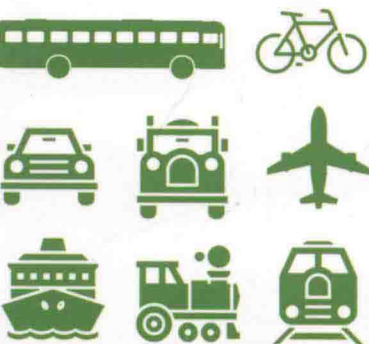


“十二五”国家重点出版物出版规划项目  
绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究



# 综合交通系统的 节能减排技术与政策

ZONGHE JIAOTONG XITONG DE JIENENG JIANPAI JISHU YU ZHENGCE

毛保华 柏 赞  
陈绍宽 梁 肖 编著



北京交通大学出版社

<http://www.bjtup.com.cn>

“十二五”国家重点出版物出版规划项目  
绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究

# 综合交通系统的 节能减排技术与政策

毛保华 柏 赞 编著  
陈绍宽 梁 肖

北京交通大学出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书将针对综合交通系统所涵盖的公路、铁路、水运、航空和管道 5 种交通运输方式各自的系统运行特点及其在不同的市场环境中及经济背景下的相互影响与协作特性,着重论述综合交通系统节能减排的基本概念、经济及社会效益、国内外相关研究进展及实践经验、不同交通模式的能耗测算方法和节能技术与策略、综合交通系统排放测算方法及相应减排技术、相关节能减排策略和政策及其应用效果分析等内容。本书是“十二五”国家重点出版物出版规划项目“绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究”之一,可作为高校交通运输及能源相关学科本科生及研究生相应课程的参考教材及用于拓展其知识体系的选修读物,亦可作为交通研究机构和管理部门进行交通节能减排相关研究及决策和人员培训的参考资料,还可作为关心环保及节能减排问题的公司或个人的参考书。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

综合交通系统的节能减排技术与政策 / 毛保华等编著. —北京:北京交通大学出版社, 2015. 12

(绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究)

ISBN 978-7-5121-2639-8

I. ① 综… II. ① 毛… III. ① 交通运输系统-节能-研究 IV. ① U491.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 321116 号

责任编辑:曾 华

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

<http://www.bjtup.com.cn>

地 址:北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编:100044

印 刷 者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185 mm×230 mm 印张:11.25 字数:252 千字

版 次:2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-2639-8/TU·221

定 价:35.00 元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: [press@bjtu.edu.cn](mailto:press@bjtu.edu.cn)。

# 绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究 编委会名单

主 任：杜祥琬

副主任：宁 滨 陈 峰 王思强

委 员：刘伊生 王元丰 毛保华 屈晓婷  
姜久春 汝宜红 刘颖琦 王海东

# 前 言

世界经济的发展、人口的剧增、人类欲望的不断上升和生产生活方式的无节制,使全球二氧化碳排放规模不断增大,全球气候问题日益严重。二氧化碳排放的增长破坏了地球臭氧层,灾难性气候严重危害了人类的生存环境和健康安全。减少大气层内有害气体的排放是改善人类生存环境的基础,已受到各国的共同关注。

改革开放以来,我国国民经济一直保持持续快速的增长,经济总量从1980年的3 065亿美元世界第八位(为第一位美国27 689亿美元的11%)跃居2013年的约94 000亿美元世界第二位(为第一位美国16.57亿美元的56.7%)。与此同时,能源消耗也有了很大增长。据统计,2014年全国能耗总量达到42.6亿t标准煤,为1980年6亿t的约7倍。万元GDP(国内生产总值)消耗的能源达到0.67t标准煤。2014年年末,我国大陆总人口达到136 782万人,其中,城镇常住人口74 916万人,占总人口比例的54.77%。因此,作为一个人口大国,我国对环境进行保护具有尤其重要的意义。

2012年8月,国务院《节能减排“十二五”规划》(国发〔2012〕40号)从现状与形势,指导思想、基本原则和主要目标,主要任务,节能减排重点工程,保障措施及规划实施6个方面论述了节能减排工作。规划提出:到2015年,全国万元GDP能耗下降到0.869t标准煤(按2005年价格计算),比2010年的1.034t标准煤下降16%(比2005年的1.276t标准煤下降32%);“十二五”期间,实现节约能源6.7亿t标准煤。同时,2015年全国化学需氧量和二氧化硫排放总量分别控制在2 347.6万t、2 086.4万t,比2010年的2 551.7万t、2 267.8万t各减少8%,分别新增削减能力601万t、654万t;全国氮氮和氮氧化物排放总量分别控制在238万t、2 046.2万t,比2010年的264.4万t、2 273.6万t各减少10%,分别新增削减能力69万t、794万t。这些目标对指导全国各行业的节能减排工作具

有重大战略意义。

本书从综合交通系统发展的角度探讨了交通节能减排问题，是笔者及其研究团队在教育部重点实验室完成的，相关研究得到了国家自然科学基金重大项目课题（编号 71390332）、国家 973 计划项目课题（编号 2012CB725406）、国家自然科学基金重点项目（编号 71131001）及美国能源基金会的资助。

本书由毛保华（第 1、2、3 章，第 8 章除第 2 节）、柏赞（第 4 章，第 8 章第 2 节）、陈绍宽（第 5 章）、梁肖（第 6、7 章）共同完成。研究过程中参阅了大量文献，并得到了张国伍、王庆云、胡思继、石定寰、黄海军、汪寿阳、高自友等专家的帮助。贾顺平、冯雪松、彭宏勤、冯旭杰、冯佳、吴珂琪等同志参加了相关项目的研究工作。李颖、刘世伯、李茜、和扬、李星阳等同志参加了本书部分数据与图表的整理工作。出版过程中得到了北京交通大学出版社的大力支持与帮助。在此一并表示衷心的感谢。

编著者

2015 年 12 月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 绪论                          | 1  |
| 第 1 章 交通系统节能减排工作的作用与地位      | 5  |
| 1.1 交通系统能耗与排放的概念            | 5  |
| 1.2 交通能耗与国民经济的关系            | 6  |
| 1.3 国内外交通运输的能耗构成及水平分析       | 8  |
| 1.4 小结                      | 12 |
| 第 2 章 我国交通能耗占全社会能耗的比重分析     | 14 |
| 2.1 不同品种能源的折算方法与我国交通能耗的统计口径 | 14 |
| 2.1.1 不同品种能源的折算方法           | 14 |
| 2.1.2 我国交通能耗的统计口径           | 16 |
| 2.1.3 交通能耗测算的基础数据           | 17 |
| 2.2 我国交通运输能耗的数据分析           | 23 |
| 2.2.1 能源消耗总量及构成             | 24 |
| 2.2.2 煤炭消耗总量及构成             | 26 |
| 2.2.3 电力消耗总量及构成             | 27 |
| 2.2.4 石油消耗总量及构成             | 28 |
| 2.2.5 汽油消耗总量及构成             | 29 |
| 2.2.6 柴油消耗总量及构成             | 30 |
| 2.3 国外交通能耗的统计口径及其与国内的差异     | 31 |
| 2.3.1 终端能耗                  | 31 |
| 2.3.2 部门划分及运输模式确认           | 31 |
| 2.3.3 调查方法                  | 32 |
| 2.3.4 国内外交通能耗统计口径的差异        | 33 |
| 2.4 依国际口径对我国交通能耗数据的测算与修正    | 33 |
| 2.4.1 社会及私人汽车能耗测算           | 35 |

|            |                      |           |
|------------|----------------------|-----------|
| 2.4.2      | 低速汽车能耗测算             | 38        |
| 2.4.3      | 摩托车能耗测算              | 40        |
| 2.4.4      | 交通总能耗数据的修正           | 42        |
| 2.5        | 同口径下国内外交通能耗占比分析      | 44        |
| 2.5.1      | 交通能耗在总终端能耗中的占比比较     | 44        |
| 2.5.2      | 交通运输业石油消耗比较          | 44        |
| 2.6        | 小结                   | 46        |
| <b>第3章</b> | <b>城市地区交通能耗比例测算</b>  | <b>48</b> |
| 3.1        | 城市交通运输能耗构成分析         | 48        |
| 3.2        | 交通运输能耗占全部终端能耗比例的测算方法 | 50        |
| 3.3        | 城市地区交通运输能耗占比变化分析     | 52        |
| 3.4        | 小结                   | 54        |
| <b>第4章</b> | <b>轨道交通能耗测算与节能技术</b> | <b>56</b> |
| 4.1        | 轨道交通能耗构成             | 56        |
| 4.2        | 轨道交通能耗影响因素           | 57        |
| 4.2.1      | 车站对能耗的影响             | 57        |
| 4.2.2      | 列车属性对牵引能耗的影响         | 58        |
| 4.2.3      | 线路条件对牵引能耗的影响         | 59        |
| 4.2.4      | 运营组织方案对牵引能耗的影响       | 61        |
| 4.3        | 轨道交通能耗测算模型           | 63        |
| 4.3.1      | 车站能耗测算模型             | 63        |
| 4.3.2      | 牵引能耗测算模型             | 64        |
| 4.4        | 轨道交通节能技术与管理          | 69        |
| 4.4.1      | 车站节能技术与管理            | 69        |
| 4.4.2      | 牵引节能技术与管理            | 69        |
| 4.5        | 轨道交通列车节能操纵方法         | 75        |
| 4.5.1      | 城市轨道交通列车节能操纵         | 75        |
| 4.5.2      | 干线铁路列车节能操纵           | 79        |
| 4.6        | 小结                   | 86        |
| <b>第5章</b> | <b>公路运输能耗测算与节能技术</b> | <b>87</b> |
| 5.1        | 公路能耗统计指标分析           | 87        |

|              |                      |            |
|--------------|----------------------|------------|
| 5.1.1        | 公路能耗统计主要指标           | 87         |
| 5.1.2        | 公路能耗统计车型分类           | 88         |
| 5.1.3        | 公路交通行业能耗标准           | 90         |
| 5.2          | 影响汽车能耗的微观因素分析        | 93         |
| 5.2.1        | 公路基础设施及交通条件因素        | 93         |
| 5.2.2        | 运输车辆因素               | 94         |
| 5.2.3        | 气候与天气因素              | 95         |
| 5.2.4        | 运输组织管理因素             | 96         |
| 5.2.5        | 驾驶员因素                | 96         |
| 5.3          | 公路能耗测算方法             | 97         |
| 5.3.1        | 公路能耗涉及的数据范围          | 97         |
| 5.3.2        | 营业性道路运输能耗测算方法        | 98         |
| 5.3.3        | 非营业性道路运输能耗测算方法       | 101        |
| 5.3.4        | 公路交通总能耗分析            | 102        |
| 5.4          | 营业性公路运输能源效率分析        | 103        |
| 5.5          | 小结                   | 104        |
| <b>第 6 章</b> | <b>交通运输系统的排放测算方法</b> | <b>106</b> |
| 6.1          | 世界交通运输系统的排放现状        | 106        |
| 6.1.1        | 国外交通运输系统的排放          | 107        |
| 6.1.2        | 我国交通运输系统的排放          | 109        |
| 6.2          | 不同交通方式的排放构成          | 111        |
| 6.2.1        | 道路运输排放的构成            | 112        |
| 6.2.2        | 铁路运输排放的构成            | 113        |
| 6.2.3        | 水路运输排放的构成            | 115        |
| 6.2.4        | 航空运输排放的构成            | 116        |
| 6.3          | 不同交通方式的排放测算          | 117        |
| 6.3.1        | 道路运输排放的测算方法          | 118        |
| 6.3.2        | 轨道交通运输排放的测算方法        | 124        |
| 6.3.3        | 水路运输排放的测算方法          | 126        |
| 6.3.4        | 航空运输排放的测算方法          | 129        |
| 6.4          | 不同交通方式排放因子的确定方法与参考值  | 130        |
| 6.4.1        | 排放因子的确定方法            | 130        |
| 6.4.2        | 排放因子的参考值             | 130        |
| 6.5          | 小结                   | 133        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>第7章 交通运输系统减排技术</b> .....          | 135 |
| 7.1 国内外交通减排情况概述 .....                | 135 |
| 7.1.1 国外交通运输系统减排情况 .....             | 135 |
| 7.1.2 我国交通运输系统减排情况 .....             | 139 |
| 7.2 不同交通方式的减排技术 .....                | 141 |
| 7.2.1 道路运输减排技术 .....                 | 141 |
| 7.2.2 铁路运输减排技术 .....                 | 146 |
| 7.2.3 水路运输减排技术 .....                 | 148 |
| 7.2.4 航空运输减排技术 .....                 | 149 |
| 7.3 国外交通减排措施对我国的启示 .....             | 150 |
| 7.3.1 政策层面 .....                     | 150 |
| 7.3.2 规划层面 .....                     | 150 |
| 7.3.3 技术层面 .....                     | 151 |
| 7.4 小结 .....                         | 151 |
| <b>第8章 低碳综合交通体系建设与节能减排政策分析</b> ..... | 152 |
| 8.1 交通系统能源消耗与碳排放现状 .....             | 152 |
| 8.2 综合交通系统节能减排的主要方向 .....            | 153 |
| 8.3 不同交通结构下的能源消耗与碳排放 .....           | 156 |
| 8.4 交通政策与交通结构的关系 .....               | 157 |
| 8.5 我国交通运输节能减排形势与关键技术 .....          | 159 |
| 8.6 对我国综合交通节能减排政策的建议 .....           | 162 |
| <b>参考文献</b> .....                    | 166 |

## 绪 论

随着全球人口数量的上升和经济规模的不断增长,化石能源等常规能源的使用造成的环境问题及后果不断为人们所认识。1997年12月,《联合国气候变化框架公约》第3次缔约方大会在日本京都召开。149个国家和地区的代表通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》。该议定书规定,到2010年,所有发达国家二氧化碳等6种温室气体的排放量要比1990年减少5.2%。2007年12月,联合国气候变化大会提出了“巴厘岛路线图”,明确了2009年前应对气候变化谈判的关键议题与议程。2005年2月16日,《京都议定书》正式生效,标志着人类在历史上首次以法规的形式限制温室气体的排放。

改革开放以来,我国国民经济一直保持持续快速的增长。目前,尽管我国经济总量已经达到世界第二,但按人均依然处于较低水平。据国际货币基金组织统计,中国2013年人均GDP(国内生产总值)为6747美元,列全球第83位(世界银行统计为6807美元,列全球第84位)。与此同时,能源消耗增长迅速。据统计,2014年全国能耗总量达到42.6亿t标准煤,为1980年的7倍。作为一个人口大国,2014年我国城镇化水平达到54.77%,这对国家经济与社会的可持续发展提出了更高的要求。

近年来,我国的节能减排工作受到国家高度重视。2003年以来,国务院先后发布了《节能中长期专项规划》《关于做好建设节能型社会近期重点工作的通知》《关于加快发展循环经济的若干意见》《关于节能工作的决定》等政策性文件。2006年年底,国家科技部、中国气象局、国家发改委、国家环保总局等六部委联合发布了第一部《气候变化国家评估报告》。2007年6月,我国政府发布《中国应对气候变化国家方案》,确定了长期应对气候变化的框架。国家科技部等14个部门联合发布了《中国应对气候变化科技专项行动》,以落实国家方案。党的十七大报告强调:加强应对气候变化能力建设,为保护全球气候作出新贡献。2007年8月,国家发改委在《可再生能源中长期发展规划》中提出了具体目标:2010年和2020年,可再生能源占能源消费总量比例将增加到10%和15%。同时,还出台了税收和财政的激励措施,鼓励水电、风电和太阳能的开发。

2007年9月,亚太经合组织第15次领导人非正式会议在澳大利亚的悉尼召开,中国时任国家主席胡锦涛提出了应对全球气候变化的4条建议,即坚持合作应对,坚持可持续发展,坚持公约主导地位,坚持科技创新。其中,坚持科技创新包括加强研发和推广节能技术、环保技术、低碳能源技术。胡锦涛还建议建立“亚太森林恢复与可持续管理网络”,共同促进亚太地区森林的恢复和增长,增加碳汇,减缓气候变化。2008年10月,国务院发表了《中国应对气候变化政策与行动白皮书》。我国经济结构的调整与环境保护形势的发展使节能减排议题成为社会与经济发展中不可回避的重要课题。

低碳是指较低(或更低)的温室气体(二氧化碳为主)排放。从政府层面看,低碳是其设计社会与经济增长政策体系的一种新目标,低碳下的社会管理政策应该利于社会朝着降低温室气体排放强度的方向发展。对个人来说,低碳是我们生活方式与行为选择中的一种新的、可持续的理念。可以说,低碳倡导的是一种以低能耗、低污染、低排放为基础的经济运行与人类生活的模式。

交通运输业是温室气体的重要排放源之一。根据国际能源署(International Energy Agency, IEA)2009年出版的《运输、能源与二氧化碳:迈向可持续发展》报告:全球二氧化碳排放量约有25%来自交通运输,美国大气污染的50%来自运输工具,日本也占到20%;预计2050年全球交通运输业的能源消费将翻一番。亚洲发展银行预计:未来25年,全球交通二氧化碳排放将增长57%;发展中国家由于发展更加迅速的汽车行业,其排放将占到增长的80%。

近20年来,我国综合交通运输体系有了很大的发展,对国民经济体系的运行起到了重要支撑作用。作为重要的基础设施,交通运输业本身既是能耗大户,也是排放的重要来源。小汽车的人均能源消耗最多,几乎是公共汽车的4倍;轨道交通耗能最少,只有公共汽车的31.25%、小汽车的8.45%。有分析表明,北京市汽车排放的碳氧化物、碳氢化物、氮氧化物已占排放总量的40%~75%。

“低碳交通”倡导在日常出行中选择低能耗、低排放、低污染的交通方式。城市中的低碳机动化出行方式包括公交、地铁、轻轨等。自行车与步行以其灵活、环保、舒适的特点,也成为城市短途出行中的重要方式。

公共交通是碳排放低的交通方式。运输工具对大气的污染主要来源于汽车等排放的尾气。尾气中包含很多有害的成分,如一氧化碳,未充分燃烧的碳氢化物、氮氧化物、铅氧化物和浮游性尘埃等,它们是大气污染的主要来源。据美国联邦公交协会2010年报告,美国现行利用率水平下不同出行方式按人英里的二氧化碳排放外部费用(单位:英镑)大致为私家车0.96,公交车0.64,轨道交通0.22,轻轨0.36,通勤铁路0.33,共乘汽车0.22。从废气排放来看,轨道交通碳氧化物、氮氧化物和硫氧化物的排放量分别是公共汽车的3.75%、71.43%和52.63%。在人口密集的城市地区,汽车尾气污染更呈加剧之势,50%的铅排放物与运输有关;50%的氧化氮排放物是由运输产生的;运输产生的二氧化碳几乎占了二氧化碳总排放

量的 40%，这其中有 98% 是公路运输造成的（其中 80% 是由货车运输引起的）。我国正处在快速城镇化与机动化过程之中，建立并扩大以公共交通为主导的城市综合交通体系具有重要现实意义。

日益加剧的城市交通拥堵使交通业能耗与排放也在增长。据研究，拥堵状况下的燃油消耗将比正常行驶状况下高出 10% 左右。乘用公共交通为主的工具系统，在减少交通拥堵的同时，可以明显降低碳排放。据测算，如果我国有 1% 的个体小汽车出行转乘公共交通，仅此一项，全国每年将节省燃油 0.8 亿 L。这些数据表明，轨道交通、公共汽车在交通系统中比例越高，交通系统的排放就越少。

国务院《节能减排“十二五”规划》对大力推进交通行业的节能减排工作也提出了具体目标。该规划指出，要加快构建便捷、安全、高效的综合交通运输体系，不断优化运输结构，推进科技和管理创新，进一步提升运输工具的能源效率。

在铁路运输领域，要大力发展电气化铁路，进一步提高铁路运输能力；加强铁路运输的组织管理工作，加快淘汰铁路能耗大的老旧机型机车，推广铁路机车节油、节电技术，对铁路运输设备实施节能改造，积极推进货物运输的重载化与高效化；推进客运站节能优化设计，加强大型客运站能耗综合管理。

在公路运输领域，要全面实施营运车辆燃料消耗量限值标准；建立物流公共信息平台，优化货运组织；推行高速公路不停车收费，继续开展公路甩挂运输试点；实施城乡道路客运一体化试点；推广节能驾驶和绿色维修。

在水路运输领域，要建设以国家高等级航道网为主体的内河航道网，推进航电枢纽建设，优化港口布局；推进船舶大型化、专业化，淘汰老旧船舶，加快实施内河船型标准化；发展大宗散货专业化运输和多式联运等现代运输组织方式；推进港口码头节能设计和改造；加快港口物流信息平台建设。

在航空运输领域，要优化航线网络和运力配备，改善机队结构，加强联盟合作，提高运输效率；优化空域结构，提高空域资源配置使用效率；开发应用航空器飞行及地面运行节油相关实用技术，推进航空生物燃油的研发与应用；加强机场建设和运营中的节能管理，推进高耗能设施、设备的节油节电改造。

在城市交通领域，要合理规划城市布局，优化配置交通资源，建立以公共交通为重点的城市交通发展模式；优先发展公共交通，有序推进轨道交通建设，加快发展快速公交；探索城市调控机动车保有总量；开展低碳交通运输体系建设城市试点；推行节能驾驶，倡导绿色出行；积极推广节能与新能源汽车，加快加气站、充电站等配套设施的规划和建设；抓好城市步行、自行车交通系统建设；发展智能交通，建立公众出行信息服务系统，加大交通疏堵力度。

上述规划为我国交通领域的节能减排工作指明了方向。

本书共分 8 章：第 1 章阐明交通节能减排工作在整个社会经济系统中的重要性；第 2 章研究了我国交通能耗占全社会能耗的比重，按国际可比口径修正了我国交通能耗占全社会能耗的比例数据；第 3、4、5 章重点分析了城市地区、轨道交通与公路交通系统的节能工作及其相关技术；第 6、7 两章阐述了交通排放因子的测算方法与减排技术；第 8 章结合我国社会经济的发展阐述了 2020 年前我国交通行业节能减排的主要任务。

# 交通系统节能减排工作的作用与地位

能源是人类社会与经济系统运行的重要基础，而排放又直接关系人类生存的环境质量。随着人类社会的发展与经济发展阶段的变化，区域产业结构不断优化升级，工业系统的能耗与排放占比正随着区域发展水平的提高而下降。与此同时，交通运输业的能耗与排放的区域总能耗与排放中的地位不断提高。由于全球社会与经济发展阶段在不同区域存在差异，明确交通运输业在不同区域节能减排格局中的地位与作用对于交通运输系统的建设与发展至关重要。

## 1.1 交通系统能耗与排放的概念

交通能耗是指某国家或地区交通系统（行业）运行消耗的各种形式能源的总当量和。交通系统运行产生的各种排放称为交通排放。目前，交通能耗与排放数据已经成为国内、国际高度关注的重要信息。

在交通能耗研究中的另一个重要概念是终端能耗。终端能耗一般指终端耗能设备入口得到的能源量，它等于一次能源扣除加工、转换、储运损失和能源工业所用能源后的能源量。该数据是节能政策分析、预测、规划的重要依据。国际能源署能源平衡表的终端能源消耗部门划分为工业部门、运输部门、其他部门和非能源产品消耗四大类。其中，其他部门包括农业，商业和公共服务，居民和其他。

我国的能源平衡表与国际通行的能源平衡表在定义、统计口径、指标设置和计算方法等方面存在较大差异，主要表现为热电当量法终端能源消耗量未扣除能源工业自用能源；公路运输用油只统计交通部门运营车辆用油，未统计其他部门和行业及私人车辆用油；部门统计相互交叉，交通运输、仓储及邮电通信业的能耗包含了部分公共建筑能耗。

交通排放是指交通运行所产生的各种有害物排放，有时也可称交通污染。交通污染来自交通系统运行过程中排放的烟、尘和有害气体，其数量、浓度和持续时间一般超过大气的净化能力和人类与生物的健康允许标准。例如，在公路上空，有时会形成浓度较高且持续时间较长的排放污染区域，不仅有害人体健康，对动、植物及水土环境也存在严重不利影响。交通污染水平与交通流量、车型、燃料、运行状态、线路条件、地理气象甚至季节等因素密

切相关。

我国不同地区监测发现的空气污染物中,交通排放占有较高比例。例如,有的地区交通排放的一氧化碳分担率为 65%~80%,有的地区交通排放的一氧化氮分担率为 50%~60%,有的地区交通排放的碳氢化合物分担率为 80%~90%。近年来,我国车辆保有量年增长率达到 15%甚至更高,各项污染物排放量还将上升。交通排放将成为我国空气的主要污染源之一。

我国机动车辆数量的增长,使城市交通尾气排放成为城市大气污染的最大污染源,城市污染类型正由煤烟型污染向混合型或机动车型污染转化,不断危害人们的健康,严重影响居民生活。汽车尾气污染加重的原因有两个方面:一是机动车总量的增长,二是交通堵塞和低速行驶加剧了尾气超标排放。

准确、客观的交通能耗与排放数据,可以为政府能源管理及政策法规和规划的制定、实施提供信息支持。对于交通能耗统计数据指标的研究,涉及面广,专业性、系统性和综合性强,是与能源技术经济、能源管理及交通运输相交叉的研究领域。

在综合交通系统中,交通能耗与运输过程的组织方式密切相关。公共交通单位能耗与排放低于其他运输(组织)方式。例如,城市轨道交通的能耗较低,一般认为相当于小汽车的 1/9、公交车的 1/2。轨道交通系统中,列车牵引供电系统和通风空调系统是轨道交通的用电大户,分别占轨道交通系统总能耗的 1/2 和 1/3,节能潜力也相对最大。

公路运输能源消耗指标主要包括两大类,即能源消耗总量指标和能源利用效率指标。能源消耗总量指标可以进一步按运输工具统计,也可以按能源消耗的品种统计;能源利用效率指标则包含了能源效率指标(如车 100 km 的油耗)和能源强度指标(如单位产量能耗和单位产值能耗等)。由于道路运输的能耗统计中实际周转量存在不确定性,可将百车公里作为统计总油耗量的主要指标。客车应按车辆长度、货车应按载重质量来分别建立能源消耗统计模型。

## 1.2 交通能耗与国民经济的关系

作为国民经济的一个重要组成部分,交通运输业对国民经济发展起着基础性、支撑性和服务性的作用。交通运输企业在实现客货位移运输生产的活动中,需要消耗能源,也会产生对生态环境负面的排放。我国经济正处于发展期,增长带来的城镇化及机动车保有量的增长,导致运输需求和服务的迅速增长,使交通部门的能源消耗,尤其是石油产品的消耗也在迅速增长。IEA 能源统计显示,从 1971 年到 2001 年,我国交通部门能源消费以每年 9.3%的速度增长;2011 年,IEA 统计的交通部门的能耗达 244 494 万 t 石油当量,占世界能源总消耗的 27.4%。从世界范围来看,交通运输作为能源消耗性行业,尤其是一次性石油能源消耗大户,备受社会各界关注。

我国政府早在“六五”期间就开始注重节能工作,制定了专门的节能五年计划和十年规划。1980 年后,提出“开发与节约并重,把节约放在优先地位”的方针,建立了能源三级管

理网和能源统计指标体系,包括相关标准,如《综合能耗计算通则》(GB 2589—1990)和《企业能耗计量与测试导则》(GB 6422—1986)等,并颁布实施了《中华人民共和国节约能源法》。

在此背景下,交通运输行业于2007年颁布了《公路、水路交通实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》。2008年制定的《交通行业节能中长期规划》确定了2015年和2020年的总体目标和主要任务,发布了《营运客车燃料消耗量限值及测量方法》(JT 711—2008)和《营运货车燃料消耗量限值及测量方法》(JT 719—2008)两个强制标准,开展了交通运输行业能源消耗状况分析及能源标准体系建设研究,并在全国范围内推出了若干个节能减排示范项目。

除此之外,各省交通行业也展开了许多能源消耗方面的研究,如2008年广东省交通厅开展了“广东交通行业节能减排统计、监测和考核体系的建立研究”等。

鉴于能源供需矛盾越来越突出,研究降低交通系统能源消耗,分析交通能源消耗和社会经济发展的互动影响关系就显得格外有意义。

能耗与经济的关系可以根据单位能耗产生的GDP数量来衡量。具体来说,交通能耗和经济发展的关系可以从交通能耗占全社会总能耗的比例、单位交通生产规模(如换算周转量)产生的GDP数量等方面来研究。表1-1给出了改革开放以来我国部分能耗与交通和经济发展的统计数据。

表 1-1 我国部分能耗与交通和经济发展的统计数据

| 指标                        | 1980   | 1990   | 2000    | 2010    | 2012    | 2014    |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 全社会能耗(标准煤)/万 t            | 60 275 | 98 703 | 145 531 | 324 939 | 361 732 | 426 000 |
| 全社会客运周转量/(亿人·km)          | 2 281  | 5 628  | 12 261  | 27 894  | 33 383  | 7 412   |
| 全社会货运周转量/(亿 t·km)         | 11 629 | 26 208 | 44 321  | 141 837 | 173 804 | 40 395  |
| 全国 GDP(人民币)/亿元            | 4 552  | 18 774 | 99 776  | 408 903 | 534 123 | 636 463 |
| 单位 GDP 能耗/(亿元/万 t)        | 0.08   | 0.19   | 0.69    | 1.26    | 1.48    | 1.49    |
| 单位客运周转量 GDP/[亿元/(亿人·km)]  | 2.00   | 3.34   | 8.14    | 14.66   | 16.00   | 17.93   |
| 单位货运周转量 GDP/[亿元/(亿 t·km)] | 0.39   | 0.72   | 2.25    | 2.88    | 3.07    | 3.29    |

资料来源:《中国统计年鉴2014》。

从表1-1中可以看出,改革开放以来,2014年与1980年相比,我国经济总量(全国GDP)增长了138.8倍,而全社会能耗总量增长了6倍。这里虽然有物价变动和统计精度等因素的影响,但总体上可以说,我国能源利用效率有了十分明显的进步,国民经济从农业经济为主的时期进入快速工业化时代,产业结构发生了显著变化。

表1-2给出了几个主要发达国家及发展中的大国的交通能耗与经济数据。不作说明的为2010年数据,特殊情况见表注。