



化工技工学校教材

化工机械基础

陕西省石油化工高级技校
罗世烈 编



化学工业出版社

化工技工学校教材

化工机械基础

陕西省石油化工高级技校 罗世烈 编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化工机械基础/罗世烈编. —北京: 化学工业出版社, 1998
化工技工学校教材
ISBN 7-5025-2353-7

I. 化… II. 罗… III. 化工机械-技工学校-教材
IV. TQ05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 34629 号

化工技工学校教材

化工机械基础

陕西省石油化工高级技校

罗世烈 编

责任编辑: 高钰

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里5号 邮政编码 100029)

购书咨询 (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真 (010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 427 千字

1999 年 6 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-2353-7/G·657

定 价: 25.00 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

前 言

本书是依据原化学工业部 1997 年 12 月批准颁发的化工工艺专业（工种）《化工机械基础》教学大纲编写的，编写中认真考虑了石油化工技校培养中级化工技术工人的特点，在结合实际、精选内容、利于教学等方面作了一些努力，突出了基本知识，注意了基本技能训练，加强了专业（工种）的针对性，着眼于学以致用，力求符合专业培养的目标。

全书分五章（即五个部分），第一至四章为理论教学内容，授课时数：初中毕业生班为 100 学时；高中毕业生班为 86 学时。第五章为实习教学内容，实习周：初中毕业生班为四周；高中毕业生班为三周。

本书各章之后均安排了复习题，有的章后复习题较多，可以选做。

本书所用符号，考虑到学科习惯，各章自成体系，同一符号在不同的章中代表不同的意义时，均已作了相应说明。

本书采用国际单位制。本书由陕西省石油化工高级技校罗世烈编，全书由四川省化工技校周应胜主审。本书第一章由山东鲁南化工技校孔广友审阅，第二、四章由山东鲁南化工技校李旻审阅，第三章由山东鲁南化工技校周仕安审阅，第五章由吉林化工技校邱国民审阅，参加审稿的还有长春石油化工技校孙季瀛，青海重工业技校邢健等，对本书的定稿提出了有益的意见和建议。在编写过程中还得到陕西省石油化工高级技校周士超校长的关心与支持。在此谨对以上同志表示衷心的感谢。

由于编写时间短，编者水平有限，书中难免存在不少欠妥或错漏之处，恳切希望读者给予批评指正。

编 者

1998 年 8 月

内 容 提 要

本书是依据全国化工技校教学指导委员会化工工艺专业组和化工机械专业组审定的化工机械基础《教学大纲》编写的，主要讲述了化工机械常用材料、化工容器、机械传动基础、化工腐蚀与防护，管、钳工基本操作等内容。

本书是技工学校石油、化工工艺专业的通用教材，也可用于化肥、炼油、化工工艺专业中级技术工人的培训教材和职业学校化工类的教材或化工技术工人自学用书。

目 录

绪 论	1
第一章 化工机械常用材料	2
第一节 金属材料的一般性能	2
一、力学性能	2
二、物理性能	9
三、化学性能	10
四、工艺性能	11
第二节 钢的热处理	11
一、钢的退火和正火	12
二、钢的淬火	12
三、钢的回火	12
四、钢的表面热处理	13
第三节 碳钢	14
一、碳钢中常存杂质对其力学性能的影响	14
二、碳钢的分类	14
三、碳钢的牌号及用途	14
第四节 合金钢	17
一、常用合金元素在钢中的基本作用	17
二、合金钢的分类和牌号	18
三、合金结构钢	19
四、特殊性能钢	20
第五节 铸铁	23
一、灰铸铁	24
二、可锻铸铁	24
三、球墨铸铁	25
四、特殊性能铸铁	25
第六节 有色金属	27
一、铝与铝合金	27
二、铜与铜合金	29
三、钛及其合金	33
四、铅及其合金	35
第七节 常用非金属材料	35
一、塑料	36
二、橡胶	37
三、陶瓷材料	37

四、搪瓷	39
五、玻璃	39
六、不透性石墨	40
复习题	41
第二章 化工容器	43
第一节 概述	43
一、容器的组成与分类	43
二、化工容器的常用材料	44
三、容器部件的标准化	45
第二节 内压薄壁容器	46
一、圆筒形容器	46
二、球形容器	47
三、容器的焊缝与无损检验	47
第三节 容器的封头	48
一、概述	48
二、凸形封头	49
三、锥形封头	50
四、平板形封头	50
第四节 外压薄壁容器	51
一、外压容器稳定性概念	51
二、临界压力	52
三、提高外压容器稳定性的措施	52
第五节 容器的压力试验	53
一、液压试验	53
二、气压试验	54
三、致密性试验	55
第六节 法兰连接	55
一、概述	55
二、法兰的型式及其应用	56
三、法兰的密封面和垫片	58
四、法兰标准	60
第七节 容器的接管、开孔与补强	62
一、接管与凸缘	62
二、手孔、人孔与视镜	63
三、容器的开孔与补强	64
第八节 容器的支座	65
一、立式容器支座	65
二、卧式容器支座	68
第九节 高压容器	69
一、高压容器的结构型式	69

二、高压容器的密封	72
三、高压管件	76
四、高压工艺配管的维护管理	78
第十节 容器的安全操作	80
一、容器的安全附件	80
二、容器的正确使用	83
三、容器的合理维护	84
四、容器的定期检验	85
五、压力容器的管理	86
复习题	86
第三章 机械传动基础	88
第一节 概述	88
一、传动的基本知识	88
二、转速和圆周速度	88
三、机械传动效率	89
四、机械传动装置示意图	89
第二节 带传动和链传动	89
一、带传动的工作原理和特点	89
二、带传动的主要形式和应用	90
三、V带传动	91
四、带传动的安装、使用和维护	94
五、链传动	95
第三节 齿轮传动	97
一、齿轮传动的应用特点和类型	98
二、直齿圆柱齿轮传动的的基本参数和几何尺寸	100
三、齿轮的失效形式	103
第四节 轮系和减速器	104
一、轮系的应用与分类	104
二、定轴轮系传动比的计算	105
三、减速器	107
第五节 轴系零件	110
一、轴	110
二、键、销联接	113
三、螺纹连接	116
四、联轴器	119
第六节 轴承	120
一、滑动轴承	121
二、滚动轴承	123
三、轴承的常见故障及维护	127
第七节 机器的润滑	128

一、摩擦与磨损	128
二、润滑剂	129
三、润滑方式和润滑装置	132
复习题	134
第四章 化工腐蚀与防护	137
第一节 腐蚀与防护的基础知识	137
一、腐蚀的定义和分类	137
二、腐蚀的危害和防腐工作的重要性	138
第二节 常用的化工防腐方法	140
一、表面清理	140
二、金属保护层	144
三、非金属保护层	146
四、腐蚀抑制剂	149
五、电化学保护	150
第三节 常用防腐涂料	153
一、概述	153
二、常用防腐涂料及其应用	157
复习题	164
第五章 管、钳工基本操作	166
第一节 钳工基本操作技术	166
一、划线	166
二、金属的锯割	175
三、金属的锉削	179
四、钻孔	183
五、攻螺纹和套螺纹	190
六、矫正与弯曲	199
第二节 管工基本操作技术	206
一、管子的调直与整圆	206
二、管子的切断	207
三、管子的弯曲	209
四、管钳工安全操作规程简介	216
第三节 化工管路	218
一、化工管道的组成与分类	218
二、化工管路的标准化	218
三、常用管材及管件	219
四、管路的连接	227
五、常用阀门	240
六、管路的涂色标记	256
七、化工管路常见故障的产生原因及消除方法	258
复习题	259

附录	261
一、碳素钢钢板的许用应力	261
二、低合金钢板的许用应力	261
三、不锈复合钢板钢号及规格	262
四、常用低温钢的力学性能 (摘自 GB 3531—83)	262
五、高合金钢板的许用应力	262
六、机械传动装置示意图, 规定符号 (摘自 GB 4460—84)	263
七、普通 V 带的基准长度 (摘自 GB 11544—89)	265
八、圆柱齿轮减速器的中心距 (摘自 GB 10090—88)	265
九、公称传动比系列 (摘自 GB 10090—88)	265
十、减速器的装配型式及代号	266
主要参考资料	266

绪 论

在现代石油、化工生产中使用的机械统称为化工机械，化工机械由化工设备和化工机器两部分组成。化工设备是实现化工正常生产的静设备，它广泛用于传热、传质、化学反应和物料贮存等方面。常见的化工设备有化工容器、换热器、塔器、反应器、贮槽等。化工机器是指化工生产中正常运行必不可少的动设备，它广泛用于输送物料、压缩气体等方面。常见的化工机器有泵、压缩机等。

石油化工生产中使用的设备和机器是十分复杂的，为了实现正确的岗位操作，使这些设备和机器安全可靠的运行，对于从事化工生产的技术工人提出了很高的要求，除了必须熟练地掌握化工生产操作外，还必须懂得一定的机械知识，熟悉本工种主要机械的性能、结构、材料以及耐腐蚀、操作维护等知识和技能。

《化工机械基础》是一门技术基础课，讲述的是化工机械的基础知识，它的主要内容包含以下几个部分：

1. 化工机械常用材料

学习化工机械常用材料一般性能、高、低温性能、耐腐蚀性能以及这些材料的牌号和应用特点，以便运用这些知识去解决生产实际中遇到的具体问题。

2. 化工容器

学习化工压力容器的结构类型、容器材料、标准规范、安全使用与管理等基础知识。

3. 机械传动基础

讲述几种常用的传动装置的工作原理，构造和使用维护、标准零部件的结构形状和应用，为使用和维护化工生产常用的机械传动提供必需的基础知识。

4. 化工腐蚀与防护

讲述化工腐蚀与防护的基础知识，介绍常用的化工防腐方法、防腐涂料及其应用等，为做好设备和机器的防腐工作提供必要的防护知识。

5. 管、钳工基本操作

学习管、钳工基本操作技术、化工管路常见故障及原因等内容。

《化工机械基础》是一门与生产实践联系比较紧密的课程，因此在学习时，不但要努力学习理论知识；而且还要重视理论联系实际，重视生产实习、试验和参观，不断培养分析和解决有关生产实际问题的能力。这样，既学习并掌握了化工工艺操作的理论知识和技能，又学习了所必须掌握的化工机械的基础知识，就能适应现代石油化工生产的需要，成为一名胜任岗位操作的石油、化工技术工人，并为学习新技术奠定必要的技术基础。

第一章 化工机械常用材料

现代化的化工生产工艺过程是非常复杂的，工艺条件十分严格。有的操作压力和反应温度很高，有的操作压力和反应温度极低。有的物料易燃易爆或有毒，有的介质对机器和设备有强烈的腐蚀作用。为确保化工机器和设备长期、稳定、安全地运行，必须保证所有的零部件具有足够的强度，良好的高温性能或低温性能，对很多材料要求耐腐蚀等。因此，应用在化工机械上的材料种类很多，用不同种类的材料以满足化工机器与设备不同场合的使用要求。

化工机械常用材料一般可分为：金属材料和非金属材料两大类。金属材料又可分为黑色金属和有色金属，以铁或以铁为主而形成的物质，称为黑色金属，例如钢和生铁。除黑色金属以外的其他金属，称为有色金属，如铜、铝及其合金等。钢铁是制造化工机器和设备的主要材料。有色金属具有很多优越性，如良好的耐腐蚀性能和低温韧度、密度小、熔点高、导电率大等，也获得了广泛应用。非金属材料包括除金属材料以外的几乎所有的材料，如塑料、陶瓷、玻璃钢等，非金属材料在近几十年来发展非常迅速，特别是塑料、陶瓷、玻璃钢等，在材料的生产和使用等方面均有重大的进展，这些材料除要求有良好的耐腐蚀性、绝缘性能外，还有足够的强度，不渗透性，热稳定性好，加工制造容易，成本低以及原料来源广泛，已成为化工机器和设备中不可缺少而独立使用的材料。

第一节 金属材料的一般性能

金属材料广泛地用于制造各种化工机器、设备和工具，是由于它具有许多良好的性能。一般包括使用性能和工艺性能两方面：使用性能是指金属材料在使用过程中表现出来的性能（力学性能、物理性能、化学性能）；工艺性能是指金属材料在制造工艺过程中表现出来的性能（切削性能、焊接性能等）。

一、力学性能

化工机器和设备及工具在设计、制造中选用金属材料时，除全面考虑不同工作条件和结构型式外，大多以力学性能（也称机械性能）为主要依据。因此，熟悉和掌握金属材料的力学性能是非常重要的。

所谓力学性能是指金属材料受外力作用时表现出来的性能。力学性能包括强度、塑性、硬度、冲击韧度和疲劳强度等。

当金属材料受外力作用时，这种外力称为载荷（或称负荷、负载）；载荷因其作用性质不同，它可以分为静载荷、冲击载荷和交变载荷等。

静载荷是指大小不变或变动很慢的载荷。

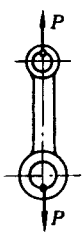
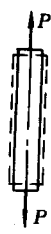
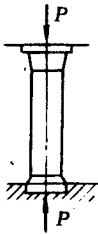

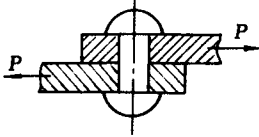
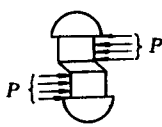
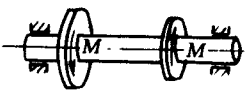

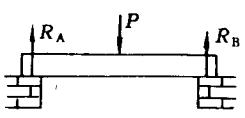
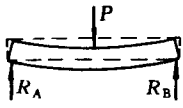
冲击载荷是指突然增加的载荷。

交变载荷是指大小和方向随时间作周期性变换的载荷。

根据载荷的作用方式不同，它可以分为拉伸载荷、压缩载荷、剪切载荷、扭转载荷和弯

曲载荷等。表 1-1 是构件^①在不同载荷作用下的变形情况。

表 1-1 构件受不同载荷作用时的变形分类

载 荷 类 型	实 例	变 形 简 图
拉 伸		
压 缩		
剪 切		
扭 转		
弯 曲		

(一) 内力和应力

金属构件受外力作用时，其内部产生一种抵抗外力作用的力称为内力。单位面积上的内力称为应力 (σ)。因为内力总是随着外力而产生的，而且是与外力平衡的，所以金属构件受拉力和压力作用时，其应力 (σ) 按下式计算：

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1-1)$$

式中 P ——外力，N；

A ——横截面积， m^2 ；

σ ——应力， N/m^2 。

在国际单位制中，应力的单位是 N/m^2 ，称为“帕斯卡”，简称“帕”(Pa)。这个单位太

① 构件——机器或设备中的零件部件统称为构件；

杆件——构件的长度尺寸比它的横向尺寸大得多，这样的构件称杆件。

小，可以改用“兆帕”(MPa)。

$$1\text{MPa}(\text{兆帕})=10^6\text{Pa}(\text{帕})=10^6\text{N/m}^2(\text{牛顿/米}^2)=1\text{N/mm}^2(\text{牛顿/毫米}^2)$$

附带指出，等截面直杆受拉或受压时，可以认为应力在横截面上是均匀分布的，但是，当横截面尺寸有急剧改变时，则在截面突变附近局部范围内，应力数值是急剧增大的，离开这个区域稍远，应力即大为降低并趋向均匀，如图 1-1

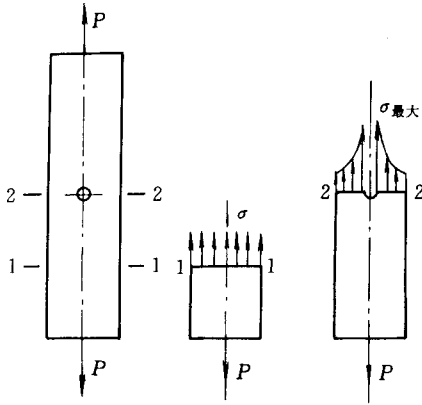


图 1-1 等截面直杆在开孔处的应力集中现象

所示。这样由于截面突然改变而引起的应力局部增高的现象称为应力集中。截面或几何形状改变越剧烈，应力集中越严重。

由于应力集中的原因，工程上很多构件的破坏往往总是发生在截面尺寸突然变化的地方。如切口、切槽、油孔、螺纹、台肩等，所以应力集中对构件的正常工作是非常不利的，工程中常采取一些措施来缓和应力集中的影响。例如压力容器在开孔以后，要采取开孔补强的措施。又如在带尖角的槽或台肩处采用圆角过渡，如图 1-2。还有机器零件的搬运，吊装过程中应防止腐蚀、擦伤以降低应力集中的影响。

1. 弹性和塑性

金属材料受外力作用会发生变形，如果外力解除后，变形消失，恢复原来状态，材料的这种变形称为弹性变形，材料的这种性质叫弹性。

金属材料受外力作用后产生永久性变形而不断裂的能力称为塑性，材料的这种变形称为塑性变形。塑性是金属材料重要的指标之一，通常用延伸率 δ (或伸长率) 和断面收缩率 ψ 表示。

(1) 延伸率——试件断裂后的相对伸长。

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

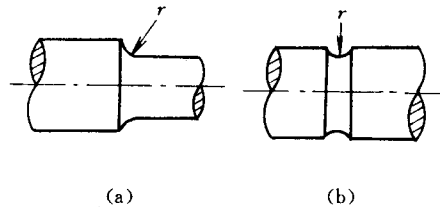


图 1-2 轴直径尺寸突变处用圆角 r 过渡

式中 l_0 ——试件原长，mm；

l_1 ——试件断后长度，mm。

图 1-3 为试件拉伸前与拉伸后的长度。

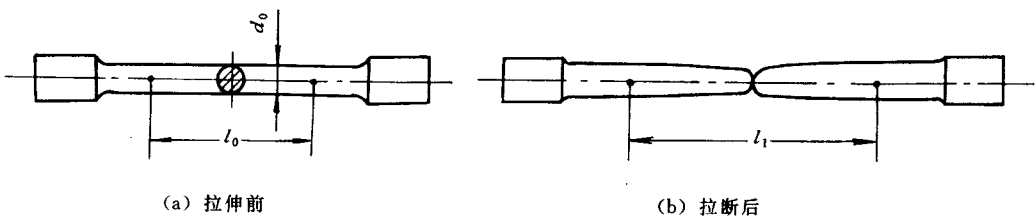


图 1-3 拉伸试件

(2) 断面收缩率——试件断裂后横截面面积的相对收缩。

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 A_1 ——试件断口处的最小横截面面积, mm^2 。

A_0 ——试件原始横截面面积, mm^2 。

必须说明, 同一材料的试件长短不同, 测的伸长率 δ 是不同的, 长短试件的伸长率分别用符号 δ_{10} 和 δ_5 表示。习惯上 δ_{10} 也常写成 δ 。

金属材料的延伸率 (δ) 和断面收缩率 (ψ) 的数值越大, 表示材料的塑性越好。塑性好的金属可发生大量的塑性而不破坏, 便于通过塑性变形加工成复杂形状的零件。例如轧钢板、冷冲、冷拔、锻压等成型加工。

2. 强度

金属材料在外力的作用下, 抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度, 强度的大小通常用应力来表示。按照载荷的作用方式不同, 强度可分为抗拉强度 (σ_b), 抗压强度 (σ_{bc})、抗剪强度 (τ_b)、抗扭强度 (τ_t)、抗弯强度 (σ_{bb}) 等 5 种。各种强度之间是有一定联系的, 一般情况下都是通过静载拉伸、压缩试验的方法来测定材料的强度指标。所谓拉伸试验, 就是将被测金属材料制成特定试件 (圆形拉伸试件分长短两种, 长试件 $l_0=10d_0$, 短试件 $l_0=5d_0$) 放到拉伸试验机上去拉, 逐步加大拉力, 观察材料的变形情况, 直到拉断为止。如图 1-3 (a) 所示。

低碳钢通过上述拉伸试验, 可以画出拉力的增加和材料变形之间的关系曲线图 (图 1-4)。图中明显地表现出下面几个变形阶段:

Oe ——弹性变形阶段, P_e 为试件能恢复原始形状和尺寸的最大拉力。

es' ——屈服阶段, 材料在发生弹性变形的同时还出现微量的塑性变形, 当外力增加到 P_s 时, 曲线 ss' 几乎成水平线, 这说明在这一段中, 即是外力不增加的情况下材料继续伸长变形, 这种现象称为材料的屈服现象。 P_s 称为屈服载荷。屈服后, 材料将残留较大的塑性变形。

$s'b$ ——强化阶段, 过了 s' 点以后到 b 点, 欲使试件继续伸长, 必须不断增加载荷, 当外力增大到 P_b 时, 试件局部变细, 然后从变细处断裂。 P_b 称为试件承受的最大载荷。

图 1-4 所示拉力伸长曲线图, 描绘了低碳钢试件从开始加载直至断裂的全过程中逐渐增加载荷与材料伸长变形的关系。

(1) 屈服点 σ_s 。

曲线过 s 点后, 变形增加很快, 线段 ss' 接近水平直线, 材料出现了较大的塑性变形。相应于 s 点的应力称为屈服点或屈服极限。工程上通常取 s 点的屈服作为材料的屈服强度, 对应于 s 的应力值以 σ_s 表示。它的计算式为:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{A_0} \quad (1-4)$$

式中 σ_s ——屈服点, N/mm^2 ;

P_s ——试件屈服时的载荷, N ;

A_0 ——拉伸前试件的原横截面面积, mm^2 。

当应力达到屈服强度时, 材料产生较显著的塑性变形, 这对零、构件的正常工作是不允许的, 因此屈服点是衡量塑性材料强度的一个重要指标。化工机器和设备上的零件所受的应

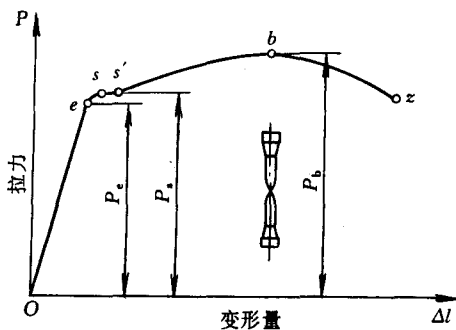


图 1-4 低碳钢的拉力和变形关系曲线

力一般都小于屈服点，否则会产生明显的塑性变形。Q235 钢的屈服点 $\sigma_s = 235 \text{ N/mm}^2$ 。

(2) 抗拉强度 σ_b 。

凸起的曲线 $s'b$ ，表明若要试件继续变形，必须增加应力， b 点是试件断裂前能承受的最大应力值称为抗拉强度或强度极限。以 σ_b 表示，其计算式为：

$$\sigma_b = \frac{P_b}{A_0} \quad (1-5)$$

式中 σ_b ——抗拉强度， N/mm^2 ；

P_b ——试件拉断时的最大载荷， N ；

A_0 ——试件原始横截面面积， mm^2 。

抗拉强度表示材料在拉伸载荷作用下的最大均匀变形的抗力。也是衡量材料强度的另一重要指标。对于 Q235 钢 $\sigma_b = 460 \text{ N/mm}^2$ 。

综上所述， e 、 ss' 、 b 这些点所对应的应力值，反映材料在不同阶段的变形和强度特性。其中，屈服点 σ_s 表示材料出现了显著的塑性变形；而抗拉强度 σ_b 则表示材料将失去承载能力，因此， σ_s 、 σ_b 是表示金属材料强度的两个重要指标，也是评定材料优劣的重要指标。

灰铸铁是工程上应用广泛的脆性材料，按照与低碳钢同样的方法进行拉伸试验，得出力伸长曲线如图 1-5 所示，这类材料的特点是，没有屈服的情况下就断裂破坏；且只能测得断裂时的抗拉强度 σ_b 。因此，抗拉强度 σ_b 是衡量脆性材料的唯一指标。

对这类没有屈服阶段的材料，规定取对应于试件卸载后残留 0.2% 的塑性变形时的应力值作为材料的屈服极限，以 $\sigma_{0.2}$ 表示或以 $\sigma_{r.0.2}$ 表示。

(二) 硬度

材料抵抗局部变形，特别是塑性变形，压痕或划痕的能力称为硬度。金属被压以后，在它上面留下的压痕越小或越浅，硬度就越高。硬度是各种机器零件和工具必须具备的性能指标。工厂里所用的刀具、量具、模具等，都应具备足够的硬度，才能保证使用性能和寿命。对有些机械零件如轴、齿轮也要求有一定的硬度，以保证足够的耐磨性和使用寿命，因此硬度是金属材料重要的力学性能之一。

常用的硬度指标有两种

1. 布氏硬度

布氏硬度是在布氏硬度试验机上测定的，测定时，以一定压力 P 将一标准钢球压入被测金属表面（图 1-6），当压力 P 和钢球直径 D 一定时，被测金属的压痕直径 d 越小，布氏硬度值越大，也就是硬度越高，材料越硬。相反， d 越大，布氏硬度值越小，硬度也越低，材料越软。布氏硬度值是用球面压痕单位表面积上所承受的平均压力来表示。用符号 HBS (W) 来表示。即

$$\text{HBS (W)} = \frac{P}{A} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (1-6)$$

式中 HBS (W) ——分别表示不同压头的硬度值符号。当压头是淬硬钢球用 HBS 表示，当压头是硬质合金球用 HBW 表示；

P ——压力载荷， N ；

A ——压痕面积， mm^2 。

布氏硬度的表示方法规定为：符号 HBS 或 HBW 之前的数字为硬度值。例如 HBS 为 170 N/mm^2 时记作 170 HBS。

布氏硬度的特点是比较准确，因此用途很广，适用于铸铁，有色金属及其合金、各种退火调质钢材等。但也存在不能测量高硬度金属，用钢球压头测量时，硬度值小于 450；用硬质合金球压头测量时，硬度值小于 650；如硬度过高，钢球产生变形，数值就不准确。不宜于测量成品和薄片材料，因压痕较大，易损坏表面。

2. 洛氏硬度

和布氏硬度试验一样，也是采用压痕试验法测定的，它是采用锥形（120°）金钢石压印头以一定的压力 P 压入金属表面（图 1-7），用压痕深度表示其硬度值，压痕越浅，硬度值越大，材料硬度越高。洛氏硬度用符号 HR 表示。

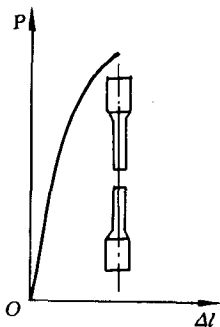


图 1-5 力伸长曲线

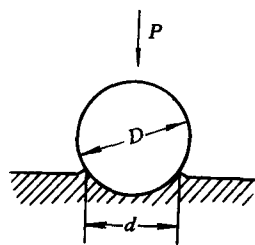


图 1-6 布氏硬度试验示意图

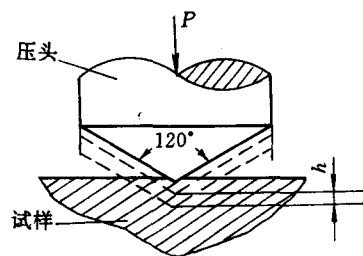


图 1-7 洛氏硬度试验示意图

洛氏硬度有 3 种：

(1) HRC——采用 $P=1470\text{N}$ ($P=150\text{kg}$) 负荷和 120°圆锥体金钢石压入求得的硬度值。硬度值范围 HRC20~67，主要适用于调质钢、一般淬火钢。

(2) HRB——采用 $P=980\text{N}$ ($P=100\text{kg}$) 的负荷和直径为 1.59mm 淬硬钢球求得的硬度值。硬度值范围 HRB25~100，主要用于退火钢件、铜合金等。

(3) HRA——采用 $P=588\text{N}$ ($P=60\text{kg}$) 负荷和 120°圆锥体金钢石压入求得的硬度值。硬度值范围 HRA60~85，主要用于测量表面淬火钢，硬质合金钢等。

3 种洛氏硬度中 HRC 应用最为广泛。洛氏硬度的特点是压痕较小，可以测量成品及薄的工件，还可以测很软到很硬的金属材料，但其准确性不如布氏硬度的准确度。

(三) 冲击初度

前面介绍的是静载荷下金属材料的力学性能，对于受静载荷的零件或容器，主要考虑材料的抗拉强度 σ_b 、屈服点 σ_s 和延伸率 δ 。但生产中许多机械零件在工作时，往往要受到冲击载荷的作用，如柴油机曲轴、空气锤的锤头和锤杆、冲模、活塞销等。这时必须考虑材料抵抗冲击载荷的能力。金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力称为冲击初度。

冲击初度是在专门的冲击试验机上进行测定的，被测金属也要先加工成标准试件，然后将试件缺口背向摆锤的冲击方向放在试验机的支座上，如图 1-8(a)所示。再将具有一定重力 G 的摆锤举至一定高度 H_1 ，如图 1-8(b)，使其获得一定的势能 (GH_1)，然后使摆锤自由落下，将试件冲断，并自由回升至高度 H_2 ，这时的势能为 GH_2 。试件破断所吸收的能量即是摆锤冲击试件所作的功，称为冲击吸收功，用符号 A_k 表示，单位是焦耳 (J)，其计算公式如下：

$$A_k = GH_1 - GH_2 = G(H_1 - H_2)$$

式中 A_k ——冲击吸收功，J；

G ——摆锤重力，N；