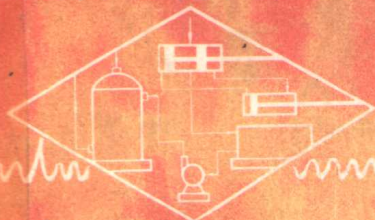


工业自动化仪表丛书

15



电 动 执 行 器

王 兴、蒋庆华 编著

机 械 工 业 出 版 社



工业自动化仪表丛书

电 动 执 行 器

王 兴 蒋庆华 编

机 械 工 业 出 版 社
一 九 八 五 年 四 月 五 日

本书为《工业自动化仪表丛书》之一，主要介绍了各种电动执行器的结构原理、技术性能、校验方法和使用维修知识。书中对角行程电动执行机构、直行程电动执行机构、多转式电动执行机构、电动调节阀、电磁阀等作了详细的阐述，同时也介绍了电动执行器应用实例。

本书可供工业自动化仪表工人和技术人员阅读，也可供有关学校师生参考。

电 动 执 行 器

王 兴 蒋庆华 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

西城区丰盛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $8\frac{3}{8}$ ·字数180千字

1982年11月北京第一版·1982年11月北京第一次印刷

印数 0,001—9,800·定价0.87元

*

统一书号：15033·5280

前 言

工业自动化仪表是实现工业生产过程自动化的一种重要装置。通过工业自动化仪表来了解生产过程中的物质变化状态，并将生产过程控制在预定的条件之下，确保生产的优质、高效和安全。

随着我国社会主义建设的发展，工业自动化仪表已日益广泛地应用于冶金、电力、化工、石油、轻纺、机械等工业部门，其发展前途是十分广阔的。

为了适应工业自动化仪表迅速发展的需要，进一步做好技术交流与推广工作，我们组织编写了这套《工业自动化仪表丛书》。

本丛书预定为二十册，分别为：《工业自动化仪表》、《温度测量仪表》、《压力测量仪表》、《流量测量仪表》、《物位测量仪表》、《机械量测量仪表》、《核辐射式测量仪表》、《自动平衡显示仪表》、《动圈指示调节仪表》、《自动调节仪表》、《电动单元组合仪表》、《气动单元组合仪表》、《射流技术及其应用》、《工业控制计算机》、《电动执行器》、《气动执行器》、《工业程序控制装置》、《工业仪表防护》、《工业仪表应用》和《工业仪表维修》等。将陆续分册出版。

本丛书力求以深入浅出、通俗易懂的文字，辅以图表的形式，简要介绍各类工业自动化仪表的结构原理、性能特点、安装使用以及维修等知识，供同志们参考。但由于我们

IV

水平有限，因而书中一定存在不少缺点，甚至错误，欢迎同志们批评指正。

本丛书在编写过程中，曾得到有关工厂、大专院校、科研单位的大力支持，在此谨致谢意。

◀ 工业自动化仪表丛书 ▶ 编写组

目 录

第一章 绪论	1
一、电动执行器发展概况	1
二、电动执行器的用途和特点	2
三、电动执行器的组成和分类	4
第二章 角行程电动执行机构	8
一、有触点角行程电动执行机构	8
(一) 概述	8
(二) 工作原理	9
(三) 动态特性	13
(四) 技术指标	14
(五) 使用、校验和检修	14
二、滚切式角行程电动执行机构	20
(一) 概述	20
(二) 工作原理	21
(三) 技术指标	25
(四) 使用、校验和检修	25
三、小功率角行程电动执行机构	27
(一) 概述	27
(二) 工作原理	28
(三) 技术指标	32
(四) 使用、校验和检修	33
四、比例式角行程电动执行机构	35
(一) 概述	35
(二) 工作原理	36

(三) 动态特性.....	56
(四) 技术指标.....	57
(五) 配套用电动操作器.....	58
(六) DKJ型比例式电动执行机构的使用、校验和维护	64
五、通用伺服放大器.....	73
(一) 概述.....	73
(二) 工作原理.....	74
(三) DF-1型伺服放大器的主要技术指标	80
(四) DF-1型伺服放大器的使用、校验和维护	81
第三章 直行程电动执行机构	83
一、滚切式直行程电动执行机构.....	83
(一) 概述.....	83
(二) 工作原理.....	84
(三) 技术指标.....	85
(四) 使用、校验和检修.....	86
二、永磁低速电机式直行程电动执行机构.....	89
(一) 概述.....	89
(二) 工作原理.....	89
(三) 技术指标.....	94
(四) 使用、校验和检修.....	94
三、小功率直行程电动执行机构.....	97
(一) 概述.....	97
(二) 工作原理.....	97
(三) 技术指标.....	98
(四) 使用、校验和检修	100
四、比例式直行程电动执行机构	101
(一) 概述	101
(二) 工作原理	102
(三) 技术指标	104

(四) 使用、校验和检修	106
第四章 多转式电动执行机构	110
一、遥控用多转式电动执行机构	110
(一) 概述	110
(二) 工作原理	110
(三) 技术指标	119
(四) 使用、校验和检修	119
二、自控用多转式电动执行机构	121
(一) 概述	121
(二) 工作原理	121
(三) 技术指标	126
(四) 使用、校验和检修	127
三、比例式多转电动执行机构	127
(一) 概述	127
(二) 工作原理	128
(三) 技术指标	141
(四) 使用、校验和检修	141
第五章 电动调节阀	149
一、调节阀	150
(一) 概述	150
(二) 调节阀的分类	150
(三) 工作原理	150
(四) 技术性能	156
二、电动调节阀的组成	168
(一) 概述	168
(二) 电动执行机构的选择	168
三、电动调节阀的结构原理和性能	169
(一) 概述	169
(二) 直通单座和三通电动调节阀	169

(三) 小口径直通单座电动调节阀	171
(四) 小口径电动蝶阀	177
(五) 低速电机式电动调节阀	177
四、电动调节阀的使用、校验和检修	186
(一) 调节阀的安装	186
(二) 使用和检修	188
第六章 电磁阀	189
一、概述	189
二、分类和用途	191
三、结构和工作原理	193
(一) 直接动作式电磁阀	193
(二) 直接联系方式电磁阀	195
(三) 管道联系方式电磁阀	196
四、设计与计算	198
(一) 电磁计算	199
(二) 导阀设计	201
(三) 主阀设计	228
五、试验	234
(一) 导阀试验	235
(二) 产品整体试验	236
六、使用、安装与维护	237
(一) 选用	237
(二) 安装与维护	241
第七章 电动执行器的应用举例	244
一、执行器作为开关作用	244
(一) 温度调节系统	244
(二) 液位调节系统	244
二、执行器作为比例环节应用	245
(一) 温度调节系统	245

(二) 压力调节系统	245
三、执行器采用流量反馈形式	246
四、执行器作为积分环节使用	247
五、执行器作为比例调节器使用	247
六、执行器用于比值调节系统	248
七、执行器用于随动调节系统	248
八、执行器用于串级调节系统	243
九、执行器用于手动遥控系统	249
附录 调节阀主要参数	250

第一章 绪 论

一、电动执行器发展概况

执行器是自动调节系统中一个不可缺少的重要部分，即使是手动控制的系统也是必不可少的。执行器根据所采用的能源不同可分为：气动执行器、液动执行器和电动执行器三大类。电动执行器的发展历史比较短，解放前我国的电动执行器制造工业几乎是空白。解放后电动执行器的制造工业才迅速地发展起来，仅用了几年时间就建立了电动执行器的专业制造厂，形成了一定生产能力，为国民经济的发展提供了一定数量的电动执行器产品。

1958年，我国开始自行设计、制造了与DDZ-I型和DDZ-II型电动单元组合仪表配套的电动执行器系列产品。在产品的设计、加工、材料和元件方面有了不少改进，进一步缩小了减速器的体积，缩短了加工周期，采用了无触点控制元件，提高了电动执行器的可靠性。在产品品种规格方面也有了很大发展，不但制造了适用于电站、冶金、石油、化工等大型企业所需的电动执行器，而且也生产了适用于轻工、机械等中小型企业所需要的简易电动执行器。并对某些产量大、使用面广的电动执行器产品，组织了统一设计和联合设计，对于加速产品试制、提高产品的质量，起到了积极推动的作用。

随着我国工业的发展和自动化程度的不断提高，对于电动执行器的产量、质量、品种和新技术的应用等方面，也提

出了更高的要求，特别是微处理器的发展使电动执行器智能化，这对于扩大执行器的功能和提高执行器的可靠性起着积极作用。

二、电动执行器的用途和特点

如上所说，电动执行器无论在自动调节系统还是在手动控制系统中都是不可缺少的重要部分，它根据调节仪表的指令或人的意志自动地或远距离地操纵调节机构（如各种阀门），达到连续调节生产过程中有关管道内流体的流量或者开启和关闭阀门控制流体的通断。例如图1-1是煤气加热炉的温度自动调节系统，如果要保持加热炉1中的温度不变，首先由热电偶2将检测到的炉温信号送到调节仪表3，然后

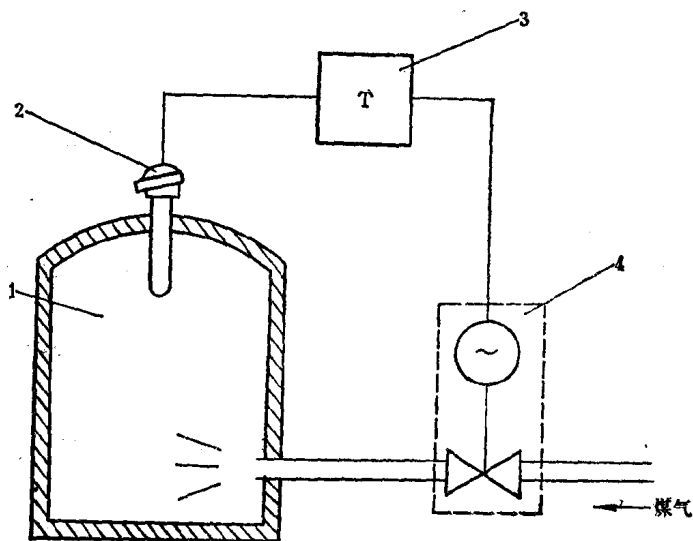


图 1-1 煤气加热炉温度自动调节系统

1—加热炉 2—热电偶 3—调节仪表 4—电动执行器

由调节仪表发出指令去操纵电动执行器 4, 以改变阀门开度, 连续调节煤气送入量, 使炉内温度调节到需要的数值。对于温度调节精度要求不高的场合, 可以采用位式调节仪表, 这时电动执行器可采用结构比较简单的电磁阀型式, 当炉内温度超过上限时, 调节仪表发生指令使电磁阀关闭, 当炉温低于下限时, 使电磁阀开启, 将炉温保持在规定的范围之内。电动执行器除用于温度调节系统外, 同样适用于压力、流量、液位等调节系统, 被调介质不仅是煤气, 也可以是蒸汽、水、油等, 一般只要改变阀门的结构形式或材质, 它能适用于任何气体、液体和固体颗粒及浓油浆液等介质。电动执行器除了用于管道阀门的调节外, 根据各种生产设备中的调节要求, 利用电动执行器的位移输出, 去操纵相应的调节机构, 达到自动调节某些参数的目的。目前, 电动执行器已广泛地应用于电站、冶金、石油、化工、机械、轻工、电子、食品、医药、建筑、电影等工业部门。

电动执行器得到这样广泛的应用, 主要是由于它具有以下特点:

(1) 由于能源取用方便, 不需增添专门设备, 特别执行器使用量不太多的企业, 更为适宜;

(2) 信号传输速度快, 传输距离较远, 便于集中控制;

(3) 停电时电动执行器保持原位不动, 不影响主设备的安全;

(4) 动作灵敏度较高, 精度也高;

(5) 与调节仪表配合方便, 安装接线简单。

电动执行器不足之处是:

(1) 体积还不够小, 造价较贵;

(2) 结构比较复杂, 维修不够方便;

(3) 电动执行器只能生产隔爆型产品, 适用于防爆要求不太高的场合。

三、电动执行器的组成和分类

电动执行器是由电动执行机构和调节机构两部分组成, 其中将调节仪表的指令信号转换成为力或力矩的部分叫做电动执行机构; 直接改变被调量的各种阀门和类似作用的机构都称做调节机构。

电动执行机构通常可分为两种基本类型: 电磁型和电动机型。

各种类型电磁阀上的电磁铁属于第一类, 这类电动执行机构的特点是: 推动电磁阀阀心动作的力由电磁铁产生, 而且, 电磁铁与阀体两者成为一个不可分割的整体。电磁阀的

外形如图1-2所示。

电磁阀按结构形式可分为: (1) 有填料函式电磁阀; (2) 无填料函式电磁阀。按工作介质可分为: (1) 氨用电磁阀; (2) 油用电磁阀; (3) 冷水用电磁阀; (4) 蒸汽用电磁阀; (5) 煤气用电磁阀等等。

电动机型电动执行机构 (以下简称电动执行机构) 是由电动机和减速器等部件组成, 这种执行机构的特点是: 电动机的输出通过减速器变为

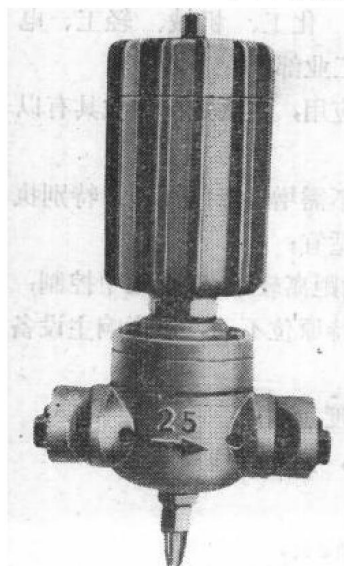


图 1-2 电磁阀外形图

低速大力矩输出或变为直线推力去驱动各种阀门或其它调节机构。这类电动执行机构与调节机构的连接方式有两种：一

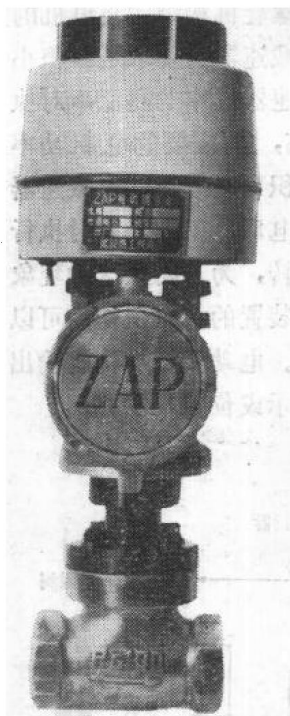


图 1-3 直通单座电动调节阀

种是将两者固定安装在一起，构成一个完整的执行器，如图 1-3 所示的电动调节阀；另一种是电动执行机构采用机械连杆与调节机构连接起来，如图 1-4 所示的角行程电动执行机构。

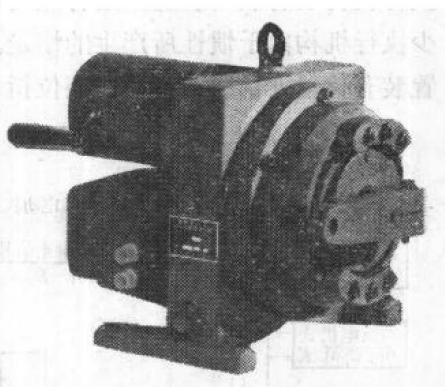


图 1-4 角行程电动执行机构外形图

电动执行机构中的电动机可以是直流的，也可以是单相或三相交流的，交流电动机中有鼠笼转子伺服电动机、低速同步电动机、滚切式电动机和直线电动机等。直流电动机中有普通型直流电动机和印刷转子电动机等。无论是那种电动机都希望它效率高、转速低、惯性小，有利于简化减速器的结构和减少执行机构的惰走。

电动执行机构中的减速器有平齿轮减速、蜗轮蜗杆减速、行星齿轮减速、谐波齿轮减速等结构。在直行程输出的执行机构中有丝杆螺母机构、滚珠螺旋机构等，将电机的旋转运动转换为直线运动输出。对减速器的要求是体积小、结构简单、寿命长、工作可靠。减速器效率的高低，对执行机构的性能有很大影响，效率愈高，所需要的电机功率愈小，执行机构的成本可以降低，体积可以缩小。但减速器效率提高到一定程度时，当电动机断电后，工作介质对执行机构的反力增大，会引起执行机构反转，为了防止这种现象，执行机构装有制动装置。这种制动装置的另一个作用可以减少执行机构由于惯性所产生的惰走。电动执行机构的输出位置装有位置发信装置，可作阀位指示或位置反馈之用。

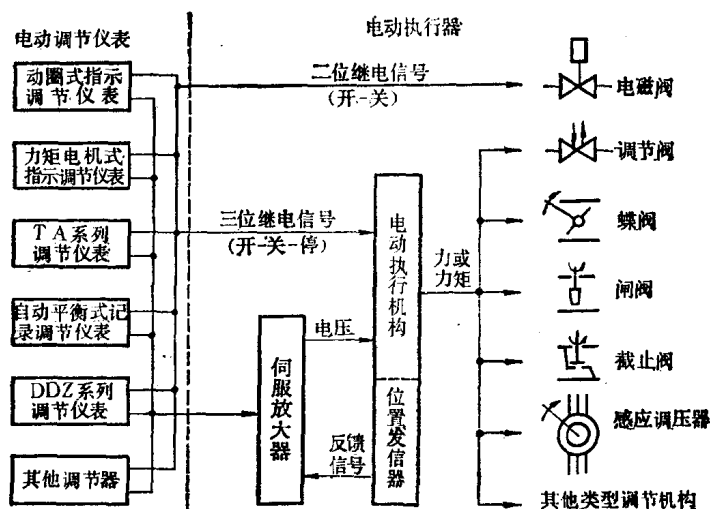


图 1-5 电动执行器与调节仪表之间的连接关系

电动执行机构可按下列方法分类：

1.按执行机构功能分：（1）角行程执行机构；（2）直行程执行机构；（3）多转式执行机构。

2.按电气控制方式分：（1）有触点控制；（2）无触点控制。

3.按执行机构动作特性分：（1）积分式；（2）比例式。

综合上面所述，电动执行机构、各种调节机构和调节仪表三者之间连接关系如图1-5所示。