

中国南方湿润区水资源脆弱度评价及其管理 ——以湖南省衡阳市为例

邹君^{1,2}, 傅双同², 毛德华¹

(1. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081;

2. 衡阳师范学院 资源环境与旅游管理系, 湖南 衡阳 421008)

摘要: 从自然脆弱性、人为脆弱性、承载脆弱性 3 个方面选取 11 个评价指标, 构建了湖南省衡阳市水资源脆弱度评价指标体系。采用 5 级 100 分制方法对指标数值进行量化, 运用综合指数法进行定量评价, 其中指标临界值的确定主要参考南方 8 省各指标的极值。从评价结果来看, 衡阳市水资源为强脆弱。其中, 少雨期干旱指数、多年平均降水量、人口密度和人均 GDP 对水资源脆弱性贡献最大。因此, 可以通过采取水资源管理措施进行产业结构调整, 提高水资源利用率, 控制人口增长, 加强水利工程建设, 完善水资源管理等措施来降低水资源的脆弱性。

关键词: 水资源; 脆弱性; 衡阳市; 综合指数法

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)02-0076-05

中图分类号: TV211.1

Assessment and Management of Water Resource Vulnerability in Hengyang City

ZOU Jun^{1,2}, FU Shuang-tong², MAO De-hua¹

(1. College of Resources and Environment Science, Hu 'nan Normal University, Changsha, Hu 'nan 410081, China; 2. Resource Environment and Tourism Management Department, Hengyang Normal University, Hengyang, Hu 'nan 421008, China)

Abstract: An assessment index system including 11 indexes for natural vulnerability, artificial vulnerability, and burdening vulnerability is established to appraise water resource vulnerability in Hengyang City of Hu 'nan Province. The 5 grade and 100 score method is used to get the quantitative scores of evaluated index and the integrated index method is used to calculate the vulnerability scores. Critical value of each evaluated index is ascertained by consulting index extremum of 8 provinces in South China. The results of assessment demonstrate that the vulnerability of water resources in Hengyang City is in strong vulnerability grade. Drought index during Junly to September, perennial average rainfall, population density, and GDP per capita have the significant contributions to water resource vulnerability in Hengyang City. Therefore, taking some management measures of water resources to debase water resource vulnerability is a good settlement, such as enhancing industrial structure adjustment, raising the utilization rate of water resources, controlling population growth, strengthening hydraulic engineering construction, and improving water resource management policies.

Keywords: water resource; vulnerability; Hengyang City; integrated index method

随着人口的剧增, 经济社会的快速发展, 人类赖以生存的水资源系统出现了水质污染, 水旱灾害, 水土流失等诸多水资源问题, 严重影响人类的生存环境, 制约经济社会的发展。这些水资源问题的出现一方面可以归因于人类不遵守适水发展的规律, 管理不善, 另一方面水资源系统本身的脆弱性也是其主要原

因。因此, 近半个世纪以来水资源脆弱性研究一直是国际学术界普遍关注的重点课题之一。国外水资源脆弱性研究源于 20 世纪 60 年代法国 Albinet 和 Marget 提出的地下水资源脆弱性的概念^[1]。我国水资源脆弱性研究始于 20 世纪 90 年代, 不少学者对水资源脆弱性的概念、内涵、定量评价等做了一些有益

收稿日期: 2007-09-11

修回日期: 2007-11-19

资助项目: 湖南省自然科学基金项目“湖南省地表水资源脆弱性及其评价”(07JJ6606); 湖南省重点建设学科——人文地理资助

作者简介: 邹君(1973—), 男(汉族), 湖南省邵东县人, 副教授, 博士生, 主要从事水资源利用与区域经济方面的研究工作。E-mail: zoujun4@163.com。

通讯作者: 毛德华(1964—), 男(汉族), 湖南省益阳县人, 教授, 博士生导师, 主要从事水资源利用研究工作。E-mail: mdh408122@sohu.com。

的工作。2002年刘绿柳提出了水资源脆弱性的概念,并且在分析其脆弱性内涵的基础上给出了水资源脆弱性定量评价的指标体系和评价方法^[2]。2001年杨晓婷等以关中盆地为研究对象,建立了地下水资源脆弱性评价体系并对其进行了评价^[3]。但是,从我国现有水资源脆弱性研究成果来看,存在以下特点:在研究对象上,地下水资源脆弱性研究多于地表水资源脆弱性研究;在研究内容上,水质脆弱性研究多于水量脆弱性研究;在研究区域上,北方干旱和半干旱地区水资源脆弱性研究多于南方湿润地区水资源脆弱性研究。

近年来,南方水资源脆弱性研究已开始受到重视。笔者曾结合南方地区的区域特点,从生态经济学角度给出了地表水资源脆弱性的概念^[4]:特定地域天然或人为的地表水资源系统在服务于生态经济系统的生产、生活、生态功能过程中,或者在抵御污染、自然灾害等不良后果出现过程中所表现出来的适用性或敏感性。但南方地区水资源脆弱性的研究范围和深度还远远不够。

纵观我国南方地区水资源脆弱性研究成果及南方地区水资源系统的特点,笔者认为以下问题值得关注。(1)由于南方普遍降水丰沛,因此,南方地区水资源脆弱性研究应重视因降水时空分配不均引起的季节性缺水问题;(2)由于南方地区水资源开发利用以地表水为主,因此,其脆弱性研究应侧重于地表水资源系统;(3)同流域水资源脆弱性研究一样,区域水资源脆弱性研究在指导区域水资源合理开发利用与管理方面具有积极的现实意义,值得研究。

基于上述理由,笔者试图在了解我国有关水资源脆弱性研究成果特别是南方地区水资源脆弱性研究成果的基础上,从水量方面对衡阳市水资源脆弱性进行定量评价与分析。旨在为衡阳市水资源的开发利用和管理提供一些参考和建议。

1 区域水资源脆弱度评价案例

1.1 研究区概况

选择中国南方典型的湿润季风气候区——衡阳市作为本研究的研究区。衡阳市位于湘江中游,湖南省中南部。地形为椭圆形盆地,中部广大地区海拔多在50~100 m之间,而周围多见海拔超过500 m的低山。特殊的地形发育了衡阳盆地向心型树枝状辐聚式水系。地层以白垩系及第三系红岩类为主。在此地层上发育了以红壤、紫色土和水稻土为主的地带性土壤,素有“衡阳紫色盆地”之称。植被覆盖率较差,森林覆盖率只有44%,其中紫色土区森林覆盖率

还不到12%。衡阳市属亚热带季风湿润性气候,多年平均降水量在1200~1400 mm之间,降雨集中在春末夏初,夏末秋初降水较少。水资源较为丰富,水资源总量为 $5.41 \times 10^{10} \text{ m}^3$,其中客水资源量 $4.33 \times 10^{10} \text{ m}^3$,如不计客水资源量,地表水资源量 $1.074 \times 10^{10} \text{ m}^3$,地下水资源量 $1.76 \times 10^9 \text{ m}^3$,其中重复计算 $1.76 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。因此,水资源总量为 $1.07 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。

衡阳市经济发展相对落后,2005年全市GDP总量为 5.90×10^{10} 元,人均GDP为8888元。三次产业的比例为25.4 38.5 36.1。其中农业是衡阳市经济的基础,农业生产以种植业特别是粮食生产为主,林牧渔业欠发达。农业耗水量大,农业用水量占了总用水量的70%。衡阳市是湖南省旱灾最严重的地区,1949年以来,全市受旱面积每年平均达 $8.2 \times 10^5 \text{ hm}^2$,因旱灾减产的粮食每年平均达 $1.50 \times 10^6 \text{ t}$,旱灾已严重影响了农业生产的可持续发展。2005年衡阳市总人口为 7.23×10^6 人,人口密度为472人/ km^2 ,是湖南省人口密度的1.5倍,全国的3.6倍。人均水资源量仅为湖南省人均水资源量的54%。随着经济的发展和人口的增多,水资源已成为经济社会可持续发展的一大障碍。所以,衡阳市水资源脆弱度评价研究对该区水资源的可持续利用与管理具有较强的现实意义。

1.2 指标体系的建立和数据来源

1.2.1 指标体系 本文参照我国水资源脆弱性评价相关文献^[5-8],结合南方水资源系统以地表水为主导的特点。依据科学性、可操作性、简便性以及避免指标信息覆盖不全和指标信息重叠的原则。从常规的水资源脆弱性指标体系中选取10个地表水资源脆弱性指标和1个对南方水资源脆弱性最具影响力的地下水资源脆弱性指标,从水量方面构建了评价衡阳市水资源脆弱度的指标体系,水资源脆弱性分类借鉴参考文献^[8](图1)。

自然脆弱性方面选择多年平均降水量(X_1)、少雨期干旱指数(X_2)、地表水资源模数(X_3)、土壤蓄水能力(X_4)4个指标。它们比较全面地表达了评价区域水资源在水量方面的脆弱性内涵。其中 X_1 和 X_3 是区域水资源丰富程度的重要指标,但是它们并不重复, X_3 采用单位面积地表水资源量表示,它更多地考虑了气温、下垫面和地形对地表水资源脆弱性的影响,同时也较好地反映了地表水资源作为南方地区水资源开发利用的主导因子对水资源脆弱性的影响。 X_2 采用7—9月蒸发量除以同期降水量。它最能体现我国亚热带地区水资源因时间分布不均而造成的季节性水资源脆弱。 X_4 是不同土壤类型的面积比重

与相应土壤类型蓄水能力指数的乘积。它是降水在土壤界面的二次转换、储存以及保持方面的自然属性的量化表达,直接关系到水资源系统的抗旱、抗洪能力。

人为脆弱性方面选择森林覆盖率(X_5),地下水开采强度(X_6),万元 GDP 耗水量(X_7)、水利工程调蓄能力(X_8) 4 个指标。森林覆盖率(X_5)的高低往往是人类活动引起的,所以本文将其作为人为因子。 X_6 采用单位面积地下水开采量表示,地下水开采量包括能被人类利用的自流井水量和开采井水量。由于南方地区普遍降水较多,除一些特大城市外,不存在过度开采地下水的问题,相反,地下水开采量对我国南方地区(除大城市外)特别是广大的农村地区因

降水时间分配不均引起的季节性水资源缺乏具有强大的缓解作用。 X_7 是从提高水资源利用效率,减少需水量的角度来表达水资源脆弱性。 X_8 采用区域单位面积水库、山塘等水利设施的容积来表征,是人类克服水资源空间分布不均的响应行为的衡量指标。

承载脆弱性方面选择人口密度(X_9),人均 GDP(X_{10}),恩格尔系数(X_{11}) 3 个指标。其中 X_{10} 和 X_{11} 不是简单重复, X_{10} 是从生产角度分析,人均 GDP 越大,经济总值越大,需水量也相应增多。 X_{11} 是从消费需求角度分析,恩格尔系数越小,人们生活水平越高,人均对水资源的需求也就越多。同样多的水资源数量,服务人类的经济水平和消费水平越高,其供用压力也就越大。

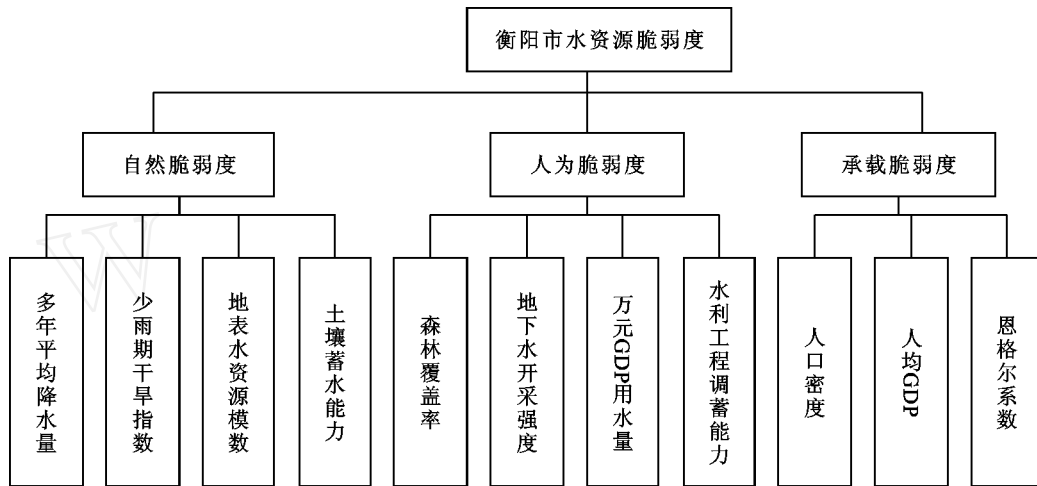


图 1 衡阳市水资源脆弱度评价指标体系

1.2.2 定性指标的量化及指标数据来源 指标体系中只有土壤蓄水能力(X_4)为定性指标,其量化方法是研究区各等级土壤类型的面积与各指标指数值加权求和。不同土壤类型的蓄水能力指数采用何福红等的研究成果^[9]。研究区指标数据来源: $X_1, X_5, X_9, X_{10}, X_{11}$ 原始数据来源于衡阳市统计年鉴(2006), X_2 来源于衡阳市农业气象区划数据集(1951—1980年), X_4 来源于衡阳市农业区划数据集(1984), X_3, X_6, X_7 来源于湖南省水资源公报(2006), X_8 来源于衡阳市农业局。其中 X_2, X_7, X_9, X_{10} 为正向指标,即数值越大越脆弱,其余各指标为负向指标,数值越小越脆弱。

1.3 评价标准及指标临界值的确定

为了使评价结果在广大南方地区具有较好的代表性和可移植性,本研究更多地选择我国南方地区相应指标数值作为评分标准参考值,通过将衡阳市水资源脆弱度各指标原始数值与评价标准进行比较,得出衡阳市相对于南方湿润区的水资源脆弱度各指标的

分数。具体操作方法如下:

首先,确定各评价指标的极值。其中多年平均降水量 X_1 采用全国季风区各省份的多年平均降水量作为参数从大到小排序,选取前 5 个省份的多年平均降水量的平均值取整作为极大值,取最后 5 个省份的多年平均降水量的平均值取整作为极小值。少雨期干旱指数 X_2 采用同受副热带控制的 7 省(浙江、江西、安徽、湖北、湖南、贵州、江苏)的 7—9 月蒸发量除以同期降水量所得的指数从大到小排序,选取前 2 个省指数的平均值作为极大值,最后 2 个省指数的平均值作为极小值。土壤蓄水能力 X_4 的极值采用文献[10]的研究成果。森林覆盖率 X_5 采用世界平均森林覆盖率 30% 作为中间值,以 20% 作为等间距向两端增加和缩小。水利工程调蓄能力 X_8 的极值采用刘兰芳的研究成果^[11]。 $X_3, X_6, X_7, X_9, X_{10}, X_{11}$ 6 个指标采用长江以南的 8 个省(浙江、福建、广东、广西、湖南、江西、云南、贵州)的各指标值作为参数,分别从小到大排序,选取前 2 个省的参数的平均值作为极大

值,最后 2 个省的参数的平均值作为极小值,然后把所得极值放到全国范围进行适当校正。其次,确定临界值。具体方法采用 5 级 100 分制划分等级。将极大值减去极小值再除以 3 得到一个 3 等分值,设该值为 d ,用 a_1 表示极大值, $a_2 = a_1 - d$, $a_3 = a_1 - 2d$, $a_4 = a_1 - 3d$, a_5 就是极小值。对于正向指标, $> a_1$ 表示第 I 级(赋分 100 ~ 80), $a_1 - a_2$ 表示第 II 级(赋分 80 ~ 60), $a_2 - a_3$ 表示第 III 级(赋分 60 ~ 40), $a_3 - a_4$ 表示

第 IV 级(赋分 40 ~ 20), $< a_4$ 表示第 V 级(赋分 20 ~ 0)。负向指标与正向指标相反, $< a_5$ 表示第 I 级(赋分 100 ~ 80), $a_4 - a_3$ 表示第 II 级(赋分 80 ~ 60), $a_3 - a_2$ 表示第 III 级(赋分 60 ~ 40), $a_2 - a_1$ 表示第 IV 级(赋分 40 ~ 20), $> a_1$ 表示第 V 级(赋分 20 ~ 0)。

最后,把评价区各指标的原始数值与评分标准对照,然后进行分级打分。具体评价标准及临界值见表 1。

表 1 衡阳市水资源脆弱度评价指标的评分标准与权重

评价指标 (X_i)	I					权重
X_1 多年平均降水量/mm	< 900	900 ~ 1 100	1 100 ~ 1 300	1 300 ~ 1 500	> 1 500	0.163
X_2 少雨期干旱指数/%	> 2.6	2.6 ~ 2.1	2.1 ~ 1.6	1.6 ~ 1.1	< 1.1	0.347
X_3 地表水资源模数/($10^4 m^3 \cdot km^{-2}$)	< 54.82	54.82 ~ 59.68	59.68 ~ 64.53	64.53 ~ 69.51	> 69.51	0.099
X_4 土壤蓄水能力/($10^4 m^3 \cdot km^{-2}$)	< 4.95	4.95 ~ 7.07	7.07 ~ 9.19	9.19 ~ 11.33	> 11.33	0.027
X_5 森林覆盖率/%	< 10	10 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 70	> 70	0.005
X_6 地下水开采强度/($10^4 m^3 \cdot km^{-2}$)	< 14.92	14.92 ~ 16.30	16.30 ~ 17.68	17.68 ~ 19.07	> 19.07	0.013
X_7 万元 GDP 用水量($m^3 \cdot 10^4$ 元)	> 575	575 ~ 480	480 ~ 385	385 ~ 290	< 290	0.031
X_8 工程调蓄能力/($10^4 m^3 \cdot km^{-2}$)	< 0.16	0.16 ~ 0.19	0.19 ~ 0.22	0.22 ~ 0.52	> 0.52	0.058
X_9 人口密度/(人 $\cdot km^{-2}$)	> 447	447 ~ 365	365 ~ 286	283 ~ 201	< 201	0.058
X_{10} 人均 GDP/ 10^4 元	> 26.5	26.5 ~ 20.5	20.5 ~ 13.5	13.5 ~ 6.5	< 6.5	0.174
X_{11} 恩格尔系数/%	< 36.2	36.2 ~ 40.5	40.5 ~ 44.9	44.9 ~ 49.5	> 49.5	0.026
评分标准	强脆弱 100 ~ 80	较强脆弱 80 ~ 60	中等脆弱 60 ~ 40	弱脆弱 40 ~ 20	不脆弱 20 ~ 0	— —

1.4 指标权重的确定

指标权重采用层次分析法(AHP)确定。首先邀请专家对层次指标进行两两比较构造判断矩阵,判断结果采取 9 标度法,用 A_{ij} 表示 F_i 和 F_j 两个因素比较的相对强度,如果 F_i 与 F_j 同等重要,则 $A_{ij} = 1$;如果 F_i 比 F_j 稍微重要, $A_{ij} = 3$, $A_{ji} = 1/3$;如果 F_i 比 F_j 明显重要, $A_{ij} = 5$, $A_{ji} = 1/5$;如果 F_i 比 F_j 强烈重要, $A_{ij} = 7$, $A_{ji} = 1/7$;如果 F_i 比 F_j 极端重要, $A_{ij} = 9$, $A_{ji} = 1/9$ 。介于以上中间的, A_{ij} 可以取 2, 4, 6, 8, A_{ji} 可以取 $1/2, 1/4, 1/6, 1/8$ 。最后结果为各专家判断结果的平均。然后,计算层次单排序和总排序,检验判断矩阵一致性及群组决策一致性;最后,采用加权几何平均综合排序向量法计算得到指标层各评价因子相对与水资源脆弱性的权重。具体计算方法见参考文献[12],计算结果见表 1。

2 水资源脆弱度计算

本研究适宜于评价小范围,计算简便易行的综合指数加权求和模型来计算衡阳市水资源脆弱度(D)。其中 f_i 表示衡阳市水资源评价指标原始数据经过分

级打分后所得的数值, w_i 表示各评价指标相对水资源脆弱性的权重系数,各指标的 f_i 与 w_i 的积累加求和就得到衡阳市水资源脆弱度的总分,分值大小保持在 0 ~ 100 之间,分值越大,脆弱度越高,反之脆弱度越低。计算结果见表 2。

$$D = \sum_{i=1}^{n=12} f_i \times w_i \quad (1)$$

(1) 衡阳市水资源脆弱度评价的最后得分为 61.21。根据传统的 5 级分类法:极强脆弱 70 分以上,强脆弱 70 ~ 60 分,中等脆弱 60 ~ 50 分,微脆弱 50 ~ 40 分,不脆弱 40 分以下,衡阳市水资源属于强脆弱。也就是说,虽然衡阳市属于亚热带季风气候区,降水量相对较为丰富,但由于衡阳市人口密集,工农业生产粗放,雨水资源时空分布极不均匀,其水资源脆弱性还是相当明显。

(2) 从衡阳市水资源脆弱度评价结果各指标的得分来看,其中少雨期干旱指数、多年平均降水量、人口密度和 GDP 4 个指标的分数占总得分的 81%,这说明自然因子和承载因子对水资源脆弱性的贡献最大,季节性干旱、人口压力和生产用水是造成衡阳市水资源脆弱的主要因素。其中少雨期干旱指数仅一

个指标的得分就占到总得分的 52%,说明水资源季节性干旱将成为制约衡阳工农业发展的核心障碍。

人为因子得分仅占总得分的 12%,反映了衡阳市人为的开源、节流和合理调配水资源在降低水资源

脆弱度方面较有效果。承载因子得分占总得分的 20%,说明经济发展、人口增长给有限的水资源带来越来越强大的压力,从而使得承载因子在水资源脆弱度的贡献中所占的比例将会越来越大。

表 2 衡阳市水资源脆弱度得分结果

评价区	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	总分
衡阳市	6.03	32.23	1.88	1.23	0.23	1.30	2.11	4.18	5.81	5.39	0.88	61.21

3 水资源管理对策

3.1 加快产业结构调整,推行水旱轮作制

衡阳市是农业大市,农业用水占总用水量的比重很大,农业结构调整是缓解衡阳市水资源脆弱最重要的举措之一。总的调整思路是以水资源的合理配置为基础,坚持“以水定产业,以水定产量”的原则。衡阳农业结构调整是产业结构调整的重点,同时适当改变灌溉和耕作制度也是降低水资源脆弱度的重要举措。应该实行多种经营方式并存、旱水轮作和干湿灌溉相结合的方式,变以往单一的种植业为农、林、牧、副业协调发展。种植业实行旱水轮作,干湿灌溉。旱水轮作有利于改良土壤,提高土壤蓄水能力,干湿灌溉从根本上改变了传统的串灌、漫灌和淹灌,有效的节约水资源,有利于缓解旱季因水资源缺乏而造成的农业减产。

3.2 节约用水,提高用水效率

衡阳市城市生活、工矿企业用水存在跑、冒、滴、漏和循环利用率低的现象,农业灌溉水量的泄露损失非常严重,水资源的利用率只有 30%。因此,对于城市,要经常对输水管道进行检修,提高水资源的重复利用率,增加单方水的经济产值。对于农村,要加强农田节水灌溉技术的应用,经济生产要逐步由高耗低效的传统粗放经营方式向低耗高效的现代化集约经营方式转变。

3.3 控制人口增长,加强水利工程建设

控制人口增长是衡阳市水资源可持续利用的关键所在。控制人口主要是坚持实施计划生育和提高人口素质、改变传统的生育观念。使人口与经济、环境、资源协调发展。加强水利工程建设首先是整治现有水利设施,疏通河道,提高水塘蓄水能力,修复现已荒废的原有水利设施。其次是修建新的水利设施,提高水利设施的灌溉能力,增强引水、提水的能力。最后是加大农旱区地下水开采工程建设,使地下水成为缺水期农作物生长的保障资源。

3.4 完善水资源管理政策

加强节水的宣传力度,让广大群众树立可持续发展的思想和水资源危机意识;建立保障合理有效用水的政策和法规,做到依法管水、依法治水;建立适用市场经济条件下的科学的水资源有偿使用机制;确立水资源高效使用的合理价格和收费体系。

[参 考 文 献]

- [1] Doerfliger N, Jeanin P Y, Zwahlen F. Water vulnerability assessment in karst environments: A new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools [J]. Environmental Geology, 1999, 39(2): 165—176.
- [2] 刘绿柳. 水资源脆弱性及其定量评价[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2): 41—44.
- [3] 杨晓婷, 王文科, 乔晓英, 等. 关中盆地地下水脆弱性评价指标体系的探讨[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 46—49.
- [4] 邹君, 杨玉蓉, 谢小立. 地表水资源脆弱性: 概念、内涵及定量评价[J]. 水土保持通报, 2007, 27(4): 132—135.
- [5] 王明泉, 张济世, 程中山. 黑河流域水资源脆弱性评价及可持续发展研究[J]. 水利科技与经济, 2007, 18(2): 114—116.
- [6] 田亚平, 刘沛林, 郑文武. 南方丘陵区生态脆弱度评估: 以衡阳盆地为例[J]. 地理研究, 2005, 24(6): 843—952.
- [7] 范焱, 杨世瑜. 云南丽江盆地地下水脆弱性评价[J]. 吉林大学学报, 2007, 27(3): 556—563.
- [8] 邹君, 杨玉蓉, 田亚平, 等. 南方丘陵区农业水资源脆弱性概念与评价[J]. 自然资源学报, 2007, 22(2): 302—311.
- [9] 何福红, 黄明斌, 李景保. 土壤水库和森林植被对水资源的调节作用[J]. 土壤与环境, 2001, 10(1): 42—44.
- [10] 邹君, 刘兰芳, 田亚平, 等. 地表水资源的脆弱性及其评价初探[J]. 资源科学, 2007, 29(1): 92—97.
- [11] 刘兰芳. 衡阳旱涝灾害的形成及防治措施[J]. 衡阳师专学报, 1997, 18(3): 25—29.
- [12] 杨青, 王丽燕. 层次分析法与功能评价[J]. 价值工程, 1995, 15(4): 28—29.