

第三卷

工 程 技 术

黄河小浪底

水利枢纽工程

■ 总主编 殷保合



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

第三卷 工程技术

■ 总主编 殷保合

黄河小浪底

水利枢纽工程



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为《黄河小浪底水利枢纽工程》的第三卷,由直接参与工程施工和技术管理的人员撰写。本书分大坝工程施工、泄洪排沙建筑物施工、引水发电建筑物施工、发电设备及闸门、启闭机安装和工程其他技术等5篇,共10章。在全面综述该工程施工组织和取得成就的基础上,主要介绍了各建筑物和机电金属结构安装的施工,并对其中的一些专门技术问题或技术创新作了重点介绍。

本书内容丰富,实用性强,可供从事土木及水利水电工程施工和管理的人员参考,也可作为大专院校相关专业师生的参考书。

【编者特别声明】 本书的观点、结论和数据,对黄河小浪底水利枢纽工程的有关合同无任何影响。

图书在版编目(CIP)数据

黄河小浪底水利枢纽工程.第3卷,工程技术/殷保合主编.—北京:中国水利水电出版社,2004

ISBN 7-5084-2111-6

I. 黄… II. 殷… III. 黄河—水利枢纽—工程技术—洛阳市 IV. TV632.613

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第045179号

书 名	黄河小浪底水利枢纽工程 第三卷 工程技术
作 者	总主编 殷保合
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 25印张 593千字
版 次	2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷
印 数	0001—2200册
定 价	70.00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

《黄河小浪底水利枢纽工程》

编审委员会

顾问 陈雷

名誉主任 张基尧

名誉副主任 陆承吉 朱卫东 袁松龄 曹征齐

主任 殷保合

副主任 张善臣 曹应超 庄安尘 孙景林 李其友 王咸儒
张光钧 沈凤生 林秀山

委员 (按姓氏笔画排列)

王江涛	王庆明	王卓甫	文 锋	孙国纬	刘云杰
刘经迪	李纯太	但懋相	张利新	杜清平	陈怡勇
陈中泉	邹远勤	吴 熹	杨法玉	杨建基	钟光华
赵新民	袁全义	徐运汉	高广淳	常献立	崔学文
谢才萱	董德中	葛书田	温贤柯	潘家铨	燕子林
魏小同					

总主编 殷保合

副总主编 张善臣 曹应超 庄安尘 林秀山 李其友 孙国纬

策 划 孙国纬 覃谷昌

编审委员会办公室

主 任 王江涛

副 主 任 覃谷昌 薛喜文

成 员 张东升 王庆明 王和平 李松慈 肖金凤 刘凤翔

《工程技术》卷编审人员名单

主 编 殷保合

副 主 编 孙国伟 王江涛 薛喜文

执行副主编 张东升

章 节 名	主要撰稿人
绪 论	曹征齐
第一章 大坝工程施工综述	吴 熹
第二章 大坝工程施工专题	
第一节 土质斜心墙堆石坝联合机械化施工	吴 熹 杨 民 于 征
第二节 大坝心墙防渗体的冬季、夏季和雨季施工	
第三节 大坝反滤料加工和填筑技术	
第四节 大坝填筑施工质量控制	
第五节 基础槽孔混凝土防渗墙施工新技术	
第六节 高压旋喷灌浆在防渗和基础加固中的应用	
第七节 GIN 法帷幕灌浆实践	罗鲁生 段世超
第三章 泄洪排沙建筑物施工综述	殷保合 薛喜文 蔡绍洲
第四章 泄洪排沙建筑物施工专题	
第一节 多级孔板消能泄洪洞施工技术	肖 强
第二节 多级孔板消能泄洪洞过流原型观测试验	王江涛 张东升
第三节 排沙洞无粘结预应力混凝土衬砌施工	俞祥荣 杜文礼
第四节 穿心式模板台车在排沙洞施工中的应用	王新友 龚 军
第五节 导流洞不良地段的开挖支护与塌方处理	袁文传 曹应超
第六节 进水塔群混凝土施工	毕海夫 金建国
第七节 DOKA 模板在进水塔混凝土施工中的应用	卢代权

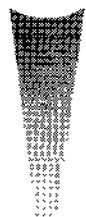
续表

章 节 名	主要撰稿人
第八节 进水塔联系梁的预制与安装	祁志峰 陶 凯
第九节 ROTEC 系统在进出口工程混凝土施工中的应用	祁志峰 赵立民
第十节 混凝土骨料碱活性试验研究及控制措施	陆建华 张东升 李鹏翔
第十一节 混凝土拌和系统及其质量控制	殷保合 赵英治 曹恒祥
第十二节 混凝土骨料开采与加工	路文典
第十三节 高性能 C70 泵送硅粉混凝土的应用	赵 宏
第十四节 新型环氧砂浆的应用	范 富 祁志峰
第十五节 混凝土缺陷的修补与加固	曹恒祥 殷保合
第五章 引水发电建筑物施工综述	李纯太
第六章 引水发电建筑物施工专题	
第一节 大型地下厂房岩壁吊车梁施工	李纯太 孙建宽
第二节 大型尾水洞的开挖支护和衬砌	李纯太
第三节 地下厂房顶拱永久支护 1500kN 双层保护预应力锚索施工	李纯太 刘贵岭
第四节 FUKO 灌浆系统在压力钢管接触灌浆中的应用	
第五节 锚喷支护技术在小浪底工程中的应用	李纯太 李 亚
第六节 压力钢管制作与安装中的关键技术问题	于永军
第七章 发电设备安装	李忠保 谢才萱
第八章 闸门、启闭机安装	魏 皓
第九章 发电设备及闸门、启闭机安装专题	
第一节 水轮机蜗壳起始段环缝 (A 缝) 的焊接与质量控制	李忠保 张 稚

续表

章 节 名	主要撰稿人
第二节 发电机转子圆盘支架现场焊接与质量控制	周学林 许建军 罗运军
第三节 水轮机转轮裂纹产生的原因分析及处理措施	胡宝玉 钟光华
第四节 筒阀在小浪底水电站中的应用	丁 炎 李 涛 李 鹏
第五节 220kV 干式高压电缆安装及试验	秦 常 安郁亮
第六节 计算机监控系统	杨战伟 刘凤玲 李小印
第七节 厂房大型桥吊安装及荷载试验	罗运军
第八节 发电机出口断路器在小浪底工程中的应用	赵 珂 石月春
第十章 工程测量、质量检验和安全监测	
第一节 工程测量	邱文华
第二节 质量检验	赵 宏
第三节 安全监测	李 珍

序



黄河小浪底水利枢纽工程位于洛阳以北黄河中游最后一段峡谷的出口处，是黄河干流三门峡以下唯一能够取得较大库容的控制性工程，在黄河治理开发中具有重要的战略地位，其防洪、防凌、减淤、供水、灌溉和发电等社会效益巨大。1991年4月，七届全国人大四次会议批准小浪底工程在“八五”期间动工兴建。1991年9月开始前期工程建设，1994年9月主体工程开工，1997年10月实现截流，2000年1月首台机组并网发电，2001年底主体工程全面完工。

小浪底工程规模宏大，地质情况复杂，水沙条件特殊，技术难题多，运用要求严格，被国内外水利专家公认为极具挑战性的工程。小浪底工程成功地创造、引进并应用了许多新的设计和施工方法。如：解决了垂直防渗与水平防渗相结合问题和进水口防淤堵问题；设计建造了世界上最大的孔板消能泄洪洞；设计建造了单薄山体下的地下洞室群；实现了高强度机械化施工，等等。在大胆启用新技术、新工艺的同时，小浪底工程建设者以强烈的爱国主义精神和高度的责任感，拼搏进取，艰苦奋斗，克服了许多施工过程中的困难，面对主体工程开工不久，因塌方、设计变更、施工管理等原因，造成进度严重滞后、截流有可能被推迟一年的严峻形势，小浪底建设者们创造性地应用合同条款，以劳务分包的方式较好地组织了截流关键项目的施工，用13个月时间抢回被延误的工期，顺利实现了按期截流。截流以后，承包商又以地质变化、设计变更、赶工、后继法规影响等理由向业主提出巨额索赔，作为业主方的水利部小浪底水利枢纽建设管理局精心准备，艰苦

谈判,通过协商处理了全部索赔,使工程投资控制在概算范围以内,并最终圆满地完成了小浪底工程的建设任务。

小浪底水利枢纽工程是我国利用外资、全面引进国际承包商进行施工的大型水利项目,建设管理推行了项目法人责任制、招标投标制和建设监理制,工程建设管理的过程也是国内建设管理体制与国际项目管理体制全面接轨的过程。小浪底工程建设在党中央、国务院的正确决策和水利部的正确领导下,在河南、山西两省及有关地方人民政府、全国水利界专家学者和广大移民群众的关心和大力支持下,通过全体工程建设者的共同努力,取得了工期提前、投资节约、质量优良的业绩,被世界银行誉为该行与发展中国家合作项目的典范,在国内外赢得了广泛赞誉。

小浪底工程建设者以“建设一流工程、总结一流经验、培养一流人才”为目标,坚持高标准、严要求,既实现了工程质量优良,又培养了一批优秀水利技术和管理人才,成功地走出了一条具有中国小浪底特色的国际工程建设的不管理道路,为中国的工程建设管理全面与国际接轨积累了宝贵的经验。在小浪底工程建设收尾阶段,通过对工程建设进行全面总结,形成了六卷本的《黄河小浪底水利枢纽工程》。内容包括:建设管理、枢纽设计、工程技术、施工监理、移民环保和文明创建六个方面,详细记录了工程的建设思想、建设历程、技术手段和经验体会,从而使小浪底工程建设管理经验得到系统和全面的反映,同时也为其他工程建设提供了可资借鉴的第一手资料。

希望小浪底工程的建设者在工程竣工验收后的运行管理过程中,以“三个代表”重要思想为指导,树立和落实科学发展观,积极实践可持续发展的治水思路,深化改革,锐意进取,科学调度,强化管理,让小浪底水利枢纽这一举世瞩目的宏伟工程更好地为国民经济和社会发展服务。

陳雷

2004年6月

前言



黄河小浪底水利枢纽工程位于洛阳以北黄河中游最后一段峡谷的出口处，是以防洪、防凌、减淤为主，兼顾供水、灌溉和发电的大型综合利用水利工程。因其在黄河开发治理中重要的战略地位、宏大的工程规模、特殊的水沙环境、复杂的地质条件、特殊的工程总体布置，以及工程运用要求严格等诸多特点和难点，被国内外专家誉为世界上最具挑战性的工程之一。

1991年9月1日，工程的前期准备工程开工；1994年9月12日，时任国务院总理的李鹏亲临现场，宣布主体工程开工；1997年10月28日，实现黄河截流；1999年10月25日，水库开始蓄水运用；2000年1月9日，首台300MW水轮发电机组并网发电；2001年底，枢纽主体工程全部竣工。2002年11月，由水利部组织对小浪底水利枢纽工程部分进行竣工初验，对小浪底水利枢纽的建设及运行3年多来的情况、发挥的社会经济效益均给予了肯定性的评价。

现今巍然屹立的小浪底水利枢纽，凝聚着数以千计的工程技术人员数年，有的甚至是数十年的不懈努力，包含着在规划、设计、施工等阶段开展的400多项科学技术研究的成果。在这些科学技术成果中，有多项达国际国内领先水平，如：①高土石坝联合机械化作业高强度施工，创造了当时国内土石方日填筑6.7万 m^3 的最新记录；②在国内首次采用了新型的混凝土防渗墙施工技术；③首次在世界上将3条直径14.5m的导流洞改建为永久的多级孔板消能泄洪洞；④成功地在地质条件极为复杂的左岸单薄山体建造了规模宏大、数量众多的地下洞室群，并

在砂页岩地层中建造了跨度最大、采用柔性支护作为永久支护的地下厂房；⑤首次采用了双圈环绕的后张法无粘结预应力混凝土衬砌技术；⑥成功地建造了在世界坝工史上尚无先例的大型进水塔群和出口消力塘；⑦成功地处理了地质条件极为复杂的进出口岩石开挖高边坡，首次在国内大规模采用了双层保护的预应力锚索和钢纤维喷混凝土技术；⑧成功地解决了水轮机抗磨问题；⑨首次在国内成功地采用了GIN帷幕灌浆新技术；⑩首次成功地在国内采用了塔带机混凝土浇筑技术等。

小浪底水利枢纽工程建设技术管理实行总工程师负责制，辅之以技术委员会、世界银行大坝安全特别咨询团、国际咨询专家组、国内咨询专家组等层次的技术决策管理体系，为工程技术领先提供了组织保证。

为总结小浪底水利枢纽工程技术，特别是施工阶段技术管理方面的经验与教训，丰富水电工程建设的宝库，并为水电施工和技术管理人员提供参考，特组织编写了本书。本书分大坝工程施工，泄洪排沙建筑物施工，引水发电建筑物施工，发电设备及闸门、启闭机安装和工程其他技术等5篇，共10章。在综述工程施工组织和取得成就的基础上，主要介绍了主要建筑物和工程设备安装的施工技术，特别是对一些专门技术问题或技术创新作了重点介绍。

本书为《黄河小浪底水利枢纽工程》的第三卷，由黄河小浪底水利枢纽建设管理局技术处负责编写。参与工程设计、施工和监理单位的有关人员对本书的出版给予了大力支持，河海大学工程管理研究所为本书的统稿也做了大量工作，在此一并表示谢意。

限于编审者的水平，书中难免有疏漏之处，敬请同行专家批评指正。

编 者

2004年5月

序	
前言	
绪论	1

第一篇 大坝工程施工

第一章 大坝工程施工综述	17
第一节 大坝结构及施工特点	17
第二节 大坝工程施工布置	21
第三节 大坝工程施工进度	23
第四节 开挖、基础处理施工	28
第五节 大坝填筑施工	32
第二章 大坝工程施工专题	41
第一节 土质斜心墙堆石坝联合机械化施工	41
第二节 大坝心墙防渗体的冬季、夏季和雨季施工	48
第三节 大坝反滤料加工和填筑技术	50
第四节 大坝填筑施工质量控制	54
第五节 基础槽孔混凝土防渗墙施工新技术	57
第六节 高压旋喷灌浆在防渗和基础加固中的应用	62
第七节 GIN 法帷幕灌浆实践	68

第二篇 泄洪排沙建筑物施工

第三章 泄洪排沙建筑物施工综述	93
第一节 施工布置	93
第二节 施工进度	97
第三节 施工方法	99
第四节 施工质量	106
第四章 泄洪排沙建筑物施工专题	110
第一节 多级孔板消能泄洪洞施工技术	110

第二节	多级孔板消能泄洪洞过流原型观测试验	118
第三节	排沙洞无粘结预应力混凝土衬砌施工	128
第四节	穿心式模板台车在排沙洞施工中的应用	135
第五节	导流洞不良地段的开挖支护与塌方处理	138
第六节	进水塔群混凝土施工	145
第七节	DOKA 模板在进水塔混凝土施工中的应用	154
第八节	进水塔联系梁的预制与安装	161
第九节	ROTEC 系统在进出口工程混凝土施工中的应用	164
第十节	混凝土骨料碱活性试验研究及控制措施	170
第十一节	混凝土拌和系统及其质量控制	179
第十二节	混凝土骨料开采与加工	184
第十三节	高性能 C70 泵送硅粉混凝土的应用	189
第十四节	新型环氧砂浆的应用	196
第十五节	混凝土缺陷的修补与加固	200

第三篇 引水发电建筑物施工

第五章	引水发电建筑物施工综述	207
第一节	概述	207
第二节	施工布置	208
第三节	施工进度和完成工程量	209
第四节	施工方法	210
第五节	施工质量	220
第六章	引水发电建筑物施工专题	223
第一节	大型地下厂房岩壁吊车梁施工	223
第二节	大型尾水洞的开挖支护和衬砌	228
第三节	地下厂房顶拱永久支护 1500kN 双层保护预应力锚索施工	236
第四节	FUKO 灌浆系统在压力钢管接触灌浆中的应用	246
第五节	锚喷支护技术在小浪底工程中的应用	251
第六节	压力钢管制作与安装中的关键技术问题	261

第四篇 发电设备及闸门、启闭机安装

第七章	发电设备安装	271
第一节	工程设备概况	271
第二节	工程设备安装进度	277
第三节	工程设备安装方法	279
第四节	工程设备安装质量	288
第八章	闸门、启闭机安装	289

第一节	工作闸门及液压启闭机安装	289
第二节	事故闸门及固定卷扬启闭机安装	291
第三节	检修闸门和拦污栅安装	292
第四节	塔顶门机安装	293
第九章	发电设备及闸门、启闭机安装专题	295
第一节	水轮机蜗壳起始段环缝(A缝)的焊接与质量控制	295
第二节	发电机转子圆盘支架现场焊接与质量控制	301
第三节	水轮机转轮裂纹产生的原因分析及处理措施	308
第四节	筒阀在小浪底水电站中的应用	316
第五节	220kV干式高压电缆安装及试验	318
第六节	计算机监控系统	325
第七节	厂房大型桥吊安装及荷载试验	332
第八节	发电机出口断路器在小浪底工程中的应用	342

第五篇 工程其他技术

第十章	工程测量、质量检验和安全监测	349
第一节	工程测量	349
第二节	质量检验	360
第三节	安全监测	367

绪 论

一、施工基本条件

根据小浪底水利枢纽工程（简称小浪底工程）所在地的气象、水文、地质情况，以及当地的社会经济情况，项目业主本着方便于工程建设管理，利于工程建设顺利进行的原则，尽可能给承包商创造良好的施工条件。

（一）施工条件

1. 施工用水

根据小浪底工程施工场区规划和水源情况，施工总用水量为 $6170\text{m}^3/\text{h}$ 。全工区分 6 个供水区，其中连地滩混凝土骨料生产系统、马粪滩反滤料生产系统和留庄转运站的供水系统由承包商自行解决，业主仅提供水源资料。蓼坞、左岸洞群和大坝供水系统的水源井、水泵站、输水管线、供水池等由业主修建和运行管理，并负责把水从水源井送到指定供水池供应给承包商。承包商负责从供水池到各用水点的引水管线建设和运行维护。

2. 施工用电

业主（水利部小浪底水利枢纽建设管理局，简称小浪底建管局）在工程筹建期负责建设了洛阳到东河清的 110kV 输电线路、东河清 110kV 变电站，以及从东河清到各工区的 35kV 输电线路和 35kV 变电站，并具备供电条件。

3. 施工场内外交通

业主负责在工程筹建期完成南北岸对外交通道路、场区主要干线公路和黄河大桥等的建设。在工程建设期，业主负责场外道路的管理和维护，承包商负责场内干线道路的管理和维护。

4. 生活设施

在工程筹建期，业主在南岸兴建 7300m^2 、北岸桥沟区兴建 13300m^2 、连地滩区兴建 5000m^2 的办公用房和生活用房，租赁给承包商进场初期使用。

5. 施工通信

业主在工地设 800 门程控交换机一台，以解决施工区内的内部通信。此外，地方邮电

部门在工区内南北两岸分别设有邮电支局,承担国内、国际电话、电报、邮件等业务。

6. 导流洞施工支洞

根据施工总进度计划计算分析,导流洞施工处于主体工程施工的关键路线上,为了缩短主体工程施工期,加快小浪底工程建设,业主在工程筹建期,按照施工规划确定的导流洞施工支洞的位置和设计段面,采用国内招标完成了两条施工支洞的施工。

(二) 主要建筑材料

(1) 根据我国当时市场供应情况,为便于承包商投标,减少因物价变动带来的报价困难和风险,招标时对水泥、钢筋、钢材、木材、油料和化工材料等主要建筑材料,由业主负责疏通供货渠道,提供固定出厂价,由承包商负责采购和运输,如果价格有变化,业主负责补差。

(2) 混凝土骨料供应。根据料场勘探资料分析论证,选定连地滩砂石料场为混凝土骨料料场。由于主体工程划分为三个标,而混凝土骨料场只有一处,为减少混凝土骨料开采过程中的施工干扰,避免混凝土骨料开采和加工机械设备的重复购置,业主决定由Ⅱ标承包商负责混凝土骨料生产,并负责按计划向Ⅲ标承包商供应混凝土骨料。Ⅰ标工程由于混凝土量较小,承包商从马粪滩反滤料场中自行开采。

收集我国水电工程施工队伍的劳务组成情况及工资现状供承包商投标时参考。

(3) 向承包商提供当地的生活供应、医疗保健、机械修配、安全保卫等信息,供承包商投标时参考。

(三) 业主提供的条件

业主提供的条件是为适应水利水电工程施工招标文件编制的需要而增加的施工设计内容。业主在工程建设招标时,准备向承包商提供的工作条件,要从有利于工程建设管理、加快工程建设、减少工程投资出发,经过对工程的建筑物组成、施工特点、建设工期、工程所在地的自然条件和经济社会条件等,进行深入的调查、研究、分析和比较后确定。从小浪底工程建设实施情况看,业主结合小浪底工程的特点、建设资金到位情况和国际标招标进程安排,经过分析研究确定给承包商提供的上述施工条件,按照施工规划确定的内容基本完成了主体工程施工的准备工程。为承包商进场和进场后尽快进行主体工程施工创造了良好的基础条件,有利于工程建设管理,缩短了工程建设工期。从总体情况看业主提供的条件是符合小浪底工程建设实际的,并取得了较好的效益。

二、施工标段划分

1. 分标方案

结合小浪底工程特点和水电工程建设经验,小浪底工程主体工程的分标方案为:

- (1) 土建工程施工。
- (2) 机电设备制造。
- (3) 金属结构制造。
- (4) 机电设备安装。
- (5) 金属结构安装。

对土建工程,经对各种分标方案比较,从便于工程管理、减少施工干扰、节约附属设施以及减少业主风险和有利于竞争的原则考虑,确定小浪底水利枢纽主体土建工程分为三

个土建国际标,即第Ⅰ标:大坝标;第Ⅱ标:泄洪排沙系统标;第Ⅲ标:发电系统标。

金属结构安装与土建工程施工关系密切,且参与土建投标的承包商均有金属结构安装能力,故金属结构安装纳入相应的土建标。因此,主体工程分标方案主要是对土建工程施工和机电设备安装进行统筹考虑。

金属结构和机电设备制造由专门的制造厂家完成,另行单独招标采购。

2. 分标方案实施

按照施工规划的分标方案,小浪底工程主体工程三个土建国际标通过竞争招标,分别由意大利英波吉洛公司 (Impregilo S.P.A) 为责任方的黄河承包公司 (YRC)、德国旭普林公司 (Zublin A.G) 为责任方的中德意联营体 (CGIC) 和法国杜美思公司 (Dumez) 为责任方的小浪底联营体 (XJV) 中标承包。此外,部分小型土建工程(如交通洞、灌溉洞、排水洞、隧洞内)的帷幕灌浆和排水孔等工程,以及机电设备安装等为国内标,通过招标由国内承包商承包。三个国际标的合同文件统一采用国际咨询工程师联合会 (FIDIC) 土木工程合同条款,该合同条款是国际上通用的和权威的合同条款,按照合同条款规定,要求有独立的监理工程师对工程建设进行全面监理。小浪底工程咨询有限公司,受小浪底工程项目业主的委托,作为独立的监理工程师单位,按照业主和承包商签订的工程承包合同,对小浪底工程建设进行施工进度、质量和投资控制,严格进行合同管理、信息管理和现场协调。施工期间国际承包商和国内承包商按照与业主签订的合同,在相邻的施工场区进行各自承包的工程项目施工。由于各承包商承担的工程项目、工作范围、工作内容和施工场地的使用时间等,在招标文件中都有明确的界限和规定,加上监理工程师的有效协调,避免了多个承包商由于同时施工相互干扰而引起的争议和索赔。从小浪底工程主体土建工程实施情况看,主体土建工程分标方案是符合小浪底工程的特点和国内外水电工程承包市场条件,分标方案是合理的,取得了成功的经验。

三、施工导流

根据对小浪底水利枢纽排沙和防淤的要求,以及受地形和地质条件的限制,所有泄洪、排沙和引水建筑物只能布置在左岸山体内,这给泄洪和导流建筑物的布置和施工带来很大的困难。

1. 导流标准

小浪底水利枢纽为一等1级工程,围堰高度大于50m,相应库容大于1.0亿 m^3 ,导流建筑物按规范规定应为Ⅳ级,应按30~50年洪水重现期设计。鉴于围堰与坝体结合,围堰失事不仅延误工期,而且还严重威胁到下游焦枝、京广两条铁路和两岸人民生产和生活的安全。参照规范,经研究将截流后第一年(1998年)的导流标准提高到百年一通。

2. 施工导流方案和导流程序

(1) 导流方案。根据地形、地质特点和水文特性,经比较采用隧洞导流方案。坝体施工时分两期导流,第一期束窄河床到250m宽,进行右岸滩地的坝基开挖、处理和坝体填筑。第二期截断左岸河床,由左岸导流隧洞过流,进行左岸坝基开挖、处理和全坝段的坝体填筑。

(2) 导流程序。工程开工第一年(1994年),进行左岸3条导流洞的施工,同时利用右岸滩地进行坝基开挖、处理和坝体填筑;第四年(1997年)10月底导流洞具备导流条