

MECHANICAL DESIGN 第5卷

# 机械设计

# 图册

成大先 主编



化学工业出版社

TH122-64

1=2

=5

D245/106

# 机械 设计 图册

## 第 5 卷

主 编 成大先  
副主编 王德夫 韩学铨 姜 勇 李长顺  
姬奎生 蔡学熙 王鸿翔

北方工业大学图书馆



00481470

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计图册. 第 5 卷/成大先主编. —北京: 化学工业出版社, 2000

ISBN 7-5025-2838-5

I. 机… II. 成… III. 机械设计-图集  
IV. TH122-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 04998 号

---

机 械 设 计 图 册

第 5 卷

成大先 主编

责任编辑: 任文斗 周国庆 张红兵

张兴辉 李玉晖

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 郑小红

\*

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)

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

\*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 58 $\frac{3}{4}$  字数 1938 千字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2838-5/TH·69

定 价: 123.00 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

TH122-64

1=2

=5

## 编著人 (按篇章先后为序)

- |     |                |     |                  |
|-----|----------------|-----|------------------|
| 房庆久 | 北京有色冶金设计研究总院   | 张代昌 | 中国纺织大学           |
| 张富民 | 中国船舶及海洋工程研究设计院 | 陈明  | 中国纺织大学           |
| 寿尔康 | 中国化工装备总公司      | 李金海 | 中国纺织大学           |
| 张欣  | 北方交通大学         | 道德银 | 中国纺织大学           |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司     | 薛金秋 | 中国纺织大学           |
| 王鸿翔 | 北京有色冶金设计研究总院   | 盛慧英 | 中国纺织大学           |
| 朱天仕 | 北京钢铁设计研究总院     | 宋芬迪 | 上海市纺织机械研究所       |
| 成大先 | 北京有色冶金设计研究总院   | 金士一 | 上海市纺织机械研究所       |
| 萨殊莉 | 北方交通大学         | 刘超颖 | 河北科技大学           |
| 梁桂明 | 洛阳工学院          | 王淑华 | 北京印刷学院           |
| 陈宗源 | 重庆钢铁设计研究院      | 许鑫  | 北京印刷学院           |
| 黄重陶 | 重庆钢铁设计研究院      | 黄康生 | 西安理工大学           |
| 张翌  | 重庆钢铁设计研究院      | 谢启成 | 清华大学             |
| 杨撵上 | 重庆钢铁设计研究院      | 黄继英 | 清华大学             |
| 阮忠唐 | 西安理工大学         | 黄振业 | 清华大学             |
| 余铭  | 无锡市兴海电力设备厂     | 季学武 | 清华大学             |
| 虞培清 | 温州市长城减速机有限公司   | 丁启圣 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 刘凯  | 西安理工大学         | 李恒石 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 田惠明 | 西安理工大学         | 周凤香 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 雷椒存 | 西安理工大学         | 林基明 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 王苏宁 | 北京有色冶金设计研究总院   | 卢荣富 | 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   | 黄家德 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 殷鸿樑 | 上海工业大学         | 侯珍秀 | 哈尔滨工业大学          |
| 夏邦芝 | 北京有色冶金设计研究总院   | 赵书斌 | 哈尔滨飞机制造公司        |
| 叶云  | 北京有色冶金设计研究总院   | 郑永前 | 同济大学             |
| 姚绍蓉 | 北京有色冶金设计研究总院   | 曹芬跃 | 北京有色冶金设计研究总院     |
| 崔桂芝 | 北方工业大学         | 战凯  | 北京矿冶研究总院         |
| 景作军 | 北方工业大学         | 王章文 | 二七机车厂            |
| 王侃  | 北方工业大学         | 徐新民 | 二七机车厂            |
| 史锡强 | 首钢公司小型厂        | 蔡学熙 | 化学工业部连云港设计研究院    |
| 秋海滨 | 圣实公贸有限公司       | 陈贻伍 | 中南工业大学           |
| 刘志学 | 北京有色冶金设计研究总院   | 童增壖 | 中国船舶工业总公司第七〇八研究所 |
| 刘敬敏 | 北京有色冶金设计研究总院   | 赵克强 | 北京理工大学           |
| 关天池 | 北京有色冶金设计研究总院   | 钱文豪 | 中国船舶及海洋工程设计研究院   |
| 曹金海 | 吉林工业大学         | 王立祥 | 中国船舶及海洋工程设计研究院   |
| 赵克利 | 吉林工业大学         | 于德潜 | 清华大学             |
| 于国飞 | 吉林工业大学         | 莫诚  | 中国船舶及海洋工程设计研究院   |
| 高秀华 | 吉林工业大学         |     |                  |

- |     |                       |     |                 |
|-----|-----------------------|-----|-----------------|
| 邓述慈 | 西安理工大学                | 胡英禅 | 北京有色冶金设计研究总院    |
| 谢良  | 北京有色冶金设计研究总院          | 陈怀业 | 南京新飞液压机械厂       |
| 高月明 | 上海医疗器械高等专科学校          | 徐天锡 | 太原煤炭科学研究院       |
| 姬奎生 | 北京有色冶金设计研究总院          | 王泽群 | 中国船舶及海洋工程设计研究院  |
| 张汉林 | 中国船舶工业总公司第七〇八研究所      | 齐维浩 | 西安理工大学          |
| 黄建章 | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 杜君文 | 天津大学            |
| 冯海珠 | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 吴正廉 | 中国船舶及海洋工程设计研究院  |
| 周永昌 | 上海煤炭科学研究院             | 费敏锐 | 上海大学            |
| 刘乃锡 | 北京有色冶金设计研究总院          | 王孝先 | 北京有色冶金设计研究总院    |
| 李秀荣 | 中国国际咨询公司              | 张晓宇 | 北京有色冶金设计研究总院    |
| 王振瑯 | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 应瑞森 | 上海轻工业高等专科学校     |
| 陶丽华 | 上海润滑设备厂               | 竺挺  | 上海轻工业高等专科学校     |
| 曹鸿  | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 李维  | 上海大学            |
| 许莲洁 | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 袁洪璋 | 机械部北京机械工业自动化研究所 |
| 左春桎 | 吉林工业大学                | 王省三 | 长沙有色冶金设计研究院     |
| 李长顺 | 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    |
| 党国忠 | 吉林工业大学                | 洪允楣 | 北京无线电厂          |
| 黄恒祥 | 中国船舶及海洋工程设计研究院        | 任文斗 | 化学工业出版社         |
| 吴宗泽 | 清华大学                  | 李斯特 | 北京化工大学          |
| 邬城琪 | 中国船舶工业总公司华海船用货物通道设备公司 | 纪盛青 | 东北大学            |
| 姜勇  | 北京有色冶金设计研究总院          | 金耀坤 | 北京钢铁设计研究总院      |
| 张瑞锋 | 北京有色冶金设计研究总院          | 唐铁城 | 北京钢铁设计研究总院      |
| 胡静  | 北京有色冶金设计研究总院          | 李安平 | 北京联合大学应用技术学院    |
|     |                       | 何海  | 北京有色冶金设计研究总院    |
|     |                       | 李若贵 | 北京有色冶金设计研究总院    |

#### 审 稿 人

段慧文 姬奎生 王省三 蔡学熙 曹金海 殷鸿樑 张代昌 阮忠唐  
 杜君文 洪允楣 王德夫 韩学铨 李长顺 刘乃锡 成大先 王繁滨  
 袁洪璋

# 前 言

在新产品的开发中,广大机械设计工作者渴望案头备有一本内容丰富、系统,以结构图为主的设计图册。为此,我们约请了全国十几个专业和通用机械的专家、教授和有丰富实践经验的高级工程师,联合编写了这本《机械设计图册》(以下简称《图册》)。

《图册》的编写宗旨在于:第一,为读者提供大量典型的、巧妙的结构图例;第二,通过种种巧用原理、构思新颖的图例和产品结构发展演变的图例对比,说明产品结构设计思路和利用高新技术开发新产品的效能,以启发设计者创新的灵感;第三,选编部分错例,正、反结合,开发思路,帮助设计者提高设计水平和开发能力,从而开发出更多、更好的新产品。

《图册》内容包括:零部件的结构与组合,系统与整机的结构与组合,机电一体化产品结构,以及机械设计的错例与禁忌四篇,分六卷出版。

第1、2卷含第1篇零部件的结构与组合,是以选编较好的零部件结构图例或其发展演变结构图的对比,扼要介绍其工作原理、结构特点、设计选用要点和技术发展趋势,以说明如何利用基本原理和高新技术,根据工艺发展需要去改进和创造新的零部件的结构及组合。

第3、4、5卷含第2篇和第3篇。第2篇系统和整机的结构与组合,是以整机合理设计的基本要求,如有效地满足生产工艺不同功能的需要、巧用原理、节约能源、缩小体积、减轻重量、延长寿命等等为基础,精选、归纳了现代矿山、冶金、石油化工、工程、农业、纺织、印刷、包装、机床、汽车、铁道车辆、船舶、游艺等机械中的不同工况的结构实例,及其发展演变的对比,以此说明整机的、系统的合理选型及组合,同时有助于贯通各类不同专业机械的特点,在设计中博采众长,掌握以多种方案解决问题的技巧,根据具体条件,因地制宜地组合出最优的结构或系统,来有效地满足工艺技术的要求,或促进其发展。第3篇机电一体化产品结构,收集了部分机电一体化高科技产品的结构,如石英钟、电子照相机、录像机、电子秤、自动压滤机和机器人等产品的结构,具有一定的代表性,反映了机电的结合,供读者开发参考。

第6卷含第4篇机械设计的错例与禁忌,这是从我们长期设计和设备引进工作中,以及国外设计实例中归纳整理的一些机械设计中容易出现的疏忽与错例,分析其原因,介绍改进措施与效果,供设计者借鉴。

为了方便读者参考使用,图册中的结构图例都力争按不同功能、工况分类编出。

本图册可供机械工程及其他专业技术人员在改造老产品和开发新产品设计时使用,也可供高等院校机械工程专业师生在教学和科研中参考。

《图册》的部分内容,如零部件的结构与组合,机械设计的错例与禁忌,曾于1997年由化学工业出版社以单行本的形式出版,深得广大读者青睐,纷纷要求增加技术内容和信息。有鉴于此,我们适时增加了读者急需的一些实用性内容,使全套《图册》从体系到内容都得到了进一步的充实和完善。为了方便读者阅读使用,化学工业出版社将全套《图册》调整为六卷,零部件的结构与组合放入第1、2卷中,机械设计的错例与禁忌放入第6卷中。

以大量图例来说明机械产品合理设计的思路的编写方法是一次新的尝试,由于水平有限,加之资料收集又十分困难,缺点与疏漏一定不少,衷心希望广大读者批评指正,并热忱欢迎继续给我们提供好的图例。最后,对许多热心支持和帮助我们的单位和个人,表示衷心的感谢!

主 编  
1999年9月

## 内 容 提 要

《机械设计图册》是为适应产品开发设计的需要而编著，比较系统地介绍各种构思巧妙的机械结构，或其发展演变的结构对比，分六卷出版。第1、2卷介绍零部件的结构与组合，包括紧固与联接、轴、联轴器、离合器、轴承、传动零部件、弹簧、波纹管与弹性元件、连杆、凸轮、槽轮、飞轮等机构元件、液压（力）、气压传动元件，以及小五金、管路附件等常用和新产品结构及其应用举例；第3、4、5卷介绍系统和整机的结构与组合，包括整机合理设计的基本要求，如满足生产工艺不同功能要求等各方面的结构，以及机电一体化产品结构；第6卷介绍机械设计的错例与禁忌，选择和归纳了设计和引进设备中一些实例，包括设计与原始条件不符，设计原理不当，结构设计与计算不合理，传动与控制、润滑与密封、制动与安全、材料选择与利用，以及零部件设计与选用等方面的错例与禁忌。

《图册》体现实用性、启发性和先进性相结合，便于使用。

《图册》可供机械工程技术人员及大专院校有关专业师生使用和参考。

## 第 2 篇 系统和整机的结构与组合

### 编著人

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 洪允楣 | 蔡学熙 | 韩学铨 | 王德夫 | 张代昌 | 陈 明 | 姜 勇 |
| 王省三 | 朱天仕 | 崔桂芝 | 曹金海 | 王淑华 | 许 鑫 | 陈贻伍 |
| 赵克强 | 吴宗泽 | 于德潜 | 梁桂明 | 阮忠唐 | 殷鸿樑 | 高月明 |
| 王鸿翔 | 李长顺 | 党国忠 | 陈宗源 | 谢启成 | 黄继英 | 黄振业 |
| 成大先 | 钱文豪 | 周永昌 | 侯珍秀 | 张 欣 | 丁启圣 | 林基明 |
| 李恒石 | 卢荣富 | 曹芬跃 | 张瑞锋 | 胡 静 | 胡英禅 | 季学武 |
| 赵书斌 | 李金海 | 道德锬 | 薛金秋 | 盛慧英 | 宋芬迪 | 金士一 |
| 童增墉 | 王立祥 | 莫 城 | 张汉林 | 黄建章 | 冯海珠 | 王振瑯 |
| 曹 鸿 | 许莲洁 | 黄垣祥 | 邬城琪 | 王泽群 | 刘超颖 | 郑永前 |
| 赵克利 | 于国飞 | 高秀华 |     |     |     |     |

### 审核人

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 段慧文 | 姬奎生 | 王德夫 | 蔡学熙 | 曹金海 | 殷鸿樑 | 张代昌 |
| 阮忠唐 | 洪允楣 | 韩学铨 | 李长顺 | 刘乃锡 | 成大先 | 王繁滨 |

## 第 3 篇 机电一体化产品结构

### 编著人

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 殷鸿樑 | 齐维浩 | 王德夫 | 成大先 | 王孝先 | 张晓宇 | 吴正廉 |
| 李 维 | 费敏锐 | 应瑞森 | 竺 挺 | 袁洪璋 | 杜君文 | 孙杏初 |
| 赵 臣 | 王悦凤 | 张 昆 | 安永辰 | 刘文英 |     |     |

### 审核人

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 殷鸿樑 | 齐维浩 | 孙杏初 | 王德夫 | 蔡学熙 | 杜君文 | 洪允楣 |
| 成大先 | 袁洪璋 |     |     |     |     |     |



# 目 录

## 第 2 篇 系统和整机的结构与组合

|  |     |
|--|-----|
| <b>第 12 章 减振、防振和利用振动的结构</b>            |     |
| <b>1 概述</b> .....                      | 1   |
| <b>2 振动的控制装置及其安装</b> .....             | 4   |
| 2.1 振动的控制装置 .....                      | 4   |
| 2.1.1 金属弹簧减振器、隔振器 .....                | 4   |
| 2.1.2 橡胶减振器、隔振器 .....                  | 7   |
| 2.1.3 空气弹簧减振器、隔振器 .....                | 18  |
| 2.1.4 油气减振器 .....                      | 21  |
| 2.1.5 油液减振器 .....                      | 24  |
| 2.1.6 扭振减振器 .....                      | 33  |
| 2.1.7 金属网阻尼减振器 .....                   | 37  |
| 2.1.8 冲击减振器 .....                      | 38  |
| 2.1.9 软木隔振器 .....                      | 38  |
| 2.1.10 组合式隔振器 .....                    | 39  |
| 2.1.11 吊挂隔振器、多弹簧隔振器 .....              | 39  |
| 2.1.12 缓冲器 .....                       | 41  |
| 2.2 隔振器和减振器的安装与禁忌 .....                | 42  |
| 2.2.1 安在弹性支承上的自由振动的设备不得与外界装置刚性连接 ..... | 42  |
| 2.2.2 橡胶隔振器、减振器受压时, 非受压面必须有伸展空间 .....  | 42  |
| 2.2.3 安装隔振器及管道时, 锚栓不得同机器外壳或支座相接触 ..... | 44  |
| 2.2.4 隔振弹簧的合理布置 .....                  | 45  |
| <b>3 振动的控制</b> .....                   | 46  |
| 3.1 振动的几种控制方法 .....                    | 46  |
| 3.1.1 振动的主动控制 .....                    | 46  |
| 3.1.2 改变振动系统的固有频率 .....                | 50  |
| 3.1.3 改善机器内部平衡 .....                   | 51  |
| 3.1.4 改善结构设计降低动负荷 .....                | 53  |
| 3.1.5 利用油膜阻尼减振 .....                   | 56  |
| 3.1.6 加动力减振器、阻尼减振器或复合减振器减振 .....       | 57  |
| 3.1.7 加冲击减振器、缓冲器减振、缓冲 .....            | 61  |
| 3.1.8 消除由齿轮侧隙而产生的转矩脉动的机构 .....         | 64  |
| 3.1.9 利用脉冲阻尼器减轻管道流体的脉动 .....           | 65  |
| 3.1.10 利用可短时刚化的隔振器隔振 .....             | 67  |
| 3.2 振动控制实例 .....                       | 68  |
| 3.2.1 压缩机、水泵、风机和锻压设备等的隔振、减振 .....      | 68  |
| 3.2.2 冲击式工具的隔振、减振 .....                | 77  |
| 3.2.3 工程、矿山机械的减振与缓冲 .....              | 79  |
| 3.2.4 汽车的减振与缓冲 .....                   | 95  |
| 3.2.5 铁路机车车辆上的减振、缓冲 .....              | 103 |
| 3.2.6 自动导向车的弹性胶垫式接触缓冲器 .....           | 118 |
| 3.2.7 机械手的缓冲 .....                     | 119 |
| 3.2.8 船舶的减振 .....                      | 121 |
| 3.2.9 管道(安装)的减振、缓冲 .....               | 121 |
| 3.2.10 缓冲包装 .....                      | 126 |
| <b>4 利用振动</b> .....                    | 127 |
| 4.1 激振器 .....                          | 127 |
| 4.1.1 惯性式激振器 .....                     | 127 |
| 4.1.2 弹性连杆式激振器 .....                   | 137 |
| 4.1.3 电磁激振器 .....                      | 139 |
| 4.1.4 电动力激振器 .....                     | 139 |
| 4.1.5 液压激振器 .....                      | 139 |
| 4.1.6 风动激振器 .....                      | 141 |
| 4.2 利用振动的实例 .....                      | 144 |
| 4.2.1 振动筛及振动输送机 .....                  | 144 |
| 4.2.2 振动磨矿机及振动颚式破碎机 .....              | 165 |
| 4.2.3 振捣、夯实、打桩、管道铺设等振动设备 .....         | 168 |
| 4.2.4 振动加工设备 .....                     | 171 |
| <b>第 13 章 减小噪声与污染的结构</b>               |     |
| <b>1 概述</b> .....                      | 177 |
| <b>2 控制噪声源发出噪声</b> .....               | 177 |
| <b>3 控制噪声传播</b> .....                  | 190 |
| 3.1 吸声屏 .....                          | 190 |
| 3.2 消声器 .....                          | 191 |
| 3.2.1 阻性消声器分类 .....                    | 191 |
| 3.2.2 管式消声器 .....                      | 192 |
| 3.2.3 片式消声器 .....                      | 192 |
| 3.2.4 蜂窝式消声器 .....                     | 194 |
| 3.2.5 障板式消声器 .....                     | 195 |

|          |                    |            |
|----------|--------------------|------------|
| 3.2.6    | 折板式消声器             | 196        |
| 3.2.7    | 声流式消声器             | 197        |
| 3.2.8    | 扩张室式抗性消声器分类        | 199        |
| 3.2.9    | 带隔板扩张室式抗性消声器       | 200        |
| 3.2.10   | 共振式抗性消声器分类         | 200        |
| 3.2.11   | 组合式消声器             | 201        |
| 3.3      | 隔声罩                | 205        |
| <b>4</b> | <b>常用机械噪声控制示例</b>  | <b>209</b> |
| 4.1      | 球磨机                | 209        |
| 4.2      | 风机                 | 210        |
| 4.3      | 电动机                | 212        |
| 4.4      | 自动线分气机构            | 213        |
| 4.5      | 风动磨削机              | 213        |
| 4.6      | 风动螺母扳手             | 214        |
| 4.7      | 风动工具               | 215        |
| 4.8      | 圆锯机                | 216        |
| 4.9      | 混凝土振动台             | 216        |
| 4.10     | 气体输送系统             | 217        |
| 4.11     | 车辆                 | 218        |
| 4.12     | 空调系统的自动风向调整装置      | 219        |
| 4.13     | 凿岩机                | 220        |
| 4.14     | 推土机                | 220        |
| 4.15     | 工程机械消声             | 221        |
| 4.16     | 船用辅机               | 222        |
| <b>5</b> | <b>空气污染及污水处理装置</b> | <b>228</b> |
| 5.1      | 旋风除尘器              | 228        |
| 5.2      | 袋式除尘器              | 230        |
| 5.3      | 袋式除尘机组             | 233        |
| 5.4      | 电除尘器               | 234        |
| 5.5      | 污水处理装置             | 238        |
| <b>6</b> | <b>几种生产设备的污染治理</b> | <b>240</b> |
| 6.1      | 喷漆污染的净化            | 240        |
| 6.2      | 焊接烟气的净化            | 241        |
| 6.3      | 沥青烟气的净化            | 242        |
| 6.4      | 露天钻孔除尘             | 242        |
| 6.5      | 船舶防污染系统设计          | 245        |
| 6.5.1    | 防止油污染系统            | 245        |
| 6.5.2    | 防止生活污水污染系统         | 250        |

## 第14章 保证和提高结构精度的措施

|          |                       |            |
|----------|-----------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>明确精度要求, 突出设计重点</b> | <b>253</b> |
| 1.1      | 明确精度要求, 落实检测方法        | 253        |
| 1.2      | 对精度要求进行分析和控制          | 253        |
| 1.3      | 误差分类                  | 253        |
| 1.3.1    | 按误差来源分类               | 253        |
| 1.3.2    | 按误差性质分类               | 254        |
| 1.4      | 提高精度的途径               | 254        |

|          |                         |            |
|----------|-------------------------|------------|
| <b>2</b> | <b>提高精度的设计原则(原理)及应用</b> | <b>254</b> |
| 2.1      | 阿贝原则                    | 254        |
| 2.2      | 补偿原理                    | 255        |
| 2.2.1    | 阿贝误差的补偿                 | 255        |
| 2.2.2    | 温度误差的补偿                 | 256        |
| 2.2.3    | 利用补偿装置的附加运动             | 257        |
| 2.2.4    | 磨损量互相补偿                 | 258        |
| 2.2.5    | 热补偿                     | 259        |
| 2.3      | 误差放大和缩小原理(速比原理)         | 259        |
| 2.3.1    | 回转机构                    | 259        |
| 2.3.2    | 连杆机构                    | 260        |
| 2.4      | 均化原理                    | 261        |
| 2.4.1    | 螺母的均化作用                 | 261        |
| 2.4.2    | 密珠轴承                    | 262        |
| 2.4.3    | 多齿分度台                   | 264        |
| 2.4.4    | 双蜗杆驱动分度机构               | 266        |
| 2.5      | 运动学原理                   | 266        |
| 2.6      | 误差配置原理                  | 268        |
| 2.6.1    | 前轴承精度应比后轴承高             | 268        |
| 2.6.2    | 两个轴承的最大径向振摆应在同一方向       | 268        |
| 2.7      | 保留磨损或变形的裕量              | 269        |
| <b>3</b> | <b>改善和保证精度的几个实例</b>     | <b>269</b> |
| 3.1      | 补偿丝杠螺距误差的机构             | 269        |
| 3.2      | 误差均化实例                  | 270        |
| 3.3      | 精密轴系结构实例                | 271        |
| 3.4      | 简式镗头提高刀具调节精度的结构         | 271        |
| 3.5      | 消除游隙的几种方法               | 272        |
| 3.6      | 采用液压定刀具中心法改善表面加工精度      | 275        |

## 第15章 标准化、系列化、通用化、组合化好的结构

|          |                              |            |
|----------|------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>概述</b>                    | <b>277</b> |
| <b>2</b> | <b>标准化、系列化、通用化</b>           | <b>278</b> |
| 2.1      | 总机通用化及其主要通用部件                | 278        |
| 2.2      | 用通用化部件组装的通用化汽车簇系             | 279        |
| 2.2.1    | 通用化双轴、三轴、四轴式汽车的典型型式          | 279        |
| 2.2.2    | 用通用化部件组装的通用和专用基础机械           | 281        |
| 2.2.3    | 用通用化部件组装成的通用化机械簇系            | 281        |
| 2.2.4    | 自卸汽车与鞍式牵引车总成与部件的通用化情况        | 310        |
| 2.2.5    | 基础部件(轮胎自行式作业机械与机动运输车辆体系)的通用化 | 312        |
| 2.2.6    | 通用化机械簇系常用(部分)可更换             |            |

|                               |     |                                      |     |
|-------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 工作装置 .....                    | 319 | 1.6 货舱盖(舱口盖) .....                   | 414 |
| <b>3 组合化</b> .....            | 332 | 1.6.1 用钢丝绳开启的折叠式舱口盖 .....            | 414 |
| 3.1 产品组合 .....                | 332 | 1.6.2 侧移式舱口盖 .....                   | 417 |
| 3.1.1 自动封袋机组合系统 .....         | 332 | 1.6.3 滚翻牵拉式舱口盖 .....                 | 417 |
| 3.1.2 组合机床 .....              | 333 | 1.6.4 四页折叠式舱口盖 .....                 | 417 |
| 3.1.3 组合泵 .....               | 336 | 1.6.5 背载式舱口盖 .....                   | 417 |
| 3.2 零部件组合 .....               | 338 | 1.7 石油钻机旋扣水龙头 .....                  | 422 |
| 3.2.1 机床通用组合件 .....           | 338 | 1.8 露天钻机换钎器 .....                    | 423 |
| 3.2.2 通用零部件组合件 .....          | 341 | <b>2 改进结构, 减少非作业时间</b> .....         | 425 |
| 3.2.3 卡车驾驶室的组合形式 .....        | 365 | 2.1 快速管接头(轴向阻尼) .....                | 425 |
| <b>4 模块化</b> .....            | 366 | 2.1.1 快速管接头结构 .....                  | 425 |
| 4.1 模块式产品 .....               | 366 | 2.1.2 管接头适应性 .....                   | 426 |
| 4.1.1 立式车削中心 .....            | 366 | 2.1.3 管接头规格尺寸 .....                  | 426 |
| 4.1.2 模块式沥青搅拌站 .....          | 368 | 2.2 便于更换的重型铲斗 .....                  | 434 |
| 4.1.3 加工中心 .....              | 369 | 2.3 锻压机换模结构 .....                    | 434 |
| 4.1.4 模型注射机 .....             | 370 | 2.4 方便维修的UG型筛选机 .....                | 435 |
| 4.1.5 汽轮机 .....               | 371 | 2.5 高效清洗机和清洗头 .....                  | 437 |
| 4.1.6 KAMAG 模块化设计的重型运输车 ..... | 372 | 2.6 台钳的离合螺母结构 .....                  | 438 |
| 4.2 模块化设计的分类 .....            | 373 | 2.7 可不停车的堵漏法及其机具 .....               | 440 |
| 4.2.1 横系列模块化 .....            | 373 | 2.8 剖分式主链轨 .....                     | 443 |
| 4.2.2 纵系列模块化 .....            | 374 | 2.9 考虑装卸方便的轮辋 .....                  | 443 |
| 4.2.3 全系列模块化 .....            | 376 | 2.10 短钻屑钻头 .....                     | 443 |
| 4.2.4 跨系列模块化 .....            | 377 | 2.11 新型搅拌鼓和摆动阀 .....                 | 443 |
| 4.3 模块的划分 .....               | 378 | 2.12 不卸压或不拆除传动装置的机械密封的<br>拆装结构 ..... | 444 |
| 4.3.1 功能分析和功能模块 .....         | 378 | 2.13 便于维修的机壳设计 .....                 | 449 |
| 4.3.2 模块的相关性 .....            | 380 | 2.14 快速装卸的脚手架“轮扣” .....              | 451 |
| 4.4 模块的综合 .....               | 382 | 2.15 高层建筑的工作台及其顶部安装<br>方式 .....      | 452 |
| 4.5 功能模块 .....                | 383 | 2.16 装卸、维修时间差别很大的两种机车柴<br>油机 .....   | 453 |
| 4.5.1 减速器 .....               | 383 | <b>3 改变工艺流程, 充分利用有效时间</b> .....      | 456 |
| 4.5.2 液压马达 .....              | 384 | 3.1 混凝土搅拌汽车 .....                    | 456 |
| 4.5.3 多功能小误差压力控制阀 .....       | 385 | 3.2 移动式加工机具 .....                    | 456 |
| 4.5.4 可调加工系统 .....            | 387 | <b>4 省时、省力的新机具、新型零部件</b> .....       | 458 |
| 4.5.5 阀岛 .....                | 388 | 4.1 液压扭力扳手 .....                     | 458 |
| 4.5.6 起重机模块 .....             | 391 | 4.1.1 液压扭力扳手外形结构 .....               | 458 |
| 4.5.7 模块式可编程序控制器 .....        | 393 | 4.1.2 液压扭力扳手规格尺寸 .....               | 459 |
|                               |     | 4.2 自动吸盘 .....                       | 461 |
|                               |     | 4.2.1 机械手动自动吸盘 .....                 | 461 |
|                               |     | 4.2.2 上料吸盘 .....                     | 462 |
|                               |     | 4.3 铆螺母(M5~M12) .....                | 466 |
|                               |     | 4.3.1 铆螺母结构 .....                    | 466 |
|                               |     | 4.3.2 铆螺母的规格尺寸 .....                 | 467 |
|                               |     | 4.4 可以在管线上维修的阀门 .....                | 471 |
|                               |     | <b>5 合理布局方便维修</b> .....              | 471 |

## 第16章 减少非作业时间的结构

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>1 提高机械化程度, 缩短辅助工序时间</b> .....     | 398 |
| 1.1 矿山锚杆支护钻车 .....                   | 398 |
| 1.2 气动离合器和气动制动器(灵敏准确的控<br>制系统) ..... | 402 |
| 1.2.1 气动离合器及其配管 .....                | 402 |
| 1.2.2 气动制动器及其配管 .....                | 403 |
| 1.2.3 气动离合器和气动制动器的使用 .....           | 404 |
| 1.3 热敏元件控制管道阀门开闭的装置 .....            | 409 |
| 1.4 气动阀门控制器 .....                    | 413 |
| 1.5 管道分流装置 .....                     | 413 |

## 第 17 章 易装、易卸便于运输的结构

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1 加工装配的合理结构设计         | 474 |
| 1.1 便于装配的构件合理结构设计准则   | 474 |
| 1.2 便于装配的接合部位合理结构设计准则 | 477 |
| 2 结合生产程序容易装卸的组合式塔吊    | 482 |
| 2.1 可作多种布置            | 483 |
| 2.2 安装简便、迅速           | 484 |
| 2.3 易于运输和储存           | 484 |
| 2.4 可适应特殊情况下工作的伸缩式臂架  | 485 |
| 3 便于起吊、装箱(车)运输的结构分组   | 485 |
| 3.1 挖掘机的分装组件          | 485 |
| 3.2 水采机船体的拼装结构        | 486 |
| 3.3 组合桩基钻具            | 488 |
| 4 整机拖车化               | 489 |
| 4.1 露天钻机的拖车化          | 489 |
| 4.2 游艺机的拖车化           | 492 |
| 5 积木式高压桶形离心泵容易装卸      | 493 |
| 6 容易装卸的简化结构           | 493 |
| 6.1 装载车车架的绞接结构        | 493 |
| 6.2 风挡雨刷轴安装装置         | 496 |
| 6.3 高强度运输带的快速接头       | 496 |
| 6.4 卡环固定离心压缩机端盖       | 497 |
| 6.5 装卸简便的双飞轮减振结构      | 497 |
| 6.6 滚装船(新型货船)         | 499 |
| 6.7 快速(管)接头           | 506 |
| 7 快速操作联接件             | 515 |
| 7.1 概述                | 515 |
| 7.2 螺纹类快速联接件          | 518 |
| 7.2.1 单线螺纹元件, 单侧操作    | 518 |
| 7.2.2 多线螺纹元件, 单侧操作    | 520 |
| 7.2.3 特制螺母            | 521 |
| 7.2.4 小段螺旋面联接件        | 526 |
| 7.3 铆钉式快速联接件          | 530 |
| 7.3.1 单件铆钉式联接件        | 530 |
| 7.3.2 双侧插装铆钉式联接件      | 536 |
| 7.3.3 单侧插装铆钉式联接件      | 537 |
| 7.3.4 单侧转动联接件         | 541 |
| 7.3.5 预制双大端联接件        | 543 |
| 7.4 摩擦力锁合联接件          | 546 |
| 7.5 形锁合联接件            | 548 |
| 8 用于水下狭窄空间有锁紧环的螺母     | 548 |

## 第 18 章 便于配套与互换的结构

|          |     |
|----------|-----|
| 1 厂内设备配置 | 550 |
|----------|-----|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 2 车间设备配置                        | 552 |
| 3 一种产品开发的设备配置新方案                | 559 |
| 3.1 板带生产轧机配套新方案                 | 559 |
| 3.2 计算机数字控制的管材挤出机生产线的控制系统及其设备配置 | 561 |
| 4 企业技术改造新产品开发与配置                | 563 |
| 4.1 可逆开坯紧凑轧机                    | 563 |
| 4.2 GY 型短应力线轧机及其在中小轧机改造中的应用     | 564 |
| 4.3 薄板一条龙生产工艺简介及主要设备概况          | 565 |
| 4.4 挖掘机及其合理配套                   | 567 |
| 4.5 长螺旋桩孔钻机上的新型动力装置             | 569 |

## 第 19 章 人机关系好的结构

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 1 人机关系的一般规定与要求                 | 571 |
| 1.1 应用人体尺寸的原则                  | 571 |
| 1.2 显示器设计的一般要求                 | 571 |
| 1.3 控制器设计的一般要求                 | 571 |
| 1.4 作业空间设计的一般要求                | 572 |
| 1.5 工作环境设计的一般要求                | 572 |
| 2 人机工程参数图                      | 572 |
| 2.1 操作者合理的活动空间                 | 572 |
| 2.2 舒适的操作姿势                    | 577 |
| 2.3 操作者合理的用力限度                 | 579 |
| 2.3.1 成人站姿操作的用力状态与范围           | 579 |
| 2.3.2 成人坐姿操作的用力状态与范围           | 580 |
| 2.3.3 合理的用力限度                  | 581 |
| 2.4 综合环境条件的不同舒适度区域和振动引起疲劳的极限时间 | 584 |
| 3 充分考虑人机工程学的结构                 | 585 |
| 3.1 驾驶室                        | 585 |
| 3.2 驾驶室的缓冲减振装置                 | 590 |
| 3.3 驾驶室的联动控制台                  | 591 |
| 3.4 汽车、拖拉机驾驶座椅                 | 592 |
| 3.5 驾驶室的通风、采暖和空调               | 595 |
| 3.6 考虑了舒适感的自动改变阻尼特性的减振器        | 597 |
| 3.7 汽车上利用形状记忆合金制造的自动控制装置       | 599 |
| 3.8 汽车、船舶等用传动绳缆的长度调节结构         | 600 |
| 3.9 传动绳缆终端连结结构                 | 607 |
| 3.10 自动扶梯的舒适性处理                | 608 |
| 3.11 模锻锤的操纵机构上的省力装置            | 609 |
| 3.12 减轻劳动强度, 保证安全的炉前机械设备       | 609 |

|                                   |     |                                     |     |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| 3.13 减少振动、冲击的风钻、风镐和手动<br>砂轮 ..... | 614 | 4.6 后主轴部件 .....                     | 654 |
| 3.14 减少疲劳,提高质量的自动送钻<br>装置 .....   | 616 | <b>5 多轴 CNC 车床</b> .....            | 655 |
| 3.15 便于方位识别的结构 .....              | 617 | 5.1 多轴 CNC 车床的总体结构 .....            | 655 |
| 3.16 简化操作的结构 .....                | 618 | 5.2 主轴部件 .....                      | 656 |
| 3.17 方便操作的结构 .....                | 618 | 5.3 径向刀架部件 .....                    | 658 |
| 3.18 便于抓取的结构 .....                | 619 | 5.4 轴向刀架部件 .....                    | 659 |
| 3.19 客车、卡车驾驶室实例 .....             | 620 | 5.5 多轴 CNC 车床的设计与布局要点 .....         | 659 |
| <b>第 20 章 布局合理的整机结构</b>           |     |                                     |     |
| <b>1 普通结构的布置示例</b> .....          | 623 | <b>6 自动车床的创新总体设计</b> .....          | 660 |
| 1.1 组合液压缸 .....                   | 623 | 6.1 核心结构 .....                      | 660 |
| 1.2 五节臂伸缩机构 .....                 | 624 | 6.2 工件装卸传送的基本安排 .....               | 661 |
| 1.3 客运索道驱动系统的布置 .....             | 625 | 6.3 双头架单转塔结构 .....                  | 662 |
| 1.4 GW40B 钢筋弯曲机 .....             | 626 | 6.4 两机床相向布置的结构 .....                | 663 |
| 1.5 钢筋切断机的布置 .....                | 626 | 6.5 中短棒料的自动供料 .....                 | 663 |
| 1.6 胶带输送机尾部自动张紧装置 .....           | 627 | <b>7 转塔型强功能加工中心</b> .....           | 664 |
| 1.7 柔性支承多点啮合传动的配置 .....           | 627 | 7.1 组合结构 .....                      | 664 |
| 1.8 圆盘给料机 .....                   | 628 | 7.2 简化结构 .....                      | 666 |
| <b>2 滚筒采煤机的布置</b> .....           | 629 | <b>8 自动换模压机</b> .....               | 668 |
| 2.1 传统采煤机整体结构布置 .....             | 629 | <b>9 多工位压机的模块化结构</b> .....          | 673 |
| 2.2 近年发展的采煤机的整体结构 .....           | 632 | <b>10 德国 MAHO 800 型机械加工中心</b> ..... | 676 |
| <b>3 挖掘机</b> .....                | 633 | 10.1 加工中心结构概貌及工作情况 .....            | 676 |
| 3.1 挖掘机形式 .....                   | 633 | 10.2 主轴部分 .....                     | 678 |
| 3.2 机械挖掘机回转平台的布置 .....            | 635 | 10.3 工作台部分 .....                    | 679 |
| 3.3 回转机构的布置 .....                 | 638 | 10.4 刀库及机械手 .....                   | 681 |
| 3.4 液压回转机构 .....                  | 639 | <b>11 光洁零件传送系统的基本结构</b> .....       | 686 |
| 3.5 支承机构 .....                    | 641 | <b>12 生产线的托盘传送系统</b> .....          | 691 |
| 3.6 履带挖掘机的行走传动机构 .....            | 643 | 12.1 核心构思 .....                     | 691 |
| 3.7 轮胎挖掘机的行走机构 .....              | 645 | 12.2 驱动单元的基本结构之一 .....              | 692 |
| 3.8 挖掘机的悬挂装置与转向装置 .....           | 647 | 12.3 驱动单元的基本结构之二 .....              | 693 |
| <b>4 多功能数控车床的布局</b> .....         | 650 | 12.4 托盘运行变向 .....                   | 694 |
| 4.1 直移刀架 .....                    | 650 | 12.5 变向后的会合 .....                   | 695 |
| 4.2 主轴部件 .....                    | 652 | <b>13 块粒产品装袋机</b> .....             | 696 |
| 4.3 后刀架部件 .....                   | 653 | <b>14 袋装轻脆品检测整列装箱机</b> .....        | 699 |
| 4.4 后滑座部件 .....                   | 653 | 14.1 概述 .....                       | 699 |
| 4.5 转塔刀架部件 .....                  | 653 | 14.2 装箱机前部之一——检测与分选 .....           | 700 |
|                                   |     | 14.3 装箱机前部之二——提升与整列 .....           | 701 |
|                                   |     | 14.4 装箱机后部之一——过渡与聚集 .....           | 703 |
|                                   |     | 14.5 装箱机后部之二——装箱与包装<br>箱准备 .....    | 704 |

## 第 3 篇 机电一体化产品结构

### 概 述

#### 第 1 章 通用产品

|                          |     |                          |     |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| <b>1 电子数显卡尺</b> .....    | 708 | 1.2 容栅式数显卡尺的工作原理 .....   | 709 |
| 1.1 电子数显卡尺的组成与性能特点 ..... | 708 | 1.2.1 电容传感器 .....        | 709 |
|                          |     | 1.2.2 相位跟踪测量电路 .....     | 709 |
|                          |     | 1.2.3 译码显示电路 .....       | 710 |
|                          |     | 1.3 数字式电子量仪中的位移传感器 ..... | 710 |
|                          |     | 1.3.1 光栅传感器 .....        | 710 |

|                          |     |                                  |     |
|--------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 1.3.2 磁栅传感器 .....        | 711 | 9.4 主要机构 .....                   | 772 |
| 1.3.3 感应同步器 .....        | 711 | 9.4.1 糖条成形进料机构 .....             | 772 |
| <b>2 石英钟</b> .....       | 712 | 9.4.2 推糖机构 .....                 | 773 |
| <b>3 电子照相机</b> .....     | 724 | 9.4.3 钳糖转盘和拨糖机构 .....            | 774 |
| 3.1 光圈 .....             | 725 | 9.4.4 扭结机构 .....                 | 774 |
| 3.1.1 机械光圈调节机构 .....     | 725 | 9.5 光电控制进纸系统 .....               | 775 |
| 3.1.2 电子测光自动光圈 .....     | 725 | 9.5.1 进纸系统 .....                 | 775 |
| 3.2 快门 .....             | 726 | 9.5.2 供纸架 .....                  | 775 |
| 3.2.1 机械快门 .....         | 726 | 9.5.3 棘轮-周转轮系组合机构 .....          | 776 |
| 3.2.2 电子快门 .....         | 727 | 9.5.4 校正棘轮机构 .....               | 777 |
| 3.3 调焦 .....             | 728 | 9.5.5 光电控制系统 .....               | 777 |
| 3.3.1 手动调焦 .....         | 728 | <b>10 全自动压滤机</b> .....           | 778 |
| 3.3.2 自动调焦 .....         | 729 | <b>11 用工业控制计算机的连续式热处理炉</b> ..... | 787 |
| 3.4 全自动照相机 .....         | 730 | 11.1 气体渗碳淬火自动线 .....             | 787 |
| <b>4 电子缝纫机</b> .....     | 731 | 11.1.1 推杆式气体渗碳炉 .....            | 787 |
| 4.1 锁式线迹与缝纫机的主要机构 .....  | 731 | 11.1.2 淬火装置及工件升降机构 .....         | 789 |
| 4.2 普通家用缝纫机 .....        | 731 | 11.1.3 清洗机 .....                 | 791 |
| 4.3 机械式多功能工业缝纫机 .....    | 733 | 11.1.4 回火炉 .....                 | 791 |
| 4.4 电子缝纫机 .....          | 736 | 11.1.5 推料机构与拉料机构 .....           | 792 |
| <b>5 电脑绣花机</b> .....     | 738 | 11.1.6 料盘返回装置 .....              | 798 |
| <b>6 录像机</b> .....       | 739 | 11.1.7 自动线的生产流程 .....            | 799 |
| 6.1 家用录像机的基本结构 .....     | 739 | 11.2 无罐炉中以 STD 为核心的计算机控制         |     |
| 6.2 机械系统 .....           | 740 | 系统 .....                         | 799 |
| 6.3 伺服系统 .....           | 746 | 11.2.1 STD 总线工业控制计算机简介 .....     | 799 |
| 6.3.1 记录伺服 .....         | 746 | 11.2.2 顺序控制系统 .....              | 801 |
| 6.3.2 重放伺服 .....         | 749 | 11.2.3 温度控制系统 .....              | 802 |
| 6.4 几种家用录像机特点比较 .....    | 749 | 11.2.4 碳势控制系统 .....              | 804 |
| 6.4.1 磁带尺寸与外观 .....      | 749 | 11.2.5 无罐炉双级计算机控制和管理             |     |
| 6.4.2 磁带使用上的比较 .....     | 751 | 系统 .....                         | 804 |
| 6.4.3 电源部分的改进 .....      | 751 | <b>12 其他产品和元件</b> .....          | 805 |
| 6.4.4 图像质量的比较 .....      | 752 |                                  |     |
| 6.4.5 显示功能的比较 .....      | 752 |                                  |     |
| 6.4.6 遥控功能的建立 .....      | 752 |                                  |     |
| 6.4.7 通用性能的比较 .....      | 752 |                                  |     |
| 6.4.8 机械传动方面的比较 .....    | 752 |                                  |     |
| 6.5 家用录像机的发展 .....       | 752 |                                  |     |
| <b>7 复印机</b> .....       | 753 |                                  |     |
| 7.1 静电复印机 .....          | 753 |                                  |     |
| 7.2 阅读/放大复印机 .....       | 764 |                                  |     |
| <b>8 电子秤</b> .....       | 765 |                                  |     |
| 8.1 连续定量供料和输送秤 .....     | 765 |                                  |     |
| 8.2 自动重量分选秤 .....        | 767 |                                  |     |
| 8.3 组合秤 .....            | 769 |                                  |     |
| <b>9 光电控制糖果包装机</b> ..... | 769 |                                  |     |
| 9.1 工艺流程 .....           | 770 |                                  |     |
| 9.2 总体布置 .....           | 770 |                                  |     |
| 9.3 传动系统 .....           | 772 |                                  |     |

## 第 2 章 数控机床

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>1 数控系统与数控机床</b> ..... | 814 |
| 1.1 数控机床、数控系统、硬件及软件      |     |
| 简介 .....                 | 814 |
| 1.2 数控机床的传动系统图及数控化       |     |
| 改造 .....                 | 816 |
| 1.3 CK7815 数控车床的传动系统图及主要 |     |
| 特点 .....                 | 818 |
| 1.4 数控机床部件的总体布局 .....    | 819 |
| <b>2 数控机床部件结构图</b> ..... | 820 |
| 2.1 进给传动部件结构 .....       | 820 |
| 2.2 塑料软带导轨 .....         | 825 |
| 2.3 床身常见结构 .....         | 826 |
| 2.4 主轴与主轴箱 .....         | 827 |
| 2.5 自动换刀刀架 .....         | 830 |
| 2.6 动力卡盘 .....           | 833 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>3 数控机床示例</b> .....                     | 834 |
| 3.1 CK3263 型数控转塔车床 .....                  | 834 |
| 3.1.1 传动系统图 .....                         | 835 |
| 3.1.2 主轴箱结构 .....                         | 835 |
| 3.1.3 进给装置 .....                          | 836 |
| 3.1.4 回转刀架 .....                          | 839 |
| 3.2 CK3225 型数控车床 .....                    | 839 |
| 3.2.1 机床的总体布局及主传动系统 .....                 | 839 |
| 3.2.2 主轴箱结构 .....                         | 841 |
| 3.2.3 纵向 (Z 轴) 进给装置 .....                 | 841 |
| 3.2.4 回转刀架 .....                          | 843 |
| 3.2.5 液压系统 .....                          | 843 |
| 3.3 TH5632 立式加工中心 (自动换刀数控立<br>式镗铣床) ..... | 844 |
| 3.3.1 总体布局及主要技术参数 .....                   | 845 |
| 3.3.2 主轴箱及主轴结构 .....                      | 846 |
| 3.3.3 工作台进给装置 .....                       | 848 |
| 3.3.4 刀库结构 .....                          | 849 |
| 3.3.5 换刀机械手及其驱动装置 .....                   | 851 |
| 3.4 其他加工中心部件结构 .....                      | 854 |
| 3.4.1 10HC 立式加工中心主轴箱 .....                | 854 |
| 3.4.2 XH715A 主轴箱 .....                    | 855 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 3.4.3 齿盘定位分度工作台 ..... | 857 |
|-----------------------|-----|

### 第 3 章 机器人

|   |     |
|---|-----|
| <b>1 工业机器人的主要组成</b> .....                 | 859 |
| 1.1 机械臂 .....                             | 859 |
| 1.1.1 机械臂的运动形式 .....                      | 859 |
| 1.1.2 机械臂的结构 .....                        | 861 |
| 1.1.3 机械臂的控制 .....                        | 862 |
| 1.2 腕部机构 .....                            | 863 |
| 1.2.1 采用锥齿轮传动的腕部机构 .....                  | 863 |
| 1.2.2 三轴滚动腕部机构 .....                      | 864 |
| 1.2.3 KUAK IR-662/100 型机器人的腕部<br>机构 ..... | 864 |
| 1.3 手部装置 .....                            | 865 |
| 1.4 控制系统 .....                            | 868 |
| <b>2 几种国外典型工业机器人结构实例</b> .....            | 869 |
| 2.1 PUMA-262 通用机器人 .....                  | 869 |
| 2.2 SMART6.50R 通用机器人 .....                | 877 |
| 2.3 KUKA IR-662/100 通用机器人 .....           | 887 |
| 2.4 A4010H SCARA 装配机器人 .....              | 895 |
| 2.5 PT-600 型弧焊机器人 .....                   | 902 |
| 2.6 TOKICO RPA 856RP 喷漆机器人 .....          | 909 |

# 第 2 篇 系统和整机的结构与组合

## 第 12 章 减振、防振和利用振动的结构

### 1 概 述

在工程技术领域中常见的机械振动问题有：防止系统产生共振、避免系统的自振、平衡系统中的不平衡惯性力、减振隔振和吸振、提高产品的抗振能力及振动的利用等。

(1) 振动的分类 (表 2-12-1)

表 2-12-1 机械振动的分类

| 分 类         |           | 基 本 特 征   |
|-------------|-----------|---|
| 按产生振动原因     | 自由振动      | 系统在去掉外加干扰力之后出现的振动。这种振动靠弹性力、惯性力和阻尼力来维持。振动的频率就是系统的固有频率 (也称自然频率)。因有阻尼力存在, 振动逐渐衰减, 阻尼愈大, 衰减愈快。如果系统无阻尼存在 (这只是一种理想状态, 实际上是不可能的), 则称这种振动为无阻尼自由振动, 无阻尼自由振动是一种恒幅简谐振动 |
|             | 受迫振动      | 在激振力持续作用下, 系统被迫产生的振动。振动特征与外部激振力的大小、方向和频率有关。在简谐激振力作用下, 能同时激发起以系统固有频率为振动频率的自由振动和以干扰频率为振动频率的受迫振动, 其自由振动部分将逐渐衰减, 乃至最终消失, 这时只剩下恒幅受迫振动部分, 即稳态振动响应                 |
|             | 自激振动      | 机械系统由于外部能量与系统运动相耦合 (即系统的非振荡性能源通过反馈装置) 形成振荡激励所产生的振动。当振动停止, 振荡激励随之消失。振动频率接近于系统固有频率  |
| 按振动随时间变化规律  | 简谐振动      | 物体随时间按正弦或余弦函数规律变化的振动  |
|             | 非简谐振动     | 系统运动量值按一定时间间隔重复出现的非简谐振动。可用谐波分析方法, 将其分解为若干个简谐振动之和  |
|             | 随机振动      | 对未来任一给定时刻, 物体运动量的瞬时值均不能根据以往的运动历程预先加以确定的振动。只能用数理统计方法来描述系统的运动规律   |
| 按振动系统结构参数   | 线性振动      | 系统的惯性力、阻尼力和弹性恢复力分别与加速度、速度和位移的一次方成正比, 能用常系数线性微分方程描述的振动。能运用叠加原理   |
|             | 非线性振动     | 系统的惯性力、阻尼力、弹性恢复力具有非线性特性, 只能用非线性微分方程描述的振动。不能运用叠加原理。振动系统的固有频率与振幅有关  |
| 按振动系统的自由度数目 | 单自由度系统的振动 | 用一个广义坐标就能确定系统在任意瞬时位置的振动   |
|             | 多自由度系统的振动 | 用两个或两个以上的广义坐标才能确定系统任意瞬时位置的振动  |
|             | 连续系统的振动   | 需要用无穷多广义坐标才能确定系统任意瞬时位置的振动。连续系统的振动通常可以简化为有限多自由度系统振动问题加以处理, 本章不再赘述  |
| 按振动形式       | 纵向直线振动    | 振动体上的质点只作沿轴线方向的直线振动   |
|             | 横向直线振动    | 振动体上的质点只作沿垂直轴线方向的直线振动   |
|             | 扭转振动      | 振动体垂直轴线的两平面上质点相对作绕轴线的回转振动   |
|             | 摆动        | 振动体上质点在同一平面上作绕垂直平面轴线的回转振动   |

(2) 振动控制及振动利用的主要方法

减小和控制振动的方法, 大致归纳为: 减小扰动—减小或消除振动源的激励、防止共振—防止或减小设备及结构对振动的响应、采取隔振措施—减小或隔离振动的传递。见表 2-12-2。

(3) 隔振、减振及缓冲

1) 隔振 隔振是在两个结构之间增加柔性环节, 使一个结构传至另一个结构的力激振或运动激振得到降低的措施。



表 2-12-2 振动的控制与利用

| 振动问题        | 振动控制   | 振动利用  |
|-------------|--|---|
| 共振          | 当外部激振力的频率和系统固有频率接近时,系统将产生强烈的振动,这在机械设计和使用中,多数情况下是应该防止或采取控制措施。例如:隔振系统和回转轴系统应使其工作频率和工作转速在各阶固有频率和各阶临界转速的一定范围之外。尽管如此,机械系统在启动和停机过程中,仍然要通过共振区,仍有可能产生较强烈的振动,必要时需采取抑制共振的减振消振措施  | 在近共振状态下工作的振动机械,就是利用弹性力和惯性力基本接近于平衡以及外部激振力主要用来平衡阻尼力的原理工作的,因而所需激振力和功率较非共振类振动机械显著减小 |
| 自由振动        | 自激振动中有机床切削过程的自振、低速运动部件的爬行、滑动轴承油膜振荡、传动带的横向振动、液压随动系统的自振等。这些对各类机械及生产过程都是一种危害,应加以控制  | 蒸汽机、风镐、凿岩机、液压气动碎石机等均为自激振动应用实例   |
| 不平衡惯性力      | 旋转机械和往复机械产生振动的根本原因,都是由于不平衡惯性力所造成的。为减小机械振动,应采取平衡措施。有关构件不平衡力的计算和静动平衡及各类转子的许用不平衡量已分别在化工版《机械设计手册》第1卷中的“一般设计资料篇”和“机构篇”进行了介绍   | 惯性振动机械就是依靠偏心质量回转时所产生的离心力做为振源的   |
| 振动的传递       | 为减小外部振动对机械设备的影晌或机械设备的振动对周围环境的影响,可配置各类减振器,进行隔振、减振和消振  | 弹性连杆式激振器就是将曲柄连杆形成的往复运动,通过连杆弹簧传递给振动机体的   |
| 非线性振动       | 在减振器设计中涉及的摩擦阻尼器和粘弹性阻尼器均为非线性阻尼器。自激振动系统和冲击振动系统也都是非线性振动系统。实际上客观存在的振动问题几乎都是非线性振动问题,只是某些系统的非线性特性较弱,做为线性问题处理罢了   | 振动利用问题几乎都是利用振动系统的非线性特性工作的,例如:振动输送类振动机等  |
| 冲击振动        | 当机械设备或基础受到冲击作用时,常常需要校核系统对冲击的响应,必要时采取隔振措施   | 冲击类振动机实际上都可以转换为非线性振动问题加以处理  |
| 随机振动        | 随机振动的隔离和减振与确定性振动的隔离和消减有两点重要区别:一是随机振动的隔离和消减只能用数理统计方法来解决;二是对宽带随机振动隔离措施已经失效,只能采取阻尼减振措施  |   |
| 机械结构抗振能力及噪声 | 衡量机械结构抗振能力的最重要的指标是动刚度,复杂结构的动刚度多采用有限单元法进行优化设计,若提高结构的动刚度并控制噪声源,通常是合理布置筋板和附以粘弹性阻尼材料   |   |
| 振动的测试与调试    | 振动设计中常碰到系统阻尼系数很难确定的问题,解决这类问题唯一可靠的方法是测试。另外,由于振动设计模型忽略了许多振动影响因素,使得振动系统的实际参数与设计参数间有较大差别,特别像动力吸振器要求附加系统与主振系统的固有频率一致性较高的一类问题,设备安装后必须进行调试,否则振动设计将不能发挥应有的作用。对于实际经验不丰富的设计人员,调试前,可凭借测试对实际系统有一个充分了解,确定怎样调试,调试后又借测试检验调试结果,因此,测试是振动设计的一个重要工具。有关调试测试内容详见化工版《机械设计手册》第3卷第17篇第5~8章 |   |

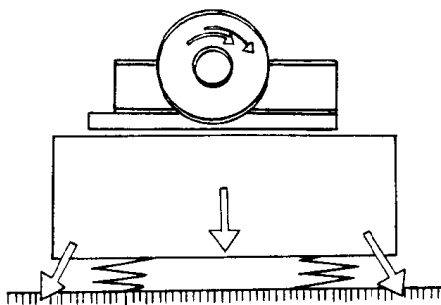


图 2-12-1 积极隔振示意图

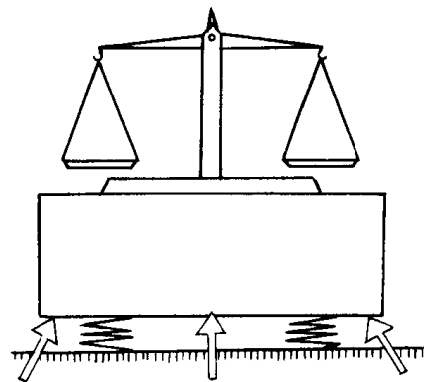


图 2-12-2 消极隔振示意图

减小力激振的传递,常称为第一类隔振(积极隔振),简称为隔力。将运转着的马达、风机、柴油机、