

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2011年

全国桥梁学术会议 论文集

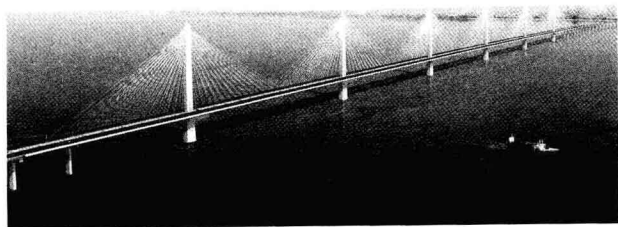


人民交通出版社
China Communications Press

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2011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
嘉绍跨江大桥工程建设指挥部

协办单位 中交公路规划设计院有限公司
中铁大桥局股份有限公司
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
广东省长大公路工程有限公司
中铁山桥集团有限公司
武船重型工程有限公司



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书为中国公路学会桥梁和结构工程分会 2011 年全国桥梁学术会议论文集。全书共分四个部分:规划与设计、施工与控制、结构分析与试验研究、检测与加固。

本书可供国内外桥梁专业人员工作和学习时参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国公路学会桥梁和结构工程分会 2011 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, 2011.10

ISBN 978-7-114-09403-3

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(2011)第 191090 号

书 名:中国公路学会桥梁和结构工程分会 2011 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

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:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市凯鑫彩色印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:67.75

字 数:2026 千

版 次:2011 年 10 月第 1 版

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09403-3

定 价:180.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2011 年全国桥梁学术会议论文集

编 委 会

主 编 张喜刚 杨文孝

副 主 编 逯一新 王永珩 钟 海 吕为昱 张 敏
桂炎德 王加升 曾宪武 赵君黎 杨志刚

审 稿 王永珩 曾宪武 楼庄鸿 高征铨

责任编辑 张征宇

目 录

I 规划与设计

1. 嘉绍大桥关键技术研究	钟 海(3)
2. 嘉绍大桥设计创新	王仁贵 孟凡超 吴伟胜 林道锦(8)
3. 嘉绍大桥钢箱梁的设计与施工	林道锦 王仁贵 孟凡超 吴伟胜(18)
4. 嘉绍大桥索塔设计	刘昌鹏 王仁贵 吴伟胜 文 峰(24)
5. 嘉绍大桥北岸水中区引桥上部结构设计与施工	张 敏 宋黎明 季卫红(30)
6. 嘉绍大桥水中区引桥下部单桩独柱结构体系设计	伏首圣 王加升 王仁贵 宋卫国(35)
7. 强涌潮区大型钻孔平台的设计	谭立心 罗超云 杨 勇(38)
8. 嘉绍大桥检查车设计	林道锦 常志军 熊劲松 董洪波(42)
9. 嘉绍大桥测量控制关键技术	倪建夏 范 杰 闵开伟(46)
10. 大连湾跨海工程简介	许春荣 童育强 朱 斌(50)
11. 崇启大桥主桥上部结构设计	许春荣 王志诚 朱 斌 孔庆凯 魏乐永(57)
12. 崇启大桥主桥下部结构设计	王志诚 许春荣 朱 斌(67)
13. 四川泸州黄舣长江大桥主桥桥型方案研究	周登燕 曾 宇 王梓夫 王晓冬 季卫红(74)
14. 宁波象山港公路大桥总体设计	易绍平 高 剑 张 伟(84)
15. 泉州湾跨海大桥工程总体设计	宋 晖 程德林 刘昌鹏(90)
16. 九江新长江大桥设计和南主塔基础施工	吴宝诗(100)
17. 赤道几内亚 MIBINI 大桥设计要点与分析	阮 坤 孙 宁(108)
18. 三塔斜拉—自锚式悬索连续协作体系桥方案设计	杨建武 丁 燕 商岸帆 张 峰 任有锋 张 和(115)
19. 江阴市新沟河大桥设计	李秉南 何初生(121)
20. 宁波市外滩大桥设计	马 磊 葛竞辉 张俊杰(124)
21. 石家庄滹沱河特大桥主桥设计	王燕伟 薛麦云 李恒旺(129)
22. 下承式无推力斜靠式系杆拱桥设计	刘 勇 陈桂英 胡达和(132)
23. 江苏昆山黑龙江路桥设计与施工	刘小飞 乔云强 吴后伟(137)
24. 桥梁美观和结构创新	王伯惠(141)
25. 大型桥梁工程推动下的设计方法及过程	陈艾荣(155)
26. 江苏跨江公路大桥建设中的创新技术	彭德运(164)
27. 内河航道整治工程中桥梁改建方案	刘 伟 戴 捷 王立新(170)
28. 部分斜拉桥发展与研究现状综述	杨 昀 齐铁东 杨 飞 刘殿元(175)
29. 新型超大跨径斜拉桥的设计构思	邵旭东 胡 佳 赵 华(186)
30. 多塔斜拉桥结构体系的现状与发展	曹珊珊 雷俊卿 李忠三(190)
31. 大跨径拱桥建造技术的发展	张 鸿 胡冬勇 罗自立 杨炎华 荀东亮 周仁忠(195)
32. 我国钢筋混凝土拱桥	楼庄鸿 王国亮 庞志华(201)

33. 波形钢腹板 PC 组合箱梁桥在我国的应用进展	曾宇	万水	(209)
34. 预制波形钢腹板 PC 工字梁构成连续箱梁桥创新技术	汤意		(212)
35. 悬索桥主缆除湿防腐系统的设计	崔冰	刘泽欣	李鹏(215)
36. 考虑主梁碰撞效应的减隔震连续梁桥设计与计算	葛胜锦	熊治华	翟敏刚
			高山(220)
37. 采用新抗震规范进行常规桥梁的设计方法	曲春升		侯满(225)
38. 福州长门特大桥初步设计阶段风险评估	张杰		樊鲁献(228)
39. 上海公路桥梁限载标准的研究和制定			马广德(233)
40. 基于创新理念的城市桥梁桥面防水技术和工程实践			穆祥纯(242)
41. 桥梁防水标准和现场检测			朱志远(249)
42. 城市高架结构层尺度比例美学研究	陈昊凡		丁建明(256)
43. 山区公路桥梁纵坡安全性设置研究	刘晓娣	冯芑	赵君黎
			翟慧娜(264)
44. 沈阳市四环路高坎浑河大桥景观构思设计	孔庆凯	陶诗君	华正阳
			闫永伦(267)
45. 桥梁美学的起源与发展			张小葵(270)

II 施工与控制

46. 嘉绍大桥索塔下塔柱实心段大体积混凝土温控技术	桂炎德	曾平喜	房艳伟	查进	(279)
47. 嘉绍大桥主航道桥钢箱梁制造过程的几何控制	贾少敏	张育智	李路	周浩	(283)
48. 嘉绍大桥主航道桥索塔 X 托架施工技术特点	徐生根	刘德清	黄卫明	王竞民	(289)
49. 几种承台施工方法在嘉绍大桥跨南岸规划堤引桥的应用	曾平喜	唐衡	王力	彭琳琳	(295)
50. 嘉绍大桥主墩承台大体积混凝土无冷却水管温控技术研究	罗超云	李志生	周立	于长海	宋卫国(301)
51. 嘉绍大桥直径 3.8m 钻孔桩施工技术研究	代强波	周爱兵	丁海	杜校祥	宋怀群(306)
52. 强涌潮区钻孔灌注桩施工关键技术	文洁平		金鹤	靳翠宏	(311)
53. 强潮区大型双壁钢围堰的沉放及精度控制	谭立心	李嘉明	陈秀	于长海	张牧(315)
54. 吹砂围堰施工技术在嘉绍大桥的应用	杨涛	梁震	褚武越	刘增永	刘毅(321)
55. 嘉绍大桥钢箱梁预拼装技术研究	王作臣	那宪伟	李铭	邵天吉	(324)
56. 嘉绍大桥顶板单元制作工艺改进和焊缝优化	李小松	苗芙蓉		胡广瑞	(333)
57. 嘉绍大桥钢箱梁制作的几何控制法关键技术	苗芙蓉	胡广瑞	姜玉春	魏云祥	(336)
58. 单箱双室四索面钢箱梁加工制作工艺研究	伍鲲鹏	蔡峰	杨跃	郭勇	(339)
59. 嘉绍大桥钢箱梁节段船舶运输适航试验研究	黄修生	阮家顺	伍鲲鹏	孔云	(343)
60. 锌铝合金涂层在嘉绍大桥钢箱梁防腐涂装施工中的应用	万贵章		赵振宇	周克忠	(348)
61. 嘉绍大桥多塔斜拉桥合理成桥与施工状态确定的合二为一法	李传习		廖龙辉	张玉平	(352)
62. 南京长江第四大桥南锚碇钢筋混凝土樁锚固系统施工关键技术	何超然		钟永新		(361)
63. 嘉绍大桥结构安全监测巡检管理系统设计	于长海	叶志龙	李娜	冯良平	孙小飞(366)
64. 坝陵河大桥临时铰关键技术研究	彭旭民		钟继卫	陶路	(375)
65. 嘉绍大桥锚腹板制作工艺研究	刘士儒	钱鲲	郭勇	潘丽婷	李铭(380)
66. 坝陵河大桥隧道锚锚塞体施工技术	徐刚	吴小斌	杜俊	台明森	(384)

67. 鄂东长江大桥钢箱梁安装施工技术	王 磊(388)
68. 鄂东长江大桥超长斜拉索施工技术	杨培诚(393)
69. 混合梁斜拉桥超宽边跨箱梁支架体系设计	杨培诚 王 磊(399)
70. 荆岳长江大桥北索塔上横梁施工支架的优化设计	裴宾嘉 聂 东(405)
71. 闵浦大桥边跨混凝土浇筑顺序研究	李 鹏 马 磊 邓青儿(412)
72. 超高悬索桥钢塔安装测量控制技术	杨银波 刘金平 汪天华(416)
73. 九江长江公路大桥双壁整体式钢吊箱设计关键技术	费伦林 邓江维 江祥林(421)
74. 哑铃形超大钢吊箱浮运研究	徐 刚 张延河 徐双喜 吴小斌(430)
75. 九江长江公路大桥北主墩钢吊箱底板开孔哈佛板封堵施工技术	张延河 徐 刚 付望林 吴小斌(439)
76. 象山港公路大桥主桥钢护筒定位新技术	李新形 姜玉龙 谭冬华(442)
77. 象山港大桥海中引桥承台完全可拆卸循环利用式钢吊箱施工	冯洛阳(447)
78. 宁波象山港大桥北引桥承台施工	杨胜龙 陈 林(454)
79. 大跨度双肢钢箱系杆提篮拱桥关键施工技术	陈 鸣 彭 强 徐振华 王 瑀(462)
80. 400t 缆索吊扣缆塔安装技术	丁忠诚 陈 鸣 李 宁 张秋虎(473)
81. 缆索式起重机工作机构的校核计算	曾开全(486)
82. 大型钢混组合多棱台斜面拱座施工技术	刘小勇 陈 鸣 陈柏町(494)
83. 合江长江二桥塔梁同步施工可行性分析	裴宾嘉 朱永发 刘小波 刘 扬 殷新峰 谢光辉 蒋建军(504)
84. 合江长江二桥桁架式前支点挂篮的设计构思	裴宾嘉 周 密 顾剑波 袁华昭 徐显桃(510)
85. 合江长江二桥大体积无降温管承台 C40 混凝土温度控制	裴宾嘉 张 蓉 刘小波 丁庆军 牟廷敏 朱云发 何兴智(518)
86. 南充市下中坝嘉陵江大桥主桥深水基础施工技术	苟 勇 林 伟 黄金平 姚昌良 倪 红 陈明凯(525)
87. 福建樟林大桥主桥蝶形拱桥施工与监控技术	季自刚(530)
88. 高速公路大跨径预应力混凝土箱梁拼宽方案研究	单宏伟 刘成才 韩大章 吴文清(536)
89. 无锡市新光路运河大桥主桥施工关键技术介绍	蒋 伟 张明庆(542)
90. 曲线桥大跨度钢管拱整体滑移技术研究	黎儒国 吴文明 尹玉林 周思锋(547)
91. 大跨度连续梁悬臂浇筑挂篮的设计及施工	田武平 周思锋(553)
92. 挂篮悬浇与支架现浇组合施工大跨度连续梁的线形控制	周思锋(561)
93. 全体外预应力节段预制梁应用及关键部位设计	曲春升 牟晓光(566)
94. 外海桥梁墩身施工移动式起重平台研究	汪文霞 李宗平 郭 强(569)
95. JJC-1D 型灌注桩孔径检测系统在北江特大桥主桥大直径超长桩成孔检测中的应用	吴福涛 梁 鹏 李树喜(574)
96. 马来西亚槟城二桥超长嵌岩钻孔桩施工技术	周翰斌(579)
97. 钢管立柱门吊设计与施工	左孔海 宋辉林 田 炜 廖帮强 冯 轶(584)
98. 高强预应力混凝土管桩在桥梁工程中的应用	田 川 赵 伟 骆春雨(587)
99. 一种新型海上钢护筒塔吊基础的整体及局部受力分析	郭佳嘉 康学云(590)
100. 完全可拆装式单壁钢吊箱设计	曾 健 杨苏海 袁 灿(595)
101. 压浆法处理桩基缺陷的工艺改进	徐 刚 张延河 赵 超(602)
102. 轨道连续盆式梁施工工艺及施工难点探讨	雍 军 范连东 刘文革 邵宪森(605)
103. 桥梁潮差区混凝土湿表面固化封闭底漆结合强度的研究	白华栋 姜小刚 徐永祥(614)

III 结构分析与试验研究

104. 嘉绍大桥刚性铰专用支座研究 吕为昱 林道锦 熊劲松 黄滔 王仁贵(619)
105. 嘉绍大桥刚性铰结构设计与力学性能研究 林道锦 王仁贵 孟凡超 林昱(624)
106. 嘉绍大桥 CORS 完备性监测软件研究 张芯 宋卫国 王明善 范杰(630)
107. 嘉绍大桥斜拉索外置式油阻尼器参数优化及试验研究
..... 汪正兴 陈开利 王波 吴海涛(633)
108. 嘉绍大桥 GPS 快速精密相对定位软件实现及精度分析
..... 张芯 桂炎德 李开君 倪建夏(638)
109. 嘉绍大桥水下安全监测及预警系统的研究探索 梁森栋 张永良 李娜(642)
110. 嘉绍大桥桥面铺装重量对结构响应的敏感性分析 张鹏 孙才志 杨兴旺(650)
111. 公路桥梁设计车辆疲劳荷载谱案例研究 黄李骥 冯芑 李文杰 裴岷山(655)
112. 半飘浮体系斜拉桥索塔的纵向计算长度系数研究 李国亮 熊俊(661)
113. 开裂混凝土箱梁桥的剩余使用寿命预测 项贻强 徐建武 刘丽思 李新生(664)
114. 部分斜拉桥主塔适宜高度研究 杨飞 杨昀 齐铁东 修丕立(668)
115. 曲线部分斜拉桥结构参数敏感性分析 许磊 杨昀 杨飞 齐铁东(674)
116. 曲线部分斜拉桥时变效应敏感性对比分析 修丕立 杨昀 杨飞 齐铁东(683)
117. 大交通流量下大跨径钢箱梁桥桥面铺装关键技术研究 葛新民 杨明 李文洋(687)
118. 超大跨斜拉桥混合梁结合段构造研究 刘玉擎 汪蕊蕊(693)
119. 斜拉索索力影响因素及其计算公式精度分析
..... 沈丹雯 瞿涛 吉伯海 孙媛媛 姜竹生 史国钢(697)
120. 湖北鄂东长江公路大桥抗震性能研究 周岑 谭文(701)
121. 考虑行波效应的大跨径斜拉桥地震响应分析 仝腾 龚俊 李磊 王景全(708)
122. 波形钢腹板矮塔斜拉桥地震特性研究 安永日 王芳 吕成林(715)
123. 吉林宁江松花江特大桥主桥抗震结构体系选择 陈维 胡雪峰 刘义河 赵亮(720)
124. 基于磁致伸缩效应的斜拉索断丝检测试验研究 袁爱民 朱晓文 张宇峰(723)
125. 斜拱塔全钢斜拉桥空间受力分析 乔云强 刘国祥 刘安双(727)
126. 钢箱-混凝土组合拱桥的探索与实践 周志祥 范亮 徐勇(731)
127. 拱梁组合结构桁架桥的随机疲劳荷载谱初探 周良 陈玮 杨允表(734)
128. 钢桁架拱桥拱肋形式研究 郭远航 李映(739)
129. 桥梁预应力混凝土构件设计使用寿命判定准则研究 王仁贵 马军海 黄李骥(744)
130. 不同设计寿命时的桥梁全寿命成本分析方法研究 马军海 王仁贵 黄李骥(750)
131. 波形钢腹板连续刚构桥桥墩及墩顶混凝土段设计参数研究 赵品 叶见曙(755)
132. 预应力混凝土桥梁精细化数值模拟技术 李正 吴寿昌 韩大章(761)
133. 考虑混凝土箱梁变截面影响的剪应力分布规律研究 徐舒 刘钊(766)
134. 预应力混凝土梁后张锚固区的设计计算方法探讨 黄华琪 刘钊(771)
135. 预应力混凝土连续梁桥设计的主要因素分析 张楠 雷俊卿(777)
136. 空间网格法分析钢-混凝土组合梁桥 徐志民 徐栋(780)
137. 预应力混凝土连续弯箱梁桥支反力的影响因素分析 王建龙(786)
138. 钢-预应力混凝土组合连续梁桥的结构特点与结构形式
..... 邵吉林 周平 徐健 俞宪明(791)
139. 超高墩大跨连续刚构桥墩梁固结处的局部应力分析 陈冠桦 杨光强(794)

140. 普通钢筋混凝土空心板桥与预应力混凝土空心板桥横向拼接分析研究	吴文清 谢群华 魏海伟 贾 峰(798)
141. 梁式桥跨间横隔板数量对荷载横向分布影响的分析	沈永林(803)
142. 预应力混凝土刚构桥的抗震性能分析	宋力勋 雷俊卿(807)
143. 石家庄滹沱河特大桥主桥抗震性能分析	王燕伟 杨春梅(813)
144. 上承式连续梁拱组合桥减隔震分析研究	李田田(816)
145. 基于 ANSYS 平台的混凝土收缩徐变计算方法研究	李 正 韩大章(822)
146. 预应力索张拉阶段摩阻损失实用评价方法研究	孙中洋 陈 斌 杨 涛(827)
147. U 形预应力束摩阻系数足尺模型试验研究	何锦明 董亚东 胡若邻(832)
148. 短精轧螺纹钢应力损失试验研究与控制应用	王安民 王清泉 唐嘉琳 孙延成(838)
149. 泰州大桥中塔弹性索对结构静动力特性的影响分析	陈 策 陆彩华(843)
150. 正交异性钢桥面板顶板疲劳裂纹研究	唐 亮 黄李骥 刘 高 吴文明(847)
151. 长寿长江二桥悬索桥成桥主缆线形计算分析	王 科 邓 宇(854)
152. 空间缆索体系悬索桥理想成桥状态分析	张新军 陈 兰(856)
153. 自锚式悬索桥主缆与钢主梁锚固区受力分析	曾明根 周小苏 苏庆田(863)
154. 几种桥梁典型断面静风作用下三分力系数的数值模拟分析	戴天帅 陈 斌(868)
155. 自锚式悬索桥主缆锚固区空间应力分析	周 良 彭 俊(872)
156. 怀洪新河特大桥主塔鞍座区应力分析	于西尧 苗 超(876)
157. 云南龙江大桥主桥抗震性能分析	王 斐 谭平荣 李正熔(880)
158. 组合梁斜拉桥桥面板横向预应力施加效果分析	陈洪伟 刘玉擎 徐宏光(885)
159. 空心薄壁高墩施工期温度效应研究	黄修平 朱熙银(888)
160. 钢管混凝土组合高墩在大跨径连续刚构桥梁中的应用	汪碧云 杨 君 牟廷敏 万忠金 陈友谊(895)
161. 上海长江隧桥主墩钢吊箱考虑防撞要求的设计与研究	黄修平 曾 健 朱熙银(903)
162. 持力层在抗压桩承载力中的作用	李靖森 宋春霞(908)
163. 关于钢护筒参与桩基础受力的探讨	屈 国 吴海英(915)
164. 基于能量吸收理论的桥梁船撞动力模拟分析方法	冯清海 吴宏波 周 敦 袁万城(919)
165. 高填土大跨斜交框架桥结构设计分析	陈智俊 杨彩霞 张晟斌(922)
166. 大跨径桥梁结构健康监测系统分析与升级改造	樊叶华 陈雄飞(927)
167. 利用自振频率推定简支梁的部分静态性能	黄克超 张永辉 窦新航(932)
168. 大跨度人行桥横向振动研究现状及展望	何文飞 谢 斌 戴少雄(938)
169. 大跨径连续梁桥双层桥面铺装结构力学分析	吴一鸣 赵岩荆 倪富健(943)
170. ERS 钢桥面铺装关键技术研究	潘友强 张志祥 曹荣吉(951)
171. 正交异性钢桥面柔性防水黏结材料路用性能试验研究	徐祝庆 樊叶华(956)
172. 渗透型硅烷浸渍剂在提升混凝土结构耐久性中的应用研究	戴建才 李建中(961)
173. 火灾后混凝土桥梁性能的可靠度评估研究	方 笑(969)
174. 基于英标体系热带跨海桥梁混凝土耐久性措施研究	刘 松 李顺凯 刘亚东 李佳圣 李红君 邓 翀(974)
175. 基于养护规范的既有桥梁技术状况评估方法再研究	黄志伟 黄 侨 任 远(979)
176. 海南省桥梁混凝土碳化预测模型研究	戴 源 任 远 黄 侨 王成斌 苏继东(984)
177. 基于光纤传感的索力自感知智能缆索	刘礼华 赵 霞 李 盛 吉俊兵 张恩隆 周祝兵(991)

IV 检测与加固

178. 从最近我国数起桥梁坍塌事故引发的反思及建议	项贻强(1001)
179. 压电材料在桥梁检测及监测中的应用	郭 瑞 徐群丽 徐 哲(1004)
180. 某连续刚构桥箱梁底板开裂加固处理	毛穗丰 张 义(1010)
181. 某小半径连续弯梁桥偏位成因分析及纠偏设计研究	吕宏奎 王 夷(1017)
182. 兰州中山桥维修加固总体设计	涂金平 赵井卫 翟 辉 贾界峰 陈客贤(1022)
183. 新虹桥拆除的关键工艺及计算	蒋 伟 杨黔军 许伟清 冯泉钧(1026)
184. 系杆拱桥吊杆损伤加固技术研究	李 靓 王立彬 张 晖(1032)
185. 预应力混凝土连续刚构桥体外预应力加固方法研究	王潮海 王宗林(1035)
186. 有黏结预应力加固钢筋混凝土梁试验研究及工程应用	王潮海 郑继光 吴红林(1041)
187. 预应力碳纤维板加固混凝土 T 梁桥的设计及应用	赵井卫 涂金平 周泳涛(1051)
188. 主动预应力碳纤维板快速加固新工艺及工程应用	卓 静 王福敏(1056)
189. 薪水桥预应力 CFRP 筋加固堤载设计	阮永怀 罗 军 李大桥(1060)
190. SPLC 液压同步顶升技术在桥梁支座更换施工中的应用	樊叶华 陈雄飞(1064)
191. 现浇连续梁单墩顶升更换盆式支座实例	张 帆(1068)

I 规划与设计

1. 嘉绍大桥关键技术研究

钟 海

(嘉绍跨江大桥工程建设指挥部)

摘 要 嘉绍大桥关键技术研究依托嘉绍大桥工程,开展设计理论、施工技术、管养技术和安全减灾技术的全面研究,解决在强潮流急、河床变化剧烈水域建设特大型桥梁和大跨超长多塔斜拉桥的关键技术问题,提出并解决刚性铰结构设计与制造关键技术问题。

关键词 嘉绍大桥 多塔斜拉桥 刚性铰 强涌潮急流河段

一、嘉绍大桥工程介绍

嘉绍大桥是嘉兴至绍兴跨江公路通道跨越天然屏障钱塘江河口段的一座特大型桥梁(图1),是沈阳至海口国家高速公路常熟至台州并行线的组成部分,是嘉荫至南平国家重点公路的重要组成部分,也是浙江省公路水运交通规划2003年~2020年“两纵、两横、十八连、三绕、三通道”的第二个通道。项目北起乍嘉苏高速公路南湖互通,南接杭甬高速公路和上三高速公路交叉处的沽渚枢纽。线路全长69.462km(其中,嘉绍大桥长10.137km),概算总投资139.8亿元(其中,嘉绍大桥为63.5亿元)。项目建成后可将沪杭高速公路、乍嘉苏高速公路、杭浦高速公路、杭甬高速公路和上三高速公路等便捷地连接起来,对完善国道、省道网络具有重大意义;同时必将对长江三角洲经济一体化和产业结构调整升级起到极大的促进作用,社会经济效益显著。

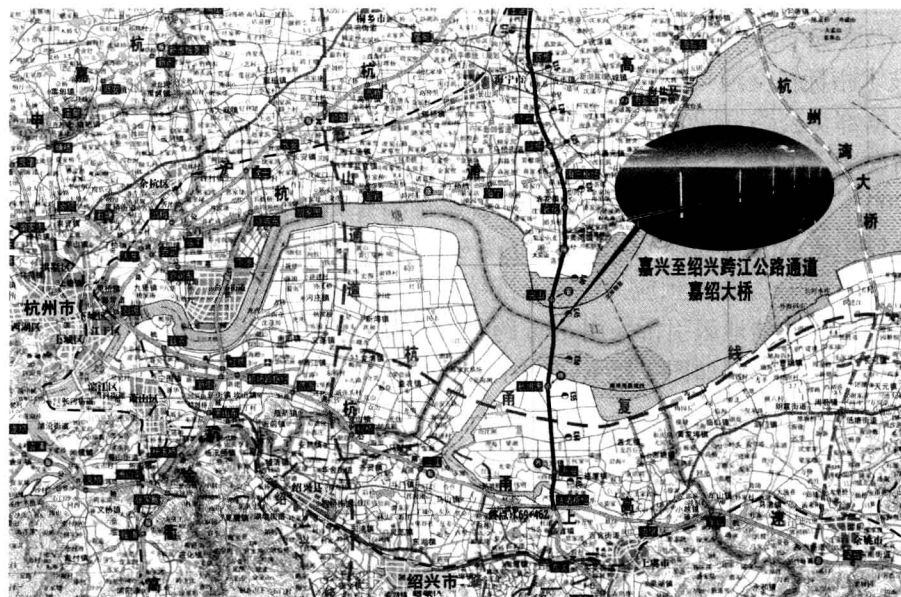


图1 嘉绍大桥地理位置图

嘉绍大桥的主要技术标准如下:

- (1)公路等级:双向八车道高速公路,桥梁宽度为40.5m(不含布索区)。
- (2)设计速度:100km/h。
- (3)最大纵坡:≤4%。

- (4)桥面横坡:2%。
- (5)汽车荷载等级:公路-I 级。
- (6)设计基准期:100 年。
- (7)地震基本烈度:VI 度。
- (8)抗风设计标准:运营阶段设计重现期为 100 年。离常水位 10m 高处,100 年重现期的 10min 平均年最大风速为 39.3m/s。
- (9)通航净空尺度:依据交通运输部交水发[2006]17 号文《关于嘉兴至绍兴高速公路跨杭州湾大桥通航净空尺度和技术要求的批复》,通航净空尺度要求见表 1。最高通航水位采用 20 年一遇设计,高潮位 7.36m(1985 国家高程基准)。

通航净空尺度一览表(单位:m) 表 1

航 道 名 称		代 表 船 型	航 道 类 型	通航净空尺度	
				净宽	净高
主航道	主通航孔	3 000t 级集装箱船	双向	335	32.5
			单向	180	32.5
	边通航孔	1 000t 级集装箱船	单向	160	25.5
北副通航孔		500t 级杂货船	单向	66	13.5

- (10)船舶撞击力标准:依据“嘉兴至绍兴跨江公路通道杭州湾大桥船舶撞击数模分析及基础防撞研究报告”,大桥船舶撞击力设计标准见表 2。

船舶撞击力标准 表 2

桥 墩	横桥向船撞力(MN)	桥 墩	横桥向船撞力(MN)
主通航孔主墩	35.0	副通航孔主墩	9.5
主通航孔辅助墩	14.9	副通航孔过渡墩	8.8
主通航孔过渡墩	12.3	非通航孔	3.52

注:表中为未设置防撞设施前的船舶撞击力。

- (11)其他技术指标按交通运输部颁《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)执行。

根据交通运输部交公路发[2008]360 号文《关于嘉兴至绍兴跨江公路通道初步设计的批复》和浙江省交通运输厅浙交复[2009]136 号文《关于嘉绍大桥刚性铰技术设计的批复》,本项目主航道桥采用70 + 200 + 5 × 428 + 200 + 70 = 2 680m 独柱六塔四索面分幅钢箱梁斜拉桥方案,主桥跨中设置伸缩缝,伸缩缝处主梁采用刚性铰构造;北副航道桥采用桥跨布置为 70 + 2 × 120 + 70 = 380m 变截面连续刚构桥;南、北水中区引桥采用 70m 跨径等截面预应力混凝土连续刚构桥,下部结构采用单桩独柱形式,基础采用3.8m 大直径钻孔灌注桩;南、北陆地区引桥采用 50m 跨径等截面预应力混凝土连续箱梁。

嘉绍大桥主航道桥效果图如图 2 所示,水中区引桥效果图如图 3 所示。

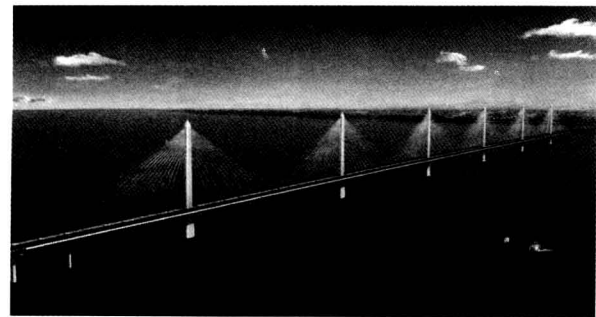


图2 嘉绍大桥主航道桥效果图



图3 嘉绍大桥水中区引桥效果图

二、嘉绍大桥的工程特点与技术难点

钱塘江是浙江省第一大河,发源于安徽省黄山,流经安徽、浙江二省。钱塘江大潮是发生在杭州湾(钱塘江的河口段)的一种涌潮,被誉为“天下第一潮”。由于杭州湾是一个外宽内窄的大喇叭口,出海口宽达 100km,澉浦附近缩小到 20km 左右,到了盐官,落潮时江面宽只有 3km,每到涨潮,江中一下吞进大量海水,向上游推进时,由于河道突然变窄,潮水涌积,酿成高潮。加上澉浦以西水下存在一巨大沙洲,河床的平均水深由杭州湾的 20m 左右迅速减小到 2~3m,形成一道“门坎”,入内的潮水受阻,后浪赶上前浪,形成直立的“水墙”(即涌潮)。钱塘江大潮是世界最著名的涌潮。

早在公元 1 世纪,东汉的王充就已指出:“涛之兴也,与月学道理”。国际地理学界将钱塘江与南美亚马孙河、南亚恒河并列为“世界三大强涌潮河流”,如图 4 所示。

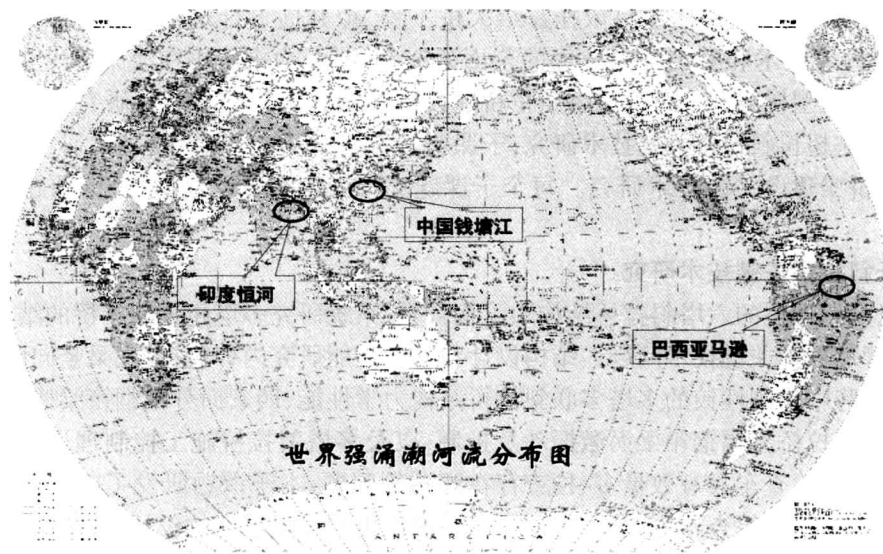


图 4 世界强涌潮河流分布示意图

嘉绍大桥桥址所处的钱塘江河口段正是钱塘江潮发展壮大位置,河床宽浅,潮强流急,涌潮汹涌,主槽摆幅大,冲刷很深,自然条件复杂,工程规模浩大。根据本项目自然条件,结合大桥功能和建设期安排要求,嘉绍大桥在建设条件方面具有以下四个方面的特点和挑战:

(1) 河床宽浅、潮强流急、涌潮汹涌。具体水文要素:大潮汛期间的涌潮潮头高度可达 2.6m,最大潮差近 9m,平均潮差 6.44m;实测最大流速达 6.65m/s,垂线平均最大流速为 5.37m/s,测点最大落潮流速为 4.40m/s,垂线平均最大流速为 3.70m/s;落潮流历时又显著地长于涨潮流历时,落潮流历时在 7h29min 至 8h39min 之间,涨潮流历时仅在 3h28min 至 4h56min 之间;涌潮作用力大,最大涌潮压力可达 7.5t/m^2 。

(2) 河床底质起动流速低,冲刷严重,根据河床冲刷研究成果,主航道桥索塔处最大冲深可达 -37m,承载力和稳定性差。河床变化幅度大,深槽摆幅达到 2.3km 左右。

(3) 两岸滩涂发育,低潮位时两岸滩涂较宽,施工作业条件受到极大的限制。

(4) 水域桥梁长度达 9km,受海洋性环境及泥沙冲蚀影响,结构容易受到腐蚀。

针对上述四个方面的工程特点,嘉绍大桥在建设过程中主要面临以下工程技术难点:

(1) 由于钱江涌潮是世界难得的自然奇观,为了保护并减少对其影响,浙江省水利厅浙水函[2007]6 号文要求大桥结构的阻水面积要控制在 5% 以内。这对大桥桥型方案选择和结构设计提出了很高的要求,也给大桥设计施工增加了很大的技术难度。

(2) 由于深槽摆幅很大,达到 2.3km,致使主航道桥规模很大,经过对建设条件、结构的经济合理性的综合比较,并经交通运输部的批准,主航道桥在世界上首次采用了主跨 428m,跨中带刚性铰的六

塔斜拉桥方案,桥梁总长 2 680m,是目前世界上规模最大的多塔斜拉桥,具有结构复杂和技术含量高的特点。

(3)要克服恶劣水文条件给大桥施工带来的影响,需要通过设计创新,采用与本桥建设条件适用性好且实施风险小的桥梁结构形式。靠结构设计创新与施工技术进步来降低施工风险。如水中区引桥下部结构采用单桩独柱,上部结构采用墩梁固结等截面连续刚构,中间墩顶设横系梁的结构形式。

(4)大桥水域属于海洋性环境,泥沙含量大,需要采取特殊的结构耐久性措施,以实现大桥 100 年设计基准期的要求。

三、项目主要研究内容

嘉绍大桥关键技术研究科研项目依托嘉绍大桥工程,拟开展设计理论、设计技术、材料技术、施工技术、设备能力、管养技术和安全减灾技术的全面研究和应用,力求解决在河床宽浅、潮强流急、河床变化剧烈水域建设特大型桥梁和大跨度多塔斜拉桥建设的关键技术问题。项目研究共分为三个子课题进行:子课题 1 为多塔超长斜拉桥关键技术研究;子课题 2 为刚性铰结构的关键技术研究;子课题 3 为强涌潮急流河段大型桥梁建设关键技术研究。每个子课题又分为四个分课题,每个分课题由若干研究要点组成。

1. 多塔超长斜拉桥关键技术研究

本子课题以嘉绍大桥的六塔斜拉桥结构为工程背景,系统研究多塔超长斜拉桥的结构设计与力学性能、施工控制及管理养护关键技术问题。结构设计及力学性能研究内容包括:主梁竖向刚度问题、长主梁温度问题及对策、跨中设刚性铰的多塔多联斜拉桥结构力学性能、四索面分幅钢箱梁构造设计、多塔斜拉桥抗震性能、多塔斜拉桥分幅钢箱梁涡激振动及控制,以及多塔斜拉桥施工控制理论等。嘉绍大桥主航道桥采用常规钢箱梁检查车具有数量多、检查存在死角等问题,本子课题研发了一种适用于多塔斜拉桥分幅钢箱梁的可转体新型检查车。此外,本课题还系统提出桥梁阻尼器的设计方法及产品验收标准。具体研究内容见表 3。

子课题 1——多塔超长斜拉桥关键技术研究表 3

分 课 题	研 究 要 点	
分课题 1.1:多塔斜拉桥结构体系与力学性能研究	1	多塔斜拉桥主梁竖向刚度问题研究
	2	多塔超长斜拉桥长主梁温度变形影响及对策
	3	多塔斜拉桥主梁跨中设刚性铰的力学性能
	4	四索面分幅钢箱梁力学性能研究
分课题 1.2:多塔斜拉桥抗震、抗风性能研究	1	多塔超长斜拉桥抗震性能研究
	2	多塔斜拉桥分幅钢箱梁涡激振动及控制
	3	桥梁阻尼器设计指南及产品验收标准研究
分课题 1.3:多塔斜拉桥施工控制关键技术研究	1	多塔斜拉桥体系转换及合龙工艺优化
	2	四索面斜拉桥索力优化策略
	3	四索面钢箱梁及横梁安装施工控制
分课题 1.4:多塔斜拉桥维修养护关键设备研发	1	检查车轨道系统设计
	2	检查车驱动及安全保护系统设计
	3	检查车跑合试验及调试

2. 刚性铰结构的关键技术研究

刚性铰是解决嘉绍大桥主航道桥长主梁温度变形问题的创新性关键构造。通过子课题1的研究,将刚性铰在多塔斜拉桥中的总体力学性能进行了分析,并获得了刚性铰构造的边界受力情况。子课题2在子课题1的研究基础上研究刚性铰的细节构造设计、耐久性设计、关键设备研发(包括刚性铰专用支座、特殊单元多向变位伸缩缝、降温隔热系统、伸缩节等),并对刚性铰的制造安装和养护维修技术做系统研究。具体研究内容见表4。

子课题2——刚性铰结构的关键技术研究

表4

分 课 题	研 究 要 点	
分课题2.1:刚性铰构造创新设计	1	刚性铰构造设计与力学性能分析
	2	刚性铰耐久性设计
分课题2.2: 刚性铰关键设备研发	1	刚性铰专用支座
	2	刚性铰伸缩缝
	3	刚性铰降温隔热除湿系统
分课题2.3: 刚性铰制造与安装技术	1	刚性铰制造技术
	2	刚性铰现场安装精度保证系统
分课题2.4:刚性铰养护维修技术	1	刚性铰健康监测系统研究
	2	刚性铰检查、维护手册编制

3. 强涌潮急流河段大型桥梁建设关键技术研究

嘉绍大桥所处的钱塘江河口段河床宽浅,潮强流急,涌潮汹涌,主槽摆幅大,冲刷很深,因此桥梁结构施工面临巨大挑战。本子课题在研究桥位钱塘江河口段的水文、地质特点基础上,开展强涌潮急流河段大型桥梁建设关键技术研究。重点解决①强涌潮急流河段大型钢围堰的沉放控制技术;②强涌潮急流河段主航道桥钢箱梁运输架设关键技术;③单桩独柱结构创新关键技术研究。其中单桩独柱关键技术包括:单桩独柱结构体系研究、超大直径钻孔桩设计施工成套技术研究、强潮水域桥墩抗冲磨安全性研究、单桩独柱结构防撞设计等几个方面,涵盖结构体系设计、施工关键技术、耐久性、减灾等,使研究成果成为一个完整的体系。具体研究内容见表5。

子课题3——强涌潮急流河段大型桥梁建设关键技术研究

表5

分 课 题	研 究 要 点	
分课题3.1:水文地质专题研究	1	钱塘江河口段水文特性研究
	2	钱塘江河口段地质特征研究
分课题3.2:强涌潮急流河段双壁钢围堰沉放控制技术	1	钢围堰沉放导向装置设计
	2	钢围堰同步沉放控制
	3	钢围堰沉放纠偏技术
分课题3.3:强涌潮急流河段钢箱梁运输架设关键技术	1	强涌潮急流河段钢箱梁运输
	2	强涌潮急流河段钢箱梁架设
分课题3.4:单桩独柱结构创新关键技术研究	1	单桩独柱结构受力体系研究
	2	超大直径钻孔桩设计施工成套技术
	3	单桩独柱刚构桥墩顶结构施工关键技术研究
	4	单桩独柱结构抗冲磨研究
	5	单桩独柱结构防撞性能研究
	6	单桩独柱结构抗震性能研究