

塑料制品 设计

邹立谦 编著

上册

机械工业出版社

ISBN 7-111-02755-8/TQ·43

定价：7.40 元

82.381
2723

塑料制品设计

上册

邹立谦 编著

机械工业出版社

060281

内 容 简 介

塑料制品近几年在我国工业与民生中应用日益广泛,为此,有关的设计、生产人员迫切 need 掌握塑料制品的设计知识。本书是参考各种专著与标准,结合实践经验编写而成的。

全书分上下册出版,上册共分12章:1~3章叙述塑料制品设计基础,介绍模具、材料和生产工艺与设计的关系;4~12章分述各种(挤出、注射、吹塑、压制、热成型、片材、泡沫、旋转、浇注)成型制品的设计知识。书中内容实用,图文并茂。

本书可供从事塑料制品设计、生产、应用的人员阅读,也可供有关专业的师生参考。

塑料制品设计

上册

邹立谦 编著

*

责任编辑:郑 铨 封面设计:郭景云

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·印张12·²/₄字数324千字

1991年4月北京第一版·1993年11月北京第二次印刷

印数 6001—8400·定价:7.40元

*

ISBN 7-111-02755-8/TQ·43

前 言

材料工业是当代工业的支柱之一。随着工业的发展,钢铁、水泥、木材和合成高分子材料的耗用量都在大幅度地增加。因此,材料不足的现象越来越明显。1987年全世界塑料产量虽然达到8637万余吨,有了较大的增长,并超过按体积计算的世界粗钢总产量的95%,但仍然满足不了社会的总需求。这是因为塑料制品在逐步取代金属制品、木制品、纸制品,应用范围日益广泛,用量与日俱增的缘故。按照目前的发展速度,到本世纪末,有20%的塑料制品可用来代替金属制品。

目前,由于科学技术的发展,塑料制品的性能已有显著的提高。日本政府已将塑料列为21世纪的战略替代材料。由此可见,今后世界塑料工业的发展将给其它工业带来巨大影响,也会给人们生活带来重大变化。

我国1987年塑料总产量达1513000t。而塑料制品产量从1952年的2000t增长到1987年的2978000t,远远地超过我国同年塑料总产量。尽管如此,我国的合成材料在整个材料工业结构中所占的比例却仍然很低。1985年,塑料产量为钢材的2.6%,而美国1981年为11.4%,德国为15.9%。这个差距在较短的时间内是难以弥合的。据初步预测我国1990年需求合成树脂5000000t以上,而到1990年时塑料产量仅能达到2300000~2400000t。

塑料制品是通过各种不同的成型加工方法制作的。其成型方法主要有:挤出成型、注射成型、吹塑成型、压制成型、压延成型、热成型、浇铸成型、烧结成型、发泡成型、回转成型、搪塑成型、纤维增强塑料(FRP)成型、反应注塑(RIM)或液态注塑(LIM)成型和挤压成型等。这些加工方法是根据树脂的成型

IV

性质和制品的使用要求来确定的。因此制品设计与树脂性能同成型加工技术有着密切的关系。有人认为成型加工技术是调整高分子材料结构和性能的重要手段，因此强调了成型加工工艺的重要性。同时，应当看到，制品的功能设计不仅是节约材料和能源的一种科学方法，也是发挥材料性能的手段。这就是作者编写本书的主导思想。

有关塑料制品设计方面的专著，目前国内尚不多见，这就给塑料制品设计、塑料成型加工和塑料制品的应用带来极大的不便。作者在多年塑料成型加工工作中也感到编写、出版有关塑料制品设计方面的科技资料是至关重要的。1985年作者有幸参加了由丁浩高级工程师主编的《塑料工业实用手册》的部分编写工作（塑料制品设计部分）。在该手册最后审稿时，经丁浩和其它同志提议，认为塑料制品设计部分很有必要单独成册。为此，现将本书奉献给读者。

本书在编写与修改过程中得到蔡荣华工程师的通力协助，同时也得到了陈世健、冯桦、于有谋、王富海、温煜超等同志的热情支持。在书稿编撰后，王心明同志对全书进行了审定。在此，向各位专家、学者一并致以热忱的谢意。

由于作者水平所限，加之时间仓促，书中难免有误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

邹立谦

1990年9月于大连

目 录

前言.....	Ⅲ
第一章 塑料制品设计基础.....	1
第一节 塑料制品设计的内容.....	1
第二节 塑料制品的材料.....	3
第三节 塑料制品的生产流程概述.....	23
第四节 塑料制品的性能.....	23
第五节 塑料制品的应用.....	27
第六节 塑料制品的设计程序.....	37
第二章 成型模具与塑料制品设计的关系.....	41
第一节 塑料成型方法与制品.....	41
第二节 注射成型模具与工艺的关系.....	42
第三节 塑料制品成型公差设计与模具的关系.....	79
第四节 模具模塑成型与制品设计的关系.....	82
第五节 挤出成型工艺、模具与制品设计的关系.....	88
第六节 吹塑成型工艺、模具与制品设计的关系.....	91
第七节 成型工艺与制品收缩的关系.....	93
第八节 其它成型方法与制品设计.....	125
第三章 成型工艺对制品设计的影响.....	142
第一节 注射成型工艺对制品设计的影响.....	142
第二节 挤出成型工艺对制品设计的影响.....	148
第三节 热成型工艺对制品设计的影响.....	149
第四节 吹塑成型工艺对制品设计的影响.....	151
第五节 铸塑成型工艺对制品设计的影响.....	151
第四章 挤出成型制品设计.....	154
第一节 挤出成型的特点.....	154
第二节 挤出成型使用的材料.....	156
第三节 挤出成型工艺及制品的应用.....	158

VI

第四节	塑料异型材的设计原则.....	210
第五节	挤出成型的难易程度.....	226
第五章	注射制品设计	229
第一节	制品的设计方法.....	229
第二节	制品的功能特性设计.....	231
第三节	螺纹与齿轮.....	257
第四节	嵌件的设计.....	263
第五节	分型线.....	267
第六节	制品的尺寸精度.....	269
第七节	低发泡、双色及增强塑料制品的设计.....	289
第六章	吹塑制品设计	299
第一节	吹塑制品的几何形状.....	300
第二节	塑料容器的结构设计及工艺特征.....	303
第三节	按塑料特性设计制品.....	312
第七章	压制成型制品设计	322
第一节	压制成型的特点.....	322
第二节	压制成型的材料.....	327
第三节	热固性塑料压制制品的性能.....	331
第四节	制品设计.....	332
第五节	连续模塑成型及制品设计.....	340
第六节	热固性塑料注射成型.....	341
第八章	塑料热成型制品设计	342
第一节	热成型制品的发展概况.....	342
第二节	热成型工艺及主要方法.....	343
第九章	片材成型料成型制品设计	355
第一节	片材成型料成型制品的发展概况.....	355
第二节	制品设计的要点.....	356
第十章	泡沫成型制品设计	365
第一节	概述.....	365
第二节	发泡工艺.....	366
第三节	制品及其应用.....	367

第四节	制品设计要求.....	368
第十一章	旋转成型制品设计.....	375
第一节	旋转成型的特点.....	375
第二节	原料.....	375
第三节	制品应用范围.....	376
第四节	制品设计.....	376
第十二章	浇注成型及其它成型制品设计.....	382
第一节	浇注成型制品设计.....	382
第二节	反应注射成型制品设计.....	384
第三节	浸渍成型制品设计.....	389
第四节	搪塑成型制品设计.....	391
第五节	涂膜制品设计.....	393

第一章 塑料制品设计基础

第一节 塑料制品设计的内容

制品设计是指制品的形状、结构和使用性能的科学预测和判定，在准确了解所用材料特性的基础上，制定出制作制品的具体方法和程序。

塑料制品由于所用材料各具特点，加工方法也互有差异，所以其性能就必然受到材料性质和成型条件的极大影响。不仅如此，塑料制品的性能还与使用环境密切相关。

为了更好地达到制品设计的目的，就必须收集和整理尽可能丰富的有关资料，进行全面的科学的分析研究。

塑料制品的设计从拟定计划到完成，大致经过十个步骤：

1. 数据收集

收集与树脂有关的数据、成型加工工艺方面的数据、应用方面的数据。

2. 提出质量要求

首先使制品的几何形状满足制品的功能的需要，然后把制品所要求的全部条件拟出质量表，再展开，分析清楚制品的主要性能因素、使用环境、装配、施工方面等质量要求。

3. 预测需求量

市场需求的数量和时间、成本水平和市场预测目标有关。

4. 成型方法和树脂的选择

两者应互为匹配，可先确定成型方法，再确定树脂，也可先确定采用的树脂，再确定成型方法。一般情况下，往往先确定成型方法，再决定使用树脂的种类、等级。

5. 设计方案的制定及草图的绘制

草图上制品的几何形状应符合制品的功能，成型模具应符合设计和制作的要求，并对制品外观要求和二次加工的处理做出全面设计。

6. 成本和性能的研究

除了制品的几何形状和结构应满足使用性能的要求外，同时还应结合市场需求等，尽量采用成本低的成型方法。

7. 对设计图的审查论证

目的是征得多方面的意见，使设计图更加完善，并使其适应于模具制作，又能达到制品质量的要求。

8. 制品设计图的认可

这是需要通过专家审查完成的。根据征求到的不同见解进行研讨，以达到统一认识，由技术部门确认后，方可将工艺参数用于模具设计。

9. 制品的检查

一般为外观、尺寸精度、变形程度、合型线的形式、表面状态等的检查。如果模具完备可直接转给生产部门，进行批量生产。

10. 质量跟踪和数据储存

在制品出售之后，设计人员对自己设计的制品进行跟踪调查，通过调查反馈，评价和校正自己的设计，总结经验，作为下一次开发设计的依据。

塑料制品设计的主要构思是掌握制件的使用要求，如强度、应力应变性质、尺寸稳定性、摩擦性能及介质、光、电、化学环境、温度的影响和寿命要求等。只有了解这些条件，才能开始初步的功能设计，选择制品部件或组件的形状与基本制造方法。同时根据有关工程性能来筛选材料。在可能的条件下根据设计性能来计算壁厚和部件的其它尺寸。如果条件不允许，也可凭经验方法估算。当前，塑料制品部件的设计大都是使用金属材料的设计方法，这不但浪费材料和能源，而且由于材料的性能差异造成功

能过剩，弊多利少。甚至由于部件设计不合理使某些性能（如结晶度、拉伸）达不到要求，反而降低了使用性能，这种情况是屡见不鲜的。制品设计的复杂性、科学性要求设计工作必须按研究顺序，把它们相互之间的关系列出来，按步骤进行。

第二节 塑料制品的材料

材料和能源是当代工业的两大支柱。塑料材料的历史是以1909年的酚醛树脂生产为起点的，至今已发展到数千种品种，数百种树脂，并已形成自成体系的工业了。塑料材料的资源广阔，过去主要来源是天然树脂，随着科学技术的发展，当今它已被合成高分子化合物所取代，成为三大合成材料之一。如今塑料制品不仅越来越广泛地应用在人们生活之中，而且也广泛应用于工业的各个领域中。它已成为电子、家用电器、航天工业、机械制造业、建筑业、交通、汽车、航海、化工、轻纺、矿山、医药、国防等领域中不可缺少的塑件。

这些材料，以合成高分子化合物为基本成分，在一定条件下塑化成型，且保持制品的最终形状不变。

一、塑料的分类

从塑料的热性能来看，可分为两种：一种是加热而固化，固化后再加热也不软化的树脂称为热固性树脂；另一种是固化后，可以再次加热、冷却而反复具有流动性和固化性的树脂，称之为热塑性树脂。其具体分类如下：

1. 热固性树脂 (TS)：酚醛树脂 (PF)、聚邻苯二甲酸二丙酯 (DAP)、尿素树脂 (UF)、硅树脂 (SI)、蜜胺树脂 (MF)、聚氨脂树脂 (PUR)、不饱和聚酯 (UP)、聚酰亚胺 (PI)、环氧树脂 (EP)、聚酰胺亚胺 (PAI)。

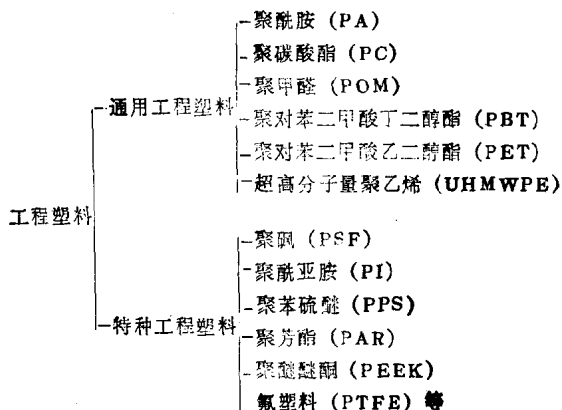
2. 热塑性树脂 (TP)：聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT)、聚乙烯 (PE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚丙烯 (PP)、醋酸纤维素 (CA)、聚氯乙烯树脂 (PVC)、聚乙酸乙烯酯 (PVPC)、

聚苯乙烯(PS)、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)、AS树脂(AS)、聚四氟乙烯树脂(PTFE)、ABS树脂(ABS)、聚全氟代乙丙烯(FEP)、聚甲基丙烯酸甲脂(PMMA)、聚偏二氯乙烯树脂(PVDC)、聚碳酸酯(PC)、离子交换物树脂(ION)、聚砜(PSF)、聚酰胺(PA)、聚苯醚(PPO)、聚甲醛(POM)、聚苯硫醚(PPS)、聚丁烯(PB)、高抗冲聚苯乙烯(HIPS)、氯化聚乙烯(CPE)、聚4-甲基戊烯-1(TPX)、氯化聚醚(Penton)、二元酚二元酸聚酯、热塑性弹性体等。

塑料材料按使用范围,通常分为通用塑料和工程塑料两类。通用塑料一般不作为结构材料使用,其产量大、价格低廉,但性能一般。主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等。工程塑料一般可以作为结构材料。能在较广的温度范围内,在承受机械载荷和较为苛刻的化学环境下使用。如聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚苯醚和聚酯等。它们的产量较小,价格较高,但机械性能、电性能、化学性能、耐热性能、耐磨性和尺寸稳定性等优异。

工程塑料有多种分类方法,按使用范围来划分,可分为通用工程塑料和特种工程塑料(表1-1)

表1-1 工程塑料的分类及品种



塑料材料还可以按化学组成、耐热等级、结晶性等进行分类。

按化学组成可分为聚乙烯类塑料 (PE、PP、PB-1、CPE、EVA、PS、ABS、AAS、ACS、TPX等)、乙烯基塑料 (PVC、PVPC、PVA等)、丙烯酸塑料 (PMMA、MMA/PS 共聚物、MMA/PC共聚物等)、聚酰胺 (PA-6、MC、PA-66、PA-610、PA-1010、PA-11、PA-12、PA-9等)、聚醚类 (POM、PC、Penton、PPO、PPS、PSF、PET、PBT等)、芳杂环聚合物 (PI、PBI等)、氟塑料 (PTFE、FEP、E46、PCTFE、PVDF、PVF等)、纤维素塑料 (CN、CA等)、聚氨酯 (PU)、环氧树脂 (EP)、有机硅、酚醛树脂、氨基树脂、呋喃树脂等。

按耐热等级来分，常把使用温度在 100°C 到 150°C 之间作为一个等级，如PA、POM、PC、PSF、PBT、PPO以及PP、ABS的玻璃纤维增强材料，它们可在此温度条件下制作一般结构零部件使用。使用温度在 200°C 以上，经过1000h，仍具有足够机械强度的品种称为耐高温工程塑料，如玻璃纤维增强尼龙66、增强PBT、PET、PI、PTFE、PAS (聚芳砜)、PPES、PBI (聚苯并咪唑) 等。

从高分子的结晶形态来划分非结晶性塑料有PS、PVC、AS、ABS、PC、PSF、PPO、PPS、PI等；结晶性塑料有PE、PP、PA、POM、PBT、PET、PPS、PAR、PTFE等。

按成型后的制品种类可分为：装配件，日用件，一般结构零件，传动结构零件，静动密封件，盖、罩，电气绝缘件，电子零件，机器零件，汽车零件，家用电器零件，耐腐蚀零部件，耐磨零部件，消音防磁零部件，高强度、高模量部件，人体功能部件等。

二、塑料材料的特点

1. 优点

(1) 着色容易，可得到金属、木纹、大理石、珍珠色的效

果;

(2) 一般不需要后加工即可得到实用的制品;

(3) 材料可透明也可不透明, 可为硬质也可以是软质, 可制成实心体也可制成发泡体, 使用范围广泛;

(4) 重量轻, 聚丙烯的比重是0.9, 最重的氟树脂比重是2.2;

(5) 电气绝缘性能好;

(6) 导热性低, 隔音, 防磁;

(7) 耐水性好, 不生锈;

(8) 容易与其它材料复合, 耗能低, 可以改变材料的基本特性;

(9) 耐药性好, 不易腐蚀。

2. 缺点

(1) 耐候性差, 耐紫外线性能差;

(2) 不耐高温, 在高温条件下物性下降, 而且易燃或易融;

(3) 强度和刚性较铁差, 反复负载性能差;

(4) 产生静电大, 易吸尘, 干扰声明显;

(5) 热膨胀系数大, 尺寸稳定性差, 其热膨胀系数约是金属的10倍;

(6) 表面硬度低, 容易划伤;

(7) 有些材料不耐某些有机溶剂。

塑料特性示于表1-2。

三、选材的注意事项

塑料制品由于达不到功能要求而造成失败的因素中, 有23%是属于基材选择错误, 9%是添加剂选择错误。由此可见这两项合计32%都属于原材料选择的错误, 因此, 应认识到正确选择材料的重要性, 同时还应了解选材的难度。

一般塑料制品是以降低成本和得到近代感的漂亮外观且具有

表1-2 塑料材料特性一览表

	成型性	机械加工性	耐冲击性	韧性	耐磨性	耐蠕变性	挠性	润滑性	透明性	耐酸性	耐溶剂性	耐药性	耐水性	耐热稳定性	耐油性	尺寸稳定性	价格低
聚乙烯	◎	◎	◎		◎		○	○			○	○	○				◎
聚丙烯	◎	◎	○		○		○	○			○	○	○				◎
聚氯乙烯树脂	◎	○			◎		◎						○				◎
聚苯乙烯	◎						◎		◎				○				◎
ABS树脂	◎	◎	◎	○					◎				○				○
聚碳酸酯	○	◎	◎	◎	○				◎								
丙烯酸树脂	◎	◎							◎								○
聚酰胺(尼龙)	○	◎	○	◎	◎			○	◎								
聚甲醛	○	◎	○	◎	◎			○				○					
聚苯醚	○	◎	○	◎				○					○				
聚苯硫醚								○					○				
聚砜亚胺		○											○				
聚砜		◎	○	◎	◎								○				
聚对苯二甲酸乙二醇酯	○	○	○	◎									○			◎	

(续)

成 型 性	机 械 加 工 性	耐 击 冲 性	韧 性	耐 磨 性	耐 变 形 性	挠 性	润 滑 性	透 明 性	耐 候 性	耐 溶 性	耐 药 性	耐 燃 性	热 定 稳 性	耐 寒 性	耐 湿 性	尺 寸 稳 性	价 格 低
聚对苯二甲酸丁二酯(涤纶)	○	○	○	○	○	○	○							○	○	Ⓕ	
酒四乙烯 (ETFE)	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
乙烯-四氯乙烯共聚物	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
偏氯乙烯树脂(PVDF)	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
多元醇多元酸聚酯	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
热塑性弹性体(橡胶)	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	
乙酸纤维树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
酚醛树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
蜜胺树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
尿素树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
不饱和聚酯	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
环氧树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
硅树脂	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
聚氨酯	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○

注: ①——优; ②——良; ③——不同牌号的优质品; ④——加入增强材料; ⑤——软质材料。