

灰色关联度分析在水文地质中的应用

——以山东省济宁长沟水源地为例*

张永伟,董强,郑秀荣,颜景生

(山东省地质环境监测总站,山东 济南 250014)

摘要 山东济宁长沟水源地裂隙喀斯特含水系统受孔隙水和地表水影响,运用灰色关联度,对裂隙喀斯特水和孔隙水、裂隙喀斯特水和地表水之间分别进行水位和水化学组分关联性比较分析,确认孔隙水与喀斯特水的关系比地表水与喀斯特水的关系密切。沿运河一带运河水补给孔隙水,运河以南孔隙水与裂隙喀斯特水互为补排关系,而运河水与裂隙喀斯特水无直接水力联系。

关键词 裂隙喀斯特含水系统;灰色关联度分析;影响;水位和水化学组分

中图分类号 P641.134;P641.135;P641.136;P641.2

文献标识码 A

山东济宁长沟水源地喀斯特水系统^①较为复杂^[1],其水位动态变化和水化学组分的主要影响因素为大气降水、第四系孔隙水和地表水体(运河水)补给,从水位动态曲线和水化学组分难以判断孔隙水和运河水对裂隙喀斯特水影响的主次性。通过对水文地质特征、水位和水化学组分的灰色关联度分析^[2,3],则可对该主次性进行量化比较,进而验证水文地质条件。

1 水文地质条件分析

长沟水源地在区域上位于嘉祥断块凸起的东北缘。该断块呈NW向倾伏的单斜状。其南部翘起,有寒武纪及寒武—奥陶纪地层出露,并被剥蚀为残丘丘陵。北部寒武—奥陶纪地层倾向NW,其剥蚀面沿断块倾斜方向跌落、倾伏,第四纪松散堆积物由断块翘起端向倾伏端依次变厚。上部松散堆积层赋存孔隙水,下部以碳酸盐岩为主的寒武—奥陶系赋存喀斯特水,二者组成双层含水结构。下部的单斜含水岩组储水边界由周边断裂带外侧隔水地层和断块翘起端隔水岩层界面围成。裂隙喀斯特发育的基岩裸露山区,是喀斯特水的降水入渗补给区。以上各要素有机地组成了一个独立的(单斜蓄水构造)水

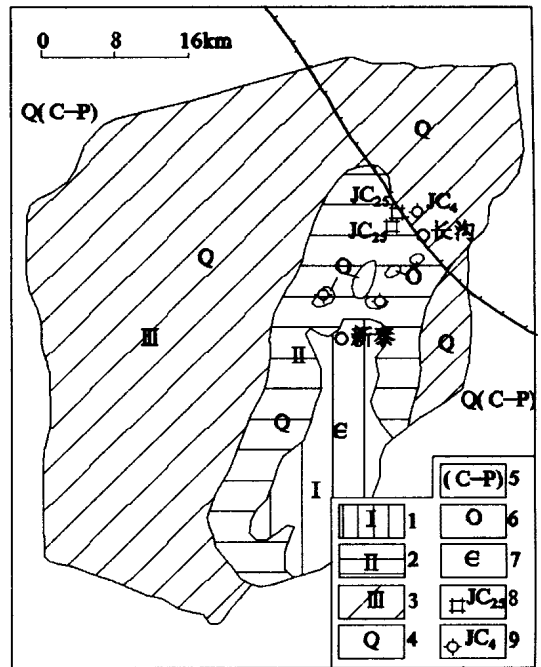


图1 济宁长沟水文地质示意图

1—喀斯特水降水补给区 2—双层结构顶托排泄区 3—双层结构承压蓄水区 4—第四系 5—隐伏的石炭—二叠系 6—奥陶系; 7—寒武系 8—水文观测孔及编号 9—运河水文观测点及编号

地质单元(图1)。京杭大运河以南属碳酸盐岩浅覆盖区,双层结构上下层之间的隔水层薄而不稳定,

*收稿日期 2002-08-06;修订日期 2003-06-03;编辑 汪先起

作者简介 张永伟(1972-)男,山东泗水人,工程师,主要从事水文地质工程地质及环境地质工作。

①地矿部山东省地质环境监测总站,山东省济宁市长沟水源地勘探报告(济宁运河电厂水源地勘探报告),1998年。

有一定的水力联系,京杭大运河以北,属碳酸盐岩深埋区,即断块倾伏端,松散层厚,双层结构上下层间隔水层厚而稳定,无水力联系。

分析资料取自山东省济宁市长沟镇张山村基岩井 JC₂₈、第四系井 JC₂₅和运河观测点 JC₄,均位于京杭大运河以南碳酸盐岩类浅覆盖区内。京杭运河水面平均宽度为 70 m,水深一般为 3~5 m,丰水期流量为 29.65 m³/s,平水期流量为 2 m³/s。第四系井 JC₂₅距京杭运河 350 m,孔深 50 m,孔径 325 mm,含水层可划分为 2 层,岩性为中细砂、中粗砂。基岩孔 JC₂₈距京杭大运河 370 m,孔深 120 m,覆盖层厚度 50 m,下入直径 325 mm 的钢管,嵌入完整基岩 2m (上层

止水),含水层(中奥陶世灰岩)顶板埋深为 60 m,底板埋深为 85 m,裂隙喀斯特发育。

调查资料表明,京杭运河以南灰岩浅埋区,古剥蚀面起伏不平,喀斯特发育。上覆粘土层较薄(一般约 4 m),且连续性差,局部含水砂层直接覆盖在灰岩顶板之上,孔隙水与喀斯特水具有一定的水力联系。从地下水水位监测资料(表 1)及动态曲线图(图 2)分析,JC₂₅与 JC₂₈两孔水位动态变化特征基本一致,反映了该区喀斯特水与孔隙水存在互补关系。水质分析资料(表 2,图 3)显示,JC₂₅孔隙水中的 SO₄²⁻含量、总硬度、矿化度等明显增高,与 JC₂₈喀斯特水接近,二者水化学特征的基本一致,也表明该区喀斯特水与孔隙水具一定的水力联系。

表 1 水位观测值(m)关联度计算

| 时间 月 日 | k | JC ₂₈ X ₀ | JC ₂₅ X ₁ | JC ₄ X ₂ | 无量纲化 | | | | | 关联度 | | |
|-----------|----|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|
| | | | | | X ₀ (k) | X ₁ (k) | X ₂ (k) | $\frac{ X_0(k)-X_1(k) }{X_1(k)}$ | $\frac{ X_0(k)-X_2(k) }{X_2(k)}$ | γ ₀₁ | γ ₀₂ | |
| 3 | 16 | 1 | 33.500 | 34.400 | 34.650 | 1.037 | 1.033 | 1.030 | 0.004 | 0.007 | 0.74 | 0.61 |
| | 26 | 2 | 33.718 | 34.751 | 34.651 | 1.044 | 1.043 | 1.030 | 0.001 | 0.014 | 1.04 | 0.43 |
| 4 | 16 | 3 | 33.278 | 34.121 | 34.345 | 1.030 | 1.024 | 1.021 | 0.006 | 0.010 | 0.67 | 0.54 |
| | 26 | 4 | 33.598 | 34.120 | 34.385 | 1.040 | 1.024 | 1.022 | 0.016 | 0.018 | 0.40 | 0.37 |
| 5 | 16 | 5 | 33.508 | 34.201 | 34.413 | 1.037 | 1.027 | 1.023 | 0.011 | 0.015 | 0.51 | 0.42 |
| | 26 | 6 | 33.378 | 34.051 | 34.323 | 1.033 | 1.022 | 1.020 | 0.011 | 0.013 | 0.50 | 0.45 |
| 6 | 16 | 7 | 33.148 | 33.831 | 34.213 | 1.026 | 1.016 | 1.017 | 0.011 | 0.009 | 0.51 | 0.54 |
| | 26 | 8 | 32.518 | 33.630 | 33.707 | 1.007 | 1.010 | 1.002 | 0.003 | 0.005 | 0.84 | 0.72 |
| 7 | 16 | 9 | 31.938 | 33.000 | 33.207 | 0.989 | 0.991 | 0.987 | 0.002 | 0.002 | 0.92 | 0.92 |
| | 26 | 10 | 31.978 | 33.100 | 33.187 | 0.990 | 0.994 | 0.986 | 0.004 | 0.004 | 0.79 | 0.79 |
| 8 | 16 | 11 | 31.438 | 32.860 | 33.207 | 0.973 | 0.986 | 0.987 | 0.013 | 0.014 | 0.45 | 0.44 |
| | 26 | 12 | 31.518 | 32.400 | 33.187 | 0.976 | 0.973 | 0.986 | 0.003 | 0.011 | 0.83 | 0.51 |
| 9 | 16 | 13 | 31.538 | 32.670 | 33.437 | 0.976 | 0.981 | 0.994 | 0.004 | 0.017 | 0.75 | 0.38 |
| | 26 | 14 | 31.638 | 32.700 | 33.497 | 0.979 | 0.982 | 0.995 | 0.002 | 0.016 | 0.89 | 0.40 |
| 10 | 16 | 15 | 31.438 | 32.630 | 33.147 | 0.973 | 0.980 | 0.985 | 0.006 | 0.012 | 0.65 | 0.48 |
| | 26 | 16 | 31.188 | 32.500 | 32.897 | 0.966 | 0.976 | 0.978 | 0.010 | 0.012 | 0.52 | 0.47 |
| 11 | 16 | 17 | 31.388 | 32.611 | 32.947 | 0.972 | 0.979 | 0.979 | 0.007 | 0.007 | 0.62 | 0.61 |
| | 26 | 18 | 31.428 | 32.661 | 32.917 | 0.973 | 0.980 | 0.978 | 0.008 | 0.005 | 0.61 | 0.70 |
| 12 | 16 | 19 | 31.608 | 32.691 | 33.017 | 0.979 | 0.981 | 0.981 | 0.003 | 0.003 | 0.84 | 0.85 |
| | | | 平均值 | | | | | max | 0.016 | 0.018 | 关联度 | |
| | | | 32.302 | 33.312 | 33.649 | | | min | 0.001 | 0.002 | 0.69 | 0.56 |

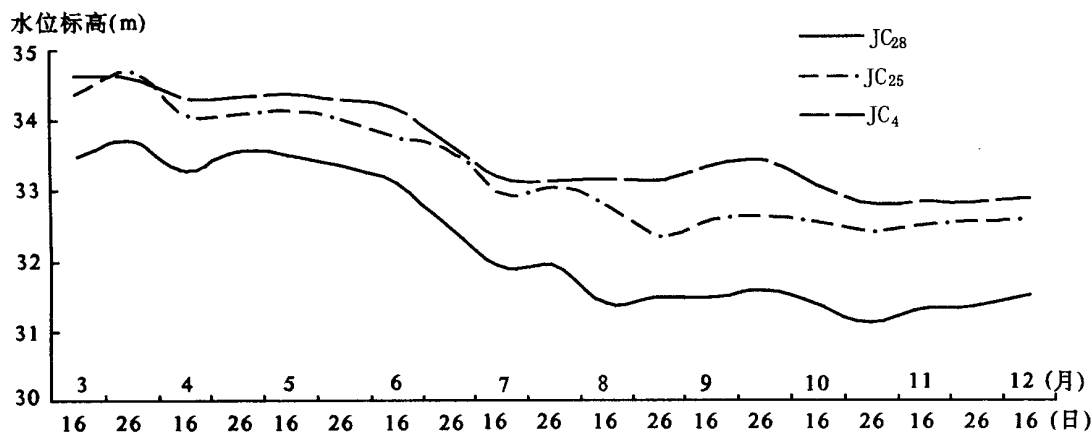


图2 水位变化曲线图(1997年3月-12月)

表2 水化学组分值关联度计算

| 水化学组分 (mg/L) | k | JC ₂₈ | JC ₂₅ | JC ₄ | 评价标准 mg/L | 数据处理 | | | 无量纲化 | | | 关联度 | | | |
|--------------------------------|----|------------------|------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | X ₀ | X ₁ | X ₂ | | X ₀ | X ₁ | X ₂ | X ₀ (k) | X ₁ (k) | X ₂ (k) | X ₀ (k)-X ₁ (k) | X ₀ (k)-X ₂ (k) | γ ₀₁ | γ ₀₂ |
| K | 1 | 15.30 | 11.00 | 11.75 | 12.68 | 1.206 | 0.867 | 0.926 | 1.480 | 0.903 | 0.386 | 0.577 | 1.094 | 0.89 | 0.81 |
| Na | 2 | 66.00 | 72.50 | 87.50 | 75.33 | 0.876 | 0.962 | 1.162 | 1.075 | 1.002 | 0.484 | 0.072 | 0.591 | 0.99 | 0.89 |
| Ca | 3 | 142.28 | 131.26 | 71.14 | 114.89 | 1.238 | 1.142 | 0.619 | 1.519 | 1.190 | 0.258 | 0.329 | 1.261 | 0.94 | 0.79 |
| Mg | 4 | 29.77 | 38.89 | 26.13 | 31.60 | 0.942 | 1.231 | 0.827 | 1.156 | 1.282 | 0.345 | 0.126 | 0.811 | 0.98 | 0.85 |
| NH ₄ | 5 | 0.10 | 0.10 | 4.75 | 0.20 | 0.500 | 0.500 | 23.750 | 0.613 | 0.521 | 9.896 | 0.093 | 9.282 | 0.98 | 0.33 |
| Fe ³⁺ | 6 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.30 | 0.267 | 0.267 | 0.267 | 0.327 | 0.278 | 0.111 | 0.049 | 0.216 | 0.99 | 0.96 |
| Cl ⁻ | 7 | 84.40 | 118.78 | 104.20 | 250.00 | 0.338 | 0.475 | 0.417 | 0.414 | 0.495 | 0.174 | 0.081 | 0.241 | 0.99 | 0.95 |
| SO ₄ ²⁻ | 8 | 187.32 | 196.93 | 148.90 | 250.00 | 0.749 | 0.788 | 0.596 | 0.919 | 0.821 | 0.248 | 0.099 | 0.671 | 0.98 | 0.88 |
| HCO ₃ ⁻ | 9 | 335.61 | 387.48 | 262.39 | 328.49 | 1.022 | 1.180 | 0.799 | 1.254 | 1.229 | 0.333 | 0.025 | 0.921 | 1.00 | 0.84 |
| CO ₃ ²⁻ | 10 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.227 | 1.042 | 0.417 | 0.185 | 0.810 | 0.96 | 0.85 |
| F ⁻ | 11 | 0.40 | 0.10 | 0.30 | 1.00 | 0.400 | 0.100 | 0.300 | 0.491 | 0.104 | 0.125 | 0.387 | 0.366 | 0.93 | 0.93 |
| NO ₂ ⁻ | 12 | 0.006 | 0.078 | 0.001 | 0.02 | 0.300 | 3.900 | 0.050 | 0.368 | 4.063 | 0.021 | 3.694 | 0.347 | 0.56 | 0.93 |
| NO ₃ ⁻ | 13 | 15.20 | 9.63 | 0.12 | 20.00 | 0.760 | 0.482 | 0.006 | 0.933 | 0.502 | 0.003 | 0.431 | 0.930 | 0.92 | 0.84 |
| HPO ₄ ²⁻ | 14 | 0.30 | 0.15 | 0.03 | 0.16 | 1.875 | 0.938 | 0.188 | 2.301 | 0.977 | 0.078 | 1.324 | 2.222 | 0.78 | 0.68 |
| 总硬度 | 15 | 477.93 | 487.94 | 282.75 | 450.00 | 1.062 | 1.084 | 0.628 | 1.303 | 1.129 | 0.262 | 0.174 | 1.041 | 0.97 | 0.82 |
| CO ₂ (游离) | 16 | 8.00 | 24.00 | 14.80 | 15.60 | 0.513 | 1.538 | 0.949 | 0.629 | 1.603 | 0.395 | 0.973 | 0.234 | 0.83 | 0.95 |
| CO ₂ (侵蚀) | 17 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.227 | 1.042 | 0.417 | 0.185 | 0.810 | 0.96 | 0.85 |
| 可溶 SiO ₂ | 18 | 15.00 | 17.50 | 9.00 | 13.83 | 1.084 | 1.265 | 0.651 | 1.330 | 1.318 | 0.271 | 0.013 | 1.059 | 1.00 | 0.82 |
| 耗氧量 | 19 | 0.80 | 1.36 | 46.21 | 3.00 | 0.267 | 0.453 | 15.403 | 0.327 | 0.472 | 6.418 | 0.145 | 6.091 | 0.97 | 0.43 |
| 矿化度 | 20 | 926.41 | 984.30 | 726.06 | 1000.00 | 0.926 | 0.984 | 0.726 | 1.137 | 1.025 | 0.303 | 0.111 | 0.834 | 0.98 | 0.85 |
| pH值 | 21 | 8.20 | 7.00 | 7.20 | 7.00 | 0.800 | 0.000 | 0.130 | 0.982 | 0.000 | 0.054 | 0.982 | 0.927 | 0.83 | 0.84 |
| 平均值 | | 110.15 | 118.53 | 85.87 | | | 平均值 | | | | max | 3.694 | 9.282 | 关联度 | |
| | | | | | | | 0.815 | 0.960 | 2.400 | | min | 0.013 | 0.216 | 0.92 0.81 | |
| | | | | | | | | | | | | 9.282 | 0.013 | | |

注:评价标准按地下水质量标准 (GB/T 14848-93) III类,无标准者为按3次化验资料的平均值。

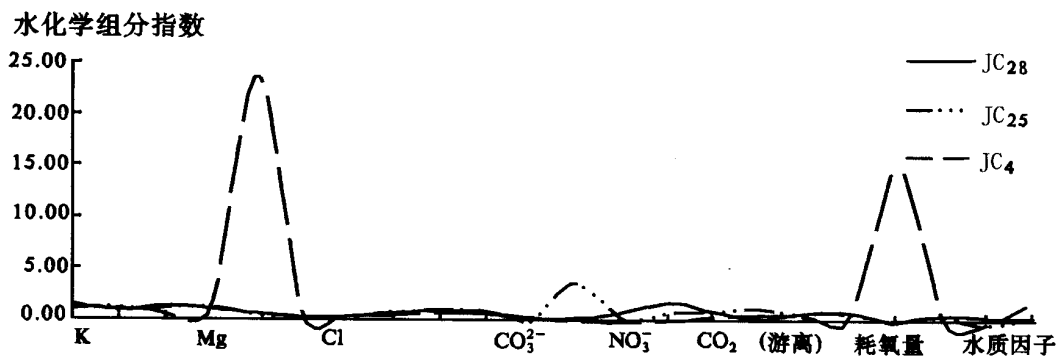


图3 水化学组分指数曲线图(1997年)

由孔隙水与运河水长期水位动态监测资料和水位统测资料^①可证明,运河水与孔隙水具补排关系。运河水水位一般高于孔隙水水位0.05~2.2m。在垂直河流的孔隙水位观测剖面上,靠近运河的孔隙水水位较高(接近运河水位),离运河越远,水位越低,向区域孔隙水水位接近。京杭运河对两侧孔隙水影响范围一般为1000~3000m。

此外,运河直接座落于相对隔水的粘土层上,距基岩裸露区有一定距离,根据喀斯特水含水岩组的空间展布情况和运河水分布情况,运河水与喀斯特水应无直接水力联系。

综上,将张山点作为分析对象的主要原因是:张山基岩井具有代表性,既能反映裂隙喀斯特水与孔隙水的关系,又能反映裂隙喀斯特水和运河水的关系。

2 关联分析的步骤

2.1 确定参考数列

参考数列是进行比较的母数列,记为 x_0 ,由不同的统计数据资料组成。 x_0 可表示为:

$$x_0(k) = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}, k = 1, 2, \dots, n \quad (n \text{ 为序数})$$

关联分析中与参考数列作关联程度比较的子数列称为比较数列,记为 x_1, x_2, \dots, x_n 表示为:

$$x_1(k) = \{x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)\}, k = 1, 2, \dots, n$$

$$x_2(k) = \{x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(n)\}, k = 1, 2, \dots, n$$

$x_0(k)$ 中的0表示参考数列下标, k 表示不同时刻或不同因子; $x_1(k)$ 中的1表示比较数列下标, k 表示不同时刻或不同因子。

2.2 无量纲化

此处采用均值化处理。均值化指同一数列的所有数据资料,均除以该数列的平均值,得到一个新数列。其中,对于水化学组分,先求出各因子指数,再将指数均值化。

2.3 求关联系数

曲线间的关联程度,实质上是曲线间几何形状的差别。所以,曲线间的关联程度可用曲线间差值大小来衡量。比较数列(曲线)与参考数列(曲线)之间的差,可用下式表示:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + P \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|\min_k |x_0(k) - x_i(k)| + P \cdot \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

式(1)中 $\xi_i(k)$ 为第 k 时刻(第 k 个因子)比较数列 x_i 与参考数列 x_0 的相对差值。这种形式的相对差值称为 x_i 对 x_0 在 k 时刻(第 k 个因子)的关联系数。 P 为分辨系数,一般在0与1之间选取。

$\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为两个层次的最小差;
 $\min_k (|x_0(k) - x_i(k)|) = \Delta_{0i} \min_k$ 为第一层次的最小差,即参考数列 x_0 与第 i 个比较数列的绝对差值中,选出一个最小的差值,简记为 $\Delta_{0i}(\min_k)$;

$\min_i (\min_k |x_0(k) - x_i(k)|) = \Delta_{0i}(\min_k)$ 为第二层次最小差,在参考数列 x_0 与所有比较数列的绝对差

^① 冯克印、张永伟、王晓燕等,山东省济宁市长沟水源地地下水动态监测报告(济宁运河发电厂水源地地下水动态监测报告)(1998、1999、2000、2001、2002年度)。

值中,再选出一个最小值,简记为 Δ_{\min} 。

$\max_i (\max_k |x_0(k) - x_i(k)|)$ 为表示两个层次的最大差;

$\max_k |x_0(k) - x_i(k)| = \Delta_i (\max_k)$ 为第一层次最大差;

$\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| = \Delta_{0i} (\max)$ 为第二层次最大差,简记为 Δ_{\max} ;

$|x_0(k) - x_i(k)| = \Delta_{0i}(k)$ 为参考数列 x_0 与各比较数列 x_i 在第 k 时刻 (第 k 个因子) 的绝对差值,简记为 $\Delta_{0i}(k)$ 。

(1) 式可简化为:

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + P \cdot \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + P \cdot \Delta_{\max}} \dots\dots\dots (2)$$

(式中分辨系数 P 取 0.5)

2.4 求关联度

关联度记为 γ_i , 其表达式为:

$$\gamma_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^h \xi_{0i}(k) \dots\dots\dots (3)$$

式中, N 为比较数列的资料个数。

2.5 排关联序

将关联度按大小排列,即为排关联序。关联度反映了各比较数列对于参考数列的优劣关系。

3 关联度计算和分析

3.1 构造参考数列与比较数列比较 (表 1, 表 2)

参考数列 x_0 代表裂隙喀斯特水系统水位、水化学组分在相应序数 k 下的水位观测值和水化学组分指数^[1]值 (用公式 4、5 计算)^[4]。

$$x_0(k) = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$$

单因子水化学组分指数即实测值与评价标准之间 (GB/T 14848-93 III 类) 的比值。

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \dots\dots\dots (4)$$

式中: P_i 为水化学组分单因子评价指数; C_i 为水化学组分单因子实测浓度 (mg/L); S_i 为水化学组分的

单因子评价标准 (mg/L)。

其中 pH 值指数按下式计算:

$$\text{当 } \text{pHi} \leq 7 \text{ 时 } \text{pHz} = \frac{7.0 - \text{pHi}}{7.0 - \text{pHsd}}$$

$$\text{当 } \text{pHi} \geq 7 \text{ 时 } \text{pHz} = \frac{\text{pHi} - 7.0}{\text{pHsu} - 7.0} \dots\dots\dots (5)$$

式中: pHz 为 pH 值指数; pHi 为监测项目 i 的监测值; pHsd 为标准的下限值; pHsu 为标准的上限值。

比较序列 $x_1(k), x_2(k)$ 分别代表第四系孔隙水和运河水在相应序数 k 下的水位观测值和水化学组分指数值。

$$x_1(k) = \{x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)\}$$

$$x_2(k) = \{x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(n)\}$$

3.2 无量纲化处理

此处采用均值化处理见表 1, 表 2。

3.3 关联度计算

根据公式 (2), (3) 经计算:

水位关联度为 $\gamma_{01} = 0.69$ $\gamma_{02} = 0.56$;

水化学组分关联度为 $\gamma_{01} = 0.92$ $\gamma_{02} = 0.81$ 。

3.4 排关联序

排关联序结果为 $\gamma_{01} > \gamma_{02}$ 。

3.5 结论

水位和水化学组分的关联度计算结果表明: 孔隙水与喀斯特水的关系比运河水对喀斯特水的关系密切, 计算的结果与前述水文地质条件分析一致, 即沿运河一带运河水补给孔隙水, 运河以南孔隙水与裂隙喀斯特水有相互补排关系, 运河水与裂隙喀斯特水无直接水力联系。

参考文献:

[1] 李传谟, 康凤新. 岩溶水资源增源增采模型 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1999, 117-126.
 [2] 邓聚龙. 灰色系统基本方法 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1988, 17-34.
 [3] 严智渊, 戴玉生. 灰色系统预测与应用 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989, 31-32.
 [4] 叶文虎, 栾胜基. 环境质量评价学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1994, 118-120.

(下转第 45 页)

本—业务量—利润关系分析的简称。是指在变动成本计算模式的基础上,以数学化的会计模型与图式来揭示固定成本、变动成本、销售量、单价、销售额、利润等变量之间的内在规律性联系,为会计预测、决策和规划提供必要的财务信息的一种定量分析方法。包括成本分析和盈利分析。

5 建立以财务监督为手段的财务管理体系

财务控制。首先,各地勘单位要建立、健全一系列相互联系、相互制约的财务管理制度、措施和方法。制定管理制度必须有针对性及可操作性,并按市场经济及管理的要求不断地修订和完善。其次,要实行内部会计监督和社会中介服务机构及政府有关部门的再监督相结合:一方面,单位内部会计监督

具有自律性,可以真正起到“把守关口”的作用,使单位的各项收支都置于控制、监督之中;另一方面,地勘单位要自觉接受社会及政府各部门的监督管理,保证财务信息的质量,以提高地勘单位财务管理水平,促进地勘经济健康稳定发展。

指标分析。以企业财务报表反映的财务指标为主要依据,对企业的财务现状和经营成果进行评价和剖析,以反映企业在经营过程中的利弊得失、财务现状及发展趋势,为改进企业财务管理工作和优化经济决策提供重要依据。

参考文献:

- [1] 李平,李彤钧.如何面对入世后的挑战与机遇[J].中国地质矿产经济,2002,15(4):13-16.

Study on Finicial Reform in Geological Exploration Unit

DONG Guo - fang

(No.3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264001, China)

Abstract :In reform of geological exploration unit, a finicial management system should be set up as follows: property - managing responsibility is core, management and serve in unit is basis, funds management is key, target production cost management is major style, and finicial monitoring is means.

Key words :Finicial management system; reform; geological exploration unit

(上接第38页)

Application of Grey Association Ratio Analysis in Hydrogeology

—Set Changgou Water Source as an Example in Jining City

ZHANG Yong - wei, DONG - Qiang, ZHENG Xiu - rong, YAN Jing - sheng

(Shandong Monitoring Center of Geological Enviroment, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract :Fissure - karst water - bearing system of Changgou water source in Jining city is influenced by pore water and surface water. By Using grey association ratio, water dynamic state and chemical components between fissrue - karst water and pore water, and between fissure - karst water and surface water are contrasted and analyzed seperately. It is confirmed that pore water and Canal water has a more close ralation than that between canal water and karst water. Along the Canal, pore water and fissure - karst water have a recharge - discharge relation, while in south of the Canal, canal water and fissure - karst water have no direct water power relation.

Key words :fissure - karst water - bearing system; grey association ratio analysis; influence; water dynamic state and chemical components