



“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

现代 机械设计手册

MODERN
HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第3卷

第二版

秦大同 谢里阳 主编



化学工业出版社

“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

现代机械设计手册

第二版

第 3 卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN
HANDBOOK
OF
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

· 北京 ·

《现代机械设计手册》第二版是顺应“中国制造2025”智能装备设计新要求、技术先进、数据可靠的一部现代化的机械设计大型工具书，涵盖现代机械零部件及传动设计、智能装备及控制设计、现代机械设计方法三部分内容。第二版重点加强机械智能化产品设计（3D打印、智能零部件、节能元器件）、智能装备（机器人及智能化装备）控制及系统设计、现代设计方法及应用等内容。

《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，带传动、链传动；第3卷包括齿轮传动，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卷包括智能装备系统设计，工业机器人系统设计，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，逆向设计，数字化设计，人机工程与产品造型设计，创新设计，绿色设计。

新版手册从新时代机械设计人员的实际需求出发，追求现代感，兼顾实用性、通用性、准确性，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、智能、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》可作为机械装备研发、设计技术人员和有关工程技术人员的工具书，也可供高等院校相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. —2
版. —北京: 化学工业出版社, 2019.3
ISBN 978-7-122-33381-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 267810 号

责任编辑: 张兴辉 王焯 贾娜 邢涛 项激 曾越 金林茹
责任校对: 王静 宋玮

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 装: 中煤 (北京) 印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 120 $\frac{1}{2}$ 字数 4097 千字 2019 年 3 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 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: 199.00 元
京化广临字 2019—02

版权所有 违者必究

第 二 版 卷 目

《现代机械设计手册》



第 1 卷

- 第1篇 机械设计基础资料
- 第2篇 零件结构设计
- 第3篇 机械制图和几何精度设计
- 第4篇 机械工程材料
- 第5篇 连接件与紧固件

第 2 卷

- 第6篇 轴和联轴器
- 第7篇 滚动轴承
- 第8篇 滑动轴承
- 第9篇 机架、箱体及导轨
- 第10篇 弹簧
- 第11篇 机构
- 第12篇 机械零部件设计禁忌
- 第13篇 带传动、链传动

第 3 卷

- 第14篇 齿轮传动
- 第15篇 减速器、变速器
- 第16篇 离合器、制动器
- 第17篇 润滑
- 第18篇 密封

第 4 卷

- 第19篇 液力传动
- 第20篇 液压传动与控制
- 第21篇 气压传动与控制

第 5 卷

- 第22篇 智能装备系统设计
- 第23篇 工业机器人系统设计
- 第24篇 传感器
- 第25篇 控制元器件和控制单元
- 第26篇 电动机

第 6 卷

- 第27篇 机械振动与噪声
- 第28篇 疲劳强度设计
- 第29篇 可靠性设计
- 第30篇 优化设计
- 第31篇 逆向设计
- 第32篇 数字化设计
- 第33篇 人机工程与产品造型设计
- 第34篇 创新设计
- 第35篇 绿色设计

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	撰稿人	审稿人
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	郑鹏(郑州大学) 方东阳(郑州大学)	郑鹏、方东阳、张琳娜、赵凤霞、 焦利敏、职占新、刘栋梁、吴江昊、 王敏、尹浩田、辛传福、武钰瑾	张爱梅
	第4篇	方昆凡(东北大学)	方昆凡、单宝峰、石加联、梁京、 夏永发、陈述平、崔虹雯、黄英	谭建荣
	第5篇	王三民(西北工业大学)	王三民、袁茹、高举、李洲洋	陈国定
第2卷	第6篇	吴立言(西北工业大学)	刘岚、李洲洋、吴立言	陈国定
	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、 秦汉涛、陈庆熙、张松	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、 冯凯、张胜伦	朱均
	第9篇	王瑜(哈尔滨工业大学) 翟文杰(哈尔滨工业大学)	王瑜、翟文杰、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、王廷剑	陈照波
	第11篇	李瑰贤(哈尔滨工业大学) 郝振洁(陆军军事交通学院)	李瑰贤、郝振洁、孙开元、张丽杰、 徐来春、马超、李改玲、孙爱丽、 王文照、刘雅倩、赵永强	李瑰贤 孙开元
	第12篇	向敬忠(哈尔滨理工大学)	向敬忠、潘承怡、宋欣	于惠力 向敬忠
	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	曲建俊 郭建华
第3卷	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) 龚仲华(常州机电职业技术学院)	孙冬野、刘振军、秦大同、廖映华、 龚仲华	吴晓铃
	第16篇	秦大同(重庆大学)	秦大同、朱春梅、田兴林	孔庆堂
	第17篇	吴晓铃(郑州大学)	吴晓铃、刘杰、吴启东	陈大融
	第18篇	郝木明(中国石油大学)	郝木明、孙鑫晖、王淮维、刘馥瑜	陈大融



第4卷

卷	篇	篇主编	撰稿人	审稿人
第4卷	第19篇	马文星(吉林大学)	马文星、杨乃乔、王宏卫、邹铁汉、宋斌、刘春宝、卢秀泉、王松林、宋春涛、曹晓宇、熊以恒、潘志勇、邓洪超、才委、何延东、赵紫苓、姜丽英、侯继海、王佳欣、魏亚宵	方佳雨 刘春朝 刘伟辉
	第20篇	高殿荣(燕山大学)	刘涛、吴晓明、张伟、张齐生、赵静一、高殿荣	高殿荣 姚晓先 吴晓明
	第21篇	吴晓明(燕山大学)	吴晓明、包钢、杨庆俊、向东	姚晓先



第5卷

第5卷	第22篇	孟新宇(沈阳工业大学) 郝长中(沈阳理工大学)	孟新宇、刘慧芳、杨国哲、王剑、勾轶、谷艳玲、郝长中、王铁军、吴东生、杨青、高启扬	于国安
	第23篇	吴成东(东北大学) 姜杨(东北大学)	吴成东、姜杨、房立金、王斐、迟剑宁	贾子熙 丁其川
	第24篇	孙红春(东北大学)	王明赞、李佳、孙红春、胡智勇、叶大勇	林贵瑜
	第25篇	王洁(沈阳工业大学)	王洁、王野牧、谷艳玲、杨国哲、孙洪林、张靖	徐方
	第26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6卷	第27篇	华宏星(上海交通大学)	华宏星、陈锋、谌勇、董兴建、黄修长、黄煜、焦素娟、蒋伟康、雷敏、李富才、刘树英、龙新华、饶柱石、塔娜、吴海军、严莉、张文明、张志谊	胡宗武 塔娜
	第28篇	谢里阳(东北大学)	谢里阳、王雷	赵少汴
	第29篇	谢里阳(东北大学)	谢里阳、钱文学、吴宁祥	孙志礼
	第30篇	何雪淞(东北大学)	何雪淞、张翔、张瑞金	颜云辉
	第31篇	盛忠起(东北大学) 朱建宁(大连交通大学)	盛忠起、谢华龙、许之伟、李飞、朱建宁、尤学文、韩朝建、徐超、葛亦凡、李照祥	卢碧红 隋天中
	第32篇	李卫民(辽宁工业大学)	李卫民、刘淑芬、赵文川、刘阳、刘志强、唐兆峰、宋小龙、于晓丹、邢颖	刘永贤
	第33篇	曾红(辽宁工业大学)	曾红、陈明	刘永贤
	第34篇	赵新军(东北大学)	赵新军、钟莹、孙晓枫	李赤泉
	第35篇	张秀芬(内蒙古工业大学)	张秀芬、蔚刚	胡志勇



《现代机械设计手册》第一版自 2011 年 3 月出版以来，赢得了机械设计人员、工程技术人员和高等院校专业师生广泛的青睐和好评，荣获了 2011 年全国优秀畅销书（科技类）。同时，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》还荣获 2009 年国家出版基金资助和 2012 年中国机械工业科学技术奖。

《现代机械设计手册》第一版出版距今已经 8 年，在这期间，我国的装备制造业发生了许多重大的变化，尤其是 2015 年国家部署并颁布了实现中国制造业发展的十年行动纲领——中国制造 2025，发布了针对“中国制造 2025”的五大“工程实施指南”，为机械制造业的未来发展指明了方向。在国家政策号召和驱使下，我国的机械工业获得了快速的发展，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。《现代机械设计手册》第二版最重要的原则就是紧密结合“中国制造 2025”国家规划和创新驱动发展战略，在内容上与时俱进，全面体现创新、智能、节能、环保的主题，进一步呈现机械设计的现代感。鉴于此，《现代机械设计手册》第二版被列入了“十三五国家重点出版物规划项目”。

在本版手册的修订过程中，我们广泛深入机械制造企业、设计院、科研院所和高等院校进行调研，听取各方面读者的意见和建议，最终确定了《现代机械设计手册》第二版的根本宗旨：一方面，新版手册进一步加强机、电、液、控制技术的有机融合，以全面适应机器人等智能化装备系统设计开发的新要求；另一方面，随着现代机械设计方法和工程设计软件的广泛应用和普及，新版手册继续促进传动设计与现代设计的有机结合，将各种新的设计技术、计算技术、设计工具全面融入传统的机械设计实际工作中。

《现代机械设计手册》第二版共 6 卷 35 篇，它是一部面向“中国制造 2025”，适应智能装备设计开发新要求、技术先进、数据可靠、符合现代机械设计潮流的现代化的机械设计大型工具书，涵盖现代机械零部件及传动设计、智能装备及控制设计、现代机械设计方法及应用三部分內容，具有以下六大特色。

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，获得过多项国家和省部级科技进步奖、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、新材料、新结构、新工艺、新产品、智能化、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。第二版重点加强机械智能化产品设计（3D 打印、智能零部件、节能元器件）、智能装备（机器人及智能化装备）控制及系统设计、数字化设计等内容。

（1）“零件结构设计”等篇进一步完善零部件结构设计的内容，结合目前的 3D 打印（增材制造）技术，增加 3D 打印工艺下零件结构设计的相关技术内容。



“机械工程材料”篇增加 3D 打印材料以及新型材料的内容。

(2) 机械零部件及传动设计各篇增加了新型智能零部件、节能元器件及其应用技术，例如“滑动轴承”篇增加了新型的智能轴承，“润滑”篇增加了微量润滑技术等内容。

(3) 全面增加了工业机器人设计及应用的内容：新增了“工业机器人系统设计”篇；“智能装备系统设计”篇增加了工业机器人应用开发的内容；“机构”篇增加了自动化机构及机构创新的内容；“减速器、变速器”篇增加了工业机器人减速器选用设计的内容；“带传动、链传动”篇增加并完善了工业机器人适用的同步带传动设计的内容；“齿轮传动”篇增加了 RV 减速器传动设计、谐波齿轮传动设计的内容等。

(4) “气压传动与控制”“液压传动与控制”篇重点加强并完善了控制技术的内容，新增了气动系统自动控制、气动人工肌肉、液压和气动新型智能元器件及新产品等内容。

(5) 继续加强第 5 卷机电控制系统设计的相关内容：除增加“工业机器人系统设计”篇外，原“机电一体化系统设计”篇充实扩充形成“智能装备系统设计”篇，增加并完善了智能装备系统设计的相关内容，增加智能装备系统开发实例等。

“传感器”篇增加了机器人传感器、航空航天装备用传感器、微机械传感器、智能传感器、无线传感器的技术原理和产品，加强传感器应用和选用的内容。

“控制元器件和控制单元”篇和“电动机”篇全面更新产品，重点推荐了一些新型的智能和节能产品，并加强产品选用的内容。

(6) 第 6 卷进一步加强现代机械设计方法应用的内容：在 3D 打印、数字化设计等智能制造理念的倡导下，“逆向设计”“数字化设计”等篇全面更新，体现了“智能工厂”的全数字化设计的时代特征，增加了相关设计应用实例。

增加“绿色设计”篇；“创新设计”篇进一步完善了机械创新设计原理，全面更新创新实例。

(7) 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。新版手册继续加强实用性，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：例如机械零部件数据资料主要依据最新国家和行业标准，并给出了相应的设计实例供设计人员参考；第 5 卷机电控制设计部分，完全站在机械设计人员的角度来编写——注重产品如何选用，摒弃或简化了控制的基本原理，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，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查阅使用，有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

为了进一步增加手册的承载容量和时效性，本版修订将部分篇章的内容放入二维码中，读者可以用手机扫描查看、下载打印或存储在 PC 端进行查看和使用。二维码内容主要涵盖以下几方面的内容：即将被废止的旧标准（新标准一旦正式颁布，会及时将二维码内容更新为新标



准的内容)；部分推荐产品及参数；其他相关内容。

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，主要包括机械设计基础资料、机械制图和几何精度设计、机械工程材料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液压和气压传动系统设计、机构设计、机架设计、机械振动设计、智能装备系统设计、控制元器件和控制单元等，既适用于传统的通用机械零部件设计选用，又适用于智能化装备的整机系统设计开发，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、数据力求准确可靠，方法、工艺、技术力求成熟。所有材料、零部件和元器件、产品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、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。因此，本手册力求实现零部件设计与整机系统开发的和谐统一，促进机械设计与控制设计的有机融合，强调产品设计与工艺技术的紧密结合，重视工艺技术与选用材料的合理搭配，倡导结构设计与造型设计的完美统一，以全面适应新时代机械新产品设计开发的需要。

经过广大编审人员和出版社的不懈努力，新版《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表示衷心的感谢！

主 编



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

1.1.1 渐开线圆柱齿轮的基本齿廓 (GB/T 1356—2001) 14-7

1.1.1.1 标准基本齿条齿廓 14-7

1.1.1.2 不同使用场合下推荐的基本齿条 14-8

1.1.1.3 其他非标准齿廓 14-8

1.1.2 渐开线圆柱齿轮模数 (GB/T 1357—2008) 14-9

1.2 渐开线圆柱齿轮传动的参数选择 14-9

1.2.1 渐开线圆柱齿轮传动的基本参数 14-9

1.2.2 变位圆柱齿轮传动和变位系数的选择 14-10

1.2.2.1 变位齿轮传动的原理 14-10

1.2.2.2 变位齿轮传动的分类和特点 14-11

1.2.2.3 外啮合齿轮变位系数的选择 14-13

1.2.2.4 内啮合齿轮变位系数的选择 14-17

1.3 渐开线圆柱齿轮传动的几何尺寸计算 14-23

1.3.1 标准圆柱齿轮传动的几何尺寸计算 14-23

1.3.2 高度变位齿轮传动的几何尺寸计算 14-24

1.3.3 角度变位齿轮传动的几何尺寸计算 14-25

1.3.4 齿轮与齿条传动的几何尺寸计算 14-28

1.3.5 交错轴斜齿轮传动的几何尺寸计算 14-29

1.3.6 几何计算中使用的数表和线图 14-29

1.4 渐开线圆柱齿轮齿厚的测量计算 14-33

1.4.1 齿厚测量方法的比较和应用 14-33

1.4.2 公法线长度 (跨距) 14-35

1.4.3 分度圆弦齿厚 14-43

1.4.4 固定弦齿厚 14-47

1.4.5 量柱 (球) 测量距 14-48

1.5 圆柱齿轮精度 14-50

1.5.1 适用范围 14-50

1.5.2 齿轮偏差的代号及定义 14-51

1.5.3 齿轮精度等级及其选择 14-54

1.5.3.1 精度等级 14-54

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

1.5.5.3 基准面与安装面的形状公差 14-75

1.5.5.4 工作轴线的跳动公差 14-77

1.5.6 中心距和轴线的平行度 14-77

1.5.6.1 中心距允许偏差 14-77

1.5.6.2 轴线平行度偏差 14-78

1.5.7 齿厚和侧隙 14-78

1.5.7.1 侧隙 14-80

1.5.7.2 齿厚公差 14-80

1.5.7.3 齿厚偏差的测量 14-81

1.5.8 轮齿齿面粗糙度 14-81

1.5.8.1 图样上应标注的数据 14-81

1.5.8.2 测量仪器 14-82

1.5.8.3 齿轮齿面表面粗糙度的测量 14-83

1.5.9 轮齿接触斑点 14-84

1.5.9.1 检测条件 14-84

1.5.9.2 接触斑点的判断 14-84


1.5.10 新旧标准对照 14-86

1.6	齿条精度	14-88	2.2.1	圆弧齿轮的模数系列	14-167
1.7	渐开线圆柱齿轮承载能力计算	14-88	2.2.2	圆弧齿轮的基本齿廓	14-167
1.7.1	可靠性与安全系数	14-89	2.2.2.1	单圆弧齿轮的滚刀齿形	14-168
1.7.2	轮齿受力分析	14-89	2.2.2.2	双圆弧齿轮的基本齿廓	14-168
1.7.3	齿轮主要尺寸的初步确定	14-90	2.2.3	圆弧齿轮的几何参数和尺寸 计算	14-169
1.7.3.1	齿面接触强度	14-90	2.3	圆弧齿轮传动精度	14-172
1.7.3.2	齿根弯曲强度	14-91	2.3.1	精度等级及其选择	14-172
1.7.4	疲劳强度校核计算	14-91	2.3.2	齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和 代号	14-172
1.7.4.1	齿面接触强度核算	14-91	2.3.3	公差分组及其检验	14-176
1.7.4.2	轮齿弯曲强度核算	14-111	2.3.4	检验项目的极限偏差及公差值 (GB/T 15753—1995)	14-176
1.7.4.3	齿轮静强度核算	14-129	2.3.5	齿坯公差	14-182
1.7.4.4	在变动载荷下工作的齿轮 强度核算	14-129	2.3.6	图样标注及零件工作图	14-182
1.7.4.5	薄轮缘齿轮齿根应力 基本值	14-131	2.4	圆弧齿轮传动的设计及强度计算	14-184
1.7.5	开式齿轮传动的计算	14-131	2.4.1	基本参数选择	14-184
1.7.6	计算实例	14-132	2.4.2	圆弧齿轮的强度计算	14-186
1.8	渐开线圆柱齿轮修形计算	14-135	2.4.2.1	双圆弧齿轮的强度计算 公式	14-186
1.8.1	齿轮的弹性变形修形	14-135	2.4.2.2	单圆弧齿轮的强度计算 公式	14-186
1.8.1.1	齿廓修形	14-135	2.4.2.3	强度计算公式中各参数的 确定方法	14-187
1.8.1.2	齿向修形	14-137	2.5	圆弧圆柱齿轮设计计算举例	14-196
1.8.2	齿轮的热变形修形	14-140	2.5.1	设计计算依据	14-196
1.8.2.1	高速齿轮的热变形机理	14-140	2.5.2	高速双圆弧齿轮设计计算举例	14-196
1.8.2.2	高速齿轮齿向温度分布	14-140	2.5.3	低速重载双圆弧齿轮设计计算 举例	14-199
1.8.2.3	高速齿轮的热变形修形 计算	14-141			
1.8.2.4	高速齿轮热变形修形量的 确定	14-142			
1.9	齿轮材料	14-143			
1.9.1	齿轮用钢	14-143			
1.9.2	齿轮用铸铁	14-149			
1.9.3	齿轮用铜合金	14-149			
1.10	圆柱齿轮结构	14-155			
1.11	圆柱齿轮零件工作图	14-161			
1.11.1	需要在工作图中标注的一般尺寸 数据	14-161			
1.11.2	需要在参数表中列出的数据	14-161			
1.11.3	其他数据	14-161			
1.11.4	齿轮工作图示例	14-161			

第2章 圆弧圆柱齿轮传动

第3章 锥齿轮传动

3.1	锥齿轮传动的基本类型、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、斜体锥齿轮传动的几何 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	摆线齿锥齿轮几何参数计算的 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	系数	14-277	
3.3.4	准双曲面齿轮传动设计	14-228	3.6.3.3	摆线齿圆锥齿轮的齿面接触 强度校核	14-280
3.3.4.1	准双曲面齿轮主要参数 选择	14-228	3.6.3.4	摆线齿圆锥齿轮的弯曲强度 校核	14-282
3.3.4.2	准双曲面齿轮几何参数 计算	14-231	3.6.3.5	摆线齿圆锥齿轮强度计算 实例	14-283
3.3.5	摆线齿准双曲面齿轮传动设计	14-236	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
3.3.5.1	摆线齿准双曲面齿轮几何参数 计算的原始参数	14-236	3.6.5	摆线齿准双曲面齿轮的强度 计算	14-290
3.3.5.2	摆线齿准双曲面齿轮几何参数 计算	14-237	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
3.3.5.3	摆线齿准双曲面齿轮的当量 齿轮参数	14-244	3.6.5.2	摆线齿准双曲面齿轮的切向力 及载荷系数	14-290
3.3.5.4	摆线准双曲面齿轮的齿形 系数	14-246	3.6.5.3	摆线齿准双曲面齿轮的齿面 接触强度校核	14-292
3.3.5.5	摆线准双曲面齿轮的 齿坯图	14-247	3.6.5.4	摆线准双曲面齿轮的弯曲强度 校核	14-293
3.4	锥齿轮的非零变位设计	14-247	3.6.5.5	摆线齿准双曲面齿轮强度计算 实例	14-294
3.4.1	锥齿轮非零变位原理	14-247	3.7	锥齿轮精度	14-298
3.4.2	分锥变位的形式	14-248	3.7.1	定义及代号	14-298
3.4.3	切向变位的特点	14-249	3.7.2	精度等级、齿轮和齿轮副的检验与 公差	14-302
3.4.4	“非零”分度锥综合变位锥齿轮的 几何计算	14-250	3.7.3	齿轮副侧隙	14-303
3.5	轮齿受力分析	14-251	3.7.4	图样标注	14-303
3.5.1	作用力的计算	14-251	3.7.5	齿轮公差与极限偏差数值	14-304
3.5.2	轴向力的选择设计	14-252	3.7.6	齿坯公差	14-316
3.6	锥齿轮传动的强度计算	14-253	3.7.7	应用示例	14-317
3.6.1	直齿锥齿轮传动的强度计算	14-253	3.7.8	齿轮的表面粗糙度	14-318
3.6.1.1	直齿锥齿轮传动的初步 计算	14-253	3.8	结构设计	14-318
3.6.1.2	直齿锥齿轮传动的当量齿数参数 计算	14-254	3.8.1	锥齿轮支承结构	14-318
3.6.1.3	直齿锥齿轮齿面接触疲劳 强度计算	14-256	3.8.2	锥齿轮轮体结构	14-320
3.6.1.4	直齿锥齿轮齿根弯曲疲劳 强度计算	14-259	3.9	工作图规定及其示例	14-321
3.6.1.5	直齿锥齿轮传动设计计算 实例	14-262	3.9.1	工作图规定及示例	14-321
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	3.9.2	含锥齿轮副的装配图示例	14-322
3.6.3	“克制”摆线齿锥齿轮的强度 计算	14-277	 第4章 蜗杆传动		
3.6.3.1	摆线齿圆锥齿轮的强度校核的 原始参数	14-277	4.1	常用蜗杆传动的分类及特点	14-327
3.6.3.2	摆线齿锥齿轮的切向力及载荷		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	

5.3.2.7	最小安全系数 S_{\min}	14-446
5.4	结构设计	14-447
5.4.1	均载机构设计	14-447
5.4.1.1	均载机构的类型及特点	14-447
5.4.1.2	均载机构的选择及浮动量 计算	14-452
5.4.1.3	浮动用齿式联轴器的结构 设计与计算	14-452
5.4.2	主要构件结构设计	14-456
5.4.2.1	齿轮结构设计	14-456
5.4.2.2	行星架结构设计	14-457
5.4.2.3	基本构件和行星轮支承结构 设计	14-458
5.4.2.4	行星减(增)速器机体结构 设计	14-458
5.4.3	主要零件的技术条件	14-461
5.4.3.1	齿轮的技术条件	14-461
5.4.3.2	行星架的技术条件	14-463
5.4.3.3	浮动件的轴向间隙	14-463
5.4.3.4	其他主要零件的技术要求	14-463
5.5	行星齿轮传动设计举例	14-463
5.5.1	行星齿轮减速器设计	14-463
5.5.2	行星齿轮增速器设计	14-466
5.6	常见行星齿轮传动应用图例	14-468
5.6.1	低速行星齿轮(增)减速器	14-468
5.6.2	高速行星齿轮减(增)速器	14-474
5.6.3	大型行星齿轮减速器	14-474

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	14-477
6.1.1	基本类型	14-477
6.1.2	传动比及传动效率	14-478
6.2	主要参数的确定	14-479
6.2.1	主要参数的确定	14-479
6.2.2	主要设计参数的选择步骤	14-486
6.2.3	几何尺寸与主要参数的选用	14-486
6.3	效率计算	14-500
6.4	受力分析与强度计算	14-501
6.4.1	主要零件的受力分析	14-501
6.4.2	主要零件的强度计算	14-502
6.5	结构设计	14-506
6.5.1	结构形式分类	14-506
6.5.2	结构图例	14-508
6.6	设计结构工艺性及示例	14-524
6.7	主要零件的技术要求、材料选择及 热处理方法	14-527

6.7.1	主要零件的技术要求	14-527
6.7.2	主要零件的常用材料及热处理	14-528

第7章 摆线针轮行星传动

7.1	概述	14-529
7.1.1	摆线针轮行星传动的工作原理与 结构特点	14-529
7.1.2	摆线行星传动输出机构的结构 形式	14-530
7.1.3	摆线针轮行星传动几何要素代号	14-532
7.2	摆线针轮行星传动的设计与计算	14-532
7.2.1	摆线针轮行星传动的啮合原理	14-532
7.2.1.1	摆线轮齿廓曲线通用 方程式	14-532
7.2.1.2	摆线轮齿廓曲线的外啮合和 内啮合形成法	14-533
7.2.1.3	一齿差、两齿差和负一齿差 摆线轮齿廓	14-534
7.2.1.4	摆线轮齿廓修形	14-535
7.2.1.5	摆线轮齿廓的曲率半径	14-536
7.2.2	摆线针轮行星传动的基本参数和 几何尺寸计算	14-538
7.2.2.1	基本参数及几何尺寸	14-538
7.2.2.2	W机构的有关参数与几何 尺寸	14-540
7.2.3	摆线针轮行星传动的受力分析	14-540
7.2.4	摆线针轮行星传动强度计算	14-541
7.2.4.1	主要失效形式	14-541
7.2.4.2	主要零件的材料	14-542
7.2.4.3	主要零部件的强度计算	14-543
7.2.5	摆线轮的测量方法	14-548
7.3	摆线针轮行星传动的设计实例	14-550
7.3.1	摆线针轮行星传动的技术要求	14-550
7.3.1.1	对零件的要求	14-550
7.3.1.2	对装配的要求	14-553
7.3.2	设计实例	14-553
7.3.2.1	设计计算公式与示例	14-553
7.3.2.2	主要零件的工作图	14-555
7.4	RV减速器设计	14-557
7.4.1	RV传动原理及特点	14-557
7.4.2	机器人用RV传动的设计要点	14-558
7.4.3	RV传动机构的安装要点	14-561

第8章 谐波齿轮传动

8.1	谐波齿轮传动技术基础	14-563
-----	------------------	--------

8.1.1	谐波齿轮传动的术语、特点及应用	14-563
8.1.2	谐波齿轮传动的工作原理	14-564
8.1.3	谐波齿轮传动的分类	14-564
8.1.4	谐波齿轮传动的运动学计算	14-568
8.1.5	谐波齿轮传动主要构件的结构形式	14-570
8.2	谐波齿轮传动的设计与计算	14-573
8.2.1	谐波齿轮传动主要参数的确定	14-573
8.2.2	谐波齿轮传动承载能力计算	14-577
8.2.3	谐波齿轮传动效率和发热计算	14-581
8.2.4	谐波齿轮传动主要零件的材料和结构	14-582
8.2.4.1	主要零件的材料	14-582
8.2.4.2	柔轮、刚轮的结构形式和尺寸	14-584
8.2.4.3	波发生器的结构设计	14-586
8.2.5	计算实例	14-590
8.3	谐波齿轮减速器试验技术与方法	14-593



第9章 活齿传动

9.1	活齿传动的工作原理与结构类型	14-596
9.1.1	活齿传动的工作原理	14-596
9.1.2	活齿传动的结构类型	14-596
9.2	滚柱活齿传动	14-598
9.2.1	滚柱活齿传动的运动学	14-598
9.2.2	滚柱活齿传动基本构件的结构	14-598
9.2.3	齿廓曲线设计	14-599
9.2.4	滚柱活齿传动基本构件的材料选择	14-599
9.2.5	滚柱活齿传动的受力分析	14-600
9.2.6	滚柱活齿传动计算实例	14-600
9.2.7	主要零件的加工工艺与工作图	14-602



第10章 塑料齿轮

10.1	塑料齿轮分类与特点	14-604
10.2	塑料齿轮设计	14-604
10.2.1	塑料齿轮的齿形制	14-604
10.2.2	塑料齿轮的轮齿设计	14-604

10.2.3	塑料齿轮的结构设计	14-604
10.2.4	AGMA PT 基本齿条确定齿轮齿形尺寸的计算	14-604
10.2.5	齿轮跨棒(球)距 M 值、公法线长度 W_k 的计算	14-604
10.2.6	塑料齿轮的精度设计	14-604
10.2.7	塑料齿轮应力分析及强度计算	14-604
10.2.8	塑料齿轮传动轮系参数设计计算	14-604
10.3	塑料齿轮材料	14-604
10.3.1	聚甲醛(POM)	14-604
10.3.2	尼龙(PA66、PA46)	14-604
10.3.3	聚醚醚酮(PEEK)	14-604
10.3.4	塑料齿轮材料的匹配及其改性研究	14-604
10.3.5	塑料齿轮的失效形式	14-604
10.4	塑料齿轮的制造	14-604
10.4.1	塑料齿轮的加工工艺	14-604
10.4.2	注塑机及其辅助设备	14-604
10.4.3	齿轮注射模的设计	14-604
10.4.4	齿轮型腔的设计与制造	14-604
10.5	塑料齿轮的检测	14-604
10.5.1	塑料齿轮光学投影检测	14-604
10.5.2	小模数齿轮齿厚测量	14-604
10.5.3	齿轮径向综合误差与齿轮测试半径的测量	14-604
10.5.4	齿轮分析式测量	14-604
10.5.5	国内外部分小模数齿轮检测用仪器	14-604
10.6	塑料齿轮的应用实例	14-604
10.6.1	煤气表字轮式计数器与交换齿轮	14-604
10.6.2	石英闹钟机芯与全塑齿轮传动轮系	14-604
10.6.3	汽车雨刮电机及摇窗电动机	14-604
10.6.4	塑料齿轮行星减速器及少齿差计时器	14-604
10.6.5	汽车电动座椅驱动器	14-604

参考文献	14-605
------	--------

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	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 ϕ_d	15-7

1.2.4 减速器输入、输出轴中心高及轴伸尺寸	15-7	2.3.3 减速器的承载能力及传动效率	15-83
1.3 减速器传动比的分配及计算	15-8	2.3.4 减速器的选用	15-85
1.4 减速器结构设计	15-11	2.4 HW 型直廓环面蜗杆减速器 (JB/T 7936—2010)	15-87
1.4.1 减速器基本结构	15-11	2.4.1 适用范围和标记	15-87
1.4.2 齿轮减速器、蜗杆减速器箱体	15-12	2.4.2 外形、安装尺寸	15-87
1.4.3 减速器附件	15-15	2.4.3 减速器的承载能力和总传动效率	15-90
1.4.3.1 油标和油尺	15-15	2.4.4 减速器的选用	15-98
1.4.3.2 透气塞和通气罩	15-15	2.5 行星齿轮减速器	15-99
1.4.3.3 螺塞	15-15	2.5.1 NGW 型行星齿轮减速器 (JB/T 6502—2015)	15-99
1.4.3.4 视孔和视孔盖	15-15	2.5.1.1 适用范围、代号和标记方法	15-99
1.4.3.5 甩油盘和甩油环	15-17	2.5.1.2 公称传动比	15-100
1.4.3.6 润滑附件	15-18	2.5.1.3 结构型式和尺寸	15-100
1.4.4 减速器轴承选择	15-18	2.5.1.4 润滑和冷却	15-105
1.4.5 减速器主要零件的配合	15-19	2.5.1.5 承载能力	15-105
1.4.6 减速器技术条件	15-20	2.5.1.6 选用方法	15-109
1.5 齿轮与蜗杆传动的传动效率和散热	15-20	2.5.2 HZW、HZC、HZA、HZY 型垂直出轴混合少齿差星轮减速器 (JB/T 7344—2010)	15-110
1.5.1 齿轮与蜗杆传动的传动效率	15-20	2.5.2.1 适用范围和代号	15-110
1.5.2 齿轮与蜗杆传动的散热	15-20	2.5.2.2 外形、安装尺寸及装配形式	15-111
1.6 齿轮与蜗杆传动的润滑	15-24	2.5.2.3 减速器的承载能力和热功率	15-114
1.6.1 齿轮与蜗杆传动的润滑方法	15-24	2.5.2.4 减速器的选用	15-115
1.6.2 齿轮与蜗杆传动的润滑油选择	15-26	2.6 摆线针轮减速机 (JB/T 2982—2016)	15-117
1.6.2.1 闭式齿轮传动的润滑油选择	15-26	2.6.1 型号和标记方法	15-117
1.6.2.2 开式齿轮传动的润滑油选择	15-26	2.6.2 外形尺寸	15-118
1.6.2.3 蜗杆传动润滑油选择	15-28	2.6.3 承载能力	15-119
1.7 减速器典型结构图例	15-28	2.6.4 选用方法	15-119
第 2 章 标准减速器及产品			
2.1 H1、H2、H3、H4、R2、R3、R4 型圆柱齿轮减速器 (JB/T 8853—2015)	15-35	2.7 谐波传动减速器	15-121
2.1.1 适用范围和代号	15-35	2.7.1 工作原理与特点	15-121
2.1.2 外形尺寸及布置型式	15-36	2.7.2 XB、XBZ 型谐波传动减速器 (GB/T 14118—1993)	15-122
2.1.3 承载能力	15-50	2.7.2.1 外形、安装尺寸	15-122
2.1.4 减速器的选用	15-68	2.7.2.2 承载能力	15-125
2.2 CW 型圆弧圆柱蜗杆减速器 (JB/T 7935—2015)	15-71	2.7.2.3 使用条件及主要技术指标	15-127
2.2.1 适用范围和标记	15-71	2.7.2.4 减速器的选用	15-127
2.2.2 外形、安装尺寸	15-71	2.8 三环减速器	15-127
2.2.3 承载能力和效率	15-72	2.8.1 工作原理、特点及适用范围	15-127
2.2.4 润滑	15-75	2.8.2 结构型式与特征	15-128
2.2.5 减速器的选用	15-76	2.8.3 装配型式	15-130
2.3 TP 型平面包络环面蜗杆减速器 (JB/T 9051—2010)	15-78	2.8.4 外形、安装尺寸	15-132
2.3.1 适用范围和标记	15-78	2.8.5 承载能力	15-138
2.3.2 外形、安装尺寸	15-79		

2.8.6	减速器的选用	15-144
2.9	同轴式圆柱齿轮减速器 (JB/T 7000—2010)	15-144
2.9.1	适用范围和代号	15-144
2.9.2	减速器的外形尺寸	15-145
2.9.3	减速器承载能力	15-152
2.9.4	减速器的选用	15-174
2.10	TH、TB型硬齿面齿轮减速器	15-176
2.10.1	适用范围及代号示例	15-176
2.10.2	装配布置型式	15-176
2.10.3	外形、安装尺寸	15-177
2.10.4	承载能力	15-200
2.10.5	减速器的选用	15-215



第3章 机器人减速器及产品

3.1	谐波减速器原理与结构	15-219
3.1.1	谐波齿轮变速原理	15-219
3.1.2	谐波减速器结构	15-221
3.1.3	谐波减速器主要技术参数	15-225
3.2	谐波减速器选择、安装与使用	15-227
3.2.1	谐波减速器选择	15-227
3.2.2	部件型谐波减速器安装使用	15-229
3.2.3	单元型谐波减速器安装使用	15-234
3.3	国产谐波减速器	15-236
3.3.1	规格型号与技术参数 (GB/T 30819—2014)	15-236
3.3.2	CS系列谐波减速器	15-239
3.3.3	CD系列谐波减速器	15-241
3.3.4	HS系列谐波减速器	15-242
3.3.5	HD系列谐波减速器	15-243
3.4	哈默纳科谐波减速器	15-244
3.4.1	CSG/CSF 部件型谐波减速器	15-244
3.4.2	CSD 部件型谐波减速器	15-255
3.4.3	SHG/SHF 部件型谐波减速器	15-259
3.4.4	FB/FR 部件型谐波减速器	15-268
3.4.5	CSG/CSF 单元型谐波减速器	15-275
3.4.6	CSD 单元型谐波减速器	15-282
3.4.7	SHG/SHF 单元型、简单元型 谐波减速器	15-289
3.4.8	SHD 单元型、简单元型谐波 减速器	15-303
3.5	RV 减速器原理与结构	15-309

3.5.1	RV 齿轮变速原理	15-309
3.5.2	RV 减速器常用结构	15-313
3.5.3	RV 减速器主要技术参数	15-314
3.6	RV 减速器选择、安装与使用	15-318
3.6.1	RV 减速器的选择	15-318
3.6.2	基本型 RV 减速器安装使用	15-319
3.6.3	单元型 RV 减速器安装使用	15-323
3.7	纳博特斯克 RV 减速器	15-324
3.7.1	基本型 RV 减速器	15-324
3.7.2	标准单元型 RV 减速器	15-340
3.7.3	中空单元型 RV 减速器	15-365
3.7.4	紧凑型单元型 RV 减速器	15-381



第4章 机械无级变速器及产品

4.1	机械无级变速器的基本原理、类型和 选用	15-396
4.1.1	传动原理	15-396
4.1.2	特点和应用	15-397
4.1.3	机械特性	15-398
4.1.4	类型、特性和应用示例	15-398
4.1.5	选用的一般方法	15-402
4.2	锥盘环盘无级变速器	15-403
4.2.1	SPT 系列减变速器	15-403
4.2.2	ZH 系列减变速机的型号、技术 参数及基本尺寸	15-405
4.3	行星锥盘无级变速器	15-410
4.4	环锥行星无级变速器	15-416
4.5	带式无级变速器	15-418
4.6	齿链式无级变速器	15-421
4.6.1	齿链式无级变速器原理、特点及 用途	15-421
4.6.2	P 型齿链式无级变速器	15-422
4.7	三相并列连杆脉动无级变速器	15-424
4.8	四相并列连杆脉动无级变速器	15-427
4.9	多盘式无级变速器	15-428
4.10	新型机械无级变速器	15-431
4.10.1	橡胶带式无级变速器	15-431
4.10.2	牵引式无级变速器	15-434
4.10.3	回流式无级自动变速器	15-438
4.10.4	金属带式无级变速器	15-440
	参考文献	15-443