

人口、经济发展 与生态环境系统协调性 测度原理及应用

张效莉 黄硕琳 著

R ENKOU JINGJI FAZHAN YU
SHENGTAI HUANJING XITONG
Xietiaoxing Cedu Yuanli Ji Yingyong **g**

中国环境科学出版社

人口、经济发展与生态环境系统 协调性测度及应用

张效莉 黄硕琳 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

人口、经济发展与生态环境系统协调性测度及应用/张效莉, 黄硕琳著. —北京: 中国环境科学出版社, 2008.8

ISBN 978-7-80209-769-8

I. 人… II. ①张… ②黄… III. ①人口—关系—生态环境—系统协调 ②经济发展—关系—生态环境—系统协调 IV. X171.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 104366 号

责任编辑 张维平
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 9 月第 1 版
印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1—1 000
开 本 787×960 1/16
印 张 10.75
字 数 200 千字
定 价 30.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前言

国外学术界关于可持续性评价以及定量研究已经有了十几年的历史, 这些研究将大量精力放在评价指标体系的设计方面, 对协调状态测度研究的成果所见甚少。国内关于经济与生态环境协调状况评价和测量的研究比较活跃, 但是大多数评价方法均表现出过于抽象、缺乏可操作性, 不易在实践中得到推广应用, 也不利于协调控制的真正实现。

考虑到发展是无止境的, 协调发展、协调状态没有绝对的标准, 它是动态的、相对的, 单纯对某一区域或某一时间点进行定量评价的协调度是一个无量纲的代数值, 这个代数值本身并不具备实际意义, 只有选取不同的区域或时间段作为参照物进行对比分析, 才能表现出定量评价数值的相对意义。

因此, 人口、经济发展与生态环境系统之间协调状态评价必须采取横向与纵向相结合的原则, 即: (1) 横向是指在某一给定的时间截面对不同区域的人口、经济发展与生态环境系统协调状况进行评价, 使区域之间相互成为参照, 从而找出某一区域与其他区域间协调发展的差距和问题。(2) 纵向是指对某一特定区域在某一研究时间段内的人口、经济发展与生态环境系统协调状况进行评价, 使不同时间段互相成为参照, 从而找出某一时间段与其他时间段之间协调发展的差距和问题。

在上述背景下, 本书的主要研究目标和研究主题被确定为: 选择一种可以反映人口、经济发展与生态环境系统之间协调程度的多目标决策的测度模型。通过该模型的运行, 可以获得区域间横向比较的参照值和协调性测度值, 以及区域内不同时间段间纵向比较的参照值和协调性测度值。

本书的第 2、第 3、第 4 章, 由张效莉执笔, 主要研究了影响人口、经济发展与生态环境系统协调的物质因素间相互作用关系。即: 第 2 章以 VAR 模型为基础, 分别对人口和经济发展之间的作用机制进行了研究, 获得了它们两两间的动态响应路径; 第 3 章用聚类分析方法获得了人口与环境作用机制; 第 4 章通过思辨分析, 论证了经济发展与生态环境相互作用机制, 获得了经济发展与生态环境趋于优化的非线性

规划模型和目标规划模型。上述三章的研究获得了各物质因素对协调状态影响的正负效应,为书中构建指标体系,以及各三级指标的正负属性的界定做了铺垫。

第5章由黄硕琳执笔,本章首先研究了影响人口、经济发展与生态环境系统协调的非物质诸因素如何导致三大系统不协调的机制。随后采用超边际分析方法,获得了基于外生交易费用的人口、经济发展与生态环境系统趋于协调的非线性规划模型,得到了三系统趋于协调的充要条件,为书中指标体系构建部分引入环境保护与建设等外生交易费用指标,以及各三级指标的正负属性的界定做了铺垫。

第6章由张效莉执笔,本章首先构建了有关描述人口、经济发展与生态环境系统关系的指标体系,并确定了指标的正负属性。然后进入本书的主要目标的研究,也即本书的主要创新点。书中选用了逼近于理想解排序的多目标决策分析方法,建立了区域协调性测度评价模型,并对该模型用2003年的中国大陆30个省(区)(西藏除外)的近3000多个数据进行了实证研究,获得了新疆与其他省(区)横向比较的参照值、协调性测度值,以及新疆2000—2004年纵向比较的参照值和协调性测度值。

第7章由黄硕琳执笔,本章是在第6章模型实际应用的基础上,针对新疆在横向比较,以及自身纵向比较过程中的相对协调状况,提出其趋于协调的若干对策。

本书是作者近3年研究成果的结晶,具有以下几个特点:

1. 本书立足于大系统理论,条理清晰地分析论证了组成大系统的各要素之间的相互作用机制和数理关系,从而为后续指标体系的构建打下了坚实的基础。本书不仅研究了大系统内物质性的构成要素间相互影响,同时还巧妙地运用了求角点均衡解的超边际分析技术研究了难于量化描述的如政策、法律等非物质性构成要素及其与物质性要素间的关系,从而使得研究更加全面、严谨。

2. 本书涉及的数据资料横跨2003年中国大陆30个省(区)(西藏除外),涉及近3000多个数据,这些无疑为本书研究成果的可靠性提供了保证。

3. 本书运用了现代宏计量的VAR模型、脉冲响应函数和方差分解技术,研究了人口数量与经济发展之间、人口城乡结构与经济发展之间的相互作用机制;运用了多元统计的聚类分析方法,研究了人口年龄结构与经济发展之间、人口文化素质与生态环境、人口城乡结构与生态环境之间、人口老龄化与生态环境之间的相互作用机制;运用了非线性规划模型和多目标规划模型,研究了经济发展与生态环境系统趋于优化问题;运用了超边际分析模型,研究了经济发展与生态环境系统协调优化的非物质因

素问题;运用了多目标决策技术——逼近于理想界排序方法,研究了人口、经济发展与生态环境系统协调的评价方法。诸模型在经过实证检验后都很好地解释和评价了现实中的环境经济协调问题。

4. 本书是在模型运行后给出了基于模型运行的对策建议,这些建议从作者所设计的指标体系着手,按图索骥找到各区域三大系统不协调的根源,并有针对性地给出了控制区域趋向协调的对策建议,从而使得建议更加具有可操作性和针对性。

本书的出版得到上海市重点学科渔业经济与管理(项目号:T1103)和国家自然科学基金(项目号:70363001)联合资助。

在本书出版之际,要特别感谢给予我们极大帮助的人们。首先感谢西南交通大学王成璋教授所给予的悉心指导、不断的鼓励和支持,使我们克服重重困难完成了本书;其次感谢上海海洋大学的高健教授、韩兴勇教授,他们在百忙中抽出时间为本著作出版献计献策,使著作的出版如期顺利实现;同时还要感谢新疆大学何伦志教授、宋岭教授和秦放鸣教授的悉心指导;感谢成都电子科技大学马捷老师、西南财经大学刘宏坤老师、华南农业大学张效军老师,感谢他们为本著作的完成提供了大量的资料支撑。

由于作者学术水平有限,书中难免出现诸多错漏和疏忽,恳请读者能够给予批评指正。

作 者

2008年6月于上海海洋大学

摘 要

自 1987 年联合国世界环境与发展委员会发表了《我们共同的未来》以来,特别是 1992 年“联合国环境与发展大会”以后,可持续发展战略成为世界各国的行动纲领,有关可持续发展的指标及其定量评价方法研究成为 20 世纪 90 年代以来可持续发展研究的前沿和热点。然而,可持续不是一种不变的状态,而是一个不断探索的过程,一个不断变化的目标,它不存在最后的状态。作为协调状态评价的协调性测度也应该随时间、空间条件的变化而变化。目前存在的协调性测度诸方法,一方面过于抽象,缺乏可操作性,不易在实践中推广应用;另一方面,几乎都没有涉足如何确定协调性测度的横向、纵向对比参照值的研究。

发展是无止境的,协调发展、协调状态没有绝对的标准,它是动态的、相对的,单纯对某一区域或某一时间点进行定量评价的协调度是一个无量纲的代数值,单独看这个数值本身并不具备实际意义,只有选取不同的区域或时间段作为参照物进行对比分析,才能表现出定量评价数值的相对意义。

因此,人口、经济发展与生态环境系统之间协调状态评价必须采取横向与纵向相结合的原则。即:(1)横向是指在某一给定的时间截面对不同区域的人口、经济发展与生态环境系统协调状况进行评价,使区域之间相互成为参照,从而找出某一区域与其他区域间协调发展的差距和问题。(2)纵向是指对某一特定区域在某一研究时间期间内的人口、经济发展与生态环境系统协调状况进行评价,使不同时间段互相成为参照,从而找出某一时间段与其他时间段之间协调发展的差距和问题。

本书的主要研究目标和研究主题即为:选择一种可以反映人口、经济发展与生态环境系统之间协调程度的多目标决策的测度模型。通过该模型的运行,可以获得区域间横向比较的参照值和协调性测度值,以及区域内不同时间段间纵向比较的参照值和协调性测度值。

在本书的第 2、第 3、第 4 章,研究了影响人口、经济发展与生态环境系统协调的物质因素的相互作用。即:第 2 章以 VAR 模型为基础,分别对人口和经济发展之间的作用机制进行了研究,获得了它们两两间的动态响应路径;第 3 章用聚类分析方法获得了人口与环境作用机制;第 4 章通过思辨分析,论证了经济发展与生态环境相互作用机制,获得了经济发展与生态环境趋于优化的非线性规划模型和目标规划模型;上

述 3 章的研究认识到各物质因素对协调状态影响的正负效应,为书中构建指标体系,以及各三级指标的正负属性的界定做了铺垫。

本书第 5 章首先研究了影响人口、经济发展与生态环境系统协调的非物质诸因素及其如何导致三大系统不协调的机制。随后采用超边际分析方法,获得了基于外生交易费用的人口、经济发展与生态环境系统趋于协调的非线性规划模型,得到了三系统趋于协调的充要条件,为指标体系构建引入环境保护与建设等外生交易费用指标,以及各三级指标的正负属性的界定做了铺垫。

本书第 6 章首先构建了有关描述人口、经济发展与生态环境系统关系的指标体系,并确定了指标的正负属性。然后进入主要研究目标的研究,也即本书的主要创新点。选用了逼近于理想解排序的多目标决策分析方法,建立了区域协调性测度评价模型,并对该模型用 2003 年全国 30 个省(区)(西藏除外)的近 3 000 多个数据进行了实证研究,获得了新疆与其他省(区)横向比较的参照值、协调性测度值,以及新疆 2000—2004 年纵向比较的参照值和协调性测度值。

第 7 章则是在第 6 章模型实际应用的基础上,针对新疆在横向比较,以及自身纵向比较过程中的相对协调状况,提出其趋于协调的若干对策。

最后为本书的主要结论和进一步研究的设想。

目 录

前言	i
摘要	iv
1 绪论	1
1.1 背景、目的和意义	1
1.2 国内外研究现状	4
1.3 研究立场、研究对象和相关概念的界定	13
1.4 研究目标和方法	14
1.5 研究的主要内容、拟解决的关键问题及创新点	15
1.6 研究的理论基础	18
2 人口与经济发展相互作用机制分析	19
2.1 人口数量增长与经济发展的相互作用机制研究	19
2.2 人口结构与经济发展之间相互关系研究	28
2.3 本章小结	44
3 人口与生态环境相互作用机制分析	46
3.1 引言	46
3.2 人口数量与生态环境相互作用机制分析	47
3.3 人口结构与生态环境相互作用机制分析	48
3.4 本章小结	58
4 经济发展与生态环境系统作用机制及优化研究	60
4.1 引言	60
4.2 经济发展与生态环境系统作用机制	61
4.3 经济发展与生态环境系统不协调的后果	65
4.4 经济发展、资源系统和环境系统相互协调优化控制	66
4.5 本章小结	68

5 人口、经济发展与生态环境系统协调的非物质因素分析	69
5.1 中国人口增长、经济发展导致生态环境恶化的状况分析	69
5.2 人口增长、经济发展导致生态环境恶化的非物质因素分析	73
5.3 人口、经济发展与生态环境系统协调的超边际分析	87
5.4 本章小结	93
6 人口、经济发展与生态环境系统协调性测度模型及其应用	94
6.1 人口、经济发展与生态环境系统协调性评价的指标体系构建	94
6.2 协调性测度算法说明	101
6.3 协调性测度模型应用一	104
6.4 协调性测度模型应用二	114
6.5 经济发展与生态环境相互作用的经验检验	116
6.6 本章小结	119
7 人口、经济发展与生态环境系统趋于协调的对策研究——以新疆为例	120
7.1 新疆三系统协调状况的物质因素分析	120
7.2 人口、经济发展与生态环境协调的非物质因素分析	125
7.3 新疆三系统趋于协调的对策研究	127
7.4 本章小结	145
8 结论	147
8.1 本书的创新性结论	147
8.2 未来的研究展望	150
参考文献	151
附录	159

1 绪论

1.1 背景、目的和意义

1.1.1 问题研究的背景、可持续发展思想的产生

人口过剩、资源危机和环境污染是当代世界三大社会问题，也是制约中国社会经济发展和人民生活水平提高的三大障碍。由于人口不断增加，20世纪30年代以来的工业快速发展，导致环境日益恶化。从20世纪60年代起，各国纷纷采取环保措施，治理污染、改善环境质量，但最初的环境问题不仅没有解决，反而不断恶化。环境问题打破了区域和国家界线而演变成为全球性问题：如全球气候变化、臭氧层耗减与破坏、生物多样性锐减、土地退化和荒漠化、酸雨等。

1962年美国生物学家 Rachel Carson 出版了《寂静的春天》，标志着人类生态意识的觉醒和“生态学时代”的开端。1972年，以美国 Meadows 为首的研究小组出版了《增长的极限》，指出了地球资源及环境自净能力的有限性，而人口和污染呈指数增长。该著作虽然得出了“零增长”的悲观结论，但对环境意识的激发发挥了非常重要的作用。1972年6月在瑞典斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议通过《联合国人类环境会议宣言》文件和《只有一个地球》的报告，唤起了各国政府对环境问题尤其是环境污染问题的觉醒。1981年美国世界观察研究所所长 Brown 出版了《建立一个持续发展的社会》，提出必须从速建立一个“可持续的社会”（sustainable society）。1983年第38届联大通过决议成立联合国“世界环境与发展委员会”（WCED），负责制订“全球的变革日程”，并于1987年在第42届联大通过 WCED 的报告《我们共同的未来》，首次提出“可持续发展”的概念，并给出了可持续发展的定义：“在不损害后代人满足其自身需要的能力之前提下满足当代人需要的发展”。1992年6月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会通过了《里约环境与发展宣言》《21世纪议程》《联合国气候变化框架公约》《生物多样性公约》，将可持续发展列为全世界的发展战略。今天，可持续发展

已经成为全人类的共同奋斗目标,但如何实现资源环境与人类社会经济发展的可持续性,怎样才能做到人口、经济发展与生态环境系统的协调发展,在理论和实践上尚需开展长期、深入的研究和探索。

1.1.2 几个概念及相互间的关系

可持续发展概念被提出后,立即得到了各国政府、科学家与公众的普遍认可,经济学家、社会学家、环境学家、农业学家从各自的领域对可持续发展的概念、意义等进行了大量的论述与研究。

从系统论的角度讲,可持续发展是建立在社会-经济-自然环境复合系统各个子系统协调发展基础上更高层次的发展^[1]。可持续发展既要协调人与自然的关系,也要协调经济发展与生态环境的关系,还要协调人口、经济发展与生态环境的关系,要从总体上把握和解决人口、资源、环境、发展的问题。

发展指系统或系统组成要素本身从简单到复杂、从低级到高级、从无序到有序的变化过程,反之则为“负发展”,介于两者之间,维持现状不变则为“零发展”。

协调是两种或两种以上系统或系统要素之间配合得当、和谐一致、良性循环的关系。协调作为一种管理职能,是围绕组织发展目标对组织整体中各种活动的相互联系加以调节,使这些活动有机地结合在一起,减少矛盾、相互协调、促使组织目标的实现。经济与生态环境系统之间存在着复杂的相互作用,只有它们之间的相互作用产生协调效应,才能推动两者向着协调有序的方向发展^[2]。

协调发展是协调与发展的交集,是系统或系统内要素之间在和谐一致、配合得当、良性循环的基础上由低级到高级,由简单到复杂,由无序到有序的总体演化过程。协调发展不是单一的发展,而是一种多元发展。在协调发展过程中,发展是系统运动的指向,而协调则是对这种指向行为的有益约束和规定。经济-生态环境系统协调发展是指人口、社会、经济及环境等各个子系统之间或系统组成要素之间在发展演化过程中彼此和谐一致,是充分利用并促进经济与生态环境之间的积极作用关系,实现二者之间的良性循环,使经济稳定发展、资源合理高效利用、环境状况良好的一种有序状态。为实现上述的和谐一致而对系统采取的若干调节控制活动称为系统施加的协调作用;这些调节控制活动(即协调作用)所遵循的相应的程序与规则称为协调机制。

系统之间或系统组成要素之间在发展演化过程中彼此和谐一致的程度称为协调度^[2]。协调度是判断社会、经济、人口及环境是否处于协调状态的定量指标,是协调状态的测度或评价,体现了系统由无序走向有序的趋势。

由于环境与经济的协调发展与《我们共同的未来》中提出的可持续发展是完全一致的^[3],而且从任何区域范围来看,可持续发展都要求协调人口、社会经济发展与自然

资源利用以及生态环境的关系^[4]；反过来说，可持续发展实质上就是人和自然关系协调发展的规范^[5]。所以在今天，协调发展已被全世界公认为处理发展经济和保护环境之间关系的最佳选择，它是保证实现人类社会可持续发展战略目标的必由之路。协调是实现可持续发展的手段，可持续发展是协调的目的^[6]。

1.1.3 研究的目的和意义

自 1987 年联合国世界环境与发展委员会发表了《我们共同的未来》以来，特别是 1992 年巴西“联合国环境与发展大会”以后，可持续发展战略成为世界各国的行动纲领。人类要想确保可持续发展的实现，就必须经常监测人口、经济发展与生态环境的相互作用的情形，确保三者之间处于协调状态，就要对协调状态做客观的测量和评价，以便及时施加协调作用使之趋于协调。评价和监测人口、经济与环境协调发展的状态和程度，是建立可持续发展的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可靠依据^[7]。为此，有关可持续发展的指标及其定量评价方法研究成为 20 世纪 90 年代以来可持续发展研究的前沿和热点。然而可持续不是一种不变的状态，而是一个不断探索的过程，一个不断变化的目标，它不存在最后的状态^[8]。协调是确保可持续实现的手段和过程管理的重要内容，作为协调状态评价的协调度也应该随时间、空间条件的变化而不同。

目前存在的协调度概念虽然很好地概括和描述了协调发展的程度，但是过于抽象、缺乏可操作性，不易在实践中得到推广应用。因此设计一种随时间、空间条件的变化而不同的、能够客观、真实、准确并易操作、能够清晰反映各地区问题症结所在的、在实践中易推广的反映经济与环境协调发展的状态和程度的定量评价方法，以便为政府部门在制订人口、社会经济与生态环境协调发展政策时提供信息和决策依据，这是具有重要的理论和现实意义的。

由于人口、经济与生态环境系统协调发展是指人口、社会、经济及环境等各个子系统之间或系统组成要素之间在发展演化过程中彼此的和谐一致，是充分利用并促进人口、经济与生态环境之间的积极作用关系，实现相互之间的良性循环，使经济稳定发展、资源合理高效利用、环境状况良好的一种有序状态。

因此，本书认为衡量人口、经济发展与生态环境系统协调程度的协调性测度应该为：在某一相对确定的时间、空间范围内，人口、经济发展、生态环境等各子系统的各相关因素距离良性有序状态（理想状态）的接近程度。

1.2 国内外研究现状

关于可持续发展的研究,不同学者的出发点和研究角度各不相同,有从经济学方向进行研究的,该方向以区域开发、生产力布局、经济结构优化、物资平衡等作为基本内容;有从社会学方向进行研究的,该方向以社会发展、社会分配、利益均衡等作为基本内容;有从生态学方向进行研究的,该方向以生态平衡、自然保护、资源环境的永续利用等作为基本内容。还有从系统学方向进行研究的,该方向以综合协同的观点探索可持续发展的本源和演化规律,有序地演绎三系统互相制约、互相作用的关系^[128]。

国外学术界关于可持续性评价以及定量研究已经有了十几年的历史,这些研究将大量精力放在评价指标体系的设计方面,对协调状态测度研究的成果所见甚少。国外研究大多都是设计出指标体系后,采用加权平均等方法获得可持续性指数,用该指数对可持续性状态进行评价。相反,国内关于经济与生态环境协调状况评价和测量的研究(即协调测度研究)比较活跃,对有关文献整理后发现国内的这些研究主要集中在两点:第一,设计描述和测量协调状态的评价指标体系;第二,建立反映协调程度的协调性测度模型。

探究国内外在研究可持续性定量评价方面存在差异的原因,主要有^[9]:(1)理论上的原因。对于可持续发展的概念从最初提出到1992年联合国环境与发展大会得到世界各国的普遍认同,经历了十多年历程,虽然各个国家在原则上同意《我们共同的未来》和联合国环境规划署第十五届理事会通过的《关于可持续发展的声明》,但人们对可持续发展理论的研究仍然在继续,对可持续发展的定义和解释在结合各国具体国情时存在极大差异,致使可持续发展尚未形成一套完整的各国认同的理论体系。(2)实践上的原因。由于理论认识的不一致,各国国情又存在很大差别,各国可持续发展战略的实践也不相同。主要表现在各国的可持续发展目标、关键领域、重点问题以及优先项目的选择上存在较大差别。发达国家在实施可持续发展方面更侧重于环境,而广大发展中国家则更侧重于经济发展。同样是发展中国家,由于国情不同,努力的重点也不同。我国将经济、社会、人口、资源、环境的协调发展作为可持续发展的重点和目标。

1.2.1 国外可持续发展度量的指标体系

国外可持续发展度量的指标体系研究大致可分为以下几类:

(1)经济合作与发展组织和联合国可持续发展委员会的基于生态-环境观点的较微观层次的“压力-状态-响应”(DSR)指标^[10]。这种模式为压力和状态(如酸雨强度、土壤酸化程度)设定参照标准,并用实际值和参照值进行对比,评价资源、环境的可

持续性。由于这种模式考虑实际值与参照值之间的对比,因此受到 Gilbert^[11]等研究者的推崇,他们认为参照标准的设立可以使得对可持续性状况的描述更加精确。但是这种模式较适合于空间尺度较小的微观领域,或者是空间尺度虽大但与空间位置关系不大的一些较单纯的问题,如大气中的温室气体含量、全球海平面变化等问题,但对空间差异大、因素较多的大尺度综合评价则困难较大^[12]。

(2) 以价值综合核算为前提的综合可持续发展指数,如从经济学角度进行描述的“绿色”净国民产出指数^[13];Pearce 和 Atkinson^[14, 15]的用于检测一个国家是否遵循 Hartwick 规则^①[16]的真实储蓄率指标,从人文社会角度描述的可持续发展经济福利和真实进步指标^[17],他们呼吁对经济进步测量方法的变革,提出了可持续发展经济福利指标;从生态学角度描述的生态承载力指标^[18]、生态足迹理论^[19]、环境空间指数^[20]等^[21]。

(3) 对资源环境的价值核算持保留态度,避免做综合的价值核算,而是分别选取人口、资源、环境、经济、社会等多方面的指标进行系统分析,采用无量纲化处理和加权平均的方法求得衡量可持续发展水平的综合指数。有代表性的有 Pfliegner^[22]的绿色人文发展指数;还有 Christian^[23]的社会生态指标体系,他们都主张指标选取要少而精;与之相反,另有主张指标的选取尽可能详尽,如 Henderson^[24]提出的关于城市生活质量指标体系。

(4) 从可持续性的反面着手,通过建立不可持续指标来度量可持续性。这种模式认为如果没有不可持续性问题发生,那么就可以确定这种发展是可持续的,如 Jodha^[25]列出了一系列不可持续指标,其数据资料来源包括定期普查数据、历史事件的描述、科学考察数据和新旧航空图像的对比等。

国外研究对国内可持续定量研究的借鉴作用在于^[12]:①指标体系和指数的设计方法。国外研究对指标体系中应该包含哪些指标,指标项目数量多少为宜,指标的真正含义等进行了较多的讨论。②指标体系的量化方法和权重的确定。在指标量化方法上,国外关于专家调查法、抽样调查法等,以及在指标体系的综合过程中所采用的指标指数化方法和赋权方法等都给国内研究者提供了很好的借鉴。

1.2.2 国内关于描述和测量协调状态和程度指标体系的研究

我国学者从 20 世纪 90 年代初开始对可持续发展指标体系进行研究。1993 年牛文元^[26]在总结国外可持续发展指标体系的基础上,提出可持续发展度指标体系,并采用资源承载力、经济生产力、发展稳定性、环境缓冲力和管理调控力来测定区域可持续

① Hartwick 准则:将从有效率的不可再生资源开采活动中获取的租金(收入超过边际成本部分)储蓄下来,全部用于再生产(物质资本和人力资本等)的资本投入。在这一条件下,产出和消费水平不会随着时间改变。

发展能力,相应采用资源丰度、经济强度、社会稳定性、环境忍耐性和决策合理性 5 个指标来衡量可持续发展;赵景柱^[27]从生态角度认为社会-经济-自然复合系统的持续发展评价指标体系应该综合考虑世代的连续性和重叠性、人的生育年龄和工作年龄;毛汉英^[28]以山东省为例,提出了建立可持续发展的指标体系的原则;随后还有学者和研究机构对指标进行了增删修改,但并没有对基本框架结构和权重计算方法做大的改动。

1.2.3 关于建立反映协调程度的协调性测度模型

比较而言,国内由于将经济、社会、人口、资源、环境的协调发展作为可持续发展的重点和目标,因此国内学者在协调测度模型选择上相对花费的心思较多,研究的成果也较丰富,其大致可归类如下:(1)在方法和程序上存在的共同特点是:①都是先分析经济子系统与资源环境子系统相互影响、相互作用的关系;②设计出反映各子系统发展状态的指标体系;③确定各子系统指标的权重;④计算各子系统的综合发展水平指数;⑤根据各子系统相互作用原理设计出相应的反映子系统间协调程度的协调度模型;⑥选定一个研究区域进行实证分析。(2)由于不同的研究者对同一问题看法、观点不同、研究的侧重点不同,使得这些研究在不同的环节也具有不同的特点,具体来讲:①在指标体系设计上有设计成经济、资源环境两大子系统的,有资源、经济、环境三大子系统的,也有设计成人口、经济、资源、环境四大子系统的,还有设计成人口、资源、环境、经济和社会五大子系统的;②在指标权重确定和指标分解的方法上大多采用层次分析法和主成分分析法等方法;③在设计反映各子系统之间协调程度的协调测度方法方面有较多种类。通过对国内各种有关协调度研究的文献进行追踪和对比分析,可将协调测度模型大致分成以下几类:

(1) 变异系数协调度

变异系数协调度也叫离散系数协调度。杨士弘^[29]等用变异系数法对环境与经济协调发展状况进行了测量和评价。变异系数法主要利用数理统计中变异系数和协调系数的概念和性质求两个子系统之间协调度指数。分析环境-经济两个系统之间的协调程度,需要首先求出两个系统水平指数之间的协调系数(反映两数值之间的数学相关程度大小的数),求协调系数的推导过程如下:设有两个正数 x_1 、 x_2 ,当 $x_1 = x_2$ 时,则这两个数值的协调系数为 1,即处于最佳协调状态。当 $x_1 \neq x_2$ 时,可以利用数理统计方法计算它们的协调系数。设 x_1 、 x_2 为一样本集合的两个变量,当样本的变异系数 V 最小时,该样本的变异程度最小,即样本变量 x_1 、 x_2 的值最为接近,其协调程度最大,反之则反。 $V = \frac{S}{\bar{x}}$,式中, S 为均方根差; $\bar{x}$ 为平均值。其中:

$$S^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2}{2-1}, \quad S = \sqrt{S^2}, \quad \bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

从而有:

$$V = 2 \sqrt{1 - \frac{x_1 x_2}{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)^2}} \quad (1-1)$$

要使 V 最小, 必须要 $\frac{x_1 x_2}{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)^2}$ 最大。

设协调系数 C :

$$C = \left[\frac{x_1 x_2}{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)^2} \right]^K \quad (K \text{ 为调节系数, } K \geq 2) \quad (1-2)$$

由式 (1-2) 可知, $0 \leq C \leq 1$, 即协调系数为 1 时为变量的最佳协调状态。

现在转向经济发展与生态环境问题, 由层次分析法求出经济系统的综合发展指数设为 $f(x)$, 环境系统的综合发展指数设为 $g(y)$, 则经济-环境系统的协调系数为:

$$C = \left[\frac{f(x)g(y)}{\left(\frac{f(x) + g(y)}{2}\right)^2} \right]^K \quad (\text{取 } K=2) \quad (1-3)$$

协调系数 C 是子系统综合发展指数 $f(x)$ 与 $g(y)$ 在一定条件下, 反映出复合环境经济效益或发展水平最大时, 环境效益组合协调的程度。但 C 并不能反映出两个系统间的协调程度, 因为不同区域的 $f(x)$ 与 $g(y)$ 数值各不相同, 而求出的协调系数 C 可能相等, 这并不能说明区域之间的协调发展程度必然相同。因此, 必须对经济、环境的水平发展指数综合加以考虑。

杨士弘^[29], 张军涛^[30], 方一平^[31]等用环境质量指数年均增长速度、经济发展指数年均增长速度、环境经济综合指数年均增长速度 (环境质量指数与经济发展指数的加权平均如式 (1-4) 所示, 其中 α, β 均取 $1/2$), 以及协调系数 C 综合判断区域经济发