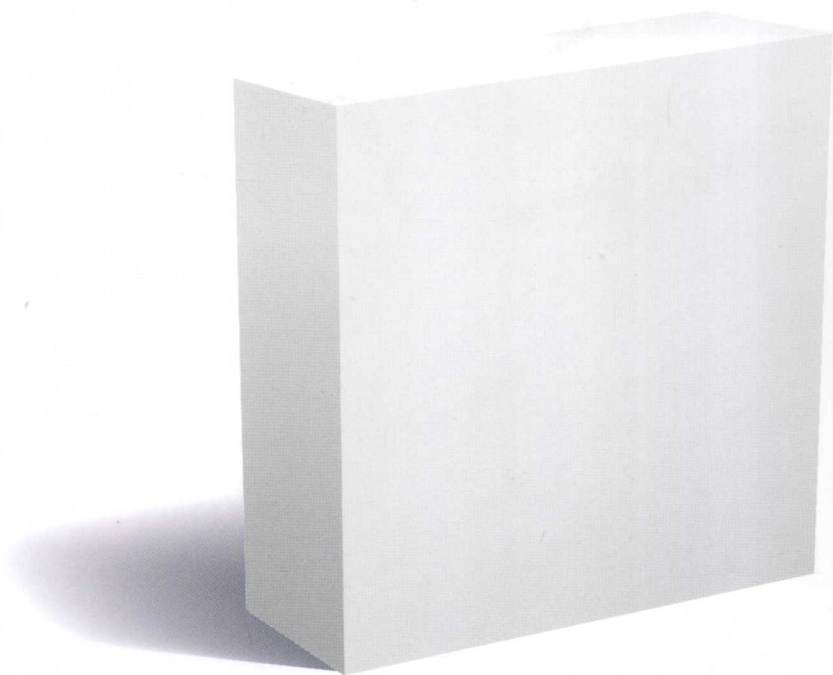


EXTRUSION OF PLASTICS

Extrusion of Plastics

塑料挤出成型

王加龙 主编
刘敏 主审



EXTRUSION OF PLASTICS

Extrusion of Plastics

塑料挤出成型

王加龙 主编
刘敏 主审

内容提要

全书分为绪论和十章内容：对挤出成型中的有关基础知识和成型过程所用的原料进行了简要的阐述，并介绍了塑料挤出成型工艺过程及其参数设置、挤出机的基本结构和挤出成型模具（即机头）的基本结构，介绍了挤出成型工艺实例和挤出机操作的基本内容，分析了挤出成型设备的故障，概述了挤出成型车间管理问题与成本核算问题。

本书的内容密切联系现代生产实际，工艺方法切实可行，工艺参数与生产实际吻合，是刚从事塑料挤出成型人员的一本较好的参考资料。本书内容翔实，图文并茂，非高分子材料专业的人员也能看懂，也可作为塑料挤出工的培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

塑料挤出成型 / 王加龙主编. —北京：印刷工业出版社，2009.10

ISBN 978-7-80000-878-8

I. 塑… II. 王… III. 塑料成型—工艺—高等学校：技术学校—教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第082403号

塑料挤出成型

主 编：王加龙

主 审：刘 敏

责任编辑：张宇华 责任校对：郭 平

责任印制：张利君 责任设计：张 羽

出版发行：印刷工业出版社（北京市翠微路2号 邮编：100036）

网 址：www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店：[//shop36885379.taobao.com](http://shop36885379.taobao.com)

经 销：各地新华书店

印 刷：河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本：880mm×1230mm 1/32

字 数：210千字

印 张：8.125

印 数：1~3000

印 次：2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷

定 价：23.00元

I S B N : 978-7-80000-878-8

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话：010-88275707 010-88275602

编写说明

本书是印刷工业出版社组织编写的职业技能培训教材，本书共分绪论和第一至第十章。绪论部分简述了挤出成型在塑料加工行业的地位，并简要分析了挤出成型工艺要素。第一章内容包括高分子材料的基础知识，挤出成型的基本概念及高分子材料在挤出过程中的流动分析。第二章简述了挤出用塑料原料的结构、特性及其用途，还简要阐述了挤出常用热塑性塑料的选用。第三章简述了塑料挤出成型机的基本结构、主要参数，并对主要机构进行了分析，还简述了几种常用挤出生产线的构成。第四章阐述了挤出成型工艺过程和挤出成型工艺参数的设置。第五章简述了塑料挤出机的基本操作技能，并着重分析了变频器的使用方法。第六章简述了常用挤出制品的生产基本操作，并简述了常用制品生产线的主要组成。第七章简述了挤出机的保养与维护。第八章简述了挤出设备的故障及其排除，并对常用制品生产过程中的不正常的现象也作了分析；第九章阐述了挤出成型全面质量管理的有关问题，主要内容有：设备的验收、安装与调试；制定配方与操作规程；技术改造方案及其实施；新产品试制方案及其实施；产品质量和工艺方案的评估。第十章阐述了挤出成型成本核算和控制等问题。

在编写过程中，既注意从本专业从业人员掌握基础理论的需要出发，又注意培养从业人员的综合素质和应用专业知识的能力，在全面阐述成熟工艺的前提下，力求介绍塑料挤出工业中的新材料、

新设备、新工艺和新技术。书中的内容与生产实践结合紧密，使从业人员读完本书后，能对塑料挤出成型有深刻的理解。

本书由王加龙任主编，并编写绪论和第一章；钱军编写第二章至第四章；刘敏任主审，并编写第五章至第十章。

王加龙

2009年7月

于常州轻工职业技术学院

目 录

● 绪论	1
一、挤出成型在塑料加工业中的地位	1
二、塑料挤出成型工艺要素分析	2
三、挤出成型主机——挤出机	6
四、挤出塑料制品与挤出辅机	6
五、计算机在挤出生产线中的应用	8
六、挤出成型制品的应用	9
● 第一章 挤出成型基础	10
第一节 高分子链结构及其聚集状态	10
一、高分子链结构及其特性	10
二、高分子聚集态结构	13
第二节 挤出成型概论	19
一、挤出成型生产线	19
二、塑料在挤出生产设备中的流动及其分析	20
三、挤出过程中塑料熔体的离模膨胀等现象	26
四、挤出成型中的拉伸取向	29
● 第二章 挤出用主要塑料原料	33
第一节 塑料的性质和用途	33
一、塑料的性质	33
二、塑料的用途	35
第二节 聚乙烯	36
一、聚乙烯的规格	36

二、聚乙烯的结构、性能及用途	37
三、聚乙烯的工艺特性	39
第三节 聚丙烯	40
一、聚丙烯的结构及性能	40
二、聚丙烯的工艺性	41
三、聚丙烯的选用	42
第四节 聚氯乙烯	42
一、聚氯乙烯的规格	43
二、聚氯乙烯的结构和性能	44
三、聚氯乙烯的工艺性	45
四、聚氯乙烯的选用	46
第五节 苯乙烯系树脂	47
一、聚苯乙烯的结构、性能及用途	47
二、聚苯乙烯的工艺性	50
三、聚苯乙烯树脂的改性品种	50
第六节 聚酰胺	54
一、聚酰胺的分类	54
二、聚酰胺的结构和性能	54
三、聚酰胺的工艺性	56
四、聚酰胺的应用	57
第七节 热塑性聚酯	58
●第三章 挤出机概论	60
第一节 单螺杆挤出机概论	60
一、单螺杆挤出机的基本结构	60
二、单螺杆挤出机的主要技术参数	60
三、单螺杆挤出机用螺杆	62
四、单螺杆挤出机的料筒	69
五、其他系统	74
第二节 双螺杆挤出机概论	77

一、概述	77
二、双螺杆挤出机的类型与结构特点	79
三、双螺杆挤出机的主要技术参数	83
四、双螺杆挤出机的选用	86
●第四章 热塑性塑料挤出工艺	89
第一节 几种常用机头的技术参数	89
一、硬管机头的技术参数	89
二、聚烯烃吹塑薄膜机头的技术参数	92
三、挤出流延薄膜机头和板材机头技术参数	95
四、单丝机头技术参数	97
第二节 主机的工艺参数设置	98
一、料筒温度	98
二、力矩和螺杆转速	103
三、螺杆冷却	104
第三节 挤出生产线中辅机工艺参数	104
一、机头工艺参数	104
二、下游定型设备工艺参数	106
第四节 挤出成型主要工艺参数的测控	111
一、塑料的称量与控制	111
二、温度的测量与控制	112
三、压力的测量与控制	114
四、螺杆速度的测量与控制	114
五、挤出物厚度的测量与控制	117
六、挤出物表面状态的检验	117
●第五章 主机基本操作技能	119
第一节 单螺杆挤出机操作	119
一、单螺杆挤出机操作项目	119
二、挤出机操作过程注意事项	129

三、单螺杆挤出机操作步骤	130
第二节 双螺杆挤出机操作	131
一、注意事项	131
二、双螺杆基本操作	131
三、控制面板的操作	133
●第六章 挤出产品的生产操作	136
第一节 机头安装	136
一、管机头的安装	136
二、吹膜机头的安装	138
三、挤出流延膜机头的安装	139
第二节 挤出塑料管材的生产操作	142
一、工艺流程（以UPVC管为例）	142
二、开机前准备	142
三、开机操作	143
四、停机操作	144
五、安全生产注意事项	144
六、生产工艺控制条件（以生产硬聚氯乙烯管为例）	145
第三节 挤出吹塑薄膜的生产操作	145
一、平挤上吹薄膜	145
二、平挤下吹薄膜（以吹塑聚丙烯薄膜为例）	148
第四节 流延薄膜的生产操作	149
一、生产操作顺序	149
二、开机前准备	150
三、开机操作	150
四、停机操作	151
五、生产工艺条件控制（以CPP流延膜为例）	151
第五节 其他制品的生产操作	152
一、塑料板材的生产操作	152

二、硬质聚氯乙烯异型材的生产操作	154
●第七章 挤出机的保养与维护	156
第一节 挤出机的保养	156
一、挤出机的日常保养	156
二、挤出机的定期保养	157
第二节 挤出机的维护	158
一、塑化装置的维护	158
二、齿轮箱的保养维护	164
三、电器控制系统的维护	167
●第八章 挤出设备的故障及其排除	172
第一节 挤出机常见故障及其分析	172
一、单螺杆挤出机常见故障及排除	172
二、双螺杆挤出机常见故障及排除	174
第二节 制品生产中的常见问题	176
一、挤出管材	176
二、挤出吹塑薄膜	180
●第九章 挤出成型全面质量管理	192
第一节 设备的验收、安装与调试	192
一、设备开箱验收和安装	192
二、空运转试车	194
三、投料运转试车	195
第二节 制订配方与操作规程	197
一、制订配方	197
二、制订操作规程	199
第三节 技术改造方案及其实施	203
一、技术改造	203
二、技术改造的实施	204

第四节 新产品试制方案及其实施	208
一、新产品	208
二、规避新产品的开发风险	213
三、新产品研制过程	213
第五节 产品质量和工艺方案的评估	216
一、产品质量	216
二、工艺方案的评估	222
●第十章 挤出成型成本核算和控制	225
第一节 挤出成型成本核算	225
一、成本、费用的概念	225
二、分清成本核算界限	226
三、成本的构成与项目	227
四、成本核算对象	228
五、成本核算要求	229
六、成本计算程序	231
七、产品成本的计算	232
第二节 挤出成型成本控制	236
一、成本控制概念	236
二、成本控制内容	237
三、成本控制原则	238
四、成本控制条件	239
五、原料采购成本和储存成本的控制	240
六、材料储存成本的控制	241
七、产品投产前的成本控制	242
八、产品生产成本控制	243
九、销售费用和质量成本控制	246
●参考文献	249

绪 论

塑料成型加工工艺主要有挤出成型、注射成型、压延成型等几种，而挤出成型则是最基本的加工工艺。用挤出成型工艺生产出的制品约占所有制品的三分之一以上。

一、挤出成型在塑料加工业中的地位

挤出成型是在挤出成型机中通过加热、加压而使塑料以流动状态通过口模成型的方法。

一条挤出制品的生产线由两大部分组成：一是将塑料熔融并挤出的挤出成型机（简称挤出机），习惯上称为主机。这种称为主机的挤出成型机具有通用性，即同样一台挤出成型机，可以生产不同的制品，这是挤出成型的前阶段。二是机头（包括口模）、冷却系统、牵引系统和卷取系统或切割系统，见图1。这些装置是将熔融塑料进行定型、冷却、加工成具体塑料制品的，这些装置只具有其个性，即某种辅机只能生产某一种产品，习惯上称为挤出辅机。这是挤出成型的后阶段。

挤出成型的优点如下：

- ①设备制造容易，成本低，塑料加工厂的投资少。
- ②可以连续化生产，因此生产效率高。
- ③设备的自动化程度高，劳动强度低。
- ④生产操作简单，工艺控制容易。
- ⑤挤出产品均匀、密实，质量高。
- ⑥原料的适应性强，不仅大多数的热塑性塑料都可以用于挤出成型，而且少数的热固性塑料也能适应。
- ⑦所生产的产品广泛，可一机多用，同一台挤出机，只要更换

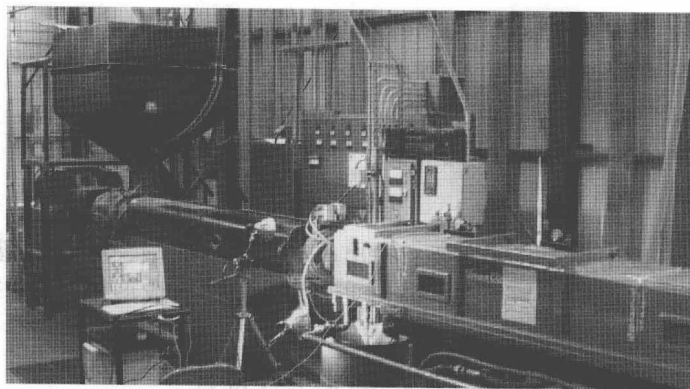


图1 挤出生产线缩影

辅机，就可以生产出不同的制品（包括半成品）。

⑧生产线的占地面积小，且生产环境清洁。

当然，挤出成型也有其缺点：

①不能生产三维尺寸的制品。

②制品往往需要二次加工。

由于挤出成型的优点突出，因此，挤出成型在塑料加工行业中起着举足轻重的作用，挤出成型所生产的制品大约占有所有塑料制品的三分之一以上。热塑性塑料总量的95%可用螺杆式挤出机生产。少数热塑性塑料如聚四氟乙烯树脂（PTFE），因熔体黏度极高，即在熔点温度以上也不能呈黏流状态，虽不能用螺杆式挤出机，但还能采用柱塞式挤出机成型。现在，挤出成型的发展很快，总趋势是向着大型化、高速化和自动化方向发展。

二、塑料挤出成型工艺要素分析

要生产一件合格的制品，必须要三个前提条件：优质的原料、精良的设备和适宜的工艺。要使挤出制品有较高的合格率，必须有技术熟练的工人，要想挤出成型企业的经济效益好，必须有严格的、完善的管理。

（一）优质的塑料原料是生产合格制品必不可少的条件

什么是优质的原料呢？首先，根据制品的性能指标选择原料。第二，原料的类型与工艺方法相适应，如 ABS 有挤出级和注射级，用于挤出成型只能选用挤出级的 ABS。例如，台湾奇美生产的 ABS 牌号为 PA757 是注塑级的，而牌号为 PA747 则是挤出级的。塑料挤出成型用的原料，大多数是颗粒料，也可用粉料直接挤出成型，这时用双螺杆挤出机生产为佳。

（二）精良的设备是注射成型合格制品的必备条件

本书所说的设备包括两个方面：一是挤出成型机，二是挤出成型辅机。

1. 塑料挤出成型机

没有挤出成型机（简称“挤出机”）就谈不上挤出成型。挤出机是挤出成型的主机，拉条切粒双螺杆挤出机外形见图 2。挤出机使热塑性塑料或热固性塑料在加热机筒中经过加热、剪切、压缩、混合和输送作用，熔融塑化并使之均匀化；然后借助于压力，迫使高温熔体从机头的口模（即挤出成型中模具）流出，经过冷却装置的冷却和固化后，制成具有一定几何形状和尺寸精度的二维尺寸的塑料制品。

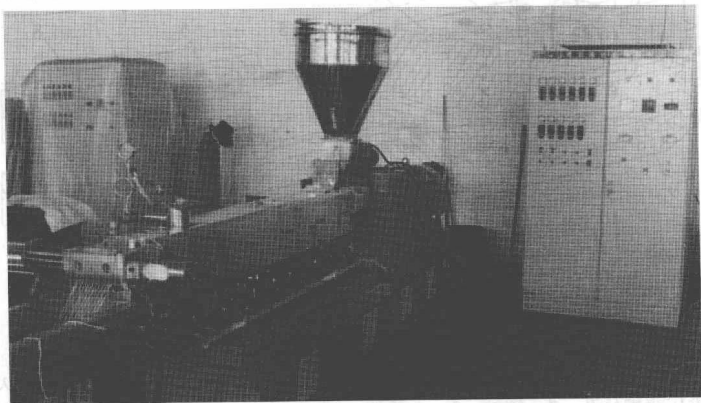


图 2 拉条切粒双螺杆塑料挤出机的外形图

目前，挤出成型机已由单一品种向系列化、标准化、高速、高效、自动化、节能省料等专门化的方向发展。

作为挤出成型企业的技术人员，必须熟悉挤出成型机的基本结构及其工作原理，才能更好地使用、维护和保养挤出机，才能充分发挥挤出成型机的作用。

2. 挤出成型机头（即模具）

机头是利用其本身的特定形状成型具有一定形状和尺寸的制品的工具，是塑料工业生产中重要的、必不可少的基础装置。不同的挤出制品需要不同的机头来成型，一种机头只能生产一种制品。一台挤出机可以适应不同的机头和辅机。这里说的是辅机，决不是说它不重要。如果没有机头与辅机，只有挤出机，同样不能生产出制品。机头质量的好坏直接影响塑料制品的质量和成本。作为挤出成型的技术人员，必须充分认识机头和辅机的重要性，了解机头和辅机的基本结构，学会正确使用、保护机头与辅机，以延长其使用寿命。

图3是塑料挤出成型异型材用衣架式机头的内部结构。

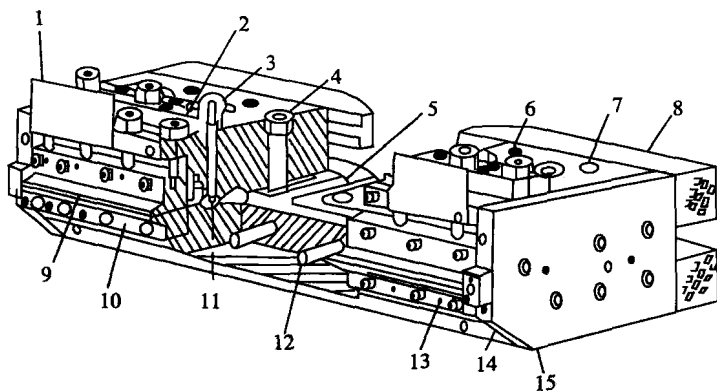


图3 挤出成型异型材用衣架式机头的内部结构

- 1—防护板；2—阻流棒测量销；3—阻流棒调节线圈；4—模体螺栓；5—主流道入口；
6—推压式螺栓孔；7—销钉；8—电线笼；9—上模唇；10—下模唇；11—阻流棒；
12—棒状加热器；13—调幅支架分接孔；14—衬垫；15—末端板

对于挤出成型的技术人员来说，必须正确掌握机头与辅机的基本结构，熟悉工作过程，才能充分发挥机头与辅机在此领域中的作用。

（三）适宜的工艺是生产合格制品的保证

适宜的工艺也包括两方面的内容，一是工艺流程，另一方面是工艺参数。图 4 是典型的挤出成型工艺流程。

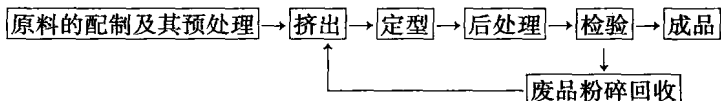


图 4 典型的挤出成型工艺流程

如图 4 中，原料的配制及其预处理主要是指 PVC 塑料的配制，也包括造粒过程。当然，在实际挤出生产中，用粒料挤出成型塑料管材和用粉料直接成型塑料管材，其工艺流程是有差异的。如用粉料直接成型时，前阶段的配料必须在挤出管材的生产车间完成；如用粒料，挤出造粒的工艺过程是专门的造粒厂完成的。后处理的内容因制品而异，如管材包括定长锯切和扩口等过程，而薄膜主要是电晕处理等工艺。废旧回料只能以一定比例掺入到新料中。切记，不可掺入太多！

工艺参数的内容主要有：挤出机的温度参数、压力参数，螺杆转速参数等；机头部分的工艺参数，如机头压力、机头相关部位的温度控制参数等；辅机部分的工艺参数，如挤出管材时，定径的形式及其有关参数，冷却水槽的长度、水温等工艺参数，牵引装置的有关工艺参数；管材锯切装置及其工艺参数，有时还包括原料配制阶段的工艺参数，等等。在实际生产中，什么是正确的工艺参数呢？唯一的标准就是看制品是否合格。制品合格，工艺参数就正确。当然，成型合格制品的工艺参数却不是唯一的，多种工艺参数组合，都能生产出合格制品。例如，温度高些机头压力低些，和温度低些机头压力高些，都有可能生产出合格的制品。从广义上讲，这些工艺参数都正确。然而，这两种工艺参数，哪一种更科学，需

要具体讨论。

（四）熟练的技术工人是生产合格制品的前提

“塑料挤出工”是塑料成型加工专业职业技能培训的基础工种之一。

由中华人民共和国劳动部轻工业部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准（塑料行业）》中，“塑料挤出工”的工种定义为：按工艺要求，将塑料在挤出机机筒中塑化并通过模具挤出，操作各种辅助设备，使挤出的物料经冷却、拉伸、吹胀、涂覆、复合、切割、卷取等工序组合，制得各种挤出成型制品的人员。适用于各种能用于挤出成型加工的塑料产品（如板、管、丝、膜、网、带、型材、中空容器、造粒等）发泡或非发泡制品的挤出工。

常州轻工职业技术学院国家职业技能鉴定所能做“塑料配料”、“塑料挤出”、“塑料注塑”和“塑料性能测试”四个工种的技师鉴定。

“塑料挤出工”是塑料成型加工专业职业技能培训的基础工种之一。

三、挤出成型主机——挤出机

挤出机的种类很多，按挤出机螺杆的数目可分为单螺杆挤出机、双螺杆挤出机、多螺杆挤出机和无螺杆挤出机。在现代塑料工业中，用于生产制品的挤出机绝大多数为单螺杆挤出机和双螺杆挤出机，多螺杆挤出机（如行星挤出机）只用于塑化物料。所以，本书只简述生产制品用的单螺杆挤出机和双螺杆挤出机的结构和基本特性。

现在，在单螺杆挤出机中，又可分为普通单螺杆挤出机和排气式单螺杆挤出机，而后者有发展的趋势。为此，要求塑料挤出工（初级工）掌握普通单螺杆挤出机和双螺杆挤出机的基本结构和性能特点，学会这两类挤出机的基本操作。

四、挤出塑料制品与挤出辅机

根据挤出塑料制品的功能，将挤出成型制品分为成品和半成