

邹辉, 段学军. 长江经济带经济-环境协调发展格局及演变[J]. 地理科学, 2016, 36(9): 1408-1417. [Zou Hui, Duan Xuejun. Pattern Evolution of Economy-environment Coordinated Development in the Changjiang River Economic Belt. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(9): 1408-1417.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.09.014

长江经济带经济-环境协调发展格局及演变

邹辉^{1,2}, 段学军^{1,3}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 中国科学院流域地理学重点实验室, 江苏 南京 210008)

摘要:通过经济与环境系统的协调发展度评估,分析了长江经济带经济环境协调发展的时空演变格局,并对经济带经济发展、环境污染与环境质量的格局与态势展开探讨。研究表明:经济带协调发展度空间差异显著,东部地区明显大于中西部地区,沿江地区高于非沿江地区。高度协调型主要分布在长三角地区及少数中西部省会城市;高度失调型主要分布在重庆、皖北、滇西南、鄂中等地区;江西与四川是协调型转为失调型的集中地区。长三角核心城市经济地位依然凸显,但长三角边缘地区城市经济位序呈下降趋势,中西部地区部分城市经济位序上升明显。工业废水排放以重庆、苏州、杭州为最多,工业SO₂排放呈现3大集中地带。城市空气质量较差的是长三角边缘地区以及中西部沿江地区,城市空气质量总体上与工业SO₂排放、工业烟尘排放空间格局上较为吻合。长江干流断面水质上游(川滇渝)与下游(苏沪)较差,一定程度上反映了沿江地区工业废水排放对长江水质的影响。最后,从树立发展与保护双重使命,创新经济带开发体制机制;推进下游城市经济转型升级,培育中上游新的经济增长极;落实最严格的管理制度,共建生态文明示范带等方面提出发展建议。

关键词:长江经济带;经济发展;环境污染;经济-环境协调发展

中图分类号: F129.9; X50 **文献标识码:** **文章编号:** 1000-0690(2016)09-1408-10

资源环境是经济发展的物质条件,是人类生存的基础,它既可以促进经济的发展,也可以阻碍经济的发展^[1]。虽然目前环境污染已成为危害人类健康、制约经济和社会发展的的重要因素,但是在长期的实践与研究中,人们逐步认识到环境与经济发展关系的重要性,并逐步形成了协调发展论,即经济发展与环境保护是对立统一、可协调的关系^[2]。国外关于经济与环境关系的研究始于20世纪中叶,国内研究则始于20世纪70年代,其中环境经济学是主要的理论基础,环境库兹涅茨曲线一直是研究热点,许多经验和数据都验证了环境与经济发展之间倒“U”关系的存在^[3],并提出“绿色经济”是经济与环境协调可持续发展的重要途径^[4-6]。国内外学者们更多地趋向于探讨经济、社会、资源、能源及环境等多方面的协调关系,如能源-环境-经济^[7-10]、环境-资源-经济^[11]、社会-经

济-环境^[12,13]、人类-环境-经济^[14]、人口-经济-空间-环境^[15]等,并且有学者从新李嘉图(Neo-Ricardian)视角审视经济与环境的关系,强调经济发展中比较优势的重要性,而资源环境本底仅处于经济发展“倒金字塔”的底部^[16]。同时,在区域经济与环境协调度的评价方面已经形成了一定的研究基础,评价方法主要采用系统动力学模型^[17]、耦合度模型^[18]、协调度模型^[19,20]、GM(1,1)灰色模型^[21]等,研究尺度涉及到全国^[22,23]、流域^[24]、省域^[19,25,26]。已有研究侧重协调度在时间上的变化,而空间格局研究较少,同时地级市尺度研究较少^[27]。长江经济带在中国经济发展中具有极其重要的战略地位^[28-30],近年来长江经济带建设上升为新一轮国家战略,并且“生态文明建设的先行示范带”是其重要战略定位。同时,长江的水资源和生态环境功能在全国的地位举足轻重,长江经济带“环境保护任重道

收稿日期: 2015-12-23; 修订日期: 2016-06-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41071085)。[Foundation: National Nature Science Foundation of China (41071085).]

作者简介: 邹辉(1989-),男,湖北黄冈人,博士研究生,主要从事城市发展与区域规划研究。E-mail: zoucas@163.com

通讯作者: 段学军,研究员。E-mail: xjduan@niglas.ac.cn

远”^[30]。可见长江经济带是中国经济发展的战略区,亦是环境保护的敏感区,其经济与环境的协调显得尤为重要,基于时空格局演变的大流域角度探讨经济与环境的协调关系具有重要意义。

1 研究方法

“经济-环境”系统是否协调采用协调发展度来反映,其含义为区域经济子系统与环境子系统通过各自要素产生相互作用与影响的协调程度。经济与环境协调发展度评价过程为:首先通过建立指标体系对经济子系统、环境子系统各自综合水平进行计算,再结合各子系统综合水平结果进行系统的协调发展度评价。

1.1 指标体系

基于科学性、可操作性、独立性和针对性的原则,结合已有相关研究使用频率较高的指标,构建指标体系。采用经济实力、经济结构、经济活力与经济效益4类指标反映经济子系统综合水平,环境污染与环境治理2类指标反映环境子系统综合水平(表1),以期最大限度地反映各子系统的实际状态和综合水平。其中,环境污染大类中的3项指标为负向指标,其余皆为正向指标。

表1 经济与环境子系统综合评价指标体系

Table 1 Indicators for evaluating economy and environment subsystems

子系统	指标大类	指标
经济	经济实力	GDP,工业总产值,财政收入
	经济结构	第二产业占GDP比重,第三产业占GDP比重
	经济活力	GDP增长率,工业总产值增长率,当年实际使用外资金额
	经济效益	人均GDP,地均工业总产值,人均财政收入
环境	环境污染	工业废水排放量,工业SO ₂ 排放量,工业烟(粉)尘排放量
	环境治理	污水处理厂集中处理率,生活垃圾无害化处理率

1.2 评价对象与数据来源

选取长江经济带(9省2市)中的108个地级以上城市作为评价对象^①。地级以上城市承担了区域内最主要的经济发展与环境污染比重,并且作为相对独立的地理单元,能较好地反映长江经济带的经济环境协调的空间特征。而2000年以来区

域经济快速发展、环境问题愈加凸出,选取2003年、2007年、2012年作为评价的时间节点。经济与环境数据主要来源于《中国城市统计年鉴》^[31]、《中国环境统计年鉴》^[32]及《长江年鉴》^[33],并结合地级以上城市部分年份的统计年鉴进行数据的修正与补充。

1.3 评价过程

首先,计算子系统综合水平。对数据进行标准化处理,采用主成分分析方法计算得出经济与环境子系统的综合水平 $f(x)$ 与 $g(x)$ 。其次,计算协调发展度。协调度的计算模型较多,主要采用的模型是借助物理学中的容量耦合概念及其容量耦合系数模型,推广得到多个系统的相互作用耦合度模型。本文借鉴已有相关研究中的模型^[18,19,27],模型如下:

$$D = \sqrt{[\alpha f(x) + \beta g(y)] \times \left[\frac{f(x) \times g(y)}{\{[f(x) + g(y)]/2\}^2} \right]^k} \quad (1)$$

式中, D 为协调发展度; α 、 β 为待定系数,假设经济与环境同等重要,取 $\alpha = \beta = 0.5$; k 为调节系数, $k \geq 2$,取 $k=2$ 。

再者,划分协调发展类型。为了更直观的分析经济带经济与环境协调发展程度的空间差异性,依据协调发展度对城市协调发展类型进行划分,根据均匀分布函数法拟定协调发展的类型及划分标准。结合本文分析结果,协调发展度值皆位于0~0.8之间,为了更具针对性与可比性,在此区间内划分为4种类型。依据协调发展度区间 $[0, 0.2]$ 、 $(0.2, 0.4]$ 、 $(0.4, 0.6]$ 与 $(0.6, 0.8]$,依次划分为高度失调型、低度失调型、低度协调型与高度协调型。

2 长江经济带经济-环境协调发展格局演变

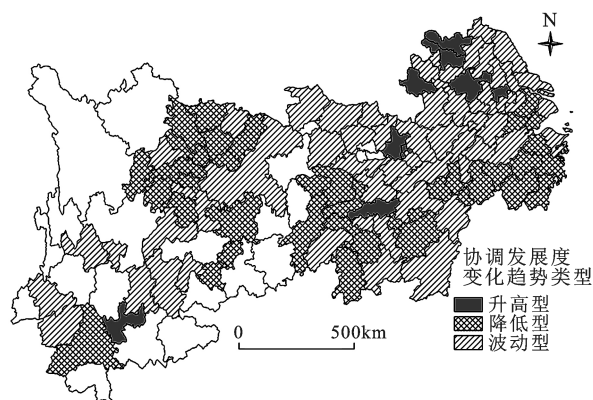
2.1 协调发展度整体格局与发展趋势

长江经济带经济环境协调发展度空间格局极不均衡,3个研究年份中协调发展度最高值为苏州(2003年)0.795,最低值为0。2003年,协调发展度最高值为0.795(苏州),最低值为0(重庆、宿州);2007年,最高值为0.763(无锡),最低值为0(重庆、巴中);2012年,最高值为0.771(无锡),最低值为0(重庆、张家界)。其中重庆由于环境综合水平一直处于极低水平,导致协调发展度表现为极低的

① 地级以上城市包含地级市、省会城市与直辖市,以2012年行政区划为依据;另为使评价对象前后一致,本文研究对象未包括贵州省毕节市、铜仁市(皆于2011年设立地级市)。长江经济带包含地级以上行政区(包括自治州等)近130个,选取108个城市亦考虑到数据的可获性。

情况。经济带平均协调发展度值分别为0.420、0.380和0.379(2003、2007和2012年,下同),处于低度协调型与低度失调型阶段。

依据3个研究时间点协调发展度持续上升、下降、先上升后下降或先下降后上升依次划分为升高型、降低型及波动型地区,分别包含9、39及60个城市,近半数城市处于协调发展波动趋势(图1)。升高型反映研究时期内经济环境协调程度向积极方向稳定发展,而降低型地区与前者相反,波动型地区反映经济发展与环境排放及治理的调整与磨合状态。升高型主要集中在苏北、皖北等少数城市,以及武汉、长沙等地;降低型主要集中在浙南、赣南、湘西、黔西、四川等地,该类型城市组团分布现象明显,大部分分布于相对偏远的丘陵山区。



空白区域为非研究区域,下同此

图1 长江经济带经济环境协调发展度变化趋势

Fig.1 Change trend of economy-environment coordinated development degree of the Changjiang River Economic Belt (CREB)

2.2 协调发展度地区差异

2.2.1 东中西三大地区差异

东部地区(上海、江苏、浙江)明显大于中部

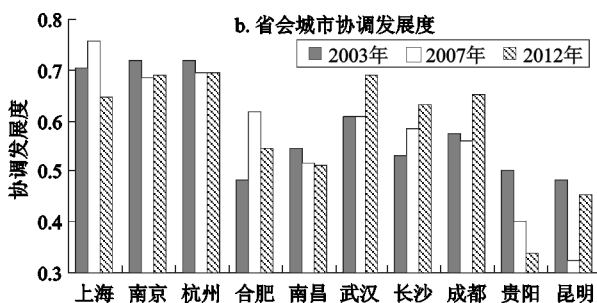
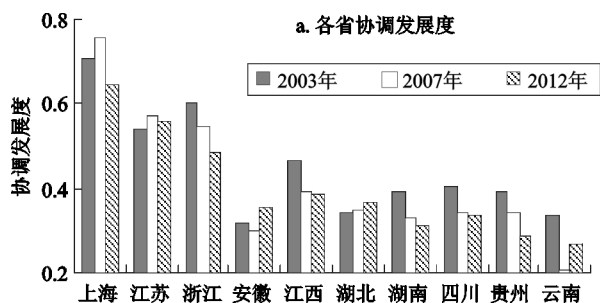
(安徽、江西、湖北、湖南)与西部地区(重庆、四川、云南、贵州),东、中、西部地区3个研究年份协调发展度分别为(0.57, 0.57, 0.53)、(0.37, 0.34, 0.35)、(0.37, 0.30, 0.30);从变化趋势来看,东部地区下降趋势明显,而中西部地区在2007年后呈现上升趋势,中部地区尤为显著。可知,中部地区在经济发展上取得了相对突出的成果,并且在经济发展与环境保护治理的平衡中朝着更为积极的方向发展。

2.2.2 各省及省会城市地区差异

各省(市)协调发展度最高的为上海市,最低的是为重庆市(图2a)。其中上海处于高度协调阶段,江苏、浙江以及江西部分年份处于低度协调阶段,其他地区处于低度失调阶段。协调发展度变化趋势上看,江苏、湖北呈上升趋势,浙江、江西、湖南、四川、贵州呈下降趋势,其他省份呈波动趋势。省会城市中,协调发展度较高的有上海、南京与杭州,较低的有贵阳、昆明与重庆(图2b)。协调发展度较高的4个城市与合肥、武汉、长沙、成都的部分年份协调发展度处于高协调阶段。

2.2.3 沿江城市差异

经济带沿江城市(滨江城市)一共有32个,3个年份沿江地区协调发展度平均值为0.474、0.463和0.464,非沿江地区为0.408、0.356和0.354,可知沿江地区协调发展度较非沿江地区高,且呈现差距扩大的态势;沿江地区平均处于经济环境低度协调阶段,非沿江地区则处于低度失调阶段。而在沿江地区内部(图3),协调发展度较高的有无锡、上海、苏州等,较低的为重庆、昭通、丽江、荆州等城市。平均协调发展度下游城市(上海、安庆等14个城市)为0.586、0.592和0.572,中游城市(九江、宜昌等9个城市)为0.388、0.404和0.397,而上游城市(重庆、丽江等9个城市)为0.334、0.270和0.311,



各省协调发展度依据城市协调发展度平均值计算;重庆协调发展度为0,图中未表现

图2 各省及省会城市协调发展度

Fig.2 Coordinated development degree of provinces and provincial capital cities in CREB

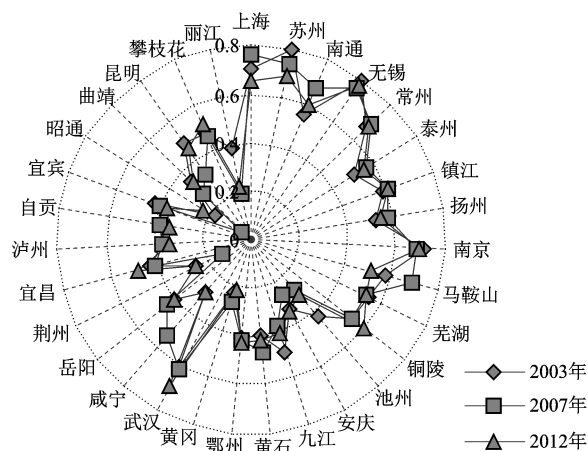


图3 沿江城市协调发展度

Fig.3 Coordinated development degree of cities along the Changjiang River

下游城市总体高于上游城市,与东中西部的对比结果相似且差距更大。下游城市总体处于协调发展度的高位,且城市之间差距相对较小;而中上游地区总体处于协调发展度的低位,城市之间差距显著,且同一城市不同年份之间协调发展度波动亦较大(如咸宁、丽江等),同样说明生态环境相对更为敏感的长江中上游地区经济发展水平与环境污染治理的协调处于震荡与磨合期。

2.3 长江经济带协调发展类型的时空格局

将长江经济带108个地市划分为高度协调型、低度协调型、低度失调型与高度失调型,3个年份中此4个类型的城市个数分别为(11、46、43与8)、(14、32、47与15)和(12、33、51与12)(图4)。

高度协调型城市主要分布在长三角地区(传统长三角16城市)与少数中西部省会城市(武汉、长沙与成都),呈现中西部省会城市逐步向高度协调型转变的趋势。而长三角内部该类型城市主要集中在上海、苏南与浙北等长三角地区的核心区

域,分布形态由“Z”字型演变为“只”字型,反映该区域城市经济环境高度协调格局的逐步萎缩,并且可以与长三角经济增长优势的相对减弱和生态环境保护治理的压力增大相联系。

低度协调型城市分布广泛,主要集中在长三角边缘及外围地区、中西部部分省会城市(成都、长沙、南昌等)及其外围地区等。该类型城市随时间变化显著减少,减少的地区主要集中在四川与江西,该地区近十年来取得经济发展的同时付出了更大环境污染代价,而江西、四川正是承接长三角重污染产业转移的主要地区。部分城市在时间段内保持着类型稳定态势,主要集中在浙南、江苏中东部、长株潭以及其他个别城市(宜昌、攀枝花等),前2个地区受到长三角地区经济的辐射带动作用,虽然面临着巨大的环境压力,但是在经济与环境上表现出了相对较好的平衡;而长株潭地区作为中国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区,在经济建设与资源环境建设上表现出了较好的协调性。

低度失调型城市同低度协调型一样分布广泛,时间上该类型数量上呈增加趋势,增加的部分主要来源于低度协调型地区。该类型地区主要集中在江西、湖北、四川、苏北、皖西、湘西地区以及贵阳至普洱一带。结合前文协调发展度变化趋势(图1)及低度协调型城市的分布格局可知,2003~2012年间江西(大部)、四川(成都周边近10市)及浙南(丽水、衢州)等地区为低度失调型城市增加的主要地区。

高度失调型城市相对较少,主要分布在重庆、皖北、滇西南、湖北中部等地区,数量上先上升后下降。重庆与皖北地区是该类型的重要分布区域,经济发展与环境污染出现了严重的不协调,特别是重庆市单位经济增长的污染排放为经济带最高,环境问题突出。另外值得注意的是滇西南地区

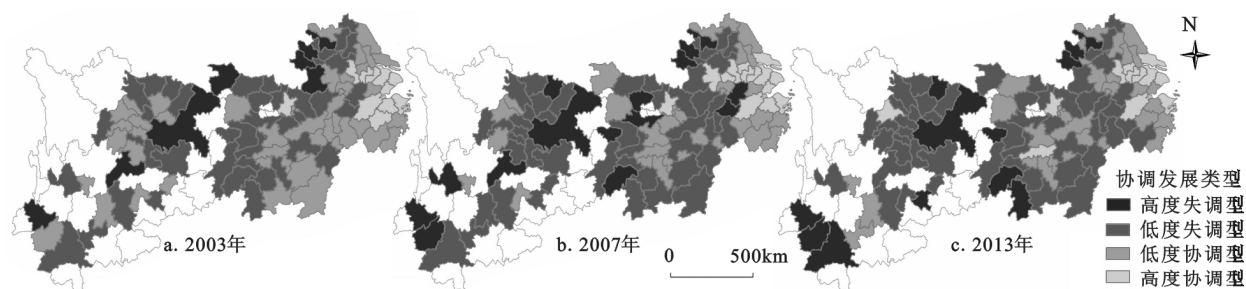


图4 长江经济带经济环境协调发展类型

Fig.4 Coordinated development types of cities in CREB

该类型城市逐步增多(保山、临沧与普洱),一定程度上说明该地区经济发展的环境代价相对更为突出或者为了保护生态环境过度牺牲了经济发展。

3 长江经济带经济发展、环境污染和环境质量格局与态势

基于前文对长江经济带经济与环境子系统的评估、经济与环境协调发展度的评估,对经济带经济发展、环境污染与环境质量的格局、关系及态势展开分析。

3.1 经济发展格局与态势

依据经济子系统综合水平值对3个典型年份的城市进行排序。3 a平均序位前10位分别为上海、苏州、无锡、宁波、杭州、南京、常州、嘉兴、武汉与镇江,重庆与成都在2012年进入前10位,总的来看长三角核心城市依然是经济带经济增长“龙头”,且中上游省会城市经济潜力较大且呈现快速崛起的态势。另外,通过3个年份序位变化,梳理出“上升型”、“下降型”两类城市,襄阳等17个城市呈现明显的经济地位提升,临沧等20个城市反之(表2,仅列举典型)。序位上升型城市主要分布在苏北、安徽、重庆、鄂西(襄阳、宜昌)、湘中(长沙、湘潭)以及攀枝花等传统工业城市及承接长三角产业转移地区;序位下降型城市主要分布在长三角边缘地区(温州、湖州、嘉兴、绍兴等)、四川部分地区(南充、眉山、广安、遂宁等)、以及西南部分地市。经济带城市经济发展不仅注重传统的“GDP”,也应注重经济发展的活力与效益;在进一步推进传统核心经济城市发展、传统工业城市升级的同时,积极培育经济带新的经济增长极,特别是中西部地区与沿江地区。

3.2 环境污染格局

通过工业污染排放来反映经济带环境污染特

表2 长江经济带城市经济发展水平序位变化

Table 2 Change of economic development level rank of cities in CREB

城市	上升型			城市	下降型		
	2003年	2012年	升幅		2003年	2012年	降幅
襄阳	89	34	55	临沧	43	106	63
玉溪	81	42	39	南充	41	82	41
蚌埠	95	65	30	张家界	68	108	40
滁州	100	70	30	眉山	40	78	38
淮安	61	32	29	广安	48	85	37
安庆	87	60	27	吉安	39	74	35
宜昌	50	26	24	丽水	32	64	32
鄂州	53	33	20	台州	13	43	30
重庆	22	4	18	贵阳	31	59	28
徐州	38	21	17	金华	10	37	27

征,选取经济带108个地市2003~2012年工业废水、工业SO₂与工业烟尘的排放总量。3项排放总体格局较为近似,呈长三角、以武汉为核心的中部地区、重庆为核心的西部地区的集中格局。工业废水排放以重庆、苏州、杭州为最多,其次是沪宁沿线、绍兴、武汉,再次是其他长三角地市、苏北的徐州与盐城、湖北西部的宜昌与襄阳、湖南西北部的常德等地市、四川成都与宜宾(图5a)。工业SO₂排放呈现3大集中地带,首先是长三角“Z”字形地带(南京-上海-杭州-宁波),其中以苏州、上海、宁波为最甚;其次是西南带,重庆-贵阳-六盘水-昆明-攀枝花-成都;再者是中部带,武汉-黄石-九江-宜春-株洲。工业SO₂排放次之的地区广泛分布于长三角其他城市及湘赣、鄂中大部分城市(图5b)。工业烟尘排放较多的地市中,东部为上海、杭州、南京、南通、徐州等,中西部未呈现集中连片的地带,中部包括武汉、郴州、娄底,西部包括重庆、成都、乐山、六盘水与曲靖等地市(图5c)。结

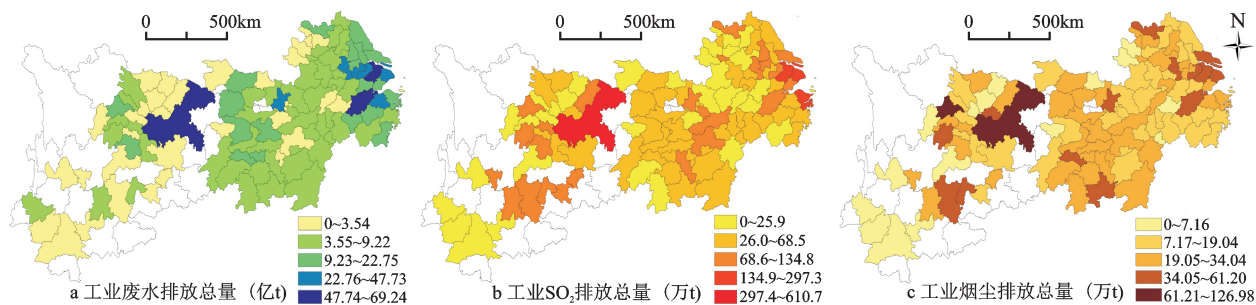


图5 长江经济带工业污染排放格局

Fig.5 Industrial pollution emissions patterns of cities in CREB

合上文可知,重庆、苏北、皖北、鄂中、湘西南等地亦多处于失调型状态,因此这些地区在承接产业与发展经济的同时应严格控制工业污染排放。

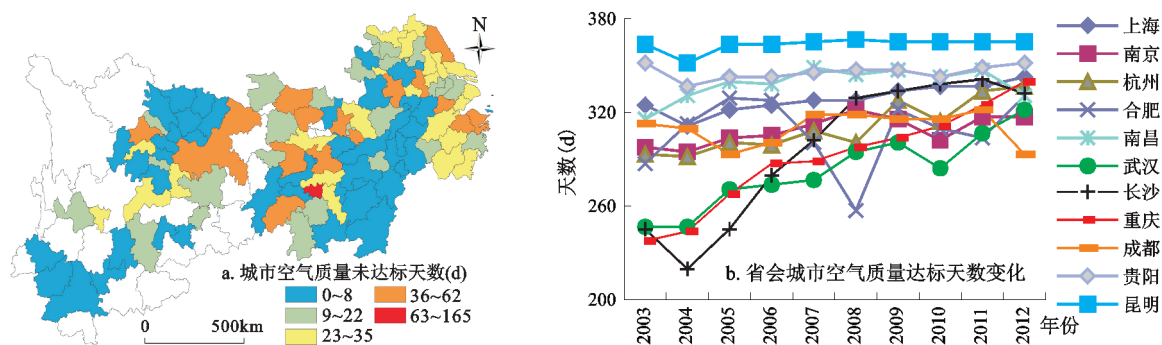
3.3 城市空气质量格局与态势

城市空气质量格局中(图6a),湘潭相对最差,其次较差的包括长三角边缘地市(南京、湖州、绍兴与宁波)及外围地市(合肥与盐城),中部的武汉及湖北中部、岳阳及常德等,西部的成都与重庆。再次者,广泛分布于长三角地区、攀枝花-昭通-泸州西南沿江地区、长株潭地区以及湖北沿江地区。而省会城市的城市空气质量变化见图6b,2003~2012年平均空气质量达标天数分别为昆明(363)、贵阳(346)、南昌(338)、上海(329)、杭州(310)、成都(310)、南京(309)、合肥(308)、长沙(296)、重庆(290)与武汉(282)。可知武汉、重庆、长沙等中西部省会城市空

气质量较差,而长江南岸的经济带二级轴线沿线省会城市(上海-杭州-南昌-贵阳-昆明)的空气质量相对较好;且经济带省会城市空气质量总体趋好。结合上文可知,城市空气质量与城市经济发展水平并不存在明显的相关性,城市空气质量受到地形、气候等多方面的因素影响,但是总体上与工业SO₂排放、工业烟尘排放在空间格局上较为吻合。

3.4 长江水环境质量格局与态势

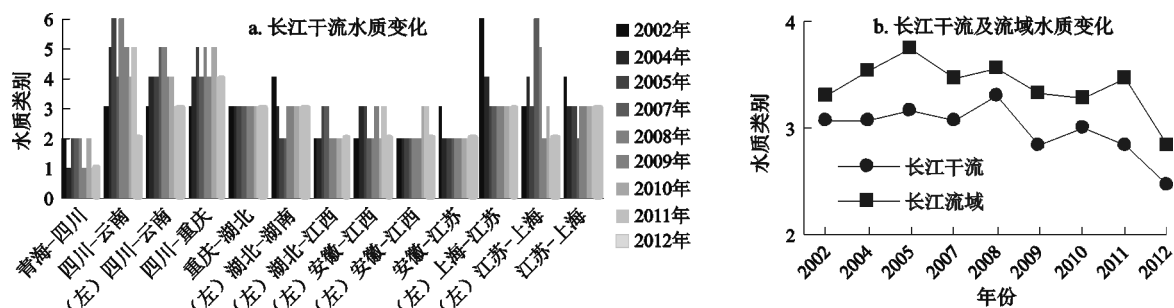
长江经济带是以长江为纽带的经济带,长江水环境是经济带较为敏感的环境问题。长江干流断面上,上游(川滇渝)与下游(苏沪)水质较差,中游水质较好(鄂赣皖);时间上,上游与下游水质波动更大,中游波动相对较小(图7a);长江干流32个断面水质中(2012年),水质最差为朱沱(四川-重庆),最好为直门达(青海-四川)。另外由图7b可



①城市空气质量达标标准为API<100(二级及以上);②a图数据为2011年;③数据源于《中国城市统计年鉴》^[31]与《中国环境统计年鉴》^[32]

图6 长江经济带主要城市空气质量格局及省会城市空气质量达标天数

Fig.6 Air quality patterns of main cities and days with standard air quality of provincial capital cities in CREB



①图中1-6分别代表I, II, III, IV, V,劣V类水质;②长江干流断面一共选取13处,皆为交界省市的断面,水质监测断面名称依次为直门达、江边乡渡口、新市镇、朱沱、巴东官渡口、螺山、武穴闸、湖口江心洲、马垱、马鞍山、白茆口、启东港与浏河;③长江流域水质断面一共选取60个(各年份监测断面数不同,选取大部分年份共同监测的断面),皆取平均值;④数据源于《长江年鉴》^[33]整理;左图横坐标交界省市中“左”代表交界省市左侧,未标注为右侧

图7 长江干流断面水质格局及流域水质变化

Fig.7 Water quality pattern and change of the Changjiang River Basin

知,2002~2012年,长江流域及长江干流水质整体呈先恶化再好转的趋势。长江水质受到诸多因素的影响,但是工业废水污染不可忽视,由图5a可知,重庆、苏南-上海两个地区是工业废水排放总量最多的地区,而长江川渝段、苏沪段水质亦是相对较差的水域,一定程度上反映长江沿江地区工业废水排放对长江水质的影响。另外虽然长江水质近年来表现为略微转好的趋势,但是工业废水排放的环境影响依然是长江经济带经济可持续发展面临的重要问题。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文主要结论如下:① 长江经济带经济环境平均协调发展度分别为0.420(2003年)、0.380(2007年)、0.379(2012年),处于低度协调型与低度失调型阶段。协调发展度东部地区明显高于中西部地区,然而东部地区下降趋势明显,中部地区呈现上升态势;沿江地区较非沿江地区高,且呈差距扩大趋势。② 协调发展度整体格局上,高度协调型主要分布在长三角地区及少数中西部省会城市;低度协调型分布广泛,集中于长三角边缘及外围地区、中西部部分省会城市及其外围地区等;低度失调型主要集中在江西、湖北、四川、苏北、皖西、湘西地区以及贵阳至普洱一带;高度失调型相对较少,主要分布在重庆、皖北、滇西南、湖北中部等地区。值得注意的是江西、四川2省是协调型转为失调型的主要地区。③ 从经济发展格局来看,长三角核心城市依然是经济增长的重心,重庆与成都快速崛起;传统工业城市及承接长三角产业转移地区经济序位上升;长三角边缘地区、四川部分地区以及西南部分地市经济序位下降。④ 环境污染格局方面,工业废水排放以重庆、苏州、杭州为最多;工业SO₂排放呈现3大集中地带(长三角“Z”字形地带、西南带与中部带);工业烟尘排放较多的为成都、重庆等地。经济带地级以上城市空气质量格局中较差为长三角边缘及外围地市;而中部包括武汉及湖北中部,岳阳及常德等;西部主要为成都与重庆。城市空气质量总体上与工业SO₂排放、工业烟尘排在空间格局上较为吻合。长江干流断面水质方面,上游(川滇渝)与下游(苏沪)水质较差,中游水质较好(鄂赣皖),一定程度上反映了长江沿江地区工业废水排放对长江水质的影响。

4.2 讨论

经济环境失调是“环境没跟上经济”还是“经济没跟上环境”,展开进一步探讨。首先,主要针对高度失调型城市,2003~2012年该类型城市主要分布在重庆、皖北、滇西南、湖北中部等地区。其中,重庆是典型的经济相对发达而环境持续落后型;宿州、保山、荆门是典型的经济发展而过度牺牲环境型,经济水平持续增高,但环境水平位序下降显著;张家界、普洱、安顺等城市环境水平持续向好,而经济水平持续降低。其次,针对39个协调发展度持续下降型城市进行讨论,26个城市表现为“经济没跟上环境”(环境水平未持续下降而经济水平持续下降),并且其中鹰潭、台州、贵阳、资阳、眉山、遂宁等6个城市环境水平持续提升而经济水平持续下降;仅苏州与遵义表现为“环境没跟上经济”。可见协调发展度明显持续下降的城市中主要表现为经济发展的乏力,应该注意到持续保持环境水平低位、污染水平高位情况下的经济乏力现象,如常德,城市空气质量最差、工业废水排放处于中高水平,而经济发展乏力;另外浙江许多地市处于环境水平较低、污染水平升高,而经济水平持续下滑的态势,该地区面临着经济转型升级与环境质量改善的双重压力。

长江经济带开发的几点建议:① 树立发展与保护双重使命,创新经济带开发体制机制。长江经济带开发过程中应牢固树立经济发展与环境保护的双重使命,进一步推行基于绿色GDP的政府绩效考核体系,推进基于主体功能区制度的经济带地区差异化发展与管理体制。并在经济带综合管理机构建立、综合规划、法制建设、流域生态补偿机制探索等方面开展体制机制创新。② 推进下游城市经济转型升级,培育中上游新的经济增长极。中下游特别是浙江地区已经出现了经济增长乏力的态势,面临着经济下行的压力,下游城市经济发展亟需探索转型升级的新途径。更值得注意的是,中上游某些地区(如湖北中西部、湘中、四川等地)的城市已经表现出了较好的经济增长势头。应以城市群为依托,进一步培育中上游资源环境承载力较好、经济发展潜力较大的地区成为新的经济增长极。同时中上游城市应由“竞次”增长转变为“竞优”增长的思路,避免产业转移带来严重的污染转移。③ 落实最严格的管理制度,共建生态文明示范带。国家相继推行了最严格的水

资源管理、环境保护等一系列管理制度,并出台新的《水法》、《环保法》等法律,为新时期的经济带开发管理提供了法律保障。长江经济带不仅是一条“经济带”,更是一条“生态带”。应深入落实国家战略对经济带开发的要求,充分利用法律保障与管理制度,严格执法、创新管理,共同促进经济带经济与资源环境协调发展,建设生态文明示范带。

区域(流域)经济与环境的关系问题是新时期中国经济新常态、新型城镇化建设、生态文明建设、环境保护新高度等战略性课题的重要组成部分。虽然关于大尺度基于模型的经济环境协调度(耦合度)测算相关研究已经形成较多成果,但是基于大范围(大流域、国家战略区域)的小尺度(地市及以下行政单元)的时空格局研究较少。由于数据的制约,本文选择的长江经济带108个地级以上城市亦未能覆盖到整个11省(市),同时协调度的测算与探讨亦主要从数值规律上反映,而经济与环境系统及其各子系统内部组成要素的关系尤为复杂,且环境污染受到工业以外诸多因素的影响,可知本文只是在长江经济带大尺度上的经济环境问题做了一些初步探索,将来应在城镇化、经济发展(重点突出产业发展特别是污染密集型产业发展)的生态环境效应、环境污染与环境质量的精细化测算等方面加强进一步研究。

参考文献(References):

- [1] 樊杰,王亚飞,汤青,等.全国资源环境承载能力监测预警(2014版)学术思路与总体技术流程[J].地理科学,2015,35(1):1-10. [Fan Jie, Wang Yafei, Tang Qing et al. Academic thought and technical progress of monitoring and early-warning of the national resources and environment carrying capacity (V 2014). Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(1): 1-10.]
- [2] 张国英.区域能源、环境及经济协调发展理论与方法[D].天津:天津大学,2007.[Zhang Guoying. Harmonious development of regional energy, environment and economy. Tianjin: Tianjin University, 2007.]
- [3] 韩瑞玲,佟连军,佟伟铭,等.经济与环境发展关系研究进展与述评[J].中国人口资源与环境,2012,22(2):119-124. [Han Ruiling, Tong Lianjun, Tong Weiming et al. Research advances and reviews of relationship between economic and environmental development. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(2): 119-124.]
- [4] Rueff Henri, Inam-ur-Rahim, Kohler Thomas et al. Can the green economy enhance sustainable mountain development? The potential role of awareness building[J]. Environmental Science & Policy, 2015, (49): 85-94.
- [5] Yi Hongtao, Liu Yuan. Green economy in China: Regional variations and policy drivers [J]. Global Environmental Change, 2015,(31): 11-19.
- [6] Josephine K Musango, Alan C Brent, Andrea M Bassi. Modeling the transition towards a green economy in South Africa [J]. Technological Forecasting & Social Change, 2014, (87): 257-273.
- [7] Wang Qingsong, Yuan Xueliang, Cheng Xingxing. Coordinated development of energy, economy and environment subsystems—A case study [J]. Ecological Indicators, 2014, (46): 514-523.
- [8] Carla Oliveira, Carlos Henggeler Antunes. A multi-objective multi-sectoral economy-energy-environment model: Application to Portugal [J]. Energy, 2011, (36): 2856-2866.
- [9] Jun Dong, Yong Chi, Daoan Zou et al. Energy-environment-economy assessment of waste management systems from a life cycle perspective: Model development and case study [J]. Applied Energy, 2014, (114): 400-408.
- [10] Han Shengjuan, Zhu Jingping. Research on the Dynamic Relationship of the Energy-Economy-Environment (3E) System—Based on an Empirical Analysis of China [J]. Energy Procedia, 2012,(5): 2397-2404.
- [11] Tao Ma, Mingqi Chen, Chunju Wang et al. Study on the environment-resource-economy comprehensive efficiency evaluation of the biohydrogen production technology [J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2013, (38): 13062-13068.
- [12] Feifei Tan, Zhao Hua Lu. Study on the interaction and relation of society, economy and environment based on PCA-VAR model: As a case study of the Bohai Rim region, China [J]. Ecological Indicators, 2015, (48): 31-40.
- [13] Simone Bastianoni, Luca Coscieme, Federico M Pulselli. The input-state-output model and related indicators to investigate the relationships among environment, society and economy [J]. Ecological Indicators, 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecol-model.2014.10.015>.
- [14] Olivia Bina, Sofia Guedes Vaz. Humans, environment and economies: From vicious relationships to virtuous responsibility [J]. Ecological Economics, 2011, (72): 170-178.
- [15] Zhang Pingyu, Su Fei, Li He. Coordination Degree of Urban Population, Economy, Space, and Environment in Shenyang Since 1990 [J]. Chin Popu Res Envi, 2008, 18(2): 115-119.
- [16] Eric Kemp-Benedict. The inverted pyramid: A neo-Ricardian view on the economy-environment relationship[J]. Ecological Economics, 2014,(107): 230-241.
- [17] 贺晟晨,王远,高倩,等.城市经济环境协调发展系统动力学模拟[J].长江流域资源与环境,2009,18(8):698-703. [He Shengchen, Wang Yuan, Gao Qian et al. System dynamics simulation for the coordinated development of urban economy and environment. Resources and Environment in the Changjiang Basin, 2009, 18(8): 698-703.]
- [18] 吴文恒,牛叔文,郭晓东,等.中国人口与资源环境耦合的演

- 进分析[J]. 自然资源学报, 2006, 21(6): 853-861. [Wu Wenheng, Niu Shuwen, Guo Xiaodong et al. Evolutional analysis of coupling between population and resource-environment in China. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(6): 853-861.]
- [19] 廖重斌. 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[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171-177. [Liao Zhongbin. Quantitative judgment and classification system for coordinated development of environment and economy—A case study of the City Group in the Pearl River Delta. *Tropical Geography*, 1999, 19(2): 171-177.]
- [20] 王辉, 郭玲玲, 宋丽. 辽宁省14市经济与环境协调度定量研究[J]. 地理科学进展, 2010, 29(4): 463-470. [Wang Hui, Guo Lingling, Song Li. A quantitative study on the coordination degree between economy and environment in Liaoning Province. *Progress in Geography*, 2010, 29(4): 463-470.]
- [21] 史亚琪, 朱晓东, 孙翔, 等. 区域经济-环境复合生态系统协调发展动态评价——以连云港为例[J]. 生态学报, 2010, 30(15): 4119-4128. [Shi Yaqi, Zhu Xiaodong, Sun Xiang et al. A dynamic assessment for the coordination between economic development and the environment: a case study of Lianyungang, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15): 4119-4128.]
- [22] 李明升, 李治, 佟连军. 经济-环境协调发展的演变及其地区差异分析[J]. 经济地理, 2009, 29(10): 1634-1639. [Li Mingsheng, Li Zhi, Tong Lianjun. Economic-environment harmony degree evolvement and its regional difference. *Economic Geography*, 2009, 29(10): 1634-1639.]
- [23] 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[J]. 地理研究, 2001, 20(4): 506-515. [Zhang Xiaodong, Chi Tianhe. Differentiating and analysis of the coordination degree between economic development and environment of provinces (regions) in China. *Geographical Research*, 2001, 20(4): 506-515.]
- [24] 盛虎, 刘慧, 王翠榆, 等. 滇池流域社会经济环境系统优化与情景分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2012, 48(4): 647-656. [Sheng Hu, Liu Hui, Wang Cuiyu et al. Systematic Optimization and Scenario Analysis of Social Economy and Environment in Dianchi Watershed. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2012, 48(4): 647-656.]
- [25] 佟伟铭. 吉林省经济-环境系统的稳定性研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2012. [Tong Weiming. The study of stability of economical and environmental system of Jilin Province. Changchun: Northeast Normal University, 2012.]
- [26] 马腾飞. 河北省经济发展与环境质量关系实证分析研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2013. [Ma Tengfei. The study on relationship of Hebei Province between economic development and environmental quality. Qinhuangdao: Yanshan University, 2013.]
- [27] 马丽, 金凤君, 刘毅. 中国经济与环境污染耦合度格局及工业结构解析[J]. 地理学报, 2012, 67(10): 1299-1307. [Ma Li, Jin Feijun, Liu Yi. Spatial pattern and industrial sector structure analysis on the coupling and coordinating degree of regional economic development and environmental pollution in China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(10): 1299-1307.]
- [28] 陆大道. 建设经济带是经济发展布局的最佳选择——长江经济带经济发展的巨大潜力[J]. 地理科学, 2014, 34(7): 769-772. [Lu Dadao. Economic belt construction is the best choice of economic development layout: the enormous potential for the Changjiang River Economic Belt. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(7): 769-772.]
- [29] 虞孝感. 长江产业带的建设与发展研究[M]. 北京: 科学出版社, 1997. [Yu Xiaogan. Study on the construction and development of the Changjiang River Industrial Belt. Beijing: Science Press, 1997.]
- [30] 虞孝感, 张维阳. 沿江开发成就卓著 环境保护任重道远——热烈祝贺“长江流域资源与环境”创刊二十周年[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(7): 781-785. [Yu Xiaogan, Zhang Weiyang. Outstanding the achievements of development along the Changjiang River, environmental protection has a long way to go. *Resources and Environment in the Changjiang Basin*, 2012, 21(7): 781-785.]
- [31] 国家统计局城市社会经济调查总队. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003-2013. [Urban Socio-economic Survey Team of National Bureau of Statistics. *China City Statistical Yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2003-2013.]
- [32] 国家统计局, 环境保护部. 中国环境统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003-2013. [National Bureau of Statistics, Ministry of Environmental Protection. *China Statistical Yearbook on Environment*. Beijing: China Statistics Press, 2003-2013.]
- [33] 长江年鉴编撰委员会. 长江年鉴[M]. 武汉: 长江年鉴社, 2003-2013. [Compilation Committee of Changjiang River yearbook. *Changjiang River Yearbook*. Wuhan: The Changjiang River Yearbook Press, 2003-2013.]

Pattern Evolution of Economy-environment Coordinated Development in the Changjiang River Economic Belt

Zou Hui^{1,2}, Duan Xuejun^{1,3}

(1. *Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*; 3. *Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China*)

Abstract: Resources and environment are material conditions of economic development and foundation of human survival, which can promote economy development, both hinder economy development sometimes. In the long-term practice and study, people gradually realize the importance of coordinated development relationship between economy and environment. In recent years, the Changjiang River Economic Belt (CREB) becomes national development strategy, which ought to take task of driving economic development and shoulder responsibility of ecological environment protection. In this article, we firstly evaluate space and time patterns of economic-environmental coordinated development in CREB, and then analyze industrial pollution emissions and environmental quality situation of CREB. Results show below. Economic-environmental coordinated development degree reveals spatial differences that degree of the eastern CREB is bigger than central and eastern regions, and regions along the Changjiang River is higher than other regions. Regions with high coordinated development degree are mainly located in the Changjiang River Delta and parts in the capital cities of central and eastern CREB. Otherwise, regions with low coordinated development degree mainly are located in Chongqing, central Hubei Province, the northern Anhui Province and the southwestern Yunnan Province. Industrial wastewater discharges mostly in Chongqing, Suzhou and Hangzhou. Cities with coordinated development degree declined mainly are located in Jiangxi Province and Sichuan Province. Economic status of cities in the core of Changjiang River Delta is still prominent, but that of peripheral cities in the Changjiang River Delta is in a downward trend; and economy level rank of some cities in the central and western CREB rises significantly. Chongqing, Suzhou and Hangzhou are the regions which discharge industrial wastewater emissions mostly. Regions with most industrial SO₂ emissions reveal three concentrated areas where are “Z” glyph area in the Changjiang River Delta, southwest area and central area. Shanghai, Hangzhou, Nanjing, Nantong, Xuzhou discharge industrial fumes emissions mostly. Cities with poor air quality are located in peripheral Changjiang River Delta and central and eastern CREB along the Changjiang River. Section water quality of Changjiang River upstream and downstream is poorer; nevertheless that in middle is better. Three suggestions put forward for CREB development: 1) To shoulder the dual responsibility of economic development and environmental protection and innovate system and mechanism of CREB development (e.g. green GDP). 2) To promote downstream urban economic transformation and upgrading and foster new economic growth poles in the upstream and midstream of the Changjiang River. At the same time, cities in the upstream and midstream should transfer concept of economic development from “race to bottom” to “race to up” and avoid serious pollution transfer in the industry transfer process. 3) To implement the most strict management and legal system and build demonstration belt of ecological civilization.

Key words: the Changjiang River Economic Belt; economic development; environmental pollution; economic-environmental coordinated development