

成大先 主编

机械设计手册

第六版



机械振动·机架设计

HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

机械设计手册

第六版

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 王雄耀
虞培清 成 杰 谢京耀

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械设计手册》第六版单行本共 16 分册, 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·精度设计》《常用机械工程材料》《机构·结构设计》《连接与紧固》《轴及其连接》《轴承》《起重运输件·五金件》《润滑与密封》《弹簧》《机械传动》《减(变)速器·电机与电器》《机械振动·机架设计》《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。前部分主要介绍机械振动的分类、评级和基础资料, 线性振动、非线性振动与随机振动的振动模型、参数、响应和求解, 隔振的原理方法和设计, 振动机械的用途、参数和特性, 机械振动测量技术以及轴和轴系的临界转速; 后部分主要介绍机架的结构类型、设计准则、一般规定, 特别介绍了梁、柱和立架、桁架、框架和其他形式机架的设计与计算。

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

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. —6版. —北京: 化学工业出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-122-28711-3

I. ①机… II. ①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. ①TH122-62
②TH113. 1-62③TH136-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 309028 号

责任编辑: 周国庆 张兴辉 贾娜 曾越
责任校对: 边涛

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 28 $\frac{3}{4}$ 字数 1054 千字 2017 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

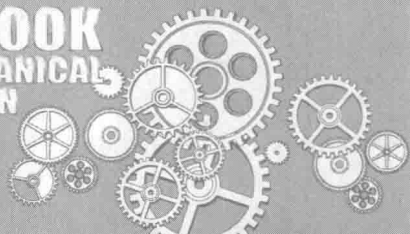
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 79.00 元

版权所有 违者必究

撰稿人员

- | | | | |
|-----|--------------------|------|----------------|
| 成大先 | 中国有色工程设计研究总院 | 孙永旭 | 北京古德机电技术研究所 |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院 | 丘大谋 | 西安交通大学 |
| 刘世参 | 《中国表面工程》杂志、装甲兵工程学院 | 诸文俊 | 西安交通大学 |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院 | 徐 华 | 西安交通大学 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 谢振宇 | 南京航空航天大学 |
| 余梦生 | 北京科技大学 | 陈应斗 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 高淑之 | 北京化工大学 | 张奇芳 | 沈阳铝镁设计研究院 |
| 柯蕊珍 | 中国有色工程设计研究总院 | 安 剑 | 大连华锐重工集团股份有限公司 |
| 杨 青 | 西北农林科技大学 | 迟国东 | 大连华锐重工集团股份有限公司 |
| 刘志杰 | 西北农林科技大学 | 杨明亮 | 太原科技大学 |
| 王欣玲 | 机械科学研究院 | 邹舜卿 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 陶兆荣 | 中国有色工程设计研究总院 | 邓述慈 | 西安理工大学 |
| 孙东辉 | 中国有色工程设计研究总院 | 周凤香 | 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 | 朴树寰 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 阮忠唐 | 西安理工大学 | 杜子英 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 熊绮华 | 西安理工大学 | 汪德涛 | 广州机床研究所 |
| 雷淑存 | 西安理工大学 | 朱 炎 | 中国航宇救生装置公司 |
| 田惠民 | 西安理工大学 | 王鸿翔 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 殷鸿樑 | 上海工业大学 | 郭 永 | 山西省自动化研究所 |
| 齐维浩 | 西安理工大学 | 厉海祥 | 武汉理工大学 |
| 曹惟庆 | 西安理工大学 | 欧阳志喜 | 宁波双林汽车部件股份有限公司 |
| 吴宗泽 | 清华大学 | 段慧文 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 关天池 | 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 |
| 房庆久 | 中国有色工程设计研究总院 | 徐永年 | 郑州机械研究所 |
| 李建平 | 北京航空航天大学 | 梁桂明 | 河南科技大学 |
| 李安民 | 机械科学研究院 | 张光辉 | 重庆大学 |
| 李维荣 | 机械科学研究院 | 罗文军 | 重庆大学 |
| 丁宝平 | 机械科学研究院 | 沙树明 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 梁全贵 | 中国有色工程设计研究总院 | 谢佩娟 | 太原理工大学 |
| 王淑兰 | 中国有色工程设计研究总院 | 余 铭 | 无锡市万向联轴器有限公司 |
| 林基明 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈祖元 | 广东工业大学 |
| 王孝先 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈仕贤 | 北京航空航天大学 |
| 童祖楹 | 上海交通大学 | 郑自求 | 四川理工学院 |
| 刘清廉 | 中国有色工程设计研究总院 | 贺元成 | 泸州职业技术学院 |
| 许文元 | 天津工程机械研究所 | 季泉生 | 济南钢铁集团 |



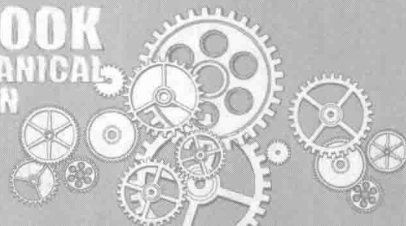
方正 中国重型机械研究院
 马敬勋 济南钢铁集团
 冯彦宾 四川理工学院
 袁林 四川理工学院
 孙夏明 北方工业大学
 黄吉平 宁波市镇海减变速机制造有限公司
 陈宗源 中冶集团重庆钢铁设计研究院
 张翌 北京太富力传动机器有限责任公司
 陈涛 大连华锐重工集团股份有限公司
 于天龙 大连华锐重工集团股份有限公司
 李志雄 大连华锐重工集团股份有限公司
 刘军 大连华锐重工集团股份有限公司
 蔡学熙 连云港化工矿山设计研究院
 姚光义 连云港化工矿山设计研究院
 沈益新 连云港化工矿山设计研究院
 钱亦清 连云港化工矿山设计研究院
 于琴 连云港化工矿山设计研究院
 蔡学坚 邢台地区经济委员会
 虞培清 浙江长城减速机有限公司
 项建忠 浙江通力减速机有限公司
 阮劲松 宝鸡市广环机床责任有限公司
 纪盛青 东北大学
 黄效国 北京科技大学
 陈新华 北京科技大学
 李长顺 中国有色工程设计研究总院

申连生 中冶迈克液压有限责任公司
 刘秀丽 中国有色工程设计研究总院
 宋天民 北京钢铁设计研究总院
 周堉 中冶京城工程技术有限公司
 崔桂芝 北方工业大学
 佟新 中国有色工程设计研究总院
 禡有雄 天津大学
 林少芬 集美大学
 卢长耿 厦门海德科液压机械设备有限公司
 容同生 厦门海德科液压机械设备有限公司
 张伟 厦门海德科液压机械设备有限公司
 吴根茂 浙江大学
 魏建华 浙江大学
 吴晓雷 浙江大学
 钟荣龙 厦门厦顺铝箔有限公司
 黄畬 北京科技大学
 王雄耀 费斯托(FESTO)(中国)有限公司
 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
 蒋友谅 北京理工大学
 史习先 中国有色工程设计研究总院

审稿人员

刘世参	成大先	王德夫	郭可谦	汪德涛	方正	朱炎	李钊刚
姜勇	陈谌闻	饶振纲	季泉生	洪允楣	王正	詹茂盛	姬奎生
张红兵	卢长耿	郭长生	徐文灿				

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



《机械设计手册》(第六版)单行本

出版说明

重点科技图书《机械设计手册》自1969年出版发行以来,已经修订至第六版,累计销售量超过130万套,成为新中国成立以来,在国内影响力最大的机械设计工具书,多次获得国家和省部级奖励。

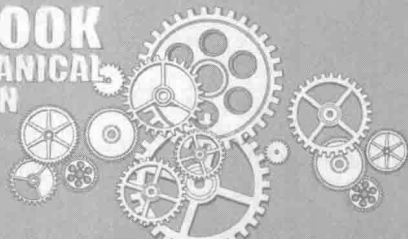
《机械设计手册》以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、便于使用和查询等特点,赢得了广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和好评。自出版以来,收到读者来信数千封。广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,诸多读者建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为多卷本。

根据广大读者的反映和建议,化学工业出版社组织编辑人员深入设计科研院所、大中专院校、制造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,于2004年以《机械设计手册》第四版为基础,编辑出版了《机械设计手册》单行本,并在出版后很快得到了读者的认可。2011年,《机械设计手册》第五版单行本出版发行。

《机械设计手册》第六版(5卷本)于2016年初面市发行,在提高产品开发、创新设计方面,在促进新产品设计和加工制造的新工艺设计方面,在为新产品开发、老产品改造创新提供新型元器件和新材料方面,在贯彻推广标准化工作等方面,都较第五版有很大改进。为更加贴合读者需求,便于读者有针对性地选用《机械设计手册》第六版中的部分内容,化学工业出版社在汲取《机械设计手册》前两版单行本出版经验的基础上,推出了《机械设计手册》第六版单行本。

《机械设计手册》第六版单行本,保留了《机械设计手册》第六版(5卷本)的优势和特色,从设计工作的实际出发,结合机械设计专业具体情况,将原来的5卷23篇调整为16分册21篇,分别为《常用设计资料》《机械制图·精度设计》《常用机械工程材料》《机构·结构设计》《连接与紧固》《轴及其连接》《轴承》《起重运输件·五金件》《润滑与密封》《弹簧》《机械传动》《减(变)速器·电机与电器》《机械振动·机架设计》《液压传动》《液压控制》《气压传动》。这样,各分册篇幅适中,查阅和携带更加方便,有利于设计人员和广大读者根据各自需要

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



灵活选购。

《机械设计手册》第六版单行本将与《机械设计手册》第六版（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。

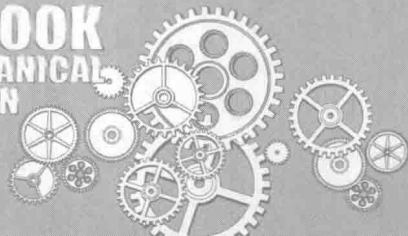
借《机械设计手册》第六版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和个人表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

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，恳请广大读者给予批评指正。

化学工业出版社

2017年1月

**HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN**



《机械设计手册》自 1969 年第一版出版发行以来，已经修订了五次，累计销售量 130 万套，成为新中国成立以来，在国内影响力强、销售量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。1986~2015 年，多次被评为全国优秀畅销书。

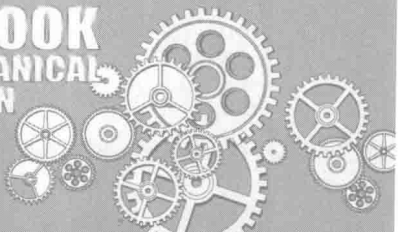
与时俱进、开拓创新，实现实用性、可靠性和创新性的最佳结合，协助广大机械设计人员开发出更好更新的产品，适应市场和生产需要，提高市场竞争力和国际竞争力，这是《机械设计手册》一贯坚持、不懈努力的最高宗旨。

《机械设计手册》（以下简称《手册》）第五版出版发行至今已有 8 年的时间，在这期间，我们进行了广泛的调查研究，多次邀请机械方面的专家、学者座谈，倾听他们对第六版修订的建议，并深入设计院所、工厂和矿山的第一线，向广大设计工作者了解《手册》的应用情况和意见，及时发现、收集生产实践中出现的新经验和新问题，多方位、多渠道跟踪、收集国内外涌现出来的新技术、新产品，改进和丰富《手册》的内容，使《手册》更具鲜活力，以最大限度地提高广大机械设计人员自主创新的能力，适应建设创新型国家的需要。

《手册》第六版的具体修订情况如下。

一、在提高产品开发、创新设计方面

1. 新增第 5 篇“机械产品结构设计”，提出了常用机械产品结构设计的 12 条常用准则，供产品设计人员参考。
2. 第 1 篇“一般设计资料”增加了机械产品设计的巧（新）例与错例等内容。
3. 第 11 篇“润滑与密封”增加了稀有润滑装置的设计计算内容，以适应润滑新产品开发、设计的需要。
4. 第 15 篇“齿轮传动”进一步完善了符合 ISO 国际标准的渐开线圆柱齿轮设计，非零变位锥齿轮设计，点线啮合传动设计，多点啮合柔性传动设计等内容，例如增加了符合 ISO 标准的渐开线齿轮几何计算及算例，更新了齿轮精度等。
5. 第 23 篇“气压传动”增加了模块化电/气混合驱动技术、气动系统节能等内容。



二、在为新产品开发、老产品改造创新，提供新型元器件和新材料方面

1. 介绍了相关节能技术及产品，例如增加了气动系统的节能技术和产品、节能电机等。

2. 各篇介绍了许多新型的机械零部件，包括一些新型的联轴器、离合器、制动器、带减速器的电机、起重运输零部件、液压元件和辅件、气动元件等，这些产品均具有技术先进、节能等特点。

3. 新材料方面，增加或完善了铜及铜合金、铝及铝合金、钛及钛合金、镁及镁合金等内容，这些合金材料由于具有优良的力学性能、物理性能以及材料回收率高等优点，目前广泛应用于航天、航空、高铁、计算机、通信元件、电子产品、纺织和印刷等行业。

三、在贯彻推广标准化工作方面

1. 所有产品、材料和工艺均采用新标准资料，如材料、各种机械零部件、液压和气动元件等全部更新了技术标准和产品。

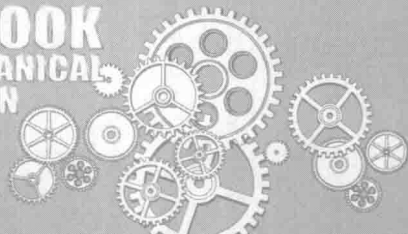
2. 为满足机械产品通用化、国际化的需要，遵照立足国家标准、面向国际标准的原则来收录内容，如第 15 篇“齿轮传动”更新并完善了符合 ISO 标准的渐开线齿轮设计等。

《机械设计手册》第六版是在前几版的基础上编写而成的。借《机械设计手册》第六版出版之际，再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心的感谢！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！

由于编者水平有限，调研工作不够全面，修订中难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者继续给予批评指正。

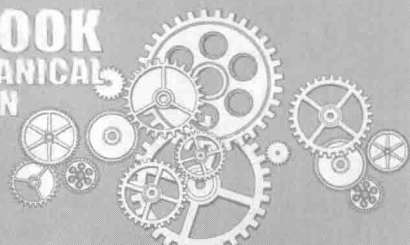
主 编

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

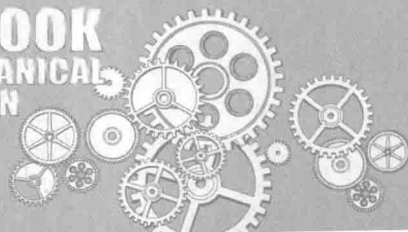


第 19 篇 机械振动的控制及利用

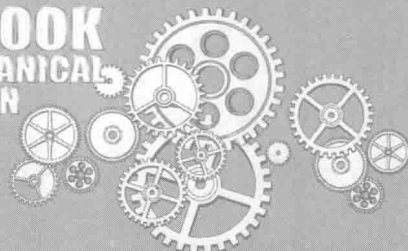
第 1 章 概述	19-5	1 单自由度系统自由振动模型参数及响应	19-33
1 机械振动的分类及机械工程中的振动问题	19-5	2 单自由度系统的受迫振动	19-35
1.1 机械振动的分类	19-5	2.1 简谐受迫振动的模型参数及响应	19-35
1.2 机械工程中常遇到的振动问题	19-6	2.2 非简谐受迫振动的模型参数及响应	19-37
2 机械振动等级的评定	19-7	2.3 无阻尼系统对常见冲击激励的响应	19-38
2.1 振动烈度的确定	19-7	3 直线运动振系与定轴转动振系的参数类比	19-39
2.2 对机器的评定	19-8	4 共振关系	19-40
2.3 其他设备振动烈度举例	19-9	5 回转机械在启动和停机过程中的振动	19-41
第 2 章 机械振动的基础资料	19-10	5.1 启动过程的振动	19-41
1 机械振动表示方法	19-10	5.2 停机过程的振动	19-41
1.1 简谐振动表示方法	19-10	6 多自由度系统	19-42
1.2 周期振动幅值表示法	19-11	6.1 多自由度系统自由振动模型参数及其特性	19-42
1.3 振动频谱表示法	19-11	6.2 二自由度系统受迫振动的振幅和相位差角计算公式	19-44
2 弹性构件的刚度	19-12	7 机械系统的力学模型	19-44
3 阻尼系数	19-15	7.1 力学模型的简化原则	19-45
3.1 线性阻尼系数	19-15	7.2 等效参数的转换计算	19-45
3.2 非线性阻尼的等效线性阻尼系数	19-16	8 线性振动的求解方法及示例	19-47
4 振动系统的固有角频率	19-17	8.1 运动微分方程的建立方法	19-47
4.1 单自由度系统的固有角频率	19-17	8.1.1 牛顿第二定律示例	19-47
4.2 二自由度系统的固有角频率	19-21	8.1.2 拉格朗日法	19-47
4.3 各种构件的固有角频率	19-23	8.1.3 用影响系数法建立系统运动方程	19-48
4.4 结构基本自振周期的经验公式	19-28	8.2 求解方法	19-49
5 简谐振动合成	19-29	8.2.1 求解方法	19-49
5.1 同向简谐振动的合成	19-29	8.2.2 实际方法及现代方法简介	19-50
5.2 异向简谐振动的合成	19-30	8.2.3 冲击载荷示例	19-51
6 各种机械产生振动的扰动频率	19-32	8.2.4 关于动刚度	19-52
第 3 章 线性振动	19-33	9 转轴横向振动和飞轮的陀螺力矩	19-53



9.1 转子的涡动	19-53	2.7.2 橡胶隔振器刚度计算	19-88
9.2 转子质量偏心引起的振动	19-53	2.7.3 橡胶隔振器设计要点	19-89
9.3 陀螺力矩	19-54	3 阻尼减振	19-90
第4章 非线性振动与随机振动	19-55	3.1 阻尼减振原理	19-90
1 非线性振动	19-55	3.2 材料的损耗因子与阻尼层结构	19-91
1.1 机械工程中的非线性振动类别	19-55	3.2.1 材料的损耗因素与材料	19-91
1.2 机械工程中的非线性振动问题	19-56	3.2.2 橡胶阻尼层结构	19-92
1.3 非线性力的特征曲线	19-57	3.2.3 橡胶支承实例	19-94
1.4 非线性系统的物理性质	19-60	3.3 线性阻尼隔振器	19-94
1.5 分析非线性振动的常用方法	19-63	3.3.1 减振隔振器系统主要参数	19-95
1.6 等效线性化近似解法	19-63	3.3.2 最佳参数选择	19-96
1.7 示例	19-64	3.3.3 设计示例	19-96
1.8 非线性振动的稳定性	19-65	3.4 非线性阻尼系统的隔振	19-97
2 自激振动	19-66	3.4.1 刚性连接非线性阻尼系统 隔振	19-97
2.1 自激振动和自振系统的特性	19-66	3.4.2 弹性连接干摩擦阻尼减振 隔振器动力参数设计	19-99
2.2 机械工程中常见的自激振动现象	19-66	3.5 减振器设计	19-99
2.3 单自由度系统相平面及稳定性	19-68	3.5.1 液压式减振器结构特征	19-99
3 随机振动	19-71	3.5.2 阻尼力特性	19-100
3.1 平稳随机振动描述	19-72	3.5.3 设计示例	19-101
3.2 单自由度线性系统的传递函数	19-73	3.5.4 摩擦阻尼器结构特征及 示例	19-101
3.3 单自由度线性系统的随机响应	19-74	4 阻尼隔振减振器系列	19-102
4 混沌振动	19-75	4.1 橡胶减振器	19-102
第5章 振动的控制	19-77	4.1.1 橡胶剪切隔振器的国家 标准	19-102
1 隔振与减振方法	19-77	4.1.2 常用橡胶隔振器的类型	19-103
2 隔振设计	19-77	4.2 不锈钢钢丝绳减振器	19-107
2.1 隔振原理及一级隔振的动力 参数设计	19-77	4.2.1 主要特点	19-107
2.2 一级隔振动力参数设计示例	19-79	4.2.2 选型原则与方法	19-108
2.3 二级隔振动力参数设计	19-80	4.2.3 组合形式的金属弹簧 隔振器	19-113
2.4 二级隔振动力参数设计示例	19-82	4.3 扭转振动减振器	19-113
2.5 隔振设计的几个问题	19-84	4.4 新型可控减振器	19-115
2.5.1 隔振设计步骤	19-84	4.4.1 磁性液体	19-115
2.5.2 隔振设计要点	19-85	4.4.2 磁流变液	19-116
2.5.3 圆柱螺旋弹簧的刚度	19-85	5 动力吸振器	19-117
2.5.4 隔振器的阻尼	19-86	5.1 动力吸振器设计	19-117
2.6 隔振器的材料与类型	19-86	5.1.1 动力吸振器工作原理	19-117
2.7 橡胶隔振器设计	19-87		
2.7.1 橡胶材料的主要性能参数	19-87		



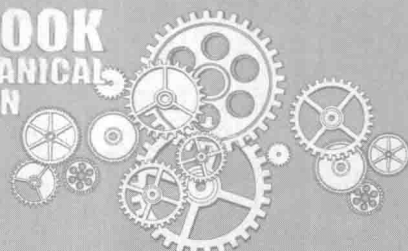
5.1.2	动力吸振器的设计	19-118	2.1	机械振动指数	19-140
5.1.3	动力吸振器附连点设计	19-119	2.2	物料的滑行运动	19-140
5.1.4	设计示例	19-119	2.3	物料抛掷指数	19-141
5.2	加阻尼的动力吸振器	19-120	2.4	常用振动机的振动参数	19-142
5.2.1	设计思想	19-120	2.5	物料平均速度	19-142
5.2.2	减振吸振器的最佳参数	19-121	2.6	输送能力与输送槽体尺寸的 确定	19-143
5.2.3	减振吸振器的设计步骤	19-121	2.7	物料的等效参振质量和等效阻尼 系数	19-143
5.3	二级减振隔振器设计	19-123	2.8	振动系统的计算质量	19-144
5.3.1	设计思想	19-123	2.9	激振力和功率	19-144
5.3.2	二级减振隔振器动力参数 设计	19-123	3	单轴惯性激振器设计	19-145
5.4	摆式减振器	19-124	3.1	平面运动单轴惯性激振器	19-145
5.5	冲击减振器	19-125	3.2	空间运动单轴惯性激振器	19-147
5.6	可控式动力吸振器示例	19-127	3.3	单轴惯性激振器动力参数 (远超共振类)	19-147
6	缓冲器设计	19-127	3.4	激振力的调整及滚动轴承	19-148
6.1	设计思想	19-127	3.5	用单轴激振器的几种机械 示例	19-148
6.1.1	冲击现象及冲击传递系数	19-128	3.5.1	混凝土振捣器	19-148
6.1.2	速度阶跃激励及冲击的简化 计算	19-129	3.5.2	破碎粉磨机械	19-150
6.1.3	缓冲弹簧的储能特性	19-130	3.5.3	圆形振动筛	19-151
6.1.4	阻尼参数选择	19-132	4	双轴惯性激振器	19-153
6.2	一级缓冲器设计	19-133	4.1	产生单向激振力的双轴惯性 激振器	19-153
6.2.1	缓冲器的设计原则	19-133	4.2	空间运动双轴惯性激振器	19-153
6.2.2	设计要求	19-133	4.2.1	交叉轴式双轴惯性激振器	19-154
6.2.3	一级缓冲器动力参数设计	19-134	4.2.2	平行轴式双轴惯性激振器	19-154
6.2.4	加速度脉冲激励波形影响 提示	19-134	4.3	双轴惯性激振器动力参数 (远超共振类)	19-155
6.3	二级缓冲器的设计	19-134	4.4	自同步条件及激振器位置	19-156
7	平衡法	19-135	4.5	用双轴激振器的几种机械示例	19-157
7.1	结构的设计	19-135	4.5.1	双轴振动颚式振动 破碎机	19-157
7.2	转子的平衡	19-135	4.5.2	振动钻进	19-157
7.3	往复机械的平衡	19-136	4.5.3	离心机	19-157
第6章	机械振动的利用	19-138	5	其他各种形式的激振器	19-159
1	概述	19-138	5.1	行星轮式激振器	19-159
1.1	振动机械的用途及工艺特性	19-138	5.2	混沌激振器	19-159
1.2	振动机械的组成	19-139	5.3	电动式激振器	19-160
1.3	振动机械的频率特性及结构 特征	19-139			
2	振动输送类振动机的运动参数	19-140			



5.4	电磁式激振器	19-160	电机	19-181	
5.5	电液式激振器	19-161	9.2	仓壁振动器	19-181
5.6	液压射流激振器	19-162	9.3	橡胶—金属螺旋复合弹簧	19-183
5.7	气动式激振器	19-162	10	振动给料机	19-186
5.8	其他激振器	19-163	10.1	部颁标准	19-186
6	近共振类振动机	19-164	10.2	XZC 型振动给料机	19-187
6.1	惯性共振式	19-164	10.3	FZC 系列振动出矿机	19-188
6.1.1	主振系统的动力参数	19-164	11	利用振动来监测缆索拉力	19-191
6.1.2	激振器动力参数设计	19-165	11.1	测量弦振动计算索拉力	19-192
6.2	弹性连杆式	19-166	11.1.1	弦振动测量原理	19-192
6.2.1	主振系统的动力参数	19-166	11.1.2	MGH 型锚索测力仪	19-192
6.2.2	激振器动力参数设计	19-166	11.2	按两端受拉梁的振动测量	
6.3	主振系统的动力平衡——多质体		索拉力	19-193	
	平衡式振动机	19-167	11.2.1	两端受拉梁的振动测量	
6.4	导向杆和橡胶铰链	19-168	原理	19-193	
6.5	振动输送类振动机整体刚度和		11.2.2	高屏溪桥斜张钢缆检测	
	局部刚度的计算	19-168	部分简介	19-193	
6.6	近共振类振动机工作点的调试	19-170	11.3	索拉力振动检测的一些最新	
6.7	间隙式非线性振动机及其弹簧		方法	19-195	
	设计	19-170	11.3.1	考虑索的垂度和弹性	
7	振动机械动力参数设计示例	19-171	伸长 λ	19-195	
7.1	远超共振惯性振动机动力参数		11.3.2	频差法	19-196
	设计示例	19-171	11.3.3	拉索基频识别工具箱	19-196
7.2	惯性共振式振动机动力参数设计				
	示例	19-172			
7.3	弹性连杆式振动机动力参数设计				
	示例	19-174			
8	其他一些机械振动的应用实例	19-175			
8.1	多轴式惯性振动机	19-175			
8.2	混沌振动的设计例	19-176			
8.2.1	多连杆振动台	19-176			
8.2.2	双偏心盘混沌激振器在振动				
	压实中的应用	19-176			
8.3	利用振动的拉拔	19-176			
8.4	振动时效技术应用	19-177			
8.5	声波钻进	19-178			
9	主要零部件	19-178			
9.1	三相异步振动电机	19-178			
9.1.1	部颁标准	19-178			
9.1.2	立式振动电机与防爆振动				

第7章 机械振动测量技术

1	概述	19-197
1.1	测量在机械振动系统设计中的	
	作用	19-197
1.2	振动的测量方法	19-197
1.2.1	振动测量的主要内容	19-197
1.2.2	振动测量的类别	19-197
1.3	测振原理	19-199
1.3.1	线性系统振动量时间历程	
	曲线的测量	19-199
1.3.2	测振原理	19-199
1.4	振动测量系统图示例	19-200
2	数据采集与处理	19-200
2.1	信号	19-200
2.1.1	信号的类别	19-200
2.1.2	振动波形因素与波形图	19-200

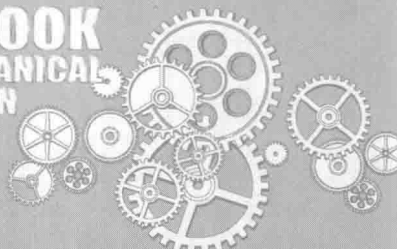


2.2 信号的频谱分析	19-201	1 概述	19-213
2.3 信号发生器及力锤的应用	19-202	2 简单转子的临界转速	19-213
2.3.1 信号发生器	19-202	2.1 力学模型	19-213
2.3.2 力锤及应用	19-203	2.2 两支承轴的临界转速	19-214
2.4 数据采集系统	19-203	2.3 两支承单盘转子的临界转速	19-215
2.5 数据处理	19-204	3 两支承多圆盘转子临界转速的近似	
2.5.1 数据处理方法	19-204	计算	19-216
2.5.2 数字处理系统	19-204	3.1 带多个圆盘轴的一阶临界转速	19-216
2.6 智能化数据采集与分析处理、		3.2 力学模型	19-216
监测系统	19-205	3.3 临界转速计算公式	19-216
3 振动幅值测量	19-205	3.4 计算示例	19-218
3.1 光测位移幅值法	19-206	3.5 简略计算方法	19-219
3.2 电测振动幅值法	19-207	4 轴系的模型与参数	19-219
3.3 激光干涉测量振动法	19-207	4.1 力学模型	19-219
3.3.1 光学多普勒干涉原理测量		4.2 滚动轴承支承刚度	19-220
物体的振动	19-207	4.3 滑动轴承支承刚度	19-222
3.3.2 低频激光测振仪	19-207	4.4 支承阻尼	19-226
4 振动频率与相位的测量	19-208	5 轴系的临界转速计算	19-226
4.1 李沙育图形法	19-208	5.1 传递矩阵法计算轴弯曲振动的	
4.2 标准时间法	19-208	临界转速	19-226
4.3 闪光测频法	19-209	5.1.1 传递矩阵	19-226
4.4 数字频率计测频法	19-209	5.1.2 传递矩阵的推求	19-227
4.5 振动频率测量分析仪	19-209	5.1.3 临界转速的推求	19-228
4.6 相位的测量	19-209	5.2 传递矩阵法计算轴扭转振动的	
5 系统固有频率与振型的测定	19-210	临界转速	19-229
5.1 自由衰减振动法	19-210	5.2.1 单轴扭转振动的临界转速	19-229
5.2 共振法	19-210	5.2.2 分支系统扭转振动的	
5.3 频谱分析法	19-210	临界转速	19-231
5.4 振型的测定	19-211	5.3 影响轴系临界转速的因素	19-232
6 阻尼参数的测定	19-211	6 轴系临界转速的修改和组合	19-232
6.1 自由衰减振动法	19-211	6.1 轴系临界转速的修改	19-232
6.2 带宽法	19-212	6.2 轴系临界转速的组合	19-234
第8章 轴和轴系的临界转速	19-213	参考文献	19-236

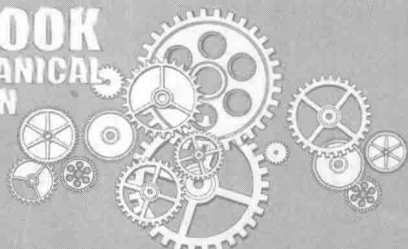
第 20 篇 机架设计

第1章 机架结构概论	20-5	1.1 按机架结构形式分类	20-5
1 机架结构类型	20-5	1.2 按机架的材料和制造方法分类	20-6
		1.2.1 按材料分	20-6

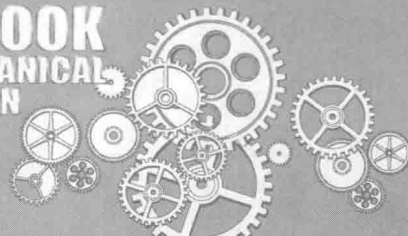
HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



1.2.2 按制造方法分	20-7	1.1 载荷分类	20-38
1.3 按力学模型分类	20-7	1.2 组合载荷与非标准机架的载荷	20-38
2 杆系结构机架	20-8	1.3 雪载荷和冰载荷	20-39
2.1 机器的稳定性	20-8	1.4 风载荷	20-39
2.2 杆系的组成规则	20-8	1.5 温度变化引起的载荷	20-42
2.2.1 平面杆系的组成规则	20-8	1.6 地震载荷	20-42
2.2.2 空间杆系的几何不变准则	20-8	2 刚度要求	20-44
2.3 平面杆系的自由度计算	20-9	2.1 刚度的要求	20-44
2.3.1 平面杆系的约束类型	20-9	2.2 《钢结构设计规范》的规定	20-44
2.3.2 平面铰接杆系的自由度计算	20-10	2.3 《起重机设计规范》的规定	20-45
2.4 杆系几何特性与静定特性的关系	20-10	2.4 提高刚度的方法	20-46
3 机架设计的准则和要求	20-11	3 强度要求	20-46
3.1 机架设计的准则	20-11	3.1 许用应力	20-47
3.2 机架设计的一般要求	20-11	3.1.1 基本许用应力	20-47
3.3 设计步骤	20-12	3.1.2 折减系数 K_0	20-47
4 架式机架结构的选择	20-12	3.1.3 基本许用应力表	20-47
4.1 一般规则	20-12	3.2 起重机钢架的安全系数和许用	
4.2 静定结构与超静定结构的比较	20-13	应力	20-49
4.3 静定桁架与刚架的比较	20-14	3.3 铆焊连接基本许用应力	20-49
4.4 几种杆系结构力学性能的比较	20-14	3.4 极限状态设计法	20-50
4.5 几种桁架结构力学性能的比较	20-15	4 机架结构的简化方法	20-50
5 几种典型机架结构形式	20-17	4.1 选取力学模型的原则	20-51
5.1 汽车车架	20-17	4.2 支座的简化	20-51
5.1.1 梁式车架	20-18	4.3 结点的简化	20-52
5.1.2 承载式车身车架	20-19	4.4 构件的简化	20-52
5.1.3 各种新型车架形式	20-20	4.5 简化综述及举例	20-53
5.2 摩托车车架和拖拉机架	20-21	5 杆系结构的支座形式	20-55
5.3 起重运输设备机架	20-22	5.1 用于梁和刚架或桁架的支座	20-55
5.3.1 起重机机架	20-22	5.2 用于柱和刚架的支座	20-57
5.3.2 缆索起重机架	20-26	6 技术要求	20-58
5.3.3 吊挂式带式输送机的钢丝绳		7 设计计算方法简介	20-60
机架	20-26	第3章 梁的设计与计算	20-62
5.4 挖掘机机架	20-26	1 梁的设计	20-62
5.5 管架	20-28	1.1 纵梁的结构设计	20-62
5.6 标准容器支座	20-31	1.1.1 纵梁的结构	20-62
5.7 大型容器支架	20-33	1.1.2 梁的连接	20-62
5.8 其他形式机架	20-34	1.1.3 主梁的截面尺寸	20-65
第2章 机架设计的一般规定	20-38	1.1.4 梁截面的有关数据	20-65
1 载荷	20-38	1.2 主梁的上拱高度	20-68



1.3	端梁的结构设计	20-68	3.4.1	等截面柱	20-105
1.4	梁的整体稳定性	20-70	3.4.2	变截面受压构件	20-105
1.5	梁的局部稳定性	20-70	3.4.3	桁架构件的计算长度	20-107
1.6	梁的设计布置原则	20-72	3.4.4	特殊情况	20-108
1.7	举例	20-72	3.5	偏心受压构件	20-108
2	梁的计算	20-75	3.6	加强肋板构造尺寸的要求	20-109
2.1	梁弯曲的正应力	20-75	3.7	圆柱壳的局部稳定性	20-109
2.2	扭矩产生的内力	20-75	4	柱的位移与计算用表	20-110
2.2.1	实心截面或厚壁截面的梁或杆件	20-75	第5章 桁架的设计与计算 20-116		
2.2.2	闭口薄壁杆件	20-75	1	静定梁式平面桁架的分类	20-116
2.2.3	开口薄壁杆件	20-76	2	桁架的结构	20-117
2.2.4	受约束的开口薄壁梁偏心受力的计算	20-77	2.1	桁架结点	20-117
2.3	示例	20-77	2.1.1	结点的连接形式	20-117
2.3.1	梁的计算	20-77	2.1.2	连接板的厚度和焊缝高度	20-119
2.3.2	汽车货车车架的简略计算	20-80	2.1.3	桁架结点板强度及焊缝计算	20-119
2.4	连续梁计算用表	20-82	2.1.4	桁架结点板的稳定性	20-120
2.5	弹性支座上的连续梁	20-86	2.2	管子桁架	20-120
第4章 柱和立架的设计与计算 20-91			2.3	几种桁架的结构形式和参数	20-121
1	柱和立架的形状	20-91	2.3.1	结构形式	20-121
1.1	柱的外形和尺寸参数	20-91	2.3.2	尺寸参数	20-125
1.2	柱的截面形状	20-92	2.4	桁架的起拱度	20-125
1.3	立柱的外形与影响刚度的因素	20-94	3	静定平面桁架的内力分析	20-125
1.3.1	起重机龙门架外形	20-94	3.1	截面法	20-126
1.3.2	机床立柱及其他	20-95	3.2	结点法	20-127
1.3.3	各种立柱类构件的刚度比较	20-95	3.3	混合法	20-128
1.3.4	螺钉及外肋条数量对立柱连接处刚度的影响	20-96	3.4	代替法	20-128
2	柱的连接及柱和梁的连接	20-98	4	桁架的位移计算	20-129
2.1	柱的拼接	20-98	4.1	桁架的位移计算公式	20-129
2.2	柱脚的设计与连接	20-98	4.2	几种桁架的挠度计算公式	20-130
2.3	梁和梁及梁和柱的连接	20-100	4.3	举例	20-134
3	稳定性计算	20-103	5	超静定桁架的计算	20-137
3.1	不作侧向稳定性计算的条件	20-103	6	空间桁架	20-139
3.2	轴心受压稳定性计算	20-103	6.1	平面桁架组成的空间桁架的受力分析法	20-139
3.3	结构构件的容许长细比与长细比计算	20-104	6.2	圆形容器支承桁架	20-140
3.4	结构件的计算长度	20-105	第6章 框架的设计与计算 20-144		
			1	刚架的结点设计	20-145
			2	刚架内力分析方法	20-146



2.1 力法计算刚架	20-147	2.1.4 箱体的热处理	20-178
2.1.1 力法的基本概念	20-147	2.2 壁板的布肋形式	20-178
2.1.2 计算步骤	20-147	2.3 箱体刚度	20-179
2.1.3 简化计算的处理	20-149	2.3.1 箱体刚度的计算	20-179
2.2 位移法	20-150	2.3.2 箱体刚度的影响因素	20-179
2.2.1 角变位移方程	20-150	2.4 齿轮箱箱体刚度计算举例	20-183
2.2.2 应用基本体系及典型方程计算 刚架的步骤	20-151	2.4.1 齿轮箱箱体的计算	20-183
2.2.3 应用结点及截面平衡方程计算 刚架的步骤	20-152	2.4.2 车床主轴箱刚度计算举例	20-186
2.3 简化计算举例	20-153	2.4.3 齿轮箱的计算机辅助设计 (CAD)和实验	20-187
3 框架的位移	20-154	3 轧钢机类机架设计与计算方法	20-187
3.1 位移的计算公式	20-154	3.1 轧钢机机架形式与结构	20-187
3.1.1 由载荷作用产生的位移	20-154	3.2 短应力线轧机	20-189
3.1.2 由温度改变所引起的位移	20-155	3.3 闭式机架强度与变形的计算	20-190
3.1.3 由支座移动所引起的位移	20-156	3.3.1 计算原理	20-190
3.2 图乘公式	20-156	3.3.2 计算结果举例	20-192
3.3 空腹框架的计算公式	20-159	3.3.3 机架内的应力与许用 应力	20-193
4 等截面刚架内力计算公式	20-160	3.3.4 闭口式机架的变形(延伸) 计算	20-194
4.1 等截面单跨刚架计算公式	20-160	3.4 开式机架的计算	20-195
4.2 均布载荷等截面等跨排架计算 公式	20-168	3.5 预应力轧机的计算	20-196
第7章 其他形式的机架	20-170	4 桅杆缆绳结构的机架	20-197
1 整体式机架	20-170	5 柔性机架	20-198
1.1 概述	20-170	5.1 钢丝绳机架	20-198
1.2 有加强肋的整体式机架的肋板 布置	20-171	5.1.1 概述	20-198
1.3 布肋形式对刚度影响	20-172	5.1.2 输送机钢丝绳机架的静力 计算	20-198
1.4 肋板的刚度计算	20-173	5.1.3 钢丝绳的拉力	20-199
2 箱形机架	20-176	5.1.4 钢丝绳的预张力	20-199
2.1 箱体结构参数的选择	20-176	5.1.5 钢丝绳鞍座尺寸	20-199
2.1.1 壁厚的选择	20-176	5.2 浓密机机座柔性底板(托盘)的 设计	20-200
2.1.2 加强肋	20-177	参考文献	20-203
2.1.3 孔和凸台	20-177		

