

城市低碳交通发展指数研究

张陶新

(湖南工业大学 全球低碳城市联合研究中心, 湖南 株洲 412007)

摘要:基于现有研究文献和低碳交通实践,对城市低碳交通发展进行了理论阐释。依据城市低碳交通概念、福利经济学、系统论和可持续发展理论,构建了城市低碳交通发展指数指标体系,并科学设置了指标阈值。提出城市低碳交通发展指数测度方法,并以中国 6 个典型城市为例进行应用分析。研究结果表明:城市低碳交通发展指数具有明显的绿色低碳价值导向作用和政策导向作用;目前中国城市交通碳生产力较低、交通污染较大;中国城市急需优化交通能源结构、提高能源效率、塑造城市低碳形态。

关键词:城市交通;低碳交通

中图分类号:F294.3 文献标识码:A 文章编号:1002-980X(2013)03-0078-08

1 研究背景

交通在极大促进社会经济发展、为人们生活带来方便的同时,也消耗了越来越多的化石能源。以我国为例,我国交通运输业的石油消费量占全国石油消费总量的比例由 2000 年的 28.45% 上升到 2010 年的 34.39%,同期石油对外依存度的年均增长率为 4.6%^①,我国能源安全压力凸显。交通特别是城市交通不仅是造成全球化石能源短缺的重要原因,而且是导致全球气候变暖的重要因素,交通急需转型发展。英国交通部于 2007 年提出低碳交通理念^[1],于 2009 年出台交通行业的转型计划——《低碳交通:一个更加绿色的未来》,阐述了如何采取低碳交通方式为社会、经济和生活提供一个健康、和谐、可持续的未来^[2]。2011 年我国将发展低碳交通提升为国家战略,许多城市正着力发展低碳交通。此背景下,评判我国城市低碳交通发展所处的阶段、明确与国外的差距、评价所采取的政策手段,是目前我国在城市低碳交通建设过程中急需开展的基础性工作。

我国许多学者对低碳交通概念进行了研究^[3-4],其中具有代表性的研究成果是张陶新等的全生命周期系统说^[5]。张陶新的研究表明,城市化、经济发展、技术进步(广义)和城市居民消费水平是城市道路交通碳排放的主要驱动因素^[6]。陈飞、诸大建等认为,交通方式、城市结构、交通拥堵对碳排放具有影响^[7]。张陶新等认为,城市低碳交通建设途径主

要有公共交通引导城市发展、实施需求管理、完善交通管理体制机制、进行技术创新与推广等^[5]。王光荣认为,城市低碳交通建设的目标就是要实现交通拥堵最少、交通需求最小、高排放交通工具最少、交通工具碳排放最低、低效交通最少^[8]。

对于中国城市而言,世界上许多城市的低碳交通实践经验都有借鉴价值。我国交通运输部从温室气体排放强度、低碳交通理念、技术政策法规体系以及碳排放统计、监测、考核体系等方面提出了低碳交通运输体系建设的目标、重点任务和保障措施^[9]。

本文在已有研究和实践的基础上,依据城市低碳交通概念、福利经济学、系统论和可持续发展理论,进一步构建城市低碳交通发展指数,衡量城市低碳交通发展的健康程度,以期更好地促进中国城市低碳交通建设。要说明的是,本文所研究的城市是指城市市区,不包括城市所辖各县。

2 城市低碳交通发展理论阐释

2.1 城市低碳交通概念

虽然迄今为止并未有公认一致的城市低碳交通概念,但普遍认为,城市低碳交通的核心是交通运输系统效率的提高、用能结构的优化、运输能效的提升、碳排放管理的加强以及社会低碳交通选择的促进等;其目的是在降低能耗和减少碳排放量的同时提高运载能力,为人流和物流提供安全、便捷、舒适和公平的服务,不断满足人们日益提升的生活水平对城市交通运输的需求,同时实现资源的高效利用

收稿日期:2012-12-25

作者简介:张陶新(1964—),男,湖南华容人,湖南工业大学全球低碳城市联合研究中心研究员,研究方向:低碳经济、绿色低碳交通、可持续发展。

① 利用《中国能源统计年鉴 2011》中的有关数据整理得出。

和环境保护。

2.2 福利经济学理论

城市交通碳减排产生的正外部效应是巨大的,“搭车效应”是全球性的,需要城市付出较高成本,城市低碳交通建设对城市当前的福利增长贡献较小、对未来全球气候变化减缓的贡献较大。因此,中国发展城市低碳交通不能牺牲城市居民的经济、社会和环境福利,应避免不计社会福利成本,不能进行“中国城市补贴世界”的过分低碳发展^[10]。

2.3 系统论

城市交通是由城市道路、节点(如十字路口、公交换乘站等)、交通工具(如地铁、汽车、自行车等)、交通活动(如客货运输、居民出行等)等基本要素组成的大系统。城市低碳交通系统是城市交通与城市经济、社会、环境组成的复合嵌套系统,各系统之间

的相互联系具有有序性和层次性。本文借鉴 Kaya 恒等式^[11],建立城市经济、环境、社会、政策管理系统与城市交通碳排放之间的恒等式。

图 1 显示了城市交通碳排放与城市经济、环境、社会、政策管理的关系。从图 1 可知,城市交通碳排放总体水平除受能源驱动的生产系统和消费系统的影响外,还与政策驱动、可利用资源特征、人们对不同环境公共物品的偏好与选择、交通基础设施的全生命周期(建设、运行和养护等)和交通工具全生命周期(生产、运输与报废处理等)的碳排放、碳汇增减变动等有关。由于城市交通碳排放与经济社会、环境、技术和政策管理系统具有内部关联性,因此可从经济社会、资源、环境、政策管理等方面对城市低碳交通发展进行评价。

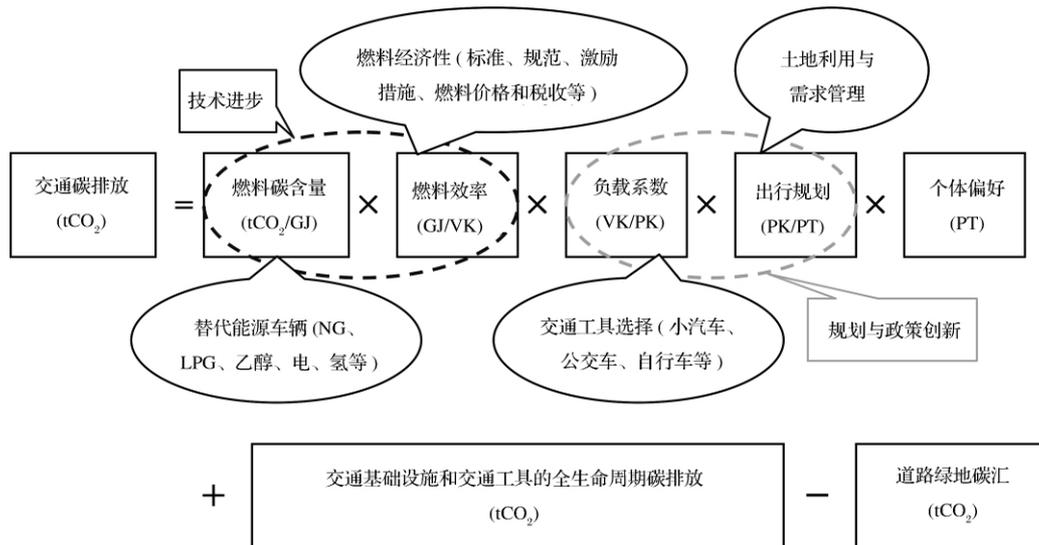


图 1 交通碳排放与城市经济、环境、社会、政策管理系统的关系

注：VK 表示机动车行驶公里数；PK 表示居民乘坐机动车出行公里数；PT 表示居民机动车出行偏好。

2.4 驱动力—状态—响应模型

联合国可持续发展委员会提出的“驱动力—状态—响应”(driving force-state-response, DSR) 模型被广泛用于构建不同领域的可持续发展指标体系。低碳交通是一种更加绿色的、可持续发展的交通,因此也可将 DSR 模型作为建立城市低碳交通发展指数的理论依据。

(1)城市低碳交通发展的驱动力。城市低碳交通发展的驱动力包括:一是国际社会要求减少碳排放以及技术进步推动城市交通低碳发展;二是随着中国经济发展到后工业化时期,城市化进程逐渐加快,城市交通系统具有向低投入、高产出、资源节约型、环境友好型发展模式转型的内在动力和诉求,如

避免城市空间结构的高碳锁定效应、实现能源安全战略、维护城市生态环境、满足人们生产和生活对城市交通运输不断增长的高质量需求等驱动着城市交通向低碳方向发展。

(2)城市低碳交通发展的状态。通过对城市的经济社会结构、资源、环境、政策管理进行综合度量,界定城市低碳交通在某一时期所处的发展状态,包括交通碳生产力水平、人均交通碳排放、低碳资源开发利用等。

(3)城市低碳交通发展的响应。城市低碳交通发展的响应主要有:以公共交通为导向的城市发展模式、提高绿化率以增加碳汇、征收碳税和消费税、提高能源利用效率、利用税收优惠和财政补贴鼓励

发展新能源和清洁能源及低碳交通运输装备等主要政策措施。

理论和实践表明,衡量一个城市低碳交通发展水平的关键,是考察城市在经济社会、资源、环境 3 个维度上的低碳发展潜力,以及从政策管理维度考察城市交通向低碳转型付出的努力。城市低碳交通健康发展要求人均碳排放水平更低、单位运输产值的碳排放更少、有限的城市土地得到充分利用、城市生态环境被有效维护、交通安全畅通等。

3 城市低碳交通发展指数指标体系构建

3.1 指标选取原则

(1)可比性原则。交通碳减排是国际社会关注的热点,因此在构建指标体系时有必要遵循国内外可比较的原则。(2)效益原则。发展城市低碳交通应节约集约化利用资源,强调生态效益,通过资源的

高效优化配置来实现低投入、高产出。(3)社会经济转型原则。发展城市低碳交通需要通过实现经济社会低碳转型来改善交通能源结构,实现化石能源的高效利用。(4)协和原则。城市低碳交通发展应与资源、环境、社会和城市的未来发展相和谐,体现全球气候公共福利与其他地方公共福利之间的合理平衡。(5)以人为本原则。发展城市低碳交通,必须坚持以人为本,满足人类的基本发展需求,为社会公众提供快捷、高效、安全、舒适的高质量服务。(6)稳定性原则。国际上对低碳数据的要求是“可测量、可报告、可核查”,用于测度的数据要来源稳定可靠、口径统一,最好是来源于专门机构通过调查获得的数据。

3.2 指标体系结构

根据前文的理论分析和指标选取原则,本文构建了具有四维三层结构的城市低碳交通发展指数(以下简称为 L'DI)指标体系,见表 1。

表 1 城市低碳交通发展指数(L'DI)指标体系及其指标阈值

维度层	要素层	指标层	指标值	
			最大值	最小值
经济社会(A ₁)	碳生产力(A ₁₁)	单位碳排放的交通运输增加值(A ₁₁₁)	128 元/kgCO ₂	2.2 元/kgCO ₂
	碳排放水平(A ₁₂)	人均交通碳排放水平(A ₁₂₁)	16000kg CO ₂ /人	10kg CO ₂ /人
	低碳出行(A ₁₃)	公交出行率(A ₁₃₁)	75%	1%
非机动车辆出行率(A ₁₃₂)		75%	1%	
资源协调(A ₂)	能源利用(A ₂₁)	交通化石能源强度(A ₂₁₁)	21472kgce/车	137kgce/车
	土地利用(A ₂₂)	道路路网密度(A ₂₂₁)	20km/km ²	3km/km ²
环境友好(A ₃)	生态性(A ₃₁)	道路绿化率(A ₃₁₁)	100%	1%
	畅通性(A ₃₂)	交通拥堵度(A ₃₂₁)	100	1
	安全性(A ₃₃)	交通事故死亡率(A ₃₃₁)	32 人/万车	0 人/万车
	清洁性(A ₃₄)	道路交通噪声(A ₃₄₁)	80dB(A)	30dB(A)
政策管理(A ₄)	管理(A ₄₁)	管理服务(A ₄₁₁)	100	1
	监测(A ₄₂)	统计监测(A ₄₂₁)	100	1

指标体系维度层的 4 个维度评价的是城市政府和社会如何在保护生态环境、发展经济、改善民生的前提下借助技术进步、通过政策驱动来全面推进城市低碳交通发展进程。要素层的 11 个要素描述了城市低碳交通系统的特征,选自国际上公认的碳减排潜力大的重点行动领域,是国家最关注、民众最关切的要素。指标层的 12 个指标从水平、结构、技术、公平、效率等方面突出反映了要素层中各要素所代表的维度特征。

3.3 指标功能

(1)单位碳排放的交通运输增加值。该指标重点评价城市交通运输业的能源消耗强度和碳排放强度,与国家确定的减排指标高度关联,具有较强的政策涵义。

(2)人均交通碳排放水平。从全球碳预算与碳排放管理的角度看,应将人均交通碳排放水平作为

衡量城市低碳交通发展的终极评价指标。但是,衡量城市低碳交通发展水平,不仅应考察人均交通碳排放水平,而且应比较低碳交通发展的质量、进程和效率,因此应同等对待人均交通碳排放水平和指标层的其他指标。

(3)公交出行率和非机动车辆出行率。自行车等非机动车辆几乎没有碳排放,是公认的绿色交通工具。在各种机动车辆中,公交车(包括轨道交通工具)的碳排放是较低的。因此,公交出行率和非机动车辆出行率可用于表征城市居民低碳出行的结构与偏好。

(4)交通化石能源强度。该指标表征城市低碳交通领域中广义的技术进步。各种新能源和清洁能源车辆、车辆节能技术、车辆节能驾驶技术等的应用都能使交通化石能源强度降低。而城市机动车辆每人公里数(或单位人次)和每吨公里化石能源消

耗量是能较好度量城市交通化石能源强度的指标,但由于获取中国城市市区特别是建成区内部的这些基础数据比较困难,因此暂用城市交通部门平均每车的化石能源消费量来度量城市交通化石能源强度。

(5)道路网密度。该指标表征城市土地利用形态和城市空间结构。城市交通碳排放在某种程度上是城市前期规划建设的结果^[12]。改变传统的大街区、宽马路的路网设计,增加城市的支路网密度,创建街道密集网络,形成道路的微循环,不仅有助于减少碳排放,而且能够满足大城市发展的要求、应对机动车的挑战^[13]。

(6)道路绿化率。森林碳汇是国家规定的约束性指标。由乔、灌、藤、花、草相结合的道路绿地不仅具有碳汇作用,而且具有吸收有害气体、吸滞粉尘、隔声降噪、降温增湿等环境生态效益,可参与和改善城市的物质代谢和能量循环,为道路使用者提供优美宜人、舒适、和谐、安全的环境。

(7)交通拥堵度。交通拥堵导致公众时间延误损失和舒适度效用损失,使交通能源利用率降低,造成碳和氮氧化物等污染物排放量增多,引发额外的噪声污染,使社会支付不必要的外部成本。与路网饱和度等指标相比,交通拥堵度能更好地表征交通畅通性。

(8)交通事故死亡率。安全性是“以人为本”在城市低碳交通中的体现,其评价指标有很多。交通事故死亡率综合反映了道路交通安全设施建设的情况和道路交通安全管理的效果,较好地表征了交通安全性。

(9)道路交通噪声。发展城市低碳交通应与改善城市人居环境、增进公众健康福利相协调。目前中国各城市交通产生的废气、废水等废弃物数据暂时不全,因此本文采用道路交通噪声表征低碳交通的清洁性。

(10)管理服务。城市低碳交通发展离不开制度环境和政策工具的推动和良好服务。以下6项内容不仅可反映一个城市发展低碳交通的努力程度,而且是城市低碳交通发展的保障:第一,有明确的、符合城市未来发展方向的低碳交通发展目标;第二,有城市低碳综合交通体系规划、建设、管理一体化运作机制;第三,有促进低碳交通技术的政策和财税措施;第四,有交通需求管理的政策和财税措施;第五,低碳交通信息服务功能齐全;第六,注重培育居

民的低碳交通意识,帮助公众制定出行计划,提供多样化的出行方式,引导公众更多选择低碳出行方式。根据城市低碳交通建设满足上述6项内容的程度,对管理服务指标进行赋值(见表2)。

表2 管理服务赋值表

满足程度	少于3项	满足3项	满足4项
赋值	[0,20)	[20,40)	[40,60)
满足程度	满足5项	满足6项	
赋值	[60,80)	[80,100]	

(11)统计监测。交通领域的碳排放统计、监测体系的建立,是推进城市低碳交通建设的必要条件。该指标评价的是城市政府在低碳交通发展方面的决心和能力。主要测度内容包括:第一,有健全的城市交通能源管理及碳排放的统计、监测机构;第二,有城市交通能源消耗与碳排放统计监测和考核制度;第三,有城市交通碳排放监测技术系统;第四,定期对城市区域内交通运输活动进行能源消耗核算和碳排放审计,编制温室气体排放清单;第五,进行年度交通状况分析,向公众发布交通状况报告。根据城市低碳交通建设满足上述5项内容的程度,对统计监测指标进行赋值(见表3)。

表3 统计监测赋值表

满足程度	少于2项	满足2项	满足3项
赋值	[0,20)	[20,40)	[40,60)
满足程度	满足4项	满足5项	
赋值	[60,80)	[80,100]	

4 城市低碳交通发展指数测度

4.1 指标阈值

测度城市低碳交通发展指数,首先需要确定各指标的最大值和最小值,即各指标的阈值。阈值范围既要符合实际情况,又要有一定的稳定性。各指标的阈值见表1。

(1)单位碳排放的交通运输增加值。2008年世界各国中以阿富汗的碳生产力最高,为33.49PPP美元GDP/kgCO₂;乌兹别克斯坦的碳生产力最低,为0.58PPP美元GDP/kgCO₂;中国的碳生产力为1.17PPP美元GDP/kgCO₂^①。2008年中国的PPP转换因子为3.82,因此2008年世界碳生产力的最高值和最低值分别为128元人民币GDP/kgCO₂和2.2元人民币GDP/kgCO₂。据此,可确定单位碳排放的交通运输增加值的阈值(见表1)。

(2)人均交通碳排放水平。根据有关资料计算

① 碳生产力、PPP转换因子、国家的碳排放与人口数据均来源于<http://data.worldbank.org.cn/indicator>。另外,因缺乏2009年以来的有关数据,因此此处使用2008年的数据。

得出,2008 年世界 100 多个国家和地区中以卢森堡的人均交通运输碳排放最高,为 13.18tCO₂/人^①,其次是美国,为 5.56tCO₂/人,中国的该指标值为 0.34tCO₂/人,刚果(金)的该指标值最低,约为 0.01tCO₂/人。据此,可确定城市人均交通碳排放的阈值(见表 1)。

(3)公交出行率和非机动车出行率。韩国首尔市的公交出行率达到 75%^[14],日本、新加坡及西欧和南美地区的一些国家的公共交通出行率在 40%~60%之间。中国部分城市的步行和骑自行车出行比例一般在 50%~70%^[15]。据此,可确定公交出行率和非机动车出行率的阈值(见表 1)。

(4)交通化石能源强度。2008 年世界各国中以孟加拉国的车均道路能源消耗最多,达 15.60toe/车,相当于 21.19tce/车^②;赞比亚的该指标值最低,为 0.1toe/车,相当于 0.1376tce/车。据此,可确定城市交通化石能源强度的阈值(见表 1)。

(5)道路线网密度。部分发达国家的城市道路线网密度在 10km/km²~20km/km² 之间^[16]。按照我国的《城市道路交通规划设计规范》,我国城市支路网密度在 3km/km²~8km/km² 之间。据此,可确定城市道路线网密度的阈值(见表 1)。

(6)交通事故死亡率。参照公安部和建设部制定的城市道路交通管理评价指标体系的标准,万车死亡率的最大值为 32 人/万车,最小值为 0。

(7)道路交通噪声。根据国家《声环境质量标准》,道路交通噪声的最大值和最小值分别取 80dB(A)与 30dB(A)。

(8)管理服务和统计监测。根据表 2 和表 3,确定管理服务和统计监测的阈值(见表 1)。

4.2 指标数据标准化

按照评价指标与城市低碳交通发展的关系,将评价指标分为正向指标、逆向指标两类。正向指标,即指标值越高表示城市低碳交通发展水平越高的指标;逆向指标,即指标值越低表示城市低碳交通发展水平越高的指标。表 2 中的逆向指标有人均交通碳排放水平、交通化石能源强度、交通拥堵度、交通事故死亡率和道路交通噪声。

对表 1 中各指标的数据进行标准化处理,以消除指标量纲不一、数量级差的影响。标准化后的各指标值位于区间[0,1]上,并与低碳交通发展水平均呈正向关系。

式(1)和式(2)分别是正向指标和逆向指标的标

准化公式。

$$AI = \frac{\ln I - \ln I_{\min}}{\ln I_{\max} - \ln I_{\min}}; \quad (1)$$

$$AI = \frac{\ln I_{\max} - \ln I}{\ln I_{\max} - \ln I_{\min}}. \quad (2)$$

式(1)和式(2)中:AI 为指标的标准值;I 为指标的实际值;I_{min}和 I_{max}分别为表 1 中指标的最大值和最小值;lnI、lnI_{min}和 lnI_{max}分别表示对指标值取自然对数。例外情况是,交通事故死亡率的最小值为 0,其实际值也可能为 0,此时不取对数,直接以 0 计。由于不同城市同一指标的数据并不一定具有相同的数量级,因此对指标数据做对数处理,这样可在一定程度上消除指标数据结构的不平稳性,使测度结果更真实地反映城市低碳交通发展水平。

4.3 指数计算

(1)化要素层各要素为单项指数。在将要素层的各要素转化为单项指数时,只有低碳出行要素存在需要将两指标(公交出行率和非机动车出行率)合成的问题。由于公交出行和非机动车出行存在替代的可能性,因此取其标准值的算术平均值作为低碳出行指数。因为其余要素均只含有一个指标,所以就取其标准值作为要素指数。

(2)化维度层各维度为单项指数。维度层的 4 个维度分别包括 2~4 个要素,它们之间不存在完全相互替代的可能性。算术平均值公式类似于边沁社会福利函数,只考虑总额问题;几何平均数公式类似于纳什社会福利函数,更多关注各相关指标之间的平衡发展投入^[17];同时,与采用算术平均值的做法相比,采用几何平均值充分考虑了各要素间固有的差异。因此用各要素指数的几何平均值作为维度指数。

(3)计算城市低碳交通发展指数。城市低碳交通发展指数为维度层 4 个维度指数的几何平均值。

5 中国典型城市低碳交通发展指数计算

考虑到基础数据的可得性,本文选取如下 6 个典型城市:低碳交通运输体系建设试点城市中的北京、天津和株洲;国家两型社会建设试验区组成部分的长沙和湘潭;能源型城市呼和浩特市。本文计算 2007—2010 年北京的 L'DI 以及 2010 年其他 5 个典型城市的 L'DI。

5.1 数据来源

① 从运输业碳排放与城镇人口之比来看,卢森堡也是最高的,为 15.99tCO₂/人。

② 根据世界银行的数据,2008 年中国能源消费总量为 211748.253 万吨油当量。根据《中国统计年鉴》的数据,2008 年中国能源消费总量为 291448 万吨标准煤。因此,1 吨油当量可粗略折算为 1.3764 吨标准煤。

能源消费的碳排放因子为 IPCC 公布的数据;出行率数据来源于有关政府部门、研究机构发布的交通发展年度报告和调查报告;统计监测、管理服务数据来源于有关政府文件、工作报告及各种规划、标准等文献。

2010 年北京年平均拥堵指数为 61.4^[18]①。《中国新型城市化报告》^[15,19] 发布了国内 50 个主要城市的上班路上平均花费时间和正常上班时间。据此,本文以北京为基准,将各城市的上班路上平均耗时折算为拥堵指数。

其他基础数据来源于 2011 年的《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《内蒙古统计年鉴》、《湖南能源统计年鉴》(2005—2010)以及 6 个典型城市的统计年鉴与“国民经济和社会发展统计公报”。采用国际上的一般做法,即采用终端消费侧计算法核算能源消费与碳排放的数据。按 2010 年不变价计算交通运输增加值。本文运用的数学计算软件为 Matlab2009。

5.2 指数计算

利用式(1)和式(2)将 6 个典型城市的相应指标数据进行标准化处理②。

要素指数的计算方法如下: $A_{13} = (A_{131} + A_{132}) / 2$;其余要素指数等于其指标的标准值。例如,2007 年北京的公交出行率标准值 $A_{131} = 0.8201$,非机动车出行率标准值 $A_{132} = 0.7262$,则低碳出行指数 $A_{13} = (0.8201 + 0.7262) / 2 = 0.7732$,碳生产力指数 A_{11} 等于单位碳排放的交通运输增加值的标准值 A_{111} ,即 $A_{11} = A_{111} = 0.1842$;同样有 $A_{12} = A_{121} = 0.3860$ 。

维度指数的计算方法如下: $A_1 = \sqrt[3]{A_{11} \times A_{12} \times A_{13}}$ 。例如,2007 年北京的经济社会指数 $A_1 = \sqrt[3]{0.1842 \times 0.3860 \times 0.7732} = 0.3802$ 。类似可计算得出其他维度指数,结果见表 4。

城市低碳交通发展指数的计算公式为: $L'DI = \sqrt[4]{A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4}$ 。例如,2007 年北京的低碳交通发展指数 $L'DI = \sqrt[4]{0.3802 \times 0.1734 \times 0.2426 \times 0.7989} = 0.4181$ 。类似可计算得出其他城市在其他年份的 $L'DI$,结果见表 4。

5.3 结果简析

1)2010 年典型城市低碳交通发展的横向比较。

从表 4 可知,2010 年按城市低碳交通发展指数从大到小排序依次为天津、株洲、长沙、北京、湘潭和呼和浩特。按经济社会指数从大到小排序依次为天

津、北京、呼和浩特、株洲、长沙和湘潭;按资源协调指数从大到小排序依次为天津、株洲、长沙、湘潭、北京和呼和浩特;按环境友好指数从大到小排序依次为株洲、长沙、呼和浩特、湘潭、天津和北京;按政策管理指数从大到小排序依次为北京、天津、长沙、株洲、呼和浩特和湘潭。该结果与各城市低碳交通发展的实际情况是吻合的,同时表明城市低碳交通发展指数与城市的规模及其经济总量没有显著的相关性。

表 4 维度指数和城市低碳交通发展指数

年份	城市	A_1	A_2	A_3	A_4	$L'DI$
2007	北京	0.3802	0.1734	0.2426	0.7989	0.4181
2008		0.3509	0.3075	0.3072	0.8439	0.4890
2009		0.3539	0.3103	0.4231	0.8733	0.5268
2010		0.3788	0.3194	0.3102	0.9053	0.5084
2010	天津	0.4189	0.4536	0.3177	0.8446	0.5514
	呼和浩特	0.3520	0.2074	0.3445	0.5723	0.4282
	长沙	0.3435	0.4061	0.3607	0.8136	0.5277
	株洲	0.3474	0.4312	0.3950	0.7960	0.5428
	湘潭 2010	0.3302	0.3893	0.3359	0.5633	0.4756

从要素层各要素的指数来看,2010 年天津的交通碳生产力、能源利用、土地利用、清洁性、监测指数在 6 个典型城市中位居第二。因此,近期天津市低碳交通建设的改进重点应是环境友好维度中的生态性、畅通性要素。株洲市的低碳出行、土地利用、畅通性、清洁性指数在 6 个典型城市中位居第一,人均交通碳排放、生态性、管理服务指数位居第二。因此,近期株洲市在低碳交通建设方面需要重点提高交通碳生产力和能源使用效率,改善交通安全环境,加大统计监测力度。长沙市的安全性指数在 6 个典型城市中位居第二,其余各项指数较差。因此,长沙市在低碳交通建设方面,应在引导居民低碳出行、减少交通污染上加大力度。北京市的能源利用、生态性、安全性、管理、监测指数在 6 个典型城市中位居第一。因此,近期北京市低碳交通建设的改进重点应是提高清洁性和畅通性,加大路网密度以形成道路微循环,强化居民的非机动车出行偏好。湘潭市的碳排放水平指数在 6 个典型城市中位居第一,畅通性指数位居第二,碳生产力、低碳出行、安全性、监测指数位居末位,其他要素指数较差。因此,近期湘潭市低碳交通建设的改进重点应是政策管理和资源协调两个维度。呼和浩特市的碳生产力指数在 6 个典型城市中位居第一,低碳出行指数位居第二,碳排

① 为便于指标数据处理,改用百分制记。

② 限于篇幅,未列示指标的实际值和标准化值以及要素的指数值。

放水平、能源利用、土地利用、管理指数位居末位,其他要素指数较差。因此,呼和浩特市低碳交通建设任重道远,近期尤其应在政策管理维度上加大力度。

2)2007—2010 年北京市低碳交通发展简析。

由表 4 可知,2007—2010 年北京市低碳交通发展指数总体增长了 21.6%,年均增长率为 6.74%。2007—2009 年北京市低碳交通发展指数逐年提高,但 2010 年比 2009 年下降了 3.49%。

由表 4 可知,2007—2010 年期间,除了政策管理指数逐年提高外,北京的其他 3 个维度指数波动不定。2010 年北京的低碳出行、土地利用、生态性、畅通性、清洁性指数均有所下降,其他要素指数有所上升。与 2009 年相比,2010 年下降幅度最大的要素指数是清洁性指数,降幅约为 193%,其次是畅通性指数,降幅约为 26%,再次是土地利用指数,降幅约为 2.6%;2010 年上升幅度最大的要素指数是碳生产力指数,增幅约为 15.4%,其次是能源利用指数,增幅约为 9.1%,再次是安全性指数,增幅约为 7.6%。

从典型城市的低碳交通发展情况可看出,中国城市低碳交通建设四维度中的资源协调维度的表现最差,其次是环境友好维度,经济社会维度的表现较好,政策管理维度的表现最好——只有政策管理维度指数超过了 0.5。这说明,中国城市政府很重视低碳交通建设,但低碳交通发展水平还较低,政府需要在资源、环境和经济社会方面加大建设力度。

6 结语

本文在已有研究文献和低碳交通实践的基础上,对城市低碳交通发展进行了理论阐释,并按照 6 大指标选取原则,构建了具有四维三层结构的城市低碳交通发展指数指标体系,科学设置了指标阈值,提出了城市低碳交通发展指数测度方法,并以 6 个典型城市为例进行了应用分析。研究表明:利用城市低碳交通发展指数不仅可以横向比较各城市的低碳交通发展相对进程,而且可以纵向比较单个城市的低碳交通建设努力程度,从而为各城市政府相互学习和借鉴城市低碳交通发展经验,消除城市低碳交通发展中的薄弱环节,统筹兼顾、因地制宜地发展低碳交通提供决策支持。

从本文的研究结果还可得到如下启示:

(1)我国各城市的低碳交通发展不平衡。我国各城市对低碳交通发展的重视程度不一,机动化程度较高的城市和两型社会建设任务重的城市更重视低碳交通发展。各城市的低碳交通发展不平衡,各

城市在各低碳交通维度上的发展也不平衡,因此需要针对性地加以改进。

(2)城市低碳交通发展指数与城市规模和经济总量没有显著的相关关系。城市规模大或经济总量高的城市不一定具有较高的低碳交通发展水平;城市规模小或经济总量低的城市也不一定具有较低的低碳交通发展水平。就城市而言,无论其规模和人文发展水平都可能在低碳交通发展方面取得很好的成效。

(3)当前中国城市交通碳生产力较低,交通污染较大。城市低碳交通建设最需着力之处是能源利用,包括改进交通能源结构、提高能效、推广应用低碳型交通运输装备等;其次是城市形态结构,包括提高支路网密度、合理规划城市功能分区以减少居民通勤时间等;再次是统计监测,为公众提供优良的低碳交通服务。

参考文献

- [1] UK Department for Transport. Low carbon transport innovation strategy [EB/OL]. [2012-02-21]. <http://www.smmr.co.uk/2007/06/low-carbon-transport-innovation-strategy>.
- [2] UK Department for Transport. Low carbon transport: a greener future [EB/OL]. [2012-07-21]. <http://www.official-documents.gov.uk/document/cm76/7682/7682.pdf>.
- [3] 李振宇. 低碳城市交通模式与发展策略[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2011(2):105-112.
- [4] 宿凤鸣. 低碳交通的概念和实现途径[J]. 综合运输, 2010(5):13-17.
- [5] 张陶新,周跃云,赵先超. 中国城市低碳交通建设的现状与途径分析[J]. 城市发展研究, 2011,18(1):68-73.
- [6] 张陶新. 中国城市化进程中的城市道路交通碳排放研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012,22(8):3-9.
- [7] 陈飞,诸大建,许琨. 城市低碳交通发展模型、现状问题及目标策略——以上海市实证分析为例[J]. 城市规划学刊, 2009,184(6):39-46.
- [8] 王光荣. 城市低碳交通体系建设简论[J]. 前沿, 2011,291(13):126-130.
- [9] 交通运输部. 建设低碳交通运输体系指导意见[EB/OL]. [2012-05-27]. http://www.mot.gov.cn/st2010/jiangxi/jx_tongzhigg/tzgg_kejijy/201105/t20110520_945349.html.
- [10] 潘家华,王汉青,陈志强,等. 中国城市低碳发展 2010 [M]. 北京:经济出版社,2011:18-37.
- [11] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios[R]. Paris: IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, 1990.
- [12] 潘海啸. 低碳城市交通与土地使用 5D 模式[J]. 建设科技, 2010, (17):30-32.

- [13] 马强,尹稚. 道路网形制与欧洲城镇形态演化[J]. 规划师,2006,22(6):92-96.
- [14] 杨青山. 韩国首尔市公交改革发展成功之路[J]. 人民公交,2011(4):111-112.
- [15] 牛文元. 中国新型城市化报告 2010[M]. 北京:科学出版社,2010. 158-162.
- [16] 张润兴,刘畅,韩海梅. 天津市中心城区道路交通拥堵的原因浅析[C]//《城市发展研究》编辑部. 2012 城市发展 & 规划大会论文集. 北京:《城市发展研究》编辑部, 2012:16-20.
- [17] UNDP. 2010 Human Development Report 2010[EB/OL]. [2012-06-12]. http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_EN_Complete_reprint.pdf
- [18] 北京交通发展研究中心. 2011年北京交通发展年度报告[EB/OL]. [2012-07-06]. <http://www.bjtrc.org.cn/JGJS.aspx?id=5.2&Menu=GZCG>.
- [19] 牛文元. 中国新型城市化报告 2011[M]. 北京:科学出版社,2011:195-200.

Research on Urban Low-Carbon Transport Development Index

Zhang Taoxin

(Joint Research Centre of World's Low-Carbon Cities, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Based on the existing research literature and the practice in low-carbon transport, this paper makes a theoretical explanation on urban low-carbon transport development. According to the concept of urban low-carbon transport, the welfare economics, the system theory and the sustainable development theory, it constructs the indicator system of urban low-carbon transport development index, and determines the threshold values of indicators scientifically. Then it provides the measurement method of urban low-carbon transport development index, and calculates the low-carbon transport development indexes of 6 typical cities. The results show as follows: the urban low-carbon transport development index has significant green low-carbon value-oriented and policy-oriented roles; China's carbon productivity of urban transport is still low, and traffic pollution level is high. Therefore, optimizing transport energy structure, improving energy efficiency and shaping city's low-carbon morphology are urgent.

Key words: city transport; low-carbon transport

(上接第 28 页)

Effect Mechanism of Ownership Structure on Technical Efficiency of Agricultural Listed Company

Pu Yan¹, Wang Hefeng²

(1. College of Economics and Management, Dalian University, Dalian Liaoning 116000, China;

2. Institute of Finance and Banking, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract: This paper selects 28 agricultural listed companies as the research sample, and uses the method of data envelopment analysis to measure the technical efficiencies of 28 agricultural listed companies. Then it chooses Tobit model to analyze the effect of ownership structure on technical efficiency. The result indicates as follows: average technical efficiency of agricultural listed companies is 0.83, and only 14% are technological effective; the proportion of state-owned shareholding has negative effects on technical efficiency, and the proportion of law person shareholding has U-shaped effect, ownership concentration has inverted U-shaped effect, and the proportion of managerial shareholding has positive effect.

Key words: agriculture listed company; ownership structure; technical efficiency; effect mechanism