



Jixie Sheji Jichu



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械设计基础 (第2版)

主 编 ▲ 林承全

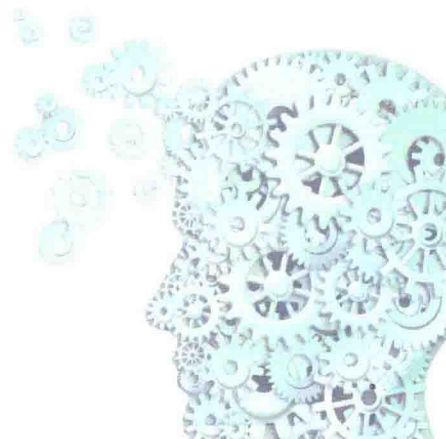
副主编 ▲ 闫瑞涛 邹凤珍 左大利

主 审 ▲ 陈 璧



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>





工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械设计基础 (第2版)

Jixie Sheji Jichu

- ▲主 编 林承全
- ▲副主编 闫瑞涛 邹凤珍 左大利
- ▲主 审 陈 璧



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉



内 容 简 介

本书按照课程改革新体系编写,含工程力学、机械原理和机械设计全部内容,打破了旧的课程界限和学科体系,精选内容,精心编排,构建了实用性和应用型机械设计基础(含工程力学)的教材新体系。大量减少了各科课程及其章节之间的重复,缩减了教学时数。

本书可作为高等职业学院、高等专科学校、成人院校及本科院校主办的二级职业技术学院和民办高校机械及机电类专业机械设计基础课程的教材,也可作为模具、数控、汽车等专业的函授生和工程技术人员自学教材。

本书由于对内容深度和广度进行了适当扩展,也可供本科院校相关专业的师生和相关工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/林承全主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2016.1

ISBN 978-7-5680-1240-9

I. ①机… II. ①林… III. ①机械设计-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 229390 号

机械设计基础(第2版)

Jixie Sheji Jichu

林承全 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张毅

封面设计:原色设计

责任校对:刘竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录排:武汉正风天下文化发展有限公司

印刷:武汉市籍缘印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.5

字数:484千字

版次:2008年8月第1版 2016年1月第2版第1次印刷

定价:37.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

本书是根据教育部制定的高职高专教育机械设计基础课程教学的基本要求,结合多所院校多年的教改经验编写而成的。主要适用于模具、数控、汽车、机电一体化等机械类、近机械类各专业两年制和三年制学生的教学,参考学时数为100~150学时。

本书主要特色如下。

1. 教材体系新

第一,本书摒弃了传统的机械设计传统体系,现在仅仅设置13个项目。打破了旧的课程界限和学科体系,精选内容,精心编排,构建了实用性和应用型机械设计基础(含工程力学)的教材新体系。大量减少了各科课程及其章节之间的重复,缩减了教学时数。

第二,项目1~项目5可提供大学一年级新生第一学期使用,项目6~项目13可供第二学期使用。其内容按照机械的受力分析、承载能力、组成结构、工作原理分析、零件设计等顺序进行编排,这种编排体系与机械设计的一般程序是一致的,可以使学生在学习本书的过程中自觉地了解 and 掌握机械设计的一般过程。

第三,本书既有理论性又有实践性。根据机电一体化的发展趋势,本书重点介绍实际工程中各种典型零部件受力分析与承载能力计算,减少理论性分析,所举实例均为模具、汽车传动机构中的受力及强度计算;以实践性为目标来编排机械的组成和工作原理,介绍各种常用机械传动的基本知识及设计方法。

2. 内容整合力度大

本书将原理论力学中的静力学知识按照基本概念、基本定理、平面力系、空间力系这一由浅入深的顺序整合在一起,将原材料力学中的四种基本变形及组合变形整合在一起,将原机械原理中的齿轮机构、轮系与原机械设计中的齿轮传动和蜗杆传动等重新整合在一起,增强了教学体系的完整性,大大节省了教学课时,符合高职高专的教学特点。

3. 实践性较强

对基本理论,本书遵循“必须、实用、够用为度”、“少而精”、“浅而广”和“掌握概念、强化应用”的原则,对各种公式不作详细推导,例题、思考题与习题的编写突出实践和实训的应用性,且所举例题均为今后专业课中会运用到的工程实例。

4. 采用了最新的国家标准和出版规范

本书采用了最新的国家标准和出版规范。书后附录中包括了材料力学性能、部分钢材型号、机械设计大作业及其课程设计的实用资料,极大地方便了师生教学。

为了满足不同层次的教学要求,本书配有《机械设计基础学习与实训指导》(林承全主编)已由华中科技大学出版社出版,可提供教师和学生选用。

本书由林承全担任主编,由闫瑞涛、邹凤珍、左大利担任副主编,由陈璧教授主审,审稿专家对本书提出了很多宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中,得到了华中科技大学出版社的大力支持与帮助,也参考了国内外先进教材的设计经验,在此深表谢意。

本书是一部教改力度比较大的教材,一定存在不足之处。加之编者水平有限,书中疏漏和欠妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

本书编者的联系方式为 E-mail:linchengquan@msn.com。

编 者

2015.12

项目 1 机械设计基础概论	1
任务 1 机械的概念	1
任务 2 机械设计的基本要求和一般程序	2
任务 3 机械设计的常用材料与性能	5
任务 4 本课程的内容、任务和性质	9
任务 5 本课程的学习方法	10
思考题与习题	11
项目 2 静力学分析	12
任务 1 静力学基本概念和静力学公理	12
任务 2 约束和约束反力	15
任务 3 物体的受力分析和受力图	19
任务 4 平面汇交力系的简化与平衡方程	21
任务 5 合力矩定理和力偶	24
任务 6 平面一般力系的简化与平衡方程	28
任务 7 空间力系	36
任务 8 重心及其计算	40
思考题与习题	42
项目 3 承载能力分析	47
任务 1 承载能力分析基本知识	47
任务 2 轴向拉伸或压缩时的内力	50
任务 3 剪切与挤压	60
任务 4 扭转	63
任务 5 平面弯曲	70
任务 6 梁的变形与刚度计算	84
任务 7 弯曲与扭转的组合变形	88
思考题与习题	91
项目 4 平面机构的组成	96
任务 1 机构的组成要素	96
任务 2 平面机构运动简图的绘制	98
任务 3 平面机构的自由度	102
思考题与习题	105

项目 5 平面连杆机构	107
任务 1 四杆机构的形式	107
任务 2 平面四杆机构的基本特性	111
任务 3 图解法设计平面四杆机构	113
思考题与习题	115
项目 6 凸轮机构	117
任务 1 凸轮机构的应用及分类	117
任务 2 凸轮机构的工作原理和从动件的运动规律	119
任务 3 凸轮轮廓设计	123
任务 4 压力角、基圆半径和滚子半径	127
任务 5 凸轮机构的结构设计	129
思考题与习题	133
项目 7 其他常用机构	134
任务 1 棘轮机构	134
任务 2 槽轮机构	137
任务 3 不完全齿轮机构	138
思考题与习题	139
项目 8 齿轮、蜗杆和轮系	140
任务 1 齿轮传动与渐开线	140
任务 2 渐开线标准直齿圆柱齿轮	143
任务 3 渐开线齿轮齿廓的切削加工	147
任务 4 斜齿圆柱齿轮传动	151
任务 5 直齿圆锥齿轮传动	155
任务 6 蜗杆传动	158
任务 7 轮系及其计算	165
任务 8 圆柱齿轮强度与结构设计	173
思考题与习题	187
项目 9 连接	190
任务 1 螺纹连接	190
任务 2 轴毂连接	196
思考题与习题	199
项目 10 带传动和链传动	200
任务 1 带传动	200
任务 2 链传动	213
思考题与习题	222
项目 11 轴承	223
任务 1 滚动轴承	223
任务 2 滑动轴承	241

思考题与习题	246
项目 12 轴	248
任务 1 轴的类型、材料及设计内容	248
任务 2 轴的基本直径估算	251
任务 3 轴的结构设计	252
任务 4 轴的强度校核	258
任务 5 轴的刚度校核	264
思考题与习题	265
项目 13 联轴器、离合器和弹簧	266
任务 1 联轴器	266
任务 2 常用离合器	271
任务 3 弹簧	273
思考题与习题	277
附录 A 部分型钢表	278
附录 B 机械设计基础课程设计指导	281
附录 C 机械设计基础课程设计任务书	286
参考文献	288

任务 1 机械的概念

一、机械的组成

人类在长期的生产实践中,为了减轻劳动强度、改善劳动条件、提高劳动效率,创造并发展了机械,如汽车、机床等。机械的种类繁多,形式各不相同,但却有一些共同的特征,就其组成而言,一部完整的机械主要有如图 1.1 所示的四个部分。

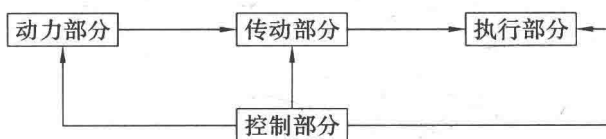


图 1.1 机械的组成

1. 动力部分

动力部分是机械的动力来源,如电动机、内燃机等,其作用是把其他形式的能量转变为机械能,以驱动机械运动并做功。

2. 执行部分

执行部分是直接完成机械预定功能的部分,如机床的主轴和刀架、起重机的吊钩等。

3. 传动部分

传动部分是将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节,它可以改变运动速度、转换运动形式,以满足执行部分的各种要求,如减速器将高速转动变为低速转动、螺旋机构将旋转运动转换成直线运动等。

4. 控制部分

控制部分是用来控制机械的其他部分,它使操作者能随时实现或停止各项功能,如机器的启停、运动速度和方向的改变等,这一部分通常包括机械控制系统和电子控制系统。

机械的组成不是一成不变的,一些简单机械不一定完整具有上述四个部分,有的甚至只有动力部分和执行部分,如水泵、砂轮机等;而一些较复杂的机械,除了具有上述四个部分外,还有润滑装置、照明装置等。

二、机器和机构

在现代机械中,传动部分有机械的、电力的、液压的和气压的等,其中以机械传动应用最广。

从制造和装配方面来分析,任何机械设备都是由许多机械零件、部件组成的。图 1.2 所示为单缸四冲程内燃机,它由齿轮 1 和 2、凸轮 3、排气阀 4、进气阀 5、气缸体 6、活塞 7、连杆 8、曲轴 9 组成。当燃气推动活塞 7 作直线往复运动时,经连杆 8 使曲轴 9 作连续转动。凸轮 3 和顶杆是用来开启和关闭进气阀和排气阀的。在曲轴和凸轮轴之间两个齿轮的齿数比为 $1:2$,曲轴转两周时,进、排气阀各启、闭一次。这样就把活塞的运动转换为曲轴的转动,将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。这里包含了气缸、活塞、连杆、曲轴组成的曲柄滑块机构,凸轮、顶杆、机架组成的凸轮机构,齿轮和机架组成的齿轮机构。

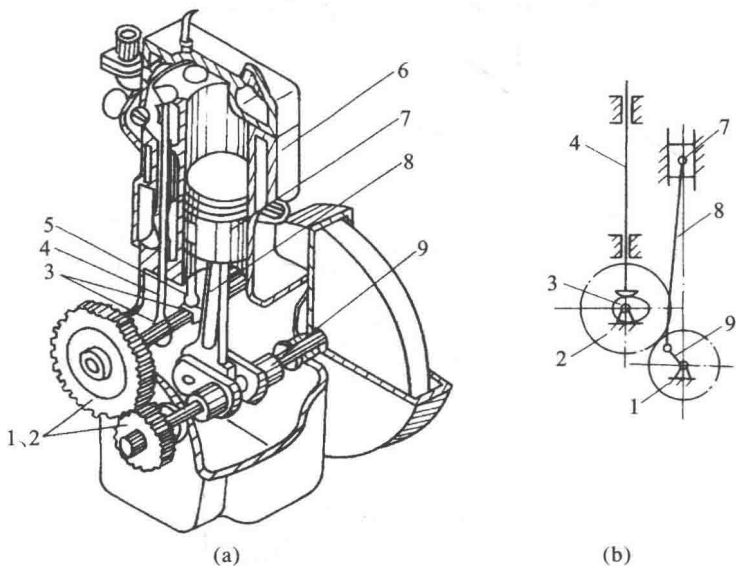


图 1.2 单缸四冲程内燃机

各种机器虽然有不同的形式、构造和用途,但是都具有下列三个共同特征:①机器是人为地将多种实体组合而成的;②各部分之间具有确定的相对运动;③能完成有效的机械功或将其其他能转换成机械能。

机器是由一个或几个机构组成的,机构仅具有机器的前两个特征,它被用来传递运动或变换运动形式。若单纯从结构和运动的观点看,机器和机构并无区别,因此,通常把机器和机构统称为机械。

三、构件和零件

组成机构的各个相对运动部分称为构件。构件可以是单一的整体(如活塞),也可以是多个零件组成的刚性结构。例如,曲轴 9 和齿轮 1 作为一个整体作转动,它们构成一个构件,但在加工时是两个不同的零件。由此可知,构件是运动的基本单元,而零件是制造的基本单元。

任务 2 机械设计的基本要求和一般程序

机械设计是机械产品研制的第一步,设计的好坏直接关系到产品的质量、性能和经济效益。机械设计是从使用要求出发,对机械的工作原理、结构、运动形式、力和能量的传递方式,以至各

个零件的材料、尺寸和形状,以及使用维护等问题进行构思、分析和决策的创造性过程。本课程主要讨论常用机械传动装置和通用零部件的设计。

一、机械零件的主要失效形式和设计准则

机械零件不能正常工作或达不到设计要求时,称该零件失效。零件失效与破坏是两个概念,失效并不一定意味着破坏,如塑性材料制造的零件,工作时虽未断裂,但由于其过度变形而影响其他零件的正常工作也是失效;齿轮由于齿面发生点蚀丧失了工作精度、带传动由于摩擦力不足而发生打滑等都是失效。

机械零件的常见失效形式有:断裂或过大的塑性变形,过大的弹性变形,工作表面失效(如磨损、疲劳点蚀、表面压溃、胶合等),发生强烈的振动,以及破坏正常工作条件引起的失效(如连接松动、摩擦表面打滑等)。

同一种零件可能有多种失效形式,究竟什么是主要的失效形式,取决于零件的材料、受载情况、结构特点和工作条件。例如,对于轴,它可能发生疲劳断裂,也可能发生过大的弹性变形,也可能发生共振等。对于一般载荷稳定的转轴,疲劳断裂是其主要的失效形式。对于精密主轴,过量的弹性变形是其主要的失效形式。对于高速转动的轴,发生共振、失去稳定性是其主要失效形式。

机械零件虽然有多种可能的失效形式,但归纳起来主要是强度、刚度、耐磨性和振动稳定性几方面的问题。设计机械零件时,保证零件在规定期限内不产生失效所依据的原则,称为设计计算准则,主要有强度准则、刚度准则、寿命准则、振动稳定性准则和可靠性准则等。其中强度准则是设计机械零件首先要满足的一个基本要求。为保证零件工作时有足够的强度,设计计算时应使其危险截面或工作表面的工作应力不超过零件的许用应力,即

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1-1)$$

$$\tau \leq [\tau] \quad (1-2)$$

式中: σ ——正应力;

$[\sigma]$ ——许用正应力;

τ ——切应力;

$[\tau]$ ——许用切应力。

二、机械设计应满足的基本要求

机械的性能和质量在很大程度上取决于设计的质量,而机械的制造过程实质上就是要实现设计所规定的性能和质量。机械设计是机械产品开发研制的一个重要环节,它不仅决定着产品的性能好坏,而且还决定着产品质量的高低。设计和选用机械零件时,必须满足从机械整体出发对其提出的如下基本要求。

(1) 功能性要求:设计的机械零件应在规定条件下,规定的寿命期限内,有效地实现预期的全部功能。

(2) 经济性要求:在市场经济环境下,经济性要求贯穿于机械设计全过程,应当合理选用原材料,确定适当的精度要求,减少设计和制造的周期。

(3) 工艺性要求:指在一定的生产条件下,采用合理的结构,便于制造、装配和维护,尽可能采用标准零部件。

(4) 其他方面的要求:如安全因素等。

三、机械设计的内容与步骤

机械设计是一项复杂、细致和科学性很强的工作。随着科学技术的发展,对设计的理解在不断地深化,设计方法也在不断地发展。近年来发展起来的“优化设计”、“可靠性设计”、“有限元设计”、“模块设计”、“计算机辅助设计”等现代设计方法已在机械设计中得到了推广与应用。即使如此,常规设计方法仍然是工程技术人员进行机械设计的重要基础,必须很好地掌握。常规设计方法又可分为理论设计、经验设计和模型实验设计等。环保、舒适、美学等方面的要求,也是设计者必须考虑的。

机械设计的过程通常可分为以下几个阶段。

1. 产品规划

产品规划的主要工作是提出设计任务和明确设计要求,这是机械产品设计首先需要解决的问题。通常人们根据市场需求提出设计任务,通过可行性分析后才能进行产品规划。

2. 方案设计

方案设计的主要工作是在满足设计任务书的具体要求的前提下,设计人员构思出多种可行性方案并进行分析论证,从中优选出一种能完成预定功能、工作性能可靠、结构设计可行、成本低廉的方案。

3. 技术设计

技术设计的主要工作是在既定设计方案的基础上,完成机械产品的总体设计、部件设计、零件设计等,设计结果以技术图样、使用说明书及计算说明书的形式表达出来。

4. 制造及试验

经过加工、安装及调试制造出的样机,要进行试运行或在生产现场试用,将试验过程中发现的问题反馈给设计人员,经过修改完善,最后通过鉴定。

四、机械零件设计的一般步骤

机械零件设计没有一成不变的固定程序,常因具体条件不同而异,但一般机械零件设计的步骤如下。

- (1) 根据零件在机械中的地位 and 作用,选择零件的类型和结构。
- (2) 分析零件的载荷性质,拟定零件的计算简图,计算作用在零件上的载荷。
- (3) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求,选择适当的材料。
- (4) 分析零件可能出现的失效形式,决定计算准则和许用应力。
- (5) 确定零件的主要几何尺寸,综合考虑零件的材料、受载、加工、装配工艺和经济性等因素,参照有关标准、技术规范以及经验公式,确定全部结构尺寸。
- (6) 绘制零件工作图并确定公差和技术要求。

上述设计过程和内容并不是一成不变的,随具体任务和条件的不同而改变。在一般机械中,只有部分主要零件是通过计算确定其尺寸的,而许多零件则根据结构工艺上的要求,采用经验数据或参照规范进行设计,或使用标准件。

任务3 机械设计的常用材料与性能

分析构件的强度时,除计算构件在外力作用下表现出来的应力外,还应了解材料的力学性能。所谓材料的力学性能,是指材料在外力作用下表现出来的变形和破坏方面的特性,它需由试验来确定。在室温下,以缓慢平稳的方式加载进行试验,称为常温静载试验,它是测定材料力学性能的基本试验。为了便于比较不同材料的试验结果,试件应按国家标准(GB/T 228.1—2010)加工成标准试件,如图1.3所示。对于圆截面试件,标距 l 与横截面直径 d 有两种比例: $l=5d$ 或 $l=10d$ 。

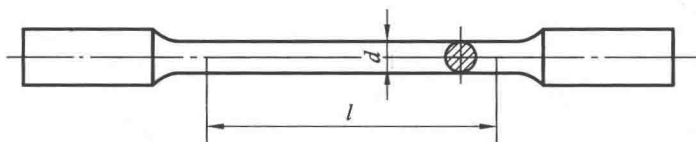


图 1.3 拉伸试件

一、材料拉伸时的力学性能

1. 低碳钢拉伸时的力学性能

低碳钢是指碳的质量分数在0.3%以下的碳素钢。低碳钢在工程中使用最广,且它在拉伸试验中表现出的力学性能较全面。因此,一般选择低碳钢为典型材料,研究其拉伸时的力学性能。

1) 拉伸试验

试验开始,把试件装在试验机上,使它受到缓慢增加的拉力,记录各时刻的拉力 F_P ,以及与各拉力 F_P 对应的试件标距 l 的伸长量 Δl ,直至破坏为止。由于 Δl 与试件长度 l 和横截面面积 A 有关,为了消除它们的影响,反映材料本身的性能,将 F_P 除以试件横截面面积 A ,即得 $F_P/A=\sigma$, σ 称为正应力;将伸长量 Δl 除以试件标距 l ,可得 $\Delta l/l=\epsilon$, ϵ 称为线应变。若以 σ 为纵坐标, ϵ 为横坐标,随着 F_P 的缓慢增加,将得到一系列的点。连接这些点,便是表示 σ 与 ϵ 的关系曲线,称为 σ - ϵ 曲线(应力-应变曲线),如图1.4所示,它表明了低碳钢在拉伸时的力学性能。

根据低碳钢的应力-应变曲线特点,整个拉伸过程分为四个阶段。

(1) 第I阶段——弹性阶段。

图1.4所示的 Ob 段为弹性阶段。 Oa 段为直线段,它表明应力 σ 与应变 ϵ 成正比,即

$$\sigma \propto \epsilon \quad (1-3)$$

或写成

$$\sigma = E\epsilon \quad (1-4)$$

上式即为拉(压)变形胡克定律, E 为弹性模量,它是与材料有关的常量,可由此试验测定。这里直线 Oa 的斜率即为 E 的大小。几种常用材料的弹性模量如表1.1所示。

Oa 段的最高点 a 所对应的应力 σ_p 称为比例极限。显然,只有应力低于比例极限时,应力才与应变成正比,材料才服从胡克定律。

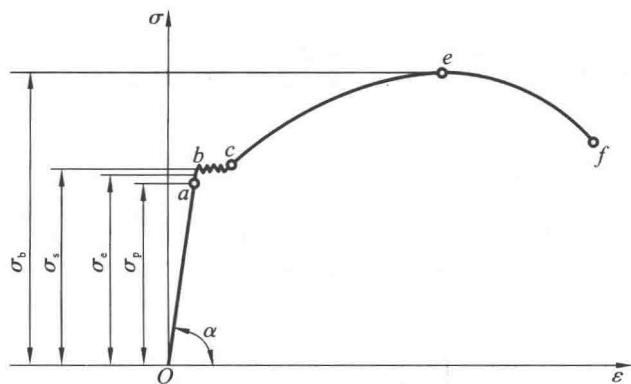


图 1.4 低碳钢拉伸时的 σ - ε 曲线

表 1.1 几种常用材料的 E 值和 ν 值

材 料	E/GPa	ν
碳钢	196~216	0.24~0.28
合金钢	186~206	0.25~0.30
灰铸铁	78.5~157	0.23~0.42
铜及其合金	72.6~128	0.31~0.42
铝合金	70	0.33

(2) 第Ⅱ阶段——屈服阶段。

图 1.4 所示的 bc 段为屈服阶段。过点 b 材料出现塑性变形, σ - ε 曲线上出现一段沿 ε 坐标方向上、下微微波动的锯齿形线段, 这说明应力变化不大, 而变形却迅速增长, 材料好像失去了对变形的抵抗能力, 这种现象称为材料的屈服。屈服阶段的最低应力值 σ_s 称为材料的屈服点。由于材料在屈服阶段产生塑性变形, 而工程实际中的受力构件都不允许发生过大的塑性变形, 所以当其应力达到材料的屈服点时, 便认为已丧失正常的工作能力。所以屈服点 σ_s 是衡量材料强度的重要指标。

(3) 第Ⅲ阶段——强化阶段。

图 1.4 所示的 ce 段为强化阶段。屈服阶段过后, 要增加变形就必须增大拉力, 材料又恢复了抵抗变形的能力, 这种现象称为材料的强化。强化阶段中的最高点 e 所对应的应力 σ_b 是材料承受的最高应力, 称为抗拉强度。它是衡量材料强度的另一重要指标。

(4) 第Ⅳ阶段——颈缩阶段。

在应力达到抗拉强度之前, 沿试件的长度变形是均匀的。应力到达抗拉强度后, 试件在某一局部范围内横向尺寸突然缩小, 形成颈缩现象, 如图 1.5 所示。颈缩部分的急剧变形引起试件迅速伸长; 颈缩部位截面面积快速减小, 试件承受的拉力明显下降, 到点 f 试件被拉断。

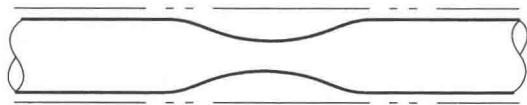


图 1.5 颈缩现象

2) 伸长率和断面收缩率

材料的塑性可用试件断裂后遗留下来的塑性变形来表示。一般有如下两种表示方法。

(1) 伸长率 δ

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中: l ——试件原标距长度;

l_1 ——试件拉断后的标距长度。

(2) 断面收缩率 ψ

$$\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中: A ——试验前试件的横截面面积;

A_1 ——试件断口处最小横截面面积。

δ 、 ψ 的值大, 说明材料断裂时产生的塑性变形大、塑性好。工程上, 通常将 $\delta \geq 5\%$ 的材料称为塑性材料, 如钢、铜、铝等; $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料, 如铸铁、玻璃、陶瓷等。

2. 其他材料拉伸时的力学性能

图 1.6(a) 所示为几种塑性材料拉伸时的 σ - ϵ 曲线, 这些塑性材料没有明显屈服阶段, 工程上常采用屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 作为其强度指标。 $\sigma_{0.2}$ 是产生 0.2% 塑性应变的应力值 (见图 1.6(b)), 又称为名义屈服强度。

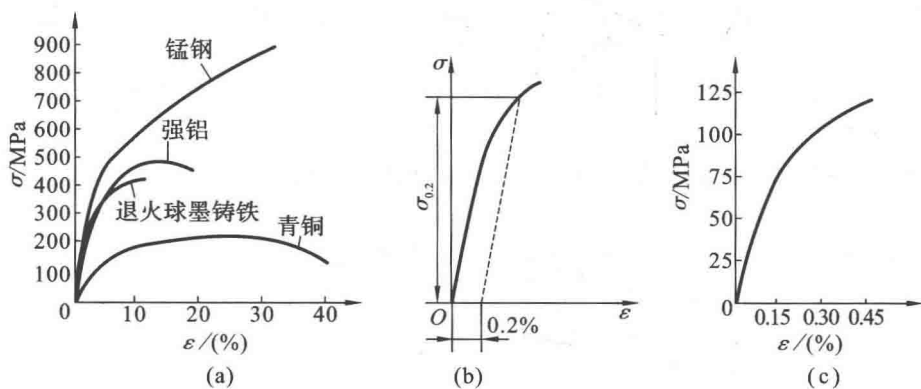


图 1.6 其他材料拉伸时的 σ - ϵ 曲线

铸铁是工程上广泛应用的脆性材料, 它在拉伸时的 σ - ϵ 曲线是一段微弯的曲线 (见图 1.6(c)), 它表明应力与应变的关系不符合胡克定律, 但在应力较小时, σ - ϵ 曲线很接近于直线, 故可近似地认为服从胡克定律。

由图 1.6 还可以看出, 铸铁在较小的应力下就被突然地拉断, 没有屈服和颈缩现象, 拉断前变形很小, 伸长率通常只有 0.5%~0.6%。

铸铁没有屈服现象, 拉断时的抗拉强度 σ_b 是衡量强度的唯一指标。一般来说, 脆性材料的抗拉强度都比较低。

二、材料压缩时的力学性能

金属材料的压缩试件一般制成很短的圆柱体, 以免被压弯。圆柱体高度约为直径的 1.5~3 倍。

低碳钢压缩时的 σ - ϵ 曲线(见图 1.7)与其拉伸的 σ - ϵ 曲线(图 1.7 中虚线所示)相比,在屈服阶段以前,两曲线基本重合。这说明压缩时的比例极限 σ_p 、弹性模量 E ,以及屈服点 σ_s 与拉伸时的基本相同。屈服阶段以后,试件越压越扁,曲线不断上升,无法测出抗压强度和抗拉强度。因此,对于低碳钢,一般不做压缩实验。

铸铁压缩时的 σ - ϵ 曲线如图 1.8 所示,试件在较小的变形下突然破坏,破坏断面的法线与轴线的夹角大致成 $45^\circ\sim 55^\circ$ 。比较图 1.7 与图 1.8 可知,铸铁的抗压强度比抗拉强度要高 4~5 倍。其他脆性材料也具有这样的性质。

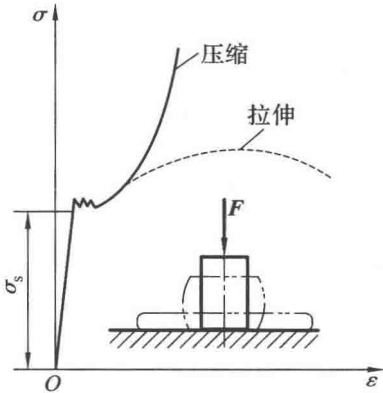


图 1.7 低碳钢压缩时的 σ - ϵ 曲线

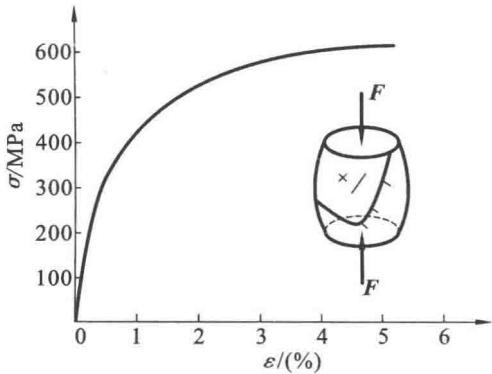


图 1.8 铸铁压缩时的 σ - ϵ 曲线

通过研究低碳钢、铸铁在拉伸与压缩时的力学性能,可以得出塑性材料和脆性材料力学性能的主要区别如下。

(1) 塑性材料在断裂时有明显的塑性变形,而脆性材料在变形很小时就突然断裂,无屈服现象。

(2) 塑性材料在拉伸时的比例极限、屈服点和弹性模量与压缩时的相同,说明它的抗拉强度与抗压强度相同,而脆性材料的抗拉强度远远小于抗压强度。因此,脆性材料通常用来制造受压构件。几种常用材料的力学性能如表 1.2 所示。

表 1.2 几种常用材料主要力学性能

	牌 号	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /(%)
碳素结构钢 (GB/T 700—2006)	Q215	165~215	335~410	26~31
	Q225	185~225	375~460	21~26
	Q275	235~275	490~610	15~20
优质碳素结构钢 (GB/T 699—1999)	15	225	375	27
	40	235	570	19
	45	255	600	16
低合金高强度结构钢 (GB/T 1591—2008)	Q295	235~295	390~570	23
	Q345	275~345	470~630	21~22
	Q390	335~390	490~650	19~20
	Q420	390~420	530~680	18~19

续表

	牌 号	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /(%)
合金结构钢 (GB/T 3077—1999)	20Cr	540	835	10
	40Cr	785	980	9
	50Mn2	785	930	9
可锻铸铁件 (GB/T 9440—2010)	KTH350-10	200	350	10
	KTZ450-06	270	450	6
	KTB380-12	200	380	2
球墨铸铁件 (GB/T 1348—2009)	QT400-15	250	400	15
	QT450-10	310	450	10
	QT600-3	370	600	3
灰铸铁件 (GB/T 9439—2010)	HT150	—	拉 100~175,压 640	—
	HT300	—	拉 230~295,压 1100	—

注： δ_5 为5倍试件的伸长率；部分材料的 δ_5 为 $\delta_{0.2}$ 。

任务4 本课程的内容、任务和性质

本课程主要研究的对象为机械中的常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点，以及材料选择和设计计算的基本理论和方法、使用和维护、标准和规范。

本课程是一门培养学生具有一定机械设计能力的专业基础课。在现代化生产中，几乎没有一个领域不使用机械。因此，不仅机械制造部门，而且动力、采矿、石油、化工、轻纺、食品工业等各部门的工程技术人员也应具有一定的、有时甚至要求具有较深的机械及机械设计基础知识，本课程也是一般工程技术人员的必修课程。

一、本课程的内容

本课程简要介绍了有关工程力学(理论力学和材料力学)的基本知识，重点讨论常用机构的组成原理、传动特点、功能特性、设计方法等基本知识及通用机械零件在一般工作条件下的工作原理、结构特点、选用及设计计算问题。

二、本课程的任务

(1) 使学生掌握静力学的公理，受力分析与受力图，掌握平面力系的平衡计算方法。掌握杆件的基本变形形式，轴向拉伸与压缩、剪切与挤压、扭转和弯曲的强度计算方法。

(2) 使学生理解机构的结构、运动特性和机械动力学的基础知识，为学生将来从事机械产品的设计、开发提供必要的理论基础。

(3) 使学生掌握通用零件的工作原理、特点、维护和设计计算的基本知识，初步具备从事简单机械装置设计以及设备使用、维护管理和故障分析的能力。