



最新新型工程材料生产 新技术应用与新产品开发研制 及行业技术标准实用大全

材料成型技术

卷

学苑音像出版社

最新新型工程材料生产新技术 应用与新产品开发研制及 行业技术标准实用大全

TB3-51/2989 v.7

材料成形技术卷

主编：董奇非

学苑音像出版社

最新新型工程材料生产新技术 应用与新产品开发研制及 行业技术标准实用大全

董奇非 主编

出版:学苑音像出版社

开本:787×1092 1/16

发行:全国新华书店

字数:5500 千字

版次:2004 年 11 月第一版

印张:248

印次:2004 年 11 月第一次印刷

印数:1-500 册

ISBN 7-88050-205-X

光盘定价:2580.00 元(1CD+手册十卷)

编委会

主 编：董奇非

编 委：蔡汉彬

蒙晓敏

黄 龙

陈 伟

马晓强

陈 征

吕景婷

王建平

许志华

李 彬

胡建立

黄旭恒

周汉珍

赵 刚

李永前

袁晓敏

杨 威

肖 军

苏 茂

李 辉

卢建伟

王 洋

潘伯津

黄宇翔

前 言

工程材料是工业生产的物质基础，是衡量一个国家经济实力与技术水平的重要标志。它与信息、能源并列为现代文明的三大支柱，是当今人类社会赖以生存和发展的重要条件。因此对工程材料的认识水平、掌握和运用能力，对于一个现代化国家的科学技术和经济实力、综合国力以及社会文明的进步都将产生至关重要的影响。

工程材料品种繁多，性能各异，尤其是改革开放以来，新材料，新产品更是层出不穷。目前崖的产业革命和发展对特殊性能的材料、功能材料提出了更多的需求，导致一系列新材料的出现。如高强材料的应用和加工速度的提高导致一系列陶瓷、氮化物、氧化物等新型刀具材料的出现；发动机温度的提高，高效率绝热发动机的设计，导致一系列新型高温合金和高温陶瓷及有序金属间化合物等高温材料的出现；汽车轻量化和节能的要求导致高强度、高成形性的材料双相钢、IF钢、增磷钢等新型钢板的发展；飞行速度的提高以及减轻飞行物重量所带来的巨额效益，导致高比强度的新材料，如铝锂合金、工程塑料、复合材料等新材料的发展；高性能电机（尤其是汽车电机）的要求，导致了高磁化能的钕铁硼材料和非晶态材料的出现；知能化高效率加工线和高精度的加工要求，导致耐磨材料和表面处理工艺的发展（如激光、离子注入等）；通信、计算机产业的发展导致新型通信材料——光导纤维、敏感材料及大规模集成线路专用材料的发展；生物工程、生物医学、仿生设计的发展导致一系列功能材料的发展。这些新材料的发展不仅满足了国民经济有关产业的需要，而且新材料的开发生产本身又形成了巨大的产业，为国民经济创造重要价值，可见工程材料在国民经济中占有多么重要的地位。

工程材料是机械工业的重要物质基础。据对机械工业材料消耗的总量分析，其中60%左右是冶金部门提供的钢材，另有5%左右是由原材料部门提供的有色金属材料和高分子原材料等，其他还有35%左右属于机械工业专用材料。包括大

型铸锻件、铸钢件、铸铁件、电工材料、仪表材料、粉末冶金、工程塑料、复合材料、胶接密封材料、绝缘材料、润滑油品、包装材料和磨料等。如此众多的材料通过各类加工，将转化为数以万计的机械产品，这就必须根据零部件不同的服役条件，合理选用材料，进行加工、改性、处理、性能评定、质量监控，从而构成了成套的材料应用技术，它是机械工业中重要的共性基础技术之一。

七门课程成套教科书。材料工程基础是继材料科学导论、材料科学基础之后开的课程，在学生已掌握材料发展、分类和材料科学的基本知识基础上，主要讲授材料制备科学与技术方面的内容，即讨论成为最终适用的材料和制品的全过程的科学与技术问题。随着新材料的发展和对传统材料要求的提高，材料制备工程的成材技术显得更加重要，往往已发现的高性能材料，如1986年出现的高温超导材料，由于成材技术困难至今难于实现强电应用。现代陶瓷有着强度高、密度小、资源丰富等优越特性，有可能取代传统的金属结构材料，但若没有合理的制备工艺和技术来提高韧性，降低成本，也不会有竞争力。

随着科学技术及经济的发展，我国有关工程材料的标准亦在不断更新和完善。对于与工程材料有关的各行业人员，及时地了解和掌握现行标准规定的内容是十分重要的。然而由于涉及工程材料的标准文件很多，其量很大，一般读者不可能具备就近查阅全部标准文件的条件。本丛书在广泛的材料品种范围内，精心选编了标准中有关各种材料的牌号、化学成分和主要性能指标的资料，并编入了有关工程材料的基本知识，使读者在总容量不太大的一本手册中，即可方便地查阅和掌握工程材料的最重要标准数据。在需要时，读者可根据手册中所提供的某一标准号，进一步查阅该标准的全文，以获得有关该材料的全部资料。

限于时间和水平，书中不足之处敬请各界朋友指正。

丛书编委会

2004年11月

目 录

第一章 塑料成形技术	(1)
第一节 塑料的组成、分类及主要成形方法	(1)
一、塑料的组成及其结构特点	(1)
二、塑料的分类	(2)
三、塑料的可加工性及主要成形方法	(3)
第二节 塑料成形理论基础	(5)
一、塑料的粘弹性	(5)
二、塑料的流变性	(7)
三、塑料成形过程的物理和化学变化	(11)
第三节 注射成形(型)及其模具	(14)
一、注射成形的特点	(14)
二、注射模具结构及模具设计	(17)
第二章 铸造工艺设计	(24)
第一节 铸造工艺方案的确定	(24)
一、零件结构的铸造工艺性	(24)
二、浇注位置的选择	(28)
三、铸型分型面的选择	(29)
四、型芯的设计	(32)
第二节 浇注系统设计	(35)
一、液态金属在浇注系统基本组元中的流动	(35)
二、浇注系统的种类	(39)
三、浇注系统的计算	(40)
四、各种合金铸件浇注系统的特点	(45)
第三节 冒口、冷铁设计	(47)

一、冒口的设计	(47)
二、冷铁的设计	(55)
第三章 铸造工艺方案设计和规程的编制	(59)
第一节 铸造工艺方案的确定	(61)
一、零件结构的铸造工艺性分析	(61)
二、选择造型(芯)方法和砂型(芯)种类	(65)
三、选择铸件的浇注位置	(65)
四、选择铸型分型面	(66)
五、砂箱中铸件排列数量的确定	(68)
第二节 砂芯设计	(68)
一、砂芯分块	(69)
二、芯头结构	(69)
第三节 铸造工艺参数	(73)
一、铸造线收缩率	(74)
二、机械加工余量	(74)
三、起模斜度	(75)
四、最小铸出孔、槽	(76)
五、分型负数	(76)
六、工艺补正量	(78)
七、反变型量(反挠度)	(79)
第四节 铸造工艺文件	(80)
一、常用铸造工艺符号及表示方法	(81)
二、常用铸造工艺卡片格式	(86)
第五节 铸造工艺实例分析	(88)
一、箱体类	(88)
二、筒体类	(92)
三、轮盘类	(93)
第六节 铸造工艺 CAD 简介	(95)
一、铸造工艺 CAD 的基本概念	(95)
二、铸件凝固模拟及铸造工艺优化	(95)
第四章 塑性加工成型	(98)
第一节 塑性成型原理	(99)
一、金属塑性变形的实质	(99)
二、金属的塑性和变形抗力	(101)

三、金属塑性变形后的组织和性能	(102)
四、金属的可锻性	(105)
五、金属的超塑性	(108)
第二节 自由锻	(108)
一、自由锻工序	(109)
二、自由锻工艺规程的制订	(109)
三、锻造工序的选择	(112)
四、自由锻件的结构工艺性	(114)
第三节 模型锻造	(116)
一、锤上模锻	(117)
二、胎模锻	(126)
三、其他设备上的模锻	(128)
第五章 冷挤压工艺设计	(133)
第一节 挤压件图的设计	(133)
一、设计原则	(133)
二、挤压件图设计	(138)
第二节 毛坯尺寸计算	(141)
第三节 许用变形程度	(143)
一、冷挤压变形程度的表示方法	(143)
二、变形程度计算公式	(143)
三、许用变形程度	(144)
第四节 冷挤压件的尺寸精度及表面粗糙度	(149)
一、冷挤压件的合理形状和尺寸	(149)
二、挤压件的尺寸精度和表面粗糙度	(151)
第五节 挤压零件分类	(155)
一、轴类零件	(155)
二、中空零件	(156)
三、凸缘类零件	(156)
四、齿形零件	(158)
五、凸爪类零件	(161)
第六节 冷挤压变形工序设计	(161)
一、半轴冷挤压变形工序设计	(162)
二、梭心套筒冷挤压成形工序设计	(163)
三、轮胎螺母冷挤压成形工序设计	(166)

四、对向孔阶梯形零件的变形工序设计	(170)
五、齿轮挤压成形工序设计	(172)
第六章 温热挤压工艺	(174)
第一节 挤压温度选择	(175)
一、钢在温热状态下的塑性	(175)
二、钢的变形抗力	(176)
三、挤压温度选择	(178)
第二节 温热挤压的润滑	(179)
第三节 温热挤压的挤压力	(182)
第四节 温热挤压模具	(188)
一、模具材料	(188)
二、模具结构特点	(190)
第七章 材料焊接工艺	(191)
第一节 一般要求	(191)
一、焊前的要求	(191)
二、焊接过程的要求	(192)
三、焊后的要求	(192)
第二节 管子对口的点固焊	(193)
一、点固焊的方法	(193)
二、点固焊的要求	(193)
三、点固焊的焊点数量及点固部位	(193)
四、点固焊焊点尺寸	(194)
第三节 碳素钢管的焊接	(194)
一、手工电弧焊的操作技术	(194)
二、手工钨极氩弧焊的操作技术	(200)
第四节 珠光体耐热钢的焊接	(205)
一、珠光体耐热钢的性能	(205)
二、钢的焊接性	(205)
三、一般要求	(206)
四、焊接工艺技术	(207)
第五节 奥氏体不锈钢的焊接	(208)
一、奥氏体不锈钢的性能	(208)
二、焊接中需解决的难点	(208)
三、解决晶间腐蚀的途径	(209)

四、焊接工艺要点	(209)
第六节 异种钢接头的焊接	(210)
一、钢材的性能	(211)
二、焊前准备和要求	(213)
三、焊接工艺	(213)
第八章 粉末冶金和非金属材料成型	(214)
第一节 粉末冶金	(214)
一、制取粉末的方法	(215)
二、成型	(216)
三、烧结	(221)
第二节 塑料制品成型	(223)
一、塑料的分类	(223)
二、塑料的成型方法	(223)
第三节 橡胶制品成型	(226)
一、概 述	(226)
二、橡胶成型加工	(226)
第四节 现代陶瓷成型	(228)
第五节 复合材料成型	(230)
一、树脂基复合材料的成型	(230)
二、金属基复合材料的成型	(232)
三、陶瓷基复合材料的成型	(233)
第九章 金属切削机床与表面加工方法	(234)
第一节 概 述	(234)
第二节 金属切削机床及其加工范围	(236)
一、车床和车削加工	(236)
二、孔加工机床和孔加工	(243)
三、铣床和铣削加工	(253)
四、刨床、插床和刨削、插削加工	(259)
第三节 磨床与砂轮	(263)
一、磨床	(263)
二、砂轮	(268)
第四节 螺纹加工	(271)
一、普通螺纹的主要参数	(271)
二、车削螺纹	(272)

三、铣削螺纹	(273)
四、攻丝和套丝	(274)
五、磨削螺纹	(276)
六、滚压螺纹	(276)
第五节 齿形加工	(277)
一、成形法	(277)
二、展成法	(279)
第六节 光整加工	(285)
一、研磨	(285)
二、珩磨	(287)
三、超精加工	(289)
第十章 材料电镀技术工艺	(291)
第一节 概 述	(291)
第二节 工艺流程	(292)
一、工艺类型	(292)
二、工艺安排	(293)
三、典型工艺流程	(295)
第三节 前后处理与有关工艺	(296)
一、镀前准备	(296)
二、镀后处理	(308)
三、清洗和干燥	(313)
四、退镀	(317)
第十一章 有色金属热处理	(320)
第十二章 橡胶及其模塑成形工艺	(334)
第一节 常用橡胶材料添加剂	(334)
一、硫化剂	(335)
二、硫化促进剂	(336)
三、填充剂	(337)
四、防老剂	(338)
五、软化剂	(339)
六、其它添加剂	(340)
第二节 橡胶材料的主要品种	(340)
一、天然橡胶	(340)
二、丁苯橡胶	(341)

三、丁腈橡胶	(341)
四、氯丁橡胶	(343)
五、氟橡胶	(344)
六、硅橡胶	(344)
七、乙丙橡胶	(344)
八、氯磺化聚乙烯橡胶	(344)
九、聚氨酯甲酸酯橡胶	(345)
第三节 橡胶模塑制品的成形	(345)
一、生胶的塑炼	(345)
二、胶体的混炼	(348)
三、橡胶的模压成形	(350)
四、橡胶的注射成形	(351)
第十三章 粉末冶金成形工艺	(354)
第一节 粉末冶金成形简介	(355)
一、粉末材料的制取	(355)
二、粉末成形	(359)
三、烧结	(363)
四、后处理	(364)
第二节 粉末冶金成形的应用	(364)
一、机械零件常用的粉末冶金材料	(365)
二、工具件常用的粉末冶金材料	(367)
三、其它方面应用的粉末冶金材料	(367)
第三节 粉末冶金制品的结构工艺性	(367)
一、避免模具出现脆弱的尖角	(367)
二、避免模具和压坯局部出现薄壁	(369)
三、锥面和斜面需有一小段平直带	(370)
四、需要有脱模斜度或圆角	(370)
五、压坯形状要适应压制方向的需要	(370)
第四节 粉末冶金制品的常见缺陷分析	(372)
第十四章 陶瓷材料的成形工艺	(375)
第一节 特种陶瓷粉体的性能及制备	(375)
一、特种陶瓷粉体的基本物理性能	(375)
二、特种陶瓷粉体的制备方法	(376)
第二节 特种陶瓷的成形方法	(378)

一、配料及制备中应注意的工艺问题	(378)
二、注浆成形	(381)
三、热压铸成形	(381)
四、可塑法成形	(383)
五、模压成形	(384)
六、等静压成形	(385)
七、带式成形法	(386)
第三节 特种陶瓷的烧结	(387)
一、烧结的一般概念	(387)
二、特种陶瓷的烧结方法	(387)
第十五章 快速成形新工艺	(389)
第一节 快速成形的原理及快速成形过程	(389)
一、快速成形的原理	(390)
二、快速成形的过程	(390)
三、零件三维模型的构成	(390)
四、三维模型的近似处理与切片处理	(393)
第二节 快速成形工艺及快速成形机	(393)
一、SLA 成形工艺	(394)
二、SLS 成形工艺	(396)
三、FDM 成形工艺	(397)
四、LOM 成形工艺	(398)
五、DSPC 成形工艺	(400)
第三节 快速成形技术的发展及应用	(401)
一、快速成形在工业领域的应用	(401)
二、快速成形在医疗领域中的应用	(404)

第一章 塑料成形技术

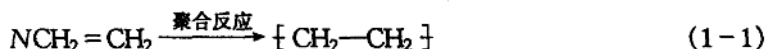
塑料不仅来源丰富、成本低廉，而且具有密度小、比强度高、绝缘性能好、化学稳定、减振和耐磨等优点。塑料在现代化工业和日常生活中得到了日益广泛的应用，在材料成形工程中的地位也日趋显要。因为塑料的组成、结构和性能与金属不同，故其成形理论、成形方法及其成形用模具都与金属的有很大差别。

第一节 塑料的组成、分类及主要成形方法

一、塑料的组成及其结构特点

塑料是以树脂为主要成分的高分子材料。树脂分为天然树脂和合成树脂两大类，塑料多采用人工合成的合成树脂。合成树脂相对分子质量很大，化学上称之为聚合物。为了改善性能、满足成形及使用要求，必须在聚合物中添加一定数量的稳定剂、填充剂、增塑剂、润滑剂、着色剂、固化剂等助剂。因此，可以认为塑料是一种聚合物和某些助剂结合成的高分子化合物。

低分子化合物单体经过聚合反应转变成大分子物质，其原子以共价键的方式形成大分子结构，相对分子质量一般不低于 10^4 。例如，聚乙烯就是由许多个乙烯单体分子经聚合反应生成的，其反应式为



式中 N 是聚合物所含结构单元的数量，称为聚合度。 N 值越大，聚合物大分子的相对分子质



图 1-1 大分子的长链结构

(a) 大分子链；(b) 大分子链的交缠

量越高。聚合物相对分子质量具有多分散性，即同一聚合物体系内各个大分子的相对分子质量会因聚合度不同而有差异，这个差异与聚合反应时的各种工艺因素有关。

如图 1-1 所示，聚合物大分子基本上都呈长链状结构，犹如一根细丝，十分容易弯曲，成蜷曲状，彼此之间互相交缠。大分子中的各个单体通常由碳—碳键连结在一起。碳—碳键彼此相接时有一定的角度，这个角度在外力作用下能增大或减小；碳—碳键还可以自由旋转。这两种特性被称为聚合物的柔顺性，导致其具有一定的柔软性和弹性。如图 1-2 所示，聚合物的链状结构可分为线型结构、支链型（树枝型）结构和体型（网状）结构三种类型。

二、塑料的分类

按制造方法，塑料可分为聚合树脂塑料和缩聚树脂塑料两类；按成形性能，塑料可分为热塑性塑料和热固性塑料两类，前者主要由聚合树脂制成，后者大多以缩聚树脂为主，常用塑料名称及英文代号如表 1-1 所示；此外，按用途，塑料还可分为通用塑料，工程塑料和特殊用途塑料等。

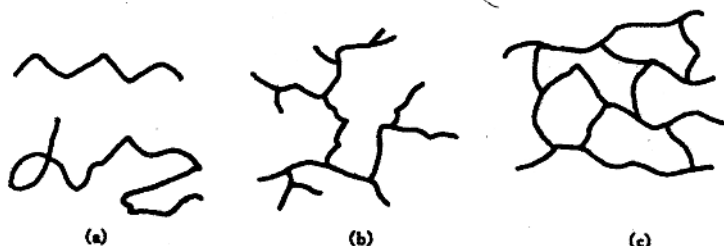


图 1-2 大分子链结构的类型

(a) 线型大分子；(b) 支链型大分子；(c) 体型大分子

表 1-1 常用塑料名称及英文代号

塑料种类	塑料名称	代号
热塑性塑料	聚乙烯(高密度、低密度)	PE (HDPE, LDPE)
	聚丙烯	PP
	聚苯乙烯	PS
	丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物	ABS
	聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)	PMMA
	聚苯醚	PPO
	聚酰胺(尼龙)	PA (N)
	聚砜	PSF
	聚氯乙烯	PVC
	聚甲醛	POM
热固性塑料	聚碳酸酯	PC
	酚醛	PF
	脲醛	UF
	三聚氰胺甲醛	MF
	环氧	EP
	不饱和聚酯	UP

热塑性塑料的特点是受热后软化或熔融，冷却后固化，再加热仍可软化。这类塑料的分子结构呈线型或支链型结构，受热后具有可塑性。热固性塑料在开始受热时可以软化或熔融，一旦固化成形就不会再软化，即使加热到接近分解的温度也无法软化，而且也不会溶解到溶剂中。这类塑料在加热开始时也具有线型或支链型结构，但受热后逐渐结合成体型结构。

三、塑料的可加工性及主要成形方法

如图 1-3 所示，随着温度的升高，塑料将呈现玻璃态、高弹态、粘流态三种物理状态。图中： θ_g 称为玻璃化温度，是聚合物从玻璃态转变为高弹态的临界温度； θ_f 称为粘流温度，是聚合物从高弹态转变为粘流态的临界温度； θ_m 称为熔点，是结晶聚合物的熔融温度； θ_d 称为热分解温度，是聚合物在高温下开始分解的临界温度。玻璃态是塑料的使用状态， θ_g 是衡量制品使用范围的重要标志之一， θ_g 越高，制品对环境温度的适应性越