

主 编

区英鸿

副主编

邢春明

李永先

塑料手册

兵器工业出版社

82.312/5

9101158

塑料手册

主 编 区英鸿
副主编 邢春明
李永先

兵器工业出版社

内 容 简 介

本手册系统地介绍了各种树脂及增强塑料、耐高温聚合物、功能塑料、高分子共混材料、高性能复合材料、泡沫塑料的性能、工艺及应用；较详细地介绍了塑料选材及制品设计；简要地介绍了塑料老化、防老化及塑料助剂。附图约300幅。

本手册取材广泛、内容丰富、数据详尽、表文并茂，是一本实用性强的工具书。可供从事塑料研究、生产、设计及应用的工程技术人员使用，也可供有关大专院校师生参考。

塑 料 手 册

主 编 区英鸿

副 主 编 邢春明

李永先

责任编辑 宁培毅

封面设计 王茂起

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京印刷三厂联营印刷厂印装

开本：787×1092 1/16 印张：100 字数：2486.64千字

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数：1~4500册 定价：80.00元

ISBN 7-80038-190-0/TQ·6

《塑 料 手 册》

主 编 区英鸿

副主编 邢春明 李永先

编 委 陈秋明 柴林棣

主 审 徐 僊

副主审 董孝理

审 定 郜素贤

编 写 人 员

(以章节先后为序)

千知化 邢希增 孙安垣 杜国源 陈秋明 李永先 黄克钧
阎恒梅 贾崇明 高惠珍 柴林棣 刘恩志 张玉龙 于 明
张广玉 叶 坚 区英鸿 张银生 欧 亚

审 阅 人 员

(以章节先后为序)

毛临渊 董孝理 毛维友 夏长富 胡俊明 李文瑞
刘光琳 梁子材 沈 埜 赵一雯

《塑料手册》编写人员章节分工

千知化 (1; 2.22;

附录2; 附录4)

邢希增 (2.1~2.3; 2.6~

2.8; 2.21)

孙安垣 (2.4~2.5; 2.9;

2.13; 4.1)

杜国源 (2.10~2.12; 2.14~

2.20; 3.5; 4.4)

陈秋明 (3.1~3.3; 3.6~

3.12; 4.3; 4.5)

李永先 (3.4; 10.1~10.9;

附录3; 附录7)

黄克钧 (4.2; 4.6~4.8)

贾崇明 (5.1~5.3; 5.6)

阎恒梅 (5.4~5.5;

5.7~5.9)

高惠珍 (6)

柴林棣 (7)

刘恩志 (8.1~8.6)

张玉龙 (8.7~8.13)

张广玉 (9.1; 9.3)

于 明 (9.2; 9.4)

叶 坚 (10.1~10.9)

区英鸿 (11)

张银生 (12)

欧 亚 (附录1; 附录5;

附录6)

序

合成高分子材料始于20世纪初期,由于具有原料来源广泛、品种繁多、易于加工、性能优异等特点,目前已成为整个科学领域、国民经济和国防军工各部门不可缺少的一类重要材料。在材料划分和学科方面,高分子材料已与金属和无机非金属材料并驾齐驱,很受重视。

目前世界合成树脂、橡胶和纤维的年产量已逾一亿吨,其中树脂年产量近8000万吨,塑料制品早已进入千家万户,几乎在所有部门都应用了塑料制品。新技术的突破往往依赖于新材料的出现,越来越多的工程设计人员选用塑料作为构件材料,并为发掘现有塑料在各方面的应用潜力已经并正在作出不断的努力。

为便于生产、管理、销售人员、消费者和对塑料感兴趣的科技工作者熟悉有关塑料制备、表征、使用的基本知识,了解和运用这一领域的成就,迫切需要有一个可供查阅、能反映这方面知识全貌的工具书。《塑料手册》的出版,的确是件喜事。各章的执笔人和审稿人皆是在科研、生产、情报或高教战线有多年工作经验的同志。全书除附录外共分12章,对塑料原料、塑料的共混复合、塑料的加工成型、加工助剂、塑料老化、塑料选材和制品设计皆扼要作了介绍,汇集了大量有参考价值的资料和数据。这一手册无疑对普及这一领域的知识,促进我国塑料生产发展和科技进步起到一定作用。

现代科学技术的高速发展促使知识老化周期越来越短,知识量与日俱增。与其它工具书一样,这一手册亦需要及时补充和更新。

徐 僖

1987年12月,成都

前 言

塑料是具有许多优异性能的高分子材料，它已被广泛地应用于国民经济的各部门。从航天器到舰艇，从建筑材料到日用品，从结构材料到玩具，塑料都是不可缺少的一类重要材料。

今后，塑料的应用前景更是不可估量。正如科学家们所预言的那样：“随着科学技术的进步，世界将要进入以高分子材料为主体的合成材料的时代”。为了适应塑料工业这一飞速发展的需要，我们编写了这本《塑料手册》。

本手册在内容的选择与安排上，首先是基础知识，其后，分别编入常见的热塑性和热固性树脂及其增强塑料，接着较详尽地汇编了某些具有新颖性或特殊用途的塑料，如耐高温聚合物、功能塑料、高分子共混材料、高性能复合材料。同时，还介绍了另一种具有多相体系特征的材料——泡沫塑料。对上述这些材料，分别介绍了制备、加工工艺、性能及国内外生产厂家等。对塑料老化与防老化、塑料加工助剂也作了一定的介绍。为了给设计人员及工艺技术人员提供方便，本手册还编入了有关塑料选材和塑料制品设计的内容，这两章着重介绍方法和原理。本手册共包括12章。另有7个附录。约300幅插图。

本手册的编排方式是便于读者查阅的。但有个别特殊情况，如聚氨酯，它既有热塑性的又有热固性的，为节约篇幅，就把它归在热固性树脂及其增强塑料一章中，并在适当的章节作了相应说明。

本手册所采用的名词术语、代号以及单位制，基本上按有关标准和法定计量单位进行了统一。个别不常用的计量单位，则用加注的方式加以说明，有的还给出了换算公式。

本手册是由原国家机械委兵器发展司科研发展处负责规划及审定、济南第五三研究所组织编写、成都科技大学高分子研究所负责审阅的。

在编写过程中，得到成都科技大学徐僖教授的热情支持，在此表示感谢！国防工业出版社赵锡正、肖志力等同志在编辑方面给予了指导，第五三研究所包花善等同志承担了本手册的描图工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，定会有不少缺点和错误，敬请读者予以指正。

编者

1988年1月

目 录

1. 基础知识	(1)
1.1 树脂与塑料的定义和分类.....	(1)
1.2 树脂合成方法.....	(3)
1.3 塑料成型及加工方法.....	(4)
1.4 塑料性能测试方法.....	(12)
2. 热塑性树脂及其增强塑料	(22)
2.1 聚乙烯.....	(23)
2.2 聚丙烯.....	(76)
2.3 其它聚烯烃.....	(116)
2.4 聚氯乙烯.....	(123)
2.5 其它氯乙烯类树脂.....	(151)
2.6 聚苯乙烯类树脂.....	(169)
2.7 ABS类树脂.....	(200)
2.8 丙烯酸类树脂.....	(227)
2.9 聚酰胺(尼龙).....	(258)
2.10 聚碳酸酯.....	(308)
2.11 聚甲醛.....	(323)
2.12 热塑性聚酯.....	(337)
2.13 氟塑料.....	(350)
2.14 聚砒类塑料.....	(390)
2.15 聚醚醚酮(或称聚芳醚酮).....	(403)
2.16 聚芳酯(双酚A型).....	(407)
2.17 聚酚氧(苯氧基树脂).....	(413)
2.18 聚苯醚.....	(416)
2.19 氯化聚醚.....	(422)
2.20 聚乙烯醇缩醛.....	(428)
2.21 纤维素塑料.....	(436)
2.22 热塑性塑料制品缺陷及其解决措施.....	(453)
3. 热固性树脂及其增强塑料	(465)
3.1 酚醛树脂.....	(465)
3.2 环氧树脂.....	(526)
3.3 不饱和聚酯.....	(584)
3.4 有机硅.....	(632)
3.5 聚氨酯.....	(656)
3.6 氨基树脂.....	(692)
3.7 醇酸树脂.....	(704)
3.8 烯丙基树脂.....	(706)

3.9	呋喃树脂	(714)
3.10	烷基苯甲醛树脂	(722)
3.11	聚酚醚树脂 (简称Xylok)	(728)
3.12	热固性塑料制品缺陷及其解决措施	(732)
4.	耐高温聚合物	(741)
4.1	聚酰亚胺	(743)
4.2	聚芳烃	(777)
4.3	聚苯酯	(784)
4.4	聚苯硫醚	(790)
4.5	聚二苯醚	(795)
4.6	含杂环聚合物	(799)
4.7	梯形聚合物	(820)
4.8	元素有机聚合物	(825)
5.	功能塑料	(830)
5.1	导电塑料	(831)
5.2	压电塑料	(845)
5.3	热电塑料	(850)
5.4	磁性塑料	(854)
5.5	高分子分离膜	(863)
5.6	感光性塑料	(882)
5.7	防辐射塑料	(889)
5.8	塑料光导纤维	(892)
5.9	液晶聚合物	(896)
6.	高分子共混材料	(900)
6.1	共混聚合物	(901)
6.2	接枝共聚物	(959)
6.3	嵌段共聚物	(962)
6.4	互贯网络聚合物	(966)
7.	高性能复合材料	(970)
7.1	碳纤维、石墨纤维及其复合材料	(971)
7.2	芳香族聚酰胺纤维及其复合材料	(1002)
7.3	超高强度聚乙烯纤维	(1029)
7.4	硼纤维及其复合材料	(1030)
7.5	碳化硅纤维及其复合材料	(1035)
7.6	混杂纤维复合材料	(1039)
7.7	氧化铝纤维和其它陶瓷纤维	(1047)
7.8	晶须及其复合材料	(1055)
7.9	云母及其复合材料	(1059)
8.	泡沫塑料	(1067)
8.1	聚苯乙烯泡沫塑料	(1068)

8.2	聚氨酯泡沫塑料	(1085)
8.3	聚乙烯泡沫塑料	(1103)
8.4	聚氯乙烯泡沫塑料	(1117)
8.5	酚醛泡沫塑料	(1129)
8.6	脲甲醛泡沫塑料	(1138)
8.7	聚乙烯醇缩甲醛泡沫塑料	(1143)
8.8	环氧泡沫塑料	(1145)
8.9	有机硅泡沫塑料	(1150)
8.10	丙烯腈和丙烯酸酯共聚物泡沫塑料	(1153)
8.11	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 泡沫塑料	(1155)
8.12	耐高温泡沫塑料	(1157)
8.13	其它泡沫塑料	(1163)
9.	塑料老化与防老化	(1173)
9.1	塑料老化及其原因	(1173)
9.2	塑料老化试验方法	(1176)
9.3	稳定原则及各种防老剂	(1185)
9.4	各种塑料的老化性能及其稳定措施	(1227)
10.	塑料加工助剂	(1275)
10.1	增强材料	(1276)
10.2	填料	(1289)
10.3	增塑剂	(1294)
10.4	阻燃剂	(1311)
10.5	发泡剂	(1321)
10.6	偶联剂	(1327)
10.7	抗静电剂	(1341)
10.8	润滑剂和脱模剂	(1345)
10.9	着色剂	(1349)
11.	塑料选材	(1360)
11.1	塑料选材的一般程序	(1360)
11.2	塑料零部件的功能分析与选材的基本原则	(1364)
11.3	塑料选材途径	(1364)
11.4	用电子计算机选材	(1408)
11.5	几种特殊要求领域的塑料选材	(1409)
12.	塑料制品设计	(1434)
12.1	塑料制品设计的一般程序	(1434)
12.2	塑料制品设计的一般原则	(1436)
12.3	增强塑料制品的设计	(1461)
12.4	塑料制品的连接	(1493)
附录		(1509)
附录1	塑料、树脂及增塑剂缩写代号	(1509)

附录2 塑料成型工艺条件 (1518)

附录3 国产主要塑料性能表 (1524)

附录4 塑料的燃烧性能 (1535)

附录5 美国军用塑料标准名称 (1537)

附录6 美国塑料性能数据表 (1544)

附录7 塑料专业常用法定计量单位与其它单位的换算表 (1587)

1 基础知识

1.1 树脂与塑料的定义和分类

1.1.1 定义

(1) 树脂 (Resin) 受热时通常有软化或熔融范围, 软化时, 在外力作用下有流动倾向, 常温下是固态、半固态或假固态等的有机聚合物。有时也可以是液态聚合物。在塑料工业中, 广义地讲, 作为塑料基材的任何聚合物都可称为树脂。

自然界存在一些来自植物或动物分泌而得的无定形有机物质, 如松香、琥珀、虫胶等, 这类物质统称为天然树脂。

简单有机化合物经化学合成或某些天然产物经化学反应后所得到的树脂类产物, 称为合成树脂。

(2) 塑料 (Plastics) 以树脂 (有时用单体在加工过程中直接聚合) 为主要成分 (如聚乙烯、有机玻璃、聚四氟乙烯等), 大部分含有添加剂 (增塑剂、填充剂、润滑剂、颜料等), 而且在加工过程中能流动成型材料。一般不包括弹性体、纤维、涂料、粘接剂。

1.1.2 树脂的分类

(1) 按树脂合成反应

加聚物 (Addition Polymer) 由加成聚合制得的聚合物。其链节结构的化学式与其单体的分子式相同, 如聚乙烯、聚苯乙烯、有机玻璃、聚四氟乙烯等。

缩聚物 (Condensation Polymer) 由缩合聚合制得的聚合物。由于在缩聚过程中分子间脱掉小分子, 故其结构单元的分子式与单体的分子式不相同, 如酚醛树脂、氨基树脂、聚酯树脂、聚酰胺树脂等。

(2) 按树脂分子主链组成

碳链聚合物 (Carbon Chain Polymer) 主链全由碳原子构成的聚合物。如聚乙烯、聚苯乙烯等。

杂链聚合物 (Hetero Chain Polymer) 主链中由碳和氧、氮、硫等两种以上元素的原子所组成的聚合物。如聚甲醛、聚酰胺、聚砒、聚醚等。

元素有机聚合物 (Elementary Organic Polymer) 主链上不一定含有碳原子, 主要由硅、氧、铝、钛、硼、硫、磷等元素构成, 如有机硅。

1.1.3 塑料的分类

目前尚无确切的分类, 一般分类如下:

(1) 按塑料的物理化学性能分

热塑性塑料 (Thermoplastics) 在特定温度范围内能反复加热软化和冷却硬化的塑料。如聚乙烯塑料、聚氯乙烯塑料。

热固性塑料 (Thermosetting Plastics) 因受热或其它条件能固化成不熔不溶性物料的塑料。如酚醛塑料、环氧塑料等。

(2) 按塑料用途分

通用塑料 (General Plastics) 一般指产量大、用途广、成型性好、价廉的塑料。如聚乙烯、聚丙烯、酚醛等。

工程塑料 (Engineering Plastics) 一般指能承受一定的外力作用, 并有良好的机械性能和尺寸稳定性, 在高、低温下仍能保持其优良性能, 可以作为工程结构件的塑料。如尼龙、聚砒、耐热环氧等。

特种塑料 (Special Plastics) 一般指具有特种功能 (如耐热、自润滑等), 应用于特殊要求的塑料。如氟塑料、有机硅等。

(3) 按塑料成型方法分

模压塑料 (Compression Plastics) 供模压用的树脂混合料。如一般热固性塑料。

层压塑料 (Laminated Plastics) 指浸有树脂的纤维织物, 可经叠合、热压结合而成为整体材料。

注射、挤出和吹塑塑料 (Injection, Extrusion and Blow Plastics) 一般指能在料筒温度下熔融、流动, 在模具中迅速硬化的树脂混合料。如一般热塑性塑料。

浇铸塑料 (Casting Plastics) 能在无压或稍加压力的情况下, 倾注于模具中能硬化成一定形状制品的液态树脂混合料。如MC尼龙。

反应注射模塑料 (Reaction Injection Moulding Material) 一般指液态原材料, 加压注入模腔内, 使其反应固化制得成品。如聚氨酯类。

(4) 按塑料半制品和制品分

模塑粉 (Moulding Powder) 又称塑料粉, 主要由热固性树脂 (如酚醛) 和填料等经充分混合、滚压、粉碎而得。如酚醛塑料粉。

增强塑料 (Reinforced Plastics) 加有增强材料而某些力学性能比原树脂有较大提高的一类塑料。

泡沫塑料 (Foamed Plastics) 整体内含有无数微孔的塑料。

薄膜 (Film) 一般指厚度在0.25mm以下的平整而柔软的塑料制品。

此外, 工程塑料、增强塑料和泡沫塑料又有其不同的类别, 见表 1.1.1、1.1.2、1.1.3。

表1.1.1 工程塑料的分类

类 别		聚 合 物
通 用 工程塑料		尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、改性聚苯醚、热塑性聚酯、超高分子量聚乙烯、甲基戊烯聚合物、乙烯醇共聚物等
特种工程塑料	非 交 联 型	聚砒、聚醚砒、聚苯硫醚、聚芳酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮、氟树脂等
	交 联 型	聚氨基双马来酰胺、聚三嗪、交联聚酰亚胺、耐热环氧树脂等

表1.1.2 增强塑料分类

按增强材料 外形分类	粒状增强塑料	如钙塑塑料
	纤维增强塑料	如玻璃纤维或玻璃布增强塑料
	片状增强塑料	如云母增强塑料

按增强材料的材质分类	布基、石棉增强塑料	如碎布增强塑料
	无机矿物填充塑料	如石英、云母填充塑料
	玻纤增强塑料	如预浸渍料, SMC、BMC等
	特种纤维增强塑料	如碳纤维、凯芙拉纤维增强塑料
	金属纤维增强塑料	如钢丝增强塑料

表1.1.3 泡沫塑料的分类

类 别	定 义
硬质泡沫塑料	无柔韧性, 压缩硬度大, 应力达到一定值方产生变形, 解除应力后不能恢复原状的泡沫塑料
半硬质泡沫塑料	柔韧性介于硬质和软质泡沫塑料之间的泡沫塑料
软质泡沫塑料	富有柔韧性, 压缩硬度很小, 应力解除后能恢复原状, 残余变形较小的泡沫塑料

1.2 树脂合成方法

1.2.1 缩聚反应 (Condensation Polymerization)

单体分子间脱掉水或其它简单分子键合成聚合物的化学反应。可分为均缩聚和共缩聚反应。

(1) 均缩聚反应 (Homopolycondensation) 带有两个官能团的一种单体进行的缩聚反应。

(2) 共缩聚反应 (Copolycondensation) 两种或两种以上的双官能团单体进行的缩聚反应。

1.2.2 加聚反应 (Addition Polymerization)

不饱和或环状单体分子加成而键合成聚合物的一种化学反应。反应中没有水或其它低分子副产物的释出, 而且所生成的聚合物元素成分与原用单体的成分相同。

按参加反应的单体种类和聚合物本身的构型, 可分为均聚合、共聚合和定向聚合反应。

(1) 均聚合反应 (Homopolymerization) 一种不饱和或环状单体分子间进行的聚合反应。如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等。

(2) 共聚合反应 (Copolymerization) 两种或两种以上不饱和或环状的单体键合的聚合反应。如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)。

由两种单体制得的共聚物, 在聚合物链中可以有以下四种排列方式:

交替共聚物 $\cdots\cdots\text{—A—B—A—B—A—B—A—B—A—B—A—}\cdots\cdots$

无规共聚物 $\cdots\cdots\text{—A—A—B—A—B—B—B—A—A—B—A—}\cdots\cdots$

嵌段共聚物 $\cdots\cdots\text{—A—A—A—B—B—B—B—B—A—A—A—}\cdots\cdots$

接枝共聚物 $\cdots\cdots\text{—A—A—A—A—A—A—A—A—A—A—A—}\cdots\cdots$

$\quad\quad\quad\text{—B—B—B}$

$\quad\quad\quad\text{—B—B—B}$

(3) 定向聚合反应 (Stereospecific Polymerization) 在聚合过程中, 控制反应条件, 使单体聚合成具有定向有规则结构产物的反应, 即全同立构型或间同立构型的聚合反应。其聚合产物叫做定向聚合物。

1.3 塑料成型及加工方法

塑料成型加工是一门工程技术，所涉及的内容是将塑料转变为塑料制品的各种工艺。在转变过程中常会发生以下一种或几种情况，如聚合物的流变以及物理、化学性能的变化等。

塑料成型的方法很多，详见表1.3.1。

表1.3.1 塑料成型方法

成 型 方 法		成 型 方 法	
压制成型	压缩模塑	浇 铸	静态浇铸
	层 压		嵌 铸
	冷压模塑		离心浇铸
挤出成型	传递模塑		搪 塑
	低压成型		旋转浇铸
挤拉成型			滚 塑
			流延铸塑
		手糊成型	
注射成型	排气式注射成型	纤维缠绕成型	
	流动式注射成型	压延成型	
	共注射注射成型	涂 覆	热 熔 敷
吹塑成型	无流道注射成型		流化喷涂
	反应注射成型		火焰喷涂
	热固注射成型		静电喷涂
			等离子喷涂
		发泡成型	化学发泡
吹塑成型	注射吹塑成型		物理发泡
	挤出吹塑成型		机械发泡
	拉伸吹塑成型	二次成型	热 成 型
	吹 塑 薄 膜		双轴拉伸
			固相成型

1.3.1 压缩模塑 (Compression Moulding)

压缩模塑又称模压，是模塑料在闭合模腔内借助加压（一般尚须加热）的成型方法。

通常，压缩模塑适用于热固性塑料，如酚醛塑料、氨基塑料、不饱和聚酯塑料等。

压缩模塑由预压、预热和模压三个过程组成：

预压 为改善制品质量和提高模塑效率等，将粉料或纤维状模塑料预先压成一定形状的操作。

预热 为改善模塑料的加工性能和缩短成型周期等，把模塑料在成型前先行加热的操作。

模压 在模具内加入所需量的塑料，闭模、排气，在模塑温度和压力下保持一段时间，然后脱模，清模的操作。

压缩模塑用的主要设备是压机和塑模。压机用得最多的是自给式液压机，吨位从几十吨至几百吨不等。有下压式压机和上压式压机。用于压缩模塑的模具称为压制模具，分为三

类：溢料式模具；半溢料式模具；不溢式模具。

压缩模塑的主要优点是可模压较大平面的制品和能大量生产，其缺点是生产周期长，效率低。

1.3.2 层压 (Laminating)

用或不用粘结剂，借加热、加压把相同或不相同材料的两层或多层结合为整体的方法。

层压成型常用层压机操作，这种压机的动压板和定压板之间装有多层可浮动热压板。

层压成型常用的增强材料有棉布、玻璃布、纸张、石棉布等，树脂有酚醛、环氧、不饱和聚酯以及某些热塑性树脂。

1.3.3 冷压模塑 (Cold Moulding)

冷压模塑又叫冷压烧结成型。和普通压缩模塑不同点是在常温下使物料加压模塑。脱模后的模塑品可再行加热或借助化学作用使其固化。

该法多用于聚四氟乙烯的成型，此法也用于某些耐高温塑料（如聚酰亚胺等）。一般工艺过程为制坯—烧结—冷却三个步骤。

1.3.4 传递模塑 (Transfer Moulding)

传递模塑是热固性塑料的一种成型方法，模塑时先将模塑料在加热室加热软化，然后压入已被加热的模腔内固化成型。

传递模塑按设备不同有三种形式：①活板式；②罐式；③柱塞式。

传递模塑对塑料的要求是，在未达到固化温度前，塑料应具有较大的流动性，达到固化温度后，又须具有较快的固化速率。能符合这种要求的有酚醛、三聚氰胺甲醛和环氧树脂等。

传递模塑具有以下优点：①制品废边少，可减少后加工量；②能模塑带有精细或易碎嵌件和穿孔的制品，并且能保持嵌件和孔眼位置的正确；③制品性能均匀，尺寸准确，质量高；④模具的磨损较小。缺点是：①模具的制造成本较压缩模高；②塑料损耗大；③纤维增强塑料因纤维定向而产生各向异性；④围绕在嵌件四周的塑料，有时会因熔接不牢而使制品的强度降低。

1.3.5 低压成型 (Low Pressure Moulding)

使用成型压力等于或低于1.4MPa的模压或层压方法。

低压成型方法用于制造增强塑料制品。增强材料如玻璃纤维、纺织物、石棉、纸、碳纤维等。常用的树脂绝大多数是热固性的，如酚醛、环氧、氨基、不饱和聚酯、有机硅等树脂。

低压成型包括袋压法、喷射法。

(1) 袋压成型 (Bag Moulding)

借助弹性袋（或其它弹性隔膜）接受流体压力而使介于刚性模和弹性袋之间的增强塑料均匀受压而成为制件的一种方法。按造成流体压力的方法不同，一般可分为加压袋成型、真空袋压成型和热压釜成型等。

(2) 喷射成型 (Spray Up)

成型增强塑料制品时，用喷枪将短切纤维和树脂等同时喷在模具上积层并固化为制品的方法。

1.3.6 挤出 (Extrusion)

挤出成型也称挤压模塑或挤塑，它是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。

挤出法主要用于热塑性塑料的成型，也可用于某些热固性塑料。挤出的制品都是连续的型材，如管、棒、丝、板、薄膜、电线电缆包覆层等。此外，还可用于塑料的混合，塑化造

粒、着色、掺合等。

挤出成型机由挤出装置、传动机构和加热、冷却系统等主要部分组成。挤出机有螺杆式（单螺杆和多螺杆）和柱塞式两种类型。前者的挤出工艺是连续式，后者是间歇式。

单螺杆挤出机的基本结构主要包括：传动装置、加料装置、料筒、螺杆、机头和口模等五个部分。

挤出机的辅助设备有物料的前处理设备（如物料输送与干燥）、挤出物处理设备（定型、冷却、牵引、切料或辊卷）和生产条件控制设备等三大类。

1.3.7 挤拉成型 (Pultrusion)

挤拉成型是热固性纤维增强塑料的成型方法之一。用于生产断面形状固定不变，长度不受限制的型材。成型工艺是将浸渍树脂胶液的连续纤维经加热模拉出，然后再通过加热室使树脂进一步固化而制备具有单向高强度连续增强塑料型材。

通常用于挤拉成型的树脂有不饱和聚酯、环氧和有机硅三种。其中不饱和聚酯树脂用得最多。

挤拉成型机通常有纤维排布装置、树脂槽、预成型装置、口模及加热装置、牵引装置和切割设备等组成。

1.3.8 注射成型 (Injection Molding)

注射成型（注塑）是使热塑性或热固性模塑料先在加热料筒中均匀塑化，而后由柱塞或移动螺杆推挤到闭合模具的模腔中成型的一种方法。

注射成型几乎适用于所有的热塑性塑料。近年来，注射成型也成功地用于成型某些热固性塑料。注射成型具有成型周期短（几秒~几分钟），成型制品质量可由几克到几十千克。能一次成型外形复杂、尺寸精确、带有金属或非金属嵌件的模塑品。因此，该方法适应性强，生产效率高。

注射成型用的注射机分为两大类：柱塞式注射机和螺杆式注射机。是由注射系统、锁模系统和塑模三大部分组成。其成型方法可分为：

(1) 排气式注射成型 (Vent-type Injection Moulding)

排气式注射成型应用的排气式注射机，在料筒中部设有排气口，亦与真空系统相连接，当塑料塑化时，真空泵可将塑料中含有的水汽、单体、挥发性物质及空气经排气口抽走，原料不必预干燥，从而提高生产效率，提高产品质量。特别适用于聚碳酸酯、尼龙、有机玻璃、纤维素等易吸湿的材料成型。

(2) 流动注射成型 (Flow Injection Moulding)

流动注射成型可用普通移动螺杆式注射机。即塑料经不断塑化并挤入有一定温度的模具型腔内，塑料充满型腔后，螺杆停止转动，借螺杆的推力使模内物料在压力下保持适当时间，然后冷却定型。流动注射成型克服了生产大型制品的设备限制，制件质量可超过注射机的最大注射量。其特点是塑化的物件不是贮存在料筒内，而是不断挤入模具中，因此它是挤出和注射相结合的一种方法。

(3) 共注射成型 (Coinjection Moulding)

共注射成型是采用具有两个或两个以上注射单元的注射机，将不同品种或不同色泽的塑料，同时或先后注入模具内的方法。用这种方法能生产多种色彩和（或）多种塑料的复合制品，有代表性的共注射成型是双色注射和多色注射。

(4) 无流道注射成型 (Runnerless Injection Moulding)