

五河口斜拉桥施工质量监理

郝中海 谢经纬 王永安 编著
张劲泉 陈祥宝 王文涛 主审



人民交通出版社
China Communications Press

Wuhekou Xielaqiao Shigong Zhiliang Jianli

五河口斜拉桥施工质量监理

郝中海 谢经纬 王永安 编著

张劲泉 陈祥宝 王文涛 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以五河口斜拉桥建设为基础,着重介绍了混凝土斜拉桥施工质量监督的内容。全书共分七章,即:五河口斜拉桥工程概况、主桥桩基础施工监理、主桥大体积混凝土承台施工监理、主桥索塔施工监理、主桥主梁施工监理、主桥斜拉索的施工监理、预制梁施工监理。

本书可供相关专业师生的学习之用,也可供相关行业的施工技术人员及监理工程师参考。

图书在版编目(CIP)数据

五河口斜拉桥施工质量监督/郝中海等编著. —北京:
人民交通出版社, 2009. 2
ISBN 978-7-114-07619-0

I. 五… II. 郝… III. 斜拉桥—工程施工—监督管理—
安徽省 IV. U448. 27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 021151 号

书 名: 五河口斜拉桥施工质量监督

著 作 者: 郝中海 谢经纬 王永安

责任编辑: 袁 方(yf@ccpress.com.cn)

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) 59757969, 59757973, 85285656

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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 428 千

版 次: 2009 年 3 月 第 1 版

印 次: 2009 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07619-0

印 数: 0001~1500 册

定 价: 38.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《五河口斜拉桥施工质量监督》编委会

主任委员：张劲泉

副主任委员：丁建奇 郭大进 唐道伦

委员：姜竹生 杭伯安 孙建华 刘世同

刘爱兰 邢 波

前 言

据统计,我国已成为修建斜拉桥最多的国家。自20世纪70年代开始,斜拉桥在世界范围内得到了重视和应用。从90年代开始,斜拉桥在我国得到了迅速的发展。目前,我国已建成和在建的主跨在300m以上的预应力混凝土斜拉桥有十多座。预应力混凝土斜拉桥在我国规模之大、发展之快,突显了我国世界混凝土斜拉桥领域的重要地位。

五河口斜拉桥是江苏省宿淮高速公路跨越京杭大运河的一座特大型桥梁,其主跨370m,梁宽高达38.6m。本书以五河口斜拉桥建设为基础,着重介绍了混凝土斜拉桥施工质量监督的内容。全书共分七章,第一章简单介绍了五河口斜拉桥的工程概况;第二章着重阐述了桩基础施工质量监督的内容,特别是老黏土地质百米长桩的施工监理技术;第三章主要介绍了大体积混凝土承台施工监理的内容,包括基坑开挖设计方案验算、大体积混凝土浇筑温控技术及监理等;第四章主要介绍了上、中、下索塔和上、下横梁施工的监理要点、测量监理等,对上横梁模板上浮造成的质量问题及处理措施也进行了重点描述,还用大量篇幅介绍了索塔环向预应力筋模型试验的相关内容;第五章详细介绍了主梁支架施工中支架预应力方案审查及监理、主梁混凝土现浇施工监理、挂篮及挂篮预压、高性能混凝土试验监理、冬季混凝土施工监理、合龙段质量监督等;第六章介绍了斜拉索的施工监理;第七章介绍了预制梁的施工监理。为方便广大施工监理人员借鉴,在附件中提供了详细的斜拉桥监理所用的监理实施细则以供参考。

在本书编著过程中,丁汝珍、叶松、赵向辉均参与了大量的编写工作,在此对他们的辛勤工作表示诚挚感谢。

由于编者的水平有限,编写过程中难免存在一些不足之处,诚恳希望各位同行不吝指正。同时,在编写过程中大量参考了许多同事和前辈的成果,在此表示万分的感谢。

编 者

2008年5月

目 录

第一章 五河口斜拉桥工程概况	1
第一节 工程规模与技术指标	1
第二节 桥址水文地质特征	5
第三节 设计要点	7
第四节 主桥施工监理要点与工序要求	26
第二章 主桥桩基础施工监理	30
第一节 主墩基础施工	30
第二节 钻孔设备配置	31
第三节 钻孔前的准备工作	35
第四节 钢护筒的制作与沉放	36
第五节 钻孔	38
第六节 钢筋笼制作与安装	41
第七节 桩基混凝土浇筑	45
第八节 厚层重黏土钻孔桩施工控制	47
第九节 钻孔桩易发事故及防治措施	51
第三章 主桥大体积混凝土承台施工监理	54
第一节 承台工程简介	54
第二节 施工方案选择	55
第三节 机械设备	56
第四节 承台基坑开挖	58
第五节 井点降水	68
第六节 承台基底处理	73
第七节 承台钢筋	76
第八节 承台模板	81
第九节 承台大体积混凝土温度控制	82
第四章 主桥索塔施工监理	94
第一节 索塔结构特点	94
第二节 索塔施工难点与监理要点	101
第三节 索塔施工方案	102
第四节 下塔柱的施工监理	105
第五节 上、下横梁的施工监理	109
第六节 中塔柱的施工监理	113
第七节 上塔柱锚固区的施工监理	115
第八节 索塔施工的测量控制	126
第九节 上横梁内模板上浮的处理措施	132

第十节 索塔环向预应力筋模型试验·····	135
第五章 主桥主梁施工监理·····	140
第一节 主梁结构特点·····	140
第二节 主梁施工难点与监控要点·····	142
第三节 支架现浇段的施工监理·····	146
第四节 挂篮设计与施工·····	160
第五节 主梁标准节段悬浇·····	168
第六节 边跨现浇施工·····	175
第七节 主梁的冬季施工·····	177
第八节 主梁施工监理要点·····	181
第六章 主桥斜拉索的施工监理·····	187
第一节 斜拉索设计情况·····	187
第二节 斜拉索的施工工艺·····	188
第三节 斜拉索施工监理要点·····	201
第七章 预制梁施工监理·····	204
第一节 预制梁设计情况·····	204
第二节 预制梁施工·····	206
第三节 预制梁监理要点·····	212
附件 施工监理实施细则·····	217
参考文献·····	268

第一章 五河口斜拉桥工程概况

第一节 工程规模与技术指标

一、工程规模

五河口斜拉桥是江苏省宿淮高速公路上的一座特大型桥梁,位于宿淮高速公路、宁淮高速公路及淮安西环的共线段上。桥址处于废黄河水系、淮河水系以及沂沭泗水系的结合部,跨越苏北运河淮阴船闸远调站、淮阴船闸停泊区、盐河杨庄船闸上游引航道、盐河杨庄水电站引水渠等航运、水利设施,工程建设条件较复杂。该桥的建成对促进苏北地区的经济发展、完善江苏省干线公路网的建设具有极其重要的意义。桥位平面布置见图 1-1。

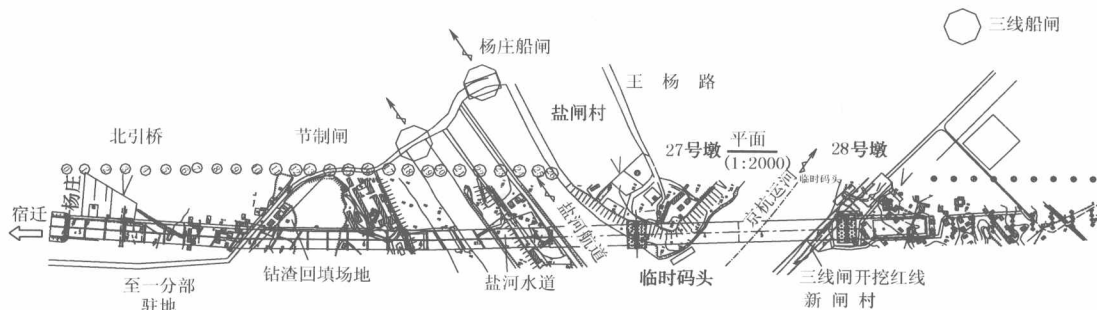


图 1-1 桥位平面布置

五河口特大桥全长 2062m。跨径组成为:主桥,152m + 370m + 152m;宿迁岸引桥,6 × 35m + (21 + 5 × 35 + 21)m + 6 × 35m + (21 + 5 × 35 + 21)m;淮安岸引桥,5 × 35m + 5 × 35m + 5 × 35m。

主桥采用双塔双索面预应力混凝土斜拉桥,引桥采用装配式部分预应力混凝土连续箱梁。大桥平面位于 $R = 5500\text{m}$ 的平曲线及直线上,纵面位于 $R_1 = 40000\text{m}$ 、 $R_2 = 20000\text{m}$ 和 $R_3 = 23074.73\text{m}$ 的竖曲线上。主桥结构布置见图 1-2、图 1-3。

二、技术指标

- (1) 公路等级:双向六车道高速公路。
- (2) 设计速度:120km/h。
- (3) 设计荷载:汽车—超 20 级,挂车—120。
- (4) 地震烈度:地震基本烈度为Ⅶ度,按Ⅶ度设防。
- (5) 通航水位:设计最高通航水位,15.233m(1985 国家高程基准);设计最低通航水位,11.225m(1985 国家高程基准)。

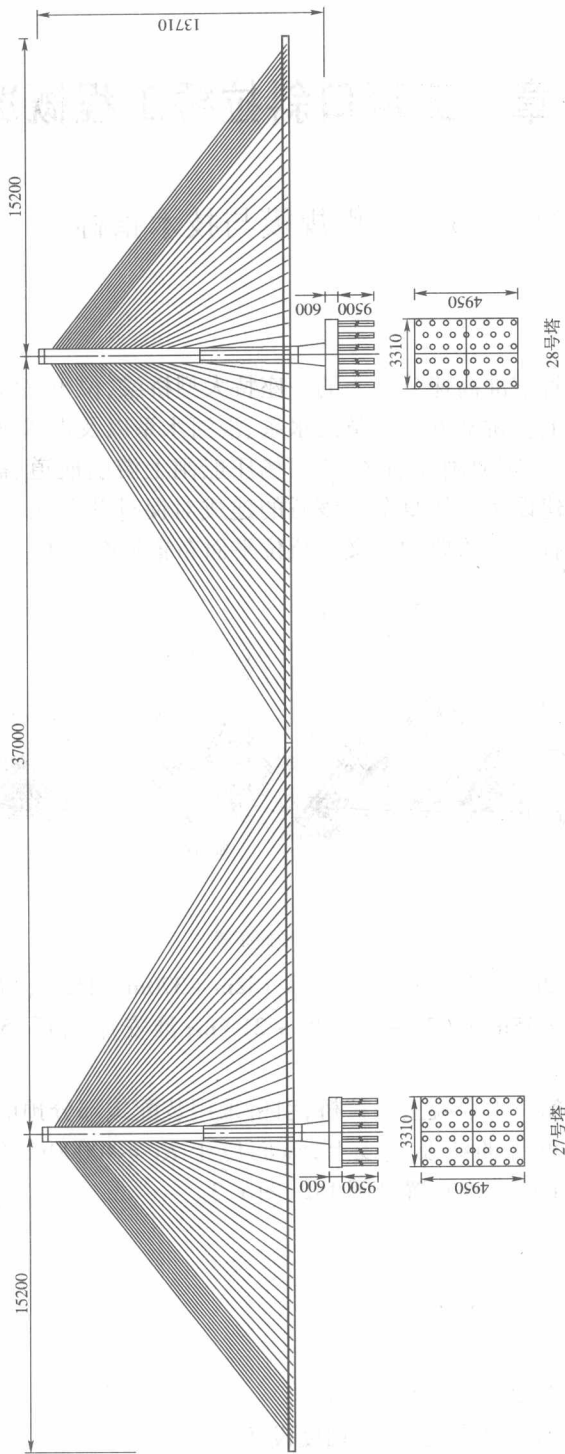
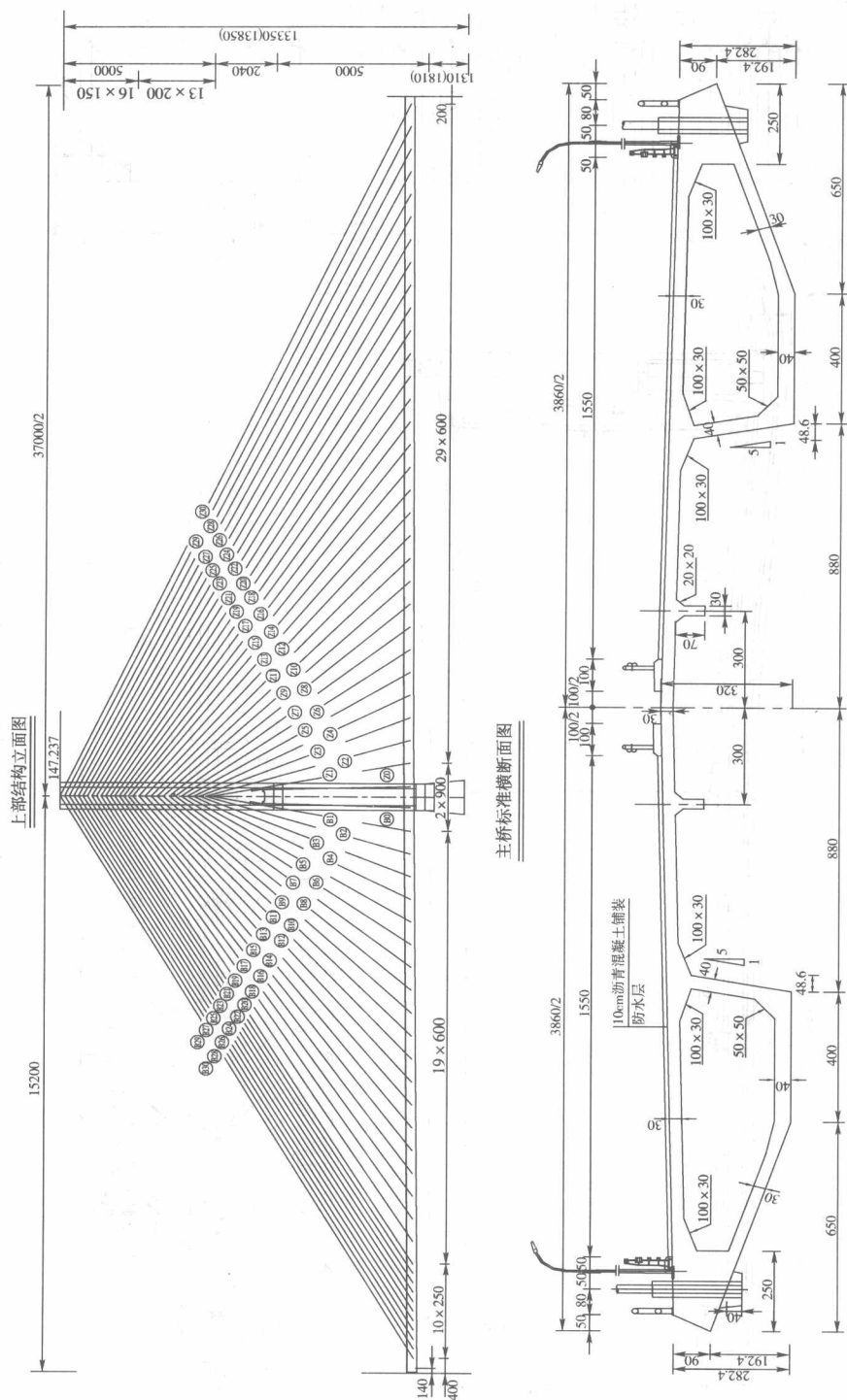


图 1-2 五河口斜拉桥主桥结构布置图(尺寸单位:cm)



注: 1. 本图尺寸除高程以米计外, 余均以厘米计。
2. 图中数字有括号并列者, 括号内外分别用于1号塔和2号塔, 无括号者共用。

图 1-3a) 斜拉索布置及主梁标准断面(尺寸单位:cm)

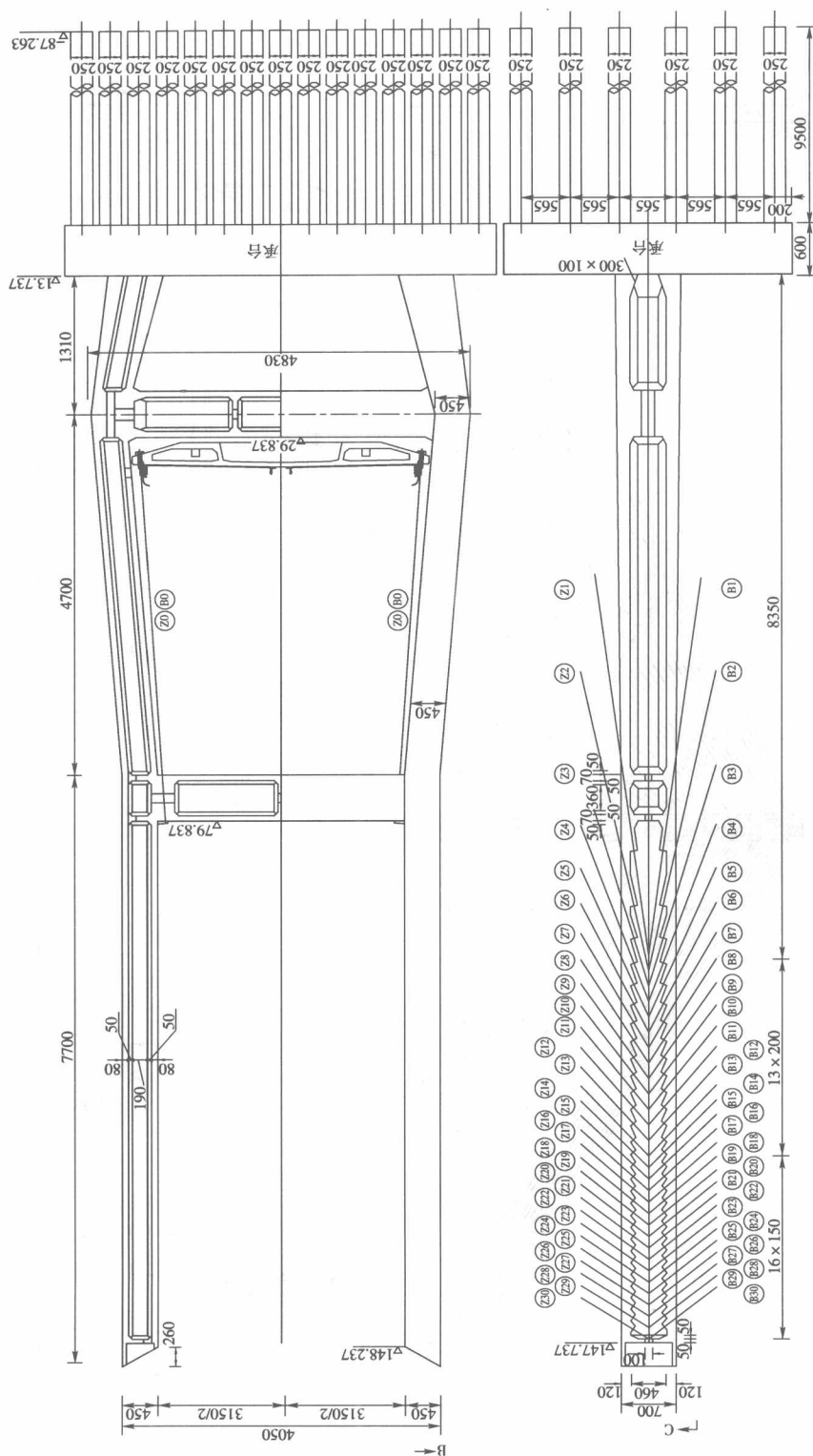


图 1-3(9) 主塔结构布置图(尺寸单位:cm)

(6)通航等级及净空:京杭运河为二级航道,通航水位以上净高7m,净宽不小于90m;盐河为四级航道,通航水位以上净高7m,净宽不小于45m。

(7)设计洪水频率:1/300。

(8)桥梁宽度:引桥,0.5m(防撞护栏)+15.5m(行车道)+3.0m(中央分隔带)+15.5m(行车道)+0.5m(防撞护栏)=35m;主桥,0.5m(风嘴)+1.3m(拉索锚固区)+0.5m(防撞护栏)+15.5m(行车道)+3.0m(中央分隔带)+15.5m(行车道)+0.5m(防撞护栏)+1.3m(拉索锚固区)+0.5m(风嘴)=38.6m。

(9)桥梁最大纵坡:2.4%。

(10)高程系:采用1985年国家高程基准。

(11)坐标系:宿淮线独立坐标系,中央子午线 $118^{\circ}45'$ 。

第二节 桥址水文地质特征

一、地形与地貌

五河口地处江苏省淮安市西郊,为淮沐新河、二河、盐河、废黄河、京杭运河五条河流的交汇处。路线中心线前进方向与盐河、京杭运河的右偏角分别为 55° 和 130° 。

桥址区属黄泛冲积平原区,河岸堤防稳固,河势稳定,但地形复杂,地面高程一般为10.60~18.30m,相对高差约7.70m。工程条件复杂,地表水系发育。

二、桥址区航运情况

桥梁由北向南依次跨越盐河杨庄船闸上游引航道及京杭运河,京杭运河在该河段年船舶运输量为9112万吨,并以年平均12.5%的速率递增。现有的两个船闸运输能力不够,正在开挖河床断面进行三线船闸的施工。桥位处有在建的淮阴三线船闸上游引航道调度站,上游1.0km范围内为淮阴三线船闸的引航道,下游至与二河的交汇处约700m为船舶停泊区。

三、桥址区水流情况及水文条件

1. 水文条件

桥址区水系发育,以京杭运河及盐河为主,两河均为人工开挖河,河水水量受季节和人工闸控制,洪水期流量 $600\text{m}^3/\text{s}$ 。

通过调查和水文计算分析如下:

京杭运河,三百年一遇设计流量, $Q_{0.33\%} = 447\text{m}^3/\text{s}$;设计水位, $H_{0.33\%} = 15.233\text{m}$;设计流速, $v_{0.33\%} = 0.32\text{m}/\text{s}$ 。

盐河,三百年一遇设计流量, $Q_{0.33\%} = 275\text{m}^3/\text{s}$;设计水位, $H_{0.33\%} = 15.233\text{m}$;设计流速, $v_{0.33\%} = 0.49\text{m}/\text{s}$ 。

2. 水流情况

桥位处于水面束窄区。因上、下游水面宽度均大于桥址处,使得该区域正常情况下的流速较其上、下游为大。

3. 地表水、地下水

桥址区内河流及人工沟渠纵横交错,根据水质分析报告,其水质对混凝土无腐蚀性。

桥址区地下水主要为第四系孔隙潜水,赋存于冲积砂性土层中,水位受气候影响,具有明显季节性变化。根据水质分析报告,其水质对混凝土无腐蚀性。

四、气象

淮安市地处废黄河沿岸和淮河下游,按我国气候区划,属于北亚热带和南暖温带的过渡气候带,本区地势低平,受近海季风环流的影响,具有较明显的季风性气候特征。

年平均气温:14.0℃(近30年)。

极端最高气温:39.5℃(1966年8月8日)。

极端最低气温:-21.5℃(1969年2月6日)。

最热月为7月、8月:月平均气温31.0℃。

最冷月为1月:月平均气温-3.6℃。

平均相对湿度:77%。

霜冻初日最早为:10月15日。

霜冻终日最晚为:4月21日。

最大冻土深度:23cm。

年平均降雨量:899.5~936.2mm。

年最大降雨量:1457.5~1646.5mm。

日最大降雨量:253.9mm。

历年平均降雨天数:96~100天。

最长连续降雨:15天。

年平均蒸发量:1386~1537.8mm。

桥址区常年主导风向为东北风,历年平均风速为3.5m/s,瞬时最大风速为21.6m/s,桥面处设计风速为26.3m/s。

五、工程地质与地震

根据钻孔及工程地质调绘,桥址区地层主要为第四系沉积物。在钻孔及地质测绘深度范围内自上而下依次为:

(1)第四系全新统冲积、湖积层,地层厚度变化由北21.50m向南渐变为50.0m,其岩性主要为亚黏土、亚砂土、淤泥质黏土、黏土和粉、细砂。

(2)第四系上更新统冲湖积层,分布于全新统之下,主要为黏土、亚黏土、砂性土,其结构特点土质不均,普含钙质与铁锰质结核,工程地质性质明显高于上层。

(3)第四系中更新统冲洪积层,为灰白色、黄褐色黏土、亚黏土及砂性土,砂质土多呈微胶结—半胶结状,工程地质性质较好。

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001)和工可阶段完成的《地震安全性评价报告》(2000年3月),桥址区地震基本烈度为Ⅶ度。

六、不良工程地质

桥址区不良工程地质问题主要为软土、可液化砂土及微膨胀土。

(1)软土。区段内软土属湖相成因,按其特征可分为两段:第一段以淤泥质黏土、淤泥质

亚黏土为主,局部土质不均,夹薄层亚砂土,呈流塑、软塑,层厚 0.4~6.8m,最大埋深 16.2m;第二段同样为淤泥质黏土、淤泥质亚黏土,局部夹薄层亚砂土、粉砂,流塑,层厚 0.4~3.95m,最大埋深 30.4m。

(2)可液化砂土。桥址区属黄淮冲湖积平原区,液化土岩性主要为亚砂土,分布连续,厚度变化大,根据其液化程度可分为四层:中等~严重液化,岩性为亚砂土,出露于地表或埋藏于地表层之下,厚度 0.9~5.1m;轻微~中等液化,岩性为亚砂土,多出露于地表,厚度 2.2~7.0m;中等液化,岩性为亚砂土,分布于表层或严重液化层之下,最大埋深 9.7m;严重液化,岩性为亚砂土,分布于地表,厚度 5.0~7.2m。总体上淮安侧液化程度较宿迁侧严重。

(3)微膨胀土。按其层位和岩性可分为两层:亚黏土层,结构松散,软塑,自由膨胀率为 40%,胀缩总率为 1.93%,具弱膨胀性,厚度 2.3~5.6m,最大埋深 9.7m;黏土层,硬塑,自由膨胀率为 48%~59%,胀缩总率为 1.98%~2.76%,具弱~中等膨胀性,层厚 1.5~11.0m,最大埋深为 15.0m。

第三节 设计要点

一、主桥

主桥结构为跨径 152m+370m+152m 预应力混凝土双塔双索面斜拉桥,全飘浮体系,边、中跨之比为 0.4108,桥塔呈 H 形索塔。桥梁全宽 38.6m,其中两侧锚索区各 1.3m。主桥两塔均布置 31 对索以及纵、横桥向限位装置。

主桥纵面线虽然变坡点桩号不在主跨中心线,但由于变坡点左右坡度不同,拟合后的主桥竖曲线仍对于主跨中心线对称。

主桥平曲线在桩号 K171+760.252 之前为直线,在此之后进入圆曲线,但此段桥跨结构仍按直桥设计,行车线形渐变由护栏调整。

1. 主梁

主梁采用双边箱断面,主梁中心高 3.2m,桥面板厚 0.3m,桥面板设 2% 的双向横坡。风嘴部分宽为 0.5m。边箱箱底板宽 4.0m,三角部分宽 6.5m,主梁标准段长度为 6.0m,标准段底板、腹板厚为 0.4m,三角部分底板、顶板厚为 0.3m,在标准段两边箱间不设底板,顶板与腹板及三角区设置 1.0m×0.3m 的倒角,底板与腹板相交处设 0.5m×0.5m 的倒角(见图 1-4 桥面板小纵梁结构布置图);索塔区梁段长度为 20.0m,该区梁段桥面板及箱梁顶板、腹板加厚至 0.6m,三角部分底板厚为 0.45m,两箱间设底板,在与相邻的两个梁段设底板过渡[见图 1-5a)];边跨密索区梁段长度为 2.5m,截面形式为箱形梁,三角部分底板、顶、底板、腹板及桥面板厚度同标准段箱梁,与之相邻的两个梁段设底板过渡,根据结构分析计算,在箱内填入铁砂混凝土进行压重(密度按 3.5t/m^3),见图 1-5b)。

为改善桥面板的受力,主梁桥面板设两个小纵梁,梁高 0.7m,宽度为 0.25m,纵梁与桥面板相交处设 0.2m×0.2m 的倒角,见图 1-4。

全桥共划分了 123 个梁段,分索塔区梁段、标准梁段、无索区梁段、边跨密索区梁段和中、边跨合龙段。塔区梁段共 4 个,梁段长 10.0m,标准梁段共 94 个,梁段长 6.0m,边跨密索区梁段共 20 个,梁段长 2.5m,中、边跨合龙段 3 个,长度均为 2.0m,见图 1-6。



图1-4 桥面板小纵梁结构布置图(尺寸单位:cm)



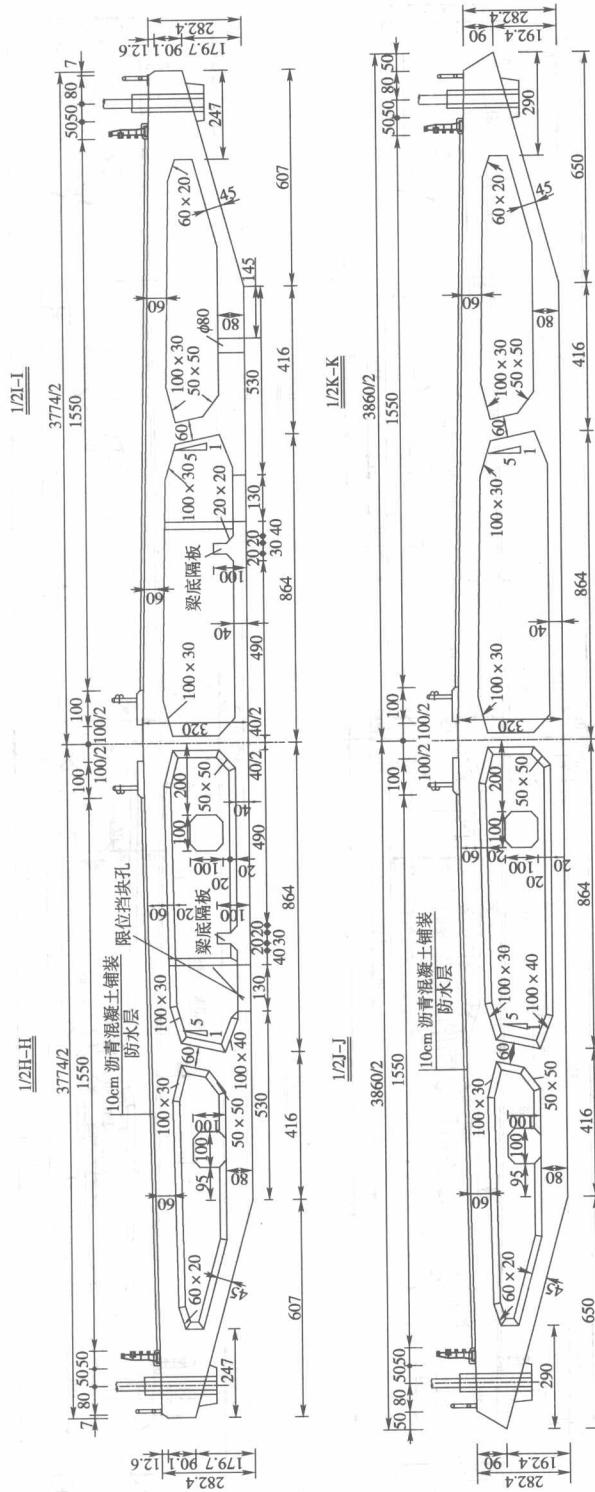


图 1-5b) 边跨密索区主梁横断面图(尺寸单位:cm)