

大坝沥青混凝土心墙施工技术及质量控制

徐 凯

吐鲁番托克逊县白杨河水利建设管理有限公司, 新疆 吐鲁番 838100

[摘要] 大坝作为一种重要的水利设施, 其安全性直接关系到下游人民生命财产的安全。沥青混凝土心墙大坝的防渗功能主要靠坝体内部的沥青混凝土心墙来实现。采用沥青混凝土心墙作为主体材料, 通过精准施工和严格质量控制可以有效防止大坝内水的泄漏。随着我国大坝建设规模不断扩大, 沥青混凝土心墙施工技术也日益成熟。但是, 由于大坝结构复杂、施工环境恶劣, 沥青混凝土心墙施工仍存在一定难点和问题。文中将从大坝沥青混凝土心墙施工技术和质量控制两个方面进行研究。为大坝长期安全运行提供技术保障。

[关键词] 大坝沥青心墙; 混凝土; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v7i7.12588

中图分类号: TV543

文献标识码: A

Construction Technology and Quality Control of Asphalt Concrete Core Walls for Dams

XU Kai

Turpan Tuokexun Baiyanghe Water Conservancy Construction Management Co., Ltd., Turpan, Xinjiang, 838100, China

Abstract: As an important water conservancy facility, the safety of dams is directly related to the safety of downstream people's lives and property. The anti-seepage function of asphalt concrete core wall dams mainly relies on the asphalt concrete core wall inside the dam body. Using asphalt concrete core wall as the main material, precise construction and strict quality control can effectively prevent water leakage inside the dam. With the continuous expansion of dam construction scale in China, the construction technology of asphalt concrete core wall is also becoming increasingly mature. However, due to the complex structure and harsh construction environment of dams, there are still certain difficulties and problems in the construction of asphalt concrete core wall. This article will study the construction technology and quality control of asphalt concrete core wall in dams from two aspects, providing technical guarantees for the long-term safe operation of dams.

Keywords: dams asphalt core wall; concrete; construction technology; quality control

1 工程概况

乌斯通沟水库工程位于新疆托克逊县伊拉湖乡西南侧, 是一座重要的控制性水利枢纽工程。该水库设计正常蓄水位 905.00m, 库容 1440 万 m^3 , 具有工业供水、灌溉等多功能。该工程总体规模属于 III 等中型水利枢纽工程。主要建筑物为 2 级防渗标准的沥青混凝土心墙砂砾石坝。心墙从坝顶至 862.0m 高程段厚 0.6m, 下段心墙厚 0.8m, 心墙上下两侧设有 2.0m 厚的过渡层, 以保证坝体长期防渗功能。右岸设有导流放空隧洞和溢洪洞, 左岸设有灌溉引水隧洞, 均为 3 级工程标准。为保证质量, 本工程选用 70-A 型公路沥青作为主要材料。原辅料如碱性粗细骨料等, 粒径和质量有明确规定, 对其成分和性状也有严格要求。总体来看, 该水库工程在防渗标准、材料选型及质量管理等方面都较为严格, 有利于长期使用和防渗效果。

2 施工工艺和施工方法

2.1 施工总体规划

沥青混凝土心墙主要工程量为: 沥青混凝土 0.8 万 m^3 。沥青混凝土心墙采用全轴线长度分层铺筑碾压的施工方法。沥青混凝土在沥青拌和站拌制, 20t 自卸汽车运输至现场, 经改制后的 3 m^3 装载机给摊铺机供料或人工配合直接入仓, 沥青混凝土心墙铺筑采用双料摊铺机机械化施

工, 摊铺机无法施工的接触部位(沥青混凝土心墙与混凝土基座)及两岸接头部位, 采用立模施工, 人工摊铺。本项目沥青心墙选用沥青心墙双料摊铺机进行摊铺施工, 沥青混凝土摊铺宽度 0.6~0.8m, 基座部位宽 1.5m, 摊铺厚度 30cm; 人工摊铺模板采用钢模板, 摊铺厚度 30cm。

2.2 施工技术要求

2.2.1 沥青混凝土技术性能指标

沥青混凝土各项技术性能指标要求见表 1。

表 1 沥青混凝土设计技术性能指标

项目	技术指标	备注
容重 (t/m^3)	≥ 2.4	
孔隙率 (%)	$\leq 3\%$ (芯样)	马歇尔试样 $\leq 2\%$
渗透系数 (cm/s)	$\leq 1 \times 10^{-8}$	
水稳定系数	≥ 0.9	
小梁弯曲 (%)	> 1	
内摩擦角 ($^\circ$)	≥ 25	
凝聚力 (kPa)	≥ 300	

2.2.2 检测项目及组批原则

(1) 检测项目。根据工程特点和设计指标, 拟定的主要项目有沥青混凝土原材料、沥青混凝土混合料及沥青混凝土芯样检测。具体的检测项目及检测地点见表 2。

表 2 沥青混凝土及原材料检测项目一览表

试验地点	检测类别	检测对象	检测项目		指标	检测设备	试验周期
现场检测	沥青混凝土原材料	沥青混凝土细骨料	表观密度		$\geq 2.55\text{g/cm}^3$	电子天平	1 天
			吸水率		$\leq 2\%$	电子天平	
			含泥量		$\leq 2\%$	电子天平	
			超径率		$\leq 5\%$	方孔筛	
		沥青混凝土粗骨料	表观密度		$\geq 2.6\text{g/cm}^3$	电子天平	1 天
			吸水率		$\leq 2\%$	电子天平	
			压碎率		$\leq 30\%$	压力机	
			含泥量		$\leq 0.5\%$	电子天平	
			针片状颗粒含量		$\leq 25\%$	游标卡尺	
			超逊径率	超径	$\leq 5\%$	方孔筛	
				逊径	$\leq 10\%$	方孔筛	
		填料	含水率		$\leq 0.5\%$	电子天平	1 天
			表观密度		$\geq 2.5\text{g/cm}^3$	电子天平	
			亲水系数		≤ 1.0	密度瓶	
			细度	$< 0.6\text{mm}$	$\geq 100\%$	集料筛	
				$< 0.15\text{mm}$	$\geq 90\%$	集料筛	
				$< 0.075\text{mm}$	$\geq 85\%$	集料筛	
		沥青	针入度 (25℃、100g、5s)		80~100 (.1mm)	自动沥青针入度仪	1 天
			软化点		42~52℃	软化点试验仪	
			延度 (15℃)		$\geq 100\text{cm}$	电脑低温沥青延伸度试验仪	
			密度 (15℃)		实测	密度瓶	
	沥青混凝土	无损检测	孔隙率		$\leq 3\%$	无核密度仪	1 天
			密度		$\geq 2.37\text{g/cm}^3$	无核密度仪	
			渗透性		无渗漏	渗气仪	
		芯样	密度		$\geq 2.37\text{g/cm}^3$	电子天平	2 天
			理论最大密度		实测	理论最大相对密度仪	
			沥青含量		6.6%~7.5%	混合料离心式快速抽提仪	
			孔隙率		$\leq 3\%$	电子天平	
			马歇尔稳定度 (40℃)		$> 10\text{KN}$	马歇尔稳定度试验仪	
			流值		$> 70 (0.1\text{mm})$	马歇尔稳定度试验仪	
			矿料颗粒组成		实测	方孔筛	
	沥青混合料	抽提试验	沥青含量		6.6%~7.5%	混合料离心式快速抽提仪	1 天
			矿料级配		实测	方孔筛	
		击实试验	孔隙率		$\leq 2\%$	电子天平	2 天
			密度		$\geq 2.37\text{g/cm}^3$	电子天平	
			马歇尔稳定度		$> 10\text{KN}$	马歇尔稳定度试验仪	
			流值		$> 70 (0.1\text{mm})$	马歇尔稳定度试验仪	
母体检测		沥青混凝土细骨料	坚固性		$\leq 15\%$	电子天平	5 天
			水稳定等级		≥ 6 级	/	2 天
			有机质含量		浅于标准色	/	3 天
		沥青混凝土粗骨料	坚固性		$\leq 12\%$	电子天平	5 天
			与沥青黏附性		≥ 4 级	/	2 天
		沥青	闪点		$\geq 230^\circ\text{C}$	/	2 天
			含蜡量		$\leq 3\%$	/	
			溶解度		$\geq 99\%$	/	
			薄膜烘箱		质量损失	$\leq 1\%$	/
			小梁弯曲	针入度比	$\geq 50\%$	/	
				延度 (25℃)	$\geq 75\text{cm}$	/	
				延度 (15℃)	实测	/	

试验地点	检测类别	检测对象	检测项目		指标	检测设备	试验周期
	沥青混凝土	芯样		抗弯强度	$\geq 0.4 \text{ MPa}$	/	
			拉伸	最大弯拉应变	$\geq 1\%$	/	30 天
				抗拉强度	$\geq 0.6 \text{ MPa}$	/	
			单轴压缩	最大抗拉应变	$\geq 1.5\%$	/	
				抗压强度	$\geq 2.0 \text{ MPa}$	/	
			静三轴	最大抗压应变	$\geq 4.0\%$	/	
				黏结力	$\geq 0.3 \text{ MPa}$	/	
			渗透性试验	内摩擦角	$\geq 25^\circ$	/	
				无渗漏	/	/	

(2) 组批原则。原料检测采用两种组批方式：一是按产地更换检测一次；二是按施工量进行检测，如每 100m^3 或 5 吨取样一次。填料和沥青原料也实行类似方式进行检测。在混凝土检测中，无损检测和芯样检测都采用按位置设置检测点的方式进行监测。其中芯样检测根据项目需求，将混凝土分为每 2m 和 10~12m 高度取样的组批。最后，拌合站混合料检测分别采用时间组批和产量组批的方法进行监测。总体来说，这套质量检测组批原则兼顾了原料产地、施工量、位置和时间四个维度，将原料和混凝土细分为不同组批，保证检测的系统性和代表性，及时跟踪质量变化情况，从而保障整个工程质量。

2.2.3 沥青混凝土配合比

沥青混凝土施工室内推荐的配合比见表 3，经现场碾压试验验证，所选的沥青混凝土配合比设计符合表 3 沥青混凝土技术性能指标要求。

表 3 沥青混凝土配合比

级配指数 n	骨料比例 (%)					油石比 (%)
	粗骨料 (mm)			细骨料 (mm)	填料 (mm)	
	19~9.5	9.5~4.75	4.75~2.36	2.36~0.075	<0.075	
0.41	36	16	13	28	7	6.8

2.3 沥青心墙施工工艺

2.3.1 沥青混凝土心墙铺筑

(1) 沥青混凝土心墙施工工艺

沥青混凝土心墙施工分为人工摊铺和机械摊铺段，与岸坡接触段、心墙扩大段及心墙底部扩大段，宽度大于 0.8m 部位采用人工摊铺，其余部分心墙采用机械摊铺。人工摊铺工艺流程：基座表面清理→涂刷冷底子油→沥青马蹄脂摊铺→测量放线→立模板→过渡料摊铺→摊铺沥青混合料→拆除模板→沥青混合料碾压→过渡料碾压。机械摊铺工艺流程：沥青混凝土表面清理→测量放线→固定中线→过渡料、沥青混合料分别装入摊铺机→摊铺机摊铺→沥青混合料碾压→过渡料碾压。

(2) 沥青混凝土心墙铺筑方法

① 施工准备

沥青混凝土心墙底部的混凝土底座、左右岸岸坡混凝土按设计要求和施工规范的规定施工完毕。对基础的水泥混凝土层面进行处理。处理方法为：水泥混凝土表面采用

凿毛机将水泥表面乳皮刷净，用 0.6MPa 左右高压风吹干，清除表面的浮浆、乳皮、粘着物，局部潮湿部位用喷枪烘干。经现场监理验收后，在其上部喷涂一层冷底子油，冷底子油的配比为沥青：汽油=3：7。待冷底子油中汽油充分挥发、干涸后，再在冷底子油上均匀摊铺一层 2.0cm 沥青马蹄脂，沥青马蹄脂的配比为沥青：矿粉：砂=1：2：1。

② 沥青混合料摊铺

沥青混凝土心墙采用水平分层摊铺碾压的施工方法。施工严格按工艺性试验确定的施工参数施工。施工分层厚度为：摊铺厚度 30cm。沥青混合料的铺筑以双料摊铺机为主，双料摊铺机不方便铺筑的部位，辅以人工铺筑。具体施工方法详见附图 1 沥青心墙及过渡料施工方法示意图。

a. 人工摊铺：人工摊铺段心墙混合料铺筑使用的模板，采用方便拆装的沥青混凝土专用模板，选用钢板自制焊制而成。模板架设方便牢固，相邻钢模接缝严密。钢模定位后，经检查合格，方可填筑两侧过渡料；再将沥青混合料填入钢模铺平，在沥青混合料碾压前将钢模拔出，并及时将表面黏附物清理干净。过渡料铺筑时防止砂石、杂物落入心墙面内。人工摊铺心墙时，采用改装带料斗的 ZLM50E 装载机向仓内卸沥青混合料，人工摊平；过渡料使用反铲摊铺，辅助人工整平。人工摊铺时，卸料要均匀，以减少工人劳动强度。平仓时用铁锹将沥青混合料摊平，以避免拌和好的沥青混合料分离。沥青混合料人工摊铺好拆除模板，完毕后先进行静碾，再动碾，然后静碾收光，最后碾压过渡料。

b. 机械摊铺：机械摊铺采用沥青混凝土双料摊铺机，该摊铺机可同时进行沥青混合料和过渡料的摊铺，摊铺机行走速度控制为 2~3m/min。沥青混凝土双料摊铺机铺筑时，提前对操作者加强培训，使之能熟练地操作、驾驶。对摊铺机经常检测和校正。每次铺筑前，根据心墙和过渡料的结构和施工要求，校正铺筑宽度、厚度等相关参数。心墙铺筑时连续、均匀地进行。铺筑时先进行沥青混合料碾压，再进行过渡带碾压，沥青混凝土铺筑按一天 2 层控制，当天施工两层时第一层表面 1~2cm 深处的温度，根据现场试验结果，降到 90~110℃ 温度时，才允许进行第二层施工。铺筑过程中，随时观察铺筑效果，若发现不符合要求，立即停止铺筑，查明原因，校正后才能续铺；对已铺但不符合设计要求部位，予以清除并重新铺筑。双料

摊铺机摊铺沥青混合料前,使用激光经纬仪标出准确的坝轴线,并画白线定位,通过机器前面的摄像头可使操作者在驾驶室里通过监视器驾驶摊铺机精确跟随白线前进。双料摊铺机摊铺时,随时注意摊铺机料斗中沥青混合料数量,以防“漏铺”和“薄铺”现象发生。在沥青混合料摊铺过程中随时测量沥青混合料的温度,发现不合格的料及时清除。

2.3.2 沥青混合料碾压

根据沥青混凝土心墙不同的宽度,采用 RWYL61N 振动式光轮压路机碾压。沥青混合料碾压温度 $140\pm 5^{\circ}\text{C}$ 为宜,碾压参数为振动碾静碾 2 遍,动碾 10 遍,静碾 2 遍。若摊铺温度过高,摊铺后可静止一定时间后方可进行碾压。振动碾行走速度控制在 3km/h 。与岸坡结合部位及振动碾压不到的边角或斜坡部位,采用冲击夯实 3 遍。夯实标准是以沥青混凝土表面“返油”为止,同时防止因夯实方法不当导致骨料破碎,取芯回填孔。钻孔取芯后,心墙内留下的钻孔及时回填。先将钻孔冲洗净、擦干,然后用煤气喷枪将孔壁烘干、加热至 70°C ,再用沥青混合料按 5cm 一层分层回填,人工振捣 $10\sim 15$ 下。芯样孔回填高度应略高于心墙 1cm 。

碾压沥青混凝土时,碾压机械不得突然刹车,或横跨心墙碾压。采用错位碾压方式,每次错位半碾宽,从左到右或从右到左的顺序依次碾压。

沥青混凝土心墙的铺筑,沥青混合料和过渡料从最低处开始向上层逐层铺筑。沥青心墙与过渡层坝壳填筑应尽量平起平压均衡施工,心墙全线均衡上升,使全线尽可能保持同一高程。尽量减少横向接缝。有横缝时,其接合坡度一般做成 $1:3$ 的坡,上下层横缝错开 2m 以上。振动碾压实时,横向接缝处重叠碾压 $30\sim 50\text{cm}$ 。

2.3.3 沥青混凝土心墙施工保证措施

首先,施工前需要作好充分准备,包括清理接缝面、备料备工、培训人员和试验验证。此外,还需要对施工设备和质检仪器进行检查,确保一切就绪后才允许开工。施工过程中,需要严格按工艺要求进行。铺筑前需要监理检查通过,铺筑过程中需要观察效果及时调整,发现问题及时停工排查解决。同时还需要定期维护机具设备和校验质检仪器,以保证施工质量和进度。对于不合格或长时间停工的混合料,需要及时清除废弃,防止影响下层质量。雨季或停工期间,也需要保证断面高程。此外,初期碾压温度和贴缝碾压也需要控制在规定范围内。总体来说,要求从施工前准备到施工过程管理都进行全面细致的把控。一方面保证各项工作准备就绪和顺利开工,另一方面通过严格按工艺施工和质检,及时查处和解决问题,从源头上保证施工质量。只有全面贯彻这些措施,才能真正保证沥青混凝土心墙施工质量。

3 沥青混凝土心墙施工质量控制

3.1 沥青混凝土质量控制

由于沥青混凝土心墙的施工技术要求高,工艺复杂,任一工序失控,不仅影响下一道工序,而且可能给心墙的

质量造成严重后果。沥青混凝土除应健全各道工序的质量保证措施外,还应建立工地试验室,加强常规的质量检验和各工序的工艺控制,沥青混凝土施工质量控制可分为三个过程:拌制现场的质量控制,铺筑现场的质量控制,施工质量检测。

3.2 拌制现场的质量控制

拌制现场必须全面把控各项质量指标,从原材料采购到生产过程各个环节,都需要严格执行质量规范和标准操作规程。这是保证混凝土质量的重要一环,也是整体质量管理的中中之重。首先,原材料质量是基础。对沥青、骨料和填料进行全面质量检验,确保指标达标,不同批次材料也需要分别检验。其次,原材料仓和热料仓中的材料温度,也需要实时监测控制在规定的范围内。其次,配料工作是关键。只允许按照每日签发的配料单配料生产。配料单的制定,需要综合考虑原材料仓和二次筛分后的热料仓材料指标结果。配料过程中,各项材料的计量和配比都要精确控制在误差范围内。生产过程中,也需要对外观颜色、稠度进行随时观察,同时监测出机口温度。一旦发现不合格现象,立即停产排查。此外,成品料仓内存存时间也有严格限制,过期产品须清除。

同时,还需要定期对拌出的混合料进行抽样检验。只有检验合格,才能下达施工指令。一旦出现问题,必须及时停产改进。

3.3 铺筑现场质量控制

沥青混凝土心墙铺筑过程中,质量控制工作十分重要。需要在各个环节进行严格把控。铺筑前需要检查模板和中心线,确保与设计一致。层面清理工作也需要认真执行。铺筑过程中需要设置质量控制点,对温度、厚度、宽度进行监测。其中,温度控制直接影响混凝土性能,需要专人负责监测。厚度和宽度则关系混凝土结构,需要通过人工辅助和监视设备确保指标达标。每隔一定高度需要钻取芯样进行试验检验。取样位置和数量要符合规范。钻孔回填也需要按规程操作。铺筑结束后,需要对新铺层进行外观检查,一旦发现问题及时处理。同时,按规定频率进行抽提试验和其他性能试验,以检验混凝土质量是否达标。在整个过程中,碾压工作尤为重要。需要控制好温度、遍数、速度等参数,确保混凝土结构紧密。振动碾还需要匀速运行。总体来说,从模板准备到铺筑结束,各个环节都需要严格把控,定期进行检测,一旦发现问题及时改进。只有如此,才能保证沥青混凝土心墙质量和结构安全。这对项目质量具有决定性影响。

4 安全生产与文明施工

安全生产与文明施工是工程建设质量管理的重要组成部分。本项目从组织管理、技术措施等多个方面,作了全面规划与部署,确保施工过程的安全与文明。首先,项目设立了安全生产领导小组,各参建单位也设有相应管理

机构,明确了各岗位的安全责任。同时制定了完善的安全管理制度与应急预案,包括危险作业控制、安全装备管理等,以预防事故发生。其次,通过开展安全培训与考核,提高全体人员的安全意识与操作技能。同时定期发放劳动保护用品,保障作业人员的基本权益。施工现场也设置了安全警示标志和管理人员监督,确保各项作业按规范安全进行。再者,项目在组织管理上实行文明施工责任制。通过持证上岗和奖惩机制,引导全体员工文明施工。在技术措施上,规划好施工通道、场地、材料堆放,保持现场整洁有序。同时通过法规教育和公共关系处理,确保施工过程不扰民。以上各项举措的统一实施,将有效保障本项目施工的安全生产与文明施工,建设优质工程。

5 结束语

本文详细介绍了大坝沥青混凝土心墙采用人工摊铺和机械摊铺双料摊铺机两种施工方法的具体工艺流程。人工摊铺注重模板安装和拆除、料体铺平等细节,机械摊铺重视操作参数设置和实时监测。心墙质量直接影响大坝安全性能。本文重点阐述了各关键节点的质量控制要求,如基座处理、配比控制、温度监测等。施工中需要实时监测施工参数,并定期检测混凝土样品质量。今后还需要进一步优化施工技术,如研发新型摊铺机等,提高自动化水平。同时完善质量监测体系,加强质量管理。只有通过全面严

格的质量保证,才能建成安全可靠的大坝工程,为下游地区提供可靠的供水保障。

[参考文献]

- [1]李翔.水库大坝碾压式沥青混凝土心墙施工工艺[J].中国高新科技,2023(7):146-148.
 - [2]刘锡安.大石门水库大坝施工技术探析[J].海河水利,2022(5):112-114.
 - [3]虞双双,胡有亮.驮英水库大坝沥青混凝土心墙施工质量控制[J].广西水利水电,2020(6):45-47.
 - [4]吴小军.振捣式沥青混凝土心墙施工技术在水库大坝施工中的应用[J].农业科技与信息,2020(23):114-115.
 - [5]吴圣勇.浇筑式沥青混凝土心墙施工方法及质量控制探讨[J].黑龙江水利科技,2018,46(4):182-184.
 - [6]朱小峰.新疆乌拉斯特水库大坝碾压式沥青混凝土心墙施工技术[J].农业科技与信息,2017(13):119-121.
 - [7]张志.大坝填筑和沥青心墙的施工技术分析[J].珠江水运,2017(5):88-89.
 - [8]蔡骞.某大坝心墙沥青混凝土碾压施工结合面试验研究[J].中国水运(下半月),2016,16(10):261-262.
- 作者简介:徐凯(1984.5—),男,汉族,安徽省蒙城县,本科,吐鲁番托克逊县白杨河水利建设管理有限公司,董事长,高级工程师,水利专业工程建设。