

现代综合机械 设计手册

上

《现代综合机械设计手册》编委会

北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代综合机械设计手册 / 彭荣济编. - 北京: 北京出版社, 1998
ISBN 7-200-02938-6

I. 现… II. 彭… III. 机械设计-手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第06371号

内 容 简 介

本手册内容包括: 机械设计基础(数学、力学、热学、磨擦学、制图、公差、计算机、自动控制、常用数据资料)、常用材料、机械设计总论(设计方法、优化和可靠性设计、CAD、机械结构设计、造型设计、人机工程、噪声控制)、通用机械零部件、常用机构、通用标准传动部件、液压与气动, 以及电气技术(电工基础、电子技术、电机与电器、继电控制、数字控制、可编程序控制器)等, 提供了比较全面的设计资料、设计方法和设计实例, 并力图符合设计现代化和机电一体化的发展趋势。手册中采用了最新的国家标准和其他专业标准。

本手册的内容, 具有实用、先进、综合、精炼等特点, 适于广大机械设计人员。有关专业技术人员和高等院校师生参阅。

现代综合机械设计手册

XIANDAI ZONGHE JIXIE SHEJI SHOUCHE

《现代综合机械设计手册》编委会

*

北京出版社出版
(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100011

北京出版社总发行
新华书店经销
北京市顺义兴顺印刷厂印刷

*

787 × 1092毫米 16开本 190印张 6290000字

1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷

印数 1-2 000

ISBN 7-200-02938-6/T·30

定价(精装、全三册): 340.00元

《现代综合机械设计手册》编委会

主任 彭荣济
副主任 李振清 丁洪生 (兼秘书长)
编委 【按姓氏笔画为序】
丁洪生 毛谦德 田玉顺 陈清 李寿刚 李振清 杨玉泉 赵国珊
焦振学 彭荣济

编写人员

主编 彭荣济
副主编 李振清 丁洪生

第一篇 机械设计基础

本篇主编 李振清
编写人员 周勇、张明(第一章); 戴泽墩(第二章); 蒋维城、臧修亮(第三章); 樊慷成(第四章); 彭荣济、陆思聪(第五章); 叶玉驹(第六章); 李振清、杨梦辰(第七、十章); 任玉田(第八章); 冯淑华(第九章)
参编人员 王国强 李波 郑兴玉 张绍慧

第二篇 材料

本篇主编 陈清
编写人员 陈清(第一、二、四章及其附录); 毛谦德(第三章)
参编人员 石霖 王燕 石慧 陈小卫

第三篇 机械设计总论

本篇主编 毛谦德
编写人员 毛谦德(第一章); 吴兆汉(第二、四章); 彭荣济(第三章); 陈清(第五章); 吴永健(第六、七章); 施彦章(第八章)
参编人员 杨军 赵丽英 道德华

第四篇 通用机械零件

本篇主编 彭荣济
编写人员 李振清(第一、二、十八章部分); 张玉荣(第三、四、十四章); 田悦祥(第五、六章); 周明衡(第七章部分); 王中发(第七章部分、第八、十二、十三章); 毛谦德(第九章); 彭荣济(第十、十一、十五、二十一、二十二

章); 黄祖德 (第十六章); 赵国珊 (第十七、十九章); 杨梦辰 (第十八章部分); 吕秉德 (第二十章)

参编人员 周木兰 彭卫群 包建立 郭红 李红源 臧晔

第五篇 常用机构

本篇主编 杨玉泉

编写人员 杨玉泉 (第一、十一、十三章); 张浴天 (第二章部分、第三、九、十章)
丁洪生 (第二章部分、第四章); 杨志全 (第五、十三、十四章); 张同庄
(第二章部分、第六章); 钱耀东 (第七、八、十五章)

参编人员 丁其生 冯伟 钱江 柴小清 杨征 杨林

第六篇 通用标准传动部件

本篇主编 赵国珊

编写人员 赵国珊 (第一、二、三、四章)

参编人员 赵小东 池秀英 赵一虹

第七篇 液压与气动

本篇主编 李寿刚

编写人员 武传兴 (第一、二章); 陈菊林 (第三、四章); 赵忱 (第五、六章);
林国重 (第七、八章); 李寿刚 (第九章); 徐文灿 (第十、十一、十二章)

参编人员 李志强 何玲 张雯英

第八篇 电气技术

本篇主编 焦振学

编写人员 王宏甫 (第一、三章); 陆士毅 (第二章); 焦振学 (第四、六章); 任玉田
(第五章)

参编人员 王宁 陆以恺 任秋 王瑞英

前 言

随着经济建设的蓬勃发展和科学技术的不断进步，在市场经济逐步建立和竞争机制渐臻形成之际，机械产品也与其他产品一样，必须具有新颖、精巧、先进、美观、可靠、实用以及价廉等特点，以适应市场竞争的需要。然而，在产品的研制生产全过程中，设计工作则是处于先导的位置，从一定意义上说，竞争的胜负取决于设计的优劣。因此，如何提高机械设计的水平和效率，已是举足轻重的矛盾中心、受到了广泛的高度重视。

鉴于上述原因，为满足广大工程技术人员的迫切需要，我们按照先进实用、全面综合、使用便捷、有利于提高设计质量和效率的原则，编写了《现代综合机械设计手册》一书，以供在机械设计的实际工作中参考。本手册的内容，力图体现以下几点：

1. 贯彻现代的设计思想和方法，并考虑到机电一体化和机械设计的综合性。
2. 为创造性地进行机械设计，并使所设计的产品成为具有竞争力的商品等方面，起到应有的辅助作用。
3. 既精选内容，又尽力扩大覆盖面；既以实用为主，又注意到设计全过程所必需的知识 and 资料。
4. 采用新的国家标准、专业标准以及规范、资料和数据。
5. 列有相当数量的设计实例，以供使用时参考。
6. 查阅、使用方便。

本书由北京航空航天大学郭可谦教授主审。参加审阅的有：清华大学王先逵教授（第八篇）；炮兵学院孙肇修教授（第五篇）；曾光桂、王树芝高级工程师（第七篇）；洛阳轴承研究所邢镇寰教授（第四篇第十章）；王远巨副教授（第一篇第九章）。

参加本书描图和抄写工作的有：赵历映、刘俊英、李治强、辛淑南、王贵强、何林、郑行汝、张团英、陈均、彭卫宁等。

在编写本书过程中，得到北京理工大学以及标准化研究所和有关工厂、设计单位的支持和帮助，在此表示深切的谢意。

由于编者水平有限，手册中定有不少缺点和不当之处，恳切希望读者给予批评指正。

编者 1996年9月 北京

总 目 录

上

第一篇 机械设计基础

1. 数学
2. 刚体力学
3. 机械结构强度
4. 热工学理论基础
5. 摩擦学
6. 机械制图
7. 公差配合及表面粗糙度
8. 微型计算机基本原理
9. 自动控制原理
10. 常用数据资料

第二篇 材 料

1. 金属材料
 2. 非金属材料
 3. 材料标准制品
 4. 材料的选用原则
- 附录 中国与其他各国常用金属材料牌号的近似对照表

第三篇 机械设计总论

1. 设计方法
2. 机械最优化设计
3. 机械可靠性设计
4. 计算机辅助设计
5. 机械结构设计
6. 机械产品造型设计
7. 产品设计中的人机工程学
8. 机械噪声控制

中

第四篇 通用机械零件

1. 机械零件的结构要素
2. 螺纹联接及紧固件
3. 焊接
4. 粘接
5. 轴毂联接及销联接
6. 轴
7. 联轴器与离合器
8. 制动器
9. 滑动轴承
10. 滚动轴承
11. 润滑剂与润滑装置
12. 密封与密封件
13. 弹簧
14. 带传动
15. 链传动
16. 齿轮传动
17. 蜗杆传动
18. 螺旋传动
19. 传动装置设计图例
20. 导轨
21. 机座与箱体
22. 操作件

第五篇 常用机构

1. 机构基本概念
2. 典型机构示例
3. 平面机构的运动分析
4. 平面连杆机构
5. 空间连杆机构
6. 凸轮机构
7. 行星与差动轮系
8. 组合机构
9. 槽轮机构
10. 棘轮机构
11. 不完全齿轮机构
12. 分度定位机构
13. 机器人操作手
14. 供料装置及其示例
15. 连杆曲线

下

第六篇 通用标准传动部件

1. 通用标准减速器及其选用
2. 圆柱齿轮减速器
3. 蜗杆减速器
4. 行星齿轮减速器及层线针轮减速器、谐波传动减速器

第七篇 液压与气动

1. 液压基本知识
 2. 液压流体力学基础
 3. 液压系统中的工作介质
 4. 液压泵和液压马达
 5. 液压缸
 6. 液压控制阀
 7. 液压辅件
 8. 液压回路
 9. 液压系统的设计
 10. 气动基本知识
 11. 气动系统的设计
- 附录1 GB/T786.1—93液压气动图形符号 附录2 国产主要气动元件品种规格

第八篇 电气技术

1. 电工技术基础
2. 电机与电器
3. 电子技术
4. 继电控制技术
5. 数字控制技术
6. 可编程控制器(PC)

目 录

第一篇 机械设计基础..... (1)	
第一章 数学..... (1)	
1 代数..... (1)	
1.1 乘法和因式分解公式..... (1)	
1.2 指数运算基本公式..... (1)	
1.3 对数运算基本公式..... (1)	
1.4 数列与简单级数..... (1)	
1.5 排列与组合..... (2)	
1.6 矢量代数..... (3)	
2 平面三角函数..... (3)	
2.1 三角函数的基本关系和公式..... (3)	
2.2 反三角函数基本公式..... (4)	
2.3 三角形..... (4)	
3 常用平面图形计算公式..... (5)	
4 常用空间立体图形计算公式..... (5)	
5 解析几何..... (7)	
5.1 解析几何中的基本计算..... (7)	
5.2 平面图形..... (8)	
5.3 空间图形..... (13)	
6 矩阵、行列式、线性方程组..... (16)	
6.1 矩阵与行列式..... (16)	
6.2 线性方程组..... (20)	
7 导数与微分..... (21)	
7.1 几个基本极限和重要极限..... (21)	
7.2 微分法则..... (21)	
7.3 基本函数的导数表..... (21)	
7.4 简单函数的高阶导数..... (21)	
7.5 多变量函数微分法则..... (22)	
7.6 泰勒公式..... (23)	
7.7 导数与微分的应用..... (23)	
8 积分学..... (24)	
8.1 不定积分..... (24)	
8.2 定积分..... (25)	
8.3 广义积分..... (26)	
8.4 重积分..... (26)	
9 级数..... (27)	
9.1 正项级数判别法..... (27)	
9.2 常用函数的幂级数展开式..... (27)	
10 常微分方程..... (28)	
10.1 一阶微分方程..... (28)	
10.2 常系数线性微分方程..... (28)	
10.3 常系数线性微分方程组..... (30)	
11 积分变换..... (30)	
11.1 拉普拉斯变换..... (30)	
11.2 傅立叶变换..... (30)	
11.3 快速傅立叶变换..... (33)	
12 复变函数..... (35)	
12.1 解析函数..... (35)	
12.2 保角映射..... (35)	
12.3 复变函数的积分..... (36)	
13 场论..... (36)	
13.1 数量场 $U=U(x, y, z)$ 的梯度..... (36)	
13.2 矢量场 \vec{v} 的散度..... (36)	
13.3 矢量场 \vec{v} 的旋度..... (37)	
13.4 势量场与管形场..... (37)	
14 概率论与数理统计..... (37)	
14.1 概率论..... (37)	
14.2 数理统计..... (41)	
15 计算方法..... (47)	
15.1 方程的近似解..... (47)	
15.2 有限差分与差商..... (49)	
15.3 插值法..... (49)	
15.4 导数的近似计算..... (50)	
15.5 数值积分..... (51)	
15.6 常微分方程数值解法..... (52)	
第二章 刚体力学..... (54)	
1 静力学..... (54)	
1.1 基本概念..... (54)	
1.2 刚体上力系的简化..... (56)	
1.3 受力分析..... (64)	
1.4 力系的平衡..... (66)	
2 运动学..... (66)	
2.1 基本概念..... (66)	

2.2	点的运动学	(67)	1.5	气体的热力过程及热力学第一定律	(213)
2.3	点的复合运动	(70)	1.6	气体在喷管中的绝热流动过程	(213)
2.4	刚体的基本运动	(70)	1.7	热力循环及热力学第二定律	(213)
2.5	刚体的平面运动	(76)	2	传热学基础	(215)
2.6	刚体的定点运动	(78)	2.1	基本定义	(215)
2.7	刚体的一般运动	(80)	2.2	热传导过程	(215)
3	动力学	(81)	2.3	对流放热过程	(225)
3.1	质量几何	(81)	2.4	辐射换热过程	(229)
3.2	动力学普遍定理	(84)	第五章	摩擦学	(231)
3.3	刚体动力学微分方程	(84)	1	摩擦表面的性质、形貌与接触	(231)
3.4	达朗伯原理	(84)	1.1	表面性质	(231)
3.5	分析力学基础	(90)	1.2	表面形貌	(232)
3.6	单自由度系统的机械振动	(91)	1.3	粗糙表面的接触	(235)
第三章	机械结构强度	(94)	2	摩擦	(236)
1	杆件的强度和刚度计算	(94)	2.1	摩擦的分类	(236)
1.1	基本概念	(94)	2.2	滑动摩擦	(237)
1.2	杆件的强度和刚度计算公式	(109)	2.3	固体滑动摩擦机理	(237)
1.3	压杆的稳定计算	(117)	2.4	摩擦系数及其影响因素	(238)
1.4	杆件的疲劳强度计算	(127)	2.5	滚动摩擦	(238)
1.5	杆件的动应力强度计算	(133)	2.6	测定摩擦系数的方法	(238)
2	弹塑性力学基础与弹性薄板、壳的计算	(138)	3	磨损	(239)
2.1	弹性力学基础	(138)	3.1	磨损量与磨损过程	(239)
2.2	塑性力学基础	(140)	3.2	磨损类型及其特性	(239)
2.3	弹性薄板	(149)	3.3	磨损机理	(239)
2.4	弹性薄壳	(154)	3.4	磨损的控制原则与可控因素	(242)
2.5	应力强度因子	(172)	4	减摩、耐磨材料及表面耐磨处理	(242)
3	有限单元法	(173)	4.1	减摩材料	(242)
3.1	位移有限单元法基本原理	(173)	4.2	耐磨材料	(245)
3.2	典型单元	(179)	4.3	表面耐磨处理	(245)
3.3	总刚矩阵和总载矢量的形成	(191)	5	润滑	(245)
3.4	大型线性方程组求解	(192)	5.1	润滑的类型	(247)
3.5	弹性结构的动力分析	(193)	5.2	流体润滑	(247)
3.6	典型有限元程序简介	(195)	5.3	弹流润滑	(259)
4	实验应力分析	(196)	5.4	固体润滑	(265)
4.1	电测应力分析技术	(196)	5.5	边界润滑	(268)
4.2	光测应力分析技术	(200)	第六章	机械制图	(271)
第四章	热工学理论基础	(205)	1	一般规定	(271)
1	工程热力学基础	(205)	1.1	图纸幅面	(271)
1.1	基本定义	(205)	1.2	标题栏	(272)
1.2	工质的热力状态及其状态参数	(205)	1.3	明细栏	(272)
1.3	工质的物性参数	(206)			
1.4	混合气体	(209)			

1.4 比例	(272)	值和选用	(353)
1.5 字体	(272)	3.2 表面粗糙度参数的选用	(355)
1.6 图线	(272)	3.3 表面粗糙度符号、代号及其注 法(摘自国标GB/T131—93)	(357)
1.7 剖面符号	(275)	3.4 表面粗糙度与表面光洁度的对 照与转换	(361)
2 图样的简化画法	(276)	第八章 微型计算机基本原理	(363)
3 螺纹及螺纹紧固件画法	(281)	1 微型计算机	(363)
3.1 螺纹的规定画法	(281)	1.1 微型计算机的组成	(364)
3.2 螺纹的标注方法	(281)	1.2 微型计算机的类型	(366)
3.3 螺纹紧固件画法	(282)	2 总线	(366)
4 齿轮画法	(282)	2.1 总线及其分类	(366)
4.1 轮齿部分的画法	(282)	2.2 总线的工作方式与通信方式	(366)
4.2 齿轮、蜗轮、蜗杆啮合画法	(284)	2.3 S-100总线	(367)
5 花键画法	(285)	2.4 IBMPc总线	(368)
5.1 矩形花键的画法及其标注	(285)	2.5 MULTIBUS总线	(371)
5.2 渐开线花键的画法及其标注	(286)	2.6 STD总线	(371)
6 弹簧画法	(287)	3 微型计算机系统的软件	(371)
6.1 螺旋弹簧	(287)	3.1 软件的组成	(373)
6.2 碟形弹簧	(287)	3.2 操作系统	(374)
6.3 平面涡卷弹簧	(287)	第九章 自动控制原理	(376)
6.4 装配图中弹簧的画法	(287)	1 概述	(376)
7 滚动轴承画法	(289)	1.1 反馈与反馈控制	(376)
8 轴测图	(289)	1.2 反馈控制系统的组成与常用术 语	(377)
9 展开图画法	(291)	1.3 反馈控制系统的分类	(378)
9.1 平行线法	(291)	1.4 典型输入信号	(380)
9.2 放射线法	(294)	1.5 对反馈控制系统的基本要求	(380)
9.3 三角形法	(296)	2 数学模型	(380)
10 尺寸注法	(297)	2.1 数学模型的定义	(380)
11 尺寸公差与配合的注法(GB 4458.5—84)	(297)	2.2 微分方程	(380)
第七章 公差与配合、形位公差及表 面粗糙度	(305)	2.3 传递函数	(384)
1 公差与配合	(305)	2.4 频率特性	(385)
1.1 标准公差	(305)	2.5 典型环节的传递函数与频率特 性	(390)
1.2 基本偏差、极限偏差及配合选 用	(305)	2.6 方框图与闭环系统的传递函 数	(390)
1.3 未注公差尺寸的极限偏差	(330)	2.7 系统频率特性线图的绘制	(392)
1.4 公差与配合新旧国标对照	(330)	3 稳定性	(394)
2 形状和位置公差	(333)	3.1 稳定的基本概念及稳定条件	(394)
2.1 形位公差符(代)号	(334)	3.2 稳定判据	(395)
2.2 形位公差的标注方法	(334)	3.3 稳定裕量	(398)
2.3 形位公差等级及公差值	(352)	4 动态性能与稳态性能	(399)
3 表面粗糙度	(353)	4.1 动态性能	(399)
3.1 表面粗糙度评定参数及其系列			

4.2 稳态性能.....	(402)
5 反馈控制系统设计	(404)
5.1 机械结构因素对反馈控制系统的影响.....	(404)
5.2 反馈控制系统设计的一般步骤.....	(405)
5.3 反馈控制系统的特性设计.....	(405)
第十章 常用数据资料.....	(412)
1 常用符号.....	(412)
2 国内、外部分标准代号.....	(412)
3 法定计量单位	(413)
4 常用材料的密度	(413)
5 摩擦系数.....	(413)
6 材料线膨胀系数	(413)
7 松散物料的密度及安息角	(413)
8 机械传动效率的概略值.....	(413)
9 金属材料的比热容和导热系数	(413)
10 常用化学元素名称及符号	(420)
11 常用物理量常数.....	(421)
12 标准尺寸	(421)
13 常用材料弹性模量及泊松比	(423)
14 黑色金属硬度及强度换算参考值	(424)
15 国内外主要检索刊物及检索工具书	(426)
16 国际、国内联机情报检索	(427)
本篇参考文献	(428)
第二篇 材料	(431)
第一章 金属材料	(433)
1 黑色金属材料.....	(433)
1.1 钢铁产品的分类及牌号表示方法.....	(433)
1.2 钢.....	(440)
1.3 铸铁.....	(486)
2 有色金属材料	(494)
2.1 有色金属材料的分类和牌号表示方法.....	(494)
2.2 铜及铜合金.....	(499)
2.3 铝及铝合金.....	(518)
2.4 钛及钛合金.....	(541)
2.5 镍及镍合金.....	(543)
2.6 铸造轴承合金.....	(545)

3 粉末冶金材料.....	(546)
3.1 粉末冶金材料的分类及牌号表示方法.....	(546)
3.2 粉末冶金结构材料.....	(548)
3.3 粉末冶金减摩材料.....	(550)
3.4 粉末冶金摩擦材料.....	(553)
3.5 粉末冶金过滤材料.....	(554)
3.6 粉末冶金工具材料.....	(555)
第二章 非金属材料.....	(560)
1 塑料	(560)
1.1 塑料的组成与分类.....	(560)
1.2 常用塑料的品种、特点和用途.....	(562)
1.3 常用塑料各种性能简介.....	(568)
1.4 塑料的选用.....	(590)
2 橡胶	(592)
2.1 橡胶的组成和分类.....	(592)
2.2 常用橡胶的品种、特点和用途.....	(595)
2.3 常用橡胶的各种性能.....	(597)
2.4 橡胶的选用.....	(600)
3 陶瓷	(601)
3.1 耐酸陶瓷.....	(601)
3.2 高温、高强度、耐磨、耐腐蚀陶瓷.....	(601)
3.3 透明瓷.....	(601)
4 复合材料.....	(605)
4.1 复合材料的分类.....	(606)
4.2 各种增强纤维的主要性能.....	(607)
4.3 偶联剂.....	(614)
4.4 纤维增强复合材料.....	(614)
第三章 材料的标准制品	(619)
1 钢铁材料标准制品	(619)
1.1 型钢.....	(619)
1.2 钢板、钢带、扁钢.....	(637)
1.3 钢管.....	(645)
1.4 钢丝.....	(647)
2 有色金属标准制品	(651)
2.1 有色金属棒材.....	(651)
2.2 有色金属板材和带材.....	(656)
2.3 有色金属管材.....	(656)
2.4 有色金属线材.....	(656)
3 非金属标准制品	(662)
第四章 材料的选用原则	(672)

1 选用材料的基本概念	(672)	应用	(716)
2 材料的强度	(673)	5.2 振动系统的模态分析	(719)
2.1 金属材料的强度	(673)	第二章 机械最优化设计	(722)
2.2 工程塑料的强度	(673)	1 最优化设计的基本概念	(722)
2.3 纤维强化复合材料强度	(674)	2 最优化设计的数学模型	(725)
2.4 以材料的静强度为选材的根据	(675)	2.1 确定设计变量	(725)
3 材料的韧性	(675)	2.2 构造目标函数	(725)
4 材料的刚度	(676)	2.3 确定约束条件	(726)
5 材料的疲劳强度	(677)	2.4 数学模型的表达式	(726)
6 材料的使用温度	(678)	3 常用的最优化方法	(726)
7 材料的腐蚀过程	(678)	3.1 一维最优化方法	(727)
7.1 腐蚀的基本概念	(678)	3.2 多变量无约束最优化方法	(727)
7.2 异种金属系统的腐蚀	(679)	3.3 多变量约束最优化方法	(727)
7.3 金属显微组织的影响	(679)	4 最优化设计的解算	(727)
7.4 抗蚀材料的选用	(679)	4.1 解算的一般流程	(727)
8 选材与制造加工方法间的关系	(679)	4.2 迭代过程与迭代格式	(727)
9 选材方案的评价	(680)	4.3 常用的迭代过程终止准则	(728)
附录 中国与其他各国常用金属材料		4.4 全局最优解和局部最优解	(729)
牌号的近似对照表	(680)	第三章 机械可靠性设计	(729)
本篇参考文献	(705)	1 可靠性特征量	(729)
第三篇 机械设计总论	(706)	1.1 可靠度 $R(t)$ 和失效概率 $F(t)$	(729)
第一章 设计方法	(706)	1.2 失效率 $\lambda(t)$	(729)
1 设计方法学	(706)	1.3 寿命指标	(730)
1.1 设计	(706)	1.4 维修度 $M(t)$	(730)
1.2 设计的种类	(706)	1.5 有效度 $A(t)$	(730)
1.3 现代设计方法	(706)	2 常用分布函数	(730)
1.4 设计的工作阶段	(706)	3 机械零件的可靠性设计	(734)
1.5 设计中解决问题的逻辑步骤	(707)	4 机械系统的可靠性设计	(736)
2 系统化设计	(709)	4.1 可靠性预测	(736)
2.1 技术系统	(709)	4.2 可靠性分配	(736)
2.2 系统的输入和输出	(709)	第四章 计算机辅助设计	(739)
2.3 功能分析	(709)	1 计算机辅助设计的基本概念	(739)
2.4 设计原理方案求解	(709)	2 CAD系统的组成	(739)
3 创造性方法	(710)	2.1 CAD硬件系统	(739)
3.1 创造性思维	(710)	2.2 CAD软件系统	(742)
3.2 创造性技法	(711)	3 CAD系统的类型	(742)
4 评价和决策	(712)	4 CAD技术的发展趋势	(744)
4.1 评价目标	(712)	第五章 机械结构设计	(746)
4.2 评价方法	(712)	1 机械结构设计准则	(746)
4.3 技术——经济评价法	(714)	2 考虑强度和刚度的合理设计	(746)
5 设计中的模型化方法	(715)	2.1 考虑静强度的合理设计	(746)
5.1 相似理论及其在模化设计中的		2.2 考虑疲劳强度的合理设计	(746)

2.4 考虑刚度的合理设计.....	(746)	1.2 手工具的设计.....	(854)
3 考虑工艺的合理设计.....	(747)	2 座椅设计的人机工程.....	(858)
3.1 考虑铸件工艺的合理设计.....	(760)	2.1 坐姿理论.....	(858)
3.2 考虑锻件工艺的合理设计.....	(779)	2.2 座椅设计.....	(860)
3.3 考虑冲压件工艺的合理设计.....	(793)	3 显示—控制系统的设计原则.....	(861)
3.4 考虑塑料件及粉末冶金件工艺的合理设计.....	(794)	3.1 控制及控制器的设计与选择.....	(861)
3.5 考虑切削件机械加工工艺的合理设计.....	(811)	3.2 显示器的设计与选择.....	(866)
4 考虑装配的合理设计.....	(811)	3.3 仪表盘的布置.....	(866)
5 考虑腐蚀的合理设计.....	(834)	3.4 显控装置的面板布置.....	(868)
5.1 腐蚀种类、原因和可采取的设计措施.....	(834)	4 人机工程学实用举例——汽车设计中的人机工程.....	(870)
5.2 考虑腐蚀合理设计的准则.....	(834)	4.1 汽车设计的人机工程.....	(870)
第六章 机械产品造型设计.....	(839)	4.2 操纵系统.....	(872)
1 工业产品造型设计的原则和过程.....	(839)	4.3 视野.....	(873)
1.1 工业产品造型设计的概念.....	(839)	4.4 座椅.....	(875)
1.2 设计思想和设计原则.....	(839)	4.5 照明.....	(875)
1.3 产品造型设计的过程.....	(839)	第八章 机械噪声控制.....	(876)
2 产品造型设计的美学法则.....	(840)	1 声学基础知识.....	(876)
2.1 比例与尺度.....	(840)	1.1 声波的传播.....	(876)
2.2 均衡与稳定.....	(840)	1.2 声波方程与声速公式.....	(877)
2.3 统一与变化.....	(843)	1.3 声学量与级.....	(878)
2.4 节奏与韵律.....	(849)	1.4 噪声级的计算.....	(878)
3 工业产品色彩设计.....	(851)	1.5 等响曲线、响度级与响度.....	(879)
3.1 色彩的基本性质.....	(851)	1.6 计权网络、A声级、等效连续声级.....	(880)
3.2 色彩的情感及其功能.....	(852)	1.7 噪声频谱与频谱分析.....	(880)
3.3 工业产品色彩设计的基本原则和方法.....	(852)	1.8 噪声评价曲线-N曲线.....	(881)
第七章 产品设计中的人机工程学.....	(854)	2 机械噪声及其控制途径.....	(881)
1 手工具设计的人机工程.....	(854)	2.1 机械噪声源及其基本控制方法.....	(881)
1.1 手的构造与功能.....	(854)	2.2 吸声.....	(882)
		2.3 隔声.....	(887)
		2.4 隔振.....	(895)
		2.5 消声.....	(896)
		本篇参考文献.....	(898)

第二篇 材 料

材料机械性能、物理性能的常用代号见表2.1-1。

表 2.1-1 材料机械性能、物理性能的常用代号和单位

代 号	名 称	单 位	说 明
σ_s	屈服点	Pa	材料试样在拉伸过程中, 负荷不增加或开始有所降低而变形继续发生的最小应力
$\sigma_{0.2}$	屈服强度	(N/m ²)	材料试样在拉伸过程中, 永久变形为原长的“规定数值”时的应力, 称为屈服强度。一般“规定数值”为拉伸试样原长的0.2%, 故以 $\sigma_{0.2}$ 表示
σ_b σ_{bc} σ_{bb}	抗拉强度 抗压强度 抗弯强度	Pa (N/m ²)	材料试样受拉力时, 在拉断前所承受的最大应力 材料试样受压力时, 在压坏前所承受的最大应力 材料试样受弯曲力时, 在破坏前所承受的最大应力
σ_e	弹性极限	Pa (N/m ²)	材料能保持弹性变形的最大应力。真实的弹性极限难以测定, 实际规定按永久变形为原长的0.005%时的应力值表示
δ δ_5 δ_{10}	伸长率(延伸率)	%	材料试样被拉断后, 标距长度的增加量与原标距长度之百分比 试样的标距等于5倍直径时的伸长率 试样的标距等于10倍直径时的伸长率
ψ	断面收缩率	%	材料试样在拉断后, 其断裂处横截面积的缩减量与原横截面积的百分比
A_K	冲击功	J	材料的冲击试样受冲击负荷折断时, 所消耗的冲击功
a_K	冲击值 (冲击韧性)	(J/m ²)	材料的冲击试样受冲击负荷折断时, 试样刻槽处单位横截面上所消耗的冲击功
σ_{-1}	疲劳极限	Pa (N/m ²)	材料试样在对称弯曲应力作用下, 经受一定的应力循环数 N 而仍不发生断裂时所能承受的最大应力。对钢来说, 如应力循环数 N 达 $10^6 \sim 10^7$ 次仍不发生疲劳断裂时, 则可认为随循环次数的增加, 将不再发生疲劳断裂。因此常采用 $N = (0.5 \sim 1) \times 10^7$ 为基数, 确定钢的疲劳极限
$\delta_1/10^4$ $\delta_1/10^5$ $\delta_{0.2}/200$	蠕变极限	Pa (N/m ²)	在一定的温度(通常在高温下)和恒定载荷作用下, 材料在规定的时间内(使用期间)内的蠕变变形量或蠕变速度不超过某一规定值的最大应力。符号右下角的分数中, 分子表示规定的变形量的百分数, 分母表示产生该变形量所经历的时间(小时)。 $\delta_1/10^4$ 表示在10000小时产生1%变形量的应力, 有时在符号的右上角标明试验温度, 如 σ_{270}^{600} 表示在600℃时在10000小时内产生2%变形量的应力
DVM	蠕变极限	Pa (N/m ²)	加载后观测25~35小时, 可允许的伸长速度为 $10 \times 10^{-4}\%$ /小时的应力

续表

代 号	名 称	单 位	说 明
$\delta_b/10^4$ $\delta_b/10^5$ $\delta_b/200$	持久极限	Pa (N/m ²)	在一定的温度(通常在高温)下,材料在恒定载荷作用时,在一定时间(使用期间)内材料破坏时的应力 符号右下角的分数中分母表示时间(小时),有时在符号的右上角标明试验温度, $\sigma_{b/100}^{700}$ 表示在试验温度为700℃时,持久时间为100小时的应力
HBS HBW	布氏硬度 GB231—84	MPa或 kgf/mm ²	材料抵抗硬物压入表面的能力,称作硬度 布氏硬度HBS是用淬硬钢球压入金属表面,测定硬度小于等于450HBS, HBW是用硬质合金球测定硬度小于等于650HBW。(本篇中,布氏硬度若无特殊标明,即为HBS,单位为kgf/mm ²)
HRC(C级) HRA(A级) HRB(B级)	洛氏硬度 GB/T230—91	无量纲	
HV	维氏硬度 GB4340—84	MPa或 kgf/mm ²	维氏硬度只适用于测定很薄(0.3~0.5mm)的金属材料,或厚度为0.03~0.05mm的零件表面硬化层的硬度
HSC(目测) HSD(指示) HK	肖氏硬度 GB4341—84 奴氏硬度	h	肖氏硬度乃表示一定重量(2.5g)的钢球或金刚石球自一定的高度(一般为254mm)落下,撞击材料后回弹的高度h
K_{Ic} K_{0}	平面应变断裂 韧 性 条件断裂韧性	MPa·√m 或 kgf/mm ^{3/2}	断裂韧性是强度和塑性的综合指标,是衡量金属材料在裂纹存在的情况下,抵抗脆性断裂能力的指标。主要适用于高强度材料 (本篇中,断裂韧性单位若无特殊标明,即为kgf/mm ^{3/2})
ρ	密 度	g/cm ³	材料单位体积的质量
c	比 热 容	J/(kg·K)	单位质量的物质,在温度升高1℃时吸收的热量,或者温度降低1℃时所放出的热量,叫做这种物质的比热容
α_t	线胀系数	1/K	金属温度每升高1℃所增加的长度与原来长度的比值,称做线膨胀系数,简称线胀系数
λ	热 导 率 (导热系数)	W/(m·K)	维持单位温度梯度(即温度差)时,在单位时间(t)内,流经物体单位横截面积A的热量Q,称为这种材料的导热系数或热导率
ρ	电 阻 率	$\mu\Omega \cdot m$	$\rho = \text{导体电阻}(\Omega) \frac{\text{导体横截面积}A(\text{mm}^2)}{\text{导体长度}l(\text{m})}$ 是衡量材料在常温(20℃)下电阻值大小的性能指标
γ	电 导 率	s/m ($1\text{s}=1\Omega^{-1}$)	$\gamma = \frac{1}{\rho}$,表示导电能力的性能指标,在数值上它等于导体维持单位电位梯度(即电位差)时,流过单位面积的电流
α	电阻温度系数	1/℃	$\alpha = \frac{R_t(\Omega) - R_0(\Omega)}{R_0(\Omega)t(^\circ\text{C})}$,电阻随温度而变化的比例常数称做电阻温度系数

注:①可以使用SI单位的倍数单位,以使数值处于合适的范围。

第一章金属材料

1 黑色金属材料

1.1 钢铁产品的分类及牌号表示方法

钢和铁的分类见表2.1-2、2.1-3, 钢铁牌号表示方法见表2.1-4、2.1-5。

表 2.1-2 钢 的 分 类

按化学成分分类	非合金钢、低合金钢合金钢	低合金钢各自合金元素含量的界限值应符合GB/T13304—91的规定
按质量等级分类	普通质量 优质、特殊质量	合金钢无普通质量等级。不规定热处理；S、P含量最高值 $\geq 0.045\%$ 等
按主要性能及使用特性分类	非合金钢	<p>以规定最高强度(或硬度)为主要特性。例如冷成型用薄钢板；供镀锡、镀锌、镀铝板带以及不经热处理的冷顶锻和冷挤压用钢等</p> <p>以规定最低强度为主要特性。例如碳素结构钢；优质碳素结构钢；保证淬透性钢；造船、压力容器、汽车、铁道、管道等用的结构钢以及工程结构用铸造碳素钢等</p> <p>以限制碳含量为主要特性(但易切削钢及工具钢所包括的钢除外)。例如线材；调质用钢以及表面硬化钢等。</p> <p>易切削钢。例如易切削结构钢(其中Y45Mn除外)等。</p> <p>工具钢。例如碳素工具钢及碳素中空钢等</p> <p>专门规定磁性或电性能的钢。例如有规定导电性能的电工钢及有规定磁性能的软磁材料等</p> <p>其他。例如原料纯铁等</p>
	低合金钢	包括可焊接的低合金高强度结构钢、低合金耐候钢、低合金钢筋钢、铁道用低合金钢、矿用低合金钢以及其他等
	合金钢	<p>工程结构用合金钢。包括一般工程结构用钢；合金钢筋钢；压力容器用钢；地质石油钻探用钢；高锰耐磨钢等</p> <p>机械结构用合金钢(不包括不锈、耐蚀和耐热钢以及轴承钢)。包括调质处理、表面硬化、冷塑性成型(冷顶锻、冷挤压)合金结构钢；合金弹簧钢等</p> <p>不锈、耐蚀和耐热钢。包括不锈钢、耐酸钢、抗氧化钢和热强钢等，按其金相组织可分为马氏体型钢、铁素体型钢、奥氏体型钢、奥氏体—铁素体型钢、沉淀硬化型钢等</p> <p>工具钢。有合金工具钢，分为量具刀具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具钢、热作模具钢、无磁模具钢、塑料模具钢等，以及高速工具钢。分为钨钼系及钨系高速工具钢和钴系高速工具钢等</p> <p>轴承钢。包括高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈轴承钢、高温轴承钢及无磁轴承钢等</p> <p>特殊物理性能钢。包括软磁钢、永磁钢及高电阻钢和合金等</p> <p>其他。如铁道用合金钢等</p>

以上是按照GB/T13304—91规定进行的钢的分类。习惯上还有按照冶炼方法及制造方法分类等方式

按冶炼方法分类	按炉别分	转炉钢	空气转炉钢(贝氏炉钢、托马斯炉钢)、氧气转炉钢
		平炉钢	碱性平炉钢、酸性平炉钢

续表

按冶炼方法分类	按炉别分	电炉钢	电弧炉钢、特种冶炼法钢(电渣炉钢、感应炉钢、真空感应炉钢、真空自耗炉钢、电子束炉钢等)
	按脱氧程度和钢锭结构分		沸腾钢、镇静钢、半镇静钢
按制造方法分类	铸 钢		按化学成分分类有铸造碳钢、铸造合金钢; 按用途分类有铸造结构钢、铸造特殊钢、铸造工具钢
	锻 钢 热 轧 钢 冷 轧 钢 冷 拔 钢		

表 2.1-3 铸 铁 的 分 类

按化学成分分类	普通铸铁、合金铸铁
按断面颜色分类	灰口铸铁、白口铸铁、麻口铸铁
按生产方法和组织性能分类	普通灰铸铁、孕育铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、特殊性能铸铁(如耐磨、耐热、耐蚀等)。其中多数属于合金铸铁

表 2.1-4 钢铁产品名称、用途、特性和工艺方法命名符号 (摘自GB 221—79)

名 称	采用的汉字及其汉语拼音		采用符号	位置	名 称	采用的汉字及其汉语拼音		采用符号	位置
	汉字	汉语拼音				汉字	汉语拼音		
碱性平炉炼钢用生铁①	平	PING	P	牌号头	汽车大梁用钢	梁	LIANG	L	牌号尾
顶吹氧气转炉炼钢用生铁①	顶	DING	D	牌号头	矿用钢	矿	KUANG	K	牌号尾
碱性空气转炉炼钢用生铁①	碱	JIAN	J	牌号头	压力容器用钢	容	RONG	R	牌号尾
铸造用生铁	铸	ZHU	Z	牌号头	多层式高压容器用钢	高层	GAO CENG	gC	牌号尾
冷铸车轮用生铁	冷	LENG	L	牌号头	桥梁钢	桥	QIAO	q	牌号尾
球墨铸铁用生铁	球	QIU	Q	牌号头	锅炉钢	锅	GUO	g	牌号尾
金属锰、金属铬	金	JIN	J	牌号头	耐蚀合金	耐蚀	NAI SHI	NS	牌号头
氧化钼块	氧	YANG	Y	牌号头	精密合金	精	JING	J	牌号头
易切削钢	易	YI	Y	牌号头	变形高温合金	高合	GAO HE	GH	牌号头
电工用热轧硅钢	电热	DIAN RE	DR	牌号头	铸造高温合金	铸钢	ZHU GANG	ZG	牌号头
电工用冷轧无取向硅钢	电无	DIAN WU	DW	牌号头	铸钢	铸钢	ZHU GANG	ZG	牌号头
电工用冷轧取向硅钢	电取	DIAN QU	DQ	牌号头	轧辊用铸钢	铸辊	ZHU GUN	ZU	牌号头
电工用纯铁	电铁	DIAN TIE	DT	牌号头	灰铸铁	灰铁	HUI TIE	HT	牌号头
碳素工具钢	碳	TAN	T	牌号头	球墨铸铁	球铁	QIU TIE	QT	牌号头
滚珠轴承钢	滚	GUN	G	牌号头	可锻铸铁	可铁	KE TIE	KT	牌号头
焊控用钢	焊	HAN	H	牌号头	耐热铸铁	热铁	RE TIE	RT	牌号头
钢轨钢	轨	GUI	U	牌号头	粉末及粉末材料	粉	FEN	F	牌号头
柳螺钢	柳螺	MAOLUO	ML	牌号头	沸腾钢	沸	FEI	F	牌号尾
锚链钢	锚	MAO	M	牌号头	半镇静钢	半	BAN	b	牌号尾
地质钻探钢管用钢	地质	DI ZHI	DZ	牌号头	高级	高	GAO	A	牌号尾
船用钢	船	CHUAN	C	牌号尾	特级	特	TE	E	牌号尾
					超级	超	CHAO	C	牌号尾

注: ① 按照GB717—82《炼钢用生铁》的规定, 炼钢用生铁均统一采用汉语拼音字母“L”为命名符号。

表 2.1-5 钢铁产品牌号表示方法及举例 (部分摘自GB 221—79)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明	备注														
生 铁 及 铁 合 金																	
生铁 炼钢用生铁 铸造用生铁 球墨铸铁用生铁	L08 Z30 Q10	根据生铁中平均含硅量(以千分之几计)表示。例如含硅量为2.75~3.25%的铸造生铁,其牌号表示为“Z30”	炼钢用生铁的 牌号表示方法摘自 GB 717—82														
铁合金 钨铁 锰铁 钛铁 金属铬 电解金属锰	FeW75 FeMn65C7.0 FeTi30—A JCr99—B DJMn99.7	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>拼音 符号</td> <td>元素 代号</td> <td>元素代号及 含量</td> <td>元素代号及含量 (或组别)</td> </tr> <tr> <td>G(高炉法) D(电解法) ZK(真空法) J(纯金属) Y(氧化物)</td> <td>表示铁合金产品工艺和产品特性</td> <td>表示主元素(或化合物)及其百分含量</td> <td>表示含铁元素铁合金产品,以Fe表示 或者是组别符号“A” 或者是组别符号“—B”</td> </tr> </table> <p>注:如无必要可省略相应部分。含有一定铁量的铁合金产品,牌号中必须有“Fe”的符号。</p>	拼音 符号	元素 代号	元素代号及 含量	元素代号及含量 (或组别)	G(高炉法) D(电解法) ZK(真空法) J(纯金属) Y(氧化物)	表示铁合金产品工艺和产品特性	表示主元素(或化合物)及其百分含量	表示含铁元素铁合金产品,以Fe表示 或者是组别符号“A” 或者是组别符号“—B”	摘自 GB 7738—87						
拼音 符号	元素 代号	元素代号及 含量	元素代号及含量 (或组别)														
G(高炉法) D(电解法) ZK(真空法) J(纯金属) Y(氧化物)	表示铁合金产品工艺和产品特性	表示主元素(或化合物)及其百分含量	表示含铁元素铁合金产品,以Fe表示 或者是组别符号“A” 或者是组别符号“—B”														
变 形 钢 及 合 金																	
碳素结构钢	Q215—A·F, Q235—B·b, Q235—D, Q275	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Q</td> <td>数字</td> <td>符号</td> <td>符号</td> </tr> <tr> <td>表示屈服点</td> <td></td> <td>脱氧方法</td> <td>质量等级</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="2">屈服强度(MPa)</td> </tr> </table> <p>Q215—A·F 表示屈服强度为215MPa、A级质量的沸腾钢 Q235—B·b 表示屈服强度为235MPa、B级质量的半镇静钢 Q235—D 表示屈服强度为235MPa、D级质量的特殊镇静钢(TZ) Q275 表示屈服强度为275MPa的镇静钢(Z) 镇静钢和特殊镇静钢的符号,按规定予以省略</p>	Q	数字	符号	符号	表示屈服点		脱氧方法	质量等级			屈服强度(MPa)		摘自 GB 700—88 质量等级见表 2.1-7		
Q	数字	符号	符号														
表示屈服点		脱氧方法	质量等级														
		屈服强度(MPa)															
优质碳素结构钢 普通含锰量优质 碳素结构钢 较高含锰量优质 碳素结构钢 锅炉用优质碳素 结构钢 专门用途的优质 碳素结构钢	08F; 45; 20b 40Mn; 70Mn 20g ML25 (牌号头部加代 表该钢用途的符 号,例如ML表示 冷镦钢)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>表示平均含碳量的万分之几</td> </tr> <tr> <td></td> <td>表示脱氧方法或化学元素符号</td> </tr> <tr> <td>08 F</td> <td>表示平均含碳量为0.08%的沸腾钢</td> </tr> <tr> <td>40 Mn</td> <td>表示平均含碳量为0.4%,含锰量较高(0.70~1.00%)的镇静钢</td> </tr> <tr> <td>20 b</td> <td>表示平均含碳量为0.2%的半镇静钢</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>表示平均含碳量为0.45%的镇静钢</td> </tr> <tr> <td>20 g</td> <td>表示平均含碳量为0.2%锅炉用镇静钢</td> </tr> </table>		表示平均含碳量的万分之几		表示脱氧方法或化学元素符号	08 F	表示平均含碳量为0.08%的沸腾钢	40 Mn	表示平均含碳量为0.4%,含锰量较高(0.70~1.00%)的镇静钢	20 b	表示平均含碳量为0.2%的半镇静钢	45	表示平均含碳量为0.45%的镇静钢	20 g	表示平均含碳量为0.2%锅炉用镇静钢	
	表示平均含碳量的万分之几																
	表示脱氧方法或化学元素符号																
08 F	表示平均含碳量为0.08%的沸腾钢																
40 Mn	表示平均含碳量为0.4%,含锰量较高(0.70~1.00%)的镇静钢																
20 b	表示平均含碳量为0.2%的半镇静钢																
45	表示平均含碳量为0.45%的镇静钢																
20 g	表示平均含碳量为0.2%锅炉用镇静钢																