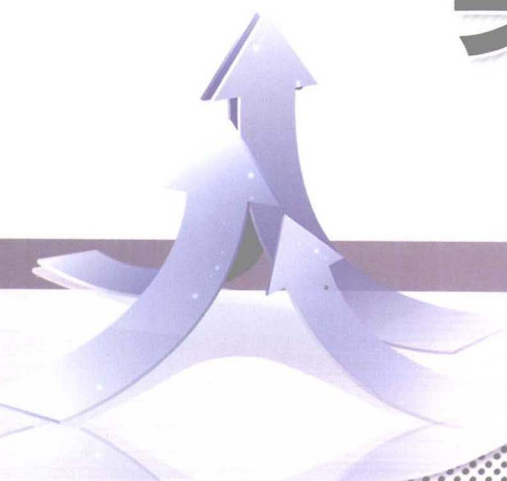


塑料挤出成型 实用技术

齐贵亮 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

塑料挤出成型实用技术

主 编：齐贵亮
副主编：李迎春 张永爱
参 编：韦亚利 王 强 王鲁飞 付广慧
 孙 芳 孙 健 李树梅 齐贵亮
 宋秀敏 杜厚波 范翠美 梁振河



机 械 工 业 出 版 社

本书重点介绍了塑料管材、板(片)材、棒材、异型材、薄膜、中空制品、单丝、线缆包覆层等制品的原材料选择与配方设计、生产设备选择、生产工艺以及挤出成型中的常见问题、产生原因和解决方法。全书内容具体、语言简练、层次清晰、通俗易懂,并辅以大量实例,仿效性和可操作性强。既收集了新技术、新内容、新成果,又保留了传统的、实用的内容,其中很多内容是挤出成型工厂生产技术与科学管理知识的经验总结。可供从事塑料挤出成型的工程技术人员以及从事高分子材料研究、开发、应用的技术人员参考,也可作为中职、高职院校和技工学校塑料工艺专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

塑料挤出成型实用技术/齐贵亮主编. 北京:机械工业出版社,2012.7
ISBN 978-7-111-39204-0

I. ①塑… II. ①齐… III. ①塑料成型—挤出成型 IV. ①TQ320.66
中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第167750号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:曲彩云 程足芬

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:赵颖洁 责任印制:李妍

北京富生印刷厂印刷

2012年9月第1版第1次印刷

169mm×239mm·25.75印张·531千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-39204-0

定价:53.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010)88379772

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

挤出成型是聚合物成型加工领域中生产品种最多、变化最多、生产率高、适应性强、用途广泛、产量所占比例最大的成型加工方法。挤出成型工艺适合于所有的高分子材料，几乎能成型所有的热塑性塑料。也可用于热固性塑料的成型，但仅限于酚醛等少数几种热固性塑料。塑料挤出的制品有管材、板材、棒材、片材、薄膜、单丝、线缆包覆层、各种异型材以及塑料与其他材料的复合物等。目前约 50% 的热塑性塑料制品是通过挤出成型制成的。此外，挤出工艺也常用于塑料的着色、混炼、塑化、造粒及塑料的共混改性等，以挤出成型为基础，配合吹胀、拉伸等技术发展为挤出-吹塑成型和挤出-拉幅成型，可制造中空吹塑和双轴拉伸薄膜等制品。由此可见，挤出成型是聚合物成型中最重要

的方法。

为了满足塑料挤出成型加工行业的发展需求，特别是满足中、高级技术人员的迫切需求，进一步普及挤出成型技术的基础知识，为读者奉献一本具有实用价值、易学好懂、便于阅读、仿效及可操作性强的书籍，我们在广泛收集国内、外资料的基础上，编写了本书。本书重点介绍了塑料管材、板（片）材、棒材、异型材、薄膜、中空制品、单丝、线缆包覆层等制品的原材料选择与配方设计、生产设备选择、生产工艺以及挤出成型中的常见问题、产生原因和解决方法。全书内容具体、语言简练、层次清晰、通俗易懂，并辅以大量实例，仿效性和可操作性强。既收集了新技术、新内容、新成果，又保留了传统的、实用的内容，其中很多内容是挤出成型工厂生产技术及科学管理知识的经验总结。可供从事塑料挤出成型的工程技术人员以及从事高分子材料研究、开发、应用的技术人员参考，也可作为中职、高职院校和技工学校塑料工艺专业的教材。

本书内容参阅了部分近年发表在国内外主要期刊上的研究论文和技术资料，同时还参阅了本行业许多资深专家的专著，在此向参考文献的作者表示衷心感谢！

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第1章 挤出成型设备	1
1.1 单螺杆挤出机	1
1.1.1 单螺杆挤出机的结构组成	1
1.1.2 单螺杆挤出机的挤出过程和螺杆各段的功能	4
1.1.3 新型螺杆结构	5
1.1.4 单螺杆挤出机的操作规程	7
1.1.5 单螺杆挤出机的维护和保养	8
1.1.6 单螺杆挤出机常见故障、产生原因及解决方法	8
1.2 双螺杆挤出机	9
1.2.1 双螺杆挤出机的结构组成	9
1.2.2 双螺杆挤出机的类型	10
1.2.3 双螺杆挤出机的主要技术参数	12
1.2.4 双螺杆挤出机的操作规程	13
1.2.5 双螺杆挤出机的维护和保养	15
1.2.6 双螺杆挤出机的常见故障、产生原因和解决方法	16
1.3 排气式挤出机	17
1.3.1 排气式挤出机的基本结构	17
1.3.2 排气式挤出机的分类	18
1.3.3 排气式挤出机的主要技术参数	19
1.3.4 排气口的设计	21
1.3.5 排气式挤出机冒料原因及解决方法	22
1.4 多螺杆挤出机	23
1.4.1 单、双螺杆挤出机的局限性	23
1.4.2 三螺杆挤出机	24
1.4.3 四螺杆挤出机	27
1.4.4 行星螺杆挤出机	27
第2章 挤出造粒	29
2.1 挤出造粒设备	29
2.1.1 捏合机	29
2.1.2 冷却混合机	30
2.1.3 密炼机	30
2.1.4 挤出机	31
2.1.5 造粒机头与切粒装置	31

2.2 挤出造粒配方设计	36
2.2.1 配方设计的基本原则	36
2.2.2 聚氯乙烯绝缘级电缆包覆料配方设计	37
2.2.3 聚氯乙烯护层级电缆包覆料配方设计	39
2.2.4 塑料鞋粒料配方设计	40
2.2.5 硬质与半硬质聚氯乙烯日用品粒料配方设计	43
2.2.6 塑料母料配方设计	44
2.3 挤出造粒工艺路线	50
2.3.1 普通捏合开炼塑化混合造粒工艺路线	50
2.3.2 高速捏合密炼塑化混合造粒工艺路线	50
2.3.3 高速捏合单螺杆塑化挤出造粒工艺路线	51
2.3.4 高速捏合双螺杆塑化挤出造粒工艺路线	51
2.3.5 多路计量喂料双阶塑化挤出造粒工艺路线	51
2.4 挤出造粒生产工艺	52
2.4.1 配料前的准备工作	52
2.4.2 配方称量	54
2.4.3 捏合	55
2.4.4 密炼	56
2.4.5 挤出造粒	56
2.5 挤出造粒中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	57
第3章 挤出管材	59
3.1 挤管设备	59
3.1.1 挤出机	59
3.1.2 挤管机头	59
3.1.3 定型装置	64
3.1.4 冷却装置	67
3.1.5 牵引装置	69
3.1.6 印商标装置	70
3.1.7 切割装置	70
3.1.8 扩口、卷取及堆放装置	70
3.2 硬质聚氯乙烯管材的挤出成型	71
3.2.1 原材料选择与配方设计	71
3.2.2 设备选择	76
3.2.3 生产工艺	77
3.2.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	80
3.3 软质聚氯乙烯管材的挤出成型	82
3.3.1 原材料选择与配方设计	82
3.3.2 设备选择	83
3.3.3 生产工艺	84

3.3.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	85
3.4 聚乙烯管材的挤出成型	86
3.4.1 原料选择	86
3.4.2 设备选择	87
3.4.3 生产工艺	87
3.4.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	89
3.5 聚丙烯管材的挤出成型	90
3.5.1 原料选择	90
3.5.2 设备选择	91
3.5.3 生产工艺	91
3.5.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	92
3.6 其他热塑性塑料管材的挤出成型	94
3.6.1 ABS 管	94
3.6.2 聚甲基丙烯酸甲酯管	95
3.6.3 尼龙管	95
3.6.4 聚碳酸酯管	96
3.6.5 聚甲醛管	98
3.6.6 氯化聚醚管	99
3.6.7 聚砒管	99
3.7 特殊管材的挤出成型	100
3.7.1 交联聚乙烯管	100
3.7.2 热收缩管	104
3.7.3 PVC 芯层发泡复合管	107
3.7.4 铝塑复合管	112
3.7.5 塑料波纹管	118
3.7.6 HDPE 硅芯管	123
3.7.7 塑料多孔管	124
第4章 挤出板材和片材	127
4.1 生产设备	127
4.1.1 挤出机	127
4.1.2 挤板机头	127
4.1.3 机头连接器	131
4.1.4 三辊压光机	131
4.1.5 切边装置	132
4.1.6 冷却输送装置	132
4.1.7 牵引装置	133
4.1.8 切割与卷取装置	133
4.2 生产工艺与控制	133
4.2.1 原料选择	133

4.2.2 挤出温度	133
4.2.3 三辊压光机的温度和速度	134
4.2.4 板材厚度与模唇间隙及三辊间距的关系	134
4.2.5 牵引速度	135
4.2.6 板、片材挤出生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	135
4.3 板(片)材生产实例	137
4.3.1 聚氯乙烯硬板	137
4.3.2 聚氯乙烯硬片	140
4.3.3 聚氯乙烯软板	142
4.3.4 聚乙烯板(片)材	144
4.3.5 聚丙烯板(片)材	146
4.3.6 聚甲基丙烯酸甲酯板材	147
4.3.7 ABS 板材	148
4.3.8 聚苯乙烯板材	150
4.3.9 聚碳酸酯板材	152
4.3.10 聚酯透明硬片	153
4.3.11 多层共挤复合板、片材	154
4.3.12 发泡板、片材	158
4.3.13 铝塑复合板材	163
第5章 挤出棒材	167
5.1 生产设备	167
5.1.1 挤出机	167
5.1.2 挤棒机头	167
5.1.3 冷却定型模	170
5.1.4 隔热垫圈	171
5.1.5 制动装置	171
5.1.6 切割机	172
5.2 塑料棒材生产工艺	172
5.2.1 塑料棒材挤出成型工艺的特点	172
5.2.2 塑料棒材挤出成型工艺过程	172
5.2.3 塑料棒材挤出成型工艺	173
5.3 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	176
第6章 挤出吹塑薄膜	177
6.1 生产设备	177
6.1.1 挤出机	177
6.1.2 吹膜机头	178
6.1.3 冷却装置	183
6.1.4 人字夹板与导向辊	185
6.1.5 牵引辊	185

6.1.6 卷取装置	186
6.2 挤出吹塑薄膜成型工艺与控制	187
6.2.1 成型方法	187
6.2.2 生产操作	188
6.2.3 成型工艺控制	189
6.2.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	191
6.3 聚乙烯薄膜的挤出吹塑成型	193
6.3.1 聚乙烯薄膜的主要品种	193
6.3.2 原料的选择	195
6.3.3 设备的选择	195
6.3.4 生产工艺	195
6.4 聚丙烯薄膜的挤出吹塑成型	197
6.4.1 原料选择	197
6.4.2 设备选择	197
6.4.3 生产工艺	198
6.5 聚氯乙烯薄膜的挤出吹塑成型	199
6.5.1 软质聚氯乙烯薄膜	199
6.5.2 硬质聚氯乙烯薄膜	201
6.6 EVA 吹塑薄膜	202
6.6.1 原料选择	202
6.6.2 主要生产设备	203
6.6.3 生产工艺	203
第7章 挤出流延膜	204
7.1 挤出流延膜的成型设备	204
7.1.1 挤出机	204
7.1.2 机头	204
7.1.3 冷却装置	206
7.1.4 其他附属装置	207
7.2 挤出流延膜的生产工艺	208
7.2.1 工艺流程	208
7.2.2 生产工艺控制	209
7.2.3 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	210
7.3 聚丙烯流延膜	212
7.3.1 主要品种	212
7.3.2 原料选择	212
7.3.3 设备选择	212
7.3.4 生产工艺	213
7.4 聚乙烯流延膜	214
7.4.1 主要品种	214

7.4.2	原料选择	215
7.4.3	设备选择	215
7.4.4	生产工艺	215
7.5	聚酰胺流延膜	216
7.5.1	原料选择	216
7.5.2	设备选择	216
7.5.3	生产工艺	217
7.6	多层共挤流延膜	217
7.6.1	多层共挤流延膜的结构	218
7.6.2	常用多层共挤树脂及性能	218
7.6.3	多层共挤流延膜的成型设备	220
7.6.4	多层共挤流延膜的生产工艺	222
第8章	双向拉伸薄膜	224
8.1	双向拉伸薄膜的基本生产工艺及设备	224
8.1.1	挤出一铸片系统	224
8.1.2	双向拉伸	226
8.1.3	薄膜牵引装置	231
8.1.4	薄膜收卷机	231
8.1.5	薄膜分切机	231
8.2	双向拉伸聚丙烯薄膜	232
8.2.1	原料选择	232
8.2.2	设备选择	232
8.2.3	生产工艺	234
8.3	双向拉伸聚酯薄膜	237
8.3.1	原料选择	238
8.3.2	设备选择	239
8.3.3	生产工艺	240
8.4	双向拉伸 PS 薄膜	244
8.4.1	原料选择	244
8.4.2	设备选择	245
8.4.3	生产工艺	247
8.5	双向拉伸聚酰胺薄膜	249
8.5.1	原料选择	249
8.5.2	设备选择	250
8.5.3	生产工艺	250
8.6	双向拉伸薄膜生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	251
第9章	挤出异型材	254
9.1	塑料异型材的类型和原材料	254
9.1.1	塑料异型材的类型	254

9.1.2 塑料异型材用原材料	255
9.2 塑料异型材截面形状及结构设计	256
9.2.1 塑料异型材截面形状的设计原则	256
9.2.2 塑料异型材截面形状的设计方法	257
9.2.3 塑料异型材设计注意事项	260
9.3 塑料异型材挤出成型设备	260
9.3.1 挤出机	261
9.3.2 机头	261
9.3.3 定型装置	264
9.3.4 牵引装置	266
9.3.5 切割装置	267
9.4 聚氯乙烯异型材的挤出成型	268
9.4.1 原材料与配方设计	268
9.4.2 挤出成型工艺	275
9.4.3 挤出成型工艺参数的控制	279
9.4.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	286
9.5 低发泡异型材的挤出成型	288
9.5.1 低发泡异型材的原料与配方	288
9.5.2 低发泡挤出成型的发泡形式	293
9.5.3 低发泡异型材挤出成型设备	296
9.5.4 低发泡异型材挤出成型工艺	300
9.5.5 生产中易出现的不正常现象、产生原因和解决方法	306
9.6 双色共挤异型材	306
9.6.1 共挤层材料的选择	307
9.6.2 共挤设备的配置	308
9.6.3 生产工艺	309
9.6.4 制品的外观质量缺陷与处理	312
9.7 与非塑料材料复合的异型材	316
9.7.1 复合基材的搭配	316
9.7.2 生产工艺	317
9.8 塑料异型材的高速挤出技术	321
9.8.1 高速挤出成型设备	321
9.8.2 高速挤出成型用原材料与配方	326
9.8.3 高性能干混粉料的制备	327
9.8.4 高速挤出工艺控制	328
第10章 中空制品的挤出吹塑成型	331
10.1 中空吹塑成型设备	331
10.1.1 挤出机	331
10.1.2 型坯机头	332

10.1.3 吹塑成型模具	336
10.2 挤出吹塑成型工艺	337
10.2.1 挤出型坯	337
10.2.2 型坯的吹胀	339
10.2.3 制品的冷却	342
10.2.4 制品的脱模与后加工	344
10.3 生产中常见的缺陷、产生原因及解决方法	344
10.4 典型制品挤出吹塑成型实例	346
10.4.1 聚乙烯包装桶	346
10.4.2 聚氯乙烯包装桶	350
10.4.3 聚碳酸酯水桶	353
第 11 章 单向拉伸制品的挤出成型	356
11.1 塑料单丝	356
11.1.1 单丝生产设备	356
11.1.2 聚乙烯单丝	360
11.1.3 聚丙烯单丝	363
11.1.4 聚氯乙烯单丝	364
11.1.5 聚酰胺单丝	367
11.2 塑料扁丝	368
11.2.1 扁丝生产设备	368
11.2.2 聚丙烯扁丝	369
11.2.3 聚乙烯扁丝	373
11.2.4 塑料扁丝生产中易产生的缺陷、产生原因及排除措施	374
11.3 其他单向拉伸制品	376
11.3.1 塑料打包带	376
11.3.2 塑料捆扎绳	378
第 12 章 挤出涂覆与包覆成型	380
12.1 挤出涂覆成型	380
12.1.1 挤出涂覆成型用设备	380
12.1.2 挤出涂覆成型用基材	383
12.1.3 挤出涂覆成型主要生产工序	385
12.1.4 挤出涂覆成型中影响粘合力的因素	386
12.1.5 挤出涂覆生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法	387
12.2 挤出包覆成型	387
12.2.1 电缆包覆料的制备	388
12.2.2 电线电缆的挤出包覆成型	390
附录	394
附录 A 常用塑料的中文名称及缩写代号	394
附录 B 常用塑料助剂及缩写代号	395

附录 C 常用单位、名称及换算值	395
附录 D 筛孔尺寸与对应的标准目数	396
附录 E 几种硬度换算值	397
参考文献	399

第 1 章 挤出成型设备

挤出成型是使高聚物熔体（或粘性流体）在挤出机螺杆的挤压作用下通过一定形状的口模而连续成型，所得制品为具有恒定断面形状连续型材。

挤出成型设备有螺杆式挤出机和柱塞式挤出机两大类，前者为连续式挤出，后者为间歇式挤出。螺杆式挤出机又可分为单螺杆挤出机、双螺杆挤出机、排气式挤出机和多螺杆挤出机等，其中单螺杆挤出机是目前生产中用得最多，也是最基本的挤出机。双螺杆挤出机近年来发展很快，其应用也逐渐广泛。目前，在 PVC 塑料门窗型材的加工中，单螺杆挤出机已逐步被淘汰，双螺杆挤出机成为主要的生产设备，但在其他聚合物的挤出加工中单螺杆挤出机仍占主导地位。柱塞式挤出机主要用于高粘度物料的成型，如聚四氟乙烯、超高相对分子质量聚乙烯等。

1.1 单螺杆挤出机

单螺杆挤出机是聚合物加工中应用最广泛的设备之一，它的特点是结构简单、操纵方便、工艺控制容易、价格低，对聚合物的剪切降解程度小，但物料在挤出机中停留时间长。单螺杆挤出机适合粒料加工，主要是采用经挤出造粒后的颗粒或经粉碎的颗粒料，成型板、管、丝、膜、中空制品、异型材等，也可用来完成某些混合任务。

1.1.1 单螺杆挤出机的结构组成

单螺杆挤出机的结构如图 1-1 所示。它主要由挤出系统（即塑化系统）、传动系统、加热冷却系统和控制系统等几部分组成。此外，每台挤出机还都有一些辅助设备。挤出系统主要由加料装置、机筒、螺杆、机头和口模等组成，是挤出成型的关键部分，其作用是使塑料塑化成均匀的熔体，并定量、定压地挤出机头，对挤出成型的质量和产量起着重要作用。传动系统主要由电动机、调速装置与传动装置组成，其作用是向螺杆提供所需的转矩和转速。加热和冷却系统由加热器和冷却装置构成，其作用是保证挤出过程在工艺要求的温度下进行。控制系统由各种电器、仪表和相关的执行机构组成，其主要作用是保证挤出过程在设定的工艺条件下进行。下面仅就挤出系统讨论挤出机的基本结构及作用。

1. 加料装置

挤出成型的供料一般采用粒状和粉状塑料。加料装置是向挤出机的机筒连续

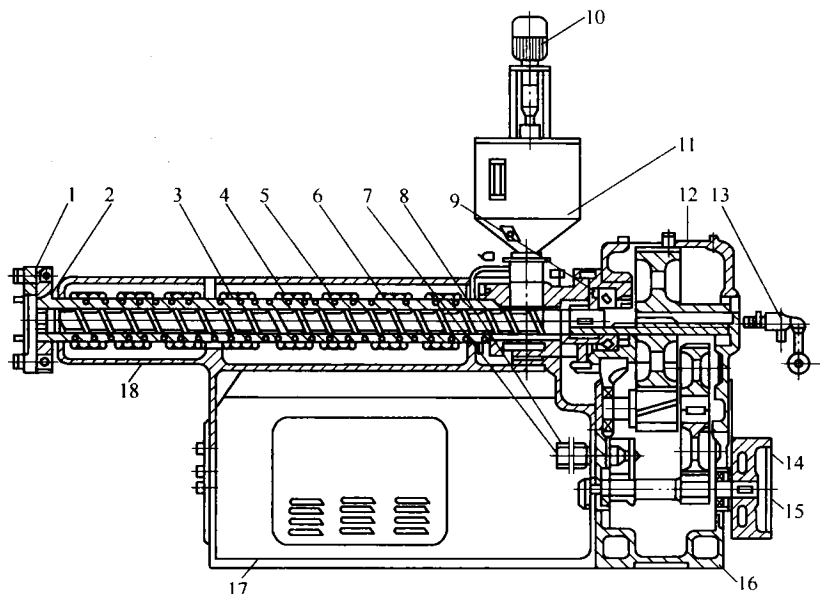


图 1-1 单螺杆挤出机的典型结构

- 1—法兰 2—滤板 3—螺杆 4—冷却水管 5—加热器 6—机筒 7—齿轮泵
8、10—电动机 9—推力轴承 11—料斗 12—齿轮减速箱 13—螺杆冷却装置
14—V带轮 15—主电动机 16—减速箱体 17—机体 18—安全防护罩

供料的装置，形状如漏斗，有圆锥形和方锥形，亦称料斗。料斗的底部与机筒连接处是加料孔，该处有截断装置，可以调整和截断料流。在加料孔的周围有冷却夹套，用以防止高温机筒向料斗传热，避免因料斗内塑料升温发粘而引起加料不均和料流受阻情况的发生。料斗的侧面有玻璃视孔及标定计量的装置。有些料斗还有防止塑料从空气中吸收水分的预热干燥真空减压装置，以及带有能克服粉状塑料产生“架桥”现象的搅拌器及能够定时定量自动加料的装置。

2. 机筒

机筒是一个受热受压的金属圆筒。物料的塑化和压缩都是在机筒中进行的。挤出成型时的工作温度一般为 $180 \sim 290^{\circ}\text{C}$ ，机筒内的压力可达 60MPa 。在机筒的外面设有加热和冷却装置，以便对机筒加热和冷却。加热一般分 $3 \sim 4$ 段控温，常用电阻或电感加热器，也有采用远红外线加热的。冷却的目的是防止塑料过热或停车时对塑料快速冷却而使塑料降解。冷却一般用风冷或水冷。机筒要承受很高的压力，要求具有足够的强度和刚度，内壁光滑。机筒一般用耐磨、耐腐蚀、高强度的合金钢或碳钢内衬合金钢来制造。

3. 螺杆

螺杆是挤出机最主要的部件，通过螺杆的转动，对机筒内的塑料产生挤压作用，使塑料发生移动，得到增压，获得由摩擦产生的热量。螺杆的结构形式对挤

出成型有重要的影响，直接关系到挤出机的应用范围和生产率。

(1) 螺杆的结构形式 螺杆是一根笔直的有螺纹的金属圆棒。一般螺杆的结构如图 1-2 所示。

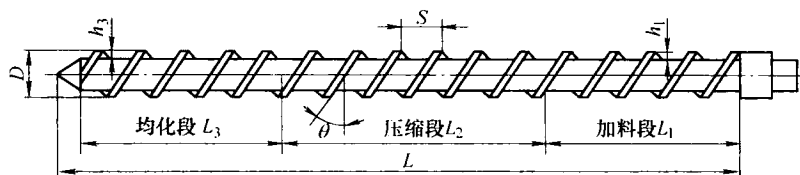


图 1-2 一般螺杆的结构

螺杆是用耐热、耐腐蚀、高强度的合金钢制成的，其表面应有很高的硬度和较低的表面粗糙度，以减少塑料与螺杆的表面摩擦力，使塑料在螺杆与机筒之间保持良好的传热与运转状况。螺杆的中心有孔道，可通冷却液，目的是防止螺杆因长时间运转并与塑料摩擦而使塑料过热，同时使螺杆表面温度略低于机筒，防止物料粘附其上，有利于物料的输送。

螺杆用推力轴承悬支在机筒的中央，与机筒中心线吻合，不应有明显的偏差。螺杆与机筒的间隙很小，使塑料受到强大的剪切作用而塑化并向前推动。螺杆由电动机通过减速机构传动，转速一般为 $10 \sim 120 \text{ r/min}$ ，要求无级变速。

(2) 螺杆的几何结构参数 螺杆的几何结构参数有直径、长径比、压缩比、螺槽深度、螺旋角、螺杆与机筒的间隙等。

1) 螺杆直径。指螺杆的公称外径，一般用 D 表示（见图 1-2），单位为 mm 。

2) 螺杆的长径比。指螺杆工作部分的长度 L （有螺纹部分的长度，即加料口中心线到螺纹末端的长度）与螺杆的外径 D 之比，即 L/D 。长径比对螺杆的工作特性有较大的影响。一般挤出机螺杆的长径比为 $15 \sim 25$ ，但随着技术的发展，有的挤出机螺杆长径比已达 40，甚至更大。较大的 L/D ，能改善塑料的温度分布，使混合更均匀，并可减少挤出时的逆流和漏流，提高挤出机的生产能力；过小的 L/D ，对塑料的混合和塑化都不利。因此，对于硬质塑料、粉状塑料要求塑化时间长，应选较大的长径比。 L/D 大的螺杆适应性强，可用于多种塑料的挤出。但 L/D 太大，热敏性塑料会因受热时间太长而易分解，同时螺杆的自重增加，制造和安装都困难，也增大了挤出机的功率消耗。目前，螺杆的长径比 L/D 一般为 25。

3) 螺杆的压缩比。螺杆的压缩比 (ϵ) 是指螺杆加料段第一个螺槽的容积与均化段最后一个螺槽的容积之比，它表示塑料通过螺杆的全过程被压缩的程度。 ϵ 越大，塑料受到挤压的作用也就越大，排除物料中所含空气的能力就越大。但 ϵ 太大，螺杆本身的力学性能下降，压缩比 ϵ 一般为 $2 \sim 5$ 。压缩比 ϵ 的大小取决于挤出塑料的种类和形态，如粉状塑料的密度小，夹带空气多，其压缩比应大于粒状塑料。另外，挤出薄壁制品时的压缩比 ϵ 应比挤出厚壁制品的大。

4) 螺槽深度。螺槽深度 (H) 会影响塑料的塑化及挤出效率, 深槽螺杆 (H 小) 可对塑料产生较高的剪切速率, 有利于传热和塑化, 宜用于热敏性塑料, 但挤出生产率降低。深槽螺杆 (H 大) 宜用于熔体粘度低和热稳定性较好的塑料。螺槽深度的变化也不同, 最通用的是渐变型螺杆, 也可根据螺杆各段的不同功能来设计螺槽的深度。如加料段的螺槽深度 H_1 是个定值, 一般 $H_1 > 0.1D$; 压缩段的螺槽深度 H_2 , 是一个变化值; 均化段的螺槽深度 H_3 是个定值, 按经验 $H_3 = (0.02 \sim 0.06)D$ 。

5) 螺旋角。螺旋角 (θ) 是螺纹与螺杆横截面之间的夹角 (见图 1-2), 随着 θ 的增大, 挤出机的生产能力提高, 但螺杆对塑料的挤压剪切作用减少。为了机械加工的方便, 通常取 $D = S$, 则 θ 为 $17^\circ 26'$, 这是最常用的螺杆。

6) 螺杆与机筒的间隙。螺杆与机筒之间间隙 (δ) 的大小影响挤出机的生产能力和物料的塑化。 δ 值大, 生产效率低, 且不利于热传导并降低剪切速率, 不利于物料的熔融和混合; 但若 δ 过小, 强烈的剪切作用易引起物料降解。

1.1.2 单螺杆挤出机的挤出过程和螺杆各段的功能

由高分子物理学知道, 高聚物存在三种物理状态, 即玻璃态、高弹态和粘流态, 在一定条件下, 这三种物理状态会发生相互转变。固态塑料由料斗进入机筒后, 随着螺杆的旋转向机头方向前进, 在这个过程中, 塑料的物理状态是发生变化的。根据塑料在挤出机中的三种物理状态的变化过程及对螺杆各部分的工作要求, 通常将挤出机的螺杆分成加料段 (固体输送区)、压缩段 (熔融区) 和均化段 (熔体输送区)。对于常规渐变型螺杆挤出机来说, 塑料的挤出过程可以通过螺杆各段的基本职能及塑料在挤出机中的物理状态的变化过程来描述, 如图 1-3 所示。

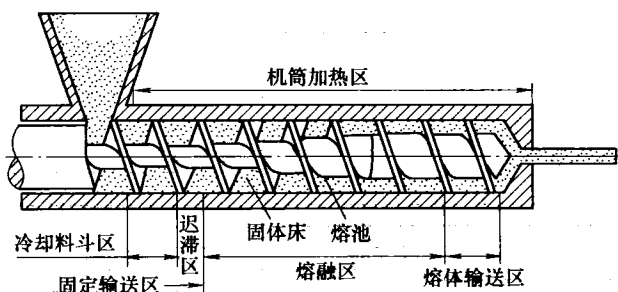


图 1-3 塑料在挤出机中的挤出过程

1. 加料段

塑料自料斗进入挤出机的机筒内, 在螺杆的旋转作用下, 由于机筒内壁和螺杆表面的摩擦作用向前运动。在该段, 螺杆的职能主要是将塑料压实并提供向前