

# 电磁阀气动符号及工程应用浅析

王秀娟<sup>1</sup> 陆 弋<sup>2</sup>

(1. 中国石化集团上海工程有限公司, 上海 200120; 2. 上海电视大学, 上海 200433)

## 摘要

介绍工程设计中常用的电磁阀及其气动元件符号表示方法, 帮助自控设计人员更好的设计气路图。文中借以工程实例具体分析了电磁阀的工作原理, 以提高电磁阀参与控制联锁的应用水平, 解决工程应用中的实际问题。

## 关键词

电磁阀; 气动符号; 工作原理分析

中图分类号: TQ056.2

文献标识码: A

文章编号: 1008-455X(2009) 03-0047-04

## Brief Analysis of Solenoid Valve Symbol and Engineering Application

Wang Xiujuan<sup>1</sup>, Lu Ge<sup>2</sup>

(1. SINOPEC Shanghai Engineering Co., Ltd Shanghai, 200120; 2. Shanghai Television University Shanghai, 200433)

**Abstract:** In this article, the symbol expression for solenoid valve and its pneumatic components was introduced, which is helpful to engineers in designing pneumatic route diagram. With practical engineering instances, the working principles of solenoid valve were analyzed so as to enhance the level of utilizing solenoid valve to control the interlock. In this way, the practical problems in engineering can be solved.

**Keywords:** solenoid valve; pneumatic symbol; analysis of working principle

电磁阀在化工生产中应用十分广泛, 通常它被用来加装在气动执行机构的气路上, 通过控制气路的通断来控制阀门的开关。但在实际工程设计应用中, 由于自控出身的仪表设计人员通常都没有接受过关于电磁阀及其气动符号等系统全面的基础知识, 这对于选择、设计出合适的气路图是一个很大的障碍。本文将从电磁阀的基本概念入手, 用通俗的工程语言予以介绍。

### 1 电磁阀基本知识介绍

让我们先对电磁阀有个初步的认识: 电磁阀由电磁线圈和磁芯组成, 是包含一个或几个孔的阀体。当线圈通电或断电时, 磁芯的运转将导致流体通过阀体或是被切断, 以达到改变流体方向的目的。根据线圈失电时气路的切断与否, 我们又把电磁阀分为常闭型和常开型。电磁阀的电磁部件由固定铁芯、动铁芯、线圈等部件组成; 阀体部分由滑阀芯、滑阀套、弹簧底座等组成。电磁线圈被直接安装在阀

体上, 阀体被封闭在密封管中, 构成一个简洁、紧凑的组合。

我们在工程设计中比较常用的电磁阀有二位三通、二位四通、二位五通等。那么, 这个“位”和“通”代表什么含义呢? 通常, 电磁阀具有一个可以在线圈电磁力驱动下滑动的阀芯, 阀芯在不同的位置时, 电磁阀的通路也就不同。阀芯的工作位置有几个, 该电磁阀就叫几位电磁阀。而阀体上的接口, 也就是电磁阀的通路数, 有几个通道口, 该电磁阀就叫几通电磁阀。

### 2 电磁阀常用气动符号——正确理解气路图的基础

在设计过程中, 常常需要看气路图。上面提到的各种电磁阀化身为各自相应的气动符号出现在图纸上。但是气路图中使用到的种种符号常常让我们感到为难, 因为自控学科出身的人, 通常都没有系统学习过机械专业的气动符号标准。这里, 我将简单介绍一下气路图中通常使用的几种气动元件符号, 以便于自控设计人员能够更直观的理解气路图。

图1中简单列举了压力控制及电磁控制的标准画法。

收稿日期: 2009-04-27

作者简介: 王秀娟(1976-), 女, 工程师。从事自动化仪表设计工作。

Tel: 021-58366600-2818 E-mail: wangxiujuan@ssec.com.cn

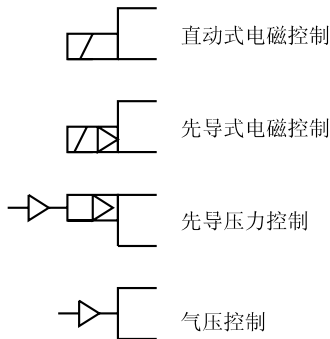


图1 气动符号——压力控制及电磁控制

如果我们需要看某种电磁阀有几种工作状态，也就是我们上面所说的是“几位”，我们需要看在图符上代表阀体的正方形，这种正方形有几个就代表“几位”，如图2所示。而后面的“几通”，则由其中的一个正方形上与箭头线及T线相交的点表示，有几个交点就代表“几通”，如图3所示。

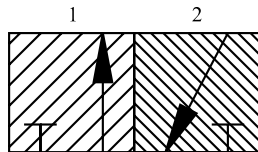


图2 2位3通电磁阀

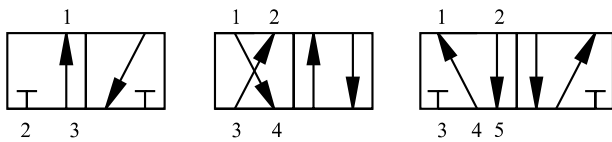


图3 2位3通电磁阀 2位4通电磁阀 2位5通电磁阀

这些气动符号中代表阀体的正方形内通常标注有箭头或“T”线，箭头表示气流方向，双向箭头表示气流可以双向流动。字母“T”则表示截止。

在电磁阀的气动符号上，通常还会有一些字母标志，以表明电磁阀的各个通路的大致用途。以两位五通电磁阀为例：五通电磁阀一般为1个进气口（用字母P表示），两个排气口（用字母R表示），两个工作口（用字母A、B表示）。通常阀体都会有功能标注。

### 3 设计中常用的几种电磁阀

有了以上对电磁阀基础知识的认识，下面我们将对常用的几种电磁阀逐一加以介绍，以便于设计中更好的选用。

#### 3.1 二位三通电磁阀

二位三通电磁阀在实际应用中十分普遍，通常与单作用气动执行机构配套使用，在生产中可用来接通或切断气源，从而对气动控制膜头的气路进行切换。下面，我们就以一个具体的二位三通电磁阀为例进一步分析以上的概念。

我们说的工作位置（电磁阀开或关），其实指的就是电磁阀的阀芯的位置。阀芯在线圈不通电时处在A位置，在线圈通电时处在B位置。当电磁阀的阀芯处在不同的位置时，对阀体上的各接口起到或是接通或是关闭的作用。例如，二位电磁阀是指电磁阀的阀芯有两个不同的工作位置（开或关），对电磁阀而言就是电磁阀带电状态和失电状态；对其所控制的阀门来说就是阀门的开和关。二通、三通电磁阀，是指电磁阀的阀体上有两个、三个通道口。二位二通电磁阀具有一进一出的二个通道，是最常见的电磁阀；二位三通电磁阀，则是一进二出的三个通道，其中的两出通道分别是对应连接为常开和常闭。同样，三通、四通、五通也都是指阀体上的流体通道数。图4表示了二位三通电磁阀的线圈得/失电状态切换而引起的气路切换。

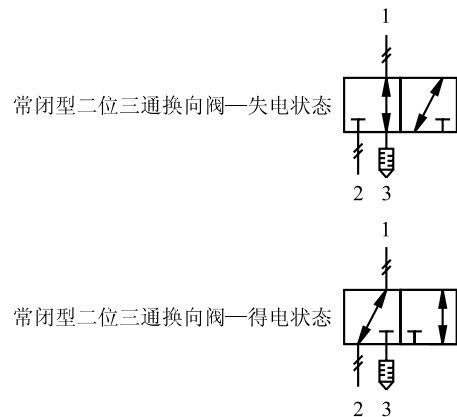


图4 2位3通电磁阀得/失电状态切换

从气路上讲，两位三通电磁阀有三个通道通气，一般情况下一个通道与气源连接，如图中的2号口；另外两个通道一个与执行机构的进气口连接，如1号口，另一个与执行机构排气口连接，通常加装一个消声器以消除噪声，如3号口。图4中的上图表示该电磁阀失电的状态。线圈不通电，此时，电磁阀铁芯在弹簧回复的作用下靠在双管端，关闭双管端1、2出口，而单管端出口3处于开启状态，即气路处于断开状态；下图表示二位三通电磁阀得电的状态。此时线圈通电，电磁阀铁芯在电磁力的作用下克服回复弹簧作用力移到单管端，关闭单管端出口3，双管端出口1、2处于开启状态。此时由于线圈的工作位置发生变化，气路切换到1-2接通状态。

#### 3.2 两位五通电磁阀

两位五通电磁阀通常与双作用气动执行机构配套使用，两位五通电磁阀具有1个进气孔与进气气源连接，1个正动作出气孔和1个反动作出气孔，分别与两个与双作用气缸的外部气室的进口气口连接，

1个正动作排气孔和1个反动作排气孔,则分别安装消音器,与内部气室的进口气口接连。两位五通的电磁阀一般为双电控,也就是双线圈。它的动作原理如下:给正动作线圈通电,则正动作气路接通,正动作出气孔有气。此时,即使给正动作线圈断电后,正动作气路仍然是接通的,而且这种状态将会一直维持到给反动作线圈通电为止。给反动作线圈通电,则反动作气路接通,反动作出气孔有气,即使给反动作线圈断电后反动作气路仍然是接通的,并且这种状态将会一直维持到给正动作线圈通电为止。这相当于“自锁”。基于两位五通双电控电磁阀的这种特性,在设计控制回路的时候,可以让电磁阀线圈动作1~2s就可以了,这样可以保护电磁阀线圈不容易损坏。

### 3.3 四通电磁阀

四通电磁阀在生产中应用也很多,其工作原理如下:当有电流通过线圈时,产生励磁作用,固定铁芯吸合动铁芯,动铁芯带动滑阀芯并压缩弹簧,改变了滑阀芯的位置,从而改变了流体的方向。当线圈失电时,依靠弹簧的弹力推动滑阀芯,顶回动铁芯,使流体按原来的方向流动。四通是把五通的两个出口通道用一个代替了。

### 4 应用实例——气路图分析

认识了不同的电磁阀,我们在设计气路图时可以根据具体的工艺需求,选择最安全、精简的元件来实现工艺要求。下面以某一个应用实例,加以说明。

某出料系统中,工艺连锁逻辑要求该双气缸开关阀只有在电磁阀 $Va$ 、 $Vb$ 同时都失电时,阀门打开,其余情况下,该开关阀都处于阀门关闭的状态。在失气时阀门保位。

图5是初版气路图。

在图5中目前表达的即为电磁阀失电时的阀门状态。如果我们以0代表失电,1代表得电,下面我们对电磁阀的不同状态进行详细分析。

若电磁阀 $Va=Vb=0$ ,则仪表空气无法通过电磁阀进入气控阀 $Vc$ 、 $Vd$ 的右侧气室,此时,仪表空气只有从气控阀 $Vd$ 的左侧进入开关阀的右侧气缸,而开关阀的左侧气缸气路此时则接到气控阀 $Vc$ 的排气孔位置,从而推动阀门到“开”位置。

若电磁阀 $Va=0$ , $Vb=1$ ,此时, $Vb$ 带电, $Vb$ 线圈的工作位置切换,气路切换到接通。这样,仪表空气通过2个电磁阀进入气控阀 $Vc$ 、 $Vd$ 的右侧气室,推动气控阀气路切换,仪表空气从气控阀 $Vc$ 的左侧

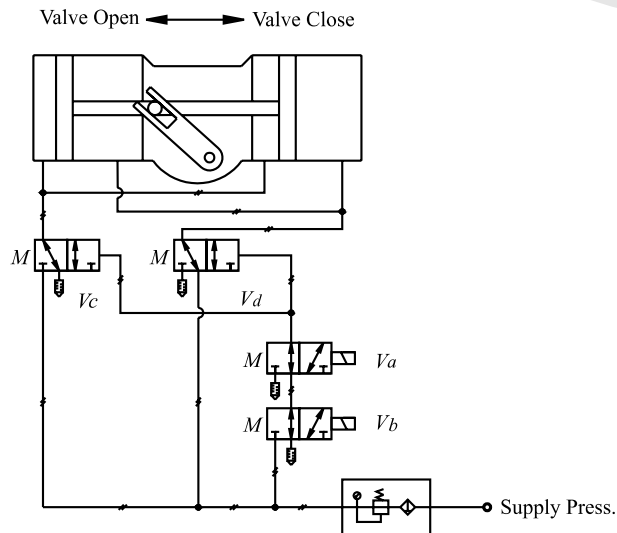


图5 初版双气缸开关阀气路图

气室进入开关阀的左侧气缸,而开关阀的右侧气缸气路此时则接到气控阀 $Vd$ 的排气孔位置,从而推动阀门到“关”位置。

若电磁阀 $Va=1$ , $Vb=0$ ,此时, $Va$ 带电, $Va$ 线圈的工作位置切换,气路切换到排气位置。而 $Vb$ 状态不变,仍然是出于气路断开位置。这样,由于仪表空气还是无法通过电磁阀进入气控阀 $Vc$ 、 $Vd$ 的右侧气室,状态同 $Va=Vb=0$ ,开关阀处于“开”位置。

若电磁阀 $Va=Vb=1$ ,即2个电磁阀同时带电,则 $Va$ 、 $Vb$ 线圈的工作位置都发生切换, $Vb$ 气路接通,但由于同时 $Va$ 的气路切换到排气状态,所以此时,仪表空气还是无法通过电磁阀进入气控阀 $Vc$ 、 $Vd$ 的右侧气室,状态同 $Va=Vb=0$ ,开关阀处于“开”位置。

从以上的分析,我们可以看出,该开关阀只有在 $Vb$ 带电时,阀门关闭,其余时候阀门都处于“打开”的状态。不符合我们初始的工艺要求“任一电磁阀带电,阀门都要关闭”,必须重新设计。

图6是修改版气路图。

由于增加了一条电磁阀 $Va$ 、 $Vb$ 间的气路,只要 $Va$ 、 $Vb$ 中有一个电磁阀带电,就会导致气路接通,进入气控阀的右侧气室,推动气控阀气路切换,仪表空气从气控阀 $Vc$ 的左侧气室进入开关阀的左侧气缸,而开关阀的右侧气缸气路此时则接到气控阀 $Vd$ 的排气孔位置,从而推动阀门到“关”位置。

而 $Va$ 、 $Vb$ 都失电时,电磁阀的气路出于排气状态,仪表空气通过气控阀 $Vd$ 进入开关阀右侧气室,推动阀门到“开”位置。

从以上分析可以看出,修改版的气路图完全符合我们的设计要求。

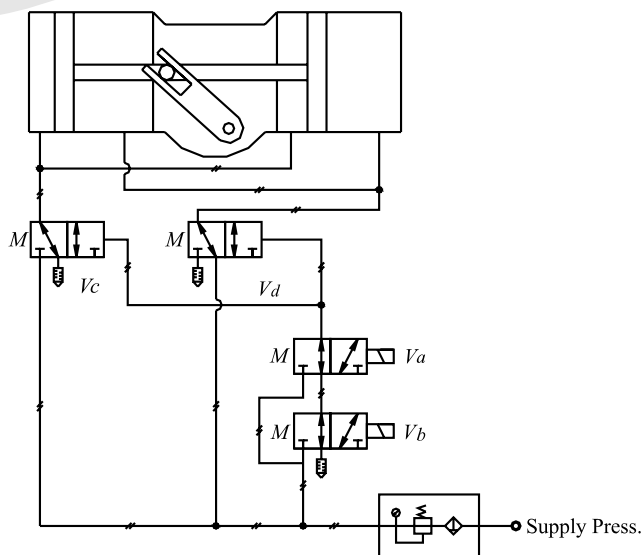


图6 修改版双气缸开关阀气路图

## 5 结束语

以上文中多是从气路的通、断上介绍如何根据不同的应用场合选择合适的电磁阀。但在设计时另

外一个因素也不能忽略，那就是电磁阀需要的信号及供电等级。

从电气上来说，两位三通电磁阀一般为单电控，也就是单线圈，系统只需一个输出信号 DO 就可控制一个电磁线圈的得电或者失电。而四通、五通电磁阀都有单、双电控之分。双电控的 2 位电磁阀有 2 个电磁线圈。2 个电磁线圈不可同时带电。其中一个得电后，电磁阀换向；当其失电时，电磁阀保持位置，必须另一边的电磁线圈得电，电磁阀才回复原位。可见，双电控的电磁阀系统必须提供 2 个输出信号 DO 才能有效地控制它。

电磁阀的线圈电压等级一般采用 DC24V、AC220V 等。随着对能耗的不断追求，24VDC 的低功耗电磁阀在越来越多的应用场合受到青睐。

以上对电磁阀使用中的种种分析、体会还很粗浅，只希望能够对设计领域的同行们起到抛砖引玉的功效，在实际应用中根据不同的工艺要求，选择最安全、精简的元件，设计出合适的气路。



## 全球医药行业增长率陷落 25 年最低谷

尽管因为是防御性较强的行业而被称为“避风港”，但在这场旷日持久的金融风暴中，医药行业也难以做到“滴水不沾”，尤其是对欧美市场而言，受专利药过期、研发困难及政府严控医药消费影响相对较大。美国某市场调研机构近日发布的报告显示，2009 年全球药品销售额的增长率是过去 25 年来最低的。

### 全球销售额将仅增 2.5%~3.5%

该调研机构下调了今年对制药行业增长率的预测，2009 年，全球药品销售额将仅增长 2.5%~3.5%，总额达 7500 亿~7600 亿美元，低于其在去年 10 月所作的增长率 4.5%~5.5%、总额为 8200 亿美元的预测。这一增长率是过去 25 年最低的。

在过去的一年，在全球药品销售中几乎占据半壁江山的美国制药业增长陷于停滞状态。2008 年，美国处方药销售额仅增长了 1.3%，达 2910 亿美元；处方药销售量更是仅增长了 0.9%。美国对全球制药行业增长的贡献率将从 2000 年的 42% 下降到 2009 年的 9%。

### 药企加速并购、仿制“过冬”

在极度深寒下，各大药企纷纷支招取暖。

首选做法就是并购。今年以来，医药界并购不断，仅大型个案就有辉瑞吞并惠氏、默克并购先灵葆雅以及罗氏笑纳基因泰克三宗，其他小规模并购更是此起彼伏。尽管大规模并购的长远效果见仁见智，但这种做法能做到快速合并业绩，短期内不失为一种应急之策。

接着就是产品结构调整转型。众多此前专精于新药研发

的制药巨头开始涉足以前“看不上”的仿制药。辉瑞收购惠氏后就表示，产品结构要向多元化的代表强生学习。赛诺菲-安万特近来也收购了分别位于捷克、墨西哥和巴西的几家仿制药企业。虽然其也表示要在过去擅长的专利药和疫苗领域加大投入，但毕竟需要新的增长点。而本来就有仿制药业务的诺华公司更加大对此项业务的投入，旗下非专利药部山德士全球首席执行官乔杰夫日前访华时透露，2008 年至 2013 年，全球非专利药市场的年增幅都将超过 9%，其中亚洲市场增速更高达 12%，去年全球非专利药市场规模已超 800 亿美元，2013 年有望达 1350 亿美金。为此山德士一方面加大向中国引进药品的速度，另一方面积极扩张销售渠道，规划将位于广东中山的工厂建成中国制药生产基地。

### 2 年后中国或成第三大制药市场

不过，尽管发达国家增长出现疲态，但发展中国家构成的新兴市场还是大有可为。

该机构报告预测，从现在起到 2013 年，包括加拿大、法国、德国、意大利、日本、西班牙和英国在内的“成熟制药市场”增长率将在 1%~4% 之间。而中国、巴西、墨西哥等新兴市场则增长迅速，2013 年增幅将达到 13%~16%。

与此同时，2009 年七大新兴制药市场（中国、巴西、墨西哥、韩国、印度、土耳其和俄罗斯）将为全球制药市场贡献一半的增幅。中国目前是世界上第六大制药市场，该机构预测，到 2011 年中国将成为第三大制药市场。