

大卫与露茜尔派克德基金会 / The David and Lucile Packard Foundation
威廉与佛罗拉休利特基金会 / The William and Flora Hewlett Foundation 资助
能源基金会 / The Energy Foundation

城市交通可持续发展 ——要素、挑战及对策

**Sustainable Urban Transportation:
Context, Challenges, and Solutions**

中国可持续交通课题组 主编

Task Force on Sustainable Transportation Development in China



人民交通出版社

China Communications Press

大卫与露茜尔派克德基金会 / The David and Lucile Packard Foundation
威廉与佛罗拉休利特基金会 / The William and Flora Hewlett Foundation 资助
能源基金会 / The Energy Foundation

城市交通可持续发展

——要素、挑战及对策

Sustainable Urban Transportation: Context, Challenges, and Solutions

中国可持续交通课题组 主编

Task Force on Sustainable Transportation Development in China

人民交通出版社



内 容 提 要

本书共分八章(中英文对照),内容包括:绪论,对中国可持续交通的理解,土地利用和可达性,模式选择——建立可持续发展的城市交通结构,机动车燃油经济性及相关技术,中国车用替代燃料发展回顾与展望,燃料、车辆尾气控制和空气污染,促进中国城市交通可持续发展的经济手段,成果和措施建议。

本书可供交通政策制订及交通管理人员、城市交通科研人员阅读,也可供相关专业高等院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市交通可持续发展——要素、挑战及对策:汉英对照/
中国可持续交通课题组编. —北京:人民交通出版社,
2008. 6

ISBN 978-7-114-07242-0

I. 实… II. 中… III. 交通运输业—可持续发展—
研究—中国—汉、英 IV. F512.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 089512 号

书 名: 城市交通可持续发展——要素、挑战及对策

著 作 者: 中国可持续交通课题组

责任编辑: 刘永超

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京密东印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 22.5

字 数: 417 千

版 次: 2008 年 6 月第 1 版

印 次: 2008 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07242-0

印 数: 0001~2000 册

定 价: 56.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书,由本社负责调换)

城市交通可持续发展 ——要素、挑战及对策

Sustainable Urban Transportation: Context, Challenges, and Solutions

课题资助方: 大卫与露茜尔派克德基金会
威廉与佛罗拉休利特基金会
能源基金会

Sponsored by: The David and Lucile Packard Foundation
The William and Flora Hewlett Foundation
The Energy Foundation

课题主持单位: 交通部科学研究院中国城市可持续交通研究中心
世界资源研究所(WRI)

Supported by: China Urban Sustainable Transport Research Center,
China Academy of Transportation Sciences, Ministry
of Transport
World Resources Institute

目 录

绪论 中国城市交通发展:面临的挑战与政策选择	1
1. 中国可持续交通的含义	1
2. 本书的目的	2
3. 中国的机动化进程	3
4. 中国在全球:机动车燃料使用和 CO ₂ 排放	5
5. 紧迫性	6
6. 中国的机遇——选择先于变革	7
作者简介	9
第一章 对中国可持续交通的理解	10
1. 可持续交通的定义	10
2. 中国城市可持续交通面临的问题	13
3. 中国城市交通可持续发展面临的挑战	16
4. 中国实施城市可持续交通政策的紧迫性	20
参考文献	21
作者简介	22
第二章 土地利用和可达性	23
1. 引言	23
2. 定义和衡量土地利用	23
3. 中国土地利用的变化	24
4. 中国土地使用和交通需求变化	26
5. 可持续交通土地利用模式的政策选择	32
6. 结论	35
参考文献	36
作者简介	36
第三章 模式选择——建立可持续发展的城市交通结构	38
1. 引言	38
2. 交通模式选择	38
3. 建立可持续发展的交通结构对城市发展的影响	41



4. 目前中国城市交通结构面临的挑战	45
5. 国际经验	47
6. 交通发展与政策建议	49
7. 结论	53
参考文献	54
作者简介	55
第四章 机动车燃油经济性及相关技术	57
1. 绪论	57
2. 中国汽车保有现状	58
3. 中国、美国、欧洲及其他地区交通领域节约燃料措施的现状和 发展趋势	60
4. 中国和国际上在改善车辆燃油经济性上所做的努力	61
5. 燃油节约技术及节油潜能	66
6. 中国新的节油标准	67
7. 加速中国节油技术、降低燃料使用量的备选方案	69
8. 先进的能源节省型车辆技术	72
参考文献	75
作者简介	75
第五章 中国车用替代燃料发展回顾与展望	77
1. 引言	77
2. 替代能源的重要性	77
3. 替代燃料的国内外近况分析	78
4. 电动汽车技术	91
5. 中国推动交通替代燃料发展的措施	94
6. 中国使用替代燃料的经验及教训	94
7. 交通替代燃料:中国的前景和政策	96
参考文献	98
作者简介	99
第六章 燃料、车辆尾气控制和空气污染	100
1. 绪论和背景	100
2. 车辆尾气	101
3. 机动车尾气污染对环境和人们健康的影响	102
4. 中国的空气质量状况	105

5. 车辆尾气污染控制目标·····	106
6. 降低车辆燃料中硫的含量·····	107
7. 先进的检测和维护系统·····	107
8. 中国车辆数量增长对未来污染物排放的影响·····	109
9. 其他措施·····	110
10. 结论·····	112
参考文献·····	112
作者简介·····	114
第七章 促进中国城市交通可持续发展的经济手段·····	116
1. 引言:经济手段与交通可持续发展·····	116
2. 中国城市可持续交通发展中的问题与挑战·····	116
3. 交通的外部成本·····	117
4. 中国目前的城市交通财税政策·····	121
5. 解决外部性的手段·····	123
6. 政策建议·····	126
7. 结束语·····	129
参考文献·····	129
作者简介·····	130
第八章 成果和措施建议·····	131
1. 对中国可持续交通的理解(第一章)·····	131
2. 土地利用和可达性(第二章)·····	132
3. 模式选择(第三章)·····	133
4. 机动车燃油经济性及相关技术(第四章)·····	134
5. 中国车用替代燃料发展回顾与展望(第五章)·····	134
6. 燃料、车辆尾气控制和空气污染(第六章)·····	135
7. 促进中国城市交通可持续发展的经济手段(第七章)·····	135
8. 2020 年的中国·····	136
9. 结论·····	138
参考文献·····	139
Sustainable Urban Transportation:	
Context, Challenges, and Solutions	
Introduction Urban Transport Options in China:	
The Challenge to Chopse ·····	143

1. The Definition of Sustainable Transport for China	143
2. Objectives of this Flagship Series	145
3. Motorization in China	146
4. China in a Global Context: Fuel and CO ₂ Emissions for Motor Vehicles	149
5. The State of Urgency	151
6. China's Opportunity—Choice before Change	152
About the author	155
Chapter 1 Understanding Sustainable Transportation and its Meaning for China	157
1. Sustainable Transportation Concepts	157
2. Development of Unsustainable Urban Transportation in China	162
3. Sustainable Urban Transportation Challenges in China	166
4. Why the State of Urgency?	174
References	175
About the author	176
Chapter 2 Land Use and Transport Access	178
1. Introduction	178
2. Defining and Measuring Land Use	178
3. Land Use Changes in China	179
4. Land Use and Transport Demand Changes in China	183
5. Policy Options for Sustainable Transport Land Use Patterns	191
6. Conclusion	197
References	197
About the author	198
Chapter 3 Modal Choices	201
1. Introduction	201
2. Transport Modal Choices	201
3. The impact of Different Transport Modal choices	206
4. China's Current Challenges	211
5. International Experiences	214
6. Transport Strategies and Policy Recommendations	216
7. Conclusions	224

References	224
About the author	226
Chapter 4 Fuel Economy and Technology	228
1. Introduction	228
2. Vehicles in China Today	229
3. Current Fuel Economy Trends in China, US, Europe, and other Regions	232
4. Chinese and International Efforts to Improve Vehicle Fuel Economy	234
5. Fuel Economy Technologies and Fuel-Saving Potential	240
6. China's New Fuel Economy Standards	242
7. Alternatives to Accelerate Improvements in Chinese Fuel Economy and Cut Fuel Use	245
8. Advanced Fuel-Efficient Vehicle Technologies	249
References	253
About the author	254
Chapter 5 Prospects for Vehicle-used Alternative Fuels in China	256
1. Introduction	256
2. The Importance of Alternative Motor Vehicle Fuels	257
3. Recent Global History of Alternative Fuels and Engines	258
4. Toward Electric-Drive Vehicle Technology	277
5. Measures taken by China to Promote the Development of Transport Alternative Fuels	280
6. Chinese Experience and Lessons from Use of Alternative Fuels	281
7. Alternative Transport Fuels: Prospects and Policies in China	284
References	287
About the author	288
Chapter 6 Fuels, Vehicle Emission Controls, and Air Pollution	290
1. Introduction and Background	290
2. Vehicle Emissions	291
3. Health and Environmental Effects of Motor Vehicle Air Pollution	293
4. The Air Quality Situation in China	299

5. Motor Vehicle Pollution Control Efforts to Date	300
6. The Need To Further Reduce Sulfur Content in Vehicle Fuels	302
7. The Need For Improved Inspection and Maintenance (I/M) Programs	302
8. Implications of China's Vehicle Growth for Future Emissions	305
9. Additional Measures To Be Pursued in China	307
10. Conclusions	309
References	309
About the author	312
Chapter 7 Economic Instruments in Transport Policies	314
1. Introduction	314
2. Challenges in Sustainable Urban Transport in China	315
3. Transport Externalities	315
4. Current Urban Transport Fiscal Policies in China	321
5. Instruments to Address Externalities	325
6. Policy Recommendations	329
7. Conclusion	334
References	335
About the author	335
Chapter 8 Findings and Recommendations	337
1. Introduction Urban Transport Options in China; The Challenge to Choose	337
2. Land Use and Transport Access	339
3. Modal Choices	340
4. Fuel Economy and Techonlogy	342
5. Prospects for Vehicle-used Alternative Fuels in China	343
6. Fuels, Vehicle Emission Controls, and Air Pollution	344
7. Economic Instruments in Transport Policies	345
8. China in 2020	346
9. Conclusion	348
References	350



绪论 中国城市交通发展：面临的挑战与政策选择

Lee Schipper Wei-Shiuen Ng

1. 中国可持续交通的含义

可持续交通涵盖三方面的内容，即社会可持续、经济可持续和环境可持续。同时，执政能力也是交通可持续发展的重要内容，即管理部门制定和执行相关法规制度，建立监测和评估的程序，吸收采纳利益相关者的意见，保障决策过程的透明。可持续的执政能力对中国交通可持续发展尤其重要。

按照上述定义，中国的城市交通并没有朝着可持续发展的方向发展。在过去的 20 多年中拥堵、交通事故及死亡率，交通导致的城市空气污染等问题越来越严重。就事故和污染而言，单位里程的事故数量和污染都在下降，但是其下降速度低于机动车出行的总里程增长速度，故而总体呈恶化趋势。个人机动车数量的增长意味着越来越多的步行者和骑自行车者，受困于拥挤的城市街道上。而目前中国主要城市的部分道路已实施了自行车禁行措施，如图 0-1 所示。



图 0-1 自行车禁行标志

对中国可持续交通发展，本书的作者们给出了清晰的定义。原油价格的不断上涨，高油价引起的石油安全性的问题变得更为显著。然而，本书部分作者明确指出由于城市化和城市人口迁移规模的大幅增长正使得中国城市赖以建立的基础，即非机动化交通和公交及各种轨道系统的结合，越来越不稳定，高峰时段公交车和轨道交通系统过度拥挤，运行不畅，使得更多的人选择了使用私有机动车出行。

城市交通指的是在城市内、城市周围和城市之间进行人和货物的运输。在中国，造成城市交通系统脆弱的一个重要环节是高密度的人口。这意味着人和车辆产生冲突的可能性非常强，同时与密度稀疏的农村区域相比较，城市里机动车的尾气排放相当集中。另外，由于如此巨大的人群生活在城市，空气污染和交通拥堵所产生的影响更大，范围更广。



尽管城市内的货运交通也相当重要,但我们还是将本书讨论的范围集中到城市客运交通领域。同时,本书也将不涉及城际交通的内容,城际交通在中国主要是指货车和内陆水路(货运)、航空、长途汽车和火车(客运)。这样就将交通燃料消耗和 CO₂ 排放,以及重型机动车的尾气排放都排除在外。另外,高密度城市的污染和拥堵很可能远大于农村地区。交通事故也是一个重要方面,因为城际交通往往速度较快,并多在交通主干道行驶。据估算,城市交通约占整个交通系统 20% 的交通事故、大部分的拥堵和污染,以及大约 30% 的燃料消耗和 CO₂ 排放。随着城市交通的私有机动化发展以及交通量和人口的增加,这些份额正在快速增长。

中国及其他许多发展中国家面临的可持续交通问题与当今发达国家遇到的问题是不一样的。发达国家机动化交通的发展已从第二次世界大战开始经历了超过 50 年时间,其间基础设施建设发展相对平稳。虽然德国和日本在战后进行了重建,但大部分主要设施在战前已建设完毕,投入运营。而中国道路基础设施和机动车数量及类型要达到 2020 年的远景,还需要很长的路要走。快速城市化也意味着到 2030 年多达 6 亿中国人会居住在城市。经济增长伴随的快速城市化进程,也说明更多的家庭可以负担得起私家车。这样,中国则需要提供足够的城市基础设施来满足日益增长的需求。然而,中国可以通过行政或市场机制来满足日益增长的需求,从而控制基础设施建设的速度,实现可持续发展。本书讨论了目前中国可做选择的一些主要措施。

2. 本书的目的

本书的目的是向中国国家和地方决策者及其他城市交通参与者呈现可持续交通的主要理念。书中频繁强调,中国城市交通系统还没有发达到不可改变的程度,但它正朝着以个人机动交通为主、公共交通和轨道交通为辅的方向快速发展。我们目的不是告诉中国决策者去做什么,而是提出一系列措施,供他们慎重和明智地选择,同时给出这些选择能常来的正面和负面后果。本书对这些后果的探讨是基于中国和国际经验做出的。

在本次研究中,我们选择了一个多元化的作者团队来对中国当前面临的城市交通问题提出建议。研究主要集中在城市交通环境和能源领域。我们邀请了周伟(交通部科学研究院)和 Edward Dotson(世界银行)对可持续交通在中国发展的必要性做了描述(第一章);Jiawen Yang(佐治亚理工学院)、陆锡明(上海城市综合交通规划院)、Gu Yu 和 Ralph Gakenheimer(麻省理工学院)着重分析土地利用方式落后于机动化发展的问题(第二章);Eduardo A. Vasconcellos



(Movimento Engenharia, 巴西)、全永燊、刘莹和陈金川(北京交通研究中心)论述在城市快速增长的情况下中国交通模式的选择(第三章);安锋(咨询师)和 Lewis M. Fulton(联合国环境规划署/UNEP)讨论中国城市如何减少机动车引起的空气污染问题(第四章);倪维斗(清华大学)、白泉(北京能源效率中心)和 Daniel Sperling(加州大学戴维斯分校)探讨中国替代燃料的发展前景,这是影响石油安全性和当地空气污染及温室气体排放的热点问题(第五章);Michael P. Walsh(咨询师)和王金录(美国阿岗国家实验室)介绍燃料、车辆尾气控制和空气污染(第六章);王毅教授(中国科学院)和 James Sweeney 教授(斯坦福大学)阐述如何利用财政政策和收费手段将技术和管理措施结合起来(第七章)。

3. 中国的机动化进程

交通拥堵和事故、机动车空气污染,以及交通温室气体排放日益严重等问题,使中国正在远离可持续交通发展。造成以上问题的主要原因是机动化交通。尽管目前中国的个人交通,即小汽车和两轮机动车,相对于其他发达国家数量并不大,但是其发展迅速,将在 2020 年承担 20% 的总出行次数和 30%~40% 的总出行距离。这种出行距离的增长速度足够诱发更多的交通事故和污染。此外,交通增长速度也远远超过了政府提供更多道路资源和停车空间的能力。相关政策、法规的制定和实施都很难跟上交通发展的速度。

图 0-2 表示的是中国、韩国、日本、美国和前联邦德国汽车保有量随人均 GDP 增长的变化情况。美国的起始点为 20 世纪初,当时汽车还完全是新奇的事物。需要注意的是图中的坐标刻度:中国 1987~2003 年的人均 GDP 增长量,

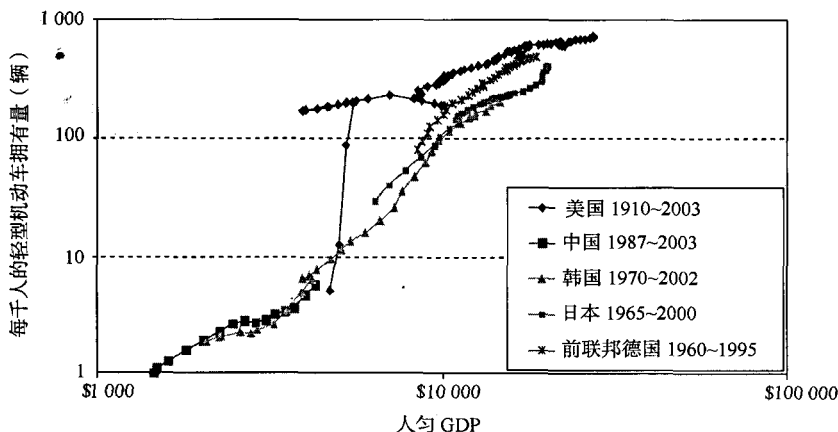


图 0-2 全球机动车保有量增长趋势



美国花了 48 年才实现。因此,中国面临的压力是由快速的增长所引起的。

如图 0-2 所示,中国汽车保有量的增长在起初并没有美国迅速。然而,由于今天的汽车较 20 世纪初价格更为低廉,质量更好,所以尽管中国人均 GDP 低于 20 世纪初的美国水平,但汽车保有量却相同。在过去 10 年里中国的汽车制造业和其他电子器械制造业一样在飞速发展。中国目前的交通发展在一定程度上类似于日本和韩国早期的发展。尽管这种相似性不能说明中国会重复它们经过的发展道路,但是中国政府必须充分重视、避免重复它们的机动化发展道路。本书提出了一些措施,有利于减轻快速机动化的后果,同时也可降低机动化的需求。

根据世界可持续发展商业委员会的“可持续机动性”项目,图 0-3 预测了世界各地区轻型机动车(小汽车、小货车、城市越野车等)保有量在 2005~2050 年的发展状况。可以看出,中国将由最初的极小份额增长到占全球总量的 15%,中国的汽车制造业也增长迅速。引起这个增长趋势的原因之一就是城市化。中国城市在 1987~2004 年间以每年 10% 的规模增长,城市化水平由 18% 增长到了 42%,城市人口达到了 5.4 亿。中国、印度、美国人口超过百万的城市数量见表 0-1。

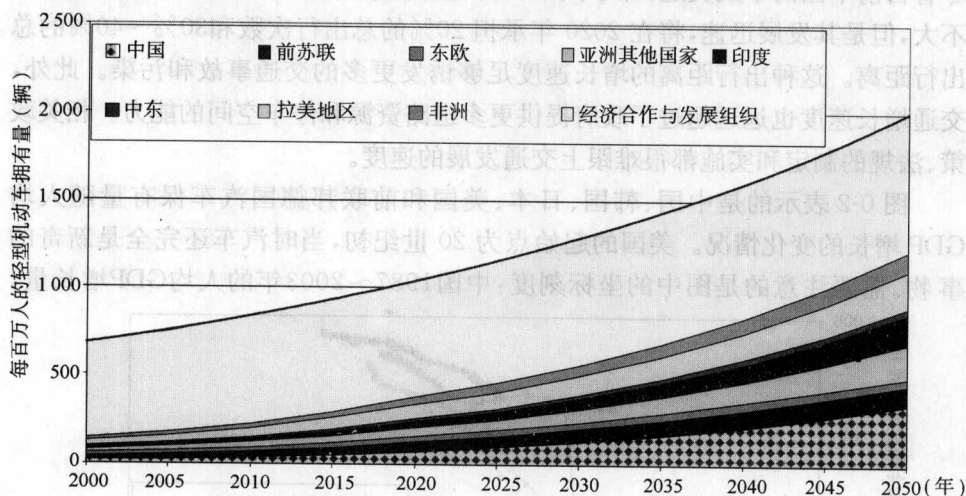


图 0-3 2000~2050 年各地区轻型机动车保有量

数据来源: WBCSD-SMP

表 0-1 人口超过百万的城市数量

人口超过百万的城市数量		
中国 (2002 年)	印度 (2001 年)	美国 (2005 年)
166	27	9



需要强调的是,中国官方的统计中对“小汽车”的定义是比较模糊的,它在英文中也有机动车的意思。按照中国国家标准,小汽车包括客运、货运和商业用途的所有车辆,例如出租车、公交车、小型货车、小型巴士和货车等。在更多的情况下,“小汽车”仅等同于客运小汽车的含义,即包括救护车在内的9座以下的乘用车辆。这样说来,中国的小汽车保有量就应当低于报道的数据。但是,机动总量仍会保持高速增长的趋势。

4. 中国在全球:机动车燃料使用和 CO₂ 排放

当2008年油价再创新高时,一些无知的分析家将其归咎于中国的石油需求增长。事实上,2003年,中国乘用车和货车(9座以下)的汽油需求量是每天35万桶,而美国是每天700万桶。美国人口不到中国的四分之一,而美国人均消耗的汽油量是中国的80倍。若按GDP比较,美国迄今仍是全球汽油市场的主导力量。虽然近年来美国汽油消耗量仅以每年1.5%的增幅增长,但其增长量就为中国在2003年的汽油消耗总量。中国的油耗大约是500万桶,即美国的四分之一(图0-4)。中国的油耗总量比美国的轻型车辆油耗量还要小。因此,尽管中国机动车的油耗增长迅速,但在世界范围内所占比例很小,而且,中国机动车油耗占全部油耗比例也比较低。但是,正如本书作者所述,中国石油进口依赖性增大,正影响中国经济发展的稳定性。图0-5为中国交通系统能源最终消耗份额。

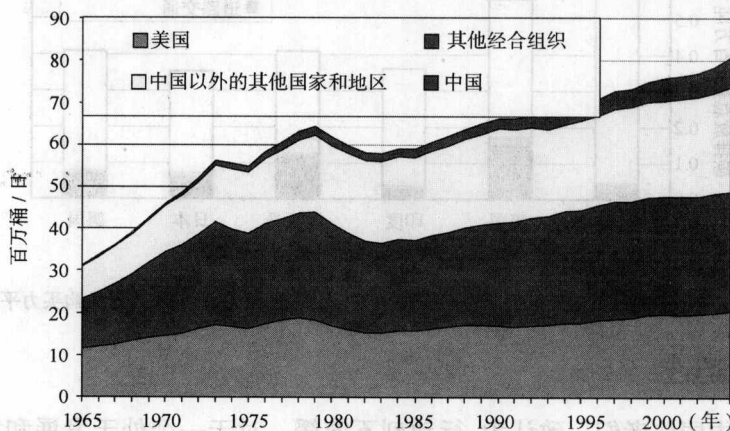


图0-4 1965~2004年的世界油消耗量

资料来源:英国石油公司

按二氧化碳排放来源来说,中国的小汽车使用或整个道路交通系统的影响是比较小的。图0-6展示了2003年所有燃料消耗产生的CO₂排放数量。尽管



中国的 $\text{CO}_2/\$$ 比率从 1990 年开始每年按超过 4% 的速度减少,但其仍高于其他国家(图 0-6)。能源使用的低效率将影响中国的经济。与印度相比,道路交通所占份额较小。所以,中国可以通过调节道路交通发展,避免负面影响,缓解城市交通问题。

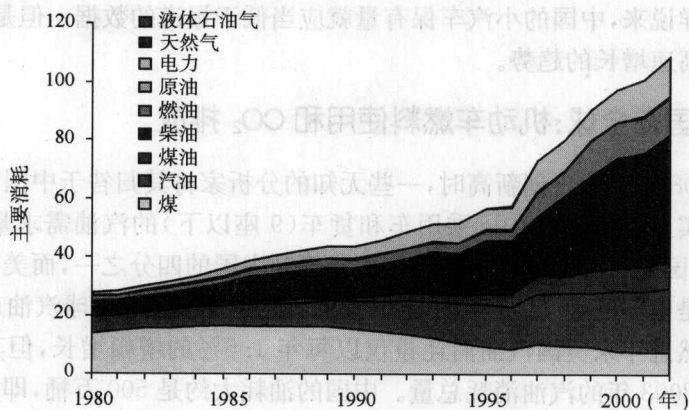
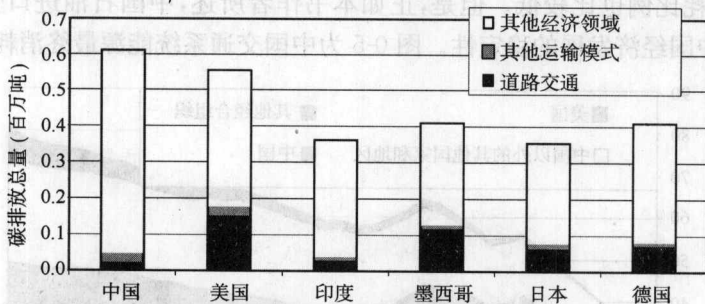


图 0-5 中国交通系统能源最终消耗份额

资料来源:劳伦斯伯克利实验室



注:其他内部交通指航空、铁路和水路运输。

图 0-6 2003 年中国及其他五国的单位 GDP 的 CO_2 排放,转化为 2000 年美元的购买力平价(PPP)

5. 紧迫性

本书中国作者们一致认为,行动刻不容缓。对于一个处于发展和城市化早期的国家,中国的机动化进程速度过快。就基础建设而言,中国落后于其自身的发展,下面的几个例子可作说明。

(1) 小汽车的拥有和使用需求正在快速超过道路等基础设施资源的建设水平。换言之,几乎所有中国城市的数据表明,单位汽车可用的空间每年都在减



少。管理部门也逐渐认识到单纯修路和建高架桥是不能解决问题的。

(2)市场开放和道路拥挤问题,提出了改革城市交通体制的要求。

(3)快速城市化和个人机动化管理知识水平有待进一步优化。由于中国城市化速度快,相关决策将影响数百亿美元的投资,而这些投资不得不在缺乏成本分析和替代方案的情况下进行。

(4)快速的城市化和机动化是相对新的问题,它阻碍了管理部门、国有和私有企业运用已有经验,分析问题、比较可行方案、评价成果、修正边际效应和交流成功实践的活动。

例子还有许多,例如人们受阻于拥堵的车流,住宅为城市建设和拆迁让路。但同时也说明中国还有机会重新定位机动化交通发展方向,实现可持续发展。

6. 中国的机遇——选择先于变革

图 0-2 指出了中国的低机动化发展水平,也点明了本书的主题。对中国而言,选择一条可持续交通发展的道路远比等到自然发展后再进行变革来得更加容易和经济。

首先考虑私人车辆的低保有量。由于两轮或四轮的机动车保有量还相当低,中国的车辆总数和出行习惯还有很强的可塑性。发达国家的私有机动车已经历了过百年的发展。个人出行类型非常固定,美国城市 90% 的出行,欧洲城市大约 70% 的出行都由小汽车完成。然而,在中国城市小汽车和出租车出行仍低于 10%。因此,中国并不需要转换任何出行模式,只需要发展替代方式缓解私人机动化进程带来的消极影响,调控发展速度,提高交通政策的可行性和实施率。

大部分人仍然采用可持续的交通模式,如步行、自行车和公交车。但是,这种情况正在受到威胁,部分原因是由收入增加和城市规模变化而引起的。还有一些是国家政策原因,这些政策刺激个人私有交通模式来满足大量出行的需要,即美国模式或东南亚的两轮交通模式。两轮电动自行车在过去数年内得到越来越多欢迎和推广,本书没有涉及这一问题。

按第二章所述,中国的土地利用类型是一项特别的挑战。汽车和轨道交通发展而诱导的城市蔓延在经过多年后仍没有停止,而两代人之前,中国城市仍相当小和紧凑,交通模式主要是步行和自行车。总之,由于经济快速增长,上海等主要城市目前都遇到人口密度大的问题。中国面临着两条选择,要么继续由汽车和少数铁路和公交支撑的低密度发展,要么通过城市中心的重点建设来控制城市继续蔓延扩张,包括发展高密度居住区、工作区、商业区和休闲区之间的高