



2006-2007

土木工程

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国土木工程学会 编著



 中国科学技术出版社



2006-2007

土木工程

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国土木工程学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2006—2007 土木工程学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国土木工程学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2007.3
ISBN 978-7-5046-4531-9

I. 2... II. ①中... ②中... III. 土木工程—研究报告—
中国—2006—2007 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024243 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

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

科学普及出版社发行部发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:15.5 字数:372 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:42.00 元

ISBN 978-7-5046-4531-9/TU·59

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2006—2007
土木工程学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING

首席科学家 刘西拉

顾问组成员 谭庆琰

专家组成员 (按姓氏笔画排序)

王志平	王 俊	王道堂	牛恩宗	白 云
冯大斌	冯爱军	许双牛	阮如新	杨秀仁
李广信	李 郑	李颜强	肖汝诚	吴 澎
沈子均	宋敏华	张在明	张 汎	张 凯
张 雁	周 云	施仲衡	姜培顺	袁永华
袁建光	徐 良	高 拯	郭陕云	常 翔
蓝 天				

学术秘书 张 凌 龚 磊 李 丹

序

基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求,党中央、国务院做出增强自主创新能力、建设创新型国家的战略部署,这是综合分析我国所处历史阶段和世界发展大势做出的重大战略决策。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中,传统的自然科学学科得以不断深入发展,新兴学科不断产生,学科间的相互渗透、相互融合的趋势不断增强;边缘学科、交叉学科纷纷涌现,新的分支学科不断衍生,科学与技术趋向综合化、整体化。及时总结、报告自然科学的学科最新研究进展,对广大科技工作者跟踪、了解、把握学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、融合与渗透,推动多学科协调发展,促进原始创新能力的提升,建设创新型国家具有非常重要的意义。为此,中国科协在连续4年编制《学科发展蓝皮书》基础上,自2006年开始启动学科发展研究及发布活动。

按照统一要求,中国力学学会、中国化学会、中国地理学会等30个全国学会申请承担了2006年相应30个一级学科发展研究任务,并编撰出版30本相应学科发展报告。在此基础上,中国科协学会学术部组织有关专家编撰了全面反映这30个一级学科的总报告——《学科发展报告综合卷(2006—2007)》。

中国科协是中国科学技术工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,开展学术交流、活跃学术思想、促进学科发展、推动自主创新是其肩负的重要任务之一。开展学科发展研究及学科发展报告发布活动,是贯彻落实科技兴国战略和可持续发展战略,弘扬科学精神,繁荣学术思想,展示学科发展风貌,拓宽学术交流渠道,更好地履行中国科协职责的一项重要举措。这套由31卷、近800余万字构成的系列学科发展报告(2006—2007),对本学科近两年来国内外科学前沿发展情况进行跟踪,回顾总结,并科学评价了近年来学科的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等,体现了学科发展研究的前沿性;报告根据本学科的发展现状、动态、趋势以及国际比较和

战略需求,展望了本学科的发展前景,提出了本学科发展的对策和建议,体现了学科发展研究的前瞻性;报告由本学科领域首席科学家牵头、相关学术领域的专家学者参加研究,集中了本学科专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的全国学会和科学家、科技专家劳动智慧的结晶,也是他们学术风尚和科学责任的体现。

希望中国科协所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,充分体现中国科协“三服务、一加强”(为经济社会发展服务,为提高全民科学素质服务,为科学技术工作者服务,加强自身建设)的工作方针,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Ming, positioned above the date.

2007 年 2 月

前 言

为贯彻落实全国科技大会和《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》精神,促进学科发展和原始创新能力的提升,提高我国科技自主创新水平,建设创新型国家,中国科学技术协会(简称“中国科协”)组织开展了学科发展研究及发布活动。作为中国科协的组成部分和土木工程领域的综合性学会,中国土木工程学会受中国科协的委托,于2006年6月开始组织筹备土木工程学科发展报告的撰写工作,并成立了以刘西拉教授为首席科学家,由学科带头人及学会管理干部参加的课题研究编写组,认真落实和布置了编写任务和具体负责人员。根据中国科协关于学科发展报告的撰写要求,全面总结我国工程建设技术进步及发展成就,进一步明确我国建设行业技术的未来发展方向,中国土木工程学会召开了课题组工作会议,结合专家意见,决定按照学会专业分会的领域组织本行业各方面专家从桥梁、隧道、道路、岩土等14个方面进行编写,力求事实准确、重点突出。各篇均对本学科近年来国内外现状、存在问题、发展目标及应采取的对策进行了详细的阐述。

近年来我国国民经济迅猛发展,基本建设规模不断扩大,为我国工程建设技术的发展提供了广阔的空间,也使我国工程建设者们有了施展才能的绝好机会,但我们也清醒地认识到我国工程技术发展的机遇与挑战并存。

我国目前正在进行的工程建设的数量、类型、规模等方面在世界上首屈一指,而今后还将建设更多工程,因此在取得巨大发展成就的同时必然会遇到更多的問題。本学科发展报告全面总结了我国在土木工程各领域所取得的进展和成就,覆盖面广、内容丰富,包括在设计理论、施工技术、新设备、新工艺、新材料、关键技术、成套技术及管理方面的创新与应用情况,以及与国外土木工程领域的差距与优势,较全面客观地反映了几年来我国土木工程的发展水平,对全面认识我国近年来工程建设技术的发展情况,具有很大的理论与实际意义。

在长达半年的编写过程中,本学科发展报告经过各专业学科领域的专家学者的多次讨论修改,提出了许多宝贵意见。在各方的共同努力下,土木工程学科发展报告终于顺利撰写完成。这部学科发展报告凝聚了我国土木工程建设各领域专家的集体智慧,可供土木工程领域的科研、设计、施工、管理人员以及高校师生学习参考,并希望能够为政府部门、科研机构、企业等提供良好的帮助,为科技规划、技术政策的制定提供有益的参考。

特别感谢刘西拉教授和中国土木工程学会各分会编写组成员,他们勤奋而认真的工作已经融入本书的字里行间中,他们为本书的顺利出版,付出了大量的辛勤劳动。尽管本书的编写组成员付出了很大努力,但是限于时间紧迫,书中难免会有一些疏漏与不足,我们真诚地期待广大读者朋友们提出宝贵的意见和建议。

中国土木工程学会

2006 年 12 月

目 录

序	韩启德
前言	中国土木工程学会

综合报告

土木工程学科发展综合报告	(3)
一、引言	(3)
二、土木工程学科发展的回顾与评价	(3)
三、土木工程学科发展的趋势和特点	(10)
四、土木工程学科发展的战略重点和措施	(12)
五、结语	(15)
参考文献	(16)

专题报告

桥梁工程学科发展报告	(19)
隧道及地下工程学科发展报告	(32)
岩土工程学科发展报告	(64)
高层及大跨度结构学科发展报告	(82)
混凝土及预应力技术学科发展报告	(92)
住宅工程学科发展报告	(107)
港口工程学科发展报告	(114)
水工业(给水排水)学科发展报告	(128)
城市燃气学科发展报告	(138)
道路工程学科发展报告	(157)
城市轨道交通学科发展报告	(169)
城市公共交通学科发展报告	(186)
防灾减灾学科发展报告	(199)
土木工程中计算机应用学科发展报告	(212)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Civil Engineering	(229)
-------------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Bridge Engineering and Bridge Structural Engineering	(230)
Tunneling and Underground Works	(230)
Geotechnical Engineering	(231)
Tall Buildings and Long Span Structures	(232)
Structural Concrete	(233)
Housing Project	(233)
Port and Harbor Engineering	(234)
Water Industry (Water Supply and Sewerage)	(234)
China City Gas	(235)
Road Engineering	(235)
Urban Rail Transit	(236)
Public Transportation	(236)
Disaster Prevention and Reduction	(237)
Application of Computer in Civil Engineering	(237)

综合报告

土木工程学科发展综合报告

一、引言

中国目前正在进行世界上最大规模的工程建设。工程学科的发展与自然科学学科不同,它不仅要受自然规律的约束,而且要受社会规律的约束。工程学科的发展水平,不仅取决于以往的积累,更重要的是要看社会的需要。随着国家经济持续快速发展,中国已成为世界上建筑业最活跃与最繁荣的地区,建设规模和速度高居世界前列。在大好的形势面前,我们必须看到我国人口众多、人均能源可采储量远低于世界平均水平,水资源匮乏以及生态环境恶化的趋势未得到有效遏制,平均受教育水平偏低、对大量涌入城市的农民教育培训严重滞后这一现状。在整个国家从社会主义计划经济向市场经济转轨的过程中,政府的职能亟待转变。21 世纪的土木工程学科发展的趋势,在空间域上反映在从单纯单体工程分析发展到对整个系统网络 and 环境的综合与控制,在时间域上反映在从单纯使用阶段的安全设计发展到工程全“生命周期”的可靠性管理,在深度上反映在从单纯依靠专一学科深化到依靠多学科的交叉。此外信息技术从各个方位渗入土木工程领域,工程材料的发展空前活跃。无论从社会需要还是学科发展看,土木工程学科发展的战略重点应该明确为走“可持续的发展道路”,这不仅符合国家“科学发展观”的战略思想,而且符合世界发展的潮流。通过国内外调查研究,本报告认为,目前应采取如下措施:①健全法制系统、规范政府行为;②打破部门分割、统筹科学规划;③确保质量安全、抓紧教育培训;④加大科技投入、重视成果转化;⑤抓紧信息化建设、做好基础数据积累。

二、土木工程学科发展的回顾与评价

(一) 良好的发展机遇

工程学科的发展与自然科学学科不同,它不仅要受自然规律的约束,而且要受社会规律的约束。在一个国家中,某一工程学科的发展水平,不仅取决于以往的积累,更重要的是要看社会的需要。当今世界,发展问题一直是世界各国普遍关注的问题。任何一个外国人在进入中国以后,首先感受到的第一印象就是全国那种无与伦比的工程建设的气势,在这个世界人口最多的国家里,任何人都会感觉到无处不在建设。1978 年改革开放以来,中国经济发展取得了很大的成就。从 1978 年到 2005 年,中国国内生产总值从 1473 亿美元增长到 2.2 万多亿美元,年均增长 9.6%;随着国家经济持续快速发展,中国已成为世界上建筑业最活跃与最繁荣的地区,建设规模和速度高居世界前列,有着相当规模的高坝水库、大型港口、高速公路、大跨度的桥梁和高层大跨建筑都陆续在中国出现(图 1 至图 5)。以我国的公路建设为例,截至 2005 年底,我国公路总里程达到 193.05 万 km;

仅在过去的 15 年中我们就建设了 80 万 km 的公路,足足可以绕地球 19 圈。目前,等级公路里程达到 159.18 万 km,占公路总里程的 82.5%;全国公路密度为 20.1 km/100 km²;全国通公路的乡(镇)占全国乡(镇)总数的 99.81%。拥有城市道路 247 000 km,道路面积 3.92×10⁹ m²,城市人均道路面积 10.93 m²。公路运输在综合运输中已占主导地位,公路客运量、旅客周转量在综合运输体系中所占比重分别为 91.9%和 53.2%;公路货运量、货物周转量在综合运输体系中所占比重分别为 72.3%和 10.9%。城市道路发展迅速,各省省会及多数大城市都兴建了快速干道或快速环路,初步形成了快速路系统。再看我国的住宅建筑,1978 年以前,我国全国的住宅建筑面积大约才 5.3×10⁸ m²,但是从 2001~2005 年的“十五”期间,我们每年都可以完成 5.75×10⁸ m² 的住宅,每年新建的住宅面积都超过 1978 年以前全国的住宅总面积。



图 1 2005 年底完工的上海洋山港将成为全球三大货运港之一

实际上这种形势是与我国城市化的进程密切相关的。众所周知,一个国家城市化的进程是不可逆的,一个国家城市化的水平是一个国家发展水平的重要指标。大多数发展中国家,在发展的初级阶段,随着城市化的发展,国家和人均收入增长是缓慢的;当城市化达到一定水平后,国家和人均收入增长就会陡然加快,而且城市化的进程也随之加速。根据国际上,特别是亚洲一些国家和地区发展的规律统计,这个国家的人均收入增长从缓慢到加快的转折点大约在城市化率(城市人口占总人口的比例)30%左右。中国在 1999 年,城市化率已达 30.9%,2000 年出现跳跃,达 36.22%。最新的国家统计数字显示,2005 年中国城市化率已达 42.99%。现在城市化水平仍然以每年约一个百分点的速度在增长,估计到 2020 年,这个比率可接近 60%。由于人口向城镇的流动,大量的居住建筑和公共设施需要建设;由于城镇的发展,城镇之间的联结要加强,大量的空港(点与点的联系)、铁

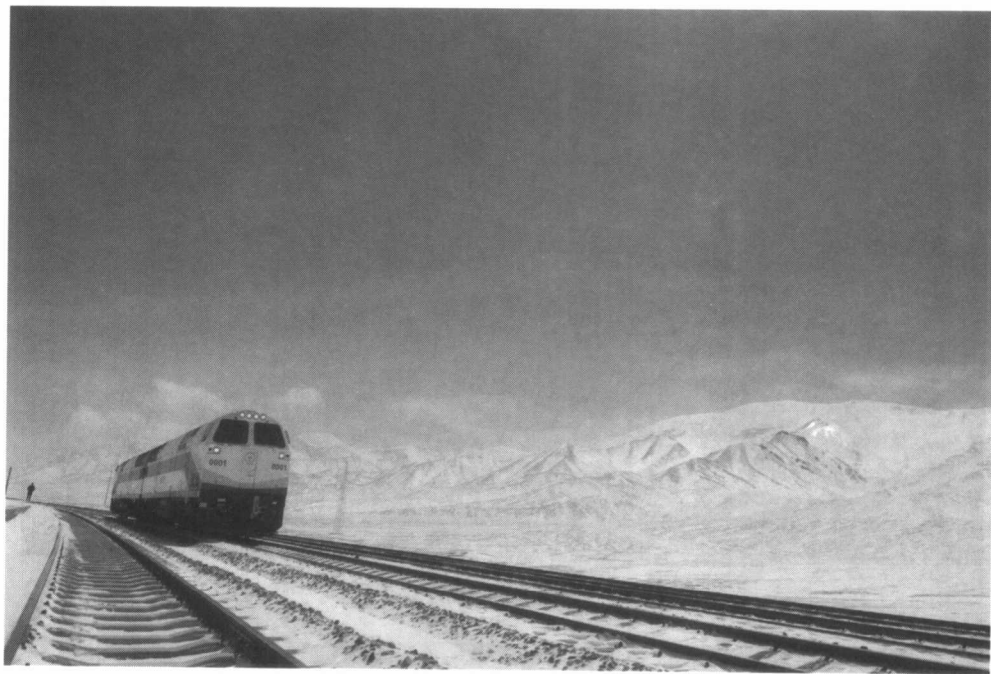


图2 世界海拔最高的青藏铁路(全长 1 118 km)

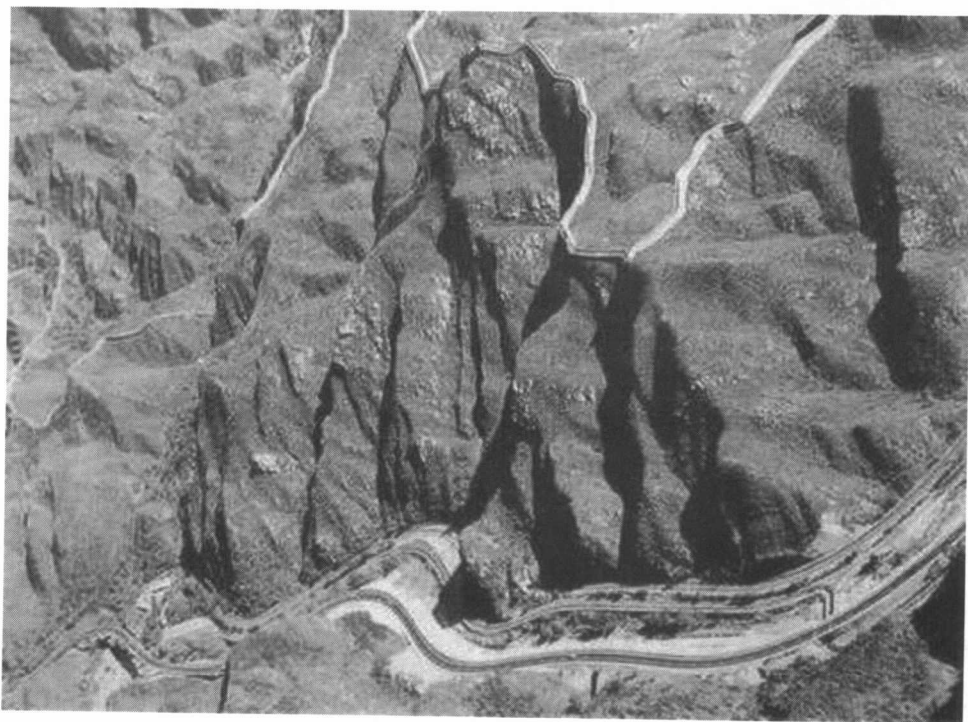


图3 北京八达岭高速公路与长城交相辉映

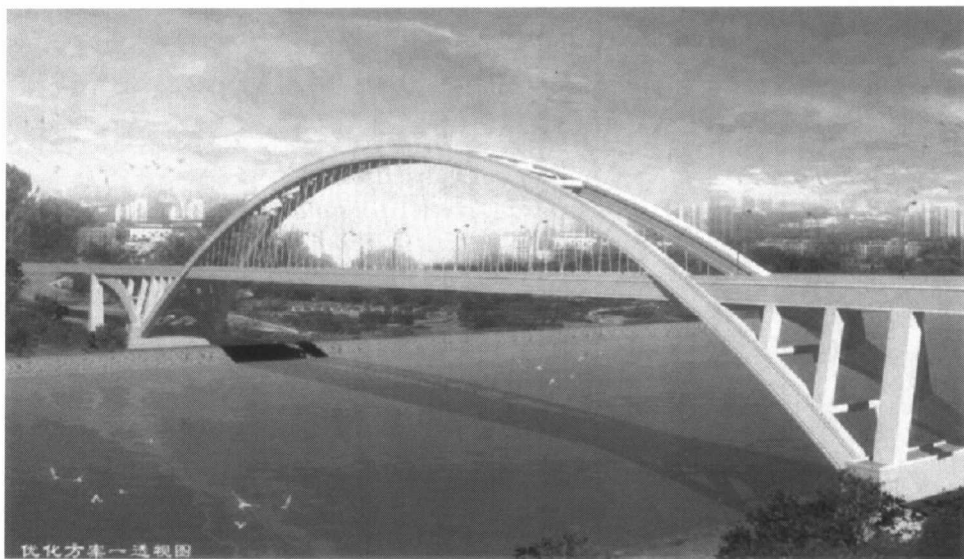


图4 世界上跨度最大的拱桥——上海卢浦大桥(主跨 550 m)



图5 世界上跨度最大的斜拉桥——苏通大桥(主跨 1088 m)

路(线与线的联系)和大小公路网(面和面的联系)都要兴建。由国家统计局历年发布的国民经济与社会发展统计公告可知:近几年,国家基本建设投资占国内生产总值(GDP)的比例一直稳定在 15%~20% 的范围内。应该充分认识到,由于中国正处在城市化加速的起点,国家和人均收入增长加快,这正是国家建设的大好时期,这正是土木工程学科发展的最好时机。可以肯定,在 2006~2010 年的“十一五”期间,中国将持续地进行世界上最大规模的工程建设。这种发展背景是西方所不具备的,从学科发展讲,我们已具备在土木工程学科赶超西方先进国家的客观条件。

(二) 面临的严峻挑战

在我国的经济一直保持持续发展的大好形势面前,我们必须以高度的责任心,保持冷静的头脑,正视和解决面临的各类问题。实际上,我国在国际上的科技排名并不靠前。2003年初,总部设在瑞士日内瓦的世界经济论坛发表的《2002年至2003年度全球竞争力报告》显示,在2002年度全球102个国家和地区经济增长竞争力排名中,中国才从2001年度的第39位上升到2002年度的第33位^[1];而前不久世界经济论坛发布《2005~2006年全球竞争力报告》,在被调查的117个国家和地区中,中国竞争力排名又落到第49位^[2]。瑞士洛桑国际管理开发研究院曾尖锐地指出^[3]:大学的研究成果与经济脱节、各部门分割是科技排名不高的主要原因。虽然国外的统计分析未必能全面反映我国的情况,但也有不容忽视的参考价值。目前,由于世界大多数地区的经济增长陷于停滞,受中国市场劳动力“巨大潜力”的诱惑,外国公司竞相进入中国以抢占一席之地,他们纷纷将公司的制造部门转移到中国,形成了外国企业竞相与中国结合的所谓“中国蜜月”。面对这样的局面,如果我们不及时地抓紧建立自主的经济产业,仅仅得意于一时的国内生产总值(GDP)的增长,我们有可能逐渐成为整个世界生产链中的“加工厂”。这样下去,发达国家将利用它们占据的大量知识产权和专利在这个生产链中占据有利地位,大量赢利,而我们只有靠廉价的劳力赚取微薄的利润。

我国人口众多,给经济发展带来很大困难。西北地区与东南地区相比,人口分布密度很不均匀,平均收入可差20倍以上。中国目前还有相当一部分劳动力处于不正规的就业状态中,他们还不能获得充分的医疗、住房、养老、就业等基本保障。我国就业难度之大,世界上没有哪一个国家能与之相比。除此之外,我国还有2亿多的农村剩余劳动力,他们多选择进城务工和在乡镇企业就业。这几年进城务工的农民不断增加,据调查,2004年全国进城务工的人员已达1.2亿左右,如何在城市化的过程中保证这部分弱势群体的生活和工作权益是一个非常重要的问题,也是我国城市化的重要特点。

我国能源短缺,人均能源可采储量远低于世界平均水平。2000年人均石油可采储量只有2.6 t,人均天然气可采储量1074 m³,人均煤炭可采储量90 t,分别为世界平均值的11.1%、4.3%和55.4%。能源安全,尤其是石油安全问题越来越突出。随着人均收入水平的提高,我国石油消费量显著增加。我国石油对外依存度从1995年的7.6%增加到2000年的31.0%。到2020年,石油消费量至少也要 4.5×10^8 t,届时石油的对外依存度可能接近60%。直到目前国家的整个长期能源战略尚待明确,仍在不断调整之中。过去20年,我国经济增长所需能源一半靠开发,一半靠节约,能耗不断下降。尽管实现了GDP翻两番而能源消费仅翻一番的节能目标,但与发达国家相比还有不小的差距^[4]。从能源利用效率来看,我国单位产品的能耗水平较高。目前全国8个高耗能行业的单位产品能耗平均比世界先进水平高47%,而这8个行业的能源消费占工业部门能源消费总量的73%。以建筑业为例,目前中国现有建筑总面积超 4.0×10^{10} m²,其中95%以上是高耗能建筑,单位建筑能耗比同等气候条件下发达国家高出2~3倍。此外,建筑用钢高出发达国家10%~25%,每立方米混凝土比发达国家多耗水泥80 kg,卫生洁具的耗水量高出发达国家30%以上,而污水回用率仅为发达国家的25%。中国现有 4.0×10^{10} m²以上的建