

塑料制品设计

揣成智 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细介绍了塑料制品设计所需要的设计基础、设计方法、设计分析、最低成本模型、设计参数及载荷的确定。另外，还介绍了计算机辅助设计及塑料材料的性能，从测试、质量控制（QC）、产品的失效形式、安全因子等方面论述了设计的可靠性。

本书内容全面，并配有大量的图例，反映了塑料制品设计的发展水平。

本书可作为从事塑料制品设计、塑料成型加工、塑料成型模具设计的研究、设计、制造及生产的工程技术人员、生产人员、管理人员的参考书，也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

塑料制品设计/揣成智主编. —北京：化学工业出版社，
2008.3
ISBN 978-7-122-02307-0

I. 塑… II. 揣… III. 塑料制品-设计 IV. TQ320.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 031387 号

责任编辑：白艳云 杜春阳

文字编辑：林 丹

责任校对：宋 夏

装帧设计：史利平

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 10½ 字数 281 千字

2008 年 1 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：28.00 元

版权所有 违者必究

第 1 章 塑料性能与塑料成型加工

1.1 概述

一个世纪以来，由于塑料具有品种多、性能优良和生产工艺高速、低能耗等优点，而得到了广泛使用，塑料已经为全世界创造了巨大的经济效益。通过现代化学和工程技术的结合，塑料制品极大地提高了现代人的生活水平。借助塑料，几乎能生产出满足很多需要的产品，如果现在没有塑料产品，那世界将是令人难以想象的。

对材料的深入了解以及加工控制设备的改进，都极大地拓展了塑料产品的使用性能。根据不同行业和工业市场的需要，人们对塑料制品的要求主要包括以下几个方面：重量轻、拉伸强度高；包装精、表面光滑而不需二次加工；不同环境下的抗降解性、各种环境下保持良好的使用性能；适于批量生产；颜色范围较宽及有较好的表面状态；较高的耐冲击性和耐撕裂性；可用在负载结构的工业产品上；可以调节使用寿命（从降解到非降解产品）；在生产中可在新料中加入回用料，也可单独使用回用料；复杂形状的制品——包括许多用其他方法难以成型或用其他材料不能成型的，用塑料可以成型并且方法简单；在农业上使用的薄膜应具有透气性；以及耐热和耐烧蚀等性能。

塑料材料在人类的发展中起着重要的作用，由于塑料材料的性能有很宽的调整范围且容易加工成型，所以能被用来生产从简单到复杂的各种制品，并且制品的性能可根据客户的需要而调节。不过，目前塑料产品的设计并未达到尽善尽美，还有很多可提高的空间，在塑料材料、成型加工、机械工程设计等方面也都应该进行不断的改进。

塑料工程设计在不同加工过程和不同材料方面有了很大的改

此为试读，需要充值即可继续阅读，www.citongbook.com

进，但是市场需求仍要求设计效率、产品质量、生产质量和零件精度进一步提高，而费用尽量减少，这些需求涵盖了产品设计的整个过程，生产者可通过对加工工程进行改进和简化加工工序来完成，以获得令人满意的产品。

为了满足市场的需要，产品设计者必须具备塑料方面的知识，如加工过程、机械及外界负载压力的影响等。其中产品的负载包括短时间的静压力如拉伸、弯曲、扭曲等，长时间的动压力如蠕变、疲劳、冲击、运动控制等。一个成功的设计不可能仅靠一个灵感而产生，因为设计是一个非常复杂的工作，不仅需要直觉和创造力，还要受到经验和技术的影响。经验在设计中起着重要的作用，所以设计者的经验必须紧跟材料和加工领域的最新发展。要想将一个想法转换成一种现实的产品，对于材料的了解和预先知道一些与加工技术有关的知识是非常必要的。

在设计任意一种产品时，如软包装袋、硬质容器、医用器械、汽车、船、水下装置、弹性管、建筑材料、飞机、导弹、太空船等，设计者都需要了解许多知识，包括工程学方面和非工程学方面的知识。设计这样的产品，通常需要不同专业的专家合作。只有综合考虑各方面的因素，设计出的产品才能保证质量，才能是一个满足使用需要的产品。在市场中，每个合格的产品都是在考虑了所有需要考虑的设计因素后才能得到的。

塑料产品的设计可以说是一种挑战。我们日常生活中看到的许多产品都只是为了满足实用的需要，并非是严格的产品设计。这些日常用品不需要接受复杂的设计分析，因为它们不会承载高的静载荷和动载荷。它们的设计仅仅需要来自塑料材料供应商提供的材料性能方面的数据，例如容器、杯子、玩具、盒子、计算机外壳、收音机外壳、电视机外壳、熨斗、娱乐产品、非结构或建筑物、汽车和飞机内部使用的各种次结构产品等。设计工程师必须知道何时使用实践的方法设计，何时使用严格的方法设计或者两者合二为一。

塑料不仅有优点，也有缺点和一些使用上的局限性，正如其他材料（钢、木材等）一样，遗憾的是没有一种材料（塑料、钢等）

能满足所有的需要，如图 1-1 所示。值得注意的是，人们经常忽略了使用了几百年材料的缺点，却常常过分强调新材料的缺点。铁和钢在高温环境下（815℃）易损坏，常用的做法是涂上一层保护涂层（塑料、水泥等），使得它们免于破坏。木材是非常有用的材料，但易腐烂，易燃。混凝土易破碎。这些材料有各自的缺陷并不意味着钢、木材或混凝土不能被使用，这个道理也应该同样适用于塑料。在许多方面，短期使用塑料制品比用其他材料的制品优点多很多。塑料具有非常优秀的性能，如低密度、较强的耐穿透性、良好的热绝缘性、较高的机械缓冲性、高耐腐蚀性和耐化学侵蚀

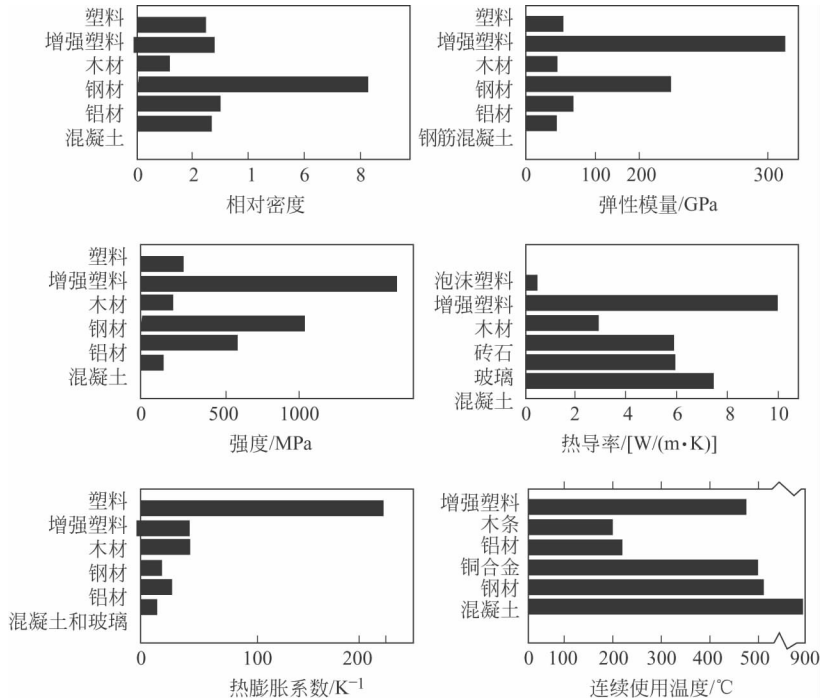


图 1-1 材料的力学和物理性能 (FALLO 塑料)

性，以及极好的电绝缘性。有些塑料，当它们暴露在阳光或紫外线下，或者在气候的作用下会出现老化，而有些塑料则具有很好的抗

老化性能。

在设计允许的范围内，由于负载的作用，当应力超过屈服点时会产生永久形变，这可以直接由普通的拉伸应力-应变图确定。而大多数塑料的行为变化则更多依赖于施加负载的时间、负载的历史、相关的温度周期及环境情况。对这些条件缺少了解会导致塑料产品的设计缺陷。

当前生产的塑料材料，其性能信息和数据都会在手册中提供，读者可以从供应商或相关数据库中得到最新的和较详细的信息。由于塑料材料总是有新的发展，保持数据更新便十分必要了。这对于确保所生产的产品能够满足其性能需要是十分重要的。许多塑料产品在市场上的成功或失败都归结于最初材料的选择、加工过程和成本的因素。

对于许多材料而言（塑料和金属等），特别是使用回收塑料时，如果没有合适的处理工艺，那将会使加工过程变得复杂。塑料作为材料中的一个大家族，每一种都有自己特殊的优点和与众不同的性能。例如聚乙烯，它有许多类型，包括低密度聚乙烯（LDPE）、高密度聚乙烯（HDPE）、高分子量聚乙烯（HMWPE）等，对于设计者和制造者来说，主要的考虑是分析有哪些需要达到的性能并从可用的材料中做出合理的选择，

我们要认识到，对于绝大多数塑料产品来说，所需满足的条件也仅仅是我们人类所面对的条件，比如环境（温度等）。因而不必为多数塑料不能像钢材那样耐热之类问题困扰。同样应该明白，虽然我们使用的大多数塑料没有很高的弹性模量或耐蠕变性和耐疲劳性，但这些性能在相关的设计中并不重要。当然，有些塑料具有极高的模量、很好的耐蠕变性、异常高的耐疲劳性能。这些类型的产品可以使用很长时间，有些甚至可以达到半个世纪。特定的塑料产品有其特殊的性能（弹性模量、温度、耐化学性、耐负载性等），这些性能比钢或其他材料的性能要好得多。

设计者可以把塑料做成片材形式、工形梁或其他形式使用，就像其他许多材料一样。塑料产品的制备之所以占有一席之地，正是

由于塑料真正的优点在于可以加工成所设计的形状，特别是当形状复杂的时候，例如具有机械和电子连接的两个或多个制品、活动铰链、带颜色的产品、能组装成一个产品的搭扣连接件等。

设计是一个使发明产品尽可能实现设计者的需要，同时在成本效益（在投资的返回上）上满足制造者需要的过程。有效利用最合理的材料和生产加工过程是每一个设计者努力的目标。产品设计是科学和艺术的结合，指导方针就是尽量从美学和科学两方面都得以满足。

1.2 塑料材料

塑料材料包含许多不同的成分，如聚合物、添加剂等。塑料在加工阶段中能成型出简单或形状极为复杂的产品，其产品也可以在极柔软到极刚硬的范围内变化。

塑料是包含助剂、填充剂和增强材料的聚合物或树脂（以及弹性体和增强塑料等）材料。弹性体是类似于橡胶的材料（包括天然的和合成的），增强塑料是用添加剂如纤维、晶须增强的塑料。添加这些材料的主要目的是提高产品的力学性能，其他方面包括增加耐热性和改进公差控制等。

目前全世界塑料的总消耗量超过 1.54 亿吨，90%是热塑性塑料，10%是热固性塑料，美国和欧洲塑料的消费占全世界消耗量的 1/3。世界上可使用的 35000 种塑料材料里大约有 200 种是基本的类型，经过商业化生产并流行使用的少于 20 种。这些塑料品种如下所示。

聚甲醛(POM)

丙烯酸树脂:聚丙烯腈(PAN)

聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)

醇酸树脂:间苯二甲酸二烯丙酯(DAIP)

邻苯二甲酸二烯丙酯(DAP)

氨基树脂:三聚氰胺-甲醛树脂(MF)

脲醛树脂(UF)

纤维素塑料:醋酸纤维素(CA)

醋酸-丁酸纤维素(CAB)

醋酸-丙酸纤维素(CAP)

硝酸纤维素

乙基纤维素(EC)

氯化聚醚

环氧树脂(EP)

- 乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA)
 乙烯-丙烯酸共聚物(EAOP)
 氟化乙丙共聚物(FEP): 聚四氟乙烯(FT-
 FE)
 聚氟乙烯(PVF)
 聚偏二氯乙烯
 (PVDF)
- 液晶聚合物(LCP): 芳族聚酯(TP 聚酯)
 三聚氰胺-甲醛树脂(MF)
 尼龙(聚酰胺 PA)
 聚对苯二甲酰酐
 酞酰: 酞酰树脂
 聚酰胺-酰亚胺(PAI)
 聚芳醚: 聚苯醚酮(PAEK)
 聚芳砜(PAS)
 多芳基化合物(PAR)
 聚碳酸酯(PC)
 聚酯: 饱和聚酯(热固性聚酯)
 热塑性聚酯
 聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)
 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)
 聚醚酮(PEK)
 聚醚醚酮(PEEK)
 聚醚亚胺(PEI)
 聚酰亚胺(PI): 热塑性聚酰亚胺
 热固性聚酰亚胺
 聚烯烃(PO): 氯化聚乙烯(CPE)
 交联聚乙烯(XLPE)
 高密度聚乙烯(HDPE)
 线型低密度聚乙烯(LLDPE)
- 低密度聚乙烯(LDPE)
 异质同晶聚合物
 聚丁烯
 聚乙烯(PE)
 聚丙烯(PP)
 超高分子量聚乙烯(UHM-
 WPE)
- 聚氨酯(PUR)
 聚硅氧烷(SI)
 苯乙烯: 丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物
 (ASA)
 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物
 (ABS)
 通用聚苯乙烯(GPPS)
 高抗冲聚苯乙烯(HIPS)
 聚苯乙烯(PS)
 苯乙烯-丙烯腈共聚物(SAN)
 苯乙烯-丁二烯共聚物(SB)
- 聚砜: 聚醚砜(PES)
 聚苯砜(PPS)
 聚砜(PSU)
 脲甲醛树脂(UF)
- 乙烯基树脂: 氯化聚氯乙烯(CPVC)
 聚乙酸乙烯酯(PVAc)
 聚乙烯醇(PVA)
 聚乙烯醇缩丁醛(PVB)
 聚氯乙烯(PVC)
 聚偏二氯乙烯(PVDC)
 聚氟乙烯(PVF)

在 20 种通用的塑料中, 有五种主要的热塑性塑料大约占有所有热塑性塑料消耗量的 2/3, 其中低密度聚乙烯(LDPE)占 20%, 聚氯乙烯占 15%, 高密度聚乙烯占 10%, 聚丙烯占 15%, 聚苯乙烯占 8%。每一种类型里都有许多种具体的型号, 对应不同的加工方法和特性行为, 包括用不同的添加剂、填充剂、增强材料、催化剂、接枝来对它们进行改性, 因此这些基本类型的塑料就能够提供

不同的加工性能和产品特性。

1.2.1 热塑性塑料

热塑性塑料是一种加热变软，冷却变硬，在整个温度范围内能反复加热软化和反复冷却硬化，软化状态可以采用模塑、挤塑或其他方法加工成制品的材料。其形态和分子结构是结晶型或无定形的，熔融温度也随着分子结构形态的不同而发生变化。

通常结晶热塑性塑料需要适当的冷却，即把熔融的塑料冷却到凝固状态。如果不进行适当的冷却，它们就会成为无定形或部分无定形的固体，性能通常变差。在加工过程中的熔融和凝固现象会影响材料的体积变化，通常无定形塑料比结晶塑料体积上的变化小，这个行为将影响模具及机头设计的尺寸公差。结晶塑料在加工时要严格控制加工过程，它们收缩和变形的趋势比无定形的大，这与它们有较高的熔融温度和明显的熔点有关。结晶塑料在升温时不是逐渐软化而是在到达熔点之前保持硬度直到给定的热量全被吸收后才快速地转变成一种低黏度的液体。如果在加工过程中不能正确的加热，产品性能将大幅度的降低，加工成本会提高。

在熔融过程中，对称的分子在临界距离内相互接近时开始形成结晶，首先在它们最接近的区域内形成结晶区而使材料性能变得刚硬。而在非结晶区，即无定形区，材料则变得更韧和更柔软。随着结晶度的增加，其他的一些性能如聚乙烯（结晶型塑料）的抗蠕变性会随之增加。

液晶聚合物有自增强作用，因为线型的聚合物链是被紧密包裹着的。此类聚合物在高温下仍有极好的强度，在户外和阳光下能保持极好的力学性能、良好的电绝缘强度、耐电弧性、尺寸稳定性，其膨胀系数低，具有极好的耐燃性和容易成型加工性。它们在升高温度时仍有极好的耐化学性、惰性和抗应力开裂性。液晶聚合物的氧指数范围在 35%~50% 之间，当遇到火焰时，它们会产生膨胀烧焦。因而可以在一定范围内替代金属和陶瓷。与许多高温塑料不同的是，液晶聚合物有低的熔融黏度并且更容易成型加工，成型周

期比高熔融黏度的塑料短，这样可减少加工成本。

1.2.2 热固性塑料

热固性塑料具有较好的耐高温性、尺寸稳定性和强度。热固性塑料能通过热、氧化、辐射、加入硬化剂或催化剂等手段产生化学交联反应，变成不溶、不熔的产物，例如酚醛塑料、脲醛塑料等。

热固性塑料不能再被回收利用，虽然它们能被做成粒料和在其他的

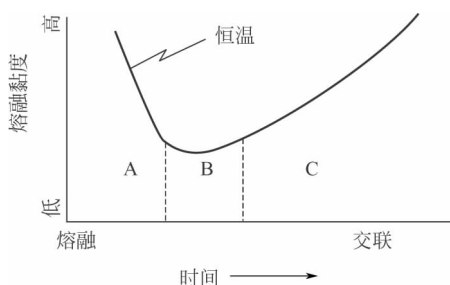


图 1-2 热固性塑料从熔融到固化的 A-B-C 阶段

热塑性塑料和热塑性塑料中作为填料使用，但它们再加热时不熔融。热固性塑料就像一个被煮硬的鸡蛋，它可以从液体变成固体但不能被再变成液体。如图 1-2 所示，热固性塑料在硬化过程中被分成 A-B-C 阶段，A 阶段不硬化，

B 阶段部分硬化，C 阶段全部硬化。B 阶段是模塑阶段，在这个阶段中热固性塑料被混合和加工，并被完全转变到 C 阶段，最后固化成不溶、不熔的塑料制品。

热固性塑料具有能够高温下使用和成本较低的优点，常常应用在厨具和电气产品，例如电熨斗的隔热板和继电器、电流变化范围宽的电器开关、汽车零件（包括反射头灯、刹车伺服装置、刹车片）、家用泵、真空管、滑轮等。压制模塑、传递模塑和注塑模塑是加工热固性塑料模塑产品的主要方法。

1.2.3 交联热塑性塑料

热塑性塑料可以通过化学交联或辐射交联从而改变性能。聚乙烯是一种通用的能被交联的塑料，交联后聚乙烯代号为 XLPE 和 PEX。它是一个通过化学反应产生的不可逆的变化，例如缩合反

应、环闭合反应、加成反应等。固化（交联）通常是在添加固化剂或在热和压力的作用下完成的。对于像聚乙烯这样的热塑性塑料，化学或辐射技术是常被采用的交联技术。目前制造的交联产品如包覆电缆、微孔材料（泡沫材料）、旋转成型产品、管材等都有公开的标准。工业上发展的交联热塑性塑料，提高性能是主要的动机，因为交联可以改善材料的耐热降解性、耐化学开裂性、蠕变性和冷流性等。

1.2.4 增强塑料

增强塑料是由树脂（基体）与增强材料（增强体）复合而成的复合材料，增强材料主要是由织物或非织物构成的长短纤维。高性能纤维包括高性能玻璃纤维、芳族聚酰胺纤维、碳和石墨纤维，也可使用晶须。增强塑料包括：玻璃纤维增强塑料（GFRP）、芳族聚酰胺纤维增强塑料（AFRP）、硼纤维增强塑料（BFRP）、碳纤维增强塑料（CFRP）、石墨纤维增强塑料（GFRP）等。除了织物纤维以外，增强材料还包括其他的结构形式如粉末、珠粒及薄片状等，热塑性塑料和热固性塑料都可制成增强塑料。90%以上的增强材料是使用玻璃纤维增强，55%以上的增强塑料是热塑性塑料，而工业中最先使用的增强塑料是热固性聚酯。增强塑料的优点包括：强度高、重量轻、耐蠕变、耐疲劳、介电强度高、耐腐蚀、耐疲劳性好。

增强的热塑性塑料和热固性塑料都可以称为工程塑料。比较两种增强塑料的加工特性可以发现，经过增强热塑性塑料容易加工，可以采用常用的加工方法比如注射成型；而增强的热固性塑料能用来生产长寿命、高强度、高硬度的制品。热塑性增强塑料大约占增强塑料产品的55%。用玻璃纤维增强的热塑性塑料材料成型周期短、高自动化程度高，可用注射成型的方法生产高性能制品。增强塑料可以通过模塑生产负载结构零件，其产品特性非常符合设计的需要，包括低成本、易加工、组装简单、重量轻、满足美学要求等。

增强塑料产品用量很大，在美国，通常每年消费的增强塑料超过 18 万吨，航空领域为 1.1 万吨；工业机器领域为 1 万吨；建筑领域为 3.52 万吨；人类生活消费为 1.15 万吨；耐腐蚀领域为 2 万吨；电子、电器领域为 1.8 万吨；海运领域为 1.9 万吨；运输领域为 5.7 万吨；其他领域为 0.5 万吨。

1.2.5 工程塑料

通用塑料约占塑料总量的 90%，工程塑料占 10%。在工程塑料中，聚碳酸酯（PC）至少占有所有工程塑料的 50%。其他如尼龙、聚甲醛等也都有很重要的特性，如较高的力学性能、较好的耐热性等（见表 1-1）。工程塑料价格较高，当通用塑料用特定的增强材料或和其他的塑料做成合金时，它们就成为了工程塑料。

表 1-1 工程塑料的特性

| 结晶型塑料 | 特 性 | 无定形塑料 | 特 性 |
|------------|---------------------------------------|-------|------------------------|
| 聚甲醛 | 最好的稳定性能 最好的刚性(非增强热塑性塑料) 低摩擦性 | 聚碳酸酯 | 好的冲击强度 透明 好的电性能 |
| 尼龙 | 熔点高 伸长率大 韧性最好(所有热塑性塑料中) 吸潮性大 | 改性聚苯醚 | 耐水解 好的冲击强度 好的电性能 |
| 聚酯(玻璃纤维增强) | 刚性高 蠕变性低的电性能极好 | | |

1.2.6 再生塑料

在塑料被粒化后，它的可加工性和再加工时的性能都可能稍稍下降，甚至可能严重下降。再生塑料的尺寸往往不均匀的，因此在大规模生产工艺中是否使用再生塑料是一个重要问题。

在使用再生塑料时，可以通过不同的方法改善混合塑料的性能或特性，如：①加入添加剂、填料或增强助剂（如使用特殊类型的助剂，像加工助剂、滑石粉、短玻璃纤维）；②活性夹层（交联，分子润湿）；③分散和扩散（细磨，经过熔融剪切扩散分子渗透能力）。在 20 世纪，大多数塑料加工厂必须回收或循环使用热塑性塑

料，像模塑的飞边、次品、薄膜修边、废料等。而热固性塑料（不能再熔融的）经过造粒可作为填充材料使用。

如果可能，应该尽量减少或消除飞边、废料或不合格产品等，因为生产过程中已经耗费了时间和金钱，而造粒会花掉更多的金钱和时间。由于它们不均匀的粒子尺寸、形状和熔融流动特性，为了单独处理这些料

（即使混入一些新料或加入一些添加剂时）通常也需要重新安排加工过程。在造粒机的切割作用中可能会出现过热。另外，在造粒前后保持废料干净是非常重要的。

当用纤维增强的塑料造粒时，纤维的长度会减少，在掺入新料或单独重新加工时，它们的加工性和性能会明显改变，因此需要确

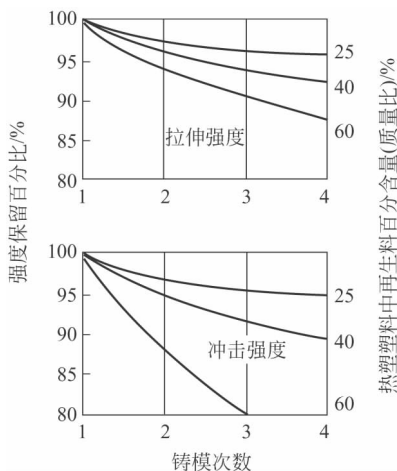


图 1-3 部分塑料在一次造粒后的性能

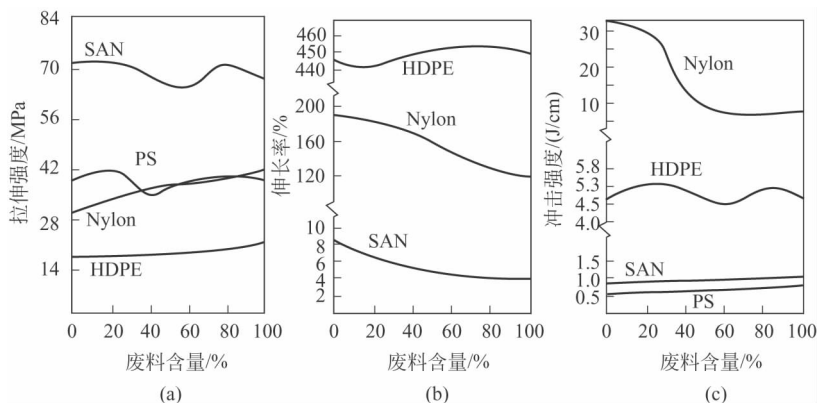


图 1-4 热塑性塑料多次造粒后性能变化

定这种改变是否会影响最终产品的性能。如果会影响，则需要考察

混入回用料量的极限或不使用再生的增强塑料，或者考虑重新设计产品以适应回用料的特性和利用回用料生产其他的产品。图 1-3 为某塑料在一次造粒后的性能，图 1-4 显示了多次造粒对塑料性能的影响。

1.3 塑料材料的选择

在许多情况下，塑料可以代替金属、木材、玻璃、天然纤维等材料。由于有了合适的塑料，电子工业、运输工业以及包装和日用货物的许多进展成为可能。尽管塑料的使用范围越来越宽，性能水平越来越高，但实际上只有少数的塑料是适用的。因为设计者通常需要兼顾性能、成本和制造工艺等因素来决定结构材料。选择塑料和选择金属非常相似。因为在同一类塑料里，配方的变化会使所得的塑料之间有很大差别，就像改变钢材的成分一样。这样也带来了是否使用塑料和使用哪一种塑料的问题。

作为第一步，产品设计者必须知道或预见产品的使用条件和性能的需要，考虑包括预期寿命、尺寸、使用条件、形状、颜色、强度和刚度等因素。这些最终使用要求可以通过市场分析、调查、类似产品的考核、检测及经验来获知。明确定义产品所要满足的要求往往直接决定了结构材料的选择。同样道理，不完全或不正确的产品需要分析也是导致产品失败的一个原因。

一般来讲，在有足够经验的情况下，应在做出最后的选择之前检测三种或多种材料的性能。设计者应该要求材料供应商参与材料的选择，因为他们的经验也是信息来源的一部分。考虑塑料的制造公差，加上设备和加工过程的变化，检测几种从相同或不同来源的材料是材料选择工作的一个重要部分。经验已经证明，对于所谓可互换的材料，也必须仔细地评估其对产品质量的影响。

大多数塑料被用来生产产品是因为其能在成本经济的前提下满足所需的力学性能。由于这个原因，在大多数情况下，它们的力学性能在所有的物理、化学和电性能中是最重要的考虑因素。因此设

计这种材料的人至少需要了解一些基本的力学行为的知识，并能通过塑料的许多几何形状结构因素来调节。图 1-5 列出了常见塑料的力学性能。

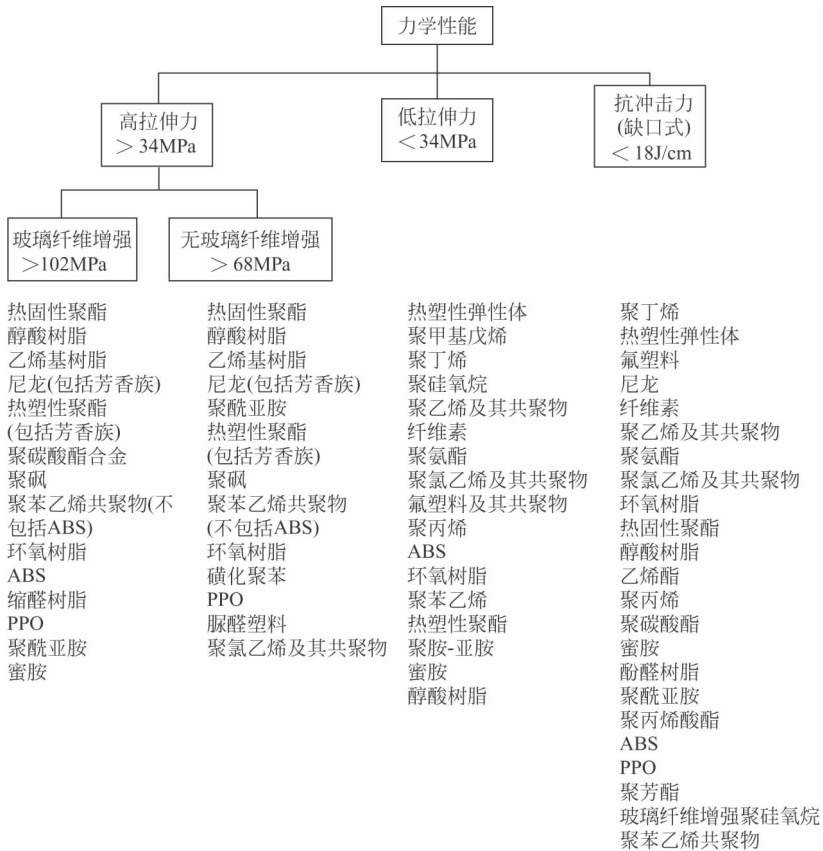


图 1-5 常见塑料力学性能

1.3.1 塑料材料的比较

下面提供了选择塑料时进行性能比较时的指导方针。如果产品是柔软的，那么可供选择的材料包括聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、乙烯 醋酸乙烯共聚物、离子型树脂、硅树脂、聚氨酯、塑料溶胶、

缩醛、尼龙或者具有有限弹性的硬塑料。

强度的定义是很复杂的，因为有许多不同的类型存在，短期或长期，静态或动态等。一些强度表现还和韧性有关。热塑性塑料的结晶度对它们的短期屈服强度非常重要，如果不阻止结晶，增加分子量一般也增加屈服强度。但是，热固性塑料交联度的增加在充分增加它们的屈服强度的同时，对韧性有负面影响。在热塑性塑料中，增加次价键强度和结晶比通过增加主价键强度来增加长期破裂强度容易得多。疲劳强度也类似，影响热塑性塑料尺寸稳定的因素也影响疲劳强度。

又例如，聚苯乙烯、苯乙烯-丙烯腈树脂、聚乙烯、丙烯酸树脂、ABS、聚砜、聚丙烯、环氧树脂和许多其他的热塑性塑料都是无味的，美国食品药品监督管理局正式批准使用这些塑料做食品包装和冷藏包装。但有些塑料如蜜胺树脂和脲醛树脂就不能用作以上用途。

对于使用时热性能的考虑使得许多种塑料在实际应用时受到了限制。例如能在 232°C 上使用的产品包括硅树脂、氟塑料、聚酰亚胺树脂、甲基戊烯聚合物冷压模塑或玻璃纤维云母塑料。少数塑料黏合的无机纤维，如黏合的陶瓷纤维在这个范围也有很好的性能。环氧树脂、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂和玻璃纤维增强的酚醛树脂在 $232\sim 288^{\circ}\text{C}$ 范围内都有令人满意的效果。

在 $121\sim 232^{\circ}\text{C}$ 之间，可考虑使用玻璃或矿物填充的酚醛树脂、蜜胺树脂、醇酸树脂、硅树脂、尼龙、聚苯醚、聚砜、聚碳酸酯、甲基戊烯树脂、聚丙烯和邻苯二甲酸二烯丙酯树脂。在热塑性塑料中玻璃纤维的填充能使用温度范围上升 100°C 左右，同时还能缩短生产的周期。

在 $-17.8\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内，材料就有一个较宽的选择范围。不过低温条件排除了许多热塑性塑料。而聚苯醚甚至能在 -135°C 下使用。

美国保险商试验室在为承运商和其他成员规定使用自熄灭塑料时介绍了这些临界材料的选择问题。所有热固性塑料都有自熄性。

尼龙、聚苯醚、聚砜、聚碳酸酯、聚氯乙烯、氯化聚醚、三氟氯乙烯、偏二氯乙烯都是适合应用在需要有自熄性能情况下的热塑性塑料。醋酸纤维素和 ABS 树脂也满足这些性能要求。通过玻璃纤维增强也能很好地改善这些材料的自熄灭性能。

许多热塑性塑料在一定的环境条件下会产生龟裂，因此高机械压力下的产品必须非常小心的检查。聚丙烯、液晶塑料、氯化聚醚，苯氧基树脂、乙烯-醋酸乙烯共聚物和线型聚乙烯比一些其他的热塑性塑料在压力龟裂方面为设计提供了更大的自由度。要注意的是，溶剂可使产品在压力下龟裂。

韧性行为的评估相当复杂。关于韧性的一个定义就是折断塑料所需要的能量。这能量等于在应力-应变拉伸曲线下的面积。韧性塑料伴随着高的拉伸强度，具有很高的断裂伸长率，这些材料几乎都有屈服点。对这些规律有一个主要的例外，那就是使用玻璃或石墨增强纤维的热塑性增强塑料，它们的伸长率较低。对于高韧性的要求，塑料需要具备承受负载的能力和充分延伸的能力，但是热塑性增强塑料例外。

结晶度增加了刚性和屈服强度，通常导致韧性的减少。对于大多数无定形塑料在玻璃化转变温度以下和充分结晶的塑料在玻璃化转变温度以上或以上都是如此。而中等结晶度的塑料在玻璃化转变温度以上时，增加结晶度可改善它的韧性。此外，分子量从较低开始增加也会提高韧性，但随着继续增加到一定程度，韧性开始下降。

形变对大多数塑料来说是一个重要的特性，正是这个特定的因素导致它们被称为塑料。而有的塑料，特别是增强塑料，它们基本没有形变或弹性，而有极好的坚韧性，这是因为：①韧性 with 热挠曲或刚性有关；②对于聚苯乙烯和高抗冲聚苯乙烯韧性或冲击强度与温度有关。还有些塑料在室温下是韧性的，在低温下是脆性的，另一些塑料在温度远离凝固点以下是韧性和弹性的，但在适当高的温度时变得柔软和易弯曲。少量塑料在常温时是坚硬和刚性的，但可通过共聚或添加增塑剂变得柔软。韧性意味着耐折断性，然而有些