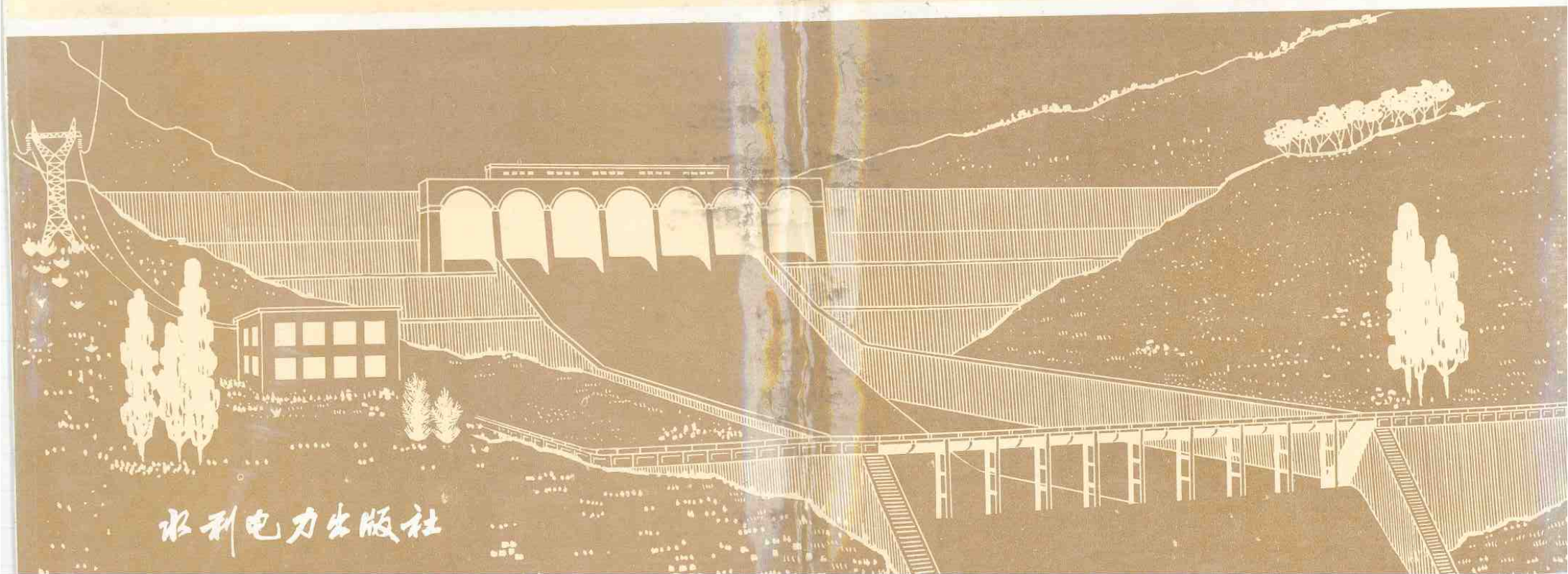


# 小型水利水电工程设计图集

## 混凝土坝分册



水利电力出版社

责任编辑：彭志豪

封面设计：李铁民

书号：15143·5938

定价：2.85 元

# 小型水利水电工程设计图集

## 混凝土坝分册

---

水利电力出版社

小型水利水电工程设计图集

混凝土坝分册

湖南省水利水电勘测设计院编制

书号15143·5938

水利电力出版社出版  
(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

1986年10月第一版

1986年10月北京第一次印刷

印数 0001—5770 册

787×1092毫米 8开本 9印张

定价 2.60 元

## 前

建国以来,小型水利水电工程建设取得了很大成就,无论是在勘测、设计,还是在施工、运行、管理等方面,都积累了丰富的经验。为了总结经验,提高工程设计质量,前水利部规划设计管理局会同前水利出版社,组织有关水利水电单位,编制了这套《小型水利水电工程设计图集》。

《图集》内容包括:土坝与堆石坝、砌石坝、混凝土坝、水电站、抽水站、水闸、涵闸、渡槽、倒虹吸管、跌水与陡坡、渠道防渗衬砌、农用桥等十二个分册。《图集》中介绍的主要是由全国各地推荐并经过一定时间运行考验过的典型工程,其中农用桥、涵闸、跌水与陡坡分册还编入了个别地区试用的定型设计图。其布置型式、主要结构等方面,基本上反映了我国已建成的小型水利水电工程的状况和设计水平,具有一定的代表性和典型性。为适应地、县水利水电工程建设发展的需要,并根据水利水电有关技术部门和要求,《图集》中也适当选编了一些中型工程,抽水站分册还编入了个别大型工程。因此,本《图集》除主要供从

## 言

事小型水利水电工程建设的技术人员参考使用外,也可供其他有关技术人员参考。

由于全国小型水利水电工程类型多、数量大,有的工程基本资料不全,加之编制时间仓促和人力有限,难免有许多好的典型工程未能编入《图集》。已编入《图集》的典型工程实例,由于具体条件差别很大,请大家在参阅本《图集》时,要因地制宜,取其所长,不宜全部照抄照搬。

在《图集》编制过程中,参加编制工作的单位对此工作十分重视,具体承担编制工作的同志们付出了辛勤的劳动;前水利部北京勘测设计院协助前水利部规划设计管理局及时进行了有关联系、协调及图纸的审查工作,各地水利水电部门和有关单位在提供资料等方面给予了大力支持,在此一并致谢。

由于我们缺乏组织编制《图集》工作的经验,《图集》中可能存在一些缺点和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

水利电力部水利水电规划设计院

一九八二年五月

## 编 制 说 明

新中国成立以来,进行了大规模的水利水电工程建设,据一九八二年底统计,全国兴建了各类水库工程八万余座,众多的水利水电工程的建成,促进了坝工设计水平的提高和水利水电科学技术的发展。

在已建的小型水利工程中,土石坝被广泛采用,混凝土坝也有一定的发展。

混凝土坝(砌石坝类同)在枢纽布置上具有较大的灵活性,特别是在泄洪布置及施工导流方面相对土坝来说具有明显的优越性。由于混凝土坝的水泥和木材用量较多,施工技术也较复杂,因此,小型混凝土坝的发展受到一定的限制。但在有条件的地方,或者在缺少合适的土料和石料筑坝的地方,选用混凝土坝型还是适宜的。

本分册根据各地推荐和提供的资料,共选编了分布于北京、河北、辽宁、浙江、湖南、广东、广西、贵州、青海等九个省(自治区、直辖市)的十九座混凝土坝工程。

选编的工程以小型为主,着重反映小型工程的特点,同时适当地选编了一些设计比较好、具有某些特点的中型工程。这些工程基本上反映了我国已建小型混凝土坝工程的主要坝型、结构特点 and 设计水平,其中广东泉水拱坝曾荣获国家七十年代优秀设计项目奖。

选入本册的典型工程有单曲拱坝、双曲拱坝、铰拱坝、钢筋混凝土平板坝、支墩填碴坝、宽缝重力坝、重力坝等坝型。泄流方式有中孔、厂顶溢流、滑雪道式、底孔结合坝面溢流以及坝面溢流等。消能方式多

数工程采用挑流。

选入本册的十九座混凝土坝中,有拱坝十五座,其厚高比为 $0.07 \sim 0.37$ ,其中厚高比小于 $0.2$ 的薄拱坝有十一座,如广西天生桥双铰拱坝为 $0.07$ ,辽宁门坎哨拱坝为 $0.08$ ,广东泉水双曲拱坝为 $0.11$ 。湖南双冲双铰拱坝支铰处采用聚氯乙烯胶泥止水,效果较好。辽宁门坎哨拱坝底部采用推移缝,对于减少坝体厚度取得了一定的效果。此外,有较多的拱坝采用浆砌块石或条石代替外模,坝体用混凝土埋块石,对节约木材和减少水泥用量,降低水化热等都取得了较好效果。在入册的工程中,有的是着重介绍枢纽布置特点,因此,对于主要结构,一般未作详图反映。

图中尺寸除注明者外,高程以米计,水工结构尺寸以厘米计,钢筋直径及金属结构尺寸以毫米计。图中所注混凝土标号均为原设计所采用的标号。

本分册可供从事小型水利水电工程坝工设计的工程技术人员使用,也可供有关院校师生参考。

《小型水利水电工程设计图集》中的坝工部分,包括土坝与堆石坝、砌石坝、混凝土坝等三个分册,由湖南省水利水电勘测设计院主持编制工作。

本分册由湖南省水利水电勘测设计院负责编制,参加编制工作的主要人员有刘次生、谭剑、郭涤寰、江浩等同志。

## 目 录

前言

编制说明

拱坝部分 .....	1
拱坝工程特性表 .....	2
湖南双冲水库 .....	4
辽宁门坎哨水库 .....	7
浙江东溪水库 .....	9
河北海儿洼水库 .....	12
广西天生桥水库 .....	15
浙江插花墩水库 .....	17
广西白云江水库 .....	19
湖南花木桥水电站 .....	21
贵州修文水电站 .....	24

湖南半江水库 ..... 28

青海格尔木水电站 ..... 31

贵州松柏山水库 ..... 34

贵州红岩水电站 ..... 38

北京古城水库 ..... 42

广东泉水水电站 ..... 45

重力坝、支墩坝部分 ..... 49

    重力坝、支墩坝工程特性表 ..... 50

    湖南龙下灌区枢纽工程 ..... 52

    北京西峪水库 ..... 55

    湖南双江口水库 ..... 58

    北京沙厂水库 ..... 63

# 拱 坝 部 分



# 拱 坝 工 程

序 号	工 程 名 称	工 程 地 点		所 在 河 流	集 水 面 积 (公里 <sup>2</sup> )	总库容 (万米 <sup>3</sup> )	坝高 (米)	坝 型	大 坝 特 性				计算应力 (牛/厘米 <sup>2</sup> )		
		省 (自 治区、 直辖市)	县 (市、 自治县)						河谷 形状	宽高比	厚高比	中心角	计 算 方 法	最 大 拉应力	最 大 压应力
1	湖南双冲水库	湖 南	浏 阳	沔水河	10.31	1	13.6	双铰拱坝	V 形	2.24	0.15	104°30'	双铰拱法	99.5	207.4
2	辽宁门坎哨水库	辽 宁	宽 甸	蒲石河	198	126	20.2	单曲拱坝	梯形	5.04	0.08	117°30'	拱冠梁法	100	650.0
3	浙江东溪水库	浙 江	诸 暨	枫桥江	17.5	35	26.0	双铰拱坝	V 形	3.09	0.09	91°00'	双铰拱法	0	401
4	河北海儿洼水库	河 北	宣 化	水泉河	251.2	166	30.0	双曲拱坝	V 形	3.07	0.16	109°00'	纯拱法	32	213
5	广西天生桥水库	广 西	南 丹	拉六河	65.86	402	31.6	双铰拱坝	梯形	1.37	0.07	122°00'	双铰拱法	0	311
6	浙江插花墩水库	浙 江	缙 云	盘溪河	76	195	31.7	双曲拱坝	梯形	3.24	0.15	108°00'	纯拱法	115	400
7	广西白云江水库	广 西	灵 川	白云江	10.6	157	34.1	双铰拱坝	V 形	2.60	0.19	91°28'	双铰拱法	79	760.4
8	湖南花木桥水电站	湖 南	汝 城	沅 江	1064	1700	38.0	单曲拱坝	V 形	2.32	0.32	123°30'	拱冠梁法	179.6	256
9	贵州修文水电站	贵 州	修 文	猫跳河	2084	1140	43.5	单曲拱坝	U 形	2.17	0.23	96°00'	拱冠梁法	64	268
10	湖南半江水库	湖 南	洞 口	半 江	36.4	460	44.7	单曲拱坝	U 形	2.60	0.37	119°43'	拱冠梁法	109	417
11	青海格尔木水电站	青 海	格尔木	格尔木河	16000	2920	48.0	双曲拱坝	U 形	1.26	0.17	120°00'	拱冠梁法	137.2	365.2
12	贵州松柏山水库	贵 州	贵 阳	南明河	127	4460	52.5	双曲拱坝	V 形	2.28	0.18	122°32'	拱冠梁法	170	400
13	贵州红岩水电站	贵 州	修 文	猫跳河	2752	3040	60.0	双曲拱坝	V 形	2.21	0.15	116°00'	拱冠梁法	100	300
14	北京古城水库	北 京	延 庆	古城河	119	852	65.0	双曲拱坝	V 形	1.22	0.22	104°25'	拱冠梁法	151	391
15	广东泉水水电站	广 东	乳 源	汤盆水	190	2160	80.0	双曲拱坝	V 形	2.61	0.11	101°24'	网格法	121	434

注 1. 坝高系指坝基的最低面至坝顶路面的高度。  
2. 宽高比、厚高比用的坝高为计算坝高。即坝高不包括混凝土垫层的厚度。

# 特 性 表

泄 洪 特 性				坝址地质	基础处理	坝体工程量		工 程 效 益		竣 工 年 月	备 注
泄洪方式	消能型式	孔口尺寸 孔数-宽×高(米)	最 大 单 宽 流 量 [米³/(秒·米)]			混凝土 (万米³)	砌 石 (万米³)	灌溉面积 (万亩)	装机容量 (万千瓦)		
坝顶溢流	挑流水垫	15.63×2	6.61	板岩和砂岩		0.03			26	1975.4	海儿洼灌溉面积中包括 防洪保护面积3万亩
坝顶溢流	自由跌落	3-19.6×4.6 1-19.8×4.6 1-25.5×2.6	15.69	花岗岩	帷幕灌浆	0.25			640	1972.12	
坝顶溢流	自由跌落	2-5.2×1.5 2-9.8×3.5	13.00	凝灰岩	固结、帷幕灌浆	0.33		0.10	1000	1979.4	
坝顶溢流	自由跌落	61.66×4	12.00	流纹岩	固结、帷幕灌浆	0.28	0.14	3.40		1972	
岸边溢流	自由跌落	1-14.25×6.3	38.64	灰 岩		0.38	0.08	0.61	250	1980.4	
坝面溢流	自由跌落	1-38×6.0	30.30	溶凝灰岩		3.70		0.20	640	1973.7	
坝顶溢流	自由跌落	1-27×3.1	15.19	砂 岩		0.58	0.24	0.31	60	1980.2	
坝面溢流	自由跌落	4-10×6.0	38.00	石英砂岩与砂 质页岩互层	固结、帷幕灌浆	1.67			60000	1973.12	
厂房顶溢流	挑流	2-6.0×5.2 3-10.0×5.2	35.34	白云岩	锚筋、固结、帷 幕灌浆	4.97			20000	1961.6	
坝顶溢流	自由跌落	54.0×(3.5-4.5)	15.26	砂 岩	固结、帷幕灌浆	1.85		5.00	310	1958.4	
滑雪道式	自由跌落	3-6.0×3.0	55.90	花岗岩	固结、帷幕灌浆	1.31	0.05		9000	1977.10	
底孔泄流及 坝顶溢流	挑流	底孔4.0×4.0 坝顶3-7.0×3.1	24.50	灰 岩	固结、帷幕灌浆	2.50		4.00	1000	1978.1	
中孔泄流	挑流水垫	5-7.0×6.4	87.50	灰岩白云岩	固结、帷幕灌浆	4.00			30000	1973.12	
坝面溢流	挑流水垫	5-6.0×5.0	25.00	白云质灰岩	固结、帷幕灌浆	4.95	0.35	3.00		1979.2	
滑雪道式	挑流	4-9.0×6.5	45.00	花岗岩	排 水	6.80			24000	1974.3	

## 湖 南 双 冲 水 库

双冲水库位于湖南省浏阳县宝盖水污水河支流，坝址距浏阳县城39公里，坝址以上控制流域面积10.31公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量0.33米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量1047万米<sup>3</sup>。本水库是一个以发电为主，结合灌溉的水利水电工程。正常蓄水位60.80米，总库容1.21万米<sup>3</sup>。

大坝按V级建筑物设计。设计洪水为20年一遇，校核洪水为50年一遇。设计洪峰流量为74.7米<sup>3</sup>/秒，校核洪峰流量为92.6米<sup>3</sup>/秒。设计和校核水位时溢流段出口单宽流量分别为5.33米<sup>3</sup>/(秒·米)和6.61米<sup>3</sup>/(秒·米)。

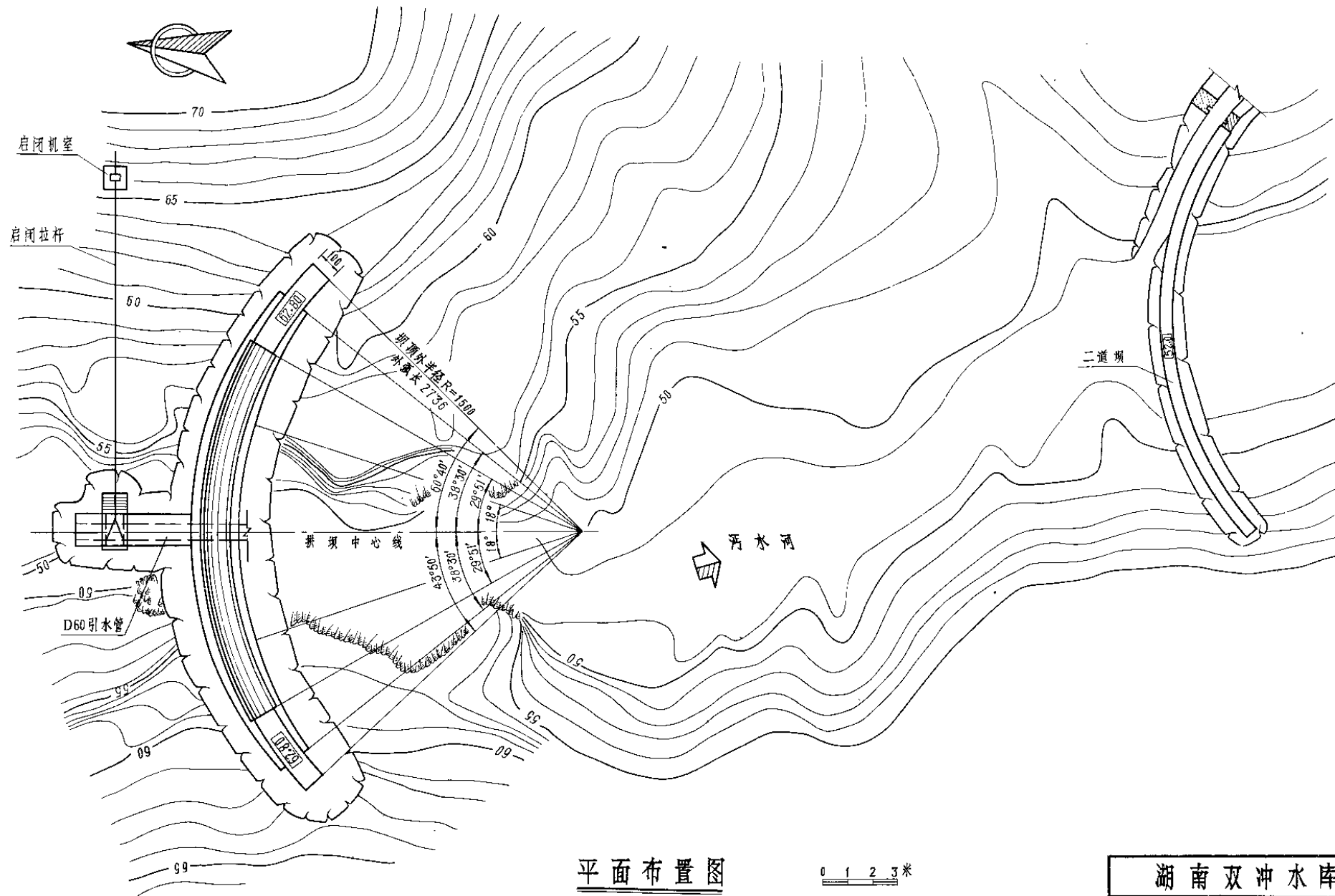
枢纽工程由大坝、二道坝、电站等建筑物组成。坝顶高程为62.80米，坝底最低清基高程为49.24米，最大坝高13.6米，计算坝高7.8米、坝底厚1.2米，宽高比为0.15。溢流坝顶高程为60.80米，溢流前缘总长15.63米，未装闸门。溢流堰为实用堰，鼻坎高程为60.20米。坝下游设有二道坝，形成水垫，以减少冲刷。大坝为混凝土双铰拱坝，设置铰形周边缝，

底座接缝为水平面，边座接缝为圆弧面，边铰和底缝均预留有防渗止水槽，浇注聚氯乙烯胶泥柱防渗止水。聚氯乙烯胶泥是以煤焦油为主要原料，加入少量的聚氯乙烯粉、二丁脂、硬脂酸钙、滑石粉等增塑剂、稳定剂、填充料，在130~140℃温度下塑化而成的热施工防水灌缝材料。实践证明防渗效果较好。

坝址为狭窄的V形河谷，河床底宽5.0米，两岸山坡近似1:1，坝基地质条件良好，基岩裸露、新鲜、坚硬完整，岩石为板溪群砂质板岩和石英砂岩，倾向下游，倾角较大。岩石抗压强度在6000~8000牛/厘米<sup>2</sup>之间，弹性模量为150~200万牛/厘米<sup>2</sup>，摩擦系数为0.65~0.68。

坝基及边铰清基至新鲜基岩，因岩石较好，基础无其他处理措施。

本工程1974年11月动工兴建，1975年4月建成投入运行，运行情况正常。

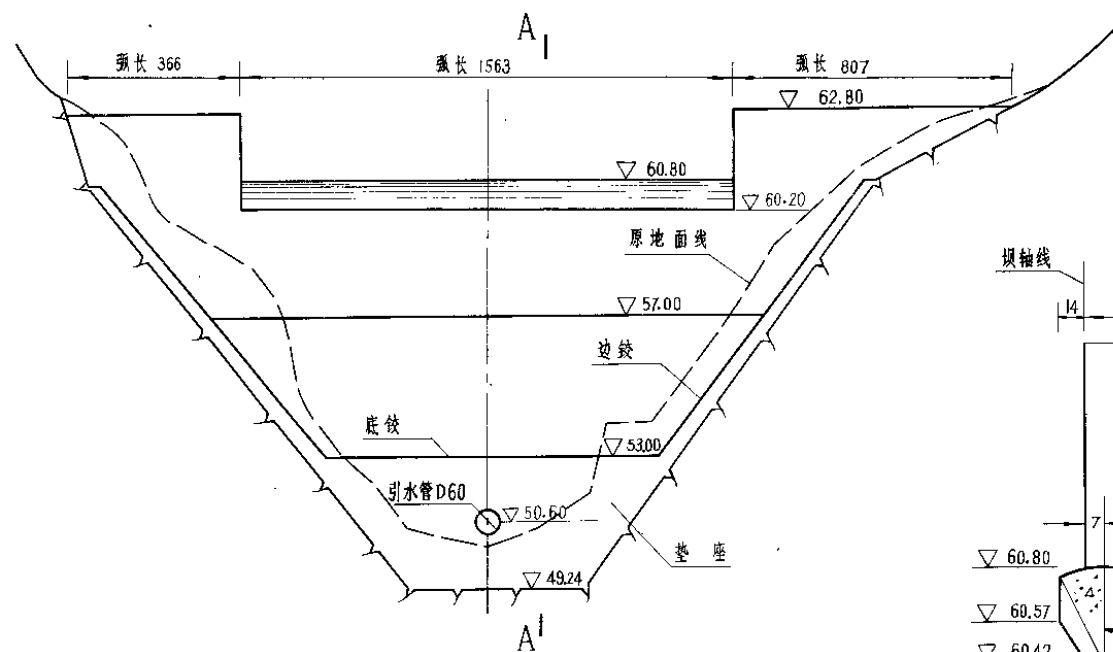


平面布置图

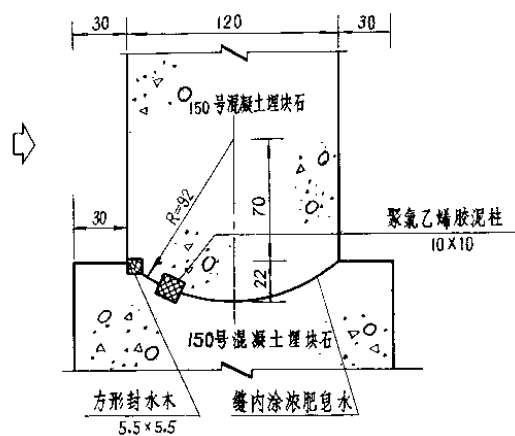
湖南双冲水库

浏阳县水利电力局 1975年4月

混凝土坝设计图 拱01-V2

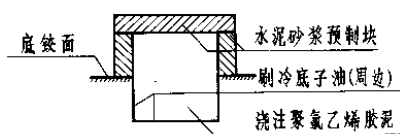


下游立视图



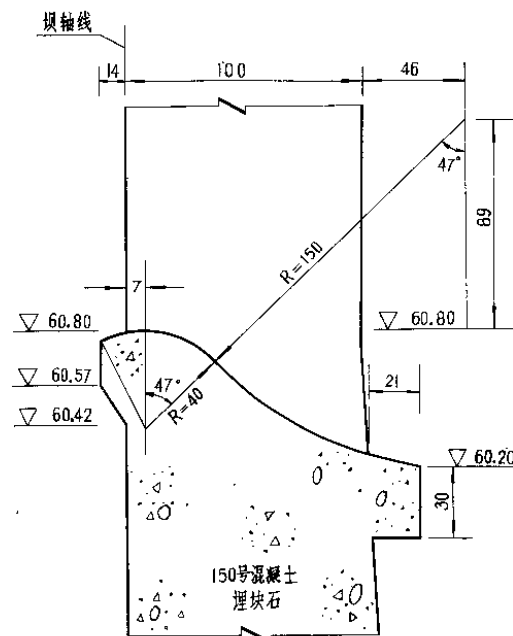
边线详图

0 2 4 6 米



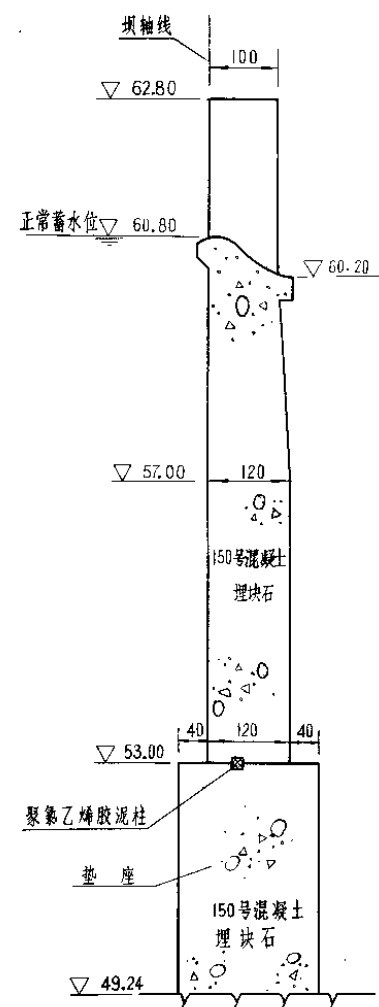
聚乙烯胶泥柱详图

0 0.05 0.10 0.15 米



溢流坝顶部详图

0 0.15 0.30 0.45 米



A-A剖面图

拱坝基本尺寸表

高程	半径		中心角 2φ		外弧长		厚度
	R <sub>外</sub>	R <sub>内</sub>	φ <sub>左</sub>	φ <sub>右</sub>	左	右	
62.80	1500	14.00	60°40'	43°50'	15.88	11.48	100
60.80	1500	14.00	38°30'	38°30'	10.08	10.08	100
57.00	1500	13.80	29°51'	29°51'	7.81	7.81	120
53.00	1500	13.80	18°00'	18°00'	4.71	4.71	120

湖南双冲水库

浏阳县水利电力局

1975年4月

混凝土坝设计图

拱01-2/2

## 辽 宁 门 坎 哨 水 库

门坎哨水库位于辽宁省宽甸县鸭绿江蒲石河支流，坝址以上控制流域面积198公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量4.1米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量1295万米<sup>3</sup>。本水库是一个以发电为主的水电工程。正常蓄水位123.40米，总库容126万米<sup>3</sup>。

本工程为五等工程。大坝按V级建筑物设计。设计洪水为20年一遇，校核洪水为50年一遇。设计洪峰流量为1160米<sup>3</sup>/秒，设计下泄流量为1160米<sup>3</sup>/秒；校核洪峰流量为1690米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为127.65米，校核下泄流量为1690米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为114.50米。采用坝顶泄洪，自由跌落，下游设有二道坝形成水垫消能。

枢纽工程由大坝、引水隧洞、压力管道、厂房等建筑物组成。大坝为圆筒式溢流薄拱坝，坝顶泄洪直接下跌，全拱坝溢流，下游设铁丝石笼二道坝。

大坝为定圆心定外半径的单曲拱坝，最大坝高20.2米，计算坝高13米，坝底厚度1.1米，宽高比0.08，由于坝厚受最小厚度的控制，因此，拱坝横剖面沿竖向基本上是等厚的。门坎哨拱坝在底部设置沥青滑移缝以减少梁向拉应力，但滑移缝中充填的为一般沥青材料，受气温影响粘

滞阻力变化较大，有时梁向负担荷载较大，未能完全达到设置滑移底缝以消除或较大地减少梁向拉应力的目的。坝体横缝间距70米，横缝插筋打毛不灌浆。

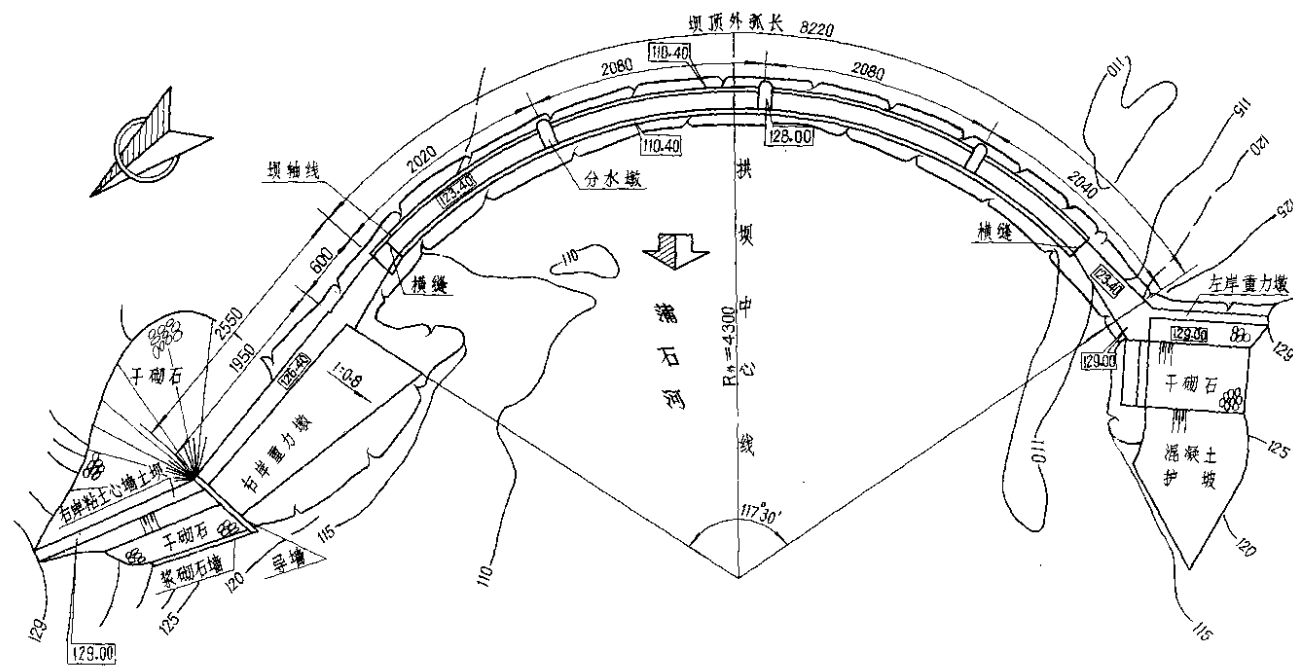
溢流坝堰顶高程河床部分为123.40米，右岸堰顶高程为126.40米，溢流前缘总长（外弧长）107.7米。

大坝地基为坚硬肉红色细粒花岗岩，两岸为弱风化花岗岩，河床为微风化花岗岩。

左岸山体：陡倾角节理摩擦系数 $f = 0.55$ ，凝聚力 $C = 15$ 牛/厘米<sup>2</sup>；缓倾角节理摩擦系数 $f = 0.55$ ，凝聚力 $C = 0$ 。

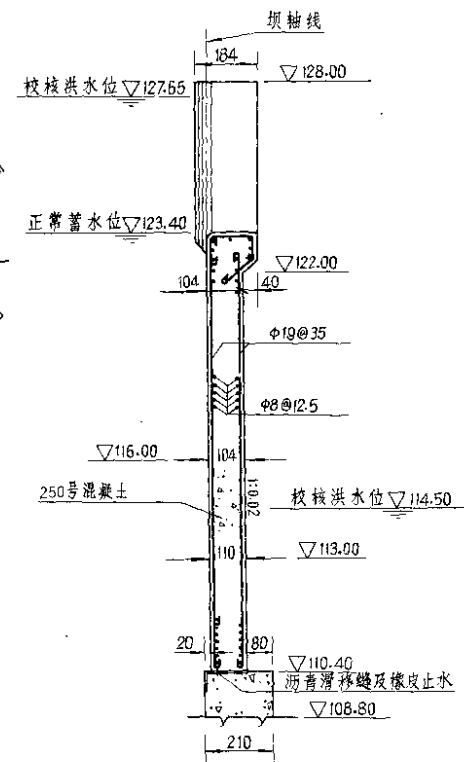
大坝基础采用的处理措施为两岸设重力墩，河床设基础平台，此外在左岸反坡处插锚栓并作灌浆等加固处理。

本工程1971年10月动工兴建，1972年12月建成投入运行，曾遇两次超标准洪水考验，大坝完好，但下游铁丝笼二道坝被冲毁，左岸山体被冲毁一部分，现已将左岸重力墩延长并加高至高程129.00米，下游被冲山坡已作了混凝土护坡处理。此外坝体底部滑移缝由于冬季冻结，受不对称变形，表层一处有冻融刷蚀约1~2厘米，其他地方完好。

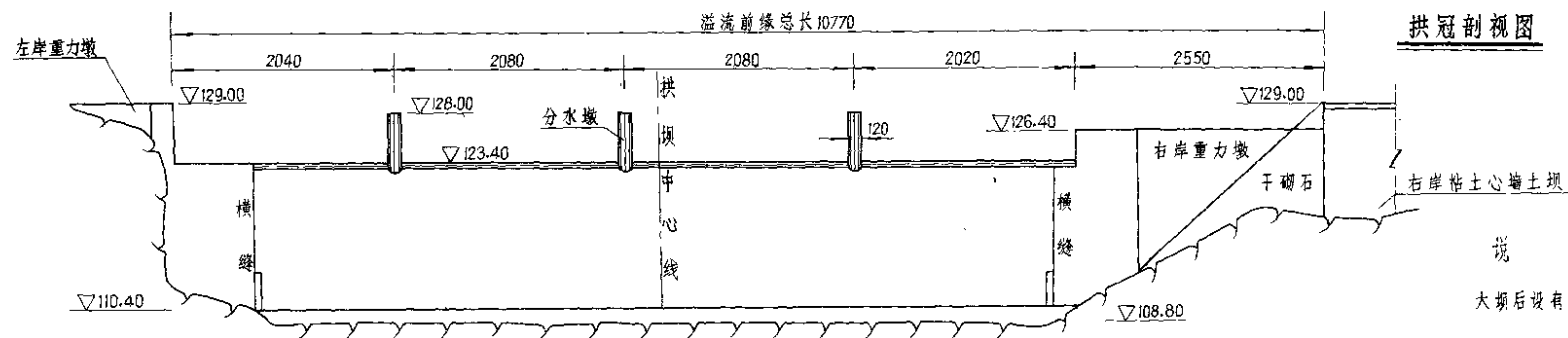


平面布置图

0 3 6 9 米



拱冠剖视图



上游展视图

说明

大坝后设有二道坝。

辽宁门坎哨水库

水利电力部东北勘测设计院 1972年12月

混凝土坝设计图 拱02-1/1

## 浙 江 东 溪 水 库

东溪水库位于浙江省诸暨县枫桥江,坝址距诸暨县城40公里,坝址以上控制流域面积17.5公里<sup>2</sup>,坝址多年平均流量0.42米<sup>3</sup>/秒,多年平均水量1400万米<sup>3</sup>。本水库是一个以灌溉为主,结合发电等综合利用的水利水电工程。正常蓄水位38.00米,总库容35.45万米<sup>3</sup>,其中防洪库容9.45万米<sup>3</sup>。

本工程为五等工程,大坝按V级建筑物设计。设计洪水为20年一遇,校核洪水为100年一遇。设计洪峰流量为239米<sup>3</sup>/秒,设计洪水位为40.00米,设计下泄流量为232米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为19.00米;校核洪峰流量为400米<sup>3</sup>/秒,校核洪水位为41.00米,校核下泄流量为392米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为20.00米。设计和校核水位时,溢流段出口单宽流量分别为7.7米<sup>3</sup>/ (秒·米) 和13米<sup>3</sup>/ (秒·米)。

枢纽工程由大坝、输水管、厂房等建筑物组成。大坝为双铰拱坝,坝顶高程为41.50米,坝底最低清基高程为15.50米,最大坝高26.0米,计算坝高23米,坝底厚2米,宽高比0.09。溢流坝布置在河床,同时为了减轻溢流水舌对两岸的冲刷,溢流坝堰顶按不同的高程分为两级,靠

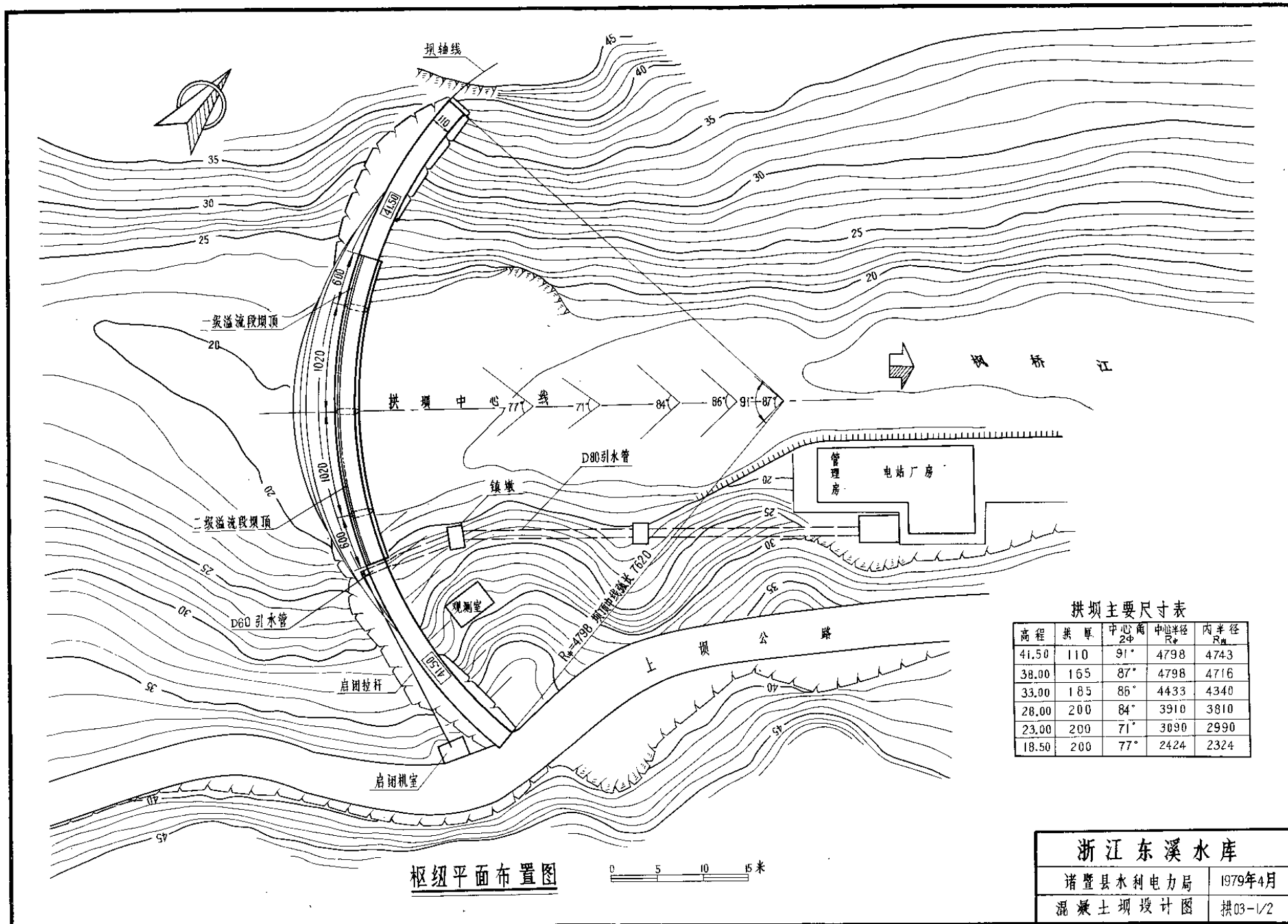
近岸边的一级溢流段的堰顶高程为40米,中间部分为二级溢流段,堰顶高程为38.00米,溢流前缘总长32.4米。

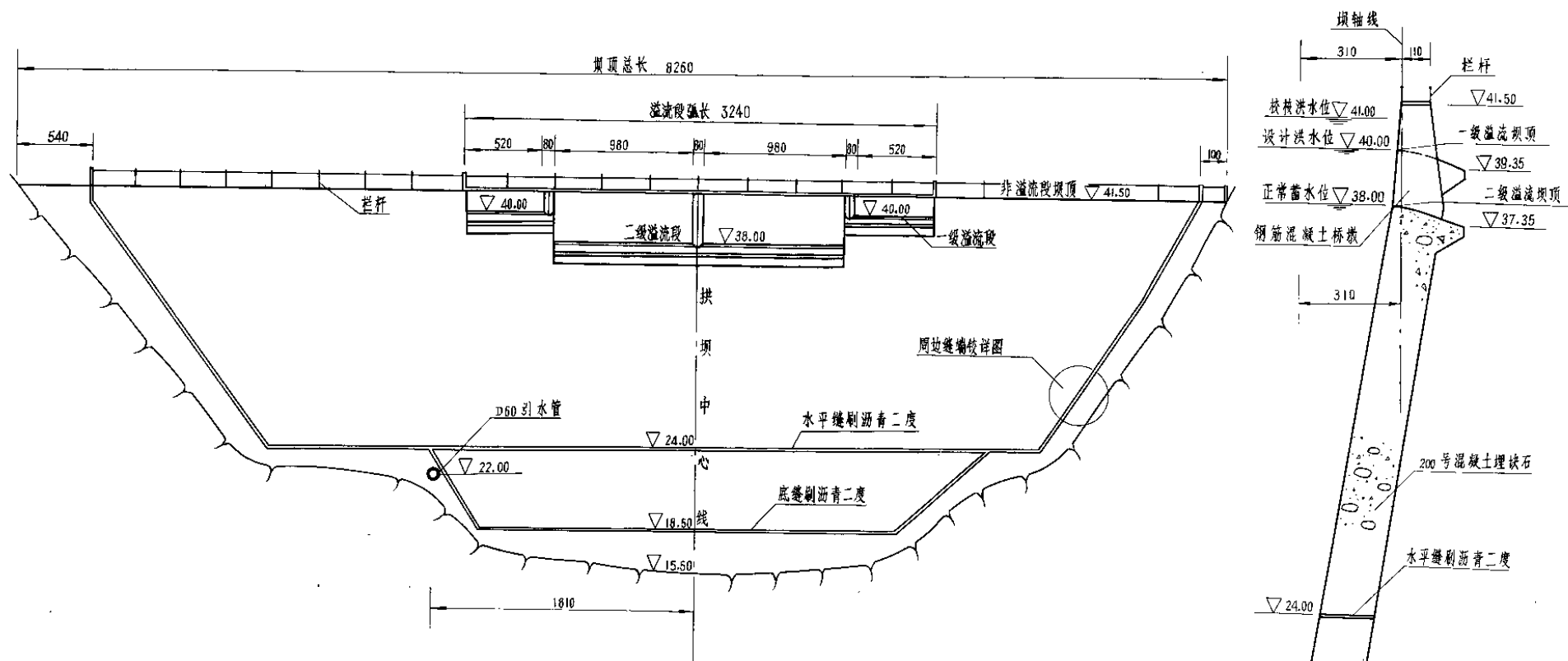
大坝边铰接缝为圆弧面,底缝为水平缝。由于在基础开挖时,右岸36.00米高程发现一贯穿上下游,对坝头稳定极为不利的断层通过,夹泥宽20~80厘米,为保证坝头稳定及防止渗漏,对此作了开挖处理,从36.00米高程挖至22.00米高程(在22.00米高程水平挖进7米),由于当时水泥供应紧张,无条件作重力墩,而坝体已按原定半径和中心角浇至22.00米高程,为避免在拱座处出现应力集中,产生垂直裂缝,故在高程24.00米处加设一道水平缝。边铰接缝中涂沥青二度,并设置橡皮止水。

坝基为凝灰岩,有5条不同大小断层穿过坝基,坝基均挖至新鲜基岩,断层处理采用混凝土塞。

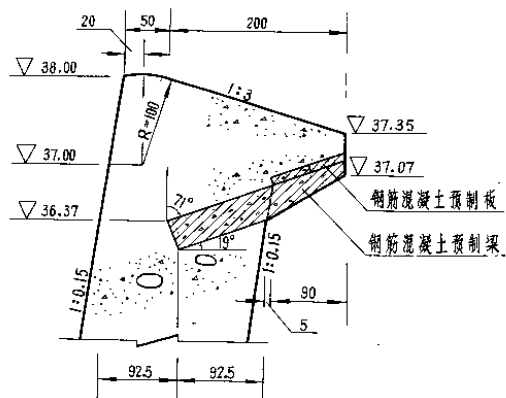
本工程1973年2月动工兴建,1979年4月建成投入运行,投入运行以来,情况正常。





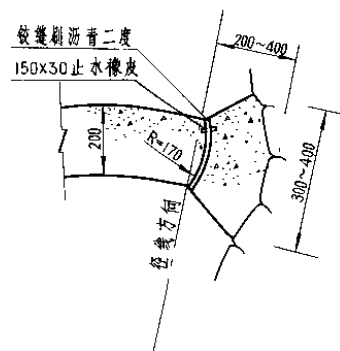


下游展视图



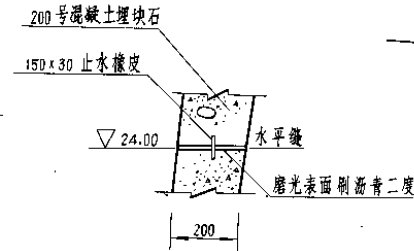
溢流面详图

0 0.5 1.0 1.5 米



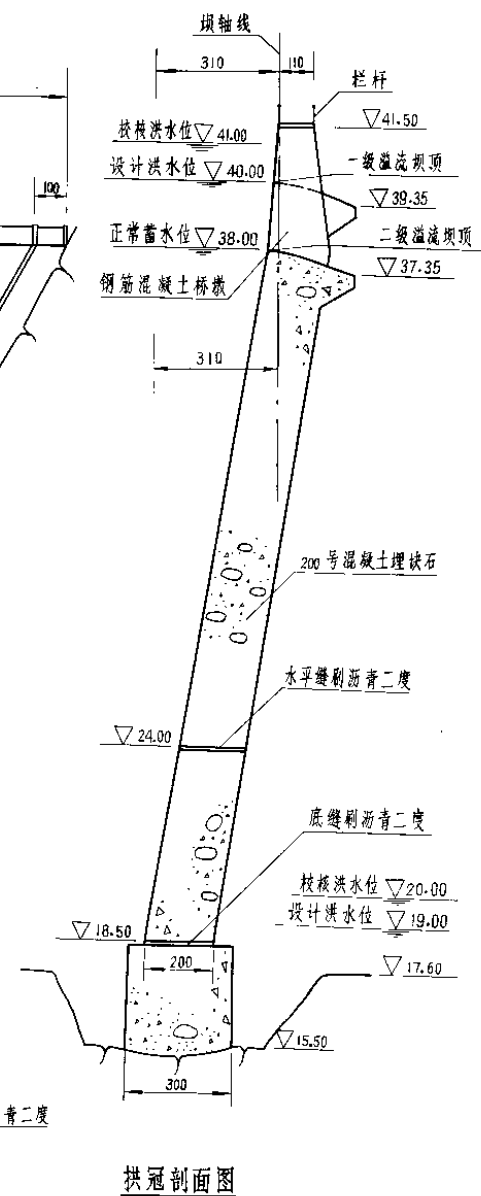
周边缝端详图

0 1 2 3 米



水平缝详图

0 1 2 3 米



拱冠剖面图

浙江东溪水库		
诸暨县水利电力局	1979年4月	
混凝土坝设计图	拱03-2/2	

## 河 北 海 儿 洼 水 库

海儿洼水库位于河北省宣化县洋水水泉河，坝址距宣化50公里，坝址以上控制流域面积251.2公里<sup>2</sup>，占水泉河流域面积的54%，多年平均水量125.5万米<sup>3</sup>。本水库是一个以灌溉为主，结合防洪等综合利用的水利工程。正常蓄水位72.00米，总库容166万米<sup>3</sup>，其中防洪库容54万米<sup>3</sup>，有效库容112万米<sup>3</sup>。

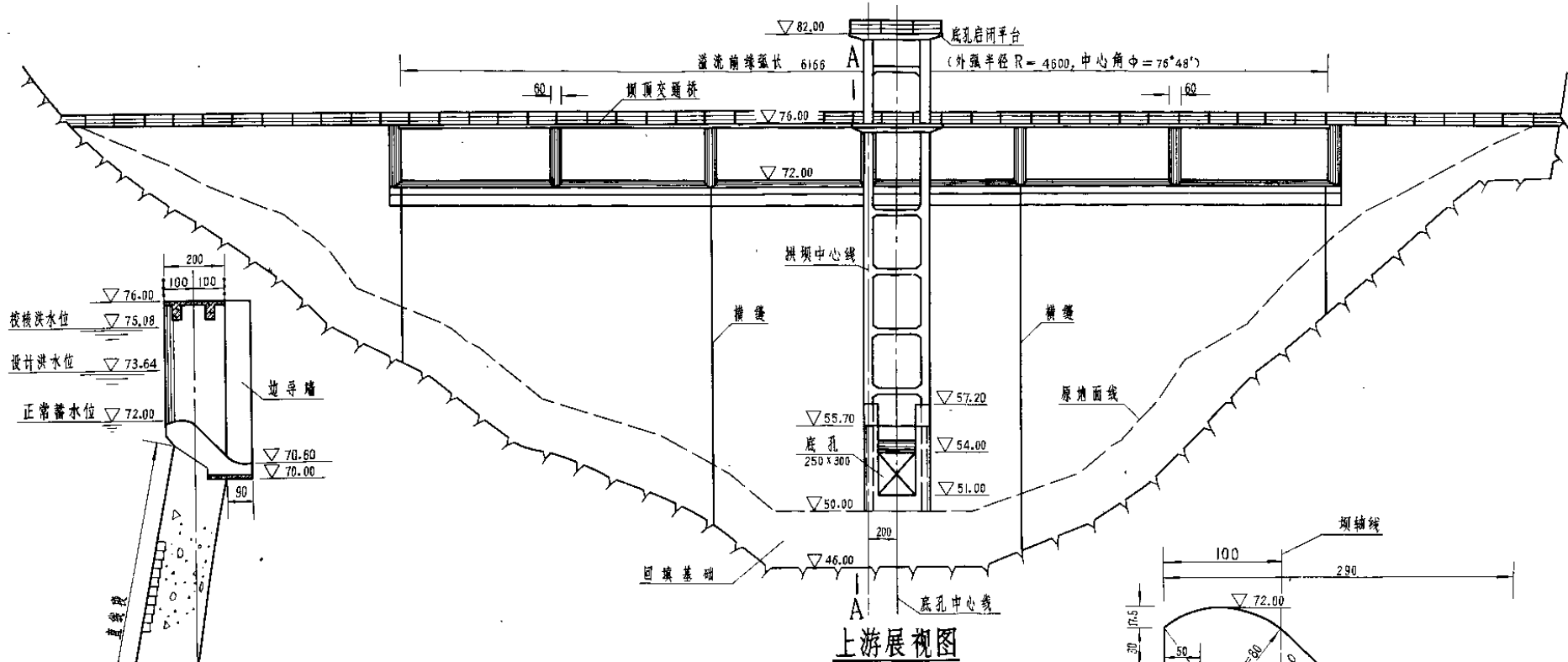
本工程为三等工程。设计洪水50年一遇，校核洪水200年一遇。设计洪峰流量为538米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为73.64米，设计下泄流量为325米<sup>3</sup>/秒；校核洪峰流量为736米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位75.08米，校核下泄流量为720米<sup>3</sup>/秒，采用坝顶和底孔联合泄洪，下游30米处设二道坝形成水垫消能。

枢纽工程由大坝、泄洪兼排沙灌溉用底孔等建筑物组成。大坝为双

曲拱坝，最大坝高30米，计算坝高22米，坝底设混凝土垫层，拱冠处垫层厚4米。坝底厚度为3.5米，宽高比为0.16。为了保证坝头的稳定，改善坝体应力，采用变圆心、变半径、变中心角的变截面双曲拱坝，最大中心角109°，最小中心角91°42′。

坝基为流纹岩、安山岩、凝灰岩。基岩抗压强度为8000牛/厘米<sup>2</sup>，弹性模量为 $14.5 \times 10^5$ 牛/厘米<sup>2</sup>。清基面摩擦系数 $f$ 为0.65。由于断层和节理裂隙的影响，左右坝肩岩石较破碎，基础采用固结灌浆和帷幕灌浆处理，断层处理用混凝土塞。由于运行前两岸坝肩岩体未按设计要求进行处理，运行时坝肩发生渗漏，渗漏量达0.2米<sup>3</sup>/秒，后经帷幕灌浆处理，效果较好，运行已正常。

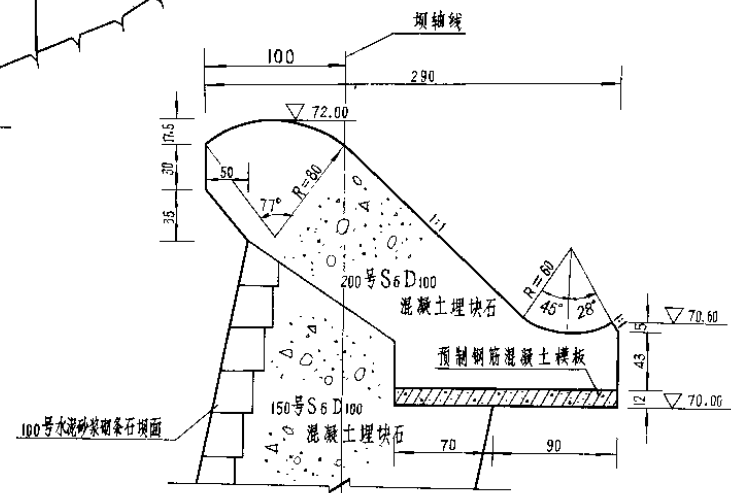




上游展视图

拱坝主要尺寸表

高程	拱圈厚度 T	拱圈半径 R <sub>圈</sub>	内半径 R <sub>内</sub>	外半径 R <sub>外</sub>	中心角 2α	左半角 α <sub>左</sub>	右半角 α <sub>右</sub>	平均弧长 S <sub>轴</sub>
76.00	200	4500	4400	4600	117°30'	60°20'	57°30'	9250
72.00	200	4500	4400	4600	108°30'	58°00'	50°30'	8523
70.00	200	4300	4200	4400	107°30'	55°20'	52°10'	8060
67.50	200	4100	4000	4200	94°50'	49°10'	45°40'	6790
65.00	200	3900	3800	4000	91°42'	47°54'	43°48'	6240
62.50	220	3440	3330	3550	93°18'	49°48'	43°30'	5600
60.00	240	2880	2760	3000	94°18'	46°58'	47°20'	4790
57.50	260	2470	2340	2600	101°30'	50°54'	50°36'	4370
55.00	260	2110	1970	2250	105°20'	52°40'	52°40'	3880
52.50	300	1950	1800	2100	109°00'	54°30'	54°30'	3710
50.00	350	1825	1650	2000	107°00'	53°40'	53°20'	3410



溢流坝顶部详图

0 0.25 0.50 0.75 米

说明

A-A剖面图中坝基以下自46.00米高程至50.00米高程为混凝土固填基础,图中未示。

河北海儿洼水库

宣化县水利局	1972年
混凝土坝设计图	拱04-2/2

## 广 西 天 生 桥 水 库

天生桥水库位于广西壮族自治区南丹县拉六河，坝址距县城约15公里，坝址以上控制流域面积65.86公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量1.31米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量4140万米<sup>3</sup>。本水库是一个以灌溉为主，结合发电等综合利用的水利工程。正常蓄水位664.50米，总库容402万米<sup>3</sup>，其中防洪库容158.7万米<sup>3</sup>，有效库容238.7万米<sup>3</sup>。

本工程为五等工程，大坝按V级建筑物设计。设计洪水为20年一遇，校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为327米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为668.60米，设计下泄流量为327米<sup>3</sup>/秒；校核洪峰流量为456米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为670.80米，校核下泄流量为456米<sup>3</sup>/秒。设计和校核水位时，溢洪道出口单宽流量分别为27.7米<sup>3</sup>/（秒·米）和38.64米<sup>3</sup>/（秒·米）。

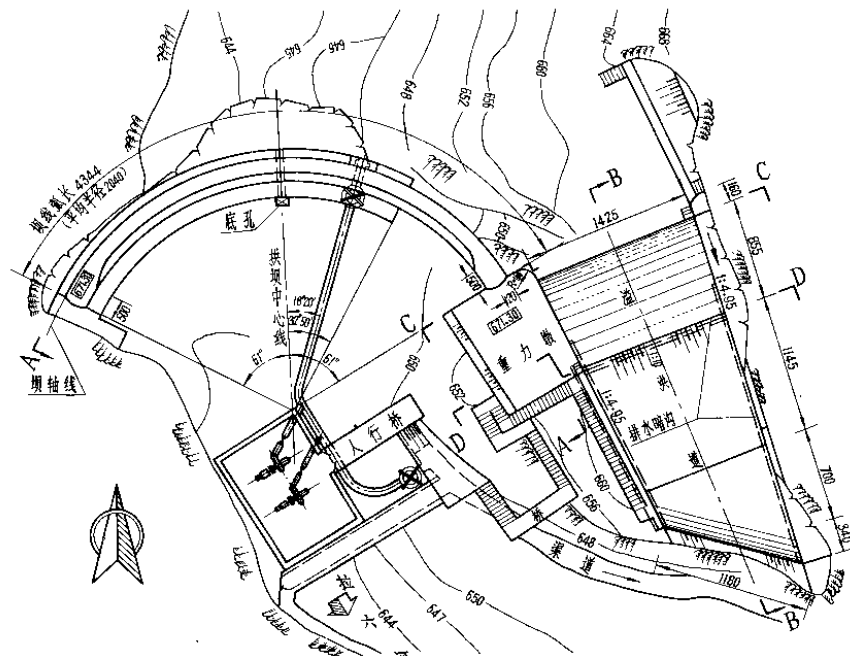
枢纽工程由大坝、左岸重力墩、岸边溢洪道、输水压力钢管、电站、底孔等建筑物组成。大坝为双铰拱坝，为定圆心、等外半径圆筒式结构，最大坝高31.6米，计算坝高25.8米，外半径21米，中心角122°，坝顶弧长43.44米，坝顶宽度1.2米，坝底厚度1.7米，宽高比0.07。坝址河谷左岸呈阶梯状，在左岸设重力墩后，成为理想的矩形河谷。拱坝采用周边

缝。水平缝要求平整光滑，并涂1~2毫米厚的60号沥青，以减少摩擦力。边铰采用半径为1.2米的圆弧，亦用沥青涂抹，预计摩擦系数可降到0.1。底缝及边铰由于上游面未贴止水橡皮，沿缝面有局部渗水。经运行观测坝体有两处漏点，重力墩处有五、六处漏点，产生渗漏的原因是施工期冷缝未处理好。

溢洪道位于左岸岸边，为开敞式，溢流堰顶高程664.50米，鼻坎高程662.30米，挑射角15°。

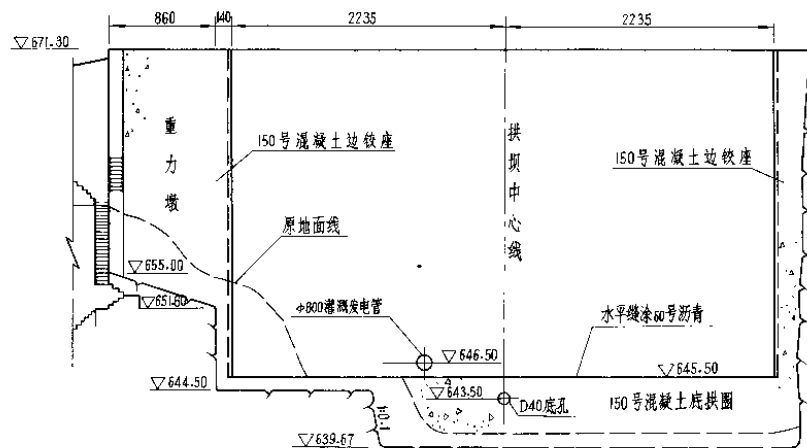
坝址岩层为二迭纪栖霞灰岩，中厚层，岩性坚硬，基本完整。岩层倾向上游，坝址处岩溶不发育，无漏水之虑。基岩抗压强度为6000~8000牛/厘米<sup>2</sup>，摩擦系数 $f = 0.6 \sim 0.65$ 。

由于大坝建在岩性坚硬而完整的中厚层深灰色灰岩夹硅质岩层上，坝肩及坝基均未做固结灌浆处理。但重力墩的基础为45°的山坡，为防止重力墩向河床方向滑动，将坝肩基础开挖成阶梯形，并在每米<sup>2</sup>墩基中插入一根直径为30毫米，深入基岩1米的钢筋，用水泥灌浆固结。

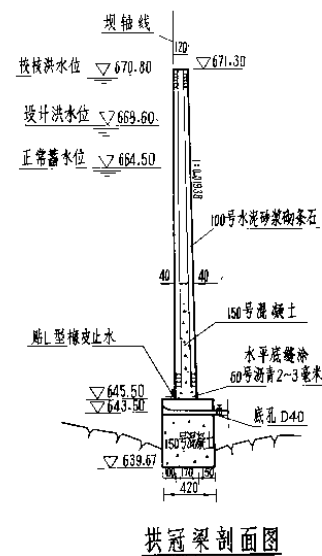


枢纽平面布置图

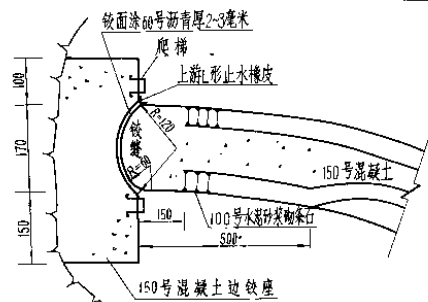
0 2 4 6 米



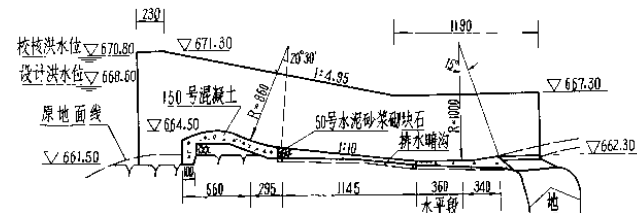
A-A 剖视图



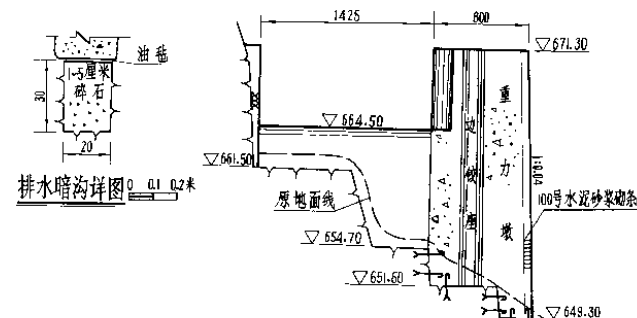
拱冠梁剖面图



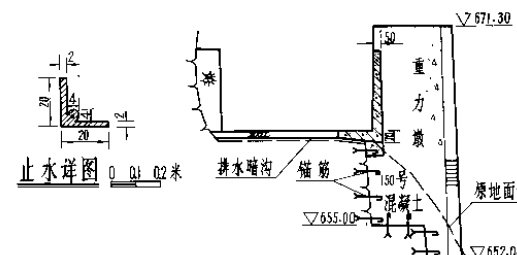
边墩平面布置图



B-B 剖视图



C-C 剖面图



D-D 剖面图

拱坝基本尺寸表

高程	项目	拱厚	外半径	内半径	平均半径	中心角	
						左	右
671.30		120.6	2100	1980.0	2040.0	61°00'	61°00'
670.50		121.6	2100	1978.4	2039.2	61°00'	61°00'
665.50		131.2	2100	1968.8	2034.4	61°00'	61°00'
660.50		140.9	2100	1959.1	2029.6	61°00'	61°00'
655.50		150.6	2100	1949.4	2024.7	61°00'	61°00'
650.50		160.3	2100	1939.7	2019.9	61°00'	61°00'
645.50		170.0	2100	1930.0	2015.0	61°00'	61°00'
640.50		420.0	2200	1780.0	1990.0	32°58'	61°00'

广西天生桥水库

南丹县天生桥水库工程指挥部 1980年4月

混凝土坝设计图

拱05-1/1

## 浙 江 插 花 墩 水 库

插花墩水库位于浙江省缙云县瓯江支流盘溪河，坝址距缙云县城约8公里，坝址以上控制流域面积76公里<sup>2</sup>，占盘溪流域面积的88.4%，坝址多年平均流量2.41米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量7600万米<sup>3</sup>，本水库是一个以发电为主，结合灌溉等综合利用的水利水电工程。正常蓄水位250.70米，总库容195万米<sup>3</sup>，有效库容108万米<sup>3</sup>。

本工程为四等工程，大坝按IV级建筑物设计。设计洪水位为250.70米，设计下泄流量为715米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为234.00米；校核洪峰流量为1151米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为256.08米，校核下泄流量为1126米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为235.00米。设计和校核水位时，溢流段出口单宽流量分别为20米<sup>3</sup>/(秒·米)和30.3米<sup>3</sup>/(秒·米)。

枢纽工程由大坝、冲沙孔、输水隧洞、厂房等建筑物组成。大坝为变圆心变半径的双曲拱坝，最大坝高31.7米，坝底厚度为4.75米，厚高

比为0.15。上下游坝面采用浆砌条石做模板，坝体用混凝土埋块石。大坝横缝间距为12米，采用宽缝，冬季回填混凝土封拱，未作灌浆处理。

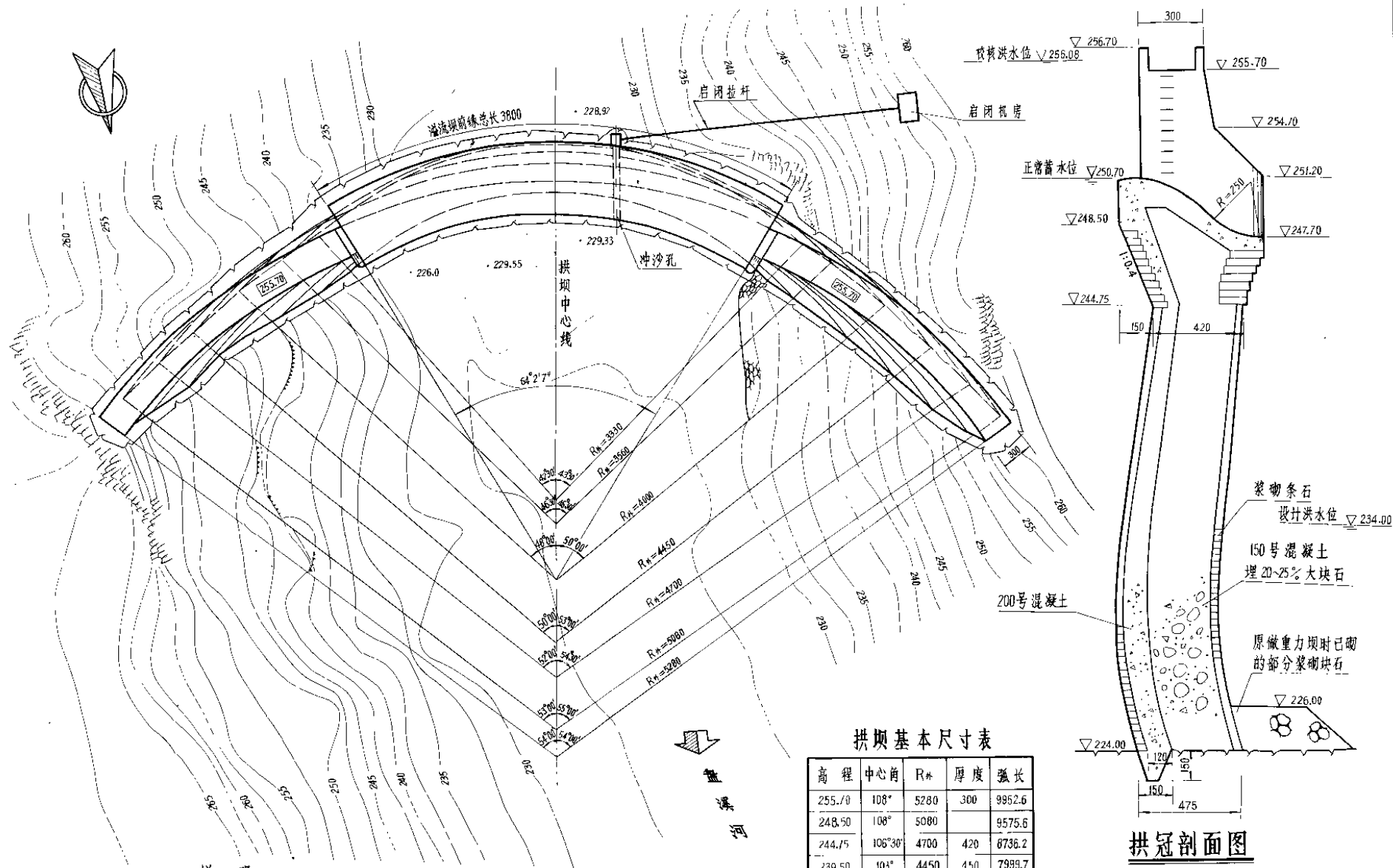
溢流坝堰顶高程为250.70米，溢流前缘总长38米，堰顶未装闸门。溢流坝面为克-奥二型曲线，鼻坎高程为247.70米。

坝基为溶凝灰岩，基岩抗压强度为15000牛/厘米<sup>2</sup>，摩擦系数为0.65。河床无断层，右岸有一条小断层，左岸有三条小断层。

该坝原设计为重力坝，基础已全部挖好，河床中间部分已回填1~2米厚的浆砌块石，后改为拱坝，拱坝基础一部分利用原做重力坝砌的浆砌块石上，其余部分基础挖好后，铺一层水泥砂浆，然后浇筑混凝土。

本工程1970年10月动工兴建，1973年7月建成投入运行，情况基本正常，但在右岸坝高22米以上，由于施工质量较差，有两处漏水。此外坝底冲沙孔闸门开启较容易，关闭较困难。





### 说明

1. 本工程利用河道转弯的特点，建坝引水发电。引水隧洞进口位于坝址上游0.7公里处，电站位于下游左岸，距坝址直线距离约1公里。
2. 大坝每隔12米设横缝一条。

拱坝平面布置图

0 2 4 6 米

拱坝基本尺寸表

高程	中心角	R#	厚度	弧长
255.70	108°	5280	300	9952.6
248.50	108°	5080		9575.6
244.75	106°30'	4700	420	8736.2
239.50	104°	4450	450	7999.7
234.25	98°	4000	475	6841.7
229.00	93°	3560	475	5778.4
224.00	86°	3330	475	4998.3

拱冠剖面图

### 浙江插花墩水库

缙云县水利电力局

1973年7月

混凝土坝设计图

拱06-VI

## 广 西 白 云 江 水 库

白云江水库位于广西壮族自治区灵川县白云江,坝址距湘桂铁路1.2公里,坝址以上控制流域面积10.6公里<sup>2</sup>。本水库是一个以灌溉为主结合发电等综合利用的小(I)型工程,正常蓄水位128.00米,总库容157万米<sup>3</sup>,其中防洪库容51万米<sup>3</sup>,有效库容106万米<sup>3</sup>。

大坝按IV级建筑物设计。设计洪水为50年一遇,校核洪水为500年一遇。设计洪峰流量为388.14米<sup>3</sup>/秒,设计洪水位为131.08米,设计下泄流量为274米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为110.40米;校核洪峰流量为563.4米<sup>3</sup>/秒,校核洪水位为132.04米,校核下泄流量为410米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为111.72米。设计和校核溢流段出口单宽流量分别为10.15米<sup>3</sup>/ (秒·米)和15.19米<sup>3</sup>/ (秒·米)。坝顶溢流,溢流前缘总长度27米,下游设二道坝形成水垫消能。

枢纽工程由大坝、厂房、二道坝等建筑物组成。大坝为单曲双铰拱坝,最大坝高34.1米,计算坝高23.1米,坝底厚度4.5米,宽高比0.19,拱坝为定圆心等外半径圆筒结构,最大中心角为91°28',最小中心角为44°48'。大坝在108.00米高程处设置底铰,同时沿两岸山坡设置边铰,即大坝有明显的周界缝,形成双铰拱坝。底部铰缝用橡皮、镀锌铁片以

及沥青柱三道止水。铰面用涂浓肥皂水的方法处理。

溢流坝位于河床中部,溢流堰顶高程128.00米,未装闸门,鼻坎高程123.85米,挑射角15°。

坝址岩石为细砂岩及泥质砂岩,岩层倾向下游,倾角25°,河床部分有2~5米深的砂砾石层,以下为坚硬的细砂岩,坝址未发现断层及构造断裂现象,仅在右岸坝肩有少量夹层破碎带。

坝基河床部分和底铰以下两坝端的基础均未开挖到新鲜基岩,底铰以上两端的基础开挖到新鲜基岩。为了减少对铰座基础的单位压力,基础扩大为其相应坝底厚度的1.5~2倍。

本工程于1976年10月动工兴建,1980年2月建成投入运行。1980年3月,在一次泄洪过程中,右岸坝脚被冲,岩石被层层剥离,严重威胁大坝安全。为保证大坝安全,现已采取了如下处理措施:(1)将大坝溢流面由37米宽向左边方向缩小为27米;(2)右坝下采用护坡以保护坝基;(3)二道坝溢流及非溢流部分均加高1米,以增加下游尾水深度。



## 湖南花木桥水电站

花木桥水电站位于湖南省汝城县耒水支流沅江，是沅江的第三个梯级工程，并已作为第一期开发。上游有石磨岭、石壁山两个水库，其库容较大，对花木桥电站有较好的调节作用，但这两个工程尚未建设。

花木桥水库是一个以发电为主的水电工程，为引水式水电站，水头150米，装机6万千瓦。坝址以上控制流域面积1064公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量37米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量11.65亿米<sup>3</sup>。本水库正常蓄水位474.00米，总库容1700万米<sup>3</sup>，有效库容1370万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为500年一遇。设计洪峰流量为1870米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为474.40米，设计下泄流量为1290米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为456.20米；校核洪峰流量为2840米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为474.93米，校核下泄流量为1510米<sup>3</sup>/秒。设计和校核水位时溢流段出口单宽流量分别为32米<sup>3</sup>/（秒·米）和38米<sup>3</sup>/（秒·米）。泄洪方式为坝面溢流，挑流消能。

枢纽工程由大坝、电站、引水隧洞、底孔等建筑物组成。大坝为定圆心定外半径的单曲拱坝，最大坝高38米，拱坝的外半径49米，最大中心角为123°30′，坝底厚度12米，宽高比0.32。溢流坝位居河床，溢流前

缘总长40米，孔口尺寸宽×高为10米×6米，共4孔，并装有弧形闸门，溢流堰顶高程468.00米，挑流鼻坎高程466.68米，挑射角14°25′。

坝基为中泥盆纪紫色砂页岩及灰白色石英砂岩，岩层走向近似与河流正交，倾向上游，倾角为38°~45°，新鲜砂岩抗压强度为11000牛/厘米<sup>2</sup>，新鲜页岩抗压强度为4000~7000牛/厘米<sup>2</sup>。

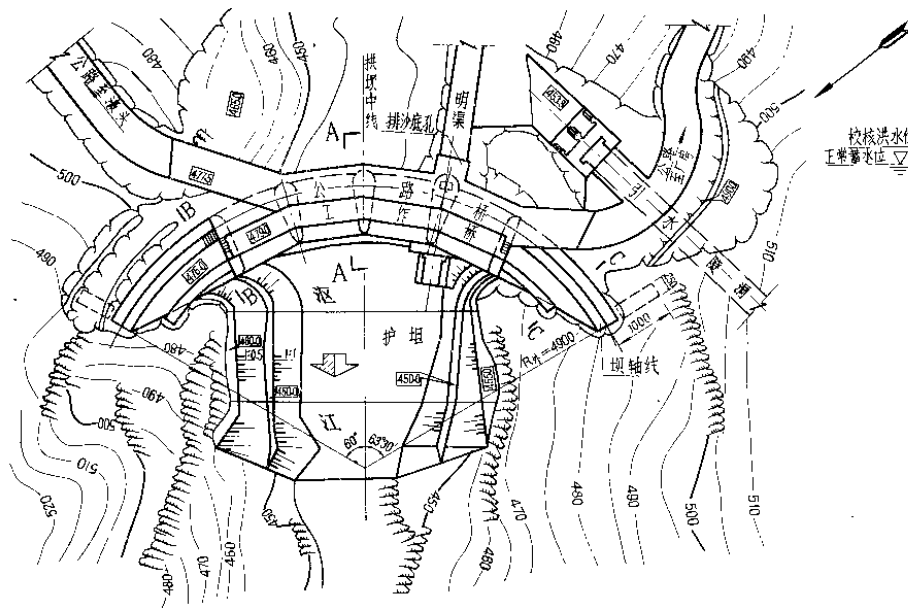
本工程基础处理主要措施为：

1.沿大坝上游基础作了帷幕灌浆处理，右岸为一排，河床及左岸另加一排斜孔。整个坝基进行了固结灌浆，排距孔距均为3米，梅花形排列。在坝基岩石开挖坡度大于45°时作了接触灌浆处理。

2.坝后岩体保护：原勘探平洞全部回填，并对危岩进行锚锭，左坝头沿F<sub>13</sub>及坝顶以上的松散堆积物用挡碴墙处理。

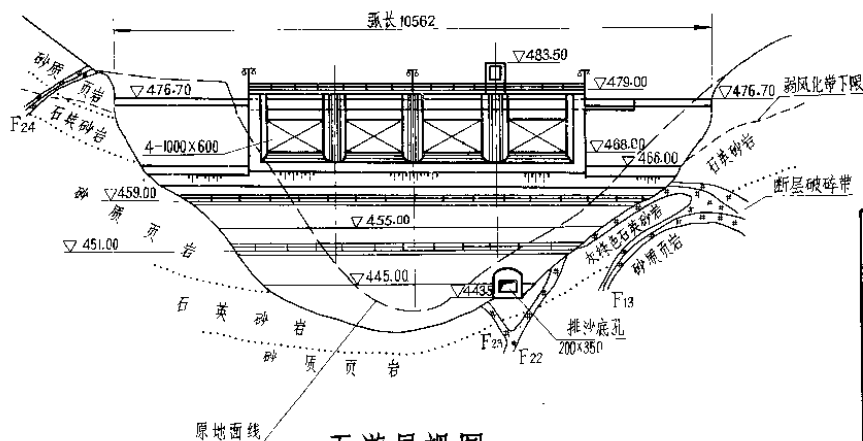
3.断层处理采用混凝土塞，对倾角较缓的层间错动一般挖深2米，布置钢筋回填混凝土，并再作固结灌浆。

本工程于1970年10月动工兴建，1973年12月建成后运行正常，工程质量较好。但由于石磨岭、石壁山两水库缓建，花木桥电站单独运行，因此，其防洪标准偏低，目前只能达到50年设计，100年校核的标准。



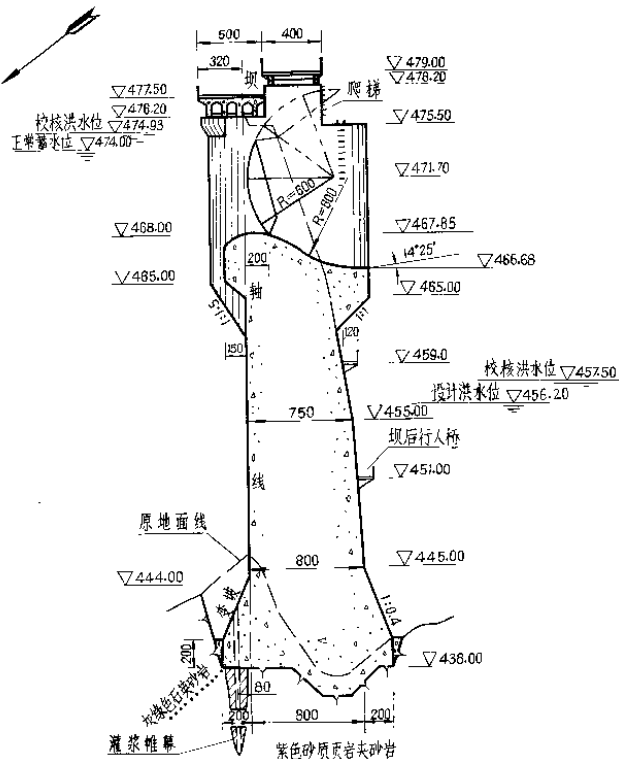
枢纽平面布置图

0 5 10 15 米

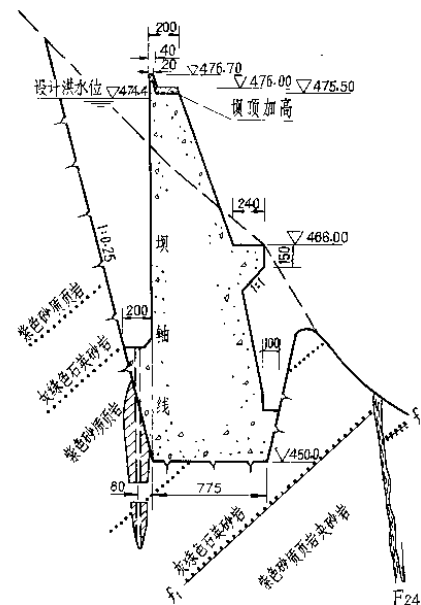


下游展视图

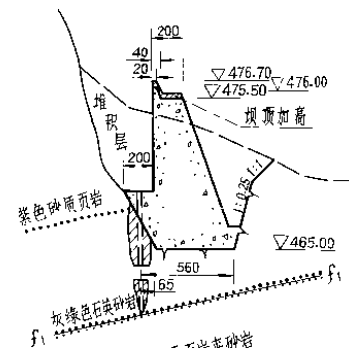
(护坦未示)



A-A剖面图



B-B剖面图



C-C剖面图

拱坝主要尺寸表

高程	中心角		半径		厚度	ΣS <sub>内</sub>	ΣS <sub>外</sub>
	左半角	右半角	R <sub>内</sub>	R <sub>外</sub>			
475.50	63°30'	60°	4700	4900	200	10130	10562
470.00	59°56'15"	57°45'	4511.4	4900	388.6	9265	10065
465.00	54°	54°	4340	4900	560	8179	9236
460.00	47°	48°	4245	4900	655	7040	8125
455.00	42°	43°	4150	4900	750	6156	7289
450.00	36°	38°	4125	4900	775	5329	6329
445.00	30°	30°	4100	4900	800	4293	5132
440.00	15°	15°	3900		1200	2042	2566

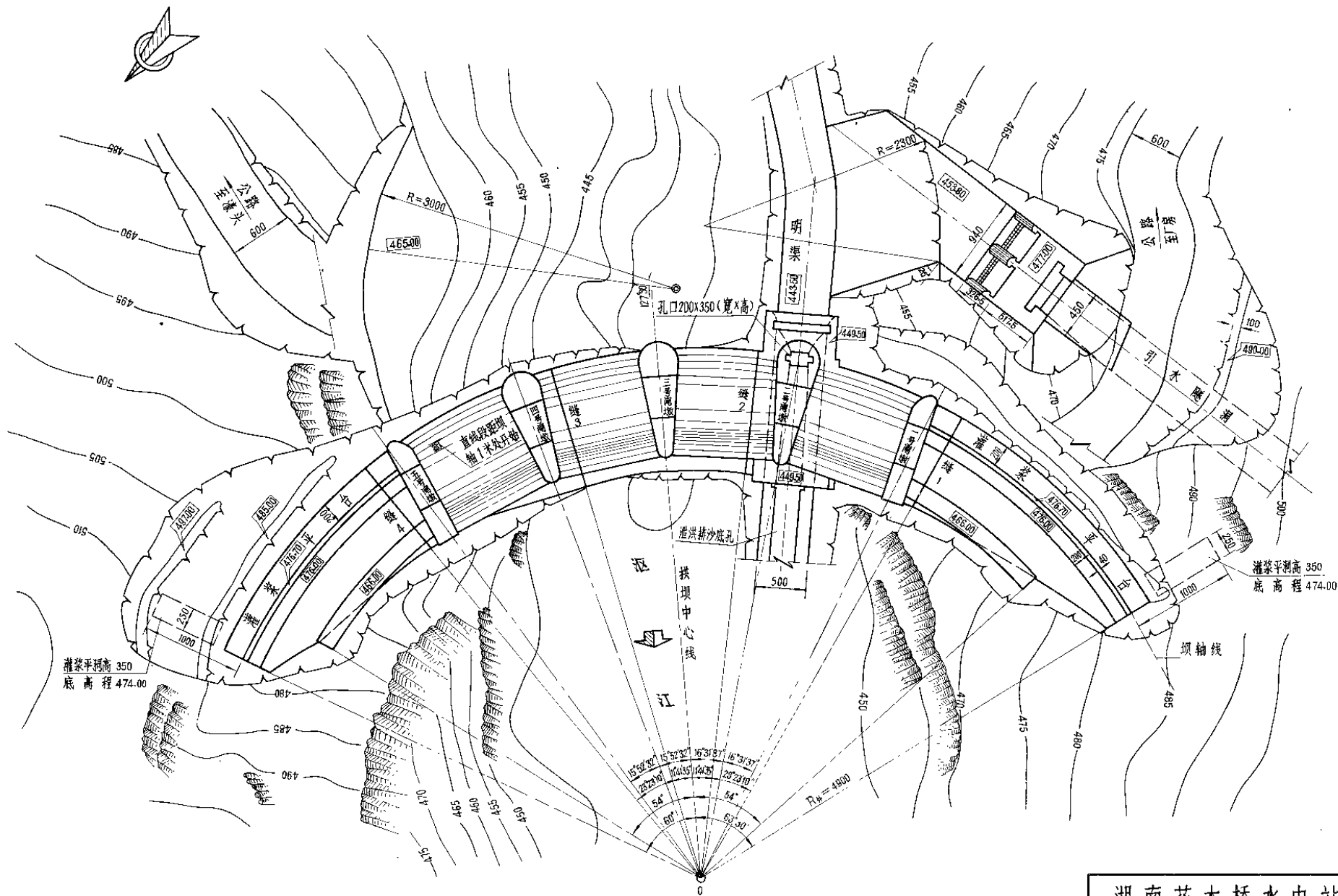
说明: 拱坝坝体混凝土标号要求: 452米高程以上为 200 号, 以下为 150 号。

FreeStar

湖南花木桥水电站

湖南水利水电勘测设计院 1973年12月

混凝土坝设计图 拱08-1/2



拱坝平面布置图

0 2 4 6 米

湖南花木桥水电站

湖南水利水电勘测设计院 1973年12月

混凝土坝设计图 拱06-2/2

## 贵 州 修 文 水 电 站

修文水库位于贵州省修文县乌江支流猫跳河。猫跳河全长180余公里，总落差达549米，流域面积3113公里<sup>2</sup>，蕴藏着丰富的水力资源。

猫跳河的梯级开发方式共分六级。修文水库是猫跳河的第三个梯级，与上游第二个梯级区间的流域面积为252公里<sup>2</sup>。本水库是一个发电工程，正常蓄水位1131.00米，总库容1140万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为750米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为1130.75米，设计下泄流量为750米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为1097.41米；校核洪峰流量为950米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为1131.41米，校核下泄流量为950米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为1098.60米。设计和校核水位时，溢流段出口单宽流量分别为27.9米<sup>3</sup>/（秒·米）和35.34米<sup>3</sup>/（秒·米）。

枢纽工程由大坝、坝后厂房、发电引水洞等建筑物组成。大坝为定圆心，定外半径单曲拱坝，最大坝高43.5米，计算坝高36.5米，拱外半径60米，最大中心角96°，坝底厚8.29米，拱断面厚高比为0.23。由于坝基岩层平缓，岩石比较破碎，且有软弱夹层。为减少基础对坝体应力的不利影响，同时为便于坝内设置两个孔径为3.4米，中心距为12米的发电引水洞，故在坝基设置混凝土垫座。垫座与坝身相连，垫座高7米，宽14米。坝高包括垫座为43.5米，垫座以上为36.5米。

溢流坝堰顶高程1126.30米，溢流孔共5孔，并安装有5扇钢质弧门。孔口尺寸为2孔6米×5.2米，3孔10米×5.2米。中间3孔为差动式鼻坎，其高程为1116.20米，挑射角35°；左右两边孔为连续式鼻坎，其高程为1115.00米，挑射角为25°。泄洪方式为厂顶溢流，挑流消能。

坝址河谷呈“U”形，左岸壁立，右岸坡约70°，河谷宽高比2.17。

坝址地基为中上寒武系白云岩，岩层微倾两岸偏下游，倾角6°~9°。其中在坝肩至基础夹有10余层的页岩、泥灰岩的软弱夹层，单层厚1~5厘米，风化后呈粘土状，对拱端稳定不利。岩石的构造裂隙每米<sup>2</sup>达20~50余条，裂隙部分闭合，宽度在1毫米以下，延伸长度为0.6~3米，最长达5~6米，加之岩石内部隐节理发育，降低了岩石的完整性。

左、右拱端都有小断层，右拱端50号断层，断距0.5~0.7米，破碎带宽度1米左右，对拱端稳定有一定影响。

岩溶随基础深度增加而减弱。河床裂隙溶蚀扩大，透水性较强。水文地质条件较复杂，基础有多层含水层，河床有两层承压水。

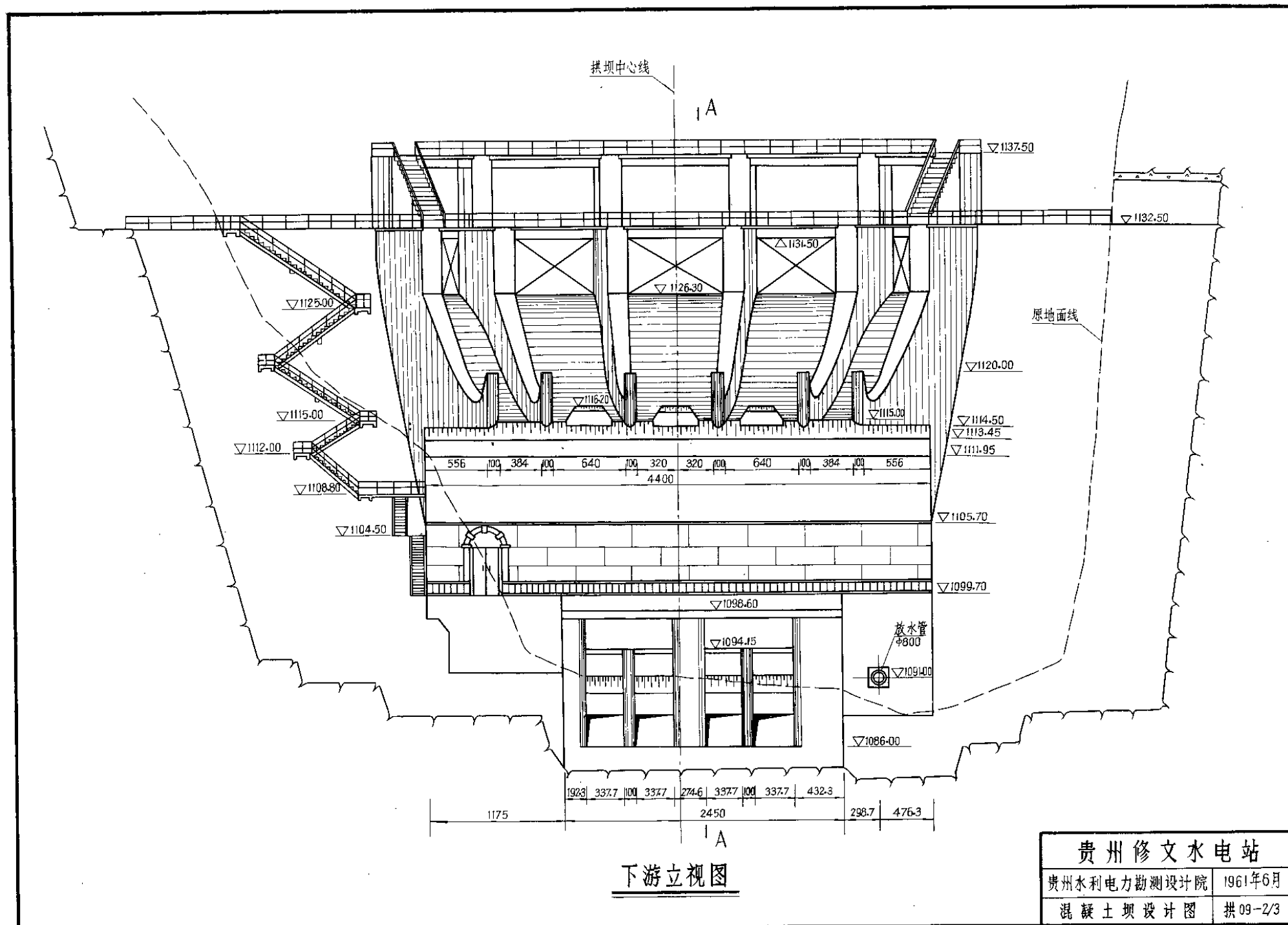
岩石的主要物理力学指标为：摩擦系数，水平软弱层取0.3；拱端裂隙面，其中部分裂隙含有粘土的，取0.45；未含粘土的，取0.5。岩石的弹性模量，垂直层面向为100000牛/厘米<sup>2</sup>，顺层面向为350000牛/厘米<sup>2</sup>，岩石的允许抗压强度左拱端为300牛/厘米<sup>2</sup>，右拱端为200牛/厘米<sup>2</sup>。

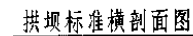
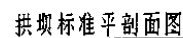
防渗设计采取帷幕灌浆。左岸帷幕延伸100米长，右岸延伸75米长，帷幕为单排，孔距1.5米，帷幕深至坝基高程以下10~20米。河床帷幕为双排，孔距1.5米。最大灌浆压力系用170牛/厘米<sup>2</sup>，一般孔每米耗灰量为30~50公斤，个别达每米500~1000公斤。

本工程于1960年1月动工兴建，1961年6月建成投入运行，拱坝运行情况良好。厂坝顶经过多次溢流，特别是1963年7月一次渡汛流量最大，溢流达152小时，最大流量1660米<sup>3</sup>/秒，库水位超过坝顶1.35米，坝顶全面漫流，坝顶溢流段单宽流量为39.5米<sup>3</sup>/（秒·米），厂顶单宽流量为61.8米<sup>3</sup>/（秒·米），坝体结构仍然完好无恙。









### 拱坝基本尺寸表

测 点 号	外半径		拱高		中心角 2θ	左中角 中角	右中角 中角	沿拱轴 S	拱轴加厚 所对中心角 中角	拱轴加厚 弧长中心角 中角	拱轴加厚 弦线半径 R弦	拱轴加厚 厚度 ΔT弦	拱轴加厚 弦长 ΔS弦
	R <sub>外</sub>	R <sub>中</sub>	R <sub>中</sub>	T									
11325	6000	5700	300	96°00'	48°00'	48°00'	10053		10°08'	16.26	3486	0	55
11245	6000	5550	350	93°13'	47°10'	46°03'	9761		10°08'	16.26	3486	0	55
11195	6000	5580	420	91°18'	46°36'	4442'	9561	10°16'	10°17'	1342'	2020	4177	2568
11145	6000	5510	490	89°24'	46°02'	43°22'	9361	10°24'	10°24'	1823'	2810'	3113	2047
10995	5980	5420	560	87°29'	45°28'	42°01'	9161	10°34'	10°34'	2203'	3406'	2660'	1707'
11045	5960	5285	675	85°34'	44°54'	40°40'	8961	10°50'	10°50'	2616'	4035'	2183'	1453'
10995	5920	5140	780	83°40'	44°20'	39°20'	8761	11°09'	11°09'	3048'	4733'	1820'	1263'
10890	6200	4600	1600	71°38'	43°08'	28°30'	7541					0	320

混凝土坝设计图	拱09-3/3
---------	---------

## 湖 南 半 江 水 库

半江水库位于湖南省洞口县资水二级支流半江,坝址距县城12公里,坝址以上控制流域面积36.4公里<sup>2</sup>,本水库是一个以灌溉为主结合发电等综合利用的小(I)型工程。正常蓄水位473.00米、总库容460万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程,大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇,校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为647米<sup>3</sup>/秒,设计洪水位为476.50米,相应下游洪水位为449.90米;校核洪峰流量为824米<sup>3</sup>/秒,校核洪水位为477.10米,相应下游洪水位为450.40米。设计和校核水位时,溢流段出口单宽流量分别为12米<sup>3</sup>/ (秒·米)和15.26米<sup>3</sup>/ (秒·米)。坝顶溢流自由跌落,并采用二道坝抬高水位,形成水垫消能。

枢纽工程由大坝、厂房、灌溉发电引水管、泄水管等建筑物组成。大坝为定圆心,定外半径单曲拱坝,最大坝高44.7米,计算坝高41.0米,坝底厚度15米,拱坝断面厚高比为0.37,最大中心角为119°43',最小中

心角21°。

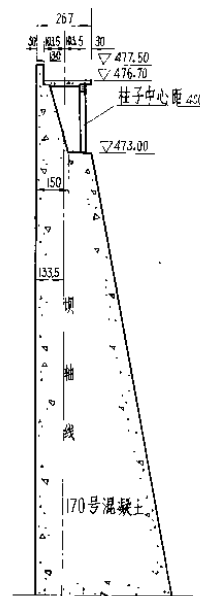
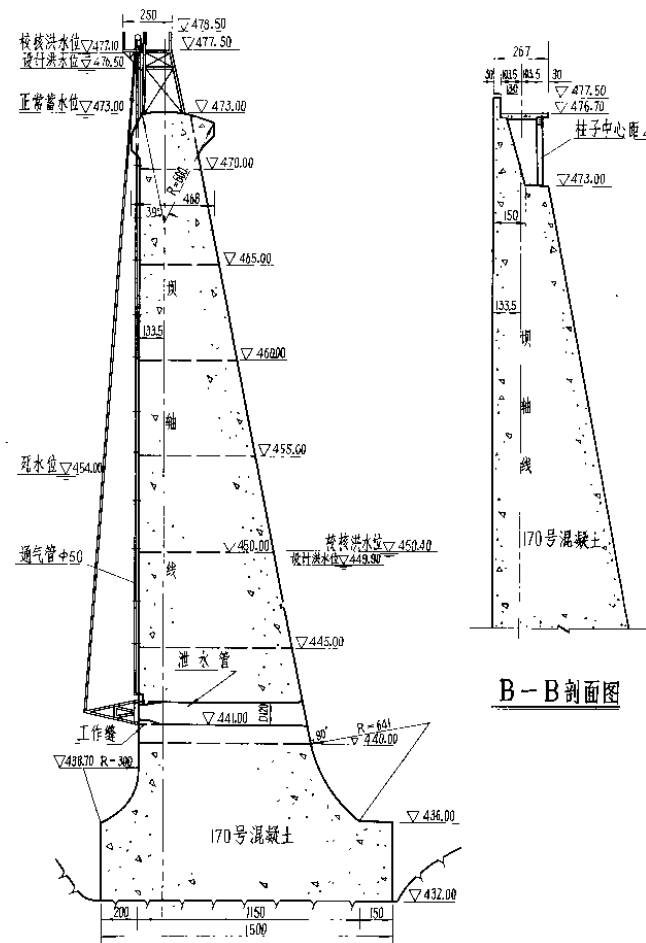
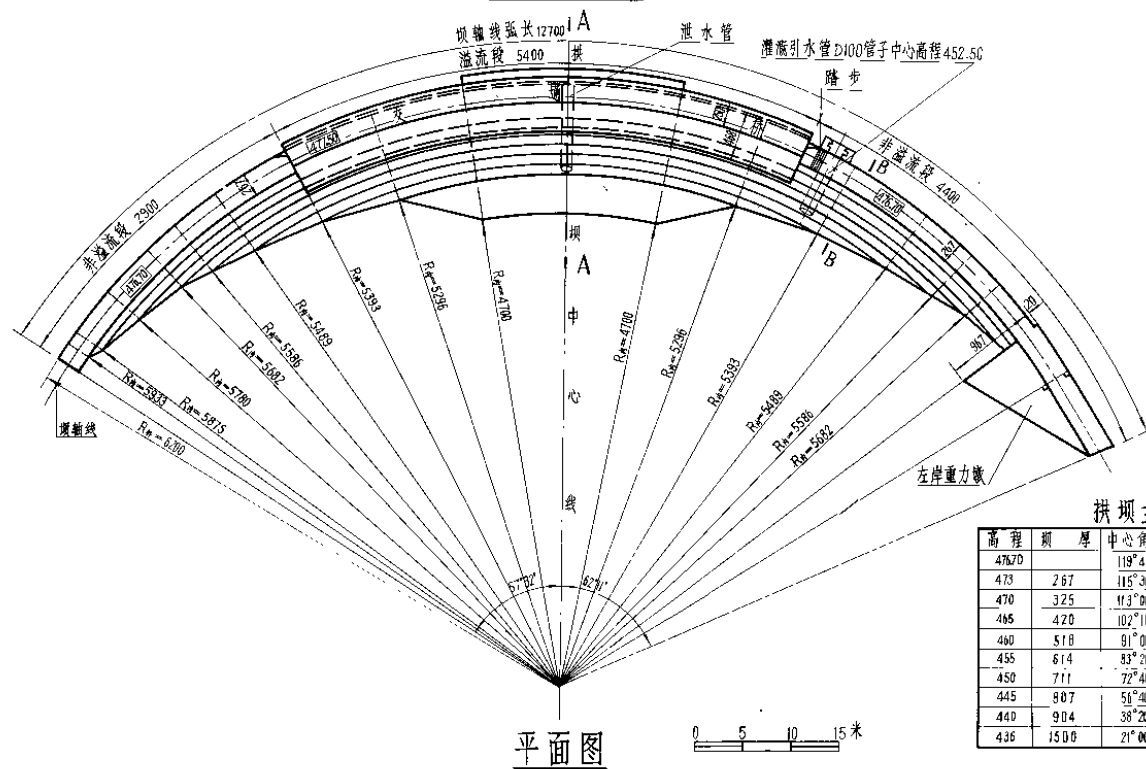
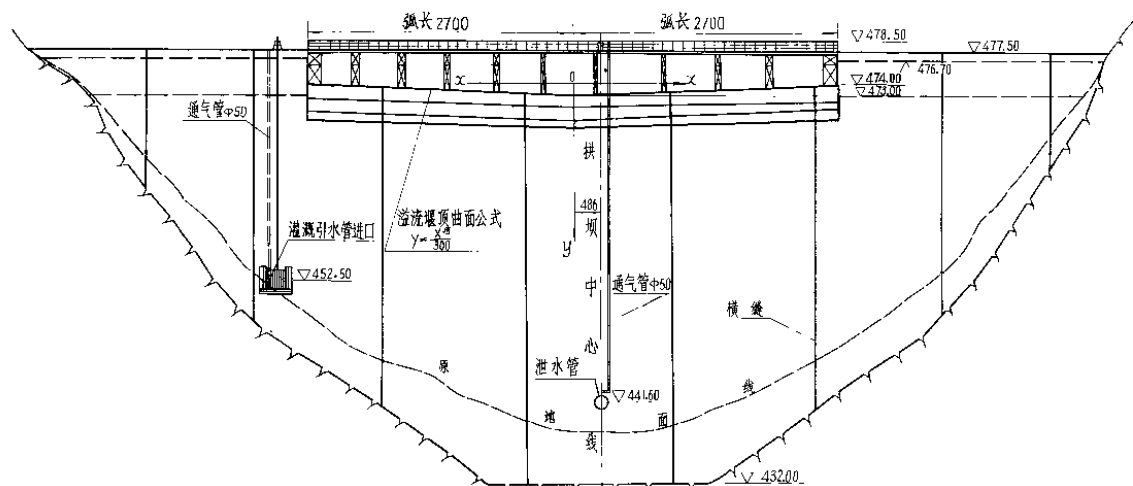
左岸基础开挖后,由于覆盖层较深,拱座与设计要求的出入,造成坝轴线与基岩等高线交角很小,施工中从高程464.00米起沿坝轴切线方向改做重力坝。

溢流坝位于河床,堰顶高程473.00米,溢流前缘总长54米,为减少溢流堰两端单宽流量,减轻对坝下两岸山坡的冲刷,堰顶高程沿坝轴线方向采用中间低两端高的曲面形式,同时在距大坝50米处修建高13米的二道坝,形成水垫消能,使冲刷坑不致危及坝脚。

大坝地基为砂岩及石英砂岩互层。基岩弹模 $E = 2.6 \times 10^6$ 牛/厘米<sup>2</sup>,基岩抗压强度为500~1000牛/厘米<sup>2</sup>。坝基作了帷幕和固结灌浆处理。

本工程于1957年9月动工兴建,1958年4月建成投入运行,多年来运行正常。





说 明

湖南半江水庫

湖南水利水电勘测设计院

1958年4月

混凝土坝设计图

拱 10-22

高程	坝厚	中心角 $2\theta$	$\phi_{上}$	$\phi_{中}$	$\phi_{下}$	半径	径厚
476.70		$119^{\circ}43'$	$57^{\circ}32'$	$62^{\circ}11'$		6200	
473	2.67	$115^{\circ}30'$	$56^{\circ}30'$	$59^{\circ}30'$	6200		53.93
470	3.25	$113^{\circ}00'$	$54^{\circ}40'$	$56^{\circ}20'$	6200		58.75
465	4.20	$102^{\circ}10'$	$49^{\circ}40'$	$52^{\circ}30'$	6200		57.80
460	5.18	$91^{\circ}01'$	$44^{\circ}20'$	$46^{\circ}40'$	6200		52.62
455	6.14	$83^{\circ}29'$	$40^{\circ}40'$	$42^{\circ}54'$	6200		55.68
450	7.11	$72^{\circ}48'$	$35^{\circ}40'$	$37^{\circ}00'$	6200		54.89
445	8.07	$56^{\circ}48'$	$28^{\circ}56'$	$23^{\circ}50'$	6200		53.93
440	9.04	$38^{\circ}26'$	$19^{\circ}10'$	$19^{\circ}10'$	6200		52.61
436	15.06	$21^{\circ}06'$	$10^{\circ}20'$	$10^{\circ}45'$	6200		47.00

## 青 海 格 尔 木 水 电 站

格尔木水库位于青海省格尔木市格尔木河，坝址距格尔木市35公里，坝址以上控制流域面积16000公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量21.9米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量6.9亿米<sup>3</sup>。本水库是一个以发电为主结合防洪等综合利用的工程。正常蓄水位3116.50米，总库容2920万米<sup>3</sup>，其中防洪库容520万米<sup>3</sup>，有效库容690万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为500年一遇。设计洪峰流量为650米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为3118.00米，设计下泄流量为480米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为3088.33米；校核洪峰流量为1134米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为3120.00米，校核下泄流量为754米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为3092.72米。设计和校核水位时，滑雪式溢洪道出口单宽流量分别为35.6米<sup>3</sup>/（秒·米）和55.9米<sup>3</sup>/（秒·米）。

枢纽工程由大坝、发电引水隧洞、厂房等建筑物组成。大坝为双曲拱坝，最大坝高48米，坝底厚度8.06米，拱坝断面厚高比为0.17。最大中心角为120°，最小中心角为74°。

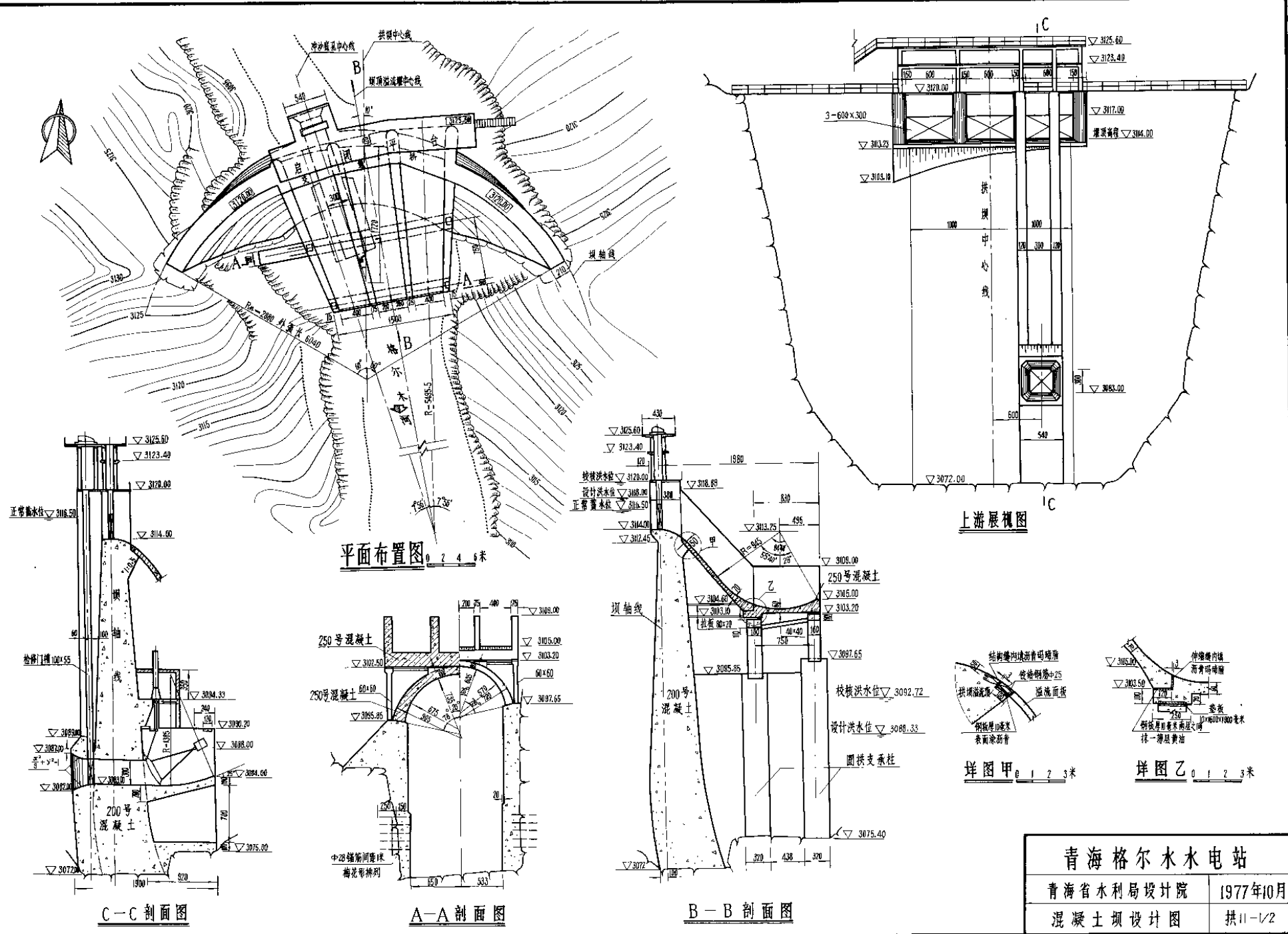
溢洪为滑雪道式，布置在河床，挑流消能，其中线与拱坝中线呈10°夹角，通过模型试验和原型观测，挑射水流集中在主河槽并远离大坝，避免了水流冲刷岸坡。

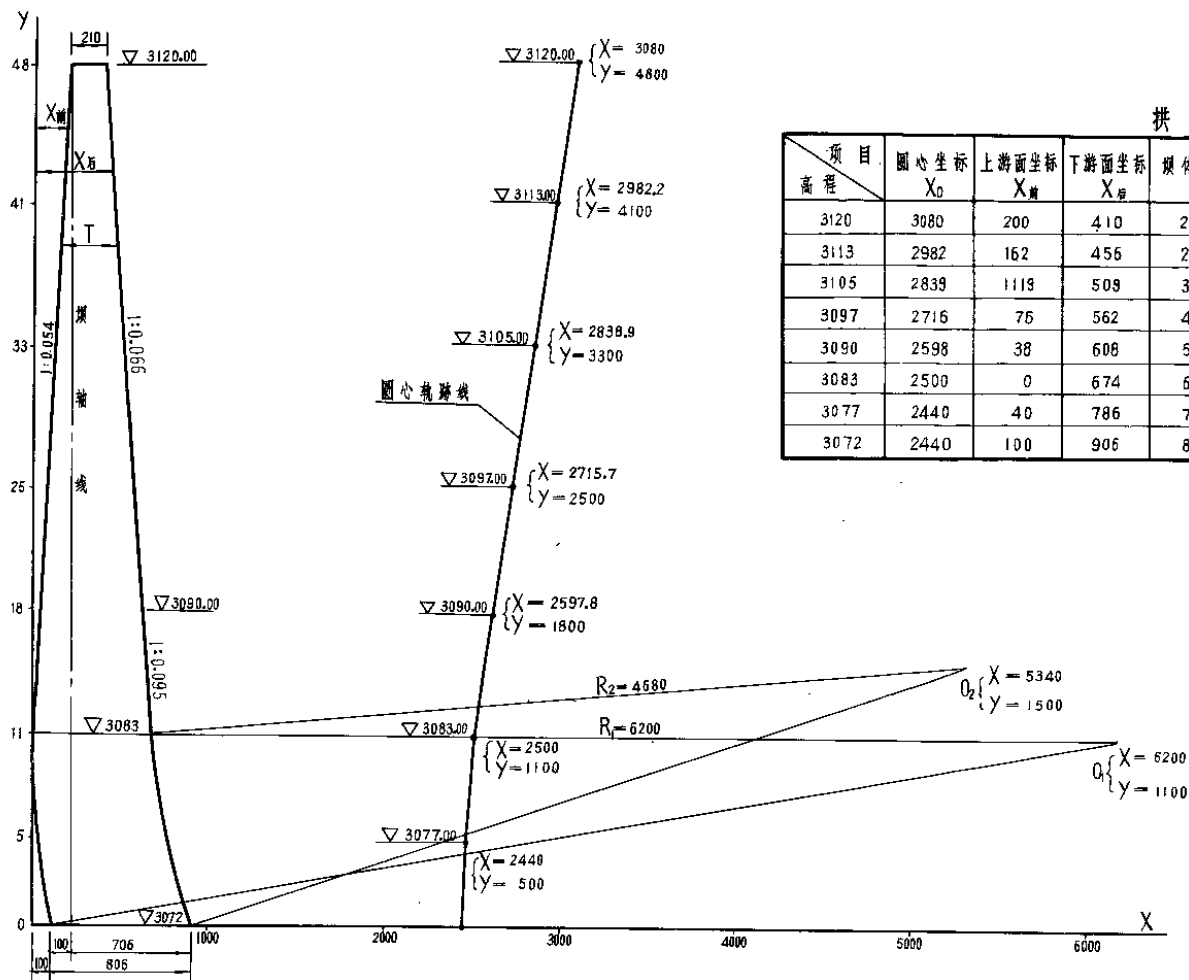
坝基及两坝肩为花岗斑岩，及后期侵入煌斑岩脉，其极限抗压强度为3000~20000牛/厘米<sup>2</sup>。

坝基开挖深一般为4米，对断层采用槽挖深度为2米，用混凝土塞处理。基础防渗采用双排帷幕灌浆，一般孔深为24米，孔距2.5米，排距2米。坝基固结灌浆孔深15米，孔距2.5米。

对于坝肩的裂隙和断层，采用深挖（如右岸坝肩嵌入基岩约15米）和深孔固结灌浆处理。

本工程于1972年5月动工兴建，1977年10月建成后投入运行。水库从1977年蓄水达到正常蓄水位3116.50米，1979年放空进行了全面检查，大坝未出现裂缝等异常现象，坝下游基岩和裂隙露头无漏水现象。运行证明该坝设计施工质量较好。

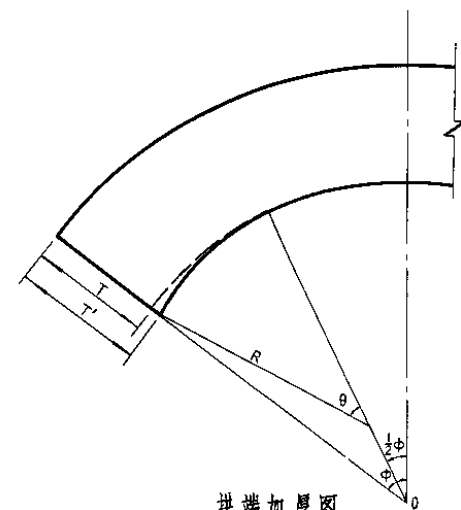




拱坝主要尺寸图

拱坝主要尺寸表

项目 高程	圆心坐标 $X_0$	上游面坐标 $X_{上}$	下游面坐标 $X_{下}$	坝体厚度 $T$	外半径 $R_{外}$	内半径 $R_{内}$	左中心角 $\Phi_{左}$	右中心角 $\Phi_{右}$	中心角 $2\Phi$	外弧长 $S$
3120	3080	200	410	210	2680	2670	60°00'	60°00'	120°00'	6040
3113	2982	162	456	294	2820	2526	59°00'	59°00'	118°00'	5816
3105	2839	1119	509	390	2720	2330	57°40'	57°40'	115°20'	5474
3097	2716	76	562	486	2640	2154	56°00'	56°00'	112°00'	5160
3090	2598	38	606	570	2560	1990	55°00'	55°00'	110°00'	4920
3083	2500	0	674	674	2500	1826	53°20'	53°20'	106°40'	4660
3077	2440	40	786	746	2400	1654	45°00'	45°00'	90°00'	3770
3072	2440	100	906	806	2340	1534	37°00'	37°00'	74°00'	3020



拱端加厚图

拱端加厚尺寸表

项目 高程	中	$\frac{1}{2}\Phi$	$\Theta$	$T$	$T'$	$R$
3097	56°00'	28°00'	35°00'	486	546	1700
3090	55°00'	27°30'	35°00'	570	630	1536
3083	53°20'	26°40'	35°40'	674	734	1360
3077	45°00'	22°30'	33°40'	746	806	1110
3072	37°00'	18°30'	32°40'	806	866	870

青海格尔木水电站

青海水利局设计院 1977年10月

混凝土坝设计图 拱11-2/2



## 贵 州 松 柏 山 水 库

松柏山水库位于贵州省贵阳市清水河支流南明河，坝址距贵阳市29公里，坝址以上控制流域面积127公里<sup>2</sup>，占南明河流域面积的8.8%，坝址多年平均流量2.22米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量0.7亿米<sup>3</sup>。

本水库是一个以灌溉为主结合发电、供水等综合利用的水利工程。正常蓄水位1175.89米；总库容4460万米<sup>3</sup>，其中有效库容3240万米<sup>3</sup>。

本工程大坝按二级建筑物设计。设计洪水为100年一遇，校核洪水为1000年一遇。设计洪峰流量为350米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为1179.00米，设计下泄流量为211米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位1141.00米；校核洪水位为1180.00米，校核下泄流量为514米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为1143.00米。设计和校核水位时，溢流段出口单宽流量分别为10.5米<sup>3</sup>/（秒·米）和24.5米<sup>3</sup>/（秒·米）。此外为安全计还考虑了非常洪水，设计及校核洪水由泄洪底孔泄流，非常洪水由坝面溢流。

枢纽工程由大坝、泄洪底孔、引水隧洞和引水式电站等建筑物组成。大坝为双曲拱坝，最大坝高52.5米，计算坝高49.0米，底部厚度8.65米，拱坝断面厚高比为0.18，最大中心角为122°32′，最小中心角为73°38′。

正常泄洪底孔进口尺寸宽×高为4米×4米，非常溢流段堰顶高程1175.89米，溢流前缘总长21米，共3孔，孔口尺寸宽×高为7米×3.1米，装有弧形门，鼻坎高程1171.01米，挑射角10°。

拱坝基础岩石为薄层灰岩。基岩主要物理力学指标：

岩石饱和抗压强度7650牛/厘米<sup>2</sup>；抗剪断强度200牛/厘米<sup>2</sup>。

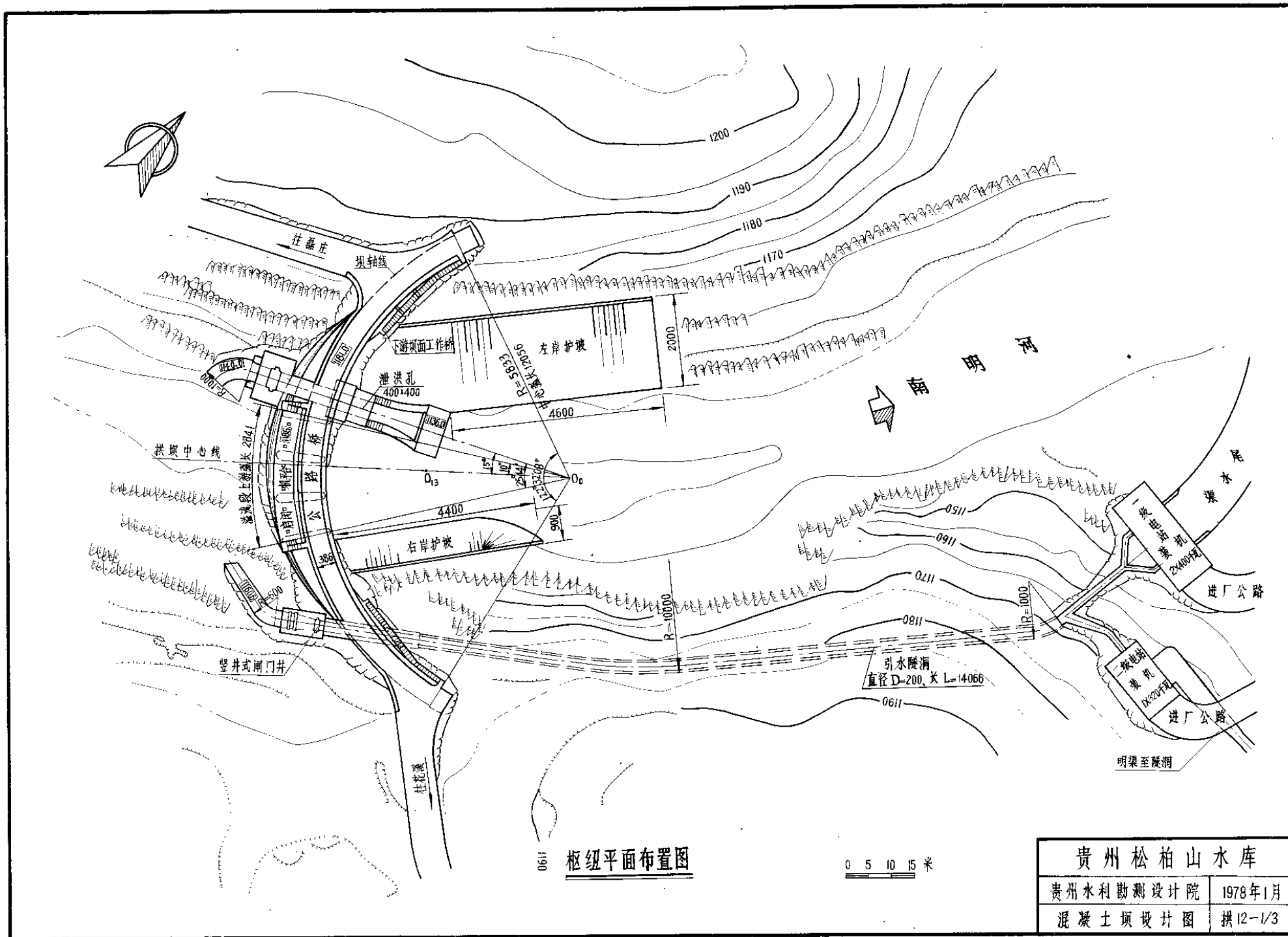
摩擦系数：岸边侧向摩擦系数 $f = 0.5$ ；水平夹层摩擦系数 $f = 0.35$ 。

凝聚力 $C = 2.5$ 牛/厘米<sup>2</sup>。

大坝基础处理措施：

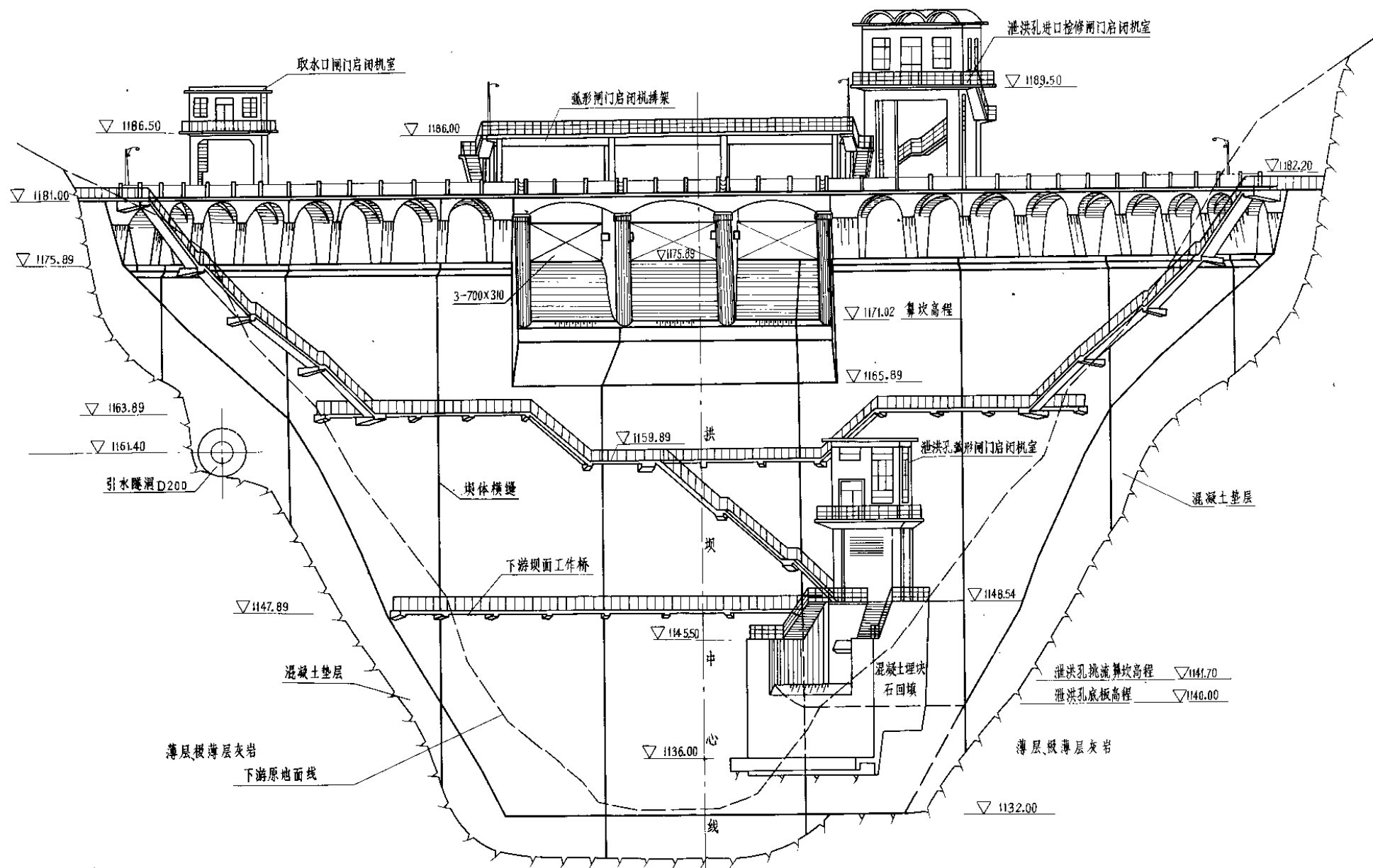
1. 深挖10~15米；
2. 右坝端1151米高程设置短传力墙；
3. 坝下游四个地质勘探平洞回填混凝土作为抗剪桩；
4. 作帷幕、固结及接触灌浆。

本工程于1976年9月动工兴建，1978年1月竣工，并于1980年秋关闸蓄水，（但还有坝顶结构等未完工），蓄水位限制在1168米，在运行期间未发现有问题。



枢纽平面布置图

贵州松柏山水库	
贵州水利勘测设计院	1978年1月
混凝土坝设计图	拱12-1/3

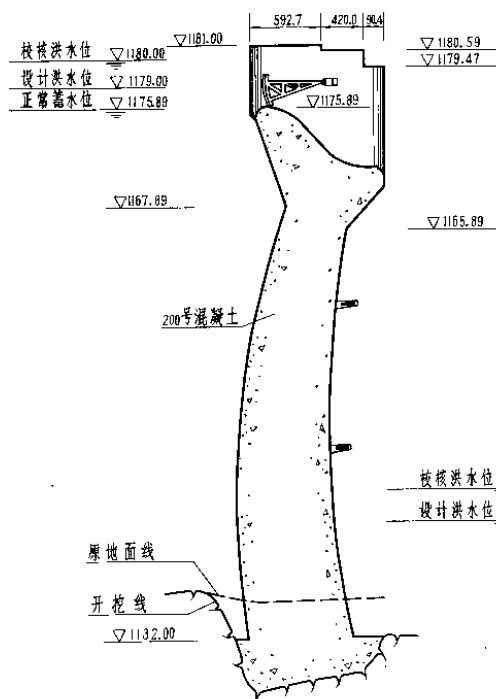


拱坝下游立视图

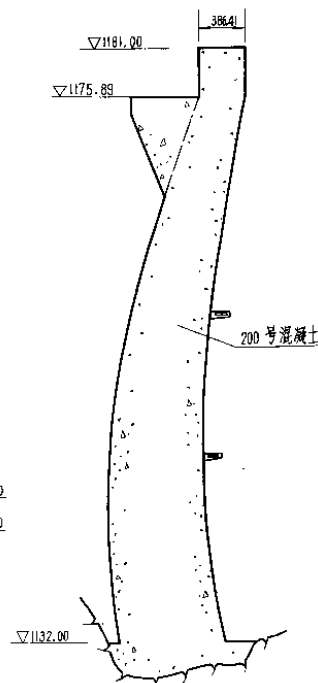
贵州松柏山水库

贵州水利勘测设计院 1978年1月

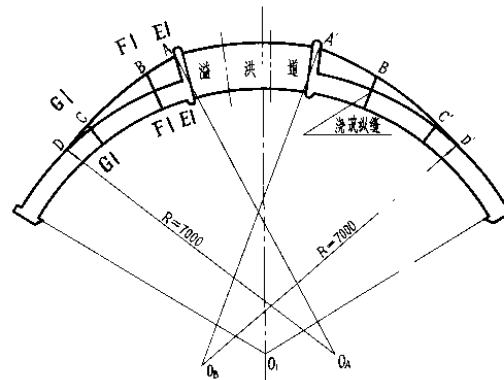
混凝土坝设计图 拱12-2/3



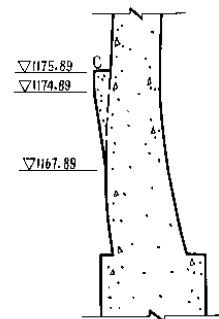
溢流坝剖面图



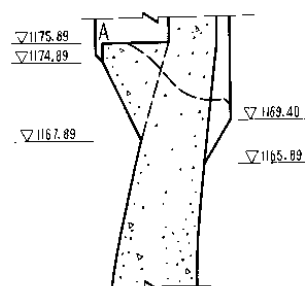
挡水坝剖面图



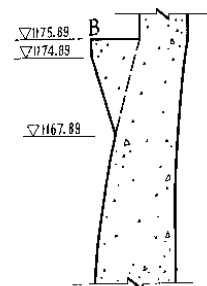
上游坝面贴角布置图



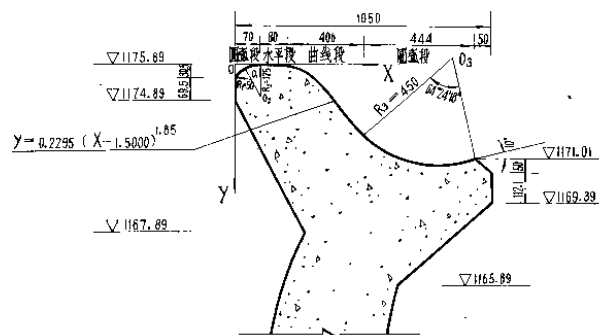
G-G剖面图



E-E剖面图



F-F剖面图



溢流坝头部详图

溢流坝面曲线坐标 单位:米

X	Y	X	Y
0.000	0.305	5.000	2.329
0.263	0.079	5.250	2.654
0.419	0.032	5.500	2.983
0.700	0.000	5.560	3.065
1.500	0.000	5.772	3.340
1.750	0.018	6.037	3.629
2.000	0.064	6.326	3.894
2.250	0.135	6.638	4.133
2.500	0.230	6.969	4.344
2.750	0.347	7.217	4.525
3.000	0.486	7.480	4.676
3.250	0.646	7.764	4.794
3.500	0.828	8.068	4.879
3.750	1.027	8.327	4.930
4.000	1.250	8.549	4.947
4.250	1.488	8.711	4.930
4.500	1.750	8.800	4.879
4.750	2.007	8.820	4.799

拱坝基本尺寸表

拱圈高程(米)	1181.00	1175.89	1171.89	1167.89	1163.89	1159.89	1155.89	1151.89	1147.89	1143.89	1139.89	1135.89	1131.89	1127.89
圈心编号	O <sub>0</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>	O <sub>8</sub>	O <sub>9</sub>	O <sub>10</sub>	O <sub>11</sub>	O <sub>12</sub>	O <sub>13</sub>
圈心距离(米)	0.0000	0.0000	5.8686	11.3702	15.9793	19.5202	22.0753	23.8937	25.3063	26.6044	28.0081	29.5786	30.8412	31.3189
外半径(米)	58.3261	58.3261	54.2115	50.3127	47.1052	44.7280	43.0742	41.8833	40.8317	39.6237	38.0880	36.2461	34.4543	33.4275
内半径(米)	54.4620	54.4620	49.6821	45.0922	41.2227	38.2521	36.0922	34.5060	33.1478	31.7051	29.9624	27.9064	25.8038	24.2988
拱厚(米)	3.8641	3.8641	4.5294	5.2205	5.8824	6.4759	6.9770	7.3773	7.6839	7.9186	8.1195	8.3397	8.6475	9.1287
中心半径(米)	56.3941	56.3941	51.9469	47.7026	44.1640	41.4899	39.5855	38.1942	36.9889	35.6629	34.0288	32.0742	30.1244	28.0982
半中心角(度)	61°16'04"	58°21'58"	56°56'35"	55°42'23"	54°58'49"	54°25'08"	52°45'29"	51°07'15"	48°25'14"	45°28'23"	42°51'32"	40°35'13"	38°18'45"	36°49'08"
中心弧长(米)	120.6044	114.8974	103.2496	92.7886	84.7596	78.8144	72.9006	68.1538	62.5112	58.6042	50.8956	45.4354	40.2864	37.0886

贵州松柏山水库

贵州水利勘测设计院	1978年1月
混凝土坝设计图	拱12-3/3

## 贵 州 红 岩 水 电 站

红岩水电站位于贵州省修文县乌江支流猫跳河,属猫跳河的第六个梯级,坝址距贵阳市80公里,坝址以上控制流域面积2752公里<sup>2</sup>,与第五梯级(红林)的区间流域面积为371公里<sup>2</sup>。本工程是一个发电工程,正常蓄水位为884.00米,总库容3040万米<sup>3</sup>,有效库容1120万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程,大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇,校核洪水为500年一遇。设计洪峰流量为2680米<sup>3</sup>/秒,设计洪水位为884.00米,设计下泄流量为2340米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为849.76米;校核洪峰流量为3070米<sup>3</sup>/秒,校核洪水位为888.75米,校核下泄流量为3070米<sup>3</sup>/秒,相应下游洪水位为852.09米。设计和校核水位时,中孔泄流出口单宽流量分别为66.5米<sup>3</sup>/(秒·米)和87.5米<sup>3</sup>/(秒·米)。中孔泄洪,挑流消能。

枢纽工程由大坝、发电引水隧洞、厂房、二道坝等建筑物组成。大坝为双曲拱坝,最大坝高60米,坝底厚9.03米,拱坝断面宽高比为0.15。坝顶中心弧长132.65米,最大中心角116°,两岸插深7~19米,上游面最大倒悬2.4米。

坝顶以下17米处(873.00高程)开有5个7米×6.4米(宽×高)泄洪中孔,孔口鼻坎挑角20°,孔口下游设置平面钢闸门控制。坝体底部834.00高程开有2.7米×2.7米放空底孔1个,中孔泄洪射流挑距54米(水力学试验值),计算坝下游最大冲坑深将达14.2米。为了防止冲刷坑形成后淘刷两岸基础,危及坝肩稳定,以及便于对下游河床检查、处理,提出消能保护措施如下:

- 1.坝后设置15米长的短护坦,厚2米,以防止水流对坝脚的淘刷;
- 2.下游设置平均厚度为2米的混凝土护坡,护坡全长92米;
- 3.下游92米护坡终端处修建二道坝,坝高8米,其中2米嵌入基岩。设置二道坝后,计算坝下游最大冲坑深度为12米。

坝址处河谷狭窄,天然河水面宽25~30米,河谷宽高比为2.21,呈

“V”形,为建拱坝之良好地形。

坝址区地层分布,下部为下三迭系永宁镇组下段中厚层夹薄层微粒夹岩、细晶白云岩等,上部为上段中厚层、薄层细晶白云岩,灰岩,泥质白云岩等。河床基岩裸露,岸坡覆盖层甚少。F<sub>31</sub>逆断层距右拱端上游面5~10米,倾向上游偏右岸,倾角60°~90°,地层断距2~3米。断层带大多被溶蚀,发育有溶洞,后期又为软塑性粘土与冲积砂卵石充填,对右拱端岩体压缩变形与渗漏有影响。

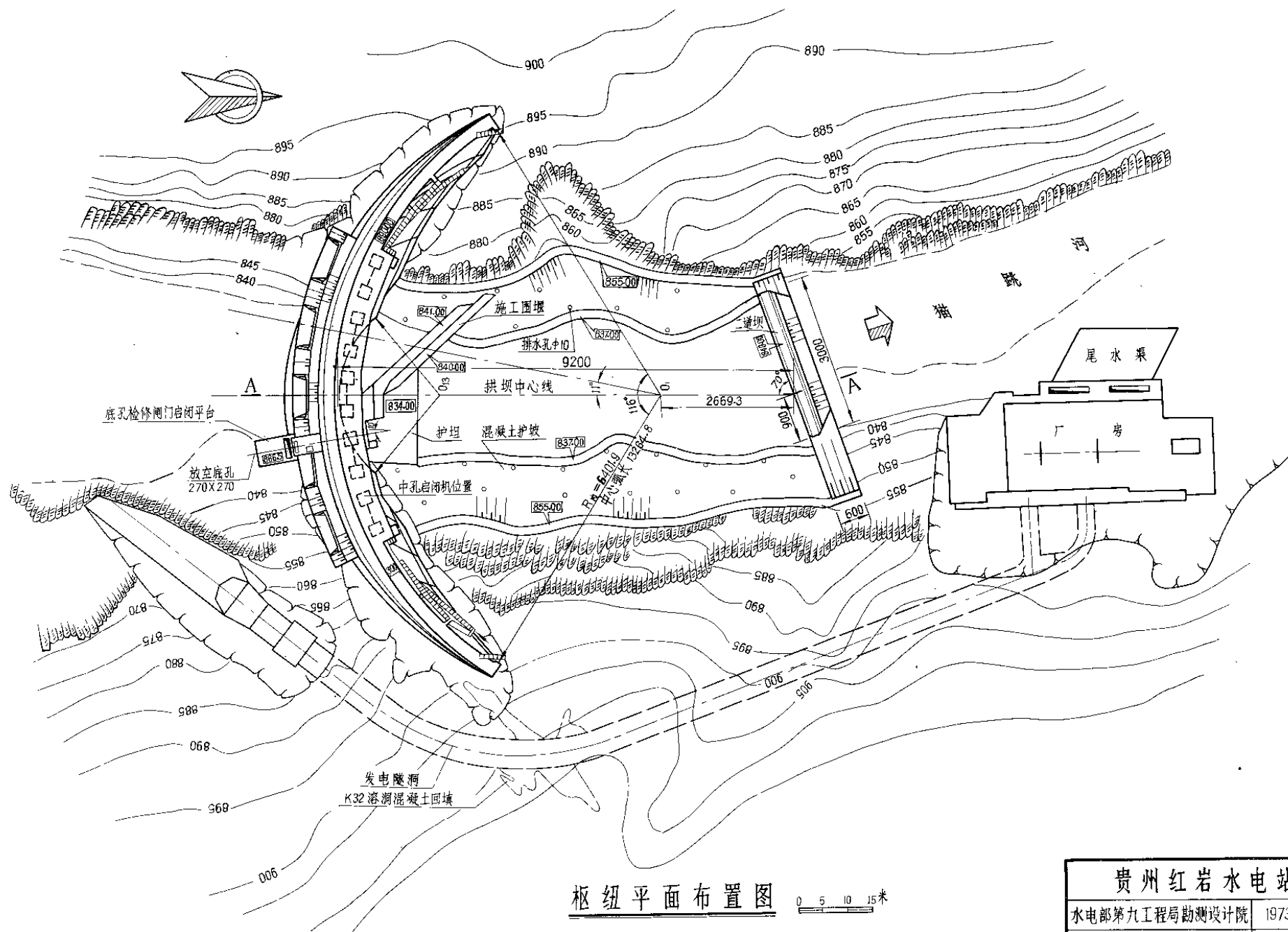
在右岸与左岸拱端分别有Ⅰ号及Ⅱ号大裂隙。Ⅰ号裂隙走向北西45°,倾向北东,倾角79°~83°,发育深度从高程867.00~840.00米。裂隙宽2~8厘米,充填软塑性粘土。在860.00米高程,拱端上游面距裂隙6米,下游面则为3米。Ⅱ号裂隙走向北西50°,倾向南西,倾角82°~88°,宽2~17厘米,开挖中见高程877.00~869.00米间有变小的趋势,充填粘土和方解石。该两条裂隙对拱端至裂隙部位的岩体应力分布有较大的影响,使岩中出现一个较大的拉应力区。

基础弹模自下而上分别为150万、90万及60万牛/厘米<sup>2</sup>。基础允许抗压强度为250~300牛/厘米<sup>2</sup>。

坝基础处理措施:

- 1.由于坝肩岩石承载能力低,为减少拱端应力,将拱端厚度局部扩大,扩大部分加在下游侧,最大加厚为1米。在拱端还设置了混凝土垫层,垫层厚1~2米,以加大坝体上下游方向的刚度,均匀拱端应力。
- 2.对于Ⅰ号、Ⅱ号大裂隙及右岸基础加强基础深孔固结灌浆的工程处理措施。
- 3.对坝基防渗采用帷幕灌浆处理。此外对坝基础作了全面的固结灌浆处理。

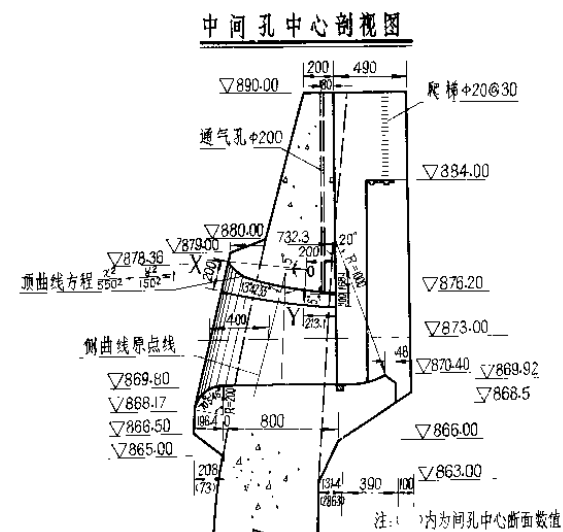
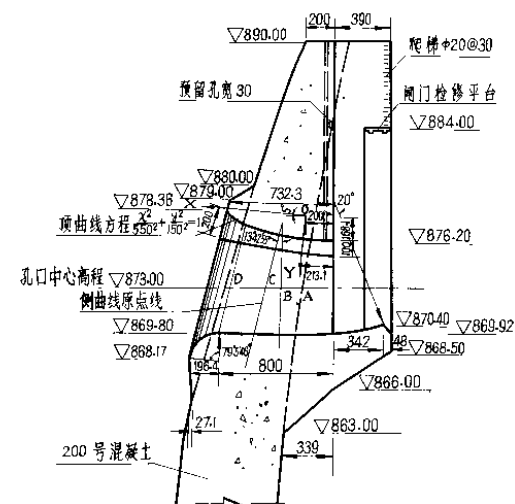
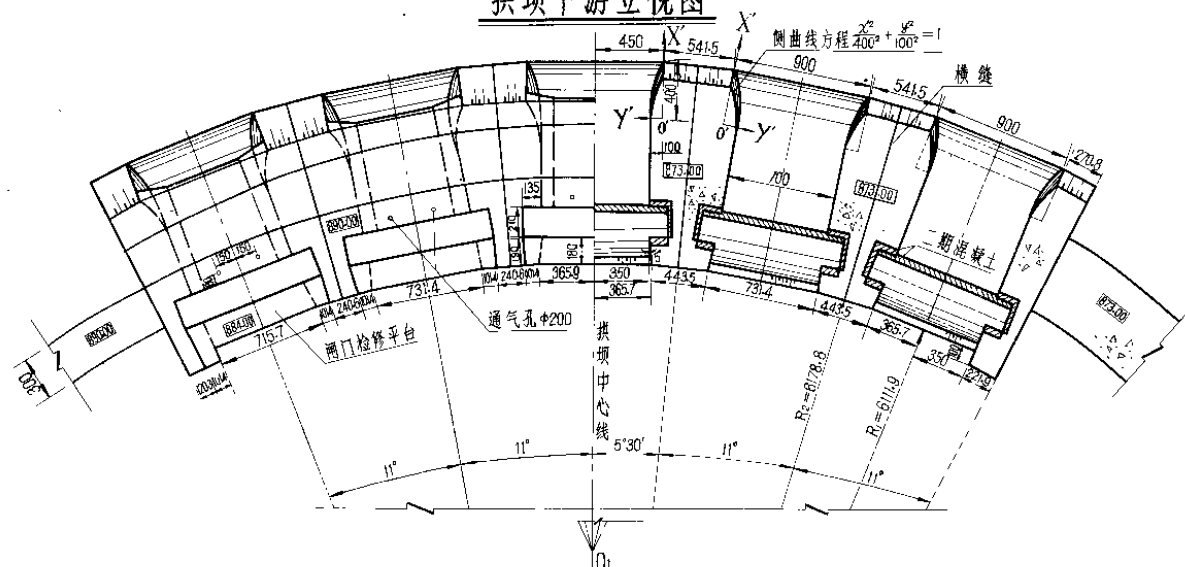
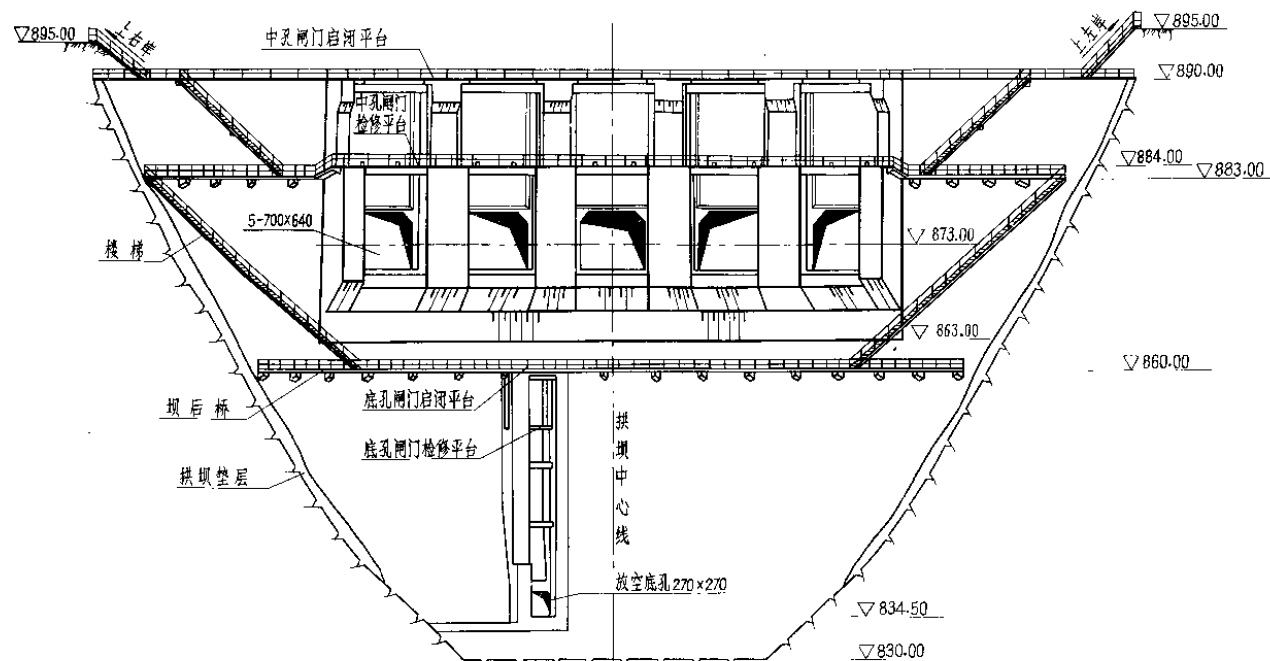
本工程1972年元月动工兴建,1973年12月建成,1974年7月投入运行。水库蓄水运行以来,基本情况良好。



枢纽平面布置图

0 5 10 15米

贵州红岩水电站	
水电部第九工程局勘测设计院	1973年12月
混凝土坝设计图	拱13-1/3



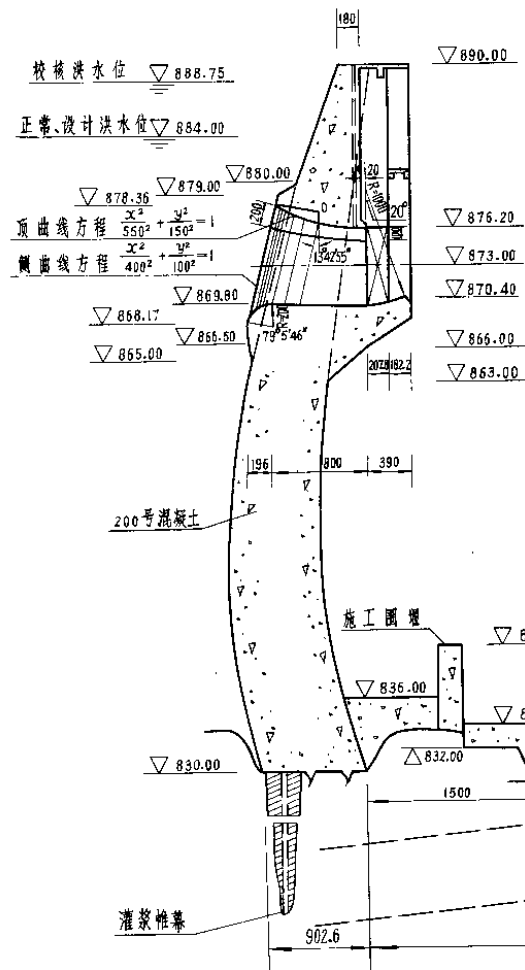
### 边孔中心剖视图

### 中间孔中心剖视图

拱坝中孔平面图

### 拱坝下游立视图

贵州红岩水电站	
水电部第九工程局勘测设计院	1973年12月
混凝土坝设计图	拱13-2/3



拱坝基本尺寸表

项 目	外半径	内半径	拱 厚	半中心角	中心弧长	圆心编号	圆心距
拱圈高程							
890.00	6701.9	6401.9	300.0	58°00'	13264.8	0 <sub>1</sub>	
885.00	6518.9	6120.3	398.6	58°00'	12794.6	0 <sub>2</sub>	375
880.00	6316.8	5838.8	478.0	58°00'	12305.0	0 <sub>3</sub>	375
875.00	6095.7	5556.3	539.4	58°00'	11795.1	0 <sub>4</sub>	375
870.00	5855.4	5260.0	595.4	58°00'	11252.1	0 <sub>5</sub>	375
865.00	5596.1	4946.3	649.8	57°15'	10625.9	0 <sub>6</sub>	375
860.00	5317.7	4615.0	702.7	57°30'	9968.1	0 <sub>7</sub>	375
855.00	5012.7	4266.3	746.4	57°30'	9312.0	0 <sub>8</sub>	375
850.00	4674.1	3900.0	774.1	57°30'	8504.6	0 <sub>9</sub>	375
845.00	4301.7	3502.6	799.1	57°15'	7798.1	0 <sub>10</sub>	375
840.00	3888.9	3060.0	828.9	57°00'	6913.0	0 <sub>11</sub>	375
835.00	3433.4	2570.4	863.0	53°30'	5606.0	0 <sub>12</sub>	375
830.00	2933.3	2030.7	902.6	50°00'	4331.9	0 <sub>13</sub>	375

孔口断面几何尺寸表

X	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	B	∠	备注
0	320	320	700	100	出口断面
100	320	328.7	700	100	
200	320	337.5	700	100	
213.1	320	338.6	700	100	
312.5	320	349.9	700	100	
390.3	320	362.3	700	100	
478.7	329.4	372.9	700	100	
604.8	329.4	400.4	710.2	105.1	
710.0	329.4	432.7	736.8	118.4	
721.9	358.9	437.1	741.2	120.6	
818.1	358.9	483.2	794.2	147.1	
878.7	496.3	551.7	900	200	进口断面

A-A 剖面图

贵州红岩水电站	
水电部第九工程局勘测设计院	1973年12月
混凝土坝设计图	拱13-3/3



## 北 京 古 城 水 库

古城水库位于北京市延庆县古城河，坝址距县城10公里，坝址以上控制流域面积119公里<sup>2</sup>，本水库是一个以灌溉为主，结合防洪、发电等综合利用的小（I）型工程。正常蓄水位621.70米，总库容852万米<sup>3</sup>，其中防洪库容218万米<sup>3</sup>，有效库容742万米<sup>3</sup>。

本工程大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为530米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为620.47米，设计下泄流量为493米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为568.65米；校核洪峰流量为810米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为621.76米，校核下泄流量为752米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为569.55米，坝顶溢流，挑流消能。设计和校核水位时，溢流段单宽流量分别为16.5米<sup>3</sup>/（秒·米）和25米<sup>3</sup>/（秒·米）。

枢纽工程由大坝、厂房、灌溉发电引水管、排沙泄水孔、二道坝等建筑物组成。大坝为双曲拱坝，最大中心角104°25′，最小中心角66°，最大坝高65米，拱坝底厚14米，断面宽高比0.22。为便于施工，坝上部无倒悬，仅在上游约1/5坝高处设倒悬，以减少坝踵处的拉应力。

溢流坝位居河床，溢流前缘总长30米，堰顶高程617.00米，共5孔，孔口尺寸宽×高为6米×5米，装有弧形钢质闸门。鼻坎高程612.00米，挑射角10°。

大坝地基为白云质灰岩，岩层倾向下游，倾角6°~14°，层间有夹

泥及串珠形溶洞，裂隙多陡倾角，主要为南北和东西两组压扭性裂隙。基岩弹性模量为 $1 \times 10^6$ 牛/厘米<sup>2</sup>，岩石层面的摩擦系数 $f = 0.65$ ，凝聚力 $C = 60$ 牛/厘米<sup>2</sup>；软弱泥化夹层摩擦系数 $f = 0.22 \sim 0.25$ ， $C = 1 \sim 2$ 牛/厘米<sup>2</sup>。

基础处理措施：

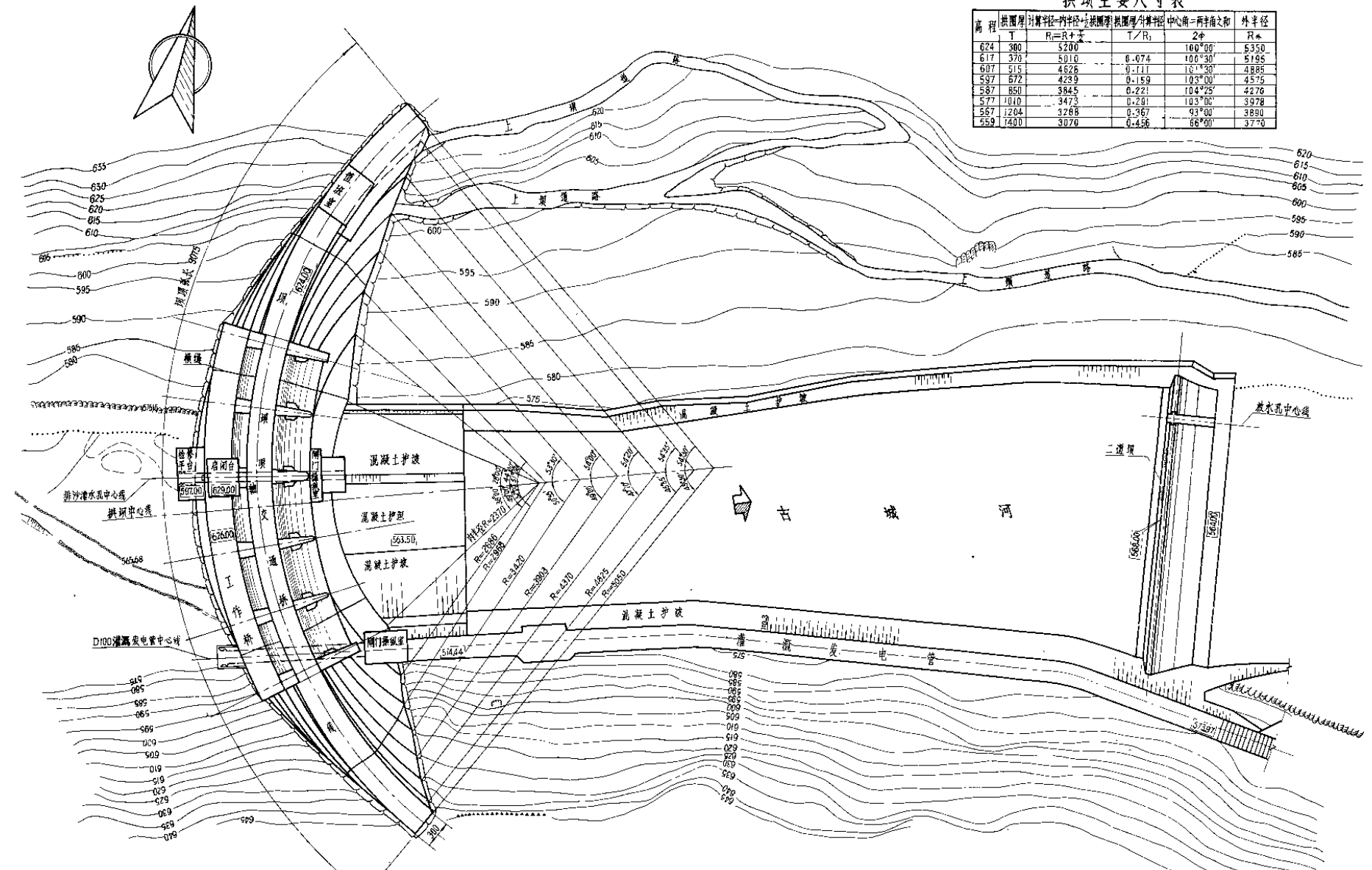
1. 坝基防渗采用帷幕灌浆；对坝基裂隙和破碎带进行固结灌浆处理。
2. 对两岸较大的软弱夹层及破碎带用开挖平洞回填混凝土形成混凝土塞，以加强拱端的支撑力和减少绕坝渗漏。

本工程于1973年10月动工兴建，1979年开始蓄水，1980年12月投入运行。存在问题：当库水位升至高程587.00米时，左岸下游河床及岸坡发现漏水，同时随着库水位上升漏水范围逐渐发展；当库水位升至597.00米时，沿下游高程569.50~565.00米的夹泥层，漏水范围达60米，总的渗漏流量约为180升/分，在高程589米处也发现局部漏水。为了确保大坝安全，近期限制最高蓄水位为597米（相应库容为205万米<sup>3</sup>），同时作如下防渗处理：（1）向两岸山体内延长帷幕线（在平洞内打孔），以延长绕坝渗径；（2）在下游两岸及护坦布置排水孔；（3）在左岸护坦及廊道内布置一定数量的观测孔以加强观测。

8-16-7A

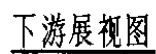
拱坝主要尺寸表

高程	拱圈厚	计算半径	内半径	分体圈厚	拱圈厚	分体圈厚	中心角	两半径之和	外半径
	T	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	2α	R <sub>1</sub> +R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
624	300	5200	—	—	—	—	160°00'	5350	5350
617	370	5010	—	—	—	—	160°30'	5195	5195
607	515	4626	—	—	—	—	161°30'	4888	4888
597	672	4239	—	—	—	—	163°00'	4575	4575
587	850	3845	—	—	—	—	164°25'	4276	4276
577	1010	3473	—	—	—	—	163°00'	3978	3978
567	1204	3268	—	—	—	—	163°00'	3690	3690
559	1400	3078	—	—	—	—	168°00'	3770	3770



平面布置图 0 2 4 6米

北京古城水库	
北京水利勘测设计院	1979年2月
混凝土坝设计图	拱14-1/2



拱圈高程	拱 厚	
	坝轴线上游	坝轴线下游
617	215 (590)	155 (610)
607	3 45	1 70
597	4 75	1 97
587	6 05	2 45
577	7 00	3 10
567	6 90	5 14
559	5 70	8 30

$x$	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	$x_{\sigma} = 783.3$
$y$	63	18	33	0	3	125	30	50	73	99	128	160.5	197	237.5	282	330.5	$y_{\sigma} = 365.4$



北京古城水库	
北京水利勘测设计院	1979年2月
混凝土坝设计图	拱14-2/2

## 广东泉水水电站

泉水水电站位于广东省乳源瑶族自治县南水支流汤盆水上，坝址以上控制流域面积190公里<sup>2</sup>。本水库是一个以发电为主的工程，电站为引水式，设计水头255米。水库的正常蓄水位447.00米，总库容2160万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为500年一遇。设计洪水位447.90米，设计下泄流量1100米<sup>3</sup>/秒；校核洪水位449.00米，校核下泄流量1620米<sup>3</sup>/秒。

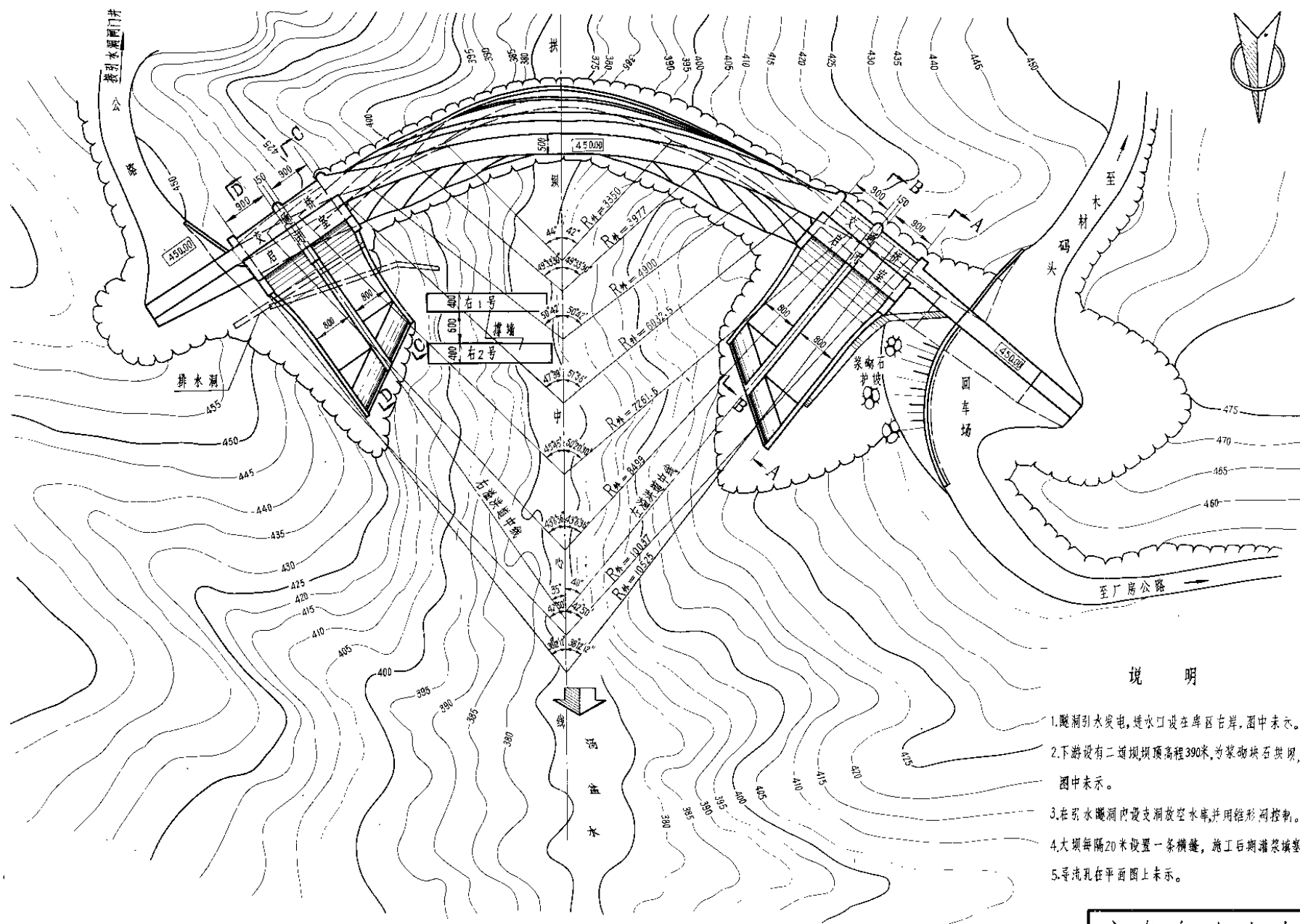
枢纽工程由大坝、引水隧洞、电站等建筑物组成。大坝为双曲拱坝，坝顶高程450.00米，最大坝高80米，坝底厚9米，顶厚3米，拱坝断面厚高比0.11，拱坝最大中心角101°24′，最小中心角76°24′24″。

滑雪道式溢洪道沿两岸山坡布置，左右岸各布置2孔，宽×高为9.0米×6.5米，溢流堰为非真空实用剖面，滑雪道式溢洪出口最大单宽流量45米<sup>3</sup>/（秒·米）。根据地形地质条件，各孔泄槽坡度不同，采用滑雪道式对冲消能，使水舌远离坝基落入河床，保证坝头山坡稳定。同时根据

水工模型试验报告，结合冲刷坑地形地质条件，考虑拱坝下游河床坡降较陡，尾水很浅，且两岸有顺坡节理存在，水舌长期冲击岸坡易引起岸坡岩石滑塌，甚至影响到坝头岩石稳定，于下游弯道处建造了二道坝一座（采用浆砌石拱坝，二道坝顶高程390米），以抬高尾水，加深水垫，改善消能条件。

电站为引水式，距坝址较远，发电引水隧洞的进水口设在库区右岸。引水隧洞设有支洞，装有一个直径为2米的锥形阀，该支洞作为放空水库用。

坝址区为中粗粒状花岗岩，两岸均有大片基岩出露。河床狭窄，呈V型，两岸坡度约45°~50°，左岸高程425米以上，覆盖层较厚。右岸覆盖层很薄，顺坡裂隙较发育，在高程420米以上，地形较单薄，并有东西向断层通过，为加强右坝头稳定，设置排水洞两条和混凝土撑墙两条。



平面布置图

0 5 10 15 米

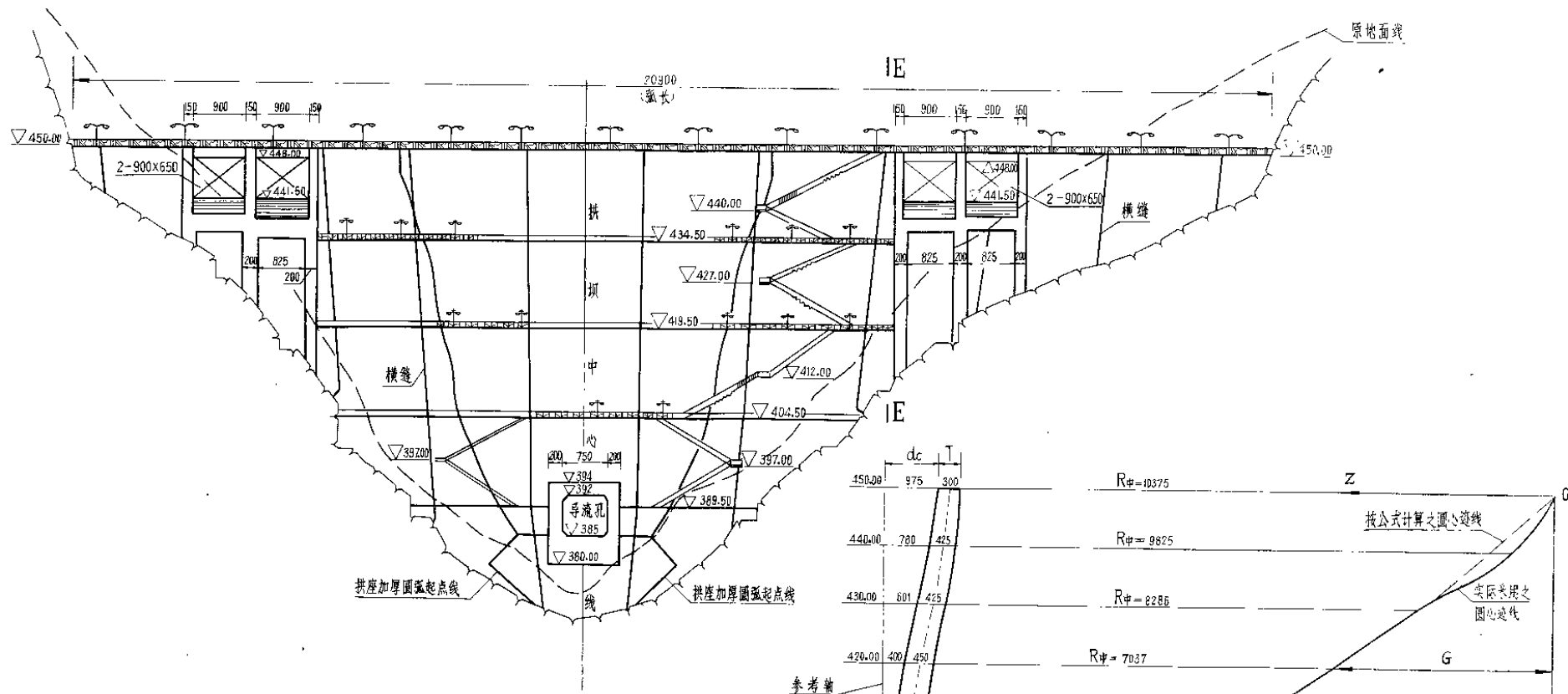
说明

1. 隧洞引水发电, 进水口设在库区右岸, 图中未示。
2. 下游设有二道坝, 坝顶高程390米, 为浆砌块石拱坝, 图中未示。
3. 在引水隧洞内设支洞放空水库并用矩形闸控制。
4. 大坝每隔20米设置一条横缝, 施工后期灌浆填塞。
5. 导流孔在平面图上未示。

广东泉水水电站

广东水利水电勘测设计院 1974年3月

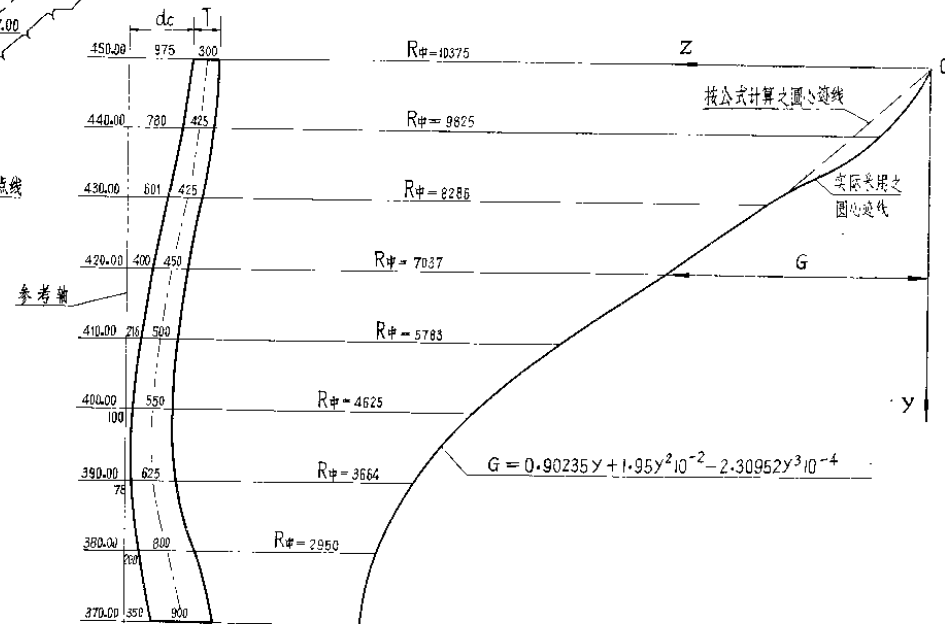
混凝土坝设计图 拱15-1/3



拱坝下游展视图

拱坝主要尺寸表

高程	拱圈厚度 T	拱轴半径 R <sub>中</sub>	内弧半径 R <sub>内</sub>	外弧半径 R <sub>外</sub>	拱冠距 参考轴 d <sub>c</sub>	左半角 中左	右半角 中右	拱端加厚	附注
450.00	300	10375	10225	10525	975	38°12'12"	38°12'12"	0	两岸拱端延长
440.00	425	9825	9612	10037	780	42°50'	42°50'	200	左端拱圈延长
430.00	425	8286	8074	8499	601	43°6'36"	43°6'36"	200	左端拱圈延长
420.00	450	7037	6812	7262	400	50°20'30"	45°45'	200	
410.00	500	5782	5532	6032	216	51°36'	47°39'	200	
400.00	550	4625	4350	4900	100	50°42'	50°42'	200	
390.00	625	3664	3352	3977	78	49°33'30"	49°33'30"	200	
380.00	800	2950	2550	3350	200	42°00'	44°00'	100	
370.00	900				350				

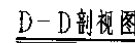
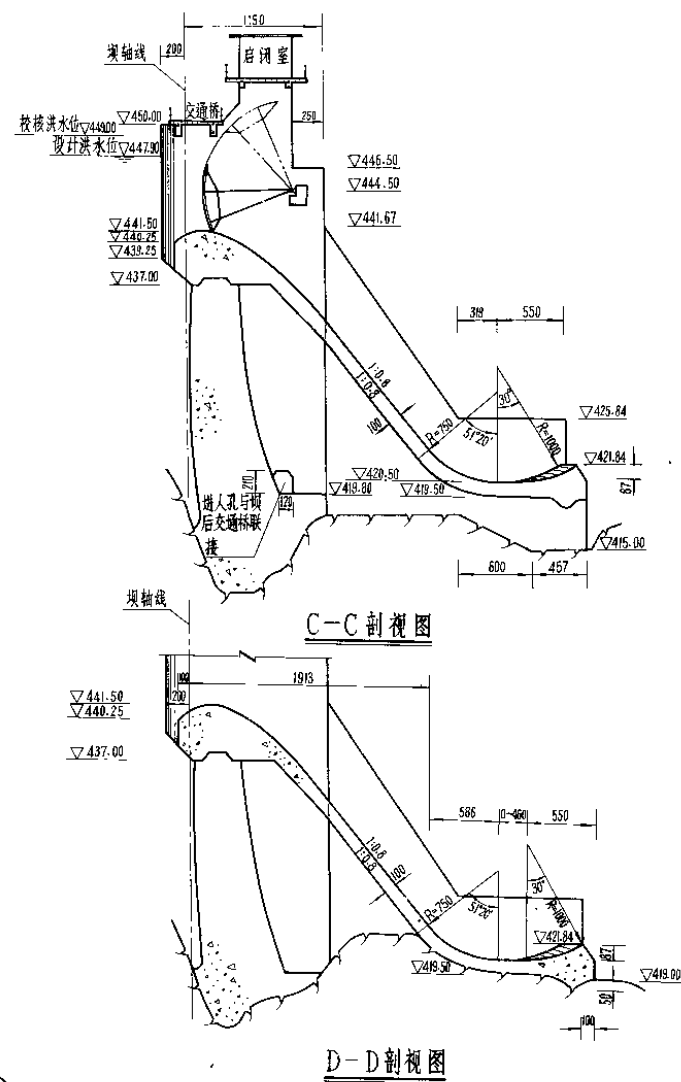
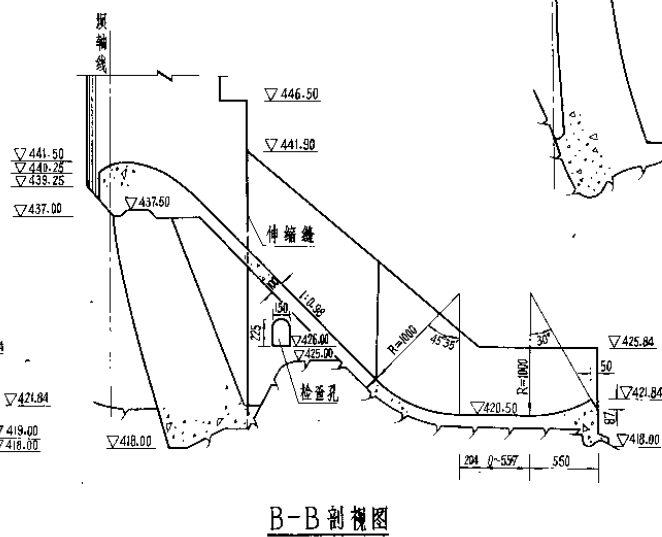
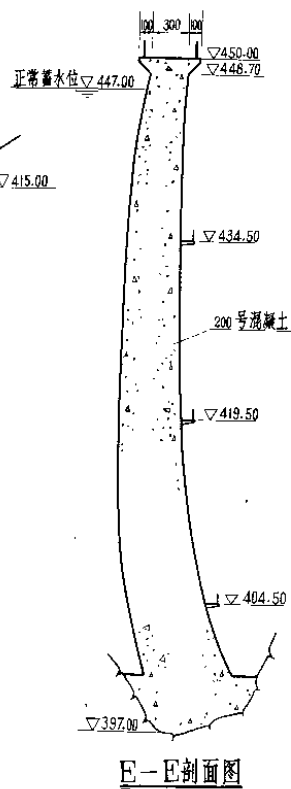
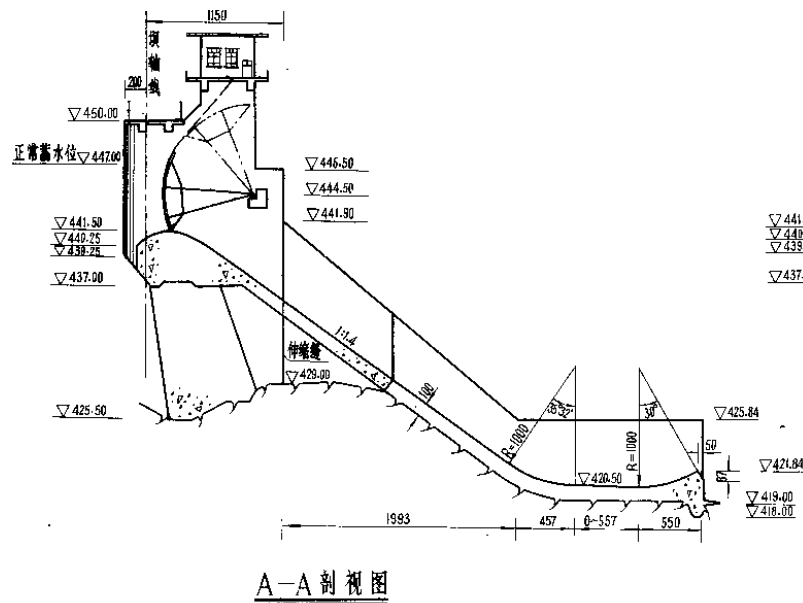


拱坝主要尺寸图

广东泉水水电站

广东水利水电勘测设计院 1974年3月

混凝土坝设计图 拱15-2/3



广东泉水水电站	
广东水利水电勘测设计院	1974年3月
混凝土坝设计图	拱15-3/3

## 重力坝、支墩坝部分



## 重 力 坝、支 墩

序号	工程名称	工 程 地 点		所 在 河 流	集 水 面 积 (公里 <sup>2</sup> )	总库容 (万米 <sup>3</sup> )	坝高 (米)	坝 型	泄 洪 特 性			抗滑稳定安全系数K			坝 基 边 缘 正 应 力 值 $\sigma$ (牛/厘米 <sup>2</sup> )	
		省 (自治区、 直辖市)	县(市、 自治县)						泄洪方式及 孔口尺寸孔 数-宽×高 (米)	消能型式	最大单宽流量 [米 <sup>3</sup> /(秒·米)]	基本荷 载组合	特殊荷 载组合 I	特殊荷 载组合 II	$\sigma$ 上游	$\sigma$ 下游
1	湖南龙下灌区 枢纽工程	湖 南	茶 陵	洣 水	1784	2660	30.0	单支墩 填碴坝	坝面溢流 8-10×8	挑流 面流	55.25	1.1	1.1		16	67
2	北京西峪水库	北 京	平 谷	错 河	81.1	1430	33.4	重力坝	坝面溢流 2-10×5.56	挑流	43.4	1.34	1.16		31	82
3	湖南双江口水 库	湖 南	浏 阳	猴 江	22.3	772	41.6	钢筋混凝土 平 板 坝	坝面溢流 1-17.6×6.1	挑流	31.4	1.13	1.1	1.13	143	79
4	北京沙厂水库	北 京	密 云	红门川	128	2120	47.0	宽缝重力坝	坝面溢流 2-12×6.3	挑流	29.6	1.05			坝体最大应力94	

注：1.总库容系指校核水位时相应静库容，否则，另在栏中予以注明。

2.抗滑稳定特殊荷载组合 I 的安全系数为遭遇地震或可能最大洪水时的情况；抗滑稳定特殊荷载组合 II 的安全系数为特殊荷载组合 I 以外的其它情况。

3.边缘正应力压力为正，拉力为负。

# 坝 工 程 特 性 表

坝基地质	摩擦系数	凝 聚 力 (牛/厘米 <sup>2</sup> )	基 础 处 理	地震烈度 ( 度 )	坝 体 工 程 量		工 程 效 益		竣 工 年 月	备 注
					混凝土 (米 <sup>3</sup> )	浆砌石 (米 <sup>3</sup> )	灌溉面积 (万亩)	装机容量 (兆瓦)		
石英砂岩 加 板 岩	0.5 0.6				41000		16	1.26	1978.5	工程效益中还包括货运量 5000吨
石英砂岩	0.65 0.75	10	帷幕、固结灌浆	9	54777	35125	2		1968.10	
砂 岩	0.6	30	帷幕、固结灌浆		混凝土11345 钢筋308吨 模板 6 千米 <sup>2</sup>		5.2	80	1958.3	
花 岗 岩	0.55 0.68 0.7	10	帷幕加排水	8	混凝土及 钢筋混凝土 105500	12900	4.7		1973.12	

## 湖南龙下灌区枢纽工程

龙下工程位于湖南省茶陵县湘水一级支流洙水上游，坝址距茶陵县城35公里，坝址以上控制流域面积1784公里<sup>2</sup>，坝址多年平均流量60.4米<sup>3</sup>/秒，多年平均水量190000万米<sup>3</sup>。本工程是以灌溉为主结合发电等综合利用的水利水电工程。正常蓄水位167.00米，总库容2660万米<sup>3</sup>，有效库容为440万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为500年一遇。设计洪峰流量为3270米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为166.3米，设计下泄流量3270米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为155.10米；校核洪峰流量为5000米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为168.70米，校核下泄流量为5000米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为158.1米。

枢纽工程由大坝、电站及斜面升船机等建筑物组成。坝顶高程170.00米，最大坝高30米，大坝为混凝土支墩填碴坝，坝顶总长242.5米，坝顶宽度7.5米。溢流坝堰顶高程159.00米，溢流前缘总长90.5米，共8孔10米×8米(宽×高)，装有钢质弧形门。消能型式是20年一遇洪水以下为挑流，20年一遇洪水以上为面流。挑鼻坎高程150米，挑射角20°。设计和校核水位

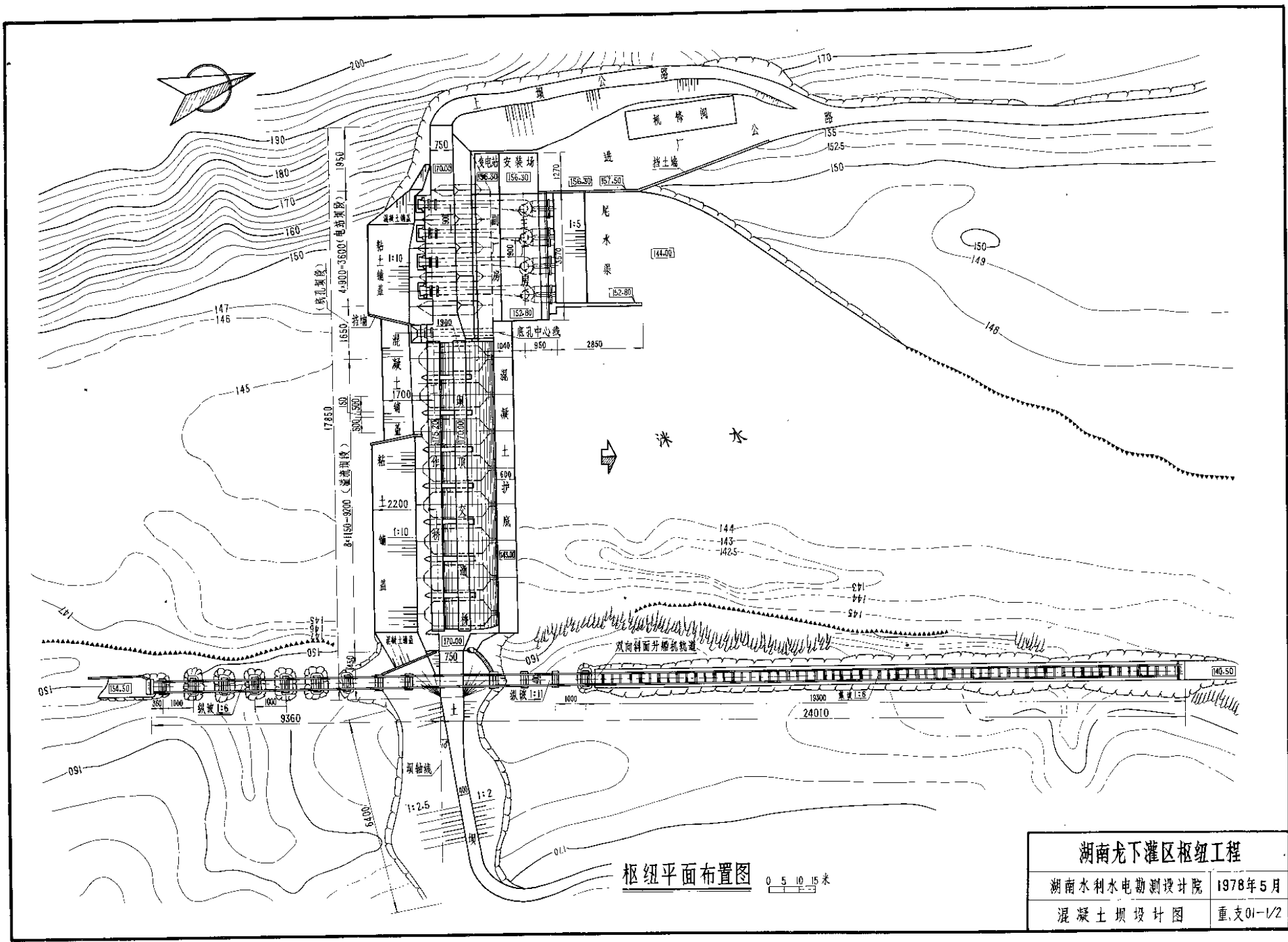
时溢洪段出口单宽流量分别为36.13米<sup>3</sup>/(秒·米)和55.25米<sup>3</sup>/(秒·米)。

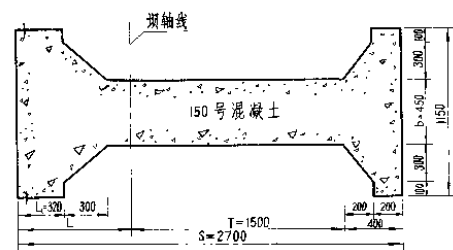
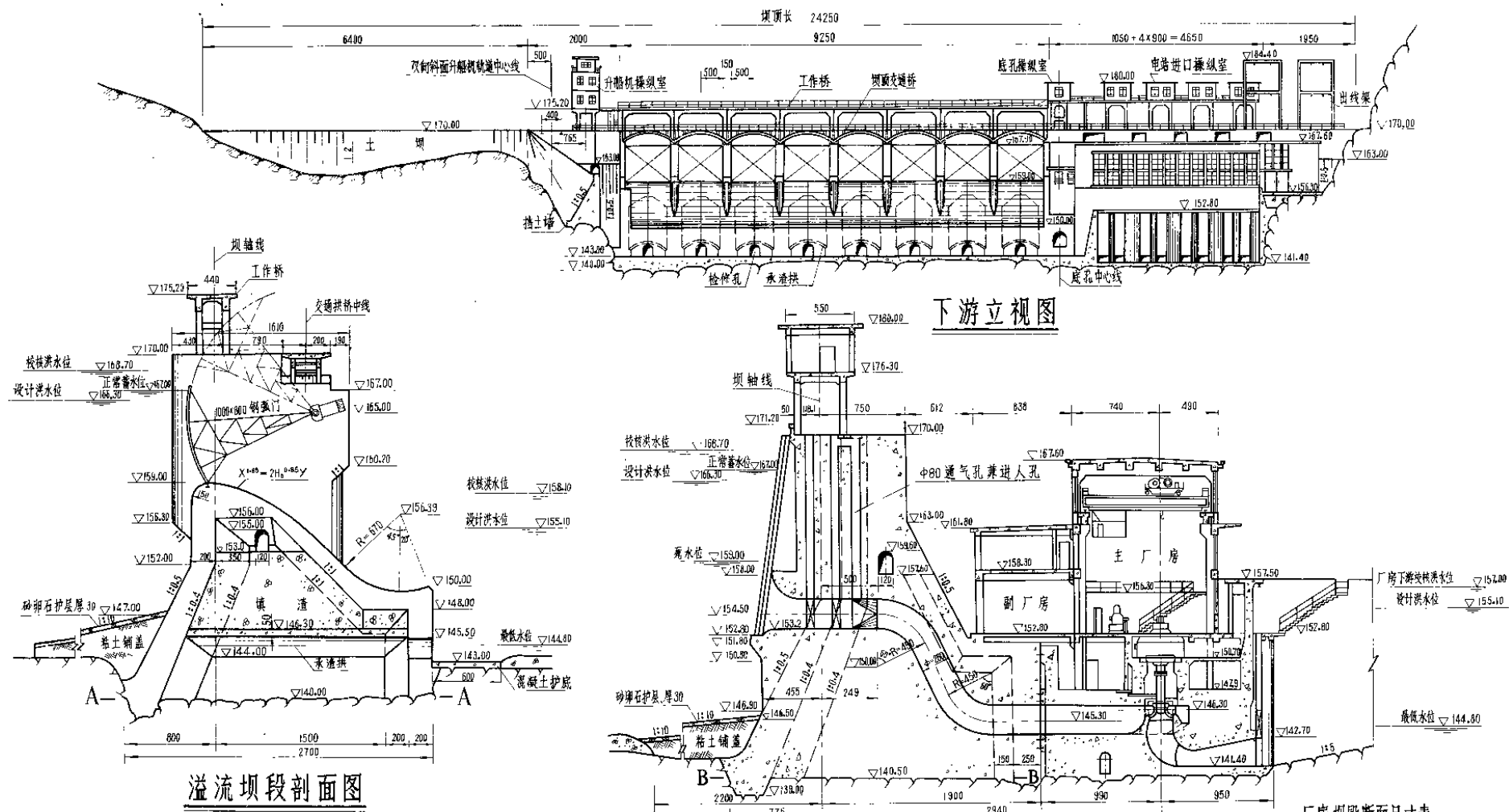
坝址河谷宽阔，左河床为宽缝重力坝，电站为坝后式，位于左岸河床。右河床为支墩填碴坝，坝顶溢洪。右岸台地为均质土坝。斜面升船机位于右岸台地。总布置紧凑协调，运行管理方便。

混凝土支墩填碴坝占据河床约70%，采用平头支墩型式，将支墩底部适当扩大作为填碴拱座，设置半圆拱跨于两支墩上，拱上填石碴，保证了坝体稳定所需的重量，节省了混凝土和减少了坝基石方开挖。

大坝地基为奥陶系中统上组石英砂岩和砂质板岩，岩层走向横切河床，几乎与坝轴线平行，倾向上游，倾角35°~70°，岩石坚硬完整，坝区未发现大的断裂。对坝基断层采用开挖回填混凝土塞处理。基岩主要物理力学指标为：摩擦系数 $f = 0.5 \sim 0.6$ ；抗压强度为4000~5000牛/厘米<sup>2</sup>；弹性模量为 $8 \times 10^5$ 牛/厘米<sup>2</sup>。

本工程于1975年9月动工兴建，1978年5月建成投入运行，情况正常。





A—A剖面图

(140.00米高程)

厂房坝段剖面图

B-B 剖面图

(140.50 米高程)

## 北 京 西 峪 水 库

西峪水库位于北京市平谷县错河，坝址距平谷县城约20公里，坝址以上控制流域面积81.1公里<sup>2</sup>。本水库是以防洪灌溉为主结合发电等综合利用的中型水利工程。正常蓄水位217.20米，总库容1430万米<sup>3</sup>，其中防洪库容643万米<sup>3</sup>，有效库容861万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为100年一遇，校核洪水为1000年一遇。设计洪峰流量为970米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为217.95米，设计下泄流量为588米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为197.55米；校核洪峰流量为1480米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为219.95米，校核下泄流量为920米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为197.98米。

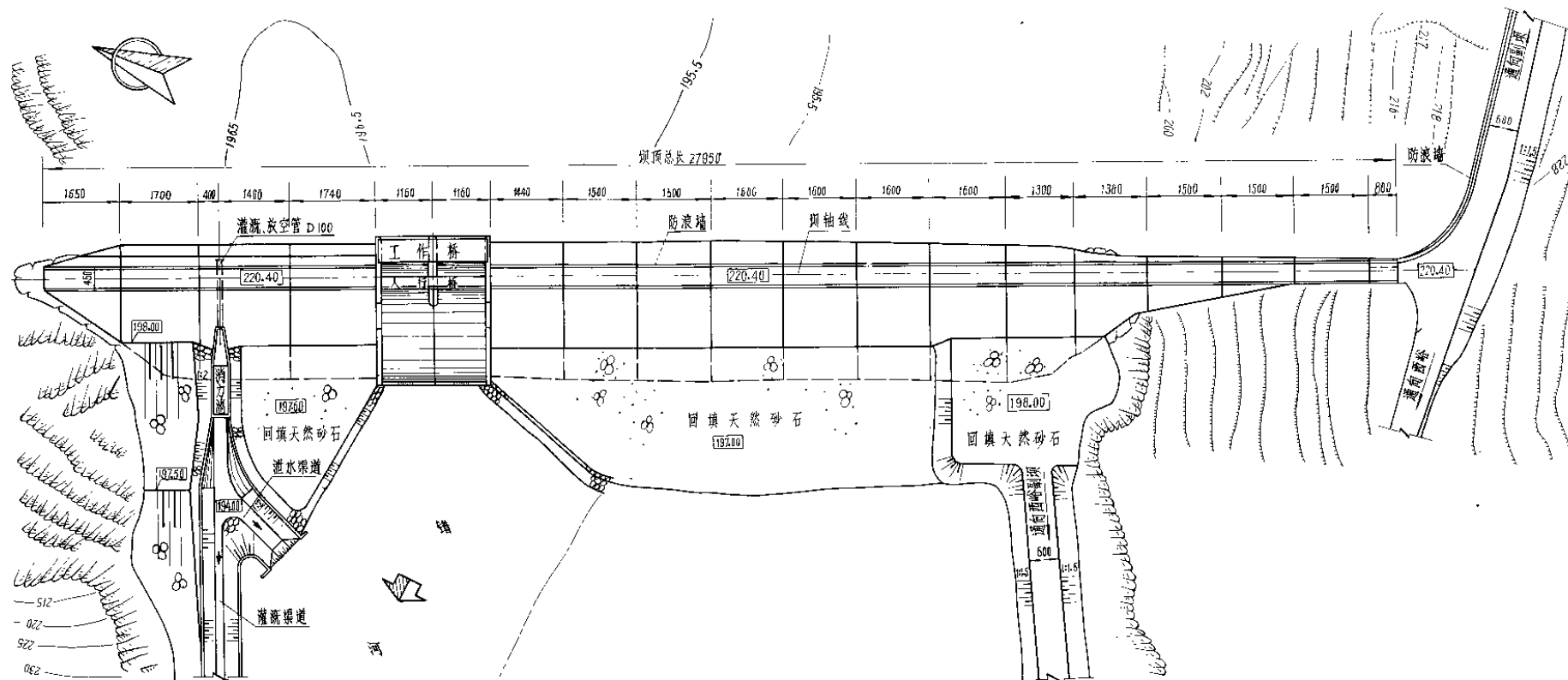
枢纽工程由大坝、灌溉引水管、副坝等建筑物组成。坝顶高程220.40米，最大坝高33.4米，大坝为混凝土埋块石重力坝，坝顶总长279.5米，

溢流坝堰顶高程212.00米，溢流前缘总长21.20米，孔口尺寸宽×高为10米×5.56米，共2孔，装有钢质弧形闸门。挑流鼻坎高程203.39米，挑射角30°。

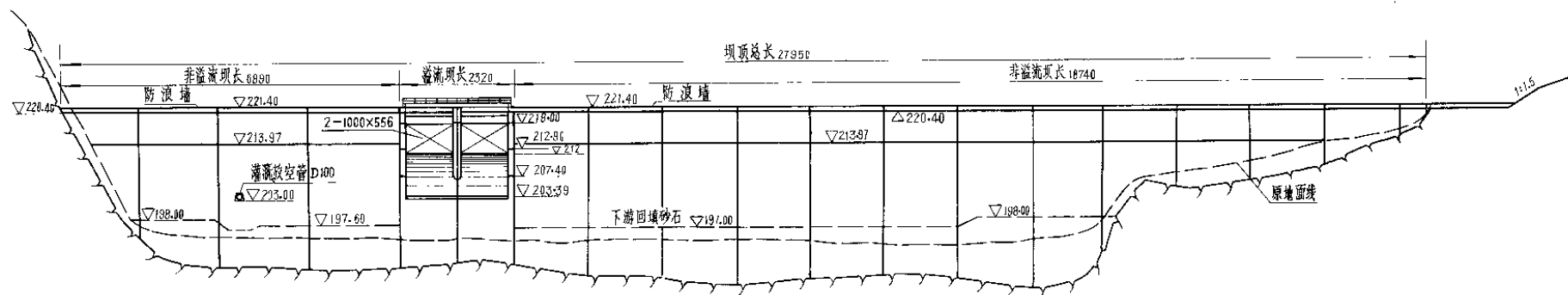
在靠近上游侧坝体内设有150号~200号混凝土防渗墙，墙顶平设计洪水位。坝踵处用混凝土齿墙与防渗墙连接，齿墙深3米。此外坝基铺有厚0.5米的混凝土垫层。

坝址地基为石英砂岩，清基面摩擦系数 $f = 0.65 \sim 0.75$ ，凝聚力 $C = 10$ 牛/厘米<sup>2</sup>。大坝按地震烈度九度设防。

基础处理措施：帷幕灌浆、固结灌浆，断层采用混凝土塞处理。本工程于1968年10月建成投入运行，情况正常。



主坝平面布置图 0 5 10 15 米



下游立视图

北京西峪水库

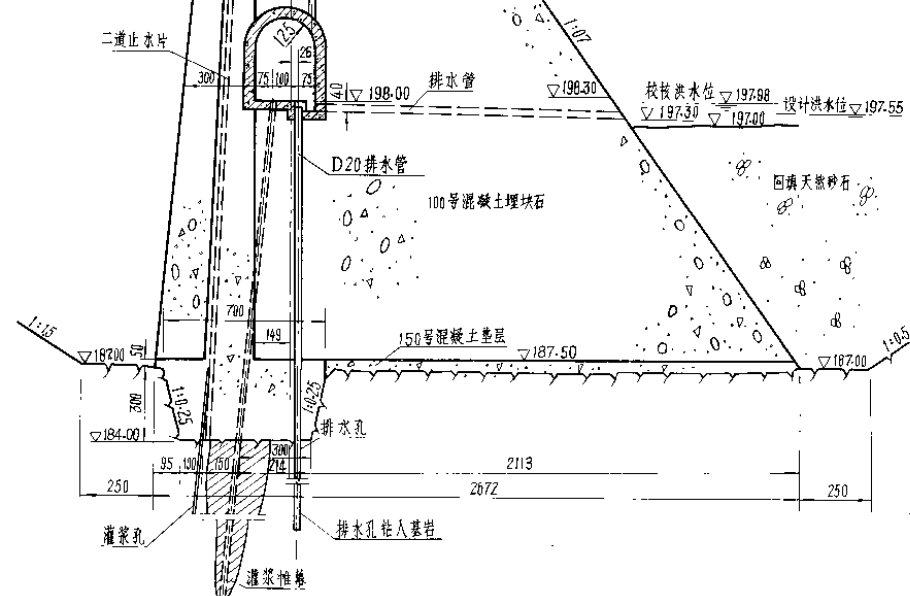
北京市政设计院	1968年10月
混凝土坝设计图	重支02-1/2

基础嵌石防浪墙  
校核洪水位  $\nabla 219.95$   
设计洪水位  $\nabla 217.95$   
正常蓄水位  $\nabla 217.20$

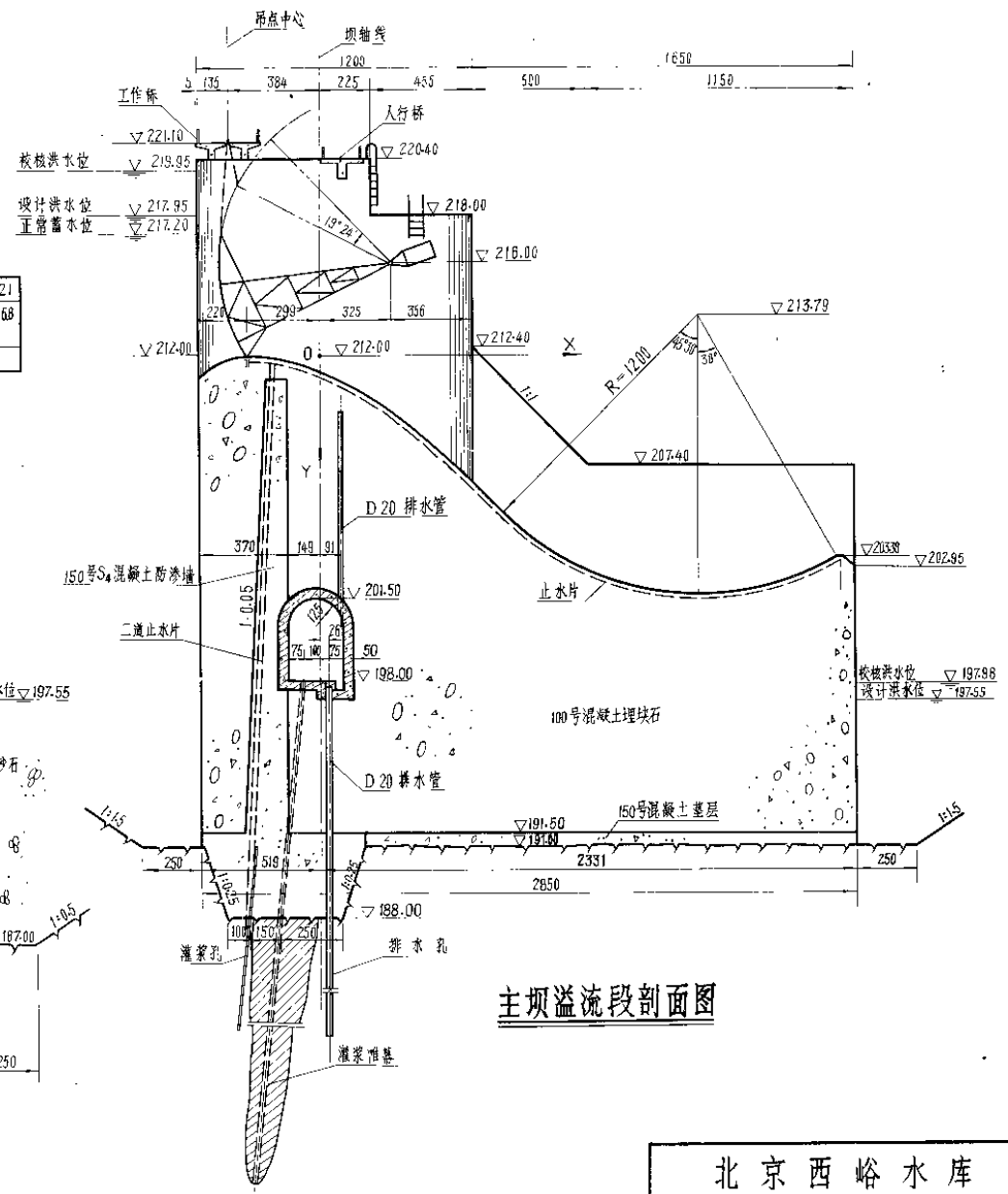
**溢流坝面坐标**

X	-519	-439	-359	-314	-284	-199	-199	-39	41	121
Y	100.8	28.8	5.6	0	0	4.8	20	48	80	116.8
X	201	281	361	441	521	601	681	761	811	
Y	158.4	204.8	256.8	315.2	380	451.2	528.8	611.2	662	

211 高程以上第200号S<sub>4</sub>混凝土防渗墙  
211 高程以下第150号S<sub>4</sub>混凝土防渗墙



主坝非溢流段剖面图



主坝溢流段剖面图

北京西峪水库	
北京市政设计院	1968年10月
混凝土坝设计图	重支02-2/2



## 湖 南 双 江 口 水 库

双江口水库位于湖南省浏阳县捞刀河九溪的猴江，坝址距长沙市44公里，坝址以上控制流域面积22.3公里<sup>2</sup>。本水库是一个以灌溉为主，结合发电等综合利用的小（I）型工程。正常蓄水位140.1米，总库容772万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为468.2米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为145.48米，设计下泄流量为468.2米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为113.57米；校核洪峰流量为566米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为146.2米，校核下泄流量为566米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为114.9米。校核和设计水位时，溢流段出口单宽流量分别为26.01米<sup>3</sup>/（秒·米）和31.4米<sup>3</sup>/（秒·米）。

枢纽工程由大坝、重力式岸墩、电站、水库放空底孔等建筑物组成。大坝为钢筋混凝土平板坝，最大坝高41.6米。平板坝支墩间距6米，支墩顶部厚0.4米，底部厚1.2米，支墩高且薄，抗溢流振动的能力较差，因此，溢流面形状按设计水头设计成克-奥非真空剖面堰，以消除经常性洪水产生的负压振动，并于溢流面板设通气孔以减轻负压振动。在结构设计上，将整个溢流面板用斜锚筋与支墩固结，并在溢流段的支墩间设横向隔墙和其它各支墩的横向加劲梁，形成整体串联固结，抗振性能较好。在支墩稳定分析中，为增加支墩抗滑稳定安全，在挡水面板与支墩

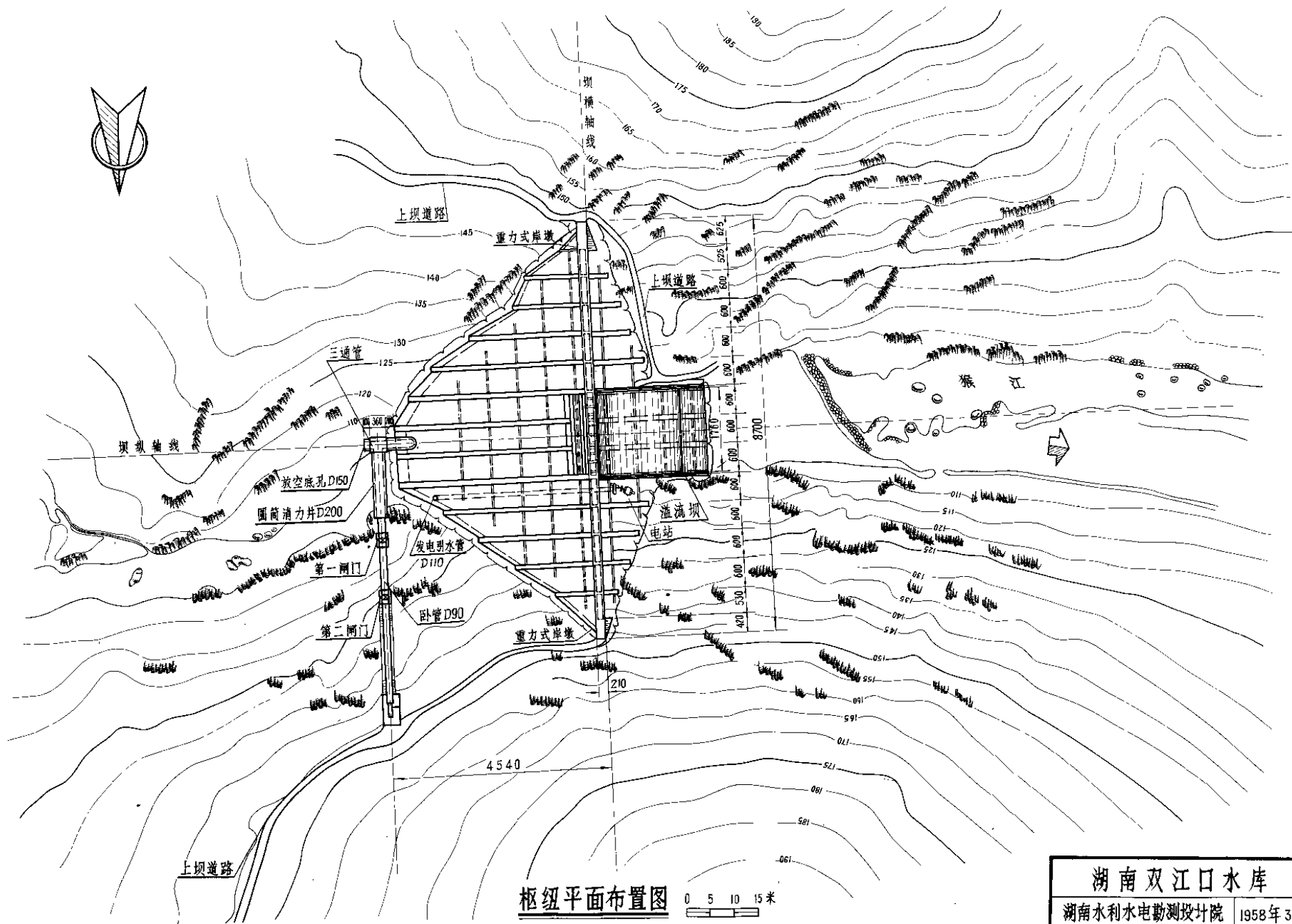
头部的垛肩设摩擦齿，使面板悬挂于支墩上，不致产生沿支墩上游下滑，因而全部面板及其荷载皆传给支墩，这是增加支墩抗滑稳定的一项经济措施。

坝址地质为砂岩及砂页岩互层，节理裂隙较发育，岩层倾向上游，倾角30°~40°，砂岩与混凝土的摩擦系数 $f$ 为0.6。

由于两岸山坡较陡，岸坡支墩基础高差达9米，且两岸节理发育，岩层倾向河心，为加强山坡的稳定和岸坡支墩的侧向稳定，于两岸支墩间设置钢筋混凝土矮地墙，并与各支墩间的横向隔墙、加劲梁等形成整体，使两岸对称受力。

大坝支墩基础采用槽挖，开挖量较少。这种坝型混凝土方量较少，施工进度快，本工程施工期只有五个月。但由于平板坝的结构薄，施工工艺要求高，需要的模板与钢筋较多，1米<sup>3</sup>混凝土钢筋用量为27.1公斤，模板用量1米<sup>3</sup>混凝土为0.5米<sup>2</sup>。因此，这种坝型的发展受到一定的限制。但如果适当加厚支墩，配筋量可大为降低，如福建省的高洋、龙亭两平板坝1米<sup>3</sup>混凝土的钢筋含量均在15公斤以下。此外，在施工中如果采用滑模，对节省模板会取得一定效果。

本工程建成二十多年来，运行正常。



枢纽平面布置图

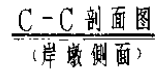
0 5 10 15 米

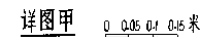
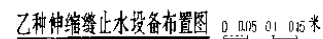
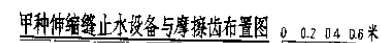
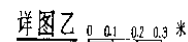
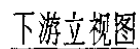
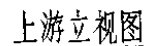
湖南双江口水库

湖南水利水电勘测设计院 1958年3月

混凝土坝设计图 重支03-1/4







## 说明

大坝建成后,为了提高抗旱能力,增多蓄水量,在溢流坝顶140.10米高程以上安装了3米高的斜拉平板闸门一扇,图中未示。

湖南双江口水库

湖南水利水电勘测设计院	1958年3月
混凝土坝设计图	重支03-4/4

## 北 京 沙 厂 水 库

沙厂水库位于北京市密云县潮水红门川支流，坝址以上控制流域面积128公里<sup>2</sup>，占流域面积的85.3%。本水库是以灌溉为主结合防洪发电等综合利用的中型工程。正常蓄水位168.8米，总库容2120万米<sup>3</sup>，其中防洪库容550万米<sup>3</sup>，有效库容1940万米<sup>3</sup>。

本工程为三等工程，大坝按Ⅲ级建筑物设计。设计洪水为50年一遇，校核洪水为200年一遇。设计洪峰流量为800米<sup>3</sup>/秒，设计洪水位为167.95米，设计下泄流量为560米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为134.53米；校核洪峰流量为1150米<sup>3</sup>/秒，校核洪水位为169.30米，校核下泄流量为798米<sup>3</sup>/秒，相应下游洪水位为135.08米。

枢纽工程由大坝、左右岸灌溉引水管、电站(未建)等建筑物组成。坝顶高程170.00米，最大坝高47米，大坝为宽缝重力坝，坝顶总长210米，溢流坝堰顶高程162.50米，溢流前缘总长27米，共两孔，装有宽×高为12米×6.3米的钢质弧形门。挑流鼻坎高程136.75米，挑射角23.1°。

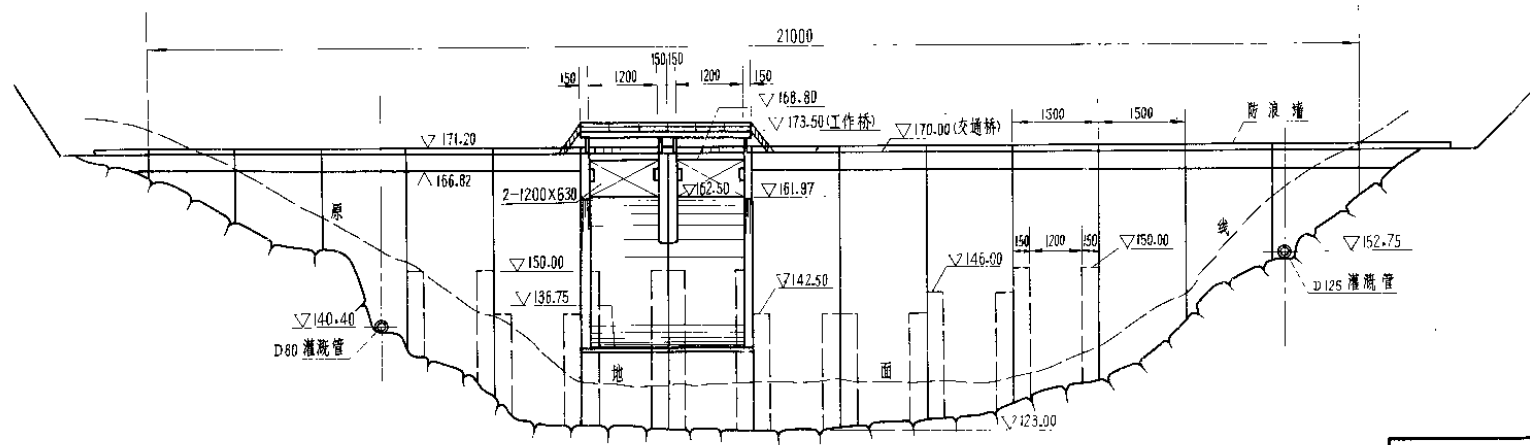
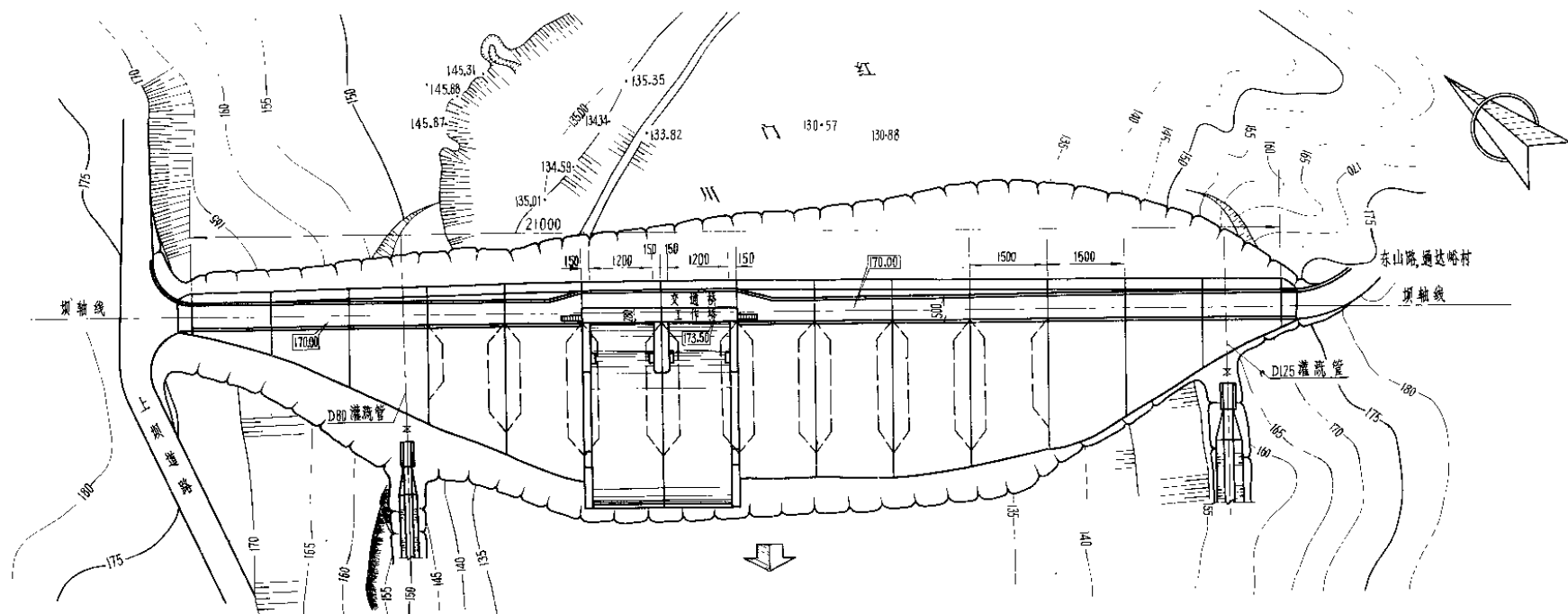
宽缝重力坝的宽缝部分用废弃的风化石料填筑，以减少宽缝处混凝

土面的温度变化幅度，避免产生裂缝；同时可节省模板，便于搭脚手架，施工安全。坝体混凝土防渗墙厚1~3米，上游坝面为100号水泥砂浆砌石代替模板，下游面在地面以下采用浆砌石墙，地面以上用预制混凝土板作模板。

坝基为环斑花岗岩，表面风化强烈，节理发育，并有小断层通过。河床及左坝头基岩摩擦系数 $f = 0.7$ ，溢流坝段摩擦系数 $f = 0.68$ ，右坝头基岩摩擦系数 $f = 0.55$ ，凝聚力 $C$ 仅在特殊荷载组合时采用，考虑处理后 $C = 10$ 牛/厘米<sup>2</sup>。

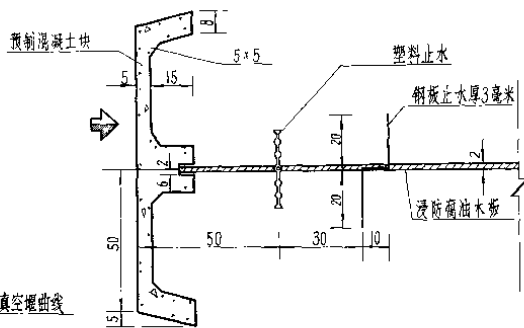
基础处理主要是挖除风化层，对坝基采取灌浆等加固和防渗处理措施。由于施工初期缺乏钢材和木材，同时技术力量不足，施工期紧，因此，坝内未设廊道，采用坝前留灌浆平台，在蓄水前作好灌浆，排水孔也预先打好。但在作第一排帷幕灌浆时，局部排孔堵塞。水库运用时须加强观测，必要时采取补救措施，以保大坝安全。

本工程1971年动工兴建，1973年12月建成投入运行，情况正常。

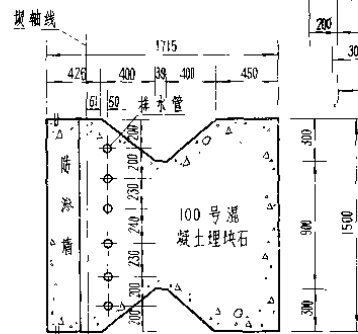


北京沙厂水库

北京水利勘测设计院	1973年12月
混凝土坝设计图	重支04-1/2



A number line is shown with tick marks at 0, 0.1, 0.2, and 0.3. The segment from 0 to 0.1 is shaded.



灌奖帷幕在图中未示出。

A-A剖面图

顶部宽缝(高程150.00)剖面图

北京沙厂水库

北京水利勘测设计院

1973年12月

混凝土坝设计图

重、支 04-2/2