

筒形阀及其在漫湾水电站的应用

林洪德

(东方电机股份有限公司,四川德阳,618000)

摘要 漫湾水电站的水轮机筒形阀是我公司引进加拿大 GE 公司专利技术设计、制造的。本文着重介绍了筒形阀技术及其在漫湾水电站的应用。

关键词 水轮机 筒形阀 应用

1 引言

在我国传统的水电站布置方案中,根据水轮机运行的需要,除在引水钢管的进口装设检修闸门(或快速闸门)外,在水轮机蜗壳进口处还广泛地装设有蝴蝶阀或球形阀,在中、高水头小型机组中也有少量装设转筒阀。当机组产生飞逸时,这些阀门可进行动水关闭,作事故阀门用;当机组停机后,可关闭阀门,保护导水机构、转轮及其它流道,避免间隙空化和泥沙磨损。这些进水阀门还可作检修阀门用,当机组检修时关闭该阀门进行该机组的检修,而不影响其它机组的运行。

除以上阀门外,在云南省云县的漫湾水电站,还装有 5 台新型筒形阀。漫湾水电站的筒形阀是我公司引进加拿大 GE(原多米宁)公司筒形阀专利技术,通过消化吸收,自行设计、制造的。筒形阀在漫湾水电站的成功投运,填补了我国进水阀的一项空白,为将来筒形阀在水电站的广泛应用积累了丰富的技术经验。

2 筒形阀

2.1 筒形阀的发展史

水轮机筒形阀的第一个专利是 1947 年由法国奈尔匹克公司提出的。第一套筒形阀是为 Monteynard 电站制造的。该筒形阀布置在水轮机活动导叶与转轮之间。以后,该公司还为 Teilet Argenty 电站生产了一套自关闭筒形阀;为葡萄牙 Torrao 电站的可逆式水泵水轮机制造一套筒形阀。自此以后,筒形阀在法国的一些电站得到了推广应用。

60 年代后期,加拿大 GE 公司为 Outardes III 电站的 4 套机组制造了筒形阀,用以代替常用的水轮

机进口阀门。70 年代初期,该公司又有 6 套筒形阀安装于 Manic III 水电站。

从 1974 年起,玛林工业公司(MIL)先后为 La Grand II 电站设计制造了 8 套自关闭筒形阀;为 La Grand IV 电站设计制造了 9 套筒形阀。该筒形阀布置在水轮机固定导叶与活动导叶之间。

1986 年 9 月,我公司与加拿大 GE 公司签订了筒形阀生产合作协议书,购买该公司筒形阀的专利技术。1988 年,我公司应用 GE 公司的专利技术自行设计了漫湾水电站 250MW 机组用的大型筒形阀,该筒形阀于 1993 年 6 月底在漫湾水电站正式投入运行。

前苏联对筒形阀技术开发较晚,但发展迅速。80 年代末,为则林丘格斯克电站制成了 $\varphi 2.54$ m 的筒形阀;并在罗贡水电站 615 MW 机组($H_{\max} = 320$ m, $N_{\max} = 810$ MW, $D_1 = 6$ m)研制了直径约 10 m 的筒形阀;又为德聂特洛夫斯克抽水蓄能电站的混流可逆式水轮机($H = 155.4/165.6$ m, $D_1 = 7.3$ m, N_{\max} 水机 = 338 MW, N_{\max} 泵 = 416.6 MW)研制了直径大于 11 m 的巨型筒形阀。

国内外采用筒形阀的电站水轮机和筒形阀的主要参数见表 1。

2.2 筒形阀的优点

与其它型式的进水阀(蝴蝶阀和球形阀)相比,筒形阀具有以下优点。

(1)可以降低电站建设的总投资。一般来说,筒形阀本身的成本(包括为安装筒形阀而对水轮机部件所作的相应改进在内增加的成本)仅为蝴蝶阀成本的 $1/3 \sim 1/2$,约为球形阀成本的 $1/4$ 。

此外,筒形阀不仅自身成本低,更重要的是使电站工程投资降低了不少。例如,奥塔德 3 电站利用筒形阀后与蝴蝶阀相比,每台机组的开挖量减少 15%,厂房吊车跨距减少 14%。筒形阀不像常规阀

表 1 国内外采用筒形阀的电站水轮机和筒形阀的主要参数表

序号	电站名称	国别	台数	单机容量 /MW	转轮直径 /m	水头水轮机/水泵 /m	流量 /m ³ ·s ⁻¹	转速 /r·min ⁻¹	筒形阀内径 /外径 /mm	筒形阀壁厚 /mm	筒形阀高度 /mm	投运年份	制造公司
1	Monteynard	法国	4	83		127			3 410/3 560	75	980	1962	Neyrpic 和 Mill
2	Teillet Argenty	法国		16.4		41.7			3 350/3 410	30	746	1965	Neyrpic 和 Mill
3	Outardes 3 奥塔德 3	加拿大	4	196	4.19	144	146	163.6	6 300/6 500	100	964	1969	GE
4	Monicouagan 3	加拿大	6	197	5.16	94.2	232	128.5	7 000/7 200	100	1 315	1976	GE
5	La Grand 2 拉格朗德 2	加拿大	16	338.5	5.62	137.2	266	133.3	7 592/7 846	127	1 460	1979	GE 和 Mill(各生产 8 台)
6	Sarrans	法国	1	63.5		84			3 904/4 074	85	860	1981	
7	St-Etienne de Cantales	法国	1	38.5		62			3 904/4 074	85	860	1981	
8	L'Aigle	法国	1	133	4.655	77		143	6 000/6 240	120	1 332	1982	
9	St-Guillemme	法国	2	58		275			2 950/3 150	100	258	1982	
10	La Grand 4 拉格朗德 4	加拿大	9	300		116.7		143	7 400/7 639	120	1 444	1983	Mill
11	Couesgue	法国	1	60.5		56			5 000/5 200	100	1 154	1984	
12	Sf Pierre Mareges	法国	1	121		73			6 000/6 240	120	1 332	1985	
13	Torrao(水泵-水轮机)	葡萄牙	2	73.15/74.5		53/53.8			7 750/8 040	145	1 424	1986	Neyrpic
14	则林丘格斯克	前苏联		82	2.24	234			2 540/				
15	罗贡	前苏联		615	6	320			9 000/9 800	400	860		
16	德聂斯特洛夫斯克(水泵-水轮机)	前苏联	7	水机 388 水泵 416.6	7.3	155.4/165.6		150	10 469/11 025	278	1 049	1993	XT3
17	漫湾	中国	5	250	5.5	100	316	125	7 234/7 450	108	1 450	1993	东方电机股份公司
18	大朝山	中国	6	225	5.8	87.9	345.87	115.4	7 697/7 937	120	1 815		东方电机股份公司
19	小浪底	中国	6	306	5.922	112	300	107.14	8 100/8 390	145	1 509		伏依特公司

门那样必须安装在水轮机蜗壳的前端,需有伸缩节、联接管、旁通阀、空气阀等一整套复杂的辅助设备。它所需安装的空间很小,布置时不需要扩宽厂房。对于地下电站,采用筒形阀可大大减少开挖量,这一点尤为重要。

(2)由于筒形阀操作灵活、方便,故对承担峰荷的机组而言,采用筒形阀更为有利。

(3)由于筒形阀启闭时间短,对水轮发电机组起到了更有效事故保护作用。大型机组的蝴蝶阀或球形阀,动水紧急关闭时间规定为 2~3 min。在水轮机导水机构全开时,机组与电网解列时,若遇到调速器失灵,可在 10~40 s 就能使机组达到飞逸转速。蝴蝶阀或球形阀动水关闭只能起到免于机组长时间飞逸,防止事故扩大的作用。筒形阀启闭为直线运动,运动规律可以改变,因此,关闭时间可以缩短,如奥塔德 3 电站筒形阀的动水关闭时间为 78 s,拉格朗德 2 电站筒形阀的动水关闭时间为 60 s,拉格朗德 4 电站筒形阀的动水关闭时间为 50 s,漫湾电站筒形阀动水关闭时间约为 58 s。因此,它比其它阀门更能有效地保护机组。

(4)筒形阀具有良好的密封性能,运行可靠,水力损失小,效率高。奥塔德 3、曼利克 3、拉格朗德 2 等电站机组中,下密封条运行最长时间已达 20 多年,尚未更换过。已运行 10 年多的拉格朗德 2 电站的筒形阀,进蜗壳中观看筒体、导向板以及下

密封,仍完好无损。另外,筒形阀开启后,筒体下端面与顶盖过流面齐平,不产生任何水力损失。此外,当水流被筒体截断时,由于流动的轴对称性,水流的扰动程度没有常用的阀门那样严重,水轮机的固定和旋转部件所承受动载荷都较小,这一点对某些水泵水轮机尤为重要。

(5)保护水轮机流道,减轻流道空化、泥沙磨损效果好。由于筒形阀启闭时间短,投入快,电站使用时动作频繁,停机就关筒形阀,开机就打开筒形阀。因此,在我国含泥沙多的河流中,筒形阀可以非常明显地防止停机时导叶及其流道的空化和泥沙磨损。

(6)筒形阀是一种自承式结构,不像蝴蝶阀或球形阀那样需要复杂的衬套和轴颈载荷集中在壳体上。

(7)筒形阀操作机构简单可靠,往复运动所需的力较小,并且有足够的强度来承受紧急关闭过程中产生的巨大的水作用力。

(8)筒形阀在断电情况下能正常动作,操作油可在有压状态下存储。

现在使用的筒形阀也存在一些不足之处:(1)筒形阀总体结构较复杂,有些零部件的加工精度要求高,难度大,某些零部件目前国内还不能生产,如丝杆副等。(2)筒形阀还不能用作检修阀。

2.3 筒形阀的工作原理

筒形阀主要由筒体、操作机构与同步机构和行

程指示装置三大部分组成。筒体的作用是：在机组停机时，筒形阀处于关闭状态，筒体落下处于座环固定导叶与活动导叶之间，上端紧压布置在顶盖上的密封条，下端紧压布置在底环上的密封条，从而达到截流止水作用。当机组要开启时，首先开启筒形阀，将筒体提升到座环上环与顶盖构成的空腔内，筒体底面与顶盖下端面齐平，不干扰水流流动。筒体外缘与座环固定导叶之间设置有导向块，导向块焊在固定导叶上，它可以在导水机构中，当导叶发生故障动水关闭筒形阀时，由于水流的不对称性，对筒形阀外缘受力不均而使筒体偏向一侧时起到很好的限位和导向作用。筒体的上、下直线运动，是靠一种连接螺杆将筒体与布置在顶盖上的操作机构中的提升杆相连，并用压力油操作来实现的。由于筒体尺寸较大，当筒体直径大于7 m时，操作机构一般设置6个。设置较多的操作机构有两个原因：一是能使筒体平稳升降，不致于因筒体局部摩擦而歪斜；二是顶盖上布置操作机构的空间小，不便布置过大的操作机构。操作机构布置过多会使同步困难。因此要使筒体平稳升降，就需要操作机构的动作行程一致。要使操作机构行程一致，难度很大。造成操作机构行程不一致的原因有两个：一是各操作机构的进油量与排油量很难保证完全相同，不易调整到相同；二是由于操作机构装配上有偏差，其动作部分与固定部分的摩擦阻力不一样。所以，就需要设置一种同步装置，使每个操作机构只能按整个操作机构同步动作。各操作机构实现同步是将各操作机构的丝杆最顶端装上同径的链轮，并用链条按某种特定规律串联在一起。当操作机构动作时，各链轮之间由于受链条限制，只能按同样的角速度旋转，而各操作机构的直线运动与同步机构协调动作，就可保证筒体能安全、可靠、平稳地升降。行程指示装置是与同步机构连在一起的，故显示筒体开度并发出信号。

3 筒形阀在漫湾水电站的应用

3.1 电站概况

1984年8月，漫湾水电站初步设计报告及附件中均明确提出：“为减轻导叶全关时导水机构的快速破坏并减少漏水量，为保证机组的安全运行，防止机组飞逸及检修维护的方便，在水轮机活动导叶和固定导叶之间设置筒形阀”。为了争得漫湾电站机电制造标，我公司与加拿大GE公司在1986年9月签订了筒形阀生产合作协议书，实质是购买了该厂筒形阀的专利技术。1986年10月，东方电机股份有限公

司因水轮发电机组综合技术经济指标较好，并已和加拿大GE公司签订了引进筒形阀成套装置制造技术，因此而获得了漫湾水电站一期工程中的5台水轮发电机组及5台筒形阀的设计、制造合同。

3.2 出国培训及筒形阀的水力模型试验

筒形阀在目前是崭新的阀种，人们对其非常陌生。为了掌握该阀的专利技术，我公司于1988年2月末派出了以设计、试验、工艺、控制等方面技术人员组成的4人小组前往加拿大GE公司，进行了为期75 d的技术培训。参与了GE公司对漫湾水电站筒形阀的水力模型试验。

筒形阀当作事故阀门，其操作力矩、零部件的强度和刚度就必须满足动水关闭的要求。当动水关闭，阀门的关闭行程达90%左右时，阀门下端面开始脱流（见图1），而阀门上端仍承受动水压力。故有一强大的下拉力作用于阀门的操作机构上，该力可达阀门重量的10倍左右。因此，必须进行筒形阀的水力模型试验，以寻求最佳的阀门下端形状和阀门上、下游的间隙。在导叶全开时，作用在阀门上的下拉力最小，并将这个力作为操作机构的操作力矩计算和强度计算的依据。该试验是在筒形阀产品设计之前，在能量试验台水轮机模型装置上进行的。试验中，阀门的下端做成不同斜角的圆环，再用沉头螺钉固定于筒体上。在一定的上、下游间隙，一定的筒体下端倾斜角、不同的导叶开度下，测定筒形阀从全开到全关位置时的下拉力。3个负荷传感器装在筒形阀的操作杆上，并有同步装置，使阀门上下运动时不致倾斜发卡，整个试验装置比较复杂。由于需要变更上、下游间隙和阀门的下端面形状，故试验组合数是较多的。通常，筒形阀筒体的下端面倾斜角的 $2^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 范围内。在全开时，筒形阀筒体的下端面倾斜角在 2° 时，

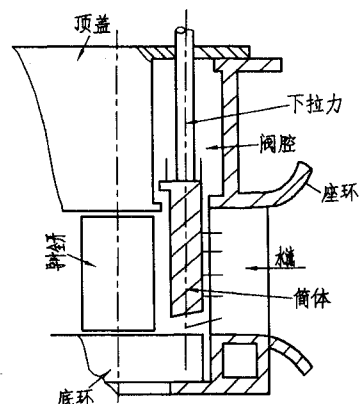


图1 筒形阀在动水关闭时的受力情况

虽然筒体下端与顶盖、座环的过流面比较齐平,但下拉力较大,6°时可获得较小的下拉力,但筒体下端破坏了过流面的平滑性。经过多种组合工况试验的分析、比较,最终,漫湾水电站筒形阀筒体下端倾斜角选为4°,筒体上、下游的间隙,选用的比值为1:1.3,这是最佳选择。

3.3 筒形阀的结构设计

漫湾电站筒形阀主体部分可分为筒体、操作机构、同步机构与行程指示装置三大部分(见图2)。

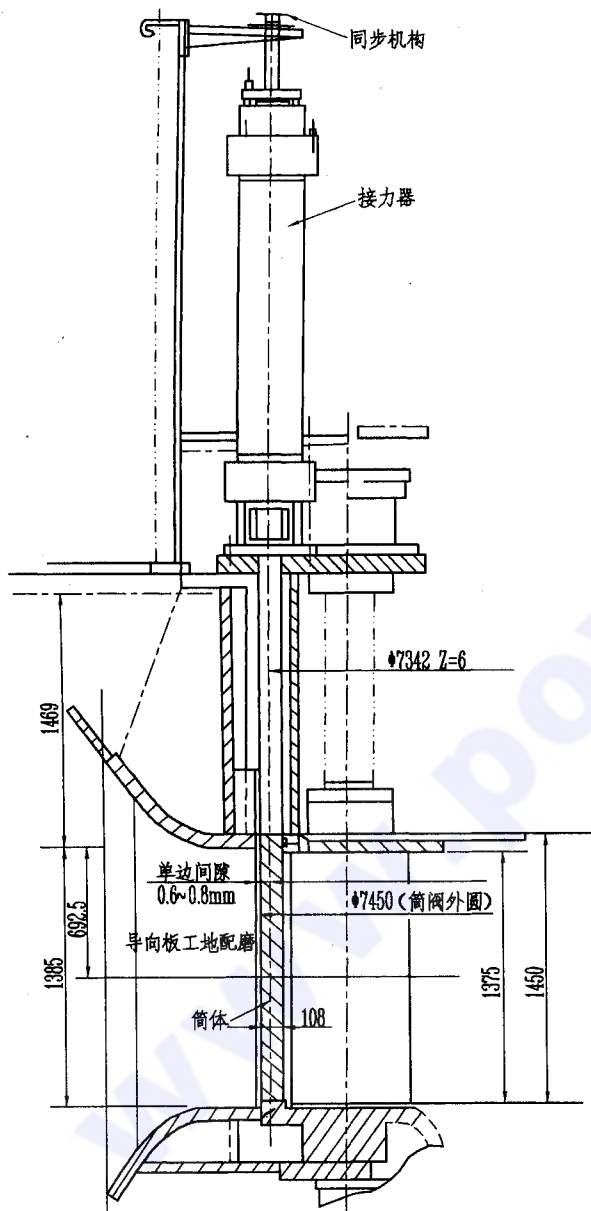


图2 漫湾电站筒形阀剖面图

(1) 筒体

筒体内圆必须略大于导叶剪断销剪断后导叶与限位销相碰时的外切圆,筒体高度应大于导叶高度,筒体厚度应满足:

①全关时能承受外侧的最大水压力。

②具有足够的强度和刚度,能承受关闭行程末端被异物卡住时所产生的不平衡操作力与周围水压力的联合作用。

漫湾筒形阀的筒体外径为 $\varphi 7450$ mm,高度为1450 mm,最大使用水头为100 m。筒体用20号锅炉钢板卷焊制成。由于运输条件限制,筒体分两半,用螺钉联接,销钉定位,并在分半面的四周开有小的U形坡口,以便在工地组合后进行分半面的焊接,焊后磨光。这样既增加了分半面的连接强度,又起到了分半面的密封作用。筒体上部在顶盖底部外缘用压板橡皮条密封,下部在底环外缘也用压板橡皮条密封。上、下压板均采用耐磨、耐空化性能较好的0Cr13Ni5Mo不锈钢钢板制成。筒体与上、下密封接触处同样镶焊了0Cr13Ni5Mo不锈钢钢板。筒体的上、下动作,虽藉同步机构使筒体上、下平行运动,但在动水关闭时,由于水流的冲击,将使筒体在运动中产生晃动,这时,提升杆与筒体间的连接螺杆产生很大的弯曲应力,为此,在筒体与座环固定导叶之间,加青铜制的导向板,以防止动水关闭时,筒体过大的晃动。导向板焊于12个固定导叶的尾端,导向板与筒体的单边间隙为0.6~0.8 mm。该间隙值是安装时藉配磨导向板面获得的。在与导向板相对应的筒体上镶焊有12条1Cr18Ni9Ti的不锈钢钢板,起防锈蚀作用。

(2) 操作机构

筒形阀的操作机构有两种:油马达是奈尔匹克公司和GE公司早期普遍采用的结构;直缸接力器是后期玛林公司采用的比较先进的结构。油马达或直缸接力器的数量,均视机组大小而定;大型机组采用6个,中小型机组采用4个。对于漫湾水电站这样大型的机组,采用6个直缸接力器。

油马达操作机构与直缸接力器相比,油马达则需要较大容积的油压设备。就漫湾水电站而言,若采用油马达操作机构,需用YZ-12.5-6的油压设备;而采用直缸接力器,则只需要YZ-6-4的油压设备,就能满足筒形阀完成关-开-关三个行程。为了机组安全可靠运行,漫湾水电站设计为两台筒形阀共用一套YZ-6-4油压装置。

另外,采用油马达时,筒体的运动基本上是匀速的。采用直缸接力器在动水关闭时,筒体的运行速度取决于作用在筒体上的动水力。为了避免由于动水力增大而使筒体关闭速度过快,在压力钢管中造成过高的升压以及减少筒体全关时的底环的撞击,在接力器排油腔出口,装设有 $\varphi 5$ mm节流孔的节流片。在90%左右的关闭行程时,由于动水力作用,接

力器缸的排油腔中会产生比额定操作压力高出 1 倍左右的压力。由以上可看出,直缸接力器操作的筒形阀为自关闭型筒形阀;而油马达操作的筒形阀则是不具备自关闭能力的筒形阀。

直缸接力器操作机构如图 2 所示,直缸接力器的下缸盖直接固定于顶盖法兰上,直缸接力器的活塞与连接筒体的提升杆套管做成一体,故接力器活塞的直线运动,能直接带动筒体上下动作。这种结构的关键是将接力器活塞的直线运动转换为丝杆和同步机构的旋转运动。丝杆副的螺帽固定于活塞上,而丝杆的上部由装在接力器顶部的推力轴承所限位,故活塞的直线运动变成丝杆的回转运动,以传动同步机构。这种滚动丝杆副是向法国的专业生产厂购买的。直缸接力器的行程限位,在全关时是藉底环限位,在全开时是藉顶盖法兰下端限位块限位。每个直缸接力器的上端都设有过载保护装置,一旦筒体发卡,丝杆超过额定负载时,保护接点动作,切除操作接力器的油源,使筒体停止移动。

(3)同步机构和行程指示装置

每个直缸接力器顶端的丝杆轴上均装有一个同径的双层链轮,彼此间用链条串联起来。使所有的直缸接力器以相等的速度动作,保证筒体端面在动作中保持水平状态。在两个接力器之间的同步链条上,装有张紧用的中间链轮。该张紧轮的位置是可调的,用以调节内外圈的链条,使它们都达到同样的张紧力。在张紧轮的支架上装有链条过载保护装置,一旦筒体发卡,链条过载时,过载保护接点动作,切除直缸接力器的油源,使筒体停止运动,所有的同步链条都被封闭在链条罩中,以确保运行人员的人身安全及保护链条内不进杂物。筒体的行程指示难以像水轮机导水机构直缸接力器那样直接反映出来。所以,只能采用间接反映的方法,即在任一直缸接力器顶部的双链轮上再装一个链轮,用以传动装于一梯形螺杆顶端的指示链轮。在梯形螺杆上装有带指针的梯形螺母,指针中间开槽,只能沿一固定的小轴上下移动。当梯形螺杆转动时,螺母上的指针沿小轴上下移动,指向行程刻度板上的相应开度。开度的数值是以百分数来表示的,以 0% 为全关位置,以 100% 为全开位置,中间分作 9 等分,即每隔 10% 行程标有刻度。该行程指示装置装于机坑壁上的小箱内,运行人员可透过有机玻璃盖板观察筒阀的行程位置。

3.4 筒形阀的水电站运行

3.4.1 筒形阀的动水关闭试验

1995 年 7 月 18 日,我公司会同漫湾电站、漫湾管理局、昆明水电设计院、葛洲坝工程局等单位,在

漫湾电站 2 号机上作了筒形阀动水关闭试验。当时上游水位为 986.83 m,下游水位为 904.48 m,毛水头为 82.32 m,实测主要数据见表 2。

表 2 2 号机筒形阀动水关闭试验数据表

试验工况	导叶全关	空载	25%	50%	75%	100%
	(静水)	运行	N	N	N	N
机组出力/MW	0	0	60.8	138	185	248
导叶开度/%	0	21	38	54	67	92
导叶接力器行程/mm	0	120	230	354	443	617
筒形阀关闭时间/s	68.5	66.7	63.1	59.1	57	57.75
接力器上腔油压/MPa		3.242	3.389	3.177	3.141	2.806
		~	~	~	~	~
		2.583	2.798	2.531	2.738	2.616
接力器下腔油压/MPa		4.032	4.19	4.42	5.079	5.087
		~	~	~	~	~
		4.846	5.827	6.493	6.436	6.544
噪音/dB	关前	85.7	96.5	94.6	97.5	96.5
	关中最大	95.3	102	104.4	107.3	107.1
	关后	75				
尾水管中压力脉动值/m	0	7	7	6.5	6.5	6.5
关闭末了阀体外水压值/m	89	90	96.2	93.1	97.6	100.8
关闭末了阀体内水压值/m	90	85	25.6	41.5	25.3	31.2
水导水平振动/mm		0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
		~	~	~	~	~
水导垂直振动/mm		0.12	0.07	0.07	0.15	0.14
		0.7763	0.886	0.8736	0.8529	0.6989
顶盖垂直振动/mm		0.04	0.03	0.05	0.04	0.05
		~	~	~	~	~
水导处大轴摆度/mm		0.08	0.20	0.07	0.16	0.17
		0.1502	0.1809	0.1862	0.1944	0.3285

整个试验过程中,各接力器油压均匀,压力差值小于平均油压的 10%,各腔油压波动频率相同,油压变化同步,油压波动值约为 0.4~0.5 MPa 筒形阀无发卡现象,关闭速度均匀恒定,对机组稳定无明显影响。参试人员普遍感到比蝴蝶阀和球阀动水关闭时的振动噪音小。从油压的变化分析,在满负荷情况下,筒形阀关闭过程中,前 76% 的关闭行程是自重和油压起主要作用,后 24% 的关闭行程是水作用在筒体上的下拉力起主要作用。最大下拉力大于工作水头的 43%。

3.4.1 筒形阀的运行情况

漫湾水电站第 1 台机组于 1993 年 6 月 30 日投产,1995 年 6 月第 5 台机组发电。除第 2 台(6 号机)的筒形阀投运时由于卡阻无法投运需处理外,其它机组的筒形阀均随机组同步投运,运行情况良好。电站 2 号机的筒形阀于 1995 年 7 月成功地进行了动水关闭试验。电站第 2 台(6 号机)筒形阀也于 1996 年 2 月初至 3 月底吊出机坑进行了彻底的技术处理,提高安装精度,更换个别零部件,并进行了 10 次无水操作试验,动作情况比其它 4 台投运的筒形阀情况还好。该台机筒形阀于 1996 年 4 月下旬投入发电运行,运行情况良好。

迄今为止,漫湾水电站 5 台机组的筒形阀已全部安全、灵活、可靠地运行,并且已经历三个洪水期和十余台年的运行。至 1996 年 6 月 30 日止,共开关闭累计操作 600 多次,运行正常,其显著的优越性得到电站及有关单位的充分肯定。漫湾水电站筒形阀的技术引进是非常成功的,并且也为我国使用筒形阀积累了一些宝贵的经验。

4 结 论

漫湾水电站 5 台机组筒形阀的成功投运,为我国在大型水电站机组上使用筒形阀开创了先例,提供了借鉴。目前筒形阀尚有某些不完善的地方,需要今后认真加以研究、改进。比如,筒形阀在动水关闭中,只具有部分行程的自关闭能力,而不是具有完全的自关闭能力;筒形阀只适用于单管引水机组,而不适用于叉管引水机组;只可作为事故保护阀门,不能作为机组检修阀门等。要改进以上两条不足还需作如下工作:其一,加厚筒体壁厚,减小操作机构、同步

机构的摩擦阻力,使筒体的重量能克服其摩擦阻力而自由下落,这样就可达到完全自关闭的要求;其二,设计带单独阀腔的水轮机筒形阀,在机组检修,吊开顶盖时,筒形阀能截断水流,而不影响同一主管道下另外叉管上的机组发电,使筒形阀完全能替代蝴蝶阀和球阀的功能。

参 考 文 献

- 1 曹文秀. 新型的水轮机进水阀门(圆筒阀). 东方电机, 1990(1): 89~95
- 2 张利民. 水轮机筒形阀综述. 东方电机, 1992(1): 18~28
- 3 大型发电机. 水轮机控制设备专辑. 哈尔滨大电机研究所, 1993
- 4 吴次光. 全德斌. 筒形阀在漫湾电站的实践. 云南水力发电, 1995(4)
- 5 韩志桥. 漫湾水电站水轮机筒形阀的安装和调整. 东方电机, 1996: (1)6~11
- 6 李人丰. 优质高效投资省的漫湾电站机电工程. 水电站机电技术, 1996(1)

作者简介

林洪德 男 东方电机股份有限公司水机处 高级工程师

(收稿日期: 1997-09-08)

二滩水电站工程顺利通过蓄水阶段验收

根据原电力部[1997]606号文,由原电力部综合管理司为主任委员单位,国家计委重点司和四川省建委为副主任委员单位,国家开发银行、国家开发投资公司、水电水利规划管理局、四川省计委、四川省移民办、四川省国土局、四川省环保局、四川省地震局、四川省林业厅、四川省投资集团公司、四川省电力公司、攀枝花市政府和凉山州政府为委员单位,组成了二滩水电站工程蓄水验收委员会。

根据蓄水验收委员会的安排,中国水利水电建设工程咨询公司于 1998 年 3 月完成了二滩水电站工程安全鉴定工作。

蓄水验收会议于 1998 年 4 月 20 日至 4 月 23 日在二滩水电站工地现场召开。验收委员会认真听取了项目法人的自检报告和工程勘测设计、工程监理、蓄水前的安全鉴定、水库淹没及移民安置、生产准备等六个方面的专题汇报;研究了过木工程专项报告和环境保护工程报告。与会人员到工地现场,对大坝及泄洪消能系统、工程边坡、近坝库岸、电站进水口等蓄水所涉及的工程部位进行了检查。深入库区对水库清理、移民搬迁进行了检查。同时还审查了相关的文件和原始资料。通过检查,验收委员会认为,二滩水电站的挡水、泄洪

建筑物、两岸边坡及下游消能防护工程的主要设计原则及标准符合规程规范的规定,并经上级主管部门审批;已建工程的质量符合合同规定,满足设计要求;枢纽工程形象面貌满足蓄水渡汛要求;库区移民及专项设施已按规划实施,并按计划搬迁安置;文物已发掘,库区本底资料已获取;库区清理和环境保护工作能满足蓄水进度要求;水库诱发地震监测台网已建立并有效地运行,蓄水阶段诱发地震预测研究已经完成,并已编制了防震减灾应急方案;1998 年蓄水期不漂木,并已与林业部门达成协议;拟定的蓄水渡汛方案、渡汛标准和防汛措施切实可行;水情测报系统已经建立;蓄水安全监测方案和措施已落实;生产准备工作已经就绪;蓄水期下游断流和供水及安全预警系统等事宜已与当地政府和有关单位协商确定;蓄水下闸的组织指挥系统已建立;“大坝质量、枢纽形象、水库移民、环保及其他工作优于国内其他水电工程”。因此,二滩水电站工程已具备了下闸蓄水的条件,验收委员会批准按计划于 1998 年 5 月 1 日下闸蓄水。

二滩水电开发有限责任公司

刘继东 报道



■ 考察瀑布沟坝址 江宇 摄



■ 考察深溪沟坝址 江宇 摄

由四川省电力局和四川省水力发电工程学会倡议，四川省人民政府组织的大渡河水电考察团于1998年5月11日至5月16日对大渡河进行了考察。



■ 《四川水力发电》召开四届二次编委会 (1998.4.20-21)

活动 掠影



■ 省学会召开常务理事扩大会议 (1998.3.20)



■ 马怀新理事长讲话

摄影报道：李燕辉