

HANDBOOK OF
MECHANICAL
DESIGN

■ 成大先 主编

机械设计手册

第四版

第4卷



化学工业出版社

机械工业出版社
WEI SHI JI CHU BAN SHE

■ 成大英 主编

机械设计手册

第四版

第4卷



机械工业出版社

机械设计手册

第 四 版

第 4 卷

主编单位 北京有色冶金设计研究总院

主 编 成大先
副 主 编 王德夫 姬奎生 韩学铨
姜 勇 李长顺

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. —4 版. —北京:
化学工业出版社, 2002. 1
ISBN 7-5025-3522-5

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 (2001) 第 083209 号

机械设计手册

第四版

第 4 卷

成大先 主编

责任编辑: 周国庆 张红兵

任文斗 张兴辉

责任校对: 陈 静

封面设计: 田彦文

*

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)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

1969 年 6 月第一版 开本 787mm × 1092mm 1/16

1979 年 10 月第二版 印张 91

1993 年 1 月第三版 字数 3254 千字

2002 年 1 月第四版 印数 1138101—1144100

2006 年 6 月北京第 26 次印刷

ISBN 7-5025-3522-5/TH·97

定 价: 120.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京工商广临字 2001—19 号

撰 稿 人 员

- | | | | |
|-----|--------------|-----|---------------|
| 成大先 | 北京有色冶金设计研究总院 | 邹舜卿 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 王德夫 | 北京有色冶金设计研究总院 | 邓述慈 | 西安理工大学 |
| 姬奎生 | 北京有色冶金设计研究总院 | 秦毅 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 周凤香 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 余梦生 | 北京科技大学 | 朴树寰 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 高淑之 | 北京化工大学 | 杜子英 | 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 | 汪德涛 | 广州机床研究所 |
| 陶兆荣 | 北京有色冶金设计研究总院 | 王鸿翔 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 孙东辉 | 北京有色冶金设计研究总院 | 段慧文 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 李福君 | 北京有色冶金设计研究总院 | 姜勇 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 阮忠唐 | 西安理工大学 | 徐永年 | 郑州机械研究所 |
| 熊绮华 | 西安理工大学 | 梁桂明 | 洛阳工学院 |
| 雷淑存 | 西安理工大学 | 张光辉 | 重庆大学 |
| 田惠民 | 西安理工大学 | 罗文军 | 重庆大学 |
| 殷鸿樑 | 上海工业大学 | 沙树明 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 齐维浩 | 西安理工大学 | 谢佩娟 | 太原理工大学 |
| 曹惟庆 | 西安理工大学 | 余铭 | 无锡市万向轴厂 |
| 关天池 | 北京有色冶金设计研究总院 | 陈祖元 | 广东工业大学 |
| 房庆久 | 北京有色冶金设计研究总院 | 陈仕贤 | 北京航空航天大学 |
| 李安民 | 机械科学研究院 | 王春和 | 北方工业大学 |
| 李维荣 | 机械科学研究院 | 周朗晴 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 丁宝平 | 机械科学研究院 | 孙夏明 | 北方工业大学 |
| 梁全贵 | 北京有色冶金设计研究总院 | 季泉生 | 济南钢铁集团 |
| 王淑兰 | 北京有色冶金设计研究总院 | 马敬勋 | 济南钢铁集团 |
| 林基明 | 北京有色冶金设计研究总院 | 蔡学熙 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 童祖楹 | 上海交通大学 | 姚光义 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 刘清廉 | 北京有色冶金设计研究总院 | 沈益新 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 许文元 | 天津工程机械研究所 | 钱亦清 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 孔庆堂 | 北京新兴超越科技开发公司 | 于琴 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 孔炜 | 北京新兴超越科技开发公司 | 蔡学坚 | 邢台地区经济委员会 |
| 朱春梅 | 北京机械工业学院 | 虞培清 | 浙江长城减速机有限公司 |
| 丘大谋 | 西安交通大学 | 项建忠 | 浙江通力变速机械有限公司 |
| 诸文俊 | 西安交通大学 | 阮劲松 | 宝鸡市广环机床责任有限公司 |
| 徐华 | 西安交通大学 | 纪盛青 | 东北大学 |
| 陈立群 | 西北轻工业学院 | 黄效国 | 北京科技大学 |
| 肖治彭 | 北京有色冶金设计研究总院 | 陈新华 | 北京科技大学 |

李长顺 北京有色冶金设计研究总院
崔桂芝 北方工业大学
张若青 北方工业大学
王 侃 北方工业大学
张常年 北方工业大学
朱宏军 北方工业大学
佟 新 北京有色冶金设计研究总院
禩有雄 天津大学
林少芬 集美大学
卢长耿 集美大学
吴根茂 浙江大学
魏建华 浙江大学

钟荣龙 厦门海特液压机械工程有限公司
黄 睿 北京科技大学
彭光正 北京理工大学
张百海 北京理工大学
王 涛 北京理工大学
陈金兵 北京理工大学
包 钢 哈尔滨工业大学
王雄耀 费斯托 (FESTO) (中国) 有限公司
蒋友谅 北京理工大学
刘福祐 北京有色冶金设计研究总院
史习先 北京有色冶金设计研究总院

审 稿 人 员

余梦生	成大先	王德夫	强 毅	房庆久	李福君
钟云杰	郭可谦	姬奎生	王春九	韩学铨	段慧文
邹舜卿	汪德涛	陈应斗	刘清廉	李继和	徐 智
郭长生	吴宗泽	李长顺	陈湛闻	饶振纲	季泉生
林 鹤	黄靖远	武其俭	洪允楣	蔡学熙	张红兵
朱天仕	唐铁城	卢长耿	宋京其	黄效国	吴 筠
徐文灿	史习先				

编 辑 人 员

周国庆	张红兵	任文斗	张兴辉	刘 哲	武志怡
段志兵	辛 田				

第四版前言

《机械设计手册》第一版于1969年问世,30多年来,共修订了三版,发行110余万套,受到了广大读者的欢迎和厚爱。

《机械设计手册》第三版于1994年出版发行,至今已有8年的时间。在这期间,我国的改革开放取得了举世瞩目的成就,以信息技术为代表的高新技术产业迅猛发展,经济建设日新月异。作为世界贸易组织的新成员,我国在进一步加强对外开放,顺应经济全球化潮流,主动参与国际竞争与合作的同时,也必将面对更为激烈的竞争和更加严峻的挑战。作为机械设计工作者,要参与激烈的竞争,迎接严峻的挑战,就必须积极快速地开发具有国际先进水平、形成自身特色的高质量的新产品。

《机械设计手册》第四版修订就是以满足新产品开发设计的需要为宗旨而进行的。因此,本版除了继续发扬前三版“实用可靠、内容齐全、简明便查”的特点外,首先着重推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺,并扩大了相应产品的品种和规格范围,同时全面采用了最新标准。调整了部分篇章,修改删节了不足和错误之处。全书仍分五卷出版,修订情况如下。

1. 采用新技术方面:

(1) 为便于设计人员充分利用通用的、先进的数字仿真软件,快速地进行液压伺服系统的数字仿真与动态分析,专门撰写了MATLAB仿真软件及其在液压控制系统仿真中的应用。气压传动进行了全面更新,包括了现代气压传动最新技术的各主要方面,推荐了阀岛技术、导杆气缸、仿生气动肌腱(一种能卷折起来的便于携带的新型气动驱动器)和模块化气动机械手等。

(2) 传动方面增加了“新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术”和活齿传动。新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术突破了零传动设计的制约,创立了非零传动设计。用此设计制造出的齿轮,在轴交角保持不变的条件下,具有高强度、长寿命、低噪声、小体积、大速比、少齿数等优点。该技术具有国际先进或领先水平,适用于高强度正传动设计,小体积小型设计,低噪声负传动设计等,并便于引进产品国产化,新产品开发创优和老产品改进,已在国内许多产品上推广使用。

(3) 介绍了金属-橡胶复合弹簧的设计计算。

(4) 介绍了几种新型热处理和新型表面处理工艺。

2. 采用新材料、新产品方面:

(1) 材料全面采用最新国家标准、行业标准,并推荐了许多新型材料品种,扩大了相应的规格范围。

(2) 联接与紧固、传动零部件、滚动轴承以及大部分或全部液压、气压传动和控制零部件都采用了最新标准及新产品,同时新增加了空气轴承、电磁轴承、膜片联轴器、膜片弹簧、盘形制动器、惯性制动器、电液推杆等,大大丰富了机械零部件的品种和规格范围。

(3) 在同类手册中首次编入了锚固联接一章,锚固联接技术有利于改善和加快设备的安装。

3. 补充了多点柔性传动的动力计算,从而完善了多点柔性传动的设计内容。

4. 为引起读者在新产品开发设计中重视产品的造型设计,特别在第1篇中增加了结构设计应与造型设计相结合的内容。

5. 扩大了几种常用设计资料的中外对照范围,更加便于今后的中外交流和产品开发中的国内外产品选择和配套。

6. 应广大读者的要求，在介绍产品时，在备注中增加了产品生产厂名。由于市场经济的实际变化较快，读者必须结合当时的实际情况，进一步作深入调查，了解产品实际生产品种、规格及尺寸，以及产品质量和用户的实际反映，再作选择。

7. 目前国家各级标准修订工作正处在向国际标准接轨时期，加之组织机构的调整，使各类标准工作未能同步进行，因此，手册中的一些名词、术语以及单位等，未能完全统一。同时，手册在引用各种标准时，也都是根据设计需要进行摘编的，请读者在使用中注意。

8. 对篇章结构作了部分调整。将第1篇原第12章通用技术条件及说明，分散到该篇相关工艺性及结构要素各章，更便于查阅，原第11章变为第12章，并增加了结构设计应与造型设计相结合的内容（第11章）。第5篇联接与紧固增加了锚固联接一章。考虑机电一体化产品发展很快，原第22篇内容已无法满足产品开发设计的需要，若继续更新扩大，则手册篇幅过大，使用不便，故第四版未再将此内容编入手册，而是单独组织编写了《光机电一体化产品设计手册》一书。

为了满足新产品开发设计的需要，我们还陆续组织编写了《机械设计图册》（已出版）、《现代机械设计方法》、《光机电一体化产品设计手册》、《新产品开发设计指南》等新书目。这几套书既各自独立，又有内在联系，但其共同点都是有助于新产品的开发，强调实用性、启发性、开拓性和先进性相结合，构成一套比较系统的、风格独特的机械新产品开发设计系列工具书。

《机械设计手册》第四版是在前几版基础上重新编写而成的。借《机械设计手册》第四版出版之际，再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心地感谢！同时也感谢给我们提供大力支持和热忱帮助的单位 and 各界朋友们！

由于水平有限，调查研究工作不够全面，《机械设计手册》第四版中难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者继续给予指正。

主 编

2001年11月

目 录

第 16 篇 减速器、变速器

第 1 章 减速器设计一般资料	16-3	3 DB、DC 型圆锥、圆柱齿轮减速器 (JB/T 9002—1999)	16-62
1 常用减速器的分类、型式及其应 用范围	16-3	3.1 适用范围及代号	16-62
2 圆柱齿轮减速器标准中心距 (GB/T 10090—1988)	16-5	3.2 外形、安装尺寸及装配型式	16-63
3 减速器传动比的分配及计算	16-6	3.3 承载能力	16-70
4 减速器的结构尺寸	16-10	3.4 实际传动比	16-74
4.1 减速器的基本结构	16-10	3.5 减速器的选用	16-74
4.2 齿轮减速器、蜗杆减速器箱体 尺寸	16-11	4 CW 型圆弧圆柱蜗杆减速器 (JB/T 7935— 1999)	16-76
4.3 减速器附件	16-14	4.1 适用范围和标记	16-76
5 减速器轴承的选择	16-18	4.2 外形、安装尺寸	16-77
6 减速器主要零件的配合	16-19	4.3 承载能力和效率	16-78
7 齿轮与蜗杆传动的效率和散热计算	16-19	4.4 润滑油牌号	16-81
7.1 齿轮和蜗杆传动的效率计算	16-19	4.5 减速器的选用	16-82
7.2 齿轮和蜗杆传动的散热计算	16-21	5 TP 型平面包络环面蜗轮减速器 (JB/T 9051—1999)	16-83
8 齿轮与蜗杆传动的润滑	16-23	5.1 适用范围及标记	16-83
8.1 齿轮、蜗杆传动的润滑方法	16-23	5.2 外形、安装尺寸	16-84
8.2 齿轮、蜗杆传动的润滑油选择	16-26	5.3 承载能力	16-87
9 减速器技术要求	16-27	5.4 减速器的总效率	16-89
10 减速器典型结构示例	16-28	5.5 减速器的选用	16-90
10.1 圆柱齿轮减速器	16-28	6 HWT、HWB 型直廓环面蜗杆减速器 (JB/T 7936—1999)	16-91
10.2 圆锥齿轮减速器	16-32	6.1 适用范围和标记	16-91
10.3 圆锥-圆柱齿轮减速器	16-33	6.2 外形、安装尺寸及装配型式	16-92
10.4 蜗杆减速器	16-34	6.3 承载能力及总传动效率	16-94
10.5 齿轮-蜗杆减速器	16-38	6.4 减速器的选用	16-101
第 2 章 标准减速器及产品	16-39	7 行星齿轮减速器	16-102
1 ZDY、ZLY、ZSY 型硬齿面圆柱齿轮减 速器 (JB/T 8853—1999)	16-39	7.1 NGW 型行星齿轮减速器 (JB/T 6502—1993)	16-102
1.1 适用范围和代号	16-39	7.1.1 适用范围、标记及相关技 术参数	16-102
1.2 外形、安装尺寸及装配型式	16-39	7.1.2 外形、安装尺寸	16-105
1.3 承载能力	16-43	7.1.3 承载能力 (功率表)	16-119
1.4 减速器的选用	16-46	7.1.4 减速器的选用	16-128
2 QJ 型起重机三支点减速器 (JB/T 8905.1—1999) 和 QJ-D 型起重 机底座式减速器 (JB/T 8905.2—1999)	16-48	7.2 NGW-S 型行星齿轮减速器	16-131
2.1 适用范围、安装方式和代号	16-48	7.2.1 适用范围及标记	16-131
2.2 外形、安装尺寸	16-50	7.2.2 外形、安装尺寸	16-132
2.3 承载能力	16-56	7.2.3 承载能力	16-134
2.4 实际传动比	16-61	7.2.4 减速器的选用	16-137
2.5 减速器的选用	16-61	7.3 HZW、HZC、HZL、HZY 型垂直 出	

轴混合少齿差星轮减速器 (JB/T 7344—1994)	16-137	公司)	16-226
7.3.1 适用范围及标记	16-137	11.3.1 外形、安装尺寸	16-226
7.3.2 外形、安装尺寸	16-138	11.3.2 承载能力	16-227
7.3.3 承载能力	16-141	11.4 FJ型硬齿面圆柱、圆锥齿轮减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-228
7.3.4 减速器的选用	16-143	11.4.1 外形、安装尺寸	16-228
8 摆线针轮减速器	16-144	11.4.2 承载能力	16-230
8.1 概述	16-144	11.5 LPJ、LPB、LPP型平行轴硬齿面圆柱齿轮减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-231
8.2 摆线针轮减速器 (天津减速机总厂、浙江星河机器厂)	16-146	11.5.1 外形、安装尺寸	16-231
8.2.1 标记方法及使用条件	16-146	11.5.2 承载能力	16-233
8.2.2 外形、安装尺寸	16-147	11.6 FP型中功率窄V带及高强度V带传动减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-235
8.2.3 承载能力	16-168	11.6.1 外形、安装尺寸	16-235
8.2.4 减速器的选用示例	16-199	11.6.2 承载能力	16-236
9 谐波传动减速器	16-199	11.7 YP型带传动减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-237
9.1 工作原理与特点	16-199	11.7.1 外形、安装尺寸	16-237
9.2 XB1型单级谐波传动减速器 (北京中技克美谐波传动有限责任公司)	16-201	11.7.2 承载能力	16-239
9.2.1 外形、安装尺寸	16-201	11.8 釜用减速器附件 (浙江长城减速机有限公司)	16-239
9.2.2 承载能力	16-202	11.8.1 WJ、LWJ型无支点机架	16-239
9.3 XB3型扁平式谐波传动减速器 (北京中技克美谐波传动有限责任公司)	16-204	11.8.2 XD型单支点机架	16-241
9.3.1 外形、安装尺寸	16-204	11.8.3 XS型双支点机架	16-244
9.3.2 承载能力	16-205	11.8.4 FZ型双支点方底板机架	16-247
9.4 谐波传动减速器技术指标	16-206	11.8.5 JQ型夹壳联轴器	16-249
9.5 减速器的选用	16-207	11.8.6 GT、DF型刚性凸缘联轴器	16-250
10 三环减速器	16-207	11.8.7 SF型三分式联轴器	16-252
10.1 工作原理、特点及适用范围	16-207	11.8.8 TK型弹性块式联轴器	16-253
10.2 结构型式与特征	16-209	12 STJ型架空索道减速器	16-254
10.3 装配型式	16-211	12.1 适用范围和标记	16-254
10.4 外形、安装尺寸 (YB/T 079—1995)	16-212	12.2 外形、安装尺寸	16-255
10.5 承载能力	16-214	12.3 承载能力	16-256
10.6 减速器的选用	16-216	12.4 减速器的选用	16-256
11 釜用立式减速器	16-216	12.5 润滑	16-256
11.1 X系列釜用立式摆线针轮减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-216	第3章 机械无级变速器及产品	16-258
11.1.1 外形、安装尺寸	16-217	1 类型、特性和选用	16-258
11.1.2 承载能力	16-220	1.1 类型、特性和应用示例	16-258
11.2 LC型立式两级硬齿面圆柱齿轮减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-224	1.2 选用	16-262
11.2.1 外形、安装尺寸	16-224	1.2.1 类型选择	16-262
11.2.2 承载能力	16-225	1.2.2 性能参数的选择	16-262
11.3 CFL型单级硬齿面行星齿轮减速器 (浙江长城减速机有限公司)	16-226	2 SPT系列锥盘环盘无级变速器	16-262
		2.1 概述	16-262
		2.2 外形、安装尺寸	16-264
		2.3 性能参数	16-265

3 行星锥盘无级变速器	16-265	6.1.3 调速范围	16-282
3.1 概述	16-265	6.2 P型齿链式无级变速器 (JB/T	
3.2 行星锥盘无级变速器 (JB/T		6952—1993)	16-283
6950—1993)	16-266	6.2.1 适用范围及标记方法	16-283
3.2.1 适用范围及标记示例	16-266	6.2.2 外形、安装尺寸	16-284
3.2.2 外形、安装尺寸	16-267	6.2.3 性能参数	16-286
3.2.3 性能参数	16-271	7 三相并列连杆脉动无级变速器	16-289
4 环锥行星无级变速器	16-272	7.1 概述	16-289
4.1 概述	16-272	7.2 三相并列连杆脉动无级变速器	
4.2 环锥行星无级变速器 (JB/T		(JB/T 6951—1993)	16-290
7010—1993)	16-272	7.2.1 适用范围及标记示例	16-290
4.2.1 适用范围及标记示例	16-272	7.2.2 外形、安装尺寸	16-291
4.2.2 外形、安装尺寸及装配型式	16-273	7.2.3 性能参数	16-291
4.2.3 性能参数	16-278	8 四相并列连杆脉动无级变速器	16-292
5 带式无级变速器	16-279	8.1 概述	16-292
5.1 概述	16-279	8.2 四相并列连杆脉动无级变速器	
5.2 V形宽带无级变速器	16-280	(JB/T 7515—1994)	16-292
6 齿链式无级变速器	16-282	8.2.1 适用范围及标记示例	16-292
6.1 概述	16-282	8.2.2 外形、安装尺寸	16-293
6.1.1 特点及用途	16-282	8.2.3 性能参数	16-293
6.1.2 变速原理	16-282	参考文献	16-295

第17篇 液压传动

第1章 基础标准及液压流体力学常用

公式

1 基础标准	17-3
1.1 液压气动系统及元件的公称压力系列	
(GB/T 2346—1988)	17-3
1.2 液压泵及马达公称排量系列	
(GB/T 2347—1980)	17-3
1.3 液压缸、气缸内径及活塞杆外径系列	
(GB/T 2348—1993)	17-4
1.4 液压缸、气缸活塞行程系列	
(GB/T 2349—1980)	17-4
1.5 液压元件的油口螺纹联接尺寸	
(GB/T 2878—1993)	17-5
1.6 液压泵站油箱公称容量系列	
(JB/T 7938—1999)	17-5
1.7 液压气动系统用硬管外径和软管内径	
(GB/T 2351—1993)	17-5
1.8 液压阀油口、底板、控制装置和电磁铁的标识 (GB/T 17490—1998)	17-5
2 液压气动图形符号 (GB/T 786.1—1993)	17-6
2.1 图形符号	17-6
2.2 控制机构、能量控制和调节元件符号绘制规则	17-13
3 液压流体力学常用公式	17-15

3.1 流体主要物理性质公式	17-15
3.2 流体静力学公式	17-16
3.3 流体动力学公式	17-16
3.4 雷诺数、流态、压力损失公式	17-17
3.5 小孔流量公式	17-22
3.6 平行平板间的缝隙流公式	17-23
3.7 环形缝隙流公式	17-23
3.8 液压冲击公式	17-24

第2章 液压系统设计

1 概述	17-25
1.1 液压系统的组成和型式	17-25
1.2 液压系统的类型和特点	17-25
1.3 液压传动与控制的优缺点	17-26
1.4 液压开关系统逻辑设计法	17-26
1.5 液压CAD的应用	17-27
1.6 可靠性设计	17-27
2 液压系统设计	17-29
2.1 明确设计要求	17-29
2.2 总体规划、确定液压执行元件	17-29
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	17-30
2.4 确定系统工作压力	17-30
2.5 确定执行元件的控制和调速方案	17-30
2.6 草拟液压系统原理图	17-33
2.7 计算执行元件主要参数	17-33

2.8	计算泵的流量, 选择液压泵	17-34	5.1	矿物油型和合成烃型液压油 (GB 11118.1—1994)	17-104
2.9	选择液压控制元件	17-35	5.2	专用液压油(液)	17-110
2.10	计算液压泵的驱动功率, 选择 电动机	17-35	5.3	难燃液液压油	17-115
2.11	选择、计算液压辅助件	17-36	6	液压工作介质的选择	17-118
2.12	验算液压系统性能	17-36	7	液压工作介质使用要点	17-121
2.13	绘制工作图, 编写技术文件	17-37	第5章 液压泵和液压马达		17-123
2.14	液压系统设计计算举例	17-37	1	液压泵和液压马达的分类与工作原理	17-123
2.14.1	ZS-500型塑料注射成形液压机 液压系统设计	17-37	2	液压泵和液压马达的选用	17-124
2.14.2	80 MN 水压机下料机械手液压系 统设计	17-49	3	液压泵产品	17-127
第3章 液压基本回路		17-57	3.1	齿轮泵	17-127
1	压力控制回路	17-57	3.1.1	CB型齿轮泵	17-129
1.1	调压回路	17-57	3.1.2	CB-B型齿轮泵	17-130
1.2	减压回路	17-59	3.1.3	CB-F型齿轮泵	17-131
1.3	增压回路	17-61	3.1.4	CBG型齿轮泵	17-134
1.4	保压回路	17-63	3.1.5	CB*-E、CB*-F型齿轮泵	17-138
1.5	卸荷回路	17-65	3.1.6	P7600、P5100、P3100、P197、P257 型高压齿轮泵(马达)	17-143
1.6	平衡回路	17-68	3.1.7	*CB-D型齿轮泵	17-145
1.7	制动回路	17-70	3.2	叶片泵	17-147
2	速度控制回路	17-71	3.2.1	YB型、YB ₁ 型叶片泵	17-148
2.1	调速回路	17-71	3.2.2	YB-*车辆用叶片泵	17-153
2.1.1	节流调速回路	17-71	3.2.3	PV2R单级叶片泵	17-155
2.1.2	容积式调速回路	17-75	3.2.4	PV2R双联叶片泵	17-159
2.1.3	容积节流调速回路	17-78	3.2.5	Y2B型双级叶片泵	17-163
2.1.4	节能调速回路	17-79	3.2.6	YB*型变量叶片泵	17-165
2.2	增速回路	17-81	3.3	柱塞泵	17-168
2.3	减速回路	17-83	3.3.1	*CY14-1B型斜盘式轴向柱塞泵	17-168
2.4	同步回路	17-84	3.3.2	XB型斜盘式轴向柱塞泵	17-174
3	方向控制回路	17-88	3.3.3	Z*B型斜轴式轴向柱塞泵	17-180
4	其他液压回路	17-91	3.3.4	A*V、A*F型斜轴式轴向柱塞泵/ 马达	17-183
4.1	顺序动作回路	17-91	3.3.5	JB-*型径向柱塞定量泵	17-198
4.2	缓冲回路	17-94	3.3.6	JB*型径向变量柱塞泵	17-199
4.3	锁紧回路	17-95	3.3.7	JBP径向柱塞泵	17-201
4.4	油源回路	17-97	4	液压马达产品	17-203
第4章 液压工作介质		17-99	4.1	齿轮液压马达	17-203
1	液压工作介质的类组别、产品符号、命名和 代号	17-99	4.1.1	CM型齿轮马达	17-203
1.1	液压工作介质的类组别、产品符号和 命名(GB/T 7631.1—1987、 GB/T 7631.2—1987)	17-99	4.1.2	GMS系列液压马达	17-205
1.2	液压油粘度分类	17-100	4.2	叶片液压马达	17-206
2	对液压工作介质的主要要求	17-100	4.3	柱塞液压马达	17-209
3	常用液压工作介质的组成、特性和应用	17-101	4.3.1	B系列轴向柱塞马达	17-209
4	液压工作介质的添加剂	17-103	4.3.2	A6V系列斜轴式变量马达	17-211
5	液压工作介质的质量指标	17-104	4.3.3	1JMD、*JM、JM1*型曲轴连杆式 径向柱塞液压马达	17-216
			4.3.4	DMQ系列径向柱塞马达	17-227
			4.3.5	NJM型内曲线径向柱塞马达	17-229

4.3.6 QJM 型液压马达	17-233	溢流阀	17-383
4.4 摆动液压马达	17-252	2.1.5 Y 型远程调压阀	17-383
第 6 章 液压缸	17-256	2.1.6 YTF3 型远程调压阀	17-383
1 液压缸的分类	17-256	2.2 先导式溢流阀、电磁溢流阀	17-384
2 液压缸的主要参数	17-257	2.2.1 DB/DBW 型先导式溢流阀、电磁溢流阀 (5X 系列)	17-384
3 液压缸主要技术性能参数的计算	17-258	2.2.2 B 型先导式溢流阀	17-388
4 通用液压缸的典型结构	17-262	2.2.3 C 型先导式溢流阀	17-391
5 液压缸主要零部件设计	17-263	2.2.4 Y2 型先导式溢流阀、电磁溢流阀	17-392
5.1 缸筒	17-263	2.2.5 YF3 型先导式溢流阀	17-393
5.2 活塞	17-268	2.2.6 Y*F3 型电磁溢流阀	17-394
5.3 活塞杆	17-271	2.3 卸荷溢流阀	17-395
5.4 活塞杆的导向套、密封和防尘	17-274	2.3.1 DA/DAW 型先导式卸荷溢流阀、电磁卸荷溢流阀	17-395
5.5 中隔圈	17-276	2.3.2 BUC 型卸荷溢流阀	17-399
5.6 缓冲装置	17-276	2.3.3 HY 型卸荷溢流阀	17-401
5.7 排气阀	17-278	2.4 减压阀	17-402
5.8 油口	17-279	2.4.1 DR*DP 型直动式减压阀	17-402
5.9 单向阀	17-281	2.4.2 DR 型先导式减压阀	17-405
5.10 密封件、防尘圈的选用	17-281	2.4.3 R 型先导式减压阀和 RC 型单向减压阀	17-410
6 液压缸的设计选用说明	17-284	2.4.4 X 型先导式减压阀及 XC 型单向减压阀	17-412
7 液压缸的标准系列与产品	17-286	2.4.5 JF 型减压阀及 JDF 型单向减压阀	17-413
7.1 工程用液压缸	17-286	2.4.6 JF3 型减压阀、AJF3 型单向减压阀	17-413
7.2 车辆用液压缸	17-291	2.4.7 YJF3 型溢流减压阀	17-415
7.3 冶金设备用 UY 型液压缸	17-292	2.5 顺序阀	17-416
7.4 重载液压缸	17-300	2.5.1 DZ*DP 型直动式顺序阀	17-416
7.4.1 CD/CG250、CD/CG350 系列重载液 缸	17-300	2.5.2 DZ 型先导式顺序阀	17-419
7.4.2 带位移传感器的 CD/CG250 液 缸	17-314	2.5.3 H 型顺序阀、HC 型单向顺序阀	17-424
7.4.3 C25、D25 系列高压重型液 缸	17-315	2.5.4 R 型顺序阀及 RC 型单向顺序阀	17-427
7.4.4 CDH2/CGH2、CDH3/CGH3 系列液 缸	17-331	2.5.5 XF 型直动式顺序阀、XDF 型直动 式单向顺序阀	17-427
7.5 轻型拉杆式液压缸	17-335	2.5.6 XF3 型顺序阀、AXF3 型单向顺 序阀	17-429
7.6 带接近开关的拉杆式液压缸	17-345	2.6 平衡阀	17-432
7.7 TG 型伸缩式套筒液压缸	17-346	2.6.1 FD 型平衡阀	17-432
7.8 UB 型摆动式液压缸	17-353	2.6.2 RB 型平衡阀	17-438
7.9 同步分配器液压缸	17-361	2.7 压力继电器	17-439
第 7 章 液压控制阀	17-365	2.7.1 HED 型压力继电器	17-439
1 液压控制阀的类型、结构原理及应用	17-365	2.7.2 S 型压力继电器	17-443
1.1 液压控制阀的类型	17-365	2.7.3 S*307 型压力继电器	17-444
1.2 液压控制阀的结构原理和应用	17-367	2.8 背压阀	17-445
2 压力控制阀典型产品	17-376	3 流量控制阀典型产品	17-446
2.1 直动式溢流阀及远程调压阀	17-376		
2.1.1 DBD 型直动式溢流阀	17-376		
2.1.2 DBT/DBWT 型遥控溢流阀	17-380		
2.1.3 D 型直动式溢流阀、遥控溢流阀	17-381		
2.1.4 C 型直动式溢流阀及 CGR 型遥控			

3.1 节流阀与单向节流阀	17-446	4.1.5 4C型液控单向阀	17-494
3.1.1 MG型节流阀、MK型单向节流阀	17-446	4.1.6 A型单向阀及AY型液控单向阀	17-494
3.1.2 Z2FS型叠加式双单向节流阀	17-447	4.1.7 AF3型单向阀及YAF3型液控单向阀	17-495
3.1.3 DV型节流截止阀、DRV型单向节流截止阀	17-450	4.2 电磁换向阀	17-496
3.1.4 SR型节流阀、SRC型单向节流阀	17-452	4.2.1 WE型电磁换向阀	17-496
3.1.5 L型节流阀、LA型单向节流阀	17-455	4.2.2 DSG-01/03电磁换向阀	17-503
3.1.6 LF3型节流阀、ALF3型单向节流阀	17-455	4.2.3 微小电流控制型电磁换向阀	17-506
3.2 溢流节流阀	17-456	4.2.4 DG4V型湿式电磁换向阀	17-507
3.2.1 FB型溢流节流阀	17-456	4.2.5 DG4V型软切换电磁换向阀	17-509
3.2.2 FRG型溢流节流阀	17-459	4.2.6 DG4V型带阀芯位置指示开关的电磁换向阀	17-510
3.3 行程节流阀与行程调速阀	17-459	4.2.7 $\begin{matrix} 2 & E \\ 3 & D, B \end{matrix}$ 型电磁换向阀	17-511
3.3.1 Z型行程减速阀、ZC型单向行程减速阀	17-459	4.2.8 $\begin{matrix} 2 & D \\ 3 & E \end{matrix}$ F3型电磁换向阀	17-513
3.3.2 UCF型行程流量控制阀	17-461	4.2.9 QDF6型球式电磁换向阀	17-515
3.4 调速阀	17-465	4.3 电液换向阀及液动换向阀	17-516
3.4.1 MSA型调速阀	17-465	4.3.1 WEH电液换向阀及WH液控换向阀	17-516
3.4.2 2FRM型调速阀及Z4S型流向调整板	17-465	4.3.2 DSHG型电液换向阀	17-527
3.4.3 F型流量控制阀、FC型单向流量控制阀	17-469	4.3.3 DG5V型电液换向阀	17-534
3.4.4 FH型先导操作流量控制阀、FHC先导操作单向流量控制阀	17-473	4.3.4 $\begin{matrix} 2 & D \\ 3 & E \end{matrix}$ YF3型电液换向阀	17-536
3.4.5 F(C)G-3型流量控制阀	17-476	4.3.5 $\begin{matrix} 2 & 4 \\ 3 & \end{matrix}$ YF3型液动换向阀	17-539
3.4.6 F(*)G型流量控制阀	17-477	4.4 手动换向阀	17-540
3.4.7 Q型调速阀、QA型单向调速阀	17-478	4.4.1 WMM型手动换向阀	17-540
3.4.8 QF3型调速阀、AQF3型单向调速阀	17-479	4.4.2 DM型手动换向阀	17-545
3.5 分流集流阀	17-480	4.4.3 S型手动换向阀	17-551
3.5.1 FL、FDL、FJL型分流集流阀	17-480	4.5 机动式换向阀	17-552
3.5.2 3FL-L30*型分流阀	17-482	4.5.1 WM型行程(滚轮)换向阀	17-552
3.5.3 3FJLK-L10-50H型可调分流集流阀	17-482	4.5.2 DC型凸轮操作换向阀	17-554
3.5.4 3FJLZ-L20-130H型自调式分流集流阀	17-483	4.6 ZFS型多路换向阀	17-557
4 方向控制阀典型产品	17-483	5 叠加阀	17-559
4.1 单向阀及液控单向阀	17-483	5.1 大连组合所系列叠加阀型谱	17-559
4.1.1 S型单向阀及SV/SL型液控单向阀	17-483	5.1.1 叠加阀型谱	17-559
4.1.2 Z2S型叠加式液控单向阀	17-489	5.1.2 多机能叠加阀型谱	17-564
4.1.3 C型单向阀及CP型液控单向阀	17-490	5.2 榆次油研系列叠加阀型谱	17-566
4.1.4 C型单向阀	17-494	5.3 北京华德、上海立新叠加阀型谱	17-572
		5.4 大连液压元件厂叠加阀型谱	17-575
		5.5 液压叠加阀安装面	17-579
		6 插装阀	17-581
		6.1 Z系列二通插装阀及组件	17-581
		6.2 TJ系列二通插装阀及组件	17-584
		6.3 L系列二通插装阀及组件	17-587
		6.4 LD、LDS、LB、LBS型插装阀及组件	17-603
		6.5 二通插装阀安装连接尺寸	17-607

7 其他阀	17-609	3.3 常用冷却回路的型式和特点	17-702
7.1 截止阀	17-609	3.4 冷却器的计算	17-702
7.1.1 CJZQ 型球芯截止阀	17-609	3.5 冷却器的选择	17-703
7.1.2 YJZQ 型高压球式截止阀	17-611	3.6 冷却器的产品性能及规格尺寸	17-704
7.2 压力表开关	17-612	3.7 冷却器用电磁水阀	17-714
7.2.1 AF6 型压力表开关	17-612	4 过滤器	17-715
7.2.2 MS2 型六点压力表开关	17-613	4.1 过滤器的类型、特点与应用	17-715
7.2.3 KF 型压力表开关	17-613	4.2 过滤器在系统中的安装与应用	17-716
第 8 章 液压辅助件及液压泵站	17-615	4.3 过滤器的计算	17-717
1 管件	17-615	4.4 过滤器的选择	17-717
1.1 管路	17-615	4.5 过滤器产品	17-719
1.2 管接头	17-617	5 油箱及其附件	17-741
1.2.1 焊接式管接头	17-619	5.1 油箱的用途与分类	17-741
1.2.2 锥密封焊接式管接头	17-624	5.2 油箱的构造与设计要点	17-742
1.2.3 卡套式管接头	17-628	5.3 油箱的容量及计算	17-742
1.2.4 扩口式管接头	17-644	5.4 油箱中油液的冷却与加热	17-744
1.2.5 软管接头	17-652	5.5 油箱及其附件的产品	17-745
1.2.6 快换接头	17-661	6 液压泵站	17-750
1.2.7 旋转接头	17-663	6.1 液压泵站的分类及特点	17-750
1.2.8 其他管件	17-666	6.2 BJHD 系列液压泵站	17-752
1.2.9 螺塞及其垫圈	17-672	6.3 UZ 系列微型液压站	17-755
1.3 管夹	17-677	6.4 UP 液压力包	17-757
1.3.1 钢管夹	17-677	第 9 章 液压传动系统的安装、使用和	
1.3.2 塑料管夹	17-680	维护	17-768
2 蓄能器	17-683	1 液压传动系统的安装、试压和调试	17-768
2.1 蓄能器的种类、特点和用途	17-684	1.1 液压元件的安装	17-768
2.2 蓄能器在液压系统中的应用	17-686	1.2 管路安装与清洗	17-769
2.3 蓄能器的计算	17-687	1.3 试压	17-775
2.3.1 蓄能用的蓄能器的计算	17-687	1.4 调整和试运转	17-776
2.3.2 其他情况下蓄能器总容积 V_0 的		2 液压传动系统的使用和维护	17-777
计算	17-691	2.1 液压系统的日常检查和定期检查	17-777
2.3.3 重锤式蓄能器设计计算	17-693	2.2 液压系统清洁度等级	17-779
2.3.4 非隔离式蓄能器计算	17-694	3 液压传动系统常见故障及排除方法	17-780
2.4 蓄能器的选择	17-694	3.1 液压系统故障诊断及排除	17-781
2.5 蓄能器的产品及附件	17-695	3.2 液压元件故障诊断及排除	17-783
3 冷却器	17-700	4 拖链	17-786
3.1 冷却器的用途	17-700	参考文献	17-792
3.2 冷却器的种类和特点	17-701		

第 18 篇 液压控制

第 1 章 控制理论基础	18-3	2.4 信号流程图及梅逊增益公式	18-8
1 控制系统的一般概念	18-3	2.4.1 信号流程图和方块图的对应关系	18-8
1.1 反馈控制原理	18-3	2.4.2 梅逊增益公式	18-9
1.2 反馈控制系统的组成、类型和要求	18-3	2.5 机、电、液系统中的典型环节	18-10
2 线性控制系统的数学描述	18-4	2.6 频率特性	18-11
2.1 微分方程	18-4	2.6.1 频率特性的定义、求法及表示	
2.2 传递函数及方块图	18-5	方法	18-11
2.3 控制系统的传递函数	18-7	2.6.2 开环波德图、奈氏图和尼柯尔斯图的	

绘制	18-12	8.2.2 Z变换的基本性质	18-48
2.7 单位脉冲响应函数和单位阶跃响应函数	18-14	8.2.3 Z反变换	18-49
3 线性控制系统的性能指标	18-15	8.2.4 用Z变换求解差分方程	18-49
4 线性反馈控制系统分析	18-16	8.3 脉冲传递函数	18-50
4.1 稳定性分析	18-16	8.3.1 脉冲传递函数的定义	18-50
4.1.1 稳定性定义和系统稳定的充要条件	18-16	8.3.2 离散控制系统的脉冲传递函数	18-50
4.1.2 稳定性准则	18-16	8.4 离散控制系统分析	18-51
4.1.3 稳定裕量	18-18	8.4.1 稳定性分析	18-51
4.2 控制系统动态品质分析	18-19	8.4.2 过渡过程分析	18-52
4.2.1 时域分析法	18-19	8.4.3 稳态误差分析	18-52
4.2.2 频率分析法	18-22	第2章 液压控制概述	18-54
4.2.3 控制系统波德图的绘制	18-24	1 液压控制系统与液压传动系统的比较	18-54
4.3 控制系统的误差分析	18-24	2 电液伺服系统与电液比例系统的比较	18-55
4.3.1 误差和误差传递函数	18-24	3 液压伺服系统的组成及分类	18-55
4.3.2 稳态误差的计算	18-25	4 液压伺服系统的几个重要概念	18-56
4.3.3 改善系统稳态品质的主要方法	18-26	5 液压伺服系统的基本特性	18-56
5 线性控制系统的校正	18-26	6 液压伺服系统的优点、难点及应用	18-57
5.1 校正方式和常用的校正装置	18-26	第3章 液压控制元件、液压动力元件、	18-59
5.1.1 校正方式	18-26	伺服阀	18-59
5.1.2 常用的校正装置	18-27	1 液压控制元件	18-59
5.2 用期望特性法确定校正装置	18-31	1.1 液压控制元件概述	18-59
5.2.1 期望特性的绘制	18-31	1.1.1 液压控制元件的类型及特点	18-59
5.2.2 校正装置的确定	18-32	1.1.2 液压控制阀的类型、原理及特点	18-59
5.3 用综合性能指标确定校正装置	18-33	1.1.3 液压控制阀的静态特性及其阀系数的定义	18-60
6 非线性反馈控制系统	18-34	1.1.4 液压控制阀的液压源类型	18-61
6.1 概述	18-34	1.2 滑阀	18-61
6.2 描述函数的概念	18-35	1.2.1 滑阀的种类及特征	18-61
6.3 描述函数法分析非线性控制系统	18-38	1.2.2 滑阀的静态特性及阀系数	18-62
6.3.1 稳定性分析	18-38	1.2.3 滑阀的力学特性	18-64
6.3.2 振荡稳定性分析	18-39	1.2.4 滑阀的功率特性及效率	18-65
6.3.3 消除自激振荡的方法	18-39	1.2.5 滑阀的设计	18-66
6.3.4 非线性特性的利用	18-39	1.3 喷嘴挡板阀	18-67
6.3.5 非线性系统分析举例	18-40	1.3.1 喷嘴挡板阀的种类、原理及应用	18-67
7 控制系统的仿真	18-40	1.3.2 喷嘴挡板阀的静态特性	18-68
7.1 系统仿真的基本概念	18-40	1.3.3 喷嘴挡板阀的力特性	18-69
7.1.1 模拟仿真和数字仿真	18-40	1.3.4 喷嘴挡板阀的设计	18-69
7.1.2 仿真技术的应用	18-42	1.4 射流管阀	18-69
7.2 连续系统离散相似法数字仿真	18-42	1.4.1 射流管阀的紊流淹没射流特征	18-70
7.2.1 离散相似法的原理	18-42	1.4.2 流量恢复系数与压力恢复系数	18-70
7.2.2 连接矩阵及程序框图	18-43	1.4.3 射流管阀的静态特性	18-71
8 线性离散控制系统	18-45	1.4.4 射流管阀的特点及应用	18-71
8.1 概述	18-45	2 液压动力元件	18-72
8.1.1 信号的采样过程	18-45	2.1 液压动力元件的类型、特点及应用	18-72
8.1.2 信号的复原	18-45	2.2 液压动力元件的静态特性及其负载匹配	18-72
8.1.3 数字控制系统的离散脉冲模型	18-46	2.2.1 动力元件的静态特性	18-72
8.2 Z变换	18-46		
8.2.1 Z变换定义	18-46		

2.2.2	负载特性及其等效	18-73	1.3.1	电液力伺服系统的类型及特点	18-111
2.2.3	阀控动力元件与负载特性的匹配	18-75	1.3.2	电液驱动力伺服系统的分析与设计	18-111
2.3	液压动力元件的动态特性	18-75	1.3.3	电液负载力伺服系统的分析与设计	18-115
2.3.1	对称四通阀控制对称缸的动态特性	18-75	1.4	电液伺服系统的设计方法及步骤	18-117
2.3.2	对称四通阀控制不对称缸分析	18-81	2	机液伺服系统的设计计算	18-121
2.3.3	三通阀控制不对称缸的动态特性	18-83	2.1	机液伺服系统的类型及应用	18-121
2.3.4	四通阀控制液压马达的动态特性	18-84	2.1.1	阀控机液伺服系统	18-121
2.3.5	泵控马达的动态特性	18-86	2.1.2	泵控机液伺服系统	18-124
2.4	动力元件的参数选择与计算	18-88	2.2	机液伺服机构的分析与设计	18-125
3	伺服阀	18-89	3.	电液伺服油源的分析与设计	18-126
3.1	伺服阀的组成及分类	18-89	3.1	对液压伺服油源的要求	18-126
3.1.1	伺服阀的组成及反馈方式	18-89	3.2	液压伺服油源的类型、特点及应用	18-127
3.1.2	伺服阀的分类及输出特性	18-90	3.3	液压伺服油源的参数选择	18-127
3.1.3	电气-机械转换器的类型、原理及特点	18-90	3.4	液压伺服油源特性分析	18-128
3.2	典型伺服阀的结构及工作原理	18-91	3.4.1	定量泵—溢流阀油源	18-128
3.3	伺服阀的特性及性能参数	18-95	3.4.2	恒压变量泵油源	18-129
3.4	伺服阀的选择、使用及维护	18-98	4	液压伺服系统的污染控制	18-130
3.5	伺服阀的试验	18-99	4.1	液压污染控制的基础知识	18-130
3.5.1	试验的类型及项目	18-100	4.1.1	液压污染的定义与类型	18-130
3.5.2	标准试验条件	18-100	4.1.2	液压污染物的种类及来源	18-130
3.5.3	试验回路及测试装置	18-101	4.1.3	固体颗粒污染物及其危害	18-131
3.5.4	试验内容及方法	18-101	4.1.4	油液中的水污染、危害及脱水方法	18-131
4	电液伺服系统的设计计算	18-103	4.1.5	油液中的空气污染、危害及脱气方法	18-132
1	电液伺服系统的设计计算	18-103	4.1.6	油液污染度的测量方法及特点	18-132
1.1	电液位置伺服系统的设计计算	18-103	4.1.7	液压污染控制中的有关概念	18-133
1.1.1	电液位置伺服系统的类型及特点	18-103	4.2	油液污染度等级标准	18-134
1.1.2	电液位置伺服系统的方块图、传递函数及波德图	18-103	4.2.1	GB/T 14039—1993《液压传动—油液—固体颗粒污染等级代号法》	18-134
1.1.3	电液位置伺服系统的稳定性计算	18-105	4.2.2	ISO 4406—1987 液压传动—油液—固体颗粒污染等级代号法	18-136
1.1.4	电液位置伺服系统的闭环频率响应	18-105	4.2.3	ISO 4406—1999 液压传动—油液—固体颗粒污染等级代号法	18-136
1.1.5	电液位置伺服系统的分析及计算	18-107	4.2.4	PALL 污染度等级代号	18-139
1.2	电液速度伺服系统的设计计算	18-108	4.2.5	NAS 1638 污染度等级标准	18-139
1.2.1	电液速度伺服系统的类型及控制方式	18-108	4.2.6	SAE 749D 污染度等级标准	18-140
1.2.2	电液速度伺服系统的分析与校正	18-109	4.2.7	几种污染度等级对照表	18-141
1.3	电液力(压力)伺服系统的分析与设计	18-111	4.3	不同污染度等级油液的显微图像比较	18-141
			4.4	伺服阀的污染控制	18-142
			4.4.1	伺服阀的失效模式、后果及失效	