

河北省水环境承载力动态变化分析

张秀兰,赵彦红

(邢台学院地理系,河北 邢台 054001)

摘 要:水环境承载力是一个国家或地区持续发展过程中各种资源承载力的重要组成部分,是制约人类社会发展的“瓶颈”,是决定人类经济社会发展速度和规模的重要因素。用层次分析和模加和的方法分析河北省水环境承载力的动态变化,实现水资源的可持续利用。

关键词:河北省;水环境承载力;动态变化

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)03-0259-02

Study on the Dynamic Change of the Water
Environment Carrying Capacity of Hebei Province

ZHANG Xiu-lan, ZHAO Yan-hong

(Geography Department of Xingtai University, Xingtai, Hebei 054001, China)

Abstract: Water environment carrying capacity is an important component of various kinds of resources carrying capacity of one country or regional lasting evolution, and often restrict of the human social development, it is an important factor which determining the development speed and the scale of human society. With the method of hierarchy analysis and mould and method together, it analysed the dynamic change of the water environment carrying capacity of Hebei.

Key words: Hebei Province; water environment carrying capacity; dynamic change

1 指标选取

水环境承载力指标包括水环境生态、人口和社会经济发展三个方面,根据指标的可得性以及河北省的实际情况,河北省水环境承载力评价的指标体系选择分为三个级别:第一级别为水环境承载力;第二级别为水环境生态承载(包括污径比、水资源利用率两个第三级别指标)、水环境人口承载(包括人均水资源量、人均 GDP 两个第三级别指标)、水环境经济承载(包括农民人均纯收入、城镇恩格尔系数、工业重复用水率、工业废水达标率、城镇生活污水处理率五个三级指标)。

2 研究方法

首先水环境三个分承载力根据选取的相关指标进行模型计算,得出各指标的承载度,再加权计算出分承载力的值,然后再根据三个分承载力的权重,进行水环境承载力动态变化综合评价^[1]。

2.1 分承载力计算

分承载力的计算采用模型为:

$$E = \sum_{i=1}^m E_i \times W_i$$

式中: E——水环境分承载力的大小; E_i——第 i 个指标的数值; W_i——第 i 个指标的权重; m——指标的数目。

模型中每个指标均为无量纲值,在计算中需要对每个指标分别对应标准值进行无量纲化处理,每个评价指标在分承载力的计算中取值都在 0~1 之间,可以把这个无量纲化后介于 0~1 之间的值称为指标的承载度。因此可以预见水环境承载力的综合评价也是介于 0~1 之间的,并且越大越

好。

2.2 权重确定

在水环境承载力评价中,常需以权重系数衡量各评价指标的重要程度,目前权重确定方法有很多种,由于水环境承载力的生态、人口、经济各要素还包括若干分要素,所以实际组成要素是分层次构成的多要素,因此权重的确定采用层次分析法^[2]较为适宜。

各指标的权重计算结果见表 1。

表 1 指标权重结果

水环境承载力	人口	水环境生态	社会经济发展
	0.60	0.20	0.20
污径比	0.5		
水资源利用率	0.5		
人均水资源量		0.57	
人均 GDP(美元)		0.43	
农民人均纯收入			0.11
城镇恩格尔系数			0.11
工业重复用水率			0.25
工业废水达标率			0.25
城镇生活污水处理率			0.28

2.3 指标承载度计算模型

指标承载度的计算模型采用的是对数函数: $y = a + b \lg x$ 式中的 a 和 b 为模型中的参数^[1]。

这里借鉴了水安全度的计算模型,以越大越好的指标为

* 收稿日期:2006-09-12

作者简介:张秀兰(1964-),女,河北保定人,硕士研究生,副教授,研究方向为环境规划与管理。

例,承载力 y 随着指标值 x 的增加而递增,承载力从 0 增加到某个值时, dy/dx 非常大,而随着 x 的增加, y 的增加越来越小,即 dy/dx 是 x 的减函数。常见函数中对数函数、指数小于 1 的幂函数等符合这个要求,但是由于对数函数关系比较简单,适于这种单纯指标的计算,所以选择了对数函数。

不同水平的指标值对承载度的贡献率是不同的,以越大越好的指标为例,当指标值很小时,指标值的增加对承载度的提高没有太大的影响,只有当指标值达到一定的水平时,指标值的增加才对承载度的提高有相应的贡献,当承载力比较高以后,指标值的增加对承载度的贡献也是不大的,对于上面描述的图景来说,阻滞增长模型(Logistic 模型)更符合一些,因为阻滞增长模型表达的就是这种从开始发展到中间突变,最后又趋于饱和的物理现象,但是 Logistic 模型参数太多,与承载度的物理意义差别比较大,而且随着时代的变迁和要求的不同,指标的核算标准还可以调整,因此用对数函数模型就基本能满足要求了。

确定指标承载力计算模型工作中的难点是我们不知道如何确认最差值和最优值。但有一些指标在国内或者国际上有公认的一个值,这个值是不发生危机的安全值,比如国际上规定人均水资源量少于 $1\,700\text{ m}^3$ 将会发生用水紧张,显然这个值不是最差值,也不是最优值,这里不妨称之为及格值,当取这个值时人均水资源量指标承载力就可以设定为 0.6。

所以要想计算指标承载力,首先应该确定每个指标的核算标准。根据国际公认的一些指标值和我国发布的《全国人民生活水平的基本标准》,再参考近年来我国社会人口和经济发展的实际状况,经过再三权衡并听取有关专家的意见,最终确定了水环境承载力评价指标的核算标准。具体情况如表 2 所示。

表 2 水环境承载力评价指标核算标准

指标	最差值	及格值	最优值	指标	最差值	及格值	最优值
污径比	1	0.04		水资源利用率/%	40	10	
人均水资源量/ m^3	20	1700		人均 GDP/美元	100	3000	
农民人均纯收入/元		1200	2500	城镇恩格尔系数	0.4	0.2	
工业重复用水率/%	30		100	工业废水达标率/%	30	100	
城镇生活污水处理率/%	20		100				

2.4 水环境承载力综合评价

本文采用层次分析法结合“模加和”方法对水环境承载力进行综合评价,即:

$$|E| = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (W_i \times Ei)^2}^{1/2}$$

式中: E ——水环境总承载力的大小; W_i ——第 i 个分承载力的权重; Ei ——第 i 个分承载力的数值。

采用层次分析法结合“模加和”方法,考虑承载力的重要性的不同来确定其权重,以影响总承载力数值,能明白地表示水环境承载力状况。

3 河北省水环境承载力动态变化

本文利用 1996~2003 年数据对河北省水环境承载力的动态变化进行分析。

3.1 承载力计算

(1) 各指标承载度的计算。根据河北省环境公报^[3]、河北省水资源公报^[4]及河北省经济年鉴等资料得到水环境承载力的各个指标值,根据指标承载力计算模型得到水环境承载力各个指标的承载力,见表 3。

(2) 分承载力的计算。1996~2003 年河北省水环境各分承载力计算结果见表 4、表 5、表 6。

表 3 河北省水环境承载力指标承载力

承载力	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
污径比	0.38	0.27	0.37	0.24	0.33	0.24	0.15	0.22
水资源利用率	0.29	0.15	0.28	0.12	0.22	0.15	0.08	0.26
人均水资源量	0.29	0.13	0.22	0.11	0.17	0.11	0.06	0.18
人均 GDP	0.33	0.36	0.37	0.38	0.407	0.41	0.43	0.46
农民人均纯收入	0.44	0.53	0.57	0.58	0.59	0.63	0.66	0.71
城镇恩格尔系数	0.53	0.57	0.59	0.64	0.67	0.67	0.67	0.67
工业重复用水率	0.04	0.29	0.33	0.48	0.58	0.91	0.92	0.93
工业废水达标率	0.31	0.49	0.59	0.62	0.72	0.88	0.93	0.95
城镇生活污水处理率	0.24	0.21	0.21	0.24	0.21	0.40	0.46	0.49

表 4 河北省水环境生态分承载力

承载力	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
污径比	0.19	0.14	0.19	0.12	0.17	0.12	0.08	0.11
水资源利用率	0.15	0.08	0.14	0.06	0.11	0.08	0.04	0.13
生态分承载力	0.34	0.22	0.33	0.18	0.28	0.2	0.12	0.24

表 5 河北省水环境人口分承载力

承载力	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
人均水资源量	0.17	0.07	0.13	0.06	0.10	0.06	0.03	0.10
人均 GDP	0.14	0.15	0.16	0.16	0.18	0.18	0.18	0.20
人口分承载力	0.31	0.22	0.33	0.22	0.28	0.24	0.21	0.3

表 6 河北省水环境经济分承载力

年份承载力	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
农民人均纯收入	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
城镇恩格尔系数	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
工业重复用水率	0.01	0.07	0.08	0.12	0.15	0.23	0.23	0.23
工业废水达标率	0.08	0.12	0.15	0.16	0.18	0.22	0.23	0.24
城镇生活污水处理率	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.11	0.13	0.14
经济分承载力	0.27	0.37	0.41	0.48	0.52	0.70	0.73	0.76

(3) 水环境承载力的综合计算。1996~2003 年河北省水环境承载力计算结果见表 7。

表 7 河北省水环境承载力

年份承载力	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
生态分承载力	0.34	0.22	0.33	0.18	0.28	0.2	0.12	0.24
人口分承载力	0.31	0.22	0.33	0.22	0.28	0.24	0.21	0.3
经济分承载力	0.27	0.37	0.41	0.48	0.52	0.70	0.73	0.76
水环境承载力	0.22	0.16	0.22	0.15	0.21	0.19	0.17	0.21

3.2 河北省水环境承载力动态变化分析

水环境承载力的取值范围介于 0~1 之间,是个越大越好的指标,我们按照水环境承载力的取值将水环境承载程度分为极差(0~0.2)、差(0.2~0.5)、一般(0.5~0.8)和好(0.8~1)四个等级。1996~2003 年河北省的水环境承载程度处于极差和差两个等级,水环境状态非常脆弱。水环境承载力总体水平低,变化趋势不明显,见图 1。

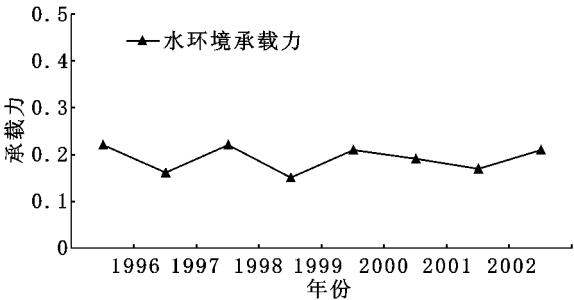


图 1 河北省水环境承载力变化趋势图

1996~2003 年水环境承载力的变化趋势与水环境生态
(下转第 262 页)

范的,采用通用做法,为数据共享、系统兼容奠定基础。

(5)可扩展性和开放性原则^[5]。具有良好的接口和方便的二次开发工具,以使系统不断地扩充、求精和完善;系统在输入/输出方面具有较强的兼容性,能进行各种不同资料格式的转变。

2.3 系统的开发平台

吉林省天然矿泉水资源管理信息系统开发方法采用目前管理信息系统开发技术的通用方法——原型法,使用 VB 语言在 GIS 软件 Arc/ GIS^[6]中编程实现。

3 系统的总体结构和功能

3.1 系统的总体结构

系统的总体设计根据系统开发的实际,结合数据分析与用户需求分析,在矿泉水信息资源管理战略规划和标准规范研究的指导下开发,主要由自然环境子模块、政策法规子模块、影像信息子模块和空间信息子模块四部分构成。如图 1 所示。

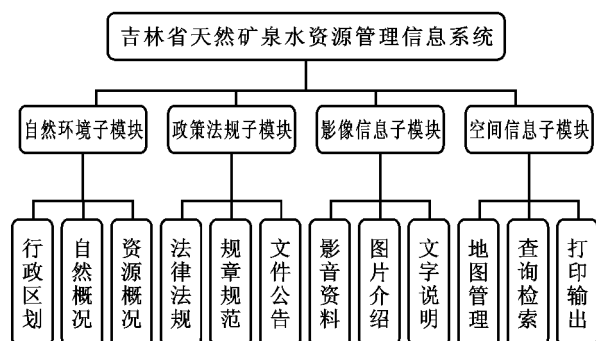


图 1 吉林省天然矿泉水资源管理信息系统总体结构图

3.2 系统的功能

所建系统的功能可分为两类:

参考文献:

- [1] 林玮. 我国天然矿泉水行业的发展与管理[J]. 郑州轻工业学院学报, 1998, 13(S2): 71 - 73.
- [2] 滕继奎. 试论吉林省天然矿泉水资源及其价值[J]. 吉林地质, 2001, (9): 50 - 54.
- [3] 陈刚, 陈植华, 李门楼, 等. 基于 GIS 的水资源管理信息系统[J]. 水文地质工程地质, 1998, (6): 4 - 6.
- [4] 陈东景, 徐中民. 关于水资源管理的几个问题的探讨[J]. 干旱区研究, 2001, 18: 1 - 4.
- [5] 李旭祥. GIS 在环境科学与工程中的应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003. 144.
- [6] 党安荣. Arc GIS 8 Desktop 地理信息系统应用指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [7] A Calera Belmont. GIS tools applied to the sustainable management of water resources Application to the aquifer system 08 - 29[J]. Agricultural Water Management, 1999, 40: 207 - 220.

(上接第 260 页)

分承载力及水环境人口分承载力的变化趋势一致;水环境分承载力在 8 年内呈上升趋势,尤其是 2000 ~ 2003 年之间上升幅度比较大,致使水环境承载力在这段时间内比生态和人口分承载力的下降程度小,对水环境承载力有一个提高的作用。

在水环境生态分承载力指标中,1996 和 1998 两年的污径比及水资源利用率均低于其它年份,两年的污水排放量分别为 19.49 亿 t 和 17.69 亿 t,在 8 年的污水排放量中分别居第一、第四位,两年的污径比小主要因为径流量大。两年的水资源利用率低与这两年水资源总量有很大关系。在

参考文献:

- [1] 钱华. 河流水库水环境承载力研究 - 以黄河万家寨水库为例[D]. 硕士学位论文, 2004. 10 - 15.
- [2] 徐建华. 现在地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994. 35 - 42.
- [3] 河北省环境保护局. 河北省环境状况公报[Z]. 1996 - 2003.
- [4] 河北省水利厅. 河北省水资源公报[Z]. 2000 - 2003.

(1)基本功能。即地理信息系统所具有的地图管理功能,包括图层控制、全图显示、地图放大、缩小和平移,以及“鹰眼”功能。

(2)专门性功能。本系统提供如下 3 种专门性功能:

a. 多媒体功能:用户可以通过图片、影像等多媒体方式了解矿泉的基本外观信息。

b. 查询检索功能:用户可以通过本系统查询吉林省的自然概况、与矿泉水有关的政策法规、任一矿泉点的属性信息,还可以实现矿泉信息的精确查询和模糊查询。

c. 选择打印输出功能:根据用户需求,不仅实现了对查询检索结果的普通打印,还实现了选择打印功能。

4 总 结

目前 GIS 技术已经快速的扩展到一些科学领域以及其相关的应用领域^[7],是与专门应用无关的通用型系统,通过特定的信息构建和二次开发, GIS 可以很好地应用于矿泉水资源管理中。同时,应用 GIS 进行矿泉水资源管理能大大提高管理的效率和水平。主要表现在:

(1)高效便捷 GIS 特有的图形数据与属性数据的相互关联及图形运算能力,使得数据的更新维护、检索查询非常方便;GIS 的操作是 Windows 标准化的,数据和结果都是形象化的图形,有利于非专业的行管人员参与矿泉水资源管理的全过程;

(2)可视化 矿泉的各种数据信息都可以直观形象的以图形界面表现;

应该指出的是,要想利用 GIS 建立完善的矿泉水资源管理系统,还要进一步进行矿泉水资源系统模拟和辅助决策支持方面的研究。另外由于现有资料和开发软件版本的限制,本系统仅为阶段性成果,随着资料的不断丰富以及软件技术的不断更新,本系统还可以进一步完善。