

机械设计手册

单行本

成大先 主编 ●

机械振动·机架设计



化学工业出版社

机械设计手册

单行本

机械振动·机架设计

主编单位 中国有色工程设计研究总院

- 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. 单行本. 机械振动·机架设计/成大先主编.
北京: 化学工业出版社, 2004.1
ISBN 7-5025-4960-9

I. 机… II. 成… III. ①机械设计-技术手册 ②机械
振动-技术手册 ③机架-设计-技术手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 104927 号

机械设计手册

单行本

机械振动·机架设计

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: 蒋艳君

*

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

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张 19 字数 634 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4960-9/TH·167

定 价: 36.00 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

撰 稿 人 员

- | | | | |
|-----|---------------|-----|---------------|
| 成大先 | 中国有色工程设计研究总院 | 邹舜卿 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院 | 邓述慈 | 西安理工大学 |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院 | 秦毅 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 周凤香 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 余梦生 | 北京科技大学 | 朴树襄 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 高淑之 | 北京化工大学 | 杜子英 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 柯蕊珍 | 中国有色工程设计研究总院 | 汪德涛 | 广州机床研究所 |
| 陶兆荣 | 中国有色工程设计研究总院 | 王鸿翔 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 孙东辉 | 中国有色工程设计研究总院 | 段慧文 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 李福君 | 中国有色工程设计研究总院 | 姜勇 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 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 |
| 殷鸿樾 | 上海工业大学 | 沙树明 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 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 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈祖元 | 广东工业大学 |
| 房庆久 | 中国有色工程设计研究总院 | 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 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 丁宝平 | 机械科学研究院 | 孙夏明 | 北方工业大学 |
| 梁全贵 | 中国有色工程设计研究总院 | 季泉生 | 济南钢铁集团 |
| 王淑兰 | 中国有色工程设计研究总院 | 马敬勋 | 济南钢铁集团 |
| 林基明 | 中国有色工程设计研究总院 | 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 | 中国有色工程设计研究总院 | 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 | 北京新兴超越离合器有限公司 | 于琴 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 孔炜 | 北京新兴超越离合器有限公司 | 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 | 浙江通力减速机有限公司 |
| 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 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈新华 | 北京科技大学 |

李长顺 中国有色工程设计研究总院
 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 中国有色工程设计研究总院
 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

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 中国有色工程设计研究总院
 史习先 中国有色工程设计研究总院

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	陈谡闻	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
殷志兵	辛 田				

《机械设计手册》单行本 出版说明

在我国机械设计界享有盛名的《机械设计手册》，自1969年第一版出版发行以来，已经修订了四版，累计销售量超过113万套，成为新中国成立以来，在国内影响力最强、销售量最大的机械设计工具书。作为国家级的重点科技图书，《机械设计手册》多次获得国家和省部级奖励。其中，1978年获全国科学大会科技成果奖，1983年获化工部优秀科技图书奖，1995年获全国优秀科技图书二等奖，1999年获全国化工科技进步二等奖，2002年获石油和化学工业优秀科技图书一等奖，2003年获中国石油和化学工业科技进步二等奖。1986年至2002年，连续被评为全国优秀畅销书。

《机械设计手册》第四版（5卷本），以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、思路和方法可行、使用和核查方便等特点，受到广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和厚爱。自2002年初出版发行以来，已累计销售24000多套，收到读者来信数千封。山西省太原重型机器厂设计院的一位工程技术人员在来信中说，“《机械设计手册》（第四版）赢得了我们机械设计者的好评。特别是推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺，扩大了相应产品的品种和规格范围，内容齐全，实用、可靠，是我们设计工作者不可缺少的好助手。”江苏省南通市的一位退休工程师说，“我从事机械设计工作40余年，最初用的是1969年的《机械设计手册》第一版，后来陆续使用第二版、第三版，现在已经退休。近来逛书店，突然发现《机械设计手册》新出的第四版，爱不释手，自己买了一套收藏，它是我一生中事业中最亲密、最忠诚的伴侣。”湖南省湘潭市江麓机械集团有限公司、辽宁省鞍山焦化耐火材料设计总院的读者认为，“《机械设计手册》第四版资料全面、新颖、准确、可靠，突出了实用性，从机械人员的角度出发，反映先进性，设计方法、公式选择、参数选用都采用最新标准，实用便查。”广大读者在对《机械设计手册》第四版的内容给予充分肯定的同时，也指出了《机械设计手册》第四版（5卷本）装帧太厚、太重，不便携带和翻阅，希望出版篇幅小些的单行本。其中武汉钢铁设计研究总院、重庆钢铁设计研究总院、内蒙古包头钢铁设计研究院、哈尔滨重型机器厂研究所、沈阳铁路分局沈东机械总厂、兰州铁道学院、天津工程机械研究院等众多单位的读者都纷纷来函、来电，建议将《机械设计手册》第四版以篇为单位改编为多卷本。

根据广大读者的反映和建议，化学工业出版社组织编辑出版人员深入设计科研院所、大中专院校、机械企业和有一定影响的新华书店进行调研，广泛征求和听取各方面的意见，在与主编单位协商一致的基础上，决定编辑出版《机械设计手册》单行本。

《机械设计手册》单行本，保留了《机械设计手册》第四版（5卷本）的优势和特色，从设计工作的实际出发，结合机械设计专业的具体情况，将原来的5卷23篇调整为15分册22篇，分别为：《常用设计资料》、《机械制图、极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。原第5卷第23篇中“中外金属材料、滚动轴承、液压介质等牌号对照”内容，分别编入《常用工程材料》、《轴承》、《润滑与密封》、《液压传动》、《气压传动》等单行本中。这样，全套书查阅和携带更加方便，各分册篇幅适中，利于设计人员和读者根据各自需要灵活选购。

《机械设计手册》单行本，是为了适应机械设计事业发展和广大读者的需要而编辑出版的，将与《机械设计手册》第四版（5卷本）一起，成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

借《机械设计手册》单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和人员表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

由于编辑出版单行本的工作量较大，时间较紧，难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者给予指正。

化学工业出版社
2004年1月

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)、《光机电一体化产品设计使用手册》(已出版)、《现代设计方法实用手册》、《新产品开发设计指南》、《技术创新专利申请策划基础》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

内 容 提 要

《机械设计手册》单行本共 15 分册 22 篇，涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为：《常用设计资料》、《机械制图·极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。

本书为《机械振动·机架设计》，包括机械振动的控制及利用、机架设计。机械振动的控制及利用主要介绍机械振动基础资料、线性振动、非线性振动与随机振动、隔振与减振（隔振器、阻尼减振器、动力吸振器、缓冲器等）等振动系统原理、模型参数、设计计算，以及常用机械振动的利用、测试技术等；机架设计主要介绍机架设计的一般知识，以及梁、桁架、柱和立架、框架、整体式机架及其他机架的设计与计算等。

本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书，也可供大专院校有关专业师生参考。

目 录

第 17 篇 机械振动的控制及利用

第 1 章 概述	17-5	第 4 章 非线性振动与随机振动	17-38
1 机械振动的分类及工程中的振动问题	17-5	1 非线性振动	17-38
2 有关振动方面的部分标准	17-6	1.1 机械工程中的非线性振动问题	17-38
3 振动等级的评定	17-8	1.2 非线性系统的物理性质	17-39
第 2 章 机械振动基础资料	17-10	1.3 等效线性化近似解法	17-40
1 机械振动表示方法	17-10	1.4 示例	17-40
1.1 简谐振动表示方法	17-10	1.5 非线性振动的稳定性	17-41
1.2 周期振动幅值表示法	17-10	2 自激振动	17-42
1.3 振动频谱表示法	17-11	2.1 自振和自振系统的特性	17-42
2 弹性构件的刚度	17-11	2.2 机械工程中常见的自激振动现象	17-42
3 阻尼系数	17-14	2.3 单自由度系统相平面及稳定性	17-44
3.1 线性阻尼系数	17-14	3 随机振动	17-47
3.2 非线性阻尼的等效线性阻尼系数	17-15	3.1 平稳随机振动描述	17-47
4 振动系统的固有圆频率	17-16	3.2 单自由度线性系统的传递函数	17-49
4.1 单自由度系统的固有圆频率	17-16	3.3 单自由度线性系统的随机响应	17-49
4.2 二自由度系统的固有圆频率	17-18	第 5 章 隔振与减振	17-50
4.3 多自由度系统的固有圆频率	17-20	1 隔振与减振方法	17-50
5 同向简谐振动合成	17-24	2 隔振器设计	17-50
6 各种机械产生振动的基本频率	17-25	2.1 隔振原理及一次隔振器动力参数 设计	17-50
第 3 章 线性振动	17-26	2.2 一次隔振器动力参数设计示例	17-51
1 单自由度系统自由振动模型参数及响应	17-26	2.3 二次隔振器动力参数设计	17-53
2 单自由度系统的受迫振动	17-27	2.4 二次隔振器动力参数设计示例	17-55
2.1 简谐受迫振动的模型参数及响应	17-27	2.5 隔振器设计的几个问题	17-57
2.2 非简谐受迫振动的模型参数及响应	17-29	2.5.1 隔振器设计步骤	17-57
3 直线运动振系与定轴转动振系的参数 类比	17-30	2.5.2 隔振器设计要点	17-57
4 共振关系	17-31	2.5.3 圆柱螺旋弹簧的刚度	17-58
5 回转机械在启动和停机过程中的振动	17-31	2.5.4 隔振器的阻尼	17-59
5.1 启动过程的振动	17-31	2.6 隔振器的材料与类型	17-59
5.2 停机过程的振动	17-32	2.7 橡胶隔振器设计	17-63
6 多自由度系统	17-32	2.7.1 橡胶材料的主要性能参数	17-63
6.1 多自由度系统自由振动模型参数及固 有特性	17-32	2.7.2 橡胶隔振器刚度计算	17-64
6.2 二自由度系统受迫振动的振幅和相位 差角计算公式	17-34	2.7.3 橡胶隔振器设计要点	17-65
7 机械系统的力学模型	17-35	3 阻尼减振	17-66
7.1 力学模型的简化原则	17-35	3.1 阻尼层结构	17-66
7.2 等效参数的转换计算	17-36	3.2 线性阻尼隔振器	17-68
		3.2.1 减振隔振器系统主要参数	17-68
		3.2.2 最佳参数选择	17-69
		3.2.3 设计示例	17-70
		3.3 非线性阻尼系统的隔振	17-71

3.3.1	刚性连接非线性阻尼系统隔振	17-71	共振类)	17-94	
3.3.2	弹性连接干摩擦阻尼减振隔振器动力参数设计	17-72	3.4	激振力的调整及滚动轴承	17-95
3.3.3	减振器设计	17-73	4	双轴惯性激振器	17-95
4	动力吸振器	17-74	4.1	产生单向激振力的双轴惯性激振器	17-95
4.1	动力吸振器设计	17-74	4.2	空间运动双轴惯性激振器	17-96
4.1.1	动力吸振器工作原理	17-74	4.2.1	交叉轴式双轴惯性激振器	17-96
4.1.2	动力吸振器的设计	17-75	4.2.2	平行轴式双轴惯性激振器	17-97
4.1.3	动力吸振器附连点设计	17-76	4.3	双轴惯性激振器动力参数(远超共振类)	17-98
4.1.4	设计示例	17-76	4.4	自同步条件及激振器位置	17-99
4.2	加阻尼的动力吸振器	17-77	5	近共振类振动机	17-100
4.2.1	设计思想	17-77	5.1	惯性共振式	17-100
4.2.2	减振吸振器的最佳参数	17-78	5.1.1	主振系统的动力参数	17-100
4.2.3	减振吸振器的设计步骤	17-78	5.1.2	激振器动力参数设计	17-101
4.3	二次减振隔振器设计	17-80	5.2	弹性连杆式	17-102
4.3.1	设计思想	17-80	5.2.1	主振系统的动力参数	17-102
4.3.2	二次减振隔振器动力参数设计	17-80	5.2.2	激振器动力参数设计	17-102
5	缓冲器设计	17-81	5.3	主振系统的动力平衡	17-103
5.1	设计思想	17-81	5.4	导向杆和橡胶铰链	17-104
5.1.1	冲击传递系数	17-82	5.5	振动输送类振动机整体刚度和局部刚度的计算	17-105
5.1.2	速度阶跃激励	17-82	5.6	近共振类振动机工作点的调试	17-106
5.1.3	缓冲弹簧的储能特性	17-83	5.7	间隙非线性弹簧设计	17-106
5.1.4	阻尼参数选择	17-83	6	振动机械动力参数设计示例	17-106
5.2	一次缓冲器设计	17-84	6.1	远超共振惯性振动机动力参数设计示例	17-106
5.2.1	设计要求	17-84	6.2	惯性共振式振动机动力参数设计示例	17-107
5.2.2	一次缓冲器动力参数设计	17-84	6.3	弹性连杆式振动机动力参数设计示例	17-109
5.2.3	加速度脉冲激励波形影响提示	17-85	7	主要零部件	17-111
5.3	二次缓冲器的设计	17-85	7.1	振动源三相异步电动机	17-111
第6章	机械振动的利用	17-86	7.2	减振弹簧	17-114
1	概述	17-86	7.2.1	橡胶弹簧	17-114
1.1	振动机械的用途及工艺特性	17-86	7.2.2	螺旋复合弹簧	17-114
1.2	振动机械的频率特性及结构特征	17-87	7.3	减振器	17-115
2	振动输送类振动机的运动参数	17-87	7.3.1	JX型橡胶剪切减振器	17-115
2.1	机械振动指数	17-87	7.3.2	JJQ型剪切减振器	17-115
2.2	物料的滑行运动	17-87	8	振动给料机	17-117
2.3	物料抛掷指数	17-88	第7章	机械振动测量技术	17-121
2.4	常用振动机的振动参数	17-89	1	概述	17-121
2.5	物料平均速度	17-89	1.1	测量在机械振动系统设计中的作用	17-121
2.6	输送能力与输送槽体尺寸的确定	17-90	1.2	振动的电测方法	17-121
2.7	物料的等效参振质量和等效阻尼系数	17-90	1.2.1	振动测量的主要内容	17-121
2.8	振动系统的计算质量	17-91	1.2.2	线性系统振动量时间历程曲线的测量	17-121
2.9	激振力和功率	17-91	2	数据采集与处理	17-122
3	单轴惯性激振器设计	17-92			
3.1	平面运动单轴惯性激振器	17-92			
3.2	空间运动单轴惯性激振器	17-93			
3.3	单轴惯性激振器动力参数(远超				

2.1 数据采集	17-122	4.1 李沙育图形法	17-125
2.1.1 数据采集系统	17-122	4.2 标准时间法	17-126
2.1.2 压电式加速度计的主要特性	17-122	4.3 闪光测频法	17-126
2.1.3 电荷前置放大器	17-123	4.4 数字频率计测频法	17-126
2.2 数据处理	17-123	5 系统固有频率的测定	17-127
2.2.1 数据处理方法	17-123	5.1 自由衰减振动法	17-127
2.2.2 数字处理系统	17-124	5.2 共振法	17-127
3 振动幅值测量	17-124	6 阻尼参数的测定	17-127
3.1 光测位移幅值法	17-124	6.1 自由衰减振动法	17-127
3.2 电测振动幅值法	17-125	6.2 带宽法	17-128
4 振动频率的测量	17-125	参考文献	17-128

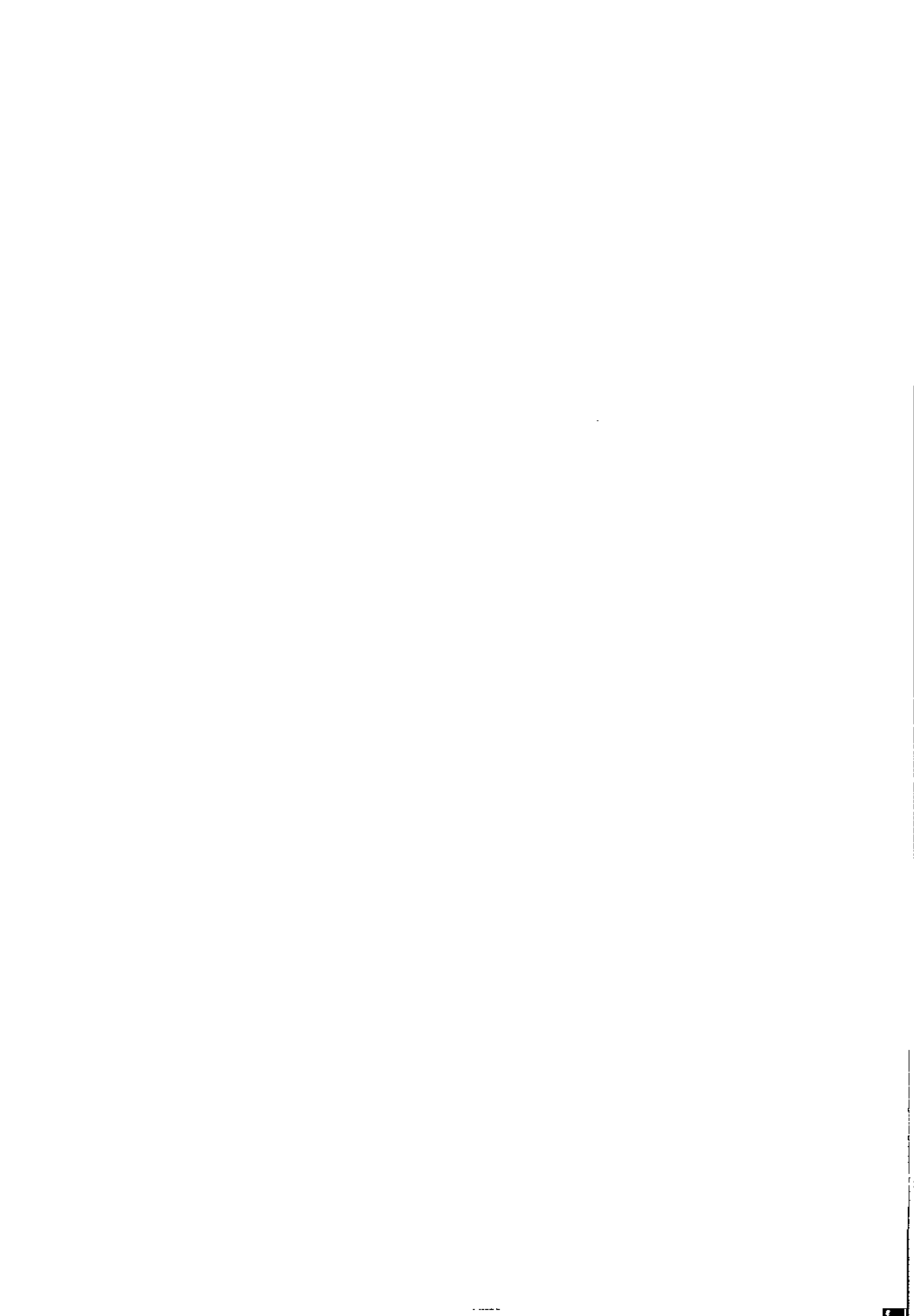
第18篇 机架设计

第1章 机架结构概论	18-3	1.3 雪载荷和冰载荷	18-30
1 机架结构类型	18-3	1.4 风载荷	18-31
1.1 按机架外形分类	18-3	1.5 地震载荷	18-34
1.2 按机架的制造方法和材料分类	18-3	2 刚度要求	18-36
1.3 按力学模型分类	18-3	3 强度计算	18-37
1.4 机架杆系结构类型	18-3	3.1 许用应力	18-37
2 机架杆系的几何不变性	18-4	3.1.1 基本许用应力	18-37
2.1 平面杆系的组成规则	18-4	3.1.2 折减系数 K	18-38
2.2 平面杆系的自由度计算	18-5	3.1.3 基本许用应力表	18-38
2.2.1 平面杆系的约束类型	18-5	3.2 起重机钢架的安全系数和许用应力	18-39
2.2.2 平面杆系自由度的计算	18-6	3.3 铆焊连接基本许用应力	18-40
2.3 杆系几何特性与静定特性的关系	18-6	4 杆系机架结构的简化方法	18-41
3 机架设计计算的准则和要求	18-7	4.1 选取力学模型的原则	18-41
3.1 机架设计的准则	18-7	4.2 支座的简化	18-41
3.2 机架设计的一般要求	18-7	4.3 结点的简化	18-41
3.3 设计步骤	18-8	4.4 构件的简化	18-42
4 机架结构的选择	18-8	4.5 简化综述及举例	18-43
4.1 一般规则	18-8	5 杆系结构的支座形式	18-44
4.2 静定结构与超静定结构的比较	18-9	5.1 用于梁和刚架的支座	18-44
4.3 静定桁架与刚架的比较	18-10	5.2 用于柱和刚架的支座	18-45
4.4 几种杆系结构的力学性能的比较	18-10	5.3 用于桁架的支座	18-46
4.5 几种桁架结构的力学性能的比较	18-11	6 技术要求	18-46
5 几种典型钢机架结构形式	18-13	第3章 梁的设计与计算	18-48
5.1 挖掘机电架	18-13	1 梁的设计	18-48
5.2 起重运输设备机架	18-15	1.1 纵梁的结构设计	18-48
5.3 机床立柱与床身	18-17	1.2 主梁的上拱高度	18-51
5.4 容器支座	18-18	1.3 端梁的结构设计	18-53
5.5 管架与管子支吊架	18-21	1.4 梁的局部稳定性	18-54
5.6 汽车底架与拖拉机底架	18-26	1.5 示例	18-56
5.7 其他	18-28	2 梁的计算	18-57
第2章 机架设计的一般规定	18-29	2.1 梁的强度计算	18-57
1 载荷	18-29	2.2 连续梁计算用表	18-58
1.1 载荷分类	18-29	2.3 举例	18-62
1.2 组合载荷	18-30	2.4 弹性支座上的连续梁	18-64

第4章 桁架的设计与计算	18-68	2.1.2 计算步骤	18-109
1 静定梁式平面桁架的分类	18-68	2.1.3 简化计算的处理	18-111
2 桁架的结构	18-69	2.2 位移法	18-112
2.1 桁架结点	18-69	2.2.1 角变位移方程	18-112
2.2 管子桁架	18-70	2.2.2 应用基本体系及典型方程计算 刚架的步骤	18-113
2.3 几种桁架的结构形式、参数和自重 ..	18-71	2.2.3 柱的柱顶反力与位移计算用表 ..	18-114
2.4 桁架的起拱度	18-74	2.2.4 应用结点及截面平衡方程计算 刚架的步骤	18-119
3 静定平面桁架的内力分析	18-74	2.3 简化计算举例	18-121
3.1 截面法 (用力矩平衡法计算)	18-74	3 框架的位移	18-122
3.2 截面法 (用力平衡法计算)	18-75	3.1 位移的计算公式	18-122
3.3 结点法	18-76	3.1.1 由载荷作用产生的位移	18-122
3.4 混合法	18-76	3.1.2 由温度改变所引起的位移	18-122
3.5 代替法	18-76	3.1.3 由支座移动所引起的位移	18-123
4 桁架的位移计算	18-77	3.2 图乘公式	18-123
4.1 桁架的位移计算公式	18-78	3.3 空腹框架的计算公式	18-126
4.2 几种桁架的挠度计算公式	18-78	4 等截面刚架内力计算公式	18-127
4.3 举例	18-82	第7章 整体式机架与其他机架的设计 与计算	18-136
5 超静定桁架的计算	18-85	1 整体式机架	18-136
6 空间桁架	18-86	1.1 有加强筋的整体式机架的筋板布置与 刚度计算	18-136
6.1 空间桁架的分类	18-86	1.1.1 筋板的布置	18-136
6.2 空间桁架的受力分析法	18-87	1.1.2 筋板的刚度计算公式	18-136
第5章 柱和立架的设计与计算	18-89	1.2 齿轮箱箱体的设计	18-139
1 柱和立架的形状	18-89	1.2.1 箱体刚度的计算	18-139
1.1 柱的外形	18-89	1.2.2 箱体刚度的影响因素	18-143
1.2 柱的截面形状	18-90	1.2.3 车床主轴箱刚度计算举例	18-145
1.3 立架的外形	18-91	2 轧钢机机架设计与计算	18-147
2 柱和架的连接	18-93	2.1 轧钢机机架型式与结构	18-147
2.1 柱脚的设计和连接	18-93	2.2 机架设计与验算的必要数据	18-149
2.2 梁和柱的连接	18-93	2.3 机座的倾翻计算及受力计算	18-149
3 稳定性计算	18-96	2.4 闭口式机架的强度计算	18-151
3.1 不作稳定性计算的条件	18-96	2.5 闭口式机架的变形 (延伸) 计算	18-152
3.2 轴心受压构件的稳定性验算公式	18-96	2.6 二辊开式机架的强度计算	18-153
3.3 结构件长细比的计算	18-97	2.7 斜楔连接的三辊开式机架的强度 计算	18-154
3.4 结构件的计算长度	18-98	3 桅杆缆绳结构	18-156
3.4.1 等截面柱	18-98	4 钢丝绳机架	18-157
3.4.2 变截面受压构件	18-99	4.1 概述	18-157
3.4.3 桁架构件的计算长度	18-101	4.2 输送机钢丝绳机架的静力计算	18-157
3.4.4 特殊情况	18-102	4.2.1 钢丝绳的拉力	18-157
3.5 偏心受压构件	18-102	4.2.2 钢丝绳的预张力	18-158
3.6 板的局部稳定性计算	18-103	4.2.3 钢丝绳鞍座尺寸	18-158
3.7 圆柱壳的局部稳定性计算	18-106	参考文献	18-158
第6章 框架的设计与计算	18-107		
1 刚架的结点设计	18-107		
2 刚架内力分析方法	18-109		
2.1 力法计算刚架	18-109		
2.1.1 方法的基本概念	18-109		

第 17 篇 机械振动的控制及利用

主要撰稿 蔡学熙 纪盛青
审 稿 李长顺



本篇主要符号

- A 、 a ——振幅, m
 A ——面积, m^2
 a ——加速度, m/s^2
- B 、 b ——振幅, m
 B ——宽度, m
 C ——粘性阻尼系数, $N \cdot s/m$
 C_c ——临界阻尼系数, $N \cdot s/m$
 C_e ——等效阻尼系数, $N \cdot s/m$
 C_φ ——粘性扭转 (或摆动) 阻尼系数, $N \cdot m \cdot s/rad$
- D 、 d ——直径, m
 D ——能量散失函数, $J, N \cdot m$
 D ——抛掷指数
 E ——拉压弹性模量, Pa, N/m^2
- $F(f)$ 、 $F(\omega)$ ——时域函数的傅里叶变换
 $F(x)$ ——概率分布函数
 f ——频率, Hz
 f_d ——有阻尼固有频率, Hz
 f_i ——多自由度系统第 i 阶固有频率, Hz
 f_n ——固有频率, Hz
 $f(t)$ ——时域函数
 $f(x)$ ——概率密度函数
 I ——转动惯量, $kg \cdot m^2$
 I ——冲量, $N \cdot s$
 I_p ——极转动惯量, $kg \cdot m^2$
 i ——传动比
 J ——截面惯性矩, m^4
 J_p ——截面积惯性矩, m^4
 K ——刚度, N/m
 K_d ——共振时动刚度的模, N/m
 K_e ——等效刚度, N/m
 K_φ ——扭转刚度, $N \cdot m/rad$
- L 、 l ——长度, m
- M 、 m ——质量, kg
 M ——力矩, 弯矩, $N \cdot m$
 M_t ——扭矩, $N \cdot m$
 N ——功率, W 或 kW
 N ——正压力, Pa, N/m^2
 n ——转速, r/min
 n ——每分钟振次, $1/min$
 n_c ——临界转速, r/min
 P ——力, N
 Q ——力, N
- q ——广义坐标, m 或 rad
 R 、 r ——半径, m
 r ——质量偏心半径, m
 $R(\tau)$ ——相关函数
 $S(\omega)$ ——功率谱密度函数
 S ——刚度比
 T ——周期, s
 T ——张力, N
 T ——动能, $J; N \cdot m$
 T ——传递率
 t ——时间, s
 V ——体积, m^3
 V ——速度, m/s
 V ——势能, $J; N \cdot m$
 v ——速度, m/s
 x ——位移, m
 \dot{x} ——速度, m/s
 \ddot{x} ——加速度, m/s^2
 y ——位移, m
 \dot{y} ——速度, m/s
 \ddot{y} ——加速度, m/s^2
 z ——位移, m
 Z ——频率比
 α ——转角, rad
 α ——相位角, rad
 α ——倾角, $(^\circ)$
 α ——衰减系数
 β ——转角, rad
 β ——相位差角, rad
 β ——放大因子
 β ——材料损耗因子
 γ ——转角, rad
 δ ——柔度, m/N
 δ ——相对位移, m
 δ ——对数衰减率
 δ ——振动方向角, $(^\circ)$
 δ_{st} ——静变形, m
 ζ ——阻尼比
 η ——隔振系数
 η_1 ——损耗因子, 摩擦阻尼参数
 θ ——转角, rad
 θ ——角位移, rad
 $\dot{\theta}$ ——角速度, rad/s
 $\ddot{\theta}$ ——角加速度, rad/s^2