

DRASTIC模型的缺陷与改进方法探讨

鄂建¹, 孙爱荣², 钟新永³

(1 江苏省地质调查研究院, 南京 210018 2 江苏省地质工程勘察院, 南京 210012

3 海南省国土环境资源厅, 海口 570203)

摘要: 从模型原理、模型计算方法、评价结果三个方面系统地总结了 DRASTIC模型的缺陷, 并指出国内在地下水防污性能评价上的误区, 提出模型的改进方法, 在此基础上提出了基于 DRASTIC模型的模糊综合评价模型, 并应用于九江市的地下水防污性能评价工作, 取得了较好的效果。

关键词: DRASTIC 缺陷; 地下水防污性能; 模糊综合评价

中图分类号: X824

文献标识码: A

文章编号: 1000-3665(2010)01-0102-06

不同地质和水文地质条件下的地下水的防污性能(或污染敏感性等)评价研究, 已经成为国内外学者关注的热门课题。目前国内外广为使用的评价方法是 DRASTIC法。DRASTIC法于 1985年由美国环境保护署(USEPA)正式提出^[1], 它综合了 40 多位水文地质学专家的经验, 并先后用于美国多个地区的地下水防污性能评价工作。1991年 DRASTIC法被引入欧共体国家, 成为了欧洲国家地下水防污性能评级的统一标准。1996年欧盟与中国合作, 使 DRASTIC法在大连和广州地区的地下水防污性能评价中得到成功应用^[2-4]。此后, 中国的许多地方均运用了 DRASTIC模型进行了地下水防污性能评价研究^[5-12]。中国地调局也将 DRASTIC方法列入《地下水污染地质调查评价规范》将其作为地下水防污性能评价的推荐方法。

尽管 DRASTIC模型在世界范围内广泛应用, 但仍然存在许多缺陷, 有其适用的范围, 不能盲目的照搬运用。本文较系统地总结了 DRASTIC模型的缺陷, 并依据模糊数学理论和方法提出了一种改进模型。

1 DRASTIC模型

DRASTIC模型有四个主要的假定:

- (1) 污染物存在于地表;
- (2) 污染物通过降雨渗入地下;
- (3) 污染物随水迁移;

(4) 研究区面积应不小于 4 047 m²。

地下水防污性能的影响因子很多, DRASTIC模型选择各项因子(指标)的原则是对地下水防污性能影响大且资料容易取得的因子, 据此选择了以下 7 个指标: D 为地下水埋深(depth of water table), R 为净补给量(net recharge), A 为含水层介质(aquifer media), S 为土壤介质(soil media), T 为地形坡度(topography), I 为包气带影响(impact of the vadose), C 为水力传导系数(渗透系数)(hydraulic conductivity of the aquifer)。7 项指标中, 可以直接定量获得数值的 4 项指标为: D 、 R 、 T 、 C ; 不可直接定量获得的 3 项内在属性指标为: A 、 S 、 I 。

根据每个指标的变化范围或其内在属性划分为若干范围, 每个范围给予一定的评分构成评分体系。每个指标又按其防污性能影响的大小分别给予固定的权重值, 构成权重体系。各指标评分的加权和即为地下水防污性能指数(DI)。地下水防污性能指数由下式确定:

$$DI = 5D + 4R + 3A + 2S + 1T + 5I + 3C \quad (1)$$

DI 值越高, 防污性能越差, 反之防污性能越好。DI 值的范围在 23~230 之间, 它只是一个相对的概念, 目前并没有严格划分防污性能好坏的 DI 值范围。

2 DRASTIC模型的缺陷

DRASTIC模型可以较客观地评估不同地区的地下水防污性能, 其前提是假设各地区的含水层都分别具有均一趋势。但由于各国各地区的地质、水文地质等条件不同, 以及模型计算方法的缺陷, DRASTIC法存在一定的局限性。

2.1 原理上的缺陷

收稿日期: 2009-02-19 修订日期: 2009-05-04

作者简介: 鄂建(1982-), 男, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为水工环地质。

Email: ekinu@163.com

由于地质条件和水文地质条件的复杂性,地下水防污性能评价也是一个非常复杂的问题,而 DRASTIC 模型的原理却显得较为简单,存在明显的缺陷。

(1)没有充分考虑含水层类型的差异。DRASTIC 方法主要用来评价潜水含水层的地下水防污性,在评价承压含水层时规定地下水埋深为承压含水层隔水顶板的埋深。这时就不能直接用地下水等水位线代替地下水埋深。

尽管在应用 DRASTIC 模型对承压含水层进行评分时作了一些补充说明,但潜水和承压水仍然是差别很大的两类含水层,其防污性能的影响因子也不同,把这两类含水层放在一起,用同一种模型来评价是很不合适的^[13],应结合具体的水文地质条件分别评价。

(2)选取的指标之间存在关联性,缺乏层次性。DRASTIC 模型在选取评价指标时,虽然尽可能地考虑了影响地下水防污性的主要因子(指标),但同时也增加了因子(指标)之间的关联性,各指标之间缺乏层次性。例如含水层水力传导系数(C)的大小显然与含水层介质(A)密切相关。

(3)忽视了单因子的正负效应影响。DRASTIC 模型只考虑了各项指标值与地下水防污性能的正相关性,没有考虑负效应。如净补给量(R)和含水层水力传导系数(C)越大,地下水污染的可能性越大的看法就显得比较片面。补给量足够大的稀释作用及渗透系数大使水交替加快的稀释作用未予考虑,例如对于潜水含水层,大气降水量逐渐增加的同时可以携带更多的污染物进入地下水,同时也会稀释污染物,在 DRASTIC 评价方法中没有反映这方面的影响。

(4)包气带介质考虑不全面。第一,包气带常常由多种介质组成,以哪种介质评分,没有明确规定;第二,对松散沉积物包气带岩性考虑不周全,仅列入粉土、粘土,其他粘性土没有列入;第三,如以包气带中某种介质评分,还必须考虑其厚度,该模型没有考虑^[13]。

(5)含水层渗透系数设计不合理。渗透系数 $0.04 \sim 4.1 \text{ m/d}$ 的介质一般是粘性土,粘性土极少成为含水层。

2.2 计算方法的缺陷

地下水防污性能评价是一个典型的定性定量相结合的问题,DRASTIC 法属于经验性方法,DRASTIC 模型也是一种线性模型。对于复杂的含水层防污性能评价而言,该方法是一种评估方法,缺乏理论上的严谨性^[14],无法克服人为经验的影响。

(1)忽略了指标本身的连续变化。DRASTIC 模型

采用加权评分法掩盖了各评价因子指标值的连续变化对地下水防污性能的影响。由于各指标的定额为离散值,同一级别内的不同属性值被赋予相同的定额,以致指标的实际变化对含水层防污性能的影响得不到真实的反映,进而影响到最终评价结果的客观性,在实际应用中存在着明显不足。

(2)权重分配不够合理。DRASTIC 方法中 7 项参数的权重值是一成不变的。实际上在不同的地区,地质条件不同,7 个参数的权重会发生变化,这个时候应该根据具体的地质条件把权重值做相应的改动,否则会影响评价结果的准确性^[15]。

此外,在有资料可利用的条件下,把土壤介质(S)和包气带介质(包气带影响)(I)分开是可取的,但土壤介质(S)权重为 2 包气带介质(包气带影响)(I)权重为 5 后者的权重明显大于前者,不合理。因为土壤介质对地表入渗补给量具有显著影响,因此也对污染物垂直向包气带运移的能力具有显著影响。一般情况下,结构、构造、厚度、有机质、微生物及粘土含量等主要土壤参数具备缓解和降低污染的预防过滤功能,其吸附容量和降解有机污染物的能力都大于包气带介质^[13],与包气带介质同样在地下水防污性能中占据重要地位^[16]。

(3)部分指标资料难以准确获取。净补给量(R)是一个相对较难准确获取的指标,且其权重较大,其精度会直接影响评价质量。对于潜水含水层来说,必须考虑降水入渗补给量、灌溉补给量以及与相邻承压含水层之间的水力联系等因素,资料准确获取的难度较大。而对于承压含水层来说,考虑的水文地质因素则更显复杂,准确获取的难度更大。

2.3 评价结果的缺陷

DRASTIC 模型没有严格划分防污性能好坏的 DI 值范围,防污性能分级没有统一的标准,因此防污性能等级划分只是相对的,具有很大的主观随意性,所以防污性能评价结果难以在不同的地区进行比较,缺乏可比性^[17]。

3 DRASTIC 模型改进思路

正由于 DRASTIC 模型存在较多的缺陷,许多学者都对如何改进 DRASTIC 模型发表了自己的见解,并提出了相应的模型。其中,层次分析法、模糊数学方法的引入已被广泛接受,较好地推动了 DRASTIC 模型的发展。但部分学者对模型有误解,也走入了一些误区,不利于不同区域评价结果的对比以及 DRASTIC 模型的

标准化。本文综合前人的研究,提出一种较为可行的改进方法。

3.1 DRASTIC模型改进的误区

正由于 DRASTIC模型具有较多的缺陷,国内外许多研究都在具体的评价过程中对模型进行了修改,但一些修改并没有充分合理的理论依据,存在随意修改评价指标及权重的问题。

文献[18~19]从城市地下水防污性能评价的角度认为,地形(T)虽然也影响污染物的入渗,但由于对各城市而言,地形差异很小,故在评价城市地下水防污性能时可以忽略地形因素的影响。另外,我国人口稠密,城市地区地表多被各种建筑物或硬地覆盖,因此,如果把 DRASTIC方法中的土壤介质(S)作为一个评价因子,在我国各城市之间的地下水防污性能分析中缺乏可比性。基于此修改了评价指标及权重。

笔者认为以上的看法过于狭隘。首先,虽然大城市以平原为主,但仍然有大量的中小城市处于丘陵和山地,特别是西部地区,许多城市地形并不平坦。其次,每个城市的规模与格局有差异,不能简单的认为土壤介质会影响可比性。再次,割裂城市地下水防污性能评价与其它地区评价的对比,不利于我们进行不同区域评价结果与评价方法的对比研究,进而提出更规范有效的防污性能评价方法。

3.2 DRASTIC模型的改进思路

基于 DRASTIC模型的缺陷,本文较为系统地总结了模型地改进思路。

(1)分开评价潜水和承压水这两类具有明显不同特征的含水层的防污性能。H Viehuff曾提出分开评价这两类含水层的方法^[20]。钟佐燊也较为系统地提出了分开评价含水层防污性能的具体模型与方法^[13]。

(2)引入层次分析法以增强评价指标之间的层次性。层次分析法能把复杂系统的决策思维进行层次化,把决策过程中定性和定量的因素有机地结合起来,通过判断矩阵的建立、排序计算和一致性检验得到最后结果,这可以较好地解决指标权重不合理的问题。

(3)引入模糊数学理论解决 DRASTIC模型计算方法的缺陷。含水层防污性能及其评价的本质特征具有模糊性,可用模糊数学方法进行研究。模糊数学方法是进行地下水防污性能科学评价的有效方法,模糊综合评价模型可以克服指标参数级别划分定额差异和指标值不连续性变化的缺陷。将 DRASTIC模型中可直接定量获得的评价指标用模糊理论的概念进行定额,考虑了评价指标在数量上和空间上的连续变化,能

使评价结果更符合实际情况。陈守煜、方樟、孙爱荣等都曾运用模糊数学理论对 DRASTIC进行了改进,均获得了较好的效果^[14 21~22]。

(4)合理适当地调整评价指标。DRASTIC模型各项指标虽然有不够合理的地方,但毕竟综合了数十位水文地质学家的经验,并且得到了世界范围内的广泛运用与认可,因此在理论依据不够充分的情况下不宜随意增减评价指标。对于部分难以准确获取数据的指标,可用一些类似的易获取数据的指标代替。如对于平原区的潜水含水层,可考虑用降雨入渗补给量(recharge of precipitation)代替净补给量(net recharge)。

4 基于 DRASTIC模型的模糊综合评价方法

4.1 专家打分—层次分析法确定指标权重

将专家打分法和层次分析法结合起来,既能综合各位专家的经验以及对研究区域实际情况的认识,也能把人的思维过程数学化,将定性问题量化处理,实现了定量指标与定性指标的统一,突出主要因素的决定性,能更为客观地反映实际情况。

首先构建评价指标体系并确定层次模型;其次每位专家根据研究区域实际情况按照一定的标度法(如九标度法、三标度法)矩阵独立地两两比较所有的指标后得出各自的判断矩阵,接着从每个专家成员构造的判断矩阵集中得到综合判断矩阵,并经全体专家讨论修改直至所有专家对综合判断矩阵没有意见为止;根据综合判断矩阵计算指标权重,最后进行一致性检验,通过检验则认为专家打分是合理的,未通过则由专家重新打分并讨论通过,再进行一致性检验,如此反复,直到通过一致性检验为止(图1)。最终得出评价指标的权向量为:

$$\bar{w} = (W_1, W_2, \dots, W_n) \quad (2)$$

式中: W_i ——第 i 个指标的权重;

n ——指标个数。

4.2 模糊综合评价

根据研究区域实测参数数据资料,建立 m ($m > 1$) 个级别的防污性能等级,一般假定 1 级为防污性能最高(极难污染), m 级为防污性能最低(极易污染)。

(1)构建指标标准特征值矩阵。将参与地下水防污性能评价的 n 个指标按 m 个防污性能级别的指标标准特征值进行识别,则有 $n \times m$ 阶指标标准特征值矩阵:

$$Y = (y_{jh}) \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad h = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

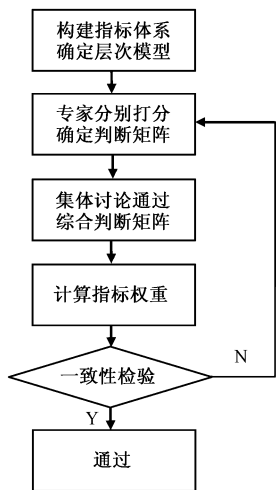


图 1 专家打分 - 层次分析法流程图

Fig 1 Expert evaluation - a AHP flowchart

式中: Y ——级别 h 指标 i 的标准特征值。

(2) 构建指标标准特征值对模糊概念极难污染 (i 级) 的相对隶属度矩阵。各项指标均可确定等于指标 m 级标准特征值对极难污染的相对隶属度为 0 等于指标的 1 级标准特征值对极难污染的相对隶属度为 1。特征值介于 1 级与 m 级标准特征值之间者, 对极难污染的相对隶属度可按线性变化确定:

$$s_{ih} = \frac{y_{ih} - y_{im}}{y_{i1} - y_{im}} \text{ 或 } \begin{cases} y_{i1} > y_{ih} > y_{im} \\ y_{i1} < y_{ih} < y_{im} \end{cases} \quad (4)$$

式中: s_{ih} —— 级别 h 指标 i 的标准特征值对极难污染的相对隶属度。

用 s_{ih} 替换式 (2) 中的 y_{ih} , 构建出指标标准特征值对模糊概念极难污染 (i 级) 的相对隶属度矩阵。

(3) 构建各评价单元的指标特征值矩阵对极难污染的相对隶属度公式。研究区域中各评价单元的 n 个指标的特征值矩阵为:

$$X = (x_{ij}) \quad (5)$$

式中: x_{ij} —— 第 j 个评价单元指标 i 的特征值。

类似于上节, 各指标对极难污染的相对隶属度公式为:

$$r_{ij} = \begin{cases} 0 & x_{ij} \geq y_{im} \text{ 或 } x_{ij} \leq y_{i1} \\ \frac{x_{ij} - y_{im}}{y_{i1} - y_{im}} & y_{i1} > x_{ij} > y_{im} \\ & \text{或 } y_{i1} < x_{ij} < y_{im} \\ 1 & x_{ij} \leq y_{i1} \text{ 或 } x_{ij} \geq y_{im} \end{cases} \quad (6)$$

将矩阵 X 转化为指标相对隶属度矩阵 R :

$$R = (r_{ij}) \quad (7)$$

式中: r_{ij} —— 单元 j 指标 i 的特征值对极难污染的相对隶属度。

由矩阵 R 可知单元 j 的 n 个指标的相对隶属度为:

$$\bar{r}_j = (r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{nj})^T \quad (8)$$

将 \bar{r}_j 中指标的相对隶属度分别与矩阵 S 中各行的行向量逐一进行比较, 可知 \bar{r}_j 落入矩阵 S 的级别下限 a_j 和级别上限 b_j , 最后得到各个单元的级别区间 $[a_j, b_j]$ 。

考虑在该权重 w_i 的情况下, 评价单元 j 与级别 h 之间的差异, 用广义欧氏距表示为:

$$d_{hj} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (r_{ij} - s_{ih})]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad h = a_j, \dots, b_j \quad (9)$$

为了更完善地描述评价单元 j 与级别 h 之间的差异, 计入以评价单元 j 归属于级别 h 的相对隶属度 u_{hj} 为权重, 则用加权广义欧氏距离表示为:

$$D_{hj} = u_{hj} d_{hj} = u_{hj} \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (r_{ij} - s_{ih})]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

为求解评价单元 j 对级别 h 的最优相对隶属度, 建立目标函数 $\min F(u_{hj}) = \sum_{h=a_j}^{b_j} D_{hj}^2$ 。根据目标函数和约束条件构造拉格朗日函数, 对 u_{hj} 和 λ_j 求偏导并令其等于 0 可得到评价单元 j 对级别 h 的最优相对隶属函数公式:

$$u_{hj} = \left[d_{hj}^2 \sum_{h=a_j}^{b_j} D_{hj}^{-2} \right]^{-1} d_{hj} \neq 0 \quad a_j \leq h \leq b_j \quad (11)$$

特殊地, 当 $r_{ij} = s_{ih}$, $i = 1, 2, \dots, n$ 时, 评价单元 j 的 n 个指标相对隶属度与级别 h 的 n 个指标标准值的相对隶属度全部相等, 则 $u_{hj} = 1$ 。

综合上述可知, 评价单元 j 对于级别 h 评价的地下水易污性模糊分析评价模型的完整形式为:

$$u_{hj} = \begin{cases} 0 & h < a_j \text{ 或 } h > b_j \\ \left[d_{hj}^2 \sum_{h=a_j}^{b_j} D_{hj}^{-2} \right]^{-1} d_{hj} \neq 0 & a_j \leq h \leq b_j \\ 1 & d_{hj} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

解得评价单元归属于各个级别的最优相对隶属度矩阵为:

$$U^* = (u_{hj}^*) \quad (13)$$

4.3 模型应用

对于不同的研究区域, 地下水防污性能评价方法的选择, 取决于研究区域的地质与水文地质条件、研究目的和各项资料的质量及数量。孙爱荣曾成功地运用该方法进行了九江市的地下水防污性能评价^[22]。

根据九江市的实际情况及资料获取的程度, 用降

雨入渗补给量 (recharge of precipitation) 替代了净补给量 (net recharge)。

对于专家打分一层次分析法得到新的指标权向量进行归一化处理, 得出新的权重为 $w_i = (0.22, 0.17, 0.13, 0.09, 0.04, 0.22, 0.13)$, 该权重综合考虑了专家对九江地区水文地质条件的全面认识, 更加符合实际。

评价结果表明: 九江市存在一部分极易受到污染的易污性较高的区域, 主要分布在长江以及鄱阳湖沿岸。而该地区地形坡度较小, 土壤多为粉质土, 渗透系数在 100m/d 左右, 透水性极强, 有利于地表污染物的渗透和迁移, 包气带自净化能力弱。而大部分地区属于易污性中等的区域, 这些地区的地下水埋深比较大, 地形坡度变化不大, 具有相当的防污能力。这说明该方法较准确地评价了九江市规划区地下水防污性能 (图 2), 表明九江市地下水系统总体上容易污染, 防污性能较差, 这与规划区的实测及预测的水环境质量相吻合, 对九江市有关部门制定地下水资源环境保护和管理措施具有重要的指导意义。

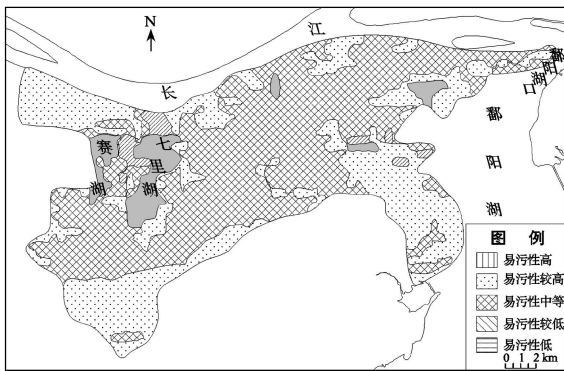


图 2 九江市地下水易污性评价分区示意图
Fig 2 Groundwater vulnerability assessment of the city of Jiujiang

5 结论与建议

(1) 较为系统地总结了 DRASTIC 模型的缺陷, 并提出了改进的建议。

(2) 提出了确定评价指标权重的专家打分 - 层次分析法, 实现了定量指标与定性指标的统一。

(3) 运用模糊数学理论提出了基于 DRASTIC 模型的模糊综合评价模型, 该模型在实际运用中取得了较好的效果。

(4) 目前我国地下水防污性能评价方法还没有具体的规范, 不利于各个地区的对比研究, 建议加强这方面的研究, 规范地下水防污性能评级的方法。

参考文献:

[1] ALLER L, BENNETT T, LEHR J H, et al. DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater potential using hydrogeological settings [R]. US EPA Report Ada Oklahoma Environmental Research Laboratory, 1985.

[2] Lobo-Ferreira J P. GIS and Mathematical Modeling for the Assessment of Groundwater Vulnerability to Pollution Application to Two Chinese Case Study Areas [C] // Proceedings of the International Conference "Ecosystem Service and Sustainable Watershed Management Towards Flood Prevention, Pollution Control and Socio-Economic Development in North China". Beijing, 2000: 23-25.

[3] 杨庆, 栾茂田. 地下水易污性评价方法: DRASTIC 指标体系 [J]. 水文地质工程地质, 1999, 26(2): 4-9.

[4] 杨庆, 栾茂田. DRASTIC 指标体系法在大连市地下水易污性评价中的应用 [J]. 大连理工大学学报, 1999, 39(9): 684-688.

[5] 姜志群, 朱元牲. 地下水污染敏感性评价中 DRASTIC 法的应用 [J]. 河海大学学报, 2001, 29(2): 100-103.

[6] 朱雪芹, 徐秀娟, 蒋丽艳, 等. 哈尔滨市地下水的易污性评价及计算机编图 [J]. 世界地质, 2001, 20(4): 364-368.

[7] 李辉, 陈鸿汉, 何江涛. 湛江市浅层地下水防污性能评价 [J]. 华北水利水电学院学报, 2006, 27(4): 98-100.

[8] 刘细元, 吴亮, 衷存堤, 等. 江西省新余市地下水系统防污性能评价 [J]. 上海地质, 2006(3): 10-14.

[9] 刘细元. 江西省吉安市地下水系统防污性能评价 [J]. 地质调查与研究, 2006, 29(3): 217-221.

[10] 赵德君, 刘正平, 熊启华. 江汉平原浅层地下水污染脆弱性评价 [J]. 资源环境与工程, 2007, 21(S1): 64-67.

[11] 孙爱荣, 周爱国, 梁合诚, 等. 南昌市地下水易污性评价指标体系探讨 [J]. 人民长江, 2007, 38(6): 10-12.

[12] 蒋方媛, 郭清海. 大型新生代断陷盆地的浅层地下水的脆弱性评价: 以山西太原盆地为例 [J]. 地质科技情报, 2008, 27(2): 97-102.

[13] 钟佐燊. 地下水防污性能评价方法探讨 [J]. 地学前缘, 2005, 12(S1): 3-11.

[14] 陈守煜, 伏广涛, 周惠成, 等. 含水层脆弱性模糊分

- 析评价模型与方法 [J]. 水利学报, 2002, 33 (7): 23-30
- [15] 范琦, 王贵玲, 蔺文静, 等. 地下水脆弱性评价方法的探讨及实例 [J]. 水利学报, 2007, 38 (5): 601-605.
- [16] 左海凤, 魏加华, 王光谦. DRASTIC 地下水防污性能评价因子赋权 [J]. 水资源保护, 2008, 24 (2): 22-25
- [17] 姜桂华. 地下水脆弱性研究进展 [J]. 世界地质, 2002, 21 (1): 33-38
- [18] 付素蓉, 王焰新, 蔡鹤生, 等. 城市地下水污染敏感性分析 [J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2000, 25 (5): 482-486
- [19] 刘香, 王洁, 邵传青, 等. 城市地下水脆弱性评价方法及应用 [J]. 地下水, 2007, 29 (5): 90-92
- [20] VIERHUFF H. Classification of groundwater resources for regional planning with regard to their vulnerability to pollution [C] // van DU IJVEN BOODEN W GLASBERGEN P, van LEYVEI D H. Studies in Environmental Science 1981: 1101-1104
- [21] 方樟, 肖长来, 梁秀娟, 等. 松嫩平原地下水脆弱性模糊综合评价 [J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2007, 37 (3): 546-550
- [22] 孙爱荣, 周爱国, 梁合诚, 等. 九江市地下水易污性评价研究: 基于 DRASTIC 指标的模糊综合评价模型 [J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16 (4): 499-503

Inadequacies of DRASTIC model and discussion of improvement

E Jian¹, SUN A irong², ZHONG X in-yong³

(1 Geology Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018 China;

2 Geological Engineering Investigation Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210012 China;

3 Department of Land Environment & Resources of Hainan Province, Haikou 570203 China)

Abstract The paper summarizes the inadequacies of DRASTIC model on model principle, calculation method and assessment result. The defect of groundwater vulnerability assessment and improvement are pointed out. A fuzzy comprehensive assessment model based on DRASTIC is proposed and the result based on this method is more objective.

Key words DRASTIC; inadequacy; vulnerability of groundwater; fuzzy comprehensive assessment

责任编辑: 汪美华

• 会讯 •

第八届“中国水论坛”将于 2010 年 8 月在哈尔滨召开

为了更好地研讨和解决中国面临的水问题, 在国内众多专家学者的支持和努力下, “中国水论坛”已成功举办七届。

为了进一步服务于经济、社会、环境、科学的发展, 为其过程中的水支撑研究提供科学依据和智力支持, 第八届“中国水论坛”将于 2010 年 8 月 2~3 日在哈尔滨召开。大会主题为“农业、生态水安全及寒区水科学”, 下设 6 个分论题, 分别为: ①农业水安全; ②生态水安全; ③寒区水科学; ④地下水科学与工程; ⑤界河/国际河流研究; ⑥社会经济水盾环。

第八届“中国水论坛”会议期间, 将邀请水利界高层领导、院士、知名学者及相关专家围绕大会主题及分论题展开多学科、多角度的深入探讨。会议评审委员会将评选出“中国水论坛 2010 年度十佳优秀青年论文奖”, 并将少量论文协助向期刊推荐。同时, 第八届“中国水论坛”论文集也将正式出版。

详细情况可登录网站: <http://www.waterscience.cn/WRC/waterforum/>

热忱欢迎广大水利工作者关注、支持、参与第八届“中国水论坛”。

联系人: 戴长雷 (daichangle@126.com)