



教育部高职高专规划教材

塑料挤出成型

第二版

▶ 吴清鹤 主编
王加龙 主审



化学工业出版社

教育部高职高专规划教材

塑料挤出成型

第二版

吴清鹤 主编

李建钢 孔 萍 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材共分为十三章,第一章主要介绍挤出成型技术的发展概况。第二章主要介绍单、双螺杆挤出机的结构,工作原理。第三至第十二章主要以10种塑料制品的挤出成型工艺及生产过程为主线,以制品、设备、工艺为编写顺序,详细地阐述了各种制品的性能要求、挤出机的选择、模头的基本结构及工作原理和其他辅机、生产配方及工艺,并对各种制品在挤出生产中的不正确现象、产生原因及解决方法进行了分析。第十三章主要介绍了挤出成型工艺及发展趋势和挤出成型设备的发展情况。书后附录中附有各种挤出机的选型,可供学习参考。

本书内容丰富,可作为高职高专高分子材料类专业的专业教材,可供塑料制品加工的工程技术人员使用,也可作为从事高分子材料研究人员、大专院校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料挤出成型/吴清鹤主编. —2版. —北京:化学工业出版社, 2009.1
教育部高职高专规划教材
ISBN 978-7-122-04484-6

I. 塑… II. 吴… III. 塑料成型:挤出成型-高等学校:技术学院-教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第213675号

责任编辑:于 卉

文字编辑:李 玥

责任校对:周梦华

装帧设计:于 兵

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 字数372千字 2009年3月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00元

版权所有 违者必究

前 言

本书第一版自 2004 年 10 月出版以来，广泛用于高职院校相关专业教材、相关专业人员培训进修教材、以及工程技术人员参考使用，受到广泛好评。根据使用反馈意见，我们进行了第二版的修订。主要集中在以下几个方面：

精简了全书的内容，对于一些不常用的挤出产品生产的内容进行了精简，突出常见挤出产品的生产；减少了理论推导、公式方面的内容，使全书更加简易明了；更新了全书的国家标准，使其和最新标准同步；更新、增加了一些塑料挤出产品生产的新技术、新方法；增加了一些最新的参考书目。

全书由广东轻工职业技术学院吴清鹤任主编，广东轻工职业技术学院李建钢、孔萍任副主编，江苏常州轻工职业技术学院王加龙主审。第一章、第十三章由吴清鹤编写；第四章、第六章、第十章、第十一章由广东轻工职业技术学院孔萍编写；第二章、第八章由广东轻工职业技术学院李建钢编写；第五章、第九章、第十二章由江汉石油学院张治平编写；第三章由吴清鹤、吴健文编写；第七章由吴健文编写。由于时间仓促，书中的疏漏、不妥之处，衷心希望读者给予批评指正。

本书编写过程中得到陶国良、戚亚光等同志的支持，在此表示衷心的感谢。

编者
2008 年 12 月

第一版前言

本书是教育部高职高专规划教材，是按照教育部对高分子材料加工人才培养指导思想，在广泛吸取近几年高职高专教育成功经验的基础上编写的。供高职高专高分子材料加工专业高年级学生学习专业课使用，也可供从事高分子材料研究、开发和应用及工程技术人员参考。

教材在编写中注重以下几个方面：一是着重阐述塑料挤出成型加工中的共性问题，兼顾各自的特性；二是注重理论对实践的指导作用，力求公式推导简练，物理意义明确；三是对于挤出成型的每种制品，均从工艺特点、原理分析、设备类型及配置等方面讨论，这是本书的重点。

近年来，高分子材料的新品种不断涌现，制品高性能化和多功能化的要求逐年提高，挤出成型方法也在不断改进和推陈出新，丰富的内容已远不是一本教科书所能涵盖的。在编写过程中力求通用性和新颖性兼顾，尽管如此，有些新的成型方法可能漏编，有些介绍较为简单，敬请读者谅解。

全书由广东轻工职业技术学院吴清鹤任主编，江苏常州轻工职业技术学院王加龙任主审。第一章、第三章、第七章、第十三章由吴清鹤编写；第四章、第六章、第十章、第十一章由广东轻工职业技术学院孔萍编写；第二章、第八章由广东轻工职业技术学院李建钢编写；第五章、第九章、第十二章由江汉石油学院张治平编写。由于时间仓促，书中的疏漏、不妥之处，衷心希望读者给予批评指正。

本书编写过程中得到陶国良、戚亚光等同志的支持，在此表示衷心的感谢。

编者
2004年4月

目 录

第一章 绪论	1	第三节 几种管材的成型工艺	58
第一节 挤出成型技术的发展概况	1	一、PVC 硬管	58
第二节 挤出成型过程	2	二、PVC 软管	61
一、挤出成型生产的基本过程	2	三、聚烯烃管	62
二、挤出成型的特点	4	思考题	65
第三节 挤出成型制品的用途	5		
思考题	5	第四章 挤出吹塑薄膜	66
第二章 挤出机	6	第一节 概述	66
第一节 单螺杆挤出机	6	一、吹塑薄膜的特点和原材料	66
一、概述	6	二、吹塑薄膜的用途	67
二、挤出成型原理	10	三、吹塑薄膜的成型方法	67
三、螺杆	19	第二节 吹塑薄膜的成型设备	68
四、料筒及挤压系统其他零部件	24	一、挤出机	68
五、挤出机传动系统	28	二、吹膜机头	69
六、挤出机加热与冷却系统	29	三、冷却装置	74
第二节 排气挤出机和双螺杆挤出机	31	四、牵引装置	77
一、单螺杆排气挤出机	31	五、卷取装置	79
二、双螺杆挤出机	35	第三节 吹塑薄膜成型工艺	79
第三节 挤出机的操作与维护	42	一、成型工艺流程	79
一、挤出机的操作	42	二、成型工艺控制	80
二、挤出机的检修与维护	44	三、几种吹塑薄膜的成型工艺	83
思考题	45	四、成型中的不正常现象、原因及解决	
		方法	89
		思考题	90
第三章 管材的挤出	47	第五章 板材与片材的挤出成型	91
第一节 概述	47	第一节 概述	91
一、塑料管材的性能及用途	47	第二节 板材成型设备	91
二、挤出管材的原材料	47	一、挤出机	91
三、挤管工艺流程	48	二、板与片挤出机头	92
第二节 管材挤出设备	49	三、三辊压光机	95
一、挤出机	49	四、冷却输送装置	95
二、挤管机头	49	五、牵引装置	95
三、定型装置	53	六、切割与卷取装置	96
四、冷却水槽	55	第三节 板与片的成型工艺	96
五、牵引装置	57	一、成型温度	96
六、切割装置	57	二、螺杆冷却	97
七、扩口装置	58		

三、板材厚度与模唇厚度及三辊间距的关系	98	第二节 单丝成型	133
四、牵引速率	98	一、塑料单丝	133
五、成型中不正常现象、原因及解决方法	98	二、单丝的成型设备	134
思考题	100	三、塑料单丝的成型工艺	136
第六章 挤出流延薄膜和双向拉伸薄膜	101	第三节 塑料扁丝的成型	140
第一节 挤出流延膜的成型	101	一、塑料扁丝	140
一、概述	101	二、扁丝成型设备	142
二、流延膜的成型设备	102	三、塑料扁丝的成型工艺	143
三、流延膜的成型工艺	107	思考题	144
第二节 双向拉伸薄膜的成型	114	第九章 异型材挤出成型	145
一、双向拉伸薄膜	114	第一节 概述	145
二、双向拉伸 PP 薄膜	115	一、塑料异型材及其用途	145
三、双向拉伸 PET 薄膜	117	二、异型材截面形状	146
四、双向拉伸 PS 膜	119	三、异型材成型的工艺流程	149
思考题	121	第二节 异型材挤出成型设备	150
第七章 棒材挤出成型	122	一、挤出机	150
第一节 概述	122	二、异型材机头	150
第二节 棒材挤出设备	123	三、定型装置	152
一、挤出机	123	四、牵引装置	154
二、机头	123	五、切割装置	154
三、冷却定型模	125	第三节 PVC 异型材的成型工艺	155
四、隔热圈	125	一、RPVC 窗型材配方	155
五、制动装置	126	二、异型材成型工艺	155
六、切割机	126	三、成型中不正常现象、原因及解决方法	158
第三节 棒材生产工艺	126	思考题	159
一、塑料棒材挤出工艺特点	126	第十章 中空吹塑成型	160
二、成型工艺	127	第一节 概述	160
三、挤出操作过程	129	一、中空吹塑	160
四、成型中不正常现象、原因及解决方法	129	二、挤出-吹塑	161
方法	129	第二节 中空吹塑成型设备	161
思考题	130	一、挤出机	161
第八章 单向拉伸制品的挤出	131	二、机头	162
第一节 概述	131	三、模具	165
一、单向拉伸制品及用途	131	第三节 中空吹塑成型工艺	172
二、单向拉伸制品的原料	131	一、吹塑的形式	172
三、纤维单位及主要性能	132	二、成型工艺	173
四、单向拉伸制品的成型原理	132	三、成型中不正常现象、原因及解决方法	176
		方法	176
		第四节 其他挤出吹塑成型	178
		一、挤出拉伸吹塑	178
		二、共挤吹塑	182

思考题	183	二、挤出涂覆设备	203
第十一章 泡沫塑料的挤出	184	三、涂覆用基材	204
第一节 概述	184	四、涂覆的主要工序	206
一、泡沫塑料及其分类	184	五、挤出涂覆中不正常现象、产生原因 及解决方法	207
二、气泡形成原理	185	第三节 线缆挤出包覆成型	208
三、泡沫塑料挤出成型	186	一、电缆料的制造	208
第二节 泡沫塑料用的原辅材料	189	二、电线电缆的包覆成型	210
一、树脂	189	三、电线电缆生产中的不正常现象、原因 及解决方法	211
二、发泡剂	189	思考题	212
三、发泡助剂	192	第十三章 挤出成型的发展	213
四、辐射交联	194	一、挤出成型新工艺	213
五、助交联剂	195	二、挤出成型工艺的发展趋势	215
六、泡孔稳定剂	195	三、挤出成型设备的发展	217
七、化学发泡剂的促进剂	195	思考题	218
第三节 PS 泡沫塑料挤出成型	195	附录 塑料挤出设备的选型	219
一、PS 挤出发泡	195	一、塑料单螺杆挤出机的选型	219
二、挤出发泡成型设备	196	二、排气式塑料挤出机选型	229
三、挤出发泡成型工艺	200	三、双螺杆塑料挤出机选型	230
思考题	201	参考文献	232
第十二章 挤出涂覆与包覆	202		
第一节 概述	202		
第二节 挤出涂覆的成型	202		
一、挤出涂覆的特点及原理	202		

绪 论

学习目标

本章主要介绍塑料的发展状况及挤出成型的过程和特点。要求学生了解挤出过程所需要的基本设备（组成）、工艺控制项目等，为各章节的学习奠定基础。

第一节 挤出成型技术的发展概况

挤出成型技术作为聚合物加工技术之一，是伴随聚合物加工工业技术的发展而成长的。

20 世纪 50 年代，石油化工的发展使高分子工业迅速成熟；60 年代，塑料、橡胶、化纤三大合成材料的生产向规模化转变；70 年代，世界合成高分子材料在总体积上已超过了金属材料。聚合物只有通过成型加工才能成为有使用价值的制品。成型加工是高分子材料不可缺少的生产环节。

挤出成型作为聚合物加工工业中的一项重要技术，是在聚合物树脂应用工程技术、挤出生产设备研制技术两方面互相促进，又互相依存而发展起来的。形形色色的挤出产品有：早期的硬 PVC 管，包覆电缆，PS、PP 和 ABS 片材与板材，PE 吹塑薄膜和涂覆薄膜等；如今的 PVC 型材，交联 PE、铝塑复合、PP-R 管材，双向拉伸聚丙烯薄膜，多层共挤复合膜，具有高阻隔性、透气性、自黏性、热收缩性、自消性等特殊性能的薄膜，功能母粒与色母粒，发泡制品。运用挤出加工手段制备改性聚合物材料，共混增强、增韧技术，辐射改性技术，纳米复合技术，以及其他一些新型改性技术。各种结构与功能的挤出机如混炼型螺杆挤出机，排气式挤出机，双螺杆、多螺杆式挤出机，反应式挤出机，组合式挤出机，适应高分子材料物理与化学特性而建立的成型装置，具备各种制品所需要的专门功能，能够实施成型步骤的挤出生产线辅机，以追求操作简便、控制精确、节能高效、清洁生产的目标而不断改进的新型设备。

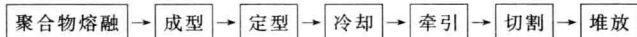
目前，许多产品的挤出成型技术已发展成为包括生产工艺和生产线设备在内的专门化成套技术。制品达到高质量，可获得良好的经济效益。虽然挤出成型新的加工方法和理论快速发展的时期已经过去，现在正处于一个较过去水平高得多而在发展上趋于平缓的时期，但在对这些技术的运用中仍可以不断创新，开发新产品、制造新材料、形成新技术。

第二节 挤出成型过程

在挤出机中通过加热、加压而使物料以流动状态连续通过口模成型的方法称挤出成型或挤塑。

一、挤出成型生产的基本过程

挤出成型可加工的聚合物种类很多，制品更是多种多样，成型过程也有许多差异，图 1-1 列举了几种挤出成型工艺流程。常见的聚合物加工中，挤出管材、挤出板材、吹塑薄膜、电线电缆包覆是连续式塑化挤出，吹塑中空制品、热挤冷压工艺中挤出机是以周期方式操作。基本过程大致相同，比较常见的是以固体状态加料挤出制品的过程。这一挤出成型过程是：将颗粒状或粉状的固体物料加入到挤出机的料斗中，挤出机的料筒外面有加热器，通过热传导将加热器产生的热量传给料筒内的物料，温度上升，达到熔融温度。机器运转，料筒内的螺杆转动，将物料向前输送，物料在运动过程中与料筒、螺杆以及物料与物料之间相互摩擦、剪切，产生大量的热，与热传导共同作用，使加入的物料不断熔融，熔融的物料被连续、稳定地输送到具有一定形状的机头（或称口模）中。通过口模后，处于流动状态的物料形成近似口模的形状，再进入冷却定型装置，使物料一面固化，一面保持既定的形状，在牵引装置的作用下，使制品连续地被挤出，获得最终的制品尺寸。最后用切割的方法截断制品，以便贮存和运输。图 3-1 所示的管材挤出工艺流程是比较有代表性的挤出成型生产线，挤出成型的工艺流程为：



其他的挤出成型产品，根据物料特性，制品大小和产量要求，挤出机的结构、类型和规格是不同的；机头结构、形状、尺寸按具体制品而设计制造；冷却定型方式根据制品品种和材料性能而定；其余的辅机也不同。但工艺过程中的各工艺环节基本相同。

1. 挤出成型生产线的组成

挤出生产线通常由主机、辅机组成，统称为挤出机组。

(1) 主机 挤出机由以下三部分组成：挤压系统、传动系统、加热冷却系统。

(2) 辅机 挤出机组辅机的组成根据制品的种类而定，通常由下列部分组成：机头（口模），是制品成型的主要部件，当物料经机头口模不同截面形状的出料口时，便可得到不同的制品；定型装置，作用是将从口模挤出的物料的 shape 和尺寸进行精整，并将它们固定下来，从而得到具有更为精确的截面形状、表面光亮的制品；冷却装置，从定型装置出来的制品，在冷却装置中充分地冷却固化，从而得到最后的形状；牵引装置，用来均匀地引出制品，使挤出过程稳定地进行，牵引速率的快慢，在一定程度上，能调节制品的截面尺寸，对挤出机生产率也有一定的影响；切割装置，作用是将连续挤出的制品按照要求截成一定的长度；堆放或卷取装置，将切成一定长度的硬制品整齐地堆放或将软制品卷绕成卷。

(3) 控制系统 主要由电器仪表和执行机构组成，其主要作用是：控制主机、辅机的驱动电机，使其按操作要求的转速和功率运转，并保证主机、辅机协调运行；控制主机、辅机的温度、压力、流量和制品的质量；实现全机组的自动控制。

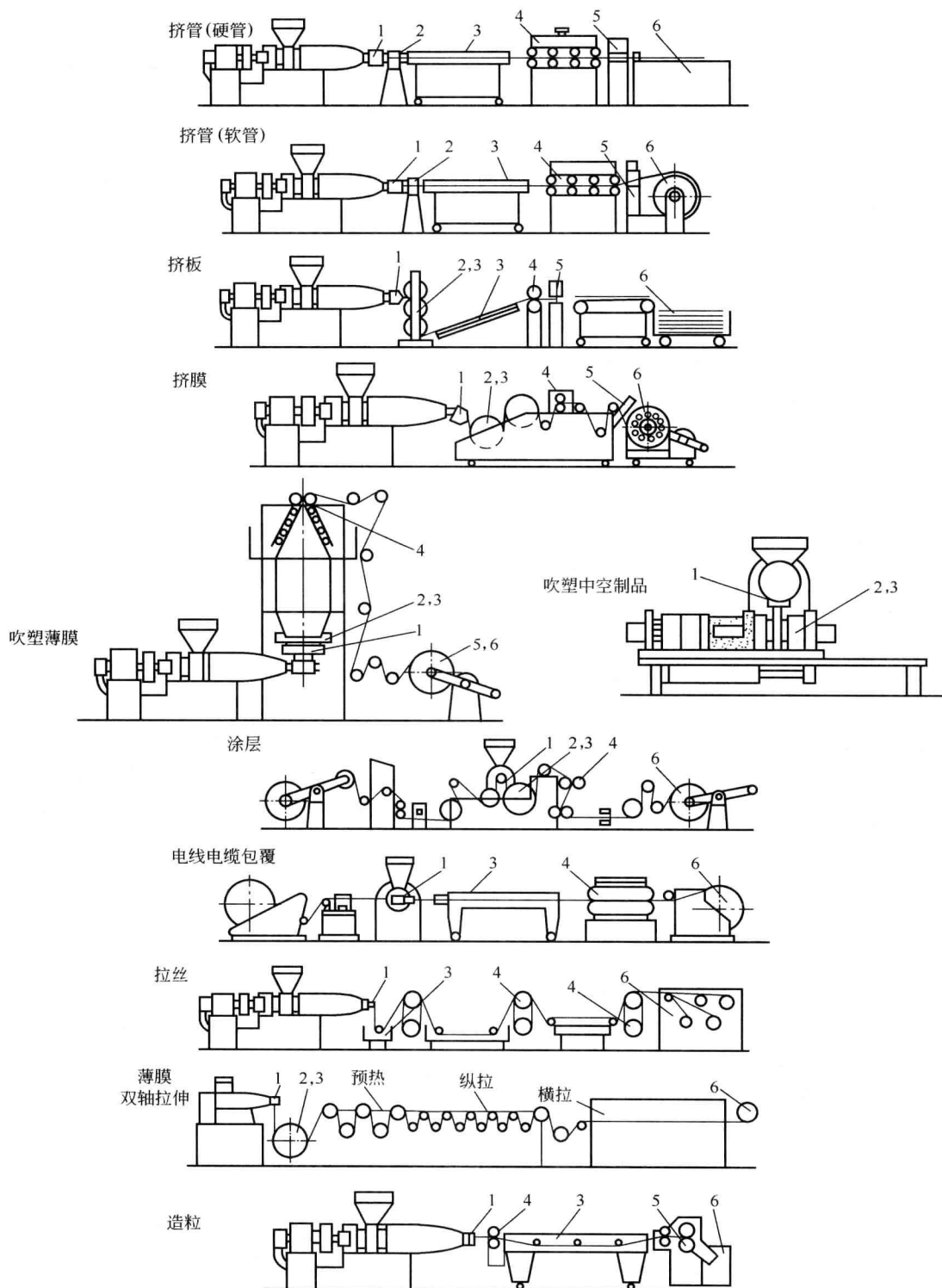


图 1-1 挤出成型工艺流程

1—机头; 2—定型; 3—冷却; 4—牵引; 5—切割; 6—卷取

2. 挤出成型生产工艺控制的要素

(1) 螺杆转速 螺杆的转速在挤出生产线主机控制装置中调节。螺杆转速的大小直接影响挤出机输出的物料量,也决定由摩擦产生的热量,影响熔体物料的流动性。螺杆转速的调节随螺杆结构和所加工的材料而异,视制品形状、产量和辅机中的冷却速率而定。

(2) 螺杆背压 挤出机前的多孔板、滤网和机头上的可调节阻力元件对熔体流动的节制作用可产生不同的螺杆背压。背压的调节使物料得到不同的混合程度和剪切,改变塑化质量和供料的平稳性。

(3) 机筒、螺杆和机头温度 热塑性聚合物固体在一定的温度条件下发生熔融,转化为熔体。熔体黏度与温度成反比关系,因此,挤出机的挤出量会因物料温度的变化而受到影响。当物料被加入到挤出机料筒内时,由于受到外部加热装置提供的热量及做功所产生的摩擦热的综合作用。物料在机头中时,由机头外部的加热装置提供热量。

操作中挤出物料的温度不足以把固体物料熔融,流动性很差,产品的质量达不到要求;温度过高,会使聚合物过热或发生分解。温度的控制是挤出操作中非常重要的控制因素。

螺杆的温度控制涉及物料的输送率、物料的塑化、熔融质量。许多挤出机将螺杆制造成可控制温度的结构,料筒各段的温度根据物料状态变化的需要设定,比较大的机头也将加热装置分成各个部位。挤出机的温度是按螺杆、料筒各段、机头各段分别设定并控制的。

(4) 定型装置、冷却装置的温度 挤出不同的产品,采用的定型方式和冷却方式是不同的,相关的设备也不同,共同点是需要控制温度。冷却介质可以是空气、水或其他液体。温度影响冷却速度、生产效率、制品内应力,若为结晶型聚合物,还影响到与制品的结晶度、晶粒尺寸相关的一些物理性能。冷却介质的温度和流量是操作中可调节的。

(5) 牵引速率 挤出机连续挤出物料,进入机头,从机头流出的物料被牵出,进入定型、冷却装置,牵引速率应与挤出速率相匹配。牵引速率还决定制品截面尺寸、冷却效果。牵引作用影响制品纵向的拉伸、制品的力学性能和纵向尺寸的稳定性等。有些工艺靠牵引速率的调节获得所需性能。牵引速率在挤出操作中的调节很重要。

二、挤出成型的特点

挤出成型加工的主要设备是挤出机,此外,还有机头口模、冷却定型、牵引、切割、卷取等附属设备。塑料在挤出机内熔融塑化,通过口模成为需要的形状,经冷却定型得到与口模断面形状相吻合的制品。

同其他成型方法相比,挤出成型具有以下突出优点。

① 设备成本低,制造容易,投资少,上马快。

② 生产效率高。挤出机的单机产量较高,如一台直径 65mm 的挤出机,生产聚乙烯薄膜,年产量可达 300t 以上。

③ 可以连续化生产。能制造较长的管材、板材、型材、薄膜等。产品质量均匀、密实。

④ 生产操作简单,工艺控制容易,易于实现自动化。占地面积小,生产环境清洁,污染少。

⑤ 可以一机多用。一台挤出机,只要更换机头,就能加工多种塑料制品。挤出机也能进行混合、塑化、造粒。挤出机与压延机配合,可以喂料生产压延薄膜,与油压机配合生产

模压制品。

因此，挤出成型是重要的成型方法之一，在塑料加工工业中占有相当重要的地位。目前挤出成型制品占中国塑料制品总量的 1/3 以上。

第三节 挤出成型制品的用途

挤出成型可以加工部分热固性塑料和绝大部分热塑性塑料以及弹性体。

挤出制品主要有薄膜、管材、板材、片材、型材、棒材、丝、网、带、电线、电缆包覆、中空容器、泡沫塑料、复合材料等。它们广泛应用于国民经济各个部门。

包装材料是挤出制品的重要用途之一。各种薄膜、复合材料、中空容器、编织袋、网、打包带、捆扎绳等广泛用于粮食、农副产品、纺织品、食品、药品、化工产品、化肥、水泥、精密仪器、日用品、体育用品、文化用品等的包装。

农业上，大量使用塑料薄膜育秧及温室种植，可缩短农作物生长期，增加产量，增加农民收入。如水稻育秧，能提早 15~20d 收割，每亩增产 100~200kg，太阳温室可使寒冷的北方常年吃到新鲜的蔬菜。塑料管可用于农田排灌，塑料网用于养殖业可大大提高诸如珍珠、鲜贝的产量，也可用于捕鱼业、水产业。

在机械制造业及交通运输业上，塑料制品的应用也十分广泛。塑料棒材可加工成轴承、齿轮、管件等机械零件。各种塑料管、板、异型材制造各种仪表盘、车门内壁、挡泥板内衬、水管、油管、气管、装饰件、门、窗、顶板、扶手、地板等。

由于塑料制品具有优异的耐化学腐蚀性，在化学工业上，大量采用塑料管、板、棒、中空容器作为防腐蚀材料，制造各种槽、罐、釜、管道、泵、风机、塔等的内衬、填料，节约了大量金属材料。如 1t 塑料可以代替 6~7t 不锈钢、铜等金属。

在电子、电信工业上，利用塑料的电绝缘性能好的优点，大量采用塑料作绝缘材料，如电线、电缆的绝缘层、防护层，各种电器的绝缘件、绝缘板等。

建筑业越来越多地采用塑料板材、型材制造门窗、地板、壁板、屋顶板、上下水管、隔音隔热材料、家具等。

在医疗卫生业，塑料薄膜、管材可以制造输血袋、输血管、氧气管、食道、尿道及手术器具等。

日常生活中使用的塑料制品更是琳琅满目，比比皆是。

思 考 题

1. 什么是挤出成型？挤出成型有哪些优点？
2. 挤出生产线需要什么基本设备？工艺控制有哪些因素？
3. 举例说明挤出制品的用途有哪些？

第二章

挤出机

学习目标

本章介绍了挤出成型的主要设备挤出机（包括单螺杆挤出机、排气挤出机和双螺杆挤出机）的结构、工作原理、性能特点、选择依据以及它们的操作与维护等。重点讨论了挤出机的挤压系统的结构、工作原理、性能特点及主要的改进措施。

第一节 单螺杆挤出机

一、概述

挤出成型是塑料成型加工的重要成型方法之一。大部分热塑性塑料都能用此法进行加工。与其他成型方法相比，挤出成型有下述特点：生产过程是连续的，因而其产品都是连续的；生产效率高；应用范围广，可生产管材、棒材、板材、薄膜、单丝、电线、电缆、异型材及中空制品等。投资少，收效快。用挤出成型生产的产品广泛地应用于人民生活以及农业、建筑业、石油化工、机械制造、国防等工业部门。

挤出成型在挤出机上进行，挤出机是塑料成型加工机械的重要机器之一。

1. 挤出机的组成

挤出过程是这样进行的：将塑料加热到黏流状态，在加压的情况下，通过具有一定形状的口模而成为截面与口模形状相仿的连续体，然后通过冷却，使其具有一定几何形状和尺寸的塑料制品。材料由黏流态变为高弹态，最后冷却定型为玻璃态。

一台挤出机一般由下列各部分组成。

(1) 挤压系统 主要由料筒和螺杆组成。塑料通过挤压系统而塑化成均匀的熔体，并在这一过程中所建立的压力下，被螺杆连续地定压、定量、定温地挤出机头。

(2) 传动系统 它的作用是给螺杆提供所需的扭矩和转速。

(3) 加热冷却系统 通过对料筒（或螺杆）进行加热和冷却，保证成型过程在工艺要求的温度范围内完成。

(4) 机头 它是制品成型的主要部件，熔融塑料通过它获得一定的几何截面和尺寸。

(5) 定型装置 它的作用是将机头中挤出的塑料的既定形状稳定下来，并对其进行精整，从而得到更为精确的截面形状、尺寸和光亮的表面。通常采用冷却和加压的方法达到这

一目的。

(6) 冷却装置 由定型装置出来的塑料在此得到充分的冷却, 获得最终的形状和尺寸。

(7) 牵引装置 均匀地牵引制品, 并对制品的截面尺寸进行控制, 使挤出过程稳定地进行。

(8) 切割装置 将连续挤出的制品切成一定的长度或宽度。

(9) 卷取装置 将软制品(薄膜、软管、单丝等)卷绕成卷。

一般将挤压系统、传动系统、加热冷却系统组成的部分称为主机(图 2-1)。而将机头以后几部分称为辅机。根据制品的不同, 辅机可由不同部分(较上述的各部分更多或更少)组成。

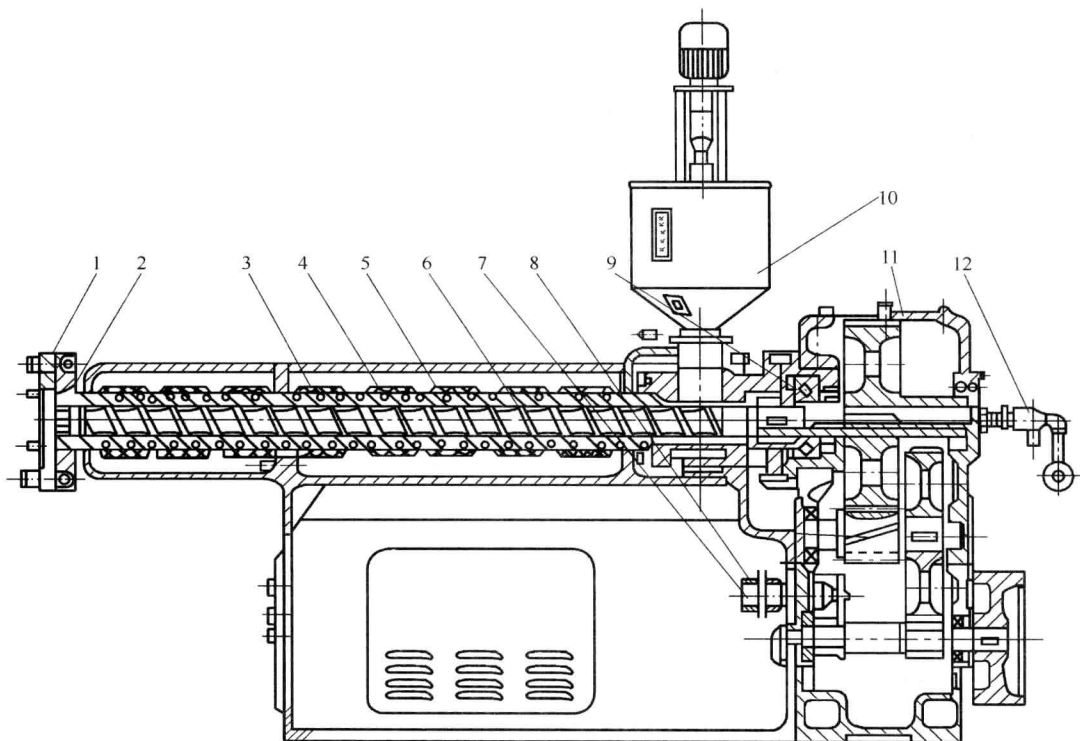


图 2-1 挤出机主机结构

1—机头连接法兰；2—滤板；3—冷却水管；4—加热器；5—螺杆；6—料筒；7—油泵；
8—测速电机；9—止推轴承；10—料斗；11—减速箱；12—螺杆冷却装置

挤出机的控制系统由各种电器、仪表和执行机构组成, 根据自动化水平的高低, 可控制挤出机的主、辅机的拖动电机、驱动油泵、油(汽)缸和其他各种执行机构按所需的功率、速度和轨迹运行及检测。控制主、辅机的温度、压力、流量, 最终实现对整个挤出机组的自动控制和产品质量的控制。

我们一般称由以上各部分组成的挤出装置为挤出机组。

2. 挤出机的分类

随着挤出机用途的增加, 出现了各种挤出机, 其分类方法多种多样。按螺杆数目的多少, 可分为单螺杆挤出机、双螺杆挤出机和多螺杆挤出机; 按可否排气, 可分为排气挤出机

和非排气挤出机；按螺杆的有无，可分为螺杆挤出机和无螺杆挤出机；按螺杆在空间的位置，可分为卧式挤出机和立式挤出机。

最常用的是非排气卧式单螺杆挤出机。

3. 挤出机的主要参数及规格

(1) 单螺杆挤出机的性能特征 通常用以下几个主要技术参数表示。

螺杆直径：指螺杆外径，用 D 表示，单位 mm。

螺杆长径比：螺杆有效部分长度和螺杆外径之比，用 L/D 表示。其中 L 为螺杆的工作部分（或有效部分）长度。

螺杆的转速范围：用 $n_{\min} \sim n_{\max}$ 表示。 $n_{\max}$ 表示最高转速， $n_{\min}$ 表示最低转速，单位 r/min。

驱动电机功率：用 N 表示，单位 kW。

料筒加热段数：用 B 表示。

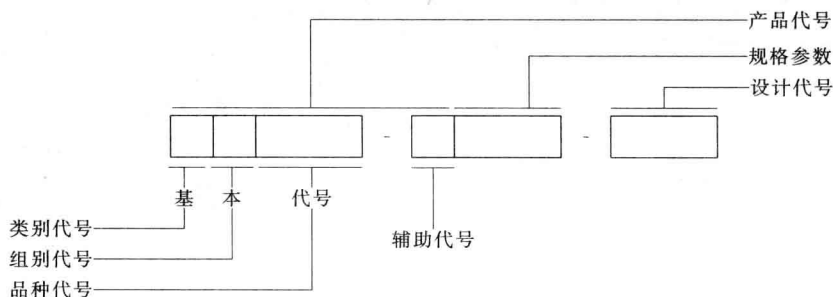
料筒加热功率：用 E 表示，单位 kW。

挤出机生产率：用 Q 表示，单位 kg/h。

机器的中心高：指螺杆中心线到地面的高度，用 H 表示，单位 mm。

机器的外形尺寸：长、宽、高，单位 mm。

(2) 型号编制及其含义 按照 GB/T 12783—2000《橡胶塑料机械产品型号编制方法》规定单螺杆塑料挤出机的型号编制，产品型号由产品代号、规格参数（代号）、设计代号三部分组成。



产品代号由基本代号和辅助代号组成，均用汉语拼音字母表示。基本代号与辅助代号之间用短横线“-”隔开。

基本代号由类别代号、组别代号、品种代号三个小节顺序组成。

基本品种不标注品种代号。塑料机械的品种代号以三个以下的字母组成。

主机不标注辅助代号。

凡规格参数未作规定的产品，如确有需要表示时，应在该产品的标准中说明。

设计代号在必要时使用，可以用于表示制造单位的代号或产品设计的顺序代号，也可以是两者的组合代号。设计代号在使用字母时，一般不使用 I 和 O，以免与数字混淆。表 2-1 列出了塑料机械产品型号。

4. 螺杆的主要参数

(1) 螺杆参数 除上面介绍过的螺杆直径 D 和长径比 L/D 以外，螺杆还有下面几个参数。

螺杆的分段：根据物料在螺槽中的运动及其物理状态的变化，对常规螺杆来说，一般分为以下三段。①加料段，由料斗加入的物料靠此段向前输送，并开始被压实。②压缩段（亦

叫转化段、熔融段)，物料在此段继续被压实，并向熔融状态转化。③均化段，也叫计量段，物料在此段呈黏流态，被螺杆连续地定压、定量、定温地挤出机头。

表 2-1 塑料机械产品型号

类别	组别	品 种		产品代号		规格参数	备 注
		产 品 名 称	代 号	基本 代号	辅助 代号		
塑料机械 S (塑)	挤出成型机械 J (挤)	塑料挤出机		SJ		螺杆直径(mm)×长径比	20：1 的长径比可不标注
		塑料排气挤出机	P(排)	SJP			
		塑料喂料挤出机	W(喂)	SJW			
		塑料鞋用挤出机	E(鞋)	SJE		工位数×挤出装置数	挤出装置数为 1 不标注
		双螺杆塑料挤出机	S(双)	SJS		螺杆直径(mm)×长径比	20：1 的长径比可不标注
		锥形双螺杆塑料挤出机	SZ(双锥)	SJSZ		小头螺杆直径(mm)	
		双螺杆混炼挤出机	SH(双混)	SJSH		螺杆直径(mm)×长径比	
		多螺杆塑料挤出机		SJ		主螺杆直径(mm)×螺杆数	
		电磁动态塑化挤出机	DD(电动)	SJDD		转子直径(mm)	

螺槽深度：这是一个变化值。对常规三段螺杆来说，加料段的螺槽深度用 h_1 表示，一般是个定值。均化段的螺槽深度用 h_3 表示，一般也是个定值。压缩段的槽深用 h_2 表示，是一个变化值，由 h_1 变化到 h_3 。螺槽深度单位 mm。

压缩比：螺杆压缩比实质上是几何压缩比，它是螺杆加料段第一个螺槽容积和均化段最后一个螺槽容积之比，用 ϵ 表示：

$$\epsilon = \frac{(D-h_1)h_1}{(D-h_3)h_3}$$

(2-1)

式中， h_1 和 h_3 分别是螺杆加料段第一个螺槽的深度和均化段最后一个螺槽的深度。

物理压缩比：指的是塑料受热熔融后的密度和松散状态的密度之比。设计时采用的几何压缩比应当大于物理压缩比。

螺纹螺距：用 S 表示，其定义同一般螺纹。

螺纹升角：用 ϕ 表示，其定义同一般螺纹。

螺纹头数：用 P 表示。

螺棱宽度：用 e 表示，一般指沿轴向螺棱顶部的宽度，单位 mm。

螺杆外径与料筒内壁的间隙用 δ 表示（也有用 δ_0 表示的），单位 mm。

加料段、压缩段、均化段长度分别用 L_1 、 L_2 、 L_3 表示，单位 mm。

以上各螺杆参数示意可见图 2-2。

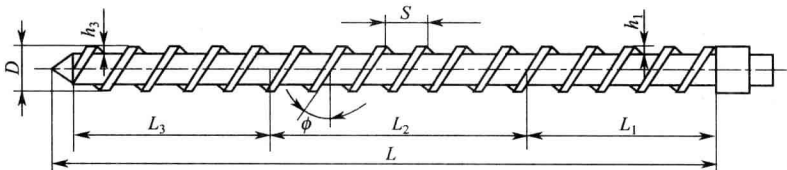


图 2-2 螺杆参数示意

(2) 产品标准系列化技术参数 我国生产的塑料挤出机的主要参数已标准化，现将我国