文章编号: 1008-1542(2007)01-0074-08

基于 VB 平台的石家庄市可持续发展环境预警系统研究

李 侠[1], 韩景元[2], 贾建和[3]

(1. 河北工程大学经济管理学院, 河北邯郸 056038; 2. 河北科技大学经济管理学院, 河北石家庄 050018; 3. 河北科技大学环境科学与工程学院, 河北石家庄 050018)

摘 要: 城市可持续发展环境预警是建立可持续发展综合决策机制和协调管理机制的基础, 是实施可持续发展管理的依据, 也是可持续发展研究的前沿。借助 Visual Basic6.0 构建了石家庄市可持续发展环境预警系统, 通过它对石家庄市可持续发展环境进行了预测研究。目的在于尝试构建城市可持续发展环境预警的框架, 为城市可持续发展环境的定量研究提供一个新思路。

关键词: 石家庄市; 可持续发展环境; 预警系统

中图分类号: X22 文献标识码: A

Study on the early warning system based on visual basic platform of sustainable environment in Shijiazhuang City

LI Xia[1], HAN Jing-yuan[2], JIA Jian-he[3]

(1. College of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Handan Hebei 056038, China; 2. College of Economics and Management, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China; 3. College of Environmental Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China)

Abstract: Building integration decision-making and harmonized management mechanism is based on the early warning of sustainable environment. The early warning of sustainable environment is the groundwork implementing sustainable management and stands at the frontier in the study of sustainable development. This article deels with the building of early warning system of sustainable environment in Shijiazhuang City based on VB platform, and studies the sustainable environment in Shijiazhuang through the early warning system. The purpose of the paper is to try to build the frame of the early warning system of sustainable environment and supply a new thinking on quantitative analysis of sustainable environment.

Key words: Shijiazhuang City; sustainable developing environment; early warning system

石家庄市作为全国 35 个重点城市之一, 拥有较雄厚的工农业基础, 依托区位优势和高密度的铁路、公路交通资源, 改革开放以来发展速度很快。然而, 经济的快速发展带来了资源和环境的压力, 暴露出城市生态系统结构和功能不完善、水资源短缺、大气污染严重等问题。在《中国 47 个最具竞争力城市发展报告》(2003 年) 中石家庄市城市综合竞争力排名第 34 位, 其中环境竞争力排名第 45 位, 环境质量指数排名第 47 位。又据国家环保总局于 2004-07-13 日公布的 2003 年空气污染非常严重的 10 个城市中石家庄市名列第 7, 这严重影响了城市形象。从深层次来说, 这是人与自然矛盾的反映, 如果不能很好解决, 将制约石家庄市的可持续发展。

收稿日期: 2005-11-24; 修回日期: 2006-12-08; 责任编辑: 陈书欣

作者简介: 李 侠(1979-), 女, 云南大理人, 硕士研究生, 主要从事环境管理与可持续发展方面的研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

城市可持续发展环境预警系统是一个由众多因素构成的复杂系统,也是为了预防城市系统运行与发展过程中,城市可持续发展环境发生变化从而导致城市未来的发展偏离可持续发展轨道或出现危机,发生经济社会发展与资源环境保护严重冲突而建立的报警和排警系统。目前对于它的研究很少见报道,笔者构建了基于 VB6.0 的可持续发展环境预警系统,对石家庄市可持续发展环境进行了专题预警研究。

1　指标体系的建立

石家庄市可持续发展环境预警指标的选取遵循了科学性、完备性、可操作性、简洁性、主导因素、层次性、动态性原则。同时,依据系统理论,还要考虑到 3 个方面:评价指标的相对性、指标权重的相对性、评价标准的相对性。

石家庄市可持续发展环境预警指标是用来进行生态、环境、人口系统监测预警活动的指标。据此,笔者以城市的自然、社会和经济亚系统结构分析入手,将石家庄市可持续发展环境预警的指标体系分为总体层、约束层、变量层 3 个等级[1]。总体层表达城市可持续发展环境的总体水平,其指标是城市可持续发展环境。约束层将可持续发展环境总系统解析为内部具有逻辑关系的三大子系统:生态支持系统、自然环境支持系统、人口支持系统。每个子系统根据各自的关系结构,用变量层的若干个指标来反映其压力、状态和响应的状况(见图 1)。

笔者在可持续发展环境描述与评价指标中采用定性方法,通过借鉴国际经验[2],参照国家宏观经济预警指标体系和有关部门的预警指标体系[1,3],在基于指标选取原则和指标体系结构的基础上,结合石家庄市市情,针对资源缺乏,特别是水资源供求矛盾日趋尖锐,环境污染严重,生态环境呈总体恶化趋势等这些影响石家庄市经济社会可持续发展的关键问题、重点问题,选出一批预警指标,然后采用聚类分析法、因子分析法等多种定理方法进行筛选,选取了非常重要的 22 个指标作为研究对象[4,5],这些指标从 3 个层面反映了石家庄市的生态、人文、地理特征。实验证明,这些指标基本能够表征城市环境对于可持续发展的支持能力,确定出的有层次的石家庄市可持续发展环境预警指标体系见表 1。由于精力及篇幅所限,该体系在完备化方面尚有待提高。

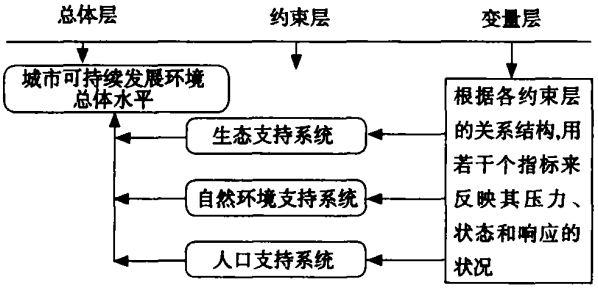


图 1　指标体系层次结构图

Fig. 1　Framework of indicator system

表 1　石家庄市可持续发展环境预警指标体系

Tab. 1　Indicator system of sustainable environment in shijiazhuang city

领域	指　标	影　响
生态支持系统	水土流失治理面积	响应
	森林覆盖率	状态
	建成区绿化覆盖率	状态
	自然保护区覆盖率	状态
	生态建设投资占 GDP 比例	响应
人口支持系统	人口密度	状态
	人口自然增长率	压力
	人才总数	状态
	每万人拥有医生数	状态
	科技三项费占财政支出比例	响应
自然环境支持系统	人均耕地	压力
	人均水资源量	压力
	人均日生活用水量	压力
	城市水域功能区水质达标率	状态
	万元产值工业废水排放总量	压力
	可吸入颗粒物浓度年均值	状态
	二氧化硫浓度年均值	状态
	二氧化氮浓度年均值	状态
	工业企业排放达标率	响应
	万元工业产值能源消耗量	压力
	万元工业产值水资源消耗量	压力
	城市环境保护投资指数	响应

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 石家庄市可持续发展环境预警模型

2.1 指标贡献值的确定

根据层次分析法原理, 请有关专家对各层指标进行相对重要性的两两比较、判断, 在汇总各专家评价结果后, 得到各评价指标贡献值。

在实际操作中, 由于层次分析法有一定的局限性, 不能较好地表达约束层对总体层的相对重要性排序贡献值, 故结合 Delphi 专家咨询法, 经过计算得出约束层各指标贡献值: 生态支持系统为 0.28、人口支持系统为 0.30、自然环境支持系统为 0.42。

2.2 指标的实际值和预测值的标准化

警情(或警兆) 指标的实际值和预测值的标准化, 其方法就是计算各警情(或警兆) 指标值与预期值的偏差, 一般分为以下 3 种情况。

1) 警情(或警兆) 指标为正向型指标(即越大越好),

$$\begin{cases} \text{当 } Y_i \geqslant Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 0; \\ \text{当 } Y_i < Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 100(1 - Y_i/Y_{i0}) 。 \end{cases}$$

2) 警情(或警兆) 指标为负向型指标(即越小越好),

$$\begin{cases} \text{当 } Y_i \leqslant Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 0, \\ \text{当 } Y_i > Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 100(Y_i/Y_{i0} - 1) 。 \end{cases}$$

3) 警情(或警兆) 指标为中性指标(即越接近预期值越好),

$$\begin{cases} \text{当 } Y_i = Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 0; \\ \text{当 } Y_i \neq Y_{i0} \text{ 时, } A_i = 100 \mid 1 - Y_i/Y_{i0} \mid 。 \end{cases}$$

其中: Y_{i0} 为标准值; Y_i 为实际值或预测值。

2.3 指标预期值的选取

预期值即指标参照系的标准值, 它的确定是一项非常具有探索性的工作[6]。笔者在查阅有关资料的基础上, 认为城市可持续发展环境预警指标的标准值(预期值) 的确定, 应从各城市可持续发展的特点出发, 根据各指标的特性和水平来选择。以下可作为指标预期值选择的参考点。

1) 官方的时间期限目标 (例如, "到 2010 年把贫困率降低 25%") 。

2) 标准(例如, 大气中二氧化硫的最高允许含量) 。

3) 比较值: 与其他地方进行比较 (例如, 建成区绿化覆盖率与其他省份或中国所有省份进行比较) ; 比较一定阶段以来的进展 (例如: 1995 年以来每年人口承载率的变化) 。

4) 基准或与记录在案的最好情况相比 (例如: 在与之进行比较的某个省份内用于教育开支占 GDP 比例的最高值) 。

同时, 结合石家庄市可持续发展的特点, 确定石家庄市可持续发展环境预警指标预期值, 见表 2。

2.4 预警界限的划分和警度的确定

城市环境是否处于支持城市可持续发展轨道的判断就是预警研究中需要确定的警限, 即有警或无警的分界线, 它是预警分析的核心和焦点。

通过指标的实际值和预测值的标准化所得到的标准化值实质上就是该年度实际值与预期值的差率, 因而区间的划分也就是确定这种差率的容忍度[7]。根据城市的实际情况, 确定区间划分方案。通常认为, 指标实际值与预期值相差 10% 是允许的, 这种情况可定为无警; 指标实际值与预期值相差超过 10% 而不超过 25% 时, 该指标对系统运行已产生了影响, 这种情况确定为轻警; 当情况进一步恶化, 但实际值与预期值相差不超过 50% 时, 说明系统的运行已出现较大的问题, 指标显示出的差率已达到较大水平, 这种情况确定为中警; 当差率达到 50% 以上而小于 70% 时, 该指标对系统的负作用已达到较大水平, 这种情况确定为重警; 若差率达到 70% 以上, 说明实际情况已严重偏离预期目标, 系统严重不正常, 这种情况确定为巨警(见表 3) 。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　石家庄市可持续发展环境预警指标预期值

Tab. 2　Anticipated value of indicators of sustainable environment in Shijiazhuang City

指标名称	指标类型	预期值	预期值确定依据参考资料来源
水土流失治理面积 / km^2	正向型	127	作者自定
森林覆盖率 / %	正向型	33	小康标准值
建成区绿化覆盖率 / %	正向型	40	城市环境综合整治定量考核指标
自然保护区覆盖率 / %	正向型	8	
生态建设投资占 GDP 比例 / %	正向型	暂无考核, 建议增加	
人口密度 /(人· km^{-2})	负向型	847	2003 年中国城市人口密度
人口自然增长率 / 10^{-3}	负向型	6.01	2003 年中国平均
人才总数 / 人	正向型	500 000	作者自定
每万人拥有医生数 / 人	正向型	16.8	小康标准值
科技三项费占财政支出比例 / %	正向型	3	小康标准值
人均耕地 / hm^2	中性	0.100 6	2003 年中国平均
人均水资源量 / m^3	正向型	311	2003 年河北省平均
人均日生活用水量 / L	负向型	210.9	2003 年中国平均
城市水域功能区水质达标率 / %	正向型	100	城市环境综合整治定量考核指标
万元产值工业废水排放总量 / 万 t	负向型	0.001 8	2003 年中国平均
可吸入颗粒物质量浓度年均值 /(mg· m^{-3})	负向型	0.10	《环境空气质量标准》GB 3095－1996
二氧化硫质量浓度年均值 /(mg· m^{-3})	负向型	0.06	
二氧化氮质量浓度年均值 /(mg· m^{-3})	负向型	0.08	
工业企业排放达标率 / %	正向型	100	城市环境综合整治定量考核指标
万元工业产值能源(标煤) 消耗量 / t	负向型	1.25	2003 年中国平均
万元工业产值水资源消耗量 / m^3	负向型	30.06	2003 年中国平均
城市环境保护投资指数 / %	正向型	2	城市环境综合整治定量考核指标

表 3　警度区间划分方案

Tab. 3　Partition project of alert level

警度	分值	警灯	生态支持系统	环境支持系统	人口支持系统
无警	0	绿灯	0	0	0
轻警	1	黄灯	10	10	10
中警	2	蓝灯	25	25	25
重警	3	红灯	50	50	50
巨警	5	双红灯	70	70	70

根据上面划分的判断区间, 指标的标准化值均可与之对照得出该指标的得分, 将各指标的贡献值计入, 即可得出总得分 $M(x)$。由于可持续发展环境系统是由多个子系统构成的巨系统, 子系统的正常运行促成了巨系统的持续发展。根据系统论的观点, 整体的功能大于部分的简单相加, 也就是说, 整个可持续发展环境具有自我调节的功能。这个功能也正如自然环境一样可以自我净化。系统的这种自我调节功能因整个系统的复杂性, 并不能准确给出。考虑到系统的自协调能力, 认为一半指标处于轻警以下时, 系统可以通过自身的协调使整体状态变好或保持现状, 这时整个系统可以认为是正常的(见表 4)。

表 4　警度、得分区间和判断指标的意义

Tab. 4　Meaning of scores and alert level

得分区间	警度	判断指标状况	信号灯
$0 < M(x) \leqslant 0.5$	无警	少于一半指标超过轻警状态	绿灯
$0.5 < M(x) \leqslant 1.0$	轻警	一半指标超过轻警状态	黄灯
$1.0 < M(x) \leqslant 1.5$	中警	一半指标超过中警状态	蓝灯
$1.5 < M(x) \leqslant 2.5$	重警	一半指标超过重警状态	红灯
$2.5 < M(x)$	巨警	一半指标达巨警状态	双红灯

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.5 系统的检验

根据以上各步的运算, 得出以往各年度的综合得分, 给出各年度的景气状况。通过将其与城市当年实际情况作比较来检验系统的可行性。相符, 则说明设计的预警模型所选取的预警指标是有代表性的, 计算方法也是可行的; 否则, 需要对预警指标进行调整。

2.6 对未来系统运行的预测

笔者采用指数回归模型对各指标运行趋势进行外推预测, 其模型为

$$Y_i = Y_{i0} \times (1 + X_i)^T,$$

其中: Y_{i0} 为 i 指标的基准年值; X_i 为前 5 年的平均增长率; T 为预期年限。通过计算, 得出以后各年度的综合得分和警度。

3 石家庄市可持续发展环境预警结构

石家庄市可持续发展环境预警研究是一个从发现警情列分析和识别警兆、寻找警源、判断警度以及排警决策的过程。它的模型建立拟通过在总结可持续发展指标体系的基础上, 结合石家庄市可持续发展环境现状, 建立针对石家庄市实际情况的一系列指标, 通过定量和定性分析对石家庄市可持续发展环境作出评价和预警, 找出石家庄市可持续发展环境中存在的问题, 并给出石家庄市可持续发展环境预警报告。笔者建立了三级预警网络体系, 即石家庄市可持续发展环境宏观、中观、微观预警子系统, 见图 2。

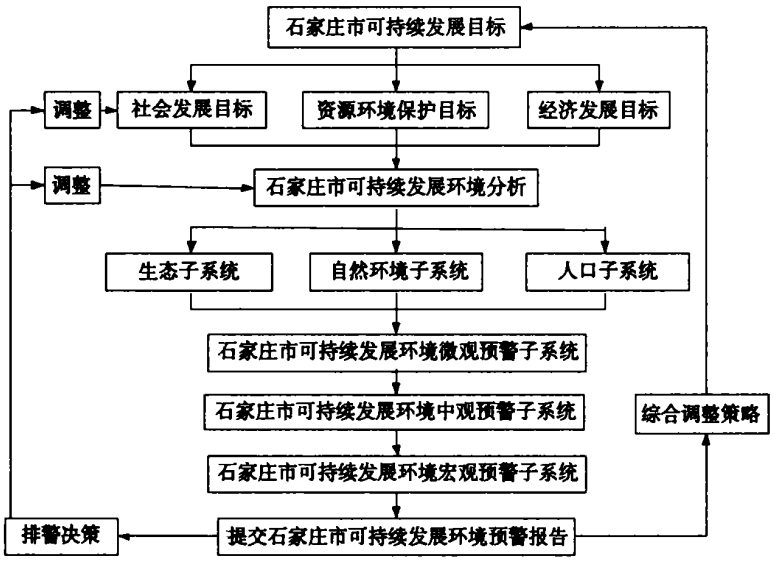


图 2 石家庄市可持续发展环境预警结构图

Fig. 2 Framework of the early warning system of sustainable environment in Shijiazhuang City

4 基于 VB6.0 的石家庄市可持续发展环境预警系统

4.1 系统简介

为了提高数据处理的高效性、针对性和及时性, 充分利用数据信息资源, 开发了基于 Microsoft Visual Basic6.0 的石家庄市可持续发展环境预警系统, 系统包括 3 个模块。

1) 数据源维护模块

数据源维护模块由选择数据源和管理数据源子模块组成。

选择数据源: 确定要输入(或管理、维护) 的数据对应数据表, 具体有年度指标表、指标标准值表、指标性向表、指标所属层表、变量层贡献值表、约束层贡献值表。

管理数据源: 根据选择数据源所确定的数据表, 对其中数据进行输入(或管理、维护) 。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2) 计算模块

计算模块包括增长率计算和指标预测值计算子模块。

3) 预警系统模块

预警系统模块是指对可持续发展环境状态进行刻画、描述、推断、评价和警情预报等综合性分析, 把分析结果的每个指标和综合指标用一组类似于交通信号灯的标志在每年的状态中直观地表示出来, 同时给出各自分值, 用以判断区域环境可持续发展的状况。具体分为变量层预警、约束层预警和总体层预警 3 个子模块。

石家庄市可持续发展环境预警系统数据流见图 3。

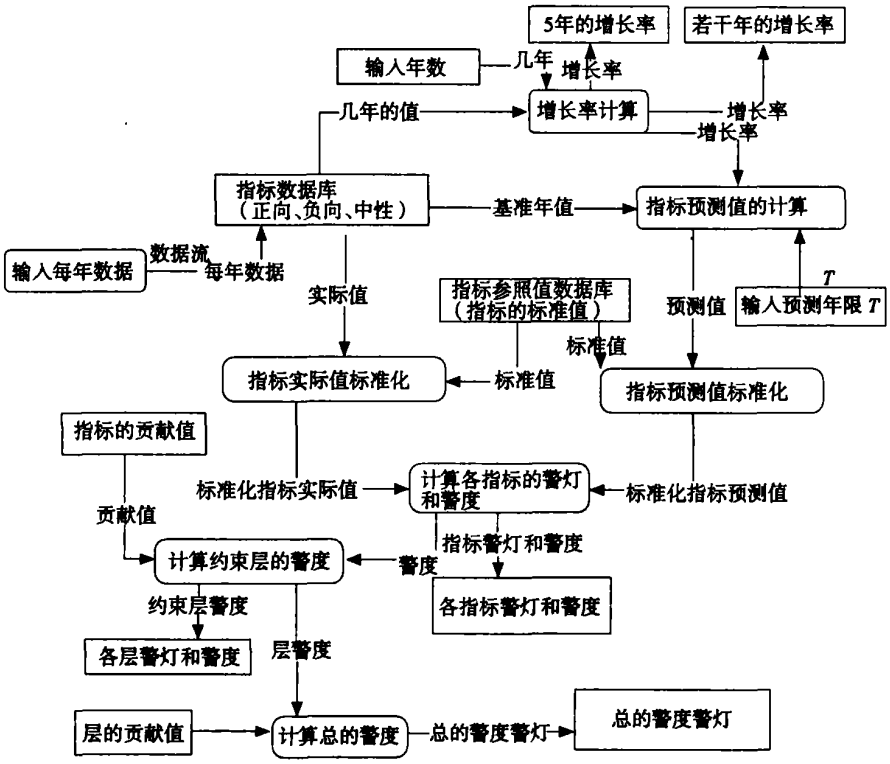


图 3　石家庄市可持续发展环境预警系统数据流

Fig. 3　Data flow of the early warning system of sustainable environment in Shijiazhuang City

4.2　石家庄市可持续发展环境预警

考虑时间关系和数据的可获取性, 选取了 1999－ 2003 年的数据作为系统的数据源[8], 以 1999 年为基准年对石家庄市可持续发展环境进行了预警。

1) 系统检验　通过程序运行得出 2003 年指标预测值, 将其与 2003 年指标实际值相比, 指标值相差甚微, 说明了设计的预警模型所选取的预警指标具有代表性, 计算方法也是可行的。

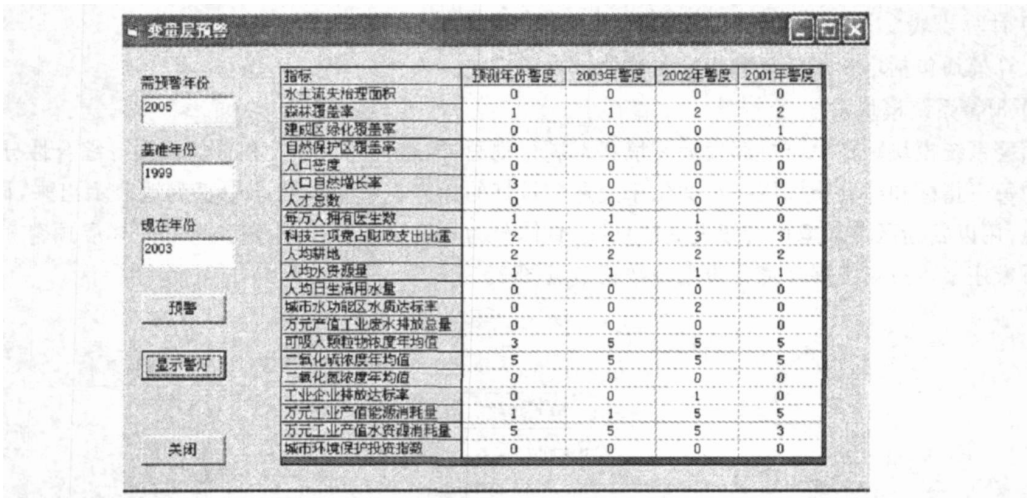
2) 平均增长率计算　通过计算给出了 1999－ 2002 年 4 年间变量层各指标的平均增长率(见图 4) 。

3) 预警　以 1999 年为基准年, 2003 年为当前年, 分别对 2005 年、2010 年、2015 年石家庄市可持续发展环境进行微观、中观和宏观预警, 得出各年警度值, 并显示出警灯。由于篇幅所限, 在此仅以对 2005 年石家庄市可持续发展环境进行微观预警为例(见图 5) 。

通过对石家庄市 2005 年、2010 年、2015 年的可持续发展环境进行预警, 可以发现以下问题。

1) 石家庄市自 1999 年以来可持续发展的状况还是比较正常的, 并未出现较大的警况。石家庄市可持续发展环境从总体来看, 正在逐渐向可持续发展转换。但就目前的可持续发展水平来讲, 尚属于较低阶段, 因而可持续发展环境系统还比较脆弱, 对一些低程度的异常的协调水平较差, 更不可能自行调节较大的异常, 因而对于处于双红灯、红灯状态的指标必须及时作出反应。同时对于出现黄灯的指标也应采取相应措施, 否则整个系统的正常运行将受到严重威胁。

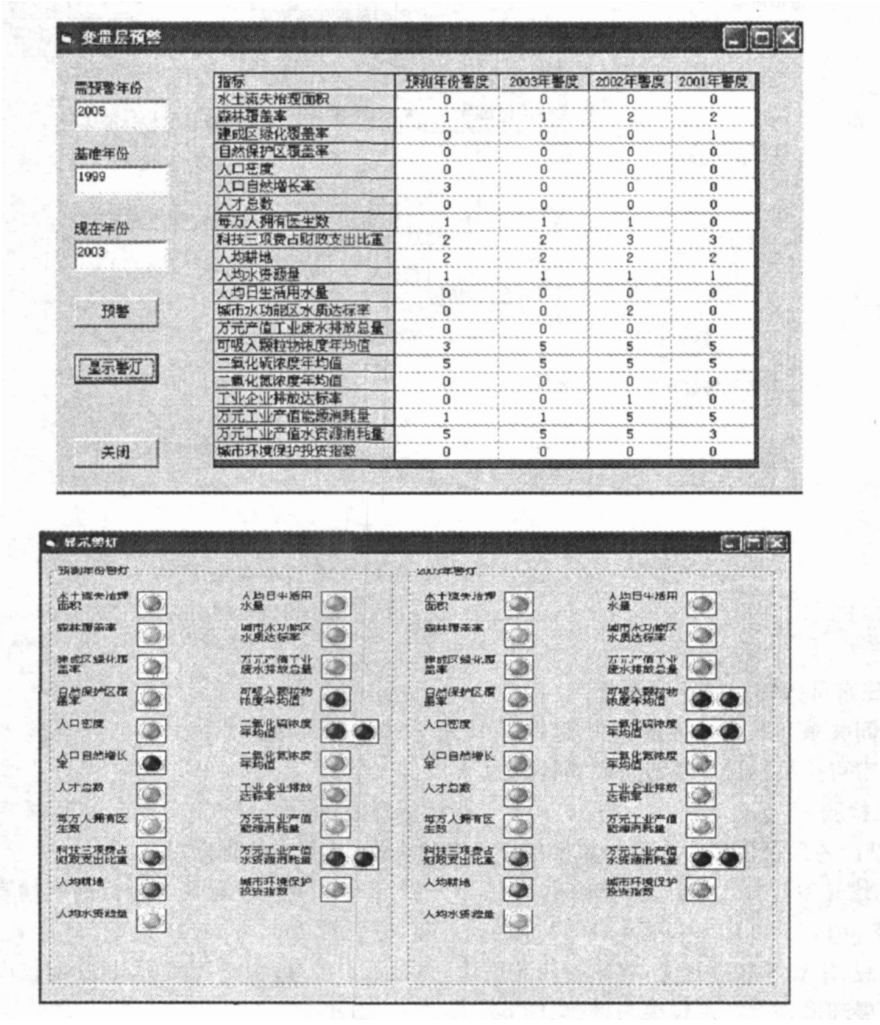
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



指标	预测年份警度	2003年警度	2002年警度	2001年警度
水土流失治理面积	0	0	0	0
森林覆盖率	1	1	2	2
建成区绿化覆盖率	0	0	0	1
自然保护区覆盖率	0	0	0	0
人口密度	0	0	0	0
人口自然增长率	3	0	0	0
人才总数	0	0	0	0
每万人拥有医生数	1	1	1	0
科技三项费占财政支出比重	2	2	3	3
人均耕地	2	2	2	2
人均水资源量	1	1	1	1
人均日生活用水量	0	0	0	0
城市水功能区水质达标率	0	0	2	0
万元产值工业废水排放总量	0	0	0	0
可吸入颗粒物浓度年均值	3	5	5	5
二氧化硫浓度年均值	5	5	5	5
二氧化氮浓度年均值	0	0	0	0
工业企业排放达标率	0	0	1	0
万元工业产值能源消耗量	1	1	5	5
万元工业产值水资源消耗量	5	5	5	3
城市环境保护投资指数	0	0	0	0

图 4 1999– 2002 年 4 年变量层指标平均增长率

Fig. 4 Average increasing rate of indicators in variable layer from 1999 to 2004



指标	预测年份警度	2003年警度	2002年警度	2001年警度
水土流失治理面积	0	0	0	0
森林覆盖率	1	1	2	2
建成区绿化覆盖率	0	0	0	1
自然保护区覆盖率	0	0	0	0
人口密度	0	0	0	0
人口自然增长率	3	0	0	0
人才总数	0	0	0	0
每万人拥有医生数	1	1	1	0
科技三项费占财政支出比重	2	2	3	3
人均耕地	2	2	2	2
人均水资源量	1	1	1	1
人均日生活用水量	0	0	0	0
城市水功能区水质达标率	0	0	2	0
万元产值工业废水排放总量	0	0	0	0
可吸入颗粒物浓度年均值	3	5	5	5
二氧化硫浓度年均值	5	5	5	5
二氧化氮浓度年均值	0	0	0	0
工业企业排放达标率	0	0	1	0
万元工业产值能源消耗量	1	1	5	5
万元工业产值水资源消耗量	5	5	5	3
城市环境保护投资指数	0	0	0	0

图 5 2005 年石家庄市可持续发展环境微观预警

Fig. 5 Microcosmic early warning of sustainable environment in Shijiazhuang City, 2005

2) 从约束层看, 自然环境支持系统在改善, 由 2002 年的重警逐渐发展到 2005 年的中警。然而人口支持系统却在恶化, 由 1999 年的轻警发展为 2005 年的中警。

石家庄市可持续发展环境预警的结果可以这样总结: 石家庄市可持续发展系统尚处于平稳状态, 且今后

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 年内也不会出现较大的警情, 但必须注意在万元工业产值水资源消耗量、二氧化硫浓度年均值、人口自然增长率、人均耕地、科技三项费占财政支出比例、人均水资源量、每万人拥有医生数 7 个具体指标上都出现了不同程度的警情, 这已对整个系统的协调运行产生了较大的影响, 若不及时加以调整, 警情将出现进一步的恶化。

参考文献:

[1] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2004 中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[2] BOSSEL H. Indicators of Sustainable Development: Theory, Method, Application[M]. Winnipeg: International Institute For Sustainable, 1999.

[3] 边　雷, 张焕祯, 董常青, 等. 可持续发展评价指标体系研究现状与展望[J]. 河北工业科技, 2006, 23(6): 385-388.

[4] 薄朝建, 蒲恩奇, 张淑芬. 石家庄市的大气污染及其防治对策[J]. 河北工业科技, 2004, 21(4): 19-20.

[5] 赵晓兰, 李秀敏, 李剑玲. 用因子分析法构建企业员工关系公关预警指标评价模型[J]. 河北科技大学学报, 2006, 27(3): 261-266.

[6] 叶正波. 可持续发展预警系统理论与实践[M]. 北京: 经济科学出版社, 2002.

[7] 刘　淑. 云南粮食生产预警系统构建研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2000.

[8] 石家庄市统计局. 石家庄统计年鉴(2000 年 —2004 年)[R]. 北京: 中国统计出版社, 2005.

(上接第 **65** 页)

3) 当 $L(\lambda)=\lambda^2$ 时, 对于 $A=(a,b,c)$, 由 $I_L(A)=(a+6b+c)/8$, $ID_\theta(A)=(c-a)/(12+c-a)$ 可得 $I_L(\boldsymbol{C})=\begin{pmatrix}3.0 & 3.88 & 7.5 & 13.88\\ 2.13 & 4 & 8 & 14.88\\ 4.13 & 4.88 & 6.88 & 15.88\\ 5.13 & 5.75 & 7.88 & 17.63\end{pmatrix}$, 最优解 $\boldsymbol{X}^*=(x_{ij})_{4\times4}=\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0\end{pmatrix}$, 即指派结果为第 1 个人去做第 4 项任务, 第 2 个人去做第 1 项任务, 第 3 个人去做第 3 项任务, 第 4 个人去做第 2 项任务。利用 $ID_\theta(x_{14})=0.2$, $ID_\theta(x_{21})=0.2$, $ID_\theta(x_{32})=0.2$, $ID_\theta(x_{43})=0.25$ 可知此模糊指派的综合不确定度为 $ID_\theta=0.25$。

综上所述, 随着 $L(\lambda)$(即人的决策意识)的变化, 指派结果可能是不一样的, 且指派方案的不确定性度量也会发生变化, 其根本原因在于 $L(\lambda)$ 的变化导致了效益矩阵中 c_{ij} 的综合量化值超出了相对最优解的变化范围; 另一方面, 在 $L(\lambda)$ 选定的情况下, 若最优解不唯一, 则不同指派方案的不确定性可能也是不一样的, 此时应选不确定程度最小的指派方案, 而该工作涉及到指派问题的灵敏度分析, 难以形成具体的计算模式, 该问题可以结合其他计算方法(如遗传算法)来研究, 此处不作详细讨论。

5 结　论

笔者结合模糊信息结构特征, 利用水平效应函数 $L(\lambda)$, 建立了一种从整体上衡量模糊数大小的 I_L-度量以及 I_L-度量在水平效应函数 $L(\lambda)$ 下的 ID_θ-不确定度方法, 并且利用引进的零型模糊数的概念, 推广了著名的匈牙利算法, 把模糊指派问题转化成传统的指派问题以便求解, 最后利用模糊信息的 ID_θ-不确定度对指派决策进行可靠性分析, 可为模糊环境下的指派问题提供一定的依据。

参考文献:

[1] 孙麟平. 运筹学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[2] 宋业新, 吴晓平, 陈绵云. 具有模糊信息的多目标指派问题求解[J]. 系统工程, 2001, 19(1): 28-33.

[3] 胡劲松. 模糊指派问题求解方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001, (9): 94-117.

[4] 聂琦波. 指派问题的模糊数学方法求解研究及其启发[J]. 南京工业大学学报, 2002, 24(6): 26-29.

[5] 冯　媛. 一类模糊指派问题及其禁忌搜索算法[J]. 北京石油化工学院学报, 2004, 12(3): 42-45.

[6] LI Fa-chao, WU Cong-xin, QIU Ji-qing. Platform fuzzy number and separtability of Fuzzy number space[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 117: 347-353.

[7] LIU Min, LI Fa-chao, WU Cheng. The order structure of Fuzzy numbers based on the level characteristic and its application in optimization problems[J]. Science in China(Series F), 2002, 45(6): 433-441.

[8] LIOU T S, WANG Mao-jun. Ranking Fuzzy numbers with integral value[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1992, 50: 247-255.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net