

# 福建棉花滩水电站工程

## 施工组织设计

中国水利水电闽江工程技术局

# 目 录

<b>第 1 章 概 述</b> .....	<b>1-1</b>
<b>1.1 工程概况</b> .....	1-1
<b>1.2 地形和地质</b> .....	1-1
<b>1.3 水文和气象</b> .....	1-1
<b>1.4 主要工程量</b> .....	1-2
<b>1.5 主要控制性施工进度</b> .....	1-2
<b>1.6 工程特点</b> .....	1-3
<b>1.7 主要施工方法</b> .....	1-3
<b>1.7.1 导流</b> .....	1-4
<b>1.7.2 坝基开挖</b> .....	1-4
<b>1.7.3 大坝混凝土施工方案</b> .....	1-4
<b>1.7.4 模板</b> .....	1-4
<b>第 2 章 施工组织机构</b> .....	<b>2-5</b>
<b>第 3 章 施工总体布置</b> .....	<b>3-6</b>
<b>3.1 布置条件</b> .....	3-6
<b>3.1.1 工程区地形</b> .....	3-6
<b>3.1.2 交通条件</b> .....	3-6
<b>3.1.3 建设单位提供的大坝标营地</b> .....	3-6
<b>3.1.4 砂、石料场</b> .....	3-1
<b>3.1.5 环境保护要求</b> .....	3-1
<b>3.1.6 供电条件</b> .....	3-2
<b>3.1.7 施工通讯</b> .....	3-2
<b>3.1.8 建设单位在桂竹桥头设有 0 号柴油加油站。</b> .....	3-2
<b>3.2 布置特点</b> .....	3-2
<b>3.3 风、水、电及通讯系统布置</b> .....	3-2
<b>3.3.1 供风</b> .....	3-2

3.3.2 供水 .....	3-3
3.3.3 施工用电 .....	3-7
3.3.4 施工通讯 .....	3-8
3.4 场内施工道路布置.....	3-8
3.4.1 营地施工道路 .....	3-8
3.4.2 大坝基坑内的施工道路 .....	3-8
3.4.3 其他交通道路 .....	3-10
3.5 营地规划 .....	3-10
3.5.1 1 号营地布置 .....	3-10
3.6 砂石开采、加工系统及混凝土拌合系统.....	3-12
3.6.1 背头坑采石场 .....	3-12
3.6.2 青溪天然砂料场.....	<b>3-12</b>
3.6.3 砂石加工及混凝土拌合系统.....	3-12
3.7 碴场规划 .....	3-12
3.8 其他辅助设施.....	<b>3-13</b>
3.8.1 背头坑采石场辅助设施 .....	3-13
3.8.2 青溪砂料场辅助设施 .....	3-13
3.8.3 火工品库 .....	3-13
3.8.4 供油 .....	3-13
3.8.5 现场指挥中心 .....	3-13
3.8.6 现场停车场及其他 .....	3-14
<b>第 4 章 砂石料和拌合系统的设计与施工.....</b>	<b>4-15</b>
4.1 砂石料系统 .....	4-15
4.1.1 生产规模 .....	4-15
4.1.2 生产工艺流程 .....	4-16
4.1.3 工厂的布置 .....	4-17
4.1.4 骨料的存储及运输 .....	4-18
4.1.5 砂石骨料的质量控制 .....	4-19

4.1.6 砂石料工厂的电气控制 .....	4-21
4.2 混凝土拌合系统.....	4-22
4.2.1 拌合系统生产强度计算 .....	4-22
4.2.2 混凝土拌合系统的布置 .....	4-22
4.2.3 水泥和粉煤灰的贮运 .....	4-23
4.2.4 砂石骨料的贮运 .....	4-23
4.2.5 混凝土的运输 .....	4-23
<b>第 5 章 施工总进度.....</b>	<b>5-25</b>
5.1 编制依据和原则.....	5-25
5.1.1 编制依据 .....	5-25
5.1.2 编制原则 .....	5-25
5.2 施工控制性进度.....	5-26
5.3 施工程序及工期.....	5-28
5.3.1 临建工程 .....	5-28
5.3.2 导流工程 .....	5-29
5.3.3 主体工程施工 .....	5-29
5.4 施工关键线路.....	5-31
<b>第 6 章 施工测量、水文和安全监测.....</b>	<b>6-33</b>
6.1 施工控制测量和放样.....	6-33
6.1.1 测量资料复测 .....	6-33
6.1.2 施工测量 .....	6-33
6.2 水文预报方法.....	6-35
6.3 安全监测 .....	6-35
6.3.1 原型观测项目 .....	6-35
6.3.2 外部观测部分 .....	6-36
6.3.3 内部观测部分 .....	6-36
6.3.4 施工观测及记录 .....	6-37

<b>第 7 章 施工导流</b> .....	<b>7-38</b>
7.1 水文、气象、地质条件.....	7-38
7.2 施工导流标准.....	7-39
7.2.1 围堰级别.....	7-39
7.2.2 围堰设计标准.....	7-40
7.2.3 导流方式.....	7-40
7.3 围堰设计.....	7-40
7.3.1 围堰结构型式的选择.....	7-40
7.3.2 围堰设计.....	7-40
7.4 围堰施工.....	7-43
7.4.1 围堰施工布置.....	7-43
7.4.2 截流施工.....	7-44
7.4.3 围堰闭气.....	7-44
7.4.4 基坑排水.....	7-45
7.5 上、下游混凝土围堰施工.....	7-45
7.5.1 土石方开挖.....	7-46
7.5.2 常态混凝土浇筑.....	7-46
7.5.3 碾压混凝土施工与试验研究.....	7-46
7.6 导流洞堵头施工.....	<b>7-47</b>
7.7 围堰施工进度安排.....	7-48
7.8 施工期的安全渡汛及下闸蓄水.....	7-49
7.8.1 安全渡汛.....	7-49
7.8.2 导流洞闸门沉放.....	7-49
<b>第 8 章 大坝基础开挖</b> .....	<b>8-50</b>
8.1 概述.....	<b>8-50</b>
8.2 施工布置.....	8-50
8.2.1 施工道路布置.....	8-50
8.2.2 风、水系统布置.....	8-50

8.2.3 生产辅助设施布置 .....	8-50
8.3 开挖程序及工艺流程.....	8-51
8.3.1 施工程序 .....	8-51
8.3.2 开挖方法和参数选择 .....	8-52
8.3.3 覆盖层土方开挖 .....	8-52
8.3.4 预裂爆破 .....	8-52
8.3.5 石方开挖 .....	8-53
8.4 施工进度 .....	8-54
8.5 施工设备 .....	8-55
8.5.1 主要施工设备 .....	8-55
8.5.2 劳动力组合 .....	8-56
8.6 火工品材料计划.....	8-56
<b>第 9 章 钻孔灌浆工程.....</b>	<b>9-57</b>
9.1 概况 .....	9-57
9.2 施工布置和施工方法及技术要求.....	9-57
9.2.1 固结灌浆 .....	9-58
9.2.2 帷幕灌浆 .....	9-59
9.2.3 回填灌浆 .....	9-61
9.2.4 接触灌浆 .....	9-61
9.2.5 排水孔施工 .....	9-61
<b>第 10 章 大坝主体工程混凝土施工 .....</b>	<b>10-63</b>
10.1 概述 .....	10-63
10.2 混凝土施工程序及施工进度.....	10-63
10.3 大坝混凝土施工方案.....	10-64
10.4 碾压混凝土施工.....	10-65
10.4.1 碾压混凝土工程量 .....	10-65
10.4.2 碾压混凝土施工分仓 .....	10-65

10.4.3	碾压混凝土施工进度安排.....	10-65
10.4.4	碾压混凝土施工工艺 .....	10-66
10.4.5	大坝碾压混凝土施工设备配备.....	10-72
10.5	常态混凝土施工.....	10-73
10.5.1	工程量 .....	10-73
10.5.2	混凝土施工布置 .....	10-73
10.5.3	施工程序及进度安排 .....	10-74
10.5.4	常态混凝土施工方法及工艺要求.....	10-74
10.6	模板 .....	10-79
10.6.1	直立面模板 .....	10-79
10.6.2	挡水坝段下游面模板 .....	10-79
10.6.3	溢流面 RCC 施工模板.....	10-79
10.6.4	溢流面常态混凝土施工立模.....	10-79
10.7	闸墩预应力锚索及预制件施工.....	10-79
10.7.1	概 述 .....	10-79
10.7.2	制作场地 .....	10-80
10.7.3	闸墩预应力锚索施工方法.....	10-80
10.7.4	预应力门机梁施工 .....	10-85
10.7.5	坝顶公路启闭机梁施工.....	10-86
10.7.6	施工进度计划 .....	10-89
10.7.7	主要施工机械设备及人员配备.....	10-89
10.8	建筑工程 .....	10-91
10.8.1	工程内容 .....	10-91
10.8.2	烧结普通砖墙及隔墙的砌筑.....	10-91
10.8.3	屋面 .....	10-91
10.8.4	木工及细作 .....	10-92
10.8.5	钢门钢窗 .....	10-92
10.8.6	铝合金门窗 .....	10-92

10.8.7	填缝 .....	10-92
10.8.8	装饰金属件及特殊小五金 .....	10-92
10.8.9	玻璃 .....	10-93
10.8.10	一般抹灰作业 .....	10-93
10.8.11	装饰抹灰作业及饰面工程 .....	10-93
10.8.12	油漆作业 .....	10-94
<b>第 11 章</b>	<b>金结、电气、水机附属设备及钢板衬砌安装 .....</b>	<b>11-95</b>
11.1	概况 .....	11-95
11.2	金属结构安装 .....	11-95
11.2.1	安装工作范围 .....	11-95
11.2.2	安装前的准备工作 .....	11-96
11.2.3	埋设件的安装 .....	11-97
11.2.4	吊装方案 .....	11-99
11.2.5	弧形闸门安装 .....	11-99
11.2.6	平面闸门安装 .....	11-102
11.2.7	启闭设备安装 .....	11-103
11.3	坝区电气埋设及设备安装 .....	11-106
11.3.1	电气埋设 .....	11-106
11.3.2	接地系统埋设 .....	11-106
11.3.3	电气设备安装 .....	11-107
11.3.4	交接验收 .....	11-110
11.4	水机附属设备安装 .....	11-110
11.4.1	工程概况 .....	11-110
11.4.2	预埋件 .....	11-111
11.4.3	设备安装 .....	11-111
11.5	钢板衬砌 .....	11-111
11.5.1	工程概况 .....	11-111
11.5.2	材料 .....	11-112

11.5.3 钢板衬砌制造.....	11-112
11.5.4 钢板衬砌安装.....	11-114
11.5.5 防腐 .....	11-115
<b>第 12 章 质量、安全及施工进度保证措施 .....</b>	<b>12-117</b>
12.1 工程质量总目标.....	12-117
12.2 工程质量保证措施.....	12-117
12.2.1 建立健全质量保证体系.....	12-117
12.2.2 编制好施工方法和施工措施.....	12-117
12.2.3 严格进行施工全过程质量控制.....	12-118
12.2.4 实行质量责任奖惩制度.....	12-118
12.3 安全工作保证措施.....	12-118
12.4 施工进度保证措施.....	12-119
12.4.1 抓好初期进场、开工的准备工作.....	12-119
12.4.2 抓紧保证前期临建工程施工进度.....	12-119
12.4.3 抓好现场的管理工作 .....	12-119
12.4.4 加大设备管理力度，提高设备“三率” .....	12-120
12.4.5 做好技术革新、技术改造、方案优化工作.....	12-120
12.4.6 抓好后勤服务，形成支援系统。 .....	12-120
12.4.7 加强职工思想教育，建立激励机制。 .....	12-121
<b>第 13 章 施工机械配备 .....</b>	<b>13-122</b>

# 第1章 概 述

## 1.1 工程概况

棉花滩水电站位于福建省永定县境内，是以发电为主，兼有防洪、航运等综合效益的水电枢纽工程。坝址地处汀江干流棉花滩峡谷河段中部的福至亭处，距永定县城 21km，离铁路终端站坎市 65km。

棉花滩水电站总库容 20.35 亿  $m^3$ ，调节库容 11.2 亿  $m^3$ ，属不完全年调节水库，电站装机 4 台，总装机容量 600MW，年发电量 15.1 亿  $kW \cdot h$ 。

棉花滩水电站碾压混凝土重力坝（合同编号：MHT/LLB<sub>1</sub>）主要工程项目包括：导流工程、碾压混凝土重力坝、副坝工程，本合同下的机电设备及金属结构等。

大坝采用碾压混凝土重力坝型式，坝顶总长 300m，坝顶 EL179m，最大坝高 111m，最大坝底宽度 84.5m，坝顶宽 7m。坝体设置三个表孔溢洪道，孔口堰顶 EL155.0m，单孔宽 16m；一个泄水底孔，底板 EL115.4m，断面尺寸（宽×高）为 5m×8.2m。表孔和底孔都设置检修闸门和工作闸门以及相应的启闭设备。

本工程施工导流采用断流围堰，右岸布置一条导流隧洞。导流隧洞长 351.4 m，过水断面（宽×高）为 11m×15m 的方圆型。

## 1.2 地形和地质

坝址两岸山体雄厚，河谷地形基本对称，呈“V”形，两岸坡角  $35^\circ \sim 45^\circ$ ，左岸稍陡，枯水季节河面宽约 30m。

河床基岩大部裸露，出露岩层为燕山早期第三次侵入的黑云母花岗石，致密坚硬。地下水埋藏深度较浅。本地区的地震基本烈度定为 6 度。

## 1.3 水文和气象

本工程控制流域面积  $7907km^2$ ，坝址多年平均流量  $232m^3/s$ ，实测最大流量  $8140m^3/s$ ，调查历史最大流量  $10300 m^3/s$ ，多年平均径流量 73.2 亿  $m^3$ 。

坝址以上流域多年平均降水量 1657.1mm，平均年降水日数 154d。

坝址多年平均气温 20.1℃，极端最高气温 39.2℃，极端最低气温-4.8℃；多年平均河水温度 20.3℃，最高为 35.8℃，最低为 3.5℃。坝址多年平均相对湿度 80%。

坝址历年平均风速 2.3m/s，静止无风最多，西北风次之，实测最大风速 25m/s（风向东南），实测最大瞬时风速 32m/s。

## 1.4 主要工程量

根据招标文件（合同编号为 MHT/LLB<sub>1</sub>），棉花滩水电站碾压混凝土重力坝主要施工工程量见表 1-1。

表 1-1 主要工程量表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	土石方开挖	m <sup>3</sup>	207189	其中：土方 24553m <sup>3</sup> ， 石方 182636m <sup>3</sup>
2	土方填筑	m <sup>3</sup>	657	副坝
3	钻孔	m	17589	正、倒垂孔及排水孔
4	帷幕灌浆	m	21205	
5	固结灌浆	m	11730	
6	回填灌浆	m <sup>2</sup>	1463	
7	接触灌浆	m <sup>2</sup>	10080	
8	常态混凝土	m <sup>3</sup>	111231	
9	碾压混凝土	m <sup>3</sup>	500319	
10	喷射混凝土	m <sup>3</sup>	530	
11	钢筋制安	t	2937	
12	金属结构安装	t	1992	
13	机电设备安装	台/套	25	含启闭机
14	钢板衬砌	t	303	

## 1.5 主要控制性施工进度

在响应招标文件的前提下，本工程进场时间拟于 1998 年 2 月 1 日，计划开工

时间 1998 年 4 月 1 日，计划竣工时间 2001 年 4 月 30 日，计划总工期 37 个月。本工程主要控制性施工进度见表 1-2。

表 1-2 主要控制性施工进度表

序号	描述	完工时间
1	完成河床截流	1998 年 9 月上旬
2	砂石、混凝土系统投产	1998 年 11 月中旬
3	2 号、3 号、4 号坝段浇至 EL89.0m, 5 号坝段浇至 EL113.0m	1999 年 4 月 20 日
4	1~6 号坝段浇至 EL149.4m	2000 年 4 月 20 日
5	泄水底孔工作闸门及启闭机安装调试完毕	2000 年 12 月 31 日
6	导流隧洞下闸蓄水时间	2001 年 1 月 31 日 (或建设单位认为合适的时间)
7	大坝浇筑至 EL179m	2001 年 1 月 15 日
8	导流洞堵头施工完毕	2001 年 4 月 30 日
9	三扇溢洪道工作闸门及启闭机安装调试完毕	2001 年 4 月 30 日
10	工程竣工	2001 年 4 月 30 日

## 1.6 工程特点

坝址区山高坡陡，砂石料缺乏；施工场地狭小，施工布置困难；河床狭窄，洪水涨落快、落差大，安全渡汛要求高。

坝址区临近亚热带的闽西山区，日温差、年温差变幅大，雨量多，汛期尤甚，大坝的 RCC 需在汛期停止施工，使施工强度及资源配置要增大。

从大坝本身看，这是一座 111m 坝高的全碾压混凝土重力坝，也是我国在建的第三座百米级的全碾压混凝土重力坝，工程质量标准高，施工工艺要求严格。

## 1.7 主要施工方法

为了圆满稳妥地实现合同文件设定的目标，在棉花滩水电站碾压混凝土大坝施工中，采用先进的施工技术、工艺、设备和优化的施工方案以及科学的施工组织管理方法是极为必要的。根据工程特点，借鉴以往在水口、沙溪口以及近年来国内外在碾压混凝土筑坝方面的成功经验，本工程采用的主要施工方法简要说明如下。

### 1.7.1 导流

本工程施工导流采用河床一次断流，隧洞导流，汛期允许基坑过水方式。为了选定棉花滩大坝的 RCC 施工工艺参数，除了做好碾压混凝土级配试验外，上游主围堰采用 RCC 为主的重力坝结构，以进行碾压试验。截流方法拟从左岸单戗堤进占，强行合拢，右岸不设裹头。

### 1.7.2 坝基开挖

大坝岸坡基础开挖以一次成型的控制爆破为主，河床基坑则按预留保护层的方法进行开挖。

### 1.7.3 大坝混凝土施工方案

混凝土水平运输采用 20t、8t 自卸汽车，碾压混凝土垂直运输主要使用 200m<sup>3</sup>/h 负压溜槽，常态混凝土垂直运输以 10/30t 高架门机吊运为主，基础找平层等局部常态混凝土垂直运输利用负压溜槽。碾压混凝土施工采用汽车两点叠压式卸料、串链摊铺作业法，卸料采用退铺法，平仓采用薄层法，每碾压层分二层，使用 D31P 湿地平仓机平仓，碾压采用 BW202AD 大型振动碾和 BW75S 小型振动碾。

### 1.7.4 模板

大坝上下游面均采用悬臂翻升钢模板；廊道顶拱及电梯井采用钢筋混凝土预制块模板；溢洪面采用可变桁架支立。

## 第2章 施工组织机构

棉花滩水电站大坝土建工程（合同：MHT/LLB1）机构设置，按照项目法施工的指导思想，使项目资源配置可以进行动态优化组合，能够连续、均衡地文明施工；能够适应市场竞争的环境，对项目管理的正确决策及决策的顺利实施，取得综合效益；有效地履行合同，提高企业信誉；机构简明、层次简化、分权明确、指挥灵便。

根据棉花滩水电站大坝标的工程情况，我局拟成立闽江工程局棉花滩水电站项目经理部。

其机构设置如图 2-1 所示。

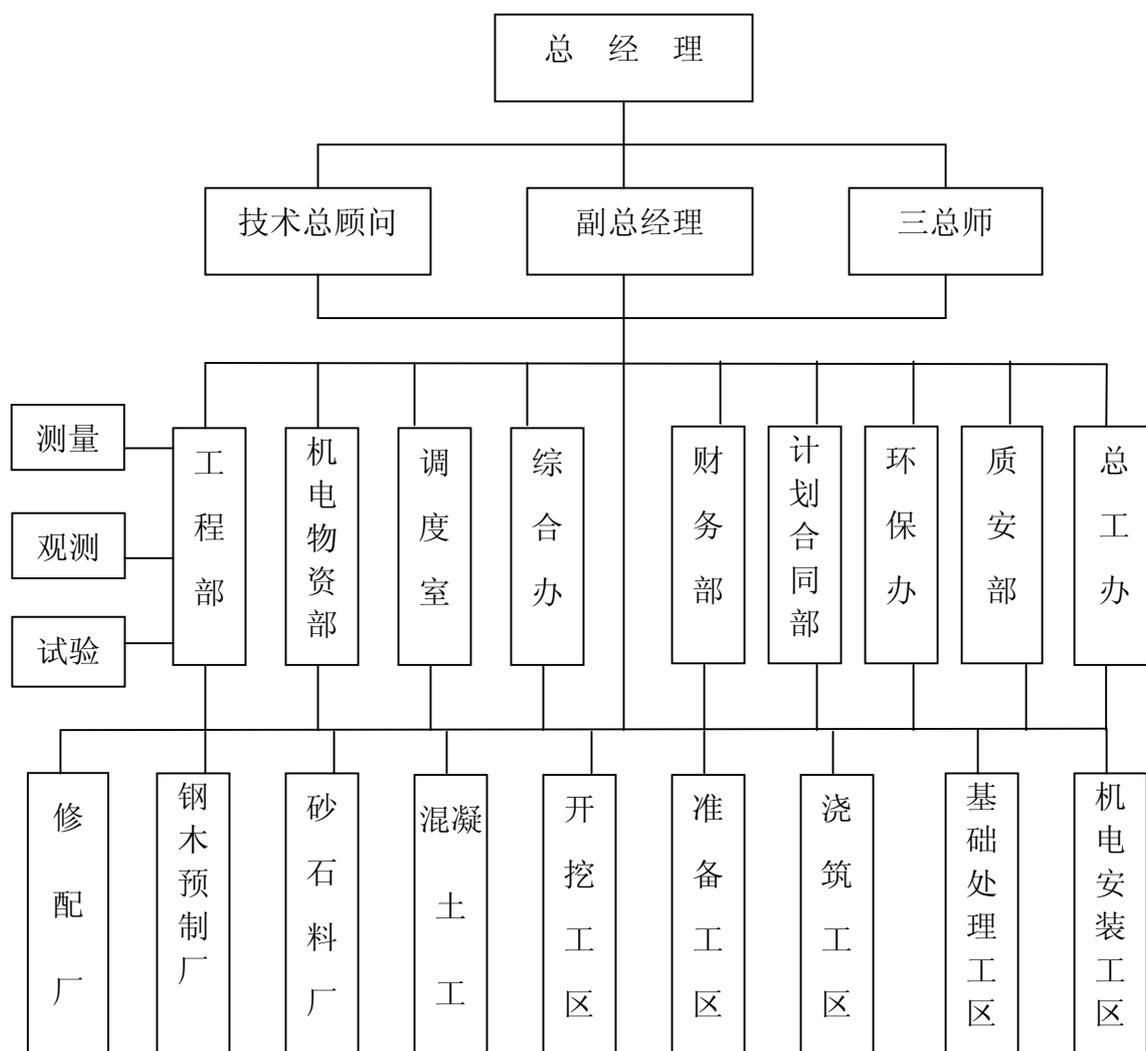


图 2-1 施工组织机构框图

## 第3章 施工总体布置

### 3.1 布置条件

#### 3.1.1 工程区地形

工程区以高中山地为主，坝址两岸山体雄厚，河谷呈“V”字形，岸坡陡峭，无山间台地。枯水季节河面宽约 30 m，河床基岩裸露。

#### 3.1.2 交通条件

坝址区已有公路与永定县城和铁路终端站坎市相通。坎市至厦门 281km，至鹰潭 613km，可与全国铁路网连接。坝址右岸尚有抚石公路通过，可直达广东石市。

建设单位已完成右岸上坝公路、右岸进库公路、库区公路及汀江大桥。根据合同文件要求，上述公路及征地范围内的对外交通及沿线桥涵在工程施工期内的保养和维护由承包商负责。建设单位提供的公路及桥涵设施详见表 3-1。

#### 3.1.3 建设单位提供的大坝标营地

建设单位在坝址上游左右岸及桂椿楼提供 1 号、2 号、3 号三块施工营地，总面积 9.83 万 m<sup>2</sup>。

##### 1. 1 号营地

1 号营地位于坝址通往永定县城公路旁的桂椿楼处，离坝址约 4km，占地面积 6.36 万 m<sup>2</sup>。该营地为一块山间低洼地，两侧是两条小山沟，中间夹一个小山包，低洼地由前期弃渣填至与公路相平。

建设单位在 1 号营地提供 3000m<sup>2</sup>生活用房，并提供生活水源及一般水电布置。

##### 2. 2 号营地

2 号营地位于汀江左岸，坝轴线上游侧约 600m 处的左岸进库公路旁，由 ZD200~ZD203 组成 2 号甲，ZD204~ZD206 组成 2 号乙，可利用面积 1.27 万 m<sup>2</sup>。此营地需填

表 3-1 业主提供的公路及桥涵设施

序号	名称	长度 (m)	结构形式	等级及荷载	起迄点或桥位	备注
1	过境道路 1	1650	混凝土路面	三级平原微丘	永定东门桥左岸至金凤工业区入口	利用永定县原有沿河路
2	过境道路 2	1100	混凝土路面	三级平原微丘	金凤工业区入口至抚石线 32k+100m 处	利用永定县新建沿河路
3	抚石线公路改建	11000	沥青路面	路基路面宽按三级平原微丘, 其余按二级山岭重丘	抚石线 32k+100m 处至 43k+100m 处	接新仙师大桥。抚石线 32k+100m 处为下列新建改建公路桩号 0k+000m 点
4	进厂公路新建	6100	混凝土路面	路面宽 9m, 路基宽 12m, 其余按二级山岭重丘	仙师新大桥左岸至进厂交通洞口	新建改建公路桩号 10k+800m 至 16k+900m 新建改建公路桩号 12k+540m 为锦丰大桥左岸 新建改建公路桩号 14k+200m 为桂竹桥左岸
5	上坝公路新建	1120	混凝土路面	路面宽 8m, 路基宽 10.5m, 其余按二级山岭重丘	新建改建公路桩号 15k+600m 至 220kv 出线场地下游侧	
6	东门大桥改建		装配式钢筋混凝土筒支式	汽 20; 挂-100; 挂-240; 桥面净宽 7m	永定县城东门附近	按坎市经永定去棉花滩电站方向为准, 东门大桥左半侧桥面, 等级及荷载为本表数值, 右半侧为原等级荷载
7	仙师大桥新建	128.92	装配式钢筋混凝土筒支式	汽 20; 挂-100; 挂-240; 桥面净宽 7m	新建改建公路桩号 43k+150m 附近	

表 3-1 业主提供的公路及桥涵设施

序号	名称	长度 (m)	结构形式	等级及荷载	起迄点或桥位	备注
1	过境道路 1	1650	混凝土路面	三级平原微丘	永定东门桥左岸至金凤工业区入口	利用永定县原有沿河路
2	过境道路 2	1100	混凝土路面	三级平原微丘	金凤工业区入口至抚石线 32k+100m 处	利用永定县新建沿河路
3	抚石线公路改建	11000	沥青路面	路基路面宽按三级平原微丘, 其余按二级山岭重丘	抚石线 32k+100m 处至 43k+100m 处	接新仙师大桥。抚石线 32k+100m 处为下列新建改建公路桩号 0k+000m 点
4	进厂公路新建	6100	混凝土路面	路面宽 9m, 路基宽 12m, 其余按二级山岭重丘	仙师新大桥左岸至进厂交通洞口	新建改建公路桩号 10k+800m 至 16k+900m 新建改建公路桩号 12k+540m 为锦丰大桥左岸 新建改建公路桩号 14k+200m 为桂竹桥左岸
5	上坝公路新建	1120	混凝土路面	路面宽 8m, 路基宽 10.5m, 其余按二级山岭重丘	新建改建公路桩号 15k+600m 至 220kv 出线场地下游侧	
6	东门大桥改建		装配式钢筋混凝土筒支式	汽 20; 挂-100; 挂-240; 桥面净宽 7m	永定县城东门附近	按坎市经永定去棉花滩电站方向为准, 东门大桥左半侧桥面, 等级及荷载为本表数值, 右半侧为原等级荷载
7	仙师大桥新建	128.92	装配式钢筋混凝土筒支式	汽 20; 挂-100; 挂-240; 桥面净宽 7m	新建改建公路桩号 43k+150m 附近	

续表

8	锦丰大桥新建	99.56	装配式钢筋混凝土筒支式	汽 20;挂-100;挂-240;汽-40;桥面净宽 9m	新建改建公路桩号 12k+540m 附近	
9	桂竹桥新建	100.150	装配式钢筋混凝土筒支式	汽 15;挂-80;桥面净宽 7m	新建改建公路桩号 14k+200m 附近	
10	汀江大桥新建	123.535	钢筋混凝土箱拱式	汽-20;挂-100;汽-40;桥面净宽 9m	坝轴线下游 700m 左右	主桥净跨 75m 箱拱,引桥为净跨 10m 的圆弧拱
11	左岸上坝公路	485.26	一期泥石路面,二期混凝土路面	路面宽 7m,路基宽 8.5m,其余按三级山岭重丘	220kv 出线场地下游侧至进水口上游侧	
12	左岸厂坝公路	457.01	一期泥石路面,二期混凝土路面	路面宽 8m,路基宽 10m,其余按三级山岭重丘	汀江桥左岸上游侧至大坝交通廊道出口	
13	右岸厂坝公路	1727.02	一期泥石路面,二期混凝土路面	路面宽 9m,路基宽 10.5m,其余按三级山岭重丘	汀江桥右岸下游侧至右坝顶	
14	右岸进库公路	714.17	混凝土路面	路面宽 7m,路基宽 8.5m,其余按三级山岭重丘	右坝顶到库区▽144 高程处	
15	库区公路	约 2500	混凝土路面	路面宽 9m,路基宽 10.5m,其余按三级山岭重丘	右坝顶至背头坑方向	

注：① 桥面宽度除表中所列净宽外，两侧尚各有 1.5m 宽的人行道；

② 11~15 为施工区公路；

③ 施工期由本标承包商负责维修保养的项目为 10、13、14、15 项。

18 万 m<sup>2</sup>，碴源为左坝头开挖及坝基开挖石碴。

### 3. 3 号营地

3 号营地位于汀江右岸，坝轴线上游约 750m 处的右岸公路旁，占地 2.2 万 m<sup>2</sup>。此营地要由约 50 万 m<sup>3</sup> 碴体填筑而成，已填约 10 万 m<sup>3</sup>，其余填碴需由右坝头开挖、混凝土拌合系统场地开挖及坝基开挖石碴补给。

## 3.1.4 砂、石料场

### 1. 天然砂料场

天然砂料场位于棉花滩水电站坝址下游 2~4.5km 的青溪水库属(广东省大浦县)尾部,有铲坑、石市 A、B 料场、大发里四个砂料场。总储量 71.73 万 m<sup>3</sup>,有用层 70.41 万 m<sup>3</sup>,其中以质量划分的甲区有用层储量 44.36 万 m<sup>3</sup>。铲坑区砂料场施工用地由承包商按需自行解决。

### 2. 天然砂砾料场

永定河的永 9~11 料场,砂石混合料贮量 16.97 万 m<sup>3</sup>;坝址上游的汀 18~20 三个料场,砂石混合料贮量 13.15 万 m<sup>3</sup>。

### 3. 石料场

背头坑石料场无用层剥离量 18.3 万 m<sup>3</sup>,有用层储量 127.9 万 m<sup>3</sup>。接 1.6km 主干道至背头坑的公路,由承包商自行修建。

## 3.1.5 环境保护要求

其要求:

- (1) 弃碴必须弃至指定弃碴场,弃碴结束后表面要覆土植树还林。
- (2) 粉尘、废气及噪声按相应标准执行。
- (3) 污、废水要进行处理:要求坝右设生产废水处理站一个,对生产废水进行一级处理;在桂椿楼设污水处理站一个,对辅助企业生产废水和生活污废水进行二级生化处理。
- (4) 施工结束后,承包商应对施工临时征地范围植被遭到施工破坏的裸露地面、承包商营地、弃碴场、施工临时道路以及新建公路两侧进行绿化,对于裸露地面可种植草皮或树木,新建公路两旁植行道树进行绿化。
- (5) 生活垃圾妥善处置,医疗保健系统完善。

---

### 3.1.6 供电条件

建设单位供应本合同承包商 10kV 线路的接引点位于：右岸上游大坝标混凝土系统，3 号营地主干公路上方。

### 3.1.7 施工通讯

建设单位在锦东建设单位营地内设施工现场内部通讯总机，承包人进场后可在该总机获得 20 对线号通讯接口，另建设单位提供直拨电话 6 对线号。

3.1.8 建设单位在桂竹桥头设有 0 号柴油加油站。

## 3.2 布置特点

坝址周边山坡陡峭，极少有直接可利用场地，为满足布置上的要求，挖填工作量较大，施工道路布置困难。

三块营地相距较远，但已有建设单位提供的交通道路连通。三块营地位置地势较高，基本上不受汀江及永定河洪水影响。

背头坑采石场在坝轴线上游约 3km 处的右岸山坡上，砂料场在青溪水库，交通道路均在右岸。

左岸地下厂房施工将对大坝左岸施工产生一些影响，可能出现的主要影响有：左岸 EL90 洞挖施工、左岸开关站施工及厂房进水口施工。

建设单位提供的左右岸交通、对外交通设施较为完善。

建设单位对环境保护有一整套严格的规定和要求。

汀江水位变化幅度较大。

## 3.3 风、水、电及通讯系统布置

### 3.3.1 供风

#### 1. 基坑开挖

两岸边坡开挖时段 1998.4~1998.8，建基面开挖时段 1998.9~1998.11。左右岸各布置一台  $17\text{m}^3/\text{min}$  和  $9\text{m}^3/\text{min}$  压风机，其中  $9\text{m}^3/\text{min}$  压风机为液压钻自备风源，另置一台  $17\text{m}^3/\text{min}$  压风机备用，共五台移动式压风机。

---

## 2. 背头坑采石场

采挖时段 1998. 10~2001. 3, 布置 2 台  $17\text{m}^3/\text{min}$  压风机。

## 3. 混凝土拌合工厂

布置 3 台  $10\text{m}^3/\text{min}$  压风机, 1 台  $3\text{m}^3/\text{min}$  压风机, 共 4 台。

### 3.3.2 供水

#### 1. 任务和要求

施工给水系统的任务是经济可靠地供给施工区的生活、生产和消防用水。主要有户为: 大坝基坑、砂石料加工厂、背头坑采石场、混凝土拌合楼, 其他辅助工厂, 桂椿楼 1 号营地, 左岸上游侧 2 号营地及右岸上游侧 3 号营地。

在保证供应足够水量的同时, 尚需满足各用户对水质、水压的要求, 大坝施工用水及施工辅助企业用水分别从汀江、永定河取水; 1 号营地、2 号营地生活用水的水质要符合《生活饮用水卫生标准》的规定。

#### 2. 给水系统布置形式及工艺流程

给水系统按各自水源建立分区给水系统。其分区如下: 1 号区从就近的永定河取水供应 1 号营地用水; 2 号区从小溪取水供应 2 号营地用水; 3 号区从汀江取水, 供应大坝、砂石料加工厂、混凝土拌合楼、背头坑采石场等用水。

#### 3. 1 号区给水系统

##### (1) 取水量的确定

生活用水: 1 号营地按施工高峰人员 400 人, 以每人每天消耗水量 100L 计, 需水量每天  $40\text{m}^3$ ; 但考虑到外来人员等用水, 取每天用水  $50\text{m}^3$ 。

生产用水: 1 号营地施工辅助工厂主要为木材加工厂、钢筋加工厂、汽车保修厂及车队, 金结加工厂、总仓库、施工设备库等, 按每天用水量  $100\text{m}^3$  计。

消防用水: 用水量按  $q_x=3.6q_0nT_x$  计算,

式中  $q_0$ —每起火灾用水量, 取 15 L/S;

$n$ —同一时间内发生火灾的计算起数, 取 1;

$T_x$ —灭火计算持续时间, 取 2h;

则 1 号区消防用水量为  $108\text{m}^3$ 。

根据以上计算, 1 号区最高用水量为  $Q_{\text{m}}=108\text{m}^3/\text{d}$ , 生活用水日最高用水量为

---

50 m<sup>3</sup>/d, 取水设计流量按  $Q=Q_{\text{dm}} \times K_{\text{B}} \times K_{\text{L}} \times K_{\text{J}} / T_{\text{r}}$  式计算,

式中  $K_{\text{B}}$ —系统未预见水量修正系数, 取 1.2;

$K_{\text{L}}$ —系统漏损水量修正系数, 取 1.15;

$K_{\text{J}}$ —净水厂厂用水量修正系数, 取 1.05;

$T_{\text{r}}$ —取水构筑物工作时间, 取 8h;

则  $Q_{\text{生产}}=19.6 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{生活}}=9.1 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

## (2) 设备选型和系统配置

1 号给水系统生产用水选择水泵 IS65-40-315 型, 其参数  $Q=25 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=125\text{m}$ ; 生活用水选择 IS50-32-250A 型水泵, 其参数  $Q=11 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=62\text{m}$  (暂定, 由于水源高程未知)。根据工艺流程, 系统配置三个水池、两个泵站和一个加氯间。

## 4. 2 号区给水系统

### (1) 取水量的确定

生活用水: 2 号营地按施工高峰期人员 400 人, 每人每天消耗水量 100L 计, 每天用水量 40m<sup>3</sup>。

生产用水: 2 号营地主要是重机修理厂用水, 其用水量按每天 10 m<sup>3</sup> 计。

消防用水: 按  $q_{\text{x}}=3.6q_{\text{0n}}T_{\text{x}}$  计算, 则 2 号营地消防用水量为 72 m<sup>3</sup>。

根据以上计算, 2 号区给水系统日最高用水量 50 m<sup>3</sup>, 以消防用水校核, 取  $Q_{\text{dm}}=72 \text{ m}^3$ , 则  $Q=13 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

### (2) 设备选型及系统配置

2 号区给水系统选择 1 台 IS50-32-200 型水泵 (其参数  $Q=12.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=50\text{m}$ ), 并配置二个水池及一个加氯间。

### (3) 系统布置

2 号区给水系统取水布置, 在小溪筑坝拦水用 IS50-32-200 型水泵取水, 由  $\phi 75$  钢管引至沉淀池, 经加氯间到清水池后, 再由  $\phi 50$  钢管引至 2 号区生活营地, 再用  $\phi 25$  和  $\phi 50$  管引至各需水点。

2 号区各用户设消防栓及器材配备情况如下: ①生活区设一个消防栓, 并配备 15 个普遍型灭火器; ②重机修理厂设一个消防栓, 并配备 3 个 MF24 型灭火器。

## 5. 3 号区给水系统

取水量的确定：3号区给水系统主要供应生产用水，各用户用水量见表3-2。

表3-2 3号区给水系统各用户用水量表

序号	用户	生产能力或施工强度	用水指标 ( $q$ ) $l/m^3$	不均匀系数( $K_1$ )	未预见水量修正系数 ( $K_2$ )	工作制	用水量1 ( $m^3/d$ )	用水量2 ( $m^3/h$ )	
1	粗骨料预洗	308.3 $m^3/h$	1000		1.10	两班制 14h	4775		
2	天然砂筛洗	67.1 $m^3/h$	3000		1.05	两班制 14h	2960		
3	小计						7735		
4	回水利用后砂石用水	$4775 \times 20\% + 2960$						3915	349.6
5	混凝土拌合楼	60580 $m^3/月$	200	1.4	1.05	三班制 24h	712.7	37.1	
6	基坑用水	混凝土60580 $m^3/月$	350	1.15	1.5	二班制 12h	1463	156.8	
7	背头坑采石场	45000 $m^3/月$	40	1.3	1.15	二班制 12h	107.6	11.5	
8	合计						6198.3		

说明：

粗骨料生产能力410t/h，以密度1.33  $t/m^3$ ，折成为308.3  $m^3/h$ 。

天然砂生产能力100t/h，以密度1.49  $t/m^3$ ，折成为67.1  $m^3/h$ 。

砂石料加工厂用水量1按  $q=Nq_0K_2/1000$  式，用水量2按  $q_{hm}=qK_3/T$  式，式中  $K_3$ ：施工用水取1.5，施工辅助工厂水用取1.25。

回水利用仅供粗骨料预洗用，预洗水量20%由清水补充；天然砂筛洗用清水。

拌合楼生产能力月高峰期施工强度为60580  $m^3/月$ ，工作日取25d，日不均系数1.4计算而得；用水量计算参照第3条。

基坑用水量1按  $q=Nq_0K_1K_2/1000 \times 25d$  式计算；用水量2计算参照第3条。

背头坑采石场用水量计算参照第6条。

消防水量按  $q_x=3.6q_0nT_x$  式计算，取108  $m^3$ ，与生产用水量相比，可不计。

根据以上计算，3号区给水系统日最高用水量  $Q_{dm}$  为6198  $m^3/d$ ，取水设计流量按  $Q=Q_{dm}K_bK_LK_J/Tr$  式计算，式中： $Q_{dm}=6198 m^3/d$ ， $K_L$ 取1， $Tr$ 取16h；其余参照1号区。

则3号区取水设计流量为534.6  $m^3/h$ 。

---

设备选型及系统配备：根据取水设计流量及取水水头损失，3号区给水系统Ⅰ级取水泵站选用：10SB-120型水泵，其参数  $Q=540\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=120\text{m}$ ， $N=280\text{kW}$ （电机）；Ⅱ级泵站根据系统内各用户小时最高用水量确定，选用 10SA-6F 型水泵，其参数  $Q=400\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=66.4\text{m}$ ， $N=132\text{kW}$ （电机）；砂石料加工厂回水泵按粗骨料预洗水量 80% 选用 200S-63 型水泵，其参数  $Q=351\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ （电机）。管道加压泵选用 32LG6.5-15×8 型，其参数  $Q=6.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=120\text{m}$ ， $N=5.5\text{kW}$ 。

根据工艺流程，3号区给水系统配置五个水池，三个泵站和一个管道加压泵。其中 1 号调节池  $600\text{m}^3$ ；2 号调节水池  $400\text{m}^3$ ；3 号调节水池  $100\text{m}^3$ ；火工品库设一个  $10\text{m}^3$  的消防水池，平流沉淀池约  $400\text{m}^3$ 。

系统布置：3号区给水系统取水布置在坝址上游约 700m 的汀江凹岸处。由于汀江水位暴涨暴落，变化幅度大，故选用投资较省，施工方便的缆车式取水泵站。泵站的设计洪水标准按 20 年一遇考虑，其相应设计洪水位为 EL146.0m。据此确定泵站取水范围从水面 72.0m 高程至 147.0m 高程，缆车道坡度为 1:4.45，沿山坡布置，低凹处以桥式过渡，斜坡道设轨道基础梁两根，断面为  $40\text{cm}\times 50\text{cm}$  的钢筋混凝土梁，间距 2.0m（轨距），每隔 5m 设一根  $30\text{cm}\times 40\text{cm}$  的连系梁。轨道上安装缆车平台（尺寸： $360\text{cm}\times 350\text{cm}$ ，钢结构），其上布置 2 台 10SB-120 型水泵（其中一台备用），采用  $\phi 400$  钢管做引水管。为了便于移动台车和拆换管路接头，每高差 2m 处设置一岔管。岔管采用正三通，与水泵间用高压橡胶软管连接。缆车的牵引装置由绞车、滑轮组、钢丝绳等组成。绞车安装在绞车房内，采用电动绞车，其功率按  $N=FV/102\eta$  式计算，式中  $F=\beta\omega_g(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$ ， $V=0.03\text{m/s}$ ， $\eta=0.75$ ，安全系数  $\beta=3$ ，摩擦系数  $\mu=0.13$ ， $W=4.25\text{t}$ ，牵引力  $F=43243.6\text{N}$ ，绞车电动机功率  $N=17\text{kW}$ ，牵引钢丝绳的受力按 35t 设计。为了保证泵车安全运行和移动，在绞车和泵房上部设安全制运、动装置，绞车制动采用电磁刹车和手刹车，泵车制动用螺栓制动。

坡道上下端分别为 EL147.0m 和 EL72.0m。在 147.0m 高程处设绞车房一座，值班室一间。 $\phi 400$  引水管沿坡道敷设至 EL175.0m 的 1 号蓄调水池。由 1 号水池用  $\phi 200$  钢管引往基坑，供大坝 EL144.5m 以下用水，EL144.5m 以上用水则由位于 EL225m 的 2 号水池供应。1 号池的水经二级泵站引往位于 EL225m 的 2 号调节水池。2 号调节水池分三路输水管引至各用户：第一路用  $\phi 200$  钢管供应 EL144.5m 以上大坝浇

---

筑时；第二路用  $\phi 100$  钢管引至混凝土拌合楼；第三路用  $\phi 350$  钢管引往天然砂洗砂楼；一支用  $\phi 150$  钢管引往粗骨料预洗楼，再用  $\phi 50$  钢管沿公路边敷设往背头坑采石场，并在约 EL210m 设一台管道泵进行加压，将水送至 EL320m 3 号调节水池，再用  $\phi 50$  钢管引至采石场工作面。其中粗骨料预洗利用回水。布置详见附图 3-4 和 3-7。

3 号区各用户设消防栓及器材配备情况如下：①基坑设一个消防栓，并配备 3 个普通型灭火器；②拌合楼设一个消防栓，并配置 4 个 MF24 型灭火器；③砂石料加工厂设一个消防栓，并配置 6 个 MF24 型灭火器；④在火工品库设一个消防栓，并配置 4 个普通型灭火器；⑤背头坑采石场设一个消防栓，并配置 3 个普通型灭火器，2 个 MF24 型灭火器。

### 3.3.3 施工用电

用电负荷及分布：根据施工进度和设备配置情况统计，大坝标用电设备总容量约为 4647kW，主要负荷有混凝土施工设备、砂石料生产设备、高架门机以及水泵、施工照明，计算最大用电负荷约 5800kVA，设置配变电所 6 座，需安装 10/0.4kV 配电变压器 9 台，10/6kV 门机专用变压器 2 台，共约 6260kVA。

在拌合楼附近设一台 1000kVA、10/0.4kV 变压器供混凝土生产系统及成品骨料、砂运输及二次筛分系统用。

粗碎系统设 500kVA、10/0.4kV 变压器 1 台供该系统用电。

设 500kVA、10/0.4kV 及 1000kVA、10/0.4kV 变压器各 1 台供中细碎、筛分、人工制砂、天然砂筛洗进仓及拌合站使用。

在左岸厂坝公路 EL92.5m 左右设 1000kVA、10/0.4kV 变压器 1 台，供大坝施工用电、初期坝基开挖及排水可由此电源供电。

在坝区设 315kVA、10/6kV 变压器 2 台，分别专供 2 台门机使用。

在 II 级泵站设 630kVA、10/0.4kV 变压器 1 台，供 I、II 级水泵站使用。

在 1 号营地设 800kVA、10/0.4kV 变压器 1 台，供该营地使用，该区域内的辅助生产厂由就近的供电线路 T 接供电。

在 2 号营地设 200kVA、10/0.4kV 变压器 1 台，供该营地使用。

照明负荷集中的施工场区，如大坝基坑及砂石、混凝土生产系统的照明用电，由就近配电变压器供电，但应单独出线计量。

---

### 3.3.4 施工通讯

#### 1. 通讯机房设置

在现场生产调度指挥中心内设一通讯机房，以进行集中管理。

#### 2. 设备配置

设置配置：数字程控调度通讯机、无绳电话主机、无线转有线接口、逆变电源及其他辅助设施等。

#### 3. 通信方式

外线直拨电话：在 1 号营地设 4 门（其中传真机 1 部），现场调度指挥中心设 2 门。

内部调度电话：用户 29 个（其中有线 20 个，无线用户 9 个）。供领导机关和下属各生产单位的生产调度通信。

施工现场可采用无绳电话进行调度联系，无绳电话主机通过无线转有线接口直接与数字程控调度机相接，由调度指挥中心统一指挥。

现场流动人员的指挥和车辆及移动施工机械的调度，可采用袖珍式无线电对讲机。

现场调度总机中继接口 4 对，接至锦东建设单位通信总机。

### 3.4 场内施工道路布置

棉花滩水电站大坝施工道路根据工程区的地形情况、基础开挖、砂石料产生生产、混凝土浇筑及方便生活等要求进行布置，尽力利用已有道路为原则。

#### 3.4.1 营地施工道路

1~3 号营地由建设单位指定，营地之间已有施工道路相通。

#### 3.4.2 大坝基坑内的施工道路

进入大坝基坑的施工道路需满足截流、基础开挖、混凝土浇筑、导流洞封堵等施工要求，我们在左右岸两边作了布置。在工程前期，汀江大桥连接着左右岸道路，截流后，还可利用下游围堰作为基坑左右岸的连通路。

右岸岸坡拟定修建的道路

---

分别为 EL179.0m、EL158.0m、EL125.0m、EL105.0m、EL77.0m，共五条。

EL179.0m 道路：即现有的右岸上坝公路，作为同 EL158.0m 道路相连的进口端，也是今后混凝土浇筑的主要运输道路，道路编号 1 号。

EL158.0m 高程道路：从右岸上坝公路 0+150 桩号，EL171m 处，以坡度 8.4% 降坡至坝区开挖工作面 EL158.0m，作为右岸边坡开挖的施工道之一，后期也可作为混凝土浇筑、材料入仓之用，编为 2 号路。2 号路与 1 号路接口处设一回车场。

EL125.0m 道路：从 EL105.0m 施工道路大坝下游侧，按照 6% 坡度修至 EL125.0m，为开挖和大坝 EL125.0m 以下混凝土及材料运输道路之一，编为 3 号路。

EL105.0m 道路：利用现有通过坝址右岸的抚石公路，作为左岸施工的主要交通道路之一，编为 4 号路。后期钢衬安装 EL113m 道路，由 EL105m 填筑而成。

EL77.0m 道路：从 EL105.0m 道路的大坝下游侧按 11% 左右坡度降至下游围堰堰顶 EL77.0m，为基坑左右岸交通的组成部分，编为 5 号路。

#### 左岸拟修建的施工道路

左岸边坡约  $45^\circ$ ，道路布置较为困难。现在左岸设一施工主干道，开挖道路及下基坑道路由此引出。

EL179.0m 道路：利用左岸上坝公路作为左岸第一层开挖及通往 2 号营地的施工道路，编为 6 号路。

左岸施工主干道：从 2 号营地 EL180 开始，按 8%~6% 降坡经厂房进水口底部 EL127m 至大坝 EL125m 开挖工作面。编为 7 号路。

EL150m 道路：从 7 号路 EL150m 引至大坝 EL150 开挖工作面，编为 13 号路。

厂房进水口 EL127.0m 往上游降至 EL115m 后转向下游至大坝 EL92.8m 开挖平台，编为 8 号路。

EL90.0m 公路：该路是棉花滩水电站的厂坝公路，现已修至大坝左岸下游侧，也是左岸施工主干道的组成部分，编为 9 号路。

左岸下基坑施工道路（EL77m）：从厂坝公路以 6% 左右降坡至下游围堰堰顶 EL77m，坡降起点约为下游围堰下游侧 210m 处。EL77m 道路前期作为导流工程施工用，后期作为开挖、混凝土施工用，也是连接左右岸交通的组成部分。编为 11 号路。

EL68 道路：从下游围堰顶 EL77m 接入基坑 EL68 的施工道路，编为 10 号路。

---

### 3.4.3 其他交通道路

#### 背头坑采石场道路

右岸库区公路已通至坝轴线上游 2km 处。还要另行修建 1.7km 施工道路，从库区公路 EL190m 沿右岸山坡至 EL300 石料场开采顶部。

#### 天然砂料场施工道路

将汀江大桥右桥头至广东石市的抚石公路，进行适当修整，建为通向青溪砂料场的道路，编为 14 号路。

#### 混凝土运输道路

由于拌合楼布置在坝址上游约 400m、EL180m 处的右岸库区公路旁，因此利用上坝公路为混凝土的运输道路。

## 3.5 营地规划

三块营地总面积 9.83 万 m<sup>2</sup>，基本上可满足施工辅助设施（不包括混凝土拌合系统）的布置要求。施工高峰期人员按 800 人计。

### 3.5.1 1 号营地布置

1 号营地布置的项目有：400 人生活区、办公楼、施工设备库、总仓库、金属结构加工厂、钢筋加工厂、木材加工厂、汽车保修厂。

#### 钢筋加工厂

棉花滩水电站大坝以碾压混凝土为主，钢筋量 2939t，主要集中在溢流坝面层、闸墩及孔口周边的常态混凝土部分。按工程进度安排，施工高峰期月浇常态混凝土 9062m<sup>3</sup>，相应钢筋加工量为 300t。

按单班制生产，每班 12 个 h，班生产能力 14t。钢筋加工厂设有钢筋堆场、钢筋加工车间、工具间、办公室、仓库及值班室。建筑面积 618m<sup>2</sup>，占地 6100m<sup>2</sup>。

钢筋加工车间为钢结构组合厂房，其余房建为单层砖房。加工车间设有一台 2t 电动单梁吊车。

#### 木材加工厂

木材加工厂承担大坝施工期间各类木模板及其他木制品加工任务。碾压混凝土大坝面采用可调式全悬臂胶合大模板，可连续翻升使用；下游面用混凝土预制块模

---

板，故大坝所用木模板较少。木材加工厂规模以常态混凝土月最大浇筑  $9062\text{m}^3$  进行面积估算及场地布置。

设备圆木堆场及卸料场  $2260\text{m}^2$ ，锯材车间  $180\text{m}^2$ ，综合加工车间  $600\text{m}^2$ ，磨刀间  $24\text{m}^2$ ，办公室  $54\text{m}^2$ ，仓库  $48\text{m}^2$ ，合计建筑面积  $966\text{m}^2$ ，占地面积  $9715\text{m}^2$ 。

锯材车间为简易工棚，综合加工车间为钢结构厂房，其余房建为单层砖房。

#### 汽车停放保修厂

该厂承担汽车的定期保养和维修，简单的零件制作和修复。由生产部分、辅助生产部分、仓库、办公室等组成。生产部分包括洗车台、待修和修竣停车场、台位工作间、总成修理间、燃油附件间、电工间、胎工间、机械钳间等。

保修厂按大坝工程施工期车辆保有量最多时确定。大坝混凝土浇筑高峰期  $60580\text{m}^3/\text{月}$ ，包括砂石料开采加工，大坝动用各类车辆估  $21\sim 26$  辆，加工工具车、加油车、洒水车、汽车起重机等为  $20$  辆，车辆总数为  $41\sim 46$  辆。

建筑面积共计  $918\text{m}^2$ ，占地面积  $9902\text{m}^2$ 。厂房内设  $5\text{t}$  电动单梁起重机  $1$  台。

#### 金属结构加工厂

金属结构加工厂承担泄水底孔、通气钢管、预埋件及其他金属结构加工制作。钢衬尺寸： $8.65\text{m}\times 5.48\text{m}\times 2\text{m}$ ， $12\text{t}/\text{节}$ ，共计  $23$  节，重  $303\text{t}$ ；通气钢管： $\phi_{\text{外}}200\text{cm}\times 3.6\text{m}$ （长）， $1.6\text{t}/\text{节}$ ，共  $16$  节，重  $25.6\text{t}$ 。

金属结构加工厂由加工车间、防腐处理工棚、成品料堆场及各工具房组成。建筑面积  $702\text{m}^2$ ，占地  $4540\text{m}^2$ 。

#### 总仓库

在 1 号营地内设总仓库，建筑面积  $2460\text{m}^2$ ，占地  $6200\text{m}^2$ 。其中工具库  $480\text{m}^2$ ，配件库  $300\text{m}^2$ ，材料库  $720\text{m}^2$ ，五金库  $300\text{m}^2$ ，劳保生活库  $300\text{m}^2$ ，化工库  $360\text{m}^2$ 。

#### 施工设备库

施工设备库建筑面积  $678\text{m}^2$ ，其中机械库（起重、土石、运输） $288\text{m}^2$ ，其他类（如电焊机、电动机、水泵、油泵等）机械库  $300\text{m}^2$ ，办公室  $90\text{m}^2$ ，占地面积  $8211\text{m}^2$ 。

#### 生活办公楼区

按施工高峰期有  $400$  人住在 1 号营地计算。在 1 号营地生活区设  $42\text{m}\times 6.2\text{m}$  的四层楼  $4$  幢，合计建筑面积为  $4166.4\text{m}^2$ 。

---

2号营地使用面积1.27万 $m^2$ ，分甲、乙两块：2号甲营地9917 $m^2$ ，2号乙营地2750 $m^2$ 。拟在2号甲营地布置400人的生活区，建筑面积3060 $m^2$ 。2号乙营地布置重机修理厂及修钎厂，建筑面积678 $m^2$ 。本区建筑总面积为3738 $m^2$ 。

3号营地占地2.2万 $m^3$ ，砂石加工厂的粗碎预洗、半成品、成品堆场、混凝土预制构件厂及辅助拌合站设在此营地。

### 3.6 砂石开采、加工系统及混凝土拌合系统

#### 3.6.1 背头坑采石场

人工砂石总需要量44.52万 $m^3$ （实方，2.59t/ $m^3$ ），考虑一定的综合损失系数需开采储量65万 $m^3$ 。

#### 3.6.2 青溪天然砂料场

青溪砂料场提供棉花滩大坝工程的所用天然砂，需开采天然砂13.7万 $m^3$ （自然方，1.49t/ $m^3$ ）。青溪四个砂料场以质量划分的甲区有用层44.36万 $m^3$ ，可满足大坝工程需要。在砂料场的汀江右岸建一个5.5万t中转料场。

#### 3.6.3 砂石加工及混凝土拌合系统

混凝土拌合系统设一座拌合楼和一座拌合站，主楼是建设单位提供的日本石川岛生产的800KBTS-10D-HYD4500 X<sub>2</sub>-MCS-II型，2×4.5 $m^3$ 强制式拌合楼，生产能力300 $m^3$ /h，另设一辅助拌合站，为1×1 $m^3$ 强制式拌合机，其铭牌生产能力50 $m^3$ /h。

混凝土拌合系统布置在右岸坝轴线上游约400m处的山凹处（EL180m），砂石加工厂的粗碎、预洗、半成品及粗骨料成品堆场设在3号营地，拌合楼与3号营地之间沿右岸库区公路的内侧布置中碎、细碎、筛分制砂、洗砂及天然砂成品料场。

混凝土拌合系统有1200t水泥罐2个，850t粉煤灰罐2个，水泥粉煤灰库480 $m^2$ ，其他房建有混凝土试验室84 $m^2$ ，检修间84 $m^2$ ，压风机房110 $m^2$ ，外加剂室40 $m^2$ ，配电室20 $m^2$ 、控制室20 $m^2$ ，合计建筑面积838 $m^2$ 。

### 3.7 碴场规划

根据合同文件要求，开挖石碴需运至大坝标2号营地（用作营地填碴），汀江左岸上游弃碴场；3号营地（用作营地填碴）、汀江右岸上游弃碴场及永定河右岸的

---

桂椿楼 1 号营地弃渣场。

大坝基础开挖 15.5 万  $\text{m}^3$ ，分别用于 2 号、3 号营地填筑。左岸施工道路开挖石碴用于 2 号营地填筑，右岸施工道路开挖石碴用于 3 号营地填筑。2 号营地填筑不足部分由左坝头开挖等补充，3 号营地填筑不足部分由右坝头开挖、公路开挖及混凝土拌合系统场地开挖石碴等补充。

背头坑无用层弃渣运至山坡下弃渣场。弃渣场顶部高程低于 EL173.0m。

## 3.8 其他辅助设施

### 3.8.1 背头坑采石场辅助设施

重机修理简易工棚  $8 \times 10 \text{ m}^2$ ，仓库  $30 \text{ m}^2$ ，电工房  $30 \text{ m}^2$ ，现场办公室  $24 \text{ m}^2$ ，值班室  $24 \text{ m}^2$ ，修钎房  $30 \text{ m}^2$ ，合计建筑面积  $218 \text{ m}^2$ 。

### 3.8.2 青溪砂料场辅助设施

青溪砂料场施工用地由承包商自行解决。拟布置 21 人的生活用房  $210 \text{ m}^2$ ，电工房  $30 \text{ m}^2$ ，办公室  $24 \text{ m}^2$ ，机修间  $30 \text{ m}^2$ ，仓库  $30 \text{ m}^2$ ，机械停放场  $200 \text{ m}^2$ ，合计建筑面积  $324 \text{ m}^2$ 。

### 3.8.3 火工品库

火工品库设在背头坑采石场附近，供应采石场及坝基开挖等，炸药库储存炸药 20t，房建  $42 \text{ m}^2$ ，雷管库  $24 \text{ m}^2$ ，加工室  $36 \text{ m}^2$ ，导爆索库  $24 \text{ m}^2$ ，值班室及生活用房  $72 \text{ m}^2$ ，合计建筑面积  $198 \text{ m}^2$ ；另设一个  $10 \text{ m}^3$  消防水池，钢丝网围护 300m，共占地  $3500 \text{ m}^2$ 。交通道路长 110m，宽 4.5m（包括  $2 \times 0.5$  路肩），路面为泥结石型式。

### 3.8.4 供油

建设单位在桂竹桥头设加油站提供 0 号柴油，因此不再设油库，只设两部加油车。

### 3.8.5 现场指挥中心

1999 年 4 月之前，现场指挥中心设在大坝下游侧基坑内，搭简易工棚，建筑面积  $100 \text{ m}^2$ 。之后，搬迁到混凝土拌合楼附近，建筑面积  $200 \text{ m}^2$ ，为砖木结构，占地面积  $320 \text{ m}^2$ 。

---

### 3.8.6 现场停车场及其他

在大坝下游基坑内设一个  $200\text{ m}^2$  的洗车平台及一个占地面积  $1000\text{ m}^2$  的停车场，供基坑施工机械使用。

基坑内设一个公厕，建筑面积  $40\text{ m}^2$ ，为简易工棚，其他房建（如工具房、修理间等）估  $300\text{ m}^2$ 。

## 第4章 砂石料和拌合系统的设计与施工

### 4.1 砂石料系统

#### 4.1.1 生产规模

棉花滩大坝工程共需浇筑混凝土  $611550\text{m}^3$ ，需要粗骨料  $948138\text{t}$ ，细骨料  $409380\text{t}$ 。

根据施工总进度安排，该电站工程的混凝土浇筑高峰期出现在 1999 年 11 月至 2000 年 3 月这 5 个月里。其中最高峰出现在 2000 年 1 月。因此本系统的生产规模按满足这个时段的高峰强度来确定。

根据施工总进度安排及大坝混凝土浇筑强度要求，计算得从 1999 年 11 月到 2000 年 3 月，大坝混凝土浇筑所需的砂石料数量如表 4-1。

表 4-1 大坝混凝土浇筑所需的砂石料数量表 (单位:t)

月份	粗骨料				细骨料	粗、细骨料 合计
	40~80mm	20~40mm	5~20mm	粗骨料 小计		
1999.11	35450	26574	26574	88598	38786	127384
1999.12	36716	27523	27523	91762	39800	131562
2000.1	36998	27717	27717	92432	40692	133124
2000.2	35338	26465	26465	88268	38520	126788
2000.3	36990	27700	27700	92390	40634	133024
5个月 合计	181492	135979	135979	453450	198432	651882
5个月 平均	36298.4	27195.8	27195.8	90690	39686.4	130376.4

由于本工程附近没有足够的天然粗骨料场，因此本工程所使用的粗骨料均采用人工碎石，其料源为背头坑采石场。在细骨料中，汀 18、汀 19、汀 20 及铲坑和石市天然料场的储量已能满足大坝工程所需，由于标书第 3.19.7 条中要求“对 RCC 的细骨料（掺合后）还需满足石粉含量 8%~17%的要求”，因此我们需生产一定数量的含

---

有较多石粉的人工砂，以满足人工砂和天然砂掺合后，使细度模数及石粉含量均能满足技术规范要求，并使人工细骨料中的云母含量超标问题也得到解决。

通过对人工砂石料生产工艺流程的计算及经济和技术上的考虑，我们确定细骨料中人工砂和天然砂料的掺合比例各为 50%。

因此，本砂石工厂月生产规模为：

$$Q_{\text{人工}} = (90690 + 39686.4/2) \times 1.3 = 143693.2\text{t}$$

$$Q_{\text{天然}} = 39686.4/2 \times 1.1/0.95 \times 0.9 = 25529.3\text{t}$$

在月工作 350d 时，每小时生产强度为：

$$Q_{\text{人工}} = 143693.2/350 = 410.6\text{t/h}$$

$$Q_{\text{天然}} = 25529.3/350 = 72.9\text{t/h}$$

为此，我们确定人工砂石料系统的生产强度为 410t/h，天然砂的生产强度为 100t/h。

#### 4.1.2 生产工艺流程

##### 1. 人工骨料

人工骨料所用的毛料用汽车运至初碎地点，由汽车直接倒入集料斗，然后用振动棒条给料机向初碎（颞式破碎机）供料。经初碎后的半成品用皮带机运到 1 号筛分楼进行冲洗，以除去掺杂在毛料中的泥土。经脱水后的半成品由皮带机运到半成品料场。

半成品料经装载机运到集料斗，由过皮带机运至中、细碎。在中碎前先进行预筛分，大于 80mm 的骨料进入中碎，经中碎后和小于 80mm 的骨料一同送往 2 号筛分楼进行分级。分级后的大、中骨料部分送到成品料场，另一部分送往细碎。细碎后的产品返回 2 号筛分楼进行筛分，小石料亦是部分送到成品料场，另一部分送到制砂原料仓。

2 号筛分楼筛下的小于 5mm 的石屑全部送往制砂原料仓。人工砂采用棒磨机 MBS-（型号：Z2136）进行干法生产，合格产品送到钢结构料罐储存。

---

天然砂用汽车运到 3 号营地,然后用皮带机送到 3 号筛分楼进行筛分、冲洗及脱水,再送往成品料场堆放。

由于技术条款要求“粗骨料应在进拌合楼顶部料仓前用振动筛进行二次筛分”,考虑到拌合楼顶进行筛分有诸多不便,因此我们在进拌合楼上料皮带前进行二次筛分,在二次筛分楼下设置三个容积各为  $120\text{m}^3$  的料仓。

## 2. 工艺流程特点

本工艺流程有以下特点:

设备先进。初碎机选用 SVEDALA 公司的 JAW-1211 颚破机 1 台和上海建设·路桥公司的 PE-900×1200 颚破机 1 台,中、细碎也各为按瑞典 SVEDALA 公司的圆锥破碎机,这些设备体积小,重量较轻,对基础要求不高,安装简便,运行可靠性高。

设备名牌产量高。该系统安排的设备台数较少,系统布置相应简单,临建工程量少,有利于在狭窄的场地中进行布置,并使系统早些投产。

适应多种生产状况。从粗碎到细碎,各段破碎机都留有一定的储备容量,可适度提高生产量,细碎机 H4000M 的备用容量比较大,通过调节排料口尺寸,可满足生产不同粒径产品的要求。

操作上采用集中控制。在整个系统的生产过程中,只要经过中控室的操作,可实现远距离控制,系统运转人员少,运行管理方便。

### 4.1.3 工厂的布置

砂石料工厂的布置,是根据地形以及 1.6km 库区公路的走线,全部布置在该公路 K0+000 到 K0+800 的两侧。

由于电站水库正常蓄水位在 EL173m,因此本工厂的生产流水线及储料场都布置在 EL175m 以上,以保证水库蓄水后不被水淹。

人工骨料初碎设置在 1.6km 公路 K0+800 处附近,进料口地面高程 EL190m,基本与公路持平。初碎机下部基础顶部为 EL180m,1 号筛分楼地面高程 EL185m,也是与该处公路路面持平,半成品料场地面高程为 EL180m。

半成品料场长 80m,宽 35m,堆料高度 15m。上部用卸料小车卸料。鉴于该场地是由填方形成的,因此下部不设地弄,而用装载机出料。本储料场地可储存半成品料

---

18000m<sup>3</sup>, 均为活容积。

工厂的中碎、细碎、筛分、人工制砂及天然砂的筛洗脱水均布置在 1.6km 公路 K0+320 至 K0+570 段的内侧山坡上。通过挖填, 平整出 EL187m 和 EL190m 两个台地。

成品粗骨料料场布置在 3 号营地所处的挖方地区, 以利于布置出料地弄。料场底部为 EL180m, 料场长 95m, 宽 30m, 分为三个料仓, 分别堆放大、中、小石。料场设 2 条出料地弄, 每条地弄各设 12 个放料口。

天然砂成品料场设在 1.6km 公路 K0+200 至 K0+260 段的内侧山坡上。料场长 60m, 宽 15m, 堆料高度 15m。料场地面 EL183m。料场分隔为三部分, 以区别砂的脱水、生产及使用。料场设一条出料地弄, 设 12 个放料口。

天然砂的原料堆场也布置在 3 号营地上, 采用皮带机堆料, 计划堆料 7200m<sup>3</sup> 出料采用 ZL-40 装载机。

粗骨料的二次筛分点布置在 1.6km 公路 K0+015 至 K0+040 段的内侧山坡上。筛分后的骨料仓为 5m×5m×5m 矩形仓, 筛分机安装在料仓的上部。料仓底部 EL193m, 料仓下面设出料地弄。

人工砂储存于 2 个  $\phi 9$  的钢结构料罐。该料罐布置在天然砂成品料场后面。

#### 4.1.4 骨料的存储及运输

##### 1. 骨料的存储

砂石料的存储分为人工骨料半成品堆料场、成品料堆料场、二次筛分后的储料仓、原砂堆场及成品砂堆料场、人工砂储仓共 6 处。

人工骨料半成品堆料场的总容积为 18000m<sup>3</sup>, 均为活容积。

粗骨料成品堆料场共存储 23900m<sup>3</sup>, 其中大石为 8500 m<sup>3</sup>, (活容积 6140 m<sup>3</sup>), 可供高峰期 6d 用量。中石为 8500 m<sup>3</sup>, (活容积为 6000 m<sup>3</sup>), 小石为 8500m<sup>3</sup> (活容积为 6000 m<sup>3</sup>), 可供高峰期 7d 用量。根据施工总进度安排的混凝土浇筑强度计算, 本储料场各种骨料的活容积均满足技术条款第 5.8.8 条的要求。为减少大石在堆料时的破碎, 在成品料仓和二次筛分后的储仓, 均安设有缓降器。

天然砂原砂堆场可堆放 7200 m<sup>3</sup> 原砂, 全部为活容积。

天然砂成品料堆场分为三个仓, 单仓面积 20 m×15 m, 每仓可堆放 3100 m<sup>3</sup>, 其

---

中活仓容 2000 m<sup>3</sup>，可满足高峰期连续 3d(72h) 的混凝土浇筑需要。

天然砂成品料堆容积 9300 m<sup>3</sup>，其中活容 6000 m<sup>3</sup>。

人工砂堆放在 2 个钢结构罐里，每个罐储存 970 m<sup>3</sup>，共达 1940 m<sup>3</sup>，均为活仓容。

二次筛分后的储料仓共分三个仓，各存放一种粗骨料，每个仓为 120 m<sup>3</sup>。

## 2. 骨料的运输

工厂内部骨料运输，除了在半成品料场的出料和天然砂原砂堆场出料使用装载机之外，其余都采用皮带机。皮带机的规格有 B1000, B800 和 B650 三种。皮带机共 40 条，总长 2196m，电动机总功率 734.1kW。

### 4.1.5 砂石骨料的质量控制

#### 1. 主要设备的选型

砂石工厂所生产的人工骨料，其石料来源于背头坑开采的花岗岩。根据勘探资料，背头坑的石料为中粗粒黑云母花岗岩，岩石致密坚硬，呈块状结构。

由于本工程砂石料工厂从开工到其建成，直至生产出合格的砂石料，其时间是比较紧的，为满足工期的要求，结合到原料的岩性、工厂的生产强度和地形情况，初碎机我们选择了一台当今世界上选矿设备比较先进的名牌公司——瑞典“SVEDALA”公司生产的 JAW1211HD 颚式破碎机，并配备该公司生产的 MS25HRBM 40/15 振动给料机，以及一台国内较先进的上海“山宝”牌 PE-900×1200 颚式破碎机。中碎机和细碎机选择了瑞典“SVEDALA”的圆锥破碎机，中碎机型号为 H4000EC，细碎机型号为 H4000M。

加工人工砂的设备，我们选用国产的，水电工程常用的 MBS-Z2136 棒磨机。根据资料介绍，该类棒磨机完全可以用于干式制砂。根据沈阳重型机器厂用 MBG-B2130 干式棒磨机为观音阁水电站工程作的人工砂干法生产试验，在生产过程中，人工砂的细度模数调整只需采用控制进料量即可实现，并且生产过程中原料的含水量允许<5%。当在棒磨机下方增设洗砂机后，也可方便地改为湿法生产。

在筛分机的选型上，我们选用南昌矿山机械厂生产的圆振动筛；对三层筛，则选用上海“山宝”牌产品。

对 PE-900×1200 颚破机的给料，我们选用鞍山矿山机械厂生产的引进产品“棒条振动给料机”。

---

因此，在砂石生产的主要设备上，我们选用了机械性能好，运行可靠的先进设备，能够满足本工程对生产砂石料的要求。由这些设备所组成的生产系统，生产工艺流程简单、紧凑、工艺性好，可靠性高，产品质量好、电力负荷低，系统生产便于集中管理，效率高，有利于降低生产成本。

## 2. 人工骨料中粗骨料的质量控制

人工骨料生产过程中，为降低粗骨料中针片状的含量，我们在中、细碎中选用瑞典 SVEDALA 的圆锥破碎机，该机采用挤满式给料，产品粒形好。

在大石(40~80mm)的成品料场和二次筛分后的料仓卸料点，为减少破碎及离析，均设置缓降器。

## 3. 人工细骨料及石粉的生产

碾压混凝土要求细骨料中的石粉含量在 8%~17%范围，因此，在人工骨料的生产过程中，必须有足够的石粉才行。为此我们采取了如下几种措施：

把人工骨料的冲洗工序安排在初碎后进行，冲洗过的半成品料再运到半成品料场。在初碎到半成品料场之间，我们设置了 1 号筛分楼，专门用来冲洗原料中及初碎后粘附于半成品料上的泥土。

在半成品料场之后的筛分中，采用干式筛分，以免石粉流失。在从半成品料场到成品料场的生产线上，全部搭设雨棚，以免骨料遭受雨淋而致使石粉无法收集。

人工制砂时棒磨机采用干式生产，以获得足量的石粉供工程需要。

人工砂的成品储仓采用料罐，以防止产品被淋湿而结块，导致人工砂从料仓里放不出来。

通过采取以上几种措施，经过生产工艺流程的计算，在人工砂细度模数为 2.00 时，当人工砂与天然砂采用 1：1 掺合后，细骨料中石粉含量可达 12%，可较好地满足大坝碾压混凝土对石粉的含量要求。

## 4. 天然砂的筛洗、储存

本工程建设单位建议使用的天然料场为坝址上游的汀 18、汀 19、汀 20 及坝址下游广东省境内的铲坑和石市天然料场。根据对招标资料进行分析和对各个料场的实地考察，我们初步确定铲坑和石市天然料场为天然砂的主要来源。

为保证质量，先用筛分机清除大于 5mm 的砾石，然后使用一台 FG-15 宽堰式洗砂

---

机进行砂的清洗及脱水。天然成品砂堆场分为三个仓，以供脱水、生产、使用。单仓面积为  $20\text{ m} \times 15\text{ m}$ ，堆放  $15\text{ m}$  高。为使天然砂在浇筑碾压混凝土时含水量能降至 6% 以下，在天然砂的储料场上部搭设防雨棚。

#### 5. 人工砂和天然砂的掺合

人工砂和天然砂的掺合比例，我们是按照人工骨料生产中产生的人工砂要尽可能利用，混合砂中的云母含量降至规范要求，石粉含量要符合规范要求。参考三峡工地及福州长乐机场在生产花岗岩粗骨料时产生较多石屑的情况，我们将人工砂与天然砂的混合比例定为 1:1，并控制人工砂的细度模数 FM 在 2.00 左右，以使掺合后的细骨料，其石粉含量在 12% 左右。

### 4.1.6 砂石料工厂的电气控制

#### 1. 控制范围

整个砂石系统由 48 台皮带机，4 台大型破碎机，2 台棒条式振动给料机，32 台电磁给料机，6 台圆振动筛，2 台洗砂机，2 台 MBG-B2130 干式棒磨机，2 台装载机共由 102 台机械构成。

#### 2. 控制系统构成

本系统分成两个系统：主控系统和电视监控系统。

主控系统：根据系统的特点和复杂性，对碎石、人工砂电机等大型电机，起动先后顺序要求严格，故把主控系统分为控制部分和执行部分。控制部分采用可编程控制器 VRMONC60P，以及一台配套的 I/O 扩展接口。可编程控制器可以采用编程的方式轻易实现复杂的逻辑控制，降低系统的复杂度，提高可靠性，同时由它的输入点在系统运行时随时监控系统运行，迅速采取相应措施，并给出闪光报警信号，提醒操作者注意。控制器的输出（包括启动、停止）采用短暂工作方式：即输出启动信号时，只输出一个短暂的启动信号，相当于人手按下启动按钮；而输出停止信号，也只相当于人手按下停止按钮。启动顺序设定的原则为逆料流顺序延时自动启动，顺料流顺序延时自动停车。由于砂的生产采用天然砂和人工砂两种，所以在控制台上设两个自动启动按钮，一个为天然砂分筛，一个为人工砂料生产。由于粗碎系统也是一个相对独立的系统，故也设一个启动按钮，操作这些按钮就能使系统按运行的要求顺序起动和停止。

---

执行部分,除了 15kW 以下电机由磁力启动器直接起动外,其他由自耦降压启动器起动,全部采用标准化的产品,进口设备的起动装置根据需要由厂家提供,或以国产装置配套,程序控制器之输出继电器直接驱动,减少中间环节。我们只需要对启动器略加改造,增加连锁接点、事故接点、停止、启动等控制信号,就能很好地满足整个系统的控制要求。启动器之间依据起动关系互锁,强制它们按一定的顺序动作。

为保证系统更可靠地运行,在主控台上设一自动/手动开关,并在每台电动机附近设一“现场”切换开关,以满足特殊情况下的应急处理。

增加手动开关的目的是考虑到如果程控器出错,可以采用一种备用的临时的解决办法,以保障生产的连续性。由于前后启动过程之间的互锁,已经保证了它们的顺序,故手动启动也不会造成太大的麻烦。同时,在集中控制台上系统运行的模拟版面,可以清晰地反映系统的运行状况。

### 3. 电视监视系统

设立电视监视系统的目的,是监视重要关键设备。该系统由两台黑白监视器外加七个摄像头构成。它们分别布置在整个系统的关键部分。由一个七输入,两路输出的视频信号切换器,经操作人员手动切换,以获得现场不同位置的实际情况。

保护

电机的保护:在减压起动箱中设有过载保护、失压保护;在主回路中,设有短路保护,由自动空气开关担任;在控制台内装有一漏电保护开关,并装有快速熔断器作为短路保护。

## 4.2 混凝土拌合系统

### 4.2.1 拌合系统生产强度计算

棉花滩水电站工程大坝混凝土总量约 61 万  $m^3$ ,其中碾压混凝土约 50 万  $m^3$ ,常态混凝土约 11 万  $m^3$ 。根据施工进度安排,大坝混凝土月高峰浇筑强度约 6.1 万  $m^3$ ,其中碾压混凝土月浇筑强度 5.7 万  $m^3$ 。碾压混凝土最大仓面约 3250 $m^2$ ,按每层铺料厚度 34cm,第二层复盖时间小于 6h 计,则每小时所需混凝土产量为 184 $m^3$ 。

### 4.2.2 混凝土拌合系统的布置

---

混凝土拌合系统由拌合楼和拌合站各一座组成。拌合站布置在砂石系统成品料仓附近，其平面位置详见砂石系统布置图。该搅拌站小时产量为  $50\text{m}^3$ ，用于生产常态混凝土和砂浆等，一座主搅拌楼生产碾压混凝土。

主楼由建设单位提供，安装在大坝右岸上游约 400m 公路里侧处，小时产量  $300\text{m}^3$ ，可满足浇筑强度要求。

为确保混凝土主拌合楼的安全运行；拌合系统的后边坡山体，必须进行支护；初步考虑在 EL200m 以上的山体边坡（约  $6160\text{m}^2$ ）采用锚杆钢筋网喷混凝土护坡，EL200m 以下的山体边坡（约 3520），则采用喷混凝土支护。

#### 4.2.3 水泥和粉煤灰的贮运

在混凝土搅拌站设二个 100t 的水泥罐。在主楼处设置二个 1200t 水泥罐，二个 850t 粉煤灰罐，并布置了面积为  $480\text{m}^2$  的粉煤灰贮存库及拆包间。

该工程所用水泥由散装水泥车运来，由压气站供气将水泥入罐贮存。需要时也可将水泥吹入主楼水泥仓。混凝土搅拌站不设拆包间，在主楼处拆包的水泥和粉煤灰则由旋螺机→斗提机→螺旋机输送入罐。

吹入罐的水泥由螺旋机→斗提机输送入搅拌楼水泥仓。

拆包的粉煤灰由螺旋机→斗提机→螺旋机输送入罐，或由螺旋机→斗提机，直接送入搅拌楼粉煤灰仓。罐中粉煤灰由螺旋机→斗提机送入搅拌楼粉煤灰仓。

该系统可贮存 2400t 水泥，2100t 粉煤灰，水泥和粉煤灰的有效贮备容量，都不少于高峰期 5d 的用料量。

#### 4.2.4 砂石骨料的贮运

混凝土搅拌站用骨料由装载机从成品料堆供料。

主搅拌楼的砂石料供应，砂料用带宽 800mm 的 6 条皮带从成品料仓输送上楼，由翻板门漏斗将人工砂和天然砂分送入仓，G1、G2、G3 骨料则经过二次筛分的成品料罐取料，由三条带宽 1000mm 的皮带机输送上楼，通过回转给料器将三种骨料分别输送入仓。

#### 4.2.5 混凝土的运输

---

碾压混凝土的运输采用 20t 自卸汽车，常态混凝土及砂浆的运输采用混凝土运输车或混凝土搅拌运输车。

---

## 第5章 施工总进度

本标段（碾压混凝土重力坝标段）主要施工任务：临建工程、导流工程、碾压混凝土重力坝、土石副坝、施工期内的水流控制及溢洪道闸门、泄水底孔闸门、导流洞封堵门的安装及其预埋件埋设等。

本标段施工时段为 1998 年 2 月至 2001 年 4 月，在此时段内需完成的主要工程量：坝基土石方开挖 152240 m<sup>3</sup>，坝体混凝土浇筑 604813 m<sup>3</sup>，围堰混凝土浇筑 16734 m<sup>3</sup>，导流洞封堵混凝土 6737 m<sup>3</sup>，金属结构安装 2060.6t（不包括泄水底孔钢衬 303t），钢筋制安 2937t，固结灌浆 11730 m，帷幕灌浆 21205m，回填灌浆 1463 m<sup>2</sup>，接触灌浆 10080 m<sup>2</sup>。

### 5.1 编制依据和原则

#### 5.1.1 编制依据

《水利水电施工组织设计规范》；

《棉花滩水电站碾压混凝土重力坝施工合同文件》。

#### 5.1.2 编制原则

满足导流工程的围堰设计与施工要求：主围堰设计按枯水期 10~3 月，频率 20%（五年一遇）的挡水标准，设计流量  $Q=2120 \text{ m}^3/\text{S}$ 。上游围堰堰顶 EL97.5m，下游围堰堰顶 EL77.0m，围堰结构上游为碾压混凝土围堰（其中 EL77.0m 以下为常态混凝土），下游围堰为常态混凝土。1998 年 9 月上旬进行围堰截流，1998 年 12 月中旬完成围堰施工。

满足大坝工程总工期及施工期内防洪渡汛要求。依据合同文件，大坝工程于 1998 年 3 月 1 日工程进点，1998 年 4 月 1 日工程开工。计划本工程在 2001 年 4 月 30 日全部竣工，总工期为 3 年 1 个月。

围堰截流时间安排在 1998 年 9 月上旬，截流前完成左右岸坝体基础开挖。

1999 年 4 月 20 日前，坝体 2 号~4 号坝段浇至 EL89.0m，5 号坝段浇至 EL113.0m（其中泄水底孔部位浇至 EL112.4m），并完成大坝 EL113.0m 以下的固结灌浆，为 1999 年汛期依靠 2 号~4 号坝段和导流洞共同渡汛创造条件，同时利用 99 年汛期完成泄

---

水底孔钢衬安装和周边混凝土浇筑。

到 2000 年 4 月 20 日，要求坝体全线浇至 EL149.4m，溢洪道边墙、闸墩浇至 EL135.0m，使坝体在 2000 年汛期具备拦洪能力及依靠泄水底孔和导流洞共同渲泄洪水。

到 2001 年 1 月中旬，坝体全线浇至 EL179.0m，2000 年 12 月底泄水底孔弧门安装调试完毕，并于 2001 年 1 月 31 日导流洞闸门和泄水底孔弧门共同下闸蓄水，相应工程均应满足蓄水要求。

2001 年 4 月 30 日水库蓄水至 EL155.0m，溢洪道工作门下闸，并与泄水底孔共同具备控制 EL155.0m 水位的能力及渲泄设计洪水的能力。

为确保本工程按期完成，在进度上还要满足各阶段性的要求。

1998 年 9 月上旬完成截流与闭气，同年 12 月中旬围堰施工结束。

1998 年 11 月，人工砂石料生产系统、混凝土生产系统安装、调试及试运行完毕，投入正常运行。

1998 年 11 月 30 日，坝体基础开挖全部结束，具备坝体混凝土浇筑条件。

1999 年 1 月中旬前坝体碾压混凝土开始浇筑。

## 5.2 施工控制性进度

1998 年 2 月，承包商进场和施工机械设备进点后，首先抓紧场内交通、生活临时房建，砂石料生产系统和混凝土生产系统的建设，同时开始坝体 EL80.0m 以上左右岸边坡开挖，1998 年 9 月河床截流后，抓紧进行基坑开挖，到 1998 年 11 月底坝基土石方开挖要全部结束。1998 年 11 月中旬砂石料、混凝土生产系统正式投入生产，主要生活、生产临建工程已基本完成，为大坝主体工程全面开始施工创造了条件。

1998 年 12 月开始浇筑坝体基础常态混凝土，1999 年 1 月中旬前开浇碾压混凝土，随后基础垫层混凝土和碾压混凝土交替上升，到 1999 年 4 月中旬第一个枯水期结束时，要求坝体 2~4 号坝段上升到 EL89.0m，5 号坝段上升到 EL113.0m，并完成坝基 EL113.0m 以下的固结灌浆。

1999 年 4 月下旬至 1999 年 9 月的汛期，在 2~4 号坝段与导流洞共同渡汛的情

况下，应完成泄水底孔钢衬安装及周边混凝土浇筑，并将底孔闸墩混凝土浇至 EL127.4m，坝基固结灌浆全部结束。

1999 年 10 月至 2000 年 4 月中旬的第二个枯水期内，主要将坝体全线浇至 EL149.4m，溢洪道下游边墙上升到 EL135.0m，并在 2000 年 2 月安装好 1 号门机。

2000 年 4 月至 9 月汛期内，坝体已具备拦洪挡水，并依靠泄水底孔和导流洞共同渡汛；在这时段内，将溢洪道边墙、闸墩继续上升，至 2000 年 10 月完成溢洪道混凝土浇筑；泄水底孔下游弧门闸墩在 2000 年 6 月浇至 EL134.5m，为启闭机室、底孔闸墩锚索、门槽安装提供工作面；2000 年 9 月底孔上游闸墩浇至 EL169.5m，为在导流洞下闸前完成检修门槽的施工提供条件；另外在 2000 年 7 月安装好 2 号门机。

2000 年 10 月至 2001 年 4 月的第三个枯水期，本标段工程要求全面完工：2000 年 10 月底 5 号、6 号坝段碾压混凝土上升至 EL178.0m，随后继续浇筑坝顶常态混凝土，到同年 11 月中旬至坝顶 EL179.0m；2000 年 12 月底 1 号、2 号坝段碾压混凝土上升到 EL178.0m，随后继续完成坝顶常态混凝土，到 2001 年 1 月中旬至坝顶 EL179.0m，泄水底孔弧门安装从 2000 年 10 月开始到 2000 年 12 月底结束，2001 年 1 月底与导流洞底孔封堵门共同具备下闸蓄水条件；同时在 2000 年 10 月拆除 1 号门机并翻装到坝顶形成 3 号门机，为溢洪道、泄水底孔的金属结构安装提供条件；2001 年 1 月至 4 月金属结构安装全部结束，导流洞封堵混凝土施工从 2001 年 2 月至 4 月底结束，迄至 2001 年 4 月 30 日本标段工程全部竣工。

施工控制性进度的主要施工项目完工时间见表 5-1。

表 5-1 主要施工项目完工时间表

项目编号	描述	完工时间
1	完成河床截流	191998 年 9 月上旬
2	人工砂石、混凝土系统投产	191998 年 11 月中旬
3	2 号、3 号、4 号坝段 RCC 浇至 EL89.0m，5 号坝段浇至 EL113.0m(其中底孔部位至 EL112.4m)	1999 年 4 月 20 日
4	1 号~6 号坝段 RCC 浇至 EL149.4m	2000 年 4 月 20 日
5	5 号、6 号坝段浇至 EL179.0m	2000 年 11 月 30 日

6	1号、2号坝段浇至 EL179.0m	2001年1月15日
7	泄水底孔弧门闸墩浇至 EL134.5m	2000年6月30日
8	泄水底孔检修门闸墩浇筑 EL169.5m	2000年9月30日
9	泄水底孔工作闸门及启闭机安装调试完	2000年12月31日
10	溢洪道闸墩混凝土浇至 EL179.0m	2000年9月30日
11	坝顶桥吊装完毕	2000年12月31日
12	导流洞下闸蓄水时间	2001年1月31日
13	导流洞堵头施工完毕	2001年4月30日
14	湖里洋副坝竣工	2000年7月20日
15	溢洪道弧形门及启闭机安装调试完毕	2001年4月30日
16	工程竣工	2001年4月30日

### 5.3 施工程序及工期

#### 5.3.1 临建工程

本标段临建工程主要包括场内交通道路、施工附属企业、EL180.0m 混凝土系统、人工砂石料生产系统及1~3号门机安装（共2台，其中1台翻高）。

##### 1. 场内交通及施工附属企业

场内交通约6.0km，施工附属企业的建筑面积约2万m<sup>2</sup>，1998年3月进点后，于1998年9月前陆续形成左右岸边坡开挖施工道路、上下游围堰的施工道路和背头坑采石场施工道路；1998年9月至同年12月陆续形成下基坑开挖、混凝土浇筑道路和附属企业区交通道路。

施工附属企业安排在1998年3月至同年12月形成，工期10个月。

##### 人工砂石料生产系统、EL180.0m 混凝土生产系统

人工砂石料生产系统从1998年1月就应开始兴建，同年10月底安装完毕，经调试及试运行，至1998年11月中旬正式投产，建设工期约11个月。

EL180.0m 混凝土生产系统从1998年5月开始建设，11月中旬投产，建设工期7个半月。

##### 2. 门机安装

---

为了进行溢洪道混凝土浇筑、泄水底孔混凝土浇筑、坝顶梁吊装和金属结构安装，需在溢洪道下游边墙和坝顶安装 3 台施工门机，其中 1 号门机布置在边墙 EL106.0m，采用 100t 履带吊从右岸 EL105m 道路进行安装，安装时间为 2000 年 2 月；2 号门机布置在边墙 EL150.5m，于 2000 年 7 月采用 1 号门机从右岸 EL105.0m 道路进行安装；3 号门机布置在溢流坝段坝顶 EL179.0m，采用 2 号门机将 1 号门机翻装到坝顶形成 3 号门机，安装时间在 2000 年 10 月。每台门机安装时间约半个月。

### 5.3.2 导流工程

本标导流工程主要包括围堰截流、上下游围堰施工和导流洞封堵门下闸及堵头混凝土施工。

从 1998 年 8 月起，上下游土石围堰开始填筑，到 1998 年 9 月上旬完成截流和闭气，9 月下旬进行堰基开挖。1998 年 12 月中旬建成混凝土围堰。围堰施工期约为 5 个月。

导流洞封堵门从 2000 年 12 月中旬开始安装至 2001 年 1 月 31 日下闸蓄水；封堵门下闸后即可进行堵头混凝土施工，要求在 2001 年 4 月 30 日结束。导流洞封堵工期约 3 个月。

### 5.3.3 主体工程施工

本标段主体工程施工包括大坝基础土石方开挖、坝体混凝土浇筑、基础处理、金属结构安装及预埋件埋设等。

#### 坝基土石方开挖

坝基土石方开挖工程量 152240m<sup>3</sup>（不包括左右岸 EL180.0m 以上的坝头开挖量），为加快进度，1998 年 3 月至同年 8 月完成大坝左右岸 EL80.0m 以上岸坡段的坝基开挖，围堰截流后，在 1998 年 10 月和 11 月完成基坑开挖，开挖施工工期 9 个月，开挖高峰时段为 1998 年 3 月至 6 月，月平均开挖强度 29000 m<sup>3</sup>。

#### 坝体混凝土浇筑

坝体混凝土浇筑工程量 604813 m<sup>3</sup>，其中碾压混凝土 500319m<sup>3</sup>，常态混凝土 104494 m<sup>3</sup>。

坝体碾压混凝土和基础找平层混凝土浇筑：1998 年 11 月底坝基开挖结束和 EL180.0m 混凝土拌合系统在 1998 年 11 月中旬投产，坝体混凝土具备了浇筑条件。

---

从 1998 年 12 月开浇基础找平层混凝土，1999 年 1 月中旬开浇坝体碾压混凝土，随后基础找平层混凝土与碾压混凝土交替上升。由于受温控要求的限制，坝体碾压混凝土应安排在枯水期（10 月至 4 月中旬）的时段内浇筑。为此，1999 年 1 月中旬至同年 4 月中旬，2~4 号坝段上升到 EL89.0m、5 号坝段上升到 EL113.0m；1999 年 10 月至 2000 年 4 月，将坝体全线上升到 EL149.0m，坝体具备拦洪挡水条件；2000 年 10 月至同年 12 月坝体碾压混凝土全部浇至 EL178.0m。坝体碾压混凝土施工期约 13 个月，浇筑高峰时段在 1999 年 11 月至 2000 年 3 月，最大月浇筑强度 60580 m<sup>3</sup>，发生在 2000 年 1 月。

泄水底孔混凝土：1999 年 4 月开始浇筑泄水底孔混凝土，到同年 5 月将泄水底孔底部混凝土浇筑到 EL113.5m，随后在 1999 年 6、7 月份进行钢衬安装，并在 1999 年 8、9 月份浇筑完钢衬周边混凝土，同时将泄水底孔上游检修门闸墩浇筑到 EL127.4m，下游弧门闸墩浇筑到 EL124.4m，具备枯水期坝体碾压混凝土继续施工条件。2000 年 4 月继续浇筑泄水底孔上下游闸墩混凝土，至 2000 年 6 月底下游闸墩浇至 EL134.5m，以便继续施工弧门启闭机室、闸墩锚索和闸门槽，为 2000 年 10 月开始安装弧门创造条件；2000 年 9 月上游闸墩浇至 EL169.6m，以便在 2000 年 12 月底完成检修门槽施工，随后继续将闸墩上升，到 2001 年 1 月至 EL179.0m。然后进行检修门启闭机室施工。

溢洪道混凝土：1999 年 10 月开始浇筑溢洪道边墙混凝土，由 100t 履带吊配合入仓，至 2000 年 1 月边墙浇到 EL114.0m，2 月份安装 1 号门机并完成溢流面下弧段混凝土浇筑；2000 年 3 月继续浇边墙混凝土，由 1 号门机入仓，同年 6 月浇至 EL159.0m，7 月份安装 2 号门机并完成溢流面直线段混凝土浇筑；2000 年 8、9 月份完成溢洪道闸墩混凝土浇筑，由 2 号门机入仓，2000 年 10 月份将 1 号门机翻高至坝顶形成 3 号门机，同时浇筑溢流面上弧段混凝土。溢洪道混凝土的施工时段为 1999 年 10 月至 2000 年 10 月，工期 11 个月。

#### 金属结构安装

泄水底孔金结及预埋件：泄水底孔金结 332.3t，预埋件 163.9t（不包括泄水底孔钢衬板 303t），预埋件配合闸墩混凝土施工进行埋设；金结包括弧形工作门 1 扇，平板检修门 1 扇，采用 2 号、3 号门机安装，2000 年 10 月至 12 月安装弧形工作门，

---

2001年2月至4月安装平板检修门。

溢洪道金结及预埋件：溢洪道金结 1250.3t，预埋件 86.1t，从 2000 年 6 月起，预埋件随闸墩混凝土施工进行埋设，到 2000 年 10 月结束；2000 年 11、12 月份进行门槽安装。溢洪道金结包括 3 扇弧形门、1 扇检修门，安装时段在 2001 年 1 月至 4 月，工期 4 个月，由 2 号、3 号门机进行安装。

导流洞封堵门安装：导流洞封堵门重 228t，根据招标文件第 1 号补充通知，导流洞封堵门的交货日期为 2000 年 12 月 15 日。为此，封堵门及沉放设施安装应从 2000 年 12 月 15 日后开始，到 2000 年 1 月底结束，并要求在 2001 年 1 月 31 日具备下闸蓄水条件。

#### 基础处理

本标段基础处理包括基础固结灌浆、帷幕灌浆及排水钻孔等。灌浆采取先固结后帷幕的施工方式，最后进行排水孔钻孔。

固结灌浆：固结灌浆工程量 11730m，其中坝基固结灌浆 11235m，依据招标文件技术规范要求，在帷幕上游区固结灌浆在基础垫层混凝土浇筑后进行。为满足工程进度要求，其他部位通过采取适应的技术措施，基础开挖后，先进行固结灌浆处理。1999 年 11 月至 1 月先进行 EL113.0m 以下坝基固结灌浆，剩余部分在 1999 年 6 月至 9 月时段内完成。2001 年 4 月进行导流洞堵头固结灌浆和接触灌浆。

帷幕灌浆：帷幕灌浆工程量 21205m，在廊道内施工，施工时段为 1999 年 10 月至 2001 年 4 月，工期 19 个月。

排水孔：排水孔工程量 16091m，排水孔钻进在相邻部位 30m 范围内、帷幕灌浆结束且经检查合格后进行。钻孔顺序为：排水孔、扬压力观测孔。施工时段安排在 2000 年 5 月至 2001 年 2 月，工期 10 个月。

## 5.4 施工关键线路

通过运用横道图和网络计划技术进行施工总进度安排，明确本标段工程的施工关键线路为：大坝岸坡坝基开挖道路→岸坡坝基 EL100.0m 以上开挖→子围堰填筑→截流→基坑抽水→基坑开挖→右岸 EL134.0~158.0m 碾压混凝土先浇块→右岸负压溜槽安装→EL89.0m 以下碾压混凝土→5 号坝段 EL89.0~EL113.0m 高程碾压混凝土

---

→泄水底孔周边混凝土、钢衬安装→溢洪道混凝土→溢洪道门槽及二期混凝土→溢洪道弧门、启闭机安装。

---

## 第6章 施工测量、水文和安全监测

### 6.1 施工控制测量和放样

#### 6.1.1 测量资料复测

对工程师提供的测区范围内有关的边角网点和水准点按《水利水电工程施工测量规范》(SL52-95)的有关要求进行复测,同时增设施工需要的平面控制点和水准点,将结果以书面形式报告工程师,为确保控制点的无误,按招标文件要求,在施工期间定期进行复测,并将复测结果报告工程师。工程竣工后,再次进行复测,并将结果移交建设单位。检测仪器为 WILD, TC2000 全站仪。

#### 6.1.2 施工测量

施工测量均按《水利水电工程施工测量规范》(SL52-1993)执行。

##### 平面定位放样

棉花滩大坝坝长 300m, 坝高 111m, 坝址两岸地势陡峭, 平面控制及测量放样困难, 拟先进行坝轴线点 B3、B4 的测设, 以作为大坝放样的基准点, B3 和 B4 点建立在左、右坝肩 EL178m 的平台上, 应尽量采用强制对中盘观测墩, 测设方法采用多测站的极坐标法施测, 取其平均值, 其点位中误差估算如下:

采用 TC2000 全站仪测设, 其测角标称精度为  $0.5''$ ; 测边标称精度为  $2\text{mm}+2\text{ppm}$ , 分别以平均边长  $500\text{m}$ ; 垂直角约  $12^\circ$ ; 测距中误差为  $2.23\text{mm}$ ; 测角中误差为  $1''$  代入下式:

$$M_p = \pm \sqrt{m_s^2 \cos^2 \alpha + (s \cdot m_\beta / \rho)^2}$$

式中  $s$ —斜边长;

$\alpha$ —垂直角;

$m_\beta$ —测角中误差;

$m_s$ —测距中误差。

---

计算得  $M_p=3.3\text{mm}$ ，故用 TC2000 全站仪采用极坐标法进行轴线测设，其点位中误差为  $3.3\text{mm}$ ，满足规范要求。

大坝轮廓点点位放样使用 GTS-701 全站仪施测，亦采用极坐标法施测，放样精度估算按公式(1)，分别以平均边长  $300\text{m}$ ；垂直角  $15^\circ$ ；测距中误差  $2.14\text{mm}$ ；测角中误差按  $2.5''$  计，经计算其点位中误差为  $\pm 4.18\text{mm}$ 。

鉴于工程师提供的控制网点平均点位中误差为  $m_k=1.2\text{mm}$ ；基准点 B3 或 B4 点位测设中误差为  $M_b=3.3\text{mm}$ ；轮廓点放样点位中误差  $m_l=4.18\text{mm}$ ，最终放样点位误差按下式计算：

$$M_0 = \sqrt{m_k^2 + m_p^2 + m_l^2} = \pm 5.5\text{mm}$$

计算结果放样点位误差为  $\pm 5.5\text{mm}$ ，满足规范要求。

另：有特殊要求的部位及金属结构安装，平面定位按设计和规范规定执行。

#### 大坝放样高程测量

由于坝址地形陡峭，宜采用电磁波三角高程，用 TC2000 全站仪作高程控制；用 GTS-701 全站仪进行大坝轮廓点高程放样。

其精度估算按下式：

$$M_h = \pm \sqrt{m_s^2 \cos^2 \alpha + (s \cdot \cos \alpha \cdot m_a / \rho)^2}$$

$m_s$ —解析边边长、电磁波测距边长中误差；

$s$ —解析边边长、电磁波测距边长(斜距)；

$m_a$ —测角中误差；

$\alpha$ —垂直角。

分别以 TC2000 全站仪和 GTS-701 全站仪的标称精度代入上式计算得 TC2000 全站仪的点位中误差为  $m_h=1.46\text{mm}$ ，GTS-701 全站仪的点位中误差  $m_h=3.68\text{mm}$ ，均满足规范要求。

另：有特殊要求的部位及金属结构安装高程测设按设计和规范要求执行。

综上所述，按极坐标法，采用 TC2000 全站仪进行坝轴线基准点测设，采用 GTS-701 全站仪进行大坝施工放样测量，均能满足规范要求。

---

## 6.2 水文预报方法

棉花滩水电站位于永定县汀江河段的福至亭，河网呈扇形分布，地形陡峻，河道坡降为 1.6%，流域属亚热带季风气候，年降水量在年内各月分布极不均匀，3~9 月降水量占年降水量的 83%。围堰挡水标准按 10~3 月 5% 频率设计，为汛期过水围堰。

棉花滩大坝的水文预报工作，主要从围堰过水及施工设备防洪撤退所需时间来考虑洪水预报的预见期。这样流域站网布设的站点可适当少些。只需引用四个水文站：扬家坊、金山（官庄）、上杭、丰稔。另一方面，又因围堰是过水围堰，对中、小洪水的预报要求准确，特别是第一场过堰洪水更是如此，这就要求洪水预报方案精度要高。因此，采用精度较高的河道汇流方法为主和区间降雨迳流方法为辅的联合预报方案是较好的。

上杭站集水面积 5888km<sup>2</sup>，占棉花滩集水面积的 74.5% 对棉花滩坝址洪水的预见期为 4~5h。如再引用金山水库站（或官庄水文站）预报，则可再延长预见期 2~3h。区间旧县河、黄潭河（集水面积 1694km<sup>2</sup>、1222km<sup>2</sup>，分别占棉花滩集水面积的 21.4% 和 15.5%）等重要支流汇入，当降雨中心分布在下游时，也将造成棉花滩较大洪水流量。因此，必须在这两大支流设立水文（水位）站，在区间设立足够的雨量站，建立区间降雨迳流预报方案，叠加至上杭站演算至棉花滩断面的洪水。

为实现上述洪水预报，需利用已建立的水文报讯站网：

水文（水位）站四个：扬家坊、金山（官庄）、上杭、丰稔。

雨量站十个：扬家坊、太拔、金山（官庄）、上杭、丰稔、中都、坝址、河田、桃溪、朋口。

## 6.3 安全监测

### 6.3.1 原型观测项目

根据棉花滩水电站工程的规模及枢纽布置，以及为了掌握棉花滩电站主体建筑物在施工及运行过程中的实际工作状况。复核和监测建筑物安全运行，检查、验证工程的设计资料和施工质量。设置如下观测项目。

外部观测项目：三角网、水准控制网等观测设施。

内部观测项目：测量建筑物坝内及库水的温度变化情况、伸缩缝的开合度、基岩与坝

---

体的渗透压力、坝体的渗流量、坝体及闸墩的应力、应变、坝体的静力水准、挠度及溢洪道、泄水底孔的水力学观测等。观测设施埋设的仪器有电阻温度计、测缝计、渗压计、钢筋计、测压管、锚索测力计、应变计、静力水准仪、水尺等。

### 6.3.2 外部观测部分

#### 1. 网络及点的布设和要求

棉花滩水电站变形观测项目主要有三角网、水准控制网、工作基点、沉陷位移点观测。三角网设置 10 个控制点(C1~C10)，为备有强制归心装置的钢筋混凝土观测墩，照准标志采用强制归心装置觇牌。水准控制网点设置 6 个(S1~S6)，观测用的工作基点有 5 个(D1~D5)。具体布置见变形观测平面布置图。为了便于坝轴线的施工及放样，设置了 B1、B2 为永久坝轴线控制点。在坝项及廊道内还设置了 51 个沉陷、位移观测点。

观测方法及观测精度，均按照国家有关规程、规范、标准及相应的技术措施进行。

边角网应于导流洞下闸蓄水前完成布设并取得观测初始值。随后进行施工期的定期观测，直至移交。

水准网应在大坝基础浇筑前形成并投入观测。

#### 2. 网点建造

在进行各网点的安装、埋设过程中，设计位置的中心点与实际位置的中心点，水平及垂直方向必须控制在 $\pm 5\text{mm}$ 内。

基准点、工作基点的建立，应开挖至新鲜基岩后，浇筑钢筋混凝土底座和柱身，及埋设安装调试水准标心。若新鲜基岩在地面下较深，需采用双金属标，在其周围设置排水设施。沉陷及位移点的建立应与坝体建筑物牢固结合，水准标心埋设在底座上柱身旁，应有保护装置，以免受到人为及机械损坏。

### 6.3.3 内部观测部分

#### 1. 施工准备

仪器设备采购:棉花滩电站观测仪器设备所购置的数量、规格、用途必须要满足设计要求，发挥它的监测作用。采购的仪器设备要具备性能稳定、精度符合技术要求的全新设备，并有正式厂家出厂的检验合格证书及使用说明书。购置的水工专用

---

电缆，应能长期工作，具有防水、防酸、耐碱并与仪器厂家相配套的产品。

质量标定:埋入坝体的差动式仪器在安装埋设前需进行三项特性参数率定(力学性能、温度、气密性)。对于电阻式仪器(电阻温度计 DW 型)只进行温度及气密性参数的标定。

合格的仪器方能埋入建筑物中。水工观测电缆应按设计要求进行统一编号，检查电缆连接部位是否严密，仪器及电缆购置要有备用量。

钻孔要求:观测项目的钻孔精度影响仪器埋设质量及成果分析。正倒垂线的最大偏斜率要控制在 0.2%以内，保证有效口径不小于 150mm，高点位移计孔的最大偏斜率为 1%。坝基扬压力的测压管和渗压计均需在坝基灌浆结束后进行钻孔，最大偏斜率为 1%。

## 2. 施工埋设位置及方法

埋设位置:棉花滩水电站大坝主体工程为碾压混凝土重力坝，坝体埋设的观测仪器种类较多，主要集中在 2 号、4 号、5 号坝段上。埋设的设计中心点与实际位置中心点，要控制在±50mm 以内。

施工方法:埋设方法按照国家规程、规范进行。若要变动时，须经有关主管部门批准。

水工观测电缆埋设时应有保护措施，以防电缆丢失或损坏。

### 6.3.4 施工观测及记录

对埋设的观测仪器要按有关的规范和设计要求进行定期观测。观测记录要写明时间、仪器名称、型号，埋设的位置、高程、电缆的走向、入仓温度、仓面气温、浇筑情况等，不得涂改，字迹要工整。

对建筑物进行巡视观测检查及资料分析时，发现异常现象，要及时做好记录，并通知有关部门，以便共同分析原因，采取安全措施。

埋设前的标定，埋设后的原始观测数据都归入档案，直至竣工移交。

## 第7章 施工导流

### 7.1 水文、气象、地质条件

棉花滩水电站坝址以上流域面积 7907km<sup>2</sup>，坝以上流域多年平均降雨量为 1657.1mm，实测最大年降水量为 2455.9mm，最小年降水量为 1232.8mm，降水量在年内各月分布极不均匀，3~9 月降水量占年降水量的 83%，坝址施工期洪水见表 7-1、表 7-2。

表 7-1 坝址年洪水频率成果表

频率	最大流量	一日洪量	三日洪量	五日洪量
(%)	(m <sup>3</sup> /s)	(亿 m <sup>3</sup> )	(亿 m <sup>3</sup> )	(亿 m <sup>3</sup> )
0.02	15500	11.70	26.0	33.9
0.2	12000	8.98	19.8	26.0
1	9400	7.07	15.4	20.3
2	8400	6.24	13.5	17.8
5	9650	5.13	11.0	14.6
10	5820	4.28	9.13	12.1
20	4710	3.41	7.17	9.54
50	3130	2.22	4.54	6.09

坝址区属于亚热带气候，极端最高温度为 39.2℃，极端最低气温为-4.8℃。

年平均气温为 20.1℃。

坝址地处峡谷，河谷呈 V 型，两岸地形基本对称，滩多水急，河道陡险，坡降达 4.5%，枯水期水面宽度约 30m。坝址大部分基岩裸露，工程地质条件较好。

表 7-2 坝址时段洪水频率成果表

频率 流量 月份	0.1%	0.2%	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%	50%
	1	2060	1870	1610	1410	1210	942	742	536
2	5790	5100	4190	3520	2870	2030	1440	887	307
3	7680	6930	5930	5170	4420	3430	2680	1940	962
4	8060	7360	6390	5650	4930	3950	3190	2430	1360
5	13000	12000	10600	9440	8400	6950	5820	4710	3130
6	13000	12000	10600	9440	8400	6950	5820	4710	3130
7	7910	7240	6310	5610	4900	3940	3220	2480	1430
8	9580	8610	7330	6380	5420	4160	3230	2300	1100
9	8500	7510	6210	5250	4310	3110	2260	1460	623
10	3760	3370	2860	2480	2090	1590	1220	854	398
11	1880	1690	1430	1240	1050	798	613	428	200
12	2810	2470	2040	1720	1400	996	709	440	200
7~9	9890	9010	7790	6890	5990	4770	3860	2940	1700
10~3	8140	7360	6300	5520	4730	3690	2900	2120	1070
9~3	9750	8790	7520	6570	5610	4360	3400	2460	1220
10~4	8600	7860	6820	6050	5290	4240	3440	2620	1480
9~4	10000	9130	7900	6970	6040	4810	3840	2890	1580

说明:

1. 根据华东院提供资料绘制。
2. 坝址年设计洪水过程线为 1969 年 5 月型。

## 7.2 施工导流标准

### 7.2.1 围堰级别

该枢纽工程为一级建筑物，根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》，

---

相应的围堰为 4 级建筑物。

### 7.2.2 围堰设计标准

根据招标文件 5.2.6、5.2.8 规定，围堰设计挡水标准为 10 月~3 月， $P=20\%$ ，流量为  $2120\text{m}^3/\text{s}$ ，校核流量为全年  $P=5\%$ ， $Q=6950\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 7.2.3 导流方式

本工程设计采用隧洞导流、河床一次断流、汛期允许基坑过水方式。导流按三个时段进行。

第一时段：1998 年 9 月中旬~1998 年 12 月 30 日，由导流洞导流。基坑在子堰的围护下进行上下游围堰施工，以及坝基开挖。

第二时段：从 1999 年 1 月 1 日~1999 年 4 月，导流洞导流，上下游围堰挡水，基坑在围堰的围护下进行大坝施工。

第三时段：1999 年 10 月至 2001 年 1 月，坝体超过 EL96.5m 以后，大坝挡水，导流洞导流。

## 7.3 围堰设计

### 7.3.1 围堰结构型式的选择

坝址处河道狭窄，导流洞布置在右岸，进水口底板为 EL69m，进口处离坝轴线距离不足 100m。

在围堰方案比较中，作了粘土斜墙土石围堰、粘土心墙土石围堰、混凝土心墙土围堰，和混凝土重力式围堰等四种方案。上述土石围堰堰体可利用开挖石碴填筑，具有施工方法简单等优点，但由于土石围堰底部宽度大多在 100m 以上，堰体坡脚将伸过导流洞进口，这在地形上就受到了限制，因而不好采用。而混凝土重力式围堰，具有稳定、抗冲等优点，所以在本导流工程的上游围堰选用混凝土重力式结构。

### 7.3.2 围堰设计

#### 1. 上游混凝土围堰堰体高程的拟定

围堰设计挡水流量  $Q=2120\text{m}^3/\text{s}$  时，相应水位为 EL96.5m，选用混凝土围堰堰顶

---

高程为 EL96.5m, 另外在堰顶上游侧用麻包堆筑高 1m 的防浪墙。

## 2. 围堰设计参数选用

根据招标文件提供的地质资料, 堰址区为黑云母花岗岩, 参考有关资料, 初步拟定基岩物理力学性质指标为:

混凝土与弱风化黑云母花岗岩的抗剪断参数为:

$$f' = 0.95 \quad C = 12 \text{kg/cm}^2$$

混凝土与弱风化黑云母花岗岩的抗剪参数为:

$$f = 0.65 \quad C = 0$$

$$\text{混凝土密度 } \gamma = 2.35 \text{t/m}^3$$

设计流量: 围堰设计挡水流量  $Q = 2120 \text{m}^3/\text{s}$ , 即 10~3 月  $P = 20\%$ ; 校核流量为  $Q = 6950 \text{m}^3/\text{s}$ , 即  $P = 5\%$ 。

## 3. 围堰计算公式及相应安全系数

围堰设计稳定安全系数根据《水利水电施工组织设计规范》第 2.2.27 条与第 2.4.9 条取值, 抗剪断安全系数  $K_2 \geq 3$ , 允许拉应力:  $\sigma = -0.1 \sim -0.15 \text{MPa}$ 。

设计流量时

$$\text{抗滑稳定: } K = f' \Sigma W + CA / \Sigma P = 8.4 > 3 \text{ 安全}$$

$$\text{基底应力: } \sigma = N/B(1 \pm 6e/B) = 5.1 \text{kg/cm}^2$$

$$0.5 \text{kg/cm}^2$$

校核流量时

$$\text{抗滑稳定: } K = f' \Sigma W + CA / \Sigma P = 13 > 3 \text{ 安全}$$

$$\text{基底应力: } \sigma = N/B(1 \pm 6e/B) = 6.9 \text{kg/cm}^2$$

$$-0.5 \text{kg/cm}^2$$

在允许范围之内。

校核流量  $Q = 6950 \text{m}^3/\text{s}$  时, 堰顶过流流态复杂, 拟在中标后进行模型试验, 再进行验算。

#### 4. 围堰布置与结构

上游围堰布置在坝轴线上游约 60m 处，其位置为：坝上 0+76，坝右 0+110 至坝上 0+60，坝右 0+198。

堰体为重力式碾压混凝土结构，堰顶 EL96.5，麻包防浪墙顶 EL97.5m。堰顶宽 5m，堰顶长约 90m，最大堰高 28.5m，最大底宽 20.125m。迎水面垂直，背水面为 1：0.55，堰体基岩面至 EL77m 浇筑变态混凝土，与两岸山坡相接处铺筑 1m 左右的常态混凝土。基础要求座落在弱风化岩石面上。混凝土工程量为 15017m<sup>3</sup>，其中 EL77m 以下常态混凝土 3310m<sup>3</sup>。

#### 5. 上下游子围堰设计

堰顶高程的拟定：根据旬平均流量资料分析计算，得出 8~9 月的各旬平均流量频率见表 7-3。

表 7-3 八、九月旬平均流量表

时间 流量 频率	八月		九月		
	中	下	上	中	下
$P=20\%$		308	310	325	236

根据施工总进度安排，1998 年 9 月 10 日截流，相应截流流量为  $Q=325\text{m}^3/\text{s}$ ，相应水位为 EL76.5m，选用截流戗堤为 EL77m。考虑到 10 月份三年一遇洪水流量  $Q=620\text{m}^3/\text{s}$ ，选定上游子围堰高程为 EL80.5m。戗堤工程为 2168 m<sup>3</sup>。

棉花滩坝址下游的青溪水库正常水位为 EL73.6m，选定下游子堰堰顶高程为 EL74m。

#### 6. 上下游子堰的结构形式

上、下游子堰均采用土石围堰，迎水面用粘土斜墙防渗，坡度为 1：2，背水面为 1：1.5。

上游子围堰堰顶高程为 EL80.5m，顶宽 6m，堰顶长度约 40m。

下游子围堰堰顶高程为 EL74m，顶宽 6m，堰顶长度约 38m。

上下游子堰轴线位置见表 7-4。

表 7-4 上下游子堰轴线位置表

	C	D	E	F
坝上	0+116	0+106		
坝右	0+150	0+188	0+116	0+162
坝下			0+304	0+300

上游子围堰土石工程量为  $5153\text{m}^3$ ，下游子围堰土石工程量为  $1387\text{m}^3$ 。

## 7.4 围堰施工

上下游围堰工程量:混凝土  $17385\text{m}^3$ ，土石方填筑工程量  $6540\text{m}^3$ ，开挖土石方  $1868\text{m}^3$ 。

### 7.4.1 围堰施工布置

施工区域内两岸山坡陡，施工场地狭窄，根据地形地貌条件进行围堰施工布置。

施工道路:1号施工道路为汀江大桥左桥头沿 EL92m 施工道路下基坑，分别延伸至上游围堰和下游围堰的左岸接头处。路面宽度为 9m。

2号施工道路为拌合楼沿右岸上坝公路下至汀江大桥后经左岸的 EL92m 施工道路。

堆料场:石料为坝肩开挖石碴，堆料场选择在汀江大桥的右桥头处，前期为截流和上下游子围堰施工的堆料场。后期布设两台  $0.5\text{m}^3$  强制式拌合机，拌制上下游围堰的常态混凝土。

土料场:上、下游子围堰防渗料为粘土，粘土料场在大坝右岸上游 3km 处的新桥头。

过渡料和混凝土用砂及骨料。

砂:在铲坑砂料场采运，运距约 4.5km。

过渡料:为小型破碎机制成的混合料。

骨料:经人工筛分后的碎石。

拌合站:常态混凝土由  $0.5\text{m}^3$  强制式拌合机拌制，布置在汀江大桥右桥头；碾压混凝土由右岸 EL180m 拌合楼供应。

#### 7.4.2 截流施工

根据总进度安排，围堰截流时间为 1998 年 9 月 10 日，截流流量为  $Q=325\text{m}^3/\text{s}$ （即 9 月中旬旬平均流量， $P=20\%$ ）。

龙口位置的选择：坝址位置枯水期水面宽约 30m，由于右岸山坡陡峻，无法布置施工道路，而岸坡岩石裸露，根据水力计算，龙口流速和抛投粒径均不大。为此采用左岸单头进占，强行合拢，右岸不设裹头。

截流施工：截流戗堤总计工程量为  $2168\text{m}^3$ ，按 1.5 倍系数备料，计  $3252\text{m}^3$ ，按 1d 时间完成。以 20h 工作计，小时强度为  $163\text{m}^3$ ，配 7 部 20t 汽车，每辆车 4 趟/h，装载机 2 台配合装车，推土机 2 台推平。依龙口水力计算，龙口为 12m 时，龙口流速  $V_{\max}=3.84\text{m/s}$ ，抛投粒径为  $D=58\text{cm}$ ，见表 7-5 “截流龙口水力参数”，预进占时，在此段难度较大，备用一些大于 0.6cm 粒径的石料，加大抛填速度，强行进占至龙口合拢。

表 7-5 截流龙口水力参数

项目	龙口		
	$B=20$	$B=15$	$B=12$
流量 $Q(\text{m}^3)$	106	74	26
流速 (m/s)	3.38	3.84	1.32
抛投粒径 (m)	0.45	0.58	
水位差 (m)	0.8	1.9	3.85

#### 7.4.3 围堰闭气

龙口合拢后，进行过渡料和粘土抛填，过渡料由铲坑天然砂料场采运，装载机装车，8t 汽车运输。粘土从坝上游新桥头料场采运，8t 自卸汽车运输。闭气施工时先抛过渡料，8t 自卸汽车运料，推土机推平，辅以人工修坡。粘土抛填滞后 5~10m 进行。施工方法与过渡料施工相同。

下游围堰戗堤进占合拢施工方法与上游围堰相同，即上游围堰合拢后，进行下游围堰施工，计划一天戗堤合拢。然后进行围堰闭气。上、下游围堰闭气用料，过

---

渡料  $420\text{m}^3$ ，黏土  $813\text{m}^3$ ，按 150% 备料需  $1850\text{m}^3$ ，计划三天完成，以每天工作 12h 计，小时抛填强度为  $51\text{m}^3$ ，配 9 部 8t 自卸车或 4 部 20t 自卸汽车运输。

上游子堰闭气后，即可进行围堰加高施工，施工方法同上。

#### 7.4.4 基坑排水

初期排水：上、下游子围堰闭气后，即可进行基坑排水，基坑面积约  $16000\text{m}^2$ ，水面 EL73.4m，河底 EL70.00m，约有积水 4 万  $\text{m}^3$ ，按 8 万  $\text{m}^3$  排水量配置水泵。水泵布置在下游围堰堰顶。当水位下降后再将水泵移至低洼处排水。

初期排水用 4 台水泵，型号为 8B29A， $Q=250\text{m}^3/\text{s}$ ， $h=24\text{m}$ ，功率 20.1kW/台，计划 5d 排完，每天抽水 20h，小时排水量为  $800\text{m}^3/\text{s}$ 。

经常性排水

降雨：根据坝区多年降雨量资料，日降水量  $\geq 50\text{mm}$  的暴雨在各日均可能发生，基坑集水面积 13.5 万  $\text{m}^2$ ，取  $\phi=0.9$ ，日最大降雨排水量按下式计算：

$$\begin{aligned} Q_1 &= F \cdot q \cdot \phi / 1000 \\ &= 13500 \times 50 \times 0.9 / 1000 = 6075\text{m}^3 / 24 = 253\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

施工弃水：主要为混凝土施工用水，按混凝土月强度为 6.05 万  $\text{m}^3$ ，按养护水 0.3  $\text{m}^3$  计，则

$$\begin{aligned} Q_2 &= M \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 / K \\ &= 60500 \times 0.3 \times 1 \cdot 2 \times 1.5 / 30 \\ &= 1089\text{m}^3/\text{d} \\ &= 46\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

围堰为混凝土结构，不考虑渗水。

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 \\ &= 253 + 46 \\ &= 299\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

设两台水泵（备用一台），水泵型号为 8B29A。安置在基坑深潭处进行抽水，向下游围堰外排水。

#### 7.5 上、下游混凝土围堰施工

---

### 7.5.1 土石方开挖

土方开挖:土方开挖直接用挖掘机挖装,自卸汽车运输弃之。

石方开挖:两岸山坡石方开挖,分台阶,层高3~3.5m,用01~30手风钻钻孔,小梯段爆破。河底基岩面宜开挖成向上游面倾斜的岩面。

断层开挖:基岩的断层采用人工开挖,断层内的破碎岩石或夹泥污物按设计挖除,经特殊处理后复盖混凝土。

### 7.5.2 常态混凝土浇筑

上游围堰EL77m以下为常态混凝土,计3310m<sup>3</sup>。下游围堰混凝土为150号常态混凝土,计2714m<sup>3</sup>。

混凝土级配:上游围堰常态混凝土强度等级为R<sub>28</sub>100号,采用天然砂和人工骨料拌制,混凝土级配由现场试验室提供。

模板:模板为悬臂钢模板3m×4m,边角部位用木模或钢木组合式模板。

分层分块:上游围堰中间设一横缝,分左右两块交叉分层浇筑,最大浇筑面积为323m<sup>2</sup>,下游围堰根据设计文件分块,浇筑层厚3m。

混凝土拌制:采用0.5m<sup>3</sup>强制式混凝土拌合机,布置在汀江大桥的右桥头,两台小时生产强度为40m<sup>3</sup>。

混凝土运输用自卸汽车运至仓面料箱,由手推胶轮车经溜筒入仓;摊铺、平仓、振捣、养护等,均按有关技术规范执行。

### 7.5.3 碾压混凝土施工与试验研究

上游围堰碾压混凝土工程量为11707m<sup>3</sup>(包括与岸坡连接的变态混凝土)。

围堰碾压混凝土由EL180m的IHI拌合楼拌制,20t汽车运输。施工时进行大坝碾压混凝土各项参数试验,主要试验内容有:

碾压混凝土级配、拌合时间及投料顺序、I<sub>c</sub>值、抗压强度、密度及均匀性等。

卸料、平仓、碾压操作规则与注意事项。

摊铺、碾压层厚、碾压遍数、碾压设备性能、碾压方式等。

---

碾压混凝土在运输、卸料、入仓、平仓、控制骨料分离、埋设件施工等。

现场质量控制中 VC 值及压实度等的验证。

异种混凝土及变态混凝土的施工工艺、水泥配制、铺洒、变态混凝土振捣等。

各种机械设备的运行工况、性能及其匹配等。

模板试用情况。

横缝成缝方式。

施工缝面处理方式。

围堰混凝土施工严格按照招标文件 5.9 执行。

## 7.6 导流洞堵头施工

导流洞堵头位于导洞 0+090.00~导洞 0+128.00 段,长 38m,宽 11m,高 12.44~15m。其工程量:混凝土 6737m<sup>3</sup>,接触灌浆 1078m<sup>2</sup>,固结灌浆 495m。

### 7.6.1 施工布置

施工道路:距导流洞出口约 120m 处的抚石公路路侧开辟导流洞堵头施工道路,路面坡度按<10%,总长约 300m。

施工供风:由一台 8m<sup>3</sup>/min 移动式电动压风机供风。

施工用水:由系统供给。

施工用电:由系统供给。

### 7.6.2 围堰施工

围堰为土石结构,堰顶 EL74m,顶宽 6m,迎水面采用黏土斜墙防渗,两侧边坡为 1:1.5、1:2。

料源:石碴利用基坑开挖的弃碴;粘土来源于右岸上游新桥头黏土料场;砂砾石取自砂石料场。

运输:采用 8t 自卸车运输。

填筑层厚:堆碴铺料层厚 2m,砂砾铺料层厚 1m,黏土层厚 1m。

设备:PC-200 挖掘机 1 部;D85 推土机 1 部;ZL50 装载机 2 部;8t 自卸汽车 3 部;水泵 200JQ80-2 部。

---

### 7.6.3 导流洞排水

施工期排水经排水沟汇集至集水井，由水泵抽排。

### 7.6.4 堵头混凝土浇筑

浇筑平均强度为 21 m<sup>3</sup>/h。

立模：堵头两端采用混凝土预制块模板，灌浆廊道采用钢木组合模板。

冷却水管制作、安装：采用  $\Phi 40\text{mm}$  的标准钢接头，由预制厂制作运至浇筑场地拼装埋设。

混凝土：拌合楼拌制。

混凝土运输：EL82.5m 以下采用 8t 自卸汽车自拌合楼运至导流洞内，经皮带机输送至仓面，再由胶轮车运输入仓。EL82.5m 以上采用混凝土泵直接入仓。

浇筑层厚：每一浇筑层厚 150cm。浇筑工艺见附图 8-5 “导流洞堵头混凝土浇筑示意图”。

振捣：EL82.5m 以下采用插入式振捣器振捣，EL82.5~EL84.0m 采用软轴式电动振捣器振捣。

养护：在混凝土浇筑完毕后 12~18h 开始养护。

设备：

通风机 8kW	1 台
8t 自卸汽车	6 部
胶轮车	8 部
混凝土泵	1 部
插入式振捣器	8 台
软轴式振捣器	2 台
皮带机 B=500	1 条

## 7.7 围堰施工进度安排

根据总进度安排，1998 年 9 月 10 日围堰截流，1998 年 12 月底建成混凝土围堰。

围堰截流闭气，到基坑抽水，供基坑开挖提供干地施工条件只有 10d 时间，即

---

1998年9月10日~1998年9月20日。

上游围堰常态混凝土施工期只有30d,即1998年10月1日~1998年11月10日。

碾压混凝土施工期40d,即11月11日~1998年12月20日。

## 7.8 施工期的安全渡汛及下闸蓄水

### 7.8.1 安全渡汛

根据施工总进度安排,1998年9月10日截流后,迄12月底,上、下游围堰需浇至设计高程,使大坝工程在99年4月浇至EL89m以上,以保大坝安全渡汛。

1999年汛后,大坝继续加高,当大坝高程超过EL96.5m以后,由大坝挡水,导流洞导流。

2001年1月导流洞闸门沉放,水库开始蓄水,4月份导流洞封堵结束,汛期洪水由大坝溢流孔泄洪。

### 7.8.2 导流洞闸门沉放

导流洞闸门于2001年1月沉放,闸门重为214t,由500t启闭机起吊沉放。

闸门的制作与组装详见第13章,本文仅简述闸门的沉放。

闸门沉放前28d,将安装工艺措施报告监理工程师审批。

沉放前,对门槽等埋设件表面进行清理和尺寸校对,并清除门槽内的污泥杂物。

闸门沉放:闸门沉放分两个阶段。

第一阶段:首先将闸门提升10cm左右,拆除闸门的承重结构和组装平台。

第二阶段:沉放闸门,用电动卷扬机同步控制沉放速度,防止偏斜和损坏水封。

---

## 第8章 大坝基础开挖

### 8.1 概述

坝址处河谷呈“V”字型，枯水期河面宽约 30m，两岸山坡坡度约  $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，左岸稍陡，EL110 以下及河床基岩大部分裸露。

坝址处出露的岩层为燕山早期第三次侵入的黑云母花岗岩，该岩性系中细粒结构，块状构造，致密坚硬，新鲜~微风化岩石的湿抗压强度平均在  $1500\text{kg}/\text{cm}^3$  以上，现场岩石抗剪断试验峰值平均值：弱风化岩石  $f' = 2.45$ ， $C' = 33.8\text{kg}/\text{cm}^2$ ，微风化岩石  $f' = 2.52$ ， $C' = 36.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

本工程土石方开挖工程量  $155709\text{m}^3$ ，其中土方工程量  $12285\text{m}^3$ ，石方开挖工程量  $142955\text{m}^3$ 。

### 8.2 施工布置

#### 8.2.1 施工道路布置

基础开挖运输道路结合混凝土运输道路布置，其布置为：

利用左、右岸上坝公路，按纵坡  $8\%\sim 10\%$ 、路面宽  $8\sim 9\text{m}$ 、分别延伸至 EL150（左岸）、EL158（右岸），形成 1 号、13 号道路，供开挖使用。

从 EL105 原抚石公路按纵坡  $8\%\sim 12\%$ 、路面宽  $9\text{m}$  分别延伸至 EL125、EL80、EL68 形成 3 号、5~10 号、11 号道路，供开挖使用。

#### 8.2.2 风、水系统布置

风系统：石方开挖钻孔选用瑞典 AtlasROC712H-01 液压潜孔钻，保护层开挖为 YQ-30 型手风钻，供风采用 2~3 台  $17\text{m}^3/\text{min}$  移动式压风机，不设固定压风系统。

水系统：开挖施工用水采用系统供水方式，基坑工作面排水采用 2~3 台潜水泵，排至排水系统后向基坑外排水。

#### 8.2.3 生产辅助设施布置

生产辅助设施—重机修理车间、修纤厂布置于左岸坝址上游。

火工品材料库及加工库布置于背头坑料场附近的山谷。

## 8.3 开挖程序及工艺流程

### 8.3.1 施工程序

坝基 EL80 以上开挖工程量 13.02 万 m<sup>3</sup>，EL80 以下开挖工程量 2.5 万 m<sup>3</sup>，采用自上而下逐层开挖方式，即先进行左右岸 EL80 以上坝基和坝头部位的开挖，如果河床水位较低，则尽可能开挖至枯水水面，围堰形成后再进行坝基开挖。坝基开挖程序见图 8-1。坝基开挖工艺流程见图 8-2。

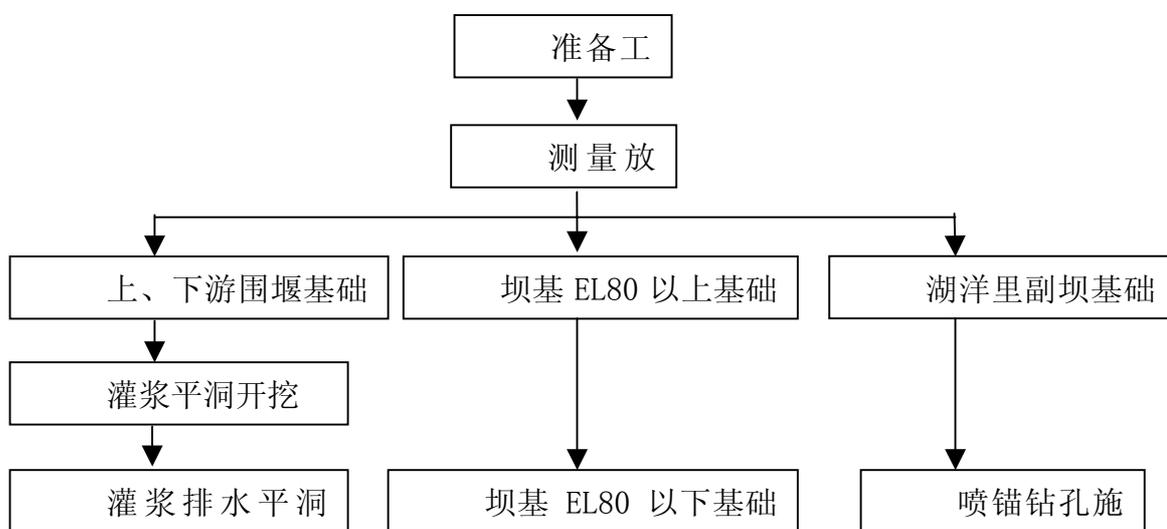


图 8-1 坝基开挖程序框图

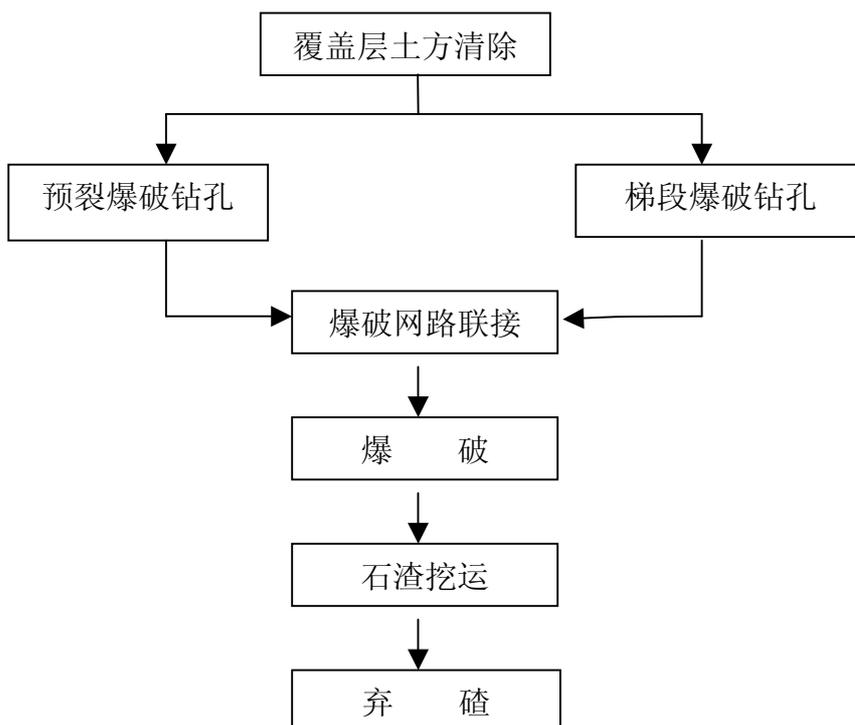


图 8-2 坝基开挖工艺流程框图

### 8.3.2 开挖方法和参数选择

左、右岸坝基开挖深度一般为 7~15m,最大开挖深度达 19m(位于坝右 0+059.80 处)基坑开挖深度为 1~14m 不等。根据我局在沙溪口、水口水电站建设中的成功经验,确定采用:两岸坝基采用上、下游面垂直予裂、建基面予裂、深孔梯段控制爆破;河床基坑预留保护层,要充分利用地形条件,进行分层梯段爆破;即左岸坝基分层开挖时,最小抵抗线一律朝向右岸,右岸坝基分层开挖时,最小抵抗线一律朝向左岸。EL80 以下河床坝基开挖时先施工先锋槽,创造爆破临空面后再进行左右向扩挖。

### 8.3.3 覆盖层土方开挖

坝基覆盖层土方采用 PC-300 反铲挖掘机自上而下随梯段开挖逐层剥除,分别堆放于 EL179、EL150、EL125、EL105、EL80 平台上, D85 推土机集碴,尔后由 PC-400 正铲挖掘机配 20t 自卸汽车运碴至桂椿楼弃碴场或标书文件规定的其他弃碴场,并压实。

### 8.3.4 预裂爆破

按标书文件规定,对坝基岩石开挖及边坡达到 1:0.75 或更陡的岩石开挖均采用预裂爆破,建筑物周边及建基面的水平预裂爆破参数见表 8-1。

表 8-1 预裂爆破参数表

参数	梯段高段 H	
	H≤3m	H>3m
孔距	40~60cm	80~100cm
孔径	42cm	75mm
孔深	H-30cm	H-50cm
药卷直径	32mm	32mm
不偶合系数	1.31	2.34
堵塞长度	0.8~1.0m	1.2~1.5m
△线	300~320g/m	340~400g/m

预裂爆破视不同部位地质条件按不偶合连续装药或间隔装药的结构形式，并经试验进行参数调整。

### 8.3.5 石方开挖

#### 1. 基坑先锋槽开挖

基坑开挖时坝右 0+143.00 设先锋槽，以掏槽爆破法形成槽宽 12m；先锋槽形成后，再向左右扩宽，先锋槽开挖工程量为 2300m<sup>3</sup>。

基坑先锋槽开挖见附图 9-3 “基坑先锋槽开挖布置图”。

#### 2. 坝基石方开挖

坝基石方开挖采用梯段控制爆破方法，根据不同梯段高度分别采用不同的钻孔机械：

当梯段高度  $H \leq 3\text{m}$  时，采用手风钻钻孔，进行浅孔小梯段爆破。

当梯段高度  $3\text{m} < H \leq 10\text{m}$  时，采用瑞典 AtlsaR0C712H-01 液压潜孔钻钻孔。

当梯段高度  $H > 10\text{m}$  时，分层开挖。

梯段爆破参数见表 8-2。

表 8-2 梯段爆破参数表

梯段高段 H 参数	$H \leq 3\text{m}$	$3\text{m} < H \leq 10\text{m}$	备注
孔深	$H - 0.2\text{m}$	$H - 0.3\text{m}$	
孔径	42mm	75mm	
孔距	1.2~1.5m	2.5~3.0m	
排距	0.8~1.0m	2.0~2.5m	
钻孔角度	90°	90°	
药卷直径	32mm	60mm	
单位耗药量	0.45~0.5kg/m <sup>3</sup>	0.4~0.45kg/m <sup>3</sup>	
堵塞长度	0.8~1.0m	2.0~2.5m	

当在非预裂建基面开挖时，按  $\Delta h = 0.3 \sim 0.5$  考虑，孔底垫柔性材料 0.3~0.5m。

爆破网路以非电起爆网路为主，电爆网路为辅。

坝基石方开挖爆破见附图 9-4 “坝基开挖布置及起爆网路图”。

施工中需结合生产，先在 1 号、6 号坝块进行爆破试验，以选择最佳爆破参数。

### 保护层开挖

在不采用预裂施工的建基面，采取预留保护层的开挖方式。保护层预留厚度为 1.8m，采用 YQ-30 型手风钻进行浅孔小梯段一次开挖爆破，其保护层开挖爆破参数见表 8-3：

表 8-3 保护层开挖爆破参数表

参数 \ 梯段高度 $H$	$H=1.8$	备注
孔深	1.8	
孔距	1.2	
排距	0.8	
孔径	42mm	
钻孔角度	90°	
药卷直径	32mm	
单位耗药量	0.4~0.45kg/m <sup>3</sup>	
堵塞长度	0.5m	

### 3. 出碴

坝基开挖石碴由 D85 推土机配 PC300 反铲挖掘机翻至出碴平台，由 PC-400 正铲挖掘机配 20t 自卸车出碴。

石碴除部分用于 2 号、3 号营地及施工道路等填筑外，部分用于上游子堰填筑。其余运至桂椿楼弃碴场，并压实。

## 8.4 施工进度

坝基开挖施工进度按 1998 年 9 月初截流进行安排，其计划见表 8-4。

表 8-4 坝基开挖施工进度表

序号	项 目	工程量	1998 年												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	准备工作	项													
2	浮渣清理	项													
3	EL80 以上坝基开挖	127240m <sup>3</sup>													
4	EL80 以下坝基开挖	25000m <sup>3</sup>													
5	灌浆平洞开挖	110m													
6	灌浆排水平洞开挖	247m													
7	边坡锚固钻孔	项													

## 8.5 施工设备

### 8.5.1 主要施工设备

按施工进度计划安排，月平均开挖强度为 25000m<sup>3</sup>/月，高峰开挖强度达 29500 m<sup>3</sup>/月；其主要开挖设备见表 8-5。

表 8-5 主要开挖设备表

序号	设备名称	型 号	能力	单位	数量
1	挖掘机	PC-300	40~60 m <sup>3</sup> /h	台	2
2	挖掘机	PC-400	60~80 m <sup>3</sup> /h	台	2
3	推土机	D85		台	3
4	自卸汽车	20t	80~96 m <sup>3</sup> /h	辆	10
5	液压潜孔钻	AtlsaROC712h-01	20m/h	台	2
6	手风钻	YQ-30		把	10
7	移动式压风机	17m <sup>3</sup> /min		台	2
8	潜水泵			台	3

## 8.5.2 劳动力组合

劳动力组合见表 8-6。

表 8-6 劳动力安排表

序号	工 种	单位	数量	备 注
1	重机工	个	32	
2	驾驶员	个	30	
3	液压钻工	个	20	
4	风钻工	个	60	
5	压风工	个	10	
6	水泵工	个	10	
7	重机修理工	个	15	
8	炮工	个	8	

## 8.6 火工品材料计划

火工品材料计划见表 8-7。

表 8-7 主要火工器材料计划表

序号	名 称	单位	规格	数量
1	2 号岩石硝氨炸药	t	$\phi 60$	50
2	乳化炸药	t	$\phi 60$	10
3	乳化炸药	t	$\phi 32$	16t
4	电雷管	发	MS <sub>1</sub> ~MS <sub>20</sub>	18000
5	非电雷管	发	MS <sub>1</sub> ~MS <sub>10</sub>	48700
6	塑料导爆索	m	塑料	22500

非电雷管（塑料导爆管）采用管长为 5~12m。

## 第9章 钻孔灌浆工程

### 9.1 概况

棉花滩大坝坝基主要地质条件为黑云母花岗石，根据设计要求，需对基础进行灌浆处理。整个基础处理工程包括固结灌浆、帷幕灌浆、回填灌浆、接触灌浆及钻排水孔。

基础处理与灌浆施工顺序以先固结后帷幕再打排水孔依次进行，在帷幕钻孔灌浆与排水孔施工期间穿插安排接触及回填灌浆工作。

基础灌浆和排水孔工程量见表 9-1。

表 9-1 基础灌浆和排水孔工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	固结灌浆			
1	坝基固结灌浆	m	11235	
2	导流洞堵头固结灌浆	m	495	
二	帷幕钻孔灌浆	m	21205	
三	回填灌浆			
1	勘探平洞回填灌浆	m <sup>2</sup>	1241	
2	灌浆、排水平洞衬砌回填灌浆	m <sup>2</sup>	222	
四	接触灌浆			
1	钢衬接触灌浆	m <sup>2</sup>	802	
2	大坝基础接触灌浆	m <sup>2</sup>	8200	
3	导流洞堵头接触灌浆	m <sup>2</sup>	1078	
五	排水孔			
1	基础排水孔	m	12396	
2	坝身排水孔	m	3695	

### 9.2 施工布置和施工方法及技术要求

---

### 9.2.1 固结灌浆

固结孔孔深一般为 5~8m，孔距、排距均为 3m，地质条件较复杂部位由工程师指令进行加深、加密。

机房布置在施工干扰较少且尽量靠近施工面的上下游空地上，以缩短灌浆机械与灌浆孔的距离。

本工程设计灌浆压力为 0.2~0.6MPa，孔深相对较浅，据此选用 SGB-1 型卧式双缸双作用灌浆机，并配置 200L 高速搅拌机进行灌浆。造孔选用 Atlas ROC712 型液压钻机或 01-30 型手风钻。

#### 固结灌浆施工

钻孔按照设计图纸对孔位进行测量放样，造孔在平坦地段采用 Atlas ROC712 型液压潜孔钻，陡坡地段采用 01-30 型手风钻。孔向一般为垂直，但在陡坡、断层等位置可视情况布成斜孔。钻孔直径为  $\phi 76 \sim \phi 55$ 。

冲洗及压水试验：选用  $\phi 20$  管接高压水冲洗，将孔内残碴冲干净，并测定孔深。

冲洗结束后再用灌浆机或高压水进行洗孔，洗孔压力为该段灌浆压力的 80%，采用脉动式轮换冲洗，见回清水延续 15min 即可结束。

选用具有代表性的孔 5% 进行压水试验，其压力为灌浆压力的 80%，吸水量稳定标准为 10%，稳定时间为 30min。

灌浆及封孔：一般孔段采用不分段一次性灌浆，但当地质条件较复杂的部位可分段灌浆，灌浆分二序次进行。即先灌 I 序孔，后灌 II 序孔。

灌浆材料采用强度等级为 32.5 以上普通硅酸盐水泥，水泥需新鲜且无结块。

灌浆水灰比应遵循由稀到浓的原则，开灌水灰比为 5:1，以后按规程规范以 3:1, 2:1, 1:1, 0.8:1, 0.6:1, 0.5:1 等 7 个比级逐渐变化。非特殊情况一般不采用 0.6:1 以下浓渡。

水灰比改变原则，当灌浆压力保持不变，注入量持续减少时，不得改变水灰比；当某一级浆液的注入量已达 300L 以上，而注入率均无改变或改变不显著时，应改浓一级。当注入率大于 30L/min 时，可视具体情况越级变浓。

结束标准：在某一浓度和规定压力下，当注入率小于 0.4L/min 持续 30min 即

---

可结束灌浆，孔口采用 1：1 水泥砂浆进行封孔。

### 9.2.2 帷幕灌浆

棉花滩水电站大坝帷幕灌浆布设在坝轴线下游坝左 0+085~坝右 0+365 桩号上，孔深 15~77m。由两排帷幕孔组成，孔距为 2m，排距为 0.75m。总工程量为 21205m，上排副帷幕倾向库区 5°，主帷幕为垂直孔。

帷幕灌浆除两岸坝头在露天作业外，其余大部分是在灌浆廊道内进行。选用的钻灌设备均为电动式，为了便于施工和安全生产，风、水、电的管线布置应选择合理方案。将动力线妥善架设在廊道上游侧墙上，避免受潮侵湿。照明线布置在动力线下方，采用低压变压器照明。风、水管布置在廊道上游侧。

钻孔灌浆的回水经沉淀后排到低处或集水进井内，然后用水泵排向坝外。通风排气设施采用轴流式鼓风机，从通风井或临时通道直接送风。

根据大坝各部位工程量和进度计划，合理安排机组间距，以减少钻机移动次数，机房设置在灌浆廊道与交通廊道相交处，沿钻孔轴线铺设轨道，便于钻机移动行走。

根据图纸，帷幕灌浆钻孔孔径选用  $\phi 76 \sim \phi 56$ ，灌浆压力为 0.2~4.5MPa，以选用 XY-1A 型钻机造孔，SGZ6-10 型灌浆机灌浆。所选机械设备的输浆量、压力及钻探能力均满足设计要求。

根据总工程量和总进度要求，制定合理的施工方案和进度，拟安排 8 台钻机、4 套灌浆设备，月进度 1400~1500m/月。

#### 帷幕灌浆

按照设计图纸，对孔位进行测量放样，并统一编号，帷幕线由两排孔组成，排距为 0.75m，先钻灌下游排，后钻灌上游排孔。采用逐渐加密法分两序施工，I 序开孔孔距为 4m，II 序加密至 2m。采用自上而下分段钻进，每段钻进结束进行洗孔、压水、灌浆，再加深一段.....直至终孔。接触段采用  $\phi 76$  金刚石钻进，段长为钻基岩 1.5m，以下采用  $\phi 56$  金刚石钻头逐段加深。

为确保钻孔质量，开钻前应把钻机调平，使孔位、立轴、游车前缘在同一直线上。开钻时采用慢速低压钻进。钻孔过程中每段采用 KXP-1 测斜仪进行孔斜跟踪测量，发现偏斜及时纠正。把钻孔偏差严格控制在标书规定范围内。

钻孔的冲洗及压水试验，每段钻进结束后，通过钻具用高压水将孔内沉砂冲洗

干净，并测定实际孔深。用灌浆机进行洗孔。其洗孔压力为灌浆压力 80%，以高压低脉动式轮换冲洗，直至回水澄清，再延续 20min 结束。

选择第一序孔的 25%孔数作为先导孔逐段进行压水试验，第二序孔选择 10%孔数进行压水试验，压水采用一个压力值。其压力大小以该孔段灌浆压力的 80%为准。吸水量稳定标准 10%，稳定时间一般灌浆段为 30min，检查孔为 60min。

### 帷幕灌浆

灌浆材料选用 42.5 普通硅酸盐水泥。为提高细小裂隙的结石率，确保灌浆质量，帷幕使用的水泥根据灌浆情况必要时采取湿磨后再灌浆。

灌浆方式接触段用注浆塞灌浆后，埋设孔口管，待凝 72h，以下孔段均采用孔内循环灌浆，灌浆管下至距孔底 0.5m，当吸浆量较小时，一般不待凝连续分段循环灌浆。当吸浆量较大时需待凝 24h 以上再继续往下加深，有地下水孔段需采用闭浆处理。

灌浆段长，接触段为钻进基岩 1~2m，以下孔段长度一般控制在  $\leq 8m$ ，当地质条件较差时应尽量缩短灌浆段长。

灌浆压力。帷幕灌浆压力按表 9-2 控制。

表 9-2 帷幕灌浆压力表

孔深 m	0~2	2~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	>30
压力 MP <sub>a</sub>	0.2~0.5	0.5	1.25	2.0	2.75	3.5	4.5	4.5

浆液稠度选用：帷幕灌浆的浆液浓度应遵循由稀变浓逐级变换的原则。开灌水灰比 5:1，以下按操作规程要求以 3:1，2:1，1:1，0.8:1，0.6:1，0.5:1 逐级变浓。

水灰比改变原则：当某一比级浆液的注入量已达 300L 以上，而灌浆压力和注入量均无改变或改变不显著时，应改浓一级。当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。

灌浆结束标准：在规定的压力下，当注入量  $\leq 0.4L/min$  时延续 60 min 结束。

封孔：在全孔灌浆结束后应及时做好封填工作，封孔采用机械灌浆法，灌浆水灰比为 1:1，0.8:1 达到结束标准后延续 1h，待凝 2d 后把孔口积水排干，然后通

---

过人工用 1:1 水泥砂浆填满密实。

### 9.2.3 回填灌浆

回填灌浆包括勘探平洞 1241m<sup>2</sup>，排水平洞衬砌 222 m<sup>2</sup>，总工程量为 1463 m<sup>2</sup>。

回填灌浆选用 UB-3 型灰浆泵两套，根据空隙情况选择适当人员分班作业，按总进度要求安排施工。

灌浆方法：采用填压式灌浆法。

浆液水灰比：灌浆水灰比为 1:1，0.8:1，0.6:1，0.5:1 四个比级，如需灌注水泥砂浆，掺砂量不大于水泥重量的 2 倍。

灌浆压力：回填灌浆采用 0.2~0.3MPa。

结束标准：在规定的压力下，灌浆孔停止吸浆，继续灌注 5min 即可结束。

回填灌浆工作全部完成后把孔口管割除，并采用人工水泥砂浆把孔口抹平。

### 9.2.4 接触灌浆

接触灌浆包括泄水底孔钢衬 802m<sup>2</sup>，大坝 8200 m<sup>2</sup>，导流洞堵头 1078 m<sup>2</sup>，总工程量为 10080 m<sup>2</sup>。

接触灌浆选用 UB-3 型和手提式灌浆泵各一套，在现场技术人员指导下进行作业，按总进度要求安排灌浆。

钻孔：钢衬接触灌浆孔采用磁力钻造孔，孔径为  $\phi 15$ ，并连接镀锌管，岸坡接触灌浆采用手风钻造孔预埋管方式进行灌浆。根据设计施工详图分区进行，把管路引至廊道内，各种管路应做好记录。

#### 灌浆施工

灌浆前应先查清各灌区的密封情况，检查管路是否畅通，尔后用压力水进行脉动式冲洗，直至各管口回清水延续 15min 结束。

灌浆材料选用 32.5 以上普通硅酸盐水泥，灌浆方式采用循环式灌浆法。

灌浆水灰比采用 3:1，1:1，0.6:1 或 1:1，0.8:1，0.5:1 三个比级。

灌浆压力一般在 0.1~0.2MPa 之间。结束标准，在规定的压力下，灌浆孔停止吸浆或吸浆量  $\leq 0.4\text{L}/\text{min}$  即可结束。

### 9.2.5 排水孔施工

---

根据设计要求，坝体基础排水廊道及灌浆廊道内均布设排水孔，孔距为 2m，总工程量为 16091m。

排水孔施工需在周围 20m 范围基础灌浆全部结束，且对其质量进行检查，并确认质量合格后方可开始钻孔。

选择 XY-1A 型及 SGZ-IB 型钻机造孔。人员安排、施工进度与帷幕灌浆同步，合理进行配置。

按施工图进行测量放样，灌浆廊道排水孔倾向下游  $15^{\circ}$ ，其余钻孔按图纸施工。钻孔采用  $\phi 130$  开钻后改  $\phi 110$  钻至设计孔深，钻进结束将孔内残碴，岩心打捞干净，其残留量在规定内。

所有排水孔均安装孔口装置，其材料规格、尺寸要求以图纸、文件和监理工程师指令为准。

---

## 第10章 大坝主体工程混凝土施工

### 10.1 概述

棉花滩水电站大坝为全碾压混凝土重力坝，坝顶高程为 EL179.0m，坝基基础高程为 EL68.0m，坝高 111m，坝顶长 300m。坝体从左至右分为 6 个坝段，其中左岸①②坝段和右岸⑤⑥坝段为挡水坝段，中部③④坝段为溢洪道，溢流面顶高程为 EL155.0m，溢洪道共 3 孔，每孔净宽 16m。泄水底孔布置在⑤坝段，底高程为 EL115.4m，底孔为方形断面，宽×高=5.0m×8.2m，采用 20mm 厚钢板衬砌。

大坝主体工程混凝土总量 611550 m<sup>3</sup>（包括导流洞堵头混凝土 6737 m<sup>3</sup>），其中碾压混凝土 500319 m<sup>3</sup>，常态混凝土 111231 m<sup>3</sup>。

### 10.2 混凝土施工程序及施工进度

按照施工总进度安排，把大坝混凝土施工大体划分为 7 个区域，并把这些区域分别安排在以下的 5 个时段内完成：

第一时段：从 1998 年 12 月至 1999 年 4 月，完成 I 区负压溜槽进料平台先浇块和 II 区浇筑。其中负压溜槽进料平台先浇块安排在 1998 年 12 月中、下旬完成，以满足 1999 年元月安装负压溜槽，1999 年 1 月至 4 月把③④坝段浇筑到 EL89.0m，⑤坝段浇筑到 EL113.0m（底孔部位浇到 EL112.4m）。

第二时段：从 1999 年 5 月至 1999 年 9 月，完成泄水底孔钢衬安装和孔周常态混凝土施工，其中底孔进口浇筑到 EL127.4m，出口闸墩浇筑到 EL124.4m，孔顶浇筑到 EL126.6m。1999 年 5 月把泄水底孔底板常态混凝土浇筑到 EL113.5m，钢衬安装在 1999 年 6、7 月时间内完成。

第三时段：从 1999 年 10 月至 2000 年 4 月，坝体碾压混凝土上升到 EL149.4m，溢洪道导墙混凝土浇筑到 EL138.0m，泄水底孔进口检修门闸墩和出口弧门闸墩混凝土从 2000 年 4 月恢复施工。溢洪道导墙混凝土在 2000 年元月底浇筑到 EL114.0m，2000 年 2 月安装 1 号门机并争取浇筑溢流面反弧段混凝土。

第四时段：从 2000 年 5 月至 9 月，主要浇筑溢流面及闸墩混凝土，溢洪道闸

---

墩于 2000 年 6 月底浇筑到 EL159.0m, 2000 年 7 月安装 2 号门机, 2000 年 8 月把闸墩浇筑到 EL168.0m, 2000 年 9 月把两个中墩浇筑到顶, 2000 年 10 月安装门机。泄水底孔到 2000 年 6 月底, 出口弧门闸墩浇筑到顶, 进口检修门闸墩浇筑到 EL148.4m。2000 年 7、8 两个月进行底孔弧门启闭机室施工。8~9 月把底孔进口墩浇到 EL169.5m。

第五时段: 从 2000 年 10 月至 2001 年 4 月, 完成大坝标合同规定的所有工程项目的施工, 包括左右岸挡水坝段混凝土浇筑到顶, 溢洪道边墩 10 月底浇筑到顶, 10 月安装 3 号门机, 门槽施工安排在 11~12 月, 坝顶桥吊装安排在 12 月。坝体混凝土施工基本上在 2000 年 12 月底全面完成。导流洞封堵施工安排在 2001 年 1 月至 4 月进行, 工程施工于 2001 年 4 月底竣工。

### 10.3 大坝混凝土施工方案

大坝混凝土施工将全面采用机械化施工和先进、成熟的施工工艺。

混凝土拌制: 混凝土由 IHI2x4500 型双轴强制式拌合楼拌制, 拌合站拌制部分常态混凝土。

混凝土运输: 混凝土水平运输采用自卸汽车, 其中碾压混凝土采用 20t 自卸汽车, 常态混凝土采用 8t 自卸汽车和混凝土搅拌车; 碾压混凝土垂直运输以负压溜槽为主, 常态混凝土垂直运输以门机吊运为主, 基础找平层等局部常态混凝土垂直运输利用负压溜槽。负压溜槽共布置两组, 每组分上下两段, 两组负压溜槽分别布置在坝下 0+006.00m 和坝下 0+010.50m 处, 倾角约为 40°, 每组负压溜槽的设计输送能力为 200 m<sup>3</sup>/h; 门机采用 10/30t 高架门机两台, 门机布置在溢洪道导墙和闸墩上, 其中 1 号门机中心线桩号为坝下 0+070.0m, 轨顶高程 EL107.5m, 2 号门机中心线桩号为坝下 0+040.0m, 轨顶高程 EL152.0m, 2 号门机中心线桩号为坝下 0+011.50m, 轨顶高程 EL180.5m, 3 号门机由 1 号门机翻高安装。在 1 号门机安装以前, 泄水底孔及溢洪道导墙混凝土由 100t 履带吊 (或 80t 汽车吊) 吊运。这两种吊车为我局现有设备。

模板: 混凝土施工模板主要采用两种模板方式, 直立面以采用悬臂翻升钢模板为主, 大坝下游斜坡面采用台阶式混凝土预制块模板, 电梯井及廊道顶拱采用混凝土预制块模板, 溢流面采用可变桁架支立。

## 10.4 碾压混凝土施工

### 10.4.1 碾压混凝土工程量

大坝碾压混凝土工程量共 500319 m<sup>3</sup>，其中：

R <sub>180</sub> 号 100 三级配 RCC	181550 m <sup>3</sup>
R <sub>180</sub> 号 150 三级配 RCC	262469 m <sup>3</sup>
R <sub>180</sub> 号 200 二级配 RCC	50834 m <sup>3</sup>
廊道变态混凝土	4965 m <sup>3</sup>
电梯井变态混凝土	344 m <sup>3</sup>
伸缩缝变态混凝土	157 m <sup>3</sup>

### 10.4.2 碾压混凝土施工分仓

根据坝体混凝土施工程序、碾压混凝土施工设备生产能力和模板等因素，确定坝体碾压混凝土施工分仓及施工顺序，最大仓 RCC 量为 9614 m<sup>3</sup>，最大仓面面积为 3248.62 m<sup>2</sup>。分仓厚度根据模板高度确定为 3m。

### 10.4.3 碾压混凝土施工进度安排

碾压混凝土施工高峰月施工强度 57044 m<sup>3</sup>，出现在 2000 年 1 月。逐月完成的 RCC 量和达到的工程形象分列如下：

施工时间	拟完成 RCC 量	要求达到的工程形象
1998 年 12 月	8249 m <sup>3</sup>	⑥坝段先浇块到 EL158.0m
1999 年 1 月	20292 m <sup>3</sup>	坝体到 EL77.0m
1999 年 2 月	47593 m <sup>3</sup>	坝体到 EL86.0m
1999 年 3 月	39705 m <sup>3</sup>	②③④坝段上升到 EL89.0m ⑤坝段到 EL107.0m
1999 年 4 月	12596 m <sup>3</sup>	⑤坝段到 EL113.0m 泄水底孔部位达到 EL112.4m
1999 年 10 月	23733 m <sup>3</sup>	⑤坝段泄水底孔右边块到 EL128.0m

1999 年 11 月	53085 m <sup>3</sup>	坝体到 EL101.0m
1999 年 12 月	51859 m <sup>3</sup>	坝体到 EL113.0m
2000 年 1 月	57044 m <sup>3</sup>	坝体到 EL125.0m
2000 年 2 月	51482 m <sup>3</sup>	坝体到 EL134.0m
2000 年 3 月	54934 m <sup>3</sup>	坝体到 EL144.5m
2000 年 4 月	17987 m <sup>3</sup>	坝体到 EL149.4m
2000 年 10 月	19525 m <sup>3</sup>	⑤⑥坝段到 EL164.0m
2000 年 11 月	13529 m <sup>3</sup>	⑤⑥坝段到 EL179.0m
2000 年 12 月	28706 m <sup>3</sup>	①②坝段上升到 EL178.0m

#### 10.4.4 碾压混凝土施工工艺

##### 1. RCC 配合比试验

在碾压混凝土施工前，按要求事先进行配合比设计和试验，并在坝体首批 RCC 浇筑前 63d 报送工程师鉴定和批准。为便于现场质量控制时根据实际情况调整级配，同一强度等级 RCC 级配的设计试验应是多种的，试验成果应包括密度、 $V_c$  值、初凝及终凝时间、抗压强度、抗拉强度、极限拉伸、弹性模量、抗渗指标、抗冻指标、泊松比、线膨胀系数、绝热温升、比热、导温系数、导热系数等主要内容。配合比中粉煤灰掺量及水灰比的最大值不应超过《碾压混凝土设计导则》(DL/T5005-1992) 的有关规定。RCC 配合比设计要满足强度、耐久性、抗渗性、工作度 ( $V_c$  值)、温控等要求，且应具有良好的碾压性能。

##### 2. 碾压混凝土浇筑试验

为取得永久性大坝建筑物 RCC 施工工艺参数和施工经验，在坝体 RCC 浇筑前必须先进行碾压混凝土现场试验。RCC 现场试验选择在上游混凝土围堰上进行，上游混凝土围堰为重力式，EL77.0m 以下采用常态混凝土，EL77.0m 至堰顶 EL96.5m 为 RCC，RCC 工程量为 11707m<sup>3</sup>。

##### 3. 配料及拌合

RCC 的拌制采用 800KBTS-10D-HYD4500X<sub>2</sub>-MCS-II 型双轴强制式拌合楼。拌合楼在 1998 年 10 月中旬建成，上游围堰 RCC 于 1998 年 11 月中旬开始施工时，有足够的时间对拌合及配料设备进行必要的试运转，以保证坝体 RCC 生产时能拌制出质量

---

符合规范要求的拌合物。

配料：配料应符合《技术规范》5.8.15B的有关规定，配料精度应使RCC组成材料称量误差不超过以下范围：

水、水泥、粉煤灰、外加剂：±1%

粗骨料、细骨料：±2%

拌合：

(1) 拌制RCC时，必须严格遵守试验后签发的RCC配料单进行配料，严禁擅自更改。

(2) RCC应充分搅拌均匀，应满足施工的工作度要求，其投料顺序和拌合时间由现场试验确定。

(3) 拌合楼应有完好的快速测定细骨料含水率的装置，并有相应的水量补偿措施。

(4) 卸料斗的出料口与运输工具之间的落差应尽量缩小，并不宜大于2m。

(5) 拌合过程中应经常观察灰浆在搅拌机叶片上的粘结情况，若粘结严重，应及时清理。

#### 4. 运输

本工程RCC的运输机具有自卸汽车、真空溜槽和皮带输送机。其中：

(1) ⑥坝段负压溜槽进料平台(EL158.0m)先浇块RCC采用自卸汽车直接入仓。

(2) 坝体EL77.0m以下RCC采用自卸汽车直接入仓。

(3) ②③④坝段EL77.0m至EL89.0m、⑤坝段EL128.0m以下RCC采用自卸汽车从拌合楼运到EL158.0m平台后，由负压溜槽输送到仓面，再由自卸汽车分料。

(4) 坝体EL89.0m至EL125.0mRCC采用自卸汽车从拌合楼运到EL158.0m平台后，由负压溜槽输送到EL128.0m平台，再由皮带输送机、负压溜槽送到仓面，由自卸汽车在仓面分料。

(5) 坝体EL125.0m至EL149.4mRCC采用自卸汽车从拌合楼运到EL158.0m平台后，由负压溜槽送到仓面，自卸汽车在仓面分料。

(6) ⑤⑥挡水坝段EL149.4m以上RCC采用自卸汽车直接入仓。

---

(7) ①②挡水坝段 EL149.4m 以上 RCC 采用自卸汽车从拌合楼运到右坝头后，由皮带输送机送到②坝段，由负压溜槽输送到仓面，再由自卸汽车在仓面分料。

无论采用何种运输设备，混凝土料入仓最大自由落差应控制在 1.5m 以内。

采用自卸汽车直接入仓的部位，在自卸汽车入仓前应将轮胎冲洗干净，并防止将水带入仓内。轮胎冲洗设专用自动冲洗台，冲洗台距入仓口距离不小于 40m，以保证汽车进仓前脱水干净。运送 RCC 的自卸汽车选用 20t 自卸汽车，自卸汽车进仓后在仓面行驶时应避免急刹车、急转弯等有损 RCC 质量的操作。

负压溜槽布置在右岸岸坡上，共布置两组，每组由上、下两段组成，上段长 54m，下段长 52m，总长度 204m。负压溜槽倾角  $40^\circ$ ，每组设计输送能力为  $200\text{m}^3/\text{h}$ ，按照高峰月 RCC 浇筑强度  $57044\text{ m}^3$ ，最大仓面面积  $3248.62\text{ m}^2$  的 RCC 输送强度分析，单组负压溜槽可以满足要求，另一组为备用。

根据工程开挖地形特点，负压溜槽进料口平台高程选定为 EL158.0m，进料平台位于⑥坝段，在 1998 年 12 月中下旬先浇，1999 年元月安装负压溜槽，1999 年 2 月投入使用。为负压溜槽初期安装和运行过程检修需要，拟设置一台 3t 缆索起重机，缆索起重机安装高程约为 EL178.0m，安装在坝下 0+006.6m 处。

负压溜槽进料口及中转储料箱共需 4 个，每个储料箱容量为  $9\text{m}^3$ 。

由于仓面采用自卸汽车分送 RCC 料，负压溜槽出料口附近仓面拟铺垫钢板或旧皮带，以保护碾压混凝土面不受汽车行走破坏。

根据本工程特点，需要利用皮带输送机输送的 RCC 量有  $190694\text{ m}^3$ ，其中 EL89.0m~EL125.0m 为  $161988\text{ m}^3$ ，①②坝段 EL149.4~EL178.0m 为  $28706\text{ m}^3$ 。需要皮带输送机约 220m，拟采用我局现有的罗太克皮带机，其性能可以满足本工程要求。

## 5. 卸料及平仓

本工程 RCC 施工均采用仓内自卸汽车分料，为避免骨料分离，卸料及平仓拟采用两点叠压式卸料串链摊铺作业法。此方法为：现场施工时，将熟料多点卸在已摊铺的未碾压的条带上，平仓前以人工先将料堆边沿的集中骨料分散，然后再进行平仓作业，对于平仓后表面出现的局部骨料集中，可再次推动刮平，而条带侧面出现的局部骨料集中，再以人工进行分散。其优点在于平仓作业时，可从料堆底部推动，

---

即使事先人工处理后尚有骨料集中，平仓作业时也能被推散，且底部已垫有未碾压的混凝土，经振动碾压后可保证 RCC 的密实和层间结合的质量。若将料卸在已碾压的混凝土层面上，平仓时料堆底部得不到搅动，振动碾压难以密实，影响层间结合质量。

碾压混凝土卸料采用退铺法，条带方向拟从左到右，条带顺序从下游到上游垂直水流向布置，当平仓条带有一定长度后，即进行碾压，形成卸料、平仓、碾压流水作业。

RCC 的平仓选用 D31P 湿地推土机，采用薄层平仓法，平仓方向与坝轴线平行，摊铺要均匀，每碾压层分二层平仓，每层平仓厚度为 17cm 左右，仓内拌合物应具有足够数量时方可开始平仓，以减少因供料不足、平仓停顿而形成的“冷缝”。平仓作业要选用技术过硬，经验丰富的经过专门培训的熟练操作手，平仓过的混凝土表面要做到平整、无凹坑，且不允许向下游倾斜。

## 碾压

碾压设备选用 BOMAG BW202AD 大型振动碾和 BW75S 小型振动碾。根据浇筑强度计算分析，需配备 BW202AD 振动碾 4 台（其中一台备用），BW75S 振动碾 2 台。

在正式浇筑坝体 RCC 前，将根据围堰碾压混凝土试验提出各项碾压参数，并报经工程师批准后执行。

碾压遍数根据碾压厚度及 RCC 质量控制要求等因素由现场试验确定。

每个铺筑层摊平后，按要求的碾压遍数进行碾压。在坝体迎水面 3m 范围内，碾压方向应垂直于水流方向，其余部位，也宜为垂直水流方向。碾压作业采用搭接法，碾压条带间的搭接宽度为 20cm，端头部位的搭接宽度为 100cm。

每层碾压作业结束后，应及时按网格布点检测 RCC 的压实密度，所测密度低于规定指标时，应立即重复检测，并查找原因，采取补碾等措施处理。

振动碾的行走速度应控制在 1.0~1.5km/h 范围内。全部碾压设备应随时保持良好的运行状态，不允许在 RCC 面上漏油或产生其他污染。

碾压层允许间歇时间：连续上升铺筑的 RCC 层间允许间隔时间（系指下层混凝土拌合物拌合加水时起到上层 RCC 碾压完毕为止）应控制在混凝土初凝时间以内，且混凝土拌合物从拌合到碾压完毕的历时应不大于 2h。RCC 初凝时间暂按 8h 计。

在二级配防渗层区上游侧层间应按设计图要求喷洒水泥粉煤灰净浆。

模板周边建议全部采用变态混凝土。这样，坝体 RCC 碾压可以全部采用大型振动碾碾压，小型振动碾的碾压效率不高，可以基本不用。坝体外露表面采用变态混凝土后，其外观质量也将更好。模板边部变态混凝土宽度参照国内有关工程经验，以 25cm 为宜，见图 11-15“坝体 RCC 模板边浇筑变态混凝土示意图”。模板周边 25cm 宽度内改浇变态混凝土，将使变态混凝土工程量增加约 1 万 m<sup>3</sup>。

## 6. 气候与温控

气候：RCC 施工在日平均气温 3℃~25℃下进行。施工期间应加强气象预报和测报工作，及时了解雨情和气温情况。当降雨量大于每小时 3mm 时，不得进行铺筑、碾压施工。不利气候（如大雨、严寒等）发生或预报在浇筑期将要发生，经批准或根据指令可中断浇筑作业，并采取保护措施，在遇大风情况下，应采取措施保持仓面湿润。由于淋雨或洒水过多，在已压实的 RCC 表面产生游离水时，设备不应在层面上运行。

温控：

(1) 坝体允许浇筑温度见表 10-1 “坝体允许浇筑温度表”。

表 10-1 坝体允许浇筑温度表

高程 (m)	EL68~EL88 (2号、3号、4号坝段) EL68~EL112.4 (5号坝段)				EL88~EL149.4 (1号、2号、3号、4号坝段) EL112.4~149.4(5号、6号坝段)							EL149.4 ~EL178.0		
	1	2	3	4 (上中旬)	10 (下旬)	11	12	1	2	3	4 (上中旬)	10	11	12
允许 浇筑 温度 (℃)	13	15	17	20	20	17	15	13	15	17	20	21.5	18	16

(2) 当月平均气温高于允许浇筑温度时，应采取适当的降温措施，并在 RCC 运输过程中避免温度倒灌。

(3) 当日平均气温低于 3℃及遇温度骤降时，坝面及仓面必须覆盖保温材料，特别是上游坝面及过流面，并适当延长拆模时间。保温材料为 3cm 厚泡沫塑料。

(4) 仓面可用喷雾来进行养护和降温，不得采用流水降温。

## 7. 伸缩缝、冷缝和施工缝

伸缩缝：棉花滩大坝只设横向伸缩缝。按照施工安排，溢洪道当中缝 EL77.0m 至 EL149.4m，④与⑤坝段交接缝 EL89.0m 至 EL113.0m，⑤与⑥坝段交接缝 EL158.0m 以下伸缩缝由于要分仓立模，成缝措施要按设计要求进行，其余伸缩缝均采用切缝机切割。切缝机选用 HZQ-65 型切缝机。

冷缝和施工缝：整个 RCC 坝体必须浇筑得充分连续一致，使之凝结成一个整块，不得有层间薄弱面和渗水通道。冷缝及施工缝的处理按下述方法进行。

冷缝及施工缝层面处理：冷缝及施工缝必须进行层面处理，处理合格后方可继续施工。层面处理可用刷毛、冲毛等方法清除混凝土表面的浮浆及松动骨料（以露出砂料、小石为准）。处理合格后，先均匀刮铺一层厚 1.5cm 的砂浆层（砂浆强度等级比 RCC 高一级），然后立即在其上摊铺 RCC，并应在砂浆初凝以前碾压完毕。冲毛、刷毛时间可根据施工季节、混凝土强度、设备性能等因素，经现场试验确定，不得提前冲毛。

对于已达初凝的施工层面，必须摊铺水泥砂浆后方可继续 RCC 施工，对于坝体上游排水孔前的二级配 RCC 和坝体下游面 0.5m 范围内的 RCC 施工层面，每一碾压层 (30cm) 均喷洒水泥粉煤灰净浆，以保证层面结合好，防止渗漏通道的产生。

RCC 铺筑层面在收仓时要基本上达到施工计划规定的同一高程或预定的层面形状，不得出现高低不平。因施工计划变更、降雨或其他原因造成施工中断时，应及时对已摊铺的 RCC 进行碾压。对于停止铺筑的 RCC 面宜碾压成不大于 1:4 的斜面，该斜面应进行修整并根据其继浇的间隔时间按要求处理。

### 异种混凝土浇筑

基础常态混凝土：基础常态混凝土浇筑需遵守《技术规范》5.8 节“混凝土工程”有关规定。

在浇筑基础常态混凝土之前，应保证待浇面清洁，无油污、积水、污泥、软弱岩石及松散岩屑。岩石中的节理、裂隙应作彻底清理，按有关规定经工程师验收合格后才能浇筑混凝土。

河床部位的基础常态混凝土浇筑完毕后，宜间歇 3~7d，方可在其上铺筑 RCC，但应避免长期间歇，其层面应按施工缝处理。靠岸坡部位的基础常态混凝土应与主

---

体 RCC 同步浇筑，先浇碾压混凝土，后浇基础常态混凝土，并应在两种混凝土初凝前振捣或碾压完毕。

变态混凝土：变态混凝土是在 RCC 拌合物铺料前后和中间洒铺水泥粉煤灰净浆，用常态混凝土振捣法作业振实，并能满足设计要求质量的混凝土。变态混凝土掺粉煤灰净浆配比设计及施工工艺均须通过试验确定，并报工程师审批。

变态混凝土主要用于大坝伸缩缝上、下游止水材料埋设处、廊道、电梯井周边及振动碾压不到的部位等。变态混凝土与 RCC 可同步或交叉浇筑，并应在两种混凝土初凝前振捣或碾压完毕。

在止水材料埋设处的变态混凝土施工应特别细心，需设置专门的支撑结构妥善保护止水材料，保证止水构造位置的正确。止水材料周围的二级配 RCC 料摊铺必须细心，严禁骨料集中，洒铺好水泥粉煤灰净浆，采用软轴振捣器仔细谨慎地进行振实，止水材料如有损坏应及时加以修复，该部位混凝土中的大骨料应人工予以剔除，以免产生任何渗水通道。

水泥粉煤灰净浆的拌制采用集中拌制，在右岸坝头设制浆站一座，净浆经管道送到仓面，再由翻斗车运送，人工定量精心洒铺。洒铺前应对翻斗车内的浆料进行适当重拌，以防止浆料沉淀，重拌由工人手持木棍搅拌。保证水泥粉煤灰净浆定量、均匀洒铺是保证变态混凝土施工质量的重要环节，一旦我局中标，将由我局机械工程公司自制机械式洒铺机，力求灰浆定量准确、洒铺均匀。

#### 10.4.5 大坝碾压混凝土施工设备配备

大坝碾压混凝土施工设备配备见表 10-2。

表 10-2 大坝 RCC 施工设备配备表

序号	设备名称	型号及规格	数量	备注
1	拌合楼	800KBTS-10D-HYD4500X <sub>2</sub> -MCS-II	1 座	
2	拌合站	HZS-50C	1 座	
3	制浆站		1 座	
4	自卸汽车	Beijing T20	12 部	备用 3
5	平仓机	D31P	3 台	备用 1
6	振动碾	BW202AD	4 台	备用 1
7	振动碾	BW75S	2 台	
8	切缝机	HZQ-65	2 台	备用 1
9	仓面吊	8t	2 台	
10	汽车吊	20t	1 台	
11	刷毛机	YXZ7134	2 台	
12	冲毛机	HCW-M	1 台	
13	负压溜槽	200m <sup>3</sup> /h, 长 50m	2 条	备用 1
14	负压溜槽	200m <sup>3</sup> /h, 长 52m	2 条	备用 1
15	皮带输送机	罗太克	2 条	长 220m
16	翻斗车	FCY15	1 台	
17	储料箱	斗容 9m <sup>3</sup>	4 只	
18	微机核子密度仪	ND-50 表面型	4 只	
19	压实计	YS-1	10 只	
20	振捣器		10 只	
21	100t 履带吊	LS-238RH-2	1 台	备用
22	装载机	ZL50	1 台	
23	缆索起重机	3t	1 台	

## 10.5 常态混凝土施工

### 10.5.1 工程量

棉花滩大坝常态混凝土主要分布在坝体基础找平层、溢流面、导墙及闸墩、泄水底孔周围及其进出口闸墩等。常态混凝土工程量 111231 m<sup>3</sup>。

### 10.5.2 混凝土施工布置

#### 施工道路

常态混凝土施工水平运输主要利用下基坑路，原有 EL105.0m 公路、上坝公路、右岸 EL125.0m、EL150.0m 开挖施工路，并修接到坝体 EL113.0m 平台和 EL158.0m 平台。

---

## 门机

经过方案比较，本工程常态混凝土垂直运输采用两台高架门机，门机布置于三个高程，两台门机均布置在溢流坝段的导墙和闸墩上，其中 1 号门机中心线桩号为坝下 0+070.0m，轨顶高程为 EL107.5m；2 号门机中心线桩号为坝下 0+040.0m，轨顶高程为 EL52.0m；3 号门机中心线桩号为坝下 0+011.5m，轨顶高程为 EL180.5m。其中 1 号门机两节园筒全部安装，2 号门机不装园筒，3 号门机系将 1 号门机翻升到坝顶形成，不装园筒。

门机的安装与拆除：1 号门机在坝右 0+190.0m 由 100t 履带吊吊装，门机部件从右岸 EL105.0m 公路运进，2 号门机由 1 号门机吊装，3 号门机由 2 号门机吊装；1 号门机用 2 号门机拆除，2 号门机用 3 号门机拆除，3 号门机用 100t 履带吊或 80t 汽车吊拆除。

为门机布置需加浇栈桥墩混凝土约 400m<sup>3</sup>，并配备 20m 门机钢梁 4 根，18m 门机钢梁 6 根。

### 10.5.3 施工程序及进度安排

按照大坝混凝土施工方案，本工程大坝主体常态混凝土施工将于 1998 年 12 月开始，首先进行基础底部找平层常态混凝土及断层混凝土塞施工，1999 的元月开始勘探平洞混凝土封堵施工，岸坡基础找平层常态混凝土跟随坝体 RCC 同步上升。1999 年 4 月泄水底孔常态混凝土施工，泄水底孔孔周及其进出口闸墩、启闭机室施工安排见图 11-17 “泄水底孔常态混凝土分层分块施工计划图”，溢流坝段常态混凝土施工从 1999 年 10 月开始。

### 10.5.4 常态混凝土施工方法及工艺要求

#### 1. 配料与拌合

配料：配料由拌合楼自动完成，称量设备要定期校验，以保证称量准确。

拌合：常态混凝土拌合可以使用拌合楼或拌合站，在 RCC 施工时，常态混凝土以拌合站拌制为主。

在每次拌合 1/4 的循环时间内，应将所有固体物料及水加入搅拌机，其后，拌合时间应根据试验确定并经工程师批准，但最少纯拌合时间不小于《水工混凝土施工规范》(SDJ207-82)表 4.3.8 的规定。

---

## 2. 运输

本工程常态混凝土水平运输主要采用 8t 自卸汽车和混凝土搅拌车，原则上以 8t 自卸汽车为主。混凝土出搅拌机后应及时运到浇筑地点，运输过程中混凝土不允许有分离漏浆、严重泌水，其塌落度变化应控制在 20mm 以内。在坝体常态混凝土施工前，围堰常态混凝土施工时，拟对混凝土运输情况进行试验性检验，再根据试验结果，择优确定坝体各部分常态混凝土水平运输方案。

常态混凝土垂直运输以门机和 100t 履带吊（或 80t 汽车吊）为主，部分基础找平层混凝土通过负压溜槽输送。

## 3. 浇筑

在混凝土浇筑前，应事先检验拟浇部位的模板、清仓、钢筋、电缆敷设、管路及其他预埋件等准备工作的完成情况，并经工程师批准。浇筑时混凝土应尽可能一次直接入仓，振捣时混凝土的测向移动距离不允许超过 1.5m。常态混凝土浇筑应特别注意模板边角地带、预埋件及钢筋周围等部位，确保振捣密实。浇好的混凝土表面应加以保护，必要时铺上厚木板以供人行。

施工缝表面在浇新的混凝土之前应用水彻底清洗，并保持潮湿状态，但不能有自由流动的水或积水存在。混凝土浇筑层的允许最大厚度按《水工混凝土施工规范》（SDJ207-82）的表 4.5.7 中的数值控制。混凝土浇筑的速度按下层混凝土不发生初凝以前就开始浇筑上一层控制。对厚度不超过 600mm 的混凝土浇筑块，则一次浇成。在新浇混凝土表面上，必要时采取防护物加以保护，以免新浇混凝土被雨水冲刷或被阳光曝晒。

混凝土拌合与浇筑的时间间隔：所有混凝土应能满足规范对塌落度、浇筑温度的要求，仍能很好地浇捣凝结。

混凝土浇筑温度：一般混凝土最低浇筑温度不低于 5℃，最高浇筑温度不超过 28℃。

在炎热季节，如果混凝土温度超过规范规定的最高浇筑温度，应采取有效的措施，以保证混凝土浇筑温度不超过 28℃。

岩基及其他混凝土上的混凝土：在岩基上或其他混凝土上浇筑混凝土时，要保证待浇面清洁、无油污、积水或流水，无污泥、软弱岩石、有害涂层、岩屑、松散

---

软弱夹层或者不稳定岩块。岩石中的节理、裂隙应作彻底清理，直到满意的深度和坚实的岩面。在混凝土浇筑之前，表面应用高速气水枪进行彻底清洗。所有待浇表面在浇筑混凝土前 24h 内，应保持不少于 12h 的潮湿状态，并在浇筑前排掉积水，保证干净无水。

垂直缝间距：所有垂直缝，包括施工缝及伸缩缝的间距都应按有关图纸或工程师指示设置。

两次浇筑的间隔时间：一般情况下混凝土浇筑间隔最小为 64h。承重柱的混凝土与梁、板混凝土浇筑的间隔时间需经批准或按指示执行。

混凝土的捣固：浇筑的混凝土采用机械振动捣固，同时辅以铁锹等手工工具捣固。混凝土的捣固采用  $\phi 100$  高频振动器和  $\phi 70$  插入式振动器振捣。振捣时间以取得良好捣固效果且不发生分离为度。对一层混凝土的振捣，振捣器应保持近乎垂直，振捣头应利用自身重量及振动下沉，插至下伏部位的上部。在大体积混凝土中，层面突出或浮在层面上的大骨料在初次振捣时应埋入混凝土中。在前一批混凝土尚未按规范振捣之前，不能在上层加新的混凝土。对某些特殊部位，如岩基上、水平及垂直施工缝、模板附近的混凝土的振捣应仔细谨慎。在浇筑止水或止浆片和观测仪表周围的混凝土时，应特别仔细地进行捣固，以保证埋设件不受损坏，且与混凝土之间不出现任何孔隙。在这些区域的混凝土中的大骨料应用人工予以剔除，以免产生任何渗水通道。混凝土罐不能在埋设件附近卸料。

#### 4. 施工缝处理

在水平施工缝上面浇混凝土时，应保持其表面清洁、无积水。为了与下一浇筑层混凝土结合得更好，层面应充分冲毛或打毛处理。表面处理一直要作到表面无松动、无灰浆浮渣、无乳皮及污染，注意不需挖除表面粗骨料。然后用水清洗以彻底清除所有松散材料。表面清理两天后尚未浇混凝土，或清洗过的混凝土表面或其他待浇混凝土表面已被灰尘及其他垃圾污染时，应在浇筑前重新清洗。

#### 养护与保护

混凝土表面应用湿养护方法在养护期间进行连续不间断的养护以保持表面湿润，或养护到新混凝土浇筑的时候，湿养护一般不小于 14d，溢流面、闸墩混凝土应养护 28d。对于顶部未立模的表面混凝土，在混凝土有一定硬度后，需立即覆盖

---

持水材料或用其他有效方法使混凝土表面保持潮湿状态并防止水流对其损坏。混凝土表面在模板拆除之前及拆除期间都应保持潮湿状态，其方法是让养护水流从混凝土顶面向模板与混凝土之间的缝渗流，以保持表面湿润，直到模板拆除，水养护在模板拆除后继续进行，直到养护期结束。

在混凝土工程验收之前要保护好所有混凝土，以防损坏。应特别仔细保护混凝土，防止在气温骤降时产生裂缝。在气温较低季节，当预计拆模后混凝土表面温降可能超过 9℃时，应推迟拆模时间；如必须拆模时，应在拆模后立即采取保护措施。

## 5. 表面修整

表面修整按《技术规范》要求实施，修整任务由熟练的技工完成。

水道表面修整：为尽量减少结构对水流的不利影响，使水道表面具有精确的定线和平整的表面是最为重要的。水道包括溢洪道、泄水底孔及其他水流通道。水道立模混凝土的表面处理包括对破损、不平整和不规则的处理，并按规定养护。表面不平整的修补或处理按工程师指示进行，表面凹凸度不能超过 6mm，凸体应磨平，并磨成一定坡度。

进出口结构的混凝土表面要求光滑，偏差不得大于 3mm/2.0m。

闸门底槛及其邻近部位的混凝土表面要光滑，偏差不得大于 3mm/2.0m。

## 6. 伸缩缝止水

伸缩缝应按图纸标明的位置和尺寸设置，除图纸中标明的埋件外，不应有固定的金属埋件通过伸缩缝。

止水片的埋设：应按照图纸所示的部位或另外的指示在缝内安置止水片，其位置、尺寸、允许偏差及埋设方法均应按图纸规定。每个止水片的底部均应被封闭在一个止水系统里，用于连接止水片与闸门底坎的连接端应按照图纸所示的详图埋设。所有止水片的埋设应使每个缝的止水形成一个连续的不透水隔膜。在整个施工过程中止水片采取钢筋架支撑牢固并加以保护，止水片如有刺破或其他破坏，应加以修复。所有止水片周围的混凝土应具有最大的密实度和不透水性，以保证其能绝对可靠地工作。混凝土浇筑停止后，应采用合适的防护措施保护暴露在外的以及凸出的边缘和部分埋在混凝土内的止水片的端部不致受到破坏。

现场和工厂的止水片搭接均应按照生产止水片的厂家所提的建议进行。PVC 止

---

水片搭接处的抗拉强度不应低于非搭接处的 75%，搭接所用的温度必须保证能充分地熔化但不烧焦塑料。铜止水片的搭接应用铜焊。

## 7. 混凝土的修复

按照技术规范要求，立模浇筑混凝土的缺陷部分的修复应在拆模后 24h 内完成。外表面的附着物及疤结必须清除干净。损坏了的和有缺陷的混凝土，如破碎部分、破损的边棱、洞穴、蜂窝以及未很好固结的混凝土等，均应修复，清除破损或有缺陷的部位应清除至完好部位。修复工作由熟练工人完成。

### 钢筋

所有钢筋包括杆件、钢筋网、锚筋，均应按图纸或其他指示提供详图、供应、切割、打弯、预埋、安装及绑扎。所有钢筋均不应有剥落层、锈蚀和结垢，也不应有油迹、润滑油、泥浆、灰浆或其他可能破坏或降低钢筋与混凝土或浆液握裹力的涂层。钢筋的放置不得与混凝土浇筑同时进行，也不得在无适当措施使钢筋定位的情况下进行浇筑。当混凝土需要分阶段浇筑时，在浇筑下一阶段混凝土前必须清除掉粘附在钢筋上的灰浆。钢筋作业必须遵照《水工混凝土施工规范》（SDJ207-82）中的有关规定执行。

钢筋制作均在厂内进行，除非另有指示，工程使用的钢筋应满足国标《热轧钢筋》（GB1499-79）的要求。每 60t 钢筋或更少些为一批，每批应作一组拉力和一组冷弯试验，并且每组试验均应附上制造厂家的产品合格证。

所有钢筋的接头应与图纸上所标明的相同，并且符合《水工混凝土施工规范》（SDJ207-82）中的有关要求。钢筋的接头应采用闪光对头焊接，当不能进行闪光对焊时，宜采用电弧焊（搭接焊、帮条焊等）。若采用其他焊接方式需通过工程师批准。直径小于 25mm 的钢筋可采用绑扎接头，但轴心受拉、小偏心受拉构件和承受振动荷载的构件，其钢筋接头不得采用绑扎搭接。钢筋焊接处的屈服强度为钢筋屈服强度的 1.25 倍。相邻的钢筋网搭接时，其搭接长度应不小于 1.5 倍钢筋网孔间距，搭接端要用标准夹牢固地固定。

所有钢筋应用批准的金属或混凝土支撑、衬垫或连接件固定。这些支撑应有足够的强度和数量，保证在混凝土浇筑过程中钢筋不会移位。这些支撑不应暴露在混凝土的外面，且无论如何也不应使混凝土受到诸如磨损或污染之类的破坏。

---

## 10.6 模板

根据棉花滩大坝结构特点，混凝土施工模板采用以大型组合悬臂钢模板和混凝土预制块模板为主的方案。

### 10.6.1 直立面模板

坝体需立模施工的直立面包括上、下游直立面和闸墩，需立模的面积共约 32093m<sup>2</sup>，直立面模板拟采用交替上升可调式全悬臂模板，模板尺寸为宽×高=4 m×3m。施工立模时采用两层模板交替上升，上下模板之间采用活动铰连接。悬臂模板制作量根据施工安排，共需制作 110 块。

#### 模板的拆装

悬臂模板的拆装由 8t 汽车吊在仓面上作业，为缩短拆模时间，在模板上设立专门的脱模装置，拆卸下块模板时，操作人员站在上块模板的走道板上，通过专用工具搬动脱模装置，下块模板就可快速脱离混凝土面；为加快模板安装速度，模板上设立专门的定位装置，模板可以快速准确就位，就位后的模板用铰与下块模板联接起来，并通过铰连杆调节倾斜度，以满足坝面垂直度要求。

最大仓模板用量 67 块，每块模板拆装时间按 10~15min 计，仓面配 2 台 8t 吊，最大仓面拆装时间为 7h。

### 10.6.2 挡水坝段下游面模板

挡水坝段下游斜坡面设计坡度为 1:0.75，模板采用 1mX3m 悬臂翻升模板。立模采用四层模板交替翻升方法，由 8t 吊车在仓面吊装。

### 10.6.3 溢流面 RCC 施工模板

溢流面 RCC 施工模板采用混凝土预制块。

### 10.6.4 溢流面常态混凝土施工立模

溢流面常态混凝土施工立模采用可变曲率桁架支撑、标准钢模板的立模方法。

## 10.7 闸墩预应力锚索及预制件施工

### 10.7.1 概述

---

棉花滩水电站大坝工程预应力锚索施工包括：溢洪道的中、边墩及泄水底孔工作闸门门墩的预应力锚索及坝顶后张预应力混凝土门机梁及先张预应力混凝土公路、启闭机梁的预应力锚索。

### 闸墩预应力锚索

溢洪道闸墩预应力锚索：坝顶溢洪道位于 3 号、4 号坝段，共分 3 孔，四个闸墩。2 个中墩各宽 5m，2 个边墩各宽 4m。四个闸墩共布有锚索 144 束，其中主索 84 束、斜索 12 束，水平次锚索 48 束。闸墩锚索布置详见设计图纸。

泄水底孔闸墩预应力锚索：泄水底孔位于 5 号坝段，两个闸墩各宽 3.5m，共布有 30 束锚索，其中，主锚索 18 束，支承梁水平次锚索 12 束。

闸墩混凝土： $R_{28}300$  号，锚块及支承梁混凝土  $R_{28}400$  号，闸墩锚索由许多平行的高强度低松弛钢丝组成，钢丝的最低保证极限抗拉强度为 1570MPa，主、斜锚索每索设计工作吨位为 3237kN，水平次锚索为 1923kN。主锚索及水平锚索采用后装后张法施工，斜锚索采用先装后张法施工；锚索导管采用预埋钢管成型。

### 坝顶预应力混凝土梁

预应力混凝土门机梁：预应力门机梁（1 号梁），共 6 根，梁长 18.0m，单梁重约 39.6t，混凝土强度等级为  $R_{28}400$  号。每根梁布有 8 束  $24\phi^s5$  高强百炼成碳素钢丝。采用后装后张法施工，孔道采用预埋镀锌管成型，锚索采用两端张拉。

预应力公路、启闭机梁：预应力公路、启闭机梁包括：2 号梁（9 根）、3 号梁（3 根），其梁长为 17.5m；4 号梁（12 根）、5 号梁（9 根），其梁长为 20.0m。梁、板混凝土强度等级为  $R_{28}400$  号，预应力钢筋采用  $\phi^L25$  冷拉（双控）IV 级粗钢筋。采用先张法施工，在长线台座制作。

## 10.7.2 制作场地

根据施工总体布置，在 3 号营地设一锚索加工、制作车间，用于锚索及钢导管组件、支承立柱及架立钢材的加工、制作。其布置见图 11-29 “锚束制作车间布置图”。锚索及钢导管组件运输：采用平板车（专用托架装），坝顶预应力混凝土梁、板的制作拟在混凝土预制厂进行。

## 10.7.3 闸墩预应力锚索施工方法

### 1. 锚固体系选择

根据技术规格要求：闸墩锚索由许多相互平行的高强度低松弛钢丝组成。根据本工程闸墩预应力锚索布置特点，结合以往工程施工经验和类似工程的施工情况。为提高闸墩锚索锚固力的准确性和可靠性，减小锚索孔道，减轻高空作业及预留孔洞内的施工难度，本工程闸墩预应力锚索采用 OVM21 型锚固体系。该体系综合吸收了墩头锚和夹片锚的优点，其一端为 OVM21D 墩头锚，另一端为 OVM21 夹片锚端。张拉时先在夹片锚端分索（每股  $7\phi 7$ ）张拉，再在墩头锚头进行整体补张，从而保证锚索锚固力的准确性和可靠性。

根据溢洪道闸墩及泄水底孔闸墩主锚索、斜锚索及其水平次索每束的设计工作吨位。闸墩预应力锚索及组件（单索）构成见表 10-3。

表 10-3 闸墩预应力锚索及组件（单索）构成表

索类	设计工作吨位	锚索结构	钢导管规格	夹片端锚具	墩头端锚具
主、斜锚索	3237kN	84 $\phi^s 7$	$\phi 127 \times 4.5 \text{mm}$	OVM21-12	OVM21D-84G
水平次索	1923kN	49 $\phi^s 7$	$\phi 102 \times 4.5 \text{mm}$	OVM21-7	OVM21D-49G

斜锚索采用先装后张法，拟用上游固定端为 OVM21D-84G 墩头锚具，下游用 OVM21-12 夹片锚具，采用逐孔分索超张拉方法以保证其索力。也可采用双墩头锚固体系。

## 2. 主要工序施工要点

钢丝、锚夹具验收及有关试验：按照现行有关规定、标准及技术规范要求，做好钢丝、锚夹具的检验工作和钢丝束防锈试验。委托专业厂家进行锚束性能综合试验，并将试验成果报建设单位、工程师批准。

锚索制作：

开盘检查：逐盘进行钢丝外观、尺寸检查和记录。

钢丝调直、除锈、下料：锚索加工按照锚索加工任务要求进行。成盘钢丝通过钢筋调直机、自动除锈装置、笔直的凹槽，控制钢丝长度，保证同索钢丝下料长度均匀。切断使用 LD-20K 墩头器（附切筋器）进行。布有测力传感器的锚索应加上传感器的高度，同索钢丝下料长度误差： $-0\text{m/m}$ ， $+20\text{m/m}$ 。

穿丝墩头：根据锚杯分区，把钢丝穿过锚杯进行墩头，墩头使用 LD-20K 墩头器，墩头为冷墩平头座型，逐根进行墩头外观、尺寸检查，发现危害性裂纹或头型

---

尺寸超标，须切断重镦或换丝再镦。

理顺、抓圆编索：每镦完七丝，用锤击法使各镦头平整地贴紧锚杯端面，并自镦头锚端开始进行理顺抓圆捆扎成股；整索理顺、抓圆捆扎成索。安装镦头限位板、把锁紧螺母旋至设计位置。进行锚索防锈和终检，做好锚索加工的原始记录及锚索成品的标识工作。

钢丝及成品的保护：钢丝及成品的储存平放高度距地面 30cm 以上，并用篷布覆盖好，注意防碰、防潮、防腐蚀、防电弧损伤等。

对先装的锚索应拉直后用环氧基液涂非张拉端锚头处，待基液干燥后再把成索钢丝进行涂油防锈，沥干后再进行安装，张拉端采用可靠的封闭措施。

缩短锚索加工至张拉区段的时间，采用流水作业法，以缩短每道工序的时间，使灌浆封闭及早进行。

### 钢管加工及架立

钢管规格及其连接：闸墩锚索导管采用无缝钢管，其连接拟用套接。主、斜索钢导管为  $\phi 127 \times 4.5$ ，套接管  $\phi 140 \times 6$ ；次锚索钢导管为  $\phi 102 \times 4.5$ ，套接管  $\phi 114 \times 4.5\text{mm}$ ；钢管套接长度为 40cm。钢管加工应严格按照有关图纸及任务书要求进行，每索钢管组件应在厂内试拼装并检查合格后进行编号、分类堆放。

溢洪道闸墩锚索钢导管架立及斜锚索预埋：闸墩钢导管拟采用分层吊装法，施工时在闸墩上分层焊好钢支承架，并放样定好该层锚索钢管的位置，然后用高架门机将该层的索导管通过专用托架吊运至支承架定好的位置上点焊加固，详见图 11-30 “溢洪道闸墩锚索钢导管架立图”。施工中，主索下游端的锚垫板可在锚块混凝土浇筑前安装。索导管安装时应注意锚垫板灌浆孔的朝向，做好临时支撑和锚垫板的密封防护工作。

泄水底孔闸墩锚索钢导管架立：因其锚索布置高差较大，故采用分层逐节预埋，即根据闸墩混凝土浇筑层和索导管的分节情况，在每一混凝土浇筑层施工之前把索导管安装架立在闸墩设计位置上，安装时应做好各节导管管口中心坐标的控制，以确保钢导管整体安装精度。

### 3. 闸墩混凝土施工

浇筑分层高度：拟定分层高度为 3m，为便于主、斜锚索钢导管的安装和加固，

---

溢洪道闸墩拟在坝下 0+015 至坝下 0+032.247, EL156.0 至于 159.0, 索导管安装前先浇成一个 3m 高的台阶。

模板施工：闸墩侧模板采用 4x3m (宽 x 高) 悬臂模板, 锚块及预留张拉孔洞等采用散装木模板。

混凝土入仓手段：采用“下料平台加溜筒”入仓方案。施工时, 吊罐不得碰及下料平台、模板、索导管及支撑系统。

混凝土浇筑：混凝土浇筑前对模板、索导管组件及支承架立等预埋件进行全面检查, 经验收合格后, 方可开仓浇筑。混凝土采用 III 级配, 模板边辅以人工铲料平仓, 高频振动器精心振捣。

#### 4. 锚索安装

施工操作平台：主、斜锚索下游补张端及锚块内的水平次锚索的张拉平台采用悬挑挂兰, 平台宽度为 1.6m, 上游预留洞底部预埋型钢, 用于洞口设置操作平台。纵向联系通道采用悬挑挂篮。

孔道清理：穿索前应做好二期混凝土浇筑部位的凿毛和缺陷处理, 并用 3-4kg/cm<sup>2</sup> 压力风冲管, 清理孔道。

锚索安装：锚索运输采用专用托架、平板车加拖车运输, 用高架门机吊起专用托架进行穿索。穿索时辅以人工或电动卷扬牵引。

#### 5. 锚索张拉

##### (1) 准备工作

张拉人员培训：参加锚索张拉施工的操作人员须经严格的专业培训, 掌握机械性能, 熟悉张拉程序、技术要求和安全规程, 经理论考试和技能考核合格者, 方可持证上岗。

张拉设备配套率定：按照规定做好张拉千斤顶、高压油泵和压力表的配套率定工作, 提供率定曲线以指导现场施工。

##### (2) 锚索张拉

张拉原则：在预应力混凝土达到设计强度后, 把现场锚索检查合格情况报监理工程师认可, 待签发张拉许可证后方可实施张拉。其张拉程序根据技术规范及工程师指令进行。同索锚索张拉：先在夹片锚端采用逐孔分束张拉, 夹片锚端张拉锁定

---

2~3d 后，再在锚头锚端进行整体补偿张拉。

### (3) 锚索张拉程序

夹片锚端张拉：用 YC40D 型千斤顶及单孔顶压器逐股张拉，张拉程序如下：

持荷 2min

主、次索：0 ----- 初应力 -----  $\sigma_k$  ----- 锁定

持荷 5min

斜索：0 ----- 初应力 -----  $105\% \sigma_k$  -----  $\sigma_k$  锁定

锚头锚端整体补偿张拉：主索使用 YCL400 型千斤顶，次锚索使用 YCL250 型千斤顶，张拉程序：

持荷 2min

0 ----- 初应力 -----  $\sigma_k$  ----- 锚固

张拉控制标准：采用应力控制及伸长值校核操作方法，当实际伸长值大于计算伸长值 10%或小于 5%时，应暂停张拉，查明原因并采取措施后（经工程师同意后）方可继续张拉。

### (4) 观测

锚索测力器安装及测读由观测组专业人员担任，锚索张拉应在其配合下进行。张拉过程中，测力器配合测读，以验证千斤顶油压表测读的张拉吨位，若两者读数相差大于 5%时，应查明原因，方可继续张拉。锚索张拉及锁定后的观测应按规定要求进行，并及时上报观测资料。

### 灌浆封闭

准备工作：每个闸墩的锚索全部张拉完毕，经工程师验收合格签发准灌证后即可灌浆。灌浆前用砂轮机在夹片锚锚具以外 8cm 处将外露的钢丝切断。用水泥砂浆做好夹片锚端的封端工作。

灌浆设备：采用 UB-3 型灌浆机配高速搅拌机制浆、灌注。

灌浆参数：灌浆采用 42.5 普通硅酸盐水泥，水灰比采用 0.3~0.4(具体配合比由试验确定)，灌浆压力为 0.3~0.5MP<sub>a</sub>(由出口压力控制)。

索孔道灌浆：灌浆自夹片锚端灌浆孔进浆，直至锚头锚端垂直泌水管顶端溢出原浆（封闭出浆口）再保持灌浆压力 20min 结束。

---

灌浆结束验收后，及时浇筑二期混凝土。

#### 10.7.4 预应力门机梁施工

##### 1. 锚索组成及锚固体系

为确保锚索索力准确、可靠，采用 DM5A-24 双镦头锚固体系。

##### 2. 主要工序施工要点

###### (1) 锚索孔道成型施工

波纹管规格及其连接：波纹管内径为  $\phi 55$ ，波纹管之间采用大一级的波纹管套接，套接长度为 35cm；两端扩大孔拟采用  $\phi 85$  波纹管，扩大孔务必与中间波纹管同心且与端头钢垫板互相垂直。主张拉端与补张端在梁端交错布置，主张拉端扩大孔段长 50cm，补张端扩大孔段长 20cm。灌浆孔应根据图纸分别在两端设置，其连接须牢靠并把其引出梁端。

波纹管架立：波纹管各段曲率由定位钢筋托架控制，施工时先架设好各片定位钢筋架，然后再绑扎其他结构钢筋，形成整个梁的骨架，波纹管在各钢筋托架上就位。安装时须经测量控制无误后，用细铁丝将波纹管与钢筋架绑扎牢。

###### (2) 模板与混凝土浇筑

模板：门机梁的侧向模板采用 200cm×200cm 的大型专用木模板，端头模板是钢板加工成的整体钢模板，钢模板上预留波纹管及灌浆管穿过的孔洞，钢垫板用螺栓先固定在模板上，波纹管及灌浆管在端头模板架立好之后穿过钢垫板和端头钢模板。

混凝土浇筑：混凝土采用 I 级配，搅拌车运输，日产 IPF-5N21 型泵车将混凝土打入模板内，用插入式振动器振捣，振捣时应避免振动器碰撞预应力锚索导管、预埋件等。

###### (3) 锚索制作

锚夹具及钢丝检验：锚具由专业厂家生产，锚具须附有出厂合格证及有关质检报告，且符合《预应力筋锚夹具和连接器》（送审稿）的要求。钢丝按照《预应力混凝土用钢丝》（GB5223-85）及有关规定进行检验。

张拉试验：按照规定要求进行有关试验并提供张拉试验报告。

锚索制作。钢丝下料：采用 LD-10 镦头器（附切筋器）下料时必须保证同索钢



---

## 1. 长线台座

根据本工程先张法预应力梁的特征及数量，预应力梁采用长线台座制作，台座的场地布置与混凝土预制厂综合考虑。长线台座由台面、承力墩、横梁及定位板等部分组成。

台面及台座墩子：台面由混凝土制作，承力墩由 R<sub>28</sub>300 号钢筋混凝土制作，以保证其具有足够的刚度和强度。

张拉横梁及定位板：张拉横梁用 A3 钢板组合焊成箱梁，以保证其具有足够的刚度，受力后挠度不大于 2mm。定位板用 A3 钢板制作，定位板上的钻孔位置与孔径大小要符合设计图纸中的预应力钢筋的规格和位置。

## 2. 冷拉钢筋加工

冷拉钢筋的检验：冷拉钢筋除附有出厂试验报告外，应按规定进行外观检查和力学性能试验。

冷拉钢筋下料：应通过精确计算确定，钢筋下料采用砂轮锯切断。

冷拉钢筋接头：在冷拉前采用一次闪光顶锻法进行对焊，并进行通电热处理，以提高焊接质量。对焊采用 UN1-75 焊机，钢筋焊接接头质量应符合现行《钢筋焊接及验收规程》有关标准。

墩粗头及螺丝端杆锚具：钢筋墩粗头及电热处理在钢筋冷拉前进行，螺丝端杆锚具在冷拉前焊接，并应在冷拉时将螺母置于端部。

冷拉钢筋：钢筋用 5t 卷扬及滑轮组进行冷拉，测力器用 50t 普通千斤顶，冷拉利用张拉台座进行。

钢筋冷拉采用应力和应变双控制。IV 级钢筋的冷拉应力为 750MPa，冷拉伸长率不大于原长的 4%。根据冷拉记录，选出冷拉率比较接近的钢筋列为一组使用。

钢筋冷拉后至少放置 24h 以上，使提高的屈服点稳定后再使用。

## 3. 预应力钢筋张拉

预应力钢筋张拉在长线台座上进行，采用多根同时张拉方法，其固定端采用墩粗头，张拉端采用螺丝端标、螺母锚固。

### (1) 准备工作

安装定位板：定位板安装时，要量准定位板下面孔眼与台面的距离，以保证钢

---

筋混凝土保护层尺寸，然后将定位板固定在横梁上。

安装预应力钢筋：穿筋前应检查台面，长线台座上铺放预应力筋时，台面上每隔一段距离放置相当保护层的砂浆垫块。

张拉机具配套率定：将张拉千斤顶，高压油泵与压力表进行配套率定，所用压力表的精度不低于 1.5 级。提供率定曲线并报工程师，以便张拉过程进行控制。

计算张拉参数：计算钢筋的张拉力、超张拉力与压力表读数、伸长值报监理工程师核准并供操作者观察掌握。

## (2) 张拉

整个工艺拟由两台 YCT300 型千斤顶工作，多根同时张拉时，须保持它们的初始长度一致，并使活动横梁与固定横梁始终保持平行。

持荷 5min

张拉程序：0 --- 初应力 --- 105%  $\sigma_k$  ----- 90%  $\sigma_k$  ---  $\sigma_k$  (锚固)

预应力钢筋张拉采用应力控制，伸长值进行校核的双控方法。张拉时应抽查钢筋预应力值，其偏差的绝对值不得大于设计值的 5%。张拉完毕后，对设计位置的偏差不得大于 5mm，同时不得大于构件截面最短边长度的 4%。

## 4. 模板及混凝土浇筑

先张法制作梁板采用组合钢模板；混凝土采用 I 级配，搅拌车运输，日产 IPF-5N21 型泵车将混凝土打入模内，用插入式振动器振捣。混凝土浇筑前，应对模板、钢筋和预埋件进行检查，混凝土振捣时应避免振动器碰撞预应力钢筋。

## 5. 预应力筋放松

预应力筋放松时的混凝土强度不应低于设计规定要求值。放松时必须拆除模板，使构件能自由伸缩。放松采用砂箱放松法，放松时速度不宜过快，并注意放砂均匀、一致。

预应力筋全部放松后，用乙炔一氧气切割外露钢筋，并用砂浆抹平。切断顺序：宜先由放松端开始，逐次切向另一端。切断时应防止烧坏端部混凝土。

## 6. 运输及吊装

坝顶公路、启闭机动性预制梁吊运及安装顺序：



---

5	LD-10 镢头器	2	台	
6	TQ4-8 钢筋调直机	1	台	
7	手提电动砂轮机	2	台	
8	弓型锯床 G72	1	台	
9	2t 环链手拉葫芦	2	台	
10	2t 电动单梁桥式起重机	1	台	
11	5t 电动卷扬机	1	台	
12	YCT300 千斤顶	2	台	
13	YL60A 千斤顶	1	台	
14	UN <sub>1</sub> -75 对焊机	1	台	
15	50t 普通千斤顶	1	台	
16	ZB <sub>4</sub> -500S 油泵	5	台	
17	UB-3 灌浆机	2	台	
18	无线电对讲机	2	对	

---

## 10.8 建筑工程

### 10.8.1 工程内容

棉花滩大坝建筑工程施工项目包括：大坝电梯井楼、泄水底孔进、出口闸门启闭机室、坝区配电房、坝顶建筑以及其他建筑物按规定完成普通粘土砖墙及隔墙的砌筑、屋面、木工、钢门窗、铝合金门窗、装饰金属及特殊小五金、玻璃、一般抹灰、装饰抹灰及饰面、地面、油漆以及给水排水和卫生系统等。

### 10.8.2 烧结普通砖墙及隔墙的砌筑

材料：

烧结普通砖：烧结普通砖应为图纸所示的型号，其长、宽、高尺寸为 240mm × 115mm × 53mm，取样、检验及测试按中国建筑材料规范 JC149-73 的要求进行。

砂浆：所有圬工砂浆应符合标准 GBJ203-83，砂浆强度等级应按图纸所示。

烧结普通砖墙及隔墙的砌筑：粘土砖的吸水率在砌筑之前应确定，对于吸水率超过 20g/min 的烧结普通砖，在砌筑之前应充分浇水以便使其吸水率不超过上述值。所有与混凝土墙或柱相接的烧结普通砖墙应用锚筋与混凝土墙或柱固定住，锚固筋预埋在混凝土墙或柱内。所有砌体墙在垂直平面内均应垂直。所有的砌体在砌筑时应有足够的底灰缝及顶灰缝，不得阻塞管道系统，阶梯形砌接应控制到最小限度，每隔一缝或按图或按其他指示加筋，垂直缝应交错以便一层上的缝与另一相邻层上的缝等距。根据要求应清理墙面，以便正确完成所规定的墙面装修。除了伸缩缝不得用砂浆填筑而应用麻丝嵌缝外，所有隔墙顶缝、顺缝均应用砂浆填实。

### 10.8.3 屋面

屋面的施工实施和质检竣工验收应遵照国家标准《GBJ16-66（修订本）》、《GBJ207-83》等规范规定执行。

材料和工艺

各种材料、拌合物、制品和配件以及防水层、保温隔热层、泛水、伸缩缝等应按施工详图和工程师的通知以及有关规范的规定配用和实施。各种拌合物的配合成份和调制方法等应按工程师的通知和试验确定。

---

#### 10.8.4 木工及细作

所有木工及细加工应按图纸要求进行备料并安装。木工件的施工必须遵照国家标准《GBJ206-83》、《GBJ6-64（修订本）》以及《TJ301-74》等规范中的有关规定执行。

#### 10.8.5 钢门钢窗

应严格按施工详图规定和指明的门窗形式、尺寸、开启方向、纱网品种规格以及门窗上所配置的各类零配件，提供各类门窗，并分别提交各类门窗的出厂合格证，送交工程师备查并作为竣工验收资料组成部分。各类门窗的出厂标准及其运输、堆放和安装的施工实施应按照《电站建筑钢门、钢窗图集和建筑配件标准图集第六册》（DJ-01）中的有关规定和说明执行。

#### 10.8.6 铝合金门窗

铝合金门窗的安全强度，气密性，水密性，隔声量等性能指标，必须符合国家已发布的有关标准及所规定的技术性能质量等级和检测规则《GB5237》、《GB7106》、《GB7107》、《GB7108》等要求。

#### 10.8.7 填缝

设置在砌体或混凝土中的金属框架四周的孔隙和所有收缩缝都应填缝，包括门窗缝、通气缝、窗台四周、防雨门槛下和图纸上所规定的地方。

填缝采用喷枪喷射方式作业，喷枪插入孔隙以高压挤走空气，并喷入浆液牢固地封填空隙，在露出的地方，应防止起皱，且应除去露出部分并抹至光滑平整，填充时空隙可稍稍外现凸出，这样干燥后即可获得平整的孔隙面，没有填实的孔隙都应将之打毛，并且按规定重填，露出的部分应抹光。

孔隙周围的各部位表面油迹和其他由于填缝所引起的污点都应清理。

#### 10.8.8 装饰金属件及特殊小五金

装饰金属件及特殊小五金的施工实施必须遵照国家标准《GBJ210-83（修订本）》、《GBJ205-83》以及《建筑工程质量检验评定标准》（GBJ301-88）中的有关规定执行。

有关门、窗及窗帘盒（除窗帘轮外）的五金零件或配件应遵照建筑规范的有关

---

规定。

金属栏杆、金属灯柱、吊平顶、钢爬梯等应按施工详图的规定进行制作、安装和施工。

### 10.8.9 玻璃

一般门窗用平板玻璃、观察固定窗用钢化玻璃、厕所门窗用磨砂玻璃、弹簧门所用的厚玻璃等应符合施工详图的要求。玻璃安装作业实施应遵照国家标准《GBJ210-83》有关规定执行。

玻璃的安装应使之均匀地固定在包括两边及上下的整扇框内，到工程完工时玻璃应是干净的，任何有裂纹、缺陷及破碎的玻璃应予以更换。

### 10.8.10 一般抹灰作业

抹灰作业实施应遵照国家标准《GBJ210-83（修订本）》有关规定执行。

一般抹灰指面层为石灰砂浆、麻刀灰、纸筋灰、石膏灰或混合砂浆、水泥砂浆的抹灰作业。外墙一般抹灰的允许垂直偏差应符合国家标准《GBJ203-83》和《GBJ301-83》的有关规定，石灰膏融膏时间必需在 14d 以上，不得提前使用。

#### 水泥砂浆及抹灰材料拌制

墙面抹灰除设计图纸另有规定外，一律用 1：3（水泥：砂）水泥砂浆。所有内墙、平顶抹灰用 1：1：6（水泥：石灰：砂）混合砂浆。纸筋灰中加用的草纸按约 100kg 石灰中加 10kg 标准草纸，纸筋应符合规定，稻草、滑秸等应经水化（石灰水化）处理。

灰浆的拌合使用机械拌合。

### 10.8.11 装饰抹灰作业及饰面工程

装饰抹灰作业及饰面工程的施工实施应遵照国家标准《GBJ210-83》、《GBJ203-83》及《GBJ301-88》、《GBJ209-83》的有关规定执行。

所有装饰抹灰和饰面工程作业实施前，应提交样品和施工说明，供工程师鉴定和批准后，方可施工。

饰面材料应以制造厂家的原包装运送，并应标有制造厂的名称及商标。装贴面砖的包装件应分级密封，装卸中应防止不同材料混杂，要防水、防潮、防污染、防

---

破碎。材料应存放在干燥、通风的地方，粘结剂应按厂家要求存放，严防因受潮或温度影响而变质，超过有效期的一切材料严禁使用。

内墙饰面的涂料质量应符合有关规范规定要求，颜色要符合施工详图规定或按工程师通知要求。

瓷砖和陶瓷锦砖材料质量应符合中国施工材料标准《JC195-74》和《JC201-75》。其主要技术要求应符合以下规定：吸水率不大于 0.2%，而密度、抗压强度、耐酸度、耐碱度、耐磨度以及英氏硬度都应符合有关规定的要求。

水磨石面层包括现浇和预制水磨石楼地面、预制水磨石窗台板、楼梯平台、基底条、踢脚板、踏步板和竖板，按《装饰工程施工及验收规范》（GBJ210-83）和《地面和楼板工程施工及验收规范》（GBJ209-83）执行。

#### **10.8.12 油漆作业**

油漆作业实施应遵照国家标准《GBJ210-83》及《GBJ301-88》的有关规定执行。凡图纸或工程师规定有油漆要求的金属预埋件的油漆作业，亦应按规定执行。

## 第11章 金结、电气、水机附属设备及钢板衬砌安装

### 11.1 概况

根据棉花滩水电站碾压混凝土重力坝施工招标文件，合同编号：MHT/LLB<sub>1</sub>中与本章有关的主要工程项目包括如下内容：

导流洞封堵闸门的沉放及沉放该闸门所必需临时设施的安装和拆除；

泄水底孔事故检修闸门和启闭机及配套电气设备的安装；

泄水底孔工作闸门和启闭机及配套电气设备的安装；

溢洪道检修闸门和启闭机及配套电气设备的安装；

溢洪道工作闸门和启闭机及配套电气设备的安装；

大坝接地系统、电缆管沟和电气设备安装所需的预埋件；

坝区用电、照明（含大坝廊道、集水井、排水泵）电气设备的安装；

大坝水机附属设备系统的供排水管路及设备的安装；

泄水底孔钢板衬砌的制造与安装。

上述所有闸门、启闭机安装（除导流洞外）均包括门槽、轨道及预埋件。

### 11.2 金属结构安装

#### 11.2.1 安装工作范围

金属结构的安装项目见表 11-1、表 11-2。

表 11-1 闸门、门槽埋件安装项目表

序号	名称	型式	规格	单位	数量	单重 (t)	总重 (t)
1	溢洪道工作闸门	弧形门	16×18.54-18.04	扇	3	248.2	744.6
2	溢洪道工作门槽埋件			套	3	12.3	36.9
3	溢洪道检修闸门	平面叠梁门	16×14.4-13.73	扇	1	135	135
4	溢洪道检修门槽埋件			套	3	16.5	49.5
5	泄水底孔工作闸门	弧形门	5.0×7.2-59.36	扇	1	123.7	123.7
6	泄水底孔工作门槽埋件			套	1	75.4	75.4

7	泄水底孔事故检修闸门	平面滑动门	5.0×11.7-59.36	扇	1	93.6	93.6
8	泄水底孔事故检修门槽埋件			套	1	88.5	88.5
9	导流洞封堵闸门	平面滑动门	11.0×15.0-95.7	扇	1	228	228

表 11-2 启闭机安装项目表

序号	名称	型式	规格	单位	数量	单重 (t)	总重 (t)
1	溢洪道工作门启闭机	卷扬式	启门力 2 × 2000kN	台	3	90	270
2	溢洪道检修门启闭机和自动挂脱梁	单向门机	启门力 2×500kN	台	1	89.7	89.7
3	泄水底孔工作门启闭机	油压式	启门力 2000kN 下压力 1000kN	台	1	15	15
4	泄水底孔事故检修门启闭机	卷扬机	启门力 5000kN	台	1	100	100
5	单向门机轨道			套	1	11	11

### 11.2.2 安装前的准备工作

检查闸门门叶、门槽埋件和启闭机到货是否齐全，各部件在运输、存放过程中有否损伤及其各部件在拼接处的安装标记是否配套，对不配套的部件或总成不准许组装到一起。

在组装检查中发现损伤、缺陷或零件丢失等，应作记录和及时上报有关部门，并提出处理方案。对容易丢失和怕雨淋日晒的设备，应存放在设备库房。

对闸门和启闭机进行尺寸检查和必要的解体清洗。需要灌注润滑脂的部位，应预灌足润滑油脂，所有转动部位都应能灵活转动。

施工所使用的计量器具，如测量仪器（表）、钢卷尺、钢板尺、游标卡尺应是计量部门检验过的且在有效期内。对参加安装的工作人员须持有劳动部门认可的安全操作上岗证，参加一、二类焊缝焊接的电焊工应持有在有效期内的全位置焊接合格证。

现场拼装用的全部电焊条，其规格、型号、性能应完全符合施工详图和规范的要求，并应有出厂质保书。闸门上橡胶水封接头的粘结材料，当采用热胶合时，其材料规格按规程采用，其加热压模应满足水封形状的要求，若采用冷胶接时，其冷胶剂的技术性能及有关参数应事先向监理工程师提供，并经认可后才能使用。

---

门槽等预埋件埋设安装前，应检查一期混凝土预留槽的有关尺寸、表面凿毛和预埋锚筋是否符合图纸要求。

### 11.2.3 埋设件的安装

埋设件包括门槽预埋件、门机轨道和启闭机（包括导流封堵闸门沉放用的临时卷扬机和钢梁）的地脚基础预埋螺栓等。埋设件是闸门和启闭设备安装前的一项重要工作，系直接影响启闭设备安装的准确性和运行工况的好坏。因此，在安装埋件时应严格按《水利水电工程闸门制造安装及验收规范》（DL/T5018-94）（以下简称《规范》）及施工图注明有公差要求的尺寸进行检查和验收。埋设构件与一期混凝土中预留锚筋的焊接要牢靠，门槽工作表面上的焊疤和焊缝余高应铲平磨光，凹坑应补焊平并磨光。安装使用的基准点或线应能控制门槽各部位构件安装尺寸的精度和总尺寸的安装精度，且应保留到安装验收合格后才能拆除。安装好的门槽，除了主轨的轨面、水封座不锈钢表面外，其余的表面应根据制造厂家提供的防腐方法和材料进行防腐。油漆的规格应符合施工详图关于闸门槽埋件部分的技术要求。闸门埋件安装程序见图 11-1。基础预埋螺栓的埋设，其埋入深度应符合施工详图的规定，外露的螺纹部分应涂油脂后再包扎保护，待设备或构件安装时再拆除包扎。

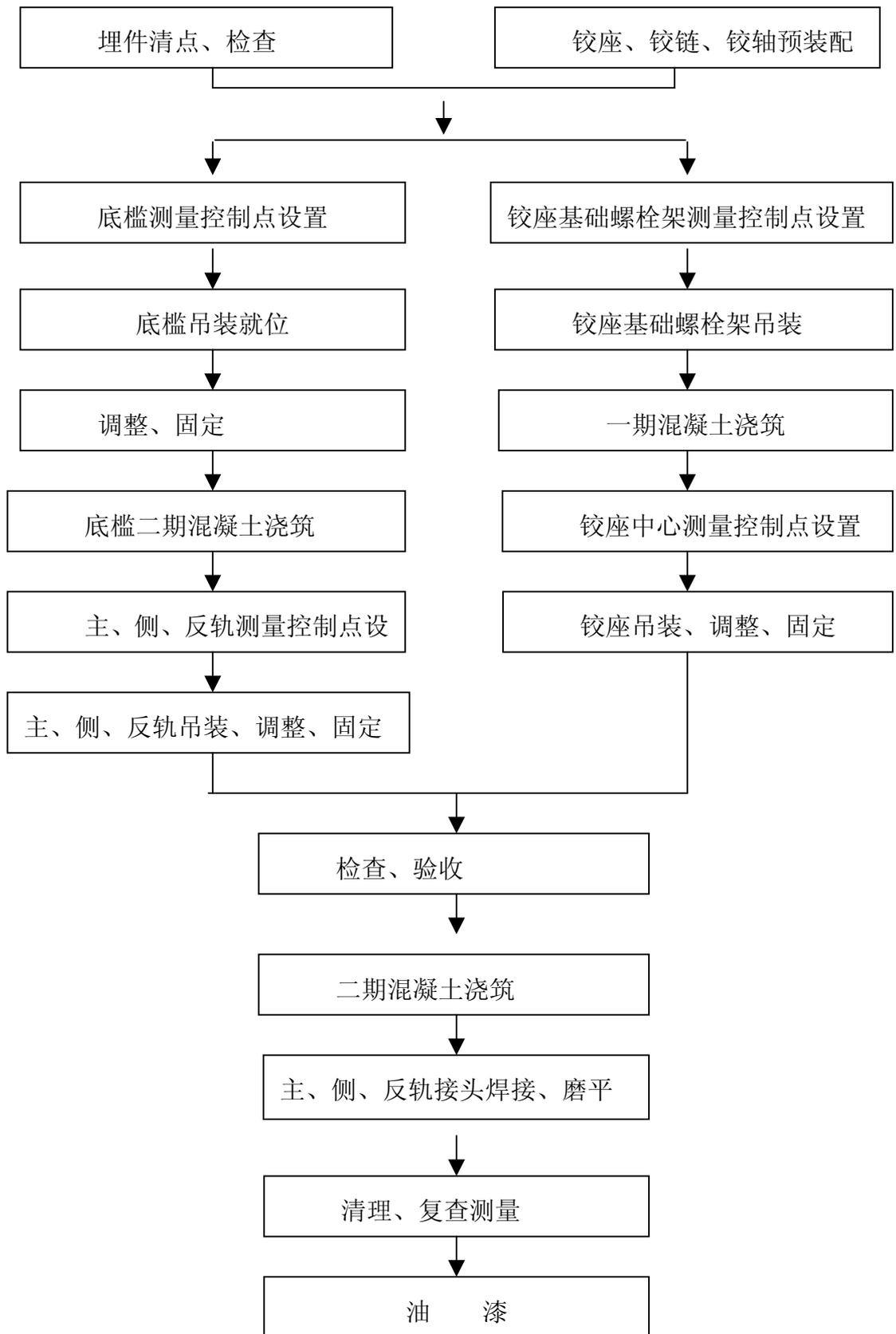


图 11-1 闸门埋件安装程序

---

## 11.2.4 吊装方案

### 1. 导流洞封堵闸门及启闭机的吊装

导流洞封堵闸门采用叠梁式分节结构，总重 228t，单节最重件 28t；沉放导流洞封堵闸门的临时设施（含卷扬机、滑车组和钢梁等），由设置在导流洞启闭机平台（EL109.00）附近的一台 100t 液压履带式起重机卸车和吊装，当封堵闸门下闸后，下闸用的卷扬机及有关临时设施的拆除和装车也由该起重机承担。

### 溢洪道闸门及启闭设备的吊装

溢洪道的闸门有弧形工作闸门 3 扇，平面叠梁式检修闸门 1 扇；启闭用设备有弧形工作闸门用的卷扬式启闭机 3 台，检修闸门启闭用的单向门机 1 台。

弧形工作闸门支铰由 2 号或 3 号门机（10/30t）吊装，分件到货的斜支臂先在坝顶组装，而后再进行吊装，分块的门叶在闸孔内安装，均由 3 号门机配合吊装。

卷扬式启闭机由 2 号或 3 号门机吊装，单向门机由 3 号门机吊装。平面叠梁式检修闸门由安装好的坝顶单向门机进行门叶的拼装和整体吊运。

### 2. 泄水底孔闸门及启闭设备吊装

泄水底孔的闸门有弧形工作门和检修门各一扇，启闭设备有弧形门用的油压启闭机和检修门用的卷扬式启闭机各一台。

设置在泄水底孔上游侧分块到货检修门的组装及卷扬式启闭机由布置在坝顶的 3 号门机吊装，超过 30t 的大件采用 80t 汽车式起重机吊装。

设置在泄水底孔下游侧的弧形工作门和油压启闭机的安装，由 2 号门机吊装。

## 11.2.5 弧形闸门安装

弧形闸门安装包括溢洪道闸门及泄水底孔弧形闸门的安装。

### 1. 准备工作

弧门安装前的 28d，将安装工艺措施报告监理工程师审批。安装前，对门槽和支铰座板等埋件进行表面清理和尺寸复查。在二期混凝土强度未达到设计要求时，不准许将弧门的支腿与支铰座连接。

支铰和支臂各自先进行组装，溢洪道弧形闸门的支铰和支臂在坝顶 EL178.50 弧门启闭机桥和闸墩上单独组装；泄水底孔支铰和支臂均在泄水底孔弧门安装位置 EL115.40 的闸孔底部组装；对支臂的组装要求搭设具有一定刚度的水平组装平台。

---

## 2. 安装

弧门的安装程序见图 11-2，弧门门叶按分块的编号对号入座，即同一扇的数块门叶必须安装在同一闸孔内，与之配套的支臂、支铰也应按厂家的要求是同一扇的。先吊入闸孔的门叶应加固牢靠，并及时与弧门支臂连接后才能吊下一节门叶。门叶、支臂、支铰的临时加固点，应在门叶焊接合格后且与支臂、支铰连接完整后才能拆除，拆除后其表面的焊点应修补平整。弧门的所有安装拼接焊缝，不允许采用仰焊，仰焊只能允许作封底焊。门叶的焊缝（包括定位焊）使用的电焊条应完全符合施工图或《规范》的要求，并按规定要求进行干燥和保温。参加焊接的电焊工必须是全位置合格的焊工，并严格执行安装工艺措施中的焊接工艺要求，属一、二类的焊缝采用超声波探伤仪检验焊接质量。

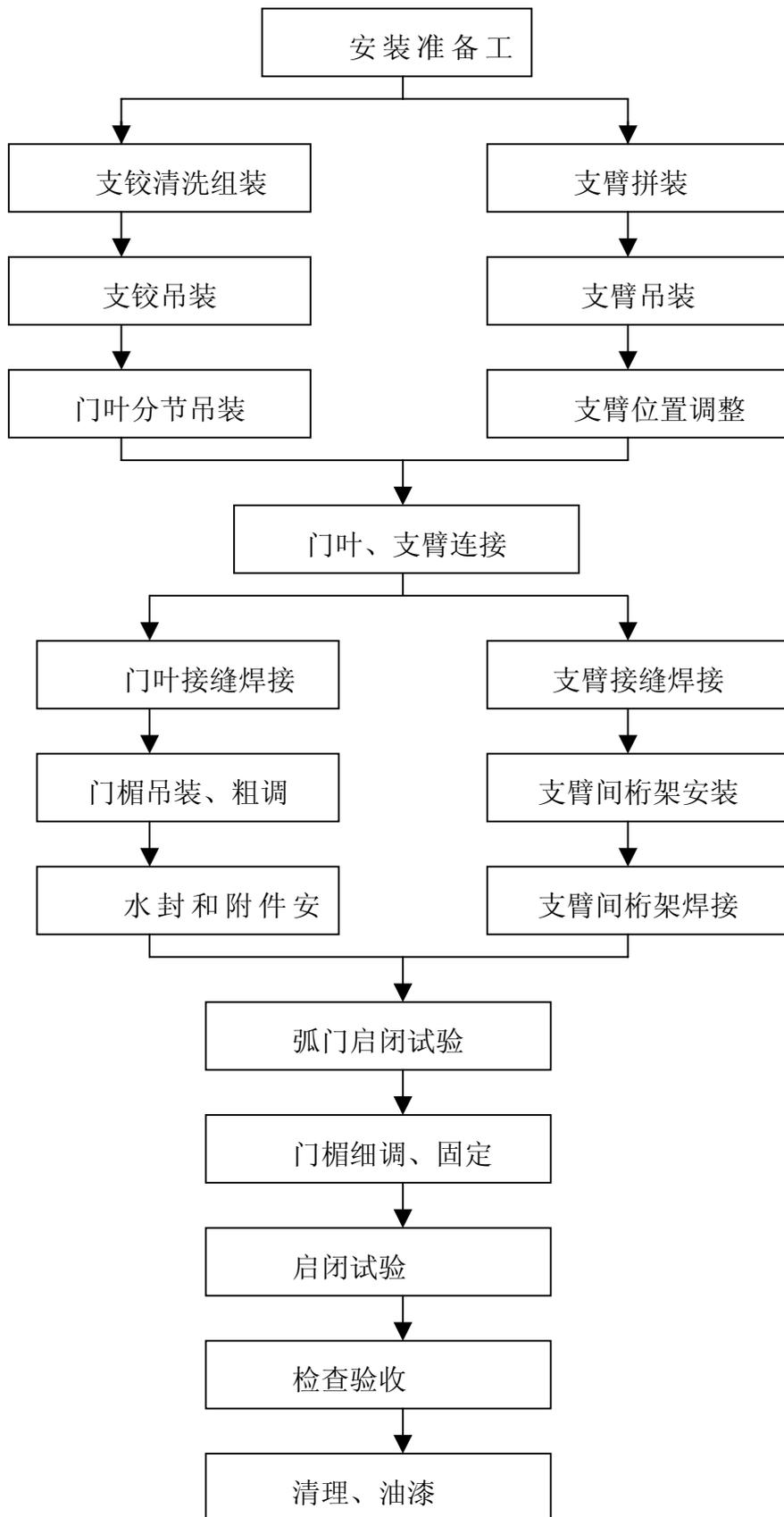


图 11-2 弧门安装程序

橡胶水封的钻孔，采用专用的空心钻头，不允许采用冲压和热烫法加工橡胶水封的螺栓孔。闸门安装的尺寸偏差范围按施工图和《规范》要求进行验收，验收合格后对门体物安装焊缝按制造厂家提供的防腐蚀方法和材料进行除锈和涂刷防腐蚀涂层。对于安装或运输过程中损坏的涂层。也应进行修补。然后对整个门体进行最后一道面漆的涂刷。

### 11.2.6 平面闸门安装

平面闸门安装包括泄水底孔事故检修门、溢洪道检修门及导流洞封堵门的安装。

#### 1. 准备工作

平面闸门安装前的 28d，将安装工艺措施报告工程师审批。在正式安装前，对门槽等埋设件表面进行清理和尺寸核对复查。

平面闸门的安装均考虑在该门槽的顶部先搭设组装平台，下节门叶由该闸门的托梁支承，为保证直立闸门组装的稳定，在组装平台的正、侧向采用型钢支承加固，门叶的组装程序见图 11-3。

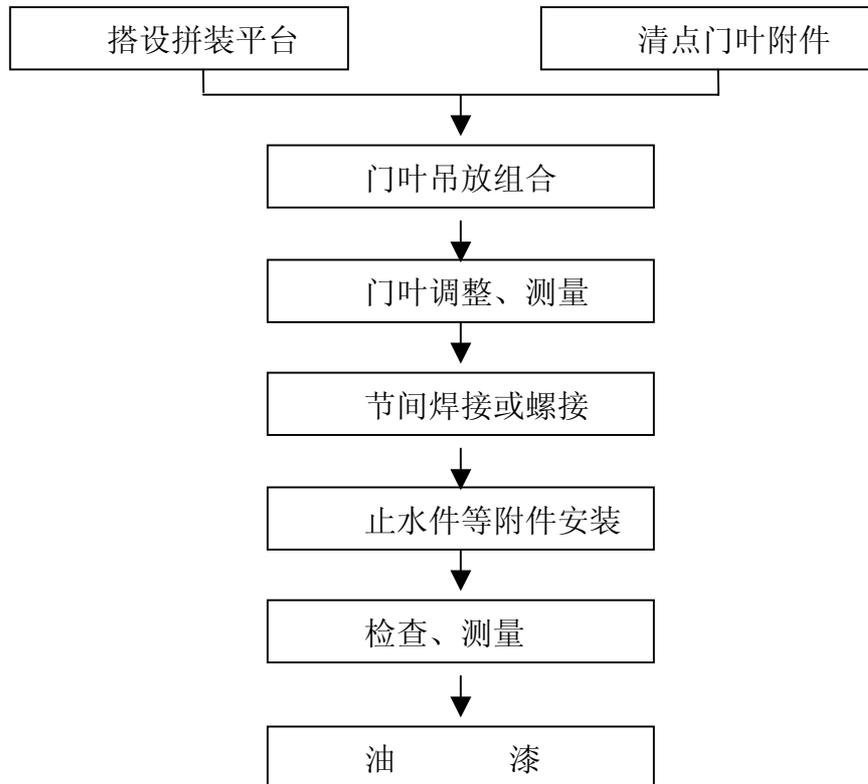


图 11-3 平面闸门门叶组装程序

#### 2. 平面闸门安装

---

闸门的安装拼接焊缝的焊接应严格按焊接工艺措施进行，有关水封钻孔、探伤和防腐同弧形闸门安装有关规定和要求。对滚轮或滑块的安装，应当在门叶整体组装、焊接完毕，并经焊缝检验验收合格后进行，其承压面应调整在同一平面上，溢洪道检修闸门用的自动抓梁导向装置的安装，除按图纸要求外，还应协调与自动抓梁的配合。闸门沉放前必须对闸门、门槽（尤其是导流洞封堵门水下部分）进行全面检查，检验的结果递交监理工程师复检和验收合格后，才能沉放闸门。在闸门吊入门槽之前，还应在闸门滑动支承面涂抹钙基润滑脂，水封与不锈钢水封座面采用水冲淋润滑。

### 11.2.7 启闭设备安装

#### 1. 准备工作

安装前对所有设备进行清点、检查，若有缺件和损坏及时报告有关部门，并进行修复。严格按设计图纸、厂家说明书要求进行安装，并按《水利水电工程启闭机制造、安装及验收规范》（DL/T5019-94）和《电气装置安装工程施工及验收规范》（GBJ232-82）有关规定要求安装和验收。启闭机安装程序见图 11-4。

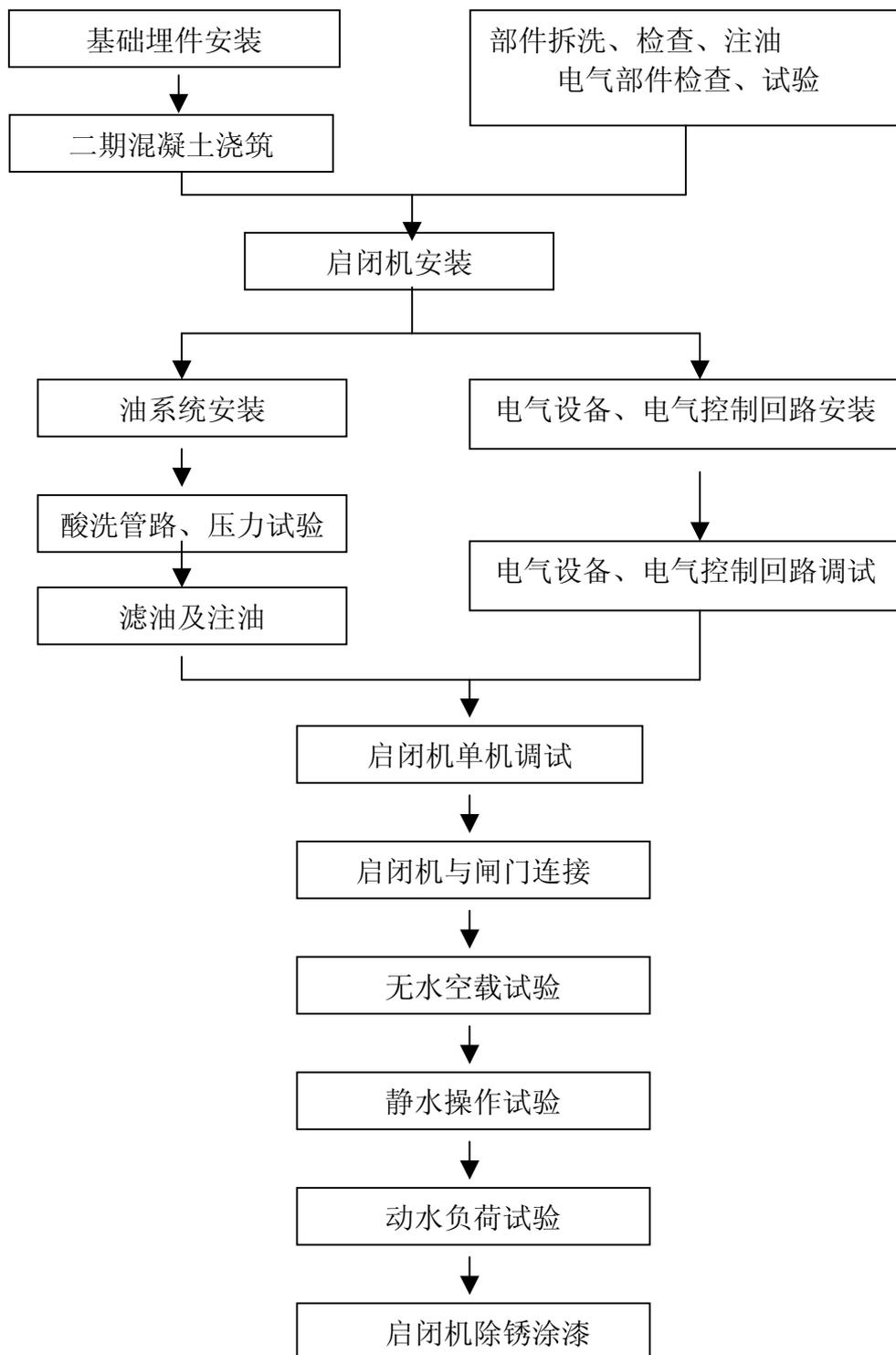


图 11-4 启闭机安装程序

门机轨道的中心线和启闭机的轴线采用经纬仪定出后，由水准仪检查门机轨道和启闭机基础的高程，在调整定位验收合格后，才能进行二期混凝土的回填。当二期混凝土强度尚未达到设计强度时，不许可改变启闭机的安装支撑，更不得进行调试或试运行。

---

对部件的拆洗、检查后，组装时应按设计厂家说明书规定的要求加注润滑油和润滑脂。

导流封堵闸门的沉放按 SH05B (1) -637T-1X<sub>1</sub> 方案图布置，起吊梁按临时设施的施工图制造。

## 2. 启闭设备安装工期

启闭机的安装工期详见表 13-5 “金属结构安装总进度表”。在进度表中，除了溢洪道检修门的单向门机先于门叶的安装外，其余都滞后于门叶的安装。这是因为，溢洪道检修闸门的安装不作为控制总工期的关键项目，且门叶的吊装不与启闭设备吊装发生交叉干扰，又可与单向门机的自动抓梁协调配合。其他都是在门叶大件吊入闸孔内组装后才考虑浇筑启闭机基础平台，如泄水底孔的检修闸门和该孔的弧形工作闸门。

## 3. 启闭设备安装要求

泄水底孔弧形工作闸门的油压启闭机的油压管道安装就位后，在压力试验前应对整个管路系统进行酸洗和循环冲洗。如压力试验显示出缺陷，以至需要拆卸管道，拆下的部分应重新予以清理。启闭机及门机的电气设备、控制线路和电气盘柜的安装，严格遵守 (GBJ232-82) 规范的有关规定。安装完毕后应对所有的电气设备进行测试并做好记录，合格后才能进行调试和试运转。按 (DL/T5019-94) 规范和设计图纸安装起重设备和传动连接机构，如钢丝绳、自动抓梁等，并做好免污染保护。安装完毕后还应修补启闭设备已损坏的油漆。

## 4. 启闭设备试验

启闭设备试验前 14d 通知制造厂、监理工程师等，他们均在场时才能进行试验。试验按如下程序进行：

启闭机在不与闸门连接的情况下做空载试运行，检查各传动机构安装的正确性。

启闭机与闸门连接后进行荷载试验，检查各传动机械有无变化，闸门吊点情况（如双吊点钢丝绳长度是否一致等）是否正常，门叶开度显示和限位开关是否正确，电动机的电压、电流是否正常。此项试验重复三次，并记录在案。

对工作闸门作承受设计水头的情况下，作闸门开启和关闭试验。这种带负荷试

---

验通过后，才能认为安装工作是合格的。

以上试验记录将作为竣工资料。

## 11.3 坝区电气埋设及设备安装

### 11.3.1 电气埋设

工作内容：包括碾压混凝土重力坝范围内电缆沟道中及其他建筑结构上装置电缆架及明敷管道用的固定件；电气设备安装所需的预埋件；永久建筑物室内外照明埋设件；以及工程指定埋设的电气管道及其他埋设件。

主要技术措施：为缩短预埋时间，所有预埋件将先行预制，配备手提式轻便施工设备（如手提式液压弯管机、手提式电焊机）进行施工。

预埋均按设计图纸及技术规范要求施工，特别需要注意固定牢靠，以防浇捣时位置变化，并注意预埋管接头有否漏焊，预埋管口应加木塞保护，各照明盒内应用水泥纸充填严实，以防浇捣水泥浆渗入或异物从管口落入引起堵塞，在隐蔽前完成质量查验工作。

基础预埋施工中一般不采用预埋螺栓，而是预埋铁板、角钢、扁铁条、钢筋等，施工方便，便于设备安装调整，精确性高，又能保证施工质量。

由于预埋是随着土建施工进行的，土建和安装工作必须密切配合，尽量减少相互干扰。

### 11.3.2 接地系统埋设

工作内容：包括大坝坝体内的接地以及坝前水下接地网及图纸或工程师指定的接地系统埋设。

施工工序：准备工器具及施工设备（电焊机），下料制作预埋件；开挖埋设接地钢管和扁铁的沟槽，埋设接地线；打接地极钢管，连接接地线；接地装置的检查及接地电阻测试；连接接地系统与电气装置。

主要技术措施：接地系统埋设严格按设计图纸及工程师要求和技术规范进行，所用材料应符合工程师要求；接地导体通过伸缩缝时，按施工详图规定采取专门措施。

为了防止将接地钢管或角铁打劈，可用圆钢加工一种护管帽，套入接地管端，

---

或用一块短角钢焊接在接地角钢的一端。

水中接地网完成后，先用接地摇表单独测接电阻一次，全部接地网及其他接地设施完成后，用电压、电流表法总测接地电阻一次，以检验接地电阻是否符合设计要求。

### 11.3.3 电气设备安装

#### 1. 工作内容

电气设备安装包括坝区用电设备、电缆照明接地等的安装、调试及试运行的全部工作，其主要项目有：

三相干式变压器 SC-500-10/0.4KV	2 台
10kV 高压开关柜	2 台
低压配电屏	7 台

电缆敷设，长度约 2km，包括电缆架、电缆和电缆终端头制作、安装。

照明工程：包括照明分电箱 9 只，照明配线，电线总用量 8km；各种照明灯具 403 只；插座 8 只；开关 12 只。

接地工程。

大坝廊道集水井排水泵电气设备，2 台套。

#### 2. 配电盘（高低压开关柜）安装

安装前的准备工作：熟悉设计图纸，明确每块盘的安装地点及安装高程；安装工器具及材料的准备。

开箱检查：制造厂的技术文件齐全。型号、规格应符合设计要求，附件备件齐全，元件无损坏。为避免铁螺栓生锈不好拆卸，设备安装用的紧固件，除接地螺栓外，应用镀锌制品。

安装前应具备的条件：土建工作基本竣工，混凝土达到龄期并拆模，安装场地清扫干净；室内涂饰和地面抹灰工作都已完成；基础清扫干净；配电盘安装现场应清洁、干燥。

安装程序：配电盘（高低压开关柜）安装程序见图 11-5：

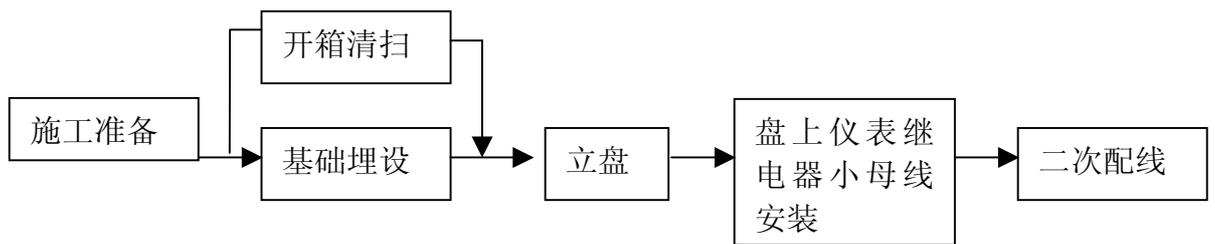


图 11-5 配电盘安装程序

主要技术要求：

基础型钢安装：其允许偏差符合表 11-3。

表 11-3 基础型钢安装允许偏差表 (单位：mm)

项次	项 目	允许偏差	
1	不直度	每米	1
		全长	5
2	水平度	每米	1
		全长	5

基础型钢应接地可靠。安装后顶部宜高出抹平地面 10mm。

盘、柜单独成列安装时，其垂直度、水平度以及盘、柜间接缝的允许偏差应符合表 11-4：

表 11-4 盘柜安装允许偏差表 (单位：mm)

项目	项 目		允许偏差
1	垂直度		允许偏差
2	水平度	相邻两盘顶部	2
		成列盘顶部	5
3	不平度	相邻两盘边	1
		成列盘面	5
4	盘间接缝		2

二次回路接线要求：

按图施工，接线正确。

电气回路的连接（螺栓连接、插接、焊接等）应牢固可靠。

电缆芯线和所配导线的端部应标明其回路编号，编号应正确、字迹清晰且不易褪色。

配线整齐、清晰、美观，导线绝缘良好，无损伤。

盘、柜内的导线不应有接头。

每个端子板的每侧接线一般为一根不得超过两根，配线应采用截面不小于  $1.5\text{mm}^2$ ，电压不低于 400V 的铜芯绝缘导线。

### 3. 电缆敷设

施工前的准备工作与注意事项：

熟悉图纸资料，统计电缆的规格数量，与到货情况进行校核。

电缆及其附件到达现场后，应进行下列检查：

产品的技术文件是否齐全；

电缆的规格、绝缘材料是否符合要求，附件是否齐全；

电缆封端是否严密，高压电缆经外观检查有怀疑时，应进行潮湿判断与试验；

电缆及附件如不立即安装，应集中分类存放，盘上应标明型号、电压、规格、长度，橡塑护套电缆应有防日晒措施。

电缆走向通道清理干净，电缆架挂装好。

电缆施工应严格按《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB50168-92）执行。敷设时应按设计要求走向、分盘、固定，并在终端和接头附近留有适量的备用长度。电缆敷设施工程序见图 11-6。

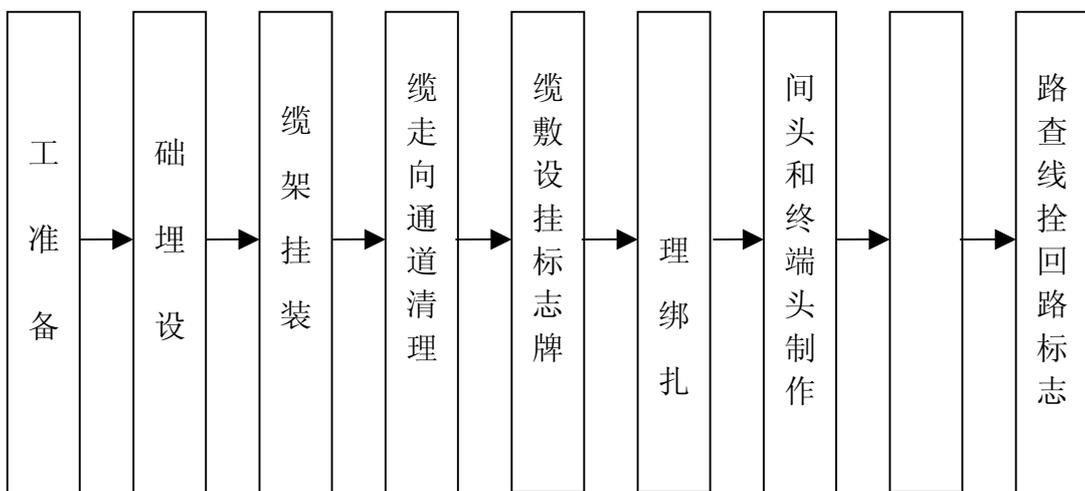


图 11-6 电缆敷设施工程序

无论是电力电缆或是控制电缆，安装后均应按不同电压等级的要求进行绝缘测

量和耐压试验，控制电缆可与相关回路一起进行。

对受外部影响易着火的电缆密集场所或可能着火蔓延而酿成严重事故的电缆回路，必须按设计要求的防火阻燃措施施工。

#### 4. 照明电气工程

照明电气工程安装程序见图 11-7。

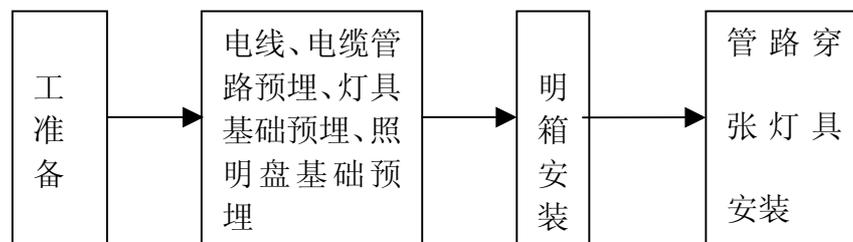


图 11-7 照明电气工程安装程序

主要技术措施：熟悉施工图纸，统计灯具及导线的规格数量。

对到货情况进行校核，所使用的材料均应符合有关的标准，并具有合格证。

敷设的导线应便于检查、更换，绝缘导线的中间和分支接头处，应用绝缘带包缠均匀、严密，不低于原有绝缘强度；在接线端子的端部与导线绝缘层的空隙处，应用绝缘带缠严密。

配电箱安装，垂直偏差不大于 3mm。暗设时，其面板四周边缘应紧贴墙面，箱体与建筑物接触的部分应刷漆防腐。

#### 11.3.4 交接验收

所有电气设备安装结束后，应按有关验收规范进行试验，同时完成竣工图纸，设备到货资料（制造图纸、说明书、产品技术条件、生厂记录、合格证等）及安装与调试记录的整理和移交。

### 11.4 水机附属设备安装

#### 11.4.1 工程概况

根据招标文件，水机附属设备所需进行的埋设项目包括：

水机明敷管道的固定件和水机附属设备所需的预埋件。

明敷埋设钢管（焊接） $DN100$  排水管 100m，坝前引水埋设钢管（焊接） $DN300$ ，

---

2 根供水管 260m。

灌浆廊道排水泵安装 2 台，型号 I. S-80-65-160。新风机房 DN300 旋转式滤水器安装 2 台。

建设单位指定的管道和其他预埋件。

#### 11.4.2 预埋件

预埋件的埋设按施工详图及补充通知进行管道和配件的加工焊接和预埋敷设，并遵守《工业管道工程施工及验收规范》（GBJ235-82）的有关规定。

对水机明敷管道水机附属设备基础等的预埋螺杆、拉筋、锚筋、型钢和钢板等预埋件的埋设按施工详图和技术规范要求施工。

管道敷设前应先组装和固定就位，固定就位的临时支撑采用型钢（如角钢、圆钢）。电焊点对焊接支撑时不得浇伤管道内壁。临时支撑可留在混凝土内，但不允许有竹木件埋入混凝土内。在整个施工期间，管道系统应妥善保护，使混凝土浇筑后管道的进出口位置与施工详图的设计偏差不应大于 10mm。

管道在安装预埋前，应清除内部的污物泥浆和其他杂物。安装好的预埋管两端应临时封堵，待与明管接通之前再拆除临时封堵，并清洗预埋管道。

管道安装预埋完毕，在混凝土回填前，按规定进行水压试验。保持 30min 无渗漏现象为合格。水压试验工作和管道安装预埋的验收工作应通知监理工程师参加，并由监理工程师签署验收合格证后，方准进行混凝土的浇筑或回填。

#### 11.4.3 设备安装

会同建设单位对设备（水泵和滤水器）进行清点检查和验收。

对设备的预埋基础清理和复核。同时对设备的有关部件拆卸、清洗、注油和组装。

设备就位、电机找正、靠背轮联结及有关附件安装。

电气设备线路连接、调试。

按有关规定要求进行试运转，并做试验记录。

### 11.5 钢板衬砌

#### 11.5.1 工程概况

---

根据棉花滩水电站碾压混凝土重力坝施工招标文件，钢板衬砌工程包括如下内容：

泄水底孔的钢板衬砌及通气管的全部制作与安装工程，总计约 303t。具体包括止水环、加劲肋、带有补强板及堵头的灌浆孔等。

提供上述工程量的施工措施，包括制作、安装和运输方案。

当闸门门槽安装后，将钢衬端部焊接在闸门的门框上。

### 11.5.2 材料

钢板材料：钢衬和通气管以及止水环、加劲肋和有关附件（如灌浆孔堵头和补强板等）的钢板都应满足设计图纸要求和符合《低合金结构钢》（GB1591-88）的技术规定。内、外支撑和节点板、预埋件等临时联结件的材料也应符合上述的规定和要求，并应有厂家检验合格证和材料试验报告。

焊接材料：焊接材料包括焊条、焊剂和焊丝，其性能应分别符合《低合金钢焊条》（GB5118-85）、《碳素钢埋弧焊用焊剂》（GB5293-85）和《焊接用钢丝》（GB1300-77）的规定。并附有厂家质量证明书。

材料试验：所有的钢材按《压力容器用钢板超声波》（ZBJ74003-88）的规定作超声波探伤检查和《金属低温夏比冲击试验方法》（GB4159-84）做冲击试验。按要求作抽样抗拉、抗弯和硬度试验，试验前应通知监理工程师，所有的试验和检测报告将作为竣工资料移交。

### 11.5.3 钢板衬砌制造

#### 1. 施工技术要求

按设计图纸和《压力钢管制造安装及验收规范》（DL5017-93）、《水工金属结构焊接通用技术条件》（SL36-92）、《水工金属结构焊工考试规则》（SL35-92）、《水工金属结构防腐蚀规范》（SL105-95）等规范，制定施工组织措施，并于施工前 28d 报监理工程师审批。

#### 2. 钢衬和通气管制造

按《压力钢管制造及验收规范》（DL5017-93）以下简称《钢管规范》，第 4.1.1~4.1.4 条要求，制定下料展开图，号料后的钢板应标明分段、分节、分块的编号，水流方向、水平和垂直中心等符号，采用半自动切割机下料。

---

对通气管和要卷制的钢衬，其卷板方向应和钢板的压延方向一致。卷制后的弧度和对圆的尺寸误差应符合《钢管规范》第 4.1.5~4.1.12 条的要求。加劲肋、止水环的组装应符合《钢管规范》第 4.1.12~4.1.16 条规定。出厂前的钢衬应按规定的统一标记表明其流向及上、下、左、右中心。

钢衬的制作在金结加工厂加工和组装。在厂内组装成型的钢衬允许偏差：沿钢衬纵轴线垂直的平面测量时，其水平和垂直方向应在 2mm 范围内（包括与闸门门柜相连的端部断面）；相邻焊缝错位 1mm。对焊缝超过 1mm 的凹坑要用焊条补焊后磨平。灌浆孔等附件的钻孔采用钻床加工，并在厂内焊好与钢衬同种材料的补强板。钢衬采用分节制作，按来料板的宽度，每节约 2.0m 长；通气管每节约 1.8m 长，二节为一段，约 3.6m 长。经内支撑加固和防腐喷涂后运工地安装。

### 3. 焊接和焊缝检验

焊接程序：焊接用的焊条、焊丝、焊剂均按规定保管、存放和烘焙，焊工应备有烘匣，随用随取。焊接前，无论是手工焊还是埋弧自动焊都应根据焊接规范进行试焊，并根据实际情况进行修正，以制定好确保质量的焊接工艺规程。各管段组装合格完毕后，方可焊接。焊接的试电流、引弧及收弧应在助焊板上进行，对手工电弧焊，应严格执行焊接工艺，每条焊缝应连续焊成，不宜中断。对埋弧自动焊的电源要求其电压波动不得大于 $\pm 5\%$ ，电弧电压的波动在 $\pm 2V$ 之间，电流波动在 $\pm 30A$ 之间，以确保焊接质量。焊接时，应尽可能采用俯焊以保证焊接质量，先焊的一侧，其底部的金属应研磨、整平或用电弧气刨予以清除。T 型焊缝的钢板焊前应用超声波检查有无夹层，内园角的根部应用贴角焊，以保证其焊缝金属的熔化和焊透。

焊接设备操作试验及焊工考试：焊接设备操作按批准的焊接程序和工艺进行，如果按复核要求而改变焊接程序和工艺时，则要重新进行新的焊接设备操作试验。对生产性试验焊接钢板的详细过程和试验结果应做好记录报送监理工程师。焊后的试件应作外观检查及超探或射线检验以保证质量标准达到生产中的最低要求。

焊工考试按照《锅炉压力容器焊工考试规则》或《水工金属结构焊工考试规则》（SL35-92）的规定进行。凡参加钢衬结构焊接的焊工必须是经过考试合格的（包括一、二类焊缝的点对工作）。

焊接工艺：制定的焊接工艺必须满足经试验认为正确的焊接程序和工艺，并于

---

始焊前 63d 报告监理工程师批准。所有焊缝表面的氧化皮、铁锈、油污和其他杂质都应全部清理干净，直至离焊缝边缘 15mm 以上。焊接时，对每一层焊接的金属飞溅和焊渣都应认真清理干净。用于环缝或附件的定位焊应按批准的焊接程序进行，当规定焊接根部缝隙时，焊件边缘应予固定，以便在焊接时使间隙保持在允许公差内，主要纵向焊缝上不准有定位焊。

焊缝检验：全部焊缝均应由焊接检验员进行外观检查。一、二类焊缝应由持证探伤检验人员检验，并出具相应的探伤检验报告。钢衬焊缝无损探伤的长度规定如下：对纵缝作全长的超声波探伤和 50%焊缝长度的 X 射线检测；对环缝作 50%焊缝长度的超声波探伤和 25%焊缝长度的 X 射线检测，焊缝交叉段都应作 X 射线检测。在 X 射线检测前 28d，应递送一份包括透照设备、材料、透照室、透照工艺和程序的详细报告给监理工程师，供批准后实施。检验的评判标准和长度的百分比除按上述规定外，主要按设计图纸和《钢管规范》、《焊熔化焊对接接头射线照相和质量分级》（GB3323-87）、《焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果的分级》（GB11345-89）的有关规定。所有焊缝检测时，必须要有监理工程师在场，其检测资料均作为竣工资料移交给建设单位。

#### 11.5.4 钢板衬砌安装

安装方案：泄水底孔钢衬安装前按图示位置安装基础预埋件。当混凝土达到设计要求的强度时，安放测量控制点，搭设钢衬安装平台。

采用 80t 汽车式起重机从上游往下游吊装单节钢衬于安装平台，调整就位，当中心和高程调整后，将外拉杆和斜垫点焊加固牢靠。

安装措施：考虑运输、安装和混凝土浇筑可能对钢衬造成变形，在每节钢衬内安装二层内支撑。

安装控制点在始装节的两端采用红铅油标示清楚，且应设置坚固，测量控制点保留到验收合格后。钢衬的安装尺寸误差按设计图纸和《钢管规范》的要求。当钢衬调整加固完毕后，安装和焊接钢衬加强肋上的所有锚筋。

钢衬加固点的焊缝，如锚筋和其他附件的焊接，其焊接材料和质量要求按焊接工艺进行。钢衬节与节的对接焊缝以及端部与闸门门框的焊缝要进行射线检查。

混凝土浇筑时，两侧应对称均匀分层上升，并要加强振捣，使之与钢衬结合良

---

好，钢衬端口处预留 80cm，以便下节钢衬安装调整。

严格按设计值控制灌浆压力，以避免钢衬产生鼓包现象。

钢衬的内部支撑在混凝土浇筑和灌浆 14d 后才能拆除，拆除内支撑后应检查和修补并磨平支撑焊头处钢衬的表面。

### 11.5.5 防腐

泄水底孔钢板衬砌（含通气孔）的防腐按设计图纸和《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》（GB8923-88）以及《水工金属结构防腐蚀规范》（SL105-95）的要求进行，对钢衬内表面及其附件的表面采用喷丸除锈和喷涂保护。

表面预处理：喷砂车间采用密闭的简易喷砂房。见图 13-8 金结加工厂平面布置示意图，内设运输台车一辆，台车沿轨道推出，钢板吊上台车后，推入喷砂房，关闭大门，即可进行喷丸除锈。喷砂房设计面积为  $6 \times 10\text{m}^2$ ，轨道铺设总长为 12.5m，喷砂房四周用方木和油布钉牢，屋面采用油布和透明塑料布铺盖，既防雨又透光。为解决屋内灰尘问题，在喷砂房的外部装两台轴流通风机，通风机前设置两条  $\phi 700\text{mm}$  的抽风管伸入喷砂房，通风机后用帆布胶带管定向将灰尘输送到附近的具有淋喷装置的水池中。

工作环境要求空气相对湿度低于 85%，基体金属表面温度不低于露点以上  $3^\circ\text{C}$ 。

金属构件表面在进行喷射处理之前，必须仔细地清除焊渣、飞溅等附着物，并清洗基体金属表面可见的油脂及其他污物。

经喷射处理后，基体金属的表面清洁度等级不宜低于《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》（GB8923-88）中规定的 Sa2.5 级，表面粗糙度值应在  $Ry40-100\ \mu\text{m}$  的范围之内。

喷射处理所用的压缩空气，必须经过冷却器和油水分离器的处理，以保证压缩空气的干燥、无油。油水分离器必须定期清理，压缩空气的压力应保证在  $0.5 \sim 0.7\text{MPa}$ 。

喷枪的喷咀到基体金属表面宜保持  $100 \sim 300\text{mm}$  的距离，喷射角度为  $75^\circ \sim 60^\circ$  为宜，当喷咀孔口磨损增大 25% 时，应更换喷咀。

涂装工艺：涂装使用的涂料按设计图纸要求，采用 702 环氧富锌漆作为底漆，煤焦油环氧树脂聚酰胺漆作为面漆，涂层干膜总膜度为  $500\ \mu\text{m}$ 。

---

涂料应具备产品说明书、产品批号、合格证或检验资料。涂料的工艺参数，包括闪点、密度、固体含量，表干、实干时间，涂装间隔时间，一道涂层的干湿膜厚度及理论涂布率等。涂料制造厂对涂装施工环境的要求及表面预处理的等级要求。

表面处理与涂装之间的间隔时间应尽可能缩短，潮湿或工业大气等环境条件下，应在 4h 内涂装完成，晴天或湿度不大的条件下最长不应超过 12h。

当基体金属表面温度低于露点以上 3℃ 和相对湿度大于 85% 时，不得进行涂装，涂装时，应避免未干的涂层被灰尘污染。

在工地先涂装不影响焊接性能的车间底漆，其漆膜厚度应达到 25 μm，安装后对焊接区进行表面清理，涂刷面漆，并达到规定的厚度。

涂层各层间的涂装间隔时间应按涂料制造厂的规定执行，如超过其最长间隔时间，则应将前一涂层用粗砂布打毛后，再进行涂装，以保证涂层层间的结合力，二液型涂料要根据说明书的规定在搅拌均匀后，达到规定的熟化时间，才可用于涂装。

涂装后，漆膜应认真维护，在固化前要避免雨淋、曝晒、践踏，在吊运过程中应加垫纸皮、破布等，以免对涂层造成任何损伤。

**施工管理、安全措施：**喷砂作业是在一定压力下作业的。各有关部件必须具有足够的耐压强度，其中磨料桶必须由有劳动安全监察部门签发的设计许可证的单位设计和由有压力容器制造许可证的工厂制造。

无关人员必须远离工作场所，操作者要采取全身防护，以保护身体不受飞溅磨料的伤害。

涂装施工场所严禁吸烟及进行焊接工作，并提供足够的通风量以排除有毒烟气及尘埃。

---

## 第12章 质量、安全及施工进度保证措施

棉花滩水电站大坝是跨进二十一世纪之际建成的我国第三座坝高超过 100m 的全碾压混凝土重力坝。为了圆满实现本工程项目目标，除采取相关章节叙述的单项工程质量、安全及施工进度控制措施外，还将采取以下施工保证措施。

### 12.1 工程质量总目标

本工程质量总目标为：确保达到优良等级，创建优质工程。

### 12.2 工程质量保证措施

#### 12.2.1 建立健全质量保证体系

贯彻实施我局 1997 年 6 月 5 日发布的根据 GB/T19002-ISO9002 标准制定的《质量手册》，以规范本工程所有的施工质量管理行为。

按照我局 ISO-9002 质量体系程序文件规定，进行项目部质量保证体系建设，项目部设置质量安全部，二级单位设立质安科，班组配备专（兼）职质检员，做到点面结合，纵横联系，达到全面控制质量管理体系的运行。

质安部负责编制项目质量计划，制定质量管理监督实施办法，落实质量职能分配，明确质量岗位责任，并补充必要的作业指导书。质管部门根据项目质量总目标，负责质量计划执行情况的综合统计、考核，监督质量标准的贯彻执行。

建立质量信息反馈系统，各二级单位、班组的质检人员应做好质量记录，全面掌握施工全过程的质量状态，及时向项目部反馈信息，并根据监理工程师对工程质量的评价和要求，及时制订质量改进措施，以促进工程质量的提高。

抓好工地试验、监测中心及现场实验室的建设，确保试验、监测数据准确及时，充分发挥其质量检验监督功能。

#### 12.2.2 编制好施工方法和施工措施

对砂石料、坝基开挖、大坝 RCC、灌浆、金结等重要工程项目，编制施工工法，规范施工方法和工序、工艺。

编制好单项工程的施工措施，使工程施工在合理、先进、可靠的施工方法指导

---

下进行。

### 12.2.3 严格进行施工全过程质量控制

遵循标书规定的规程、规范，和我局 ISO-9002 质量保证体系程序文件《过程控制程序》以及相关作业指导书进行施工，实行施工全过程质量控制，即从工序质量→分项工程工程质量→分部工程质量→单位工程质量的系统控制。

严格执行“三检制”，即作业人员/班组长初检、作业队/工作面技术负责人复检和项目经理部总工/技术负责人或专职质检员内部终检。

把好材料质量关，合理组织材料供应，优选合格的供货厂家，加强材料检查验收工作，重视材料的使用认证，以确保施工正常进行。

抓好施工工序之间及结合部之间的质量控制，主动控制工序活动条件质量，及时检查工序活动效果质量，设置工序质量控制点。

做好施工项目的质量预控工作，分析在施工中可能或最容易出现的质量问题，采取相应的对策和措施防范于未然。

在新设备、新工艺、新技术、新材料采用前，对操作人员进行技术培训，做到持证上岗。

虚心接受监理工程师检查、指导，主动配合监理人员工作。

### 12.2.4 实行质量责任奖惩制度

开展全员质量意识教育，坚持文明生产、文明施工，杜绝违章、违规事故的发生。

坚持质量考核制度，实行质量一票否决。

对在施工中重视质量工作的单位、个人进行表彰及给予适当的物质奖励。对由于玩忽职守、违章作业而造成质量事故的单位、个人及有关领导，视质量事故造成的经济损失多少，事故责任大小，给予相应的行政及经济处罚，情节严重的按程序予以追究法律责任。

## 12.3 安全工作保证措施

设立安全领导小组，由项目经理、二级单位主要负责人、有关技术人员、安全干部等组成，负责项目的安全、劳动保护工作。

---

建立健全安全生产责任制度和安全检查制度，制定切实可行的安全生产、劳动保护措施。

在质安部及质安科设立安全及劳保组，班组设立安全员，负责督促检查施工现场的安全、劳保措施的执行与设施的建立，以保证施工现场的安全。

每月组织一次安全生产检查，并请监理工程师派员参加指导，检查结果写出书面报告，发现安全隐患，及时下发安全通告并限期整改。

做好防洪、防火、救护、治安、警报、爆破器材管理等工作，并针对各工种具体情况制定安全管理条例，配备相应的专业人员。

组织有关人员进行安全、劳保知识的学习及培训，及时处理安全作业中存在的问题。

加强劳动保护用品的发放，做好劳动保护工作。

加强同建设单位、监理及其他承包商之间的联系与交流，听从建设单位有关部门统一指挥，接受当地安全生产管理。

## **12.4 施工进度保证措施**

### **12.4.1 抓好初期进场、开工的准备工作**

一旦中标，我局将从全局性地抽调精兵强将、先进的施工设备，整合已进场的施工队伍，严格按照投标文件拟定的组织机构，精心组建项目经理部及其下属施工机构和施工力量。并立即着手编制施工组织设计及项目质量计划，充分做好施工初期的准备工作，确保按标书要求按时开工。

### **12.4.2 抓紧保证前期临建工程施工进度**

对前期开工的临建工程，首先考虑使用现有的设备、物资，避免因组织新购置设备，造成周期过长而影响前期施工。

### **12.4.3 抓好现场的管理工作**

及时成立前方的施工现场指挥系统，统一指挥、协调生产，对每个单位工程明确主管人员，一抓到底。

加强各工序、工种之间的衔接管理，做到关键部位有人管、有人抓，各工种、专业

---

之间密切配合，不推诿、不扯皮。

施工生产高度坚持深入现场，及时解决施工中的干扰问题，对施工生产安排做到有条不紊、科学合理。

坚持工地调度会制度，及时掌握一手资料，及时解决生产问题，做到对每个单项工程任务明确、人员明确、完成时间明确。

加强施工现场管理，坚持安全施工、文明施工，对每个工作场面要做到工完场清。

抓好开挖的前期施工准备工作，做到施工伊始，随即达到设计开挖强度要求，使高峰施工强度尽量提前，为后期施工减少压力。

抓好混凝土初期（基础层）的浇筑工作，做好人员设备的配备及培训，加大前期混凝土的施工强度，合理安排混凝土浇筑程序，利用混凝土浇筑的间隙时间，穿插安排固结灌浆施工。固结灌浆采用液压钻机打孔，提高钻机速度，节省灌浆时间。

#### **12.4.4 加大设备管理力度，提高设备“三率”**

采用建设单位提供的大型拌合楼、新购置的负压溜槽及自有的罗太克皮带机等先进的混凝土设备施工，并通过技术培训提高操作手的熟练程度，最大限度地挖掘先进施工设备的潜力。

加大机械设备的投入及机械设备的管理力度，制订切实可行的操作、维护、保养规程及管理规定，抓好设备运行期间的管理、维护、保养工作，提高设备“三率”。

机电物资部专门成立新设备管理科，建立新设备档案，及时掌握新设备使用的第一手资料，消化、开发、研究、拓宽新设备的功能和效率，做好新设备的管理、维护及技术人员操作工人的培训工作。

#### **12.4.5 做好技术革新、技术改造、方案优化工作**

调动技术人员的主观能动性，充分发挥科学技术是第一生产力的作用，尽可能地采用先进的施工技术及施工工艺，优化施工方案，做到方案合理、工效显著。

引进先进的 P3 软件进行项目施工管理，通过现场施工情况的信息反馈，及时调整施工进度，对施工全过程进行有效控制。

#### **12.4.6 抓好后勤服务，形成支援系统**

---

机电设备物资供应部门及时深入工地现场，对配件、物资供应做到准确及时，应有预见性、计划性、均衡性，减少不必要的库存。对材料配件抓好质量认证工作，严把质量关，确保施工生产、机械设备的正常运行。

形成以生产为中心的劳动服务体系，机关各部门应以前方生产为己任，当好职工生产、生活的保驾官，多为前方职工办实事、办好事，把职工食堂、宿舍及职工文化娱乐设施办好、管好，使职工在工作之余有一个良好的生活环境。

#### **12.4.7 加强职工思想教育，建立激励机制。**

建立竞争激励机制，在保持相对均衡生产的同时，经常性地组织各种形式的劳动竞赛，并对立足本职工作、生产突出的个人和集体给予精神物质奖励，对于给生产造成不良影响的职工或领导给予一定的行政处罚直至辞退。

继续执行行政手段、思想政治工作、经济杠杆“三位一体”的管理经验，充分调动职工的积极性和创造性，大力宏扬水电施工队伍吃苦耐劳、勇于奉献的精神，为高速度、高质量地建设棉花滩水电站工程再立新功。

## 第13章 施工机械配备

各分项工程的设备配备见施工组织设计各章节所列。

根据各分项工程的施工进度计划及其配备的设备情况，我们作了统一平衡。平衡后的主要施工设备见表 13-1。

主要施工设备 253 台套（其中，建设单位提供的设备 11 台套；建设单位可供选购的设备 3 台；自购新设备 149 台套），总功率为 18115kW。

表 13-1 主要施工设备表

序号	设备名称	型号及规格	数量	制造厂	出厂时间	新旧程度 (%)	现在何地	备注
1	挖掘机	PC400 2.6m <sup>3</sup> /斗	3	日本小松	1993.3	70	福州	
2	挖掘机	PC400	2	日本小松		100	购买	
3	挖掘机	CAT340L	1	美国卡特彼勒		100	金山	
4	推土机	D85A-18 164kw	4	日本小松	1992.3	70	南平、厦门	
5	推土机	D80A-12 134kw	1	日本小松	1990.12	70	范厝	
6	装载机	ZL50 3m <sup>3</sup> /斗	3	厦门工程机械厂	1994.11	85	福州	
7	装载机	ZL40	2	厦门工程机械厂		100	购买	
8	自卸汽车	HD200-2 20t	10	日本小松	1988.5	70	福州	
9	自卸汽车	T20 20t	10	北京		100	购买	
10	自卸汽车	T20 20t	2	北京	1996.6	90	棉花滩	
11	自卸汽车	CK20D 8t	15	日本日产	1988.5	70	福州、南平	
12	液压钻机	ROC712H-01	2	瑞典阿特拉斯	1993.6	75	福州	
13	液压钻机	ROC714	1	瑞典阿特拉斯		100	建设单位提供	
14	移动式空压机	XP600SCU 17 m <sup>3</sup> /min	3	美国英格索兰	1988.5	75	福州	
15	拌合楼	800KBTS-10D-HYD4500 X <sub>2</sub> -MCS-II 300 m <sup>3</sup> /h	1	日本石川岛			建设单位提供	
16	拌合站	HZS50C 50 m <sup>3</sup> /h	1	山东建机厂	1994.12	85	长乐机场	
17	制浆站	5 m <sup>3</sup> /h	1	闽江工程局		100		

18	螺旋输送机	GX500 L=41m	3	闽江工程局		100		
19	螺旋输送机	GX500 L=12m	2				建设单位提供	
20	螺旋输送机	GX500 L=18m	1				建设单位提供	
21	无油空压机	3L 10/8-G	2	常德通用机械厂		100	购买	
22	拌合机	JZM500 0.5 m <sup>3</sup> /次	2	南通建筑机械厂		100	购买	
23	平仓机	D31P 48kW	3	美国卡特彼勒		100	购买	
24	振动碾	BW202AD	3	德国		100	建设单位提供	
25	振动碾	BW202AD	1	德国		100	选购	
26	振动碾	BW75S	1	西德	1988.5	75	水东	
27	振动碾	BW75S	1	德国			建设单位提供	
28	切缝机	HZQ-65	2	温州工程机械厂		100	购买	
29	皮带输送机	Rotec 65×24	2	美国罗太克	1990	80	南平	
30	缆索起重机	3t	3	福建林业机械厂		100	购买	
31	仓面模板吊	P8HA 8t	2	日本四国建机社	1988.6	80	南平	
32	汽车吊	QY20A 20t	1	长江起重机厂	1993.3	85	范厝	
33	混凝土泵	NCP7S 60 m <sup>3</sup> /h	1	日本新泻	1988.6	75	水口	
34	翻斗车	FCY15 750L	1	武汉建筑机械厂		100	购买	
35	履带起重机	LS-238RH-2 100t	1	日本	1988.1	80	福州	
36	汽车吊	TM890 80t	1	美国	1988.8	80	福州	
37	高架门机	DMQ540/30B 30t	2	吉林水工机械厂	1994.10	90	范厝、南平	
38	搅拌车	ZM403 6 m <sup>3</sup>	3	日本新泻	1988.7	75	福州	
39	鄂式破碎机	PE-900×1200	1	上海建设路桥机械有限公司		100	购买	
40	鄂式破碎机	JAW-1211HD	1	瑞典SVEDALA		100	购买	
41	圆锥破碎机	H4000	2				建设单位提供	
42	棒磨机	MBZ-2136	2	南宁重机厂		100	购买	
43	棒条给料机	GZZ1248	1	鞍山矿山机械厂		100	购买	
44	棒条给料机	MS25HRBM 40/50	1	瑞典SVEDALA			购买	
45	电磁振动给料机	GZ7	1	江苏海安机械厂		100	购买	

46	电磁振动给料机	GZ5	1	江苏海安机械厂		100	购买	
47	电磁振动给料机	GZ4	34	江苏海安机械厂		100	购买	
48	园振动筛	2YKR1645	1	南昌矿山机械厂		100	购买	
49	园振动筛	YKR1645	1	南昌矿山机械厂		100	购买	
50	园振动筛	3YK2154	3	上海建设路桥设备有限公司		100	购买	
51	园振动筛	YK1445	2	南昌矿山机械厂		100	购买	
52	洗砂机	FG-12	1	闽江工程局		100	南平	
53	洗砂机	FG-15	2	闽江工程局		100	南平	
54	皮带输送机	B-1000	5	福州输送机厂		100	购买	
55	皮带输送机	B-800	24	福州输送机厂		100	购买	
56	皮带输送机	B-650	12	福州输送机厂		100	购买	
57	皮带输送机	B-500	3	福州输送机厂		100	购买	
58	采砂船	45t/h	2	中华船厂		100	购买	
59	交通船	2t	2	中华船厂		100	购买	
60	地质钻	XY-1A	6	北京探矿厂	1993. 3	80	南平	
61	地质钻	XY-1A	2	北京探矿厂		100	购买	
62	地质钻	SGZ-IB	4	杭州唯齿探矿机械厂		100	购买	
63	灌浆泵	SGB-1	3	杭州唯齿探矿机械厂	1993. 3	80	南平	
64	灌浆泵	SGB-1	1	杭州唯齿探矿机械厂		100	购买	
65	灌浆泵	SGZ6-10	4	杭州唯齿探矿机械厂	1993. 5	80	购买	
66	灰浆泵	HB-3	2	山东山泉机械厂		100	南平	
67	随车吊	QS3.2 3t	2	抚顺起重机厂		100	购买	
68	龙门式起重机	LM-20/5 20t	1	福州起重机厂	1994. 5	90	福州	
69	汽车起重机	QY-25 25t	1	长江起重机厂	1993. 3	85	福州	
70	空压机	YV-6/8 6m <sup>3</sup> /min	2	沈阳空压机厂	1992. 11	85	南平	
71	平板车	2628AS 40t	1	西德	1986. 12	80	福州	
72	载重汽车	CQ30290 18t	1	红岩	1993. 9	90	南平	
73	载重汽车	EQ140 5t	3	二汽	1990. 7	80	南平	
74	工具车	N1041S 1.5t	3	南京汽车厂	1996. 1	90	南平	

75	水泵	4DA-8	2	芜湖市水泵厂		100	购买	
76	水泵	JS65-40-315	2	龙岩水泵厂		100	购买	
77	水泵	10SB-120	2	长沙水泵厂		100	购买	
78	水泵	10SA-6F	2	长沙水泵厂		100	购买	
79	水泵	200S-63	2	长沙水泵厂		100	购买	
80	洒水车	WX5100GSSE 4.5t	2	武汉新光机械厂	1993. 12	80	厦门	
81	刷毛机	YZZ7134	2			80	南平	
82	冲毛机	MCW-M	1			80	南平	