



第十五届全国桥梁学术会议

# 论文集

中国土木工程学会桥梁及结构工程分会主办 2002.12 上海

同济大学出版社

第十五届全国桥梁学术会议

# 论文集

同济大学出版社

---

中国土木工程学会桥梁及结构工程分会主办      2002. 12    上海

## 图书在版编目(CIP)数据

第十五届全国桥梁学术会议论文集/李坚等著,  
上海:同济大学出版社,2002.11  
ISBN 7-560-2503-6

I. 第… II. 李… III. 桥梁工程-学术会议-  
中国-文集 IV. U44-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 068166 号

## 第十五届全国桥梁学术会议论文集

李 坚 周世忠等著

责任编辑 杨 健 责任校对 徐 栩 封面设计 杨 健

---

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| 出 版 | 同济大学出版社                                  |
| 发 行 | (上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622) |
| 印 刷 | 上海古籍印刷厂                                  |
| 开 本 | 787mm × 1092mm 1/16                      |
| 印 张 | 39.5                                     |
| 字 数 | 1000000                                  |
| 版 次 | 2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷      |
| 书 号 | ISBN 7-5608-2503-6/TU·471                |
| 定 价 | 120.00 元                                 |

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

# 第十五届全国桥梁学术会议

## 学 术 委 员 会

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 名誉主任 | 李国豪 |     |
| 主 任  | 范立础 |     |
| 委 员  | 项海帆 | 周世忠 |
|      | 邵克华 | 彭宝华 |
|      | 孟凡超 | 潘家英 |
|      | 陈明宪 | 赵基达 |
|      | 牛 斌 |     |

# 前 言

中国土木工程学会桥梁及结构工程分会第十五次年会，于新世纪 2002 年 12 月 2 日至 5 日在上海市召开。我国桥梁工程建设从上世纪 80 年代至今取得了举世瞩目的伟大成就，在世界上各款桥型的跨径记录的排名上占有重要位置。新世纪开始，我国公路、铁路和城市交通建设将迎来新的高潮，在长江三角洲，杭州湾跨海工程已经开工，苏通大桥工程正进入紧张的初步设计阶段，沪崇苏长江通道亦即将进入工可设计阶段。西部大开发又带来高寒、峡谷地区的桥梁建设高潮，中国的桥梁人一定会也一定能大有可为。

我们再次组织全国桥梁同仁，以“新世纪大跨度桥梁和大型桥梁工程”为主题，交流探讨新的论题，以创新的精神促进我国桥梁科学事业的发展和进步。

本次会议的召开，得到了上海浦江缆索有限公司、上海申佳金属制品有限公司、上海彭浦橡胶制品总厂、江阴华新钢缆有限公司、柳州市建筑机械总厂、柳州海威姆建筑机械有限公司、湖南路桥建设集团公司等单位的支持，特此致谢！

会议筹备组

2002. 11

2002.11 上海

# 目 录

## 一、大会发言

- 1 上海市崇明越江通道工程前期设计方案综述 ..... 李 坚 黄锦源 左 湧 (3)
- 2 江苏的长江大桥建设经验与展望 ..... 周世忠 (15)
- 3 上海市黄浦江鲁班路越江工程设计 ..... 林元培 章曾焕 马 翥 周 良 (21)
- 4 高速铁路考虑线路结构作用的车-线-桥耦合振动分析 ..... 高芒芒 潘家英 (27)
- 5 两座跨海大桥海上长桥的设计研究 ..... 邵长宇 高宗余等 (35)
- 6 混凝土预制节段桥梁在香港 ..... 龚永泉 钟克刚 吴子凌 (41)
- 7 武汉天兴洲公铁两用长江大桥正桥总体方案研究  
..... 颜爱华 朱旭初 秦顺全 邵长宇 (50)

## 二、设计与施工

- 8 湖南桥梁建造技术的新成就 ..... 陈明宪 (59)
- 9 沿海大型桥梁工程浮吊架梁方案研究 ..... 秦顺全 周 璞 邵长宇 华有恒 (69)
- 10 21 世纪日本的跨海桥梁工程规划及有关问题 ..... 伊藤学 刘健新 (74)
- 11 宜宾中坝金沙江大桥的设计特点 ..... 黄道全 谢邦珠 (79)
- 12 特大跨石拱桥设计与施工 ..... 向中富 顾安邦 (83)
- 13 香港旺角人行天桥体系的创新设计与施工 ... 林晋光 高永年 龚永泉 朱晓兵 (88)
- 14 湖北省丹江口二桥方案设计 ..... 常 英 陈杏枝 汪晓红 (95)
- 15 钢管混凝土拱桥设计现状 ..... 郑宪政 (100)
- 16 预应力混凝土管桩的舟山市大陆连岛工程中的应用  
..... 郑献章 邱建英 陆汉良 (107)
- 17 预制节段混凝土桥梁的设计与工程实践  
——上海新浏河大桥工程 ..... 李 坚 陆元春 (115)
- 18 浅层气对杭州湾大桥的影响及对策研究 ..... 黄燕庆 邵长宇等 (123)
- 19 长沙劳动路湘江大桥桥型可行性研究 ..... 彭 彦 (128)
- 20 自锚式悬索桥的概念设计 ..... 张元凯 肖汝诚 金成棣 (133)

|    |                                     |                      |
|----|-------------------------------------|----------------------|
| 21 | 从悬索桥造型到景观设计 .....                   | 杨士金(137)             |
| 22 | 混凝土结构加固中超长水平预应力孔道成孔方法 .....         | 贾卫中 张爱花(143)         |
| 23 | 系杆拱桥钢管拱肋双向转体施工技术 .....              | 李贵祥 李英杰 王长仁(149)     |
| 24 | 夷陵长江大桥正桥主梁悬拼及挂索施工技术 .....           | 赵剑发 冯广胜(153)         |
| 25 | 井口铁路大桥承台单壁钢吊箱围堰设计与施工 .....          | 张爱花 贾卫中(159)         |
| 26 | 简论大桥基础方案的比选因素及空气幕新工艺在基础工程中的应用 ..... | 朱海涛(166)             |
| 27 | 浅谈夷陵长江大桥主桥的质量控制 .....               | 卢俊辉 黄立源 罗世东 赵剑发(173) |
| 28 | 井口铁路大桥承台单壁钢套箱围堰的设计与施工 .....         | 贾卫中 宋小三 李艳哲(180)     |
| 29 | 大跨径预弯梁的设计与施工 .....                  | 惠 斌 张丽超(185)         |

### 三、设计与分析理论

|    |                               |                      |
|----|-------------------------------|----------------------|
| 30 | 中、下承式拱桥短吊杆结构行为分析 .....        | 顾安邦 徐君兰(193)         |
| 31 | 拱桥吊杆的安全性研究 .....              | 汤国栋 杨 弘 朱正刚 陈 兵(197) |
| 32 | 大跨度钢斜拉桥施工阶段非线性温度影响研究 .....    | 郝 超(204)             |
| 33 | 双幅混凝土箱梁温度分布研究 .....           | 叶见曙 钱培舒 贾 琳(209)     |
| 34 | 船-桥碰撞数值仿真 .....               | 刘建成 顾永宁(215)         |
| 35 | 船对桥墩的正撞力 .....                | 陈国虞(222)             |
| 36 | 船对桥墩的侧撞力 .....                | 陈国虞 沈文玮(228)         |
| 37 | 钢-混凝土结合梁的长期行为研究 .....         | 王军文 李建中 石现峰(233)     |
| 38 | 大跨度拱桥极限承载力的参数研究 .....         | 程 进 江见鲸 肖汝诚 项海帆(239) |
| 39 | 大跨径桥梁极限承载力研究 .....            | 邱顺冬 肖汝诚(246)         |
| 40 | 体外预应力混凝土梁的非线性有限元建模分析 .....    | 沈 殷 李国平 陈艾荣(251)     |
| 41 | 体外预应力桥梁结构体系和理论 .....          | 徐 栋(257)             |
| 42 | OVM-TJ.E 体外预应力体系 .....        | 谢正元 徐 栋(262)         |
| 43 | 某普通钢筋混凝土连续箱梁桥开裂等问题的探讨 .....   | 黄培元(267)             |
| 44 | 混凝土抗剪强度上限值及相对应极限状态的对比分析 ..... | 徐海军 徐 栋(273)         |
| 45 | 部分斜拉桥箱形梁剪力滞效应 .....           | 陈兴冲 虞庐松等(279)        |
| 46 | 广义三维实体等参元在箱梁桥计算中的应用<br>.....  | 叶贵如 凌道盛 蔡金标 徐 兴(284) |
| 47 | 部分斜拉桥斜拉索效应及张拉阶段分析 .....       | 康 炜 赵会东 张多平(289)     |
| 48 | 文晖路斜拉桥的空间分析计算 .....           | 项贻强 徐 兴 施笃铮 汪劲丰(294) |
| 49 | 铁路钢桥疲劳损伤概率分析 .....            | 徐 俊 李亚东(299)         |
| 50 | 老钢桥剩余寿命与使用安全评估系统 .....        | 王春生 陈惟珍 陈艾荣(304)     |
| 51 | 中承式钢管混凝土刚架系杆拱的受力性能研究 .....    | 彭大文 袁 燕 陈昀明(310)     |

|    |                              |                  |
|----|------------------------------|------------------|
| 52 | 大跨度公路拱桥冲击系数试验研究 .....        | 章关永(317)         |
| 53 | 对钻孔桩承载力不足的思考 .....           | 刘海青 陈 阵 黄文机(321) |
| 54 | 组件对象模型在桥梁工程中的应用 .....        | 曾国锋 董 冰 曾明根(325) |
| 55 | 桥梁智能 CAD 系统中规范知识的表达和推理 ..... | 陈 明 胡世德(331)     |
| 56 | 基于实例类知识推理的桥梁智能设计 .....       | 陈 明 胡世德 王兴利(335) |
| 57 | 新一代桥梁管理系统的研究与发展 .....        | 季云峰 张启伟(340)     |

#### 四、动力分析及抗震、抗风

|    |                                   |                      |
|----|-----------------------------------|----------------------|
| 58 | 上海卢浦大桥风荷载及抗风稳定性研究 .....           | 葛耀君 宋锦忠等(349)        |
| 59 | 我国现行“规范”桥梁抗震设计方法的探讨与建议 .....      | 李建中 郭 磊 范立础(358)     |
| 60 | 地震时桥梁间的碰撞现象及其影响 .....             | 谢 旭 吴善幸(364)         |
| 61 | 卢浦大桥减、隔震装置的研究 .....               | 王志强 胡世德 周红卫 章曾焕(372) |
| 62 | 公路桥梁抗震设计规范修订及补充建议(一) .....        | 范立础 卓卫东(380)         |
| 63 | 关于公路桥梁抗震设计规范修订及补充建议的说明(二) .....   | 卓卫东 范立础(388)         |
| 64 | 卢浦大桥主桥地震反应分析及抗震性能评估 .....         | 徐 艳 胡世德 王志强(396)     |
| 65 | 兵库县南部地震后的日本公路桥抗震加固技术 .....        | 谢 旭(404)             |
| 66 | 基于塑性倒塌分析的弹性地基钢筋混凝土桥梁抗震评估<br>..... | 宋一凡 赵小星 贺拴海(414)     |
| 67 | 连续梁桥地震反应分析的合理建模 .....             | 杨澄宇 王志强 胡世德(419)     |
| 68 | 连续梁桥横桥向抗震行为研究 .....               | 闫 冬 袁万城 胡世德(427)     |
| 69 | 桥梁结构地震倒塌分析研究现状综述 .....            | 周 岑 孙利民(434)         |
| 70 | 青马大桥振动分析的组合单元法 .....              | 蔡金标 徐 兴 陈伟球 叶贵如(440) |
| 71 | 大跨斜拉桥抗风、抗震和稳定性分析 .....            | 顾安邦 向中富等(446)        |
| 72 | 大跨度公铁两用斜拉桥车桥动力分析 .....            | 李小珍 强士中(455)         |
| 73 | 武汉天兴洲大跨度桥梁方案的动力分析 .....           | 郭薇薇 夏 禾 张 楠(461)     |
| 74 | 钢管混凝土拱桥的车辆振动 .....                | 黄东洲(469)             |
| 75 | 洞庭湖大桥拉索振动控制工程 .....               | 陈政清 王修勇等(476)        |
| 76 | 大型斜拉桥响应动力试验与系统识别 .....            | 任伟新(481)             |

#### 五、施工控制与健康监测

|    |                          |                  |
|----|--------------------------|------------------|
| 77 | 南京长江大桥长期健康监测系统设计 .....   | 陈政清 顾建新等(491)    |
| 78 | 昂船洲大桥桥址紊流风参数监测系统设计 ..... | 许志豪 黄启远 黄剑波(497) |
| 79 | 重庆大佛寺长江大桥的施工监控 .....     | 陈德伟 黄 峥等(506)    |

|    |                          |                      |
|----|--------------------------|----------------------|
| 80 | 桥梁结构状态预测评估与维修加固 .....    | 贺拴海 宋一凡 赵小星 刘来君(513) |
| 81 | 桥梁结构的时域损伤特征提取与健康诊断 ..... | 张启伟(518)             |
| 82 | 嵌入式智能桥梁结构系统研究 .....      | 淡丹辉 孙利民 何广汉(524)     |
| 83 | 薄壁高桥墩施工中的轴线控制方法 .....    | 陈 斌(530)             |
| 84 | 岳阳洞庭湖大桥主梁施工与质量控制 .....   | 贺亚林 刘玉兰 杨晓玲(537)     |
| 85 | 宜昌长江公路大桥桥主缆线形测控 .....    | 许 曦 周胜利 戴秋云(541)     |
| 86 | 下承式系杆拱桥施工控制优化计算 .....    | 许 俊 陈云才(549)         |

## 六、材料技术及其他

|    |                            |                  |
|----|----------------------------|------------------|
| 87 | FRP 材料及结构在桥梁工程中的新应用 .....  | 冯 鹏 叶列平(555)     |
| 88 | 大跨度悬索桥主缆的材料性能 .....        | 李永强(561)         |
| 89 | 城市桥梁结构防水技术的研究与应用 .....     | 穆祥纯(568)         |
| 90 | 钢结构桥梁防腐蚀工艺研究 .....         | 孙树林 贺志雄等(575)    |
| 91 | 耐候钢在桥梁中的应用与发展 .....        | 刘玉擎 陈艾荣(582)     |
| 92 | 预应力混凝土连续箱梁桥裂缝分析及防治措施 ..... | 潘明军 朱汉华等(587)    |
| 93 | 高强轻骨料混凝土在桥梁工程中的应用及发展 ..... | 孙海林 丁建彤 叶列平(593) |
| 94 | 大跨度缆索起重机的设计优化与施工应用 .....   | 李艳哲 贾卫中 宋 杰(599) |
| 95 | 可拆装翼板式托架 .....             | 刘钟仁(604)         |
| 96 | 我国移动支架造桥机的发展综述 .....       | 刘家锋 刘春凤(611)     |

# 一、大会发言



2002.11 上海

# 上海市崇明越江通道工程前期设计方案综述

李 坚 黄锦源 左 湧

上海市城市建设设计研究院

【摘要】本文综合了工程《预可》研究中的总体设计、越江通道线路、工程建设方案与规模等内容,并结合崇明越江通道工程设计方案征集中具有代表性的特大跨径桥梁设计方案作简要介绍。

关键词 上海崇明越江通道 前期工程设计 特大跨径桥梁方案

## 一、前言

根据上海市城市总体规划,上海陆域与崇明岛之间有两条规划越江线路,简称东线越江通道和西线越江通道。两条越江通道在崇明岛上通过高速公路连接,向北跨越长江口北支后与江苏省通启高速公路相接。东线通道与西线通道相距约 40km、与长江上游拟建中的苏通长江大桥相距约 90km。

上海市城市建设设计研究院于 2001 年 1 月编制完成《崇明越江通道预可行性研究报告》(注:简称《预可》),同年 7 月《预可》通过交通部行业审查。2002 年 3 月中国国际工程咨询公司受国家计划委员会委托,在上海召开了《上海市崇明越江通道工程项目建议书现场评估调研会》。根据《预可》研究结果,交通部对工程项目建议书审查意见的函“同意优先建设东线越江通道”。

《预可》立项申报范围为东线通道方案,即从上海浦东五号沟,跨越长江南港水域,经长兴岛,再跨过长江北港水域,止于崇明陈家镇,全线长约 24.8km。交通部审查意见函认为:“综合地质、水文、河势、通航等建设条件,暂同意推荐的桥隧相结合方案。即以隧道型式跨越南港水域,长约 8.5km;桥梁型式跨越北港水域,长约 9.5km。”并要求下阶段对通道型式作进一步的比较论证。

2002 年 5 月上海市城市建设设计研究院作为崇明越江通道工程可行性研究的总体设计单位,在前一阶段设计工作的基础开始进行工可研究。

为了进一步做好崇明越江通道工程,2001 年 5 月至 7 月,上海市有关方面曾组织进行崇明越江通道工程设计方案征集工作,并在同年 8 月完成设计方案征集评选。应邀参加设计方案征集的有 7 家国内设计单位和丹麦 COWI 工程规划咨询公司、日本 CHODI 株式会社、英国 HALCROW 集团公司、荷兰隧道工程咨询公司、柏诚(亚洲)有限公司、安诚工程顾问有限公司、SUE-RAMBOLL 联合体等国外单位。上述应征单位分别组成三个联合体,共提出 18 个设计方案。评委认为:各方案均有一定的可取之处,特别是获奖方案充分吸收了国际

和国内的成功经验,体现了较高的水平,为下阶段的优化设计奠定了基础。

本文针对《预可》的主要内容和结论,并结合设计方案征集中具有代表性的特大跨径桥梁设计方案,作为崇明越江通道工程前期设计方案简要介绍如下。

## 二、总体设计

### 1. 工程建设条件

#### (1) 越江通道沿线路网与线位论证(图 1)

崇明越江通道为国家公路网规划中的国家重点干线的支线,是国纵 1(嘉荫—南平)中南通—嘉兴支线段的组成部分,北通苏北,南接杭州湾交通通道工程,直达浙江东部沿海地区。

崇明越江通道在上海市总体规划中有东线和西线两条路线,根据《预可》的研究结论,近期推荐实施东线工程。

从上海市规划路网来看,崇明越江通道工程规划线位在浦东一侧连接外环线与郊区环线,南至浦东国际机场和在建中的上海洋山深水港,交通分流呈多方位、多层次格局。规划线位在上海路网中布局合理,交通分流层次清楚。

#### (2) 东线线位平面(图 2)

为了进行越江工程建设方案比较,即全桥方案、全隧方案与桥隧结合方案三种组合。东线线位除规划线位外,还提出了上游 8km 处的比较线位。规划线位南港水域宽约 6.9km,长兴岛陆域宽约 4km,北港水域宽约 8.4km;比较线位南港水域宽约 6.37km,长兴岛陆域宽约 3km,北港水域宽约 8.95km。

#### (3) 河势、航道、水文、通航净空技术标准与工程地质条件

##### A、河势、航道与水文

长江口河势呈三级分汊,四口入海的格局。北支正在萎缩消失,其径流能力仅为 3%左右,而北港、南港、北槽与南槽为长江主要入海通道,其中南港—北槽又是长江口入海主航道。南北港分流比目前稳定在 40%~60%。

南港河段目前具有落潮主槽偏南,涨潮槽偏北,中间缓流区已形成瑞丰沙浅滩的复式河槽格局将会长期相对稳定。规划线位断面河床的最大冲刷深度约为 -20.0m,比较线位处约为 -24.0m。

北港上口段主槽位置相对稳定;中段目前仍为复式河槽形态,预计今后堡镇沙有可能北靠并岸,使北港恢复微弯的单一河槽形态。

##### B、通航净空技术标准

崇明越江通道工程由于长江口河势、水文的复杂性,加上长江口岸线和航道规划调整等种种因素,对南、北港通航净空技术标准的论证工作,正在《预可》的基础上深化。本文仅提供《预可》中的有关数据:

南港东线规划线位,主槽双向通航净空宽度为 2060m,通航净空高度 68.0m;跨长兴岛涨潮沟双向通航孔宽度 500m,通航净高 82.0m。比较线位主槽双向通航净宽为 1010m,通航净高 68.0m,跨长兴岛涨潮沟通航宽 121m,净高 29.0m。

北港规划线位与比较线位主槽双向通航净宽 479m,净高 45.5m。

##### C、工程地质条件

工程地质调查陆域最大深度为 122m,水域最大深度为 107m,该范围内地基土层均属第

四系沉积物。工程物探表明南港第四系厚度为 300m~320m,起伏不大;北港第四系厚度变化较大,由南向北逐渐增厚,厚度为 370m~420m。沿线通过的水域未见影响基岩面及其上覆地层的断裂构造。

## 2. 工程建设规模与工程建设标准

### (1) 工程建设规模

上海崇明越江通道工程全长约 105.6km,其中《预可》东线规划线位越江段工程,上海陆域浦东五号沟—崇明陈家镇路段长 24.76km。

### (2) 工程建设标准

上海崇明越江通道工程按高速公路标准建设,计算行车速度 100km/h,设计荷载等级为汽车—超 20 级,挂车—120。东线越江段工程建设标准中的车道规模采用 6 车道,其中桥梁设置硬路肩,隧道不设硬路肩(注:采用盾构隧道方案),6 车道横断面尺寸见图 3 所示。

## 3. 工程总体建设方案(表 1)

表 1 上海—崇明越江段工程建设方案与工程规模

| 项 目<br>工 程 方 案 | 上海市区<br>接线道路<br>(km) | 南港<br>越江工程<br>(km) | 长兴岛<br>接线道路<br>(km) | 北港<br>越江工程<br>(km) | 崇明<br>接线道路<br>(km) | 工程总长度<br>(km) |
|----------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 全桥方案           | 0                    | 9.48               | 2.74                | 9.53               | 4.07               | 25.82         |
| 全隧方案           | 0                    | 8.50               | 2.60                | 9.80               | 3.95               | 24.85         |
| 南隧北桥           | 0.1/0                | 8.07/8.50          | 2.98/2.75           | 9.53               | 4.06               | 24.76/24.84   |

注:①表中分子为沉管隧道长度、分母为盾构隧道方案长度;越江工程系结构长度。

②包括长兴岛设置公路互通式立交一座,但不包括线路两端立交工程。

《预可》对越江通道工程提出三个建设方案,即桥梁越江方案,隧道越江方案和桥梁、隧道结合越江方案。越江工程根据交通功能、河势、水文、航运要求、工程地质条件、自然环境、工程建设的难易程度与经济造价等内容作了综合比较。

经比较认为:该工程方案中北港通航要求相对较低,桥梁方案造价也相对较低,施工较方便,且有同类工程的实践经验;而南港是长江口的人海主航道,通航净空技术标准要求很高,从而使得桥梁方案的工程规模、技术标准、建桥技术的复杂程度和工程投资,在现今国内外桥梁建设中都是罕见的。因此,采用南港隧道北港桥梁的工程方案较恰当,《预可》将此作为推荐方案。

## 三、桥梁设计方案概述

本文由于篇幅关系,下面仅简要介绍具有代表性和特点的主孔桥梁设计方案,其余不一赘述。

### 1. 规划线位南港悬索桥与斜拉桥组合方案

#### (1) 总体布置与方案特点

该方案采用全长 10115m 的桥梁跨越南港,由两座特大桥和连接它们的大中型桥梁以及一般规模的引桥构成。特大桥为跨越南港主航道的三跨连续钢箱梁悬索桥,计算跨径为 920m+2300m+920m(图 4);跨越长兴岛副航道的钢箱梁斜拉桥,计算跨径为 300m+600m+300m,连接段的大中型桥梁跨径为 200m 的 PC 连续箱梁;上海侧和长兴岛侧的引桥采用

跨径 70m 的 PC 连续箱梁。该方案有以下特点:

- 在长江口建设造型优美的特大跨径悬索桥可为上海浦东新区构筑新的人文景观。
- 在跨径上超过了日本明石海峡大桥,将成为世界最大跨度的悬索桥。由于采用了新材料,将比以往的悬索桥更加经济。
- 对锚碇基础的软弱地基,采用与地基紧密结合的形式。
- 采用了在架设主缆的同时能够浇筑锚碇混凝土的结构方案,可缩短工期。

## (2)主跨 2300m 悬索桥方案要点(表 2)

表 2 规划线位南港主孔 2300m 悬索桥方案技术要点

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| 桥跨布置(m)     | 920 + 2300 + 920         |
| 主缆垂跨比       | 1 : 10                   |
| 主缆类型        | PWS                      |
| 主缆直径(mm)    | 916                      |
| 主缆间距(m)     | 44.5                     |
| 主缆材料强度(MPa) | 2000                     |
| 吊索标准间距(m)   | 30                       |
| 吊索组成(mm)    | PWS $\Phi$ 7 $\times$ 85 |
| 吊索材料强度(MPa) | 1570                     |
| 加劲梁型式       | 分离式双箱梁                   |
| 加劲梁总宽度(m)   | 47.5                     |
| 加劲梁高度(m)    | 3.55                     |
| 索塔型式        | 门式塔                      |
| 索塔高度(m)     | 313                      |
| 索塔横梁数量      | 3                        |
| 索塔材料        | C60 混凝土                  |
| 索塔基础型式      | 钻孔桩基础                    |
| 索塔基础材料      | C25 钢筋混凝土                |
| 锚碇类型        | 重力式                      |
| 锚碇基础型式      | 地下连续墙                    |
| 锚碇锚固系统材料    | 钢筋混凝土与钢材                 |
| 梁宽/主跨       | 1 : 50                   |
| 中跨/边跨       | 2.5 : 1                  |
| 塔高/主跨       | 7.143 : 1                |

注:设计方案征集文件中桥梁宽度为 4 车道加紧急停车带;《预可》推荐方案为 6 车道。

## (3)方案综合评价

该方案采用壮观、造型优美的特大悬索桥和新颖美观的双塔斜拉桥跨越规划路线南港水域,线位与高速路网衔接顺捷,符合上海市城市总体规划要求。桥下净空满足航道条件,对河势及水流影响小。

在桥梁构造方面,采用最尖端的缆索材料和先进的主梁形式,并采用新型的基础工程方案设计缩短工期,是一种经济性、技术性和可行性都较好的越江方案。

## 2. 规划线位北港主通航孔斜拉桥方案

### (1)方案一 70m + 300m + 680m + 300m + 70m 五跨连续双塔双索面叠合梁斜拉桥(图 5)

主梁为漂浮体系,索塔处设零号索和横向约束;在辅助墩及过渡墩处也设置了横、竖向约束。两边跨各设置一个辅助墩,以改善结构受力。

### (2)方案二 300m + 600m + 300m 双塔双索面三跨钢箱梁斜拉桥

该方案不设辅助墩,桥塔采用人字型塔,加劲梁采用分离单箱式钢箱梁,中间通过钢横梁连接。

### 3. 比较线位南港主通航孔斜拉桥方案

#### (1) 三个桥跨布置方案

方案一 140m+600m+1200m+150m×3 双塔不对称钢箱斜拉桥(图 6)

方案二 255m+900m+1200m+450m 三塔斜拉桥(图 7)

方案三 600m+1200m+600m 对称双塔钢箱斜拉桥(图 8)

(注:方案一、方案二为中交公路规划设计院联合体提出,方案三为上海同济规划建筑设计研究总院联合体提出)

#### (2) 方案技术要点(表 3)

表 3 比较线位南港主孔 1200m 斜拉桥方案技术要点

|            | 方案一                                    | 方案二                                                    | 方案三                                           |
|------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 桥跨布置(m)    | 140+600+1200+150+150+150               | 255+900+1200+450                                       | 600+1200+600                                  |
| 桥型         | 双塔双索面不对称钢箱梁斜拉桥                         | 三塔斜拉桥,双索面,单箱单室封闭钢箱梁                                    | 对称双塔斜拉桥,独柱双索面                                 |
| 静力体系       | 索塔与主梁固结,主跨跨中设置刚性滑动铰(该铰能够传递剪力和弯矩,不传递轴力) | 钢箱梁在桥塔处设置横向抗风支座                                        | 塔梁固结,在边墩设竖向球型钢支座及横向抗风支座                       |
| 斜拉索面类型     | 扇形空间索面                                 | 扇形空间索面                                                 | 扇形空间索面                                        |
| 斜拉索类型      | 平行钢绞线,可单根安装、单根张拉                       | 钢绞线                                                    | 钢绞线斜拉索,可单根安装、单根张拉                             |
| 标准索距(m)    | 梁上:20、16、12,塔上:2.0                     | 梁上 20,塔上 4                                             | 梁上 20,塔上 3                                    |
| 主梁形式       | 用横梁联系在一起的两组分离式封闭钢箱梁                    | 具有良好空气动力性能的单箱单室封闭钢箱梁(2582.5m),相同外形尺寸的混凝土箱梁(南边跨 192.5m) | 采用两组分离式钢箱梁,中间净距 15m,并用强大钢横梁联接。箱梁呈扁平流线型设风嘴及导流器 |
| 主梁总宽(m)    | 42.92                                  | 32.3                                                   | 44.1                                          |
| 主梁总宽(m)    | 6.0                                    | 4.2                                                    | 4                                             |
| 主梁横隔板间距(m) | 4.0                                    | 4                                                      | 3.4                                           |
| 主梁材料       | Q345-D 钢                               | 钢,后张法预应力混凝土                                            | S335N 钢板                                      |
| 索塔型式       | 纵向倒 Y 型,横向独柱                           | “A”字型混凝土塔                                              | “人”字型混凝土塔                                     |
| 塔高(m)      | 南塔 425.895;北塔 317.895                  | 南塔 237.5,中塔 295,北塔 372                                 | 313.878,桥面以上高 237                             |
| 索塔横梁数量     | 无                                      | 每个塔一道                                                  | 无                                             |
| 塔身材料       | 上部为 Q345-D 钢,下部为 C50 混凝土               | 塔身:钢筋混凝土;横梁:后张法预应力混凝土                                  | 锚索区用钢,锚索区以下为混凝土。钢与混凝土之间采用预应力索连接               |
| 塔基形式       | 钢套筒与 Φ2.0m 的钻孔灌注桩组合基础                  | Φ3.0m 钢管桩                                              | Φ1.5m 钢管桩                                     |
| 梁宽/主跨      | 1:27.96                                | 1:37.2                                                 | 1:27.21                                       |
| 主跨/边跨      | 南 1:0.617;北 1:0.375                    | (1200m 跨)2.67:1,(900m 跨)4:1                            | 2:1                                           |
| 塔高/主跨      | 南塔 1:2.818 北塔 1:3.775                  | 北塔 1:3.23 中塔 1:4.07                                    | 1:5.06                                        |
| 梁高/主跨      | 1:200                                  | 1:286                                                  | 1:300                                         |

注:设计方案征集文件中桥梁宽度为 4 车道加紧急停车带;《预可》推荐方案为 6 车道。

### (3)方案综合评价

#### 方案一 双塔不对称钢箱斜拉桥

该方案充分满足了南港比较线位主航道和外高桥内航道的通航净空要求,跨径布置协调,对河势和水流的影响较小。主航道桥采用索塔高低不同的斜拉桥方案不仅减小了工程规模,而且也大大降低了设计和施工难度。索塔采用钢和混凝土两种材料,充分发挥了材料特性,并减小了施工难度;两组分离式钢箱梁间留有通风空间,抗风稳定性好。为提高结构的刚度,主塔在顺桥向为倒“Y”形,与主梁固结,并在主跨跨中设置了刚性滑动铰,这样既保证了体系的总体刚度,又减小了塔、梁、墩固接温度力的影响。该方案技术可靠、经济合理。

#### 方案二 三塔斜拉桥

该方案不但满足南港比较线位主航道  $1010\text{m} \times 68\text{m}$  和外高桥内航道的通航净空要求,还能给主航道南岸的港口提供  $600\text{m} \times 68\text{m}$  的最小净空以满足港口营运需要。这样不仅能减少桥梁结构对河势和水流的影响,而且能减小偏离航道的船只撞击引桥桥墩的危险。

三塔斜拉桥采用不等高“A”型主塔,从浦东岸码头跨越长江入海口。吸取了丹麦大带大桥的经验在南、北塔上都安装了液压缓冲设备,可以把钢梁由于快速交通、刹车、阵风和地震等因素产生的荷载传到塔上。为了克服斜拉索的振动,在每一根拉索的两端都安装有液压环行阻尼器。这种阻尼器由于体量小、性能可靠并且几乎不需要维护而受到青睐,经丹麦和瑞典之间的 Øresund 大桥使用,效果很好。主塔基础采用直径  $3.0\text{m}$  的钢管桩,打入河床下  $70\text{m}$ ,这种钢管桩已经成功地运用在孟加拉国的 Jamuna 桥和旧金山市的 Oakland East Bay 桥工程中。

通过引用当今世界上先进的技术和 3D 建模分析,以及抗风、抗震分析,该方案安全可靠,风险性较小。

#### 方案三 对称双塔钢箱斜拉桥

该方案能满足主航道和外高桥内航道的通航要求,孔径布置对称。为增加全桥整体刚度,提高抗风能力,采用了梁塔固结及分离式钢箱梁,箱梁间留有通风空间。为减少迎风面积,主梁采用  $4\text{m}$  高的扁平流线形,两组箱梁间用强大钢横梁连接以提高大桥的抗风性能。索塔在两组箱梁间穿过,桥面上为独柱式,为提高索塔的横向刚度,在桥面以下  $77\text{m}$  高的范围内做成人字形,该方案索塔造型新颖、独特、别具一格。

### 4. 比较线位北港主通航孔斜拉桥方案

与规划线位北港设计方案相同,其中方案一加固梁采用钢箱结构。

## 四、结语

上海崇明越江通道工程《预可》虽已完成,并通过相关评审、项目建议书审查等工作。但由于该项工程规模宏大、技术复杂,《工可》阶段将在前一阶段工作的基础上,继续做好该工程系统的前期准备工作,其中包括继续完成长江口的水文、气象、地质、地震等专题研究;进一步做好桥梁方案的通航技术标准与通航孔布设位置的深入研究工作;深入桥隧方案的论证比较和工程技术方案的专题论证等项工作,使得该项工程建设能按计划实施。