

文章编号: 1000-0585(2001)01-0097-10

上海城市环境经济系统发展过程的数量分析

袁 雯¹, 杨 凯²

(1. 华东师范大学长江流域发展研究院, 上海, 200062

2. 华东师范大学环境科学系, 上海, 200062)

摘要: 本文围绕上海环境经济发展的阶段和过程, 基于 7 项原则, 选取总人口、国内生产总值、固定资产投资、城区人均居住面积、水质指数、环境保护投资等 10 个指标, 采用相关分析、回归分析、比较分析等手段, 对上海 1978—1998 年间城市区域发展过程进行分析和探讨, 寻求上海区域环境经济发展的特征和演化规律。研究结果显示近 20 年来上海环境与经济关系之间的协调状况有一定的改善, 在经济适度增长时期这种改善表现得较为突出; 相关分析的结果则表明 1990—1998 年间各项指标的相关性总体上高于 1979—1989 年间, 且部分指标间相关系数发生了正负向的变化; 从回归结果看, GDP 相对其它指标可预测性较好。

关键词: 数量分析; 环境经济系统; 上海

中图分类号: F127.51 **文献标识码:** A

1 研究背景

以系统的、一体化的思维方法重新思考和评价城市发展的过程和结果, 这是近两年世界各国城市可持续发展战略思考的一个共识。欧盟专家委员会在《欧洲城市可持续发展报告》中明确提出了可持续城市建设过程比结果更重要, 政策的实施比内容更重要。而在 2000 年出版的、在城市可持续发展实践领域很有影响的《城市区域 2020》中, 作者 Joe Ravatz 以这样的问题开始其论述: “决策制作者总是假设可持续的目标可以完成, 好像城市是一架机器, 它的问题通过更换零件或调节开关就能解决”, 事实上, “城市经济和城市环境并非简单的可以预测的地域单位, 其各个组成部分持续地相互作用并构成一错综复杂的运作方式”^[1]。因此, 一体化的思维、分析、行动和评估模型, 对城市可持续发展实践十分重要, 而对发展过程的分析则成为建立这样模型的前提^[2,3]。

1978—1998 年间, 上海 GDP 总量从 273 亿元增至 3688 亿元, 人均 GDP 从 2498 元增至 28240 元, 其增长幅度分别达到 13.5 倍和 11.3 倍, 三类产业比例从 4 : 77 : 19 调整至 2 : 50 : 48, 基本完成了作为一区域国际都市的经济总量和结构的框架建设。长期作为上海经济发展主体的工业, 在这一时期也基本完成了布局和结构的初步调整, 为实现上海城市新的功能定位奠定了基础^[4]。1999 年 12 月, 上海市人民政府颁布了《上海二十一世纪议

收稿日期: 2001-09-07; 修订日期: 2001-11-17

基金项目: 上海市科委科技启明星计划资助项目 (99QH14037); 国家社科基金资助项目 (99CJY007)

作者简介: 袁雯 (1965-), 女, 江苏常州人, 博士, 副研究员。主要从事区域环境演变与可持续发展研究, 近年来在《Chinese Geographical Science》、《经济地理》、《人文地理》、《长江流域资源与环境》等杂志上发表论文近 20 篇。Email: yuanwen@kyc.ecnu.edu.cn

程》，由此确定了上海 2005 年和 2010 年经济、环境和社会发展目标和战略，走经济、环境和社会协调发展道路，成为上海城市一体化战略核心，而通过建立指标体系，衡量和评估上海可持续发展进程，成为《上海二十一世纪议程》中明确提出的一项战略任务^[5]。

2 研究思路与方法

2.1 研究思路

系统思维，注重城市区域内部各组成部分的相互联结与运作机制，是本文的指导思想。这一思想所体现的一个整体框架如图 1 所示。上海可持续的发展框架以规划、结构和系统控制作为支撑点，以城市 21 世纪议程为总纲，细化至环境、社会和经济领域；通过产业结构、环境多样性、人口结构和功能区规划、土地利用以及交通框架等分析城市数量结构和空间分布结构；以管理资源的有效协调来实现对整个城市区域发展的系统控制。

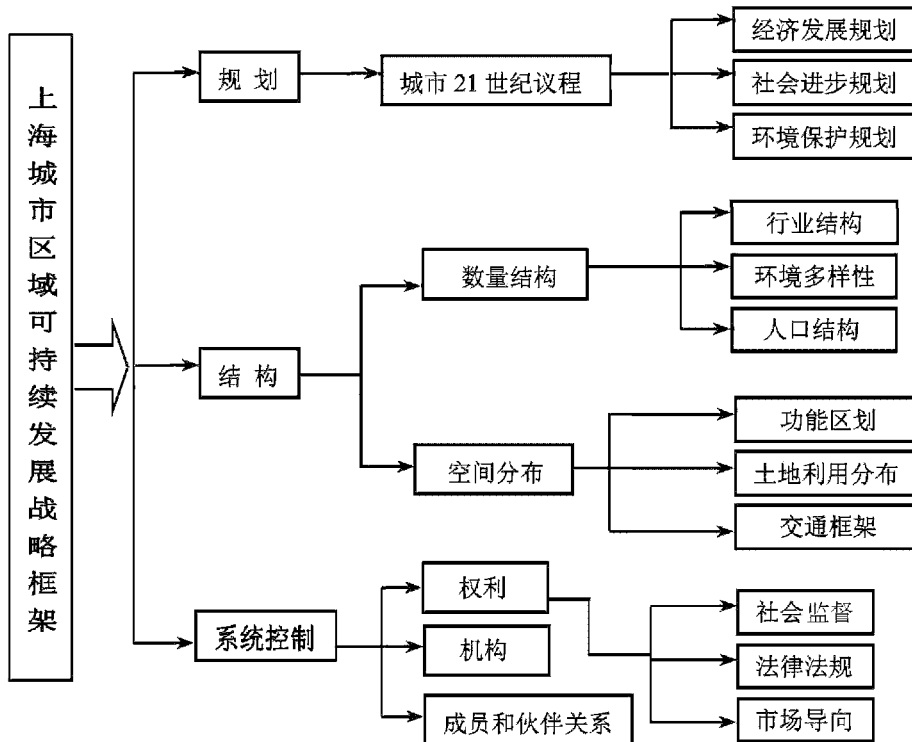


图 1 上海城市区域可持续发展战略框架

Fig. 1 Sustainable strategy framework in Shanghai city-region

2.2 研究方法和结果

2.2.1 指标选择、计算与取值 如何选取合适的指标，在这一领域研究甚多^[6,7]。我们以如下 7 个原则作为选取分析指标的基础。(1) 代表性：城市区域是一复杂的发展系统，所选指标应能反映这一系统的复杂性和丰富度，指标同时亦应对系统的发展过程和变化十分敏感，因此所选指标必须是同一领域指标中最有代表性的一个；(2) 综合性：指标应能反映整个城市区域系统的特征，要顾及系统各重要组分；(3) 一体化：一体化思考是

指在经济、社会和环境领域间寻求目标、利益和行动措施之间的平衡，从而避免来自不同部门的政策和建设项目之间的冲突；(4) 可测量：有效的指标必须是易于测量的指标，尤其对过程研究，连续数据的可获得性十分重要；(5) 可调控：当系统发展过程需要有所调控时，指标应能指示需要调整的方面以及如何进行调整。因此所选指标必须是政府或其它机构能够进行有效监控和评估的；(6) 区域性：作为上海城市区域的发展指标，应能反映出上海的地域和发展特征。我们首要考虑的是能够表现这一特定区域系统的指标群，同时兼顾与其他研究的可比性；(7) 可接受：作为调控发展导向的指标，还应能激励所有与城市区域发展相关的人、部门、机构共同参与发展的过程，指标能够为各个社会部门接受。

依此 7 项原则，选取如下 10 个指标：1. 总人口 TP；2. 国内生产总值 GDP；3. 固定资产投资 TI；4. 每万元 GDP 工业能源终端消耗 TEC；5. 职工工资总额 TW；6. 城区人均居住面积 ULA；7. 城区人均公共绿地面积 UPGA；8. 水质指数 WQI；9. 空气质量指数 AQI；10. 环境保护投资 IEP。

在所选 10 项指标中，总人口是人口指标中的一项基本信息源，人口数量控制又始终是我国的一项基本国策；国内生产总值反映了经济总产出，在我国，经济发展在今后很长时期内都是可持续发展战略的核心；固定资产投资是未来经济发展的潜力和社会对未来走势的信心指数；每万元 GDP 工业能源终端消耗可用于衡量人们对自然资源的态度方式以及能源利用的技术水平；职工工资总额指示经济发展给人们带来的生活改善，它同时也是消费拉动经济模式的支撑；城区人均居住面积和城区人均公共绿地面积主要用于评估人们的生活质量；水质和空气质量则是环境质量的常规指标；环境保护投资是社会对环境保护需求和决心的综合反映。这每一项指标均以年平均增长率来表达其演化的过程（表 1）。

表 1 所选各项指标年度变化率 (%)
Tab. 1 Annual change rate of each indicator

年 份	指标年度变化率 (%)									
	TP	GDP	TI	TEC	TW	ULA	UPGA	WQI	AQI	IEP
1979	3.1	7.4	27.5	-3.3	16.4	-4.4	0	26	25	-
1980	1.3	8.4	27.7	-8.8	16.4	2.3	-6.4	0	-58.3	-
1981	1.4	5.6	20.2	-3	3.9	2.3	4.5	-58.3	10.5	-
1982	1.5	7.2	30.7	1	4.4	4.4	-2.2	6.4	5.9	-
1983	1.1	7.8	6.4	-3.7	3.8	4.3	0	58.1	6.3	-
1984	0.9	11.6	20.8	-7.8	25.2	-4.1	4.4	-22.4	6.7	-
1985	1	13.4	29.3	-1.2	28.4	14.9	51.1	-37.8	-14.3	-
1986	1.3	4.4	23.9	-0.5	20.8	11.1	26.8	39.8	-25	-
1987	1.4	4.5	26.8	-2.8	13.7	3.3	33.3	-98.5	25	-
1988	1	4.1	31.7	5.7	20.8	1.6	3.2	-32.6	0	-
1989	1.1	3	12.4	-20.2	14.5	1.6	0	19.6	5.9	-
1990	0.5	3.5	5.7	-4.6	12	3.1	6.3	-7.6	0	-
1991	0.3	7.1	13.7	-7.3	17.8	1.5	4.9	3.2	-6.3	-
1992	0.2	14.8	38.4	-15.5	25.7	3	7.5	-59.3	-5.9	100
1993	0.4	14.9	84	-15.1	28.6	5.8	0	14.6	5.6	111
1994	0.3	14.3	71.8	-21.2	28.1	2.7	21.7	-34.3	23.5	21.7
1995	0.2	14.1	42.6	-12.8	23.2	6.7	14.3	22.3	0	18.9
1996	0.2	13	21.9	-16.8	11.8	8.8	13.6	-29.6	-23.1	47.3
1997	0.1	12.7	1.3	-12.6	3.5	6.9	25.5	12	-6.3	19.8
1998	0.1	10.1	-0.6	-9.6	0.05	4.3	22.8	25.1	11.8	-

注：变化率为负值表示该指标值呈下降趋势；“-”表示数据无法获得；数据始于 1978 年，故变化率数据始于 1979 年。

表 1 中基本数据取自《上海统计年鉴》(1999)^[8]和 1986—1999 年间的《上海环境质量年报》。1986 年前的环境质量监测数据主要从上海市环境监测站查询获得。水质指数和空气质量指数计算方法为:

$$WQI = BOD_5/SBOD_5 + COD_{mn}/SCOD_{mn} + NH_3 - N/SNH_3 - N - DO/SDO$$

$$AQI = SO_2/SSO_2 + NO_x/SNO_x$$

其中, BOD_5 , COD_{mn} , $NH_3 - N$, SO_2 和 NO_x 为各项指标的城市年平均浓度, 水质指标取黄浦江年平均浓度; $SBOD_5$, $SCOD_{mn}$, $SNH_3 - N$, SSO_2 和 SNO_x 为各项指标应执行的国家标准。按城市功能和规划, 黄浦江水质执行国家四类水标准, 空气质量执行国家二级标准。

2.2.2 相关分析 尽管相关系数分析只能表示数据间的关联, 无法反映其关联的机制, 但对一复杂系统而言, 由数据的相关抽象出系统的基本运作方向, 相关分析仍然有效。考虑到上海城市发展的阶段性及与五年发展规划的匹配, 特别是进入 20 世纪 90 年代以后上海社会接近快速发展带来的巨大变化, 本文以改革开放的 1978 年为起点, 将 1978—1998 年这一时期, 以 1990 年为界, 划分为两个阶段, 分别进行指标间和时段间比较, 以使系统演进趋势更为明了。表 2 中, 1979—1989 时的指标间相关系数列于对角线上方, 对角线下方的斜体表示的是 1990—1998 时段相关系数。经相关系数检验获得的相关系数不同显著程度以“+”号数量表示。

表 2 1979—1989 和 1990—1998 年两时段内各指标间相关系数

Tab. 2 Correlation coefficient among indicators during 1979—1989 and 1990—1998

⇒1979—1989

	TP	GDP	TI	TEC	TW	ULA	UPGA	WQI	AQI
TP	1	-0.22	0.51 ⁺	0.09	-0.17	-0.4	-0.21	0.19	0.34
GDP	-0.45 ⁻	1	0.4	0.39	0.55 ⁺	0.11	0.34	-0.32	-0.11
TI	0.35	0.64 ⁺⁺	1	0.57 ⁺⁺	0.39	0.12	0.27	-0.44	-0.18
TEC	0.26	-0.4	-0.69 ⁺⁺⁺	1	0.02	0.27	0.26	-0.21	0.08
TW	0.46 ⁺	0.45 ⁺	0.88 ⁺⁺⁺	-0.5 ⁻	1	0.19	0.51 ⁺	-0.15	-0.29
ULA	-0.38	0.44	-0.01	-0.3	-0.25	1	0.73 ⁺⁺⁺	-0.02	-0.41
UPGA	-0.71 ⁺⁺⁺	0.2	-0.33	-0.26	-0.54 ⁻	0.25	1	-0.43	0
WQI	-0.1	-0.21	-0.22	0.48 ⁻	-0.4	0.23	0.13	1	-0.24
AQI	0.17	0.08	0.42	-0.19	0.25	-0.49 ⁺	0.25	0	1
IEP	0.54	0.65	0.43	0.03	0.46	-0.24	-0.9 ⁻	-0.26	-0.11

1990—1998←

注: 1. “+”、“++”、“+++”分别表示该相关系数在 5%、1%和 0.1%水平上显著。

2. IEP 与其他指标之间的相关系数依 1992—1997 年数据计算。

2.2.3 回归分析 本文选取 1979—1994 年的数据, 以线性回归来计算各指标之间的数量关系, 并以 1995—1998 年间数据进行检验。计算表明任何两项指标间均无显著的回归关系, 这从一个侧面论证了本文所选 10 项指标的相对独立性。对各项指标回归分析的计算显示, 以下因子间存在着显著的线性回归关系:

$$(1) GDP = 0.160(TW) - 0.560(TP) + 0.083(TI) - 0.065(TEC) + 3.152$$

$$F=3.990 > F(4,11)=3.36, \alpha = 0.05$$

$$(2) TI=2.310(GDP)+0.639(TW)-0.333(TEC)-3.090$$

$$F=4.536 > F(3,12)=3.49, \alpha = 0.05$$

$$(3) ULA=-0.062(GDP)+0.199(UPGA)-1.455(TP)+3.447$$

$$F=3.849 > F(3,12)=3.49, \alpha = 0.05$$

回归方程检验结果如表 3 所示。

表 3 回归检验结果

Tab. 3 Test results of regression

	1995		1996		1997		1998	
	CV	RV	CV	RV	CV	RV	CV	RV
GDP	11.2	14.1	7.8	13.0	4.6	12.7	3.7	10.1
TI	48.6	42.6	40.1	21.9	32.7	1.3	23.5	-0.6
ULA	6.9	6.7	5.1	8.8	7.6	6.9	7.2	4.3

注：CV：计算值； RV：实值

检验结果表明回归误差在 1995 年以后开始增大。比较 1979—1994 年间回归值与实值，可以发现较大的误差集中出现在 1986—1990 年间，恰是上海 GDP 增长率持续较低的时段，从上海整体的经济发展规律角度看，代表性较弱。故剔除这些数据，延长回归数据系列至 1996 年，得到更为显著的回归方程

$$GDP=0.184(TW)-1.149(TP)+0.023(TI)-0.097(TEC)+6.845$$

$$R^2=0.804, F=8.208, \alpha=0.006$$

以 1997—1998 年数据进行验证，结果如表 4。

表 4 GDP 回归检验结果

Tab. 4 The test results of GDP regression

	回归值	实值	误差
1997	8.63	12.7	32.1%
1998	7.65	10.1	24.3%

从检验结果看，回归值变化趋势与实值相似，且回归误差相对小于未剔除 1986—1990 年数据时得到的回归结果。

3 上海城市环境经济发展过程特征

3.1 人口

1978—1998 年间，上海总人口 TP 增加了 19.0%，城市人口则增加了 92.1%。城市人口比例从 1978 年的 50.8% 增到 1998 年的 87.9%，表明了 20 年间上海快速的人口城市化。城区的扩张是形成这一现象的重要原因，同一原因还导致了城区人口密度自 1981 年第一次城区扩张后的跳跃式下降。上海城市区域的总人口增长率也表现出了稳定下降的态势，从 1979 年的 3.1% 下降到 1997 和 1998 年的 0.1%，而人口自然增长率则从 1993 年起趋负至今。人口的机械增长随着社会经济发展和人才需求和市场需求，使上海再一次具备了典型的移民城市特征。另据 2000 年第六次人口普查，上海流动人口已达 330 万，比

1997年第五次人口普查数据增长了近100万。按《上海二十一世纪议程》，这一数据将在2010年达到350万—400万。常住人口与流动人口比例达到3:1。

在两个分析时段内，TP与国内生产总值GDP，城区人均居住面积ULA和城区人均公共绿地面积UPGA的相关系数均为负，直观上看，1979—1998年间，TP始终保持着下降的趋势，而GDP，ULA和UPGA则以增长为主要变化方式；我们亦可将其间接地理解为人口对经济发展、城市建设和市民生活改善的客观压力。由表2，1979—1989年TP与固定资产投资TI和1990—1998年TP与UPGA之间的相关系数达到了显著程度，这在一定程度上反映了1979—1989年间TI的下降趋势和1990—1998年间UPGA的显著增长。TP与职工工资总额TW的相关由负趋正，是因为TW在经历了1992—1995年的大幅增长后，在1995—1998年出现了快速下降趋势。同时TP与水质指数WQI的相关，在两个时段由正趋负，虽然相关系数很小且远未达到显著水平，但它表明了变化正在发生，即人口对环境的直接影响趋弱。

3.2 水气环境质量

由水质指数WQI和空气质量指数AQI表征的上海环境质量，在研究时段内表现出了波动特征。改善与恶化过程交替出现。一些自然特征的变化如降雨量不同和人为的因素如排污量不同是造成这一现象的两个主要原因。纵观1979—1998年的环境变化趋势，可以看到水质指数恶化了24.5%，最严重污染出现在上海经济增长最快的1992—1997年间。空气质量相对稳定，其最好（1979年）与最差（1986年）的变幅在0.12—0.20之间。这与工业能源消耗的逐年减少和SO₂排放量的逐年下降有较大关联，但NO_x排放量的增加在一定程度上抵消了这一态势。

从不同时段来看，1979—1989年间，上海环境质量的变化几乎与所有其它指标呈负相关，表明该时段内经济发展并没有带动环境的改善。1990—1998年，环境与经济之间的冲突趋于缓和，其中WQI与每万元GDP工业能源终端消耗TEC和AQI与ULA之间的相关达到显著水平。同时空气质量的变化与能源消耗的变化相关趋负，这是否说明SO₂不再对上海空气质量具有代表性，或者说NO_x的评估作用越来越大，尚需作进一步探讨。

3.3 城市环境建设

公共绿地面积是上海近年环境建设的一个重要方面，表征该领域发展状况的指标城区人均公共绿地面积UPGA在1978—1998年间，由1978年的0.47m²增到1998年的2.96m²，增长了5.3倍。但其较大的年际变化在各项指标中显得较为突出，个别年份甚至出现负值或零增长，由于人口增长基本呈稳定下降的趋势，这一现象说明了绿化投资和建设的时段特征十分明显。值得注意的是1978—1989年间UPGA与ULA的变化高度显著相关，似乎表明此时段内住宅建设，特别是居住小区建设中的绿化配套对上海的绿化工作起了很好的促进作用；在1990—1998年间，该相关关系则没有被表现出来，事实上，这一阶段上海已经进入了大型的城市“绿肺”建设阶段，同时持续、规范的绿化建设特征开始被表现出来，它体现为UPGA与年际变化规律性较强的指标TP之间显著的负相关。在这一时期，UPGA与GDP的相关同样趋弱，这似乎表明非市场因素，特别是政府行为在城市绿化中的作用在加大。

3.4 经济投入与产出

1979—1989年间，上海GDP增长率反映出了典型的调整和发展的变动特征，GDP

与 TW 之间存在着显著的相关关系。1990—1998 年间，GDP 增长明显趋于稳定，TI、TW 和 TP 均与 GDP 的变化显著相关，投资拉动成为这一时期经济增长的一大特征。事实上，1979—1996 年连续的投资高增长率在很大程度上推动这一时期上海经济的快速发展。回归分析表明，TI 显著地受到 GDP、TW 和 TEC 的影响，GDP 则与 TW、TP、TI 和 TEC 之间存在着回归关系，两者之间交织的影响表明了经济运行系统的复杂性，而工资水平的变化则同时受到投入与产出的组合影响。同时相关分析亦指示了投资政策导向的一些变化。从 1979—1989 年间与 TEC 和 TP 的显著相关，可以看出该时期投资与工业发展密切相关。而 1990—1998 年间，TI 与 TW 和 TEC 之间相关趋负，这一方面说明投资方向已逐步移出第二产业范畴，同时它也可能是上海城市区域发展方式发生变化的一个信号，即工资水平将更多地受到经济自身发展的影响，TW 自身变化态势中的市场运作成分在不断增强。

3.5 社会福利

由职工工资总额 TW 和城区人均居住面积 ULA 表征的社会福利在研究进段内出现了很大的改善。与 1978 年相比，1998 年 TW 和 ULA 的值分别增长 17.1 倍和 2.1 倍。TW 增长明显高于 GDP 的增长，而且两者之间始终存在有显著的正相关。但在 1990—1998 年间，TW 与 TI，TEC 和 UPGA 之间表现出了显著的相关关系，这可以解释为 TW 的增长更多地依赖于经济投入而非经济产出，这种状况很有可能导致低效的经济行为。另外，在经历了长时期的增长以后，TW 从 1997 年起增长迅速趋缓。

一般而言，经济增长，收入水平在很大程度上影响看住房条件。但计算表明 ULA 与 GDP 和 TW 均相关甚小。回归分析则显示 ULA 与 GDP、UPGA 和 TP 之间存在着显著的回归关系，其中 GDP 与 UPGA 的增长对 ULA 起着正向的作用，而人口则从负面影响 ULA 的增长。

3.6 能源消耗

上海的工业能源终端消耗，一方面，其年度增长率远低于 GDP 增长率，每万元 GDP 工业能源终端消耗 TEC 逐年下降。1998 年，TEC 数值仅为 1978 年的 16.3%，另一方面，SO₂排放量的增长又远低于工业能源终端消耗量的增长，从有 SO₂排放统计数据的 1986 年起至 1998 年，工业能源终端消耗量增加了 75.8%，而 SO₂排放量仅增加 10.0%。

分析表明，TEC 的变化率在 1979—1989 年间与 TI 显著正相关，这一相关在 1990—1998 年间变为显著负相关，同时 TEC 与 TW 显著负相关，与 WQI 显著正相关，表明能源问题已成为投资导向中的重要因子，工资水平已不再取决于第二产业，同时水体污染中的工业污染负荷在下降。

4 上海经济发展适宜速度分析

根据 1978—1998 年间上海 GDP 增长率数据分布，本文按 14—15%、7—8% 和 3—5% 三个数据区域将 GDP 年增长率划分为高、中、低三类水平，分别列出不同增长率水平下其他指标数据和各指标平均值如表 5。

由表 5，我们发现 GDP 高增长率几乎都是由投资高增长所支持的，投资增长率平均为 GDP 增长率的 4 倍。这些年份职工工资和人均居住面积也表现出较大的增长。每万元工业能耗在经济快速增长的年份则有很大的下降，它表明上海的 GDP 增长已不再依赖高

能耗产业，同时经济增长促进了能源利用技术的进步。我们还看到上海的水环境质量在 GDP 高增长率下显示出与 GDP 增长率相当的恶化趋势，而空气质量则有所改善。

在 GDP 增长率较低的年份，水环境质量的平均恶化速率远大于 GDP 平均增长率，高于 GDP 增长率 5 倍的投资增长率和 4 倍的职工工资增长水平表明这些年份经济运行效率相对较低。工业能耗下降的速度趋缓，而城区人均绿化面积的快速增长表明了政府在城市建设方面所起的作用。

表 5 按 GDP 增长水平分类后其他各指标数值

Tab. 5 The means of each indicator based on GDP classification

高增长	GDP	TP	TI	TEC	TW	ULA	UPGA	WQI	AQI
1992	14.8	0.2	38.4	-15.5	25.7	3	7.5	-59.3	-5.9
1993	14.9	0.4	84	-15.1	28.6	5.8	0	14.6	5.6
1994	14.3	0.3	71.8	-21.2	28.1	2.7	21.7	-34.3	23.5
1995	14.1	0.2	42.6	-12.8	23.2	6.7	14.3	22.3	0
平均值	14.5	0.3	59.2	-16.2	26.4	4.6	10.9	-14.2	5.8
中度增长									
1979	7.4	3.1	27.5	-3.3	16.4	-4.4	0	26	25
1982	7.2	1.	30.7	1	4.4	4.4	-2.2	6.4	5.9
1983	7.8	1.1	6.4	-3.7	3.8	4.3	0	58.1	6.3
1991	7.1	0.3	13.7	-7.3	17.8	1.5	4.9	3.2	-6.3
平均值	7.4	1.5	19.6	-3.3	10.6	1.5	0.7	23.4	7.7
低增长									
1986	4.4	1.3	23.9	-0.5	20.8	11.1	26.8	39.8	-25
1987	4.5	1.4	26.8	-2.8	13.7	3.3	33.3	-98.5	25
1988	4.1	1	31.7	5.7	20.8	1.6	3.2	-32.6	0
1989	3	1.1	12.4	-20.2	14.5	1.6	0	19.6	5.9
1990	3.5	0.5	5.7	-4.6	12	3.1	6.3	-7.6	0
平均值	3.9	1.1	20.1	-4.5	16.4	4.1	13.9	-15.9	1.2

在 GDP 以平均 7.4% 的速度增长时段，则显示出较好的可持续性与经济运行效率。平均投资增长率最低，职工工资增长与 GDP 增长水平相当，且环境质量表现出比 GDP 增长速率更大的改善。我们已经看到上海和中国的 GDP 年增长率正在向这一趋势调整。

5 结果与探讨

(1) 上海近 20 年环境经济演变过程表现出了一定的环境库兹涅茨特征。

1979—1989 年间，GDP 与 WQI、AQI，TI 与 WQI 以及 TI 与 AQI 之间的负相关，表明上海的经济增长，在一定程度上，仍是以环境为代价的。但至 1990—1998 年，GDP 与 AQI，TI 与 AQI 之间相关趋正，而 GDP 与 WQI，TI 与 WQI 之间的负相关趋弱，同时各项指标间相关系数整体大于前一时段，表明上海城市区域两大组分环境和经济的发展开始趋向于一体化。从整个研究时段看，GDP 增长了 10 倍，由 WQI 表现的上海水体质量恶化了 25%，由 AQI 表征的上海空气质量则维持着相同的良好水平。应该说，这已经充分体现了环境政策调控的有效性和区域发展的合理趋势。相关的研究也表明上海在全国

处于协调发展的较高水平^[9]。但纵观整个研究时段，经济增长最快的时期也就是环境污染最严重的时期，这似乎符合西蒙·库兹涅茨关于经济增长在达到一定水平之前，必然导致环境污染的论述，尽管上海环境质量与 GDP 之间并无明显的倒 U 型关系，但可以说明的是我国的环境政策和环保制度在一定程度上缓解了增长与恶化的峰值特征^[10,11]。这一现象也表明了在以经济发展为主的阶段，处理好环境与经济的关系是比较有难度的。

(2) 提高环境、经济和社会系统发展的整体效率是上海面临的主要问题。

有效地协调好环境改善、经济发展和社会进步三大子系统间共同发展关系并发挥出系统整体效应，是上海面临的迫切需要解决的问题。数据分析表明上海在这一方面尚有许多可改善之处，如 IEP 与 GDP 并无显著相关，且未带来水质和空气质量的显著改善，几乎所有的指标除 TP 外，都表现出波动的特征等等。这种不同步的变化部分正是由于缺乏系统思维和整体发展观念造成的，当然城市系统的复杂性、人文因素的不可预测性以及不同政府部门和管理机构不同的规划和行动措施等也是形成这样现象的重要原因。要引起注意的是，快速的经济增长和社会变化使既定的政策常常面对意料之外的问题和状态，政策由此侧重于解决问题而非达成规划中的发展目标，这一状况往往会产生新的局部冲突和不系统性。

(3) 适度需求和适度发展将是上海建立可持续发展模式的有效途径。

对上海经济增长速率分类分析的结果显然与可持续发展的核心理念“适度需求、适度发展”想吻合。确定一个合适的经济增长速率不仅是保护资源和环境的前提条件，也是关系到国家稳定和社会进步的重要的战略性问题。尽管国家和上海的 GDP 增长速率已经表现出 7—8% 的趋向，仍有心要对这一问题开展深入的研究，以使我国经济发展的宏观战略决策更具可控性。

(4) 面临不断出现的新问题，定量研究城市系统的演化过程尚有待深入。

在中国加入世贸组织后，政府职能的转变首当其冲，具有明显政府推动特征的环境建设迫切需要有一个全新的投资与管理机制。同时随着环境综合整治的发展、科技的进步与经济结构的调整，新的环境问题和污染因子可能会逐渐替代传统的污染问题和因子，如氮氧化物，近年来污染趋势加剧，而二氧化硫浓度则因严格的源头控制而持续趋于下降。另外采用综合指标进行计算和分析，在达到综合评价目的的同时也可能会掩盖主要因子的影响。因此运用数学方法定量研究城市环境经济系统的发展演变规律，始终是一值得深入探讨的问题。

参考文献：

- [1] Joe Ravatz. City region 2020. London: Earthsan Publications Ltd., 2000. 9~41.
- [2] 曹康琳, 王鹏, 房怀阳. 广东省 PRED 系统动态及其地域差异初探. 热带地理, 1999, 19(3): 282~287.
- [3] 王忠敏, 徐立中. 流域系统可持续发展分析. 水科学进展, 2000, 11(2): 165~172.
- [4] 曾刚. 上海市工业布局调整初探. 地理研究, 2001, 20(3): 330~337.
- [5] 实施“中国 21 世纪议程”上海领导小组. 中国 21 世纪议程—上海行动计划. 上海: 译文出版社, 1999. 13~65.
- [6] Yuan W, Yang K. Evolution of population, resources, environment and integrated strategy of their development in Shanghai. *Chinese Geographical Science*. 2000, 10(3): 202~208.

- [7] 廖志杰,刘岳. 中国区域可持续发展水平及其空间分布特征. 地理学报,2000,**55**(2):139~150.
- [8] 上海市统计局. 上海统计年鉴(1999). 北京:中国统计出版社,2000. 5~15, 387.
- [9] 张晓东,池天河. 90年代中国省级区域经济与环境协调度分析. 地理研究,2001, **20**(4):506~515.
- [10] 李建新. 环境转变论与中国环境问题. 北京大学学报(哲学社会科学版),2000,**37**(6):105~111.
- [11] 张晓. 中国环境政策总体评价. 中国社会科学,1999,(3):88~98.

Quantitative process of environment and economic progress in Shanghai

YUAN Wen¹, YANG Kai²

(1. Yangtze Valley Institute, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: According to the targets and action plans towards sustainable development set up in *China's Agenda 21—Shanghai Action Plan*, based on seven principles, this paper selects ten indicators including total population, total GDP, total fixed investment, water quality index etc. to study Shanghai's regional development process during 1978—1998 through correlation coefficient and regression analysis. The aim of the study is to approach the characteristics and regulations of Shanghai's regional development and to provide bases for future needs. Research showed that the confliction between economic growth and environmental improvement has come to relax in the latest 20 years especially during the period with moderate economic growth rate at 7—8%. More close correlation occurred during 1990—1998 compared with that in 1979—1989. From the regression analysis, GDP was an indicator that can be forecasted with a relatively small error.

Key words: quantitative analysis; environment and economic system; Shanghai