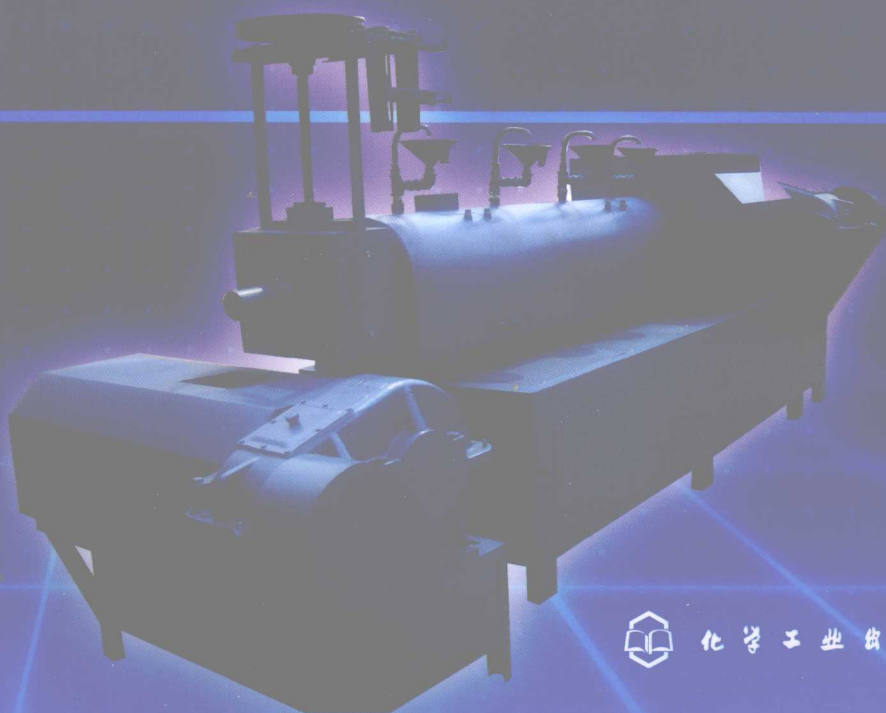


SULIAO JICHU CHENGXING GONGYIYUAN SHOUC

塑料挤出成型 工艺员手册

周殿明 主编



化学工业出版社

中国轻工业出版社 中国轻工业信息研究所 中国轻工业信息中心 中国轻工业信息中心

塑料挤出成型 工艺员手册

张明 主编



中国轻工业出版社

SULIAO JICHU CHENGXING GONGYIYUAN SHOUC

塑料挤出成型 工艺员手册

周殿明 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

挤出成型是塑料加工行业中一种重要的成型方法。本书主要以挤出成型塑料制品用原料、设备、工艺及产品质量等技术资料为主,向读者详细介绍了挤出成型制品所涉及的基础知识、常用数据、生产工艺操作要点及注意事项,内容翔实,涉及面宽,实用性强。

本书适合塑料制品厂的技术人员、操作工人及管理人员学习参考,也可供企业对厂内职工进行专业技术培训时使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料挤出成型工艺员手册/周殿明主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-122-02953-9

I. 塑… II. 周… III. 塑料制品-挤出成型-技术手册 IV. TQ320.66-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 074978 号

责任编辑:王苏平

文字编辑:冯国庆

责任校对:蒋宇

装帧设计:王晓宇

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)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张17½ 字数476千字

2008年8月北京第1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:42.00 元

版权所有 违者必究

前 言

挤出成型是塑料加工行业中一种重要加工方法之一。用挤出机塑化原料，通过成型模具，把塑化的熔融料连续不断地挤出，制成管材、薄膜、片材、异型材、扁带、丝、丝网、棒材和电线电缆等多种塑料制品。广泛地用于国民经济中的各个领域。

本书的大部分内容是笔者多年在塑料制品厂从事生产技术中，把过去的工作记录、学习笔记及向兄弟厂学习和收集到的一些挤出成型制品的经验技术系统地整理的结果。书中内容主要是以挤出成型塑料制品用原料、设备、工艺及产品质量等技术资料为主，向读者详细介绍挤出成型制品所涉及的生产工艺操作要点及注意事项。语言通俗易懂、资料实用性强是本书编写的特点。适合于塑料制品厂的技术人员、操作工人及管理人员学习参考，也可供企业对厂内职工进行专业技术培训时使用。

参加本书编写的人员如下：周殿明，周殿阁，李洪喜，张丽珍，周恩来，张艳萍，季丽芳，张力男。

书中内容涉及面较宽，由于个人水平有限，可能存在一些不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 4 月

目 录

第 1 章 基础知识	1
1.1 塑料的特点	1
1.2 塑料的性能	1
1.3 塑料的简单鉴别	6
1.3.1 塑料制品的燃烧特点	7
1.3.2 塑料制品的溶解性	10
1.4 塑料制品性能检测工作环境	11
1.5 树脂熔体流动速率的检测试验	12
1.6 常用资料	14
第 2 章 原料	20
2.1 聚乙烯	20
2.1.1 低密度聚乙烯	20
2.1.2 高密度聚乙烯	24
2.1.3 线型低密度聚乙烯	32
2.1.4 中密度聚乙烯	36
2.1.5 极低密度聚乙烯	38
2.1.6 高分子量高密度聚乙烯	39
2.1.7 超高分子量聚乙烯	40
2.1.8 氯化聚乙烯	42
2.1.9 交联聚乙烯	44
2.1.10 乙烯-醋酸乙烯共聚物	46
2.2 聚丙烯	48
2.2.1 氯化聚丙烯	59
2.2.2 丙烯-乙烯无规共聚物	61
2.2.3 丙烯-乙烯嵌段共聚物	63
2.2.4 接枝聚丙烯	65

2.2.5	玻璃纤维增强聚丙烯	67
2.2.6	改性增强聚丙烯	69
2.2.7	填充聚丙烯	71
2.2.8	阻燃聚丙烯	74
2.2.9	无卤低烟聚丙烯	75
2.2.10	导电性聚丙烯	76
2.2.11	电磁屏蔽聚丙烯	76
2.2.12	磁性聚丙烯	77
2.3	聚氯乙烯	77
2.3.1	悬浮法聚氯乙烯	78
2.3.2	乳液法聚氯乙烯	85
2.3.3	微悬浮法聚氯乙烯	87
2.3.4	本体法聚氯乙烯	88
2.3.5	高分子量聚氯乙烯	91
2.3.6	交联聚氯乙烯	92
2.3.7	聚氯乙烯球形树脂	93
2.3.8	医用聚氯乙烯	94
2.3.9	氯化聚氯乙烯	96
2.3.10	聚偏氯乙烯	98
2.3.11	氯乙烯-偏氯乙烯共聚物	98
2.3.12	氯乙烯-醋酸乙烯共聚物	100
2.3.13	氯乙烯-乙烯-醋酸乙烯共聚物	101
2.3.14	氯乙烯-丙烯共聚物	103
2.3.15	氯乙烯-乙丙橡胶接枝共聚物	104
2.3.16	聚氯乙烯/丁腈橡胶共混物	104
2.3.17	聚氯乙烯/氯化聚乙烯共混物	105
2.3.18	聚氯乙烯/乙烯-醋酸乙烯共聚物共混物	106
2.3.19	聚氯乙烯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物共混物	108
2.3.20	聚氯乙烯/聚丙烯酸酯共混物	110
2.3.21	赤泥填充聚氯乙烯	111
2.3.22	粉煤灰填充聚氯乙烯	112
2.3.23	电镀级聚氯乙烯	113
2.4	聚酰胺	115

2.4.1	聚酰胺 6	117
2.4.2	聚酰胺 66	117
2.4.3	聚酰胺 1010	118
2.4.4	聚酰胺 610	119
2.4.5	单体浇注尼龙	120
2.4.6	透明聚酰胺	121
2.4.7	共聚尼龙	121
2.4.8	其他聚酰胺树脂	123
2.5	聚苯乙烯	125
2.5.1	发泡级聚苯乙烯	129
2.5.2	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	130
2.5.3	高抗冲聚苯乙烯	132
2.5.4	苯乙烯-丙烯腈共聚物	133
2.5.5	丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物 (ASA 树脂)	136
2.6	聚碳酸酯	137
2.7	聚甲醛	139
2.8	聚对苯二甲酸乙二醇酯	142
2.9	聚对苯二甲酸丁二醇酯	144
2.10	聚砒	146
2.11	聚苯醚	148
2.12	辅助料	150
2.12.1	助剂应用选择注意事项	150
2.12.2	增塑剂	150
2.12.3	稳定剂	152
2.12.4	加工助剂	156
2.12.5	抗冲改性助剂	156
2.12.6	发泡剂	157
2.12.7	阻燃剂	157
2.12.8	抗静电剂	158
2.12.9	防雾剂	159
2.12.10	润滑剂	159
2.12.11	填充剂	160
2.12.12	着色剂	160

2.12.13	交联剂	162
2.12.14	偶联剂	163
2.12.15	食品包装用塑料制品中助剂含量	163
第3章 挤出机及辅助设备		165
3.1	挤出机	165
3.1.1	挤出机的种类	165
3.1.2	挤出机成型塑料制品生产特点	166
3.1.3	挤出成型塑料制品的种类	167
3.1.4	挤出成型塑料制品工作原理	167
3.1.5	单螺杆挤出机	167
3.1.6	双螺杆挤出机	186
3.1.7	单螺杆挤出机生产操作注意事项	196
3.1.8	双螺杆挤出机生产操作注意事项	197
3.2	原料干燥机	198
3.3	原料的配混与造粒设备	199
3.3.1	研磨机	200
3.3.2	混合机	201
3.3.3	混合粉料造粒设备	207
3.3.4	原料上料机	208
第4章 原料产前准备		211
4.1	原料的验收	211
4.2	原料的配色	212
4.2.1	浮染着色法	212
4.2.2	色母料着色法	212
4.2.3	液态色料着色法	213
4.3	原料的干燥处理	214
4.4	原料配混前的准备	216
4.4.1	原料配混用设备	217
4.4.2	原料配混工艺与操作要点	217
4.5	混合料造粒	219
4.6	原料组合配方	220
4.6.1	原料组合配方注意事项	220
4.6.2	配方设计	222

4.6.3	配方的应用	228
第5章	塑料管挤出成型	229
5.1	设备	229
5.1.1	管成型模具	229
5.1.2	辅机	236
5.2	聚乙烯管挤出成型	243
5.2.1	高密度聚乙烯饮用水管	243
5.2.2	高密度聚乙烯燃气管	246
5.2.3	低密度聚乙烯管	251
5.2.4	线型低密度聚乙烯管	251
5.2.5	低密度聚乙烯农田用滴灌管	253
5.2.6	低密度聚乙烯钙塑管	254
5.2.7	线型低密度聚乙烯阻燃管	255
5.2.8	聚乙烯复合管	256
5.2.9	聚乙烯铝塑复合管	257
5.2.10	聚乙烯硅芯复合管	261
5.2.11	硅烷交联聚乙烯管 (PE-X 管)	263
5.2.12	交联聚乙烯热收缩管	267
5.3	聚丙烯管挤出成型	271
5.3.1	聚丙烯给水管道	271
5.3.2	改性聚丙烯管	275
5.3.3	无规共聚聚丙烯管 (PP-R 管)	281
5.3.4	高抗冲聚丙烯农田灌溉管	285
5.4	聚氯乙烯管挤出成型	286
5.4.1	硬质聚氯乙烯管	287
5.4.2	聚氯乙烯供水管	292
5.4.3	聚氯乙烯排水管	296
5.4.4	聚氯乙烯电线护套管	300
5.4.5	聚氯乙烯软管	304
5.4.6	纤维增强聚氯乙烯软管	310
5.4.7	聚氯乙烯波纹管	312
5.4.8	聚氯乙烯发泡管	320
5.4.9	硬质聚氯乙烯内螺纹消音管	328

5.4.10	硬质聚氯乙烯螺旋增强 PVC 软管	330
5.4.11	聚氯乙烯防静电硬管	333
5.5	氯化聚氯乙烯管	334
5.5.1	工业用氯化聚氯乙烯管	338
5.5.2	冷热水用氯化聚氯乙烯管	342
5.5.3	埋地电缆用氯化聚氯乙烯护套管	343
5.6	ABS 管	345
5.7	聚酰胺(尼龙)管	348
5.8	聚甲醛管	349
第 6 章	塑料薄膜挤出成型	352
6.1	设备	353
6.1.1	挤出吹塑薄膜生产线上的辅机	353
6.1.2	挤出牵引薄膜生产线上的辅机	371
6.1.3	挤出流延薄膜生产线上的辅机	377
6.2	聚乙烯薄膜挤出成型	378
6.2.1	低密度聚乙烯薄膜	379
6.2.2	低密度聚乙烯地膜	385
6.2.3	低密度聚乙烯大棚薄膜	386
6.2.4	低密度聚乙烯食品包装薄膜(平吹法)	388
6.2.5	低密度聚乙烯食品包装薄膜(下吹水冷法)	388
6.2.6	低密度聚乙烯流延薄膜	389
6.2.7	低密度聚乙烯重包装薄膜	390
6.2.8	聚乙烯液体包装薄膜	391
6.2.9	低密度聚乙烯热收缩薄膜	393
6.2.10	低密度聚乙烯转光保温棚膜	396
6.2.11	低密度聚乙烯降解地膜	397
6.2.12	气垫薄膜	398
6.2.13	聚乙烯自封薄膜	401
6.2.14	线型低密度聚乙烯薄膜	404
6.2.15	线型低密度聚乙烯牧草青贮薄膜	407
6.2.16	高密度聚乙烯薄膜	408
6.2.17	高密度聚乙烯微薄薄膜	412
6.3	聚丙烯薄膜挤出成型	414

6.3.1	聚丙烯薄膜的挤出吹塑成型	415
6.3.2	聚丙烯薄膜的挤出流延成型	421
6.3.3	聚丙烯薄膜的挤出拉伸成型	423
6.4	聚氯乙烯薄膜挤出成型	435
6.4.1	聚氯乙烯薄膜挤出吹塑成型	435
6.4.2	聚氯乙烯农业薄膜挤出吹塑成型	440
6.4.3	聚氯乙烯硬质透明薄膜挤出吹塑成型	440
6.4.4	聚氯乙烯热收缩薄膜挤出吹塑成型	441
6.5	聚苯乙烯薄膜(片)挤出成型	443
6.6	聚对苯二甲酸乙二醇酯(聚酯)薄膜挤出拉伸成型	446
第7章 塑料板(片)挤出成型		450
7.1	聚乙烯板(片)挤出成型	450
7.2	聚丙烯板(片)挤出成型	457
7.3	聚氯乙烯板(片)挤出成型	459
7.4	ABS板挤出成型	462
第8章 塑料异型材挤出成型		464
第9章 塑料丝挤出成型		475
9.1	聚乙烯丝	475
9.2	聚丙烯丝	482
9.3	聚氯乙烯丝	484
9.4	聚酰胺(尼龙)丝	486
9.5	聚丙烯扁丝	488
第10章 塑料网、塑料带及电缆料等挤出成型		493
10.1	聚乙烯网	493
10.2	聚乙烯发泡网	498
10.3	聚丙烯打包带	500
10.4	聚丙烯捆扎绳	505
10.5	聚丙烯密封条	507
10.6	聚氯乙烯密封条	508
10.7	聚氯乙烯焊条	509
10.8	聚乙烯电缆料	512
10.9	交联聚乙烯电线电缆	517

10.10	通信电线电缆	519
10.11	聚氯乙烯电线电缆	523
10.11.1	电缆料	524
10.11.2	聚氯乙烯电线电缆	524
10.12	塑料棒材	528
第 11 章 塑料中空制品挤出吹塑成型		532
11.1	聚乙烯桶	535
11.2	聚乙烯瓶	539
11.3	聚丙烯瓶	541
11.4	聚氯乙烯瓶	544
11.5	成型生产故障分析	545
参考文献		548

第1章 基础知识

1.1 塑料的特点

塑料是指以合成或者天然的高分子为基本成分，以增塑剂、填充剂等为辅助成分，在一定的温度压力下可塑化成型材料。塑料的特点如下。

(1) 塑料制品较轻，密度大约在 $0.83 \sim 2.3 \text{g/cm}^3$ 范围内，重量只有铝的 $1/2$ ，在要求减轻自身重量的机械设备中应用，意义重大。

(2) 耐化学腐蚀性比金属材料优异，对酸、碱及化学药品有强烈的防腐性能，是化工设备中应用较多的一种材料。

(3) 塑料制品的电绝缘性能好、介电损耗小，可用作电气工业中的材料。

(4) 耐磨性能好，可用作轻负荷设备中的减摩和耐磨材料。

(5) 消声、隔热性能优良。用塑料制成的传动齿轮，传动噪声小、振动降低；泡沫塑料是很好的隔热保温材料。

(6) 改性增强塑料有较好的力学性能，在某些方面替代金属材料应用，对减轻设备重量有其突出的优点。

(7) 不足之处：制品耐热性能差，多数制品不能在 100°C 以上的环境中应用；导热性极差，热胀系数大，易燃、易老化；制品的强度和刚性无法与金属材料相比。

1.2 塑料的性能

(1) 密度 塑料的密度是指单位体积内在一定温度时的质量。

塑料密度的检测方法如下。

① 准备工作

- a. 选取清洁、无裂缝、无气泡塑料制品（管、板、棒），质量不大于 30g。
- b. 分析天平（精确度不低于 0.001g）。
- c. 直径小于 0.13mm 的金属丝。
- d. 浸渍液为蒸馏水或煤油（被测物密度小于 1g/cm^3 的选用煤油为浸渍液），温度为 $(23.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 。

② 检测试验方法 用天平检测制品用金属丝吊挂在浸渍液中和在空气中的质量。按实际测量被检测物在空气中、浸渍液中的质量和浸渍液的密度值，可计算出被检测制品试样的密度。

即

$$\rho = \frac{\rho_{\text{液}}(G - g)}{G - G_1}$$

式中 $\rho_{\text{液}}$ ——在标准温度下浸渍液密度， g/cm^3 ；

G ——试样和金属丝在空气中的质量，g；

G_1 ——试样和金属丝在浸渍液中的质量，g；

g ——金属丝在空气中的质量，g。

③ 检测试验注意事项

- a. 此检测试验方法不适合薄膜和泡沫塑料制品。
- b. 浸渍液中不许有杂质和气泡。
- c. 注意防止静电影响。
- d. 注意工作环境和浸渍液温度的稳定。标准规定为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。
- e. 检测试样浸入液体后，上端与液面距离不小于 10mm。

(2) 吸水量 塑料的吸水性是指把塑料试样在 23°C 条件下浸泡在蒸馏水中 24h 后所吸收的水量。吸水量与试样质量之比为吸水率。

(3) 透明度 透明度通常用透光度来表示。透光度是指透过被测物体的光通量和射到被测物体上的光通量的百分数比值（%），

是在光度计上测定。

(4) 摩擦系数 阻碍两个接触物移动所产生的力即为摩擦力。摩擦力与两个接触物表面间的压力比值即为摩擦系数。塑料的摩擦系数不仅与表面粗糙度和清洁度有关，还与接触面的受压力、移动速度、温度和湿度等因素有关。

(5) 拉伸强度 塑料的拉伸强度是指在规定的标准（试验温度、湿度和拉伸速度）试验条件下，对试样沿其纵向（轴向）拉伸载荷，直至试样断裂所承受的最大拉伸力，即为此塑料的拉伸强度。拉伸强度计算公式为：

$$\sigma_t = \frac{p}{bd}$$

式中 σ_t ——拉伸强度，Pa；

p ——试样最大拉伸载荷，N；

b ——试样宽，m；

d ——试样厚，m。

塑料拉伸强度按 GB/T 1040—92 标准测试。

(6) 拉伸弹性模量 拉伸弹性模量是表示某种材料刚性大小、是否容易被拉伸变形的物理量。这个值愈高，其刚性愈大，愈不易变形。

(7) 伸长率 伸长率是指材料被拉伸断裂破坏时的长度变化率（即拉伸断裂时伸长值与初始长度值之比），表示材料的韧性大小。对于塑料制品，其伸长率愈大，说明它愈柔软。

(8) 弯曲强度 把试样水平放在两个支点上，在两个支点间施加集中载荷，使试样变形直至破裂时的强度即为弯曲强度。

(9) 弯曲弹性模量 在比例极限内试样的弯曲应力与相应的应变之比称为材料的弯曲弹性模量。它是表示塑料制品是否容易弯曲变形的物理量。

(10) 压缩强度和压缩弹性模量 在标准试样条件下对其两端施加压缩载荷，直至破坏时的最大压缩应力为材料的压缩强度。

在比例极限内试样的压缩应力与相应的应变之比称为材料的压

缩弹性模量。

(11) 冲击强度 工程上用材料的韧性来表示冲击强度。它表示材料在快速载荷作用下因产生塑性变形吸收能量而抵抗断裂破坏的能力。用单位断裂面积所消耗能量的大小来表示,单位为 kJ/m^2 。

(12) 疲劳强度 疲劳强度是指塑料在交变周期性应力作用下发生破坏的极限强度。

(13) 硬度 塑料硬度是指塑料制品表面抵抗其他较硬物体压入的性能。硬度的检测和计算方法分为几种,常应用的方法有布氏硬度、洛氏硬度和肖氏硬度。布氏硬度按 HG 168 标准测试。肖氏硬度按 GB 2411 标准测试。洛氏硬度按 GB 9342 标准测试。

(14) 热导率 当材料在某方向存在温度梯度时就会产生热的流动,即称为导热。热导率是材料导热能力大小的衡量。热导率是指通过垂直于温度梯度方向上单位面积的热传导速率。塑料的热导率很低,所以广泛用来作绝热材料,特别是泡沫塑料,它是一种优异的绝热保温材料。

(15) 线膨胀系数 塑料制品的线膨胀系数是指温度升高 1°C 时,每 1cm 的塑料伸长的长度 (cm) 与原来长度之比。塑料的线膨胀系数比其他材料的线膨胀系数大数倍。

(16) 比热容 比热容是指单位质量 (1g) 塑料升高 1°C 所需要的热量,即为该塑料的比热容,单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。对于塑料比热容大小,通常是指把塑料塑化呈熔融态所需要的能量。

(17) 玻璃化温度 玻璃化温度是指高聚物的温度降至此温度时成为玻璃态固体。玻璃化温度是无定形聚合物由玻璃态向高弹态的转变温度,或半结晶型聚合物的无定形相由玻璃态向高弹态的转变温度。通常,玻璃化温度是塑料理论上能够工作的温度上限。超过这个温度,塑料丧失了力学性能,其他许多性能也会急剧下降。玻璃化温度用 T_g 表示。

(18) 熔融温度和流动温度 塑料的熔融温度是结晶型聚合物