

中部地区低碳竞争力的省际比较研究*

刘传江, 黄桂然

(武汉大学经济发展研究中心/人口·资源·环境经济研究中心, 湖北 武汉 430072)

摘要: 本文以低碳竞争力为目标层, 以低碳约束因素竞争力、低碳驱动因素竞争力和低碳调控因素竞争力为准则层从经济、社会、环境、资源和效率等子准则层选取了 27 个指标构建了低碳竞争力评价指标体系, 并在此基础上运用层次分析法和主成分分析法分析了 1995-2009 年中部六省的低碳竞争力。结果表明: 1995-2009 年间六省的低碳竞争力排名变动较大, 低碳竞争力综合指数都有了较大提高。低碳约束因素竞争力指数排名相对稳定且呈现出明显的阶段性, 低碳驱动因素竞争力虽然各省都有了较大幅度的提高, 但增加的幅度有限, 而调控因素竞争力各省间横向和纵向比较差距都较大。

关键词: 中部六省; 低碳竞争力; 指标体系

中图分类号: F206

文献标识码: A

一、引言

气候变化是人类面临的共同挑战, 近百年来气候变化已经引起了各种极端天气的发生, 给人类尤其是对资源和环境依赖性较强的发展中国家带来了不可估量的灾难^[1]。斯特恩报告指出, 如果没有采取有效的措施到 2035 年温室气体浓度将变成工业革命前的 2 倍, 全球气温将平均上升 2°C, 并将给经济和社会带来严重的后果^[2]。为此, 各国纷纷采取了一系列的措施应对气候变化, 如日本的低碳社会建设和欧洲的新能源政策等。低碳化发展是当前和未来应对气候变化的客观需要, 也是推进可持续发展的必要要求。对发达国家而言, 低碳发展是其履行《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》的途径, 而对发展中国家而言, 低碳发展是保障能源安全、应对资源和环境约束、促进节能减排目标实现的内在要求, 也是应对气候变化的重要举措。随着区域经济一体化进程的日益深化和中部崛起战略的实施, 中部地区已成为产业转移的重要承接地, 经济增长速度较快, 2010 年六省的 GDP 增长率均高于全国平均水平, 但同时六省的城市化率(以城镇人口占总人口的比重计算)均低于全国平均水平的 49.85%, 根据世界城市化发展进程的 S 曲线分析, 中部六省正处于城市化的快速发

*基金项目: 本文系教育部人文社科重点基地重大项目“中部地区低碳产业发展与两型社会建设研究”(批准号: 11JJD790031)的研究成果。

展阶段，将会带来对能源的巨大需求而导致碳排放的大量增长。因此，研究中六省城市化进程中的低碳竞争力的现状，并给予相应的政策建议对其实现崛起和完成国家的减排目标将会具有一定的意义。

在全球大力提倡低碳经济的时代背景下，保持和提高低碳竞争力至关重要^[3]，国家和区域的竞争已不再是传统劳动力的竞争，而是低碳生产率的竞争，低碳竞争力将成为衡量国家和区域竞争力的新的重要指标^[4]。近年来对低碳经济指标体系的研究已有较多成果，如庄贵阳、付加锋等人构建的低碳经济发展水平指标体系^[5-6]；付允、刘竹等构建的低碳城市评价指标体系^[7-8]。但是从竞争力的角度进行的研究见之不多，目前见到的相关成果分为三个层面。一是从区域层面研究低碳竞争力，徐建中从低碳创新系统、低碳生产系统、低碳管理系统、低碳支撑系统和低碳文化系统构建了区域低碳竞争力系统，分析了区域低碳竞争力系统功能^[4]；中国人民大学气候变化与低碳经济研究所从低碳效率、低碳引导和低碳社会三个方面建立了低碳竞争力评价指标体系并利用该模型对全国 31 个地区进行了比较分析^[9]；澳大利亚气候研究机构（The Climate Institute）与英国第三代环境主义组织（The Climate Institute E3G）联合发布的报告《20 国集团低碳竞争力》中对低碳竞争力进行了界定，同时选取了 19 个指标构建了低碳竞争力的评价指标体系，全面比较和分析了 20 国集团的低碳竞争力情况^[10]。二是从城市层面研究低碳竞争力，通过构建城市低碳竞争力指标体系运用灰色理论或灰理想关联分析评价模型分析城市的竞争力现状或进行横向比较。如诸大建、陈静等分别从低碳环境竞争力、低碳生产竞争力和低碳社会竞争力三方面以及低碳环境支撑能力、低碳经济增长能力和低碳社会发展能力选取指标构建了城市低碳竞争力评价指标体系并在此基础上利用灰色理论对上海、北京、天津等城市进行了实证研究^[11-12]；三是从产业层面分析和比较低碳竞争力，“后哥本哈根时代”产业的竞争将处处体现低碳和低碳经济的竞争，产业竞争力结构将处处体现“碳结构”的竞争^[13]。崔健运用国际比较的方法，从实现削减碳排放目标的能力、与环境 and 能源相关的创新能力、低碳产品的市场竞争力三个方面对日本产业部门的低碳竞争力进行了辨析^[3]。但从竞争力的角度以中部地区为研究对象的文献还未见到。

二、低碳竞争力评价指标体系及评价方法

（一）指标体系的构建

本文采用澳大利亚气候研究机构和英国第三代环境主义组织对低碳竞争力的界定，即

一国或地区在碳约束的情况下为其国民创造物质财富的能力,也就是说既要减少温室气体排放又要保持经济平稳发展。核心在于实现经济增长与碳排放的脱钩,在经济增长的同时碳排放量越少,低碳竞争力越强。通常影响碳排放的因素可以分为驱动因素和约束因素,驱动因素如经济增长和能源消耗等,根据环境 EKC 假说,在碳排放的拐点之前随着经济的不断增长碳排放量也不断增加,同时能源消耗和碳排放也被证明具有正相关关系。约束因素如产业结构和能源结构的优化,产业结构高度化和合理化将会在相同的产出下实现较低的碳排放,而能源结构的优化可以直接减少碳排放。除了这两种因素之外一种因素如能效和碳汇等,这类因素对碳排放或吸收有重大影响,通过调控可以减少碳排放,这类因素可被称为调控因素^[14]。

因此,根据脱钩理论和联合国环境开发署的气候竞争力指标^[15],本文从低碳驱动因素竞争力、低碳约束因素竞争力和低碳调控因素竞争力三个准则层构建指标体系,各子准则层包括低碳产出、低碳消费、低碳资源、低碳效率和低碳社会等方面,评价层共选取 27 项指标(见表 1)。这一指标体系与其他低碳指标体系的不同之处在于把与低碳相关的各种指标如经济、社会、环境等方面从影响碳排放的因素的角度进行划分准则层,分为低碳驱动因素、约束因素和调控因素,然后各因素再从社会、经济、资源等方面选择一定的指标。同时考虑到人口老龄化和国际贸易对碳排放的影响,增加了 65 岁人口及以上人口比重和出口货物总额两个指标。这一指标体系可以较直观的分析 and 比较区域间各准则层的指数高低,从而为区域实现碳减排和脱钩提供思路。但从竞争力角度以中部六省为研究对象的文献还未见到。

(二) 评价方法

本文采用多元统计分析方法中的主成分分析和层次分析法来综合确定低碳竞争力的总体状况和趋势。利用主成分分析法计算低碳竞争力各准则层的竞争力指数,层次分析法确定各准则层的权重指数,最后利用综合评价模型(公式 1)来确定中部六省的低碳竞争力情况。

$$\text{低碳竞争力} = \sum \{ \text{各准则层评价指数} \times \text{各准则层权数} \} \quad (\text{公式 1})$$

(三) 数据来源

本文能源消费量采用的是 1995-2010 年《中国能源统计年鉴》中终端消费量数据。使用该年鉴在计算区域碳排放数据时,能源消费数据和各种能源转换系数比较权威,其中终端能源消费量的生活消费分为城镇和农村两部分,考虑到了城乡消费差异,在工业、建筑业以及交通运输等部门没有具体划分,但这并不影响本文对六省碳排放的估算。计算碳排放时能源种类包括原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、天然气、其他石油制品和其他焦化产品等 17 种,

各种能源的碳排放系数根据（IPCC）所指定的《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》以及《2008年中国能源统计年鉴》中所提供的低位发热量和标准煤系数转换而来，碳排放计算公式也根据该指南所提供的方法。各种能源的消耗量统一折算成标准煤。能源结构中燃煤包括原煤洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他焦化产品等8种能源。各省历年人口数等其他数据来源于1995-2010年《中国统计年鉴》以及各省统计年鉴，历年GDP数据统一按1995年不变价格处理。

表1 中部六省低碳竞争力评价指标体系

目标层	准则层	子准则层	评价层
低碳竞争力指标体系	低碳驱动因素竞争力 (0.4934)	效率	1. 工业固体废物综合利用率
			2. 工业废水排放达标率
			3. 碳生产率
		社会	4. 第三产业比重
			5. 65岁及以上人口比重
			6. 城镇居民恩格尔系数
			7. 第三产业从业人员比重
	低碳约束因素竞争力 (0.3108)	产出	1. 人均碳排放
			2. 人均生活碳排放
			3. 万元GDP能耗
		资源	4. 出口货物总额
			5. 单位土地面积碳排放量
			6. 人均GDP
低碳调控因素竞争力 (0.1958)	产出	7. 人均可支配收入	
		8. 人均住宅面积	
		9. 公路里程数	
	消费资源	10. 人均用电量	
		11. 每百人私家车拥有量	
		12. 人均水泥产量	
		13. 人均生铁产量	
效率	1. 工业增加值比重		
	2. 人均能源消耗		
	3. 燃煤消耗占一次能源比重		
	4. 碳排放弹性系数		
			5. 单位能源碳排系数
			6. 能源消耗弹性系数
			7. 单位GDP排放

三、中部六省低碳竞争力的实证比较分析

(一) 中部六省低碳竞争力总体比较

根据以上公式和评价方法，得出中部六省的低碳竞争力总指数。如表 2 所示，从各省 1995-2009 年间排名分析，排名很不稳定，变动较大。1995 年前三名依次为湖南、湖北和山西，而 2009 年以河南、江西和安徽排名最高。山西省和湖北省前几年低碳竞争力水平较高，而近几年开始排名开始靠后，下降的坡度较大，而安徽省和河南省排名均有所提高，其他两省变动不大。从低碳竞争力综合指数的增长幅度来看，江西省的增长幅度最大，年均增长 1.39 个指数，其次为安徽省的 1.36 和河南省的 1.32，15 年间增幅最小的为湖南省，仅为 1.06 个指数。纵向来看各省的低碳竞争力综合指数都有了很大的提高，呈现出稳步上升的趋势，江西省率先在 2003 年突破零指数，山西省在 2004 年突破零指数。分时间段看可以分为三段，1995-2000 年各省的低碳竞争力指数均在零一下，且增长速度较慢，山西、江西、河南均以 1 个指数的幅度递增，而安徽省和湖南省还出现了短暂的下降趋势。2000-2004 年间各省的增长速度较为稳定，山西省和江西省已经突破零点，成为低碳竞争力较强的省份，而 2004-2009 年各省的增长态势更为强劲。

表 2 中部六省 1995-2009 年低碳竞争力综合指数及排名

年份	山西		安徽		江西		河南		湖北		湖南	
	得分	排名										
1995	-7.31	3	-8.82	5	-9.14	6	-7.71	4	-6.31	2	-4.57	1
1996	-6.17	3	-6.19	4	-8.18	6	-6.30	5	-5.67	2	-3.33	1
1997	-6.08	4	-7.11	6	-6.54	5	-4.34	1	-5.54	3	-4.45	2
1998	-5.96	6	-4.13	1	-5.85	5	-4.49	4	-4.40	3	-4.32	2
1999	-3.06	1	-4.04	3	-4.73	4	-5.99	6	-3.96	2	-4.95	5
2000	-3.81	3	-1.97	1	-4.21	5	-4.19	4	-3.12	2	-5.96	6
2001	0.97	1	-1.10	3	-0.07	2	-3.39	5	-1.97	4	-4.01	6
2002	-0.79	2	-1.02	4	0.78	1	-2.42	6	-0.99	3	-1.60	5
2003	1.20	2	-0.23	3	1.65	1	-0.32	5	-0.26	4	-1.86	6
2004	0.23	4	-0.24	5	1.07	2	3.19	1	0.24	3	-0.59	6
2005	3.23	4	2.88	5	3.96	2	3.85	3	1.91	6	4.03	1
2006	4.61	5	5.64	4	6.17	2	6.06	3	4.61	6	6.23	1
2007	5.96	6	7.31	2	6.99	3	6.80	5	7.69	1	6.93	4
2008	7.79	5	8.77	2	7.76	6	8.42	3	8.23	4	8.79	1
2009	9.18	6	10.25	3	10.34	2	10.83	1	9.53	5	9.66	4

(二) 中部六省低碳约束因素竞争力比较分析

如图 1 所示，中部各省 1995-2009 年的低碳约束因素竞争力指数排名相对稳定且呈现出明显的阶段性。其中安徽省前三年都的约束竞争力最小，对低碳发展的促进作用最大，湖

南省在 1999-2001 年以及 2003-2004 年的共 5 年中约束竞争力最小,这主要与该时期湖南省对低碳约束力最强的人均 GDP、钢铁和水泥的消耗量较小有关,极大地减少了碳排放。2005-2006 年中以湖北省的低碳约束因素竞争力最小,之后的三年中约束因素竞争力最小的是山西省。从增长幅度看,15 年间增幅最大的省份为安徽省,共增长了 35.64 个竞争力指数,年均增长 2.38,其次为湖北省的 35.02 个,增幅最小的省份为河南省,这主要是因为河南省的约束因素中的 GDP、人均碳排放等指标较高的原因。横向对比发现 1995 年六省的竞争力指数差距较大,最高的湖南省与最低的安徽省相差 6.51 个指数,而 2009 年各省之间的指数已无明显差别。同时各省 15 年间的约束竞争力指数都呈现出强劲的上升态势。

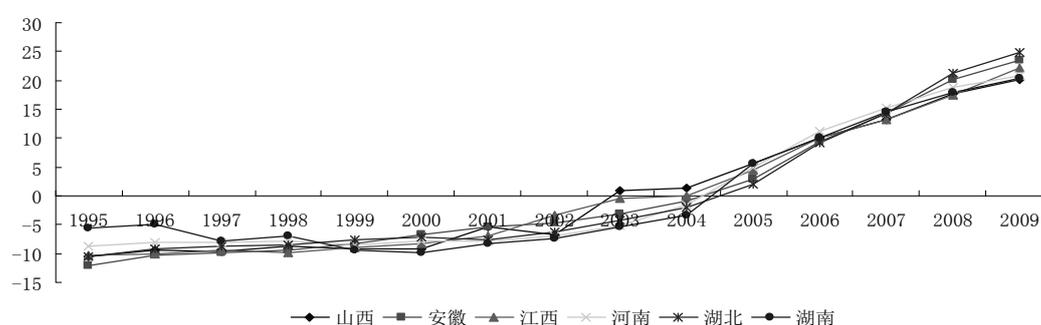


图 1 中部六省 1995-2009 年低碳约束因素竞争力指数

(三) 中部六省低碳驱动因素竞争力比较分析

1995-2009 年间各省的低碳驱动因素均呈现出不断上升的趋势(图 2),表明这一时期的碳生产率、第三产业比重等指标的增长较快,人口老龄化也在一定程度上抑制了碳排放,促进了低碳发展。其中上升幅度最大的为安徽省,年均增长 1.36 个百分点,最低的为江西省,年均仅为 1.14 个指数。15 年间各省对低碳发展驱动作用的竞争力排名相对稳定。其中山西省在 1995、1999、2000、2005 和 2009 年的驱动作用最大,较大幅度的促进了低碳发展,河南省在 1996-1999 年间的驱动作用最大,只有安徽省和湖北省分别仅在 2008 年和 2007 年排名第一。

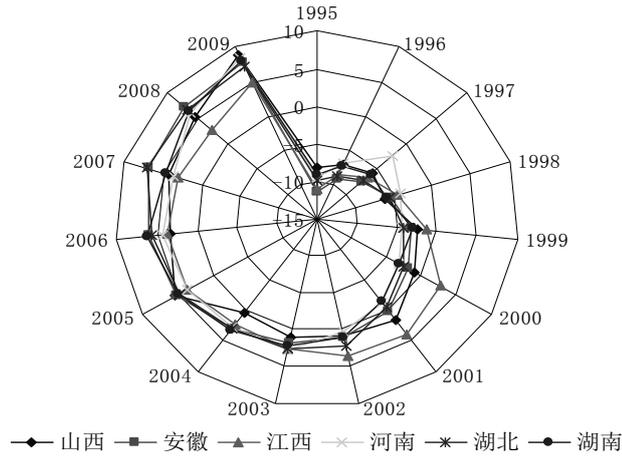


图 2 中部六省 1995-2009 年低碳驱动因素竞争力指数

(四) 中部六省低碳调控因素竞争力比较分析

调控因素竞争力指数各省间不论是从变化趋势还是增长幅度看差别都很大。安徽省、湖北省和湖南三省呈现相同的趋势，均是波动下降的趋势，而江西省总体呈现上升的趋势，总增加了 6.53 个指数，其他三个省份则无规律的变化。横向对比发现各省间的差距非常大，这种趋势一直持续到 2009 年，1995 年低碳调控因素竞争力最强的为湖北省，1996-1997 年竞争力最强的为湖南省，而江西省在 2003 年、2005-2009 年的共 6 年时间里调控因素竞争力都最高，这表明江西省这段时间的碳排放弹性系数、能源消耗弹性系数以及能源结构都有了较大改善。

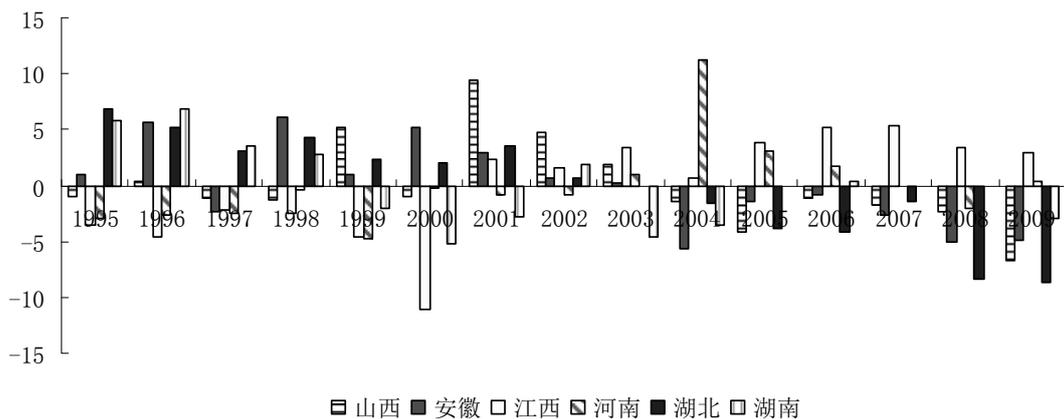


图 3 中部六省 1995-2009 年低碳调控因素竞争力指数

四、结论和政策建议

本文以低碳竞争力为目标层，以低碳约束因素竞争力、低碳驱动因素竞争力和低碳调控

因素竞争力为准则层从经济、社会、环境、资源和效率等子准则层选取了 27 个指标，运用层次分析法和主成分分析法分析了中部六省的低碳竞争力指数。主要有以下结论：

1995-2009 年间中部六省的低碳竞争力都有了较大的提高。低碳约束因素竞争力也呈现出上升的趋势，这主要与中部六省目前所处的工业化阶段和发展方式有关，目前六省已相继跨入工业化中期阶段，工业投资占整个社会投资的比重高于全国平均水平，碳排放强度较高的制造业在投资结构中所占的比重稳步上升，而且六省目前仍属于粗放型发展方式，资源消耗大、污染比较重。同时，各省有利于实现低碳发展的低碳驱动因素竞争力也有了一定程度的提高，尤其是安徽省竞争力提高的最快。

为进一步提高各省的低碳竞争力，提出以下建议：

第一，将低碳可持续发展纳入发展规划。目前，中部六省产业结构不合理，工业尤其是制造业比重过高，在经济发展方式转变和节能减排方面面临十分严峻的形势和内在压力，能源消耗严重，能源和环境问题已成为制约中部地区发展的瓶颈。因此，中部地区不能再走东部地区“先污染、后治理”或“边污染、控制”的老路，需要在重新审视发达地区工业化模式和道路的基础上，从实践层面科学选择适合本地区的低碳可持续发展路径并将其纳入发展规划。

第二，发展低碳产业，建立低碳产业体系。武汉城市圈和长株潭城市群是国家“两型社会”建设综合配套改革实验区，而“两型社会”的建设不仅需要低碳的制度和技術做支撑体系，还需要实实在在的产业即低碳产业及建立低碳产业体系来支撑。低碳产业是支撑“两型社会”建设的物质基础和根基，是中部地区崛起的根本出路所在。中部六省应加快低碳产业发展的主导产业选择，从以黑色产业为支柱产业走向生态化低碳产业成为主导产业，在此基础上构建低碳产业体系，同时加快低碳产业发展的技术创新、制度创新和政策框架。

第三，以产业转移为契机，优化产业结构。中部地区正处于产业结构的升级和经济发展阶段的转型时期，各省的产业结构具有很大的相似性，均是第二产业比重过高，第三产业发展不足。而且产业结构突出特点为资源类产业占相当比重，加工业低端化。中部地区现在已成为东部沿海地区和海外产业扩张和转移的重要目的地，产业转移可以给中部地区带来极好的发展机遇，缩小与东部地区的差距。因此，可以以此为契机，优化各省的产业结构，实现产业结构的生态化和低碳化升级转型。

第四，创新建立有利于节能减排的体制机制。中部六省主要是以资源型产业为主导的，与沿海地区相比经济增长更倚重于资源、原材料工业。除湖北省和安徽省外，山西、河南、江西和湖南四省前 5 位的支柱产业几乎都是资源型产业，尤其电力、钢铁高耗能产业在中部

六省均是支柱产业。导致节能减排的任务重，排污压力较大。首先要调整能源结构，中部六省煤炭资源的比重均高于全国平均水平，应适当发展新能源，提高非化石能源的比重，其次要提高能源效率，采用碳捕捉和封存技术、碳汇技术等节能新技术等，减少对化石能源的依赖程度。

第五，创新建立有利于增加碳汇的体制。实现低碳发展和提高区域低碳竞争力不仅要从碳源上控制，而且也要积极增加碳汇，森林是陆地生态系统中最大的碳库，在降低大气中温室气体浓度和减缓气候变暖中具有巨大的碳汇功能，对吸收和固定二氧化碳具有重要作用。目前国际社会对碳汇越来越重视，我国近些年也采取了一些积极措施来发展碳汇。目前中部六省只有江西、湖南和湖北的森林覆盖率高于全国水平，因此应进一步加强植树造林，增加城市的绿化覆盖率和森林的蓄积量，提高区域的碳汇功能，达到生物固碳、扩大碳汇的目的。

参考文献

- [1] 世界银行. 2010 年世界发展报告：气候变化与发展[M]. 北京：清华大学出版社，2010.15~16.
- [2] Ben Jones, Michael Keen. Stern Review: The Economics of Climate Change[M]. Finance Business Department of Fund Organization, 2007, (10) : 3-6.
- [3] 崔健. 日本产业低碳竞争力辨析[J]. 中国人口、资源与环境, 2011, 21 (9): 105~110.
- [4] 徐建中, 袁小量. 区域低碳竞争力系统结构研究[J]. 科技进步与对策, 2011, 28 (12): 26~29.
- [5] 庄贵阳, 潘家华等. 低碳经济的内涵及综合评价指标的构建[J]. 经济学动态, 2011, (1): 132~136.
- [6] 付加锋, 庄贵阳等. 低碳经济的概念辨识及评价指标体系构建[J]. 中国人口、资源与环境, 2010, 20 (8): 38~43.
- [7] 付允, 刘怡君等. 低碳城市的评价方法与支撑体系研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2010, 20 (8): 44~47.
- [8] 刘竹, 耿涌等. 基于“脱钩”模式的低碳城市评价[J]. 中国人口、资源与环境, 2011, 21 (4): 19~24.
- [9] 中国人民大学气候变化与低碳经济研究所. 中国低碳经济年度发展报告[M]. 北京：石油工业出版社, 2011: 78~97.
- [10] The Climate Institute and E3G. G20 Low Carbon Competitiveness[R]. 2009: 2~7.

- [11] 诸大建, 陈静. 城市低碳竞争力评价模型和上海市的实证研究[J]. 现代城市研究, 2011, (11): 10~14.
- [12] 陈静, 诸大建等. 基于灰理想关联分析的中国城市低碳竞争力评价模型研究[J]. 资源科学, 2012, (4): 1~11.
- [13] 李栋梁. 产业竞争力结构的低碳经济考量 [J]. 北方论丛, 2010, (3): 144~146.
- [14] 潘家华. 低碳转型—践行可持续发展的根本途径[[M]. 学苑出版社, 2010: 103-110.
- [15] UNDP. The Climate Competitiveness Index 20100:National progress in the low carbon economy [R]. 2010, (4): 7-14.

Inter-province Comparative of Carbon Emission Competitive Strength Index System of Central China

Chuan-jiang LIU, Gui-ran HUANG

(Center for Economic Development Research,Wuhan University/Center for Population,Resource and Environment Economics Research,Wuhan University,Wuhan Hubei, 430072,China)

Abstract: 27 indexes are chosen to make up the low carbon index system based on low carbon constraint factors、 driving factors and regulative factors which are composed respectively by economy、 society、 environment、 resources and efficiency.And then the competitive strength of 6 provinces in central China is analyzed using the principle component analysis and AHP method.The result shows that there is big change of the order for these provinces but the comprehensive index has increased much during 1995-2009.The order of low carbon constraint factors is relatively steady and of obvious stage,and the driving factors competitive strength has raised much for each provinces ,but there is big difference for regulative factors whether it is compared laterally or lengthwise.

Key words: six provinces of central China; competitive strength of low carbon; index system