



低碳城市丛书
Low Carbon City Series

交通二氧化碳排放 和低碳发展

Transport Carbon Dioxide Emissions and
Low Carbon Development

■ 蔡博峰 冯相昭 陈徐梅 编著



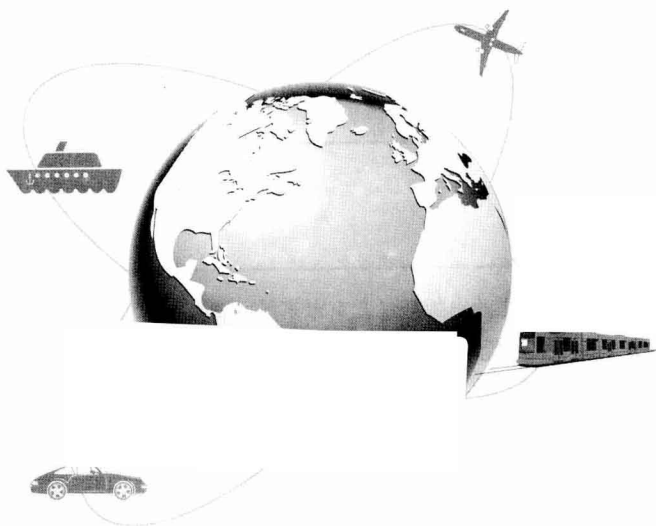
化学工业出版社

低碳城市丛书
Low Carbon City Series

交通二氧化碳排放 和低碳发展

Transport Carbon Dioxide Emissions and
Low Carbon Development

■ 蔡博峰 冯相昭 陈徐梅 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍交通领域 CO₂ 排放和低碳发展的技术和政策。前两章讨论了交通领域 CO₂ 排放核算方法和全球及中国交通 CO₂ 排放特征；第 3~5 章分别介绍了道路、航空和水运交通的低碳政策和技术；第 6 章综述了我国交通领域的低碳发展。本书可供交通、能源、环境、气候变化等领域的政策制定者、科研人员以及国内外相关领域的专家、学者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

交通二氧化碳排放和低碳发展/蔡博峰, 冯相昭, 陈
徐梅编著. —北京: 化学工业出版社, 2012.6

(低碳城市丛书)

ISBN 978-7-122-13936-8

I. 交… II. ①蔡… ②冯… ③陈… III. 交通
运输-二氧化碳-排气-研究 IV. X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 060467 号

责任编辑: 宋湘玲

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 洪雅姝

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 13³/₄ 字数 258 千字 2012 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

交通部门是全球石油消耗最多和石油需求增长最快的部门,也是全球 CO₂ 排放增长最快的部门之一,因而,交通部门的 CO₂ 排放问题在国际社会备受关注。然而,与其他领域和行业相比,交通领域 CO₂ 排放核算和碳减排实践仍存在不少难点。首先,交通领域是一个采用“自下而上”方法核算 CO₂ 排放精度反而下降的特殊领域,其活动水平数据获取较为困难,原因在于交通部门的排放源为移动排放源,且数目众多,不同排放源(机动车、轮船、飞机、火车等)之间的排放特征差异较大。其次,交通领域的碳减排途径很多,包括交通方式结构调整、能源替代、技术改进、排放标准限定等,很难系统分析和评价不同方法及其效果。我国当前还缺少对交通减排技术潜力及其成本有效性的系统性研究,而在全局气候变化背景下制定低碳交通发展战略,有必要充分了解国际先进技术,并通过国际比较论证其在我国低碳交通领域的适用性。

鉴于此,本书着眼于综述全球和中国交通领域 CO₂ 特征,引用翔实的数据对道路交通、航空、水运等多种运输方式的低碳技术和政策进行论述。本书分为 6 章。前两章介绍交通领域 CO₂ 排放核算方法和全球、中国交通 CO₂ 排放特征,使读者能够在宏观上把握交通领域的碳排放整体特征。道路交通是交通领域 CO₂ 排放的绝对主体,全球道路交通占交通领域 CO₂ 排放超过了 70%,所以本书第 3 章着重对道路交通部门的新能源汽车、燃油经济性标准/温室气体排放标准、替代能源、碳税、道路管理、出行模式等方面的低碳技术和政策进行了较为详尽的论述和分析。由于欧盟从 2012 年开始,将在欧盟境内机场起降的航班强制纳入欧洲碳排放交易体系(EU ETS),在国际上引起了极大的争议,因而本书第 4 章将围绕航空业碳排放这一热点问题进行讨论,并且论述了航空业的主要低碳策略。水运交通尤其是海运交通一直未受到足够的重视,2012 年 3 月,国际海事组织(IMO)出台了一系列导则,支持其于 2013 年开始的强制性能效标准,这对于海运碳减排具有标志性的意义,引起广泛关注,所以第 5 章针对水运交通尤其是海运进行了较为详尽的分析和论述。本书第 6 章综述了我国交通领域的低碳技术发展、政策与行动。

本书各章撰写人员为:第 1 章,蔡博峰;第 2 章,蔡博峰;第 3 章,冯相昭、蔡博峰;第 4 章,陈徐梅、蔡博峰;第 5 章,陈徐梅;第 6 章,冯相昭、蔡博峰。

由于国际上低碳交通研究进展很快,因而本书在撰写过程非常注重数据和资料的时效性。同时,尽可能地减少文字量而增加图表,以形象直观的形式说明问题。由于作者水平有限,不足之处在所难免,欢迎来信批评指正和交流探讨(蔡博峰(caibofeng@gmail.com)、冯相昭(feng.xiangzhao@prcee.org)、陈徐梅(keyerchen@gmail.com))。

编著者
2012 年 3 月

目 录

第 1 章 全球交通二氧化碳排放现状和未来情景 1

1.1 交通二氧化碳排放计算方法	1
1.1.1 交通部门分类	1
1.1.2 交通部门二氧化碳计算方法	2
1.2 全球交通部门二氧化碳排放	4
1.2.1 全球交通部门燃油和二氧化碳排放现状	4
1.2.2 全球交通部门燃油趋势和区域特征	5
1.2.3 全球不同交通模式燃油和二氧化碳排放特征	7
1.2.4 全球交通部门二氧化碳排放趋势	9
1.3 典型国家交通部门二氧化碳排放	11
1.3.1 典型国家交通部门二氧化碳排放比较分析	11
1.3.2 亚洲典型国家交通部门二氧化碳排放比较	13
1.4 全球交通部门二氧化碳排放未来情景	18
1.4.1 全球交通部门二氧化碳排放的新政策情景	18
1.4.2 全球交通部门低碳发展情景	25

第 2 章 中国交通领域二氧化碳排放和特征 32

2.1 中国交通领域二氧化碳排放研究方法	32
2.2 中国交通领域二氧化碳排放核算数据来源	34
2.2.1 道路运输	34
2.2.2 铁路运输	34
2.2.3 航空运输	36
2.2.4 水路交通	37
2.2.5 排放因子	39

2.3	中国 2007 年交通领域二氧化碳排放	40
2.4	中国交通领域二氧化碳排放趋势和特征	41
2.5	中国道路交通二氧化碳排放趋势和特征	45
2.5.1	中国道路交通二氧化碳排放趋势	45
2.5.2	基于行驶里程计算中国道路交通二氧化碳排放	46
2.6	中国交通领域二氧化碳排放驱动因素分析	52
2.7	中国交通领域能源需求和二氧化碳排放未来情景	54
2.7.1	近期情景	54
2.7.2	远期情景	54
2.7.3	减排成本和收益	57

第 3 章

道路交通低碳政策与技术

59

3.1	道路交通低碳政策及技术概述	59
3.2	机动车	61
3.2.1	机动车燃油经济性标准和温室气体排放标准	61
3.2.2	新能源汽车	64
3.2.3	机动车碳税	69
3.2.4	车辆号牌拍卖制度	73
3.3	燃料	75
3.3.1	替代燃料发展	75
3.3.2	生物质燃料的碳减排和环境问题	82
3.3.3	典型国家和地区替代燃料发展经验	83
3.4	道路	89
3.4.1	HOV 制度	89
3.4.2	拥挤收费	90
3.4.3	HOT 专用车道制度	92
3.4.4	BRT 制度	94
3.5	出行模式与需求	95
3.5.1	出行模式改变	95
3.5.2	弹性工作制	99
3.5.3	改善驾驶习惯/倡导绿色驾驶	101
3.5.4	交通补贴	102
3.5.5	停车费制度	102
3.5.6	多交通模式换乘枢纽中心	103

3.6 交通综合管理	103
3.6.1 土地利用与交通规划的融合	103
3.6.2 智能交通系统技术的发展应用	105

第4章 航空低碳政策与技术 107

4.1 航空业能源消耗	107
4.1.1 国际航空业客货周转量发展态势	107
4.1.2 航空业能源消耗特点与展望	109
4.2 航空业二氧化碳排放	115
4.2.1 航空业二氧化碳排放现状	115
4.2.2 航空业二氧化碳减排目标和未来情景	118
4.3 国际航空业低碳发展相关政策	121
4.3.1 航空业碳排放相关国际公约	121
4.3.2 航空业与欧盟碳排放交易体系	121
4.4 航空低碳技术	124
4.4.1 替代生物燃料技术	125
4.4.2 发动机与空气动力学技术	128
4.4.3 航空空域管理技术	132
4.5 中国航空业低碳发展面临的挑战	134
4.5.1 中国民航运量快速增长	134
4.5.2 “十二五”碳排放强度下降指标对民航节能减排 提出了新要求	136
4.5.3 欧盟将航空排放纳入 EU ETS 构筑了“碳壁垒”	136
4.5.4 中国民航行业减排方法学初探	138

第5章 水运低碳政策与技术 141

5.1 国际水运温室气体排放政策与特征	141
5.1.1 国际海运温室气体排放政策	141
5.1.2 国际海运温室气体排放特征	142
5.2 国际水运温室气体减排措施	147
5.2.1 国际水运减排措施概述	147
5.2.2 国际水运减排潜力分析	148

5.2.3	典型船舶减排成本	154
5.2.4	典型船舶减排新技术	156
5.3	中国水运减排潜力与措施	158
5.3.1	中国水运发展潜力巨大	158
5.3.2	我国营运船舶节能空间大	160
5.3.3	水运能耗与排放的国际比较	162
5.3.4	推进低碳水运发展的政策建议	162

第6章 中国交通低碳政策与行动 165

6.1	中国道路交通低碳政策和技术概述	165
6.2	机动车	169
6.2.1	燃油经济性标准	169
6.2.2	机动车限购政策和限制使用政策	174
6.2.3	新能源汽车	177
6.2.4	车辆税费优惠政策	184
6.3	燃料	185
6.3.1	鼓励发展车用替代燃料的政策	185
6.3.2	燃油税	188
6.4	道路	189
6.4.1	BRT	189
6.4.2	轨道交通	192
6.5	出行模式与需求	192
6.5.1	弹性工作制	193
6.5.2	交通补贴政策	193
6.5.3	停车收费制度	193
6.5.4	倡导绿色出行	195
6.6	其他低碳政策措施	196

附录 名词解释 198

参考文献 201

表 目 录

表 1-1	亚洲主要国家不同交通模式 CO ₂ 排放比例	16
表 1-2	亚洲典型国家交通领域 CO ₂ 排放及驱动因素	16
表 1-3	全球客运不同地区不同交通模式比例变化 (2005 年、2030 年、2050 年)	24
表 1-4	全球货运不同地区不同交通模式比例变化 (2005 年、2030 年、2050 年)	24
表 1-5	全球不同交通模式 CO ₂ 排放比例变化 (2005 年、2030 年、2050 年)	25
表 1-6	全球 2050 年 450 情景的 CO ₂ 减排情况	27
表 1-7	麦肯锡道路客运交通内燃机效率情景分类	31
表 2-1	中国交通领域 CO ₂ 计算方法	33
表 2-2	中国各省(市、自治区) 2007 年铁路柴油消耗量	35
表 2-3	中国各省(市、自治区) 2007 年航空煤油消耗	37
表 2-4	中国 2007 年各省(市、自治区) 水运(内河和沿海) 燃料消耗量	38
表 2-5	中国交通领域 CO ₂ 排放因子	40
表 2-6	中国 2007 年各省(市、自治区) 各类交通运输方式 CO ₂ 排放量	40
表 2-7	中国 2007 年不同交通模式能源消费和 CO ₂ 排放	42
表 2-8	中国 1990~2007 年交通领域 CO ₂ 排放变化	43
表 2-9	2007 年中国和国际交通部门 CO ₂ 排放比例对比	44
表 2-10	2007 年中国和国际人均和单位陆地面积交通领域 CO ₂ 排放对比	44
表 2-11	中国道路交通机动车分类	47
表 2-12	中国不同车辆类型百公里油耗	50
表 2-13	中国道路交通 CO ₂ 排放计算不同方法比较分析	52
表 3-1	道路交通主要低碳政策措施	59
表 3-2	道路交通主要低碳技术	60
表 3-3	典型国家和地区燃油经济性标准与温室气体排放标准	62
表 3-4	主要国家或地区实施和计划实施的机动车燃料经济性标准/ 温室气体排放标准	63

表 3-5	欧盟 25 国境内销售轿车的 CO ₂ 排放水平目标和现状	64
表 3-6	不同汽车类型生命期内碳排放和污染物排放	67
表 3-7	典型国家新能源汽车政策和措施	67
表 3-8	生物燃料、氢和电力作为轻型汽车交通燃料所面临的问题	76
表 3-9	世界主要国家和地区交通中生物质燃料的要求和目标	79
表 3-10	生物质燃料产量及未来发展情景	81
表 3-11	美国车用替代燃料发展“三阶段”	84
表 3-12	巴西基于发动机排量和燃料类型的轻型汽车税	88
表 3-13	英国 2010~2011 年轻型车税费表	89
表 3-14	拥堵收费次优定价方法分类	91
表 3-15	美国主要 HOT 车道项目	93
表 3-16	世界上拥有 BRT 线路的主要城市	95
表 3-17	发展中国家不同机动车和不同交通模式的 GHG 排放水平	97
表 3-18	美国轿车共乘的主要形式	99
表 4-1	1990~2007 年欧盟主要国家民航客运能源强度变化情况	110
表 4-2	1980~2007 年全国民航能耗总量及其单耗状况	114
表 4-3	ICAO 负载系数	117
表 4-4	各方对欧盟将航空业纳入 EU ETS 的态度立场	123
表 4-5	按地区列示的国际民航技术合作方案实施金额	124
表 4-6	主要航空燃料原料	126
表 4-7	典型国家航空生物燃料扶持政策与行动概览	127
表 4-8	世界主要航空公司生物燃料试飞行动概览	127
表 4-9	未来飞机相对当前飞机的燃油强度下降潜力	134
表 4-10	航空在气候变化、空气质量和噪声之间的促进或抵消关系	134
表 4-11	国航中欧长航线每周航班数和竞争对手航班数一览	137
表 4-12	行业减排目标方案	138
表 4-13	中国民航业参与国际行业信用机制到 2020 年预期收益	139
表 5-1	基于已有技术和实践评估船运 CO ₂ 减排潜力	148
表 5-2	船只减重技术与措施	150
表 5-3	未来船只减排的技术设计	150
表 5-4	各国船舶节能减排典型技术一览	151
表 5-5	2008 年全球前 15 大船运贸易国（或地区）	159
表 5-6	2000~2005 年我国各种运输方式综合单耗比较	161
表 5-7	2001~2005 年营运船舶分航区单耗情况	161

表 5-8 2000~2005 年全国营运船舶油耗总量、单位能耗状况.....161

表 6-1 中国道路交通部门的低碳政策矩阵166

表 6-2 中国近期道路交通 12 种技术评估166

表 6-3 中国近期交通低碳发展的主要技术168

表 6-4 中国已发布主要燃油经济性标准一览172

表 6-5 上海实施机动车牌照拍卖制度的主要实施效果.....174

表 6-6 中国新能源汽车主要产业政策一览表179

表 6-7 主要试点城市对混合动力汽车出台的配套补贴.....180

表 6-8 深圳市新能源汽车示范推广概览182

表 6-9 深圳市新能源汽车示范推广主要利益相关方及其行动措施.....182

表 6-10 2010 年世博期间新能源汽车运行情况183

表 6-11 中国的车船税演进历程185

表 6-12 乘用车新旧车船税对比185

表 6-13 中国车用替代燃料主要经济激励政策186

表 6-14 中国燃油税发展历程188

表 6-15 中国主要城市 BRT 发展状况190

表 6-16 重庆 BRT1-4 号线项目预计减排量191

表 6-17 北京市现行停车收费标准194

表 6-18 社会公众参与绿色出行情况196

图 目 录

图1-1	全球1973年和2009年石油总消费量和交通用油量	4
图1-2	全球2009年分部门能源燃烧CO ₂ 排放比例	4
图1-3	全球不同交通模式燃料消费水平增长趋势	5
图1-4	全球人均交通燃料消耗和不同地区燃料类型比例	6
图1-5	全球客运交通周转量不同交通方式比例	7
图1-6	全球货运不同方式周转量	8
图1-7	2007年不同交通模式的温室气体排放（货运）	8
图1-8	2007年不同交通模式的温室气体排放（客运）	9
图1-9	全球不同交通模式CO ₂ 排放（1970~2008年）	9
图1-10	全球2008和2009年交通领域CO ₂ 排放	10
图1-11	典型国家交通领域CO ₂ 排放趋势比较（令1990年=100%）	12
图1-12	全球主要国家2007年人均交通CO ₂ 排放量及交通CO ₂ 排放强度（单位GDP）比较	14
图1-13	全球各国人均交通CO ₂ 排放和交通CO ₂ 排放总量前10国	15
图1-14	亚洲主要国家交通领域CO ₂ 排放趋势	16
图1-15	亚洲典型国家交通领域CO ₂ 排放及驱动因素	18
图1-16	全球2009~2035年部门能源需求增长量（新政策情景）	19
图1-17	全球交通不同部门石油消费趋势	19
图1-18	轻型载客汽车保有量（新政策情景）	20
图1-19	新轻型载客汽车燃油经济性发展（新政策情景）	21
图1-20	道路交通人均用油量（新政策情景）	21
图1-21	全球客运交通趋势	22
图1-22	全球货运交通趋势	22
图1-23	全球客运交通周转量比例变化	23
图1-24	全球货运交通周转量比例变化	23
图1-25	全球客货运不同交通模式比例变化情况（2000~2050年）	23
图1-26	全球交通CO ₂ 排放趋势	25
图1-27	全球不同政策情景下的不同部门二氧化碳排放比例	26

图1-28	全球450情景下不同部门的二氧化碳减排需求	27
图1-29	全球450情景下2050年不同部门的二氧化碳减排情景	27
图1-30	全球客运交通CO ₂ 排放未来情景	28
图1-31	全球交通领域CO ₂ 减排成本曲线（2030年）	28
图1-32	全球交通CO ₂ 减排趋势	29
图1-33	麦肯锡道路客运交通CO ₂ 排放情景预测	30
图1-34	麦肯锡道路客运交通CO ₂ 减排成本曲线（2030年复合情景）	31
图 2-1	中国 1990~2007 年交通领域不同交通模式 CO ₂ 排放变化	42
图 2-2	中国 1990~2007 年不同交通模式 CO ₂ 排放比例变化	43
图 2-3	中国及世界 2007 年不同交通模式燃料消费比例	44
图 2-4	中国交通领域及道路交通 CO ₂ 排放及趋势	46
图 2-5	中国和典型国家不同道路交通方式 CO ₂ 排放比较（2005 年）	46
图 2-6	中国 2007 年地级市轻型载客汽车保有量和行驶里程	48
图 2-7	中国城市轻型载客汽车行驶里程与汽车注册时间关系	49
图 2-8	中国 2009 年新轻型载客汽车质量与油耗的散点图	50
图 2-9	中国道路交通不同方法得到的燃料消费比较	52
图 2-10	中国交通领域 CO ₂ 排放和 GDP/人均 GDP 相关性	53
图 2-11	中国道路交通 CO ₂ 排放和 GDP/城市居民人均可支配收入相关性	53
图 2-12	中国 2020 年交通能源结构	54
图 2-13	中国近期交通汽油和柴油消费量及汽车销售量	55
图 2-14	中国未来不同类型交通能源需求情景	55
图 2-15	中国未来不同类型轻型载客汽车的销售情景	56
图 2-16	中国未来不同类型交通二氧化碳排放情景	56
图 2-17	麦肯锡中国道路客运减排成本曲线（2030 年）	58
图 3-1	美国机动车减排技术包	61
图 3-2	世界典型国家和地区乘用车燃油经济性目标对比	63
图 3-3	电动汽车发展路径	65
图 3-4	电动汽车与传统燃油汽车综合能量效率比较	66
图 3-5	电动汽车发展路线图	66
图 3-6	美国混合动力和替代燃料车税收抵免效果示意图	68
图 3-7	机动车购置税（高税率组）（OECD 数据/2010 年）	70
图 3-8	机动车购置税（低税率组）（OECD 数据/2010 年）	70
图 3-9	机动车购置税（高税率组） 换算结果（OECD 数据/2010 年）	71
图 3-10	机动车购置税（低税率组） 换算结果（OECD 数据/2010 年）	72
图 3-11	机动车常规性碳税换算结果（OECD 数据/2010 年）	72

图 3-12	发达国家机动车总碳税（车辆购置税+常规性碳税）	73
图 3-13	一次能源到机动车燃料路径	76
图 3-14	世界交通生物质燃料发展	78
图 3-15	主要经济体 2009 年和 2035 年低碳政策情景下道路交通中 生物质燃料比例	79
图 3-16	主要生物质燃料技术当前发展阶段	81
图 3-17	生物质燃料与汽油/柴油全生命周期（WTW）温室气体排放 相比减排量	82
图 3-18	生物质燃料的土地利用强度	83
图 3-19	机动车替代燃料的水资源消耗强度	83
图 3-20	生物质燃料与汽油/柴油成本比较	84
图 3-21	欧洲典型城市上班使用公共交通、自行车和步行占总 上班出行比例	96
图 3-22	人均收入与私人机动车占交通模式比例关系	98
图 3-23	美国运送 45 位乘客需要的不同机动车数量	99
图 3-24	美国交通出行方式占比的变化情况	100
图 3-25	城市密集程度和 CO ₂ 排放关系（按城市）	104
图 3-26	城市密集程度和交通能耗（按洲）	105
图 4-1	2000~2009 年国际航空营收性旅客运输总量	108
图 4-2	2000~2009 年国际航空营收性货物运输总量	108
图 4-3	国际航空业不同座位等级载客量年变化值	109
图 4-4	国际成品油消费 1971~2008 年增长情况	109
图 4-5	2000~2010 年美国国内国际航班油耗情况	110
图 4-6	全球航空燃油消耗及新政策情景趋势	111
图 4-7	飞机能源强度现状和未来情景	111
图 4-8	全球航空燃油和燃油效率趋势	112
图 4-9	全球航空客运燃油效率及未来趋势	112
图 4-10	全球航空能源效率和客座率变化趋势	113
图 4-11	新型飞机燃油效率变化趋势（1960~2008 年）	114
图 4-12	全球航空二氧化碳排放比例	115
图 4-13	全球航空（国内航空+国际航空）二氧化碳排放趋势	115
图 4-14	全球 2005 年航空对气候变化的辐射强迫贡献	116
图 4-15	ICAO 碳排放计算方法	117
图 4-16	IATA 低碳航空路线图	119
图 4-17	全球航空温室气体排放现状和未来情景	120

图4-18	全球航空二氧化碳排放预测和目标	120
图4-19	EU ETS 2012年拓展情况	122
图4-20	航空二氧化碳减排技术方案	125
图4-21	全球不同机型航空飞机燃油效率的变化趋势	129
图4-22	开式转子发动机	130
图4-23	翼身融合飞机	131
图4-24	理想的连续下降轨道	132
图4-25	“十一五”期间中国民航运输总周转量和年度增长率	135
图4-26	“十一五”期间中国民航客运周转量和年度增长率	135
图4-27	2010年中国民航各公司执飞中欧航线比例	137
图5-1	船运路线的地理分布示例	143
图5-2	2007年船运及各主要行业CO ₂ 排放占全球碳排放的比重	144
图5-3	日本“冷冻地球”计划设定的贸易发展与CO ₂ 全球排放目标	144
图5-4	基于不同燃料统计数据和预测的国际海运燃油消耗比较	145
图5-5	1990~2007年船运燃油消耗量	145
图5-6	2007年各类别国际船只组成	146
图5-7	2007年不同种类船只的燃油消耗	147
图5-8	生态船舶减排技术潜力	149
图5-9	燃料电池技术在船只减排中的应用路线图	151
图5-10	2030年船舶业不同减排措施的边际减排成本	154
图5-11	2020年边际减排成本曲线(燃料成本每吨500美元)	155
图5-12	单船CO ₂ 减排措施对应的转化成本	155
图5-13	装载超低排放燃烧高效率柴油机船舶	156
图5-14	利用液化天然气(LNG)作为船舶燃料的新概念集装箱船	157
图5-15	船底气腔技术示意图	158
图 6-1	中国当前新一代内燃机成本收益分析	169
图 6-2	中国现行汽车燃油经济性标准体系	171
图 6-3	中国和主要国家新轻型载客汽车 CO ₂ 排放目标比较	173
图 6-4	中国不同燃油经济性情景下的 CO ₂ 减排量	173
图 6-5	2000~2011 年北京市私人汽车保有量变化趋势	175
图 6-6	北京机动车尾号限行措施发展历程	176
图 6-7	中国及典型国家电动汽车专利发展	181
图 6-8	中国 2010 年乘用车消费税和车辆购置税示意图	184
图 6-9	中国各种交通工具的成本和 CO ₂ 排放水平	196

第1章 | 全球交通二氧化碳排放现状和未来情景

交通部门是全球石油消耗最大和增长最快的部门，也是全球 CO₂ 排放增长最快的部门之一。2009 年全球交通用油占全球石油总消耗的 61.7%，总量达 21.36 亿吨标油；2009 年全球交通部门排放 CO₂ 65.44 亿吨，占据能源活动 CO₂ 排放的 23%，已经成为全球第二大 CO₂ 排放部门，仅次于电力和供暖。全球交通部门 CO₂ 排放 1970~2008 年期间增长了 136%，无论是发达国家还是发展中国家，交通近 20 年 CO₂ 排放都呈增长趋势，其中道路交通排放的强劲增长是主要原因。2009 年全球道路运输排放 48.77 亿吨 CO₂，占交通 CO₂ 排放的 74.52%。在 IEA（国际能源署）的 450 情景中^①，2020 年全球交通部门 CO₂ 排放会达到 72 亿吨，到达峰值，到 2035 年降至 69 亿吨。IEA 的研究表明，交通部门的 CO₂ 减排潜力会不断提高，2030 年以后，交通 CO₂ 减排潜力在整个能源利用 CO₂ 减排潜力中的比例会不断升高，最终成为第一减排大户，交通部门到 2050 年将占能源利用 CO₂ 减排的 37%。

1.1 交通二氧化碳排放计算方法

1.1.1 交通部门分类

《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》中的移动源（即交通部门）分为道路运输、铁路运输、航空运输、水路运输和其他。本书中的交通部门 CO₂ 排放不考虑管道运输等其他类型。

（1）道路交通

道路交通的运输工具为利用各种能源驱动的道路机动车，道路机动车包括汽车、电车、拖拉机、摩托车、助力车等；能源类型包括：汽油、柴油、电力、压缩天然气、液化石油气、甲醇、乙醇等。随着科学技术的发展，采用电能、太阳能等更清洁高效能源逐渐增多，新能源汽车从研发、示范逐步走向推广阶段。

① 控制 CO₂ 浓度在 450ppm 的发展情景；ppm：体积浓度，百万分之一。

(2) 铁路运输

铁路运输机车目前包括蒸汽机车、内燃机车和电力机车三种类型，分别采用煤炭、燃油（主要是柴油）、电力作为驱动能源，磁悬浮列车也采用电力为驱动能源，可归于电力机车类型。蒸汽机车已经逐渐被淘汰；电力机车用能来自电力，不直接产生 CO₂；而柴油机车一般使用柴油发动机结合交流发电机以生产需要的电力，为其提供动力，动力来自于柴油的燃烧，是铁路交通 CO₂ 重要排放源。

(3) 航空运输

利用航空飞机的运输形式，航空飞机以航空煤油为燃料。民航产生的排放包括起飞和着陆时的排放。飞机发动机排放气体的组成为：约 70% 的 CO₂，略少于 30% 的 H₂O 和不足 1% 的 NO_x、CO、SO_x、NMVOC[●]、微粒和其他微量成分。飞机飞行可分为着陆/起飞(Landing and Take-Off, LTO)周期和巡航。一般而言，除了烃类化合物和 CO，所有类型飞机排放的约 10% 的 CO₂ 产生于机场地面水平滑行和 LTO 周期中，90% 的排放发生在高海拔。对于飞机而言，飞机在起飞时的数十秒钟内温室气体的排放量较大，而在升空后温室气体排放数量较少。

(4) 水路运输

水路运输机车包括各种在内河、湖泊、远近洋行驶的船舶，以不同类型能源作动力源，这些能源主要有柴油、汽油、燃料油、电力等。水路运输主要由大型慢速和中速燃油发动机驱动。相对于道路、铁路和航空等运输方式而言，水路运输是产生 CO₂ 较少的运输方式。

1.1.2 交通部门二氧化碳计算方法

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》，移动源（交通部门）CO₂ 排放核算方法可以分为两大类，方法一是自上而下，基于交通工具燃料消耗的统计数据计算；方法二是自下而上，基于不同交通类型的车型、保有量、行驶里程、单位行驶里程燃料消耗等数据计算燃料消耗，从而计算 CO₂ 排放。

(1) 方法一：基于交通燃料消耗

基于燃料消耗的计算方法基本步骤为直接采用统计部门提供的燃料消费数据结合排放因子计算。

$$E = \sum_a F_a \cdot EF_a$$

式中， E 为移动源 CO₂ 排放，kg； F_a 为燃料用量，J； EF_a 为 CO₂ 排放因子，

● 非甲烷挥发性有机物。