

图书出版规划项目
通发展研究论丛

城市交通碳排放 监测评估 研究与实践

李振宇 李 超 廖 凯◎编著

Research and Practice of Monitoring and
Evaluation on Carbon
Emissions from Urban Transport



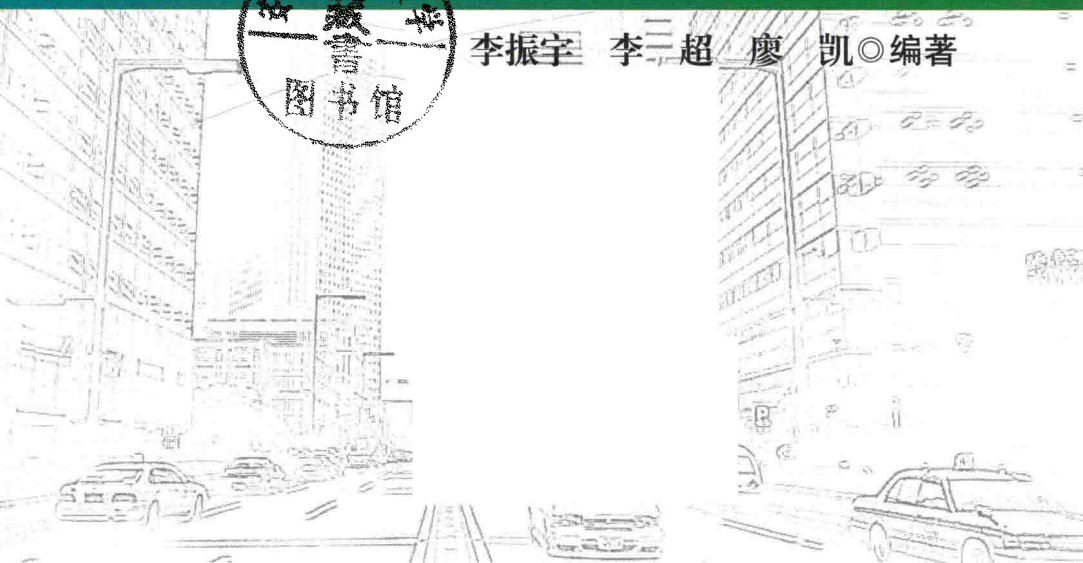
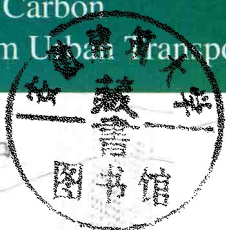
人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

重点图书出版规划项目
色交通发展研究论丛

城市交通碳排放 监测评估 研究与实践

Research and Practice of Monitoring and
Evaluation on Carbon
Emissions from Urban Transport

李振宇 李三超 廖 凯◎编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书在详细回顾我国城市交通节能减排工作现状的基础上,梳理了我国城市交通碳排放的主要影响因素、国内外城市交通碳排放监测评估的研究和应用进展等,提出了城市交通环境排放监测评估、预测方法与模型。为验证该模型,分别利用模型开展了案例城市的交通碳排放现状评估和我国未来城市交通领域的二氧化碳排放预测。

本书可供国内外城市交通领域相关研究人员、政府交通管理人员参考,亦可供相关专业院校师生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市交通碳排放监测评估研究与实践 / 李振宇, 李超, 廖凯编著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.10

ISBN 978-7-114-14073-0

I. ①城… II. ①李… ②李… ③廖… III. ①城市交通—二氧化碳—废气排放量—监测—评估—研究—中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 192160 号

书 名: 城市交通碳排放监测评估研究与实践

著 作 者: 李振宇 李 超 廖 凯

责任编辑: 杨丽改 刘 博

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 720×960 1/16

印 张: 11

字 数: 175 千

版 次: 2017 年 10 月 第 1 版

印 次: 2017 年 10 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14073-0

定 价: 50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

编 写 组

组 长：李振宇 李 超 廖 凯

编写成员：尹志芳 吴洪洋 牛 犇 杨新征 郭 忠

王吉生 尹怡晓 魏领红 郝 萌 赵海宾

林 翊 李文芳 高万晨 黄天伊 王 迪

李建雄



近 50 年来,因温室气体排放而导致的气候变化问题已经成为全球关注的焦点和热点。交通运输领域是最重要的移动二氧化碳排放源,更加引人关注。中国正处于工业化和城镇化进程的重要阶段,城镇人口规模不断扩大、机动车保有量和出行量快速增长、出行距离不断增大等,是导致我国出现严重城市拥堵和空气污染的重要原因之一。目前,很多城市的空气污染类型已由原先的“煤烟型”污染转变成“煤烟-尾气复合型”污染,由移动排放源产生的温室气体排放量也随之快速增加,特别是在人口稠密的大型城市尤为显著。经过“十二五”期间的努力,部分城市已采取了控制排放的有效措施,但在可预见的将来,城市交通二氧化碳排放仍将继续保持快速增长的态势,直至二氧化碳排放达峰后才能开始转入下降阶段。为了应对全球气候变化,我国提出了到 2020 年、2030 年单位 GDP 能耗相对 2005 年分别下降 40% ~ 45%、60% ~ 65% 的减排目标,减排形势十分严峻。在交通运输行业,正在全面打造“四个交通”,特别是围绕发展绿色交通,开展了大量的节能减排工作,包括设立交通运输节能减排专项资金、开展绿色低碳交通运输省区和城市试点、全国“公交都市”创建试点、加快新能源汽车推广应用、加强节能减排能力建设等。然而,我国城市交通应对气候变化的研究尚处于起步阶段,研究基础十分薄弱,专业人才和资金投入不足,缺乏规范的操作方法和操作流程,尤其是在城市交通二氧化碳排放监测评估及相关模型研究方面,与国外相比存在较大差距,在城市交通节能减排效果量化评估和城市交通温室气体排放预测、情景分析等方面造成了较大影响,制约了我国城市交通应对气候变化的相关研究和科学决策。

为明确我国城市交通温室气体排放的量化方法和手段,交通运输部科学研究院受国家发展和改革委员会、交通运输部、全球环境基金

会等委托,开展了《“十三五”城市交通低碳发展目标、途径与措施研究》项目、《城市交通碳排放监测评价体系研究与城市试点评估》项目和《城市交通环境排放评估系统研究与开发》项目,在分析我国城市交通发展现状的基础上,借鉴国外城市交通二氧化碳排放监测评估的原理方法和实践经验,经过系统的分析研究,提出了适应我国城市交通特点的二氧化碳排放监测评估的发展思路、理论、方法并进行实践。

本研究基于我国城市交通行业的发展现状和发展特点,研究提出了城市交通二氧化碳排放监测评估方法、中观层面的现状评估模型、宏观层面的未来预测模型,并应用现状评估模型分析了成都、哈尔滨等城市的交通二氧化碳排放现状和主要特征。应用预测模型,采用情景分析的方法,设定基准情景、低碳情景和强化低碳情景,预测了2016—2030年的城市交通能耗量和温室气体排放量。本书是多个项目研究成果的梳理、集成和总结,共计6章。

第一章分析了我国“十二五”期社会经济发展现状,回顾了“十二五”期城市交通发展的外部形势,围绕经济社会、城市交通和节能减排等方面梳理了发展现状,总结了取得的主要成效。

第二章分析城市交通二氧化碳排放影响因素,从城市和交通规划、运输装备、交通能源、基础设施、管理政策、市场机制和消费理念等方面总结了影响城市交通能源消耗和二氧化碳排放的主要影响因素。

第三章分析城市交通二氧化碳排放模型和评估的现状,总结了国家、省和城市三个层面的排放清单,梳理了国内外能耗和二氧化碳排放统计、监测评估方法、交通油耗在线监测技术原理等,分析了国外二氧化碳排放预测模型及其研究和应用现状。

第四章研究城市交通二氧化碳排放监测评估模型,根据我国统计发展现状,确定我国城市交通二氧化碳排放监测评估方法、模型设计、模型开发,并开展了案例实践。

第五章对城市交通二氧化碳排放进行预测分析,应用预测模型,通过情景分析的方法,采用基准情景、低碳情景和强化低碳三种情景,预测了我国公交、出租汽车、轨道交通和私人小汽车等交通方式2016—2030年的能耗量和温室气体排放量。

第六章是总结与展望,简要分析了基于现状和未来预测的两种评估的主要特点和进展,并预测了未来二氧化碳排放评估和数据来源的发展趋势。

如无特别说明,本书中所述“碳排放”均指“二氧化碳排放”。

本书在编写过程中参考了不少相关领域的著作和文献,借鉴了许多国内外专

家学者的研究成果，在此向相关作者致以谢忱。

限于作者水平，加之时间仓促，书中的错误、疏漏之处在所难免，希望专家、学者及广大读者批评指教。

编 者

2017 年 6 月于北京



第一章 城市交通碳排放发展现状和水平	1
第一节 “十二五”期间我国社会经济发展现状	3
第二节 “十二五”期间城市交通发展现状	6
第三节 城市交通低碳发展政策	18
第四节 城市交通低碳发展成效	25
第二章 城市交通碳排放影响因素分析	31
第一节 城市和交通规划	34
第二节 运输装备	35
第三节 交通能源	38
第四节 基础设施	39
第五节 需求管理	41
第六节 消费理念	44
第七节 市场机制	45
第三章 城市交通碳排放模型与应用发展现状	47
第一节 排放清单研究与应用	49
第二节 排放预测模型研究与应用	55
第三节 现状监测模型	59
第四章 城市交通碳排放评估模型研究	83
第一节 监测方法与数据采集方案	85
第二节 模型设计	100
第三节 模型开发	107
第四节 案例实践	110
第五章 城市交通碳排放预测分析	119
第一节 预测方法	121

第二节 模型构建 121

第三节 案例实践 123

第四节 预测结果 149

第五节 预测结果分析 152

第六章 总结与展望 155

第一节 现状总结 157

第二节 未来展望 158

参考文献 160

后记 164

第一章

Current Status and Development
Level on Carbon Emissions from
Urban Transport

城市交通碳排放 发展现状和水平



第一节 “十二五”期间我国社会经济发展现状

一、经济发展现状

“十二五”期间，我国社会经济发展迅速，产业结构调整效果明显。2015年我国国内生产总值（GDP）为676708亿元，较2014年增长6.9%，较2011年的484123.5亿元增长了39.8%；人均国内生产总值2015年为49351元，较2014年上涨了5.84%，较2010年上涨52.2%。“十二五”期间，我国第三产业占GDP比重首次超过第二产业，并在2015年对GDP的贡献率达到50.5%，第三产业已成为我国经济发展的新引擎，见表1-1、图1-1~图1-3。

2011—2015年国内主要经济数据

表 1-1

年份	国内生产总值		三大产业比重			人均 GDP (元)
	亿元	增长率 (%)	第一产业	第二产业	第三产业	
2015	676708	6.9	9	40.5	50.5	49351
2014	636138.7	7.27	9.2	42.7	48.1	46629
2013	588018.8	7.69	9.4	43.7	46.9	43320
2012	534123	7.75	7.5	45	45.5	39544
2011	484123.5	9.49	9.5	46.1	44.3	36018

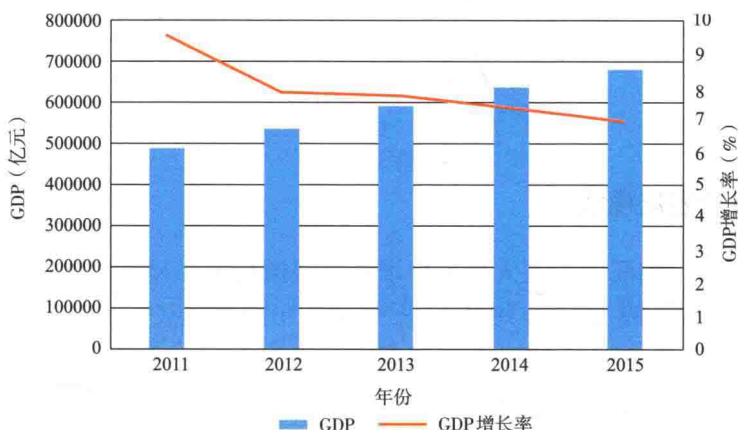


图 1-1 2011—2015 年 GDP 及其增长率

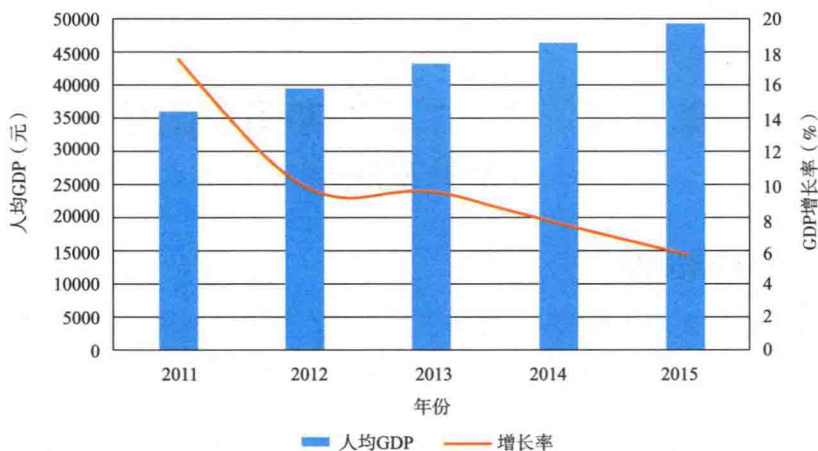


图 1-2 2011—2015 年人均 GDP 及其增长率

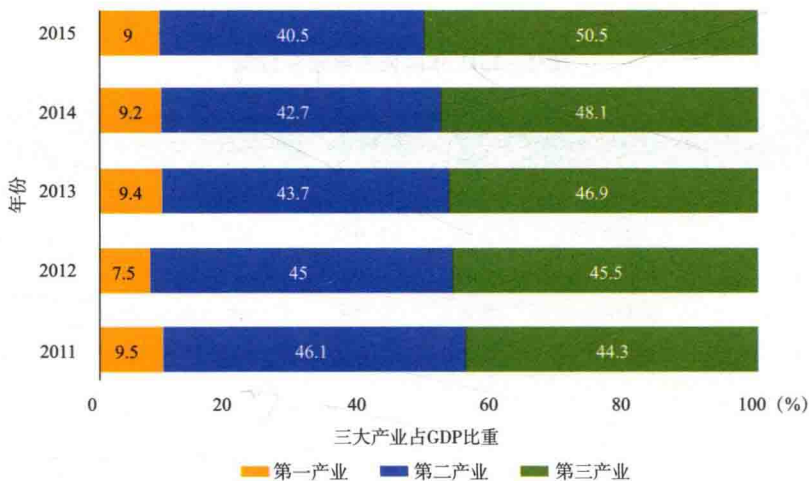


图 1-3 2011—2015 年三大产业占 GDP 比重

二、社会发展现状

“十二五”期间，我国人口平稳增长，城镇化效果显著。2015 年全国总人口为 13.45 亿人，较 2014 年增长了 0.5%，较 2010 年增长了 2.5%。2011 年，我国城镇人口第一次超过农村人口，达到总人口的 51.3%。随后城镇化率持续增长，到 2014 年底达到 54.8%，随着党的十八大提出推进中国特色的城镇化道路，加快了城镇化步伐，我国城镇化效果将进一步扩大，详见表 1-2 和图 1-4。

“十二五”期间全国人口及户籍分布情况

表 1-2

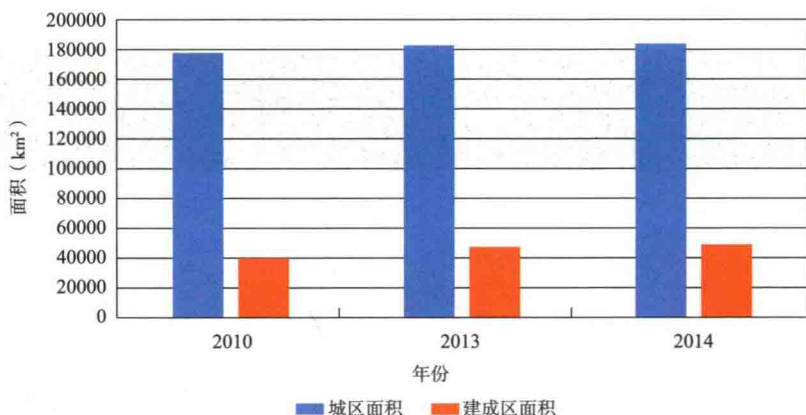
年份	人 口				城镇化率 (%)
	总人口 (万人)	增长率 (%)	城镇人口 (万人)	农村人口 (万人)	
2015	137462	0.50	77116	60346	56.1
2014	136782	0.52	74916	61866	54.8
2013	136072	0.49	73111	62961	53.7
2012	135404	0.50	71182	64222	52.6
2011	134735	0.48	69079	65656	51.3



图 1-4 “十二五”期间全国人口情况

三、城市规模

“十二五”期间，我国城市面积不断扩大。我国城市城区面积由2010年的17.87万 km^2 增长为2014年的18.41万 km^2 ；建成区面积2010年为4.01万 km^2 ，2014年扩展为4.98万 km^2 ，见图1-5。



数据来源：国家统计局的国家数据库。

图 1-5 “十二五”期间全国城市城区、建成区面积

第二节 “十二五”期间城市交通发展现状

“十二五”期间，随着我国经济的快速增长，我国城镇化和机动化同样呈快速增长趋势，城市交通车辆保有量和行驶里程较“十一五”期间都有较大的增长。

一、运输装备

1. 城市公交

伴随着城镇化率的增长和城乡客运一体化的推进，城市公交的服务水平在“十二五”期间也有了明显提升。在车辆数量上，从2010到2014年，公交车辆保有量增长约10万辆，近15万标台，车辆主要以大中型公交车为主。与此同时，为提升城市公交的运行速度和效率，许多城市设置了公交车专用道，全国公交车专用道长度增长近一倍。为增加公交站点覆盖率，“十二五”期间，公交线网长度和运营数量均有所增加，见表1-3。公交车辆和基础设施的大规模发展提升了服务水平，增强了公交出行吸引力，为城市交通的低碳发展发挥了重要作用，见表1-3和表1-4。

全国“十二五”期间公交车辆、线路发展情况

表 1-3

指标 年份	公交车数量 (万辆)	公交车数量 (万标台)	公交专用车道长度 (km ²)	运营线路长度 (万 km ²)	运营线路数 (条)
2010	42.1	45.8	3726.0	63.4	33672
2011	45.3	50	4425.6	67.3	35884
2012	47.5	52.8	5255.8	71.5	38243
2013	51	57.3	5890.6	74.9	41738
2014	52.9	59.8	6897.3	81.8	45052
2015	56.17	63.29	8569.1	89.4	48905

数据来源：历年《中国城市客运发展报告》。

全国“十二五”公交场站发展情况

表 1-4

年份	保养场面积 (万 m ²)	停车场面积 (万 m ²)	场站面积 (万 m ²)	车均场站面积 (m ² /标台)
2010	805.9	3689.7	4495.6	98.1
2011	856.3	4375.0	5231.3	104.7
2012	973.1	4694.5	5667.6	107.3
2013	1037.6	5075.6	6113.2	106.7
2014	—	—	6419.7	107.4
2015	—	—	6992.7	110.5

数据来源：历年《中国城市客运发展报告》。

为保障车辆的维护，使车辆处于良好的工作状态，“十二五”期间城市公交场站建设也得到了快速发展。随着车辆数量的增加以及替代能源、新能源车辆比例的提高，充电桩、加气站等公共交通基础设施不断完善。在“十二五”期间，城市公共交通场站面积快速增加，由 2010 年的 4495.6 万 m² 增长到 2015 年的 6992.7 万 m²，增长了 55.5%。

随着城市交通车辆技术的提升和替代能源的广泛使用，新能源、替代能源公交车、出租汽车的应用也越来越广泛。自“十二五”以来，城市公共汽电车中汽油车辆数量减少超过一半，柴油车数量略有下降。替代能源车辆中，天然气车辆增长迅速，在 2010—2015 年的 6 年时间里，数量增长了 2.3 倍。新能源汽车技术先进，且节能减排效果明显，在公共交通行业虽然投入规模较小，但增长趋势

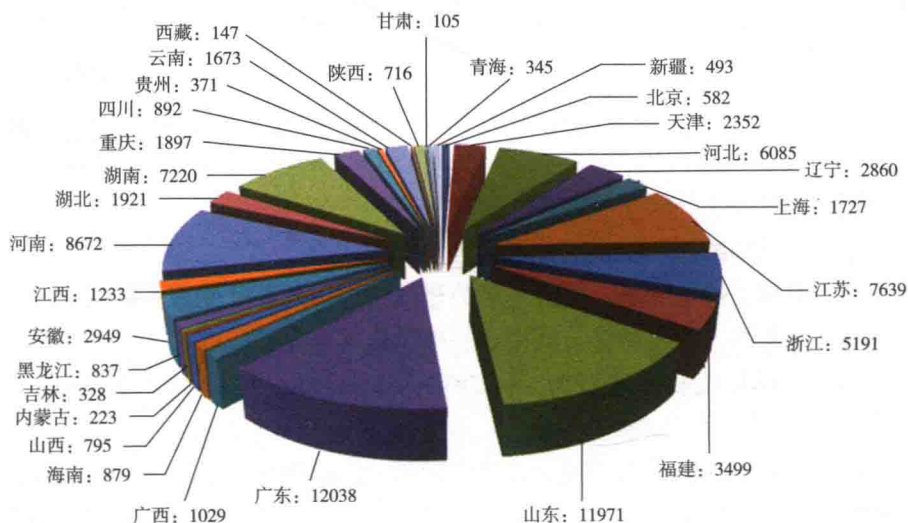
较快,在2010年仅有957辆纯电动公交车和1979辆混合动力公交车,到2015年纯电动公交车和混合动力公交车数量分别达到了36262辆和50397辆,分别增长了36.9倍和24.5倍。就车辆分布来看,东部沿海省份纯电动车辆投入较多,西部经济欠发达省份新能源车辆使用较少,见表1-5、图1-6。

公共汽电车按燃料类型划分情况(辆)

表 1-5

燃料 年份	汽油	乙醇 汽油	柴油	液化 石油气	天然气	双燃料	无轨 电车	纯电动	混合 动力
2010	33917	13920	290271	7535	54867	1076	1967	957	1979
2011	27959	12549	304315	9500	69023	20409	1651	1218	6613
2012	23778	9735	306465	8884	86379	24528	1696	1722	11704
2013	17183	7978	302428	8385	123778	25753	1879	3050	19186
2014	13294	4600	279927	8408	159785	24168	1995	7297	29320
2015	9657	4127	253458	6032	182396	17477	1934	36262	50397

数据来源:历年《中国城市客运发展报告》。



单位:辆

数据来源:《中国城市客运发展报告2015》。

图 1-6 2015 年全国纯电动公交分布情况