

聚丙烯挤压造粒控制系统问题分析与改造

曾萍¹, 吴健², 汤冬³

(1. 兰州石化公司兰港公司, 甘肃 兰州 730060; 2. 兰州石化公司化肥厂, 甘肃 兰州 730060;
3. 兰州石化公司维修公司, 甘肃 兰州 730060)

摘要:结合兰州石化兰港公司聚丙烯装置挤压造粒机组控制系统的改造,介绍了挤压造粒机组在改造前的状况,系统的改造方案以及改造后的运行状况。

关键词:聚丙烯装置;挤压造粒机;控制系统;PES;PLC控制;程序控制

中图分类号:TQ325

11万t/a聚丙烯装置引进日本三井油化工艺技术,采用两个液相釜和一个气相釜串联的三釜流程、液相本体和气相本体结合的聚合工艺,以丙烯为原料,可生产40种牌号的聚丙烯粒料;其聚合后粉料挤压造粒采用由德国WP公司引进的ZSK型挤压造粒机组。

1 相关工艺过程

1.1 工艺流程

1.1.1 粉料输送和进料

干燥去活后的聚丙烯粉料,在M-302底部经Z-304旋转阀排出,由粉料输送鼓风机(C-501A/B)增压送入粉末料仓(TK-501)中。TK-501中的粉料,靠重力进入粉料计量秤(Z-503),Z-503连续稳定地将粉料送入混合器(Z-502)中。输送气体经TK-501顶部的袋滤器(M-502)除去夹带的过细粉料后冷却返回C-501A/B入口循环使用。M-302送出的粉料,也可被送往粉末料仓(TK-507)中贮存。TK-507作为中间贮存料仓,起缓冲和开车种子粉料两方面的作用。粉料氮气输送系统流程如图1所示。

1.1.2 挤压造粒机组流程

进入料仓的粉料由粉料计量秤(Z-503)连续计量后,直接进入挤压机连续混合器(Z-502),配制好的固体稳定剂在稳定剂混合机(Z-509)中充分混合后进入稳定剂料斗(TK-502)中,经稳定剂计量秤(Z-504)连续计量后进入挤压机连续混合器(Z-502)中,与粉料连续混合均匀后进入挤压造粒机组(Z-501)中;加入了稳定剂的粉料依次通过挤出机的6节筒体加热后,由两根特殊的螺旋轴将物料混和、熔融、捏合混炼。熔融物料从6号筒体排

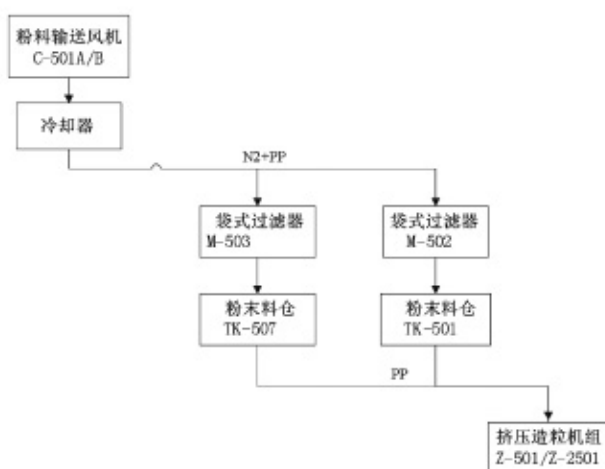


图1 粉料氮气输送系统流程

出,依次经过节流阀和开车阀,进入过滤器,熔融物料在滤网中经柱状过滤网除去其中杂质后,从用热油加热的模板孔中挤出。

在由模板和切粒机构成的切粒室内,熔融物料从模板挤出后,被高速旋转的切刀在模板表面切成2.6×3mm颗粒,同时被经颗粒冷却水泵(P-502A/B、P-2502A/B)、颗粒冷却水冷却器(E-504/E-2504)的冷却水冷却固化后,输送到颗粒筛(Z-506/Z-2506)。颗粒中的熔块被格栅拦截并排出,通过格栅的颗粒与水在Z-506多孔筛板上初步分离,然后颗粒靠重力落入颗粒干燥器(M-501/M-2501)中进行脱水干燥。干燥后的颗粒进到颗粒振动筛(Z-507/Z-2507)中筛分,除去不合格颗粒,合格的颗粒料被送到颗粒料斗(TK-504/TK-2504)中,然后由颗粒输送风机(C-502A/B/C)用空气送往颗粒料仓(TK-505A/TK-2505A、TK-505B/TK-2505B、TK-505C/TK-2505C、TK-505D/TK-2505D)中。从Z-506/Z-2506和M-

501/M-2501 分离出来的颗粒冷却水,送回到颗粒冷却水槽(D-502/D-2502)中循环使用。挤压造粒机组流程如图 2 所示。

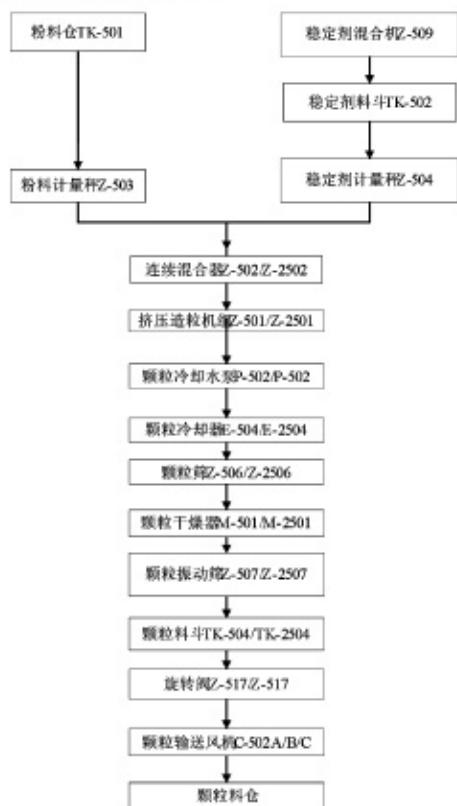


图 2 挤压造粒机组流程

1.1.3 粒料

根据粒料掺合程序设定,空气经空气过滤器(M-506)过滤后,由颗粒输送鼓风机(C-502A/B/C)将粒料送入事先选择好的料仓中。输送空气经旋风分离器(M-505)分离出夹带的絮状物后放空。一个料仓装满后,内操启动料仓切换程序,粒料送往另一个选定的料仓。空气经空气过滤器(M-507)过滤后,由颗粒输送鼓风机(C-503A/B)对装满粒料的料仓进行操作。将该仓料用空气输送进行自身循环,达到均化掺混目的,使整仓料性能均匀合格,最后送包装线装袋码垛后出厂。

2 改造前挤压造粒机组控制系统现状

挤压造粒机组控制系统改造前采用了继电器加 PLC 的方式。其中安全连锁(即故障安全,下同)控制系统采用由普通和特种继电器组成的控制回路。其余逻辑控制回路由 PLC 实现。PLC 采用西门子公司 S5-95u。经过十几年的运行,设备老化、技术落后,系统使用的二次仪表较多,仪表使用周期较长,内部电子元器件严重老化,极易出现误动作导致

挤压造粒机停车。该型号仪表目前已停止生产,仪表备品备件奇缺,仪表性能不稳定,使用精度无法保证,由仪表问题引发的机组运行故障时有发生;因仪表问题引起的停车原因包括:仪表现场元件故障、二次仪表问题、控制系统故障,其中因控制系统故障及二次仪表问题造成的造粒机停车次数为总停车次数的 56.8%,停车时间为总停车时间的 61.7%。严重影响机组的安全稳定、长周期运行。

经过长期的实践和经验,我们总结出原挤压造粒机控制系统主要存在以下问题:

2.1 控制系统构成存在缺陷

最初设计控制系统时,控制系统的重要安全连锁都是由继电器搭接的,继电器的使用量很大,机械触点多,受外部环境的影响较大。容易出现误动作而引起停车;继电器数量多,更换不容易,而且无法判断其性能的持续可靠性,隐性故障不易发现,维护起来比较困难。继电器组成的系统接线复杂,一旦出现问题很难查找症结所在,延缓了故障处理的速度,从而造成更大的经济损失。

2.2 没有上位操作站

原控制系统为西门子 S5-95U PLC,没有上位机。无历史数据记录功能,工艺人员只能通过操作面板上的仪表看到有限的操作数据。不容易掌握整个挤压造粒机系统的运行状况。平时的工艺操作数据不能及时有效地记录下来供日后参考。更为严重的是发生故障停车时,由于没有报警记录功能,引起停车故障的过程数据没有记录,停车原因难以查找,延误生产。

2.3 卡件老化

挤压造粒机控制系统自 1995 年投用以来,已连续使用 10 多年。大部分卡件已超过了正常的使用寿命,出现老化现象,仪表故障率明显升高。

2.4 备件采购困难

原系统中使用的大部分仪表,均为 20 世纪 80 年代中后期的产品,原生产厂已不再生产,属于淘汰产品;系统中使用的很多二次仪表,有的厂家已被兼并并不复存在,备件根本无法购买,即使有备件也都需进口,价格昂贵,供货周期较长;原仪表未采用标准接口,与不断涌现的新型仪表无法兼容,替代产品。

由于控制系统的缺陷和老化,严重影响了聚丙烯装置的正常生产,因此对控制系统进行了彻底改造,将其改造为由 HIMA H51Q-HRS 进行系统控制。

3 挤压造粒机组控制系统改造

3.1 改造后挤压造粒机组控制系统概述

1) 11 万 t/a 聚丙烯装置挤压造粒机组控制系统改造后采用黑马公司所提供的 H51Q-HRS 系统,安全级别高,性能稳定。系统中所使用的 CU 以及卡件的运行,冗余一改常见集散控制系统的运行模式,改热备为同时运行状态。系统 AO 卡件的信号也不再以一块卡件为主,而是将信号平均分到两块冗余的 AO 卡上,输出信号通过硬接线实现信号的叠加。在冗余 AO 卡件中一块卡出现故障时,信号将由一块卡完整输出。系统的冗余结构也由常见的相邻卡件的冗余,改为垂直机笼卡件相冗余的结构。系统中信号的接线由卡件中引出的一根信号线和一个共负端构成。

2) HIMA H51Q-HRS 系统硬件配置。系统配置两个操作站,其中一操作站兼做工程师站,系统所有组件安装在 4 个工业机柜和一个副操台中,副操台兼顾操作者的操作习惯故设计了 Z-501 和 Z-2501 两套挤压机的部分操作和报警,其中包括:主电机开停操作、辅助电机开停操作、开车阀换向操作及干燥器安全门开关和部分报警显示。

3) 软件组成: ELOP II、INTOUCH、HIMA A&E OPC SERVER、SMC、WINZCON 等软件。在系统所使用的软件中,SMC 是连接 ELOP II 和 INTOUCH 的纽带。SMC 是 INTOUCH 的 DATASERVER, SMC 正常运行与否决定了上位机画面中数据显示的正常与否。系统中完成事件记录功能的 WINZCON 中所记录各点都是在 HIMA A&E OPC SERVER 中完成组态; SMC: ArchestrA system management console, 不是一个单独的产品,而是一个平台,是一个低层的服务。Wonderware 将工业自动化能和服务 (Services) 抽象出来,构成 ArchestrA 平台。在完成了对 HIMA A&E OPC SERVER 和 WINZCON 的配置后。分别建立 WINZCON 与 A&E_CLIENT 的通讯以及 WINZCON A&E_CLIENT 与 HIMA A&E OPC SERVER 之间的通讯,进而完成对事件记录器的配置。

3.2 选用原则

本着安全可靠、性能先进的前提,我们选用上海黑马公司目前最先进的 PES 系统 H51Q-HRS。H51Q-HRS 系统有以下优点。

1) H51Q-HRS 系统基于先进的模块化和开放式架构,及其高性能控制功能,可实现所有项目阶段中控制技术设备的高性价比和经济运行:充分利用

了 Profibus 技术的分布式现场技术集成功能:支持 DI、DO、AI、AO、热偶、热阻、频率等多种信号,价格相对便宜。

2) 原 PLC (西门子 S5-95U) 中的逻辑程序所能实现的功能,完全可以由 H51Q-HRS 系统中的相关功能模块来实现。

3) 由于现在对生产过程控制越来越严格,对连续生产要求很高,因此选择了可靠性非常高的四重冗余系统, H51Q-HRS。

4) 人机接口、过程数据监测、历史趋势、报警记录、事件记录等,采用 PC 站记录,在人机接口软件上选用成熟的 INTOUCH10.0 来实现。

3.3 改造后的系统(如图 3 所示)

3.4 改造的实施

3.4.1 硬件准备

此次技术改造是与上海黑马安全自动化有限公司合作,硬件机柜部分由他们负责,按要求组装完毕、验收合格后,运到现场,由设备维修公司仪表车间负责新整体机柜的安装及接线。新的接线图和机柜布置图由我们进行绘制,由于新系统硬件减少很多,只是 I/O 接线,所以接线图较为简单,但在绘制时特别注意硬件的合理布局 and 不同种类信号的分配,确保接线方便、合理,信号无干扰。

3.4.2 软件编程

经过黑马厂方技术人员和设备维护人员的共同努力,技术人员将原有程序的工作方式及原理进行了深入的研究和探讨,并将其成功的在 H51Q-HRS 系统实现,完全转化由新系统功能块及逻辑语言实现。新编程序:

1) 原系统在主电机启动瞬间,检测辅助电机与主电机的转速差,若差值超过一定值,主电机便无法正常启动。在辅助电机运转过程中为了防止主辅电机瞬间转速差,工艺操作人员不得不用铁丝挂钩将主电机固定,带来了不必要的麻烦。新系统修改了对离合器的控制程序,成功解决了这一问题。

2) 原系统使用了大量的二次仪表,用来完成信号的转换、PID 调节、数值显示、报警联锁以及逻辑功能等。新系统的信号转换、PID 调节、报警联锁等在 PES 相应的程序块中编制数值送到 INTOUCH 操作站显示:原二次仪表说明书对逻辑功能叙述比较笼统、简单。我们经仔细分析,并与工艺、设备人员反复验证,确保编制的相应程序准确无误。

3.4.3 程序下装测试

此次改造是在装置大修期间进行的,新机柜

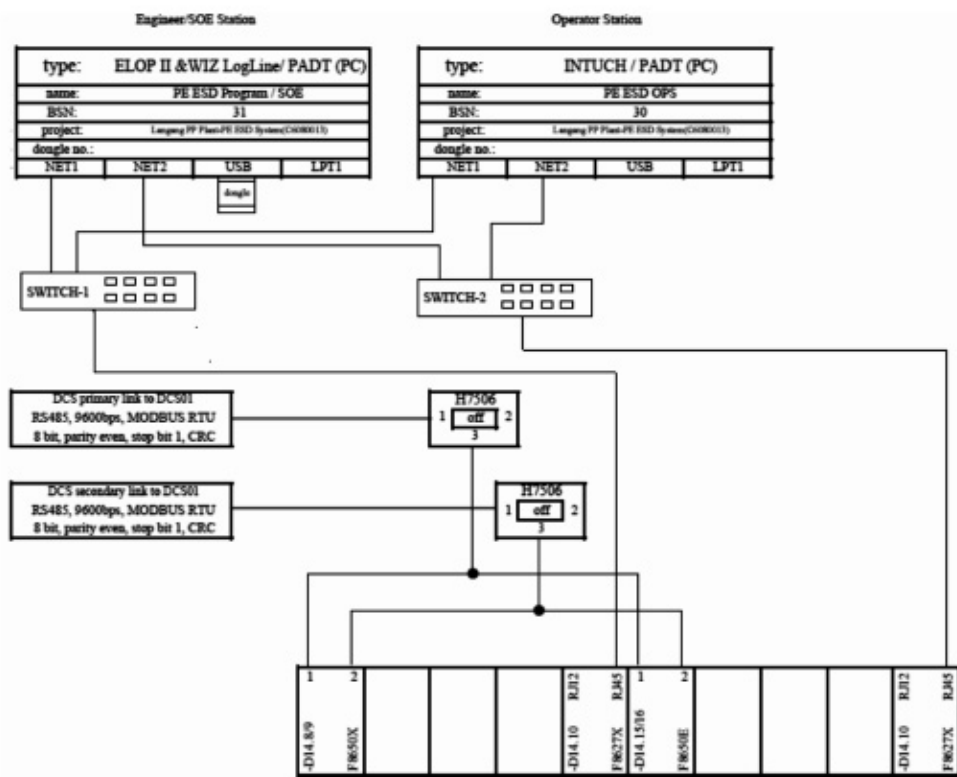


图 3 改造后的系统

到现场后不足 3d 就完成了全部接线。经过耐心细致地一系列常规检查(包括接线、绝缘、接地电阻、保险检查等)后,系统上电,程序下装并测试。测试按程序各部分功能分别进行,每一部分首先单回路测试,即从现场端用仪器给出相应信号,在 PES 中检查,和从 PES 中给定信号在现场测量。回路无问题再分别测试各部分功能。程序中大部分功能均能测试,但部分对时间有严格要求的顺控功能和逻辑连锁无法准确测试,只能认真分析以确保其功能正确,PES 与 INTOUCH 的通信也进行了测试。

3.4.4 运行调试

上面的测试并不能完全反映机组运行的真实情况和整体程序运行状态,所以需要试开车进行调试。在调试中我们发现 3 个问题比较突出:

1) 滤波问题。许多输入信号在原资料中并没有给出滤波要求,但在调试中发现需要加入滤波时间以平稳信号,分析认为在原二次仪表中集成了滤波时间或是二次仪表反应滞后实际起到了滤波作用。注意滤波时间能达到平稳信号不引起误动作即可,时间不可过长。

2) 频率问题。本机组频率用来监视主机离合器、熔融泵离合器的转速和转速差以及切粒机的转速。机组试运行多次出现转速差或转速报警而停车,结合其他数据分析认为并非真正出现转速不正

常。经仔细观察各转速信号,均无规律地出现不同程度的干扰,从现场用频率发生器给信号则非常平稳,检查接线、接地均符合要求,尝试加入滤波时间也不能解决问题(该时间不能过长否则会影响机组的正常连锁停车):频率测量元件为 P + F 传感器,我们在机柜中 I/O 卡与现场接线间串接了 P + F 的频率 - 频率转换器后,进入 PLC 的信号非常平稳,毫无干扰,观察转换器窗显示的输入值也非常平稳。

3) PID 调节。挤压机筒体的加热和冷却系统均由 PID 控制,原系统 PID 功能集成在二次仪表中,新系统程序中使用的是 HIMA 提供的专用块,提供了很多参数接,可根据不同需求选用。由于机组停车(筒体内无物料流动)和运转(筒体内有大量物料流动)时回路滞后特性有较大差别,所以用试凑法调整 PID 参数时要仔细观察。

4 结束语

挤压机控制系统改造后经实际投用 18 个月,取得了满意的效果。

1) 本次改造将全部功能改为 PES 控制,将原控制系统的继电器、PLC S5—95u、二次仪表控制、显示功能改造为由 HIMA H51Q - HRS 和一台人机接口操作站实现。增加人机接口后,可使工艺人员及时掌握挤压造粒机组整体的运行状况。(下转第 28 页)

(上接第 17 页)

及时记录各种操作数据,并能提供完整的报警记录和历史趋势记录,为挤压造粒机组的正常操作和平稳运行提供正确的参数,当挤压造粒机组发生故障停车时也能及时查找原因,减少开车所需时间。

2)原系统中现场模拟信号都是先经过二次仪表完成控制功能或者转换为开关信号,现场开关信号先经过继电器搭接的回路处理。然后再输入到 PLC 或者直接由继电器实现完整回路的控制。改造后的新系统中。现场信号直接输入到 PES 内。各种信号的转换及逻辑控制都在 PES 内由程序实现:与 MCC 相关的电路用继电器隔离。原来的系统很多模拟信号回路采用的是现场检测仪表加室内二次仪表的方式来处理信号,检测仪表输出的信号有是非标准化信号。在去掉二次仪表后,HIMA H51Q - HRS 系统能提供与相应信号匹配的卡件,直接引进了系统之中。

3)新控制系统中增加的操作站,通过 Ethernet 与 HIMA H51Q - HRS 实现通信,用 INTOUCH 开发操作界面,实现对挤压造粒机操作参数的实时监控、报警及历史趋势记录功能。改造中,需消化原 S5-95U 的控制程序并将其转化为 HIMA H51Q - HRS 控制程序,在此基础上将原来由继电器完成的逻辑移植到 HIMA H51Q - HRS 中用程序控制实现,并将二次表的控制显示功能也通过操作站上位画面来实现。

经过对挤压造粒控制系统进行改造,使挤压造粒机组控制检测仪表的技术水平有了明显的提高,该系统改造投用后,机组运行正常,非计划停车次数和时间大大减少,尤其仪表原因停车次数及时间减少特别明显,而且无控制系统原因引起的停车。即使非计划停车后,通过对历史数据和报警纪录的分析,能够很容易找到原因,及早排除故障,缩短停车时间,改造后的直接和间接经济损失明显减少,达到技术改造的目的。