



现代 机械设计手册

第1卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HANDBOOK
OF



化学工业出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代 机械设计手册

第1卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HAND
OF
FD



化学工业出版社

· 北京 ·

《现代机械设计手册》从新时期机械设计人员的实际需要出发,追求现代感,兼顾实用性、通用性、准确性,在广泛吸纳国内工具书优点的基础上,涵盖了各种常规和通用的机械设计技术资料,贯彻了最新的国家和行业标准,推荐了国内外先进、节能、通用的产品,体现了便查易用的编写风格。

《现代机械设计手册》共6卷,其中第1卷包括机械设计基础资料,零件结构设计,机械制图和几何精度设计,机械工程材料,连接件与紧固件;第2卷包括轴和联轴器,滚动轴承,滑动轴承,机架、箱体及导轨,弹簧,机构,机械零部件设计禁忌;第3卷包括带、链传动,齿轮传动,减速器、变速器,离合器、制动器,润滑,密封;第4卷包括液力传动,液压传动与控制,气压传动与控制;第5卷包括光机电一体化系统设计,传感器,控制元器件和控制单元,电动机;第6卷包括机械振动与噪声,疲劳强度设计,可靠性设计,优化设计,反求设计,数字化设计,人机工程与产品造型设计,创新设计。

《现代机械设计手册》可作为机械设计人员和有关工程技术人员工具书,也可供高等院校有关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械设计手册.第1卷/秦大同,谢里阳主编.
北京:化学工业出版社,2011.1
ISBN 978-7-122-08712-6

I. 现… II. ①秦…②谢… III. 机械设计-手册
IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第168513号

责任编辑:张兴辉 王 烨 贾 娜
责任校对:战河红

文字编辑:张绪瑞 陈 喆
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张111¼ 字数3530千字 2011年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:168.00 元

版权所有 违者必究

撰稿和审稿人员

手册主编 秦大同 (重庆大学) 谢里阳 (东北大学)

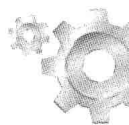
卷	篇	篇主编	撰 稿	审 稿
第1卷	第1篇	化学工业出版社组织编写	张红燕 刘 梅 李 翔 董 敏	王建军
	第2篇	翟文杰 (哈尔滨工业大学)	翟文杰	王连明
	第3篇	韩宝玲 (北京理工大学)	韩宝玲 佟献英 罗庆生 樊红亮 周年发 杨 威 罗 霄	刘巽尔 董国耀
	第4篇	方昆凡 (东北大学)	崔虹雯 单宝峰 赵新颖 方昆凡 周文娟 吴文虎 张茵麦 程 铭	魏小鹏
	第5篇	王三民 (西北工业大学)	王三民 袁 茹 谷文韬 李洲洋 宁方立	沈允文
第2卷	第6篇	吴立言 (西北工业大学)	刘 岚 李洲洋 吴立言	陈作模
	第7篇	郭宝霞 (洛阳轴承研究所 有限公司)	郭宝霞 周 宇 勇泰芳 张小玲 张 松 蒋明夫	杨晓蔚
	第8篇	徐 华 (西安交通大学)	徐 华 诸文俊 谢振宇 郭宝霞	朱 均
	第9篇	翟文杰 (哈尔滨工业大学) 王 瑜 (哈尔滨工业大学)	翟文杰 王 瑜 郭宝霞	王连明
	第10篇	姜洪源 (哈尔滨工业大学) 敖宏瑞 (哈尔滨工业大学)	姜洪源 敖宏瑞 李胜波	陈照波
	第11篇	李瑰贤 (哈尔滨工业大学)	李瑰贤 赵永强 陈照波 刘文涛 唐德威 于红英 胡 明 韩继光 闫 辉 林 琳 丁 刚 张一同	李瑰贤 陈 明
	第12篇	向敬忠 (哈尔滨理工大学)	向敬忠 潘承怡 宋 欣	于惠力
第3卷	第13篇	姜洪源 (哈尔滨工业大学) 闫 辉 (哈尔滨工业大学)	姜洪源 闫辉 王世刚	曲建俊 郭建华
	第14篇	秦大同 (重庆大学) 陈兵奎 (重庆大学)	张光辉 郭晓东 林腾蛟 林 超 秦大同 陈兵奎 石万凯 邓效忠 罗文军 廖映华 张卫青 欧阳志喜	李钊刚
	第15篇	秦大同 (重庆大学)	孙冬野 刘振军 秦大同 廖映华	吴晓铃
	第16篇	刘光磊 (西北工业大学)	刘光磊 朱春梅	孔庆堂
	第17篇	吴晓铃 (郑州大学)	吴晓铃 袁丽娟 郭宝霞	陈大融
	第18篇	郝木明 (中国石油大学) 吴晓铃 (郑州大学)	郝木明 王淮维 孙鑫晖	陈大融

第4卷

第5卷

第6卷

卷	篇	篇主编	撰 稿				审 稿
第4卷	第19篇	马文星 (吉林大学) 杨乃乔 (北京起重运输机械 设计研究院)	马文星 邓洪超 徐 辉 仵晓强 王 涛 卢秀泉 李雪松	杨乃乔 曹晓宁 宋 斌 吴根生 何延东 范丽丹	邓 菲 王宏卫 刘春宝 才 委 柴博森 侯继海	邹铁汉 潘志勇 郑广强 熊以恒 姜丽英 张 浦	方佳雨 刘春朝 刘伟辉
	第20篇	吴晓明 (燕山大学)	刘 涛 赵静一	吴晓明 高殿荣	张 伟	张齐生	姚晓先 吴晓明
	第21篇	包 钢 (哈尔滨工业大学) 杨庆俊 (哈尔滨工业大学)	包 钢 王 涛	杨庆俊 陈金兵	向 东 王雄耀	张百海	熊 伟
第5卷	第22篇	郝长中 (沈阳理工大学)	郝长中 高启扬	王铁军	吴东生	杨 青	于国安
	第23篇	张洪亭 (东北大学)	张洪亭	王明赞	李 佳	孙红春	贾民平 王明赞
	第24篇	王 洁 (沈阳工业大学)	王 洁 孙洪林	王野牧 张 靖	谷艳玲	杨国哲	徐 方 刘 洲 褚明杰 曲业闯 郑春辉 赵 强
	第25篇	时献江 (哈尔滨理工大学)	时献江	杜海艳	王 昕	柴林杰	邵俊鹏
第6卷	第26篇	孟 光 (上海交通大学) 吴天行 (上海交通大学)	孟 光 李增光 张志谊 塔 娜 李富才 万 泉	吴天行 龙新华 饶柱石 刘树英 张海滨 杨斌堂	雷 敏 华宏星 荆建平 静 波 蒋伟康 焦素娟	张瑞华 李 俊 张文明 韩雪华 严 莉 湛 勇	胡宗武
	第27篇	谢里阳 (东北大学)	谢里阳	王 雷			赵少汴
	第28篇	谢里阳 (东北大学)	谢里阳	钱文学	吴宁祥		孙志礼
	第29篇	何雪滋 (东北大学)	何雪滋	张 翔	张瑞金		颜云辉
	第30篇	隋天中 (东北大学)	隋天中				郝永平
	第31篇	李卫民 (辽宁工业大学)	李卫民 于晓丹	刘淑芬 邢 颖	仪登丽	潘 静	刘永贤
	第32篇	曾 红 (辽宁工业大学)	曾 红	陈 明			刘永贤
	第33篇	赵新军 (东北大学)	赵新军	钟 莹	孙晓枫		李赤泉



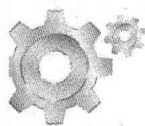
振兴装备制造业是中国由机械制造大国走向机械制造强国的必由之路。近年来,在国家大力发展装备制造业的政策号召和驱使下,我国的机械工业获得了巨大的发展,自主创新的能力不断加强,一批高技术、高性能、高精尖的现代化装备不断涌现,各种新材料、新工艺、新结构、新产品、新方法、新技术不断产生、发展并投入实际应用,大大提升了我国机械设计与制造的技术水平和国际竞争力。

但是,总体来看,我国的装备制造业仍处于较低的水平,距离世界发达国家还有很大的差距。机械设计是装备制造的龙头,是装备制造过程中的核心环节,因此全面提升我国机械设计人员的设计能力和技术水平非常关键。近年来,各种先进技术在机械行业的应用和发展,正在使机械设计的传统内涵发生巨大变化,这就给广大机械设计人员提出了更高的要求:一方面,当前先进的、现代化的机械装备都是机、电、液、光等技术的有机结合体,尤其是控制技术、信息技术、网络技术的发展和运用,使得设备越来越智能化、现代化,这已经成为现代机械设计的发展方向和趋势,如何实现这些技术的有机融合将至关重要;另一方面,各种现代的机械设计方法,已经突破前些年的理论研究阶段,正逐步应用于设计、生产实际,越来越发挥其重要的作用;还有,随着计算机硬件性能和软件水平的持续提高,计算机技术已全面深入地渗透到机械领域,各种设计技术、计算技术、设计工具在机械设计与制造中的广泛应用,使得设计人员的创造性思维得到前所未有的解放,设计手段极大丰富。

伴随着这些变化,传统的机械设计资料、机械设计工具书已逐渐呈现出诸多不足,不能完全满足新时期机械设计人员的实际工作需要。针对这种情况,化学工业出版社顺应时代发展的要求,在对高等院校、科研院所、制造企业的科研工作者和机械设计人员进行广泛调研的基础上,邀请众多国内机械设计界的知名专家合力编写了一套全新的、符合现代机械设计潮流的大型工具书——《现代机械设计手册》,这是一项与时俱进、有重大意义的创新工程,对推动我国机械设计技术的发展将发挥重要的作用。因其在机械设计领域重要的科学价值、实用价值和现实意义,《现代机械设计手册》荣获2009年国家出版基金资助。

化学工业出版社在机械设计大型工具书的出版方面历史悠久、经验丰富,深得广大机械设计人员和工程技术人员的信赖。为了扎实、高效地进行《现代机械设计手册》编写和出版工作,化学工业出版社组织召开了多次编写和审稿工作会议,充分考虑读者在手册使用上的特点和需求,确定了手册的整体构架、篇目设置、编写原则和风格,针对编写大纲进行了充分细致的研讨,对书稿内容的编、审工作进行了细致周密的安排,确保了整部手册的内容质量和工作进度。

《现代机械设计手册》的定位不同于一般技术手册,更不同于一般学习型的技术图书,



它是一部合理收集取舍、科学编排通用机械设计常用资料，符合现代机械设计潮流的综合性手册。具体来说，有以下六大特色。

1. 权威性 ★★★★★

《现代机械设计手册》阵容强大，编、审人员大都来自于设计、生产、教学和科研第一线，具有深厚的理论功底、丰富的设计实践经验。他们中很多人都是所属领域的知名专家，在业内有广泛的影响力和知名度，获得过多项科技进步奖、发明奖和技术专利，承担了许多机械领域国家重要的科研和攻关项目。这支专业、权威的编审队伍确保了手册准确、实用的内容质量。

2. 现代感 ★★★★★

追求现代感，体现现代机械设计气氛，满足时代的要求，是《现代机械设计手册》的基本宗旨。“现代”二字主要体现在：新标准、新技术、新结构、新工艺、新产品、现代的设计理念、现代的设计方法和现代的设计手段等几个方面。在体现现代元素的同时，也不是一味求新，而是收录目前已经普遍得到大家公认的、成熟的、实用的技术、方法、结构和产品。《现代机械设计手册》注意传统设计与现代设计的融合，注重机、电设计的有机结合，注重实用性的同时兼顾最新的研究应用成果。

在新技术方面，许多零部件的设计内容都兼顾了当前高新技术装备的设计，例如第13篇“带、链传动”介绍了金属带等新型的传动方式，第14篇“齿轮传动”收录了新型锥齿轮、塑料齿轮的设计和应用，第8篇“滑动轴承”收录了气体润滑轴承、箔片轴承、电磁轴承等新型轴承的设计和应用，第4篇“机械工程材料”收录了复合材料等目前已广泛应用的一些新型工程材料。

在现代设计手段的应用方面，例如机械零部件设计部分，注重现代设计方法（例如有限元分析、可靠性设计等）在机械零部件设计中的应用，并给出了相应的设计实例；第11篇“机构”篇中，平面机构的运动分析通过计算机编程来实现，并提供了相应的程序代码，大大提高了分析的准确性和设计效率；在产品的设计和选择方面，推荐了应用广泛的、节能的、可靠的产品。

在贯彻新标准方面，收录并合理编排了目前最新颁布的国家和行业标准。

3. 实用性 ★★★★★

即选编机械设计人员实际需要的内容。手册内容的选定、深度的把握、资料的取舍和章节的编排，都坚持从设计和生产的实际需要出发。例如第5卷机电控制设计中，完全站在机械设计人员的角度来写——注重产品如何选用，摒弃了控制的基本原理，突出机电系



统设计,控制元器件、传感器、电动机部分注重介绍主流产品的技术参数、性能、应用场合、选用原则,并给出了相应的设计选用实例;第6卷现代机械设计方法中摒弃或简化了繁琐的数学推导,突出了最终的计算结果,结合具体的算例将设计方法通俗地呈现出来,便于读者理解和掌握。

为方便广大读者的使用和查阅,手册在具体内容的表述上,采用以图表为主的编写风格。这样既增加了手册的信息容量,更重要的是方便了读者的使用和查阅,有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

4. 通用性 ★★★★★

本手册以通用的机械零部件和控制元器件设计、选用内容为主,不包括具体的专业机械设计的内容。主要包括机械设计基础资料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构设计、机架设计、机械振动设计、光机电一体化系统设计以及控制设计等,能够满足各类机械设计人员的工作需求。

5. 准确性 ★★★★★

本手册尽量采用原始资料,公式、图表、数据准确,方法、工艺、技术成熟。所有产品、材料和工艺方面的标准均采用最新公布的标准资料,对于标准规范的编写,手册没有简单地照抄照搬,而是采取选用、摘录、合理编排的方式,强调其科学性和准确性,尽量避免差错和谬误。所有设计方法、计算公式、参数选用均经过长期检验,设计实例、各种算例均来自工程实际。手册中收录通用性强的、标准化程度高的产品,供设计人员在了解企业实际生产品种、规格尺寸、技术参数,以及产品质量和用户的实际反映后选用。

6. 全面性 ★★★★★

本手册一方面根据机械设计人员的需要,按照“基本、常用、重要、发展”的原则选取内容;另一方面兼顾了制造企业和大型设计院两大群体的设计特点,即制造企业侧重基础性的设计内容,而大型的设计院、工程公司侧重于产品的选用。本手册强调产品设计与工艺技术的紧密结合,倡导结构设计与造型设计的有机统一,重视工艺技术与选用材料的合理搭配,使产品设计更加全面和可行。

三年多来,经过广大编审人员和出版社的不懈努力,《现代机械设计手册》将以崭新的风貌和鲜明的时代气息展现在广大机械设计工作者面前。值此出版之际,谨向所有给过我们大力支持的单位和各界朋友们表示衷心的感谢!



CONTENTS 目录

第 1 篇 机械设计基础资料

第 1 章 常用资料和数据

1.1 常用字母	1-3
1.2 国内及国外标准代号	1-4
1.3 机械传动效率	1-5
1.4 常用材料的密度	1-6
1.5 松散物料的密度和安息角	1-7
1.6 材料弹性模量及泊松比	1-7
1.7 摩擦因数	1-8
1.8 金属材料熔点、热导率及比热容	1-10
1.9 常用材料的线胀系数	1-10
1.10 常用材料的物理性能	1-11
1.11 机械传动和摩擦副的效率概略值	1-12
1.12 各种传动的传动比推荐范围 (参考值)	1-13

第 2 章 法定计量单位和常用单位换算

2.1 法定计量单位	1-14
2.1.1 国际单位制 (SI) 单位	1-14
2.1.2 我国法定计量单位	1-14
2.1.3 常用物理量的法定计量单位	1-15
2.2 常用计量单位换算	1-31

第 3 章 优先数和优先数系

3.1 术语与定义	1-33
3.1.1 优先数系	1-33
3.1.2 系列代号	1-34
3.2 优先数的计算与序号 N 的运用	1-35
3.3 系列选择原则	1-35
3.4 优先数的应用示例	1-35

第 4 章 常用数学公式

4.1 物理科学和技术中使用的数学符号	1-39
---------------------	------

4.2 二项式系数	1-43
4.3 代数	1-44
4.3.1 二项式公式、多项式公式和因式分解	1-44
4.3.2 指数和根式	1-44
4.3.3 对数	1-45
4.3.4 不等式	1-45
4.3.5 代数方程	1-46
4.3.6 级数	1-47
4.3.7 傅里叶级数	1-48
4.3.8 行列式	1-48
4.3.9 矩阵	1-50
4.3.10 线性方程组	1-57
4.4 常用平面几何	1-58
4.4.1 平面三角	1-58
4.4.2 正多边形的圆内切、外接时的几何尺寸	1-61
4.4.3 弓形几何尺寸	1-62
4.5 复数	1-62
4.6 坐标系及坐标变换	1-63
4.7 常用曲线	1-64
4.8 几种曲面	1-68
4.9 常用几何体的面积、体积及重心位置	1-69
4.10 微积分	1-71
4.10.1 导数	1-71
4.10.2 积分	1-73
4.10.3 常微分方程	1-85
4.10.4 拉氏变换	1-87

第 5 章 常用力学公式

5.1 理论力学基本公式	1-90
5.1.1 静力学基本公式	1-90
5.1.2 运动学基本公式	1-93
5.1.3 动力学基本公式	1-95
5.1.4 常用转动惯量公式	1-96

5.2 材料力学基本公式	1-104
5.2.1 主应力理论公式	1-104
5.2.2 常用的强度理论	1-109
5.2.3 许用应力与安全系数的选取	1-110
5.2.4 常用截面几何性质的计算	1-112
5.2.5 杆件计算的基本公式	1-120
5.2.6 非圆截面直杆自由扭转时的应力和 变形计算式(线弹性范围)	1-122
5.2.7 受静载荷梁的内力及变位计算 公式	1-124
5.2.8 单跨刚架的弯矩计算公式	1-145
5.2.9 接触应力计算	1-147
5.2.10 平板中应力与位移的计算	1-151
5.2.11 薄壳的应力与位移的计算	1-158
5.2.12 厚壁圆筒和球壳的应力、位移计算	

与强度设计	1-160
5.2.13 旋转圆筒、轴、圆盘的应力和位移 计算	1-161
5.2.14 压杆稳定性计算	1-162
5.3 热力学基本公式	1-165
5.3.1 热力学第一定律	1-165
5.3.2 热力学第二定律	1-167
5.3.3 状态方程	1-168
5.3.4 热力学基本方程和麦克斯韦(Maxwell) 关系式	1-169
5.3.5 比热容	1-169
5.3.6 热力过程基本方程	1-171

参考文献	1-172
------------	-------



第2篇 零件结构设计

第1章 零件结构设计的基本要求和内容

1.1 机械零件结构设计的基本要求	2-3
1.1.1 功能使用要求	2-3
1.1.2 零件结构设计工艺性要求	2-3
1.1.3 其他要求	2-3
1.2 结构设计的内容	2-3
1.2.1 满足功能要求的结构设计	2-3
1.2.1.1 利用功能面的结构设计	2-3
1.2.1.2 利用自由度分析法的零件结构 设计	2-3
1.2.1.3 功能面法结构设计示例	2-6
1.2.1.4 自由度法结构分析及示例	2-8
1.2.1.5 现代机械结构及功能分析示例	2-9
1.2.2 满足工作能力要求的结构设计	2-12
1.2.2.1 提高强度和刚度的结构设计	2-12
1.2.2.2 提高耐磨性的结构设计	2-19
1.2.2.3 提高精度的结构设计	2-22
1.2.2.4 考虑发热、噪声、腐蚀等问题的 结构设计	2-25

第2章 铸件结构设计工艺性

2.1 常用铸造金属材料和铸造方法	2-29
2.1.1 常用铸造金属材料的铸造性和铸件的 结构特点	2-29
2.1.2 常用铸造方法的特点和应用范围	2-30
2.2 铸件结构设计工艺性的要求	2-32
2.2.1 简化铸造工艺	2-32

2.2.2 提高铸造性能	2-39
2.2.3 受力合理	2-43
2.2.4 便于切削加工	2-44
2.2.5 组合铸件	2-46
2.3 对铸造结构要素的具体尺寸要求	2-47
2.3.1 铸件壁厚	2-47
2.3.2 加强肋	2-47
2.3.3 壁的连接与过渡	2-49
2.3.4 孔边凸台、内腔、铸孔	2-53
2.3.5 铸件尺寸公差	2-55
2.4 特种铸造对铸件结构设计工艺性的 要求	2-56
2.4.1 压力铸件的结构工艺性	2-56
2.4.2 熔模铸件的结构特点	2-57
2.4.3 金属型铸件的结构特点	2-59
2.5 组合铸件结构	2-59
2.6 铸件缺陷与改进措施	2-62
2.7 铸造技术发展趋势及现代精确铸造 技术	2-71

第3章 锻压件结构设计工艺性

3.1 锻造方法与金属的可锻性	2-81
3.1.1 各种锻造方法及其特点	2-81
3.1.2 金属材料的可锻性	2-83
3.2 锻造方法对锻件结构设计工艺性的 要求	2-84
3.2.1 自由锻件的结构设计工艺性	2-84
3.2.2 模锻件的结构设计工艺性	2-86
3.2.2.1 模锻件的结构要素	2-87

3.2.2.2 锻件尺寸标注及其测量法	2-90
3.3 模锻件结构设计的注意事项	2-90

第 4 章 冲压件结构设计工艺性

4.1 冲压方法和冲压材料的选用	2-95
4.1.1 冲压的基本工序	2-95
4.1.2 冲压材料的选用	2-97
4.2 冲压件结构设计的基本参数	2-98
4.2.1 冲裁件	2-98
4.2.2 弯曲件	2-101
4.2.3 拉伸件	2-103
4.2.4 成形件	2-104
4.3 冲压件的尺寸和角度、形状和位置的 相关公差与极限偏差	2-107
4.4 冲压件结构设计的注意事项	2-112

第 5 章 切削件结构设计工艺性

5.1 金属材料的切削加工性	2-117
5.2 切削件结构设计工艺性	2-119
5.2.1 保证加工质量	2-119
5.2.2 减少切削加工量	2-125
5.2.3 提高加工效率	2-125
5.2.4 减少生产准备和辅助工时	2-132
5.2.5 结构的精度设计及尺寸标注符合 加工能力和工艺性要求	2-140
5.3 金属切削件结构设计中的常用标准	2-147
5.3.1 标准尺寸	2-147
5.3.2 圆锥的锥度与锥角系列	2-148
5.3.3 棱体的角度与斜度	2-149
5.3.4 中心孔	2-150
5.3.5 零件倒圆与倒角	2-151
5.3.6 球面半径	2-152
5.3.7 滚花	2-152
5.3.8 砂轮越程槽	2-153
5.3.9 刨切、插、珩磨越程槽	2-154
5.3.10 退刀槽	2-154
5.3.11 插齿、滚齿退刀槽	2-156
5.3.12 T形槽	2-157
5.3.13 燕尾槽	2-159
5.3.14 润滑槽	2-159
5.3.15 锯缝尺寸	2-160
5.3.16 弧形槽端部半径	2-160
5.3.17 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和 倒角	2-161
5.3.18 紧固件用孔	2-163
5.4 切削件结构工艺性设计注意事项	2-165

第 6 章 热处理零件设计的工艺性要求

6.1 零件热处理方法的选择	2-169
6.1.1 退火与正火	2-169
6.1.2 淬火与回火	2-170
6.1.3 表面淬火	2-170
6.1.4 钢的化学热处理	2-170
6.2 影响热处理零件结构设计工艺性的 因素	2-174
6.2.1 零件材料的热处理性能	2-174
6.2.2 零件的几何形状、尺寸大小和表面 质量	2-175
6.3 对零件的热处理要求的表达	2-175
6.3.1 在工作图上应标明的热处理 要求	2-175
6.3.2 金属热处理工艺分类及代号	2-176
6.4 热处理零件结构设计的注意事项	2-177
6.4.1 防止热处理零件开裂的注意 事项	2-177
6.4.2 防止热处理零件变形的注意 事项	2-180
6.4.3 防止热处理零件硬度不均的 注意事项	2-182
6.5 几类典型零件的热处理实例	2-184

第 7 章 其他材料零件及焊接件的 结构设计工艺性

7.1 粉末冶金件结构设计工艺性	2-191
7.1.1 粉末冶金材料的分类和选用	2-191
7.1.2 传统粉末冶金零件制造工艺	2-191
7.1.3 可以压制成形的粉末冶金零件 结构	2-195
7.1.4 需要机械加工辅助成形的粉末 冶金零件结构	2-196
7.1.5 粉末冶金零件结构设计的基本参数	2-196
7.1.6 粉末冶金零件的形位公差及标注	2-198
7.1.7 粉末冶金零件结构设计的注意 事项	2-200
7.2 工程塑料件结构设计工艺性	2-202
7.2.1 工程塑料的选用	2-202
7.2.2 工程塑料件的制造方法	2-202
7.2.3 工程塑料零件设计的基本参数	2-204
7.2.4 工程塑料零件结构设计的注意事项	2-206
7.3 橡胶件结构设计的工艺性	2-208
7.3.1 橡胶件材料的选用	2-208
7.3.2 橡胶件结构与参数	2-208

7.3.3 橡胶件的精度	2-210
7.3.4 胶辊尺寸公差	2-213
7.3.5 橡胶制品的尺寸测量	2-216
7.4 焊接件结构加工工艺性	2-216
7.4.1 常用金属的焊接性	2-216
7.4.2 焊接方法及适用范围	2-218
7.4.3 焊接接头的形式	2-222
7.4.4 焊接坡口的基本形式与尺寸	2-223
7.4.5 焊接件结构的设计原则和注意 事项	2-238
7.4.6 焊接件的几何尺寸与形状公差	2-241

第 8 章 零部件设计的装配与

维修工艺性要求

8.1 一般装配对零部件结构加工工艺性的

要求	2-242
8.1.1 组成单独的部件或装配单元	2-242
8.1.2 结合工艺特点考虑结构的合理性	2-243
8.1.3 便于装配操作	2-244
8.1.4 便于拆卸和维修	2-246
8.2 零部件的维修工艺性要求	2-249
8.2.1 保证拆卸的方便性	2-249
8.2.2 考虑零件磨损后修复的可能性和 方便性	2-249
8.2.3 减少机器的停工维修时间	2-250
8.3 过盈配合结构的装配工艺性	2-251
8.4 自动装配对零部件结构设计的要求	2-253

参考文献	2-258
------------	-------

第 3 篇 机械制图和几何精度设计

第 1 章 机械制图

1.1 制图一般规定	3-3
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	3-3
1.1.2 图幅分区及对中符号、方向符号	3-5
1.1.3 标题栏和明细栏(GB/T 10609.1—2008、 GB/T 10609.2—1989)	3-5
1.1.4 比例(GB/T 14690—1993)	3-7
1.1.5 字体(GB/T 14691—1993)	3-7
1.1.5.1 汉字	3-7
1.1.5.2 数字和字母	3-8
1.1.5.3 图样中书写规定	3-8
1.1.6 图线(GB/T 17450—1998、 GB/T 4457.4—2002)	3-9
1.1.6.1 线型	3-9
1.1.6.2 图线宽度	3-10
1.1.7 剖面符号(GB/T 4457.5—1984)	3-12
1.1.8 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	3-14
1.1.8.1 基本规则	3-14
1.1.8.2 尺寸标注示例	3-14
1.1.8.3 尺寸注法的简化表示法	3-19
1.1.9 尺寸公差与配合的标注	3-27
1.1.10 圆锥的尺寸和公差标注	3-28
1.1.11 装配图中零、部件序号及编排 方法	3-31
1.2 图样画法	3-32
1.2.1 第一角投影法、第三角投影法、	

轴测投影	3-32
1.2.2 视图	3-34
1.2.3 剖视图和断面图	3-39
1.2.4 图样的规定画法和简化画法	3-46
1.2.4.1 特定画法	3-46
1.2.4.2 对称画法	3-49
1.2.4.3 剖切平面前、后结构的画法	3-50
1.2.4.4 轮廓	3-50
1.2.4.5 剖面符号画法	3-51
1.2.4.6 相同、成组结构或要素画法	3-52
1.2.4.7 特定结构或要素画法	3-54
1.3 常见结构表示法	3-60
1.3.1 螺纹及螺纹紧固件表示法	3-60
1.3.1.1 螺纹的表示方法	3-60
1.3.1.2 螺纹的标记方式	3-62
1.3.2 齿轮表示法	3-64
1.3.2.1 齿轮及齿轮啮合的表示法	3-64
1.3.2.2 齿轮的格式样式	3-66
1.3.3 花键表示法	3-67
1.3.4 弹簧表示法	3-69
1.3.4.1 弹簧的画法	3-69
1.3.4.2 弹簧的格式样式 (GB/T 4459.2—2003)	3-70
1.3.5 滚动轴承表示法	3-71
1.3.6 动密封圈表示法 (GB/T 4459.6—1996)	3-75
1.3.7 中心孔表示法 (GB/T 4459.5—1999)	3-79
1.3.8 展开图画法	3-80

1.4 CAD制图有关规定	3-84
1.4.1 CAD工程制图的基本设置要求	3-84
1.4.1.1 图纸幅面与格式	3-84
1.4.1.2 比例	3-85
1.4.1.3 字体	3-85
1.4.1.4 图线	3-85
1.4.1.5 剖面符号	3-86
1.4.2 CAD工程图的尺寸标注	3-87
1.4.3 CAD工程图的管理	3-87
1.5 产品图样及设计文件有关规定 (JB/T 5054)	3-87
1.5.1 基本要求 (JB/T 5054.2—2000)	3-87
1.5.2 编号原则 (JB/T 5054.4—2000)	3-90
1.5.3 产品图样及设计文件标准化审查 (JB/T 5054.7—2000)	3-91
1.5.4 通用件管理 (JB/T 5054.8—2000)	3-93
1.5.5 借用件管理 (GB/T 5054.9—2000)	3-95

第2章 尺寸精度

2.1 尺寸精度基本概念	3-97
2.1.1 精度设计	3-97
2.1.2 互换性	3-97
2.1.3 标准化	3-98
2.2 极限与配合	3-98
2.2.1 基本术语和定义	3-98
2.2.2 标准公差和基本偏差	3-102
2.2.2.1 标准公差、偏差和配合代号 术语	3-102
2.2.2.2 标准公差	3-103
2.2.2.3 基本偏差	3-103
2.2.3 孔、轴公差带	3-103
2.2.3.1 孔的公差带	3-103
2.2.3.2 轴的公差带	3-113
2.2.3.3 孔与轴的极限偏差数值 (GB/T 1800.2—2009)	3-113
2.2.4 公差带与配合的选择	3-152
2.2.4.1 基准制的选择	3-152
2.2.4.2 标准公差等级的选择	3-152
2.2.4.3 公差带的选择 (GB/T 1800.2—2009)	3-157
2.2.4.4 配合的选择	3-157
2.2.5 极限与配合的选择及应用示例	3-165
2.2.5.1 配合特性及基本偏差的应用	3-165
2.2.5.2 公差与配合应用示例	3-171
2.2.6 在高温或低温工作条件下装配 间隙的计算	3-172
2.3 一般公差的线性和角度尺寸的公差	

(GB/T 1804—2000)	3-172
2.3.1 线性和角度尺寸的一般公差概念	3-172
2.3.2 一般公差的公差等级和极限偏差	3-173
2.4 工程塑料模塑件尺寸公差 (GB/T 14486—2008)	3-173
2.4.1 基本术语和定义	3-173
2.4.2 模塑件的尺寸公差	3-173
2.4.3 公差等级的选用	3-173
2.4.4 模塑件的检验方法	3-174
2.5 圆锥公差和配合	3-177
2.5.1 圆锥的锥度与锥角系列 (GB/T 157—2001)	3-177
2.5.1.1 术语和定义	3-177
2.5.1.2 锥度与锥角系列	3-177
2.5.2 圆锥公差 (GB/T 11334—2005)	3-179
2.5.2.1 术语、定义	3-179
2.5.2.2 圆锥公差的项目和给定方法	3-180
2.5.2.3 圆锥公差的数值	3-180
2.5.2.4 应用说明	3-183
2.5.3 圆锥配合 (GB/T 12360—2005)	3-183
2.5.3.1 适用范围	3-183
2.5.3.2 术语及定义	3-183
2.5.3.3 圆锥配合的一般规定	3-185
2.5.3.4 内、外圆锥轴向极限偏差的 计算	3-185
2.6 尺寸链计算方法	3-188
2.6.1 基本术语	3-188
2.6.2 尺寸链计算参数及环的特征符号及 表示	3-191
2.6.3 尺寸链的建立及计算	3-192
2.6.3.1 尺寸链建立原则	3-192
2.6.3.2 尺寸链的计算	3-193
2.6.4 装配尺寸链封闭公差要求的方法	3-194
2.6.4.1 装配尺寸链的计算方法	3-194
2.6.4.2 装配尺寸链计算公式	3-195
2.6.4.3 装配尺寸链计算顺序	3-196

第3章 几何公差

3.1 几何公差标准对照	3-197
3.2 术语与定义	3-198
3.2.1 几何要素术语和定义	3-198
3.2.1.1 基本术语和定义	3-198
3.2.1.2 几何要素定义间的相互关系	3-200
3.2.2 几何公差术语定义	3-200
3.2.3 基准和基准体系术语定义	3-202
3.2.4 新旧标准有关术语对照	3-203
3.2.5 要素线型表	3-203

3.3 几何公差的符号及标注	3-204
3.3.1 几何公差类型及符号	3-204
3.3.1.1 几何公差类型及特征符号	3-204
3.3.1.2 几何公差附加符号	3-204
3.3.2 几何公差的图样标注	3-205
3.3.2.1 被测要素的标注	3-205
3.3.2.2 基准标注	3-205
3.3.2.3 公差框格、公差数值和有关符号 的标注	3-207
3.3.2.4 其他特殊规定	3-208
3.3.3 公差带	3-209
3.3.4 废止的一些标注方法	3-211
3.4 几何公差带定义、标注和解释 (GB/T 1182—2008)	3-212
3.4.1 形状公差带定义及标注	3-212
3.4.2 方向公差带定义及标注	3-215
3.4.3 位置公差带定义及标注	3-219
3.4.4 跳动公差带定义及标注	3-223
3.5 延伸公差带	3-225
3.5.1 延伸公差带的含义及标注	3-225
3.5.2 延伸公差带示例	3-226
3.6 公差原则	3-228
3.6.1 公差原则术语及定义	3-228
3.6.2 最大(最小)实体要求概念图表	3-230
3.6.3 公差原则的主要应用范围	3-231
3.6.4 公差原则标注示例	3-232
3.7 几何公差的选择	3-240
3.7.1 公差特征选择	3-240
3.7.2 基准的选择	3-241
3.7.3 公差原则选择	3-243
3.7.4 几何公差数值(或公差等级)的 选择	3-244
3.8 几何公差的公差值	3-247
3.8.1 几何公差未注公差值	3-247
3.8.1.1 形状公差的未注公差值	3-247
3.8.1.2 方向公差的未注公差值	3-249
3.8.1.3 位置公差的未注公差值	3-249
3.8.1.4 未注公差值的图样标注	3-249
3.8.2 几何公差的注出公差值	3-250
3.9 几何精度设计应注意的问题	3-252
3.9.1 几何公差与尺寸公差的要求	3-252
3.9.1.1 综合考虑几何公差与尺寸公差的 相互关系	3-252
3.9.1.2 选用合适的公差原则	3-252
3.9.2 尺寸公差、部分几何公差、表面 粗糙度的要求	3-252
3.9.3 形状公差与位置公差的关系	3-252
3.9.4 表面粗糙度与尺寸公差的关系	3-254

3.9.5 形状公差与表面粗糙度的关系	3-254
3.9.6 几何公差与表面粗糙度的关系	3-254
3.9.7 几何公差之间的关系	3-254
3.10 几何公差的选用和标注实例	3-254

第4章 表面结构

4.1 概述	3-261
4.1.1 表面结构概念	3-261
4.1.2 表面结构标准体系	3-261
4.2 表面结构参数及数值	3-263
4.2.1 表面结构参数 (GB/T 3505—2009)	3-263
4.2.1.1 一般术语及定义	3-263
4.2.1.2 几何参数术语及定义	3-264
4.2.1.3 表面轮廓参数术语及定义	3-265
4.2.1.4 基本术语和表面结构参数的新、 旧标准对照	3-267
4.2.2 轮廓法评定表面结构的规则和方法 (GB/T 10610—2009)	3-268
4.2.2.1 参数测定	3-268
4.2.2.2 测得值与公差极限值相比较的 规则	3-268
4.2.2.3 参数评定	3-269
4.2.2.4 用触针式仪器检验的规则和 方法	3-269
4.2.3 表面结构的符号、代号及标注 (GB/T 131—2006)	3-271
4.2.3.1 标注表面结构要求的方法	3-271
4.2.3.2 表面结构图形符号的画法、含义 及表面结构要求的标注示例	3-276
4.2.3.3 表面结构要求图形标注及新、旧 标准对照	3-280
4.3 表面结构参数的选择	3-281
4.3.1 表面粗糙度参数的选择	3-281
4.3.1.1 表面粗糙度对零件及设备功能的 影响	3-281
4.3.1.2 表面粗糙度参数及其数值 (GB/T 1031—2009)	3-282
4.3.1.3 表面粗糙度参数的选择原则 (GB/T 1031—2009)	3-284
4.3.1.4 表面粗糙度高度参数值选用 实例	3-285
4.3.2 表面波纹理度	3-295
4.3.2.1 表面波纹理度术语及定义 (GB/T 16747—2009)	3-295
4.3.2.2 表面波纹理度参数值	3-299
4.3.2.3 不同加工方法可能达到的表面	

波纹度波幅值范围	3-299
4.3.3 表面缺陷	3-301
4.3.3.1 表面缺陷的一般术语与定义	3-301
4.3.3.2 表面缺陷的特征与评定参数	3-301
4.3.3.3 表面缺陷类型术语及定义	3-302
4.4 其他常见材料制品表面粗糙度参数及数值	3-303
4.4.1 粉末冶金制品表面粗糙度高度参数值及数值	3-303
4.4.1.1 粉末冶金制品表面粗糙度的评定通则	3-303
4.4.1.2 评定粉末冶金制品表面粗糙度的参数及其数值系列	3-303
4.4.1.3 评定粉末冶金制品表面粗糙度仪器的基本参数	3-304
4.4.2 塑料件表面粗糙度高度参数值及数值(GB/T 14234—1993)	3-304
4.4.2.1 评定参数及其数值	3-304
4.4.2.2 不同加工方法和不同材料所能达到的塑料件的表面粗糙度	3-305
4.4.3 电子陶瓷件表面粗糙度高度参数值及数值(GB/T 14234—1992)	3-306
4.4.3.1 电子陶瓷件表面粗糙度评定参数	

及其数值	3-306
4.4.3.2 不同加工方法和不同材料所能达到的电子陶瓷件的表面粗糙度	3-306

第5章 孔间距偏差

5.1 孔间距偏差的计算公式	3-308
5.2 按直接排列孔间距允许偏差	3-309
5.2.1 连接形式及特性	3-309
5.2.2 一般精度用孔的孔间距允许偏差	3-310
5.2.3 精确用孔的孔间距允许偏差	3-310
5.3 按圆周分布的孔间距允许偏差	3-311
5.3.1 用两个以上的螺栓及螺钉连接的孔间距允许偏差	3-311
5.3.2 用两个螺栓或螺钉及任意数量螺栓连接的孔间距允许偏差	3-312
5.3.3 用任意数量螺钉连接的孔间距允许偏差	3-313

参考文献	3-315
------------	-------



第4篇 机械工程材料

第1章 钢铁材料

1.1 钢铁材料牌号表示方法	4-3
1.1.1 钢铁产品牌号表示方法	4-3
1.1.2 钢铁及合金牌号统一数字代号体系	4-4
1.2 金属材料主要性能指标名称、符号及含义	4-12
1.3 钢铁材料的热处理及应用	4-16
1.4 铸铁	4-23
1.4.1 灰铸铁件	4-23
1.4.2 可锻铸铁件	4-24
1.4.3 蠕墨铸铁件	4-25
1.4.4 球墨铸铁件	4-26
1.4.5 耐热铸铁件	4-31
1.4.6 抗磨白口铸铁件	4-32
1.4.7 高硅耐蚀铸铁件	4-34
1.5 铸钢	4-35
1.5.1 一般工程用铸造碳钢件	4-35
1.5.2 焊接结构用碳素钢铸件	4-36
1.5.3 一般工程与结构用低合金铸钢件	4-36
1.5.4 高锰钢铸件	4-37

1.5.5 一般用途耐蚀钢铸件	4-37
1.5.6 一般用途耐热钢和合金铸件	4-39
1.5.7 工程结构用中、高强度不锈钢铸件	4-41
1.5.8 大型低合金钢铸件	4-43
1.5.9 承压钢铸钢件	4-45
1.6 机械结构用钢	4-52
1.6.1 碳素结构钢	4-52
1.6.2 优质碳素结构钢	4-53
1.6.3 非调质机械结构钢	4-56
1.6.4 易切削结构钢	4-57
1.6.5 耐候结构钢	4-59
1.6.6 弹簧钢	4-60
1.6.7 合金结构钢	4-62
1.6.8 不锈钢和耐热钢	4-71
1.6.8.1 不锈钢	4-71
1.6.8.2 耐热钢	4-82
1.6.8.3 不锈钢和耐热钢的物理性能	4-91
1.6.9 工具钢	4-94
1.6.9.1 碳素工具钢	4-94
1.6.9.2 高速工具钢	4-96
1.6.9.3 合金工具钢	4-97

1.6.10 轴承钢	4-101	1.9 钢板和钢带	4-166
1.6.10.1 高碳铬不锈钢轴承钢	4-101	1.9.1 热轧钢板和钢带	4-166
1.6.10.2 高碳铬轴承钢	4-101	1.9.2 碳素结构钢和低合金结构钢热轧 厚钢板和钢带	4-167
1.7 各国钢铁牌号对照	4-102	1.9.3 碳素结构钢和低合金结构钢热轧 薄钢板和钢带	4-167
1.7.1 各国铸铁牌号对照	4-102	1.9.4 优质碳素结构钢热轧厚钢板和 钢带	4-168
1.7.1.1 各国灰铸铁牌号对照	4-102	1.9.5 花纹钢板	4-168
1.7.1.2 各国可锻铸铁牌号对照	4-103	1.9.6 高强度结构用调质钢板	4-169
1.7.1.3 各国球墨铸铁牌号对照	4-103	1.9.7 工程机械用高强度耐磨钢板	4-171
1.7.1.4 各国抗磨铸铁牌号对照	4-104	1.9.8 合金结构钢热轧厚钢板	4-172
1.7.2 各国铸钢牌号对照	4-104	1.9.9 不锈钢热轧钢板和钢带	4-172
1.7.2.1 各国工程与结构用碳素铸钢牌号 对照	4-104	1.9.10 锅炉和压力容器用钢板	4-172
1.7.2.2 各国合金铸钢牌号对照	4-104	1.9.11 冷轧钢板和钢带	4-174
1.7.2.3 各国不锈钢耐蚀铸钢牌号对照	4-105	1.9.12 宽度小于 600mm 冷轧钢带	4-175
1.7.2.4 各国耐热铸钢牌号对照	4-105	1.9.13 碳素结构钢和低合金结构钢冷轧 薄钢板和钢带	4-176
1.7.2.5 各国高锰铸钢牌号对照	4-105	1.9.14 低碳钢冷轧钢带	4-176
1.7.2.6 各国承压铸钢牌号对照	4-106	1.9.15 弹簧钢、工具钢冷轧钢带	4-176
1.7.3 各国常用钢牌号对照	4-106	1.9.16 不锈钢冷轧钢板和钢带	4-177
1.7.3.1 各国碳素结构钢和工程用钢牌号 对照	4-106	1.9.17 耐热钢板和钢带	4-184
1.7.3.2 各国优质碳素结构钢牌号 对照	4-107	1.10 钢管	4-187
1.7.3.3 各国合金结构钢牌号对照	4-108	1.10.1 无缝钢管尺寸规格	4-187
1.7.3.4 各国易切削结构钢牌号对照	4-109	1.10.2 结构用无缝钢管和输送流体用 无缝钢管	4-205
1.7.3.5 各国弹簧钢牌号对照	4-110	1.10.3 奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝 钢管	4-206
1.7.3.6 各国轴承钢牌号对照	4-110	1.10.4 流体输送用不锈钢无缝钢管	4-208
1.7.3.7 各国碳素工具钢牌号对照	4-111	1.10.5 低温管道用无缝钢管	4-210
1.7.3.8 各国高速工具钢牌号对照	4-111	1.10.6 冷拔或冷轧精密无缝钢管	4-211
1.7.3.9 各国合金工具钢牌号对照	4-112	1.10.7 冷拔无缝异型钢管	4-214
1.7.3.10 各国不锈钢和耐热钢牌号 对照	4-113	1.10.8 焊接钢管尺寸规格	4-222
1.8 型材	4-119	1.10.9 直缝电焊钢管	4-233
1.8.1 热轧钢棒	4-119	1.10.10 低压流体输送用焊接钢管	4-233
1.8.2 冷拉圆钢、方钢、六角钢及优质 结构钢冷拉钢材	4-123	1.10.11 冷拔精密单层焊接钢管	4-234
1.8.3 银亮钢	4-126	1.10.12 流体输送用不锈钢焊接钢管	4-235
1.8.4 锻制钢棒	4-127	1.10.13 奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接 钢管	4-235
1.8.5 热轧工字钢	4-129	1.10.14 P3 型镀锌金属软管	4-237
1.8.6 热轧槽钢	4-130	1.10.15 S 型钎焊不锈钢金属软管	4-238
1.8.7 热轧等边角钢	4-132	1.11 钢丝	4-239
1.8.8 热轧不等边角钢	4-135	1.11.1 冷拉圆钢丝、方钢丝和六角 钢丝	4-239
1.8.9 热轧 L 型钢	4-138	1.11.2 一般用途低碳钢丝	4-241
1.8.10 结构用冷弯空心型钢	4-138	1.11.3 重要用途低碳钢丝	4-242
1.8.11 通用冷弯开口型钢	4-148	1.11.4 重要用途碳素弹簧钢丝	4-242
1.8.12 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢	4-157	1.11.5 合金结构钢丝	4-243
1.8.13 轻轨	4-164		
1.8.14 起重机钢轨	4-164		
1.8.15 重轨	4-165		

1.11.6	不锈钢丝	4-245
1.11.7	油淬火-回火弹簧钢丝	4-246
1.11.8	合金弹簧钢丝	4-249
1.11.9	碳素工具钢丝	4-249
1.11.10	合金工具钢丝	4-250
1.11.11	高速工具钢丝	4-250
1.12	常用零件钢铁材料的选用	4-251

第2章 有色金属材料

2.1	有色金属及合金牌号表示方法	4-258
2.1.1	铸造有色金属及其合金牌号表示方法	4-258
2.1.2	加工有色金属及其合金牌号表示方法	4-259
2.2	铸造有色金属及其合金	4-260
2.2.1	铸造铝合金	4-260
2.2.2	压铸铝合金	4-276
2.2.3	铸造钛、钛合金及其铸件	4-277
2.2.4	铸造镁合金锭	4-279
2.2.5	铸造镁合金及其铸件	4-286
2.2.6	铸造铜合金	4-289
2.2.7	压铸铜合金	4-294
2.2.8	铸造锌合金	4-295
2.2.9	压铸锌合金	4-296
2.2.10	锌合金压铸件	4-296
2.2.11	铸造轴承合金	4-298
2.3	变形铝及铝合金	4-301
2.3.1	变形铝及铝合金牌号、特性及应用	4-301
2.3.2	变形铝及铝合金状态代号	4-305
2.3.3	变形铝合金热处理	4-306
2.3.4	铝及铝合金加工产品	4-309
2.3.4.1	一般工业用铝及铝合金板、带材	4-309
2.3.4.2	铝及铝合金花纹板	4-333
2.3.4.3	铝及铝合金挤压棒材	4-336
2.3.4.4	铝及铝合金挤压扁棒	4-337
2.3.4.5	铝及铝合金(导体用)拉制圆线	4-338
2.3.4.6	铝及铝合金管材尺寸规格	4-339
2.3.4.7	铝及铝合金拉(轧)制无缝管	4-339
2.3.4.8	铝及铝合金热挤压无缝圆管	4-341
2.3.5	一般工业用铝及铝合金锻件	4-342
2.4	加工钛及钛合金	4-345

2.4.1	钛及钛合金牌号、特性及应用	4-345
2.4.2	钛及钛合金力学性能和物理化学性能	4-346
2.4.3	钛合金热处理	4-349
2.4.4	钛及钛合金加工产品	4-350
2.4.4.1	钛及钛合金板材	4-350
2.4.4.2	钛及钛合金棒材	4-354
2.4.4.3	钛及钛合金管材	4-356
2.4.4.4	工业流体用钛及钛合金管	4-356
2.4.4.5	钛及钛合金饼和环材	4-357
2.4.4.6	钛及钛合金丝	4-358
2.5	变形镁及镁合金	4-359
2.5.1	变形镁及镁合金特性及应用	4-359
2.5.2	变形镁及镁合金力学性能和物理性能	4-360
2.5.3	变形镁合金热处理	4-362
2.5.4	镁及镁合金加工产品	4-362
2.5.4.1	镁合金板材和带材	4-362
2.5.4.2	镁合金热挤压矩形棒材	4-363
2.5.4.3	镁合金热挤压棒材	4-364
2.5.4.4	镁合金热挤压型材	4-364
2.5.4.5	镁合金热挤压管材	4-364
2.6	加工铜及铜合金	4-365
2.6.1	加工铜及铜合金特性及应用	4-365
2.6.2	铜及铜合金力学性能及物理性能	4-370
2.6.3	铜及铜合金热处理	4-372
2.6.4	铜及铜合金加工产品	4-372
2.6.4.1	铜及铜合金板材	4-372
2.6.4.2	铍青铜板材和带材	4-376
2.6.4.3	铜及铜合金带材	4-377
2.6.4.4	铜及铜合金箔材	4-380
2.6.4.5	铜及铜合金拉制棒	4-381
2.6.4.6	铜及铜合金挤制棒	4-386
2.6.4.7	铜铍铈合金棒	4-388
2.6.4.8	铜及铜合金无缝管材规格	4-388
2.6.4.9	铜及铜合金拉制管	4-389
2.6.4.10	热交换器用铜合金无缝管	4-391
2.6.4.11	铜及铜合金挤制管	4-392
2.6.4.12	无缝铜水管和铜气管	4-393
2.6.4.13	铜及铜合金毛细管	4-395
2.6.4.14	铜及铜合金线材	4-396
2.6.4.15	铍青铜线	4-407
2.6.5	铜及铜合金锻件	4-407
2.7	镍及镍合金	4-413
2.7.1	加工镍及镍合金的特性及应用	4-413