

A Summary of Researches on Chemical Judgment of Source Water in Floor Water Inrush

Zedong Xu, Duoxi Yao, Le Zhou, Li Cao

College of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui
Email: 2290124259@qq.com

Received: Jul. 4th, 2018; accepted: Jul. 20th, 2018; published: Jul. 27th, 2018

Abstract

The mine water inrush problem is one of the common types of geological disasters during the mining of coal mines. In recent years, the mine water hazards in China have become more and more threatening to coal mining. Among them, the problem of water inrush from the coal seam floor is particularly serious. Therefore, it is of great significance to accurately determine the source of water inrush water to guide the prevention and control of water in coal mines. At present, the method of using water chemistry to determine the source of water inrush is effective. This method has the advantages of rapidness, accuracy, high efficiency, etc. This paper elaborates on the research progress of the method of water inrush from the common three kinds of water chemistry.

Keywords

Mine Water Hazard, Water Inrush Source, Water Chemistry, Method of Determination

底板突水水源水化学判定研究综述

徐泽栋, 姚多喜, 周 乐, 曹 力

安徽理工大学, 地球与环境学院, 安徽 淮南
Email: 2290124259@qq.com

收稿日期: 2018年7月4日; 录用日期: 2018年7月20日; 发布日期: 2018年7月27日

摘 要

在开采煤矿的过程中, 矿井突水问题是常见的地质灾害类型之一。近年来, 我国的矿井水害问题对采煤

工作的威胁越来越大。其中，煤层底板突水问题尤为严重，故精准把握突水水源的判定对指导煤矿防治水工作具有重要的意义。目前运用水化学的方式判定突水水源效果较好，该方法具有快速、准确、高效等优点，本文对常见的三种水化学判定底板突水的方法研究进展进行了详细的阐述。

关键词

矿井水害，突水水源，水化学，判别方法

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国煤矿的水文地质环境非常复杂，在开采的过程中矿井突水问题给煤矿带来了很大的安全问题，其中，底板突水问题尤其明显，煤层底板突水给矿井安全开采带来了严重威胁，造成了一定的经济损失。因此如何准确判定突水水源，是煤矿水害防治的前提和关键。国外煤矿的开采已经有了较长的时间，他们主要以力学和静力学等相关的学科作为理论基础，从相对隔水层、岩体强度、承压水作用下煤矿底板破坏机制和地质作用等实际因素方面对煤矿突水水源进行判定。因此国外的相关机构与学者们在煤矿判定突水水源的方面积累了一定的宝贵经验。同时国外煤矿的开采较为保守，在安全性等要素上有较多的考虑，所以国外煤矿突水事故很少发生，因此国外判定底板突水的相关文献也比较少。而国内在判定底板突水方面则成果较多，许多专家学者都在这方面有较多的研究，因此国内在底板突水的防治方面有很大的进展。目前国内外底板突水的判别方法有许多种，其中较为常用的方法有水化学分析判定法，微量元素判定法和同位素判定法，如表 1 所示，对三种主要判定方法优缺点和适用条件进行罗列。

2. 常规水化学判定法

本模常规水化学判定法主要是对常规水文化学数据进行分析与研究，常规水文化学数据如 pH 值、氧化还原电位、电导率和总溶解固体等，同时常规水化学法也对部分中、微量组分在天然或人工状态下的时空变化进行分析，从而揭示不同环境下的水化学特征和演化规律。

在较长的时间下地下水与地下岩层接触并进行水岩融合，地下岩层的很多基本信息都可以在地下水的常规组分中显示出来，不同的地下岩层包含着不同的水化学特征。地下水有许多不同的离子，例如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 HCO_3^- ，这些离子占地下水总离子数的绝大多数，因此这七种离子被我们称为七大常规离子。地下水的化学性质及类型通常是由这七大常规离子所决定的。由于每个地下水含水层的含水量与含水周期是不相同的，因此我们对地下水的常规水化学特征进行分析，可以准确有效的判别出地下水的演化作用与演化来源。

Table 1. Classification of methods and methods of determining methods

表 1. 判定方法分类及方法特点

判别方法	优点	缺点	适用条件
常规水文地球化学判定法	单一水源判别明显	未能对多种水源进行判定	单一突水水源的判定
微量元素水温地球化学判定法	简单高效并且预判成功率高	难以进行推广	煤矿突水发生前兆的时间段内
同位素水文地球化学判定法	方法结论清晰且明确	理论研究价值高却难以实践	研究突水水源的来源与演化特征

我国对于矿井突水方面的研究较多,陈陆望等[1]对皖北矿区煤层底板岩溶水常规离子水化学特征进行了分析,尤其是对岩溶系统水循环特征采用了 Ca^{2+} 水化学平衡和常规离子水质浓度梯度两种方法进行了研究。张瑞钢等[2]运用对应分析法对淮南矿业集团下属谢桥矿不同含水层的常规水化学特征进行了系统的对比研究。桂和荣等[3]利用微量元素、常规水化学和环境同位素等水文地球化学特征对皖北矿区深层地下水中的多个含水层的水文地球化学特征进行了研究,此项研究对于整个皖北矿区可能发生的突水水源的判别具有良好的辅助作用尤其在采矿的过程中对于安全开采起到了关键作用。葛中华[4]对徐州某矿井局域区域内的地下水系统的水化学信息运用常规检测,重点对奥陶系灰岩含水层、山西组砂岩裂隙含水层和太原组灰岩含水层及煤系等四个主要含水层的水文地球化学特征进行了数值模拟分析,为矿井突水判别方面提供了大量且珍贵的水文地球化学信息。李世峰[5]通过对太行山中段奥陶系岩溶含水层地下水常规水化学信息进行了分析,进而研究了地下水常规水化学特征的时空分布规律,为矿井突水以及煤矿突水的快速防治方面提供了宝贵的依据。除此之外,我国还有许多科研人员在常规水化学方面做出了系统的研究。

总之,常规水化学方法在煤矿防治水方面的应用越来越多,特别是对于单一水源判别效果则更加明显。但煤矿中突水的水源不止一种,可能有很多种。许多专家学者大多论证一种方法的可靠性和实用性,但是仅仅使用一种方法判别是有局限性的,所以尽量使用多种方法即可以增强突水水源判别的能力,又可以降低人为错判的可能性。

3. 微量元素水文地球化学

不要在自然界如岩石、土壤、水体等中至少含有两类化学元素,一类是在自然体中含量较大的元素,我们称之为常量元素,另一类为含量较小的元素,称之为微(痕)量元素,二者的浓度相差很大,通常相差2~3个数量级甚至到10个数量级。具体分类如表2所示。

近些年来,国内外的研究人员在微量元素水文地球化学方面取得了显著的进展,在技术手段上有了较大的突破,在富集手段的分离,以及元素的灵敏度、准确度和精密度和快速测定等方面都出现的许多新的方法与技术。其中运用原子光谱法进行分析是进展最大的,最近几年不断有新的报道在原子光谱法方面出现,这种方法主要应用于金属元素的分析与测定。通过运用原子光谱法对矿区地下水微量元素的水文地球化学特点进行研究,可以有效地分析其微量元素的形成与迁移机理,因此应用微量元素水文地球化学方法对矿区内水文地质条件进行有效识别从而判定煤矿底板突水的水源具有重要的作用。

众所周知如果煤矿发生重大突水事故,在事故发生之前,一定会有一些预兆。如果我们能够在突水预兆发生的时间段内,通过微量元素法对突水水源类型及发生突水的可能性进行预判,并及时采取措施才可以有效地减少人员伤亡和财产损失。因为含水层标型微量元素可以为局部或区域内地下水循环及水文地球化学的演化的提供重要信息。这对分析突水水源类型及煤矿防止水方面具有重要的意义。

Table 2. Elemental classification and content limits

表 2. 元素分类及含量界限

元素	含量界限(%)	含量界限(ppm)
常量元素	>1~100	>104~106
微量元素	>0.01~1	100~10,000
痕量元素	0.0001~0.001	>1~100
超痕量元素	<0.0001	<1

在我国,有许多专家学者对这一方法进行了研究。陈陆望等[6]通过对临涣矿区突水水源的标型微量元素建立了由标型微量元素作为解释变量的矿区主要突水含水层 Bayes 线性判别模型,该模型简单高效,并且预判的正确率高。成春奇[7]对百善矿区地下水系统中煤系下层岩溶含水层的微量元素成分作了对比研究,从而建立了用微量元素组分进行的水化学判别模式。高宗军等[8]对济南岩溶水微量元素分布进行了研究。但现有的研究并没有对微量元素判定具有推广实用价值的微量元素水源判别模式很少有文献报道。

煤矿井下大量的排水以及煤矿大型突水事故发生影响,不断地改变着地下水的径流场和化学场。某些微量元素在地下水化学场中的迁移规律中保持着较好的一致性,其特点是成组呈现相似的含量变化规律;而有的则表现出不同的迁移特征。有的微量元素与常规水化学成分之间具有很好的相关性。因此微量元素的这种迁移特征在判定和识别水源方面具有一定的优越性。

4. 同位素水文地球化学

在研究煤矿底板突水水化学判定方法中,同位素判定法同样具有许多优势。分析同位素测试结果,可以准确说明地下水形成、演化的水文地质条件,并且在研究地下水循环上也有一定作用。我国同位素水文地球化学工作于 50 年代开始,在 60 年代我国将同位素测试方法应用于地下卤水、医疗矿水、找矿及地震等有关领域。到了 70 年代,国际同位素水文地球化学进展迅速,这推动了我国同位素水文地质工作的发展,目前呈方兴未艾之势。在同位素水文地球化学方法中我们最常用的是地下水同位素示踪法。该方法结论明确,可以清楚地反映地下水系统的运动模式。

在煤矿区,氢氧同位素在地下水中的研究取得了良好的进展,谢昌运[9]以 18O , D , T 环境同位素试验为结论,详细讨论了渭北煤田澄合、韩城矿区地下水的起源、形成条件和补给关系。葛晓光[10]对皖北临涣矿区的主要矿井突水含水层中的地下水环境进行了同位素水文地球化学分析,验证了矿井各突水含水层相对封闭,同时论证了岩溶水形成年龄已达 2 万年左右。桂何荣等[11]对宿南矿区地下水同位素地球化学特征及地质意义进行了研究。胡伟伟等[12]通过对抚顺老虎台矿区各类水体的同位素及水化学特征进行较系统地研究,详细的论述了有关突水点的同位素和水化学特征和它的相互关系,论证了矿井各含水层与有关突水点之间的相互联系。潘国营等[13]人在河南义马煤业集团对煤层的各含水层采用了同位素标记的技术对井下突水水源进行了判别,研究结果证实了应用同位素水文地球化学的方法可以准确、高效地判断出矿井突水的主要来源,因此这为各种防治水措施的实施提供相关的科学依据。

从所掌握的国内外文献看,地下水同位素基础有较多的理论研究成果,但成功地用来解决工程问题的研究较少。特别是煤矿区,基础研究方面不够,同时在矿井防治水及水源判别的应用研究方面较为薄弱。总之利用同位素技术确定矿区的突水水源,找出突水水源的补给高度、补给来源及径流的方向,对于突水和含水层之间的水力联系进行研究,对地下水运动进行示踪及水文地质作用的过程,建立有效的突水水源识别模式,同位素水文地球化学起到了越来越重要的作用。

5. 结论

随着水文地球化学在煤矿防治水特别是煤矿底板突水方面的应用越来越广泛,文章从常规水化学、微量元素水文地球化学以及环境同位素水文地球化学三个方面分别阐述了煤矿水文地球化学的研究现状以及应用,指出了常规水化学、微量元素水文地球化学和环境同位素水文地球化学三种方法在判定突水水源方面的局限性以及优越性。通过本文的研究,笔者认识到要想对矿区突水水源进行快速准确的判定,仅通过一种判定方法是不够全面的,它的结论不够准确,只有通过多种方法对突水水源进行综合的判别,才能够快速准确和高效的得出相应的结论。通过对煤矿底板突水水源进行有效判定,可以对煤矿防治水

方面起到一定的积极作用。

基金项目

国家自然科学基金资助项目(51474008)。

参考文献

- [1] 陈陆望, 桂和荣, 殷晓曦. 地下水溶解碳酸盐中碳氧稳定同位素组成特征与演化规律[J]. 煤炭学报, 2008, 33(5): 537-542.
- [2] 张瑞钢, 钱家忠, 赵卫东, 等. 对应分析法在地下水化学特征分析中的应用[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2008, 31(10): 1552-1555.
- [3] 桂和荣. 皖北矿区地下水水文地球化学特征及判别模式研究[D]: [博士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2005.
- [4] 葛中华, 沈文. 徐州某矿井奥陶系灰岩含水层上开采矿井突水的水文地质初步研究[J]. 地质学刊, 1994(2): 91-96.
- [5] 李世峰. 太行山中段奥陶系岩溶含水层地下水水化学特征研究[J]. 河北煤炭建筑工程学院学报, 1994(2): 7-10.
- [6] 宋晓梅, 桂和荣, 陈陆望. 淮北煤田地下水微量元素贝叶斯多类线性判别分析[J]. 中国煤炭, 2006, 31(5): 42-44.
- [7] 成春奇, 葛晓光, 王登榜. 百善矿区水文地球化学特征及其在矿井涌水来源判别中的应用[J]. 安徽理工大学学报(自科版), 1994(1): 25-32.
- [8] 高宗军, 徐军祥, 王世臣, 等. 济南岩溶水微量元素分布特征及其水文地质意义[J]. 地学前缘, 2014, 21(4): 135-146.
- [9] 谢昌运, 庞西歧. 环境同位素技术在渭北矿区地下水研究中的应用[J]. 煤炭科学技术, 1994(2): 47-50.
- [10] 葛晓光. 临涣矿区地下水的环境同位素研究[J]. 安徽地质, 1999(4): 268-271.
- [11] 桂和荣. 宿南矿区地下水同位素地球化学特征及地质意义[J]. 地学前缘, 2016, 23(3): 133-139.
- [12] 胡伟伟, 马致远, 曹海东, 等. 同位素与水文地球化学方法在矿井突水水源判别中的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(3): 268-271.
- [13] 潘国营, 王素娜, 孙小岩, 等. 同位素技术在判别矿井突水水源中的应用[J]. 矿业安全与环保, 2009, 36(1): 32-34.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: me@hanspub.org