

SULIAO ZHIPIN JIAGONGZHONG
ZHILIANG KONGZHI YU GUZHANG PAICHU

塑料制品加工中 质量控制与故障排除

张玉龙 夏裕斌 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

塑料制品加工中 质量控制与故障排除

张玉龙 夏裕斌 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书较为详细地介绍了塑料注射、挤出、吹塑、模压、手糊、喷涂、铺层、缠绕、反应注射成型、树脂传递模塑等工艺的质量控制与故障排除,并列举了大量的制备实例。本书是塑料从业人员,特别是材料研究、制品设计、制品加工、管理、销售和教学人员必读之书,也是技术工人和初学者及其塑料爱好者良好的自学教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料制品加工中质量控制与故障排除 / 张玉龙, 夏裕斌主编. —北京: 中国石化出版社, 2009
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0137 - 3

I. 塑… II. ①张… ②夏… III. ①塑料制品 - 加工 - 质量控制 ②塑料制品 - 加工 - 故障修复 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 198191 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 23 印张 610 千字
2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷
定价: 48.00 元

《塑料制品加工中质量控制与故障排除》

编写委员会

主 编	张玉龙	夏裕斌		
副主编	李 萍	莫亚元	吴建全	杜仕国
编 委	孔祥海	刘 华	刘宝玉	刘志成
	刘莲英	闫 军	朱柏林	陈 国
	李旭东	李 忠	李桂变	李 萍
	李惠元	杜仕国	杨 耘	杨振强
	张玉龙	张拓新	吴建全	邵颖惠
	庞丽萍	金川川	赵宏文	赵媛媛
	侯京陵	夏裕斌	莫亚元	康 敏
	曹根顺	路香兰	解植文	蔡志勇

前 言

随着高新技术在塑料加工业中的广泛应用，使得塑料制品技术在创新中有了长足的进步。市场上款式新颖、色彩斑斓、集质量与观赏性为一体的塑料制品极大地丰富了消费市场，也满足了人们生活和工农业发展的需要。这些塑料制品是广大塑料生产研究人员、产品设计人员和塑料加工人员精心研究和工作的结晶，也是其智慧与能力的体现。完成一件塑料制品的制作要经过选材、设计、配料、加工、质量控制、检验等繁琐工序，可以说是一项复杂的系统工程。而这项工程的每一环节必须做深做细，万无一失，才能确保质量合格。为此几代塑料人付出了辛勤的劳动，流下辛劳的汗水，也基本形成一套较为完整的规程与模式，进一步促进了我国塑料加工业的快速发展。

为了普及塑料制品及其加工技术，宣传并推广近年来塑料加工技术研究与应用成果以及成熟技术，以满足日益迫切的塑料加工人员的需要，我们在收集国内外相关资料的基础上，结合我们研究与工作中的体会，组织编写了《塑料制品加工中质量控制与故障排除》一书，全书7章，26节。书中较为详细地介绍了塑料注射、挤出、吹塑、模压、手糊、喷涂、铺层、缠绕、反应注射成型、树脂传递模塑等工艺的质量控制与故障排除，并列举了大量的制备实例，按照工艺特性、质量控制、故障排除和制备实例的编写格式介绍了每一材料与工艺。而在制备实例中按选材、配方、制备方法、性能格式较为详细地介绍了每一制品。是塑料从业人员，特别是材料研究、制品设计、制品加工、管理、销售和教学人员必读之书，也是技术工人和初学者及其塑料爱好者良好的自学教材。

本书注重先进性、实用性和可操作性，理论叙述从简，以介

绍实用技术和数据为主，侧重用实例和实用数据说明问题。以操作技术和注意事项为主线，由浅入深进行叙述，增强了本书的趣味性、仿效性和可操作性。且通俗易懂，图表文并茂，适用性强。凡具有中等文化程度而无专业知识的人员亦能读懂学会，这或许是本书的一个特色。相信本书的出版发行对进一步促进塑料制品的技术创新、工艺改善和新产品开发起到一定作用，亦可推动我国塑料行业的快速发展。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 塑料注射制品质量控制与故障排除	(1)
1.1 通用塑料注射制品	(1)
1.1.1 聚乙烯注射制品	(1)
1.1.2 聚丙烯注射制品	(12)
1.1.3 聚氯乙烯注射制品	(27)
1.1.4 聚苯乙烯注射制品	(42)
1.1.5 ABS 注射制品	(54)
1.1.6 聚甲基丙烯酸甲酯注射制品	(70)
1.2 通用工程塑料注射制品	(79)
1.2.1 尼龙注射制品	(79)
1.2.2 聚碳酸酯注射成型制品	(101)
1.2.3 聚甲醛注射成型制品	(117)
1.2.4 聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型制品	(132)
1.2.5 聚苯醚注射成型制品	(144)
1.3 特种工程塑料制品	(155)
1.3.1 聚砒注射制品	(155)
1.3.2 聚醚醚酮注射制品	(166)
1.3.3 聚苯硫醚注射制品	(170)
1.4 热固性塑料注射制品	(176)
1.4.1 酚醛塑料注射制品	(176)
1.4.2 不饱和聚酯注射制品	(182)
1.4.3 氨基塑料注射制品	(188)
1.5 气体辅助注射制品	(195)
1.5.1 主要设备	(195)
1.5.2 制品设计	(196)

1.5.3	注射参数的设置	(196)
1.5.4	气辅参数的设置	(198)
1.5.5	气辅成型制品缺陷与处理方法	(199)
1.5.6	制备实例	(202)
第2章	塑料挤出制品质量控制与故障排除	(213)
2.1	塑料管材	(213)
2.1.1	简介	(213)
2.1.2	聚乙烯管材	(219)
2.1.3	聚丙烯管材	(228)
2.1.4	聚氯乙烯管材	(235)
2.1.5	ABS 管材	(245)
2.1.6	聚酰胺(尼龙)管材	(245)
2.1.7	聚碳酸酯管材	(250)
2.1.8	聚甲醛管材	(251)
2.1.9	聚砒管材	(252)
2.2	塑料板(片)材	(253)
2.2.1	简介	(253)
2.2.2	聚乙烯板(片)材	(259)
2.2.3	聚丙烯板(片)材	(267)
2.2.4	聚氯乙烯板(片)材	(273)
2.2.5	聚苯乙烯板(片)材	(288)
2.2.6	ABS 板(片)材	(296)
2.2.7	聚碳酸酯板材	(307)
2.2.8	PET 片材	(309)
2.3	塑料棒材	(313)
2.3.1	简介	(313)
2.3.2	制备实例	(324)
2.4	塑料型材/异型材	(330)
2.4.1	简介	(330)
2.4.2	制备实例	(341)

2.5	塑料单丝制品	(354)
2.5.1	简介	(354)
2.5.2	制备实例	(360)
2.6	塑料扁丝	(367)
2.6.1	简介	(367)
2.6.2	制备实例	(372)
2.7	电线电缆	(376)
2.7.1	简介	(376)
2.7.2	制备实例	(383)
第3章	塑料吹塑制品质量控制与故障排除	(386)
3.1	挤出吹塑成型	(386)
3.1.1	挤出吹塑设备	(386)
3.1.2	吹塑模具	(389)
3.1.3	挤出吹塑成型工艺与质量控制	(390)
3.1.4	常见缺陷、产生原因及解决措施	(398)
3.1.5	制备实例	(403)
3.2	拉伸吹塑成型	(420)
3.2.1	简介	(420)
3.2.2	挤出拉伸吹塑	(420)
3.2.3	注射拉伸吹塑	(426)
3.2.4	制备实例	(432)
3.3	注射吹塑成型	(444)
3.3.1	注射吹塑成型设备	(444)
3.3.2	注射吹塑成型模具	(445)
3.3.3	注射吹塑成型工艺	(445)
3.3.4	注射吹塑的常见故障与排除方法	(452)
3.3.5	制备实例	(460)
3.4	多层共挤吹塑成型	(475)
3.4.1	简介	(475)
3.4.2	共挤出吹塑设备	(478)

3.4.3	多层制品的生产工艺	(483)
3.4.4	共挤出吹塑故障及排除方法	(486)
3.4.5	制备实例	(487)
第4章	塑料模压制品质量控制与故障排除实例	(499)
4.1	模压制品	(499)
4.1.1	简介	(499)
4.1.2	主要设备	(500)
4.1.3	模压成型工艺与质量控制	(504)
4.1.4	模压成型中易出现的问题与解决方法	(515)
4.2	不同树脂基复合材料制品的模压成型实例	(526)
4.3	制品制备实例	(544)
第5章	塑料制品手糊、喷涂与铺层成型质量控制与故障排除	(573)
5.1	塑料制品手糊成型	(573)
5.1.1	手糊成型工艺与质量控制	(573)
5.1.2	制备实例	(588)
5.2	喷涂成型	(620)
5.2.1	喷涂成型工艺与质量控制	(620)
5.2.2	制备实例	(630)
5.3	铺层成型	(638)
5.3.1	简介	(638)
5.3.2	工艺过程与质量控制	(638)
5.3.3	铺层加压固化方法	(640)
5.3.4	加压设备	(645)
5.3.5	制备实例	(647)
第6章	塑料缠绕制品质量控制与制备实例	(656)
6.1	缠绕工艺与质量控制	(656)
6.1.1	原材料	(656)
6.1.2	内衬	(656)
6.1.3	封头	(657)

6.1.4	缠绕方法	(658)
6.1.5	缠绕张力的控制方法	(659)
6.1.6	制品的固化	(661)
6.1.7	注意事项	(662)
6.2	制备实例	(668)
第7章	塑料反应注射成型制品与树脂传递模塑制品 ...	(686)
7.1	反应注射成型	(686)
7.1.1	反应注射成型工艺、质量控制与故障排除	(686)
7.1.2	增强反应注射成型	(689)
7.1.3	制备实例	(692)
7.2	树脂传递模塑制品质量控制与制备实例	(700)
7.2.1	简介	(700)
7.2.2	设备	(701)
7.2.3	预成型工艺	(702)
7.2.4	树脂传递模塑工艺过程与质量控制	(704)
7.2.5	制备实例	(710)
参考文献		(722)

第 1 章 塑料注射制品质量 控制与故障排除

1.1 通用塑料注射制品

1.1.1 聚乙烯注射制品

1.1.1.1 工艺特性

(1) 聚乙烯是结晶性物料，结晶速度随温度的变化而变化，当温度升高时，结晶度随着下降。吸湿小，含水量一般都在 0.01% 以下，不需充分干燥。热稳定性好，一般在 300℃ 左右无明显的分解现象。

(2) 流动性极好且流动性对压力敏感，熔体流动速率在 1 ~ 10g/10min 范围内，成型时宜用高压注射，料温均匀，填充速度快，保压充分。不宜用直接浇口，以防收缩不均，内应力增大。注意选择浇口位置，防止产生缩孔和变形。

(3) 制品成型收缩率大，约为 1.5% ~ 3.6%，方向性明显，制品易变形翘曲。冷却速度宜慢，模具设冷料穴，并有冷却系统。

(4) 加热时间不宜过长，否则会发生分解、灼伤。

(5) 软质塑料有较浅的侧凹槽时，可强行脱模。

(6) 可能发生熔体破裂，不宜与有机溶剂接触，以防开裂。

1.1.1.2 质量控制

要确保制品质量，务必对下列因素进行有效控制：

(1) 注塑机类型选择 注塑机可用柱塞式或螺杆式，均可注射成型聚乙烯原料制件。

当用螺杆式注塑机注塑时，最好应用突变型螺杆，也可用注塑机购进时设备上带的通用型螺杆，但均化段(计量段)。螺槽

应浅些。喷嘴可用通用型或延长型。

(2) 模具 为防止因收缩不均、方向性明显所引起的翘曲、扭曲等问题,以及对制品的性能所产生的影响(一般沿料流方向的强度为垂直于料流方向的 3 倍左右),应注意浇口位置的选择。

聚乙烯质软易脱模,对于侧壁带有浅凹槽的制品,所采取强行脱模的方式进行脱模。排气孔槽的深度应控制在 0.03mm 以下。

(3) 注射制件结构条件

① 制作的壁厚应在 1 ~ 3.5mm 范围内,壁厚最薄不应小于 0.8mm。对于大型制件的加强筋厚度,最大可达 5mm。

② 制件的厚度要尽量均匀,薄厚尺寸的交接过渡处应有较大的过渡圆弧。

③ 设计制件结构时,注意各面要有脱模斜度;型芯斜度在 $25' \sim 45'$ (即 $0.417^\circ \sim 0.75^\circ$)。型腔脱模斜度在 $20' \sim 45'$ ($0.333^\circ \sim 0.750^\circ$)。

④ 制品的壁厚与熔体的流动长度有关,而聚乙烯的流动性又随着密度的不同有所不同,因此在选择制品的壁厚时需充分考虑流动比。低密度聚乙烯的流动比为 280:1,高密度聚乙烯的流动比为 230:1。

在选取制品的壁厚时,还应考虑其收缩率的影响关系。表 1-1 所示为低密度聚乙烯制品的壁厚与成型收缩率的关系。

表 1-1 聚乙烯制品壁厚与成型收缩率关系

制品壁厚范围/mm	成型收缩率/%
1 ~ 3	1.5 ~ 2
3 ~ 6	2 ~ 2.5
> 7	2.5 ~ 3.5

(4) 工艺过程

1) 原料的准备

① 选用原料的熔体流动速率在 1 ~ 9g/10min 范围内,含水

量不超过 0.1%。

② 对于制品需要有颜色的可采用浮染法，按配比加入粒料中，搅拌均匀即可投产。

③ 原料的含水量超过 0.1% 时，对原料应干燥处理，在 70 ~ 80℃ 温度条件下烘烤 1 ~ 2h 处理。

2) 注塑工艺条件

① 预塑化温度：低密度聚乙烯为 160 ~ 220℃，高密度聚乙烯为 180 ~ 240℃。

② 注射压力在 100MPa 以下，对于薄形制件或流道较长时，最高注射压力可达 120MPa。

③ 保压压力可以等于或低于注射压力。

④ 注射料流速度不宜过高。

⑤ 模具温度成型低密度聚乙烯时为 35 ~ 55℃，成型高密度聚乙烯时为 60 ~ 70℃。较高的模具成型温度，制品结晶度高，强度和刚性好，但收缩率高。模具温度偏低，制品结晶度低，透明性好，强度增加，但内应力也增大，制品易变形。

⑥ 成型模具中的流道长度与制品厚度之比：低密度聚乙烯为 280:1，高密度聚乙烯为 230:1。

⑦ 保压时间由制品的厚度和流道的截面积大小来决定，一般在 10 ~ 40s 之间。

⑧ 聚乙烯注塑制品一般不进行退火处理。对特殊要求制件退火处理时，应把制件浸在 80℃ 的溶液介质中，处理 1 ~ 2h。这既可提高制品的强度又可减少制品的变形。

1.1.1.3 常见故障及排除方法

(1) 欠料注射的原因是：成型机能力不足；树脂流动性不好。

聚乙烯的熔体流动速率 (MFR) 为表示流动性的标准。MFR 越大，流动性越好。但是，即使 MFR 相同，高密度聚乙烯也比低密度聚乙烯流动性差。

(2) 产生飞边的原因是：成型机的锁模力不够；模具的分型

面不合理；模具变形或错位等。

因聚乙烯的流动性较好，所以，即使有很小的缝隙，也易产生溢料(飞边)。另外，一旦产生了飞边，难于锉削。用剃须刀切削很麻烦。

(3) 产生缩痕的原因是：壁厚过大；模内有效压力不足等。

因聚乙烯的结晶性高，所以成型收缩大，易产生缩痕。即使壁厚的很小变动，缩痕也很明显，所以壁厚应尽量均匀。

(4) 造成尺寸不好的原因是：成型条件(温度、压力、时间)不均一；成型材料不均一。一开始，模具的尺寸不精确也是原因。料筒温度低时，在模具内的结晶取向性大，树脂流动方向的收缩也大，而垂直流动方向的收缩变小。在这样的状态下，制品内应力变大，成为变形和开裂的原因。在聚乙烯成型时，要适当正确地保持料筒温度。

在聚乙烯成型时，如冷却速度不同，则急剧冷却的部分没来得及结晶即固化了，因此收缩率变小，而冷却的部分因结晶度高，收缩率较大。对箱形制品来说，因型芯一侧的冷却速度慢，因此易产生内部翘曲。型芯一侧的温度较型腔一侧温度低 5°C 左右为好。

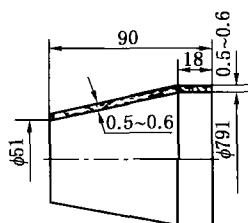


图 1-1 衬套

1.1.1.4 制备实例

实例 1 聚乙烯衬套

1. 选材

衬套是一结构简单、壁特别薄，料流程较长的制品(见图 1-1)。所选用的原材料为低密度聚乙烯(LDPE)。

2. 模具

所用模具(见图 1-2)为环形进料，关键的配合尺寸比较严格，如导柱滑动部分按 $H3/js_3$ 配合，导柱固定部分按 $H3/js_3$ 配合，模芯与型腔较为严格对中。但加工

出的产品均是单边缺料，且单边缺料位置呈现无规则变化。尽管在模具上和成型压力上做了改进，但还是无法解决，为此，做了较为深入研究，改进了成型工艺，由注射成型改为注射压缩成型，实现了产品完好率达 99% 以上的目标。

3. 制备工艺与质量控制

(1) 工艺条件

料筒温度：

后部 140 ~ 160℃；

前部 170 ~ 200℃；

注射压力：60 ~ 80MPa；

注射时间：5 ~ 10s；

高压时间：1 ~ 2s；

冷却时间：5 ~ 10s；

成型周期：20 ~ 30s。

(2) 工艺控制 针对衬套结构特点和注射成型单边缺料的情况进行了认真分析研究，认为缺料的主要原因是物料的流动性，特别是充模流动性不理想，必须降低其黏流态的表观黏度，才能使物料顺利充满型腔。

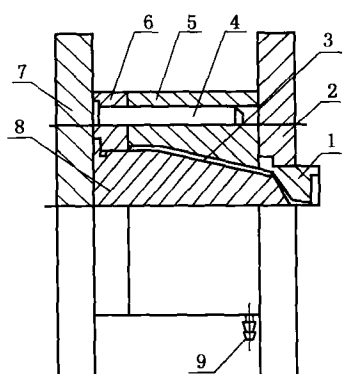


图 1-2 模具的一般结构形式

1—浇道；2—定模板；3—产品；
4—导柱导套；5—型腔；6—固定板；
7—动模板；8—型芯；9—水嘴

实例 2 大型高密度聚乙烯托盘的注射成型

1. 选材

大型托盘应选用高密度聚乙烯 (HDPE) 制备，如扬子石化公司生产的 2200 JHDPE，高桥石化公司的 J-Ⅲ HDPE 及色母料和其他公司生产的类似 HDPE 均可。2200J/J-Ⅲ 配比为 70/30 最佳。

2. 主要设备

注塑机选用 TRIULZI 公司生产的 55000/3000 型 SPECCAL 大型注射成型机。

(1) 本机组的注射装置由倾斜式螺杆、自动更换过滤器、储

料缸和活塞注塞缸组成。与传统工艺相比，具有连续塑化、质量均匀、生产能力增大 20%、对原料适应性强(PE、PP、ABS、PS 等)等特点。

(2) 肘节式锁模装置比活塞油缸锁模速度快、用油少，节约能源，而且肘节式锁模刚性高，制品飞边少。

(3) 上边两根导柱可以顺利抽出，使重达 120t 的导柱承担在动模板、止推板和尾部支撑架上，为更换大型模具提供了方便。

(4) 配有电脑控制，确保作业自动进行。它具有操作显示、自动控制、故障诊断、定值储存等功能。

(5) 配料干燥系统是 FM 公司产品，可满足共混改性、染色、粉碎料回收等工艺性能，干燥设计也十分严格。

3. 模具

组合模具使一副模具可生产 6 个规格。组合模具的双斜面合模结构也很有特色。其凹凸模框四边相互啮合，互换的组块尺寸公差为 0.01mm，更换后再由斜斜块刹紧，上紧螺钉后，形成一个整体，制品没有飞边。

模具有热流道，分 17 点控制温度，每只托盘 20 余千克，浇口料只有 30g，这对大型注塑制品来说是相当少的。模具的组块精密而复杂，一副模具的组块多者三百多种，厚度 20 ~ 30mm，每件里都设计有冷却水道，整副模具冷却均匀，可方便地调节局部模温。

机组和模具配合协调，微型计算机控制精确，可保证开车时第一、二模即出正品。

4. 注射成型工艺

(1) 托盘生产工艺流程。流程简述：将扬子石化公司生产的 2200 JHDPE、高桥石化公司的 J - III HDPE 及色母料分别投入料槽，通过真空吸料器吸进计量器料斗，三个螺旋计量器按配比同时将料送进干燥器，干燥器热风机由底部均匀送进 80℃ 热风 and 共混料逆向流动，脱去粒料外表水分。干燥后的粒料由吸料器吸