

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 6—2023

矿井突水水源水化学判别方法

Hydrochemical method for identifying water source of mine water inrush

2023-10-26 发布

2024-01-31 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 水化学基础数据库的建立	1
5 标准水样水化学资料分析	2
6 突水水质检测	2
7 突水水源的判别	2
附录 A(规范性) 突水水源水化学分析方法	4

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。

请注意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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、中国矿业大学、华北科技学院。

本文件主要起草人：刘峰、胡扬、穆鹏飞、牟林、张芸瑄、尹尚先。

本文件为首次发布。

矿井突水水源水化学判别方法

1 范围

本文件规定了矿井水化学基础数据库的建立、标准水样水化学资料分析、突水水质检测及矿井突水水源水化学判别方法的技术要求。

本文件适用于矿井突水水源水化学判别。

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。

MT/T 672 煤矿水害防治水化学分析方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 水化学基础数据库的建立

4.1 矿井宜建立主要含水层(含水体)水化学基础数据库,代替防治水基础资料中的“水质分析成果台账”,以便在发生突水后及时调用数据库中标准水样资料信息分析突水水源。

4.2 水化学基础数据库应包含以下信息:

- a) 水样基本信息:采样编号、采样地点、采样时间、含水层、水源类型、是否标准水样等。
- b) 水样测试信息:各种离子(指标)含量。
- c) 水样分析整理信息:水质类型、矿化度、总硬度、碳酸盐硬度、非碳酸盐硬度、负硬度等。

4.3 水化学基础数据库应具备以下功能:

- a) 数据管理:导入、导出、备份。
- b) 数据编辑:录入、删除、修改。
- c) 查询:数据的筛选与查询。
- d) 输出:报表的浏览与打印输出。

4.4 水化学资料的录入和整理:

- a) 录入数据库中的水化学资料需经过阴阳离子平衡法、离子质量平衡、pH 值法校核合格,未计算矿化度、各类硬度以及水质类型的原始数据,需经计算后录入;
- b) 矿井勘探、建井、生产不同时期,主要含水层(含水体)水化学资料都应录入数据库中;
- c) 含水层(含水体)、突(涌)水点的水化学动态检测资料应及时录入;
- d) 整理数据库中水化学资料,建立矿井各含水层水质样本,当厚层含水层或同一含水层不同区域水质差异较大时可建立分层或分区样本;
- e) 数据库的水化学资料信息在追加录入、编辑、修改后,应及时保存和备份。

5 标准水样水化学资料分析

5.1 根据数据库中水样的采样层位和水化学指标含量确定标准水样,各含水层标准水样样本数量一般不宜少于3个。

5.2 对标准水样的水化学资料进行系统化整理,从中找出规律性的分布和变化,分析研究矿井主要含水层水的水化学特征以及赋存条件、分布特征、运移规律等。反映水化学规律的水化学图件是水化学研究的重要手段。这些图件包括:水化学类型分区图、各种离子等值线图、相关离子比例等值线图、特定离子对同位素值关系图、离子和同位素对时间关系图等。

5.3 对不同来源的老空水,应根据空间位置、补给量大小、封闭状况和形成时间等分析其水质演化趋势。

5.4 总结不同含水层(含水层)的水化学差异特征,对老空水和含水层水存在明显水质分区时,需要进一步细化分析和分区总结,作为突水水源判别的主要依据,包括:

- a) 水质类型、矿化度特征;
- b) 不同含水层(含水层)水在 Piper 三线图中的分区特征;
- c) pH 值、总硬度、主要(特征)离子含量、离子比值特征等;
- d) 微量元素特征;
- e) 其他指标特征。

5.5 增加标准水样时,应对判别指标进一步校正和完善。

6 突水水质检测

6.1 采样要求

6.1.1 采样应在突水点位置或靠近突水点位置。

6.1.2 动态检测突水水质时应在同一取样点位置进行采样,在未查明突水原因前,应加密采样频次。

6.1.3 突水水样的采集、处理和保存应符合 MT/T 672 的规定。

6.2 检测要求

6.2.1 按 MT/T 672 规定的指标和方法进行检测,必要时增加其他指标。

6.2.2 对突水水质应进行水化学动态检测,实时分析各指标的变化趋势。

7 突水水源的判别

7.1 水化学判别方法

7.1.1 根据突水水质动态检测数据,采用常规水化学判别方法,实时与 5.4 中 a)、b)、c) 判别依据进行对比分析,判别突水水源。采用特征离子(指标)或离子比值方法进行对比分析见附录 A.1 和附录 A.2。

7.1.2 若常规指标无法识别突水水源时,可采用微量元素、同位素方法进行判别。微量元素和同位素判别突水水源见附录 A.3、附录 A.4。

7.1.3 若上述方法仍然无法识别突水水源时,可采用有机水化学分析方法判别,通过分析地下水 TOC、UV₂₅₄、3DEEM 图谱等有机质特征综合判别。对于受有机污染的水源(如地表水、第四系水和老空水)的判别是一种有效的分析方法。

7.1.4 判别突水水源为混合水源时,需根据稳定同位素 δD 、 $\delta^{18}O$ 或常量离子 Cl^- 含量进行混合比例计算。

7.1.5 有条件的矿井可以在水化学数据库基础上建立聚类分析、灰色关联分析、基于 Bayes 准则的多组逐步判别分析等判别模型,进行突水水源判别。

7.2 对于矿井各含水层水化学分析标准水样欠缺或采用以上方法无法识别时,可采用示踪试验方法进行水源判别分析。

7.3 突水水源水化学判别应结合矿区水文地质条件,从突水位置、突水方式、突水量、水位变化、水温及其他物理指标等方面进行综合判别。

附录 A

(规范性)

突水水源水化学分析方法

A.1 特征离子(指标)分析

在掌握含水层独特的离子(指标)含量前提下,可以依据该种特征离子(指标)快速判别分析突水水源:

- a) SO_4^{2-} :可作为判别老窑水和含石膏地层地下水的特征离子。pH 小于 6 的酸性老窑水 SO_4^{2-} 含量一般达阴离子基本单元物质的量浓度之和 80% 以上;含石膏地层的地下水 SO_4^{2-} 含量一般达阴离子基本单元物质的量浓度之和 20% 以上。
- b) Cl^- :深部滞流区地下水水质类型多为 $\text{Cl}-\text{Na}$ 、 $\text{Cl}-\text{Mg}$ 型, Cl^- 可作为判别其地下水特征离子之一; Cl^- 也可作为地下水与高 Cl^- 含量地表水有联系的判别指标之一。
- c) Na^+ :可作为判别含钠(钾)长石的砂岩裂隙地下水的特征离子。 Na^+ 含量一般占阳离子物质的量浓度之和 25% 以上,pH 值多数大于 8.3,总硬度小于 100 mg/L。
- d) NO_3^- :可作为地下水与高 NO_3^- 含量地表水有联系的判别指标,一般含量大于 10 mg/L。 NO_3^- 也可作为判别第四系含水层水的特征指标之一。
- e) 氧化还原电位:循环条件差异较大的含水层,可用氧化还原电位作为判别指标,一般地下水交替缓慢的含水层氧化还原电位低(封闭老窑水小于 0 mV),交替积极的含水层氧化还原电位高(处于交替积极的径流区奥灰水一般大于 200 mV)。
- f) 温度:地热异常的矿区,不同含水层地下水有明显的水温差异,其温度场的异常可作为突水水源的判别参考指标。

A.2 离子比值分析

通过几种主要离子的基本单元物质的量浓度比值反映含水层水质特征,依此可判别突水水源:

- a) 对于矿化度较低的溶滤水,当 $c(\text{Na})/c(\text{Cl})$ 大于 1,则多属于砂岩裂隙水或第四系冲积层水; $c(\text{Na})/c(\text{Cl}) \approx 1$ 多属于灰岩水。当第四系水与奥灰水质类型一致而难以分辨时,应用该比值判别以上二种水源是一种有效的指标。
- b) $[c(\text{Na})-c(\text{Cl})]/c(1/2\text{SO}_4)$ 大于 1, $c(\text{Na})/c(\text{Cl})$ 大于 1 为砂岩水的特征; $c(\text{Na})/[c(\text{Cl})+c(1/2\text{Mg})]$ 小于 1 则可能有灰岩水混入。

A.3 微量元素分析

- a) Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} :可作为还原环境地下水特征离子。突水中富含 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 时,水源多属于煤系地层水或老窑水。
- b) F^- :可作为判别含氟化物地层地下水特征离子,如花岗岩地层突水。
- c) Br^- 、 I^- :可作为判别深层地下水、构造凹陷带储存水及与含油地层地下水的参考指标。

A.4 以同位素及放射性元素的特征分析地下水水源

A.4.1 氘(D)和 ^{18}O 应用

- a) 在 $\delta\text{D}\text{‰} \sim \delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 坐标图中,标出不同含水层水样和分析水样在图中位置,并与全球降雨线($\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$)和当地大气降雨线比较,分析同位素值分布规律;

- b) 根据煤矿区具体条件,应用 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 值计算地下水补给高程及不同水源的混合比例等。

A. 4. 2 氚(^3H)应用

^3H 可作为大气降水进入地层后贮运时间判别主要指标,资料分析中需考虑具体的水文地质条件及当地大气降水 ^3H 的含量,一般规律如下:

- a) 在地下水补给、径流、排泄过程中 ^3H 含量逐渐递减;
- b) 在循环交替积极的含水层或与地表水、大气降水关系密切的含水层水中, ^3H 含量接近(略低于)地表水的含量。

A. 4. 3 氡(Rn)应用

对于非放射性矿床并排除火成岩入侵影响的煤矿地下水, Rn 含量背景值小于 37 Bq/L ,其含量主要决定于岩石的射气系数即松散程度,突水水源分析时,参考如下:

- a) 水质类型相同的奥灰水和冲积层水,冲积层水 Rn 含量一般高于奥灰水;
 - b) 突水中富含 Rn ,并且 Na^+ 含量明显增加,突水水源可能有冲积层水的补给。
-