

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

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<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

三河市东柳装订厂装订

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 1130101—1138100
2005 年 1 月北京第 25 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

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
黄畚 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,更加方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	19-204
1.2 速度控制回路	19-138	($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-209
1.3 压力与力控制回路	19-139	1.1.8 LG 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-209
1.4 位置控制回路	19-141	1.1.9 QGBQ 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-217
2 典型应用回路	19-143	1.1.10 QGBM 系列米型气缸	19-224
2.1 同步回路	19-143	($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-224
2.2 延时回路	19-145	1.1.11 LCZ (LCZM) 系列气缸	19-226
2.3 自动往复回路	19-145	($\phi 25 \sim \phi 200$)	19-226
2.4 防止启动飞出回路	19-146	1.1.12 QGS 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 320$)	19-229
2.5 防止落下回路	19-147	1.1.13 QGBZ 系列气缸($\phi 50 \sim \phi 250$)	19-231
2.6 缓冲回路	19-147	1.1.14 10A-2 系列气缸($\phi 125 \sim \phi 250$)	19-239
2.7 真空回路	19-148	1.1.15 JB 系列气缸($\phi 80 \sim \phi 400$)	19-241
2.8 其他回路	19-148	1.2 普通双活塞杆气缸	19-245
2.9 应用举例	19-149	1.2.1 QGEW-1 系列气缸($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-245
3 气动系统的常用控制方法及设计	19-153	1.2.2 QGEW-2 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-246
3.1 气动顺序控制系统	19-153	1.2.3 LGL 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 125$)	19-247
3.1.1 顺序控制的定义	19-153	1.2.4 QGBQS 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 100$)	19-248
3.1.2 顺序控制系统的组成	19-153	1.2.5 QGSG 系列气缸($\phi 32 \sim \phi 320$)	19-248
3.1.3 顺序控制器的种类	19-153	1.2.6 QGEW-3 系列气缸($\phi 125 \sim \phi 250$)	19-249
3.2 继电器控制系统	19-154	1.3 薄型气缸	19-249
3.2.1 概述	19-154	1.3.1 DQGI 系列薄型气缸($\phi 12 \sim \phi 100$)	19-249
3.2.2 常用继电器控制电路	19-154	1.3.2 QCQ2 系列薄型气缸($\phi 12 \sim \phi 100$)	19-251
3.2.3 典型的继电器控制气动回路	19-156	1.3.3 QGD 系列薄型气缸($\phi 16 \sim \phi 100$)	19-254
3.2.4 气动程序控制系统的设计方法	19-160	1.3.4 QGY 系列薄型气缸($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-256
3.3 可编程控制器的应用	19-164	1.4 摆动气缸	19-257
3.3.1 可编程控制器的组成	19-164	1.4.1 QGK 系列齿轮齿条式摆动气缸	19-257
3.3.2 可编程控制器工作原理	19-165	($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-257
3.3.3 可编程控制器常用编程指令	19-166	1.4.2 LBA 系列微型摆动气缸	19-261
3.3.4 控制系统设计步骤	19-168	($\phi 20 \sim \phi 32$)	19-261
3.3.5 控制系统设计举例	19-169	1.4.3 LTA 系列方形摆动气缸	19-261
3.4 阀岛	19-170	($\phi 40 \sim \phi 100$)	19-261
3.4.1 阀岛的定义、结构组成和特点	19-170	1.4.4 QGK 系列齿轮齿条式摆动气缸	
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 普通单活塞杆气缸	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		

(φ32~φ125)	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	
(φ20~φ40)	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	
(φ20~φ50)	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	
(φ25~φ63)	19-266	(DN6~50)		19-312
1.5.4 JQGB 系列夹紧气缸(φ40~φ80)		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(φ40~φ63)		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(φ40~φ100)		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	
(φ63~φ100)	19-271	(DN20~40)		19-316
1.5.8 AV 系列短行程气缸(φ8~φ63)		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(φ140~φ160)		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(φ80~φ125)		(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
(φ50~φ100)	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(φ63~φ100)		(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
(φ80~φ160)	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 Q23DI 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 $\frac{3}{4}$)	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 KLJ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 QLX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	
	19-419	($\phi 20 \sim \phi 40$)	19-564
5.5.2 ZPW 系列卧式自动排水器	19-419	2.1.6 CM2 系列其他结构气缸	19-566
6 压缩空气管路管接头	19-420	2.1.7 CG1 系列轻巧型气缸	
6.1 QJKG 系列卡箍式管接头、QJZS 系列		($\phi 20 \sim \phi 100$)	19-567
锥面锁紧管接头	19-421	2.1.8 CG1 系列其他结构气缸	19-571
6.2 QJKT 系列卡套式管接头	19-422	2.1.9 MB 系列标准气缸 ($\phi 32 \sim \phi 100$)	
6.3 QJCR 系列插入式管接头	19-428		19-571
6.4 QJKH 系列快换管接头	19-430	2.1.10 MB 系列其他结构气缸	19-575
6.5 JZH 系列组合式管接头	19-431	2.1.11 CSI 系列标准型气缸	
第 5 章 国外产品	19-436	($\phi 125 \sim \phi 300$)	19-575
1 FESTO 气动元件	19-436	2.1.12 CSI 系列其他型式气缸	19-578
1.1 FESTO 气动技术和元件简介	19-436	2.1.13 CQ2 系列薄型气缸 ($\phi 12 \sim \phi 100$)	
1.1.1 FESTO 新的气动技术发展概况	19-436		19-579
	19-436	2.1.14 CQ2 系列其他结构气缸	19-584
1.1.2 FESTO 气动执行元件	19-436	2.2 五通电磁换向阀	19-584
1.1.3 FESTO 阀岛	19-436	2.2.1 SY3000 系列五通电磁换向阀	19-584
1.2 FESTO 气动产品	19-442	2.2.2 SY5000 系列五通电磁换向阀	19-588
1.3 气缸部分	19-450	2.2.3 SY7000 系列五通电磁换向阀	19-593
1.3.1 圆形气缸 ESNU 型、DSNU 型	19-450	2.2.4 VQ4000 系列五通电磁换向阀	19-599
1.3.2 标准气缸 DNC (符合 ISO 6431 及		2.2.5 VQ5000 系列五通电磁换向阀	19-602
VDMA 24562 标准)	19-455	2.3 三通电磁换向阀	19-607
1.3.3 标准气缸 DNG (符合 ISO 6431 及		2.3.1 SYJ300、500、700 系列三通电磁	
VDMA 标准)	19-462	换向阀	19-607
1.3.4 紧凑型气缸 ADVU 型、AEVU 型	19-468	2.3.2 VQZ100、200、300 系列三通电磁	
	19-468	换向阀	19-609
1.3.5 倍力气缸 ADVUT 型	19-476	2.3.3 VP342、542、742 系列三通电磁	
1.3.6 多位气缸	19-477	换向阀	19-612
1.3.7 扁平气缸 DZF 型	19-479	2.4 空气管道设备	19-613
1.3.8 无杆气缸 DGP 型及带导轨的无杆		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、 油容器二连件	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	5.1.4 阻尼参数选择	20-83
1 隔振与减振方法	20-50	5.2 一次缓冲器设计	20-84
2 隔振器设计	20-50	5.2.1 设计要求	20-84
2.1 隔振原理及一次隔振器动力参数设计	20-50	5.2.2 一次缓冲器动力参数设计	20-84
2.2 一次隔振器动力参数设计示例	20-51	5.2.3 加速度脉冲激励波形影响提示	20-85
2.3 二次隔振器动力参数设计	20-53	5.3 二次缓冲器的设计	20-85
2.4 二次隔振器动力参数设计示例	20-55	第6章 机械振动的利用	20-86
2.5 隔振器设计的几个问题	20-57	1 概述	20-86
2.5.1 隔振器设计步骤	20-57	1.1 振动机械的用途及工艺特性	20-86
2.5.2 隔振器设计要点	20-57	1.2 振动机械的频率特性及结构特征	20-87
2.5.3 圆柱螺旋弹簧的刚度	20-58	2 振动输送类振动机的运动参数	20-87
2.5.4 隔振器的阻尼	20-59	2.1 机械振动指数	20-87
2.6 隔振器的材料与类型	20-59	2.2 物料的滑行运动	20-87
2.7 橡胶隔振器设计	20-63	2.3 物料抛掷指数	20-88
2.7.1 橡胶材料的主要性能参数	20-63	2.4 常用振动机的振动参数	20-89
2.7.2 橡胶隔振器刚度计算	20-64	2.5 物料平均速度	20-89
2.7.3 橡胶隔振器设计要点	20-65	2.6 输送能力与输送槽体尺寸的确定	20-90
3 阻尼减振	20-66	2.7 物料的等效参振质量和等效阻尼系数	20-90
3.1 阻尼层结构	20-66	2.8 振动系统的计算质量	20-91
3.2 线性阻尼隔振器	20-68	2.9 激振力和功率	20-91
3.2.1 减振隔振器系统主要参数	20-68	3 单轴惯性激振器设计	20-92
3.2.2 最佳参数选择	20-69	3.1 平面运动单轴惯性激振器	20-92
3.2.3 设计示例	20-70	3.2 空间运动单轴惯性激振器	20-93
3.3 非线性阻尼系统的隔振	20-71	3.3 单轴惯性激振器动力参数(远超共振类)	20-94
3.3.1 刚性连接非线性阻尼系统隔振	20-71	3.4 激振力的调整及滚动轴承	20-95
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	4 双轴惯性激振器	20-95
3.3.3 减振器设计	20-73	4.1 产生单向激振力的双轴惯性激振器	20-95
4 动力吸振器	20-74	4.2 空间运动双轴惯性激振器	20-96
4.1 动力吸振器设计	20-74	4.2.1 交叉轴式双轴惯性激振器	20-96
4.1.1 动力吸振器工作原理	20-74	4.2.2 平行轴式双轴惯性激振器	20-97
4.1.2 动力吸振器的设计	20-75	4.3 双轴惯性激振器动力参数(远超共振类)	20-98
4.1.3 动力吸振器附连点设计	20-76	4.4 自同步条件及激振器位置	20-99
4.1.4 设计示例	20-76	5 近共振类振动机	20-100
4.2 加阻尼的动力吸振器	20-77	5.1 惯性共振式	20-100
4.2.1 设计思想	20-77	5.1.1 主振系统的动力参数	20-100
4.2.2 减振吸振器的最佳参数	20-78	5.1.2 激振器动力参数设计	20-101
4.2.3 减振吸振器的设计步骤	20-78	5.2 弹性连杆式	20-102
4.3 二次减振隔振器设计	20-80	5.2.1 主振系统的动力参数	20-102
4.3.1 设计思想	20-80	5.2.2 激振器动力参数设计	20-102
4.3.2 二次减振隔振器动力参数设计	20-80	5.3 主振系统的动力平衡	20-103
5 缓冲器设计	20-81	5.4 导向杆和橡胶铰链	20-104
5.1 设计思想	20-81	5.5 振动输送类振动机整体刚度和局部刚度的计算	20-105
5.1.1 冲击传递系数	20-82	5.6 近共振类振动机工作点的调试	20-106
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		

5.7 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 振动源三相异步电动机	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	20-121	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

3.1.3 基本许用应力表	21-38	第5章 柱和立架的设计与计算	21-89
3.2 起重机钢架的安全系数和许用应力	21-39	1 柱和立架的形状	21-89
3.3 铆焊连接基本许用应力	21-40	1.1 柱的外形	21-89
4 杆系机架结构的简化方法	21-41	1.2 柱的截面形状	21-90
4.1 选取力学模型的原则	21-41	1.3 立架的外形	21-91
4.2 支座的简化	21-41	2 柱和架的连接	21-93
4.3 结点的简化	21-41	2.1 柱脚的设计和连接	21-93
4.4 构件的简化	21-42	2.2 梁和柱的连接	21-93
4.5 简化综述及举例	21-43	3 稳定性计算	21-96
5 杆系结构的支座形式	21-44	3.1 不作稳定性计算的条件	21-96
5.1 用于梁和刚架的支座	21-44	3.2 轴心受压构件的稳定性验算公式	21-96
5.2 用于柱和刚架的支座	21-45	3.3 结构件长细比的计算	21-97
5.3 用于桁架的支座	21-46	3.4 结构件的计算长度	21-98
6 技术要求	21-46	3.4.1 等截面柱	21-98
第3章 梁的设计与计算	21-48	3.4.2 变截面受压构件	21-99
1 梁的设计	21-48	3.4.3 桁架构件的计算长度	21-101
1.1 纵梁的结构设计	21-48	3.4.4 特殊情况	21-102
1.2 立梁的上拱高度	21-51	3.5 偏心受压构件	21-102
1.3 端梁的结构设计	21-53	3.6 板的局部稳定性计算	21-103
1.4 梁的局部稳定性	21-54	3.7 圆柱壳的局部稳定性计算	21-106
1.5 示例	21-56	第6章 框架的设计与计算	21-107
2 梁的计算	21-57	1 刚架的结点设计	21-107
2.1 梁的强度计算	21-57	2 刚架内力分析方法	21-109
2.2 连续梁计算用表	21-58	2.1 力法计算刚架	21-109
2.3 举例	21-62	2.1.1 力法的基本概念	21-109
2.4 弹性支座上的连续梁	21-64	2.1.2 计算步骤	21-109
第4章 桁架的设计与计算	21-68	2.1.3 简化计算的处理	21-111
1 静定梁式平面桁架的分类	21-68	2.2 位移法	21-112
2 桁架的结构	21-69	2.2.1 角变位移方程	21-112
2.1 桁架结点	21-69	2.2.2 应用基本体系及典型方程计算 刚架的步骤	21-113
2.2 管子桁架	21-70	2.2.3 柱的柱顶反力与位移计算用表	21-114
2.3 几种桁架的结构形式、参数和自重	21-71	2.2.4 应用结点及截面平衡方程计算 刚架的步骤	21-119
2.4 桁架的起拱度	21-74	2.3 简化计算举例	21-121
3 静定平面桁架的内力分析	21-74	3 框架的位移	21-122
3.1 截面法 (用力矩平衡法计算)	21-74	3.1 位移的计算公式	21-122
3.2 截面法 (用力平衡法计算)	21-75	3.1.1 由载荷作用产生的位移	21-122
3.3 结点法	21-76	3.1.2 由温度改变所引起的位移	21-122
3.4 混合法	21-76	3.1.3 由支座移动所引起的位移	21-123
3.5 代替法	21-76	3.2 图乘公式	21-123
4 桁架的位移计算	21-77	3.3 空腹框架的计算公式	21-126
4.1 桁架的位移计算公式	21-78	4 等截面刚架内力计算公式	21-127
4.2 几种桁架的挠度计算公式	21-78	第7章 整体式机架与其他机架的设计 与计算	21-136
4.3 举例	21-82		
5 超静定桁架的计算	21-85		
6 空间桁架	21-86		
6.1 空间桁架的分类	21-86		
6.2 空间桁架的受力分析法	21-87		