

SANXIA SHUILI SHUNTIU
SHUIXIAGONGCHENG
JISHU YANJIU YU SHIJIAN

三峡水利枢纽水下工程 技术研究与实践

任生春 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TV552
R530

三峡水利枢纽水下工程 技术研究与实践

任生春 郭红民 严冰 靳宏文 刘松林 朱红兵 杜彬 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以大量的工程试验和工程实践为背景,理论联系实际,以贴近工程施工项目、重视工程技术应用为著书宗旨,对三峡工程进行了概述,论述了三峡工程临时船闸引水道水下清淤、隔流堤基础清淤工程施工、工程水下开挖技术,同时对大江截流平抛垫底关键技术和实船试验及施工,以及三峡工程三期截流拦石坎加糙研究与实践进行了详细论述。

本书作为水利水电水下工程技术方面的专著,可供从事水利水电工程设计、施工、管理和研究的技术人员使用,也可供相关专业的大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

三峡水利枢纽水下工程技术研究与实践/任生春等编
著. —北京:中国水利水电出版社, 2004

ISBN 7-5084-2537-5

I. 三 ... II. 任 ... III. 三峡工程—水下施工
IV. TV552

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 124505 号

书 名	三峡水利枢纽水下工程技术研究与实践
作 者	任生春 等 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 13.5 印张 320 千字
版 次	2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2500 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

三峡工程是目前世界上在建的最大的水利枢纽工程,是全国人民及广大水电建设者关心瞩目的世界级工程项目,施工过程中存在着许多以往工程从未遇到的技术难题。三峡工程水下施工项目是我国水电建设史上规模较大、技术卡关较多的项目,为确保技术一流,工程质量一流,三峡工程建设者在三峡工程水下施工中,努力突破与创新解决了大量的关键技术工艺,确保了工程的顺利实施。

三峡工程水下施工工程项目分布在三峡工程临时船闸,永久船闸上、下引航道、隔流堤的开挖清淤,导流明渠的水下岩石开挖及水下炸礁,大江截流的平抛垫底,三期工程截流中的拦石坎加糙工程中,这些都是具有关键性和控制性的卡关项目,如果处理不当,不仅会影响工程正常施工,制约工程的进展,还可能给工程建设完工后的正常运行和安全带来隐患。因此,对于三峡水下工程项目的一系列技术问题,业主、设计和施工几方面都把它作为重要问题来研究,针对工程的特殊性,组织开展了系列研究及攻关工作,积累了大量的研究成果和工程实践经验,现将其部分编著成书。

本书共分七章,主要内容包括:三峡工程概述,临时船闸引航道水下清淤,隔流堤基础清淤工程施工,三峡工程水下开挖,三峡工程大江截流平抛垫底关键技术研究,三峡工程大江截流平抛垫底实船试验及施工,三峡工程三期截流拦石坎加糙研究及实践。本书以大量的工程试验和工程实践为背景,运用理论与实践相结合的方法以“水下工程”的

主要特点进行论述,以“贴近工程施工项目、重视工程技术应用”为著书宗旨。

在编著过程中,承蒙建设、科研、设计等单位或个人的大力协助,他们为本书提供了有关水下工程方面的资料,给编著工作带来了很大的帮助,在此,向梁福林、周厚贵、杨文俊等专家及所有参加三峡工程水下施工工作以及为本书提供资料的全体人员表示衷心的感谢。

本书为水利水电水下工程技术方面的成果专著,可供从事水利水电工程设计、施工、管理和研究的技术人员参考使用。因时间仓促,编者水平所限,难免有不妥之处,敬请读者指正,愿本书能为提高我国水利水电水下工程技术水平,为水利水电工程建设创造一流的质量,奉献微薄之力。

作者

2004年10月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 三峡工程概况	1
第二节 水下工程概况	2
第二章 临时船闸引航道水下清淤	7
第一节 临时船闸引航道水下清淤施工	7
第二节 深水开挖设备改装	11
第三节 结 论	13
第三章 隔流堤基础清淤工程施工	14
第一节 隔流堤设计方案选择	14
第二节 隔流堤清淤技术要求	31
第三节 隔流堤基础清淤施工	32
第四节 隔流堤基础清淤的设备选择	39
第五节 隔流堤施工质量控制	43
第四章 三峡工程水下开挖	46
第一节 水下岩石开挖	46
第二节 二期航道工程	56
第三节 二期围堰拆除试验	58
第四节 一般料开挖	77
第五节 施工设备比较	88
第六节 施工质量控制	97
第五章 三峡工程大江截流平抛垫底关键技术研究	99
第一节 三峡工程大江截流平抛垫底高程及范围	99
第二节 三峡工程大江截流平抛垫底石渣漂移特性	103
第三节 三峡工程大江截流平抛垫底砂砾石漂移特性	111
第四节 三峡工程大江截流平抛垫底料度汛试验	121
第五节 结 论	136

第六章 三峡工程大江截流平抛垫底实船试验及施工	138
第一节 三峡工程大江截流平抛垫底实船试验	138
第二节 三峡工程大江截流平抛垫底抛投技术	141
第三节 三峡工程大江截流平抛垫底施工组织设计.....	149
第四节 三峡工程大江截流平抛垫底工程施工	153
第五节 三峡工程大江截流平抛垫底施工效果	155
第六节 三峡工程大江截流平抛垫底测绘监测	158
第七节 三峡工程大江截流平抛垫底工程施工管理.....	164
第七章 三峡工程三期截流拦石坎加糙研究及实践	170
第一节 三峡三期截流拦石坎试验研究	170
第二节 拟实施拦石坝方案模型试验	183
第三节 三峡工程导流明渠截流垫底加糙拦石坎生产性试验	188
第四节 三峡工程导流明渠截流垫底加糙拦石坎施工	194
第五节 三峡工程导流明渠截流垫底加糙测量控制.....	202
参考文献与参考资料	208

第一章 概 述

第一节 三 峡 工 程 概 况

一、基本情况

三峡水利枢纽工程位于长江三峡西陵峡中段的湖北省宜昌市三斗坪，下距葛洲坝水利枢纽 38km。坝址控制流域面积 100 万 km^2 ，多年平均年径流量 4510 亿 m^3 ，多年平均年输沙量 5.3 亿 t，设计正常蓄水位 175.0m，水库库容 393 亿 m^3 ，防洪库容 221.5 亿 m^3 。水电站总装机容量 1820 万 kW，多年平均年发电量 847 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。与同规模的燃煤火电站相比，每年约可替代原煤消耗 4000 万~5000 万 t。将为经济发达、能源不足的华东、华中地区供应可靠、廉价、清洁的可再生能源，对经济发展和减少环境污染起到重大的作用。

三峡水库将显著改善长江宜昌至重庆 660km 的航道，万吨级船队可直达重庆港。航道单向年通过能力可由目前的约 1000 万 t 提高到 5000 万 t，运输成本可降低 35%~37%。因三峡水库调节，宜昌下游枯水季最小流量，可从现状的 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 提高到 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 以上，从而使长江中下游枯水季航运条件也有较大的改善。

三斗坪坝址河谷开阔，两岸岸坡较平缓，江中有中堡岛顺江分布，具有良好的分期施工导流条件。对外交通，现有的水路和高等级专用公路可直通坝区。

二、枢纽布置

枢纽主要建筑物由大坝、水电站、通航建筑物等三大部分组成。主要建筑物的平面布置，经多年来对各种可能方案的比较研究，并通过水力学、泥沙、结构等方面试验研究论证确定，见图 1-1。选定的方案为：泄洪坝段位于河床中部，即原主河槽部位，两侧为水电站坝段和非溢流坝段；水电站厂房位于两侧水电站坝段坝后，另在右岸留有后期扩机的地下厂房位置；永久通航建筑物均位于左岸。

三、施工规划及工期安排

1. 施工规划

工程采用分期导流方式，分三期进行施工。

第一期导流：利用中堡岛修建一期土石围堰围护右岸后河，在一期基坑内修建导流明渠和碾压混凝土纵向围堰。同时在左岸完成临时船闸建设并进行永久船闸和升船机的开挖。一期导流期间，江水及船舶仍从主河床通过。

第二期导流：修建二期上、下游横向围堰，与混凝土纵向围堰形成二期基坑，进行河

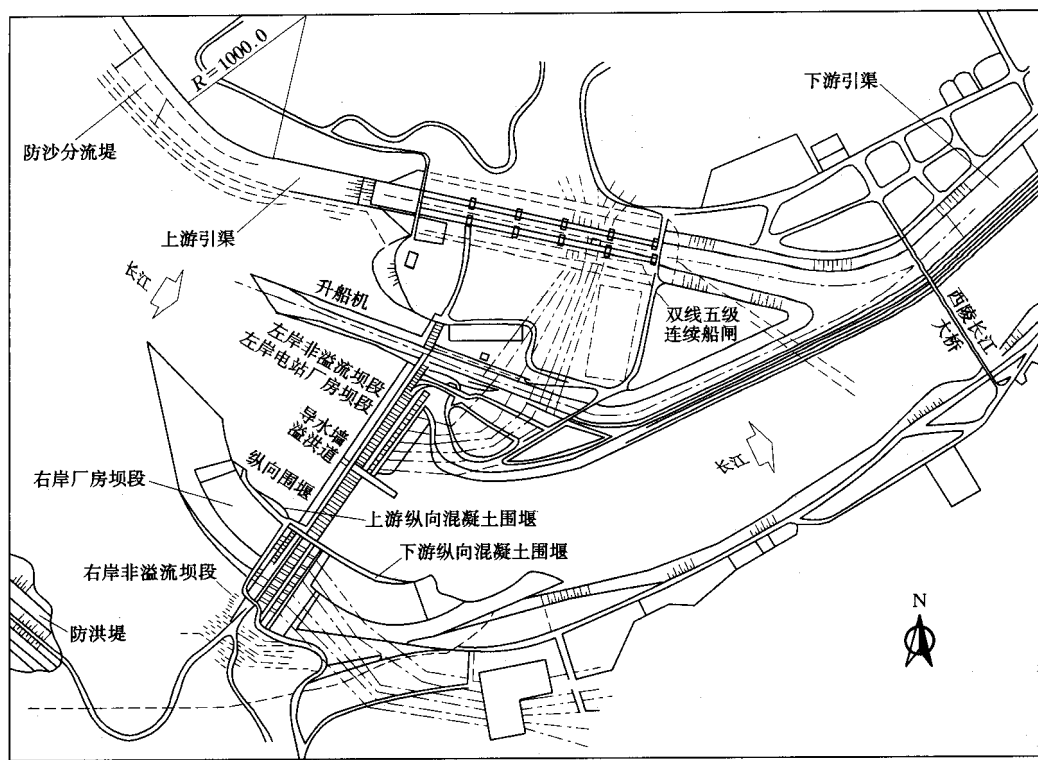


图 1-1 三峡工程枢纽平面布置示意图 (单位: m)

床泄洪坝段、左岸水电站坝段、左岸水电站厂房施工。同时完成永久通航建筑物的施工。二期导流时,江水经导流明渠下泄,船舶经明渠、临时船闸通行。

第三期导流:修建三期碾压混凝土围堰,拦断明渠并蓄水至 135.0m 高程,左岸水电站及永久船闸开始投入运行。三期围堰与混凝土纵向围堰形成三期基坑,在三期基坑里修建右岸大坝和水电站。三期导流期间,江水经泄洪坝段的 23 个深孔和 22 个导流底孔下泄。

2. 工期安排

工程施工的控制性进度安排为:准备工程及一期工程施工共 5 年,二期工程施工 6 年,三期工程施工共 6 年,工程施工总工期 17 年。1993 年开始施工准备,1997 年大江截流,2003 年(第 11 年)第一批机组发电,2009 年工程竣工。

第二节 水下工程概况

一、基本情况

三峡工程水下开挖从开挖料类型可分为两种:一种为水下岩石开挖;另一种为一般料开挖。水下岩石开挖需经过钻爆后方能采用挖掘船舶开挖,而一般料开挖大多为松散体或堆积体,可直接采用挖掘船舶开挖。三峡工程为我国目前最大的水电工程,它的建成不仅

仅具有发电防洪的巨大效益,还可改善川江航道,使长江这条黄金水道发挥更大的作用。因此水下工程对改善长江航道具有十分重要的意义。

从三峡一期工程开始,水下工程就一直占据着重要的位置,并且成为控制三峡工程进度的关键项目。按照总体进度要求,1997年5月,导流明渠必须通航,为1997年11月进行大江截流提供必要的保证,在此之前,导流明渠进出口水下开挖及一期围堰拆除就成为控制1997年11月大江截流的关键线路。面对 13万 m^3 水下岩石开挖及 228万 m^3 一期围堰水下拆除,从1996年2月,导流明渠进出口水下开挖就紧张地开始施工。水下岩石开挖高峰强度达到 3万 m^3 ,一期围堰拆除则从1997年1月开始,水下开挖高峰强度达到 28万 m^3 。面对如此高强度的水下施工,施工单位葛洲坝集团进行了大量的科学试验和技术创新,从施工设备入手,改造抓斗船,改进钻爆船,引进先进的开体驳。从施工技术入手,优化爆破参数,采用GPS水下测量监控等一系列手段,圆满地完成了所有施工任务,并得到了广泛的认可。

在2002年三峡工程三期截流前,二期围堰水下拆除又成为制约工期的关键项目。面对比一期围堰水下拆除工程更大的工程量,葛洲坝集团通过精心组织施工,合理布置施工船舶,优化设备组合,采用先进的施工技术,再一次成功地完成全部施工任务。

二、主要工作内容及工程量

三峡水下开挖工程从一期至二期共包括以下几大项:

- (1) 临时船闸引航道水下清淤工程。
- (2) 隔流堤基础清淤工程。
- (3) 一期导流明渠出口水下炸礁工程。
- (4) 一期导流明渠进口水下炸礁工程。
- (5) 临时船闸进出口水下炸礁工程。
- (6) 二期航道整治工程。
- (7) 一期围堰水下拆除工程。
- (8) 二期围堰水下拆除工程。
- (9) 大江截流平抛垫底工程。
- (10) 导流明渠截流拦石坎工程。详见三峡枢纽水下工程分布图(图1-2)。

开挖料包括岩石,松散块石,混合料,风化砂及覆盖层等。一期及二期共计水下开挖工程量见表1-1。

三、主要施工经历

1. 导流明渠进出口水下开挖工程

导流明渠进出口水下开挖,从1996年2月开始,至1997年5月结束,历时16个月,期间经历一个汛期。高峰开挖强度达到 $3\text{万 m}^3/\text{月}$ 。从1996年2月至1996年5月,首先对施工区内的覆盖层进行清除,从1996年6月至1996年11月进行水下爆破;从1996年12月至1997年5月进行石方开挖。投入施工设备包括一艘钻爆船,两艘绞吸式挖泥船,两艘铲扬式挖泥船及一艘抓斗船。

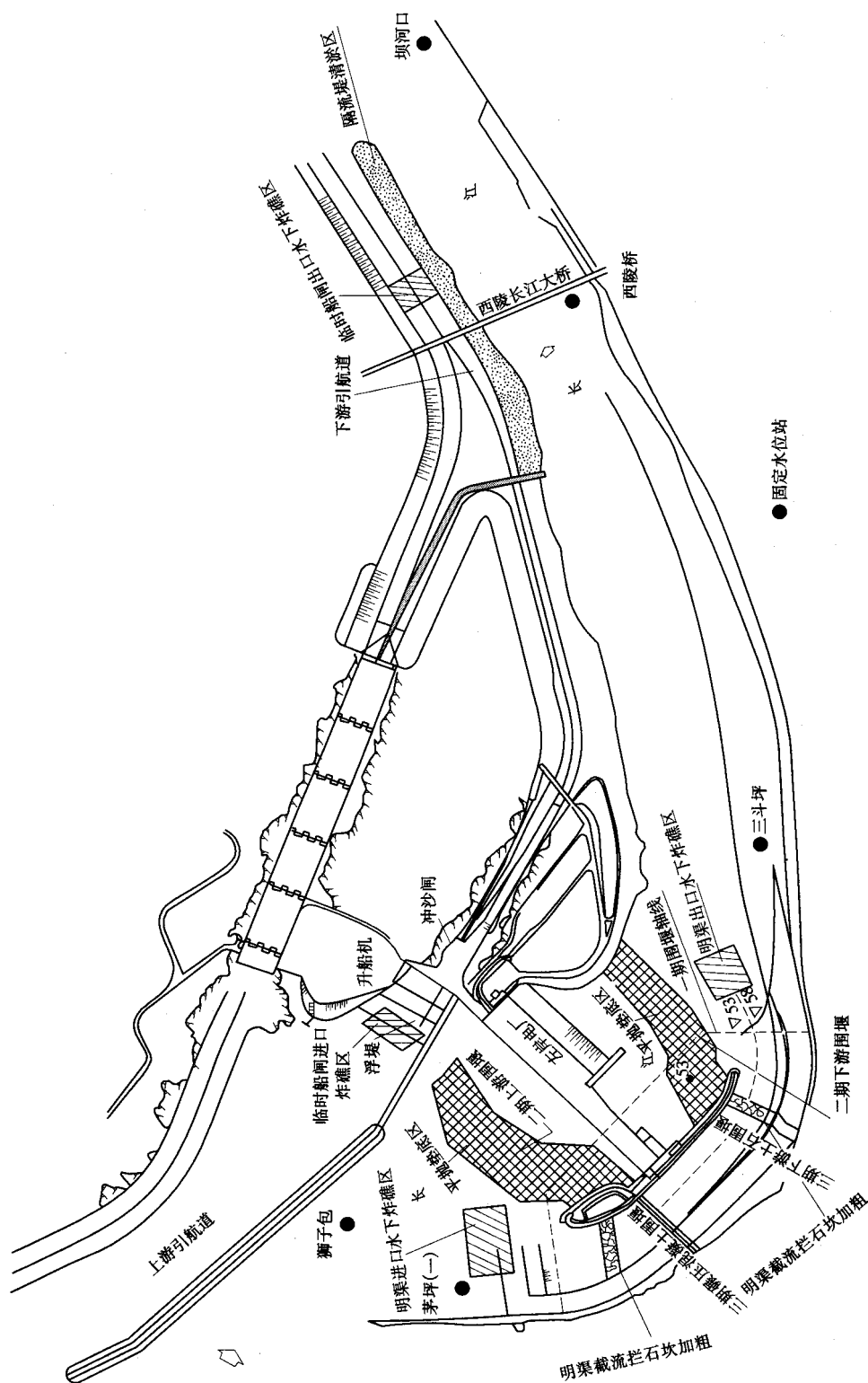


图 1-2 三峡枢纽水下工程分布图

表 1-1

水下工程主要工作量表

序 号	项 目	单 位	工程量	备 注
一	一期工程			
1	临时船闸引航道水下开挖			
①	淤沙开挖	m ³	976000	
2	隔流堤基础清淤工程			
①	淤沙开挖	m ³	5100000	
3	导流明渠出口水下炸礁			
①	岩石(块球体)开挖	m ³	130000	
②	覆盖层	m ³	45000	
4	导流明渠进口水下炸礁			
①	岩石(块球体)开挖	m ³	11200	
②	覆盖层	m ³	54400	
5	临时船闸进出口水下开挖			
①	岩石开挖	m ³	18500	
6	一期围堰拆除(水下)			
①	石渣混合料拆除	m ³	743020	
②	风化砂拆除	m ³	1860000	
③	块石拆除	m ³	365000	
二	二期工程			
1	二期围堰拆除(水下)			
①	石渣混合料拆除	m ³	402900	
②	石渣拆除	m ³	52600	
③	风化砂拆除	m ³	488400	
④	河床覆盖层开挖	m ³	1048900	
⑤	岩石开挖	m ³	211800	
⑥	淤沙开挖	m ³	82000	
三	二期航道整治工程			
1	岩石开挖	m ³	21200	
2	淤沙开挖	m ³	70500	
四	大江截流平抛垫底			
1	上游戗堤平抛	m ³	418400	45m 高程
2	下游深槽段平抛	m ³	755100	45m 高程
五	导流明渠截流拦石坎工程			
1	上游	m ³ /个	8650/346	
2	下游	m ³ /袋	6497/1365	

2. 临时船闸进出口水下开挖工程

临时船闸进出口水下开挖,从1996年12月至1997年5月,历时6个月,高峰开挖强度达到7000m³/月。从1996年12月至1997年2月进行水下爆破。1997年3月至1997年5月进行石方开挖。投入施工设备包括一艘钻爆船,一艘铲扬式挖泥船。

3. 二期航道整治工程

二期航道整治工程从1997年1月至1997年8月。从1997年1月至1997年3月,对施工区内的淤沙进行清淤。1997年3月至1997年6月进行水下爆破。1997年6月至1997年8月进行石方开挖。投入两艘清淤船,两艘钻爆船及一艘抓斗船。高峰开挖强度2.5万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。

4. 一期围堰水下拆除工程

一期围堰水下拆除从1997年1月开始,至1997年10月结束。历时10个月,其间经历一个汛期,高峰强度达到28万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。投入一艘抓斗船,两艘链斗式挖泥船及两艘铲扬式挖泥船。

5. 二期围堰水下拆除工程

二期围堰水下拆除工程从2002年3月开始至2003年4月结束,历时14个月,期间经历一个汛期,高峰强度达到34万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。投入750 m^3/h 链斗式挖泥船两艘,铲扬式挖泥船两艘,抓斗船两艘,钻爆船两艘。

6. 大江截流平抛垫底工程

平抛垫底是减少陆上进占水深,减少堤头坍塌规模及次数的有效手段,具有使河床底粉细砂遭冲刷的作用,减少围堰陆上抛填的施工强度,在二期上、下游围堰平抛高程不低于40m高程至45m高程,这一工程措施大大地缩短了大江截流合龙时间,使得大江截流顺利实现。上游戗堤平抛工程从1996年12月开始,至1997年10月结束,总量41.84万 m^3 。下游深槽段平抛工程从1997年3月开始,至1997年10月结束,总量75.51万 m^3 。

7. 三期截流拦石坎工程

由于截流流量较大,流速及落差等水力学指标均高,加之导流明渠渠底平坦光滑,在戗堤进占过程中抛填料有一定量的流失,为了增强戗堤进占材料的稳定性,对龙口进行加糙和拦石坎措施施工。加糙和拦石坎工程从2002年9月19日开始,至2002年10月14日结束,上游总量8650 $\text{m}^3/346$ 个,下游总量6497 $\text{m}^3/1365$ 袋。

第二章 临时船闸引航道水下清淤

第一节 临时船闸引航道水下清淤施工

三峡工程施工期间,临时船闸及其上、下引航道是船舶进出川江的重要通道。流沙淤积和水流条件是保证航道畅通与船舶安全航行的前提。经模型试验,因泥沙淤积而导致的碍航问题是比较严重的,有回流和异重流淤积,年淤积量达 35 万 m^3 左右。引航道口门及连接段均需清淤,方能使航运畅通。清淤施工方案应在临时船闸正式通航前确定。为了解决三峡临时船闸航道挖深问题,葛洲坝水利水电工程集团公司利用自身的技术和设备,一是将 $250\text{m}^3/\text{h}$ 挖泥船改装为 $280\text{m}^3/\text{h}$ 吸泥船;二是将两艘铲扬式挖泥船改装为两瓣式抓斗挖泥船,取得了较好的经济效益和社会效益。

一、概况

长江是我国连接华东、华中和西南的重要水运交通干线。三峡工程施工期间,临时船闸及其上、下引航道是船舶进出川江的重要通道,通航问题至关重要。所谓施工通航问题主要是解决第一期末(1997 年 11 月)大江主河槽截流至 2003 年 6 月(约 5.5 年)二期工程施工期的通航问题,这是保证工程施工必不可少的前提条件。

在升船机推迟建设后,二期工程施工期通航为导流明渠结合临时船闸方案。根据设计,当长江流量在 $20000\text{m}^3/\text{s}$ 以上时,船舶均由临时船闸通过;当流量在 $10000 \sim 20000\text{m}^3/\text{s}$ 时,大型船队从明渠通过,小型船队从临时船闸通过;流量在 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 以下时,所有船队均从明渠通过。

泥沙淤积和水流条件是保证航道畅通与船舶安全航行的前提。多年来长科院、西科所等单位对二期施工期临时船闸及口门区的泥沙淤积和水流条件进行了模型试验。研究成果表明,因泥沙淤积而导致的碍航问题是比较严重的。鉴于临时船闸 1998 年 5 月将投入使用,因此,研究和解决好临时船闸引航道和上、下游连接段的机械清淤问题,不仅必要,而且时间紧迫。

二、临时船闸引航道布置

根据三峡工程总体设计,明渠布置在右岸,临时船闸布置在左岸。临时船闸为单线一级,其航线包括上游连接段和上口门区、上引航道、船闸、下游引航道、下口门区和下游连接段等部分。上引航道长 905m,其中自上闸首到 675m 段底宽 80m;自 675m 到 905m,底宽由 80m 增加到 120m;口门区长约 400m;口门外连接段长约 938m,底高程 61.7m(吴淞高程,下同)。下引航道临时船闸单独运用段长约 2400m,底宽 80m,底高程 58m;与永久船闸共用段长约 1900m,底宽 180m;口门区长 530m,口门外下游连接段长约

1125m, 底高程 56.5m。

三、引航道泥沙淤积

临时船闸及其上、下游航道均处于弯道凸岸, 试验表明: 上、下游口门区和连接段泥沙淤积速度较快, 数量较大, 且随来水来沙数量不同而异。

1. 淤积形式

临时船闸引航道是盲肠河段, 根据模型试验成果, 借鉴葛洲坝三江引航道运用多年来的观测资料可知, 临时船闸上下游航道有回流和异重流淤积, 上、下游口门区及连接段以回流淤积为主, 口门内则以异重流淤积为主。泥沙淤积形态模型试验成果和葛洲坝三江引航道原型实际有相似之处, 即口门处淤积高程较高, 向引航道内沿程递减, 纵剖面呈三角形分布。

2. 淤积量及淤积高程

多年来, 多次模型试验结果, 表明上引航道在底高程 61.7m 以上的多年平均淤积量为 35.19 万 m^3 (见表 2-1), 1968 年型水沙条件下最大淤积高程为 64.7m; 下引航道在渠底高程 56.5m 以上的淤积量为 100.59 万 m^3 , 60.0m 高程以上淤积量为 62.6 万 m^3 , 最大淤积高程为 63.8m。西南水运科学研究所 (以下简称西科所) 试验结果证明上、下航道淤积量应在 34.88 万 m^3 和 55.44 万 m^3 。

表 2-1

临时船闸模型上、下引航道淤积量

单位: 万 m^3

淤积部位	计算范围	试验单位	碍航高程 (m)	第一年末	第二年末	第三年末	第四年末	第五年末	五年平均
下引航道	引航道 加口门区 450m×200m	长江科学院	56.500	95.37	99.52	101.51	94.67	111.89	100.59
			60.00	59.58	62.14	63.18	59.21	68.89	62.60
	加口门区 530m×200m	西科所	56.6	61.30	51.80	57.40	46.90	59.80	55.44
上引航道	引航道内长度 800m, 宽度 80m	长江科学院	61.7	7.50	7.90	8.10	7.90	8.90	7.90
		西科所	61.7	4.90	4.30	8.90	8.80	10.50	7.48
	口门区直线段长 400m, 宽度 80~120m, 连接段长 450m, 宽 120m	长江科学院	61.7	25.79	26.66	20.83	24.51	30.45	27.25
		西科所	61.7	14.60	21.70	31.10	34.00	35.60	27.40
	合 计	长江科学院	61.7	33.29	34.56	36.96	31.81	39.35	35.19
		西科所	61.7	19.50	26.00	40.00	42.80	46.10	34.88

1996 年冬, 对下引航道口门区及连接段航道内高程 56.6m 以上的基岩进行了覆盖层开挖, 共开挖淤积泥沙 198 万 m^3 , 基岩 13 万 m^3 , 开挖高程一般达到 56~57m。1997 年汛期产生了淤积, 60.0m 高程以上回淤了 70.5 万 m^3 , 包括未清干净的剩余量, 共淤积 96.0 万 m^3 , 可以推断引航道投入运用后其淤积量和清淤量都是比较大的。

四、引航道清淤

(一) 清淤水域施工条件

1. 水流状况

根据模型试验资料,临时船闸上游航道口门区与下游航道口门区,在流量为 $45000\text{m}^3/\text{s}$ 时,其纵向流速和横向流速见表 2-2。从表 2-2 可看出纵横向流速基本都满足现有清淤船舶的施工要求。

表 2-2 上、下引航道口门区流速 (流量 $45000\text{m}^3/\text{s}$)

试验单位	区 域	最大流速 (m/s)	最大纵向流速 (m/s)	最大横向流速 (m/s)
长江科学院	上口门	1.14	1.14	0.23
	下口门	1.98	1.93	0.42
西科所	上口门外 30~50m		-0.36~0.36	-0.16~0.08
	下口门外 30~50m		-1.00~1.76	-0.17~0.37

2. 淤积物类型

根据模型试验结果,自上游引航道口门外泥沙淤积中值粒径 d_{50} 为 $0.071\sim 0.091\text{mm}$,口门内为 $0.031\sim 0.04\text{mm}$,下游引航道口门外为 $0.04\sim 0.060\text{mm}$,口门内为 $0.022\sim 0.035\text{mm}$ 。按疏浚工程土质分类属粉沙类土。以目前疏浚技术与设备现状,该类土质能够有效用地用挖泥船清除。但是,有可能如葛洲坝三江引航道刚开始运用时一样,床面上会残留有一定数量的施工杂物,给初期清淤工作顺利开展带来一些困难。

3. 清淤存在问题

目前,三峡工程临时船闸即将投入运行,而适用于三峡船闸引航道的清淤施工专用挖泥船尚未建造,届时,若采用国内现有的清淤船舶及其配属的辅助设施,由于受到以下因素的制约,必定会使清淤施工船舶的选择与使用受到限制,清淤质量和生产效率受到影响。

(1) 临时船闸上引航道内碇泊式挖泥船所需的系缆设施因受到地质条件等因素影响没有设计埋置。

(2) 临时船闸上引航道及下引航道上段底宽是按照船舶(队)“一停一行”的要求设计的,仅 80m 宽,现有的自航式挖泥船在该宽度的情况下,施工调头困难。

(3) 临时船闸下引航道很长,碇泊式实行长距离排泥施工,效率下降。

(4) 清淤施工与通航相互干扰。

根据技术设计和模型试验资料,二期施工的第 1 年到第 5 年的中、洪水期,第 5 年的汛后到第 6 年的汛前,即三期围堰施工期间,上游口门区均需要在临时船闸维持正常通航的情况下进行清淤施工。第 5 年的汛后到上游口门区均需要在临时船闸维持正常通航的情况下进行清淤施工。因此,清淤与通航必定会相互干扰。

(二) 清淤时机

枯水期大、小船舶全部由导流明渠通行,临时船闸航道进行清淤没有与船舶航行互相干扰的问题,是清淤最好的时机,应抓住枯水期清除当年所有的碍航淤积。至于洪期清淤时机问题应视当时的碍航情况确定。长江流量 $20000\text{m}^3/\text{s}$ 时,临时船闸上引航道口门外 171.0m 处的水位为 68.14m,按通航水深 4.0m 考虑,碍航高程应为 64.14m。口门内泥

沙淤积高程一般低于 64.14m, 汛期当流量大于 $20000\text{m}^3/\text{s}$ 时, 可不安排清淤; 口门外淤积高程达 66.00m, 汛期必须清淤。下引航道的泥沙淤积高程低于 59.00m, 在葛洲坝运行水位 $66 \pm 0.5\text{m}$ 不改变的情况下, 其水深明显大于通航水深, 因此, 引航道内汛期可不需清淤。口门区及下游连接段, 据 1997 年水下地形资料, 设计航道范围内, 一个汛期泥沙淤积最大高程可达到 66.60m, 高于碍航高程, 需要进行汛期清淤。

(三) 清淤高程与清淤量

引航道底高程是按最低通航水位时满足最小水深为 4.0m 的要求设计的, 临时船闸上引航道开挖底高程相应为 61.7m。由于升船机和永久船闸通航要求, 下引航道开挖底高程则分别为 58.0m 和 56.5m。考虑到河势、泥沙粒径、年淤积量、汛期洪峰陡降及清淤设备等方面的因素, 借鉴葛洲坝三江航道泥沙淤积规律, 为保证临时船闸上下游航道有足够的水深, 推迟次年汛期回淤至碍航高程的时间, 减少汛期清淤量, 缩短汛期清淤时间, 同时考虑到现有清淤设备和技术, 不可能清到基岩面, 上游航道枯水期的清淤维护高程宜定在 62.2m, 按模型试验成果, 清淤量约在 35.0万 m^3 。为节省清淤量, 又留有一定的泥沙淤积库容, 减少汛期清淤次数, 下游航道清淤维护高程宜定在 60.0m。按模型试验, 年清淤量为 62.6万 m^3 。上、下游引航道合计清淤量为 97.6万 m^3 。至于引航道清淤高程到底为多少, 还可在实际运用时研究确定。但是, 需要指出的是由于以下原因, 实际清淤量将比上述数值大。

(1) 中、洪水期是临时船闸上下游航道通航最繁忙的季节, 也是上下游航道内泥沙淤积速度最快之时, 为确保航运畅通, 引航道口门区及连接段汛期必须考虑清淤。清淤后会有一定回淤, 这样, 必然增加总的清淤量。

(2) 模型没有计算连接段的淤积量, 原型实际碍航范围比模型计算范围大, 这样, 原型实际碍航淤积量也比模型值大。

(3) 工程施工的影响。临时船闸投入运行后, 上、下引航道总的清淤量将会大于 100万 m^3 , 下航道将会比年清淤量 62.6万 m^3 大得更多。

(四) 清淤方法

根据二期施工期临时船闸上、下游引航道实际施工条件、清淤时机等因素, 不同的淤积部位宜采取不同的施工方法。

1. 枯水期清淤

长江流量 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 以下时, 船队均由明渠通过, 临时船闸不通航, 因而没有施工碍航的顾虑, 可以集中力量清除碍航泥沙 (2003 年导流明渠汛末截流, 明渠停航期对通航产生干扰将无法避免)。为了降低消耗, 提高效率, 在解决系缆设施的前提下, 上、下游引航道均宜采用趸泊式船横摆冲吸挖泥、排泥管排泥方法施工。由于临时船闸下引航道较长, 受泥泵功率限制, 排泥效率较低, 故建议在离口门较远的下游隔流堤上布置 2~3 道施工专用横向排泥管, 以便在施工时直接通过预埋的排泥管将泥沙排到隔流堤以外河道内。

2. 汛期清淤

(1) 上游航道口门外。

1) 采用自航耙吸式挖泥船边抛排泥方法。此方法受边抛距离限制, 在航道左侧开挖