

挤压机运行故障分析及处理方法

分析挤压造粒机组联锁停车原因，并提出解决方案——设计能力 60t/h 进口捏合型同向旋转双螺杆挤压机是国内引进的大型挤压造粒机组之一，集机、电、仪高度一体化，自动化控制水平高。在运行过程中，陆续出现一些故障，导致处理时间过长，从而影响整套聚丙烯装置的正常生产。本文针对挤压造粒机组运行过程中出现的联锁停车问题，进行了深入分析并提出相应的解决方案，使整套机组的电控系统更加完善，稳定性与可靠性得到很大提高。

文 / 丁文波

设计能力 60 t/h 的造粒机组是国内引进大型挤压造粒机组之一，该机组是某大型煤炭深加工项目 35 万 t/a 聚丙烯装置的配套设备。在运行过程中，其自动控制系统存在一些需要改进和调整的地方，特别是造粒机组运行过程中经常联锁停车，经过反复分析研究，最终找到问题所在，并制定出相应的解决方案。该机组主要由主电动机、减速机、筒体、熔融泵、换网器、水下切粒机、干燥器、块料分离器以及颗粒振动筛等主要设备组成。

项目基本情况

工艺流程简介

造粒机组示意如图 1 所示，聚合单元生产的聚丙烯粉料由脱气仓进行脱活、干燥后，经粉料输送鼓风机送至造粒单元进料仓，

粉料与助剂经过配置并在规定时间内充分混合，通过助剂计量称进入筒体。聚丙烯粉料和助剂在筒体中充分混炼、熔融和均化，熔融聚丙烯经熔融泵增压，通过换网器过滤，由水下切粒机切粒。切粒前产品的熔融指数用 MFR 在线测定仪测定。熔融聚丙烯经过切粒机模板束状挤压后进入切粒室，旋转的切刀将聚丙烯切成小颗粒。由于与颗粒冷却水接触，颗粒立即固化，同时由颗粒水送出切粒室。颗粒经块料分离器把大的或不均匀的块料分离出来，其余送入颗粒干燥器中离心干燥，将颗粒与水完全分离。另外，颗粒干燥器排风扇将空气吹入，加快带走颗粒表面的水分。干燥的颗粒送到振动筛进行筛分，大颗粒和小颗粒均被筛掉，合格的颗粒送到颗粒料斗中。最后由风送系统输送到料仓进行掺和包装。

机组 PLC 控制系统设计

造粒机组的控制系统采用西

门子公司的 PCS7 系统来实现。整个造粒系统的电源模块、中央处理器、通信均采用冗余结构，分布式 IO 模块。32 路数字输入模块 12 块，32 路数字输出模块 10 块，8 路模拟输入模块 10 块，8 路模拟输出模块 10 块，24 路 F-DI4 安全模块，6 路 F-AI 安全模块 3 块，10 路 F-DO 安全模块 4 块。共有数字量输入点 372 个，数字量输出点 253 个，模拟量输入点 192 个，模拟量输出点 34 个，同时设计与 PC 上位机通信的接口。

机组电控系统

造粒机组的自动控制程序采用德国西门子 PCS7 CFC、SFC 软件编写，整个程序主要实现以下自动控制功能。

主电动机起动功能

为保证造粒机组安全开车，设计了起动控制程序。当以下条件都具备时则允许起动主电动机：轴承润滑油泵运行，驱动侧轴承油

本文作者供职于中天合创能源有限责任公司化工分公司。

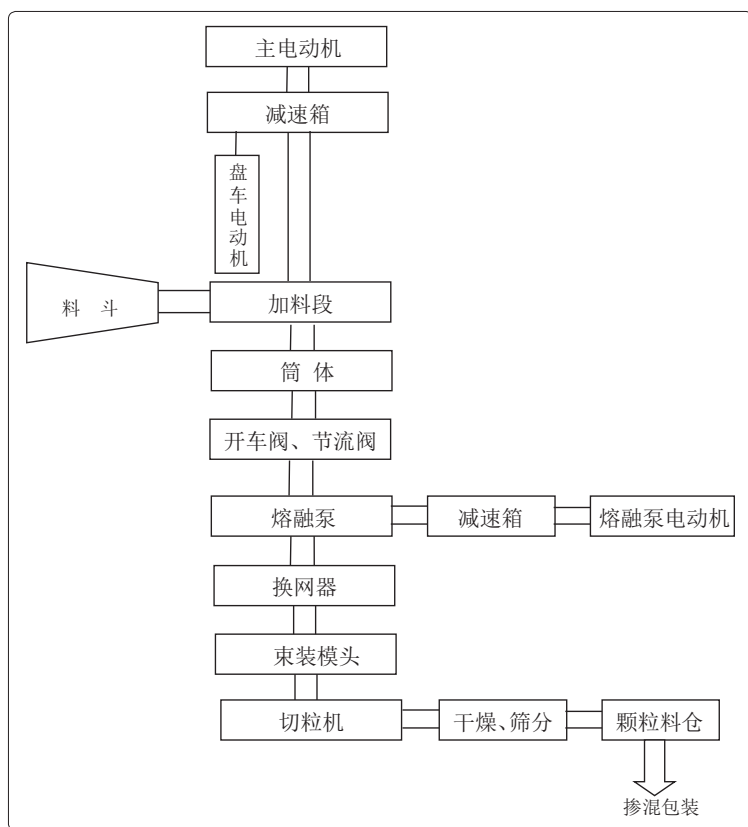


图1 造粒机组示意图

流量正常，非驱动侧轴承油流量正常，油箱液位正常，允许起动信号来自 MCC 励磁柜，离合器使能来自离合器 PLC，模板保护罩盖好，切粒机未锁定，开车阀处于排地位，开车阀熔体压力 1 正常，换网器上端压力正常，GKG 熔体压力 1 正常，齿轮箱润滑油供油温度正常，供油压力正常，齿轮箱润滑油泵至少 1 台运行，节流阀处于开车位置，轴封氮气阀打开，M300.31 加热系统正常，M602.99 热油系统 1、M650.99 热油系统 2 运行正常，M528.99 熔体切断设备正常。

切粒机起动功能

当以下条件都具备时，切粒电动机进入自动起动程序：切粒机允许起动来自 MCC 变频器，节流阀筒体、开车阀筒体、熔体切断装置、换网器筒体、上滑柱、下滑柱以及 GKG 段筒体温度，加热系统旁通按钮，主电动机运行，

电动机绕组温度 L1 ~ 3 未高报，切粒水压力（安全压力）未高报，小车移动泵关（SFC STEP9），锁紧压力正常，小车移动至模板，切粒机锁紧液压缸 1 ~ 4 打开位置，切粒机锁紧液压缸 1 ~ 4 锁紧位置，切粒机锁紧液压缸 1 ~ 4 过紧位置。

当以上条件都具备时，切粒机自动起动，0.1 s 后，切粒水三通阀切换至大循环，4 s 后，切刀开始前进，4.5 s 后开车阀切换至模板位置，至此机组自动起动过程完成。

机组自动停止功能

为保证机组设备在正常情况下能够根据需要安全、有序地停止运行，以最大限度地减少废料的产生，设计了机组自动停止程序。在机组设备正常运行情况下，手动停止下料时，粉料加料器立即停机，待主电动机扭矩降至 28% 后，延时 10 s，停止主电动机。

同时切刀轴解锁，接着检查齿轮泵吸入口压力降到 0.03 MPa 后则令齿轮泵电动机停机，之后切粒机停机。切粒机停机后顺序令切刀轴后退、冷却水三通球阀切至小循环，最后待切粒机水室液位降至低限时关闭颗粒冷却水蝶阀，自动停机过程结束。

机组互锁保护功能

作为一个大型机组，安全保护很重要，系统为混炼机、齿轮泵、切粒机、换网器、干燥器电动机、颗粒冷却水以及进水三通球阀等设计了互锁保护，一旦机组某一设备出现异常，就能保证机组按停车次序安全有序地停车，避免造成更大的损失。

存在问题及解决方案

垫刀、缠刀

5 套造粒机组开车过程中，经常出现切粒机不能正常起动、“水、刀、料”不能同时到达模板，导致开车失败，熔融树脂缠刀，损坏切刀。同时由于频繁开停车产生了大量的过渡料、废料，造成了很大的经济损失，解决问题迫在眉睫。经过认真细致的检查分析发现，问题出在“刀、水、料”的时间匹配上。按照工艺要求切粒机起动后，切刀轴首先进入让切刀与模板充分贴近到位后，之后在熔融聚丙烯树脂到达模板的同时颗粒冷却水进入切粒室，这是保证切粒机正常切粒的首要条件。如果聚丙烯树脂先到达模板，而颗粒冷却水尚未进入切粒室，这时熔融的聚丙烯树脂从模板孔挤出后不能及时冷却，就会不断地缠结在高速旋转的切刀上，最终导致切粒机电机电流超高联锁停车。如果颗粒冷却水过早进

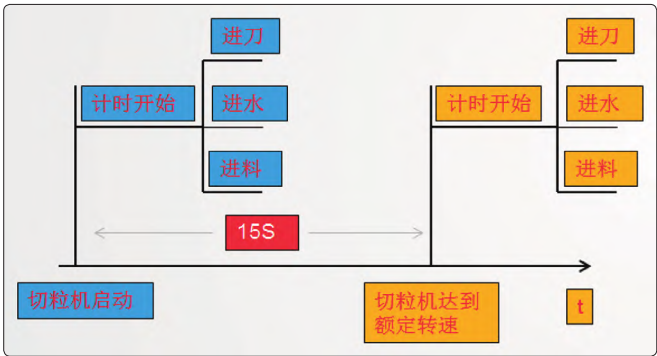


图 2 逻辑变更图



图 4 现场切刀实物图

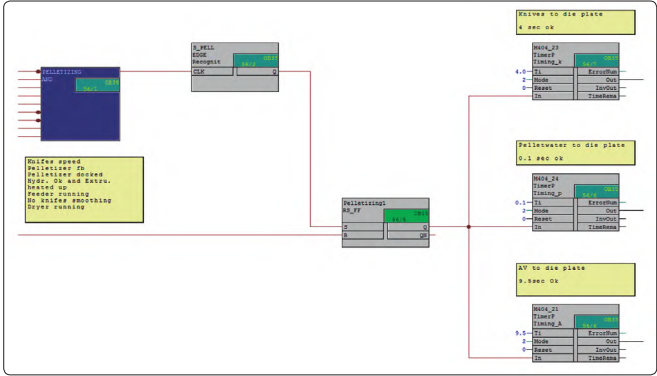


图 3 逻辑变更优化后的底层组态

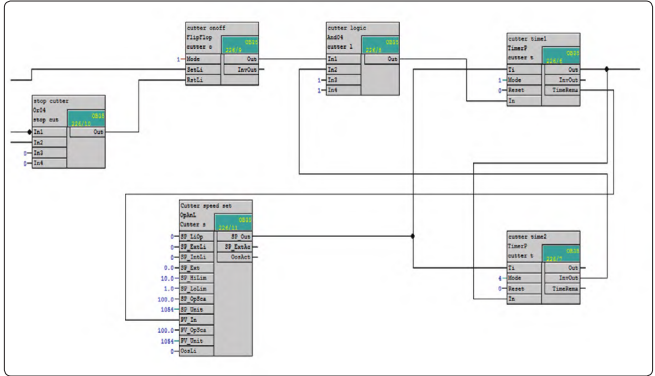


图 5 切刀优化后的底层组态

入切粒室，使模板温度过低，当高温熔融聚丙烯树脂到达模板孔时过早冷却固化而堵塞模板孔，造成切粒大小严重不均，堵塞严重时必须停车处理。

在充分考虑产品牌号（不同牌号产品熔融指数有很大差异，即树脂流动速率不同 $MFR = 0.25 \sim 65 \text{ g/10min}$ ）、树脂的温度压力、颗粒冷却水的温度压力、流速以及设备运行状况等因素对“刀、水、料”的时间匹配产生的影响后，反复研究、计算，确定优化三同时控制方案，推迟三同时时间基准，基准由切粒机启动更改为切粒机转速达到低报警值，开始计时进水、进料、进刀，确保了水刀料能同时到达模板。逻辑变更和优化后的底层组态如图 2、图 3 所示。

振动筛堵料、过载

挤压造粒机在正常生产过程中，当振动筛故障停运或堵料时，流经干燥后的料粒会堵满整个振

动筛，乃至干燥器管线，最终会因干燥器堵料过载，联锁整个系统停车，造成非计划停车，清理需要消耗大量时间。

针对以上问题，通过优化振动筛、三通阀控制方案，来消除此瓶颈。增加三通阀自动切换程序，当振动筛超载或故障跳车后，延时 5 s，将顶部三通阀自动切换至 outlet 位，同时底部三通阀自动切换至 basic 位，使料粒绕过振动筛，经旁路进入缓冲料斗，并且发出振动筛跳车报警。

拉料切刀异常动作

在开车时，经常因拉料切刀不动作而导致开车失败。原有的控制方案是：启动切刀后，当切刀检测到处于回位时，延时 0.2 s 后伸出，检测到处于伸出位时，延时 0.2 s 后缩回，如此以固定的频率往复运动。这种控制方案存在的问题是，经常因切刀检测不到回位或出位，而联锁动作。现场

切刀实物和优化后的底层组态如图 4、图 5 所示。

针对以上问题，提出一种新的控制方案，采用时钟来控制切刀的动作，并且将时钟频率开放至上位机，操作工可以根据开车负荷，随时调整切刀速度。伸出和缩回位接近开关作为确保切刀正常动作的依据，30 s 内均收不到伸出、缩回回信，发出报警提示。避免因拉料切刀不动作，导致开车失败。

结语

本文围绕着造粒机组开工过程中暴露出的逻辑设计缺陷，详细分析原因，有针对性地制定切实有效整改措施，并实施，使其电控系统趋于完善，既合理保护机组安全，同时又避免了过保护造成的大机组非计划停工，稳定性与可靠性得到很大提高，大机组运行周期得到有效提升。