

ZVC 软件在芳烃转阀控制系统中的应用

吴英超

(中国石化齐鲁分公司烯烃厂, 山东淄博, 255411)

摘要 分析 PAREX 吸附分离法生产对二甲苯装置模拟移动床区域切换时泵送环路和压送环路被控变量跟踪缓慢的问题, 阐述 ZVC 区域切换阀位快速跟踪软件特点及应用效果。

关键词 ZVC 转阀 泵送环路 流量跟踪

中图分类号: TQ05 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-9859(2010)04-0322-03

1 转阀工作流程

烯烃厂芳烃联合装置的吸附分离单元, 采用美国环球油品公司 (UOP) 的专利技术——PAREX 对二甲苯吸附分离法生产对二甲苯 (下称 PX)。

为解决吸附分离的连续操作, 该工艺采用了模拟移动床吸附方法, 即以 24 层固定床的形式来模拟实现移动床的操作。也就是说保持床层位置不变, 使各种物料的进出口按一定的时间间隔和顺序沿吸附塔各床层自上而下的实现周期性的移动, 来使固定床层模拟为移动床层。实现这种移动的关键设备就是转阀。

转阀是一台多路歧管液体分配设备, 由固定盘、转盘和密封罩组成, 固定盘与转盘之间以聚四氟乙烯密封垫密封。其中固定盘外圈有均匀分布的 24 个孔, 与吸附塔的 24 个床层通过管线相连。从固定盘圆心到外圈之间有 7 条同心圆槽道, 槽底各有一个孔与进出转阀的 7 股物料管线相连。转盘外圈也有 24 个孔与固定盘外圈的孔相对应, 但只有 7 个按规定距离隔开的孔是开口的, 余者均被封死。这 7 个孔又通过横跨管分别连接到转盘上与固定盘同心槽道相对应的开孔。这样物料就可以通过固定盘底部管线→同心槽道→转盘上对应的开孔→横跨管→转盘外圈上开口的孔→固定盘外圈上相对应的孔进入吸附塔床层。反之即为物料从吸附塔床层中流出的顺序。

转盘按照一定的时间间隔转动 15° 作为一次步进, 与之相对应的床层位置就改变一层, 以此切换 7 股物料分别进出各床层。而 24 个固定床层

分别安装于两个吸附塔之中, 每塔 12 个床层, 两塔之间由泵送环路 (24 床层→1 床层) 和压送环路 (12 床层→13 床层) 相连。这 24 个床层在每一时刻被 7 股物料分成 4 个主要区域和 3 个辅助区域, 即 I、II A、II、II B、III、III A、IV 共 7 个区域。7 个区域在每一时刻分别完成 PX 吸附、提纯、PX 解吸、解吸剂回收等功能, 如图 1 所示。

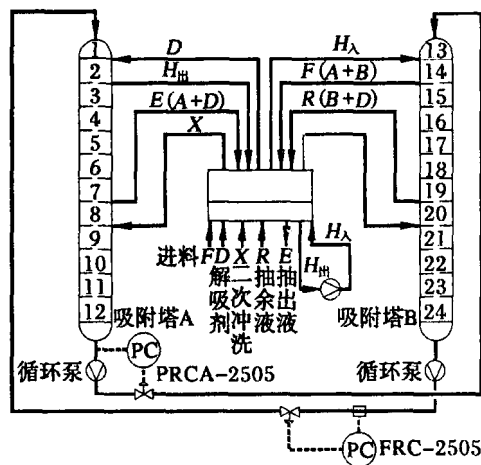


图 1 模拟移动床和转阀示意

转阀每 24 次步进旋转一周, 构成一个循环周期。随着转阀的步进, 吸附塔的 7 个区域不断在 1~24 床层间移动。也就是说, 在每个循环周期, 泵送环路和压送环路将分别依次位于各个区域。

收稿日期: 2010-08-03; 修回日期: 2010-09-10。

作者简介: 吴英超 (1972 ~), 男, 工程师。1994 年毕业于石油大学 (华东) 计算机系计算机及应用专业, 现在中国石化齐鲁分公司烯烃厂仪表车间工作。电话: 0533-7524280。

由于各个区域的物料组成不同,故泵送环路的流量大小要求也不相同。在每个循环周期,泵送环路的流量设定值会被改变7次,然后通过改变调节器输出,即改变调节阀的开度来进行流量控制。所以泵送环路的流量控制比较复杂,是转阀控制系统的核心。当然,在每个循环周期,压送环路也存在同样问题,只是没有泵送环路突出。下文仍以泵送环路控制系统为代表进行阐述。

2 控制系统应用背景

1997年,芳烃联合装置控制系统改造升级为横河CENTUM CS系统,原转阀控制台废除,其功能全部改由DCS实现。泵送环路流量控制FRC-2519由DCS内部程序与PID模块(软调节器)等组成,其控制流程是:由DCS内部程序按泵送环路所处不同区域以不同的计算式计算出流量设定值送至调节器。调节器计算测量值 PV 与设定值 SV 之间的偏差 e ,按PID调节规律运算后去控制调节阀FV-2519开度,使流量大小稳定在设置值。

由于参与泵送环路流量设定值计算的某些数据项是现场仪表返回的即时流量值,故该计算结果每秒钟都在变化(DCS扫描周期为1s)。尽管如此,由于波动量非常小,PID计算中的偏差 $e = PV - SV$ 也非常小,为避免超调,使控制平稳,此时需要将P、I、D参数整定为适应被控变量偏差很小的情况(比例度 δ 和积分时间 T_i 都比较大,微分作用切除——即 $T_d = 0$)。根据PID调节规律的特性式:

$$\Delta MV = \frac{1}{\delta} \left(e + \frac{2}{T_i} \int_0^t e dt + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

可知,此时PID模块输出变化量 ΔMV 很小,测量值 PV 能很好的跟踪设定值 SV ,控制非常平稳。

但是,当区域切换时,泵送环路流量设定值的变化非常大。例如在70%的进料负荷下,当泵送环路从IV区切换至I区时,设定值会从 $170 \text{ m}^3/\text{h}$ 突变至 $282 \text{ m}^3/\text{h}$ 。这要求调节阀FV-2519的开度从61%左右迅速变化到72%左右,才能使实际流量迅速跟上设定值的变化。也就是说,需要调节器的输出从61%阶跃至72%。但由于调节器的参数被整定为仅适应偏差较小的情况,其输出变化非常缓慢,故 PV 值需较长时间(约几分钟)

才能跟上 SV 值并进入新的稳态。

如果将P、I、D参数整定为适应偏差较大的情况(比例度 δ 、积分时间 T_i 都比较小,微分作用切除),那么在上述区域切换时, PV 值确实能迅速的跟踪 SV 值的变化。但在任一区域内,尽管偏差较小, PV 值的波动也会较为剧烈。

以上两种极端情况都会造成控制系统的过渡时间过长,对平稳生产非常不利。对于单回路的PID简单控制,在这种情况下,一般会采取折中的办法来解决这个矛盾,即将比例度和积分时间调整为相对适中的值,以牺牲各区域内一定的控制平稳来换取区域切换时流量跟踪的速度。

3 ZVC 软件应用及效果

随着装置的扩建、控制系统的升级和功能的扩充、企业追求高效低耗零排放目标的深化,泵送环路和压送环路控制的优化逐步提上议事日程。在尽量不增加硬件的要求下,只能利用软件通过优化控制方案来实现。2007年,采用了国内某大学开发的ZVC转阀区域切换阀位快速跟踪软件对泵送环路FRC-2519和压送环路PRCA-2505进行控制优化。

以泵送环路为例简单介绍一下ZVC软件的基本思路。在正常生产的条件下,对FRC-2519在各区域内的调节器输出值 MV 进行每秒一次的采样,根据采样数据按一定算法计算出该区域的典型输出值。在下一循环周期,当泵送环路又切入此区域时,将该典型输出值直接赋予FRC-2519调节器的输出项,也就是说,调节器会将调节阀阀位迅速置为上一循环周期在此区域内所“记忆”的典型开度。这样一来,每当区域切换时,泵送环路流量都能迅速的跟踪至设定值附近。在此基础上,调节器再以较大的比例度和积分时间对流量进行自动调节,使泵送环路流量快速进入新的稳态。

ZVC软件最终以DCS内部的CALCU模块编程实现,全部运行于DCS控制站内部。经过5个月的调试和模拟运行,于2008年3月正式投入运行,经1年多的观察,实际应用效果良好。

由图2和图3可见,ZVC投用后与未投用时对比,在泵送环路从IV区切换至I区时(在每个循环周期内此次区域切换时流量设定值变化最大), MV 值迅速以较大幅度改变,流量跟踪的速

度明显提高,过渡时间从约2 min 缩短至18 s。当然,在其他区域切换时流量跟踪的速度以及压送环路在各区域切换时被控变量的跟踪速度也有明显提高。

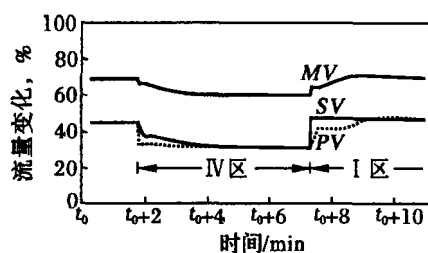


图2 ZVC 软件投用前泵送环路 FRC - 2519 趋势

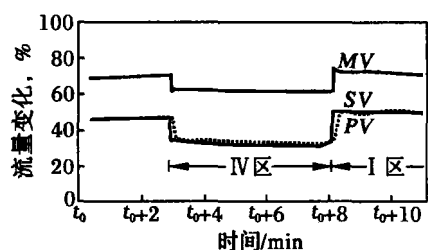


图3 ZVC 软件投用后泵送环路 FRC - 2519 趋势

ZVC 软件的投用大幅提高了泵送环路与压送环路的调节质量,从而间接提高了 PX 的单程收率,增加了产品产量。表 1 为投用前后的数据结果。其中 S - 253 为进料组成(其 PX 含量表示为 F_{px}), S - 262 为抽出液塔顶物料组成(其 PX 含量表示为 E_{px}), S - 258 为抽余液塔侧线采出物料组成(其 PX 含量表示为 R_{px});则 PX 理论单程收率:

$$R_e = E_{px} (F_{px} - R_{px}) / [F_{px} (E_{px} - R_{px})]$$

表 1 ZVC 投用前后 S - 253、S - 262、S - 258 中
PX 含量及 PX 单程收率对比

日期	PX 含量平均值, %			PX 收率 R_e , %
	S - 253	S - 262	S - 258	
2008 - 02	17.27	98.62	1.93	90.60
2008 - 05	17.52	97.66	1.86	91.12

从表 1 中数据可以得出 ZVC 软件投用前后,可使 PX 收率提高 0.52 个百分点。

4 结语

从投用过程和效果来看,ZVC 软件具有如下特点:

(1)大幅度改善了区域切换时泵送环路和压送环路被控变量跟踪缓慢的问题,提高了调节品质,PX 收率较投运前提高 0.52 个百分点。

(2)操作简单。该软件的投用/切除非常方便,工艺操作人员仅需经过简单的培训即可理解并能熟练操作。

(3)安全可靠。由于设置了投用的工艺限制条件和程序本身的限制条件,在异常工况下该软件会自动退出,使泵送环路或压送环路恢复为原 PID 简单控制,便于操作人员手动调整。

(4)适应能力强。对于进入整个控制系统的较大扰动如进料负荷的变化等,ZVC 软件有极强的适应能力,一般仅需 1~2 个循环周期就可达到令人满意的调节质量。

APPLICATION OF ZVC SOFTWARE IN ARENE DISC VALVE CONTROL SYSTEM

Wu Yingchao

(Olefin plant of Qilu Branch Company, SINOPEC, Zibo, Shandong, 255411)

Abstract This paper analyzed the paraxylene production unit adopting PAREX adsorptive separation process, simulated the control variables slow tracking problem existing in the pumping and force circulates in course of zone transform of the moving bed, and elaborated the characteristics and application effectiveness of the zone transform valve position high - speed - tracking ZVC software.

Key words ZVC, disc valve, pumping loop, flow tracking