

## 水轮机进水阀门的动水关闭

东方电机厂 曹文秀

在引水式电站中,引水管道各岔管末端的水轮机涡壳前装设进水阀门,这样当单台机组进行检修时只需关闭该阀门,而不影响其他机组的运转。但一般坝后式电站在一机一管的情况下,只在进水口装设快速闸门。水轮机进水阀门除了起到上述的检修阀门的作用外,还当水轮机产生飞逸工况时进行动水关闭,保护机组免遭逸速的损害,起到事故阀门的作用。由于进水阀门在动水关闭过程中,当活门转角至 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 时(全开时为 $0^{\circ}$ ,全关时为 $90^{\circ}$ ),水流的连续性遭到破坏,活门后产生强烈的涡流和局部真空,因此产生噪音和较强烈的振动,造成人们的恐惧心理,害怕进水阀门因动水关闭而破坏;有的小型阀门,采用电动减速机构操作,不具备动水关闭能力,人们又怀疑进水阀门不可能动水关闭。因此,进水阀门动水关闭的安全可靠性,必须予以论证,真正的起到事故阀门的保护作用。

在模型试验和电站实测中,都可以看到无论阀门的型式(蝶阀或球阀)及活门的旋转方向如何,动水力矩始终是向着活门的关闭方向,因此有助于阀门的关闭。一般阀门的水力矩在 $\alpha = 40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 范围内达到最大;蝶阀的水力矩在 $\alpha = 30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 左右的范围内,水力矩大于摩擦力矩,此时接力器背腔的油压高于进油腔的油压,接力器起着阻尼作用,避免由于水力矩使活门很快的关闭,引起阀上游钢管的水锤。当活门转角大于 $60^{\circ}$ 时,水力矩急剧减少,而作用在阀轴轴颈上的摩擦力矩显著增长,当接近全关位置时,水力矩为零,而摩擦力矩最大。故阀门操作机构的操作力矩计算中,就是考虑克服这个最大摩擦力矩并加适当裕量。在采用油压接力器操作,并用油压装置作为油源时在油泵不启动的情况下,就能动水关闭一台进水阀门。所以从设计上就保证了进水阀门的操作机构,有足够的操作力矩进行动水关闭。至于进水阀门的强度,无论是阀体还是活门都按升压水头核算(活门的升压水头只当活门全关时,由于别的机组甩负荷,从岔管传递过来的水锤压力,一般小于阀体的升压水头),并在厂内进行水压试验。而当动水关闭时,闸门承受的水压力均小于最大静水压,故进水阀门的强度在动水关闭时,仍是安全可靠的。

为了验证进水阀门动水关闭的能力和安全性,测定动水关闭过程中作用在活门上的水力特性,以验证设计数据的合理性,各水机制造厂和有关设计院先后在下列电站进行了进水阀门的动水关闭试验。在铁并型蝶阀方面有广东流溪河电站、安徽毛尖山电站和湖南花木桥电站的 $\varnothing 1.75$ 米蝶阀,广东南水电站的 $\varnothing 2.5$ 米蝶阀;在双平板蝴蝶阀方面有云南毛家村电站 $\varnothing 2$ 米蝶阀及福建安砂电站的 $\varnothing 2.8$ 米蝶阀;在球形阀方面有四川渔子溪电站 $\varnothing 1.6$ 米球形阀和广东潭岭电站的 $\varnothing 1$ 米球形阀。在动水关闭试验时,为了分别测定在不同负荷

下的摩擦力矩和水力矩，必须在同一负荷下，分别进行动水关闭和动水开启；活门在全开至全关过程中，机组从发电机工况变为带水调相工况；然后操作蝶阀作动水开启，机组从带水调相变为发电机工况。在整个动水关闭和动水开启过程中，导水机构始终在该负荷下的开度位置上，机组与系统并列运行。

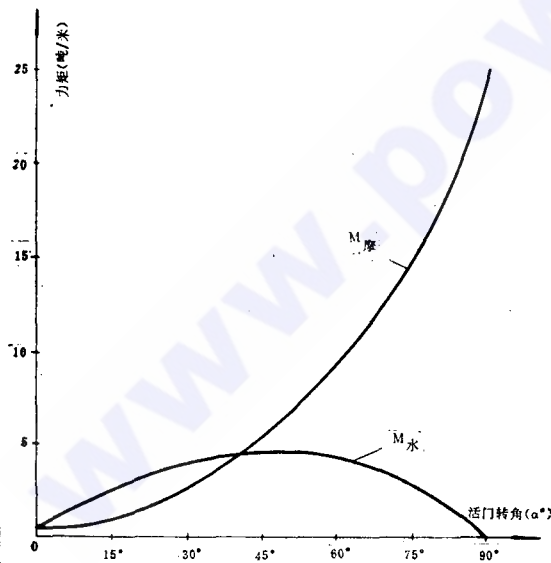
在动水关闭时，接力器的操作力矩：

$$M_{\text{关}} = M_{\text{摩}} - M_{\text{水}}$$

在动水开启时，接力器的操作力矩：

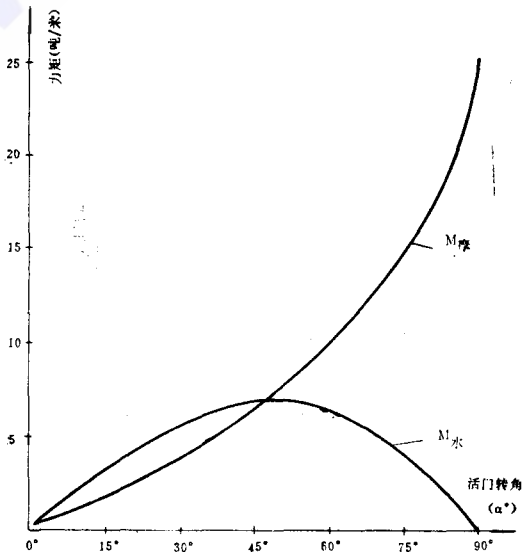
$$M_{\text{开}} = M_{\text{摩}} + M_{\text{水}}$$

式中 $M_{\text{摩}}$ 、 $M_{\text{水}}$ 分别为在不同 $\alpha$ 转角时，作用在活门上的摩擦力矩和水力矩。至于接力器的操作力矩可从接力器两腔油压差中计算得出。从上式中可以看到当动水开启过程中，在某一转角时的 $M_{\text{摩}} + M_{\text{水}}$ 大于接近全关位置时的 $M_{\text{摩}}$ ，此时接力器所需的操作力矩为最大。但在上述几个电站的试验过程中，基本上都满足了动水开启的要求，这也就充分证实了进水阀门的操作机构具有足够的操作力矩满足阀门的动水关闭。上述几个电站的铁并型蝴蝶阀中，花木桥电站(水头最高达149.3米)和南水电站(水头达133米)蝶阀是目前进行动水关闭试验中直径最大的，且该机组均是我厂的产品。现列出南水电站 $\varnothing 2.5$ 米蝶阀动水关闭时的力矩曲线(见图1~4)，阀门下游钢管的振动曲线(见图5)及阀的动水关闭时间曲线(见图6)。



当  $N=5000$  转，动水关闭力矩曲线

图(1)



当  $N=10000$  转，动水关闭力矩曲线

图(2)

从以上曲线中可以看出，在动水关闭时，水力矩值随着负荷的增大而增加，阀下游钢管的振动和变形值也随之增加；但动水关闭的时间，随着水力矩值的增大而减少。而趋向全关

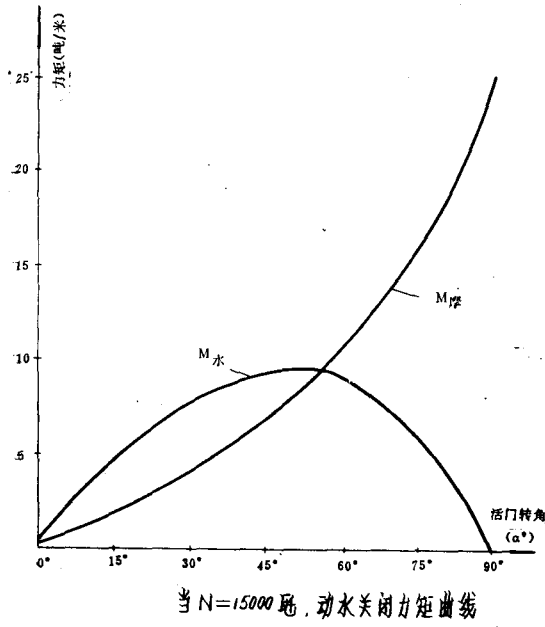


图 (3)

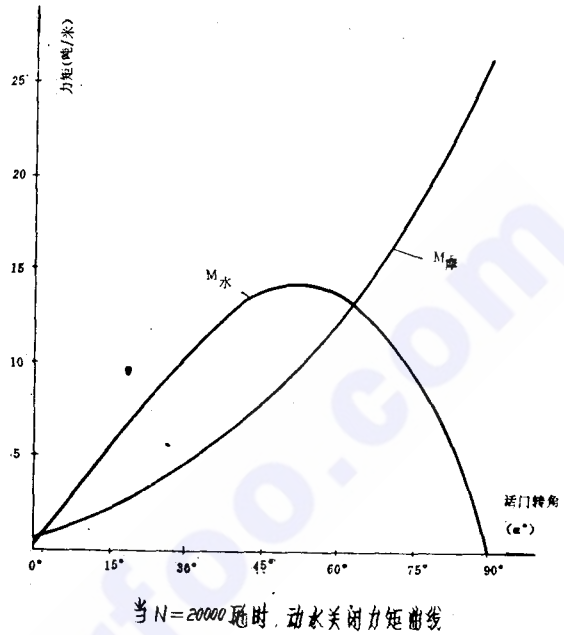


图 (4)

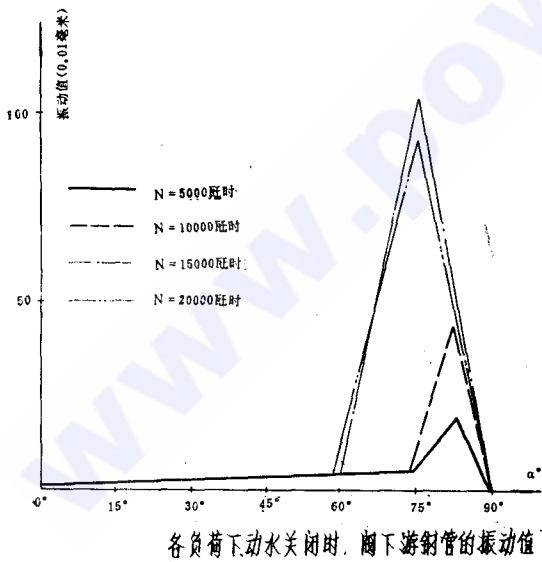


图 (5)

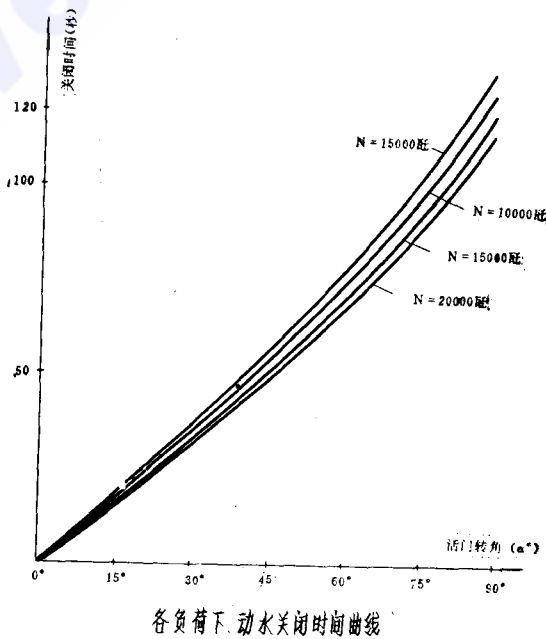
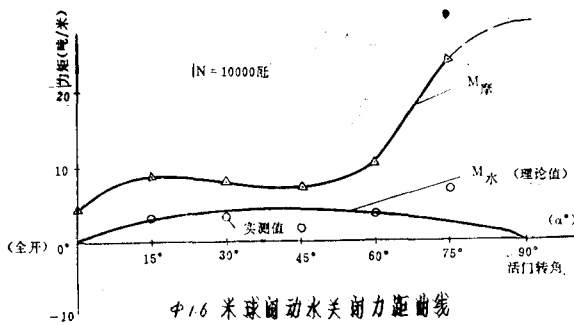


图 (6)

位置时最大摩擦力矩, 在不问负荷时接近相同。

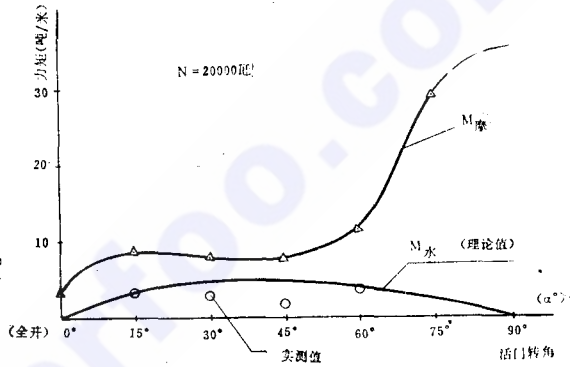
在双平板蝴蝶阀的动水关闭试验中看出, 在同一  $\alpha$  转角下, 作用在双平板活门上的水力矩, 较之铁并型活门相对厚度 ( $\frac{b}{D}$ ) 相同情况下的水力矩为大, 因而毛家村电站的  $\varnothing 2$  米

双平板蝶阀在满负荷8000千瓦，只能进行动水关闭，而进行动水开启时，由于接力器操作力矩不够而无法进行。但理论计算中在满负荷时也能进行动水开启，这也充分说明了动水力矩值较铁并型蝶阀大的缘故。在毛家村电站（ $\varnothing 2$ 米）和安砂电站（ $\varnothing 2.8$ 米）双平板蝶阀的动水关闭试验时，噪音和振动值并不大，似乎较铁并型蝶阀平稳。但由于该两电站的水头均在70米左右，尚不能说明在120米以上水头时，双平板蝶阀动水关闭时振动值是否较铁并型蝶阀为小。至于球形阀的水力矩值在各种负荷下，均小于同一转角时的摩擦力矩值。图7—10为渔子溪电站 $\varnothing 1.6$ 米球阀在 $N = 1$ 万、2万、3万和4万千瓦负荷的动水关闭过程中的水力矩和摩擦力矩曲线。



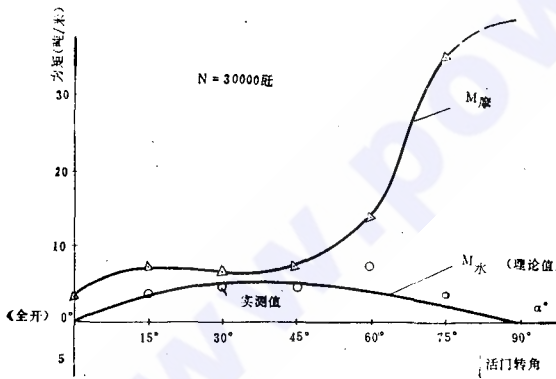
中1.6米球阀动水关闭力矩曲线

图(7)



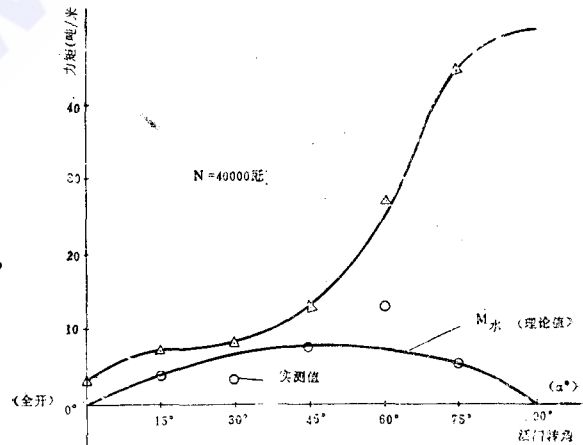
中1.6米球阀动水关闭力矩曲线

图(8)



φ 1.6米球阀动水关闭力矩曲线

图(9)



中1.6米球阀动水关闭力矩曲线

图(10)

由于水力矩值较小，在不同负荷时变化也不大，所以球阀的水力矩对活门的关闭时间和阀的震动影响也较小。从电站试验中可以看出，球阀的振动和噪音均较蝶阀为小。但渔子溪电站在试验时为了避免接近全关位置时止漏盖被吸出，卡住阀体，当活门转角接近 $80^\circ$ 时采取了关闭导叶，使之在静水中操作，但这个试验还是不够完善，有待于今后在有关电站的球阀上作进一步的试验。通过以上电站进水阀门的动水关闭试验，充分说明了水机制造厂设计制造的进水阀门，具有足够的操作力矩进行阀门的动水关闭，并且具有足够的强度承受阀门

动水操作时产生的振动和相应的动态应力,也就保证了动水关闭的安全可靠性。从南水电站的 $\varnothing 2.5$ 米蝶阀试验中看出,阀下游钢管右侧的水平振动值最大达1.05毫米,虽属于弹性变形也未超过钢管的许用应力,但对电站引水钢管的焊接质量提出了更高的要求。另一方面从实测中的水力矩曲线与理论计算曲线虽相接近,但也有差异之处,尤其缺乏双平板蝶阀活门水力参数的资料。这也要求有关制造厂或研究所开展阀门试验台的工作,对各型进水阀门的活门进行模型试验,以测出阻力系数,水力系数和力矩系数,以供设计时采用,使理论与实践更相接近,为设计的合理性,先进性创造条件。

—◇◇—

—◇◇—

—◇◇—

—◇◇—

{ 經驗报导 }

## 下碛水电站110千伏变电站

### 架构更换工程概况

下碛水电站的变电站于1958年建成。架构为钢筋混凝土结构,施工质量很差,运行二十三年来,八组构架产生大量纵缝,其中六组构架的混凝土出现大面积疏松、剥落,最大孔洞面积达 $1 \times 0.4$ 米<sup>2</sup>,深0.07米,多处钢筋外露、锈蚀。为确保110千伏升压站的安全运行,1981年9月进行架构更换,12月底完工投产,停电施工期仅一个月。工程进展顺利,保证了龙溪河梯级电站1982年春枯水期时向系统供电。

在设计和施工中,经多方案比较和计算论证,确定110千伏变电站架构除转角架构横梁采用 $\phi 400$ 等径水泥杆外,其它采用 $\phi 300$ 等径水泥杆。经改建后的110千伏变电站比我厂其它变电站的技术功能更完善,具有总体布置较合理,运行管理方便,结构轻巧等优点。

由于升压站所处地形狭窄,架构更换只能在原基础上进行。鉴于原架构系重力整体式混凝土基础,其抗拔和抗倾复性能好,并考虑到油开关及隔离开关等配电装置的位置不变,决定充分利用旧基础,只将架构跨度由7米增大为9米,转角架构由9米增大为10.5米。这样,既可减少挖方和混凝土浇筑量,又能在不影响供电的情况下先把新扩宽的基础浇筑好,缩短了停电施工时间。由于新架构跨度加大,新布置两个双孔架构,比原单孔架构节省两个杆柱。每组架构均设有钢爬梯,便于安装检修时上下。

升压站地面采用灰渣碎石铺筑,对降低接地网地阻和抑制杂草滋生有一定作用。

架构的结构设计主要参考《变电架构设计手册》。考虑整个架构更换工程主要是我厂自行设计施工,缺乏经验,因此除了对停电检修荷载条件进行核算外,并对安装时的荷载情况进行了校核。对9米跨度架构的横梁和杆柱的内力、断面强度、挠度和裂缝等也进行了核算。转角架构的横梁长10.5米为 $\phi 400$ 等径杆,配筋14 $\phi 16$ ;杆柱为 $\phi 300$ 等径杆,配筋14 $\phi 12$ 。

因为水泥杆在制造上的误差,组装的架构杆柱有的比设计长度长10厘米左右,有的则不符设计长度,浇筑的架构基础也有误差,基础杯坑与设计深度相差几厘米,给架构吊装工作带来一定困难。为此在施工现场吊装杆柱之前应调整消除上述误差,以确保吊装质量。

长寿电厂 闵大录

(原文较长,本刊作了删节)