

水库枢纽工程土石方施工专项方案

1、编制依据及编制原则

- (1) 《水利水电工程爆破施工技术规范》(DL/T 5135-2001);
- (2) 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202—2002);
- (3) 《水电水利工程施工通用安全技术规程》(DL/T 5370-2007);
- (4) 《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007);
- (5) 《水电工程施工组织设计规范》(DL/T5397—2007);
- (6) 《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(DL/T 5388-2007);
- (7) 《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》(DL/T 5389-2007);
- (8) 《工程测量规范》(DGB50026-2007);
- (9) 《水利水电工程锚喷支护施工技术规范》(SDJ57-85);
- (10) 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(SL62-94);
- (11) 《水工混凝土砂石骨料试验规程》(SL/T5151-2001);
- (12) 《水工混凝土施工规范》(DL/T 5144-2001);
- (13) 水利水电工程施工组织设计手册;

2、工程概述

2.1 施工范围

本标土石方明挖工程施工范围：左、右坝肩、坝基开挖与支护、放空导流洞和取水洞进出洞口的土石方明挖与支护等工程。

2.2 工程地质条件

工程河段河谷较窄，岩层走向与河谷呈 41~52° 相交，为斜向谷。覆盖层较薄，物质结构较单一，两岸基岩裸露，自然边坡总体稳定性较好。

2.3 施工布置

1、施工道路布置

详细施工道路布置见《土石方开挖道路布置示意图》。

2、风、水、电等布置

A、施工供风

施工供风拟采用布置在相应位置的空压机站，右坝肩开挖支护及放空洞和各洞口的土石方开挖供风，由风管接至工作面用风处。

B、施工供水

施工供水直接从水池接 $\phi 50$ 钢管引至工作面。

C、施工供电

本工程供电由业主提供的 10KV 输电线路接线点接各施工部位的变压器供电。

风水电具体布置见《施工总平面布置》。

3、弃渣场

根据招标文件给出的条件，枢纽工程拟设置 4 个弃渣场，1#、2#弃渣场设置于库内；3#弃渣场设置于坝下游附近；4#弃渣场设置于石料场附近。

4、临时拌和设置

喷混凝土所用混凝土料由 JDY-350 强制拌和机就近拌制，喷护所用的水泥在拌和机附近搭设简易水泥库存放。

5、炸药库

新建一座炸药库，具体位置在进场后协同相关部门确定。根据国家相关规定由专人进行管理。

2.4 主要工程量

具体工程量分布详见图表 1。

图表 1 土石方明挖工程量表

序号	施工部位及施工项目	工程量		备注
		单位	数量	
1	挡水工程土方	m ³	74431	坝肩、坝基
2	挡水工程石方	m ³	83045	坝肩、坝基
3	泄洪工程进口土方	m ³	548	

4	泄洪工程进口石方	m ³	2193	
5	泄洪工程出口及消力池段土方	m ³	4763	
6	泄洪工程出口及消力池段石方	m ³	13276	
7	引水工程进口土方	m ³	5	
8	引水工程进口石方	m ³	21	
9	引水工程出口及消力池段土方	m ³	221	
10	引水工程出口及消力池段石方	m ³	2300	
11	导流工程进口土方	m ³	113	
12	导流工程进口石方	m ³	53	
合计土方		m ³	80081	
合计石方		m ³	100888	
共计		m ³	180969	

3、开挖程序和方法

3.1 开挖施工程序

- 1、进场后，修通至各工作点的施工便道。
- 2、根据各工作点分区、分层布置，各部位开挖施工时，按自上而下、由外向内的原则进行。
- 3、开挖的工序为：场地清理 土方开挖 梯段钻爆开挖 建基面保护层开挖。施工时按各道工序依次进行，形成多工作面流水作业。

3.2 土石方施工方法

1、场地清理

施工前由测量放出设计开挖边线，对开挖范围内的原始地形、地貌进行复测，核实开挖原始断面，确定开挖及清理范围，人工配合液压反铲挖掘机清理开挖区内的植被、杂物，并在开挖开口边线外按设计要求做好排水沟。

2、土方开挖

本标土方开挖为局部覆盖层开挖。首先进行测量放样，标识出开挖范围和位置，然后用人工结合机械清理开挖区域内的树木和杂物，清理范围延伸至开挖线外侧3m，并将开挖区域上部孤石、险石排除，较大块石用小炮清除。开挖区域清理完毕后，按设计要求设置施工边坡上部地面排水系统。

土方开挖采用PC400液压反铲直接挖取装20t自卸汽车运输，人工配合修整边坡。按照测量放样的开口线，自上而下分层开挖。同一层面开挖施工，按照“先土方开挖，后石方开挖，再边坡支护”的顺序进行，使开挖面同步下降。开挖土料翻落至下部集渣平台或直接装车。

土方边坡开挖接近设计坡面时，按设计边坡预留0.2m~0.3m厚度的削坡余量，再人工整修。

3、石方明挖

A、石方明挖采用自上而下分层钻爆开挖的施工方法，分层梯段高度为3.0~6.0m；建基面底部预留1.5m保护层；永久石方边坡均采用预裂爆破，基岩采用梯段微差爆破。

岸坡开挖渣料由PC400反铲装20t自卸汽车运至弃渣场。

无法采用大型钻爆设备施工开挖时（如：坝肩、部分上开口位置等），选用手风钻按3m一层进行浅孔梯段爆破。液压反铲装渣、修坡；当开挖工作面形成10m以上宽度后，再采用CM351钻机钻爆，建基面留2.0m保护层，手风钻分层进行保护层开挖。用手风钻进行浅孔爆破时，钻孔时底部留0.2m撬挖。CM351钻机钻孔孔径为 $\phi 89\text{mm}$ 、手风钻钻孔直径为 $\phi 42\text{mm}$ 。开挖永久边坡采取预裂爆破，预裂孔施工采用KSZ-100Y型预裂专用钻机造孔，孔径选用 $\phi 89\text{mm}$ 。

在开挖前，应根据地质情况及钻机情况，进行爆破设计并提交监理工程师进行审批，并做好爆破安全警戒工作，明确爆破信号，在确认安全后方可进行爆破作业，初步拟定爆破参数（见图表2）。

图表2 梯段微差爆破参数表

炮孔类型	孔深(m)	孔距(m)	排距(m)	孔径(mm)	药卷直径(mm)	单耗(kg/m ³)	堵塞长度(m)	单孔装药量(kg)
主爆孔	6.3	2.5	2.2	$\phi 89$	$\phi 60$	0.44	2.0	14.52
缓冲孔	7.3	2.0	1.5	$\phi 89$	$\phi 40$	0.31	2.0	10.16

炮孔类型	孔深 (m)	孔距 (m)	排距 (m)	孔径 (mm)	药卷直径 (mm)	单耗 (kg/m ³)	堵塞长度 (m)	单孔装药量 (kg)
预裂孔	7.3	0.8	/	φ89	φ32	400g/m	1.0	2.5

备注：爆破参数将在施工中根据爆破效果进行相应调整。

B、保护层开挖

水平建基面采用保护层方法施工。保护层预留厚度 2.0m，底部 0.2m，采用人工挖除。

4、大坝及放空洞、取水洞进出口开挖

4.1、大坝及放空洞、取水洞开挖施工分区分层

根据地形条件及开挖工程量分布，大坝土石方开挖拟分为三个开挖区：左岸坝肩开挖作为开挖①区，右坝肩开挖②区，坝基河床开挖③区，放空洞和取水洞进出口开挖同时进行。开挖根据施工部位及高程按“自上而下分区、分层开挖”原则进行。坝基河床段主要为土方开挖，分层按 3m 一层施工，石方开挖分层按 3m、6m 一层考虑，石方开挖至设计线最后一层，预留 1.5m 以上保护层，保护层采用手风钻小药量浅孔爆破。

1、覆盖层开挖清理

覆盖层的开挖清理采用 SD22 推土机集料，PC400 反铲装 20t 自卸车运至渣场。

2、土方开挖施工

土方开挖自上而下进行，坝址区先进行左右坝肩开挖，再进行基坑土方开挖。放空洞亦相同。

土方自上而下分层清理，在施工道路无法到达部位时，反铲先修机械便道上至坡顶，自上而下地向下形成出渣平台和出渣道路，再装自卸车运渣料至弃渣场。当场面允许可修成施工道路时，反铲直接挖装自卸车运渣料至弃渣场。同一层面开挖施工，按照“先土方开挖，后石方开挖，再边坡支护”的顺序进行，使开挖面同步下降。

坝基河床段土方开挖量较大，开挖按照测量放样开口线自上而下分层开挖，分层厚度 3m，开挖工作面展开后，由 PC400 液压反铲直接装 20t 自卸车（必要时用推土机集料，装载机装车）。

3、石方开挖施工

石方开挖采用自上而下分层钻爆开挖的施工方法，分层梯段高度为 3.0m、6.0m；，永久石方边坡均采用预裂爆破；基岩采用梯段微差爆破。

边坡顶部石方开挖工作面较小，无法采用大型钻爆设备，该部分开挖时选用手风钻按 3m 一层进行浅孔梯段爆破，PC400 液压反铲甩料。当开挖工作面形成 10m 以上宽度后，再采用 CM351 钻机钻爆，开挖渣料用 PC400 液压反铲装 20t 自卸汽车运输。CM351 钻机钻孔时底部留 2.0m 保护层，手风钻分层进行保护层开挖。用手风钻进行浅孔爆破时，钻孔时底部留 0.8m 保护层。CM351 钻机钻孔孔径为 $\phi 89\text{mm}$ 、手风钻钻孔直径为 $\phi 42\text{mm}$ 。开挖永久边坡采取预裂爆破，预裂孔施工采用 KSZ-100Y 型预裂专用钻机造孔，孔径选用 $\phi 89\text{mm}$ 。

4.2 土石方明挖

1、土方开挖采用 PC400 液压反铲按照测量放样开口线自上而下分层开挖，由液压反铲直接装 20t 自卸车(需要时用推土机集料，装载机装车)。

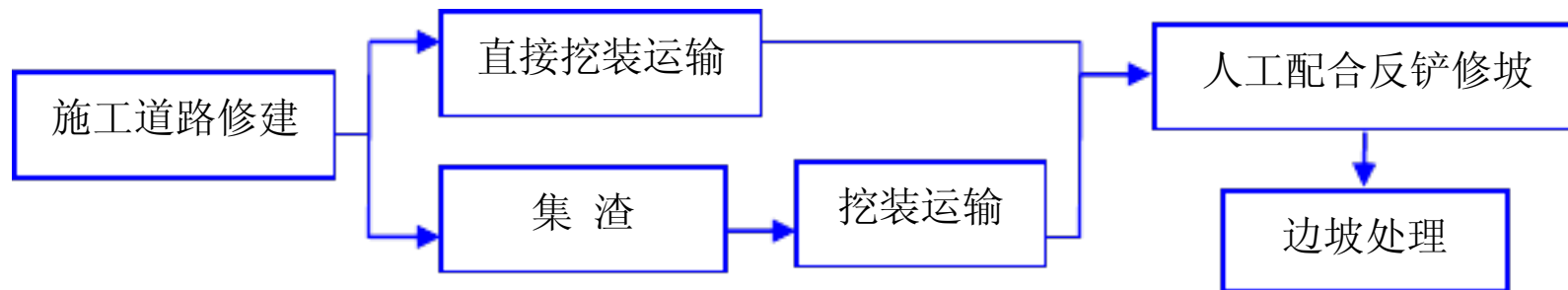
石方明挖采用浅孔梯段开挖方案，微差爆破，宽孔距小排距技术，边坡及水平马道采用预裂爆破。

主爆孔和缓冲孔采用手风钻造孔，预裂孔钻孔采用手风钻钻孔，开挖的具体施工方法与大坝相同。

覆盖层开挖采用 PC400 反铲削坡，人工配合修整边坡。按照测量放样开口线沿马道方向形成边坡开口，然后自上而下分层开挖。同一层面开挖施工，按照“先土方开挖，后石方开挖，再边坡支护”的顺序进行，使开挖面同步下降。开挖土料翻落至下部集渣平台或直接装车。

土方边坡开挖接近设计坡面时，按设计边坡预留 0.2m~0.3m 厚度的削坡余量，再人工整修。人工整修边坡的控制方法为：制作一个与设计边坡相同坡比的角尺，削坡时，用角尺检查边坡的超欠情况，边检查边整修。在修整过程中，每隔 3 米高差，用测量仪器检查校核一次削坡情况，形成达到设计要求的坡度和平整度为止。雨天施工时，施工台阶略向外倾斜，以利于部位排水。在开挖施工过程中，根据施工需要，经常检测边坡设计控制点、线和高程，以指导施工，并在边坡地质条件较差部位设置变形观测点，定时观测边坡变形情况，如出现异常，立即向监理工程师和业主报告并采取应急处理措施。土方开挖采用自上而下分层开挖的方式进行。施工程序详见图表 3。

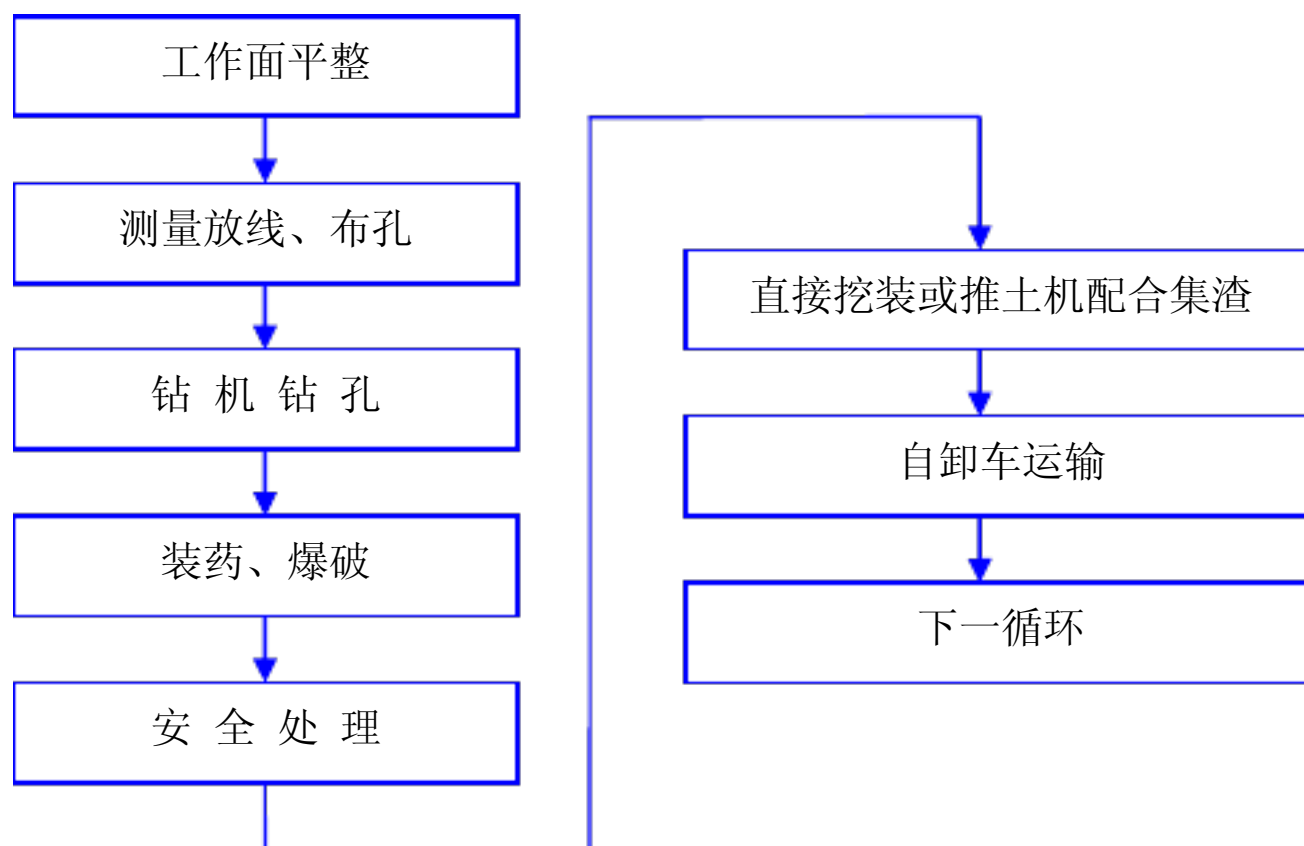
图表 3 土方开挖施工程序框图



2、石方开挖

根据分层、分区布置，结合施工道路布置情况，石方开挖采用自上而下、由外向内的顺序进行施工。各区、层的开挖按钻孔、爆破、出渣等道工序依次进行，形成多工作面流水作业。石方开挖施工程序见图表 4。

图表 4 石方开挖施工程序框图



3、钻爆参数设计

根据我公司多年的爆破施工经验，并综合考虑主要岩性特征，属中至厚层状夹薄层状岩体的物理力学特性，初拟爆破试验参数如图表 5、6、7、8。

图表 5 深孔梯段爆破试验参数

梯段高度	钻孔深度	最小抵抗线	孔间距	孔径	孔排距	单耗	堵塞高度	起爆网络	起爆方式
(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m)	(kg/m ³)	(m)	电起	排间

8	10	2.0	3.0	φ89	2.7	0.4	1.5-2.0	爆网络	微差
---	----	-----	-----	-----	-----	-----	---------	-----	----

说明：对该爆破参数试验成果进行分析，编制爆破参数作业指导书。

图表 6 深孔预裂爆破试验参数

梯段高度	钻孔深度	最小抵抗线	孔间距	孔径	线装药密度	堵塞高度	起爆网络	起爆方式
(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(kg/m)	(m)	导爆索起爆	齐爆
8	10	1.2	0.80	φ89	0.23-0.3	0.8-1.2		

说明：对该爆破参数试验成果进行分析，编制爆破参数作业指导书。

图表 7 水平保护层开挖钻爆参数

类别	炮孔深度 (m)	孔径 (mm)	孔间距 (m)	孔排距 (m)	药卷直径 (mm)	装药密度	堵塞长 (m)	装药结构
光爆孔	2-11	42 或 89	0.8	/	Φ32	250~300g/m	0.5	间隔装药
爆破孔	2-11	42	1	1.2	Φ32	0.35Kg/m ³	1	连续装药

图表 8 光面爆破钻爆参数表

梯段高度	钻孔深度	最小抵抗线	孔间距	孔径	线装药密度	堵塞高度	起爆网络	起爆方式
(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(kg/m)	(m)	导爆索起爆	导爆索起爆
8	10	1.2	1.5	φ89	0.4	1.5-2.0		

4、边坡大面石方开挖采用梯段爆破、边坡预裂的方式进行施工，梯段高度一般为 5-10m。

A、钻孔

主爆孔采用 CM351 钻机造孔，钻孔直径为 φ89mm，间排距为 2.5-3m，排距为 3.5~4m；岩石边坡采用预裂爆破，造孔采用 CM351 钻机造孔，钻孔直径为 φ89mm，间距 0.8-1m 左右，对于较薄及边角边坡开挖部位，采用手风钻造孔；为减小爆破对边坡破坏，爆破孔与预裂孔间设一排缓冲孔。

B、装药

爆破孔单耗根据右岸坝肩的开挖经验，按 0.3-0.35kg/m³ 控制，装药采用直径 φ89mm 的药卷连续装药；预裂孔采用竹片绑扎，导爆索串联 φ32mm 乳化药卷间隔装药，线装药密度为 230~300g/m 控制。

C、起爆方式

采用毫秒延期非电微差起爆网络，最大单响药量按不大于 200kg 控制。

D、出渣

a、左岸坝肩开挖，分别在 EL1286 高程、EL1257 高程（取水洞口）设置二道截渣平台，EL1286 高程截渣平台利用修建 3#左岸上坝公路开挖拓宽后形成，EL1286 高程以上范围内的石渣翻入 EL1286m 的截渣平台，石渣由 3#施工道路将石渣运至左岸下游弃渣场（临时征地）。EL1257 高程（取水洞口）截渣平台为由左岸上坝公路沿龙洞沟左岸边坡以 10%的坡度修筑一条施工便道(4#)，到达坝基内 EL1220 高程后，按设计高程 EL1257 拓宽形成，EL1286m~EL1257m 高差范围内的石渣翻入 EL1257m 的截渣平台，由 4#施工道路将石渣运至坝区上游弃渣场。EL1257m 高程以下石渣截渣翻入沟底，利用 1#施工道路将石渣运至坝区上游弃渣场。石渣落入河床内时，及时进行清理，保障河道畅通。

b、右岸坝肩开挖，分别在 EL1286 高程、EL1255 高程（泄洪洞进口边坡处理顶）、EL1225 高程（泄洪洞出口）设置三道截渣平台，EL1286 高程截渣平台利用现有 2#右岸上坝公路开挖拓宽后形成，临时修建 EL1286 高程至泄洪洞出口机械通道和 EL1286 高程至泄洪洞进口机械通道。EL1286 高程以上石渣直接用挖掘机翻渣至右岸 EL1286 高程平台，石渣由临时修建 EL1286 高程至泄洪洞出口机械通道将石渣运至下游弃渣场（临时征地）。EL1286 高程以下石渣，据实利用临时修建的 EL1286 高程至泄洪洞出口机械通道和 EL1286 高程至泄洪洞进口机械通道，将石渣运至弃渣场。当有部份石渣落入河床内时，及时进行清理，保障河道畅通；

c、基坑开挖，利用 1#施工道路出渣，无用料直接运至弃渣场，可用料直接用于围堰填筑。石方开挖出渣主要采用 PC400 反铲挖掘机，配 15t 自卸车运输。

d、洞脸（口）开挖，利用 1#施工道路出渣，无用料直接运至弃渣场，可用料直接用于石料加工和围堰填筑。石方开挖出渣主要采用 PC400 反铲挖掘机，配 15t 自卸车运输。

e、洞口（出口）开挖，利用 3#上坝施工道路和临时修建的 1#道路至泄洪洞出口机械便道出渣，无用料直接运至弃渣场（临时征用），可用料直接用于石料加工和围堰填筑等。石方开挖出渣主要采用 PC400 反铲挖掘机，配 15t 自卸车运输。

E、保护层及基坑开挖方法

为确保马道或基础建基面不遭受破坏，临近边坡马道或基础建基面时，预留 1m 厚岩体保护层，保护层开挖方式主要采用水平钻孔或垂直钻孔两种方式，其中马道采用深孔水平光爆法施工，基坑开挖采用垂直预裂爆破施工。

钻孔：水平钻孔采用手风钻造孔，钻孔直径为 $\phi 42\text{mm}$ ，垂直预裂孔采用 CM351 钻机造孔，钻孔直径为 $\phi 89\text{mm}$ ，孔深控制在 10-15m，孔距 0.8-0.9m；

装药：爆破孔装药采用竹片、导爆索绑扎直径 $\phi 32\text{mm}$ 药卷间隔装药；

起爆方式：采用毫秒延期非电微差起爆网络，最大单响药量不大于 50kg。

出渣：出渣主要采用 PC400 反铲挖掘机，配 15t 自卸车运输；保护层开挖先采用人工配合翻渣，然后再进行机械出渣。

F、齿槽、止水槽及断层开挖方法

钻孔：造孔采用手风钻，采用小药量、小单响的爆破，周边采用预裂孔爆破，爆破孔间排距为 $1.8 \times 1.8\text{m}$ ，的方形布孔，

装药：爆破孔装药采用竹片绑扎串联直径 $\phi 32\text{mm}$ 药卷连续装药，预裂孔采用竹片绑扎，导爆索串联 $\phi 32\text{mm}$ 药卷间隔装药；

起爆方式：爆破网络采用拉槽钻爆，炸药单耗比常规梯段爆破略大，取 $q = 0.6\text{kg}/\text{m}^3$ ，爆破网络采用接力式非电导爆管雷管。

出渣：出渣主要采用 PC400 反铲挖装，15t 自卸车运至渣场。

5、支护工程

5.1 施工布置

左、右坝肩、放空洞及各洞口等部位边坡支护喷锚所用的风、水、电系统基本沿用土石方明挖布置的风、水、电系统。喷锚设备直接利用开挖平台放置。

5.2 施工程序

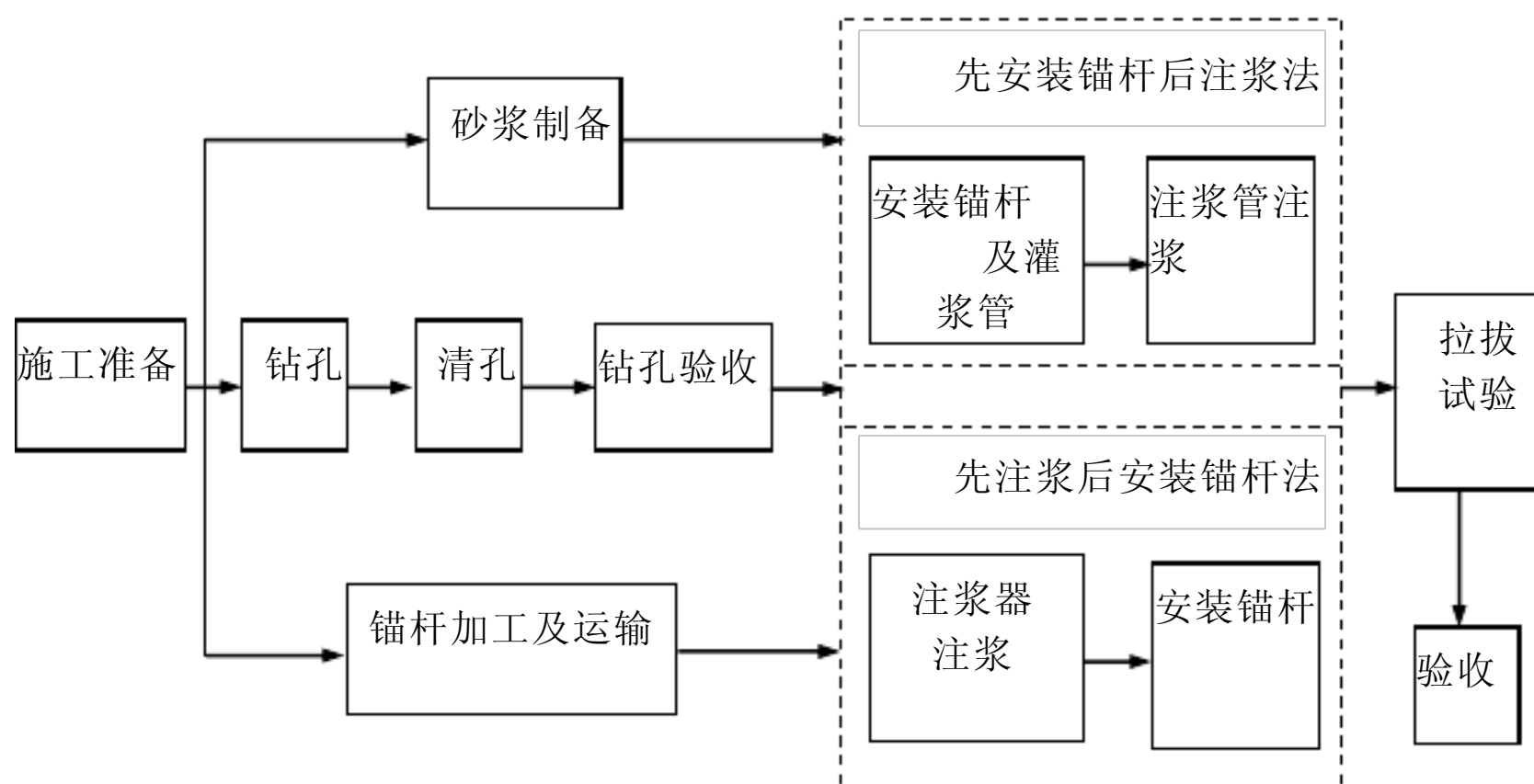
支护施工在边坡分层、分区开挖过程中逐层进行，及时跟进。上层的支护应保证下一层的开挖施工安全顺利地进行。

边坡支护自上而下逐块逐区进行，每一层边坡开挖验收后，搭设钢管排架，然后开始锚杆施工，锚杆施工完成后进行喷护施工。

5.3 锚杆施工

1、施工工艺

结合不同部位及锚杆规格、作业条件，分别选用“先注浆后安装锚杆”或“先安装锚杆后注浆”施工方法，锚杆施工工艺流程见图表 9。



图表 9 砂浆锚杆施工工艺流程图

2、施工方法

A、钻孔

根据锚杆孔孔径、孔深不同和施工场地情况以及工期要求，选用 YT28 手风钻搭设临时排架造孔，孔向应满足施工图纸要求，在未规定时尽可能垂直坡面（或裂缝走向），钻孔达到标准后，用高压风清除孔内岩屑和积水。

锚杆孔的开孔应按施工图纸布置的钻孔位置进行，其孔位偏差应不大于 100mm；锚杆孔深度必须达到施工图纸的规定，孔深偏差值不大于 50mm。

B、锚杆制作

锚杆在加工厂用钢筋切断机截成规定长度后运至施工现场。

C、锚杆的注浆和安装

锚杆注浆的水泥砂浆强度不低于设计值，配合比在规范要求的范围内通过试验确定，试验取值范围：水泥：砂=1:1~1:2(重量比)，水泥：水=1:0.38~1:0.45，水泥砂浆用砂浆搅拌机拌制，采用 MZ-1 型注浆机注浆。

先注浆的永久支护锚杆，应在钻孔内注满浆后立即插杆；后注浆锚杆，在锚杆

安装后立即注浆，锚杆注浆后，在砂浆凝固前，不得敲击、碰撞和拉拔锚杆。

D、质量检验

各个部位边坡的支护锚杆，按作业分区在每 300 根锚杆中抽查三根进行拉拔力试验，若作业分区内锚杆数量不足 300 根，则按监理人指定的数量进行拉拔力试验。

锚杆拉拔试验时，安装张拉设备逐级加载张拉，拉力方向应与锚杆（锚筋桩）轴线一致，当拉拔力达到规定值时，应立即停止加载，结束试验。

5.4 喷护施工

施工前，需进行喷射配合比实验，并需经监理工程师确认后施工。

1、作业平台搭设

锚喷支护作业平台采用 $\Phi 48$ 钢管、扣件、架板搭设。作业平台搭设后，人工撬除浮石及松动石块，剔出断层及软弱夹层中碎石及断层泥，引排出滴、渗、淋水。

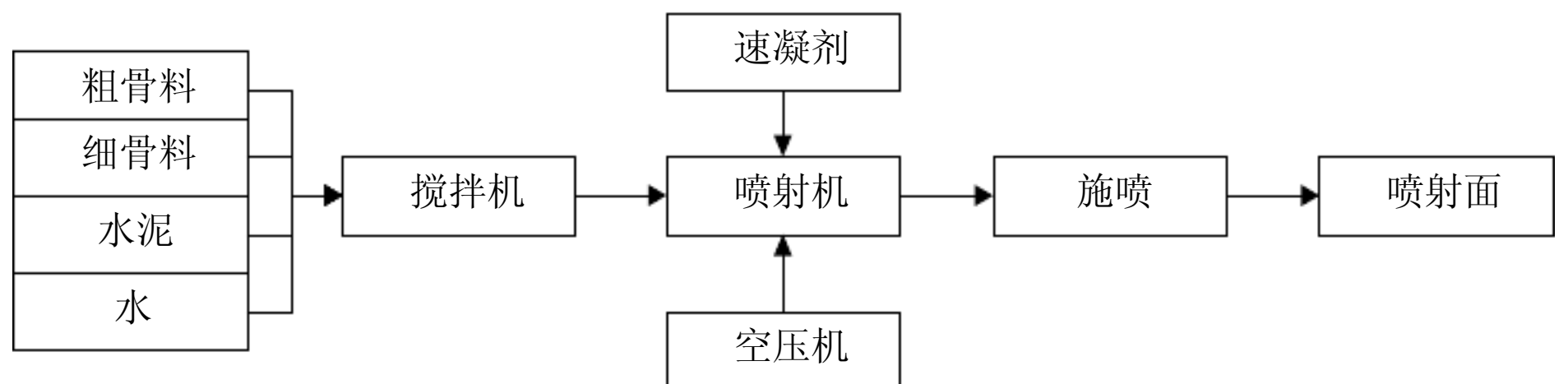
2、挂网

在上述锚杆已经施工完成基础上挂设架立筋，按设计间距绑扎钢筋网，距坡面距离符合设计要求，并在喷护前清除坡面上因扰动造成的松散土石。

3、喷混凝土

喷混凝土采用 TK961 湿喷机施工。细骨料采用细度模数为大于 2.5 的中粗砂，粗骨料采用粒径不大于 15mm 的碎石。喷射混凝土配合比，应通过室内试验和现场试验选定(可初选为 1: 2: 1.5)，且用水量控制在 5%~7%之间为宜。为提高混凝土强度并减少回弹量，拟在喷混凝土中掺速凝剂，速凝剂掺量为 2%~3%。拌料采用 JDY-350A 强制拌和机拌制，由 2t 自卸汽车运至喷护现场，人工上料。

喷混凝土工艺流程如图表 10 所示。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/937055146025010002>