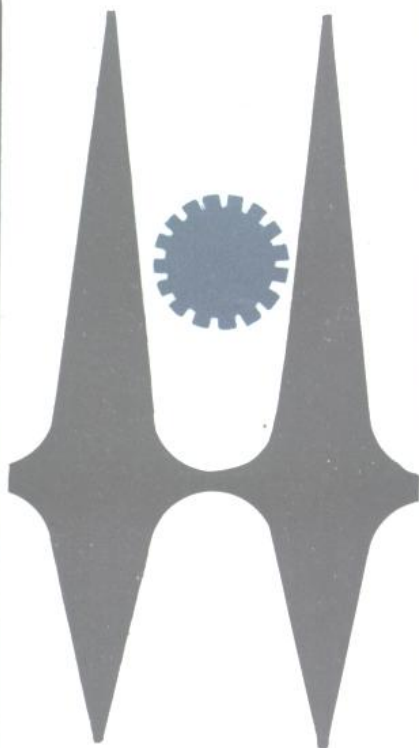




中等职业技术学校试用教材

机械基础知识

第二汽车制造厂教育委员会编
符颖示 主编



高等教育出版社

中等职业技术学校试用教材

机械基础知识

第二汽车制造厂教育委员会编

符颖示 主编

高等教育出版社

(京)112 号

内 容 简 介

本书是国家教委职业技术教育司、机械电子工业部教育司和高等教育出版社共同组织编写的中等职业技术学校机械专业系列教材之一。

全书共分三篇,第一篇主要内容是金属材料热处理及工程力学基础知识;第二篇机械传动与常用机构,讲述了螺纹、齿轮、蜗杆、轮系、轴系零件、常用机构及弹簧等内容;第三篇液压传动、气动及数控机床。全书根据国家颁布的中级技术工人应知应会标准,结合中等职业技术学校教学特点,将金属材料及热处理、工程力学、机械基础等学科内容精选、融合而成。本书根据中等职业技术学校培养目标,突出实用、注重基本概念、避免复杂理论推导,力求学以致用。为了教学方便,全书各篇可以集中开授,也可以分段教学。

本书可作为职业高中、技术学校、中专学校的教材,还可作为机械类中级技术工人岗位培训及自学用书。

责任编辑 王军伟

2166/12

图书在版编目(CIP)数据

机械基础知识/符颖示主编.-北京:高等教育出版社,
1991.4(1998重印)
ISBN 7-04-002689-9

I. 机… II. 符… III. 机械学-专业学校-教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 16879 号

*
高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

中国青年出版社印刷厂印刷

*
开本 787×1092 1/16 印张 19 插页 2 字数 431 000

1991 年 4 月第 1 版 1998 年 1 月第 15 次印刷

印数 298 602—332 611

定价 14.70 元

出版说明

1989年4月,国家教委职业技术教育司、机械电子工业部教育司和高等教育出版社在第二汽车制造厂召开了有22个省市代表参加的职业高中机械专业教材会议,拟定了为编写教材用的职业高中机械专业教学计划,审定了该专业八门课程的教材编写提纲。本书是根据这次会议的精神组织编写的这套教材中的一种。

教材以三年制职业高中学生为主要读者对象,培养目标为中级机械加工工人。本系列教材密切联系我国机械工业的生产实际,以部颁最新机械工人技术等级(中级)标准为专业课教学基本要求,坚持学以致用,突出职业技能训练,注意拓宽学生的知识与技能宽度,以提高适应能力。为了适应各地区各单位的不同要求,课程设置采用“积木式”结构安排,分为文化课、专业课和实习课三个层次,其中专业课又分为专业基础课及专业技术课两类。专业基础课有:机械制图、机械基础知识、公差配合与量具使用、钳工基础、机械加工常识、机床维修电工、微型计算机基础与应用、工业企业管理;专业技术课有:车工、铣工、磨工等。不同的工种或不同的专业方向,可选择若干门课组合而成。为了适应职业高中办学的特点,专业技术课教材以技能实习为主体,采用工艺与实习操作相结合的编写方法。

为了保证教材质量,我们在全国内遴选有丰富教学经验、业务水平、文字能力较好及有一定实际操作能力的教师、技师参加编写和审稿工作。

本系列教材的编写工作得到了全国22个省市教委职教部门的合作与帮助;全国城市职教协作会以及第二汽车制造厂教委对本系列教材的编写工作给予了具体帮助与支持。参加本系列教材审定工作的有北京、湖北、江苏、黑龙江、吉林、辽宁、重庆、天津、陕西、河南、山西、浙江、山东、湖南、福建、武汉、南京、四川、西安、广东、安徽、广西、大连等省市的代表,在此仅向他们表示谢忱。

本系列教材自1991年秋陆续出版,欢迎广大读者选用,并提出宝贵意见。

高等教育出版社

职业教育部

前 言

本书是由国家教委职业技术教育司、机械电子工业部教育司和高等教育出版社共同组织编写的中等职业技术学校机械类专业系列教材之一。本书在继承发扬我国现行技工教材长处的基础上,借鉴吸取了国外中等职业技术教育教材注重实用、突出技能培训等先进经验,参考了联邦德国双元制教学方法,在内容和结构上作了较大的改革。它将金属材料及热处理、工程力学、机械基础等科目中的基本内容,按照国家颁布的中级技工的实际需要进行取舍,合并成一本书,改变了传统教材各科理论自成体系的格局,精简了内容与课时,形成专业理论围绕培养学生实际专业技能展开的顺序结构。本书也可作为职工培训和自学用书。

本书在编写时力求做到:

1. 学以致用,突出培养目标。书中删减了传统教材中许多与中级机械加工工人要求不适应的内容,加强了实用部分。同时还编入了部分新技术、新工艺,以适应现代生产需要。

2. 注意把握住深浅适度,由浅入深,循序渐进的原则。叙述时力求简明具体,避免不必要的推理论证。知识深度力求符合部颁中级技工的应知应会的基本标准,同时为学生今后继续提高打下必要的基础。

3. 理论联系实际,突出技能培养。本书在内容安排和讲述方法上特别注意联系生产实际,把重心放在如何帮助学生掌握实际技能上。删减了不能与生产实践相结合的内容,增加了齿轮、蜗轮的安装与维护,液压回路的常见故障排除等实用内容。

篇 章	必修学时	选学学时	机动学时	总学时
结 论	2			2
第一篇			4	78
第一章	38	4		
第二章	34	2		
第二篇			4	100
第一章	10			
第二章	10			
第三章	21			
第四章	5			
第五章	4	2		
第六章	26			
第七章	14	4		
第八章	4			
第三篇				36
第一章	26	6		
第二章		4		
总 计	194	22	8	224

4. 考虑到我国机械行业门类广、工种较多,因此在内容选择上尽量增大适用范围,拓宽知识面,并安排了一些选学内容,教师可根据实际情况取舍。

全书分三篇共十二章,第一篇介绍材料、热处理和工程力学的基础知识;第二篇机械传动与常用机构;第三篇液压传动、气动及数控机床简介。全书构成机械专业基础理论知识系统,每篇又自成一局,使用时可集中讲授,也可以分段教学。本教材根据教学计划的要求,所需总课时为 224 学时,其中 194 学时必修,22 学时选学(打*号),8 学时机动,具体安排参见附表,仅供参考。

参加本课程教学大纲制定工作的有湖北、辽宁、广西、四川、河南、陕西、内蒙古、江苏等省(市)、自治区代表,他们是:王汉康、陶卫东、李炳先、李岩、龚绍鼎、刘伟忠、杨岳林、赵祥、吴宗岳、苗新仲、崔玮、周思宇、李小恒。本书由符颖示、温中灿、郭子申、苗影璞、葛家瑜编写,符颖示主编;田福秀、曹元俊、宋学俊审稿,田福秀副教授担任主审。

本书编写还得到北京、天津、黑龙江、吉林、辽宁、山东、山西、河南、陕西、安徽、湖北、江苏、湖南、四川、浙江、福建、广东、广西、西安、重庆、武汉、南京等省市教委、教学研究部门的大力支持,在此表示衷心感谢。

本书编写工作力图有所改革和创新,由于缺少经验,水平有限,缺点和错误在所难免。希望使用本书的同志提出批评和改进意见。

第二汽车制造厂教育委员会

一九九〇年六月

目 录

绪论	1
第一篇 材料、热处理和工程力学的基础知识.....	3
第一章 金属材料、热处理和工程塑料.....	3
§ 1-1-1 金属材料的性能	3
§ 1-1-2 铁碳合金状态图及其应用	12
§ 1-1-3 钢的热处理常识	18
§ 1-1-4 碳素钢	24
§ 1-1-5 合金钢	29
§ 1-1-6 铸铁	33
§ 1-1-7 铝合金、铜合金简介	36
§ 1-1-8 工程塑料简介	37
第二章 工程力学基础.....	42
§ 1-2-1 力的概述	42
§ 1-2-2 一般构件的受力分析方法	52
§ 1-2-3 平面力系求解	60
§ 1-2-4 功、功率、效率、摩擦与自锁	68
§ 1-2-5 材料的强度	75
第二篇 机械传动与常用机.....	97
第一章 螺纹联接与螺旋传动.....	97
§ 2-1-1 螺纹基本知识	97
§ 2-1-2 螺纹联接	101
§ 2-1-3 螺栓强度计算	106
§ 2-1-4 螺旋传动	109
第二章 摩擦轮传动、带传动和链传动.....	113
§ 2-2-1 摩擦轮传动与机械无级变速简介	113
§ 2-2-2 带传动	116
§ 2-2-3 链传动	124
第三章 齿轮传动	129
§ 2-3-1 齿轮传动概述	129
§ 2-3-2 直齿圆柱齿轮	131
§ 2-3-3 斜齿圆柱齿轮	137
§ 2-3-4 直齿圆锥齿轮	139
§ 2-3-5 齿轮失效与材料选择	141
§ 2-3-6 齿轮结构、工作图和装配	143

第四章 蜗杆传动	152
§ 2-4-1 蜗杆蜗轮啮合与各部尺寸计算	152
§ 2-4-2 蜗杆传动的材料、结构与工作图	155
第五章 轮系	159
§ 2-5-1 定轴轮系	159
§ 2-5-2* 周转轮系	164
第六章 轴系零件	168
§ 2-6-1 轴的概述	168
§ 2-6-2 键与销	171
§ 2-6-3 滑动轴承与润滑	174
§ 2-6-4 滚动轴承	181
§ 2-6-5 联轴器、离合器与制动器	188
§ 2-6-6 轴的结构	194
第七章 常用机构	202
§ 2-7-1 平面连杆机构	202
§ 2-7-2 凸轮机构	208
§ 2-7-3 间歇机构	216
§ 2-7-4 旋转零件的平衡	219
第八章 弹簧	223
§ 2-8-1 弹簧的功用和分类	223
§ 2-8-2 圆柱形螺旋弹簧	224
第三篇 液压传动、气动及数控	229
第一章 液压传动及气压传动	229
§ 3-1-1 液压传动概述	229
§ 3-1-2 液压缸	233
§ 3-1-3 液压泵与液压马达	239
§ 3-1-4 方向控制阀及其应用实例	245
§ 3-1-5 压力控制阀及其应用实例	251
§ 3-1-6 流量控制阀及其应用实例	258
§ 3-1-7 辅助元件及液压系统的使用维护	263
§ 3-1-8* 机床液压系统	271
§ 3-1-9* 气压传动	277
第二章* 数控机床简介	285
§ 3-2-1 数控机床概述	285
§ 3-2-2 数控机床各部分结构及工作原理简介	287
§ 3-2-3 几种数控机床简介	291

绪 论

本课程是中等职业技术学校机械类专业基础学科。它是研究机械或机器的理论基础。

机器是现代社会生产劳动的主要工具之一,是社会生产力发展水平的重要标志。机器是代替或部分代替人们劳动的构件组合物。

构件是指相互之间能作相对运动的机件。例如,图0-0-1带传动机构中,小带轮通过三角带带动大带轮,大、小带轮与三角带之间都有相对运动,均是构件;而每个带轮与其轴,以及联系带轮与轴的键,相互之间没有相对运动,所以不能看成是构件。带轮、轴、键分别作为带轮构件系统的制造单元,叫做零件。零件制成之后组合成构件。构件可以由一个零件组成,也可以由一组零件组成。

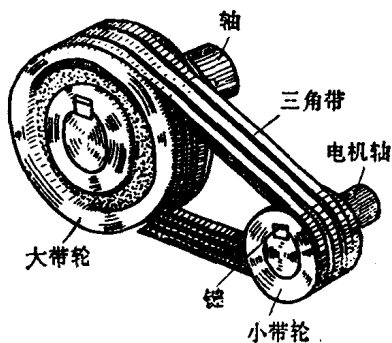


图0-0-1 带传动机构

构件组成机构。机构是具有确定相对运动的构件组合体。例如,图0-0-1带传动机构能够将电机轴的旋转运动传递到大带轮轴上,并使它们转动方向相同,大带轮转速按一定比例减慢。换句话说,机构是能运动的,而这种运动又是有一定规律的。

机器与机构通称为机械。机器与机构的区别在于,机构能按一定规律传递运动或转变运动的形式;而机器则是能代替或部分代替人们的劳动,用它作有用的机械功或能量转换。机器的功能需要多种机构配合才能完成。一台完整的机器,通常是由以下四个部分组成:

(1) 推动机器各部分运动、工作的原动机 例如飞机、汽车上的发动机,一般机器上的电动机。这些都是机器运动的动力源泉。

(2) 进行各种具体工作的工作机构 例如汽车的车轮、缝纫机的机头,洗衣机的拨水盘。这些都是机器代替人们工作的手臂,没有它机器就不能工作。

(3) 从原动机到工作机构之间的联系机构 由于原动机发出的运动与工作机构的工作要求,往往并不是完全一致的。需要对原动机的运动方向、速度、路线和运动方式进行调整、变换。这部分机构叫传动机构。传动机构在各种机器中占有重要地位,对机器的结构和外形都有重大影响,是我们学习的重点内容之一。

(4) 操纵或控制机器工作的机构 目前一般机器都是机械操纵,新型的自动化机器多采用电子、电器控制。

图0-0-2是一座台式钻床(台钻)。它的原动机是电动机,工作机构是主轴与钻夹头,传动机构是由三角带与两套塔式带轮组成的带传动机构。工作时,接通其线路,电动机旋转,通过带传动机构将运动传递给主轴,主轴带动钻夹头及其夹持的钻头,经过手柄操纵就可以对工件钻孔了。

所以,机械或机器的基础就是机构、构件或零件。但是,各种机构和零件在执行任务的时候,必然受到各种力的作用。有了力的作用才有运动状态的改变,才能发挥机构的作用。同样,材料是机械零件的物质基础,没有材料的机械是不存在的。机械零件的质量好坏和使用寿命的长短都与它的材料直接有关。如果说机构与零件是机械的基础,那末它们的力学分析与组成材料知识则是基础的基础。

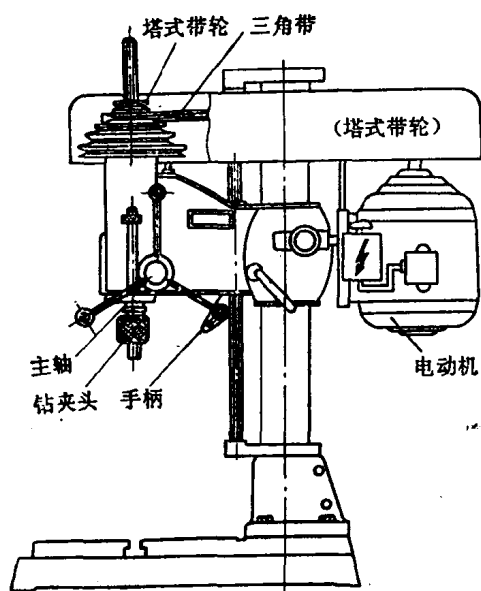


图 0-0-2 台式钻床

本课程就是以常用的机构,特别是常用的传动机构,常用的机械零件,以及工程力学、金属材料的基础知识作为主要内容。同时适应现代科学技术的新发展,对液压传动、数控机床以及工程塑料作了简介。通过本课程的学习,可达到熟悉和掌握一般机械中常用机构和通用零件的结构、性能、标准,以及正确使用、维护的基本知识,为学习专业课和基本操作技能打下必要的基础。

学习本课程要以辩证唯物论为指导,贯彻理论联系实际的原则;注意端正学习态度,明确学习目的,脚踏实地的、一点一滴地学懂弄通。注意在实验、实习、生产劳动中积累经验,观察思考问题,加深对理论知识的理解,不断提高分析问题解决问题的能力。

练 习

1. 举例说明什么是机器、机构、机械? 它们的区别是什么?
2. 举例说明什么是构件、零件? 它们的区别是什么?
3. 机械的基础有哪些? 你打算如何学好机械基础知识?

第一篇 材料、热处理和工程力学 的基础知识

第一章 金属材料、热处理和工程塑料

材料是机械的物质基础。机械材料选择得适当与否,关系着它的性能、使用和寿命。到目前为止,机械材料是以金属材料,特别是以钢铁为主的。工程塑料虽没有金属材料那样使用普遍,但它是材料中的新秀,有着广泛的发展前途。图 1-1-1 为机械的材料的发展概况。

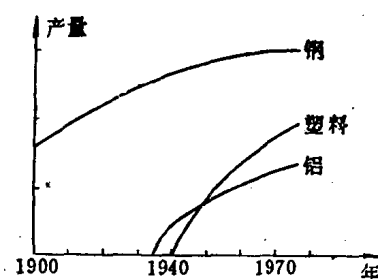


图 1-1-1 机械材料发展概况

§ 1-1-1 金属材料的性能

选择材料,首先必须考虑材料的性能是否满足工作的要求。金属材料的性能包括物理、化学、机械和工艺等方面。

一、金属材料的物理、化学性能

1. 物理性能

物理性能是指金属材料的比重、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等具有物理特征的一些性能。其中大部分内容已在物理中学过,这里补充两点。

(1) 导热性 导热性是金属材料传导热量的能力。金属材料都是良好的导热材料,但不同金属的导热性还是有差异的。如图 1-1-2,用钢、黄铜、紫铜三块大小形状相同的金属板,设法把一端拼接在一起,从中心处加热,并在与加热点等距离的三块板上放三根火柴,则紫铜板

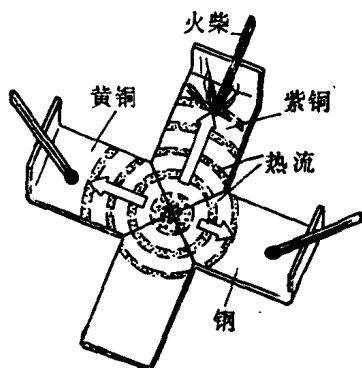


图 1-1-2 金属的导热性实验

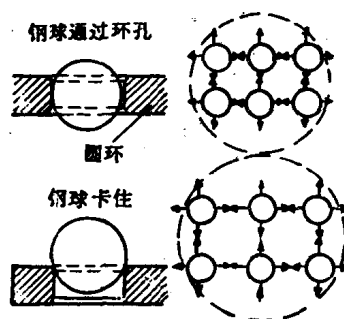


图 1-1-3 钢球热膨胀实验

上的火柴最先燃着,其次是黄铜,最后是钢。说明三者导热性是不同的。金属在快速加热、冷却时,内外温差很大,可能产生裂纹或变形。

(2) 热膨胀性 热膨胀性是金属材料受热体积增大的性能。常用线胀系数(α)表示。如铁在 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 时, $\alpha=11.76\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 即温度升高 1°C 铁增加 $11.76\mu\text{m}/\text{m}$ 。温差如果很大,这个因素就影响很大。在图 1-1-3 中,室温时钢球能够通过圆环孔,但将其加热到 300°C 时,则会被圆环孔卡住。

2. 化学性能

化学性能主要指金属材料抗氧化、耐腐蚀等化学稳定性。

(1) 抗氧化性 抗氧化性是金属材料高温时抵抗氧化及其他气体腐蚀的能力。在高温下工作的锅炉、汽车发动机的某些零件,都会受到强烈的氧化(图 1-1-4)。抗氧化性不好,就会产生氧化皮,很快失效。

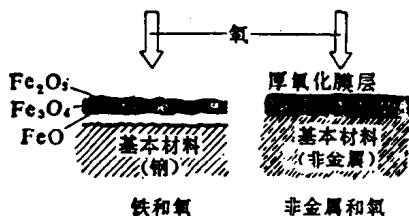


图 1-1-4 高温时铁氧化而非金属较难氧化

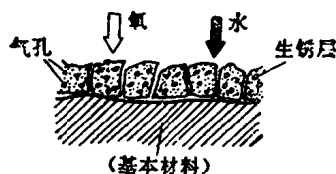


图 1-1-5 铁锈示意图

(2) 耐腐蚀性 耐腐蚀性是金属材料常温时抵抗空气、水分锈蚀的能力(图 1-1-5)。在与酸、碱接触时其抗腐蚀能力叫耐酸性、耐碱性。防锈、防腐是很重要问题,每年都有大量钢铁被锈坏。涂油、涂漆以及表面处理可提高耐锈蚀能力。

二、金属材料的机械性能

机械零件在使用、制造过程中都要受到外力的作用。金属材料在外力作用下所表现的各种性能叫做机械性能。其外界作用力叫做载荷,从性质上讲载荷分为三种:

静载荷 指大小、方向不变或变化缓慢的载荷。大部分载荷都可以认为是静载荷,如图 1-1-6 所示。

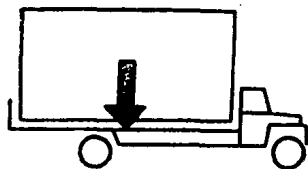


图 1-1-6 静载荷举例

冲击载荷 指突然增加的载荷。如图 1-1-7 中锤击时铁帖所受的载荷。

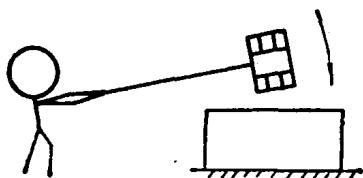


图 1-1-7 冲击载荷举例

交变载荷 指大小、方向周期性变化的载荷。如图 1-1-8 汽车行驶时受阻,板簧就受到交变载荷。

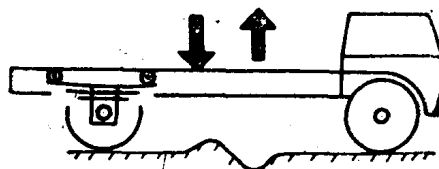


图 1-1-8 交变载荷举例

在这些载荷作用下, 金属材料的机械性能主要有强度、硬度、塑性、韧性以及疲劳强度等。

1. 强度

强度是材料在静载荷作用下抵抗变形和破坏的能力。材料的强度与载荷的作用方式有关, 根据载荷作用方式的不同, 强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度和抗扭强度。最常使用的强度是抗拉强度。

(1) 拉伸试验 材料的抗拉强度是通过拉伸试验取得的。如图 1-1-9, 拉伸试验是在试验机上进行的。如图 1-1-10, 试验前先将被试材料作成试样, 装夹在试验机上, 开动机器, 将试样缓慢拉伸, 直至拉断为止。试验机上自动记录出它的载荷和拉伸曲线。

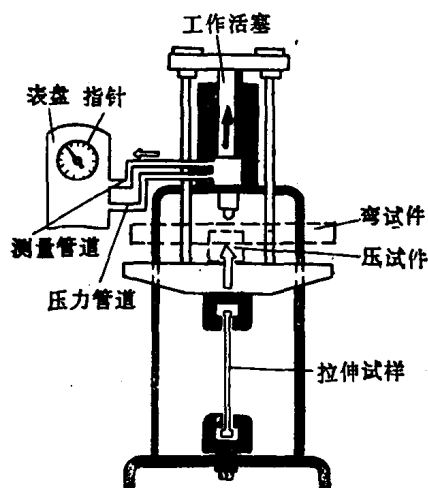


图 1-1-9 拉伸试验示意图

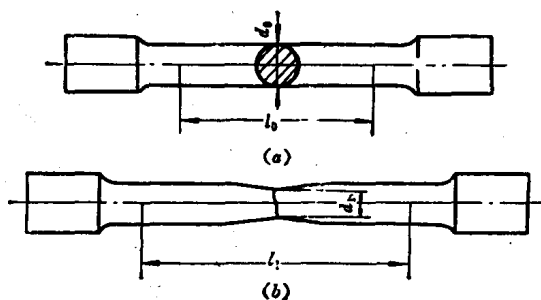


图 1-1-10 拉伸试样图

(2) 拉伸曲线 拉伸曲线如图 1-1-11 所示。其中纵坐标表示载荷 (F), 横坐标表示试样被拉后伸长量 (ΔL)。金属材料的拉伸曲线有两种, (b) 图是一般脆性材料拉伸曲线, 试样由开始受力到最后拉断, 曲线无大的变化, 伸长量也比较小。(a) 图是一般塑性材料拉伸曲线, 伸长量较大。整个拉伸曲线分为两个阶段: s 点以前是弹性变形阶段, 这时拉力与伸长量基本上呈直线关系, 如果外力取消, 材料就会恢复原状。 s 点以后是塑性变形阶段, 这时拉力与伸长量呈曲线关系, 如果外力取消, 材料不能恢复原状, 形成永久性变形。材料在弹性变形阶段之后, 出现拉力不增加而变形继续增加的现象, 叫屈服, s 点叫屈服点。

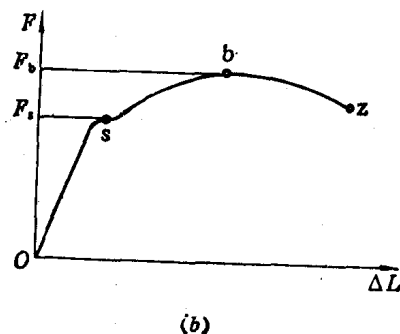
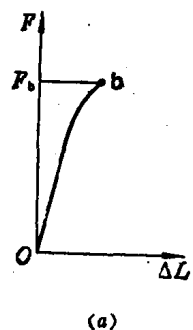


图 1-1-11 拉伸曲线示意图

(3) 强度指标及其计算 金属材料受到载荷作用时, 其内部将产生大小与外力相等的抵抗力, 称之为内力。所谓应力是指单位截面面积上的内力, 用符号 σ 表示。屈服点的应力叫屈服强度或屈服极限 (σ_s), 即:

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \text{ (MPa)} \quad (1-1-1)$$

式中, F_s 代表试样屈服点的拉力 (N); A_0 代表试样原截面面积 (mm^2)。

材料所能承受的最大应力叫强度极限 (σ_b), 即:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} \text{ (MPa)} \quad (1-1-2)$$

式中, F_b 代表试样最大拉力 (N); A_0 代表试样原截面面积 (mm^2)。

屈服强度与强度极限都是衡量材料机械性能的重要指标。一般机械零件的工作应力应该小于屈服强度, 以免受力过大, 产生塑性变形而失效。

例 1 一直径 10 mm, 长度 50 mm 的钢试样作拉伸试验。载荷增至 26 690 N 时出现屈服, 增至 47 100 N 后拉断。求屈服强度与强度极限。

解: 根据题意: $F_s = 26\ 690\text{ N}$; $F_b = 47\ 100\text{ N}$;

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} \approx 3.14 \times \frac{10^2}{4} = 78.5\text{ mm}^2$$

将上述数据代入式 (1-1-1) 与式 (1-1-2):

$$\sigma_s = 26\ 690 \div 78.5 \approx 340\text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 47\ 100 \div 78.5 = 600\text{ MPa}$$

2. 塑性

塑性是金属材料在静载荷作用下产生永久变形的能力。某些工艺就是利用材料塑性进行工作的, 例如: 冲压、轧制等 (参看图 1-1-17)。拉伸试验时材料的塑性用延伸率 (δ) 和断面收缩率 (ψ) 表示。

延伸率是试样拉断时长度的伸长量与原长度的百分比, 即:

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-1-3)$$

式中, L_0 表示试样原长度 (mm); L_1 表示试样拉断时的长度 (mm)。

断面收缩率是试样拉断时断口截面面积 (A_1) 的收缩量与原截面面积 (A_0) 的百分比, 即

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1-1-4)$$

通常情况下, 延伸率越大, 材料的塑性越好。但塑性材料在拉伸时, 试样往往出现一小段细颈, 参看图 1-1-10(b)。这时延伸率不能准确代表它的塑性, 而断面收缩率则能更好地代表它的塑性。

例 2 上题试样拉断后长度为 53 mm, 细颈处直径为 7.75 mm, 求其延伸率与断面收缩率。

① Pa (帕斯卡): 压强、应力单位, 等于 N/m^2 (牛顿/米²); MPa (兆帕) 等于 N/mm^2 (牛顿/毫米²), MPa 用作强度单位时也可以写为 N/mm^2 。

解: 已知, $L_0=50\text{ mm}$, $L_1=58\text{ mm}$

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% = \frac{58 - 50}{50} = 16\%$$

$$\text{已知, } A_0 = 78.5\text{ mm}^2, d_1 = 7.75\text{ mm}$$

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \approx \frac{3.14 \times 7.75^2}{4} \approx 47\text{ mm}^2$$

$$\text{则 } \psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% = \frac{78.5 - 47}{78.5} \approx 40\%$$

3. 硬度

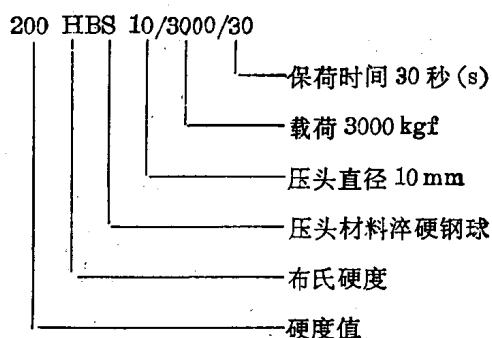
硬度是金属材料表面抵抗比它更硬的物体压入时所引起的塑性变形能力; 是金属表面局部体积内抵抗塑性变形和破裂的能力。它是材料强度的另外一种表现形式。但是要注意, 很多时候硬度高强度不一定高。在实际应用中, 有时我们主要要求强度, 有时则主要要求硬度。例如铆钉往往不是强度不足, 而是硬度不足被挤压坏表面 (图 1-1-12)。硬度试验条件简便, 又不破坏零件, 可以随时根据需要进行, 应用十分普遍。常用硬度试验有三种:

(1) 布氏硬度 (HB) 用一定载荷 (最大载荷为 30000 N) 将一定直径的钢球 (最大直径为 10 mm, 并须淬硬), 按规定压入零件表面, 如图 1-1-13(a), 测定压坑, 计算压坑单位面积所承受的平均压力, 即为布氏硬度值,

$$HB = F/A \quad (1-1-5)$$

式中, F 为压入载荷, 计算单位为 kgf ①; A 为压坑面积, 计算单位为 mm^2 , 计算后不写单位。

布氏硬度标记原为“HB 加硬度值”, 如 HB197。现按新颁国家标准 GB231—84 规定, 硬度值后标硬度试验符号 (HB)、压头代号 (淬火钢球 S; 硬质合金 W)、压头直径 (单位 mm)、压力 (kgf)、保荷时间 (s), 例如:



一般可用硬度值、硬度试验符号、压头代号表示。

测试布氏硬度时, 压坑大, 计算数值准确, 并与强度有一定比例关系 (一般低碳钢 $\sigma_b \approx 0.36\text{ HBS}$; 高碳钢 $\sigma_b \approx 0.34\text{ HBS}$; 调质合金钢 $\sigma_b \approx 0.325\text{ HBS}$), 但手续复杂, 不能测试很硬 (即 $\text{HBS} < 450$)、很薄以及表面质量要求高的工件。

① 布氏硬度载荷单位为 kgf (公斤力), 如用 N (牛顿) 计算, 则计算后除以 9.8~10, 折合成 kgf 。

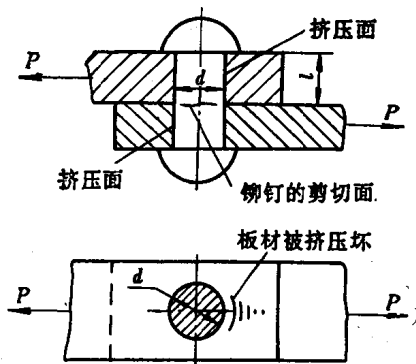


图 1-1-12 铆钉的受力破坏

(2) 洛氏硬度 洛氏硬度也是用一定载荷的压头压入工件表面，但以压坑深度与一定值差作为硬度值计量^①依据[图 1-1-13(c)]。所以压坑越深，硬度值越低。具体测试硬度时分三种类型，如表 1-1-1 所示。

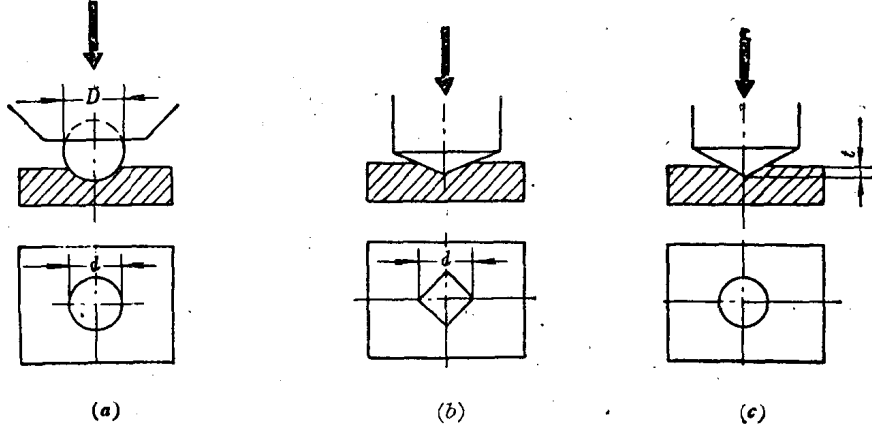


图 1-1-13 各种硬度测试法
(a) 布氏硬度；(b) 维氏硬度；(c) 洛氏硬度

表 1-1-1 洛氏硬度测试类型表

洛氏硬度符号	压 头		载 荷 (N)		适 用 范 围
	类 型	大 小	预载荷	主载荷	
HRC	金刚石圆锥体	夹角为 120°，锥顶半径为 0.2 毫米	100	1400	HRC 20~70 的硬金属，如淬火回火处理的钢
HRB	钢 球	直径为 1.59 毫米(1/16 英寸)	100	900	HRB25~100 的软金属，如铜合金、低碳钢、中碳钢
HRA	金刚石圆锥体	夹角为 120°，锥顶半径为 0.2 毫米	100	500	HRC 大于 70 的很硬及硬而薄的金属

与布氏硬度相比，洛氏硬度操作简便，又不损坏工件表面，并可测试薄片、硬件，应用普遍，但准确性差。布氏硬度与洛氏硬度关系可查表 1-1-2，通常也可以大致以下式估算。

$$HRC \approx \frac{HBS}{10} \quad (1-1-6)$$

(3) 维氏硬度(HV) 维氏硬度与布氏硬度相似，但压头是 136° 夹角的金刚石四棱锥如图 1-1-13(b)，载荷没有固定数值，须具体估算，测试手续更加复杂，用于测试零件表面硬化层及显微硬度等。

4. 韧性

韧性是脆性的反意，指金属材料抵抗冲击载荷的能力。许多重要的机器零件都要承受冲击载荷，例如汽车在不平路面上行驶的时候，就会有冲击，它的许多零件须具有韧性。根据实验，材料抵抗冲击能力，在冲击能量小，冲击次数多时决定于强度；冲击能量大，冲击次数少时决定于冲击韧性(α_k)。如图 1-1-14，冲击韧性是在冲击试验机上，用重锤一次性的将带有缺

① 例如 HRC 定值为 0.2mm，若压入深 0.14mm，则与定值差为 0.06mm。其硬度以 0.002mm 为单位， $HRC = \frac{0.06}{0.002} = 30$ 。

表 1-1-2 各种硬度对照表

HRC	HRA	HV	HBS* (30D ²)	HRC	HRA	HV	HBS (30D ²)	HRC	HRA	HV	HBS (30D ²)	HRC	HRA	HV	HBS (30D ²)
65.0	83.6	798		53.5	77.6	560	520	42.0	71.7	400	390	30.5		292	287
64.5	83.4	785		53.0	77.6	560	515	41.5	71.4	394	384	30.0		289	284
64.0	83.1	774		52.5	77.1	543	509	41.0	71.1	389	379	29.5		285	280
63.5	82.9	763		52.0	76.9	535	503	40.5	70.9	384	374	29.0		281	277
63.0	82.6	751		51.5	76.6	527	497	40.0	70.6	378	369	28.5		277	273
62.5	82.3	741		51.0	76.3	520	492	39.5	70.4	373	364	28.0		274	270
62.0	82.1	730		50.5	76.1	512	486	39.0	70.1	368	359	27.5		270	266
61.5	81.8	719		50.0	75.8	504	480	38.5		363	354	27.0		267	263
61.0	81.5	708		49.5	75.5	496	474	38.0		358	349	26.5		263	260
60.5	81.3	697		49.0	75.3	489	469	37.5		353	344	26.0		260	257
60.0	81.0	687		48.5	75.0	482	463	37.0		348	340	25.5		257	254
59.5	80.7	676		48.0	74.8	475	457	36.5		343	335	25.0		254	251
59.0	80.5	666		47.5	74.5	468	451	36.0		339	331	24.5		251	243
58.5	80.2	655		47.0	74.2	461	445	35.5		334	327	24.0		247	246
58.0	80.0	645		46.5	74.0	454	439	35.0		329	322	23.5		244	243
57.5	79.7	635		46.0	73.7	448	433	34.5		325	318	23.0		241	240
57.0	79.5	625		45.5	73.5	442	428	34.0		321	314	22.5		238	237
56.5	79.2	615		45.0	73.2	435	422	33.5		316	310	22.0		235	235
56.0	78.9	605		44.5	72.9	429	417	33.0		312	306	21.5		232	233
55.5	78.6	596		44.0	72.7	423	411	32.5		308	302	21.0		229	230
55.0	78.4	587	538	43.5	72.4	417	406	32.0		304	298	20.5		226	228
54.5	78.1	578	532	43.0	72.2	411	400	31.5		300	294	20.0		224	225
54.0	77.9	569	526	42.5	71.9	405	395	31.0		296	291				

* 按布氏硬度测试要求, 钢铁材料 140~450HBS 载荷 F 与钢球直径 D 平方之比 $F/D^2=30$, 此处系指这种情况。

口的试样冲断, 计算单位截面积消耗的冲击功, 即:

$$\alpha_k = W/A (\text{J}/\text{cm}^2)$$

式中, $W=G(h_1-h_2)$, W 表示消耗冲击功, A 表示试样截面积 (cm^2), $J=\text{N}\cdot\text{m}$ 。

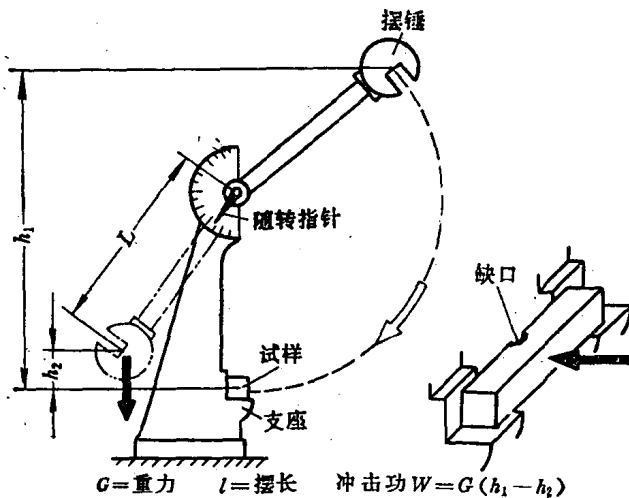


图 1-1-14 冲击试验示意图

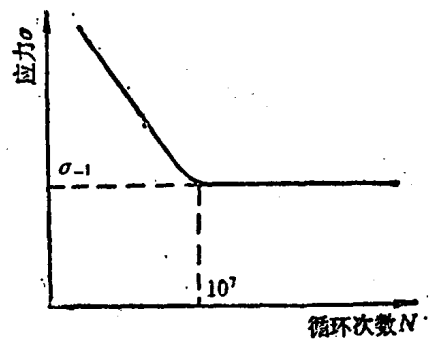


图 1-1-15 疲劳断裂曲线