological exploration; static water inflow per unit area

我国国土资源辽阔,成煤时代多,主要为石炭系、二叠系、侏罗系、古近系或新近系等。区域大地构造条件各不相同,水文地质条件复杂。矿井充水水源、充水通道、充水方式及充水强度等在各大煤炭基地不尽相同,煤矿床水文地质类型和煤矿床水文地质勘查类型以及矿井水文地质类型极为复杂。

水文地质、工程地质作为煤炭资源开采的重要技术条件,是煤田地质勘查需要查明的重要地质任务。长期以来,煤矿水文地质勘查工作主要依据 GB 12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》、DZ/T 0215—2002《煤、泥炭地质勘查规范》。但是,随着煤炭资源开采强度、开采深度、开采方式不断变化,对勘查工作的要求也在发生变化,促使了勘

查技术手段不断进步。因此,现有的规范已不能满足煤矿水文地质勘查工作的需要。为了规范煤矿水文地质工程地质勘查工作,提高勘查成果质量,满足煤矿矿井设计、生产、关闭的需求,2013 年中华人民共和国国土资源部批准了中国煤炭地质总局水文地质局制定《煤矿床专门水文地质勘查规范》(以下简称“规范”)计划(拟申请报批计划,计划编号 2013038)。中华人民共和国国土资源部批准后上报中华人民共和国国家标准化委员会,中华人民共和国国家标准化委员会批准了计划(编号为 20131727-T-334)。2021 年 5 月 21 日国家市场监督管理总局(国家标准化管理委员会)“关于批准发布《包装容器钢桶 第 6 部分:锥形开口钢桶》等 386 项推荐性国家标准和 3 项国家标准修改单的公告”(中华人民共和国国家标准公告 2021 年第 7 号)批准发布了该规范,将于 2021 年 12 月 1 日起实施。规范由中国煤炭地质总局水文地质局牵头,中国煤炭地质总局、中煤地质集团有限公司、中国自然资源经济研究院等多家行业领先单位共同编制而成。该规范吸收了数十年来全国煤矿生产水文地质勘查工程实践经验,以及国内外新理论、新方法、新技术。内容主要

**基金项目:**2013 年第二批国家标准计划(20131727-T-334);2013 年国土资源标准制修订工作计划(2013038)。

**第一作者简介:**沈智慧(1963—),男,吉林舒兰人,教授级高级工程师,从事煤矿水文地质环境地质工作。

**\* 通讯作者简介:**方向清(1961—),男,安徽岳西人,教授级高级工程师,从事煤矿水文地质环境地质工作。

**收稿日期:**2021-05-30

**责任编辑:**樊小舟

涵盖了矿井水文地质勘查、老空区水文地质勘查、陷落柱水文地质勘查、矿井疏干工程水文地质勘查、带压开采水文地质勘查、注浆工程水文地质勘查、露天煤矿水文地质勘查、闭坑煤矿水文地质勘查等,体现了煤矿全生命周期的勘查理念。

## 1 规范适用范围

规范适用于煤矿设计、建设、生产、闭坑全过程的水文地质勘查。规定了煤矿专门水文地质勘查总则、勘查方法技术、矿井水文地质勘查、专项水文地质勘查、露天煤矿水文地质勘查、闭坑煤矿水文地质勘查、设计书和报告编制的基本要求。

1) 矿井水文地质勘查是查明矿井充水条件、预测矿井涌水量、对矿井突水危险性和危险程度进行评价,为煤矿设计、建设、生产防治水工作提供可靠依据和建议。

2) 专项水文地质勘查是在查明矿井充水条件的基础上,进一步查明针对老空区、陷落柱、矿井疏干、带压开采、注浆工程等专项问题的水文地质条件,对专项问题进行评价,为煤矿生产过程中专项开采规划方案的防治水工作提供可靠依据和建议。

3) 露天煤矿水文地质勘查是查明水文地质条件,预测疏排水量,为露天开采方案的工作提出疏排水措施和建议。

4) 闭坑煤矿水文地质勘查是查明闭坑矿井地质、水文地质、环境地质的变化和影响范围,进行环境影响评估,为煤矿闭坑和矿山环境恢复治理提出依据和建议。

## 2 矿井水文地质勘查

### 2.1 矿井水文地质勘查类型

《中国煤矿水害防治技术》和《华北地区奥灰水

综合防治技术》中将主要水害类型按水源分为地表水、孔隙水、裂隙水、岩溶水、老空水<sup>[1-2]</sup>。据统计,老空水水害次数占水害总数 80% 以上,老空水勘查的技术手段和要求与现行规范中三类不同。老空水赋存空间也与现行规范中三个类不同。因而,老空水充水矿床作为一个类是完全必要的。如王家岭煤矿 201 盘区采空区和异常区地面钻孔验证工程。

山西省煤炭地质物探测绘院和煤炭科学研究总院西安研究院分别于 2010 年先后在王家岭井田 201 盘区进行了地面物探工作,发现大量的采空区及物探异常区。201 盘区内 2<sup>#</sup>煤采空区 12 处、探测异常区 7 处;203 盘区 2<sup>#</sup>煤采空区 1 处。201 盘区采空区分布于西区南部 4 处,编号为 CK1、CK2、CK3、CK4;西区北部 3 处,编号为 CK10(原物探编号为采空 II)、CK11(原物探编号为采空 I)、CK12(原物探编号为采空 III);分布于东区 5 处,编号为 CK5、CK6、CK7、CK8、CK9。异常区分布于西区 4 处,编号为异常区 I、异常区 II、异常区 III、异常区 IV;东区 3 处,编号为异常区 2-1、异常区 2-2 和异常区 2-3。2 煤采空区和异常区是由三维地震勘探和地面瞬变电磁勘探确定的<sup>[3-5]</sup>。

中国煤炭地质总局华盛水文地质勘察工程公司 2011 年 6—8 月实施了采空区和异常区地面钻孔验证工程(图 1)<sup>[6]</sup>。结果表明:

1) CK2、CK6、CK7、CK8 为采空区;

2) CK13、异常区 II、异常区 III、异常区 IV、异常区 2-2 为局部采空区;

3) CK12、异常区 I、异常区 2-3 为验证孔正常。

4) CK6 采空区内 CK6-3 钻孔、CK7 采空区内 CK7-2 钻孔、CK8 采空区内 CK8-1、CK8-2 钻孔有积水。

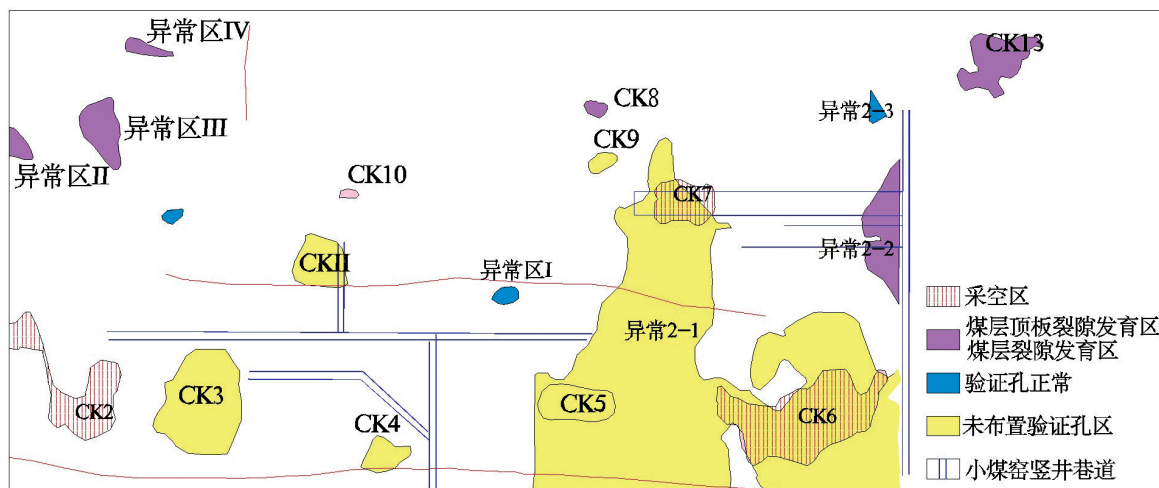


图 1 采空区及异常区验证成果

Figure 1 Gob area and anomaly zone verification results

实践证明,对于老空水勘查,在调查的基础上,主要是通过综合物探探测老空异常区的分布及其积水异常情况,再进行钻探进行验证以确定老空区的分布,以及积水情况。

地表水勘查的内容和方法与现行规范中三类不同,且也是主要水害之一。因而,地表水充水矿床作为一个类也是完全必要的。如平朔矿区安家岭二号井工矿防治水水文地质勘查的主要任务就是探查地表水。

平朔二号井工矿主采煤层为石炭系上统太原组

4<sup>#</sup>、9<sup>#</sup>和11<sup>#</sup>煤,由于煤层埋藏浅,地表河谷冲沟发育,奥灰水水头大部分在煤层底板以下,只在东部F<sub>B26</sub>断层附近带压,因此,煤层开采的主要水害是顶板水。

井田中东部芦子沟、南侧计高登村附近马关河支流,井田东侧马关河河谷,局部地段有基岩出露或新近系砂砾石层与下伏基岩直接接触,雨季地表径流可通过裂隙直接补给上部砂岩或通过新近系孔隙水间接补给砂岩,最终涌入矿井,为地表水渗漏危险地段(图2)。

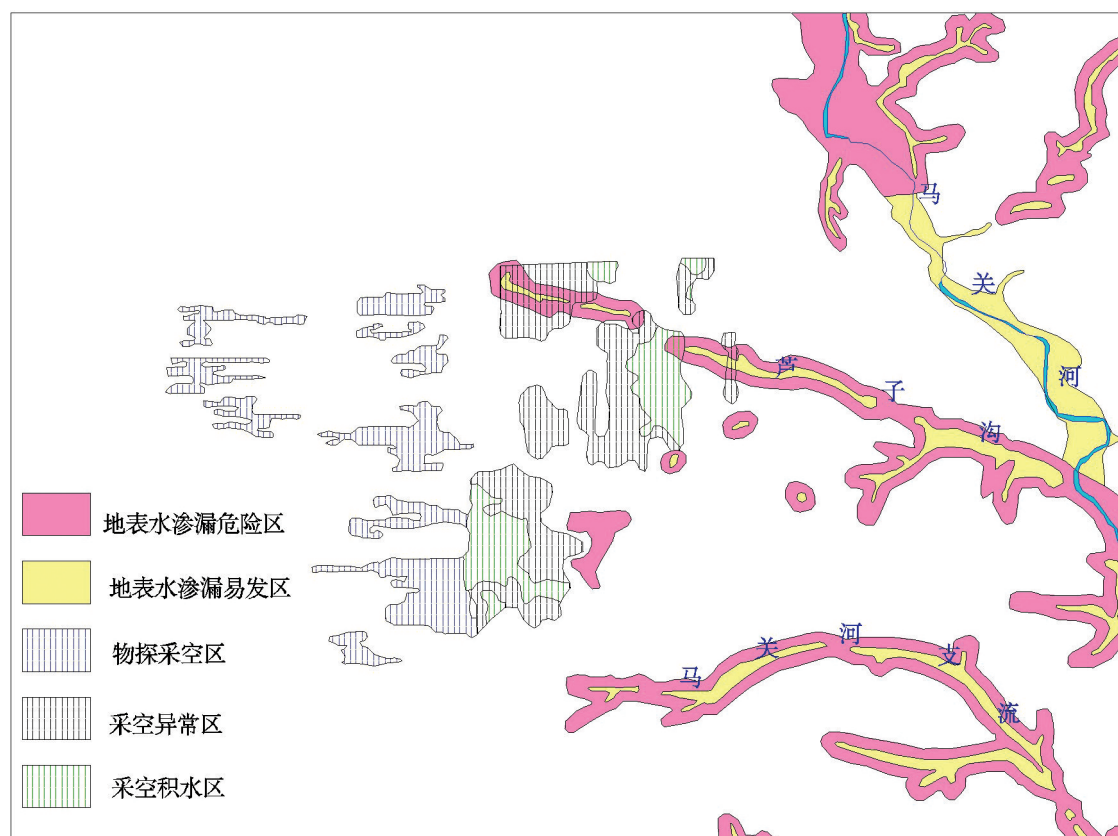


图2 地表水害及老窑水害评价

Figure 2 Assessment for surface water and gob area water hazards

井田中东部为大面积小窑采空区,其分布范围广,积水面积大(采空面积约1.66km<sup>2</sup>,积水面积约0.24 km<sup>2</sup>)。一般4<sup>#</sup>煤采空区富水程度低,9<sup>#</sup>煤相对较高。9<sup>#</sup>煤回采疏放工作存在一定难度,应合理布置工作面,留设好防水煤柱。

修订后的《矿产地质勘查规范 煤》(DZ/T 0215—2020)、《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB 12719—2021)水文地质勘查类型仍是3类3型,不适应煤矿水文地质勘查需要,如前所述《中国煤矿水害防治技术》和《华北地区奥灰水综合防治技术》的充水水源是5种,因而,本规范认为水文地质勘查类型5类3型。即在孔隙水充水矿井、裂隙水充水

矿井、岩溶水充水矿井的基础增加了地表水充水矿井、老空水充水矿井2个矿井充水类型<sup>[7-8]</sup>。

## 2.2 工作手段和工作量的确定

在统计了57个水文地质勘查报告的基础上,规范确定了工作量所控制的面积,为规范的有效执行提供了依据。勘查矿井面积小于100 km<sup>2</sup>的共57个,面积1926.93km<sup>2</sup>,平均面积33.8 km<sup>2</sup>,因而确定工程量控制面积:水文地质条件中等的为30 km<sup>2</sup>;水文地质条件复杂的为20 km<sup>2</sup>;水文地质条件简单的为40 km<sup>2</sup>。

规范将综合物探作为煤矿专门水文地质勘查的主要工作手段之一,规定了不同矿井水文地质类型



对物探方法要求,由于物探方法是地质体物性探测的方法,具有多解性,所以规定了矿井水文地质类型较复杂的矿井采用的物探方法至少 2 种,以便进行相互验证。如前面王家岭煤矿 201 盘区采空区和异常区地面钻孔验证工程采用了三维地震勘探和地面瞬变电磁勘探,并且对物探成果(图 1)进行了钻探验证。

同时,由于第二类(裂隙水充水矿井)和第三类第一亚类(顶板充水为主的岩溶水充水矿井)的工作量基本一致,因而,工作量表将二者进行合并。

规范中抽水试验工作量是详查和勘探阶段工作量之和。如果勘查区内或邻近地区有水文地质条件相似生产矿井的水文地质资料,并且是可利用时,抽水试验工作量可适当减少。

### 2.3 评价方法

规范编制过程中,针对中国中西部煤矿矿井涌水量预测精度低的问题,开展了专题研究,根据中新代煤田充水含水层厚度大,富水性弱的特征,提出了静涌水量、单位面积静涌水量概念,进一步提出了导水裂缝带法危险评价分区的建议<sup>[9-11]</sup>。

1)安全区。导水裂缝带最大高度加上保护层厚度的标高小于顶板直接充水含水层底板标高。

2)过渡区。导水裂缝带最大高度加上保护层厚度的标高大于顶板直接充水含水层底板标高,导水裂缝带最大高度的标高小于顶板直接充水含水层底板标高。

3)危险区。导水裂缝带最大高度的标高大于顶板直接充水含水层底板标高;根据顶板直接充水含水层的单位涌水量( $q$ )或单位面积静涌水量( $Q_{Dj}$ )分为 3 个等级:①一般危险区: $q \leq 0.01$  或  $Q_{Dj} \leq 5$ ;②中等危险区: $0.01 < q \leq 0.1$  或  $5 < Q_{Dj} \leq 10$ ;③高危险区: $q > 0.1$  或  $Q_{Dj} > 10$ 。其中  $Q_{Dj}$  为  $j$  单元单位面积静涌水量,采用式(1)计算:

$$Q_{Dj} = \sum_{i=1}^n \mu_{ij} H_{ij} \quad (1)$$

式中: $q$ ——单位涌水量,  $L/(s \cdot m)$ ;

$Q_{Dj}$ —— $j$  单元单位面积静涌水量,  $m^3/m^2$ ;

$n$ ——直接充水含水层层数;

$\mu$ ——给水度;

$H$ ——顶板直接充水含水层厚度,  $m$ 。

规范还规定了突水威胁程度评价的技术要求,突水威胁程度评价应在收集分析研究同一地下水系统的、有突水历史的矿井突水资料的基础上,综合考虑含水层富水性、补给和径流条件、地下水场变化特征、构造形态与发育程度以及开

采条件等因素,进行定性评价。突水威胁程度可分为四个等级:

1)一般性威胁。矿井突水可能对生产环境产生一定的影响,而不对矿井或人员造成安全威胁。

2)较严重威胁。矿井突水量峰值较大,持续时间短,稳定水量较小,一般不构成安全威胁。

3)严重威胁。突水量达到或者接近矿井(采区、工作面)排水能力,或水量峰值巨大,短时间可造成工作面、采区被淹。

4)极严重威胁。突水量巨大,超过矿井排水能力,可造成矿井被淹。

### 3 专项水文地质勘查

规范不仅规定了煤矿设计、生产和闭坑的常规矿井水文地质勘查工作的技术要求,同时针对煤矿生产过程中,存在老空区、陷落柱、矿井疏干、带压开采、注浆工程等专项问题,规定了这些专项水文地质勘查的专门技术要求。

规定了专项水文地质勘查的工作布置原则和专门工作量、相关工作手段的评价工作的技术要求。如老空区水文地质勘查,规定了调查比例尺 1:2 000~1:1 000;规定了地震勘探、瞬变电磁法、可控源音频大地电磁法、直流电剖面法、放射性勘探等物探方法的工作网格;物探解释的老空区和积水区至少要有有一个钻探验证孔进行查证;应进行老空区积水进行计算。

### 4 结语

1)规范在现有的规范基础上,通过大量的水文地质工程地质勘查案例的综合分析研究提出了适用煤矿设计、生产、闭坑全过程的水文地质勘查的技术要求,内容主要涵盖了矿井水文地质勘查、老空区水文地质勘查、陷落柱水文地质勘查、矿井疏干工程水文地质勘查、带压开采水文地质勘查、注浆工程水文地质勘查、露天煤矿水文地质勘查、闭坑煤矿水文地质勘查等,体现了煤矿全生命周期的勘查理念。

2)规范将矿井水文地质勘查类型划分五类三型,将煤矿专门水文地质勘查分为矿井水文地质勘查和专项水文地质勘查即在原三类三型的基础上增加了地表水充水矿床和老空水充水矿床二个类型,为正确认识煤矿水文地质条件提供了依据。

3)规范提出了静涌水量概念、突水危险性与威胁程度评价,提出了导水裂缝带法危险评价分区的建议,为提高矿井涌水量精度和定量评价煤层顶板突水危险性评价提供了技术方案。

(下转第 120 页)

5)加强矿区煤炭开采后的沉陷规律调查,分析矿区各类型地质环境灾害的形成原因,划分开采所诱发的地质环境类型,尤其以宁东煤田、宁南煤田为主,提出矿井开采方式的适用条件,宁东煤田处于毛乌素沙漠边缘,如果将沙漠砂充填废弃矿井,不但可实现煤炭绿色开采,也可减少对地下水系统以及地表环境的破坏,矿井水排放可增加沙漠水源,有效遏制土地沙化。但需要进行充填体量、成本与采矿效益之间的均衡研究。

#### 参考文献:

- [1]赵平,谭克龙,韩效忠,等.新形势下我国能源与生态安全保障研究[J].中国煤炭地质,2021,33(1):1-7.
- [2]汤瑞丰,锁箭.能源高质量发展与环境保护动态关系管理研究——基于区域的模型分析[J].生态经济,2021,37(5):185-191.
- [3]黄润秋.以生态环境高水平保护推进经济高质量发展[J].中国生态文明,2020(5):17-18.
- [4]卞正富,雷少刚.新疆煤炭资源开发的环境效益与保护策略研究[J].煤炭科学技术,2020,48(4):43-51.
- [5]刘元春.实现经济量的合理增长和质的稳步提升—坚持不懈推动高质量发展[N].人民日报,2020-06-19(05).
- [6]沈国琴.要在黄河流域生态保护中实现宁夏经济高质量发展[N].银川日报,2020-08-13(05).
- [7]刘鹏宇.宁夏煤炭资源现状及其保障程度预测研究[J].知识经济,2019(1):17-19.
- [8]毛兴军,马永祥,余永鹏.宁东煤田晚古生代主要含煤地层沉积特征[J].内蒙古煤炭经济,2020(14):201-203.
- [9]李鹏,赵震宇,等.宁夏煤炭资源综合利用现状及评价方法——以宁东煤田为例[J].西部探矿工程,2018,30(12):118-121.
- [10]张云祥.宁夏生态系统浅谈(二)宁夏平原生态系统的主要特点及改善生态环境的若干措施[J].宁夏农业科技,1983(2):49-51+8.
- [11]尚慧.宁夏矿山地质环境评价与动态监测分析[D].西安:长安大学,2013.
- [12]吴洪相.宁夏水资源情势分析及应对策略[J].中国水利,2011(3):23-24.
- [13]周瑞.浅议煤矿矿井水资源化现状及发展趋势[J].能源与节能,2017(1):94-95.
- [14]杨保万,范效军,等.宁东矿区矿井煤矸石排放量及对环境影响调查[J].山东工业技术,2013(4):9-10+61.
- [15]刘向才,胡天华,等.宁夏贺兰山自然保护区生物多样性现状与保护对策[J].宁夏农林科技,2015,56(2):53-55.
- [16]刊评.大力推进生态保护修复全面推动高质量发展[J].中国国土资源经济,2019,32(12):1.

(上接第99页)

#### 参考文献:

- [1]赵铁锤.华北地区奥灰水综合防治技术[M].北京:煤炭工业出版社,2006.
- [2]国家煤矿安全监察局.中国煤矿水害防治技术[M].江苏徐州:中国矿业大学出版社,2013.
- [3]山西省煤炭地质物探测绘院.华晋焦煤有限公司王家岭煤矿首采盘区(03区)三维地震勘探试验报告[R].山西晋中:山西省煤炭地质物探测绘院,2009.
- [4]山西省煤炭地质物探测绘院.华晋焦煤有限责任公司王家岭煤矿201盘区综合物探项目(西区)二期三维地震勘探报告[R].山西晋中:山西省煤炭地质物探测绘院,2010.
- [5]中煤科工集团西安研究院.华晋焦煤有限责任公司王家岭煤矿201盘区东翼综合物探成果报告[R].西安:中煤科工集团西安研究院,2010.
- [6]中国煤炭地质总局华盛水文地质勘察工程公司.王家岭煤矿201盘区采空区和异常区地面钻孔验证工程报告[R].河北邯郸:中国煤炭地质总局水文地质局,2012.
- [7]中国煤炭地质总局第一水文地质队.平朔矿区安家岭二号井工矿防治水文地质勘查(二期)报告[R].河北邯郸:中国煤炭地质总局水文地质局,2009.
- [8]方向清,沈智慧,任虎俊,等.有关煤矿床水文地质勘查类型问题的讨论[J].中国煤炭地质,2016,28(11):49-54.
- [9]方向清,沈智慧,吴铁卫.基于空间分析的矿井涌水量计算方法[J].煤炭与化工,2018,41(1):10-12+43.
- [10]方向清.基于单位面积静涌水量的煤层顶板突水危险性评价[J].中国煤炭地质,2018,30(5):40-45.
- [11]方向清.基于单位面积静涌水量双因子的煤层顶板突水危险性评价[J].中国煤炭地质,2019,31(11):55-61.