

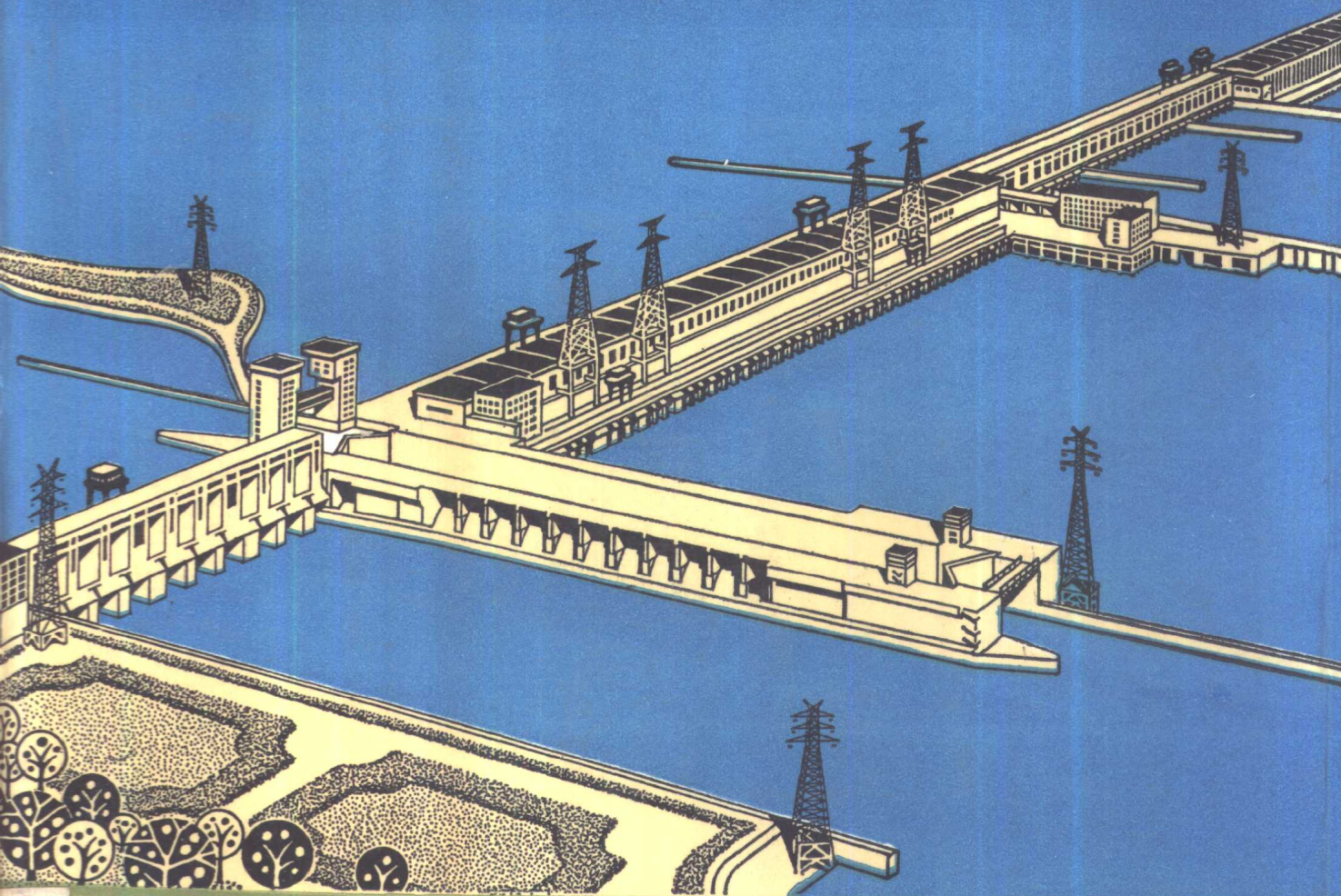
中国水利学会《葛洲坝工程丛书》编辑委员会

葛洲坝工程丛书

13

# 混凝土工程施工

周世明 主编  
长江葛洲坝工程局 张平新 傅万绪 副主编



水利电力出版社

中国水利学会《葛洲坝工程丛书》编辑委员会

**葛洲坝工程丛书**

**13**

---

# 混凝土工程施工

长江葛洲坝工程局    周世明 主编  
张平新 傅万绪 副主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

### 内 容 提 要

本书是《葛洲坝工程丛书》的一个分册。

本分册主要内容有：混凝土施工概况、砂石骨料生产、混凝土拌和、低温混凝土生产、混凝土运输、混凝土工程施工、混凝土温度控制、预应力混凝土施工、混凝土施工质量检查与处理、混凝土工程施工测量及混凝土的性能研究与应用。

葛洲坝工程丛书 13

混凝土工程施工

周世明 主编

长江葛洲坝工程局 张平新 傅万绪 副主编

\*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 21.75印张 492千字

1992年5月第一版 1992年5月北京第一次印刷

印数0001—4560册

ISBN 7-120-01394-7/TV·492

定价15.70元

## 中国水利学会

### 《葛洲坝工程丛书》编辑委员会

主任委员 陈赓仪

副主任委员 李鹤鼎

委员 (以姓氏笔划为序)

文伏波 王梅地 王维勇 孔祥千

石衡 卢兆策 纪云生 李鹤鼎

沈维义 陈赓仪 杨溢 金炎

罗其华 周坦 岳荣寿 钟梓辉

曹乐安 曹宏勋 梁应辰 潘家铮

魏廷铮

秘书长 杨溢(兼) 纪云生(兼) 金炎(兼)

秘书 陶景良 朱光裕 陈叔康 阎立波

### 《葛洲坝工程丛书》

### 长江葛洲坝工程局编辑委员会

主任委员 乔生祥

副主任委员 孔祥千 岳荣寿

顾问委员 曹宏勋 赵开五

委员 (以姓氏笔划为序)

孔祥千 乔生祥 任尚卿 孙瑞兴

陈笑霖 岳荣寿 周世明 贺大辉

杨浩忠 赵开五 梁德贵 黄正林

曹宏勋 戴裕生

总联络员 周世明(兼) 陈心友

---

\* 叶竹松曾参加开始的联络工作。

## 《混凝土工程施工》编撰人

主 编 周世明  
副主编 张平新 傅万绪  
主 审 纪云生

### 各章编撰人和审订人

| 章 次  | 编撰人         | 审订人 |
|------|-------------|-----|
| 第一章  | 贺大辉         | 岳荣寿 |
| 第二章  | 彭志绍         | 孙瑞兴 |
| 第三章  | 吴立群         | 孙瑞兴 |
| 第四章  | 汪清涛         | 岳荣寿 |
| 第五章  | 王端明、邱卓如     | 孙瑞兴 |
| 第六章  | 贺大辉、周世明、张平新 | 孙瑞兴 |
| 第七章  | 傅 华         | 岳荣寿 |
| 第八章  | 杨春堂         | 岳荣寿 |
| 第九章  | 侯全光         | 岳荣寿 |
| 第十章  | 周寿鹏、韩效华、王正国 | 孙瑞兴 |
| 第十一章 | 郑少明         | 岳荣寿 |

417460

—57—

葛洲坝工程开始运用以来,已经发挥了巨大的经济效益和社会效益。水电站总装机容量271.5万kW,年发电量可达165亿kW·h,为华中、华东地区的工农业发展做出了并将继续做出巨大贡献。它的建设成功确实为三峡工程和其它大型水利水电工程的建设积累了

宝贵的经验。因此可以说，这项工程的决策在今天看来也仍然是正确的。

这套《丛书》有其一定的特色，它既不同于一般的工程总结，也不同于一般的水利水电工程方面的科技书。编写本《丛书》的目的，主要是力求在经过一定的实践检验的基础上，介绍、推广葛洲坝工程建设中解决一些关键性技术问题的经验，包括科学研究、规划设计、施工组织、设备制造和运行管理等。因此，这套《丛书》对从事大中型水利水电工程勘测、规划、设计、科研、施工、运行的技术人员，对高等院校有关专业的教学，有一定的参考价值。

《葛洲坝工程丛书》是广大葛洲坝工程建设者们辛勤劳动的结晶，也是我国水利水电事业的宝贵财富。希望这套丛书的出版，能对提高我国水利水电科学技术水平，加快我国水利水电建设步伐起到积极的推动作用。

陈赓仪

1989.4.30于北京

## 前 言

长江葛洲坝工程是我国目前最大的水利枢纽，在许多方面体现了我国水利水电工程建设科学技术的新水平。为了及时总结、推广这些新经验，提高水利工程建设的技术水平，1981年在葛洲坝水利枢纽第一期工程基本完成后，在中国水利学会的积极倡导下，于10月20日在北京成立了“中国水利学会《葛洲坝工程丛书》编辑委员会”。决定组织编写出版一套系列书——《葛洲坝工程丛书》。经过近9年的准备和编写，现在这套丛书终于将陆续和读者见面了。这是一件值得庆幸的事。

本丛书旨在全面、准确地反映葛洲坝工程建设在科研、勘测、设计、施工、制造、安装和运行管理等各个方面的新技术、新经验。为此，编委会在确定丛书的书目之前，曾致函百余位水利专家广泛征求意见。经过反复讨论研究，最后决定本丛书由15册组成：《工程概况》、《泥沙研究》、《基础设计与处理》、《导流与截流》、《闸、坝与电站建筑物》、《通航建筑物》、《建筑物及其基础的安全监测》、《闸门与启闭机》、《水轮发电机组》、《电气》、《施工组织与管理》、《土石方工程施工》、《混凝土工程施工》、《运行与管理》、《工程文献》，平均每册40万字，全套书约600万字。

本丛书在编写过程中，编委会曾多次召开会议，对全套书的内容体系、编写分工、计划进度、审稿程序以及编写体例等，都作出了明确的规定。编写单位对此也十分重视，还成立了各自的编委会或编写领导小组，指派技术骨干担任各册的主编或编写人和审稿人，进行编写。初稿写成后，都经本单位自审和修改，最后交丛书编委会由专家审订定稿。所有这些做法，对确保本丛书的质量起了很好的保证作用。

本丛书是我国第一部大型水利水电工程丛书。有其一定的特色：就其整套书来说，内容全面、系统，不论是勘测设计和施工安装，还是科学研究和运行管理，都有述及，且相当完备；就其某一册来说，也自成系统，在详细介绍葛洲坝工程中的新工艺、新技术的同时，也有一定的理论阐述，因而与一般的工程总结有很大的不同；就其表达方式来说，不同于一般的科技书，不是面面俱到，而是抓住关键性的技术问题进行阐述，并以翔实的图表资料和数据加以论证，便于读者查阅，很有实用价值。因此我们相信，本丛书的问世对我国从事大型水利水电工程建设——特别是长江三峡工程建设的同志将会有很大的启发和帮助。

参加本丛书编写工作的主要有：中国三峡工程开发总公司（筹）、水利部长江水利委员会、葛洲坝工程局、水利电力部驻葛洲坝代表处、交通部水运规划设计院、机械电子工业部电工局、葛洲坝水力发电厂、长江航道局宜昌航道分局、葛洲坝船闸管理局、哈尔滨大电机厂、东方电机厂等10多个单位，共200多人。他们都是在肩负繁重的科研、生产任务的情况下，克服了人力、物力、财力的种种困难完成编写任务的，为本丛书的顺利出版作出了很大贡献。在此，我们谨向他们表示衷心的感谢。

编写这样一套卷帙浩繁的工程丛书，对我们来说仅仅是个尝试，因此不可避免地会存在着许多缺点和不足之处。我们诚恳地欢迎读者对丛书中的错误和疏漏给予批评指正。

中国水利学会

《葛洲坝工程丛书》编辑委员会

1989.3.20

## 编 者 的 话

国家对长江葛洲坝水利枢纽竣工初验的结论是：设计是成功的，施工质量是好的，具有先进水平。

由中国水利学会倡导和组织编撰《葛洲坝工程丛书》是一项很有意义的工作。本书是本丛书15册中之一册。

葛洲坝水利枢纽混凝土工程，不但混凝土工程量大，共1113万 $m^3$ ，而且混凝土建筑物种类多，既有河床式电站、船闸，又有泄水闸、冲沙闸，还有混凝土重力坝。结构比较复杂，多为梁、板、柱。

参加葛洲坝工程建设的工人和技术人员总结了一大批大中型水电工程混凝土施工的经验，应用兄弟单位“四新”（新技术、新工艺、新材料、新机具）研究成果，同时引进国外先进施工技术，采用国外先进设备，使葛洲坝水利枢纽混凝土工程施工达到新水平，跨入世界先进行列。工程共获得各种奖励46项，其中获国家级奖励7项，部、省级奖励22项，司局级奖励17项。所有这些研究应用成果，为提高我国水电建设速度，发展完善混凝土综合施工机械化作出了较大贡献。

对于编撰这套《丛书》，长江葛洲坝工程局是非常重视的。主要行政、技术领导亲自参与，在生产第一线的技术骨干、专家，在奔波于外营施工点和基地间抽出时间搜集资料编撰文稿，工程局在经济非常困难的情况下，留拨一定的费用，支付出版前期费用。

本书编撰过程的几点说明：

（1）内容 葛洲坝水利枢纽主要是混凝土建筑物，而在葛洲坝工程混凝土施工中，应用技术广泛，内容丰富。

（2）字数 根据《丛书》编辑委员会的总体要求，每册字数控制在30万字左右，鉴于本册的专业技术内容多，缩减到37万字。因受字数的限制，有时不得不忍痛割爱，读来难免有沟沟坎坎之感，请读者原谅。

（3）调整 本书原立12章，直到第二稿还是12章，在送审前经我局丛书编委会研究，并征询编撰人意见，决定将原第十二章“混凝土质量控制”纳入《施工组织与管理》分册中。

我局参加本册编撰前后共有18位同志。第一稿形成后初审工作分别由张平新（负责1, 2, 3, 5章）、傅万绪（负责4, 7, 8章）、周世明（负责6, 9, 10, 11章）担任，第二稿由岳荣寿（负责1, 4, 7, 8, 9, 11章）、孙瑞兴（负责2, 3, 5, 6, 10章）复审。为了控制字数，又经岳荣寿、周世明分别进行审改删减压缩，全书由周世明统稿后送审。

此外，贺大辉参加本册丛书开始的组稿，王端明、陈笑霖、潘芸萃等参加部分章节的初审；庞代坤、叶念玖、楼小武、孙景振、李红、周厚贵、彭明鑫、周敏多、陶镇等同志

为本册提供资料、协助编写；曾为本册工作，现调离我局的有余建中、叶竹松等同志。

我局总工程师办公室、工程管理处、质量安全管理处，机电设备管理处及第一、二工程公司等单位都为本册丛书编写提供过各种条件和方便，在本册书出版之际向以上同志和单位一并致谢。

编 者

1990年10月

# 目 录

序

前言

编者的话

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 混凝土工程施工概况 .....      | 1   |
| 第一节 概述 .....             | 1   |
| 第二节 主要混凝土建筑物 .....       | 3   |
| 第三节 混凝土标号分区 .....        | 6   |
| 第四节 混凝土施工进度及施工机械布置 ..... | 7   |
| 第二章 砂石骨料生产 .....         | 9   |
| 第一节 砂石料场选择 .....         | 9   |
| 第二节 砂石骨料开采与运输 .....      | 16  |
| 第三节 半成品骨料加工与堆存 .....     | 21  |
| 第四节 砂石骨料的筛分 .....        | 25  |
| 第五节 净料的堆存与运输 .....       | 29  |
| 第六节 砂石骨料的质量控制 .....      | 37  |
| 第七节 噪声的防止 .....          | 41  |
| 第三章 混凝土拌和 .....          | 45  |
| 第一节 概述 .....             | 45  |
| 第二节 拌和系统布置 .....         | 47  |
| 第三节 混凝土工厂 .....          | 68  |
| 第四节 骨料成品堆场 .....         | 75  |
| 第五节 水泥运输与贮存 .....        | 77  |
| 第四章 低温混凝土生产 .....        | 84  |
| 第一节 风冷骨料 .....           | 84  |
| 第二节 7℃工程 .....           | 92  |
| 第五章 混凝土运输 .....          | 109 |
| 第一节 概述 .....             | 109 |
| 第二节 水平运输 .....           | 114 |
| 第三节 垂直运输 .....           | 133 |
| 第六章 混凝土工程施工 .....        | 140 |
| 第一节 模板工程 .....           | 140 |
| 第二节 钢筋与预埋件施工 .....       | 162 |
| 第三节 混凝土浇筑 .....          | 183 |
| 第七章 混凝土温度控制 .....        | 198 |
| 第一节 概述 .....             | 198 |

|      |                          |     |
|------|--------------------------|-----|
| 第二节  | 温度控制标准 .....             | 200 |
| 第三节  | 混凝土拌和、运输及浇筑的温度控制措施 ..... | 203 |
| 第四节  | 坝内冷却及表面保温 .....          | 211 |
| 第五节  | 主要经验 .....               | 213 |
| 第八章  | 预应力混凝土施工 .....           | 215 |
| 第一节  | 闸墩预应力锚束结构布置 .....        | 215 |
| 第二节  | 预应力体系的选用及特性 .....        | 219 |
| 第三节  | 锚具制造 .....               | 223 |
| 第四节  | 钢丝加工与编束工艺 .....          | 227 |
| 第五节  | 锚束运输、安装与混凝土浇筑 .....      | 233 |
| 第六节  | 预应力张拉及预应力损失量测 .....      | 234 |
| 第七节  | 锚束灌浆施工 .....             | 241 |
| 第八节  | 闸墩预应力混凝土变形观测 .....       | 242 |
| 第九节  | 主要经验与改进意见 .....          | 245 |
| 第九章  | 混凝土施工质量检查与处理 .....       | 246 |
| 第一节  | 混凝土裂缝的检查与修补 .....        | 246 |
| 第二节  | 过流面平整度控制及整平 .....        | 252 |
| 第三节  | 混凝土密实性检查与补强 .....        | 256 |
| 第四节  | 止排水系统检查和处理 .....         | 259 |
| 第五节  | 混凝土强度检查与处理 .....         | 262 |
| 第六节  | 水下建筑物检修 .....            | 264 |
| 第十章  | 混凝土工程施工测量 .....          | 273 |
| 第一节  | 施工控制网的建立 .....           | 273 |
| 第二节  | 施工定线测量 .....             | 278 |
| 第三节  | 建筑物特殊结构部位的放样 .....       | 280 |
| 第四节  | 建筑物的外部观测 .....           | 291 |
| 第五节  | 体形测量 .....               | 299 |
| 第十一章 | 混凝土的性能研究及其应用 .....       | 304 |
| 第一节  | 混凝土原材料 .....             | 304 |
| 第二节  | 主体工程混凝土 .....            | 316 |
| 第三节  | 混凝土生产质量检查 .....          | 328 |

# 第一章

## 混凝土工程施工概况

### 第一节 概 述

#### 一、设计简况

葛洲坝水利枢纽是长江干流上兴建的第一个规模宏大的水电工程。它位于长江三峡出口南津关下游2.5km处,上距三峡工程坝址约40km,下连宜昌市,因坝址跨江中小岛葛洲坝而得名。葛洲坝水利枢纽又是三峡水利枢纽的组成部分。考虑到三峡水电站日调节将产生不稳定流,使坝下水位日变幅很大,影响坝下航运条件,因此选择葛洲坝坝址修建区调节水库,以确保航运畅通,并利用这段河道的落差发电。

葛洲坝电站设计总装机容量271.5万kW,保证出力76.8万kW,年发电量141亿kW·h。葛洲坝工程设计蓄水位66m,校核洪水位67m,坝顶高程70m。枢纽布置自左至右是:左岸土石坝、3号船闸、三江冲沙闸、非溢流坝、2号船闸、黄草坝混凝土心墙坝、二江电厂厂房、厂闸导墙、二江泄水闸、混凝土纵向围堰、大江电厂厂房、1号船闸、大江泄洪冲沙闸、右岸混凝土重力坝。沿坝轴线枢纽建筑物全长为2606.5m,混凝土工程实际浇筑1113万m<sup>3</sup>,其中一期工程626万m<sup>3</sup>,二期工程487万m<sup>3</sup>,金属结构安装了7.75万t。图1-1为葛洲坝水利枢纽平面布置图。

#### 二、施工概况

葛洲坝工程利用坝址处有利的地形条件,采用分期导流,分两期施工。一期围堰形成二、三江基坑,大江过流通航,修建左岸土石坝、三江航道、2、3号船闸、三江冲沙闸、二江电厂、二江泄水闸、混凝土纵向围堰等。二期围堰形成大江基坑,江水从二江泄水闸下泄,船只由三江船闸通过,二江电站正常发电;兴建大江电站厂房、1号船闸、大江冲沙闸、右岸混凝土重力坝等。

一期工程按1975年国家建委主持审定的修改初步设计,第一台机组发电的时间是1982年7月。实际工期比计划提前整整一年。一期工程工期为6.5年(从1974年10月~1981年7月)。

二期工程于1981年汛后开始基坑抽水和开挖,1981年底开始浇筑。1986年6月大江电站第一台机组发电。二期工程从坝体混凝土开始浇筑至第一台机组发电,只用了4.5年时

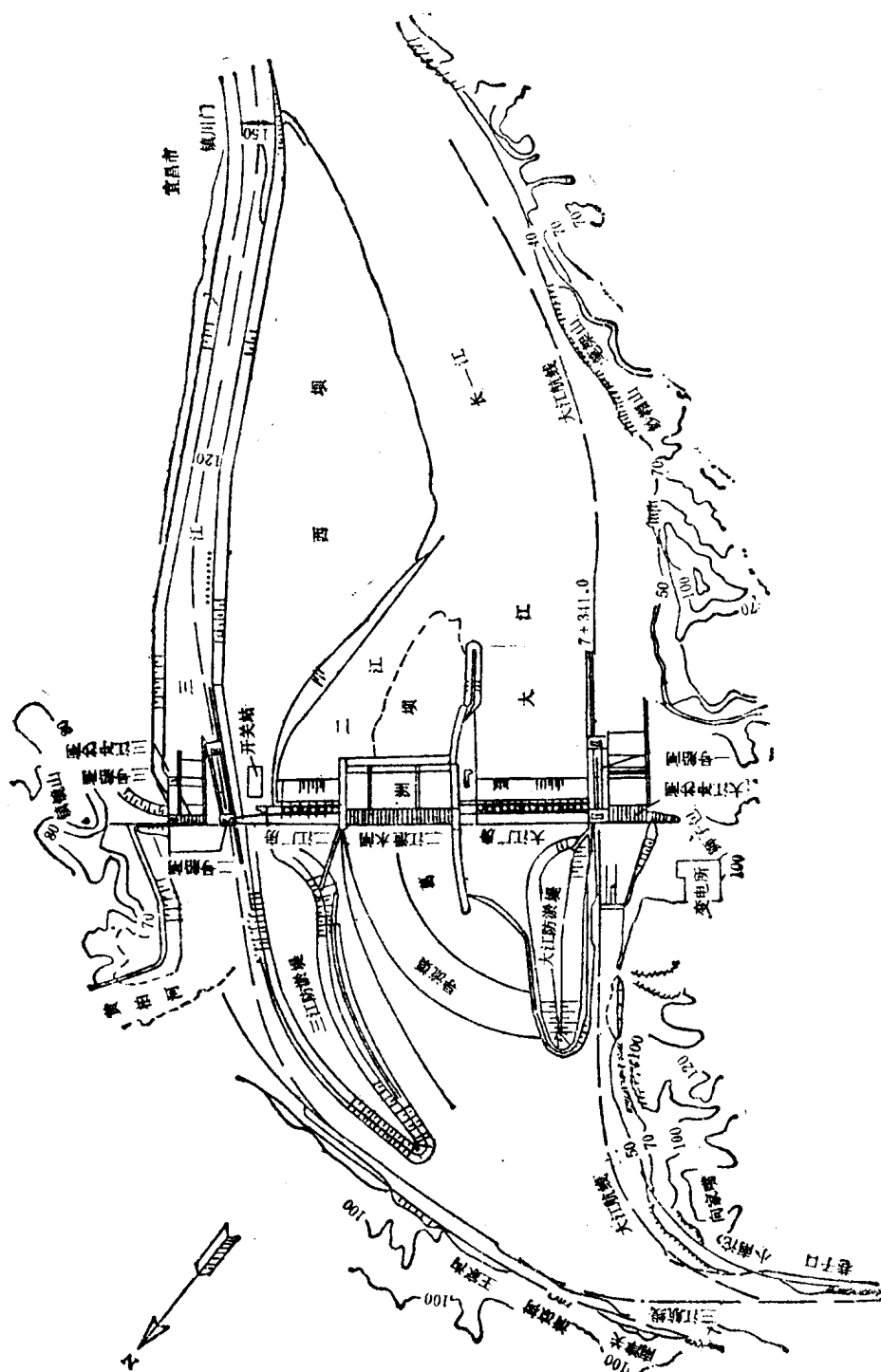


图 1-1 葛洲坝水利枢纽平面布置图

间，速度较一期工程更快。

## 第二节 主要混凝土建筑物

主要混凝土建筑物除左岸土石坝、黄草坝混凝土心墙坝外，其余通航建筑物、电站厂房以及泄水排沙建筑物等均为混凝土结构。

### 一、通航建筑物

葛洲坝水利枢纽设有“两线三闸”，即大江、三江两条航线：1、2、3号船闸，见图1-2。船闸为单级船闸，最大水头为27m，1、2号船闸闸室有效长度280m，净宽34m，槛上最小水深5m，可通过万t大型船队。3号船闸闸室有效长度120m，净宽18m，槛上最小水深3.5m，可通过3000t以下客货轮及地方小型船队。船闸上下闸首均采用人字门，用机械传动（大齿轮曲柄连杆）启闭，船闸上下游均设有检修门。为解决过船与坝顶通车的矛盾，在2号及3号船闸桥墩段建有铁路、公路活动吊桥，提升净高18m。大江1号船闸在下闸首设有公路桥。

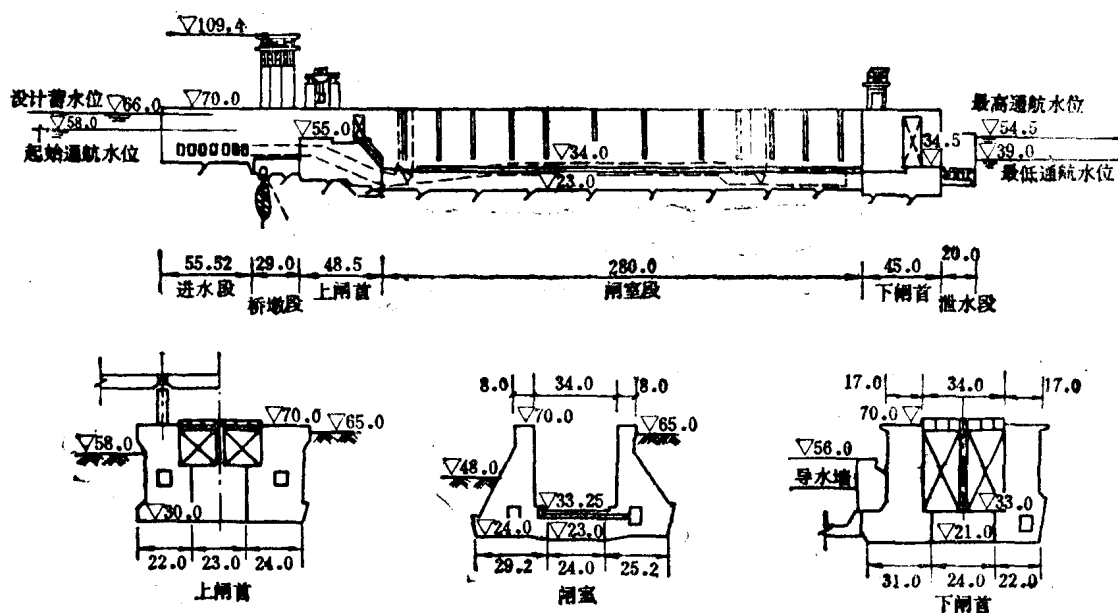


图 1-2 2号船闸纵剖面图

### 二、电站厂房

电站厂房分设在二江和大江。二江电厂设两台17万kW和5台12.5万kW的水轮发电

机组，大江电厂设14台12.5万kW的水轮发电机组，装机总容量为271.5万kW。两个电厂均设有排沙底孔，厂房前设有混凝土导沙坎，以防止厂前淤积和减少粗沙过机对水轮机的磨损。厂房结构型式如图1-3。电站在西坝和右岸分别设有220kVA和500kVA变电站对外送电。

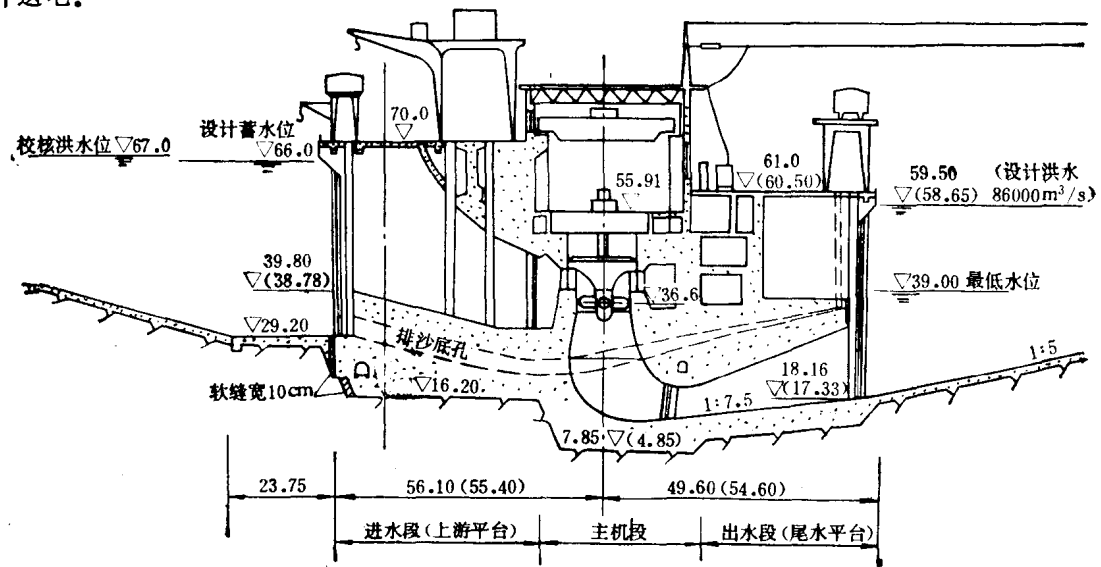


图 1-3 电站厂房横剖面图

### 三、泄洪建筑物

(1) 三江 三江冲沙闸共6孔，总宽度108m，最大泄洪量10500m³/s。主要是引流拉沙，保证三江航道和2、3号船闸通航，汛期也可参加泄洪。闸型为平底闸，闸室长58m，闸室底板高程43m，闸孔净宽12m，设弧形闸门，尺寸为12×10.5m，用卷扬机启闭。闸孔两边墩各厚3m，为整体式结构，弧门支臂支承在横梁上，横梁两端由每束受力300t的预应力钢丝束锚在闸墩内；闸室上游设30m长的防冲混凝土铺盖，闸室下游采用三级消力池，总长425.5m。图1-4为三江冲沙闸剖面图。

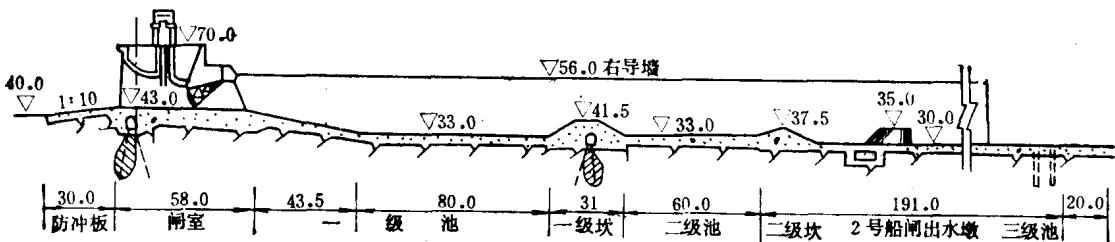


图 1-4 三江冲沙闸剖面图

(2) 二江 泄水闸共27孔，总宽度498m，最大泄洪量83900m³/s，是葛洲坝水利枢纽的主要泄洪建筑物。综合考虑泄洪、截流、排沙等方面的要求，闸型为敞开式平底