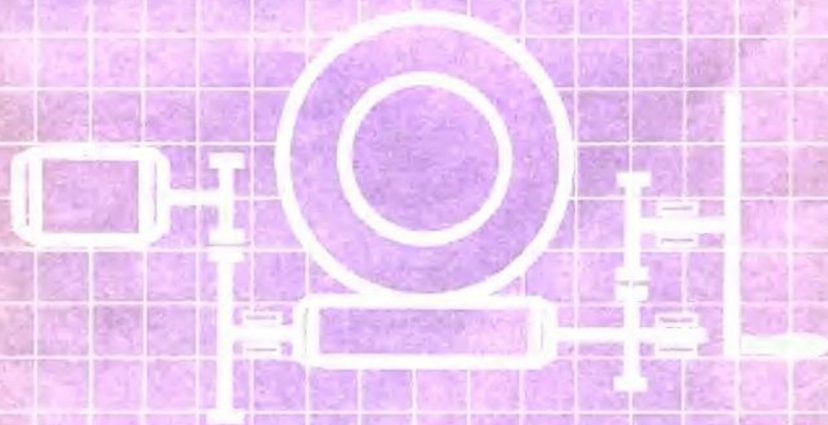


电力工业部西安热工研究所 饶纪杭 周 明编著

# 阀门电动装置



电力工业出版社

## 内 容 提 要

本书从阀门电动装置操作特性入手,着重介绍该装置的工作原理,各主要部件的结构特点,选用、安装、使用方法和注意事项,并叙述了试验和调整该装置的方法。本书可供从事电动装置设计、制造、安装和使用的工人及技术人员阅读参考。

## 阀 门 电 动 装 置

电力工业部西安热工研究所 饶纪杭 周明编著

\*

电力工业出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开本 10 $\frac{1}{2}$ 印张 223千字 1插页

1982年3月第一版 1982年3月北京第一次印刷

印数 0001—6420册 定价 0.90元

书号 15036·4300

## 前 言

阀门是管道系统中的重要部件。它是用来截断或调节管道系统中介质流量的。各个工业部门中都要用阀门。火力发电站由于热力系统复杂，应用阀门的数量更多。为了减轻运行人员的体力劳动强度，在现代化的大型工业部门中已广泛使用电动阀门。电动阀门是由阀门电动装置和阀门本体共同组成的。阀门电动装置既是电动阀门的部件，又是工业自动化系统中的一个相当重要的基础装置。

阀门电动装置，有时也称阀门驱动器、阀门控制器、阀门电动执行机构、阀门电动头等。自从一机部颁布部标准后，统一称为阀门电动装置，简称电动装置。

电动装置从五十年代起就开始广泛应用于我国的各个工业部门中，但它的主要作用只是代替人力去操作那些大口径的阀门，因此对它的技术要求比较简单，在使用时大多还需要人力进行辅助操作。

从六十年代初，我国各工业部门开始应用自动控制技术，由于程序控制技术和电子计算机的应用，对电动阀门提出了应适应自动化操作的要求，而原有的电动阀门是完全不能适应这种要求的。为此，开始制造，并在各工业部门中应用了一些新型的、能适应自动化要求的阀门电动装置。这就使各工业部门的自动化水平大大提高了一步。

为了使阀门电动装置能在工业自动化中更多更好地发挥作用，我们根据电站中应用电动装置的情况，参考了其他工

---

业部门的经验，写出了本书。本书就阀门电动装置的结构原理、设计、制造、安装、使用、调整和试验等问题提出我们的看法，希望和从事电动装置设计、制造和使用的同志们讨论。

本书从阀门的操作特性入手，分析了电动装置各部分的工作原理，介绍了电动装置的结构，说明了选用、安装、使用电动装置的方法和注意事项，并叙述了试验和调整电动装置的方法，可供电站部门从事电动装置设计、制造、安装和使用的工人及技术人员阅读，也可供其他工业部门中有关同志参考。由于我们的工作不够深入，经验不足，错误之处还望读者指正。

本书写作过程中，蒋式勤同志做了不少工作；本书初稿曾得到了项美根、章华友、李学忱、王全福、陈兆俊、顾绮云、诸经纬、吴久公、王绘斌、项宏琛等同志的指正。特别是项美根同志，对本书初稿提出了许多宝贵意见，在此谨向他们表示深切的谢意。

编 者

一九八一年九月

# 目 录

## 前言

第一章 电动阀门 .....	1
第一节 阀门的操作特性 .....	1
第二节 阀门操作转矩的确定 .....	11
第三节 阀门对电动装置的要求 .....	31
第四节 电动阀门的组成 .....	38
第二章 阀门电动装置的结构 .....	42
第一节 主传动机构 .....	43
第二节 电动机 .....	57
第三节 行程控制机构 .....	74
第四节 转矩限制机构 .....	88
第五节 手动-电动切换机构 .....	103
第六节 信号 .....	121
第七节 手轮 .....	125
第八节 落地式安装机架 .....	129
第九节 Q型阀门电动装置的二级减速器 .....	130
第十节 具有特殊功能的部件 .....	147
第十一节 Rotork电动装置控制器 .....	149
第三章 阀门电动装置的控制电路 .....	155
第一节 基本要求 .....	155
第二节 按行程定位的控制电路 .....	166
第三节 按转矩定位的控制电路 .....	169
第四节 电动装置的信号电路 .....	177

第五节	用于自动控制的控制电路 .....	185
第六节	控制电路的其他功能 .....	187
第四章	阀门电动装置的应用 .....	190
第一节	阀门电动装置的技术特性 .....	190
第二节	阀门电动装置的选用 .....	202
第三节	阀门电动装置的安装 .....	208
第四节	阀门电动装置的维护 .....	212
第五节	阀门电动装置的检修 .....	214
第六节	阀门电动装置的现场调整 .....	215
第七节	阀门电动装置的试验 .....	221
附录	.....	245
一、	部分国产阀门电动装置性能和连接尺寸表 .....	245
附表1-1	阀门电动装置性能表(一机部部标准报批稿) .....	245
附表1-2	Z型电动装置连接尺寸 .....	246
附表1-3	Q型电动装置连接尺寸 .....	248
附表1-4	上海阀门三厂生产阀门电动装置性能表 .....	249
附表1-5	天津市第二通用机械厂生产阀门电动装置性能表 .....	250
附表1-6	上海锅炉厂生产阀门电动装置性能表 .....	253
附表1-7	哈尔滨锅炉厂生产阀门电动装置性能表 .....	254
附表1-8	武汉锅炉厂生产阀门电动装置性能表 .....	254
附表1-9	武汉锅炉厂生产阀门电动装置连接尺寸 .....	255
附表1-10	开封电机厂生产阀门电动装置性能表 .....	256
附表1-11	沈阳高中压阀门厂生产阀门电动装置性能表 .....	256
附表1-12	扬州电力设备修造厂生产阀门电动装置性能表 .....	257
附表1-13	YDF系列电动阀门用三相异步电动机安装尺寸及其公差 .....	258

二、国外主要厂家阀门电动装置性能表 .....	258
附表2-1 英国Rotork公司A组阀门电动装置性能表 .....	260
附表2-2 美国Limitorque公司SMB型阀门电动装置 性能表 .....	264
附表2-3 德国Auma公司SA型阀门电动装置性能表 .....	266
附表2-4 法国L.Bernard公司阀门电动装置性能表 .....	267
附表2-5 日本富士公司WRA型阀门电动装置性能表 .....	269
附表2-6 德国Simens公司阀门电动装置性能表 .....	270
附表2-7 苏联Главгидромаша工厂阀门电动装置性 能表 .....	271
附表2-8 捷克Regula工厂阀门电动装置性能表 .....	272
三、阀门操作转矩的确定 .....	273
方法一 我国阀门操作转矩统计和转矩分档 .....	273
方法二 上海阀门三厂提供阀门操作转矩参考表 .....	279
方法三 苏联Д.Ф.古列维奇算法 .....	282
方法四 英国Rotork公司算法 .....	292
方法五 英国Jones-Tate公司算法 .....	297
方法六 日本算法 .....	301
方法七 一机部合肥通用机械研究所提供日本阀 门转矩计算图 .....	304
参考文献 .....	315

# 第一章 电 动 阀 门

电动阀门是由阀门电动装置和阀门组合成一体的管道附件。它可以接受运行人员或自动装置的命令，自动截断或调节管道中的介质流量。电动装置和阀门本身都是独立的部件。为了保证电动阀门的工作性能良好，除了必须有性能良好的阀门电动装置和阀门外，还应使二者能很好地协调工作。这里，我们从阀门操作特性入手，分析如何使电动装置和阀门协调工作，以组成性能良好的电动阀门。

## 第一节 阀门的操作特性

工业部门中应用的阀门种类很多。这里只讨论需要用电动装置去操作的阀门。在电站中通常需要配用电动装置操作的阀门有闸阀、截止阀、蝶阀和球阀等。每种阀门的操作特性往往由于它的结构不同而有所差别。

### 一、闸阀

闸阀的启闭件是闸板形的，并因此而得名。它的启闭件（闸板）沿着与流体流向相垂直的方向做直线运动，截断或开启流体的通道。闸阀的结构如图1-1所示。闸阀是电站中大口径管道（ $D_g > 100$ 毫米）上使用的主要阀门，用来截断或开启管道中的汽水通道。闸阀一般只适用于全开和全关，不能用作调节和节流。

闸阀的闸板有两个密封面。最常用的楔式闸阀的两个密



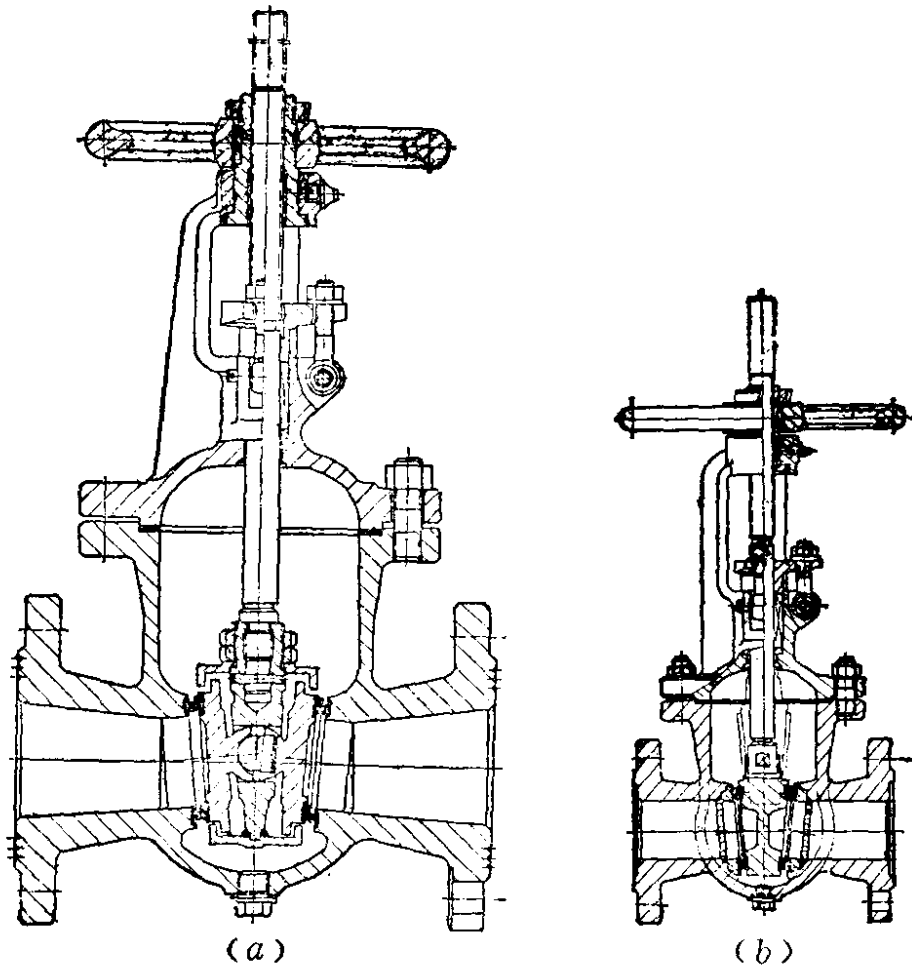


图 1-1 闸阀的结构  
(a)双闸板楔式闸阀；(b)单闸板楔式闸阀

封面形成楔形。楔形角随阀门工作参数而异，通常楔半角（两个密封面夹角的一半）为 5 度；在介质温度不高时，楔半角为 2 度 52 分。楔式闸阀的闸板可以做成一个整体的，叫做刚性闸板；也可以做成能产生微量弹性变形，以弥补密封面角度加工过程中产生的偏差，改善工艺性能的弹性闸板。

在闸阀关闭时，密封面可以只依靠介质压力来密封，即依靠介质压力将闸板的密封面压向另一侧的阀座来保证密封面的密封，这就是自动密封。大部分闸阀是采用强制密封的，即阀门关闭时要依靠外力强行将闸板压向阀座，以保证密封面的密封性。

闸阀的闸板是随阀杆一起做直线运动的。对于这类只升降不旋转的阀杆叫做升降阀杆。由于阀门开启时阀杆伸出在阀体上部,所以又叫做明杆阀。为了便于人工操作和定位(停止在指定位置上),通常在带动闸板的阀杆上加上梯形螺纹,并用装在阀门顶端的阀杆螺母将旋转运动转换为阀杆的直线运动,亦即将操作转矩转换为操作推力。在人工操作的阀门上,用手轮带动阀杆螺母。而在电动阀门上,是用电动装置来带动阀杆螺母的。

开启阀门时,通过阀杆螺母的旋转运动将阀杆连同闸板一起提升到阀盖的上部,使流体的通道开启。当闸板的提升高度等于阀门公称通径的1.1倍时,流体的通道完全畅通,闸阀相当于一管道,这就是阀门的全开位置。可是这个位置在阀门运行条件下是无法监视的,因此在实际使用时是以阀杆的上止点,即开不动的位置,作为阀门的全开位置。考虑到阀杆在这个位置会因为温度变化而出现锁死现象,以致影响阀门的正常操作,所以通常当阀门开启到上止点后(开不动的位置)要将阀杆螺母倒转 $1/2\sim 1$ 圈,并以这一点作为阀门的全开位置。由此可见,阀门的全开位置是按闸板的位置(即行程)来确定的。

闸阀关闭时,由于密封面的密封方式不同会产生不同的情况。

对于自动密封的闸阀(包括平板形闸阀和自动密封楔式闸阀),在阀门关闭时,是依靠介质压力将闸板压向阀座的一侧来保证密封的。当闸板的密封面正好对正阀座时,就是阀门的全关位置。可是这个位置在阀门运行条件下也是无法监视的。因此在实际使用时是将阀门关到下止点,即关不下去的位置作为阀门全关位置。由此可见,自动密封的阀门,

全关位置是按闸板的位置（即行程）来确定的。

对于强制密封的闸阀，关闭阀门时，必须使闸板向阀座施加压力。这个压力可以保证闸板和阀座之间的密封面严格地密封，它是强制密封阀门的密封力。这个密封力由于阀杆螺纹的自锁作用将会继续保持着。显然，为了向闸板提供密封力，阀杆螺母传递的转矩要比阀门操作过程中的转矩来得大。由此可见，对于强制密封式阀门，阀门的全关位置是按阀杆螺母所受的转矩来确定的。当阀杆螺母所受到的转矩比阀门正常操作过程中的转矩增大了一定数值后，就说明阀门已关严了。

阀门关严后，由于介质或环境温度的变化，阀门部件的热膨胀会使闸板和阀座之间的压力变大。这个力反映到阀杆螺纹上，就为再次开启阀门带来困难，所以开启阀门时所需的转矩（即加在阀杆螺母上的转矩）一般要比关闭阀门时所需的转矩来得大。此外，对于一对互相接触的密封面来说，它们之间的静摩擦系数也比动摩擦系数大，所以要使它们从静止状态产生相对位移时，必须加较大的力，以克服静摩擦力。这一情况，在关闭后再次开启的阀门中更加明显。因为温度变化使密封面之间的压力加大了，需要克服的静摩擦力也跟着变大，所以阀门关严后再次开启时，阀杆螺母上需要施加的转矩比关闭阀门所需转矩要大，而且有时会大得很多。

有的闸阀，阀杆螺母设在闸板上，手轮或电动装置带动阀杆旋转使闸板升降，阀杆只作旋转运动而无升降运动。这种闸阀叫做旋转杆阀或者叫做暗杆闸阀。

楔式闸阀的操作转矩特性如图1-2所示。从图中曲线可以看出，当阀门的开度在10%以上时，阀杆的轴向力，亦即

阀门所需的操作转矩的变化是不大的。而当阀门开度低于10%时，由于流体的节流，使得闸板的前后压差增大。这个压差作用在闸板上，使得阀杆需要较大的轴向力才能带动闸板，所以在这一段范围内，阀门操作转矩的变化是比较大的。

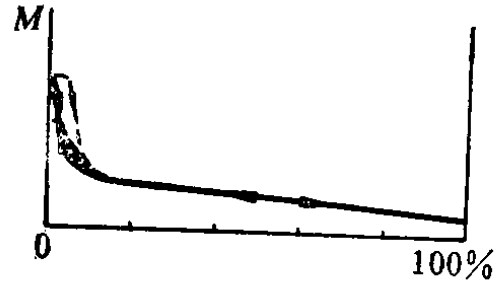


图 1-2 闸阀的操作转矩特性

图 1-2 中实线表示的是刚性闸板的闸阀操作转矩特性，而虚线表示的是弹性闸板的闸阀操作转矩特性。从曲线可以看出，对于弹性闸板的闸阀，在接近关闭时所需的操作转矩比刚性闸板的闸阀要大些。

闸阀的优点是：流体阻力小；开阀、关阀所需操作力较小；阀门全开时，密封面受介质的冲蚀要小。它的缺点是：开启高度大，所需安装空间大，而且开启的时间较长；在开启和关闭过程中，密封面有相对摩擦，磨损量大，容易擦伤。

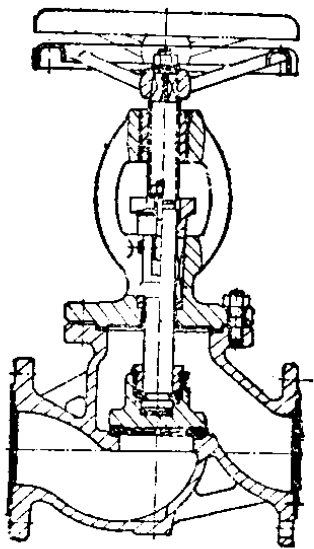


图 1-3 截止阀的结构

## 二、截止阀

截止阀的启闭件是塞形的阀瓣，密封面呈平面或锥面。阀瓣沿流体流线方向做直线运动，去截断或开启流体的通道。截止阀的结构如图 1-3 所示。从截止阀的阀杆运动形式来看，既有升降阀杆也有升降旋转阀杆。截止阀是电站中使用得最多的一种阀门。电站中

$D_g100$ 以下的管道上几乎全部使用截止阀，而电站中  $D_g100$  以下的阀门数量又是很大的，几乎占阀门总数的50%。截止阀通常只适用于全开和全关。

截止阀是强制密封式阀门，所以在阀门关闭时必须向阀瓣加压力，以强制密封面不漏泄。由于密封力和介质压力是在同一轴线上的，密封力得不到放大，所以所需密封力比闸阀的要大。当介质由阀瓣下部进入阀门内腔时，由于介质压力的作用，使关阀力比开阀力要大，所以阀杆直径要大，否则会发生阀杆顶弯的故障。近年来，在自密封的阀门出现后，截止阀的介质流向就改由阀瓣上部进入阀门内腔。这时，在介质压力的作用下，关阀的力小而开阀的力大。阀杆的直径可以相应减小。同时，在介质压力的作用下，这种形式的阀门密封面也容易严密。

截止阀开启时，阀瓣的开启高度达到阀门公称通径的25~30%时，流量即已达到最大，亦即表明阀门已达全开位置。所以截止阀的全开位置应该按阀瓣的行程来确定。

截止阀关闭时的情况和关严后再次开启的情况与强制密封式的闸阀相似，即阀门关闭后，要在密封面上加压力使密封面密封。因此，阀门的关闭位置应按操作转矩增加到规定值来确定。而阀门关严后再次开启时，由于要克服静摩擦和热膨胀等因素的影响，开阀的操作转矩通常要比关阀的操作转矩大，才能可靠地开启阀门。

截止阀的操作转矩特性如图1-4所示。这条曲线是介质由阀瓣下部进入阀门内腔的关阀特性。在阀门由全开位置开始关闭的阶段，操作力所需克服的阻力是阀杆和填料的摩擦阻力和介质压力在阀杆截面上（轴向）造成的推力。随着阀瓣的下降，流体在阀瓣前后造成压差。这个压差阻止阀瓣下

降，而且这个阻力随阀瓣下降而迅速增大。当阀门全关时，阀瓣前后压差等于介质工作压力，这时阻力最大，再加以强制的密封力，使得阀门关闭瞬间的操作力增加很快。在阀门开启过程中，由于介质压力或阀瓣前后压差造成的推力都是帮助开阀的，所以开阀特性曲线的形状与图中曲线相似，只是位于图中曲线下方。应该指出的是，在开阀的瞬间，转矩有可能超过关闭时的转矩，因为此时要克服较大的静摩擦力。

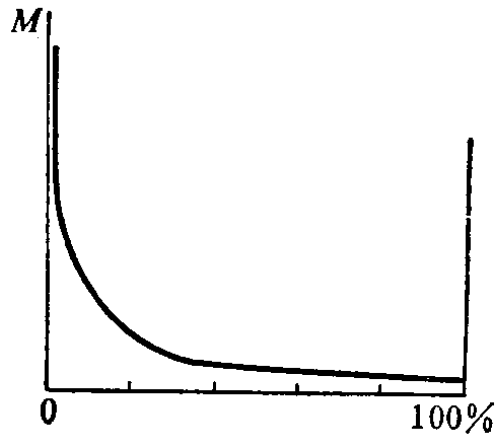


图 1-4 截止阀的操作转矩特性

当介质从阀瓣的上部进入阀门内腔时，在从全开位置开始关闭的阶段，所需克服阻力仍是上述两个力，所以特性曲线的这一段应与图中曲线重合。随着阀瓣的下降，流体在阀瓣前后的压差直到阀门关闭时都是帮助关阀的，所以操作转矩显然比图中曲线要小，整条曲线向阀门关闭方向移动。而阀门开启时的情况正好相反，由于介质压力和阀瓣前后压差所造成的推力都是使阀门关闭的，所以阀门开启过程所需的操作转矩比关闭过程要大。开启过程的特性曲线显然会在关闭过程特性曲线的上方。

分析以上特性曲线可以看出：截止阀关闭过程中的操作转矩变化比闸阀要大得多；而介质由阀瓣上部进入内腔的阀门的操作特性，比介质由阀瓣下部进入内腔的阀门的操作特性要平坦些，关闭时所需的操作转矩要小些；介质由阀瓣上部进入内腔的阀门的开阀操作特性曲线在关阀特性曲线的上方；介质由阀瓣下部进入内腔的阀门的开阀操作特性曲线在

关闭操作特性曲线的下方。

截止阀的优点是开启高度小，开关时间短，开启和关闭过程中密封面没有明显的磨损。它的缺点是：流体阻力大，开启和关闭时所需力较大，阀瓣受介质的冲蚀较严重。

### 三、蝶阀

蝶阀的启闭件是一个圆盘形的蝶板，它通过围绕阀座内的轴旋转来开启与关闭阀门。

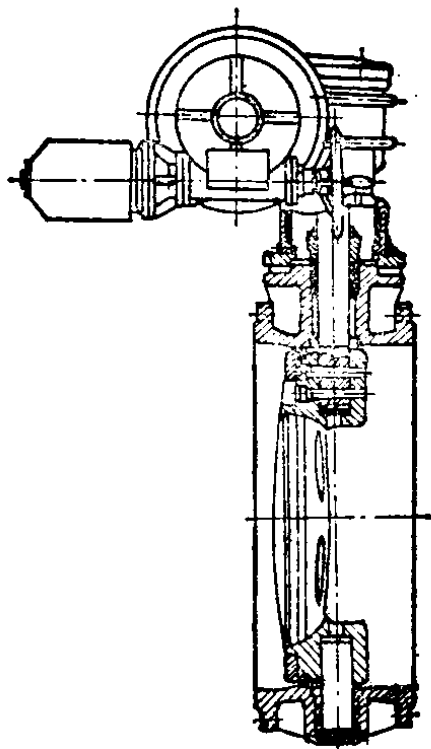


图 1-5 蝶阀的结构

蝶板从全开到全关的旋转角度通常为小于90度。蝶阀的结构如图1-5所示。蝶阀有两类：密封型和非密封型。密封型蝶阀在关闭后能保证密封面严密，可以用来切断流体，它的密封圈通常用橡胶制成。非密封型蝶阀在关闭后不能保证密封面的密封性，所以通常用作节流调节阀。蝶阀的开启位置应该按阀门的行程，亦即蝶板的旋转角度来确定。非密封型蝶阀的关闭位置也应按阀门的行程

来确定。密封型蝶阀关闭时，也需要在密封面上施加密封力，以保证密封面的严密性，所以也属于强制性密封。它的关闭位置应该按照操作转矩升高到规定值来确定。

蝶阀的阀杆只做旋转运动。它的蝶板和阀杆本身是没有自锁能力的。为了蝶板的定位（停止在指定位置），要在阀杆上附加一个具有自锁能力的减速器，例如具有自锁性的蜗轮减速器。这样不仅可以使蝶板具有自锁能力，可以停止在

任意位置，还可以改善阀门的操作性能。因为流体动压对阀瓣的影响，蝶阀的角位移虽不大(小于90度)但操作转矩却不小。在附加了蜗轮减速器之后,可以使角位移增加到几十圈,而操作转矩却相应地降低了。这样一来,可以使蝶阀的某些操作性能(如总转圈数和操作转矩)与其他阀门接近,便于配用电动装置。在蝶阀配用的电动装置中,也可以附带蜗轮传动或其他传动方式构成的减速器,使电动装置输出的转矩大而角位移仅为90度。这样,电动装置可以直接与蝶阀配用,而不需要再经减速器。

蝶阀的操作转矩特性如图 1-6 所示。图中虚线部分是密封型蝶阀的特性。蝶阀的操作转矩特性曲线是中间高、两端低。造成这一现象的原因是,

蝶板在中间位置时流体受蝶板的阻碍绕过蝶板流动,会在蝶板的两侧形成旋流。蝶板两侧旋流对蝶板造成一个动水转矩,这个转矩是迫使蝶板关闭的。随着蝶板的开启或关闭,流体在蝶板两侧造成旋流的影响越来越小,直到旋流消失。这时,蝶阀蝶板受到的阻力也越来越小,因此形成中间高、两端低的特性曲线。至于阀门开启过程中的操作转矩比关闭过程中的操作转矩大的原因,则是由于流体对蝶板造成的动水转矩始终是向着关阀方向的。非密封型蝶阀的最大操作转矩出现在中间位置,而密封型蝶阀的最大操作转矩出现在阀门关闭时(因为要附加上强制密封转矩)。

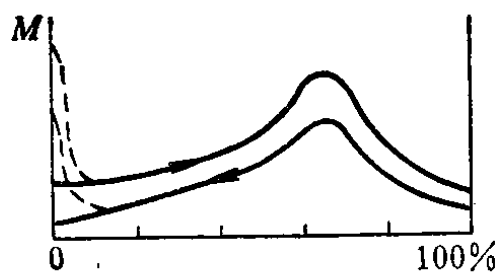


图 1-6 蝶阀的操作转矩特性

流体在蝶板两侧造成旋流的影响越来越小,直到旋流消失。这时,蝶阀蝶板受到的阻力也越来越小,因此形成中间高、两端低的特性曲线。至于阀门开启过程中的操作转矩比关闭过程中的操作转矩大的原因,则是由于流体对蝶板造成的动水转矩始终是向着关阀方向的。非密封型蝶阀的最大操作转矩出现在中间位置,而密封型蝶阀的最大操作转矩出现在阀门关闭时(因为要附加上强制密封转矩)。

蝶阀的优点是:体积小,重量轻(与同规格闸阀比,它



的重量可以轻30~50%)；结构简单，开关迅速；流体阻力小。它的缺点是密封性能较差，不适用于高温高压介质。

#### 四、球阀

球阀是近年来出现的新型阀门，它和旋塞阀是属于同一类型的阀门。球阀的启闭件是一个有孔的球体，球体以阀体中心线为轴作旋转运动，来截断或开启流体的通道。阀门从全开到全关，阀杆的旋转角度为90度。如果没有机械限位的话，球阀的球体可以任意旋转。球阀的开启位置和关闭位置都应该按阀门的行程（阀杆的旋转角度）来确定。球阀的结构如图1-7所示。它的操作转矩特性如图1-8所示。从图中曲线可以看出，球阀的操作转矩特性曲线和蝶阀的很相似，都是中间

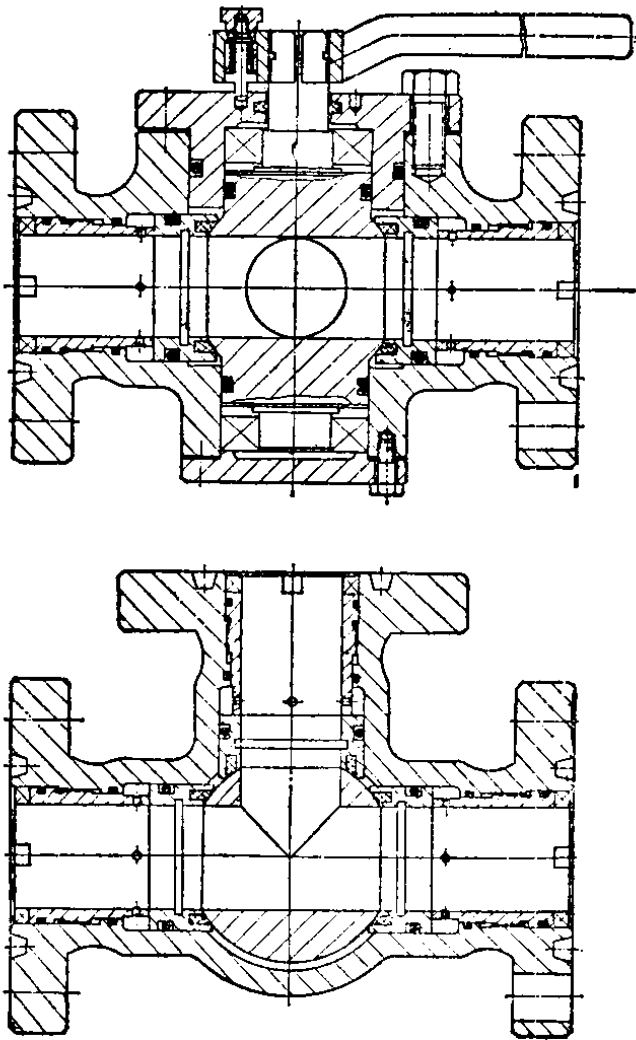


图 1-7 球阀的结构

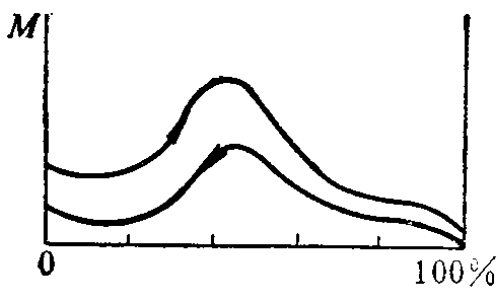


图 1-8 球阀的操作转矩特性