

塑料零件装配设计

Designing Plastic Parts for Assembly

[美] Paul A. Tres 著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料零件装配设计

[美] Paul A. Tres 著
任冬云 陈源平 何建中等译

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
图字: 01-2001-5266 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料零件装配设计/[美] Paul A. Tres 著;任冬云等译. —北京:化学工业出版社, 2002.6

书名原文: Designing Plastic Parts for Assembly(4th Edition)

ISBN 7-5025-3766-X

I. 塑… II. ①T… ②任… III. 塑料-零部件-装配 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 017418 号
英语版©Hanser Publisher, 2000

塑料零件装配设计

[美] Paul A. Tres 著

任冬云 陈源平 何建中等译

责任编辑:白艳云

责任校对:李丽 崔世芳

封面设计:刘欣

*

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

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 9 字数 227 千字
2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3766-X/TQ·1515

定 价: 25.00 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

近 20 年来,我国的塑料工业得到了快速的发展,塑料制品总产量的年平均增长速度达到两位数。2000 年我国塑料产品的产量已达到了 2100 万吨,仅次于美国,位居世界第二位。我国塑料制品产量的快速增长直接带动了塑料加工机械制造业的大力发展,涌现出以甘肃金利实业有限公司为代表的装备精良、技术雄厚、经验丰富的专业制造各类挤出生产装备的一批塑料机械制造骨干企业。但同时我们也应该认识到,与国外塑料制品的生产技术水平相比,我国在塑料制品的设计、制造装配工艺、产品的精度等方面都存在着较大的差距。所以,目前较精密的塑料制品主要依赖于进口或由国外设备生产制造。

针对目前我国塑料制品档次较低的现状,我们有幸向国内与塑料相关的企业和工程设计人员翻译介绍由 Paul A. Tres 撰写的《塑料零件装配设计》一书。

正如这本书的各次出版序或前言中所介绍的那样,该书汇集了 Paul A. Tres 多年的研究成果和许多成功的实用范例。对致力于提高我国塑料制品市场竞争力的企业和工程设计人员来说,这是一本必备的工具手册。

Paul A. Tres 在该书中由浅入深、详细地介绍了塑料零件各种连接方法和装配技术及其相应的控制基本原理。对于那些初涉塑料加工行业的技术人员、在校大学生和研究生、或者资深的塑料制品专家,都能在这本书中学到自己感兴趣和实用的塑料零件装配的技术知识。这也说明 Paul A. Tres 具有独到的专家见解和丰富的教学经验。可以这样说,只要你的工作或产品涉及塑料零件装配方面的内容,这本书都将是必不可少的。

由于译者在塑料零件装配设计方面的实践经验不足,翻译水平

有限，时间仓促，在本译文中难免会存在一些缺憾甚至错误。如果读者能从本书中得到帮助与启发，我们将深感欣慰。

任冬云

2002年3月于北京

中文翻译版序

大约近 11 年来，这本书的内容已经改进了许多次。

现在，这本书第一次被与塑料相关的各行业中工作的中国设计者和工程师所利用。

中国目前正在成为一个世界经济的中心，塑料工业正在飞速发展。

对于潜心于用塑料开发新产品和致力于为市场提供更加可靠耐用的产品的设计者和工程师而言，《塑料零件装配设计》叙述了他们所面临的重大问题。

例如，在这本最新英文版本中介绍的一种新型塑料开发和设计实例是北美 Daimler Chrysler 公司制造的 300M 汽车（克莱斯勒名牌）发动机组件。这种汽车被著名的 Car & Driver 杂志命名为 Car-of-the-Year。

用由德国 BASF 公司提供的 35% 玻璃纤维增强尼龙 66 替代铝模铸件制造发动机上进气歧管，DaimlerChrysler 公司已经将发动机的输出功率提高了近 5 马力，同时零件的制造成本由原来的 118 美元下降为 43 美元。通过使用如压力装配一章中介绍的设计程序和技术，Daimler Chrysler 公司已经改进了发动机在保用期间和之后产品的耐用性，同时，每年可为公司节省成本（不需要球轴承）费用超过 1700 万美元。

工作于许多行业的设计者和工程师（如航空、汽车、计算机、家具、消费产品、农业、包装、医药等）为了开发、设计和制造塑料零件、系统和制品，都应该感到这本书在完成可靠耐用的产品、继续降低生产成本等方面是及其有用的。我愿借此机会，祝愿读者在他/她新的和富有竞争力的塑料制品设计中

取得成功。

Paul A. Tres

布鲁姆费尔德希尔 (Bloomfield Hills), 密歇根 (Michigan), 美国

2002 年 2 月

第四版序

十分荣幸能为 Paul A. Tres 的《塑料零件装配设计》第四版写序。这是本书自 1994 年面世以来发行的第四版。多次再版发行的事实说明它深受广大读者的欢迎。

一种由塑料元件构成的产品的开发成功不仅依赖于这种产品的功能设计，还取决于这些元件的装配方法。与传统材料零件装配方法相比，适用于塑料零件的装配方法有许多种。例如，可用超声波焊接、振动焊接、旋转焊接、热板焊接等方法将热塑性塑料零件熔结在一起，也可以使用适当的溶剂将这些零件粘接起来。如果使弹性模量保持在适当的范围内，许多工程热塑性塑料零件能够非常容易地实现快速装配。另外，几乎所有适用于金属零件装配的技术，如螺纹连接、铆接、粘接等，都可用于塑料零件的装配。可供选择的装配技术如此之多，使得挑选合适的技术成为了一个问题。

对于选定的装配技术，在选择合适的零件设计中仍然存在着这个问题。这种对装配设计的见解对于装配的成功是关键性的，但不必过分强调。许多产品的失败在于选择了不当的装配技术或不正确的装配设计。在实施液体密封时用于超声波焊接的能量控制器的失灵，或由于螺纹连接而产生的很大环应力导致轮毂的破裂只是几个实例。Paul 给出了大量的最新应用技术，并为读者提供了关于这些技术设计的翔实内容。由 Paul 采用的装配设计实践方法使得本书价值非凡。本书通过列举实例来说明如何实际应用。

本书第四版提供了更多的范例。塑料是新型的结构材料，塑料零件的装配技术也在不断发展。我确信这本书的未来版本将涉及更新的技术。同时，我十分欣赏书中 Paul 对塑料零件装配技术的精辟论述。

匹兹伯格(Pittsburgh)，宾夕法尼亚(Pennsylvania) Kishor S. Mehta
技术经理
拜尔公司

第三版序

我很高兴能有幸为 Paul A. Tres 的《塑料零件装配设计》(第三版)写序。

在过去的 40 年里,塑料的应用以 8.5% 的年平均速度增加,它高于 GNP 增长率的两倍多。塑料工业中现有约 2 万多家工厂,雇员总计有 120 万人,生产价值约 2250 亿美元的制品。

不论塑料过去的辉煌、现在的增长和它的发展前景,教学机构还没有以可靠的方式做出响应。开设塑料技术课程的大学数量明显不足。大量的工程师获得他们的学位时并没有学到基本塑料技术。在这一岗位上,这些新的塑料工业专业人员时常通过费力的试验和不论好坏的错误方法自学精通这项技术。老的设计格言“结构应该服从功能”时常被“伴随失败的结构”所取代。通过塑料技术的研讨会和如《塑料零件组装设计》的教科书,这些不熟练的工程师能够缩短这一学习过程。

耐用产品的生产厂商拼命地努力改进他们的效率以便能在世界经济中竞争与生存。许多新的管理程序正在被试用。一种已被证明是有效的方法是“DFMA”或“用于可制造性和装配的设计”。

DFMA 正在更加完善,但是有两个重要方面在 Paul 的书中被提到。“可制造性的设计”解释为保持设计的简单性以便产品将来容易制造。所有的厂商都必须遵循这一原则。

DFMA 的“装配”部分鼓励设计者在设计零件的预期功能时,同样应考虑装配的简单性。所有的厂商也能够认可这一原则。

简化装配最安全的方法是取消它。通过将两个零件的功能合并到一个单一元件中,就可以取消装配。追求这一途径的设计者已经利用塑料的性能制造复杂的零件。用一件替代两件或更多的零件总能制造出一个更复杂的零件。这些复杂的零件制造更困难,这与保

持零件的简单性以便易于制造的原则相矛盾。

取消装配是值得考虑的，但通过淘汰装配工人缩减财务管理的定额已经将这一方法推向或超过了限度。由于无经验的设计工程师使这一问题更加突出，他们并不知道何时装配能好于零件的合并，这不是他们本身的过错。

不是所有的装配都可被取消，《塑料零件组装设计》解释了在装配为最佳途径的情形中如何使装配最优化，这不仅仅是一本关于装配的书籍。它是关于零件设计和装配的工程师手册。事实上，前四章不是讲解装配内容的，但详述了基本塑料材料的技术，使得设计者懂得每一种装配工序的设计原因和如何设计，在本书的后续章节中详述了这些装配工序。

应该注意的是，这本书把在塑料设计技术中始终重要的基础与最新知识最佳组合在一起。Paul 超越了常规的经验实例方法，给读者介绍了通过应力分析设计的更新的、高科技方法。这可以使得读者达到既定设计所要求的深度。当设计与有效制造完全相称的塑料零件时，这本最新的和扩版的“第三版”为设计工程师提供了最优化装配工序所必须的知识。

我毫无保留地向塑料制品的设计单位推荐这本书。

利伯梯维尔 (Libertyville), 伊利诺斯 (Illinois) Glenn L. Beall

董事长

Glenn Beall 塑料有限公司

第二版前言

过去几十年中，塑料零件和塑料已经有一个不良的影响。这是由于不合理的设计、对材料和制造缺乏认识所造成的。在经历了第一次惨痛的试验后，许多产品被放弃，这种情况导致了管理人员返回到排斥塑料的传统解决方案。

Paul A. Tres 是将塑料技术初创时期转向现代纪元的先驱者之一。也许那些钟情于反复试验方法、勇敢适应后来的疲倦滋味的人们不会欣赏这本书。对于那些从来没有经历过苦恼的日夜、不断努力、在这增加直径、在那里增加锥角、增加厚度等等的人们来说，不可能懂得获得现成的解决方案是如何重要。这就是这本书的任务，而且做得很出色。它将让那些探索效率和最佳的市场时机的所有人们能够找到一种方法，我甚至应该说是一种诀窍。你能够在这里找到装配方面的正确解决方案，包括合适的材料，以适应你的产品的要求。这本书显示了塑料技术已经达到理性时期。保守势力的疆界将会收缩，随着每一限期临近，新的解决方案和创新的应用就会出现在市场。因而，专业人员知道如何更好地做好工作，以激发客户和其他不熟悉塑料知识的人们的信心。因为材料深奥的学问以及在其使用寿命期间所遇到各种情况时材料所表现的行为困扰着我们，所以这种重新确立的信心能够使人们考虑采用大胆的解决方案。正如在任何一部上乘的好莱坞影片中，保证有一个愉快的结局。然而，这并不是一件容易的事，最近的那些不良经历和忽视或鄙弃这些工具的某些冒险家使得用户恢复完全的信心非常困难。

必须承认，在分析方法出现之前，消费者的这种忧虑是绝对合理的。Paul 的书为用户和供应厂商之间建立了富有成效的对话渠道。因为有了公认的科学根据和 Paul 充实的经历，用户能够在可靠的、公认的基础方面建立起概念，因此考虑更多的是显著的节

约，而较少的另一次担忧。

与金属相比，塑料显示出许多优点，但有一个主要的缺点是：随着温度和时间不同，它们特性的变化非常显著。这使得塑料设计处理不像金属设计那样容易。塑料的专业技术以及关于操作条件的专用知识是需要掌握的。塑料设计的失败通常发生在设计者不明白下述两点时：

- 安全系数
- 塑料的行为

我建议你从第二章开始阅读。你将会得到在塑料设计时所涉及的安全系数的全部内容。然后，在第一章上花点时间，以便了解与金属相比塑料为什么有如此令人惊讶的行为。于是你就可以自由选择适合你产品的装配技术。

我仍然有一个遗憾。Paul 经常与我讨论能写一本总结我们经历的书。Paul 做到了，我却没做到。希望有一天，我能原谅他。

蒙特卡罗(Monte Carlo), 摩纳哥(Monaco) Henri(Ari) Sayag
研究部经理
Mecaplast

第二版序

我很高兴能为《塑料零件装配设计》第二版写序。它为产品和塑料设计工程师提供了一种基本的指导工具。大多数设计工程师在塑料设计方面训练甚少，甚至很少有人塑料零件装配设计方面接受过训练。然而，在过去的 40 多年中，在汽车元件和消费产品领域中塑料应用的快速增长并没有停止。

大多数专用产品和塑料设计工程师们通过工作经历已经学到了他们的技能。在许多连接和装配问题中，他们已经应用了非常富有想像力的解决方案；因此，使得他们的塑料零件能够适应有效成本和高功能的要求。他们通过最初的设计失败，偶尔已经发现了塑料零件装配的真实控制设计原则。

Paul A. Tres 书的优势在于，它清楚地叙述了塑料零件各种连接和装配技术的控制基本原理。因此，为新的设计工程师提供了学习捷径，节省了因重新设计新零件而失去的时间。结果，塑料设计工程师能够依靠这本书中确定的基本原理进行他们的工作，以较快的速度给出艺术性的塑料零件装配。

Paul 书以非常可读的形式总结了多年来获得的关于塑料零件装配的基本设计原理。前四章叙述了塑料材料的基本原理，这些是一位优秀设计工程师为设计有效塑料零件装配所必须懂得的。第五章提供了对各种塑料焊接技术的有益评价和每种类型的优秀设计实践。

后续三章对需要柔性铰接、压力装配和搭扣连接的组件的设计原理进行了精彩的评述。在商业用途的今天，这些设计技术常常被用来提供更有效的现代塑料零件设计。对产品和塑料零件设计者而言，在努力改进设计以不断地适应更多的、苛刻的功能要求同时又不断地适应更苛刻的成本限制等方面，这些技术的良好应用知识将具有很大的价值。

我相信现代的产品和塑料零件设计者将会发现，对于他将来的设计任务而言，Paul A. Tres 的《塑料零件装配设计》是一本颇有价值的参考书。

澳伯恩希尔(Auburn Hills), 密歇根(Michigan) John E. Fillion
经理

Daimler Chrysler 有机材料工程有限公司

第一版前言

由于我熟知这项工作和了解 Paul A. Tres 的许多特殊才能，很高兴有机会介绍他的这本书《塑料零件装配设计》，并向广大读者推荐它。对材料工程师、设计和制造工程师、研究生和大学生以及其他对装配或塑料零件发展感兴趣的人们而言，现在有了一本书写清晰、侧重方法的资料书籍。

这本应用书是威斯康星—麦迪逊大学同名课程的副产品，正在向全美国和国际推广。正像在这一课程中他的讲座提供了关于材料选择、制造技术和装配过程的详细而简化的叙述，这本书将使得他那独特的专家见解和有效的教学方法为广大听众所采用。

Mr. Tres 非常成功的教学方法通过这本书得以体现。他将基本论据与实用技术、实际原则相结合，详细地论述了连接设计和连接的目的、组合零件的几何结构和种类、涉及载荷的类型、及其他关系到在这一生气勃勃领域中成功的重要知识。这本书的论述一直是面对实践，集中在每天所遇到的问题和情形。

除了塑料外，Mr. Tres 还熟知计算机软件，已经指导了杜邦公司的设计软件开发。在威斯康星—麦迪逊大学的这一课程是他在杜邦公司为柔性铰接和搭扣连接设计软件时的派生物。

Mr. Tres 在塑料领域拥有许多专利。在计算机编程、制造过程、材料选择和在国内和国际级的企业管理等方面，他的专业才能世界知名。

最近，Mr. Tres 成就已经为他赢得了杜邦汽车营销杰出奖以及 1994~1995 年度世界知名人士的赞誉。

不论你是初次进入这一领域或者是经验丰富的塑料零件设计者，《塑料零件装配设计》都是一本杰出的工具书，它将帮助划算的设计决定，帮助确保你设计的塑料零件和产品能经久耐用。

Donald E. Baxa 博士
威斯康星—麦迪逊大学

第一版序

我非常愉快能为如此重要的一本关于工程设计的书写序。甚至可以这样说，在过去的 10 年里，当塑料创造性的应用已经改变了消费产品的真实结构时，许多学工的学生毕业时却对聚合物工程或塑料设计原理了解甚少。由一位资深专家和塑料组件设计领域的开创者撰写的这本书既是一本颇有价值的工程教科书，又是一本针对从业设计工程师的资料书籍。

在 1980 年中期，通过 IBM ProPrinter 开创性的改进，在消费产品方面的塑料应用的潜能被充分认可。那时，ProPrinter 消除了流行在产品工程师中这种荒诞的说法，即这样的设计元件，如塑料簧片、塑料轴承、塑料定位元件等缺乏与相应普通金属配件的结构完整性。在 ProPrinter 中，这些塑料结构的特征不仅显示出在经常使用和滥用中具有所需的可靠性，它们还可组合成为单一的零件，创造出新型精美的结构。例如，ProPrinter 的注射成型的侧面框架（它支撑滚筒和导螺杆），所有转动零件的整体轴承、保持供纸压力的簧片、允许框架搭扣连接到基座上的悬壁定位元件。用如此创新的设计零件产生的台式打印机，仅用 32 个最终装配步骤即可完成组装，而市场上它的主要竞争对手却需要 185 个步骤来完成组装。

自从 ProPrinter 的出现，巧妙的塑料设计已经成为一种基本工具，以便在激烈的竞争中生产出结构较为简单、分散零件较少的产品。经过过去 5 年多发表的对许多实例的研究，零件有价值的减小已经被显现出来，在产品制造业中产生连锁反应，它将提高整个机构的功效。较少的零件意味着较少的制造装配步骤和较少的接缝与接触面，所有这些优点在质量和可靠性方面都具有积极作用。此外，在零件数量上的减少将直接导致一个机构间接成本的降低。因此，较少的零件也意味着较少的供货商、较少的文本、较小的存货