

 当代学者论著文库
DANGDAI XUEZHE LUNZHUWENKU

北京市哲学社会科学“十一五”规划一般项目
北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目
教育部人文社会科学研究一般项目



绿色GDP投入产出 模型研究

廖明球 等 著

LVSE GDP
TOURU CHANCHU
MOXING YANJIU



NLIC2970859602

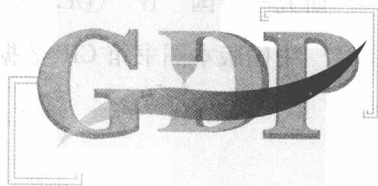
 首都经济贸易大学出版社
Capital University of Economics and Business Press

 **当代学者论著文库**
DANGDAI XUEZHE LUNZHUWENKU

北京市哲学社会科学“十一五”规划一般项目

北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目

教育部人文社会科学研究一般项目



绿色GDP投入产出 模型研究

廖明球 等 ○ 著

LVSE GDP
TOURU CHANCHU
MOXING YANJIU



NLIC2970869602



首都经济贸易大学出版社

Capital University of Economics and Business Press

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色 GDP 投入产出模型研究/廖明球等著. —北京: 首都经济贸易大学出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5638 - 2045 - 0

I. ①绿… II. ①廖… III. ①国民经济核算体系—投入产出模型—研究—中国 IV. ①F222.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 280045 号

绿色 GDP 投入产出模型研究

廖明球 等著

出版发行 首都经济贸易大学出版社

地 址 北京市朝阳区红庙 (邮编 100026)

电 话 (010) 65976483 65065761 65071505 (传真)

网 址 <http://www.sjmcb.com>

E-mail publish@cueb.edu.cn

经 销 全国新华书店

照 排 首都经济贸易大学出版社激光照排服务部

印 刷 北京市泰锐印刷有限责任公司

开 本 787 毫米×980 毫米 1/16

字 数 290 千字

印 张 16.5

版 次 2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5638 - 2045 - 0/F · 1176

定 价 33.00 元

图书印装若有质量问题, 本社负责调换

版权所有 侵权必究

课题组成员

(北京市课题)

组长：廖明球 首都经济贸易大学教授、博士生导师、经济学博士，负责课题组织、框架设计、模型研制、总报告、分报告一、二的撰写，参与分报告五、六、七的撰写

成员：魏小真 北京市统计局副巡视员、高级统计师，负责数据整理、模型研制

马 慧 首都经济贸易大学教授、硕士生导师，参与模型设计

颜 平 北京市统计局副处长、统计师，负责数据整理、模型研制

陈 江 首都经济贸易大学副教授、硕士生导师，负责分报告九的撰写

张桂喜 首都经济贸易大学副教授，负责分报告八的撰写

匡祥琳 首都经济贸易大学数量经济学 2008 级博士研究生，参与模型设计与研制

马晓东 首都经济贸易大学数量经济学 2005 级硕士研究生，参与模型设计与研制

刘结华 首都经济贸易大学数量经济学 2006 级硕士研究生，参与分报告五的撰写

王 欢 首都经济贸易大学数量经济学 2006 级硕士研究生，参与分报告五的撰写

刘 菲 首都经济贸易大学数量经济学 2006 级硕士研究生，参与分报告五的撰写

王 旭 首都经济贸易大学数量经济学 2007 级硕士研究生，负责北京市 2005 年绿色 GDP 投入产出表的编制，参与分报告六、七的撰写

岳 洋 首都经济贸易大学数量经济学 2008 级硕士研究生，负责北京市 2007 年绿色 GDP 投入产出表的编制，负责分报告六、七的撰写

课题组成员

(教育部课题)

组长：廖明球 首都经济贸易大学教授、博士生导师、经济学博士，负责课题组织、框架设计、模型研制，参与分报告三、四、十、十一的撰写

成员：胡 晖 首都经济贸易大学副教授、硕士生导师，负责分报告十二的撰写

马 慧 首都经济贸易大学教授、硕士生导师，参与模型研究

陈 江 首都经济贸易大学副教授、硕士生导师，参与模型研究

张桂喜 首都经济贸易大学副教授、硕士生导师，参与模型研究

匡祥琳 首都经济贸易大学 2008 级博士研究生，负责分报告四的撰写

胡小俊 首都经济贸易大学 2007 级硕士研究生，负责中国 2005 年绿色 GDP 投入产出表的编制、分报告三的撰写

王明哲 首都经济贸易大学 2008 级硕士研究生，负责中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表的编制，分报告十、十一的撰写

前 言

“科学发展观”是当代中国的发展观，政府的宏观调控和百姓的普通生活都与此相关。只有坚持科学发展，中国才能屹立于世界民族之林，才能由经济大国变为经济强国。树立科学发展观，不容置疑的是要用新的总量指标代替现有的 GDP（国内生产总值）指标，因为 GDP 指标没有充分考虑资源和环境因素。为此，联合国统计委员会在 1993 年修订的 SNA 版本中提出了绿色 GDP 的指标，并作为一个参考性指标进行测算。如果我们编制绿色 GDP 投入产出表，将绿色 GDP 核算与投入产出核算连接起来，一方面可以细化绿色 GDP 核算，使绿色 GDP 核算有行业核算和企业核算的基础，便于推行；另一方面可以推进绿色投入产出分析，研究绿色 GDP 的投入和产出，发展绿色经济。因此，绿色 GDP 投入产出模型的研究与表的编制和分析有重大的理论与现实意义。

《绿色 GDP 投入产出模型研究》书稿包括两个省、部级课题报告。其一是“北京市绿色 GDP 投入产出模型研究”，为北京市哲学社会科学“十一五”规划一般项目（编号：07BaJG141）和北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目（编号：SZ200710038017），由首都经济贸易大学承担、北京市统计局协作共同完成。该项研究从 2007 年 1 月至 2009 年 12 月，历时三年，于 2010 年 5 月通过评审。其二是“中国绿色 GDP 投入产出表编制与分析研究”，为教育部人文社会科学研究一般项目（编号：08JA790086），由首都经济贸易大学承担并完成，该项研究从 2009 年 1 月至 2011 年 12 月，历时三年，已于 2012 年 6 月结项。这两个项目从理论、方法、数据、实证四个方面分别研究了北京市与中国绿色 GDP 投入产出模型，包括 2005 年表的试编和 2007 年表的正式编制与分析，取得了预期的成果。

本书以上述两个课题研究报告为基础，对研究成果进行了重新编排，包括一个总报告和十二个分报告；并将北京市和中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表、绿色直接消耗系数表、绿色完全消耗系数表的数据作为附表放在分报告之后。

该课题的数据来源主要有北京市和中国 2007 年投入产出表、北京市和中国 2004 年绿色国民经济核算试点研究报告以及 2008 年全国第一次污染

源普查资料（2007 年数据）等。

本书的出版得到了首都经济贸易大学和经济学院的资助，同时得到北京市重点学科“数量经济学”和北京市学术创新团队“后工业社会北京国民收入分配与经济发展”的经费支持，在此表示深深的感谢！

廖明球

2012 年 6 月

目 录

绿色 GDP 投入产出模型研究总报告	(1)
分报告之一 绿色国内生产总值核算的理论思考	(20)
分报告之二 绿色 GDP 投入产出模型建立的构想	(31)
分报告之三 绿色国民经济核算的理论探讨	(41)
分报告之四 产权界定和非市场定价研究	(51)
分报告之五 行业绿色增加值核算方法的讨论	(77)
分报告之六 北京绿色 GDP 投入产出表的编制研究	(85)
分报告之七 北京市 2007 年绿色 GDP 投入产出表的实证分析	(95)
分报告之八 北京市 GDP 的预测和绿色 GDP 的测算	(120)
分报告之九 北京市节能、节水及减排的分析与预测	(127)
分报告之十 中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表的编制研究	(135)
分报告之十一 中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表的实证分析	(148)
分报告之十二 后经济危机时期中国绿色 GDP 的预测与分析	(172)
附表 1 北京市 2007 年绿色 GDP 投入产出表 (1)	(204)
附表 2 北京市 2007 年绿色 GDP 投入产出表 (2)	(210)
附表 3 北京市 2007 年绿色直接消耗系数表	(222)
附表 4 北京市 2007 年绿色完全消耗系数表	(226)
附表 5 中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表 (5 象限)	(230)
附表 6 中国 2007 年绿色 GDP 投入产出表 (3 象限)	(242)
附表 7 中国 2007 年绿色直接消耗系数表	(248)
附表 8 中国 2007 年绿色完全消耗系数表	(252)

绿色 GDP 投入产出模型研究总报告

廖明球

内容提要:《绿色 GDP 投入产出模型研究》包括两个省、部级课题报告。其一是“北京市绿色 GDP 投入产出模型研究”，为北京市哲学社会科学“十一五”规划一般项目（编号：07BaJG141）和北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目（编号：SZ200710038017），由首都经济贸易大学承担、北京市统计局协作共同完成。其二是“中国绿色 GDP 投入产出表编制与分析研究”，为教育部人文社会科学研究一般项目（编号：08JA790086），由首都经济贸易大学承担并完成。这两个项目从理论、方法、数据、实证四个方面分别研究了北京市与中国绿色 GDP 投入产出模型，包括 2007 年表的编制与分析，取得了预期的成果。

关键词: 绿色 GDP，投入产出，模型，研究报告

“科学发展观”是 2005 年以来使用频率最高的词之一，上至政府的宏观调控下至百姓的日常生活都与此息息相关。树立科学的发展观，不容置疑的是要用新的总量指标替代现有的 GDP（国内生产总值）指标，因为 GDP 指标没有充分考虑资源和环境因素。联合国统计委员会在 1993 年修订的 SNA 版本中提出了绿色 GDP 的指标，但只是作为一个参考性指标。这样绿色投入产出分析仍然采用 GDP 作为总量指标，不能清楚地反映绿色 GDP 的投入与产出。如果能够以绿色 GDP 作为总量指标编制绿色 GDP 投入产出表，一方面可以为政府实施宏观调控提供新的总量指标和分析方法；另一方面可以使社会各界和各个行业不再以增加值论英雄，而是以绿色增加值论英雄，以经济、社会和自然的协调发展论英雄。因此，绿色 GDP 投入产出模型研究有着重大的理论意义和现实意义。

一、绿色国内生产总值核算的理论思考

绿色国内生产总值这一指标的提出虽然时间不长，但已引起世界各国的广泛关注，不少国家开始进行试点试算。我国的学者和实际工作者也进行了理论的探讨和实际的测算，出现了不少的研究成果。这足以说明绿色国内生产总值的提出并不是偶然的。

（一）绿色国内生产总值核算呼之欲出

国民核算要反映经济发展的规模、速度与效益，这与当时的经济发展观是息息相关的。中国从新中国成立初期到改革开放前，一直处于短缺经济时代，因此，当时追求的是经济发展的规模和速度，被称为“多、快、好、省”地建设社会主义，反映经济数量的“多”与“快”放在第一、二的位置，而反映经济发展质量的“好”和“省”放在第三、四的位置，国民核算突出物质产品，计算只包括农业、工业、建筑业、货运邮电业和商业餐饮业五大部门的总产值（或净产值）。从 1978 年改革开放初期到 20 世纪末，我国经济发展逐步告别短缺经济时代，由改革开放初期的乡镇企业遍地开花到 20 世纪 90 年代末企业的理性竞争，国民经济追求的是经济发展的数量与质量，要求国民经济“又快又好”地发展，经济发展模式逐步由“粗放型”向“集约型”转变。这一时期国家根据邓小平“发展是硬道理”的科学论断，提出要走可持续发展道路，国民核算完成了由东方体系向西方体系的转变，开始计算反映国民经济各部门生产成果的国内生产总值。从 21 世纪开始，中国经济已基本告别短缺经济时代，由“卖方市场”向“买方市场”转变，这时党中央适时提出科学发展观，首先追求的是经济发展的质量，要求国民经济“又好又快”发展，这是在新中国成立后第一次把“好”放在“快”的前面，即先保证经济发展的质量，在提升质量的基础上再追求经济发展的数量。我国的经济总量目前已位居全球第二，完全有能力放缓经济发展的速度，以确保经济发展的质量。反映在国民核算上，就是逐步由经济的单一核算转向经济、资源、环境的全面核算，对国内生产总值进行绿化，计算绿色国内生产总值。

（二）绿色国内生产总值核算的主要障碍

我国推行绿色国内生产总值核算的主要障碍有以下三个方面：一是联合国 SEEA 核算框架实现有一定的难度。该核算框架中要求核算非生产自然资产期初与期末存量。一谈到资源的存量我们首先想到的是实物量，比如，我们已探明但尚未开采的各种矿物的数量，原始森林与林地的林木蓄积量，土地面积数量、水资源数量、鱼类资源数量等。而要将这些实物量转化为价值量，遇到的第一个困难是计价。矿物尚未开采，按核算期当年已开采矿物价格计价显然不符合实际。林木蓄积量因为树种繁多，难以按树种计价，一般用混合平均价，而混合平均价的把握非常困难，稍有偏差

得到的价值量就会相差甚远。土地面积更为复杂,一部分城市非农业用地进入市场,而大部分土地面积没有进入市场,没有进入市场的土地面积是难以计价的。水资源可以计算每年的数量,也可计算多年的平均值,其计价也非常困难,目前农业用水、工业用水、城市生活用水,可以参照所收水费计价,但是没有进入市场的其他水资源难以计价。鱼类资源包括两方面,一是鱼种,二是数量,这两方面都难以弄准,再是分鱼种的计价也存在困难。如果说 SEEA 核算框架实现有一定的难度,主要还是在存量核算上。二是我国资源、环境价值量核算基础较差。我国在计划经济体制下,政企不分,资源、环境的使用带有无偿性,根本没有价值量核算,在 1992 年我国确立社会主义市场经济体制后,开始建立资源、环境价值量核算,但因为建立的时间短,另外国家开征的资源、环境税难以弥补资源的耗减和环境的降级所需要的费用,其价值量核算难以反映实际情况。值得高兴的是,我国近年来逐步开展了各种资源的普查、污染源的普查,并且在部分省市开展了绿色国民经济核算的试点,已掌握了大部分第一手资料,为我国资源、环境价值量的核算奠定了基础。目前的任务是建立资源、环境价值量的常规统计制度,为资源耗减、环境降级的核算提供可行的数据资料,特别是提供计价的标准。三是非市场定价与产权界定方面造成的制约。我们知道,中国建立社会主义市场经济体制的时间不长,资源、环境由无价到有价值有一个过程。从理论上讲,非公共用品完全可以通过市场定价,而公共用品只能参照市场定价。资源、环境存量难以通过市场定价,制约了资源、环境存量的价值量核算。同时,产权界定被称为资源、环境核算的一大难点,在我国则是怎样界定国家、企业(集体)和个人的产权。

(三) 用投入产出方法推进绿色国内生产总值核算

投入产出方法反映在两个方面:一是投入产出核算,二是投入产出模型。由于投入产出核算可以细化任何经济总量的核算,并且为中国的核算由东方体系向西方体系的转化发挥了重要作用,同样也可以推进绿色国内生产总值核算。再是投入产出模型不仅能够分析直接联系,而且能够分析间接联系,这样可以用来分析哪些行业对资源、环境流量的间接消耗较大,便于制定合理的产业政策。

用投入产出方法推进绿色国内生产总值核算有三点理由:一是投入产出方法对中国国民核算的推进发挥了重要作用。中国的国民经济核算由东方体系(MPS 体系)向西方体系(SNA 体系)转轨起步于 1985 年,当时

试图建立一个东西方混合体系,其中1987年投入产出表的编制被称为是一个大手笔。1987年投入产出表将MPS的总量指标和SNA的总量指标容纳在一张表上,采用积木式、拼盘式,第一次编制以国内生产总值为核心指标的投入产出表,同时通过积木式、拼盘式方法可以得到以社会总产值(五大物质生产部门总产值)为核心指标的投入产出表。二是投入产出核算可以细化绿色国内生产总值核算。由于投入产出分析的灵活性,使得投入产出核算不仅能够细化国内生产总值核算,而且可以细化绿色国内生产总值核算。在细化时,只需将用生产法、收入法、支出法计算国内生产总值的公式改为计算绿色国内生产总值的公式。三是投入产出方法与国家调查制度结合是建立绿色国内生产总值核算的关键。投入产出核算属于流量核算,绿色投入产出核算同样是流量核算,所不同的是增加了资源耗减和环境降级的核算,简单地说它只涉及资源与环境的流量核算。这样,用投入产出方法推进绿色国内生产总值的核算可以先绕开资源、环境的存量核算,将绿色国内生产总值核算建立起来。另外,投入产出调查每五年一次,完全可以通过调查把各行业(或重点企业)绿色增加值核算建立起来。如果有行业核算与企业核算作基础,绿色国内生产总值核算就有了牢固的基石。如果在投入产出调查与经济普查中增加资源、环境流量方面的内容,完全可以将行业绿色增加值核算建立起来。

二、绿色 GDP 投入产出模型建立的构想

树立科学的发展观,不以GDP(国内生产总值)的增长论英雄已逐渐成为各级政府和宏观经济管理者的共识。这样就提出了一个问题,GDP这个全世界通用的几乎采用了近一个世纪的经济总量指标能否继续作为考核指标,用什么样的新指标来替代它。如果建立新的指标,又怎样完善其核算体系。现基于新指标和它的核算体系进行思考。

(一) 问题的提出

绿色核算有两个研究方向,一是绿色GDP总量指标的研究;二是绿色投入产出方法的研究。绿色GDP总量指标的研究,采用的方法是联合国统计委员会1993年SNA版本中的《环境与经济综合核算(SEEA)》,即环境核算的卫星账户。绿色投入产出方法研究是不改变GDP的总量指标,只是将资源、环境因素放在投入产出表中,形成经济、资源、环境投入产出表。这两种研究方法有其局限性,绿色GDP的测算只提供了总量指标,而

不便于分析其结构；而绿色投入产出分析能分析其结构，但没有改变 GDP 指标本身存在的问题。于是，我们提出这样一个设想，将绿色 GDP 指标的测算与绿色投入产出分析方法结合起来，建立绿色 GDP 投入产出模型。在绿色 GDP 投入产出模型中，核心指标是绿色 GDP，整个模型的架构都从这一指标出发，同时也考虑投入产出分析方法的充分运用。

(二) 模型的架构

建立绿色 GDP 投入产出模型可以采用一步到位法和两步到位法。一步到位法是完全按绿色 GDP 的三种计算方法设计模型，在模型中看不到 GDP 指标的痕迹；两步到位法是在 GDP 投入产出模型的基础上进行某些修改，既保留原有 GDP 指标，又能计算绿色 GDP 指标。在绿色 GDP 指标尚未纳入核算制度时，先采用两步到位法设计模型。模型的具体架构如表 0.1 所示，表 0.1 为绿色 GDP 投入产出表。

表 0.1 绿色 GDP 投入产出表

产 出 投 入		绿色中间使用	绿色最终使用					总 产 出
		1, 2, ..., n 合计	最终 消费	资本 形成 总额	净 出 口	调 整 项 支出	资源 环境 合计	
中间 投入	1	I						
	2							
	...							
	n							
	合计							
资源 耗减 环境 降级	1	III						
	2							
	...							
	n							
	合计							
绿色 GDP	固定资产损耗 劳动者报酬 生产税净额 营业纯盈余 合计	V						
总 投 入								

绿色 GDP 投入产出表由五个象限组成。第 I 象限与 GDP 投入产出表完全相同,反映国民经济各部门在生产过程中对产品的消耗,包括对有形产品货物和无形产品服务的消耗。第 II 象限反映产品的最终使用,包括最终消费、资本形成总额与净出口;考虑到绿色 GDP 的最终使用要小于 GDP 的最终使用,特别在产品的最终使用栏中增加了资源环境支出,这样将最终使用改为绿色最终使用,以便分别计算支出法 GDP 与绿色 GDP。第 III 象限反映国民经济各部门在生产过程中所引起的资源耗减和环境降级,其中,资源耗减包括矿物的耗减、森林中开采木材,水土流失对农业用地生产能力的影响,酸雨对农业、林业的影响等;环境降级包括对鱼的过度捕杀,原始森林中开采木材,猎取野生动物,以及残余物排放对水、空气、鱼类和野生森林质量的影响等。第 IV 象限合计栏与第 III 象限对应,同时也考虑居民消费引起的生活污染虚拟治理成本,并设调整项进行平衡处理,该象限反映生产过程中资源耗减和环境降级与绿色最终使用中资源环境支出的一一对应关系。第 V 象限为绿色 GDP 象限,反映国民经济各部门所创造的绿色 GDP 数量,是生产法绿色 GDP 与收入法绿色 GDP 的计算结果。

利用绿色 GDP 投入产出表可以用三种方法计算绿色 GDP。

生产法:绿色 GDP = 总投入 - 中间投入 - 资源耗减和环境降级;

收入法:绿色 GDP = 固定资产损耗 + 劳动者报酬 + 生产税净额 + 营业纯盈余;

支出法:绿色 GDP (绿色最终使用) = 最终消费 + 资本形成总额 + 净出口 + 调整项 - 资源环境支出。

(三) 应用的方法

绿色 GDP 投入产出表比原有的投入产出表应用更加广泛,在这里仅讨论绿色 GDP 投入产出行模型和列模型。

先讨论行模型。将第 I 象限和第 III 象限对应的行,第 II 象限和第 IV 象限对应的行相加,建立行模型。其平衡关系式为:

中间产品使用 + 资源环境支出 (使用) + 绿色最终使用 = 总产出

设:中间产品使用 (即第 I 象限) 的元素为 $x_{ij}^{(1)}$, 资源环境支出 (即第 III 象限) 的元素为 $x_{ij}^{(2)}$, 绿色最终使用的元素为 $\dot{Y}_i$, 总产出的元素为 X_i 。根据行平衡关系式,有:

$$\left\{ \begin{aligned} &(x_{11}^{(1)} + x_{12}^{(1)} + \dots + x_{1n}^{(1)}) + (x_{11}^{(2)} + x_{12}^{(2)} + \dots + x_{1n}^{(2)}) + \dot{Y}_1 = X_1 \\ &(x_{21}^{(1)} + x_{22}^{(1)} + \dots + x_{2n}^{(1)}) + (x_{21}^{(2)} + x_{22}^{(2)} + \dots + x_{2n}^{(2)}) + \dot{Y}_2 = X_2 \\ &\dots\dots\dots \\ &(x_{n1}^{(1)} + x_{n2}^{(1)} + \dots + x_{nn}^{(1)}) + (x_{n1}^{(2)} + x_{n2}^{(2)} + \dots + x_{nn}^{(2)}) + \dot{Y}_n = X_n \end{aligned} \right. \quad (0.1)$$

引入直接消耗系数 $a_{ij}^{(1)}$ 和资源环境直接耗用系数 $a_{ij}^{(2)}$ ，其中：

$$a_{ij}^{(1)} = \frac{x_{ij}^{(1)}}{X_i} \quad (0.2)$$

$$a_{ij}^{(2)} = \frac{x_{ij}^{(2)}}{X_i} \quad (0.3)$$

式 (0.2) 中 $a_{ij}^{(1)}$ 表示 j 部门单位总产出所消耗的中间产品数量, 式 (0.3) 中 $a_{ij}^{(2)}$ 表示 j 部门单位总产出所直接引起的资源和环境的耗用数量。将式 (0.2)、式 (0.3) 代入式 (0.1), 有:

$$\left\{ \begin{aligned} &(a_{11}^{(1)} X_1 + a_{12}^{(1)} X_2 + \cdots + a_{1n}^{(1)} X_n) + (a_{11}^{(2)} X_1 + a_{12}^{(2)} X_2 + \cdots + a_{1n}^{(2)} X_n) + \dot{Y}_1 = X_1 \\ &(a_{21}^{(1)} X_1 + a_{22}^{(1)} X_2 + \cdots + a_{2n}^{(1)} X_n) + (a_{21}^{(2)} X_1 + a_{22}^{(2)} X_2 + \cdots + a_{2n}^{(2)} X_n) + \dot{Y}_2 = X_2 \\ &\dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ &(a_{n1}^{(1)} X_1 + a_{n2}^{(1)} X_2 + \cdots + a_{nn}^{(1)} X_n) + (a_{n1}^{(2)} X_1 + a_{n2}^{(2)} X_2 + \cdots + a_{nn}^{(2)} X_n) + \dot{Y}_n = X_n \end{aligned} \right. \quad (0.4)$$

用矩阵表示为:

$$A^{(1)}X + A^{(2)}X + \dot{Y} = X \quad (0.5)$$

有: $(I - A^{(1)} - A^{(2)})X = \dot{Y}$ (0.6)

$$X = (I - A^{(1)} - A^{(2)})^{-1} \dot{Y} \quad (0.7)$$

再讨论列模型。建立列模型的平衡关系：中间投入 + 资源耗减环境降级 + 绿色 GDP = 总投入。

在列平衡关系中,各部门在生产过程中的中间投入加上对资源环境的耗减再加上创造的绿色 GDP 等于总投入。

设：中间投入（第Ⅰ象限）和资源环境耗减（第Ⅲ象限）的元素同行模型，绿色 GDP（第Ⅴ象限）的元素为 $\dot{H}_j$ ，总投入为 X_j 。根据列平衡关系式，有：

$$\left\{ \begin{aligned} (x_{11}^{(1)} + x_{21}^{(1)} + \dots + x_{n1}^{(1)}) + (x_{11}^{(2)} + x_{21}^{(2)} + \dots + x_{n1}^{(2)}) + \dot{H}_1 &= X_1 \\ (x_{12}^{(1)} + x_{22}^{(1)} + \dots + x_{n2}^{(1)}) + (x_{12}^{(2)} + x_{22}^{(2)} + \dots + x_{n2}^{(2)}) + \dot{H}_2 &= X_2 \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots \\ (x_{1n}^{(1)} + x_{2n}^{(1)} + \dots + x_{nn}^{(1)}) + (x_{1n}^{(2)} + x_{2n}^{(2)} + \dots + x_{nn}^{(2)}) + \dot{H}_n &= X_n \end{aligned} \right. \quad (0.8)$$

引入直接消耗系数 $a_{ij}^{(1)}$ 和资源环境直接耗用系数 $a_{ij}^{(2)}$, 其经济含义同行模型式 (0.2) 与式 (0.3), 将其代入式 (0.8), 有:

$$\left\{ \begin{aligned} &(a_{11}^{(1)} X_1 + a_{21}^{(1)} X_1 + \dots + a_{n1}^{(1)} X_1) + (a_{11}^{(2)} X_1 + a_{21}^{(2)} X_1 + \dots + a_{n1}^{(2)} X_1) + \dot{H}_1 = X_1 \\ &(a_{12}^{(1)} X_2 + a_{22}^{(1)} X_2 + \dots + a_{n2}^{(1)} X_2) + (a_{12}^{(2)} X_2 + a_{22}^{(2)} X_2 + \dots + a_{n2}^{(2)} X_2) + \dot{H}_2 = X_2 \\ &\dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ &(a_{1n}^{(1)} X_n + a_{2n}^{(1)} X_n + \dots + a_{nn}^{(1)} X_n) + (a_{1n}^{(2)} X_n + a_{2n}^{(2)} X_n + \dots + a_{nn}^{(2)} X_n) + \dot{H}_n = X_n \end{aligned} \right. \quad (0.9)$$

用矩阵表示为:

$$\hat{A}_c^{(1)} X + \hat{A}_c^{(2)} X + \dot{H} = X \quad (0.10)$$

在式 (0.10) 中:

$$\hat{A}_c^{(1)} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n a_{i1}^{(1)} & & & \\ & \sum_{i=1}^n a_{i2}^{(1)} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \sum_{i=1}^n a_{in}^{(1)} \end{pmatrix},$$

则:

$$(I - \hat{A}_c^{(1)} - \hat{A}_c^{(2)})X = \dot{H} \quad (0.11)$$

$$X = (I - \hat{A}_c^{(1)} - \hat{A}_c^{(2)})^{-1} \hat{H} \quad (0.12)$$

利用行模型可以研究绿色最终使用与总产出的关系,利用列模型可以研究绿色增加值与总投入的关系。

三、行业绿色增加值核算方法的讨论

由于国内生产总值不能反映资源的耗减和环境的降级,难以准确说明国民经济发展的质量,于是联合国统计委员会在 1993 年的 SNA 版本中提出了绿色 GDP 的指标概念。然而,由于绿色 GDP 没有行业核算与企业核算的基础,因此很难推行得开。为此,我们试图从行业核算的角度讨论绿色 GDP 核算的方法,即行业绿色增加值核算的方法。

(一) 行业绿色增加值核算的总原则

参照增加值核算的方法,绿色增加值核算应遵循的主要原则有如下几个方面。

一是平衡原则。为了便于操作,行业绿色增加值的核算应该以行业增加值核算为基础,主要用生产法和收入法进行核算。根据绿色 GDP 指标的含义,行业绿色增加值应该在增加值的基础上扣除资源的耗减和环境的降级。

二是权责发生制原则。绿色增加值核算的困难是产权界定,在分行业核算时只能大致按照权责发生制原则。对资源耗减与环境降级核算以直接为主,即哪个行业直接造成资源耗减与环境降级就计算到哪个行业,避免重复计算;对于间接造成的影响,通过投入产出分析测算。但对于大自然直接造成的影响,我们则不能把责任计算到大自然的头上,比如,由暴风雨造成的山洪暴发与水土流失等,只能计算到受其害的行业头上。

三是市场原则。绿色增加值核算的另一困难是非市场定价,目前只能参照市场定价。根据社会主义市场经济的发展,资源与环境应该由无价逐步变为有价,资源的开采权由企业向政府购买;三废(废水、废气、废物)的排放由企业与环境保护部门签订协议,可以由企业自己处理,达标排放,也可以由企业交纳费用由环保企业统一处理。资源的耗减特别是矿物的耗减按企业向政府购买开采权的费用计算,未交纳开采费的按交纳标准计算虚拟费用。环境的降级中三废排放部分只计算未按标准排放的数量,参照达标排放的标准计算虚拟费用。