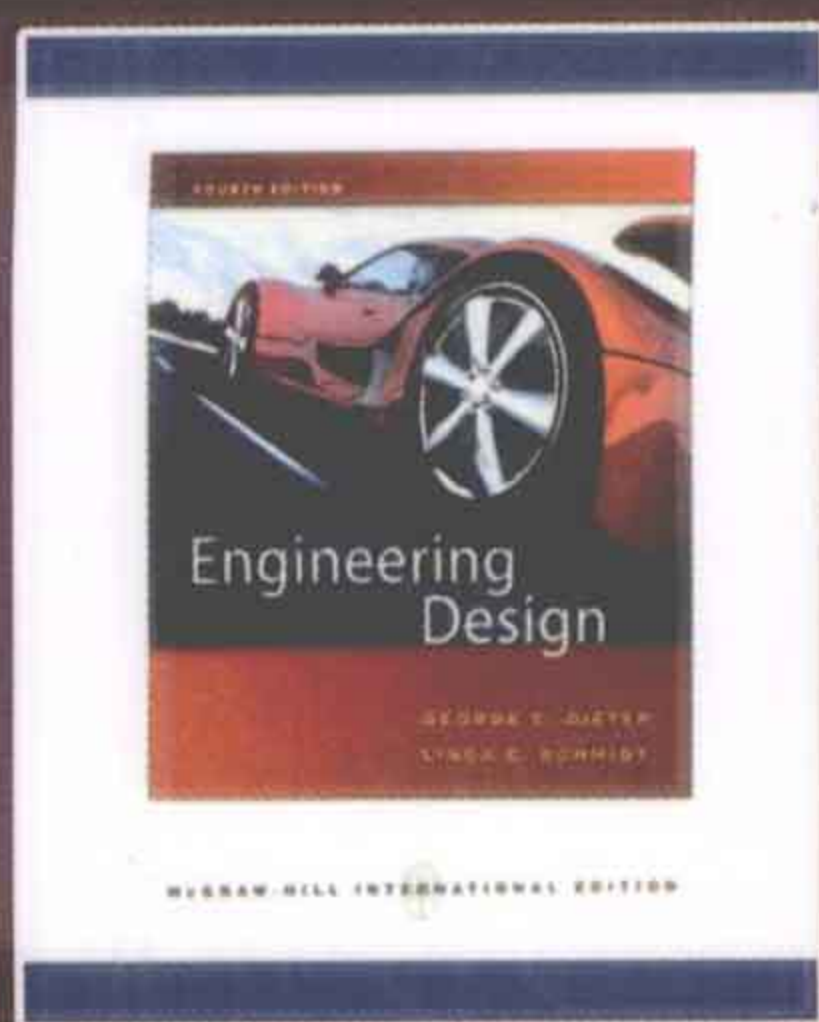


英文版

工程设计 (第四版)



Engineering Design
Fourth Edition

[美] George E. Dieter 著
Linda C. Schmidt



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等学校教材

工 程 设 计

(第 四 版)

(英 文 版)

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书介绍工程设计过程、产品开发过程、问题定义与需求识别、团队行为与工具、信息采集、概念生成、决策制定、细节设计、建模与仿真、材料选择与设计、制造设计、质量与优化等内容,系统、全面地介绍了工程设计的过程以及过程中所涉及的相关内容,真正做到了理论与实践相结合,同时示例源于实践,具有很好的指导性。此外,全书增加或扩充了很多新的议题,包括工作分解结构、公差、人因设计、快速成型、抗磨损设计,可制造性和可装配性设计中标准化的作用、防错设计、六西格玛质量、购买决策等。

本书可作为高等院校机械、管理、设计等专业学生的教材,也可供相关技术人员、管理人员参阅。

George E. Dieter, Linda C. Schmidt: Engineering Design, Fourth Edition.

ISBN: 978-007-126341-2

Copyright © 2009 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. No Part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, English reprint edition published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Publishing House of Electronics Industry. Copyright © 2009.

本书英文影印版由电子工业出版社和美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2009-1396

图书在版编目(CIP)数据

工程设计: 第4版 = Engineering Design, 4/e: 英文 / (美)迪特尔(Dieter, G. E.), (美)施密特(Schmidt, L. C.)著. - 北京: 电子工业出版社, 2009.7

高等学校教材

ISBN 978-7-121-09160-5

I. 工… II. ①迪… ②施… III. 工程设计-高等学校-教材-英文 IV. TB21

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第106103号

策划编辑: 谭海平

责任编辑: 谭海平

印刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开本: 787 × 980 1/16 印张: 53 字数: 1356千字

印次: 2009年7月第1次印刷

印数: 3000册 定价: 98.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题, 请向购买书店调换; 若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

作者简介

George E. Dieter 是马里兰大学 Glenn L. Martin 学院工程学教授，他在 Drexel 大学获学士学位，并在卡耐基·梅隆大学获科学博士学位。在经过杜邦工程研究实验室暂短的工业界经历后，他成为 Drexel 大学冶金工程系负责人，后来担任工程系主任。Dieter 教授后调入卡耐基·梅隆大学，担任工程学教授和工艺研究所所长。1977 年至 1994 年他到马里兰大学工作，担任机械工程教授和系主任。Dieter 教授是很多学术组织的会员，包括国际材料信息学会（Materials Information Society International, ASM International），矿物、金属和材料协会（The Minerals, Metals & Materials Society, TMS），美国科学促进会（The American Association for the Advancement of Science's, AAAS）和美国工程教育学会（American Society for Engineering Education, ASEE），他获得了材料信息学会（ASM），矿物、金属和材料协会（TMS）和制造工程师学会（The Society of Manufacturing Engineers, SME）的教育奖，以及美国工程教育学会（ASEE）最高奖项兰姆金质奖章（Lamme Medal）。Dieter 教授是美国工程院院士，曾担任工程系主任协会主席和美国工程教育学会（ASEE）主席。他还是《机械冶金学》的合著者，该书已经由麦格劳-希尔出版公司（McGraw-Hill）发行了第三版。

Linda C. Schmidt 博士是马里兰大学机械工程副教授，她的研究领域和公开发表的论文、论著包括机械设计理论和方法学，概念设计中的概念产生系统，设计理性的获取，以及学生对工程项目设计团队的高效学习。她在爱荷华州立大学获得工业工程学士和硕士学位，由于在概念设计方面的研究工作，美国国家自然科学基金 1998 年授予她学者教师奖（Faculty Early Career Award）。她还是一个暑期研究体验项目 RISE 的共同发起人，该项目获得了 2003 年美国大学人力协会颁发的对高等教育进行学术支持的示范项目奖。

在工程设计理论研究、机械工程专业高年级本科生和研究生的工程设计教学方面，Schmidt 博士表现得很活跃。她是一本工程决策教材的合著者，已出版第二版的关于产品研发教材的合著者，并为教师开设了适合工程专业学生项目团队的团队训练课程。Schmidt 博士是期刊 *Journal of Engineering Valuation & Cost Analysis* 的特邀编辑，以及美国机械工程师学会（American Society of Mechanical Engineers, ASME）主办期刊 *Journal of Mechanical Design* 的副主编；她还是美国机械工程师学会（ASME）和美国工程教育学会（ASEE）会员。

第四版前言

本书第四版由本书合著者马里兰大学机械工程系的Linda Schmidt博士对各章内容进行了重新编排和扩充。在以前的版本中，工程设计试图对工程设计过程提供真实的了解。因此，它比其他设计教科书的内容更广泛，但是，本版包含更多的如何进行设计的描述性指导原则。本教材借助实际参与的综合性设计项目，适合三年级或四年级关于工程的课程。设计过程的学习材料按顺序在第1章到第9章中给出。在马里兰大学，三年级学生学习介绍设计过程的一门课程，使用第1章到第9章。而第10章到第17章，对复杂的设计内容更加重视，包括材料选择、可制造性设计和质量。整个教材适合大四学生的综合项目设计课程，它包含从选定目标市场到制作工作原型的完整设计项目。学生应该快速学习前九章，把重点放在第10章到第17章的学习，以做出详细设计决策。

作者认识到了学习设计过程的难度。在短时间内教会设计是一个复杂的过程。学生了解很多教材和设计工具，设计方法的范围如此之广使他们感到不知所措。设计课程指导教师任务的一个挑战是，传达给学生这样的理念，工程设计不是数学方程的求解或优化；另一个挑战是给学生提供设计过程的一个整体结构，使一系列的设计方法和软件工具都可以适用。为此，全文采用统一的术语，并在每章的最后增加一个新的内容——新术语和新概念。我们强调工程设计过程的八个步骤，并在文中给出了如何应用这八个步骤的所有材料。无论如何，我们深信，学设计就必须做设计。我们发现，在这方面，第4章（团队行为和工具）对学生是有帮助的。同样，我们希望，对设计工具的广泛讨论将使阅读本书的学生受益，这些设计工具有最佳比较法、质量配置法（QFD）、创造学法、功能分解和综合法，以及决策过程和决策工具。

本书增加或扩充了很多新的议题，包括工作分解结构、公差（包括成组设计和技术）、人因设计、快速成型、抗磨损设计、可制造性和可装配性设计（DFMA）中标准化的作用、防错设计、六西格玛质量、购买决策。最后，介绍各设计步骤中的不同设计方法，使学生懂得设计实践的范围之广，以及工程设计相关议题的学术研究。

作者希望，学生能把本书作为一本有价值的专业藏书。为增加实用性，本书还包括了很多叙述的参考文献，以及可选用的设计软件和参考文献网站。作者对很多参考文献进行了更新，检查了第三版以来的所引用网站目前是否还存在，并增补了新的网站。在一本包含如此广泛材料的书中，不可能对每一个议题做深入探讨。在内容扩充的部分，给出了至少一个权威的参考文献来源，供读者进一步学习。

特别感谢马里兰大学机械工程系的同事们,包括Amir Baz, Patrick Cunniff, James Dally, Abhijit Dasgupta, S. K. Gupta, Patrick McCloskey 和 Guangming Zhang, 他们愿意我们共享其知识。还要感谢百得公司 (Black & Decker) 的 Greg Moores 先生, 他愿意我们共享他对某些议题的工业界观点。我们也必须感谢下面的审阅者: 得克萨斯农工大学 (Texas A&M University) 的 Charles A. Bollfrass, 奥本大学 (Auburn University) 的 Peter Jones, 佛罗里达州立大学 (Florida State University) 的 Cesar A. Luongo, 纽约州立大学石溪分校 (Stony Brook University) 的 Michelle Nearon 博士, 圣母大学 (University of Notre Dame) 的 John E. Renaud, 纽约州立大学宾汉姆顿大学 (Binghamton University) 的 Robert Sterlacci, 克拉克森大学 (Clarkson University) 的 Daniel T. Valentine, 以及宾州州立大学 (Penn State University) 的 Savas Yavuzkurt, 他们都提出了有帮助的意见和建议。

George E. Dieter 和 Linda C. Schmidt
马里兰州, College Park 市
2007 年

目 录

第 1 章	工程设计	1
1.1	概述	1
1.2	工程设计过程	3
1.2.1	工程设计过程的重要性	4
1.2.2	设计类型	5
1.3	工程设计过程的思考方式	6
1.3.1	简化的循环模型	6
1.3.2	设计方法与科学方法	8
1.3.3	问题求解方法学	10
1.4	良好设计的思考	14
1.4.1	性能要求的实现	14
1.4.2	全生命周期	17
1.4.3	法规和社会问题	18
1.5	设计过程描述	19
1.5.1	阶段 I: 概念设计	19
1.5.2	阶段 II: 实体设计	20
1.5.3	阶段 III: 详细设计	21
1.5.4	阶段 IV: 制造规划	22
1.5.5	阶段 V: 配送规划	23
1.5.6	阶段 VI: 使用规划	23
1.5.7	阶段 VII: 产品报废规划	23
1.6	计算机辅助工程	24
1.7	设计规范和标准	26
1.8	设计评审	29
1.9	工程设计中的社会学思考	31
1.10	本章小结	35
	新术语和概念	36
	参考文献	37
	问题和练习	37
第 2 章	产品研发过程	39
2.1	概述	39
2.2	产品研发过程	39

2.2.1	成功的要素	43
2.2.2	静态产品和动态产品	46
2.2.3	通用的产品研发过程的差异	46
2.3	产品和流程循环	47
2.3.1	产品的生命周期	47
2.3.2	技术发展和更新换代	48
2.3.3	流程循环	50
2.4	设计和产品研发组织	51
2.4.1	按功能划分的典型组织	53
2.4.2	按项目划分的组织	54
2.4.3	复合型组织	55
2.4.4	并行工程团队	57
2.5	市场和营销	58
2.5.1	市场	59
2.5.2	市场细分	60
2.5.3	市场部门的功能	63
2.5.4	营销计划要素	63
2.6	技术创新	64
2.6.1	发明、创新和扩散	64
2.6.2	与创新和产品研发相关的企业策略	67
2.6.3	创造性人才的特点	68
2.6.4	技术创新类型	69
2.7	本章小结	71
	新术语和概念	72
	参考文献	72
	问题和练习	73
第3章	问题定义和需求识别	75
3.1	概述	75
3.2	顾客需求的识别	77
3.2.1	顾客需求的初步研究	79
3.2.2	顾客信息的收集	80
3.3	顾客需求	86
3.3.1	顾客需求的甄别	87
3.3.2	顾客需求的分类	89
3.4	建立工程特性	91
3.4.1	通用的基准	93
3.4.2	有竞争力的性能基准	95
3.4.3	逆向工程或产品剖析	96

3.4.4	工程特性确定	97
3.5	质量功能配置	98
3.5.1	质量配置屋	100
3.5.2	质量屋的构建步骤	102
3.5.3	质量屋结果的解释	107
3.6	产品设计任务书	109
3.7	本章小结	111
	新术语和概念	113
	参考文献	114
	问题和练习	114
第 4 章	团队行为和工具	116
4.1	概述	116
4.2	有效团队成员的含义	117
4.3	团队作用	118
4.4	团队动态性	119
4.5	有效的团队会议	122
4.6	团队存在的问题	124
4.7	问题求解工具	126
4.8	时间管理	145
4.9	规划和进度安排	146
4.9.1	工作分解结构	147
4.9.2	甘特图	147
4.9.3	关键路径法	149
4.10	本章小结	154
	新术语和概念	155
	参考文献	155
	问题和练习	156
第 5 章	信息收集	158
5.1	信息的挑战	158
5.1.1	信息计划	159
5.1.2	数据、信息和知识	160
5.2	设计信息的分类	162
5.3	设计信息源	162
5.4	设计信息的图书馆资源	166
5.4.1	词典和百科全书	167
5.4.2	手册	169
5.4.3	教科书和专著	169
5.4.4	期刊	169

5.4.5	目录、小册子和商业信息	171
5.5	设计信息的政府资源	171
5.6	互联网上的设计信息	172
5.6.1	谷歌上的搜索	174
5.6.2	有帮助的设计网址	176
5.6.3	设计和产品研发的商业网址	178
5.7	专业学会和贸易协会	180
5.8	规范和标准	181
5.9	专利和其他知识产权	183
5.9.1	知识产权	184
5.9.2	专利体系	185
5.9.3	技术许可	187
5.9.4	专利文献	187
5.9.5	专利的阅读	189
5.9.6	版权	191
5.10	以公司为中心的信息	192
5.11	本章小结	193
	新术语和概念	194
	参考文献	194
	问题和练习	194
第 6 章	概念生成	196
6.1	创新思维概述	197
6.1.1	人脑和创造力模型	197
6.1.2	创新思维的过程	201
6.2	创造性和问题求解	202
6.2.1	创新思维的益处	202
6.2.2	创新思维的障碍	205
6.3	创新思维方法	208
6.3.1	头脑风暴法	208
6.3.2	其他创新思维方法	210
6.3.3	随机输入技术	212
6.3.4	综摄法：基于模仿的创新方法	213
6.3.5	概念图	215
6.4	设计创新方法	217
6.4.1	设想细化和评价	217
6.4.2	设计概念的产生	219
6.4.3	设计的系统化方法	221
6.5	功能分解和综合	222

6.5.1	物理分解	223
6.5.2	功能重述	225
6.5.3	功能分解	229
6.5.4	功能综合的优缺点	232
6.6	形态学方法	233
6.6.1	设计的形态学方法	234
6.6.2	形态图产生的概念	236
6.7	粹智理论：问题求解创新理论	237
6.7.1	发明：不断完善的演变	238
6.7.2	克服矛盾的创新	239
6.7.3	粹智发明原理	240
6.7.4	粹智矛盾矩阵	243
6.7.5	粹智理论优缺点	247
6.8	公理化设计	249
6.8.1	公理化设计简介	249
6.8.2	公理	250
6.8.3	公理化设计产生的概念	251
6.8.4	公理化设计完善的现有概念	253
6.8.5	公理化优缺点	257
6.9	本章小结	258
	新术语和概念	259
	参考文献	260
	问题和练习	260
第 7 章	决策和概念选择	262
7.1	概述	262
7.2	决策	263
7.2.1	决策的行为因素	263
7.2.2	决策理论	266
7.2.3	效用理论	269
7.2.4	决策树	273
7.3	评价方法	274
7.3.1	基于绝对准则的比较	275
7.3.2	Pugh 的概念选择法	277
7.3.3	测量标度	280
7.3.4	加权决策矩阵	282
7.3.5	层次分析法	285
7.4	本章小结	292
	新术语和概念	294

参考文献	294
问题和练习	294
第 8 章 实体设计	298
8.1 概述	298
8.1.1 与设计阶段相关术语的讨论	299
8.1.2 设计过程模型的精简化	300
8.2 产品结构	301
8.2.1 模块化结构类型	303
8.2.2 模块化和大批量定制	303
8.2.3 产品概略图的创建	305
8.2.4 概略图要素的聚类	306
8.2.5 初步几何布置的创建	307
8.2.6 相互作用定义和性能特性的确定	308
8.3 布置设计	309
8.3.1 备选布置方案创建	312
8.3.2 布置设计分析	315
8.3.3 布置设计评价	315
8.4 布置设计的实务	316
8.4.1 设计原则	317
8.4.2 界面和连接	321
8.4.3 布置设计检核清单	324
8.4.4 设计目录	325
8.5 参数化设计	325
8.5.1 参数化设计的系统步骤	326
8.5.2 参数化设计实例：螺旋压缩弹簧设计	328
8.5.3 为制造而设计和为装配而设计	336
8.5.4 失效模式和影响分析	337
8.5.5 可靠性设计和安全性设计	337
8.5.6 质量设计和健壮设计	338
8.6 尺寸和公差	338
8.6.1 尺寸	339
8.6.2 公差	340
8.6.3 确定几何尺寸和公差	350
8.6.4 公差设计原则	355
8.7 工业设计	356
8.8 人机学设计	358
8.8.1 人的体能	359
8.8.2 感觉输入	361

8.8.3	人体测量数据	364
8.8.4	适用性设计	364
8.9	绿色设计	365
8.9.1	生命周期设计	366
8.9.2	绿色设计	368
8.9.3	绿色设计评分方法	370
8.10	原型和测试	370
8.10.1	贯穿设计过程的原型和模型测试	371
8.10.2	原型建构	372
8.10.3	快速原型	373
8.10.4	快速原型工艺	374
8.10.5	测试	377
8.10.6	测试的统计学设计	378
8.11	DFX 设计	380
8.12	本章小结	382
	新术语和概念	382
	参考文献	383
	问题和练习	383
第9章	详细设计	386
9.1	概述	386
9.2	详细设计中的行为和决策	387
9.3	设计和制造信息的传达	391
9.3.1	工程图	391
9.3.2	材料清单	394
9.3.3	书面文件	395
9.3.4	技术写作中的常见问题	398
9.3.5	会议	399
9.3.6	口头表达	400
9.4	设计终审	402
9.4.1	输入文档	402
9.4.2	评审会议过程	403
9.4.3	评审结果	403
9.5	详细设计以外的设计和业务活动	403
9.6	基于计算机方法的设计与制造的便利性	406
	本章小结	408
	新术语和概念	408
	参考文献	409
	问题和练习	409

第 10 章 建模和仿真	411
10.1 工程设计中模型的作用	411
10.1.1 模型的类型	412
10.1.2 象征、相似和符号模型	413
10.2 数学建模	414
10.3 尺度分析	423
10.4 有限差分法	429
10.5 计算机几何建模	432
10.6 有限元分析	434
10.6.1 有限元分析概念	435
10.6.2 单元类型	439
10.6.3 有限元分析步骤	442
10.6.4 目前应用状况	444
10.7 仿真	446
10.7.1 仿真建模概述	446
10.7.2 仿真编程软件	447
10.7.3 蒙特卡罗仿真	449
本章小结	452
新术语和概念	443
参考文献	454
问题和练习	454
第 11 章 材料选择	457
11.1 概述	457
11.1.1 材料选择与设计的关系	458
11.1.2 材料选择的通用准则	460
11.1.3 材料选择过程综述	460
11.2 材料的性能特征	461
11.2.1 材料分类	462
11.2.2 材料性能	463
11.2.3 材料性能参数	470
11.2.4 Ashby 图	471
11.3 材料选择过程	472
11.3.1 设计过程和材料选择	474
11.3.2 概念设计阶段的材料选择	476
11.3.3 实体设计阶段的材料选择	476
11.4 材料性能信息的来源	478
11.4.1 概念设计	479
11.4.2 实体设计	479

11.4.3	详细设计	482
11.5	材料的经济性	482
11.5.1	材料成本	482
11.5.2	材料成本构成	485
11.6	材料选择方法综述	486
11.7	计算机辅助数据库的选择材料	487
11.8	材料性能检索	488
11.9	选择材料的决策矩阵法	494
11.9.1	Pugh 选择法	495
11.9.2	性能加权指数法	496
11.10	设计实例	499
11.11	回收再利用和材料选择	503
11.11.1	回收再利用的益处	504
11.11.2	回收再利用步骤	504
11.11.3	为回收再利用而设计	506
11.11.4	考虑生态属性的材料选择	508
11.12	本章小结	510
	新术语和概念	511
	参考文献	512
	问题和练习	512
第 12 章	设计中的特殊性能材料	515
12.1	概述	515
12.2	防脆断设计	516
12.2.1	平面应变断裂韧度	518
12.2.2	断裂力学的限制	522
12.3	抗疲劳失效设计	523
12.3.1	疲劳设计准则	524
12.3.2	疲劳参数	525
12.3.3	抗疲劳设计信息源	528
12.3.4	无限寿命设计	529
12.3.5	生命周期安全设计策略	531
12.3.6	容限损伤设计策略	536
12.3.7	疲劳寿命预测的深入议题	538
12.4	抗腐蚀设计	539
12.4.1	腐蚀的基本形式	539
12.4.2	腐蚀的预防	541
12.5	耐磨损设计	544
12.5.1	磨损类型	544

12.5.2	磨损模型	546
12.5.3	磨损预防	547
12.6	用塑料设计	549
12.6.1	塑料分类及其性能分类	549
12.6.2	塑料的刚度设计	552
12.6.3	抗老化性能	553
12.7	本章小结	555
	新术语和概念	556
	参考文献	556
	问题和练习	556
第 13 章	可制造性设计	558
13.1	制造的角色	558
13.2	制造的功能	560
13.3	制造工艺分类	562
13.3.1	制造工艺类型	563
13.3.2	各类制造工艺简述	564
13.3.3	制造工艺信息源	565
13.3.4	制造系统类型	565
13.4	制造工艺选择	568
13.4.1	需要的零件数量	569
13.4.2	形状和特征复杂度	573
13.4.3	尺寸	576
13.4.4	材料对工艺选择的影响	577
13.4.5	零件的需求数量	579
13.4.6	制造成本	583
13.4.7	可获得性、上市时间和运送	586
13.4.8	工艺选择的进一步信息	586
13.5	可制造性设计	593
13.5.1	可制造性设计原则	594
13.5.2	特殊的设计规则	597
13.6	可装配性设计	597
13.7	标准化在可制造性和可装配性设计中的作用	601
13.7.1	标准化的益处	601
13.7.2	零件标准化	603
13.7.3	成组技术	603
13.8	防错设计	606
13.8.1	检查	606
13.8.2	常见错误	607

13.8.3	防错过程	608
13.8.4	防错方法	609
13.9	制造成本的早期预算	610
13.10	可制造性和可装配性设计中的计算机方法	617
13.10.1	可制造性设计分析	617
13.10.2	可装配性设计的并行成本核算	620
13.10.3	工艺建模和仿真	624
13.11	铸件设计	624
13.11.1	铸件设计原则	626
13.11.2	铸件质量保障	627
13.12	锻件设计	629
13.12.1	闭式模锻件的可制造性设计原则	631
13.12.2	计算机辅助锻造设计	632
13.13	金属薄板设计	633
13.13.1	薄板冲压成形	633
13.13.2	薄板弯曲成形	634
13.13.3	拉伸和深拉伸成形	635
13.13.4	计算机辅助金属薄板设计	637
13.14	切削工艺设计	637
13.14.1	可切削性	640
13.14.2	可制造性设计中的可切削性原则	640
13.15	焊接设计	643
13.15.1	连接工艺	643
13.15.2	焊接工艺	643
13.15.3	焊接设计	646
13.15.4	连接成本	649
13.16	设计中的残余应力	650
13.16.1	残余应力来源	650
13.16.2	淬火残余应力	652
13.16.3	关于残余应力的其它问题	654
13.16.4	残余应力的消除	656
13.17	热处理设计	656
13.17.1	热处理问题	657
13.17.2	可制造性设计中的热处理	658
13.18	塑料加工工艺设计	659
13.18.1	注塑成形	659
13.18.2	挤压成形	660
13.18.3	吹塑成形	661