

DOI: 10.19797/j.cnki.1000-0852.20190175

基于 AHP 与独立性权系数综合确权的 煤矿含水层富水性评价

毕尧山, 吴基文, 翟晓荣, 沈书豪, 胡 儒, 琚棋定

(安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南 232001)

摘 要:为克服传统多源信息融合方法在评价含水层富水性中多采用单一主、客观赋权的不足,以徐庄煤矿为例,在充分考虑影响 7 煤顶板(即山西组 7 煤至下石盒子组底界之间的层段)砂岩含水层富水性各因素的基础上,确定了断裂分维、平面变形系数、断层强度、砂岩含水层厚度、砂泥比、岩芯采取率、钻孔冲洗液消耗量、井下涌(突)水点涌水量作为影响其富水性的 8 大主控因素;采用 AHP 法和独立性权系数法分别计算了各主控因素的主、客观权重,通过乘法合成归一法得到综合权重,结果表明:褶皱平面变形系数、断裂分维对 7 煤顶板砂岩含水层富水性影响大,钻孔冲洗液消耗量、岩芯采取率、砂泥比对其富水性影响小;建立了基于 AHP 与独立性权系数法综合确权的含水层富水性指数法评价模型,通过 ArcGIS 得到了研究区含水层富水性分区图,并通过已知突水点的分布,对该评价模型进行识别与检验,验证了该模型评价效果的准确性,圈定了顶板防治水的重点靶区。本研究成果为预测矿井含水层富水性强弱、防治顶板水害问题提供了有益参考。

关键词:煤层顶板;层次分析法;独立性权系数法;含水层富水性;多源信息融合

中图分类号:TD745

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2020)04-0040-06

正确评价顶板充水含水层的富水性,对于防治顶板水害问题具有十分重要的意义^[1-2]。作为顶板突水发生的物质基础,顶板充水含水层的富水性越强,越容易导致突水事故的发生。但是含水层的富水性分布规律受控于多种因素的综合影响,具有复杂的控制机理与非线性特征,即对含水层富水性进行分区评价是一个对多源信息综合分析的过程^[3]。国内外诸多学者都对这一问题进行了大量卓有成效的研究^[4-7],其中武强^[8]提出的先对多种主控因素的权重进行求解、再基于 GIS 进行多元信息融合的富水性指数法,在目前的含水层富水性评价中得到了广泛应用。一般来说,针对具体某一含水层,考虑影响其富水性的主控因素个数越多,反映出的真实地学信息就相对越多,对其富水性评价也相对客观、科学。但是各主控因素对富水性的影响程度各有不同,各主控因素之间存在多大内部联系也

不得而知,因此如何合理确定各主控因素的权重直接关系到对含水层富水性评价结果。以往在计算多因素指标权重时,大多采用主观或客观的单一赋权方法进行含水层富水性研究。主观赋权方法易局限于专家的经验知识而可能得不到客观真实的评价结果,客观赋权方法又过于强调各主控因素数据之间的内部变化而可能得到与事实相悖的结果^[9]。因此单一赋权方法得到的含水层富水性评价结果与真实结果之间往往存在较大的误差。

基于此,在充分考虑影响含水层富水性的主控因素的基础上,采用目前较为成熟且应用广泛的 AHP 法来确定各主控因素的主观权重,采用能避免各主控因素之间重复信息且操作方法简单的独立性权系数法来确定客观权重,而后主、客观有机结合得到综合权重,进而对顶板砂岩含水层富水性进行评价研究。

收稿日期:2019-06-02

基金项目:国家自然科学基金项目(41272278);安徽高校自然科学重点项目(KJ2017A073);安徽高校科研平台创新团队建设项目(2016-2018-24)

作者简介:毕尧山(1992-),男,安徽黄山人,博士研究生,主要研究方向为煤矿工程地质与水文地质。E-mail:ysbi123@163.com

通讯作者:吴基文(1961-),男,安徽舒城人,教授,博士,主要研究方向为煤矿工程地质与灾害防治。E-mail:jwuaust@163.com

1 研究区概况

徐庄煤矿位于滕沛复向斜的中南部,大部分区域呈一走向 N45°~70°E,倾向北西的单斜构造,倾角为 10°~36°。根据勘探以及采掘揭露的实测资料,井田内断裂构造较发育,落差≥20m 断层有 60 条,落差≥2m 的断层则有 400 余条。由于受多次构造运动的影响,在井田中西部发育了魏营背斜、魏营向斜、贾庙西向斜、刘家向斜、王坑背斜、陈楼东向斜等及次一级波状褶皱,井田东部褶皱现象不发育。研究区内的褶皱类型属于中等。研究区构造纲要如图 1 所示。

矿井内含煤地层有太原组、山西组、下石盒子组,可采煤层共 4 层(7 煤、8 煤、17 煤、21 煤)。矿井设计分为 3 个水平(-400m、-750m 以及 -1000m),目前主要开采的是矿井东部地区-400m 水平的山西组内 7 煤和 8 煤,-750m 水平也已经开始回采。矿井主要含水层自上而下有:第四系底部砂层孔隙含水层(组),下白垩-上侏罗统底砾岩含水层、下二叠统下石盒子组底部砂岩含水层、下二叠统山西组煤层顶板砂岩含水层、上石炭统太原组灰岩和奥陶系厚层灰岩岩溶灰岩含水层。自矿井投产以来,对其生产影响比较大的水害为 7 煤顶板(文中所指 7 煤顶板为山西组 7 煤至下石盒子组底界之间的层段)砂岩裂隙水,在以往矿井东部地区回采过程中曾发生多次水量较大的突水。由于 7 煤顶板砂岩含水层对矿井正常生产的影响具有点多面广的特点,特别是在开采揭露或断层导通强富水性区域下的突然出水对安全生产具有较大危害,因此开展 7 煤顶板砂岩含水层富水性研究是十分必要和迫切的。

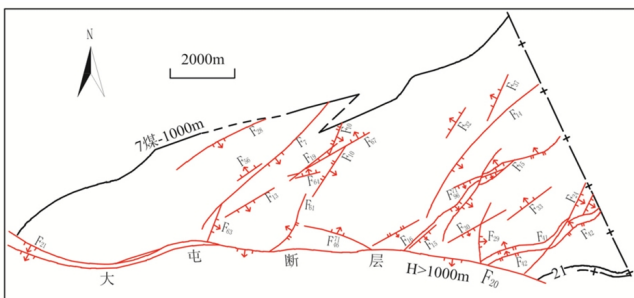


图 1 研究区构造纲要

Fig.1 The structural outline of the research area

2 理论基础

2.1 AHP 法确定主观权重

AHP(层次分析法)^[9-10]是一种定性定量相结合

的多目标决策分析及综合评价方法,通过将决策者的经验判断量化处理以实现最优化决策的目的。一般分为 4 个步骤:(1)建立层次结构模型;(2)构建相对重要性的比较判断矩阵;(3)计算判断矩阵的最大特征根及其相应的特征向量;(4)层次排序及其一致性检验。若通过一致性检验,则对应于最大特征值的特征向量经标准化处理后可作为层次分析评价指标的权重向量;否则,需要调整比较判断矩阵,直到满足要求为止。据此,得到各决策层对应于目标层的主观权重。

2.2 独立性权系数法确定客观权重

独立性权系数法^[11]是一种确定客观权重的方法,其基本原理是根据数理统计学中的多元回归分析计算出复相关系数从而得到权重。若得到的复相关系数越大,该指标与其他指标之间的共线性关系越强,表示该指标越容易由其他指标的线性组合表示,表明重复信息越多,则该指标所占权重应越小。考虑到复相关系数与权重之间的负相关关系,选取复相关系数的倒数作为得分,然后经归一化处理得到权重值。由于复相关系数能够反映出各指标之间存在的重复信息量,其倒数则反映了某评价指标所包含的不同于其他评价指标的信息量,因此独立性权系数法适用于各评价指标之间存在错综复杂关系、需要排除各评价指标之间重复信息的研究。

假设有 m 个评价指标项 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$,若某评价指标 X_i 与其他评价指标的复相关系数越大,表明 X_i 与其他指标之间的共线性关系越强,重复信息越多,该指标的权重也就越小,权重 D_i 的计算如式(1)~(2)所示^[11]。

$$R_i = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(\tilde{X} - \bar{X})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (\tilde{X} - \bar{X})^2}} \quad (i=1, 2, 3, \dots, m) \quad (1)$$

$$D_i = \frac{1}{R_i} / \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_i} \quad (2)$$

式中: \tilde{X} 为 X 中除去 X_j 的剩余矩阵; $\bar{X} = \text{mean}(X)$ 。

2.3 乘法合成归一化综合确权

考虑到主、客观权重的赋权依据不同,从兼顾主客观权重的优点出发,需要对主客观权重进行组合赋权。当评价指标个数较多、权数分配较均匀时往往采用乘法合成归一法将主、客观权重有机结合^[12],计算出各主控因素的综合权重 W_i ,如式(3)所示。

$$W_i = \frac{C_i \cdot D_i}{\sum_{i=1}^n C_i \cdot D_i} \quad (3)$$

式中： n 为主控因素的个数； C_i 为第 i 个主控因素的主观权重； D_i 为第 i 个主控因素的客观权重。

3 基于 ArcGIS 综合确权的含水层富水性评价模型

3.1 主控因素的确定

煤层顶板含水层的富水性受控于诸多地质因素，合理恰当地选取影响顶板砂岩含水层富水性的主控因素，直接影响到富水性评价模型和评价结果。在充分研究徐庄煤矿的地质与水文地质条件的基础上，结合已有钻探以及实际生产资料，本文在选取影响 7 煤顶板砂岩含水层富水性的主控因素时，主要考虑了地质构造、岩性结构、水力特征三大方面，其中地质构造条件主要包括断裂分维、平面变形系数、断层强度，岩性结构特征主要包括顶板砂岩含水层厚度、砂泥比，水力特征主要包括岩芯采取率、钻孔冲洗液消耗量、井下涌（突）水点涌水量，并通过资料收集、统计、计算，得到了以上 8 大主控因素的基础数据。

3.2 归一化处理

归一化处理的目的是消除不同量纲的影响。本文采用最小-最大标准化公式，对各主控因素进行归一化处理时，将岩芯采取率数据按负相关的归一化公式(4)处理，其余各主控因素数据按正相关的归一化公式(5)处理^[13]。将各主控因素数据进行归一化处理后，即可建立各主控因素专题图。

$$x_i^* = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (4)$$

$$x_i^* = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (5)$$

式中： x_i 为评价指标数据归一化前的值； x_i^* 为评价指标数据归一化后的值； x_{\min} 为某评价指标数据中的最小值； x_{\max} 为某评价指标数据中的最大值。

3.3 各主控因素综合权重的确定

3.3.1 主观权重的确定

(1)建立含水层富水性层次结构模型。根据前述 AHP 法确定权重的原理，将研究对象划分为 3 个层次，将 7 煤顶板砂岩含水层富水性评价作为目标层(A 层)，将岩性结构特征、地质构造特征、水力特征作为准则层(B 层)，将 8 大具体的主控因素作为决策层(C 层)，建立了 7 煤顶板砂岩含水层富水性评价层次结构模型，如图 2 所示。

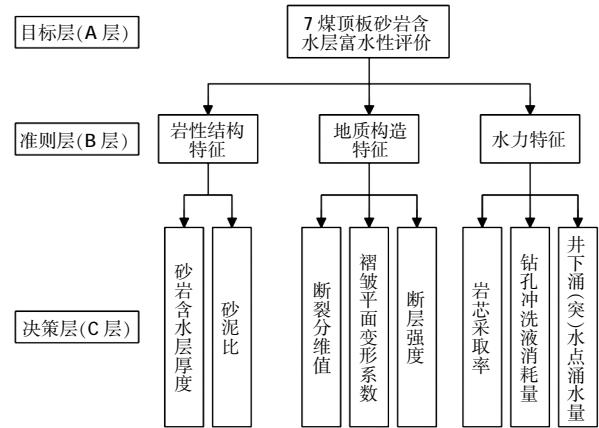


图 2 7 煤顶板砂岩含水层富水性评价层次结构模型

Fig.2 The hierarchical structure model of sandstone aquifer water-richness evaluation in the No.7 coal seam roof

(2)构建判断矩阵计算主观权重值。分析 8 个主控因素在 7 煤顶板砂岩含水层富水性评价中所起的作用，运用“征集专家评分”的方法，根据 1-9 比例标度方法进行打分，进行各主控因素对富水性影响大小的相对重要性排序，给出 8 个主控因素之间的量化分值。根据最后 8 个主控因素的累计总分比较结果，形成专家对 8 个主控因素的评判集，据此构建研究区 7 煤顶板砂岩含水层富水性评价的判断矩阵，如表 1-4 所示， λ_{\max} 为各判断矩阵的最大特征根，CI 为一致性指

表 1 判断矩阵 A~B_i(i=1~3)

Table1 The judgment matrix A~B_i(i=1~3)

A	B ₁	B ₂	B ₃	T _i
B ₁ (岩性结构)	1	1/2	1	0.2553
B ₂ (构造特征)	2	1	3/2	0.4638
B ₃ (水力特征)	1	2/3	1	0.2809

注： $\lambda_{\max}=3.0092, CI=0.0046, CR=0.0088$ 。

表 2 判断矩阵 B₁~C_i(i=1~2)

Table2 The judgment matrix B₁~C_i(i=1~2)

岩性结构	砂泥比	砂岩含水层厚度	T _i
砂泥比 C ₁	1	1/3	0.2500
砂岩含水层厚度 C ₂	3	1	0.7500

注： $\lambda_{\max}=2.0000, CI=0, CR=0$ 。

表 3 判断矩阵 B₂~C_i(i=3~5)

Table3 The judgment matrix B₂~C_i(i=3~5)

构造特征	平面变形系数	断裂分维	断层强度	T _i
平面变形系数 C ₃	1	1/3	2	0.2493
断裂分维 C ₄	3	1	3	0.5936
断层强度 C ₅	1/2	1/3	1	0.1571

注： $\lambda_{\max}=3.0536, CI=0.0268, CR=0.0516$ 。

表4 判断矩阵 $B_3\sim C_i(i=6\sim 8)$
Table4 The judgment matrix $B_3\sim C_i(i=6\sim 8)$

水力特征	岩芯 采取率	钻孔冲洗 液消耗量	井下涌(突) 水点涌水量	T_i
岩芯采取率 C_6	1	1	1/5	0.1429
钻孔冲洗液消耗量 C_7	1	1	1/5	0.1429
井下涌(突)水点涌水量 C_8	5	5	1	0.7143

注: $\lambda_{max}=3.0000, CI=0, CR=0$ 。

标,CR 为一致性比例。

通过计算,所有判断矩阵的一致性比例 $CR<0.1$,满足一致性要求^[10]。从而得到影响 7 煤顶板砂岩含水层富水性的 8 大主控因素的主观权重,如表 5 所示。

3.3.2 客观权重的确定

根据前述独立性权系数法原理,本次所选 8 大主控因素的复相关系数计算结果如表 6 所示。复相关系数反映出各主控因素之间存在的重复信息量,其数值大小与权重之间存在负相关关系,而其倒数则反映了某主控因素所包含的不同于其他主控因素的信息量,因此可进一步求得复相关系数的倒数,然后对复相关系数的倒数进行归一化处理,即可得到影响 7 煤顶板砂岩含水层富水性的各主控因素的客观权重 D_i ,如表 6 所示。

3.3.3 综合权重的确定

评价 7 煤顶板砂岩富水性的评价指标个数较多,根据前述乘法合成归一法公式(3)计算出各主控因素的综合权重 D_i ,如表 7 所示。

由表 7 可知,平面变形系数和断裂分维值的大小对 7 煤顶板砂岩含水层富水性影响大,钻孔冲洗液消耗量、岩芯采取率、砂泥比对其富水性影响小,其余因素影响程度由大到小依次为井下涌(突)水点涌水量、

砂岩含水层厚度、断层强度。

3.4 含水层富水性分区

将由 AHP 法和独立性权系数法算出的综合权重值赋予各主控因素,应用 ArcGIS 对各主控因素专题图进行叠加计算,得到综合反映 7 煤顶板砂岩含水层富水性相对强弱的评价模型——富水性指数,如式(6)所示。反映研究区范围内的某一栅格位置上,由各主控因素共同作用而表现出的含水层富水性强弱,富水性指数值越大表明富水性越强。

$$W_i = \sum_{i=1}^n W_i A_i(x, y) \quad (6)$$

式中: i 为第 i 个主控因素; n 为主控因素的个数,本次取 8; W_i 为第 i 个主控因素的综合权重值; $A_i(x, y)$ 为第 i 个主控因素的归一化数值, (x, y) 为地理坐标。

据此,得出研究区 7 煤顶板砂岩含水层富水性指数法评价模型如式(7)所示:

$$W_i = 0.2665A_1(x, y) + 0.2664A_2(x, y) + 0.1646A_3(x, y) + 0.1063A_4(x, y) + 0.0873A_5(x, y) + 0.0373A_6(x, y) + 0.0364A_7(x, y) + 0.0352A_8(x, y) \quad (7)$$

根据上述 7 煤顶板砂岩含水层富水性指数法评价

表6 各主控因素的客观权重

Table6 The objective weights of the main controlling factors

主控因素 ($i=1\sim 8$)	复相关系数 R_i	复相关系数的倒数 $1/R_i$	客观权重 D_i
岩芯采取率	0.5150	1.9419	0.1101
钻孔冲洗液漏失量	0.5025	1.9900	0.1128
砂岩含水层厚度	0.8407	1.1895	0.0674
砂泥比	0.8457	1.1824	0.0670
平面变形系数	0.2024	4.9405	0.2800
断层强度	0.3892	2.5691	0.1456
断裂分维值	0.4823	2.0734	0.1175
井下涌(突)水点涌水量	0.5686	1.7588	0.0997

表5 各主控因素的主观权重

Table5 The subjective weights of the main controlling factors

主控因素 ($i=1\sim 8$)	断裂分维值	砂岩含水层厚度	平面变形系数	砂泥比	钻孔冲洗液漏失量	断层强度	岩芯采取率	井下涌(突) 水点涌水量
主观权重 C_i	0.2753	0.1915	0.1156	0.0638	0.0402	0.0728	0.0402	0.2006

表7 各主控因素的综合权重

Table7 The comprehensive weights of the main controlling factors

主控因素	断裂分维值	砂岩含水层厚度	平面变形系数	砂泥比	钻孔冲洗液漏失量	断层强度	岩芯采取率	井下涌(突) 水点涌水量
综合权重 W_i	0.2664	0.1063	0.2665	0.0352	0.0373	0.0873	0.0364	0.1646

模型,通过对叠加后各个独立单元的富水性指数进行统计分析,运用自然间断点分级法对其进行4级分级,确定了各级阈值分别为0.33025,0.40578,0.46467。富水性指数 W_i 越大,富水性越强。根据分级阈值将研究区域划分为4个区域:较强富水区、中等富水区、较弱富水区、弱富水区,得到7煤顶板砂岩含水层富水性分区图,如图3所示。

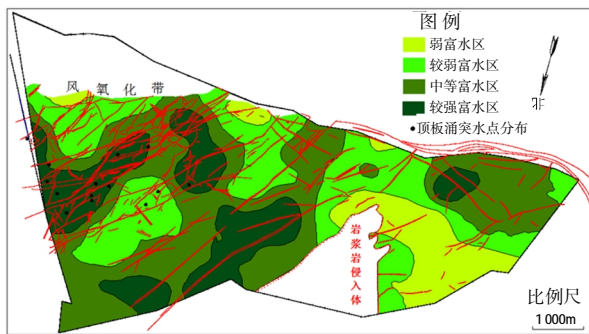


图3 7煤顶板砂岩含水层富水性分区

Fig.3 The partition of the sandstone aquifer water-richness in the No.7 coal roof

3.5 评价模型的识别与检验

含水层的含水量作为突水发生的物质基础,一般来说含水层富水性越强,发生突水事故的可能性越大。发生突水事故的位置多是富水性指数较大的部位,因此可以将已知突水点出现的位置叠加到利用该模型计算出的7煤顶板砂岩含水层富水性分区图中,对本次评价模型进行识别检验。目前徐庄煤矿主要开采的是东部地区,西部地区未开采。通过对其东部以往突水点信息的整理,得到已知突水点中突水层位为顶板突水的共有14个突水点,将这14个已知的顶板突水点叠加到7煤顶板砂岩含水层富水性分区图中,如图3所示。由图3可知,共有12个突水点位于强富水区和较强富水区,2个突水点位于中等富水区。与评价模型的判别结果吻合度较高,说明了本次模型评价效果较为理想。因此,研究区7煤顶板砂岩含水层富水性分区图中的东部、中南部以及西南部的较强富水区,应作为防治水的重点靶区,开采前必须采取一定的防治水措施。

4 结论

(1)在对研究区7煤顶板砂岩含水层富水性影响因素进行综合分析的基础上,选取了岩芯采取率、钻

孔冲洗液消耗量、砂岩含水层厚度、断裂分维值、平面变形系数、断层强度、井下涌(突)水点涌水量这8个因素作为影响7煤顶板砂岩含水层富水性的主控因素。

(2)采用AHP法、独立性权系数法分别确定各主控因素的主、客观权重,最后得到了各主控因素的综合权重,结果表明褶皱平面变形系数、断裂分维对7煤顶板砂岩含水层富水性影响大,钻孔冲洗液消耗量、岩芯采取率、砂泥比对其富水性影响小。

(3)建立了综合确权的顶板砂岩含水层富水性评价模型,通过ArcGIS强大的空间分析功能得到了研究区7煤顶板砂岩含水层的富水性分区图,并通过徐庄煤矿已开采的东部地区已知突水点的分布检验了该评价模型的效果,圈定了防治水的重点靶区。

参考文献:

- [1] 曾一凡,李哲,宫厚建,等. 顶板风化基岩含水层富水特征与涌(突)水危险性预测[J]. 煤炭工程, 2018,50(2):100-104. (ZENG Yifan, LI Zhe, GONG Houjian, et al. Water abundance characteristics in aquifer of weathered roof bedrock and prediction on water inrush risk [J]. Coal Engineering, 2018,50(2):100-104. (in Chinese))
- [2] 武强,许珂,张维. 再论煤层顶板涌(突)水危险性预测评价的“三图-双预测法”[J]. 煤炭学报, 2016,41(6):1341-1347. (WU Qiang, XU Ke, ZHANG Wei. Further research on ‘three maps-two predictions’ method for prediction on coal seam roof water bursting risk [J]. Journal of China Coal Society, 2016,41(6):1341-1347. (in Chinese))
- [3] 王洋. 煤矿充水含水层富水规律与分区评价及疏降水量动态预测[D]. 北京:中国矿业大学, 2017. (WANG Yang. The Water Abundance Laws and Zoning Assessment of Mine Water-filled Aquifers and the Dynamic Prediction of Water Discharge [D]. Beijing: China University of Mining and Technology, 2017. (in Chinese))
- [4] 石守桥,魏久传,尹会永,等. 济三煤矿煤层顶板砂岩含水层富水性预测[J]. 煤田地质与勘探, 2017,45(5):100-104. (SHI Shouqiao, WEI Jiuchuan, YIN Huiyong, et al. Forecasting of water abundance of coal roof sandstone aquifer in Jining No.3 mine [J]. Coal Geology & Exploration, 2017,45(5):100-104. (in Chinese))
- [5] 武强,樊振丽,刘守强,等. 基于GIS的信息融合型含水层富水性评价方法—富水性指数法[J]. 煤炭学报, 2011,36(7):1124-1128. (WU Qiang, FAN Zhenli, LIU Shouqiang, et al. Water-richness evaluation method of water-filled aquifer based on the principle of information fusion with GIS: water-richness index method [J]. Journal of China Coal Society, 2011,36(7):1124-1128. (in Chinese))
- [6] 陈康,薛国强,陈卫营,等. 一种煤层顶板富水性快速评价方法[J]. 地球物理学进展, 2017,32(4):1752-1757. (CHEN Kang, XUE Guo-

- qiang, CHEN Weiyang, et al. Rapid evaluation method for the water abundance of coal seam roof [J]. Progress in Geophysics, 2017,32(4):1752-1757. (in Chinese))
- [7] 贾鹏宙. 煤矿床含水层富水性定量评价方法研究[J]. 煤炭科学技术, 2017,45(2):168-172. (JIA Pengzhou. Study on quantitative evaluation method of water abundance for aquifer in coal deposits [J]. Coal Science and Technology, 2017,45(2):168-172. (in Chinese))
- [8] 冯书顺, 武强. 基于 AHP-变异系数法综合赋权的含水层富水性研究[J]. 煤炭工程, 2016,48(S2):138-140. (FENG Shushun, WU Qiang. Research on water-richness of aquifer using comprehensive weight method based on AHP and variation coefficient [J]. Coal Engineering, 2016,48(S2):138-140. (in Chinese))
- [9] 于雯琪, 钱家忠, 马雷, 等. 基于 GIS 和 AHP 的谢桥煤矿 13-1 煤顶板突水危险性评价[J]. 煤田地质与勘探, 2016,44(1):69-73. (YU Wenqi, QIAN Jiazong, MA Lei, et al. The water inrush risk assessment of roof of seam 13-1 in Xieqiao mine based on GIS and AHP [J]. Coal Geology & Exploration, 2016,44(1):69-73. (in Chinese))
- [10] 黄磊, 高瑞忠, 李喜安, 等. 基于 AHP 法与 SNMR 信息融合的含水层富水性评价方法[J]. 水文, 2018,38(1):35-40. (HUANG Lei, GAO Ruizhong, LI Xi'an, et al. Aquifer water-richness evaluation method based on AHP method and SNMR information fusion [J]. Journal of China Hydrology, 2018,38(1):35-40. (in Chinese))
- [11] 张淑莹, 胡友彪, 邢世平. 基于独立性权-灰色关联度理论的突水水源判别[J]. 水文地质工程地质, 2018,45(6):36-41+62. (ZHANG Shuying, HU Youbiao, XING Shiping. Discrimination of the mine water inrush source based on principal component analyses-theory of gray relational degree [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2018,45(6):36-41+62. (in Chinese))
- [12] 李刚, 李建平, 孙晓蕾, 等. 主客观权重的组合方式及其合理性研究[J]. 管理评论, 2017,29(12):17-26+61. (LI Gang, LI Jianping, SUN Xiaolei, et al. Research on a combined method of subjective-objective weighing and the its rationality [J]. Management Review, 2017,29(12):17-26+61. (in Chinese))
- [13] 王汉斌. 基于 ArcGIS 的首旺煤矿突水水害危险性评价 [D]. 北京: 中国地质大学, 2017. (WANG Hanbin. Risk Assessment of Water Inrush from Coal Mine of the Shouwang Colliery Based on ArcGIS [D]. Beijing: China University of Mining and Technology, 2017. (in Chinese))

Evaluation of Coal Mine Aquifer Water-Richness Based on AHP and Independent Weight Coefficient Method

BI Yaoshan, WU Jiwen, ZHAI Xiaorong, SHEN Shuhao, HU Ru, JU Qiding

(Earth and Environment School, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: Taking Xuzhuang Coal Mine as a case, in order to overcome the shortcomings of traditional multi-source information fusion methods in using a single subjective or objective weighting method to evaluate the water-richness, 8 major controlling factors were selected based on the fully consideration of various factors affecting the No.7 coal roof sandstone aquifer (the No.7 coal roof referred to in the article is the interval between the No.7 coal of the Shanxi Formation and the bottom boundary of the Lower Shihezi Formation). This paper calculated the subjective and objective weights of each main controlling factor respectively by the AHP and independent weight coefficient methods, and obtained the comprehensive weight by the multiplicative synthesis normalization. The results show that the sandstone aquifer water-richness in the No.7 coal roof are greatly affected on the fold plane deformation coefficient and the fractal dimension of fault while less on drilling fluid consumption, the core rate and mudstone ratio. Besides, this paper established an evaluation model of water-richness index based on AHP and independent weight coefficient method, and obtained the water-richness partition map of the aquifer by ArcGIS. The evaluation model is identified and tested by the distribution of the known water bursting points, and the accuracy of it is also verified. Then, the key area for water prevention is targeted. The above results would provide a useful reference for predicting the water-richness strength of aquifers and preventing and controlling of roof water damage.

Key words: coal seam roof; analytic hierarchy process (AHP); independent weight coefficient method; water-richness of aquifers; multiple information fusion