

# 塑料挤出成型 技术



SULIAO JICHU  
CHENGXING JISHU

■ 金盾出版社

塑料加工企业丛书

# 塑料挤出成型技术

丛书主编 叶 蕊

张小文 编 著  
沈莉莉

· 金盾出版社

## 内 容 提 要

本书全面系统地介绍了塑料管、塑料板(片)材、薄膜、单丝、塑料编织物的挤出成型技术,以及废旧塑料回收、挤出造粒工艺。介绍塑料挤出成型工艺过程时,从实用角度出发,详细地分析了产生各种不正常现象的原因和消除方法;同时,还介绍了改性塑料挤出工艺中的新产品设计思想、挤出工艺、性能测试方法以及应用领域。为便于理解,书中列举了当前国内外塑料挤出成型的大量实例,并附有許多插图,内容丰富,通俗易懂,可供从事塑料挤出成型工作的科技人员、操作者以及有关专业的师生参考。

### 塑料挤出成型技术

张小文 沈莉莉 编著

#### 金盾出版社出版发行

北京复兴路22号南

(地铁万寿路站往南)

邮政编码: 100842

电话: 815453

三二〇九工厂印刷

各地新华书店经销

开本: 32 印张: 4.5 字数: 101千字

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

印数: 1-15000册 定价: 2.00元

ISBN 7-80022-178-4/TQ·5

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

## 《塑料加工企业丛书》序

我国塑料工业发展迅猛，已成为国民经济的重要组成部分。随着工业、农业、文体卫生事业的发展，社会对塑料制品的需求越来越大，各行各业几乎都要求塑料加工企业有更新颖、更丰富、质量更优的塑料制品出现。

为了适应塑料加工企业发展的需要，尤其是为了适应乡镇塑料企业发展的需要，我们组织编写了《塑料加工企业丛书》。这套丛书按塑料加工技术及加工管理的内容，分为《塑料注射成型技术》、《塑料挤出成型技术》、《塑料压延成型技术》及《塑料加工企业管理》等四本书出版。

这套丛书的特色是：内容密切联系生产实际，适用具体，切实可行；文字通俗易懂，文图（表）紧密配合，中等文化程度的读者及不具备专业基础的读者也能看懂。更可贵的是有些内容是作者的经验结晶，具有技术转让的成分，对提高产品质量、改进生产工艺、开发新产品、增强企业经济效益、提高企业素质均大有裨益。

本丛书主要供从事塑料加工、化工、轻工企业及科研的技术人员、技工及管理干部阅读，也可供准备筹办塑料企业的人员及有关专业师生参考。

由于经验、水平有限，书中定有不足以至差错之处，切望读者予以批评指正。

编者

## 前 言

在塑料制品的成型加工工艺中，挤出成型加工工艺具有设备简单、投资少、工艺容易控制、生产效率高等特点，所以在塑料成型加工中占有很重要的地位。近几年来，挤出成型设备和加工工艺发展很快。

挤出成型可以加工所有的热塑性塑料，也可挤出部分热固性塑料。通过变换挤出模具和配以适合的辅机，挤出机可加工管材、薄膜、板材（片材）、棒材、网型材、异型材等许多塑料制品，也可挤出不同塑料的复合材料及塑料和金属或其它材料的复合材料。

由于挤出机的挤出量和挤出质量有了很大的提高，推动了挤出成型的发展。作为挤出机的“心脏”——螺杆结构有了创新，出现了几种新型高效螺杆，如销钉螺杆、屏障型螺杆、装有静态混炼器的螺杆等，为挤出成型开创了新局面。特别是双螺杆挤出机的应用，使挤出技术发展到了一个新的阶段。双螺杆挤出机对塑料的塑化和混炼均优于单螺杆挤出机，目前国内已有近100台双螺杆挤出机在进行挤出加工塑料制品。

近几年来，由于在挤出成型流水生产线上采用了计算机程序控制，提高了挤出机及其辅机的自动控制水平，保证了挤出成型的连续生产和流水线的顺利进行。加料、冷却定型、牵引、切割、卷取等挤出辅机向着新颖、高效、自动化的方向发展，使挤出生产流水线的配套水平有了很大提高，挤出成型在塑料成型加工中的地位将愈来愈重要。

本书全面系统地介绍了塑料挤出成型技术。全书共分五

章。前四章分别介绍了塑料管材、板材、薄膜、单丝及编织物的挤出工艺过程和配方，同时介绍了各种挤出设备以及设备的操作方法；第五章介绍了废旧塑料的回收及造粒工艺。

本书第三章由沈莉莉同志编写，第四章第二节由王美英同志编写，其余各章节均由张小文同志编写，全书由张小文同志总纂。编写后期曹素纹同志协助作者进行了修改和加工润色工作。编写过程中还得到常州市塑料研究所所长王占尧同志的帮助和支持，并对本书作了终审。奚绍文、鲍美珍同志精心描绘了插图，鲍美珍同志还对一些插图作了修改；王解伟、许树人等同志提供了宝贵资料。谨对以上同志致以衷心感谢。

由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，衷心希望读者批评指正。

编 者

1990年4月

# 目 录

<b>第一章 塑料管的挤出成型</b> .....	(1)
<b>第一节 塑料管的挤出过程</b> .....	(1)
<b>第二节 挤出机及塑料管材挤出成型辅机</b> .....	(2)
一、单螺杆挤出机.....	(2)
二、双螺杆挤出机.....	(8)
三、管材挤出成型辅机.....	(10)
四、挤出机的一般操作.....	(15)
<b>第三节 塑料管挤出机头</b> .....	(16)
一、常规塑料挤出机头的设计原则.....	(17)
二、几种典型管材挤出机头.....	(20)
<b>第四节 聚氯乙烯管材的挤出成型</b> .....	(23)
一、硬质聚氯乙烯管挤出配方及成型工艺.....	(23)
二、硬质聚氯乙烯管挤出过程中出现不正常现象 的原因及消除方法.....	(28)
三、软质聚氯乙烯管的配方及生产工艺.....	(28)
四、改性聚氯乙烯管的配方.....	(33)
<b>第五节 聚乙烯管材的挤出成型</b> .....	(34)
一、高密度聚乙烯管材挤出工艺.....	(35)
二、低密度聚乙烯管的生产.....	(37)
三、线性低密度聚乙烯管的生产.....	(37)
四、交联聚乙烯管的生产.....	(40)
<b>第六节 聚丙烯等管材的挤出成型</b> .....	(45)
一、聚丙烯 (PP) 管的生产.....	(45)

二、聚四氟乙烯 (F4) 管的生产	(46)
三、聚酰胺 (PA) 管的生产	(47)
四、塑料波纹管的挤出成型	(47)
<b>第二章 塑料板 (片) 材的挤出成型</b>	(49)
第一节 聚氯乙烯板 (片) 材的挤出成型	(50)
一、硬聚氯乙烯板 (片) 材的挤出成型	(50)
二、软聚氯乙烯板 (片) 材的挤出成型	(53)
第二节 其它塑料板 (片) 材的挤出成型	(55)
一、聚乙烯板 (片) 材的挤出成型	(55)
二、聚丙烯 (PP) 板 (片) 材的挤出成型温度	(56)
三、ABS板 (片) 材的挤出成型温度	(57)
<b>第三章 薄膜挤出成型</b>	(57)
第一节 薄膜挤出成型方法	(57)
一、压延成型	(57)
二、拉伸成型	(59)
三、流延成型	(59)
四、挤出成型	(60)
第二节 吹塑成型工艺和设备	(61)
一、吹塑薄膜成型工艺	(61)
二、吹塑薄膜成型设备	(69)
第三节 挤塑成型工艺和设备	(83)
一、挤塑成型工艺	(83)
二、挤塑成型设备	(86)
第四节 聚乙烯吹塑薄膜	(94)
一、原料的选择	(94)
二、成型工艺及设备的选择	(95)



第五节	聚丙烯吹塑薄膜 (IPP)	.....	(101)
一、	原料的选择	.....	(101)
二、	生产流程及设备	.....	(101)
三、	工艺控制	.....	(103)
四、	成型条件和薄膜物性的关系	.....	(103)
五、	异常现象及其处理	.....	(105)
六、	聚丙烯流延薄膜 (CPP)	.....	(105)
<b>第四章</b>	<b>塑料单丝挤出及塑料编织物</b>	.....	(111)
第一节	塑料单丝挤出成型	.....	(111)
一、	聚乙烯单丝挤出成型工艺	.....	(112)
二、	聚氯乙烯、聚丙烯及尼龙单丝挤出成型工艺	.....	(115)
三、	单丝生产中异常现象、原因及消除方法	.....	(115)
第二节	聚烯烃编织物的生产	.....	(115)
一、	聚烯烃 (PO) 编织业发展概况	.....	(115)
二、	聚烯烃编织物的生产	.....	(116)
三、	聚烯烃编织物的应用	.....	(128)
<b>第五章</b>	<b>废旧塑料回收及挤出造粒工艺</b>	.....	(132)
第一节	废塑料的选择、洗涤和分离	.....	(132)
第二节	废旧塑料的挤出造粒	.....	(134)
一、	废旧聚乙烯、聚丙烯塑料的挤出造粒工艺	.....	(135)
二、	废旧聚氯乙烯挤出造粒	.....	(135)

# 第一章 塑料管的挤出成型

## 第一节 塑料管的挤出过程

塑料管的生产是通过挤出机、成型机头、定径装置、冷却装置、牵引装置、切割装置等设备来完成的。塑料管的挤出装置如图1-1所示。整个生产是一个连续过程，因此产量大，效率高。

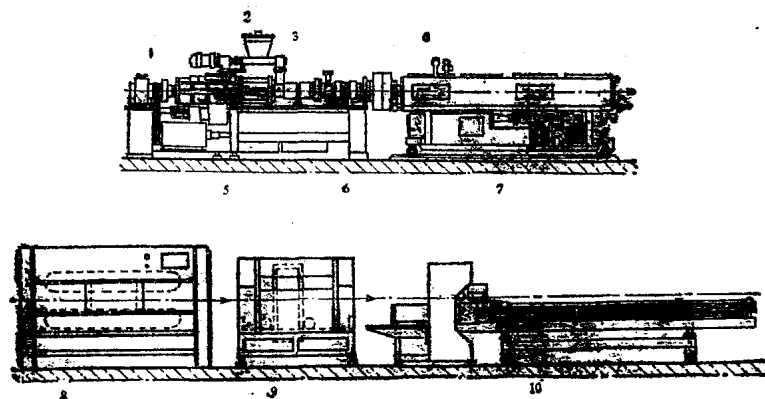


图1-1 塑料管的挤出装置

1. 传动系统
2. 加料系统
3. 料筒
4. 真空定径装置
5. 单螺杆或双螺杆挤出机
6. 挤出管材成型机头
7. 冷却定型装置
8. 牵引设备
9. 锯割(切割)设备
10. 自动翻管设备

塑料原料由加料系统的料筒进入挤出机，通过机内加热装置进行加热，成熔融或软化状态，在螺杆的挤压下，通过多孔板并经分流梭进入机头的口模部分。这时的塑料已成管状，但由于温度较高，必须采取定型措施，才能使塑料管形成固定形状。其方法是：先在真空定径套内用循环冷却水冷却并抽成真空。定径套也有用压缩空气进行充气定型的。通过定径套后的塑料管虽已定形，但由于冷却程度不够，塑料管还可能变形，还必须通过冷却装置冷却。冷却可由一个或几个冷却水箱组成。冷却水箱的使用数，可按将挤出的塑料管冷却到室温的实际需要来确定。每个水箱的长度约4~6米。通过冷却水箱后的挤出塑料管必须由牵引装置夹持前进。如无牵引装置，上述过程则很难连续进行。最后根据对塑料管的长度要求进行定长切割或盘圈。在完成上述的挤出过程中，每个设备或部件都必须严格保持同步，所以它们都必须是可调的。在自动化水平较高的挤出管材生产线上，不但全线可以同步调整，也可对每台设备进行调整。

## 第二节 挤出机及塑料管 材挤出成型辅机

挤出机是挤出成型加工的最重要设备。常用的塑料管材挤出机，有单螺杆挤出机、双螺杆挤出机。

### 一、单螺杆挤出机

挤出机主要由传动装置、加料装置、螺杆、料筒、加热装置等部分组成。其中，螺杆和料筒为挤出机的重要部件。

图1-2为CM90挤出机外形图。

#### (一) 传动系统

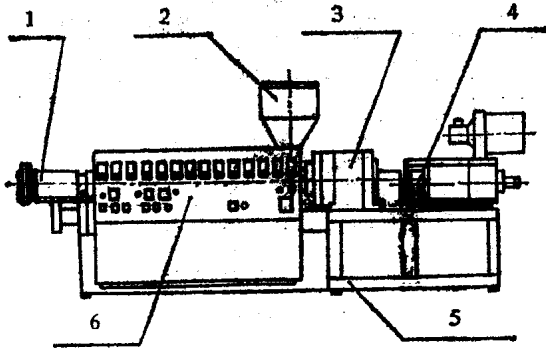


图1-2 CM90挤出机外形图

1.机头 2.加料斗 3.传动装置 4.驱动系统 5.机座架 6.控制系统

挤出机的传动系统通常由电机、调速装置、减速装置三部分组成。图1-3为CM90挤出机传动系统。

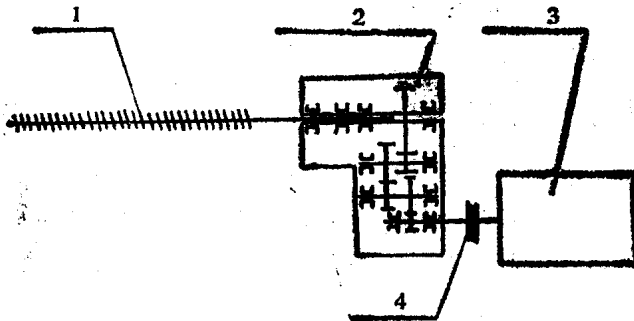


图1-3 CM90挤出机传动系统

1.螺杆 2.减速齿轮箱 3.驱动马达 4.联轴器

挤出机的调速方法有有级调速和无级调速二种。有级调

速，是通过齿轮来达到调速目的，但由于有级调速已不能适应挤出机的工作要求，现在都采用无级调速装置。

常用的无级调速，是采用直流电机。直流电机调速的最大优点是调速范围广、平稳，速度可从零调到电机规定的额定速度。应当指出，当直流电机的转速低于100~200转/分时，工作会不稳定，但通常工作时直流电机转速在300~3000转/分之间，所以一般不存在工作不稳定情况。

国产挤出机，有用三相异步整流子电机进行无级调速的，但这种电机调速范围小，不够先进。

另外，也有用油马达与异步电机配合进行无级调速的，其基本原理是通过改变输入的进油量来改变螺杆转速。由于油马达的启动惯性小，传动特性软，它对螺杆有过载保护作用，但这种调速方法对液压技术要求较高。

## (二) 螺杆

螺杆素有挤出机“心脏”之称，它直接决定产品的质量和产量。螺杆的作用主要是推动塑料在料筒内前移，使塑料原料得到充分塑化并压实，所以从螺杆的作用来看，可把螺杆分成加料段、压缩段、计量段（或称均化段）三部分。本书着重介绍普通型螺杆。

根据不同塑料原料，普通型螺杆分以下几种类型。

1. 等距渐变螺杆（见图1-4）。指从加料段的第一个螺槽开始直至计量段的最后一个螺槽，其螺槽深度逐渐变浅而螺距不变。这种螺杆可以加工聚氯乙烯制品，也可加工其它塑料制品，所以又称通用螺杆。

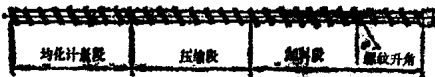


图1-4 等距渐变螺杆

使用这种螺杆可以生产多种塑料制品，具有灵活、多样、小

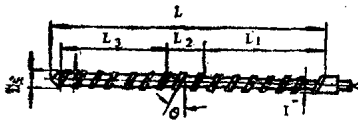


图1-5 等距突变螺杆

然变浅且螺距不变。这种螺杆结构主要用来加工聚乙烯、聚丙烯等塑料制品。

3. 等深变距螺杆(见图1-6)。指螺杆螺槽深度不变,螺距从加料段第一个螺槽开始直至计量段最后一个螺槽逐渐变窄。这种螺杆产量大,



图1-6 等深变距螺杆

但因计量段的螺槽深度比上述两种螺杆大,所以塑化性能较差,一般只用于生产对质量要求不高的塑料制品。

4. 变深变距螺杆(见图1-7)。指螺杆的螺槽深度和螺距从加料段开始,直至计量段都是逐渐变小的。这种螺杆的结构综合了上述三种螺杆的特点,既有较大的产量,也有较好的塑化能力。



图1-7 变深变距螺杆

塑料原料的进料量、塑化程度和塑料的密实程度与螺杆结构的合理设计有密切关系,而普通螺杆的设计,必须控制下列几个重要结构参数。

1. 螺杆直径。在一定的转速下,挤出量与螺杆直径的三次方成正比,即螺杆直径愈大,挤出量愈大。其经验公式如下:

$$Q = \alpha \cdot D^3 \cdot n$$

批量生产的特点。

2. 等距突变螺杆(见图1-5)。指加料段 $L_1$ 和计量段 $L_3$ 两部分的螺槽深度不变,在压缩段 $L_2$ 的螺槽深度突

式中：Q——挤出量（千克/小时）

D——螺杆直径（厘米）

n=螺杆转速（转/分）

$\alpha$ ——螺杆结构常数（0.003~0.007）

常规的螺杆直径有：30、45、65、90、120、150、200厘米。

2. 长径比。指螺杆长度L与直径D之比。不同塑料的挤出加工对螺杆长径比的要求有所不同。表1-1为常用塑料的挤出加工对螺杆长径比和压缩比的要求。

表1-1 常用塑料要求的螺杆长径比和压缩比

塑料原料种类	长径比	压缩比	塑料原料种类	长径比	压缩比
聚氯乙烯(加工硬制品)	16~22	2.5~5	ABS	20~24	1.6~2.5
聚氯乙烯(加工软制品)	12~18	3~5	聚苯乙烯	16~22	2~4
聚乙烯	22~25	3~4	聚酰胺(尼龙)	16~22	3~3.7
聚丙烯	22~25	3~4			

3. 螺杆的压缩比。指压缩段开始处的一个螺槽容积和结束处的一个螺槽容积之比。螺杆的压缩比一般为1.5~5；加工粉料的压缩比应比加工粒料的压缩比大。加工不同的塑料，螺杆的压缩比也不同，例如低密度聚乙烯、软聚氯乙烯和聚酰胺(尼龙)的压缩比为2~3；聚苯乙烯和硬聚氯乙烯为2.5~4.5；高密度聚乙烯和聚丙烯为3~5。

较为重要的参数还有加料段的螺纹升角 $\theta$ ，加料段长度 $L_{加}$ 和压缩段的长度 $L_{压}$ 。一般取 $\theta=17^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。聚氯乙烯、聚苯乙烯等非结晶型高聚物取 $L_{加}=10\sim 25\%L$ ，聚乙烯、聚丙烯等结晶型高聚物取 $L_{加}=30\sim 65\%L$ 。压缩段的长度对于

非结晶型高聚物可取  $L_{压} = 50 \sim 60\% L$ ；结晶型高聚物取  $L_{压} = (3 \sim 5)D$ 。

螺杆的表面应尽量光滑，使原料与它的摩擦力尽可能减至最小。螺杆要求用高强度、耐磨、耐温、耐腐蚀的合金钢制造。常用的有  $30Cr_2-3NiMoV$  或  $30CrMoAl$  等。

### (三) 料筒

料筒和螺杆组成了挤出机的挤出系统。单螺杆挤出机的料筒一般成圆筒状，如图1-8、图1-9所示。由于料筒的长度是孔径的25倍左右，属深孔加工，同心要求高，加工精度和装配精度要求更高。加工料筒需用专用设备。加工料筒的材料要求与螺杆一样，甚至更高，这是因为料筒难以加工和更换。



图1-8 整体式机筒



图1-9 分段式机筒

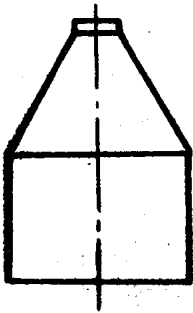


图1-10 料斗

### (四) 加料装置

加料装置，是由料斗和上料装置组成。料斗的任务是将原料供给挤出机，上料装置的任务是将原料输送到料斗中去。最简单的料斗如图1-10所示。加料斗可用铝板或不锈钢板制成。

料斗的容量一般为1~1.5小时的挤出量。上料方式有人工上料和自动定量上料两种。自动上料通常是用真空吸料。图1-11为CM65SC加料装置。



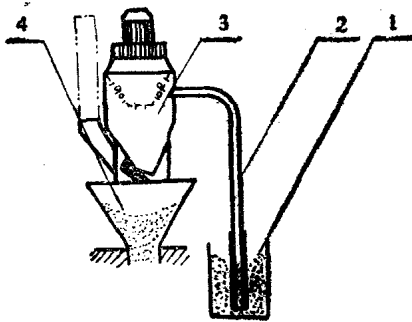


图1-11 真空加料装置

- 1.树脂 2.真空吸料管 3.自动定量上料装置  
4.料斗

### (五) 加热装置

加热装置是指电热卷式的电阻加热器。一般挤出机的加热装置是封闭式的，排列在挤出机壳体内。机头和挤出机所需的加热功率视挤出产品及挤出机设备的种类和型号而定。例如CM65SC双螺杆挤出机生产硬质聚氯乙烯管，

机头和挤出机所需的7个加热区加热功率总和为73kw。

## 二、双螺杆挤出机

在挤出机的发展过程中，双螺杆挤出机的出现使挤出技术有了很大发展，因为双螺杆挤出机使生产能力和产品质量都有很大提高。近几年来，国内引进了100多条双螺杆挤出生产线，生产管材、板(片)材、异形材。

双螺杆挤出机区别于单螺杆挤出机的地方，就是在料筒内并列安装二根螺杆，图1-12、图1-13分别为联邦德国KRAUSS MAFFEL的平行双螺杆及料筒、奥地利CINCINATI MILACRON公司的锥形双螺杆及料筒。



图1-12 KRAUSS MAFFEL平行双螺杆及料筒