

Qualitative and Quantitative Division of Mine Hydrogeological Types

Chao Li, Duoxi Yao, Guifang Zhang, Manman Zhang, Wei Liu

School of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui
Email: 497253660@qq.com

Received: Jul. 27th, 2020; accepted: Aug. 13th, 2020; published: Aug. 20th, 2020

Abstract

The “Detailed rules for the prevention and control of water in coal mines” clearly points out that the hydrogeological types of coal mines should be divided every three years. In view of the division of hydrogeological types of Pansan coal mine, based on the general situation and the basic hydrogeological data revealed and collected in recent three years of Pansan coal mine, on the basis of the previous geological reports and other reports prepared by the mine, applying the theories of structure, hydrogeochemistry and analytic hierarchy process, combined with the practice of exploration and production, and in accordance with the detailed rules of division, this paper analyzes in detail the situation and influence degree of each division index, and uses the traditional method and analytic hierarchy process to divide the hydrogeological types of the mine from the qualitative and quantitative angles. The results show that the two methods divide the hydrogeological types into “medium”, and the division results are consistent and complementary to each other. It can provide a new way for the division of hydrogeological types of Pansan coal mine, and also provides a reference for the prevention and control of mine water disaster.

Keywords

Pansan Mine, Hydrogeological Type, Traditional Method, Analytic Hierarchy Process

矿井水文地质类型的定性与定量划分

李超, 姚多喜, 张桂芳, 张曼曼, 刘伟

安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南
Email: 497253660@qq.com

收稿日期: 2020年7月27日; 录用日期: 2020年8月13日; 发布日期: 2020年8月20日

摘要

《煤矿防治水细则》中明确指出煤矿水文地质类型要每三年划分一次。针对潘三矿水文地质类型划分问题，以收集整理的潘三矿概况及近三年采掘揭露的基础水文地质资料为根本，在之前该矿编制的地质报告等报告的基础上，应用构造、水文地球化学与层次分析等相关理论，结合勘探与生产实际，按照细则中各项划分条款，详细地分析了各划分指标情况及影响程度，采用传统方法与层次分析法，从定性定量两个角度对该矿水文地质类型进行划分。结果表明：两种方法都将水文地质类型划分为“中等”，划分结果一致，互为补证。可为潘三矿水文地质类型划分提供一种新方式，也为其矿井水害的防治工作提供了参考性意见。

关键词

潘三矿，水文地质类型，传统方法，层次分析法

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

在煤炭开采及生产中，矿井水害是与火灾、瓦斯等事故并列的矿井最主要安全灾难之一，造成了一系列严重的后果。近些年，由于浅部煤层开采完结，开采深度和范围也在不断加深和扩大，致使矿井突水事故越发频繁[1]。将矿井水文地质情况确定为哪种类型，不仅能说明矿井受水害威胁的程度，也标示着做好矿井水害防治工作的困难等级，更决定了矿井的开拓方式、采掘系统布置与总体规划[2] [3] [4]。李贤志等[5]依据山西王家岭煤矿勘探与生产揭露的地质及水文地质情况，对该煤矿水文地质类型与特点进行了分析；刘畅等[6]划定了山西某煤矿水文地质类型，并给出防治水意见；孙文洁等[7]对华北煤田中复杂与极复杂矿井的水文地质情况及水害事故发生原因做出分析，得出突水水源主要来自老空水，部分矿井未能准确查清潜在的致灾因素。王甜甜等[8]选用改进层次分析法对某矿井的水文地质类型进行划定，取得较好成效，为划分矿井水文地质类型提供一条新思路。上述研究只是单一的从定性或定量的角度做出分析，可靠性不是太高，且新的《煤矿防治水细则》已经实行，故上述研究成果局限性明显。潘三矿由于生产接续及实际揭露地质、水文地质条件的变化，需要定期进行矿井水文地质类型的确定工作，以使重新划定的水文地质类型更好地反映矿井近期的真实状况。本文将依据新实行的《煤矿防治水细则》中的相关条款规定，整理总结所需的各种地质与水文地质资料[9]，采用可相互补证的传统定性法与定量的层次分析法，以提高结果可靠性，从而对潘三矿的水文地质类型做出符合本矿实际的划定，旨在为该矿新时期的防治水工作提供安全指导[10] [11]。

2. 矿井简介

潘三矿区处于淮南市东北部潘集境内，东部紧邻潘一矿，西部接于丁集矿，13-1煤在-900 m处的等高线平面投射作为南部界线，F₁₋₃断层为北部东区界线，西区与潘四东矿南部相邻(如图1所示)，东西长约为10 km，南北长约是6 km，划定面积近似为54 km²。该矿在1992年11月左右开始采煤，规划年产原煤300万吨。

全区开拓两个水平，一水平有东四、东三、西一、西二与西三采区，共计 5 个石门采区，二水平只有东一采区。选用综采的方式采煤。潘三矿自运营到现在，基本上都在采掘厚煤层 13-1 和中厚煤层 11-2、8。目前，矿井采煤工作面分布于东四采区、西三采区和东一采区。

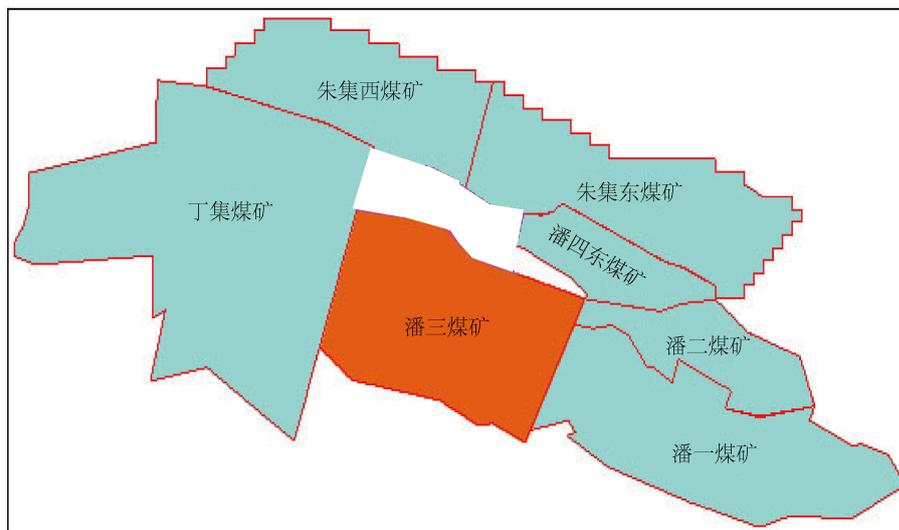


Figure 1. Relation diagram of adjacent mines
图 1. 相邻矿井关系图

3. 层次分析法理论分析

层次分析法是一种将冗繁体系中的全部要素，根据所具有的内在联系与从属关系划定阶级层次架构；而后凭借人为经验及主观考量，评价相同层次中要素的重要程度，结合一致性标准检测所作评价是否正确，并依靠所建的递阶层次结构予以合计；从而获得指标要素相较于目标重要程度的所有排列的方法。计算步骤如下：

1、建立需要的层次分析构型

先对难度较大的问题予以合理化和结构化分析设计，创建一个层次明晰的框架构型，大体上划分为三种不同的层次，由上至下分别称为目标层、准则层与方案层。

2、构筑层次分析判断矩阵

比如在单一层次中有 n 个指标要进行比较分析，依照客观情况与主观思量，利用 Saaty 的相较比例标度，对指标间的重要性进行对比评判，得出相较重要性的值 a_{ij} ，即可建立各层的成对判断矩阵 A ：

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \quad (1)$$

矩阵 A 中的各元素 a_{ij} 代表横向指标 A_i 对纵向指标 A_j 相较重要程度的比例标度，则判断矩阵 A 中各指标相互对比的特点有 $a_{ij} > 0$ ， $a_{ij} = 1$ ， $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$)。

若 $a_{ij} < 1$ ，表示 A_i 比 A_j 重要；

若 $a_{ij} > 1$ ，表示 A_i 比 A_j 重要；

若 $a_{ij} = 1$ ，表示 A_i 与 A_j 同样重要。

3、得出特征向量及指标权重值且做出一致性验证

先得出第一层次指标的特征向量与指标权重值，指标权重值可由相关的平均法算得：

a. 判断矩阵 A 各行各元素积的计算：

$$m_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

b. 计算指标权重:

$$w_i = \bar{w}_i / \sum_{j=1}^n \bar{w}_j, \quad \text{其中 } \bar{w}_i = \sqrt[n]{m_i} \quad (3)$$

c. 对矩阵 A 和指标权重集作乘求出 AW 矩阵;

d. 最大特征值 λ_{\max} (近似计算):

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n (AW)_i / nw_i \quad (4)$$

式(4)中, i 代表第 i 个指标的权重, $(AW)_i$ 代表 AW 矩阵中第 i 个分量。然后进行一致性检验:

a. 求出一致性指标:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

b. 求出相对一致性指标:

$$CR = CI / RI \quad (6)$$

式(6)中, RI 为平均不固定一致性指标, 为按照大量任意产生的判断矩阵求得的一致性指标平均值。 RI 的具体取值情况可见 RI 值表。

通常, 求得的 CR 值越小表示判断矩阵越合理, 一般在 $CR \leq 0.1$ 时, 可认为判断矩阵一致性较好。

4、求出组合权重

在确定一级指标权重值后, 接着求出下一级的指标权重, 若一级指标层较目标层的对比权重为:

$$\bar{w}_i = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_k)^T \quad (7)$$

那么可得二级指标层较一级指标层的对比权重为:

$$\bar{w}_i = (w_{1i}, w_{2i}, \dots, w_{ni})^T \quad (8)$$

故而, 方案层内的各方案较目标层的对比权重 w_i 为:

$$w_1 = \sum_{j=1}^k w_j w_{1j}, \quad w_2 = \sum_{j=1}^k w_j w_{2j}, \quad w_n = \sum_{j=1}^k w_j w_{nj} \quad (9)$$

5、对比综合权重值

将求出的方案层各因素的综合权重值进行对比, 算得其中最大权重值, 即是最后结果。

4. 传统定性划分

4.1. 井田主要含水层概况

由前期的水文地质勘查和施工的水文钻孔、测井等实探结果可得[12], 矿区内由新至老主要存在新生界松散含水层、二叠系砂岩裂隙含水层及灰岩岩溶裂隙含水层[13]。

4.1.1. 新生界松散含水层

此含水层主要有第四系上含与上第三系中、下含。第四系上含上段含水砂层厚度约是 1.50~30.10 m, 均厚度达 11.70 m, 岩性主体是粘土质砂及灰黄色粉、细砂, 属潜水~弱承压水。由大气降水与地表水为

其提供水源补充, 富水程度较弱, 水质类型大体为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型。

第四系上含下段厚度总体约是 25.90~71.19 m, 均厚为 51.38 m, 岩性主要为浅黄色中、细砂。据资料显示, 该含水层 q 值为 0.373~1.763 L/(s·m), 矿化度约为 0.410~1.031 g/L, 水位标高在+16.40~+20.18 m, 水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}\cdot\text{Na}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-Cl}\cdot\text{Na}$ 型等, 含水量较高, 水质情况较好, 可为饮用水源。

上第三系中含厚度总体为 23.49~158.38 m, 均厚 104.61 m, 由浅灰绿色中砂组成, 分析抽水试验相关资料可知, q 约在 0.398 L/(s·m), 水位标高为+20.51 m, 矿化度大于 1 g/L, 水质类型大部分为 $\text{Cl}\cdot\text{Na}$ 型, 由于该含水层只揭露部分, 无法查清该含水层的真实情况, 故水量不一定小。

上第三系下含厚度总体为 0~100.10 m, 均厚是 57.71 m, 且与煤系地层直接接触, 岩性主要为含泥砂砾层。由抽水试验可得, q 值为 0.076~1.531 L/(s·m), 富水程度为中等~强, 矿化度较高, 大致在 1.32~2.605 g/l, 水质以 $\text{Cl}\cdot\text{Na}$ 型为主, 次要为 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 型, 表明是静储量含水层, 没有足够的补给。

4.1.2. 二叠系砂岩裂隙含水层

该含水层为矿井的直接充水水源, 其中存在煤层及砂质泥岩等, 裂隙较少, 全区出现漏水的钻孔占 4.2%左右, 漏水区主要是 11 煤与 18 煤的煤系砂岩。据漏水区抽水试验可得, q 值是 0.00063~0.0303 L/(s·m), 含水性弱, 水位标高在+23.40 m, 渗透系数约是 0.0390 m/d, 矿化度高, 达到 2.40 g/L, 水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Cl}\cdot\text{K}\cdot\text{Na}$ 型[11], 水流量逐渐减小, 32.50 m 为其恢复水位后比原来水位降低的值。由此表明为静储量含水层, 导水性差且补给水源贫乏。

4.1.3. 石炭系太原组灰岩岩溶裂隙含水层

该含水层平均组厚为 118.34 m, 灰岩累计厚度平均是 51.83 m, 约为该组厚度的 44%, 其中较厚灰岩占灰岩总厚的 61%, 其余为薄层不稳定灰岩。相关资料显示, 几乎所有区段含水层的富水程度都较低, q 值约为 0.000042~0.0749 L/(s·m), 渗透系数大致在 0.00004~0.307 m/d 之间, 矿化度是 0.252~2.56 g/l, 水质类型为 $\text{SO}_4\text{-Na}$ 、 $\text{Cl}\cdot\text{Na}$ 与 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 型, 水位恢复时间较长, 含水量呈逐渐减小之势。故含水层多是静储量, 补给径流条件差。

4.1.4. 奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层

该含水层厚度约为 2.60~170.41 m, 主要由厚层的白云质灰岩组成, 构造为块状, 颜色大部分为浅灰色, 微夹肉红色, 部分存在小溶洞。由抽水试验资料可知, 单位涌水量 q 值是 0.0000907~1.163 L/(s·m), 富水程度由弱至强, 水位标高约在-46.99~+28.40 m 之间, 渗透系数为 0.000065~0.8256 m/d, 矿化度 0.16~2.885 g/l, 水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{Na}$ 、 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 型等。

4.2. 井田主要隔水层概况

依据岩性与位置特征, 矿区内隔水层由新到老为新生界隔水层、风化带弱隔水层和 1 煤底板隔水层。

4.2.1. 新生界隔水层

该隔水层有第四系上段隔、上隔与上第三系中隔。上段隔水层厚度最小为 2.29 m, 最大达 40.89 m, 均厚是 19.13 m, 主要由棕黄微带灰绿色砂质粘土构成, 粘土稳定性、隔水性与可塑性较好。上隔水层厚度 0.56~15.35 m, 平均厚度 2.81 m, 大部分由浅黄色及灰绿色砂质粘土或粘土构成, 厚度薄、稳定性好, 可在一定程度上起到隔水作用。上第三系中隔水层厚度最大达 92.10 m, 均厚为 52.31 m, 主体由砂质粘土及浅绿色夹棕黄色的粘土构成, 膨胀性、隔水性与分布的稳定性等都较为优良。

4.2.2. 风化带弱隔水层

该矿区存在厚度超过 29.98 m 的风化带, 其中工业广场古地形凸起的地方风化带最厚, 约 49.96 m,

此处钻进钻孔时基本无泥浆漏失现象，可在中央井筒周边古地形凸起的位置，出现严重的漏失情况，最大漏失量可至 $29 \text{ m}^3/\text{h}$ 。由地层取芯可知，被风化后的泥岩几乎无裂隙或有充实其他物质的微裂隙，具有良好的隔水效果，从而在一定程度上阻隔新生界下部水系与煤系砂岩水发生水源补给。

4.2.3.1 煤底板隔水层

1 煤底板与太原组 1 灰顶部的距离约为 $8.9\sim 21.2 \text{ m}$ ，平均厚度 16.66 m ，其岩性大部分是砂泥岩与泥岩组成的互层，另含有少量的细砂岩薄层，微小裂隙不常见，因此具备一定的隔水性能。

4.3. 井田及周边地区老窑水分布状况

井田区及周边无小井开采。

矿井在未来 3 年仍以 13-1 和 11-2 为主采煤层，无其他煤层开采计划。13-1 煤和 11-2 煤回采后形成采空区，区内必然会存有积水，但积水区位置、范围、积水量均已查清(表 1)。生产过程中对老空区积水采取超前分析、预报和探放，可有效预防老空水害威胁，降低老空水危害。

Table 1. Workface table affected by goaf water according to mining time sequence from 2019 to 2022

表 1. 2019~2022 年根据开采时间顺序受采空区积水影响的工作面表

工作面名称	影响巷道掘进的采空区	预计积水量(m^3)
1682 (1)上顺槽	1672 (1)采空区	84,506
2121 (1)西上顺槽	17,102 (1)采空区	17,000
2121 (3)上顺槽	17,102 (3)采空区	150,000

4.4. 矿井涌(突)水分析

4.4.1. 矿井涌水量

利用潘三矿的历年涌水量平均值绘制历时曲线，如图 2 所示，潘三煤矿矿井涌水量总体上是上升趋势，但是 2008~2019 年呈现下降趋势，其中 2010 年至 2015 年出现较小地波动，而 2015~2019 年涌水量趋于稳定。其原因是在开采初期矿井涌水量会随开采面积的加大而加大，当开采面积达到一定程度后，涌水量就不会再因开采面积的增大而增大。

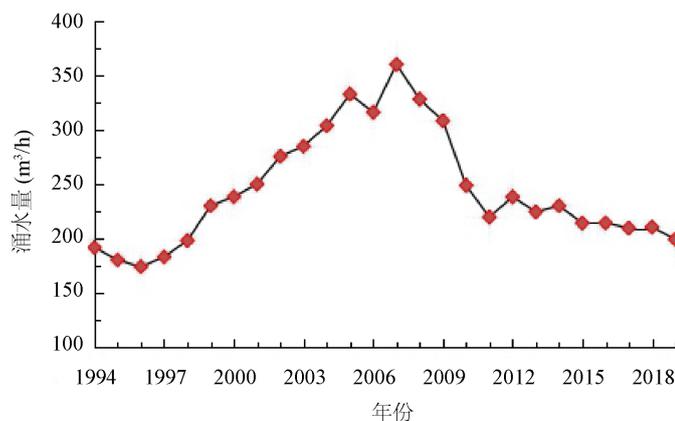


Figure 2. Variation curve of average water inflow in mine from 1993 to 2019

图 2. 矿井 1993~2019 年平均涌水量变化曲线

4.4.2. 矿井涌水量预计

矿井从投产以来获得了大量的矿井涌水量观测资料,故采用比拟法预计未来开采水平的矿井涌水量是比较好的方法。本次利用矿井一水平(-650 m) 2016~2019 年矿井涌水量的最大值 158.42 m³/h(包括一水平 C 组煤砂岩裂隙水、井筒出水及生产用水)和平均值 91.21 m³/h, 预算未来 3 年主要采掘的-900 m 的矿井平均涌水量和最大涌水量。砂岩裂隙水位取十一 25 长观孔 2019 年 3 月的水位 19.68 m 来计算。

$$\text{采用公式: } Q = Q_0 \sqrt{\frac{F}{F_0}} \times \sqrt{\frac{S}{S_0}} \quad (10)$$

其中: Q_0 ——实测矿井涌水量(m³/h);

S_0 ——-650 m 水平水位降低值;

F_0 ——实际开采面积(m²);

S ——预测水平水位降低值(m);

F ——预测水平开采面积(m²)。

其预测结果如下表 2 所示。由表 2 可得, 预计矿井在未来 3 年正常涌水量约是 131.34 m³/h, 最大涌水量约是 228.12 m³/h。目前所设排水设施的能力符合未来 3 年矿井涌水量的排水要求。

Table 2. Prediction table of mine water inflow

表 2. 矿井涌水量预测表

名称	-650 m 水平	预测-900 m 水平
水位降深值(m)	669.68	919.68
面积(km ²)	18.26	27.64
正常涌水量(m ³ /h)	91.21	131.34
最大涌水量(m ³ /h)	158.42	228.12

根据未来 3 年矿井涌水量的预计情况可知, 该矿所设的排水系统完全满足未来 3 年矿井排水需要, 可为煤矿做好防治水工作提供保证。

4.4.3. 矿井出(突)水分析

据矿井开采资料统计, 矿井 2000~2019 年共出(突)水 9 次(见表 3), 单点最大出(突)水量 330 m³/h(2010 年 2 月 18 日西风井井筒由于井壁突然破裂发生出(突)水, 水源为中含水)。由表 3 可以看出 9 次出(突)水中。其中, 6 次水源为砂岩裂隙水、3 次为新生界水, 煤系砂岩水约占所有出水水源类型的 67%。从而可得, 矿井出(突)水水源以煤系砂岩裂隙水为主。

4.5. 矿井开采受水害影响程度和防治水工作难易程度评价

4.5.1. 矿井开采受水害影响程度

未来 3 年矿井开拓开采分布在一水平的西三采区和东四采区以及二水平的东一采区, 主采 11-2 和 13-1 煤。11-2 与 13-1 煤顶板砂岩裂隙含水层为其开采时受采掘破坏或影响最大的含水层及水体, 采掘活动中受顶板砂岩水和老空水水害的影响。

本矿由于未来 3 年采掘区域没有封闭不良钻孔及陷落柱导水危害, 没有导水断层; 距上覆新生界松散层最小距离 105 m, 生产中新生界松散层水不会产生影。采掘活动主要水害为本煤层顶板砂岩水及老空水。

Table 3. Statistical table of outburst water points in mines
表 3. 矿井突水点情况统计表

地点	初始时间	最大涌水量(m ³ /h)	水源	通道
西一 8 煤轨道石门	2001.10.24	4.5	砂岩裂隙水	裂隙节理面
1442 (1)工作面	2002.5.13	15.00	砂岩裂隙水	煤层顶板裂隙
1211 (3)工作面	2002.6.26	16.80	砂岩裂隙水	煤层顶板裂隙
12318 工作面	2006.10.19	125	砂岩裂隙水	煤层顶板裂隙
老西风井井筒	2010.2.18	330	新生界中含水	井壁破裂
12418 工作面	2011.10.25	113	砂岩裂隙水	煤层顶板裂隙
-584 m 东翼回风大巷	2013.1.13	21	新生界中含水	井壁破裂
新西风井井筒	2013.10.19	24	新生界中含水	砂岩裂隙
1662 (1)工作面	2017.5.13	6	砂岩裂隙水	煤层顶板裂隙

4.5.2. 防治水工作难易程度评价

根据潘三矿未来 3 年开采区域所受水害隐患分析, 未来 3 年该矿采掘范围内未发现陷落柱, 不需要采取专门的防治水工程措施。且采掘区域主要水害为顶板砂岩水和老空水, 水害防治工作易于进行, 不需要投入较大的措施工程。

4.6. 水文地质类型划分

依照《煤矿防治水细则》中第十二条规定, 根据含水层(水体)情况、单位涌水量、井田及周边老空水分布状况、矿井涌水与突水量、开采过程受水害影响程度以及防治水工作难易程度等划定标准[14], 将潘三矿井水文地质类型划分为中等类型。

5. 层次分析法定量划分

根据层次分析法构型要求及《煤矿防治水细则》相关条款规定, 可绘制出如图 3 所示的结构图。

建立判断矩阵及确定指标权重

由潘三矿含水层性质、涌(突)水量等具体情况, 对影响因素进行程度分析。依据影响程度的大小, 第一指标层的顺序大小为: 矿井涌水量 = 突水量 > 受采掘破坏含水层 > 矿井周围老空水分布 > 开采受水害影响以及防治水工作难易程度。第二指标层影响因素顺序大小为: 补给条件 = 含水层性质 > 单位涌水量; 井田老空水情况 = 周边老空水情况; 矿井正常涌水量 = 矿井最大涌水量。根据该分析赋予各指标权重值, 并建立判别矩阵。

第一指标层的判断矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/4 & 5 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1/6 & 3 & 1/5 \\ 4 & 6 & 1 & 6 & 1 \\ 1/5 & 1/3 & 1/6 & 1 & 1/6 \\ 3 & 5 & 1 & 6 & 1 \end{bmatrix}$$

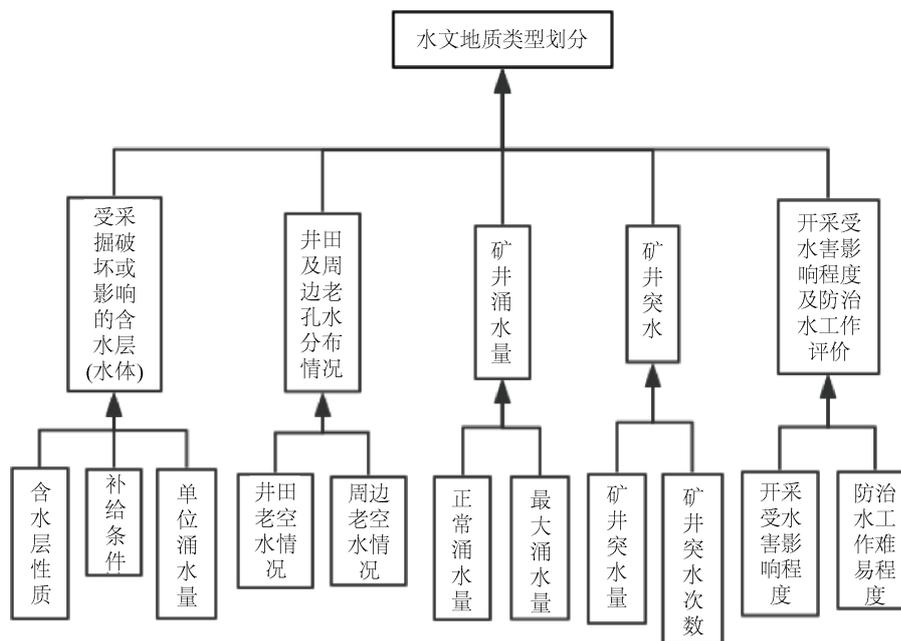


Figure 3. Hierarchical map of various factors in hydrogeological classification

图 3. 水文地质类型划分各因素层次递阶图

第二指标层的判断矩阵为:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/4 \\ 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

判断矩阵 A 对总目标的权重为 1.0000, 最大特征值 λ_{\max} 为 5.2284, 根据公式(5)与(6), RI 取值 1.12, 计算可得相对一致性比例值 $CR = 0.0510$, 即 CR 小于 0.1, 该判断矩阵的一致性较好。其余各判断矩阵的一致性检验同理, 所得结果均小于 0.1, 有较满意的一致性。

由(3)式计算指标权重值。则有第一层的指标权重值为:

$$w_1 = [0.149 \quad 0.072 \quad 0.386 \quad 0.041 \quad 0.352]^T$$

进而可得第二层的指标权重值为:

$$w_2 = [0.320 \quad 0.122 \quad 0.558; 0.500 \quad 0.500; 0.500 \quad 0.500; 0.500 \quad 0.500; 0.250 \quad 0.750]^T$$

通过组合权重的计算, 得到各指标的综合权重值(如表 4)。

Table 4. Comprehensive weight value table
表 4. 综合权重值表

类型	权重
简单	0.2812
中等	0.5039
复杂	0.1341
极复杂	0.0809

由表 4 可知, 该矿各水文地质类型所占权重值大小依次为: 中等 0.5039、简单 0.2812、复杂 0.1341、极复杂 0.0809。也即“中等”类型所占权重值最大。故依据层次分析法相关准则, 将潘三矿水文地质类型划分为“中等”, 与传统的定性方法划分结果一致。该方法从定量的角度, 补足了定性法在“量”方面的不足, 可提高划分结果的可靠性。

6. 总结

根据矿井-650 m 水平 2016~2019 年涌水量的平均值和最大值, 预测出未来 3 年主要开采的-900 m 水平的矿井正常涌水量为 131.34 m³/h 和最大涌水量为 228.12 m³/h。

依据《煤矿防治水细则》中的单个评判依据, 划分类别取高不取低, 综合各评判结果, 定性地将潘三矿水文地质类型划分为“中等”。采用层次分析法, 由各指标影响程度, 赋予权重值, 最终所得定量划分结果与传统定性的相同, 皆为中等。

将传统定性水文地质类型划分方法与定量的层次分析法结合应用, 可优势互补, 增加划分结果的准确性, 也提供了一种新的水文地质类型划分思路。

基金项目

国家自然科学基金资助(51474008)。

参考文献

- [1] 张立新, 李长洪, 赵宇. 矿井突水预漏研究现状及发展趋势[J]. 中国矿业, 2009, 18(1): 88-99.
- [2] 董书宁. 煤矿安全高效生产地质保障技术现状与展望[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(3): 1-5.
- [3] 唐菲, 葛凯华. 大平煤矿水文地质类型划分探讨[J]. 煤炭工程, 2016, 48(S2): 67-70.
- [4] 袁延西, 王凤, 江星辰. 黑龙沟煤矿水文地质类型划分的探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2013(1): 26+28.
- [5] 李贤志, 张维, 傅耀军, 等. 山西王家岭煤矿矿井水文地质类型划分与特征分析[J]. 煤炭工程, 2016, 48(S2): 109-113.
- [6] 刘畅, 霍俊杰. 山西某矿井水文地质类型划分及防治水工作建议[J]. 煤炭技术, 2019, 38(8): 66-68.
- [7] 孙文洁, 王亚伟, 李学奎, 等. 华北型煤田矿井水文地质类型与水害事故分析[J]. 煤炭工程, 2015, 47(6): 103-105.
- [8] 王甜甜, 靳德武, 杨建, 等. 改进层次分析法在矿井水文地质类型划分中的应用[J]. 煤田地质与勘探, 2019, 47(1): 121-126.
- [9] 武强, 赵苏启, 孙文洁, 等. 中国煤矿水文地质类型划分与特征分析[J]. 煤炭学报, 2013, 38(6): 901-905.
- [10] 国家安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程(防治水) [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011.
- [11] 霍振龙, 程绍强, 刘军. 寺河煤矿(西区)水文地质类型划分探讨[J]. 华北科技学院学报, 2014(9): 38-42.
- [12] 陈善成. 潘三煤矿西翼 8 煤水文地质特征研究[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2010.

- [13] 潘婧. 基于 Matlab 的潘三矿地下水水化学场分析及突水水源判别模型[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.
- [14] 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, 2018.