

自动化丛书

电动执行机构

〔苏联〕Г. Л. 舍加勒著 詹纪鸿译

上海科学技术出版社

73.861
353

自动化丛书

电动执行机构

〔苏联〕I. JI. 舍加勒 著

詹紀鴻 譯 甘和貴 校

3/KS-7/21

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书是“自动化丛书”之一。丛书的内容包括自动学及远动学的理論,自动装置、元件和仪器的結構及应用等。丛书选题主要取自苏联及其他国家的有关資料,也包括国内編写的专题論著。本丛书由“自动化丛书編輯委员会”主編。

本书叙述电动执行机构的动作原理和主要技术特性。这些电动执行机构能用来移动或远距离控制节流擋板、閘門、閘閥、閘板及其他調节和封閉机构。书中举出了利用各种不同型式的电动执行机构組成自动調节和远距离控制綫路的例子。

本书对苏联型号的电动执行机构作了評述,可供从事生产过程自动化的工程技术人员参考。

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Г. Л. Шегал

Госэнергоиздат • 1961

— 自动化丛书(11)

电 动 执 行 机 构

詹紀鴻 譯 甘和貴 校

自动化丛书編輯委员会主編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

商务印书館上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

· 开本 787×1092 1/32 印張 2 28/32 排版字数 62,000

1963 年 6 月第 1 版 1963 年 6 月第 1 次印刷 印数 1—5,350

統一书号 15119·1724 定价(十二) 0.34 元

譯校者序

執行機構是自動調節系統中不可缺少的重要環節，即使是手動控制的系統也需要用到它。因為要想調節熱工過程中的任何參量，如溫度、壓力、流量等，就必須設法改變進入調節對象的物質或能量，也即要設法改變調節機構的開度，使其所通過的物料、燃料、蒸汽等的數量剛好能維持所需要的參量值。調節機構的位置、形狀和移動時所需要的力矩（或力）是不同的，有的調節機構甚至處在高溫、強腐蝕性的環境里，由人工進行直接操縱是有很多困難的，尤其在遠離指示儀表的情況下操縱起來更感不便。因此各種能源的執行機構便應需要而產生了。這種裝置能依據人的意志或調節器的指令遠距離地或自動地操縱調節機構來完成調節任務。

執行機構按其動作能源可分為電動、氣動和液動三類，各具優缺點，並各有其適用範圍（由輔助的能源種類、輸出力矩（或力）、反應速度、控制距離、工作環境以及傳統習慣等因素決定）。電動執行機構由於供電容易、控制距離可以很長、型式多種多樣，故使用較普遍。

原作者在本書中，着重介紹了蘇聯電動執行機構的情況，詳細談到了它們總的性能指標和規格品種、工作原理、適用範圍以及其結構特點等方面。其中許多產品是我們所熟悉的。因此這本書是有一定參考價值的。

書中談到了無觸點執行機構的情況。由於它控制性能好和運行可靠，從技術上看，肯定是一個發展方向；但是，其製造成本和重量、體積卻增加了。因而如何採取適當的折衷方案解決這一具體矛盾是有關研究人員的一項不容忽視的任務。

本书原附录中的苏联“电动机型电动执行机构基本特性”国家标准 (ГОСТ 7192-54), 已不能适应现代技术的要求。苏联新的电动执行机构标准(草案)已制定出来, 现把它作为附录 V 载入本书。

詹紀鴻 甘和貴

1962. 10.

目 录

譯校者序

第1章 执行机构概論	1
1. 基本概念	1
2. 执行机构的主要工作指标	2
3. 电动执行机构的分类	3
第2章 位置动作式电动执行机构	6
4. 概述	6
5. 电磁线圈式执行机构	7
6. ДР 和 ДР-1 型双位調节式执行机构	10
7. ИМ-2/2.5 和 ИМТ-4/2.5 型位置动作式执行机构	14
8. А、Б、В、Г 和 Д 型多轉数位置动作式执行机构	17
第3章 比例动作式电动执行机构	27
9. 概述	27
10. ИР 和 ИР-1 型比例調节式执行机构	28
11. ИМ-2/120 和 ИМТ 型比例动作式执行机构	30
12. 脉动式附加执行机构	35
第4章 远距离控制式电动执行机构	40
13. 功用和动作原理	40
14. 远距离控制式执行机构的元件	41
15. 远距离控制式执行机构在自动調节系統中的作用	50
第5章 无触点式电动执行机构	52
16. 概述	52
17. БИМ 型无触点执行机构	56
18. 脉动式无触点执行机构	64
第6章 电磁离合器式电动执行机构	67
19. 基本概念	67
20. 摩擦电磁离合器	68

21. 滑差电磁离合器	71
第7章 电动执行机构与调节机构连接的方法	74
附录 I 电动机型电动执行机构的基本特性 (按苏联国家标准 ГОСТ 7192-54)	78
附录 II 位置动作式电动执行机构基本技术数据	80
附录 III 比例动作式电动执行机构基本技术数据	81
附录 IV 曲柄输出装置式比例与双位调节恒速电动执行机构基 本技术数据	82
附录 V 苏联电动机构的新订标准草案	83
参考文献	85

第 1 章

执行机构概論

1. 基本概念

在自动調节和远距离控制系統中，能按照調节或控制仪表发出的訊号而使調节机构动作的一种装置，称为执行机构。

节流擋板、閘門、閘閥、閘板、变阻器(即电阻)和其他能使进入調节对象的能量或工作物质发生变化的工作机构，都是不同种类的調节机构。調节机构的移动有直行程和旋轉式两种，而后者又有单轉和多轉之分。

一般來說，控制訊号的功率不足以直接使調节机构动作，因此，可把执行机构看作是功率放大器，它依靠外加的能源将微弱的訊号高倍放大，然后傳遞給調节机构。

目前，在自动化技术中有相当数量不同类型的执行机构，其結構和动作原理与所承担的工作性质和采用能源的种类有关。所有执行机构按照使其动作的能源种类，可以分为电动、液动、气动和复合式(电-液、电-气等等)几种。各种执行机构不仅本身的結構特征彼此不同，而且运行品质亦有差別。

本书仅討論电动执行机构。这种电动执行机构在那些发展电子学、遙控和电动远距离控制的技术部門中，应用得很广泛。

在討論电动执行机构的分类及其动作原理、結構和技术特性之前,首先談一下对执行机构总的要求。

2. 执行机构的主要工作指标

在自动調节系統中工作的执行机构,不仅能使調节机构动作,而且还要保証这种动作能真实反映調节仪表所形成的調节規律。要評价执行机构的性能,必須明了其动态和靜态特性能否滿足稳定条件和系統对調节过程的品质要求以及其結構型式能否适合运行的条件。据此,在評定执行机构的品质或对各种执行机构进行比較时,除了結構、运行和經濟等因素外,通常把反应速度和精确度作为具有重要意义的主要指标^[17]。

所謂反应速度系指执行机构在控制訊号作用下从一个稳定状态过渡到另一稳定状态所需時間的倒数。在此,可取执行机构的中間位置(或某一极限位置),作为一个稳定状态,而把最大偏移值(或另一极限位置)取为另一稳定状态。

所謂精确度是把执行机构整定在新的平衡状态时的最大可能誤差的倒数。整定誤差由方法誤差和工具誤差两部分形成,前者系由于执行机构动作原理選擇不当的結果,后者則系由于結構上的缺点造成(如游隙、摩擦等等)。

除上述主要指标外,执行机构的特性还有下列指标:

(1) 額定負載——执行机构在最大有效功率輸出时的力矩(或力);

(2) 最大負載——执行机构所能克服的最大力矩(或力);

(3) 效率——在最佳工作状况时,执行机构輸出端的最大有效功率与取自能源的功率之比值;

(4) 不灵敏区——改变控制訊号值而不致引起执行机构动作的范围。

根据上列执行机构的主要工作指标再結合由实验或计算方法得出的动态特性，便可对各种型式的执行机构进行比较分析，在设计自动调节与控制系统时正确地选用执行机构。

3. 电动执行机构的分类

近代各个技术部門中广泛应用的电动执行机构可分为两种基本类型：电磁型和电动机型。

用以控制各种调节和封闭閥、球閥、滑閥等等的螺管綫圈驱动装置以及电磁离合器属于第一类。这一类电动执行机构的特征是工作机构所必需的力由电磁铁产生，电磁铁是执行机构不可分割的一部分。

由电动机驱动的执行机构属于第二类。它的主要部件是带有减速器（輸出軸轉速降低 100~200 倍）的电动机，这种电动机可以是直流的，也可以是单相或三相交流的。

电动机型电动执行机构的基本特性，在苏联国家标准 ГOCT 7192-54 中均有规定（参閱附录 I）。

广泛采用无减速器的气动和液动执行机构的原因之一，是因为它們避免了减速器中的損耗，但是，气动和液动执行机构却很少用来控制旋轉式的工作机构，尤其是多轉数的调节球閥和閘閥^①。

执行机构的减速器应该简单、可靠、耐磨，并希望是小型的。减速器效率的高低对执行机构的工作有很大影响。减速

① 球閥即球心閥，系指通过圓形閥盘在閥体内的升降以改变其与閥座间的距离，从而调节流体的流通。閘閥即閘門閥，系利用閥体内閘門的升降以调节流体的流动。——譯注

器的效率系指其輸出軸上的有效功率与电动机傳給減速器的功率之比值。減速器的效率愈高，执行机构电动机消耗的功率就愈小。但随着減速器效率的提高，在电动机断电时，工作介质对調节机构及与其相連的执行机构的反作用却能引起执行机构的反向动作。为了防止这种可能性，执行机构应装有特殊的制动装置。如果減速器的自鎖作用很小，那末制动装置还可减少执行机构的慣性惰走。

为了操作方便，电动机型执行机构一般在与其相連接的調节机构的位置装有远距离檢測装置。

为便于在断电情况下操作，輸出力矩在 6 公斤-米或以上的电动机型执行机构应有手动控制調节机构的装置。同时，从安全技术上考虑，执行机构在电驱动工作期間，手动控制的手柄不应旋动。

所有电动机型的电动执行机构可按下列方式分类。

(1) 按功用分：(a) 单轉輸出式；(b) 多轉輸出式；(c) 直行程輸出式。

(2) 按动作特性分：(a) 位置动作式；(b) 比例动作式。

(3) 按輸出元件的移动速度分：(a) 恒速移动式；(b) 变速移动式。

(4) 按电动机的控制系统分：(a) 触点控制式；(b) 无触点控制式。

(5) 按結構型式分：(a) 标准結構式；(b) 特殊結構式(防尘、防潮、防爆、热带、航海等等)。

由于在制定新型电动执行机构时沒有統一的技术措施以及科学研究和設計工作之間的紧密協調，导致了制造和运用上的大量重复現象。到目前为止，所生产的許多不同的电动执行机构，它們的用途一样，技术特性亦几乎相同，但是，它們

的结构形状却不同,这就使鉴别比较困难,使操作复杂化。因为这些执行机构通常不能互换,同时与调节机构连接的元件尺寸也不能统一。

最近开始总结各型电动执行机构的设计与使用经验,并建立一个统一的系列,即一般用途的单一型号的通用电动执行机构的标准系列。

所以在阿尔明斯克国民经济委员会自动装置设计局内正在设计三大系列:旋转输出式电动执行机构系列(МЭВ);直行程输出式电动执行机构系列(МЭП)及曲柄式电动执行机构系列(МЭК)^①。每一系列都有不同输出力矩和不同动作时间的若干变型。由基型派生为另一种变型,仅需置换最少量的零件。

① 有曲柄输出式的比例和双位动作恒速式电动执行机构的基本技术数据参阅附录 IV。——原注

第 2 章

位置动作式电动执行机构

4. 概 述

当被調参数变化时，不是促使調节机构連續地进行調节而仅按被調参数变化的大小使調节机构占据几个固定位置的調节器，通常就称为位式調节器。

位式調节器按照固定位置的数目，可分为双位、三位和多位的几种。

在双位式調节装置中，調节机构只能处于两极限固定位置之一，这种調节器一般又称为“开-关”或“是-否”式調节器。譬如在“接通-断开”工作状态（继电状态）下的双位式温度調节器，当調节对象中的温度降低时，能自动接通加热元件，而当温度超过时，能自动切除加热元件。結果，使調节对象的温度始終在平均給定值的上下波动。

在三位式調节器中，調节机构只能处于三个固定位置之一，亦即按照“小于-正常-大于”或“前进-停止-后退”的綫路而工作。由可逆电动机驅動的調节閥即为其例。电动机是利用触点按“前进-停止-后退”的綫路进行控制。在获得“前进”或“后退”指令后，調节閥即移动，在未获“停止”指令或者未到达全开或全关的极限位置时，移动始終是恒速的（起动和停車

的瞬間除外)。

十分明显，位式調節装置的工作特性决定了对执行机构結構型式和工作状态的技术要求。

位置动作式电动执行机构的基本技术数据列于附录 II。

5. 电磁綫圈式执行机构

在位式自动調節和控制系统中用电磁綫圈驅動装置作为执行机构的情况极为广泛，这种装置能将电能轉变为工作机构的直綫移动。

这种装置的特点是仅能在双位（“开启”-“关闭”）調節或控制系统中进行工作。这是因为調節机构（閥、閘等等）只能相应于电磁鉄心处于两个可能的終端位置。例如：第一个位置是电流接通，鉄心吸动而閥門开启；第二个位置則是电流切断，鉄心放开（不吸动）而閥門关闭。

在原理上是可能設計出多位（三位或更多）的綫圈式执行机构的，可是，这却使結構变得非常复杂。所以，多位式綫圈驅動装置沒有得到广泛的应用。

电磁綫圈式执行机构与电动机式执行机构相比較，前者的結構与控制綫路簡單、重量和外形較小、造价亦很低廉。由于沒有减速器，因而在操作中就比较可靠。

虽然如此，电磁綫圈式执行机构的应用范围并不广。因为它不仅受其双位动作特性的限制，而且亦为調節机构的尺寸和重量所限。因为若要移动巨大而笨重的工作机构，只有大大增加綫圈中的工作电流才能产生所需的力量。結果使装置变得笨重，失去了本来的优点。

綫圈式执行机构多半用来控制气动或液动管路上的調節机构，亦即主要用来开启或关闭各种直行程的調節閥、球閥、

閘閥或滑閥。

所有電磁閥按其線圈驅動裝置的動作原理可分為二類：

(1) 線圈長時通電的電磁驅動裝置。當線圈有電流通過時，閥被開啟（或關閉），而當電流切斷時，閥被關閉（或開啟）。此類電磁驅動裝置的缺點是：當閥在開啟位置時必須經常消耗電能，而當斷電時卻能任意地關閉液動或氣動管路。

(2) 線圈不長時通電的電磁驅動裝置。這種裝置有二個線圈：即用來開啟閥門的主電磁鐵和用來關閉閥門的鎖扣電磁鐵。當電流脈衝送入主電磁鐵線圈時，其銜鐵被吸入線圈，閥被開啟，並由特殊鎖扣使其保持在該位置上，此鎖扣能在全開位置時利用終端開關切斷主電磁鐵的電源電路。如要關閉閥門，就需供電給鎖扣電磁鐵，使其動作，從而脫開鎖扣，並釋放閥門；在活動系統自由重量或復位彈簧的作用下，閥門即被关上，同時利用終端開關使鎖扣電磁鐵斷電。

圖 1 所示為帶電磁驅動裝置和電磁鎖扣的法兰填料閥，這種閥適合於溫度在 150°C 以下的水管和氣體管路上應用。主電磁鐵和鎖扣電磁鐵均安裝在閥體上面，並使其避免介質溫度的直接影響。工作介質流經活門。當閥開啟時為了減輕主電磁閥的工作，安設有平衡活門。在斷電情況下，此閥備有手動控制裝置。電磁閥用 110 或 220 伏直流電壓來操作，當其工作於 220 伏交流電源時，必須在主電磁鐵的電源回路中接入硒整流器（圖 1 6）。

實際上當調節閥在瞬間切斷液體管道時，會引起液力的沖擊，這是該電磁閥的一個缺點。此外，某些型號的電磁閥沒有在斷電或線圈損壞時所必需的手動控制裝置。

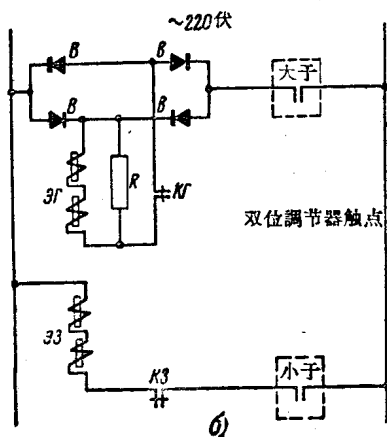
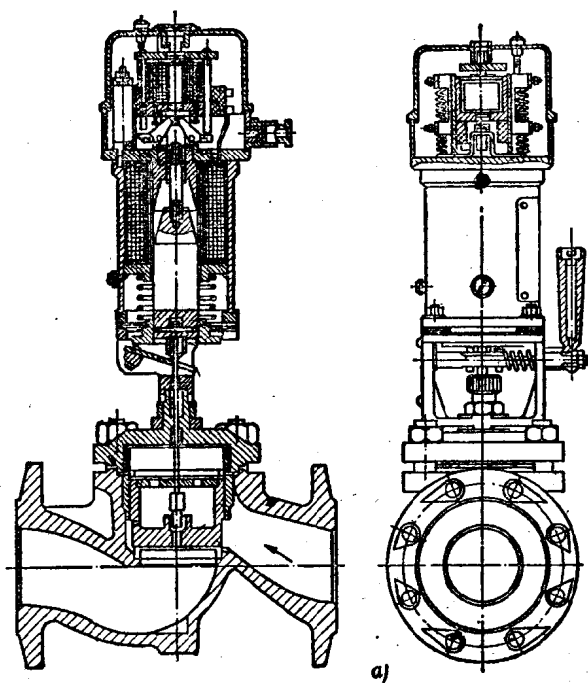


图1 带电磁驱动装置和电磁
锁扣的法兰填料阀

α —结构； δ —电路接线图； $3T$ 和 33 —主电磁铁和锁扣电磁铁； KT 和 $K3$ —主电磁铁和锁扣电磁铁的触点； B —硒整流器； R —放电电阻

6. DP 和 DP-1 型双位调节式执行机构

ДР 和 ДР-1 型双位调节式执行机构是由减速器、限位装置、不可逆电动机,以及铝合金铸造的坚固防尘外壳构成。ДР-1 型执行机构的输出装置为一圆盘,只能用控制旋转式调节机构。ДР 型执行机构既可用以带动旋转式调节机构(装上圆盘),也可用来推动直行程式调节机构(装上推杆)或同时产生这两种动作。

图2所示为DP和DP-1型双位调节式执行机构的电路图。电动机1通过齿轮系统使减速器的主轴转动，主轴与闭锁装置3的滑臂2连接。电动机在静止状态时，闭锁装置的滑臂2处在触点4或5上。当位式自动调节器或远距离控制开关的触点8（假定在图上“最小”的一边）闭合时，电动机电源电路接通，并开始旋转，通过减速器使滑臂2移动。滑臂离开触点4并与载流板6相接触，闭锁了调节器的触点。使电动机电源电路保持闭合而与调节器“最小”触点的状态无关。电动机继续旋转，通过减速器移动调节机构，直到滑臂2转过半转离开载流板6而与触点5接触为止。滑臂在触点5上切断了电路，这时电动机停止转动，而调节机构停在“全开”位

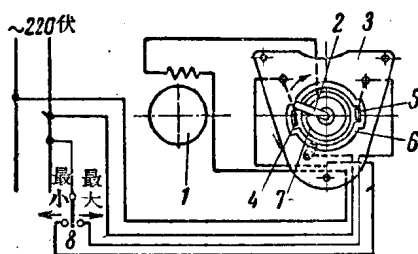


图2 DP和DP-1型双位调节式执行机构的电路图