

812032

503122

4442

高等学校教材

水力机组辅助设备

华秀 主编
武汉水利电力学院

122

2

水利电力出版社

高等学校教材

水力机组辅助设备

武汉水利电力学院 范华秀 主编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书系统地论述水力机组辅助设备与量测装置的基本原理、设计、计算和测试技术。内容包括：进水阀及其操作系统，油系统，压缩空气系统，技术供水系统，排水系统，辅助设备系统的设计，非电量电测原理与仪表装置，机组水力参数的测量，水轮机流量的测量，水力量测系统的设计等。本书取材以反映我国大中型水电站辅助设备与量测技术的目前状况为主，并适当地介绍有关的先进技术及发展方向。

本书为高等院校“水电站动力设备”专业的教材，也可作为有关专业的教学参考书，还可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材

水力机组辅助设备

武汉水利电力学院 范华秀 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 17.25印张 369千字

1981年3月初版

1987年6月第二版 1987年6月北京第一次印刷

印数5111—10590册 定价2.85元

书号 15143·6364

第一版前言

本书是根据1978年4月原水电部召开的“水电站动力设备专业教学计划与教材编审规划”会议的决定，按照“水电站动力设备”专业培养目标的要求，并注意到本专业设计和运行人员的实际需要而编写的。

本书内容包括两部分：水电站水力机组辅助设备：水力机组及辅助设备自动控制。由于涉及的内容十分广泛，因此，本书只着重介绍水力机组辅助设备系统和自动控制系统及其主要元件的基本原理，设计计算的主要方法和运行调试要求。

参加本书编写的同志有：武汉水利电力学院徐睦书（第一、十二章），范华秀（绪论、第二、九、十一章）；华北水利水电学院张利（第五章），徐珍芝（第七章），寿梅华（第八、十三章）；华东水利学院骆如蕴（第三、四章的一部分及第十章），胡沛成（第三、四章的一部分及第六章）。

全书由范华秀主编。

本书经华北水利水电学院和长江流域规划办公室机电处审稿，主审寿梅华同志。

在编写过程中，有关科研、设计和运行单位以及高等院校，为我们提供了许多参考材料和宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于我们学识水平和实践经验有限，编写时间仓促，书中缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正！

编 者

一九七九年十二月

第二版前言

本书是高等院校“水电站动力设备”专业本科同名课程的教材。根据1982年10月在西安召开的“水电站动力设备教材编审组扩大会议”修订的“水电站动力设备专业教学计划”的规定，将本书第一版《水力机组辅助设备与自动化》的第二篇“水力机组控制自动化”（第九～十三章）分出，与水电站其它自动装置合并建立一门新课“水电站自动化”，因此，本书第二版的内容只包括“水力机组辅助设备”。此外，本书在修订中还作了以下变动：

- （1）将原书的第六章主阀移至第一章，并改名为水轮机进水阀及其操作系统；
- （2）将原书第七章厂内起重机和机修设备删去；
- （3）将原书第五章水力监测系统扩大为四章，即第七～十章；
- （4）将原书分散在各章的设计计算实例，由于编写字数限制，均已删去；
- （5）本书图例均采用水利电力部颁发的《水利水电工程制图标准》（SDJ209-82）所规定的符号，全部系统图都重新进行了绘制。各章的内容也作了一些增删和更新；
- （6）本书除在水力计算中仍保留“ mH_2O ”外，其余均采用国务院1984年3月4日发布的我国法定计量单位。

参加本书编写的有：武汉水利电力学院范华秀（第三、九、十章）和徐睦书（第一、二章），河海大学胡沛成（第四、五、六章），华北水利水电学院北京研究生部张利（第七、八章）。全书由范华秀主编，由华北水利水电学院北京研究生部寿梅华副教授主审。

由于编者学识水平和实践经验有限，书中难免存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1984年10月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 水轮机进水阀及其操作系统	1
第一节 进水阀的作用及设置条件	1
第二节 进水阀的型式及其主要构件	2
第三节 进水阀的操作方式和操作系统	9
第二章 油系统	14
第一节 水电站用油种类及其作用	14
第二节 油的基本性质和分析化验	15
第三节 油的劣化和净化处理	24
第四节 油系统的作用、组成和系统图	29
第五节 油系统的计算和设备选择	34
第六节 油系统的布置及防火要求	42
第三章 压缩空气系统	45
第一节 水电站压缩空气的用途	45
第二节 活塞式空气压缩机	46
第三节 机组制动供气	62
第四节 机组调相压水供气	66
第五节 风动工具、空气围带和防冻吹冰供气	73
第六节 油压装置供气	78
第七节 配电装置供气	81
第八节 水电站压缩空气的综合系统	87
第四章 技术供水系统	92
第一节 供水对象及其作用	92
第二节 用水设备对供水的要求	97
第三节 水的净化与处理	105
第四节 水源及供水方式	113
第五节 技术供水系统图	118
第六节 技术供水系统设备及管道选择	122
第七节 技术供水系统水力计算	132
第五章 排水系统	140
第一节 排水内容和方式	140
第二节 渗漏排水	141
第三节 检修排水	143

第四节	排水系统图	147
第五节	离心泵的起动充水	151
第六节	射流泵在供排水系统中的应用	153
第六章	辅助设备系统的设计	157
第一节	辅助设备系统设计的任务	157
第二节	设计阶段及其内容	157
第三节	设计基本资料	159
第四节	方案拟定和比较	160
第五节	设计成果	163
第七章	非电量电测原理与仪表装置	164
第一节	非电量电测法的基本原理	164
第二节	传感器	165
第三节	电动单元组合仪表	191
第四节	应变仪	199
第八章	机组水力参数的测量	208
第一节	水电站水力测量的目的和内容	208
第二节	电站上、下游水位和装置水头的测量	208
第三节	水轮机工作水头的测量	215
第四节	水轮机引、排水系统的监测	221
第五节	水轮机汽蚀和机组相对效率的测量	227
第六节	机组振动和轴向位移的测量	233
第九章	水轮机流量的测量	239
第一节	水轮机流量测量概述	239
第二节	水轮机蜗壳测流	240
第三节	流速仪法测流	246
第四节	水锤法测流	254
第十章	水力量测系统的设计	262
第一节	水力量测系统方案的拟定和仪表选择	262
第二节	测压管道的选择和布置	264
第三节	测压孔的布置和测压管嘴的选择	265
参考文献		267

第一章 水轮机进水阀及其操作系统

第一节 进水阀的作用及设置条件

在水轮机的过水系统中，装置在水轮机蜗壳前的阀门通称水轮机进水阀（又称主阀）。

一、进水阀的作用

（1）岔管引水的水电站，构成检修机组的安全工作条件。当一根输水总管给几台机组供水时，其中某一台机组需要停机检修，为了不影响其它机组的正常运行，需要关闭水轮机前的进水阀。

（2）停机时减少机组漏水量和缩短重新启动时间。当机组较长时间停机时，导叶漏水几乎是不可避免的。尤其经过一段较长时间运转以后，由于在导叶间隙处产生的汽蚀和磨损，更使漏水量增加。据统计，一般导叶漏水量为机组最大流量的2~3%，严重的甚至达到5%，造成水流的大量损失。装设了进水阀以后，由于关闭较严，可以大大减小漏水损失。

机组停机时，往往不希望关闭进水口闸门，因为这样放掉了压力水管的水以后，水轮机再投入运转又要重新充水，延长了起动时间，使机组不能保持随时接受负荷的状态，水电站失去了运行的灵活性和速动性。因此，装设进水阀对于高水头长压力管道的水电站，意义尤为明显。

（3）防止飞逸事故的扩大。当机组和调速系统发生故障时，可以迅速关闭进水阀，截断水流，防止机组飞逸时间超过允许值，避免事故扩大。

二、设置条件

基于以上目的，设置进水阀是必要的。但因其投资昂贵，安装工作量较大，还可能增加厂房建筑费用，因此，设置进水阀一般应符合下列条件：

（1）当一根输水总管供给几台水轮机用水时，应在每台水轮机前设置进水阀。

（2）对水头大于120m的单元输水管，可以考虑设置进水阀。这是因为高水头引水式电站压力管道较长，充水时间长；此外，水电站水头越高导叶的漏水越严重，因此，能量的损失也越大。

高水头电站，也可装设两个阀门，一个装在压力钢管的始端，另一个装在水轮机前，分别作为压力钢管和机组的保护设施。

（3）对于最大水头小于120m，长度较短的单元输水管，例如坝后式水电站，一般装置快速闸门。装置进水阀应有充分论证。

三、对进水阀的技术要求

进水阀是机组和水电站的重要安全保护设备，因此，对进水阀的结构和性能有较高的

要求。主要技术要求如下:

(1) 结构简单、工作可靠、操作简便。

(2) 尽可能减小外形尺寸, 减轻重量。

(3) 应有严密的止水装置, 减小漏水, 以便在阀后的钢管和水轮机内进行检修工作。

(4) 阀门本身及其操作机构的结构和强度应满足运行的要求。例如发生事故时, 能在动水压力下迅速关闭。关闭时间, 应满足发电机飞逸转速允许延续的时间和压力管道允许的水锤值的要求, 一般为 $1\sim 3\text{min}$ 。如采用高压油液压传动阀门, 可在 $30\sim 50\text{s}$ 内紧急关闭。仅作检修机组截断水流用的进水阀, 启闭时间可由运转方案来确定, 一般为 $2\sim 5\text{min}$ 。此种情况, 阀门的关闭是在静水中进行的。

进水阀通常只有全开或全关两种情况。不宜作部分开启来调节流量, 以免造成过大的水力损失和影响水流稳定。进水阀不允许在动水情况下开启, 因为这样需要更大的操作力矩。

第二节 进水阀的型式及其主要构件

大中型水轮机进水管路上的阀门, 常用的有蝴蝶阀和球阀两种, 分别介绍如下:

一、蝴蝶阀(简称蝶阀)

蝴蝶阀主要是由圆筒形的阀体和可在其中绕轴转动的活门以及阀轴、轴承、密封装置及操作机构等组成。阀门关闭时, 活门的四周与圆筒形阀体接触, 封闭水流的通路; 阀门开启时, 水流绕活门两侧流过, 如图1-1所示。

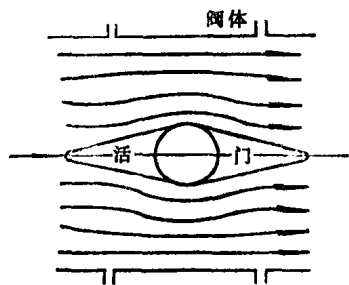


图 1-1 水流绕活门流动示意图

蝴蝶阀阀轴的布置分卧轴和立轴两种, 如图1-2、图1-3所示。这两种蝴蝶阀都得到广泛的采用。在水力性能上这两种阀没有明显的差别, 各制造厂往往根据自己的经验和用户的需要决定布置形式。

根据国内运行经验, 立轴和卧轴蝴蝶阀各有下列优缺点:

(1) 立轴蝴蝶阀阀体的组合面大多在水平位置上, 在电站安装时可以就地逐件装拆。卧轴蝴蝶阀阀体的组合面大多在垂直位置, 在电站安装时往往要在安装间装配好后, 整体吊到安装位置, 因此使电站的安装与检修较为复杂。

(2) 立轴蝴蝶阀的下部轴承容易沉积泥沙, 要定期清洗, 否则下部轴承容易磨损, 甚至引起阀门下沉, 影响水封性能。卧轴蝴蝶阀则无此问题。

(3) 立轴蝴蝶阀的操作机构位于阀的顶部, 有利于防潮和运行人员维护检修, 但需要有一个刚度很大的支座固定在阀体上, 在下端轴承端部需装一推力轴承, 以支承活门的重量, 结构较为复杂。卧轴蝴蝶阀的操作机构可以利用混凝土地基作基础, 不用支持活门的推力轴承, 结构比较简单。

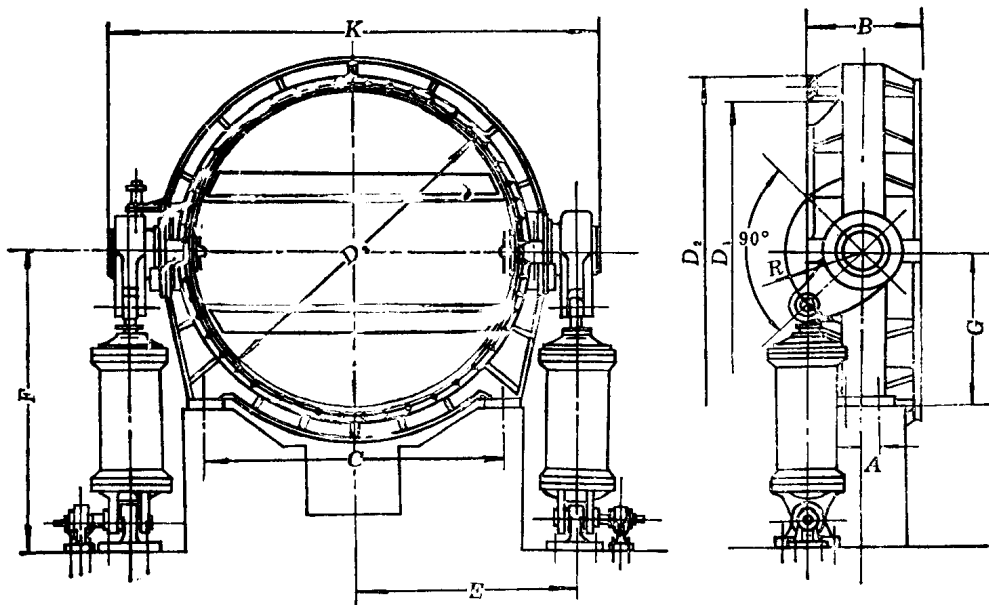


图 1-2 卧轴蝴蝶阀

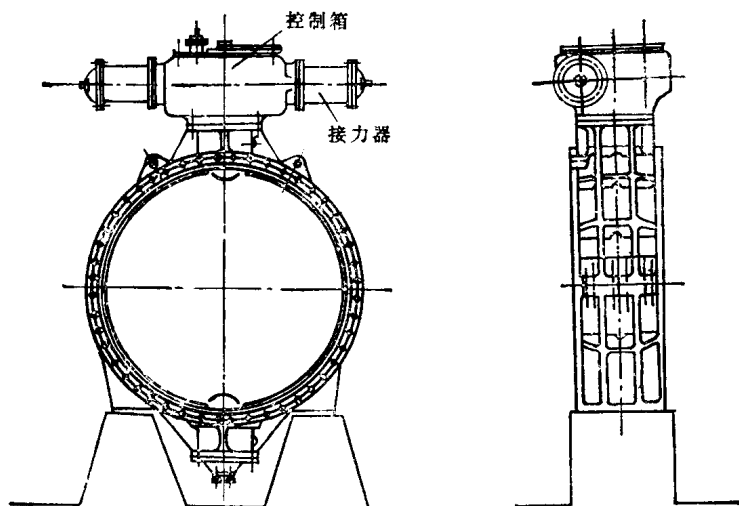


图 1-3 立轴蝴蝶阀

(4) 立轴蝴蝶阀所占厂房面积要比卧式蝴蝶阀所占厂房面积略小些。

在以上两种蝴蝶阀比较中，立轴蝴蝶阀下部轴承泥沙沉积问题很难防止，因此在一般情况下宜优先选用卧轴蝴蝶阀。

蝴蝶阀的主要构件有：阀体、活门、阀轴、轴承、密封装置和锁锭装置等。

1. 阀体

阀体是蝴蝶阀的主要部件，水流由其中通过，承受水压力，支持蝴蝶阀的全部部件，承受操作力和力矩，要有足够的刚度和强度。

直径较小、工作水头不高的阀体，可采用铸铁铸造，大中型阀体多采用铸钢或钢板焊

接结构，但由于大型蝴蝶阀阀体铸钢件质量不易保证，以采用钢板焊接结构为宜。

阀体分瓣与否决定于运输、制造和安装条件。当活门与阀轴为整体结构或不易装拆时，则可以采用两瓣组合。直径在4m以上的阀体，受运输限制，也须做成两瓣或四瓣组合。分瓣面布置在与阀轴垂直的平面或偏离一个角度。

阀体的宽度要根据阀轴轴承的大小、阀体的强度和刚度、组合面螺钉分布位置等因素综合考虑决定。

阀体的下半部的地脚承受蝴蝶阀的全部重量和操作活门时传来的力和力矩，但不考虑承受作用在活门上的水推力，此水推力由上游或下游侧的连接钢管传到基础上。为此，在地脚螺钉和孔的配合间，应按水流方向留有30~50mm间隙，此间隙也是安装和拆卸蝶阀所必须的。

2. 活门、阀轴和轴承

活门在全关位置时承受全部水压，在全开位置时，处在水流中心，因此不但要有足够强度和刚度，而且要有良好的水力性能。

活门的形状如图1-4所示。图中(a)为菱形，与其它形状的活门比较，其水力阻力系数最小，但其强度较弱，适用于工作水头较低的电站。(b)为铁饼形，其断面外形由圆弧或抛物线构成，其水力阻力系数较菱形和平斜形均高，但强度较好，适用于高水头。(c)为平斜形，其断面中间部分为矩形，两侧为三角形，适用于直径大于4m分瓣组合的活门。这种活门的阻力系数介于菱形和铁饼形之间。为了改善蝴蝶阀的密封性能，近年来国内外出现了双平板形活门，如图1-4中(d)。活门两侧各有一块圆形平板，两平板间由若干沿水流方向的筋板连接，活门全开时，两平板之间也能通过水流。其特点是水力阻力系数小，活门全关后封水性能好。但由于不便做成分瓣组成的结构，并受加工运输等条件限制，一般用在直径4m以下的活门。国外也有做到直径为4.9m的。

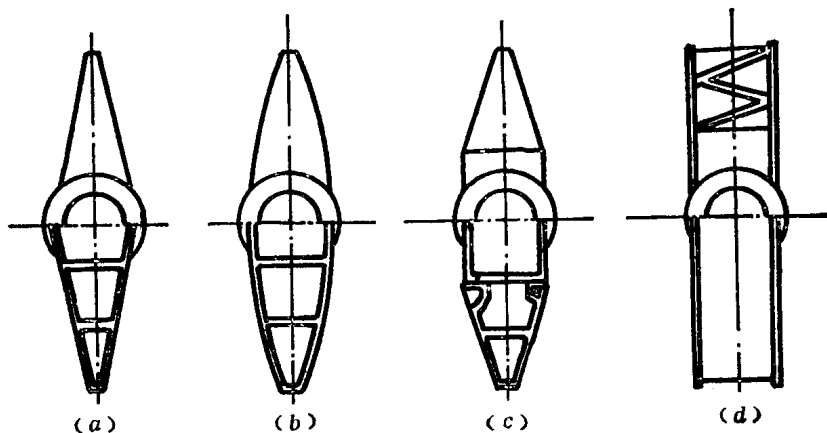


图 1-4 活门

(a)菱形；(b)铁饼形；(c)平斜形；(d)双平板形

大中型活门为一中空壳体，按照水头高低，采用铸铁或铸钢，大型活门则用焊接结构。

阀轴与活门的连接方式常见有三种：当直径较小，水头较低时阀轴可以贯穿整个活

门。这种活门的相对厚度 b/D 值较大。在水头较高的情况下，阀轴可以分别用螺钉固定在活门上，当活门直径大于4m，而采用分瓣组合时，如阀轴与活门也是分件组合的，可将活门分成两件组成。³⁾如阀轴与活门中段做成一件，则活门分三件组成。把阀轴与活门做成整体的结构或装配的结构，在制造上各有特点。

阀轴轴承的轴瓦一般采用铸锡青铜，轴瓦压装在钢套上，钢套用螺钉固定在阀体上，以便检修铜瓦。

3. 密封装置

当活门关闭后有两处漏水，一是阀体和阀轴连接处的活门端部，另一处是活门外圆的圆周。在这些部位都应装设密封装置。

(1) 端部密封：这种密封的形式很多，效果较好的有涨圈式端部密封，适用于直径较小的蝴蝶阀；橡胶围带式端部密封，适用于直径较大的蝴蝶阀，围带的结构与圆圈密封的相同。

(2) 圆圈密封：这种密封有两种，一种是当活门关闭后，依靠密封体本身膨胀，封住间隙。使用这种结构时活门全开至全关转角为 90° ，常用的结构是橡胶围带，如图1-5所示。

橡胶围带装在阀体或活门上，当活门关闭后，围带内充入压缩空气，围带膨胀，封住圆圈间隙。活门开启前应先排气，围带缩回，方可进行活门的开启。围带内的压缩空气压力应大于最高水头（不包括水锤升值） $(2\sim4)\times 10^5\text{Pa}$ ，在不受气压或水压状态时，围带与活门间隙为 $0.5\sim 1\text{mm}$ 。

另一种是依靠关闭的操作力将活门压紧在阀体上，这时活门由全开至全关的转角为 $80^\circ\sim 85^\circ$ 。密封环采用青铜板或硬橡胶板制成，阀体和活门上的密封接触处加不锈钢板。

4. 锁锭装置

由于蝴蝶阀活门在稍偏离全开位置时即有自关闭的水力矩，因此在全开位置必须有可靠的锁锭装置。同时，为了防止因漏油或液压系统事故以及水的冲击作用而引起误开或误关，一般在全开或全关位置都应投入锁锭装置。

5. 附属部件

(1) 旁通管和旁通阀：蝴蝶阀可以在动水下关闭，但在开启时为了减少作用在活门上的水力矩，以减少蝶阀开启过程中所需要的力矩，以及消除蝶阀在动水开启所发生的振动，要求在活门两侧的压力相等（平压）后才能开启。故在阀体上装有旁通管，旁通管上装有旁通阀，开启蝶阀前，先开启旁通阀，对阀后充水，然后在静水中开启蝶阀。从运用上讲，只要求蝶阀能在事故情况下动水关闭，而没有动水开启的要求。旁通管的断面积，一般取蝶阀过流面积的 $1\sim 2\%$ ，经过旁通管的流量，必须大于导叶的漏水量。旁通阀一般

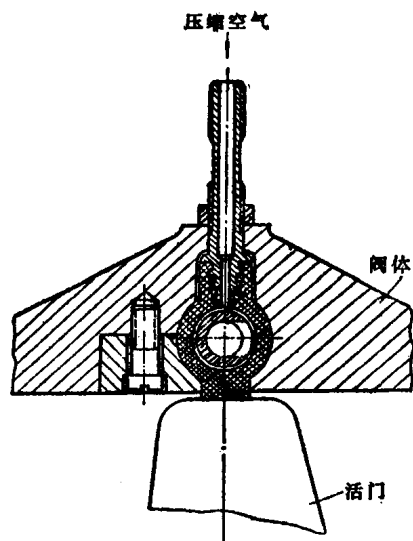


图 1-5 蝴蝶阀的空气围带

用油压操作，也有用电动或手动操作的。

(2) 空气阀：为了在蝶阀关闭时，向阀后补给空气，防止钢管因产生真空而遭致破坏，同时，为了在开启蝶阀前向阀后充水时排出空气，必须在阀门下游侧压力钢管的顶部设置空气阀。

图1-6为空气阀的原理示意图。该阀有一个空心浮筒悬挂在导向活塞之下，空心浮筒在蜗壳或管中的水面上。此外，通气孔与大气相通，以便对蜗壳和管道进行补气或排气。当管道和蜗壳充满水时，浮筒上浮至极限位置，蜗壳和管道与大气隔断，以防止水流外溢。

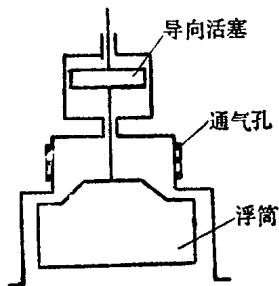


图 1-6 空气阀原理示意图

(3) 伸缩节：在蝶阀的上游侧或下游侧，通常装有伸缩节，使蝶阀在水平方向有一定距离可以移动，以利蝶阀的安装检修及适应钢管的轴向温度变形。伸缩节与蝶阀以法兰螺栓连接，伸缩缝中装有3~4层油麻盘根或橡胶盘根，用压环压紧，以阻止伸缩缝漏水。如多台机组共用一根输水总管，且支管外露部分又不长，则伸缩节最好装设在蝶阀的下游侧，这样，既容易检修伸缩节止水盘根等，又不影响其他机组的运行。

蝶阀的优缺点：

与其它型式的阀门相比较，蝶阀的外形尺寸较小，重量较轻，造价便宜，构造简单，操作方便，能动水关闭，可作机组快速关闭的保护阀门用。其缺点是蝶阀活门对水流流态有一定的影响，引起水力损失和汽蚀，特别在高水头下使用，因活门厚度增大和流速增加而更为明显。此外，蝶阀封水不如其它型式阀门严密，有少量漏水，围带在阀门启闭过程中容易擦伤，会使漏水量增加。

目前世界上已制成的蝶阀最大直径达8.23m，最高工作水头达300m。一般蝶阀适用水头在200m以下，更高水头时应和球阀作选型比较。

表1-1列出制造厂出厂时所作漏水试验的允许漏水量。

表 1-1 蝶阀出厂时的允许漏水量 (l/min)

蝶阀直径(m)	水头≤50m	水头≤100m	水头≤150m	水头≤200m
1.0~1.5	20~35	25~50	30~65	35~75
1.75~2.4	50~70	70~100	80~120	90~140
2.0~4.0	90~120	120~160	150~200	
4.6~6.0	120~160	170~220		

二、球阀

高水头水电站在水轮机前需要设置关闭严密的进水阀。如前所述，蝶阀在水头200m以上时结构笨重，漏水量大，水力损失大，所以是不适宜的。目前，一般管道直径在2~3m以下，水头在200m以上，常采用球阀。图1-7为东方电机厂生产的φ1600mm球阀的结

构图, 该阀的使用水头为400m。目前世界上已制成的球阀的最大直径达3.4m。

球阀主要由阀体、活门、阀轴、轴承和密封装置以及阀的操作机构等部件组成。

球阀通常采用卧轴结构, 活门全开时, 工作密封盖位于上部, 如图1-7(a)。图1-7(b)上半部分为全开位置; 下半部分为关闭位置, 其左边为检修密封, 其右边为工作密封。

1. 阀体与活门

阀体通常由两件组成。组合面的位置有两种, 一种是偏心分瓣, 组合面放在靠近下游侧, 阀体的地脚螺钉都布置在靠上游侧的这大半阀体上。其优点是分瓣面螺钉受力均匀, 但采用这种结构, 阀轴和活门必须是装配式的, 否则无法装入阀体。另一种是对称分瓣, 将分瓣面放在阀轴中心线上, 如图1-7所示, 这时阀轴和活门可以采用整体结构, 重量可以减轻。

球阀的阀体通常采用铸钢件。阀轴和活门为整体结构时, 可采用铸钢整体铸造或分别铸造后焊在一起。

球阀在开启位置时, 圆筒形活门的过水断面就与引水钢管直通, 所以阀门对水流不产生阻力, 也就不会发生振动, 这对提高水轮机的工作效率是特别有利的。关闭时, 活门旋转 90° 来截断水流, 如图1-7(b)的下半部

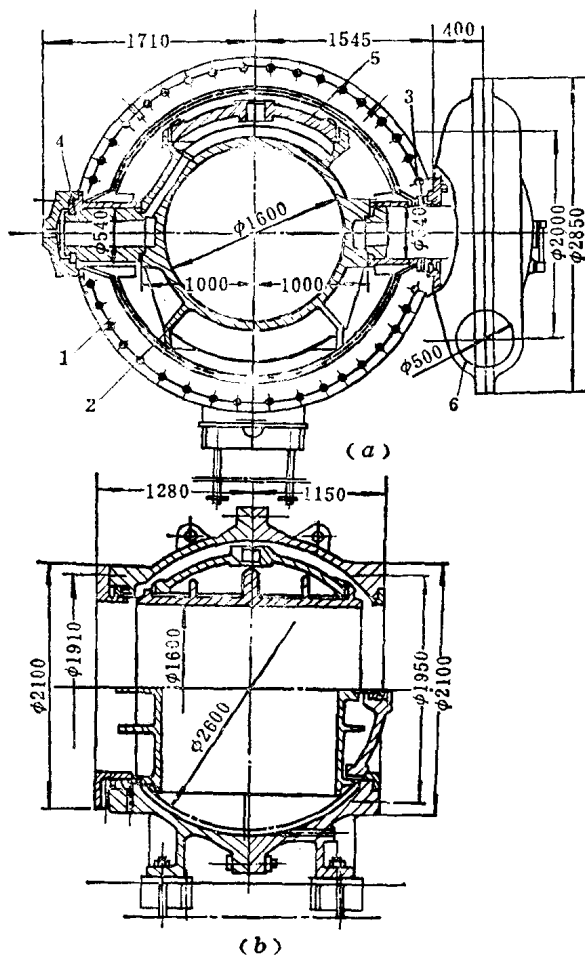


图 1-7 $\phi 1600\text{mm}$ 球阀

分, 在活门上设有一块可移动的球面圆板止漏盖, 它在由其间隙进入的压力水作用下, 推动止漏盖封住出口侧的孔口, 随着阀后水压力的降低, 形成严密的水封。由于承受水压的工作面是一球面, 改善了受力条件, 这与平面结构的阀门相比, 不仅可承受较大的水压力, 还能节省材料, 减轻阀门自重。

2. 密封装置

球阀的密封装置有两种, 即工作密封和检修密封。其结构如图1-8所示。图中密封装置均在关闭位置。

(1) 工作密封: 位于球阀出流侧, 主要零件有密封环、密封盖等。其动作程序如下:

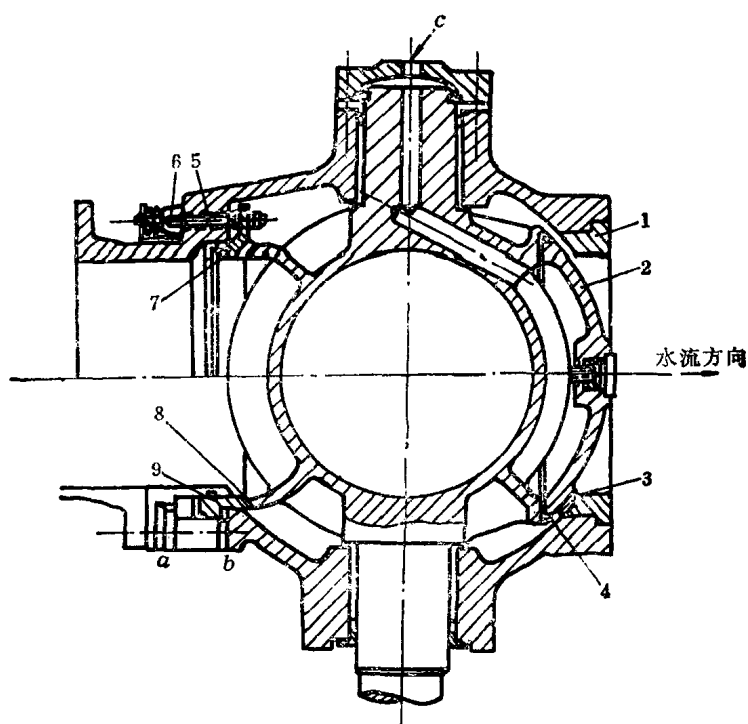


图 1-8 球阀的密封装置

1—密封环；2—密封盖；3—密封面；4—护圈；5—调整螺杆；6—螺母；7、9—密封环；8—密封面

球阀开启前，先由旁通阀向下游充水，同时将密封盖内的压力水由C孔排出，由于下游水压力逐渐升高，在弹簧和阀后水压力作用下，逐渐将密封盖压入，密封口脱开，这时可开启活门。相反，当活门关闭后，此时孔C已关闭，压力水由活门和密封盖的护圈之间的间隙流到密封盖的内腔，随着下游水压的下降，密封盖逐渐突出，直至密封口压严为止。

(2) 检修密封：以前的球阀只设计有工作密封，这样在一些重要的电站上，每台水轮机的进水管上串联装两个球阀，前者作检修，后者作正常工作，当工作球阀损坏时，关闭前面的球阀进行检修。正常情况下，检修球阀一直不用。以后出现了一台球阀上前后各带一个密封结构，前面的作检修用，后面的正常工作，当检修密封投入时，可以检修工作密封、轴头密封和接力器。

检修密封有机械操作的，也有用水压操作的。图1-8中左上侧为机械操作的密封，利用螺杆5和螺母6调整密封环，压紧密封面。这种结构零件既多，也容易由于周围螺杆作用力不均，造成偏卡，动作不灵，现已为水压操作代替。水压操作的密封结构如图1-8中左下侧所示，当打开密封时，孔b接通压力水，孔a接通排水，密封环后退，密封口张开；反之孔b接通排水，孔a接通压力水，密封环前伸，密封口贴合。

为了防止生锈，密封装置的活动零件和相应的滑动面，或用不锈钢材料制成；或加不锈钢材料保护层。密封口通常粗加工后堆焊不锈钢或银铜焊层，精加工后研合，达到不漏。

球阀的优点是：关闭严密，漏水极少；球面圆板止水环在活门转动时不受摩擦，不易磨损；全开时水力情况良好，几乎没有水力损失；阀门操作力很小，动水操作时水阻力、有摩擦力矩的5%左右，有利于动水紧急事故关闭。缺点是体积大，结构复杂，重量大，造价高。当其直径较大时，这些缺点更为显著。

球阀一般都设有数个液压阀，结构型式相同。一个控制旁通阀；一个控制卸压阀，装设在轴头，用钢管与阀后水管相连，开启球阀前打开该阀用以卸去球面圆板止水环上的压力水；还有一个控制排污阀，装设在阀体底部。此外，还有空气阀、伸缩节等。

第三节 进水阀的操作方式和操作系统

一、操作方式

进水阀的操作系统，按操作动力不同，一般有手动操作、电动操作、液压操作三种类型。低水头和小直径的，以及作检修用的阀门，可采用电动操作；事故用的阀门，则绝大多数都用油压或水压通过配压阀、接力器来操作；一些不要求远方操作的小型阀门，则采用手动操作。下面重点介绍液压操作类型。

大多数情况下，液压操作机构都采用油压操作。压力油源的取得方式，要根据电站特点慎重选择，可以采用专门的油压装置供给数台蝶阀启闭之用；也可以每台蝶阀各设专门的工作油泵和备用油泵；也可以两三台蝶阀合设一套专门的工作油泵和备用油泵；有的电站考虑每台蝴蝶阀设一台工作油泵，而以本机组的油压装置为备用，或以本机组的油压装置为主油源，而以油泵为备用。从若干电站的运行经验看来，由于蝴蝶阀操作用油特别容易混入水分，使油质变坏，采用调速系统的油压装置作为蝶阀操作的工作油源或备用油源，对调速系统的油质是有影响的。

当电站水头大于120~150m时，进水阀的液压操作系统可引用压力钢管中高压水的水压操作，以简化能源设备。但配压阀和接力器的内表面要采用耐磨和防锈材料，引入接力器的高压水必须是清淨的，以防配压阀和活塞受到严重磨损和阻塞。为此，通常要在引水管上装设专门的滤水器。

当水头小于120~150m时，采用水压操作需要加大接力器的直径，为了不使接力器过分笨重，通常采用油压操作。

阀门的控制机构，根据阀门的作用、直径大小、制造厂的设计制造经验而采用不同的型式。

图1-9为装在立轴阀门上的导管式接力器。根据操作力矩的大小，可以采用一对或单个接力器布置在一个盆状的控制箱上，控制箱固定在阀体上，这是常用的一种操作机构。

图1-10装在卧轴阀门上的摇摆式接力器示意图。摇摆式接力器下部用铰链和地基连接，工作时随着转臂摆动，这样就不需要导管，因此在同样的操作力矩下，接力器的活塞直径比导管式接力器要小。

摇摆式接力器的输油管必须适应缸体的摆动，常用的管接头为高压软管接头或铰链式刚性管接头。从制造和运行来看，摇摆式接力器有很多优点，对大中型横轴蝶阀或球阀都

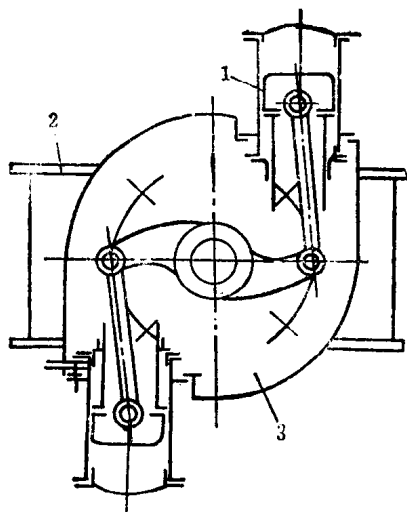


图 1-9 导管式接力器
1—接力器；2—阀体；3—控制箱

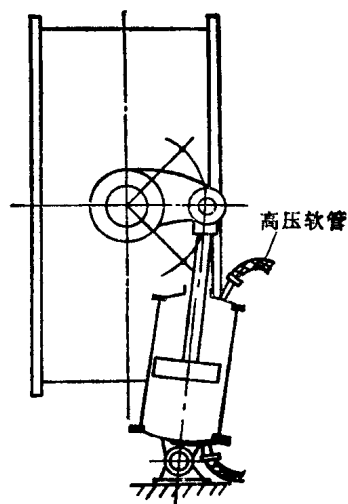


图 1-10 摇摆式接力器

很适用。

图1-11为刮板接力器示意图。接力器缸固定在阀体上，缸内用隔板分成三个油腔，活塞体装在阀轴上，其上装有三个刮板，压力油驱动刮板，使活塞体相对于接力器缸转动，以操作活门。刮板接力器结构紧凑，外形尺寸小，重量轻，在阀体上布置比较方便。刮板接力器工作时，上部轴颈上没有附加的径向力，但零件较多，加工精度要求高，特别是刮板和缸体之间的密封结构尤为重要，这样给制造带来不少困难，所以过去没有得到广泛的应用。

图1-12为蝶阀或球阀上采用的环形接力器的结构型式。接力器缸固定在阀体上，接力器的活塞和转臂做成（或装配成）一体。这种接力器在加工环形油缸时，需要特殊的工艺设备。它的零件数量虽少，但加工精度高和工艺复杂，外形尺寸较大，操作时缸体和活塞

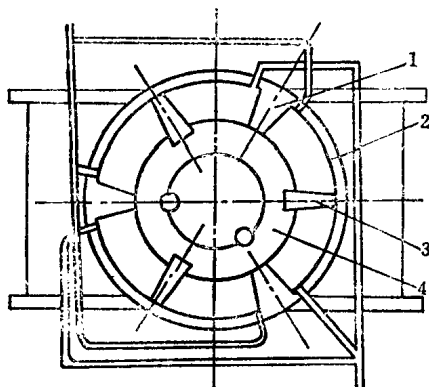


图 1-11 刮板接力器
1—隔板；2—缸体；3—刮板；4—活塞体

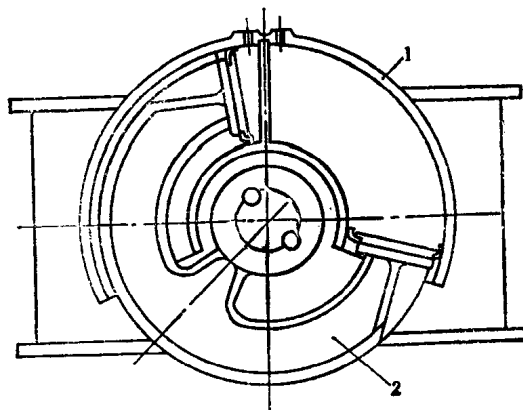


图 1-12 环形接力器
1—缸体；2—活塞（兼转臂）