

人字形无动力巨型水闸

童邦树

浙江省庆元县林业局

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6137

[摘要] 这种无动力巨型水闸的启闭,凭借人手就能实现。运行能量来自水流本身,基本原理取之于“人字形水闸”。具体地说,它就是两条垂直于流向的用轴承固定在两座闸墩背上的钢轴,那靠前(迎水为前)的一条称之为前绞轴,它操控着两条钢绳,关闸用;那靠后的一条称之为后绞轴,它操控着另外两条钢绳,开闸用。这前、后两绞轴的 Φ 均为0.05m,在它们的两端,闸墩之外侧,各有一个 Φ 为2m的绞轮,扳动绞轮,绞轴也跟着转动。绞轮 Φ 是绞轴 Φ 的40倍,左右两绞轮叠加,即为80倍,扳动绞轮的力^[注]就会有其80倍的力呈现在受绞轴操控的两条钢绳上,这就是巨闸启闭的原始动力。

[关键词] 人字形无动力巨型水闸; 绞轴; 绞轮; 钢板; 前闸板; 后闸板; 封铁板

中图分类号: TV66 文献标识码: A

Herringbone unpowered giant sluice

Bangshu Tong

Qingyuan County Forestry Bureau, Zhejiang Province

[Abstract] The opening and closing of this unpowered giant sluice can be achieved by human hands. The running energy comes from the water flow itself, and the basic principle is taken from the "Chevron sluice". Specifically, it is two perpendicular to the flow direction with bearings fixed on the back of the two pier steel shaft, the front (front for the water) called the front hinge shaft, it controls the two steel rope, the gate is used; The one at the back is called the rear hinge, and it operates the other two ropes, which are used to open the gate. The Φ of the front and back axes are 0.05m, at both ends of them, the outside of the gate pier, each has a Φ of 2 m of the hinge wheel, pull the hinge wheel, the hinge shaft also follows the rotation. The twisted wheel Φ is 40 times the twisted shaft Φ , the left and right twisted wheels superimposed, that is, 80 times, the force of the twisted wheel [note] will have its 80 times the force presented on the two steel ropes controlled by the twisted shaft, which is the original power of the giant gate opening and closing.

[Key words] Herringbone unpowered giant sluice; Hinge shaft; Winch; Steel plates; Front ram; Rear ram; Sealing iron plate

前言

当年在山区溪坑上行使排运作业,为了延长其作业期,建水闸是最为有效的方法。在闸体中最难建的部分是“过排闸孔”。因为最小木排宽度是5m,相应的“过排闸孔”的宽度起码得有6m。有的地方的木排的宽度还要大,相应的“过排闸孔”的宽度自然还要大。因为当年山区没有电,龙门启吊根本不用谈!因此必须要有无动力的巨型水闸。

1 基本状态

有一座水闸的“过排闸孔”宽6m,高4m。因为没有电,其运行只能像《人字形水闸》那样取之于水流自身的能量。

构成闸体的前闸板和后闸板在两闸墩之间形成一个象形的“人”字,迎水一笔为前闸板;背水一笔为后闸板,这两块闸板

均用整块钢板制成,它们和闸底板构成一个三角形(图1)。这三三角形的顶角为 95° ;两只底角的闸底板和后闸板构成的角为 30° ,和前闸板构成的角为 55° 。因为前后两闸板所承受的水压力不同,所以它们的厚度是不一样的,其具体尺寸,前闸板是纵高 $4.8\text{m} \times$ 横跨 5.98m (左侧和右侧各留 1cm 缝隙通钢绳用。因为闸体的启闭全由后闸板决定,所以前闸板有点缝隙无关大局。) \times 厚度 0.002m ,其重量为 0.43t ;后闸板是纵高 $8\text{m} \times$ 横跨 $6\text{m} \times$ 厚度 0.005m ,其重量为 1.78t 。它们分别铰链于闸底板垂直于流向的前铰和后铰,这前铰和后铰之间的距离是 9.7m 。在前闸板和后闸板纵向中心,前闸板上离前铰 1m 之处开有一个 $0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$ 的进水孔;在后闸板上离上顶 2m 之处开有一个 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的出水孔。在它们的顶上居中及距中 2m 的两侧,在前闸板上三个挡钩;在后

闸板上三个滚轮。两闸板靠其挡钩和滚轮相依而成的“人”字的夹角为钝角，令其水压力的合力始终朝下。在满库时后闸板所承受压力为96t。前闸板浸在静水中故其所受的水压力为0。另外，在后闸板的出水孔的上方覆有一块上头铰链在后闸板上的封铁板，这封铁板的尺寸是7m×5.98m×0.005m，其重量是1.55t。它靠自身的重量下坠，对它顶上的铰链形成一个自重惰性力矩，其值为 $7 \times \cos 30^\circ \div 2 \times 1.55 = 4.7 \text{tm}$ (按图上方位) 此值为正；出水孔的水压力是0.63t，它对封铁板顶上铰链的力矩 (按图上方位) 为负值 $-0.63 \times 2.6 = -1.64 \text{tm}$ 。可见封铁板的自重惰性力矩4.7tm。其绝对值远大于出水孔水压力对于封铁板顶端铰链力矩。即 $|4.7 \text{tm}| > |-1.64 \text{tm}|$ ，故能封住出水孔，阻止闸腔中的水外泄。因此封铁板在关闸时，是和后闸板合为一体的 (图2)。

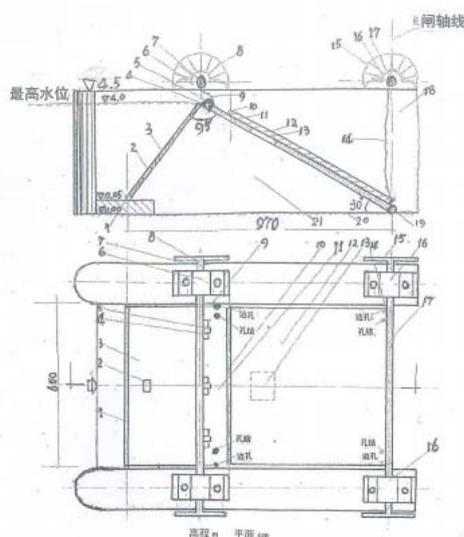


图1 关闸 (满库) 示意图

- 1-前铰; 2-进水孔; 3-前闸板; 4-滚轮; 5-挡钩; 6-前轴承; 7-前铰链; 8-前铰轮;
- 9-闸体钢绳; 10-铰链; 11-后闸板; 12-封铁板; 13-出水孔; 14-封板钢绳; 15-后铰轮;
- 16-后轴承; 17-后铰轴; 18-闸墩; 19-后铰; 20-闸基; 21-闸腔;

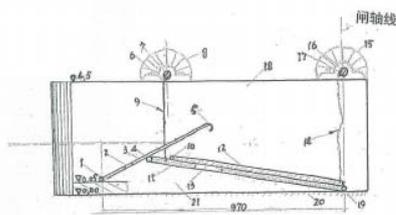


图2 闸体开始升起状态示意图

那前绞轴和后绞轴，用轴承固定在垂直于流向的两座闸墩的背上。这两条轴均用Φ为0.05m的钢轴制成。在它们的两端，闸墩之外侧，各有一个Φ为2m的绞轮。扳动绞轮，绞轴也跟着转动。绞轮Φ是绞轴Φ的40倍 ($200 \div 5 = 40$)，左右两绞轮叠加，即为80倍。扳动绞轮的力就会有其80倍的力呈现在受绞轴操控的钢绳上，这就是关闭巨闸的起始动力。为了无碍于过排，钢绳必须紧贴闸墩的内壁，这在排运上是很重要的——它先在钢板的面上打个孔，钢绳在此打个孔结，再由下面向上经过钢板边缘的紧

靠闸墩内壁的边孔，而后系定于绞轴上。

还有，因为钢闸板和砼闸墩均是刚性的，不利于止水，因此在前闸板和后闸板的边缘均镶嵌着平胶带，致使刚柔相济，实现最大限度的止水效果。

2 操作运行

要关闸，在关闸之初 (图1)，按文中提供的数据计算得知，要把沉在闸底有3.76t的闸体拉升起来，使之出现闸腔，扳动前绞轮所需的人力F用下式求得：

$$F = \frac{G \times K}{B \times 2}$$

式中：

F——扳动前绞轮所需的人力；

G——整个闸体重量，为3.76 t；

K——摩擦系数，为1.3；

B——2个前绞轮的直径和前绞轴直径的比值，为 $2 \times 2\text{m} / 0.05\text{m} = 80$ ；

2——闸体总重量由闸基和钢绳各承担一半，为2；

代入得：

$$F = 0.031 \text{t} = 31 \text{kg}$$

前绞轴通过闸体钢绳拉起闸体的头超过16 cm其使命就完成了，因为这时闸腔内的水压力已经能托住闸体了。其计算式是这样的：

$$\frac{H^2}{2} \times 6 \times \frac{8}{H} = \frac{3.76}{2} \times 2$$

$$H = 3.76 \div 24 = 0.157 \text{m} = 16 \text{cm}$$

式中：

H——后闸板的头被钢绳拉起的高度，亦即压力水深；

6——闸门宽度；

$\frac{8}{H}$ ——后闸板长度含其压力水深的倍数；

$\frac{3.76}{2}$ ——前闸板和后闸板及封铁板的重量相加3.76t，取其

一半；

2——摩擦系数；

那铰链在后闸板上部的封铁板，它靠自身的重量下坠对铰链形成的自重惰性力矩，堵住了出水孔。哪闸前水位自然高过闸腔，顺着压力差，河水从进水孔流入闸腔，作用在后闸板上的水压力因此增大，当它对于后铰的正力矩 (图上方位) 大于后闸板和它背上封铁板的自重惰性，以及前闸板传来的水压力对于后铰轴的负力矩时，后闸板就由其顶端的滚轮顶着前闸板逐渐地转升起来，直至触及前闸板顶端的挡钩，前、后两闸板遂相依而成“人”字，即为关闸。

要开闸时，人们就扳动后绞轮，其后绞轴就通过封板钢绳拉起1.55t的封铁板之一端， (按上述公式计算，可得扳动后绞轮所需的人力是13kg)，闸腔内的水就从出水孔涌出。因为前闸板

上的进水孔面积 0.04m^2 ,它只有后闸板上的出水孔面积 1m^2 的4%,所以出水量远大于进水量,闸腔内的水因此逐渐减少,作用在后闸板上的水压力也随之减少,当它不足以抗衡闸体的自重惯性,以及从前闸板传来的水压力时,即其对于后铰的负力矩大于其正力矩时,闸腔自然瘪下去,闸体下沉,即为开闸(图3、图4)。

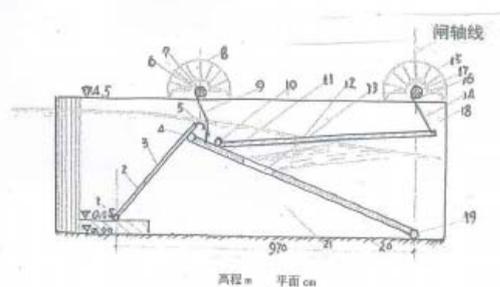


图3 闸体逐渐下沉(开闸)示意图

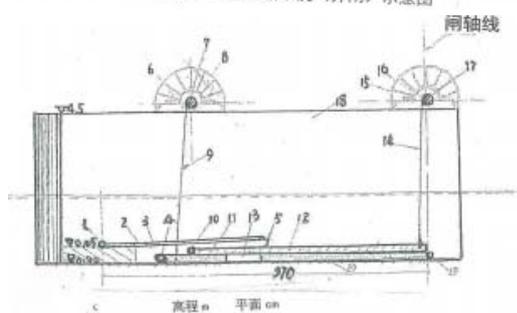


图4 闸体潜伏状态(全开)示意图

3 主要特色

其1、这种无动力水闸不要电,它取之于自然水流的能量,

在偏远地区独具优势。

其2、省却了高耸的龙门架,这使它的造价相对比较低。

其3、运行和缓,对水流推移物无阻。启闭没有振动,确保安全。

其4、可以建在航道上,无碍于过船、过筏。

其5、适应性比较广泛,可以用于农田排灌、节流和排水。

其6、操作简易,一看就会,耗力甚微。

结论:排运业随着“无动力巨型水闸”的出现,建水闸不再是难题。虽然现在不放了,而这种“无动力巨型水闸”在水利上依然有着它的生命力,因此我把它写出来,献给祖国。

【注】 $1\text{kg}=9.8\text{N}$ 本文为便于叙述,力的单位均不换算成‘N’,直接采用‘kg’或‘t’。

【参考文献】

[1]裴泽华.信息化背景下水利水电工程管理及施工质量控制[J].河南水利与南水北调,2021,(2):33.

[2]刘哲.探析水利水电工程的管理问题及施工质量控制措施运用[J].价值工程,2020,(5):15.

[3]张丽丽,张光宝.农田水利水电工程施工质量控制存在的问题及对策[J].居舍,2020,(21):164-165.

作者简介:

童邦树(1939--),汉族,浙江武义人,浙江省庆元县林业局,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。