



顾 辉 著

寒冷地区 碾压混凝土 筑坝技术

气象出版社

寒冷地区碾压混凝土筑坝技术

顾 辉 著

气象出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

寒冷地区碾压混凝土筑坝技术/顾辉著. —北京:气象出版社,2005

ISBN 7-5029-4010-3

I. 寒… II. 顾… III. 混凝土碾压筑坝-严寒气候施工 IV. TV541

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096730 号

寒冷地区碾压混凝土筑坝技术

Hanleng Diqu Nianya-Hunningtu Zhuba Jishu

出 版 者: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

电 话: 总编室 010-68407112 发行部 010-62175925

责任编辑: 刘厚堂

终 审: 章澄昌

封面设计: 王 伟

责任技编: 都 平

责任校对: 时 人

印 刷 者: 北京京科印刷有限公司

发 行 者: 气象出版社

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 332 千字

版 次: 2005 年 10 月第 1 版

印 次: 2005 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000

定 价: 40.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。



顾 辉

男，1951年10月生，河北人。教授级高工。中共党员。1976年毕业于华北水利水电学院农田水利专业。现任水利部河北水利水电勘测设计研究院院长、党委书记；河北院专家委员会主任；《水科学与工程技术》、《水利科技译文集》主编，曾任设计院总工程师、副院长，国家重点水利工程桃林口水库建设指挥部副主任。现兼任河北省水利学会副理事长、天津分会理事长，天津大学、三峡大学、华北水利水电学院兼职教授，硕士、博士研究生导师。

30年来主持、组织完成了大、中型水利工程设计、监理、咨询等30余项，获科技进步奖、优秀工程勘察设计奖19项，撰写学术论文、译文、技术报告等200余篇（本），发表论文132篇，出版著作7部。

主要著述有《岩基上重力坝的抗滑机理分析及提高安全度对策》、《土基上建闸防冲槽深度的计算方法》、《散粒体地基上建碾压混凝土坝的研究》、《水工隧洞断面的优化设计》、《挡土墙的优化设计》、《桃林口水库RCC筑坝技术》、《水工建筑物优化设计》等。曾多次荣获河北省水利厅、天津市河北区“优秀共产党员”“优秀党务工作者”“先进工作者”“河北省水利学术带头人”，以及中国科学技术期刊编辑“金牛奖”“银牛奖”、全国水利勘测设计行业优秀中青年技术人员、水利部南水北调工程规划设计先进个人及河北省有突出贡献的中青年专家等荣誉称号。

序

建设大型水利水电枢纽工程投资大,工期长,如何应用快速建坝技术并节约投资已成为水电工程界面临的一项重要课题。本书结合桃林口水利枢纽工程建设实际,系统提出了寒冷地区碾压混凝土(RCC)筑坝技术,解决了一系列筑坝技术的重大问题。使设计方案进一步优化,达到了节约投资、缩短工期、方便施工的目的。

桃林口水利枢纽工程是水利部、河北省“八五”、“九五”期间重点建设项目,是我国寒冷地区采用通仓浇筑 RCC 施工法修筑的“金包银”式碾压混凝土重力坝。

桃林口水利枢纽工程,经历了 40 多年的漫长艰苦历程,凝聚了几代人的心血和企盼,广大建设者历经 6 年艰苦奋斗,克服了重重困难,攻克了种种技术难关,采用创新建设思路,进行了多项优化设计和施工技术创新,一座现代化的大型水库耸立在燕山群峰之中。

桃林口水库大坝,从选定坝址开始,经历反复勘察、设计、计算、试验、研究,坚持求实创新,以高度的责任感和事业心,在设计、施工管理过程中,开展了多项试验研究;在确定大坝最优建基面、高边坡开挖及深层抗滑稳定研究、RCC 筑坝工艺研究、坝体温度场及温度应力仿真计算、溢流坝、底孔消能试验研究等方面进行了技术创新,丰富了碾压混凝土筑坝技术;解决了寒冷地区碾压混凝土筑坝技术难题,使工期缩短 1 年,节约投资 26%。竣工验收时被评定为优良工程。

寒冷地区 RCC 筑坝技术的应用,在今后水利水电工程建设中具有广阔的推广前景。总之,《寒冷地区碾压混凝土筑坝技术》是一本内容丰富、创新观点翔实、设计思想严谨的专著,为我国寒冷地区筑坝技术提供了成功经验。

楊 振 懷

2005 年 6 月

前 言

自 20 世纪 80 年代日本建成第一座碾压混凝土(RCC)坝以来,碾压混凝土筑坝技术得到了发展,在寒冷地区碾压混凝土筑坝工艺得到了应用,但 RCC 筑坝技术尚无成功的经验。它对碾压混凝土抗冻耐久性等提出了更高要求。

寒冷地区碾压混凝土筑坝技术紧密结合桃林口水利枢纽工程建设实际,对寒冷地区碾压混凝土筑坝技术进行了系统试验研究,先后完成了碾压混凝土力学试验、现场碾压试验、坝基混凝土物理力学性质试验、野外大型抗剪断试验、混凝土碱骨料反应试验、坝体温度场及温度应力仿真计算研究,以及溢流坝消能型式试验、底孔消能防冲试验、底孔减压模型试验等。采用了 70 余项新技术、新工艺、新材料、新设备,解决了 20 余项重大技术问题,使设计方案进一步优化,达到了节约投资、缩短工期、方便施工的目的。

本书主要根据桃林口水库筑坝的实践经验,阐述了多项实用 RCC 筑坝技术和试验成果,且吸收了相关工程的建设经验。参加本书编写工作的人员主要有:谢子书、杨铁荣、孙继江、赵运书、程福荣、刘政姝、周文龙、孙德彰、刘晓峰、霍继申、崔洪敬、戴梅、赵勇平、孙广瑞、杨铁树、赵春锁等同志。

本书在出版过程中,承蒙参加该项工作的有关领导及同志们的大力支持,谨致衷心感谢。因个人水平有限,如有不当之处,尚祈同行专家和读者批评指正。

著 者
2005年6月

目 录

第 1 章	概述	1
1.1	引言	1
1.2	主要内容	1
1.3	主要成果	2
第 2 章	桃林口水利枢纽工程概况	3
2.1	基本情况	3
2.2	工程特性	3
第 3 章	确定最优建基面	10
3.1	坝基地质	10
3.2	弱风化岩体固结灌浆试验	10
3.3	坝基岩体质量工程分级	11
3.4	大坝建基面优选	12
3.5	建基面测试参数值分析	14
3.6	结论	21
第 4 章	右岸高边坡开挖及其稳定性分析	22
4.1	右岸坝肩地质条件	22
4.2	右岸坝肩稳定分析	22
4.3	右岸开挖边坡优化	26
4.4	右岸边坡岩体变形监测资料分析	29
第 5 章	右岸高边坡坝段优化设计	32
5.1	引言	32
5.2	岸坡开挖形式对坝体侧向稳定的影响	33
5.3	坝体三维稳定分析及应力计算	34
5.4	结论	36
第 6 章	坝基深层抗滑稳定分析及处理措施	39
6.1	引言	39
6.2	坝基地质条件	39
6.3	坝基深层抗滑稳定计算与分析	41
6.4	坝基深层抗滑稳定处理措施优化	49
6.5	结论	51

第 7 章	碾压混凝土试验	52
7.1	碾压混凝土配合比设计方法	52
7.2	碾压混凝土密度试验	53
7.3	配合比参数对碾压混凝土特性影响	55
7.4	大坝上游防渗体二级配碾压混凝土配合比	57
7.5	坝体下游面三级配碾压混凝土配合比	60
7.6	坝体内部三级配碾压混凝土配合比	62
7.7	低温防冻碾压混凝土应用	64
第 8 章	常态混凝土试验	68
8.1	配合比对常态混凝土特性影响	68
8.2	底孔渥奇段高性能混凝土配合比	70
8.3	大坝基础及外部混凝土配合比	71
8.4	泵送高流态混凝土配合比	74
8.5	低温防冻常态混凝土应用	76
第 9 章	RCC 筑坝工艺	80
9.1	引言	80
9.2	原材料	80
9.3	配合比设计	81
9.4	施工技术	81
9.5	质量管理及评定	84
第 10 章	坝体温度场及温度应力仿真计算	88
10.1	引言	88
10.2	应用原理	88
10.3	成果分析	96
第 11 章	溢流坝消能型式试验	103
11.1	工程布置模型试验	103
11.2	左岸防护措施试验	104
11.3	宽尾墩与消力池联合消能工试验	105
11.4	招标阶段试验	109
11.5	挑流消能试验	113
11.6	结论	114
第 12 章	底孔减压模型及消能防冲试验	115
12.1	引言	115
12.2	底孔减压模型试验	115
12.3	底孔消能防冲试验	120
第 13 章	底孔三维有限元应力分析	127
13.1	引言	127
13.2	研究方法及内容	127
13.3	计算模型	129
13.4	计算工况与荷载	130
13.5	计算成果分析	131

第 14 章	金属结构新技术	134
14.1	引言	134
14.2	浮动门稳定、锁定方式	134
14.3	压力钢管伸缩节	136
14.4	其他先进技术	137
第 15 章	水力机械新技术	140
15.1	水电站概况	140
15.2	同类技术应用现状	140
15.3	机型优化设计	141
15.4	微机调速器	142
15.5	新型不等高桥式起重机	143
15.6	高压供气系统	143
15.7	流量监测计量装置	144
15.8	供排水系统新技术、新设备	145
15.9	油系统新设备	147
15.10	新型自动化监测元件	147
第 16 章	110 kV 的 GIS 设备防雾化技术	149
16.1	国内外现状	149
16.2	应用领域与关键技术	149
16.3	110 kV 的 GIS 设备防雾化技术的优势	150
第 17 章	微机监控技术	152
17.1	微机监控系统特点	152
17.2	新型监控方案	153
17.3	新型联接关系	156
17.4	信号采集、传输新型接线	158
17.5	微机监控系统的经济运行	159
17.6	新型智能专用装置	160
17.7	新型微机保护系统	161
第 18 章	水库优化调度技术	165
18.1	引言	165
18.2	数学模型的建立	166
18.3	优化调度计算	169
18.4	结论	170
参考文献		171

第 1 章 概 述

1.1 引 言

自 20 世纪 80 年代日本建成第一座碾压混凝土(RCC)坝以来,碾压混凝土筑坝技术得到了发展。我国碾压混凝土坝起步较晚,1986 年在福建坑口建成了第一座碾压混凝土重力坝。

早在 20 世纪 50 年代,桃林口水利枢纽工程就被纳入滦河流域规划拟建开发工程之一,1981 年正式列入建设日程。至 1985 年完成了 3 个坝段 11 条坝线的比选。进行了土坝、混凝土重力坝、宽缝坝及碾压混凝土重力坝等坝型方案的设计比较。至 1989 年选定采用碾压混凝土重力坝方案。1992 年开工建设。2000 年竣工验收时被评定为优良工程。

桃林口水库大坝采用通仓浇筑 RCC 施工法修筑的“金包银”式碾压混凝土重力坝。这种碾压混凝土具有低水泥、高掺粉煤灰、抗裂性好、水化热少而缓、水泥利用效率高的优点,可采用通仓、薄层、连续浇筑等施工技术,施工工序简单,筑坝速度显著提高。

1.2 主要内容

通过了解国内外碾压混凝土坝设计、施工现状及科学研究成果,充分利用现代化的科学仪器、设备、手段,引进和借鉴国内外各方面先进的技术和科研成果,在此基础上进行多项科研试验,针对不同专题应用不同理论、依据和研究方法,从工程地质、水工建筑物及结构、金属结构、机电设备及管理应用等方面进行专项研究。计算模型及程序通过调研并经过综合比选确定,计算参数和边界条件通过试验并经工程类比确定,使研究成果真实可靠。

主要内容有:

- (1)确定大坝最优建基面;
- (2)高边坡开挖及其稳定性研究;
- (3)右岸高边坡坝段优化设计;
- (4)坝基深层抗滑稳定分析及处理措施的优化;
- (5)碾压混凝土试验;
- (6)常态混凝土试验;
- (7)RCC 筑坝工艺;
- (8)坝体温度场及温度应力仿真计算;
- (9)溢流坝消能型式试验;
- (10)底孔减压模型及消能防冲试验;
- (11)底孔三维有限元应力分析;

- (12) 金属结构新技术;
- (13) 水力机械新技术;
- (14) 110 kV 的地理信息系统(GIS)设备防雾化技术;
- (15) 微机监控技术;
- (16) 水库优化调度技术。

1.3 主要成果

在确定大坝最优建基面、高边坡及深层抗滑稳定、RCC 筑坝工艺、溢流坝、底孔消能等方面进行多项试验研究,主要成果有:

(1) 利用定量参数确定大坝最优建基面,提出了坝基开挖主要控制指标,即:岩体纵波波速、岩石饱和抗压强度、岩石回弹强度、岩石点荷载强度等。

(2) 按规范要求及材料力学理论二维稳定计算,其大坝岸肩高边坡综合开挖边坡较缓,致使岩石开挖及混凝土量偏大,根据碾压混凝土筑坝特点采用坝段并缝等措施,经三维稳定计算,确定了安全、合理的坝体断面,节省了投资。

(3) 大坝深层抗滑稳定综合考虑多折坡滑动面影响和周边岩体的侧向阻滑作用,解决了大坝深层抗滑稳定的关键技术问题。

(4) 基于大量的碾压混凝土配合比试验,解决了寒冷地区碾压混凝土筑坝材料抗冻、抗渗等技术问题。粉煤灰掺量提高,水胶比减低,用粉煤灰代替水泥 $105 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,抗冻标号达到 D150 以上,提高了大坝的抗冻耐久性;抗渗标号大于 S6,满足了高坝筑坝技术要求。

(5) 建立了碾压混凝土坝体温度应力场及温度应力仿真计算理论及方法。确定了计算边界条件,建立了数学模型。提供了施工期坝体温度应力发展的整体及真实面貌,并得到了现场实测数据的验证。

(6) 提出了寒冷地区碾压混凝土筑坝的 RCC 施工计算理论及工艺流程。采用通仓、薄层、连续上升等施工技术,施工工序简单,筑坝速度显著提高。

(7) 明确了坝体成缝、异种混凝土浇筑、变态混凝土等对坝体结构应力的影响,提出了计算理论及施工工艺。确定了异种混凝土交叉浇筑,变态混凝土随碾压混凝土逐层施工工艺。解决了坝体裂缝及局部应力集中问题,并得到了现场实测数据的验证。

(8) 因地因时制宜,提出了大坝建基面高程抬高、高边坡开挖稳定、大坝深层抗滑稳定、断层处理措施,以及宽尾墩与消力池联合消能、底孔三维有限元等计算理论、试验成果和多种实用控制技术,并得到工程的全面、成功应用。

第 2 章 桃林口水利枢纽工程概况

2.1 基本情况

桃林口水库工程位于河北省秦皇岛市青龙县三道河村北的滦河支流青龙河上,是一座具有供水、灌溉、发电等综合效益的大型水利枢纽工程。

桃林口水库工程是水利部和河北省“八五”、“九五”期间重点工程建设项目,工程分两期建设。一期工程正常运用洪水为 100 年一遇,非常运用洪水为 1000 年一遇,工程为二等工程,大坝为二级建筑物。水库正常蓄水位为 143.4 m,死水位 104 m,最大坝高 74.5 m,坝顶长 500 m,总库容 8.59 亿 m^3 。当保证率为 75% 时,可调节水量为 7.02 亿 m^3 ;保证率为 95% 时,可调节水量为 3.32 亿 m^3 。一期工程建成后,可供给秦皇岛市城市、工业用水 1.82 亿 m^3 ,可使滦河中下游约 8 万 hm^2 农田灌溉得到不同程度的改善和补充。

二期工程正常运用洪水为 1000 年一遇,非常运用洪水为 5000 年一遇,工程为一等工程,大坝为一级建筑物。水库正常蓄水位为 158.8 m,死水位 104 m,最大坝高 91.3 m,坝顶长 526.64 m,总库容 17.8 亿 m^3 。当保证率为 75% 时,可调节水量为 7.67 亿 m^3 ;保证率为 95% 时,可调节水量为 5.67 亿 m^3 。

桃林口水库枢纽工程包括两岸非溢流坝段、电站坝段、底孔坝段、溢流坝段和发电厂等部分。拦河坝为“金包银”碾压混凝土重力坝。一期工程共 29 个坝块,其中 2 个底孔坝块,孔口尺寸(宽 $\times$ 高)5 m $\times$ 6 m,最大泄量 1641 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,采用弧形闸门,液压启闭机操作;溢流坝段设 15 m $\times$ 15.5 m 的弧形闸门 11 扇,最大泄量 22000 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,液压启闭机操作,检修门为浮动门。溢流坝采用宽尾墩与消力池联合消能方式。

桃林口水电站一期工程装机容量为 20 MW,水轮机型号为 HLA208-LJ-180,发电机型号为 SF10-20/3250。多年平均发电量 6275 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。二期工程装机容量为 30 MW,多年平均发电量为 9330 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。水电站为坝后式,引水方式为单元式。在压力钢管的进口处设有快速闸门,水轮机前不设主阀。桃林口水电站采用微机监控系统。

2.1 工程特性

桃林口水利枢纽工程分两期建设,工程特性详见表 2-1。

表 2-1 桃林口水利枢纽工程特性表

序 号	名 称	数 量	
		一 期 工 程	二 期 工 程
一	水 文		
1	流域面积		
	全流域(km ²)	6340	
	工程地址以上(km ²)	5060	
2	利用的水文系列年限(a)	55	
3	多年平均年径流量(亿 m ³)	9.6	
4	代表性流量		
	多年平均流量(m ³ ·s ⁻¹)	30.4	
	实测最大流量(m ³ ·s ⁻¹)	8760	
	调查历史最大流量(m ³ ·s ⁻¹)	14000~15000	
	设计洪水标准及流量(m ³ ·s ⁻¹)	P=1%,14340	P=0.1%,23849
	校核洪水标准及流量(m ³ ·s ⁻¹)	P=0.1%,23849	P=0.02%,32400
	施工导流标准及流量(m ³ ·s ⁻¹)	P=10%,153(9月16日~6月30日)	
5	洪 量		
	实测最大洪量(3 d)(亿 m ³)	11.67	
	设计洪水标准及洪量(3 d)(亿 m ³)	P=1%,14.61	P=0.1%,24.73
	校核洪水标准及洪量(3 d)(亿 m ³)	P=0.1%,24.73	P=0.02%,32.65
6	泥 沙		
	多年平均输沙量(万 t)	386	
	多年平均含沙量(kg·m ⁻³)	4	
	实测最大含沙量(kg·m ⁻³)	34.8	
7	天然水位		
	实测最低水位(m) (相应流量 1.1 m ³ ·s ⁻¹)	83.85	
	实测最高水位(m) (相应流量 8760 m ³ ·s ⁻¹)	93.12	
	调查最高洪水位(m) (相应流量 14000~15000 m ³ ·s ⁻¹)	95.15~95.51	
二	水 库		
1	水库水位		
	校核洪水位(m)	144.32	162.04
	设计洪水位(m)	143.4	158.8
	正常高水位(m)	143.4	158.8
	死水位(m)	104.0	104.0
2	正常蓄水位时水库面积(km ²)	38.07	60.51
3	回水长度(km)	34.4	46.1
4	水库容积		
	总库容(校核洪水位以下)(亿 m ³)	8.59	17.8
	调节库容(亿 m ³) (正常蓄水位至死水位)	7.09	13.82
	死库容(亿 m ³)	0.511	0.28

(续表)

序 号	名 称	数 量	
		一 期 工 程	二 期 工 程
	堆沙库容(亿 m^3)	0.80	1.65
5	库容系数(考虑淤积)(%)	74	1.44
6	调节特性	多年	多年
7	水量利用系数	0.70	0.83
三	下泄流相应量及下游水位		
1	设计洪水位时最大泄量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	14340	21580
	相应下游水位(m)	95.15	97.37
2	校核洪水位时最大泄量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	23849	29526
	相应下游水位(m)	97.99	99.42
四	工程效益		
1	防洪效益(万元 $\cdot \text{a}^{-1}$)	617.0	
2	改善灌溉面积(万 hm^2)	8	
3	城市及工业供水(亿 $\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)	1.82	
	最大引用流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)($P=95\%$)	6	
4	发电效益		
	装机容量(MW)	20	30
	多年平均发电量(万 $\text{kW} \cdot \text{h}$)	6275	9330
	年利用小时(h)	3138	3110
五	建设征地与移民		
1	淹没耕地(hm^2)	2847	
2	迁移人口(万人)	3.93	
六	主要建筑物及设备		
1	挡水建筑物		
	型 式	碾压混凝土重力坝	
2	地基特性	板状粉细砂岩,夹石英砂岩	
	地震基本裂度/设计裂度	6/6	6/7
	坝顶高程(m)	146.5	163.3
	最大坝高(m)	74.5	91.3
	坝顶长度(m)	500	526.64
	型式(表孔式溢流)		
	堰顶高程(m)	128.3	143.7
	溢流段长度(m)	207	
	孔数(孔)	11	11
	孔宽(m)	15.0	15.0
	单宽流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	111.0	123.8
	消能方式(底流)		
	闸门尺寸(宽 $\times$ 高)及数量(m;扇)	15 $\times$ 15.6;11	
	启闭机型式(固定式)		
	设计泄洪流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	12714	19711
	校核泄洪流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	22207	27610
3	放水建筑物(底孔)		

(续表)

序 号	名 称	数 量	
		一 期 工 程	二 期 工 程
	型式(有压短洞)		
	孔口尺寸(宽×高)(m)	5×6	
	孔数(孔)	2	
	进口底高程(m)	90.0	
	工作闸门型式(弧形门)		
	闸门尺寸(宽×高)及数量(m;扇)	5×6;2	
	设计泄洪流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	1626	1869
	校核泄洪流量($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	1641	1916
	消能型式(底流)		
4	引水建筑物(发电站)		
	进水口型式(喇叭口)		
	进口底高程(m)	102.0	
	进口闸门型式(快速闸门)		
	闸门尺寸(宽×高)及数量(m;扇)	3×3.5;3	
	引水道型式(钢管)		
	压力管道条数(条)	3	
	压力管道长度(m)	89.82	
	压力管道直径(m)	3.0	
5	发电厂房		
	型式(坝后式)		
	地基特性	弱风化板岩,夹石英砂岩	
	主厂房尺寸(长×宽)(m)	49.54×14.4	
	机组安装高程(m)	84.4	
6	主要机电设备		
	水轮机台数(台)	2	3
	型号(HLA208-LJ-180)		
	额定出力(kW)	10370	
	转速($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	300	
	吸出高度(m)	0.0	
	最大工作水头/最小工作水头(m)	58/23.9	
	设计水头(m)	45	
	每台机组过水能力($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	25.62	
	发电机台数(台)	2	3
	型号(SF10-20/3250)		
	额定容量(kW)	10000	
7	输电线路		
	电压(kV)	110	
	回线路数(回路)	1	
	输电起止(桃林口电站—双山子)		
七	施 工		
1	主体工程数量		
	山麓堆积开挖(万 m^3)	130.29	

(续表)

序 号	名 称	数 量	
		一 期 工 程	二 期 工 程
	砂卵石开挖(万 m ³)	29.88	
	岩石开挖(万 m ³)	98.78	13.00
	常态混凝土(万 m ³)	72.01	0.233
	碾压混凝土(万 m ³)	52.34	
	金属结构安装(t)	3621	
	帷幕灌浆(万 m)	1.72	
	固结灌浆(万 m)	2.4	
	钢筋制安(万 t)	1.12	
	电站机电安装(台套)	2	
2	计划总工期(年)	6	2
八	总投资(亿元)	17.4	

桃林口水利枢纽工程大坝上、下游立视图,溢流坝、非溢流坝、底孔坝段剖面如图 2-1~图 2-4 所示。

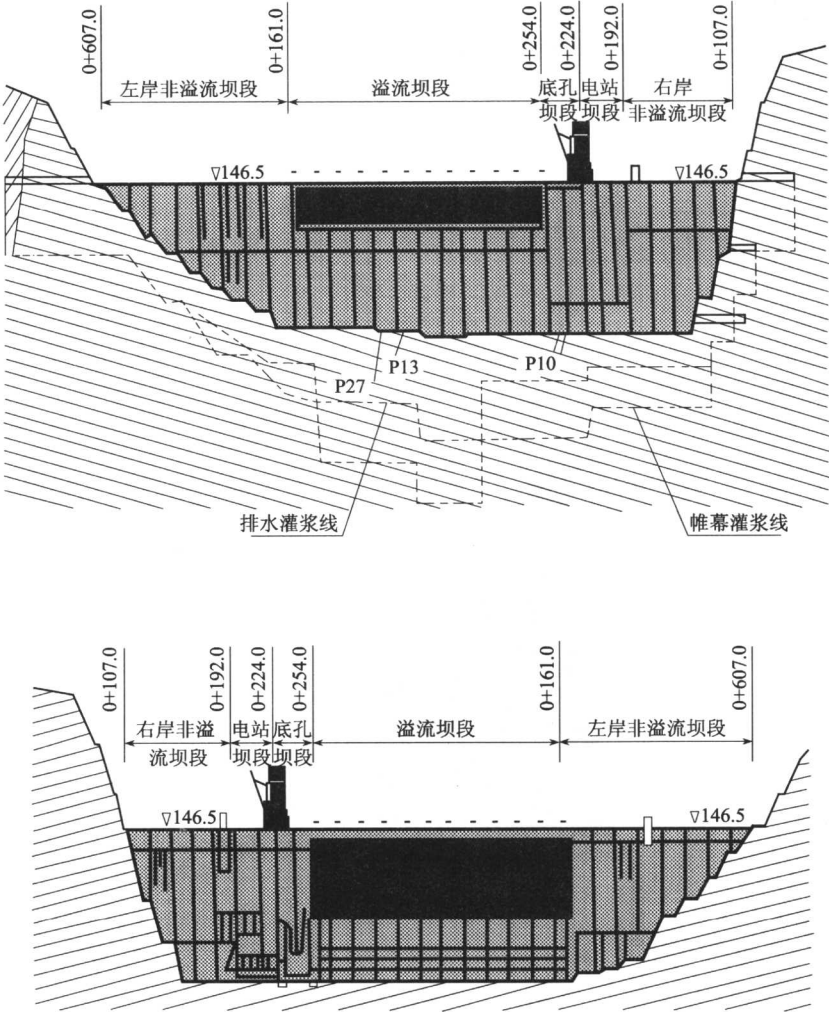


图 2-1 大坝上、下游立视图

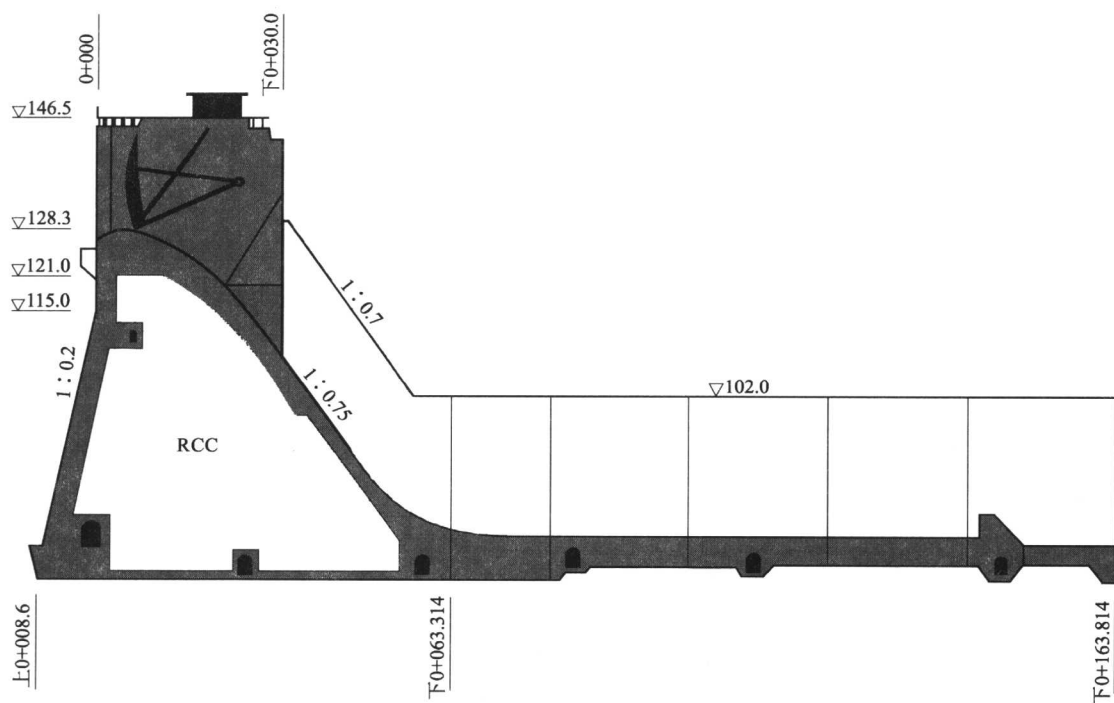


图 2-2 溢流坝段剖面图

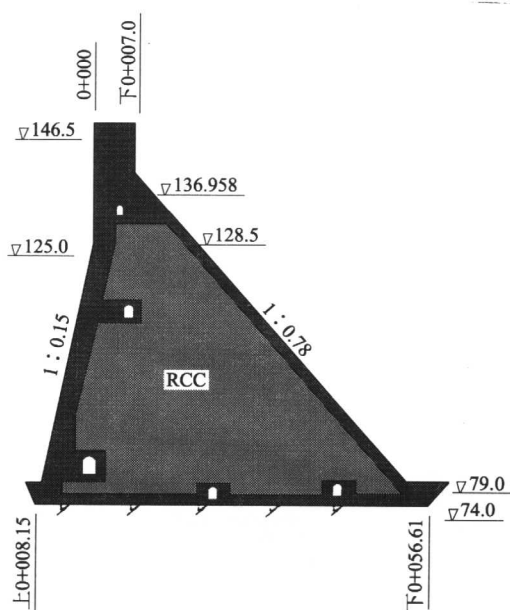


图 2-3 非溢流坝段剖面图