

Joining of Plastics

Handbook for Designers and Engineers

塑料连接技术

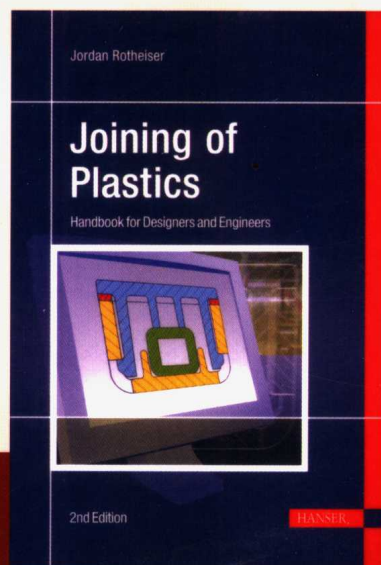
设计师和工程师手册

(原著第二版)

[美] 乔丹·罗泰泽尔 著

Jordan Rotheiser

丁玉梅 杨卫民 陈卫红 等译



Chemical Industry Press



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料连接技术

设计师和工程师手册

(原著第二版)

[美] 乔丹·罗泰泽尔 著
丁玉梅 杨卫民 陈卫红 等译



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料连接技术: 设计师和工程师手册: 第2版/[美] 罗泰泽尔 (Rotheiser, J.) 著; 丁玉梅等译. —北京: 化学工业出版社, 2006. 4

书名原文: Joining of Plastics Handbook for Designers and Engineers
ISBN 7-5025-8292-4

I. 塑… II. ①罗…②丁… III. 塑料-连接技术-手册 IV. TQ32-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 013139 号

Joining of Plastics: Handbook for Designers and Engineers, Second Edition/by Jordan Rotheiser
ISBN 3-446-22454-8

Copyright © 2004 by Carl Hanser Verlag GmbH & Co. kG. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Carl Hanser Verlag GmbH & Co. kG

本书中文简体字版由 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. kG 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: 01-2005-0879

塑料连接技术

设计师和工程师手册

(原著第二版)

[美] 乔丹·罗泰泽尔 著

丁玉梅 杨卫民 陈卫红 等译

责任编辑: 白艳云 杜春阳

文字编辑: 李 玥

责任校对: 陶燕华

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)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 30 1/4 字数 617 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8292-4

定 价: 65.00 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

译者名单

丁玉梅	杨卫民	陈卫红
杨 乐	耿立波	李建国
赖士兴	康凯敏	

单位换算表

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

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

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

$$1\text{US gal} = 3.78541\text{dm}^3$$

$$1\text{hp} = 746\text{W}$$

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

$$1\text{ft} \cdot \text{lb/in} = 53.34\text{J/m}$$

$$1\text{dyn/cm} = 10^{-3}\text{N/m} = 1\text{mN/m}$$

$$1\text{oz} = \frac{1}{16}\text{lb} \approx 28.35\text{g}$$

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

$$1\text{mil} = 25.4 \times 10^{-6}\text{m} = 25.4\mu\text{m}$$

$$1\text{lbf} = 4.44822\text{N}$$

献 辞

作者谨以此书献给他的妻子盖尔，如果没有她的支持和鼓励，本书可能至今还没有完成；他也希望以此书献给他的家庭，以弥补那些本来应该与家人团聚的日子。

序 言

美国塑料工程师协会 (Society of Plastics Engineers, SPE) 非常愿意为乔丹·罗泰泽尔所著的《塑料连接技术 设计师和工程师手册》的出版提供赞助。罗泰泽尔先生是塑料应用领域的工程师和工业设计师, 在塑料产品的设计方面有超过 35 年的实践经验, 他还是美国塑料工程师协会的知名会员, 举办过多次有关塑料装配的研讨会。他的这本简明手册将帮助读者针对具体的应用领域, 选择最经济有效的连接方法。

多年以来, 美国塑料工程师协会一直通过其技术丛书委员会赞助各种有关塑料书籍的出版。这个委员会的业务范围包括所需书籍的策划、招募新作者以及新书的评论、批准和出版等。

美国塑料工程师协会在涉足的所有领域都有雄厚的技术实力, 不仅有书籍的出版, 还有其他领域, 例如技术研讨会和教育大纲的发起。此外, 协会还定期出版如下刊物:《塑料工程》、《聚合物科学与工程》、《注射成型技术学报》、《乙烯基与添加剂技术学报》、《聚合物复合材料》及会议文集和其他出版物, 所有内容都需要经过严格的技术评价过程。

美国塑料工程师协会是一个涉及领域广泛的庞大组织, 大约有 36000 名经验丰富的塑料研究领域的工程师、科学家和技术人员在这里工作, 如果您希望进一步了解这个组织, 请与如下地址联系: Fairfield Drive 14, Brookfield, 康涅狄格 06804, 美国。

Michael A. Cappelletti

美国塑料工程师协会执行主任

技术丛书委员会:

Robert C. Portnoy, Chairperson

Exxon 化学公司

评论人:

Billy Chow 博士

IBM 公司

前 言

当塑料作为一种产品制造材料最初出现的时候，人们只是采用与其他材料相同的方法对塑料零件进行设计与装配。随着时间的推移，塑料家族的独特性质和制造工艺才逐渐被发现。有创造性的设计者和工程师们不久就认识到，与传统材料制作的产品比较，塑料产品的销售价格可以大幅降低。

采用塑料之所以能够降低产品成本，很大程度上是因为产品的组装零件可以减少，而且通过采用科学的塑料零件连接方法，产品的组装效率也有所提高。然而塑料产品的设计要比金属产品设计复杂得多，因为塑料的物理特性在通常的使用范围内，受温度和化学环境的影响非常大。此外，可以采用的连接方法也必须随着零件的材料和工艺方法而变化。

在多年的设计和工程实践中，作者发现现有的参考资料普遍忽视了装配、材料和塑料制造工艺之间的相互关系，读者只能通过亲自实践才能发现这些相互关系。在本书里，各种塑料成型工艺所限制使用的装配方法将在第6章“按照工艺选择装配方法”进行介绍；第5章“按照材料选择装配方法”将提供各种树脂限制使用的装配方法，在适当的情况下，还提供了可以接受的装配公差范围。此外，可以采用的装配工艺还受到零件尺寸的限制，具体内容请参考相应的章节。

从理论上讲，提高塑料产品组装效率的最好方法就是完全取消组装工艺，将产品一次成型。这样不但能够节省装配工时，也减少了购买、检测、仓储、资金需求和零件费用等。当然，完全取消组装工艺几乎是不可能的，但大量减少组装零件的数量通常是可以实现的。在大多数情况下，通过将现有生产工艺中的塑料零件进行合并就可以大大减少零件的数量。但是将零件合并有时候会导致零件过于复杂，使复杂零件的制造成本比简单零件的制造成本与装配成本之和还要高。在本书作者设计的最成功的产品成本降低方法中，许多方法都对产品的原有生产工艺与制造材料进行改变，而且作者认为本书很重要的一点就是将这种方法在书中进行介绍。作者在书中还设计了一个表格，其中说明了每种组装工艺适用的产品尺寸范围。

本书也包括塑料产品拆卸与回收所需要部件的设计。另外，为了避免零件弯曲或者变形导致无法装配，本书还提供了一些制作零件的基本工艺原理。相应的制作技术也达到了更高的水平，只有这两者结合，才可以称为“塑料零件的全方位设计”。

在设计章节之后是一些装配方法章节，可以说本书的剩余部分基本上都是装配方法的有关内容。对14个主要的目前常用的塑料产品紧固和连接装配方法，本书分章进行通篇论述，从而提高了本书的参考价值。这是一本非常专注于“怎么去

做”的书，包括大量的设计细节，别处恐怕难以找到，而且书中还有很多插图，既可以作为案头的参考书，也可以作为一本设计指南使用。

在当前快节奏的设计环境下，工程师们很少有闲暇来读一整本书。作者通常发现自己在拿到一本书后，往往希望能够通过最快捷的方式找到所需资料。当浏览一本参考书目录的时候，本书作者希望那本书可以按照这种快捷的方式阅读。作者也相信，其他工程师也会有同感，因此本书就是按照这种快捷的方式设计的。在第1章“快速指南和效率手册”，读者可以浏览各种各样的装配方法，并决定哪一个是手头工作最可能的解决方法，然后直接阅读相应的章节。为了更好地便于读者阅读，每一章的开头都列出了本章将讨论的装配方法的优缺点。作者希望，他的这种努力可以为本书读者提供一种快速有效的连接方案。

Highland Park, Illinois

致谢

作者首先诚挚地感谢 Glenn Beall 有限公司的 Glenn Beall 先生，是他在许多年以前将作者引入到塑料领域，并提供许多参考资料，在过去的那些年，作者从他那里学到了大量的有关塑料的知识。作者还要对下面的几位先生致以诚挚的感谢，感谢他们在他们所熟知的领域为本书相关章节花费时间和精力进行仔细审阅，他们是：

Paul Burleigh (Forward 技术工业公司)

Mark Caldwell (声能和材料公司)

Jeffrey Franz (Branson 超声波公司)

David A. Grewell (俄亥俄州立大学)

Michael Luehr (Hermann 超声波)

Herbert Mikeworth (Dukane 公司)

Kishor Mehta (Bayer)

Jim Nordgren (3M)

Don Schewe (Forward 技术工业公司)

Zan Smith 博士 (Ticona)

Michael Topping (Ashland 化学)

除了列于本书中的那些参考内容外，作者还要对为本书获得所用资料提供信息和辅助的下列人员表示感谢：

J. Andrew Besuyen (Branson 塑料连接)

John Bottelle (Emhart Helicoil)

Steve Chookazian (Ashland 化学)

Ed Collins (Kamweld 制品合作公司)

Shawn Dalton (服务构造学公司)

Russel Diluciano (V 和 A 工艺)

Jonathan Gorbould (Ameritherm 公司)

Steve Ham (Steve Ham 公司)

Peter Hebert (Forward 技术工业公司)

Steven A. Kocheny (Leister 技术, LLC)

Junusz Lachowski (声能和材料公司)

Tom Hoyer (Tom Hoyer 及其合作公司)

Nicholas Nagurny (Montell 北美)

Robert T. Ruffini (Fluxtrol 公司)

Jerry Zybko (Leister 技术, LLC)

最后，作者对列在本书参考内容中的人们表示感谢；对过去多年一直在塑料行业努力工作，对本书的出版有过任何贡献的人表示感谢。

乔丹·罗泰泽尔

Jordan Rotheiser

内 容 提 要

本书为一本实用手册，主要论述了塑料连接的基础理论和应用，另外还从设计、选材、加工和装配等方面全方位地阐述了连接方法。全书共分为 21 章，内容包括高效装配设计、降低装配成本、拆卸和回收设计、按照材料选择装配方法、按照工艺选择装配方法、胶黏剂和溶剂连接、紧固件和嵌件、铰链连接、热板/热口膜/熔接焊接和热金属丝/电阻焊接、热气体焊接、感应/电磁焊接、嵌件和多零件成型、压力配合/受力配合/干涉配合/收缩配合、卡扣连接、旋转焊接、立锻/模锻/锤锻/冷锻/冷成型、螺纹：攻丝和模塑、超声波焊接、振动焊接、激光焊接等。本书的最大特点是在各章节分别为解决在塑料制品生产行业中存在的大量“怎么做”的实际问题进行了具体阐述，实用性非常强。为提高读者工作效率，本书还专辟第 1 章作为“快速指南和效率手册”，读者只要翻开第 1 章就可方便快捷地找到欲解决实际问题所在的章节。

本书适用于从事塑料制品设计及应用的工程技术人员、相关专业大中专院校师生及科研人员。

目 录

绪论	1	2.1 避免零件变形	14
第1章 快速指南和效率手册	5	2.2 内角应力	15
1.1 效率手册	5	2.3 筋和凸台	16
1.2 快速指南	6	2.4 拔模斜度	17
1.2.1 胶黏剂(第7章)	6	2.5 收缩	19
1.2.1.1 液态:溶剂基、水溶基 和厌氧基的胶黏剂	6	2.6 配合	20
1.2.1.2 乳香	6	2.6.1 塑料装配的作图惯例	20
1.2.1.3 热熔焊接	7	2.6.2 装配公差的重要性	22
1.2.1.4 压敏黏合	7	2.6.3 针对塑料零件的特殊拔 模斜度方法	24
1.2.2 紧固件和嵌件(第8章)	7	2.6.4 制定公差范围的步骤	27
1.2.3 铰链连接(第9章)	7	2.7 塑料零件中更松的配合公差的 设计方法	28
1.2.4 热板/热口模/熔融焊接和热 金属丝/电阻焊接 (第10章)	8	2.7.1 三点定位	29
1.2.5 热气体焊接(第11章)	8	2.7.2 中空凸台	30
1.2.6 感应焊接(第12章)	8	2.7.3 滚压加强筋	31
1.2.7 嵌件成型(第13章)	9	2.7.4 柔性加强筋	31
1.2.8 多零件成型(第13章)	9	2.7.5 内/外配合	32
1.2.9 压力配合/受力配合/干涉配 合/收缩配合(第14章)	9	2.7.6 阶梯装配	33
1.2.10 溶剂连接(第7章)	9	2.8 大型制品的更松的公差范围	33
1.2.11 卡扣连接(第15章)	10	2.8.1 现场钻孔	33
1.2.12 旋转焊接(第16章)	10	2.8.2 带有垫圈的大孔	33
1.2.13 立锻/模锻/锤锻/冷锻/ 冷成型(第17章)	10	2.8.3 交叉槽	34
1.2.14 模塑螺纹(第18章)	11	2.8.4 功能分离	34
1.2.15 攻丝螺纹(第18章)	11	2.8.5 拐角间隙	34
1.2.16 超声波焊接(第19章)	11	2.9 半燕尾连接	35
1.2.17 振动焊接(第20章)	11	2.10 尽可能地降低外观不重合度 的影响	36
1.2.18 激光焊接(第21章)	12	2.11 装配用塑料产品设计清单	36
1.3 按照尺寸选择装配方法	12	2.12 测试	36
1.4 按照连接时间选择装配方法	13	第3章 降低装配成本	39
第2章 高效装配设计	14	3.1 概述	39
		3.2 采用微型化减少零件数目	39
		3.2.1 通过材料来组合零件	40

3.2.2 通过工艺来组合零件	41
3.3 大型化方式来减少零件	41
3.3.1 复合材料成型工艺	45
3.3.2 共挤成型	45
3.3.3 共注成型	46
3.3.4 多部件或双色共注成型	46
3.4 减少紧固件	46
3.4.1 一个紧固件连接多个零件	46
3.4.2 压力配合和卡扣配合	47
3.4.3 集成铰链	47
3.4.4 通过组合消除紧固件 的理念	48
3.5 整体设计	49
3.5.1 设计的总体考虑	49
3.5.2 螺纹设计	50
3.5.3 工艺性考虑	50
3.5.4 加工考虑	51
3.5.5 实施	51
3.5.6 面向整体的设计	52
第4章 拆卸和回收设计	53
4.1 概述	53
4.2 拆卸设计	54
4.2.1 重复开启的装配	54
4.2.2 永久性装配	57
4.3 回收设计	58
4.3.1 简化	58
4.3.2 装配方法选择	58
4.3.2.1 可重复打开的方法	58
4.3.2.2 永久的方法	59
4.3.3 材料的选择	59
4.3.4 添加剂	60
4.3.5 污染	61
4.3.6 减少材料	61
4.3.7 认证和拆卸说明书	62
第5章 按照材料选择装配方法	63
5.1 热塑性塑料与热固性塑料	63
5.2 无定形与结晶(半结晶)热塑 性塑料	64
5.2.1 成型后收缩率	65
5.2.2 线性热膨胀系数	65
5.2.3 焊接性能	65

5.2.4 溶剂密封性	65
5.3 热固性塑料	66
5.4 按照材料选择装配方法	66
5.4.1 所选材料的性能及与装 配相关的数据	68
5.4.2 胶黏剂	97
5.4.3 SPI 标准的使用	97
第6章 按照工艺选择装配方法	139
6.1 概述	139
6.2 吹塑	139
6.2.1 工艺	139
6.2.2 装配考虑	139
6.3 铸造、浇铸以及灌注	141
6.3.1 工艺	141
6.3.2 装配考虑	141
6.4 共挤成型	141
6.5 共注成型	142
6.6 冷压成型	142
6.6.1 工艺	142
6.6.2 装配考虑	142
6.7 压制成型	143
6.7.1 工艺	143
6.7.2 BMC: 预制整体模塑料	143
6.7.3 SMC: 片状成型料	143
6.7.4 装配考虑	143
6.8 挤出成型	144
6.8.1 工艺	144
6.8.2 共挤出工艺	145
6.8.3 装配考虑	146
6.9 缠绕成型	146
6.9.1 工艺	146
6.9.2 装配考虑	146
6.10 气体辅助注射成型	147
6.11 气控压塑结构发泡成型	147
6.12 注塑成型	147
6.12.1 工艺	147
6.12.2 装配方法	148
6.13 叠铺成型和喷射成型	149
6.13.1 工艺	149
6.13.2 装配考虑	150
6.14 机加工	150

6.14.1 工艺	150	7.1.1 优点	170
6.14.2 热塑性塑料	150	7.1.2 缺点	171
6.14.3 热固性塑料	151	7.2 基本理论和术语	172
6.14.4 装配考虑	151	7.3 塑料表面湿润性的测量方法	174
6.15 拉挤成型	152	7.3.1 接触角测量	174
6.15.1 工艺	152	7.3.2 湿润张力测量 (ASTM D-2578-73, 聚乙烯和聚丙烯薄膜的湿润张力)	174
6.15.2 装配考虑	152	7.3.3 粘接率测试 (试行标准 ASTM D-2141-63 R)	174
6.16 反应注塑成型 (RIM)	153	7.3.4 水蔓延试验	174
6.16.1 工艺	153	7.3.5 染色残留测试	175
6.16.2 装配考虑	154	7.3.6 墨水保留测试	175
6.17 树脂传递模塑 (RTM)	154	7.4 表面处理	176
6.17.1 工艺	154	7.4.1 溶剂清洗	176
6.17.2 装配考虑	154	7.4.1.1 溶剂浸泡	177
6.18 滚塑成型	155	7.4.1.2 溶剂擦拭	177
6.18.1 工艺	155	7.4.1.3 溶剂喷洗	177
6.18.2 装配考虑	157	7.4.1.4 蒸汽脱脂	177
6.19 结构发泡成型、气体辅助结构发泡成型以及共注塑成型	158	7.4.1.5 超声蒸汽脱脂	177
6.19.1 工艺	158	7.4.1.6 液体超声清洗	177
6.19.2 装配考虑	159	7.4.2 研磨方法	177
6.20 热成型	160	7.4.2.1 干磨	177
6.20.1 工艺	160	7.4.2.2 干喷砂法	178
6.20.2 薄片热成型	160	7.4.2.3 湿喷砂法	178
6.20.3 厚片热成型	161	7.4.2.4 湿研磨剂冲刷	178
6.20.4 压制热成型	162	7.4.2.5 清洗剂擦洗	178
6.20.5 其他的成型工艺	162	7.4.3 表面能处理和工艺参数选择	178
6.20.6 装配	162	7.4.3.1 化学处理	178
6.21 双片热成型工艺	163	7.4.3.2 电晕处理	179
6.21.1 工艺	163	7.4.3.3 等离子处理	180
6.21.2 装配考虑	163	7.4.3.4 火焰处理	180
6.22 传递模塑成型	164	7.4.3.5 工艺参数的选择	181
6.22.1 工艺	164	7.4.4 表面处理保存期限	181
6.22.2 装配考虑	164	7.5 粘接设计	181
6.23 工艺的选择	165	7.5.1 剪切应力	181
6.23.1 热塑性开放式零件	165	7.5.2 拉伸应力	182
6.23.2 热固性开放式零件	167	7.5.3 裂开应力	182
6.23.3 中空零件	168	7.5.4 剥离应力	182
6.23.4 异型材	168	7.5.5 胶黏接头设计	183
6.23.5 超高强度零件	169		
第7章 胶黏剂和溶剂连接	170		
7.1 优点与缺点	170		

7.5.5.1 承载接头或无载 接头	183	8.2.8.1 应变法	216
7.5.5.2 搭接接头	183	8.2.8.2 扭矩法	217
7.5.5.3 对接接头	187	8.2.9 抗振动	217
7.5.5.4 螺钉和胶合	189	8.3 塑料中使用紧固件的方法	218
7.6 胶黏剂	190	8.3.1 压入式紧固件	218
7.6.1 丙烯酸树脂	196	8.3.2 自攻螺钉	218
7.6.2 厌氧胶黏剂	196	8.3.2.1 塑料螺纹的强度	219
7.6.3 氰基丙烯酸盐胶黏剂	196	8.3.2.2 展成螺纹螺钉和切削 螺纹螺钉	220
7.6.4 环氧树脂	197	8.3.3 特种螺钉	222
7.6.5 热熔体	197	8.3.3.1 窄螺纹牙形	222
7.6.6 酚醛	198	8.3.3.2 改变齿高	222
7.6.7 聚氨酯	198	8.3.3.3 不对称螺纹牙形	223
7.6.8 多硫化物	198	8.4 自攻螺钉的选择	223
7.6.9 压敏胶黏剂	199	8.4.1 成本标准	223
7.6.10 聚硅氧烷	199	8.4.2 失效/驱动率和差值	223
7.6.11 溶剂基胶黏剂	199	8.4.3 强度标准	224
7.6.12 水基胶黏剂	199	8.4.4 切削螺纹或展成螺纹	224
7.7 溶剂	200	8.4.5 攻丝或模塑成型螺纹	225
7.8 胶黏剂和溶剂装配技术	202	8.5 螺纹嵌件: 优点	226
7.8.1 固定装置	202	8.6 凸台帽	227
7.8.2 夹紧装置	203	8.7 螺旋线圈嵌件	227
7.8.3 应用方法	204	8.8 自攻丝嵌件	227
7.8.3.1 毛细管法	204	8.9 压入式嵌件	228
7.8.3.2 浸渍或浸泡的方法	204	8.10 胶接嵌件	228
7.9 胶黏剂和溶剂系统的选择	205	8.11 膨胀嵌件	228
7.10 专业术语	207	8.12 模塑嵌件	229
7.11 资料来源	208	8.13 超声波嵌件	229
第8章 紧固件和嵌件	211	8.14 热装嵌件	231
8.1 优点和缺点	211	8.15 感应嵌件	232
8.1.1 使用紧固件的优点	211	8.16 真空密封	233
8.1.2 使用紧固件的缺点	211	8.17 螺柱	233
8.2 紧固件设计基本考虑	212	8.18 嵌件设计考虑	233
8.2.1 蠕变影响	213	8.19 U形或J形夹	234
8.2.2 应力松弛的影响	214	8.20 T形螺母	234
8.2.3 缺口敏感度	214	8.21 机制螺钉	234
8.2.4 抗龟裂	214	8.22 攻丝板和螺柱板	236
8.2.5 刚度注意事项	215	8.23 塑料螺钉	236
8.2.6 线性热膨胀系数的差别	215	8.24 螺钉头和垫圈	237
8.2.7 潮湿对性能的负面影响	216	8.25 凸台设计	237
8.2.8 夹紧力	216	8.25.1 设计标准	237

8.25.2 凸台缩痕	240	9.5.1 卡扣	263
8.25.2.1 挖芯	240	9.5.2 Rathbun 弹簧	263
8.25.2.2 定位	240	9.6 铰链的数量和使用的位置	264
8.25.2.3 支撑	240	第 10 章 热板/热口模/熔融焊接	
8.25.2.4 材料	241	和热金属丝/电阻焊接	265
8.25.2.5 表面处理	241	10.1 优点和缺点	265
8.25.3 熔接痕	241	10.1.1 简介	265
8.26 自攻螺母	242	10.1.2 优点	265
8.27 螺旋螺母	243	10.1.3 缺点	266
8.28 压入式螺母	243	10.2 材料	267
8.29 弹簧夹	243	10.3 工艺	267
8.30 推入式紧固件	244	10.4 热板焊接类型	270
8.31 铆钉	244	10.4.1 低温热板焊接	271
8.32 资料来源	245	10.4.2 高温热板焊接	271
8.32.1 紧固件和嵌件	245	10.4.3 非接触热板焊接	271
8.32.2 螺纹嵌件	247	10.5 热板焊接接头设计	272
8.32.3 热装设备	247	10.6 装备	273
8.32.4 感应安装设备	247	10.7 热金属丝/电阻焊	274
8.32.5 超声波安装设备	248	10.8 资料来源	274
第 9 章 铰链连接	249	第 11 章 热气体焊接	276
9.1 优点和缺点	249	11.1 优点和缺点	276
9.1.1 优点	249	11.1.1 优点	276
9.1.2 缺点	249	11.1.2 缺点	276
9.2 单件集成铰链	249	11.2 加工方法	276
9.2.1 活动铰链	250	11.2.1 点焊	277
9.2.1.1 活动铰链设计	251	11.2.2 永久热气体焊接	277
9.2.1.2 活动铰链成型要点	253	11.2.3 高速焊接	278
9.2.1.3 活动铰链其他成型工艺	256	11.2.4 挤焊	279
9.2.2 米拉弹簧铰链	258	11.3 接头设计	280
9.2.3 标准铰链	260	11.4 焊接实践	281
9.2.4 平面铰链	260	11.4.1 外观问题	282
9.3 两片集成塑料铰链	260	11.4.2 裂纹问题	283
9.3.1 球-窝型铰链	261	11.4.3 变形	283
9.3.2 拉片与销两片集成连接器	261	11.4.4 熔合问题	283
9.3.3 钩眼集成连接器	262	11.4.5 焊穿	283
9.4 三片集成铰链	262	11.4.6 气孔	284
9.4.1 拉片与销三片集成铰链	262	11.4.7 烧焦	284
9.4.2 钢琴铰链	263	11.5 焊接测试	284
9.5 弹簧锁	263	11.5.1 非破坏性测试	284
		11.5.1.1 视觉检查	284

11.5.1.2 泄漏测试	284	13.1 概述	300
11.5.2 破坏性测试	284	13.2 嵌件成型	300
11.5.2.1 拉伸试验	284	13.2.1 嵌件模塑成型的优点	300
11.5.2.2 弯曲试验	285	13.2.2 嵌件模塑成型的缺点	301
11.5.2.3 焊条取出试验	285	13.2.3 螺纹嵌件的设计	301
11.5.3 化学试验	285	13.2.4 带螺纹嵌件模具设计考虑	304
11.5.4 火花试验	285	13.2.5 用户设计的嵌件	305
11.6 应用	285	13.2.6 外露件:嵌件比模具大	308
11.7 资料来源	285	13.2.7 真空密封	308
11.7.1 焊条	285	13.2.8 嵌件准备	309
11.7.2 焊接设备	286	13.2.9 修饰性嵌件	309
11.7.3 焊条和设备	286	13.3 多零件模塑成型	311
第 12 章 感应/电磁焊接	287	13.3.1 概述	311
12.1 概述	287	13.3.2 多零件模塑成型的优点	311
12.2 优点和缺点	287	13.3.3 多零件模塑成型的缺点	312
12.2.1 优点	287	13.3.4 工艺	312
12.2.2 缺点	288	13.3.5 材料	313
12.3 设备	289	13.4 资料来源	314
12.4 加工方法	290	第 14 章 压力配合/受力配合/干涉配合/收缩配合	316
12.5 线圈	291	14.1 优点和缺点	316
12.5.1 单圈线圈	291	14.1.1 优点	316
12.5.2 束束夹线圈	291	14.1.2 缺点	316
12.5.3 多圈线圈	292	14.2 压力配合工程	317
12.5.4 分流线圈	292	14.2.1 工程符号	317
12.5.5 其他形式的线圈	292	14.2.2 几何因子	318
12.5.6 线圈定位	293	14.2.3 由温度改变带来的变化	318
12.5.7 磁通量集中器	293	14.2.4 环应力	319
12.6 材料	293	14.2.4.1 塑料凸台中的金属轴	319
12.6.1 聚合物	293	14.2.4.2 同种材料的轴和凸台	319
12.6.2 电磁材料	294	14.2.4.3 不同塑料制成的轴和凸台	319
12.6.2.1 模塑预成型	295	14.2.4.4 快速法	319
12.6.2.2 热熔电磁材料	295	14.2.5 装配力和拆卸力	320
12.6.2.3 液态电磁材料	295	14.2.6 由装配引起的尺寸变化	320
12.7 接头设计	295	14.2.7 关系	321
12.8 封装	297	14.2.8 方程限制	321
12.9 薄膜和片材	297	14.3 安全因子	325
12.9.1 间歇密封	297		
12.9.2 连续密封	298		
12.10 塑料中插入金属	298		
12.11 资料来源	299		
第 13 章 嵌件和多零件成型	300		