

工人技术培训教材

机械工程材料

辽宁省工人技术培训教材编委会主编



4

辽宁科学技术出版社

编著者 甄星耀
审稿者 赵镛浩 贾金山
邓广仁 李怀琴
王凤山

机 械 工 程 材 料
辽宁省工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社出版、发行
(沈阳市南京街6段1里2号)
沈阳市第二印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 7 3/4 字数: 170,000

1983年3月 第1版 1983年3月第1次印刷

责任编辑: 马 骏 陈慈良 封面设计: 曹太文

印数: 1—50,000

统一书号: 15288·37

定价: 0.56元

出版说明

加强职工教育，是开发智力、培养人才的重要途径，是提高青年工人的文化与科学技术水平、搞好国民经济的调整、加速四个现代化进程的重要环节。为了适应开展职工教育的需要，辽宁省和沈阳市劳动局与辽宁科学技术出版社组成了工人技术培训教材领导小组，下设工人技术培训教材编委会，组织编写了一套工人技术培训教材。首批有《看图》、《尺寸公差与形位公差》、《量具》、《机械工程材料》、《机械基础》、《维修电工》、《电机修理工》、《电焊工》、《气焊与气割》、《无线电调试工》、《油漆工》、《管道工》、《木工》、《木模工》、《划线工》、《铆工》、《铣工》、《齿轮工》、《磨工》、《装配钳工》、《锅炉工》、《车工》、《缝纫工》、《裁剪工》等24种，自一九八二年起陆续出版。

这套教材是根据国家劳动总局对培训工人的要求，参照国务院有关部制订的“工人技术等级标准”与工人的现有水平，本着“少而精”的原则编写的。具有学时短、见效快、理论联系实际的特点。书中附有例题和习题，既可作为1—4级工人的培训教材，也可供各类技工学校、职工业余学校

使用。

这套教材在编写过程中得到了辽宁省职工教育管理委员会和袁林霄、董旭、刘子清、傅维恕、王年光、史继绵、徐国章、姜庆铎、王启义、张永恒、平献明、谢宗起、赵俨等同志的支持和帮助，在此表示感谢。

目 录

第一章 材料的基本知识	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 材料的分类	(2)
第三节 材料的物理性能和化学性能	(3)
第四节 金属材料的机械性能	(7)
第五节 材料的工艺性能	(16)
复习思考题一	(19)
第二章 黑色金属材料的一般知识	(20)
第一节 钢铁的生产	(20)
第二节 钢的分类与编号方法	(23)
第三节 钢材的种类及规格	(28)
第四节 钢材的涂色标记及火花鉴别	(35)
复习思考题二	(42)
第三章 金属的晶体结构与铁碳合金状态图	(43)
第一节 金属的晶体结构	(43)
第二节 金属的结晶	(48)
第三节 合金的结构	(52)
第四节 铁碳合金的组织	(54)
第五节 铁碳合金状态图	(58)

第六节 钢在加热与冷却时的组织转变	(64)
复习思考题三	(67)
 第四章 钢的热处理	 (69)
第一节 钢的退火与正火	(69)
第二节 钢的淬火与回火	(74)
第三节 钢的表面热处理	(78)
复习思考题四	(82)
 第五章 碳素钢	 (83)
第一节 钢中杂质对碳钢性能的影响	(83)
第二节 碳素结构钢	(85)
第三节 易切削钢	(91)
第四节 碳素工具钢	(93)
复习思考题五	(95)
 第六章 合金结构钢	 (96)
第一节 合金钢的特点与合金元素在钢中的 作用	(96)
第二节 普通低合金结构钢	(99)
第三节 渗碳钢	(102)
第四节 调质钢	(104)
第五节 弹簧钢	(106)
第六节 滚动轴承钢	(108)
复习思考题六	(110)

第七章 合金工具钢与特殊用途钢	(112)
第一节 合金工具钢	(112)
第二节 高速工具钢	(116)
第三节 硬质合金	(118)
第四节 特殊用途钢	(121)
复习思考题七	(124)
第八章 铸 铁	(125)
第一节 概 述	(125)
第二节 灰口铸铁	(127)
第三节 可锻铸铁	(129)
第四节 球墨铸铁	(131)
第五节 特殊性能铸铁	(133)
复习思考题八	(134)
第九章 有色金属材料	(135)
第一节 铝及铝合金	(135)
第二节 铜及铜合金	(138)
第三节 轴承合金	(144)
第四节 其它有色金属	(147)
复习思考题九	(148)
第十章 金属的腐蚀与防护	(149)
第一节 金属的腐蚀原理	(149)
第二节 腐蚀破坏的形式	(153)
第三节 金属的防护	(155)

复习思考题十	(158)
第十一章 橡胶与橡胶制品	(159)
第一节 橡胶的特性与组成	(159)
第二节 常用橡胶的种类	(162)
第三节 橡胶制品	(166)
复习思考题十一	(169)
第十二章 工程塑料	(170)
第一节 塑料的分类和主要成分	(170)
第二节 塑料的性能	(172)
第三节 常用塑料	(177)
复习思考题十二	(180)
第十三章 润滑材料	(181)
第一节 润滑油的特性	(181)
第二节 添加剂	(183)
第三节 润滑油	(185)
第四节 润滑脂	(190)
复习思考题十三	(193)
第十四章 其它材料	(194)
第一节 涂 料	(194)
第二节 胶粘剂	(200)
第三节 石棉制品	(204)
第四节 陶 瓷	(207)
第五节 木 材	(212)
复习思考题十四	(219)

第一章 材料的基本知识

第一节 概 述

材料在人们生活和生产中运用非常广泛。各种生活日用品要用金属、陶瓷、玻璃、木材、塑料等材料，修建房屋要用水泥、砂石等建筑材料，制造机器要用各种金属材料和非金属材料。目前世界上已发现和运用的各种材料近三十万种，总的可以概括为两大类：金属材料和非金属材料。

机械工程材料是机器制造的原料。各种机床，冶金、石油化工设备，都是由材料制成的。就拿我们所熟悉的机床来说，它的床身大多由铸铁或铸钢铸成；机床上的轴和齿轮等多数是用各种型号的钢材制成的；轴套是用粉末冶金材料压制而成，此外还有由橡胶、塑料材料制成的密封圈、皮带和轴承盖等。机械工人所从事的工作，就是将各种材料加工成一定形状和尺寸的零部件，然后装配成各种机器。由于我们天天在和材料打交道，因此，就必须学习和了解各种常用机械工程材料的性能、特点、规格及应用范围。只有对常用机械工程材料有了较全面的认识，才能正确选择和使用各种材料。譬如，在金属切削加工中，如果掌握了钢材的性能，就能合理地选择刀具、切削速度及切削用量，从而提高工作效率和节约能源。

本书除了对金属材料作重点介绍外，为了扩大读者的知识面，还用一定的篇幅介绍了一些非金属材料，如工程塑料、工业陶瓷等。

第二节 材料的分类

由于材料品种多，用途广，它的分类也比较复杂。下面介绍一下国内外常用材料的分类方法。

按用途分：有机械工程材料、建筑工程材料、电子材料、特殊用途材料等。

按化学成分分：有金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料、复合材料（人工材料）等。

机械工程所用的材料，主要是金属材料，其次是非金属材料。随着非金属材料性能的改善和新品种的大量涌现，各种非金属材料，如工程塑料、工业陶瓷等，在机械制造业中应用的范围正在不断扩大。

到现在为止已发现的金属有八十五种，这八十五种金属除各有自己的命名外，还按不同的标准分成不同的种类。

在金属中，按照颜色的不同，分为黑色金属和有色金属。黑色金属是指铁、锰、铬等；有色金属是指铜、铝、锌、钛等。需要指出的是，铁、锰、铬的纯金属是银白色的，只是在生产上使用时多半是它们的合金，而这些合金看上去又都是黑乎乎的，因此，习惯上称为黑色金属。

在有色金属中，按照比重的不同，可分为轻金属和重金属。比重小于五，称为轻金属；比重大于五，称为重金属。钠、镁、铝等为轻金属，镍、铜、锌、锡、铅等为重金属。按照含量和贵重程度的不同，又可分为稀有金属和贵金属。

如钛、钒、钼、钨等，由于它们在地球上的含量较少，称为稀有金属；金、银、铂等，因比较贵重，称为贵金属。

非金属材料可分为无机非金属材料 and 有机高分子材料两大类。无机非金属材料有石棉、玻璃、陶瓷、水泥等，它们是以岩石、泥土等作为原料制成的。有机高分子材料不是象金属材料 and 无机非金属材料那样直接取自于大自然，或者将一些天然物质进行冶炼、焙烧、加工后制成。它是用人工合成的方法从煤、石油、天然气、石灰石里制取的。如塑料、橡胶、有机合成胶粘剂、化学纤维等。

以上各类材料各有不足之处，金属材料大多不耐腐蚀；无机非金属材料有脆性；有机高分子材料则不耐高温。随着现代科学技术的发展，近年来又出现了具有综合性能的复合材料，它们是由两种或两种以上的材料复合制成的，如玻璃钢、碳—碳复合材料等。

第三节 材料的物理性能和化学性能

掌握材料的性能，是合理保管和使用材料的重要依据。材料的性能包括物理性能、化学性能、机械性能和工艺性能。

材料的物理性能包括比重、熔点、导电性和绝缘性、导热性、热膨胀性和磁性等。化学性能包括耐腐蚀性、抗氧化性等。下面介绍几种常见的物理性能和化学性能。对于材料的机械性能和工艺性能分别在第四节和第五节里专题讨论。

一、比 重

物质单位体积的重量叫做比重，用克/厘米³表示，如铁

的比重为7.85克/厘米³。在生产中要计算所用材料的重量时，只要先算出该材料的体积，再乘以它的比重就可求出其重量。几种常用材料的比重见表1—1。常用几何图形及钢材重量计算见附表1。

表1—1 常 用 材 料 的 比 重

材料名称	比 重	材料名称	比 重
铁	7.85	灰铸铁	6.8~7.4
铜	8.89	白口铁	7.2~7.5
铝	2.7	青 铜	7.5~8.9
镁	1.7	黄 铜	8.5~8.85
锌	7.19	塑 料	0.9~2.3
镍	8.9	生橡胶	0.91~0.93
铅	11.3	木 材	0.3~1.0以上
锡	7.3	润滑油	0.9~1.1
金	19.3	陶 瓷	2.1~2.4
铂	21.45	玻 璃	2.4~3.6

由表可知，纯金属都有固定的比重，如铁的比重为7.85，但合金的比重与其组成成分有很大关系，如高速工具钢W18Cr4V的比重却为8.7。至于非金属材料，比如塑料的比重，由于品种的不同，其区别就更大了。

二、熔 点

物体由固体熔化为液体时的温度，称为熔点。每种金属材料 and 多数非金属材料都有其固有的熔点。各种金属材料的熔点相差很大，例如，汞的熔点为-39.30℃，而钨的熔点

则高达3140℃。几种常用金属材料的熔点见表1—2。

表1—2 几种常用金属材料的熔点

材 料 名 称	熔 点 (℃)	材 料 名 称	熔 点 (℃)
纯铁	1538	钛	1668
铜	1083	镍	1455
铝	658	铬	1765
钨	3140	钒	1900
钼	2622	锰	1230
锌	419	镁	627
铅	327	青铜	865~900
锡	232		
金	1063		

三、导电性和绝缘性

电线里面的导线一般采用铜丝和铝丝，而外面包有橡胶或塑料，这是因为铜和铝具有良好的导电性能，而橡胶和塑料有良好的绝缘性能。材料传导电流的能力，叫导电性，反之称为绝缘性。金属材料均有良好的导电性，其中银的导电性为最好，其次是铜和铝。银的价格高，多用于印刷线路，而导线一般采用铜材或铝材制造。

长一米，截面积为一平方毫米的材料，在一定温度下所具有的电阻数，叫电阻系数，用符号 ρ 表示。单位是欧姆·毫米²/米。

合金的导电性比纯金属低，因此制作导线时，应尽可能采用纯金属，制作电阻元件时，则尽可能选用电阻大的合金。

非金属材料一般都有良好的绝缘性能，工业中常用的绝缘材料有橡胶、塑料、绝缘漆、木材、布类等。

四、导热性

加热金属棒的一端而另一端也会很快变热，说明了有热量传到了没被直接加热的一端，这种传导热的性能，叫导热性。金属材料一般具有良好的导热性，非金属材料导热性能都很差，所以，隔热保温多用非金属材料，如石棉、塑料等。金属材料本身的导热性差别也很大，若银的导热能力为1，则铜为0.9，铝为0.5，铁为0.15。金属材料加热时，导热能力大的可以快速加热，而导热能力小的要慢速加热。

材料导热性的具体数值用材料的导热系数 λ 来表示。导热系数的单位是卡/厘米·秒 $^{\circ}\text{C}$ 。

五、热膨胀性

材料受热体积增大，遇冷体积缩小的现象，叫做热胀冷缩。生产中常常利用这种性能来进行设备安装和加工，凡是图纸上标有热装的部件，就是要将其中指明的一个零件加热，使之胀大，再将另一个零件装入，待冷却后这两个零件就会牢牢地紧固在一起。例如，汽锤上的汽饼与锤杆就是采用这种方法连接的。

材料的热膨胀性通常用线胀系数 α 来表示，即 α 表示材料在温度升高1 $^{\circ}\text{C}$ 时其单位长度的伸长量。例如，铁的线胀系数是 $\alpha = 11.76 \times 10^{-6} \text{mm/mm} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。

六、磁性

材料受磁场作用的性能，称为磁性。非金属材料及铜、

锡、锌等有色金属材料，能抗拒外加磁场对材料本身的磁化作用，也就是不能被磁铁所吸引。一些黑色金属材料如铁、钴、镍等，易于受磁场作用。但是有些金属的磁性也不是固定不变的，比如，当温度升高到 768°C 以上时，铁的磁性就会消失。

铁磁材料在工业生产中被广泛地应用。如电磁阀就是利用材料的磁性来完成顺序动作。

七、耐腐蚀性

材料受空气、水蒸气的侵蚀，或受酸、碱的腐蚀，若产生锈蚀现象，则说明该材料的耐腐蚀性差。材料抗介质腐蚀的能力，称为耐腐蚀性能。每年因锈蚀而损失的钢材，大约相当于世界钢铁总产量的 1% 。通过改变金属材料的成分，固然可以提高其耐腐蚀能力，但会大大提高钢材的成本，比较经济的办法是采用烤蓝、喷漆等，来设法增强普通钢材的耐腐蚀性能。

八、抗氧化性

材料在高温下对氧化的抵抗能力称为抗氧化性。如工业用的锅炉、汽轮机、喷气发动机、火箭、导弹等，大都在高温下工作，若所用材料的抗氧化性不好，表面就会很快地被氧化而剥落。

第四节 金属材料的机械性能

各种机器零部件和工程结构件，在服役过程中均受到各种复杂的外力作用，这就要求金属材料必须具有良好的机械

性能，抗衡外力而不致使零件发生变形或破坏。

金属材料的机械性能指标很多，其中常用的指标有强度、塑性、冲击韧性、硬度、刚度和弹性以及疲劳性能等。

在工程上把金属材料所受的外力叫负荷，材料在外力作用下所发生的形状和尺寸的变化称为变形，其中包括弹性变形和塑性变形。

一、强度、塑性、弹性

用较小的力量将钢丝稍加弯曲后松开，钢丝立刻恢复到原来的形状，这种变形称之为弹性变形，图1—1中1点以前的变形就是属于弹性变形。当用较大的力量将钢丝作较大弯曲

时，松开后钢丝只能恢复一部分变形，仍保留一部分变形，这个残留部分的变形通常称为塑性变形。塑性变形一般都同时伴

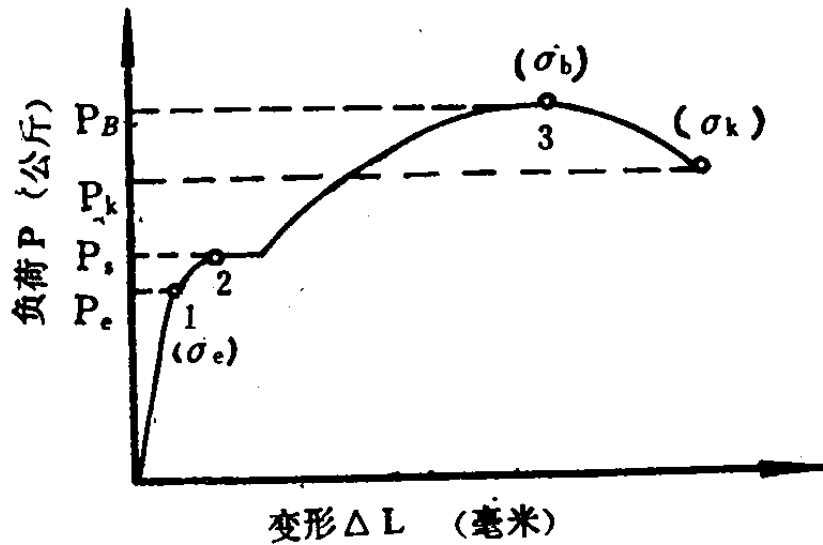


图1—1 低碳钢的拉伸曲线

随着弹性变形的发生，所以又叫做弹—塑性变形。将钢丝多次弯曲或拉伸后最后发生折断，称为断裂。可见，金属材料的变形可分为三个连续的阶段：弹性变形阶段、弹—塑性变形阶段和断裂阶段。

我们一旦掌握了金属材料的弹性变形、塑性变形和断裂方面的初步知识之后，就不难理解强度、塑性和弹性等各种机械性能。

1. 强 度

强度是材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。根据受力状况，材料强度有抗扭、抗弯、抗压和抗拉强度之分，但应用最为普遍的是抗拉强度（有关强度指标的国际单位制的说明见附表2）。

为了测定金属的抗拉强度，可将金属材料制成一定形状和尺寸的试样，见图1—2（a），然后把它安装在拉力试验机（见图1—3）上进行拉力试验。试样受拉后，其伸长量与所受的外力有对应关系，低碳钢的拉伸曲线见图1—1。

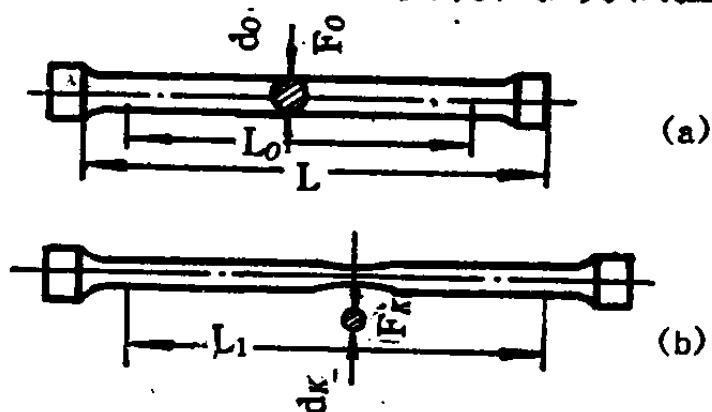


图1—2 (a) 钢的标准拉伸试样
(b) 被拉断后的示意图

（1）屈服极限
（屈服强度） σ_s ，
当外力达到 P_s 的时

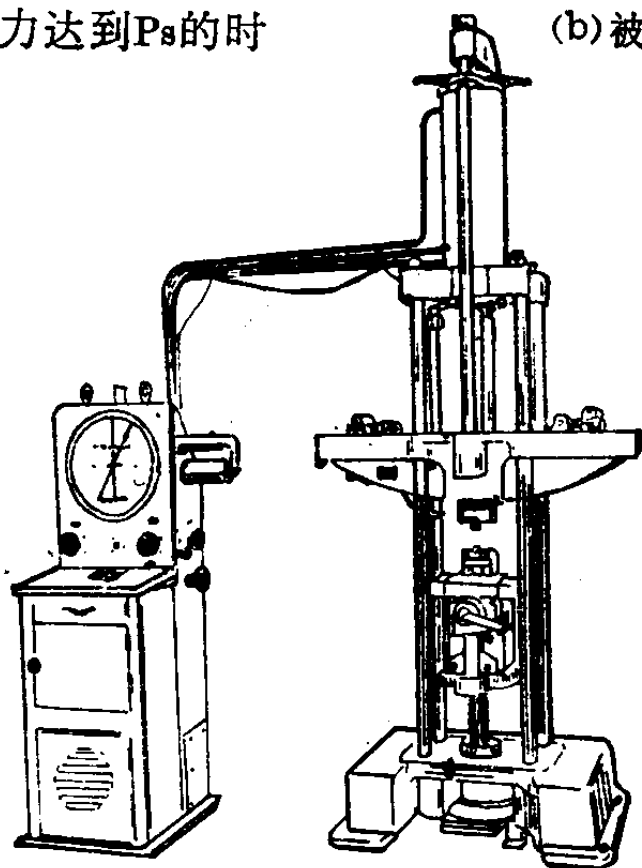


图1—3 材料拉伸试验机