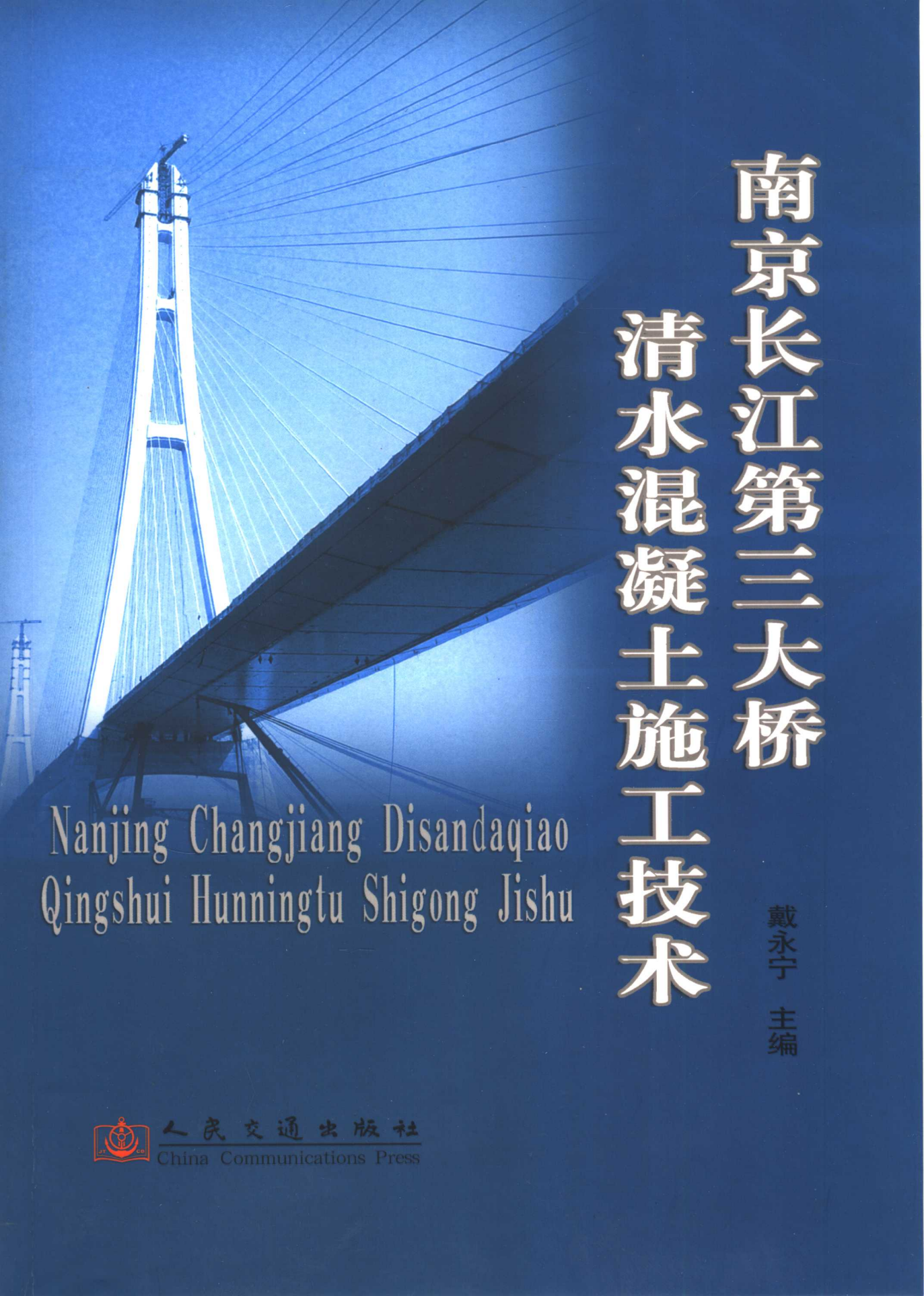




南京长江第三大桥 清水混凝土施工技术

戴永宁 主编

Nanjing Changjiang Disandaqiao
Qingshui Hunningtu Shigong Jishu



人民交通出版社

China Communications Press

南京长江第三大桥

清水混凝土施工技术

戴永宁
主编

Nanjing Changjiang Disandaqiao
Qingshui Hunningtu Shigong Jishu



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书在南京长江第三大桥的大型工程背景下,重点介绍了清水混凝土的外观质量、原材料选择、配合比设计、耐久性试验、模板体系、施工规程以及质量验收标准等项目的研究内容和结论,总结了工程中采用的新技术或新设备所形成的各种工法,制定了适合中国国情的清水混凝土外观耐久性施工技术规程,填补了国内空白。

图书在版编目(CIP)数据

南京长江第三大桥清水混凝土施工技术 / 戴永宁主编.
北京:人民交通出版社,2006.8
ISBN 7-114-06003-3

I.南… II.戴… III.桥梁工程-混凝土施工-施工技术-南京市 IV.U445.57

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第046369号

书 名:南京长江第三大桥清水混凝土施工技术
著 作 者:戴永宁
责任编辑:张征宇 赵瑞琴
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)85285838,85285995
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:北京宝莲鸿图科技有限公司
开 本:787×1092 1/16
印 张:16.25
字 数:403千
版 次:2006年8月 第1版
印 次:2006年8月 第1次印刷
书 号:ISBN7-114-06003-3
印 数:0001-2000册
定 价:38.00元

(如有印刷、装订质量问题的由本社负责调换)

技术专家组

组 长:杨盛福

副组长:王 玉 陈 新 周世忠

成 员:李守善 杨 进 侯金龙 陈明宪 经德良 杨高中 万珊珊

史永吉 曾宪武 胡明义 苏善根 左明福

总策划:戴永宁

策 划:娄学全 林 鸣

编 委 会

主任委员:戴永宁

副主任委员:娄学全 林 鸣 殷 扬 武焕陵 彭更生

委员(以姓氏笔画为序):刁永宁 卜红旗 王永东 王孝平 王承江

王 清 王 超 江德云 张自荣 李业刚

李光宾 李家咸 杨志德 郁 犁 郑 敏

钟 瑶 徐 伟 郭志明 章登精 梁富清

樊炳麟 薛宁鸿 濮 卫

审 核 组

戴永宁 娄学全 林 鸣 殷 扬 武焕陵 彭更生 徐 伟 刁永宁

李家咸

编 写 组

主 编:戴永宁

副主编:姜学全 林 鸣 殷 扬 武焕陵 彭更生 徐 伟

编写人员(以姓氏笔画为序):王宏翔 王 超 孙 旻 孙立军 杜 宁

李 丹 李忠诚 李 强 张文格 张志跃

陈 灿 陆凯华 柏国利 赵忠慈 胡晓依

骆艳斌 钟 瑶 席永慧 郭征红 蒋正武

谢发祥 濮 卫

本书编写过程中得到了同济大学、中铁十九局集团二公司、中铁七局三公司南京三桥经理部、中铁十三局集团南京长江三桥项目部、中港集团第二航务工程局的大力支持,谨表感谢!

南京长江第三大桥位于长江江苏南京区段,在南京长江大桥上游约 19km 处,距离长江入海口约 350km,是交通部《全国公路网规划》(1999—2020)“五纵七横”国道主干线上海—成都于南京跨越长江的快速过江通道。南京长江第三大桥的建设将为皖北至苏南、皖南提供便捷的路上交通,对加强江苏省、安徽省以及西部地区的联系起到重要的作用。

同济大学建筑工程系从 2004 年 1 月起,受南京长江第三大桥指挥部的委托,承担了“清水混凝土施工技术研究”的课题。研究人员充分利用同济大学先进的仪器设备资源,系统、全面地研究了清水混凝土常见的外观缺陷及成因,清水混凝土原材料及配合比对混凝土质量的影响,南京长江第三大桥不同标段 C50 清水混凝土的耐久性等项目,并设计了新的 C50 清水混凝土配合比,进行了不同配合比对清水混凝土耐久性影响的试验和清水混凝土微观结构的分析,分析了不同模板体系对清水混凝土表面质量的影响等等。最后,根据理论和试验数据制定出适合中国国情的清水混凝土外观耐久性施工规程,填补了国内空白。而上述成果也成功地应用于南京长江第三大桥混凝土工程中,取得了较为理想的清水混凝土效果,为这座中国第一座钢塔斜拉桥、世界上第一座弧线形钢塔斜拉桥的完美诞生画上了骄人的一笔。

本书将南京长江第三大桥混凝土工程外观质量及耐久性的研究与实践系统地展现给读者,重点介绍清水混凝土的原材料选择、配合比设计、耐久性试验、模板试验以及质量验收标准等项目的研究内容和结论,并叙述了南京长江第三大桥混凝土工程的实践经验,还总结了工程中采用的新技术或新设备所形成的各种工法。在此,也希望在将研究成果和工程经验介绍给大家、与同行共勉的同时,能引起广大科研、桥梁工作者对桥梁混凝土工程外观质量及耐久性研究的重视,找准国内与国际水平的差距,在今后的科研工作中有的放矢地向着更高、更深的目标不断前进。

本书共分十章,主要编著人员有徐伟、郭征红、席永慧、骆艳斌、蒋正武、陈灿、杜宁、柏国利、孙旻、胡晓依等。由于作者的水平所限,书中的缺点和错误在所难免,研究的内容也有待进一步发展,望广大读者批评指正。

编 者

2006 年 2 月

桥梁是民族文化的象征,也是一个国家交通和经济发展的重要标志。在我国这个有着几千年文明历史的泱泱大国里,在经历了无数次的时代变迁和科技革命之后,桥梁建设日新月异。一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大、现代化品位和科技含量高的大跨径拱桥、斜拉桥、悬索桥、PC连续钢构桥在祖国大地上建起,为我国桥梁事业的发展积累了丰富的设计、施工、养护管理的经验,同时,也对桥梁工程的质量提出了更高的要求。

近年来,在国内外桥梁施工中,许多桥梁外表要求达到清水混凝土的效果;而桥梁、高速铁路等混凝土将结构与装饰功能合二为一,也使得对混凝土的稳定性和外观耐久性提出了更严格的要求。在国外,清水混凝土的施工技术已较为成熟,并且其质量标准也已形成了比较完整的体系,但国内对此方面的研究尚处于初级阶段。

鉴于目前桥梁工程的发展趋势以及我国桥梁建设与国际接轨的需求,在南京长江第三大桥的大型工程背景之下,结合南京长江第三大桥的施工实践,对桥梁工程清水混凝土的外观质量及耐久性进行深入研究,在外观缺陷及成因、原材料配合比、模板体系、微观结构特性、耐久性能试验等方面取得了有益的进展,并且制定了适合中国国情的清水混凝土外观耐久性施工技术规程,填补了国内空白。这本书的出版,可以看成是南京长江第三大桥混凝土工程设计、施工的一个技术总结,同时,相信这本书的研究工作及成果对21世纪桥梁工程建设的发展和水平的提高具有同样的指导意义和较大的促进作用。



2006年3月

第一章 绪论	1
第一节 南京三桥工程概况	2
第二节 桥梁工程混凝土的发展	3
第二章 清水混凝土研究概述	5
第一节 研究的背景及现状	5
第二节 研究的目的	9
第三节 研究的用途	9
第四节 研究的意义	12
第五节 研究的主要内容及研究方法	13
第三章 清水混凝土常见的外观质量缺陷及成因	19
第一节 常见的外观质量缺陷	19
第二节 缺陷的成因分析	20
第四章 清水混凝土原材料及配合比设计与研究	30
第一节 原材料及配合比研究的重要性	30
第二节 一般原材料选择及配合比设计原则	31
第三节 研究采用的原材料	39
第四节 研究采用的配合比	41
第五节 清水混凝土原材料选用原则	45
第五章 清水混凝土外观与耐久性研究	48
第一节 高性能混凝土的发展现状	48
第二节 清水混凝土耐久性的内涵	51
第三节 耐久性研究的背景、方法及目标	52
第四节 耐久性试验设计	53
第五节 耐久性试验结果与分析	62
第六节 清水混凝土微观结构分析与研究	69
第七节 清水混凝土水化过程特征与高耐久的微观机理	82
第八节 耐久性研究结论	83
第六章 清水混凝土模板体系及控制措施	84
第一节 国内清水混凝土常用模板类型	84
第二节 国内桥梁施工常用模板类型	91
第三节 清水混凝土模板设计	95

第四节 清水混凝土模板试验研究	111
第五节 清水混凝土模板工程质量控制措施	121
第七章 清水混凝土施工过程的技术控制	126
第一节 模板工程	126
第二节 钢筋工程	131
第三节 混凝土工程	132
第八章 清水混凝土施工规程	137
第一节 目前清水混凝土的质量标准	137
第二节 目前清水混凝土的验收标准	137
第三节 国外清水混凝土标准相关摘要	138
第九章 南京三桥混凝土工程的实践	139
第一节 混凝土配合比设计与使用	139
第二节 外观质量的模板、支架、钢筋的控制	140
第三节 混凝土外观质量的施工工艺控制	144
第十章 结语	149
附录 A 清水混凝土施工规程	151
附录 B 南京三桥北引桥清水混凝土墩身施工工法	181
附录 C 南京三桥南引桥清水混凝土墩身施工工法	185
附录 D 南京三桥南接线高架桥 Y 形实体墩身施工工法	194
附录 E 下行式移动模架系统逐孔现浇预应力混凝土连续箱梁施工工法	201
附录 F 满堂支架法现浇预应力混凝土连续箱梁施工工法	219
附录 G MSS 1600—52/58 型移动模架逐孔现浇预应力混凝土连续箱梁施工工法	228
附录 H 防撞护栏采用钢、木组合式模板施工工法	239
参考文献	245

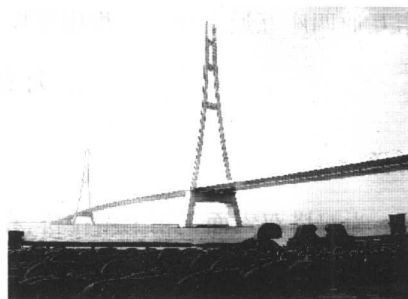
第一章

绪论

2005年10月,长江南京段又一条跨江通道——南京长江第三大桥(以下简称“南京三桥”)正式通车。南京三桥是交通部“十五”重点建设项目,作为上海至成都国道(GZ55)主干线的重要组成部分,这是中国第一座钢塔斜拉桥,它的建成通车使得沪蓉干线实现了真正意义上的全线贯通(图1-1)。



a)



b)

图1-1 南京三桥

与国内其他桥梁相比,南京三桥的建设遇到了许多新的难题,也创造了多项桥梁建设之“最”。一是突破性地完成了迄今为止长江上水深最深、施工难度最大的水下基础工程;二是采用弧线形全钢结构索塔,顶天立地的“人”字形结构高215m,弧线形钢塔线条流畅美观,为世界一流;三是采用一年四季根据不同基调不断变幻灯光色彩的“全动态、全变色”照明系统,彻底改变了桥梁只有单色照明的传统等等。

南京三桥是长江进入江苏段的沿江大开发中第一座过江通道,其建成后将形成南京大外环的交通格局,彻底解决南京市的过境交通问题。南京三桥与南京二桥、绕城公路、浦珠及宁六公路形成南京内环快速通道;与在建的宁淮高速、即将建设的绕城高速和南京四桥形成南京外环快速通道;把宁沪高速、宁合高速、宁通高速、宁杭高速、宁淮高速、宁蚌高速、宁马高速连成一体。



南京三桥是江苏省 2010 年要完成的五个战略性过江通道之一,是南京市“富民强市,率先基本实现现代化”的先导工程,也是实施沿江开发战略的重要跨江工程。尽快建成这座大桥,对于完善大交通格局,带动江南、江北共同发展,呼应沿江开发战略,促进都市圈共同繁荣和长三角一体化都将起到至关重要的作用。因此,精心组织,精心设计,精心施工,在缩短工期的同时保质保量地完成大桥的各分项工程成为各方的首要任务。

第一节 南京三桥工程概况

一、工程概况

雄伟的南京三桥坐落于南京长江大桥上游约 19km 处,是国内第一座钢塔斜拉桥,也是世界上第一座弧线形钢塔斜拉桥。南京三桥东距长江入海口约 350km,南岸起点在绕城公路刘村互通立交,往东接南京市规划的二环线;北岸终点为浦口境内的宁合高速公路张店互通立交,往北接宁淮高速公路。全长约 15.6km,其中跨江大桥长 4744m,主桥全长 1288m,为 63m + 257m + 648m + 257m + 63m 五跨连续的双塔双索面钢塔钢箱梁斜拉桥。南引桥长 680m,北引桥长 2780m。塔柱重约 12000t,高 215m,其中下部塔柱 36.3m 为混凝土结构,上部 178.69m 为钢塔柱,塔柱竖向圆曲线部分半径为 720m。南岸接线长 3.083km,北岸接线长 7.773km。全线按六车道高速公路标准设计,设计车速为 100km/h。全线共设刘村互通、天后村互通(预留)、高旺互通和张店互通四座互通立交。工程概算投资约 30 亿人民币。

二、大桥特点

1. 过江跨径

主跨 648m,为双塔双索面钢箱梁斜拉桥,在已建的同类型桥中居国内第三,世界第五。

2. 塔柱材质

采用钢-混凝土塔身设计,下横梁以下部分为混凝土塔身,以上部分为全钢塔身,属国内首创。该项设计既能减轻上部结构自重,提高施工控制精度,又能有效改善斜拉索锚固条件,有利于结构抗风抗震,更能有效地缩短工期。

3. 塔柱形式

采用顶天立地的“人”字形塔柱,高达 215m,呈弧线形,造型新颖,线条流畅,雄伟挺拔,与桥址区景观有着非常良好的配合效果。

4. 基础形式

由于下塔柱呈弧线向外分立,且水深 43m,基础规模庞大,故采用长 84m、直径 29m、高 22m 的哑铃形钢套筒加钻孔灌注桩基础形式,并借鉴海上浮式钻井平台原理制订施工方案,是迄今为止长江上水深最深、施工难度最大的水下基础工程。



5. 桥梁色彩

根据总体景观设计方案,桥梁色彩应该与周围环境相协调,经过对无色彩系(灰白色)、近似色系、对比色系、组合色彩设计四种方案的筛选,南京三桥最终确定为无色彩系的灰白色系。该色系以高亮度的灰白色为主色调,与桥梁本身混凝土灰色一致,在色彩的防腐处理上比较稳定,气质上格调高雅、庄重,现代感较强。

总之,由于南京三桥在南京市、江苏省,乃至全国的交通运输线路中具有非常重要的作用,并且该桥又是一座集难点、特点于一身的国际先进桥梁,加之其色彩体系的确定,使得对桥梁清水混凝土工程的外观质量和耐久性能提出了比以往桥梁更高的要求,这也正是本书中所述的研究课题的来源。

第二节 桥梁工程混凝土的发展

在人类文明的发展史中,桥梁占有重要的一页,桥梁是民族文化的象征,也是一个国家交通和经济发展的重要标志。在我国,从古代桥梁的辉煌到鸦片战争后直至新中国成立前桥梁建设的沉寂,从鸦片战争列强们为掠夺中国资源修建的铁路、公路桥到 1937 年由中国人自己修建的第一座大桥——钱塘江大桥的落成,从孙中山先生在建国大纲中的桥梁规划因军阀混战而搁置的历史到新中国桥梁事业的蓬勃兴起,从借用前苏联专家的人才匮乏的 20 世纪 50 年代中国桥梁建设到 20 世纪 60 年代资源匮乏时期桥梁建设状况,从 20 世纪 70 年代攻克的软土地基上的轻型钢筋混凝土拱桥技术到 20 世纪 80 年代斜拉桥大发展,再到 20 世纪 90 年代的悬索桥,我国桥梁史为我们展示了一幅幅波澜壮阔的建设画卷。

改革开放以来,我国桥梁建设进入了崭新的历史发展时期。20 世纪 80 年代是中国桥梁建设的崛起期,20 世纪 90 年代是中国桥梁建设的腾飞期,一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大、现代化品位和科技含量高的大跨径拱桥、斜拉桥、悬索桥、PC 连续钢构桥在祖国大地上建起,为我国桥梁事业的发展积累了丰富的桥梁设计、施工、养护管理的经验。我国的桥梁建设水平已跻身于国际先进行列。

桥梁科学的发展得益于计算理论的不断向深度发展,也得益于桥梁材料的研制与开发,新型材料是未来桥梁工程新发展的重要条件。为了增大桥梁结构的跨越能力,必须采用高性能混凝土;为了满足结构日益复杂的桥梁的施工要求,流动度高、泵送性能良好的预拌混凝土应运而生;为了克服混凝土由于强度提高而导致的脆性,采用混凝土复合材料提高混凝土的韧性及抗拉强度,耐冲击性能也大大提高;为了适应日益浓厚的现代审美气息和艺术色彩、发挥桥梁的美学价值和景观功能,采用素面朝天的清水混凝土;为了延续历史的微笑和生命的痕迹,必须不断提高清水混凝土的耐久性能。

随着我国加入 WTO 和市场经济的发展,产品国际化进程的加快,社会对产品的质量要求越来越高,“桥梁”作为一种特殊的工程产品也不例外,尤其是“99 交通质量年活动”实施以来,从建设业主到社会各界,对公路建设质量都倍加关注。质量是企业的支柱,公路建设施工企业间竞争日益激烈,许多施工企业都进行 ISO 9000 系列的质量体系认证,谋求各种提高工程质量的管理方法,以增强企业的竞争能力。公路桥梁的质量包含“内在质量”和“外观质量”两方面,



一个工程项目其“内在质量”务必要保证,同时“外观质量”以其可见性及观赏性逐步引起人们的重视。随着桥梁建设水平的迅速发展,人们对桥梁已不满足于它的安全使用功能,还要求其具备优美的外观并与环境相协调。有的桥梁不仅成了一个城市乃至一个地区的标志或象征,而且成了施工单位展示其实力的一项重要标志。因此,作为体现空间艺术结构的桥梁,外观质量也就显得格外重要。

近年来,在国内外桥梁施工中,许多桥梁外表要求达到清水混凝土的效果。所谓清水混凝土,是指一次浇筑成型、不做任何外装饰,直接采用现浇混凝土的自然色作为饰面的混凝土;成型后的混凝土要求表面平整光洁,垂直偏差小,棱角分明,垂直方正,无大面积($< 50\text{cm}^2$)鼓包或蜂窝麻面、气泡、开裂,颜色均匀一致,混凝土无明显“冷缝”,接缝过渡自然,无错台、漏浆现象,保持混凝土原汁原味的质感效果。

我国目前正处于大规模的基本建设阶段,虽然规模化建设时间不长,但混凝土耐久性破坏的问题已经出现。桥梁、高速铁路等混凝土将结构与装饰功能合二为一,混凝土表面不再做保护层而将结构混凝土本身直接裸露于空气中,受到日晒、风、霜、雨、雪的侵蚀和其他化学腐蚀,因此,对混凝土的稳定性和外观耐久性就提出了更严格的要求。桥梁混凝土外观耐久性是否满足设计使用年限的要求,也是整个桥梁混凝土设计成功与否的重要体现。

因此,本书顺应桥梁工程未来的发展需要,结合南京三桥的实际情况,对混凝土工程外观质量及耐久性进行研究,既立足于现在:指导南京三桥清水混凝土的设计和施工、提高清水混凝土的外观质量及耐久性能,又着眼于长远:归纳清水混凝土的特点、提高清水混凝土研究的系统性和规律性、形成清水混凝土施工规程,为今后清水混凝土施工技术的提高及其在整个土木工程中的应用提供参考并打下良好的基础。

清水混凝土研究概述

第一节 研究的背景及现状

20 世纪初,混凝土因其优异的力学特性开始广泛应用于建筑施工领域,到 20 世纪中期,建筑家们逐渐把目光从混凝土作为结构材料的具体利用转移到材料本身所拥有的柔软感、刚硬感、温暖感、冷漠感等材质对人的感官及精神的影响和刺激上,开始用混凝土作为结构材料与生俱来的装饰性特征来表达建筑传递出的情感。

随着社会的发展,科学技术的进步以及人们欣赏水平的不断提高,建筑的发展经历了一个浮华藻饰的历程之后,又开始回归于返璞归真的时代。结构紧凑、内坚外美并具有良好的经济性能的清水(不涂装)混凝土建筑也从最初时代的自然产物发展到目前美学的升华,越来越受到人们特别是建筑师、结构师的普遍青睐。清水混凝土以其“清水出芙蓉,天然去雕饰”的美感而成为建筑美学界研究的焦点,同时随着清水混凝土外观质量水平的不断发展,对建筑物的设计与施工提出了跨越式的高要求,使建筑的设计和施工开始从粗放走向精致,建筑与结构越来越密不可分。

建筑大师左岸工社会长林涧曾说过:“清水混凝土是混凝土结构中最高级的表达形式,简约归简约,选材上一点都不能马虎,是高端的简约。”商界翘首今典集团董事长张宝权也评说:“清水混凝土目前在中国还是一个超前的产品,素面朝天看似简单,但其实现难度却不亚于金碧辉煌或是银装素裹,但今后人们会看到其价值,房地产的增值、保值也恰恰体现在这些方面。”可见,为了保证人与自然的协调发展,改善人类的生存环境,提高人民的生活质量,并不断提高我国的国际竞争力和社会可持续发展能力,作为集建筑艺术、材料科学、施工技术、环境保护于一体的清水混凝土应该有着很好的应用价值和广阔的发展前景。

我国建设部在“九五”期间推广的十个方面的新技术,其中第三个方面就是:大力发展高强度、高性能混凝土新技术、新工艺和新型模板系统;广泛推行高效外加剂和掺合料,改善混凝土性能和降低水泥消耗,提倡发展高强清水混凝土;要求“九五”期间省会和大型工业城市商品混凝土产量占现浇混凝土总产量的 30% 左右;提倡发展新型模板和支撑体系,提高现浇混凝土现代化生产工艺。这一方面的要求直到 2005 年规划修改后还是新技术的重要组成部分,可见,高性能混凝土、清水混凝土及其改善将是我国今后混凝土发展的主流。

清水混凝土的使用源于第二次世界大战以后的德国和日本。由于战后百废待兴,部分混



凝土建筑省掉了抹灰、装饰的工序而直接使用,自首次于 20 世纪 60 年代的日本奥林匹克体育场中应用开始,以及后来的悉尼歌剧院的外墙、日本国家大剧院、巴黎史前博物馆、津巴布韦国家体育场、英国的伯明翰的 Trafford 中心、科特迪瓦的亚穆苏克罗教堂、新欧洲议会大厦、土耳其的 Akköprü 大坝、莱茵河上的 Altenheim-Eschau 大桥等等直到目前遍地开花的高架、轻轨中的桥面、桥柱……演绎到今天,日本、欧洲和北美洲等发达国家的清水混凝土技术已经得到了很大的发展。尤其在 日本,一种被认为更接近于东方禅学无为而为思想的精神世界被以安藤忠雄为代表的日本建筑师融入在其设计的清水混凝土建筑中,在混凝土施工中经脱模之后所呈现的自然纹理在焊缝与螺栓孔的划分限定下,传达出一种其他人工建筑材料无法模仿的天然质朴与厚实,借四季的变化呈现不同的气质,成为最具东方文化色彩的建筑材料(图 2-1~图 2-4)。

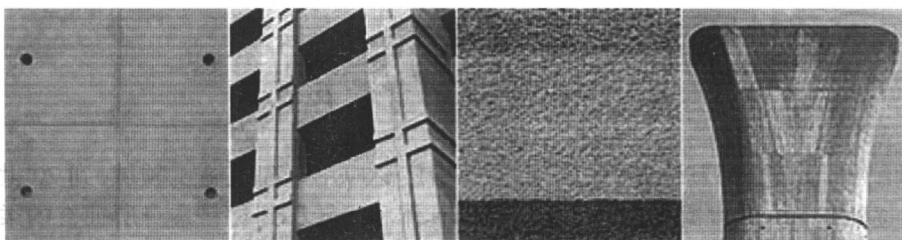


图 2-1 国外清水混凝土的效果图片

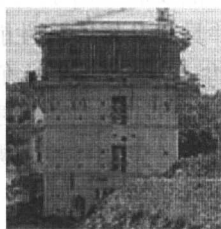


图 2-2 法国的 Guy Dolmaire 中学

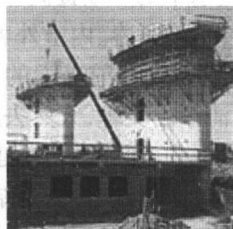
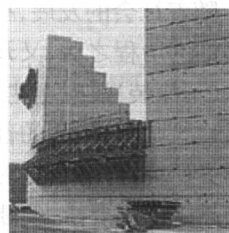
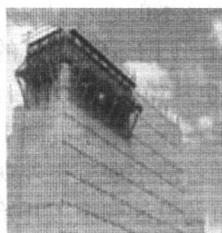


图 2-3 土耳其的 Akköprü 大坝



在我国,市政、道桥和桥头堡的混凝土工程,包括一些简单的工业厂房也早就开始采用清水混凝土。近十年来,少量高档建筑工程如海南三亚机场、首都机场、上海浦东国际机场航站楼等也采用了清水混凝土。随着绿色建筑的客观需求,人们环保意识的不断提高,返璞归真自然思想的深入人心,清水混凝土工程的需求已不再局限于道路、桥梁、厂房和机场,在各种工业与民用建筑中如房屋建筑中的北京宝源商务公寓、河北省烟草公司住宅楼、太原理工大学高层住宅楼、山西安静小区 1 号高层住宅楼、浦东机场航站楼、海南三亚凤凰国际机场候机楼、北京联想集团研发基地各楼、上海浦东发展银行信息中心、北京朗琴园 1 号楼高层住宅楼、广东奥林匹克体育场,市政工程中的岭澳核电站、湖南益阳电厂系主厂房、广东惠州 500kV 换流站、伊川电厂工程、禹州电厂工程、石景山电厂工程,桥梁工程中的海口世纪大桥、厦门海沧大桥东渡立交桥、厦门环岛路演武路—白城段跨海大桥、广州及上海的内环路的不涂装混凝土结构立交桥、上海的杨浦大桥、南浦大桥、卢浦大桥、大连快速轨道交通工程、上海浦东国际机场航站楼中的不涂装混凝土结构的高架桥、湘黔铁路怀化站贵阳端接轨中的不涂装混凝土桥梁等也得

到了一定的应用(图 2-5 ~ 图 2-13)。



图 2-4 津巴布韦国家体育场



图 2-5 北京宝源商务公寓

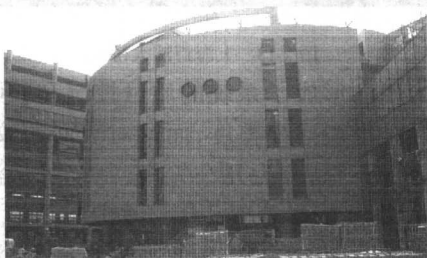


图 2-6 联想研发基地工程

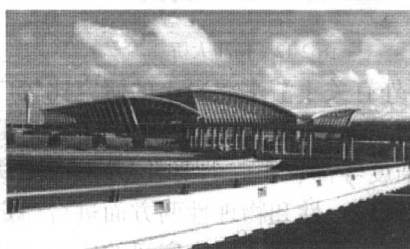


图 2-7 上海浦东国际机场



图 2-8 海南三亚凤凰国际机场

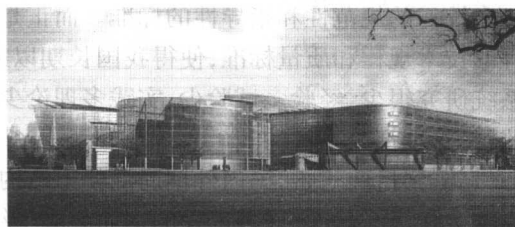


图 2-9 上海浦东发展银行信息中心

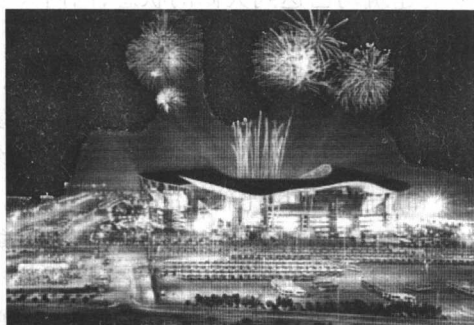


图 2-10 广东奥林匹克体育场

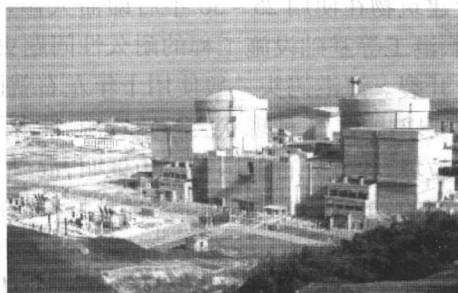


图 2-11 岭澳核电站



图 2-12 杨浦大桥



图 2-13 上海卢浦大桥

国外有关于清水混凝土的研究比较广泛和深入,现已形成了系统的质量控制和验收标准体系,对清水混凝土有着相当严格的要求,不仅对混凝土表面平整度,而且对表面的纹理、色泽、光洁度等都有明确的要求,并按使用功能及要求由低到高分为几个等级,制定了从混凝土表面颜色均一性和物理性两方面进行评定的标准。而在我国尽管近几年清水混凝土施工技术在结构工程中得到了较为广泛的应用,却只能凭以往经验、联系工程实例来进行操作,没有具体的规定和强制的标准来指导和检验。至今仍没有一个统一的技术规范及质量验收标准,在一些实际工程中往往参照抹灰验收标准制定工程的内参来进行施工指导和验收,因此迫切需要一个统一的规范性和指导性的标准。而正是由于缺乏一个能够约束、规范清水混凝土施工过程的技术规程和质量标准,使得我国长期以来对清水混凝土的材料、性能、施工工艺等方面的系统研究很少,经验多试验少、实践多理论少,这对于一种新型的建筑结构形式的推广、运用及监督、管理都是不利的。

另外,到目前为止,国内外钢筋混凝土结构包括清水混凝土结构的设计往往只以混凝土强度为唯一指标。然而,许多工程的钢筋混凝土结构过早发生破坏,其原因不是由于强度,而是由于耐久性不足。

我国建设部近年所作的一项调查表明,建国初期的建筑均已达到大修的状态,国内大多数工业建筑物在使用 25~30 年后即需大修,处于严酷环境下的建筑物使用寿命仅 15~20 年。桥梁、港工等基础设施工程的耐久性问题更为严重,许多工程建成后几年就出现钢筋锈蚀、混凝土开裂。海港码头一般使用十年左右就因混凝土顺筋开裂和剥落,需要大修。从可持续发展的要求出发,这种现状会导致资源、能源不合理的消耗,并产生大量失效或毁坏的结构物拆除的垃圾,西方先行的国家经历证明,混凝土结构修补和加固的费用比新建的还要大得多。随着生产的发展,一方面,处于严酷环境中的混凝土结构工程数量增多,另一方面水泥和混凝土材料的性能有了很大的变化,而现有的关于混凝土结构设计与施工的规范很少考虑这种情况。知识和观念陈旧,对混凝土结构耐久性的认识不足,对耐久性设计和施工的技术不熟悉,增加了当前混凝土结构工程中的隐患。

显然,国内外清水混凝土施工技术水平和发展速度的较大差距,以及对混凝土结构耐久性