

印尼 Jatigede 大坝填筑快速施工技术

陈 驰

(中国水利水电第十工程局有限公司 印尼 Jatigede 大坝项目部,四川 成都 610072)

摘 要: Jatigede 大坝为粘土心墙堆石坝。针对工程区域降雨、气候特点及合同工期要求,合理配置各型施工设备,制定了专项施工技术方和现场实施细则,合理分段分层,同步交叉施工,确保了快速填筑施工进度和质量目标,取得了在降雨量充沛地区进行粘土心墙堆石坝施工的很多宝贵技术与管理经验。

关键词: 印尼 Jatigede; 粘土心墙堆石坝; 填筑施工; 快速施工

中图分类号: TV7; TV52; TV641.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)05-0077-03

1 工程概述

印尼 Jatigede 大坝为粘土心墙堆石坝,最大坝高 110 m,坝顶长 1 670 m,顶宽 12 m,上、下游坝坡分别为 1:2 和 1:1.9,总填筑量约 636 万 m^3 ,其中粘土心墙料(1区)103 万 m^3 ,反滤料(2区)82 万 m^3 ,过渡料(3A)、堆石料(3B)和抛石护坡料(4区)共 451 万 m^3 。该电站于 2011 年 8 月截流,雨季于当年 11 月中下旬开始。大坝填筑施工已于 2014 年 7 月 15 日完成,月平均填筑强度约 22.5 万 m^3 /月,最高强度达到 41.2 万 m^3 /月。

2 坝体填筑料分区

填筑所用的 5 种填筑料均从指定料场开采,其中粘土心墙料和反滤料则需由料场开采后进一步加工和配制。

2.1 采石场

采石场布置在大坝左坝肩西南方向的 Gunung Julang 山上,运距约 10 km。分层爆破开采,层高约为 10 m,3 区、4 区料为爆破开采后挑选合格级配料直接上坝,2 区反滤料和粘土心墙砾石料需再经砂石系统加工成合格的级配碎石和反滤砂料。

2.2 土料场

粘土心墙土料取自于大坝左右岸的两处合格土料场,运距约 1.7 km。粘土料渗透系数为 10^{-6} ~ 10^{-7} cm/s,满足 Jatigede 大坝工程技术规范对防渗土料渗透系数小于 1×10^{-5} cm/s 的技术要求。但由于天然土料为高液限土(液限高达 67%),膨胀变形较大,不能满足大坝心墙膨胀变

形的要求,故不能直接上坝填筑,需在稳定土拌和站掺和适量的砾石料后再上坝填筑。

2.3 砂石系统

反滤料和粘土心墙砾石料由爆破料经砂石系统再加工而成,砂石破碎筛分制砂系统布置在大坝下游左岸坝肩处,运距 2.1 km。系统生产能力为 250 t/h,能够满足最大填筑高峰强度 4.2 万 m^3 /月的要求。

2.4 稳定土拌和站

粘土心墙混合料由土料场开采的天然土料经稳定土拌和站按 7:3(土:石)的比例掺和砾石料而成。稳定土拌和站布置在大坝左岸下游,运距 2.1 km。设置 2 台 WBS300C 型稳定土拌和系统,生产能力为 600 t/h,能满足大坝填筑要求。

3 坝体填筑

3.1 机械化流水作业

大坝填筑施工全过程中的各道工序均采用高效率的机械化流水作业,既保证了大坝填筑施工的高效、快速,又确保了各道工序的填筑施工质量。

抛石料、堆石料及过渡料采用挖掘机装自卸车运到工作面,由推土机铺料,光面振动碾碾压;反滤料采用挖掘机装自卸车运到工作面,反铲挖掘机转铺料,光面振动碾碾压;心墙料采用挖掘机装自卸车运到稳定土拌和站,掺拌后的混合料再用装载机装自卸车运到工作面,由推土机铺料,凸块碾碾压。各主要施工设备见表 1。

3.2 坝区道路布置

坝区主要施工道路通过上游围堰、下游永久

收稿日期:2016-08-26

表 1 施工设备表

序号	设备名称	型号规格	备注
1	推土机	SD22	中国(山推)
2	反铲挖掘机	ZX350H/ ZX870H 等	日本(HITACHI)
3	装载机	90ZV-2/ 95ZV-2 等	日本(Kawasaki)
4	自卸汽车	JHW3310ZF 28A6	瑞典(VOLVO)
5	自卸汽车	TR50	中美合资 (TEREX)
6	振动碾	BW 216 D-3	德国 (BOMAG)

桥形成环形绕坝道路,环形绕坝路分别经过土料场、混凝土拌和站、稳定土拌和站和砂石系统,经绕坝路再布置不同高程的上坝道路可满足大坝填筑运料的要求,这些施工道路均随着不同填筑阶段适时进行改道、调整,能够满足大坝填筑施工的高效、快速、顺利进行。

3.3 快速填筑施工方法

3.3.1 石方填筑料(3区料)和抛石料(4区料)施工

石方填筑料包括过渡料和堆石料,按分区采用进占法铺料,填筑层厚均为 1 m;3A 料只设一个条带,3B 料平行于坝轴线每隔 30 ~ 50 m 设一个条带,按条带铺料填筑。推土机铺料平整后,光面振动碾沿平行于坝轴线方向先静压 2 遍,再振动碾压 6 遍。碾压采用进退错距法,搭接宽度为 40 cm。分段填筑形成的横向施工缝采用“台阶收坡法”,每层保留宽度不小于 1 m 的小平台,平均坡比小于 1:3,高度控制在 20 m 以下。

填筑 4 区抛石护坡料时,每隔 10 m 测量放出标明填料边界和坡度的示坡桩和坡线,采用反挖修整坡面;摊料时反挖将大小石块均匀铺开后再充填缝隙,并沿垂直坡面方向拍打护坡料,以压实、挤密堆石,保证坝坡面平整、顺直、美观。

3.3.2 反滤料(2区料)施工

反滤料(2A、2B)采用后退法卸料,填筑层厚均为 50 cm,每层需由测量人员先放分界线后再卸料铺填。每次铺料先铺 2B 料,后铺 2A 料;采用反挖摊铺料,辅以人工修整分界边坡;铺料平整完成后,用光面振动碾沿平行于坝轴线方向先静压 2 遍,再振动碾压 4 遍;进入心墙区各个道路路口的填料容易被污染,因此,每填完 3 层心墙料后应

及时用反挖清除污染料,再重新回填、碾压,同时更换路口位置。

3.3.3 粘土防渗心墙(1区料)施工

施工工序主要包括料场开采、稳定土拌和站拌和、运输、铺料、压实、质量检测等。

(1) 稳定土拌和站根据技术规范要求,在合格的粘土中掺入粒径为 5 ~ 60 mm 的砾石,土:石的比例为 3:7,按要求拌制成合格的混合料。

(2) 含水率调整:由于料场开采的土料天然含水率较高,最大值高达 41.6%。开采过程中应结合料源状况对含水率较高的部位用推土机翻晒后再开采,若遇含水率低时可用人工适量洒水补充。心墙混合料最优含水率为 28.3%,填筑时将含水率控制在最优含水量 -2% ~ +3% 的范围。

(3) 路口及填筑区域布置:由于心墙区作业面大,多种料同时施工的相互制约干扰大,因此,如何合理分段和灵活布置作业面的临时道路对快速施工和保证施工质量极为重要。项目部根据实际情况和设备工作效率等特点,将心墙作业面沿平行于坝轴线方向每 100 ~ 150 m 设为一段,在每段的上、下游各设置 1 ~ 2 个临时路口,从堆石料区(3B)跨越过渡料(3A)和反滤料(2区)条带,垂直进入心墙填筑区。

(4) 填筑施工:自卸汽车用进占法卸料,推土机按松铺厚度 30 cm(压实厚度 25 cm)铺料,凸块振动碾沿平行于坝轴线方向先静压 2 遍,再振动碾压 6 遍。碾压后由实验室取样试验检测每一填筑层的压实干密度及含水率,合格后再进行下层铺填施工。

(5) 雨季施工措施:由于大坝区域的雨季为每年 11 月至翌年 5 月,每次下雨的雨量且历时长,严重制约和影响大坝填筑的正常施工,必须采取切实可行的措施,对已铺填但未及时碾压完的粘土料进行最有效的保护。下雨前,用光面振动碾将未碾压完的心墙料静压 2 遍封面,防止雨水渗入土内。雨后恢复碾压前,用推土机松土器将已封面的心墙料刨松翻晒合格后,再用凸块振动碾碾压,以确保心墙粘土料的填筑质量。

(6) 施工缝处理措施:分段填筑形成的施工横缝坡度不陡于 1:3,高度不超过 20 m。接缝填筑前采用反挖修整坡面后再按技术要求填筑。

各区填筑材料施工控制参数见表 2。

坝体填筑因雨停工要求见表3。

4 填筑强度及施工水平

表2 各区填筑材料施工控制参数表

填筑区	填筑料	填筑厚度 /cm	碾压遍数		控制含水率	干密度 /g·cm ⁻³	渗透系数 /cm·s ⁻¹	最大粒径 /mm
			静压	振动				
Zone 1	接触土料	20	2	6	42%~47%	≥1.15	<1×10 ⁻⁵	
Zone 1	防渗混合物料	30	2	6	在28.3%的 (-2%~+3%)内	≥1.42	<1×10 ⁻⁵	60
2A	反滤料	50	2	4	≤10%	≥2.2	>5×10 ⁻⁴	20
2B	反滤料	50	2	4	≤10%	≥2.28	>1×10 ⁻³	100
3A	过渡料	100	2	6		≥2.2		400
3B	堆石料	100	2	6		≥2.15		800

表3 坝体填筑因雨停工要求表

项 目	日降雨量 /mm						
	<1	1~5	5~10	10~20	20~30	>30	
防渗 土料	施工条件 I	照常施工	停工 0.5 d	停工 1 d	停工,雨后 停工 0.5 d	停工,雨后 停工 1 d	停工,雨后 停工 2 d
	施工条件 II	照常施工	停工 0.5 d	停工 1 d	停工,雨后 停工 1 d		
石 料	反滤料、 过渡料	照常施工		停工 1 d		停工,雨后停工 0.5 d	
	堆石料	照常施工				停工 1 d	

注:(1)施工条件 I 为降雨前已采用光面碾对已铺好的混合土料进行了碾压封面;(2)施工条件 II 为降雨前已采用光面碾对已铺好的混合土料进行了碾压封面,而且还采取了有效的防雨措施(如采用防雨篷布覆盖坝面,雨后铲除不合格土料等情况);(3)连续降雨时,雨后停工天数按最后一天的日降雨量确定。

土石坝的施工水平主要依据坝高、断面特性、均月上坝强度等施工技术指标进行综合分析、评价,大坝填筑强度特性见表4。

表4 大坝填筑强度特性表

填筑时段	主坝填筑量 /万 m ³	月填筑强度 /万 m ³ ·月 ⁻¹			月升高 /m·月 ⁻¹
		最高	平均	不均匀系数	
2011年4~7月	29.2	15.7	7.3	2.15	2.5(左坝肩)
2011年8~12月	75.8	32.9	15.2	2.16	9.8(主围堰)
2012年1~9月	206.8	41.2	23	1.79	5.8(河床段)

注:(1)雨季为每年11月至翌年5月,其中12、1、2月降雨量最大,对填筑施工影响最大;(2)2011年8月截流,雨季度汛是项目履约的关键,主围堰必须在汛前填筑到防洪高程204 m以上,以保证大坝基坑施工安全。

5 结 语

粘土心墙堆石坝具有工程量大、施工强度高、填筑材料多样、工序多、施工干扰大等特点,采用高效率的大型施工设备、最佳施工技术方案及成功的施工管理经验是项目顺利履约的关键所在。在印尼 Jatigede 大坝施工中,所采用的先进的大型成套施工设备起到了至关重要的作用,但最终

实现大规模、高强度、高质量的填筑施工成效,最佳的施工组织设计和最实用的现场施工管理才是其核心所在。

作者简介:

陈 驰(1982-),男,四川都江堰人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

2016年四川省水工环地质学术交流会在眉山召开

2016年8月25~26日,2016年四川省水工环地质学术交流会在眉山召开。出席会议的代表有来自省地质学会水文地质工程地质专委会、省水电学会地勘专委会、省水利学会工程地质与岩石力学专委会、省地质学会环境地质专委会、省水利电力勘测设计协会的代表近百人。四川省地质工程勘察院承办了此次会议。施裕兵教高主持了会议开幕式,介绍了到会的领导与嘉宾。省地质工程勘察院安世泽院长代表会议承办单位致辞,省水利院原纪委书记向彬代表省水利电力勘测设计协会和四专委会致辞,省水电学会副秘书长周喜德、省地质学会秦钢秘书长先后在开幕式上讲话,预祝会议圆满成功。在大会学术交流中,有十二名专家代表在会上做了学术报告,获得与会代表的一致欢迎。此次会议延续了四专委会共同办会的传统,并新加入了四川省水利电力勘测设计协会。在完成了预定议程后,会议圆满结束。