



PUBLIC MANAGEMENT
& PUBLIC POLICY

公共管理与公共政策学术前沿

物质流分析： 可持续发展的测量工具

吴开亚 / 著

 复旦大学出版社



PUBLIC MANAGEMENT
& PUBLIC POLICY

公共管理与公共政策学术前沿

物质流分析： 可持续发展的测量工具

吴开亚 / 著

图书在版编目(CIP)数据

物质流分析:可持续发展的测量工具/吴开亚著. —上海:

复旦大学出版社,2012.8

(公共管理与公共政策学术前沿)

ISBN 978-7-309-09111-3

I. 物… II. 吴… III. 自然资源-资源利用-可持续发展-研究 IV. F062.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 169315 号

物质流分析:可持续发展的测量工具

吴开亚 著

责任编辑/马晓俊

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

常熟市华顺印刷有限公司

开本 787×960 1/16 印张 17.25 字数 285 千

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-09111-3/F·1848

定价:35.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

《公共管理与公共政策学术前沿》 编委会

主 任	彭希哲			
副主任	郝 模	林尚立		
委 员	左学金	李 琪	刘 俊	
	陈 文	林尚立	竺乾威	
	郝 模	梁 鸿	彭希哲	

总 序

随着中国社会的迅速转型,公共管理和公共政策已经成为政府、学界和社会日益关注的领域。国内许多大学纷纷成立了公共管理类的学院,不少决策智库也在国家建设中发挥了重要作用,在科学研究、决策咨询、人才培养等方面开始了中国公共管理与公共政策的学科发展。一直以来,公共管理和公共政策两者之间的关系经常会被混淆或误解。人们对于公共管理学科体系的直观认识,主要还是受制于学科目录中如行政管理、公共卫生管理、人口资源环境管理、社会保障、教育管理等的分类,也有人建议将公共政策一并纳入公共管理的范畴之中。反对的意见则认为将公共政策和公共管理视为并列的关系更为合理,如公共政策学科不仅同样包括公共卫生政策、人口资源环境政策、社会保障政策以及教育政策、经济政策等不同的具体领域性政策,而且还已经形成了政策过程、政策网络分析、政策变迁、政策学习等大量的政策理论体系。不过,与公共管理学科不同,公共政策作为一门学科在国内还没有得到正式的认可,至少国家的学科体系中并没有一个独立的政策科学学科,而国内大学内部也没有一个真正意义上独立的公共政策学院。

我们认为公共管理与公共政策两者紧密联系但又有明显

区别。公共管理与公共政策的联系主要体现在两者都关心和研究许多共同的问题领域,其区别在于各自关注的侧重点和分析的方法存在着显著的特征性差异。当然这种差异的存在不排除有时候对特定问题开展研究时,从公共管理和公共政策视角出发所使用的研究方法发生交叉或十分相似,以至于难以将两者截然分开。

直观地看,公共管理学科的研究除了大量吸收了管理科学的研究范式和方法(如系统控制分析、战略管理和组织行为等)之外,还延续了公共治理问题的研究路径,结合政府与公民社会的契约关系的分析,注重于管理体制和机制的研究,形成了所谓的新公共管理模式。而公共政策学科则更多地依赖于经典的政策过程理论而不断地展开和丰富起来,侧重于政策议程的设置、政策决策与制定、政策合法化以及政策的实施模式、政策绩效评估,乃至政策学习与政策变迁的动态学等。可见,公共管理和公共政策两者的研究范式在总体上存在明显的区别。但在具体的政策实施领域的研究,如果借鉴治理和契约的概念方法之后,两者的研究模式和风格,或者说两者的区分边界就变得有些模糊。

当然,从本质上讲,公共管理与公共政策都是对社会公共需求的应对,其产生与发展总是依赖于当前的社会现实与社会条件,其研究范围与研究方法也因而不断得以扩展与超越。进入21世纪,为了适应全球化、市场化、多元化的趋势和发展要求,公共管理与公共政策研究早已大大拓展了以往公共行政学的研究领域,目前最为重要的发展趋势之一即是社会化。其所涉及的研究对象,除了政府组织外,还包括一般的社会公共组织、经济组织,乃至公益性的非政府组织和非营利组织。公共管理的性质已经属于更广泛意义上的社会管理,而公共政策的功能也逐渐体现在社会生活的各个领域。不仅如此,在研究取向和方法上,实证主义、后实证主义、制度主义、系统论、信息论、控制论、协同学、混沌论、自组织理论、耗散结构论、理性决策理论、公共选择理论、宏观和微观经济分析,以及心理和行为科学的诸多理

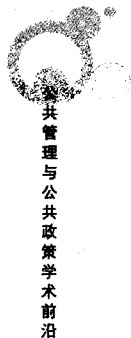
论与方法都被综合地运用到公共管理与公共政策的研究中去,这无疑为自然科学、社会科学和人文科学的融合提供了一个自由驰骋的天地。

显然,今天的公共管理与公共政策科学都已经不能被理解为传统意义上的单一学科,其研究内容涉及社会公共生活的方方面面,是任何一个学科或研究领域所难以涵盖的,因而必须整合不同学科的智慧与力量来进行交叉研究。在这样的背景下,复旦大学于2005年12月成立了“复旦大学公共管理与公共政策研究国家哲学社会科学创新基地”(以下简称基地)。它由复旦大学社会发展与公共政策学院、国际关系与公共事务学院、公共卫生学院联合组建,以“超大规模社会的公共管理与公共政策研究”为主题,整合了复旦大学的文、理、医等多方面的优质学术资源。基地成立近5年来,基地研究人员共发表学术论文500余篇,出版专著22部,获得省部级奖励33项。基地承担各类科研项目50余项,总科研经费逾3000万元。其中,国家“十一五”科技支撑计划项目2项,国家“863”计划项目1项,国家社会科学基金重大项目1项、一般项目5项,教育部重大攻关课题3项,国家自然科学基金项目6项,中国博士后科学基金4项,卫生部及上海市等省部级项目30余项,国际合作项目11项。

在这些工作的基础上,我们萌发了出版一套专著的想法,旨在推动公共管理与公共政策领域中多学科交叉融合的创新研究。为了区别于一般意义上的公共管理学或公共政策分析方面的著作或教材,我们将该套专著命名为《公共管理与公共政策学术前沿》,它具有以下特点:

(1) 以问题为导向。即无论是理论建构,还是政策分析或案例研究,该套的每一本专著都围绕某一个具体的问题或领域展开。事实上,真正的政策研究者往往都是某一具体领域的专家,或者跨学科的专家,他们不会停留在形式逻辑和学科概论的层次上泛泛而谈。

(2) 突出学科交叉融合。公共管理与公共政策问题的多样



公共管理与公共政策学术前沿

性和复杂性决定了其研究的知识基础的广泛性和综合性。依托“复旦大学公共管理与公共政策研究国家哲学社会科学创新基地”的跨学科资源,这套专著在保持学科的基本研究范式的同时,注重相关学科的理论和方法的融合。

(3) 重视研究方法创新。本套专著在重视质性分析的同时,更强调量化实证分析方法的运用。除了一般意义上的计量与统计工具之外,还引进了人口学、经济学、信息科学、心理信息工程学等领域的研究方法,以及系统动力学、多主体仿真、CGE 建模、GIS 等研究技术。

在以上理念的指导下,“复旦大学公共管理与公共政策研究国家哲学社会科学创新基地”组织了一个跨学科的研究队伍进行该系列专著的编撰,每一本专著的作者都是某一个或多个领域的专家,整套专著反映出基地近年来的一部分研究成果,它们包括社会组织管理、人口发展、卫生政策、气候变化与环境政策、社区治理等。它们在相当程度上强调了公共管理和公共政策的社会目标和价值维度,也充分体现出公共管理与公共政策研究的跨学科性和实践性特征。各专著中的学术观点主要代表了作者对这些领域的理解和研究,有些观点和结论需要经过时间和实践的检验,我们也欢迎学界对这些问题展开学术讨论。希望这套专著对于正在快速成长中的中国公共管理与公共政策研究的理论发展与方法演进作出贡献,希望广大的读者能够从中得到所期望的收益。

复旦大学

公共管理与公共政策研究国家哲学社会科学创新基地

彭希哲

可持续发展的定量测度一直是学术界研究的前沿和热点问题之一,它既涉及可持续发展理论的建立,也关系到实现可持续发展的目标确定与手段选择。可持续发展水平可以从货币化指标、能值分析、生物生产面积、物质质量等方面来度量。大量的评价方法和指标体系多是基于经济指标的,而物质流分析采用物理量作为单位,从社会经济系统与生态环境系统之间的物质交换角度表述人类活动对环境的影响,以一组物质流指标测量人类对自然资源的直接使用以及对环境的间接扰动和污染。自 20 世纪 90 年代初由德国 Wuppertal 气候环境与能源研究所和奥地利多学科交叉研究所提出以来,因其克服了采用货币化指标测量可持续发展水平所遇到的一些技术难题,如传统 GDP 核算忽略了经济发展的环境成本、绿色 GDP 核算的自然资源消耗和环境污染难以完全采用货币价值单位表示,在世界各地引起了强烈反响和共鸣,逐渐成为可持续发展测量的重要工具和手段之一。

本书系统地阐述物质流分析与可持续发展观,物质流分析的理论渊源、研究进展、研究方法和研究体系;剖析奥地利等九个国家以及中国六省五市的物质流分析案例;构建安徽省物质流分析账户,并对安徽省主要物质流指标的变化趋势进行深入分析;采用物质流分析方法定量测度安徽省经济发展的资源效率和环境压力。全书理论研究和案例分析并重,注意反映国内外研究进展和成果,突出定量分析方法。

本书全面展现了物质流分析的原理、方法和研究案例,综合作者近年来在该领域的主要研究成果,主体部分来自中国博士后科学基金项目“国家物质流核算分析的方法与应用研究”以及作者在厦门大学的博士后工作研究报告,还吸收和采用国内外一些学者的物质流分析案例和研究成果,特别是中国国家物质流和部分省市物质流分析的基础数据和研究结论。在专著出版之际,作者又增加了

近几年国内外的相关研究成果和资料。但在区域物质流案例分析方面,这两年又出现一些新成果,省域物质流分析有上海、北京、青海、福建、江苏等,市域物质流分析如成都、厦门、邯郸等,这些案例本书均未涉及,有兴趣的读者可以参阅相关文献。另外,限于篇幅,本书也未吸纳国内外元素流或行业物质流分析的研究成果,尽管这是物质流分析的重要组成部分。

本书的基本框架形成于作者在厦门大学理论经济学博士后流动站工作期间,感谢合作导师叶文振教授,他为作者在资源环境经济研究方面的学术发展给予大力支持和鼓励。在厦门大学应用经济学博士后流动站工作期间,合作导师黄良文教授悉心指导作者完成“国家物质流核算的理论与方法研究”的研究工作,作者要衷心感谢黄良文教授,并祝福黄老师健康长寿。感谢厦门大学经济学院林擎国教授、曾五一教授、唐礼智教授,以及公共事务学院王德文教授、石红梅副教授,作者在厦门大学工作、生活和学习期间曾得到他们的无私帮助和热情关心。

作者要感谢复旦大学社会发展与公共政策学院彭希哲教授,他为本书的出版提供了工作条件和精神鼓励,并推动将本书纳入复旦大学“公共管理与公共政策学术前沿”系列专著。还要感谢唐世平教授、张力教授、王桂新教授、张浩副教授、朱勤副教授、苏忠鑫老师、胡湛博士,他们经常督促作者尽快完成专著的写作,作者在与他们的交流中受益匪浅。感谢参与项目研究的刘晓薇博士生、沈怀军硕士、林保国硕士等,他们为本书的资料收集、整理和绘图等付出了辛勤的劳动。

本书参考了国内外许多学者的论著,吸收了同行们的辛勤劳动成果,参考的大量文献尽可能一一列出。但由于内容涉及广泛,资料较多,疏漏在所难免,作者表示歉意,并向所有的参考文献作者致以敬意和谢忱。

本书的研究和出版得到复旦大学公共管理与公共政策研究国家哲学社会科学创新基地出版专项基金、国家自然科学基金(编号:71173047)、教育部人文社会科学研究规划基金(编号:09YJA790045)和中国博士后科学基金(编号:20060390711)的资助。

由于作者水平有限,书中难免存在不足、差错或谬误之处,文责由作者本人承担,恳请广大读者批评指正。

吴开亚

2012年8月

第 1 章	物质流分析与可持续发展观	1
1.1	物质流分析的内涵与研究意义 / 1	
1.1.1	物质流分析的内涵 / 2	
1.1.2	物质流分析的研究意义 / 6	
1.2	物质流分析与可持续发展 / 7	
1.2.1	可持续发展的形成历程 / 7	
1.2.2	物质流分析与可持续发展的关系 / 10	
1.3	物质流分析与循环经济 / 12	
1.3.1	循环经济理论 / 12	
1.3.2	物质流分析与循环经济的关系 / 15	
1.4	物质流分析与环境经济核算 / 17	
1.4.1	国民经济核算 / 17	
1.4.2	环境经济综合核算 / 20	
1.4.3	物质流分析与环境经济核算的关系 / 25	
1.5	物质流分析与实物投入产出分析 / 27	
1.5.1	实物投入产出分析 / 28	
1.5.2	物质流分析与实物投入产出分析的关系 / 31	
 第 2 章	 物质流分析研究进展	 38
2.1	物质流分析的发展历程 / 38	
2.2	物质流分析的国内外研究进展 / 42	

2.2.1	宏观层次物质流分析的研究进展 / 43	
2.2.2	中观层次物质流分析的研究进展 / 48	
2.2.3	微观层次物质流分析的研究进展 / 52	
2.3	物质流分析的局限性 / 56	
2.3.1	物质流分析理论的局限性 / 56	
2.3.2	物质流分析应用的局限性 / 59	
第 3 章	物质流分析理论方法体系	61
3.1	物质流分析理论框架 / 61	
3.1.1	物质流分析的理论基础 / 61	
3.1.2	物质流分析的代谢主体 / 63	
3.1.3	物质流分析的系统边界 / 64	
3.1.4	物质流分析的基本框架 / 67	
3.1.5	物质流分析的重要概念 / 68	
3.1.6	物质流分析的主要步骤 / 76	
3.2	物质流分析方法体系 / 76	
3.2.1	欧盟物质流分析方法体系 / 77	
3.2.2	WRI 物质流分析方法体系 / 92	
3.2.3	欧盟与 WRI 物质流分析体系比较 / 96	
3.3	物质流分析指标与 GDP 耦合 / 98	
第 4 章	国家物质流分析	101
4.1	国家物质流分析案例 / 102	
4.1.1	奥地利物质流分析 / 102	
4.1.2	德国物质流分析 / 108	
4.1.3	日本物质流分析 / 113	
4.1.4	美国物质流分析 / 119	
4.1.5	荷兰物质流分析 / 124	
4.1.6	英国物质流分析 / 130	
4.1.7	意大利物质流分析 / 136	
4.1.8	捷克物质流分析 / 141	

4.1.9	中国物质流分析 / 145	
4.2	物质流分析国际比较 / 150	
4.2.1	直接物质投入 / 151	
4.2.2	物质总需求 / 156	
4.2.3	国内生产过程排放 / 160	
4.2.4	国内物质消耗 / 164	
4.2.5	实物贸易平衡 / 168	
第 5 章	区域物质流分析	172
5.1	安徽省物质流分析典型案例 / 172	
5.1.1	安徽省物质流分析数据处理 / 172	
5.1.2	安徽省直接物质投入账户 / 174	
5.1.3	安徽省物质总需求账户 / 177	
5.1.4	安徽省物质消耗账户 / 180	
5.1.5	安徽省隐藏流账户 / 181	
5.1.6	安徽省生产过程排放账户 / 185	
5.1.7	安徽省实物贸易平衡账户 / 188	
5.2	部分省域物质流分析 / 190	
5.2.1	天津市物质流分析 / 190	
5.2.2	陕西省物质流分析 / 194	
5.2.3	辽宁省物质流分析 / 195	
5.2.4	广东省物质流分析 / 199	
5.2.5	新疆物质流分析 / 203	
5.2.6	台湾地区物质流分析 / 205	
5.3	部分市域物质流分析 / 207	
5.3.1	贵阳市物质流分析 / 207	
5.3.2	南通市物质流分析 / 209	
5.3.3	张掖市物质流分析 / 212	
5.3.4	常州市武进区物质流分析 / 213	
5.3.5	青岛市城阳区物质流分析 / 216	

第 6 章 物质流分析与资源效率和环境压力	219
6.1 资源效率和强度分析 / 220	
6.1.1 物质输入和输出效率分析 / 220	
6.1.2 物质输入和输出强度分析 / 222	
6.2 环境载荷与减量化分析 / 224	
6.2.1 环境载荷与减量化理论 / 224	
6.2.2 环境载荷与减量化分析实例 / 229	
6.2.3 实现绝对减量化的两种假设 / 233	
6.3 经济增长与环境压力的脱钩和复钩关系 / 237	
6.3.1 脱钩和复钩分析模型 / 237	
6.3.2 脱钩和复钩分析实例 / 239	
6.4 物质流分析与环境库兹涅茨曲线 / 242	
6.4.1 环境库兹涅茨曲线理论 / 242	
6.4.2 物质流分析指标与环境库兹涅茨曲线模型 / 243	
参考文献	245

第 1 章 物质流分析与可持续发展观

1.1 物质流分析的内涵与研究意义

21 世纪的今天,人们享受着丰富的物质生活、快捷的交通和便利的信息,可以在十几小时之内横穿太平洋,从美国纽约抵达中国北京,也可以在几秒钟之内与大洋彼岸的朋友互致问候,还可以坐在家中就对天下大事了如指掌,对经营的公司进行管理。人们已经不能满足于美味食物、舒适生活和华丽服饰所带来的物质享受,而更加追求精神的愉悦。全球每年要花费巨资拍摄几千部电影以满足人们的不同品位需求,各种娱乐节目充斥于电视荧幕,年轻人经常狂欢到深夜,灯光让许多城市都拥有不夜城的称号,这一切都在吸食着有限的地球资源。

相对于狩猎社会和农业社会而言,工业社会的物质和能量代谢能力是过去的几倍到几十倍。以每人每年的能源投入量作为新陈代谢规模的指标,狩猎社会每人每年直接能源投入量约 100 亿~200 亿焦耳,农业社会约 650 亿焦耳,工业社会则为 2 500 亿焦耳;以每人每年的物质投入量作为新陈代谢规模的指标,狩猎社会每人每年约直接投入 1 吨的物质,农业社会则增加到 4 吨,而工业社会更增加到 19.5 吨(陶在朴,2003)。工业革命的成功导致人类开发自然的能力空前提高,同时促使经济高速发展,人们的物质生活和精神生活得到极大的满足。然而,经济高速发展使人类对自然资源的掠夺也达到了前所未有的高峰,大量不可再生资源逐渐耗竭,引发了诸如油荒、水荒、泥石流、海啸等各种灾难性后果,造成了生态环境恶化、资源耗竭等一系列资源环境问题,人类可能会面临“增长的极限”困境。

在资源变得越来越稀缺、环境逐渐恶化的今天,为了能使人们的生活质量不会下降,从国家到企业甚至个人都应思考如何降低资源消耗,提高资源使用效

率,减少或消除生产对生态环境造成的冲击。基于这个层面的考虑,首先需要衡量现今生活和生产过程中的资源利用情况和环境保护程度,分析物质减量趋势、资源利用效率及其与经济发展水平的关系,然后才能就如何降低资源消耗,提高资源使用效率,减少或消除生产对生态环境造成冲击等问题提出具体的解决措施。

如何客观地对资源利用情况和环境保护程度进行度量,已经成为关乎能否实现可持续发展的关键问题。基于传统的国民经济核算体系(system of national accounts, SNA),在考虑资源利用、环境保护和经济发展关系的基础上建立了环境经济综合核算体系(system of integrated environmental and economic accounting, SEEA)。SEEA 是以货币的形式对自然资源消耗和环境破坏进行价值估算,但 SEEA 方法仍有许多困难需要解决,其中最大的困难是环境成本的币值化问题。如何解决环境成本的估算,寻求一个货币化的替代与补充指标,已成为相关研究较为关注的问题。而物质流分析(material flow analysis, MFA)以物质质量作为物质输入、输出的计量标准,通过计算代谢的吞吐量来测度经济活动对环境的影响,解决了 SEEA 的价值估计的主观性,能客观地对资源利用情况和环境保护程度进行衡量,可以准确地反映物质减量趋势、资源利用效率及其与经济发展水平的关系,为可持续发展的研究提供了一种新颖而简洁的思维方式与研究手段(陈效述等,2000)。

1.1.1 物质流分析的内涵

一、物质流分析

物质流分析是指以物质质量来度量可持续发展水平,通过建立相应的指标体系,对物质的投入和输出进行量化分析,并通过计算代谢的吞吐量来测度经济活动对环境的影响,以及分析评价经济发展、资源利用效率的一种方法。具体地说,就是通过分析开采、生产、制造、使用、循环利用和最终丢弃过程中的物质流动情况,为衡量工业经济的物质基础、环境影响和构建可持续发展指标提供有效的参考依据。

物质流分析起源于将自然资源使用同环境的资源供应力、污染容量联系起来的思考,其基本思想有三层含义(朱彩飞,2008): (1) 工业经济可以看作一个能够进行新陈代谢的活的有机体,“消化”原材料将其转换为产品和服务,“排泄”废弃物和污染。(2) 人类活动对环境的影响,主要取决于经济系统从环境中获得的自然资源数量和向环境排放的废弃物数量。资源获取产生资源消耗和环境

扰动,废弃物排放则造成环境污染问题,两种效应叠加深刻地改变了自然环境的本来面貌。(3) 根据质量守恒定律,对于特定的经济系统,一定时期内输入经济系统的物质总量,等于输出系统的物质总量与留在系统内部的物质总量之和。因此,经济系统对环境影响的实质就是经济系统物质流动对环境的影响,有必要对经济系统的物质流动加以跟踪和调控(见图1-1)。

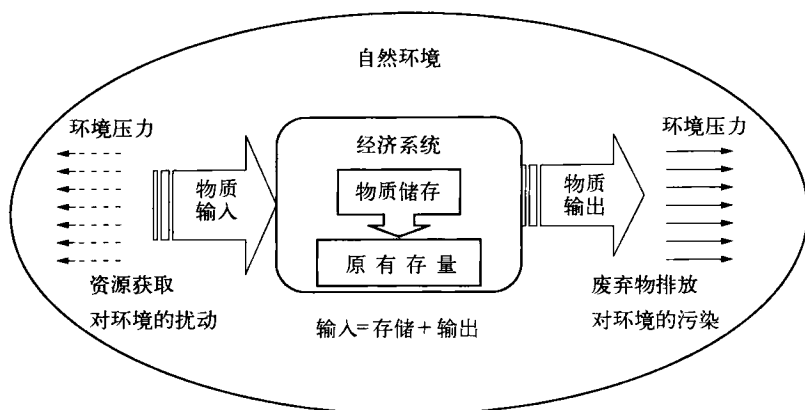


图 1-1 物质流分析的基本思想

二、物质流核算与物质流分析

物质流核算(material flow accounting)作为环境核算(environmental accounting)的一部分,包括了经济系统的物质流核算(economy-wide MFA)、经济系统的物质平衡(economy-wide material balances)和实物型投入产出表(physical input-output tables, PIOT)。这三方面相互联系,但在研究层面上存在差别。经济系统的物质流核算是对通过环境经济系统边界的物质流进行核算,并不关心经济系统内部的物质流动情况,将经济系统看成是一个黑匣子。经济系统的物质平衡通过对物质流入和流出经济系统进行描述,从而建立物质平衡关系。实物型投入产出表不仅能对环境与经济系统间的关系进行综合描述,而且还可对经济内部的物质流进行研究,同时还能揭示不同产业间的物质流动。本书主要研究的是经济系统的物质流核算,亦即对输入、流出社会—经济系统的物质流和留存在系统中的物质质量进行测度,为分析人与自然的物质交换、人类活动对环境造成的冲击以及经济系统的物质使用效率提供定量方法和指标体系。

物质流分析是指在一定时空范围内关于特定系统的物质流动和贮存的系统性分析,是利用物质流核算的信息对物质使用效率进行评价的一种方法。主要