

# ZSK250 挤压造粒机出现垫刀料的原因分析及处理方法

黎镇杰

中国石化北海炼化有限责任公司，广西 桂平 537200

**摘要：**挤压造粒机作为聚烯烃生产中的关键设备，其性能和稳定性对于最终产品的品质和生产效率有着决定性的影响。在实际生产中，挤压造粒机常出现垫刀料问题，导致生产效率下降，产品质量受到影响。本文探讨了挤压造粒机在生产过程中出现垫刀料的问题，并对其成因进行了简要分析。通过分析发现，垫刀料问题的成因涉及物料特性、设备状况、操作参数设定、维护保养等多个方面。针对这些已识别的关键问题本文提出了相应的应对措施，旨在提升产品质量与挤压机整体生产效率，同时也为今后预防和处理垫刀料问题提供参考。

**关键词：**刀压；模板；垫刀料；切粒机

## The Reason Analysis and Treatment Method of Cushion Material in ZSK250 Extruded Granulator

Li Zhenjie

Sinopec Beihai Refining&Chemical Co., Ltd. Guiping, Guangxi 537200

**Abstract :** The extrusion granulator, as a key equipment in polyolefin production, has a decisive impact on the quality and production efficiency of the final product. In actual production, the extrusion granulator often encounters the problem of pad knife material, which leads to a decline in production efficiency and affects product quality. This paper discusses the problem of pad knife material in the production process of the extrusion granulator and briefly analyzes the causes. Through the analysis, it was found that the causes of the pad knife material problem involve the characteristics of the material, the condition of the equipment, the setting of the operation parameters, and the maintenance and maintenance of the equipment. In view of these identified key issues, this paper proposes corresponding countermeasures to improve product quality and overall production efficiency of the extrusion granulator, and also provides reference for future prevention and treatment of pad knife material problems.

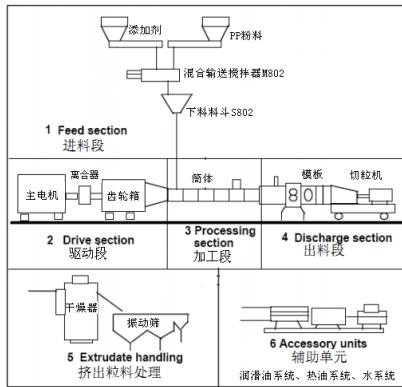
**Keywords :** knife pressure; template; knife pad material; pelletizer

## 引言

由于仪表、设备等原因，自投产以来挤压造粒机组出现过一系列故障停机事故，在2022年至2023年期间，挤压机共停机45次，其中出现退刀、垫刀现象就有29次，由此可见出现垫刀料是导致产品质量问题和停车事故的主要原因之一。为提高生产品质量和生产效率，分析出现垫刀料的成因及对策显得尤为重要，通过对产生垫刀料这一现象的分析，从中总结出一系列行之有效的解决方法，确保产品达到预期质量标准，延长运行周期。

## 一、挤压造粒机简介

聚丙烯装置挤压造粒机 EX-801 机组型号 ZSK-250，为双螺杆挤压造粒机，由德国 CWP 科倍隆厂家制造。挤压造粒机核心组成部分包括了进料阶段、动力驱动部分、加工处理阶段、出料造粒以及必要的辅助单元，如图1所示。聚合物和添加剂通过计量装置连续地加入双螺杆挤压造粒机的第一筒体段，同步旋转、相互紧密啮合的双螺杆对产品进行均匀混合，在筒体中聚丙烯粉料经过加热融化、混炼均化被输送到出料段，由螺杆推动聚合物通过换网器滤除杂质进入模板，通过水下切粒机切成颗粒。水和粒料在下游的离心干燥机内被分离、干燥。干燥器将经过脱水和干燥的粒料输送到



> 图1 挤压造粒机主要组成部分

作者简介：黎镇杰（1997-），男，广西省桂平人，本科，助理工程师，研究方向：化工机械设备。

振动筛，振动筛将合格的粒料与颗粒过小和过大的粒料分开，这些合格的粒料被风机送入成品掺混料仓，最后再经包装出厂。

## 二、出现垫刀料的原因分析

### (一) 切刀以及刀压的影响

切刀的锋利程度直接影响到切粒性能。在切粒机运行过程中，由于产品牌号和操作条件的不同，切刀的磨损是不可避免的。当切刀变钝会导致拖尾粒和蛇皮粒等问题，直接影响产品的外观和性能，严重时可能会导致垫刀或缠刀的现象。

在挤压机开车过程中，当切粒机水室与模板完成锁紧动作后，进刀油压开关闭动作慢或进刀压力设置偏低，都有可能导致刀轴未能精准前进到磨刀时的位置。这种情况下，刀片与模板仅在刀尖处接触，刀片局部和模板之间会有较大间隙，物料从模板挤出后，在冷却水作用下迅速冷却，切刀无法正常接触并切削物料，从而产生垫刀料<sup>[1]</sup>。

当刀压设定过高时，切刀与模板面仅在内侧接触，刀尖与模板是非正常接触，二者间存在一定间隙，这种情况下切削产生的结果和低刀压时的切削结果类似<sup>[2]</sup>。同时刀刃内部区域有出现裂纹和锯齿状缺口的风险，这会加速切刀与模板造粒带的磨损。

### (二) “三同时”的影响

“三同时”是指同时进刀、同时进水、同时进料。切粒机启动后，切刀进刀与模板充分贴合到位，熔融状态的物料到达模板的同时切粒水进入切粒室。然而在实际生产当中，由于启动机组时物料负荷过低、进刀液压油阀老化动作慢、油路堵塞等多种因素的影响，往往难以实现理论上的“三同时”。在造粒机组开车过程中，由于“进刀、进水、进料”的时间差异过大，从模板挤出的熔融状态的聚丙烯就容易出现缠刀，严重时还会损坏切刀。

第一种情况是当熔融聚丙烯先到模板，颗粒冷却水进水缓慢，此时物料从模板孔挤出后未能得到及时冷却，熔融聚丙烯就会地缠结在高速旋转的切刀上，最终导致切粒机电动机电流超高联锁停车<sup>[3]</sup>。第二种情况是颗粒冷却水过早进入切粒室，模板温度会受冷却水影响而降低，当高温熔融聚丙烯到达模板孔时过早冷却固化而堵塞模板孔，会造成切粒大小严重不均，堵塞严重时导致物料无法挤出，此时还会使主电机扭矩升高最后会导致联锁停车。第三种情况是熔融聚丙烯和颗粒冷却水同时到达，但切刀进刀缓慢，此时也会产生垫刀。

### (三) 熔融指数(MFR)的影响

在生产过程中涉及到牌号的切换时，由于不同牌号之间物料的熔融指数变化较大。在这个变化过程中，熔融状态的物料在挤压机的筒体内呈现不均匀的流动速度，会直接影响模孔的正常出料，容易出现粒子带尾、粒子大小不均、垫刀料以及碎屑料等，对最终产品的质量和性能造成严重影响，参数调整不到位也可能导致挤压机联锁停车<sup>[4]</sup>。

### (四) 模板的影响

造粒模板以导热油为加热介质，在模板造粒带下方沿着出料孔排布密集的导热通道。导热油通过这些热通道被精确地分配至模板内，这样的布局确保了加热过程的均匀性和高效性，确保物料能够达到完全熔融状态。模板温度控制、模板表面平整度以及模孔的通孔率等均是影响切粒的重要因素<sup>[4]</sup>。

当模板表面平整度变差，如因磨损、腐蚀或热应力等原因出现小凹坑、贯穿式裂痕或细小裂纹时，如图2所示，都会严重影响切刀与模板的贴合度，切刀与模孔出口之间的接触会变得不紧密，产生细小缝隙，开车过程中就会频繁出现垫刀现象。当模板表面受热不均时，内部应力增加，也会导致模板表面产生细小裂纹，这些裂纹会进一步破坏模板表面的平整度，使切刀无法与模板紧密贴合。



> 图2 损伤的模板

### (五) 切粒机转速的影响

切粒机转速是一个至关重要的参数，直接决定了物料颗粒的大小、形状和均匀性。根据生产负荷和熔融指数的变化，实时监测并调整切粒机的转速。在生产负荷一定的情况下，当切粒机转速偏低时，熔融聚丙烯在切割过程中可能无法完全分离，会出现拖尾现象。同时熔融聚丙烯在切割区停留时间过长，从而增加粘料和团状料，严重时会出现缠刀，继而出现垫刀料。

### (六) 粉料夹带水分

对此前发生过的案例分析发现，当气温骤降、出现暴雨等恶劣天气时，或使用蒸汽对聚丙烯粉料中三乙基铝做失活处理过量时，如果没有及时排凝、干燥鼓风机未及时调整风量、粉料在干燥罐的停留时间过短，粉料输送风机出口未排水，此时将会导致粉料夹带的水分含量增加。当夹带水分的聚丙烯粉料进入到210℃以上的加热筒体时，最终熔融状态的聚丙烯会以不稳定的爆炸形式高速从模孔喷出，从而给切刀一个后退的推力。进刀液压油压力异常波动导致切刀轴向跳动，使得切刀与模板瞬间产生间隙，进而造成缠刀或者垫刀的情况，并且还会产出粘连、气泡料，最终致使联锁停机<sup>[5]</sup>。

### (七) 模板与刀轴的垂直度偏差大

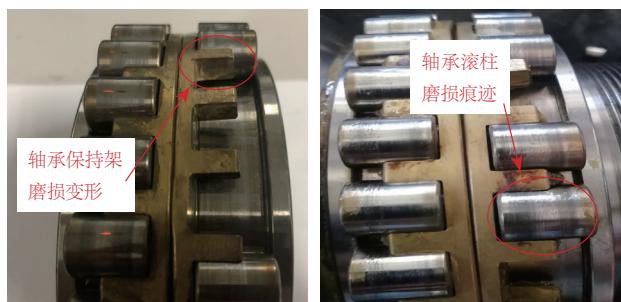
刀轴与模板之间的垂直度偏差直接关系到切刀与模板的接触均匀性和磨损情况。当垂直度偏差较大时，切刀与模板的接触就会变得不均匀，导致偏磨现象的发生。这种偏磨不仅加速了模板和切刀的磨损速度，还严重影响了切粒的质量和效率。导致刀轴与模板垂直度偏差大的主要原因，一是安装时的找正偏差，这可能是由于安装工人的技术水平有限、测量工具精度不足或安装过程中的疏忽等原因造成的。二是模板制造偏差，模板在制造过程中可能存在一定的尺寸偏差或形状偏差，这些偏差在安装和使用过程中会逐渐显现，进而导致刀轴与模板之间的垂直度偏差<sup>[6]</sup>。三是温度对材料的影响，如果模板和刀轴的热膨胀系数不匹配或膨胀量不一致，也可能导致垂直度偏差。

长期受到偏磨的影响，模板的表面会出现不均匀的磨损现象，导致其与切刀表面的接触点之间的间隙大小不一。这不仅降低了切刀

与模板的贴合度，还使得刀盘与模板之间形成的小腔空间变小，当熔融聚丙烯缠在切刀上时，无法被切粒水带走，从而产生垫刀料<sup>[2]</sup>。

#### (八) 切刀轴承不良状态

切刀轴承作为支撑和转动刀轴的关键部件，一旦磨损，其原有的精度和稳定性就会受到影响，进而无法有效地约束刀轴的运动轨迹。在往年的案例中也能体现，如图3所示。造成轴承磨损这种现象原因一是进刀液压油缸与推力盘的调整垫片厚度不合适，导致三个活塞的作用力不能均衡地作用到刀轴推力盘上，对刀轴前进产生了不同轴向的力，长时间运行磨损，导致轴承损坏。二是轴承装配径向间隙不符合安装要求。轴承磨损会导致其支撑作用减弱，进而引起刀轴的振动，这种振动会使得切刀在运行过程中产生前后位移，稳定性大幅下降。当熔融聚丙烯被挤出时，由于切刀位置的偏移，部分物料可能会垫在切刀与模板之间，形成所谓的“垫刀”现象。“垫刀”不仅会影响切粒的均匀性和质量，还可能导致切刀与模板之间的摩擦加剧，进一步损坏设备。



>图3 切刀径向轴承磨损情况

### 三、处理方法

1. 当切刀的磨损达到一定程度时，就需要停机进行磨刀处理，经过打磨的切刀重新投入使用后，与模板完全贴合，形成理想的切割面，从而实现高效、稳定的切粒效果。适当提高开车时进刀压力设定值和切刀转速，较高的进刀压力能够避免刀轴在进刀时发生退刀，同时高的切刀转速可以甩开切刀上黏连的聚丙烯料，避免垫刀<sup>[1]</sup>。如过进刀没进到位，排出机械方面原因，问题可能就出现在液压油系统，处理方法是清理更换全部液压油，同时还须关注进刀油压控制电磁阀动作时间，如果开关较慢应及时更换处理。

2. 在充分考虑产品牌号、生产负荷、颗粒冷却水的温度压力及流速等关键因素，不断优化三同时控制方案，确保切粒水、切刀、聚丙烯挤出料能同时到达模板。需要注意的是，进刀时间不能设定为0秒，设定值须大于0秒，否则会不执行进刀程序。

3. 优化生产计划，应当尽量将同一牌号的产品集中生产，减少不同产品牌号之间的切换次数。针对各产品牌号及其物理特性，根据熔融指数的变化灵活调整挤压机的各项操作参数。

4. 根据不同牌号的产品及时设定相应的模板温度。结合生产实际，模板的温度需要维持在180℃至230℃的适宜区间内，这个温度范围能够为物料提供足够的热量，使聚丙烯达到熔融状态，从而有利于后续的切粒操作。粉料的熔融指数较高时，应适当降低模板温度，以防止物料过度熔融而产生粘连从而导致产生垫刀料<sup>[3]</sup>。

一旦发现模板表面的平整度有所下降，即出现不平整、粗糙或模孔变形等情况时，就需要及时对模板进行修复处理。修复的

目标是恢复模板表面的平整与光滑，确保每一个模孔都保持圆形，同时模孔与模板交界的部分要形成锋利的刃口状，有利于物料在模孔中的顺畅流动和切割，从而确保造粒的均匀性和一致性。经过长时间的连续运行，挤压机会出现部分模孔物料流出不畅或完全堵塞的现象，这会导致模孔的有效开孔率降低。为了保持模孔的高开孔率，确保物料能够均匀地从所有模孔中流出，可以尝试适当增加开机时的充模负荷，冲通部分堵塞的模孔<sup>[4]</sup>。如果模孔的堵塞情况较为严重时，则需要根据实际情况选择其他疏通方法，比如手工清理或使用高温加热来软化并清除堵塞物。

5. 面对不同熔融指数的聚丙烯产品进行生产时，切粒机的转速调整显得尤为重要，按照操作经验，转速调整范围应控制在680~745rpm。当生产熔融指数较高的聚丙烯时，其流动速度加快，应及时提高切粒机转速，避免垫刀情况发生。

6. 为了保障挤压造粒机的稳定运行，必须对聚丙烯粉料中的水分含量进行严格的控制<sup>[10]</sup>。若发生粉料带水严重，筒体温度会有明显的下降趋势，应及时合理调整挤压造粒机的运行参数，同时要对聚合系统进行相应的调整，蒸汽系统需排凝，干燥鼓风机加大风量，延长粉料在干燥罐的停留时间，保证其干燥效果，粉料输送风机出口排水，以此来降低粉料中的水含量。

7. 模板与刀轴的垂直度至关重要，每次停车检修时都应仔细检查，当垂直度偏差较大时要及时调整，同时还应对切粒刀轴进行直线度和轴颈跳动量检查。用塞尺分别检查三个油缸活塞柱到圆盘的间距，根据所测得的不同数据，调整垫片确保三个活塞的作用力能均衡地作用到刀轴推力盘上。每次开车前须对切刀与模板的磨损状况进行全面检查，并依据磨损情况适时更换。

8. 定期对机组进行全面而细致的检查和评估，制定预防性维护检修措施，确保机组始终处于最佳状态。

### 四、结论

综上所述，导致挤压机产生垫刀料原因是多方面的。本文就以往发生过的案例，结合机械设备、工艺操作等多方面原因进行了简要分析，并总结提出一些可行的处理方法。每次机组出现问题的情况不一样，需要不断地摸索和总结，优化机组各项运行相关参数，做好日常特护管理，从而确保挤压机能稳定高效运行。

#### 参考文献

- [1] 王聪. 聚丙烯装置挤压造粒机运行问题分析及处理 [J]. 化工技术与开发, 2020, 49(06):83-84.
- [2] 方镇子. 挤压造粒机出现垫刀料的原因及处理措施 [J]. 化工技术与开发, 2022, 51(11):83-85.
- [3] 丁文波. 挤压机运行故障分析及处理方法 [J]. 流程工业, 2023,(07):48-50.
- [4] 张文光, 陈茜. 聚丙烯挤压机造粒质量缺陷成因分析及对策 [J]. 化学与粘合, 2020, 42(02):140-143.
- [5] 卢昌峰. 聚丙烯挤压机运行不稳及切粒质量改进 [J]. 石化技术, 2023, 30(12):241-242+235.
- [6] 陈敏; 赵轲. 挤压造粒机模板、切刀参数优化 [J]. 机电工程技术, 2007,(12):105-107+122.
- [7] 田朴. 浅谈聚丙烯造粒质量的影响因素 [J]. 广州化工, 2022,(18):21-22.
- [8] 李新昌; 范新枭; 张文辉; 孙林. 高熔融指数聚丙烯生产中挤压造粒机的故障分析与处理 [J]. 化工技术与开发, 2023,(Z1):85-87.
- [9] 张鑫; 王昌. 煤化工聚丙烯挤压造粒机组常见故障及处理 [J]. 合成树脂及塑料, 2022,(05):45-49.
- [10] 孙丰年. CWP\_ZSK350挤压造粒机运行问题诊断及优化 [J]. 石油和化工设备, 2020,(09):90-91.