

现代实用机床 设计手册

现代实用机床设计手册编委会 编

上册

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代实用机床设计手册

上册

现代实用机床设计手册编委会 编



机械工业出版社

本手册是由国内重点院校、骨干科研院所、企业的 70 多名专家、学者共同编写的大型、实用的现代机床设计手册。手册分上下两册共 9 篇，上册内容共 4 篇，分别为机床设计总则、机床设计标准与通则、机床零件设计、机床部件及机构设计。本手册内容丰富新颖，体现了现代机床设计思想和设计方法，设计资料新，技术数据先进、可靠、实用。

本手册适合于从事机床产品和机械制造装备的开发、设计、改造与研究的工程技术人员、研究人员使用，也可供机床产业管理人员参考，对高等院校有关专业的师生也是一部重要的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代实用机床设计手册. 上册/现代实用机床设计手册编委会编.
—北京: 机械工业出版社, 2006.6
ISBN 7-111-18663-X

I. 现… II. 现… III. 机床—设计—技术手册
IV. TG502.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 018934 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 余茂祚

责任编辑: 余茂祚 版式设计: 冉晓华 责任校对: 程俊巧
张莉娟

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 洪汉军
北京京丰印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·136.75 印张·3 插页·4717 千字

0 001—4 000 册

定价: 228.00 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) 68326294
编辑热线电话 (010) 68354423
封面无防伪标均为盗版



陈心昭 1939年1月出生于上海市，合肥工业大学教授、博士生导师、校学术委员会主任。1960年毕业于清华大学精密仪器及机械系本科，1965年在该系研究生毕业后到合肥工业大学执教至今。1980年6月至1982年12月在德国斯图加特大学作访问学者并获工学博士学位。1986年5月起任合肥工业大学教授，1990年10月起任博士生导师，1991年6月任副校长，1996年7月至2004年1月任校长。1991年7月起享受政府特殊津贴。曾任全国人大常委会，现兼任全国政协常委、安徽省政协副主席、安徽省科协副主席、中国振动工程学会副理事长等职。长期从事机械设计制造、机器振动噪声与动态信号测试分析方面的教学和研究工作。主持完成国家和省部级重点科研项目25项，作为第一获奖人获部科技进步二等奖三项，在国内外发表论文190余篇，培养博士和硕士研究生40多名。

《现代实用机床设计手册》 编委会

主 编 陈心昭 (合肥工业大学)
权义鲁 (中国机床总公司)

副主编 盛伯浩 (北京机床研究所)
吴关昌 (机械工业出版社)

编 委 (以姓氏笔划为序)

叶瑞汶 (华东交通大学)

刘光复 (合肥工业大学)

陈启复 (无锡气动技术研究所)

余茂祚 (机械工业出版社)

谷祖强 (北京工业大学)

李登啸 (合肥工业大学)

钟 洪 (广州机械科学研究院)

胡子卿 (合肥工业大学)

郭大津 (同济大学)

徐 定 (大连组合机床研究所)

桂贵生 (常务) (合肥工业大学)

前 言

机床产业为制造业提供装备,对发展国民经济、增强综合国力和国家安全有重要作用。机床产品的发展趋势是高精度、高效率、高柔性和自动化。我国机床产品的总体设计制造水平与工业发达国家相比,还有较大的差距。主要表现在设计方法落后,设计资料老化,设计标准不能和国际接轨。我国进入 WTO 后,为了很快与国际接轨,国家和机械行业颁布了一大批新标准,同时也废弃了一批标准。为促进我国机床设计制造水平的提高,增强机床产品的国际竞争力,在中国机床总公司和机械工业出版社的倡导下,组织编写了《现代实用机床设计手册》。

本手册内容力求体现先进性、科学性和实用性,尽力做到为设计人员提供正确的设计思想、科学的设计方法和先进的设计资料。

1. 正确的设计思想 现代机床产品的设计不仅要满足工艺范围、加工精度和生产率的要求,还要考虑机床产品的创新性、绿色性和宜人性,将价值分析与成本核算贯穿于机床产品设计的全过程,追求高的性能价格比。

2. 科学的设计方法 标准化、系列化、通用化和模块化设计是现代机床产品设计的主流方法。其中标准化是“四化”设计的基础,是保证机床产品设计制造质量和缩短设计制造周期的前提条件;机床产品的经验设计和数值分析计算在现阶段还需要并存,后者的比重不断加大,应用虚拟设计方法进行机床产品设计,是未来机床产品设计的重要方法。

3. 先进的设计资料 本手册汇集了近几年来国内外广泛采用的新型机床零部件结构、数据,普遍采用现行标准(包括 2005 年新颁布的标准),同时还保留了仍有应用价值的机床设计资料。

本手册的编写分工如下:

- 第 1 篇 第 1 章 遇立基 (北京机床研究所)
- 第 2 章 谷祖强 (北京工业大学)
- 范晋伟 (北京工业大学)
- 伍良生 (北京工业大学)
- 第 3 章 杨家华 (北京工业大学)
- 第 4 章 姜学文 (北京机床研究所)
- 审稿:谷祖强 (北京工业大学)
- 第 2 篇 第 1、2 章 张廷鑫 (合肥工业大学)
- 第 3 章 张廷鑫 (合肥工业大学)
- 胡子卿 (合肥工业大学)
- 第 4、5、6 章 张廷鑫 (合肥工业大学)
- 第 7 章 桂贵生 (合肥工业大学)
- 审稿:盛伯浩 (北京机床研究所)
- 第 3 篇 第 1 章 谢红 (同济大学)
- 郭大津 (同济大学)
- 第 2 章 丁苏赤 (合肥工业大学)
- 第 3 章 张景学 (合肥工业大学)

第 4 章 周美立 (合肥工业大学)

第 5 章 王勇 (合肥工业大学)

第 6 章 王能员 (合肥工业大学)

第 7 章 周美立 (合肥工业大学)

第 8、9、10 章 谢红 (同济大学)

郭大津 (同济大学)

第 11 章 钟洪 (广州机械科学研究院)

黄汝光 (广州机械科学研究院)

李宜文 (广州机械科学研究院)

第 12、13 章 王云飞 (洛阳轴承研究所)

第 14 章 丁苏赤 (合肥工业大学)

第 15、16 章 孙永旭 (北京古德高机电技术有限公司)

黄祖尧 (北京古德机电技术研究所)、孙强 (北京古德机电技术研究所)

高广杰 (北京古德机电技术研究所)、李丽文 (北京古德机电技术研究所)

第 17 章 赵宏林 (北京机床研究所)

审稿: 李登啸 (合肥工业大学)

第 4 篇

第 1 章 李登啸 (合肥工业大学)

第 2 章 李树桢 (华东交通大学)

叶瑞汶 (华东交通大学)

第 3 章 叶瑞汶 (华东交通大学)

李树桢 (华东交通大学)

第 4、5 章 应献平 (金华职业技术学院)

第 6 章 朱世春 (合肥工业大学)

第 7、8 章 赵韩 (合肥工业大学)

第 9 章 陈永志 (合肥工业大学)

第 10 章 赵韩 (合肥工业大学)

第 11 章 王科社 (北京机械工业学院)

第 12 章 李登啸 (合肥工业大学)

第 13 章 刘正士 (合肥工业大学)

第 14 章 李志远 (合肥工业大学)

审稿: 蔡树煌 (合肥工业大学)

第 5 篇

第 1 章 蔡二南 (合肥工业大学)

第 2 章 滕金岭 (合肥工业大学)

第 3 章 周强 (合肥锻压机床厂)

第 4 章 许建文 (广州起重运输机械实业公司)

第 5 章 滕金岭 (合肥工业大学)

第 6 章 江晓淮 (合肥工业大学)

第 7 章 许建文 (广州起重运输机械实业公司)

第 8 章 蔡二南 (合肥工业大学)

第 9 章 王云山 (合肥工业大学)

- 第 10 章 王家禅 (上海机床厂)
王志鹏 (无锡机床厂)
洪国俊 (合肥工业大学)
江晓淮 (合肥工业大学)
- 第 11 章 陈启复 (无锡气动技术研究所)
- 第 12 章 吴士良 (无锡气动技术研究所)
- 第 13、14、15、16 章 俞明生 (无锡气动技术研究所)
- 第 17 章 陈启复 (无锡气动技术研究所)
- 审稿: 洪国俊 (液压部分) (合肥工业大学)
陈启复 (气动部分) (无锡气动技术研究所)
- 第 6 篇 第 1 章 卫先祥 (铜陵有色金属集团公司)
第 2 章 胡子卿 (合肥工业大学)
第 3 章 曹兰萍 (合肥工业大学)
第 4 章 陈梅 (合肥工业大学)
第 5 章 张兴 (合肥工业大学)
第 6 章 傅松桂 (杭州照相机研究所)
第 7 章 张敬华 (合肥工业大学)
审稿: 胡子卿 (合肥工业大学)
- 第 7 篇 第 1 章 桂贵生 (合肥工业大学)
第 2、3、4 章 黄麟 (北京机床研究所)
第 5 章 杨昌焜 (北京机械工业自动化研究所)
第 6 章 黄麟 (北京机床研究所)
审稿: 盛伯浩 (北京机床研究所)
- 第 8 篇 第 1、2 章 高济众 (合肥工业大学)
第 3、4、5、6 章 姜学文 (北京机床研究所)
审稿: 高济众 (合肥工业大学)
- 第 9 篇 第 1、2 章 徐定 (大连组合机床研究所)
邹丽华 (大连组合机床研究所)
第 3 章 耿也 (大连组合机床研究所)
审稿: 徐定 (大连组合机床研究所)

全书由赵克法研究员级高工最后审定。

本手册的编写出版得到了合肥工业大学、中国机床总公司、机械工业出版社、北京机床研究所、大连组合机床研究所、洛阳轴承研究所、无锡气动技术研究所、广州机械科学研究院、同济大学、北京工业大学、北京机械工业学院、金华职业技术学院、华东交通大学、上海机床厂、无锡机床厂、合肥锻压机床厂、北京古德机电技术研究所、玉林柴油机股份公司等单位以及国内许多同行专家的大力帮助和支持,全体编者和审校者付出了艰辛的劳动和辛勤的汗水,在此一并致以衷心的感谢!

本手册内容涉及的技术领域宽,发展快,由于编者水平有限,不能充分反映该领域科学技术的发展,不足之处敬请专家和读者提出宝贵意见,批评指正。

目 录

前言

第 1 篇 机床设计总则

第 1 章 机床设计的基本要求和 主要评定指标

1.1 工艺范围	1
1.1.1 通用机床	1
1.1.2 专门化机床	1
1.1.3 专用机床	2
1.1.4 组合机床	2
1.1.5 数控机床	2
1.2 生产率	3
1.2.1 件件生产率 p	4
1.2.2 材料切除率 Z	4
1.3 自动化与柔性	5
1.3.1 自动化程度	5
1.3.2 柔性化程度	5
1.4 机床精度	6
1.4.1 加工精度和表面质量	6
1.4.2 机床静态精度	6
1.4.3 机床精度等级	7
1.5 振动、噪声和热变形	8
1.5.1 刚度和振动	8
1.5.2 热变形	9
1.5.3 噪声	10
1.6 可靠性	10
1.6.1 评定机床可靠性的主要指标	11
1.6.2 增长机床可靠性的主要措施	11
1.7 系列化、通用化、标准化 和模块化	13
1.7.1 机床的系列化	13
1.7.2 零部件的通用化和标准化	13
1.7.3 机床模块化	14
1.8 机床的宜人性	15
1.8.1 人机界面的优化设计	15

1.8.2 机床外观造型设计	15
1.8.3 绿色产品、绿色设计与绿色 制造	16
1.9 价值分析与成本	16
1.9.1 价值工程	16
1.9.2 价值分析	16

第 2 章 机床设计方法和步骤

2.1 计算机辅助设计——CAD	18
2.1.1 CAD 的产生及发展	18
2.1.2 CAD 系统的功能	18
2.1.3 CAD 系统硬件的组成	19
2.1.4 CAD 系统的软件	20
2.1.5 图形生成技术	21
2.1.6 图形变换技术	23
2.1.7 表达曲线常用的数学模型	23
2.1.8 表达曲面常用的数学模型	26
2.2 优化设计	27
2.2.1 优化设计的数学模型	27
2.2.2 优化设计数值算法的基 本思想与收敛准则	29
2.2.3 一维搜索方法	29
2.2.4 无约束问题优化方法	32
2.2.5 约束问题优化方法	37
2.2.6 优化设计中的几个具体问题	43
2.3 可靠性设计	45
2.3.1 可靠性概念	45
2.3.2 可靠性特征量	45
2.3.3 可靠性设计内容与程序	48
2.3.4 可靠性设计主要原则	49
2.3.5 概率法机械设计	50
2.3.6 机械系统可靠性预测和 可靠性分配	52
2.3.7 可靠性试验	56

2.4 模块化设计	57	4.2 钻床类	125
2.4.1 概述	57	4.2.1 摇臂钻床	125
2.4.2 模块化设计的要点和方法	61	4.2.2 立式钻床	128
2.4.3 模块化设计实例	63	4.2.3 卧式钻床	131
2.5 类比与相似设计	65	4.3 镗床类	132
2.5.1 物理相似的特征	65	4.3.1 坐标镗床	133
2.5.2 相似指标和相似准数的确定方法	66	4.3.2 卧式镗床	135
2.5.3 常用的相似指标及其应用	71	4.4 磨床类	138
2.6 机床设计的阶段与步骤	74	4.4.1 外圆磨床	139
2.6.1 机床设计的发展	74	4.4.2 内圆磨床	143
2.6.2 机床产品开发的工作程序	76	4.4.3 导轨磨床	146
2.6.3 机床设计的步骤	76	4.4.4 平面及端面磨床	148
第3章 机床的方案设计	80	4.4.5 缓进给成形磨床	156
3.1 工艺分析	80	4.4.6 刀具刃磨床及工具磨床	157
3.1.1 通用机床的工艺分析	80	4.4.7 砂带磨床	159
3.1.2 专用机床的工艺分析	81	4.4.8 曲轴磨床	160
3.1.3 常用的工艺过程	82	4.4.9 轧辊磨床	166
3.1.4 工序间余量的确定	83	4.4.10 珩磨机	166
3.1.5 切削用量的选择	84	4.4.11 轮式超精磨机床	168
3.2 运动分析与分配	91	4.4.12 超精研抛机床	169
3.2.1 表面成形方法和机床 所需的成形运动	91	4.4.13 研磨机	171
3.2.2 运动的分配	92	4.4.14 超精加工机床	175
3.3 机床传动形式的选择	94	4.4.15 抛光机	178
3.3.1 机床传动系统的组成	94	4.5 齿轮机床类	183
3.3.2 传动系统的设计原则	94	4.5.1 滚齿机	183
3.3.3 传动形式的选择	94	4.5.2 插齿机	184
3.4 机床承载结构形式的选择	100	4.5.3 剃齿机	186
3.4.1 承载结构设计的基本要求	100	4.5.4 磨齿机	187
3.4.2 承载结构形式的选择	100	4.5.5 珩齿机	188
3.4.3 承载件的结构设计	103	4.6 铣床类	189
3.5 机床的操作与控制	106	4.6.1 单臂及单柱铣床	189
3.5.1 控制系统的类型及特点	106	4.6.2 龙门及双柱铣床	190
3.5.2 操纵机构的类型及特点	106	4.6.3 平面及端面铣床	191
3.5.3 机床操纵部位的合理布局	107	4.6.4 立式铣床	192
第4章 典型机床的布局形式	110	4.6.5 卧式铣床	194
4.1 车床类	110	4.6.6 螺纹铣床	195
4.1.1 卧式车床及落地车床	112	4.6.7 旋风铣削机床	196
4.1.2 转塔车床和回轮车床	114	4.7 插拉刨锯及木工类机床	197
4.1.3 立式车床	117	4.7.1 刨床、插床	197
4.1.4 仿形及多刀车床	120	4.7.2 拉床	198
4.1.5 数控车床和数控车铣式车床	122	4.7.3 锯床	199
		4.7.4 搓丝机和滚丝机	201
		4.7.5 木工机床	201
		4.8 车削加工中心	208

4.8.1 单主轴车削中心	208	(立式加工中心)	220
4.8.2 带辅助主轴和双主轴的 车削中心	209	4.9.3 龙门镗铣加工中心	223
4.8.3 车铣加工中心	212	4.10 并联杆系机床	225
4.9 镗铣加工中心	213	4.10.1 并联杆系机床的结构设计原理	225
4.9.1 卧式镗铣加工中心	213	4.10.2 并联杆系机床的结构特性	226
4.9.2 立式镗铣加工中心		4.10.3 并联杆系机床的布局 and 结构	228
		参考文献	234

第 2 篇 机床设计标准与通则

第 1 章 机床型号编制方法	237	类、组、系划分表	241
1.1 通用机床型号	237	第 2 章 机床运动的操作方向和 操作指示符号	256
1.1.1 型号的表示方法	237	2.1 机床运动的操作方向	256
1.1.2 机床的分类及类代号	237	2.1.1 概述	256
1.1.3 通用特性代号、结构特性 代号	238	2.1.2 操作方向	256
1.1.4 机床组、系的划分原则及 代号	238	2.1.3 几种机床的操作方向举例	258
1.1.5 主参数的表示方法	238	2.2 数控机床的坐标轴和 运动方向	260
1.1.6 通用机床的设计顺序号	238	2.3 一般机床操作指示形 象化符号	266
1.1.7 主轴数和第二主参数的 表示方法	238	2.3.1 元件及结构符号	266
1.1.8 机床的重大改进顺序号	238	2.3.2 运动及速度符号	270
1.1.9 其他特性代号及其表示方法	239	2.3.3 操作符号	273
1.1.10 企业代号及其表示方法	239	2.3.4 安全与警告符号	276
1.1.11 通用机床型号示例	239	2.3.5 其他符号	276
1.2 专用机床型号	239	2.3.6 符号的组合使用	277
1.2.1 专用机床的型号表示方法	239	2.4 数控机床操作指示 形象化符号	279
1.2.2 设计单位代号	239	2.4.1 基本符号	279
1.2.3 专用机床的设计顺序号	239	2.4.2 控制符号	280
1.2.4 专用机床的型号示例	239	2.4.3 辅助符号	282
1.3 机床自动线的型号	239	2.4.4 安全与警告符号	283
1.3.1 机床自动线代号	239	2.4.5 符号组合使用	283
1.3.2 机床自动线的型号表示方法	239	2.5 操作指示符号使用要求	284
1.3.3 机床自动线型号示例	240	第 3 章 机床通用技术要求	285
1.4 组合机床及其自动线型号	240	3.1 概述	285
1.4.1 组合机床及其自动线型号 的表示方法	240	3.2 机床铸件通用技术要求	285
1.4.2 表示方法示例	240	3.2.1 铸件质量的一般要求	285
1.4.3 组合机床分类原则	240	3.2.2 铸件尺寸公差	286
1.5 金属切削机床统一名称和类、 组、系的划分	240	3.2.3 铸件质量公差	287
1.5.1 一般说明	240	3.3 焊接件通用技术要求	288
1.5.2 金属切削机床统一名称和		3.3.1 焊接件及焊接材料	288

3.3.2 焊接零件的下料与成形	288	3.10 机床电气设备通用技术要求	316
3.3.3 焊接部件	289	3.10.1 电气元、器件	316
3.3.4 焊缝接头与焊缝	290	3.10.2 电源	316
3.3.5 检验方法	290	3.10.3 谐波	316
3.3.6 验收规则	291	3.10.4 控制电路	316
3.4 机械加工件通用技术要求	291	3.10.5 控制器件	316
3.4.1 基本要求	291	3.10.6 电线和电缆	316
3.4.2 几种主要加工件的基本要求	291	3.10.7 布线	317
3.5 机床装配通用技术要求	293	3.10.8 检验与试验	317
3.5.1 基本要求	293	第 4 章 机床安全防护、卫生环保及	
3.5.2 部件、组件的装配	294	其他技术要求	318
3.5.3 机床的总装	295	4.1 机床的速度和进给量	318
3.6 机床的验收检验	297	4.1.1 速度和进给量的公称值、	
3.6.1 概述	297	实际值	318
3.6.2 一般要求	298	4.1.2 速度	318
3.6.3 外观检验	298	4.1.3 进给量	319
3.6.4 附件及工具的检验	298	4.2 机床安全防护通用技术条件	320
3.6.5 参数的检验(抽查)	298	4.2.1 一般要求	320
3.6.6 机床的空运转试验	298	4.2.2 机床结构	320
3.6.7 机床的负荷试验	299	4.2.3 电气系统	321
3.6.8 机床的精度检验及其他检验	300	4.2.4 控制系统	322
3.6.9 机床的工作试验	301	4.2.5 安全防护装置	323
3.6.10 寿命检验(抽查)	302	4.2.6 安全标志和安全色	323
3.6.11 其他	302	4.2.7 异常温度	323
3.7 机床液压系统通用技术要求	302	4.2.8 噪声	323
3.7.1 基本要求	302	4.2.9 振动	324
3.7.2 管路	302	4.2.10 辐射	324
3.7.3 液压泵站与油箱	302	4.2.11 物质和材料	324
3.7.4 压力表	303	4.2.12 人类工效学	324
3.7.5 装配与调试	303	4.2.13 照明	325
3.7.6 液压系统的安全要求	303	4.2.14 装配错误	325
3.8 机床气动系统的通用技术要求	303	4.2.15 液压系统	325
3.8.1 一般要求	303	4.2.16 气动系统	326
3.8.2 空压机、气马达、摆动马		4.2.17 润滑系统	326
达和气缸	305	4.2.18 切屑冷却系统	326
3.8.3 控制阀	305	4.2.19 包装、储运	326
3.8.4 辅件	306	4.2.20 测量、调整、清理和维护	326
3.8.5 控制机构	306	4.2.21 使用信息	326
3.9 机床数控系统通用技术条件	307	4.2.22 责任	327
3.9.1 有关名词术语的定义	307	4.3 机床清洁度的测定	327
3.9.2 技术要求	308	4.3.1 检测对象及要求	327
3.9.3 检验规定	309	4.3.2 检测方法	328
3.9.4 包装与储运	310	4.3.3 过滤元件的称重	329
3.9.5 数控系统检验实施细则	310		

4.3.4 粗滤和抽样过滤并用的方法	329	6.2.5 数控万能工具铣床精度检验	439
4.4 机床油雾浓度的测量	329	6.2.6 龙门铣床精度检验	450
4.5 机床粉尘浓度的测定	330	6.2.7 数控落地铣镗床、落地铣 镗加工中心精度检验	458
4.6 机床振动测量方法	331	6.2.8 卧式和带附加主轴头加工中心机 床几何精度检验(水平 Z 轴)	470
4.7 机床噪声声压级的测量方法	333	6.2.9 立式加工中心几何精度检验	492
4.8 机床可靠性评定方法	335	6.3 磨床	503
第 5 章 机床精度检验通则	338	6.3.1 立轴矩台平面磨床精度检验	503
5.1 机床精度等级划分	338	6.3.2 外圆磨床精度检验	506
5.1.1 机床精度分级的原则	338	6.3.3 内圆磨床精度检验	513
5.1.2 机床精度的分级	338	6.3.4 无心磨床(普通精度)精度检验	517
5.2 机床精度检验通则	339	6.3.5 龙门导轨磨床精度检验	520
5.2.1 检验前的准备工作	339	6.4 齿轮、螺纹加工机床	524
5.2.2 工作精度检验	339	6.4.1 数控滚齿机精度检验	524
5.2.3 几何精度检验	340	6.4.2 插齿机精度检验	533
5.2.4 特殊检验	361	6.4.3 数控剃齿机精度检验	537
5.3 检验机床精度用的工具 和装置	366	6.4.4 珩齿机精度检验	543
5.3.1 平尺	366	6.4.5 碟形砂轮磨齿机精度检验	548
5.3.2 带锥柄的检验棒	369	6.4.6 直齿锥齿轮刨齿机精度检验	556
5.3.3 顶尖间的检验棒	372	6.4.7 弧齿锥齿轮铣齿机精度检验	560
5.3.4 角尺	372	6.4.8 螺纹磨床精度检验	565
5.3.5 精密水平仪	373	6.5 刨、插、拉床	571
5.3.6 线性位移测试器	374	6.5.1 轻便悬臂刨床、龙门刨床 精度检验	571
5.3.7 平板	374	6.5.2 插床精度检验	575
5.3.8 钢丝和显微镜	375	6.5.3 卧式内拉床精度检验	578
5.3.9 准直望远镜	375	6.5.4 立式内拉床精度检验	580
5.3.10 自准直仪	376	第 7 章 数控机床位置精度	582
5.3.11 光学扫描仪	376	7.1 数控轴线的定位精度和重复 定位精度的确定	582
5.3.12 激光干涉仪	377	7.1.1 评定数控轴线的定位精度和 重复定位精度的标准	582
第 6 章 常用机床精度检验标准	379	7.1.2 名词术语	582
6.1 车床	379	7.1.3 精度评定指标	582
6.1.1 普通卧式车床精度检验	379	7.1.4 检验条件	583
6.1.2 数控卧式车床精度检验	386	7.1.5 检验程序	584
6.1.3 数控立式车床精度检验	396	7.1.6 结果的评定	585
6.1.4 转塔车床精度检验	400	7.1.7 供方/制造厂和用户之 间的协商要点	586
6.1.5 仿形车床精度检验	406	7.1.8 结果的表达	586
6.1.6 丝杠车床精度检验	410	7.1.9 与国外常用的相应标准的差异	588
6.2 钻镗铣床	415	7.2 数控机床的圆形检验	589
6.2.1 数控立式钻床精度检验	415		
6.2.2 摇臂钻床精度检验	420		
6.2.3 数控立式升降台铣床精度检验	422		
6.2.4 数控床身铣床精度检验	430		

7.3 数控机床热效应的测量 和评定方法	590	检验	592
7.3.1 概述	590	7.3.4 回转轴引起的热变形检验	592
7.3.2 预备性说明	591	7.3.5 移动线性轴引起的热变形检验	593
7.3.3 环境温度变化误差 (ETVE)		参考文献	595
第 3 篇 机床零件设计			
第 1 章 计算条件的确定	596	2.4 同步带传动	669
1.1 概述	596	2.4.1 规格	669
1.2 计算转速与计算载荷	596	2.4.2 设计计算	672
1.2.1 计算转速	596	2.4.3 带轮	675
1.2.2 计算载荷	600	2.4.4 设计举例	678
1.3 机床刚度的计算条件	622	2.5 带传动的张紧	679
1.3.1 弹性变形对工作条件影响 的计算条件	622	2.5.1 张紧方法	679
1.3.2 弹性变形对几何精度和定位 精度影响的计算条件	623	2.5.2 预紧力的控制	679
1.3.3 弹性变形对加工精度影响 的计算条件	623	2.5.3 张紧器结构及应用	682
1.3.4 刚度对抗振性影响的计算条件	627	第 3 章 渐开线圆柱齿轮传动	684
1.4 传动系统刚度的计算条件	635	3.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓 和模数系列	684
1.4.1 根据不出现摩擦自振的条 件来确定传动系统刚度	636	3.2 渐开线圆柱齿轮的齿顶修缘	686
1.4.2 根据微量进给的灵敏度来 确定传动系统刚度	641	3.3 圆柱齿轮传动几何尺寸计算	686
1.4.3 根据传动精度来确定传 动系统刚度	641	3.3.1 圆柱齿轮传动几何尺寸 计算公式	686
第 2 章 带传动	643	3.3.2 变位齿轮传动和变位系数选择	693
2.1 概述	643	3.3.3 重合度 ϵ 的计算	712
2.1.1 带传动的特点	643	3.3.4 与齿厚测量尺寸有关的数表	713
2.1.2 带传动设计的一般程序	643	3.4 渐开线圆柱齿轮传动的设计 计算	725
2.1.3 带传动的效率	643	3.4.1 主要参数的选择	725
2.2 V 带传动	644	3.4.2 圆柱齿轮传动的作用力计算	726
2.2.1 尺寸规格	644	3.4.3 主要尺寸的初步确定	726
2.2.2 V 带传动设计	646	3.4.4 齿面接触强度与齿根抗弯 强度校核计算	727
2.2.3 带轮	662	3.4.5 齿面胶合承载能力计算	739
2.2.4 V 带传动设计中应注意的问题	664	3.4.6 齿轮材料	742
2.3 高速平带传动	666	3.5 渐开线圆柱齿轮精度与齿 条精度	746
2.3.1 规格	666	3.5.1 引言	746
2.3.2 设计计算	666	3.5.2 GB/T 10095.1—2001 的符号和术语 及有关术语的定义	746
2.3.3 带轮	668	3.5.3 GB/T 10095.2—2001 的术语及有 关术语的定义	748

3.5.4	GB/T 10095.1—2001 的应用	750	4.4.4	锥齿轮副的检验与公差	813
3.5.5	GB/T 10095.2—2001 的应用	767	4.4.5	锥齿轮副侧隙	817
3.5.6	齿轮副的侧隙和齿厚及其公差	771	4.4.6	齿坯要求与公差	820
3.5.7	齿轮坯、轴中心距和轴线 平行度	776	4.4.7	齿轮公差值计算及极限偏差、公 差与齿轮几何参数的关系式	820
3.5.8	表面结构和轮齿接触斑点	777	4.5	锥齿轮的结构设计及工 作图示例	821
3.5.9	齿条精度	778	4.5.1	锥齿轮结构设计	821
3.6	交错轴斜齿轮传动	784	4.5.2	锥齿轮工作图的标注	822
3.6.1	交错轴斜齿轮传动的特点	784	4.5.3	锥齿轮工作图示例	822
3.6.2	实现正常啮合的条件	785	第 5 章	行星差动齿轮传动	824
3.6.3	螺旋角的选择	785	5.1	概述	824
3.6.4	给定中心距, $\Sigma = 90^\circ$ 的标准交错 轴斜齿轮传动的几何计算	785	5.1.1	行星差动齿轮传动的形式 与特点	824
3.7	圆柱齿轮的结构设计和典 型零件图	789	5.1.2	行星差动齿轮传动的传动比	826
3.7.1	机床中常用的圆柱齿轮结构 形式	789	5.1.3	行星差动齿轮传动的效率	826
3.7.2	圆柱齿轮制造方法的结构要素	790	5.2	行星差动齿轮传动的结构特点	829
3.7.3	圆柱齿轮的典型零件图	791	5.2.1	主要参数的确定	829
第 4 章	锥齿轮传动	792	5.2.2	均载机构	840
4.1	概述	792	5.3	行星差动齿轮传动的受力 分析与强度计算	845
4.1.1	综述	792	5.3.1	行星差动齿轮传动的受力分析	845
4.1.2	锥齿轮传动的分类及特点	792	5.3.2	行星差动齿轮传动的强度计算	848
4.1.3	锥齿轮模数	793	5.3.3	2K-H 型行星差动齿轮传动 主要构件的强度计算	851
4.1.4	直齿及斜齿锥齿轮基本齿廓	793	5.4	典型机构及其在机床中的 应用举例	857
4.1.5	锥齿轮齿形选择	794	5.4.1	典型机构	857
4.2	锥齿轮传动的几何尺寸计算	794	5.4.2	在机床中的应用举例	860
4.2.1	常用齿形的基本参数	794	5.5	谐波齿轮传动机构	861
4.2.2	直齿锥齿轮传动几何尺寸计算	795	5.5.1	概述	861
4.2.3	普通弧齿锥齿轮传动几 何尺寸计算	797	5.5.2	谐波齿轮传动设计	863
4.2.4	零度锥齿轮和摆线锥齿轮 的几何计算	800	第 6 章	蜗杆传动	868
4.3	锥齿轮的强度计算	800	6.1	概述	868
4.3.1	概述	800	6.1.1	蜗杆传动的主要特点和分类	868
4.3.2	小轮分度圆直径的初步确定	800	6.1.2	机床中常用的蜗杆传动	868
4.3.3	锥齿轮传动强度计算公式	803	6.2	普通圆柱蜗杆传动	869
4.3.4	锥齿轮常用材料和许用应力	804	6.2.1	普通圆柱蜗杆的基本齿廓	869
4.4	锥齿轮精度	805	6.2.2	普通圆柱蜗杆传动的基本参数	874
4.4.1	锥齿轮、锥齿轮副误差 及侧隙的定义和代号	805	6.2.3	普通圆柱蜗杆传动的基 本几何尺寸计算	878
4.4.2	精度等级及公差组	809	6.3	平面包络环面蜗杆传动	880
4.4.3	锥齿轮的检验与公差	809			

6.3.1 概述	880	7.2.8 滑动丝杠和滑动丝杠螺母 的工作图	936
6.3.2 平面包络环面蜗杆传动 的基本参数	880	7.3 滚珠丝杠螺母传动	937
6.3.3 平面包络环面蜗杆传动的 几何计算	880	7.3.1 概述	937
6.3.4 蜗杆的修形	886	7.3.2 滚珠丝杠副的传动特点和应用	937
6.3.5 平面包络环面蜗杆传动的精度	886	7.3.3 滚珠丝杠副的结构形式	937
6.4 机床分度蜗杆传动	895	7.3.4 滚珠丝杠副的代号	939
6.4.1 概述	895	7.3.5 公称直径和基本导程的组合	939
6.4.2 机床分度蜗杆传动的参数选择	896	7.3.6 滚珠丝杠副的精度和性能	939
6.4.3 机床分度蜗杆传动的技术要求	897	7.3.7 滚珠丝杠副的支承与轴承选用	943
6.4.4 传动间隙的调整和补偿措施	897	7.3.8 滚珠丝杠副的计算和选用	952
6.5 蜗杆传动公差	898	7.3.9 滚珠丝杠副的设计和 使用注意事项	954
6.5.1 圆柱蜗杆传动公差	898	7.3.10 滚珠丝杠副的标注方法 和型号规格	957
6.5.2 平面二次包络环面蜗杆传动 公差	911	第 8 章 轴	973
6.6 蜗杆传动的材料、热处理 和强度计算	913	8.1 概述	973
6.6.1 蜗杆传动的材料和热处理选择	913	8.2 轴径的估算	973
6.6.2 蜗杆传动的强度计算	914	8.3 轴的结构设计	973
6.7 蜗杆传动的散热计算	920	8.3.1 结构设计的基本要求	973
6.7.1 蜗杆传动的总损耗功率	920	8.3.2 结构设计中提高强度的措施和 改善工艺性的措施	974
6.7.2 蜗杆传动装置的散热功率	920	8.3.3 轴上零件的固定	975
6.8 蜗杆传动的结构设计与 工作图示例	920	8.3.4 轴的典型结构示例	977
6.8.1 蜗杆、蜗轮的结构设计	920	8.4 轴的材料及热处理	979
6.8.2 普通圆柱蜗杆、蜗轮零 件工作图示例	921	8.5 轴的受力分析	981
6.8.3 平面二次包络环面蜗杆传动 零件工作图示例	923	8.5.1 传动件作用在轴上的力及 其引起的支承反力的计算	981
第 7 章 丝杠螺母传动	925	8.5.2 支承反力及弯矩的叠加	989
7.1 概述	925	8.6 轴的强度校核与刚度校核	989
7.1.1 螺旋传动的类型和应用	925	8.6.1 轴的强度校核	989
7.1.2 丝杠螺母传动的特点和应用	926	8.6.2 轴的刚度计算	999
7.1.3 丝杠螺母传动的方式和应用	926	8.7 轴的临界转速的核算	1004
7.2 滑动丝杠副传动	927	8.7.1 两支轴承临界转速的计算	1005
7.2.1 滑动丝杠副传动的特点和应用	927	8.7.2 三支轴承临界转速的计算	1006
7.2.2 滑动螺旋副的螺纹	927	第 9 章 滚动轴承	1007
7.2.3 梯形螺纹的牙型和尺寸	928	9.1 概述	1007
7.2.4 滑动丝杠螺母的设计计算	931	9.1.1 滚动轴承的分类与代号	1007
7.2.5 丝杠、螺母的材料和热处理	932	9.1.2 轴承代号示例	1008
7.2.6 滑动丝杠螺母的结构	932	9.2 机床常用滚动轴承的结构形式、 尺寸和主要性能	1008
7.2.7 精度等级和公差	933	9.2.1 机床常用滚动轴承的结构	

形式及特性	1008	10.2.2 油膜厚度	1113
9.2.2 滚动轴承的配置及常用 支承结构	1010	10.2.3 支点位置	1114
9.2.3 常用滚动轴承的尺寸及 性能参数	1013	10.2.4 几何尺寸与配合	1114
9.2.4 滚动轴承座的结构	1030	10.2.5 性能计算	1114
9.3 滚动轴承的选择计算	1046	10.2.6 绘制零件工作图注意事项	1114
9.3.1 概述	1046	10.2.7 支承螺钉	1117
9.3.2 滚动轴承的设计计算	1047	10.2.8 装配图及零件工作图举例	1118
9.4 滚动轴承的配合	1052	10.3 整体弹性变形多油楔向心 轴承	1121
9.4.1 滚动轴承配合选择的基本原则	1053	10.3.1 结构形式及工作状态	1121
9.4.2 配合面的形状和位置公差	1055	10.3.2 结构参数的选择	1122
9.4.3 配合表面的粗糙度	1055	10.3.3 装配图及零件工作图举例	1123
9.5 滚动轴承的游隙与预紧	1068	10.3.4 绘制零件工作图注意事项	1130
9.5.1 轴承的游隙及其选择	1068	10.4 平面推力轴承	1131
9.5.2 轴承的预紧	1072	10.4.1 结构形式	1131
9.6 滚动轴承的轴向紧固	1076	10.4.2 非液体摩擦润滑的计算	1131
9.6.1 轴向紧固装置	1076	10.5 成型面推力轴承	1131
9.6.2 用于轴向定位的元件	1079	10.5.1 推力轴承的参数选择	1131
9.7 滚动轴承的润滑与密封	1084	10.5.2 斜—平面固定瓦推力轴承	1132
9.7.1 轴承的润滑	1084	10.5.3 阶梯面固定瓦推力轴承	1133
9.7.2 轴承的密封	1084	10.5.4 可倾瓦块推力轴承	1133
9.8 提高机床主轴轴承工作性 能的措施	1087	10.6 滑动轴承的润滑	1138
9.8.1 改善润滑条件	1087	10.6.1 润滑剂的选择	1138
9.8.2 减少发热	1088	10.6.2 油孔和油槽	1139
9.8.3 提高刚度	1088	10.6.3 润滑装置和润滑方法	1140
9.8.4 提高轴承组合的几何精度	1090	10.6.4 含油轴承	1142
9.8.5 采用陶瓷轴承材料	1090	第 11 章 液体静压轴承	1146
9.8.6 机床主轴轴承的典型应用	1090	11.1 概述	1146
第 10 章 滑动轴承	1092	11.1.1 静压轴承的工作原理	1146
10.1 概述	1092	11.1.2 静压轴承的分类及其应 用范围	1147
10.1.1 滑动轴承的摩擦状态	1092	11.2 静压轴承的设计基础	1151
10.1.2 滑动轴承的分类	1092	11.2.1 静压轴承的基本设计要 求	1151
10.1.3 各类滑动轴承的比较和选 用	1094	11.2.2 静压轴承设计计算的 基础理论	1151
10.1.4 油楔特性分析	1095	11.3 节流器的结构设计	1152
10.1.5 非液体摩擦润滑计算和液 体动压润滑计算	1096	11.3.1 节流器的结构和主要参 数的推荐值	1152
10.1.6 滑动轴承设计计算内容	1097	11.3.2 节流器的典型工作图	1158
10.1.7 轴承材料	1097	11.4 供油系统的设计	1161
10.1.8 滑动轴承轴承座与轴套	1103	11.4.1 典型的供油系统	1162
10.2 多瓦式调位多油楔向心轴 承	1112	11.4.2 供油系统中的液压元 件选择	1162
10.2.1 间隙半径	1113	11.4.3 润滑油的选择	1162