

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2018年

全国桥梁学术会议 论文集



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2018年

全国桥梁学术会议 论文集

主办单位 中国公路学会桥梁和结构工程分会

南京市交通运输局

南京市公共工程建设中心

协办单位 中交第二航务工程局有限公司

中交第二公路工程局有限公司

中铁十四局集团有限公司

中铁宝桥集团有限公司

中铁四局集团有限公司

南京东部路桥工程有限公司

南京交通建设项目管理有限责任公司

南京交通工程检测有限责任公司

承办单位 中交公路规划设计院有限公司

《桥梁》杂志社

中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心有限公司

东南大学国家预应力工程技术研究中心

支持单位 中设设计集团股份有限公司

上海建通工程建设有限公司

玛格巴(上海)桥梁构件有限公司

成都市新筑路桥机械股份有限公司

新津腾中筑路机械有限公司

镇江蓝舶科技股份有限公司



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为中国公路学会桥梁和结构工程分会 2018 年全国桥梁学术会议论文集。论文集分为规划与设计;施工与控制;结构分析与试验研究;养护管理、检测与加固四部分。其中包括我国近年来在建、已建有代表性桥梁所采用的新技术、新方法、新材料,值得业界学者和工程技术人员参考和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

中国公路学会桥梁和结构工程分会 2018 年全国桥梁学术会议论文集 / 中国公路学会桥梁和结构工程分会编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018. 11

ISBN 978-7-114-15079-1

I. ①中… II. ①中… III. ①桥梁工程—学术会议—文集 IV. ①U44-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 235037 号

Zhongguo Gonglu Xuehui Qiaoliang he Jiegou Gongcheng Fenhui 2018 Nian Quanguo Qiaoliang Xueshu Huiyi Lunwenji

书 名:中国公路学会桥梁和结构工程分会 2018 年全国桥梁学术会议论文集

著 作 者:中国公路学会桥梁和结构工程分会

责任编辑:张征宇 赵瑞琴

责任校对:宿秀英 张 贺

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:77.75

字 数:2271 千

版 次:2018 年 11 月 第 1 版

印 次:2018 年 11 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-15079-1

定 价:180.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

中国公路学会桥梁和结构工程分会
2018 年全国桥梁学术会议论文集

编 委 会

主 编	张喜刚	陈 雷	武焕陵	
副 主 编	赵君黎	孙 军	杨志刚	章登精
	谭昌富	郭 建	冯良平	
审稿专家	赵君黎	曾宪武	冯良平	雷俊卿
	秦大航	张征宇	谭昌富	
工 作 组	魏巍巍	杨 雪	杜 静	严伟垚
责任编辑	张征宇	赵瑞琴		

目 录

I 规划与设计

1. 南京市段跨江大桥建设综述 武焕陵(3)
2. 南京长江第五大桥建设情况综述 章登精 沈 斌 李 丹(9)
3. 南京长江第五大桥主桥总体设计 崔 冰 闫永伦 魏乐永 马 增(15)
4. 江苏段长江大桥建设与展望 蒋振雄 韩大章(25)
5. 湖北省大跨度桥梁建设主要技术特点 詹建辉(38)
6. 长江下游(安徽段)长江公路大桥的技术创新与发展 徐宏光 尹 超(46)
7. 长江江西段跨江大桥建设与养护综述 江祥林(59)
8. 大跨径新型钢—UHPC 组合梁结构设计
..... 王 衍 邵旭东 张瀚文 周银东 龔玉标 祝飞翔(67)
9. Autodesk Revit 在常规桥梁 BIM 技术中的应用 葛占钊 李敬研(75)
10. 三塔斜拉桥抗侧倾性能及其影响因素研究——基于南京长江第五大桥初步设计
和施工图设计的对比与分析 单彧诗 郑 兴 郭志明 黄 侨(80)
11. 琼州海峡通道悬浮隧道方案与桥隧方案之优劣比较 项贻强 陈政阳 林 亨(86)
12. 长江大桥深水基础技术现状与未来 龚维明 王正振 曹 耿 戴国亮(93)
13. 武汉九龙大桥主桥设计 宋先进 魏顺波(98)
14. 宜昌香溪长江公路大桥主桥设计 詹建辉 张 铭 张家元(101)
15. 柴家峡黄河特大桥主桥总体设计 周 良 彭 俊 吴 勇 尹志逸(106)
16. 斜拉悬索协作体系钢桥设计施工技术初探 刘 飞 黄 祖 刘昊苏 雷俊卿(111)
17. 一种高性能双钢双防混凝土板、梁的探讨 朱海涛(116)
18. 玉楚高速公路绿汁江大桥初步设计方案研究
..... 刘 斌 马 健 汪 磊 陈孔令 张 皓 刘翠红(120)
19. 大跨度斜拉桥成桥状态风振控制设计 孔令俊 陈彦北 阮怀圣(127)
20. 基于 TRIZ 理论的跨座式轨道梁支座创新设计
..... 韩家山 杨卫锋 曹翁恺 宋建平 顾海龙 郑 娜(132)
21. 新型超高性能混凝土(UHPC)横向装配式挡块结构设计
..... 吴文朋 张红运 龙士国 张旭辉 李立峰(138)
22. 钢—混凝土混合梁结构对增大连续刚构桥主跨跨度的可行性探讨
..... 刘安双 郭 威 陈晓虎 刘雪山(144)
23. 压型钢板在钢—混凝土组合梁设计中的应用研究 王伟坤 张 俭(150)

24. 浅谈异型拱梁协作体系组合结构人行景观桥梁设计 葛胜锦 吴安定 孙 伟 王兆聪(156)
25. 基于 IFC 标准的预制节段箱梁 BIM 模型的实时更新方法 曾 程 傅青松 石雪飞(164)
26. 80m 变截面钢板—混凝土组合梁上部结构设计 王志祥 马保林 杨 欣(171)
27. 小半径弯梁桥结构选型讨论 许延祺(177)
28. 超宽幅斜交主梁景观斜拉桥关键技术研究空间拱塔柱合理线形 高 毅 石雪飞(184)
29. 非支撑式横梁体系钢板组合梁桥上部结构设计关键技术研究 李小祥 孔 凡 石雪飞(195)
30. 一座采用浅埋扩大基础锚碇悬索桥的设计
..... 舒 江 彭元诚 刘 琪 任 蒙 徐 欣 张 谦(201)
31. 港珠澳大桥钢结构制造实践及思考 高文博 张劲文 苏权科(208)
32. 大跨度钢桁梁上跨京沪高铁立交桥设计关键技术研究 庞元志(215)
33. 芜湖长江公路二桥引桥全体外预应力节段梁桥设计 梁长海(217)
34. 芜湖长江公路二桥主桥锚索系统方案研究 窦 巍 梅应华(223)
35. 芜湖长江公路二桥主桥设计 梅应华 窦 巍(229)
36. 钢—薄层超高韧性混凝土轻型组合桥面新体系及其工程应用 邵旭东 曹君辉 黄政宇(235)
37. 黑龙江大桥设计与技术特点 聂玉东(244)
38. BIM 技术在延崇高速温泉特大桥设计中的应用研究
..... 李 智 顾大鹏 梁 磊 沈伯昭 刘 龙(253)
39. BIM 技术在桥梁工程设计阶段的应用 刘 洋(268)
40. 多功能异型玻璃悬索桥构思与设计 万田保 王忠彬(271)
41. 主跨 1300m 公铁两用钢斜拉桥设计 陈 星 郭殊伦 雷俊卿(275)
42. 南京浦仪公路西段上坝大桥总体设计 韩大章 华 新 丁 磊(279)
43. BIM 技术在南京浦仪公路西段跨江大桥设计中的应用 金红亮 华 新 韩大章(287)
44. 钢混凝土组合箱梁拼宽混凝土旧桥的设计与实践 傅晨曦 单宏伟 韩大章(293)
45. 中小跨径钢混凝土组合板梁桥设计关键参数研究 傅晨曦 周 青 韩大章(299)
46. ZG-DC 牌对插式整体铸造新式伸缩装置简介 李永正(304)
47. 菱形分丝管式索鞍在矮塔斜拉桥中的应用
..... 游晓祥 杨晓海 姜 平 许奇峰 顾 战 王 飞(311)
48. 四川段跨长江上桥梁建设综述 卢小锋 牟廷敏 刘振宇(314)
49. 湖北大桥建设的创新实践 姜友生 周炎新 陈 飏 刘青文(325)

II 施工与控制

1. 南京长江第五大桥组合塔钢壳制造关键技术 华 乐(337)
2. 粗集料活性粉末混凝土桥面板工业化生产线布置及设备选型研究
..... 崔 冰 夏 辉 苏胜丰 尤 琦 章晓明 陈 平(342)
3. 粗集料活性粉末混凝土桥面板预制施工工艺研究
..... 崔 冰 夏 辉 尤 琦 王晓斌 章晓明 陈 平(348)

4. 混凝土箱型拱圈悬臂浇筑施工新技术研究	龚兴生 孔余江 张 力(355)
5. 双层桥面钢桁加劲梁悬索桥 STC 层铺装工序及对成桥内力影响研究	沈锐利 蒋雨骥 杜明峰(360)
6. 整孔悬挂法施工 TPJ180 型节段梁架桥机关键工况施工技术	明 驰 乔 江(367)
7. 同向回转拉索体系鞍座加工与安装工艺研究	胡 可 石雪飞 阮 欣 刘志权 程磊科(377)
8. 长联大跨波腹板桥梁错位法施工工艺	张永涛 杜 松(383)
9. 南京长江第五大桥主桥双壁钢吊箱安装测量管理	罗 亮 刘文豪(387)
10. 浅谈跨江大桥水上施工组织方案	王 辉 江卫卫 孙发明(390)
11. 墩柱施工高处坠落事故树分析	芮 明 王尹园(403)
12. 南京长江第五大桥波形钢腹板节段箱梁短线匹配预制关键工艺研究	田 飞 叶 浪 郑和晖 刘立海 巫兴发(409)
13. 南京长江第五大桥索塔控制网的建立与测量	方新民 刘文豪(415)
14. 南京长江第五大桥引桥盖梁装配式支架设计与施工	彭 强 夏 欢 邓银中 王 辉(420)
15. 灌注桩钢筋笼及导管定位集成式工具平台在南京长江第五大桥的应用	孙发明 王 辉 江卫卫(424)
16. 浅谈“绿色工厂式混凝土搅拌站”在南京长江第五大桥工程建设中的应用	马建勇 陈 雷 杜洪池 杨腾飞 王江海(428)
17. 旋转式导向架定位沉放钢护筒施工技术	陈永彪 柳士伟 蒋能世 雷 钧 李华清(432)
18. 大跨径桥梁深水基础大型钢吊箱设计和整体安装施工技术	荆刚毅 柳士伟 蒋能世 杜洪池 赵诺敏(436)
19. BIM 技术在地下工程施工中应用的探索	武文清 李遵超(444)
20. 南京长江第五大桥钢混组合索塔拼装测量技术探讨	胡 飞(450)
21. 大型盾构机江底更换盾尾刷的实践	刘世凯(454)
22. 特殊地质条件下钻孔桩施工问题及关键处理技术	周世清(459)
23. 换填隧道渣土的施工及检测方法	杨 艳(463)
24. 浅析节段预制箱梁在拼装施工中的温度影响及应对措施	罗华平 明 驰(466)
25. 盘扣支架结合土模法在超宽变截面现浇箱梁施工中的应用	田 鑫 陈 雷 雷 钧 杨腾飞 王江海(474)
26. 南京长江漫滩区软土地层超深地连墙施工关键技术控制	李 丹(479)
27. 刚构桥 0 号段无焊接支架技术应用	王 骞 罗文秀(484)
28. 焊管埋置法泵送在高塔混凝土工程上的应用	周 磊 岳 琳(489)
29. 基于 BIM 的三维激光扫描技术在钢管混凝土拱桥中的应用研究	闫振海 阚浩钟 李 湛 赵 伟 张胜林 吴思承(493)
30. 斜拉扣挂自平衡张拉及自动连续预紧施工新技术	孔余江 龚兴生 赵 伟(496)
31. 公铁两用大桥上层公路箱梁现浇支架施工技术	周 洁 夏 欢(501)
32. 全装配式桥梁一体化架设方法	王 敏 张永涛 郑和晖 夏 昊 田 飞(505)
33. 小干二桥组合梁自锚式悬索桥施工关键技术	彭成明 彭志辉 刘 力(511)

34. 索桥索鞍特厚板焊接技术研究 黄安明 石红昌 苏 兰(516)
35. 浅谈波形钢腹板 PC 箱梁桥主梁施工工艺 李 松 黄兴胜(521)
36. 加劲梁悬索桥斜拉荡移施工技术 赵 钦 刘骁凡 廖家汉(524)
37. 填充型环氧涂层钢绞线挤压锚固拉索在大芦线南叶公路桥中的应用
..... 姜 平 杨晓海 许奇峰 游晓祥 顾 战 王 飞(528)
38. 中低速磁浮线上跨永定河、丰沙铁路顶推施工关键技术研究 庞元志(532)
39. 大跨宽幅钢箱梁斜拉桥施工关键技术与创新 郑建新 李 浩 黄 灿 孙南昌(535)
40. 大瑞铁路澜沧江特大桥提篮拱二次竖转施工 王定宝 白诗玮 杨文龙(540)
41. 杭瑞高速公路北盘江大桥下部结构施工 王定宝 袁 伟 杨 军(543)
42. 浅谈宣曲高速公路大龙潭立交桥匝道箱梁预制和安装施工 王定宝 常 勇 谌业焜(547)
43. 嵩昆高速公路杨林东特大桥跨越沪昆铁路顶推施工 王定宝 常 勇 曹瑞祥(549)
44. 锁蒙高速公路南盘江特大桥斜拉索施工技术研究 王定宝 袁 伟 杨 平(552)
45. 玉磨铁路元江特大桥双柱式薄壁高墩翻模施工 王定宝 寇粉祥 曹瑞祥(554)
46. 昭会高速公路牛栏江特大桥边跨现浇箱梁支架设计及施工 王定宝 郑志滇 支存卫(557)
47. 芜湖长江公路二桥桥塔温度控制的信息化技术 宋 军 赵金磊 许 垒 侯宇航(560)
48. 龙门吊轨道压板松动原因分析及预防控制措施 曹 建 徐明军(566)
49. 铁路桥梁球形支座安装、质量通病分析及治理 夏 冬 谭 伪(570)
50. 空心板梁抽拉式内模设计及应用 曾 文 曾 迪(575)
51. 现浇盖梁双抱箍法支撑设计与施工技术 罗 灿 戚泽华 胡志华(582)
52. 港珠澳大桥澳门口岸项目钢箱梁吊装施工技术 杨振湘 石 龙(587)
53. 深埋锚预应力质量缺陷的成因分析及修复技术 滕 飞 马存骥 吴卫敏(593)
54. 钢桁架拱桥主梁一次落架施工方法比较分析 李佳莹 沈锐利 李 森(599)
55. 达成铁路跨线桥混凝土箱梁快速顶推施工技术 唐 勇 裴宾嘉 梁 建 王若海(607)
56. 刚构桥设计施工中 BIM 的应用 谢 峰 邵传林 夏志成(614)
57. 基于 MIDAS-Civil 悬挑式落地钢管组合支架设计 马存骥 钱国俊(619)
58. 圆柱墩盖梁支撑钢棒牛腿 + 千斤顶组合的设计及应用 刘 鹏 戴 印(625)
59. 嘉鱼长江公路大桥北边跨混凝土箱梁现浇支架设计 罗华平 姚德波 汪 林(632)
60. 海上超长超大直径桩基钢筋笼安装技术 王再荣 周 锋 姚德贵(640)
61. 南京长江第五大桥施工监控通用信息平台方案简介 沈 伟 丁鸿志 唐 亮 贾云武(646)
62. 海上超长超大直径永久钢护筒高精度定位技术 王海峰 王再荣(652)
63. 文物双曲拱桥加固施工关键技术研究 吴俊明(657)

III 结构分析与试验研究

1. 配置纵向预应力钢板组合梁长期性能试验设计及研究 张 印 马海英 石雪飞(671)
2. 带开孔板连接件的钢—混凝土组合梁疲劳试验研究 汪 炳 黄 侨 邹 韵 丁 勇(676)
3. 粗集料活性粉末混凝土在南京长江第五大桥桥面板中的应用研究 武煥陵 郭志明(681)

4. 对称荷载作用下单箱多室波形钢腹板组合箱梁腹板剪应力分配规律	张建东 邓文琴 刘 朵(685)
5. 组合结构桥梁温度场的研究现状和进展	刘 诚 樊健生(691)
6. 南京长江第五大桥结构非线性稳定性研究	吕 梁 钟汉清 崔 冰 魏乐永 马 增 赵 雷(700)
7. 大型桥梁控制网 CGCS2000 坐标获取方法的比较	刘文豪 张 成 罗 亮 方新民(708)
8. 南京长江第五大桥主桥 C35 承台配合比设计研究	王秀贵 袁斌斌(713)
9. 南京长江第五大桥钢混组合索塔 C50 大体积混凝土配制技术研究及其温控防裂分析	马建勇 荆刚毅 申 阳 李海亮 李宏斌(718)
10. 论悬臂拼装桥梁的制造线形	唐 亮 杨兴旺 崔 冰(723)
11. 粗集料活性粉末混凝土板短期裂缝宽度试验研究	郭志明 徐荣耀 王成志(729)
12. 有限元分析中的子模型方法	刘 奎 王爱华 常 山 杨 明(737)
13. ECO 改性聚氨酯混凝土桥面铺装系统在明州大桥的应用	徐 斌 徐 速 胡 风 杨 龙 吕建华 李学锋 杨红军 接道春 吴海兵(746)
14. 宁波梅山春晓大桥工程大吨位海洋耐久性支座研制及应用	刘 国 马 焱 周 亮 骆明成(750)
15. 双向六车道高速公路钢混凝土组合板梁桥合理断面研究	周 青 傅晨曦 韩大章(760)
16. 公路部分斜拉桥动力特性及颤振稳定性分析	车 鑫 刘 旭(767)
17. 基于应变能的伸臂梁最优布跨解析研究	周宗泽 张师定 潘春华(772)
18. 基于反应谱理论的大跨径斜腿刚构桥整体抗震性能研究	郝景宏(776)
19. 特大桥主梁高性能混凝土配合比设计及耐久性研究	熊 鲲 甘正兴(779)
20. 桥梁模数式伸缩装置的参数化有限元分析	吴 芳 周明华 潘建伍(788)
21. 公路连续梁支座更换对梁体应力影响分析研究	李 新 何平根 宋建平(796)
22. 锈蚀 RC 梁受弯荷载下钢筋与混凝土不协调变形量化方法	张旭辉 刘博文 王 磊 张建仁(802)
23. 南京浦仪桥桥塔端承压钢板式钢—混结合段有限元建模方法	李俊方 黄 侨 李文贤 华 新(810)
24. 大跨度钢箱梁斜拉桥温度场及索塔梁温差实测研究	韩州斌 黄勇华 谢文国(814)
25. 温度效应在施工过程控制中对混凝土斜拉桥作用机理研究	葛 勇 耿江玮 杜 慧 刘屹阳(822)
26. 锈蚀预应力混凝土桥梁构件抗弯承载力计算方法	马亚飞 刘 宇 郭忠照 王 磊 张建仁(829)
27. 组合桥塔外壁钢板—混凝土组合机理分析	高晓沛 刘玉擎(835)
28. 预制桥面板环形钢筋接缝拉弯受力性能试验研究	石雪飞 谢鹏飞 樊天望(840)
29. 悬索桥缆索系统精细化分析的若干进展	沈锐利 王 路(845)
30. 超高性能混凝土梁抗弯性能试验研究	周仁忠 黄 跃 郑和晖(854)
31. 大跨结合梁斜拉桥桥面板剪力钉受力分析	周仁忠 董继豪 游新鹏(861)

32. 波形钢腹板桥梁混合腹板剪力分配探析 杜 松 黄 灿 肖 雄(868)
33. 低周往复荷载作用下矩形空心墩塑性铰区约束混凝土效应研究
..... 孙南昌 邵长江 黄 灿 郑建新 项 梁(876)
34. 钢锭铣削型钢纤维在桥面铺装中的应用 汪吉星 周传雄 刘玉擎(881)
35. 养护制度对 RPC120 级混凝土强度的影响 陈新培(885)
36. 波纹钢腹板梁腹板屈曲性能分析 张武盛 雷俊卿(888)
37. 基于支座反力影响线的连续梁损伤定位方法 唐盛华 楚加庆 罗承芳 简 余(892)
38. 多跨曲线梁桥抗倾覆稳定性系数简算方法 李小祥 巴文鹏 石雪飞(898)
39. ECC 在全无缝桥上的应用研究探索 占雪芳 赵怡彬(904)
40. 基于波型钢板的钢箱梁正交异性桥面板构造研究 吴文清 张 炯 刘玉龙(910)
41. 新型公路桥梁预制墩柱与基础连接研究与应用 董嘉雯 潘可明 韩 艳(917)
42. 全体外预应力混凝土节段梁弯剪承载能力试验研究 许 琪 江 鑫 胡 可 石雪飞(923)
43. 单索面斜拉桥钢-STC 组合桥面受力分析
..... 晏班夫 张宝刚 彭 聪 张 俭 汤 明 黄 钊(929)
44. 全体外预应力混凝土节段梁弯剪承载能力计算方法 曾 诚 江 鑫 胡 可 石雪飞(936)
45. UHPC-NSC 组合式盖板涵设计与模型试验 晏班夫 曾田胜 文方针 吴海平 黄毅东(942)
46. 关于钢桥面铺装层开裂问题的探讨 韩文生 卓武极 南海军(948)
47. 光纤光栅智能钢绞线的试验及其工程应用 覃荷瑛 陈 峰 张贺丽 黄家柱 朱万旭(951)
48. 基于 UHPC 的正交异性板加固及疲劳性分析 闫燕红 孙运国 何立忠 邓 鸣(958)
49. 在维修桥面中罩面层结构的研究和应用 卢 波 蒲 远 赵正科(967)
50. 冲击成孔施工振动对相邻桥梁影响测试与分析 苏 越 付昌昌 蔡金标(973)
51. 全体外预应力节段梁桥剪力滞特性研究 刘志权 石雪飞 胡 可 郭 寅 戚云生(980)
52. 分肢柱式塔全塔大体积混凝土温度与应力控制 程磊科 宋 军 丁 亮 胡 泉(985)
53. 分肢截面混凝土桥塔温度场分布特性与温度效应研究
..... 袁 助 阮 欣 宋 军 程磊科 赵金磊(992)
54. 斜拉桥混合塔钢混结合部构造研究 王飞华 刘玉擎(998)
55. 大跨径钢管混凝土拱桥非线性静风稳定性分析 王凯华(1005)
56. 钢-UHPC 组合桥面板疲劳性能数值分析研究
..... 杨 乐 肖汝诚 孙 斌 赵辛玮 陈 钊(1015)
57. 常温养护条件下钢-UHPC 组合桥面板收缩性能试验研究
..... 赵辛玮 肖汝诚 孙 斌 杨 乐 王俊颜 马 磊 陈 钊 刘国平(1022)
58. 多塔悬索桥动力特性的参数研究 陈菲儿 肖汝诚(1029)
59. 镍钛铌形状记忆合金主动加固混凝土圆柱的试验研究 潘盛山 惠华星 王 帅 朱禹熹(1035)
60. 基于应力释放的预应力混凝土构件现存应力试验影响因素研究 郑连生 杜建涛(1043)
61. 先张法空心板梁铰缝受力性能试验研究 高 翔 陈 欣 谢发祥 吉伯海(1050)
62. 脉冲反射法与穿透法在疲劳裂纹特征检测中的对比研究
..... 叶 枝 吉伯海 王介修 袁周致远(1055)

63. 可渡河特大桥底板索径向力效应量化分析与对策	陈致淳	吴国松(1060)
64. 悬索桥索夹螺杆紧固时效性研究	张鹏飞	章 伟(1067)
65. 刚柔复合型钢桥面铺装系温度监测与变化规律研究	蒋 波	罗瑞林 李 娣(1073)
66. 活性粉末混凝土预应力 T 梁顶板应力分布规律研究	徐群丽	李会驰 张 荟(1080)
67. 斜拉桥船撞动力响应时程分析	马 增	魏乐永 张可成(1086)
68. 基于摩擦电原理的桥梁结构振动俘能方法	张 鹤 全力威 张晨辉 郑超昊 童景辉	俞丹丹(1091)
69. 万州长江公路大桥防撞工程无封底围堰基坑开挖数值分析	聂 东 姚永喜 邵 猛	裴宾嘉(1096)
70. BIM 技术原理研究	周宗泽	张师定(1103)
71. 无线传感技术在特大型缆索体系桥梁荷载试验中的应用		王敬民(1107)

IV 养护管理、检测与加固

1. 基于 BIM 的交通基础设施资产养护管理解决方案	董 萌 钟 东 崔 冰 李准华 丁林阁 郑 凌	(1117)
2. 基于 BIM 技术的过江通道工程信息管理平台开发与应用	章登精 沈 斌 古常友 闫 昕	(1124)
3. 基于互联网技术的试验检测云系统		姜 云(1129)
4. 兰州中山桥承载能力及剩余寿命安全评估	闫生龙 田 磊	(1135)
5. 钢管拱式桥构件信息分类编码技术研究	闫振海 吴思承 李 湛 赵 伟 张胜林	阙浩钟(1143)
6. 山区大跨高墩桥梁风险评估研究	车 鑫	刘 旭(1149)
7. 公路行业 EBS 分解及编码方法研究	李建强	姬付全(1157)
8. 桥梁倒塌事故统计分析		胡 陶(1164)
9. 基于监测和检查信息的斜拉桥指标评定标准融合确定方法	刘小玲 黄 侨	任 远(1170)
10. 填充型环氧涂层钢绞线体外索在桥梁加固中的应用	单继安 杨晓海 许奇峰 游晓祥	姜 平(1176)
11. 双、多梁式钢板—混凝土组合梁的技术经济比较	牛永喆 马保林 杨 欣 袁春莉	王志祥(1180)
12. 基于工业化建造的节段梁桥信息化管理技术 ...	石雪飞 刘志权 宋 军 胡 可	吴红波(1186)
13. 钢—STC 轻型组合桥面结构在广东省的应用	黄毅东 梁立农 盛 捷	何 海(1192)
14. 斜拉索可靠性评估指标体系和方法研究	邢观华 梁 力	孙 爽(1197)
15. 从拓扑及群论视角对桥梁的思考及在检测、施工中的应用探讨.....		殷 峰(1210)
16. 杭甬高速复线工程安全风险评估研究	陈峥嵘	程 进(1215)
17. 南京四桥复合浇注式(PGA + AC)钢桥面铺装指标体系	章登精 谢发祥 朱银虎	丁鸿志(1223)

I 规划与设计

1. 南京市段跨江大桥建设综述

武焕陵

(南京市公共工程建设中心)

摘 要 介绍了江苏省南京市自 20 世纪 90 年代以来在长江上的已建桥梁和在建桥梁,以及未来南京过江通道建设规划,阐述各大桥的技术难点和创新,并分析了现阶段中国桥梁存在的不足,探讨了未来中国桥梁的发展方向。

关键词 桥梁工程 南京 跨江大桥 悬索桥 斜拉桥

一、引 言

南京居长江下游,联南接北,承东启西。长江穿城而过,将南京划为江南、江北,阻碍了两岸沟通,特别是江北的发展。

自 1968 年南京长江大桥通车后,由于资金和技术条件的限制,近 30 年的时间南京没有修建跨江大桥。南京长江大桥由于车流量巨大,设计荷载等级较低,年代久远,早已不堪重负。20 世纪 80 年代后,相继修建了南浦大桥、杨浦大桥、虎门大桥、江阴大桥等多座缆索支承桥梁,为我国建设特大跨径桥梁积累了宝贵的经验。

南京市在吸取国内外先进经验的基础上,于 1997 年开工建设了当时我国最大跨径的斜拉桥——南京长江第二大桥(简称:南京二桥),取得了巨大成功。在总结南京二桥经验的基础上,南京市于 2001 年在总体规划中提出了“五桥一隧”的跨江发展格局,南京长江第三大桥(简称:南京三桥)于 2003 年开工建设。2005 年 10 月南京三桥通车后,江南辐射江北的条件已基本成熟。

2009 年,南京市在《南京城市总体规划(2007—2030)》确定了“多心开敞、轴向组团、拥江发展”的现代都市区空间格局,并将“跨江发展”调整为“拥江发展”,昭示了南京拥江时代的来临,南京过江通道的建设也驶入快车道^[1]。南京长江隧道、南京长江第四大桥(简称:南京四桥)、南京扬子江隧道相继于 2009 年、2012 年、2016 年通车。至此,在 97km 的长江南京段,已有南京长江大桥、南京二桥、南京三桥、南京四桥、大胜关长江大桥、长江隧道和扬子江隧道 7 条联系江南江北的公路和铁路过江通道。“十三五”以来,南京长江第五大桥(简称:南京五桥)、浦仪公路西段跨江大桥、和燕路长江隧道先后开工建设,运营 50 年的南京长江大桥于 2016 年 10 月正式封闭,进行维修改造。

南京作为扬子江城市群发展的龙头,按照省市关于“加快推进基础设施建设”的发展要求,《南京市城市总体规划(2011—2020)》和《南京江北新区总体规划(2014—2030)》共描绘了 22 处过江通道跨越天堑,其中道路过江通道 14 处。表 1 为“十三五”南京市段过江通道建设计划,图 1 为南京市过江通道规划图。

“十三五”南京市段过江通道建设计划一览表

表 1

序号	通道名称	里程,km	总投资,亿元	通道性质	开工时间	建成时间
1	南京长江大桥公路桥维修改造	4.6	11	城市道路	2016 年	2018 年
2	南京长江第五大桥	10.335	62	公路	2016 年	2020 年
3	浦仪西段跨江大桥	11.78	65	公路	2017 年	2020 年
4	和燕路长江隧道	5.725	70	城市道路	2017 年	2022 年
5	仙新路长江大桥	13.5	97	城市道路	2018 年	2023 年
6	建宁西路长江隧道	7.5	105	城市道路	2018 年	2023 年

续上表

序号	通道名称	里程,km	总投资,亿元	通道性质	开工时间	建成时间
7	龙潭通道	16.7	60	公路	2019 年	2024 年
8	汉中西路通道	10	60	城市道路	“十三五”期间推进前期工作,工可获批	
9	锦文路通道	13.75	60	公路		
10	七乡河通道	20	60	公路		



图1 南京市过江通道规划图

二、已建跨江大桥

1. 南京长江大桥

南京长江大桥是长江上第一座由中国自行设计和建造的双层式铁路、公路两用桥梁,在中国桥梁史乃至世界桥梁史上具有重要意义(图2)。大桥由正桥和引桥组成,正桥为10跨简支钢桁架梁,全长1576m,最大跨度160m;公路桥的南北引桥为共22孔的双曲拱桥和69跨简支T梁桥组成;铁路桥南北引桥为共149跨简支T梁桥^[2](图2)。工程于1960年1月开工建设,1968年9月铁路通车,12月公路通车,投资约2.88亿元,1985年南京长江大桥获国家科学技术进步奖特等奖。

2016年10月28日南京长江大桥公路桥全面封闭维修,维修改造将保持桥身原有设计风貌(图3),重点消除桥梁结构安全隐患,有效改善耐久性能。维修工程包括北引桥、北岸桥头建筑、公路正桥、南岸桥头建筑、南引桥和回龙桥匝道。核批概算约11亿元,计划于2018年底恢复交通。

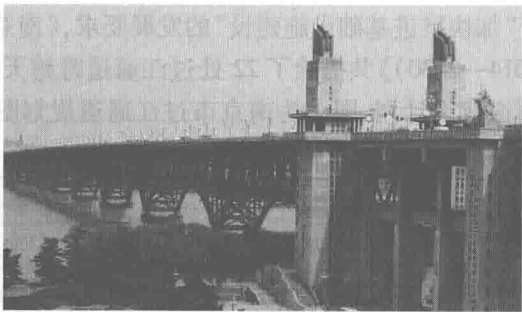


图2 南京长江大桥



图3 维修中的南京长江大桥

南京长江大桥亟须解决原混凝土桥面板开裂、引桥的结构安全及铁路运营安全风险。通过病害成因、支撑体系、运营环境等多个方面的分析,最终改造方案为公路桥的行车道板和人行道均由混凝土材料改成钢结构,铺装形式改为浇注式沥青;引桥通过增大拱肋截面和换填拱上建筑填料为泡沫混凝土的方

法提升耐久性和承载能力。

工程对预制混凝土桥面板、钢混叠合桥面板、波纹钢底模混凝土桥面板、钢结构正交异性桥面板、复合材料桥面板进行了综合论证和比较,为公路正桥桥面板的改造提供技术支撑和依据,也为我国连续钢桁架结构体系的上层公路混凝土桥面板的加固改造方案设计提供参考^[3]。

工程形成了从理论到技术、装备、示范工程的双曲拱桥整套加固技术体系。针对运营 50 年的双曲拱桥本身存在的耐久性病害突出、结构承载能力不足的情况,在保有原结构体系的条件下,以耐久性病害分析、数值模拟、实体模型试验为技术路线,研究了基于提升耐久性和承载能力的设计、施工与后评估关键技术。

2. 南京长江第二大桥^[4]

南京二桥位于南京长江大桥下游 11km 处,是 G36 国家高速(南京至洛阳)的过江通道。工程跨越江中八卦洲,分南、北汉大桥,南汉大桥主桥为 $58.5\text{m} + 246.5\text{m} + 628\text{m} + 246.5\text{m} + 58.5\text{m}$ 的钢箱梁斜拉桥(图 4),采用钻孔灌注桩群桩基础,索塔为倒 Y 形混凝土结构,主梁为扁平流线型钢箱梁,斜拉索为高强平行钢丝索。在当时名列中国第一、世界第三。北汉大桥为主跨 $90\text{m} + 3 \times 165\text{m} + 90\text{m}$ 的五跨连续的预应力连续梁桥,桥长 2172m。工程于 1997 年 10 月 6 日开工,2001 年 3 月 26 日通车,投资约 26.2 亿元,获国家优质工程金奖和鲁班奖。

南京二桥的南汉大桥主桥基础为我国当时最大的深水基础。桥位处江面宽 1200m,最大水深 40m,平均流速 3.0m/s ,覆盖层 $28 \sim 38\text{m}$,基岩为砂砾岩,采用了大型钢围堰和钻孔桩复合基础,来共同抗御船撞力,减小了基础的桩数和钢围堰的直径,根据需要设计了直径 36m、高 65.5m 的大型钢围堰和 21 根直径 3m 钻孔桩的深水基础。在 1998 年长江发生特大洪水时,南汉大桥创下了汛期安全无事故、未停工一天的工程奇迹。

南京二桥在流线型钢箱梁制作安装上采用一系列新工艺新技术。钢箱梁节段间除上顶板 U 肋接口采用高强螺栓连接,其余采用全焊结构,钢箱梁节段的拼装精度要求高,焊接工艺复杂,对现场施工的条件要求极高。在施工中,通过完善的施工控制体系,提高了生产效率,缩短了制造周期,降低了成本,并以主梁应力监控预警体制为保障,确定合理的施工容许误差度,合龙精度达到国内领先、国际先进水平。

南京二桥在国内首次采用了环氧沥青钢桥面铺装形式。形成了环氧沥青混凝土钢桥面铺装的成套技术,对复合梁在低温、常温、高温时,在常规荷载和超载情况下的疲劳特性进行了全面系统的研究,攻克了环氧沥青混凝土施工温度和施工时间极为苛刻的难关。铺装结构通过了大车流量运行、 -14°C 低温和 69.4°C 高温的考验,性能稳定,使用良好。

交通部在为南京二桥开通仪式发来的贺电中称赞:“二桥的工程质量和建设管理代表着我国公路基础设施建设的新水平,在我国桥梁史上树起了一座新的丰碑,是全国交通行业的光荣和骄傲。”

3. 南京长江第三大桥^[5,6]

南京三桥位于南京长江大桥上游 19 公里处,是 G55 国家高速(上海至成都)的过江通道。跨江大桥主桥为 $63\text{m} + 257\text{m} + 648\text{m} + 257\text{m} + 63\text{m}$ 的双塔双索面钢塔钢箱梁斜拉桥(图 5),全长 4744m。南京三桥采用钻孔灌注桩群桩基础,索塔为钢结构,主梁为扁平钢箱梁,斜拉索为高强平行钢丝索。工程于

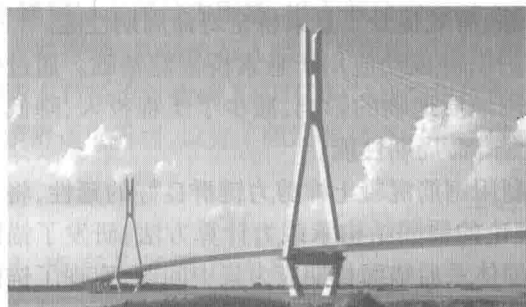


图 4 南京长江第二大桥

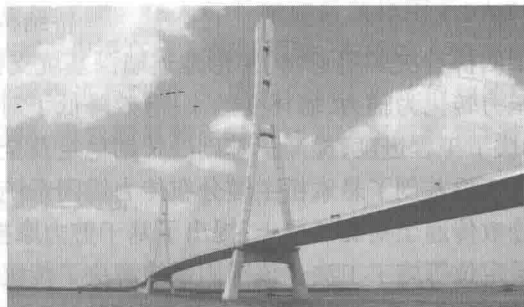


图 5 南京长江第三大桥

2003 年 5 月开工,2005 年 10 月 7 日通车,投资约 33.6 亿元。南京三桥关键技术获得了中国公路学会科学技术特等奖、国际桥梁大会(IBC)授予的“古斯塔夫·林德恩斯奖”和中国土木工程詹天佑奖。

南京三桥创新采用高钢桩哑铃型钢套箱联合平台深水基础。主桥南主墩墩位处水深流急,常水位下水深 45m,水流速度 2.9m/s,施工难度特别大,为我国建桥史上遇到的水深最深、水文条件复杂的深水基础,采用常规高桩承台施工方法,施工风险很大,尚无成功经验可循。受海洋地质钻探平船的工作原理的启发,将高桩承台基础钢护筒和钢套箱有机的结合,充分利用钢套箱良好的自浮能力及其所提供的空间结构刚度对钢护筒形成的嵌固能力,利用钻孔灌注桩用钢护筒较大的抗弯刚度和支撑刚度,通过对钢套箱定位由柔性锚链系统向刚性支撑系统的转换,形成稳定的深水基础施工平台,同时还简化常规施工流程,节约施工用材和施工周期。南京三桥仅用一个枯水期就安全顺利完成了深水基础施工。

南京三桥为国内首座采用全钢结构索塔的大跨径斜拉桥,其钢混结合段创新采用了 PBL 剪力键,解决了钢索塔制作安装难题。索塔为“人”字形钢塔,下横梁以下部分为混凝土,以上部分为钢结构。钢塔的平面尺寸为 5m×6.8m,分 22 个节段,节段最大重量 158t,总高 215m,全桥钢塔柱用钢量共计约 1.2 万 t。钢塔柱与混凝土塔柱之间设钢混结合段,通过钢混结合段内钢筋混凝土榀剪力键群为传递剪力的连接器,将上塔柱荷载分配到下塔柱混凝土中。钢塔施工的难题主要集中在抗风稳定性、钢混结合传力机制、断面尺寸精度要求高、金属接触率要求高、吊装难度大五个方面,先后进行了钢塔抗风稳定性研究、钢-混结合段剪力连接器选型研究、钢塔振动参数及制振装置研究、钢塔端面加工技术及精度管理系统的开发、钢塔制造焊接变形控制技术、MD3600 大型塔吊安装技术、钢塔制柱施工技术、钢塔制造工艺标准研究等 8 个课题的研究,为钢塔施工提供了技术保障。南京三桥形成的钢塔设计施工创新成套技术是我国桥梁建设中的重大集成创新,使我国特大桥钢塔的设计、制造、架设、精度控制水平跻身世界前列,为我国特大型全钢结构斜拉桥、悬索桥的建设开了先河。

4. 南京长江第四大桥^[7,8]

南京四桥位于南京长江第二大桥下游约 10km 处,是 G25 国家高速的(长春至深圳)过江通道。南京四桥主桥为 166m+410.2m+1418m+363.4m+118.4m 的三跨连续钢箱梁悬索桥(图 6),当时在同类型桥梁中排名世界第三、中国第一。南北锚碇分别采用地连墙和沉井基础形式,索塔基础为钻孔灌注桩群桩基础,索塔为门式混凝土结构,主缆和吊索为平行高强镀锌钢丝索,加劲梁为扁平钢箱梁。工程于



图 6 南京长江第四大桥

2008 年 12 月 28 日开工建设,2012 年 12 月 24 日建成通车,投资约 71 亿元。

南京四桥首创了主梁三跨连续悬索桥竖向弹性约束、纵横向组合限位新型结构体系。提出了协调支承区主梁、吊索内力的支座刚度计算方法,编制了弹性支承悬索桥计算软件,发明了预设刚度弹性拉压支座。该支承体系突破了传统支承体系塔区主梁弯矩、吊索力难以协调的技术瓶颈,改善了缆、索、梁的工作条件,延长了疲劳寿命,同时减小了伸缩缝的规模并提高了其耐久性,是一种全新的悬索桥结构体系,有效提升了悬索桥全寿命周期性能。

南京四桥首次采用了“8”字形地连墙深基坑支护结构,并成功应用于悬索桥锚碇基础。通过拱效应将径向压力转化为轴力,墙体变形小,有效降低了对周围地质地物的影响,减少了工程投入、降低了工程风险、加快了工程进度,提高了基础的长期稳定及全桥全寿命周期性能。

南京四桥首创了悬索桥主缆分布传力锚固系统。利用钢筋混凝土榀剪力键群良好的延性,将主缆拉力逐级分散传递至锚碇混凝土;提出了基于剪力摩擦理论的锚固结构承载力计算方法;研发了锚固结构空间叠层定位等施工工法。该锚固系统解决了传统锚固体系后锚面长期应力集中问题,实现了锚固系统免维护,提升了主缆锚固系统的全寿命周期性能,被公认为世界第三种悬索桥主缆锚固体系。