

环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系

——以珠江三角洲城市群为例

廖重斌

(广州市环境保护宣传教育中心, 广州 510620)

摘要 环境与经济的协调发展是实现可持续发展的重要途径。文中通过对协调、发展及协调发展这3个概念的定义和论述, 分别推导出协调度和协调发展度的计算模型, 并用协调度和协调发展度的大小等作为评判标准, 将环境与经济协调发展状况划分为从简洁到详细不同的3个层次, 共30种基本类型。最后还以珠江三角洲城市群为评价对象, 给出了上述计算方法和分类体系的应用实例, 同时证明其可靠性。

关键词 协调发展 协调度 协调发展度

1 引言

自从1992年在巴西召开的联合国环境与发展大会之后, 关于环境与经济协调发展的研究已受到普遍的重视。当时的李鹏总理在此次全球首脑会议上的讲话中明确指出, 经济发展必需与环境保护相协调……实现经济建设和环境保护的协调发展^[1]。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^[2], 而且从任何区域范围来看, 可持续发展都要求协调社会经济发展与自然资源利用以及生态环境的关系^[3]; 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^[4]。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。

然而, 什么是协调发展, 以及如何对环境-经济系统的协调发展程度进行定量的描述和评价? 本文欲就上述问题进行探讨, 以达抛砖引玉, 促进各方专家深入研究这一问题之目的。

2 协调与发展

“协调”与“发展”是两个完全不同的概

念。发展是指系统或系统组成要素本身从小到大、从简单到复杂、从低级到高级、从无序到有序的变化过程; 反之则称为“负发展”或“逆发展”; 介于两者之间, 维持现状不变的则称为“零发展”^[5]。

由于发展是系统或系统要素本身的一种演化过程, 所以某一系统或要素的发展, 可能是以其他系统或要素的破坏甚至毁灭作为其发展条件(或代价)的。例如, 片面追求经济的发展, 往往急功近利, 只顾眼前利益, 对资源和环境采取掠夺式的开发和破坏, 结果只能是顾此失彼, 在陶醉于经济发展的同时, 不得不承受大自然的惩罚及环境恶化所造成的苦果。这方面的例子举不胜举。我国成语“损人利己”形象地说明了一方的“发展”是以另一方的损失为代价(或条件)的事实。这样的“发展”, 显然是一种狭隘的片面的发展, 并非我们所追求和倡导的。同样, 以破坏生态环境为代价的经济发展, 也不是我们所追求的。因为环境同样具有经济价值, 长期以来无偿地利用环境发展经济的现象将逐渐成为历史, 而且, 环境还将逐渐成为一种越来越供不应求的特殊商品^[6]。破坏环境本身就是一项巨大的经济损失。

随着社会的不断进步, 单一的片面的经济发展观已渐渐落伍。因此, 必须树立一种兼

顾各方、“和平共处”、共同提高的多元发展观。而要实现多元发展就得树立协调观念。

协调不同于发展。协调是两种或两种以上系统或系统要素之间一种良性的相互关联，是系统之间或系统内要素之间配合得当、和谐一致、良性循环的关系^[7]。繁荣的经济与优美的环境，即是协调的集中体现。反之，一方面是发达的工业，一方面是污浊的空气，发臭的河水……这显然是不协调的反映。

协调是多个系统或要素保持健康发展的保证。人类历史证明，整个人类的发展应与其生存环境相协调、相适应，而经济发展与环境保护的协调，则是其中一个重要的组成部分，并成为人类孜孜以求的主要社会发展目标之一。显然，要实现这个目标，其主要途径是协调或调整人类发展经济与保护环境之间的关系。

3 协调发展

通过上述分析可知，发展是系统本身的一种演化过程，而协调则是系统之间的一种良好的关联。所以，“协调发展”只能是“协调”与“发展”概念的交集，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。

在协调发展的运动过程中，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。协调之于发展，如水管之于自来水，既要使自来水流动，同时又要使其沿着水管延伸的一定方向流动。

综上所述，协调发展是一种强调整体性、综合性和内在性的发展聚合，它不是单个系统或要素的“增长”，而是多系统或要素在协调这一有益的约束和规定之下的综合发展。协调发展不允许其中一个（哪怕仅仅一个）系统或要素使整体或综合发展受影响。协调发展追求的是一种齐头并进、整体提高、全局优化、共同发展的美好前景^[7]。

4 协调度及其等级的划分

协调度即是度量系统或要素之间协调状况好坏程度的定量指标。根据实际需要，协调度可分为发展协调度和对比协调度两种，前者用于度量一个城市或区域在不同发展阶段环境与经济的协调状况，后者则用于度量同一发展阶段或同一时期不同城市或区域之间环境与经济的协调状况。

根据对协调及协调度的定义，设正数 x_1, x_2, \dots, x_m 为描述环境特征的 m 个指标；设正数 y_1, y_2, \dots, y_n 为描述经济特征的 n 个指标，则分别称函数

$$f(x) = \sum_{i=1}^m a_i x_i', \quad g(y) = \sum_{j=1}^n b_j y_j' \quad (1)$$

为综合环境效益函数（或综合环境评价函数）和综合经济效益函数（或综合经济评价函数）。

式中， a_i, b_j 为待定权数或政策系数，它们是所选取的指标在综合评价中所占的重要性程度（即权重），应由专家系统确定。本文认为城市经济发展与环境保护同等重要，因此为了计算的方便，将 a_i, b_j 的取值均设定为 1。 x_i' 的取值由下式给出：

$$x_i' = \begin{cases} x_i / \lambda_{\max} & \text{当指标 } x_i \text{ 越大越好时} \\ \lambda_{\min} / x_i & \text{当指标 } x_i \text{ 越小越好时} \end{cases} \quad (2)$$

式中， λ_{\max} 为相应于指标 x_i 的规划值、对比标准值、期望值或理想值。 y_j' 的取值依此类推。

依照前述对协调概念的定义和分析，我们希望 $f(x)$ 与 $g(y)$ 的离差越小越好，用离差系数表示，即是希望：

$$C_v = \frac{S}{\frac{1}{2} [f(x) + g(y)]} \\ = \sqrt[2]{1 - \frac{f(x) \cdot g(y)}{\left[\frac{f(x) + g(y)}{2}\right]^2}} \quad (3)$$

越小越好（ S 为标准差）。而使 C_v 越小越好的充要条件是：

$$C' = \frac{f(x) \cdot g(y)}{\left[\frac{f(x) + g(y)}{2}\right]^2} \quad (4)$$

越大越好。

根据式 (4)，为了使计算出的协调度具有一定的层次性，本文给出环境与经济协调度的计算公式：

$$C=\left\{\left[\frac{f(x)\cdot g(y)}{\frac{f(x)+g(y)}{2}}\right]^k\right\} \tag{5}$$

公式 (5) 即是本文所推导出的协调度计算模型。式中 C 为协调度 (或称协调系数)， K 为调节系数，令 $K\geqslant 2$ 。式 (5) 反映了在环

境与经济综合效益或发展水平一定的条件下〔即 $f(x)$ 与 $g(y)$ 之和一定〕，为使环境与经济的复合效益或发展水平〔即 $f(x)$ 与 $g(y)$ 之积〕最大，环境与经济效益或发展水平进行组合协调的数量程度。

不难证明， $0\leqslant C\leqslant 1$ ，可使协调度 C 取值在 $0\sim 1$ 之间，最大值亦即最佳协调状态；反之，协调度 C 越小，则越不协调。本文设定如下协调度的等级及其划分标准 (表 1)。

表 1 协调等级的划分					
协调度 C	0~0.09	0.10~0.19	0.20~0.29	0.30~0.39	0.40~0.49
协调等级	极度失调	严重失调	中度失调	轻度失调	濒临失调
协调度 C	0.50~0.59	0.60~0.69	0.70~0.79	0.80~0.89	0.90~1.00
协调等级	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

5 协调发展度

协调度 C 不失为刻划环境与经济相互协调的重要指标，它对于约束环境与经济的发展行为，促进两者健康、协调地发展具有十分重要的意义。然而，协调度在有些情况下却很难反映出环境与经济的整体功能或综合环境经济效益的大小 (或发展水平)。如表 2 中的城市 I 与城市 II、III 比较，三者的协调度 C 别无两样，但城市 I 的环境与经济发展水平均高于城市 II 和城市 III，显然，城市 I 环境与经济协调发展的程度应均比城市 II、III 要高。

为此，根据前述对协调发展的定义，本文将度量环境与经济协调发展水平高低的定量指标称为协调发展度或协调发展系数，用 D 表示：

$$D=\sqrt{C\cdot T} \tag{6}$$
$$T=\alpha f(x)+\beta g(y) \tag{7}$$

式中， D 为协调发展度 (系数)， C 为协调度， T 为环境与经济效益 (或发展水平) 的综合评价指数，它反映环境与经济的整体效益或水平， α 、 β 为待定权数。如前所述，本文认为城市经济发展与环境保护同等重要，故

α 、 β 的取值相同，均设定为 0.5。在实际应用中，最好使 $T\in (0, 1)$ ，这样可保证 $D\in (0, 1)$ ，以便于使用。

表 2 C 判断与 D 判断的对比					
城市	$f(x)$	$g(y)$	T	C	D
I	0.70	0.83	0.77	0.98	0.86
II	0.45	0.36	0.41	0.98	0.63
III	0.35	0.29	0.32	0.98	0.56

协调发展度模型虽然简单，却综合了环境与经济的协调状况 D 以及两者所处的发展层次 T 。因而具有简便但不粗糙，简单却又概括和综合的特点。它与协调度模型相比，具有更高的稳定性以及更广的适用范围，可用于不同城市 (或区域) 之间、同一城市 (或区域) 在不同时期环境与经济协调发展状况的定量评价和比较。

6 环境与经济协调发展类型的分类体系及其评判标准

根据上述分析，本文按照协调发展度 D 的大小将环境与经济的协调发展状况划分为从简洁到详细不同的 3 个层次，共 3 大类 10 小

类 30 种基本类型（表 3）。

例如表 2 中的城市Ⅰ和城市Ⅱ，在第 1 个层次分类上，两者均属协调发展类，而在第 2 个层次的分类上，前者属于良好协调发展类，后者属于初级协调发展类。到此，我们还不知道两个城市内部环境与经济的综合评价指数或发展水平究竟是谁优先谁滞后。可是到了更详细的第 3 个分类层次上，问题就一目了然了：城市Ⅰ属于良好协调发展类环境滞后型，城市Ⅱ属

于初级协调发展类经济滞后型。这样对城市（或区域）环境与经济的协调发展类型进行全面的判别之后，就可对症下药，提出城市（或区域）环境与经济协调发展调控的对策与措施。再如表 2 中的城市Ⅰ，当前的重点应放在城市环境质量的提高与改善上，而城市Ⅱ，则应在确保本市环境质量的前提下，重点发展经济，方可在更高层次上提高环境与经济的协调发展度。

表 3 环境与经济协调发展的分类体系及其判别标准

第一层次		第二层次		第三层次（基本类型）
<i>D</i>	类 型	<i>f</i> (<i>x</i>) 与 <i>g</i> (<i>y</i>) 的对比关系		类 型
协调发展类（可接受区间）	0.90~1.00	优质协调发展类	$f(x) > g(y)$	优质协调发展类经济滞后型
			$f(x) = g(y)$	优质协调发展类环境经济同步型
			$f(x) < g(y)$	优质协调发展类环境滞后型
	0.80~0.89	良好协调发展类	同上	良好协调发展类经济滞后型 良好协调发展类环境经济同步型 良好协调发展类环境滞后型
过度类（过度区间）	0.70~0.79	中级协调发展类	同上	中级协调发展类经济滞后型 中级协调发展类环境经济同步型 中级协调发展类环境滞后型
	0.60~0.69	初级协调发展类	同上	初级协调发展类经济滞后型 初级协调发展类环境经济同步型 初级协调发展类环境滞后型
	0.50~0.59	勉强协调发展类	同上	勉强协调发展类经济滞后型 勉强协调发展类环境经济同步型 勉强协调发展类环境滞后型
	0.40~0.49	濒临失调衰退类	同上	濒临失调衰退类经济损益型 濒临失调衰退类环境经济共损型 濒临失调衰退类环境损益型
失调衰退类（不可接受区间）	0.30~0.39	轻度失调衰退类	同上	轻度失调衰退类经济损益型 轻度失调衰退类环境经济共损型 轻度失高衰退类环境损益型
	0.20~0.29	中度失调衰退类	同上	中度失调衰退类经济损益型 中度失调衰退类环境经济共损型 中度失调衰退类环境损益型
	0.10~0.19	严重失调衰退类	同上	严重失调衰退类经济损益型 严重失调衰退类环境经济共损型 严重失调衰退类环境损益型
	0~0.09	极度失调衰退类	同上	极度失调衰退类经济损益型 极度失调衰退类环境经济共损型 极度失调衰退类环境损益型

7 实例——珠江三角洲城市环境与经济协调发展状况评价

7.1 构造评价指标体系

评价指标体系是评价环境与经济协调发展状况的基础，应由专家系统来选取确定才更科学、合理。本文根据作者尽可能收集到的公开的统计资料，选取 SO_2 、 NO_x 年日平均值等 12 个基本指标来反映珠江三角洲城市的环境状况；选取人均社会总产值、人均国民收入等 12 个指标来反映该区域城市经济的发展状况（考虑到我国长期过剩的人口已对社会经济的可持续发展埋下隐患，故在经济发展指标中选

用了较多的人均指标）。以上指标统计数据均以 1994 年为准。因篇幅所限，在此不一一列出统计数据。

7.2 确定评价标准

评价标准是衡量城市或区域环境与经济协调发展状况的相对尺度。例如，可用未来某个时期的规划目标值作为评价标准，也可用某一典型城市或理想城市甚至若干城市择优选出的指标值作为评价标准。本文根据珠江三角洲城市环境与经济发展的实际情况，从中选择出相应指标的最佳值，再结合文献 [8] 中的一级质量标准，作为该区域城市环境与经济协调发展状况的评价标准（表 4）。

表 4 珠江三角洲城市环境与经济协调发展评价指标体系及其标准

环 境 指 标		经 济 指 标	
SO_2 年日平均值/ mg/m^3	0.01	人均社会总产值/万元	6
NO_x 年日平均值/ mg/m^3	0.02	人均国民收入/万元	2
总悬浮微粒年均值/ mg/m^3	0.08	人均工业产值/万元	1
万元工业产值废水排放量/t	30	职工平均创造工业产值/万元	8
万元工业产值废气排放量/ $10^4 m^3$	0.5	百元固定资产提供工业产值/万元	0.08
万元工业产值固体废物排放量/t	0.05	人均农业总产值/万元	0.06
工业废水处理率/%	80	单位面积货运量/ $10^4 t$	35
工业废气处理率/%	100	人均社会商品零售总额/万元	2
区域环境噪声年均值/dB (A)	50	零售商饮服务人员占市区人口比/%	40
交通噪声年均值/dB (A)	60	第三产业产值比重/%	55
建成区绿化覆盖率/%	40	人均外汇收入/美元	2 270
人均公共绿地面积/ m^2	40	人均财政收入/万元	0.6

注：所有经济指标均以 1980 年不变价计。

7.3 评价方法

首先根据公式 (1) 计算出各城市及整个区域城市群平均的 $f(x)$ 和 $g(y)$ ，然后分别按公式 (5) 和 (6) 计算出协调度 C 与协调发展度 D 。本文认为城市经济的发展与其环境质量的改善与提高同等重要，因而权重相等，且在公式 (5) 中取 $K=2$ 。

7.4 计算结果

按 7.3 所述步骤和方法，计算出珠江三角洲城市群环境与经济的协调发展度及有关指标（表 5）。

根据表 5 的计算结果及表 3 环境与经济协调发展的分类体系，便可将珠江三角洲城市与环境经济协调发展状况的评价结果列于表 6。

表 5 珠江三角洲城市环境与经济协调发展的表征判断

	广州	深圳	珠海	惠州	东莞	中山	佛山	江门	肇庆	总体
f (x)	0.31	0.57	0.83	0.59	0.38	0.39	0.36	0.29	0.40	0.33
g (y)	0.39	0.72	0.70	0.31	0.55	0.58	0.45	0.35	0.22	0.48
D	0.59	0.78	0.86	0.61	0.65	0.66	0.62	0.56	0.51	0.61

表 6 珠江三角洲城市环境与经济协调发展类型

城 市	类 型	城 市	类 型
总体	初级协调发展类环境滞后型	东莞	初级协调发展类环境滞后型
广州	勉强协调发展类环境滞后型	中山	初级协调发展类环境滞后型
深圳	中级协调发展类环境滞后型	佛山	初级协调发展类环境滞后型
珠海	良好协调发展类经济滞后型	江门	勉强协调发展类环境滞后型
惠州	初级协调发展类经济滞后型	肇庆	勉强协调发展类经济滞后型

7.5 结果分析

由表 6 可知，从总体上看，珠江三角洲城市环境与经济处于初级协调发展的水平，在其环境—经济系统的内部关系之中，相比之下，经济发展相对超前，而环境保护则相对滞后，故属于初级协调发展类环境滞后型。

然而，该区域内城市环境与经济的协调发展状况也存在着明显的差异。它们按协调发展程度大小排列的序列是：珠海>深圳>中山>东莞>佛山>惠州>广州>江门>肇庆。珠海处于区内最高的协调发展水平——良好协调发展，深圳居第二，处于中级协调发展水平，中山市再次，处于初级协调发展水平。遗憾的是，广州、江门、肇庆仅处于勉强协调发展水平。

尽管这一结果是以 1994 年为统计资料作出的，评价的指标体系与 1997 年才开始评选的国家环境保护模范城市考核体系也不尽相同，但这一结果经受了时间的考验：1997 年 8 月，珠海、深圳被评为国家首批环境保护模范城市，也是广东省首批获此殊荣的城市，中山市也稍后一步加入这一先进行列，于 1998 年 10 月被授予此光荣称号。这 3 个城市在 1994 年环境与经济的协调发展度 D 已较高。（见表

5、表 6），位于珠三角前 3 名。当时的中山市还处于初级协调发展水平，但近年来该市采取了诸如否决上亿元的污染项目等有力举措，环境质量不断提高，若以 1998 年来评价，至少会进入中级协调发展的水平（ $D>0.70$ ）。这些事实与本文的评价结果不谋而合，充分说明了前述的评价方法和理论依据是经得起实践检验的，具有较强的可靠性。

由表 6 还可知，与城市经济的发展相比，珠江三角洲大多数城市的环境保护则显得十分滞后。这说明传统的重经济轻环保的思想还依然存在，历史上对城市环境建设所欠的旧账也依然没有得到解决，尤其是不少党政领导及各级各类决策者片面理解邓小平理论中“发展才是硬道理”的著名论断；缺乏全面、正确、具有可持续发展战略思想的认识，致使一些城市虽然处于水乡却发生水源危机，一些城市大气污染逐渐恶化，噪声扰民日显突出，甚至一些城市的总体环境质量还呈逐年下降之势……总之，这一地区环境保护严重滞后于经济发展的态势令人担忧，不得不引起各级党政领导及有关部门的重视。作为说明本文环境与经济协调发展度计算模型及分类体系的例子，本文对此不再展开讨论。

参考文献

1

《中国 21 世纪议程》编制领导小组. 中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书. 北京：中国环境科学出版社，1994. I~II

2

于光远. 力求实现协调发展. 见：《经济发展与环境》编委会编. 经济发展与环境. 北京：中国环境科学出版社，1988. 92~93

3

李文彦. 持续发展与地理学. 地理学报，1994，49（2）：97~106

4

郑 度. 中国 21 世纪议程与地理学. 地理学报，1994，49（6）：481~487

5

杨士弘，廖重斌. 关于环境与经济协调发展研究方法的探讨. 广东环境监测，1992（4）：2~6

6

Horst Siebert. Economics of the Environment. 3rd ed. Toronto：D C Heath and Company，1981：197~198

7

杨士弘，廖重斌，郑宗清. 城市生态环境学. 北京：科学出版社，1996. 114~119

8

袁留根. 辽宁省城市生态环境质量评价. 环境科技，1992（1）：50

QUANTITATIVE JUDGEMENT AND CLASSIFICATION SYSTEM

FOR COORDINATED DEVELOPMENT OF ENVIRONMENT AND ECONOMY

——A Case Study of the City Group in the Pearl River Delta

Liao Chongbin

(Guangzhou Environmental Protection Publicity and Education Center, Guangzhou 510620)

Abstract Coordinated development of environment and economy is the major avenue to realization of sustainable development. Three concepts, namely coordination, development and coordinated development, are defined and discussed. Formulas for calculating the indexes of coordination degree and coordinated development degree are deduced respectively. By taking the magnitude of the two indexes as the judging standard, the coordinated development status of environment and economy are classified into thirty basic types at three different levels from simple to detailed. Good results have been achieved in the application of the above-mentioned calculation methods and classification system to the city groups of the Pearl River Delta.

Key words Coordinated development; Coordination degree; Coordinated development degree