



# 现代 机械设计手册

第3卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HANDBOOK  
MECHANICAL  
DESIGN



化学工业出版社



# 现代 机械设计手册

第3卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HANDBOOK  
MECHANICAL  
DESIGN



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的工具书,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3卷/秦大同,谢里阳主编.  
北京:化学工业出版社,2011.1  
ISBN 978-7-122-08710-2

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260705号

---

责任编辑:张兴辉 王 焱 贾 娜  
责任校对:吴 静

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:大厂聚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126 字数3974千字 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:170.00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 作晓强 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 谌 勇	胡宗武
	第27篇	谢里阳 (东北大学)	谢里阳	王 雷			赵少汗
	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 and 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，



# 前言 FORWARD

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、塑料齿轮在汽车工业中设计和应用，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、传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构和机架设计、机械振动设计、光机电一体化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！





## 第 13 篇 带、链传动

## 第 1 章 带 传 动

1.1 带传动的种类及其选择 .....	13-3	1.4.4 平带带轮 .....	13-53
1.1.1 传动带的类型、适应性和传动形式 .....	13-3	1.5 同步带传动 .....	13-55
1.1.2 带传动设计的一般内容 .....	13-7	1.5.1 梯形齿同步带传动 .....	13-55
1.1.3 带传动的效率 .....	13-7	1.5.1.1 梯形齿同步带尺寸规格 .....	13-55
1.2 V带传动 .....	13-8	1.5.1.2 梯形齿同步带传动设计计算 .....	13-57
1.2.1 普通 V带传动 .....	13-8	1.5.1.3 梯形齿同步带轮 .....	13-65
1.2.1.1 普通 V带尺寸规格 .....	13-8	1.5.2 曲线齿同步带传动 .....	13-68
1.2.1.2 普通 V带传动的设计计算 .....	13-10	1.5.2.1 曲线齿同步带尺寸规格 .....	13-68
1.2.2 窄 V带传动 .....	13-16	1.5.2.2 曲线齿同步带传动的设计计算 .....	13-71
1.2.2.1 窄 V带尺寸规格 .....	13-16	1.5.2.3 曲线齿同步带轮 .....	13-78
1.2.2.2 窄 V带传动的设计计算 .....	13-18	1.6 带传动的张紧 .....	13-87
1.2.3 V带轮 .....	13-32	1.6.1 带传动的张紧方法及安装要求 .....	13-87
1.2.3.1 带轮设计的内容 .....	13-32	1.6.2 初张紧力的检测与控制 .....	13-89
1.2.3.2 带轮的材料及质量要求 .....	13-32	1.6.2.1 V带的初张紧力 .....	13-89
1.2.3.3 带轮的技术要求 .....	13-32	1.6.2.2 多楔带的初张紧力 .....	13-90
1.2.3.4 V带轮的结构和尺寸规格 .....	13-32	1.6.2.3 平带的初张紧力 .....	13-90
1.3 多楔带传动 .....	13-37	1.6.2.4 同步带的初张紧力 .....	13-91
1.3.1 多楔带的尺寸规格 .....	13-37	1.7 金属带传动简介 .....	13-92
1.3.2 多楔带传动的设计计算 .....	13-38	1.7.1 磁力金属带传动 .....	13-92
1.3.3 多楔带带轮 .....	13-44	1.7.1.1 磁力金属带传动的工作原理 .....	13-92
1.4 平带传动 .....	13-45	1.7.1.2 磁力金属带的结构 .....	13-94
1.4.1 普通平带 .....	13-45	1.7.2 金属带式无级变速传动 .....	13-94
1.4.1.1 普通平带尺寸规格 .....	13-45		
1.4.1.2 普通平带传动的设计计算 .....	13-47		
1.4.2 尼龙片复合平带 .....	13-49		
1.4.2.1 尼龙片复合平带尺寸规格 .....	13-50		
1.4.2.2 尼龙片复合平带传动的设计计算 .....	13-51		
1.4.3 高速带传动 .....	13-52		
1.4.3.1 高速带尺寸规格 .....	13-52		
1.4.3.2 高速带传动的设计计算 .....	13-52		

## 第 2 章 链 传 动

2.1 链传动的类型、特点和应用 .....	13-97
2.2 传动用短节距精密滚子链和链轮 .....	13-98
2.2.1 滚子链的基本参数与尺寸 .....	13-98
2.2.2 短节距精密滚子链传动设计计算 .....	13-102
2.2.2.1 滚子链传动主要失效形式 .....	13-102
2.2.2.2 滚子链传动的额定功率 .....	13-102
2.2.2.3 滚子链传动设计计算内容与步骤 .....	13-103

2.2.2.4	滚子链静强度计算	13-107	2.3.3	齿形链传动设计计算	13-118
2.2.2.5	滚子链的耐疲劳工作能力 计算	13-107	2.3.4	齿形链链轮	13-124
2.2.2.6	滚子链的耐磨损工作能力 计算	13-107	2.3.4.1	9.52mm及以上节距链轮的 齿形和主要尺寸	13-124
2.2.2.7	滚子链的抗胶合工作能力 计算	13-108	2.3.4.2	4.76mm节距链轮的主要 尺寸	13-128
2.2.3	短节距精密滚子链链轮	13-108	2.3.4.3	9.52mm及以上节距链轮 精度要求	13-131
2.2.3.1	基本参数与尺寸	13-109	2.3.4.4	4.76mm节距链轮精度 要求	13-132
2.2.3.2	链轮齿形与齿廓	13-109	2.4	链传动的布置、张紧与润滑	13-132
2.2.3.3	链轮材料与热处理	13-111	2.4.1	链传动的布置	13-132
2.2.3.4	链轮精度要求	13-111	2.4.2	链传动的张紧与安装	13-133
2.2.3.5	链轮结构	13-112	2.4.3	链传动的润滑	13-134
2.3	传动用齿形链和链轮	13-113	参考文献		13-136
2.3.1	齿形链的分类及铰链型式	13-113			
2.3.2	齿形链的基本参数与尺寸	13-114			



## 第14篇 齿轮传动

齿轮传动总览	14-3
--------	------

### 第1章 渐开线圆柱齿轮传动

1.1	渐开线圆柱齿轮的基本齿廓和模数 系列	14-7	1.3.3	角度变位齿轮传动的几何尺寸 计算	14-25
1.1.1	渐开线圆柱齿轮的基本齿廓 (GB/T 1356—2001)	14-7	1.3.4	齿轮与齿条传动的几何尺寸计算	14-28
1.1.1.1	标准基本齿条齿廓	14-7	1.3.5	交错轴斜齿轮传动的几何尺寸 计算	14-29
1.1.1.2	不同使用场合下推荐的基本 齿条	14-8	1.3.6	几何计算中使用的数表和线图	14-29
1.1.1.3	其他非标准齿廓	14-8	1.4	渐开线圆柱齿轮齿厚的测量计算	14-33
1.1.2	渐开线圆柱齿轮模数 (GB/T 1357—2008)	14-9	1.4.1	齿厚测量方法的比较和应用	14-33
1.2	渐开线圆柱齿轮传动的参数选择	14-9	1.4.2	公法线长度(跨距)	14-35
1.2.1	渐开线圆柱齿轮传动的基本参数	14-9	1.4.3	分度圆弦齿厚	14-43
1.2.2	变位圆柱齿轮传动和变位系数的 选择	14-10	1.4.4	固定弦齿厚	14-47
1.2.2.1	变位齿轮传动的原理	14-10	1.4.5	量柱(球)测量距	14-48
1.2.2.2	变位齿轮传动的分类和特点	14-11	1.5	圆柱齿轮精度	14-50
1.2.2.3	外啮合齿轮变位系数的选择	14-13	1.5.1	适用范围	14-50
1.2.2.4	内啮合齿轮变位系数的选择	14-17	1.5.2	齿轮偏差的代号及定义	14-51
1.3	渐开线圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	14-23	1.5.3	齿轮精度等级及其选择	14-54
1.3.1	标准圆柱齿轮传动的几何尺寸 计算	14-23	1.5.3.1	精度等级	14-54
1.3.2	高度变位齿轮传动的几何尺寸 计算	14-24	1.5.3.2	精度等级的选择	14-54
			1.5.4	齿轮检验	14-56
			1.5.4.1	齿轮的检验项目	14-56
			1.5.4.2	5级精度的齿轮公差 的计算 公式	14-57
			1.5.4.3	齿轮的公差	14-57
			1.5.5	齿轮坯的精度	14-75
			1.5.5.1	基准轴线与工作轴线之间的 关系	14-75
			1.5.5.2	确定基准轴线的方法	14-75



2.5.2	高速双圆弧齿轮设计计算举例	14-196
2.5.3	低速重载双圆弧齿轮设计计算 举例	14-199

## 第 3 章 锥齿轮传动

3.1	锥齿轮传动的的基本类型、特点及 应用	14-202
3.2	锥齿轮的变位	14-204
3.3	锥齿轮传动的几何计算	14-206
3.3.1	直齿、斜锥齿轮传动的几何 计算	14-206
3.3.2	弧齿锥齿轮传动的几何计算	14-211
3.3.3	摆线齿锥齿轮的几何设计	14-217
3.3.3.1	几何参数计算的原始参数	14-218
3.3.3.2	摆线齿锥齿轮几何参数 计算	14-220
3.3.3.3	摆线齿锥齿轮的当量齿轮 参数及重合度	14-226
3.3.3.4	“克制”摆线齿圆锥齿轮的 齿形系数	14-227
3.3.4	准双曲面齿轮传动设计	14-228
3.3.4.1	准双曲面齿轮主要参数 选择	14-228
3.3.4.2	准双曲面齿轮几何参数 计算	14-231
3.3.5	摆线齿准双曲面齿轮传动设计	14-236
3.3.5.1	几何参数计算的原始参数	14-236
3.3.5.2	摆线齿准双曲面齿轮几何参数 计算	14-237
3.3.5.3	摆线齿准双曲面齿轮的当量 齿轮参数	14-244
3.3.5.4	摆线准双曲面齿轮的齿形 系数	14-246
3.3.5.5	摆线准双曲面齿轮的齿 坯图	14-247
3.4	锥齿轮的非零变位设计	14-247
3.4.1	锥齿轮非零变位原理	14-247
3.4.2	分锥变位的形式	14-248
3.4.3	切向变位的特点	14-249
3.4.4	“非零”分度锥综合变位锥齿轮的 几何计算	14-250
3.5	轮齿受力分析	14-251
3.5.1	作用力的计算	14-251
3.5.2	轴向力的选择设计	14-252
3.6	锥齿轮传动的强度计算	14-253

3.6.1	直齿锥齿轮传动的强度计算	14-253
3.6.1.1	直齿锥齿轮传动的初步 计算	14-253
3.6.1.2	锥齿轮传动的当量齿数参数 计算	14-254
3.6.1.3	直齿锥齿轮齿面接触疲劳强度 计算	14-256
3.6.1.4	直齿锥齿轮齿根弯曲疲劳强度 计算	14-259
3.6.1.5	直齿锥齿轮传动设计计算 实例	14-262
3.6.2	弧线齿锥齿轮的强度计算(按美国 格里森公司标准)	14-266
3.6.3	“克制”摆线齿锥齿轮的强度 计算	14-277
3.6.3.1	摆线齿圆锥齿轮的强度校 核的原始参数	14-277
3.6.3.2	摆线齿锥齿轮的切向力及 载荷系数	14-277
3.6.3.3	摆线齿圆锥齿轮的齿面接触 强度校核	14-280
3.6.3.4	摆线齿锥齿轮的弯曲强度 校核	14-282
3.6.3.5	摆线齿圆锥齿轮强度计算 实例	14-283
3.6.4	弧线齿准双曲面齿轮的强度计算 (按美国格里森公司标准)	14-287
3.6.5	摆线齿准双曲面齿轮的强度 计算	14-290
3.6.5.1	摆线齿准双曲面齿轮的强度 校核的原始参数	14-290
3.6.5.2	摆线齿准双曲面齿轮的切向 力及载荷系数	14-290
3.6.5.3	摆线齿准双曲面齿轮的齿面 接触强度校核	14-292
3.6.5.4	摆线准双曲面齿轮的弯曲 强度校核	14-293
3.6.5.5	摆线齿准双曲面齿轮强度 计算实例	14-294
3.7	锥齿轮精度(GB/T 11365—1989)	14-298
3.7.1	定义及代号	14-298
3.7.2	精度等级、齿轮和齿轮副的检验与 公差	14-302
3.7.3	齿轮副侧隙	14-303
3.7.4	图样标注	14-303
3.7.5	齿轮公差与极限偏差数值	14-304



3.7.6	齿坯公差	14-316
3.7.7	应用示例	14-317
3.7.8	齿轮的表面粗糙度	14-318
3.8	结构设计	14-318
3.8.1	锥齿轮支承结构	14-318
3.8.2	锥齿轮轮体结构	14-320
3.9	工作图规定及其示例	14-321
3.9.1	工作图规定及示例	14-321
3.9.2	含锥齿轮副的装配图示例	14-322

## 第 4 章 蜗杆传动

4.1	常用蜗杆传动的分类及特点	14-327
4.2	圆柱蜗杆传动	14-330
4.2.1	圆柱蜗杆传动主要参数的选择	14-330
4.2.1.1	普通圆柱蜗杆传动的主要参数	14-330
4.2.1.2	圆弧圆柱蜗杆传动的主要参数	14-338
4.2.2	圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	14-344
4.2.3	圆柱蜗杆传动的受力分析	14-345
4.2.4	圆柱蜗杆传动强度计算和刚度验算	14-346
4.2.4.1	普通圆柱蜗杆传动的强度和刚度计算	14-346
4.2.4.2	ZC <sub>1</sub> 蜗杆传动的强度计算和刚度计算	14-348
4.2.5	圆柱蜗杆传动滑动速度和传动效率计算	14-351
4.2.6	提高圆柱蜗杆传动承载能力和传动效率的方法简介	14-351
4.3	环面蜗杆传动	14-353
4.3.1	环面蜗杆传动的分类及特点	14-353
4.3.2	环面蜗杆传动的形成原理	14-353
4.3.3	环面蜗杆传动的参数选择和几何尺寸计算	14-353
4.3.4	环面蜗杆传动的修型和修缘计算	14-357
4.3.5	环面蜗杆传动承载能力计算	14-358
4.3.5.1	直廓环面蜗杆传动承载能力计算	14-358
4.3.5.2	平面二次包络环面蜗杆传动承载能力计算	14-362
4.4	蜗杆传动精度	14-370
4.4.1	圆柱蜗杆传动精度 (GB/T 10089—1988)	14-370

4.4.1.1	术语定义和代号	14-370
4.4.1.2	精度等级	14-370
4.4.1.3	蜗杆、蜗轮的检验与公差	14-376
4.4.1.4	传动的检验与公差	14-376
4.4.1.5	蜗杆传动的侧隙规定	14-376
4.4.1.6	图样标注	14-377
4.4.1.7	公差或极限偏差数值	14-378
4.4.1.8	齿坯公差	14-388
4.4.2	直廓环面蜗杆、蜗轮精度 (GB/T 16848—1997)	14-388
4.4.2.1	定义及代号	14-388
4.4.2.2	精度等级	14-393
4.4.2.3	齿坯要求	14-393
4.4.2.4	蜗杆、蜗轮的检验与公差	14-394
4.4.2.5	蜗杆副的检验与公差	14-395
4.4.2.6	蜗杆副的侧隙规定	14-395
4.4.2.7	图样标注	14-395
4.4.3	平面二次包络环面蜗杆传动精度 (GB/T 16445—1996)	14-396
4.4.3.1	蜗杆、蜗轮误差的定义及代号	14-396
4.4.3.2	蜗杆副误差的定义及代号	14-398
4.4.3.3	精度等级	14-399
4.4.3.4	齿坯要求	14-399
4.4.3.5	蜗杆、蜗轮及蜗杆副的检验	14-399
4.4.3.6	蜗杆传动的侧隙规定	14-399
4.4.3.7	蜗杆、蜗轮的公差及极限偏差	14-399
4.4.3.8	蜗杆副精度与公差	14-400
4.4.3.9	图样标注	14-400
4.5	蜗杆、蜗轮的结构及材料	14-401
4.5.1	蜗杆、蜗轮的结构	14-401
4.5.2	蜗杆、蜗轮材料选用推荐	14-403
4.6	蜗杆传动设计计算及工作图示例	14-403
4.6.1	圆柱蜗杆传动设计计算示例	14-403
4.6.2	直廓环面蜗杆传动设计计算示例	14-405
4.6.3	平面二次包络环面蜗杆传动设计计算示例	14-408

## 第 5 章 渐开线圆柱齿轮行星传动

5.1	渐开线行星齿轮传动基础	14-411
5.1.1	传动型式分类及特点	14-411
5.1.2	传动比、传动效率、齿形角	14-414

5.2	行星传动的主要参数计算	14-415
5.2.1	行星轮数目与传动比范围	14-415
5.2.2	齿数的确定	14-416
5.2.2.1	确定齿数应满足的条件	14-416
5.2.2.2	配齿方法及齿数组合表	14-418
5.2.3	变位系数的确定	14-438
5.2.4	确定齿数和变位系数的计算	
	举例	14-442
5.2.5	多级行星传动的传动比分配	14-442
5.3	行星齿轮强度分析	14-443
5.3.1	受力分析	14-443
5.3.2	齿轮承载能力校核	14-446
5.3.2.1	小齿轮的名义转矩 $T_1$ 及名义切向力 $F_t$	14-446
5.3.2.2	行星齿轮传动载荷系数 $K$	14-447
5.3.2.3	应力循环次数 $N_L$	14-447
5.3.2.4	动载系数 $K_v$	14-448
5.3.2.5	螺旋线载荷分布系数 $K_{H\beta}$ 、 $K_{F\beta}$	14-448
5.3.2.6	疲劳极限值 $\sigma_{Hlim}$ 和 $\sigma_{Flim}$ 的选取	14-448
5.3.2.7	最小安全系数 $S_{min}$	14-448
5.4	结构设计	14-449
5.4.1	均载机构设计	14-449
5.4.1.1	均载机构的类型及特点	14-449
5.4.1.2	均载机构的选择及浮动量计算	14-454
5.4.1.3	浮动用齿式联轴器的结构设计	14-454
5.4.2	主要构件结构设计	14-458
5.4.2.1	齿轮结构设计	14-458
5.4.2.2	行星架结构设计	14-459
5.4.2.3	基本构件和行星轮支承结构设计	14-460
5.4.2.4	行星减(增)速器机体结构设计	14-460
5.4.3	主要零件的技术条件	14-463
5.4.3.1	齿轮的技术条件	14-463
5.4.3.2	行星架的技术条件	14-465
5.4.3.3	浮动件的轴向间隙	14-465
5.4.3.4	其他主要零件的技术要求	14-465
5.5	行星齿轮传动设计举例	14-465
5.5.1	行星齿轮减速器设计	14-465
5.5.2	行星齿轮增速器设计	14-468
5.6	常见行星齿轮传动应用图例	14-470
5.6.1	低速行星齿轮(增)减速器	14-470

5.6.2	高速行星齿轮减(增)速器	14-476
5.6.3	大型行星齿轮减速器	14-476

## 第 6 章 渐开线少齿差行星齿轮传动

6.1	少齿差传动基本类型、传动比及效率	14-479
6.1.1	基本类型	14-479
6.1.2	传动比及传动效率	14-480
6.2	主要参数的确定	14-481
6.2.1	主要参数的确定	14-481
6.2.2	主要设计参数的选择步骤	14-488
6.2.3	几何尺寸与主要参数的选用	14-488
6.3	效率计算	14-502
6.4	受力分析与强度计算	14-503
6.4.1	主要零件的受力分析	14-503
6.4.2	主要零件的强度计算	14-504
6.5	结构设计	14-508
6.5.1	结构形式分类	14-508
6.5.2	结构图例	14-510
6.6	设计结构工艺性及示例	14-526
6.7	主要零件的技术要求、材料选择及热处理方法	14-529
6.7.1	主要零件的技术要求	14-529
6.7.2	主要零件的常用材料及热处理	14-530

## 第 7 章 摆线针轮行星传动

7.1	概述	14-531
7.1.1	摆线针轮行星传动的工作原理与结构特点	14-531
7.1.2	摆线行星传动输出机构的结构型式	14-532
7.1.3	摆线针轮行星传动几何要素代号	14-534
7.2	摆线针轮行星传动的设计与计算	14-534
7.2.1	摆线针轮行星传动的啮合原理	14-534
7.2.1.1	摆线轮齿廓曲线通用方程式	14-534
7.2.1.2	摆线轮齿廓曲线的外啮合和内啮合形成法	14-535
7.2.1.3	一齿差、两齿差和负一齿差摆线轮齿廓	14-536
7.2.1.4	摆线轮齿廓修形	14-537
7.2.1.5	摆线轮齿廓的曲率半径	14-538
7.2.2	摆线针轮行星传动的基本参数和几何尺寸计算	14-540
7.2.2.1	基本参数及几何尺寸	14-540

7.2.2.2	W机构的有关参数与几何尺寸	14-542
7.2.3	摆线针轮行星传动的受力分析	14-542
7.2.4	摆线针轮行星传动强度计算	14-543
7.2.4.1	主要失效形式	14-543
7.2.4.2	主要零件的材料	14-544
7.2.4.3	主要零部件的强度计算	14-545
7.2.5	摆线轮的测量方法	14-550
7.3	摆线针轮行星传动的设计实例	14-552
7.3.1	摆线针轮行星传动的技术要求	14-552
7.3.1.1	对零件的要求	14-552
7.3.1.2	对装配的要求	14-555
7.3.2	设计实例	14-555
7.3.2.1	设计计算公式与示例	14-555
7.3.2.2	主要零件的工作图	14-557
7.4	RV减速器	14-559
7.4.1	RV传动原理及特点	14-559
7.4.2	机器人用RV传动的设计要点	14-560
7.4.3	RV传动机构的安装要点	14-563

## 第 8 章 谐波齿轮传动

8.1	谐波齿轮传动技术基础	14-565
8.1.1	谐波齿轮传动的术语、特点及应用	14-565
8.1.2	谐波齿轮传动的工作原理	14-566
8.1.3	谐波齿轮传动的分类	14-566
8.1.4	谐波齿轮传动的运动学计算	14-570
8.1.5	谐波齿轮传动主要构件的结构形式	14-572
8.2	谐波齿轮传动的设计与计算	14-575
8.2.1	谐波齿轮传动主要参数的确定	14-575
8.2.2	谐波齿轮传动承载能力计算	14-579
8.2.3	谐波齿轮传动效率和发热计算	14-583
8.2.4	谐波齿轮传动主要零件的材料和结构	14-584
8.2.4.1	主要零件的材料	14-584
8.2.4.2	柔轮、刚轮的结构形式和尺寸	14-586
8.2.4.3	波发生器的结构设计	14-588
8.2.5	计算实例	14-592
8.3	谐波齿轮减速器试验技术与方法	14-595

## 第 9 章 活齿传动

9.1	活齿传动的工作原理与结构类型	14-598
-----	----------------	--------

9.1.1	活齿传动的工作原理	14-598
9.1.2	活齿传动的结构类型	14-598
9.2	滚柱活齿传动	14-600
9.2.1	滚柱活齿传动的运动学	14-600
9.2.2	滚柱活齿传动基本构件的结构	14-600
9.2.3	齿廓曲线设计	14-601
9.2.4	滚柱活齿传动基本构件的材料选择	14-601
9.2.5	滚柱活齿传动的受力分析	14-602
9.2.6	滚柱活齿传动计算实例	14-602
9.2.7	主要零件的加工工艺与工作图	14-604

## 第 10 章 塑料齿轮

10.1	塑料齿轮的分类及性能特点	14-606
10.2	塑料齿轮设计	14-607
10.2.1	塑料齿轮的齿形制	14-607
10.2.1.1	渐开线齿形制	14-607
10.2.1.2	计时仪器用圆弧齿形制	14-612
10.2.2	塑料齿轮的轮齿设计	14-614
10.2.2.1	轮齿齿根倒圆	14-614
10.2.2.2	轮齿高度修正	14-615
10.2.2.3	轮齿齿顶修缘	14-616
10.2.2.4	压力角的修正	14-617
10.2.2.5	避免齿根根切及齿根“限缩”现象的方法	14-618
10.2.2.6	大小齿轮分度圆弧齿厚的平衡	14-618
10.2.3	塑料齿轮的结构设计	14-619
10.2.4	AGMA PT 基本齿条确定齿轮齿形尺寸的计算	14-621
10.2.4.1	AGMA PT 基本齿条确定齿轮齿顶修缘的计算	14-623
10.2.4.2	圆柱外齿轮齿顶倒圆后的齿廓参数计算	14-624
10.2.5	齿轮 $M$ 值、公法线长度 $W_k$ 的计算	14-625
10.2.5.1	$M$ 值的计算	14-625
10.2.5.2	公法线长度的计算	14-627
10.2.6	塑料齿轮的应力分析及强度计算	14-627
10.2.7	塑料齿轮轮系参数设计计算	14-630
10.3	塑料齿轮材料	14-636
10.3.1	聚甲醛 (POM)	14-637
10.3.1.1	聚甲醛的物理特性、综合特性及注塑工艺 (推荐)	14-637

10.3.1.2 几种齿轮用聚甲醛性能 .....	14-638	应用 .....	14-663
10.3.2 尼龙 (PA66、PA46) .....	14-641	10.5.3 三坐标测量仪检测 .....	14-664
10.3.2.1 尼龙 PA66 .....	14-641	10.5.4 齿轮径向综合误差、齿圈径向跳动、 公法线长度和 $M$ 值的测量 .....	14-664
10.3.2.2 尼龙 PA46 .....	14-644	10.5.5 塑料齿轮的精确测量 .....	14-666
10.3.3 聚醚醚酮 (PEEK) .....	14-646	10.5.6 国内外部分小模数齿轮检测用 仪器 .....	14-669
10.3.3.1 PEEK 450G 的主要物理特性、综 合特性及加工工艺 (推荐) .....	14-647	10.6 塑料齿轮的应用实例 .....	14-670
10.3.3.2 齿轮用 PEEK 聚合材料的 性能 .....	14-648	10.6.1 煤气表字轮式计数器与交换 齿轮 .....	14-670
10.3.4 塑料齿轮材料的匹配 .....	14-650	10.6.2 石英闹钟机芯与全塑齿轮 传动轮系 .....	14-671
10.3.5 塑料齿轮的失效形式 .....	14-650	10.6.3 汽车雨刮电机及摇窗电机 .....	14-672
10.4 塑料齿轮的制造 .....	14-651	10.6.3.1 轿车雨刮电机 .....	14-672
10.4.1 塑料齿轮的加工工艺 .....	14-651	10.6.3.2 法雷奥 (Valeo) 雨刮器 .....	14-673
10.4.2 注塑机及其辅助设备 .....	14-652	10.6.4 塑料齿轮行星减速器及少齿差 计时器 .....	14-673
10.4.2.1 注塑机 .....	14-652	10.6.5 汽车电动座椅驱动器 .....	14-676
10.4.2.2 辅助设备配置 .....	14-654	<b>参考文献</b> .....	14-678
10.4.3 齿轮注射模的典型结构 .....	14-655		
10.5 塑料齿轮的检测 .....	14-661		
10.5.1 塑料齿轮光学投影检测 .....	14-661		
10.5.2 影像测量在小模数齿测量中的			



## 第 15 篇 减速器、变速器

### 第 1 章 减速器设计一般资料

1.1 常用减速器的分类、形式及应用范围 .....	15-3
1.2 通用圆柱齿轮减速器基本参数 (JB/T 9050.4—2006) .....	15-6
1.2.1 中心距 $a$ .....	15-6
1.2.2 传动比 $i$ .....	15-7
1.2.3 减速器齿轮齿宽系数 $\psi_a$ .....	15-7
1.2.4 减速器输入、输出轴中心高及轴伸 尺寸 .....	15-7
1.3 减速器传动比的分配及计算 .....	15-8
1.4 减速器结构设计 .....	15-11
1.4.1 减速器基本结构 .....	15-11
1.4.2 齿轮减速器、蜗杆减速器箱体 .....	15-12
1.4.3 减速器附件 .....	15-15
1.4.3.1 油标和油尺 .....	15-15
1.4.3.2 透气塞和通气罩 .....	15-15
1.4.3.3 螺塞 .....	15-15
1.4.3.4 视孔和视孔盖 .....	15-15
1.4.3.5 甩油盘和甩油环 .....	15-17
1.4.3.6 润滑附件 .....	15-18
1.4.4 减速器轴承选择 .....	15-18

1.4.5 减速器主要零件的配合 .....	15-19
1.4.6 减速器技术条件 .....	15-20
1.5 齿轮与蜗杆传动的传动效率和散热 .....	15-20
1.5.1 齿轮与蜗杆传动的传动效率 .....	15-20
1.5.2 齿轮与蜗杆传动的散热 .....	15-20
1.6 齿轮与蜗杆传动的润滑 .....	15-24
1.6.1 齿轮与蜗杆传动的润滑方法 .....	15-24
1.6.2 齿轮与蜗杆传动的润滑油 选择 .....	15-26
1.6.2.1 闭式齿轮传动的润滑油 选择 .....	15-26
1.6.2.2 开式齿轮传动的润滑油 选择 .....	15-26
1.6.2.3 蜗杆传动润滑油选择 .....	15-28
1.7 减速器典型结构图例 .....	15-28

### 第 2 章 标准减速器及产品

2.1 ZDY、ZLY、ZSY 型硬齿面圆柱齿轮 减速器 (JB/T 8853—2001) .....	15-35
2.1.1 适用范围和代号 .....	15-35
2.1.2 外形、安装尺寸及装配型式 .....	15-35
2.1.3 承载能力 .....	15-39



2.1.4	减速器的选用	15-43	2.7.1	型号和标记方法	15-122
2.2	QJ型起重机三支点减速器(JB/T 8905.1—1999)、QJ-D型起重机底座式减速器(JB/T 8905.2—1999)和DQJ型、DQJD型点线啮合齿轮减速器(JB/T 10468—2004)	15-45	2.7.2	外形尺寸和安装尺寸	15-122
2.2.1	适用范围、安装方式和代号	15-45	2.7.3	承载能力	15-124
2.2.2	外形、安装尺寸	15-47	2.7.4	减速器的选用	15-124
2.2.3	承载能力	15-54	2.8	谐波传动减速器	15-125
2.2.4	实际传动比	15-60	2.8.1	工作原理与特点	15-125
2.2.5	减速器的选用	15-60	2.8.2	XB、XBZ型谐波传动减速器(GB/T 14118—1993)	15-126
2.3	CW型圆弧圆柱蜗杆减速器(JB/T 7935—1999)	15-61	2.8.2.1	外形、安装尺寸	15-126
2.3.1	适用范围和标记	15-61	2.8.2.2	承载能力	15-129
2.3.2	外形、安装尺寸	15-61	2.8.2.3	使用条件及主要技术指标	15-131
2.3.3	承载能力和效率	15-62	2.8.2.4	减速器的选用	15-131
2.3.4	润滑油牌号(黏度等级)	15-65	2.9	三环减速器	15-131
2.3.5	减速器的选用	15-66	2.9.1	工作原理、特点及适用范围	15-131
2.4	TP型平面包络环面蜗杆减速器(JB/T 9050—2010)	15-67	2.9.2	结构型式与特征	15-132
2.4.1	适用范围和标记	15-67	2.9.3	装配型式	15-134
2.4.2	外形、安装尺寸	15-68	2.9.4	外形、安装尺寸(YB/T 079—1995)	15-136
2.4.3	减速器的承载能力及传动效率	15-72	2.9.5	承载能力	15-142
2.4.4	减速器的选用	15-74	2.9.6	减速器的选用	15-148
2.5	HW型直廓环面蜗杆减速器(JB/T 7936—2010)	15-76	2.10	同轴式圆柱齿轮减速器(JB/T 7000—2010)	15-148
2.5.1	适用范围和标记	15-76	2.10.1	适用范围和代号	15-148
2.5.2	外形、安装尺寸	15-76	2.10.2	减速器的外形尺寸	15-149
2.5.3	减速器的承载能力和总传动效率	15-79	2.10.3	减速器承载能力	15-156
2.5.4	减速器的选用	15-87	2.10.4	减速器的选用	15-178
2.6	行星齿轮减速器	15-88	2.11	TH、TB型硬齿面齿轮减速器	15-180
2.6.1	NGW型行星齿轮减速器(JB/T 6502—1993)	15-88	2.11.1	适用范围及代号示例	15-180
2.6.1.1	适用范围、标记及相关技术参数	15-88	2.11.2	装配布置型式	15-180
2.6.1.2	外形、安装尺寸	15-91	2.11.3	外形、安装尺寸	15-181
2.6.1.3	承载能力	15-105	2.11.4	承载能力	15-204
2.6.1.4	减速器的选用	15-114	2.11.5	减速器的选用	15-219
2.6.2	HZW、HZA、HZL、HZY型垂直出轴混合少齿差星轮减速器(JB/T 7344—2010)	15-115	<b>第 3 章 机械无级变速器及产品</b>		
2.6.2.1	适用范围和代号	15-115	3.1	机械无级变速器的基本原理、类型和选用	15-223
2.6.2.2	外形、安装尺寸及装配形式	15-116	3.1.1	传动原理	15-223
2.6.2.3	减速器的承载能力和热功率	15-119	3.1.2	特点和应用	15-224
2.6.2.4	减速器的选用	15-120	3.1.3	机械特性	15-225
2.7	摆线针轮减速器(JB/T 2982—1994)	15-122	3.1.4	类型、特性和应用示例	15-225
			3.1.5	选用的一般方法	15-229
			3.2	锥盘环盘无级变速器	15-230
			3.2.1	SPT系列减变速器	15-230
			3.2.2	ZH系列减变速机的型号、技术参数及基本尺寸	15-232
			3.3	行星锥盘无级变速器	15-237