



高职高专汽车专业教材

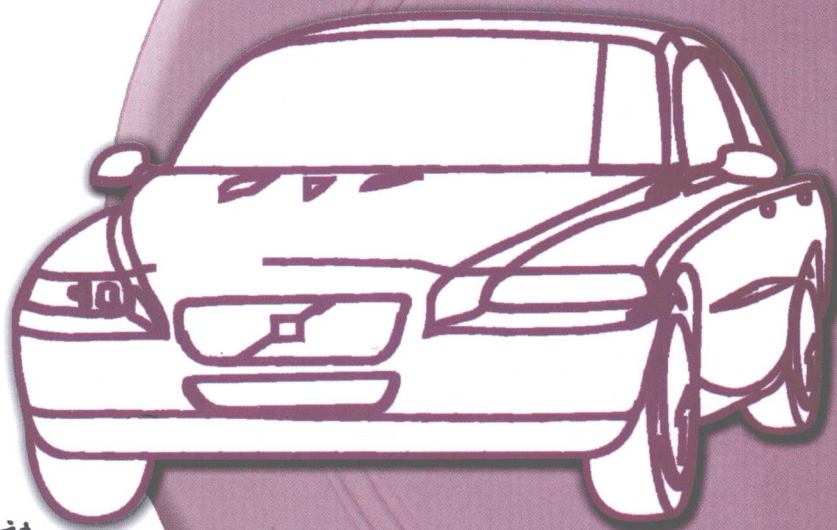
汽车材料

Qiche Cailiao

周 燕 [主 编]

罗小青 [副主编]

梁 洁



人民交通出版社
China Communications Press



高职高专汽车专业教材

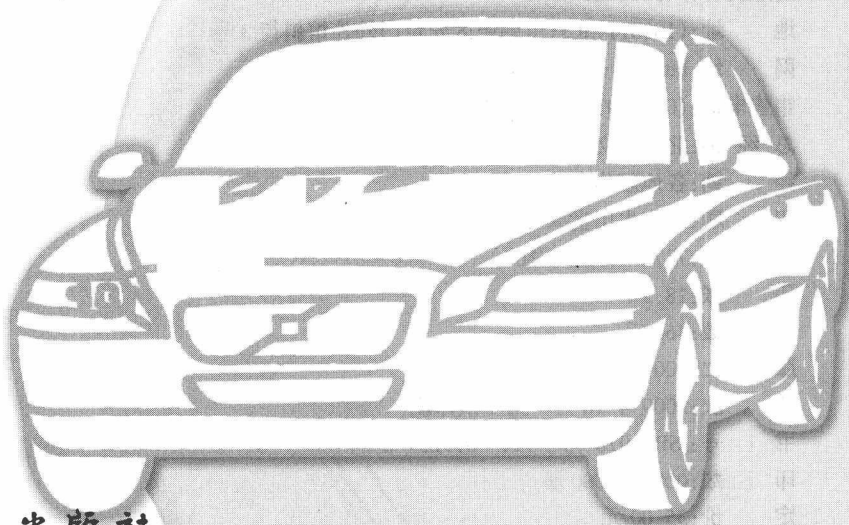
汽车材料

Qiche Cailiao

周 燕 [主 编]

罗小青 [副主编]

梁 洁



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书内容分为四篇:第一篇为汽车用金属材料,包括金属材料的性能、金属材料的结构及结晶、黑色金属材料、有色金属;第二篇为汽车用非金属材料,包括玻璃橡胶制品、摩擦材料、陶瓷、塑料、复合材料;第三篇为汽车运行材料,包括石油的基本知识、车用燃料的正确使用、润滑剂的正确使用、汽车工作液的正确使用、汽车轮胎的正确使用;第四篇为汽车美容养护材料,包括汽车涂装涂料、汽车养护用品、汽车用密封材料和黏合剂。

本教材可供有关专业技术人员、汽车维修技师和汽车维修工参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料/周燕主编. —北京:人民交通出版社,

2009.10

ISBN 978-7-114-07923-8

I. 汽… II. 周… III. 汽车-工程材料-高等学校:技术学校-教材 IV. U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 129851 号

高职高专汽车专业教材

书 名:汽车材料

著 作 者:周 燕 罗小青 梁 洁

责任编辑:李世华

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973, 59757969

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:18.5

字 数:460 千

版 次:2009 年 10 月 第 1 版

印 次:2009 年 10 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07923-8

印 数:0001~3000 册

定 价:35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

汽车材料是汽车运用与维修专业的一门专业技术基础课,是学好后续专业课程的基础。通过本课程的学习,学生对汽车上所采用的各种材料将有一个较全面的、概括性的了解,并能初步掌握常用汽车材料的性能和具备合理选材及应用的基本能力。

根据教育部有关汽车紧缺人才培养基地建设及汽车示范性专业建设的要求,本书以近年来机械基础系列课程体系改革的研究与实践成果为基础,以加强实践、培养学生的技术应用能力为出发点,紧跟社会进步和技术的发展,力求保持职业教育的鲜明特色,以汽车应用材料的性能和运用为主题,优化课程内容,并及时反映汽车新材料、新技术和新成果,调整教材内容,优化整合理论知识,加强实用知识和生产实例,使本教材切实可行地应用于汽车专业教学之中。

本教材特点主要体现在以下几个方面:

1. 结合汽车应用型紧缺人才的培养要求,调整优化原汽车材料课程内容;
2. 根据汽车新技术、新材料、新结构的发展,将相关内容更换、补充于各章节中;
3. 根据汽车专业知识结构特点,在金属、非金属部分注重增加新型汽车材料的部分内容,以满足汽车制造与维修技术高等技能型人才的的知识结构要求。

本书介绍了汽车工程材料的性能及选材原则、汽车常用金属材料组织结构、材料的强化技术和实际应用、现代汽车应用的其他工程材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料、功能材料等的特性和应用实例,以及常用汽车运行材料如汽车燃油、汽车润滑材料、汽车工作液和汽车美容材料的特性和运用实例等。

全书共有十七章。其中,绪论、第一篇、第四篇由南京交通职业技术学院周燕编写;第二篇由广西大学梁洁编写;第三篇由广西交通职业技术学院罗小青编写。由周燕任主编并负责全书统稿。在本书的编写过程中,我们参考了大量资料和文献,在此,对原作者一并表示深切的谢意。

由于水平有限,书中难免有缺点甚至错误,欢迎读者批评指正。

编者

2009年6月

绪论·····	1
---------	---

第一篇 汽车金属材料

第一章 金属材料的性能 ·····	4
第一节 材料的静态力学性能·····	5
第二节 材料的动态力学性能·····	9
第三节 材料的工艺性能 ·····	13
复习思考题 ·····	15
第二章 金属材料的结构及结晶 ·····	17
第一节 纯金属的晶体结构及结晶 ·····	17
第二节 合金的结构及相图 ·····	24
复习思考题 ·····	31
第三章 黑色金属材料 ·····	33
第一节 铁碳合金相图 ·····	33
第二节 钢的热处理强化及表面改性 ·····	45
第三节 钢的合金化 ·····	60
第四节 工业用钢及铸铁 ·····	64
第五节 典型汽车零件的选材及热处理 ·····	91
复习思考题 ·····	99
第四章 有色金属 ·····	105
第一节 铝和铝合金·····	106
第二节 铜和铜合金·····	112
第三节 镁和镁合金·····	115
第四节 轴承合金·····	117
第五节 汽车用有色金属板料·····	119
复习思考题·····	120

第二篇 汽车非金属材料

第五章 玻璃、橡胶制品 ·····	122
第一节 玻璃的分类·····	123
第二节 汽车用玻璃·····	124
第三节 橡胶特性及常用橡胶·····	128

第四节 汽车橡胶制品·····	130
复习思考题·····	133
第六章 摩擦材料 ·····	135
第一节 摩擦材料性能·····	135
第二节 汽车摩擦材料的组成·····	135
复习思考题·····	137
第七章 陶瓷材料 ·····	138
第一节 陶瓷的分类、组成及性能·····	138
第二节 精细陶瓷·····	139
第三节 陶瓷在汽车上的应用·····	142
复习思考题·····	143
第八章 塑料 ·····	145
第一节 塑料的组成及分类·····	145
第二节 常用塑料·····	147
第三节 塑料在汽车上的应用·····	149
复习思考题·····	154
第九章 复合材料 ·····	155
第一节 复合材料的种类及性能特点·····	155
第二节 复合材料在汽车上的应用及前景展望·····	156
复习思考题·····	159

第三篇 汽车运行材料

第十章 石油的基本知识 ·····	161
第一节 石油的化学组成·····	161
第二节 石油炼制的基本方法·····	164
复习思考题·····	166
第十一章 车用燃料的正确使用 ·····	168
第一节 车用汽油的使用性能及评定指标·····	168
第二节 车用汽油的牌号和规格·····	172
第三节 车用汽油的选择与使用·····	173
第四节 车用柴油的使用性能及评定指标·····	175

第五节 车用柴油的牌号和规格·····	179
第六节 车用柴油的选择和使用·····	180
第七节 汽车新能源·····	181
复习思考题·····	184
第十二章 润滑剂的正确使用·····	186
第一节 发动机润滑油·····	186
第二节 车辆齿轮油·····	218
第三节 液力传动油·····	224
第四节 汽车润滑脂·····	226
复习思考题·····	234
第十三章 汽车用工作液的正确使用·····	236
第一节 汽车制动液·····	236
第二节 汽车发动机冷却液·····	238
第三节 汽车减振器油·····	242
第四节 汽车空调制冷剂·····	243
复习思考题·····	244
第十四章 汽车轮胎的正确使用·····	245
第一节 轮胎的类型与结构特点·····	245
第二节 轮胎规格·····	247
第三节 轮胎的合理使用·····	250
复习思考题·····	254

第四篇 汽车美容养护材料

第十五章 汽车养护用品·····	256
第一节 汽车清洁养护用品·····	256
第二节 汽车清洗护理车蜡·····	258
第三节 汽车专业保护系列用品·····	261
复习思考题·····	267
第十六章 汽车涂装涂料·····	268
第一节 汽车涂料的性能要求及分类·····	268
第二节 汽车涂装涂料的特性·····	269

复习思考题.....	276
第十七章 汽车用密封材料和黏合剂	278
第一节 汽车用密封材料和黏合剂概述.....	278
第二节 密封材料和黏合剂的种类.....	279
第三节 汽车发动机密封材料.....	284
复习思考题.....	286
参考文献	287

绪 论

材料是人类生产和生活的物质基础,人类社会发展的历史表明,人类社会的发展伴随着材料的不断发明和发展。生产技术的进步和生活水平的提高与新材料的应用息息相关。每一种新材料的出现和应用,都使社会生产和生活发生重大的变化,并有力地推动着人类文明的进步。因此,历史学家常以石器时代、铜器时代、铁器时代来划分历史发展的各个阶段,而现在人类已跨进人工合成材料的新时代。在现代工业社会里,材料、能源、信息被称为现代技术的三大支柱,而能源和信息的发展,在一定的程度上又依赖于材料的进步。

一、汽车材料的应用

汽车是现代科技发展的产物,也是世界各国的主要交通运输工具之一。全世界每年生产 5 000 万辆汽车,需要的原材料数量大、品种多。据统计,钢材的四分之一、橡胶的一半以上是用于汽车生产,材料是汽车的基础。一辆汽车由上万个零部件组装而成,而上万个零部件又是由上千种不同的材料、几千种不同的规格品种加工制造出来的。钢铁、铜及铜合金、铝及铝合金等金属材料,以及橡胶、工程塑料、木材等车用非金属材料都是汽车的主要材料。这些材料经过如铸造、锻造、焊接、热处理和金属切削加工等各种加工方法,可制造成为零部件和总成以满足汽车的综合性能要求。汽车行驶其动力来源于各类燃料汽油、柴油的燃烧。汽车在道路上行驶,各个总成和零部件之间必然发生相对运动,为减少零部件之间相对运动产生的摩擦、磨损及功率消耗,延长使用时间和保证汽车综合性能不下降,必须加入各种润滑材料。

随着公路建设的发展,交通条件的改善,汽车性能的提高,汽车平均行驶速度增大,高速行驶的车辆越来越多。汽车不单自身处在高速运动状态下,而且汽车的各种运动零部件更处于高速运动之中。这就对汽车的各种零部件,提出了各种严格的要求。汽车的性能、寿命、安全性、舒适性等,与采用的材料有关。只有采用高性能、高水平的材料,配以先进的设计和生产技术,才能生产出高性能、高水平的汽车。汽车要降低使用费用,必须提高可靠性、减轻自身质量,降低燃料消耗。而采用高强度合金材料、轻金属材料、工程塑料等,是实践证明的有效途径。目前,随着大量新型材料,如高分子材料,各种复合材料,陶瓷材料迅速发展及在汽车上的应用,使汽车的性能进一步强化,寿命进一步提高。各种涂装材料、黏结剂、减振隔声阻热等材料在汽车上的广泛应用,使汽车噪声大幅度下降,乘坐舒适性获得极大改善。各种涂料的发展及其在汽车上的使用(特别是轿车),变得越来越艳丽夺目,成为人们须臾不离的伴侣。各种催化转化、吸附材料的发展及在汽车上的应用,使汽车排污降低,进一步改善了人们的生活环境。为现代汽车的发展提供了必要的条件。

我国汽车工业正在成长之中,特别是轿车工业,在 21 世纪将有很大发展。轿车进入寻常百姓家已经不是可望而不可及的事情了。我国轿车工业的发展,也有赖于相关工业,特别是原材料工业的大力发展和支持。相关工业和原材料工业与汽车工业的发展是相辅相成、密不可分的,汽车工业的发展,必将为相关工业和原材料工业的发展带来挑战和机遇。

汽车运行材料及其使用技术是汽车材料学科的重要组成部分。汽车运行材料是指汽车运

行过程中所消耗的燃料、润滑剂、工作液和轮胎等材料。这些材料大多是石油产品,据统计,全世界石油产品的46%为汽车所消耗。一个具有100辆汽车的运输单位,平均每年消耗燃料油1000t以上,润滑油20t以上,润滑脂2t多,仅油料一项就占运输成本的25%左右;轮胎的消耗量也相当可观,以致世界上生产的橡胶(天然橡胶和合成橡胶)80%用来制造轮胎,轮胎费用约占运输成本的5%以上。汽车自问世以来,在给人类造福的同时,大量消耗地球上宝贵的资源,其排放物和废弃物还给环境带来危害,人类为此付出了巨大的代价。1993年全世界已有6.3亿辆汽车,据预测,到2020年和2060年,全世界汽车保有量将先后达到12亿和25亿辆,汽车运行材料的消耗量也将翻两番和翻四番。如何合理使用如此大量的运行材料,不仅与汽车运输的经济效益有关,而且关系到资源利用和环境保护,从而影响社会效益和环境效益。了解汽车运行材料的性能、品种、牌号和规格,掌握使用技术和管理知识,对于提高车辆装备素质,保证安全生产,降低运输成本,提高汽车运输的经济效益、社会效益和环境效益有着重要的意义。

二、汽车材料课程学习目的、方法及要求

汽车材料课程是高职、高专院校汽车运用与维修专业的一门重要技术基础课,其教学目的是:使学生获得有关汽车材料的基本理论和基础知识,学习掌握汽车常用金属与非金属材料 and 汽车运行材料的性能、分类、品种、牌号和主要规格,及其合理选择和正确使用,以及热处理的基础知识和相关技能。达到增强学习能力,提高职业技能,为将来应用汽车材料和学习有关课程奠定必要的基础。本课程的主要内容有汽车常用金属材料与非金属材料的基础知识,也概括地讨论了汽车钣金专业学生必须了解的一些工艺问题,尤其是热处理知识。

学习方法:在内容上既要注意理解基本概念和基本原理,又要注意掌握工艺特点,逐步熟悉常用技术名词、符号和材料牌号。在学习过程中不仅要认真学习系统的理论知识,而且要重视实验等实践性教学环节。实践是培养学生观察、分析、动手能力,获得一定实验技能的重要教学环节。为此,学生必须认真阅读实验课内容,在教师和实验员指导下动手做好实验报告。课后要求学生认真完成教师布置的练习题。练习题侧重于基本概念和综合运用;有一些是生产中的实际问题,它是为了培养将所学的知识灵活运用、提高、分析问题、解决问题能力。通过上述内容的学习,应达到以下基本要求:

1. 基础知识要求

(1)掌握汽车用金属材料的基本概念,常用金属材料的牌号、性能及在汽车上的应用状况及发展趋势;

(2)了解常用金属材料的结构、性能和应用之间的一般关系;

(3)基本掌握热处理的原理、分类、各种方法以及在汽车上的应用;

(4)掌握汽车用非金属材料的分类、使用特性及在汽车上的应用状况和发展趋势;

(5)掌握汽车运行材料的分类、品种、牌号主要规格及使用性能。

2. 能力目标要求

(1)能识别常用金属材料牌号;

(2)初步具备分析非金属材料特性及应用状况的能力;

(3)具备正确选择、使用运行材料的能力;

(4)了解在用润滑油的质量并能进行监测试验。

本课程具有较强的理论性和应用性,学习中应注重分析、理解与运用,并注意前后知识的

衔接与综合应用;为了提高分析问题、解决问题的能力,在理论学习之外,还要注意密切联系生产实际,重视实验环节,认真完成作业;学习本课程之前,学生应具有必要的生产实践的感性认识和专业基础知识,故本课程应安排在金工教学实习和物理、化学、材料力学、金属工艺学等课程后进行;本课程涉及的知识面较广,内容较丰富,在教学中应多采用直观教学、电化教学和启发式教学,并培养学生的自学能力,以增加课堂的信息量和课时的利用率,并应在后继课程和生产实习、课程设计、毕业设计等教学环节中反复练习、巩固提高。可以说,汽车的发展是以材料和材料加工工艺的发展为基础的,两者的发展必然是同步的,而层出不穷的新材料和新工艺也为现代汽车的更新提供了必要的条件。汽车工业的发展与“汽车材料”这门课程之间的关系尤为密切,汽车维修人员不得不修读汽车材料课程,掌握汽车材料及相关加工工艺知识。

第一篇 汽车金属材料

一辆汽车约由 3 万多个零件组成,这些零部件采用了 4 000 余种不同的材料加工制造,其中 86% 左右是金属材料。金属材料之所以在汽车上得到广泛应用,是由于它具有许多良好的性能。以现代轿车用材为例,钢材占汽车自重 55% ~ 60%,铸铁占 5% ~ 12%,有色金属占 6% ~ 10%,而其他材料仅占 18% ~ 34%。系统地了解金属材料的性能特性,为正确应用金属的材料,发挥材料的性能奠定了基础。

第一章 金属材料的性能

学习目标

1. 了解金属材料的性能、分类方法;
2. 掌握金属材料力学性能指标的概念,符号,物理意义;
3. 理解各种性能指标的实验原理。

金属材料的性能、指用来表征材料在给定外界条件下的行为参量。当外界条件发生变化时,同一种材料的某些性能也随之变化。

金属材料的性能直接关系到汽车的制造、维修使用寿命和加工成本,是汽车零部件合理、正确地使用和拟订加工工艺方案的重要依据。金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。

使用性能:是指金属材料在使用过程中所表现出来的性能,包括力学性能、物理性能(电导性、热导性等),化学性能(耐蚀性、抗氧化性等)。

工艺性能:指金属材料在各种加工过程中所表现出来的性能,包括铸造性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能和切削加工性能等。

金属在加工和使用过程中都要承受不同形式的外力作用,当外力达到或超过某一限度时,材料就会发生变形,以致断裂。材料在外力作用下所表现的一些性能(如强度、硬度、塑性、韧性等),称为材料的力学性能。材料的力学性能,不仅是设计零(构)件、选择材料的重要依据,而且也是验收、鉴定材料性能的重要论据之一。根据零件所承受的外力(或称载荷)不同,载荷分为:静载荷、冲击载荷、交变载荷。

静载荷:指大小不变或变动很慢的载荷。

冲击载荷:指突然增加的载荷,例如锤子锤击钉子时的载荷。

交变载荷:指大小、方向或大小和方向均随时间发生周期性变化的载荷,又称变动载荷。

第一节 材料的静态力学性能

一、强 度

强度是指金属材料在静载荷的作用下,抵抗永久变形和破坏的能力。抵抗能力越大,强度越高;反之,则越低。根据载荷作用的形式和性质特点,载荷可分为:抗拉强度(σ_b)、抗压强度(σ_{bc})、抗弯强度(σ_{bb})、抗剪强度(τ_b)、抗扭强度(τ_t)等几种。图 1-1 为载荷的形式。

金属材料在受到不同类型的载荷作用时表现出来的强度性能也是不相同的。实际应用中最为广泛的是拉伸强度。抗拉强度与其他强度有一定的关系,知道抗拉强度就可以近似地预测其他强度指标,测量金属材料强度指标最普遍、最简单的方法是拉伸试验法。

按《金属材料室温拉伸试验方法》(GB 228—2002)制作拉伸试样,如图 1-2 所示,将一截面为圆形的低碳钢拉伸试样在拉伸试验机上缓慢地拉伸,使试样承受轴向拉力 F ,并引起试样沿轴向伸长,直至试样断裂,并测得应力-应变曲线,如图 1-3 所示。图中: σ 为应力; ε 为应变。

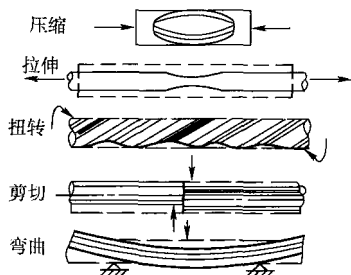


图 1-1 载荷作用的形式

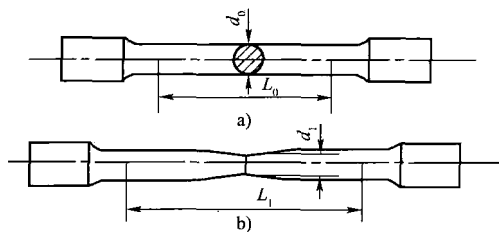


图 1-2 普通低碳钢的圆形拉伸试样
a) 拉伸前;b) 拉伸后

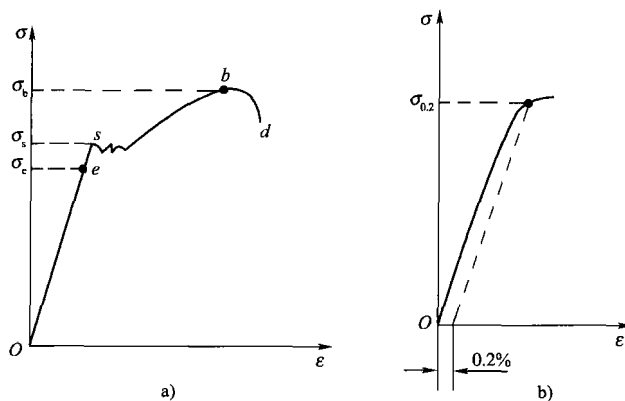


图 1-3 低碳钢和铸铁的 σ - ε 曲线
a) 低碳钢;b) 铸铁

$$\sigma = F/A_0 \text{ (MPa)}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中: F ——所加载荷;

A_0 ——试样原始截面积;
 L_0 ——试样的原始标距长度;
 L ——试样变形后的标距长度;
 ΔL ——伸长量。

图中明显地表现出下面几个变形阶段:

oe:弹性变形阶段

试样的变形量与外加载荷成正比,载荷卸掉后,试样恢复到原来的尺寸。

es:屈服阶段

此时不仅有弹性变形,还发生了塑性变形。即载荷卸掉后,一部分形变恢复,还有一部分形变不能恢复,形变不能恢复的变形称为塑性变形。

sb:强化阶段

为使试样继续变形,载荷必须不断增加,随着塑性变形增大,材料变形抗力也逐渐增加。

bd:缩颈阶段

当载荷达到最大值时,试样的直径发生局部收缩,称为“缩颈”。此时变形所需的载荷逐渐降低。

*d*点:试样发生断裂

金属材料的强度指标根据其变形特点分下列几个:

1. 弹性极限 σ_e 。

表示材料保持弹性变形,不产生永久变形的最大应力,是弹性零件的设计依据。设计车用弹性零件(如弹簧)时必须考虑弹性极限。

$$\sigma_e = F_e / A_0$$

式中: F_e ——试样在不产生塑性变形时的最大载荷;

A_0 ——试样的原始横截面积。

2. 屈服极限(屈服强度) σ_s 。

表示金属开始发生明显塑性变形的抗力,有些材料(如铸铁)没有明显的屈服现象如图1-3b)所示,则用条件屈服极限来表示:产生0.2%残余应变时的应力值,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

$$\sigma_s = F_s / A_0$$

式中: F_s ——试样发生屈服变形时的载荷,N;

A_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

3. 强度极限(抗拉强度) σ_b 。

表示金属受拉时所能承受的最大应力。

$$\sigma_b = F_b / A_0$$

式中, F_b ——试样在断裂前所承受的最大载荷,N;

A_0 ——试样的原始横截面积, mm^2 ;

σ_b ——强度极限,MPa。

由应力-应变曲线可知,抗拉强度 σ_b 表征材料在拉伸条件下所能承受最大载荷的应力值,它是设计和选材的主要依据之一,是工程技术上的主要强度指标。

σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 及 σ_b 是机械零件和构件设计和选材的主要依据。

二、塑性

塑性,指金属材料在外力作用下,发生不能恢复原状的变形(产生永久变形)称为塑性变

形。产生塑性变形而不断裂的性能称为塑性。塑性大小用延伸率 δ 和断面收缩率 ψ 表示。

1. 延伸率

在拉伸试验中,试样拉断后,标距的伸长与原始标距的百分比称为延伸率。用符号 δ 表示。

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

式中: L_1 ——试样拉断后的标距, mm;

L_0 ——试样的原始标距, mm;

ΔL ——最大伸长量。

同一材料的试样长短不同,测得的延伸率略有不同。长试样 ($L_0 = 10d_0$, d_0 为试样原始横截面积) 和短试样 ($L_0 = 5d_0$) 测得的延伸率分别记作 δ_{10} (常简写成 δ) 和 δ_5 。

2. 断面收缩率

试样拉断后,缩颈处截面积的最大缩减量与原横断面积的百分比称为断面收缩率,用符号 ψ 表示。

$$\psi = \frac{\Delta S}{S_0} = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中: S_1 ——试样拉断后缩颈处最小横截面积, mm^2 ;

S_0 ——试样的原始横断面积, mm^2 ;

ΔS ——试样缩颈处截面积的最大缩减量, mm^2 。

金属材料的延伸率(δ)和断面收缩率(ψ)数值越大,表示材料的塑性越好。塑性好的金属可以发生大量塑性变形而不破坏,便于通过各种压力加工获得复杂形状的零件。铜、铝、铁的塑性很好。如工业纯铁的 δ 可达 50%, ψ 可达 80%, 可以拉成细丝, 轧成薄板, 进行深冲成型。铸铁塑性很差, δ 和 ψ 几乎为零, 不能进行塑性变形加工。塑性好的材料, 在受力过大时, 由于首先产生塑性变形而不致发生突然断裂, 因此比较安全。

三、硬 度

硬度是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。它反映金属材料抵抗比它更硬物体压入其表面的能力。

在金属材料的力学性能中,硬度是应用最广泛的指标之一。对于各种切削刀具、量具和要求耐磨的零件,硬度是衡量其质量和使用寿命的依据。

测定硬度的方法很多,主要有压入法、刻画法、回跳法等。在机械制造中主要采用压入法。常用的硬度测试方法有:布氏硬度(HB),洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等,均属压入法,即用一定的压力将压头压入材料表层,然后根据压力的大小,压痕面积或深度确定其硬度值的大小。

1. 布氏硬度

图 1-4 为布氏硬度测试原理图。一定直径的球体(钢球或硬质合金球)在一定载荷作用下压入试样表面,保持一定时间后卸除载荷,测量其压痕直径,计算硬度值。布氏硬度值用球面压痕单位面积上所承受的平均压力来表示。用符号 HBS(当用钢球压头时)

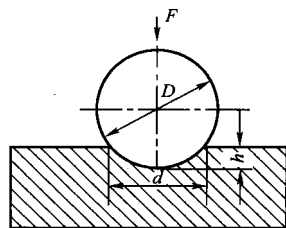


图 1-4 布氏硬度试验原理图

或 HBW(当用硬质合金球时)来表示。

$$HBS(HBW) = 0.102 \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中: F ——荷载,N;
 D ——球体直径,mm;
 d ——压痕平均直径,mm。

实际测量时,可查相应的压痕直径与布氏硬度对照表查得硬度值。布氏硬度记为 200HBS10/1000/30,表示用直径为 10mm 的钢球,在 9 800N(1 000kgf)的载荷下保持 30s 时,测得布氏硬度值为 200。如果钢球直径为 10mm,载荷为 29 400N,保持 10s,硬度值为 200,可简单表示为 200HBS。布氏硬度主要用于各种退火状态下的钢材、铸铁、有色金属等,也用于调质处理的机械零件。

2. 洛氏硬度

图 1-5 为洛氏硬度测试原理图。将金刚石压头(或钢球压头),在先后施加两个载荷(预载荷 P_0 和总载荷)的作用下压入金属表面。总载荷 F 为预载荷 F_0 和主载荷 F_1 之和。卸去主载荷 F_1 后,测量其残余压入深度 h 来计算洛氏硬度值。残余压入深度 h 越大,表示材料硬度越低,实际测量时硬度可直接从洛氏硬度计表盘上读得。根据压头的种类和总载荷的大小洛氏硬度常用的表示方式有 HRA、HRB、HRC 三种(表 1-1)。如洛氏硬度表示为 62HRC,表示用金刚石圆锥压头,总载荷为 1 470N 测得的洛氏硬度值。

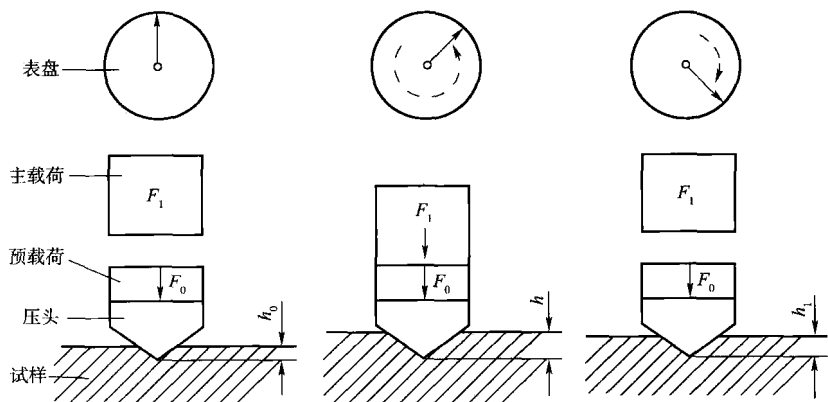


图 1-5 洛氏硬度测量原理图

常用的三种洛氏硬度的试验条件及应用范围

表 1-1

硬度符号	压头类型	总试验力 F (kN)	硬度值有效范围	应用举例
HRA	120°金刚石圆锥体	0.588 4	70 ~ 85HRA	硬质合金,表面淬硬层,渗碳层
HRB	Φ1.588mm 钢球	0.980 7	25 ~ 100HRB	有色金属,退火、正火钢等
HRC	120°金刚石圆锥体	1.471 1	20 ~ 67HRC	淬火钢,调质钢等

洛氏硬度试验压痕小、直接读数,操作方便,可测低硬度、高硬度材料,应用最广泛。用于试验各种钢铁原材料、有色金属、经淬火后工件、表面热处理工件及硬质合金等。

第二节 材料的动态力学性能

一、冲击韧度

许多机械零件和工具在工作中,往往要受到冲击载荷的作用,如活塞销、锤杆、冲模和锻模等。因此,材料在使用过程中除要求足够的强度和塑性外,还要求有足够的韧度。所谓韧度,就是材料在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力。韧度好的材料在使用过程中不至于产生突然的脆性断裂,从而保证零件的安全性。常用一次摆锤冲击弯曲试验(夏比冲击实验)来测定材料韧度。

1. 摆锤式一次冲击弯曲试验

是将具有规定形状和尺寸的试样放在冲击试验机的支座上,使之处于简支梁的状态,然后使处于一定高度的摆锤自由落下,将试样冲断。冲击实验的实质是通过能量转换过程,测定试样在冲击载荷的作用下折断时所吸收的功 A_k , 冲击试样形状和尺寸见图 1-6。在冲击试验机上,测得试样冲击吸收功,用符号 A_k 表示。 A_k 即为表征材料冲击韧度的指标,称为冲击吸收功,单位为 J。用冲击吸收功除以试样缺口处截面积 S_0 , 即得到材料的冲击韧度 a_k , 如图 1-7 所示:

$$a_k = \frac{A_k}{S_0}$$

式中: a_k ——冲击韧度, J/m²;

A_k ——冲击吸收功, J;

S_0 ——试样缺口处截面积, m²。

A_k 值越大, 或 a_k 值越大, 则材料的韧度越好。使用不同类型的试样(U 形缺口或 V 形缺口)进行试验时, 其冲击吸收功应分别标为 A_{kU} 或 A_{kV} , 冲击韧度则标为 a_{kU} 或 a_{kV} 。韧度与材料组织有密切关系。

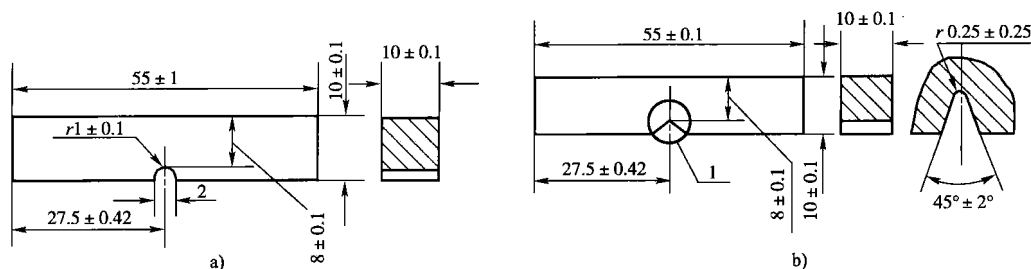


图 1-6 冲击试样

a) U 形缺口冲击试样; b) V 形缺口冲击试样

2. 小能量多次冲击

前述的冲击韧度 a_k 是大能量一次冲断试样测得的性能。但在零部件实际工作时, 则很少受到这样大能量的冲击破坏。实际情况是零部件承受小能量冲击后经重复冲击才导致材料内部微裂纹的产生和扩展而断裂。采用一次性摆锤冲击试验来衡量材料的抗冲击能力是不合理的, 而应进行小能量多次冲击试验, 以测得材料对多次冲击的抗力, 如图 1-8 所示。