

第 2 版

# 现代机械传动手册

《现代机械传动手册》编辑委员会 编



# 现代机械传动手册

(第2版)

《现代机械传动手册》编辑委员会 编



机械工业出版社

## 《现代机械传动手册》第2版编辑委员会名单

主任	郁明山	李奇	陶燕光	许洪基	雷光	李华敏		
副主任	范兴国	李书全	韩翠蝉	张民安	赵玉良			
委员	王起龙	陈铁鸣	王义行	孟彩芳	杨基厚	陈廷雨	孔午光	
	孙均立	张如江	陈自修	赵卫军	董学朱	黄明瑞	张振荣	
	陈逸华	历始忠	丁淳	武文辉	杨光壁	李道隆	李瑰贤	
	邵家辉	徐永年	范乃谦	张建刚	王克胜	陈宗源	周干绪	
	李力行	何卫东	李克美	刘安保	范义功	刘镇湖	刘仲川	
	汪敏玉	曹新民	侯巧玲	李跃珍	庞均	储佳章	孔庆堂	
	王成云	徐永贤	王文质	阮劲松	雷淑存	朱自成	荆留纪	
主编	许洪基	雷光						
副主编	阮忠唐	吴序堂	王培榎	刘允新	张元国	韩翠蝉		

# 《现代机械传动手册》第2版 “企业和产品介绍”编委会名单

主任 雷 光

副主任	韩翠蝉	孔庆堂	石国芳	曾国华	孙 超		
编 委	李克美	李 斌	诸葛明	张如江	黄择建	杜亚萍	胡诗国
	徐 茂	李 健	孔庆堂	孙 超	叶晓毓	丛华日	汤显国
	陈立新	蔡国定	林 胤	王 焰	张永春	薛维佳	杨信法
	石国芳	周志荣	林良满	曾国华	钟祝君	王 静	刘玉振
	张 华	孙云志	杨国兴	朱 青	金铭新	武贺顺	吕锦弟
	张 燕	任汉友	杜 兵	丁彦林	徐君荣	钱光璋	周干绪
	陈明良	刘逢俭	孙均立	刘靖生	陆梦春	郭予康	李叔彦
	崔辽原	瞿 铁					

## 《现代机械传动手册》第1版 编辑委员会名单

主任	郁明山			
副主任	吴关昌	陶燕光	许洪基	雷光
成员	孙祥根	王起龙	欧阳葆	傅守仁
	韩翠蝉	张恒颐	黄继业	阮忠唐
	陈铁鸣	王义行	张策	杨基厚
	华大年	孔午光	殷鸿梁	李奇
	范兴国	刘允新	孙均立	张亚雄
	袁盛治	齐麟	陈自修	王培榭
	吴序堂	李道隆	曾广才	
主编	许洪基			
副主编	雷光	王起龙	韩翠蝉	李钊刚
	张振荣	阮忠唐	陈铁鸣	王义行
	殷鸿梁	张策	杨基厚	华大年
	孔午光	董学朱	许元礼	
主审	陶燕光	李华敏		

第1版编写人员名单  
(以首次出现篇章顺序排名)

阮忠唐	王起龙	阮劲松	雷光	许洪基	陶燕光	陈逸华
张国芝	邵家辉	刘镇湖	石凤山	李钊刚	陈励国	刘允新
戴纬经	陶毅	任强	厉始忠	欧阳葆	刘筱安	陈增荣
刘玉代	姜巨标	郝明山	韩翠蝉	杨光壁	吴辉	付守仁
李道隆	林知华	彭教勇	王文达	董学朱	谢佩娟	闻辉生
张亚雄	齐麟	李玉春	王克胜	陈自修	鲁宗余	赵仁及
糜荣祥	李力行	朱士明	陈顺爱	张恒颐	田世新	许元礼
杨育林	袁盛治	倪交柯	吴序堂	王贵海	王振林	徐为明
王培梭	孙均立	朱启庄	陈宗源	宋保和	张文照	黄重陶
戴儒元	杨撵上	张翌	魏均	尹持风	吴永日	瞿铁
付章元	洪生业	郝占增	孟全胜	何淑春	刘惠田	褚启权
汪敏玉	徐玲	韩歌平	曾广才	侯巧玲	李跃珍	庞均
朱孝录	刘仲川	储佳章	王捷	曾新民	余梦生	杨基厚
张策	王成云	徐永贤	华大年	陈廷雨	陆锡年	孟彩芳
吕静平	孔午光	殷鸿梁	赵卫军	陈铁鸣	王义行	陈洪海
郑志峰	王文质	张言羊	周有强			

## 第2版前言

《现代机械传动手册》自1995年4月出版以来,深受各界欢迎。由于近年来机械标准更新,国外传动件的引进和国内传动件的出口,必将涉及他国的标准;加之第1版内容有缺项,机械传动科学技术发展较快。为此,在第1版的基础上进行修订出版了第2版。第2版在内容上更新较多,有一半做了修改和变动,由第1版的五篇增至第2版的九篇,全书更新了全部标准,有选择性地介绍了国外相关标准。在齿轮传动篇,除将齿廓及模数、齿轮精度和齿轮强度计算三章分散到各相应齿轮传动章内之外,增加了齿轮啮合原理的常用内容、变齿厚渐开线齿轮、三环传动、RV减速器、注塑齿轮和工程机械变速器等内容;重新编写了锥齿轮及准双曲面齿轮传动并反映了我国的研究成果、圆弧圆柱齿轮传动、谐波齿轮传动和减速器等章。连杆机构篇和凸轮及间歇运动机构篇则删去了第1版中不常用内容,并尽量表格化。挠性传动篇包含带传动和链传动二章,主要参照国外通用的计算方法、标准和国内更新的标准进行了修改。螺旋传动、摩擦轮及机械无级变速传动分为二个独立的篇,除更新标准外,增加机械无级变速器的选用一节。新增加的第8篇分为联轴器、离合器和制动器三章,由于标准、产品较多,限于篇幅无法将标准纳入,因而主要介绍其类型选择及相关的选用计算。由于减(增)速器向高速大功率的方向发展,滑动轴承在其中的应用也日益增多,因而本书增加了第9篇,主要介绍减(增)速器用滑动轴承的设计方法和资料。在附录中刊有约29个企业的企业名录与产品介绍。全书几乎涵盖了原动机至工作机间传动系统中的各种机械传动件;各篇章论述了各种机械传动的基本概念、基本理论和基本设计计算方法。在修订过程中,注意吸收了《机械工程手册》、《机械设计手册》、《机械传动装置选用手册》等书最新版本的新内容;所以第2版比第1版的内容更加全面,先进性、科学性和实用性更加提高,是一本综合性的机械传动专业手册;适用于机械传动装置设计、制造、科研和教学。

为了便于读者和编写人员的联系和咨询,本书在各章名下附有编审人的姓名和通讯地址。

北京联合大学商务学院、西安理工大学、西安交通大学、哈尔滨工业大学、中国农业大学、太原工业大学、大连轻工业学院、华东理工大学、沈阳工业大学、吉林工业大学、天津大学等12所大学的20余名教授,郑州机械研究所、西安重型机械研究所、天津工程机械研究所、北京谐波传动技术研究所等8个研究所的30余名高级工程师参加了本书的编、审工作。

北京中技克美谐波传动有限责任公司、北京谐波传动技术研究所、佛山星光机电有限公司、昆山荣星万向轴有限公司、大连大起集团有限责任公司、重庆专用机械制造公司、宁波中意液压马达有限公司、石家庄新工减速机企业集团、河北冀州市联轴器厂、温州午马变速机械有限责任公司、内蒙古兴华机械制造厂、北京新兴超越科技开发公司、江苏溧阳市机械厂、大连重工集团有限公司通用减速机厂、上海浦江减速机有限公司、沈阳鼓风机厂、辽阳机带总厂、哈尔滨星轮减速器有限公司、第一重型机械集团公司、宁

波伏龙同步带有限公司、洛阳中重齿轮箱有限责任公司、台州市行星变速机械厂、江阴齿轮箱制造有限公司、江苏省减速机厂、北京太富力传动机器有限责任公司、福州传动机械厂、北京瑞德信通用机械设备公司等30个企业的50余名工程技术人员和企业家参与了书稿和“企业名录与产品介绍”稿中的编审工作。

本手册最后由西安理工大学阮忠唐教授、西安交通大学吴序堂教授和西安重型机械研究所王培榘教授级高级工程师统稿。

在编写过程中,各参编单位十分重视和支持本手册的编审工作,做出了很大贡献;编审人员付出了艰辛的劳动,保证了书稿的质量,顺利地完成了编、审、定稿工作。雷光教授生前在组织本书的编写过程中层层把关,认真负责,倾注了大量的心血和艰辛的劳动。编辑委员会向第2版全体编审人员和支持本手册工作的单位和朋友们致以崇高的敬意和衷心的感谢!

由于水平所限,漏误及不当之处在所难免,敬请广大读者不吝指正。

2001年3月



## 第1版前言

本手册是机械传动——齿轮、连杆、凸轮、其他机械传动（链、带、无级变速等）设计用的综合性专业手册。

改革开放以来，我国机械传动技术发展很快，在技术上已取得了长足的进步。我们在机械传动广泛的领域内，进行了大量的技术引进、消化、吸收工作，开展了多项重大产品研制与科技攻关。我国已先后研制出一批高技术参数的机械传动产品，并经工业长期运行考验，证明产品性能是可靠的。以齿轮传动为例，我国生产的高速齿轮产品，齿轮线速度达 $160\text{m/s}$ ，单台齿轮箱传递功率达 $42000\text{kW}$ ；在重载齿轮方面，已研制出 $1700\text{mm}$ 冷热连轧机的大型重载齿轮。这些产品代表了当今国际上高技术参数的齿轮产品。同时，我们先后制订了众多的、较为完整的基础标准，在齿轮传动方面已达50多项，有些重要基础标准是等效采用ISO的相应的标准，技术上是先进的。在齿轮产品方面，我国先后制订了40多项通用、专用齿轮减速器行业标准，这些标准也充分吸收了国内外先进技术。总之，我们已建立了较坚实的技术基础。目前，我国机械传动技术水平，基本能满足发展重大技术装备的需要，可以立足国内条件生产现代机械设备配套所需的机械传动产品。

鉴于上述情况，并考虑到机械传动产品在基础零部件中的重要作用，以及行业内缺少一本综合性的机械传动书籍，中国机械工程学会机械传动分会组织编写了这本手册。为了使手册内容反映我国的机械传动产品的实际，机械传动分会组织了我国的主导生产厂负责有关篇章的编写，这些主导生产厂是洛阳矿山机器厂、南京高速齿轮箱厂、第一重型机器厂、太原重型机器厂、北京齿轮厂、天津第一机床厂等。在手册的基础技术方面，组织了有关大学、研究所负责编写，他们是：北京联合大学纺织工程学院、西安交通大学、哈尔滨工业大学、上海纺织工业大学、机械部机械科学研究院、机械部郑州机械研究所等。

由于本手册的编写集中了我国在机械传动各个领域里的专家、教授，从而使手册在内容上反映出我国十几年来在发展产品方面的新成果，如轧机重载齿轮、水泥磨齿轮、矿用重载齿轮以及高速齿轮等；同时，本手册也反映了近年来机械传动的新的设计方法，如机构创新设计、非圆齿轮传动等。另外，本手册的内容都是经过生产长期考验，特别是机械行业的主导生产厂的长期应用，实践证明是实用的、可靠的。本手册的编写中，也考虑到机械传动产品的完整体系，所以在选材、热处理、润滑、运行的监控等内容，也相应地有所反映。综上所述，本手册具有“实用性、先进性、综合性”的特点。

本手册的编写出版，将对整个行业技术水平的提高起一定的促进作用。这也是全体编写人员的共同愿望。

# 目 录

第2版前言
第1版前言

## 第1篇 传动总论

<b>第1章 概述</b> .....	3	4.1 泵控液压传动系统的匹配 .....	36
1 机器及其组成 .....	3	4.2 阀控液压系统的匹配 .....	37
2 传动的参数和特性 .....	5	5 液力传动的匹配 .....	38
2.1 机械特性 .....	6	6 多级传动中各种传动的排列顺序 .....	39
2.2 共同工作特性和透穿性 .....	6	7 传动系统的计算 .....	39
2.3 输出刚度和自动适应性 .....	6	7.1 运动计算 .....	39
2.4 容许输出特性 .....	6	7.2 动力计算和结构设计 .....	40
3 传动的类型 .....	6	7.3 效率计算 .....	40
4 机械传动系统方案的拟定 .....	9	7.4 振动计算 .....	41
<b>第2章 传动的选择</b> .....	17	<b>第4章 传动选择实例</b> .....	42
1 传动类型选择的依据 .....	17	1 水泥磨机的传动选择 .....	42
2 工作机工况 .....	17	1.1 水泥磨机的工作特点与选择传动时 的考虑因素 .....	42
2.1 系统的运转状态 .....	17	1.2 水泥磨机的传动类型及其特点比较 .....	42
2.2 工作机的载荷特性 .....	18	1.3 水泥磨机传动形式的选择 .....	44
3 动力机的选择及性能比较 .....	19	2 轮胎式装载机的传动选择 .....	45
4 各种传动的特点及应用 .....	23	2.1 轮胎式装载机的工作特点 .....	45
5 传动类型的选择 .....	30	2.2 轮胎式装载机传动类型的特点 及选择 .....	45
5.1 选择的基本原则 .....	30	2.3 传动选择举例——ZL30型装载机的 传动 .....	46
5.2 定传动比传动的选择 .....	30	3 汽车起重机的传动选择 .....	47
5.3 有级变速传动的选择 .....	31	3.1 汽车起重机的传动类型的比较及 选择原则 .....	47
5.4 无级变速传动的选择 .....	31	3.2 Q84型8t汽车起重机的传动选择 .....	48
5.5 单流传动与多流传动的选择 .....	31	4 蜗杆砂轮型磨齿机分度传动的选择 .....	48
5.6 传动的特殊要求 .....	32	4.1 磨齿机分度运动链的传动类型 .....	49
6 操纵与控制装置及其部件的选择 .....	32	4.2 三种传动类型的特点比较及 选用原则 .....	50
7 辅助设备的选择 .....	32	5 牛头刨床的传动选择 .....	51
<b>第3章 传动的匹配及计算</b> .....	34	6 自走式谷物联合收获机的传动选择 .....	52
1 定传动比传动的匹配 .....	34	7 回转式高空观览车的传动选择 .....	53
1.1 动力机和工作机的工作点 .....	34	参考文献 .....	55
1.2 工作点的稳定性 .....	34		
1.3 动力机的调速性能 .....	35		
2 有级变速传动的匹配 .....	35		
3 机械无级变速传动的匹配 .....	36		
4 非机械的无级变速传动系统的匹配 .....	36		

## 第 2 篇 齿轮传动

<b>第 1 章 概述及齿轮啮合原理</b> .....	59	2.4 齿轮的检验及公差.....	87
1 概述.....	59	2.4.1 齿轮的检验.....	87
1.1 齿轮传动在我国的发展.....	59	2.4.2 推荐的检验组.....	89
1.2 齿轮传动的特点.....	60	2.4.3 齿轮公差.....	89
1.3 齿轮传动的类型及选择原则.....	60	2.5 齿坯.....	111
2 齿轮啮合原理.....	67	2.5.1 术语和定义.....	111
2.1 数学基础.....	67	2.5.2 齿坯精度.....	111
2.1.1 曲线.....	67	2.6 齿面粗糙度.....	114
2.1.2 曲面.....	67	2.7 齿轮副.....	115
2.1.3 相切曲面的诱导法曲率及诱导短程挠率.....	69	2.8 图样标注.....	118
2.2 平面啮合的基本原理.....	70	3 渐开线圆柱齿轮强度计算.....	119
2.2.1 坐标系及其变换.....	70	3.1 齿轮的作用力计算.....	119
2.2.2 齿廓啮合基本定理.....	71	3.2 圆柱齿轮的初步设计计算.....	120
2.2.3 共轭齿廓的求法——齿廓法线法.....	71	3.3 接触强度和弯曲强度的校核计算.....	122
2.2.4 共轭齿廓的曲率关系——欧拉—萨瓦里公式.....	71	3.4 胶合承载能力的校核计算.....	140
2.3 空间啮合的基本原理.....	73	4 渐开线圆柱齿轮传动.....	143
2.3.1 常用的坐标系及其坐标变换式.....	73	4.1 圆柱齿轮几何尺寸计算.....	143
2.3.2 共轭曲面的求法.....	75	4.1.1 标准齿轮传动几何尺寸计算.....	143
2.3.3 空间啮合运动的自由度.....	75	4.1.2 变位齿轮传动几何尺寸计算.....	143
2.3.4 单自由度啮合共轭齿面 $\Sigma^{(2)}$ 的求解.....	76	4.1.3 测量尺寸的计算.....	149
2.4 共轭齿面的诱导法曲率.....	77	4.1.4 啮合要素验算.....	149
2.4.1 两齿轮的相对运动.....	77	4.1.5 齿轮与齿条传动几何尺寸计算.....	149
2.4.2 点的绝对速度及相对速度.....	78	4.1.6 齿轮干涉计算.....	149
2.4.3 共轭齿面的基本关系式.....	78	4.1.7 常用渐开线函数表.....	156
2.4.4 共轭齿面的诱导法曲率 $\kappa_n^{(12)}$ 及诱导短程挠率 $\tau_g^{(12)}$ .....	78	4.2 圆柱齿轮设计计算要点.....	156
2.4.5 滚动接触点处的法曲率关系.....	79	4.2.1 设计需要的原始技术参数.....	156
2.4.6 两类界限点.....	79	4.2.2 主要参数的初定及选择.....	156
<b>第 2 章 渐开线圆柱齿轮传动</b> .....	80	4.2.3 几何计算与强度校核.....	160
1 齿廓和模数.....	80	4.3 轧机齿轮设计计算.....	160
1.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓.....	80	4.3.1 原始数据.....	160
1.2 模数.....	82	4.3.2 初步设计计算与几何尺寸计算.....	160
2 渐开线圆柱齿轮精度.....	82	4.3.3 受力计算与强度校核.....	161
2.1 标准适用范围.....	82	4.3.4 齿轮轴工作图.....	165
2.2 各项偏差的定义及代号.....	82	4.4 水泥磨齿轮设计计算.....	165
2.3 精度等级及其选择.....	86	4.4.1 原始数据.....	165
		4.4.2 几何参数与计算.....	165
		4.4.3 强度校核计算.....	166
		4.4.4 公法线长度计算.....	169
		4.5 高速齿轮设计计算.....	169
		4.5.1 高速齿轮的特点.....	170

4.5.2 主要参数的选择	170	1.2 圆弧圆柱齿轮的特点	210
4.5.3 承载能力计算	170	1.3 圆弧圆柱齿轮的应用及发展	210
4.5.4 材料和热处理	170	2 圆弧圆柱齿轮的模数、基本齿廓和几何尺寸计算	211
4.5.5 齿坯	171	2.1 圆弧圆柱齿轮的模数	211
4.5.6 齿轮精度	171	2.2 单圆弧齿轮滚刀齿形	211
4.5.7 转子动力学特性	171	2.3 双圆弧齿轮的基本齿廓	212
4.5.8 滑动轴承	172	2.4 圆弧圆柱齿轮几何参数及尺寸计算	213
4.5.9 润滑	172	3 圆弧圆柱齿轮测量尺寸计算	214
4.5.10 振动和噪声	172	3.1 齿根圆斜径	214
4.5.11 轴心位置	172	3.2 公法线长度	215
4.6 轮齿修形计算	173	3.3 弦齿深	215
4.6.1 轧机齿轮的修形计算	173	3.4 弦齿厚	216
4.6.2 高速齿轮的修形	175	3.5 齿面波度的波长	216
5 齿轮结构与工作图	178	4 圆弧圆柱齿轮基本参数的选择	216
5.1 齿轮结构分类	178	5 圆弧圆柱齿轮强度计算	217
5.2 铸造齿轮	180	5.1 齿轮的损伤形式及防止措施	217
5.3 锻造齿轮	182	5.2 圆弧圆柱齿轮的强度计算	220
5.4 组合齿轮	183	5.2.1 强度计算公式	221
5.5 焊接齿轮	184	5.2.2 小齿轮的名义转矩 $T_1$	222
5.6 齿轮工作图	185	5.2.3 强度计算公式中的系数及其数值	222
6 变齿厚渐开线齿轮传动	188	6 圆弧圆柱齿轮精度	231
6.1 变厚外齿轮的加工原理及齿条加工齿轮啮合计算	188	6.1 误差和侧隙的定义及代号	231
6.2 平行轴外啮合变厚齿轮传动	190	6.2 侧隙	235
6.2.1 正确啮合条件	191	6.3 精度等级及其选择	235
6.2.2 无侧隙啮合方程	191	6.4 推荐的检验项目	236
6.2.3 平行轴外啮合变厚齿轮传动设计计算及其实例	191	6.5 图样标注与应注明的尺寸数据	237
6.3 平行轴内啮合变厚齿轮传动	194	6.6 齿轮公差和极限偏差关系式及数值表	237
6.3.1 变厚内齿轮	194	6.6.1 齿轮部分检验项目的极限偏差及公差与几何参数的关系式	237
6.3.2 内啮合变厚齿轮正确啮合条件及无侧隙啮合方程	196	6.6.2 各项公差与极限偏差数值	238
6.3.3 平行轴内啮合变厚齿轮传动设计计算及其实例	197	6.7 齿坯检验与公差	244
6.4 交错轴变厚齿轮传动	201	7 低速重载圆弧圆柱齿轮的设计与计算	245
6.4.1 交错轴变厚齿轮传动原理	201	7.1 球磨机用单级圆弧齿轮减速器的双圆弧齿轮传动的设计	245
6.4.2 交错轴变厚齿轮传动设计计算及其实例	201	7.2 石油抽油机两级双圆弧齿轮减速器低速级齿轮副强度的校核	249
6.4.3 交错轴变厚齿轮实现线接触的条件	207	8 高速圆弧圆柱齿轮的设计与计算	250
<b>第3章 圆弧圆柱齿轮传动</b>	<b>210</b>	8.1 验算燃气轮机发电机组单圆弧齿轮	
1 圆弧圆柱齿轮的类型及特点	210		
1.1 圆弧圆柱齿轮的类型	210		

减速器人字齿轮的强度 .....	250	初算 .....	288
8.2 验算炼油设备主风机的双圆弧齿轮		6.2 弧齿准双曲面齿轮几何参数	
减速器齿轮副的疲劳强度 .....	251	计算 .....	290
<b>第4章 锥齿轮及准双曲面齿轮</b>		6.3 弧齿准双曲面齿轮的当量齿轮	
<b>传动</b> .....	254	及重合度 .....	293
1 概述 .....	254	7 摆线齿准双曲面齿轮几何设计 .....	296
1.1 锥齿轮及准双曲面齿轮的特点		7.1 摆线齿准双曲面齿轮主要参数	
和用途 .....	254	初算 .....	296
1.2 齿面的形成和当量齿轮 .....	254	7.2 摆线齿准双曲面齿轮几何计算 .....	297
1.3 锥齿轮的几何参数 .....	258	7.3 摆线齿准双曲面齿轮的当量	
1.3.1 锥齿轮主要尺寸的名称 .....	258	齿轮及重合度 .....	307
1.3.2 锥齿轮专用的术语及其定义 .....	259	7.4 摆线齿准双曲面齿轮的齿形系	
1.4 锥齿轮和准双曲面齿轮的三种		数 .....	307
齿制 .....	260	7.5 摆线齿准双曲面齿轮副的参数	
2 锥齿轮及准双曲面齿轮主要参数		及图形 .....	310
的选择 .....	261	8 直齿锥齿轮的强度校核 .....	311
2.1 锥齿轮的基本齿廓 .....	261	8.1 直齿锥齿轮强度校核的原始	
2.2 锥齿轮的大端分度圆直径 .....	261	参数 .....	311
2.3 锥齿轮的齿数 .....	264	8.2 直齿锥齿轮的切向力及载荷	
2.4 锥齿轮及准双曲面齿轮的		系数 .....	312
作用力 .....	264	8.3 直齿锥齿轮的齿面接触强度	
2.5 齿的螺旋方向和准双曲面小齿轮		校核 .....	316
的偏置 .....	265	8.4 直齿锥齿轮的弯曲强度校核 .....	317
3 直齿锥齿轮几何设计 .....	265	9 弧齿锥齿轮的强度校核 .....	319
3.1 直齿锥齿轮主要参数初算 .....	265	9.1 按格利森法校核弧齿锥齿轮	
3.2 直齿锥齿轮几何计算 .....	266	强度 .....	319
3.3 直齿锥齿轮的当量齿轮和		9.1.1 接触强度校核 .....	319
重合度 .....	268	9.1.2 弯曲强度校核 .....	321
4 弧齿锥齿轮几何设计 .....	269	9.1.3 强度校核算例 .....	322
4.1 弧齿锥齿轮的主要参数初算 .....	269	9.2 按 ISO/FDIS 10300 的 B2 与 C 混	
4.2 弧齿锥齿轮几何计算 .....	270	合法校核弧齿锥齿轮强度 .....	323
4.3 弧齿锥齿轮的当量齿轮及		9.2.1 弧齿锥齿轮强度校核的原始	
重合度 .....	273	参数 .....	323
5 摆线齿锥齿轮几何设计 .....	274	9.2.2 弧齿锥齿轮的切向力和载荷	
5.1 摆线齿锥齿轮主要参数初算 .....	275	系数 .....	323
5.2 摆线齿锥齿轮几何参数计算 .....	276	9.2.3 弧齿锥齿轮的接触强度校核 .....	325
5.3 摆线齿锥齿轮的当量齿轮参数		9.2.4 弧齿锥齿轮的弯曲强度校核 .....	325
及重合度 .....	285	10 摆线齿锥齿轮的强度校核 .....	329
5.4 摆线齿锥齿轮的齿形系数 .....	286	10.1 摆线齿锥齿轮强度校核的原始	
5.5 摆线齿锥齿轮的几何参数		参数 .....	329
及图形 .....	287	10.2 摆线齿锥齿轮的切向力及载荷	
6 弧齿准双曲面齿轮几何设计 .....	288	系数 .....	329
6.1 弧齿准双曲面齿轮主要参数		10.3 摆线齿锥齿轮的齿面接触强度	

校核 .....	333	2.4.1 蜗杆传动的受力分析 .....	363
10.4 摆线齿锥齿轮的弯曲强度校核 .....	333	2.4.2 齿面接触疲劳强度计算 .....	364
11 弧齿准双曲面齿轮强度校核 .....	335	2.4.3 蜗轮轮齿的弯曲强度计算 .....	364
11.1 接触强度校核 .....	335	2.4.4 蜗杆传动的温升计算 .....	365
11.2 弯曲强度校核 .....	339	2.4.5 蜗杆轴的刚度计算 .....	365
11.3 弧齿准双曲面齿轮强度校核 算例 .....	342	2.4.6 蜗杆传动尺寸的初步确定及 承载能力验算 .....	366
12 摆线齿准双曲面齿轮的强度校核 .....	343	2.5 蜗杆、蜗轮的结构及零件 工作图 .....	366
12.1 摆线齿准双曲面齿轮强度校核的 原始参数 .....	343	2.5.1 蜗杆结构 .....	366
12.2 摆线齿准双曲面齿轮的切向力及 载荷系数 .....	343	2.5.2 蜗轮结构 .....	366
12.3 摆线齿准双曲面齿轮的接触强度 校核 .....	343	2.5.3 蜗杆、蜗轮的零件工作图 .....	367
12.4 摆线齿准双曲面齿轮的弯曲 强度校核 .....	343	3 圆弧圆柱蜗杆传动 .....	368
13 锥齿轮的精度和齿面接触区的 调整 .....	350	3.1 主要特点 .....	368
13.1 ANSI/AGMA 2005—C96 中的齿 侧间隙和轮坯公差 .....	350	3.2 基本形式 .....	369
13.2 曲齿锥齿轮齿面接触区的调整 .....	350	3.2.1 ZC <sub>1</sub> 蜗杆传动 .....	369
<b>第 5 章 蜗杆传动</b> .....	352	3.2.2 ZC <sub>2</sub> 蜗杆传动 .....	369
1 概述 .....	352	3.2.3 ZC <sub>3</sub> 蜗杆传动 .....	369
1.1 蜗杆传动分类 .....	352	3.3 圆环面包络圆柱蜗杆传动 .....	369
1.2 蜗杆传动主要特点 .....	352	3.3.1 基本齿廓 .....	369
1.3 蜗杆传动的失效形式 .....	353	3.3.2 齿形参数 .....	370
1.4 蜗杆传动的材料选择 .....	353	3.3.3 砂轮安装参数计算 .....	370
1.4.1 蜗杆材料 .....	353	3.3.4 基本几何尺寸计算卡 .....	371
1.4.2 蜗轮材料 .....	353	3.4 圆弧圆柱蜗杆传动的承载能力 计算及精度选择 .....	371
1.5 蜗杆传动的润滑 .....	354	3.5 圆柱蜗杆、蜗轮精度 .....	371
1.6 蜗杆传动的效率 .....	354	3.5.1 精度等级、检验与公差 .....	371
1.7 蜗杆传动的温升计算 .....	355	3.5.2 侧隙 .....	375
2 普通圆柱蜗杆传动设计与计算 .....	355	3.5.3 图样标注 .....	377
2.1 分类 .....	355	4 直廓环面蜗杆传动 .....	377
2.2 基本齿廓、模数和直径 .....	356	4.1 概述 .....	377
2.3 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何 尺寸计算 .....	356	4.2 基本参数选择和几何尺寸计算 .....	378
2.3.1 圆柱蜗杆传动基本参数 .....	356	4.2.1 基本参数选择 .....	378
2.3.2 圆柱蜗杆传动的变位 .....	357	4.2.2 几何尺寸计算 .....	379
2.3.3 蜗杆的基本尺寸及参数 .....	357	4.2.3 修形方法选择及计算 .....	381
2.3.4 圆柱蜗杆传动基本几何尺寸 计算 .....	361	4.3 承载能力计算 .....	383
2.4 圆柱蜗杆传动的承载能力计算 .....	363	4.3.1 蜗杆许用输入功率 .....	383
		4.3.2 寿命计算 .....	384
		4.4 直廓环面蜗杆副工作图 .....	385
		5 平面包络环面蜗杆传动 .....	387
		5.1 概述 .....	387
		5.2 平面包络环面蜗杆传动的几何 计算 .....	387

5.3 平面包络环面蜗杆传动的承载能力 计算 .....	392	8.2 行星架的制造精度及技术要求 .....	430
5.4 精度规范和零件工作图 .....	392	8.3 浮动件的轴向间隙 $\delta$ .....	430
<b>第6章 渐开线行星齿轮传动</b> .....	<b>395</b>	8.4 其他主要零件的精度及技术要求 .....	430
1 概述 .....	395	9 主要零件的加工工艺 .....	431
2 传动形式及特点 .....	395	9.1 太阳轮和行星轮的加工 .....	431
3 行星齿轮传动的传动比 .....	396	9.2 内齿圈的加工 .....	431
4 行星齿轮传动的效率 .....	400	9.3 行星架的加工 .....	431
5 主要参数的确定 .....	400	10 齿轮材料及热处理要求 .....	432
5.1 行星齿轮数目的确定 .....	400	10.1 齿轮材料及热处理工艺的选定 .....	432
5.2 齿数的确定 .....	400	10.2 渗碳齿轮最佳有效硬化层深度 .....	432
5.2.1 确定齿数的条件 .....	400	10.3 渗氮齿轮最佳有效硬化层深度 .....	433
5.2.2 配齿方法 .....	402	11 设计计算举例 .....	433
5.3 变位系数的确定 .....	409	11.1 齿轮材料、热处理工艺及制造工艺 的选定 .....	433
5.3.1 高度变位 .....	409	11.2 确定各主要参数 .....	433
5.3.2 角度变位 .....	409	11.3 几何尺寸计算 .....	435
5.4 齿形角 .....	409	11.4 啮合要素验算 .....	435
5.5 多级行星齿轮传动传动比的 分配 .....	410	11.5 齿轮强度验算 .....	435
6 行星传动承载能力计算特点 .....	410	12 高速行星齿轮传动特点 .....	440
6.1 受力分析 .....	410	13 渐开线少齿差行星齿轮传动 .....	440
6.2 行星轮间载荷分配不均衡 系数 $K_p$ .....	412	13.1 传动形式和特点 .....	440
6.2.1 无均载机构的传动 .....	412	13.2 传动比 .....	441
6.2.2 有均载机构的传动 .....	412	13.3 效率 .....	442
6.3 应力循环次数 $N$ .....	413	13.4 主要参数的确定 .....	442
6.4 动负荷系数 $K_v$ 和速度系数 $Z_v$ .....	413	13.5 齿轮几何参数及尺寸选用表 .....	443
6.5 齿向载荷分布系数 $K_\beta$ .....	413	13.6 输出机构 .....	448
6.6 疲劳极限 $\sigma_{Hlim}$ 值和 $\sigma_{Flim}$ 值的 选取 .....	415	13.7 少齿差内啮合齿轮几何计算 举例 .....	448
6.7 最小安全系数 $S_{min}$ .....	415	14 三环传动 .....	449
7 结构设计 .....	415	14.1 传动类型与原理 .....	449
7.1 均载机构 .....	415	14.2 传动特征 .....	450
7.1.1 均载机构的形式 .....	415	14.3 主要技术参数 .....	451
7.1.2 常用均载机构 .....	415	14.4 设计计算要点 .....	452
7.1.3 均载机构的选择原则 .....	421	14.4.1 受力分析 .....	452
7.1.4 浮动件的浮动量计算 .....	421	14.4.2 啮合力分配与波动系数 .....	454
7.1.5 齿轮联轴器的设计 .....	422	14.4.3 啮合齿对数与啮合度系数 .....	454
7.2 行星轮结构 .....	424	14.4.4 轮齿强度计算 .....	454
7.3 行星架结构 .....	426	14.4.5 轴与转臂轴承计算 .....	454
7.4 机体结构 .....	428	14.4.6 传动效率计算 .....	455
8 主要零件的技术条件 .....	429	14.4.7 热功率计算 .....	455
8.1 齿轮精度 .....	429	14.5 装配条件 .....	455
		<b>第7章 摆线针轮传动</b> .....	<b>457</b>
		1 概述 .....	457

1.1 摆线针轮传动的结构	457	简介	488
1.2 摆线针轮传动的特点	457	<b>第8章 谐波齿轮传动</b>	491
2 摆线针轮传动的啮合原理	459	1 谐波齿轮传动的工作过程和特点	491
2.1 摆线针轮传动的齿廓曲线	459	1.1 谐波齿轮传动的工作过程	491
2.2 摆线轮齿廓曲线的方程	461	1.2 谐波齿轮传动的特点	492
2.2.1 摆线轮的标准齿形方程式	461	1.3 计算谐波齿轮传动的主要符号及意义	492
2.2.2 通用的摆线轮齿形方程式	461	2 谐波齿轮传动的速比计算与运动简图	493
2.3 摆线轮齿廓的曲率半径	462	2.1 谐波齿轮传动的速比计算	493
2.4 复合齿形	463	2.2 谐波齿轮传动常用结构形式的运动简图	493
2.4.1 齿形干涉区的界限点	464	3 谐波齿轮传动设计计算	495
2.4.2 干涉后的摆线轮齿顶圆半径	465	3.1 柔轮筒体直径的确定	495
2.4.3 复合齿形设计	465	3.2 柔轮厚度的选择	496
2.5 二齿差摆线针轮行星传动	466	3.3 齿形几何参数的计算	496
2.5.1 二齿差摆线针轮传动的齿廓	466	3.4 柔轮强度和谐波齿轮传动效率的计算	498
2.5.2 二齿差摆线轮的齿顶修形	466	3.4.1 柔轮的疲劳强度计算	498
3 摆线针轮行星传动的基本参数和几何尺寸计算	468	3.4.2 柔体的扭转稳定性	499
3.1 摆线针轮传动的基本参数	468	3.4.3 谐波齿轮传动的效率	500
3.2 摆线针轮传动的几何尺寸	470	4 计算示例	501
3.3 W机构的有关参数及几何尺寸	470	<b>5 波发生器、柔轮、刚轮的结构形式</b>	504
4 摆线针轮传动的受力分析	471	5.1 柔轮的结构	504
4.1 针齿与摆线轮齿啮合的作用力	471	5.2 波发生器的结构形式	506
4.2 输出机构的柱销(套)作用于摆线轮上的力	474	5.2.1 凸轮柔性轴承式波发生器	506
4.2.1 判断同时传递转矩之柱销数	474	5.2.2 圆盘式波发生器结构	506
4.2.2 输出机构的柱销(套)作用于摆线轮上的力	476	5.3 刚轮的结构形式	508
4.3 转臂轴承的作用力	477	6 主要零件的加工工艺	508
5 主要件的强度计算	477	6.1 柔轮	508
5.1 齿面接触强度计算	477	6.2 刚轮	509
5.2 针齿销的抗弯强度及刚度计算	478	6.3 抗弯环	509
5.3 转臂轴承的选择	478	7 谐波齿轮传动主要零件的材料	509
5.4 输出机构柱销的强度计算	478	<b>第9章 非圆齿轮传动</b>	511
6 摆线轮齿形的优化设计	479	1 非圆齿轮的特点	511
7 设计计算公式与设计实例	480	2 非圆齿轮的节曲线计算	511
8 RV减速器简介	483	2.1 按要求的传动比函数计算节曲线	511
8.1 RV传动原理及特点	483	2.2 按要求再现的函数计算节曲线	512
8.2 机器人用RV传动的设计要点	484	2.3 非圆齿轮齿条传动的节曲线计算	512
8.2.1 摆线轮的优化修形	484	2.4 非圆齿轮节曲线上各点的曲率	512
8.2.2 RV传动的回差分析	484		
8.2.3 RV传动的传动误差分析	486		
8.2.4 RV传动的刚度分析	488		
9 双曲柄环板式针摆行星传动	488		



2.1.1 直齿圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	530
2.1.2 直齿圆柱变位齿轮传动的几何尺寸计算	530
2.2 斜齿圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	538
2.3 计时仪器用渐开线圆柱齿轮	541
2.3.1 计时仪器用渐开线圆柱齿轮基本齿廓	541
2.3.2 计时仪器用渐开线圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	541
2.4 小模数齿轮精度	542
2.4.1 小模数渐开线圆柱齿轮精度	542
2.4.2 计时仪器用齿轮精度	542
3 小模数摆线圆柱齿轮传动	543
3.1 摆线齿轮的形成及特点	543
3.2 修正摆线齿轮传动	544
3.3 修正摆线齿轮传动的几何尺寸计算	545
3.4 修正摆线齿轮的模数和齿轮精度	548
4 小模数直齿锥齿轮传动	548
4.1 小模数直齿锥齿轮齿曲面的形成	548
4.2 小模数直齿锥齿轮传动的几何尺寸计算	548
4.3 圆柱齿轮端面齿盘传动的几何尺寸计算	551
4.4 小模数直齿锥齿轮精度	552
5 小模数蜗杆传动	557
5.1 小模数蜗杆传动的特点	557
5.2 小模数蜗杆传动的几何尺寸计算	557
5.3 小模数圆柱蜗杆、蜗轮精度	561
6 小模数注塑齿轮	569
6.1 概述	569
6.2 小模数注塑齿轮齿形设计特点	569
6.3 小模数注塑齿轮结构设计特点	570
6.4 注塑齿轮的材料	570
6.4.1 对注塑齿轮材料的要求	570
6.4.2 常用材料	571
6.4.3 常用材料的性能及其特点	571
7 非圆齿轮的压力角及根切校验	513
8 典型的非圆齿轮节曲线	514
9 节曲线封闭的条件	515
5.1 实现传动比函数 $i_{12}=f(\varphi_1)$ 的非圆齿轮副	515
5.2 再现函数 $y=f(x)$ 的非圆齿轮副	515
6 常用的节曲线封闭的非圆齿轮	516
6.1 椭圆齿轮及与其共轭的非圆齿轮	516
6.2 卵形齿轮	517
6.3 偏心圆齿轮及与其共轭的非圆齿轮	518
7 非圆齿轮的设计	519
7.1 节曲线不封闭的非圆齿轮设计	519
7.2 节曲线封闭的非圆齿轮设计	520
7.3 非圆齿轮的计算机辅助设计(CAD)	521
8 非圆齿轮的加工	522
8.1 用插齿刀加工	522
8.2 用齿条形刀具加工	523
8.2.1 用环状铣刀加工	523
8.2.2 用齿轮滚刀加工	523
9 非圆齿轮的计算机辅助设计/辅助制造系统(CAD/CAM)	523
10 非圆齿轮轮系	524
10.1 定轴轮系	524
10.2 行星轮系	525
10.3 非圆齿轮副与差动轮系的结合	526
<b>第10章 小模数齿轮传动及注塑齿轮</b>	528
1 概述	528
1.1 小模数齿轮传动分类	528
1.2 小模数齿轮传动的特点和适用范围	528
1.2.1 小模数齿轮传动的特点	528
1.2.2 各类小模数齿轮传动的要求与适用范围	528
2 小模数渐开线圆柱齿轮传动	529
2.1 小模数渐开线圆柱齿轮基本齿廓及模数	529
2.2 小模数渐开线圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	530