

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2012.06.019

加拿大弗雷泽流域综合管理可持续性指标体系评价

赵 设^{1,2}, 盛连喜^{1,2}

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024;

2. 国家环境保护湿地生态与植被恢复重点实验室, 吉林 长春 130024)

摘要:对流域可持续性理念进行了概述, 介绍加拿大弗雷泽流域可持续性指标体系遵循的原则和方针、选择标准和筛选过程, 评价弗雷泽流域可持续性指标体系的优缺点。对我国流域可持续性指标体系的构建提出了 6 点建议: ①指标体系要能反映国家的现行政策和法律, 并与之相关; ②指标体系要能体现利益相关者的利益并保证其真实参与; ③要有一套科学合理的开发框架; ④从流域生态系统的整体视角来研发指标体系, 体现流域综合管理的理念; ⑤倡导流域管理与管理科学的跨学科交叉研究; ⑥结合管理科学中的数学模型对指标体系和政策进行评价。

关键词:可持续性指标; 弗雷泽流域; 综合管理; 流域管理

中图分类号: TV212.4

文献标志码: B

文章编号: 1004-6933(2012)06-0086-07

Evaluation of sustainability indicators for integrated river basin management of Fraser River Basin in Canada

ZHAO She^{1,2}, SHENG Lian-xi^{1,2}

(1. School of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. Key Laboratory for Wetland Ecology and

Vegetation Restoration of National Environmental Protection, Changchun 130024, China)

Abstract: This paper presents a general summary of the concept of sustainability of a basin and introduces guiding principles, directions for the selection of sustainability indicators, and selection criteria and procedures for the Fraser River Basin in Canada. The advantages and disadvantages of the sustainability indicator system are evaluated. Based on analysis and evaluation, the authors attempt to make suggestions for the modeling of a framework of sustainability indicators of river basins in China from the following six aspects: (1) indicators that can reflect and are relevant to the current law, policy, and management issues; (2) indicators that reflect the interest of different stakeholders and guarantee their actual involvement in basin management; (3) a scientific and rational development framework; (4) indicators developed with a holistic view from the perspective of basin ecosystems, representing the ideas of integrated river basin management; (5) promotion of interdisciplinary research on river basin management combined with the knowledge of management science; and (6) the idea that mathematical models in management science can be used to assess the indicators and management strategies.

Key words: sustainability indicator; Fraser River Basin; integrated management; basin management

1993 年, 英国学者 Gardiner 首先提出了以流域可持续发展为目标的流域综合管理理念^[1]。其后, 加拿大、美国等发达国家都依据可持续性这一新理念对流域综合管理体系采取相应的改革加以推进。

流域作为一个特殊的区域, 是指以径流流入河流干流及其支流的分水线包括的集水区域, 是一个复杂的巨系统, 其可持续发展涉及众多因素, 有自身的特殊含义^[2]。流域可持续发展作为特殊单元的一种

发展模式进行管理,就需要特定的指标加以度量^[3]。加拿大大不列颠哥伦比亚省内的弗雷泽流域可以作为典范加以研究,其管理经验很好地反映出流域综合管理的新理念,并能为我国诸多河流实现流域可持续发展提供可借鉴的实践经验。

1 流域综合管理理念的进步

早期流域管理可以追溯到 19 世纪末 20 世纪初,但这一时期管理的概念和思想仍然比较模糊,管理范围也仅限于农业灌溉、航运、防洪等目标,到 20 世纪 50 年代,以流域为单元进行资源和环境综合研究与管理的重要性逐渐得到学者和管理者的重视。以流域水资源系统优化调度和利用为目标的流域综合整治和资源开发成为热点,开始了流域作为一个系统,对防洪、水资源供应、水环境治理与保护、河湖整治,以及航运、旅游和发电等进行统一规划和管理研究^[4]。至此,流域统一管理的概念被广泛接受。

1972 年斯德哥尔摩会议的召开,使世界各国流域综合管理发展到一个新阶段,特别是 IUCN,WWF 以及联合国环境规划署联合出版了《世界保护战略》提出的“可持续发展”思想^[4],以及其后的《里约环境与发展宣言》和《21 世纪议程》的发表,寻求经济社会发展与自然资源协调途径和解决方案的行动更加主动积极^[5],以流域可持续发展为目标,强调自然与人文各要素相互协调的流域综合管理的内涵更加明确^[6]。

流域综合管理就是以流域为单元对水资源实行统一管理,建立一套适应水资源自然流域特征和统一性的管理体制,以实现水资源的经济利益和社会利益最大化,保障流域的可持续发展。

流域综合管理是 21 世纪中提出的一个重大理念。这一理念的进步意义就在于从各个基本方面出发以获得流域可持续发展,包括供需水,跨流域,上下游的连接,水与环境,环境与发展,以及不同层面上的组织和机构设置等等方面。鉴于此,欧盟各国、世界银行、全球水伙伴、世界自然基金会等都加强了对流域综合管理的推进,其中就包括加拿大的弗雷泽流域,它是流域综合管理在实践中的典型代表。

2 弗雷泽流域可持续性指标体系及其启迪

2.1 流域管理机构及其演变

弗雷泽流域位于加拿大大不列颠哥伦比亚省内,流域面积为 238 000 km²,流域长度为 1 399 km,源于落基山脉,注入佐治亚湾和太平洋^[7]。流域内支流众多,水资源丰富,沿岸风景秀丽,森林茂密,野生动物丰富,并且是大马哈鱼的最大产地。作为加拿大

第五大河流,它支撑着省内 2/3 人口的生活与经济建设对水资源的依赖。

与世界绝大多数区域的状况相同,弗雷泽流域内生态、经济和社会发展随着人口增长而面临巨大压力。环境质量恶化,水质污染、生物多样性减少等一系列生态环境问题加剧。这从客观上推动了一个为期 5 年的弗雷泽流域管理计划的创立和制定(简称为 FBMP,1992—1997 年)。目标是致力于使流域获得一个可持续性的未来,并开发和建立了一系列流域可持续指标,监测流域在可持续性上所取得的进展。1997 年,非政府机构的弗雷泽流域委员会继承了 FBMP,并对 FBMP 的流域可持续性指标体系予以发展,更好地协调了私人团体和组织的利益,构建了一种新型的流域综合管理的组织形式,它不仅关注流域的可持续发展,并把委员会成员所反映的问题与流域整体的可持续性联系起来,并努力解决存在问题,加大治理力度,使其关注的问题更具有广泛性^[8]。

2.2 流域可持续性指标及其遵循的原则

弗雷泽流域委员会认为,流域可持续性是指社会安康由充满活力的经济所支持,并由健康环境所维护。因此,促进流域的可持续性是该委员会的关注焦点,他们需要定期向流域内的居民报告可持续性的进展,与利益相关者通过对话来讨论最有效的报告方式。委员会为此而开发了系列的可持续指标以期能给居民提供相关的信息^[9]。可持续性不只是环境和经济,而应整体考虑流域未来的经济、社会和环境的健康和繁荣,这是一种新的思考方式,也是能应对诸如气候变化等重大问题的有效地途径^[10]。

弗雷泽流域委员会根据流域的自然特征,在可持续性报告中提出了指标选择的 4 项方针和 12 项原则(表 1)。

2.3 指标体系框架构建与指标选择

要提出或制定能体现自然和环境的相互作用、相互影响,体现自然和环境对社会经济的重要作用,并使各指标相互关联,最佳方式就是在指标框架中科学地应用“压力-状态-响应”模型^[11],流域系统的压力与状况反映了流域内人口、资源、环境与社会经济发展等各子系统所处的状态^[12]。同时,弗雷泽指标体系还应用了问题模型,该模型基于对全局有重要意义的问题,这些问题能影响系统的可持续性,是动态的,它随着时间而改变并能影响其他问题的变化。

表1 弗雷泽流域可持续性方针和原则^[7]

4项方针	详细解释
理解可持续性	政府、社区团体和个人,要认清他们奉献与建设一个充满活力的社区,发展优势和多元经济,保护构成生态系统的空气、水、土地和现存物种的原因和方式
关爱生态系统	个人是所有资源的管理者,包括水,森林,鱼类,野生动物和土地等。个人像管家一样通过保护和改善生态系统来维持优势和多元经济,并供养不断庞大的社区,以这种方式,人们不仅能享受自然环境,还能通过保护它来支撑高质量的生活
加强社区建设	社区能从地区经验、技能和价值中获益,强大的社区要建立在多元经济和充满教育氛围的工作环境,安全的周边环境,获得商品的快捷,并拥有共同的目标,地方行动和归属感之上
改善决策机制	任何决策都是共享的,人们一起商讨来达到创造性的共识,并获得共同的目标,这些能反映不断增长的人口中,不同性别、文化、宗教、年龄、兴趣等人们的利益,并且土著人民的权利也是一样公平和平等的
12项原则	具体要求
相互依赖性	土地,水,空气和所有生物体包括人类都是构成生态系统中所必需的部分,必须要保护生物多样性
可解释性	所有居民都要对他们所决策后带来的社会、经济和环境结果负责,并对他们的行动做出解释
平等性	所有社区和地区对于提供给居民社会,经济和环境的需求上具有平等的机会
整体性	要考虑社会、经济 and 环境的得失,并作为决策制定所必需的部分
适应性	对于外界的压力和时刻变化的社会价值,活动和规划必须做出反应并加以适应
协调与合作性	对于政府和非政府的利益,需要协调和合作
政策制定的公开性和知情性	公开的政策制定取决于高度公开的可充分利用的信息
针对警告方面的实践性	当设想政策的时候,对于警示的方面要进行实践以避免做出不可挽回的错误
设法处理不确定性	缺乏不确定性不应阻止做出向着可持续性所做的决定性的行动
认同性	在所有决策制定中必须承认现有的权利,协议和议定
土著民权利的保障性	必须承认在弗雷泽流域内土著民所要求的权利,那些规定的权利必须予以承认,并符合公平、平等的原则
转变的时间性	可持续性是一个过程,需要不断的反馈,学习和修正,在短期内,可持续性的各要素可能不会一直平衡

弗雷泽流域指标体系基于可持续性问题,反映了流域综合管理的理念。指标的选择注重以下标准:①可获得性:数据可容易获取并可以利用;②可理解性:数据能够被没有专业知识的广大公众所理解;③可信性:数据由可信赖的信息支撑,数据的解释要经得住科学验证;④非永恒性:数据的变化能随时间的推移突出趋势并向预定目标进展;⑤相关性:数据能反映区域的价值;⑥与流域委员会的目标相连接:数据与宪章的目标有关;⑦综合性:数据能表明可持续性各个方面的关联;⑧可比性:不同区域的数据可进行比较^[7]。

基于这些原则,弗雷泽流域委员会确定了指标筛选过程:①通过与有建树、有经验的专家组以及公众进行频繁交流和商讨,从中获得大量的信息和数据;②为起草指示物的草案提供数据输入;③在流域的5个区域内分别召开研讨会;④对草案中拟定的指示物通过调查并得到反馈意见;⑤基于合作伙伴,公众等提供的反馈,召开探讨这些拟订指示物的研讨会;⑥根据研讨会重要的信息,指导流域委员会发展和开发这些可持续性指示物;⑦流域委员会通过使用这些全面的指示物,整理和公布流域状态的报告。

2000年秋季,弗雷泽流域委员会开始了确定指标的过程,其草稿公布了40个候选指标主题,在经历交流、协商和研讨后,2001年9月公布了可持续性指标协商报告。其结果是,公众和合作者高度支

持可持续性指标的建立,并获得了许多重要信息。2003年1月,委员会针对公众反馈,公布了弗雷泽流域状态报告,将流域分成5个区域,并将主题缩小为16个,指标能同时评价流域整体和各个区域,涵盖了社会经济和环境的可持续性主题,包括:人口、健康、教育、住房、参与社区、土著居民与非土著居民的关系、水、空气质量、鱼类和野生生物、就业和收入、经济多样性,共同的社会责任、林业、农业、能源、洪水^[13]。其后于2004年、2006年和2009年都分别发表了流域的可持续性报告(表2)。而且,每份报告在指标和重点内容上都有所变化,如2006年的报告中关注了气候变化对可持续性的挑战^[14-15];2009年的报告中包括18个主题,50个重点指标,指标体系中除加入了生物多样性之外,把人口和消费,废物和毒物组合后取消了自然灾害统一改为废物与消耗,并补充了可持续性行动一栏,如奖励和宣传在社区范围内为可持续性方面作出积极贡献的人^[16]。从流域各个主题的状态报告可以反映出流域向着可持续性取得的进展。

2.4 可持续性指标体系的实施效果

弗雷泽流域委员会通过提升公众意识,支持政府、相关机构、社区等团体的工作方式保障体系的实施,并定期对为流域可持续发展作出突出贡献的个人与团体颁发奖章,鼓励各利益相关者对流域可持续发展贡献力量。从流域可持续性指标的状态对比看,2006年与2009年的指标状态明显改善

表2 2009年、2006年和2003年指标体系对比^[13-16]

主题	2009年		2006年		2003年	
	指标	状态	指标	状态	指标	状态
土著人与非土著人的关系	土著人的健康与快乐	2	土著人与非土著人平均寿命差距	3	无	无
	照管儿童的数量	2	(与非土著人比较)土著人的下一代(关爱与高等教育水平)	2	无	无
	参与协商委员会	3	在协议、法规中的地位和权利	4	在协议、法规中的地位和权利	不确定
空气质量	可吸入肺颗粒物	4	可吸入肺颗粒物	1	可吸入肺颗粒物	状况变好
	近地面臭氧	4	近地面臭氧	1	烟雾及其他空气污染物	变差
	空气质量健康指数	4	无	无	无	无
农业与食物	农场平均收入	2	无	无	农业生产区面积	不确定
	农田保护	3	农田保护	3	农田经济	变好
	农业与环境	4	农业与环境	4	无	无
生物多样性	生态系统风险	1	无	无	无	无
	保护区	3	无	无	无	无
	森林地带北美驯鹿	2	无	无	无	无
商业与可持续性	公司的社会责任	3	公司的社会责任	4	森林相关公司的社会责任(另附了其他公司的责任)	变好(状态为不确定)
	参加“碳揭露计划”公司数量	4	研究与发展的支出	4	无	无
	无	无	环境管理	3	无	无
气候变化	温室气体排放	2	温室气体排放	1	(归到能源主题里)	变差
	气候变化的影响	1	气候变化的影响	1	无	无
	减缓与适应	4	减缓与适应	4	无	无
社区参与	志愿工作	4	志愿工作	4	志愿工作	变差
	慈善捐赠	4	慈善捐赠	4	慈善捐赠	减少
	无	无	投票人数	1	无	无
垃圾废物与消费	家庭参与环境	3	无	无	无	无
	固体废物处置	2	固体废物处置	3	无	无
	无	无	温室气体排放	2	无	无
	加拿大消费者的选择(绿色指数)	1	加拿大消费者的选择(绿色指数)(归入人口主题)	4	无	无
经济	无	无	整体消费(归入人口)	2	无	无
	经济实力(人均GDP)	4	生产率增长	1	无	无
	个人可支配收入	3	失业率	4	无	无
	无偿义务劳动	3	经济多样性	3	无	无
	无	无	无	无	多样的就业分布	不确定
教育	教育程度	3	早期的儿童发展	1	早期的儿童发展	变好
	毕业率	3	教育关注指数	2	无	无
	综合学习指数	1	教师学生比例	4	无	无
能源	总能源消耗	3	总能源消耗	1	总能源消耗	加大(状况变差)
	能源强度	4	能源强度	4	能源强度	无
	住宅用电消耗	3	水电消耗	1	无	无
鱼类	(红,银,大鳞)大马哈鱼	1	红大马哈鱼	1	大马哈鱼(红,银,大鳞)	有的变好,有的变差
	银大马哈鱼(并入大马哈鱼)	无	银大马哈鱼	1	大马哈鱼(红,银,大鳞)	有的变好,有的变差
	大鳞大马哈鱼(并入大马哈鱼)	无	大鳞大马哈鱼	2	大马哈鱼(红,银,大鳞)	有的变好,有的变差
	硬头鱈	1	硬头鱈	1	无	无
	白鲟	2	白鲟	2	无	无
	无	无	淡水鱼的环境	2	无	无
	无	无	无	无	濒危物种	不确定
	无	无	无	无	保护区及资源的管理	变好
林业	山地松甲虫爆发范围	1	山地松甲虫爆发范围	1	森林植被(状况,多样性)	不确定
	对松甲虫、社区的脆弱性	2	对松甲虫、社区的脆弱性	2	可持续性的森林管理	变好
	森林重造面积	3	森林重造面积	3	无	无

续表 2 2009 年、2006 年和 2003 年指标体系对比^[13-16]

主题	2009 年		2006 年		2003 年	
	指标	状态	指标	状态	指标	状态
健康	人口的平均寿命	4	人口的平均寿命	4	人口的平均寿命	变好
	低体重出生儿比重	1	低体重出生儿比重	1	无	无
	高致死亡病因	4	Ⅱ型糖尿病比率	1	高致死亡病因	有些变好, 有些变差
住房	自住房可支付能力	1	自住房可支付能力	1	无	无
	租房费用	1	基本住房需求	2	基本住房需求	加大
	无房或危房	1	无房或危房	1	无	无
收入与就业	就业率	4	无	无	就业率	变高
	平均家庭收入	2	平均税后收入	4	平均家庭收入	变高
	低收入家庭比率	2	低收入家庭比率	1	低收入家庭比率	增大
	无	无	经济困难	3	无	无
人口	人口数量	3	人口增长	3	人口增长	不确定
	无	无	无	无	控制增长的政策,措施	变好
水量与水质	城市家庭耗水量	2	城市耗水量	2	无	无
	城市污水处理	3	水质趋势	3	水质趋势	变好
	水质指数	4	水质指数	3	自来水煮沸	变少
自然灾害 (流域洪水 灾害)	无	无	社会经济消耗	1	人口的脆弱性	变差
	无	无	适应和处理自然灾害	4	洪水管理	有的变好, 有的变坏

注:从 2006 年开始,委员会对可持续性给予了定量描述,1,2,3,4 分别代表指标所反映的不同状态,1 表示状况变得很差,2 表示稍差,3 表示中等,4 表示变得较好。

了(图 1),处于较差状态的指标减少了,处于较好状态的指标数量得到了保持,一般状态的数量也直线上升,可见弗雷泽流域可持续性指标体系的实施效果是比较明显的,也取得了一定的进步,当然,还存在许多需要改进的空间。

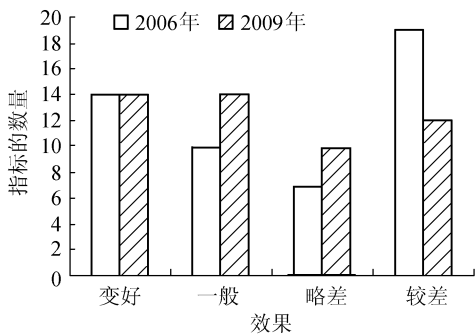


图 1 2006 年与 2009 年指标实施效果对比^[16]

3 弗雷泽流域可持续性指标体系的评价及借鉴

通过对弗雷泽流域委员会可持续性管理及其指标体系的介绍可以看出,以下 4 点非常突出,很有借鉴价值:①明晰的管理目标;②高度关注相关利益方的意见;③公众积极参与;④指标的与时俱进等。

这个指标体系存在的不足和缺陷主要有以下几方面:

a. 指标的数量和范围在扩大,指标体系草稿公布后的公众反馈显示:调查参与者支持建立较少的指标,甚至有 33% 的人认为指标数量应少于 20

个^[17]。但从这几年的对比显示,委员会建立的指标不但没有减少,反而不断增加数量,这样大范围的指标系统很难保证指标信息的可靠性和相关度,信息和数据的收集既耗时又耗力,而且有些数据指标互相重叠,如 2009 年报告中的碳排放,温室气体排放,空气质量健康指数等指标有相关性,可考虑适当缩减指标,Gustavson 等^[18]在文章中指出,弗雷泽流域指标体系在已选范围内,关注少量的指标会更有成果也更为经济。

b. 对于不确定的指标,委员会给予了删减,原因是数据和信息的质量差,难以获得,如 2004 年报告中公布的农业生产区面积,多样的就业分布,濒危物种等几个不确定状态的指标,并没有出现在 2006 年公布的指标体系中,都给予了删除。但是指标的选择不能只依赖数据的可获得性,更要看其评价可持续性的有效性、公众认可度和可信度,再考虑到流域的自然特征,现实状态以及政策和管理目标。有些指标尽管难以获得却显得很重要,可以在必要条件下设立一些机构,安装一些设备和仪器去帮助获得有效的可利用的数据和信息。

c. 指标的选择常常忽视生态系统方面的视角,在评价社会,经济以及环境状况时,指标之间也缺少联系,是孤立的,选择的指标要能同时反映更多方面的状态,这是流域综合管理和可持续性的精髓。

d. 指标体系缺少政策和管理方面的适应性,对于状态的改善,不能公开给予管理政策上的调整,不

利于更多利益相关者参与政策的指定和调整。

4 我国流域可持续性指标的研究现状及其启示

我国流域在开发可持续性指标的研究尚处于起步阶段,李林红等^[19]对滇池流域可持续发展动态,以消耗系数为基础,建立了指标体系的动态优化模型。窦明等^[20]2010年8月对淮河流域可持续发展模式进行了探讨,并拟定了71个指标以期推动淮河流域的可持续发展。郭家祯等^[21]从可持续发展出发,利用主成分分析法对太湖流域4个省(市)的水环境的17个指标进行了评价。但目前我国流域可持续性指标体系的研究缺少相应的政策支持,缺少动态对比,缺乏一整套完整的指标框架,也很少将公众参与纳入其中。

弗雷泽流域可持续性指标体系的设计对我国流域实现可持续性提供了重要的实践意义和指导。

a. 对于我国流域来说,开展可持续性指标体系的一个根本要求就是确保它能反映国家的水资源和环境政策,并与现行的管理政策相关。

b. 流域可持续性指标体系中贯穿的一条主线就是利益相关者的参与和利益保证。除了设置像弗雷泽流域委员会这类非政府机构来加强政策指定和参与管理外,还要在指标层面上加入诸如共同的社会责任,社区参与流域管理等指标来定量地监测和评价普通公众在流域向着可持续性的进程中所作的贡献和努力。

c. 要有一套完整的开发框架,能清晰地反映自然与环境,社会及经济的相互作用和影响,基于弗雷泽流域的开发框架的优势,我国流域可在课题基础框架(Issue-based framework)和压力-状态-响应框架(PSR)的基础上,建立综合框架,整合两个框架中的优缺点和互补性。

d. 指标要能反映流域的自然和资源特征以及流域内居民对它的影响,并从整个流域生态系统的视角来开发指标,这样才能更好地反映社会,经济,环境之间的相互关系,不能割裂流域水文和生态系统的完整性。Nijkamp等^[22]指出,可持续性的概念来自于生态系统动态学,指动态生态系统面临演化发展的改变时,表现的一种持续状态。因此,要以系统的观点,从流域生态系统管理的视角来研发指标。魏晓华等^[23]认为,从生态系统出发,一个有效的综合流域管理模式可用以下方程式来表示:综合流域生态系统管理模式=法律或政策+机构与决策+科学技术+合作机构+财政机制。这种综合既考虑流域内生态,社会与经济的相互作用,也考虑各部门之间

或多学科之间的合作。

e. 加强流域可持续发展管理问题的跨学科综合研究,特别是加强与管理科学学科的交叉研究,由于流域可持续性研究是研究影响流域可持续发展中各要素相互影响相互作用的一门科学,而它又是综合管理所追求的目标,既然涉及管理,就必然要结合管理科学来分析和研究问题,陈晓田^[24]强调管理科学是一门跨自然科学、技术科学、工程科学、人文社会科学的综合性交叉科学。管理科学的特色就是注重多学科交叉,研究方法,科学规范,包括加强综合集成方法的研究等。由于它主要不是探求管理的原理,而是依据科学的方法和客观的事实来解决管理问题,所以在流域可持续性管理上可能会取得建设性的进展。

f. 由于流域的复杂性,指标体系中会存在指标的单一指示性和指标间的重复指示作用,以及在流域管理过程中存在的不确定性等问题,可以通过模型检验和评价来不断地修正润色指标体系。当然,由于流域系统所涉及问题比较复杂,应以从定性到定量的综合集成方法论作为指导,研究新的建模理论与方法能更全面、整体和有效地分析和研究流域的可持续发展^[25]。模型模拟是流域管理量化的有效手段^[26]。我国流域可持续性指标体系的评价可联合使用相关分析和科学中的数学模型来综合评价指标体系的合理性和有效性。如评价指标的因果相关模型,投入产出模型以及管理科学中的数学模型,采用模拟的方式,通过建立数学模型来评价可供选择的行动方案的优劣,借助于数学模型找出最优的实施方案和描述事物的现状及发展规律^[27]。

5 结 语

通过对弗雷泽流域可持续性指标体系的研究表明,以可持续指标体系这种形式来衡量和评价流域在可持续性所取得的进展是有效和可行的,是动态监测流域尺度上社会、经济、环境相互影响、相互作用的重要手段。但对于不同流域中具体指标的选择和指标体系的架构还需要具体、细致、有针对性的研究。在建立指标的过程中,要以我国现行的政策和相关法律为指导,考虑流域的自然特征和资源特点,并基于流域生态系统的整体视角对指标进行开发和选择,并结合管理科学进行跨学科的综合交叉研究,通过使用管理科学中的数学模型来评价指标的可行性与相关性以及管理方案的优劣,建立大尺度范围上的关注小数量的相关指标框架。

综上所述,弗雷泽流域可持续性指标体系对我国从流域尺度上以可持续性为目标的管理模式提供

了有意义的指导和借鉴依据,由于流域系统的复杂性,建立各流域的可持续性指标还有待做进一步的具体深入的研究和探讨。

参考文献:

- [1] 林道辉. 流域可持续发展理论初探[J]. 浙江大学学报:理学版,2001,28(2):211-215.
- [2] 徐立丽,杜荣江,王慧敏. 流域复合系统可持续发展的评价研究[J]. 资源开发与市场,1999,15(5):288-294.
- [3] 宋长青,杨桂山,冷疏影,等. 湖泊及流域科学研究进展与展望[J]. 湖泊科学,2002,14(4):289-300.
- [4] World Commission on Environment and Development (WCED). Our common future [M]. Oxford: Oxford University Press,1987:400.
- [5] 吉马良斯·L. T. 流域管理可持续性指标研究[J]. 水利水电快报,2009,30(2):6-8.
- [6] WWF. 汇丰与气候伙伴同行:中国项目政策影响[EB/OL]. [2007-12-04]. <http://www.wwfchina.org/wwfpress/presscenter/pressdetail.shtm?id=586>.
- [7] BLOMQUIST W,CALBICK K S, DINAR A. Institutional and policy analysis of river basin management: fraser river basin [EB/OL]. [2005-02-14]. <http://elibrary.worldbank.org/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-3525>.
- [8] CALBICK K S, RAYMON M, DAVID M, et al. The Fraser river basin, British Columbia, Canada: case study background paper [R/OL]. [2004-12-20]. http://siteresources.worldbank.org/INTSAREGTOPWATRES/Resources/Canada_Fraser_BasinFINAL.pdf.
- [9] Fraser River Council. Sustainability indicators for the Fraser basin: workbook [R]. Vancouver: Fraser Basin Council,2000:1-60.
- [10] JACK B. It's not just sustainability,it's your children's future[J]. BC Journal of Ecosystems and Management, 2002, 2(1):3-5.
- [11] WALMSLEY J, CARDEN M, REVENGA C, et al. Indicators of sustainable development for catchment management in South Africa - Review of indicators from around the world[J]. Water SA, 2001, 27(4):539-550.
- [12] 秦莉云,金忠青. 流域可持续发展评价指标体系框架设计[J]. 人民黄河,2001,23(2):3-5.
- [13] Fraser River Council. A snapshot on sustainability: state of the Fraser basin report[R]. Vancouver: Fraser Basin Council, 2003:1-24.
- [14] Fraser River Council. Sustainability snapshot 2: 2004 state of the Fraser basin report[R]. Vancouver: Fraser Basin Council,2004:1-28.
- [15] Fraser River Council. Sustainability snapshot 3: inspiring action[R]. Vancouver: Fraser Basin Council, 2006:1-

28.

- [16] Fraser River Council. Sustainability snapshot 4: the many faces of sustainability [R]. Vancouver: Fraser Basin Council,2009:1-94.
- [17] Fraser River Council. Sustainability indicators for the Fraser basin: consultation report [R]. Vancouver: Fraser Basin Council,2001:1-44.
- [18] GUSTAVSON K, LONERGAN S, RUITENBEEK H. Selection and modelling of sustainable development indicators: case study of the Fraser river basin, British Columbia[J]. Ecological Economy, 1999(28):117-132.
- [19] 李林红,吴静溪. 滇池流域可持续发展动态环境[J]. 云南工业大学学报,1998,14(2):64-67.
- [20] 窦明,马军霞,胡瑞,等. 淮河流域可持续发展模式探讨[J]. 中国农村水利水电,2001(8):57-60.
- [21] 郭家祯,益心虹,邱俊永. 主成分分析法在太湖流域水环境可持续性评价中的应用[J]. 安徽农业科学,2009,37(32):15940-15943.
- [22] NIJKAMP P, PERRELS A. A sustainable city in europe [M]. London: Earthscan Publications,1994:21-52.
- [23] 魏晓华,孙阁. 流域生态系统过程与管理[M]. 北京:高等教育出版社,2009:318-319.
- [24] 陈晓田. 管理科学发展战略与“十一五”优先资助领域遴选研究[J]. 评价与管理,2006(1):3-10.
- [25] 李金祥,王慧敏,欧邦才. 流域可持续发展系统的模型分析[J]. 东北水利水电,2002,20(7):43-56.
- [26] 杨桂山,于兴修,李恒鹏,等. 流域综合管理发展的历程、经验启示与展望[J]. 湖泊科学,2004,16(增刊):1-12.
- [27] 王俊柳,邓二林. 管理学教程[M]. 北京:清华大学出版社,2007:39.

(收稿日期:2011-11-24 编辑:高渭文)

