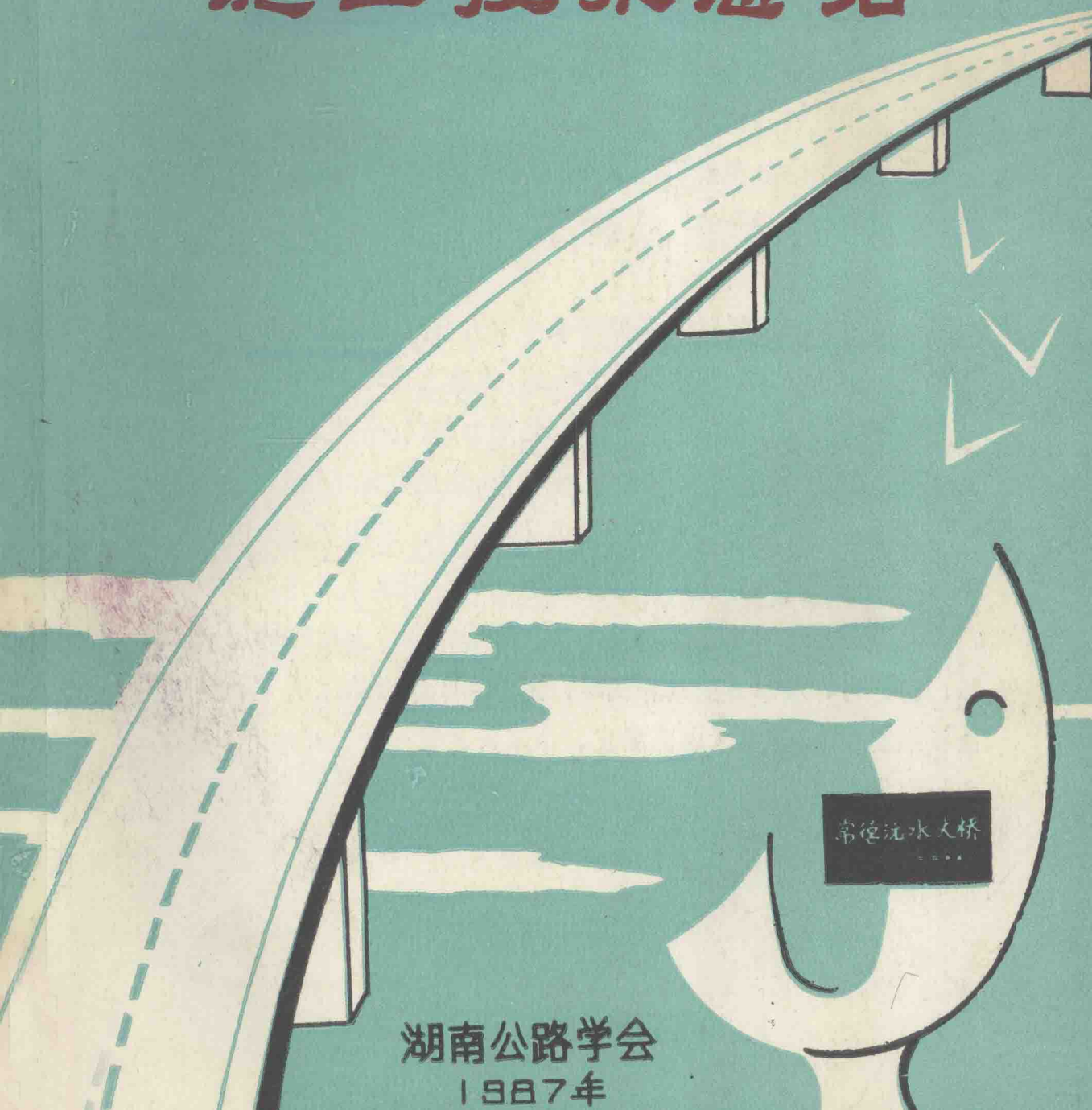


湖南常德沅水大桥

120米跨径预应力混凝土箱型连续梁

施工技术总结



湖南公路学会
1987年

湖南常德沅水大桥

120米跨径预应力混凝土箱型连续梁

施工技术总结

湖南省公路学会

一九八七年

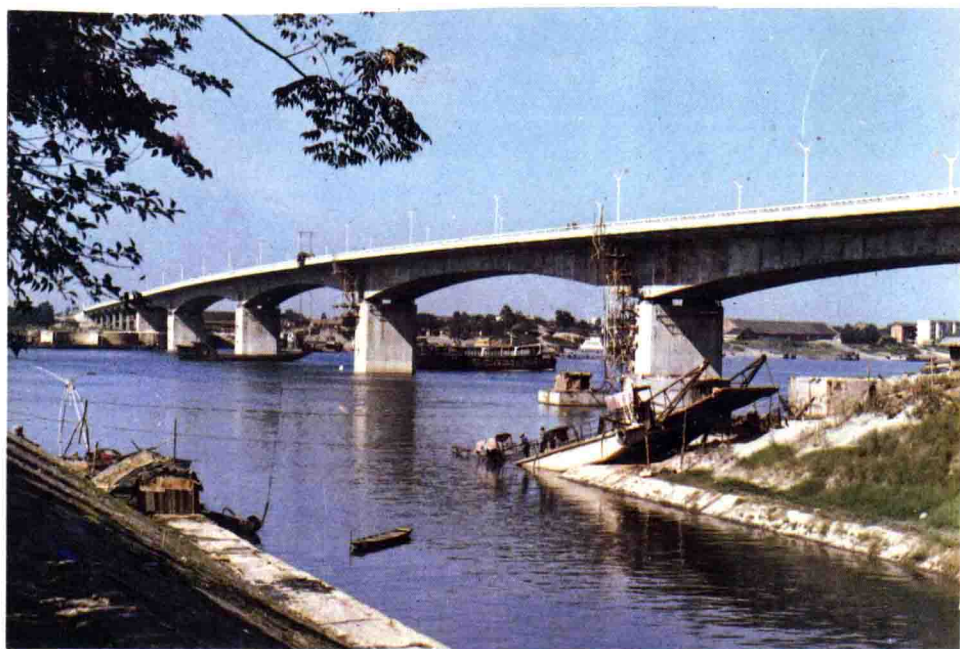
说 明

湖南省常德沅水大桥全长1408米，由不同跨径的简支梁和连续梁组成。主桥为 $84+3\times 120+84$ 米预应力混凝土连续梁，梁体为变截面箱型梁，设三向预应力。首次采用宽翼缘的单箱单室断面，大吨位张拉的钢绞线和新型的XM锚具等新技术。箱梁采用万能杆件桁架式挂兰进行分段悬浇，混凝土用输送泵运送，箱梁模板为悬吊式结构。

为总结经验，桥梁指挥部组织参加大桥建设的部分工程技术人员编写了这本资料。~~全书共分~~二十章，比较全面地阐述了连续箱梁施工的过程和若干体会。主要内容有箱梁结构简介；施工方法概述；零号块、悬浇段、连续梁体系转换、混凝土、预应力施工和施工观测等。

本桥由湖南省交通规划勘察设计院设计，湖南省公路桥梁公司施工，湖南省交通科研所参与施工监测、科学试验工作。

本书下部构造部份由张禄祺、程恭俭执笔。上部构造第一、二、三、四、七、八章由张炳森执笔。第五章由张维国执笔。第六章由涂萍执笔。第九章由陈照发、徐厚兴、曾仲清等执笔。第十章由张万敌执笔。参加收集和提供资料的还有陈明宪、周荣华、方联明、梁振熙等。全书由张承弗、郑夏初审阅定稿。



主 桥 全 景

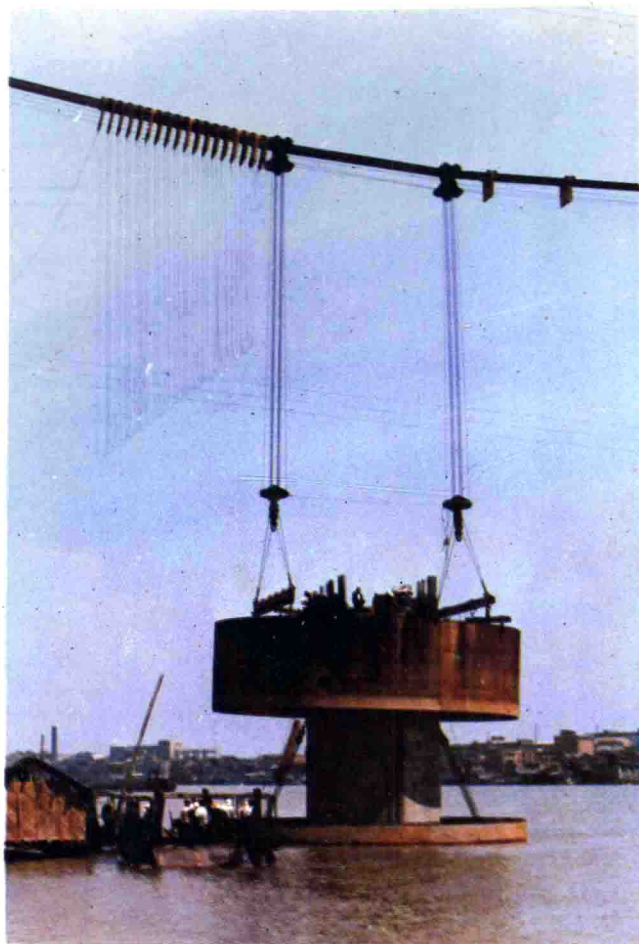


人民路立交平台雕塑



挂兰悬浇箱梁

缆索吊装钢围圈（整节拆除）



湖南常德沅水大桥技术工作基本简况

～ 代 前 言 ～

常德公路大桥位于常德市，在国道319线和207线的相交处，跨越沅水，原系渡口通车。一九八一年日渡运量达2500车次以上，过渡难的问题已经十分突出，经交通部批准建桥，桥型为主跨120米的预应力混凝土连续梁桥，全长1,408米，全宽19米。于一九八三年十月一日开工，至一九八六年九月卅日建成通车。历时三载，备历艰辛，在湖南公路桥梁建设史上留下光辉的一页。

本桥勘测设计任务由省交通规划勘察设计院承担。从一九七三年起就进行桥位选择勘探，在上下十多公里河段上，复盖层厚达100余米的沉积层地质区，以物探与钻探配合，找到了基岩埋藏浅又能配合城市规划的理想桥位，前期工作做得认真，细致。

一九八一年十二月交通部批准的初步设计原是主桥为 $40 + 115 + 280 + 115 + 40$ 米的斜拉桥方案。设计文件中曾提出：经比较研究后认为主桥过长，主跨跨径可考虑适当调小，并建议在下阶段再进行这一步工作。所以一九八二年第二阶段设计时除原报方案外，又曾就多个不同的斜拉桥方案再作比较，发现虽同是斜拉桥，但不同方案之间差别颇大。我们是第一次搞斜拉桥，设计、施工都没有经验，因而在方案设计上出现不同意见时，难予果断作出判断。为慎重计，在一九八二年九月中、美桥梁学术讨论会期间，利用会余时间向参加会议的部份国内、外专家，个别或小型座谈多次征求意见，随后，在十月下旬，由湖南公路学会主持，在常德组织了一次斜拉桥技术研讨会，除我省教学、科研、设计、施工的会员百余人参加外，还特邀了交通部公路规划设计院、各兄弟省、市及大专院校的专家十多人参加，就常德桥的七个斜拉桥方案，进行了为期五天的广泛评论，最后归纳为就双塔与独塔两个方案再作进一步深入比较论证。论证的资料，先后经交通厅厅务会议及省长办公会议讨论同意推荐独塔方案后，一九八三年二月向交通部汇报。汇报会上，部、局有关领导及专家提出：既然独塔比双塔造价低，那么没有塔是不是会造价更低呢？因此交通部就这次汇报批示，要求我们：“本着实事求是的精神……还应应对原报的连续梁方案作进一步的技术经济比较。”引导我们统一了认识，组织力量重作方案比选，一九八三年四月再次上报修改的初步设计，其设计概算比较主要数据如下。

修改初步设计三个方案的概算比较

项 目		第 一 方 案	第 二 方 案	第 三 方 案
主 桥	桥 型	予应力混凝土双塔斜拉桥	予应力混凝土独塔斜拉桥	予应力混凝土连续梁桥
	孔径(米)	29.4+119+280+119+29.4	2×160	84+3×120+84
	造价(元)	22,643,055	16,284,729	17,197,480
	每平方米(元)	2,065	2,678	1,707
引 桥	桥 型	予应力混凝土简支T梁空心版		
	孔径(米)	9×25+33×16+3×13	8×46.5+5×28+33×16+3×13	11×25+33×16+3×13
	造价(元)	5,866,096	9,232,624	6,485,861
	每平方米(元)	371	449	388
桥梁合计(元)		28,509,151	25,517,353	23,683,341
概算总额(元)		46,508,966	42,846,051	41,067,916
概算比较(元)		0	-3,662,915	-5,441,050

一九八三年五月交通部重批初步设计:同意将八一年原批准的斜拉桥方案改为84+3×120+84米的五孔予应力混凝土单箱单室连续箱梁方案,主桥、引桥及两岸接线的总概算调整为39,776,916元(剔除了计算误差及重列共1,291,000元)

从一九八二年二月到一九八三年四月再作方案比较的这一段工作来看,由于参加设计的同志们为四化作贡献的热情很高,但又缺乏斜拉桥设计、施工经验,所以各种不同意见,不容易迅速取得一致,探讨、比较所花的时间虽然多一些,但在方案进一步深入比较时也就做了许多技术设计的工作,为以后的改变设计积累了部份资料,所以并未因方案变更而延误开工年度。当然对施工准备工作还是有些影响,增加了一些困难,但因改变设计而使桥梁造价由2,850万降低到2,368万,降低了16.8%,减少总投资540万元,得失相比,得是主要的,收获是可喜的。

经过这一年多的反复比较论证,我们深切感到:一座特殊大桥为方案设计而付出较多的劳动,花费较大的精力是必需的,也是值得的。只有多作认真的比较才能客观地、科学地找到更加适用、安全、经济、美观、因地制宜的最佳方案来。方案的节约是最大的节约,方案的优化是最主要的优化。而这是一定要花工夫、实事求是地比较才能得到的。匆忙草率或是为了追求某一新桥型、突破某一纪录跨径而主观决定方案是不科学

的，因而往往不是节约的，不是优化的，也就是不利于加速四化建设的。

在交通部的引导和支持下，通过常德大桥的实践，我们体会：设计工作不能局限于结构技术，或片面理解“先进”追求“新颖”。“科学技术必须面向经济建设”在保证适用、安全，注意美观的前提下，降低桥梁工程造价，是设计工作的重要环节。

改变为连续梁桥后的桥孔布置是：

$7 \times 25 + 84 + 3 \times 120 + 84 + 4 \times 25 + 35 \times 16 + 3 \times 13$ 共五十四孔，全长1,408米。除五孔主跨为予应力混凝土连续箱梁外，两岸引桥分别设七孔和四孔25米予应力混凝土简支T梁，北岸在T梁外设三十八孔十六米及十三米予应力混凝土简支空心板。

桥面宽：净 $15 + 2 \times 2$ 全宽19米；

设计荷载：汽—20，挂—100；人群：350公斤/平方米；

地震设计烈度：七度；

通航要求：四级航道；

桥面纵坡：主桥1.8% 引桥1.4%

位于主河槽中的四个主墩基础都采用直径16米，高18米的双层钢围堰沉井施工；*、2#基础在沉井中全断面嵌岩，河床复盖层厚8~9米，基岩为灰绿色泥岩，其单轴饱和极限强度为75~126公斤/平方厘米，基础嵌岩深约2米(包括风化层在内)，3#、4#基础在沉井中各以七根直径2.5米钻孔桩嵌岩，河床复盖层厚0.5~1米，基岩为褐红色泥质粉砂岩，其单轴饱和极限强度为36~63公斤/平方厘米，钻孔桩嵌入岩层深11~15米。其余所有边跨及引桥均为钻孔桩基础。

北岸桥头接线长6.08公里，南岸桥头接线长7.27公里，均不低于二级公路技术标准改建或新建。总概算3977万元。其中：交通部补助1200万元，省财政1000万元，养路费1777万元。

本桥是我省第一个采取“概算承包”办法施工的公路建设工程。一九八二年二月经省长办公会议决定由常德行署与省交通厅共同组织，“湖南省常德沅水大桥工程指挥部”按概算包干负责完成建设任务。施工的组织形式经指挥部反复研究决定：下设三个分指挥部。其中：由省公路局负责以公路工程处（现为省公路桥梁公司）为主组织桥梁分指挥部，承担1,408米桥梁施工任务；由常德市和常德县各组织一个分指挥部，分别承担北岸和南岸桥头接线工程及拆迁征购任务。三个分指挥部与指挥部签订承包合同，均按概算承包，都是对工程进度、质量、安全、造价全面负责的独立施工单位。于一九八三年国庆开工，一九八六年九月建成，按计划提前三个月如质如量全面完成了任务。成为我省公路建设工程由过去投资一超再超，实报实销的“大锅饭”改变为经济承包责任制的转折点。创造了概算不突破，又能保证质量，缩短工期的范例。

主桥主跨120米，桥面宽19米的宽翼缘单箱单室连续梁上部构造在我国是第一次；施工水深18米的基础工程在我省也无前例。设计、施工都缺乏经验，难度较大。特别是施工，不仅工艺有待探索，设备有待补充，而且多年来施工管理水平低，规章制度松弛，工作秩序比较乱；从技术上看不论主、客观条件都存在相当的困难。八二年筹建时就有好心的同志一再建议：常德桥施工必须请外地有经验的、有设备的施工队伍来承担，否则，恐难完成任务。后来经省交通厅党组研究决定：要迎难而上，要通过常德桥

的建设锻炼并武装我省公路基建队伍，把技术及管理工作提高到一个新的水平。省政府也将常德桥明确为省的重点工程项目，给予多方支持关注；除为添置大型施工设备同意另行动用养路费700万元外，还责成工程指挥部自始至终认真抓好两个制度的建设，即：经济承包责任制度和工程质量监理制度。除如前所述两级指挥部明确按概算包干负责外，工程一开始就建立监理制度和监理组织，明确规定：分指挥部每月完成的工程量，必须经指挥部监理工程师签字认可，建设银行才据此按概算拨款，否则，指挥长批条子也不行，树立监理工程师的权威，使技术质量工作有专人管起来，取得较好的效果。从而本桥也是我省公路建设廿多年来从无到有建立工程质量监理制度的转折点。

通过三年来的施工，我们深感公路工程建设改革的主要内容，重点是经济责任制和全面质量管理。在各主管业务部门的支持下，做到放开手脚，明确职责，扎扎实实地在落实这两个基本制度上下真功夫，思想政治工作也围绕它来做，以保证沿着社会主义道路前进，就能够带动其他各个方面的工作。如本桥50吨缆索吊机的运用，直径16米双层钢围堰的整体安装，钢模设计等技术上的改进；试验检验，施工原始记录等基础工作的开展；以及予应力张拉新锚具，砼输送泵等新技术，新设备的引进等等，可以说都是在这两个基本制度的推动下发挥了全工地职工同志的主动性和积极性分不开的。在其他技术管理工作中，如坚持做好技术交底和施工组织设计，制定重点工艺操作规程，培训基层骨干，加强检测手段等，也都做得比较认真。这些都说明：我们的施工队伍在贯彻“经济建设必须依靠科学技术”“教学、科研、生产相结合”等方针方面与过去相比有了明显的进步。因而进度、质量、安全、概算都按预定计划全面完成了任务，取得了多年来没有过的好成绩。竣工后通过载重试验，挠度变形均小于容许值，经验收委员会鉴定认为：是具有先进水平的优秀设计，工程质量优良，并推荐参加优质工程评比。

但是，我们也看到，工作中薄弱环节还不少，不足之处还很多。经济承包责任制还有许多的不完善，一九八四年以来试行的万元产值工资含量包干的办法与施工机械折旧，材料消耗都不挂勾，与安全生产、文明生产也联系不密切；工程监理制度还只是恢复过去的事后检验，与全面质量管理还有差距；精神文明建设也尚待继续努力；并且即令是已经取得的某些经验，也还是不巩固的；因此决不能有任何自满和松懈，还需加倍努力，再接再厉，不断巩固提高，锤炼出一支过得硬的“有理想、有道德、有文化、有纪律”的四化建设队伍来。

我们整理这份资料，对常德桥来说只能是表示任务结束后留下某些历史纪录。如果说常德大桥的某些经验可以作为湖南公路建设改革的一个借鉴，那么，希望以此为起点，逐年积累经验，步步深入，不断完善，以有利于在社会主义四化道路上，在伟大的改革中稳步前进，为振兴湖南交通作出贡献。这应该是整理这份资料的主要目的。

大桥施工过程中，全国有廿几个兄弟省（市）曾派人来现场参观指导，有关高等院校师生也十多批来工地教学实习，给我们指点启示良多，对我们帮助鼓舞很大。很多同志表示希望对常德大桥施工情况了解得更具体一些，这也就促使我们不再“敝帚自珍”将这些资料公之于众。

由于水平有限，谬误难免，不妥之处，恳请指正。如承赐教请寄“湖南省长沙市迎宾路九号湖南公路学会”。

目 录

第一部分 下部构造

第一章 概 述.....	(1)
一、水文气象和地质.....	(1)
一、水文气象.....	(1)
二、地质情况.....	(2)
二、主桥墩基础结构型式.....	(2)
一、1 [#] 、2 [#] 墩基础结构型式.....	(2)
二、3 [#] 、4 [#] 墩基础结构型式.....	(3)
三、主要工程数量.....	(5)
三、主要施工方案的选择.....	(5)
一、施工方法.....	(5)
二、开工顺序.....	(5)
三、双壁钢围堰制作、安装和拆除.....	(5)
四、起吊设备的选择.....	(5)
五、混凝土生产和运输.....	(6)
六、施工工艺流程拟定.....	(6)
七、水电供应.....	(8)
四、施工组织.....	(8)
五、工程施工计划和进度.....	(8)
六、主要机械台班、材料消耗和劳动日.....	(9)
一、主要施工机具.....	(9)
二、主要材料.....	(11)
三、劳动工日.....	(11)

第二章	定位系统.....	(13)
一、锚碇设施的选择.....		(13)
一、基本参数.....		(13)
二、4#墩定位系统锚碇、锚缆的选择计算——设定位船.....		(13)
三、3#墩锚碇、锚缆的选择计算(不设定位船).....		(18)
四、1#~4#墩锚碇、锚缆选择汇总.....		(24)
二、定位系统布置.....		(24)
三、导向船组.....		(29)
一、定位船、导向船和联结梁的选择.....		(29)
二、导向船加固和拼装就位.....		(30)
三、定位船和导向船平面布置.....		(35)
四、锚碇施工.....		(39)
一、25吨钢筋混凝土蛙式锚的设计与施工.....		(39)
二、抛锚船.....		(39)
三、抛锚.....		(39)
第三章	双壁钢围堰设计和施工.....	(47)
一、钢围堰设计.....		(47)
一、结构形式选择.....		(47)
二、双壁钢围堰验算.....		(50)
三、结构改进.....		(54)
四、合理的精度选择.....		(57)
二、工厂制作双壁钢围堰.....		(58)
一、底节钢围堰制作.....		(58)
二、中、上节钢围堰制作.....		(61)
三、钢围堰制作验收.....		(61)
三、现场加工制作钢围堰.....		(61)

一、工场的选择和加固·····	(61)
二、施工放样·····	(64)
三、分部预制·····	(64)
四、刃脚加工·····	(64)
五、法兰制作·····	(65)
六、工程进度和质量·····	(66)
四、钢围堰运输·····	(66)
一、浮运·····	(66)
二、缆索吊机运输钢围堰·····	(70)
五、钢围堰分节对接·····	(70)
一、吊装设备·····	(70)
二、对接施工步骤·····	(73)
三、对接就位和焊接·····	(73)
四、钢围堰接高施工进度·····	(74)
六、钢围堰就位下沉·····	(75)
一、钢围堰初步就位·····	(75)
二、钢围堰水中下沉和落床·····	(76)
三、刃脚砼浇筑·····	(78)
四、井壁填心砼浇筑·····	(79)
五、吹砂下沉·····	(80)
六、钢围堰落岩及刃脚填塞·····	(81)
七、钢围堰拆除回收·····	(87)
一、“墩吊”的施工步骤·····	(87)
二、“墩吊”布置·····	(88)
三、71吨钢围堰提升·····	(88)
四、“上节”钢围堰回收·····	(89)
五、中节钢围堰回收·····	(89)
六、围堰拆除回收劳动工时·····	(89)

七、回收钢围堰的经济效益·····	(89)
八、双壁钢围堰基础施工工艺的经济效益·····	(90)
一、改进结构设计·····	(90)
二、现场制作·····	(90)
三、分节整体制作和吊装·····	(91)
四、回收利用·····	(91)
第四章 大面积冲岩和清基·····	(92)
一、冲岩工作平台·····	(92)
二、冲岩机具设备·····	(92)
三、冲岩孔位布置·····	(93)
四、冲岩工艺·····	(93)
五、冲岩劳动组合和工效·····	(93)
六、清渣·····	(93)
第五章 钢围堰封底大体积砼施工·····	(96)
一、概述·····	(96)
二、钢围堰平面位置及基底检验·····	(97)
一、钢围堰落岩后平面位置及误差·····	(97)
二、刃脚检查·····	(97)
三、冲岩效果·····	(97)
四、检查清基效果·····	(97)
三、施工布置·····	(97)
一、施工组织·····	(97)
二、施工平面布置·····	(98)
三、浇注工作平台·····	(101)
四、砼产量计划和拌和站设置·····	(103)
五、导管布置和选择·····	(105)
六、储料盆和灌注漏斗·····	(105)
四、封底水下混凝土灌注施工·····	(107)

一、材料和混凝土配合比选择	(107)
二、灌注顺序	(107)
三、灌注进度	(107)
四、水下砼灌注施工工艺	(116)
五、质量检查和评定	(117)
 第六章 嵌岩桩施工	 (120)
一、桩的布置和构造	(120)
二、钢护筒定位圈	(122)
三、钢护筒	(122)
四、钻孔	(123)
一、工作平台	(123)
二、钻孔机具设备	(126)
三、钻孔准备工作	(128)
四、钻孔工艺	(128)
五、进度	(128)
六、洗孔	(128)
七、钻孔中的几个问题	(130)
五、成孔检查	(130)
一、侧壁测定仪的构造和原理	(131)
二、使用方法和操作步骤	(132)
三、测定仪使用规则及注意事项	(136)
四、检测结果	(137)
六、灌注水下混凝土	(187)
一、钢筋笼制安	(137)
二、水下砼灌注	(137)
三、几个问题	(138)
四、嵌岩钻孔桩施工数据	(138)

七、嵌岩钻孔灌注桩质量检查	(138)
一、钻进取样检查.....	(147)
二、水下电视观察.....	(147)
三、超声波检测.....	(150)
八、密实性(补强)灌浆	(151)
一、钻孔.....	(151)
二、洗孔.....	(151)
三、压水试验.....	(151)
四、灌浆.....	(151)

第七章 承台大体积钢筋砼施工..... (156)

一、概述	(156)
二、准备工作	(157)
三、施工布置	(157)
一、施工现场布置.....	(157)
二、工作平台.....	(157)
三、材料和混凝土配合比选择.....	(158)
四、施工组织.....	(158)
四、钢筋	(159)
五、混凝土浇注	(160)
六、混凝土养生和质量评定	(160)

第八章 大体积砼防裂措施和温度测试..... (161)

一、大体积砼防裂措施	(161)
二、封底混凝土温度测试	(162)
一、热敏电阻测温计.....	(162)
二、测点布置和元件埋设.....	(162)
三、现场观测.....	(163)

四、测试结果及分析.....	(163)
第九章 主桥墩施工.....	(168)
一、概述.....	(168)
二、模板和钢筋.....	(171)
一、测量放样.....	(171)
二、钢筋.....	(171)
三、模板.....	(171)
三、混凝土施工.....	(173)
一、工作平台.....	(173)
二、混凝土材料和配合比选择.....	(173)
三、混凝土浇注.....	(173)
四、施工进度.....	(173)
五、混凝土养护.....	(178)
六、混凝土质量评定.....	(178)
第十章 50吨缆索起重机设计与施工.....	(180)
一、概述.....	(180)
二、设计.....	(180)
一、缆索系统.....	(181)
二、塔架系统.....	(184)
三、锚固系统.....	(189)
四、主要设备数量.....	(189)
五、预算.....	(193)
三、缆索起重机架设.....	(193)
一、50吨缆索起重机架设步骤.....	(193)
二、50吨缆索起重机架设进度.....	(193)
三、地锚和塔基施工.....	(193)

四、塔架拼装.....	(194)
五、缆索系统架设.....	(194)
六、支索器安装.....	(195)
七、试吊.....	(195)
四、缆索起重机的运用.....	(195)
一、双壁钢围堰分节整体吊装.....	(195)
二、万能杆件工作平台吊装.....	(196)
三、25mT型梁吊运.....	(196)
四、16m空心板梁吊运.....	(196)
五、导向船联结梁吊装.....	(197)
五、缆索起重机拆除.....	(198)
一、缆索起重机拆除施工步骤.....	(198)
二、施工进度和劳动工日.....	(198)
六、几点体会.....	(198)