

# 基于 DCS 系统实现变压吸附提纯 CO 的顺序控制

吴同军

(黑化集团, 黑龙江 齐齐哈尔 161041)

**摘要:** 采用 DCS 控制系统 JX300 对变压吸附提纯 CO 进行了顺序控制。介绍了变压吸附 CO 的工艺流程、吸附程序和操作要求; 根据系统的组态软件特点和相应功能顺序论述了变压吸附 CO 顺序控制的过程和方法。结果表明, 功能模块化更便于程序的维护和功能程序块的升级优化。

**关键词:** DCS 控制系统; JX300 变压吸附; CO 提纯; 顺序控制

中图分类号: TQ 028.15 文献标识码: A 文章编号: 1004-8901(2008)04-0060-03

## Sequence Control for Purifying CO to Realize Pressure Variation Adsorption Based on DCS System

WU Tong-jun

(Heilongjiang Qiqihaer Group, Qiqihaer Heilongjiang 161041 China)

**Abstract** Using the DCS control system JX300 the sequence control has been executed for the purifying the CO by pressure variation adsorption. Author has introduced the process flow for pressure variation adsorbing CO, adsorption procedure and operating requirement according to the configuration software feature of the system and the appropriate function author has discussed both the process and method for sequence control of pressure variation adsorbing CO. The result indicates that function modularization is easier to maintain the program and to upgrade/optimize the function module.

**Keywords** DCS control system; JX300 pressure variation adsorption; CO purifying; sequence control

黑化集团二甲酯生产原料中的甲醇、氧气和 CO 均来自尿素系统。由于 CO 的纯度仅为 30% ~ 40%, 不能满足工艺要求, 故采用变压吸附提纯的方法来提高 CO 的纯度。DCS 控制系统采用的是浙大中控自定义组态软件 JX300, 该软件实现了功能模块化, 便于维护且升级优化方便, 满足了工艺控制的要求, 以下简要介绍。

### 1 工艺流程

为了得到体积分数 > 98.5 的 CO, 将粗脱硫半水煤气压缩至 0.8 MPa 进入精脱硫工序, 然后, 再进入变压吸附工序提纯 CO。变压吸附采用三塔两均流程, 作用是清除脱硫原料气中 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 和微量的 S<sub>2</sub>。通过逆放降压和冲洗的方法使吸附剂得到再生, 3 个吸附塔交替进行吸附和再生过程。变压吸

附工艺流程见图 1, 每个吸附塔的工艺程序步骤见表 1, 工艺程序框图见图 2。

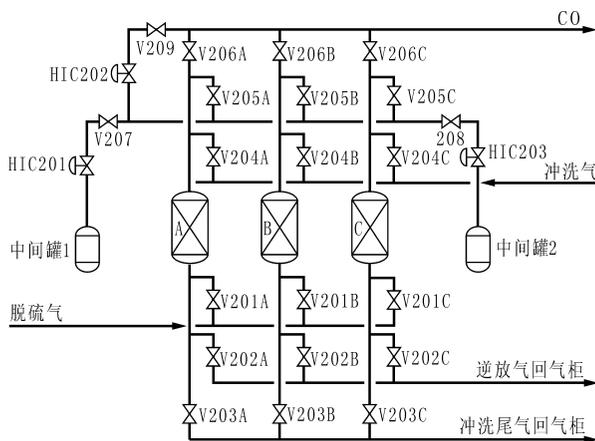


图 1 变压吸附 CO 工艺流程

作者简介: 吴同军 (1973 年 -), 男, 山东东平人, 1996 年毕业于齐齐哈尔大学生产过程自动化专业, 高级工程师, 从事 DCS 系统维护和仪表技术的开发工作。

表 1 变压吸附工艺程序

A	A	ED1	ED2	ED3	PPV	ER1	ER2	ER3	
B	PPV	ER1	ER2	ER3	A	ED1	ED2	ED3	PPV
C	ED1	ED2	ED3	PPV	ER1	ER2	ER3	A	

注: A 为吸附, 原料脱硫气在一定压力下进行吸附; ED1 为一次均压降压, 从吸附床顶部与中间罐 1 进行压力均衡; ED2 为二次均压降压, 与中间罐 2 进行压力均衡; ED3 为逆放, 从原料进口将吸附床压力降低; PPV 为冲洗, 用尾气冲洗吸附塔, 使吸附剂彻底解析; ER1 为第 1 次均压充压, 吸附床与中间罐 2 进行压力均衡; ER2 为第 2 次均压充压, 吸附床与中间罐 1 进行压力均衡; ER3 为第 3 次(终)充压, 每个吸附罐出气再次逆向充压至吸附压力。

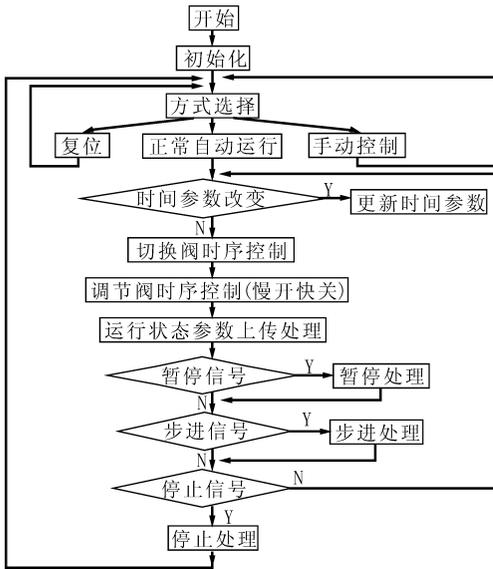


图 2 工艺程序框图

## 2 操作要求

根据工艺要求, 在工艺流程图画面上可进行如下操作。

(1) 操作人员可以在线更改每步的运行时间和 2 步之间的间隔时间(阀门动作时间)。

(2) 操作人员可以在线更改 3 个调节阀的起始开度和开阀时间的系数, 使阀门在自动状态下, 根据实际工艺情况, 按照某一函数关系进行自动调节。

(3) 根据工艺要求, 设置 2 个按钮: ①复位按钮, 使整个系统回到初始状态; ②步进按钮, 使程序进入到下一步。设置 2 个开关: 运行/暂停开关和自动/手动开关。只有在暂停状态下, 其他按钮开关才可以操作。在手动状态下, 操作人员可以调整电磁阀开关和调节阀开度。在运行和自动状态下, 阀门按程序时间顺序自动控制。

(4) 可以进行其他常规的工艺操作。同时, 流程图还显示每个吸附塔当前状态、当前步的剩余时间、操作指令、暂停时间、阀门状态和管线的动态显示, 以及其他常规, 如温度、压力、液位、阀位和状态显示和操作等。

## 3 顺序控制

变压吸附提纯 CO 采用的 DCS 控制系统是 JX300 根据系统的组态软件特点及相应的功能, 将整个工艺要求的实现分成几个子过程, 既独立工作又相互联系, 便于程序的完善与维护。

(1) 时间参数的改变 操作人员可以在线更改每步的运行时间, 当时间参数发生变化时, 势必影响整个过程的运行周期。阀门的控制时序以时间为开关条件, 是时间的函数, 因而影响整个控制流程。当时间发生变化时, 判断程序就会启动相关的时间处理函数, 重新调整运行时间。考虑到操作人员可以在线更改, 根据系统软件每周执行 1 次的特点, 将判断程序放在整个程序的开头部分, 在整个阀门控制程序执行之前, 将时间周期调整完毕, 以避免出现控制不一致的错误。

(2) 电磁阀的控制 根据控制流程要求, 在自动状态下阀门按时序自动开关。分别考虑每个阀门所用时间作为阀门开关的条件, 作出每个阀门动作的时间函数, 通过控制时间值来实现阀门的开关控制。通过时间计运行的初始值, 实现不同步的启动; 时间的停止, 实现过程的暂停; 时间的复位, 实现过程的复位(停止)。使程序编制大为简化, 每个阀门控制相互独立, 便于维护。在手动状态下, 手动操作开关可见, 操作工可以控制。

(3) 调节阀的控制 设置调节阀的目的是防止在充放压过程中, 由于压差大、气流快而吹翻塔内的填料。调节阀在自动状态下, 在相应的时间段内, 给定的初始开度和系数按照一定的函数关系缓慢开启, 避免了上述问题的发生。设置初始开度和系数的目的是根据工艺现场的实际情况和将来工艺条件改变后, 操作人员可通过设定不同的参数来满足工艺控制的要求。在手动状态下, 操作人员可以调节。为了实现程序控制, 调节阀是由自定义回

(下转第 64 页)

### 3.4 CO<sub>2</sub> 近似转化率

在氨碳比为 4.5、水碳比为 1.8、操作温度为 188~190℃条件下,查 CO<sub>2</sub>转化率曲线图可知此时 CO<sub>2</sub> 转化率为 55%。由于本工艺不是直接加入 CO<sub>2</sub>,故三胺尾气中的 CO<sub>2</sub> 转化率只能近似地定为 55%。

### 3.5 中压外冷器冷却水系统

三聚氰胺尾气的平均组分为:  $\varphi(\text{NH}_3) = 39\%$ ,  $\varphi(\text{CO}_2) = 38\%$ ,  $\varphi(\text{H}_2\text{O}) = 20\%$ 。该组分所对应的结晶点温度为 92℃,而公用工程所提供的冷却水温度仅为 32℃,易致使工艺系统结晶。本工艺采用可调节温度的脱盐水换热系统进行冷却,正常时将换热脱盐水温度控制在 95℃左右,有效地保证了中压外冷器的正常运行。

### 4 试车投料

2005年 9月至 2006年 3月,在尿素合成塔试车投料过程中,先后 6次出现高压甲铵预热器封头泄漏、中低管线仪表和阀门结晶堵塞等事故,通过全系统的维修和技术改造,投料生产取得成功,连续生产运行至今,工艺系统稳定,产品质量合格。系统实际运行数据见表 2。

表 2 系统实际运行数据

合成塔 时间	合成塔 压力 MPa	合成塔 底部温 度 /℃	合成塔 顶部温 度 /℃	新氨量 /km <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	甲铵总量 /km <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	氨 碳 比	水 碳 比	转化 率 /%
8:00	18.7	188	185	4.500	30.315	4.617	1.757	26
12:00	18.7	188	184	4.493	31.421	4.418	1.850	48
16:00	18.7	187	185	4.355	30.942	4.717	1.746	17
20:00	18.7	188	186	4.642	30.143	4.518	1.856	65

## 5 结语

(1) 新型尾气回收装置解决了 3套三聚氰胺生产装置尾气回收困难的问题,同时为 3套三聚氰胺生产装置提供了原料尿液,减少了成本,增加了效益,充分实现了能源利用效率最大化的设计目标。

(2) 由于公用工程和原料尾气均来源于三聚氰胺生产装置,既降低了尾气回收装置的投资成本,又节约了三聚氰胺的生产成本。

(3) 通过近 6个月的探索技改,三聚氰胺尾气回收装置最终试车成功,系统稳定运行至今,产品质量达标,实现了经济效益最大化的目的。

修改稿日期: 2008-02-06

(上接第 61页)

路实现的,为了防止操作人员误操作,可用语句将控制方式锁定为手动。

(4) 吸附塔状态显示 从表 1可以看出,每个吸附塔共有 8种工作状态,在同一时间下,每个吸附塔的工作状态是不同的。利用自定义 2字节描述变量类型的特点,定义 1个全局变量和 3个吸附塔的状态变量。随着程序运行到不同的步骤,赋予全局不同的变量值,并将这个全局变量直接传递(PASS)给 3个吸附塔的状态变量。根据定义时不同塔的状态变量描述文字的不同,在流程图上显示不同的状态。

浙大中控 JX300在自定义组态软件上有多种编辑器,可根据不同组态编辑器的功能和完成相应功能应用上的方便,分别用 FBD(功能块图)编辑器、LD(梯形图)编辑器、ST(结构化)语言编辑器和 SCX语言编写相关的程序段。它们之间互相通过内部系统变量和自定义数据点传递参数。考虑到程序每个运算周期从头到尾执行 1次的特点,应对一些初始化语句进行锁定,以防止误动作。

## 4 操作指令与控制程序的结合

当控制站接到操作指令后,按预定的程序运行,完成相应的功能。工艺要求和控制的实现必须满足一定的条件或要求才能执行下一指令或该指令有效。在控制程序中没有考虑这些指令之间的逻辑关系,只要接到指令就执行相应的程序。因此为了按要求实现工艺控制,流程图画面上的开关按钮存在一定的互锁关系。在一定条件下,相关的指令开关、按钮不可见或不可操作。例如,在手动状态下,电磁阀的手动操作开关可见,调节阀可操作;在自动状态下,电磁阀手动操作开关不可见,调节阀显示灰色不可操作。

这种处理方法可以减少控制程序语句的编写,降低下位机运算负荷,以使每个功能程序块的独立性更强一些,便于功能的更改。同时,可通过流程图的直观显示,使操作人员了解当时工艺操作的条件和要求,避免产生操作错误,使流程图画面更加实用好看。

修改稿日期: 2008-02-29