

# 塑料造粒模板使用寿命降低的探析

王敦旭 李晓桥 张贺臣 李志强

(沈阳大学机械工程学院, 辽宁 沈阳, 110044)

**摘要:**介绍了造粒模板的结构及其工作流程,提出了制作造粒模板的要求,分析了模板使用寿命降低与模板选材、切粒刀、熔融物料、加热介质、钎焊工艺及其操作程序等因素有关,并提出了解决办法。

**关键词:** 造粒模板 使用寿命 切粒刀 熔融物料 加热介质 钎焊

## Research of Natural Life Reducing of Plastic Die Plates

Wang Dunxu Li Xiaoqiao Zhang Hechen Li Zhiqiang

(School of Mechanical Engineering, Shenyang University, Shenyang, Liaoning, 110044)

**Abstract:** The structure and working flow of the die plates were introduced, the conditions of making die plates were presented. The relationship of natural life reducing of the plates and factors such as plates material, pelletizer, melt material, heated medium and the technics and operating program of braze-welding were analyzed, and the solutions were presented.

**Key words:** die plates; natural life; pelletizer; melt material; heated medium; braze-welding

塑料造粒模板是聚乙烯、聚丙烯等塑料原料生产过程中关键的易损耗部件,其质量的优劣直接影响着塑料原料的质量和产量。长期以来国内大型石化企业一直依赖进口模板维持生产,进口模板不仅价格昂贵,而且供货周期长<sup>[1]</sup>。该部件属于高技术产品,只作为主机配件出口,出品国从不提供任何设计、制造方面的资料,这给配件国产化带来极大困难。为了不影响生产,许多企业不得不备有一定量的库存,从而造成大量资金积压。国内大型石化企业目前使用的模板绝大部分是由日本制钢所、日本神户制钢所以及德国 WP 公司提供的,目前造粒模板国产化工作进展仍不十分理想。在正常操作条件下,模板使用寿命为 2 年,但国内许多厂使用模板时间根本达不到正常使用寿命,最短的仅为 7 个月<sup>[2]</sup>,基于此情况,对于提高造粒模板使用寿命的研究是很有必要的。

### 1 造粒模板结构及其工作流程

#### 1.1 模板结构

造粒模板通常由不锈钢本体和硬质耐磨造

粒带两部分构成<sup>[3,4]</sup>。在本体中有若干物料流入通道和数百至数千个孔径为 2.2~3.5 mm 的物料流出通道。在流出通道之间设有多条物料加热通道,加热介质为高压蒸汽或高温导热油,加热温度通常为 200~300 ℃。其结构如图 1 所示。

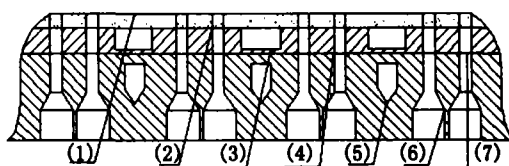


图 1 模板造粒带结构示意图

- 1—复合材料;2—低膨胀合金钢过渡衬板;
- 3—真空隔热层;4—模板本体材料;
- 5—加热通道;6—进料孔;7—出料孔

#### 1.2 造粒模板工作流程

塑料造粒时,在挤压机螺杆的挤压作用下,粘稠熔融物料从进料孔进入料道,同时导热介质在加热通道内流动,其热量由换热通道传递给熔融物料,熔融物料由出料孔挤出造粒面并被 60~

收稿日期:2007-03-29;修改稿收到日期:2007-07-02。

作者简介:王敦旭,从事材料凝固及其仿真方面的研究。

70 ℃冷却水迅速冷却并发生硬化,随后便会被高速旋转的切刀切割成粒而完成造粒<sup>[1,2]</sup>。

## 2 造粒模板的要求

造粒模板使用条件比较苛刻,物料流入一侧是 200 ℃以上的粘流态熔融树脂,流出端为 60~70 ℃的冷却水。模板造粒带区域设有若干加热通道,高温高压加热介质长期在此通过。模板造粒带硬质合金面因其材质与本体不同,二者之间必然存在着一定的热应力。因此,高质量的造粒模板必须满足以下条件<sup>[5]</sup>:(1)加热通道设计合理,被介质加热后造粒面温度分布应当均匀,确保物料不在料孔中凝固或堵塞,并保证物料流出速度基本一致;(2)加热通道密封性好,不能产生泄漏;(3)造粒带硬质面材料耐磨性好,且与基体焊接牢固可靠;(4)选材和结构合理,能耐温 300 ℃,并有足够的机械强度承受来自物料、导热介质的压力及切刀传递的压力。

## 3 造成造粒模板寿命缩短的因素

造粒模板在生产过程中常常出现造粒不均匀,甚至打刀,模具表面出现硬质合金刃层局部脱落或点蚀疲劳损坏,严重影响了装置的正常运行。造成造粒模板使用寿命降低的因素很多,现列举如下。

### 3.1 切粒刀的影响

造粒模板与切粒刀的匹配及操作运行是影响模板使用寿命的一个重要因素。切粒刀强度高,常会引起切粒刀与模板的过度磨损,造成模板与切粒刀使用寿命的缩短,甚至发生切粒刀断裂现象,造成极大经济损失<sup>[6]</sup>。

### 3.2 合金硬质块钎焊强度的影响

造粒模板钎焊硬质合金块的强度也是影响模板使用寿命的一个主要因素<sup>[7]</sup>,合金硬质块钎焊强度低,会造成合金块在熔融树脂压力作用下凸出模板表面,若硬质合金块凸出表面太多会发生打刀现象,从而影响模板使用寿命。

### 3.3 造粒模板钎焊缺陷的影响

模板表面的硬质耐磨层与模板基体的结合通常采用喷涂、堆焊、烧结或真空钎焊工艺,将碳化钨或碳化钛硬质合金复合在不锈钢模板基体

上,国产造粒模板目前主要采用真空钎焊碳化钨硬质合金。在粉末冶金真空烧结时,操作不当耐磨层与基体间会出现未钎着部位及钎着不良部位,这就是所谓的钎缝缺陷。钎缝缺陷的危害程度与其几何尺寸、分布位置以及使用时受力状态有关,必须用断裂力学理论<sup>[8]</sup>来分析未钎着部分。可将钎缝缺陷分成连通缺陷和一般缺陷两类<sup>[9]</sup>。连通缺陷就是与出料孔连通的缺陷,其余的即为一般缺陷。如若硬质耐磨层与模板基体结合不良甚至未结合,装机使用,钎缝由于受到熔融物料的挤压应力而失稳扩展,将会出现碳化钨崩块、加热介质漏出、塑料漏出、粉料增多直至模板基体开裂等一系列严重问题<sup>[9~11]</sup>。

### 3.4 气蚀的影响

生产过程中,熔融的塑料通过模板挤压形成条状,靠近模板的切刀高速旋转将条状切成了颗粒状,并由水将颗粒带走。由于切刀的高速运转,使模板的表面产生了涡流,模板表面附近的水流受到塑料及模板表面的加热,温度瞬时可达到 120 ℃,水流的高速旋转使模板表面形成负压,从而产生了真空气穴<sup>[2]</sup>,液体的质点连续打击在模板上,引起表面因疲劳损坏而逐渐破坏,导致模孔边缘的损坏,影响了模板的使用寿命,也导致了塑料颗粒的变形、质量的下降。

### 3.5 模板材料的影响

在生产过程中,切粒刀与造粒模板接触并发生磨损<sup>[6]</sup>,不断向造粒模板传递压力,使得模板产生应力疲劳,降低其使用寿命,因此模板造粒带材料的选择是提高造粒模板使用寿命的关键因素。

### 3.6 加热介质的影响

造粒过程中,加热通道内长期有加热介质在此通过<sup>[12]</sup>,常见的导热介质有高压蒸汽与高温导热油,在换热过程中模板会长期受到来自高温高压导热介质的压力与腐蚀作用,降低模板材料的性能。

### 3.7 熔融物料的影响

在挤压机螺杆的推动下,熔融状态的粘稠塑料流体被挤入模板出料孔内,通过换热通道的加热并被挤出。高聚合物熔融物料具有较强的腐蚀性,并向模板传递压力,影响了模板的使用寿命。

### 3.8 热应力的影响

造粒带硬质面因其材质与本体不同<sup>[5]</sup>,熔融物料与换热介质均为 260 ℃ 的高温流体,而出料端为 60 ℃ 左右的冷却水,使得模板受热不能均衡,存在着一定的热应力。

### 3.9 操作程序与制造工艺及其养护的影响

在塑料造粒过程中,对仪器使用及其维护不当常常是造成仪器损坏主要因素;制造工艺<sup>[13]</sup>主要包括操作参数,如造粒机筒体各段的温度控制、造粒机螺杆与筒体之间间隙设定及可调范围、造粒模板温度,塑料输送水的温度、流量、压力等的控制也是造成模板使用寿命低的不可忽略的因素。

## 4 提高造粒模板使用寿命的途径

基于上述分析,提高造粒模板使用寿命的方法主要有:(1)选择合适的切粒刀材料及热处理工艺,通常切粒刀材质选用 Cr12MoV 钢号、硬质合金材料及特殊合金钢<sup>[6]</sup>,以减少切粒刀与模板表面耐磨层的磨损;(2)模板基体与硬质合金耐磨层钎合充分,减少钎缝缺陷的影响<sup>[11]</sup>;(3)为减小气蚀对模板带来的危害,可在其他工艺操作条件不变的情况下,选择增加切刀数量来降低切粒刀转速而减小气蚀的产生<sup>[2]</sup>;刘娟子<sup>[14]</sup>等通过提高水箱压力,大大降低了气蚀速度,也改善了物料的挤出,提高了模板使用寿命;(4)理想的造粒带材料应具有良好的耐磨、耐热、耐腐蚀,而且能够与基体实现大面积牢固焊接。目前使用最多的是 WC(钨碳)-Co 硬质合金和 TiC<sup>[15,16]</sup>系钢结硬质合金。由于 WC-Co 与钢的热膨胀系数相差很大,目前还难以实现与本体的大面积焊接,只能采取镶焊方式。TiC 系钢结硬质合金可以大面积焊接,但其耐热、耐腐蚀性较差。于宝海<sup>[1]</sup>等采用 TiC-NiCr 金属陶瓷硬质耐磨材料及 TiC-NiCr/钢双层复合结构,同时发挥了 TiC 的高硬度、良好耐磨性和 Ni-Cr 合金的耐热、耐腐蚀性,大大解决了耐热、耐腐蚀及大面积焊接的问题;(5)严格按照正常操作程序,及时清理模板内残留的料垢,维护好模板的各个部件,减小对造粒模板不必要的损害。

## 5 结语

造粒模板的使用寿命受很多因素的影响,设计寿命是一个关键因素,在设计寿命达到要求时,如何正确合理地使用,使装置运行过程中各项参数均达到设计要求也是一个关键因素。造粒模板的质量保证体系是比较复杂的,它不仅受到制作工艺的质量影响,也受到实际生产中物料、导热介质及切粒刀质量匹配和操作等因素的影响,这就要求在实际生产中能够要兼顾各种因素的影响进行综合考虑,达到各种因素的最佳匹配,才能真正地保证造粒模板的长周期使用。

### 参 考 文 献

- 1 于宝海. TiC 基金属陶瓷及其在塑料造粒模板上的应用. [学位论文]. 沈阳:中国科学院金属研究所,2005
- 2 马彬林. 提高挤出模板使用寿命的途径. 林业机械与木工设备, 1998, 26(11): 25~27
- 3 于宝海, 王雨祥, 阮秉崇等. 一种带有隔热衬板的塑料造粒模板. 中国, CN 2595551. 2003
- 4 刘大伟, 杨涛. 一种新型塑料造粒模板. 中国, CN2290462. 1998
- 5 孙莉, 张德伟. 聚乙烯造粒机模板的修复. 塑料加工学报, 2006, 41(1): 37~40
- 6 王进泽. 造粒机模板与切粒刀对聚乙烯颗粒质量的影响. 合成树脂及塑料, 1996, 13(3): 35~36
- 7 王进泽, 王学明. HDPE 挤压造粒模板使用寿命初探. 林业机械与木工设备, 1997, 25(7): 36~37
- 8 切列帕诺夫. 脆性断裂力学. 黄克智译. 北京: 科学出版社, 1990. 93~359
- 9 王静巍. 造粒模板耐磨堆焊层的检测. 无损检测, 2002, 24(6): 269~271
- 10 Szelazek J. Flaw size with distance, probe displacement, size (DDS) diagrams. NDT International, 1989, 22(1): 12~20
- 11 王静巍. 造粒模板钎缝的无损探伤及分析. 辽阳石油化工高等专科学校校报, 2001, 17(3): 35~37
- 12 万多才. 导热油的特性及在使用中应注意的问题. 工业科技, 2005, 34(4): 44~45
- 13 陈少俊. 造粒机模板气蚀剥蚀原因初探. 中国塑料, 1998, 12(6): 85~89
- 14 刘娟子, 宋武. 模板气蚀原因分析及对策. 河南化工, 2002, 42(12): 41~42
- 15 Chun D, Kim D, Eunk Y. Microstructural evolution during the sintering of TiC-Mo-Ni cermets. Journal of the American Ceramic Society, 1993, 76(8): 2 049~2 052
- 16 Economou S, Bonte M, Celisrtal J. Processing, structure and tribological behaviour of TiC-reinforced plasma sprayed coating. Wear, 1998, 220: 34~50