

无资料地区五台子水库防洪标准复核计算

段瑞鲁, 邹 璐

(沈阳鸿泽水利工程有限公司, 辽宁 沈阳 110116)

摘 要:五台子水库运行多年,出现部分工程老化等诸多病险隐患,水库除险加固设计的关键就是防洪标准复核。水库所在河流无水文资料,为此采用无资料地区设计暴雨洪水计算方法,对不同频率设计暴雨、设计洪水进行了复核计算与分析,复核后五台子水库的防洪标准为10年一遇设计,20年一遇校核。通过对防洪标准复核为水库下一步做好除险加固和工程运行管理提供依据。

关键词:无资料地区;设计暴雨;设计洪水;防洪标准复核;五台子水库

中图分类号:TV213.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-4701(2016)04-0269-04

五台子水库位于辽宁省昌图县昌图镇五台子村,建于辽河一级支流亮子河上游一支小支流上,水库建设于1980年,总库容为23.20万 m^3 ,是一座以防洪、灌溉及养鱼为主的综合利用小(2)型水库。水库原防洪标准为10年一遇设计,20年一遇校核。水库运行多年,出现部分工程老化等诸多病险隐患,库区淤积十分严重,且目前已无灌溉效益,浆砌石结构溢洪道现已严重破坏,除进口导流墙尚算完整外,其它部分边墙全部倒塌,控制堰、陡坡与消力池底板大部分破碎坍塌,目前已无法保证泄洪安全。本次复核水库的设计标准按10年一遇,校核标准按20年一遇。

1 不同频率设计暴雨复核

1.1 设计暴雨均值 $P_{\text{均}}$ 的计算

五台子水库地区无水文资料,根据《辽宁省中小河流(无资料地区)设计暴雨洪水计算方法》^[1],查得五台子水库位于辽宁省水文分区Ⅲ₇区,水库暴雨汇流历时计算公式如下:

$$\tau = x(l/\sqrt{J})^y$$

式中: τ 为汇流历时(h); l 为河长, $l=3.5\text{ km}$; J 为河道比降, $J=7.6\text{‰}$; F 为集雨面积, $F=2.99\text{ km}^2$; x 、 y 为系数, $x=0.96$, $y=0.73$ 。

经计算,汇流历时 τ 为1.14 h。

结合水库所在区域,根据辽宁省“年最大10 min(1 h、6 h、24 h、三日)暴雨均值等值线图”查得 $P_{\text{均}}$ 值。根据辽宁省“年最大10 min(1 h、6 h、24 h、三日)暴雨变差系数 C_v 等值线图”查得 C_v 值。 C_s 一律采用3.5 C_v 。再根据“皮尔逊Ⅲ型曲线模比系数 K_p 值表($C_s=3.5 C_v$)”查得 $P=10\%$ 、 $P=5\%$ 的 K_p 值。设计暴雨参数详见表1。

表1 设计暴雨参数表

时间	暴雨均值 $P_{\text{均}}$	C_v	C_s/C_v	$P=10\%, K_p$	$P=5\%, K_p$
10 min	15.0	0.41	3.5	1.55	1.80
1 h	33.0	0.55	3.5	1.72	2.10
6 h	54.8	0.57	3.5	1.74	2.14
24 h	80.0	0.62	3.5	1.79	2.24
三日	99.0	0.62	3.5	1.79	2.24

1.2 设计暴雨面雨量 $P_{\text{P面}}$ 的计算

$$P_{\text{P面}} = P_{\text{均}} \times K_p \times K_f$$

其中 K_f 为点面雨量折算系数,因五台子水库流域面积很小,点雨量即代表面雨量,故 K_f 取1。并依据表1中各时段的设计暴雨 K_p 与暴雨均值 $P_{\text{均}}$,采用上述公式计算得到设计面雨量 $P_{\text{P面}}$,计算结果见表2。

1.3 设计暴雨强度 i_p 计算

$$i_p = \frac{P_{\text{P面}}}{\tau}$$

表 2 设计面雨量 $P_{P面}$ 计算表

时间	暴雨均值 $P_{均}$	$P = 10\%$	$P = 5\%$
10 min	15.0	23.2	27.0
1 h	33.0	56.7	69.2
6 h	54.8	95.5	117.3
24 h	80.0	143.7	179.3
三日	99.0	177.8	221.8

式中: τ 为汇流时间(h); i_p 为定频率下汇流时间历时设计暴雨强度(mm/h); $P_{P面}$ 为定频率下汇流时间历时设计面暴雨(mm)。

不同频率设计暴雨强度 i_p 计算见表 3。

表 3 设计暴雨强度 i_p 计算表

计算内容	$P = 10\%$	$P = 5\%$	说明
$P_{10P面}/P_{1P面}$	0.41	0.39	计算
$P_{1P面}/P_{6P面}$	0.59	0.59	计算
$P_{6P面}/P_{24P面}$	0.66	0.65	计算
n_{0p}	0.50	0.47	查表
n_{1p}	0.71	0.71	查表
n_{2p}	0.70	0.69	查表
τ 历时设计面雨量 $P_{P面}$	59.40	72.52	$P_{P面} = P_{1P面} \tau^{(1-n_{0p})}$
面暴雨强度 i_p	52.0	63.5	$i_p = P_{P面}/\tau$

表 3 中的 n_{0p} 、 n_{1p} 、 n_{2p} 分别为 10 ~ 60 min、1 ~ 6 h 和

6 ~ 24 h 的暴雨递减指数,根据《辽宁省中小河流(无资料地区)设计暴雨洪水计算方法》中“暴雨指数 n_{0p} 、 n_{1p} 、 n_{2p} 查用表”查得相应值,也可公式计算而得,计算公式分别为:

$$n_{0p} = 1 + 1.285 \lg(P_{10P面}/P_{1P面}), n_{1p} = 1 + 1.285 \lg(P_{1P面}/P_{6P面}), n_{2p} = 1 + 1.661 \lg(P_{6P面}/P_{24P面})。$$

2 不同频率设计洪水复核

2.1 不同频率设计洪水复核计算

设计洪峰流量计算公式^[2]:

$$Q_p = 0.278 * \psi_p * i_p * F$$

式中: Q_p 为定频率下的设计洪峰流量(m^3/s); ψ_p 为设计洪峰径流系数; i_p 为定频率下汇流时间历时设计暴雨强度(mm/h); F 为流域面积(km^2)。

设计洪量计算公式:

$$W_{\Xi P} = 0.1 * a_{\Xi P} * P_{\Xi P面} * F$$

$$W_{(\Xi-24)P} = 0.1 * a_{(\Xi-24)P} * (P_{\Xi P面} - P_{24P面}) * F$$

$$W_{24P} = W_{\Xi P} - W_{(\Xi-24)P}$$

式中: $W_{\Xi P}$ 、 $W_{(\Xi-24)P}$ 、 W_{24P} 分别是一定频率下三日洪量,三日减 24 h 洪量,24 h 洪量(万 m^3); $a_{\Xi P}$ 、 $a_{(\Xi-24)P}$ 分别是一定频率下三日洪量径流系数,三日减 24 小时洪量径流系数。 F 为流域面积(km^2)。

五台子水库不同频率设计洪水计算成果见表 4。

表 4 设计洪峰流量及洪量计算成果表

计算内容	$P = 10\%$	$P = 5\%$	说明
三日洪量径流系数 $a_{\Xi P}$	0.28	0.33	查表
三日减 24 小时洪量径流系数 $a_{(\Xi-24)P}$	0.23	0.23	查表
洪峰径流系数 ψ_p	0.30	0.38	查表
洪峰流量 $Q_p/(m^3/s)$	13.00	20.00	$Q_p = 0.278 * \psi_p * i_p * F$
三日洪量 $W_{\Xi P}/万 m^3$	14.90	21.90	$W_{\Xi P} = 0.1 * a_{\Xi P} * P_{\Xi P面} * F$
三日减 24 小时洪量 $W_{(\Xi-24)P}/万 m^3$	2.40	2.90	$W_{(\Xi-24)P} = 0.1 * a_{(\Xi-24)P} * (P_{\Xi P面} - P_{24P面}) * F$
24 小时洪量 $W_{24P}/万 m^3$	12.50	19.00	$W_{24P} = W_{\Xi P} - W_{(\Xi-24)P}$

2.2 设计频率洪水调洪计算

推求洪水过程线形状系数,公式如下^[3]:

$$r_p = W_{24P}/Q_p * 52 * 0.36$$

式中: r_p 为设计洪水过程线系数; W_{24P} 为定频率下 24 小时洪量(万 m^3); Q_p 为定频率下的设计洪峰流量(m^3/s)。

不同频率参与调洪的设计洪量计算,公式如下^[4]:

$$W_{调P} = 0.67 W_{24P} + 0.12 Q_p * \tau$$

式中: $W_{调P}$ 为不同频率参与调洪的洪量(万 m^3); W_{24P} 为定频率下 24 h 洪量(万 m^3); Q_p 为定频率下的设计洪峰流量(m^3/s); τ 为汇流时间(h)。

经计算,洪水过程线形状系数 r_p 在设计频率 10% 和 5% 情况下均为 0.05;参与调洪的洪量 $W_{调P}$ 在设计频率 10% 和 5% 情况下分别为 10.2 万 m^3 、15.5 万 m^3 。

五台子水库为宽顶堰式溢洪道,起调水位按溢洪道堰顶高程 100 m 开始起调。因所求设计洪水过程线形状系数 $r_p=0.05$,用简化三角形过程线进行调洪,计算过程中不点绘 $H \sim q_m$ 关系线与 $H \sim q$ 关系线,通过在交叉点附近加密堰上水头 H_0 进行计算,最后获得水库的

最高洪水位和最大泄量。其中溢洪道净宽 $B=5\text{ m}$,宽顶堰流量系数 $m=0.385$;侧向收缩系数 $\varepsilon=1$ 。

2.2.1 10% 设计频率的洪水调洪计算

五台子水库 10% 设计频率洪水调洪计算见表 5。

表 5 五台子水库 10% 设计频率洪水调洪计算

堰上水头/m	水位 H/m	库容 $V/10^4\text{ m}^3$	$V_{\text{调}}/10^4\text{ m}^3$	$q_m = Q_p/(1 - V_{\text{调}}/W_{\text{调}p})/(\text{m}^3/\text{s})$	$q = m\varepsilon B \sqrt{2gH_0^3}/(\text{m}^3/\text{s})$
0.00	100.00	15.20	0.00	13.00	0.00
0.50	100.50	18.70	3.50	8.54	3.01
0.60	100.60	19.46	4.26	7.58	3.96
0.70	100.70	20.22	5.02	6.60	4.99
0.75	100.75	20.60	5.40	6.12	5.54
0.76	100.76	20.68	5.48	6.02	5.65
0.78	100.78	20.83	5.63	5.82	5.87
0.80	100.80	20.90	5.70	5.74	6.10

经调洪计算 10 年一遇的设计洪水水位 100.78 m,相应库容 20.83 万 m^3 ,最大泄量 5.87 m^3/s 。

2.2.2 5% 设计频率的洪水调洪计算

五台子水库 5% 设计频率洪水调洪计算见表 6。

表 6 五台子水库 5% 设计频率洪水调洪计算

堰上水头/m	水位 H/m	库容 $V/10^4\text{ m}^3$	$V_{\text{调}}/10^4\text{ m}^3$	$q_m = Q_p(1 - V_{\text{调}}/W_{\text{调}p})/(\text{m}^3/\text{s})$	$q = m\varepsilon B \sqrt{2gH_0^3}/(\text{m}^3/\text{s})$
0.00	100.00	15.20	0.00	20.00	0.00
0.50	100.50	18.70	3.50	15.48	3.01
1.00	101.00	22.50	7.30	10.58	8.52
1.02	101.02	22.64	7.44	10.40	8.78
1.04	101.04	22.78	7.58	10.22	9.04
1.10	101.10	23.20	8.00	9.68	9.83

经调洪计算 20 年一遇的设计洪水水位 101.1 m,相应库容 23.2 万 m^3 ,最大泄量 9.83 m^3/s 。

2.3 设计洪水特征值复核

五台子水库除险加固设计设计洪水标准为 10 年一遇,设计水位 100.71 m,校核标准为 20 年一遇,水位 101.03 m。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000)规定,现状水库设计标准为 10 年一遇,设计水位 100.78 m,校核标准为 20 年一遇,水位 101.10 m。除险加固设计值与本次复核值基本相符,除险加固设计值可用。复核设计洪水特征值与原特征值比较见表 7。

3 结 论

通过对五台子水库防洪标准进行复核计算与分析,采用无资料地区设计暴雨、设计洪水计算方法计算五台

子水库的设计频率 5% 和 10% 的洪水过程,计算得到了入库洪峰流量、相应库容、相应最高水位及溢洪道相应的最大泄流量与原设计值基本一致,表明本次计算的结果是合理的。通过设计洪水的计算与分析为工程建设提供详实的数据依据,同时为类似工程建设提供参考和

表 7 复核设计洪水特征值与原特征值比较

特征指标	本次复核计算值		原设计值	
	5%	10%	5%	10%
入库洪峰流量/ m^3/s	20	13	19.9	13.1
相应库容/ 万 m^3	23.2	20.83	22.71	20.41
相应最高水位/m	101.10	100.78	101.03	100.71
相应堰顶水头/m	1.10	0.78	1.03	0.71
溢洪道相应最大泄量/ (m^3/s)	9.83	5.87	10.73	6.14

借鉴,更为水库除险加固后发挥其防洪、改善生态环境和为经济社会发展提供基础保障。

参考文献:

- [1] 辽宁省水文局. 辽宁省中小河流(无资料地区)设计暴雨洪水计算方法[Z]. 沈阳:辽宁省水文局,1998.
- [2] 李化. 孟家店水库除险加固工程坝顶高程复核[J]. 水利规划与设计,

2016(3):100~101,104

- [3] 杨艳英. 上英水库除险加固工程设计洪水计算与分析[J]. 水利规划与设计,2015(6):37~99,62.
- [4] 汤秀娥,郑学华. 海龙川水库除险加固设计洪水计算及分析[J]. 陕西水利,2016(1):73~74.

编辑:张绍付

Review of flood control standard in Wutaizi reservoir where no previous data exists

DUAN Ruilu,ZOU Lu

(Shenyang Hongze Water Conservancy Engineering co. LTD,Shenyang 110116,China)

Abstract: The Wutaizi reservoir has been in work for years, parts of the reservoir due to aging factors have many hidden hazards, and the key to its rehabilitation design is the review of flood control standard. The river which the reservoir is located at has no existing hydrologic data, hence the designed storm/flood calculation method which suits for region without data is used to review and analyze designed storm and flood with different frequency. After reviewing the flood control standard of Wutaizi reservoir is designed by once every 10 years and rechecked once every 20 years. The review is of great support for reinforcing process and engineering operation.

Key words: Region without data; Designed storm; Designed flood; Flood control standard review; Wutaizu reservoir

翻译:邹晨阳

江西省水利厅组织编制《2016-2017 年度冬春农田水利基本建设实施方案》

近日,水利部下发《关于编制 2016-2017 年冬春农建实施方案》的文件,要求各地启动 2016-2017 年度冬春农田水利基本建设实施方案的编制。按照水利部要求,今冬明春农田水利基本建设总投资力争较上年增长 10% 以上。

按照水利建设行业的规律,每年 11 月份到翌年 3 月份为冬春期,水利各领域的建设将迎来一次集中推进期。据了解,水利部近日印发《通知》的比往年提前了一些时日,目的就在于将今冬明春农田水利建设的周期拉长,确保建设质量和效果。

《通知》提出,今冬明春建设的重点任务包括,修复水毁灾损水利工程、加快重大水利工程建设、着力实施农村饮水巩固提升工程、加快灌排骨干工程建设与配套改造、大力发展高效节水灌溉、全面推进小型农田水利设施建设、加强防洪抗旱薄弱环节建设、加快推进水生态文明建设等 8 项内容。

与以往相比,新的冬春农田水利建设年度方案中更突出的内容在于全面深化水利改革、加快补齐补强水利基础设施短板。2016 年-2017 年度全国冬春农田水利基本建设力争总投资较上年增长 10% 以上,投放机械台班(套)、完成工程量及主要效益等指标较上年稳定增长,农民投工投劳基本稳定。

(江西省水利厅农村水利处 黄 韬)