

塑料工业技术手册

【美】彼得·阿·格兰迪里 著

杨世铸 洪 萍 译

福建科学技术出版社

塑料工业技术手册

【美】彼得·阿·格兰迪里 著

杨世铸 洪萍 译

福建科学技术出版社

一九八五年·福州

责任编辑：张仲平

塑料工业技术手册

〔美〕彼得·阿·格兰迪里著 杨世铸 洪萍译

*

福建科学技术出版社出版

（福州得贵巷27号）

福建省新华书店发行

七二二八工厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 7.75印张 156千字

1985年8月第1版

1985年8月第1次印刷

印数：1—21,360

书号：13211·29 定价：1.60元

译者的话

塑料加工工业是一门新兴工业，发展极其迅速。塑料尽管品种繁多，但是它们容易着色、质轻、耐腐蚀、易加工、可回收再利用、有一定的强度和硬度、价格低廉，所以已大量用于制造各种深受喜爱、价廉物美的日用制品，如电视机、收录机、微电脑、各种办公用具、家用电器等。除此以外，塑料还越来越广泛用于飞机、车船、电机、机械、化工、建筑、电子、宇航等部门。塑料加工厂星罗棋布，遍及全国各地。因此熟悉塑料性能，了解和掌握塑料的加工技术和使用的基本知识，已成为许多部门有关人员的迫切要求。

彼得·阿·格兰迪里编写的《塑料工业技术手册》，简明扼要地叙述了各种塑料的性能、加工方法、适用的加工设备、性能测试和典型的应用领域。对塑料的基本组成也做了简要的叙述。书末附有与本书有关的术语解释。全书内容深入浅出、讲求实用，是塑料工业有关人员适用的工具书，也是非专业人员了解塑料知识的参考书。

由于译者水平所限，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

译者

一九八四年十月

前 言

作者的主要目的在于为塑料工业技术人员提供一本内容丰富而又简明扼要的工具书。《塑料工业技术手册》对塑料工业技术人员来说，不仅有助于目前所从事的工作，而且有助于精通其它塑料成型的工艺。本书的内容不但可以解决遇到的难题，而且有助于提高技术人员的水平。本书提供了大量前所未有的资料和数据，可供塑料工业工程师、管理人员、检验员作为快速查阅的工具书。

《塑料工业技术手册》的第二个目的，在于为从事塑料工业的初学者和学生提供一本入门书。本书的内容编排由浅入深，对于外行者也可作为自学用书。本书对基本原理、专有名词、俗语都进行详尽的讨论，可为从事塑料工业或与塑料工业有关的人员的工作打下良好的基础。

随着塑料技术的不断发展和用途的日益扩大，需要更多受过全面训练的熟练人员。对没有专业知识的初学者来说，再没有哪一个领域能比塑料工业提供更好的机会了。塑料的应用方式日益增多，几乎很难找到不用这种材料的地方。在现代住宅中，塑料即可作为装修材料、电话、收音机和电视机的零部件，也可作为地砖、墙壁涂料、电冰箱零部件、家具、搅拌器外壳、浴池、桌面，以及其它许许多多无法一一列举的材料和器具。甚至人们读的书也可能是用塑料涂复的，这样可改进书的强度和耐水性。除家庭用品外，塑料还用于汽车、路灯、公共汽车、船舶、飞机、空间车辆以及许

多多其它方面。

在此，我谨向为本书提供资料的所有原料和设备制造厂致谢。尤其感谢孟山都公司、伊斯曼化学品公司、尤里格拉斯工业公司、CY/RO工业公司、尤里洛和杜雷茨为本书贡献的工艺技术。最后还要感谢我亲爱的女儿琼斯为本书的手稿打字，她的秘书才能、辛勤的工作、组织能力为这本书的完成提供了许多有利条件。

彼得·阿·格兰迪里

目 录

前言		(1)
一、概述		(1)
什么是塑料		(2)
轻质结构材料	 (2)	金属的优点..... (4)
塑料的类型	 (4)	热固性塑料..... (5)
放热现象	 (6)	
二、塑料的基本化学组成和性能		(8)
热塑性塑料		(8)
聚甲醛	 (9)	聚丙烯酸酯..... (9)
纤维素塑料	 (10)	氟碳塑料..... (12)
聚酚氧树脂	 (13)	聚酰胺..... (14)
聚碳酸酯	 (14)	聚酯 (饱和聚酯) (15)
聚烯烃	 (15)	聚苯醚..... (17)
聚苯乙烯	 (18)	聚砒..... (18)
聚氨酯	 (19)	乙烯基树脂..... (20)
热固性塑料		(23)
醇酸树脂	 (23)	烯丙酯树脂..... (24)
环氧树脂	 (26)	三聚氰胺树脂..... (27)
酚醛树脂	 (28)	聚酯..... (30)
聚酰亚胺	 (31)	聚硅烷树脂..... (32)
脲醛树脂	 (33)	
三、注射成型、中空成型、挤出成型		(35)
注射成型		(35)
注射成型机	 (35)	预热和预干燥..... (37)

颗粒料的几何形状.....(37)	润滑.....(38)
模具表面温度.....(39)	注射压力.....(40)
料垫层.....(41)	注射杆行进时间.....(41)
成型周期.....(42)	成型收缩率.....(45)
尺寸公差.....(45)	
注射成型中螺杆的塑化作用.....(46)	
螺杆设计.....(48)	螺杆转动的特点.....(50)
止逆阀.....(50)	料筒的温度控制.....(51)
螺杆的背压.....(52)	螺杆转速.....(52)
注射速度.....(53)	
注射模具的设计.....(54)	
基础设计的考虑.....(54)	模具各零部件的作用.....(57)
浇道套.....(57)	流道.....(58)
浇口.....(60)	阴模、阳模、型芯.....(63)
排气孔.....(64)	冷却水孔.....(66)
卸料机构.....(67)	成型加工中的问题.....(69)
中空成型.....(73)	
挤出—吹塑.....(74)	模具.....(75)
吹塑容器的修整.....(76)	
挤出成型.....(76)	
四、丙烯酸型塑料的加工.....(77)	
片锯.....(77)	带锯.....(78)
剑锯.....(79)	钻孔.....(79)
磨砂和抛光.....(80)	碎裂与裂痕.....(81)
清洗.....(81)	溶剂型粘合剂.....(81)
五、纤维素塑料的加工.....(83)	
关于醋酸酯、丁酸酯和丙酸酯纤维素的加工.....(83)	
机加工.....(83)	钻孔.....(83)
车削.....(84)	铣削.....(84)

锯切.....(85)	剪切、冲切、冲孔.....(85)
磨削.....(86)	转鼓滚光.....(86)
溶浸增亮.....(86)	粘接.....(87)
六、热塑性塑料的其它加工.....(90)	
塑溶胶的加工.....(90)	热合加工.....(90)
压延成型.....(91)	塑料的焊接.....(91)
塑料的镂刻.....(91)	塑料的雕刻.....(91)
滚塑成型.....(92)	棱边折光.....(92)
热铆接.....(92)	热成型.....(93)
七、环氧树脂和聚酯的固化体系.....(94)	
环氧树脂和固化剂.....(94)	聚酯树脂和固化剂.....(95)
固化体系.....(95)	
八、热固性塑料的增强.....(100)	
层压片料的组成.....(100)	
长丝缠绕成型的增强材料.....(101)	
玻璃纤维的工艺性.....(101)	
玻璃纤维的制造.....(102)	玻璃纤维的组成.....(102)
玻璃纤维的结构与织法.....(103)	
处理剂和后处理方法.....(104)	
玻璃纤维的应用.....(105)	
卡氟勒49.....(106)	
九、模压成型和传递模塑成型.....(108)	
模压成型.....(108)	
模具.....(108)	压机.....(108)
模具的安装.....(109)	闭模与开模.....(109)
模具的加热.....(109)	
模压成型的类型.....(110)	
高压模塑成型.....(110)	

模塑料..... (110)	模压程序..... (112)
模压压力..... (113)	加料量的估算..... (113)
模压模具的类型..... (114)	模压成型的优点..... (114)
模压成型的局限性... (115)	
模压问题的处理方法..... (115)	
粘模..... (115)	制品表面灰暗..... (115)
表面起泡..... (115)	制品翘曲..... (116)
制品开裂..... (116)	缺料..... (116)
制品强度不好..... (116)	表面呈桔皮纹..... (117)
表面出现麻点..... (117)	制品有糊斑..... (117)
电性能不好..... (117)	
传递模塑成型..... (117)	
柱塞式传递成型..... (119)	传递模型成型的优点 (119)
传递模塑成型的局限性 (120)	
低压模塑成型..... (120)	
预混模塑料..... (120)	型坯的模塑成型..... (122)
片状模塑料 (SMC) 的成型..... (123)	
模压成型的问题..... (123)	
十、手工铺迭成型..... (127)	
光亮涂层..... (127)	模具的形式..... (128)
低压层压成型..... (130)	
预浸渍模塑料的真空袋压成型..... (130)	
包封袋..... (131)	气袋的密封..... (132)
聚酯湿法铺迭料的真空袋压成型..... (134)	
夹心结构型材..... (135)	
夹层材料..... (135)	蜂窝夹层的湿法铺
芯层上胶..... (137)	迭成型..... (136)
	芯材的粘接..... (137)
十一、热固性塑料的其它加工方法..... (139)	

铸封、嵌铸、浇铸	(139)
浇铸的应用	(139)
长丝缠绕成型	(140)
缠绕花纹	(140)
窄带缠绕成型	(141)
连续拉出成型	(142)
注意事项	(143)
树脂体系	(141)
喷射成型	(142)
聚酯树脂的嵌铸成 型	(142)
工厂或家用粘接剂修补法	(144)
塑料眼镜架的修补	(146)
十二、塑料在电子工业中的应用	(147)
塑料的实验室加工	(147)
真空嵌铸	(147)
真空封装注意事项	(148)
铸封	(150)
发泡操作注意事项	(153)
封装步骤	(148)
真空浸渍	(150)
硬质聚氨酯泡沫	(152)
粘接	(155)
环氧树脂粘接剂	(156)
粘接工艺	(157)
固化剂	(156)
粘接面的准备	(159)
涂层	(162)
涂胶	(163)
加工辅助材料	(165)
实验室工作的良好 习惯	(167)
环氧树脂涂料消除 剂	(164)
实验室的安全注意 事项	(169)
说明书与检验	(170)
说明书	(170)
检验	(171)
十三、热固性塑料的实验	(172)
热固性塑料实验室	(172)
实验室用模压机	(173)
压机的操作	(173)

预浸坯料的实验室制备 (176)	浸渍练习举例 (178)
十四、塑料的物理性能测试 (179)	
质量控制 (179)	
预浸坯料试片的准备 (179)	测试方法 (180)
流动性测试 (180)	挥发份的测定 (181)
树脂固体份含量的测定 (181)	树脂含量 (182)
树脂含量的化学测定法 (183)	固化层压片材中的树脂含量 (182)
比重 (184)	量测法测定树脂含量 (184)
粘度 (185)	纤维体积与孔隙率的测定 (185)
十五、塑料的机械性能测试 (187)	
试验机 (187)	
拉伸测试 (187)	拉伸剪切强度 (188)
弹性模量 (189)	伸长率 (190)
弯曲强度 (190)	抗压强度 (191)
悬臂梁冲击试验 (191)	压痕硬度 (布氏) (191)
压痕硬度 (191)	
十六、塑料性能参考表 (193)	
材料特性 (193)	
醋酸纤维素 (193)	乙基纤维素 (193)
醋酸丁酯纤维素 (193)	硝酸纤维素 (194)
丙酸纤维素 (194)	聚乙烯 (194)
聚丙烯 (195)	聚苯乙烯 (195)
ABS (195)	聚氯乙烯 (196)
聚醋酸乙烯酯 (196)	氯乙烯-醋酸乙烯共聚物 (196)
聚偏氯乙烯 (196)	聚乙醇醇缩丁醛 (197)
聚乙烯醇缩丁醛 (197)	聚四氯乙烯 (197)
聚乙烯醇缩甲醛 (197)	

氟化乙丙烯····· (198)	聚三氟氯乙烯····· (198)
聚碳酸酯····· (198)	聚酰胺····· (199)
聚甲醛····· (199)	聚氨基酯····· (199)
丙烯酸型塑料····· (200)	聚苯醚····· (200)
聚砒····· (201)	离子型聚合物····· (201)
苯氧基树脂····· (201)	乙丙嵌段共聚物····· (201)
聚苯硫醚····· (201)	玻璃纤维粘接云母····· (202)
甲基戊烯树脂····· (202)	氯化聚醚····· (202)
聚酰亚胺(热塑性)····· (202)	聚酰亚胺(热固性)····· (203)
酚醛塑料····· (203)	苯酚-糠醛树脂····· (204)
脲醛树脂····· (204)	三聚氰胺树脂····· (204)
聚酯····· (205)	醇酸树脂····· (205)
烯丙酯树脂····· (205)	环氧树脂····· (206)
聚硅烷····· (206)	
塑料的物理机械性能····· (207)	
抗张强度····· (207)	耐压强度····· (208)
抗弯曲强度····· (209)	比重····· (209)
可连续使用的温度范围(210)	吸水率····· (211)
自熄性的树脂····· (211)	模制品透明的树脂····· (211)
适宜室外应用的树脂(212)	耐有机溶剂的树脂····· (212)
耐磨性好的树脂····· (212)	绞合性好的树脂····· (212)
长度测量仪器····· (213)	
千分尺····· (213)	游标卡尺····· (213)
刻度盘式卡规····· (214)	钢尺····· (214)
密度····· (214)	
塑料的商品名····· (216)	
缩写词····· (219)	
工厂常用术语····· (220)	
附录: 术语解析····· (223)	

一、概 述

在合成塑料问世之前，建筑和生产上使用的绝大部分材料都依赖于天然物质，如金属、木材、橡胶、沥青及各种矿物质。这些材料虽然至今仍到处可见，但在许多情况下，已被一种叫塑料的新型材料所取代。通过化学工作者的努力，现在我们有了解能满足几乎所有工程要求的各种塑料。

第一种人造塑料是硝基纤维素。它是由美国和欧洲的化学家研制出来的。他们试图找出以木材和棉花为原料的纤维素的新用途，终于通过硝酸处理棉纤维成功地合成了这种新的化学物质。1970年，一位叫约翰·韦斯利·哈特的年轻印刷工与他的兄弟把樟脑加入硝基纤维素，成功地制出了第一种商业塑料，取名赛璐珞。这种新材料用于制造梳子、刷子、照相底片、清漆，以及早期的汽车窗户及安全玻璃。但由于赛璐珞本身有两个缺陷：一是易燃，二是做成透明薄膜易变黄，这两个弱点大大地限制了它的广泛应用。

市场上出现的第二种塑料叫贝克莱特。它是由利奥·贝克莱特博士1909年发明的。贝克莱特博士企图找到一种合成涂料，以代替从虫胶及其它昆虫中制出的虫胶漆片。他开始是用苯酚和甲醛相互作用，经过了多次试验，终于用催化剂使这两种化学物质化合生成了这种新物质。贝克莱特除用做清漆和油漆外，还可用于模塑、压铸、粘合及电绝缘。

现在称贝克莱特为酚醛，它已经发展成为了最通用的塑料之一。

什么是塑料

绝大部分塑料是能流动、成型及固化的人造材料，是由石油、煤、空气、水和农副产品这些物质中提炼出的化学物质制成的。生产程序是从原料制造厂开始的，他们先把各种化学物质合成为可溶性固体或糖浆状液体，称为树脂。然后塑料加工厂购回这些原料，通过适当的加工方法和设备，把树脂转化成产品。

塑料不象金属。它质轻、手感好、易成型，容易通过模塑、浇铸或层压等方法复制出形状复杂的制品。因为塑料不导电，所以广泛用做绝缘材料。塑料导热性很差，所以可用做壶柄、电烫斗把手、电冰箱外壳及热水瓶。

塑料性能全面。有些塑料透明度很好，大部分塑料可着色成各种颜色和色调。有一种叫丙烯酸酯的塑料比玻璃更为透明。塑料染色只要把颜料与原料混合，制品就不必再上色。塑料制品外表不受大气腐蚀的影响，而有些金属常被大气腐蚀。塑料质轻是优于金属的另一个特点，某些塑料如聚丙烯就比水轻，可浮于水面。

轻质结构材料

塑料具有发泡的能力使轻质结构的概念面貌一新。硬质聚氨酯泡沫已广泛用做家具和其它结构件。每立方厘米重0.128克的硬质聚氨酯泡沫板的强度颇为引人注目，因为每立方厘米的水的重量是1克。

轻质结构材料的另一重大发展是把塑料粘接剂和蜂窝状粘结材料及表面装饰材料一起做成的复合板材，它具有优异

的单位重量比强度。蜜蜂发明了蜂窝结构，启发人类把空洞的蜂窝转变为商业效益。通常的蜂窝结构按体积计算，97%为空气，3%为金属或纤维，而要用97%为空气的某种材料在工业上是难以实现的。蜂窝结构已进入一些基础领域，如运输、建筑、照明、飞机、导弹、电子工业、材料处理、家庭用具、仪器等。

在结构材料领域，高强度蜂窝状板材和类似硬质聚氨酯泡沫的轻型塑料将是一种有希望的结构材料。例如，随着石油和其它能源的日益衰竭，相应要求越来越轻的车辆，使用塑料使这样的轻质结构成为可能。事实上，工程师和建筑师们总是在寻找价廉、质轻、强度高、易加工而又性能可靠的材料。

金属化塑料 许多塑料能涂复一层金属薄膜以改变其外观或满足某种实际应用的需要。尤其是ABS，非常适合于沉积金属薄膜。

光亮的镀铬塑料非常流行。在外观上这些塑料与金属很难区别，除非用手掂量，才易鉴别出比金属轻得多的塑料。

自来水管和玩具属于金属化塑料最普遍应用之列。

人体的移植 塑料进入外科手术的重要突破是用塑料进行人体的移植。强韧无过敏反应的塑料越来越多地用于代替损坏的血管以及人体其它受伤部位。较软的硅橡胶也用于人体移植，但主要是用于化妆整容。

大批量生产 现在生产的塑料产品速度之快，数量之多应归功于注射成型、模压成型和传递模塑成型这些工艺的巨大进展。自动化和半自动化设备的不断改进，再加上树脂性能的改进，使塑料成型固化时间更短，操作更简便。

耐化学药品性能 许多塑料适合于要求耐特种化学物质的应

用。除了极少数塑料（如氟塑料）例外，大部分塑料都会被一两种化学物质所侵蚀。但是，一种特定的塑料虽然不耐某些化学物质，但对许多其它的化学物质却有很强的抵抗作用。只要细心选用，质轻、不碎的塑料可用于代替玻璃或不锈钢做为化学药品容器。在许多情况下，塑料可以代替不锈钢用做排除化学药品蒸汽的工业导管。

金属的优点

一般地说，金属在强度和耐热性方面都优于塑料。虽然有的塑料短时间可耐高温，但没有一种塑料能与可在高温下连续使用的金属相匹敌。不过大部分的结构件和制品一般并不要求耐高温。

即使由于塑料的冲击，金属和其它材料在市场上仍保持它们适当的地位。虽然塑料的一些原材料确实难得，但它不象金属，它可以从许多不同的、易得的原料中制取，甚至可以从玉米芯和燕麦皮中制取。工程师们当然希望可选用的材料品种齐全，尤其对美观、经济和实用多种综合性能的材料更感兴趣。

塑料的类型

塑料分为两大类：热塑性塑料和热固性塑料。

热塑性塑料是永远保持可熔性的材料。这意味着适当加热就会熔融。对于每一种特定的热塑性塑料都有一个特定的温度，在这一温度下材料开始变形，这一温度就叫热变形温度。大部分热塑性塑料制品的生产原料都是颗粒状或粉末状的可熔性的固体（如在注射成型和挤出成型中所用的原料）。它们可以简单地加热熔融成一定的形状，废品可以破碎回收