

齿轮手册

下册



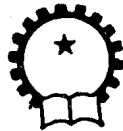
机械工业出版社

TH/32.4
9.2

齿 轮 手 册

下 册

齿轮手册编委会



机械工业出版社

本手册是在一百多位具有丰富经验的专家、学者的共同努力下，总结了国内外齿轮行业有效的实践经验和先进成果，收集了大量技术资料编写而成的，因此内容丰富、涉及面广，具有较高实用价值。

手册分上、下两册。上册以设计为主，主要包括各种齿轮及减速器的设计、材料、热处理、损伤和润滑等；下册以加工为主，主要包括各种齿轮加工工艺、刀具和机床、测量和量具量仪、齿轮测绘和试验等。

本手册供从事齿轮设计、制造、使用的工程技术人员及工科院校师生参考。

2P30/2B01

齿 轮 手 册

下 册

齿轮手册编委会

责任编辑：熊万武 王少怀 责任校对：宁秀娥
封面设计：田淑文 版式设计：霍永明
责任印制：尹德伦

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张 86¹/₂·插页 2·字数 2702千字

1990年11月北京第一版·1990年11月北京第一次印刷

印数 0.001—4,780·定价：65.00元

ISBN 7-111-01697-1/TH·290

齿轮手册编委会

主任：叶克明

副主任（以姓氏笔划为序）：

石凤山 许洪基 宋大义 杨天鹏 李华敏 雷 光

委员（以姓氏笔划为序）：

丁 淳 王少怀 尹洁华 冯宗青 厉始忠 孙友洪
孙麟治 刘镇湖 朱耀祥 吴季恂 余梦生 张长秦
张希康 周应虎 孟惠荣 赵尔夫 查济瑞 段应麟
姜 勇 黄潼年 鲍显威 熊万武

前 言

为了适应齿轮技术发展工作的需要，多年来从事齿轮技术工作的人员都希望编写一本内容较全面、供生产实际应用的齿轮手册。

1983年年底，在中国机械工程学会设计与传动学会、生产工程学会的领导下，开始酝酿、组织编写。

三年来在一百多名有丰富经验的有关专家、学者的共同努力下，总结了国内齿轮行业有效的实践经验，吸收了国外先进成果，收集了齿轮有关的技术资料，编写成了本手册。手册分上、下两册，上册以设计为主，下册以加工为主。全书约三百多万字，是国内众多的有关齿轮的书籍中，内容丰富、篇幅较大、涉及面较广的一本手册。

这本手册采用了法定单位、新制订的国家标准（如机械制图、表面粗糙度等）、收集了较多数据与图、表，力求做到准确无误、便于查阅使用。

由于编、审人员较多，工作量大，时间仓促，难免有不足欠妥之处，我们热忱希望读者提出批评和建议。

在编审过程中，许多高等院校、研究单位、工厂给予很多支持和帮助，在此一并致谢。

齿轮手册编委会

目 录

前言

第十二篇 圆柱齿轮加工

第1章 齿轮加工误差与检验项目	
1 齿轮加工误差·····12-3	5.1 概述·····12-66
1.1 径向加工误差·····12-3	5.2 剃削条件·····12-70
1.2 切向加工误差·····12-3	5.3 剃齿精度的保证·····12-72
1.3 产形面误差·····12-9	5.4 剃齿调整·····12-73
1.4 轴向加工误差·····12-14	5.5 剃齿误差和齿形修正·····12-77
2 齿轮误差的检验项目·····12-16	5.6 径向剃齿法·····12-80
2.1 影响齿轮传递运动准确性误差的 检验项目·····12-16	6 珩齿·····12-81
2.2 影响齿轮传动平稳性误差的检验 项目·····12-17	6.1 概述·····12-81
2.3 影响齿轮载荷分布均匀性误差的 检验项目·····12-22	6.2 珩削方法和珩齿条件的选用·····12-83
3 齿轮加工误差与检验项目简表·····12-23	6.3 珩齿精度·····12-84
	6.4 珩磨轮·····12-88
	7 磨齿·····12-91
	7.1 概述·····12-91
	7.2 磨齿余量·····12-91
	7.3 磨齿切削用量·····12-94
	7.4 各种磨齿机的加工误差和校正方 法·····12-97
	7.5 工件装夹与磨齿夹具·····12-100
第2章 中等模数圆柱齿轮加工	
1 中等模数圆柱齿轮加工概述·····12-26	
1.1 大批量生产的齿轮加工工艺·····12-26	
1.2 多品种生产的齿轮加工工艺·····12-27	
2 滚齿·····12-32	
2.1 概述·····12-32	
2.2 滚齿调整·····12-32	
2.3 滚齿工艺·····12-41	
2.4 高速高效滚齿·····12-46	
2.5 滚齿误差·····12-49	
3 插齿·····12-53	
3.1 概述·····12-53	
3.2 插齿调整·····12-58	
3.3 插齿工艺·····12-61	
3.4 高速插齿·····12-63	
4 轮齿倒角·····12-63	
4.1 倒角的种类及用途·····12-64	
4.2 轮齿倒角方法·····12-64	
4.3 轮齿倒棱·····12-65	
4.4 倒角机的主要规格·····12-66	
5 剃齿·····12-66	
	第3章 大模数圆柱齿轮的加工
	1 概述·····12-108
	2 渐开线圆柱齿轮的加工·····12-108
	2.1 大齿轮的加工·····12-108
	2.2 大型轴齿轮的加工·····12-116
	3 圆弧齿轮滚齿工艺的特点·····12-120
	3.1 滚齿对刀问题·····12-120
	3.2 大模数圆弧齿轮用渐开线齿轮滚 刀进行粗切齿的方法·····12-120
	3.3 切齿深度误差的补偿·····12-121
	4 机床组合法加工超限齿轮·····12-122
	4.1 整体齿轮·····12-122
	4.2 四部分齿圈·····12-122
	5 大型内齿轮的切齿加工·····12-124
	5.1 切齿方法的选择·····12-124
	5.2 成形铣削·····12-124
	5.3 内齿轮的滚切加工·····12-125
	6 鼓形齿的加工·····12-127

VI 目 录

6.1 仿形机构	12-127	9.1 修形量的选择	12-136
6.2 切齿及其特有误差	12-128	9.2 齿长修形方法	12-137
7 扇形齿轮的加工	12-132	10 齿轮副螺旋角的配对加工	12-137
8 大模数齿条的加工	12-132	11 齿厚测量	138
8.1 切齿方法及其选择	12-132	11.1 测量基准	138
8.2 工艺流程及工序间余量	12-134	11.2 任意弦齿厚的计算	138
9 低速重载齿轮的修形	12-136	参考文献	12-141

第十三篇 锥齿轮和准双曲面齿轮加工

第1章 锥齿轮切齿方法

1 直齿锥齿轮切齿方法	13-3
2 曲线齿锥齿轮切齿方法	13-3
2.1 按轮齿齿廓形成的方法分类	13-5
2.2 按刀号分类	13-6
2.3 按单个齿轮工序分类	13-8
2.4 按成对齿轮工序分类	13-8

第2章 弧齿锥齿轮及准双曲面齿轮切齿调整计算

1 弧齿锥齿轮切齿计算	13-9
1.1 滚切法弧齿锥齿轮切齿计算	13-9
1.2 成形法弧齿锥齿轮切齿计算	13-137
2 准双曲面齿轮切齿计算	13-158
2.1 滚切法准双曲面齿轮切齿计算	13-158
2.2 成形法准双曲面齿轮切齿计算	13-169
3 长锥距弧齿锥齿轮LCD切齿计算	13-192

第3章 锥齿轮接触区的检验与试配

1 定义	13-193
2 轮齿接触	13-194
2.1 轮齿接触区	13-194
2.2 接触区的特性	13-194
3 滚动检查机	13-196
4 检查前的准备	13-198
4.1 初始调整顺序	13-198
4.2 正确安装距的测定	13-198
4.3 轮齿着色剂	13-199
4.4 侧隙	13-199
5 EPG检查法	13-199
5.1 E、P、G的符号规定	13-200
5.2 E、P、G位移与接触区位移方向	13-200
参考文献	13-203

第十四篇 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	14-3
2 蜗杆螺旋面的加工	14-3
2.1 蜗杆螺旋面的常用加工方法及其比较	14-3
2.2 普通圆柱蜗杆的近似磨削加工	14-3
2.3 蜗杆的精加工余量	14-3
3 蜗轮轮齿的加工	14-3
3.1 蜗轮轮齿加工要点	14-3
3.2 飞刀加工	14-3
3.3 滚齿加工	14-6
3.4 剃齿	14-9

3.5 珩齿	14-9
3.6 蜗轮的根切	14-9
3.7 蜗轮的面切	14-10
4 蜗轮齿面接触区及其产生原因	14-10

第2章 圆弧圆柱蜗杆、蜗轮加工

1 概述	14-12
2 圆弧圆柱蜗杆传动类型	14-12
2.1 ZC ₁ 蜗杆传动	14-12
2.2 ZC ₂ 蜗杆传动	14-12
2.3 ZC ₃ 蜗杆传动	14-12
3 蜗杆加工	14-13
3.1 车削蜗杆	14-13
3.2 磨削蜗杆	14-14

3.3 联邦德国“CAVE X”蜗杆齿形修正	14-15
3.4 蜗杆材料选用	14-15
4 蜗轮加工	14-15
5 加工圆弧圆柱蜗杆副需注意的几个问题	14-16

第3章 直廓环面蜗杆、蜗轮加工

1 加工用的机床	14-16
1.1 对机床运动功能方面的要求	14-17
1.2 对机床结构特点方面的要求	14-17
1.3 几种实用的机床设计与改造方式	14-17
2 蜗杆、蜗轮加工工艺	14-21
2.1 蜗杆加工工艺	14-21
2.2 蜗轮加工工艺	14-25

第4章 平面包络环面蜗杆、蜗轮加工

1 传动的种类及形成原理	14-29
2 蜗杆的加工	14-29
2.1 蜗杆齿面加工的要点	14-29
2.2 蜗杆齿面的一般加工方法	14-31
3 蜗轮的加工	14-35
3.1 斜平面齿蜗轮的加工	14-35
3.2 二次包络蜗轮的加工	14-37
4 蜗杆副的安装与调整	14-42
4.1 蜗杆及蜗轮的轴向调整	14-42
4.2 蜗杆副的接触区及相应的调整	14-42

第5章 精密平面蜗轮、蜗杆加工

1 材料和毛坯的配备	14-43
------------	-------

2 平面蜗轮齿部的精加工	14-43
2.1 精加工方式及几种实用加工法	14-43
2.2 蜗轮齿厚和齿距的测量	14-45
3 平面包络环面蜗杆齿部的精加工	14-45
3.1 几种实用的精加工方法	14-45
3.2 蜗杆的测量	14-47
4 平面蜗轮副装配质量的检测和调整	14-48
4.1 光隙法	14-48
4.2 印痕法	14-49

第6章 法向直廓精密圆柱蜗杆、蜗轮加工

1 高精度圆柱分度蜗杆蜗轮的加工	14-49
1.1 高精度分度蜗轮制造工艺	14-49
1.2 高精度分度蜗杆制造工艺	14-51
1.3 高精度蜗轮滚刀的结构特点及制造	14-56
1.4 蜗轮剃齿刀的制造工艺	14-59
1.5 自由剃齿夹具	14-62
1.6 精加工蜗轮齿形的机床	14-62
1.7 精磨蜗杆齿形的机床及砂轮选择与修整	14-66
2 精密多头圆柱蜗杆副加工	14-67
2.1 精密多头圆柱蜗杆副的制造工艺	14-67
2.2 精密多头蜗轮滚刀	14-67
3 精密双导程圆柱蜗杆、蜗轮加工	14-68
3.1 精密双导程蜗杆齿形加工	14-68
3.2 精密双导程蜗轮齿形加工	14-69
4 联邦德国胡尔特(HURTH)公司精密分度蜗杆副齿形加工简介	14-69
参考文献	14-70

第十五篇 小模数齿轮加工

第1章 小模数渐开线圆柱齿轮加工

1 加工方法概述	15-4
2 滚齿	15-4
2.1 滚齿工作原理	15-4
2.2 小模数齿轮滚刀特点	15-4
2.3 齿轮齿坯精度	15-4
2.4 典型工艺	15-4
2.5 典型滚齿夹具	15-9
2.6 加工与调整	15-9
2.7 滚齿误差	15-9

3 插齿	15-9
3.1 插齿加工原理	15-9
3.2 插齿刀具的选择	15-13
3.3 直齿圆柱齿轮的插齿	15-14
3.4 内齿轮的插削	15-15
3.5 插齿误差	15-16
4 剃齿	15-16
4.1 剃齿原理	15-16
4.2 剃齿刀具	15-17
4.3 剃前加工	15-17
4.4 机床的调整及剃齿加工	15-19

目 录

4.5	剃齿误差	15-21
5	磨齿	15-21
5.1	磨齿方法	15-21
5.2	砂轮的选择	15-21
5.3	瑞士NZA齿轮磨床调整	15-21
5.4	磨齿误差分析	15-24
6	珩齿、抛齿及去毛刺	15-24
6.1	珩齿	15-24
6.2	抛齿	15-26
6.3	小模数齿轮去毛刺	15-26
7	铣齿	15-28
7.1	铣齿原理	15-28
7.2	铣齿工艺	15-28
8	拉削内齿轮	15-28
8.1	拉削原理	15-28
8.2	拉削精度	15-28
8.3	拉刀(推刀)结构	15-28
8.4	拉齿夹具	15-28
8.5	拉(推)齿工艺	15-28
第2章 小模数摆线圆柱齿轮加工		
1	加工方法概述	15-33
1.1	小模数摆线齿形加工方法比较	15-33
1.2	片齿轮和轴齿轮加工工艺过程	15-35
2	小模数摆线圆柱齿轮的铣齿加工	15-35
2.1	铣削原理和方式	15-35
2.2	铣刀和铣削用量	15-37
2.3	铣齿误差及其产生原因	15-38
3	小模数摆线圆柱齿轮滚齿加工	15-40
3.1	滚削原理	15-40
3.2	滚削条件	15-41
3.3	滚削用量	15-43
3.4	滚刀	15-43
3.5	滚齿夹具	15-45
3.6	滚齿误差分析	15-47
4	小模数摆线圆柱齿轮的成形滚齿加工	15-48
4.1	成形滚切原理	15-48
4.2	成形滚刀	15-49
5	小模数摆线齿形的冲齿加工	15-50

5.1	普通冲齿	15-50
5.2	齿轮的精密冲裁	15-52
6	小模数摆线齿轮去毛刺加工	15-54
6.1	机械加工去毛刺	15-54
6.2	滚磨去毛刺	15-56
6.3	化学去毛刺	15-56
7	小模数摆线齿轮的滚光和抛光加工	15-57
7.1	抛齿	15-57
7.2	齿轮的滚光	15-59
7.3	滚光、抛光余量	15-59

第3章 小模数圆锥齿轮加工

1	直齿圆锥齿轮的刨齿加工	15-60
1.1	刨齿加工原理	15-60
1.2	刨齿刀	15-60
1.3	典型刨齿夹具	15-60
1.4	刨齿机的调整	15-60
1.5	典型锥齿轮加工工艺	15-63
1.6	刨齿误差分析	15-63
2	小模数等高齿直齿圆锥齿轮的滚切加工	15-65
2.1	加工原理	15-65
2.2	YM3608滚齿机加工锥齿轮时的调整	15-66
3	小模数圆锥齿轮毛坯加工精度	15-68

第4章 小模数蜗杆、蜗轮加工

1	小模数蜗杆加工	15-69
1.1	小模数蜗杆的车削	15-69
1.2	小模数蜗杆的磨削加工	15-69
1.3	小模数蜗杆毛坯精度	15-69
1.4	小模数蜗杆加工工艺	15-71
2	小模数蜗轮加工	15-71
2.1	蜗轮滚刀滚切蜗轮	15-71
2.2	单头滚刀滚切蜗轮	15-72
2.3	飞刀加工蜗轮	15-75
2.4	蜗轮毛坯精度	15-76
2.5	小模数蜗轮加工工艺	15-76
参考文献		15-76

第十六篇 齿轮刀具

第1章 渐开线圆柱齿轮刀具

1 齿轮铣刀	16-3
1.1 种类和用途	16-3
1.2 铣刀齿形及刀号划分	16-3
1.3 盘形齿轮铣刀	16-3
1.4 指形齿轮铣刀	16-4
2 梳齿刀	16-11
2.1 类型和用途	16-11
2.2 直齿梳齿刀的结构参数和齿形尺寸	16-11
2.3 斜齿梳齿刀的结构参数和齿形尺寸	16-17
2.4 技术条件	16-18
3 齿轮滚刀	16-20
3.1 种类和用途	16-20
3.2 一般用途高速钢齿轮滚刀的设计 计算	16-21
3.3 小模数齿轮滚刀	16-34
3.4 高精度齿轮滚刀	16-37
3.5 圆磨法装配式齿轮滚刀	16-38
3.6 多头齿轮滚刀	16-40
3.7 高速滚齿用硬质合金滚刀	16-44
3.8 硬齿面加工用硬质合金刮削滚刀	16-46
3.9 剃前、刮前和磨前加工用滚刀	16-52
4 插齿刀	16-60
4.1 类型和用途	16-60
4.2 插齿刀的几何形状和切削角度	16-60
4.3 外啮合直齿插齿刀的设计计算	16-62
4.4 内啮合直齿插齿刀的设计计算	16-74
4.5 直齿插齿刀的通用技术条件	16-95
4.6 直齿剃前插齿刀	16-98
4.7 斜齿插齿刀	16-100
5 剃齿刀	16-106
5.1 用途和类型	16-106
5.2 盘形剃齿刀的主要结构参数	16-107
5.3 标准盘形剃齿刀的基本尺寸	16-112
5.4 专用剃齿刀的设计计算	16-112
5.5 标准剃齿刀的使用校验	16-121
5.6 盘形剃齿刀的技术条件	16-125

第2章 圆弧齿轮滚刀

1 单圆弧齿轮滚刀	16-126
-----------	--------

1.1 齿形参数	16-126
1.2 结构参数和基本尺寸	16-128
1.3 技术条件	16-129
2 双圆弧齿轮滚刀	16-132
2.1 齿形参数	16-132
2.2 结构参数和基本尺寸	16-133
2.3 技术条件	16-133

第3章 行星摆线齿轮铣刀和滚刀

1 行星摆线齿轮铣刀	16-137
1.1 齿形设计	16-137
1.2 结构尺寸	16-138
1.3 设计计算步骤	16-138
2 行星摆线齿轮滚刀	16-138
2.1 齿形设计	16-139
2.2 设计计算步骤	16-142
2.3 技术条件	16-142

第4章 蜗轮刀具

1 普通蜗轮滚刀	16-146
1.1 用途与工作特点	16-146
1.2 蜗轮滚刀的进刀方向	16-147
1.3 普通蜗轮滚刀的设计计算	16-147
1.4 技术条件	16-157
2 双导程蜗轮滚刀	16-159
2.1 设计特点	16-159
2.2 设计计算步骤	16-163
3 蜗轮飞刀	16-163
3.1 工作原理与应用范围	16-163
3.2 飞刀的齿形设计	16-164
3.3 飞刀的结构	16-166
4 蜗轮剃齿刀	16-167
5 圆弧齿蜗轮滚刀	16-168
5.1 设计特点	16-168
5.2 齿形设计	16-169
5.3 设计计算步骤	16-172

第5章 锥齿轮刀具

1 锥齿轮刀具的种类和用途	16-173
2 直齿锥齿轮刀具	16-174
2.1 直齿锥齿轮刨刀	16-174

X 目 录

2.2	成对滚切铣刀盘	16-174
2.3	拉-铣刀盘	16-178
2.4	定装滚刀	16-179
3	弧齿锥齿轮刀具	16-179
3.1	弧齿锥齿轮铣刀盘	16-179
3.2	圆拉刀盘	16-192
3.3	螺旋成形法和单循环法刀盘	16-193
3.4	全工序法切齿刀盘	16-194
3.5	弧齿锥齿轮刀具的使用与刃磨要求	16-194
4	延伸外摆线齿锥齿轮铣刀盘	16-194

第6章 磨削齿轮用的砂轮、珩磨轮

1	磨削齿轮用的砂轮	16-198
---	----------	--------

1.1	磨削齿轮用的砂轮对磨齿效果的影响	16-198
1.2	磨齿用的砂轮特征及标志方法	19-199
2	磨齿用的砂轮特征的规定及砂轮选择	16-200
2.1	磨齿用的砂轮形状	16-200
2.2	磨齿用的砂轮尺寸	16-200
2.3	磨料的代号规定和选择	16-200
2.4	粒度的代号规定和选择	16-204
2.5	硬度的规定和选择	16-204
2.6	砂轮组织的规定和选择	16-207
2.7	结合剂的规定和选择	16-208
2.8	砂轮的使用速度	16-209
3	磨齿用的珩磨轮	16-209
	参考文献	16-211

第十七篇 齿轮加工机床

第1章 滚齿机

1	滚齿机的类型及适用范围	17-3
1.1	滚齿机的结构布局	17-8
1.2	各类滚齿机的适用范围	17-8
2	滚齿机产品与主要技术参数	17-8
3	滚齿机工作原理与传动系统	17-10
3.1	滚齿原理与滚齿原理性误差	17-10
3.2	滚齿机工作示意图	17-24
3.3	滚齿机传动链原理	17-25
3.4	传动链计算	17-27
4	滚齿机主要部件结构	17-35
4.1	刀架部件	17-35
4.2	工作台部件	17-37
4.3	差动机构	17-41
4.4	单分度铣齿传动原理	17-41
5	滚齿机的精度	17-43
5.1	普通精度滚齿机	17-43
5.2	精密滚齿机	17-43
5.3	高精度滚齿机	17-43
5.4	外国滚齿机精度标准	17-46
5.5	滚齿机展成传动链的运动误差	17-47
6	滚齿机的几项重要调整计算	17-51
6.1	变速机构与交换齿轮的调整计算	17-51
6.2	滚刀安装调整	17-52
6.3	滚齿机加工机动时间计算	17-56
6.4	滚齿效率的综合指标——金属切	

除率的计算

6.5	滚齿齿面粗糙度理论值的计算	17-58
-----	---------------	-------

第2章 插齿机

1	插齿机类型及其适用范围	17-58
1.1	插齿机类型	17-58
1.2	各种插齿机的适用范围	17-59
2	插齿机的技术特性	17-59
3	插齿机工作原理和传动系统	17-63
3.1	工作原理	17-63
3.2	传动系统	17-64
3.3	其他机床传动系统	17-70
4	插齿机的调整	17-70
5	主要部件和附件结构	17-74
5.1	主要部件的结构	17-74
5.2	主要附件的结构	17-75
6	插齿机精度	17-81

第3章 剃齿机

1	剃齿机的类型及适用范围	17-81
1.1	剃齿机的类型	17-81
1.2	剃齿机的适用范围	17-82
2	剃齿机的性能特征	17-84
2.1	普通型剃齿机	17-85
2.2	万能型剃齿机	17-85
2.3	径向切入式剃齿机	17-87
2.4	国内外剃齿机性能比较	17-93

3	剃齿机产品及主要技术参数	17-93
4	剃齿机的工作原理和传动系统	17-93
4.1	剃齿机的工作原理	17-93
4.2	剃齿机的传动系统	17-97
5	剃齿机的调整	17-98
5.1	轴向剃齿的调整计算	17-98
5.2	对角、切向剃齿的调整计算	17-103
6	剃齿机主要部件结构	17-104
6.1	剃齿刀主轴部件	17-104
6.2	工作台部件	17-107
6.3	左右顶针架部件	17-107
7	剃齿机精度要求	17-107

第4章 珩 齿 机

1	珩齿机的类型及用途	17-111
1.1	珩齿机的类型	17-111
1.2	珩齿机的主要性能特征及适用范围	17-111
2	珩齿机产品及主要技术参数	17-114
2.1	卧式珩齿机产品及主要技术参数	17-114
2.2	立式珩齿机产品及主要技术参数	17-115
2.3	珩齿机产品一览表	17-115
3	珩齿机的工作原理和传动系统	17-115
3.1	珩齿机的工作原理	17-115
3.2	珩齿机的传动系统	17-118
4	珩齿机的调整	17-121
5	珩齿机精度要求	17-122

第5章 磨 齿 机

1	磨齿机类型和适用范围	17-124
2	磨齿机产品及其技术特性	17-124
2.1	国产磨齿机产品及其主要技术参数	17-124
2.2	国外磨齿机产品及其主要技术参数	17-124
3	碟形双砂轮型磨齿机	17-124
3.1	碟形双砂轮型磨齿机工作原理	17-124
3.2	碟形双砂轮型磨齿机传动系统和调整计算	17-126
3.3	碟形双砂轮型磨齿机重要部件的结构	17-138
3.4	碟形双砂轮型磨齿机精度要求	17-142
4	锥面砂轮型磨齿机	17-142

4.1	锥面砂轮型磨齿机工作原理	17-142
4.2	锥面砂轮型磨齿机传动系统和调整计算	17-142
4.3	锥面砂轮型磨齿机重要部件的结构	17-148
4.4	锥面砂轮磨齿机精度要求	17-152
5	蜗杆砂轮型磨齿机	17-152
5.1	蜗杆砂轮型磨齿机工作原理	17-152
5.2	蜗杆砂轮型磨齿机传动系统和调整计算	17-153
5.3	蜗杆砂轮型磨齿机重要部件的结构	17-156
5.4	蜗杆砂轮型磨齿机精度要求	17-157
6	成形砂轮磨齿机	17-157
6.1	成形砂轮磨齿机工作原理	17-157
6.2	成形砂轮磨齿机传动系统和调整计算	17-157
6.3	成形砂轮磨齿机重要部件的结构	17-159
6.4	成形砂轮磨齿机精度要求	17-161
7	大平面砂轮型磨齿机	17-162
7.1	大平面砂轮型磨齿机工作原理	17-162
7.2	大平面砂轮型磨齿机传动系统和调整计算	17-162
7.3	大平面砂轮型磨齿机重要部件的结构	17-163
7.4	大平面砂轮型磨齿机精度要求	17-165
8	摆线齿轮磨齿机	17-165
8.1	摆线齿轮磨齿机工作原理	17-165
8.2	摆线齿轮磨齿机的传动系统和调整计算	17-166
8.3	摆线齿轮磨齿机重要部件的结构	17-168
8.4	摆线齿轮磨齿机精度要求	17-169

第6章 小模数齿轮加工机床

1	小模数齿轮加工机床的类型及适用范围	17-169
2	小模数齿轮加工机床技术特性及其产品	17-171
3	小模数齿轮滚齿机	17-171
3.1	卧式万能滚齿机传动系统及其调整计算	17-176
3.2	凸轮无差动滚齿机传动系统及其调整计算	17-181

3.3 万向联轴节滚齿机17-183

3.4 小模数端面齿轮自动滚齿机17-186

3.5 小模数齿轮滚齿机分度蜗轮副传动比的选择17-188

3.6 小模数齿轮滚齿机主要部件结构17-188

4 小模数齿轮插齿机.....17-189

4.1 立式精密插齿机传动原理及其计算17-189

4.2 插齿调整17-190

5 小模数齿轮滚齿机自动上料装置.....17-192

5.1 自动上料装置类型及适用范围17-192

5.2 滚筒上料装置17-193

5.3 振动上料装置17-193

5.4 油冲上料装置17-196

5.5 小模数滚齿机用的机械手17-196

6 小模数卧式滚齿机精度要求.....17-197

第7章 锥齿轮加工机床

1 锥齿轮加工机床分类及产品特点.....17-197

1.1 锥齿轮加工机床的分类17-197

1.2 各国锥齿轮加工机床近期发展品种及特点17-198

2 直齿锥齿轮加工机床.....17-209

2.1 格利森14号直齿锥齿轮刨齿机17-209

2.2 联邦德国克林贝格BF203直齿锥齿轮铣齿机17-224

2.3 格利森724号直齿锥齿轮拉齿机.....17-247

3 弧齿锥齿轮加工机床.....17-254

3.1 弧齿锥齿轮铣齿机17-254

3.2 弧齿锥齿轮粗切机17-263

3.3 格利森弧齿锥齿轮新系列加工机床17-266

3.4 弧齿锥齿轮大轮粗切机和拉齿机17-271

3.5 弧齿锥齿轮磨齿机17-276

3.6 锥齿轮研齿机17-279

4 锥齿轮机床辅助设备.....17-281

4.1 锥齿轮滚动检查机17-281

4.2 锥齿轮淬火压床17-283

4.3 锥齿轮刀盘刃磨机17-285

4.4 锥齿轮加工的其他辅助设备17-285

5 机床的精度要求.....17-286

5.1 直齿锥齿轮刨齿机精度要求17-286

5.2 弧齿锥齿轮铣齿机精度要求17-290

5.3 锥齿轮滚动检查机精度要求17-300

第8章 其他齿轮加工机床

1 齿端加工机床.....17-305

1.1 Y9380型齿轮倒角机17-305

1.2 YB9332C型半自动齿轮倒角机.....17-312

1.3 Y9250型弧齿锥齿轮倒棱机17-315

1.4 国内外齿轮倒角机主要产品介绍17-316

2 Y9932型齿轮噪音检查机.....17-316

参考文献.....17-320

第十八篇 齿轮测量及量具量仪

第1章 渐开线圆柱齿轮的测量及量具量仪

1 误差项目的分类及其选择.....18-3

1.1 误差项目的分类18-3

1.2 误差项目的选择18-3

2 齿轮综合误差的测量.....18-7

2.1 单面啮合综合测量18-7

2.2 双面啮合综合测量.....18-13

3 齿轮单项误差的测量18-16

3.1 周节误差的测量18-16

3.2 齿形误差的测量18-21

3.3 齿向误差的测量18-34

3.4 齿圈径向跳动的测量.....18-38

3.5 基节偏差的测量.....18-38

3.6 接触线误差的测量18-40

3.7 轴向齿距偏差的测量18-41

3.8 螺旋线波度误差的测量18-42

3.9 公法线长度变动及公法线平均长度偏差的测量.....18-43

3.10 齿厚偏差的测量.....18-46

4 齿轮整体误差曲线的测量18-48

4.1 齿轮整体误差曲线的概念.....18-48

4.2 齿轮整体误差曲线的测量方法和仪器.....18-52

4.3 在齿轮整体误差曲线上误差项目的读取方法.....18-54

5 齿轮副误差的测量18-56

- 5.1 齿轮副传动误差的测量18-57
5.2 齿轮副安装误差的测量18-63

第2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其选择
1.1 误差项目的分类18-63
1.2 误差项目的选择18-63
- 2 小模数齿轮单项误差的测量18-63
2.1 齿形误差的测量18-65
2.2 基节偏差的测量18-68
2.3 周节误差的测量18-68
2.4 齿圈径向跳动的测量18-70
2.5 公法线长度变动及公法线平均长度偏差的测量18-70
2.6 齿向误差的测量18-70
2.7 量柱测量距偏差的测量18-70
2.8 齿厚偏差的测量18-71
- 3 小模数齿轮综合误差的测量18-71
3.1 单面啮合综合测量18-71
3.2 双面啮合综合测量18-72
- 4 小模数齿轮副误差的测量18-73
4.1 齿轮副圆周侧隙的测量18-73
4.2 齿轮副安装误差的测量18-73

第3章 锥齿轮的测量及量具量仪

- 1 锥齿轮误差项目的分类及其选择18-74
1.1 误差项目的分类18-74
1.2 误差项目的选择18-74
- 2 锥齿轮轮坯的测量18-76
- 3 锥齿轮齿部的测量18-77
3.1 锥齿轮单项误差的测量18-77
3.2 锥齿轮综合误差的测量18-81
3.3 513滚动检验机18-84
3.4 锥齿轮整体误差曲线的测量18-92
3.5 ZMC-550齿轮测量中心18-94

第4章 蜗杆、蜗轮的测量及量具量仪

- 1 误差项目的分类及其选择18-95
1.1 误差项目的分类18-95
1.2 误差项目的选择18-95
- 2 蜗杆的测量18-97
2.1 蜗杆螺旋线误差的测量18-97
2.2 蜗杆齿形误差的测量18-98

- 2.3 蜗杆轴向齿距误差的测量18-100
2.4 蜗杆齿槽径向跳动的测量18-100
2.5 蜗杆齿厚偏差的测量18-100
- 3 蜗轮的测量18-103
3.1 蜗轮的单面啮合综合测量18-103
3.2 蜗轮的双面啮合综合测量18-103
3.3 蜗轮齿形误差的测量18-103
3.4 蜗轮齿圈径向跳动的测量18-104
3.5 蜗轮周节误差的测量18-104
- 4 蜗杆副的测量18-104
4.1 蜗杆传动切向综合误差和切向一齿综合误差的测量18-104
4.2 蜗杆副接触斑点的检查18-105
4.3 蜗杆副侧隙的测量18-105

第5章 齿轮刀具的测量及量具量仪

- 1 齿轮滚刀的测量18-105
1.1 齿轮滚刀误差项目的分类及其选择18-105
1.2 齿轮滚刀螺旋面参数误差的测量18-106
1.3 齿轮滚刀轴向齿厚偏差的测量18-113
- 2 蜗轮滚刀的测量18-113
2.1 外径的测量18-113
2.2 蜗轮滚刀轴向齿厚偏差的测量18-113
- 3 插齿刀的测量18-113
3.1 原始齿形角、原始截面和检查截面18-114
3.2 插齿刀误差项目的分类18-116
3.3 插齿刀齿部各误差项目的测量18-116
3.4 插齿刀刀坯尺寸及形位误差的测量18-121
- 4 剃齿刀的测量18-122
4.1 剃齿刀误差项目的分类18-123
4.2 剃齿刀齿部各误差项目的测量18-123

第6章 齿轮机床传动精度的测量及量仪

- 1 传动误差的分类18-126
1.1 角度传动误差18-126
1.2 线性传动误差18-127
- 2 传动误差的测量18-133
2.1 传动误差的测量方法和测量仪器18-128
2.2 误差曲线分析及数据处理18-133
- 参考文献18-139

第十九篇 齿轮的测绘

第1章 渐开线圆柱齿轮的测绘

1 概述	19-3
2 直齿圆柱齿轮的测绘	19-3
2.1 几何参数的计算	19-3
2.2 直齿圆柱齿轮的测绘步骤	19-4
2.3 直齿圆柱齿轮的测绘实例	19-14
3 斜齿圆柱齿轮的测绘	19-16
3.1 几何参数的计算	19-17
3.2 斜齿圆柱齿轮的测绘步骤	19-19
3.3 斜齿圆柱齿轮的测绘实例	19-22
4 其他类型的渐开线圆柱齿轮的测绘	19-28
4.1 只有一个齿轮的渐开线圆柱齿轮的测绘	19-28
4.2 齿条的测绘	19-29
4.3 内齿轮的测绘	19-29
4.4 交叉轴齿轮的测绘	19-29
4.5 英制齿轮的测绘	19-30

第2章 锥齿轮的测绘

1 概述	19-31
1.1 锥齿轮测绘的特点	19-31
1.2 锥齿轮齿型的几种辨别	19-34
1.3 几个系数的确定	19-43
2 测绘前的准备工作	19-44
2.1 使用情况的了解	19-44
2.2 测绘常用的工具	19-44
2.3 材料及热处理的鉴定	19-44
2.4 原始资料的记录与保存	19-45
3 几个重要参数的测定	19-46
3.1 模数 m 的测定	19-46

3.2 中点螺旋角 β 的测定	19-47
3.3 齿形角 α 的测定	19-49
3.4 利用钢球测量直齿锥齿轮的齿厚	19-50
4 测绘的一般程序与方法	19-50
4.1 齿部特征和印迹的测绘	19-51
4.2 齿轮外形尺寸的测量	19-51
4.3 各类锥齿轮的测绘	19-53
5 锥齿轮齿型的替代和简易测绘	19-66
5.1 替代的原因	19-66
5.2 替代的方式	19-66
5.3 替代的内容与方法	19-67
5.4 锥齿轮的简易测绘	19-69

第3章 蜗轮、蜗杆的测绘

1 蜗轮、蜗杆测绘的特点及意义	19-69
2 普通圆柱蜗杆传动类型的鉴别	19-69
2.1 蜗杆螺旋齿面类型的鉴别	19-70
2.2 蜗杆螺旋齿形角的确定	19-70
3 蜗杆螺牙齿制的确定	19-70
4 蜗轮齿廓位移系数 x_2 的确定	19-70
5 蜗轮、蜗杆几何尺寸测量	19-72
5.1 蜗杆齿顶圆直径和蜗轮齿顶圆直径的测量	19-72
5.2 蜗杆螺牙高度的测量	19-72
5.3 蜗杆轴向齿距的测量	19-72
5.4 蜗杆副中心距的测量	19-72
6 测绘程序框图	19-73
7 实例	19-73
8 凹面齿圆柱蜗杆副的测绘	19-73
参考文献	19-78

第二十篇 齿轮的试验

第1章 齿轮承载能力试验装置

1 静态加载的轮齿弯曲静强度试验装置	20-3
2 脉动加载的轮齿弯曲疲劳试验装置	20-4
2.1 通用材料高频疲劳试验机	20-4
2.2 液压激振轮齿弯曲疲劳试验机	20-4
2.3 电磁激振液压式轮齿弯曲疲劳试验机	20-5

2.4 采用封闭系统的脉动加载轮齿弯曲疲劳试验机	20-6
3 功率开放型齿轮试验装置	20-6
4 功率封闭型齿轮试验装置	20-7
4.1 电功率封闭型齿轮试验装置	20-7
4.2 机械功率全封闭型齿轮试验装置	20-9
5 加载器	20-11
5.1 内力型加载器	20-12

5.2 外力型加载器	20-13
5.3 力矩型加载器	20-18
6 机械功率非全封闭型齿轮试验装置	20-22
6.1 多盘摩擦离合器式	20-22
6.2 磁粉离合器式	20-23
6.3 液力偶合器式	20-23
6.4 NGW行星传动制动摩擦加载器式	20-23
6.5 双排NGW行星传动水力测功机加载器式	20-24

第2章 齿轮承载能力测试方法

1 齿轮疲劳强度试验	20-24
1.1 试验规划	20-24
1.2 齿轮试件	20-25
1.3 齿轮试验装置	20-25
1.4 试件装机检查	20-25
1.5 轮齿失效判据	20-25
1.6 试验点布局	20-27
1.7 应力计算	20-27
1.8 试验数据的统计处理和分析	20-28
2 齿轮胶合和磨损试验	20-30
2.1 齿轮试验机	20-31
2.2 FZG试验程序	20-31
2.3 试验结果的整理和判定	20-31
2.4 试验精度	20-34
2.5 其他测量轮齿磨损量的方法	20-34
3 齿轮本体温度和齿面温度的测试	20-35
3.1 齿轮本体温度的测量	20-35
3.2 齿面瞬时温度的测量	20-35
4 油膜厚度测试	20-37
5 齿轮动载荷测试	20-38
6 齿轮运行状态和失效的监测	20-39

第3章 锥齿轮减速装置的试验

1 试验目的	20-41
2 试验方法	20-41
2.1 总成试验	20-41
2.2 单对试验	20-41
3 试验要求	20-41
4 试验大纲、试验样品及试验装置	20-42
4.1 试验依据与任务书	20-42
4.2 试验项目	20-42

4.3 试验样品(即试件或试验对象)	20-43
4.4 试验装置	20-45
5 试验规范	20-46
5.1 磨合试验规范	20-47
5.2 正式试验规范	20-47
6 试验程序	20-50
6.1 磨合试验程序	20-50
6.2 正式试验程序	20-52

第4章 行星齿轮减速器的试验

1 行星齿轮减速器的试验装置(试验台架)	20-53
1.1 试验装置的要求	20-53
1.2 液压加载机械封闭式试验装置的一般原理、载荷特性和效率计算	20-53
2 液压加载机械封闭试验台的加载装置	20-58
2.1 加载装置的要求	20-58
2.2 液压加载器的原理与结构	50-59
3 液压加载封闭试验台的设计	20-62
4 试验装置的安装调整	20-63
4.1 试验装置、试件与仪器的安装	20-63
4.2 测试仪器及装置调整	20-63
4.3 试验台本身效率的测定及加载转矩的标定	30-63
5 行星齿轮减速器的科研性试验方法	20-64
5.1 试验项目	20-64
5.2 行星减速器的试验步骤和方法	20-64
5.3 试验结果分析与数据处理	20-64
6 行星齿轮减速器不均载系数 k_p 值的测定	20-64
6.1 NGW行星减速器不同均载机构的试验装置	20-65
6.2 不均载系数 k_p 值的测定	20-66

第5章 变速器的试验

1 试验的分类	20-68
2 出厂试验	20-68
2.1 试验台布置及仪器仪表	20-68
2.2 试验项目	20-68
2.3 出厂试验的程序及要求	20-70
3 变速器性能试验	20-70
3.1 试验台布置的原则及要求	20-70

3.2	试验台的组成	20-71
3.3	转矩、转速传感器和测量仪	20-74
3.4	试验条件	20-76
3.5	主要试验项目	20-77
4	可靠性及耐久性试验	20-83
4.1	随机试验	20-83
4.2	台架试验	20-83
4.3	可靠性和耐久性试验的试验台	20-84
5	试验过程中应注意的事项	20-87
5.1	试验前的注意事项	20-87
5.2	试验过程中注意事项	20-87
5.3	试验结束后注意事项	20-87

第6章 精密齿轮传动性能测试

1	传动误差的测量	20-87
1.1	静态测量法	20-87
1.2	动态测量法	20-91
2	回差的测量	20-94
2.1	塞尺法	20-94
2.2	千分表法	20-94
2.3	度盘法	20-95
2.4	自整角机法	20-95
2.5	双向传动误差法	20-96
2.6	机械滞后回线法(逐次加载法)	20-97
3	扭转刚度的测量	20-97
4	摩擦力矩的测量	20-98
4.1	重力法	20-98
4.2	弹簧秤法	20-98
4.3	摇摆电机法	20-98
4.4	停车法	20-99
4.5	电测法	20-99
4.6	应变片法	20-99
4.7	电磁相位差式扭矩仪法	20-100

4.8	磁度盘法	20-101
5	传动效率的测量	20-101
6	转动惯量的测量	20-101
6.1	落体法	20-101
6.2	停车法	20-102
7	角加速度的测量	20-102

第7章 齿轮振动、噪声的测试

1	测量系统	20-103
1.1	传感器	20-103
1.2	放大器	20-105
1.3	频谱分析仪	20-106
1.4	显示与记录仪器	20-106
1.5	振动计与声级计	20-106
1.6	声强仪	20-107
1.7	标准声源	20-107
2	测试环境和测试条件	20-107
3	振动的测量和评价	20-108
3.1	齿轮振动的测量	20-108
3.2	轴振动的测量	20-109
3.3	箱体振动的测量	20-111
3.4	齿轮装置振动的评价	20-111
4	噪声的测量和评价	20-111
4.1	实验室内的测量	20-111
4.2	验收试验测量	20-111
4.3	齿轮装置噪声的评价	20-115
5	振动、噪声的分析	20-116
5.1	时域分析	20-116
5.2	频域分析	20-118
5.3	现代谱分析技术的发展	20-119
5.4	声全息法	20-119
6	生产线上的测试	20-120
	参考文献	20-120