

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Jixie
Jichu

机械基础

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写
胡伯书 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

机 械 基 础

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

胡伯书 主 编

李柏格 副主编

李卫平 主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/胡伯书主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材.

(供热通风与空调工程技术专业适用)

ISBN 978-7-112-06922-4

I. 机… II. 胡… III. 机械学—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 112323 号

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

机 械 基 础

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

胡伯书 主 编

李柏格 副主编

李卫平 主 审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13½ 字数: 326 千字

2004 年 12 月第一版 2007 年 3 月第二次印刷

印数: 3001—4200 册 定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-06922-4
(12876)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材。在编写过程中突出了高职教育的特色,注重职业能力的培养,以适应高等职业教育的要求。本书主要内容有:金属材料的性能、金属的晶体结构和结晶过程、二元合金、铁碳合金、钢的热处理、常用金属材料、非金属材料、手工电弧焊、气焊与气割、其他焊接方法、焊接缺陷与检验、公差与配合、常用机构、常用机械传动、轴系零件和螺纹连接等。

本书是高职高专供热通风与空调工程技术专业的教材。可作为高等职业院校和成人教育学院的近机类、非机类专业的机械基础课程教材,也可供有关专业技术人员参考。

* * *

责任编辑:齐庆梅 朱首明

责任设计:孙 梅

责任校对:刘 梅 王金珠

本教材编审委员会名单

主 任：贺俊杰

副主任：刘春泽 张 健

委 员：陈思仿 范柳先 孙景芝 刘 玲 蔡可键

蒋志良 贾永康 王青山 余 宁 白 桦

杨 婉 吴耀伟 王 丽 马志彪 刘成毅

程广振 丁春静 胡伯书 尚久明 于 英

崔吉福

序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会（原名高等专科学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会水暖电类专业指导小组）是建设部受教育部委托，并由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究建筑设备类高职高专教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革，按照以能力为本位的教学指导思想，围绕职业岗位范围、知识结构、能力结构、业务规格和素质要求，组织制定并及时修订各专业培养目标、专业教育标准和专业培养方案；组织编写主干课程的教学大纲，以指导全国高职高专院校规范建筑设备类专业办学，达到专业基本标准要求；研究建筑设备类高职高专教材建设，组织教材编审工作；制定专业教育评估标准，协调配合专业教育评估工作的开展；组织开展教学研究活动，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学研结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了建筑设备类高职高专教育指导性专业目录；制定了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲、教材编审原则，深入研究了建筑设备类专业人才培养模式。

为适应高职高专教育人才培养模式，使毕业生成为具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能、能胜任建筑设备类专业设计、施工、监理、运行及物业设施管理的高等技术应用性人才，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会，在总结近几年高职高专教育教学改革与实践经验的基础上，通过开发新课程，整合原有课程，更新课程内容，构建了新的课程体系，并于2004年启动了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业主干课程的教材编写工作。

这套教材的编写坚持贯彻以全面素质为基础，以能力为本位，以实用为主的指导思想。注意反映国内外最新技术和研究成果，突出高等职业教育的特点，并及时与我国最新技术标准 and 行业规范相结合，充分体现其先进性、创新性、适用性。它是我国近年来工程技术应用研究和教学工作实践的科学总结，本套教材的使用将会进一步推动建筑设备类专业的建设与发展。

“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业教材的编写工作得到了教育部、建设部相关部门的支持，在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，诚聘全国高职高专院校本专业享有盛誉、多年从事“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”专业教学、科研、设计的

副教授以上的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的高级工程师及优秀中青年教师参加编写。可以说，该系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业同行的心血，也是他们多年来教学工作的结晶和精诚协作的体现。

各门教材的主编和主审在教材编写过程中认真负责，工作严谨，值此教材出版之际，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会谨向他们致以崇高的敬意。此外，对大力支持这套教材出版的中国建筑工业出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和帮助的单位 and 同仁致以诚挚的谢意。衷心希望“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”这三个专业教材的面世，能够受到各高职高专院校和从事本专业工程技术人员的欢迎，能够对高职高专教学改革以及高职高专教育的发展起到积极的推动作用。

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会
建筑设备类专业指导分委员会
2004年9月

前 言

机械基础是高等职业技术学院供热通风与空调工程技术专业开设的一门专业基础课。本书是根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会制定的教学计划以及经过讨论的教学大纲编写的。

按照高等职业教育培养应用性技术人才的要求,本书在力求精练的前提下,注重对学生基本技能的训练和综合分析能力的培养。尽量在培养应用性人才上下功夫,突出高职的特色。理论部分以够用为度,着重阐述基本知识、基本理论、基本概念、基本方法和必要的计算外,删除了一些不必要的内容。

本书由新疆建设职业技术学院胡伯书任主编,黑龙江建筑职业技术学院李柏格副主编,本书的参编有:平顶山工学院赵海鹏、四川建筑职业技术学院陶勇、刘俊清。本书由沈阳建筑大学职业技术学院李卫平教授主审。本书编写分工如下:绪论、第一、二、三、四、五章,胡伯书;第六、七、十二章,赵海鹏;第八、九、十、十一章,李柏格;第十三、十四章,陶勇;第十五、十六章,刘俊清。在本书的整理过程中,新疆建设职业技术学院冯翠英高级讲师、郑亚丽副教授给予了大力支持;同时还得到一些同行专家的帮助,在此表示衷心的感谢。

由于本课程所涉及的知识面较广且不断发展和更新,加之编写时间比较仓促,书中难免存在不少欠妥之处,敬请广大读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 金属的性能	3
第一节 金属的力学性能	3
第二节 金属的其他性能	10
思考题与习题	12
第二章 金属的晶体结构和结晶过程	14
第一节 金属的晶体结构	14
第二节 金属的结晶	17
第三节 金属的同素异晶转变	21
思考题与习题	22
第三章 二元合金	23
第一节 基本概念	23
第二节 固态合金的基本结构	24
第三节 二元合金状态图	25
思考题与习题	29
第四章 铁碳合金	30
第一节 铁碳合金的基本组织	30
第二节 铁碳状态图	32
思考题与习题	41
第五章 钢的热处理	42
第一节 概述	42
第二节 钢在加热时的组织转变	43
第三节 钢在冷却时的组织转变	46
第四节 钢的退火与正火	49
第五节 钢的淬火	51
第六节 钢的回火	56
第七节 钢的淬透性概念	57
第八节 钢的表面热处理	58
思考题与习题	61
第六章 常用金属材料	63
第一节 碳素钢	63
第二节 合金钢	68
第三节 铸铁与铸钢	74

第四节 有色金属及其合金	77
思考题与习题	81
第七章 非金属材料	82
第一节 工程塑料	82
第二节 橡胶	86
第三节 复合材料	88
第四节 陶瓷	89
思考题与习题	90
第八章 手工电弧焊	92
第一节 焊接电弧及焊接过程	92
第二节 手工电弧焊的焊接设备	93
第三节 电焊条	94
第四节 手工电弧焊焊接工艺	100
第五节 焊接接头和坡口形式	103
第六节 常用金属材料的焊接	104
第七节 焊接应力和变形	107
思考题与习题	110
第九章 气焊与气割	111
第一节 氧—乙炔焰	111
第二节 气焊与气割设备	113
第三节 气焊与气割工艺	117
思考题与习题	119
第十章 其他焊接方法	120
第一节 埋弧自动焊	120
第二节 气体保护焊	121
第三节 等离子切割与焊接	122
第四节 电渣焊	123
第五节 电阻焊	124
第六节 钎焊	125
第七节 电子束焊与激光焊	126
思考题与习题	127
第十一章 焊接的缺陷与检验	128
第一节 常见焊接缺陷	128
第二节 焊接质量的检验	131
思考题与习题	133
第十二章 公差与配合	134
第一节 公差与配合的基本概念	134
第二节 光滑圆柱体的公差与配合	138
第三节 形状和位置公差	144

第四节 表面粗糙度	145
思考题与习题	146
第十三章 常用机构	147
第一节 平面连杆机构	147
第二节 凸轮机构	153
第三节 间歇运动机构	158
思考题与习题	161
第十四章 常用机械传动	163
第一节 带传动	163
第二节 链传动	167
第三节 齿轮传动	170
第四节 蜗杆传动	174
思考题与习题	177
第十五章 轴系零件	179
第一节 轴	179
第二节 键连接与销连接	182
第三节 滚动轴承	186
第四节 滑动轴承	191
第五节 联轴器	193
第六节 离合器	196
思考题与习题	197
第十六章 螺纹连接	199
第一节 螺纹的类型和用途	199
第二节 螺纹连接与螺纹连接件	201
思考题与习题	203
参考文献	204

绪 论

人类为了适应社会生产和生活,从利用石器开始,至今创造出各种机械用来减轻人的体力劳动和提高生产能力。数千年来随着生产的发展越来越显示出机械在生产和生活中的重要性。18 世纪中叶,随着蒸汽机的发明,将机械工业推向了一个新的起点,使机械的发展产生了一个质的变化,各种机械随之产生。为了满足机械发展的需要,相关产业也得到了飞速发展,并对其提出了新的要求。近 20 年来,我国的机械工业和其他行业一样从理论研究到实际应用已达到了一个相当高的水平。

机械工业是国民经济的支柱产业。它的发展程度是社会发展水平的标志之一。

一、课程的性质和主要内容

本课程是供热通风与空调工程技术专业的一门专业基础课。其主要内容包括以下六个方面:

(一) 金属学的一般知识

主要介绍金属材料的性能;金属的晶体结构结晶过程;二元合金和铁碳合金的基本概念。

(二) 金属材料与热处理

主要介绍钢在加热和冷却时的转变;钢的热处理的一般知识;常用金属材料的主要成分、性能与用途和一般选用原则。

(三) 焊接与切割

主要介绍焊接与切割的原理;焊接设备、手工电弧焊;焊接的基本工艺和其他焊接方法;焊接的缺陷与检验。

(四) 非金属材料

主要介绍塑料、橡胶、陶瓷和复合材料的牌号、性能及用途。

(五) 公差与配合

主要介绍尺寸公差与配合;形状与位置公差和表面粗糙度的基本概念、术语等国家标准。

(六) 机械传动和机械零件

主要介绍机械的基本概念;常用机械的类型、特点及应用;常用机械零件的原理、特点,一般计算及应用。

二、本课程的主要任务

(一) 使学生了解金属材料的力学性能的种类,领会试验方法;理解同素异晶转变的概念;领会合金的基本结构组织;掌握碳对铁碳合金组织及力学性能的影响。为以后各章的学习打下必要的基础。

(二) 了解金属材料热处理的基本概念;掌握钢在加热和冷却时的转变规律及不同材料热处理的加热温度范围;能够根据材料及用途不同制定热处理工艺。

(三) 使学生了解钢的分类；掌握常用碳素钢、合金钢和铸铁的性能、牌号和用途；领会常用有色金属的牌号及用途；初步掌握选材的一般知识。

(四) 了解常用非金属材料的种类、特点、应用及发展概况。

(五) 了解焊接电弧的形成、构造，焊接电弧的特性及稳定性的影响因素；领会焊接电弧极性及应用；了解焊接设备的类型、特点及应用；初步掌握手工电弧焊的焊接工艺；领会气焊与气割的工艺方法；了解焊接缺陷种类、产生原因及防止的方法，培养学生的实际操作能力。

(六) 了解机械中常用机构运动的特点、原理和应用，培养具有分析和选用常用机构的基本能力。使学生掌握专用零件和通用零件的类型、特点、参数的选择和基本计算方法，主要以通用零、部件为主，培养初步运用手册和规范选择机械零、部件的能力。

三、本课程在供热通风与空调工程技术专业中的地位和作用

机械基础课程在供热通风与空调工程技术专业中占有十分重要的地位。

该课程既是一门覆盖面较广的综合性专业基础课，又具有其独立性，独立于其他专业课程直接在工程中应用，同时又为后续专业课的开设打下必要的基础。通过该课程的学习，可解决给排水、供热、制冷、通风与空调、锅炉设备安装工程、施工机械和机具的选择、工具的制作中所遇到的热处理、选材、零部件之间的配合、焊接、机械传动和机械零件等有关机械方面的问题。所以它的作用其他课程不可替代的，是本专业必须掌握的一门课程，起到承上启下的作用。

四、本课程的学习方法

本课程部分理论内容比较抽象，同时对实践性要求也很高，各章的联系又很紧密，故在学习中既要求注重基础理论的学习，又要注重实际能力的培养。在学习金属学理论时，可以借助晶核模型增强感性认识，提高空间想像能力，建立牢固的基础知识，为后续金属材料与热处理、焊接等章节的学习打下良好的基础。学习焊接理论时，可利用在现场的实践教学对照实物，并动手操作加以领会。机械传动和机械零件的学习可通过对照教具和实物加以分析弄清其构造及原理。

本教材每章后附有习题，做习题时，应在掌握有关基本概念的基础上结合相关的内容加以思考，以加强知识的巩固。

第一章 金属的性能

金属材料具有优良的性能，是制造现代机器的基本材料，因此得到了广泛的应用。供热通风与空调工程、工程机械、电机电器、水泵、通风机、加热设备、制冷设备等都需要大量的金属材料。

金属材料之所以获得如此广泛的应用，是由于它具有良好的性能。金属的性能包括使用性能和工艺性能两个方面。使用性能是指金属材料在使用条件下表现的性能，如力学性能、物理性能（导电性、导热性、磁性等）、化学性能（抗腐蚀性、耐热性等）；工艺性能是指金属材料在加工过程中表现出的性能，如铸造性、可锻性、可焊性和切削加工性等。

一般机械在设计和选择材料时是以金属的力学性能的指标作为主要依据。故本章重点介绍金属的力学性能，对物理性能、化学性能和工艺性能只作简单介绍。

第一节 金属的力学性能

金属的力学性能就是指金属材料在外力作用时，所表现出的抵抗能力。衡量金属力学性能的主要指标有：强度、塑性、冲击韧性、疲劳强度、硬度、蠕变和松弛等。

一、强度

强度是指材料在载荷外力作用下抵抗产生塑性变形和破坏的能力。按载荷（外力）的类型、强度可分为拉伸、压缩、扭转、弯曲、剪切等几种。各强度间有一定的联系。按载荷的类型不同，金属的强度指标也不同。测定金属拉伸强度最普遍，手册与规范上所标出的强度值，一般都指拉伸强度。

（一）拉伸试验

拉伸强度的测定是在拉伸试验机上进行的。按国家标准将金属材料制成一定形状的拉伸试样，如图 1-1 所示。

d_0 ：试样直径（mm）；

L_0 ：标距长度（mm）；

L ：试样长度（mm）；

$L = 14 d_0$ （或 $9 d_0$ ）。

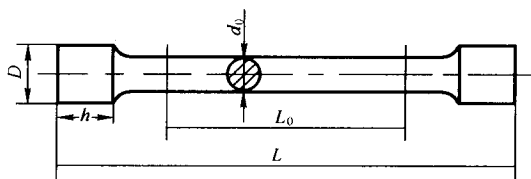


图 1-1 钢的标准拉伸试样

其中 $L_0 = 10 d_0$ 为长试样； $L_0 = 5 d_0$ 为短试样。试验时，将标准试件夹在拉伸试验机的两个卡头上，逐渐加拉力直到试样被拉断为止，其拉力的大小可从拉伸试验机的刻度盘上读出。

（二）拉伸曲线

以试件的伸长为横坐标，载荷（拉力）为纵坐标，便绘成一条用来表示试件所受载荷（拉力）与其伸长关系之间的曲线，此曲线称为拉伸曲线。如图 1-2 所示。

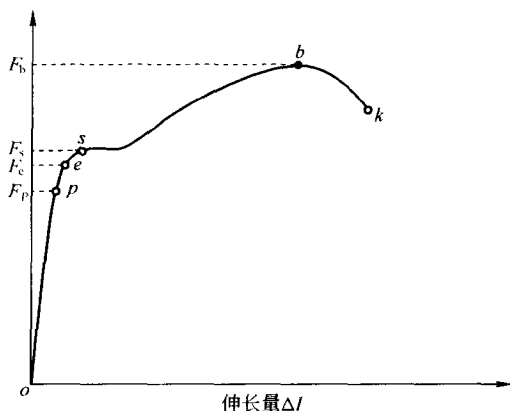


图 1-2 退火低碳钢拉伸图

“颈缩”，此时截面变小，载荷逐渐降低，当到 k 点时，试样在“颈缩”处被拉断，故 F_b 为试验的最大载荷。

根据拉伸图，可以求出金属的拉伸强度指标值。强度指标通常以“应力”表示。所谓应力，就是指金属材料受到载荷作用时，在材料内部产生其大小与外力相等的抵抗力（或称内力），单位横断面积上的内力称为应力，用符号 σ 表示。常用的拉伸强度指标有屈服强度和抗拉强度。

（三）强度的计算

1. 屈服强度 (σ_s)

材料产生屈服现象时的应力，称屈服强度，又称屈服极限，用符号 σ_s 表示。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \quad \text{N/mm}^2$$

式中 F_s ——试样产生屈服现象时的拉伸载荷 (N)；

A_0 ——试样拉伸前的横截面积 (mm^2)。

很多金属材料，如大多数合金钢、铜合金及铝合金的拉伸曲线，没有明显的水平阶段，脆性材料如普通铸铁、钨合金、镁合金等，甚至断裂之前也不发生塑性变形，因此工程上规定试样发生某一微量塑性变形 (0.2%) 时的应力作为该材料的屈服强度，称为条件屈服强度，并以符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

2. 抗拉强度 (σ_b)

材料由开始加载到最后断裂时止，所能承受的最大应力，称为抗拉强度，又称为强度极限，用符号 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} \quad \text{N/mm}^2$$

式中 F_b ——试样在断裂前的最大应力 (N)；

A_0 ——试样拉伸前的横截面积 (mm^2)。

σ_s 和 σ_b 是零件强度设计的重要依据。某些零件不能在承受超过 σ_s 的载荷下工作，因为这会引起零件的塑性变形，如压缩机的缸盖螺栓等，以 σ_s 计算；某些零件也不能在受

1. 由图中可知，当载荷由零逐渐增大到 F_e ，拉伸曲线是一条直线，此时试样伸长和载荷成正比例关系，当载荷 F_e 去除后，试样可恢复到原来的形状和尺寸，此阶段为弹性变形阶段。

2. 当载荷大于 F_e 时，卸载后试样只能部分恢复而保留一部分残余变形。当载荷增加到 F_s 时，图 1-2 中出现水平阶段，即表示载荷不增加时，变形继续增加，这种现象称为屈服。 s 点叫做屈服点。

3. 屈服现象以后，当载荷再增加时，变形也逐渐增大，载荷增大到 F_b 时，试样某一部分便开始急剧缩小，从而出现

超过 σ_b 的载荷下工作, 因为这样会导致零件的断裂, 如钢丝绳等, 以 σ_b 来计算。

在工程上希望金属材料不仅具有高的 σ_s , 并具有一定的屈强比 $\left(\frac{\sigma_s}{\sigma_b}\right)$ 。该值愈小, 零件的可靠性愈高, 如万一超载, 也能由于塑性变形使金属的强度提高, 而不致立刻断裂。如该比值太低, 则材料强度的有效利用率太低。因此一般希望屈强比高一些。对不同的零件有不同的要求, 材料不同, 屈强比不同。如碳素结构钢的屈强比为 0.6 左右, 普通低合金钢一般为 0.65 ~ 0.75, 合金结构钢一般为 0.85 左右。

二、塑性

塑性是指材料在载荷 (外力) 作用下, 抵抗产生塑性变形而不破坏的能力。常用的塑性指标有延伸率和断面收缩率。

(一) 延伸率 (δ)

它是指试样拉断后, 标距长度的伸长量与原来标距长度比值的百分率。

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

式中 L_0 ——试样原来标距长度 (mm);

L_1 ——试样拉断后的标距长度 (mm)。

由于对同一材料用不同长度的试样所测得延伸率 (δ) 的数值是不同的, 不能直接进行比较。短试样 ($L_0 = 5 d_0$) 的延伸率大于长试样 ($L_0 = 10 d_0$) 的延伸率, 因此, 对不同尺寸的试样应标以不同的符号, 长试样用符号 δ_{10} 表示, 通常写成 δ ; 短试样用符号 δ_5 表示。

(二) 断面收缩率 (ψ)

它是指试样被拉断后, 横截面积的收缩量与试样原来横截面积比值的百分率。

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

式中 A_0 ——试样原始横截面积 (mm^2);

A_1 ——试样断口处的横截面积 (mm^2)。

δ 和 ψ 代表金属材料拉断前发生塑性变形的最大能力, 一般来说塑性材料的 δ 和 ψ 较大, 而脆性材料的 δ 和 ψ 较小。由于 δ 的大小是随试样的尺寸而变化的, 因此, 它不能充分地代表材料的塑性。而断面收缩率与试样尺寸无关, 它能较可靠地代表金属材料的塑性。

材料的塑性指标在工程技术中具有重要的实际意义。在冷冲、冷拔时, 变形量较大。如材料的塑性不好, 将会产生开裂和拉断。从零件工作时的可靠性来看, 也需要较好的塑性。设备使用时, 万一过载, 也能由于塑性变形使材料强度提高而可避免突然断裂, 故在静载荷下使用的零件都需具有一定的塑性。一般 δ 达 5% 或 ψ 达 10% 就能满足绝大多数零件的要求。

三、冲击韧性

冲击韧性是指材料在冲击载荷使用下抵抗断裂的一种能力, 用符号 α_K 表示。

冲击韧性值是在专门的冲击试验机上用一次摆锤冲击试验来测定材料抵抗冲击载荷的

能力。把要试验的材料，作成标准试样，如图 1-3 所示。但在某些工业部门，开始采用夏氏 V 形缺口试样，如图 1-4 所示。

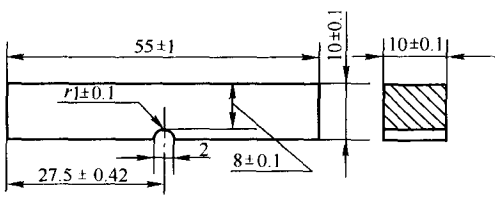


图 1-3 冲击试验的标准试样

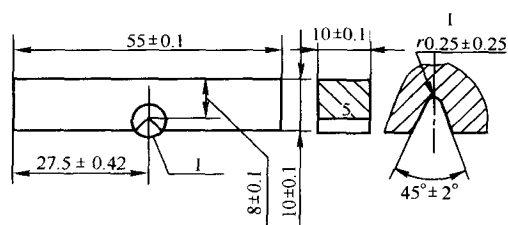


图 1-4 夏氏 V 形缺口冲击试样

试验时，试样安放在摆式冲击试验机上的支座上，试样缺口方向应背向摆锤的冲击方向。然后将试验机上的摆锤举至一定的高度 H ，然后摆锤自由下落，冲击试样。测定原理，如图 1-5 所示。冲击试样所消耗的功 A_K ，直接由试验机的指针指示盘直接读出。用 A_K 除以试样缺口处的横截面积 F 可计算出冲击韧性值 α_K 。

$$\alpha_K = \frac{A_K}{F} = \frac{G(H-h)}{F} \quad \text{J/cm}^2$$

- 式中 A_K ——冲击试样所消耗的功 (J)；
 G ——摆锤重量 (N)；
 F ——试样缺口处的横截面积 (cm²)；
 H ——摆锤举起的高度 (m)；
 h ——冲断试样后，摆锤回升的高度 (m)。

冲击韧性值越大，表明材料的韧性越好。由于 α_K 值的大小与材料本身有关，同时和试样尺寸、形状及试验温度也有关。因而 α_K 值只是一个相对的指标。目前国际上直接采用冲击试样所消耗的功 A_K 作为冲击韧性指标。

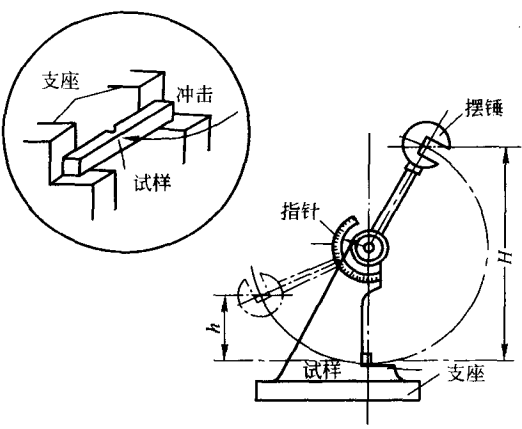


图 1-5 摆式冲击试验机

金属材料在实际使用时，绝大多数是在小能量多次冲击后才破坏的。研究表明，在小能量的情况下，金属承受小能量多次重复冲击的抗力主要取决于材料的强度。因此对于小能量多次冲击下工作的零件，不要求过高的冲击值。

四、硬度

硬度就是指材料抵抗比它更硬物体压入的能力。也可以认为硬度是指材料表面上局部体积内抵抗塑性变形和破坏的能力。

金属材料的硬度，对于零件的质量影响很大，某些零件要求表面耐磨而内部要求较软，特别是对于模具、刀具、量具等更应具有足够的硬度，硬度值越大，则其耐磨性就越高，同时，硬度和强度之间存在着一定的近似关系。所以硬度是检验模具、刃