

塑料成型加工入门

[日] 森 隆 著



中国石化出版社

962599

TQ320.66
24077

TQ320.66
24077

塑料成型加工入门

〔日〕森 隆 著

陈 星 王 梦 译

陈文瑛 校

中国石化出版社

(京)新登字048号

内 容 提 要

本书是有关塑料成型加工的入门书，详细介绍了塑料成型加工的基本方法及选择方案；各种热塑性和热固性塑料成型材料的特点、性能及用途；一次加工的基本原理、加工工艺、加工机械及模具、以及制品的品种及用途；二次加工的方法及应用场合。书后收集了塑料性质与加工条件一览表以及主要塑料的缩略符号等，便于查阅。

本书内容全面，浅显易懂，图文并茂，极适合从事塑料加工的管理技术人员和技术工人阅读，也可作为中专、技校及各种培训班的教材。

初歩のプラスチック成型加工

森 隆 著

©1982年1月初版 工業調査会

塑料成型加工入门

〔日〕森 隆 著

陈 星 王 梦 译

陈文瑛 校

中国石化出版社出版

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码：100029)

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 4⁵/₈印张 101千字 印1—10000

1992年8月北京第1版 1992年月8北京第1次印刷

ISBN 7-80043-246-7/TQ·130 定价：2.90元

前 言

塑料的历史虽逾百年，但是，飞速发展却是40年代后半叶以后的事。在此急剧发展中，著者有幸始终参予其事，迄今已亲自实践了各种成型方法或得到了调查的机会。

此前，有一些关于塑料的书籍，然而，归纳塑料成型加工的书籍却极少。对于塑料成型加工方法的入门书，除作者另外编写了一些基础读物之外，几乎没见其它什么文字。这便是编写本书的动机。

本书以开始从事塑料加工的人员为对象。为了易于理解，对于加工方法，尽可能多用图表达，我以为与其以文字表达，不如用图更好一些。

文中对于成型材料不采用化学式，有关综合介绍、材料物性、二次加工性能、成型条件，都以对比方式用表列出。

但是，由于作者不可能掌握全部加工方法，所以一部分加工方法不得不依据文献。此外，因著者的知识与经验有限，难免出现由于误解而产生的错误，为了日后修订、增补，希读者予以指正。

值此完成本书之际，谨向校阅全文的中野一氏以及给予出版机会的以工业调查会吉本社长为首的各位表示谢意。

著 者

2008/06

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 塑料成型材料	8
2.1 热塑性塑料简介	9
2.1.1 聚乙烯 (PE) 及乙烯共聚物	9
2.1.2 聚丙烯 (PP)	11
2.1.3 聚氯乙烯树脂 (PVC)	12
2.1.4 聚苯乙烯 (PS)	13
2.1.5 ABS、AS树脂及其他苯乙烯共聚物	13
2.1.6 甲基丙烯酸类树脂 (聚甲基丙烯酸甲酯) (PMMA)	14
2.1.7 聚碳酸酯 (PC)	15
2.1.8 聚酰胺 (尼龙)(PA)	15
2.1.9 聚甲醛 (POM)	16
2.1.10 热塑性聚酯	16
2.1.11 纤维素类塑料	17
2.1.12 聚苯醚树脂	17
2.1.13 氟树脂	17
2.1.14 其他热塑性塑料	18
2.1.15 共混聚合物	19
2.1.16 填充热塑性塑料	19
2.1.17 热塑性弹性体	20
2.2 热固性塑料简介	21
2.2.1 酚醛树脂 (PF)	21
2.2.2 脲醛树脂 (UF)	21

2.2.3	三聚氰胺树脂(MF).....	22
2.2.4	不饱和聚酯树脂(UP).....	22
2.2.5	环氧树脂(EP).....	23
2.2.6	邻苯二甲酸二烯丙酯树脂(PDAP).....	23
2.2.7	有机硅树脂(SI).....	24
2.2.8	聚氨酯(PUR).....	24
2.2.9	热固性聚酰亚胺.....	25
第3章	一次加工.....	26
3.1	配混、掺混和切粒.....	26
3.1.1	热塑性塑料的掺混和切粒.....	26
3.1.2	热固性塑料的配混.....	32
3.2	压塑(模压).....	34
3.2.1	压塑法.....	34
3.2.2	压塑机.....	35
3.2.3	压塑制品设计基础.....	36
3.2.4	压塑模具.....	38
3.2.5	热塑性塑料的压塑.....	38
3.3	传塑(传递成型).....	39
3.4	层压.....	42
3.5	注塑(注射成型).....	45
3.5.1	注塑法.....	45
3.5.2	注塑机.....	46
3.5.3	注塑制品设计基础.....	52
3.5.4	注塑用模具.....	58
3.5.5	注塑的辅助操作与省力化.....	60
3.5.6	特殊注塑法.....	62
3.6	挤塑.....	65
3.6.1	挤出机.....	65
3.6.2	管材、软管、水龙软管.....	69

3.6.3	异型挤出制品	72
3.6.4	吹塑薄膜、挤出平薄膜、拉伸薄膜及复合薄膜	72
3.6.5	板材与片材	77
3.6.6	电线包覆	79
3.6.7	单丝	79
3.6.8	挤出网	80
3.7	吹塑(中空吹塑)	81
3.7.1	挤坯吹塑	82
3.7.2	冷型坯吹塑	84
3.7.3	注射吹塑	84
3.7.4	拉伸吹塑	85
3.8	压延	86
3.8.1	压延机的结构及运行	87
3.9	热成型	90
3.10	反应注塑(RIM)	91
3.10.1	反应注塑法	92
3.10.2	反应注塑制品的用途	93
3.11	发泡塑料	94
3.11.1	发泡聚苯乙烯	94
3.11.2	发泡聚氨酯	95
3.12	增塑糊加工	96
3.12.1	蘸涂	97
3.12.2	涂布	98
3.12.3	搪塑	98
3.12.4	滚塑	98
3.13	粉末加工	98
3.13.1	滚塑	99
3.13.2	蘸涂	99
3.14	铸塑	100

3.15	纤维增强塑料的加工	100
3.16	合成革	101
3.17	边角料回收	102
第4章	二次加工	106
4.1	机械加工	106
4.2	粘接	107
4.2.1	粘接剂粘接	107
4.2.2	热粘接	108
4.2.3	超声波焊接	109
4.2.4	摩擦焊接	110
4.2.5	高频焊接	110
4.3	塑料的表面处理	111
4.3.1	涂饰与着色	111
4.3.2	印刷	111
4.3.3	烫金	112
4.3.4	金属化	113
结束语		115
附录		116
附录1	塑料的性质与加工条件	116
附录2	主要塑料的缩略符号	138
附录3	塑料名词释义	139

第1章 绪 论

塑料工业的发展是惊人的。塑料的历史大约有100年,然而,其飞速进展仅是在近30年间。1980年生产塑料750万吨,消费670万吨。

我们已反复说明塑料之所以这样被大量使用,无非是因为价廉而且容易大量生产。此外,有关各种塑料的制造方法及其性质也有良好的文字记录。

然而,我们不妨设想,任何性质优良的塑料即便能廉价地制造,但如不能将其加工成最终产品,那也是毫无价值的。即,价廉制造塑料同廉价加工成最终产品同样重要。当两者能互相适应时,则可价廉制造塑料制品。

而且,进一步说,当出现某种生产费用低的塑料加工方法时,某种原料塑料的需求就急剧增长,这种例子也不少见。

所谓塑料加工,就是指加工由塑料原料制造厂制造的聚合物,或者经加热、混合等成为塑料的原料,并制成最终塑料制品的全部中间过程,也就是说,其中在塑料原料制造厂内进行的掺混、造粒等也是加工工程的一部分。然而,本书仅稍稍涉及在原料制造厂内的加工内容。此外,对于以液状使用的塑料,即有关涂料、粘接剂等,从成型加工的概念出发,本书亦不予叙述。

将塑料加工成塑料制品的方法多种多样,如表1.1所示。

对于由塑料制成塑料制品,第2章开始部分所叙述的内

表 1.1 原材料与加工方法和塑料制品之间的关系

制 品		薄 膜		片 材		板		管	接头	
加 工 法		挤 塑	压 延	挤 塑	压 延	挤 塑	层 压	铸 塑	挤 塑	注 塑
原 料 树 脂	酚醛树脂						○			
	脲醛树脂									
	密胺树脂									
	不饱和聚酯树脂									
	有机硅树脂									
	环氧树脂									
	邻苯二甲酸二烯丙酯树脂									
	聚氨酯									
	聚氯乙烯树脂	○	○	○	○	○	○		○	○
	聚乙烯	○		○		○			○	
	聚丙烯	○		○		○			○	
	聚苯乙烯					○				
	AS 树脂					○				
	ABS 树脂					○				
	聚酰胺	○								
	聚甲醛									
	聚甲基丙烯酸酯树脂					○		○		
	聚碳酸酯									
	聚对苯二甲酸乙二醇酯	○		○						
	聚对苯二甲酸丁二醇酯									
	聚苯醚树脂									
	氟树脂									

续表

制 品		机 械 器 具 零 件							
加 工 法		压 塑	传 塑	层 压	注 塑	挤 塑	吹 塑	热 成 型	反 应 注 塑
原 料 树 脂	酚醛树脂	○	○	○	○				
	脲醛树脂	○	○		○				
	密胺树脂	○	○		○				
	不饱和聚酯树脂	○	○		○				
	有机硅树脂	○	○		○				
	环氧树脂	○	○		○				
	邻苯二甲酸二烯丙酯树脂	○	○		○				
	聚氨酯				○				○
	聚氯乙烯树脂				○	○	○	○	
	聚乙烯				○	○	○	○	
	聚丙烯				○	○	○	○	
	聚苯乙烯				○	○		○	
	AS 树脂				○	○		○	
	ABS 树脂				○	○		○	
	聚酰胺				○	○			
	聚甲醛				○	○			
	聚甲基丙烯酸酯树脂				○	○		○	
	聚碳酸酯				○	○		○	
	聚对苯二甲酸乙二醇酯				○	○	○		
	聚对苯二甲酸丁二醇酯				○	○			
	聚苯醚树脂				○	○			
	氟树脂				○	○			

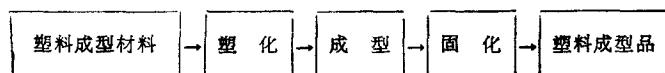
续表

制 品		日 用 杂 品						
加 工 法		压 塑	传 塑	注 塑	挤 塑	吹 塑	热 成 型	铸 塑
原 料 树 脂	酚醛树脂	○	○					
	脲醛树脂	○	○					
	密胺树脂	○	○					
	不饱和聚酯树脂	○	○					
	有机硅树脂							
	环氧树脂							
	邻苯二甲酸二烯丙酯树脂							
	聚氨酯			○				
	聚氯乙烯树脂			○	○	○	○	
	聚乙烯			○	○	○	○	
	聚丙烯			○	○	○	○	
	聚苯乙烯			○	○			
	AS 树脂			○	○			
	ABS 树脂			○	○			
	聚酰胺			○	○			
	聚甲醛			○	○			
	聚甲基丙烯酸酯树脂			○	○			○
	聚碳酸酯			○	○			
	聚对苯二甲酸乙二醇酯			○	○			
	聚对苯二甲酸丁二醇酯			○	○			
聚苯醚树脂			○	○				
氟树脂			○	○				

续表

制 品		容 器				建 材			
加 工 法		吹塑	压塑	传塑	注塑	压塑	层压	注塑	挤塑
原 料 树 脂	酚醛树脂		○	○		○	○		
	脲醛树脂		○	○		○	○		
	密胺树脂		○	○		○	○		
	不饱和聚酯树脂					○	○		
	有机硅树脂								
	环氧树脂								
	邻苯二甲酸二烯丙酯树脂						○		
	聚氨酯								
	聚氯乙烯树脂	○					○	○	○
	聚乙烯	○			○			○	
	聚丙烯	○			○				
	聚苯乙烯				○				
	AS 树脂				○				
	ABS 树脂				○				
	聚酰胺							○	
	聚甲醛				○				○
	聚甲基丙烯酸酯树脂								
	聚碳酸酯								
	聚对苯二甲酸乙二醇酯	○							
	聚对苯二甲酸丁二醇酯								
	聚苯醚树脂								
	氟树脂								

容差不多都是应用塑料热性质的情况。此时的加工方法如下：



按此方式进行的加工方法，包括压塑、传塑、注塑、挤塑、吹塑、压延等主要加工方法。

热塑性塑料和热固性塑料几乎都采用这种方法加工。

然而，也可用如下的特殊成型法。

(1) 液状单体等塑料原料，在模具中利用催化剂或加热使其反应制得塑料制品。

(2) 将两种成分混合，在模具内使其反应制得塑料制品（如反应注塑等）。

(3) 使粉末状或糊状塑料附着在模具上并加热制得塑料制品（增塑糊加工等）。

(4) 使塑料薄膜、片材、板材、管等制品再加热、软化而制得塑料成型品（热成型、吹塑的一部分等）。

以上所述的成型法，在塑料加工中称为一次加工。

塑料成型品几乎都是只用一次加工制得的成品，大多不必象其他材料的制品那样，再进行后加工。这是塑料制品的主要特点，对降低最终产品的成本有很大作用。与其他材料制品的情况比较，需要涂饰和机械加工的情况也较少。

然而，根据情况，塑料制品有时也进行二次加工，这与其他材料的制品一样，容易进行。亦即，机械加工、粘接、制袋、印刷、涂饰、电镀等都可采用。塑料的电镀制品或涂饰制品乍一看和金属制品难以区别。

当考虑某种塑料制品时，虽然其原料如何选择极其因

难，但成型加工方法的选择也同样困难，并且，这两者之间有一定关系。

例如，当考虑加工某一机器外壳时，看上去似乎是很简单的问题，也还要考虑种种成型加工方法。可以列举压塑、传塑、注塑、热成型、反应注塑、纤维增强塑料加工等。当然，现在注塑已成为中心的加工方法，但根据所要求的物性、月产量、总产量、制品大小、制品形状等，有时采用注塑以外的加工方法也是有利的，而且也有用除注塑以外的方法来制造的实例。

又例如，当需要用聚甲醛制造形状简单的轴承时，如果数量不大，不少的情况下，通过切削挤塑棒材来制造，比制作金属模具、用注塑法制造的总费用低廉。

总之，为了满足制品的要求，应首先考虑用最低的费用加工塑料制品，至于加工方法的选择，塑料成型材料的选择，都不应忘记从这个观点出发。

参 考 文 献

- 1) プラスチックス, 32, 6, 工業調査会 (1981)
- 2) 全日本プラスチック成形工業連合会 (著者宛の私信)

第 2 章 塑料成型材料

成型中可使用许多塑料。塑料一般可分为热塑性塑料和热固性塑料。

热塑性塑料是直链型高分子化合物，加热即软化并能加工，冷却即固化，也有的能反复进行此过程。与此相反，通常认为热固性塑料加热即软化并能加工，但继续加热则发生化学反应而固化。然而，这个定义也有时不适用。例如，混入交联剂用于电线包覆的聚乙烯，尽管可以作为热塑性塑料使用，然而由于加热发生化学反应而交联，故不能再加热进行加工。又如聚氨酯是两种液体（二异氰酸酯与多元醇）混合反应的产物，虽可以作为热固性塑料使用，但不能进行加热处理。此外，由于两种液体不同的配方，聚氨酯有时也能成为热塑性塑料，并可用于注塑，故称为热塑性聚氨酯。

由此可见，热塑性塑料与热固性塑料的分类在一些场合下也存在各种问题。

另一种分类法将塑料分为通用塑料（大宗塑料）与工业用塑料（高性能树脂、工程塑料）。通用塑料价格低廉，可用于各种用途；而工业用塑料具有通用塑料所不具有的特性，通常认为是用于能发挥其特性场合的塑料。

一般认为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯树脂及聚苯乙烯都属于通用塑料，ABS也在其列。然而，虽说是通用塑料，但对全部加工领域而言，也不是只要物性符合就一定能用。例如，聚氯乙烯树脂是对挤塑、吹塑、压延最合适的材料之

一，但由于热稳定性不够，因而对注塑就不能说是合适的材料，就压延而言，实际上在所有塑料当中只适用聚氯乙烯树脂。

另一分类法是分为结晶性塑料（包括半结晶性塑料）和非结晶性塑料。

非结晶性塑料是塑料的长链分子绕成一团（热塑性塑料时）或结成网状（热固性塑料时）并保持一定形状的塑料。因而，热塑性塑料如果加热至某温度以上（玻璃化温度），则分子运动变快而呈熔融状态并可以进行加工。聚苯乙烯、ABS、聚碳酸酯都属于非结晶性塑料。

所谓结晶性塑料是指分子结构的一部分成为结晶而保持其形状的塑料。对结晶性塑料加热超过结晶的熔点时，很快呈熔融状态并显示低粘度而体积增大。聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺、聚甲醛、热塑性聚酯树脂等均属结晶性塑料。

各种塑料的主要特征及主要加工方法叙述于下。有关这些塑料的物性数值及其压塑、注塑和挤塑的条件一并汇集在书后，可供参考。

2.1 热塑性塑料简介

热塑性塑料在全部塑料生产量中约占80%或大半，而且，可用注塑、挤塑、吹塑、压延等塑料加工方法中的主要加工方法进行加工。

2.1.1 聚乙烯（PE）及乙烯共聚物

聚乙烯是不透明、半透明、质轻的结晶性塑料，根据其结晶度的不同，分为低密度聚乙烯（LDPE，密度0.91~0.925）、中密度聚乙烯（MDPE，密度0.926~0.940）和高密度聚乙烯（HDPE，密度0.941~0.97）。LLDPE是用低压法