

# 中国科技管理研究院 研究报告

## 浦江创新论坛

(2010年第5期, 总期第5期)

中国科技管理研究院办公室

2010年11月30日

---

## 目录

### 中国城市绿色转型与提高资源生产率研究

一、引言 .....	2
二、中国城市绿色转型的研究视角与分析方法 .....	2
三、中国城市发展的绿色绩效 .....	7
四、影响城市绿色发展的主要因素 .....	11
五、中国城市绿色转型的战略思考 .....	16

## 一、引言

诺贝尔经济学奖获得者、美国经济学家斯梯格里茨说，“21 世纪的世界发展，有两个重要的方面，一是美国的高科技，二是中国的城市化”。城市化是中国未来发展的主要内容和推动力，但是中国城市化的发展方式需要进行转型。本研究课题以可持续发展的理论为基础，运用资源生产率与生态发展绩效的概念和基于压力-状态-反应的 PSR 分析方法，研究过去 30 年来中国城市发展中经济社会发展与资源环境关系的状况，指出中国城市的未来发展需要从经济增长导向的发展转向可持续发展导向的绿色发展，而以提高资源生产率和生态发展绩效为特征的绿色创新是中国实现可持续城市化的关键。

本研究课题由四个部分组成：第一部分，引入绿色创新长波与资源生产率等概念，引入可持续发展研究中的以状态-原因-对策为内容的 PSR 分析方法，从可持续发展的角度研究中国城市转型的目标模式；第二部分，用资源生产率和生态发展绩效分析中国城市发展中经济社会发展与自然资本消耗的当前状态，指出中国城市化的发展需要改变城市生态足迹随经济社会发展而增大的状况；第三部分，分析导致影响中国城市绿色发展绩效的主要原因，指出单纯的技术创新不足以是城市发展走上可持续性的道路，强调城市绿色转型需要从技术创新提升到系统创新；第四部分，指出中国城市绿色转型的战略思路，强调发达地区的城市需要生态优化和发展中地区的城市需要理性增长，中国城市的绿色转型需要强调空间集约发展战略和采取广义的服务经济发展战略。

## 二、中国城市绿色转型的研究视角与分析方法

中国城市发展的许多问题缘起于城市经济社会发展与城市自然资本消耗的冲突，因此中国城市发展的关键是绿色转型。在研究中国城市绿色转型的现状、原因与对策之前，我们需要引入一些对分析中国城市发展问题可以带来新思考的理论与方法。

(1) 中国城市发展第三波与可持续城市化。中国城市过去 60 年来的发展，大致可以分为两个阶段。第一阶段是 1949-1979 年的 30 年，城市化不超过 20%，政策上对于城市化采取相对保守的态度；第二个阶段是 1979-2009 年的 30 年，城市化进

入高速发展时期，到去年的数据是达到将近 46%。但是过去 30 年的城市化较多地表现为经济增长与规模扩张，而不是可持续发展的城市化。从可持续发展的角度看，城市转型的目标是要在经济、社会、环境三个方面的协调中提高人们的生活质量。由于当前中国城市存在的许多问题可以追索到经济社会发展与资源环境消耗的矛盾，因此，中国城市发展的第三个 30 年或者中国城市发展第三波需要强调可持续发展导向的绿色发展，需要用尽可能少的资源环境消耗，通过一定的经济增长，使得城市发展具有能够让公众满意的生活品质。

(2) 绿色创新长波与资源生产率的理论。绿色创新长波与资源生产率的概念是有关科技创新与经济长波研究的最新成果。由康德拉季耶夫和熊彼特提出的有关世界创新活动与经济长波理论认为，18 世纪以来的工业化发展是由 30-50 年为周期的科技创新与产业更替而推动的，到目前为止已经先后经历了五次经济长波。绿色经济的研究者指出从 1990 年以来世界经济正在进入以绿色创新和提高资源生产率为特点的新的长波阶段<sup>1</sup>，如图 1 所示。由于制约世界经济发展的主要稀缺因素发生了根本变化，自然资源和环境容量等自然资本约束已经成为 21 世纪发展的主要挑战。因此，科技创新和经济活动需要向大幅度提高自然资源的产出进行努力。如果说，以往五次的经济长波是提高劳动生产率（按照人均劳动产出来衡量）为传统的工业革命，那么现在的绿色创新经济就是要倡导基于资源生产率（按照单位资源投入或环境容量的经济产出或服务产出来衡量）的新的工业革命。魏伯乐等（2010）总结了绿色创新长波四个特点，即原料生产率的突飞猛进，产品与服务的系统设计，按照自然法则进行设计的仿生学，以及发展可再生能源等<sup>2</sup>。

---

<sup>1</sup>魏伯乐：《五倍级》，上海：格致出版社，2010，11-15

<sup>2</sup>魏伯乐：《五倍级》，上海：格致出版社，2010，15-17

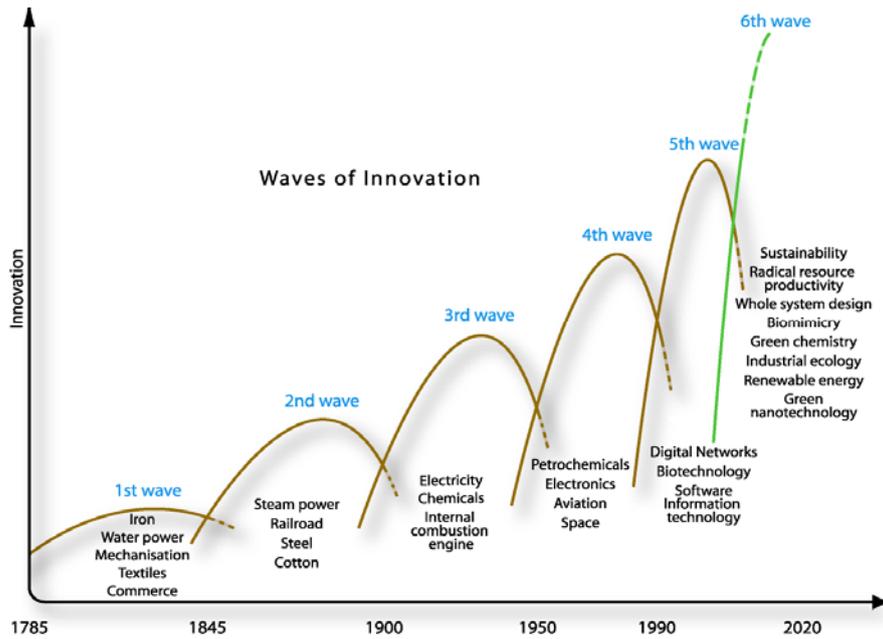


图 1 以资源生产率为内容的新的创新长波（魏伯乐，2010）

（3）中国城市绿色转型与大幅度提高资源生产率。从绿色创新与资源生产率的角度来看中国城市发展，我们认为，中国城市绿色转型的重要特点是以资源生产率为主要内容的生态发展绩效，最终实现经济社会发展与自然资本消耗的脱钩。所谓脱钩，一是在经济增长达到 3000 美元以后，城市发展要注意让社会福利和生活质量的增长曲线高于经济增长的曲线，即经济增长的成果应该更多地转化为社会福利；二是因为无限的经济增长与物质扩张不可能得到稀缺的资源环境的支撑，因此经济增长要注意与资源环境的消耗脱钩，即以较少的资源环境代价实现一定的经济增长。从生态发展绩效来看，城市绿色发展的水平可以表达为是资源生产率（单位自然投入的经济产出）和服务效率（单位经济产出的社会福利或生活质量）两个变量的函数。因此，以绿色创新为内容的城市转型，一是要提高生产过程中的资源生产率，二是要提高消费过程中的服务效率。本研究课题的重点就是运用资源生产率等概念分析中国城市绿色发展的当前状态、影响因素与对策举措。

（4）绿色创新的技术角度与非技术角度。通常，人们对于创新的分析大多集中在微观的企业技术层面，但是研究城市的绿色创新需要包括技术与非技术的系统化分析。与传统意义上的技术创新对照，系统化的绿色创新（在 OECD 国家通常称之为生态创新）具有两大特征（A. Reid & M. Miedzinski, 2008; OECD, 2009）：第一，创新的目的是为了降低经济社会发展对资源环境的影响，提高资源生产率而不是提高劳动生产率与资本生产率；第二，创新不限于微观意义上的产品与生产过程，而且

还包括更广义上的社会行为和制度结构的创新。根据该特征，可以将系统创新划分为技术和非技术两个层面。在产品和过程层面的创新，主要依靠的是技术手段；社会行为和组织制度的创新，更多地是依靠非技术的手段。

提高资源生产率的绿色创新一般有四个阶段或四种方式(图2)。第一阶段是“过程创新”，即更合理地生产同一种产品。例如，原材料的变更和钢的连续浇铸，或者说采用更清洁的生产技术。一般而论，这种技术可以在微观层面提高倍数2的资源生产率。第二阶段是“产品创新”，即用更少的投入生产同样的或同价值的产品。例如，用轻便型小汽车取代传统型小汽车，用晶体管收音机代替电子管收音机。这种技术创新包括提高部件的性能、提高再生循环率、改善拆卸性和提高部件的再利用性能等。一般而论，其可以在微观层面提高倍数5的资源生产率。第三阶段是“产品替代”，这一个阶段是产品概念的变革和功能开发，即向社会提供用途相同但种类不同的产品或服务。例如，从用纸交流变更为采用E-mail，用公交车代替私家车，更一般而言是采用替代型的产品。这种技术可以提高倍数10的资源生产率。第四阶段是“系统创新”，这一个阶段是革新社会系统，追求结构和组织的变革。例如，租用而不是购买冲浪板，更合理地调度交通，更一般而言是实现产品经济到功能经济的转换。这类创新可以达到倍数20的资源生产率。上述情况中，前两种方式属于一般性的技术改进，后两种方式属于系统性的结构改进。中国的经济社会发展要大幅度地提高资源生产率，就必须更多地关注“产品替代”和“系统革新”这样两种结构改进方式，沿着这个方向培育我们的科技创新能力。这样，才真正有可能在环境与发展的关系上实现跨越式的发展。

## 绿色创新的不同水平

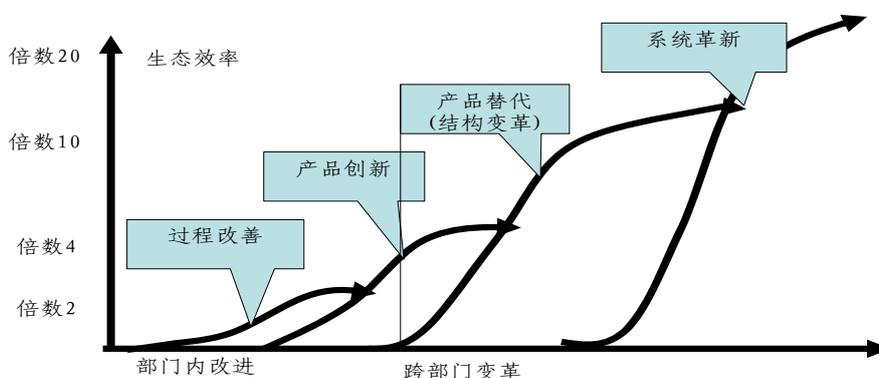


图 2 绿色创新的不同水平

(5) 城市绿色转型与基于状态-压力-反应的分析方法 (PSR)。本研究课题引入 PSR 模型来分析中国城市绿色转型问题。该模型源于 OECD 和 UNEP 共同开发的可持续发展政策分析的概念模型, 即压力 (Pressure)-状态 (State)-反应 (Response)。这一概念模型用来描述可持续发展中人类活动与资源环境的相互作用, 提出了一个基于因果关系的政策分析思路。可以用来描述和解释政策研究中需要面对的三个基本问题, 即“发生了什么 (P, 即原因)”、“现在的状况是什么 (S, 即状态)”以及“我们将如何应对 (R, 即改革措施)”。这样的因果研究模型可以为中国城市绿色转型的政策分析提供有益的启示。

### 城市绿色转型的分析方法 (PSR分析)

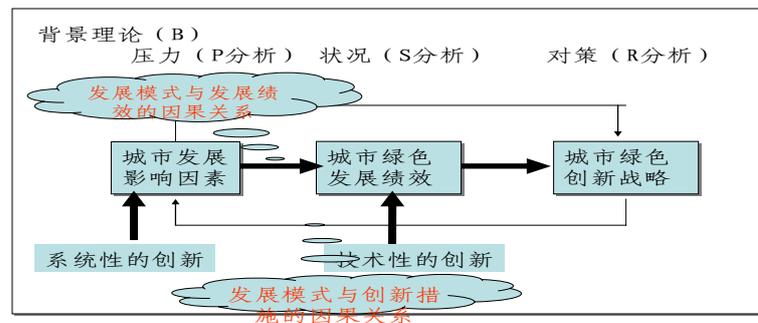


图 3 基于 PSR 的城市绿色转型分析模型

本课题基于 PSR 模型的城市绿色转型分析思路如图 3 所示。其中, 状态分析 (S 分析) 是要研究城市经济增长与自然消耗之间的关系, 描述城市发展的资源生产率水平, 观察城市的自然消耗是否超过了自然的承载能力。原因分析 (P 分析) 是要研究影响城市发展生态绩效的关键因素。按照环境影响公式来看, 主要涉及城市经济社会发展的规模因素、结构因素、技术因素等方面。技术因素一般是指一定的产业结构下单位经济产出的物质强度, 结构因素一般是指不同部门的产出在经济总产出中的比重, 规模因素是指城市经济产出的大小。对策分析 (R 分析) 是要针对城市的状况与原因提出城市未来发展的对策思路, 包括针对状态改进的治标性对策与针对原因的治本性对策两种类型。

### 三、中国城市发展的绿色绩效

研究中国城市的绿色转型，首先需要研究中国城市发展中经济社会发展与资源环境消耗的关系，了解资源生产率水平，判断城市绿色发展的趋势，展望未来可能有的发展情景以及目标模式。

(1) 判断中国城市绿色发展的绩效指标。从单纯产出的视角看城市发展的绩效，一般只考虑城市的经济产出或者社会福利水平，不考虑自然资本的投入或消耗。通常认为城市人均 GDP 或者人类发展指数 (HDI, 联合国发展署提出的衡量生活质量的综合指标) 高的城市，就是发展较好的城市。但是从可持续发展的视角看城市发展的绩效，在强调提高城市经济社会发展水平的同时，还要强调城市资源环境等自然资本的消耗情况。对于城市自然资本的消耗，目前常常用世界自然基金会提出的生态足迹 (Eco-footprint) 指标来衡量，它表示在现有技术条件下，经济社会发展所消耗的资源以及吸收其产生的废弃物所需要的生物生产性陆地和水域生态系统的面积。一般来说，城市人均生态足迹的大小是在地球生态系统可以承受的范围内的时候，就是绿色的、可持续发展的，否则就是非绿色的、不可持续发展的。据此可以识别出城市发展的三种类型 (表 1)。显然，用低的生态足迹实现高的经济社会发展的城市是有高的发展绩效的，反之则是低绩效的。

表 1 基于经济社会发展与生态足迹大小的城市分类

	低经济增长或低人类发展	高经济增长或高人类发展
生态足迹	生态赢余城市	可持续的目标城市
生态足迹		生态亏空城市

(2) 中国城市当前发展的生态足迹。城市化发展中的绿色挑战在于：一个国家城市化水平的提高以及城市人均 GDP 的增长常常是伴随着生态足迹的增长的，或者说生态足迹的增大是城市经济社会发展的绿色代价。过去 100 多年来，发达国家的城市化走的是这条道路。虽然许多人希望中国能够走出不同的道路，但是实证研究的结果表明中国改革开放以来的城市化看来也是在走这样的道路。世界自然基金会

的《中国生态足迹 2010 年报告》证明<sup>3</sup>，2008 年中国人均 GDP 水平高和人类发展指数高的发达地区普遍要比中西部发展中地区有更多的人均生态足迹(图 4)。虽然 2008 年中国人均生态足迹为 2 个地球公顷，仍然低于世界人均水平 2.7 公顷。但是北京、上海、天津、广东等省份的生态足迹已经超过了世界人均水平。

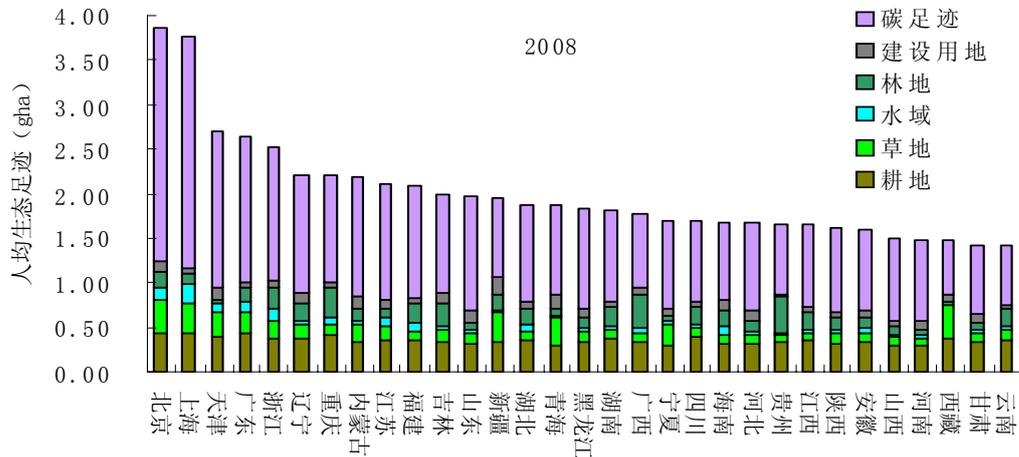


图 4 2008 年中国各省市的人均生态足迹 (WWF, 2010)

中国的人均生态足迹可以进一步分为两种情况(图 5、图 6)。一是高经济增长(和高人类发展)、高生态足迹的城市。这是指人均 GDP 超过 1 万美元以及人类发展指数超过 0.8,但是人均生态足迹正在或者已经超过世界人均水平的城市。这样的城市,是以增高的自然消耗实现增高的经济社会发展,属于在生态功能上需要优化发展的城市,目前大多数沿海地区的城市属于这样的类型。二是低经济增长(和低人类发展)、低生态足迹的城市。这是指人均 GDP 低于 1 万美元以及人类发展指数远远低于 0.8,同时人均生态足迹也低于世界人均水平的城市,属于在生态功能上可以重点发展的城市,目前大多数中西部地区的城市属于这样的类型。

<sup>3</sup>世界自然基金会:《中国生态足迹 2010 年报告》,内部讨论稿,2010

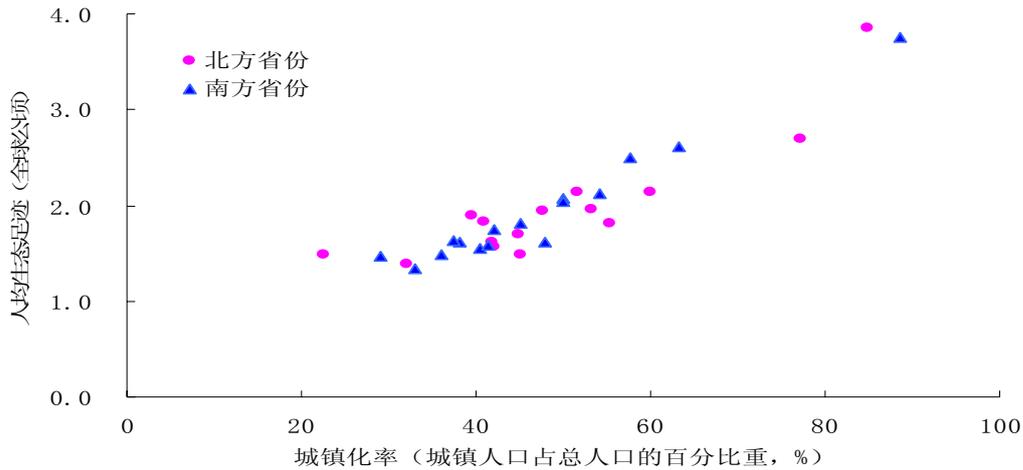


图 5 2008 年中国人均生态足迹与城镇化水平的关系 (WWF, 2010)

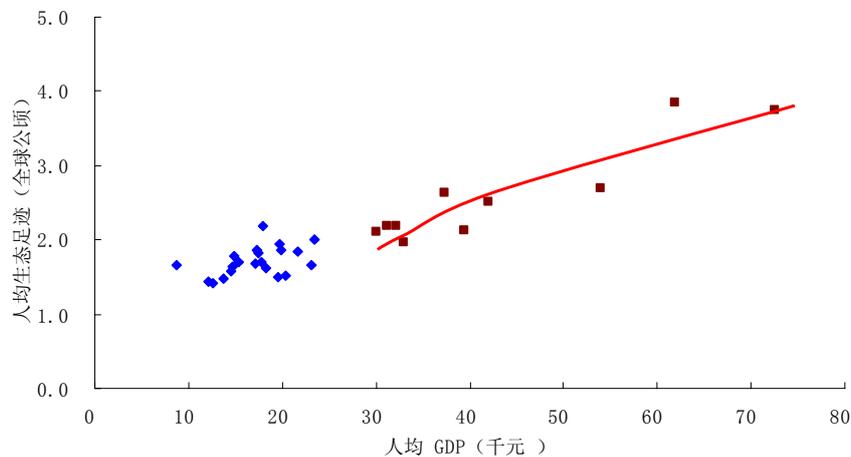


图 6 2008 年中国人均生态足迹与人均 GDP 的关系 (WWF, 2010)

(3) 中国城市发展的未来情景与目标模式。目前, 中国城市发展的生态足迹虽然总体上低于世界人均水平并且远远低于发达国家的城市, 但是中国沿海地区一些大城市的生态足迹已经超过了世界人均生态足迹水平, 如图 7 所示。因此, 中国城市未来 30 年的大规模、高速度的进一步发展面临着十分严重的生态足迹的挑战。如果中国发达地区的城市不能走出一条绿色发展的新路, 而是在经济社会发展伴随生态足迹增长的意义赶上发达国家的城市; 如果中国发展中地区的城市在追赶发达地区城市的同时也在生态足迹上向超过世界人均水平靠拢。那么中国城市的未来发展将会是严重地不可持续的。

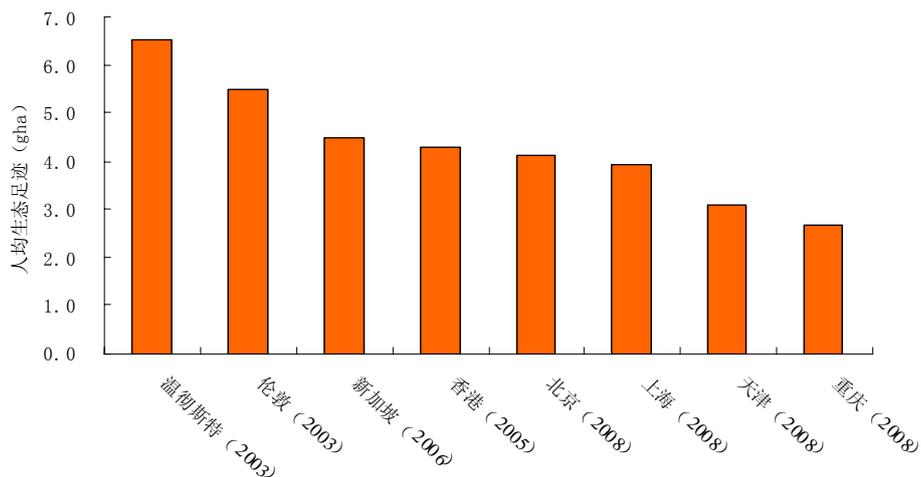


图 7 中国主要城市与世界相关城市的比较 (WWF, 2010)

事实上,中国城市未来 30 年的发展大致可以有三种情景选择(图 8)。第一种是仿照美国、加拿大、澳大利亚等国家的城市发展情景,用远远超过世界承受能力的环境影响与生态足迹实现现代化意义上经济社会发展;第二种是参照欧洲与日本等国家的城市发展情景,虽然用相对美国等国家为低的环境影响与生态足迹实现经济社会发展,但是生态足迹的水平仍然超出了世界人均水平。第三种则是通过城市绿色创新走上可持续发展的城市化道路,即中国城市发展的理想目标是发展成为高经济增长、高人类发展、低生态足迹、低环境影响的城市。这是指人均 GDP 超过 1 万美元、人类发展指数超过 0.8、人均生态足迹低于世界平均水平的城市。这样的城市,一方面是经济社会高福利的,另一方面则是自然消耗低足迹的。显然,第一、第二种情景是我们应该努力避免的,第三种情景才是我们应该积极争取的目标模式。但是要实现这样的目标,中国的城市发展就需要走上强有力的绿色转型道路;而要实现绿色转型,我们就需要摸清影响中国城市绿色发展的主要因素,制定有针对性的绿色转型战略与对策。

## 主要国家HDI与人均CO2排放 2005

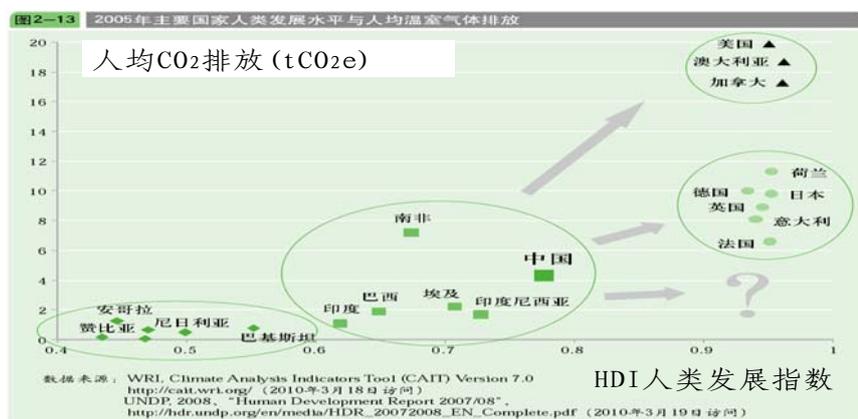


图 8 中国城市未来发展的可能有的三种情景

## 四、影响城市绿色发展的主要因素

提高城市发展的绿色水平，依赖于深入研究影响城市发展的各种因素。许多人相信城市发展的绿色水平可以随着技术进步而大幅度提高，但是有充分的理由说明这样的认识可大程度上是表象、肤浅的。

(1) 技术进步并不必然具有绿色特征。首先，我们需要认识到技术创新对资源环境的影响具有不同的作用方向，而并不总是导向绿色的。早在 1970 年代人们开始分析工业社会的污染影响的时候，美国学者康芒纳就在《封闭的循环》一书<sup>4</sup>中证明了：美国 1946-1968 年间人均 GDP 从 2222 美元提高到 3354 美元，国民生产总值增加了 126%，而环境压力却增加了 200-2000%。在由人口、消费以及技术三个要素造成的环境压力增长中，人口对污染的贡献是 12%-20%，富裕对污染的贡献是 1% -5%，而技术对污染的贡献却是 80% -85%。因此，他说：在美国那个著名的污染时代，与其说大部分急剧增长的污染来自人口或富裕，不如说是来自生产技术的变化。

最近以来，已有越来越多的绿色创新研究者指出当前的技术创新是与可持续发展的方向相违背的。布列克在《资源就是生产力》(2007) 一书中指出了欧洲国家技术专利申请的数目与自然资源消耗的数量具有明显的相关性，换句话说“今天的创新，和可持续发展的目标显然不一致。这其实没有什么值得大惊小怪，因为今天的

<sup>4</sup>康芒纳：《封闭的循环》，长春：吉林人民出版社，1974，39-140

创新主要是针对劳动（机器的）生产力的”<sup>5</sup>。因此，技术创新对于城市发展来说是一把双刃剑，它既可以提高城市的资源生产率，也可以进一步强化城市对资源的开发强度和对环境的破坏程度。有实证研究表明，在利润最大化原则的诱导下，大多数企业是从自身利益出发，追求发展有利于节省劳动、节省资本的各种技术创新，而把如何节约资源、保护环境的技术创新搁置在次要位置，从而形成了非绿色的技术进步。

这种情形对于当前十分强调技术创新的中国是值得关注的。斯梯格利茨在最近的《中国如何构建创新体系》的文章中明确地强调“中国新经济模式的核心是创新，是提高稀缺资源使用的效率。不幸的是，西方企业的研究过多地投向如何减少劳动的投入，而较少关注如何去减少对环境的影响。问题在于创新的社会收益与个人收益不同，这既是由于市场的扭曲，也是因为获得某项专利的个人收益与社会收益之间存在明显的差异”，“中国需要有一个创新体系，这个体系应该更多地重视奖励以及政府所资助的研究，且应比其他国家如美国等更少地重视专利，这主要是因为创新需要依靠广泛的社会目标来引导，创新的焦点应该集中在减少对环境有影响的资源的投入，而非侧重于节省劳动”。

（2）城市技术创新中的反弹效应。进一步，即便微观上的技术进步是资源节约和环境友好的，但是也并不必然导致城市整体发展的绿色水平可以提高。这是因为除了微观方面的技术改进之外，城市发展的绿色水平很大程度上受到规模因素与结构因素的影响，还受到反弹效应的影响。

从生产的角度来分析城市发展的资源环境影响，可以有下列关系式：

$$I = \text{GDP} \times T = \text{GDP} \times I / \text{GDP} = \sum \text{GDP} \times (\text{GDP}_i / \text{GDP}) \times (I_i / \text{GDP}_i)$$

以上公式可以解释为城市的环境影响  $\Delta I = \Delta$  规模效应 +  $\Delta$  结构效应 +  $\Delta$  强度效应。其中，规模效应是指城市经济的总量，结构效应是指城市的产业结构，强度效应是指产业的技术水平。可见，提高城市发展的绿色水平，需要在降低技术水平即单位经济产出的物质强度的同时，有力地调控城市的产业结构与经济规模。可以对表 2 中中国 1990—2003 年间能源消耗的影响因素进行分析。以第二产业为例，我们可以看到这个时间的工业能源消耗受到三个因素的影响。其中，技术改进使得能源消耗减少了 189.23%，但是经济规模扩展增加了能源消耗 241.61%，产业结构变重增

<sup>5</sup>布列克：《资源就是生产力》，北京：化学工业出版社，2009，130—132

加了能源消耗 47.64%), 因此我们可以看到中国第二产业的能源消耗是怎样增加的。这个事例对于我们理解当前中国产业发展导致的资源消耗与污染影响也是极其有用的。

### 中国产业能源消耗因素分解 (1990-2003)

产业	因素贡献			总变化
	规模效应	结构效应	强度效应	
GDP	154114.70 (224.09%)	21924.15 (31.88%)	-107266.41 (-155.97%)	68772.45 (100.00%)
第一产业	7790.95 (444.99%)	-4256.43 (-243.11%)	-1783.71 (-101.88%)	1750.82 (100.00%)
第二产业	127108.42 (241.61%)	25056.89 (47.63%)	-99555.40 (-189.23%)	52609.92 (100.00%)
第三产业	19216.33 (133.33%)	1123.68 (7.80%)	-5927.30 (-41.13%)	14411.71 (100.00%)

单位为万吨标煤

图 9 影响中国能源消耗的规模、结构、强度因素

微观意义上的技术创新无法解决城市整体意义上的绿色转型问题, 可以用著名的反弹效应概念进行解释。以效率为导向的技术创新和经济增长理论, 往往认为只要持续地通过技术创新改变物品效率, 就可以大幅度地降低稀缺资源的消耗和环境污染的排放。但是按照英国经济学家杰文斯的解释, 反弹效应是指经济增长在持续地提高微观效率的同时, 物质消耗总量不但没有明显降低, 而且还导致了增长, 因为产品层面的效率改进被更多消费的规模扩张所抵消。图 10 说明了 1990 年以来上海能源强度在持续下降的同时伴随者能源消费总量的持续上升, 这就是与经济规模扩张以及产业结构反复导致的反弹效应有关。

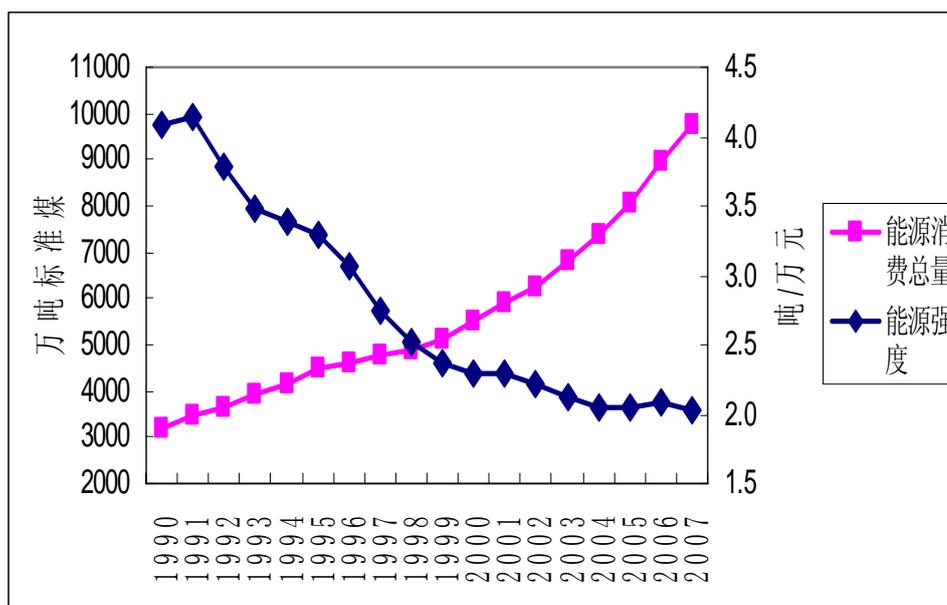


图 10 上海能源强度的减少与能源消费总量的增加

虽然技术效率的改进在工业革命以来是非常明显的，但是反弹效应的存在也是显著的，这说明单独通过技术创新实现物质消耗绝对降低的途径是不成功的。因此，需要研究效率战略之外的问题，特别是要研究在效率改进达到极限的情况下，如何转向调控规模来实现物质消耗的绝对减量。因此，提高城市绿色发展水平的创新有效率导向与效果导向之分。如果对创新的类型不加区分，笼统地认为只要创新就有利于城市绿色转型，那么就会更多地浪费资源而不是减少消耗。例如采用效率导向的改进政策（对小汽车模式的改进）而不是效果导向的改进政策（对出行方式的改进），非但不会缓解城市的资源环境问题，反而会加重城市的绿色危机。要使城市在物质规模的整体意义上是绿色的，即城市经济社会发展与自然资本消耗是脱钩的，就需要进行效果导向的创新。

（3）城市绿色发展中的服务效率。进一步考察城市发展中生态足迹与社会福利或者人类发展的关系，可以建立如下的城市发展生态绩效模型：

$$HDI/EF = HDI/GDP \times GDP/EF。$$

公式表示，影响城市绿色发展绩效（HDI/EF）的两个因素，分别是单位生态投入的经济产出即城市的资源生产率或技术效率（GDP/EF）和单位经济产出的人类发展或社会福利即城市的服务效率（HDI/GDP），通常，可持续的城市发展依赖于两者的共同提高。但是一般的情况下城市总是先追求与生产和建设过程有关的技术效率的提高，然后才追求与消费和服务有关的服务效率的提高，随后通过综合效率的提

高不断地提高城市的生态发展绩效。

我们以 1995-2005 年上海城市发展的生态绩效为例讨论其中的影响因素。如表 2 所示, 虽然过去 10 年来上海的人均 GDP 和人类发展指数在提高, 虽然上海的资源生产率或技术效率有持续的改进, 但是上海的生态发展绩效却没有相应的提高, 甚至是有微小下降的。这很大程度上与服务效率即单位经济产出的福利贡献没有相应的提高有关。而服务效率的持续下降, 很大程度上与城市发展中的反弹效应有关, 即技术改进所实现的效率被增长的经济规模与服务需求所抵消了。

表 2 上海城市生态发展绩效的基本数据 (1995-2005)

	<i>HDI</i>	<i>Ef</i>	<i>HDI/GDP</i>	<i>GDP/EF</i>	<i>HDI/EE</i>
1995	0.78	2.37	1.67	2199.68	1.18
1996	0.79	2.47	1.55	2343.96	1.17
1997	0.81	2.52	1.53	2619.15	1.15
1998	0.81	2.57	1.48	2856.80	1.13
1999	0.83	2.67	1.41	3047.96	1.13
2000	0.85	2.82	1.32	3227.89	1.13
2001	0.86	2.97	1.23	3345.06	1.12
2002	0.86	3.09	1.17	3553.10	1.10
2003	0.88	3.28	1.10	3669.33	1.10
2004	0.89	3.44	1.05	3965.39	1.09
2005	0.90	3.68	0.98	4056.65	1.08

对上海的案例分析表明, 城市生态发展绩效的提高, 既依赖于大幅度地提高生产效率, 也依赖于大幅度地提高服务效率。只有两者都有增长的情况下, 城市发展的绩效才可能有稳定的提高。这是城市发展从粗放型向质量型提升的关键。一是如何提高城市发展的生产效率。城市的生产效率可以分解为结构效率与技术效率, 即  $GDP/EF = \sum EFi/EF \times GDPi/EFi$ 。其中,  $GDPi/EFi$  是各个产业部门的技术效率,  $EFi/EF$  是各部门资源消耗的的比重。实证研究表明, 当前中国城市的生产效率大多数情况下来自技术效率的提高而不是结构效率的提高。因此未来以质量型发展为目标的城市绿色发展需要通过改变产业结构 (从低端产业转向高端产业) 大幅度提高生产效率的水平, 这就是城市产业结构转型的基本意义。二是如何提高城市发展的服务效率。服务效率是要用一定的经济产出提供尽可能多的服务满足, 这很大程度上与城市空间结构与城市社会发展的转型有关。可以从三方面探讨提高服务效率的路径。其一是提高产品与物质设施的耐用性, 例如通过提供有质量的物质产品与基础设施 (不是短命的建筑、产品等), 使得城市在产品与设施规模没有扩张的情况下延长服

务的时间。其二是更多地提供共享性的服务而不是私人产品（发展产品服务系统），例如通过汽车共享、出租汽车、公共交通等，使得城市在产品数量不增加甚至减少的情况下提供更多的服务。其三是考虑在总量控制下的公平分配。例如，用同样的物质消耗与环境影响给 50 个城市新移民提供满足基本需求的住所，比给一个亿万富翁建造很少利用的豪宅能够提供更多的服务。由于生产效率具有技术性，服务效率具有分配性，因此服务效率的提高很大程度上涉及更多的公平分配（所谓足够战略）而不是单纯的技术改进。

## 五、中国城市绿色转型的战略思考

以上的分析表明，中国当前的城市化是沿着生态足迹增大的传统方向演进的，而微观技术上的进步并不能有效地促进城市发展走上可持续发展要求的绿色道路。针对这些情况，我们提出了一些有新意的战略思考和对策建议。

（1）中国城市发展的三种模式。如果说传统的城市发展采取的是物质规模与空间无限扩张的发展战略即 A 模式的话，那么城市绿色转型就是要实现物质规模与空间有节制的城市发展模式。由于不同的城市生态发展绩效有不同的产生原因，因此可以有两种不同针对性的城市绿色转型战略，即基于生态优化的 B 模式和基于理性增长的 C 模式。刚刚发表的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》，在有关实施主体功能区的战略中强调，“对人口密集、开发强度偏高、资源环境负荷过重的部分城市化地区要优化开发。对资源环境承载能力较强、集聚人口和经济条件好的城市化地区要重点开发。对影响全局生态安全的重点生态功能区要限制大规模、高强度的工业化城镇化开发。对依法设立的各级各类自然文化资源保护区和其他需要特殊保护的区域要禁止开发”。如图 10 所示，我们提出的 B

## Primary Provincial Zoning of Four Functional Areas for China : about 70%



图 11 中国的主体功能区与不同的绿色转型

模式可以适用于中国东部以及相关的优化开发地区的城市转型, C 模式可以适用于中国中西部以及相关的重点开发地区。中国城市发展的这样两类不同的类型, 正好处于世界人均生态足迹水平的左右两边(图 12)。发展中地区城市的资源生产率是低的, 是因为虽然其人均自然消耗不高但是人均经济社会产出是低的; 发达地区城市的资源生产率看起来是高的, 但是人均生态足迹已经超过了世界平均水平。因此, 在中国城市的绿色转型中不同类型的城市有着不同的转型方向与内容。发达地区的城市需要从生态门槛的右边在提高经济社会水平的同时大幅度降低自然消耗规模, 这是如何让经济增长与自然消耗绝对脱钩的问题; 发展中地区的城市需要从生态门槛的左边在可以接受的自然消耗范围内大幅度提高经济社会发展水平, 这是如何让经济增长与自然消耗相对脱钩的问题。我们可以将城市发展的传统模式与绿色转型的两种模式总结如表 3。

### 中国城市转型的模式选择

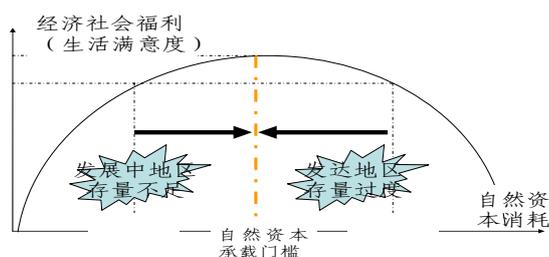


图 12 中国城市绿色转型的两种模式

表 3 中国城市发展的三种模式和发展策略

	A模式	B模式	C模式
态分析	城市物质规模与空间已经或者可能超过生态极限	城市物质规模与空间增长退回到生态极限内	城市物质规模与空间增长控制在生态极限内
素分析	没有显著的效率改进	有高的技术效率无高的服务效率	有一定的技术效率
策分析	末端治理导向的无限增长战略	维护存量导向的脱增长化战略	扩大流量导向的理性增长战略
市类型	无限扩展城市	生态优化城市	理性增长城市

一是无限扩张城市的特点（A 模式）。A 模式是自然生态系统对于城市经济社会系统的增长不存在限制的状况下发展起来的。城市发展以持续地发展流量、不断地扩大存量为特征，城市对技术创新可以缓冲人与自然矛盾的态度是乐观的。城市中的经济模式是典型的大量生产-大量消费-大量抛弃的线形经济，产品的生产与消费是全球导向的并且强调比较优势。城市发展管理基于短期的战略，采用传统的外推预测方法，对于资源环境问题采用末端治理的方法。然而这样的发展模式在当前自然资本成为城市发展的新的稀缺或限制因素的情况下受到了严重的挑战，这正是中国城市发展需要避免与转型的对象。

二是生态优化城市的特点（B 模式）。B 模式是指自然生态系统对于城市经济社会系统的增长存在着严格限制的城市模式，物质消耗要求与经济社会增长实现绝对脱钩（所谓减物质化城市），城市对技术创新可以缓冲人与自然矛盾的态度是谨慎的。城市中的经济模式是有效地利用存量，发展流量只是为了补充存量的折旧（即按照订单按需生产-合理消费-没有排放的循环经济），产品的生产与消费是地方导向的并且强调绿色竞争优势。城市发展管理基于长期的战略，采用变革性的回溯预测方法。在资源环境问题上，积极地采用提高服务效率的方法，例如提供服务而不是销售产品。中国当前人均生态足迹已经超过世界平均水平的发展中地区的城市，需要采取

这样的发展模式与发展战略。

三是理性增长城市的特点（C 模式）。C 模式同样适用于自然生态系统对于城市经济后悔增长存在严格限制的状况，但是要求资源环境消耗与经济社会增长相对地脱钩（所谓精明增长城市或理性增长城市），城市对技术可以缓冲人与自然矛盾的态度是谨慎的。城市经济模式是大幅度生产流量以为社会提供充分的存量（即大量生产-合理消费-循环利用的准循环经济），产品的生产与消费是地方导向的但有适度的全球化并且强调绿色竞争优势（生产与消费低足迹的物品）。城市发展管理基于长期的战略并采用变革型的回溯预测方法。在资源环境问题上，采取提高技术效率的方法，强调提高城市生产与建设中的资源生产率。中国当前人均生态足迹没有超过世界平均水平的发展中地区的城市，需要采取这样的发展模式与发展战略。

（2）从技术创新到系统创新。中国城市的绿色转型，无论是发达地区的 B 模式还是发展中地区的 C 模式，都需要从单纯的技术创新走向系统的绿色创新。在城市绿色转型中，需要引入系统的绿色创新或生态创新思想，从技术和非技术两个层面综合地提高城市转型的效果。实际上，空间与时间范围越大，非技术创新的要求与程度就应该越高（图 13）。由于非技术的创新是已有技术的创新性运用，因此对发展中国家就有了低成本发展的可能性。

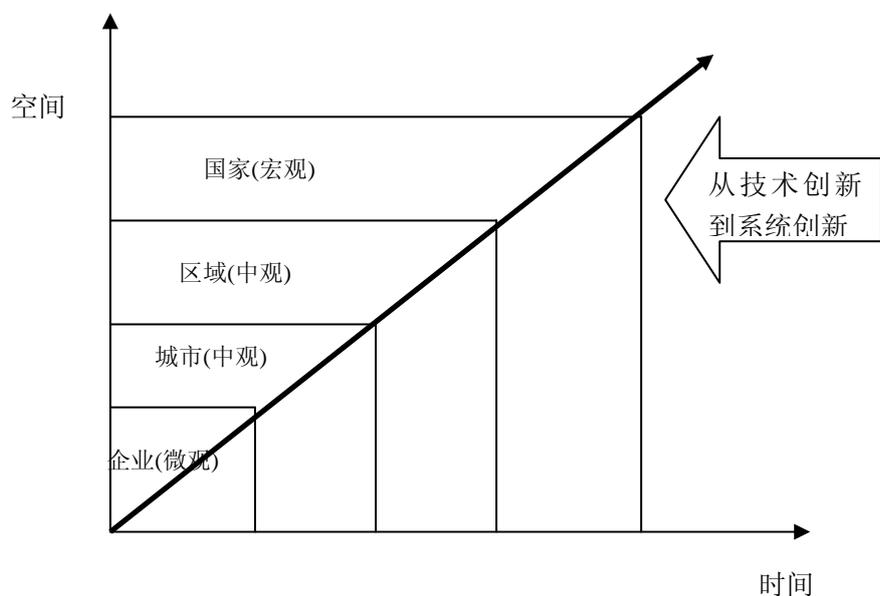


图 13 时空范围增大对系统创新的需求越大

具体地说，系统的城市绿色创新需要注意两个方面。第一，需要发展能够有效地提高资源生产率的各种技术创新。如前所述，绿色创新按照资源生产率的大小一般

包含过程创新、产品创新、产品替代和系统创新等四个阶段，前两种方式属于企业层面上的一般性的技术改进，后两种方式属于城市层面上的结构性的技术改进。中国城市的经济社会发展要大幅度地提高资源生产率，就必须更多地关注产品替代

和系统革新这样两种结构性的改进方式。第二，需要政府促进绿色转型的制度创新，要从政府管理层面解决城市绿色转型中资源消耗的规模问题，通过总量上的控制来消除与减少反弹效应的影响。此外，需要通过公私合作层面来实现绿色治理创新，包括政府与企业、企业与企业之间用服务提供替代产品销售的合作形式，例如发展能源合同管理等功能经济或服务经济模式。

(3) 城市绿色转型与发展空间集约城市。城市绿色转型要求中国的城市扩展需要与空间占用和土地消耗脱钩，要从蔓延扩张的城市变成集约紧凑的城市。这有四个方面的含义。一是中国的城市化需要集中在中国的地理东部进行发展。中国地图上从东北的大小兴安岭往西南走延伸到云南腾冲有一条著名的地理分界线，中国未来城市化的布局空间 90%需要布置在这条线的东面，因为东面属于生态功能上可以重点发展与优化发展的地区，西面属于生态功能上需要禁止与限制发展的地区。二是中国要实现绿色的城市化，不可能采取“撒胡椒面”式的分散的城市布局，而是要发展多个有规模的城市集群，让大中小城市形成功能互补的城市地区。例如，上海所在的长三角城市带是中国当前最大的城市群，包括了江苏、浙江、上海两省一市的许多城市，占全国土地 2 个百分点，吸纳有生活质量的人口 10 个百分点，对国家 GDP 贡献达到 20 个百分点。假如说中国有 7 至 10 个这样的城市群，我们就可以用较少的土地养育较多的有生活质量的人口，同时产出较大的 GDP。三是绿色发展的城市必须注意经济系统小于社会系统，社会系统小于生态系统，不能倒过来让生态系统成为经济系统的子系统，把城市的经济空间变得最大，但是生态空间不断消减。因此发展绿色城市，必须先圈定不能发展的地方是什么，然后填充式地进行经济性的开发。四是好的城市应该是功能集成的。生活在城市里无非是四种功能，即居住、工作、休闲、交通。在原来的工业经济时代，城市被要求分功能的发展，这样就导致了摊大饼式的城市蔓延。要走向绿色城市，必须强调城市功能是集成式、混合式的，减少出行的距离和机动交通的空间。这样整个空间就比较紧凑，同时生活质量也相应地得到提高。

## 中国城市增长的自然环境约束

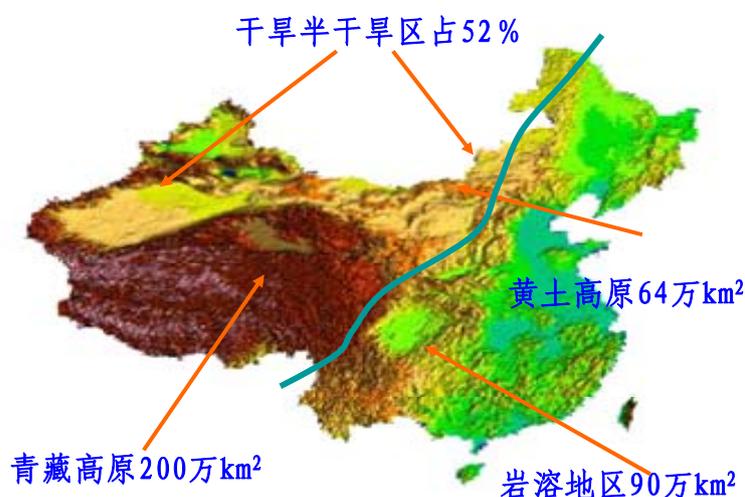


图 14 中国城市发展的自然空间约束

(4) 城市绿色转型与发展广义服务经济。从可持续发展的系统创新出发，可以看到中国城市转型不仅应该发展基于人工劳动的服务经济（狭义的第三产业），而且应该发展基于物质产品的服务经济以及基于生态功能的服务经济。这样一种广义的服务经济概念与可持续城市化强调的三条发展曲线的脱钩要求是一致的。其中，经济增长是要提供基于物质产品的服务，社会福利是要提供基于人工劳动的服务，自然保护是要提供基于生态功能的服务。当一个城市能够获得来自人力、产品、自然等的足够的服务的时候，这个城市的生活品质与发展质量就会越高。

一是发展基于人工劳动的服务经济。这是指没有或者较少实体产品介入的、主要由个人或者组织提供的服务，例如教育、医疗、保险等，属于传统的第三产业的概念。实际上，人对基于产品的物质需求并不是很多的，除了足够的食物、衣服以及头上的屋顶以及睡觉的床之外，其他的需求就是各种各样的人工服务了。对于人类提供的狭义服务业，当前强调较多的是发展生产性服务业，例如咨询、会计、银行、证券等。中国的城市发展要从经济增长导向向生活品质导向转变，很大程度上需要加强生活性服务业的比重，包括发展教育、医疗、养老、住房、就业、交通等。

二是发展基于物质产品的服务经济。这是指由产品引申过来的服务经济即欧洲学者提出来的产品服务系统（PSS 即 Product Service System）。如果产品的生产是

制造，产品的使用就是服务，因此产品可以被称为服务产生机。强调基于物质产品的服务经济的新意在于：要获得产品的服务，并不一定非要拥有产品不可，而是可以采取租用、借用、第三方支付等多种形式。我们生活中有许多基于产品的服务不需要购买产品，例如，我们不会为出去旅游度假而买飞机买火车。实际上，我们家里许多通过购买获得的产品服务很大程度上可以通过租用或者共享形式来实现，例如社区洗衣房替代私人洗衣机，公共交通服务替代私人汽车出行，等等。这样的话，就可以大幅度减去家里所拥有的东西，从“什么都要有的生活”变成“适度拥有的生活”，使生活变得更加轻盈、方便和舒适。应该看到，从工业经济到服务经济的关键，就是由机器与产品提供的服务越来越多，由非拥有的产品提供的公共服务越来越多。

三是发展基于生态功能的服务经济。与经济系统提供的服务经济相比较，我们还必须关注由自然系统提供的服务。随着经济系统消耗自然系统而扩大，自然系统的服务对人类生活质量变得越来越稀缺和重要。特别是，基于自然的服务包括了自然资源供给、环境净化能力，生态给生活的美感与愉悦等，很大程度上是无法由人工劳动与物质产品所替代的。因此，保护足够存量的生态资本以及有效使用它们提供的自然服务，应该越来越多地纳入服务经济的范畴。许多具有生态优势的城市可以通过提供生态服务增加经济收入，提供就业机会。

**撰稿人：** 诸大建 陈 静 王欢明 袁菁华 马林海 田园宏  
(同济大学经济与管理学院)

(如有任何建议，敬请反馈办公室)

---

中国科技管理研究院办公室：

地址：上海市四平路 1239 号同济大学中国科技管理研究院（综合楼 2010 室） 邮编：200092

联系人：邵鲁宁 吴婷

电话：021-65983307, 65985664 传真：021- 65984954

邮箱：castm@tongji.edu.cn