

一种新型阀门电动装置

周 明

(电力工业部热工研究所)

摘 要

本文介绍了一种新型阀门电动装置的设计特点及应用情况。

新型阀门电动装置具有高精度的转矩限制、行程控制机构, 能根据所控对象阀门的动力特性提供不同转矩, 具有功能齐全、灵活可变的控制电路, 采用半自动的“手动-电动”切换机构、低手动速比、专用电动机等。性能良好, 工作可靠。

阀门电动装置(以下简称电动装置)是以电能为动力, 用来开启和关闭阀门的一种执行机构, 它与阀门本体配套, 组成电动阀门。电动阀门性能的优劣将直接影响主设备的安全运行。

一、新型电动装置的设计特点

为克服电动装置长期存在的“关不严、打不开”阀门的老问题, 新型电动装置在设计中有如下特点:

1. 根据阀门的动力特性提供不同转矩

现以在工业生产中使用最多的截止阀、闸阀为例, 分析阀门的动力特性。操作这些阀门时, 阀杆的轴向反推力主要包括: 作用于阀门启闭件上的介质压力 Q_{MJ} ; 阀门关闭后, 保持密封所需的力 Q_{MF} ; 阀杆与填料的摩擦力 Q_T ; 阀杆与启闭件的重量 Q_G ; 作用于阀杆截面上的介质压力(活塞效应) Q_P ; 阀杆导向器的摩擦力 Q_J 等。

关闭阀门时其总作用力为:

$$Q_0 = Q_{MJ} + Q_{MF} + Q_J + Q_T + Q_P - Q_G.$$

开启阀门时的总作用力为:

$$Q'_0 = Q'_{MJ} + Q'_{MF} + Q'_J + Q'_T + Q'_P + Q'_G.$$

对于每个阀门 Q_T , Q_P 和 Q_G 都是常量 (Q_k), 而 Q_{MJ} , Q_{MF} 和 Q_J 则均为随阀门开启程度改变的变量 (Q_h), 因此阀门的动力特性如图1所示。对于不同类型的截止阀和闸阀, 曲线的形状不完全相同, 但总的来看, 曲线的最高点均出现在阀门全关闭位置, 而且绝大多数阀门开启时比关严时所需的作用力更大。

新型电动装置能根据阀门的动力特性提供不同的操作转矩, 能在到达关严阀门所需

转矩时,迅速而准确地切断电源。并能用更大的转矩去开启已关严的阀门。

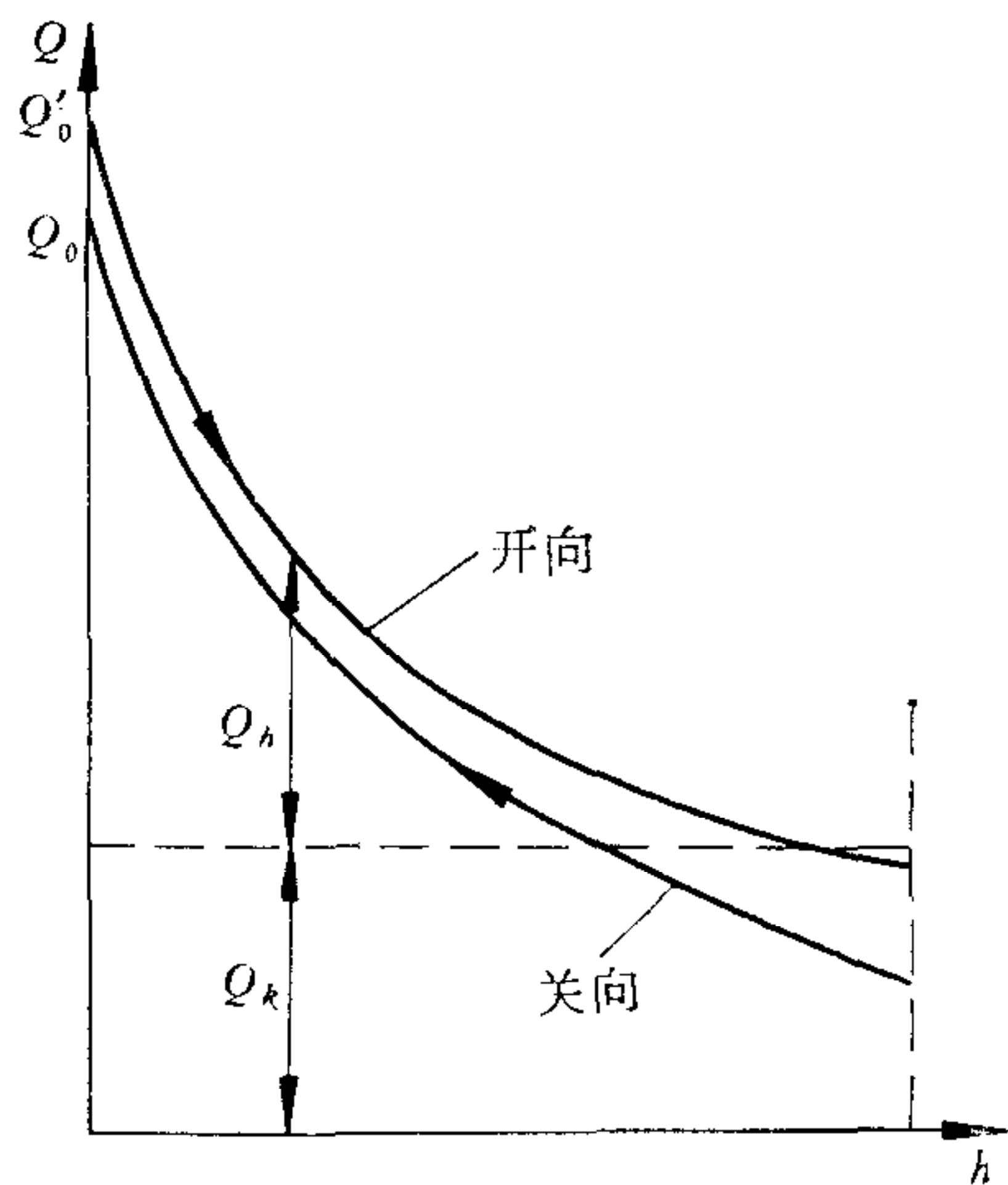


图1 截止阀与闸阀的动力特性

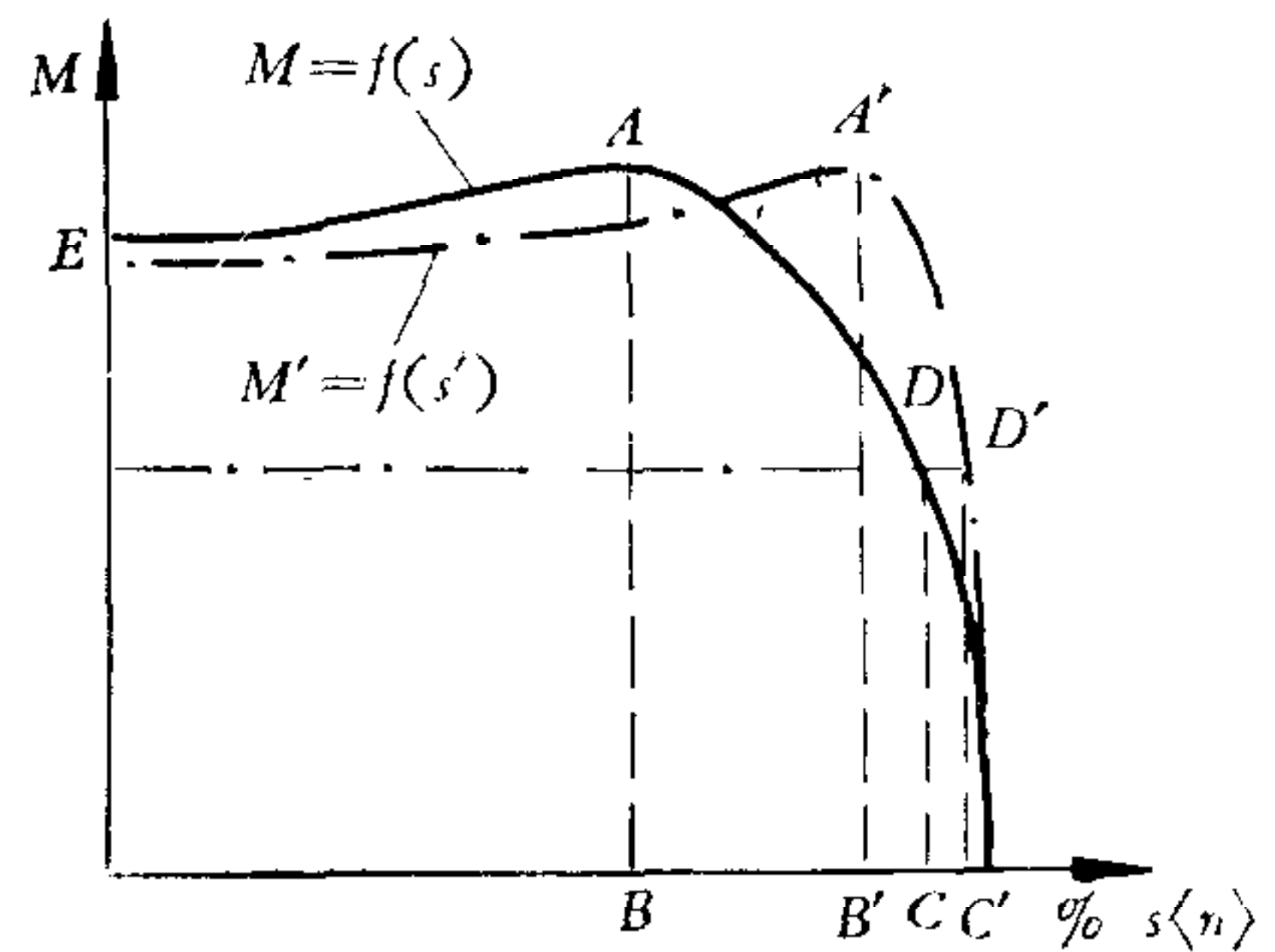


图2 不同滑差电动机的M-S曲线

2. 采用专用的阀门电动机

新型阀门电动装置的电动机为专门的阀用电动机，其转矩特性能适应阀门操作转矩的要求。具有高启动转矩和较大过载能力，启动转矩倍数和过载能力均可达到额定转矩的三倍以上，而且最大转矩所对应的滑差较大。

图2示出了最大转矩相同，但滑差不同的两台三相异步电动机的M-S曲线。可以看出：面积

$$\square ABCD = \int_{s_B}^{s_C} f(s) ds,$$

因为S（滑差）和n（转速）之间有固定关系，所以上式又可以写成：

$$\square ABCD = \int_{n_B}^{n_C} f(n) dn$$

上式的量纲为(公斤力·米)×(转/分)=千瓦。

$\square A'B'C'D'$ 同样也代表能量，从图中可以清楚的看出 $\square ABCD > \square A'B'C'D'$ 。也就是说，在开启阀门时，高滑差的电动机比低滑差的电动机驱动电动装置走完空行程去锤击阀杆的能量要大，所以阀门更易打开。

为减少转动惯量，专用电动机的转子比普通电动机的转子长而细。

因阀门的启闭次数不频繁，而且电动装置启闭阀门的工作时间约在1分钟左右，因此阀门专用电动机设计成10—15分钟工作制。在电动机定子的端部装有微型温度继电器，具有可靠的热保护装置，以防止电动机发热烧毁。

3. 具有可靠的转矩限制机构

转矩限制机构是在一定范围内用来控制电动装置输出转矩的。

新型电动装置是采用蜗杆受力串动压迫弹簧的原理来实现转矩限制。

因

$$P = \frac{KM}{R},$$

其中 M 为电动装置输出转矩； K 为系数； P 为蜗杆轴向力； R 为蜗轮节圆半径。 P 与 M 成正比关系，与传动效率无关，因此利用蜗杆串动原理控制输出转矩的大小，重复精度高。

为了保证将已关严的阀门能打得开，电动装置的开向输出转矩必须远大于关向输出转矩。从发电厂的试验结果表明，开阀转矩与关阀转矩的比值不得小于 1.5 倍，以 3 倍以上为宜。电动装置输出转矩要求开向与关向应分别可调，新型电动装置采用双向（开阀与关阀）转矩弹簧的结构能方便地做到转矩连续可调并且动作可靠、差值大，这正是新型电动装置使阀门“关得严、打得开”的关键所在。

4. 具有高精度的行程控制机构

新型电动装置采用计数进位齿轮传动的行程控制机构使控制的精度较高。如：全行程转数为 160 圈的阀门，配用 4 层的计数齿轮传动行程控制机构时，行程控制机构每调正一个齿，所对应的电动阀门阀杆螺母的转角

$$\Delta\phi = \frac{\text{螺母转过的总角度}}{\text{计数器的总齿数}} = \frac{N \times 360}{2 \times 10^4} = \frac{160 \times 360}{2 \times 10^4} = 2.88^\circ.$$

如果阀杆螺母的螺距为 10 毫米，则 $\Delta\phi$ 对应的阀杆升程 $\Delta h = 10 \times 2.88 / 360 = 0.08$ 毫米。

对于 160 圈的阀门，直线总行程为 $160 \times 10 = 1600$ 毫米，最小调正量为 0.08 毫米，即控制精度为 0.08:1600，也就是二万分之一。

5. 具有功能齐全，灵活可变的控制电路

新型电动装置的控制电路有下列功能：

1) 保证阀门关闭的严密性；2) 保证阀门可靠的开启；3) 保证操作的正确性；4) 有故障保护功能。

6. 具有轻便的切换机构和低手动速比

所谓切换机构是指电动装置的手动操作与电动操作之间的切换。按切换机构的功能分为三种：全手动切换机构；全自动切换机构；半自动切换机构。

新型电动装置采用的是半自动切换机构，即手动操作切换到电动操作的过程是电动装置本身自动进行，而电动操作切换到手动操作的过程是人工操作。新型电动装置将切换机构置于低速轴上。由于采用简单结构解决了切换力大的问题，使整机重量明显减轻。

新型电动装置采用低手动速比值，120 公斤力-米以下的电动装置手动速比皆为 1:1。

手动操作只出现在两种情况之下，一是事故状态，二是调试过程。而事故状态下要求手动操作越快越好。从阀门操作转矩的特性可知，只要克服阀门开启初期和关闭终了时的瞬间最大转矩，用低手动速比进行手操阀门可以获得高速度。通过理论计算与在发电厂的试验和实际操作表明，输出转矩在 120 公斤力-米以下的电动装置的手动速比可取 1:1。

7. 正确控制阀门终端位置

阀门的终端位置按什么方式来限位是十分重要的。在使用新型电动装置时，阀门的终端按表 1 所列方式进行限位。

表 1

阀 门 种 类	终 端 位 置 限 位 方 法	
	开 向	关 向
平板闸板阀	行 程	行 程
强制密封闸板阀	行 程	转 矩
楔型闸板阀	行 程	转矩或行程
截 止 阀	行 程	转 矩
球 阀	行 程	行 程
自密封蝶阀	行 程	行 程
强制密封蝶阀	行 程	转 矩

二、新型阀门电动装置的应用

DZ 系列阀门电动装置就是按上述特点设计的，它的转矩系列是 7.5(5)、15(10)、30(20)、60(45)、120(90)、250(180) 公斤力-米.后十档产品已通过鉴定,投入批量生产，目前已有 24 个省市、89 个单位(以发电厂为主)使用这种新型电动装置,运行时间最长的已有四年多,反映良好。使用情况可分为四种类型：

(1) 用于遥控

在一些阀门上装上电动装置后,可在中央控制室进行远方操作。

例如,上海南市发电厂在锅炉事故放水门,过热器门,汽轮机抽汽一段门、二段门,循环水门等；北京高井电站在锅炉事故放水门,锅炉给水截止门；南京热电厂在汽机高压加热器事故疏水门等均配置了 DZ 电动装置,实现了远方操作。

以上阀门,使用于各种不同的条件,介质参数各异，其中阀门口径最大达 800mm，介质的最高压力达 130kg/cm²，最高温度为 450℃。

(2) 用于程序控制系统

例如北京高井电站 6[#] 炉的定期排污系统,共有 11 个阀门,1977 年全部改换 DZ 型电动装置后,定期排污程序控制系统才正常运行。

(3) 用于调节系统

一些在主设备负荷增加(降低)的过程中,需进行管道切换的工业自动化系统中,必须有电动装置参与工作。例如,上海吴泾热电厂 0[#] 炉、汽包炉的给水全程调节系统中,采用了 TF-900 组件组装式仪表和 TS-100 可编程序控制器,由于没有性能好的电动装置,全程调节长期不能正常运行,直至 1980 年采用 6 台 DZ 型电动装置后,才使全程调节系统正常工作。

(4) 用于改造手动阀门

例如,天生港发电厂国产 12.5 万千瓦发电机组锅炉定期排污系统中,原主机只配手动阀门,操作时劳动强度大,不安全。手动门经改造后,配置了 DZ20 型电动装置,程序控制才得以实现。

参 考 文 献

[1] 熊晓农、周明,用于发电厂的阀门电动装置,电力技术,第二期,1978 年。

- [2] 古津、矢田, ロトルク電動アクチュエータの諸特性, 島津評論, **26**(1969), 45—54.
- [3] 北東強, ロトルク電動バルブアクチュエータのモータについての一考察, 島津評論, **31**(1974), 79—85.
- [4] 石垣信、加藤正秋, 富士電動操作機 WRA 形, 富士時報, **47**(1974), 341—356.
- [5] Valve Actuators, Rotovk Controls Limited, 1977.
- [6] Electric Actuators, Siemens, 1976.
- [7] В. В. Астанович, электрические исполнительные механизмы главгидромаща теплоэнергетические приборы и регуляторы выпуск III, машгиз, 1956, 109—133.

A NEW SERIES OF VALVE ELECTRIC ACTUATORS

ZHOU MING

(Thermal Power Engineering Research Institute Ministry of Electric Power)

ABSTRACT

This paper deals with the designing properties and the industrial applications for a new series of valve electric actuators.

The actuators are equipped with precise torque controllers and travel controllers, semiauto manual-electric selectors with low ratio of speed for manual control and special designed motors etc. They perform satisfactorily and work reliably.