

中国城市群国土资源环境压力

○贺灿飞 马妍

城市群是国家核心竞争力的主要载体，以承载力衡量的城市群国土资源开发压力正受到越来越广泛的关注。本文以我国 16 个城市群为研究对象，从资源、环境、生态三个维度采用熵值法对我国城市群的承载力进行分析，结果表明：

(1) 我国城市群国土资源开发压力分异明显。

(2) 城市群国土资源开发压力的分异主要体现在生态维度。(3) 城市群的资源紧缺度与资源集约利用度不匹配。(4) 我国城市群在环境保护方面缺乏主动性。针对上述问题，本文从经济增长方式、城市发展模式选择等方面提出了建议。

作者信息：

贺灿飞，北京大学城市与环境学院，北大 - 林肯中心

马妍，北京大学城环学院 2012 级硕士生

一、引言

纵观人类发展历史，世界各国城市的兴起与发展无一不依赖于良好的自然环境条件。中国是历史悠久的文明古国，城市发展史也源远流长。一直以来，资源环境压力都是城市获得长久繁荣的主要限制之一。改革开放以来，中国城市化走上了快速发展之路，快速的城镇化进程不仅带来了城镇人口和经济规模的快速增长，还带来了越来越严重的资源环境压力。大量的资源消耗、污染排放和快速的城市扩张使得城市进一步扩张所面临的国土资源开发压力越来越大。

城市是一种人工建立的生态系统，其运转依赖于外界环境的物质和能量输入以及对外废能和废物的排出。作为城市化的高级空间形式，城市群具有比一般意义上的城市化地区更高的经济与人口密度，是经济活力最强、人类活动最密集的区域。正是由于这一特点，城市群也是人类社会与自然环境作用最强烈、矛盾最突出的地区，比一般的城市化地区在国土开发中面临更大的资源环境压力。协调好资源环境与城市群经济社会发展的关系，才能为城市群未来发展提供稳定的环境保障和持续的物质能量供给保障。因此，资源环境压力评估是城市群综合评价的重要环节。本章重点关注中国 16 个城市群的资源环境压力，旨在通过对现状的评估明确中国城市群发展在资源环境方面面临的约束，并提出应对措施以改善其发展条件。

二、城市群国土开发压力分析框架的构建和评价方法

1. 资源环境压力评价体系（3E 体系）构建

资源约束、环境污染和生态破坏是城市群发展面临的挑战，因此在城市群的国土开发中资源环境压力成为必要的考虑因素。资源维度表征城市群从外部环境获取物质和能量的潜力；环境维度反映城市群排出的废物和废能对周边区域的影响；生态维度则反映城市群赖以存在的基底条件，三者从不同角度描述城市群的国土开发压力，缺一不可。为了全面刻画城市群与其所在区域自然环境的关系，本研究构建资源环境压力评价体系（3E 体系），从资源（Endowment）、生态（Ecology）、环境（Environment）三个维度对城市群发展的资源环境条件进行综合评价，希望在城市群国土开发资源环境压力的综合评价方面做出有益尝试。下面就对指标体系的构成和指标的含义及选择标准进行阐述。

表 1：国土开发资源环境压力评价指标体系

因素层	指标层	预期方向	指标解释
资源 Endowment	人均用水量	+	用水总量 / 总人口
	单位 GDP 水耗	+	用水总量 / GDP
	单位 GDP 能耗	+	能源消费总量 / GDP
	单位 GDP 电耗	+	电力消费总量 / GDP
环境 Environment	空气质量优良率	-	指 I 级及以上空气质量的天气占全年天数的比例
	地下水水质达标率	-	指达到 I-III 类水质要求的断面占全部监测断面的比例
	气态废弃物治理达标率	-	工业烟尘去除率及二氧化硫去除率的综合评价
	液态废弃物治理达标率	-	工业及生活废水处理达标率
	固态废弃物治理达标率	-	工业固体废弃物综合利用及生活垃圾无害化处理率的综合评价
	ETT		专项转移支付泰尔系数
	CTT		财力性转移支付泰尔系数
生态 Ecology	URBANT		城市化泰尔系数
	土地侵蚀率	+	风蚀、水蚀与冻融等级在 III-V 级的土地的面积占所辖国土面积的比例
	盐渍化率	+	盐渍化等级在 IV-V 级的土地的面积占所辖国土面积的比例
	沙漠化率	+	沙漠化等级在 III-V 级的土地面积占所辖国土面积的比例
	酸雨敏感性	+	酸雨等级在 IV-V 级的土地面积占所辖国土面积的比例
	石漠化率	+	石漠化等级在 IV-V 级土地面积占所辖国土面积的比例
	洪涝灾害风险	+	洪涝灾害等级在 IV-V 级的土地面积占所辖国土面积的比例

本研究采用 2010 年地级市数据对中国 16 个城市群的资源环境条件进行评价。资源维度的地区生产总值、用水总量、用电总量来自 2011 年的《中国城市统计年鉴》。城市常住人口、能源消费总量来自各省市 2011 年统计年鉴。环境维度的气态、液态、固态废弃物达标率数据来源于 2011 年的《中国城市统计年鉴》。空气质量达标率来源于环保部数据中心，水质数据和生态维度的数据来源于中国科学院生态环境研究中心。其中，能源消费总量和空气质量达标率缺失部分城市数据，以该城市群的平均值补齐。部分还没有更新至 2010 年的数据来源，以 2009 年的数据代替。

2. 资源环境压力评价方法

本研究对城市群国土开发资源环境压力的评价采用熵值法。本研究选择客观赋权法中的熵值法确定各指标体系的权重。其主要步骤如下：

1、数据标准化处理

2、指标权重计算：

$$(1) \text{ 计算指标信息熵, } Y_{ij} = X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij}, \quad e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n (Y_{ij} * \ln Y_{ij})$$

$$(2) \text{ 计算指标权重 } d_j = 1 - e_j, \quad w_j = d_j / \sum_{j=1}^m d_j$$

式中： Y_{ij} 表示第 i 个城市群第 j 项指标的比重， e_j 表示指标的信息熵， d_j 表示信息熵的冗余度， w_j 表示指标的权重， w_j 越大表示城市群该指标的取值离散程度越大，也就是说该指标所含有的用以区分城市群之间差异的信息含量越大。 n 表示城市群的数量， m 表示指标的数量。

3、指标及城市群得分计算：第 i 个城市群第 j 项指标的最终得分为 $S_{ij} = w_j * X_{ij}$ ，第 i 个城市群的总得分为

$$S_i = \sum_{j=1}^m S_{ij}$$

三、城市群国土开发资源压力基本特征

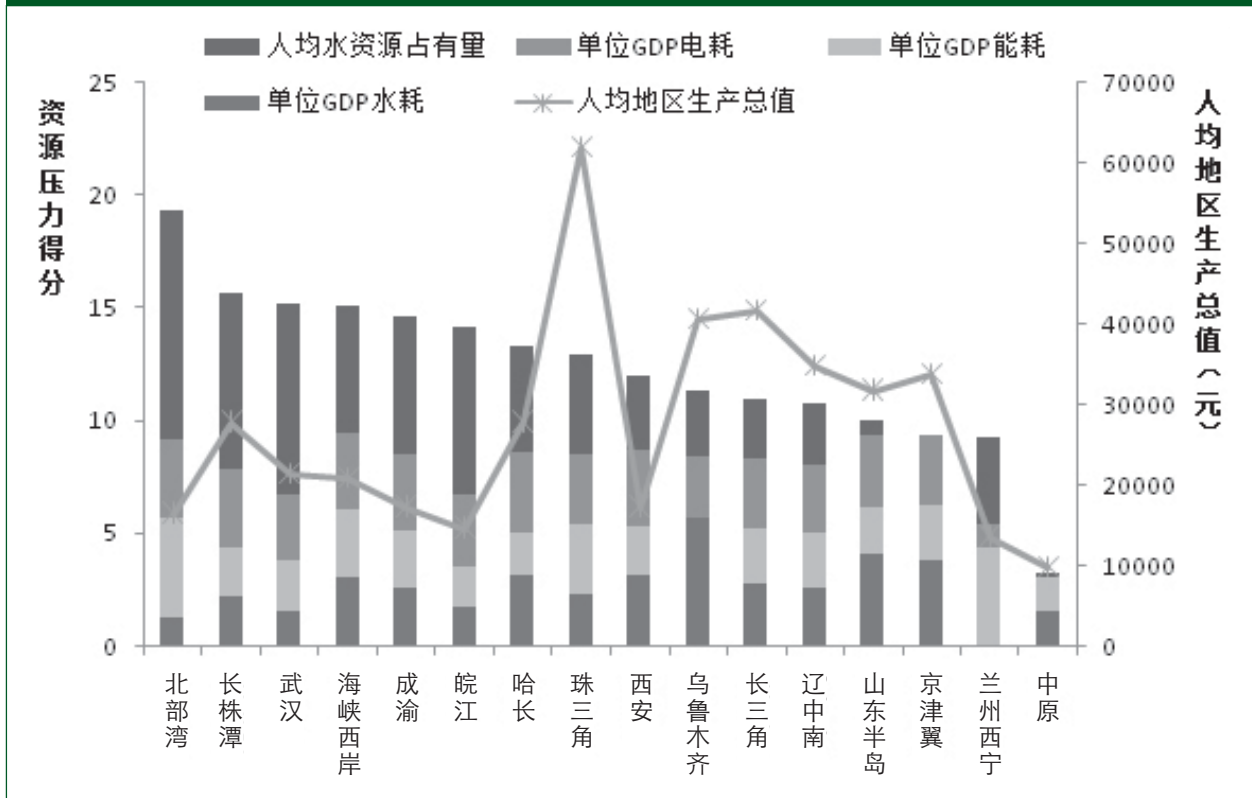
1. 城市群资源压力空间差异性明显

资源压力表示一个城市群所能获得的资源供给情况和资源集约利用情况。中国的 16 个城市群的资源压力依所在区位的不同而表现出显著的空间差异：位于东部地区的城市群资源压力普遍较大，且资源压力主要来自供给维度。位于中部地区的城市群资源压力则普遍较小，而位于西部地区的城市群则表现出明显的两极分化现象；西北地区的城市群因资源供给相对紧缺和利用方式相对粗犷而面临较大的资源压力；北部湾城市群和成渝城市群占据了资源压力最小的第一位和第五位；而兰州西宁城市群则占据了资源压力最大的第二位。西安城市群和乌鲁木齐城市群排名也比较靠后。

2. 城市群在资源供给与集约利用方面均具有优势

与全国平均水平相比，中国 16 个城市群享受了相对较充裕的资源供给，同时在资源集约利用方面的表现也更加出色。2010 年，中国城市群的人均资源占有量

图 1：主要城市群资源压力评价分值与人均地区生产总值



数据来源：根据统计资料整理

大于平均水平，人均用水量是平均水平的 1.49 倍，城市群单位 GDP 水耗、单位 GDP 电耗、单位 GDP 能耗分别为平均水平的 55.86%、48.63%、91.19%。“资源供给充裕、集约利用水平高”的现状表明：中国城市群在发展中面对的资源条件较平均水平而言更好。一方面，城市群较一般地区更快的经济发展和更高的经济密度对资源的需求得到了满足；另一方面，城市群也实现了较一般地区更有效率的资源利用，从资源压力角度看其可持续发展能力更强。

3. 提升产业结构可为城市群资源集约利用创造巨大空间

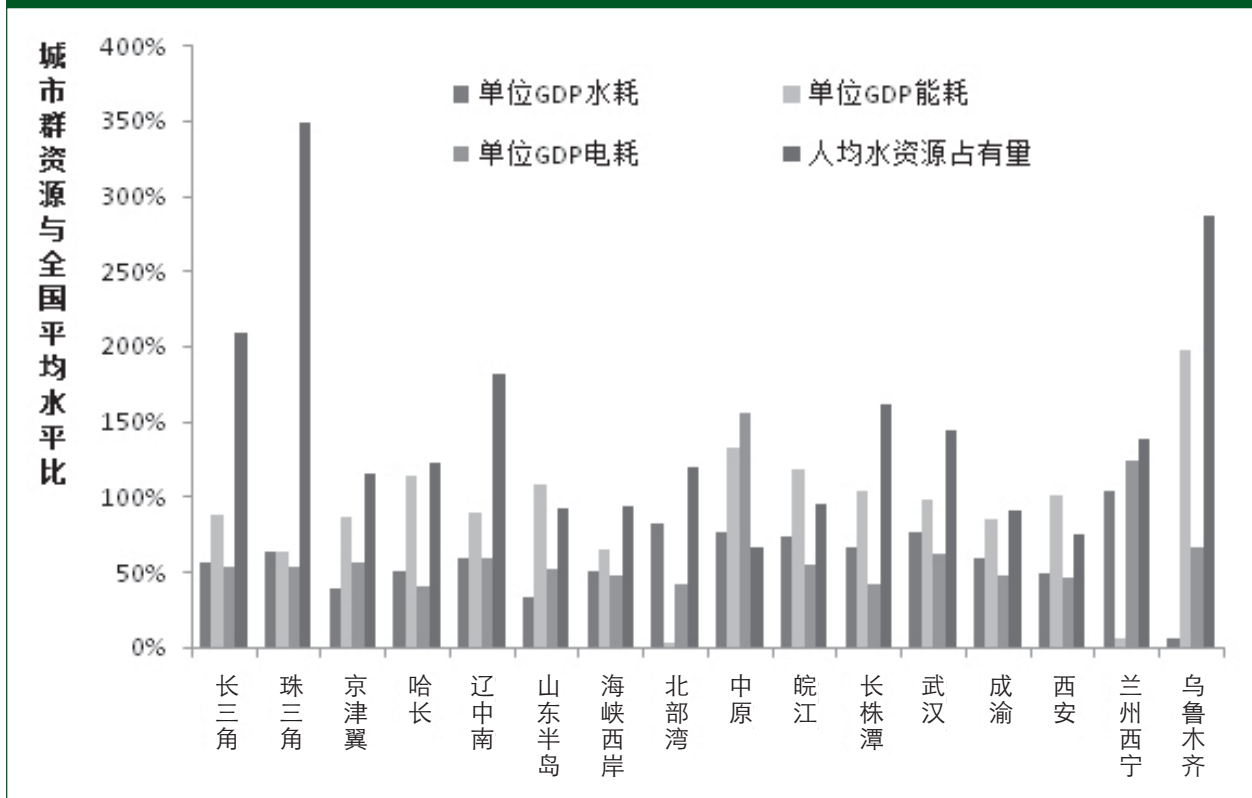
虽然城市群的资源集约利用程度高于全国平均水平，但是其第二产业比重较高的经济结构对资源的需求较大。在未来发展中，城市群在通过产业结构升级、转变经济增长方式来达到资源的更加集约利用方面还有很大的发展空间。中国工业以高排放和高能耗为特征，改革开放以来，能源、资本、技术成为驱动工业增长的主要源泉。逐渐提升产业结构，由传统的重工业向现代高新技术产业转型，乃至向生产者服务业等第三产业转型，不仅可以提升城市群的竞争力和地位，还可以为城市群减轻资源压力阻力。

四、城市群国土开发的环境压力基本特征

1. 城市群环境压力空间差异性明显

中国东部的 7 个城市群中除东北地区的两个城市群外，环境压力均较小，海峡西岸城市群和珠三角城市群更是位列中国 16 个城市群的前两位。与此相反，在

图 2：城市群各指标取值与中国平均水平之比



环境压力最大的3个城市群中，西安城市群、乌鲁木齐城市群和兰州西宁城市群均位于西部地区。中部地区的城市群则未表现出一致的环境压力特征，长株潭城市群、皖江城市群、中原城市群和武汉城市群的环境压力依次位列第三位、第七位、第十二位和第十三位。东西部城市群的环境压力形成这种显著的地域差异的原因主要有两点：首先，西部地区的环境相对东部地区而言更加脆弱，承受和净化污染的能力也更弱。其次，资源维度的分析已经表明，西部地区的资源集约利用程度远低于东部地区。伴随低效率的资源利用而来的不仅仅是资源的浪费，还有资源中未充分利用的大量废物和废能向环境的排放。以中国使用的主要能源煤炭的使用为例，不充分的煤炭燃烧会产生大量的烟尘、硫化物和一氧化碳等有害气体，形成的大气污染远较完全燃烧时严重。

2. 环境压力较大的城市群可持续发展能力较低

中国16个城市群面对的现状环境压力与其环境治理效果相关性不大，位序相关系数仅0.13。但是环境治理效果差、环境可持续发展能力低的城市群普遍具有环境压力大的特点。环境治理效果最差的后五位城市群中的哈长城市群、乌鲁木齐城市群、成渝城市群和兰州西宁城市群的环境质量也排在十位之后。一个城市群的环境治理效果预示着其环境未来的发展趋势，现阶段环境治理努力的缺乏会造成这些城市群未来的环境进一步恶化。虽然大气的更新周期较短，污染物相对容易扩散，但是大气中的污染物会随着降水进入地表水和地下水，进而污染河流、海洋和地下水层。地下水层和海洋的更新周期缓慢，污染物极易集聚。因此，现

阶段在废弃物治理方面的欠缺将造成未来很长一段时间内环境的恶化，且这种环境恶化很难在短时间内消除。对现阶段环境问题已经较严重的城市群而言，如果在环境治理方面不做出更多努力，其未来的可持续发展能力将受到不可弥补的损害。

图 3：主要城市群环境压力评估分值

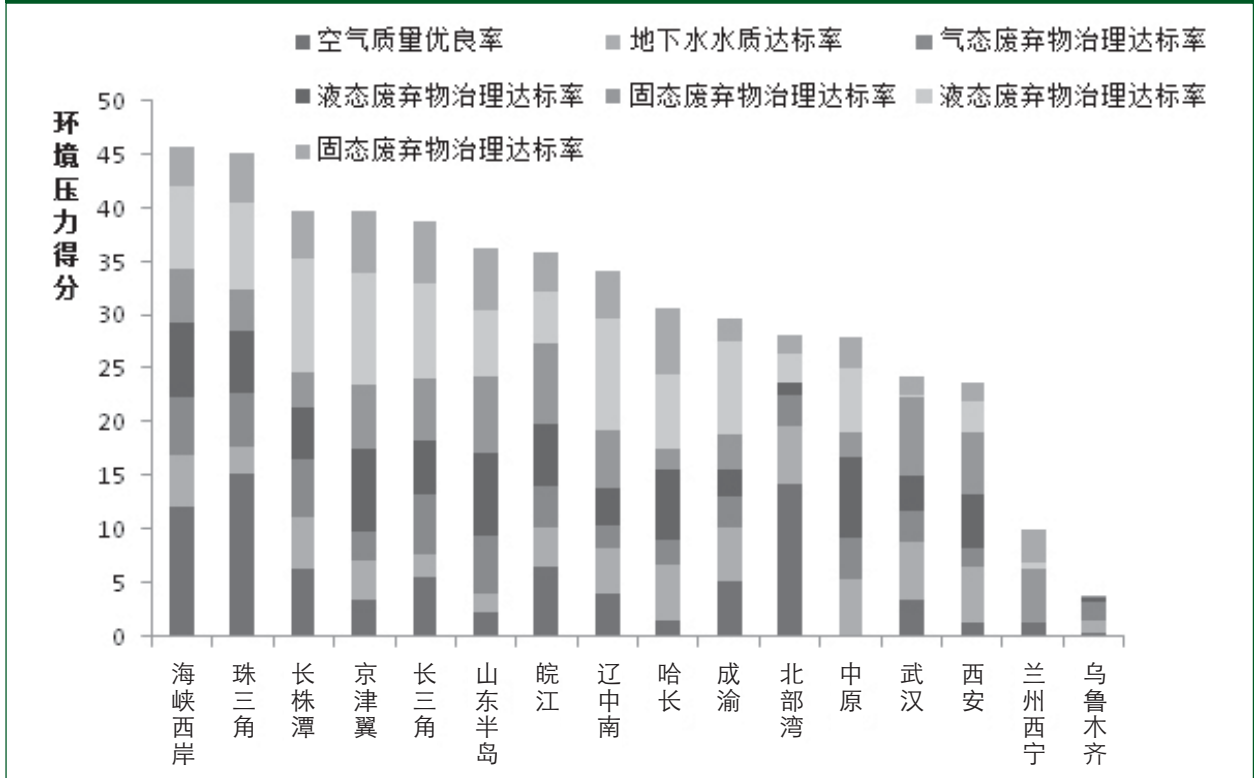


图 4：主要城市群环境现状与环境治理评估分值



3. 城市群环境压力与经济发展水平相关性不高

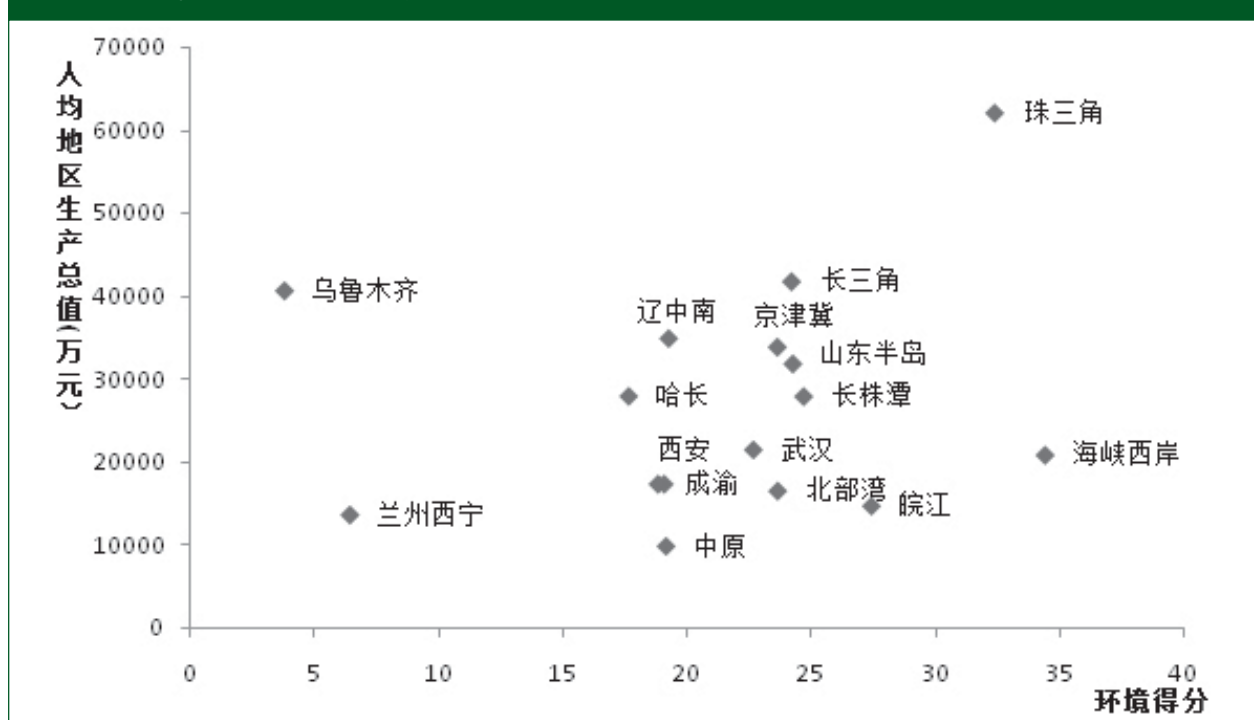
城市群发展水平与其环境效应的关系可用“U”型曲线来表达。这一变化规律与著名的“环境库兹涅茨曲线”所叙述的经济发展水平与污染排放水平的倒U形关系相一致。但是，这一规律在中国的城市群中并没有明显体现。以2010年人均地区生产总值代表的经济发展水平与城市群大气和水环境的现状之间并没有表现出显著的关系，城市群的环境现状更多的与其区位条件相关。位于东南部沿海地区的城市群的环境现状普遍较好，长江流域和环渤海地区的城市群次之，中原地区、东北地区和西部地区的城市群环境现状较差。多数库兹涅茨曲线的实证研究表明，空气和水污染的转折发生在人均收入达到3000-5000美元处。然而，中国达到这一标准的珠三角、长三角、乌鲁木齐、辽中南等城市群的大气和水环境状况并没有表现出收敛性。经济发展水平与环境质量没有显著相关性的事实说明中国城市群的现状环境压力更多的与其所在区域的自然本底条件相关，而城市群自身并没有随着经济发展水平的增加而改变其发展方式，并在环境治理方面进行更多投入。

五、城市群生态压力基本特征

1. 盐渍化和酸雨是东部城市群面临的首要生态问题

地处中国东部地区的7个城市群中长三角城市群、京津冀城市群、山东半岛城市群和哈长城市群均面临土壤盐渍化问题，同时东南地区的珠三角城市群、海峡西岸城市群和长三角城市群的酸雨敏感性也较高，长三角城市群和哈长城市群还需要应对洪涝灾害风险。盐渍化是威胁区域生态安全的重大问题，沿海湿润半湿润海侵区是其集中分布的区域之一。中国东部沿海的土壤盐渍化现象主要是海水倒灌造成的。

图 5：主要城市群经济发展水平与环境现状关系



2. 洪涝灾害是中部城市群面临的主要生态问题

洪涝是威胁中部地区城市群的主要灾害，皖江城市群、长株潭城市群和武汉城市群均深受其害。同时，长株潭城市群还受到石漠化和酸雨的威胁，中原城市群的生态问题还包括土壤盐渍化。洪涝灾害是指大范围、长时间的降水偏多所造成江河河水泛滥、大片土地被淹没的灾害，是仅次于干旱灾害的中国第二大气象灾害。长江流域是中国洪涝灾害发生频率最高的区域之一，因此，洪涝灾害风险是中部地区位于长江沿岸的城市群需要应对的主要风险。长江流域洪涝灾害的成因可以归结为自然因素和人为因素两类，后者是近代洪涝灾害加剧的主要原因。

3. 土地退化是西部城市群面临的主要生态问题

相对位于东部和中部地区的城市群而言，西部地区的城市群所在区域的生态系统敏感性更高，生态问题也更多并且集中在土地退化方面。位于西南地区的成渝城市群和北部湾城市群主要面临石漠化问题，前者还面临水土流失问题。西北地区的三个城市群的生态压力出现巨大分化，西安城市群所处的生态环境非常稳定，目前没有表现出严重的生态问题，其生态优势远远超过其他城市群位列第一。与此相反，乌鲁木齐城市群和兰州西宁城市群则面临多种生态问题：乌鲁木齐城市群的沙漠化面积居各城市群首位，洪涝灾害风险也较大；兰州西宁城市群则面临严重的水土流失问题。

六、中国城市群国土开发资源环境压力综合评价

1. 沿海城市群国土开发基础较好，西部地区城市群压力较大

中国的城市群的国土开发资源环境压力可以分为四类：国土开发压力较小、国土开发压力中等、国土开发压力较大和国土开发压力大（表2）。

2. 国土开发压力的差异主要来源于资源和环境压力

中国16个城市群的国土开发压力表现出较大差异，这一差异主要来源于各城市群在水资源和空气质量方面的差异，同时，废弃物处理水平的差异有一定贡献。这一结果说明，对于多数城市群而言，环境承载力和环境质量是影响国土开发压力的主要因素。城市群可以主动通过提高水资源利用效率、减小环境影响来降低国土开发中存在的资源环境压力。国土开发压力直接影响城市群未来发展的稳定性和潜力，对城市群发展的意义极为重大。城市群实现可持续发展战略的途径包括适量开采地下水、保护地表水资源、提高气态、液态和固态废弃物处理达标率，最终达到减小国土开发压力的目的。

3. 自然条件影响国土开发压力

国土开发的资源环境压力描述的是人类活动与自然界相互影响的程度，同时受到自然因素和人为因素的影响。在科技高度发达、经济高速发展、城市规模空前庞大的今天，在人类对自然影响最强烈的城市群地区，人类仍然没有完全征服自然：城市群所面临的国土开发资源环境压力在很大程度上仍受自然条件的影响。当然，人为因素对加强自然条件的影响效果也有很大推动作用。

表 2：城市群国土开发资源环境压力综合分类结果

国土开发压力类型	城市群	总得分	资源得分	生态得分	环境得分
I 国土开发压力较小	海峡西岸	77.09	15.05	34.43	27.60
	北部湾	73.76	19.36	23.65	30.75
	皖江	64.85	14.19	27.43	23.24
II 国土开发压力中等	珠三角	64.45	12.92	32.40	19.14
	武汉	63.18	15.18	22.67	25.33
	西安	62.30	11.99	19.07	31.23
	京津冀	59.37	9.33	23.64	26.40
	山东半岛	59.31	10.03	24.26	25.02
III 国土开发压力较大	辽中南	56.66	10.74	19.26	26.66
	长株潭	55.53	15.69	24.70	15.14
	哈长	52.89	13.31	17.64	21.93
	成渝	52.82	14.60	18.83	19.40
	长三角	52.75	10.91	24.21	17.63
IV 国土开发压力大	中原	48.32	3.24	19.15	25.94
	兰州西宁	44.32	9.22	6.41	28.69
	乌鲁木齐	32.02	11.33	3.77	16.92

七、缓解中国城市群国土开发资源环境压力对策

1. 东部经济发达城市群的增长方式应向资源集约型和生态友好型转变

位于中国东部地区的城市群的国土开发压力主要存在于资源和生态维度，而相对稳定的环境条件则是其发展优势。其中，经济发展水平较高的珠三角城市群、长三角城市群、京津冀城市群和山东半岛城市群的资源压力较大。在前期的发展中，此类城市群充分享受了经济条件带来的发展优势，同时也进一步加剧了环境条件的恶化。大量的工业废气排放和过度的地下水开发激化了人与生态环境的冲突，导致了生态环境的恶化。在未来的发展中，已处于较高发展阶段的城市群应重点关注国土资源的优化开发，通过土地资源的合理规划与利用逐步缓和经济发展与国土开发压力的矛盾，修复受损生态环境，稳定城市群发展条件。

2. 中部城市群应提高生态环境保护的积极性

位于中国中部地区的皖江城市群、长株潭城市群、武汉城市群和中原城市群在国土开发中均面临较大的资源环境压力，仅长株潭城市群在环境维度、中原城市群在生态维度表现出一定优势。考虑到此类城市群的经济水平相对较低，未来的城市化和工业化发展空间仍然很大，严峻的资源环境挑战可能进一步加剧。在经济社会发展的要求和资源环境的压力下，中部城市群的发展重点在于如何避免“先污染后治理”的传统发展方式，并通过合理的产业规划与布局、城市群内部的分工与协调达到可持续增长的效果。

3. 西部城市群应因地制宜选择特色发展路径

在未来的发展中，西部地区的城市群应将资源的适度开发利用以及生态和环境的保护放在最重要的位置，将人口和经济规模控制在资源、生态、环境的承载力之内。同时应避免走一般城市群发展的工业化途径，而应因地制宜地选择发展方式，构建有地区特色、能兼顾生态环境保护的产业结构，实现“适度发展，高度和谐”的可持续发展。在中国层面上，应加强对西部地区生态修复工作的投入，通过持续的人力物力投入逐步修复受损的生态环境。

4. 多管齐下应对城市群资源环境压力

资源的合理利用和生态环境的保护是一个多主体参与的系统性工程，应充分调动政府、公众、企业的力量，管理、工程、法治等多管齐下全面应对资源环境压力。可以采取的措施包括：1、建立区域协调机制，统筹安排区域内的资源开发利用与生态环境保护工作。2、制定新的国民经济核算体系，完善资源环境管理体系。3、充分行使政府的调控能力，引导企业和民众的环保行为，并将环保法规和规定落在实处。4、进行生态修复工程、灾害防护工程建设。■

本文改编自北大 - 林肯中心工作论文，编号“W193- 中国城市群国土开发资源环境压力”。详情参看：www.plc.pku.edu.cn/publications_ch.aspx