

钱江二桥

钱江二桥

浙江科学技术出版社



(浙)新登字第 3 号

钱江二桥

主 编:王燮培
出 版:浙江科学技术出版社
地 址:杭州市体育场路 169 号
印 刷:浙江新华印刷厂印刷
发 行:浙江省新华书店
开 本:889×1194 1/16
印 张:10
插 页:6
出版日期:1993 年 12 月第 1 版
1993 年 12 月第 1 次印刷
ISBN-7-5341-0649-4/TU·19
定 价:120.00 元

《钱江二桥》编委会名单

主 编： 王燮培

副主编： 邵克华 陈 新

编 委： （以姓氏笔划为序）

王邦楣 王靖国 王燮培

任旭初 孙义云 邵克华

陈 新 施济民

责任编辑： 周布谷

装帧设计： 詹良善

序

钱塘江第二大桥经国家验收,于1992年4月通车,这不仅大大改善了我国华东铁路网的运输能力和浙江省的公路交通,也使我国桥梁建筑技术登上一个新的台阶。

钱塘江涌潮,世界闻名。苏东坡诗云:“八月十八潮,壮观天下无”。钱江二桥地处杭州江干四堡,正是南宋以来观“江干潮”之处。涌潮来时波涛汹涌,万马奔腾,但这一奇景壮观却给桥梁施工带来重重困难。建设者们敢为天下先,历尽千辛万苦,发扬拼搏、奉献的精神,经3年又8个月终于建成此桥,堪称是新时代的弄潮儿。

钱江二桥技术先进,造型优美,正桥1340m 18孔一联连续梁,长虹卧波浑然一体,

桥面宽坦平整,无一接缝,不仅国内首屈一指,当今世界上亦名列前茅;铁路引桥用顶推法施工,顶推距离800m,重3700t,亦属国内之冠。二桥由我国技术人员自行设计、施工;建桥材料除公路桥伸缩缝外,其他全由国内解决;工程中涉及的新技术、新课题,均本着科学精神,通过论证、试验、计算,一一予以解决,充分体现了我国桥梁建筑技术已经达到较高水平。

科学技术是第一生产力。钱江二桥之所以在技术上有所突破,是铁道部大桥工程局和参与二桥建设的广大工程技术人员及工人坚持改革和创新的结果,是互相协作、共同奋斗的结果;也是铁道部及所属各单位,浙江省暨杭州市

政府及各界人士大力支持的结果。

继往开来,《钱江二桥》科技画册的出版,对宣扬我国社会主义建设和改革的成就,对传播桥梁建设新技术,定将发挥积极的作用。

吕正操
一九九二年四月

前言

在钱塘江上修建第二座大桥的设计研究工作,早在50年代初新中国成立不久时就已开始。因为位于杭州六和塔旁的钱塘江大桥,自1937年修通以后,历经战乱破坏,创伤累累,虽经加固修复,运输能力仍受到限制,所以,有关部门对新建钱塘江二桥曾提出若干具体方案。由于种种原因,30多年过去,新建二桥的愿望未能实现。

改革开放政策给我国经济带来了活力,尤其是华东沿海地区的经济迅速发展,已成为我国经济发展速度最快的地区之一,然而华东地区交通运输落后的现状,成为阻碍经济持续发展的突出问题。1986年10月,国务院

在杭州召开的华东铁路建设会议上,同意铁道部铁路建设开展继“北战大秦,南攻衡广”之后的第三大战役——“中取华东”。并确定在杭州四堡修建连接沪杭、浙赣、宣杭、萧甬诸铁路线的钱江二桥。由铁道部大桥工程局负责进行钱江二桥的勘测设计、科学研究及施工。1987年8月,施工队伍陆续进点,进行四通一平等施工准备工作。1988年4月21日,钱江二桥全面开工,经过3年8个月的施工,于1991年12月19日全桥建成。1992年3月通过国家验收,1992年4月1日,公路、铁路同时通车。

钱江二桥是世界上第一座修建在强涌潮河段上的特

大桥。在44个月的施工过程中,遇到了许多困难,经历了强涌潮、强台风、特大洪水等多种困难。3000余名建桥职工,发扬了依靠科学,顽强拼搏,团结协作,默默奉献的精神,克服了一个又一个困难,取得了一个又一个的胜利。

钱江二桥在设计和施工中,积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备,在建桥技术上有新的突破。如铁路、公路正桥均采用18孔一联,长度为1340m的三向预应力钢筋混凝土箱型连续梁;铁路引桥单点顶推距离为800m;27000kN级大型盆式橡胶支座;国产大吨位群锚体系;大伸缩量的公路桥伸缩缝和铁路桥伸缩装置;新型防震照明灯具等,在国内

前言

均为首次采用。特别是在施工中新采取的一整套抗潮、避潮的措施和办法,解决了强涌潮区建桥的关键问题,积累了丰富的经验。国家验收委员会对钱江二桥工程总的评价是:“建设速度快,施工质量好,投资得到较好的控制,设计和施工总评为优良。”本桥的建设单位,中国铁路建设发包公司,向两岸施工单位颁发了“样板工程”奖牌。“钱江二桥涌潮河段桥梁基础设计与施工技术”,获1993年铁道部科学技术进步奖一等奖。

在钱江二桥的建设过程中,得到了铁道部、浙江省暨杭州市政府和两岸人民的大力支持,也得到了铁路内外各单位的密切配合,使工程

得以顺利地进行。

钱江二桥通车以后,公路、铁路运行正常,在通车后的第一个百日内,即已通过火车近千列,汽车近百万辆,收到了良好的经济效益。

这本《钱江二桥》科技专著,以详尽的文字资料和精美的彩色照片和插图,向读者展示了钱江二桥的新技术、新经验、新风采。本书共分6章,文字部分约5万字,彩色照片、插图200余幅。出版这本专著的目的是通过文字阐述和图片展示,记载钱江二桥设计、施工、科研等诸方面的技术,以对我国桥梁建设,有所借鉴。

参与本书撰写的作者,为钱江二桥的建设者,他们是设计、施工、科技等方面的

技术负责人。本书文字部分由王夔培、陈新、任旭初、孙义云、施济民、王邦楣等先生撰写;提供照片和图纸的有杜健、任发德、杨石修、王邦楣、张作胜、施济民、孙义云、钱明、卢鸣、张宝林、王夔培、葛立、葛金江、陈新、刘东安、任旭初、殷翔云、杨桑林等先生,铁道部华东铁路建设指挥部、大桥工程局施工处、桥史办等都提供了宝贵的资料。本书的编写、出版,得到了各方面的支持。在此,仅向为本书编辑出版而付出辛勤劳动的诸位先生表示衷心的感谢!

《钱江二桥》编辑委员会

目 录

第一章 概述	[1]		
§ 1—1 建桥历程	[5]		
§ 1—2 桥址地理环境	[11]		
§ 1—3 具有国际先进技术水平的大桥	[14]		
1. 强涌潮河段修建桥梁的新技术	[14]		
2. 在我国铁路建桥史上首次采用混凝土桥梁结构跨越大江大河	[14]		
3. 正桥采用了 18 跨—联 1340m 长的预应力混凝土连续梁	[15]		
4. 正桥铁路、公路预应力混凝土梁均采用单箱、单室断面	[15]		
5. 大伸缩量的公路、铁路梁伸缩装置	[15]		
6. 大吨位盆式橡胶支座	[15]		
7. 采用新型的国产大吨位预应力体系	[15]		
8. 铁路引桥采用单点长距离顶推新技术	[15]		
第二章 勘测设计	[21]		
§ 2—1 桥位选择	[25]		
1. 潭头桥位	[25]		
2. 珊瑚沙桥位	[25]		
		3. 既有桥旁桥位	[26]
		4. 四堡桥位	[26]
		§ 2—2 桥位处的自然条件	[27]
		1. 地质	[27]
		2. 水文	[27]
		§ 2—3 主要技术标准	[29]
		§ 2—4 桥式方案	[30]
		§ 2—5 实施方案的工程概况	[32]
		1. 正桥长连续梁结构	[33]
		2. 正桥梁体截面形式及构造	[34]
		3. 引桥上部结构	[36]
		4. 支座	[36]
		5. 伸缩装置	[37]
		第三章 基础及下部工程施工	[39]
		§ 3—1 涌潮对水中基础施工的影响	[40]
		§ 3—2 施工方案及措施	[42]
		§ 3—3 北岸的水上工作平台施工法	[46]
		1. 安装水上工作平台	[46]

目 录

2. 插打钢护筒	[48]	§ 4—4 梁的合龙	[90]
3. 钻孔桩施工	[50]	§ 4—5 梁的体系转换	[93]
4. 混凝土供应及灌注	[53]	§ 4—6 盆式橡胶支座的安装	[94]
5. 钢壳围堰的制造和安装	[55]	§ 4—7 伸缩装置	[96]
6. 灌注封底混凝土及承台、墩身	[57]	1. 公路伸缩装置	[96]
7. 船舶的防潮	[60]	2. 铁路伸缩装置	[96]
§ 3—4 南岸的栈桥施工法	[63]	§ 4—8 灯具及防眩板	[98]
1. 栈桥工程	[63]	§ 4—9 桥面	[101]
2. 龙门吊机	[64]	§ 4—10 其他	[103]
3. 活动式施工平台	[66]	第五章 引桥	[105]
第四章 正桥上部结构施工	[71]	§ 5—1 引桥的走向和基础	[106]
§ 4—1 上部结构的技术特点	[72]	§ 5—2 铁路引桥预应力梁顶推	
§ 4—2 预应力体系	[77]	法施工	[109]
§ 4—3 悬臂浇注法施工	[79]	1. 顶推法施工简介	[109]
1. 灌注 0 号块段	[80]	2. 顶推法施工总体布置	[110]
2. 安装悬浇挂篮	[82]	3. 预应力混凝土连续梁	[112]
3. 调整模板绑扎钢筋	[84]	4. 梁体制作	[113]
4. 悬臂浇注混凝土	[86]	5. 梁体制造场的主要设备及应用	[115]
5. 预施应力	[88]	6. 顶推的主要设备及应用	[118]
6. 预应力孔道压浆	[90]	7. 顶推法施工体会	[124]

目 录

§ 5—3 公路引桥连续梁施工	[125]
第六章 科学试验	[129]
§ 6—1 涌潮压力试验	[130]
§ 6—2 箱梁模型试验	[131]
1. 铁路梁扭转模型试验及分析	[131]
2. 公路梁模型剪滞试验研究	[135]
§ 6—3 钻孔桩静载试验及基础 无损检测——NFP 法	[138]
1. 钻孔桩静载试验	[138]
2. 基桩无损检测——NFP 法	[139]
§ 6—4 正桥箱梁支座部位光弹 试验	[140]
§ 6—5 混凝土收缩徐变试验	[143]
1. 小梁收缩徐变试验	[143]
2. 室内标准试体试验	[143]
3. 几点结论	[143]
§ 6—6 预应力群锚锚下抗裂及 强度试验研究	[145]
§ 6—7 铁路正桥静、动载试验	[148]

第一章

概 述



第一章



上海市及华东沿海地区历来是我国经济发达的地区,而多年来交通建设,尤其是铁路建设的滞后,制约了经济的进一步发展。近年来,随着经济飞速发展,铁道部门决定修建沪杭、浙赣复线及宣杭铁路;浙江省、上海市决定修建沪杭甬高速公路。这些铁路、公路汇集于杭州,因此必须修建第二座钱塘江大桥予以

连通。从其地理位置的重要性、工程的困难程度、巨大的工程量及投资,钱塘江第二桥必然是一项重点工程项目。

原有的钱塘江大桥建成于1937年,它是我国第一座自行设计、自行监造的公路、铁路两用大桥。在我国桥梁建设的历史上有其重要的地位。50多年来,对沟通南

北交通起到了重要的作用。

时代在变化,技术在发展,新建的钱塘江第二大桥较之钱塘江大桥在规模上必然更加宏大,技术上必然更加进步,构造上必然更加新颖,这也是时代对桥梁建设者的必然要求。

图 1-1 钱江二桥建成后桥面情况。铁路近期铺设单线,后期增铺第二线



第一章



图 1—2 钱江二桥夜景

新老钱塘江大桥技术参数对照表

项 目		钱塘江大桥 (老桥)	钱江二桥 (新桥)	备 注
桥 长	(铁路)	1453m	2861.4m	
	(公路)		2112.1m	
	(正桥)	1072m	1340	
桥 宽	(铁路)	单线	双线 11m	老桥双车道、新桥四车道
	(公路)	6.1m	20m	
载 重	(铁路)	E—50 级	中——活载	新桥不设人行道,表中所列数据 为铁路员工走道
	(公路)	H—15 级	汽—超 20 挂—120	
	(人行道)	391kg/m ²	400kg/m ²	
混 凝 土 量		30 000m ³	195 000m ³	
使用钢材数量		6 895t	44 000t	
使用水泥数量		9 865t	98 000t	
使用木材数量		6 290m ³	12 000m ³	
建 成 时 间		1937 年 9 月	1991 年 12 月 19 日	



第一章



图 1-3 位于六和塔下的钱塘江既有桥全景

图 1-4 钱塘江既有桥引桥。公路、铁路运输十分繁忙



图 1-5 在钱塘江老桥狭窄的桥面上,车辆如织。大车交会时,必须一辆先停下来,等另一辆开过





§ 1—1 建桥历程

拟建钱塘江第二大桥的工作早在 50 年代就已开始,并已进行了大量的设计、研究工作。但因涉及国家经济布局、投资方向等多方面的原因而未能实施。

1983 年由铁道部第四设计院、铁道部大桥局勘测设计院互相配合重新开始对钱塘江第二大桥及其配合工程进行工作。两设计院在对枢纽布置、桥位选择、建设标准、建设规模等方面进行了大量的调查研究并广泛征求了浙江省、杭州市、公路交通主管部门,驻军部队的意见后,提出报告,以供决策。

1986 年 10 月,国务院在杭州召开华东铁路建设会议。会上分析了华东地区的经济形势和交通运输的落后局面。华东地区的国民经济产值占全国的 31%,人口占全国的 22%,而铁道通车里程只占全国的 10%,且复线率低,设备落后,通道不畅,运输紧张。这样就必然影响华东地区经济的持续发展。因此,改善华东地区交通运输面貌是刻不容缓的任务。国务院同意铁道部把“中取华东”作为铁路建设的重点之一,并决定在华东地区修建新线 473km,复线 740km,电气化铁路 513km;决定修建钱江二桥,线路走向采用东线方案,从杭州四堡过江。此次会议为钱江二桥的建设奠定了基础,拉开了序幕。1988 年,经国家计委批准,把钱江二桥列为“七五”期间国家重点建设项目。



图 1—6 1986 年 10 月万里副总理、丁关根铁道部长审定杭州枢纽方案

钱江二桥的设计和施工,由国家一级施工企业铁道部大桥工程局承担。施工队伍于 1987 年 8 月进入工地,在浙江省、杭州市政府和两岸人民的支持下,仅用 3 个月的时间就做好了开工前的准备工作。

1988 年 4 月 21 日在工地举行了开工典礼,全国政协副主席吕正操,铁道部、浙江省、杭州市政府的主要领导参加了典礼。

1991 年 12 月 19 日,钱江二桥胜利建成,历时 3 年零 8 个月。12 月 21 日在杭州岸桥头举行了隆重的建成典礼,万里委员长亲临参加并剪彩。国务院发来了贺电,称钱江二桥工程具有世界先进水平,给予高度评价。

1992 年 3 月下旬,国家验收委员会对钱江二桥进行了检查和验收。总的评价是“建设速度快,施工质量好,投资得到较好的控制,设计和施工总评为优良,”并认为“钱江二桥在设计和施工中,积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备,在建桥技术上有新的突破”。

1992 年 4 月 1 日,钱江二桥公路和铁路同时正式通车,投入运营。

第一章



图 1-7

在开工典礼上，施工单位领导向吕正操汇报工程情况

图 1-8 正桥 2 号墩开工



第一章



图 1-9 晨曦中的工程前期施工场景



图 1-10 正桥 17 号墩开工