



第四届
亚太可持续发展交通与环境技术大会

论文集

交通部科学研究院交通科技交流中心 编
中国公路学会公路环境与可持续发展分会



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

《第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会论文集》从交通建设诸多方面探讨了可持续发展的交通与环境问题。内容广泛、丰富,充分体现了可持续发展交通与环境的理念,同时也映射出科技人员为贯彻这种理念所奋斗的历程。该论文集共收录论文 206 篇,分为主旨报告、公路篇、水运篇和综合篇四部分,各篇对其领域都作了深入的研究。可供从事交通行业的设计、施工及其管理人员和该专业院校的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会论文集/
交通部科学研究院交通科技交流中心,中国公路学会公路
环境与可持续发展分会编. —北京:人民交通出版社,
2005.10

ISBN 7-114-05810-1

I. 第… II. ①交…②中… III. 交通运输-可持续
发展-亚太地区-文集 IV. ①U-53②X73-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120074 号

书 名:第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会论文集

著 作 者:交通部科学研究院交通科技交流中心

中国公路学会公路环境与可持续发展分会

责任编辑:刘永芬

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.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)85285656,85285838,85285995

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:北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:63

字 数:1986 千

版 次:2005 年 10 月第 1 版

印 次:2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-114-05810-1

定 价:210.00 元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)

《第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会》

组 委 会

顾 问:	洪善祥	中国航海学会理事长(交通部原副部长)
主 席:	李居昌	中国公路学会理事长(交通部原副部长)
副 主 席:	周 伟	交通部科学研究院院长
	曹 森	陕西省交通厅厅长
	周绪红	长安大学校长
	杨洪义	中国交通通信中心主任
委 员:	张元方	交通部公路科学研究所副所长
	王晓林	山西省交通厅厅长
	杨咏中	甘肃省交通厅厅长
	林国杨	新疆建设兵团交通局局长
	钱国超	江苏省交通厅副厅长
	黄 侃	天津市交通委员会副主任
	龙传华	湖北省交通厅副厅长
	段铁树	河北省交通厅副厅长
	梅 劲	安徽省交通厅副厅长
	戴彤宇	黑龙江省交通厅副厅长
	席芳柏	江西省交通厅副厅长
	廖小波	广西壮族自治区交通厅副厅长
	康仲明	云南省交通厅副厅长
	李茂惠	宁夏自治区交通厅副厅长
	朱建平	青海省交通厅副厅长
	罗 辑	西藏自治区交通厅副厅长
	何忠友	广东省交通厅总工
	张太雄	重庆市交通委员会总工
	陈乐生	四川省交通厅总工
	毛文碧	中国公路学会环境与可持续发展分会常务副理事长
秘 书 长:	王海清	交通部科学研究院交通科技交流中心主任
副秘书长:	方伟民	交通部科学研究院交通科技交流中心常务副主任
	王玉田	交通部科学研究院交通科技交流中心副主任
	刘 京	交通部科学研究院交通科技交流中心副主任

出版说明

近年来,随着可持续发展理念的逐步深入人心,环境问题日益受到全社会的广泛关注,交通环境保护意识不断增强,环境保护技术的开发和应用方兴未艾,绿色交通、生态公路等新的交通发展理念已被越来越多的人所接受,并逐渐成为广大交通工作者的共识。

为深入探讨交通的可持续发展问题,促进可持续发展交通领域的技术交流与合作,推动亚太地区交通环境保护技术的推广和应用,实现亚太地区交通的可持续发展,经交通部和科技部批准,中国公路学会于2005年11月8日至10日在西安召开第四届亚太可持续发展交通与环境技术大会。

本届大会得到了政府相关机构、社会团体及亚太地区交通科技工作者的大力支持,大会共收到国内论文430篇、境外论文58篇,经审定后录用206篇,现集结出版。

在此,谨向给予大会支持和协助的各机构或单位表示衷心的感谢!向各位论文作者表示诚挚的谢意!由于时间仓促和水平所限,编辑错误在所难免,敬请读者原谅并恳请批评指正。

2005年10月8日

目录 MULU

主旨报告

中国公路桥梁工程的建设与管理	周绪红 陈爱萍等(3)
建设可持续发展的陕西公路交通	焦方群(13)

公路篇

一、公路规划、设计与营运管理

甘肃省公路网发展规模及结构研究	朱真才(19)
公路客运线路规划方法研究	胡大伟 闫 旺等(23)
浅谈区域经济一体化环境下中等城市的公路规划	杨敬新(28)
论公路工程建设监理制	刘长福(30)
山区高速公路选定线形(设计)新理念	侯明哲 袁 静等(32)
对内蒙古农村牧区公路建设的思考	王江涛 佟树和等(37)

二、技术特性研究

数理统计知识在公路工程试验数据处理中的应用	朱宪堂 王书云等(43)
道路几何线形与速度的相关性分析	杨春风 郭玉民等(49)
复合路结构(界面)层的力学性能分析	卢 波 彭兴国等(54)
道路线形设计质量评价方法研究	孙建诚 孙吉书等(59)
基于驾驶适性的道路几何参数研究的现状与趋势	乔建刚 王海忠等(62)
沥青路面早期破坏原因的分析	常立杰(66)
路面横坡数据的统计与评价方法研究	李 刚 卞钧需等(69)
长寿命路面设计分析与寿命预估	侯荣国 王选仓等(73)
超载对沥青路面的破坏	于志东 李艳梅等(78)
桥梁试验的结构空间有限元分析	陈 可 吕建鸣(83)
GPS 在大桥变形监测中的应用	郭 杭 高为广等(89)
高速公路桥涵加固后可靠度分析	王 信 卢哲安等(94)
关于探地雷达在公路工程质量检测中的优越性和局限性分析	孙福申 王大为等(99)
甘肃省公路滑坡类型划分方法与实践	王运周(101)
钢筋混凝土整体式板桥纵向裂缝成因分析	宋娃丽 赵宝平(104)
高速公路入口匝道的模糊逻辑控制	张生瑞 唐国玺(107)
泥石流的波状流动及计算	杨重存 曾思伟等(111)
基于电子表格建模的公路土石方调配最小费用流算法	郑长安 姜 华(116)
三、路桥施工、养护技术与研究	
水泥混凝土路面早期裂缝的防治措施	赵宝平 宋娃丽(123)
高速公路半刚性基层沥青路面主要早期病害及防治措施	常志宏 刘贵翔(125)

公路养护管理的信息化初探·····	盛余祥(130)
太行山区阜长公路越岭段边坡稳定性评价及综合治理措施·····	杜群乐(134)
旧路冷再生施工技术在大修工程中的应用·····	张跃峰(139)
汉宜高速公路水泥路面改建设计简述·····	刘 松 张泽文等(145)
河北省高速公路沥青路面主要病害分析及对策·····	刘俊海(149)
密实结构层的工程设计与施工·····	龙 涛 廖劲松等(154)
露石水泥混凝土路面·····	韩 森 高 巍等(159)
红水河特大桥施工控制与分析·····	张志新(163)
预应力混凝土 T 形刚构桥的加固技术·····	吴宝兴 项贻强等(168)
双曲拱桥的拓宽提载技术研究与实践·····	湛洁君 王 群(172)
高速公路拓宽工程桥梁维修加固技术·····	余常俊(176)
浙江省混凝土公路桥梁结构耐久性现状研究·····	潘仁泉 吕清芳等(183)
厦门云顶隧道围岩及结构稳定的数值计算分析·····	朱文彬(189)
长大公路隧道组合通风设计分析·····	徐 琳 张 旭(196)
八仙岩隧道施工围岩稳定分析·····	朱大权(201)
岩石隧道施工中应大力推广光面爆破技术·····	李剑平 高成关(205)
沉管隧道综合检测评估方法·····	赵 煜 黄瞬屏(210)
宁杭高速公路路堑边坡土壤侵蚀特征研究·····	赵 侃 景 春等(214)
减速振动标线在一级公路平面交叉口的应用·····	刘松涛 李士辉等(219)
公路黄土高边坡坡面防护技术·····	赵之胜 孔金玲(223)
溜砂坡形成机理及防治措施研究·····	常 旭 陈朝清等(227)
四、材料、结构性能试验与评估	
复合固结土路面基层材料的研究与应用·····	王 涌 刘全忠(233)
橡胶粉在沥青及混合料中的作用机理研究·····	李美江 王旭东(246)
高速公路沥青路面热再生技术应用与展望·····	许日春 姜言泉等(251)
“S”型级配沥青混合料设计及应用试验研究·····	王庆祝 李闯民等(256)
沥青路面透层的优化选择与技术性能分析·····	张新天 高金岐等(261)
沥青混合料中集料表面积因子的验算与分析·····	袁迎捷(266)
应用引气剂提高机场水泥混凝土道面抗冻性的研究·····	侯 雷 史宣伟等(271)
PFWD 在旧水泥混凝土路面强度评价中的应用研究·····	魏建国 秦志斌等(274)
旧水泥路面沥青混凝土罩面研究·····	程 毅 陈拴发等(279)
粉煤灰高性能混凝土的应用初探·····	白玉铎 范春青(285)
皂化渣与粉煤灰混合料的路用性能研究·····	孙吉书 孙建诚等(290)
一种筑路新材料·····	解瑞松 高燕希等(294)
人造轻质土在高等级公路上的应用·····	杨少华 胡建福等(298)
击实试验数据的数值分析方法·····	俞文生 蒲 华(304)
红砂岩地区桩基静载试验研究·····	侯运秋 刘先伟等(308)
路肩隆声带的应用效果试验研究·····	陈 涛 潘学政等(312)
层析成像检测技术在钻孔灌注桩中的应用·····	曹 荻 官世平等(316)
从颗粒组成研究黄土的湿陷性·····	杜蓉华 段丹军(321)
膜结构建筑在公路、铁路、机场等公共设施应用新技术·····	薛士山(324)
风化石粒料基层结构强度影响因素研究·····	徐鸥明 韩 森等(326)
混合粒子群优化算法在土钉支护结构优化设计中的应用·····	杨俊杰 周建中等(331)

杆件有限元法在桩锚支护结构反分析中的应用	刘大鹏 周建中等(337)
季冻区无机结合料稳定煤矸石基层技术的研究	韩继国 王达亮等(342)
五、工业废料、再生材料的应用	
旧沥青混合料性能差异分析及其回收质量控制措施	聂忆华 张起森(349)
旧沥青路面材料利用方式研究	高燕希 解瑞松等(354)
工业废渣稳定土路用性能	彭波 陈璟(360)
泡沫沥青冷再生路面基层试验研究	侯子义 范小响(364)
旧沥青路面冷再生混合料力学性能研究	马士宾 魏连雨等(368)
道路就地冷再生施工中路基承载能力研究	侯子义 范小响(373)
六、环境影响与评估	
公路网规划环境影响评价中的不确定性分析	张晓峰 王洁等(379)
基于环境保护的山区高速公路施工网络编制与优化	邬晓光 苟洁等(383)
关于高速公路环境监理的思考	沈丽(387)
关于绿色道路施工若干问题的研究	张铁 张文海(391)
山区公路建设环境影响特征与环保措施	苏国辉 黄波(396)
高速公路隧道交通运行环境评价研究	张生瑞 马壮林(401)
适当降低路基高度 节约保护有限耕地	郝静华 史静(407)
七、生态公路建设与景观设计	
中国公路景观建设现状与发展方向	杨航卓(411)
路域生态系统稳定性评价指标初探	秦志斌 魏建国等(416)
云南公路建设与环境保护	杨绍云 吴华金(419)
谈谈韶关的公路建设与环境保护	罗缙锦 蔡华(425)
陕西省高等级公路边坡生态防护探讨	李武强 陈麦侠(429)
生态公路的实现途径	胡志宏 畅世锐(433)
山区生态公路建设对策	魏涛(438)
平原地区生态公路建设研究	赵林 张晋玉等(443)
公路工程环境监理监测探讨	黄飞燕 邵社刚等(447)
山区高速公路建设中的生态环境问题及对策	吴汉杰 赵剑强(452)
长三角地区高速公路低路堤方案与环境保护技术研究	陈雨人 张强(456)
植树造林、保护植被,建设良好的公路生态环境是防治公路灾害的重要措施	宋韧钢 吕贵民等(462)
榆靖高速公路生态建设与环境保护	薛生高 徐增友等(466)
陕北风沙滩地区高速公路建设引发的主要环境问题及对策探讨	肖志伟 赵剑强(470)
景观公路系统研究探讨	张映雪 张起森(474)
生态公路与景观	秦晓春 张肖宁(479)
公路景观设计的理念与方法	吕青 王选仓等(484)
公路建设与生态环境保护	刘文进(489)
山区高速公路建设项目的景观影响评价研究	胡文友(495)
基于生态恢复的思小高速公路景观绿化设计	李佳春 田伟平等(500)
公路绿化美化有学问	佟树和 王江涛等(505)
实施生态绿化中与景观绿化有机结合推动高速公路绿化工程的可持续发展	谢怀建 周志祥等(507)
高速公路改扩建工程中的路域景观评价与恢复	秦仁杰 张映雪等(512)

云南山区公路生态环境及景观建设	吴华金(516)
甘肃省高等级公路环境恢复与景观再造研究与应用初探	韩友续 贺霄鹏等(522)
高速公路的环境恢复与景观再造	杨碧聪 房 锐(526)
山区高速公路的环境恢复与景观再造技术	王 珏 李国锋等(530)
公路景观绿化设计常见误区分析	何 钢 朱季萍等(534)
鄂尔多斯高原黄土干旱地区公路边坡植物防护技术	杨和平 王 骁(537)
青藏铁路高原冻土地区施工期植被的防护与生态恢复探讨	程 昊 甄晓云(542)
围绕生态建设和旅游资源开发加快敖汉旗公路建设	高克中 迟宗文(547)
高速公路景观设计生态化研究	王 丹 沈 毅(549)
华北张家口地区高速公路冬季防护技术简析	梁爱学 沈 毅等(552)
公路建设与环境恢复、景观再造的研究探讨	曹兴松(556)
云南安楚高速公路岩石边坡生态恢复治理技术中基材的性能研究	孙乔宝 甄晓云等(565)

八、道路运输与安全管理

道路现代物流信息平台搭建方案建议	李秀保 宋 伟(575)
高速客运车辆全寿命营运期机务技术经济分析有关问题的研究	李 森 江兴智(580)
公路营运客车远程安全管理系统	江兴智(585)
公路安全保障工程设计新理念的探讨	钟小明 孙小端等(590)
城市交通安全的影响因素	骆首峰 叶 林(597)
基于神经网络的驾驶员因素与交通事故率关联性研究	陈雪梅 高 利等(600)
计算机技术在道路运输企业安全管理中的运用	陈定海 陆灿宁等(605)
高速公路几何线形与交通安全关系研究	李铁洪 吴华金等(613)
浅析新形势下道路危险品运输如何转危为安	陈 鸿(619)
环境雾对高速公路能见度影响分析	陶双成 汪 平等(621)
道路危险货物运输安全管理的现状及对策	张金熊(626)
高速公路隧道交通事故预防与紧急救援系统研究	马壮林 张生瑞等(629)
高速公路事故黑点的整治	孟繁宏(634)
公交驾驶员违章增多现象及其对策分析	高桂凤 严宝杰等(637)
长下坡路段交通安全改善措施研究	王永清 魏 朗等(641)
公路交通可持续发展指标体系与测评研究	李作敏 李忠奎(645)

水 运 篇

一、水运经济与规划

港口与现代物流	李 浩(653)
港口经济腹地合理分配和统筹布局的新方法	许云飞(659)
东北亚港口优化选择分析	樊铁成 马 孜(666)
人为因素在散化码头管理中的作用	孙维维(670)
面向市场随机需求的船舶生产计划与调度优化理论及应用研究	赵 刚 陈 舜(674)
合理利用水资源 促进内河航运可持续发展	余丹亚(680)

二、水运技术

建设长江“数字航道”的构想	王大斌 李国祥等(687)
黄河冲淤积低液限粉土稳定方法研究与应用	孙鹏程 平树江等(691)
长江口杭州湾的潮流的特征	陈登俊 朱建荣(696)
浅谈 VTS 中信息服务功能的实现	李红喜 张连丰(701)

地理信息系统(GIS)在赣江航道整治工程规划设计中的应用	杨 涛 唐洪武等(704)
介绍一种平衡式装船机	凌松松(709)
船舶冷藏集装箱环境室测控系统软件开发研究	韩厚德 梅雪莲等(713)
状态维修在港口设备管理中的应用和发展	王志欣 胡 雄等(719)

三、安全与环保

港口交通事故与其环境要素关系研究	郑中义 黄忠国等(727)
船舶溢油应急计划中的风险分析方法	张硕慧 陈 轩(732)
船舶碰撞事故中人为因素分析及对策探讨	张锦朋 杲庆林等(738)
通航水域危险度评价模型	郑中义 陈 新等(743)
FSA 在船舶航行安全中的应用研究	方泉根(750)
应用循环经济理念实现港区生活废水零排放	黄 勇 毛保华(755)
青岛港原油码头三期工程对海洋环境的影响预测	余 静(757)

综 合 篇

一、交通基础设施的规划与建设

基于公交专用道的城市公共交通线网规划	许宏科 刘 亮等(763)
交通基础设施的人性化设计的问题	冯红霞 张生瑞(768)
小城镇交通系统布局优化方法研究	陈 红 李永涛(772)
交通基础设施项目经济评价的效益计量方法	张三省 郭云霞(777)

二、运输经济、综合运输管理与研究

各种方式的运输与管理	刘金梅(785)
绿色 GDP 核算体系下交通运输项目国民经济评价研究	侯荣华 刘克宁(787)
对我国交通运输管理体制改革的探讨	翟 琳(792)
道路运输企业在新经济中的产业定位与嵌入	张 平 江兴智(795)
公交公司与公交驾驶员的委托代理模型研究	孙传姣 王元庆等(800)
我国城市客运结构的合理性研究	武红丽 张生瑞(804)
新形势下道路运输行业监管与考核体系的研究	董雷宏 郑宗杰等(808)
长途汽车客运站布局规划浅析	易庆平(813)
特殊情况下高速公路交通管理决策支持系统研究	梁 璟 许云飞等(819)
物流互联网走向市场应用	宋 伟(824)

三、智能交通与信息化研究

运用 3G 技术构筑智能信息品牌	宋 伟(829)
公交站场车辆超速监测系统研究	李熙莹 罗东华等(833)
无信号灯控路段人行横道行人过街交通特性分析	史建港 陈艳艳等(837)
信号交叉口利用中央分隔带左转的优化研究	袁 静 张生瑞(842)
驾驶员疲劳检测预警技术研究现状及发展趋势	李志春 何 仁等(847)
智能立体停车库车辆存取控制系统分析与研究	揣锦华 许宏科(852)
GPS 数据对道路运输组织的支持	陈 佳 欧阳学兵等(858)
人-车-路联合运行互动模式虚拟仿真系统研究	陈 涛 魏 朗(864)
廊坊公路智能交通系统初探	朱旭红 王纯鸣(869)
应用最大熵方法进行路网中的交通流优化	刘立新 孙兰义(874)
当量轴次与交通流量之间的关系	沈远利 王树敏等(878)
基于多分辨分析 Mallat 算法的交通流检测方法研究	张敬磊 王晓原(881)

数字化视频技术在高速公路闭路电视监控系统中的应用	刘 强 周 强等(887)
天津港交通特性分析研究	孙建诚 杨春风等(894)
三维可视化技术在公路管理中的应用	郑亚丽(898)
超速布控系统在高速公路的应用	冯 亘 延西利等(904)
拥挤收费-诱导一体化管理的研究	张生瑞 尚荣丽(907)
模糊多属性决策(FMADM)结合层次分析法在可行性研究多方案决策中的应用	杨春风 郭玉民等(912)
自主移动机器人路径规划及运动控制	罗军洪 夏松林等(916)
四、节能与环保	
城市交通路口双段控制技术与节能环保	张汉臣(921)
浅析准“绿色”汽车——混合动力汽车与环境保护	李 军(925)
军用机场对周围社会环境的影响评价及防治对策	段俊峰 黄书颖(929)
试析交通基础设施建设对环境影响的评估	庞跃辉 曹顺发(934)
基于 GIS 的宜万铁路环境选线研究	吴小萍 杨晓宇(939)
基于“绿色交通”的运输方式选择研究	孙家庆 郑 建等(944)
交通噪声影响经济评价的研究进展	汤 峰 韩 涛等(949)
盘式汽车制动器摩擦尖叫噪声机理研究	周军现 张建寰等(953)
五、交通控制与交通安全	
危险货物运输管理的问题及对策	胡小秋(961)
公路隧道机动车发热及基于一维稳态模型的纵向温度升高研究	韩 星 张 旭等(966)
六、其他	
变更工程的单价确定	毛 旭(973)
计重收费费率制定方法研究	丁 青 丁光明等(976)
联运服务业发展趋势的研究	赵长富(980)
主成分聚类分析在西部公路网合理规模确定中的应用	于江霞 王选仓等(983)
灰色预测法在交通事故预测上的运用	赵建有 郭 堃等(987)
无机结合料稳定煤矸石的路用性能研究	黄维蓉 何兆益等(990)



主 旨 报 告

中国公路桥梁工程的建设与管理

周绪红 陈爱萍 狄 谨
(长安大学 陕西 西安 710064)

摘 要:本文介绍了我国公路桥梁工程建设与管理的发展概况,总结了预应力混凝土连续刚构桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥在我国的建设历史与成就,拱桥和斜拉桥的建设已处于世界领先水平,预应力混凝土连续刚构桥和悬索桥的建设也居世界先进水平。同时对我国桥梁的发展趋势和桥梁技术的发展方向进行了展望,新体系、新材料、设计方法、施工技术和先进的管理系统是未来桥梁工程领域研究的重点。对比国外先进的桥梁管理模式,指出了我国桥梁工程管理和维护方面的不足,并提出了桥梁管理和维护的基本原则。

关键词:桥梁工程 建设 设计方法 施工技术 管理 维护

1 前言

2004年12月17日,《国家高速公路网规划》经国务院审议通过,规划的出台将对中国经济、社会的发展以及公众的生活方式和质量产生重大而深远的影响,必将成为中国高速公路长远发展和交通运输现代化的战略蓝图,标志着中国高速公路发展进入了新的历史阶段。规划确定的国家高速公路网采用放射线与纵横网格相结合的布局形态,构成由中心城市向外放射以及横连东西、纵贯南北的公路交通大通道,包括7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线,简称为“7918网”,总规模大约为

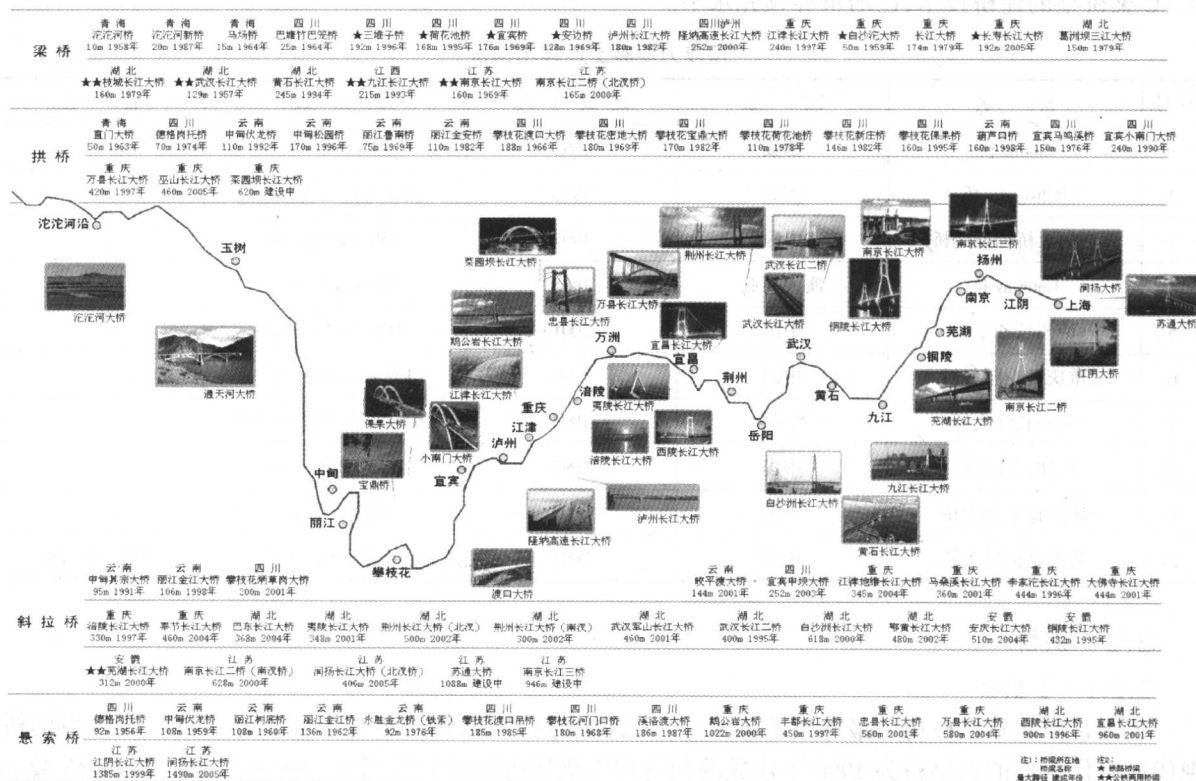


图1 长江主流主要桥梁分布

8.5 万 km。公路交通的大发展和西部地区的大开发为公路桥梁建设带来了良好的机遇。十年来,我国大跨径桥梁建设进入了一个最辉煌的时期,在中华大地上建设了一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大、现代化品位和科技含量高的大跨径预应力混凝土连续刚构、拱桥、斜拉桥、悬索桥(图 1 为长江主流沿线主要桥梁分布),积累了丰富的桥梁设计和施工经验,标志着我国公路桥梁建设水平已跻身于国际先进行列。

2 我国的桥梁建设

2.1 预应力混凝土连续刚构桥

预应力混凝土连续刚构桥比连续梁桥和 T 形刚构桥有更大的跨越能力,近年来,各国修建连续刚构桥很多(表 1)。随着世界经济的发展,预应力混凝土连续刚构桥将得到更快的发展。1998 年挪威建成了主跨 301m 世界第一的 stolma 桥和主跨 298m 世界第二的 Raftsundet 桥,将连续刚构桥的跨径发展到顶点。1988 年建成的广东洛溪大桥(主跨 180m),开创了我国修建大跨径预应力混凝土连续刚构桥的先例,1997 年建成的虎门大桥辅航道桥(主跨 270m)曾居当时预应力混凝土连续刚构桥跨径世界第一(图 2)。近年来相继建成了泸州长江二桥(主跨 252m)、重庆黄花园大桥(主跨 250m)、黄石长江大桥(主跨 245m)、重庆高家花园桥(主跨 240m)、贵州六广河大桥(主跨 240m)。近期我国还将建成一大批大跨径预应力混凝土连续刚构桥,尤其是在陕西省,由于其特有的深沟黄土地形,高等级公路建设中一大批连续刚构在建设之中,具有代表性的有“西北第一跨”徐水沟特大桥,主跨 200m,已于 2005 年 8 月 18 日合龙,“亚洲第一高桥”洛河特大桥主墩高 143.5m,桥高 155m,主跨 160m,也将于 2005 年合龙通车。我国大跨径 PC 连续刚构桥型和 PC 梁桥型的建桥技术,已居世界领先水平。

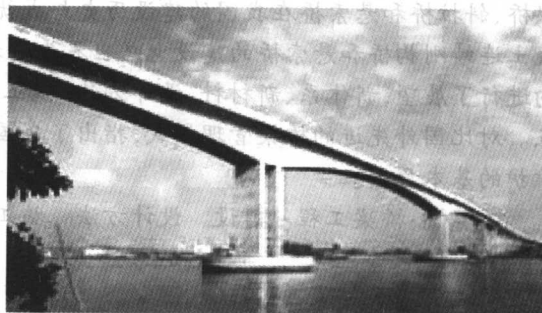


图 2 虎门大桥辅航道桥

预应力混凝土连续刚构桥

表 1

序号	桥 名	国 家	建 成 年 代	跨 径 (m)	备 注
1	Stolma 桥	挪威	1998	94 + 301 + 72	
2	Raftsundet 桥	挪威	1998	86 + 202 + 298 + 125	
3	虎门大桥辅航道桥	中国	1997	150 + 270 + 150	
4	Gateway 桥	澳大利亚	1985	145 + 260 + 145	
5	泸州长江二桥	中国	2001	145 + 252 + 54.8	
6	重庆黄花园大桥	中国	1999	137 + 3 × 250 + 137	
7	黄石长江大桥	中国	1995	162.5 + 3 × 245 + 162.5	
8	江津长江大桥	中国	1997	140 + 240 + 140	
9	陕西徐水沟大桥	中国	2005	主跨跨径 200	
10	陕西洛河特大桥	中国	2005	主跨跨径 160	墩高 143.5m

2.2 拱桥

2.2.1 石拱桥

我国是修建石拱桥历史最悠久的国家之一,其中为世人瞩目的莫过于河北赵州桥和北京卢沟桥。现代最有代表性的石拱桥为 1990 年建成的湖南省凤凰县鸟巢河大桥,全长 241 m,主跨 120 m,高 42 m,2000 年建成的山西晋城晋焦高速公路丹河大桥(图 3),跨径 $2 \times 30\text{m} + 146\text{m} + 5 \times 30\text{m}$,高 81.6m,是目前世界上最大跨径的石拱桥。

2.2.2 钢筋混凝土拱桥

钢筋和混凝土两种材料的结合,促使钢筋混凝土拱桥应运而生,它克服了圬工拱桥自重大、跨径受限的缺点。钢筋混凝土拱桥的类型有双曲拱、箱拱、肋拱、桁架拱等,根据地形势、环境等需要可设计为上承式、中承式及下承式拱桥。

国外钢筋混凝土拱桥最大跨径为 1980 年建成的前南斯拉夫克尔克桥,390m。目前世界上跨径最大的钢筋混凝土拱桥为 1997 年建成的四川万县长江大桥(图 4),跨径 420m,采用钢管混凝土拱桁架结构作为劲性骨架,外包 C60 混凝土形成单箱三室截面拱肋,施工采取缆索吊装,先形成两铰钢管桁架拱,然后填充钢管内混凝土,再浇筑箱梁,先中室,后边室,每室先底板后腹板及顶板。钢筋混凝土拱桥的施工方法因地形和施工条件的不同而异:采用缆索吊装架设法施工最大跨径是 1979 年建成的四川宜宾马鸣溪大桥(主跨 150m);采用拱架法施工最大跨径是 1982 年建成的四川攀枝花市宝鼎大桥(主跨 170m);采用支架法施工最大跨径是 2001 年建成的河南许沟大桥(主跨 220m);采用转体法施工最大跨径是 1990 年建成的重庆涪陵乌江大桥(主跨 200m);首先采用劲性骨架施工的是 1990 年建成的宜宾南门金沙江大桥(主跨 240m 中承式劲性骨架钢筋混凝土拱桥),1996 年建成的主跨 312m 中承式劲性骨架混凝土拱桥广西邕宁邕江大桥的劲性骨架采用钢管混凝土,使得劲性骨架混凝土拱桥的施工工艺又跨上了一个新台阶;1995 年建成的贵州江界河大桥(主跨 330m)为世界最大跨径的混凝土桁架拱桥。据统计,世界上已建成跨径超过 260m 的混凝土拱桥 10 座,中国占 3 座,而跨径大于 300m 的混凝土拱桥世界上仅有 5 座,中国占 3 座,其中西部地区占 2 座(表 2)。由此可见我国大跨径钢筋混凝土拱桥的建设技术居国际领先水平。



图 3 丹河大桥

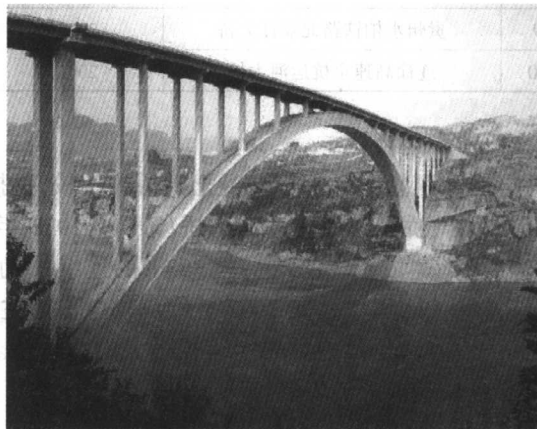


图 4 万县长江公路大桥

钢筋混凝土拱桥

表 2

序号	桥 名	国 家	建 成 年 代	跨 径 (m)	结 构 形 式
1	万县长江大桥	中国	1997	420	上承式钢管混凝土箱拱
2	克尔克一桥	克罗地亚	1980	390	上承式混凝土箱拱
3	贵州江界河大桥	中国	1995	330	上承式混凝土桁式组合拱桥
4	广西邕宁邕江大桥	中国	1996	312	中承式钢管混凝土拱桥
5	格莱兹维尔桥	澳大利亚	1964	305	混凝土拱桥
6	友谊桥	巴西	1964	290	混凝土拱桥
7	勃劳克兰斯桥	南非	1983	272	混凝土拱桥
8	阿拉比达桥	葡萄牙	1963	270	混凝土拱桥
9	桑多桥	瑞典	1943	264	混凝土拱桥
10	沙托布里扬桥	法国	1991	261	混凝土拱桥

2.2.3 钢管混凝土拱桥

钢管混凝土充分利用了钢材与混凝土两种材料的优点:内填混凝土可以提高钢管壁受压时的稳定性和钢管的抗腐蚀性和耐久性,同时钢管壁对混凝土起套箍作用,提高了混凝土的抗压强度和延性。在施工方面,钢管混凝土可利用空钢管作为劲性骨架甚至模板,施工吊装重量轻,进度快,施工用钢量省。由于在受力性能和施工方法上的优越性,将这种结构应用于以受压为主的拱桥是合理的。从 1990 年我国第一座大跨径钢管混凝土拱桥—四川旺苍大桥建成至今,已建和在建的钢管混凝土拱桥已经超过 100 多座,跨径大于 120m 的钢管混凝土拱桥有 40 多座,跨径大于 200m 有 14 座(表 3)。2005 建成通车的重庆巫山长江大桥(主跨 460m)(图 5),为世界第一大跨径钢管混凝土拱桥。

钢管混凝土拱桥

表 3

序号	桥 名	建 成 年 代	跨 径 (m)	结构截面形式	施 工 方 法
1	巫山长江大桥	2005	460	钢管桁架	缆索吊装
2	茅草街大桥	2005	368	四弦管桁架式	斜拉扣索吊装
3	广州丫髻沙珠江大桥	2000	360	系杆拱	转体施工
4	武汉江汉三桥	2001	280	桁架式	斜拉扣索吊装
5	广西三岸邕江大桥	1998	270	箱肋拱	斜拉扣索吊装
6	浙江三门健大桥	2001	245	双肋拱	斜拉扣索吊装
7	武汉江汉五桥	2000	240	桁架式	斜拉扣索吊装
8	浙江铜瓦门大桥	1999	238	单片式提篮拱	斜拉扣索吊装
9	贵州水柏铁路北盘江大桥	2001	236	桁架式提篮拱	转体施工
10	连徐高速京杭运河大桥	2001	235	提篮拱	

2.2.4 钢拱桥

与钢筋混凝土和钢管混凝土拱桥相比较,钢拱桥适用于更大跨径的桥梁。1931 年美国建成了跨径 503m 的钢拱桥—新泽西州贝永桥(表 4),1932 年澳大利亚建成了跨径同样为 503m 的悉尼港钢拱桥,1973 年美国建成了主跨跨径为 383m 的连续加劲钢拱桥—弗里芝特桥。由于钢拱桥造价较高,我国目前修建较少,四川攀枝花 3002 桥(渡口大桥)为主跨 180m 的钢拱桥,2003 年建成通车的上海卢浦大桥跨径 550m(图 6),是目前世界上跨径最大的钢拱桥。随着我国钢材产量的增加和钢材质量的提高,钢拱桥在我国也具有很大的发展潜力。



图 5 巫山长江公路大桥



图 6 卢浦大桥

钢 拱 桥

表 4

序号	桥 名	国 家	建 成 年 代	跨 径 (m)
1	卢浦大桥	中国	2003	550
2	新河桥	美国	1997	518.2
3	贝永桥	美国	1931	503

续上表

序号	桥 名	国 家	建 成 年 代	跨 径 (m)
4	悉尼港桥	澳大利亚	1932	503
5	弗里芝特桥	美国	1973	383
6	曼港桥	加拿大	1964	366
7	塔歇尔桥	巴拿马	1962	344
8	拉比奥莱特桥	加拿大	1967	335
9	郎克恩桥	英国	1961	330
10	兹达可夫桥	前捷克	1967	330

2.3 斜拉桥

斜拉桥由索塔、主梁、斜拉索组成,比梁式桥有更大的跨越能力。由于拉索的自锚特性而不需要悬索桥那样巨大的锚碇,加之斜拉桥有良好的力学性能和经济指标,已成为大跨度桥梁最主要的桥型,在跨径 200 ~ 800m 的范围内占据着优势,在 800 ~ 1100m 特大跨径桥梁中,斜拉桥也扮演着重要的角色。

现代斜拉桥可以追溯到 1956 年建成的瑞典主跨 182.6m 的斯特伦松德桥。半个世纪以来,随着计算机水平和建筑材料的发展,斜拉桥的建造技术得到了空前发展,世界已建成主跨 200m 以上的斜拉桥有 200 余座,其中跨径大于 400m 有 40 余座。20 世纪 90 年代以后在世界上建成的著名斜拉桥有主跨 856m 法国诺曼底桥、1999 年日本建成主跨 890m 的世界最大跨径斜拉桥—多多罗大桥,是世界斜拉桥建设史上的一个里程碑。

我国 1975 年在四川云阳建成主跨跨径为 76m 的第一座斜拉桥,30 多年过去了,随着中国的改革开放,这种桥型得到了充分的发展和推广。1991 年建成了主跨跨径 423m 的上海南浦大桥(结合梁斜拉桥),开创了我国修建 400m 以上大跨度斜拉桥的先河,大跨径斜拉桥如雨后春笋般发展起来,至今我国已成为拥有斜拉桥最多的国家。多年来,我国在斜拉桥设计、施工、控制、健康监测以及斜拉索的风雨振等方面,积累了丰富的经验。我国已建成各种类型斜拉桥 100 多座,其中跨径大于 200m 的有 60 余座,跨径超过 500m 的也有 10 余座,见表 5。较有代表性的有 2001 年建成的主跨 628m 的南京长江二桥钢箱梁斜拉桥;2001 年建成的主跨 605m 的福建青州闽江结合梁斜拉桥;目前在建的江苏苏通长江公路大桥(图 7)创造了斜拉桥型四项世界之最:其主跨径达 1088m,是世界最长的斜拉桥主跨;其主塔高 306m,为世界最高的桥塔;主桥两个基础墩将分别采用 131 根直径为 2.5 ~ 2.8m,长 120 多米的群桩,是世界最大规模的群桩基础;主桥最长的斜拉索长达 580m,是世界最长的斜拉索。

跨径超过 500m 的斜拉桥

表 5

序号	桥 名	建 成 年 代	主跨跨径(m)	塔 型	加劲梁形式
1	江苏苏通长江公路大桥	在建	1088	倒 Y 型	扁平封闭钢箱梁
2	南京长江二桥南汊桥	2001 年	628	倒 Y 型	钢箱梁
3	武汉白沙洲长江大桥	2000 年	618	A 型	钢箱梁,两端 87m 混凝土梁
4	福建青州闽江大桥	2001 年	605	A 型	钢与混凝土结合梁
5	上海杨浦大桥	1993 年	602	倒 Y 型	钢与混凝土结合梁
6	上海徐浦大桥	1996 年	590	A 型	主跨钢与混凝土结合梁
7	浙江舟山桃天门大桥	2003 年	580	A 型	钢箱梁 546.6m,其余混凝土梁
8	广东汕头海湾二桥	1998 年	518	A 型	钢箱梁,两端 2 × 47m 混凝土梁
9	安徽安庆长江大桥	2005 年	510	倒 Y 型	钢箱梁
10	湖北荆州长江大桥	2002 年	500	H 型	预应力混凝土主梁