

木夫露水库初步设计浅析

杨娟娟

(第九师联拓勘测设计研究有限公司, 新疆 塔城 834601)

【摘要】 本文针对博尔斯特河流域水系特征, 汇集工程区多年气象数据, 研究径流降水关系, 计算木夫露水库坝址处设计洪峰流量和设计洪量。经地质资料分析, 水库河谷呈“V”形, 发育断裂规模较小, 岩体透水性受风化程度、断层及贯通性节理发育程度控制。依据水文、地质分析结论, 选定坝址位于博尔斯特河出山口上游 0.9km 处, 确定混凝土重力坝为推荐坝型, 并对挡水建筑物、泄洪建筑物等重要构筑物进行了详细阐述, 以期类似工程设计提供借鉴。

【关键词】 木夫露水库; 设计洪峰流量; 设计洪量; 混凝土重力坝

中图分类号: TV222

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)07-0014-04

On preliminary design of Mufulu Reservoir

YANG Juanjuan

(The Ninth Division Liantuo Survey Design Research Co., Ltd., Tacheng 834601, China)

Abstract: In the paper, meteorological data of the engineering area for many years is gathered together for studying the precipitation runoff relationship aiming at water system characteristics in Boersitai River Basin. The designed flood peak discharge and designed flood in the dam site of Mufulu Reservoir are calculated. The reservoir valley is in “V” shape according to the geological data. The development fracture scale is small. The rock water permeability is controlled by weathering degree, fault and penetration joint development degree. The site is selected in 0.9km position on the upstream area of mountain-pass of Boersitai River according to hydrological and geological analysis conclusion. Concrete gravity dam is recommended, important buildings are described in detail such as water retaining structure, flood releasing structure, etc., thereby providing reference for designing similar projects.

Key words: Mufulu Reservoir; designed flood peak flow rate; designed flood; concrete gravity dam

1 引言

博尔斯特河山区缺乏控制性调蓄工程, 下游灌区引水保证率低, 下游河道抵御洪水能力较差, 洪灾频发。为提高灌区水资源利用率, 提高灌区防洪能力, 保障灌区人畜引水等用水需求, 现规划在博尔斯特河出山口修建木夫露水库工程, 承担农业灌溉、人畜、工业供水及防洪要求。

木夫露水库坐落在博尔斯特河出山口上游 0.9km 处, 水库坝址位于塔城地区额敏县东南约 70km, 其地理位置为东经 $84^{\circ}05' \sim 84^{\circ}08'$ 、北纬 $46^{\circ}50' \sim 46^{\circ}52'$, 海拔高度为 1035 ~ 1043m, 坝址以上储水面积为 20.1km²。

木夫露水库是一座以农业灌溉、人畜供水为主, 兼顾工业供水、防洪的综合水利工程。该水库到设计水平年(2025年)可改善下游 0.76 万亩耕地灌溉

问题,解决 4490 人和 3.56 万只标准畜的饮水问题,年供水量达 27.24 万 m^3 ,将河道下游防洪能力由 5 年一遇提高至 10 年一遇。

2 水文条件分析

2.1 流域概况

博尔斯台河发源于塔尔巴哈台山东段,由北向南,出山口以上河长 8.0km,出山口后流程约 1.0km,汇集至克尔柯夏沟。源头最高点海拔为 2300m。流域内无永久性积雪和冰川发育,因此博尔斯台河水系属于扇形水系,河流上游为 5 条源流,在距离拟建坝址上游 600m 处汇集成为博尔斯台河干流。博尔斯台河出山口以上平均海拔为 1550m,平均纵坡为 3.15%。河流两岸植被生长较好,为多年生或一年生草本植物,并生长有稀疏灌木。

2.2 气象特征

工程区多年平均气温 5.91℃,最热月(7 月)平均气温 20.6℃,最冷月(1 月)平均气温 -10.3℃,多年平均降水量 334.8mm。历年最大和最小年降水量分别为 496.5mm 和 161.1mm。多年平均 $\geq 10\text{mm}$ 降雨量的天数为 6.6d,多年平均蒸发量为 1702mm,年最大、最小蒸发量分别为 2059.8mm 和 1229.1mm。多年平均日照时数为 2615.9h,多年平均无霜期 125.5d,多年平均积雪厚度 43.1cm,最大积雪厚度 79cm,历年最大冻土深度 145cm。

2.3 径流条件

博尔斯台河径流的补给主要依靠季节性冰雪融水、降雨及地下水,因此其径流的变化与降水有着密切的正相关关系。博尔斯台河年径流变差系数为 0.33,该河径流年际变化较大。径流年内分配不均,主要集中在 4 月、5 月、6 月,其水量占全年径流量的 57.2%,其中 5 月占年径流量的 32.52%。这部分水量主要来自山区季节性积雪的融化和降雨,持续时间较长。

坝址处设计年径流量的分析计算采用径流深等

值线法、径流模数法和水库坝址处实测值修正法^[1]分别进行分析,博尔斯台河水电站断面以上流域多年平均径流量计算推荐实测值分析结果,即流域多年平均径流量 411 万 m^3 。坝址年径流频率计算结果见表 1。

表 1 坝址年径流频率计算结果 单位:万 m^3

W	C_v	C_s/C_v	P					
			10%	25%	50%	75%	85%	90%
411	0.33	2	592	493	401	324	279	249

2.4 洪水分析

2.4.1 成因及特点

经对博尔斯台河流域进行实地调查访问及资料分析,多数洪水发生在 4—6 月,也有少数洪水发生在 7—9 月,其根本原因在于流域特定的自然地理、水文气象条件的综合作用,经分析该河并存三种类型的洪水:融雪型洪水、暴雨型洪水、雨雪混合型洪水。

融雪型洪水多出现在每年的 4 月中旬至 5 月下旬,其洪水过程日变化明显,洪峰量值一般不大。暴雨型洪水,每年 7—9 月,山区突降暴雨,形成较大的地面径流,洪水发生的随机性很强,洪峰高而历时短。雨雪混合型洪水,持续增温遇降水过程,积雪融化,雨、雪汇成洪流,直冲而下,历时长、洪量大^[2]。

2.4.2 设计洪峰流量

本文中木夫露水库坝址设计洪峰流量计算采用三种方法,分别为推理公式法、洪峰模数法和水文比拟法^[3]。从分析得出的数据看,推理公式法计算结果与水文比拟法计算结果比较接近,推理公式法计算结果略大,洪峰模数法计算结果最小。故木夫露水库坝址处设计洪峰流量推荐采用水文比拟法计算结果。坝址设计洪峰流量见表 2。

表 2 木夫露水库坝址处设计洪峰流量

单位: m^3/s

频率 P	0.1%	0.2%	0.33%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
洪峰流量	23.1	20.8	19.1	15.5	13.2	11.6	10.3	8.1	6.1

2.4.3 设计洪量

木夫露水库坝址设计洪量的分析计算采用参证站洪量模数法^[4],参考站为临近流域卡琅古尔河卡琅古尔站,坝址设计洪量成果详见表3。

表3 木夫露水库坝址设计洪量成果

单位:万 m³

项目	P								
	0.1%	0.2%	0.33%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
W ₁	60.0	55.6	52.3	45.0	40.4	37.6	34.0	29.1	23.9
W ₃	134.8	125.4	118.5	103.0	93.2	87.2	79.6	68.9	57.5
W ₇	242.5	226.2	214.3	187.3	169.9	159.5	146.2	127.3	107.2

3 地质条件分析

3.1 地形地貌

木夫露水库库区位于低中山区,回水长度为997m,两岸情况基本相同,山体雄厚,两岸基岩裸露,山顶海拔1110~1170m,岸坡坡度25°~60°,局部陡立。河谷呈“V”形,阶地不发育,河流流向近于南北向,河床海拔1039~1071m,宽10~30m,河段纵坡2.9%,河流切割深度50~80m,库区冲沟较发育,沟内及河谷生长有灌木与草本植物。

3.2 地质构造

库区发育断裂规模较小,破碎带宽多5~10cm,组成物质以断层泥、碎裂岩为主,倾角多60°~80°,仅发育一条区域性次级断裂达因苏断裂(f2),位于库尾回水线外,距坝址约1.0km,走向330°左右,倾向NE,倾角80°,为压扭性断层,该断裂为上泥盆统塔尔巴哈台组下亚组(D3ta)与下石炭统南明水组(C1n)的分界线,组成物质主要为断层碎裂岩。工程区揭露断层宽约0.3m,未发现活动性迹象。

3.3 水文地质

地下水类型为基岩裂隙水和第四系孔隙水。基岩裂隙水主要分布在河谷两岸风化岩体裂隙或断层中,地表降水入渗补给基岩裂隙水或汇入两岸冲沟,河谷两岸基岩裂隙水补给河水。孔隙潜水主要分布在河床

卵砾石层中,主要受河水补给,以潜流向下游运移。

岩体透水性主要受风化程度、断层及贯通性节理发育程度控制,其中强风化岩体属中~强透水层,弱风化岩体属弱~中透水层,微风化~新鲜岩体属弱透水~微透水层,坝基岩体透水率随钻孔深度增大而减小。钻孔压水试验结果分析,坝址区岩体透水率无明显10Lu界线,透水率从大于10Lu直接进入小于5Lu范围。

3.4 工程地质问题

3.4.1 水库渗漏

库区左岸山体相对单薄,河谷与邻谷相距0.4~0.7km,坝轴线上游150m处发育低矮垭口,山体厚400~700m,邻谷的谷底高程与博尔斯台河河底高程相同,水库蓄水后,极有可能沿垭口处单薄山体产生渗漏,ZK3位于垭口下游150m处,右岸钻孔资料类比透水性分布情况,钻孔深度13m以下透水率小于5Lu,可作相对隔水层。该垭口高程1092.00m,比水库正常蓄水位(1070.60m)高约21m,相对隔水层处于水库正常蓄水位以上,可不考虑邻谷渗漏问题。库区内无区域性断裂通过,岩体较完整,故库区不会因断层而产生邻谷渗漏。

3.4.2 库岸稳定

库区两岸基岩为上泥盆统塔尔巴哈台组下亚组(D3ta),岩体呈中厚层状、巨厚层状,岩层走向320°,倾角80°,与河流的流向近直交,为横向河谷形态。岸坡坡度25°~60°,局部陡立,主要发育三组裂隙:ⒶL1,300°~330°SW∠75°~85°,裂面平直粗糙,微张,延伸长8m,泥质充填;ⒷL2,30°~60°NW∠60°~88°,裂面平直粗糙,微张,延伸长10m,泥质或碎裂岩充填;ⒸL3,30°~40°SE∠70°~79°,裂面平直粗糙,微张,延伸长5~10m,泥质充填。

局部裂面相互切割出现卸荷裂隙,张开宽度5~10cm,产生少量崩塌、掉块,方量较小。根据地表测绘,水库正常蓄水位高程以上,多基岩裸露。库区内无大的崩塌、滑坡体,库岸总体稳定性较好。

4 工程规划设计

4.1 坝轴线选择

推荐坝址位于博尔斯台河出山口上游 0.9km 处,坝址处位于低中山区河段,两岸情况基本相同,山体雄厚,部分基岩裸露。上下游 200m 范围内,有 3 条小断层通过,分别为 f21、f22、f23。断层破碎带宽度 5~10cm,组成物质以断层泥、碎裂岩为主,对岸坡稳定有一定影响。坝轴线上游左岸 160m 处、下游右岸 140m 处各发育较大冲沟。

坝轴线左右两端向上下游调整范围均不大,依据防渗体避开冲沟、防渗线经济合理,面板坝趾板、重力坝基座坐落在完整基岩上,坝轴线最短、工程量最小等原则,坝轴线坐标:左坝肩 $X = 741568.86$, $Y = 5202821.14$;右坝肩 $X = 741470.43$, $Y = 5202907.75$ 。

4.2 坝型选定

根据坝址区的工程地质条件,优选均质土坝、面板堆石坝和混凝土重力坝。通过分析,结合该工程大坝填筑规模及开挖规模均较小的特点,对混凝土重力坝、面板堆石坝、均质土坝等三种坝型从地形地质条件、水文地质条件、施工条件、枢纽布置、环境影响、工程投资等方面综合分析,进行技术经济比较,以确定最优坝型,选定整体稳定性强、投资最低的混凝土重力坝为推荐坝型。

4.3 挡水建筑物

坝体为均质土坝,坝顶高程 1072.70m,坝长 128.8m。坝顶采用砂砾石路面,垫层厚 0.3m。为排除雨水,坝顶向下游单向倾斜,坡度 $i = 0.02$ 。坝顶上游设防浪墙,墙顶高程 1073.70m,高出坝面 1.0m。防浪墙每隔 5m 设伸缩缝,缝内设止水带止水并填高压闭孔板,迎水面采用沥青砂浆封口。

根据新疆地区工程经验,上游坝坡坡比采用 1:2.5,下游坝坡坡比采用 1:2.25。上游护坡为 20cm 厚混凝土板,标号为 C30、F300,护砌范围为坝顶至死水位以下 1.5m(高程 1047.45m)处。下游护坡为 40cm

厚碎石,坡面纵、横向分别设纵梁、横梁。

4.4 泄洪建筑物

水库正常蓄水位 1071.25m,溢洪道堰顶高程 1071.25m。水库设计洪水位($P = 2\%$)1072.11m,溢洪道设计泄量 $10.37\text{m}^3/\text{s}$;水库校核洪水位($P = 0.2\%$)1072.43m,溢洪道校核泄量 $17.31\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据工程布置,工程选取右坝肩布置溢洪道,利用天然坡度扩挖形成。溢洪道布置在右岸,由进口段、泄槽段、消能段组成,总长 155.0m。

a. 进口段。进口段总长 19.6m,包含侧堰段、渐变段、控制段。侧堰段为折线形实用堰,堰顶高程 1071.25m,纵坡 $i = 0.005$,断面型式为梯形,底宽 0.90~1.8m,边坡 1:0.75,采用 0.3m 厚 C25 混凝土衬砌。渐变段采用 M10 浆砌石扭面,底板为 C25 混凝土板衬砌,厚度 0.3cm,纵坡 $i = 0.005$ 。控制段为平坡控制段,矩形断面,底宽 1.8m, C25 钢筋混凝土衬砌。

b. 泄槽段。泄槽段总长 130.40m,整体式 C25 钢筋混凝土矩形结构,底宽 1.8m,底板厚 0.3~0.5m,边墙高 2.00~4.85m,边墙厚 0.3~0.5m。设计纵坡 $i = 0.24545$,每隔 10m 为一段,分缝处设齿墙,齿墙深 0.6m。

c. 消能段。泄槽下游采用挑流消能,消能段总长 5.0m。底宽 1.8m,底板厚 0.5m,边墙高 2.00m,调流鼻坎高程 1038.22m,调流反弧半径 8.5m,挑角 18° 。水流经挑流鼻坎挑至下游河床内。

5 结语

为提高博尔斯台河山区灌溉水资源利用率,保障人畜引水需求,现急需对木夫露水库进行规划设计。本文针对博尔斯台河流域水系特征,汇集工程区域气温、降水量、蒸发量等气象数据,研究径流降水关系,计算坝址处设计径流量。同时,对该流域的洪水成因及特点、设计洪峰流量、设计洪量进行研究,计算核定坝址处的设计洪量。

木夫露水库河谷呈“V”形,河段纵坡 2.9%,库区冲沟较发育。库区发育断裂规模 (下转第 67 页)

构评价与修复的重要研究内容,对脱空识别,应该进一步定义出脱空边界和进行脱空的严重程度的定量合理划分。

b. 目前某种单一的方法难以准确无误地检测识别面板脱空区,几种方法联合检测,扬长避短、相互验证避免出现单一方法的局限性带来的错误。因此,开展综合物探的方法检测识别面板脱空将是目前较好解决面板脱空检测不准的方法。

c. 基于地震散射 C-Scan 的板底脱空检测是堆石坝面板脱空检测的新方法,目前虽然存在工作效率低的局限性,但可通过对检波器和检测方法进行改进,提高工作效率后,该方法有着较好的应用前景。

d. 应用动力学方法将开辟路面板脱空检测新的途径,如瞬态信号法和模态分析法,虽然目前只得到了定性结果,但面板作为较刚性结构,开展激振作用下面板上振动特性的差异性来分析和识别潜在的脱空区域会成为面板脱空检测新方向。◆

参考文献

[1] 王瑞骏,薛一峰,杜鑫. 面板与坝体的分期施工高差对

板脱空变形的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014(10):205-210+217.

[2] 郑仲寿,李俊杰. 基于有限元仿真面板脱空分析[J]. 东北水利水电,2005(8):1-3,55.

[3] 曾海,张东长. 地质雷达在混凝土路面板脱空检测中的应用探讨[J]. 公路交通技术,2005(03):72-74.

[4] 周剑,胡志根,刘全. 堆石坝临时断面度汛下游护坡非均匀石料的稳定性分析[J]. 水动力学研究与进展 A 辑,2014(06):723-732.

[5] BENEDETTO A, DE BLASIS M R. Road pavement diagnosis [J]. Quarry Construct., 2001(6):93-111.

[6] 徐德才,高景华,荣立新,等. 散射波地震法在蔡家营多金属矿区的试验研究[J]. 物探与化探,2003(01):49-54.

[7] 赵永贵,蒋辉,赵晓鹏. TST 隧道地震 CT 地质超前预报技术及应用(英文)[J]. Applied Geophysics, 2006(02):69-74+130.

[8] 陆元成,程高晖. 智能水质连续监测传感器网络系统[J]. 水资源开发与管理,2016(02):79-81.

[9] 刘晓俊. 水库水文无线数据监测及自动监测技术研究[J]. 水利建设与管理,2014(12):66-68+65.

[10] 刘六宴,张国栋. 关于加强水库大坝安全监测管理工作的思考[J]. 水利建设与管理,2013(07):51-54.

[11] 孙楷洪. 基于 DSP 的电能质量监测分析装置的研究[J]. 中国水能及电气化,2013(07):28-32.

(上接第 17 页)

较小,仅发育一条区域性次级断裂,且位于库尾回水线外。岩体透水性主要受风化程度、断层及贯通性节理发育程度控制,坝址区岩体透水率无明显 10Lu 界线。本文针对工程地质存在的水库渗漏和库岸稳定问题进行分析。

依据水文、地质条件分析结论,选定坝址位于博尔斯台河出山口上游 0.9km 处,坝址处山体雄厚,部分基岩裸露,坝轴线坐标:左坝肩 $X = 741568.86$, $Y = 5202821.14$;右坝肩 $X = 741470.43$, $Y = 5202907.75$ 。从施工条件、枢纽布置、环境影响、工程投资等方面综合分析,选定整体稳定性强、投资最低的混凝土重力坝

为推荐坝型。并对挡水建筑物、泄洪建筑物等重要构筑物进行了详细阐述,给定其对应的设计参数。◆

参考文献

[1] 赵祺,许静,于丹. 玉皇庙水库设计洪水合理性分析[J]. 黄河水利职业技术学院学报,2010,22(4):7-9.

[2] 梁恒. 双阳水库设计洪水合理性分析[J]. 科技信息,2012(3):511.

[3] 任锋,胡建虎. 三教寺水库设计洪水推求合理性分析[J]. 黑龙江水利科技,2012,40(3):99-101.

[4] 王华立,李志成,蔡志建,等. 虎山水库设计洪水成果的合理性分析[J]. 河南水利与南水北调,2003(5):5-5