

1.1 土石方填筑工程

1.1.1 概况

本工程土石方填筑包括沥青混凝土心墙填筑、坝体堆石料填筑、围堰粘土心墙填筑以及坝顶路基垫层和其它土石方填筑工程的施工。

主要工程量见表 1.1-1 。

表1.1-1 土石方填筑工程量表

序号	填筑料	单位	工程量	备注
1、围堰部分				
1	围堰堆石Ⅰ区	m ³	268600	
2	粘土料填筑	m ³	60500	
3	砂砾石填筑	m ³	69800	
4	心墙过渡料填筑	m ³	16700	
5	围堰前回填	m ³	3965	
6	堆石护坡填筑	m ³	10401	
2、大坝坝体部分				
1	坝体堆石Ⅰ区	m ³	1025323	
2	坝体堆石Ⅱ区	m ³	185852	
3	过渡层Ⅰ区	m ³	43743	
4	过渡层Ⅱ区	m ³	55671	
5	坝基、岸坡反滤料	m ³	56812	
6	上下游护坡砂砾石找平层	m ³	15558	
7	排水体反滤料1区	m ³	940	
8	排水体反滤料2区	m ³	940	
9	排水体块石料	m ³	5370	

1.1.2 大坝填筑规划原则

- (1) 按照招标文件要求，在预定工期内完成大坝填筑形象面貌。
- (2) 大坝填筑与大坝导流、渡汛紧密结合，统一安排，尽可能使填筑施工连续进行。
- (3) 在保证按期达到各期填筑计划目标的前提下，力求使各期填筑强度比较均衡，减少高峰强度与平均强度的比值，避免使用过多的施工机械、劳动力以及大量临时设施。
- (4) 大坝填筑物料的运输尽量考虑就近上坝，减少运输距离，减少左岸与右岸、上游与下游、高处与低处互相交叉、互相倒运的现象。

(5) 在确保工期和质量的条件下, 选用经济简单可行的方案。

(6) 尽量采用新技术、新工艺、新材料和新型的机械设备。

1.1.3 引用规范

(1) 《土工合成材料应用技术规范》 GB 50290-1998 ；

(2) 《混凝土面板堆石坝施工规范》 DL/T 5128-2009 ；

(3) 《碾压式土石坝施工规范》 DL/T 5129-2001 ；

(4) 《水电水利工程土工试验规程》 DL/T 5355-2006 ；

(5) 《水工碾压式沥青混凝土施工规范》 DL/T 5363-2006 ；

(6) 《水电水利工程天然建筑材料勘察规程》 DL/T 5388-2007 ；

(7) 《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》 SL/T 225-1998 ；

(8) 《土工合成材料测试规程》 SL/T 235-2012 ；

(9) 《公路路面基层施工技术规范》 JTJ 034-2000 ；

(10) 《公路路基施工技术规范》 JTJ F10-2006 。

1.1.4 填筑道路布置

(1) 大坝块石填筑由 P1 料场通过 5#道路进入临时道路 A 上坝, 围堰心墙填筑由 T1 料场通过 4#道路进入临时道路 A 上坝, 大坝过渡料由 P2 料场通过坝后 5-1#道路上坝。该条道路用于大坝高程 2270.0m 以上及以下填筑施工；

(2) 大坝块石填筑由 P1 料场通过 5#道路进入临时道路 B 上坝, 临时道路 B 从 2292m 高程起至 2291m 高程, 道路长 107m , 最大坡比 1%；围堰心墙填筑由 T1 料场通过 4#道路 2292m 高程至临时道路 B2291m 高程上坝, 大坝过渡料由 P2 料场通过坝后 5#道路 2290m 高程至 2291m 高程上坝。在坝体填筑过程中沿大坝坝后填筑一条之字形道路（宽 6m , 坡比 8%），作为大坝下一步填筑上升的通道, 该条道路用于高程 2291.35m 以上大坝土石方填筑施工；

(3) 大坝块石填筑由 P1 料场通过 5#道路进入临时道路 C 上坝, 临时道路 C 由 5#道路 2310m 高程起至 2298m 围堰顶部高程, 围堰心墙填筑由 T1 料场通过 4#道路进入临时道路 C 上坝, 大坝过渡料由 P2 料场通过坝后 5#道路上坝。在坝体填筑过程中沿大坝坝后填筑一条之字形道路（宽 6m , 坡比 8%），作为大坝下一步填筑上升的通道, 该条道路用于高程 2311.35m 以上大坝土石方填筑施工；

(3) 大坝跨越心墙采用移动式钢栈桥，钢栈桥为型钢加工的平板桥，跨度大于心墙上下游两侧的过渡料，桥宽 3.5m，桥底部距沥青混凝土心墙顶面不小于 30cm。

道路布置详见投标书附图《大坝填筑道路布置图》。

1.1.5 坝料要求

1.1.5.1 堆石料

坝体堆石料包括围堰及坝体堆石 I 区料和堆石 II 区料。

堆石 I 区料采用 P1 石料场砂岩料，小于 5mm 含量 <5~15%， $d_{\max}=600\sim 800\text{mm}$ ，堆石 II 区料采用 P1 石料场砂岩混合料，含泥量小于 10%，小于 5mm 含量 <5~15%， $d_{\max}=600\sim 800\text{mm}$ 。其最终填筑标准由现场碾压试验最终确定。

1.1.5.2 过渡层

心墙坝过渡层包括上、下游心墙过渡层 I 区和 II 区、坝基建基面与堆石间反滤过渡层。

坝体心墙过渡层 I 区采用 P2 料场爆破灰岩料，厚 1m， $D_{\max}=60\text{mm}$ ，小于 5mm 含量 25~40%；II 区采用 P2 料场爆破灰岩料，厚 2m， $D_{\max}=150\text{mm}$ ，小于 5mm 含量 25~30%。坝基、岸坡反滤料采用 P2 料场爆破灰岩料，厚 2m， $D_{\max}=150\text{mm}$ ，小于 5mm 含量 25~30%；上下游护坡砂砾石找平层采用河床砂砾石筛分料，40cm 厚；最终确定的级配应是连续级配，并通过现场碾压试验调整。

1.1.5.3 反滤排水料

排水体反滤料采用 P2 石料场破碎制备， $d=0.2\sim 0.5\text{mm}$ ，级配连续，小于 0.075mm 含量 <5%。最终确定的级配应是连续级配，并通过现场碾压试验调整。

1.1.5.4 粘土心墙

围堰粘土心墙采用 T1 料场粘土料，有机质含量不大于 2%，通过现场碾压试验调整。

1.1.5.5 利用料区

围堰利用料区采用河床砂卵砾石开挖料， $d_{\max}=500\text{mm}$ ， $Dr\geq 0.75$ 。最终确定的级配应是连续级配，并通过现场碾压试验调整。

1.1.6 土石方填筑平衡

大坝共填筑 1390209m³，其中坝体堆石 I、II 区料采用 P1 石料场爆破开采的石料直接上坝；大坝沥青心墙过渡层料部分由 P2 料场开采筛选，再由砂石系统加工后运至大坝。坝基过渡层由 P2 料场指定爆破开采或；排水体反滤料由 P2 开采。

围堰共填筑 429966m³，其中围堰堆石 I 区采用 P1 石料场爆破开采的石料直接上坝；心墙粘土料填筑部分由 T1 料场开采；心墙过渡料填筑由 P2 料场开采；堆石护坡填筑料采用采用河床砂卵石开挖料。

土石方填筑平衡详见表 1.1-2。

表1.1-2 土石方填筑料物平衡表

部位	填筑类别	工程量(压实方)	P1 料场	P2 料场	T1 料场	1#利用料场
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
围堰部分	围堰堆石 I 区	268600	268600			
	粘土料填筑	60500			60500	
	砂砾石填筑	69800				69800
	心墙过渡料填筑	16700		16700		
	围堰前回填	3965				3965
	堆石护坡填筑	10401				10401
大坝坝体部分	坝体堆石 I 区	1025323	1025323			
	坝体堆石 II 区	185852	185852			
	过渡层 I 区	43743		43743		
	过渡层 II 区	55671		55671		
	坝基、岸坡反滤料	56812		56812		
	上下游护坡砂砾石找平层	15558				15558
	排水体反滤料 1 区	940		940		
	排水体反滤料 2 区	940		940		
	排水体块石料	5370				5370
合计		1820175	1479775	174806	60500	105094

1.1.7 土石方填筑现场试验

1.1.7.1 一般技术要求

(1) 根据监理工程师的指示，选取有代表性的采区，根据施工图纸对坝体各区级配的要求，进行与实际施工条件相似的现场生产性试验，根据取得的试验成果确定开挖爆破和填筑施工参数，试验成果报送监理工程师。

(2) 现场生产性试验结束后，将全部成果整理编写成正式报告递交监理工程师，报告中应根据设计要求对施工参数的选择作出论证。在得到监理工程师批

准后才能进行正式填筑施工。

(3) 通过生产性试验确定的施工机具和参数，还应结合坝体填筑，分部位进行复核性试验，并取样进行有关物理力学性能试验，检查压实质量的均匀性和合格率，同时检查层间结合情况，测定有关的施工工效。

(4) 施工参数一经确定，不得擅自改变，所涉及的机械设备性能也不宜更换。确需更改设备时，则其性能规格应一致，否则应重新进行上述现场生产性试验和提交上述文件，得到监理工程师批准后方可变更。

1.1.7.2 上坝料爆破试验

(1) 上坝料开挖前，必须根据各开挖区的地形、地质和施工条件和设计对坝体各区上坝料的不同级配要求进行爆破试验，上坝料的开挖严禁使用洞室爆破方法。

(2) 爆破试验主要内容应包括（但不限于）：梯段高度、钻孔方向、装药结构和爆破料级配的关系等。试验目的是获取满足工程要求的过渡层料和 I、II 区堆石料的经济的爆破参数和高成品率。

(3) 试验前应将试验计划报请监理工程师批准，内容应包括（但不限于）：试验规模、参数选取、代表部位和试验区位置等。

(4) 爆破试验区的地质条件应具有代表性，包括岩体物理力学性质、风化程度、岩层层理、软弱夹层及节理构造状况、主构造方向与开挖自由面关系等。

(5) 爆破试验的钻孔机械和爆破器材应与开挖实施一致。还应根据施工中拟采用的不同爆力、猛度的炸药和各种药包直径，分类进行试验。

(6) 必须将详细的试验资料和实施意见报送监理工程师，经监理工程师批准后严格执行。未进行爆破试验或爆破参数未得到监理工程师批准，不得进行上坝料的开挖。

(7) 爆破试验应对梯段高度、爆破方式、钻孔布置、装药用量、装药结构、级配等提出试验成果。

1.1.7.3 坝体填筑料的碾压试验

(1) 填筑碾压试验的目的

现场碾压试验的目的在于根据小米田水库大坝所使用的过渡料、堆石料、反滤排水料的岩性，铺层厚度，进料方式，平料方式，加水量，碾压遍数，力求得

到最佳压实效果。以满足设计要求的最大干容重，最小空隙率及变形模量等。通过试验，得出最佳组合结果，作为以后大坝正式填筑施工的依据，也是作为质量控制的有力手段之一。施工时要严格按照试验数据进行施工，不得随意更改。

（2）填筑碾压试验要求

1) 控制坝体堆石料粒径：石料级配良好，质地坚硬，最大粒径 800mm，堆石 I 区小于 5mm 的颗粒含量不超过 25%~40%，堆石 II 区小于 5mm 的颗粒含量不超过 25%~30%，孔隙率 21%。

2) 控制过渡料粒径：过渡层 I 区最大粒径 60mm，过渡层 II 区最大粒径 150mm。

3) 加水量控制：在碾压过程中，需要适当加水，加水量约为 5~10%（体积比），最终加水量由碾压实验确定。

4) 压实后参数控制：堆石料和过渡料的最小干密度按设计要求进行控制。

（3）填筑碾压试验机械的选择

斗容 1.6m³ 的挖掘机 1 台，SD22 推土机 1 台，22t 自行式振动碾 1 台，BW120AD-3 双轮振动碾 1 台、1t 液压夯板 1 台，20t 自卸汽车 2 辆，水准仪 1 台，500kg 台秤 1 台，烘箱 1 个，天平一架，水表 2 支，圆孔筛一套，塑料布（宽 3 m）100m 及其它常用工具。

（4）劳动力组合

挖掘机操作手 2 人，推土机操作手 2 人，汽车司机 4 人，碾压机操作手 6 人，现场指挥人员 4 人，管理人员 3 人，测量人员 3 人，质检人员 2 人，实验人员 3 人，其它人员 4 人。

（5）碾压试验内容和参数组合

堆石料压实参数包括机械参数和施工参数两大类。试验前，根据类似工程的实践经验，选定几种碾压设备，并核定施工参数。振动碾型号一经选定，则碾重、功率、振幅、频率、激振力等机械参数也确定。施工参数包括铺层厚度、碾压遍数、行车速度、加水量等。

参数组合时，采用逐步淘汰法，即固定其它参数，变动一个参数，通过试验得出此参数与压实效果（干密度）的关系曲线；然后固定此参数，变动另一个参数，通过试验求得第二个参数与压实效果的关系曲线；依此类推，使每一个参数

通过试验求得最优值。最后用全部参数，再进行一次复核试验。若碾压结果满足设计、施工要求，此碾压参数组合可作为施工时的碾压参数。

根据合同文件和类似工程的经验，本次填筑碾压试验的参数选择如下：

- 1) 铺层厚度：堆石料选用 80cm；坝体过渡料选用 20cm；
- 2) 碾压遍数选 6 遍、8 遍、10 遍、12 遍。
- 3) 加水量选 0%、5%、10%、15%、20%。
- 4) 碾动行车速度控制在 2km/h 以内。

(6) 试验场地布置

坝体堆石料、过渡料和反滤排水料试验场地选择在坝区附近进行，在该场地中按不同铺层厚度和碾压遍数布置试验单元面积。每个试验单元面积的长度，以能获得 2 个试样检查压实度为宜，可取 15m 左右；其宽度以振动碾轮宽 (2.0m) 的 3 倍为宜，即长×宽需 15×6m。按铺料厚度布置试验组数，本试验取 3 组，组与组之间的距离为 10m。每个单元内布置 2×1.5m 的方格网，以测量压实沉降度。

(7) 试验结果整理

试验资料由专人进行整理分析，根据试验成果及时修订下一步试验参数及方法。

根据上述各测量和取样试验值，经过整理后，绘制如下关系曲线：

- 1) 以铺层厚度 H_1 为参量，绘制压实沉降值 h 与碾压遍数 N_i 的关系曲线；
- 2) 以铺层厚度 H_1 为参量，绘制干密度 γ_d 与碾压遍数 N_i 的关系曲线；
- 3) 经过计算，绘制孔隙率 n 与碾压遍数 N_i 的关系曲线；
- 4) 绘制各试验单元的填筑石料碾压前后的级配曲线；
- 5) 绘制在最优参数组合条件下，压实密度与加水量的关系曲线。

(8) 碾压参数的选定

根据试验结果，结合工程的具体条件，确定填筑碾压参数及压实方法，并编制试验报告，报监理工程师审批。试验报告内容包括如下：

- 1) 论证设计标准的合理性。通过碾压试验论证能否达到设计的压实密度和孔隙率。若经碾压试验证明：当填筑料级配满足设计要求，在现有碾压设备功能条件下很难达到设计压实干密度时，则根据碾压试验成果，提出相应的建议，由设计单位核定施工控制的干密度。由于我国的施工规范对土石方填筑的合格率为

90% , 所以填方的平均干密度肯定高于规定的填筑标准值, 同时实际施工条件与试验时不同, 所以施工控制的干密度一般要比试验成果低一些。

2) 选择适宜的各种坝料的压实机械及参数, 如振动碾型号、行车速度等。

3) 提出施工工艺与参数, 根据碾压试验提出施工铺层厚度与碾压遍数。即在选定的铺层厚度 H 条件下, 按 N_i 区最大的干密度, 再乘以 0.95 的折减系数, 得施工控制值为:

$$\gamma_d = 0.95 \gamma_{dmax}$$

从 γ_d 与 N_i 等的关系曲线上求得相应的某铺层厚度 H 和 N , 此对应值 H 、 N 即为施工控制值。

1.1.8 坝料运输

1.1.8.1 运输设备

(1) 坝料上坝采用 10t、15t 自卸汽车运输。

(2) 运输砂砾石、过渡料、垫层料和反滤料使用的车辆应相对固定, 并经常保持车厢、轮胎的清洁, 防止残留在车厢和轮胎上的泥土带入清洁的填筑区。

(3) 运输不同坝料的汽车要有明显的标志, 由专人管理, 严格防止坝料混杂。

1.1.8.2 运输措施

(1) 回填料运输与料场开采、装料和卸料、铺料等工序持续和连贯进行, 以免周转过多而导致含水量的过大变化。

(2) 根据料场规划、坝体分区和施工进度安排规划出不同阶段的运输道路, 并将以上道路及其技术参数报监理工程师备案。

(3) 过渡料运输及卸料过程中采取措施防止颗粒分离。运输过程中反滤料保持湿润, 卸料高度加以限制。

(4) 被监理工程师认为不合格的回填堆石料、过渡料等, 一律不得上坝。

(5) 配备专门养护道路的人员和设备, 对道路进行维修养护, 经常保持路面平整, 排水沟通畅, 保证施工正常进行。

(6) 库、坝区内运输道路的规划交监理工程师确认后方可实施, 严禁在坝体上游面设置施工交通道路。

1.1.9 坝料卸料

（1）堆石料采用进占法卸料为主，即自卸汽车行走平台及卸料平台是该填筑层已经初步推平但尚未碾压的填筑面，这样有利于工作面的推平整理，提高碾压质量。

（2）垫层料、过渡料采用后退法卸料，即在已压实的层面上后退卸料形成密集料堆，再用推土机平料。这种卸料方式可减少填筑料的分离，对保证过渡材料的性能有利。

1.1.10 铺料

根据堆石坝施工的一般经验，大坝各区料分层厚度如下表，实际铺料层厚通过碾压试验后最终确定，一般可采用 1.05 ~1.1 的松铺系数。

表1.1-3 大坝填筑各区层厚度表（单位 cm）

分区部位	垫层料	过渡料	堆石料	其他料
分层厚度	≤40	≤20	≤80	≤80

部分推土机难以铺料，因此主要采用人工摊铺。其他区料主要采用 SD22 推土机平料摊铺，铺料过程中采用高度标杆来控制，以免出现超厚或不足现象。

1.1.11 坝料加水

坝料填筑宜加水碾压，加水量由碾压试验确定。根据以往的经验，本工程采用坝外加水和坝面补水相结合的方案。

（1）料场喷水：即在开采料场设喷水管，在坝料装运前将石料洒湿。料场喷水以不扬尘和道路不打滑为准，由人工控制。

（2）坝外加水：坝料上坝前，通过加水站加水，然后再运输到填筑工作面上。加水站由专人负责，自动控制。

（3）坝面补水：主要利用左、右岸供水主管的岔管接支管，连接移动式高压喷射枪进行洒水。坝面部分供水支管用特制的软管，软管由设置自动卷筒式滚轮的车辆控制，可以伸收自如，洒水喷射枪由人工控制。在坝体局部部位采用大吨位的洒水车，在供水点处接水，运至工作面洒水。

（4）加水量控制：在碾压过程中，需要适当加水，加水量约为 5~10%（体积比），最终加水量由碾压实验确定。

（5）对垫层料先作含水量试验，当含水量大于最佳含水量时，在料场脱水；当含水量小于最佳含水量时，拟在坝面铺料区进行洒水，使垫层料碾压时符合最佳含水量。

1.1.12 坝料碾压

1.1.12.1 总体原则

(1) 设备配备

填料主要采用 27t 自行式振动碾碾压，局部边角部位采用振动夯板夯实，铺盖料采用 12t 以上凸块碾碾压。

(2) 碾压方法：

1) 振动碾行走方向：与坝轴线平行，靠岸边处可顺岸行驶；

2) 振动碾行走速度：1.5 ~2.5Km/h（一档）；

3) 碾压方法：主要采用错距法，从一侧到另一侧一次碾压完成。初定碾压遍数不少于 8 遍，碾压遍数和错距宽度通过碾压试验最终确定，以达到设计指标为准。

1.1.12.2 特殊区域的碾压

反滤料上游斜坡坡度较大，为保证振动碾行走安全，滚筒上游侧边距垫层料上游边线 30cm 的安全距离碾压不到，在水平碾压完成后，用振动夯板补压。

1.1.12.3 斜坡碾压

(1) 设备配备：

1) 牵引设备：采用推土机及卷扬机组合成牵引设备；

2) 碾压设备：国产 YZ10L 牵引式振动碾，滚筒重 10t。

(2) 碾压方法：

1) 碾压前坡面洒水湿润，湿润层控制在 5 ~10cm；

2) 布置牵引设备：牵引设备布置在填筑坝体的顶面上，离平台上游边线 2m 的距离；

3) 安装振动碾：保证振动碾在斜面上碾压的过程中钢丝绳始终与斜坡面平行，而不破坏垫层坡面；

4) 斜坡碾压：采用静碾、动碾相结合的方式，先静碾 2 遍，（振动碾一下一上为一遍），再半振碾压 4 遍（振动碾下放时不振动，上升时振动）。最终碾压遍数由试验决定。

1.1.13 施工准备

1.1.13.1 坝基验收及填筑准备

(1) 坝体填筑开始前，严格按施工图纸要求，认真清理好坝基，完成土石方填筑部位的基础清理和排水工作。进行基础缺陷处理和岸坡修整，自检合格后向监理工程师报送验收资料。

(2) 在坝基最终开挖线以下的所有勘探坑槽和平硐，均按施工图纸的要求回填密实，防渗帷幕线附近的勘探钻孔亦予以封堵。

(3) 坝体填筑开始前，坝基中布置有监测设备时，在监测设备埋设完毕，并经监理工程师验收合格后，才能开始坝体填筑。

(4) 掌握各料场填筑料储备量和开挖进度情况。

(5) 设置若干种类、数量的标识牌，标明各填筑区、当前的状态，如“该区验收合格”、“该区正在碾压”、“该区正在进料”等，便于质检员和监理工程师检查。

(6) 做好坝面填筑施工机械的维护、保养，以确保设备完好率。

1.1.13.2 测量放样

施工前根据测量基准测设用于工程施工的控制网，并将施工控制网数据报送监理工程师审批。然后，在左右两岸设置固定的坐标和高程控制点，并请监理工程师复核，才能进行大坝施工。

对已清理好的坝基，在验收前提前在两岸坝肩上标识高程、桩号等标记，配合有关人员进行地质描述，并测绘基础地形图和绘制断面图，报请监理工程师批准。

大坝填筑期，在不同高程，不同料区测设控制点并设置醒目标志。

填筑过程中，按填筑单元和填筑料分区严格测量放线，各分区采用白灰画线标识明晰，并插方向标记和层厚高度杆为控制参照物，以便施工人员掌握和质检人员监控。

每一填筑块均按填筑规划对填筑边界进行测量放线，并布网格点对填筑块的基底高程进行测量、记录，以检查上一填筑层的实际铺层厚度和为检查本块填筑实际厚度提供依据；为控制铺料过程，在填筑区适当处设置若干醒目标杆。

1.1.14 大坝填筑施工

1.1.14.1 大坝填筑单元的划分

(1) 划分填筑单元的目的

大坝从上游至下游的最大底宽约为 278m，自左岸至右岸最大长度 273m。

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/788132110074006054>