

HANDBOOK OF
MECHANICAL
DESIGN

■ 成大先 主编

机械设计手册

第四版

第 5 卷



化学工业出版社

机械设计手册

第 四 版

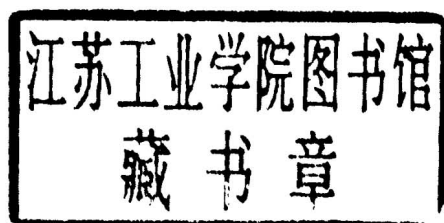
第 5 卷

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 5 卷/成大先主编. —4 版. —北京:
化学工业出版社, 2002. 1
ISBN 7-5025-3523-3

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 083208 号

机械设计手册

第四版

第 5 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: 洪雅姝

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

购书咨询: (010)64518888

购书传真: (010)64519686

售后服务: (010)64518899

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩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 82

1993 年 1 月第三版 字数 2971 千字

2002 年 1 月第四版 印数 1143101—1149100

2007 年 6 月北京第 27 次印刷

ISBN 7-5025-3523-3/TH·96

定 价: 118.00 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

内 容 提 要

《机械设计手册》第四版共分5卷,涵盖机械常规设计的所有内容。其中第1卷包括一般设计资料,机械制图、极限与配合、表面粗糙度,材料,机构;第2卷包括联接与紧固,轴及其联接,轴承,起重运输机械零部件,操作件、小五金及管件;第3卷包括润滑与密封,弹簧,螺旋传动、摩擦轮传动,带、链传动,齿轮传动,多点啮合柔性传动;第4卷包括减速器、变速器,液压传动,液压控制;第5卷包括气压传动,机械振动的控制及利用,机架设计,常用电机、电器及电动(液)推杆等。

《机械设计手册》第四版是在总结前三版的成功经验,考虑广大读者的使用习惯及对《机械设计手册》提出的新要求,并在广泛调查研究基础上进行编写的。《机械设计手册》第四版突出实用性,从机械设计技术人员角度出发,合理安排内容取舍和编排体系;强调准确性,数据、资料主要来自标准、规范或其他权威资料,设计方法、公式选择、参数选用经过长期实践检验,设计举例来自工程实践;反映先进性,增加了许多适合我国国情的新材料、新方法、新技术、新工艺,广泛收集具有先进水平的新产品,并采用最新标准、规范;体现全面性,涵盖了机械常规设计的全部内容。《机械设计手册》第四版保持了前三版的风格、特色和品位,从总体上体现了资料新颖,准确可靠,内容全面,实用便查的特点。

《机械设计手册》可作为机械设计人员和有关工程设计技术人员工具书,也可供大专院校有关专业师生参考使用。

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
禰有雄	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 畲	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 19 篇 气压传动

第 1 章 基础理论	19-3	2.5.1 概述	19-93
1 气动系统的特点及基本计算公式	19-3	2.5.2 真空发生器	19-95
1.1 气压传动系统原理及特点	19-3	2.5.3 真空吸盘及真空元件的计算 选用	19-96
1.2 空气的性质	19-4	2.5.4 真空系统用其他元件	19-98
1.3 空气热力学和流体动力学规律	19-8	2.6 气动伺服/比例控制元件的原理、 特性及选择	19-100
1.3.1 闭口系统热力学第一定律	19-8	2.6.1 气动断续控制与气动连续控 制的区别	19-100
1.3.2 闭口系统热力学第二定律	19-9	2.6.2 气动伺服/比例阀的作用、 构成和分类	19-101
1.3.3 空气的热力过程	19-9	2.6.3 伺服/比例阀的主要部件的结 构和工作原理	19-103
1.3.4 开口系统能量平衡方程式	19-10	2.6.4 典型电-气比例阀、伺服阀的 结构和工作原理	19-108
1.3.5 可压缩气体的定常管内流动	19-11	2.6.5 电气比例伺服系统的应用实例	19-113
1.3.6 气体通过收缩喷嘴或小孔的 流动	19-12	3 气缸的设计计算(非标准件的设计) ...	19-114
1.3.7 充、放气系统的热力学过程	19-13	3.1 气缸主要结构参数及尺寸的确定	19-114
1.3.8 气阻和气容	19-15	3.2 连接与密封	19-118
2 气动元件的选型计算	19-17	3.2.1 缸筒与缸盖的连接	19-118
2.1 气源设备	19-17	3.2.2 密封	19-118
2.1.1 空压机	19-18	4 气动技术标准	19-120
2.1.2 后冷却器	19-19	4.1 基础和通用标准	19-120
2.1.3 贮气罐	19-20	4.1.1 GB/T 786.1—1993 气动图形符号	19-120
2.1.4 主管道过滤器	19-21	4.1.2 GB 2346—1988 气动系统及元 件——公称压力系列	19-120
2.1.5 干燥器	19-22	4.1.3 JB/T 6377—1992 气口连接螺纹 型式和尺寸	19-121
2.2 气动执行元件	19-24	4.1.4 GB 793219—1987 气动系统通用 技术条件	19-122
2.2.1 概述	19-24	4.1.5 GB/T 14513—1993 气动元件流量 特性的测定	19-122
2.2.2 气缸	19-26	4.2 气缸标准	19-125
2.2.3 气马达	19-57	4.3 阀标准	19-128
2.2.4 摆动气缸	19-61	4.4 气动辅件标准	19-128
2.2.5 气动手指	19-62	4.5 气动密封件标准	19-129
2.3 气动控制元件	19-63	4.6 气动技术国内标准一览	19-130
2.3.1 方向控制阀	19-63	4.7 气动技术国际标准及国外标准一览 ...	19-130
2.3.2 压力控制阀	19-74		
2.3.3 流量控制阀	19-83		
2.4 气动管路设备	19-86		
2.4.1 气动系统管道种类及选择	19-86		
2.4.2 管接头	19-87		
2.4.3 消声器	19-88		
2.4.4 过滤器	19-89		
2.4.5 气源处理三联件和二联件	19-90		
2.4.6 外部缓冲器	19-91		
2.5 真空元件	19-93		

4.8 最新的国际标准及动向	19-132	1.1.4 QGCX 系列小型气缸($\phi 12 \sim \phi 40$)	19-194
第2章 气动系统	19-136	1.1.5 10Y-2 系列气缸($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-201
1 气动基本回路	19-136	1.1.6 QM 系列小型气缸($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-203
1.1 换向回路	19-136	1.1.7 10 A-5 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 160$)及 QGM 系列无拉杆气缸 ($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-204
1.2 速度控制回路	19-138	1.1.8 LG 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-209
1.3 压力与力控制回路	19-139	1.1.9 QGBQ 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-217
1.4 位置控制回路	19-141	1.1.10 QGBM 系列米型气缸 ($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-224
2 典型应用回路	19-143	1.1.11 LCZ (LCZM) 系列气缸 ($\phi 25 \sim \phi 200$)	19-226
2.1 同步回路	19-143	1.1.12 QGS 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 320$)	19-229
2.2 延时回路	19-145	1.1.13 QGBZ 系列气缸($\phi 50 \sim \phi 250$)	19-231
2.3 自动往复回路	19-145	1.1.14 10A-2 系列气缸($\phi 125 \sim \phi 250$)	19-239
2.4 防止启动飞出回路	19-146	1.1.15 JB 系列气缸($\phi 80 \sim \phi 400$)	19-241
2.5 防止落下回路	19-147	1.2 普通双活杆气缸	19-245
2.6 缓冲回路	19-147	1.2.1 QGEW-1 系列气缸($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-245
2.7 真空回路	19-148	1.2.2 QGEW-2 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-246
2.8 其他回路	19-148	1.2.3 LGL 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-247
2.9 应用举例	19-149	1.2.4 QGBQS 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-248
3 气动系统的常用控制方法及设计	19-153	1.2.5 QGSG 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 320$)	19-248
3.1 气动顺序控制系统	19-153	1.2.6 QGEW-3 系列气缸($\phi 125 \sim \phi 250$)	19-249
3.1.1 顺序控制的定义	19-153	1.3 薄型气缸	19-249
3.1.2 顺序控制系统的组成	19-153	1.3.1 DQGI 系列薄型气缸($\phi 12 \sim \phi 100$)	19-249
3.1.3 顺序控制器的种类	19-153	1.3.2 QCQ2 系列薄型气缸($\phi 12 \sim \phi 100$)	19-251
3.2 继电器控制系统	19-154	1.3.3 QGD 系列薄型气缸($\phi 16 \sim \phi 100$)	19-254
3.2.1 概述	19-154	1.3.4 QGY 系列薄型气缸($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-256
3.2.2 常用继电器控制电路	19-154	1.4 摆动气缸	19-257
3.2.3 典型的继电器控制气动回路	19-156	1.4.1 QGK 系列齿轮齿条式摆动气缸 ($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-257
3.2.4 气动程序控制系统的设计方法	19-160	1.4.2 LBA 系列微型摆动气缸 ($\phi 20 \sim \phi 32$)	19-261
3.3 可编程控制器的应用	19-164	1.4.3 LTA 系列方形摆动气缸 ($\phi 40 \sim \phi 100$)	19-261
3.3.1 可编程控制器的组成	19-164	1.4.4 QGK 系列齿轮齿条式摆动气缸	
3.3.2 可编程控制器工作原理	19-165		
3.3.3 可编程控制器常用编程指令	19-166		
3.3.4 控制系统设计步骤	19-168		
3.3.5 控制系统设计举例	19-169		
3.4 阀岛	19-170		
3.4.1 阀岛的定义、结构组成和特点	19-170		
3.4.2 阀岛的分类、发展与比较	19-172		
第3章 气动系统的维护及故障处理	19-174		
1 维护保养	19-174		
2 维护工作内容	19-176		
3 故障诊断与对策	19-177		
4 常见故障及其对策	19-179		
第4章 国内气动元件产品	19-184		
1 气动执行器	19-184		
1.1 普通单活杆气缸	19-184		
1.1.1 QCJ2 系列微型气缸($\phi 6 \sim \phi 16$)	19-184		
1.1.2 10Y-1 系列小型气缸($\phi 8 \sim \phi 50$)	19-187		
1.1.3 QGX 系列小型气缸($\phi 8 \sim \phi 32$)	19-189		

($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-262	2.2.4 K23 D 系列微型电磁阀	
1.5 其他特殊气缸	19-264	(DN1.2 ~ 3)	19-307
1.5.1 QGCW 系列磁性无活塞杆气缸		2.2.5 SR 系列三通电磁换向阀	
($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-264	(DN4 ~ 10)	19-308
1.5.2 CWC 系列磁性无活塞杆气缸		2.2.6 XQ 系列三通电磁换向阀	
($\phi 20 \sim \phi 50$)	19-266	(DN4 ~ 12)	19-310
1.5.3 QGHJ 系列旋转夹紧气缸		2.2.7 K23JD 系列三通电磁换向阀	
($\phi 25 \sim \phi 63$)	19-266	(DN6 ~ 50)	19-312
1.5.4 JQGB 系列夹紧气缸($\phi 40 \sim \phi 80$)		2.2.8 K23JD-J 系列三通电磁换向阀	
.....	19-268	(DN6 ~ 50)	19-313
1.5.5 QGJ 系列夹紧气缸($\phi 40 \sim \phi 63$)		2.2.9 K22JD-W 系列二通电磁换向阀	
.....	19-268	(DN8 ~ 40)	19-314
1.5.6 QGSJ 系列锁紧气缸($\phi 40 \sim \phi 100$)		2.2.10 K23JD-W 系列三通电磁换向阀	
.....	19-269	(DN8 ~ 40)	19-315
1.5.7 SJB 系列前(后)端锁定气缸		2.2.11 QJD 系列三通电磁换向阀	
($\phi 63 \sim \phi 100$)	19-271	(DN20 ~ 40)	19-316
1.5.8 AV 系列短行程气缸($\phi 8 \sim \phi 63$)		2.2.12 23JD 系列三通单电控截止阀	
.....	19-273	(DN25 ~ 50)	19-316
1.5.9 QGV 系列薄膜气缸($\phi 140 \sim \phi 160$)		2.3 气控换向阀	19-317
.....	19-273	2.3.1 XQ 系列三通、五通气控换向阀	
1.5.10 CTA 系列伸缩气缸($\phi 80 \sim \phi 125$)		(DN4 ~ 12)	19-317
.....	19-274	2.3.2 QQC 系列五通气控换向阀	
1.5.11 QGCH 系列冲击气缸		(DN4 ~ 10)	19-321
($\phi 50 \sim \phi 100$)	19-275	2.3.3 AR 系列三通、五通气控换向阀	
1.5.12 ZG 系列振动气缸($\phi 63 \sim \phi 100$)		(DN3 ~ 25)	19-323
.....	19-276	2.3.4 QQI 系列三通、五通气控换向阀	
1.5.13 QGZY 系列直压式气-液增压缸		(DN8 ~ 25)	19-333
($\phi 80 \sim \phi 160$)	19-277	2.3.5 K23K-L 系列三通气控换向阀	
2 方向控制阀	19-278	(DN6 ~ 15)	19-334
2.1 四通、五通电磁换向阀	19-278	2.3.6 K25 K-L 系列五通气控换向阀	
2.1.1 QDC 系列五通电磁换向阀		(DN6 ~ 15)	19-335
(DN3 ~ 25)	19-278	2.3.7 K23JK 系列三通气控换向阀	
2.1.2 SR 系列五通电磁换向阀		(DN6 ~ 50)	19-337
(DN4 ~ 10)	19-284	2.3.8 K23JK-J 系列三通气控换向阀	
2.1.3 XQ 系列五通电磁换向阀		(DN6 ~ 40)	19-339
(DN4 ~ 12)	19-297	2.3.9 XQ 系列三通、五通延时换向阀	
2.1.4 QDI 系列五通电磁换向阀		(DN4 ~ 12)	19-340
(DN6 ~ 25)	19-299	2.4 手控换向阀	19-344
2.1.5 QJD 系列二位五通电磁换向阀		2.4.1 K23JR ₁ 系列三通按钮式换向阀	
(DN20 ~ 40)	19-301	(DN3 ~ 6)	19-344
2.2 二通、三通电磁换向阀	19-303	2.4.2 XQ 系列三通按钮式换向阀	
2.2.1 XQ 系列电磁先导阀(DN1 ~ 4)		(DN4 ~ 6)	19-344
.....	19-303	2.4.3 QRA 系列三通按钮/旋钮式换向阀	
2.2.2 QDX 系列电磁先导阀(DN1 ~ 2)		(DN3 ~ 6)	19-346
.....	19-304	2.4.4 K23JR ₃ -L3 系列三通旋钮式换向阀	
2.2.3 Q 23DI 系列电磁先导阀		(DN3)	19-347
(DN1.2 ~ 3)	19-305	2.4.5 XQ 系列三通、五通拨动式换向阀	

(DN4~6)	19-347	2.7.5 QS 系列梭阀(DN3~25)	19-379
2.4.6 XQ 系列三通、五通推拉式换向阀 (DN4~6)	19-348	2.7.6 XQ 系列梭阀(DN3~10)	19-380
2.4.7 QR ₅ 系列三通、四通、五通推拉式 换向阀(DN3~15)	19-350	2.7.7 KSY 系列双压阀(DN3~15)	19-381
2.4.8 DFR ₅ 系列三通、五通推拉式换向 阀(DN6~10)	19-350	3 流量控制阀	19-382
2.4.9 Q23R ₈ 系列三通管道手拉式换向 阀(DN3~15)	19-352	3.1 单向节流阀	19-382
2.4.10 F23R ₅ 系列三通管道手拉式换 向阀(DN6~15)	19-353	3.1.1 QLA 系列单向节流阀(DN3~25)	19-382
2.4.11 XQ 系列三通、五通手柄推拉式换 向阀(DN4~12)	19-354	3.1.2 XQ 系列单向节流阀(DN4~12)	19-383
2.4.12 QSR ₅ 系列三通、五通手柄推拉式 换向阀(DN3~15)	19-356	3.1.3 KLA 系列单向节流阀(DN3~50)	19-384
2.4.13 QR ₈ 系列四通手动转阀 (M5~G ³ / ₄)	19-357	3.1.4 LA 系列管接式单向节流阀 (DN4~20)	19-387
2.4.14 XQ 系列四通手动转阀 (DN6~12)	19-358	3.1.5 DLA 系列单向节流阀(DN4~15)	19-387
2.4.15 KR ₈ 系列三通手动转阀 (DN6~20)	19-359	3.1.6 QJTS 系列管接头式单向节流阀 (DN4~10)	19-388
2.4.16 KR ₈ A 系列四通手动转阀 (DN6~20)	19-360	3.1.7 JTS 系列管接头式单向节流阀 (DN3~10)	19-388
2.4.17 QR ₇ A 系列三通、五通脚踏阀 (DN3~15)	19-362	3.2 节流阀	19-389
2.4.18 XQ 系列三通、五通脚踏阀 (DN4~6)	19-363	3.2.1 XQ 系列节流阀(DN2~9)	19-389
2.5 机控换向阀	19-365	3.2.2 KIJ 系列节流阀(DN6~15)	19-390
2.5.1 QCA 系列三通、五通机控换向阀 (DN3~6)	19-365	3.3 消音节流阀	19-390
2.5.2 XQ 系列三通、五通机控换向阀 (DN4~6)	19-366	3.3.1 QXJ 系列消音节流阀(DN3~25)	19-390
2.5.3 K23JC 系列三通机控换向阀 (DN3~8)	19-370	3.3.2 XQ 系列消音节流阀(DN4~12)	19-391
2.5.4 KC 系列三通、五通机控换向阀 (DN6~8)	19-372	3.3.3 Q LX 系列消音节流阀(DN6~20)	19-392
2.6 单向阀	19-373	4 压力控制阀	19-393
2.6.1 XQ 系列单向阀(DN4~12)	19-373	4.1 减压阀	19-393
2.6.2 KA 系列单向阀(DN3~50)	19-374	4.1.1 QTYA 系列减压阀	19-393
2.7 其他方向阀	19-375	4.1.2 QP 系列减压阀	19-394
2.7.1 KP 系列快速排气阀(DN3~25)	19-375	4.1.3 495 系列减压阀	19-395
2.7.2 KKP 系列快速排气阀(DN6~50)	19-376	4.1.4 QTYa 系列高压减压阀	19-396
2.7.3 XQ 系列快速排气阀(DN6~15)	19-377	4.2 PQ 系列安全阀	19-397
2.7.4 KS 系列梭阀(DN3~25)	19-378	4.3 顺序阀	19-398
		4.3.1 KPSA-8 系列单向顺序阀	19-398
		4.3.2 KPSA 系列单向顺序阀	19-398
		4.3.3 KXA 系列单向顺序阀	19-399
		5 气动管路设备	19-400
		5.1 空气过滤器	19-400
		5.1.1 QSLA 系列过滤器	19-400
		5.1.2 494 系列过滤器	19-401
		5.1.3 QL 系列过滤器	19-402
		5.1.4 QGL 系列精密过滤器	19-403
		5.1.5 QSLa 系列高压过滤器	19-404

5.2 油雾器	19-404	气缸 DGPL 型	19-484
5.2.1 QYW 系列油雾器	19-404	1.3.9 叶片式摆动气缸 DSM 型	19-498
5.2.2 QYWA 系列油雾器	19-405	1.3.10 齿轮齿条摆动气缸	19-505
5.2.3 QY 系列油雾器	19-406	1.3.11 气动肌腱 MAS 型	19-512
5.2.4 496 系列油雾器	19-407	1.4 换向阀	19-515
5.3 过滤器、减压阀、油雾器三联件	19-408	1.4.1 耐脏气源气控阀与电控阀	19-515
5.3.1 QLPY 系列三联件	19-408	1.4.2 ISO 气控换向阀及电控换向阀	19-528
5.3.2 QFLJWA 系列三联件	19-410	1.5 “03” 型阀岛 (Midi/Maxi 阀岛)	19-542
5.3.3 QFLJWB 系列三联件	19-411	2 SMC 气动元件	19-554
5.3.4 498 系列三联件	19-412	2.1 标准型气缸	19-554
5.3.5 QAC/AC 系列三联件	19-412	2.1.1 CJ2 系列双作用标准型气缸	
5.4 过滤减压阀	19-415	($\phi 6 \sim \phi 16$)	19-554
5.4.1 QFLJA 系列过滤减压阀	19-415	2.1.2 CJ2 系列单作用标准型气缸	
5.4.2 QFLJB 系列过滤减压阀	19-416	($\phi 6 \sim \phi 16$)	19-557
5.4.3 QE 系列过滤减压阀	19-417	2.1.3 CJ2 系列其他结构气缸	19-560
5.4.4 497 系列过滤减压阀	19-418	2.1.4 CM2 系列双作用标准型气缸	
5.5 自动排水器	19-419	($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-560
5.5.1 ZPS-L15、ZPSA 系列自动排水器	19-419	2.1.5 CM2 系列单作用标准型气缸	
5.5.2 ZPW 系列卧式自动排水器	19-419	($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-564
6 压缩空气管路管接头	19-420	2.1.6 CM2 系列其他结构气缸	19-566
6.1 QJKG 系列卡箍式管接头、QJZS 系列		2.1.7 CG1 系列轻巧型气缸	
锥面锁紧管接头	19-421	($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-567
6.2 QJKT 系列卡套式管接头	19-422	2.1.8 CG1 系列其他结构气缸	19-571
6.3 QJCR 系列插入式管接头	19-428	2.1.9 MB 系列标准气缸 ($\phi 32 \sim \phi 100$)	
6.4 QJKH 系列快换管接头	19-430		19-571
6.5 JZH 系列组合式管接头	19-431	2.1.10 MB 系列其他结构气缸	19-575
第 5 章 国外产品	19-436	2.1.11 CS1 系列标准型气缸	
1 FESTO 气动元件	19-436	($\phi 125 \sim \phi 300$)	19-575
1.1 FESTO 气动技术和元件简介	19-436	2.1.12 CSI 系列其他型式气缸	19-578
1.1.1 FESTO 新的气动技术发展概况	19-436	2.1.13 CQ2 系列薄型气缸 ($\phi 12 \sim \phi 100$)	
1.1.2 FESTO 气动执行元件	19-436		19-579
1.1.3 FESTO 阀岛	19-436	2.1.14 CQ2 系列其他结构气缸	19-584
1.2 FESTO 气动产品	19-442	2.2 五通电磁换向阀	19-584
1.3 气缸部分	19-450	2.2.1 SY3000 系列五通电磁换向阀	19-584
1.3.1 圆形气缸 ESNU 型、DSNU 型	19-450	2.2.2 SY5000 系列五通电磁换向阀	19-588
1.3.2 标准气缸 DNC (符合 ISO 6431 及		2.2.3 SY7000 系列五通电磁换向阀	19-593
VDMA 24562 标准)	19-455	2.2.4 VQ4000 系列五通电磁换向阀	19-599
1.3.3 标准气缸 DNG (符合 ISO 6431 及		2.2.5 VQ5000 系列五通电磁换向阀	19-602
VDMA 标准)	19-462	2.3 三通电磁换向阀	19-607
1.3.4 紧凑式气缸 ADVU 型、AEVU 型		2.3.1 SYJ300、500、700 系列三通电磁	
	19-468	换向阀	19-607
1.3.5 倍力气缸 ADVUT 型	19-476	2.3.2 VQZ100、200、300 系列三通电磁	
1.3.6 多位气缸	19-477	换向阀	19-609
1.3.7 扁平气缸 DZF 型	19-479	2.3.3 VP342、542、742 系列三通电磁	
1.3.8 无杆气缸 DGP 型及带导轨的无杆		换向阀	19-612
		2.4 空气管道设备	19-613
		2.4.1 AC1000 ~ 6000 系列过滤器、减压阀、	

油容器三联件	19-613	2.6 摆动气缸	19-630
2.4.2 AC1010~4010 系列过滤减压阀、 油容器二联件	19-615	2.6.1 CRB1 系列叶片式摆动气缸	19-630
2.5 其他气缸产品	19-616	2.6.2 CRBUW 系列自由安装式摆动气缸	19-631
2.5.1 CJ1 系列标准气缸	19-616	2.6.3 CRA1 系列齿轮齿条式摆动气缸	19-631
2.5.2 CJP 系列针形气缸	19-617	2.6.4 CRQ2 系列齿轮齿条式薄型摆动 气缸	19-631
2.5.3 MB1 系列方形缸体气缸	19-617	2.6.5 MSQ 系列齿轮齿条式摆动平台	19-632
2.5.4 CA1 系列标准气缸	19-617	2.6.6 MSUB 系列叶片式摆动平台	19-632
2.5.5 CU 型自由安装型气缸	19-618	2.6.7 MRQ 系列伸摆气缸	19-632
2.5.6 MU 系列板式气缸	19-618	2.7 气爪	19-633
2.5.7 MGZ 系列倍力气缸	19-619	2.7.1 MH 系列气爪	19-633
2.5.8 CN、MNB 系列精密锁紧气缸	19-619	2.7.2 MRHQ 系列摆动气爪	19-635
2.5.9 CL 系列精密锁紧气缸, CL1 系列 锁紧气缸	19-620	2.8 其他四、五通电磁换向阀	19-635
2.5.10 CBM2 系列/CBA1 系列端锁气缸	19-621	2.8.1 SYJ 系列四、五通电磁换向阀	19-635
2.5.11 CXWM 系列 (滑动轴承)、CXWL 系列 (球轴承) 液压缓冲器内 藏型滑动单元	19-621	2.8.2 VQD1000 系列四通电磁换向阀	19-636
2.5.12 CXTM 系列 (滑动轴承)、CXTL 系列 (球轴承) 滑台式气缸	19-621	2.8.3 VQ 系列五通电磁换向阀	19-636
2.5.13 CXS 系列双联气缸	19-622	2.8.4 VQ7 系列 ISO 标准电磁换向阀	19-639
2.5.14 MY1 系列机械接合式无杆气缸	19-622	2.8.5 VQZ 系列五通电磁换向阀	19-640
2.5.15 MUC 系列带制动机构的机械接合 式高精度无杆气缸	19-622	2.8.6 VK 系列五通电磁换向阀	19-641
2.5.16 CY1 系列磁性无杆气缸	19-623	2.8.7 VF 系列五通电磁换向阀	19-641
2.5.17 MX 系列气动滑台	19-624	2.8.8 VFR 系列五通电磁换向阀	19-642
2.5.18 MGP、MGQ 系列带导杆薄型气缸	19-625	2.8.9 VFS 系列五通电磁换向阀	19-644
2.5.19 MGG、MGC 系列带导杆气缸	19-625	2.8.10 50-VFE 系列五通防爆型电磁阀	19-646
2.5.20 MGF 系列导台式气缸	19-626	2.9 其他三通电磁换向阀	19-647
2.5.21 MGT 系列带回转台的气缸	19-626	2.9.1 VQ100 系列三通小型电磁换向阀	19-647
2.5.22 CE1、CEP1 系列测长气缸	19-626	2.9.2 VKF 系列三通电磁换向阀	19-647
2.5.23 CE2 系列带锁紧机构的测长气缸	19-627	2.9.3 VS 系列三通电磁换向阀	19-648
2.5.24 ML2B 系列高级无杆测长气缸	19-627	2.9.4 VT、VP 系列三通电磁换向阀	19-648
2.5.25 REA 系列正弦无杆气缸	19-627	2.9.5 VG342 系列三通电磁换向阀	19-649
2.5.26 REC 系列正弦气缸	19-628	2.9.6 50-VPE 系列三通防爆电磁阀	19-649
2.5.27 RHC 系列高速气缸	19-628	2.10 气控、机控、手动换向阀	19-649
2.5.28 MTS 系列高精度气缸	19-628	2.10.1 VM、VR 系列机控阀、中继元件	19-649
2.5.29 MF 系列曲线气缸	19-628	2.10.2 VH 系列手动阀	19-650
2.5.30 RSQ、RSG、RSH 系列止动气缸	19-629	2.10.3 VHS□500 系列三通手动阀/残压 释放用 (带键孔)	19-651
2.5.31 CK1、CKS1 系列夹紧气缸	19-629	2.10.4 VHK 系列指形手动阀	19-651
2.5.32 MK 系列回转夹紧气缸	19-630	2.11 调速阀	19-651
		2.11.1 AS 系列调速阀	19-651
		2.11.2 AS-E/AS-FE 系列带残压释放阀、 调速阀	19-653
		2.11.3 AS-M/AS-FM 系列低速控制用 调速阀	19-654

2.11.4 ASP 系列带先导式单向阀的调速阀	19-654	2.14.3 ARP3000 系列精密直动式减压阀	19-658
2.11.5 ASD-F 系列双联调速阀	19-654	2.14.4 IR 系列精密减压阀	19-659
2.11.6 ASV 系列快速调速阀	19-655	2.14.5 ARJ 系列小型减压阀	19-659
2.11.7 ASN2 系列带消声器的排气节流阀	19-655	2.14.6 VEX1 系列大流量精密减压阀	19-659
2.12 单向阀和快速排气阀	19-655	2.14.7 VBA 系列增压阀	19-660
2.12.1 AK 系列单向阀	19-655	2.15 电气比例控制阀	19-660
2.12.2 AKH、AKB 系列带快换接头单向阀	19-656	2.15.1 ITV 系列电气调压阀	19-660
2.12.3 AQ 系列快速排气阀	19-656	2.15.2 VY1 系列电气压力-方向复合控制阀	19-661
2.13 消声器	19-657	2.15.3 VY3 系列四通口电气比例阀	19-661
2.13.1 AN、25 系列消声器	19-657	2.15.4 VY511 平衡控制器	19-661
2.13.2 AMC 系列排气洁净器	19-657	2.15.5 VEF、VEP 系列电气比例阀	19-662
2.14 压力控制元件	19-658	2.15.6 VER 系列五通电气比例阀	19-662
2.14.1 AR 系列带单向阀的减压阀(模块式)	19-658	2.15.7 VEA 系列专用功率放大器	19-662
2.14.2 AR 系列内部先导式减压阀	19-658	参考文献	19-662

第 20 篇 机械振动的控制及利用

第 1 章 概述	20-5	4 共振关系	20-31
1 机械振动的分类及工程中的振动问题	20-5	5 回转机械在启动和停机过程中的振动	20-31
2 有关振动方面的部分标准	20-6	5.1 启动过程的振动	20-31
3 振动等级的评定	20-8	5.2 停机过程的振动	20-32
第 2 章 机械振动基础资料	20-10	6 多自由度系统	20-32
1 机械振动表示方法	20-10	6.1 多自由度系统自由振动模型参数及固有特性	20-32
1.1 简谐振动表示方法	20-10	6.2 二自由度系统受迫振动的振幅和相位差角计算公式	20-34
1.2 周期振动幅值表示法	20-10	7 机械系统的力学模型	20-35
1.3 振动频谱表示法	20-11	7.1 力学模型的简化原则	20-35
2 弹性构件的刚度	20-11	7.2 等效参数的转换计算	20-36
3 阻尼系数	20-14	第 4 章 非线性振动与随机振动	20-38
3.1 线性阻尼系数	20-14	1 非线性振动	20-38
3.2 非线性阻尼的等效线性阻尼系数	20-15	1.1 机械工程中的非线性振动问题	20-38
4 振动系统的固有圆频率	20-16	1.2 非线性系统的物理性质	20-39
4.1 单自由度系统的固有圆频率	20-16	1.3 等效线性化近似解法	20-40
4.2 二自由度系统的固有圆频率	20-18	1.4 示例	20-40
4.3 多自由度系统的固有圆频率	20-20	1.5 非线性振动的稳定性	20-41
5 同向简谐振动合成	20-24	2 自激振动	20-42
6 各种机械产生振动的基本频率	20-25	2.1 自振和自振系统的特性	20-42
第 3 章 线性振动	20-26	2.2 机械工程中常见的自激振动现象	20-42
1 单自由度系统自由振动模型参数及响应	20-26	2.3 单自由度系统相平面及稳定性	20-44
2 单自由度系统的受迫振动	20-27	3 随机振动	20-47
2.1 简谐受迫振动的模型参数及响应	20-27	3.1 平稳随机振动描述	20-47
2.2 非简谐受迫振动的模型参数及响应	20-29	3.2 单自由度线性系统的传递函数	20-49
3 直线运动振系与定轴转动振系的参数类比	20-30	3.3 单自由度线性系统的随机响应	20-49

第5章 隔振与减振	20-50
1 隔振与减振方法	20-50
2 隔振器设计	20-50
2.1 隔振原理及一次隔振器动力参数设计	20-50
2.2 一次隔振器动力参数设计示例	20-51
2.3 二次隔振器动力参数设计	20-53
2.4 二次隔振器动力参数设计示例	20-55
2.5 隔振器设计的几个问题	20-57
2.5.1 隔振器设计步骤	20-57
2.5.2 隔振器设计要点	20-57
2.5.3 圆柱螺旋弹簧的刚度	20-58
2.5.4 隔振器的阻尼	20-59
2.6 隔振器的材料与类型	20-59
2.7 橡胶隔振器设计	20-63
2.7.1 橡胶材料的主要性能参数	20-63
2.7.2 橡胶隔振器刚度计算	20-64
2.7.3 橡胶隔振器设计要点	20-65
3 阻尼减振	20-66
3.1 阻尼层结构	20-66
3.2 线性阻尼隔振器	20-68
3.2.1 减振隔振器系统主要参数	20-68
3.2.2 最佳参数选择	20-69
3.2.3 设计示例	20-70
3.3 非线性阻尼系统的隔振	20-71
3.3.1 刚性连接非线性阻尼系统隔振	20-71
3.3.2 弹性连接干摩擦阻尼减振隔振器动力参数设计	20-72
3.3.3 减振器设计	20-73
4 动力吸振器	20-74
4.1 动力吸振器设计	20-74
4.1.1 动力吸振器工作原理	20-74
4.1.2 动力吸振器的设计	20-75
4.1.3 动力吸振器附连点设计	20-76
4.1.4 设计示例	20-76
4.2 加阻尼的动力吸振器	20-77
4.2.1 设计思想	20-77
4.2.2 减振吸振器的最佳参数	20-78
4.2.3 减振吸振器的设计步骤	20-78
4.3 二次减振隔振器设计	20-80
4.3.1 设计思想	20-80
4.3.2 二次减振隔振器动力参数设计	20-80
5 缓冲器设计	20-81
5.1 设计思想	20-81
5.1.1 冲击传递系数	20-82
5.1.2 速度阶跃激励	20-82
5.1.3 缓冲弹簧的储能特性	20-83
5.1.4 阻尼参数选择	20-83
5.2 一次缓冲器设计	20-84
5.2.1 设计要求	20-84
5.2.2 一次缓冲器动力参数设计	20-84
5.2.3 加速度脉冲激励波形影响提示	20-85
5.3 二次缓冲器的设计	20-85
第6章 机械振动的利用	20-86
1 概述	20-86
1.1 振动机械的用途及工艺特性	20-86
1.2 振动机械的频率特性及结构特征	20-87
2 振动输送类振动机的运动参数	20-87
2.1 机械振动指数	20-87
2.2 物料的滑行运动	20-87
2.3 物料抛掷指数	20-88
2.4 常用振动机的振动参数	20-89
2.5 物料平均速度	20-89
2.6 输送能力与输送槽体尺寸的确定	20-90
2.7 物料的等效参振质量和等效阻尼系数	20-90
2.8 振动系统的计算质量	20-91
2.9 激振力和功率	20-91
3 单轴惯性激振器设计	20-92
3.1 平面运动单轴惯性激振器	20-92
3.2 空间运动单轴惯性激振器	20-93
3.3 单轴惯性激振器动力参数(远超共振类)	20-94
3.4 激振力的调整及滚动轴承	20-95
4 双轴惯性激振器	20-95
4.1 产生单向激振力的双轴惯性激振器	20-95
4.2 空间运动双轴惯性激振器	20-96
4.2.1 交叉轴式双轴惯性激振器	20-96
4.2.2 平行轴式双轴惯性激振器	20-97
4.3 双轴惯性激振器动力参数(远超共振类)	20-98
4.4 自同步条件及激振器位置	20-99
5 近共振类振动机	20-100
5.1 惯性共振式	20-100
5.1.1 主振系统的动力参数	20-100
5.1.2 激振器动力参数设计	20-101
5.2 弹性连杆式	20-102
5.2.1 主振系统的动力参数	20-102
5.2.2 激振器动力参数设计	20-102
5.3 主振系统的动力平衡	20-103
5.4 导向杆和橡胶铰链	20-104
5.5 振动输送类振动机整体刚度和局部刚度的计算	20-105
5.6 近共振类振动机工作点的调试	20-106

5.7 间隙非线性弹簧设计	20-106	的测量	20-121
6 振动机械动力参数设计示例	20-106	2 数据采集与处理	20-122
6.1 远超共振惯性振动机动力参数设计示例	20-106	2.1 数据采集	20-122
6.2 惯性共振式振动机动力参数设计示例	20-107	2.1.1 数据采集系统	20-122
6.3 弹性连杆式振动机动力参数设计示例	20-109	2.1.2 压电式加速度计的主要特性	20-122
7 主要零部件	20-111	2.1.3 电荷前置放大器	20-123
7.1 振源三相异步电动机	20-111	2.2 数据处理	20-123
7.2 减振弹簧	20-114	2.2.1 数据处理方法	20-123
7.2.1 橡胶弹簧	20-114	2.2.2 数字处理系统	20-124
7.2.2 螺旋复合弹簧	20-114	3 振动幅值测量	20-124
7.3 减振器	20-115	3.1 光测位移幅值法	20-124
7.3.1 JX 型橡胶剪切减振器	20-115	3.2 电测振动幅值法	20-125
7.3.2 JJQ 型剪切减振器	20-115	4 振动频率的测量	20-125
8 振动给料机	20-117	4.1 李沙育图形法	20-125
第 7 章 机械振动测量技术	20-121	4.2 标准时间法	20-126
1 概述	20-121	4.3 闪光测频法	20-126
1.1 测量在机械振动系统设计中的作用	20-121	4.4 数字频率计测频法	20-126
1.2 振动的电测方法	20-121	5 系统固有频率的测定	20-127
1.2.1 振动测量的主要内容	20-121	5.1 自由衰减振动法	20-127
1.2.2 线性系统振动量时间历程曲线		5.2 共振法	20-127
		6 阻尼参数的测定	20-127
		6.1 自由衰减振动法	20-127
		6.2 带宽法	20-128
		参考文献	20-128

第 21 篇 机架设计

第 1 章 机架结构概论	21-3	4.5 几种桁架结构的力学性能的比较	21-11
1 机架结构类型	21-3	5 几种典型钢机架结构形式	21-13
1.1 按机架外形分类	21-3	5.1 挖掘机机架	21-13
1.2 按机架的制造方法和材料分类	21-3	5.2 起重运输设备机架	21-15
1.3 按力学模型分类	21-3	5.3 机床立柱与床身	21-17
1.4 机架杆系结构类型	21-3	5.4 容器支座	21-18
2 机架杆系的几何不变性	21-4	5.5 管架与管子支吊架	21-21
2.1 平面杆系的组成规则	21-4	5.6 汽车底架与拖拉机底架	21-26
2.2 平面杆系的自由度计算	21-5	5.7 其他	21-28
2.2.1 平面杆系的约束类型	21-5	第 2 章 机架设计的一般规定	21-29
2.2.2 平面杆系自由度的计算	21-6	1 载荷	21-29
2.3 杆系几何特性与静定特性的关系	21-6	1.1 载荷分类	21-29
3 机架设计计算的准则和要求	21-7	1.2 组合载荷	21-30
3.1 机架设计的准则	21-7	1.3 雪载荷和冰载荷	21-30
3.2 机架设计的一般要求	21-7	1.4 风载荷	21-31
3.3 设计步骤	21-8	1.5 地震载荷	21-34
4 机架结构的选择	21-8	2 刚度要求	21-36
4.1 一般规则	21-8	3 强度计算	21-37
4.2 静定结构与超静定结构的比较	21-9	3.1 许用应力	21-37
4.3 静定桁架与刚架的比较	21-10	3.1.1 基本许用应力	21-37
4.4 几种杆系结构的力学性能的比较	21-10	3.1.2 折减系数 K	21-38