水电水利
Hydropower and Water Resources
第6卷◆第6期◆版本 1.0◆2022年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821 /（中图刊号）：868GL002

论陈村水库泄洪闸门小开度与泄洪流量的关系

任建
马鞍山水文水资源局
DOI:10.12238/hwr.v6i6.4491

[摘　要] 陈村水库往年泄洪方式均为闸门完全开启,但是在2016年泄洪时,由于下游长江水位过高,必须控制泄洪流量,安徽省防办试探性地要求陈村水库不完全开启泄洪闸门进行泄洪。本次分析是通过实测流量和堰闸流量公式计算进行对比分析。对这种小开度泄洪流量的把控有所了解,为今后陈村水库泄洪方案提供数据和分析材料。以便于省水利厅、省防办能够更灵活的进行水库调控和洪水分析。
[关键词] 陈村水库；小开度；泄洪；堰闸公式
中图分类号：TV62+2　文献标识码：A

On the Relation Between the Small Opening and the Flood Discharge Flow of the Flood Discharge Gate of Chencun Reservoir

Jian Ren
Maanshan Hydrology and Water Resources Bureau

[Abstract] In previous years, the flood discharge mode of Chencun reservoir was that the gate was fully opened, but in 2016, because the water level of the lower reaches of Yangtze River was too high, the flood discharge flow must be controlled. Anhui Provincial Prevention Civil Air Defense Office tentatively asked Chencun reservoir not to completely open the flood discharge gate for flood discharge. This analysis is based on the calculation of measured flow and weir gate flow formula. The understanding of the control of this small opening flood discharge flow will provide data and analysis materials for the flood discharge scheme of Chencun reservoir in the future, so that the provincial water resources department and the provincial civil air defense office can more flexibly carry out reservoir regulation and flood analysis.
[Key words] Chencun reservoir; small opening; flood discharge; weir gate formula

1 陈村水库概况

1.1自然概况

陈村水库位于长江南岸一级支流青弋江上游,陈村水文站是基本水文站、水库站及国家重要水文站。地理坐标为东经118°10′、北纬30°29′。地跨皖南山区五县(祈门、黟县、石台、青阳、泾县)一市(黄山市)流域内降水量充沛,多年平均雨量1600mm左右,汛期暴雨集中,洪水来势凶猛。集水面积2782km^2,控制河流长165km。

1.2水库概况

陈村水库控制青弋江干流上游来水面积2782km^2,控制河流长165km。占青弋江流域总面积的39.1%,占西河镇以上流域面积5796km^{2}的48%左右。水库坝址以上河道为典型的山区型河道,蜿蜒于高山峡谷之中,主河道长约162km,主河道平均坡度约1%,河道比降较大。陈村水库大坝1958年动工建设,1970年正式蓄水发电。水库大坝系钢筋混凝土重力拱坝,坝长419m,坝顶高程126.3m(吴淞),防浪墙高1.40m,发电孔系3个5.0m钢管,每孔最大出流量113m^3/s,坝右岸中孔7.0m钢管,进口高程82.5m,最大泄洪流量760m^3/s。坝顶左右岸各设24m宽溢洪道一个,底高113m,总泄洪量3910m^3/s。

陈村水库是一个以防洪、发电为主,兼顾灌溉、航运和水产等效益的综合利用的多年调节大型水库。水库控制流域面积2782km^2,水库总库容为26.9亿m^3,其中兴利库容为14.05亿m^3,调洪库容为7.68亿m^3,水库防洪标准为按500年一遇洪水设计(设计洪水位122.60m),设计洪水最大下泄流量4450m^3/s;5000年一遇洪水校核(校核洪水位124.60m),校核洪水最大下泄流量5470m^3/s;汛限核水位117m,蓄水量17.35亿m^3。该站始建于1951年5月,水位、流量自建站至今资料连续,本站为水库出库站,历年水位流量关系为单一线,关系较为稳定。

1.3断面概况

测验河段顺直长度约240m,测流断面位于陈村大桥上游10m处,为全槽式河床。电波流速仪测流断面距普通流速仪测流测验断面2km,河段左右岸均为自然岸坡,河床由砂石组成,比较稳定。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821 /（中图刊号）：868GL002

1.4洪水特性

陈村水库的洪水主要由水库调控泄洪造成,陈村水库的泄洪对青弋江中上游河段要考虑错锋、削峰,降低河道洪峰水位,对下游河段除考虑最大泄量外,还要控制泄洪总量。陈村水库的调度,对青弋江下游地区的防洪工作至关重要,陈村水库汛限水位为117.0m,目前预泄水位已降至115.5m,即当坝上水位低于115.5m时,根据降雨预测坝上水位将超过117.0m时,可视情开启中孔预泄:当坝上水位高于115.5m时,根据降雨预测坝上水位将超过汛限水位时,开启中孔预泄并可视情开启溢洪道预泄。当库水位超过汛限水位,全开中孔和溢洪道泄洪。陈村水库建库以来实际发生的最高水位为121.81m。(1996年7月2日),最大下泄流量为3630m^3/s。洪水过程大多为单式洪峰,洪峰停留时间受水库大坝泄水孔的开启情况而定,所以涨水历时短,落洪历时快,峰型稳定适中。

2 泄洪道出流分析

2.1底坎为曲线形实用堰的闸孔出流

陈村水库溢洪道,底坎为曲线形实用堰的闸孔出流,水流流线在闸前整个深度内向闸孔集中,故水流的收缩比平底闸孔充分和完善的多。出闸后水舌在重力作用下紧贴溢流面下泄,不存在明显的收缩断面。

2.2实用堰上的闸孔出流有自由出流和淹没出流两种情况

①当下游水位低于堰顶,不影响闸孔出流时,为自由出流。实用堰单孔闸孔自由出流流量公式:

$$Q = \mu_o be\sqrt{2gH_o}$$

式中μ_o——实用堰闸孔自由出流流量系数,μ_o可用下列经验公式计算。

平板闸门$\mu_o = 0.745 - 0.274\frac{e}{H}$

弧形闸门$\mu_o = 0.685 - 0.19\frac{e}{H}$

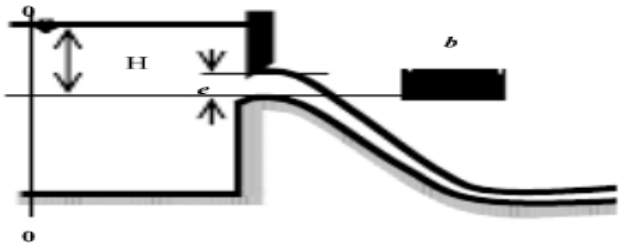
两式的适用范围都是$0.1 < e/H < 0.75$。

②当下游水位超过实用堰的堰顶时,下游水位将影响闸孔的泄流量,为淹没出流。实用堰上单孔闸孔淹没出流流量可近似按下面公式计算:

$$Q = \mu_o be\sqrt{2g(H_o - h_s)}$$

式中μ_o——实用堰闸孔自由出流流量系数;h_s——下游水位查过堰顶的高度。

闸孔出流(自由出流)示意图



图(1)

2.3堰流与闸孔出流是两种不同的水流现象

堰流时,水流不受闸门或胸墙控制,水面曲线是一条光滑连续的降落曲线。而闸孔出流时,水流要受到闸门的控制,闸孔上下游水面是不连续的。

对明渠中具有闸门控制的同一过流建筑物而言,在一定边界条件下,堰流与闸孔出流是可以相互转化的,即在某一条件下为堰流,而在另一条件下可能是闸孔出流。堰流与闸孔出 流两种流态相互转化的条件除与闸门相对开度e/H有关外,还与闸底坎形式或闸门(或胸墙)的形式有关,另外,还与上游来水是涨水还是落水有关。经过大量的试验研究,一般可采用如下关系式来判别堰流及闸孔出流。

闸底坎为平顶堰 $\frac{e}{H} \le 0.65$ 为闸孔出流,$\frac{e}{H} > 0.65$ 为堰流。

闸底坎为曲线堰$\frac{e}{H} \le 0.75$ 为闸孔出流,$\frac{e}{H} > 0.75$ 为堰流。

式中,H 为从堰顶或闸底坎算起的闸前水深(堰上水头),e 为闸门开度。

流量分析计算表(表1)

3 误差分析

计算流量和实测流量有差距的原因可能有以下几方面:

(1)测流时间与闸门开启时间是有延迟的,流量下泄需要一定的稳定期,坝下水位也是有变化的,在坝下水位完全稳定时测得的流量相对是最准确的,所以,计算流量和实测的流量会有一定的误差(开闸时间延迟误差,关闸时间延迟误差)。

(2)正常情况下,4台发电机组,发电孔系4个5.0m钢管,每孔最大出流量113m^3/s,满负荷发电的情况下,4台发电机组的下泄流量约为500m^3/s,小水电机组发电流量约为14m^3/s,坝岸中孔7.0m钢管,进口高程82.5m,最大泄洪流量760mm^3/s实际情况不排除电站各发电机组在泄洪情况下超负荷发电的可能,其发电的下泄流量会有差别,从而导致实测流量和经验公式计算流量有误差。

(3)在大雨时,区间来水对实测流量会有不同程度的影响,陈村水文站测流断面上游500米,是一股较大的区间来水(乌鱼坑)陈村水文站也把乌鱼坑的开水流量纳入汛期大雨时监测的

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821 /（中图刊号）：868GL002

表 1

时间（2016年）	坝上水位	坝下水位	泄洪道堰顶高程	闸门开启高度（e）	闸门净宽（米）	闸门开启孔数	闸门高度（米）	实测总流量	堰上水头（H）	闸门抬起高度/堰上水头（e/H）	自由出流时流量系数	泄洪中孔流量	4台发电机组满负荷发电流量	实测溢洪道流量	计算溢洪道流量	实测与计算溢洪道流量差值
07050800	119.92	60.24	113	1.2	12	4	6	805	6.92	0.173	0.697	0	507	298	468	-170
07050835	119.95	60.24	113	1.2	12	4	6	824	6.95	0.173	0.698	0	507	317	469	-152
07050949	119.99	60.79	113	2	12	4	6	1100	6.99	0.286	0.667	0	507	593	749	-156
07051239	120.05	61.04	113	2	12	4	6	1140	7.05	0.284	0.667	0	507	633	753	-120
07051800	120.09	61.04	113	2	12	4	6	1190	7.09	0.282	0.668	0	507	683	756	-73
07060600	119.87	60.96	113	2	12	4	6	1190	6.87	0.291	0.665	0	507	683	741	-58
07060800	119.84	60.96	113	2	12	4	6	1190	6.84	0.292	0.665	0	507	683	739	-56
07061800	119.62	61.02	113	2	12	4	6	1200	6.62	0.302	0.662	0	507	693	724	-31
07062038	119.55	61.69	113	1	12	4	6	1530	6.55	0.153	0.703	716	507	307	382	-75
07070600	119.16	61.64	113	1	12	4	6	1520	6.16	0.162	0.701	716	507	307	369	-62
07070800	119.08	61.35	113	1	12	4	6	1360	6.08	0.164	0.700	716	507	143	367	-224
备注：流量系数 u=0.745-0.274*e/H 流量Q=u*b*e(2*g*H)^0.5 堰上水头（H)=坝上水位-堰顶高程																
u:流量系数 e:闸门抬起高度(m) b: 闸门净宽（m） H:堰上水头(m) g:重力加速度																
实测溢洪道流量=实测总流量-4台发电机组发电流量-中孔流量																

对象，在今后资料收集过程中逐渐形成有价值的区间来水资料，并与实测流量进行

4 结语

根据现有的实测流量资料计算出的溢洪道4孔，开启高度分别为1.0m，1.2m，2.0m时，计算流量和实测流量对比分析，得出溢洪道流量的计算相对合理，与闸门开启高度，上游水头基本成正比关系。由于泄洪过程并不长，此次测流的资料并不能形成长系列的资料，流量系数的确定也不够精确，还需要更多的经验。

[参考文献]

[1]郭维东，裴国霞，韩会玲.水力学[M].中国水利水电出版社，2005.

[2]孙东坡.水力学[M].郑州大学出版社，2007.

[3]赵固，杨华舒.对调洪演算程序设计算法优化的探讨[J].云南水力发电，2005，21(2):23-26.

作者简介：

任建(1987--)，男，汉族，安徽马鞍山人，本科，助理工程师、从事水文与水资源方面研究。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.