

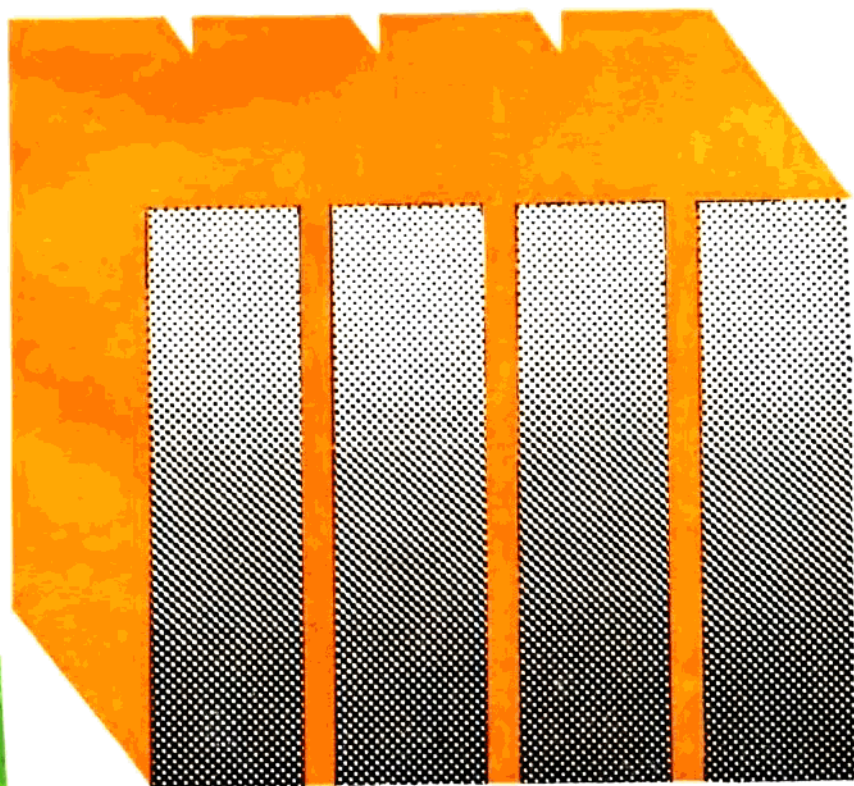
■ 高等学校教材

金属工艺学

■ 非机械类专业

■ (第四版)

■ 东南大学(原南京工学院)工程材料及机械制造基础教研组编 骆志斌 主编



■ 高等教育出版社

TG

15

高等学校教材

金属工艺学

非机械类专业
(第四版)

东南大学(原南京工学院)工程材料及机械制造基础教研组编

骆志斌 主编

高等教育出版社



B 587480

高等学校教材
金属工艺学
非机械类专业
(第四版)

东南大学工程材料及机械制造基础教研组编
骆志斌 主编

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
上海市中华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 12 插页 1 字数 274,000

1961年5月第1版

1989年3月第4版 1989年4月第1次印刷

印数 0001—3,600

ISBN 7-04-001984-1/TH·43

定价 2.85 元



第四版 序

本书自1981年第三版出版以来,受到广大兄弟院校的欢迎。为了进一步提高教材质量,适应教学改革的需要,我们征集了许多院校教师的意见,根据1987年4月国家教委批准印发的《金工实习教学基本要求》进行了重新修订。

按照非机械类教学基本要求,实习时间为3~4周,其中课堂讲授18~24学时。这次修订是以冯铁强主编《金属工艺学》上册——实习部分(上册)为基础,将讲课部分融为一体,使内容更趋系统和完整,并在以下几个方面作了较大的修改。

1. 在加强学生基本操作技能培养的同时,注重了基本知识的传授,使学生获得必要的机械制造的基本知识。

2. 在加强工艺方法分析比较的同时,注重了基本原理的阐述,以培养学生思维、理解力和分析问题的能力。

3. 注重理论联系实际,工艺章节大都有典型零件工艺示例,并附有联系实际的作业思考题,逐步训练、培养学生解决生产实际问题的能力。

4. 作业、思考题较前增多,以帮助学生掌握教学基本要求。

5. 全书增添和更新了较多的插图。

6. 全书名词术语、计量单位、符号及部分材料牌号尽都采用新的国家标准。

考虑非机械类专业多,要求不一,教材内容有一定的灵活性,在保证教学基本要求的前提下,各院校在安排时,可结合自己学校的情况来决定。

本书第一、四章由冯铁强副教授编写,第二、三章由骆志斌副教授编写,第五、六、七、八、九、十章由赵敫生副教授编写。原书系冯铁强副教授主编,因出国工作,现改由骆志斌副教授负责主编。本书部分插图由陈天佑、马红霞两同志协助描绘。

全书承同济大学钱增新副教授、中南工业大学卢达志副教授审阅,并经国家教委“工程材料及机械制造基础”课程教学指导小组复审通过。

在此对在使用和修订教材过程中提出宝贵意见的同志表示衷心感谢。

水平所限,错误难免,恳请指正。

编 者

1988年5月

第三版 序

本书是在《金属工艺学》(1965年修订本)的基础上,根据1980年5月审定的金属工艺学教学大纲(非机械类)进行改写的。

按照教学大纲要求,实习时间为3~4周,讲课为40学时。本书内容分实习和讲课两部分,可供各高等工业院校非机械类专业使用。

实习部分的内容,重点是最基本的加工方法、常用设备与工具的使用,并以现场操作为主。每个实习内容的前、后均附有安全技术规则和复习思考题,以帮助学生在实习时遵守规则和掌握重点。在安排时各院校可结合自己学校的具体情况来决定。

讲课部分的内容,重点是金属材料的基本知识,常用的加工方法的工艺特点以及材料的可加工性和零件的结构工艺性要点等。

在内容的处理上,为了避免实习部分与讲课部分的不必要重复,把最基本的加工方法作为实习内容。讲课部分以实习内容为基础作进一步的阐述,并与实习部分有明确分工、互相衔接的,保持了教材的系统性和完整性。

本书实习部分由骆志斌(铸工、锻压、焊工)、石道平(钳工)、赵赦生(机工)三位同志执笔,由冯铁强同志负责主编。讲课部分由苏芳庭(金属材料及热处理)、陈辉华(铸造、焊接)、骆志斌(压力加工)、石道平(金属切削加工)四位同志执笔,由陈毓龙同志负责主编。本书部分插图由陈天佑同志协助描绘。

本书承同济大学钱增新、中南矿冶学院卢达志两位同志审阅,对初稿提出了不少宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,对各校情况了解不够,加之改编时间仓促,因此书中难免有缺点和错误,深望使用本书的同志予以批评指正。

编 者

一九八〇年十二月

目 录

第四版序

第三版序

绪论	1
第一章 钢铁材料及热处理	2
§1 金属及合金的性能	2
一 机械性能	2
二 物理性能和化学性能	6
三 工艺性能	6
§2 铁碳合金和状态图	6
一 碳钢	6
二 纯铁的晶体结构和结晶过程	10
三 铁碳合金	13
§3 钢的热处理	17
一 热处理基本概念	17
二 钢的热处理工艺	17
§4 其它常用金属材料简介	19
一 合金钢	19
二 铸铁	19
思考、作业题	22
第二章 铸造生产	23
铸工实习安全技术规则	23
§1 手工砂型铸造的工艺流程	23
一 模样及型芯盒	23
二 型砂及芯砂	25
三 造型工具	25
四 造型方法	25
五 浇注系统	30
六 铸铁的熔化和浇注	31
七 铸件的落砂、清理及常见缺陷	32
§2 机器造型	34
一 震压式造型机造型	34
二 垂直分型无箱挤压造型	35

§ 3 特种铸造	36
一 金属型铸造	36
二 压力铸造	36
三 离心铸造	37
四 熔模铸造	38
§ 4 铸造基础知识	39
一 合金的铸造性能	39
二 常用合金铸件的生产	40
§ 5 铸件结构设计工艺性	44
一 铸造工艺对结构设计的要求	44
二 铸造合金对结构设计的要求	46
三 其他	48
思考、作业题	48
第三章 锻压生产	51
锻压实习安全技术规则	51
§ 1 锻造	51
一 自由锻造	51
二 模型锻造	61
§ 2 薄板冲压	64
一 冲压设备	64
二 冲压的基本工序及其模具	65
§ 3 特种锻压工艺	69
一 精密模锻	69
二 粉末热锻	69
三 轧制生产零件的概念	70
四 挤压	72
§ 4 锻压生产的基础知识	74
一 金属的塑性变形	74
二 塑性变形对组织和性能的影响	75
三 金属的锻压性能	76
§ 5 锻压件结构设计工艺性	77
一 锻压成形特点对锻压件结构设计的要求	77
二 不同锻压方法对结构设计的要求	78
思考、作业题	80
第四章 焊接	81
焊接实习安全技术规则	81
§ 1 手工电弧焊	81

一 手工电弧焊的设备和工具	81
二 电焊条	83
三 手工电弧焊工艺	83
四 焊接缺陷	86
§ 2 气焊和气割	86
一 气焊设备	86
二 焊丝与焊剂	88
三 气焊工艺	89
四 氧气切割	90
§ 3 其它焊接方法	91
一 埋弧自动焊	91
二 气体保护焊	92
三 电阻焊	93
四 钎焊	94
§ 4 焊接基础知识	95
一 焊接冶金特点	95
二 焊接应力与变形	95
三 焊接材料的选用	96
§ 5 焊接结构工艺性	97
思考、作业题	99
第五章 钳工	100
钳工实习安全技术规则	100
§ 1 划线	101
一 划线前的准备	101
二 划线工具及使用	101
三 划线方法	102
§ 2 锯削	103
一 鑿子、手锤及其握法	103
二 锯削方法	105
§ 3 锯割	106
一 手锯	106
二 锯割方法	107
§ 4 锉削	108
一 锉刀	108
二 锉削方法	109
§ 5 钻孔	111
一 麻花钻和钻床	111
二 钻孔方法	112

三 扩孔与铰孔	114
§ 6 攻丝和套丝	115
一 丝锥和铰手	115
二 攻丝方法	116
三 板牙和板牙架	116
四 套丝方法	117
§ 7 刮削	118
一 刮刀	118
二 刮削方法	119
§ 8 装配概念	119
一 典型零件的装配	119
二 部件装配举例	121
思考、作业题	122
第六章 车削加工	123
机工(包括车工、刨工、铣工和磨工)实习安全技术规则	123
§ 1 普通车床	124
一 车床的组成部分	125
二 车床的传动	126
§ 2 车外圆	127
一 车刀	127
二 工件的安装	129
三 加工步骤	131
§ 3 车削其它表面	132
一 车端面 and 台阶	132
二 切槽和切断	133
三 钻孔和镗孔	134
四 车螺纹	135
五 零件车削示例	137
§ 4 常用量具	139
一 钢皮尺与卡钳	139
二 游标卡尺	140
三 分厘卡尺	141
四 百分表	142
五 验规	143
思考、作业题	143
第七章 刨削、铣削和磨削加工	144
§ 1 刨削	144
一 牛头刨床	145

二 刨削工作	147
§2 铣削加工	151
一 铣床	152
二 铣削工作	153
§3 磨削加工	162
一 外圆磨床	163
二 砂轮	164
三 磨外圆	165
思考、作业题	165
第八章 特种加工	166
§1 电火花加工	166
一 电火花加工的工作原理	166
二 电火花加工的工艺特点和应用范围	167
§2 电解加工	167
一 电解加工的工作原理	167
二 电解加工的工艺特点和应用范围	168
三 电解磨削	168
§3 激光加工	168
一 激光加工的工作原理	168
二 激光加工的工艺特点和应用范围	169
§4 超声波加工	169
一 超声波加工的工作原理	169
二 超声波加工的工艺特点和应用范围	170
思考、作业题	170
第九章 切削加工的基础知识	171
§1 金属切削过程	171
一 切屑种类	171
二 加工硬化	172
三 切削力和切削功率	172
四 切削热和切削液	173
五 刀具磨损和刀具耐用度	174
§2 零件加工质量和生产率的概念	175
一 零件的加工质量	175
二 生产率和提高生产率的途径	176
三 切削用量的选择	177
§3 工件材料的可切削性	178
一 工件材料的物理机械性能对可切削性的影响	178
二 改善材料可切削性的途径	178

第十章 零件结构的切削工艺性180

§ 1 切削加工对零件结构工艺性的要求180

§ 2 切削加工零件结构工艺性示例180

思考、作业题182

绪 论

金属工艺学是一门研究金属材料加工工艺的综合性技术基础课,它系统地论述了常用原材料的性质、铸造、锻压、焊接和切削加工方法的实质、特点、工艺过程及合理进行零件结构设计的工艺原则。

在机器零件的生产过程中,不少零件常是用铸造、锻压或焊接等方法将金属材料先制成毛坯,再经切削加工而成的。

为了改善和提高材料的工艺性能及使用性能,常需进行热处理。

对于不同的工业部门、不同的零件,所采用的加工方法是不同的。在成批大量生产的标准件工厂中,采用自动机加工占有很大的比例;在化工容器、锅炉、船舶及金属结构等制造厂,焊接占有很重要的地位;在无线电、仪表、轻工、电子等工业部门则广泛采用冲压或切削加工来制造零件。而同样的零件,由于尺寸大小、生产批量、工作状况、生产条件等不同,其工艺方法也是各异的。如普通的螺钉就可用圆钢经车削、铣削而成;也可用钳工加工成形;还可经锻造制坯后再加工成形;或直接用自动冷镦、搓丝、滚丝成形等。

随着科学技术的迅速发展,新材料、新工艺的不断出现,电子计算机的推广应用,已使愈来愈多的零件改变了传统的加工工艺,向着高质量、高生产率和低成本的方向迅速发展。各种少切削、无切削加工工艺的正确选用,大大地简化了零件的制造过程,对提高生产率、节省金属材料 and 改善零件的机械性能有非常明显的效果。

零件的结构设计不合理,材料及加工方法选择不适当,不但制造困难,生产率低,而且零件的质量很难保证。

本课程是实践性很强的工艺课,学生主要通过教学实习获得金属加工的感性知识和工艺过程的概念,熟悉所用设备及工具的工作原理,并具有一定的操作技能。结合教学实习安排必要的课堂讲授,并辅以电化教学等手段,使学生对常用金属材料的性能及选用、零件加工方法的实质、特点及应用,具有较全面的机械制造的工艺知识。为以后学习有关课程、进行课程设计、毕业设计及从事技术工作打下必要的工艺基础。

第一章 钢铁材料及热处理

现代工业、农业、国防和科学技术都离不开工程材料,虽然近些年来非金属材料发展迅速,但金属材料由于具有良好的物理性能、化学性能、机械性能和工艺性能,因此在这些部门中仍获得广泛的应用。

金属材料及热处理主要研究金属和合金的性能、成分和内部组织的相互关系,以及如何改善金属及合金的组织 and 性能。只有掌握这些内容,才能合理地选用材料,以充分发挥它的潜力,延长其使用寿命,并降低成本。此外,为了正确地制定铸造、压力加工、焊接和切削加工等工艺规程,提高产品的质量和产量,也必须了解金属材料的知识。

§ 1 金属及合金的性能

金属及合金的性能包括机械、物理、化学和工艺性能。它们是进行设计、选材和制定工艺的依据。

一、机械性能

金属及合金的机械性能是指金属材料在外力作用下表现出来的特性(也称力学性能),如强度、塑性、弹性、硬度和冲击韧性等。

1. 强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。根据外力作用的性质不同,强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度等。

工程上常用抗拉强度来表示金属材料的强度。抗拉强度通常采用拉伸试验来测定。先将被测金属材料制成标准试棒,如图 1-1 a)。将它装在拉力试验机上,并缓慢地对试棒两端施加轴向拉力,随着拉力的增加,试棒渐渐被拉长,直到拉断为止。在整个拉伸过程中,自动记录下每一瞬间的拉力(P)和变形量(ΔL),并绘出它们之间的关系曲线,通常称为拉伸曲线。图 1-2 为低碳钢的拉伸曲线。



图 1-1 拉伸试棒

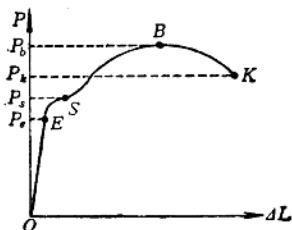


图 1-2 低碳钢的拉伸曲线

在拉伸曲线中, OE 是直线, 即当拉力不超过 P_e 时, 拉力与变形量成正比, 这时试棒产生弹性变形。拉力去除后, 试棒将恢复到原来长度。

当拉力超过 P_e 时, 试棒除产生弹性变形外, 还产生部分塑性变形(永久变形)。此时若去除拉力, 试棒不完全恢复到原有的长度(弹性变形部分消失, 塑性变形部分保留)。如继续增加拉力, 达到 P_s 时, 即使拉力不再增加, 试棒仍然继续伸长, 表现在拉伸曲线上 S 点出现一水平线段, 这种现象称为“屈服”。屈服后试棒开始产生明显的塑性变形。

拉力继续增加到最大值 P_b 后, 试棒截面局部开始变细, 产生了缩颈, 如图 1-1 b)。因为截面变小, 继续变形所需的拉力下降, 变形量增加, 拉力在 P_b 时试棒在缩颈处断裂。

金属强度的指标通常以应力的形式来表示, 应力即单位面积上的外力, 以 σ 表示

$$\sigma = P/F(\text{MPa})$$

式中 P ——外力(N);

F ——横截面积(mm^2)。

应力单位 MPa (兆帕) 和 Pa (帕) 是属国际单位制, 目前我国材料手册有的还是应用工程单位制, 即

kgf/mm^2 (公斤力/毫米²), 二者关系为 $1 \text{ kgf/mm}^2 \approx 10 \text{ MPa} = 10^7 \text{ Pa}$

常用的强度指标有弹性极限, 屈服极限和强度极限。

(1) 弹性极限 材料在外力作用下能保持弹性变形时的最大应力, 以 σ_e 表示

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0}(\text{MPa})$$

式中 P_e ——对应于 E 点的外力(N);

F_0 ——试棒原始截面积(mm^2)。

(2) 屈服极限(屈服强度) 材料产生屈服时的应力, 以 σ_s 表示。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}(\text{MPa})$$

式中 P_s ——对应于 S 点的外力(N)。

有些材料的拉伸曲线没有明显的屈服点, 无法确定开始产生塑性变形时的最小应力值, 因此对这些材料, 规定当试棒产生 0.2% 残余伸长时的应力值作为该材料的条件屈服强度, 以 $\sigma_{0.2}$ 表示。

屈服强度是材料机械性能的重要指标之一, 因为机械零件在工作中一般是不允许产生塑性变形的, 所以它是大多数零件设计的依据。

(3) 强度极限(抗拉强度) 材料在拉断前能承受的最大应力, 以 σ_b 表示

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}(\text{MPa})$$

式中 P_b ——试棒断裂前的最大外力(N)。

抗拉强度也是材料的主要机械性能指标, 因为它表征材料在拉伸条件下所能承受的最大应力值, 它是零件设计和选材时的主要依据之一。

拉伸试验还可用于其它的金属和非金属材料,如铸铁、黄铜和聚乙烯等,由于材料的不同,拉伸曲线差异很大。

2. 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力。常用的塑性指标有延伸率 δ 和断面收缩率 ψ 。

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

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_k} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试棒的原始长度(mm), (图 1-1 a));

L_1 ——试棒拉断时的长度(mm), (图 1-1 b));

F_0 ——试棒原始截面积(mm²), (图 1-1 a));

F_k ——试棒断裂处的截面积(mm²), (图 1-1 b))。

δ 和 ψ 的数值越大, 表示材料的塑性越好。工程上一般把 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料, 如低碳钢; $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料, 如铸铁。良好的塑性既能保证压力加工的顺利进行, 又能保证零件工作时的安全可靠。

3. 硬度

金属材料抵抗硬物压入其表面的能力称为硬度。硬度值的物理意义随其试验方法的不同而不同。工程上常用的有布氏硬度和洛氏硬度。

(1) 布氏硬度 布氏硬度试验是用一定的载荷 P , 将直径为 D 的淬火钢球, 在一定压力作用下, 压入被测材料的表面(图 1-3), 保持一定的时间后卸去载荷, 以载荷与压痕表面积的比值作为布氏硬度值, 用 HB 表示, 其单位为 kgf/mm²(公斤力/毫米²), 但一般都不标出。由于 P 和 D 都是定值, 所以一般是先测得压痕直径 d , 根据 d 查表确定材料的 HB 的值。HB 值愈大, 材料愈硬。

用布氏硬度试验测材料的硬度值, 其测试数据比较准确, 但不能测太薄的试样和硬度较高的材料。

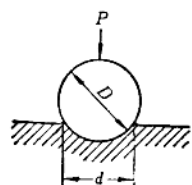


图 1-3 布氏硬度试验示意图

(2) 洛氏硬度 洛氏硬度试验是用一定的载荷将顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 的淬火钢球压入被测试样表面, 然后根据压痕的深度来确定它的硬度值。实际上洛氏硬度值可直接从洛氏硬度计刻度盘上的指针所指出的位置直接读出。

用洛氏硬度计可以测量从软到硬的各种不同材料, 这是因为它采用了不同的压头和载荷, 组成各种不同的洛氏硬度标度, 如 HRA、HRB、HRC。一般生产中以 HRC(用 120° 金刚石圆锥体作压头, 载荷为 1500 N)用得最多。

洛氏硬度法的优点是测量简单、迅速, 并可测薄的试样和硬的材料, 但不如用布氏硬度法准确。

当 $HB > 220$ 时, $HRC/HB \approx 1/10$ 。

硬度也是材料重要的机械性能指标,它影响到材料的耐磨性,在一般情况下,硬度高时其耐磨性能也较好。硬度和强度一样,都反映了材料对塑性变形的抗力,但前者试验方法较简单,又不损坏零件,故在生产实践中往往通过测定材料的硬度来估算其强度指标 σ_b 。

4. 冲击韧性

冲击韧性是指材料抵抗冲击载荷的能力。

不少机器零件如冲床的连杆、锻锤的锤头、火车挂钩、冲模等,在工作时要承受冲击载荷,如果仍用静载荷作用下的强度极限指标来进行设计计算,就不能保证这些零件工作时的安全性,必须同时考虑材料的韧性。

目前工程上通常用摆锤冲击试验来测量材料的冲击韧性值 a_k ,其原理如图1-4c所示。先将被测材料制成一定形状和尺寸的试样(图1-4a),安放在冲击试验机上(图1-4b),把具有一定重量的摆锤提到 H_1 高度,此时摆锤位能为 GH_1 ,然后让其自由下落,冲断试样,冲断试样后摆锤剩余的能量为 GH_2 ,摆锤对试样所作的功 $A_k = G(H_1 - H_2)$ (焦耳)。由于冲击载荷是一个能量,所以冲击韧性 a_k 是以材料受冲击破坏时单位面积上所消耗的能量来表示的,即

$$a_k = \frac{A_k}{F} (\text{J/cm}^2)$$

式中 a_k ——冲击韧性(J/cm²);

A_k ——冲击功(J);

F ——试样断口处截面积(cm²)。

a_k 值愈大,材料的韧性愈好,对于重要零件要求 $a_k > 50 \text{ J/cm}^2$ 。这里是一次冲击破坏,实际上零件往往是受小能量多次重复冲击才被冲断,因此 a_k 值只作为设计时的参考值。

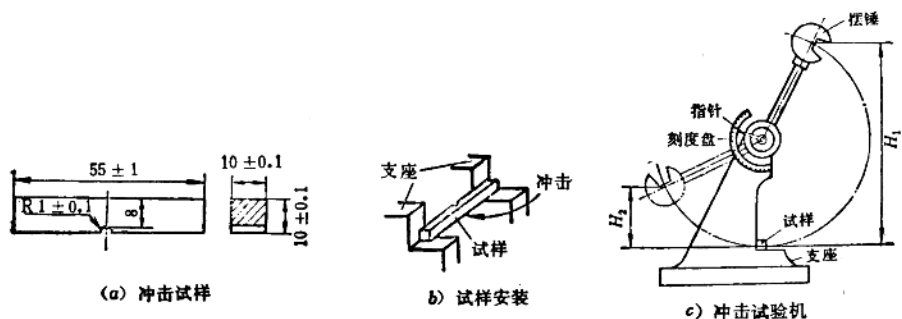


图 1-4 摆锤冲击试验示意图

5. 疲劳强度

疲劳强度是指材料经受无数次应力循环而不破坏时的最大应力。当应力循环对称时,以 σ_{-1} 表示。

有些零件如轴、弹簧等在工作过程中受到方向、大小反复变化的交变应力的作用,这样会在远小于强度极限 σ_b ,甚至小于屈服极限 σ_s 的应力下断裂,这种破坏称疲劳断裂。无论是塑性材料还是脆性材料,发生断裂时都不产生明显的塑性变形,因此具有很大的危险性。据统计,机件断裂事故中绝大多数是由疲劳断裂造成的,因此,提高零件的疲劳强度对延长零件的

使用寿命有很大意义。

材料的疲劳强度与它的内在质量、表面状况、承载的性质及结构形状等因素有关。在实际生产中往往通过降低零件的表面粗糙度和采取各种表面强化的方法如喷丸处理、表面淬火等来提高材料的疲劳强度。

二、物理性能和化学性能

金属材料的物理性能是指比重、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。化学性能主要是指耐腐蚀性。

由于机器零件的用途不同，对其物理性能的要求也不同。例如飞机、汽车等交通工具，为了减轻自重需要采用比重小的材料。焊锡和保险丝等需用熔点较低的材料。而熔点高的合金可用来制造耐热零件。制造散热器，热交换器等要选用导热性好的材料。制造电机、无线电元件、电真空器件则需考虑到材料的导电性和磁性等。

金属材料对周围介质，如大气、水汽及各种电介质侵蚀的抵抗能力叫做耐蚀性。每年因腐蚀而损失的材料十分可观，因此必须采取防腐蚀措施。除将制成的金属零件表面进行复盖层处理（如油漆、电镀等）保护外，也可在钢中加入合金元素制成不锈钢以提高材料的耐蚀性。

（耐磨性是材料在工作过程中承受磨损的耐久程度。它对承受摩擦的零部件的使用寿命影响很大，很多机器零件因磨损而使性能下降。材料的耐磨性与它的硬度、表面粗糙度、摩擦系数、相对运动的速度、载荷大小及周围介质等因素有关。为了提高材料的耐磨性，必须提高其硬度，用热处理或在钢中加入合金元素的方法可提高材料的耐磨性。）

三、工艺性能

工艺性能是指金属材料能够适应加工工艺要求的能力。按照工艺方法的不同有铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能等。它往往是由材料的物理性能、化学性能、机械性能综合决定的，不能单用一个参数来表示。例如灰口铸铁具有良好的铸造性能和切削加工性能，但其塑性极差，不能进行锻压，焊接性能也较差，因而常用来铸造形状复杂的铸件。各种工艺性能将在实习中及以后各章中加以介绍。

§2 铁碳合金和状态图

在机械制造各部门中，应用最广泛的材料是碳钢和铸铁。因它们的资源丰富，冶炼简便，价格低廉，并具有良好的机械性能和工艺性能，而在工业上占有重要的地位。为了在生产上合理选择和正确使用金属材料，必须了解它们的成分，性能和用途等。

一、碳钢

碳钢（碳素钢）和铸铁基本上是由铁和碳两种最主要的元素组成的合金。含碳量低于2.11%的铁碳合金叫做碳钢。除铁和碳两个主要元素外，尚含有少量的硅、锰、硫、磷等元素。