

电磁阀的原理及其在工程设计中的应用探讨

周超群

(中国石化集团公司宁波工程有限公司, 浙江 宁波 315207)

摘要: 通过对常用电磁阀的结构及原理的阐述, 介绍了二位三通常闭型及通用型电磁阀、二位五通单线圈及双线圈电磁阀在 100 kt/a 有机硅单体工程项目中气动切断阀参与联锁时的应用, 并且介绍了该项目中双电磁阀在控制阀参与联锁时的应用, 最后对电磁阀应用中的注意事项提出了几点建议。

关键词: 电磁阀; 联锁; 传输距离

中图分类号: TP214 文献标识码: B 文章编号: 1007-7324(2006)05-0092-03

电磁阀在工业生产中应用十分广泛, 在石油化学工业中尤为普遍。它既可用于水、空气和中性气体以及其他与电磁阀材质相适宜的气体、液体的开关控制(二通), 又可作为安全联锁保护系统中不可缺少的一部分(三通、四通、五通)。

电磁阀由电磁部件、阀体组成。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。当线圈通电或断电时, 磁芯的运转将导致流体通过阀体或被切断, 以达到开关或改变流体方向的目的。在安全联锁保护系统中应用的电磁阀主要有二位三通、二位四通和二位五通, 二位的含义为: 对于电磁阀来说是带电或失电, 对于所控制的阀来说就是打开或关闭。

二位三通电磁阀由阀体、阀罩、电磁组件、弹簧及密封结构等部件组成, 动铁芯底部的密封块借助弹簧的压力将阀体进气口关闭。得电时, 线圈励磁, 电磁铁吸合, 动铁芯上部带弹簧的密封块把排气口关闭, 气流从进气口进入阀门, 起到控制作用; 失电时, 电磁力消失, 动铁芯在弹簧力作用下离开固定铁芯向下移动, 将排气口打开, 堵住进气口, 阀门因失气而改变开关状态。

二位四通和五通电磁阀的原理相同, 只是四通有 1 个排气口, 五通有 2 个排气口。它们的工作原理: 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。

下面结合蓝星 100 kt/a 有机硅单体工程的联锁控制系统, 介绍电磁阀在该项目中的设计应用。

1 电磁阀的功耗及允许传输距离

在实际的设计应用中, 电磁阀有两种供电形式: 220 V AC 或 24 V DC。如果选用 220 V AC 供电形式, 因为供电电压高, 传输电缆造成的电压降不会影响到电磁阀能否正常工作, 不必考虑电缆电阻损失的电压, 所以可以远距离传输。如果电磁阀的供电电压为 24 V DC, 就必须根据电磁阀的最低工作电压来进行电缆的最大允许长度计算。

如果 24 V DC 供电电磁阀的最小工作电压为 20 V, 那么线路上的最大允许压降为 4 V。假设所选电磁阀的额定功率为 12 W, 采用二芯 2.5 mm² 的聚氯乙烯绝缘护套控制电缆, 从电缆样本可以查到电缆的最大直流电阻为 7.41 Ω/km, 由此可以计算出电缆的最大允许长度如下。

a) 电磁阀的工作电流

$$I = P/V = 12/24 = 0.5 (\text{A}) \quad (1)$$

式中 I ——电磁阀工作电流, A;
 P ——电磁阀额定功率, W;
 V ——电磁阀工作电压, V。

b) 允许电缆长度的计算

$$R = 4 \text{ V} / 0.5 \text{ A} = 8 \Omega$$

$$L_1 = 8 / 7.41 = 1.079 \text{ km} \quad (2)$$

$$L_2 = 1079 / 2 = 539 \text{ m}$$

式中 R ——电缆电阻, Ω;
 L_1 ——电缆单芯距离, km;

收稿日期: 2006-05-06; 修改稿收到日期: 2006-06-15

作者简介: 周超群(1971-), 女, 浙江慈溪人, 1994年毕业于中国纺织大学工业自动化专业, 在中石化宁波工程有限公司电控室工作, 任工程师。

L_2 —— 电缆双芯距离, m。

综上所述, 对于大功率且供电电压为 24 V DC 的电磁阀, 为了保证电磁阀在不低于正常工作电压 (假设为 20 V DC) 的条件下动作, 可以通过选用较粗线径电缆(2.5 mm²) 来降低线路上的压降, 这样信号允许的传输距离可以到达 500 m 左右。

2 电磁阀的联锁控制

为了避免因电源故障而导致电磁阀在联锁发生时动作失败, 通常电磁阀都为常闭型(NC), 即正常时带电, 联锁动作时失电; 另外还有一种为通用型(可以连成常闭或常开的任意一种)。

在实际应用中, 应根据工艺过程的安全保护需要, 确定哪种形式能够满足最安全的条件选用 NC (常闭) 或通用。下面以该项目工程设计中电磁阀的应用实例进行说明。

2.1 电磁阀在气动切断阀参与联锁时的应用

图 1 应用在单作用气开式切断阀联锁时关闭及单作用气关式切断阀联锁时打开的场合。联锁过程: 正常状态下, 电磁阀得电, 进气口 1 打开, 排气口 2 关闭, 气路 1, 3 接通, 切断阀正常供气, 气开式切断阀打开, 气关式切断阀则为关闭; 联锁状态下, 电磁阀失电, 进气口 1 关闭, 排气口 2 打开, 气路 2, 3 接通, 切断阀供气中断, 执行机构的弹簧复位, 气开式切断阀关闭, 气关式切断阀则为打开。

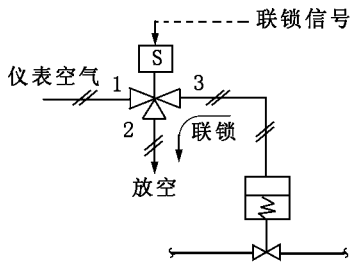


图 1 二位三通常闭型电磁阀的应用

图 2 应用在单作用气开式切断阀联锁时打开及单作用气关式切断阀联锁时关闭的场合。联锁过程: 正常状态下, 电磁阀得电, 进气口 1 关闭, 排气口 2 打开, 气路 2, 3 接通, 切断阀不被供气, 气开式切断阀关闭, 气关式切断阀则为打开; 联锁状态下, 电磁阀失电, 电磁阀进气口 1 打开, 排气口 2 关闭, 气路 1, 3 接通, 切断阀供气, 气开式切断阀打开, 气关式切断阀则为关闭。

由于通用型可以连成常开或常闭的任意一种, 而且价格差别不大, 所以为了方便起见, 可以将上述两种应用中的电磁阀均选为通用型。

图 3 为二位五通单线圈电磁阀应用在切断阀执行机构为双作用气缸式的场合。

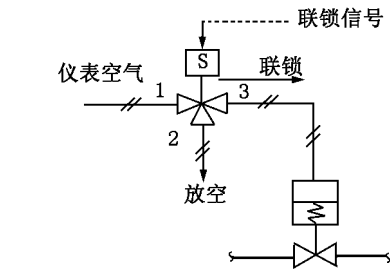


图 2 二位三通通用型电磁阀的应用

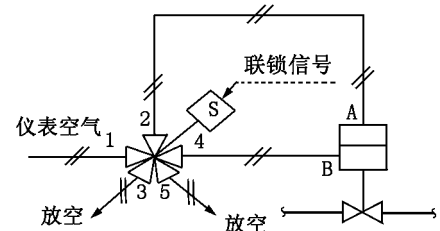


图 3 二位五通单线圈电磁阀的应用

如果联锁发生时需要关闭切断阀, 则在正常操作时仪表空气走向为 1—4, 切断阀 B 气缸进气, A 气缸排气, 然后再经电磁阀 2—3 端口放空; 当联锁发生时, 仪表空气走向为 1—2, 切断阀 A 气缸进气, B 气缸排气, 然后再经电磁阀 4—5 端口放空, 切断阀达到关闭的目的。

如果联锁发生时需要打开切断阀, 则在正常操作时仪表空气走向为 1—2, 切断阀 A 气缸进气, B 气缸排气, 然后再经电磁阀 4—5 端口放空; 联锁发生时, 仪表空气走向为 1—4, 切断阀 B 气缸进气, A 气缸排气, 然后再经电磁阀 2—3 端口放空, 切断阀达到打开的目的。

图 4 为二位五通双线圈电磁阀应用在切断阀执行机构为双作用气缸式的场合。

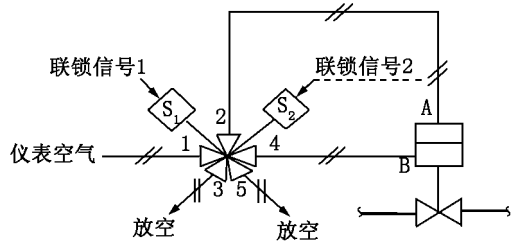


图 4 二位五通双线圈电磁阀的应用

通常可以根据联锁要求通过切断阀执行机构 A, B 气缸的进气、排气达到阀门的通断, 但是在一些工艺要求电源故障保持阀位 EFL (Electrical Failure Last) 的场合, 可以选用双线圈电磁阀来实现在电源故障情况下阀位的保持。此类电磁阀磁芯的运转所导致阀门的通断分别由两个线圈来完成, 故称为双线圈。

如图 4 所示, 当电磁阀线圈 S₁ 接收联锁信号

1时仪表空气走向为1—4,切断阀B气缸进气,A气缸排气,然后再经电磁阀2—3端口放空,切断阀达到打开的目的,如果此时发生电源故障,只要电磁阀线圈 S_2 未收到联锁信号2,切断阀依然保持打开位置,直到 S_2 接收到联锁信号2时,仪表空气走向为1—2,切断阀A气缸进气,B气缸排气,然后再经电磁阀4—5端口放空,切断阀达到关闭的目的。

总而言之,双线圈电磁阀可以实现当电源故障时切断阀不会因为失电而动作,仍然保持在电源故障前的位置,在实际的设计应用中,单线圈或双线圈电磁阀的选用必须根据工艺流程的需要,满足联锁要求。

2.2 电磁阀在控制阀参与联锁时的应用

图5中2台电磁阀分别接收同一个工艺参数(压力)的不同值(高和低)引起的联锁信号。控制阀在正常状态下为打开状态,电磁阀 S_1, S_2 都处于得电状态,电磁阀 S_1 进气口1关闭,排气口2打开,气路2,3接通,电磁阀 S_2 进气口1打开,排气口2关闭,气路1,3接通,控制阀不被供气,气关式控制阀打开;当电磁阀 S_1 接收到联锁信号1(压力低联锁)时,电磁阀 S_1 失电,此时由于联锁信号2(压力高联锁)不发生,电磁阀 S_2 仍处于得电状态,电磁阀 S_1 的进气口1打开,排气口2关闭,气路1,3接通,电磁阀 S_2 仍然为进气口1打开,旁通口2关闭,气路1,3接通,即电磁阀 S_1, S_2 的1—3均为通路,控制阀由电气阀门定位器调节;当电磁阀 S_2 接收到联锁信号2(压力高联锁)时,电磁阀 S_2 失电,此时由于联锁信号1(压力低联锁)不发生,电磁阀 S_1 处于得电状态,电磁阀 S_1 的进气口1关闭,排气口2打开,气路2,3接通,电磁阀 S_2 的进气口1关闭,排气口2打开,气路2,3接通,气关式控制阀关闭。

3 电磁阀应用时的注意事项

在应用电磁阀的过程中,电磁阀的故障将直接

影响到切断阀或控制阀的动作,常见的故障为电磁阀发生拒动现象,遇到此类问题时,应从以下几方面排查。

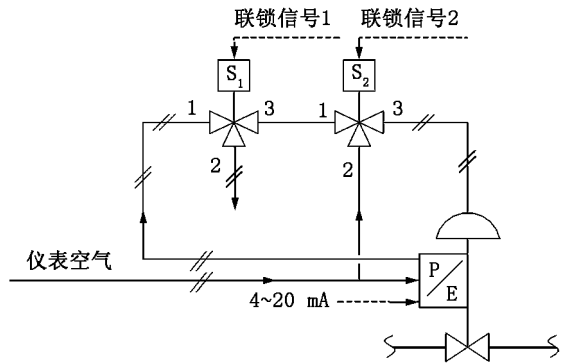


图5 双电磁阀的应用

1) 电磁阀接线头松动或线头脱落,电磁阀不得电,应紧固线头。

2) 电磁阀线圈烧坏,可拆下电磁阀的接线,用万用表测量,如果开路,则电磁阀烧坏。可能因线圈受潮引起绝缘不好而漏磁,造成线圈内电流过大而烧毁,因此要防止雨水进入电磁阀。此外,弹簧过硬,反作用力过大,线圈匝数太少,吸力不够也可使得线圈烧毁。

3) 电磁阀卡住。电磁阀的滑阀套与阀芯的配合间隙很小(小于 $8\mu\text{m}$),一般都是单件装配,当有机械杂质带入或润滑油太少时,很容易卡住。可用钢丝从头部小孔插入,使其弹回。根本的解决方法是将电磁阀拆下,取出阀芯及阀芯套进行清洗,使得阀芯在阀套内动作灵活。

此外在选用电磁阀时还应考虑温度、压力、防爆区域划分等。

总之在设计选用电磁阀时一方面应根据工艺的实际联锁保护需要,另一方面还需从电磁阀的可靠性及经济性考虑。经济性必须建立在安全、适用、可靠的基础上,经济性不单是产品的售价,更要优先考虑其功能和质量以及安装维修等费用,是产品的性能价格比。

启 示

请广大作者在投稿时提供您的联系电话及详细地址,以便联系,另外作者简介,参考文献必须按录入规则提供,不能缺项。

《石油化工自动化》编辑部