



第2版

下册

齿轮手册

齿轮手册编委会 编



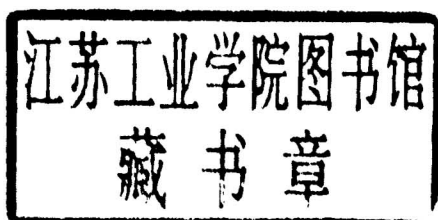
机械工业出版社
China Machine Press

齿 轮 手 册

(第 2 版)

下 册

齿轮手册编委会 编



机械工业出版社

本手册是一本关于齿轮传动的综合性专业手册,是在总结国内外齿轮设计、制造技术与国内实践经验基础上编写的,内容丰富,涉及面广,具有较强的实用价值。

全书分上、下两册。上册以设计为主,共18篇,内容包括各种齿轮与齿轮减(增)速器的设计、材料与热处理,润滑,试验及测绘等。下册以制造为主,共分9篇,内容包括各种齿轮的加工与装配工艺,刀具与机床、检测与量仪等。

本手册可供从事齿轮设计、制造、科研与应用的工程技术人员及工科院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

齿轮手册.下册/齿轮手册编委会编. —2版.
—北京:机械工业出版社,2000.9
ISBN 7-111-01697-1

I. 齿… II. 齿… III. 齿轮-手册
IV. TH132.41-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第66086号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:熊万武 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧
冯宗青

封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年1月第2版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·74印张·2插页·2540千字

12 281—15 280册

定价:128.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

齿轮手册（第2版）编委会

主 任：郁明山

副主任：李华敏 吴晓铃 张光辉 欧阳葆 郭予康
韩翠蝉 张元国

委 员：（以姓氏笔划为序）

丁 淳	石凤山	王贵海	冯宗青	厉始忠
孙麟治	李力行	李钊刚	李骏带	许元礼
许洪基	朱孝录	刘镇湖	沈允文	张民安
张 展	陈自修	陈国民	吴序堂	邵家辉
孟惠荣	侯东海	徐永年	秦大同	陶燕光
谢华锬	董学朱	曾 韬	雷 光	褚启权
熊万武				

主 编：许洪基 陶燕光 雷 光

副主编：曹新民 李钊刚 秦大同 张元国 侯东海
陈令浩 李润芳

主 审：吴晓铃 李华敏 张光辉 朱孝录 厉始忠

第2版前言

《齿轮手册》第1版自1990年11月正式出版以来，受到广大读者的欢迎，并对推动我国齿轮行业的设计、制造技术的发展，起到良好的作用，在此对那些从事齿轮科技工作的同行们的热情支持，表示由衷的感谢！

随着我国齿轮传动技术的发展，近10年来，各方面开展了多项重大新产品研制与科技攻关，在引进国外先进技术方面做了大量工作，并先后研制出一批高性能的齿轮产品；同时，我国制订或修订了众多的专业技术标准。目前，齿轮专业的基础标准，均已与国际标准接轨，等效采用了ISO国际标准。大多数通用与专用齿轮箱的产品标准已充分吸收了国内外先进技术，这标志着我国的齿轮传动技术已发展到一个新的水平。为此，有必要对《齿轮手册》的内容加以充实与调整，进一步重视产品的新技术及其应用，增添先进可靠的工艺方法，更新书中引用的国家标准和行业标准，精简书中某些与设计使用不密切的部分，使全书内容更好地达到“科学、先进、实用、可靠”的宗旨。

《齿轮手册》第2版的编写是由中国机械工程学会机械传动分会组织，并由郑州机械研究所、中信重型机械公司、机械传动国家重点实验室、南京高速齿轮箱厂、先进制造技术研究中心传动研究室、部分高等院校等单位共同负责进行，参加全书编审工作的专家、教授和有丰富实践经验的工程技术人员共一百余人。

在编写过程中，大连铁道学院、第二炮兵工程学院非圆齿轮研究所、重庆机床厂等单位给予了很大的支持与帮助，在此一并致谢！

鉴于本书篇幅较大，编审人员较多，工作量大，时间有限，难免有不足和欠妥之处，热忱希望广大读者给予批评指正。

齿轮手册编委会

目 录

第 2 版前言

齿轮参数常用代号及其单位

第 19 篇 圆柱齿轮加工

第 1 章 概 述

第 2 章 齿 坯 加 工

1 概述	4
2 铸造齿坯	5
2.1 铸造齿坯用钢	5
2.2 齿坯件的分类及合理的壁厚	5
2.3 浇注位置、分型面、造型方法 及造型材料	5
2.4 模型种类	6
2.5 机械加工余量	6
2.6 收缩率	7
2.7 工艺补正量	7
2.8 起模斜度	7
2.9 型芯的设计	7
2.10 齿坯毛重的计算	9
2.11 冒口和冷铁的设计	9
2.12 铸件的收得率	12
2.13 浇注系统的确定和浇注温度	12
2.14 压重的计算及保温时间	13
2.15 冒口的切割方法及余量	14
2.16 缺陷的焊补、热处理及质检	14
3 锻造齿坯	15
3.1 锻造齿坯用原材料	15
3.2 加热	17
3.3 锻造温度范围	18
3.4 锻造工艺的编制	19
3.5 齿坯锻件的锻后冷却与热处理	26
3.6 齿坯锻件质量检验与缺陷分析	27
4 焊接齿坯	31
4.1 焊接齿坯的结构形式	31
4.2 焊接齿坯制造工艺	33

第 3 章 圆柱齿轮批量加工

1 概述	35
1.1 大批量生产的齿轮加工工艺	35
1.2 中小批量生产的齿轮加工工艺	42

2 滚齿	46
2.1 概述	46
2.2 滚齿调整	48
2.3 滚齿工艺	56
2.4 高速高效滚齿	62
2.5 滚齿误差	64
3 插齿	68
3.1 概述	68
3.2 插齿调整	69
3.3 插齿工艺	74
3.4 高速插齿	76
4 轮齿倒角	76
4.1 倒角的种类及用途	76
4.2 轮齿倒角方法	77
4.3 轮齿倒棱	78
4.4 倒角机的主要规格	78
5 剃齿	79
5.1 概述	79
5.2 剃削条件	82
5.3 剃齿精度的保证	84
5.4 剃齿调整	85
5.5 剃齿误差与齿形修正	90
6 珩齿	94
6.1 概述	94
6.2 珩削方法与珩齿条件的 选用	95
6.3 珩齿精度	97
6.4 珩磨轮	100
7 磨齿	103
7.1 概述	103
7.2 磨齿余量	103
7.3 磨齿切削用量	105
7.4 各种磨齿机的加工误差与校正 方法	109
7.5 工件装夹与磨齿夹具	113

第4章 重载齿轮加工

1 概述	118
2 重载齿轮典型工艺	118
2.1 调质齿轮	118
2.2 焊接齿轮	119
2.3 硬齿面齿轮	120
2.4 剖分齿轮	124
3 工序间余量	126
3.1 调质余量	126
3.2 切除渗碳层的加工余量	128
3.3 渗碳淬火齿轮轴、齿轮 淬火前余量	128
3.4 软齿面及中硬齿面齿轮 粗滚齿余量	128
3.5 调质齿轮热处理前粗切齿余量	128
3.6 渗碳淬火齿轮粗滚齿余量	129
4 切齿加工	129
4.1 渗碳齿轮切齿预加工	129
4.2 滚齿	130
4.3 人字齿轮加工	140
4.4 插齿	146
4.5 磨齿	152
5 鼓形齿加工	177
5.1 鼓形齿加工方法	177
5.2 微机控制加工鼓形齿装置介绍	178

第5章 高速齿轮加工

1 概述	181
2 高速齿轮的常用设计及加工方案	181
2.1 高速齿轮常用设计方案	181
2.2 高速齿轮常用工艺方案	181
2.3 各加工方法能达到的精度等级	181
2.4 齿坯预加工	181
3 高速软齿面 ($<300\text{HBS}$) 齿轮的 加工	182
3.1 滚切大直径圆柱齿轮的 新结构滚刀	183
3.2 软齿面齿轮加工示例	183
4 高速中硬齿面 ($300\sim350\text{HBS}$) 齿轮的加工	185
5 高速硬齿面齿轮的加工	185
5.1 高速渗氮齿轮的加工	185
5.2 高速渗碳淬火齿轮的加工	185
5.3 超硬滚齿工艺	187
5.4 磨齿工艺	191
6 高速齿轮加工中的特殊工艺措施	202

6.1 高速齿轮的修形技术	202
6.2 齿根表面圆滑过渡技术	204
6.3 提高齿面抗胶合能力的技术	206
6.4 提高齿面接触精度的技术	207

第6章 圆弧圆柱齿轮加工

1 圆弧齿轮的工艺流程	209
2 圆弧齿轮的工艺要求	210
3 圆弧齿轮滚齿	210
3.1 滚齿对刀	210
3.2 大模数圆弧齿轮粗切齿	210
3.3 齿向修形滚齿	211
3.4 滚刀刀齿的窜刀使用	211
3.5 圆弧齿轮滚齿尺寸控制	211
4 圆弧齿轮珩齿	211
4.1 圆弧齿轮珩齿特点及装置	212
4.2 珩磨轮	212
4.3 珩齿操作调整	212
4.4 圆弧齿轮珩齿用量	213
4.5 珩齿精度控制	213
5 渗碳淬火硬齿面双圆弧齿轮加工	213

第7章 齿轮加工计算机辅助**工艺过程设计 (CAPP)**

1 大型减速器 CAPP 专家系统 GSRPPES 的设计思想及步骤	214
2 GSRPPES 系统的总体结构	214
3 GSRPPES 系统的工作原理	215
4 构建 GSRPPES 系统	215
4.1 构建基于模型的 CAPP 系统	215
4.2 构建基于数据库的工艺知识表达 与处理系统	217
4.3 构建差动交换齿轮计算系统	220
5 GSRPPES 系统的主要特点	222
6 GSRPPES 系统应用实例	222

第8章 圆柱齿轮加工误差

1 概述	226
1.1 齿轮加工误差的周期性	226
1.2 齿轮加工误差的计算系统	227
2 滚齿加工误差	229
2.1 径向加工误差	229
2.2 切向加工误差	231
2.3 轴向加工误差	235
2.4 滚刀的产形面误差	238
3 插齿加工误差	242
3.1 插齿刀的几何偏心	243

3.2 插齿刀的运动偏心	244	4.2 齿形中凹	246
3.3 插齿刀轴分度蜗杆的误差	244	5 磨齿加工误差	247
3.4 插齿刀的产形面误差	244	6 圆柱齿轮加工误差计算公式汇总简表	248
4 剃齿加工误差	246	参考文献	250
4.1 径向误差的转化	246		

第 20 篇 锥齿轮加工

第 1 章 锥齿轮加工方法

1 直齿锥齿轮切齿方法	1
1.1 刨齿法	1
1.2 双刀盘铣削法	1
1.3 圆拉法	1
2 曲线齿锥齿轮切齿方法	1
2.1 端面铣齿法	1
2.2 端面滚齿法	4

第 2 章 弧齿锥齿轮和准双曲面齿轮切齿计算方法

1 切齿计算原理	4
1.1 齿面修正的原因和方法	5
1.2 齿面修正的数学模型	5
1.3 切齿节锥和计算点的选择	6
2 用展成法加工大轮	7
2.1 产形轮的节锥参数	7
2.2 机床调整参数	8
2.3 小轮齿面计算点的法矢和曲率	9
2.4 用展成法加工弧齿锥齿轮	9
3 用成形法加工大轮	9
4 用刀倾法加工小轮	11
4.1 小轮切齿节锥	11
4.2 产形轮节锥参数	11
4.3 机床调整参数	12
5 用变税法加工小轮	13
5.1 计算点的转换	13
5.2 产形轮节锥参数	14
5.3 机床调整参数	14
6 机床的具体调整参数	15

第 3 章 弧齿锥齿轮切齿调整计算

1 用展成法加工弧齿锥齿轮	18
1.1 用展成法加工弧齿锥齿轮 大轮 (SB)	18
1.2 用变税法加工弧齿锥齿轮 小轮 (SGM)	25
2 用成形法加工弧齿锥齿轮	33
2.1 用成形法加工弧齿锥齿轮	

大轮 (SF)	33
2.2 用刀倾法加工小轮 (SFT)	39

第 4 章 准双曲面齿轮切齿调整计算

1 用展成法加工准双曲面齿轮 (HGM)	49
2 用成形法加工准双曲面齿轮 (HFT)	49

第 5 章 克林根贝尔格制摆线齿锥齿轮和准双曲面齿轮加工

1 概述	84
2 铣齿机	84
2.1 铣齿原理	84
2.2 铣齿机型号和参数	85
3 铣齿刀具	86
3.1 双层万能刀盘	86
3.2 硬齿面刮削刀盘	89
4 铣齿心轴高 (外伸长) 和轮位 许用范围	91
5 铣齿切削用量	92
6 铣齿调整计算基本公式	93
6.1 冠轮参数	93
6.2 外刀与内刀回转轴线偏距 E_{xB}	94
6.3 补偿内外刀刃夹角差的外刀回转轴 线偏距 E_{xF}	95
6.4 外刀回转轴线总偏距 E_{xz}	96
6.5 调整外刀偏心距的量块值 E_{Exz}	96
6.6 刀位偏角 τ 和刀盘安装角 Δ_M	97
6.7 切入摇台角	97
6.8 展成起始位置摇台角	98
6.9 展成终止位置摇台角	99
6.10 垂直轮位、轮位、床位及 切入深度	99
6.11 参考点 (齿宽中点) 处轮齿 测量尺寸	100
6.12 内外刀片的垫片	100
7 铣齿调整计算和算例	101
7.1 切齿调整计算原始参数	101
7.2 外刀齿线曲率修正量	104
7.3 外刀回转轴线偏距 E_{xz}	106
7.4 内外刀垫片厚	107

7.5 刀位偏角 τ 和刀盘安装角 Δ_M	109	6.7 修正 κ_{pi} 后的冠轮参数	140
7.6 切入摇台角 λ_T	109	6.8 刀位和刀位偏角	140
7.7 展成起始位置摇台角	110	6.9 刀转角	141
7.8 展成终止位置摇台角	111	6.10 摇台角	141
7.9 垂直轮位、轮位、床位及 切入深度	112	6.11 刀倾全展成法铣齿调整计算 和算例	141
7.10 参考点轮齿测量尺寸	113	7 刀倾半展成法 (Spirac 法) 铣齿 调整计算	147
7.11 铣齿机交换齿轮比和切削用量	113	7.1 切入法加工大齿轮	147
7.12 铣齿机调整参数	114	7.2 对偶法展成小齿轮	151
8 齿面接触区位置的调整	116	8 齿面接触区位置的调整	158
8.1 齿长方向接触区位置的调整	116	9 奥利康锥齿轮的 CDS 软件包	159
8.2 齿高方向接触区位置的调整	117	9.1 概述	159
第 6 章 奥利康制摆线齿锥齿轮和 准双曲面齿轮加工		9.2 奥利康锥齿轮和准双曲面齿轮 切齿的机辅分析	160
1 概述	118	9.3 齿面热处理变形和加工误差 的修正	161
2 全展成和半展成铣齿法	119	9.4 CDS 软件支持的三种层次的切齿 调整计算	162
3 常用奥利康铣齿机	120	第 7 章 锥齿轮接触区的检验与试配	
4 奥利康铣刀盘	123	1 定义	164
5 铣齿调整通用参数的计算	124	2 轮齿接触	165
5.1 冠轮的几何参数	124	2.1 轮齿接触区	165
5.2 轮齿实际纵向鼓形量	125	2.2 接触区的特性	165
5.3 鼓形量刀倾角和刀盘实际半径	126	3 滚动检验机	168
5.4 接触区位置的修正	127	4 检查前的准备	169
5.5 轮齿挠曲和冠轮分度锥角的修正	128	4.1 初始调整顺序	169
5.6 修正接触区后的冠轮参数	128	4.2 正确安装距的测定	169
5.7 刀盘干涉检查和刀倾角修正	129	4.3 齿轮着色剂	170
5.8 铣齿调整通用参数计算和算例	131	4.4 侧隙	170
6 刀倾全展成法 (Spiroflex 法) 铣齿 调整计算	138	5 EPG 检查法	170
6.1 刀轴线和齿轮轴线的位置	138	5.1 E、P、G 的符号规定	170
6.2 刀倾角	139	5.2 E、P、G 位移与接触区位移 方向	170
6.3 轮坯安装角	139	参考文献	174
6.4 垂直轮位 E_{Mi}	139		
6.5 轮位 S_{pi}	139		
6.6 床位	139		

第 21 篇 蜗杆、蜗轮加工

第 1 章 普通圆柱蜗杆、蜗轮加工

1 普通圆柱蜗杆、蜗轮的加工工艺规程	1	3 蜗轮轮齿的加工	1
2 蜗杆螺旋面的加工	1	3.1 蜗轮轮齿加工要点	1
2.1 蜗杆螺旋面的常用加工方法 及其比较	1	3.2 飞刀加工	1
2.2 普通圆柱蜗杆的近似磨削加工	1	3.3 滚齿加工	7
2.3 蜗杆的精加工余量	1	3.4 剃齿	8
		3.5 珩齿	9
		3.6 蜗轮的根切	9

3.7 蜗轮的面切	9	3.1 斜平面齿蜗轮的加工	40
4 蜗轮齿面接触区及其产生原因	9	3.2 二次包络蜗轮的加工	42
第2章 圆弧圆柱蜗杆、蜗轮加工			
1 概述	11	4 蜗杆副的安装与调整	45
2 圆弧圆柱蜗杆传动类型	11	4.1 蜗杆及蜗轮的轴向调整	45
2.1 ZC_1 蜗杆传动	11	4.2 蜗杆副的接触区及相应的调整	47
2.2 ZC_2 蜗杆传动	12	第5章 精密平面蜗轮、蜗杆加工	
2.3 ZC_3 蜗杆传动	12	1 材料和毛坯的配备	47
3 蜗杆加工	12	2 平面蜗轮齿部的精加工	47
3.1 车削蜗杆	12	2.1 精加工方式及几种实用加工法	48
3.2 磨削蜗杆	13	2.2 蜗轮齿厚和齿距的测量	49
3.3 德国“CAVEX”蜗杆齿形修正	14	3 平面包络环面蜗杆齿部的精加工	49
3.4 蜗杆材料选用	14	3.1 几种实用的精加工方法	49
4 蜗轮加工	14	3.2 蜗杆的测量	51
5 加工圆弧圆柱蜗杆副需注意的几个问题	14	4 平面蜗轮副装配质量的检测和调整	52
		4.1 光隙法	52
		4.2 印痕法	52
第3章 直廓环面蜗杆、蜗轮加工			
1 直廓环面蜗杆、蜗轮的加工工艺规程	15	第6章 法向直廓精密圆柱蜗杆、蜗轮加工	
1.1 直廓环面蜗杆加工的工艺规程	15	1 高精度圆柱分度蜗杆蜗轮的加工	53
1.2 直廓环面蜗轮加工的工艺规程	16	1.1 高精度分度蜗轮制造工艺	53
2 直廓环面蜗杆、蜗轮加工用的机床	16	1.2 高精度分度蜗杆制造工艺	54
2.1 直廓环面蜗杆副的形成原理	16	1.3 高精度蜗轮滚刀的结构特点及制造	57
2.2 对加工直廓环面蜗杆副用机床的要求	17	1.4 蜗轮剃齿刀的制造工艺	61
2.3 几种实用的机床设计与改造	17	1.5 自由剃齿夹具	63
3 直廓环面蜗杆、蜗轮加工工艺	20	1.6 精加工蜗轮齿形的机床	64
3.1 直廓环面蜗杆加工中的几个问题	20	1.7 精磨蜗杆齿形的机床及砂轮选择与修整	67
3.2 直廓环面蜗杆副的蜗轮加工中的几个问题	27	2 精密多头圆柱蜗杆副加工	68
4 直廓环面蜗杆副的装配与研齿	30	2.1 精密多头圆柱蜗杆副的制造工艺	68
4.1 直廓环面蜗杆副啮合位置的调整	30	2.2 精密多头蜗轮滚刀	68
4.2 直廓环面蜗杆副的研齿	31	3 精密双导程圆柱蜗杆、蜗轮加工	69
第4章 平面包络环面蜗杆、蜗轮加工		3.1 精密双导程蜗杆齿形加工	69
1 传动的种类及形成原理	33	3.2 精密双导程蜗轮齿形加工	69
2 蜗杆的加工	35	4 德国胡尔特(HURTH)公司精密分度蜗杆副齿形加工简介	70
2.1 蜗杆齿面加工的要点	35	参考文献	70
2.2 蜗杆齿面的一般加工方法	36		
3 蜗轮的加工	40		

第22篇 摆线、谐波及非圆齿轮加工

第1章 摆线齿轮加工

1 概述	1	2.2 摆线轮的加工工艺路线	1
2 摆线轮加工工艺	1	2.3 摆线轮热处理工艺	1
2.1 摆线轮的材料选择	1	2.4 摆线轮的机械加工艺	4
		3 针齿壳加工工艺	15

3.1	针齿壳材料选择	15
3.2	针齿壳的加工工艺路线	15
3.3	针齿壳的热处理工艺	15
3.4	针齿壳的机械加工工艺	15
4	输出轴加工工艺	18
4.1	输出轴材料选择	18
4.2	输出轴的加工工艺路线	18
4.3	输出轴机械加工工艺	18
5	偏心套加工工艺	19
5.1	偏心套材料选择	19
5.2	偏心套的加工工艺路线	19
5.3	偏心套的机械加工工艺	19

第2章 谐波齿轮制造工艺

1	加工工艺	20
1.1	柔轮的加工	20
1.2	刚轮的加工	21
1.3	凸轮的加工	23
2	装配工艺	23
2.1	总装配图	23

2.2	装配工艺要求	23
2.3	装配工艺路线	23
3	性能测试、跑合及出厂要求	24
3.1	性能测试项目	24
3.2	跑合	26
3.3	出厂要求	26

第3章 非圆齿轮加工工艺

1	概述	27
2	非圆齿轮加工工艺	27
2.1	普通铣床加工非圆齿轮	27
2.2	化学蚀剂法加工非圆齿轮	33
2.3	数控线切割法加工非圆齿轮	35
2.4	滚轧法加工非圆齿轮	36
2.5	改装切齿机加工非圆齿轮	40
2.6	数控机床加工非圆齿轮	41
3	非圆齿轮的检测	51
3.1	非圆齿轮的精度要求	51
3.2	非圆齿轮的测量方法	51
	参考文献	53

第 23 篇 小模数齿轮加工

第1章 概 述

1	小模数齿轮传动的分类	3
2	小模数齿轮常用材料	3
2.1	对材料的基本要求	3
2.2	常用材料	3
3	小模数齿轮技术要求及加工特点	4
3.1	小模数齿轮技术要求	4
3.2	小模数齿轮加工特点	4
4	小模数齿轮加工方法比较	4
4.1	小模数齿轮加工方法分类	4
4.2	小模数齿轮有切屑加工方法	4
4.3	小模数齿轮无切屑加工方法	6

第2章 小模数圆柱齿轮加工

1	小模数齿轮滚削加工	6
1.1	滚齿原理	6
1.2	滚齿工艺	6
1.3	滚削方式与条件	9
1.4	切削用量	10
1.5	切削液	12
1.6	齿轮滚刀	13
1.7	滚齿夹具	18
1.8	滚齿误差	20
2	小模数齿轮铣削加工	21

2.1	铣削原理	21
2.2	铣齿工艺	21
2.3	铣削用量	23
2.4	小模数齿轮铣刀	24
2.5	铣齿误差	27
3	小模数齿轮成形滚削加工	27
3.1	成形滚削原理	27
3.2	成形滚刀	27
3.3	成形滚削中应注意的问题	28
3.4	计时仪器用圆弧齿轮成形滚削	29
4	小模数齿轮的冲齿加工	30
4.1	概述	30
4.2	冲齿精度	31
4.3	冲齿工艺	32
5	小模数齿轮插齿加工	34
5.1	概述	34
5.2	插齿刀具	34
5.3	小模数齿轮插齿工艺	38
5.4	插齿误差	41
6	小模数齿轮的剃齿加工	43
6.1	小模数齿轮剃齿原理	43
6.2	小模数齿轮剃齿刀	43
6.3	小模数齿轮的剃前加工	44
6.4	小模数齿轮剃齿加工	45

6.5 小模数齿轮剃齿误差	45	3 小模数锥齿轮轮坯加工精度	61
7 小模数齿轮的磨齿	46	第4章 小模数蜗杆、蜗轮加工	
7.1 小模数齿轮的磨齿方法	46	1 小模数蜗杆加工	63
7.2 砂轮的选择	46	1.1 小模数蜗杆的车削	63
7.3 齿轮磨床调整	46	1.2 小模数蜗杆的磨削加工	63
7.4 磨齿误差分析	47	1.3 小模数蜗杆毛坯精度	64
8 珩齿、抛齿及去毛刺	48	1.4 小模数蜗杆加工工艺	64
8.1 珩齿	48	2 小模数蜗轮加工	66
8.2 抛齿	50	2.1 蜗轮滚刀滚切蜗轮	66
8.3 小模数齿轮去毛刺	50	2.2 单头滚刀滚切蜗轮	66
9 拉削内齿轮	52	2.3 飞刀加工蜗轮	66
9.1 拉削原理	52	2.4 蜗轮毛坯精度	66
9.2 拉削精度	52	2.5 小模数蜗轮加工工艺	66
9.3 拉刀(推刀)结构	52	第5章 小模数齿轮注塑成型加工	
9.4 拉齿夹具	53	1 概述	69
9.5 拉(推)齿工艺	53	1.1 注塑齿轮的特点	69
第3章 小模数锥齿轮加工		1.2 注塑齿轮的齿形修正	69
1 直齿锥齿轮的刨齿加工	55	1.3 注塑齿轮精度	70
1.1 刨齿加工原理	55	2 注塑模具	70
1.2 刨齿刀	55	2.1 模具结构	70
1.3 典型刨齿夹具	57	2.2 注塑模具型腔型芯部分结构	72
1.4 刨齿机的调整	57	3 注塑设备	74
1.5 典型锥齿轮加工工艺	58	3.1 注射机的种类	74
1.6 刨齿误差分析	58	3.2 注射机的规格及选择	74
2 小模数等高齿直齿锥齿轮的滚切加工	60	4 注塑工艺参数	75
2.1 加工原理	60	4.1 工艺参数选用	75
2.2 YM3608 滚齿机加工锥齿轮		4.2 塑件工艺过程	76
时的调整	60	参考文献	77

第24篇 齿轮传动装置的装配

第1章 概 述

第2章 齿轮传动装置装配通用技术规定

1 一般技术规定	3
2 待装零件的清洗	4
3 密封件的装配	4
4 润滑、冷却系统的装配	4
5 装配打印标记的规定	4

第3章 齿轮传动装置的装配准备 及轴系部件装配

1 装配平台	4
2 箱体装配	4
3 轴系部件装配	5
3.1 键装配	5
3.2 过盈配合件的装配	5

3.3 旋转零件的平衡	8
3.4 滚动轴承装配	9
3.5 滑动轴承的装配	12
3.6 螺纹联接的装配	13

第4章 齿轮传动装置总装调试及试验

1 圆柱齿轮传动装置装配、调整	14
1.1 平行轴圆柱齿轮减速器 装配、调整	14
1.2 行星齿轮减速器装配、调整	15
1.3 中心驱动减速器装配、调整	18
2 锥齿轮传动装置装配、调整	23
2.1 大锥齿轮轴组	23
2.2 小锥齿轮轴组	23
2.3 锥齿轮传动装置总调整	24
3 蜗杆传动装置装配、调整	24

3.1 蜗杆轴组装	24
3.2 蜗轮轴组装	24

3.3 蜗杆传动装置总调整	24
参考文献	25

第 25 篇 齿 轮 刀 具

第 1 章 渐开线圆柱齿轮刀具

1 齿轮铣刀	3
1.1 齿轮铣刀的种类和用途	3
1.2 铣刀齿廓及刀号划分	3
1.3 盘形齿轮铣刀	4
1.4 指形齿轮铣刀	7
2 梳齿刀	10
2.1 梳齿刀的类型和用途	10
2.2 直齿梳齿刀	10
2.3 斜齿梳齿刀	11
2.4 梳齿刀技术要求	12
3 齿轮滚刀	13
3.1 齿轮滚刀的类型和用途	13
3.2 整体高速钢齿轮滚刀	14
3.3 装配式高速钢齿轮滚刀	25
3.4 硬质合金齿轮滚刀	26
3.5 粗切齿轮滚刀	32
3.6 剃前、刮前和磨前加工用滚刀	33
4 插齿刀	38
4.1 插齿刀的类型和用途	38
4.2 插齿刀的几何特性和切削角度	38
4.3 外啮合直齿插齿刀	40
4.4 内啮合直齿插齿刀	53
4.5 直齿插齿刀的通用技术条件	66
4.6 斜齿插齿刀	71
4.7 剃前插齿刀	74
4.8 薄片插齿刀	76
4.9 硬齿面加工用插齿刀	76
5 剃齿刀	77
5.1 剃齿刀的类型和用途	77
5.2 剃齿刀的工作原理和特性	77
5.3 盘形剃齿刀的基本参数	79
5.4 标准盘形剃齿刀的基本尺寸	80
5.5 专用剃齿刀的设计计算	81
5.6 标准剃齿刀的使用校验	88
5.7 盘形剃齿刀的技术条件	88
5.8 盘形剃齿刀的修形	89
5.9 径向剃齿刀	90
5.10 蜗杆形剃齿刀	91
5.11 硬质合金车剃刀	92

第 2 章 圆弧齿轮滚刀

1 单圆弧齿轮滚刀	93
1.1 齿廓参数	93
1.2 结构参数和基本尺寸	95
1.3 技术条件	95
2 双圆弧齿轮滚刀	95
2.1 齿廓参数	95
2.2 结构参数和基本尺寸	96
2.3 技术条件	97

第 3 章 摆线齿轮铣刀和滚刀

1 摆线齿轮铣刀	99
1.1 齿廓设计	99
1.2 基本尺寸	99
1.3 设计计算步骤	100
2 摆线齿轮滚刀	103
2.1 齿廓设计	103
2.2 设计计算步骤	103
2.3 技术条件	105

第 4 章 蜗 轮 刀 具

1 普通蜗轮滚刀	108
1.1 蜗轮滚刀的特点和用途	108
1.2 蜗轮滚刀的进刀方向	108
1.3 普通蜗轮滚刀的设计计算	109
1.4 蜗轮滚刀的技术条件	116
2 双导程蜗轮滚刀	116
2.1 双导程蜗轮滚刀的设计特点	116
2.2 双导程蜗轮滚刀的设计计算	117
3 圆弧蜗轮滚刀	117
3.1 轴向圆弧齿 (ZC ₃) 蜗轮滚刀	117
3.2 ZC ₁ 蜗轮滚刀	121
4 ZK 蜗轮滚刀	122
4.1 ZK 蜗杆的磨削方法和齿面方程	122
4.2 ZK 蜗轮滚刀的齿廓设计	123
5 蜗轮剃齿刀	123
6 蜗轮飞刀	124

第 5 章 锥齿轮刀具

1 锥齿轮刀具分类	125
2 直齿锥齿轮刀具	126
2.1 直齿锥齿轮刨刀	126
2.2 成对滚切铣刀盘	128

2.3 拉一铣刀盘	129	2.9 磨齿常用的砂轮	173
3 弧齿锥齿轮刀具	129	3 珩齿用珩磨轮	174
3.1 弧齿锥齿轮铣刀的种类	129	4 磨齿用的超硬磨料磨具	180
3.2 弧齿锥齿轮铣刀的结构形式 和主要参数	130	4.1 陶瓷结合剂立方氮化硼砂轮	180
4 长幅外摆线齿锥齿轮铣刀	150	4.2 对陶瓷结合剂 CBN 砂轮的选择	181
4.1 标准型铣刀	151	4.3 金刚石修整滚轮	182
4.2 万能型铣刀	154	第 8 章 齿轮刀具表面强化工艺	
第 6 章 齿轮刀具材料		1 现代气相沉积薄膜技术的发展状况	183
1 概况	155	2 物理涂层技术在国内的发展及应用	183
2 高速钢	156	3 物理涂层设备国内的发展状况	184
3 涂层高速钢齿轮刀具	159	4 物理涂层技术的发展	184
4 硬质合金	161	第 9 章 齿轮刀具计算机辅助设计 (CAD)	
5 陶瓷、立方氮化硼和金刚石	162	1 刀具 CAD 技术的发展概况	185
第 7 章 磨削齿轮用的砂轮、珩磨轮		2 刀具计算机辅助设计 (CAD)	185
1 磨削齿轮用的砂轮	162	2.1 刀具 CAD 技术系统的类型	185
1.1 砂轮对磨齿效果的影响	162	2.2 刀具 CAD 作业的内容与类型	185
1.2 砂轮特征及标志方法	163	2.3 建立数字模型	186
2 磨齿用砂轮特征的规定及砂轮选择	163	3 实例——插齿刀 CAD 应用软件的开发	186
2.1 砂轮形状	163	3.1 作业方式的确定	186
2.2 砂轮尺寸	163	3.2 CAD 系统的选择	186
2.3 磨料的代号规定和选择	163	3.3 编程语言的选择	186
2.4 普通磨料的粒度号和选择	169	3.4 插齿刀 CAD 软件总体结构	187
2.5 硬度的规定和选择	170	3.5 设计依据	187
2.6 砂轮组织的规定和选择	171	3.6 各模块的结构框图及功能	188
2.7 结合剂的规定和选择	171	3.7 插齿刀微机 CAD 基础技术	189
2.8 砂轮的使用速度	172	参考文献	192

第 26 篇 齿轮加工机床

第 1 章 概 述

1 齿轮加工机床发展概况	3
2 我国齿轮机床的分类与型号编制	4
3 选择齿轮加工机床的要点	6

第 2 章 滚 齿 机

1 滚齿机的类型与适用范围	6
1.1 滚齿机的结构布局	7
1.2 各类滚齿机的特点与适用范围	7
2 滚齿机产品及主要技术参数	9
3 滚齿机工作原理与传动系统	20
3.1 滚齿原理与滚齿原理性误差	20
3.2 滚齿机工作示意图	20
3.3 传动链计算	21
4 滚齿机主要部件结构	28
4.1 刀架部件	28

4.2 工作台部件	30
4.3 差动机构	34
4.4 单分度铣齿传动原理	34
5 数控滚齿机的特点及其应用	37
5.1 滚齿机的数控原理	37
5.2 数控滚齿机的机械结构特点	38
5.3 数控滚齿机的精度控制	38
5.4 数控滚齿机的功能和应用	39
5.5 简式数控滚齿机	40
5.6 非圆齿轮数控滚齿机	40

第 3 章 插 齿 机

1 插齿机类型与适用范围	41
1.1 插齿机类型	41
1.2 各种插齿机的适用范围	42
2 插齿机产品及主要技术参数	42

3 插齿机工作原理与传动系统	45	7 大平面砂轮型磨齿机	101
3.1 插齿机工作原理	45	7.1 大平面砂轮型磨齿机工作原理	101
3.2 插齿机传动系统	46	7.2 大平面砂轮型磨齿机传动系统 与调整计算	101
4 插齿机的调整	51	8 摆线齿轮磨齿机	103
第4章 剃齿机		8.1 摆线齿轮磨齿机工作原理	103
1 剃齿机的类型及用途	52	8.2 摆线齿轮磨齿机传动系统与 调整计算	103
1.1 剃齿机的类型	52	第7章 小模数齿轮加工机床	
1.2 剃齿机的适用范围	57	1 小模数齿轮加工机床的类型与 适用范围	105
2 剃齿机产品及主要技术参数	57	2 小模数齿轮加工机床产品及主要 技术参数	106
3 剃齿机的工作原理与传动系统	58	3 小模数齿轮滚齿机(卧式仪表滚齿机)	110
3.1 剃齿机的工作原理	58	3.1 布局形式及品种系列	110
3.2 剃齿机的传动系统	59	3.2 万能型卧式滚齿机传动系统与 调整计算	110
4 剃齿机的调整	63	3.3 万向联轴器滚齿机传动系统与 调整计算	113
4.1 轴向剃齿的调整计算	63	3.4 小模数端面齿轮自动滚齿机传动 系统与调整计算	115
4.2 对角、切向剃齿的调整计算	67	3.5 凸轮无差动滚齿机传动系统与 调整计算	116
第5章 珩齿机		4 小模数齿轮插齿机	118
1 珩齿机的类型及用途	70	4.1 精密插齿机的传动系统与 传动链计算	118
1.1 珩齿机的类型	70	4.2 插齿调整	118
1.2 珩齿机的适用范围	72	5 小模数齿轮机床用自动上料装置	120
2 珩齿机产品及主要技术参数	72	5.1 自动上料装置类型与适用范围	120
3 珩齿机的工作原理与传动系统	74	5.2 滚筒上料装置	121
3.1 珩齿机的工作原理	74	5.3 振动上料装置	122
3.2 珩齿机的传动原理	74	5.4 油冲上料装置	123
3.3 珩齿机的传动系统	75	5.5 小模数滚齿机用的机械手	123
4 珩齿机的调整	78	第8章 锥齿轮加工机床	
第6章 磨齿机		1 锥齿轮加工机床的类型(品种系列)与 适用范围	124
1 磨齿机的类型与适用范围	79	1.1 锥齿轮加工机床的分类	124
2 磨齿机产品及主要技术参数	80	1.2 国产锥齿轮加工机床主要产品及 技术参数	125
3 碟形砂轮型磨齿机	85	1.3 国外锥齿轮加工机床概况	127
3.1 碟形砂轮型磨齿机工作原理	85	2 直齿锥齿轮刨齿机	137
3.2 碟形砂轮型磨齿机传动系统 与调整计算	85	2.1 概述	137
4 锥形砂轮型磨齿机	93	2.2 Y2350A型直齿锥齿轮刨齿机	137
4.1 锥形砂轮型磨齿机工作原理	93	2.3 格利森14号直齿锥齿轮刨齿机	141
4.2 锥形砂轮型磨齿机传动系统 与调整计算	93	3 直齿锥齿轮铣齿机	145
5 蜗杆砂轮型磨齿机	97		
5.1 蜗杆砂轮型磨齿机工作原理	97		
5.2 蜗杆砂轮型磨齿机传动系统 与调整计算	97		
6 成形砂轮型磨齿机	100		
6.1 成形砂轮型磨齿机工作原理	100		
6.2 成形砂轮型磨齿机传动系统 与调整计算	100		

3.1 概述	145	9 锥齿轮研齿机	181
3.2 YE2725 型直齿锥齿轮铣齿机	146	9.1 概述	181
3.3 克林根贝尔格 BF203 型直齿锥 齿轮铣齿机	149	9.2 YB2550 型半自动锥齿轮研齿机	182
4 YZ2815 型自动直齿锥齿轮拉齿机	151	9.3 D8550 型锥齿轮电火花跑合机床	184
4.1 机床的主要技术性能	151	10 锥齿轮加工辅助设备	184
4.2 机床的加工方法	151	10.1 锥齿轮滚动检验机	184
4.3 机床的机械传动系统	153	10.2 锥齿轮淬火压床	186
4.4 机床的调整项目	154	10.3 锥齿轮铣刀盘(片)刃磨机	187
5 弧齿锥齿轮铣齿机	155	10.4 锥齿轮加工的其他辅助设备	187
5.1 概述	155	第 9 章 齿端加工机床	
5.2 Y2280 型弧齿锥齿轮铣齿机	155	1 齿端加工机床的类型与适用范围	188
5.3 Y2250 型弧齿锥齿轮铣齿机	159	1.1 齿端加工机床的类型	188
5.4 小规格弧齿锥齿轮铣齿机	162	1.2 齿端加工机床产品及适用范围	188
5.5 格利森 116R 号弧齿锥齿轮 粗切机简介	163	2 齿轮倒角机	189
5.6 格利森弧齿锥齿轮新系列加工 机床简介	165	2.1 机床的工作原理	189
6 弧齿锥齿轮拉齿机及粗切机	171	2.2 机床的传动系统	189
6.1 概述	171	2.3 机床的调整	191
6.2 Y2150A 型弧齿锥齿轮粗切机	171	3 齿轮倒棱机	192
6.3 Y2950A 型弧齿锥齿轮拉齿机	173	3.1 Y9420 型齿轮倒棱机	192
6.4 格利森 666 号全工序大轮加 工机床	174	3.2 Y9250 型弧齿锥齿轮倒棱机	194
7 弧齿锥齿轮磨齿机	175	第 10 章 其他齿轮机床	
7.1 概述	175	1 齿轮噪声检查机	197
7.2 Y2080 I 型弧齿锥齿轮磨齿机	175	1.1 齿轮噪声检查机的用途与 适用范围	197
8 长幅外摆线齿锥齿轮铣齿机	178	1.2 齿轮噪声检查机的种类	197
8.1 概述	178	1.3 Y9932 型齿轮噪声检查机简介	197
8.2 奥利康“Spiromatic No2”长幅外摆线 齿锥齿轮铣齿机简介	178	1.4 噪声检查机产品及技术参数	198
8.3 奥利康“Spiromatic”系列机 床简介	180	2 齿轮挤齿机	199
		2.1 齿轮挤齿机的用途和特点	199
		2.2 齿轮挤齿机类型	199
		2.3 齿轮挤齿机产品及技术参数	199
		参考文献	200

第 27 篇 齿轮测量及量具量仪

第 1 章 概 述

1 齿轮产品质量	3
2 齿轮的测量参数	3
3 齿轮测试技术	3
4 齿轮测量仪器分类与应用	4
5 新技术应用的发展	5

第 2 章 渐开线圆柱齿轮的测量 及量具量仪

1 齿轮综合误差的测量	8
1.1 单面啮合综合测量	8

1.2 双面啮合综合测量	13
2 齿轮单项误差的测量	15
2.1 齿距误差的测量	15
2.2 齿形误差的测量	22
2.3 齿向误差的测量	31
2.4 齿圈径向跳动的测量	35
2.5 基节偏差的测量	36
2.6 接触线误差的测量	37
2.7 轴向齿距偏差的测量	38
2.8 螺旋线波动误差的测量	39

2.9 公法线长度变动及公法线平均长度 偏差的测量	40
2.10 齿厚偏差的测量	42
3 齿轮整体误差曲线的测量	44
3.1 齿轮整体误差曲线的概念	44
3.2 齿轮整体误差曲线的测量	48
3.3 在齿轮整体误差曲线上误差项目 的读取方法	49
4 齿轮的上置式及在机测量	53
4.1 上置式(旁置式)测量仪	53
4.2 在机测量仪	53
5 齿轮副误差的测量	54
5.1 齿轮副传动误差的测量	54
5.2 齿轮副安装误差的测量	56
第3章 小模数齿轮的测量及量具量仪	
1 小模数齿轮误差项目的分类及选择	56
1.1 误差项目的分类	56
1.2 误差项目的选择	56
2 小模数齿轮单项误差的测量	58
2.1 齿形误差的测量	58
2.2 基节偏差的测量	61
2.3 齿距误差的测量	62
2.4 齿圈径向跳动的测量	62
2.5 公法线长度变动及公法线平均长度 偏差的测量	62
2.6 齿向误差的测量	62
2.7 量柱测量距偏差的测量	63
2.8 齿厚偏差的测量	63
3 小模数齿轮综合误差的测量	63
3.1 单面啮合综合测量	63
3.2 双面啮合综合测量	64
4 小模数齿轮传动误差的测量	65
4.1 齿轮传动侧隙的测量	65
4.2 齿轮传动安装误差的测量	65
第4章 锥齿轮的测量及量具量仪	
1 锥齿轮误差项目分类及选择	66
1.1 误差项目的分类	66
1.2 误差项目的选择	66
2 锥齿轮轮坯的测量	66
3 锥齿轮齿部的测量	68
3.1 锥齿轮单项误差的测量	68
3.2 锥齿轮综合误差的测量	69
3.3 典型滚动检验机简介	73
3.4 锥齿轮的坐标测量与仪器	77
3.5 锥齿轮整体误差曲线的测量	78

第5章 蜗杆、蜗轮的测量及量具量仪

1 误差项目的分类及选择	79
1.1 误差项目的分类	79
1.2 误差项目的选择	79
2 蜗杆的测量	79
2.1 蜗杆螺旋线误差的测量	79
2.2 蜗杆齿形误差的测量	81
2.3 蜗杆轴向齿距误差的测量	83
2.4 蜗杆齿槽径向跳动的测量	83
2.5 蜗杆齿厚偏差的测量	84
3 蜗轮的测量	86
3.1 蜗轮的单面啮合综合测量	86
3.2 蜗轮的双面啮合综合测量	86
3.3 蜗轮齿形误差的测量	86
3.4 蜗轮齿圈径向跳动的测量	87
3.5 蜗轮齿距误差的测量	87
4 蜗杆副的测量	87
4.1 蜗杆传动切向综合误差和一齿切向 综合误差的测量	87
4.2 蜗杆副接触斑点的检查	87
4.3 蜗杆副侧隙的测量	87

第6章 齿轮刀具的测量及量具量仪

1 齿轮滚刀的测量	88
1.1 齿轮滚刀误差项目的分类及选择	88
1.2 滚刀测量仪器	89
1.3 齿轮滚刀基准面参数的误差测量	92
1.4 齿轮滚刀齿厚偏差的测量	93
1.5 齿轮滚刀螺旋面参数误差的测量	93
2 蜗轮滚刀的测量	99
2.1 蜗轮滚刀外径的测量	99
2.2 蜗轮滚刀齿厚的测量	99
3 插齿刀的测量	100
3.1 原始齿形角、原始截面和 检查截面	100
3.2 插齿刀误差项目的分类	101
3.3 插齿刀齿部各误差项目的测量	101
3.4 插齿刀刀坯尺寸及形位误差 的测量	104
4 剃齿刀的测量	105
4.1 剃齿刀误差项目的分类	105
4.2 剃齿刀齿部各误差项目的测量	106

第7章 齿轮机床传动精度的测量及量仪

1 传动误差的分类	108
-----------------	-----