



环氧树脂装置生产过程自动化改进

姚汉龙* 江苏扬农化工集团有限公司 扬州 225001

摘要 介绍环氧树脂的间歇化生产, 配以 DCS 系统, 合理选用仪表和阀门, 以提高装置的自动化控制水平。

关键词 环氧树脂 DCS 改进

江苏扬农化工集团有限公司 30kt/a 环氧树脂工程为间歇生产工艺, 针对此工艺人工作业量大, 自动化程度低的状况, 决定进行技术改进, 在采用 DCS 系统后, 使生产装置的自动化水平上一个台阶, 经开车运行证明设计是可行的。

1 工艺简述

环氧氯丙烷 (ECH) 通入预反应釜, 在微真空条件下, 开动搅拌器, 投入双酚 A, 夹套通蒸汽加热升温溶解, 送入带锚式搅拌器的主反应釜搅拌, 从液碱高位槽滴加一定量液碱, 夹套通冷却水带走反应过程释放的热, 以控制反应系统温度。反应结束后, 减压回收过量的 ECH, ECH 的蒸气经冷凝器冷凝入接受器供重新使用。回收结束后再从苯高位槽加苯溶解, 加第二次液碱, 反应结束后夹套通冷却水冷却、静止, 把上层苯树脂溶液抽吸到回流脱水釜, 下层的盐脚加苯萃取一次, 抽吸后放掉。在回流脱水釜进行回流蒸馏, 直至蒸出的苯清晰无水珠为止, 冷却、静止, 经过滤至贮槽, 沉降后抽入脱苯釜脱苯, 脱苯后从釜中放出成品。

2 存在的问题

该装置生产操作基本采用手动方法, 工序间隔长、劳动强度大、效率低、计量不准确和自动化控制水平低, 从而影响产品的质量和产量, 公司决定对生产控制系统进行技术改进。

3 改进

3.1 DCS 系统的配置

根据工程的特性, 决定选用浙大中控 DCS 系统的 ECS-100, Pro2.5 版本的产品。考虑到整个工程的安全性及自动化程度的可靠性, 其主控单元、数转单元、调节回路的 AI 单元、AO 单元、DO 单元全部设置为冗余结构, 同时设置大量的 DI 点, 用于操作人员对机泵、阀门的监控, 用于程序执行中的连锁判断。装置的 I/O 点规模见表 1。DCS 系统设 3 个控制站, 4 个操作站和 1 个工程师站, 其配置见表 2。

表 1 I/O 点规模统计

信号类型	控制	检测
AI (4~20mA 二线制)	40 × 2	75
AI (4~20mA 非二线制)	20 × 2	64
AO (4~20mA)	88 × 2	
RTD (Pt100)	16 × 2	32
DI (干接点)		573
DO (干接点)	304 × 2	

注: AI (4~20mA 二线制) × 2 为冗余点; 空开若干; 电源为 24V, 10A。

表 2 ECS-100 系统配置

设备名称	型号	数量
主控卡	FW247	6
数据转发卡	FW235	18
热电阻信号输入卡	FW353	8
标准信号输入卡	FW351	34
电流信号输出卡	FW372	22
数字信号输入卡	FW366	36
数字信号输出卡	FW367R	38
通讯卡	FW248	1

* 姚汉龙: 工程师。1987年毕业于南京化工动力专科学校化工仪表及自动化专业。一直从事化工仪表自动化的设计施工和现场调试工作。联系电话: 13852701551。

3.2 仪表和阀门选型

在比较仪表产品的性能、可靠性和经济性的基础上,根据工艺的要求合理进行仪表和阀门选型。

3.2.1 流量仪表

(1) 进料、出料工序涉及投料配比,选用 ABB 质量流量计。

(2) 液碱滴加选用 ABB 电磁流量计。

(3) 保护 N₂ 及加温蒸汽则选用 ABB 的转子流量计。

3.2.2 压力仪表

考虑到整个工艺基本上是正压条件和防腐性要求,选用 EJA 的系列产品。

3.2.3 液位仪表

根据工艺要求和物料特性,分别选用不同类型的仪表,如 EJA 差压变送器,MTS 界面计,以及磁浮子液位变送器。

3.2.4 温度仪表

选用 Pt100 热电阻温度仪表。

3.2.5 称重仪表

采用梅特勒-托利多的 PTPN1500N/FWC - 4.4X/9506 - 0030 产品。

3.2.6 阀门

选用吴中仪表股份有限公司带手轮的调节阀,进口 TYCO 二位阀和苏州东山防腐仪表阀门有限公司的二位阀。

3.3 实例

环氧树脂生产工艺由预反应、主反应、回流脱水和脱苯四部分组成。限于篇幅,仅以预反应为例。

预反应流程:将环氧氯丙烷(ECH)计量后入预反应釜,打开真空阀门,控制为微负压,开搅拌,投入双酚 A,关闭相关阀门、投料口,抽真空、N₂ 置换后,夹套通蒸汽升温,控制温度使其充分溶解,用计量槽计量滴加液碱,控制反应温度。保温静置 2h 后,再次滴加液碱,控制温度保温静置 1h,使其充分反应后,翻料至主反应釜,进入下一步反应。改进前的预反应流程见图 1。

改进后预反应流程见图 2。

从图 1 与图 2 比较可以看出,为了满足自动

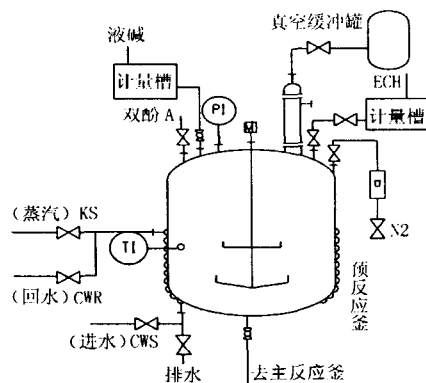


图 1 改进前的预反应流程图

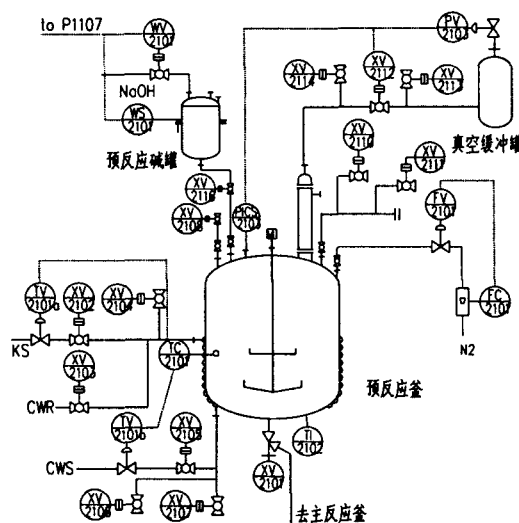


图 2 改进后预反应流程图

化方案,流程作了必要的调整:

(1) 增加液碱称重控制系统,保证滴加液碱的准确性。

(2) 增加 N₂ 保护和蒸汽加热自控回路。

(3) 增加反应釜蒸汽加热、水冷却自控调节回路,确保反应过程中能及时准确提供热量和冷量。

(4) 增加反应釜排料控制,保证前后工序反应的连续性。

(5) 增加进料、排料、进汽、排气、排水的二位自控,保证自动化方案的实施。

(6) 在外围增加在线质量流量计,直接累积出投料量,替代人工称量,减轻操作的劳动强度。

(下转第 41 页)

险程度 1000 倍到 10000 倍)。

SIS 系统的冗余设计采用 SIL 3 等级指定的冗余逻辑解决方案(通常称之为安全 PLC)。即经 TUV 安全认证,多重化的安全可编程序控制器(Safety Programmable Logic Controller-ESD)。选用西门子生产的 S7-400H 系列 PLC,其内部带有合理的冗余配置。SIS 系统的传感器和最终控制元件的冗余设计在现场控制层的冗余设计时已经进行了全面考虑,在此不再赘述。

SIS 系统设置在现场,通过冗余线路与 DCS 系统实时数据通讯,在 DCS 系统操作站上显示报警及打印。SIS 系统设工程师站, SOR(报警事件顺序记录)站,相应的报警及操作通过辅助操作台上开关、按钮和 DCS 系统的操作站来完成。

2.3 仪表设备管理系统(AMS)

AMS 是 DCS 的子系统,是对现场仪表、调节阀进行维护、校验和故障诊断的管理系统,是全场性的维护和故障诊断系统的一个组成部分。它具有与第三方软件的接口,用于高级的现场设备诊断、工厂性能监视和制定维护、测试的计划。其冗余设计与 DCS 系统完全一致。

2.4 火灾和气体检测系统(FGDS)

FGDS 为基于 PES(可编程电子系统, Programmable Electronics System)的冗余控制和监视系统,独立于 DCS 系统、SIS 系统等单独设置,接收现场控制层经冗余设计的可燃气体检测器、有毒气体检测器、火焰探测器、温感传测器、烟感探测器和对射式红外探测器等的信号,自动启动报警系统,并产生消防联动和装置的紧急停车,同时将火灾检测报警的信息传送到消防中心,

最大限度地达到冗余设计的目的,保护人员和设备的安全。

3 其他

冗余技术分为工作冗余和非工作冗余(备用冗余)两类。上面叙述的都是聚丙烯装置的工作冗余,考虑系统的可用性与扩充性还做了一些备用冗余。

所有软件配置系统(DCS, SIS, PLC)其处理器(软件)和通讯能力预留 50% 的冗余备用容量(注意:这是指可用容量,不是必需的 CPU 或带宽容量),FAT 终端硬件预留 20% 的冗余备用容量,机柜预留 20% 的冗余空间以便将来增加 I/O 卡件和接线端子,所有其他仪表系统(包括电缆、电源、配电板、电缆槽、气源总管和气源分配点及接线柜等)预留 20% 的冗余备用容量。且冗余备用容量在系统内平均分配。

信息冗余是利用在数据中外加的一部分信息位来检测或纠正信息在运算或传输中的错误而达到容错的目的。

4 结语

通过对聚丙烯装置全面合理的冗余设计,使系统在软件、硬件各个层级都具有冗余功能。增加系统输入的防护性和输出的忠实性,方便了系统维护。

参 考 文 献

- 1 郭海涛, 阳宪惠. 一种安全仪表系统 SIL 分配的定量方法 [J]. 化工自动化及仪表, 2006, 33 (6): 65-67
- 2 厉玉鸣. 化工仪表及自动化 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005

(收稿日期: 2008-03-24)

(上接第 46 页)

4 效果

装置开车实践证明,改进后的设计与原设计相比有以下优点:①缩短了批次间隔时间,使装置的产能提高 20% 左右;②使原来定员为 8 人的操作岗位减少为 4 人,起到了减员增效的效果;③提高了装置的自动化控制水平。

参 考 文 献

- 1 上海树脂厂编. 环氧树脂 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1971

- 2 上海树脂厂编. 环氧树脂生产与应用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1974
- 3 张永德编著. 过程控制装置 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000
- 4 沈平编著. 时间滞后调节系统 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1985
- 5 鲁明休, 罗安主编. 化工过程控制系统 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006
- 6 孟繁军主编. 石油化工装置过程控制设计手册 [M]. 北京: 中国石化出版社, 1995

(修改回稿 2008-05-05)