

大桥水库混凝土面板堆石坝渡汛施工

张建华

(中国水利水电第五工程局, 四川 成都 610066)

摘要: 大桥水库混凝土面板堆石坝位于高地震区, 地震设防烈度 8.5 度, 施工质量要求较高; 其垫层料采用天然的洪积堆积物, 属国内先进水平, 故该坝的渡汛施工情况有若干的经验及教训可供借鉴。

关键词: 混凝土面板堆石坝; 渡汛; 临时断面

中图分类号: TV 541. + 1; TV 551

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0007-03

1 工程概述

大桥水库工程位于四川省凉山州冕宁县境内, 工程由主坝、副坝、溢洪道、引水式电站及放空洞等组成, 其中主坝为钢筋混凝土面板堆石坝, 坝顶填筑高程 2 024 m, 防浪墙顶高程 2 025.20 m, 最大坝高 93 m, 坝轴线长 312 m, 设计边坡上游为 1:1.5, 下游边坡 1:1.7, 下游坝坡除在高程 1 994 m 及 1 964 m 分设 4 m 宽的马道外, 在 1 950 m 还设有 10 m 宽的压脚平台。大坝从面板以下依次为垫层、过渡层、主堆石区、利用料区, 并在面板上游设有粘土辅助防渗体。垫层、过渡层设计水平宽度分别为 3 m 和 5 m; 利用料区 IIIc 位于坝轴线下游排水堆石体以上, 其设计填筑高程为 1 992 m。坝体位于高地震区, 设计烈度 8.5 度, 其设计断面型式见图 1。

主坝设计总填筑量为 202 万 m³。按施工进度要求, 大坝必须在 1996 年 5 月 31 日前填至高程 1 967 m (填筑高度 36 m), 以满足抵御 50 年一遇洪水

(806 m³/s, 相应水位 1 965.2 m) 的要求; 1 967 m 高程以下全断面填筑总方量约 70 万 m³。工程自 1995 年 11 月中旬截流后, 马上进行基坑开挖, 但由于种种原因使基坑开挖交面时间推迟, 临时修改施工计划: 只开挖坝轴线上游部分, 采用临时渡汛断面形式填筑以满足 1996 年渡汛要求。渡汛断面填筑自 3 月 1 日开始, 至 5 月 28 日达到 1 967.50 m 高程, 共填筑各种坝料约 21 万 m³, 按时保质完成了渡汛任务。

2 坝料设计及施工参数

2.1 坝料填筑设计参数

设计根据室内试验成果提供的施工参数见表 1。

2.2 料场复核试验

据设计及规范要求, 对各种坝料进行了填筑前的生产性试验, 从而验证设计参数的可行性。结果表明, III号碎石土料场(垫层料)颗粒级配结果及原设计提供的级配曲线出入较大, 粒径大于 100 mm 的粗骨料含量接近 1/4, 远高于设计提供的数据。因此

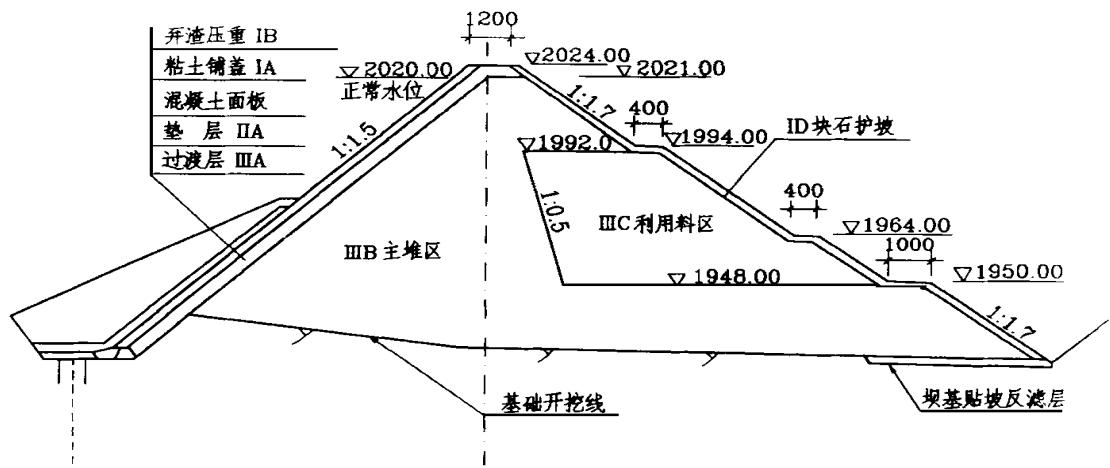


图 1 大坝设计断面图

对原设计作了修改,把原设计在坝面上人工剔除粗料改为增设筛分系统予以剔除。II号主堆石料场较

原设计地质情况更加恶化,除原F₁₁₅、F₁₁₇两断层规模较原设计资料偏大外,又相继出现了几组较大的

表1 坝料填筑设计参数表

分区	用料	原岩饱和抗压强度 /MPa	设计强度要求 /MPa	设计干密度 /g·cm ⁻³	设计孔隙率 /%	相对密度 /%	最大粒径 /mm	<5mm含量 /%	<0.1mm含量 /%	渗透系数 /cm·s ⁻¹
主堆区	中酸性混染岩	>45	>30	2.12	21.7		800	5~10	<5	10 ⁰ ~10 ⁻¹
过渡层	I号砂砾石料场			2.28		>85	250	15~30	<5	10 ⁻² ~10 ⁻³
垫层	III号碎石土			2.24	<21		100	30~40	<10	10 ⁻³ ~10 ⁻⁴
次堆石	利用料	>20	>20	2.10	24~26		1000			
特殊垫层料	II号砂砾石料场						40			10 ⁻³ ~10 ⁻⁴

断层,加上裂隙发育,从而使主堆石料粒径偏小。

2.3 坝料填筑施工参数

在各种坝料复核试验的同时,进行了生产性碾压试验,其中主堆石料及过渡料在副坝填筑期间进行;垫层料在料场进行。其试验成果见表2~表6。

表2 I号砂砾石(过渡料)碾压试验成果表

碾压遍数	铺料厚度/cm	洒水量/%	编号	干密度 /g·cm ⁻³	沉降率 /%	取样深度/cm	平均干密度 /g·cm ⁻³	<5mm含量/%	<0.1mm含量/%
6	46.79	10	1	2.32	7.12	45	2.355	25.73	2.33
			2	2.39	7.12	43		22.6	1.6
8	51.61	10	1	2.29	8.15	50	2.355	26.89	2.37
			2	2.36	8.15	47		24.96	2.25

表3 II号堆石料碾压试验成果表

试验内容	试验编号	铺料厚度/cm	干密度 /g·cm ⁻³	孔隙率 /%	沉降率 /%	<5mm含量/%	洒水量/%	平均干密度 /g·cm ⁻³	平均沉降率/%
碾前						7.00			
碾压	1	99.78	2.156	24.08	4.51		10~15	2.18	3.31
	2	88.50	2.247	20.95	3.53		10~15	2.18	3.31
4遍	3	77.25	2.134	24.84	1.90		10~15	2.18	3.31
碾压	1	99.78	2.20	22.54	6.41	6.23	10~15	2.22	5.29
	2	88.50	2.31	18.66	6.33	5.61	10~15	2.22	5.29
6遍	3	77.25	2.161	23.91	3.133	8.65	10~15	2.22	5.29

表4 III号碎石土(垫层料)试验成果表

试验内容	试验编号	铺料厚度/cm	干密度 /g·cm ⁻³	含水量 /%	沉降率 /%	<5mm含量/%	<0.1mm含量/%	C _u	C _c
碾压	1	49.16	2.45	8.53	4.37	32.28	9.52	129.8	7.8
	2		2.49	9.18					
6遍	3		2.40	6.80					
	4	67.60	2.38	9.04	2.66	33.0	9.2	213.6	4.2
碾压	1		2.48	9.01					
	8遍	2	61.34	2.50	8.05	4.53	38.91	11.98	223.5

表5 III号碎石土(垫层料)碾压渗透试验成果表

坝料名称	试环尺寸 /mm	试验时间 (年-月-日)	渗透系数 /cm·s ⁻¹	设计参数 /cm·s ⁻¹
单环注水法	49.5	19960218	5.01×10 ⁻⁴	10 ⁻³ ~10 ⁻⁴
双环注水法	49.5	19960306	2.75×10 ⁻⁴	10 ⁻³ ~10 ⁻⁴

表6 填筑料施工参数表

坝料名称	碾压遍数	干密度 /g·cm ⁻³	洒水量 /%	铺料厚 /cm	最大粒径 /cm
II号主堆石料	6	2.16	10	80~100	80
垫层料	6	2.24		40~50	10
过渡料	6	2.28	10~15	40~50	25
特殊垫层料	8	2.32	10	40~50	8
	8	2.28		20	4

3 临时渡汛断面施工

3.1 临时渡汛断面的选定

根据填筑时间及料场的准备情况,在进行了稳定计算及断面优化的前提下选定图2所示临时断面,其上游边坡为1:1.5,下游边坡为1:1.4,并在下游边坡上设置宽9m的上坝斜坡公路。

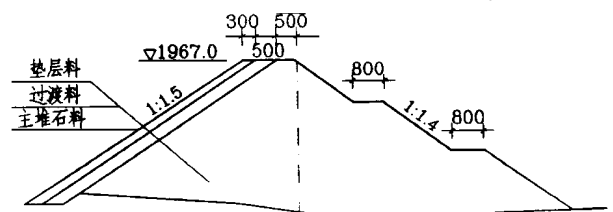


图2 大坝临时渡汛断面图

3.2 坝体填筑施工

坝体填筑施工分3个阶段进行,第一阶段由于上游趾板混凝土浇筑工期拖后,故先进行下游堆石区的填筑,在其上游侧预留30m宽的填筑区域(其中包括3m垫层料区,5m过渡料区);第二阶段进行上游预留部分的填筑,由右侧预留道路进料,在高程1956m处达到全断面填筑;第三阶段基本上采用全断面填筑,直至坝顶高程。

填筑期间各种坝料均来自下游,前期因填筑场地较窄,施工道路布置在右侧,中期采用在右侧预留缺口方式进行上游侧填筑及趾板混凝土浇筑材料运输。后期则利用下游坝坡的上坝公路填筑及完成其它项目的运输。碾压采用前进倒退错距法,前后重合一遍后,错1/3碾宽,中、高速油门起振,各种坝料的碾压参数见施工参数表(2~6)。在与岸坡接触带,为提高其碾压质量,在距边坡基岩1m宽范围内回填砂砾石过渡料,充分洒水后碾压。在靠近趾板的特殊料区及右侧高趾板处的特殊垫层料,则采用减薄铺料厚度、增加碾压遍数、充分洒水的办法进行。

各种坝料运输均采用15t自卸汽车运输,装载机和反铲挖装。碾压设备为16t及13.5t拖式振动碾;特殊料小区采用人工木夯及平面振捣器进行夯实。其碾压结果均满足设计要求。

临时断面填筑坝高36m,根据施工条件及洪水到来时间,上游斜坡碾压分3次进行。垫层料每层超宽填筑30~50cm,填筑2~3m后,用WY-160反铲进行清坡,10~15m左右,采用测量放设方格网

进行人工削坡控制;其富余量按 5~ 8 cm 控制。斜坡碾压采用上下全振碾压,斜坡碾重 10 t,老式 1 m³ 挖掘机牵引,上、下重复碾压一遍后,在底部错 1/3 碾宽,共振动碾压 6 遍。上、下全振动碾压为施工节省了大量的时间,在碾压过程中没有发生垫层料下滑现象,其碾压干密度均满足设计要求,效果良好。

斜坡坡面防护采用喷混凝土砂浆方式,设计要求喷护厚 5~ 7 cm,分 3 次进行,喷射前,由测量测设方格控制网,欠挖处人工 2 次处理。喷射后表面平整,满足设计要求。

4 趾板混凝土浇筑

大桥水库趾板按高程(水头)不同设计成 3 种宽度:高程 1 952 m 以下宽 9 m;高程 1 952~ 1 969 m 之间宽 7.5 m;高程 1 969 m 以上宽 6.0 m。趾板厚度均为 0.5 m,混凝土标号 200 号,按单层双向配筋,双向含筋率均为 0.4%。趾板基础设纵横间距为 1 m × 1.2 m 的 $\Phi 28$ 砂浆锚杆,锚入基岩深度 4 m,上部与趾板钢筋联接;注浆标号 300 号,矩形排列,

趾板分缝长度 14~ 20 m,缝内只设一道铜止水。

整个趾板共分 28 块,汛前共浇筑 21 块,两侧斜坡趾板顶部采用盖模,随支随浇。拌和采用 3 台 0.5 m³ 强制式拌和机,根据取样结果,其各项强度指标均满足设计要求。

5 质量控制

大坝碾压质量控制主要以碾压参数控制为主,现场挖坑试验为辅,现场碾压参数主要控制铺料厚度、洒水量、碾压遍数及来料质量。挖坑试验采取注水法,试验组数以填筑层数控制,每填筑 3 层做两组平行干密度试验,每 6 层做 1 组颗分试验,试验成果均满足设计要求,见表 7。

6 经验与教训

(1) 前期趾板开挖过程中,由于欠挖太多,致使后期占用较多的时间处理,使施工难度加大。为保证灌浆质量,设计要求趾板下游 1/8 水头范围内喷射

表 7 主坝填筑质量检测 results 表

填筑分区	设计指标 /g · cm ⁻³	填筑方量 /万 m ³	取样 组数	挖坑取样检测			甲方抽检		
				干密度 /g · cm ⁻³	< 5 mm /%	< 0.1 mm /%	合格 率/%	组 数	干密度 /g · cm ⁻³
垫层料	2.24	0.9	14	2.322(平均) 2.24~ 2.35	36.17	10.49	100	7	2.23~ 2.38
过渡料	2.28	2.2	12	2.327 2.28~ 2.40	31.55		100	5	2.26~ 2.41
堆石料	2.16	17.6	11	2.194 2.16~ 2.22	7.72		100	9	2.15~ 2.23
特殊垫层料	2.32	0.3	1	2.33			100		

混凝土。由于趾板混凝土拖后及喷射混凝土等待强度等原因,使前期施工场面减小,施工强度降低。

(2) 截流后,机械运输设备没有得到及时修理,致使设备工况较差,使基坑开挖及渡汛填筑施工受到很大影响。这是施工强度较低的主要原因之一。

(3) 由于受料场位置的限制,施工道路单一,高差较大,路况不良,加上料场分散,运距远,使运输车辆损坏严重,完好率、利用率都大大降低。

(4) 主堆石料场的地质情况恶劣,原有断层影响

带加大,且又出现多条断层及裂隙,致使料场石料偏细,弃料大大增加, F₁₁₅~ F₁₁₇ 之间风化料不能用作主堆石料,使料场场面大为减小,施工布置困难。岩石太破碎,造孔困难,不能形成大规模生产能力。

(5) 前期准备工作不充分,各种备料不足,加上地质情况变化,致使施工强度大大降低。

作者简介:

张建华(1962 年-),男,河北晋县人,中国水利水电第五工程局副局长兼总工程师,教授级高工,学士,从事水利水电工程技术与管理工作。

四川大渡河永乐电站建设近况

永乐水电站位于四川省乐山市金口河区大渡河干流上,为单一发电工程,装机容量 54 MW,年发电量 4.124 亿 kW · h。电站采用无坝引水方式开发,主体工程包括无坝取水口、引水隧洞、调压井、压力管道、地面厂房、尾水渠和开关站等。工程静态总投资 38 066.20 万元,单位千瓦投资 7 049 元/kW。工程共分 6 个独立的标段,除机组安装标(YL/CV D)以外,均已完成招标工作。永乐电站系由四川乐山永乐电力开发有限责任公司为业主单位投资兴建,电站主体工程已于 2000 年 1 月 18 日正式开工,计划于 2003 年 3 月 1 日第一台机组发电,同年 6 月份竣工。

据悉,永乐电站厂房工程标由中国水电七局中标,中标金额为 3 288 万元。

本刊记者 李燕辉

ABSTRACT

Construction of Concrete Faced Rockfill Dam during Flood Season in Daqiao Reservoir

ZHANG Jian-hua

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Chengdu, Sichuan, 610066, China)

Abstract: Concrete faced rockfill dam for Daqiao Reservoir is located in an active earthquake zone with earthquake intensity of 8.5. High construction quality is required. Diluvial deposits are used as bedding material in the construction, which has arrived advanced level in China. Therefore, experiences and lessons gained during construction in flood season can be used for reference to the similar projects.

Key words: concrete faced rockfill dam; during flood season; temporary section

Concrete Works of Toe Slab in Daqiao Reservoir

YANG Ning-rui

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 615616, China)

Abstract: The paper systematically presents construction techniques for toe slab, toe slab excavation, fault treatment, formwork support, arrangement of reinforcing bars and seals, concrete proportions, concrete placement, cure and quality control.

Key words: Daqiao Reservoir; concrete placement of toe slab; construction technique

Study on Shotcrete Method in Hydropower Project

WANG Sen-rong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

Abstract: By analyzing advantages and disadvantages of dry shotcrete, wet shotcrete and parallel shotcrete method, semi-wet shotcrete method which is between dry and wet shotcrete is developed. Advantages and disadvantages of semi-wet shotcrete method is analyzed, together with its technical process, jet nozzle structure, water ring structure and effectiveness. The primary test results indicate that the semi-wet shotcrete method is technically feasible, significantly economic and applied widely after improvement.

Key words: dry shotcrete; wet shotcrete; parallel shotcrete method; semi-wet shotcrete method

Defects for Upward Rock Deformation Observation Instrument during Grouting and Improvement

LUO Ming-quan WANG Sen-rong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

Abstract: After many times of embeddings and observations for upward rock deformation observation instrument, defects for upward rock deformation observation instrument during grouting and improvement are discussed. The actual deformation observation instrument not only results in confused and false readings, but also high cost, difficult hole sealing. The improved upward rock deformation observation instrument with higher maneuverability overcomes the shortcomings of actual one.

Key words: observation for upward rock deformation; defect; improvement; cost

Embankment Construction of Concrete Faced Rockfill Dam at Daqiao Reservoir

XU Kai

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

Abstract: For the concrete faced rockfill dam at Daqiao Reservoir in Mianyang, Sichuan, the foundation treatment of embankment, selection, processing and preparation of embankment materials, arrangement of construction access road to dam, embankment construction, embedment of observation instruments and construction organizations are presented for reference to the similar projects.

Key words: concrete faced rockfill dam; embankment construction; Daqiao Reservoir in Mianyang, Sichuan

Brief Description of Construction Arrangement and Design Features for Concrete Mixing System at Daqiao Reservoir

ZHANG Xiao-guang ZHANG Sheng-zhong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Guangyuan, Sichuan, 628003, China)

Abstract: In Lot II project at Daqiao, HZD50 mixer fabricated by Chengdu Construction Engineering Machine Factory is selected as concrete mixing system. Dam excavation material forms a large platform which is well used as site for concrete mixing. Cement collection hopper is self made and reinforcing concrete wall is used. The general arrangement is reasonable, leading to high efficiency and benefits and low cost. Practice indicates that construction arrangement and design features for concrete mixing system is successful and can give reference to the similar projects.

Key words: Daqiao Reservoir project; concrete mixing system; construction arrangement; design

Important Role of Hydropower Development in Development in Western Region

CHEN Dong-ping

(Hydropower and New Energy Development Department, State Power Company, Beijing, 100031, China)

Leaderette: The paper is the speech by Chen Dong-ping, deputy director of Hydropower and New Energy Development Department, for "Academic Conference for West China Development".

"Academic Conference for West China Development" was held during April 18 to 20 in 2000 in Chengdu and was jointly sponsored by Chinese Natural Resources Society, Sichuan Science and Technology Association, Chinese Qinghai-Tibet Plateau Research Institute, Regional Sustainable Development Research Center of CAS, Natural Resources Comprehensive Investigation Committee of CAS, Beijing Teachers University and Sichuan Natural Resources Research Institute. Sixty-one experts and scholars from Development Research Center of the State Council, CAS, Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Engineering, Forestry Ministry, Water Conservancy Ministry and State Power Company, attended the meetings. Now the speech of Mr. Chen is published here.