

现代实用机床设计手册

下 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。下册内容共 5 篇，分别为机床液压与气动系统设计、机床电力拖动及控制系统设计、机床数字控制系统设计、传动系统和辅助系统设计、柔性制造和计算机集成制造。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·下册/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 7-111-18636-2

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 016861 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:吴美英
姚培新

封面设计:鞠杨 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·118.5 印张·3 插页·4091 千字

0 001—4 000 册

定价:198.00 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) 88379759

封面无防伪标均为盗版

《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)
- 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)
- 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)
- 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 (北京古德机电技术研究所)
黄祖尧 (北京机床研究所)、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、3章 叶瑞汶 (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 (广州广重集团公司)
- 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 (广州广重集团公司)
- 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 李大成 (中国科学院合肥物质科学研究院)
 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)

全书经赵克法研究员级高工审定。

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、北京市古德机电技术研究所、玉林柴油机股分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。

现代实用机床设计手册编委会

目 录

前言

第 5 篇 机床液压与气动系统设计

第 1 章 基础标准及流体

力学常用公式 1

1.1 基础标准 1

1.1.1 液压气动及元件的公称 压力系列 1

1.1.2 压力分级 1

1.1.3 液压泵、液压马达公称 排量系列 1

1.1.4 液压缸、气缸公称压力, 缸径 及活塞杆外径系列 1

1.1.5 液压缸、气缸活塞行程系列 2

1.1.6 液压、气动缸筒用精密 内径无缝钢管 2

1.1.7 液压系统管道公称通径系列 3

1.1.8 液压、气动系统及元件硬管 外径和软管内径 3

1.1.9 液压、气动系统和元件的油(气) 口联接螺纹尺寸 3

1.1.10 液压—隔离式蓄能器公称 压力和容积系列 3

1.1.11 液压泵站油箱公称容量系列 3

1.2 流体力学常用公式 4

1.2.1 流体主要物理性质公式 4

1.2.2 流体静力学公式 4

1.2.3 流体动力学公式 5

1.2.4 雷诺数、水力直径、流态、压力 损失公式 6

1.2.5 圆管流动公式 13

1.2.6 孔口出流公式 14

1.2.7 平行平板间的缝隙流动公式 14

1.2.8 倾斜壁面的缝隙流动公式 15

1.2.9 管路的计算公式 16

1.3 液压气动图形符号 17

1.3.1 符号构成 17

1.3.2 管路、管路接口和接头 18

1.3.3 控制机构和控制方法 19

1.3.4 能量转换和贮存 21

1.3.5 能量控制和调节 22

1.3.6 液体的贮存和调节 26

1.3.7 辅助元器件 27

附录 A 控制机构、能量控制和调节 元件符号绘制规则 (补充件) 28

附录 B 旋转式能量转换元件的旋 转方向和控制位置的 标注规则(补充件) 30

附录 C 常用液压、气动元件图形 符号(补充件) 31

第 2 章 机床液压传动系统的 设计与计算 37

2.1 概述 37

2.2 机床液压传动系统设计 37

2.2.1 明确系统设计要​​求 37

2.2.2 分析系统工况 37

2.2.3 确定主要参数 38

2.2.4 拟定液压系统图 40

2.2.5 选择液压元件 40

2.2.6 验算液压系统性能 42

2.2.7 液压装置设计及编制技术文件 43

2.2.8 机床液压传动系统设 计计算举例 44

2.3 液压系统的计算机 辅助设计(CAD) 48

第 3 章 液压基本回路 50

3.1 压力控制回路 50

| | | | |
|---------------------|----|------------------------------|-----|
| 3.1.1 调压回路 | 50 | 5.1.3 变量液压泵和变量液压 马达技术特性 | 88 |
| 3.1.2 减压回路 | 51 | 5.1.4 液压泵和液压马达的选用 | 89 |
| 3.1.3 增压回路 | 52 | 5.2 产品介绍 | 91 |
| 3.1.4 卸压回路 | 52 | 5.2.1 齿轮泵及齿轮马达 | 91 |
| 3.1.5 保压回路 | 53 | 5.2.2 叶片泵及叶片马达 | 94 |
| 3.1.6 卸荷回路 | 54 | 5.2.3 柱塞泵及柱塞马达 | 95 |
| 3.1.7 平衡回路 | 55 | 5.2.4 螺杆泵 | 98 |
| 3.2 速度控制回路 | 55 | 5.3 国产常用液压泵(马达)技术 性能和安装尺寸 | 98 |
| 3.2.1 节流调速回路 | 56 | 5.3.1 齿轮泵和齿轮马达 | 98 |
| 3.2.2 容积调速回路 | 57 | 5.3.2 叶片泵和叶片马达 | 132 |
| 3.2.3 容积节流调速回路 | 57 | 5.3.3 轴向柱塞泵和液压马达 | 165 |
| 3.2.4 增速回路 | 58 | 5.3.4 螺杆泵 | 170 |
| 3.2.5 速度换接回路 | 59 | 第6章 液压缸 | 176 |
| 3.3 方向控制回路 | 60 | 6.1 液压缸的基本参数 | 176 |
| 3.3.1 换向回路 | 60 | 6.1.1 压力 | 176 |
| 3.3.2 锁紧回路 | 61 | 6.1.2 活塞行程 | 176 |
| 3.3.3 制动回路 | 61 | 6.1.3 流量 | 176 |
| 3.3.4 定位回路 | 62 | 6.1.4 活塞运动速度 | 177 |
| 3.4 其他液压回路 | 62 | 6.1.5 活塞加(减)速度 | 177 |
| 3.4.1 顺序动作回路 | 62 | 6.1.6 活塞加(减)速时间 | 177 |
| 3.4.2 同步回路 | 63 | 6.1.7 活塞加(减)速行程 | 177 |
| 3.4.3 互不干扰回路 | 64 | 6.1.8 速比 | 177 |
| 3.4.4 缓冲回路 | 65 | 6.1.9 液压缸活塞的理论推力和拉力 | 178 |
| 第4章 液压工作介质 | 66 | 6.1.10 活塞作用力 | 179 |
| 4.1 液压介质分类及牌号 | 66 | 6.1.11 液压缸的效率 | 179 |
| 4.1.1 液压介质分类 | 66 | 6.1.12 液压缸的功和功率 | 180 |
| 4.1.2 液压介质牌号 | 67 | 6.1.13 液压缸的内径 | 180 |
| 4.2 液压介质的性质 | 68 | 6.1.14 活塞杆直径 | 180 |
| 4.2.1 液压传动工作介质的性能要求 | 68 | 6.1.15 液压缸缸筒长度 | 181 |
| 4.2.2 影响液压油质量的理化性能 | 69 | 6.2 液压缸的类型及安装方式 | 181 |
| 4.3 液压介质质量指标及选用 | 70 | 6.2.1 液压缸的类型 | 181 |
| 4.3.1 液压油主要品种和应用 | 70 | 6.2.2 液压缸的安装方式 | 182 |
| 4.3.2 液压油正确选择和合理使用 | 70 | 6.3 液压缸的设计计算 | 184 |
| 4.4 液压介质的污染控制 | 82 | 6.3.1 设计依据和设计步骤 | 184 |
| 4.4.1 液压油污染的种类 | 82 | 6.3.2 液压缸缸筒壁厚和外径的计算 | 184 |
| 4.4.2 液压油污染度等级及其测定 | 83 | 6.3.3 液压缸缸底厚度的计算 | 186 |
| 4.4.3 液压油污染的危害 | 83 | 6.3.4 液压缸缸筒头部连接法兰 厚度的计算 | 186 |
| 4.4.4 液压油污染控制 | 83 | 6.3.5 活塞杆的计算 | 187 |
| 第5章 液压泵和液压马达 | 86 | 6.3.6 液压缸的连接计算 | 190 |
| 5.1 概述 | 86 | 6.3.7 液压缸的缓冲计算 | 192 |
| 5.1.1 分类、工作原理及结构特点 | 86 | | |
| 5.1.2 主要参数及计算公式 | 87 | | |

| | | | |
|-------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| 6.3.8 导向套的总长度 | 194 | 7.5.3 电液伺服阀的使用 | 362 |
| 6.3.9 最小导向长度 | 194 | 7.5.4 电液比例阀 | 363 |
| 6.4 液压缸主要零件的结构、材料及技术要求 | 195 | 7.5.5 电液比例阀的使用 | 368 |
| 6.4.1 缸筒 | 195 | 第 8 章 液压辅件 | 370 |
| 6.4.2 端盖 | 198 | 8.1 管件 | 370 |
| 6.4.3 活塞 | 198 | 8.1.1 管道 | 370 |
| 6.4.4 活塞杆 | 202 | 8.1.2 管接头 | 372 |
| 6.4.5 导向套 | 203 | 8.1.3 非标准管接头 | 424 |
| 6.4.6 中隔圈 | 204 | 8.2 蓄能器 | 439 |
| 6.4.7 导向环 | 205 | 8.2.1 蓄能器的种类、特点和用途 | 439 |
| 6.4.8 油口尺寸 | 206 | 8.2.2 蓄能器在液压系统中的应用 | 440 |
| 6.4.9 缓冲机构 | 207 | 8.2.3 蓄能器的参数计算 | 441 |
| 6.4.10 排气装置 | 211 | 8.2.4 蓄能器的产品介绍 | 444 |
| 6.4.11 防尘装置 | 212 | 8.3 过滤器 | 447 |
| 6.4.12 调心接头 | 212 | 8.3.1 过滤器的类型及特性 | 447 |
| 6.4.13 耳环 | 212 | 8.3.2 过滤器在液压系统中的安装及应用 | 447 |
| 6.5 液压缸典型结构及产品 | 221 | 8.3.3 过滤器的过滤性能参数及计算 | 448 |
| 6.5.1 液压缸典型结构 | 221 | 8.3.4 过滤器的选择 | 448 |
| 6.5.2 液压缸产品介绍 | 222 | 8.3.5 过滤器的产品介绍 | 449 |
| 第 7 章 液压控制阀 | 260 | 8.4 冷却器 | 461 |
| 7.1 液压控制阀的分类 | 260 | 8.4.1 冷却器的种类及特点 | 461 |
| 7.2 液压控制阀的结构原理及应用 | 260 | 8.4.2 常用冷却回路形式和特点 | 462 |
| 7.2.1 压力控制阀 | 260 | 8.4.3 冷却器的计算 | 463 |
| 7.2.2 方向控制阀 | 274 | 8.4.4 冷却器的产品性能及规格 | 463 |
| 7.2.3 流量控制阀 | 288 | 8.5 油箱及附件 | 474 |
| 7.2.4 叠加阀 | 293 | 8.5.1 油箱的用途及分类 | 474 |
| 7.3 液压控制阀产品 | 296 | 8.5.2 油箱的构造及设计要点 | 474 |
| 7.3.1 GE 系列液压控制阀 | 296 | 8.5.3 油箱的容量计算 | 474 |
| 7.3.2 VICKERS 公司系列液压控制阀 | 324 | 8.5.4 油箱油液的冷却与加热 | 475 |
| 7.3.3 REXROTH 公司系列液压控制阀 | 334 | 8.5.5 空气滤清器 | 475 |
| 7.3.4 国内外叠加阀系列 | 343 | 8.5.6 温度计 | 477 |
| 7.4 二通插装阀 | 356 | 8.6 压力表及测压装置 | 480 |
| 7.4.1 二通插装阀特点 | 356 | 8.6.1 压力表 | 480 |
| 7.4.2 二通插装阀结构原理 | 356 | 8.6.2 测压装置 | 482 |
| 7.4.3 二通插装阀机能组合 | 357 | 8.7 液压泵站 | 482 |
| 7.4.4 二通插装阀的应用 | 360 | 8.7.1 液压泵站的分类及特点 | 482 |
| 7.5 电液伺服阀和电液比例阀 | 361 | 8.7.2 液压泵站的组成 | 484 |
| 7.5.1 电液伺服阀与电液比例阀特点和区别 | 361 | 第 9 章 机床液压系统的安装、调试和使用 | 486 |
| 7.5.2 电液伺服阀 | 362 | 9.1 液压系统的安装 | 486 |
| | | 9.1.1 安装前的准备 | 486 |

| | | | |
|--------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 9.1.2 液压元件的安装 | 486 | 11.3.2 气体的状态变化 | 517 |
| 9.1.3 液压管道的安装 | 488 | 11.3.3 湿空气 | 518 |
| 9.2 液压系统压力试验及调试 | 491 | 11.3.4 自由空气流量及析水量 | 520 |
| 9.2.1 压力试验 | 491 | 11.3.5 空气在管道内的流动 | 520 |
| 9.2.2 调试与试运转 | 492 | 11.3.6 气动元件的流量特性 | 522 |
| 9.3 液压系统的使用和维护 | 493 | 11.3.7 通过节流孔的流量 | 524 |
| 9.3.1 液压系统的日常检查 和定期检查 | 493 | 11.3.8 充排气特性 | 524 |
| 9.3.2 液压系统使用和维护注意事项 | 493 | 11.3.9 气阻和气容 | 526 |
| 9.4 液压系统常见故障和 排除方法 | 495 | 11.3.10 耗气量计算 | 527 |
| 第 10 章 机床液压系统 | | 11.4 气动基础公式应用实例 | 527 |
| 应用实例 | 500 | 第 12 章 气动执行元件 | 529 |
| 10.1 MBA1432 半自动万能外圆 磨床液压系统 | 500 | 12.1 气缸 | 530 |
| 10.1.1 机床概述 | 500 | 12.1.1 气缸的典型结构及工作原理 | 530 |
| 10.1.2 液压系统特点 | 500 | 12.1.2 气缸的分类及安装形式 | 530 |
| 10.1.3 液压系统说明 | 500 | 12.1.3 气缸的结构形式 | 539 |
| 10.2 IEF70/NDH 自动内圆磨 床液压系统 | 504 | 12.1.4 气缸的密封和缓冲装置 | 541 |
| 10.2.1 液压系统的设计要求 | 505 | 12.1.5 普通气缸的设计计算 | 543 |
| 10.2.2 磨床液压系统的 特点及方案考虑 | 505 | 12.1.6 气缸的选择、安装使用 与维护保养 | 552 |
| 10.2.3 液压系统工作原理 | 505 | 12.1.7 气缸应用举例 | 554 |
| 10.2.4 液压系统中的元件、管 道等选择 | 508 | 12.1.8 气缸的种类及系列产品 | 555 |
| 10.3 L6140B 型卧式拉床液压系统 | 508 | 12.2 摆动马达 | 633 |
| 10.3.1 主系统液压缸负载分析 | 508 | 12.2.1 概述 | 633 |
| 10.3.2 主系统参数的确定 | 509 | 12.2.2 叶片式摆动马达 | 633 |
| 10.3.3 主系统液压元件的选择 | 510 | 12.2.3 活塞式摆动马达 | 636 |
| 10.3.4 辅助系统液压元件的选择 | 510 | 12.2.4 组合式摆动马达 | 644 |
| 10.3.5 液压系统简要说明 | 511 | 12.2.5 摆动马达应用实例 | 645 |
| 10.4 YH32—315 型四柱万能 液压机液压系统 | 511 | 12.3 气马达 | 645 |
| 10.4.1 概述 | 511 | 12.3.1 概述 | 645 |
| 10.4.2 液压系统说明 | 511 | 12.3.2 叶片式气马达 | 649 |
| 第 11 章 气动技术基础 | 515 | 12.3.3 活塞式气马达 | 653 |
| 11.1 气动技术的优缺点 | 515 | 12.3.4 齿轮式气马达 | 654 |
| 11.2 气动系统的组成 | 515 | 第 13 章 气动控制阀 | 655 |
| 11.3 气动的基础知识与计算 | 516 | 13.1 气动压力控制阀 | 655 |
| 11.3.1 空气的性质 | 516 | 13.1.1 气动压力控制阀的分类 | 655 |
| | | 13.1.2 减压阀 | 655 |
| | | 13.1.3 电控压力比例阀 | 667 |
| | | 13.1.4 溢流阀(安全阀) | 678 |
| | | 13.1.5 顺序阀 | 680 |
| | | 13.2 气动流量控制阀 | 682 |
| | | 13.3 气动方向控制阀 | 696 |
| | | 13.3.1 方向控制阀的分类及选用 | 696 |

| | | | |
|------------------------------------|------------|------------------------|-----|
| 13.3.2 电磁换向阀 | 702 | 16.2 管接头 | 899 |
| 13.3.3 气控换向阀 | 762 | 16.3 气动用管子 | 902 |
| 13.3.4 人控换向阀 | 777 | 16.4 压力开关 | 904 |
| 13.3.5 机控换向阀 | 791 | 16.5 自动排污器 | 908 |
| 13.3.6 气控延时换向阀 | 800 | 16.6 气源指示器 | 909 |
| 13.3.7 单向型控制阀 | 804 | | |
| 第 14 章 气源及净化处理 | 813 | 第 17 章 气动回路与系统 | |
| 14.1 概述 | 813 | 设计 | 910 |
| 14.2 压缩空气净化的质量要求 | 813 | 17.1 基本回路 | 910 |
| 14.3 气源站 | 815 | 17.1.1 压力控制回路 | 910 |
| 14.3.1 空气压缩机 | 815 | 17.1.2 换向控制回路 | 910 |
| 14.3.2 气源站压缩空气的净化处理 | 816 | 17.1.3 速度控制回路 | 912 |
| 14.4 自动化机器部 | 844 | 17.1.4 位置控制回路 | 916 |
| 14.4.1 空气过滤器、减压阀、 油雾器及其组件 | 844 | 17.1.5 放大回路 | 917 |
| 14.4.2 除油器(精密过滤器) 及其组件 | 857 | 17.1.6 气动逻辑回路 | 918 |
| 第 15 章 气动真空系统及元件 | 858 | 17.2 常用回路 | 919 |
| 15.1 概述 | 858 | 17.2.1 安全保护回路 | 919 |
| 15.2 气动真空系统构成 | 858 | 17.2.2 气缸同步动作回路 | 920 |
| 15.3 气动真空系统设计 | 858 | 17.2.3 手动—自动选用回路 | 921 |
| 15.4 气动真空系统器件 | 859 | 17.2.4 供气选择回路 | 921 |
| 15.4.1 真空发生器 | 859 | 17.2.5 计数回路 | 921 |
| 15.4.2 真空吸盘 | 878 | 17.2.6 往复回路 | 922 |
| 第 16 章 气动辅助元件 | 898 | 17.2.7 程序动作回路 | 923 |
| 16.1 消声器 | 898 | 17.2.8 多位气缸控制回路 | 925 |
| | | 17.3 气动程序控制回路 | |
| | | 设计 | 925 |
| | | 17.4 气动系统的设计 | 937 |
| | | 参考文献 | 950 |

第 6 篇 机床电力拖动及控制系统设计

| | | | |
|---------------------------|------------|-------------------------------|------|
| 第 1 章 一般设计资料 | 951 | 技术数据 | 1012 |
| 1.1 常用电动机的技术 数据 | 951 | 1.2.1 交流接触器 | 1012 |
| 1.1.1 交流三相异步电动机 | 951 | 1.2.2 起动机 | 1013 |
| 1.1.2 直流电动机 | 969 | 1.2.3 中间继电器 | 1015 |
| 1.1.3 伺服电动机 | 983 | 1.2.4 时间继电器 | 1016 |
| 1.1.4 步进电动机 | 997 | 1.2.5 热继电器 | 1018 |
| 1.1.5 测速发电机 | 999 | 1.2.6 其他形式的继电器 | 1019 |
| 1.1.6 自整角机 | 1003 | 1.2.7 行程开关 | 1020 |
| 1.1.7 旋转变压器 | 1005 | 1.2.8 组合及转换开关 | 1022 |
| 1.1.8 旋转编码器 | 1008 | 1.2.9 主令开关 | 1023 |
| 1.2 机床常用低压电器 | | 1.2.10 机床变压器 | 1027 |
| | | 1.3 电工常用法定计量单位 和图形符号 | 1028 |

| | | | |
|--------------------------------|------|--|------|
| 第 2 章 机床电气传动方案 及电动机选择 | 1040 | 3.3.5 笼型异步电动机的 低速运行 | 1075 |
| 2.1 机床电气传动系统的组成 | 1040 | 3.4 控制电路电压与主要 控制电器的选择 | 1075 |
| 2.1.1 电动机 | 1040 | 3.4.1 机床控制电路常用电压值 | 1075 |
| 2.1.2 电源设备 | 1042 | 3.4.2 装置式(低压)断 路器的选择 | 1075 |
| 2.1.3 控制装置 | 1042 | 3.4.3 接触器的选择 | 1076 |
| 2.2 机床传动系统的特点 | 1042 | 3.4.4 熔断器的选择 | 1076 |
| 2.3 调速系统的性能指标 | 1042 | 3.4.5 热继电器的选择 | 1077 |
| 2.3.1 调速系统的静态指标 | 1042 | 3.4.6 保护继电器的选择 | 1077 |
| 2.3.2 调速系统的动态指标 | 1043 | 3.4.7 时间继电器的选择 | 1077 |
| 2.4 调速时电动机容许输出 的转矩和功率 | 1044 | 3.5 接近开关 | 1078 |
| 2.4.1 恒转矩调速 | 1045 | 3.5.1 接近开关的分类及其机理 | 1078 |
| 2.4.2 恒功率调速 | 1046 | 3.5.2 接近开关选用时应 注意的问题 | 1078 |
| 2.5 机床电气传动方案的选择 | 1048 | 3.5.3 可编程序控制器及其应用 | 1079 |
| 2.5.1 选择机床电气传动 方案的原则 | 1048 | 第 4 章 直流调速系统 | 1080 |
| 2.5.2 机床常用的电气传动方案 | 1048 | 4.1 晶闸管一直流电动机 调速系统 | 1080 |
| 2.6 机床用电动机的选择 及容量计算 | 1050 | 4.1.1 晶闸管 | 1080 |
| 2.6.1 电动机的选择 | 1050 | 4.1.2 晶闸管整流电路 | 1082 |
| 2.6.2 电动机容量的计算 | 1051 | 4.1.3 晶闸管变流装置的保护 | 1088 |
| 第 3 章 机床电器控制系统 | 1056 | 4.1.4 晶闸管触发电路 | 1092 |
| 3.1 常用典型继电器、接触器 控制电路 | 1056 | 4.1.5 晶闸管一直流电动机转速、电流 双闭环调速系统 | 1094 |
| 3.1.1 组成电器控制电路的基本规律 | 1056 | 4.1.6 晶闸管一直流电动机 可逆调速系统 | 1103 |
| 3.1.2 电器控制电路的设计方法 | 1059 | 4.2 绝缘栅极晶体管 IGBT 脉宽调速 (PWM) 直流调速系统 | 1110 |
| 3.2 常用保护类型及实现方法 | 1061 | 4.2.1 IGBT—PWM 直流调速系统的基本 工作原理及其主要特点 | 1110 |
| 3.2.1 电动机短路保护 | 1061 | 4.2.2 IGBT—PWM 转速电流 双闭环系统 | 1110 |
| 3.2.2 电动机过电流保护 | 1061 | 4.3 数字式直流调速系统 | 1115 |
| 3.2.3 电动机过载保护 | 1061 | 4.3.1 数字式直流调速系统 的结构及特点 | 1115 |
| 3.2.4 失压保护及欠压保护 | 1062 | 4.3.2 系统的功能 | 1115 |
| 3.2.5 断相保护 | 1062 | 4.4 晶闸管一直流传动装置 的参数计算 | 1120 |
| 3.2.6 失磁保护 | 1062 | 4.4.1 换相重叠角 γ | 1120 |
| 3.2.7 过电压保护 | 1063 | 4.4.2 换相电抗压降 | 1123 |
| 3.2.8 其他形式的保护 | 1063 | 4.4.3 最小逆变角 β_{\min} 与 | |
| 3.3 笼型异步电动机的控制电路 | 1063 | | |
| 3.3.1 电动机的起动 | 1063 | | |
| 3.3.2 电动机的制动 | 1068 | | |
| 3.3.3 电动机的正反转控制 | 1071 | | |
| 3.3.4 双速笼型异步电动机 的变速控制 | 1073 | | |

| | | | |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| 最小控制角 α_{\min} | 1123 | 5.6 转差频率控制的变频 | |
| 4.4.4 变压器的计算 | 1123 | 调速系统 | 1193 |
| 4.4.5 交流进线电抗器的选择 | 1124 | 5.6.1 转差频率控制的基本概念 | 1193 |
| 4.4.6 晶闸管的选择和计算 | 1125 | 5.6.2 转差频率控制的规律 | |
| 4.4.7 限制直流脉动率的电感值 | 1125 | 及其实现 | 1193 |
| 4.4.8 使电流连续的电感值 | 1125 | 5.6.3 采用转差频率控制的变频调速 | |
| 4.4.9 限制均衡电流的电感值 | 1127 | 系统的工作原理 | 1194 |
| 4.5 直传动系统的分析与综合 | 1127 | 5.7 异步电动机矢量变换 | |
| 4.5.1 传递函数 | 1128 | 控制调速系统 | 1197 |
| 4.5.2 系统简化 | 1140 | 5.7.1 矢量变换控制的基本概念 | 1197 |
| 4.5.3 动态指标 | 1144 | 5.7.2 矢量变换控制系统 | |
| 4.5.4 工程实际综合指标 | 1146 | 的设计举例 | 1199 |
| 第5章 交流异步电动机 | | 5.7.3 矢量控制的应用 | 1202 |
| 调速系统 | 1151 | 第6章 无换向器电动机 | |
| 5.1 交流传动系统概述 | 1151 | 调速系统 | 1205 |
| 5.1.1 交流调速传动的特点 | 1151 | 6.1 无换向器电动机传动 | |
| 5.1.2 异步电动机的种类、 | | 系统的工作原理 | 1205 |
| 特点、特性 | 1151 | 6.1.1 无换向器电动机的直流 | |
| 5.1.3 交流异步电动机调速 | | 模型及工作原理 | 1205 |
| 的基本类型 | 1153 | 6.1.2 无刷直流电动机的 | |
| 5.1.4 几种三相异步电动机 | | 基本工作原理 | 1206 |
| 调速方法概述 | 1153 | 6.2 无换向器电动机传动 | |
| 5.2 变频调速的一般问题 | 1156 | 系统的构成 | 1207 |
| 5.2.1 异步电动机变频调速 | | 6.2.1 晶闸管无换向器电动机 | |
| 时的机械特性 | 1156 | 传动系统的构成 | 1207 |
| 5.2.2 变频调速时的传递函数 | 1159 | 6.2.2 电子电力器件 | 1208 |
| 5.2.3 变频装置的分类与各种 | | 6.2.3 三相绕组直流无刷电动机 | |
| 变频器的特点 | 1159 | 主回路基本类型 | 1216 |
| 5.2.4 变频器的电动与再生供电方式 | 1161 | 6.3 不同 γ 角时的运行 | |
| 5.3 变频调速系统中的逆变器 | 1161 | 状态及其整定 | 1219 |
| 5.3.1 交-直-交电压型逆变器 | 1161 | 6.3.1 无换向器电动机改变 γ 角时 | |
| 5.3.2 交-直-交电流型逆变器 | 1166 | 的工作特性 | 1219 |
| 5.3.3 交-交变频器 | 1170 | 6.3.2 无换向器电动机反转时 γ 角 | |
| 5.4 转速开环变频调速系统—— | | 的变化及运行方式 | 1220 |
| 通用变频器 | 1172 | 6.4 无换向器电动机的机械特性 | |
| 5.4.1 通用变频器概况 | 1172 | 及控制特点 | 1222 |
| 5.4.2 普通功能型 U/f 控制 | | 6.4.1 调速特性 | 1222 |
| 通用变频器 | 1175 | 6.4.2 转矩特性 | 1223 |
| 5.4.3 转矩控制型 U/f 控制 | | 6.4.3 机械特性 | 1223 |
| 通用变频器 | 1176 | 6.4.4 无换向器电动机动态特性 | 1223 |
| 5.4.4 通用变频器的电路设计 | 1179 | 6.4.5 永磁直流无刷电动机的运行特性 | |
| 5.4.5 变频器的维修与检查 | 1186 | 及传递函数 | 1224 |
| 5.5 脉冲宽度调制 (PWM) 控制 | 1188 | 6.4.6 脉动转矩及其抑制 | 1224 |

| | | | |
|---------------------------------------|------|------------------------------------|------|
| 6.4.7 过载能力 | 1226 | 7.2.4 步进电动机的其他 分相结构形式 | 1246 |
| 6.4.8 无换向器电动机 的控制特点 | 1226 | 7.3 步进电动机的类型 | 1247 |
| 6.5 无换向器电动机调速系统 | 1227 | 7.3.1 反应式步进电动机 | 1247 |
| 6.5.1 交-直-交无换向器 电动机调速系统 | 1227 | 7.3.2 永磁式步进电动机 | 1247 |
| 6.5.2 控制系统中的主要环节 | 1228 | 7.3.3 永磁感应子式步进 电动机 | 1248 |
| 6.5.3 矢量变换控制系统 | 1230 | 7.3.4 机械谐波(传动) 式步进电动机 | 1248 |
| 6.5.4 永磁交流伺服电动机 控制系统 | 1234 | 7.3.5 章动(传动)式 步进电动机 | 1249 |
| 6.6 无换向器电动机电气传动 装置的参数计算 | 1236 | 7.3.6 其他类型步进电动机 | 1249 |
| 6.6.1 交-直-交电流量 主回路参数计算 | 1236 | 7.4 步进电动机的静态 运行特性 | 1249 |
| 6.6.2 交-交电流量主回路 参数计算 | 1237 | 7.4.1 步进电动机的静态特性 | 1249 |
| 6.6.3 交-交电压型主回路参数的 选择 | 1238 | 7.4.2 步进电动机的矩角特性 | 1249 |
| 6.7 无换向器电动机的综合 分析 | 1238 | 7.4.3 步进电动机的静态稳定区 | 1250 |
| 6.7.1 概述 | 1238 | 7.4.4 矩角特性族 | 1250 |
| 6.7.2 永磁交流伺服电动机 的性能特点 | 1239 | 7.4.5 最大静转矩特性的计算 | 1250 |
| 6.7.3 国内外永磁交流伺服系统 的系列及性能 | 1240 | 7.4.6 步进电动机最大负载转矩 和矩角特性关系 | 1251 |
| 第7章 步进电动机驱动系统 | 1243 | 7.5 步进电动机的动态特性 | 1252 |
| 7.1 概述 | 1243 | 7.5.1 步进电动机的单脉冲运行 | 1252 |
| 7.2 步进电动机的工作原理 | 1244 | 7.5.2 步进电动机的连续脉冲运行 | 1253 |
| 7.2.1 步进电动机 | 1244 | 7.6 步进电动机的参数、 特性及选择 | 1255 |
| 7.2.2 步进电动机动作原理 | 1244 | 7.7 步进电动机的驱动和控制 | 1257 |
| 7.2.3 步进电动机的齿距角、相数、 极数和转子的齿数 | 1245 | 7.7.1 步进电动机的驱动系统 | 1257 |
| | | 7.7.2 控制部分的设计 | 1258 |
| | | 7.7.3 步进电动机的驱动电路 | 1262 |
| | | 7.8 步进电动机控制系统 专用集成电路 | 1270 |
| | | 参考文献 | 1273 |

第7篇 机床数字控制系统设计

| | | | |
|-----------------------------------|------|-------------------------------|------|
| 第1章 机床数字控制 信息及制备 | 1275 | 1.2.4 数控机床坐标系和工件坐 标系 | 1280 |
| 1.1 概述 | 1275 | 1.2.5 数控程序指令 | 1280 |
| 1.2 机床数字控制信息 | 1276 | 1.3 数控编程 | 1284 |
| 1.2.1 数控程序结构 | 1277 | 1.3.1 手工编程 | 1284 |
| 1.2.2 机床数字控制用 字符及其编码 | 1277 | 1.3.2 语言编程系统 | 1296 |
| 1.2.3 数控带 | 1279 | 1.3.3 EXAPT 编程语言系统 | 1299 |
| | | 1.3.4 图形编程系统 | 1326 |

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 第2章 计算机数字控制装置 1338 | 第4章 CNC外围设备及接口 1395 |
| 2.1 机床数字控制的功能、性能要求..... 1338 | 4.1 CNC外围设备和输入输出信息..... 1395 |
| 2.1.1 概述..... 1338 | 4.1.1 数控机床接口信号..... 1395 |
| 2.1.2 数控机床的分类..... 1339 | 4.1.2 纸带阅读机和穿孔机..... 1399 |
| 2.1.3 机床数字控制功能..... 1340 | 4.1.3 键盘及接口..... 1401 |
| 2.2 计算机数字控制装置的一般结构..... 1343 | 4.1.4 显示器及接口..... 1402 |
| 2.2.1 CNC装置的结构形式..... 1343 | 4.1.5 软磁盘驱动器和软磁盘控制器..... 1405 |
| 2.2.2 CNC装置的硬件..... 1343 | 4.1.6 CNC装置的通信接口..... 1406 |
| 2.3 微型计算机结构..... 1362 | 4.2 接口芯片..... 1408 |
| 2.3.1 单微处理器结构..... 1362 | 4.2.1 通信接口芯片..... 1408 |
| 2.3.2 多微处理器结构..... 1363 | 4.2.2 中断控制器和计数/定时器..... 1410 |
| 2.4 机床数据插补器..... 1365 | 4.2.3 软磁盘控制器..... 1412 |
| 2.4.1 概述..... 1365 | 4.2.4 DMA控制器..... 1412 |
| 2.4.2 数字脉冲乘法器..... 1365 | 4.3 功率放大电路..... 1414 |
| 2.4.3 插补算法..... 1366 | 第5章 可编程序控制器 1416 |
| 2.4.4 刀具补偿..... 1371 | 5.1 可编程序控制器的一般结构..... 1416 |
| 第3章 CNC控制软件设计 1375 | 5.1.1 基本内部结构..... 1416 |
| 3.1 数控数据处理过程..... 1375 | 5.1.2 外部设备..... 1417 |
| 3.1.1 输入..... 1375 | 5.1.3 可编程序控制器的基本工作原理..... 1418 |
| 3.1.2 译码..... 1375 | 5.1.4 内部单元..... 1420 |
| 3.1.3 轨迹计算..... 1376 | 5.2 用于数控机床的功能要求..... 1421 |
| 3.1.4 速度处理..... 1377 | 5.2.1 概述..... 1421 |
| 3.1.5 插补..... 1377 | 5.2.2 输入方式..... 1422 |
| 3.1.6 位置控制..... 1377 | 5.2.3 功能概述..... 1422 |
| 3.2 计算机及CNC装置操作系统..... 1377 | 5.2.4 用于数控的专用模块举例..... 1423 |
| 3.2.1 计算机操作系统..... 1377 | 5.3 可编程序控制器的编程..... 1426 |
| 3.2.2 CNC装置操作系统..... 1380 | 5.3.1 编程语言概述..... 1426 |
| 3.3 编译处理..... 1382 | 5.3.2 梯形图..... 1426 |
| 3.3.1 概述..... 1382 | 5.3.3 指令表..... 1429 |
| 3.3.2 状态矩阵法编译..... 1383 | 5.3.4 其他编程语言..... 1430 |
| 3.4 中断处理..... 1384 | 5.3.5 常用基本环节的编程..... 1431 |
| 3.4.1 概述..... 1384 | 5.3.6 IEC61131国际标准..... 1439 |
| 3.4.2 CNC装置中断处理..... 1385 | 5.4 典型可编程序控制器简介..... 1441 |
| 3.5 位置控制..... 1388 | 5.4.1 微型可编程序控制器..... 1441 |
| 3.6 速度控制..... 1390 | 5.4.2 小型可编程序控制器..... 1441 |
| 3.7 辅助信息处理..... 1391 | 5.4.3 中、大型可编程序控制器..... 1442 |
| 3.8 诊断程序..... 1392 | 5.4.4 可编程序控制器的I/O模板..... 1442 |
| | 5.5 应用实例..... 1449 |
| | 5.5.1 内圆磨床的改造..... 1449 |

| | | | |
|-----------------------------|-------------|--------------------------|------|
| 5.5.2 转塔车床的电气控制 | 1450 | 6.4 标准型数控装置 | 1466 |
| 5.5.3 二维曲线的实时插补 | 1453 | 6.4.1 标准型数控装置技术参数 | 1466 |
| 5.5.4 模糊控制 | 1458 | 6.4.2 标准型数控装置实例 | 1466 |
| 第6章 CNC 数控装置实例 | 1462 | 6.5 开放式数控装置 | 1468 |
| 6.1 概述 | 1462 | 6.5.1 概述 | 1468 |
| 6.2 数控基本系统的构成 | 1462 | 6.5.2 ONC 系统的特征及功能 | 1468 |
| 6.3 经济型数控装置 | 1464 | 6.5.3 ONC 系统基本体系结构 | 1469 |
| 6.3.1 经济型数控装置技术参数 | 1464 | 6.5.4 结语 | 1470 |
| 6.3.2 经济型数控装置实例 | 1464 | 参考文献 | 1471 |

第 8 篇 传动系统和辅助系统设计

| | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| 第 1 章 机床主要技术参数的 确定 | 1472 | 第 3 章 润滑系统 | 1547 |
| 1.1 主参数和基本参数 | 1472 | 3.1 润滑剂 | 1547 |
| 1.1.1 主参数 | 1472 | 3.1.1 润滑油 | 1548 |
| 1.1.2 基本参数 | 1472 | 3.1.2 润滑脂 | 1574 |
| 1.2 尺寸参数的确定 | 1473 | 3.2 润滑方式及系统设计 | 1588 |
| 1.2.1 主要尺寸参数 (主参数) 的确定 | 1473 | 3.2.1 润滑方式分类 | 1588 |
| 1.2.2 其他尺寸参数的确定 | 1473 | 3.2.2 润滑方式选择 | 1590 |
| 1.3 运动参数和动力 参数的确定 | 1474 | 3.2.3 轴承润滑剂的供给 | 1593 |
| 1.3.1 运动参数的计算 | 1474 | 3.2.4 常用机床润滑方式及润滑系统 设计 | 1596 |
| 1.3.2 动力参数的计算 | 1476 | 3.2.5 机床自动润滑系统设计 | 1615 |
| 1.4 通用机床的主要技术参数 | 1477 | 3.2.6 辅助润滑元件的设置 | 1630 |
| 1.4.1 按典型加工条件确定通用 机床的基本参数 | 1477 | 3.2.7 典型的机床润滑系统 | 1634 |
| 1.4.2 各类通用机床主要技术参数 | 1478 | 3.2.8 润滑系统设计注意事项 | 1636 |
| 第 2 章 机床传动系统设计 | 1498 | 3.3 标准润滑元件 | 1638 |
| 2.1 机床传动系统组成 | 1498 | 3.3.1 油泵 | 1638 |
| 2.2 主传动系统设计 | 1498 | 3.3.2 分油器 | 1641 |
| 2.2.1 分级变速主传动系统设计 | 1498 | 3.3.3 定量阀 | 1644 |
| 2.2.2 无级变速系统设计 | 1519 | 3.3.4 油杯 | 1646 |
| 2.3 进给和切削螺纹传动 系统的设计 | 1522 | 3.3.5 过滤器 | 1649 |
| 2.3.1 进给传动系统的设计 | 1522 | 3.3.6 安全阀 | 1651 |
| 2.3.2 切削螺纹系统的设计 | 1525 | 3.3.7 压力继电器 | 1653 |
| 2.4 快速传动系统设计 | 1539 | 3.3.8 油标 | 1654 |
| 2.5 分度传动系统设计 | 1542 | 3.3.9 管接头 | 1657 |
| | | 第 4 章 冷却系统 | 1680 |
| | | 4.1 切削液 | 1680 |
| | | 4.1.1 金属切削过程的润滑特点 | 1680 |
| | | 4.1.2 切削液的性能与作用 | 1680 |
| | | 4.1.3 切削液产品分类及组成 | 1688 |