

# 机械设计手册

• 第三版 • 第 3 卷

机械工业出版社

(京)新登字 039 号

## 机械设计手册

第三版

第 3 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 姜 勇 李长顺 韩学铨

责任编辑: 张红兵 任文斗 周国庆

封面设计: 任 辉

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

\*

开本 787×1092<sup>1/16</sup> 印张 75<sup>1/4</sup> 字数 2633 千字

1993 年 12 月第 3 版 1993 年 12 月北京第 1 次印刷

印 数 1—30,500

ISBN 7-5025-1050-8/TH·22

定 价 64.00 元

(京)工商广临字 193 号

## 撰稿人 (按篇章先后为序)

- |     |               |     |              |
|-----|---------------|-----|--------------|
| 周凤香 | 北京有色冶金设计研究总院  | 王省三 | 长沙有色冶金设计研究院  |
| 王德夫 | 北京有色冶金设计研究总院  | 邓述慈 | 陕西机械学院       |
| 高淑之 | 北京化工学院        | 姜勇  | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 成大先 | 北京有色冶金设计研究总院  | 陈湛闻 | 哈尔滨工业大学      |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司    | 陈荣增 | 哈尔滨工业大学      |
| 吴永健 | 北京理工大学        | 梁桂明 | 洛阳工学院        |
| 马枢  | 中国石油化工总公司     | 谢佩娟 | 太原工学院        |
| 朴树襄 | 北京有色冶金设计研究总院  | 沙树明 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 贺荣贵 | 北京有色冶金设计研究总院  | 张少名 | 西安公路学院       |
| 李秀清 | 北京石油化工工程公司    | 余铭  | 马鞍山市机电研究所    |
| 王春光 | 北京有色冶金设计研究总院  | 张文照 | 华东理工大学       |
| 阮忠唐 | 陕西机械学院        | 张国忠 | 沈阳电工机械厂      |
| 齐维浩 | 陕西机械学院        | 陈祖元 | 广东工学院        |
| 曹惟庆 | 陕西机械学院        | 王春和 | 北方工业大学       |
| 周菁  | 陕西机械学院        | 孙夏明 | 北方工业大学       |
| 殷鸿梁 | 上海工业大学        | 周朗晴 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 房庆久 | 北京有色冶金设计研究总院  | 张辰玲 | 北京石油化工工程公司   |
| 阮宝湘 | 北京理工大学        | 纪盛青 | 东北工学院        |
| 李秀琴 | 北京有色冶金设计研究总院  | 蒋友谅 | 北京理工大学       |
| 关天池 | 北京有色冶金设计研究总院  | 蔡学熙 | 化工部化工矿山设计研究院 |
| 梁全贵 | 北京有色冶金设计研究总院  | 禩有雄 | 天津大学         |
| 王淑兰 | 北京有色冶金设计研究总院  | 李长顺 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 刘清廉 | 北京有色冶金设计研究总院  | 丛书和 | 北京钢铁设计研究总院   |
| 童祖檀 | 上海交通大学        | 姬奎生 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 林基明 | 北京有色冶金设计研究总院  | 佟新  | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 许文元 | 天津工程机械研究所     | 朱天仕 | 北京钢铁设计研究总院   |
| 杜玉衡 | 北京有色冶金设计研究总院  | 林文溢 | 北京钢铁设计研究总院   |
| 王鸿翔 | 北京有色冶金设计研究总院  | 王玲梅 | 北京科技大学       |
| 秦毅  | 北京有色冶金设计研究总院  | 黄畲  | 北京科技大学       |
| 喻飞鹏 | 洛阳有色金属加工设计研究院 | 高学曾 | 北京科技大学       |
| 饶明远 | 北京科技大学        | 刘元钧 | 北京钢铁学院分院     |
| 肖治彭 | 北京有色冶金设计研究总院  | 陈子皋 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 陈光祖 | 北京有色冶金设计研究总院  | 廖振功 | 北京有色冶金设计研究总院 |
| 杜子英 | 北京有色冶金设计研究总院  | 刘福祐 | 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  | 曹兰珍 | 北京有色冶金设计研究总院 |

谢孟春 陕西机械学院  
吉晓民 陕西机械学院  
吕传毅 山东工程学院  
辛世界 山东工程学院  
吴豪泰 北京有色冶金设计研究总院  
王国瑞 北京有色冶金设计研究总院  
李郝林 陕西机械学院

王新民 陕西机械学院  
王 勇 陕西机械学院  
刘宏昭 陕西机械学院  
董仲元 陕西机械学院  
袁洪璋 机械部北京机械工业自动化研究所  
王金友 机械部北京机械工业自动化研究所  
张沪生 北京有色冶金设计研究总院

## 审 稿 人

王省三 蔡学熙 马允纯 包显威  
袁洪璋 王繁滨 段慧文 王德夫  
韩学铨 李长顺 姜 勇 丛书和  
成大先 陈子泉 姬奎生 郭溪泉

赵克强 阮忠唐 齐维浩 余梦生  
王金友 王国瑞 赵光德 曾启安  
程良能 徐 智 陈汉驿 史习先  
童曾寅 郑锡恩

## 第三版前言

《机械设计手册》第一版于1969年问世，20多年来，修订了两版，发行300多万册，受到了广大读者的欢迎和热情支持。

随着科学技术的迅速发展，我国机电产品呈现机电一体化发展的趋势，在机械设计中开始应用可靠性设计、优化设计和计算机辅助设计等现代设计方法；消化引进国外先进技术和新材料、新工艺在产品中的推广采用；技术标准向国际标准靠拢，标准化工作也有了新的发展，因而大大提高了机械设计和产品水平。为了适应目前新的形势并总结新的成果，满足广大读者的迫切需要，我们又修订编写了第三版。

这次修订是在总结过去、吸收广大读者长期使用手册的经验和要求，并在广泛调查研究基础上进行的。本版保留了前两版实用可靠、内容齐全、简明便查的特点，全面修订了过时的标准、产品，采用了最新标准和法定计量单位，增加了较多新内容，并对前版篇章结构作了适当调整，全书分五卷出版。修订情况如下：

1. 对原有一般设计资料结合当前的具体情况对部分数表进行了删节精选，并增加了部分数学、力学内容。补充了表面处理工艺。

2. 充实了许多常用材料和新的型材，如钢、铝矩形管材，锌基合金轴承材料，摩擦与减摩材料，粘接材料，玻璃钢以及防震、减震、消音吸声、隔热防火、过滤等材料。

3. 在机构部分增加了分度凸轮设计和组合机构设计。

4. 机械零部件的种类更加丰富了，有的零部件补充了强度计算。新增了无键联接、动压轴承、直线运动滚动功能部件（直线运动轴承）、空气弹簧和扭杆弹簧等，对制动装置、联轴器、离合器、滑动轴承等也进行了补充。

5. 补充了许多新型传动资料，如特殊带传动、多点柔性传动、滑动及滚动螺旋传动设计及产品、谐波传动产品及其选用计算。

筛选和增加多种液、气动元件新产品以及液压控制系统设计。

6. 新增加了防震、减震和利用振动的设计和有关产品。增加了机架设计。

7. 编入了机电一体化资料、老产品过渡到机电一体化的改造设计。

8. 适应新产品开发需要，扩大了原动机范围，增加了新型电机、中小型内燃机、电动推杆及蓄电池资料。

《手册》侧重介绍常规设计。在再版的同时，我们还新编写了《机械设计图册》和《机械设计方法》两书，侧重介绍结构设计、造型设计，产品开发设计和现代设计方法。这三套书既各自独立，又有内在联系，既有常规设计资料，又有现代设计方法，既贯彻实用性，又具有先进性和启发性，构成了一套较系统的、风格独特的机械设计工具书。

《手册》第三版是在前两版的基础上重新编写而成，参加每版的编写单位和个人均有所变动，借《手册》第三版出版之际，愿把感激之情献给参加前两版编写工作的热心单位和老朋友。参加本版编写工作的有北京有色冶金设计研究总院、北京石油化工工程公司、北京钢铁设计研究总院、化工部化工矿山设计研究院、长沙有色冶金设计研究院、陕西机械学院、上海交通大学、东北工学院、西安公路学院等单位，此外还得到许多单位和个人的支持与热忱帮助，在此一并表

示衷心感谢!

由于水平有限, 调查研究工作也还不够全面, 《手册》中难免存在疏漏和缺点, 恳请广大读者继续给予指正。

主 编

1992年2月

# 目 录

## 第 12 篇 螺旋传动、摩擦轮传动

<b>第 1 章 螺旋传动</b> .....	12-3	<b>第 2 章 摩擦轮传动</b> .....	12-42
1 滑动螺旋传动 .....	12-4	1 传动原理与特点 .....	12-42
1.1 螺纹基本尺寸和精度 .....	12-4	2 摩擦轮传动型式与应用 .....	12-42
1.2 滑动螺旋传动计算 .....	12-4	3 摩擦副材料及润滑 .....	12-43
1.3 材料与许用应力 .....	12-8	3.1 摩擦副材料 .....	12-43
1.4 结构 .....	12-9	3.2 润滑剂 .....	12-44
2 滚动螺旋传动 .....	12-14	4 滑动与摩擦系数曲线 .....	12-45
2.1 滚珠丝杠副的组成 .....	12-14	4.1 滑动率与传动比 .....	12-45
2.2 构造及分类 .....	12-15	4.2 摩擦系数曲线 .....	12-45
2.3 几种常用滚珠丝杠副系列尺寸及 性能参数 .....	12-18	5 承载能力计算 .....	12-46
2.4 精度标准 .....	12-34	5.1 失效形式与计算准则 .....	12-46
2.5 选择计算 .....	12-36	5.2 设计计算步骤 .....	12-46
2.6 滚珠丝杠轴的支承安装方式 .....	12-39	6 加压装置 .....	12-47
2.7 防逆转措施 .....	12-40	7 摩擦轮结构 .....	12-53
2.8 润滑与密封 .....	12-40	8 计算实例 .....	12-54
		<b>参考文献</b> .....	12-55

## 第 13 篇 带、链传动

<b>第 1 章 带传动</b> .....	13-3	4.1 多层覆胶帆布粘合平带 .....	13-37
1 带传动的类型、特点与应用 .....	13-3	4.2 带轮 .....	13-37
2 V带传动 .....	13-4	4.3 设计计算 .....	13-39
2.1 带 .....	13-4	4.4 带的张紧及安装 .....	13-42
2.2 带轮 .....	13-6	5 同步带传动 .....	13-43
2.3 设计计算(GB/T13575.1—92及 GB/T13575.2—92) .....	13-11	5.1 同步带主要参数 .....	13-43
2.4 带的张紧及安装 .....	13-27	5.2 带 .....	13-44
2.4.1 带的张紧方法 .....	13-27	5.3 带轮 .....	13-50
2.4.2 带初张紧力的检测 .....	13-27	5.4 设计计算 .....	13-55
2.4.3 带的安装要求 (GB/T 13575.1—92) .....	13-28	5.5 带的张紧与安装 .....	13-79
3 多楔带传动 .....	13-29	<b>第 2 章 链传动</b> .....	13-81
3.1 带 .....	13-29	1 传动用短节距精密滚子链 .....	13-81
3.2 带轮 .....	13-29	1.1 滚子链的基本参数与尺寸 (GB1243.1—83) .....	13-81
3.3 设计计算 .....	13-30	1.2 滚子链传动设计计算 .....	13-83
3.4 带的张紧与安装 .....	13-36	1.2.1 滚子链传动计算内容 和步骤 .....	13-83
4 平带传动 .....	13-37	1.2.2 滚子链静强度计算 .....	13-87
		1.3 滚子链链轮 .....	13-87

2 齿形链传动 .....	13-95
2.1 齿形链的分类 .....	13-95
2.2 齿形链的基本参数与尺寸 (GB10855—89) .....	13-95
2.3 齿形链传动设计计算 .....	13-97

2.4 齿形链链轮 (GB10855—89) .....	13-99
3 链传动的布置、张紧及润滑 .....	13-104
3.1 链传动的布置 .....	13-104
3.2 链传动的张紧与安装 .....	13-104
3.3 链传动的润滑 .....	13-105

## 第 14 篇 齿轮传动

本篇主要代号 .....

### 第 1 章 渐开线圆柱齿轮传动 .....

1 渐开线圆柱齿轮的基本齿廓和 模数系列 .....	14-6
1.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓 (GB1356—88) .....	14-6
1.2 渐开线圆柱齿轮模数 (GB1357—87) .....	14-6
2 渐开线圆柱齿轮传动的参数选择 .....	14-6
3 变位齿轮传动和变位系数的选择 .....	14-7
3.1 变位齿轮原理 .....	14-7
3.2 变位齿轮传动的分类和特点 .....	14-8
3.3 选择外啮合齿轮变位系数的 限制条件 .....	14-10
3.4 外啮合齿轮变位系数的选择 .....	14-12
变位系数的选择方法 .....	14-12
选择变位系数的线图 .....	14-12
高变位使节点处于双齿对啮合区的 线图 .....	14-14
按提高抗胶合和耐磨损性能分配 变位系数的线图 .....	14-15
3.5 内啮合齿轮的干涉 .....	14-15
内啮合齿轮的干涉现象 .....	14-15
校验和防止内啮合齿轮干涉的 简易方法 .....	14-17
3.6 内啮合齿轮变位系数的选择 .....	14-18
4 渐开线圆柱齿轮传动的几何计算 .....	14-18
4.1 标准齿轮传动的几何计算 .....	14-18
4.2 高变位齿轮传动的几何计算 .....	14-20
4.3 角变位齿轮传动的几何计算 .....	14-21
4.4 齿轮与齿条传动的几何计算 .....	14-25
4.5 交错轴斜齿轮传动的几何计算 .....	14-27
4.6 几何计算中使用的数表和线图 .....	14-28
5 渐开线圆柱齿轮齿厚的测量计算 .....	14-34
5.1 齿厚测量方法的比较和应用 .....	14-34
5.2 公法线长度 .....	14-35
5.3 分度圆弦齿厚 .....	14-46

5.4 固定弦齿厚 .....	14-50
5.5 量柱(球)测量距 .....	14-51
6 渐开线圆柱齿轮精度 .....	14-52
6.1 误差及侧隙的定义和代号 .....	14-53
6.2 精度等级和齿轮副侧隙 .....	14-56
精度等级 .....	14-56
齿轮副侧隙 .....	14-57
标注示例 .....	14-58
6.3 检验项目的选择 .....	14-59
6.4 齿轮公差与极限偏差数值 .....	14-59
7 齿条精度 .....	14-75
7.1 精度等级和齿条副侧隙 .....	14-75
7.2 齿条公差与极限偏差数值 .....	14-76
8 渐开线圆柱齿轮的强度计算 .....	14-78
8.1 轮齿受力分析 .....	14-78
8.2 齿轮主要尺寸的初步确定 .....	14-79
8.3 疲劳强度校核计算 .....	14-81
接触强度校核计算 .....	14-81
弯曲强度校核计算 .....	14-90
8.4 开式齿轮传动的计算 .....	14-97
8.5 例题 .....	14-97
9 齿轮的材料 .....	14-103
9.1 齿轮的材料和热处理的选择 .....	14-103
9.2 齿轮工作面硬度及其组合的 应用举例 .....	14-105
9.3 齿轮常用材料及其力学性能 .....	14-105
10 圆柱齿轮结构 .....	14-108
11 渐开线圆柱齿轮零件工作图 .....	14-113
11.1 齿轮工作图的主要要求 .....	14-113
11.2 齿轮工作图示例 .....	14-114
<b>第 2 章 圆弧圆柱齿轮传动 .....</b>	<b>14-115</b>
1 圆弧齿轮传动的基本原理和特点 .....	14-115
1.1 圆弧齿轮传动的基本原理 .....	14-115
1.2 圆弧齿轮传动的特点 .....	14-117
2 圆弧齿轮的基本齿廓、模数和 几何尺寸计算 .....	14-118
2.1 单圆弧齿轮的滚刀齿形 .....	14-118



2.2	双圆弧齿轮的基本齿廓	14-119	5.2	接触强度校核计算(GB10062—88)	14-191
2.3	圆弧齿轮的标准模数系列	14-121	5.3	弯曲强度校核计算(GB10062—88)	14-194
2.4	圆弧齿轮的几何参数和尺寸计算	14-121	6	锥齿轮精度(GB11365—89)	14-196
2.5	圆弧齿轮的主要测量尺寸计算	14-122	6.1	定义及代号	14-196
3	圆弧齿轮传动的设计及强度计算	14-124	6.2	精度等级	14-200
3.1	基本参数选择	14-124	6.3	齿轮的检验与公差	14-200
3.2	圆弧齿轮的强度计算	14-125	6.4	齿轮副的检验与公差	14-200
3.2.1	单圆弧齿轮的强度计算公式	14-126	6.5	齿轮副侧隙	14-201
3.2.2	双圆弧齿轮的强度计算公式	14-126	6.6	图样标注	14-201
3.2.3	强度计算公式中各参数的确定方法	14-127	6.7	齿轮公差与极限偏差数值	14-202
3.3	圆弧圆柱齿轮设计计算举例	14-138	6.8	齿坯公差	14-217
4	圆弧齿轮传动的精度和检验	14-143	6.9	应用示例	14-218
4.1	精度标准和精度等级的确定	14-143	6.10	齿轮的表面粗糙度	14-219
4.2	齿轮、齿轮副的误差及侧隙的定义和代号(JB4021—85)	14-144	7	结构设计	14-219
4.3	误差分组及其检验	14-148	7.1	锥齿轮支承结构	14-219
4.4	检验项目的极限偏差及公差值	14-148	7.2	锥齿轮轮体结构	14-221
4.5	齿轮毛坯公差	14-153	8	设计方法与工作图示例	14-223
4.6	精度要求在圆弧齿轮零件工作图上的标注	14-154	8.1	设计方法简述	14-223
<b>第3章</b>	<b>锥齿轮传动</b>	14-155	8.2	选型、改进设计和国产化设计	14-223
1	锥齿轮传动的类型、特点及应用	14-155	8.3	工作图及其实例	14-224
2	锥齿轮的变位与齿形制	14-157		工作图的要求	14-224
2.1	锥齿轮的变位	14-157		工作图示例	14-225
2.2	锥齿轮的齿形制	14-158	9	附录	14-227
3	锥齿轮传动的几何计算	14-159	9.1	弧齿锥齿轮切齿方法	14-227
3.1	直线齿锥齿轮传动的几何计算	14-159	9.2	常见锥齿轮加工机床的加工范围	14-228
	直齿锥齿轮正交传动的几何计算	14-159	<b>第4章</b>	<b>蜗杆传动</b>	14-229
	斜齿锥齿轮正交传动的几何计算	14-161	1	蜗杆传动的特点及分类	14-229
3.2	弧齿锥齿轮正交传动的几何计算	14-164	2	圆柱蜗杆传动	14-231
3.3	摆线等高齿锥齿轮传动的几何计算	14-172	2.1	圆柱蜗杆传动主要参数的选择	14-231
4	轮齿受力分析	14-184	2.2	圆柱蜗杆传动的几何计算	14-240
4.1	作用力的计算	14-184	2.3	圆柱蜗杆传动的受力分析	14-242
4.2	轴向力的选择设计	14-186	2.4	圆柱蜗杆传动强度计算和刚度验算	14-243
5	锥齿轮传动的强度计算	14-186	2.5	圆柱蜗杆传动滑动速度计算和传动效率估算	14-246
5.1	主要尺寸的初步确定	14-187	2.6	提高圆柱蜗杆传动的承载能力和传动效率的方法简介	14-246
			3	双圆弧圆柱蜗杆传动	14-248
			3.1	双圆弧圆柱蜗杆传动的特点	14-248

3.2	双圆弧圆柱蜗杆的齿形	14-249
3.3	双圆弧圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	14-249
3.4	双圆弧圆柱蜗杆传动参数搭配	14-250
4	环面蜗杆传动	14-251
4.1	环面蜗杆传动的分类及特点	14-251
4.2	环面蜗杆传动的形成原理	14-252
4.3	环面蜗杆传动的基本参数及选择	14-252
4.4	环面蜗杆传动的几何计算	14-255
4.5	环面蜗杆传动的修型和修缘计算	14-259
4.6	环面蜗杆传动承载能力的计算	14-261
5	蜗杆传动精度	14-263
5.1	圆柱蜗杆传动精度(GB10089—88)	14-263
	适用范围	14-263
	术语定义和代号	14-264
	精度等级	14-269
	蜗杆、蜗轮的检验与公差	14-270
	传动的检验与公差	14-270
	蜗杆传动的侧隙规定	14-271
	图样标注	14-271
	公差或极限偏差数值	14-273
	齿坯公差	14-284
5.2	直廓环面蜗杆传动(TSL型)的公差	14-285
5.3	平面二次包络环面蜗杆传动(TOP型)公差	14-289
6	蜗杆、蜗轮的结构及材料	14-291
6.1	蜗杆、蜗轮的结构	14-291
6.2	蜗杆、蜗轮材料选用推荐	14-293
7	蜗杆传动设计计算及工作图示例	14-294
7.1	圆柱蜗杆传动设计计算示例	14-294
7.2	直廓环面蜗杆传动设计计算示例	14-296
7.3	平面一次包络环面蜗杆传动设计计算示例	14-299
7.4	平面二次包络环面蜗杆传动设计计算示例	14-302

## 第5章 渐开线圆柱齿轮行星传动

1	概述	14-305
1.1	轮系的分类及应用	14-305

1.2	常用行星齿轮传动的传动型式与特点	14-306
2	传动比及效率计算	14-307
3	主要参数的确定	14-310
	行星轮数目与传动比范围	14-310
	齿数的确定	14-311
	齿轮变位与变位系数	14-326
	确定齿数和变位系数的计算例题	14-328
	齿形角	14-332
	多级行星齿轮传动的传动比分配	14-332
4	行星齿轮传动的受力分析	14-332
5	齿轮强度计算要点	14-336
6	行星齿轮传动的结构设计与计算	14-339
	均载机构类型与特点	14-339
	均载机构的选择	14-343
	行星齿轮传动的浮动量计算	14-344
	齿轮联轴器的设计与计算	14-344
	行星轮结构	14-348
	行星架结构	14-350
	行星齿轮减速器整体结构	14-351
7	主要技术要求	14-356
8	行星齿轮传动设计计算例题	14-357

## 第6章 渐开线少齿差行星齿轮传动

		14-359
1	概述	14-359
1.1	基本类型	14-359
1.2	传动比	14-360
1.3	效率	14-360
1.4	传递功率	14-360
1.5	精密传动的空程误差(回差)	14-360
2	主要参数的确定	14-360
2.1	齿数	14-361
2.2	齿数差	14-361
2.3	齿形角和齿顶高系数	14-361
2.4	啮合角	14-361
2.5	变位系数	14-361
2.6	几何计算示例	14-362
2.7	齿轮几何尺寸与主要参数的选用	14-365
3	效率计算	14-373
3.1	一对齿轮的啮合效率	14-373
3.2	传力机构(输出机构)的效率	14-374
3.3	转臂轴承的效率	14-374
4	受力分析与强度计算	14-374

4.1	主要零件的受力分析	14-374
4.2	主要零件的强度计算	14-375
5	结构设计	14-376
5.1	按传动类型分类的结构型式	14-376
5.2	按传力机构类型分类的结构型式	14-377
5.3	按高速轴偏心的数目分类的结构型式	14-377
5.4	按安装型式分类的结构型式	14-378
5.5	机构简图及结构特点	14-378
6	工艺性及其示例	14-394
6.1	使用工艺性	14-394
6.2	设计结构工艺性	14-394
7	主要零件的技术要求、材料选择及热处理方法	14-399
7.1	主要零件的技术要求	14-399

7.2	主要零件的常用材料及热处理方法	14-400
-----	-----------------	--------

8	渐开线少齿差行星齿轮减速器部分系列介绍	14-401
---	---------------------	--------

<b>第7章</b>	<b>销齿传动</b>	14-402
1	销齿传动的特点及应用	14-402
2	销齿传动工作原理	14-402
3	销齿传动几何尺寸计算	14-404
4	销齿传动的强度计算	14-405
5	常用材料及许用应力	14-406
6	销轮轮缘的结构型式	14-407
7	齿形齿形的绘制	14-407
8	销齿传动的公差配合	14-409
9	销齿传动的设计计算及工作图示例	14-409
	<b>参考文献</b>	14-413

## 第15篇 多点啮合柔性传动

### 第1章 多点啮合柔性传动原理、分类和常用结构型式

1	多点啮合柔性传动原理	15-3
2	多点啮合柔性传动的优点及应用	15-4
2.1	多柔传动的优点	15-4
2.2	多柔传动的应用	15-4
3	多点啮合柔性传动的分类	15-4
4	多点啮合柔性传动的常用结构型式	15-5

### 第2章 多点啮合柔性传动装置的设计计算

1	多柔传动的负载均衡问题	15-10
2	多柔传动的设计计算	15-10
2.1	拉杆式(BFT型)的设计计算	15-10
2.2	悬挂小车固定滚轮式(BF型)的设计计算	15-16
2.3	悬挂小车偏心滚轮式(TSP型)的设计计算	15-17

2.4	推杆式(BFP型)的设计计算	15-20
2.5	柔性支承构件的型式与计算	15-21
2.6	设计中其他几个问题	15-26
2.7	设计计算实例	15-27

### 第3章 多点啮合柔性传动装置的尺寸系列及选型方法

1	目前国内使用的几种典型多柔传动装置的性能与尺寸	15-34
2	国外多柔传动装置几种尺寸系列及选型方法	15-40
2.1	日本椿本公司尺寸系列及选型方法	15-40
2.2	德国克虏伯公司BFT型尺寸系列	15-44
2.3	法国迪朗齿轮公司BFT型尺寸系列及选型方法	15-45

	<b>参考文献</b>	15-49
--	-------------	-------

## 第16篇 减速器、变速器

### 第1章 减速器

1	减速器设计一般资料	16-3
1.1	常用减速器的分类、型式及其应用范围	16-3
1.2	圆柱齿轮减速器标准中心距(GB 10090-88)	16-7

1.3	减速器传动比的分配及计算	16-7
1.4	减速器的结构尺寸	16-11
	减速器的基本结构	16-11
	齿轮减速器、蜗杆减速器箱体尺寸	16-12
	减速器附件	16-16

1.5 减速器轴承的选择 .....	16-19	减速器的选用 .....	16-101
1.6 减速器主要零件的配合 .....	16-21	2.6 NGW型行星齿轮减速器(JB1799—	
1.7 齿轮与蜗杆传动的效率和散热计算 .....	16-21	76) .....	16-102
齿轮和蜗杆传动的效率计算 .....	16-21	适用范围和代号 .....	16-102
齿轮和蜗杆传动的散热计算 .....	16-23	外形、安装尺寸 .....	16-103
1.8 齿轮与蜗杆传动的润滑 .....	16-25	传动比 .....	16-107
齿轮、蜗杆传动的润滑方法 .....	16-25	承载能力 .....	16-108
齿轮、蜗杆传动的润滑油选择 .....	16-28	减速器齿轮的圆周速度 $v_1$ .....	16-128
1.9 减速器技术要求 .....	16-29	减速器的选用 .....	16-130
1.10 减速器典型结构示例 .....	16-29	2.7 摆线针轮减速器 .....	16-131
圆柱齿轮减速器 .....	16-29	概述 .....	16-131
圆锥齿轮减速器 .....	16-34	摆线针轮减速器(辽阳制药机械厂)	
圆锥-圆柱齿轮减速器 .....	16-35	.....	16-133
蜗杆减速器 .....	16-36	摆线针轮减速器(天津减速机厂) .....	16-138
齿轮-蜗杆减速器 .....	16-40	摆线针轮减速器(无锡市太湖化工机械	
2 标准减速器及产品 .....	16-41	厂) .....	16-152
2.1 ZDY、ZLY、ZSY硬齿面圆柱齿轮		摆线针轮减速器(淄博减速机厂) .....	16-164
减速器(ZBJ19004—88) .....	16-41	2.8 釜用立式减速器 .....	16-170
适用范围和代号 .....	16-41	单级立式摆线针轮减速器(浙江省温州	
外形、安装尺寸及装配型式 .....	16-41	市长城减速机厂) .....	16-170
承载能力 .....	16-45	双级立式摆线针轮减速器(浙江省温州	
减速器的选用 .....	16-48	市长城减速机厂) .....	16-171
2.2 QJ系列中硬齿面减速器 .....	16-50	LC型两级齿轮减速器(浙江省温州市长	
适用范围、安装方式和代号 .....	16-50	城减速机厂) .....	16-176
外形、安装尺寸 .....	16-52	P型V带减速器(浙江省温州市长城减	
承载能力 .....	16-59	速器机座(浙江省温州市长城减速机	
2.3 DBY、DCY型硬齿面圆锥圆柱齿轮		厂) .....	16-179
减速器(ZBJ19026—90) .....	16-62	联轴器(浙江省温州市长城减速机厂)	
适用范围和代号 .....	16-62	.....	16-183
外形、安装尺寸及装配型式 .....	16-62	2.9 谐波减速器 .....	16-186
承载能力 .....	16-65	工作原理 .....	16-186
减速器的选用 .....	16-68	特点与应用 .....	16-186
2.4 CWU、CWS、CWO型圆弧圆柱蜗		XB单级谐波传动齿轮减速器(北京谐波	
杆减速器(GB9147—88) .....	16-70	传动技术研究所) .....	16-187
适用范围和代号 .....	16-70	<b>第2章 机械无级变速器</b> .....	16-191
外形、安装尺寸及装配型式 .....	16-71	1 常用机械无级变速器的类型 .....	16-191
技术特性和承载能力 .....	16-79	2 齿链式无级变速器 .....	16-192
减速器的选用 .....	16-88	2.1 概述 .....	16-192
2.5 HWT、HWB型直廓环面蜗杆减速		特点及用途 .....	16-192
器(GB9148—88) .....	16-90	变速原理 .....	16-193
适用范围和代号 .....	16-90	调速范围 .....	16-193
外形、安装尺寸及装配型式 .....	16-90	2.2 P型齿链式无级变速器(浙江温岭变	
承载能力及总传动效率 .....	16-92	速器厂) .....	16-194

分类和代号	16-194
技术参数	16-194
装配型式	16-198
外形及安装尺寸	16-201
选用说明	16-210
3 三相并联脉动无级变速器	16-212
3.1 概述	16-212
3.2 U34系列三相并联脉动无级变速器 (重庆无级变速器厂)	16-212
标记代号	16-213

技术参数	16-213
外形及安装尺寸	16-214
4 行星锥轮无级变速器	16-215
4.1 概述	16-215
4.2 XZW型行星锥轮无级变速器(沈阳 工矿齿轮厂)	16-215
标记示例	16-216
技术参数	16-216
外形及安装尺寸	16-217

## 第 17 篇 机械振动的控制及利用

本篇主要符号 .....17-3

### 第 1 章 机械振动分类及工程中的振动

    问题 .....17-5

### 第 2 章 机械振动基础资料

1 机械振动表示方法	17-7
1.1 简谐振动表示方法	17-7
1.2 周期振动幅值表示法	17-7
1.3 振动和噪声级表示法	17-8
1.4 振动频谱表示法	17-8
2 弹性构件和弹性系统的刚度系数	17-9
2.1 弹性构件的刚度系数	17-9
2.2 弹性系统刚度矩阵和质量矩阵	17-11
3 阻尼系数	17-13
3.1 线性阻尼系数	17-13
3.2 非线性阻尼的等效线性阻尼系数	17-14
4 振动系统的固有频率	17-15
4.1 单自由度系统的固有频率	17-15
4.2 二自由度系统的固有频率	17-19
4.3 多自由度系统的固有频率	17-21
5 简谐振动合成	17-26
5.1 同向简谐振动合成	17-26
5.2 两个垂直方向的简谐振动合成	17-28
5.3 同一平面内两垂直简谐振动和简谐 摆动的合成	17-30

### 第 3 章 线性振动

1 线性系统的运动微分方程	17-31
1.1 线性系统	17-31
1.2 运动微分方程的建立方法	17-31
2 单自由度系统自由振动模型参数及响应	

.....	17-33
3 单自由度系统的受迫振动	17-35
3.1 简谐受迫振动的模型参数及响应	17-35
3.2 非简谐受迫振动的模型参数及响应	17-37
3.3 无阻尼系统对常见冲击激励的响应	17-38
4 回转机械在起动和停机过程中的振动	17-39
4.1 起动过程的振动	17-39
4.2 停机过程的振动	17-40
5 直线运动振系与定轴转动振系的参数类 比	17-41
6 多自由度系统自由振动模型参数及固有 特性	17-42
7 多自由度系统受迫振动	17-44
7.1 稳态振动求解方法	17-44
7.2 典型模型的振幅和相位差角计算 公式	17-46
8 机械系统的力学模型	17-47
8.1 力学模型是振动系统设计的基础	17-47
8.2 力学模型的简化原则	17-47
8.3 等效参数的转换计算	17-48
8.4 旋转机械二次隔振系统简化	17-49
8.4.1 按六自由度系统进行分析	17-49
8.4.2 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 方程的独立条件	17-51
8.4.3 力学模型的再分解	17-52
8.4.4 计算实例	17-52
8.4.5 结论	17-55

8.5 弹性连杆式振动机的系统简化	17-56	1.6.1 橡胶材料的主要性能参数	17-86
8.5.1 按四个自由度系统进行分析	17-56	1.6.2 橡胶隔振器刚度计算	17-88
8.5.2 预防机体出现摇摆振动的措施	17-57	1.6.3 橡胶隔振器设计要点	17-89
8.5.3 固有频率的近似计算	17-58	1.6.4 橡胶隔振器设计示例	17-89
8.5.4 稳态振幅的近似计算	17-60	1.6.5 粘弹性高阻尼材料	17-90
8.5.5 计算实例	17-60	1.7 橡胶减振器	17-91
8.5.6 结论	17-62	1.7.1 J型减振器	17-91
8.6 有限单元模型	17-62	1.7.2 JPL型三向等刚度减振器	17-92
<b>第4章 非线性振动与随机振动</b>	17-63	1.7.3 JPZ型三向等刚度减振器	17-93
1 非线性振动	17-63	1.7.4 JX型橡胶剪切减振器	17-94
1.1 机械工程中的非线性振动问题	17-63	1.7.5 MR型螺旋复合减振器	17-94
1.2 非线性系统的物理性质	17-64	1.7.6 橡胶减振垫	17-95
1.3 等效线性化近似解法	17-65	2 减振隔振器设计	17-95
1.4 非线性方程求解示例	17-66	2.1 概述	17-95
1.5 非线性振动的稳定性	17-69	2.2 弹性连接线性阻尼减振隔振器	17-96
2 自激振动	17-69	2.2.1 减振隔振器系统主要参数	17-96
2.1 自振和自振系统的特性	17-69	2.2.2 最佳参数选择	17-97
2.2 机械工程中常见的自激振动现象	17-69	2.2.3 设计示例	17-97
2.3 单自由度系统相平面及稳定性	17-71	2.2.4 两种隔振系统的比较	17-98
3 随机振动	17-74	2.3 非线性阻尼系统的隔振	17-99
3.1 平稳随机振动描述	17-74	2.3.1 刚性连接非线性阻尼系统隔振	17-99
3.2 单自由度线性系统的传递函数	17-76	2.3.2 弹性连接干摩擦阻尼减振隔振器动力参数设计	17-100
3.3 单自由度线性系统的随机响应	17-76	2.3.3 减振器设计	17-101
<b>第5章 隔振与减振</b>	17-77	3 动力吸振器及二自由度系统最佳阻尼参数设计	17-103
1 隔振器设计	17-77	3.1 动力吸振器设计	17-103
1.1 隔振原理及一次隔振器动力参数设计	17-77	3.1.1 动力吸振器工作原理	17-103
1.2 一次隔振器动力参数设计示例	17-79	3.1.2 动力吸振器的设计思想	17-104
1.3 二次隔振器动力参数设计	17-80	3.1.3 动力吸振器附连点设计	17-105
1.4 二次隔振器动力参数设计示例	17-82	3.1.4 设计示例	17-105
1.5 隔振器设计的几个问题	17-84	3.2 减振吸振器设计	17-106
1.5.1 隔振器设计步骤	17-84	3.2.1 设计思想	17-106
1.5.2 隔振器设计要点	17-84	3.2.2 减振吸振器的最佳参数	17-107
1.5.3 圆柱螺旋弹簧的刚度	17-85	3.2.3 减振吸振器的设计步骤	17-107
1.5.4 隔振器的阻尼	17-86	3.3 二次减振隔振器设计	17-109
1.6 橡胶隔振器设计	17-86	3.3.1 设计思想	17-109
		3.3.2 二次减振隔振器动力参数设计	17-109
		4 缓冲器设计	17-110

4.1 基本设计思想 .....	17-110	法源程序 .....	17-138
4.1.1 冲击传递系数 .....	17-110	附录 2 求解特征值和特征向量的QR法源 程序 .....	17-139
4.1.2 缓冲器的设计思想 .....	17-111	<b>第 7 章 机械振动的利用</b> .....	17-145
4.1.3 速度阶跃激励 .....	17-111	1 概述 .....	17-145
4.1.4 缓冲弹簧的储能特性 .....	17-112	1.1 振动机械的用途及工艺特性 .....	17-145
4.1.5 阻尼参数选择 .....	17-113	1.2 振动机械的频率特性及 结构特征 .....	17-145
4.2 一次缓冲器设计 .....	17-113	2 振动输送类振动机的运动参数 .....	17-146
4.2.1 设计要求 .....	17-113	2.1 机械振动指数 .....	17-146
4.2.2 一次缓冲器动力参数设计 .....	17-114	2.2 物料抛掷指数 .....	17-146
4.2.3 加速度脉冲激励波形影响提示 .....	17-114	2.3 常用振动机的振动参数 .....	17-147
4.3 二次缓冲器的设计 .....	17-114	2.4 物料平均速度 .....	17-148
5 随机振动的隔离 .....	17-115	2.5 输送槽体尺寸的确定 .....	17-148
5.1 平稳随机振动隔离的基本原理 .....	17-115	2.6 物料的等效参振质量和 等效阻尼系数 .....	17-149
5.2 线性隔振系统的频率响应函数 .....	17-115	3 单轴惯性激振器设计 .....	17-150
5.3 随机振动隔离设计示例 .....	17-116	3.1 动力参数确定 .....	17-150
5.4 随机振动隔离结果 .....	17-117	3.1.1 平面运动单轴惯性激振器 .....	17-150
<b>第 6 章 轴系的临界转速</b> .....	17-118	3.1.2 空间运动单轴惯性激振器 .....	17-151
1 概述 .....	17-118	3.1.3 单轴惯性激振器动力参数 .....	17-152
2 简单转子的临界转速 .....	17-118	3.2 惯性激振器设计中的几个问题 .....	17-153
2.1 力学模型 .....	17-118	3.2.1 偏心块设计计算公式 .....	17-153
2.2 两支承轴的临界转速 .....	17-119	3.2.2 激振力的调整 .....	17-153
2.3 两支承单盘转子的临界转速 .....	17-120	3.2.3 滚动轴承的负荷及 径向游隙 .....	17-154
3 两支承多盘转子临界转速的近似计算 .....	17-120	3.3 振动源三相异步电动机 (JB5330-91) .....	17-157
3.1 力学模型 .....	17-120	4 双轴惯性激振器动力参数设计 .....	17-159
3.2 临界转速计算公式 .....	17-121	4.1 产生单向激振力的双轴 惯性激振器 .....	17-159
3.3 计算示例 .....	17-122	4.2 空间运动双轴惯性激振器 .....	17-159
4 轴系的模型与参数 .....	17-123	4.3 双轴惯性激振器动力参数 .....	17-161
4.1 力学模型 .....	17-123	4.4 自同步条件及激振器位置 .....	17-163
4.2 滚动轴承支承刚度 .....	17-124	5 近共振类振动机惯性激振器动力 参数的确定 .....	17-163
4.3 滑动轴承支承刚度 .....	17-125	5.1 主振系统的振幅 .....	17-163
4.4 支承阻尼 .....	17-129	5.2 激振器动力参数设计 .....	17-164
5 轴系的临界转速计算 .....	17-130	6 弹性连杆式激振器动力参数的确定 .....	17-165
5.1 轴系的特征值问题 .....	17-130		
5.2 特征值的数值计算方法 .....	17-133		
6 轴系临界转速设计 .....	17-134		
6.1 轴系临界转速修改设计 .....	17-134		
6.2 轴系临界转速组合设计 .....	17-136		
7 影响轴系临界转速的因素 .....	17-137		
附录 1 求解特征值和特征向量的矩阵迭代			

6.1	主振系统的振幅	17-165	1.2.2	线性系统振动量时间历程 曲线的测定	17-176
6.2	激振器动力参数设计	17-166	2	数据采集与处理	17-177
7	主振系统设计	17-166	2.1	数据采集	17-177
7.1	近共振类振动机主振系统动力 参数设计	17-166	2.1.1	数据采集系统	17-177
7.2	主振系统的动力平衡	17-167	2.1.2	压电式加速度计的主要 特性	17-177
7.3	导向杆和橡胶铰链	17-168	2.1.3	电荷前置放大器	17-178
7.4	振动输送类振动机整体刚度和 局部刚度计算	17-168	2.2	数据处理	17-179
7.5	近共振类振动机工作点的调试	17-170	2.2.1	数据处理方法	17-179
7.6	间隙非线性弹簧设计	17-170	2.2.2	数字处理系统	17-179
8	振动机械动力参数设计示例	17-170	3	振动幅值测量	17-179
8.1	远超共振惯性振动机动力参数 设计示例	17-170	3.1	光测位移幅值法	17-179
8.2	惯性共振式振动机动力参数 设计示例	17-171	3.2	电测振动幅值法	17-180
8.3	弹性连杆式振动机动力参数 设计示例	17-172	4	振动频率的测量	17-181
9	附录	17-174	4.1	李沙育图形法	17-181
<b>第8章</b>	<b>机械振动测量技术</b>	17-176	4.2	标准时间法	17-181
1	概述	17-176	4.3	闪光测频法	17-181
1.1	测量在机械振动系统设计中 的作用	17-176	4.4	数字频率计测频法	17-182
1.2	振动的电测方法	17-176	5	系统固有频率的测定	17-182
1.2.1	振动测量的主要内容	17-176	5.1	自由衰减振动法	17-182
			5.2	共振法	17-182
			6	阻尼参数的测定	17-183
			6.1	自由衰减振动法	17-183
			6.2	带宽法	17-183

## 第18篇 机架设计

<b>第1章</b>	<b>机架结构概论</b>	18-3	关系	18-8	
1	机架结构类型	18-3	3.1.1	杆系静力分析的基本要素	18-8
1.1	按机架外形分类	18-3	3.1.2	杆系几何要素与静力 要素的对比	18-8
1.2	按机架的制造方法和材料分类	18-3	3.2	静定桁架与静定刚架的比较	18-9
1.3	按力学模型分类	18-3	3.3	静定结构与超静定结构的比较	18-9
1.4	机架杆系结构类型	18-4	4	机架设计计算的准则和要求	18-9
2	机架杆系的几何不变性	18-5	4.1	机架设计的准则	18-9
2.1	杆系几何不变性的意义	18-5	4.2	机架设计的一般要求	18-10
2.2	平面杆系的自由度计算	18-5	4.3	设计步骤	18-10
2.2.1	平面杆系的约束类型	18-5	5	机架结构的选择	18-10
2.2.2	平面杆系自由度的计算	18-6	5.1	一般规则	18-10
2.3	平面杆系的组成规则	18-7	5.2	几种杆系结构的力学性能的 比较	18-11
2.4	举例	18-7	5.3	几种桁架结构的力学性能的	
3	机架杆系结构的静定性	18-8			
3.1	杆系几何特性与静定特性的				



比较 .....	18-13
5.4 几种典型钢机架结构型式 .....	18-15
<b>第2章 机架设计的一般规定</b> .....	18-18
1 载荷 .....	18-18
1.1 载荷分类 .....	18-18
1.2 组合载荷 .....	18-19
1.3 雪载荷和冰载荷 .....	18-19
1.4 风载荷 .....	18-20
1.5 地震载荷 .....	18-23
2 杆系机架结构的简化方法 .....	18-24
2.1 选取力学模型的原则 .....	18-24
2.2 支座的简化 .....	18-25
2.3 结点的简化 .....	18-27
2.4 构件的简化 .....	18-28
2.5 简化综述及举例 .....	18-29
3 杆系结构的支座形式 .....	18-30
3.1 用于梁(包括连续梁)和 刚架的支座 .....	18-30
3.2 用于柱和刚架的支座 .....	18-31
3.3 用于桁架的支座 .....	18-32
<b>第3章 梁的设计与计算</b> .....	18-33
1 结构的挠度要求 .....	18-33
2 梁的设计 .....	18-34
2.1 纵梁的结构设计 .....	18-34
2.2 主梁的上拱高度 .....	18-37
2.3 端梁的结构设计 .....	18-38
2.4 梁的局部稳定性 .....	18-39
3 梁的计算 .....	18-41
3.1 梁的强度计算 .....	18-41
3.2 连续梁计算用表 .....	18-41
3.3 举例 .....	18-46
3.4 弹性支座上的连续梁 .....	18-48
<b>第4章 桁架的设计与计算</b> .....	18-52
1 静定梁式平面桁架的分类 .....	18-52
2 桁架的结构 .....	18-53
2.1 桁架结点 .....	18-53
2.2 管子桁架 .....	18-53
2.3 几种桁架的结构形式、 参数和自重 .....	18-55
2.4 桁架的起拱度 .....	18-57
3 静定平面桁架的计算 .....	18-57
3.1 内力分析 .....	18-58
3.1.1 截面法(用力矩平衡法 计算) .....	18-58
3.1.2 截面法(用力平衡法计算) .....	18-58
3.1.3 结点法 .....	18-59
3.1.4 混合法 .....	18-59
3.1.5 代替法 .....	18-59
3.2 再分析架 .....	18-61
3.3 桁架的位移计算 .....	18-61
3.3.1 桁架位移计算公式 .....	18-61
3.3.2 几种桁架的挠度计算公式 .....	18-62
3.3.3 举例 .....	18-66
4 超静定桁架的计算 .....	18-70
5 空间桁架 .....	18-71
<b>第5章 柱和立架的设计与计算</b> .....	18-73
1 柱和立架的形状 .....	18-73
1.1 柱的外形 .....	18-73
1.2 柱的截面形状 .....	18-74
1.3 立架的外形 .....	18-75
2 柱和架的连接 .....	18-76
2.1 柱脚的设计和连接 .....	18-76
2.2 梁和柱的连接 .....	18-77
3 稳定性计算 .....	18-79
3.1 不作稳定性计算的条件 .....	18-79
3.2 轴心受压构件的稳定性 验算公式 .....	18-79
3.3 结构件长细比的计算 .....	18-80
3.4 结构件的计算长度 .....	18-81
3.5 偏心受压构件 .....	18-85
3.6 板的局部稳定性计算 .....	18-86
3.7 圆柱壳的局部稳定性计算 .....	18-89
<b>第6章 框架的设计与计算</b> .....	18-90
1 刚架的结点设计 .....	18-90
2 刚架内力分析方法 .....	18-92
2.1 力法计算刚架 .....	18-92
2.1.1 力法的基本概念 .....	18-92
2.1.2 计算步骤 .....	18-92
2.1.3 简化计算的处理 .....	18-94
2.1.4 等高铰接框架的内力计算 .....	18-95
2.2 位移法 .....	18-105
2.2.1 角变位移方程 .....	18-105
2.2.2 应用基本体系及典型方程 计算刚架的步骤 .....	18-106
2.2.3 例题 .....	18-106