

遇洪腾空防洪水闸

童邦树

浙江省庆元县林业局

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5828

[摘要] 这种水闸早先是用在《木材水运》上的,而今我把它提升了。它的闸板呈垂直设置,和水流正交,其水压力合力的作用点在水深的三分之一处,这作用点随水位的变化而变动,致使闸板上的水压力对铰轴产生了一个随水位而变动的力矩,遇洪腾空的原理是利用闸体上这个会随水位而变动的力矩和闸体活动件的惰性对铰轴的恒定力矩,两力矩抗衡,在前者超过后者时而产生的闸体腾空现象,并利用牵引钢绳绕梁产生的摩擦力令其在运行时,大小变化的不可逆性,从而实现平稳地泄洪之目的。洪水过后复装简便。

[关键词] 惰性; 水压力; 力矩; 摩擦力; 遇洪腾空; 转升开闸

中图分类号: TG315.4+2 **文献标识码:** A

Flood control sluice to be vacated

Bangshu Tong

Qingyuan County Forestry Bureau, Zhejiang Province

[Abstract] This kind of sluice gate was used in the "wood water transport" earlier, and now I have upgraded it. Its gate is set vertically and orthogonal to the water flow, and the application point of its water pressure force is at one-third of the water depth, which changes with the water level, resulting in the water pressure on the gate to produce a moment that changes with the water level, the principle of flood air is to use the moment that changes with the water level on the gate body and the constant moment of the inert part of the gate body to the hinge shaft. When the former exceeds the latter, the sluice body is emptied, and the friction generated by the traction steel rope around the beam is used to make the irreversibility of the size change during operation, so as to achieve the purpose of smooth flood discharge. Easy to reinstall after a flood.

[Key words] inertia; Water pressure; Moment of force; Friction force; To vacate in case of flood; Turn up to open the brake

前言

龙泉、庆元、景宁三县是我省的主要的用材林区,因为地处山区,交通不便,木农们在利用山区溪坑开发森林资源中创造了一种“活动水闸”用来蓄水放排。俗话说:“暴涨暴落山坑水,易反易复小人心。”可见,山坑的洪水是很频繁的。因此被洪水肆虐的“活动水闸”的闸板常被洪水冲走,复装又十分的繁重。把“活动水闸”的闸板从原来和水流呈斜交为正交,并固定在一个可以转动的框架上,这就是“遇洪腾空防洪水闸”的来历。

1 基本结构及总体布局

这种水闸的闸体构件只有两个,一个是由砵架和铰轴组成的固定件,它固定在平正的闸基上;一个是由闸板和支撑组成的活动件,它的后端铰链于铰轴上(图1)。

每副砵架有四只脚,顶置1 m长的园管横梁,垂高1.5 m,前二脚平行,后二脚平行,其间又开呈等腰30°角。

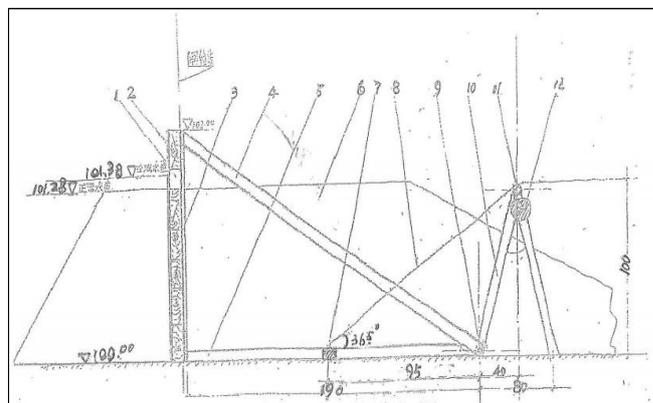


图1 关闸拦水放大图

1-溢流口2、闸板3、框架4。斜撑5。平撑6。边墩7。横档8。钢绳9。绞轴10。砵架11。横梁12。砵

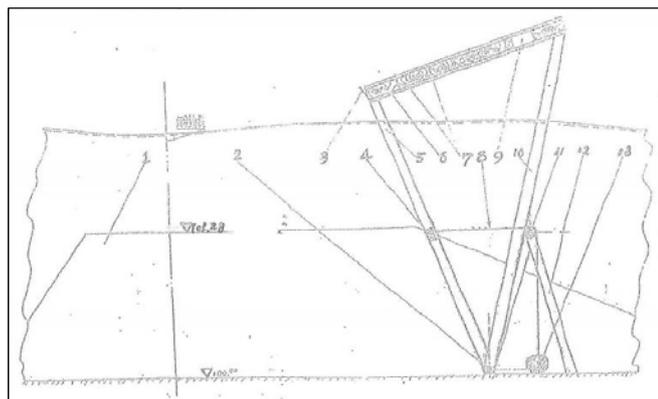


图2 开闸过洪放大图

1. 边墩2. 绞轴3. 平胶带4. 横档5. 平撑6. 闸板7. 框架8. 钢绳9. 溢流口10. 斜撑11. 横梁12. 砣架13. 砣

每副支撑共有四条, 其中二条平撑在下, 二条斜撑在上, 它们的前端分别固连于框架的四角。这框架垂直于平撑, 它宽1m, 高与闸板一样, 它把支撑和闸板固连成一个整体。

在二条平撑的中点固连一条横档, 在这横档的中心系有一条钢绳, 这钢绳的另一端在砣架的横梁上绕过3圈后悬空系于一个10kg的砣上。

如平面布置(图3)及下游立面(图4)所示, 闸体布局随意, 可以是百m长闸, 也可以是数m短闸, 高度也可因需而异, 在山区一般2 m左右为宜。闸体遇洪提升的最高高度(图2)在10年一遇的洪水位以上就可以了。这高度是以较轴到闸板的平距设定的。

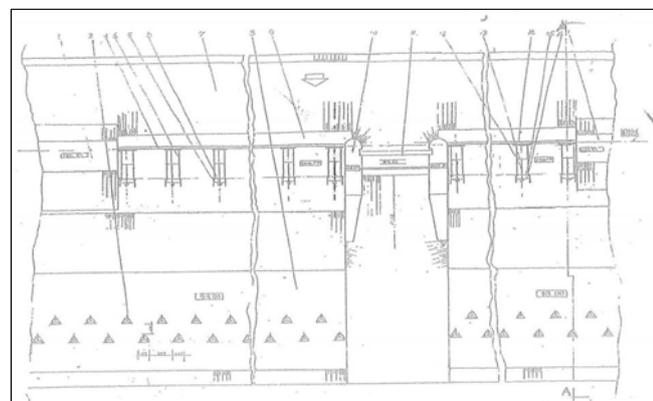


图3 平面布置图

1. 水位堰(边墩)2. 四面体3. 闸板4. 支撑5. 砣架6. 砣7. 铺盖8. 护坦9. 心墙10. 中墩11. 过排闸门12. 钢绳13. 横档14. 程架15. 绞轴16. 横梁17. 平胶带

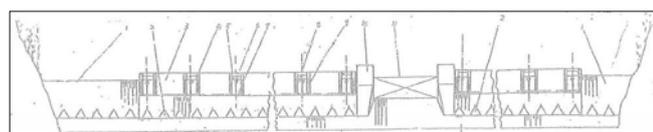


图4 平面布置图

1. 水位堰(边墩)2. 四面体3. 闸板4. 支撑5. 砣架6. 砣7. 铺盖8. 护坦9. 心墙10. 中墩11. 过排闸门

闸板呈整板结构, 垂直设置。在闸板的背后, 始于其端头, 每4 m设置一副支撑, 在每副支撑的背后都有一副砣架。

在闸板的下缘和边缘均嵌有平胶带以止水。

2 原理分析及举例说明

水压力的方向垂直于闸板, 其合力的作用点在水深的1/3处。

按图4方位, 水压力对较轴产生正力矩; 而那闸体的活动件闸板和支撑的惰性对较轴产生负力矩。这负力矩是个恒定值, 而那水压力造成的正力矩是个变数。当这个变数小于活动件的惰性造成的负力矩时, 闸体是稳定的, 关闸拦水(图3)。随着水位上升, 水压力增大, 当水压力产生的正力矩大于活动件的惰性产生的负力矩时, 闸体活动件就会转升起来, 开闸泄洪(图2)。这转升是不可逆的(否则闸体会在洪水中上下跃动而损坏), 其中的技术关键在于钢绳和横梁之间的摩擦力 $G_{摩}$ 。

由欧拉公式可以得出:

$$G_{摩} = Ge^{k\alpha}$$

式中 $G_{摩}$ ——在绕横梁3圈后末端悬着10kg^[注1]砣的钢绳和横梁之间产生的静摩擦力;

G ——悬在钢绳末端的砣的重量为10kg;

e ——自然对数的底, 为2.718;

K ——钢绳和横梁之间的摩擦系数, 为1/3;

α ——绕转角, 即钢绳在横梁上绕3圈的弧长跟弧半径的比值, 为 $3 \times 2 \pi r / r = 6 \pi$ 由此可得:

$$G_{摩} = 10 \times 2.718^{6\pi \times \frac{1}{3}} = 10 \times 2.718^{2\pi}$$

用对数求:

$$\lg G_{摩} = \lg 10 + 2\pi \lg 2.718$$

$$G_{摩} = 5358 \text{ kg} = 5.358 \text{ t}$$

即在钢绳末端挂一个10 kg的砣时, 它和横梁之间产生的静摩擦力有5.358t。

砣和闸体如上述在钢绳的两端抗衡着, 砣端的重量是固定不变的, 而闸体端在水位升到水压力造成的正力矩能把闸体向上转升起来时, 它对钢绳的牵引力就会趋向于零, 或等于零。致使钢绳松弛, 这时横梁和钢绳间的静摩擦力也近于零, 或变成零了。于是砣就拉着钢绳下坠, 复将松弛的钢绳拉紧。闸体上升多少, 砣就下坠多少, 而闸体却不能将砣回拉一丝一毫, 因为4 m宽的闸体活动件的重量作用于钢绳上产生的最大拉力绝对小于摩擦力 $G_{摩}$ 。

闸体遇洪腾空(开启)的高度取决于洪水的大小, 水小小开, 水大大开, 非有定值。

例: 要在10年一遇洪水水深为2.8m的某河段上建一座闸板高度2m, 宽度100m钢木结构的遇洪腾空防洪水闸。每4 m设一副支撑和砣架, 共为26副。支撑的横档到砣架的横梁间平距为1.9m, 高差为1.5m, 因此其间钢绳绷紧时的水平角为 38.29°

4m宽的闸板和框架重0.82t; 每副支撑重0.21t。

闸体活动件重量作用于钢绳上的最大拉力 F 可以用力的平行四边形法则求得, 即:

$$F = \frac{2 \times 0.82 + 0.21}{\sin 39.29^\circ} = 2.986 \text{ t}$$

此为上述绝对小于摩擦力 $G_{摩}$ (5.378t)的数值, 即:

$$F < G_{摩}$$

这就是凭闸体自重不可能把悬在钢绳上的砣回拉——闸体转升不可逆的理论根据。

每4m闸体活动件对较轴惰性负力矩 $-M_{惰}$ 为:

$$-M_{惰} = -(0.82 \times 3 + 0.21 \times 1.5) = -2.81 \text{ tm}$$

在4m宽的闸板上水深 H 时的水压力对较轴的正力矩 $M_{水}$ 为:

$$M_{水} = 4 \times \frac{H^2}{2} \times \frac{H}{3} \times 1 = \frac{2}{3} H^3 \text{ tm}$$

在 $M_{惰} + M_{水} = 0$ 时的水深为警戒水深, 此时的水位为警戒水位。

在超过它时, 闸体的活动件——撑就要被转升起来了。

应用水位比警戒水位低0.1m。

本例题中警戒水深 $H_{警}$ 为: $H_{警}$

$$H_{警} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} M} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \times 2.81} = 1.61722$$

用水深 $H_{用}$ 为:

$$\text{应}H_{用} = H_{警} - 0.1 = 1.61 - 0.1 = 1.51 \text{ m}$$

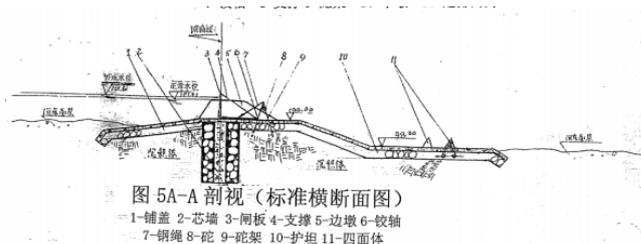
水位堰顶及溢流口下沿的高程和应用水深时的水位线平齐, 以确保闸体蓄水稳定。

汛后, 工人们排成一行, 一人抱一砣, 缓缓地, 平齐地将砣提起, 致使横梁和钢绳间的摩擦力减小, 闸体即便靠自身的惰性复位。

希望这种水闸能走上农田水利行列的抗灾前沿。

3 闸基础筑之浅见

闸基础筑参看A-A剖视(图5)。实践领会, 山溪水流缓急多变, 河床砂石自然填嵌紧密, 认为高度在2m以下的水闸的闸基础筑, 可以侧重芯墙而简化其它。



清基要清到岩基, 如果岩基很深, 清不到, 也必须要有5m左右在筑好芯墙之后, 其铺盖和护坦, 即可以始于芯墙往前后两侧, 按设计砌筑块石, 而后在块石上铺一层30cm厚的150号砣, 并在护坦上错开排列(钢筋根植)两道200号砣成形的边长为1m的四面体, 作以消能, 就可以了。

上述之意就是说, 对于山溪上的这种低水头的水闸, 除却芯墙之外, 可以不用清基, 只要保护好天然河床密实的沉积体, 则为优化设计, 其效果一样, 而工程量大可减少。

4 结论

《遇洪腾空防洪水闸》它在泄洪时实现了闸板整体腾空, 不再会被洪水冲走了。过洪后, 它也不再要工人扛着沉重的湿闸板零装细拼的辛苦了。

[注] 1kg=9.8N, 为了行文方便, 力的单位不换算成N, 而采用kg或t

[参考文献]

- [1] 童邦树著《在木材水运中出现的水闸》出版地: 北京: 中国水利水电出版社2008年中文版图书CLP数据(2008)第117526号, 11-19.
- [2] Reference: Sluice in Timber Water Transport/tong Bang shu (Ed.). Beijing: China Water and Power Press. 2008 Chinese Book CIP Data (2008) No. 117526, 11-19.

作者简介:

童邦树(1939--), 男, 浙江武义人, 高级工程师, 从事《木材水运》, 主要研究防洪和蓄水。省先进科技工作者。