

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2013年

全国桥梁学术会议 论文集



人民交通出版社
China Communications Press

013064629

U44-53
04
2013

中国公路学会桥梁和结构工程分会

2013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
辽宁省公路学会
中朝鸭绿江界河公路大桥项目指挥部

协办单位：中交公路规划设计院有限公司
辽宁省交通规划设计院
中交第一公路工程局有限公司
中交第二航务工程局有限公司
中铁山桥集团有限公司
江苏法尔胜新日制铁缆索有限公司



北航 C1672086



人民交通出版社
China Communications Press

U44-53
04
2013

01308482A

图书在版编目(CIP)数据

中国公路学会桥梁和结构工程分会 2013 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学会编.
——北京:人民交通出版社,2013.8

ISBN 978-7-114-10809-9

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(2013)第 175360 号

书 名:中国公路学会桥梁和结构工程分会 2013 年全国桥梁学术会议论文集

著 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)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:64.75

字 数:1909 千

版 次:2013 年 8 月 第 1 版

印 次:2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10809-9

定 价:180.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

人民交通出版社
China Communications Press



目录 II

目 录

I 规划与设计

1. 中朝鸭绿江界河公路大桥总体设计	王吉英 席广恒 闫大伟(3)
2. 中朝鸭绿江界河公路大桥桥轴线可行性分析	高跃茹 刘 伟 孙东波(10)
3. 中朝鸭绿江界河公路大桥主桥钢结构设计	马 森 王吉英 李正向(14)
4. 中朝鸭绿江界河公路大桥检修系统设计	沈光玉(19)
5. 中朝鸭绿江界河公路大桥景观设计的构想	高跃茹 张 勇 王吉英 孙东波(23)
6. 大桥的守望者——中朝鸭绿江界河公路大桥养护管理大楼设计中的 建筑意象性手法运用	张 成(28)
7. 创新、经济、美观“三赢”桥梁示例	王伯惠(31)
8. 桥梁美观浅议	王伯惠(35)
9. 港珠澳大桥 120 年使用寿命混凝土结构耐久性对策研究	苏权科 王胜年 柴 瑞 范志宏(38)
10. 甘肃河口大桥与西固大桥的技术创新	韩友续 武维宏 舒春生(44)
11. 钱江通道南接线段高架桥总体设计	雷 波 赵长军 孙章校(53)
12. 湖北鄖十高速汉江大桥方案比选	袁任重 干学军 张明金 江建斌(61)
13. 天津海河吉兆桥总体设计要点	韩振勇 王 楠(67)
14. 杭州市金昌路跨运河桥总体设计	刘志明 陈 强 范 俊 张静华(70)
15. 不对称钢管混凝土独塔斜拉桥设计与分析	贾存芳 孙蕊鑫 高 山(77)
16. 张家港市沙洲湖景观斜拉桥的动态设计	王卫国 胡海波(84)
17. 跨高速公路桥梁桥型适应性研究	周 青 戴 捷 华 新 韩大章(89)
18. 钢波纹板拱桥在公路跨越灌溉渠中的应用	梁养辉 付玲玲 李祝龙 郭力源(95)
19. 简支连续梁桥建设中的几个问题	向中富(98)
20. 箱梁翼缘板的合理设计分析	杨立坤 赵传亮(104)
21. 塘汉快速路永定新河特大桥抗震设计概述	张振学 王秀艳(107)
22. 中国公路桥梁汽车荷载标准适应性研究	李文杰 穆少华 赵君黎 冯 莨(110)
23. 浅谈我国山区公路桥梁安全存在的几个问题	翟慧娜 穆少华 赵君黎 冯 莨 李文杰(116)
24. 公路桥梁行车安全风险控制设计框架研究	林 辉 余 江(120)
25. 我国桥梁防船撞的回顾和展望	朱海涛 陈国虞 倪步友(126)
26. 现代桥梁结构防腐涂装技术现状及发展趋势	杨振波 师 华 黄玫梅(132)
27. 金沙江、长江上的大桥	楼庄鸿 庞志华 张建桥(138)
28. 目前国外索支承桥梁发展的一些动态	楼庄鸿 张建桥 庞志华(144)
29. 国际公路桥梁抗震规范的差异	种 健(149)
30. 浅谈城市立交中预应力混凝土盖梁的设计	赵和平 白 冰(156)

31. 部分苜蓿叶形立交在海南高速中的应用探讨 刘俊 刘润有 代茂华(159)
 32. 广东江顺大桥总体设计 梁立农 孙向东 万志勇 陈枝洪(165)

II 施工与控制

33. 鸭绿江界河公路大桥测量控制网的布设与应用 周辉 赵静 石玉 胡文柱(173)
 34. JJC-1D 型成桩检测系统鸭绿江界河大桥应用 胡文柱 赵静 石玉 白向龙(179)
 35. 北方强潮汐地区有底钢吊箱施工技术 黄勇 曾炜 刘勇 傅燕(183)
 36. 中朝鸭绿江界河公路大桥 22 号主塔桥墩钢围堰施工技术 吴承凌 刘伟 郝丕林(190)
 37. 鸭绿江大桥 22 号主塔下横梁施工技术 徐学西(195)
 38. 中朝鸭绿江界河公路大桥主塔混凝土表面干缩裂缝防治办法 王爽(199)
 39. 中朝鸭绿江界河公路大桥主桥钢箱梁吊装控制要点 王艺桥(201)
 40. 中朝鸭绿江界河公路大桥的钢箱梁无应力制造线形 李鸥 杨宏健 于传君 郝丕林(205)
 41. 钢箱梁预拼装制作精度控制研究与分析 邓红华 赵宏博 赵浩然(209)
 42. 现浇箱梁冬季混凝土保温施工措施 刘诗杰 周明生 魏春来(211)
 43. 斜拉桥索塔区钢箱梁吊装施工技术 曾炜(218)
 44. 鸭绿江界河公路大桥临时墩设计研究 吴宏业(225)
 45. 高塔下横梁智能张拉施工技术 袁锡权 李鸽 金正川 王艺桥(229)
 46. 循环压浆技术在预制箱梁施工中的应用 金正川 汪洪荣 张治伟(235)
 47. 智能张拉技术在预制箱梁施工中的应用 汪洪荣 金正川 张治伟(238)
 48. 中朝鸭绿江界河公路大桥主塔塔柱混凝土冬季施工保温措施——电伴热 吴承凌(243)
 49. 中朝鸭绿江界河公路大桥工程试验检测工作管理概述 朱劲秋 门广鑫 徐磊(248)
 50. 钢板桩围堰设计与施工技术 李文 汪洪荣(252)
 51. 中朝鸭绿江界河公路大桥 22 号主塔桥墩钢平台设计施工 李学智 王爽 李正向(260)
 52. 中朝鸭绿江界河公路大桥 21 号主塔桥墩钢吊箱及承台封底混凝土施工控制要点 施磊(264)
 53. 中朝鸭绿江界河公路大桥中方侧主塔桥墩承台施工控制 陈宇 刘莉 傅燕(268)
 54. 中朝鸭绿江界河公路大桥下横梁施工控制技术 曾炜 熊凯 刘勇(271)
 55. 鸭绿江界河公路大桥上横梁施工工艺 徐学西 于传君 吴承凌(277)
 56. 大体积混凝土承台温度裂缝施工控制 胡文柱 张焯 马潇 苏毅(280)
 57. 中朝鸭绿江界河公路大桥主塔冬季施工控制要点 王艺桥(285)
 58. 冬季混凝土施工暖棚保温措施技术 胡文柱 赵静 王爽 徐学西(288)
 59. 中朝鸭绿江界河公路大桥钢锚梁和钢牛腿焊接工艺研究
 赵爱华 贝玉成 徐向军(292)
 60. 钢箱梁总拼场地规划研究与分析 盛善杰 邓红华 郭永(298)
 61. 中朝鸭绿江界河公路大桥钢箱梁制造预拱度的确定 吴宏业(300)
 62. 大型桥梁钢箱梁制作变形控制要点 王娟 邓红华 杨宏健 于传君(304)
 63. 现浇预应力混凝土连续箱梁施工监理控制要点 赵进华(308)
 64. 外加电流阴极保护技术在中朝鸭绿江界河公路大桥混凝土结构中的应用
 于欣 王以泉 李伟祥 李超(314)
 65. 智能张拉及循环灌浆施工技术的应用 闫大伟 高跃茹 施磊 马建军 刘德坤(319)
 66. 鸭绿江界河公路大桥 ERS 钢桥面铺装受力分析 吴冲 王吉英 刘泽洲(325)
 67. 季冻区 ERS 钢桥面铺装技术的应用研究 王国军 王吉英 李正向(329)

68. 关于 ERS 钢桥面铺装 in 北方地区应用的关键技术指标研究 王国军 刘 宁 张志宏 傅 燕(334)
69. 施工监理中的测量控制 王 翔 李 锋(338)
70. 双体船拼接施工及应用 陈一兵 徐学西(340)
71. 特大桥梁施工质量安全系统控制探讨 张小葵 田海龙(345)
72. 安庆长江铁路大桥主塔墩双壁钢围堰施工技术 曹士运 黄大成(348)
73. 安庆长江大桥钢梁架设关键控制技术 曹士运 黄大成(353)
74. 崇启长江大桥主桥钢箱梁底板单元制造技术 王 娟(359)
75. 南京长江第四大桥钢箱加劲梁吊装技术 雷 欢 许 垒(362)
76. 港珠澳大桥钢结构防腐涂装关键技术与质量控制 杨振波 师 华 杨海山 胡立明(367)
77. 沉管法施工的海底隧道结构构造及钢结构构配件介绍 郑成浩 陈 键(375)
78. 强涌潮水域大直径钢围堰纠偏技术 张生军 殷力立(382)
79. 几种承台施工方法在嘉绍大桥跨南岸规划堤引桥的应用 彭琳琳 万金发(389)
80. 嘉绍大桥钢箱梁合龙施工技术研究与应 用 唐 衡 谢德宽 彭琳琳(394)
81. 嘉绍大桥边跨无索区分幅式钢箱梁整体顶推合龙技术 张生军 彭敦明 王跃龙(402)
82. 嘉绍大桥钢结构防腐涂装工艺 王 涛 李承宇 耿 岩 刘国彬(404)
83. 马鞍山长江公路大桥基准索股施工控制技术 尚 龙(408)
84. 马鞍山长江公路大桥左汊悬索桥主缆紧缆施工技术 张国浩(414)
85. 大跨径悬索桥主缆缠丝关键技术 李向阳 党彦锋(417)
86. 马鞍山长江公路大桥右汊斜拉桥拱塔施工控制研究 宁 舟 李传习 张玉平(425)
87. 鄂东长江大桥下横梁支架有限元数值分析方法研究 杨 红 李 进 叶 坤(430)
88. 混合主梁斜拉桥中跨加载合龙施工技术 卢 勇(434)
89. 深水无覆盖层超倾斜岩面河床索塔基础施工技术 魏胜新 江俊波(440)
90. 哑铃形超大钢吊箱浮运及吊装关键技术 徐 刚 张延河(445)
91. 重庆合江长江二桥主梁施工关键技术 裴宾嘉 周 密 顾剑波(454)
92. 泸州茜草长江大桥矮塔斜拉桥施工技术 董武斌 吴洪朗 李尚昆 石锦光(461)
93. ANSYS 优化模块在斜拉桥索力优化中的应用 陈丽军 胡 宁 刘 璐(468)
94. 韩国仁川二桥钢箱梁分段反装法 郑成浩 段媛媛(471)
95. 130m 八七桁架多功能造桥机 黄 鹏 余荣杰 刘 刚 陈元喜 上官兴(475)
96. 创新的 BCSW 箱梁顶推设计 彭孝旺 褚东升 邓海毅 孙天明 上官兴(484)
97. 波形钢腹板组合梁桥的施工关键技术 彭安琪 刘 朵 张建东(493)
98. 不同加载方式下混合配束节段预制桥梁受力性能试验研究 程磊科 朱金玲 王 君 韩业冬(497)
99. 钢箱梁顶推施工简化计算与受力分析 范振华 张谢东 张 行 许玉华(503)
100. 高墩大跨度空腹式刚构桥空腹区施工方法研究 应 松 黄 盛 陶 路 彭旭民(507)
101. 北盘江大桥合龙顶推方案研究 秦 林 陈进芬 胡海洋 应 松 陶 路(512)
102. 厦漳大桥小半径曲线段箱梁节段安装技术 余 涛 史绍明(516)
103. 重庆千厮门大桥钢桁梁架设技术研究 彭成明 罗锦刚 范 波(522)
104. 福元路湘江大桥整体顶推施工技术研究 周仁忠 杨炎华 卢 勇(527)
105. 灰色 GM 模型在桥梁施工监控中的应用及分析 张 杰 周广腾 胡 成 王文洋(533)
106. 重庆北碚朝阳复建桥钢箱提篮拱施工技术 李芳军(537)
107. 大跨度飞燕式提篮钢管混凝土拱桥吊装技术 曹 瑞 耿德荣 左孔海 汪壁云 李 华 浦小松(543)

108. 转体桥梁特征构件受力分析 孙永存(548)
109. 跨越繁忙干线铁路客运专线连续梁转体设计与施工 杨红 李进 叶坤(552)
110. 装配式盖梁与墩身的连接构造形式探讨 陈家勇 刘钊(557)
111. 鳞片基长效钢结构氟碳重防腐涂层体系在桥梁钢结构上的应用 杨振波 师华 杨忠林 王金龙 冯自强(561)
112. 4F 型自清洁氟碳涂料的制备与应用 张亮 商汉章 高然 师华(567)
113. 智能压浆与传统压浆的比对试验研究及压浆注意事项 刘柳奇 刘德坤(571)
114. 透水模板布使用注意事项 史卫 周明生 魏春来(576)
115. 长江上游地区桥梁钢围堰施工方案选择 李芳军(579)
116. 先挖后钻法在岩溶地区桥梁桩基施工中的运用 范磊 袁英 詹伟(584)
117. 浅埋隧道爆破对周边民房影响监测与分析 邢冀锴(589)
118. 后压浆技术在公路桥梁桩基础中的应用效益 王侃(592)
119. 广佛江快速通道江顺大桥主桥总体施工方案 周文 杨新林 徐秋红(596)
120. 江顺大桥 Z3 号主塔承台大体积混凝土温度裂缝控制 邓波 周文 周超(606)
- III 结构分析与试验研究**
121. 高流态耐海水侵蚀抗冻高性能混凝土施工技术 游朝晖 金正川 曾炜 刘伟(615)
122. 水下不分散混凝土技术在中朝鸭绿江界河公路大桥上的应用 闫大伟 孙新海 高跃茹 胡文柱(619)
123. 浅谈塔、梁阻尼参数的确定及阻尼器的关键技术 高跃茹 闫大伟 李楷 徐校春(625)
124. 鸭绿江大桥锌铝合金镀层钢丝技术研究及质量控制 薛花娟 赵军 王吉英(628)
125. 中朝鸭绿江界河公路大桥阻尼约束合理参数与减震效果分析 王吉英 李建中 苏毅(636)
126. 带水平锚索多塔悬索桥活载效应估算 孙龙 张力文 肖汝诚(642)
127. 桁架加劲梁悬索桥悬臂架设过程中的稳定分析 门永斌 彭运动 王茂强 刘波 曲春生(647)
128. 悬索桥主缆索股在散索鞍内的稳定性分析 常志军 曾宇 魏巍巍(656)
129. 悬索桥吊索新型轴套磨损对比试验研究 孙洪滨 陈雄飞 宁世伟 徐文雷(664)
130. 泰州大桥悬索桥南锚碇基础的变形及超载安全度分析 邵帅 潘辉 胡丰(671)
131. 自锚式悬索桥塔梁固结部位应力计算分析 包龙生 曹鑫 于玲 杨彦海(676)
132. 荆岳长江公路大桥钢箱梁技术研究 张家元 丁望星 赵金霞(683)
133. 巴拿马三桥主梁横隔梁实用有限元分析法 陆从飞 侯满 曲春升(688)
134. 斜拉桥混合梁结合段受力性能研究 孙璇 刘玉擎 江祥林(691)
135. 复合式钢锚箱索塔锚固结构受力特性分析 刘玉擎 陈聪 叶爱君 郑双杰(695)
136. 钢锚梁不同约束形式的分析 郝海龙 贾立峰 魏巍巍(699)
137. 不同防护形式的斜拉索钢丝电化学腐蚀性能试验 吉伯海 胡新宇 谢发祥 周建林 岳红宇 刘发(703)
138. 组合梁斜拉桥主梁构造特性分析 王佳 刘玉擎 蔺钊飞 房涛(708)
139. 独塔斜拉桥基于影响矩阵的索力优化 赵虎 刘红云(712)
140. 攀枝花新密地大桥主拱圈施工风险分析与对策措施 蒋建军 朱良清 刘应贵 蒋劲松 庄卫林(716)
141. 拱桥结构稳定分析的研究现状与发展 许诗霞 颜全胜(722)
142. 简支铁路系杆拱桥抗震验算及刚度参数影响讨论 李世军 惠卓(725)

143. 港珠澳大桥桥梁钢管复合桩研究与设计 孟凡超 吴伟胜 刘明虎 马建林 邓 科(729)
144. 独柱墩箱梁桥倾覆稳定性验算方法研究 李会驰 穆少华 赵君黎 冯 莧(737)
145. 成功挽救独柱墩匝道桥临界倾覆的一个工程案例 刘效尧(744)
146. 关于我国公路桥梁疲劳荷载模型建立的探讨 陈爱荣 刘 钊 陈 辉(747)
147. 一座主跨 290m 新型空腹式连续刚构桥设计及其长期性能研究
..... 彭元诚 宗 昕 吴游宇 汪金育 应 松(753)
148. 腹板斜裂缝对混凝土桥梁剪切变形及承载力影响的试验研究 刘 钊 郑开启 赵 桢(758)
149. 基于有限元数值分析 PC 箱梁底板合龙段崩裂破坏 李 进 杨 红 叶 坤(767)
150. 收缩徐变对大跨径预应力混凝土连续梁桥的影响研究 李 航 雷俊卿 孙文波(772)
151. 波形钢腹板剪切屈曲强度研究 陈永康 岳建彬(777)
152. 大跨径预应力混凝土梁桥长期下挠影响因素探讨 赵 桢 刘 钊(783)
153. 单箱室简支箱梁跨中截面剪滞效应分析 齐延平 何玉宝 陆华臻(787)
154. 基于差分原理的桥梁转角位移简化测试方法及其几何证明
..... 韩之江 郭文龙 陈栋栋 赵 雷 刘志华 毛 敏(792)
155. 基于随机有限元法的在役预应力混凝土 T 梁桥可靠度影响因素分析
..... 王 鹏 张 力 赖 明(796)
156. 整体模型法计算连续梁桥纵向受力 刘国杰(804)
157. 公路预应力混凝土槽形梁设计的研究 马 莹 梁长海 叶见曙(812)
158. 简支转连续组合箱梁双排支座结构体系分析 赵现省 陈雄飞(816)
159. 地下连续墙基础计算方法与工程实例 龚维明 王 磊(822)
160. 贵州仁怀茅台大桥主桥 Y 形墩梁固结部位详细应力计算分析 甄玉杰 宋松林 冯云成(826)
161. 龙河大桥墩梁固结处模型试验设计 周仁忠 杨炎华 陈富强(832)
162. 孟加拉卡纳夫里三桥主桥墩身裂纹成因分析与控制 刘翠云 黄 辉(838)
163. 考虑墩顶弹性约束的桥墩计算长度求解方法 徐德志(841)
164. 基于有限元模型修正的模型桥墩技术状态评估试验研究
..... 安志刚 战家旺 卢 洋 王 辉(844)
165. 钢桥墩抗震设计理论和评估方法研究 张建东 葛汉彬 王春林(850)
166. 不同桥台型式路桥结合部产生桥头跳车病害力学机理浅析 马 凌(855)
167. 沿河纵向桥流水压力分析及设计要点 张忠效(860)
168. 新型复合材料防船撞装置试验研究与工程应用 王福敏 耿 波(866)
169. 嘉陵江黄花园大桥船桥碰撞概率的 AASHTO 算法解析 张少为 毛瀚概(871)
170. 桥墩柔性防撞的 FRP 防撞浮箱新结构 张锡祥 杨 忠 王智祥 向中富 杜柏松(876)

IV 检测与加固

171. 桥梁结构损伤识别及旧桥加固原则的探讨 李毅谦 向志海(889)
172. 基于性能的混凝土桥梁全寿命养护策略方法研究 项贻强 吴强强 程 坤(897)
173. 基于决策人目标的桥梁改造项目后评价信息反馈方法
..... 任美龙 魏洪昌 楼灿洪 李林生 刘云生 熊 凯 梁 鹏 徐 岳(907)
174. 在役桥梁桩基础钻孔雷达检测法 杨 宇 马 晔 张理轻(912)
175. 从南盘江大桥的检测评估看中美桥涵技术规范对比 慕玉坤 钟 元 官成兵(916)
176. 桥梁改造效果成功度综合评价方法 楼灿洪 梁 鹏 徐 岳 任美龙 魏洪昌(923)
177. 无资料混凝土桥梁承载力鉴定 李功文 白 捷(929)

178. 某高速黄河大桥健康监测方案研究与设计 赵淑兰 付金璐(934)

179. 梁式桥的健康监测和剩余寿命预测 徐凤月 傅菊根(939)

180. 在役大跨径预应力混凝土连续刚构桥承载力研究 王 伟(943)

181. 考虑多因素影响的钢箱梁病害评定方法 吉伯海 朱 伟 傅中秋 姜竹生 史国刚 陈雄飞(949)

182. 北碚嘉陵江大桥腹板裂缝防治与研究 陈栋梁 陈 实 张 拓(954)

183. 体外预应力技术在加固钢筋混凝土箱梁桥中的应用 郑西璐 于金良 何海余(959)

184. 成都市二环路北新立交引桥“断柱分级同步旋转顶升”关键施工技术 徐利军 庄卫林 田 波 蒋建军 王双其(962)

185. T 梁桥加固新技术浅析 李 刚(968)

186. 桥台耐久性构造设计研究 黄 麟 蒋劲松 牟廷敏 庄卫林(971)

187. 轴心受压圆截面加固短柱混凝土围套简化分析 王潮海 郑继光 王永光(975)

188. 某跨江大桥 V 形墩体外预应力加固动力性能分析 席强伟(980)

189. 桥梁位移原因分析及纠偏方法 张明庆(985)

190. 火灾后预应力混凝土桥梁病害分析 霍立飞 李雪影(989)

191. 三种工程岩体稳定性分级方法之间的联系和参数分析 邢冀锴(996)

192. 超高压水射流技术在桥梁加固混凝土拉毛中的研究与应用 陶文科 朱慈祥 王 蔚 吴俊明(1002)

193. 通过水环境管理提高混凝土桥梁的耐久性 黄 麟 庄卫林 蒋劲松 牟廷敏 陈 渤(1008)

194. 桥梁结构健康监测系统在异常事件下的报警技术研究 张宇峰 傅 斌 郑 岗(1014)

195. 舟山跨海大桥管养人才队伍建设的探索与思考 杨晓法(1023)

目 录 VI

(889) 张志刚 谢路琴 171

(897) 申 琳 程耀武 姜耀武 172

(907) 岳 翥 魏 昊 王云庆 王林李 朱心慧 高兆林 袁文君 173

(919) 魏国栋 曹 立 宇 赫 174

(919) 吴成富 王 坤 175

(923) 吕振峰 袁文君 袁文君 袁文君 176

(929) 袁 白 袁文君 177

I 规划与设计

1. 中朝鸭绿江界河公路大桥总体设计

王吉英 席广恒 闫大伟

(辽宁省交通规划设计院)

摘要 中朝鸭绿江界河公路大桥是我国连接朝鲜的重要通道,经过对大桥桥位选择和桥跨布置论证,并综合考虑桥型方案在施工质量控制、工期、抗震性能、养护难易和造价等方面比选情况,最终确定了主桥采用 86m+229m+636m+229m+86m 的双塔双索面钢箱梁斜拉桥方案。

关键词 鸭绿江 界河公路大桥 钢箱梁 斜拉桥 总体设计

一、工程概况

中朝鸭绿江界河公路大桥及接线是我国连接朝鲜的重要通道,项目起于丹大高速公路丹东西互通立交,经集贤工业园区,跨 G201 及地方铁路,由丹东市兴丹大街进入中方侧口岸,在兴丹大街北侧跨越鸭绿江,终点位于朝鲜三桥川北侧的长西,全长 12.71km,其中界河公路大桥长 3026m,主桥采用主跨 636m 的钢箱梁斜拉桥(图 1)。

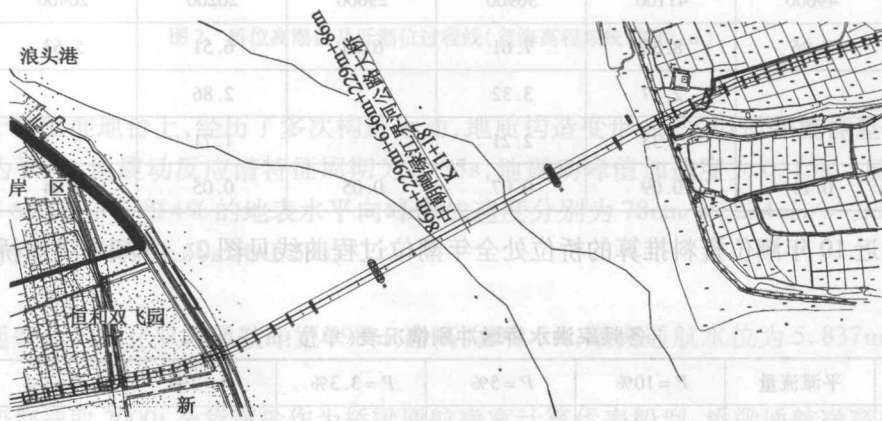


图1 界河大桥平面布置图

二、主要技术标准

项目主要技术标准如下:

- (1) 公路等级: K0+000~K7+560 为高速公路; K7+560~终点为一级公路。
- (2) 设计速度: K0+000~K7+560 为 100km/h; K7+560~终点为 80km/h。
- (3) 行车道数: 双向四车道。
- (4) 行车道宽度: 接线 2×2×3.75m; 大桥 2×2×3.75m, 两外侧各设 2.0m 人行道。
- (5) 桥梁宽度: 全宽为 28.5m(主桥不含布索区)。
- (6) 桥梁设计荷载: 公路-I 级。
- (7) 地震基本烈度: VIII 度。
- (8) 设计洪水频率: 1/300。
- (9) 桥位处设计风速: 32.6m/s。
- (10) 通航净空: 单孔双向通航净宽 398m, 净高为 30.5m。

三、建设条件

1. 气象

(1) 气温:年平均气温 8.5℃;年平均最高气温 13.6℃;年平均最低气温 4.3℃;年极端最高气温 34.3℃(1956 年 8 月 2 日);年极端最低气温 -28.0℃(1952 年 2 月 3 日)。

(2) 降水:年平均雨量为 881.3 ~ 1087.5mm。

(3) 风速:年平均风速 3.2m/s,丹东市区 10min 最大风速为 19.0m/s。

(4) 湿度:年平均相对湿度为 71%。

(5) 流冰:根据桥位附近浪头港水文资料推算的桥位处百年一遇的最高流冰水位 5.15m;最低流冰水位为 -2.40m。

(6) 冻土:桥位区域标准冻深 1.0m。

2. 水文

大桥桥位位于浪头港区下游,上距中朝鸭绿江友谊桥约 10km,下距江海分界线约 25km。该河段水道弯曲分叉,滩槽多变,属于鸭绿江河口感潮河段,河道宽约 1.5km,沿岸地貌为地势低平的河岸滩涂围垦平原。桥位水文设计如表 1 所示。

桥位水文设计成果表(水位为黄海基面)

表 1

频率	$P=0.33\%$	$P=1\%$	$P=2\%$	$P=3.3\%$	$P=5\%$	$P=10\%$	平滩
流量(m^3/s)	49600	41100	36900	29600	26200	20400	7000
水位(m)	8.96	8.38	7.61	6.65	6.51	5.63	2.75
最大流速(m/s)		2.87	3.32		2.86		
堤脚流速(m/s)		2.33	2.21		1.71		
壅水高度(m/s)	0.11	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.02

根据浪头港近 10 年潮位资料推算的桥位处全年潮位过程曲线见图 2。各频率洪水桥墩冲刷情况见表 2。

各频率洪水桥墩冲刷情况表(单位:m)

表 2

频率	平滩流量	$P=10\%$	$P=5\%$	$P=3.3\%$	$P=2\%$	$P=1\%$	$P=0.33\%$
流量(m^3/s)	7000	20400	26200	29600	36900	41100	49600
一般冲刷	0.05	0.73	0.99	1.27	1.54	1.59	2.02
局部冲刷	0.58	1.26	1.53	1.66	1.98	2.21	2.55
最大冲刷	0.63	1.99	2.52	2.93	3.52	3.8	4.57

根据桥位处河流的稳定分析,本段河道属于纵断面基本稳定,横向欠稳定河道。总体上说,虽然桥区水道河床复杂,分汊弯道、浅滩并存,但由于多年来人工护岸、顺坝、丁坝和锁坝的修建,以及日龙山矾头控制,桥区水道河床多年来基本稳定,主槽水深变化不大,但桥区主槽和浅滩并不稳定,主槽位置有较大摆动,造成本桥桥位通航水流条件非常复杂。

3. 工程地质

桥位附近地貌以浅切割剥蚀浑圆状微丘台地和剥蚀平原地貌为主。中方连接线附近地形高程一般在 5 ~ 20m 之间,最大高程为 52m。坡度平缓,丘形浑圆,在微丘间为平原或河谷地貌。朝方连接线沿线基本上为鸭绿江冲积平原,地势平缓,地表高程一般为 4 ~ 8m。桥位处鸭绿江河床较窄,两侧基本无滩涂,沿河发育多为一级阶地。

通过对桥位区地质勘察,该桥揭露的地层主要为第四系冲洪积素填土(种植土)、粉质黏土、粉砂、细

砂、中砂、卵石, (J_{3X})安山质角砾凝灰岩、砂岩等。

经砂土液化计算可知,桥位区砂土液化现象主要存在于细砂、中砂层,液化深度0.3~17.2m,土层液化指数为7.06~54.88,液化程度中等—严重。

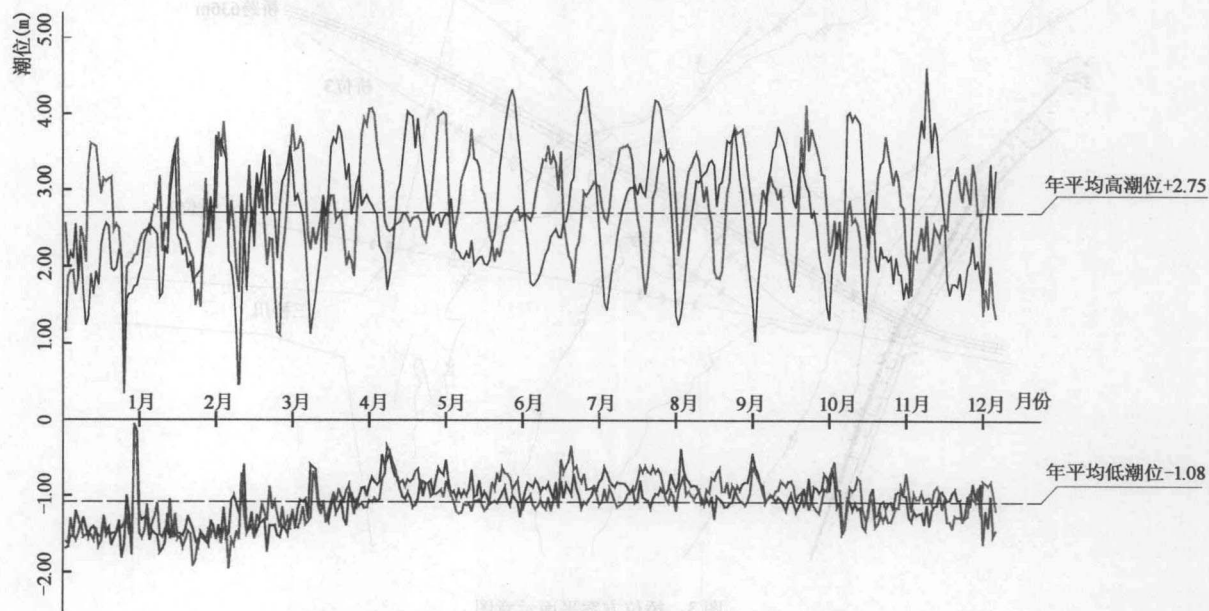


图2 桥位高潮位及低潮位过程线(黄海高程系统,单位:m)

4. 地震

桥位区位于中朝准地台上,经历了多次构造运动,地质构造变形强烈,但地壳整体基本稳定,桥位区地震基本烈度为Ⅶ度,地震动反应谱特征周期为0.35s,地震动峰值加速度为0.15g。场址5%阻尼比、100年超越概率63%、10%和4%的地表水平向峰值加速度分别为 78cm/s^2 、 234cm/s^2 、 336cm/s^2 ,对应反应谱特征周期分别是0.44s、0.50s和0.59s。

5. 通航

本项目主通航孔为单孔双向通航净宽398m,净高为30.5m,最高通航水位为5.837m,最低通航水位为-1.573m。

桥区通航船型选取2000t杂货海轮作为桥梁通航净宽计算代表船型,桥梁通航净高按3000t海轮控制。依据有关标准规范,2000t杂货船主尺度和3000t海轮空载水线以上至最高固定点高度见表3。

通航代表船型主尺度

表3

船型	载重吨(t)	主尺度			空载水线以上至最高固定点高度(m)
		总长(m)	型宽(m)	吃水(m)	
杂货船	2000	87.0	13.7	4.9	25.06
海轮	3000	108.0	16.0	6.0	28.0

四、大桥总体设计

1. 桥位确定

中朝两国关于鸭绿江大桥建设的第二轮磋商,明确了大桥桥位位于浪头港下游,柳草岛末端至三桥川支流之间范围内。该范围河段弯曲,河道主槽变化频繁,通航水流条件非常复杂。

设计过程中拟定了如图3所示的4个桥位方案,并经过通航、河势等方面的综合比选,推荐了桥位5。该桥位也得到了朝方的确认。水中各墩与实测河床地形图的立面关系如图4所示。

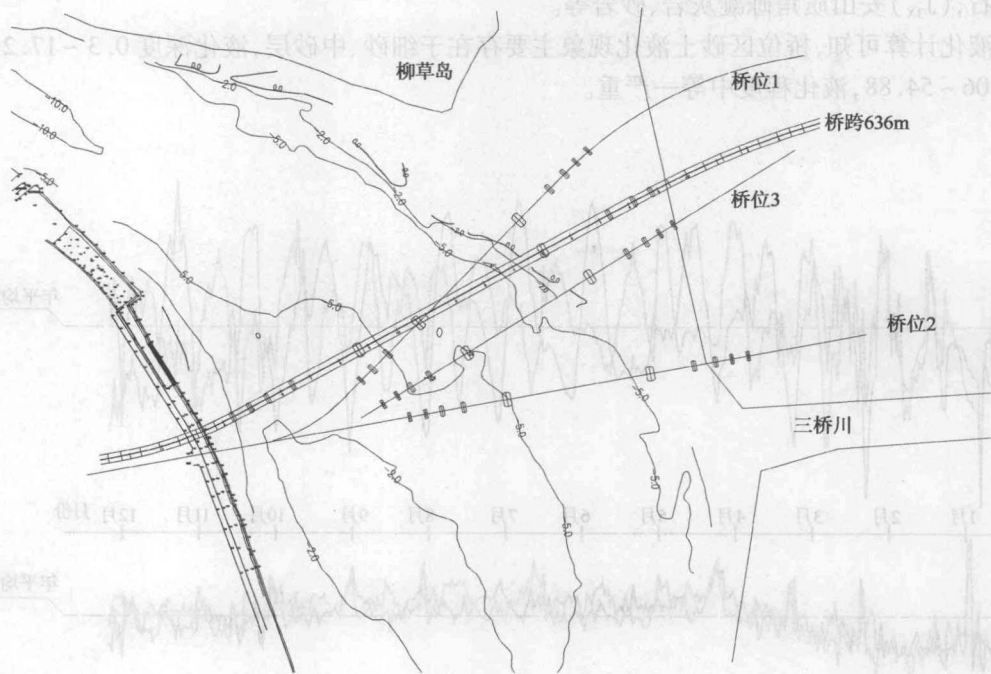


图3 桥位方案平面示意图

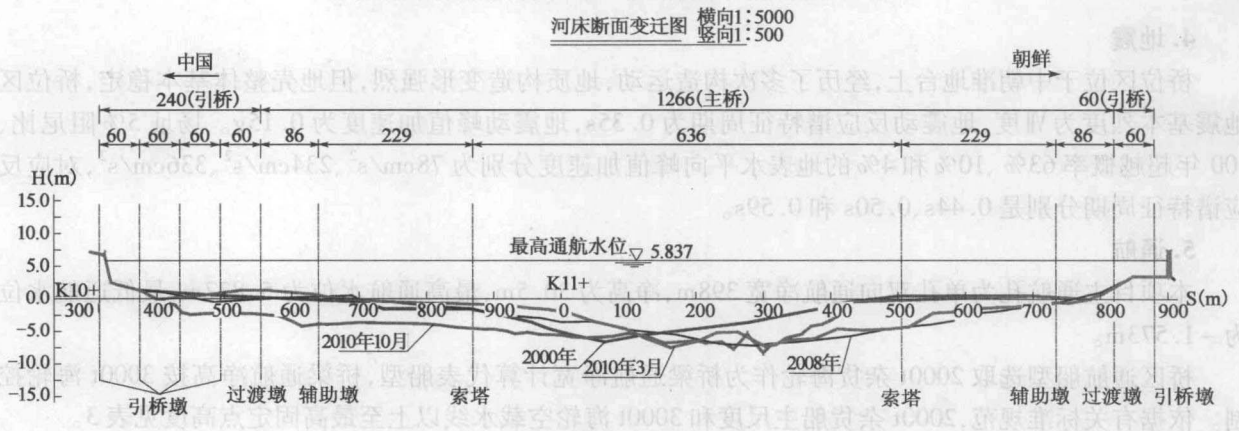


图4 水中各墩与实测河床地形图的立面关系(尺寸单位:m)

2. 平、纵、横断面设计

(1) 平面设计

由于大桥中方侧位于丹东口岸区,朝方侧(终点)位于朝鲜新义州市长西,大桥的起终点位置是明确的。为了景观效果及有利于河势稳定,河面宽度范围内桥轴线应尽量为直线,同时平曲线半径不宜过小,经综合考虑,确定的鸭绿江大桥桥轴线的平曲线半径分别采用 1000m 及 2600m。

(2) 纵断面设计

- ①最大纵坡:3.0% ;
- ②最小坡长:545m ;
- ③竖曲线占路线总长 43.36% ;
- ④变坡点共 4 个 ;
- ⑤竖曲线最小半径:凸形 12000m,凹形 7000m。

(3) 横断面设计

大桥按照一级公路设计,设计时速为80km/h,引桥与主桥左右侧各设置2.0m观光人行道,主桥及引桥宽度均为28.5m(主桥不含布索区及风嘴)。主桥、引桥横断面布置如图5、图6所示。

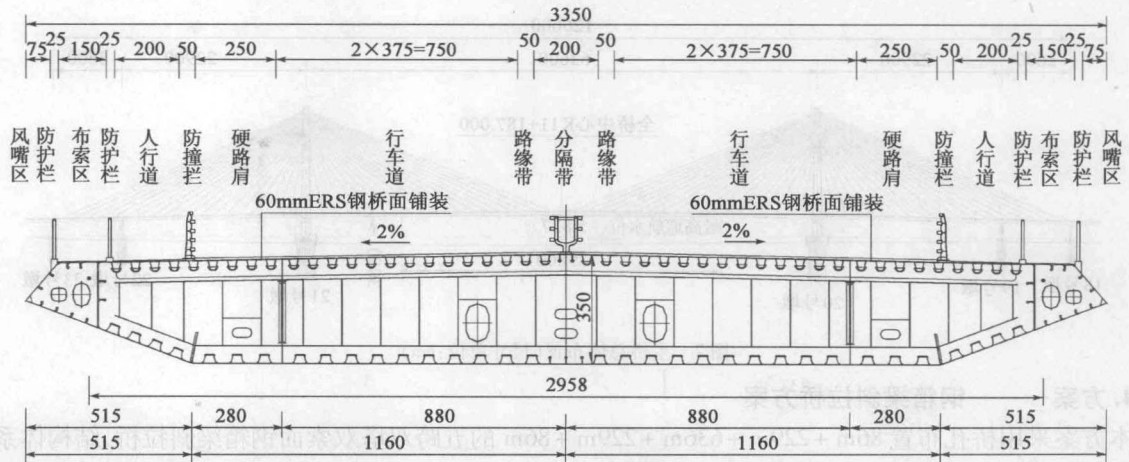


图5 主桥标准横断面布置(尺寸单位:cm)

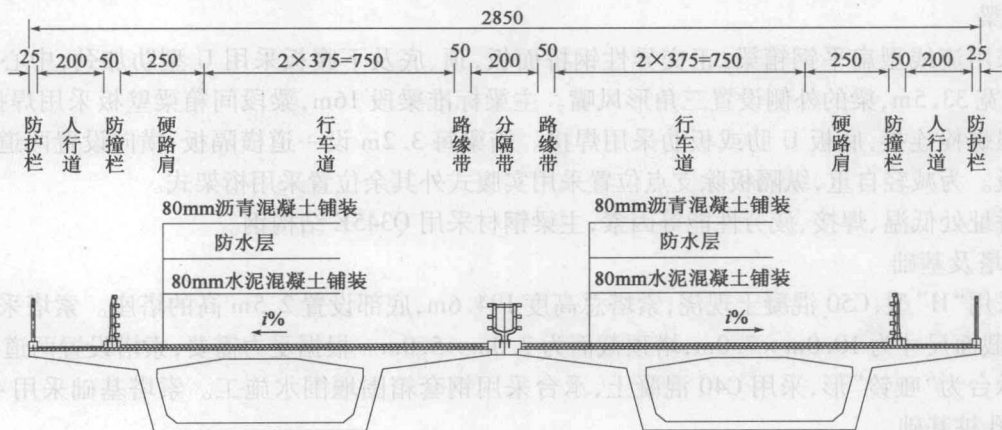


图6 引桥标准横断面布置(尺寸单位:cm)

3. 桥型选择及桥跨布置

通航孔主桥是整个项目中工程量最大、最具代表性的部分,是控制工程投资和工期的关键,主跨径在考虑通航要求、主河槽变迁、船舶通航安全及对结构的撞击影响等因素后,最终确定主跨跨径为636m。

悬索桥方案需要在水中设置大型锚碇,工程规模巨大,对河势有较大影响;桥位处覆盖层较厚,锚碇基础施工难度较大,工期较长;悬索桥整体刚度小,抗风性能不及斜拉桥;另外对600多米的跨径而言,悬索桥经济性较差,因此大桥桥型方案设计未考虑悬索桥方案。

斜拉桥跨越能力大、梁高小、自重轻、下部结构及基础工程规模小;主塔挺拔、高耸。桥型协调、美观,富有现代气息;跨径的适用范围广,为100~1000m,几乎适应一般范围的所有跨径;选择不同的结构外形可以组合成各种新颖别致的桥型。本项目桥型方案采用双塔双索面斜拉桥桥型,就不同索塔造型、不同主梁结构形式进行比选。

另外,还考虑到:

(1) 本桥工程场地地震动参数较大,经过总体计算分析,边中跨比值确定为0.495,即边跨跨径为315m,这样桥梁边跨压重较小,有利于减小辅助墩及过渡墩的地震内力。

(2) 本桥桥位处弯曲河段,防船舶撞击要求较高,适当增大边跨跨径,使辅助墩及过渡墩距离航道较远,有利于保证航行安全。

(3) 为了增加桥梁总体刚度, 本桥设置辅助墩, 以减少塔底弯矩和中跨跨中挠度。

最终经计算分析比较, 确定主桥跨径组合为 $86\text{m} + 229\text{m} + 636\text{m} + 229\text{m} + 86\text{m}$ (图 7)。设计中拟定了钢箱梁斜拉桥和钢筋混凝土结合梁斜拉桥进行比选。

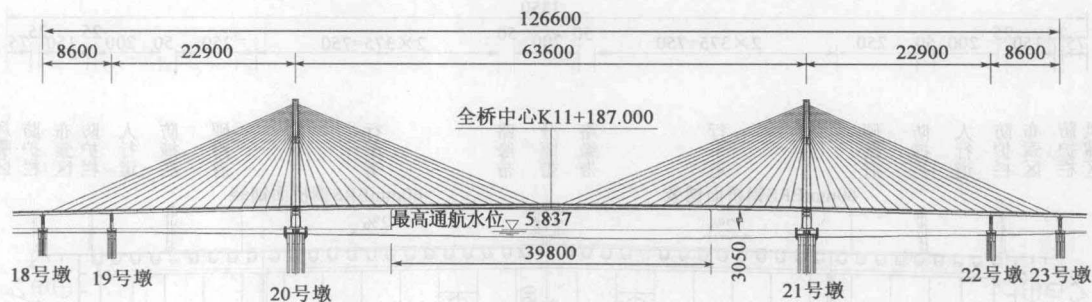


图 7 主桥总体布置(尺寸单位:cm)

4. 方案一——钢箱梁斜拉桥方案

本方案采用桥孔布置 $86\text{m} + 229\text{m} + 636\text{m} + 229\text{m} + 86\text{m}$ 的五跨双塔双索面钢箱梁斜拉桥, 结构体系为五跨连续半漂浮体系, 桥梁支座均采用耐蚀型球型钢支座。主梁在索塔、辅助墩、过渡墩均采用竖向双向支座, 在索塔、过渡墩设置横桥向侧向限位支座; 每个索塔处设置额定阻尼力 2820kN 的抗震纵向阻尼器 4 套。

(1) 主梁

主梁采用流线型扁平钢箱梁, 正交异性钢桥面板, 顶、底及下腹板采用 U 型肋加劲, 中心线处梁高 3.5m , 梁全宽 33.5m , 梁的外侧设置三角形风嘴。主梁标准梁段 16m , 梁段间箱梁壁板采用焊接, 顶板 U 肋采用高强螺栓连接, 底板 U 肋或板肋采用焊接。箱梁每 3.2m 设一道横隔板, 横向设置两道边腹板及两道纵隔板。为减轻自重, 纵隔板除支点位置采用实腹式外其余位置采用桁架式。

考虑桥址处低温、焊接、疲劳性能等因素, 主梁钢材采用 Q345E 结构钢。

(2) 索塔及基础

索塔采用“H”型, C50 混凝土现浇, 索塔总高度 194.6m , 底部设置 2.5m 高的塔座。索塔采用箱形变截面, 塔底截面尺寸为 $10.0\text{m} \times 7.0\text{m}$, 塔顶截面为 $7.0\text{m} \times 5.0\text{m}$ 。根据受力需要, 索塔设置两道横梁。

索塔承台为“哑铃”形, 采用 C40 混凝土, 承台采用钢套筒围堰围水施工。索塔基础采用 40 根直径 2.5m 的钻孔桩基础。

(3) 斜拉索

斜拉索采用平行钢丝斜拉索, 斜拉索锚具采用冷铸镦头锚, 斜拉索总成全部在工厂制作成成品。

拉索采用扇形布置, 斜拉索在主梁上的标准索距为 16.0m , 全桥共 4×19 对斜拉索, 分别为 PES7-121 ~ PES7-253 等 5 种类型。为了抑制斜拉索风雨振, 考虑在斜拉索外表面设置气动措施(如缠绕螺旋线等), 同时在斜拉索与主梁锚固端设置斜拉索阻尼器。

斜拉索在索塔锚固区采用钢锚梁形式, 在主梁上采用钢锚箱形式。

(4) 辅助墩、过渡墩及基础

辅助墩及过渡墩均采用箱形墩, 承台平面均为六角圆端形, 厚 3.0m , 采用 C40 混凝土。承台底面设置 10 根直径 2.5m 的钻孔桩。

5. 方案二——钢筋混凝土结合梁斜拉桥方案

本方案采用桥孔布置 $87\text{m} + 228\text{m} + 636\text{m} + 228\text{m} + 87\text{m}$ 的五跨双塔双索面钢—混凝土结合梁斜拉桥, 结构体系为五跨连续半漂浮体系, 桥梁支座均采用耐蚀型球形钢支座。主梁在索塔、辅助墩、过渡墩均采用竖向双向支座, 在索塔、过渡墩设置横桥向侧向限位支座; 每个索塔处设置额定阻尼力 3000kN 的抗震纵向阻尼器 4 套。

(1) 主梁

主梁采用流线型钢—混凝土结合箱梁, 桥面板采用 25cm 厚预制拼装混凝土板, 采用钢箱梁横隔板及