

机 修 手 册

(第3版)

第1卷

设备修理设计

机械工业出版社

(下册)

机 修 手 册

(第 3 版)

第 1 卷 设备修理设计 (下册)

《机修手册》第 3 版编委会

机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

本卷分上、下册出版。

上册包括第1篇和第2篇共9章：1.设备修理技术准备；2.设备修理常用资料；3.设备修理常用材料；4.螺纹；5.标准件；6.弹簧；7.联轴器；8.滚动轴承；9.滑动轴承。

下册为第3篇共8章：10.键联接与丝杠螺母传动；11.圆柱齿轮传动；12.圆锥齿轮传动；13.蜗杆传动；14.链传动；15.带传动；16.液压传动；17.气压传动。

本书供机电设备维修技术人员及中级以上工人使用。

机 修 手 册

(第 3 版)

第 1 卷 设备修理设计 (下册)

《机修手册》第3版编委会

*

责任编辑：贺饒盒等 版式设计：霍永明

封面设计：郭景云 责任校对：熊天荣 肖新民

责任印制：路 琳

*

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)

北京市房山区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张 96 $\frac{1}{4}$ ·插页 2·字数 3007 千字

1964年12月北京第1版

1978年12月北京第2版

1993年7月北京第3版·1993年7月北京第6次印刷

印数 126,341—140,340·定价：73.40元

*

ISBN 7-111-02625-X/TH·347

主 编 单 位

中国机械工程学会设备维修专业学会

《机修手册》第3版编委会

主 任（兼主编） 郑国伟

顾 问 陈凤才 潘大连

副主任（兼副主编） 吴关昌 高克勤 文德邦 冯永亨（常务）

委 员（按姓氏笔划为序） 马福安 陈长雄 李炳禄 何家森
林亨耀 姚家瑞 唐经武 童义求 喻明受

第1卷编委会

主 任（兼主编） 高克勤

副主任（兼副主编） 王秩信 陈长雄

委 员（按姓氏笔划为序） 仇注衡 王振民 冯永亨 孙庆华
祝允武 葛希章

《机修手册》第3版编辑组

冯永亨 温莉芳（以下按姓氏笔划为序） 冯宗青 孙本绪
吴柏青 何富源 贺簋鑫 徐 彤 熊万武

第 3 版 前 言

《机修手册》第2版（即修订第一版）各篇陆续出版后，深受读者欢迎，曾多次重印。近10年来，随着科学技术的飞速发展，维修技术的不断提高，以及各项标准的更新，《机修手册》第2版已不能适应机修行业的需求，为此，我们组织出版第3版，以满足广大读者的需要。

本次修订，我们主要做了如下补充和调整：

（1）调整手册结构 我们根据需要与可能，对一些设备类型进行了补充和调整，以求做到门类齐全，重点突出，内容充实。将第2版的7篇调整为8卷，即第1卷：设备修理设计；第2卷：修理技术基础；第3卷：金属切削机床修理；第4卷：铸锻设备与工业炉修理；第5卷：动力设备修理；第6卷：电气设备修理；第7卷：通用设备与工业仪表修理；第8卷：设备润滑。

（2）增加先进设备的维修技术 近年来，我国工业企业的生产装备水平有了较大的提高，精密、大型、自动化、机电一体化先进设备日益增多。掌握这类设备的维修技术，是提高我国机修行业技术水平的关键。我们在有关卷内分别增加了这类设备的维修技术。

（3）重点补充设备改造技术 我国企业生产设备日益老化，更新资金不足，因此，对老旧设备进行技术改造已成为提高我国设备水平的重要途径。为此，我们重点补充了利用新技术改造老旧设备的经验。

（4）增加了设备诊断技术 设备诊断技术是在设备运行中或基本不拆卸设备的情况下，掌握设备运行状况，预测故障的部位和原因的新技术，本次修订新增了这部分内容。

（5）采用了最新标准 从第2版出版以来，机电标准大部分进行了修订，并制订了不少新标准，本次修订采用了最新标准。

在本次修订中，编者进行了广泛的调查研究，收集了大量的资料，认真研究了读者意见，力求使内容的广度和深度都有一个新的提高。由于水平所限，本手册中错误和不足之处在所难免，恳请读者予以指正。

在本次修订中，北京、上海、辽宁、吉林、四川、广东等省市的中国机械工程学会设备维修专业学会和各卷主编所在单位，如北京汽车工业联合公司、第一汽车制造厂、上海机床厂、沈阳重型机器厂、第二重型机器厂、机械电子工业部广州机床研究所等给予了大力支持，长期关注本手册编写出版工作的老一辈专家和领导给予了热情的指导，一些未参加本次修订工作的原编者也提出了宝贵意见。在此，我们一并表示感谢。

《机修手册》第3版编委会

本 卷 修 订 说 明

北京市机械工程学会设备维修专业委员会为了做好这次修订工作,组成了“机修手册第3版第1卷编委会”,以集中各方面的力量,力求修订后的第1卷能为设备修理设计工作者提供既先进又适用的参考资料。

本卷的修订是以“修订第一版”第一篇为基础进行的。在保持原有优点的前提下,我们主要作了如下的修改和补充:

1) 从内容完整性和读者需要考虑,新增加了“设备修理技术准备”和“气压传动”两章。

2) 从先进性和实用性两方面出发,对保留的15章均作了不同程度的修改和补充,还按合理顺序作了调整。

3) 根据机修的特点,除采用最新颁布的技术标准之外,适当地保留了一定数量的经常要参考的旧标准,还收集了一些有用的国外标准,以适应修理国产旧设备和进口设备的需要。

4) 贯彻国务院发布的“关于在我国统一实行法定计量单位的命令”,采用以国际单位制为基础的我国法定计量单位。

在这次修订中,我们印发了修订提纲给有关单位和同志广泛征求意见,分析了广大读者对前两版的意见和要求,在初稿完成之后,又进行了审查和修改。尽管如此,不足或错误之处仍在所难免。我们热情欢迎广大读者不吝指正,以便在重印或下次修订时改正。

北京汽车工业联合公司、北京汽车摩托车制造公司、北京齿轮总厂、北京首都机械厂、北京重型电机厂、北京炼焦化学厂、北京开关厂、北京内燃机总厂、北京第二机床厂、机械电子工业部精密机床修理总站、机械电子工业部计算机工业局、机械电子工业部洛阳轴承研究所、成都量具刃具总厂和洛阳工学院等单位,对本卷的编写与审查工作给予了大力支持,特此表示感谢。

此次修订基本上是以前两版的编写班子为基础组织起来的,少数同志由于各种原因未能继续参加这次修订。对于他们曾为本手册作出的贡献,维修战线上的广大工作者是不会遗忘的。借本卷即将出版之际,我们谨向他们表示敬意。

《机修手册》第3版第1卷编委会

目 录

第3篇 机械传动

第10章 键联接与丝杠螺母传动

第1节 键联接10-1

(一) 平键联接.....10-1

1. 平键的剖面及键槽10-1
2. 普通平键的型式尺寸10-3
3. 导向平键的型式尺寸10-4
4. 薄型平键10-5
5. 陷入平键和T型陷入平键10-7

(二) 半圆键联接.....10-8

1. 半圆键和键槽的剖面尺寸10-8
2. 半圆键的型式尺寸10-9

(三) 楔键联接.....10-9

1. 楔键和键槽的剖面尺寸.....10-10
2. 普通楔键的型式尺寸.....10-11
3. 钩头楔键的型式尺寸.....10-12

(四) 切向键联接10-12

1. 普通切向键和键槽尺寸.....10-12
2. 强力切向键和键槽尺寸.....10-14

(五) 键用型钢及键的技术条件10-15

(六) 花键联接10-16

1. 矩形花键联接.....10-16
2. 圆柱直齿渐开线花键联接(齿侧配合).....10-19

(七) 键联接的强度验算10-29

1. 平键联接的强度验算.....10-29
2. 半圆键联接的强度验算.....10-29
3. 切向键联接的强度验算.....10-29
4. 矩形、渐开线花键联接的强度验算.....10-30

(八) 花键联接的参考资料10-31

1. 矩形花键联接.....10-31
2. 渐开线花键联接.....10-36
3. 三角花键联接.....10-38

第2节 丝杠螺母传动.....10-40

(一) 滑动丝杠螺母传动10-40

1. 梯形螺纹的牙型和尺寸.....10-40
2. 机床梯形螺纹丝杠、螺母精度.....10-45

3. 滑动丝杠、螺母的强度核算.....10-49

4. 梯形丝杠、螺母常用的材料和热处理.....10-52

(二) 滚珠丝杠螺母传动10-52

1. 工作原理和特点.....10-52
2. 结构型式.....10-53
3. 滚珠丝杠副的精度和精度检验项目.....10-54
4. 滚珠丝杠副的参数系列和标记.....10-59
5. 滚珠丝杠副的设计计算和结构形式
的选用.....10-60
6. 动变形量的计算.....10-67
7. 国内部分厂家生产的滚珠丝杠副系列
结构类型代号.....10-68
8. 机床改造时如何选用滚珠丝杠副.....10-99
9. 滚珠丝杠副零件常用的材料和热
处理10-101

参考文献 10-101

第11章 圆柱齿轮传动

第1节 渐开线圆柱齿轮的常用术语 及其代号11-2

第2节 渐开线圆柱齿轮的基本知识11-6

(一) 渐开线的特性.....11-6

(二) 渐开线齿廓啮合传动的特点.....11-7

(三) 斜齿轮传动的特点.....11-9

(四) 内齿轮传动的特点11-10

(五) 用插齿刀加工圆柱齿轮的几何 特点11-14

(六) 圆柱齿轮的传动干涉与切削加 工时的根切和顶切11-14

(七) 齿轮传动的质量指标11-18

1. 重合度.....11-18
2. 滑动率.....11-22
3. 几何压力系数.....11-25
4. 压强比.....11-25

第3节 渐开线圆柱齿轮的基本齿廓 和模数系列11-25

(一) 基本齿廓 (基准齿形).....11-25	2. 齿形角和模数 (或径节).....11-198
(二) 齿形修缘11-26	3. 齿顶高系数和顶隙系数11-207
(三) 模数系列11-28	(三) 变位直齿圆柱齿轮的识辨和变位系数的确定.....11-207
第4节 渐开线圆柱齿轮的变位.....11-28	1. 确定变位啮合形式11-207
(一) 变位原理11-28	2. 确定变位系数11-209
(二) 变位齿轮的种类及其特点11-29	(四) 齿面严重磨损的齿轮测绘.....11-215
(三) 变位系数的选择11-32	(五) 斜齿 (人字齿) 圆柱齿轮的测绘.....11-218
1. 变位系数选择的基本原则.....11-32	1. 螺旋角的测绘11-218
2. 外啮合齿轮选择变位系数的限制条件.....11-33	2. 基本参数的确定11-221
3. 外啮合齿轮变位系数的选择方法.....11-33	3. 变位斜齿轮的识辨和变位系数的确定.....11-222
(四) 斜齿轮的变位11-47	(六) 交错轴斜齿轮的测绘.....11-228
(五) 内齿轮的变位11-48	(七) 齿条的测绘.....11-228
(六) 齿条齿轮传动的变位11-49	(八) 圆柱齿轮图样上应注明的尺寸数据.....11-230
第5节 渐开线圆柱齿轮传动的几何计算.....11-50	第8节 渐开线圆柱齿轮的修配和替换11-231
(一) 圆柱齿轮传动设计时基本参数的选择11-50	(一) 圆柱齿轮的损伤形式和损伤原因.....11-231
(二) 外啮合齿轮传动的几何计算11-50	(二) 圆柱齿轮的修配.....11-234
(三) 油泵齿轮的变位计算11-50	(三) 圆柱齿轮的替换——英制齿轮的修配.....11-238
1. 简化算法.....11-52	1. 用磨齿法加工英制齿轮11-238
2. 角变位算法.....11-60	2. 用模数制变位齿轮代替径节制齿轮11-238
(四) 内啮合齿轮传动的几何计算11-61	第9节 渐开线圆柱齿轮精密和齿条精度11-240
(五) 交错轴斜齿轮传动的几何计算.....11-139	(一) 《渐开线圆柱齿轮精度》简介.....11-240
(六) 变齿厚圆柱齿轮传动的几何计算.....11-148	(二) GB10095—88的适用范围.....11-241
第6节 渐开线圆柱齿轮的齿厚计算.....11-149	(三) 齿轮误差、公差和极限偏差的定义和代号.....11-241
(一) 圆柱齿轮任意圆上的齿厚计算.....11-149	(四) 齿轮的精度等级及其选择.....11-250
(二) 公法线长度的计算.....11-149	(五) 齿坯的精度.....11-252
(三) 固定弦齿厚的计算.....11-176	(六) 齿轮的检验组.....11-254
(四) 弦齿厚的计算.....11-180	(七) 齿轮副的检验.....11-264
(五) 量柱 (球) 测量距的计算.....11-186	(八) 齿轮副的侧隙和齿厚偏差.....11-264
第7节 渐开线圆柱齿轮的测绘11-192	1. 齿轮副侧隙11-264
(一) 直齿圆柱齿轮几何参数的测绘.....11-192	2. 齿厚极限偏差11-265
1. 齿数11-192	3. 公法线平均长度极限偏差11-269
2. 齿顶圆直径和齿根圆直径11-192	4. 量柱 (球) 测量距极限偏差11-272
3. 齿高11-193	(九) 图样标注.....11-274
4. 公法线长度11-194	(十) 齿条精度.....11-275
5. 基节11-194	第10节 圆柱齿轮的材料及其热处理11-283
6. 弦齿厚和固定弦齿厚11-195	
7. 中心距11-195	
8. 侧隙11-195	
9. 测绘尺寸的补偿11-195	
(二) 直齿圆柱齿轮基本参数的确定.....11-195	
1. 模数制和径节制11-195	

第11节 渐开线圆柱齿轮承载能力的

验算11-287

(一) 作用力计算.....11-287

(二) 疲劳强度验算.....11-287

(三) 静强度验算.....11-303

(四) 胶合承载能力验算.....11-304

第12节 圆弧圆柱齿轮11-312

(一) 圆弧圆柱齿轮的啮合原理.....11-313

(二) 圆弧圆柱齿轮的特点.....11-313

(三) 圆弧圆柱齿轮的基准齿形和模数

系列.....11-314

(四) 单圆弧圆柱齿轮传动的几何计算.....11-315

(五) 圆弧圆柱齿轮的齿厚计算.....11-315

1. 弦齿厚的计算11-315

2. 公法线长度的计算11-319

(六) 双圆弧圆柱齿轮传动.....11-319

(七) 圆弧圆柱齿轮精度.....11-323

1. 误差及侧隙的定义和代号11-323

2. 精度等级11-332

3. 齿坯的检验和公差11-332

4. 齿轮的检验和公差11-332

5. 齿轮副的检验和要求11-332

6. 图样标注11-336

附录11-337

(一) 渐开线圆柱齿轮齿廓的画法.....11-337

(二) 英国曼里特变位制.....11-341

(三) 瑞士变位制.....11-342

(四) 捷克斯洛伐克变位制.....11-344

(五) ЧКР变位制11-344

(六) HKM3变位制11-344

(七) 苏联国家标准变位制.....11-368

(八) 红色无产者工厂的变位制.....11-368

(九) 库德里也切夫变位制.....11-371

(十) 乌姆诺夫变位制.....11-374

(十一) 希伯尔变位制.....11-376

(十二) DIN 870变位制11-377

(十三) 白金汉变位制.....11-380

(十四) 福列尔-赛克斯变位制11-380

(十五) 插齿刀主要参数.....11-380

(十六) 常用函数.....11-382

(十七) 有关圆柱齿轮的标准目录.....11-382

参考文献11-383

第12章 圆锥齿轮传动

第1节 圆锥齿轮的常用术语及其

代号12-1

1. 圆锥齿轮副的涵义12-1

2. 表达多级术语概念的角标12-1

3. 常用术语及其代号12-3

第2节 圆锥齿轮的基本知识12-9

(一) 总论.....12-9

1. 圆锥齿轮副的分类12-9

2. 圆锥齿轮副的特点和应用12-9

3. 圆锥齿轮副的主要特征及其规律性

的分析与综合12-9

(二) 节锥副的构成和回转运动的规

律性12-13

1. 节锥的构成和回转运动的规律性.....12-13

2. 节锥配对的形式——锥式.....12-15

(三) 冠轮副的构成和齿线接触传动的

规律性12-17

1. 冠轮副的构成特征及其规律性.....12-17

2. 冠轮齿线的形式——线式.....12-17

3. 齿线接触传动的质量要求及其规律性.....12-20

(四) 当量齿轮副的构成和齿廓啮合的

规律性12-27

1. 当量齿轮副的构成及其特性.....12-27

2. 锥齿轮副齿面啮合传动的基本条件.....12-29

3. 当量齿轮副齿廓曲线的形式——廓式.....12-29

4. 准渐开线齿廓锥齿轮副变位的形式

——位式.....12-30

5. 当量齿轮副的构成和零变位传动的

规律性.....12-31

6. 当量齿轮副啮合质量的要求及其规

律性.....12-31

7. 变位系数的选择.....12-57

(五) 产形齿轮副和加工成形的规律性12-63

1. 产形齿轮副的概念和加工的规律性.....12-63

2. 常见的圆锥齿轮加工机床和加工工艺.....12-65

(六) 圆锥齿轮副传动的共性和齿型12-84

1. 圆锥齿轮5种几何结构形式统一于

产形齿轮和加工规律.....12-84

2. 圆锥齿轮工作图纸统一于14项独立

参数.....12-85

3. 6项齿形参数统一于齿形制度.....12-85
4. 40种锥齿轮齿型的划分统一于工作
图纸的要求.....12-87
5. 5项尺寸参数统一于节点处模数.....12-90
6. 3个侧面的角速度汇集于锥顶.....12-91
7. 圆锥齿轮副20项啮合传动质量指标
的综合.....12-91
8. 齿型选用频率的综合.....12-92
9. 锥齿轮尺寸参数值使用频率的综合.....12-92

第3节 圆锥齿轮的常用齿型和几何

计算.....12-93

(一) 直齿锥齿轮类的常用齿型和几何

计算.....12-93

1. 非变位直齿锥齿轮的齿型和几何计算.....12-93
2. 高变位直齿锥齿轮的齿型和几何
计算.....12-118
3. 高-切变位直齿锥齿轮的齿型和几何
计算.....12-119
4. 角变位直齿锥齿轮的齿型和几何
计算.....12-125

(二) 斜齿锥齿轮类的齿型和几何计算.....12-131

(三) 曲线齿(螺旋)锥齿轮类的常用 齿型和几何计算.....12-134

1. 弧齿锥齿轮的齿型和几何计算.....12-134
2. 小螺旋角弧齿锥齿轮的齿型和几何
计算.....12-146
3. 等高齿弧线锥齿轮的齿型和几何
计算.....12-150
4. 外摆线锥齿轮的齿型和几何计算.....12-156
5. 准渐开线锥齿轮的齿型和几何计算.....12-167

第4节 圆锥齿轮的测绘.....12-177

(一) 概述.....12-177

1. 测绘的一般程序.....12-177
2. 锥齿轮实物原有数据和图迹的取得.....12-177
3. 锥齿轮五种结构形式的辨别.....12-185
4. 圆锥齿轮齿型的辨别.....12-187
5. 大端端面模数的测定.....12-187
6. 基准点螺旋角的测定.....12-187
7. 刀具齿形角的测定.....12-195

(二) 直齿锥齿轮类的测绘.....12-201

1. 非变位直齿锥齿轮的测绘.....12-201
2. 高-切变位直齿锥齿轮的测绘.....12-204

3. 角变位直齿锥齿轮的测绘.....12-206

(三) 斜齿锥齿轮类的测绘.....12-209

(四) 收缩齿曲线齿锥齿轮类的测绘.....12-213

1. 小螺旋角弧齿锥齿轮的测绘.....12-213
2. 弧齿锥齿轮的测绘.....12-215

(五) 等高齿齿锥齿轮类的测绘.....12-215

1. 外摆线锥齿轮的测绘.....12-219
2. 准渐开线锥齿轮的测绘.....12-225
3. 等高齿弧线锥齿轮的测绘.....12-227

(六) 圆锥齿轮的成对简化测绘.....12-233

1. 简化测绘的条件和要求.....12-233
2. 收缩齿锥齿轮的成对测绘.....12-233
3. 等高齿锥齿轮的成对测绘.....12-236
4. 不拆卸条件下锥齿轮的简化测绘.....12-238
5. 严重损伤的锥齿轮的简易测绘.....12-240

(七) 备件图纸的核对.....12-241

第5节 圆锥齿轮齿型的变换和备

件零配工艺.....12-241

(一) 齿型变换的意义和一些原则.....12-241

1. 齿型变换的意义.....12-241
2. 齿型变换的要求.....12-241
3. 齿型变换的根据.....12-241
4. 齿型变换的步骤.....12-242

(二) 弧线锥齿轮加工机床用的收缩齿

[A]类齿型及其变换.....12-244

1. 外摆线锥齿轮[B]类变换为弧齿锥
齿轮[A]类齿型.....12-244
2. 准渐开线锥齿轮[K]型变换为弧齿
锥齿轮[A]类齿型.....12-248
3. 等高齿弧线锥齿轮[H]类变换为弧
齿锥齿轮[A]类齿型.....12-248
4. 斜齿锥齿轮[X]类变换为弧齿锥
齿轮[A]类齿型.....12-249
5. 直齿锥齿轮[Z]类变换为小角弧齿
锥齿轮[A₀]类齿型.....12-251

(三) 弧线锥齿轮加工机床用的等高

齿[H]类齿型及其变换.....12-253

1. 弧齿锥齿轮[A]类变换为等高齿
弧线锥齿轮[H]类齿型.....12-253
2. 外摆线锥齿轮[B]类变换为等高
齿弧线锥齿轮[H]类齿型.....12-255
3. 准渐开线锥齿轮[K]型变换为等高
齿弧线锥齿轮[H]类齿型.....12-256

4. 斜齿锥齿轮〔X〕类变换为等高齿弧 线锥齿轮〔H〕类齿型	12-258	疲劳极限值	12-297
5. 直齿锥齿轮〔Z〕类变换为等高齿小 角弧线锥齿轮〔H ₀ 〕类齿型	12-260	4. AGMA与 ISO 强度值的对照	12-297
(四) 外摆线锥齿轮加工机床用的〔B〕 类齿型及其变换	12-261	(三) 锥齿轮常用材料的非疲劳极限值	12-299
1. 弧齿锥齿轮〔A〕类变换为外摆线锥 齿轮〔O〕齿型	12-261	1. 最大载荷作用下的极限应力值	12-299
2. 等高齿弧线锥齿轮〔H〕类变换为外摆 线锥齿轮〔O〕齿型	12-263	2. 少循环次数无断齿的极限应力值	12-299
3. 准渐开线锥齿轮〔K〕型变换为外摆 线锥齿轮〔O〕齿型	12-266	第7节 圆锥齿轮的制造精度、装配 要求和维护守则	12-303
4. 斜齿锥齿轮〔X〕类变换为外摆线锥 齿轮〔O〕的特型〔G〕	12-268	(一) 我国圆锥齿轮的精度标准	12-303
5. 直齿锥齿轮〔Z〕类变换为外摆线锥 齿轮〔O〕的特型〔G〕	12-269	1. JB 180—60《圆锥齿轮传动公差》	12-303
6. 外摆线锥齿轮〔O〕齿型变换为外摆 线〔K'〕齿型	12-271	2. GB 11365—90《锥齿轮和准双曲面 齿轮精度》	12-308
(五) 直齿锥齿轮加工机床用的〔Z〕类 齿型及其变换	12-273	(二) 美国圆锥齿轮的精度标准	12-336
1. 小角曲齿锥齿轮〔L ₀ 〕和小角斜齿 齿轮变换为零变位直齿锥齿轮	12-273	1. 格利森制推荐的精度要求	12-336
2. 大、中角曲齿锥齿轮〔L〕类和斜齿 锥齿轮〔X〕类变换为高一切变位〔Z _H 〕 或角变位〔Z _a 〕的直齿锥齿轮	12-273	2. 美国齿轮制造者协会AGMA制定的 新精度标准	12-336
3. 少齿数曲齿锥齿轮〔L'〕类变换为角 变位〔Z _a 〕的直齿锥齿轮	12-274	(三) 圆锥齿轮的齿坯精度和箱体精度	12-350
(六) 单面单号法零配弧齿和弧线锥齿 轮工艺	12-278	1. 齿坯精度	12-350
1. 备件零配	12-278	2. 箱体精度	12-350
2. 备件零配的切齿工艺	12-278	(四) 圆锥齿轮加工超差的分析	12-353
3. 用单面单号法零配弧齿锥齿轮	12-281	1. 切齿过程引起超差的分析	12-353
4. 用单面零号法零配等高齿弧线锥 齿轮〔H〕类	12-291	2. 热处理过程引起的变形超差	12-354
第6节 圆锥齿轮的材料、热处理 规范和强度极限值	12-293	(五) 圆锥齿轮副装配过程中的调整	12-355
(一) 锥齿轮的常用材料和热处理规范	12-293	1. 圆锥齿轮副装配验收的质量要求	12-355
(二) 锥齿轮常用材料的疲劳极限值	12-294	2. 圆锥齿轮副装配时侧隙的调整	12-355
1. 美国齿轮制造者协会AGMA 推荐的 疲劳极限值	12-294	3. 圆锥齿轮副装配时接触区的调整	12-356
2. 国际标准化组织ISO推荐的疲劳极 限值	12-295	4. 圆锥齿轮副装配后试车时对支承刚 性的检查要求	12-358
3. 日本齿轮制造者协会 JGMA 推荐的		(六) 圆锥齿轮副运转过程中的日常维 护守则	12-360
		第8节 圆锥齿轮承载能力的验算	12-360
		(一) 圆锥齿轮的损伤形式及其诊断	12-360
		1. 圆锥齿轮的损伤形式	12-360
		2. 圆锥齿轮损伤形式的诊断	12-361
		(二) 美国齿轮制造者协会AGMA圆锥 齿轮承载能力的计算和验算	12-362
		1. 抗点蚀能力 (齿面接触强度) 验算式	12-362
		2. 抗断齿能力 (齿根弯曲强度) 验算式	12-369
		3. 简化验算式	12-370
		(三) 国际标准化组织ISO圆锥齿轮承 载能力的计算和验算	12-384
		1. 抗点蚀齿面耐久度验算式	12-384
		2. 抗断齿弯曲强度验算式	12-389
		(四) 圆锥齿轮承载能力的统一计算式	

和简化计算式.....	12-393
1. 统一两个体系的计算式	12-393
2. 简化计算式	12-393
第9节 圆锥齿轮传动的故障和损伤	
分析	12-394
(一) 圆锥齿轮装置的日常维护和故障	
分析.....	12-394
1. 圆锥齿轮装置的日常维护	12-394
2. 圆锥齿轮装置的故障分析	12-394
(二) 圆锥齿轮损伤的原因分析.....	12-395
1. 圆锥齿轮损伤原因分析的思路	12-395
2. 圆锥齿轮齿根裂纹和折断的故障分析	
与解决故障的途径示例	12-398
3. 圆锥齿轮热塑性变形和胶合的故障	
分析与解决故障的途径示例	12-399
4. 圆锥齿轮冷塑性变形的故障分析与	
解决故障的途径示例	12-399
5. 圆锥齿轮严重点蚀和剥落的故障分析	
与解决故障的途径示例	12-400
6. 圆锥齿轮研磨和磨损的故障分析与	
解决故障的途径示例	12-400
第10节 圆锥齿轮的改进设计	12-401
(一) “非零”分锥综合变位锥齿轮	
设计的简介.....	12-401
1. 定义与特征	12-401
2. 径向非零变位原理及其结构形成	12-402
3. 切向任意值变位设计原理及其结构	
形式	12-403
4. 径向与切向综合变位的规律	12-404
5. 优化设计	12-404
6. 优点	12-405
7. 制造	12-405
8. 齿形制与应用	12-405
9. 实例	12-406
(二) 提高强度和改善传动啮合性能的	
设计.....	12-406
1. 提高抗齿面点蚀和剥落能力的综合	
性改进设计	12-406
2. 提高抗齿根断裂能力的综合性改进	
设计	12-409
3. 提高抗齿面研磨和磨损能力的综合	
性改进设计	12-411
4. 无一定损伤特征的综合性改进设计	12-412

5. 改善其它传动啮合性能的综合性改	
进设计	12-413
(三) 增强轴向支承刚性的设计.....	12-416
1. 圆锥齿轮副轴向力的改进设计	12-417
2. 圆锥齿轮副支承体轴向刚性的改进	
设计	12-421
(四) 改善轮体薄弱部位的设计.....	12-425
1. 轮体薄弱环节的加强和改进	12-425
2. 易损部位的分离和改进	12-426
(五) 圆锥齿轮备件的单个配对设计和	
备件的通用化、系列化.....	12-427
1. 磨损较少的旧锥齿轮的配对设计	12-427
2. 磨损较多的旧锥齿轮的配对设计	12-428
3. 圆锥齿轮备件的通用化和系列化	12-428
(六) 圆锥齿轮磨损后移位补偿的改进	
设计.....	12-429
1. 圆锥齿轮和轴承磨损后的轴向移位	
补偿设计	12-429
2. 与圆锥齿轮固连的导轨磨损后轮体	
的径向移位补偿设计	12-432
3. 微偏轴齿轮设计	12-432
附录	12-435
(一) 准双曲面齿轮的测绘.....	12-435
(二) 少齿数大减速比圆锥齿轮的测绘.....	12-446
(三) 冠轮-圆柱齿轮副的测绘	12-451
参考文献	12-453

第13章 蜗杆传动

第1节 圆柱蜗杆传动的常用术语	
及代号	13-1
第2节 蜗杆传动基本知识	13-2
(一) 蜗杆副的分类.....	13-2
1. 圆柱蜗杆	13-2
2. 环面蜗杆	13-5
3. 锥蜗杆	13-7
(二) 蜗杆传动的特性及优缺点.....	13-7
1. 蜗杆传动特性	13-7
2. 蜗杆传动的优点	13-9
3. 蜗杆传动的缺点	13-9
第3节 普通圆柱蜗杆传动的几何	
计算.....	13-10
(一) 标准普通圆柱蜗杆传动的几何计算.....	13-10
(二) 变位普通圆柱蜗杆传动的几何计算.....	13-36

1. 径向变位	13-36
2. 切向变位	13-37
3. 变位普通圆柱蜗杆传动的几何计算	13-37
(三) 蜗杆斜齿轮传动的几何计算	13-40
(四) 参考表格	13-41
第4节 普通圆柱蜗杆副的测绘	13-57
(一) 几何参数的测量	13-57
1. 蜗杆头数(齿数) z_1 和蜗轮齿数 z_2	13-57
2. 蜗杆齿顶圆及蜗轮喉圆直径 d_{a1} 、 d_{a2}	13-57
3. 蜗杆齿高 h_1	13-57
4. 蜗杆轴向齿距 p_x	13-57
5. 蜗杆齿形角 α	13-57
6. 中心距 a	13-57
(二) 基本参数的确定	13-58
1. 蜗杆齿形	13-58
2. 模数制、径节制或周节制	13-59
3. 齿形角 α	13-64
4. 蜗杆分度圆直径 d_1	13-64
5. 齿顶高系数 h_a^* 、顶隙系数 c^* 的确定	13-64
(三) 变位蜗轮的识别	13-66
(四) 蜗杆副的测绘程序	13-67
(五) 蜗杆蜗轮工作图	13-69
第5节 普通圆柱蜗杆传动的强度	
计算	13-70
(一) 普通圆柱蜗杆传动的受力分析	13-70
(二) 几种强度计算方法	13-72
1. 简易计算法	13-72
2. 英国BS制圆柱蜗杆副强度计算	13-72
3. 美国AGMA 圆柱蜗杆副强度计算	13-76
4. 德国TGL圆柱蜗杆副的强度计算	13-78
(三) 蜗杆副强度计算综述	13-83
第6节 蜗杆蜗轮材料及热处理	13-84
第7节 圆柱蜗杆传动的精度与公差	13-86
(一) 误差定义及代号	13-86
(二) 精度等级及其选择	13-93
1. 精度等级	13-93
2. 精度等级的选择	13-94
(三) 齿坯的要求	13-95
(四) 蜗杆、蜗轮的检验与公差	13-95
(五) 传动的检验与公差	13-103
(六) 蜗杆传动的侧隙及选择	13-105
(七) 其它	13-105

(八) 图样标注	13-105
第8节 双导程蜗杆传动	13-114
(一) 专用术语及代号	13-114
(二) 双导程蜗杆传动一般知识	13-115
(三) 双导程蜗杆传动的几何计算	13-116
(四) 基本参数的确定	13-118
1. 公称模数 m 和平均模数差 Δm	13-118
2. 齿厚增量系数 K_s	13-119
3. 齿厚调整量 Δs	13-119
4. 齿面齿形角 α_{L1} 、 α_{R1} 、 α_{L2} 、 α_{R2}	13-119
5. 蜗杆轮齿宽度 b_1	13-120
6. 原始截面处的齿厚 s_{a1}	13-120
7. 参数验算	13-121
(五) 测绘方法及程序	13-122
1. 几何参数的测量	13-122
2. 公称模数 m 的确定	13-122
3. 测绘程序	13-123
4. 测绘程序图	13-124
5. 双导程蜗杆蜗轮工作图	13-124
第9节 圆弧圆柱蜗杆传动	13-125
(一) 名称及代号	13-125
(二) 圆弧圆柱蜗杆传动一般知识	13-125
1. 圆环面包络圆柱蜗杆 (ZC ₁ 蜗杆)	13-125
2. 圆环面圆柱蜗杆 (ZC ₂ 蜗杆)	13-125
3. 轴向圆弧圆柱蜗杆 (ZC ₃ 蜗杆)	13-126
(三) 圆弧圆柱蜗杆传动的几何计算	13-128
(四) 基本参数选择	13-129
(五) 圆弧圆柱蜗杆传动的公差	13-144
(六) 圆弧圆柱蜗杆传动的测绘	13-147
1. 圆弧圆柱蜗杆的测绘方法	13-147
2. 圆弧圆柱蜗杆副的材料及热处理	13-147
3. 圆弧圆柱蜗杆及蜗轮工作图	13-148
(七) 圆弧圆柱蜗杆传动的强度验算	13-149
第10节 环面蜗杆传动	13-154
(一) 名称及代号	13-154
(二) 环面蜗杆传动一般知识	13-155
(三) 环面蜗杆传动的几何计算	13-158
1. 直廓环面蜗杆传动的几何计算	13-158
2. 平面包络环面蜗杆传动的几何	
计算	13-158
(四) 基本参数选择	13-163
1. 中心距 a	13-163

2. 传动比 i	13-163
3. 蜗杆齿数 z_1 、蜗轮齿数 z_2 及蜗杆包 围蜗轮齿数 z'	13-163
4. 蜗杆喉部分度圆直径 d_1	13-163
5. 蜗杆喉部顶圆直径 d_{a1}	13-163
6. 蜗轮端面模数 m_t	13-165
7. 蜗轮齿平面倾角 β	13-165
8. 成形圆直径 d_o	13-166
9. 几个参数的搭配	13-167
10. 蜗轮分度圆压力角 α	13-167
(五) 环面蜗杆的修形及修缘	13-167
1. 直廓环面蜗杆的修形	13-167
2. 平面包络蜗杆的修缘	13-169
(六) 环面蜗杆传动的变位	13-169
(七) 环面蜗杆传动的精度和公差	13-171
1. 适用范围	13-171
2. 精度规范	13-171
3. 误差定义及代号	13-171
(八) 环面蜗杆副的测绘及工作图	13-177
1. 传动类别判断	13-177
2. 中心距 a 、齿数 z_1 、 z_2 、蜗轮的 d_{a2} 、 d_{f2} 、 h 、齿宽 b_1 、 b_2	13-178
3. 蜗轮齿平面倾斜角 β	13-178
4. 平面蜗轮分度圆压力角 α	13-178
5. 成形圆直径 d_o 、蜗轮分度圆直径 d_2 、 端面模数 m_t	13-178
6. 以 d_{a2} 计算 m_t' ，并与 m_t' 核对，确定 h_a^* 、 c^*	13-178
7. 蜗杆分度圆直径 d_1	13-178
8. 环面蜗杆毛坯尺寸的确定	13-178
(九) 环面蜗杆传动承载能力计算	13-186
第11节 蜗杆副轮齿损伤形式及 一般对策	13-190
(一) 蜗杆副轮齿损伤形式	13-190
1. 磨损	13-190
2. 胶合	13-190
3. 齿面疲劳(点蚀、剥落)	13-191
4. 塑性变形	13-191
5. 断齿和裂纹	13-192
(二) 蜗杆副轮齿损伤的一般对策	13-192
1. 磨损对策	13-192
2. 胶合对策	13-193

3. 齿面疲劳对策	13-193
4. 塑性变形对策	13-194
5. 断齿和裂纹对策	13-194
参考文献	13-194

第14章 链 传 动

第1节 链条的种类、结构特点和 用途	14-1
第2节 滚子链和套筒链	14-5
(一) 链条规格和尺寸	14-5
(二) 套筒、滚子链传动设计计算	14-21
第3节 套筒、滚子链链轮	14-26
第4节 滚子链链条技术要求和链轮 公差	14-36
第5节 齿形链	14-38
(一) 齿形链规格及尺寸	14-40
(二) 齿形链传动设计计算	14-46
第6节 齿形链链轮	14-51
第7节 齿形链链轮公差	14-57
第8节 链轮材料	14-58
第9节 链传动的布置与张紧	14-59
第10节 链条的维护保养及润滑	14-61
参考文献	14-61

第15章 带 传 动

第1节 常用代号	15-1
(一) V带传动常用代号	15-1
(二) 同步带传动常用代号	15-1
第2节 V带传动	15-2
(一) V带种类	15-2
(二) V带的规格尺寸	15-2
(三) V带传动的参数选择	15-3
(四) V带传动的设计步骤和方法	15-4
(五) 带轮的结构	15-8
(六) 设计计算实例	15-10
第3节 平带传动	15-11
(一) 平带传动的形式和各类带的 适用性	15-11
(二) 平带的类型与尺寸	15-12
(三) 平带的物理机械性能	15-13
(四) 平带接头的连接方式	15-13
(五) 平带传动的设计计算	15-13

(六) 平带带轮	15-16
第4节 高速带传动	15-17
(一) 高速带的规格	15-17
(二) 高速带传动的设计计算	15-17
(三) 高速带带轮	15-18
第5节 同步带传动	15-19
(一) 同步带的应用与特点	15-19
(二) 同步带的结构及规格	15-19
(三) ISO制同步带的标注	15-22
(四) 模数制同步带传动的设计计算	15-22
(五) 同步带带轮	15-24
第6节 带传动的张紧	15-26
(一) 张紧方法	15-26
(二) 预紧力 F_0 的控制	15-27
参考文献	15-28

第16章 液 压 传 动

第1节 概述	16-1
(一) 液压传动及其应用	16-1
(二) 液压传动的特点	16-1
(三) 液压传动系统的组成	16-2
(四) 液压传动系统的分类	16-2
第2节 基础理论	16-2
(一) 液体的物理特性	16-2
(二) 压力和力	16-2
1. 压力	16-2
2. 力	16-2
(三) 流体静力学	16-5
1. 流体静压力	16-5
2. 由外力引起的压力	16-5
(四) 流体动力学	16-5
1. 流量定律	16-5
2. 能量定律	16-5
3. 流体的运动状态	16-6
4. 液体流动时的压力损失	16-6
5. 液压冲击	16-6
第3节 液压油	16-7
(一) 对液压油的要求	16-7
(二) 液压油的分组、代号和命名	16-7
1. 液压油的分组	16-7
2. 液压油的代号和命名	16-7
(三) 液压油的选择	16-9

1. 液压油品种的选择	16-9
2. 液压油粘度的选择	16-10
(四) 液压系统的净化	16-10
1. 液压油污染等级	16-12
2. 液压油混入杂质的限度	16-12
3. 液压油的更换	16-12
(五) 国内外液压油对照表	16-12
第4节 液压系统通用标准及图形符号	16-16
(一) 液压系统的压力、排量和流量	16-16
1. 压力分级	16-16
2. 液压系统的公称压力和试验压力	16-16
3. 油泵及液压马达的公称排量	16-16
4. 液压系统的公称流量	16-16
(二) 液压系统管路及管路附件的公称通径	16-17
(三) 油缸内径的系列参数	16-17
(四) 活塞杆外径的系列参数	16-17
(五) 柱塞及阀杆外径的系列参数	16-17
(六) 液压系统图的图形符号及各国图形符号的对照	16-17
第5节 油泵和液压马达	16-17
(一) 油泵	16-18
1. 油泵总论	16-18
2. 齿轮泵	16-20
3. 叶片泵	16-30
4. 柱塞泵	16-44
5. 螺杆泵	16-54
(二) 液压马达	16-55
1. 液压马达概述	16-55
2. 各类液压马达的特点	16-55
3. 常见液压马达的结构	16-55
4. 液压马达的型号、规格及生产厂家一览表	16-59
第6节 动力油缸	16-61
(一) 油缸的分类	16-61
(二) 油缸的典型结构	16-62
1. 单作用柱塞式油缸	16-62
2. 双作用单活塞杆油缸	16-62
3. 双作用双活塞杆油缸	16-64
4. 双作用伸缩套筒式油缸	16-65
5. 组合油缸	16-65

6. 摆动油缸.....16-65	简介.....16-118
(三) 油缸的安装方式16-66	(七) 伺服阀.....16-119
1. 活塞杆动.....16-66	1. 滑阀式伺服阀16-119
2. 缸体动.....16-67	2. 转阀式伺服阀16-120
(四) 油缸的排气方法16-67	3. 板阀式伺服阀16-120
1. 不安设专门的排气装置.....16-67	4. 喷嘴挡板式伺服阀16-120
2. 用排气阀排气.....16-67	5. 喷嘴式伺服阀16-120
3. 用排气螺钉排气.....16-67	6. 电液伺服阀16-120
4. 用长阻尼管排气.....16-67	(八) 比例控制阀.....16-121
5. 排气的注意事项.....16-67	1. 电液比例压力阀16-122
(五) 油缸的密封、防尘及导向装置16-67	2. 电液比例流量阀16-122
1. 对密封及防尘装置的要求.....16-67	3. 电液比例方向阀16-122
2. 活塞的密封装置.....16-68	(九) 叠加阀和插入式阀.....16-123
3. 活塞杆的密封、防尘及导向装置.....16-68	1. 叠加阀16-123
(六) 油缸的主要尺寸参数16-69	2. 插入式阀16-123
(七) 油缸主要零件的尺寸参数、材料	(十) 阀的常用材料及技术要求.....16-126
及技术要求16-69	(十一) 液压阀的主要生产厂家.....16-127
1. 油缸缸体的尺寸参数.....16-69	第8节 辅助装置16-129
2. 油缸的材料及技术要求.....16-70	(一) 蓄能器.....16-129
(八) 标准油缸的规格16-71	1. 蓄能器的种类、特点及用途16-129
1. DG型车辆用油缸的型号及技术规格16-71	2. 蓄能器的应用16-129
2. HSG型工程机械用油缸的型号及	3. 蓄能器的规格、技术数据及生产
技术规格.....16-72	厂家16-129
第7节 液压控制阀.....16-73	(二) 滤油器.....16-131
(一) 阀类总论16-73	1. 滤油器的作用及对滤油器的要求16-131
1. 阀的作用及其分类.....16-73	2. 常用滤油器的类型及特性16-131
2. 阀的工作原理.....16-73	3. 滤油器的选择16-131
3. 中、低压和中、高压系列液压阀型号.....16-79	4. 滤油器在系统中的安装位置16-131
(二) 压力控制阀16-81	5. 过滤材料、过滤元件的规格及技术
1. 安全溢流阀.....16-81	数据16-131
2. 减压阀.....16-83	6. 常用滤油器及滤油车的技术规格16-135
3. 顺序阀.....16-86	(三) 压力继电器.....16-141
(三) 流量控制阀16-87	1. 压力继电器的结构16-141
1. 节流阀.....16-87	2. 压力继电器的技术规格16-143
2. 调速阀.....16-89	(四) 油管及管接头.....16-144
3. 单向行程节流阀、单向行程调速阀、	1. 油管16-144
单向减速阀及延时阀.....16-89	2. 管接头16-145
(四) 方向控制阀16-92	(五) 压力表开关.....16-145
1. 换向阀.....16-92	1. 压力表开关的结构16-145
2. 单向阀16-115	2. 压力表开关的技术规格16-146
(五) 引进联邦德国REXROTH公司的	(六) 压力表.....16-147
液压阀简介.....16-117	(七) 液压油冷却器.....16-147
(六) 引进美国VIKERS公司的液压阀	第9节 液压系统的基本回路16-148

(一) 压力控制回路.....16-148	5. 防尘密封圈16-189
1. 调压回路16-148	6. 油封16-189
2. 减压回路16-148	7. 美国霞板公司制造的密封圈16-193
3. 增压回路16-149	(四) 密封装置阻力的简易计算.....16-197
4. 卸荷回路16-150	1. Y形、U形和L形密封圈摩擦阻力
5. 平衡回路16-152	T 的计算16-197
(二) 速度控制回路.....16-152	2. V形夹织物橡胶密封圈摩擦阻力 T
1. 调速回路16-153	的计算16-197
2. 增速回路16-154	3. O形密封圈摩擦阻力 T 的计算16-197
3. 减速回路(缓冲回路).....16-155	4. 用活塞环密封时摩擦阻力 T 的计算16-197
4. 速度换接回路16-156	第11节 液压系统的设计和计算16-198
5. 气-液联合控制速度的回路.....16-156	(一) 概述.....16-198
(三) 方向控制回路.....16-157	(二) 液压系统方案的确定.....16-198
1. 换向回路16-157	(三) 液压系统总布局的确定和元件的
2. 锁紧回路16-159	选择及其安装方式的确定.....16-199
(四) 多个执行机构动作的回路.....16-159	1. 液压系统总布局的确定16-199
1. 多缸顺序动作回路16-159	2. 元件的选择及安装方式的确定16-199
2. 多缸同步回路16-161	(四) 液压系统的计算.....16-200
(五) 液压马达的控制回路.....16-162	1. 执行机构总载荷的计算16-200
1. 液压马达的调速回路16-163	2. 油缸的工作压力 P_T 、有效面积 $A_{\text{缸}}$ 及
2. 液压马达的恒速控制回路16-163	所需流量 $Q_{\text{缸}}$ 的计算16-200
3. 液压马达的制动回路16-163	3. 油泵的工作压力 $P_{\text{泵}}$ 、流量 $Q_{\text{泵}}$ 及输入
4. 液压马达的补油回路16-164	功率 $P_{\text{入}}$ 的计算16-201
5. 液压马达的功率回收回路16-164	4. 油管通径 $d_{\text{管}}$ 的计算16-201
(六) 伺服控制回路.....16-165	5. 液压系统发热及温升的计算16-201
1. 控制位置的伺服回路16-165	第12节 液压系统的分析16-202
2. 控制速度的伺服回路16-165	(一) YT4546型他驱式动力滑台液压
3. 控制压力的伺服回路16-165	系统.....16-202
4. 控制转矩的伺服回路16-165	1. 具有一种进给速度的工作原理16-202
5. 控制功率的伺服回路16-165	2. 具有两种进给速度的工作原理16-203
6. 控制张力的伺服回路16-166	3. 可实现正、反向进给的工作原理16-203
7. 控制温度的伺服回路16-166	(二) M7120A平面磨床的液压系统16-203
第10节 密封装置16-167	1. 工作台的开停、调速、手、液动互锁
(一) 概述.....16-167	及自动换向16-205
1. 密封的分类16-167	2. 磨头的横向进给运动16-205
2. 国产密封元件主要材料的品种和	3. 油泵的卸荷16-206
特点16-167	附录16-207
(二) 间隙密封.....16-167	参考文献16-234
(三) 密封圈密封.....16-168	
1. O形密封圈16-170	
2. Y形密封圈16-179	
3. V形密封圈16-188	
4. 活塞环密封16-189	
	第17章 气压传动
	第1节 概述17-1
	(一) 气动的优缺点.....17-1
	(二) 使用气动装置的注意事项.....17-1
	第2节 气动系统基础知识17-2