

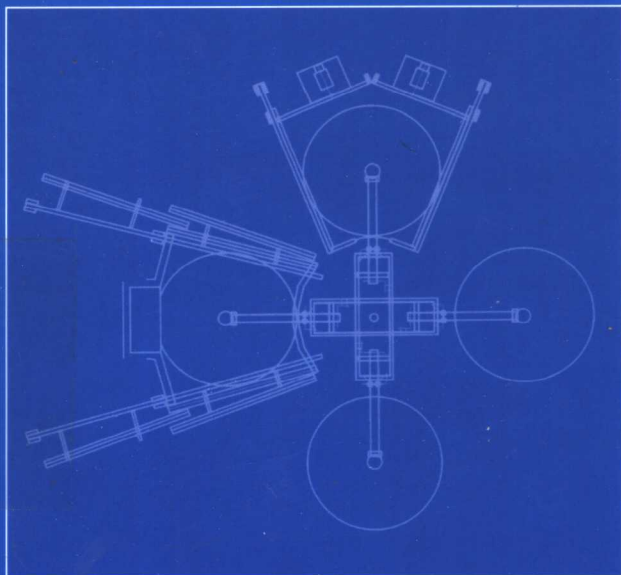
塑料制品工业设计

Industrial Design of Plastics Products

[美] M. J. 戈登 (小) 著

M. JOSEPH GORDON JR.

苑会林 译



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料制品工业设计

[美] M. J. 戈登 (小) 著

苑会林 译



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料制品工业设计/[美] 戈登 (小) (Gordon Jr., M. J.) 著;
苑会林译. —北京: 化学工业出版社, 2005. 4
书名原文: Industrial Design of Plastics Products
ISBN 7-5025-6823-9

I. 塑… II. ①戈…②苑… III. 塑料制品-工业设计
IV. TQ320. 63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 023408 号

Industrial Design of Plastics Products/by M. Joseph Gordon Jr.
ISBN 0-471-23151-7

Copyright©2003 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons, Inc 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2003-7156

塑料制品工业设计

[美] M. J. 戈登 (小) 著

苑会林 译

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 徐雪华

责任校对: 顾淑云 李 军

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 17½ 字数 464 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6823-9/TQ·2181

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

译 者 序

非常有幸能翻译 M. J. 戈登 (小) 的《塑料制品工业设计》(Industrial Design of Plastics Products) 一书, 作者在书中叙述了塑料产品——主要是注射成型产品的开发过程, 包括塑料产品开发的项目分析, 塑料原材料、产品的制造、组装、修饰和发运, 在设计塑料制品时应考虑的力学性能、热性能、电性能、阻燃性能、耐用性能和注射加工时的流动性能等。对于产品开发提供了详细的结构设计和力学性能计算公式, 并且详细介绍了塑料模具设计和制造的详细过程。作者除了在塑料产品开发的技术上进行论述以外, 还对于生产企业的管理提供了可借鉴的模式, 特别根据 ISO 9000 和其他国际的、行业的管理体系来进行企业的产品质量管理。阅读本书一定会对于塑料产品的企业管理人员和技术开发人员有特别的帮助。

为了保持原著的直观性及“原汁原味”, 本书对于原著中的物理量单位没有进行换算, 但在书的前面统一给出了“非法定单位换算表”, 以供读者参考。

本书内容涉及产品开发生产技术的和企业管理的许多知识, 由于译者水平限制, 错误和不妥之处在所难免, 敬请读者指正。

苑会林 于北京

2005 年 3 月

前 言

塑料产品的设计与目前金属和其他材料的产品设计相同，都有相同的工程计算和程序设计。当塑料用作建筑材料时，需要更多地了解材料在应用过程中所承受的力和耐环境应力方面的知识。因此，要制造一种可以被接受的产品，塑料产品设计者不仅要考虑在金属产品设计中同样存在的问题，而且还要分析对于塑料材料所存在的具体设计问题。对于塑料的性质需要考虑以下几个方面：材料的蠕变、温度极限、承载时间、冲击力、安装的方法以及材料在最终使用时受环境的影响。

金属产品的设计同样需要考虑这些方面，但要求程度相对要低。在某种应用中，可用塑料代替的金属材料会具有相当优异的物理性能，以相同的方式被应用时，金属材料的这些性能不会像塑料一样有那么明显的影响。塑料和金属在应用上有所区别，这种认识上的偏差，几乎可以通过设计或者那些来自塑料供应商提供的性能方面的资料来解决。如赫斯特（Hoechst）、塞拉尼斯（Celanese）、杜邦（Du Pont）、巴斯夫（BASF）以及其他公司，他们会提供一些材料应用方面的信息。然而，这些资料中不一定会包含设计者所需要的对塑料进行产品分析的具体信息，因此塑料产品的设计者必须了解他们需要哪些信息来正确地设计产品，并可以从含有三十多种塑料树脂的材料列表中正确地选择原材料。在这个材料列表中按照树脂的分类总共有十万多种具体的产品分类。

本书的目的在于阐述关于塑料设计者正确设计产品时必须了解的专业领域的知识。这一点可通过将材料、环境特性与利用标准设计公式进行的结构设计要求相结合得以实现。利用来自材料供应商对塑料提供的数据信息，可得到产品满足最终使用的目的。

设计者在分析过程中必须考虑正确的塑料设计原则和涉及产品

材料的制造原则。如果违背了塑料设计的专用原则，可能会导致一个产品即便有好的设计，却很难加工制造或者是造价太高。每种塑料都会有自己的制造局限性，每个设计人员都应该认识到这一点。正确设计塑料产品要求了解的材料参数要比设计金属时更多，塑料更容易随温度的变化而变化，在 $32\sim 150^{\circ}\text{F}$ 下应主要考虑材料的蠕变和物理性质的变化。在选择塑料时，设计人员主要考虑的是产品的最终使用温度范围、承载时的蠕变以及会使产品出现问题的特殊位置发生的应力集中。

注射成型的塑料制品的设计和制造中涉及的模具和工艺变化，设计人员必须要考虑到。在产品的设计阶段，设计人员必须了解材料、制造过程及工艺变量。在这部分被设计完成之后，设计人员必须继续保持对模具设计与制品工艺的操控。产品的设计必须考虑加工方法和制造产品所用模具的制造。模具的设计必须满足顺畅的物料流动、好的尺寸和温度控制、降低注入物料的压力以保证所需要的局部尺寸。这就要求必须正确的选择注射成型机的大小以及能够进行闭合循环持续反馈的工艺控制系统，用它来监控加工过程。

成功的塑料产品设计必须使用设计人员提供的方案。在任务设计的初期，公司必须确定一个主管设计和材料的人员，之后，主管成型和生产的专业技术人员要决定用什么材料、模具，哪种工艺对于产品的制造是最合适的。这些人员将最大程度地确保产品满足所有要求。每个设计组要选出一个组长，他要具有丰富的知识和经验来考虑产品需要，包括设计、成型、生产及产品成本。作为辅助资料，会有一些关于设计、材料及制造的清单，它们可以回答要设计一个好的塑料产品会出现的大量问题。然后，利用标准设计程式和程序制造出满足顾客最终使用要求的产品，并附有形状、连接及功能的详细说明。

塑料，作为一种分类清晰的材料，应用范围广并且适于加工。还没有其他一种材料像塑料一样可以既承受载荷，抗冲击，又可以进行零件之间的组合，其中这些零件可以同时提供多种功能，比如：弹簧、磨损表面、支撑平台、单向齿轮机芯并可以通过增加颜

色代码或进行表面装饰来提供化学和电气防护。当然，假如需要一个零件满足所有的使用要求时，就必须在塑料体系中正确选择塑料的品种。毫无疑问，一定会有某种塑料材料满足这些要求，而且类似的塑料材料不止一种。在每一步设计过程中，如何实现材料正确的选择，如何满足经销处及顾客对各零件最终使用功能的要求，将在接下来的章节中阐述。

有一个领域经常被设计者忽略，那就是零件的制造，一些设计者总认为这些内容不是他们的责任，但事实上它们的确应该由他们负责。这些内容涉及最后零件的成本、组装方法，各零件功能的结合、装饰、包装，零件的承受力、制造及使用工具的选择，这些都会影响零件的收缩、最终尺寸及零件的质量。

设计人员是专家组的一部分，专家组成员从事零件的制造，而零件的设计对于它的制造方法及最终获得的零件质量和强度有主要的影响。设计人员应该对模型和模具的设计、原料的供应商和制造商、在本厂或在客户的注射模具中进行加工进行讨论。

只设计某个零件并把剩余的部分留给其他的人来做，对于塑料的零件设计是不正确的操作工序。在一个零件进行生产前有许多变数和关键点需要被考虑。

我看过许多项目开始于一个好的设计而后投入生产，进行组装、测试认证、质检，但产品却不符合最终的使用要求。如果有及时到位的检查和各方面相互均衡，对所有可能出现的问题进行回答，在设计讨论会的各组有条不紊地对项目的进展进行讨论的话，这种情况就不会发生。采用设计组的设计方法对于避免这种可能出现的问题是最好的保险。

从第3章开始，具体讲述产品的模具设计——在本书中是指产品的注射模具。以下几章要对设计者、模具设计者、生产经理、供料商及质量检测组进行任务分配，来生产各种零件或产品，它们必须符合预期的零件成本、质量要求并满足客户的需要。

设计者必须牢记谁是客户，因为没有客户的满意整个计划注定是要失败的。所有的设计组成员，包括经理都必须提供资金或支持

使项目成功，并且必须与加工工序达成一致，使整个计划成功并获得利润。客户是整个项目不可缺少的一部分，所以必须满足他们对操作、费用、时间及最后使用零件质量上要求，这包括组件中最简单的部分，比如一个齿轮。对于已经安装好的、由许多塑料或金属部件构成的机器，必须使其在所选定的环境下工作才能达到预期的生产时间和寿命。

进行塑料零件的设计不仅需要看透原料供应商提供的手册，摘录他们所要求的截面厚度和直径等，还包括选择一种可以满足要求的材料，以及一种适于生产的、合理的价格费用，给顾客提供服务并使供应商获得效益。价格比较昂贵的塑料（约每立方英寸几美分）往往与价格比较低廉的塑料形成对比，必须考虑是否选择价格高的塑料就能够有更大的设计自由度，并且可以快速制造，还可得到相同的顾客满意度。

对于塑料材料的判断，必须看它们能否提供设计所必需的成分，还有是否与价格相匹配。当一个设计者找到某种材料具有这种性能，就可以保留它，但是同时要尽可能地开发其他树脂和合金，使其能够在较低的成本下进行生产，却能提供相同的产品性能，而且可以获得更大的利益。

致 谢

首先我要感谢我的妻子 Joyce 在我写第二本书的时候给予我的爱与不断的支持。也要感谢 Hanser-Garder 出版社的离休博士 Edward Immergut 提供的帮助, 以及其他为本书提供评论与意见的人。另外, 还要感谢他们提供了辅助的设计和材料信息, 这些援助可以确保公司设计和制造的产品持续成为生产能力范围内的最佳产品。反过来说, 这就使得客户的需要和具体要求总可以被满足, 甚至超出他们的预料。

本书的主要目的在于避免与产品相关的设计、制造及服务中出现各种问题。当及时的信息与正确的生产相结合时, 就可以得到优质产品。

M. J. 戈登 (小)

MSME

2002 年 7 月

标准化塑料专业用语

(源于美国试验和材料协会 D1600—92)

缩写	标准术语
ABA	丙烯腈-丁二烯-丙烯酸酯共聚物
ABS	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料
ACPES	丙烯腈-氯化聚乙烯-苯乙烯共聚物
AEPDM	丙烯腈-三元乙丙橡胶-苯乙烯共聚物
AES	丙烯腈-乙烯-苯乙烯共聚物
AMBA	丙烯腈-甲基丙烯酸-丙烯腈-丁二烯橡胶
AMMA	丙烯腈-甲基丙烯酸甲酯共聚物
ASA	丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸共聚物
ARP	芳香聚酯
CMC	羧甲基纤维素
CS	酪蛋白
CA	醋酸纤维素
CAB	醋酸丁酯纤维素
CAP	醋酸丙酯纤维素
CN	硝酸纤维素
CE	纤维素塑料 (通用)
CP	丙酸纤维素
CTA	三乙酸纤维素
CPE	氯化聚乙烯
CPVC	氯化聚氯乙烯
CF	酚醛树脂
EP	环氧树脂
EC	乙基纤维素
EEA	乙烯-丙烯酸乙酯
EMA	乙烯-甲基丙烯酸

EPM	乙烯-丙烯共聚物
EPD	乙烯-丙烯-丁二烯共聚物
ETFE	乙烯-四氟乙烯共聚物
EVAL	乙烯-乙烯醇共聚物
EVA	乙烯-醋酸乙烯共聚物
FF	呋喃甲醛塑料
HDPE	高密度聚乙烯
IPS	抗冲聚苯乙烯
LLDPE	线性低密度聚乙烯
LMDPE	线性中密度聚乙烯
LCP	液晶聚合物
LDPE	低密度聚乙烯
MDPE	中密度聚乙烯
MBS	甲基丙烯酸-丁二烯-苯乙烯共聚物
MF	三聚氰胺树脂
MPF	蜜胺-苯甲醛树脂
MC	甲基纤维素
PA	尼龙(聚)
PFA	全氟烷氧基烷烃
FEP	全氟(乙丙)共聚物
PF	苯甲醛树脂
PFF	苯糠醛树脂
PAA	聚丙烯酸
PAN	聚丙烯腈
PADC	聚碳酸烷基乙二醇酯
PMS	聚 α -甲基苯乙烯
PA	聚酰胺(尼龙)
PAI	聚酰胺-酰亚胺
PARA	聚芳基酰胺
PAE	聚芳醚
PAEK	聚芳醚酮
PASU	聚芳砜
PBAN	聚丁二烯-丙烯腈

PBS	聚丁二烯-苯乙烯
PB	聚丁烯
PBA	聚丙烯酸丁酯
PBT	聚对苯二甲酸丁二醇酯
PC	聚碳酸酯
PDAP	聚邻苯二甲酸烷基酯
PAK	聚醇酸酯
PAUR	聚酯型聚氨酯
PEK	聚醚酮
PEUR	聚醚型聚氨酯
PEBA	聚醚酰胺嵌段共聚物
PEEK	聚醚醚酮
PEI	聚醚亚胺
PES	聚醚砜
PE	聚乙烯
PEO	聚环氧乙烯
PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯
PETG	对苯二甲酸乙二醇酯-乙二醇共聚物
PI	聚酰亚胺
PISU	聚酰亚胺砜
PIB	聚异丁烯
PMCA	聚甲基- α -氯化丙烯酸
PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯
PMP	聚 4-甲基-1-戊烯
PCTFE	聚氯代三氟乙烯
POM	聚甲醛
PPE	聚苯醚
PPO	聚苯醚
PPS	聚苯硫醚
PPSU	聚苯砜
PPA	聚苯酰胺
PP	聚丙烯
PPOX	聚氧化丙烯

PS	聚苯乙烯
PSU	聚砜
PTFE	聚四氟乙烯
PUR	聚氨酯
PVK	聚乙烯吡唑
PVP	聚乙烯吡咯烷酮
PVAC	聚醋酸乙烯
PVAL	聚乙烯醇
PVB	聚乙烯醇缩丁醛
PVC	聚氯乙烯
PVCA	氯乙烯乙酸乙酯聚合物
PVF	聚氟乙烯
PVFM	聚乙烯缩甲醛
PVDC	聚偏氯乙烯
PVDF	聚偏氟乙烯
SP	饱和聚酯
SI	聚硅氧烷
SAN	苯乙烯-丙烯腈树脂
SB	苯乙烯-丁二烯共聚物
S/MA	苯乙烯-马来酸酐共聚物
SMS	苯乙烯- α -甲基苯乙烯共聚物
SRP	苯乙烯橡胶类改性塑料
TPEL	热塑性弹性体
TEEE	热塑性弹性体, 醚-酯
TEO	热塑性弹性体, 聚烯烃
PEBA	热塑性弹性体, 聚醚酰胺嵌段共聚物
TES	热塑性弹性体, 苯乙烯类
TPES	热塑性聚酯
ARP	共聚酯
PAT	聚芳酯〔聚对苯二甲酸〕液晶聚合物
TPUR	热塑性聚氨酯
TSUR	热固性聚氨酯
UHMWPE	超高分子量聚乙烯

UP	不饱和聚酯
UF	脲甲醛树脂
VCEMA	氯乙烯-乙烯-甲基丙烯酸酯共聚物
VCEV	氯乙烯-乙烯-醋酸乙烯酯共聚物
VCE	氯乙烯-乙烯共聚物
VCMA	氯乙烯-甲基丙烯酸酯共聚物
VCMAA	氯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物
VCOA	氯乙烯-辛基丙烯酸酯共聚物
VCVAC	氯化乙烯-醋酸乙烯酯
VCVDC	氯乙烯-偏氯乙烯共聚物

注意：对于共混物和合金，标准术语是由两种组分的缩写合成的。例如：
 聚对苯二甲酸乙二酯+橡胶=PET+RBR，这里所使用的橡胶不确定，丙烯腈-丁二烯-苯乙烯+聚酰胺=ABS+PA。

非法定单位换算表

$$1\text{in}=0.0254\text{m}$$

$$1\text{ft}=0.3048\text{m}$$

$$1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$$

$$1\text{in}^2=6.4516\times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$1\text{ft}^2=0.092903\text{m}^2$$

$$t/^{\circ}\text{C}=\frac{5}{9}(t/^{\circ}\text{F}-32)$$

$$1\text{lb}=0.45359237\text{kg}$$

$$1\text{psi}=6894.76\text{Pa}$$

$$1\text{oz}=28.3495\text{g}$$

$$1\text{gal}=4.54609\text{dm}^3$$

目 录

绪论 塑料零件的设计和开发	1
第 1 章 塑料设计的分析和发展的	3
1.1 序言	3
1.2 设计组人员的成功选择	5
1.3 使用各种清单来制定产品要求	6
1.4 确定设计组	7
1.5 设计和开发进度表	11
1.6 公司对塑料制品的承诺	13
1.7 向塑料制品的转化	14
1.8 Six-sigma 程序控制	18
参考文献	21
第 2 章 产品设计、开发和生产责任书	22
2.1 方案发展责任书	22
2.1.1 产品设计、开发及进度清单	24
2.1.2 产品开发	24
2.1.3 销售合同	24
2.1.4 产品设计	25
2.1.5 工程变更	25
2.1.6 原材料	26
2.1.7 购买	26
2.1.8 卖主调查	26
2.1.9 客户加工和加工设计要求	26
2.1.10 定价——决定零件和最终制造产品的价格	27
2.1.11 塑料产品开发的成本计算	28
2.2 生产方案时间进程表	48
2.3 制造	48
2.4 质量控制	50

2.5	装配	52
2.6	修饰	52
2.7	包装和运输	53
2.8	担保问题	55
2.9	分析测试	58
2.10	说明书和证明书	61
2.10.1	产品说明书	61
2.10.2	厂内说明书	61
2.10.3	原材料说明书	62
2.10.4	材料证书	65
2.10.5	外购零件	65
2.10.6	模具说明书	65
2.10.7	制造和加工说明书	67
2.10.8	组装和装饰	68
2.10.9	装卸、包装和运输说明	69
	参考文献	70
第3章	产品制造工艺	71
3.1	序言	71
3.2	选择生产工艺	71
3.3	选择制造方法及制造厂商	73
3.4	在报价时与设计者的交流	74
3.5	制造与控制的结合	74
3.6	注射成型	75
3.7	注模成型机械原理	76
3.8	气体辅助注射成型	78
3.9	气体辅助注塑成型问题的预防措施	79
3.10	注塑模具的种类	81
3.11	挤出成型	84
3.12	中空吹塑成型	85
3.13	传统的吹塑成型	86
3.14	挤出吹塑成型——复合成型	88
3.15	注射吹塑成型	88
3.16	旋转成型	89