

执行机构的由来

执行机构，又称执行器，是一种自动控制领域的常用机电一体化设备（器件），是自动化仪表的三大组成部分（检测设备、调节设备和执行设备）中的执行设备。主要是对一些设备和装置进行自动操作，控制其开关和调节，代替人工作业。按动力类型可分为气动、液动、电动、电液动等几类；按运动形式可分为直行程、角行程、回转型（多转式）等几类。由于用电做为动力有其它几类介质不可比拟的优势，所以电动型近年来发展最快，应用面较广。电动型按不同标准又可分为：组合式结构和机电一体化结构；电器控制型、电子控制型和智能控制型（带 HART、FF 协议）；数字型和模拟型；手动接触调试型和红外线遥控调试型等。它是伴随着人们对控制性能的要求和自动控制技术的发展而迅猛发展的：

1. 早期的工业领域，有许多的控制是手动和半自动的，在操作中人体直接接触工业设备的危险部位和危险介质（固、液、气三态的多种化学物质和辐射物质），极易造成对人的伤害，很不安全；
2. 设备寿命短、易损坏、维修量大；
3. 采用半自动特别是手动控制的控制效率很低、误差大，生产效率低下。

基于以上原因，执行机构逐渐产生并应用于工业和其它控制领域，减少和避免了人身伤害和设备损坏，极大的提高了控制精确度和效率，同时也极大提高了生产效率。今年来随着电子元器件技术、计算机技术和控制理论的飞速发展，国内外的执行机构都已跨入智能控制的年代。

执行机构的定义

对于执行机构最广泛的定义是：一种能提供直线或旋转运动的[驱动装置](#)，它利用某种驱动能源并在某种控制信号作用下工作。执行机构是将控制器输出信号转换为控制阀杆直线位移或阀轴角位移的装置。执行机构提供推动或推动力距，用于克服不平衡力、阀压紧力和摩擦力等，使位称量与输入信号成比例变化。

因为越来越多的工厂采用了[自动化控制](#)，人工操作被机械或自动化设备所替代，人们要求执行机构能够起到控制系统与阀门机械运动之间的界面作用，更要求执行机构增强工作安全性能和环境保护性能。在一些危险性的场合，自动化的执行机构装置能减少人员的伤害。某些特殊阀门要求在特殊情况下紧急打开或关闭，阀门执行机构能阻止危险进一步扩散同时将工厂损失减至最少。对一些高压大口径的[阀门](#)，所需的执行机构输出力矩非常大，这时所需执行机构必须提高机械效率并使用高输出的电机，这样平稳的操作大口径阀门。

执行机构使用液体、气体、电力或其它能源并通过电机、气缸或其它装置将其转化成驱动作用。基本的执行机构用于把阀门驱动至全开或全关的位置。用与控制阀的执行机构能够精确的使阀门走到任何位置。尽管大部分执行机构

都是用于开关阀门，但是如今的执行机构的设计远远超出了简单的开关功能，它们包含了位置感应装置，力矩感应装置，电极保护装置，逻辑控制装置，数字通讯模块及 PID 控制模块等，而这些装置全部安装在一个紧凑的外壳内。

电动执行机构

电动执行机构是采用电动机和减速装置来移动阀门的执行机构。通常，电动执行机构的输入信号是标准的电流或电压信号，其输出信号是电动机的正、反转或停止的三位式开关信号。电动执行机构具有动作迅速、响应快、所用电源的取用方便、传输距离远等特点。电动执行机构可按位移分为直行程、角行程和多转式等三类，也可按输入信号与输出性的关系分为比例式、积分式两类。

执行机构的应用领域

执行机构主要应用在以下三大领域：

1. 发电厂

典型应用有：

①火电行业应用

送风机风门挡板 一次进风风门挡板 空气预热风门挡板 烟气再循环 旁路风门挡板 二次进风风门挡板 主风箱风门挡板 燃烧器调节杆 燃烧器摇摆驱动器 液压推杆驱动器 叶轮机调速 烟气调节阀 蒸气调节阀 球阀和蝶阀控制 滑动门 闸门

②其它电力行业的阀门执行器应用

球阀 除尘控制喷水 叶轮机转速控制 控制大型液压阀 燃气控制阀 燃烧器点火启动 蒸气控制阀 冷凝水再循环，脱氧机，锅炉给水，过热控制器，再加热恒温控制器，及其它相关阀门应用

2. 过程控制

用于化工、石化、模具、食品、医药、包装等行业的生产过程控制，按照既定的逻辑指令或电脑程序对阀门、刀具、管道、挡板、滑槽、平台等进行精确的定位、起停、开合、回转，利用系统检测出的温度、压力、流量、尺寸、辐射、亮度、色度、粗糙度、密度等实时参数对系统进行调整，从而实现间歇、连续和循环的加工过程的控制。

3. 工业自动化

用于较为广泛的航空、航天、军工、机械、冶金、开采、交通、建材等方面，对各类自动化设备和系统的运动点（运动部件）进行各种形式的调节和控制。过程控制和工业自动化方面的主要应用举例如下：

① 在硫矿生产中的应用

注水流量控制 球阀和蝶阀控制

②碳酸钾管道阀门执行器的应用

滑动门 分流器 闸门 球阀和蝶阀 球型控制阀

③水处理阀门执行器的应用

液流流量控制 调压阀压力控制 酸溶液流量控制

④石灰石/水泥厂阀门执行器的应用

球或蝶阀控制 处理干水泥，石膏，或液体 送风和引风机 调节型风门挡板 旁路风门挡板 环境污染控制和除尘装置 滑动门 对在料斗和储藏库的原材料进行物流控制 闸门 控制原材料在进料口的流量 燃气控制阀 调节转炉上燃烧器进气量 蒸气控制阀 控制生产过程所需的蒸气

⑤在谷物加工厂执行器的应用

闸门 分流阀 分配器 物料卸货器/加热器 除尘隔离挡板 气流控制(物流干燥) 球阀和蝶阀控制

⑥钢厂风门挡板和阀门执行器的应用

球或蝶阀控制 控制冷却水，废水，或其它冷却介质 调节型风门挡板 送风和引风机 旁路风门挡板 闸门 环境污染控制和除尘装置 滑动门 控制原材料在进料口的流量 对在料斗和储藏库的原材料进行物流控制 燃气控制阀 蒸气控制阀 调节转炉上燃烧器进气量 控制生产过程所需的蒸气

⑦铝厂风门挡板和阀门执行器的应用

送风机风门挡板 一次进风风门挡板 空气预热风门挡板 烟气再循环 旁路风门挡板 二次进风风门挡板 主风箱风门挡板 燃烧器调节杆 燃烧器摇摆驱动器 液压推杆驱动器 叶轮机调速 烟气调节阀 蒸气调节阀 球阀和蝶阀控制 滑动门 闸门

⑧过程控制挡板的应用

空气补充 排风机旁路 热/冷风混和 应急关断

⑨在石油工业中的应用

注油工艺流量控制 气举管路主阀门压力控制 注水工艺流量控制 油井油质采样试验 / 生产用阀门

⑩在天然气生产和输送工业的应用

气举气流流量控制 气管路主阀门压力控制 压缩机喘振控制 天然气压力控制 天然气管路主阀门压力控制 应急关断 天然气调压器控制 压力控制 压缩机喘振控制 流量控制

阀门与自动化

为了成功的实现过程自动化，最重要的是要确保阀门自身能够满足过程及管道内介质的特殊要求。通常生产过程和工艺介质能够决定阀门的种类，阀芯的类型以及阀内件和阀门的结构和材料。

阀门选择好后接下来就要考虑自动化的要求即执行机构的选择。可以简单的按两种基本的阀门操作类型来考虑执行机构。

1. 旋转式阀门（单回转阀门）

这类阀门包括：[旋塞阀](#)、[球阀](#)、[蝶阀](#)以及[风门](#)或挡板。这类阀门需要已要求的力矩进行 90 度旋转操作的执行机构

2. 多回转阀门

这类阀门可以是非旋转提升式[阀杆](#)或旋转非提升式杆，或者说是他们需要多转操作去驱动阀门到开或关的位置。这类阀门包括：直通阀（截止阀）、闸阀、刀闸阀等。作为一种选择，直线输出的气动或液动气缸或薄膜执行机构也开来驱动上述阀门。

目前共有四种类型的执行机构，它们能够使用不同的驱动能源，能够操作各种类型的阀门。

1. 电动多回转式执行机构

电力驱动的多回转式执行机构是最常用、最可靠的执行机构类型之一。使用单相或三相电动机驱动齿轮或蜗轮蜗杆最后驱动阀杆螺母，阀杆螺母使阀杆产生运动使阀门打开或关闭。

多回转式电动执行机构可以快速驱动大尺寸阀门。为了保护阀门不受损坏，安装在在阀门行程的终点的限位开关会切断电机电源，同时当安全力矩被超过时，力矩感应装置也会切断电机电源，位置开关用于指示阀门的开关状态，安装离合器装置的手轮机构可在电源故障时手动操作阀门。

2. 电动单回转式执行机构

这种执行机构类似于电动多回转执行机构，主要差别是执行机构最终输出的是 1/4 转记 90 度的运动。新一代电动单回转式执行机构结合了大部分多回转执行机构的复杂功能，例如：使用非进入式用户友好的操作界面实现参数设定与诊断功能。

单回转执行机构结构紧凑可以安装到小尺寸阀门上，通常输出力矩可达 800 公斤米，另外应为所需电源较小，它们可以安装电池来实现故障安全操作。

3. 流体驱动多回转式或直线输出执行机构

这种类型执行机构经常用于操作直通阀（截止阀）和闸阀，它们使用气动或液动操作方式。结构简单，工作可靠，很容易实现故障安全操作模式。

通常情况下人们使用电动多回转执行机构来驱动闸阀和截止阀，只有在无电源时才考虑使用液动或气动执行机构。

4. 流体驱动单回转式执行机构

气动、液动单回转执行机构非常通用，它们不需要电源并且结构简单，性能可靠。它们应用的领域非常广泛。通常输出从几公斤米到几万公斤米。它们使用气缸及传动装置将直线运动转换为直角输出，传动装置通常有：拨叉、齿轮齿条，杠杆。齿轮齿条在全行程范围内输出相同力矩，它们非常适用于小尺寸阀门，拨叉具有较高效率在行程起点具有高力矩输出非常适合于大口径阀门。气动执行机构一般安装[电磁阀](#)、定位器或位置开关等附件来实现对阀门的控制和监测。

这种类型执行机构很容易实现故障安全操作模式。

执行机构选择要素

选择一台合适的阀门执行机构类型和规格时必须考虑下列要素：

驱动能源

最常用的驱动能源是电源或流体源，如果选择电源为驱动能源，对于大尺寸阀门一般选用三相电源，对于小尺寸阀门可选用单相电源。一般电动执行机构可有多种电源类型供选择。有时也可选直流供电，此时可通过安装电池实现电源故障安全操作。

流体源种类很多，首先可以是不同的介质如：压缩空气、氮气、天然气、液压流体等，其次它们可以具备各种压力，第三执行机构具有各种尺寸以提供输出力活力矩。

阀门类型

当选择阀门用执行机构时，必须要知道阀门的种类，这样才可以选择正确的执行机构类型。有些阀门需要多回转驱动，有些需要单回转驱动，有些需要往复式驱动，它们影响了执行机构类型的选择。

通常多回转的气动执行机构比电动多回转执行机构价格要贵，但是往复式直行程输出的气动执行机构价格比电动多回转执行机构便宜。

力矩大小

对于 90 度回转的阀门如：球阀、蝶阀、旋塞阀，最好通过阀门厂商获得相应阀门力矩大小，大部分阀门厂商是通过测试阀门在额定压力下阀门所需的操作力矩，他们将这一力矩提供给客户。对于多回转的阀门情况有所不同，这些阀门可分为：往复式（提升式）运动-阀杆不旋转、往复式运动-阀杆旋转、非往复式-阀杆旋转，必须测量阀杆的直径，阀杆连接螺纹尺寸已决定执行机构规格。

执行机构选型

一旦执行机构类型和阀门所需[驱动力矩](#)确定了，就可以使用执行机构厂商提供的数据表进行选型。有时还需考虑阀门操作的速度和频率。

流体驱动的执行机构可调节行程速度，但是除非是变频式的电动执行机构只有固定的行程时间。

开关控制

自动控制阀最大的好处是可以远距离的操作阀门，这就意味着操作人员可以坐在控制室控制生产过程而不需要亲临现场去人工操作阀门的开和关。人们只需铺设一些管线连接控制室和执行机构，驱动能源通过管线直接激励电动或气动执行机构，通常用的 4-20mA 信号来反馈阀门的位置。

连续控制

如果执行机构被要求用于控制过程系统的液位、流量或压力等参数，这是要求执行机构频繁动作的工作，可以用 4-20mA 信号作为控制信号，然而这个信号可能会和过程一样频繁的改变。如果需要非常高频率动作的执行机构，只有选择特殊的能频繁启停的调节型执行机构。当一个过程中需要多台执行机构时，可以通过使用数字通讯系统将各个执行机构连接起来，这样可大大降低安装费用。数字通讯回路可以快速高效的传递指令和收集信息。目前有多种通讯方式如：PROFIBUS（最多）、DEVICENET、HART 等。数字通讯系统不单单可以降低投资费用，它们还可以收集大量阀门信息，这些信息对于阀门的预测性维护程序非常有价值。变频式执行机构可以实现软启软停从而可以提高控制精度减少震荡，特别适合于流程工业自动化的实现。

预测性维护

操作人员可以借助内置的数据存储器来记录阀门每次动作时力矩感应装置测得的数据，这些数据可以用来监测阀门运行的状态和执行机构的使用情况。

上述大部分数据存在于所有种类的阀门，但着重点不同，例如：对于蝶阀，阀门运行中的摩擦力是可以忽略的，但对于旋塞阀这个力数值却很大。

不同的阀门具有不同的力矩运行[曲线](#)，例如：对于楔式闸板，开启和关闭力矩都非常大，其它行程时只有填料摩擦力和螺纹摩擦力，关闭时，液体静压力作用在闸板上增加了阀座摩擦力，最终楔紧效应使力矩迅速增大直到关闭到位。所以根据[力矩曲线](#)的变化可以预测出将会发生的故障，可以对预测性维护提供有价值的信息。

智能变频控制

执行机构在工作过程中，由于电机的频繁启动，导致工作时额定频率的变化，通过智能变频控制可使频率达到额定值

例如：由于电阻或外力原因，电机启动速度变慢，导致执行机构行程控制的误差，运用智能变频控制，可以改变输入转速，从而使执行机构的工作更可靠和稳定。

另请参考《《ONTRAC 电动执行机构选型介绍》》