

回收氢的射流自控系统及气动阀门的研制

丹阳化肥厂 汪 正

随着石油化学工业的发展,世界上氢气消耗量急剧增加。解决氢气的来源,除建设一些独立的制氢装置外,一条重要的途径就是从现有的含氢工业气体中回收氢气。

一、方案确定

回收氢气的工艺要求控制系统工作准确可靠、操作方便、防爆性能好。本工艺为四床一次均压流程的变压吸附。每一个吸附床在一个循环周期中经历吸附Ⅰ、吸附Ⅱ、顺降、逆降、冲刷、升压等几个步骤。全部四床动作共有12个阶段,25只阀门要在规定的周期时间内完成特定的动作,才能制得纯氢。四床流程见图1。

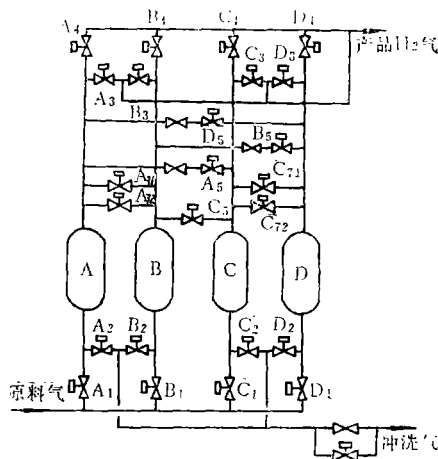


图1 变压吸附制氢流程图

根据工艺要求,参考我厂已成功用于年产5000吨乙烯的裂解炉时间程序控制和年产20000吨氨的煤气炉控制中的射流控制器,我们采用了射流自控系统并已获得成功。在省级鉴定会上,肯定了为该项目中试配套研制的射流自控系统和气动阀门,认为

其运行良好、启动速度快、能耗低。在射流控制器中,我们还考虑了质量控制方案,只要改变或附加少量辅助装置,本机就成为时间程序控制和质量控制相结合的控制系统。

二、射流控制器

1. 工作原理

射流控制器按本机的指令信号,通过码盘发讯器依据给定的时间程序,周期地发出气脉冲指令讯号。此讯号通过某一程序控制单元中的射流元件(或门元件)进行逻辑分配,传递给具有“记忆”性能的气动功率放大器,将讯号从500mmH₂O放大到6~8 kg/cm²的压力,驱动从属的工艺气缸阀门动作,完成工艺操作程序。如果将质量分析指标引入控制器,控制器就成为时间程序加质量控制的控制系统。

2. 自动程序编排和线路设计

控制器的程序编排取决于工艺给定的条件,工艺规定的阀门动作程序见表1。根据表1,将在时间上同步动作的阀门编为一组。如A₁、A₄、B₂阀均在01阶段开,04阶段关,将它们编为一组,称为A₁组。以此类推,25只阀门编成13组。这就是自动程序的编排工作。详见表2及说明。

然后按表2程序编排表进行线路设计。首先根据阀组数,初步估算气动放大器的个数,使阀组数等于放大器个数,然后根据每阀组的阀门气缸总容积与放大器功率比较,再从切换速度上分析,就能进一步确定每阀组需要的放大器个数,最终得出所有阀组所需要的放大器的总数。在本程序中C₁阀组的阀门最多,有4个。由于气缸容积的总和小,因此选用一只气动功率放大器即可。所以本

表1 阀门动作表

程序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A ₁	开			关								
A ₂							开			关		
A ₃	关			关								开
A ₄	开			关								
A ₅						开	关					
A ₇₁				开		关	关			开		关
A ₇₂					开	关					开	关
B ₁							开			关		
B ₂	开			关								
B ₃						开	关					
B ₄							开			关		
B ₅	关											开
C ₁	关									开		
C ₂				开			关					
C ₃									开	关		
C ₄	关									关		
C ₅			开	关								
C ₇₁	开		关	关			开		关			
C ₇₂		开	关					开	关			
D ₁				开			关					
D ₂	关									开		
D ₃			开	关								
D ₄				开			关					
D ₅	关									开		
06	关		开	关		开	关		开	关		开

表2 程序编排

程序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A ₁	—	—	—									
A ₂							—	—	—			
A ₃												—
A ₅						—						
A ₇₁				—	—					—	—	
A ₇₂					—						—	
C ₁										—	—	—
C ₂				—	—	—						
C ₃						—			—			
C ₇₁	—	—					—	—				
C ₇₂		—						—				
C ₅			—									
06			—			—			—			—

“—”代表开

A₁组(A₁、A₄、B₂)；A₂组(A₂、B₁、B₄)；
A₃组(A₃、B₅)；A₅组(A₅、B₃)；A₇₁组(A₇₁)；
A₇₂组(A₇₂)；C₁组(C₁、C₄、D₂、D₅)；C₂组(
C₂、D₁、D₄)；C₃组(C₃)；C₅组(C₅、D₃)；C₇₁
组(C₇₁)；C₇₂组(C₇₂)；06组(06)

程序的气动功率放大器的个数恰好与阀组数相等，为13个。

进而由阀组动作的次数选用逻辑元件“或门”。当一组阀门在周期时间内只“开”“关”动作一次，则可不用射流元件，而将码盘信号指令直接送入功率放大器的信号口即可。如果一组阀门在周期时间内“开”或“关”的动作达二次以上，为保证信号准确分配防止窜扰，就需要选用射流元件。码盘发出的指令信号经过“或门”元件后再送入功率放大器的信号口。“或门”元件的信号口数就等于每组阀门动作的次数。当元件的信号口少时，就采用多个“或门”元件串联使用。

具有双稳性能的双向气动放大器能够确保经过“或门”元件的脉冲指令信号被记忆下来并加以放大去推动工艺阀门。

为进行质量控制，在对应的A₃、C₃、A₅、C₅的气动放大器的“开”输出端接有气电转换器。

3. 结构

(1) 气源压力调配部分

由减压定值器和气动两针压力计组成。外来的6~8 kg/cm²气源，一路作为气动放大器的工作气源，一路经减压到1.2 kg/cm²左右送到码盘，作为信号源。

(2) 发讯部分

由图2可以看出，发讯部分由按一定周期旋转的摇臂喷嘴和按规定时间程序排列的接收口码盘、同步电机或可逆电机及蜗轮、蜗杆、带手柄的轴杆等部分组成。

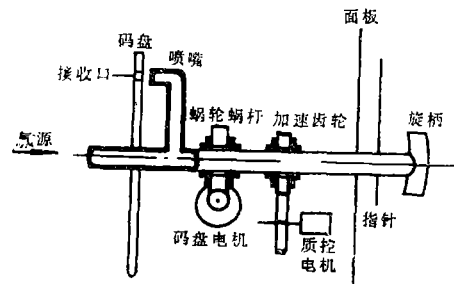


图2 码盘发讯器

220V50Hz的交流电驱动同步电机,经选配变速的蜗轮蜗杆减速,转动轴杆上的摇臂喷嘴,喷嘴喷出大约1000mmH₂O的射流信号,按程序发送到码盘上的接收口内。此时面板上的百分刻度盘指针所示即为喷嘴行迹。轴杆穿过面板的外端装有手柄,在控制器自动运行的过程中,操作人员可随时通过此手柄任意正反扭转,改变喷嘴的位置,从而达到缩短、延长阶段时间的目的。

对于工艺稳定、周期不大变的控制器采用转速稳定、线路简单的同步电机作码盘电机较好。需要改变周期时间时,只要更换一下蜗轮即可。

对于试验装置、周期常变的控制器采用可逆电机作码盘电机比较适宜。通过控制电压的调整,就可以方便地调整周期时间。

当采用质量控制时,前者要在轴杆上装加速齿轮。质量分析仪发出的信号,通过加速电机带动加速齿轮,使喷嘴快速转动到下一个阶段。对可逆电机进行质控时,只需增加一组加速控制电压,可省去质控电机和加速齿轮。

(3) 信号传递及放大部分

本部分主要由气路板、“或门”元件和气动放大器组成。

气路板系用二块有机玻璃板,根据程控线路的要求,按照气路分配的均匀性和尽可能小的气阻的原则而铣出气路通道,然后粘接起来。“或门”元件、信号接收口、输出口均固定在板上,成为全机的心脏。

(4) 质量时序控制部分

一般说来,在工艺稳定、床层稳定的条件下,一经掌握周期制气的规律性,周期时间就可以固定不变了。此时,仅用时间程序控制器已可达到目的。但有时为了节能或选择最佳控制,要在时间程序控制器中加入质量控制。为此,我们也增加了有限的机构,保证了上述条件。

根据工艺要求,在各塔吸附的后期,气

体成分低于标准时,就要立即切换床层动作。这时,时间程序控制作用停止,而由质量分析仪来控制该不该切换和何时切换到下一阶段(图3)。

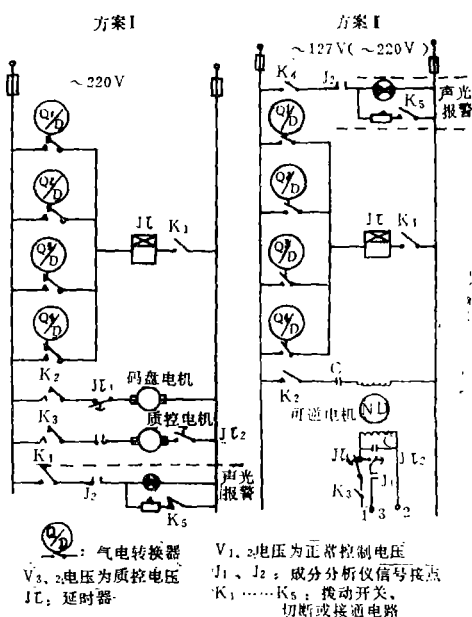


图3 质控电路图

4. 气源净化

从空气压缩机出来的压缩空气,经过水冷、氨冷、旋风分离器后,送往各车间。各车间控制室内用KLQ型空气过滤器进行过滤,空气经过后,水、油被除去99%以上,保证了本机气源的净化要求(见图4)。

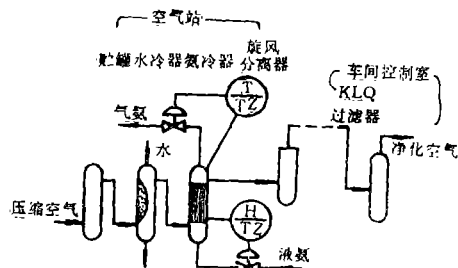


图4 气源净化流程

三、气动阀门的研制(见图5)

氢气回收程序中,产品质量、收率要求很高,据有关资料报道,能确保该装置正常

运转的阀门也处于研制中,这主要是由于工艺对气动阀门的条件要求苛刻。

1.二位式,动作频繁,一个周期内最多动作4次,至少连续运行三个月,仍应有良好的气密性。

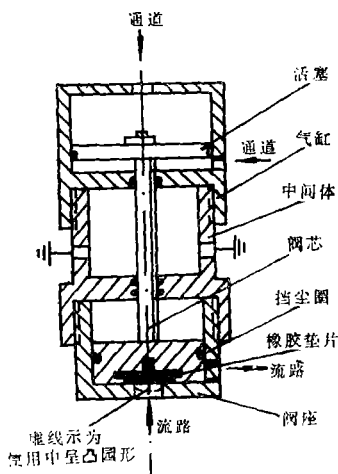


图5 气动阀门

- 2.阀门流阻小,流路方向可变。
- 3.压差大、冲刷大。
- 4.抗粉尘卡、磨。
- 5.切换灵敏、动作快速可靠。

我们在设计制造中,首先选用“流路简单、阻力小,特别适合于高压降、高粘度、含有悬浮物和颗粒状物质流体,并能避免结焦、粘结、堵塞等,也便于清洗和自净”的角形阀结构。其次,根据阀门内径不大($\phi 12$)、密封性要求高,而采用单阀芯平板型软密封切断结构。选用耐磨、抗压、机械强度高的聚氨脂橡胶或丁腈橡胶做密封垫片。为确保在流向改变的情况下,垫片不致于冲脱,阀芯上开有卡槽和压配丝孔,垫片就紧紧地装配在卡槽和丝孔内。垫片的边缘还开有倒角,实际使用中发现,垫片在受压后,中心部位形成圆弧形,取得了使流路更畅通的意外效果。

为了防止灰尘进入阀杆,阀芯上装有“O”型挡尘圈。

在执行机构的选用和计算上,选用“输入压力高、具有很大的输出推力,特别适用于高静压、高压差工艺场合”的气动活塞式执行机构,其推动力计算公式为:

$$F = T + f + W \quad (1)$$

$$\text{活塞力 } F = \eta P_1 (S_1 - S_2) \quad (2)$$

$$\text{O型圈摩擦阻力 } T = 0.03 P_1 \times 2 + 0.03 P_2 \times 3 \quad (3)$$

$$\text{密封垫片压紧力 } f = a (S_3 - S_4) \quad (4)$$

$$\text{阀芯推力 } W = P_2 S_3 \quad (5)$$

将式(2)、(3)、(4)、(5)代入(1)求得活塞面积

$$S_1 = \frac{P_2 S_3 + a (S_3 - S_4) + 0.03 P_1 \times 2 + 0.03 P_2 \times 3}{\eta \times P_1} + S_2 \quad (6)$$

式中: η ——活塞效力(取0.9)

P_1 ——气源压力(取 6 kg/cm^2)

P_2 ——介质压力(取 18 kg/cm^2)

a ——橡胶垫片压紧系数(5 kg/cm^2)

S_1 ——活塞面积

S_2 ——阀杆截面积

S_3 ——密封垫片外径面积

S_4 ——密封垫片内径面积

为了保证阀门启动迅速,尽可能减少气流对阀芯的冲刷时间,气缸的长度要尽可能短。气缸活塞面积由上面公式计算确定后,气缸的长度主要取决于保证流通能力C的阀芯开度。要尽量减少气缸的不必要死空间,配管也力求短、直、阻力小。

为了维修方便,更换阀芯垫片容易,该阀分为气缸、中间体、阀座三个部分。

本阀从一九八一年运转至今,效果良好。

参 考 文 献

- [1] 上海工业自动化仪表研究所,《气动调节阀计算使用手册》,1972
- [2] 胥德孝,《液压和气动设备的密封》,机械工业出版社,1979
- [3] 绪方胜彦,《现代控制工程》,科学出版社,1976