

中国绿色城市 指数研究

——城市发展的环境 绩效评价

○ 石敏俊 刘艳艳

我国城市发展面临着严峻的资源环境管理的挑战。本文从环境健康、资源节约、低碳发展和生态宜居四个方面着眼，构建了中国绿色城市指数的指标体系，并应用 58 个地级市的数据计算了绿色城市指数，揭示了我国城市发展环境绩效的现状，分析了绿色城市指数的影响因素，探讨了城市经济增长与绿色发展的环境绩效之间的关系。

作者信息：

石敏俊，中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心

刘艳艳，中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心

我国城市经济尚未完全摆脱高消耗、高排放、高扩张、低效率的粗放式发展模式。

一、城市发展的使命与挑战

“城市，让生活更美好”，是 2010 年上海世博会的主题。由于经济活动的密度效应，生产要素向城市高度聚集，城市二、三产业繁荣发展，成为工业化的载体和区域经济的发展极，带动国民经济增长。2010 年，占全国国土面积 6.5% 的 287 个地级及以上城市拥有全国 29% 的人口，创造了 61% 的 GDP。与此同时，城市具有比农村更加完备的道路、供水、供电等基础设施和更高水平的商业、教育、医疗等公共服务，使得城市居民的生活更加便利、舒适，生活品质得以提升。城市在经济效率、就业机会、基础设施和公共服务等方面的优势，吸引了大量农村人口不断涌入城市。2010 年第六次人口普查显示，我国城镇人口比例达到 49.68%，与 2000 年第五次人口普查结果相比，上升了 13.46 个百分点。2011 年末，我国城镇化率首次突破 50%，城镇常住人口超过农村常住人口。尽管关于衡量城市化水平的指标存在着不同的认识，快速的城市化进程已经使我国进入城市化中期阶段，却是一个不争的事实。

快速的城市化进程给我国的城市发展带来了一系列严峻的挑战。我国城市经济尚未完全摆脱高消耗、高排放、高扩张、低效率的粗放式发展模式，现有城市在规划建设、管理体制、环境质量、公共服务和社会安全等方面不但不能适应城市型社会的要求，也很难满足城市居民对高品质生活的需求，尤其是城市的

资源环境现状堪忧。城市是人口和经济活动高度集中的区域，每天消耗了大量的资源，产生了大量的生活垃圾等废弃物和污染物。2010年，287个地级及以上城市消耗了全国85.8%的用水量和52%的用电量，城市工业企业排放的废水和二氧化硫占全国的93.7%和89.6%。资源环境约束已经成为制约城市发展的突出限制因素，未来的中国城市必须考虑走绿色发展之路。

近年来，我国许多城市开始了环境管理和绿色发展的积极探索，在稳定经济增长的同时，努力构建资源节约型、环境友好型社会，探索经济增长与资源环境相协调的发展模式，尝试建设清洁、健康、舒适的“绿色城市”。但各地城市绿色发展的理念、重点领域和政策力度有所不同，绿色发展的环境绩效存在着较大的差异。因此，有必要全面客观地评价城市发展的环境绩效，帮助城市认清绿色发展的现状水平、政策效果和存在问题，为进一步完善城市规划、改进城市管理、促进城市可持续发展提供科学参考。

二、城市发展环境绩效的评价方法

1. 国内外关于环境绩效的评价方法

环境绩效的评价方法主要有三种：第一种是环境经济核算(Environmental accounting)，主要是对经济活动的环境成本(environmental cost of economic activities)进行货币化核算，在此基础上对经济活动的收益及其付出的环境成本进行比较分析。这种方法虽然全面，但核算方法比较复杂，对数据的要求高。第二种是环境技术效率(Environmental technological efficiency)，将环境作为经济活动的投入要素之一，从投入产出的角度衡量环境产生的绩效。计算环境技术效率的常用方法有数据包络分析(DEA)，也有学者引入方向性距离函数测度环境技术效率。这种方法可以较精确地衡量环境作为要素产出的绩效，但有时不够全面，方法比较复杂，易受其他因素干扰。第三种是环境绩效指数(Environmental performance index)，将各种表征环境绩效的指标通过一定的方法综合成一个或几个指数，综合反映经济活动的环境绩效。这种方法简便易行，被广泛采用，缺点是评价结果易受主观因素影响，指标选取和权重确定的主观性难以避免，容易遭到质疑。本文采用指数方法对城市发展的环境绩效进行评价。主要理由是指数方法简便易行，通俗易



懂。环境绩效评价一般都是出于一定的政策目的，指标选取和权重分配反映政策导向也不是不可接受的。

已有的环境绩效指数主要有三类：一是国家或区域尺度上的环境绩效指数。如耶鲁大学和哥伦比亚大学合作建立的环境绩效指数（EPI, environmental performance index）评价了 163 个国家的绿色发展和环境绩效，指标体系涵盖了大气污染、农业、林业、渔业、生态、气候变化等生态和环境指标，但缺少经济发展与生态环境之间互动关系的指标。北京师范大学和国家统计局合作构建了中国绿色发展指数，评价了 30 个省区（西藏除外）的绿色发展水平，指标体系内容丰富全面，由涵盖经济增长绿化度、资源环境承载潜力、政府政策支持度等三个方面的 55 个指标组成，但该指标体系中部分与农业相关的指标与城市经济活动无关，不适用于城市尺度的环境绩效评价，另一方面许多指标难以获得城市尺度的数据，适用范围受到限制。此外，该指标体系强调资源有效利用和环境管理，对于环境负荷的影响很少考虑。二是项目尺度的环境影响指数。如世界银行开发的 EPI（environmental performance indicator），主要面向建设项目，评价某个项目的环境影响，也不适用于城市尺度的环境绩效评价。三是城市尺度的环境绩效指数。如西门子公司和 EIU 合作建立的绿色城市指数（GCI, green city index），对欧洲、拉丁美洲、亚洲和北美洲等主要城市的绿色发展进行了评价和比较，但该指标体系强调先进环境技术应用的效果，指标选取过于偏重技术性，如水系统泄漏率等，同时与政策相关的定性指标过多，过于强调政府对环境质量管制和环境技术的引导作用。在国内，欧阳志云等基于统计资料中可直接获得数据的少数指标，构建了城市绿色发展指数，但该指标体系的代表性有待商榷，虽然突出了环境治理的相关指标，没有体现经济发展对资源环境的影响。中国绿色发展高层论坛借鉴该指标体系，对我国县级以上城市的绿色发展进行了评价。中国环境规划院与亚洲开发银行基于环境绩效对中国 36 个主要城市进行了宜居性评价，指标体系侧重于城市居民生活质量的评价。郑思齐和美国学者 Kahn 合作，从城市居民家庭碳排放的角度测算了中国 78 个城市的绿色发展水平，低碳经济是绿色发展的重要组成部分，但不能涵盖绿色的全部涵义。此外，还有部分学者针对某一特定城市进行了环境绩效评价，如美国西雅图市的可持续发展指标体系、我国“绿色南京”指标体系、天津生态城指标体系等，这些指标体系所选指标不具普遍性，难以进行横向比较，很难推广到其他城市，适用范围有限。

迄今为止，国内外相对比较成熟的环境绩效指数主要是基于国家或区域尺度，不适用于城市尺度的环境绩效评价，城市尺度上的环境绩效指数或绿色城市指数尽管也开展了一些尝试，但指标体系不够全面，或偏重于环境技术，或偏重于环境治理，或限于低碳发展，或限于宜居性评价，因而有必要构建一个全面反映城市绿色发展状况的环境绩效指数。

2. 中国绿色城市指数的构建

(1) 指标体系

城市的绿色发展要求经济、社会和资源环境的协调发展，在保证经济稳

一是国家或区域尺度上的环境绩效指数。

二是项目尺度的环境影响指数。

三是城市尺度的环境绩效指数。

城市的绿色发展涉及到城市发展的各个领域，本文将将其概括为环境健康、资源节约、低碳发展和生态宜居等四个方面。

定发展的前提下，尽可能减少对资源环境的不良影响，实现人类社会进步和生活质量提高。城市的绿色发展涉及到城市发展的各个领域，本文将将其概括为环境健康、资源节约、低碳发展和生态宜居等四个方面。

环境健康反映城市发展对城市生产和生活环境造成的影响程度，是绿色发展的首要内容。环境健康包含环境负荷、环境质量、环境管理三个方面的指标。环境负荷是为了测度单位土地面积所承受的污染物排放量，体现人类活动的环境影响强度；环境质量用来衡量城市环境的客观状况，可以由污染物排放达标程度来反映，达标率越高，环境质量越好；环境管理主要是反映政府环境治理方面的努力程度。

资源节约反映有限资源的利用效率，建设资源节约型社会是城市可持续发展的重要内容之一。资源节约可以从资源可获得性、资源利用效率、资源的再生利用三个角度来评价，包括三方面的指标：资源保障程度、资源利用效率、循环经济。

低碳发展反映城市发展为应对全球气候变化所做的贡献。由于各个城市在产业地域分工中的地位不同，不宜用绝对量的碳排放水平来衡量某个城市的低碳发展水平。低碳发展更重要的是看城市发展在低碳化方向做出的努力，也就是低碳化的过程。因此低碳发展包含两个方面的指标：低碳经济发展水平和当地政府的减排努力。考虑到城市能源消费结构里二次能源的比重较大，电力消费可能是由其他城市的电力生产提供的，低碳经济发展水平的评价既包括当地碳排放强度的变化，也包括单位 GDP 的电力消耗。

生态宜居反映城市的绿色空间和居民生活的舒适、便利程度，包括两个方面的指标：城市的绿化水平，居民对公共设施和公共服务的可获得性。

上述四个方面构成了绿色城市指数的 4 个一级指标，一级指标下面包含的细化指标构成了绿色城市指数的 10 个二级指标，二级指标进一步细化为具体的可计算的三级指标，中国绿色城市指数共有 37 个三级指标（表 1）。三级指标的选取，应遵循以下原则：一是代表性：根据评价目的，选择最常见、有代表性、常规监测的相关项目作为评价指标。二是数据可获得性：尽量选取资料比较充分、数据质量较高的指标，以保证计算结果质量。三是可比性：不同年份、不同城市所用指标的统计口径尽量保持一致，以便城市之间和不同年份之间进行比较分析。

(2) 权重分配

指标体系的权重分配是最容易遭人诟病的部分。当前，环境绩效评价通常采用专家方法进行指标体系的权重分配，往往受到评价结果受到主观性影响的质疑。事实上，环境绩效评价本身就是出于一定的政策目的，指标体系的权重分配理应反映政策导向，这就无法彻底避免权重分配上的主观性。为了避免专家方法可能带来的误差，本文采用定性与定量相结合的层次分析法，以专家方法确定的指标权重为基础，利用 Expert Choice 软件，计算得到各个指标的权重（表 2）。

表 1：中国绿色城市指数的指标体系

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标权重	目标值（参考值）
环境健康	43.5%	环境负荷	18.10%	工业 COD 排放密度	3.62%	1198.4(kg/km ²)
				工业氨氮排放密度	3.62%	179.8(kg/km ²)
				工业 SO ₂ 排放密度	3.62%	13997.8(kg/km ²)
				工业氮氧化物排放密度	3.62%	8398.7(kg/km ²)
				工业烟尘排放密度	3.62%	1599.8(kg/km ²)
		环境质量	19.92%	工业废水排放达标率	3.98%	100%
				工业 SO ₂ 排放达标率	3.98%	100%
				工业烟尘排放达标率	3.98%	100%
				工业粉尘排放达标率	3.98%	100%
				PM ₁₀ 浓度	1.99%	0.1(μg/m ³)
				空气质量达二级的天数比例	1.99%	85%
		环境管理	5.48%	城市污水处理率	2.19%	95%
				生活垃圾无害化处理率	2.19%	85%
环境治理资金投入占比	1.10%			1.7%		
资源节约	28.6%	资源保障	8.49%	人口密度（全市）	2.83%	261.84(人/km ²)
				人均水资源量	2.83%	1816.2(m ³ /人)
				城市用水普及率	2.83%	100%
		资源利用效率	15.44%	单位 GDP 能耗	3.86%	1.077(t/万元)
				单位工业产值水耗	3.86%	25.37(t/万元)
				城区人均生活用水量	3.86%	56.06(t/人)
				城区人均生活用电量	3.86%	835(kw·h/人)
		循环经济	4.66%	工业 SO ₂ 排放强度	0.93%	3.6(kg/万元)
				工业氮氧化物排放强度	0.93%	2.2(kg/万元)
				工业 COD 排放强度	0.93%	0.31(kg/万元)
				工业氨氮排放强度	0.93%	0.0467(kg/万元)
工业固体废弃物综合利用率	0.93%			90%		
低碳发展	18.2%	低碳经济	13.65%	规上工业企业 CO ₂ 排放强度	4.55%	2.59(t/万元)
				单位 GDP 电力消耗	4.55%	926(kw·h/万元)
				过去三年碳排放强度的变化	4.55%	-10%
		减排行动	4.55%	是否制定低碳城市规划	1.52%	
				减排政策强度：低碳经济试点城市	3.03%	
生态宜居	9.7%	绿化空间	4.85%	城区人均绿地面积	1.62%	43.88(m ²)
				建成区绿化率	1.62%	35%
				城区人均住房面积	1.62%	31.3(m ²)
		舒适便捷	4.85%	城区人均拥有公共汽车	1.21%	8.96(辆/万人)
				城区排水管道密度	1.21%	9(km/km ²)
				城区人均拥有中小学教师或学校	1.21%	79.5(人/万人)
				城区人均拥有医生或医院或床位	1.21%	17.22(人/万人)

表 2: 城市环境绩效评价结果及排序

城市	城市环境绩效指数		环境健康		资源节约		低碳发展		生态宜居		城市	城市环境绩效指数		环境健康		资源节约		低碳发展		生态宜居	
	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序		得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序
烟台市	93.2	1	42.6	3	26.1	8	15.2	8	9.4	7	台州市	83.2	30	37.4	35	27.7	1	10.6	55	7.5	43
威海市	92.8	2	43.3	1	26.1	7	15.2	7	8.2	28	成都市	82.9	31	34.9	42	24.5	19	15.2	12	8.3	26
杭州市	91.8	3	39.7	17	24.9	14	18.1	5	9.0	10	重庆市	82.3	32	32.1	51	24.9	15	18.2	1	7.2	49
绍兴市	90.7	4	39.0	25	27.6	2	15.1	25	9.0	11	珠海市	82.1	33	33.7	49	25.7	10	13.3	44	9.4	6
厦门市	90.5	5	39.7	16	23.2	34	18.2	3	9.4	5	南宁市	81.9	34	37.4	34	21.5	48	15.2	18	7.8	37
扬州市	90.0	6	41.3	10	25.4	11	15.2	10	8.1	32	银川市	81.9	35	42.7	2	22.8	36	8.1	58	8.3	27
天津市	89.8	7	39.3	21	24.7	17	18.0	6	7.8	36	枣庄市	81.7	36	36.7	37	23.9	26	14.5	30	6.6	54
绵阳市	89.7	8	41.9	5	26.1	6	14.4	33	7.3	45	西安市	81.5	37	33.8	48	24.3	22	15.2	14	8.2	30
芜湖市	89.4	9	39.5	19	27.3	4	14.1	35	8.5	23	哈尔滨市	80.9	38	37.8	31	21.7	47	15.2	17	6.1	57
湖州市	89.1	10	38.5	28	27.4	3	15.1	24	8.2	31	吉林市	80.7	39	35.2	41	23.7	30	14.7	27	7.2	47
南昌市	88.3	11	37.8	32	24.6	18	18.2	2	7.7	39	福州市	80.7	40	37.2	36	23.0	35	11.7	51	8.8	14
大连市	88.3	12	39.3	20	25.9	9	15.2	9	7.9	34	无锡市	80.2	41	31.0	52	25.0	13	14.6	28	9.7	1
昆明市	87.7	13	41.9	4	23.7	29	13.4	42	8.6	18	宁波市	80.1	42	34.8	43	23.5	31	12.6	47	9.1	8
徐州市	87.6	14	41.0	12	23.9	25	15.2	15	7.6	42	洛阳市	79.5	43	38.7	26	19.3	54	13.4	43	8.1	33
宜昌市	87.4	15	41.7	8	24.1	24	15.1	22	6.5	55	苏州市	79.4	44	32.7	50	22.7	37	14.5	32	9.5	3
武汉市	86.7	16	39.3	22	23.7	28	15.2	16	8.6	22	南京市	79.3	45	34.3	45	22.3	41	14.6	29	8.2	29
济南市	86.7	17	38.0	30	24.8	16	15.2	11	8.7	17	广州市	79.1	46	35.2	40	20.1	52	15.2	20	8.6	19
石家庄市	86.5	18	40.2	13	22.5	40	15.0	26	8.8	13	长治市	78.9	47	41.9	6	18.3	57	11.4	54	7.4	44
常州市	86.5	19	37.8	33	25.0	12	15.1	21	8.6	21	开封市	77.8	48	36.0	39	22.6	38	11.5	53	7.7	41
深圳市	86.4	20	38.6	27	21.8	46	18.2	4	7.8	35	长沙市	77.6	49	33.9	47	21.3	49	15.2	19	7.3	46
郑州市	86.3	21	39.2	23	24.2	23	14.4	34	8.6	20	汕头市	76.8	50	34.4	44	23.8	27	13.2	45	5.3	58
合肥市	86.0	22	40.1	14	22.0	45	15.1	23	8.8	15	太原市	75.5	51	38.3	29	20.1	53	10.1	57	6.8	53
南通市	85.9	23	40.0	15	24.3	21	15.2	13	6.4	56	安阳市	75.2	52	36.0	38	20.8	51	11.5	52	6.9	51
北京市	85.4	24	39.1	24	23.4	32	14.0	37	8.9	12	温州市	74.1	53	30.5	53	24.4	20	12.3	48	6.9	52
嘉兴市	84.3	25	34.0	46	26.3	5	14.5	31	9.5	4	上海市	72.4	54	27.2	54	23.2	33	13.5	40	8.5	24
济宁市	84.2	26	39.7	18	22.2	42	13.5	41	8.8	16	遵义市	68.9	55	25.6	57	22.6	39	13.5	39	7.2	48
包头市	84.1	27	41.1	11	19.3	55	14.1	36	9.6	2	焦作市	67.9	56	26.7	55	22.2	44	10.6	56	8.3	25
青岛市	83.8	28	41.7	7	21.3	50	11.7	50	9.1	9	乌鲁木齐市	65.3	57	25.9	56	18.6	56	13.1	46	7.7	40
呼和浩特市	83.4	29	41.6	9	22.2	43	11.9	49	7.8	38	西宁市	64.7	58	25.4	58	18.2	58	13.9	38	7.1	50

(3) 数据标准化和指标赋值

各个三级指标的原始数据取值范围各异，需要进行标准化处理，使各个城市的计算结果具有可比性。本文设定各个指标的取值范围为 0-100，如果某个城市的指标值达到或优于目标值（或参考值），该指标的赋值为 100；若指标值劣于目标值（或参考值），则根据指标值与目标值（或参考值）之间的差距进行赋值。三级指标的目标值根据国家环保局公布的污染物排放标准、国家模范环保城市标准确定，对于无法确定目标值的三级指标，则根据全国城市的平均值或样本城市的平均值计算得到参考值。

对各个指标的得分进行加权求和，就可得到各个城市的指数值。绿色城市指数的满分为 100，某个城市的指数值与 100 之间的差距表示该城市绿色发展存在的差距。

3. 数据来源

本文的主要数据来源包括《中国城市统计年鉴 2010》《中国环境年鉴 2010》、2008 年至 2010 年各省市统计年鉴、2008 年至 2010 年中国能源统计年鉴、2010 年各省市水资源公报等。由于不同数据源所包含的城市样本和数据指标存在差异，本文筛选出 58 个地级市，具有绿色城市指数指标体系中 37 个三级指标的全部数据。2010 年中国绿色城市指数的低碳发展水平是基于 2008 年-2010 年间碳排放强度的变化进行计算的。

三、2010 年中国绿色城市指数的计算结果

1. 绿色城市指数的数值分布和空间格局

2010 年，58 个样本城市的绿色城市指数平均值为 83 分，表明样本城市的绿色发展整体尚可，但存在着相当大的差距和改善空间。区分一级指标看，环境健康的平均得分为 37.1 分，相当于权重值的 85%；资源节约的平均得分为 23.5 分，相当于权重值的 82%；低碳发展的平均得分为 14.3 分，相当于权重值的 79%；生态宜居的平均得分为 8.1 分，相当于权重值的 84%。从整体上看，与环境健康和生态宜居相比，在低碳发展和资源节约方面样本城市之间的差距相对较大。

绿色城市指数得分在 80-90 分之间的城市最多，有 36 个，占全部样本城市的 62%；得分在 70 分以下的城市有 4 个，占 7%；得分在 90 分以上的城市有 6 个，占 10%；另外还有 12 个城市的得分在 71-80 分之间，占 21%。这表明，城市绿色发展水平较高的城市数量仍较少，仅占 10%，其中得分最高的是烟台和威海，但即使是这些城市之中也鲜有环境质量完全达标的城市；另一方面，绿色城市指数较低的城市仍然为数不少，特别是 7% 的城市绿色发展还有很大的差距。

值得注意的是，样本城市之间绿色发展水平存在着显著的差异。绿色城市指数最高的烟台市和最低的西宁市之间的差距达到 28.5 分。如果区分四个一级指标看城市之间的环境绩效差异，环境健康的最低值相当于权重值的 58%，资源节约的最低值为权重值的 64%，低碳发展只有 45%，生态宜居为 54%，可以看出城市绿色发展的差异十分显著，特别是低碳发展的环境绩效差

绿色城市指数并没有表现出明显的地带性，与经济发展水平的分布格局也不尽相同。

影响绿色城市指数和城市经济发展水平之间关系的因素可以归纳为密度效应、技术效应和结构效应三个方面。

异尤为显著，得分较低的城市绿色发展面临严峻的挑战。

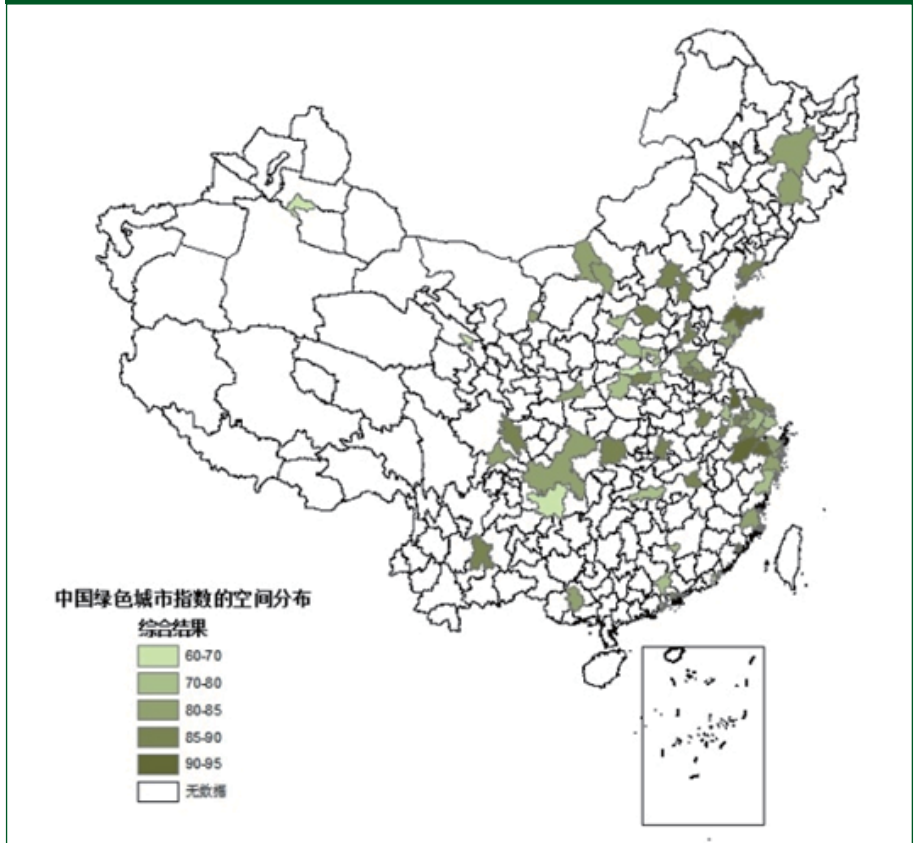
绿色城市指数的空间分布呈现出显著的区域差异。得分在 90 分以上的 6 个城市（烟台、威海、杭州、绍兴、厦门、扬州），都是分布在山东、浙江、江苏和福建的沿海城市；得分低于 76 分的 8 个城市大多是中西部的资源型城市，如乌鲁木齐、西宁、焦作、太原、遵义、安阳，也有少数是工业密集分布的沿海城市，如上海和温州。值得注意的是，绿色城市指数并没有表现出明显的地带性，与经济发展水平的分布格局也不尽相同。这是因为，部分沿海城市虽然经济发展水平高，但由于工业过于密集，环境负荷过大，影响环境质量的达标率，致使绿色城市指数特别是环境健康的表现不如经济发展水平那样抢眼。对于这些沿海城市来说，转变经济发展方式、走绿色发展道路的需求尤为迫切。而中西部地区的城市普遍资源效率偏低，环境污染处理能力不足，亟待提高资源利用效率，增强环境管理能力。

2. 绿色城市指数的影响因素

环境库茨涅茨曲线表明，环境质量与经济发展水平之间存在着一定的关联。城市绿色发展与经济发展水平之间也存在着一定的关联。我国绿色城市指数与人均 GDP 之间的关系呈一定的倒 U 型曲线，随着人均 GDP 上升，绿色城市指数先上升，后趋于下降。

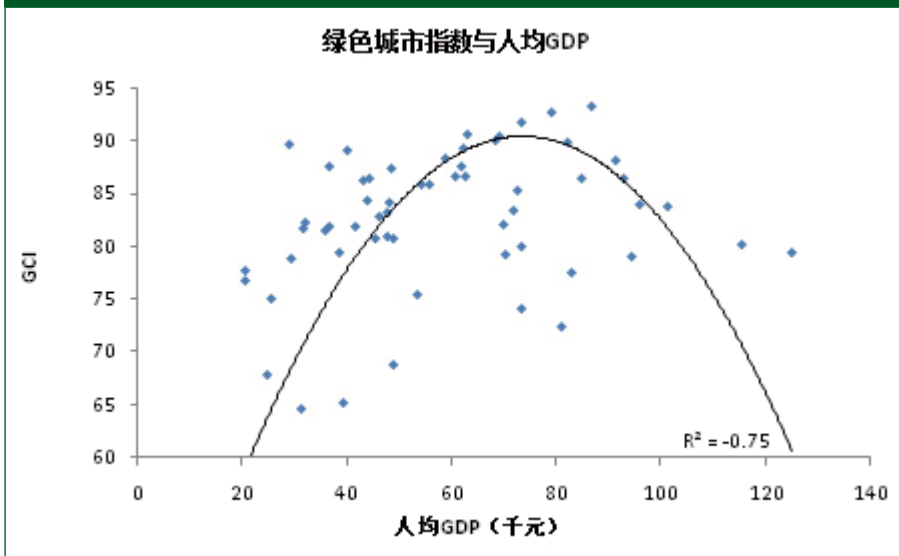
影响绿色城市指数和城市经济发展水平之间关系的因素可以归纳为密度效应、技术效应和结构效应三个方面。经济活动的密度越高，环境负荷就越大，

图 1：绿色城市指数的空间分布



环境管理的任务也会越繁重。技术水平较高的城市，往往资源利用效率也较高，低碳发展水平也较高，生产过程中废弃物和污染物的排放也可减少。城市的产业结构偏重第二、第三产业，我国处于工业化和城市化的中期阶段，城市经济大多数仍以工业为主，第三产业发展相对滞后。第二产业比重越高，环境负荷越大，但在工业内部，随着工业化水平提高，产业结构对初级产品加工的依赖程度趋于降低，环境负荷趋于减轻。从我国的实践看，西宁、乌鲁木齐等欠发

图 2：绿色城市指数（GCI）与人均 GDP 的关系



达地区的绿色城市指数较低，威海、烟台、厦门、芜湖、绍兴等中等发达地区的绿色城市指数较高，上海、苏州、南京、宁波、广州等发达地区的绿色城市指数又趋低。这表明，欠发达地区城市虽然经济密度不高，但技术水平较低，导致资源利用效率低下，产业结构偏重于高耗能和高污染部门导致环境质量和低碳经济水平较低，因而绿色城市指数较低。相对于欠发达地区城市而言，中等发达地区城市的技术水平提高改善了资源利用效率，减轻了环境污染负荷，尽管工业密度上升，但技术效应抵消了密度效应带来的环境负荷，使得绿色城市指数趋于上升。对于沿海发达地区的大城市来说，经济活动过度密集导致环境负荷居高不下，技术效应难以抵消密度效应带来的环境负荷加剧，因而绿色城市指数趋于下降。沿海地区城市经济大多数仍以工业为主，第三产业发展相对滞后，第三产业发展的结构效应似乎尚未充分发挥作用。工业化水平较高的城市，产业结构升级换代可以降低对初级产品加工的依赖程度，有助于减轻环境负荷。

四、结论与启示：中国城市发展的环境绩效

当代中国的城市发展，既面临环境污染治理的严峻挑战，也需要改进资源利用效率，积极推进低碳发展，此外还需要改善城市生态，建设宜居生活环境。城市绿色发展的概念内涵应当综合考虑环境健康、资源节约、低碳发展和生态宜居等四个方面，而不是或强调环境管理、或侧重低碳经济，如果偏重于某一方面，不利于全面推进绿色城市建设。本文构建的包含上述四个方面的绿色城市指数，可以综合评价城市发展的环境绩效。

城市绿色指数较高的城市里沿海地区居多，中西部地区则有相当部分城市的绿色发展相对滞后。

评价结果表明，我国城市发展的环境绩效整体尚可，但存在着相当大的差距和改善空间，城市之间绿色发展的差异十分显著，表明我国城市绿色发展依然任重道远。城市绿色指数较高的城市里沿海地区居多，中西部地区则有相当部分城市的绿色发展相对滞后。不同城市所面临的绿色发展的课题存在差异。资源效率偏低，环境污染处理能力不足，是制约中西部地区城市绿色发展的关键因素。对于中西部地区城市来说，当务之急是提高资源利用效率，增强环境管理能力，避免重蹈“先污染、后治理”的覆辙。沿海地区也有部分城市绿色发展相对滞后，工业过于密集，环境负荷过大，则是导致其环境绩效偏低的主要原因，这些城市亟需加快转型发展的步伐，推进产业结构升级换代，大力发展第三产业。■

本文改编自北大-林肯中心工作论文，编号“W115- 中国绿色城市指数研究——城市发展的环境绩效评价”，详情参看：www.plc.pku.edu.cn/publications_ch.aspx