



2008-2009

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



2008-2009

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

2008—2009 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,2009.4

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4946-1

I. 2… II. ①中…②中… III. 土木工程—研究报告—中国—
2007-2008 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018544 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.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:14.25 字数:330 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:43.00 元

ISBN 978-7-5046-4946-1/TU·74

(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)

2008—2009
土木工程学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING

首席科学家 刘西拉

专 家 组 (按姓氏笔画排序)

凤懋润	白云	张弥	张雁	李积平
李猷嘉	杨庆山	轩辕啸雯	陈岱林	陈祖煜
施仲衡	胡小黑	赵冠谦	徐培福	栗志海
黄世敏	谭庆琰			

编 写 者 (按姓氏笔画排序)

王亚红	王怀清	王健	王道堂	王翠坤
丘汉明	冯晓燕	冯爱军	卢燕波	吕善功
孙斌	许宗仁	吴瑞大	吴澎	宋海良
宋敏华	张汎	张凯	张菲菲	张超
李广信	李云贵	李建勋	李德春	李郑
李颜强	杨秀仁	肖从真	肖汝诚	麦远俭
周云	姜东琪	胡明	赵基达	袁永华
袁建光	郭陕云	常翔	程进	蓝天
臧华	戴树森			

学术秘书 张凌 李丹 李应斌 文捷

序

当今世界,科技发展突飞猛进,创新创造日新月异,科技竞争在综合国力竞争中的地位更加突出。党的十七大将提高自主创新能力、建设创新型国家摆在了非常突出的位置,强调这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。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。近年来,随着对“科学技术是第一生产力”认识的不断深化,我国科学技术呈现日益发展繁荣局面,战略需求引领学科快速发展,基础学科呈现较快发展态势,科技创新提升国家创新能力,成果应用促进国民经济建设,交流合作增添学科发展活力。集成学术资源,及时总结、报告自然科学相关学科的最新研究进展,对科技工作者及时了解和准确把握相关学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、渗透与融合,推动多学科协调发展,适应学科交叉的世界趋势,提升原始创新能力,建设创新型国家具有非常重要的意义。

中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究及发布活动,圆满完成了两个年度的学科发展研究系列报告编辑出版工作。2008 年又组织中国化学会等 28 个全国学会分别对化学、空间科学、地质学、地理学、地球物理学、昆虫学、心理学、环境科学技术、资源科学、实验动物学、机械工程、农业工程、仪器科学与技术、电子信息、航空科学技术、兵器科学技术、冶金工程技术、化学工程、土木工程、纺织科学技术、食品科学技术、农业科学、林业科学、水产学、中医学、中西医结合医学、药学和生物医学工程共 28 个学科的发展状况进行了研究,完成了中国科协学科发展研究系列报告(2008—2009)和《学科发展报告综合卷(2008—2009)》。

这套由 29 卷、800 余万字构成的学科发展研究系列报告(2008—2009),回顾总结了所涉及学科近两年来国内外科学前沿发展情况、技术进步及应用情况,科技队伍建设与人才培养情况,以及学科发展平台建设情况。这些学科近两年产生了一批重要的科学与技术成果:以“嫦娥一号”探月卫星成功发射并圆满完成预定探测任务、“神舟七号”载人飞船成功发射为代表的一系列重大科技成果,表明我国的自主创新能力又有较大提高,在科研实践中培养、锻炼了一批

高层次科技领军人才,专业技术人才队伍规模不断壮大且结构更为合理,科技支撑条件逐步得到改善,学科发展的平台建设取得了显著的进步。该系列报告由相关学科领域的首席科学家牵头,集中了本学科广大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有关全国学会和科学家、科技专家研究智慧的结晶,也是这些专家学者学术风范和科学责任的体现。

纵观国际国内形势,我国仍处于重要战略发展机遇期。科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命,科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。增强自主创新能力,积极为勇攀科技高峰作出新贡献;普及科学技术,积极为提高全民族素质作出新贡献;加强决策咨询,积极为推进决策科学化、民主化作出新贡献;发扬优良传统,积极为社会主义核心价值体系建设作出新贡献,是党和国家对广大科技工作者的殷切希望。我由衷地希望中国科协及其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,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, cursive handwritten signature in black ink, reading '陈明' (Chen Ming).

2009年3月

前 言

为充分发挥学会作为国家创新体系重要组成部分的作用,及时掌握学科发展最新进展与趋势,促进学科交叉融合,提升我国科技原始创新能力,中国科协组织开展了学科发展研究及发布活动。中国土木工程学会作为中国科协的成员单位和土木工程领域的综合性全国学会,受中国科协委托,承担了中国科协“学科发展研究报告”项目,并定期组织编写出版。

继《土木工程学科发展报告(2006—2007)》出版之后,中国土木工程学会于2008年初启动了《土木工程学科发展报告(2008—2009)》的研究工作,成立了以刘西拉教授为首席科学家、由各学科带头人及学会管理干部参加的课题组,明确了编写任务及其具体负责人员。根据中国科协关于学科发展报告的撰写要求,中国土木工程学会召开了课题组工作会议,决定按照学会专业分会的领域组织本行业各方面专家,从桥梁工程、隧道及地下工程、岩土工程、高层建筑结构、大跨空间结构、住宅科技、港口工程、城市燃气、道路工程、城市防洪、城市轨道交通、防灾减灾、土木工程中计算机应用等十多个方面进行研究并撰写,力求事实准确、重点突出。

在各方大力支持与共同努力下,《土木工程学科发展报告(2008—2009)》现在终于顺利撰写完成。《土木工程学科发展报告(2008—2009)》全书由综合报告和13个专题报告组成,综合报告全面反映了我国土木工程学科发展现状、国内外比较分析、展望与对策,各篇专题报告均对本学科近年来发展情况、国内外发展对比分析、未来几年本学科发展趋势预测和建议等进行了详细的阐述。

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、成套技术及管理等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。这部报告凝聚了我国土木工程建设各领域专家的集体智慧,希望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,也将对政府部门制定相关科技规划与政策提供重要参考。

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,他们严谨而辛勤的工作已经融入到本书的字里行间之中。尽管本书的编写组成员付出了很大的努力,但由于时间紧迫,工作量巨大,难免存在个别疏漏和不完善之处,我们真诚地期待广大读者朋友提出宝贵的意见和建议。

中国土木工程学会
2008 年 12 月

目 录

序	韩启德
前言	中国土木工程学会

综合报告

土木工程学科发展研究	(3)
一、引言	(3)
二、我国土木工程学科发展现状	(4)
三、土木工程学科国内外比较分析	(13)
四、我国土木工程学科展望与对策	(21)
五、结语	(26)
参考文献	(27)

专题报告

桥梁工程学科发展研究	(31)
隧道及地下工程学科发展研究	(40)
岩土工程学科发展研究	(64)
高层建筑结构学科发展研究	(82)
大跨度空间结构学科发展研究	(89)
住宅科技学科发展研究	(97)
港口工程学科发展研究	(113)
城市燃气学科发展研究	(133)
道路工程学科发展研究	(141)
城市防洪学科发展研究	(155)
城市轨道交通学科发展研究	(165)
防灾减灾学科发展研究	(177)
土木工程中计算机应用学科发展研究	(189)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Civil Engineering	(203)
-------------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Bridge Engineering	(208)
Tunnels and Underground Works	(208)
Geotechnical Engineering	(209)
Tall building	(209)
Large Span Structure	(211)
Housing Project	(211)
Port Engineering	(212)
Gas Industry	(213)
Road Engineering	(213)
City Flood Resistance	(214)
Urban Rail Transit	(215)
Disaster Prevention and Reduction	(215)
Computer Application in Civil Engineering	(216)

综合报告

土木工程学科发展研究

一、引言

2008 年在新中国的历史上是值得记忆的一年,是中国实行改革开放的第 30 年。30 年后的今天,13 亿中国人民大踏步赶上了时代潮流,稳定走上了奔向富裕安康的广阔道路,中国特色的社会主义充满蓬勃生机,为人类文明进步作出重大贡献的中华民族以前所未有的雄姿巍然屹立在世界东方^[1]。中国的成就,世界瞩目。我们坚持以经济建设为中心,从 1978 年到 2007 年,我国国内生产总值由 3645 亿元增加到 249500 亿元,年均增加 9.8%,是同期世界经济年均增长率的 3 倍多,我国经济总量上升已接近德国,为世界第四。我国的主要农产品和工业品已居世界第一。随着不断扩大的对外开放,我国成功地实现了从封闭半封闭到全方位开放的伟大历史转折。从建立经济特区到加入世界贸易组织,从大规模“引进来”到大踏步“走出去”,中国的实力和国际竞争力明显增强。从 1978 年到 2007 年,我国进出口总额从 206 亿美元提高到 21737 亿美元、跃居世界第三,外汇储备跃居世界第一^[1]。这 30 年是我国城乡居民收入增长最快、得到实惠最多的 30 年。从 1978 年到 2007 年,全国城镇居民人均可支配收入由 343 元增加到 13786 元,实际增长了 6.5 倍。城市人均住宅面积和农村人均住房面积成倍增加,衣食住行水平明显提高。水利、能源、交通、通信等基础设施建设取得突破性进展,城乡面貌焕然一新。在这片 960 万 km² 土地上,中国工程建设的成就世人皆知,令国际友人刮目相看。随着我国城镇化的快速推进。2007 年我国城镇化率已达到 44.9%,两年累计提高了 1.9 个百分点,快于年均提高 0.8 个百分点的预期^[2]。实际上,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。

但是,在《土木工程学科发展报告(2006—2007)》中,我们也曾着重阐明过,我们同时面临严峻的挑战:“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、我国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。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。”^[3]两年来,我们尽管在工程建设的领域里取得了优异的成绩,但是我们也应该清醒地看到,我们面临的挑战仍然存在,还需要我们继续加倍地努力去战胜这些困难。必须肯定:“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^[3]。

两年来,在我国的土木工程领域的工人、技术人员、专家、教授的共同努力下,我们按照中央提出的“科学发展观”的战略思想已经走出了踏实的步伐,具体来说:①“走可持续发展道路”已经全领域开始形成一种强大的舆论,并开始通过“节约材料”、“保证安全”、“节能减排”等多种形式贯彻在具体的规划、设计和施工的过程之中;②工程全“生命周期”

可靠性管理的模式得到越来越多的认可,从规范的修订、计算分析到施工管理、监测维修,越来越多地考虑工程全“生命周期”安全、适用、耐久的方法大量出现;③计算机科学、自动控制技术和信息技术的推广正迅速地改变着土木工程传统的习惯和落后的生产方式,有效地提高了全行业的生产率。

在《土木工程学科发展报告(2006—2007)》中,我们通过国内外调查研究,曾建议国家应采取如下措施,即: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。应该说这些工作是需要一个相当长的时间来完成的,两年的时间不可能再提出什么全新的建议,但是两年来中国工程建设发展的状况确实使我们感到,在上述的建议中,有些工作目前应该特别抓紧,具体而言,这些工作包括:①大力增加自主创新能力、积极增强国际竞争能力;②继续加大科技投入、重视成果转化;③大力加强决策咨询、积极推进决策科学化、民主化;④科技人员要大力发扬优良传统、积极为社会主义核心价值观体系建设作出新贡献。

本学科发展研究报告将总结、评述 2008 年底以前本学科在研究、教学、交流等方面的进展;根据国际上本学科发展状况和趋势,比较评析我国的战略需求、发展水平、研究方向等;最后对我国学科发展未来几年的战略需求和重点发展方向进一步进行研究,提出本学科在未来几年的发展策略和对策措施。

二、我国土木工程学科发展现状

(一)近两年土木工程学科发展概况

国家经济持续快速发展,建筑业的活跃与繁荣可以集中表现在高层建筑的发展,事实上,中国内地已成为世界高层建筑发展的中心之一。492m 高的上海环球金融中心已投入使用(见图 1),体型独特的 CCTV 大厦主体结构已封顶(见图 2),432m 高的广州西塔目前已建造至 350 多米(见图 3),拟建的 580m 高的上海中心也将于今年年底动工(见图 4),尚有多栋超高层建筑在建造中。此外,由于业主和建筑师为实现建筑功能,设计了众多复杂体形和内部空间多变的高层建筑,使得我国高层建筑的复杂程度也在世界前列。

我国大跨度空间结构应用更加广泛、跨度不断增大,结构体系不断更新,特别是在北京奥运工程中得到广泛应用,除了各类体育场馆、会展中心与游乐中心等大规模应用以外,现已开始在铁道交通、航空机场等公共设施建设中得到大面积的应用。国家体育场,其挑蓬屋盖与墙面均为网格状结构,体育场平面长轴为 332.3m、短轴为 296.4m,最高点为 68.5m,中间开口 185.3m×127.5m,整个结构共由 48 榀交叉布置的格构式刚架组合而成,实现了建筑师追求的鸟巢建筑效果。国家游泳馆其体形为 177m×177m×31m,结构体系为多面体组合的空间刚接网格结构,ETFE(乙烯与四氟乙烯共聚物)膜材气枕包裹于整个网格结构,形成造型奇特的水立方效果,是国际上应用 ETFE 膜材最大的建筑。近年我国已建成与正在建设中的各大火车站的站房与大柱网无站台柱雨篷,各大机场候机大厅与飞机维修库,都相继采用了大跨度空间结构。如北京首都机场 A380 机库已于

2008 年竣工,其大门桁架跨度达 176m(双跨),机库宽度达 110m,已成为国际上最大机库之一(见图 5)。与此同时,大跨度预应力的空间结构也迅速发展,新落成的国家体育馆,采用双向张弦桁架结构,跨度为 $144\text{m} \times 114\text{m}$,为国际上最大的双向张弦桁架结构,取得了很好的技术与经济指标(见图 6)。开合式屋顶已成为一大热点,建成于 2007 年的南通体育场,共 3 万座,由六道主拱、十道副拱、二道斜拱及内圈桁架等组成支承结构,主拱最大跨度为 278m,中央可开启面积为 17807m^2 ,二块可滑动屋盖依托主拱作开启运动(见图 7)。目前,对大跨度结构所采用的材料包括大直径圆钢管、高强度钢绞线、预应力成品索、钢拉杆、预应力锚夹具,都已实现国产化。对于网架与网壳结构中所采用的各种节点类型的加工技术都已趋向成熟。在空间网格结构、预应力空间钢结构和膜结构的施工安装技术方面,创造了很多的特点的施工方法。

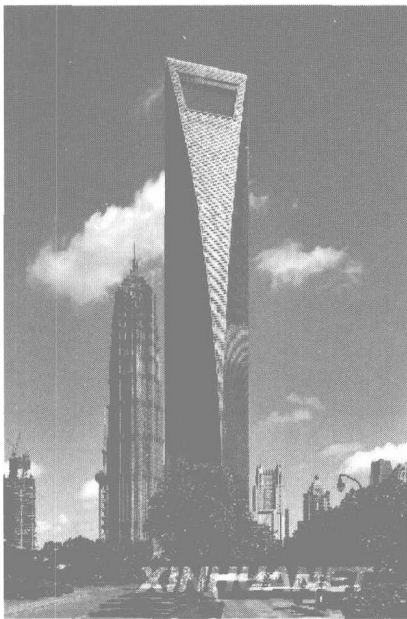


图 1 上海环球金融中心(2008 年 8 月 20 日新华网)

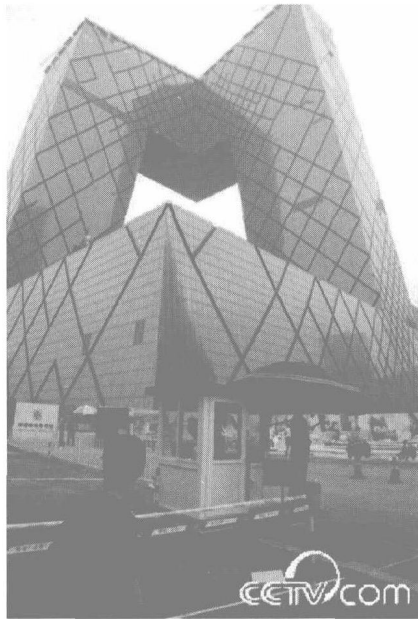


图 2 北京 CCTV 大厦主体结构已封顶

近年来,随着我国国民经济的发展,桥梁建设进入了一个全面发展的阶段。我国先后建造了近百座大跨度桥梁。在建设“五纵七横”国道主干线公路的同时,我国开始了跨海工程建设。交通部规划的沿海高等级公路干线上有五个大型跨海工程,它们自北向南依次跨越渤海海峡、长江口、杭州湾、珠江口伶仃洋和琼州海峡。伴随着我国西部大开发重大战略举措的实施,在地形、地貌、水文条件复杂的西部地区,作为交通设施重要组成部分的桥梁工程建设也日新月异;另一方面,随着城市化程度的提高和经济的发展,城市交通模式趋于多样化,大中城市中高架道路和轨道交通线的建设在我国也步入了快速发展的时期。随着我国铁路的发展,对高速铁路和铁路客运专线跨越江河桥梁的需求在不断增加。这些重大桥梁工程建造费用巨大,在国民经济和社会生活中起着十分重要的作用。例如,2008 年 3 月完工的杭州湾跨海大桥全长 36km,其长度在目前世界上在建和已建的跨海大桥中位居第一。2008 年 6 月完工的主跨 1088m 的苏通长江公路大桥是世界最大

跨径的斜拉桥,并创造了最大主跨、最深基础、最高塔桥、最长拉索等四项世界纪录。2007年12月贯通的浙江舟山大陆连岛工程——西堠门大桥,主跨1650m,是目前世界上最大跨度的钢箱梁悬索桥(见图8)。



图3 432m高的广州西塔目前已建造超过350m

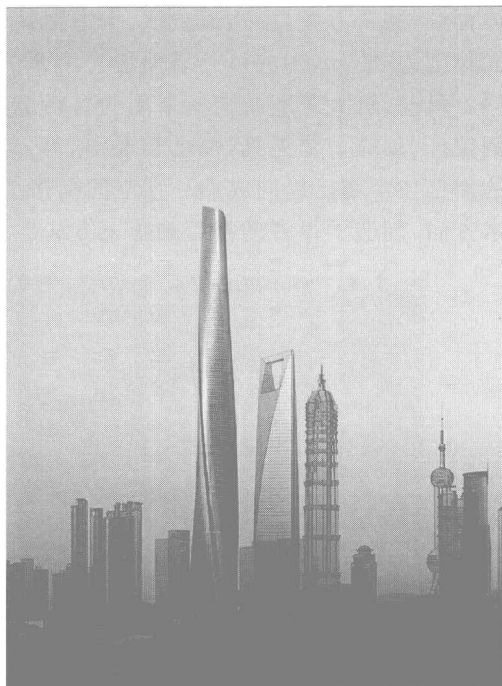


图4 拟建的580m高的上海中心也将动工

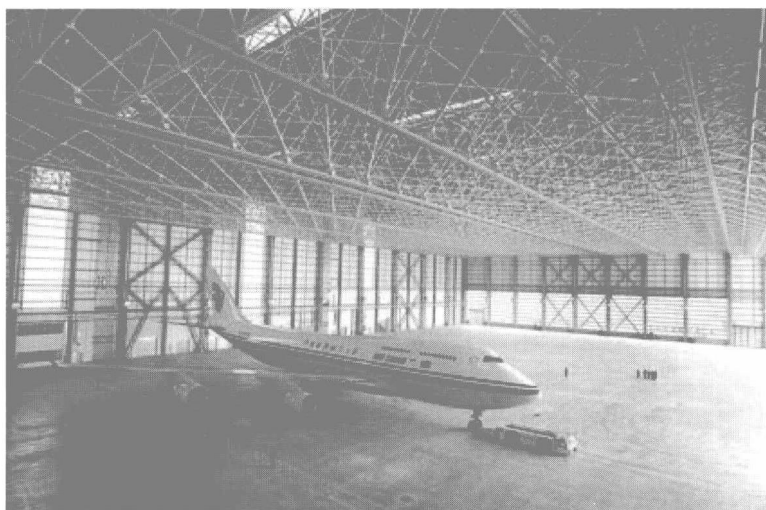


图5 北京首都机场A380机库

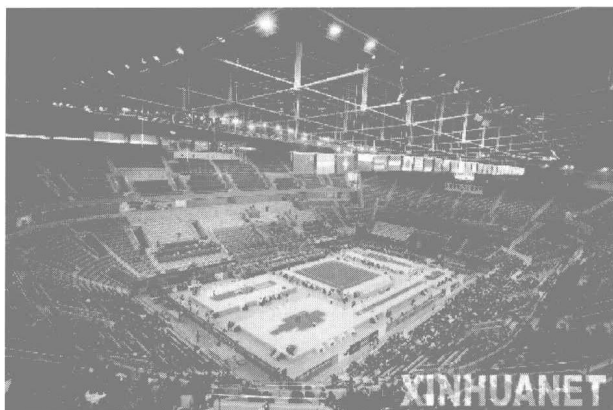


图6 国家体育馆

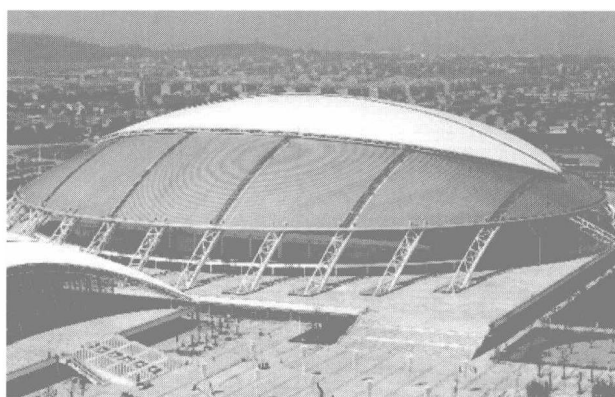


图7 南通体育场

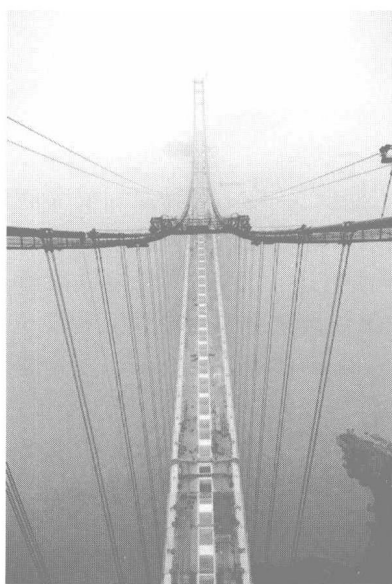


图8 西堠门大桥贯通