



机械设计 手册

第三版 第4卷

成大先 主编

化学工业出版社



机械设计手册

第 三 版

第 4 卷

主编单位 北京有色冶金设计研究总院

副主编单位 北京钢铁设计研究总院

主 编 成大先

副 主 编 王德夫 姜 勇 李长顺 韩学铨

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册 第4卷/成大先主编. —3版. —北京:化学工业出版社,1998年重印

ISBN 7-5025-1051-6

I. 机… II. 成… III. 机械设计-手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 14381 号

机械设计手册

第三版

第4卷

成大先 主编

责任编辑:张红兵 任文斗

周国庆 邢浩

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 75 1/2 字数 2669 千字

1969年6月第1版 1979年10月第2版 1994年4月第3版 1998年4月北京第18次印刷

印数:1055601—1058600

ISBN 7-5025-1051-6/TH·23

定价:78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

撰稿人 (按篇章先后为序)

- | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|
| 周凤香 | 北京有色冶金设计研究总院 | 王省三 | 长沙有色冶金设计研究院 |
| 王德夫 | 北京有色冶金设计研究总院 | 邓述慈 | 西安理工大学 |
| 高淑之 | 北京化工学院 | 姜 勇 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 成大先 | 北京有色冶金设计研究总院 | 陈谔闻 | 哈尔滨工业大学 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 陈荣增 | 哈尔滨工业大学 |
| 吴永键 | 北京理工大学 | 梁桂明 | 洛阳工学院 |
| 马 枢 | 中国石油化工总公司 | 谢佩娟 | 太原工学院 |
| 朴树寰 | 北京有色冶金设计研究总院 | 叶凌琦 | 太原化工厂 |
| 贺荣贵 | 北京有色冶金设计研究总院 | 沙树明 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 李秀清 | 北京石油化工工程公司 | 张少名 | 西安公路学院 |
| 王春光 | 北京有色冶金设计研究总院 | 余 铭 | 马鞍山市机电研究所 |
| 阮忠唐 | 西安理工大学 | 张文照 | 华东理工大学 |
| 齐维浩 | 西安理工大学 | 张国忠 | 沈阳电工机械厂 |
| 曹惟庆 | 西安理工大学 | 陈祖元 | 广东工学院 |
| 周 菁 | 西安理工大学 | 王春和 | 北方工业大学 |
| 殷鸿梁 | 上海工业大学 | 孙夏明 | 北方工业大学 |
| 房庆久 | 北京有色冶金设计研究总院 | 周朗晴 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 阮宝湘 | 北京理工大学 | 张辰玲 | 北京石油化工工程公司 |
| 李秀琴 | 北京有色冶金设计研究总院 | 纪盛青 | 东北大学 |
| 关天池 | 北京有色冶金设计研究总院 | 蒋友谅 | 北京理工大学 |
| 梁全贵 | 北京有色冶金设计研究总院 | 蔡学熙 | 化工部化工矿山设计研究院 |
| 王淑兰 | 北京有色冶金设计研究总院 | 禚有雄 | 天津大学 |
| 刘清廉 | 北京有色冶金设计研究总院 | 李长顺 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 童祖楹 | 上海交通大学 | 丛书和 | 北京钢铁设计研究总院 |
| 林基明 | 北京有色冶金设计研究总院 | 姬奎生 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 许文元 | 天津工程机械研究所 | 佟 新 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 杜玉衡 | 北京有色冶金设计研究总院 | 朱天仕 | 北京钢铁设计研究总院 |
| 王鸿翔 | 北京有色冶金设计研究总院 | 林文溢 | 北京钢铁设计研究总院 |
| 秦 毅 | 北京有色冶金设计研究总院 | 王玲梅 | 北京科技大学 |
| 喻飞鹏 | 洛阳有色金属加工设计研究院 | 黄 畲 | 北京科技大学 |
| 饶明远 | 北京科技大学 | 高学曾 | 北京科技大学 |
| 肖治彭 | 北京有色冶金设计研究总院 | 刘元钧 | 北京钢铁学院分院 |
| 陈光祖 | 北京有色冶金设计研究总院 | 陈子皋 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 杜子英 | 北京有色冶金设计研究总院 | 廖振功 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 柯蕊珍 | 北京有色冶金设计研究总院 | 刘福祐 | 北京有色冶金设计研究总院 |

曹兰珍 北京有色冶金设计研究总院
谢孟春 西安理工大学
吉晓民 西安理工大学
吕传毅 山东工程学院
辛世界 山东工程学院
吴豪泰 北京有色冶金设计研究总院
王国瑞 北京有色冶金设计研究总院

李郝林 西安理工大学
王新民 西安理工大学
刘宏昭 西安理工大学
袁洪璋 机械部北京机械工业自动化研究所
王金友 机械部北京机械工业自动化研究所
张沪生 北京有色冶金设计研究总院

审 稿 人

王省三 蔡学熙 马允纯 包显威
袁洪璋 王繁滨 段慧文 王德夫
韩学铨 李长顺 姜 勇 丛书和
成大先 陈子皋 姬奎生 郭溪泉

赵克强 阮忠唐 齐维浩 余梦生
王金友 王国瑞 赵光德 曾启安
程良能 徐 智 陈汉驿 史习先
童曾寅 郑锡恩 戴有虎

第三版前言

《机械设计手册》第一版于1969年问世，20多年来，修订了两版，发行300多万册，受到了广大读者的欢迎和热情支持。

随着科学技术的迅速发展，我国机电产品呈现机电一体化发展的趋势，在机械设计中开始应用可靠性设计、优化设计和计算机辅助设计等现代设计方法；消化引进国外先进技术和新材料、新工艺在产品设计中的推广采用；技术标准向国际标准靠拢，标准化工作也有了新的发展，因而大大提高了机械设计和产品水平。为了适应目前新的形势并总结新的成果，满足广大读者的迫切需要，我们又修订编写了第三版。

这次修订是在总结过去、吸收广大读者长期使用手册的经验和要求，并在广泛调查研究基础上进行的。本版保留了前两版实用可靠、内容齐全、简明便查的特点，全面修订了过时的标准、产品，采用了最新标准和法定计量单位，增加了较多新内容，并对前版篇章结构作了适当调整，全书分五卷出版。修订情况如下：

1. 对原有一般设计资料结合当前的具体情况对部分数表进行了删节精选，并增加了部分数学、力学内容。补充了表面处理工艺。

2. 充实了许多常用材料和新的型材，如钢、铝矩形管材，锌基合金轴承材料，摩擦与减摩材料，粘接材料，玻璃钢以及隔震、减震、消音吸声、隔热防火、过滤等材料。

3. 在机构部分增加了分度凸轮设计和组合机构设计。

4. 机械零部件的种类更加丰富了，有的零部件补充了强度计算。新增了无键联接、动压轴承、直线运动滚动功能部件（直线运动轴承）、空气弹簧和扭杆弹簧等，对制动装置、联轴器、离合器、滑动轴承等也进行了补充。

5. 补充了许多新型传动资料，如特殊带传动、多点柔性传动、滑动及滚动螺旋传动设计及产品、谐波传动产品及其选用计算。

筛选和增加多种液、气动元件新产品以及液压控制系统设计。

6. 新增加了防震、减震和利用振动的设计和有关产品。增加了机架设计。

7. 编入了机电一体化资料、老产品过渡到机电一体化的改造设计。

8. 适应新产品开发需要，扩大了原动机范围，增加了新型电机、中小型内燃机、电动推杆及蓄电池资料。

《手册》侧重介绍常规设计。在再版的同时，我们还新编写了《机械设计图册》和《机械设计方法》两书，侧重介绍结构设计、造型设计，产品开发设计和现代设计方法。这三套书既各自独立，又有内在联系，既有常规设计资料，又有现代设计方法，既贯彻实用性，又具有先进性和启发性，构成了一套较系统的、风格独特的机械设计工具书。

《手册》第三版是在前两版的基础上重新编写而成，参加每版的编写单位和个人均有所变动，借《手册》第三版出版之际，愿把感激之情献给参加前两版编写工作的热心单位和老朋友。参加本版编写工作的有北京有色冶金设计研究总院、北京石油化工工程公司、北京钢铁设计研究总院、化工部化工矿山设计研究院、长沙有色冶金设计研究院、西安理工大学、上海交通大学、

东北大学、西安公路学院等单位，此外还得到许多单位和个人的支持与热忱帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于水平有限，调查研究工作也还不够全面，《手册》中难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者继续给予指正。

主 编

1992年2月

内 容 简 介

《机械设计手册》已经过二十多年的实践验证，是全国最有影响的机械设计工具书。

《手册》第三版分5卷出版。第1卷介绍一般常用设计资料，机械制图、公差、配合与表面粗糙度，材料和机构；第2卷介绍联接与紧固，轴及联轴器、离合器、制动器、滑动轴承和滚动轴承，起重运输机械零部件，管件、操作件及小五金，润滑、密封和弹簧；第3卷介绍螺旋传动、摩擦传动，带、链传动，齿轮传动，多点柔性传动、谐波传动，减速器和变速器，机械振动控制与利用，机架结构计算；第4卷介绍液压和气压传动，液压控制系统设计；第5卷介绍机电一体化，常用电机及电器。

《手册》第三版保持“实用、可靠、齐全和便查”的传统特点，新增机械设计最新标准和技术成果。

《手册》供机械设计人员及大专院校有关专业师生使用。

目 录

第 19 篇 液 压 传 动

第 1 章 基础标准及液压流体力学常用

公式.....19-3

1 基础标准19-3

1.1 液压气动系统及元件的公称压力系列 (GB2346—80)19-3

1.2 压力分级 (JB824—66)19-3

1.3 液压泵、马达公称排量系列 (GB2347—80)19-3

1.4 液压缸、气缸内径及活塞杆外径系列 (GB2348—80)19-4

1.5 液压缸、气缸活塞行程系列 (GB2349—80)19-5

1.6 液压系统管路公称通径系列 (JB825—66)19-5

1.7 液压传动系统用管子外径 (JB827—66)19-5

1.8 液压气动系统和元件的油(气)口 连接螺纹尺寸(GB2878—81)19-6

1.9 液压泵站油箱公称容量系列 (GB2876—81)19-6

2 液压气动图形符号(GB786.1—93)19-6

2.1 图形符号19-6

2.2 控制机构、能量控制和调节元件符 号绘制规则19-14

3 液压流体力学常用公式19-17

3.1 流体主要物理性质公式19-17

3.2 流体静力学公式19-17

3.3 流体动力学公式19-18

3.4 雷诺数、流态、压力损失公式19-18

3.5 小孔流量公式19-26

3.6 平行平板间的缝隙流公式19-27

3.7 环形缝隙流公式19-27

3.8 液压冲击公式19-28

第 2 章 液压系统设计19-29

1 概述19-29

1.1 液压系统的组成和型式19-29

1.2 液压系统的类型和特点19-30

1.3 液压传动与控制的优缺点19-30

1.4 液压开关系统逻辑设计法19-30

1.5 液压CAD的应用19-31

1.6 可靠性设计19-31

2 液压系统设计19-33

2.1 明确设计要求19-33

2.2 总体规划、确定液压执行元件19-33

2.3 明确液压执行元件的载荷、速度 及其变化规律,绘制液压系统 工况图19-36

2.4 确定系统工作压力19-36

2.5 确定执行元件的控制和调速方案19-37

2.6 草拟液压系统原理图19-40

2.7 计算执行元件主要参数19-40

2.8 计算泵的流量,选择液压泵19-40

2.9 选择液压控制元件19-41

2.10 计算液压泵的驱动功率,选择电 动机19-42

2.11 选择、计算液压辅助件19-42

2.12 验算液压系统性能19-42

2.13 绘制工作图,编写技术文件19-43

2.14 液压系统设计计算举例——ZS-500 型塑料注射成形压机液压系统 设计19-44

第 3 章 液压基本回路19-57

1 压力控制回路19-57

1.1 调压回路19-57

1.2 减压回路19-59

1.3 增压回路19-61

1.4 保压回路19-62

1.5 卸荷回路19-64

1.6 平衡回路19-67

1.7 制动回路19-69

2 速度控制回路19-70

2.1 调速回路19-70

2.1.1 节流调速回路19-70

2.1.2 容积式调速回路19-74

2.1.3 容积节流调速回路	19-77	3.1.6 CB-G型齿轮泵	19-132
2.1.4 节能调速回路	19-78	3.1.7 多联齿轮泵	19-133
2.2 增速回路	19-80	3.2 叶片泵	19-136
2.3 减速回路	19-82	3.2.1 YB型、YB ₁ 型单级叶片泵	19-136
2.4 同步回路	19-83	3.2.2 PV2R系列单级叶片泵	19-141
3 方向控制回路	19-87	3.2.3 双级叶片泵	19-142
4 其他液压回路	19-90	3.2.4 双联叶片泵	19-143
4.1 顺序动作回路	19-90	3.2.5 YB※-A※型复合叶片泵	19-148
4.2 缓冲回路	19-92	3.2.6 YBN型变量叶片泵	19-151
4.3 锁紧回路	19-93	3.3 柱塞泵	19-153
第4章 液压工作介质	19-95	3.3.1 ※CY14-1B型斜盘式轴向柱 塞泵	19-153
1 液压工作介质的类组别、产品符号、命 名和代号	19-95	3.3.2 ZB型斜盘式轴向柱塞泵	19-158
1.1 液压工作介质的类组别、产品符 号和命名(GB7631.1—87、GB7631.2 —87)	19-95	3.3.3 B型斜盘式轴向柱塞泵	19-163
1.2 液压工作介质的原类组别、命名和 代号	19-96	3.3.4 XB-H※/※型双联轴向柱塞泵	19-168
2 对液压工作介质的主要要求	19-97	3.3.5 ※/※ZZB型组合泵	19-168
3 常用液压工作介质的组成、特性和应用	19-98	3.3.6 ZB※、Z※B型斜轴式轴向柱 塞泵	19-170
4 液压工作介质的添加剂	19-103	3.3.7 A※V、A※F型斜轴式轴向 柱塞泵/马达	19-175
5 液压工作介质的质量指标	19-104	3.3.8 JB-※型径向柱塞泵	19-180
5.1 抗氧、防锈液压油和代用油质量 指标	19-104	4 液压马达	19-181
5.2 抗氧、防锈、抗磨液压油质量指标	19-106	4.1 齿轮液压马达	19-181
5.3 抗氧、防锈、抗磨、改善粘温性 能液压油质量指标	19-108	4.1.1 CM-※型液压马达	19-181
5.4 专用和其他液压油质量指标	19-110	4.1.2 GM5系列液压马达	19-182
5.5 抗燃液压油质量指标	19-111	4.2 柱塞液压马达	19-185
6 液压工作介质的选择	19-114	4.2.1 B系列轴向柱塞马达	19-185
7 液压工作介质使用要点	19-116	4.2.2 A6V系列斜轴式变量马达	19-187
第5章 液压泵和液压马达	19-117	4.2.3 1JMD、※JM、JM1※型曲轴连 杆式径向柱塞液压马达	19-189
1 液压泵和液压马达的分类与工作原理	19-117	4.2.4 DMQ系列径向柱塞马达	19-194
2 液压泵和液压马达的选用	19-118	4.2.5 NJM型内曲线径向柱塞马达	19-196
3 液压泵	19-121	第6章 液压缸	19-199
3.1 齿轮泵	19-121	1 液压缸的分类	19-199
3.1.1 CB型齿轮泵	19-121	2 液压缸的安装形式	19-201
3.1.2 CB-B型齿轮泵	19-122	3 液压缸传动机构的应用举例	19-201
3.1.3 CB-※※C型齿轮泵	19-123	4 液压缸的主要参数	19-202
3.1.4 ※CB-D型齿轮泵	19-125	5 液压缸主要技术性能参数的计算	19-203
3.1.5 CB※-E、CB※-F型齿轮泵	19-127	6 通用液压缸的典型结构	19-209
		7 液压缸主要零部件设计	19-210
		7.1 缸筒	19-210
		7.2 活塞	19-215

7.3	活塞杆	19-218	2.14	微小电流控制型电磁换向阀	19-320
7.4	活塞杆的导向套和密封	19-222	2.15	DSHG-04/06/10电液换向阀	19-320
7.5	中隔圈	19-224	2.16	C※※-02/03/06/10单向阀	19-325
7.6	缓冲装置	19-225	2.17	CP※※-03/06/10液控单向阀	19-327
7.7	排气阀	19-229	3	高压液压控制阀(引进德国力士乐技术产品)	19-328
7.8	油口	19-229	3.1	DBD直动型溢流阀	19-328
8	液压缸的标准系列与产品	19-231	3.2	DB/DBW型先导溢流阀	19-332
8.1	工程用液压缸	19-231	3.2.1	特性参数和特性曲线	19-332
8.2	车辆用液压缸	19-233	3.2.2	外形尺寸	19-334
8.3	冶金设备用液压缸	19-235	3.2.3	远程调压阀及安装底板	19-338
8.4	CD/CG250、CD/CG350系列重载 液压缸	19-244	3.3	DR型先导式减压阀	19-339
8.5	C25、D25系列高压重型液压缸	19-261	3.3.1	特性参数及特性曲线	19-339
9	液压缸的设计选用说明	19-278	3.3.2	外形尺寸	19-340
9.1	液压缸主要参数的选定	19-278	3.3.3	遥控阀	19-344
9.2	使用工况及安装条件	19-278	3.4	DZ型先导顺序阀	19-345
9.3	缓冲机构的选用	19-279	3.5	DA/DAW型先导式卸荷阀	19-349
9.4	密封装置的选用	19-279	3.6	ZDR ₁₀ ⁶ D型叠加式减压阀	19-354
9.5	工作介质的选用	19-279	3.7	FD型平衡阀	19-357
第7章	液压控制阀	19-282	3.8	HED1型柱塞式压力继电器	19-362
1	液压控制阀的类型、结构原理及应用	19-282	3.9	HED2型弹簧管式压力继电器	19-364
1.1	液压控制阀的类型	19-282	3.10	HED3型弹簧管式压力继电器	19-365
1.2	液压控制阀的结构和应用	19-284	3.11	HED4型电液压力继电器	19-366
2	中、高压系列液压阀(引进日本油研公司技术产品)	19-292	3.12	MG型节流阀、MK型单向节流阀	19-368
2.1	D※-01遥控溢流阀	19-292	3.13	Z2FS型叠加式双单向节流阀	19-369
2.2	D※-02直动型溢流阀	19-293	3.14	2FRM型调速阀及Z4S型流向调 整板	19-371
2.3	B※-03/06/10先导溢流阀	19-294	3.15	MSA型调速阀	19-374
2.4	S-BG-03/06/10低噪声溢流阀	19-296	3.16	2FRW型电磁调速阀	19-374
2.5	BS※-03/06/10电磁溢流阀	19-297	3.17	S型单向阀	19-376
2.6	BUCG-06/10卸荷溢流阀	19-300	3.18	Z1S型叠加式单向阀	19-377
2.7	H※-03/06/10顺序阀、HC※- 03/06/10单向顺序阀	19-301	3.19	SV/SL型液控单向阀	19-378
2.8	R※-03/06/10减压阀、RC※- 03/06/10单向减压阀	19-304	3.20	Z2S型叠加式液控单向阀	19-381
2.9	S※-02压力继电器	19-306	3.21	WE型湿式电磁换向阀	19-383
2.10	FG-※※流量控制阀、FCG-※※ 带单向阀的流量控制阀	19-307	3.22	WEH型电液换向阀	19-390
2.11	FBG-03/06/10溢流节流阀	19-311	3.23	WM _U ^R 6型滚轮/推杆操纵换向阀	19-401
2.12	SR※-03/06/10节流阀、SRC※- 03/06/10单向节流阀	19-313	3.24	WMM型手动换向阀	19-404
2.13	DSG-01/03电磁换向阀	19-315	3.25	AF6型压力表开关	19-409
			3.26	MS2型多路压力表开关	19-410
			4	GE系列液压阀	19-411
			4.1	YTF3型远程调压阀	19-411
			4.2	YF3型溢流阀	19-411

4.3	Y※F3型电磁溢流阀	19-413
4.4	JF3型减压阀、AJF3型单向减压阀	19-413
4.5	XF3型顺序阀、AXF3型单向顺序阀	19-414
4.6	YJF3型溢流减压阀	19-415
4.7	FBF3型负荷相关背压阀	19-416
4.8	LF3型节流阀、ALF3型单向节流阀	19-417
4.9	QF3型调速阀、AQF3型单向调速阀	19-418
4.10	AXLF3-E10B 单向行程节流阀	19-419
4.11	AXQF3-E10L单向行程调速阀	19-420
4.12	AF3型单向阀	19-421
4.13	YAF3型液控单向阀	19-421
4.14	$\frac{2}{3} \frac{D}{E}$ F3型电磁换向阀	19-422
4.15	$\frac{2}{3} \frac{D}{E}$ YF3型电液换向阀	19-424
4.16	$\frac{2}{3}$ YF3型液动换向阀	19-427
4.17	KF3型压力表开关	19-428
5	其他阀	19-429
5.1	FL型、F※L型分流集流阀	19-429
5.2	3FL-L30※型分流集流阀	19-430
5.3	3FJLK-L10-50H型分流集流阀	19-431
5.4	3FJLZ-L20-130H型自调式分流集流阀	19-431
5.5	※STF ₂ 型分流集流阀	19-431
5.6	※※S※型手动换向阀	19-433
5.7	ZFS型多路换向阀	19-438
5.8	KF型压力表开关	19-439
5.9	CJZQ型球阀	19-439
6	引进美国威格士技术产品的技术规格	19-441
7	叠加阀系列型谱	19-442
8	二通插装阀	19-454
8.1	二通插装阀的组成及工作原理	19-454
8.2	二通插装阀的基本回路及其组合	19-455
8.3	JK3系列二通插装阀及集成阀块	19-457
8.3.1	技术规格	19-457
8.3.2	型号说明	19-457
8.3.3	集成阀块原理图	19-460
8.3.4	集成阀块外形尺寸	19-465

8.4	JK系列二通插装阀及集成阀块	19-472
8.4.1	技术规格	19-472
8.4.2	插装元件	19-472
8.4.3	控制盖板	19-473
8.4.4	集成块	19-475
8.5	TJ系列二通插装阀及集成阀块	19-475
8.5.1	技术规格	19-475
8.5.2	插装元件	19-476
8.5.3	控制盖板	19-477
8.5.4	集成控制块	19-477
8.6	LD※、LB※系列插装阀	19-478
8.6.1	技术规格	19-478
8.6.2	型号说明	19-479

第8章 液压辅助件及液压泵站 19-481

1	管件	19-481
1.1	管道	19-481
1.2	管接头	19-486
1.2.1	焊接式管接头	19-487
1.2.2	锥密封焊接式管接头	19-493
1.2.3	扩口式管接头	19-498
1.2.4	胶管接头	19-506
1.2.5	活接头	19-516
1.2.6	快换接头	19-517
1.2.7	其他接头	19-519
1.2.8	螺塞及其垫圈	19-523
1.3	管夹	19-529
1.3.1	模压钢板管夹	19-529
1.3.2	塑料管夹	19-531
1.3.3	球铁管夹	19-532
2	蓄能器	19-533
2.1	蓄能器的种类、特点和用途	19-533
2.2	蓄能器在液压系统中的应用	19-535
2.3	蓄能器的计算	19-536
2.3.1	蓄能用的蓄能器的计算	19-536
2.3.2	其他情况下蓄能器总容积 V_0 的计算	19-540
2.3.3	重锤式蓄能器设计计算	19-542
2.3.4	非隔离式蓄能器计算	19-542
2.4	蓄能器的选择	19-543
2.5	蓄能器的产品	19-544
2.6	蓄能器控制阀组	19-549
3	冷却器	19-551
3.1	冷却器的用途	19-551
3.2	冷却器的种类和特点	19-552

3.3	常用冷却回路的型式和特点	19-553
3.4	冷却器的计算	19-553
3.5	冷却器的选择	19-554
3.6	冷却器的产品性能及规格尺寸	19-555
3.7	冷却器用电磁水阀	19-566
4	过滤器	19-568
4.1	过滤器的类型、特点与应用	19-568
4.2	过滤器在系统中的安装与应用	19-569
4.3	过滤器的计算	19-570
4.4	过滤器的选择	16-570
4.5	过滤器产品	19-573
5	油箱及其附件	19-585
5.1	油箱的用途与分类	19-585
5.2	油箱的构造与设计要点	19-585
5.3	油箱的容量及计算	19-585
5.4	油箱中油液的冷却与加热	19-587
5.5	油箱及其附件的产品	19-588
6	液压泵站	19-596

6.1	液压泵站的分类及特点	19-596
6.2	AB-C系列液压泵站	19-597
6.3	YYZ系列液压泵站	19-600

第9章 液压传动系统的安装、使用和维护

1	液压传动系统的安装、试压和调试	19-603
1.1	液压元件的安装	19-603
1.2	管道安装与清洗	19-603
1.3	试压	19-607
1.4	调试与试运转	19-608
2	液压传动系统的使用和维护	19-608
2.1	液压系统的日常检查和定期检查	19-608
2.2	液压介质的污染等级	19-611
3	液压传动系统常见故障及排除方法	19-613
4	拖链	19-616
	参考文献	19-621

第20篇 液压控制

第1章 控制理论基础

1	控制系统的一般概念	20-3
1.1	反馈控制原理	20-3
1.2	反馈控制系统的组成、类型和要求	20-3
2	线性控制系统的数学描述	20-4
2.1	微分方程	20-4
2.2	传递函数及方块图	20-5
2.3	控制系统的传递函数	20-7
2.4	信号流图及梅逊增益公式	20-8
2.4.1	信号流图和方块图的对应关系	20-8
2.4.2	梅逊增益公式	20-9
2.5	机、电、液系统中的典型环节	20-10
2.6	频率特性	20-11
2.6.1	频率特性的定义、求法及表示方法	20-11
2.6.2	开环波德图、奈氏图和尼柯尔斯图的绘制	20-13
2.7	单位脉冲响应函数和单位阶跃响应函数	20-15
3	线性控制系统的性能指标	20-15
4	线性反馈控制系统分析	20-17
4.1	稳定性分析	20-17
4.1.1	稳定性定义和系统稳定的充要	

条件	20-17	
4.1.2	稳定性准则	20-17
4.1.3	稳定裕量	20-19
4.2	控制系统动态品质分析	20-20
4.2.1	时域分析法	20-20
4.2.2	频率分析法	20-23
4.2.3	控制系统波德图的绘制	20-25
4.3	控制系统的误差分析	20-25
4.3.1	误差和误差传递函数	20-25
4.3.2	稳态误差的计算	20-26
4.3.3	改善系统稳态品质的主要方法	20-27
5	线性控制系统的校正	20-27
5.1	校正方式和常用的校正装置	20-27
5.1.1	校正方式	20-27
5.1.2	常用的校正装置	20-28
5.2	用期望特性法确定校正装置	20-32
5.2.1	期望特性的绘制	20-32
5.2.2	校正装置的确定	20-33
5.3	用综合性能指标确定校正装置	20-35
6	非线性反馈控制系统	20-36
6.1	概述	20-36
6.2	描述函数的概念	20-37
6.3	描述函数法分析非线性控制系统	20-40

6.3.1	稳定性分析	20-40
6.3.2	振荡稳定性分析	20-41
6.3.3	消除自激振荡的方法	20-41
6.3.4	非线性特性的利用	20-41
6.3.5	非线性系统分析举例	20-42
7	控制系统的仿真	20-42
7.1	系统仿真的基本概念	20-42
7.1.1	模拟仿真和数字仿真	20-42
7.1.2	仿真技术的应用	20-45
7.2	连续系统离散相似法数字仿真	20-45
7.2.1	离散相似法的原理	20-45
7.2.2	连接矩阵及程序框图	20-47
8	线性离散控制系统	20-48
8.1	概述	20-48
8.1.1	信号的采样过程	20-48
8.1.2	信号的复原	20-49
8.1.3	数字控制系统的离散脉冲模型	20-49
3.2	Z变换	20-50
8.2.1	Z变换定义	20-50
8.2.2	Z变换的基本性质	20-52
8.2.3	Z反变换	20-53
8.2.4	用Z变换求解差分方程	20-53
8.3	脉冲传递函数	20-54
8.3.1	脉冲传递函数的定义	20-54
8.3.2	离散控制系统的脉冲传递函数	20-54
8.4	离散控制系统分析	20-55
8.4.1	稳定性分析	20-55
8.4.2	过渡过程分析	20-56
8.4.3	稳态误差分析	20-57
第2章 液压控制概述 20-58		
1	液压、液力传动与液压伺服、比例控制的原理、特点及区别	20-58
2	液压伺服控制系统及电液比例控制系统的分类	20-59
第3章 机液伺服控制系统的设计计算 20-61		
1	机液伺服控制系统的组成与分类	20-61
2	液压放大元件	20-62
2.1	液压放大元件的结构形式与分类	20-62
2.2	滑阀的设计	20-63
3	液压动力元件	20-68
3.1	四边阀控缸的动态特性方程	20-68

3.2	四边阀控缸的方块图	20-69
3.3	四边阀控缸的传递函数及其简化	20-70
3.4	其他形式动力元件的传递函数	20-72
3.5	速度放大系数 K_v 、液压固有频率 ω_h 和液压阻尼比 ζ_h	20-73
3.6	液压动态刚度(柔度)	20-74
3.7	负载特性与动力元件输出特性的匹配	20-75
4	机液伺服系统的动态计算	20-77
4.1	机液伺服系统方块图和稳定性的计算	20-77
4.2	机液伺服系统响应指标的计算	20-81
4.3	机液伺服系统稳态误差的计算	20-82
4.4	机液伺服系统性能的改善	20-85
5	设计计算举例——仿形刀架的设计	20-86
第4章 电液伺服系统设计计算 20-87		
1	电液伺服系统的分析与设计	20-87
1.1	电液位置控制系统	20-87
1.1.1	系统的组成、方块图与传递函数	20-87
1.1.2	电液伺服系统的技术指标	20-90
1.1.3	系统的稳定性和品质分析	20-90
1.1.4	精度分析	20-91
1.1.5	系统的校正	20-91
1.2	电液速度控制系统	20-97
1.2.1	电液速度控制系统的组成及控制方式	20-98
1.2.2	电液速度控制系统的分析与校正	20-98
1.3	电液力(或压力)控制系统	20-99
2	电液伺服系统的设计方法与步骤	20-102
3	电液伺服阀	20-105
3.1	电液伺服阀的组成与分类	20-105
3.2	几种主要类型的电液伺服阀的结构及工作原理	20-106
3.3	电液伺服阀的特性及技术性能参数	20-110
3.3.1	静态指标	20-110
3.3.2	动态特性	20-113
3.3.3	输入特性(电气特性)	20-113
4	系统用伺服液压缸的设计计算	20-114
4.1	系统用伺服液压缸与传动用液压缸的区别	20-114

4.2	系统用伺服液压缸的一般设计步骤	20-114
4.3	对系统用伺服液压缸的要求	20-115
4.4	系统用伺服液压缸的类型和结构	20-117
5	液压伺服系统的能源设计	20-118
5.1	对液压能源的要求	20-118
5.2	液压能源的型式、特点及应用	20-119
5.3	液压能源参数选择	20-120
6	电液位置控制伺服系统设计举例—— 350mm可逆轧机液压压下装置	20-121
7	速度控制伺服系统设计举例——伺服阀 拖动液压马达	20-128
8	力控制伺服系统设计举例——材料实验 机的液压控制系统	20-131
9	液压伺服系统回路分析	20-135
10	国内主要电液伺服阀产品	20-135
10.1	双喷嘴挡板力反馈式电液伺服阀	20-135
10.2	双喷嘴挡板电反馈式 (FF108、FF 109、QDY3、QDY8、DYSF型) 电液伺服阀	20-144
10.3	动圈式滑阀直接反馈式 (YJ、SV、 QDY 4 型)、滑阀直接位置反馈 式 (DQSF-I 型) 电液伺服阀	20-146
10.4	动压反馈 (FF103型)、双喷嘴挡 板压力反馈 (DYSF-3P型)、带 液压锁 (FF107A型)、射流管 式力反馈 (CSDY、FSDY、 SSDY型) 电液伺服阀	20-149
11	国外主要电液伺服阀产品	20-151
12	伺服液压缸用密封件产品的性能及沟 槽尺寸	20-157
12.1	国内伺服液压缸用密封件产品	20-157
12.2	国外伺服液压缸用密封件产品	20-159
13	电液伺服阀的测试和液压伺服阀及其 系统的使用与维护	20-168
13.1	电液伺服阀的测试	20-168
13.1.1	伺服阀的静态实验	20-168
13.1.2	伺服阀的动态实验	20-170
13.2	液压伺服阀及其系统的使用与 维护	20-171
14	附录: 力士乐A 4 VSO系列轴向柱塞恒压	

	变量泵	20-172
第 5 章 电液比例控制系统的设计		
计算		
1	概述	20-175
1.1	电液比例控制系统的组成、原理与 分类	20-175
1.2	电液比例控制系统的性能要求	20-176
2	电-机械比例转换器	20-176
2.1	对比例电磁铁的主要技术要求	20-176
2.2	比例电磁铁的结构及工作原理	20-177
2.3	常用电-机械转换器的比较	20-180
3	电液比例压力控制	20-181
3.1	电液比例压力阀的典型结构及工作 原理	20-181
3.2	电液比例压力阀的性能	20-183
3.3	电液比例压力控制回路及系统	20-186
4	电液比例流量控制	20-190
4.1	电液比例流量控制阀的典型结构 及工作原理	20-190
4.2	电液比例流量控制阀的性能	20-192
4.3	电液比例流量控制回路及系统	20-195
5	电液比例多参数控制	20-197
5.1	电液比例方向流量控制阀及比例复 合阀的典型结构和工作原理	20-197
5.2	电液比例方向流量控制阀性能	20-201
5.3	电液比例多参数控制回路及系统	20-205
6	电液比例控制系统的设计计算	20-209
6.1	电液比例控制系统的设计步骤	20-209
6.2	电液比例压力控制阀的选择	20-209
6.3	电液比例流量控制阀的选择	20-209
6.4	电液比例方向流量控制阀的选择	20-209
7	国内生产的电液比例阀	20-211
	BY-G型电液比例溢流阀	20-211
	BL-G型电液比例节流阀	20-212
	BYBQ-G型电液比例二通调速阀	20-213
	BQY-G型电液比例三通调速阀	20-213
	电磁式比例方向流量阀	20-215
	SZBY型直动电液比例溢流阀	20-215
	SDBY型电液比例溢流阀	20-216
	SBY型先导式电液比例溢流阀	20-217
8	国外生产的电液比例阀	20-218
8.1	比例控制阀	20-218

力士乐(Rexroth)DBETR型/10系列比例 压力溢流阀(带位置反馈阀)	20-218
力士乐DBE型/30系列溢流阀	20-219
力士乐DRE/DREM型减压阀	20-224
力士乐3DREP6型三通比例压力阀	20-227
力士乐2FRE6型/20系列二通比例流量阀	20-229
力士乐2FRE型/40系列二通比例流量阀	20-233
力士乐FE...C型/10系列二通比例流量插 装阀	20-237
威格士(Vickers)KFTG4V-3/5型/20系列 带反馈比例节流阀	20-241
力士乐4WRA 6型/10系列比例方向流量阀	20-244
力士乐4WRE6型/10系列比例方向流量阀	20-246
力士乐4WRA10型系列比例方向流量阀	20-249
力士乐4WRE10型/10系列比例方向流 量阀	20-252

力士乐4WR ^Z _H 10型/30系列比例方向流 量阀	20-255
力士乐4WR ^Z _H 16型/30系列比例方向流 量阀	20-259
力士乐4WR ^Z _H 25型/30系列比例方向流 量阀	20-260
力士乐4WR ^Z _H 32型/30系列比例方向流 量阀	20-262
8.2 进口压力补偿器	20-264
力士乐ZDC10型/20系列进口压力补偿器	20-264
力士乐ZDC16型/20系列进口压力补偿器	20-266
力士乐ZDC25型/20系列进口压力补偿器	20-267
8.3 出口压力补偿器	20-268
力士乐SCA型出口压力补偿器	20-268
8.4 比例方向流量阀底板	20-271
力士乐比例方向流量阀底板	20-271
参考文献	20-276

第21篇 气压传动

第1章 气压传动设计一般资料	21-3
1 气压传动的特点及气压传动网路的组成	21-3
1.1 气压传动的优缺点	21-3
1.2 气压传动与其他传动方式性能的 比较	21-3
1.3 气压传动网路系统的组成	21-4
2 气路的分析及计算	21-4
2.1 气路的一般分析	21-4
2.2 气路系统供气需要量的计算	21-5
2.3 压缩空气管道管径和压力损失的 计算	21-7
2.3.1 压缩空气管道管径的确定	21-7
2.3.2 管道压力损失的计算	21-10
3 控制阀通径的选择计算	21-12
第2章 气动基本回路及其应用	21-14
1 气动基本回路	21-14
1.1 换向回路	21-14
1.2 速度控制回路	21-15
1.3 压力与力控制回路	21-16
1.4 安全保护回路	21-17

1.5 位置控制回路	21-18
1.6 自动往复回路	21-19
1.7 同步回路和延时回路	21-20
1.8 单手柄操作气缸双向运动回路(二 进制计数回路)	21-20
1.9 气液转换回路	21-21
2 气动控制应用举例	21-22
第3章 气缸	21-25
1 气缸的类型与特点	21-25
2 气缸的安装型式	21-27
3 气缸的应用	21-27
3.1 气缸的选择要点	21-27
3.2 气缸的应用举例	21-29
4 气缸的设计计算	21-31
4.1 气缸的组成与结构图例	21-31
4.2 气缸的设计计算	21-37
4.2.1 活塞杆上的作用力和气缸直 径的确定	21-37
4.2.2 气缸筒	21-39
4.2.3 气缸盖	21-39
4.2.4 缸筒与缸盖的连接	21-39

4.2.5 活塞	21-40	1 气动马达的分类、工作原理与特点 ...	21-98
4.2.6 活塞杆	21-41	1.1 气动马达的分类	21-98
4.2.7 缓冲装置	21-43	1.2 气动马达工作原理	21-98
4.2.8 耗气量的计算	21-44	1.3 气动马达的特点	21-99
4.2.9 气缸进(排)气口直径	21-45	1.4 气动马达的润滑及应用	21-101
4.2.10 气缸的密封	21-46	2 气动马达产品	21-101
5 气缸的产品系列	21-48	2.1 叶片式气动马达	21-101
5.1 冶金设备用气缸(JB1444~1448—74)	21-48	2.2 活塞式气动马达	21-104
5.2 QGA型与QGB型系列气缸	21-52	第5章 气动控制阀	21-106
5.3 QGA型与QGB型派生系列气缸	21-57	1 概述	21-106
5.4 QGA II型与QGB II型系列气缸	21-59	1.1 气动控制阀的分类、特点和应用	21-106
5.5 QGB II气缸派生系列气缸	21-61	1.2 气动控制阀型号意义	21-111
5.6 QGL型绳索气缸	21-64	2 压力控制阀	21-112
5.7 QGK型和QGKa型齿轮齿条摆动气缸	21-65	2.1 顺序阀及单向顺序阀	21-112
5.8 QGZ型磁性无活塞杆气缸	21-67	2.2 安全阀	21-113
5.9 薄型气缸	21-67	3 流量控制阀	21-114
5.10 QGX和QGX I系列微型气缸	21-69	3.1 节流阀	21-114
5.11 QGD型气液阻尼缸	21-75	3.2 单向节流阀	21-115
5.12 QGBX系列气缸	21-75	3.3 排气节流阀	21-120
5.13 FQGA系列方形气缸	21-76	3.4 排气消声节流阀	21-120
5.14 LTA系列方形摆动气缸	21-76	4 方向控制阀	21-121
5.15 GWC系列拉链气缸和QGWG(B)系列刚性无杆气缸	21-77	4.1 概述	21-121
5.16 LBA系列微型摆动气缸	21-78	4.2 气控换向阀	21-122
5.17 QGV(D)型薄膜气缸	21-79	4.2.1 二位二通气控换向阀	21-122
5.18 LCZ、LCZM、LCD、LCDM、LZE、LZEM型气缸	21-79	4.2.2 二位二通、二位三通气控球阀	21-123
5.19 LCZ-F、LCZM-F、LCD-F、LCDM-F型带阀气缸与LZE-F、LZEM-F组合气缸	21-82	4.2.3 二位三通气控滑阀	21-123
5.20 QM小型气缸、QM-W小型无油润滑气缸、QM-K小型带磁性开关气缸	21-82	4.2.4 二位三通气控截止阀	21-125
5.21 QA型可调缓冲气缸、QA-W型无油润滑可调缓冲气缸、QA-K磁性开关气缸	21-83	4.2.5 二位四通气控换向阀	21-128
5.22 10A-5系列无给油润滑气缸、QGEW-2系列无给油润滑双活塞杆气缸	21-85	4.2.6 二位五通气控滑阀	21-130
5.23 10Y-2系列无给油润滑气缸	21-90	4.2.7 二位五通截止式气控换向阀	21-137
5.24 10A-2系列无给油润滑气缸	21-95	4.2.8 二位三通、二位五通气控换向阀	21-138
第4章 气动马达	21-98	4.2.9 三位三通、三位五通双气控滑阀	21-141
		4.3 电控换向阀	21-146
		4.3.1 微型电磁阀	21-146
		4.3.2 二位二通单电控电气换向阀	21-153
		4.3.3 二位三通单电控电磁阀	21-157
		4.3.4 二位三通双电控电磁阀	21-162
		4.3.5 二位五通电磁阀	21-164