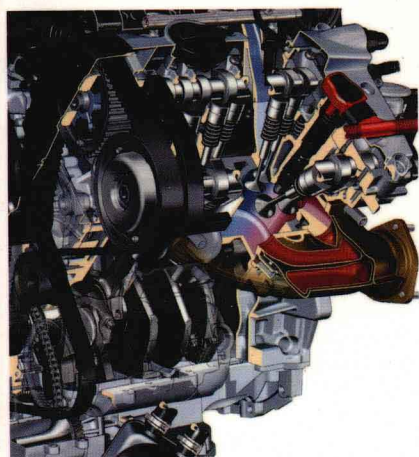


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车 机械基础

高等职业技术教育研究会 审定

金旭星 主编

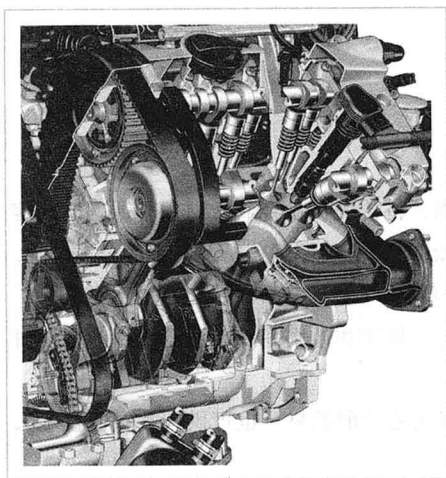
Mechanical Foundation
for Automobile

- ◆ 整合传统知识内容
- ◆ 以必须够用为原则
- ◆ 强调实用性

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车 机械基础

高等职业技术教育研究会 审定
金旭星 主编

Mechanical Foundation
for Automobile



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础 / 金旭星主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2009. 11 (2011. 1 重印)

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
ISBN 978-7-115-20219-2

I. ①汽… II. ①金… III. ①汽车—机械学—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第176403号

内 容 提 要

本书紧密结合汽车运用与维修领域的职业需求进行内容组织, 将传统机械专业六门主干课程的内容科学地整合成一体, 力争做到学时少、内容精、重视应用、避免出现深奥的原理分析及复杂的公式推导。

全书共分为 6 章, 内容包括汽车常用材料、静力学基础、材料力学基础、机械传动、轴系零部件、液压传动基础, 以构件的材料性能及力学分析为基础, 以常用传动机构和通用零件、液压元件为主要研究对象, 以传动方式为主线来介绍。

本书可作为高等职业技术学院和高等专科学校汽车类或近机类专业的教材, 也可供有关专业技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
汽车机械基础

-
- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 金旭星
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 z15@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21 2009 年 11 月第 1 版
字数: 523 千字 2011 年 1 月河北第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-20219-2

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育汽车专业“双证课程” 培养方案规划教材编委会

主任：林 平 赵 宇

副主任：冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉

委员：蔡兴旺 孟庆平 李百华 岳 江 杨永海 程 越 郑鹏飞
谢佩军 陈贞健 陈建宏 高少华 郑建通 黄俊英 许柄照 吕 玫
沈明南 刘步丰 高俊文 管卫华 陈述官 傅沈文 张南峰 江 洪
陈顺生 焦传君 张 军 曾宪均 田有为 张秋华 吴兴敏 申荣卫
孙海波 袁 杰 张清栋 蒋瑞斌

审稿委员会

主任：李春明

副主任：张西振 刘 锐

委员：罗永前 于星胜 袁 杰 曾 鑫 刘景军 张红英 梁乃云
白 柳 丁群燕 刘新平 李华楹 胡高社 祁先来 彭梦珑 赵福水
陈玉刚 刘利胜 马明金 杨佰青 张桂华 胡 勇 张 敏 张 宇
王 琳 谢三山 张松青 朱景建 马洪军 文有华 王雅红 罗 伦
王春锋 刘照军 林 凤 姜 能 侯文顺 陈 瑄 陈保国 皮连根
宋金虎 卢 艳

本书主审：张红英 吴建生

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏,双证书课程不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了《职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践》课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、双证

课程按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案。我们也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前言

随着我国经济水平的提高,汽车产业蓬勃发展,对汽车技术服务人员的需求也在不断增大。为了适应近年来高职教育发展的实际需要,帮助高职院校的教师全面、系统地讲授这门课程,我们特编写了本书。

本书以能力为本位,以就业为导向,体现职业教育的特色,满足汽车运用技术领域高素质专业人才培养的需要。与传统教材相比,本书以必需、够用为度,对教材内容进行了精简,去除了理论性较强且与专业联系不紧密的内容,力求密切联系专业实际;注重培养学生的实践能力、应用能力和创新能力,充分体现“高等性”和“职业性”并重的高职教育特色。

本书的参考学时为 70~100 学时。各章节的参考学时见下面的学时分配表。

章 节	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
第 1 章	汽车常用材料	10	6
第 2 章	静力学基础	8	4
第 3 章	材料力学基础	10	6
第 4 章	机械传动	10	8
第 5 章	轴系零部件	8	6
第 6 章	液压传动基础	8	6
课时总计		54	36

本书由无锡职业技术学院机械设计教研室组织编写。第 1、3、4、5 章由金旭星编写,第 2 章由吕伟文编写,第 6 章由沈明南编写。全书由金旭星任主编。

由于编者水平有限,书中错误、不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 7 月

目 录

第 1 章 汽车常用材料	1
1.1 金属材料的性能	1
1.1.1 金属材料的力学性能	1
1.1.2 金属材料的物理性能	6
1.1.3 金属材料的化学性能	7
1.1.4 金属材料的工艺性能	7
1.2 常用工程材料	8
1.2.1 黑色金属材料	8
1.2.2 有色金属材料	15
1.2.3 非金属材料	17
1.3 钢的常用热处理	19
1.3.1 整体热处理	20
1.3.2 表面热处理	21
1.3.3 热处理表示方法	22
本章小结	24
习题	24
第 2 章 静力学基础	26
2.1 静力分析基础	26
2.1.1 基本概念与公理	26
2.1.2 约束与约束反力	30
2.1.3 受力分析与受力图	33
2.2 平面力系	35
2.2.1 平面汇交力系	35
2.2.2 平面力偶系	38
2.2.3 平面任意力系	41
本章小结	47
习题	48
第 3 章 材料力学基础	52
3.1 轴向拉伸与压缩	52

3.1.1 轴向拉伸（或压缩）时的 内力和应力	53
3.1.2 轴向拉伸（或压缩）时的 强度计算	56
3.1.3 拉（压）杆的变形	59
3.1.4 应力集中简介	61
3.2 剪切和挤压	62
3.2.1 剪切的概念与剪应力	62
3.2.2 挤压的概念与挤压应力	62
3.2.3 剪切与挤压的强度计算	63
3.3 圆轴扭转	66
3.3.1 圆轴扭转的概念	66
3.3.2 圆轴扭转时的内力	67
3.3.3 圆轴扭转时的应力和强度 计算	69
3.4 梁的弯曲	73
3.4.1 平面弯曲的概念及 弯曲内力	73
3.4.2 梁弯曲正应力强度条件及其 应用	82
3.5 组合变形的强度计算	88
3.5.1 拉伸（压缩）与弯曲组合 变形强度计算	89
3.5.2 弯曲与扭转组合变形强度 计算	90
本章小结	93
习题	95

第 4 章 机械传动	102
4.1 机械的概念	102
4.2 平面机构的结构分析	105

4.2.1	结构分析的目的	105
4.2.2	平面机构的组成	105
4.2.3	平面机构运动简图的绘制	108
4.2.4	机构具有确定运动的条件	111
4.3	带传动和链传动	114
4.3.1	带传动的应用特点和结构标准	115
4.3.2	V 带轮的结构及标准	116
4.3.3	带传动的工作情况分析	120
4.3.4	带传动的弹性滑动和打滑	122
4.3.5	普通 V 带传动的参数选择和设计计算	123
4.3.6	链传动的应用特点和类型	128
4.3.7	滚子链的结构和参数	130
4.3.8	链轮的结构和材料	132
4.3.9	滚子链传动的失效分析与设计	134
4.3.10	带传动和链传动的布置、张紧和维护	138
4.4	圆柱齿轮传动	140
4.4.1	齿轮传动的特点和分类	140
4.4.2	渐开线齿廓的性质和特点	142
4.4.3	直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸	144
4.4.4	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	146
4.4.5	渐开线直齿圆柱齿轮的加工原理和变位齿轮简介	148
4.4.6	齿轮失效形式与齿轮材料	153
4.4.7	标准直齿圆柱齿轮传动的承载能力计算	158
4.4.8	斜齿圆柱齿轮传动	166
4.4.9	圆柱齿轮传动的维护和修复	172
4.5	直齿锥齿轮传动	174
4.6	蜗杆传动	178
4.7	齿轮传动技术的发展	187
4.8	轮系	190
4.8.1	定轴轮系的传动比计算	191

4.8.2	周转轮系的传动比计算	193
4.8.3	混合轮系传动比计算	196
4.8.4	轮系的应用	197
	本章小结	199
	习题	202

第 5 章 轴系零部件 208

5.1	轴承	208
5.1.1	轴承的功用和类型	208
5.1.2	滚动轴承的代号	212
5.1.3	滚动轴承的选择和计算	214
5.1.4	滚动轴承的组合设计	221
5.1.5	滚动轴承的润滑与密封	225
5.1.6	滑动轴承简介	226
5.2	轴	230
5.2.1	概述	230
5.2.2	轴的结构设计	235
5.2.3	轴的承载能力校核	240
5.2.4	轴系的维护	246
5.3	连接	248
5.3.1	螺纹联接	248
5.3.2	键联接和销联接	256
5.3.3	联轴器、离合器和制动器	262
5.3.4	其他常用连接	270
	本章小结	272
	习题	274

第 6 章 液压传动基础 277

6.1	液压传动发展概况	277
6.2	液压传动的工作原理及系统组成	278
6.3	液压传动的工作介质	282
6.4	液压控制阀的结构原理与应用	289
6.4.1	压力控制阀	289
6.4.2	电磁换向阀	291
6.4.3	手动换向阀	292
6.5	液压泵	294
6.5.1	液压泵的工作原理及特点	294

6.5.2 齿轮泵	297	6.6.3 方向控制回路	316
6.5.3 柱塞泵	301	本章小结	318
6.5.4 液压泵的噪声	305	习题	319
6.5.5 液压泵的选用	306	附录	322
6.6 液压系统基本回路	307	参考文献	326
6.6.1 压力控制回路	307		
6.6.2 速度控制回路	308		

第1章

汽车常用材料

【学习目标】

1. 了解工程材料的主要性能类型及应用特点
2. 掌握金属材料的力学性能特点, 了解金属材料的工艺性能
3. 掌握测定材料硬度的类型及方法
4. 了解常用金属材料及非金属材料的机械性能
5. 了解各种钢热处理方法的应用特点

1.1

金属材料的性能

材料是人类社会发展的重要物质基础, 也是现代汽车技术发展的重要支柱之一。工程材料具备许多优异的性能。这些性能可分为两类: 一类是使用性能, 反映材料在使用过程中的表现出来的特性, 如力学性能(强度、硬度、塑性、韧性等)、物理性能(导电性、导热性、热膨胀性和磁性等)和化学性能(抗氧化性、抗腐蚀性)等; 另一类是工艺性能, 反映材料在加工制造过程中所表现出来的特性, 如铸造性、锻造性、焊接性、切削加工性和热处理性等。

1.1.1 金属材料的力学性能

任何一台机器都是由零件、部件所组成的, 而零件在使用时都承受外力的作用。材料在外力作用下所表现出来的特性即是力学性能, 其主要指标是强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。上述指标既是选材的重要依据, 又是控制、检验材料质量的重要参数。

材料受外力作用时, 会引起尺寸与形状的改变, 这种外力叫载荷(或称负荷), 尺寸和形状的改变叫变形。载荷与变形的关系可用试验的方法测定。

拉伸试验是测定静态力学性能指标的常用方法。通常将材料制成标准试样,装在拉伸试验机上,对试样缓慢施加拉力,使之不断地产生变形,直到拉断试样为止。根据拉伸试验过程中的载荷和对应的变形量关系,可画出材料的拉伸曲线。图 1-1 所示为低碳钢的拉伸曲线,图中的纵坐标表示载荷 F ,横坐标表示变形量 Δl 。通过拉伸曲线可测定材料的强度与塑性。

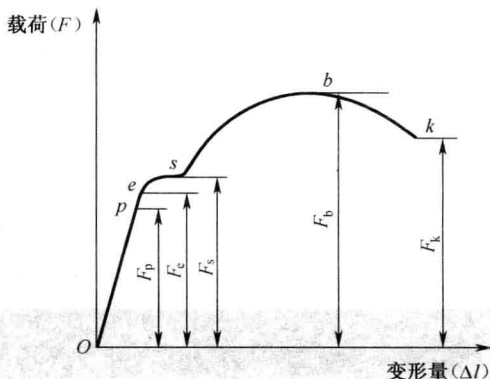


图 1-1 低碳钢拉伸曲线

1. 强度

强度是材料在载荷（外力）作用下抵抗塑性变形和破坏的能力。抵抗外力的能力越大，则强度越高。

材料受到外力作用会发生变形，同时在材料内部产生一个抵抗变形的力（又称内力），其大小和外力相等，但方向相反。

在单位截面面积上产生的内力称为应力，单位为 Pa （帕），即 N/m^2 。工程上常用 MPa （兆帕）， $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$ ，或 $1\text{MPa} = 1\text{N/mm}^2$ 。

（1）屈服极限

由图 1-1 可知，当载荷增加到 F_s 时，在不再继续增加载荷的情况下，试样仍能继续伸长，这种现象称为屈服。将开始发生屈服现象时的应力，也即开始出现塑性变形时的应力，叫做屈服极限（ σ_s ）。

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

式中： F_s ——试样屈服时的载荷，单位为 N ；

A_0 ——试样的原始截面积，单位为 mm^2 。

屈服强度是设计和选取材料的主要依据之一。

（2）强度极限

当载荷超过 F_s 以后，试样将继续变形。载荷达到最大值后，试样产生缩颈，有效截面急剧减小，直至断裂。强度极限是试样在断裂前所能承受的最大应力，用 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0}$$

式中： F_b ——试样断裂前的最大载荷，单位为 N 。

2. 塑性

塑性是材料断裂前发生不可逆永久变形的能力。材料断裂前的塑性变形愈大，表示它的塑性愈好，反之则表示其塑性差。常用的塑性指标是断后伸长率和断面收缩率。

（1）断后伸长率

断后伸长率是指试样拉断后的标距伸长量和原始标距的比值，即标距的相对伸长，用 δ 表示。

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

式中： l_0 ——试样原始的标距长度；

l_1 ——试样断裂后的标距长度。

拉伸试样通常采用圆棒样，原始标距 l_0 与原始直径 d_0 之间通常有一定的比例关系。 $l_0 = 10d_0$ 时，称为长试样； $l_0 = 5d_0$ 时称为短试样。使用长试样测定的断后伸长率用符号 δ_{10} 表示，通常写成 δ ；使用短试样测定的断后伸长率用符号 δ_5 表示。同一种材料的短试样伸长率 δ_5 大于长试样的伸长率 δ_{10} 。因此，比较伸长率时要注意试样规格的统一。

(2) 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后，缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比，用符号 ψ 表示。

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

式中： A_0 ——原始的横截面积；

A_1 ——试样拉断后缩颈处的最小横截面积。

断面收缩率与试样尺寸无关，所以它能比较确切地反映材料的塑性。材料的 δ 或 ψ 值越大，表示材料的塑性越好。塑性直接影响到零件的成形加工及使用。例如，钢的塑性较好，能通过锻造成形，而灰铸铁塑性极差，不能进行锻造。金属材料经塑性变形（屈服）后能得到强化，因此塑性好的零件超载时仍有强度储备，比较安全。

3. 硬度

硬度是指金属材料抵抗局部变形，特别是塑性变形、压痕或划伤的能力。因此硬度也可以看作是材料对局部塑性变形的抗力。

硬度是衡量材料性能的一个综合的工程量或技术量。通常材料硬度越高，耐磨性越好，强度也越高。

测定硬度的方法很多，常用的有布氏硬度测试法、洛氏硬度测试法和维氏硬度测试法。

(1) 布氏硬度及其测定

布氏硬度的测定是在布氏硬度试验机上进行的，试验原理如图 1-2 所示。

用直径为 D 的淬硬钢球或硬质合金球，在规定载荷 F 的作用下压入被测金属表面，保持一定时间后卸除载荷，测定压痕直径，求出压痕球冠形的表面积。压痕单位面积上所承受的平均压力 (F/A) 即为布氏硬度值，用符号 HBS 或 HBW 表示（压头为淬硬钢球时用 HBS ，压头为硬质合金球时用 HBW ）。

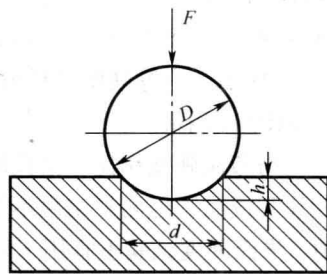


图 1-2 布氏硬度试验原理

$$HBS (HBW) = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi D h} = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1-4)$$

式中： F ——所加载荷，单位为 kgf；

A ——压痕球冠形表面积，单位为 mm^2 ；

D ——球形压头直径, 单位为 mm;

d ——压痕直径, 单位为 mm;

h ——压痕深度, 单位为 mm, $h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{D^2 - d^2}$ 。

当所加载荷以 N 为单位时, 布氏硬度值表示如下。

$$HBS = \frac{F}{A} = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1-5)$$

由上式可知, 当试验载荷和球体直径一定时, 压痕直径 d 越大, 则布氏硬度值越小, 即材料的硬度越低。在实际应用时, 只要测出压痕直径 d , 就可在专用表中查出相应的布氏硬度值。

布氏硬度试验的优点是测定的数据准确稳定, 数据重复性强, 但压痕的面积较大, 对金属表面的损伤很大, 且不易测定太薄零件的硬度, 也不适合于测定成品件的硬度。布氏硬度试验多适用于测定原材料、半成品及微小部分性能不均匀材料 (如铸铁) 的硬度。

(2) 洛氏硬度及其测定

洛氏硬度的测定是在洛氏硬度试验机上进行的。它是以锥顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.587 5mm (1/16 英寸) 的淬火钢球为压头, 以一定的载荷压入被测金属材料的表层, 然后根据压痕的深度来确定洛氏硬度值。在相同的试验条件下, 压痕深度越小, 则材料的硬度值越高。

实际测量时, 为了减少因材料 (试样) 表面不平引起的误差, 应先加初载荷, 后加主载荷, 然后在洛氏硬度试验机的刻度盘上直接读出硬度值。

洛氏硬度值没有单位, 只是根据不同的试验材料、不同的压头和所加压力大小, 分 HRA、HRB、HRC 三种标记。其中 HRA 与 HRC 用锥顶角为 120° 的金刚石圆锥体为压头, 采用的总载荷分别为 588N 和 1 471N; 而 HRB 值的测定则采用直径 1.587 5mm 的钢球作为压头, 总载荷为 980N。中等硬度材料可用 HRC 测量; 软材料用 HRB 测量; 较硬的材料用 HRA 测量, 其中 HRC 应用最广。

与布氏硬度相比, 洛氏硬度试验操作简单、方便、迅速, 适用的硬度范围广, 可用来测量薄片和成品。但测量结果不如布氏硬度精确。故需在试样上不同部位测定三点, 取其算术平均值。洛氏硬度试验不宜用于测定各微小部分性能不均匀的材料 (如铸铁), 其余材料均可根据硬度的不同, 在 HRA、HRB、HRC 中选择对应的测量方法。

(3) 维氏硬度及其测定

维氏硬度的试验原理与布氏硬度基本相同。它是用顶角为 136° 的四棱金刚石, 在较小的载荷 (压力) F (常用 50~1 000N) 作用下压入被测材料表面, 并按规定保持一定时间, 然后用附在试验计上的显微镜测量压痕的对角线长度 d , 以凹痕单位面积上所承受的压力作为维氏硬度值, 用符号 HV 表示。

$$HV = \frac{F}{S_{\text{压痕}}} \approx 1.854 \frac{F}{d^2} \quad (1-6)$$

维氏硬度法所测得的压痕轮廓清晰, 数值较准确, 测量范围广, 采用较小的压力即可以测量硬度高的薄件 (如硬质合金、渗碳层、渗氮层) 而不至于将被测件压穿。

4. 冲击韧性

机械设备中有很多零件要承受冲击载荷的作用。对于承受冲击载荷的零件不能只以强度和硬度指标来衡量,这是因为一些强度较高的金属,在冲击载荷的作用下往往也会发生断裂。因此,对于这些机械零件和工具,还必须考虑金属材料的冲击韧性。

冲击韧性是指金属材料在冲击载荷的作用下折断时吸收变形能量的能力,常用冲击吸取功或冲击韧度来表示。

冲击韧性的测定方法是将被测材料制成标准缺口(V形或U形)试样,在冲击试验机上由置于一定高度的重锤自由落下而一次冲断,试验原理如图1-3所示。冲断试样所消耗的能量称为冲击功,单位为J,用符号 A_{KV} (或 A_{KU})表示。其数值为重锤冲断试样的势能差,其值可从试验机刻度盘上读得。

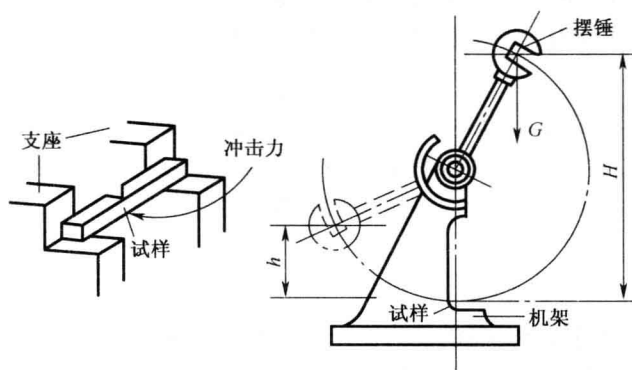


图 1-3 冲击试验原理

冲击韧度值就是试样缺口处单位截面积上所消耗的冲击功,用 α_{KV} (或 α_{KU})表示。

$$\alpha_{KV} = \frac{A_{KV}}{A_0} \quad (1-7)$$

式中: A_0 ——试样缺口处横截面面积,单位为 cm^2 ;

A_{KV} (A_{KU})——V形(或U形)缺口试样冲断时所消耗的冲击功。 A_{KV} 或 α_{KV} 值越低,表示材料的冲击韧性越差,在受到冲击时越易断裂;反之,数值越大则韧性越好,受冲击时越不容易断裂。

5. 疲劳强度

疲劳是指在循环应力和应变作用下,在一处或几处产生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然产生断裂的过程。这种破坏称为疲劳破坏(或疲劳断裂)。

许多机械零件,如各种轴、齿轮、弹簧、连杆等,经常受到大小和方向周期性变化的载荷作用。这种交变载荷常常会使材料在小于其强度极限,甚至小于其屈服极限的情况下,经多次循环后,在没有明显的外观变形时发生断裂。

疲劳断裂与静载荷下断裂不同,无论是脆性材料还是塑性材料,疲劳破坏都是突然发生的,常常会造成严重事故,具有很大的危险。

疲劳强度是表示材料经周期性交变载荷作用而不致引起断裂的最大应力,其大小与应力变化的次数有关。对于钢材,一般取循环次数 $N=10^7$;对有色金属取 $N=10^8$ 为基数,来确定材料的疲劳强度,称为条件疲劳强度。

金属的疲劳破坏与很多因素有关,人们可通过改善零件的结构形状避免应力集中,以及改善表面粗糙度、进行表面热处理和表面强化处理来提高金属材料的疲劳强度。

1.1.2 金属材料的物理性能

金属材料的物理性能指金属材料的熔点、导热性、导电性、热膨胀性、磁性和耐磨性等。

1. 熔点

金属材料在缓慢加热的条件下,由固态开始熔化为液态时的温度,称为该金属的熔点,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。工业上常用的金属中,锡的熔点最低,为 231.9°C ,而钨的熔点最高,为 3410°C 。但大多数合金材料在熔化时,一般情况下,其熔化过程是在一个温度范围内进行的,即它们没有一个固定的熔点。

掌握各种金属材料和合金的熔点,对于铸造、焊接、镀锡以及配制合金等方面都很重要。例如,熔点低的金属或合金可以用来制造焊锡、保险丝、铅字等,而熔点高的金属材料可以用来制造锅炉高温部件、汽轮机叶片、电热丝等耐热零件。

2. 导热性

导热性是指金属材料传导热量的能力。一般用导热系数来表示金属材料导热性能的优劣,导热系数又称热导率。金属的导热性愈差,在加热或冷却时,部件表面和内部的温度差就越大,由此产生的内应力就越大,就越易发生裂纹。一般来说,导电性好的材料,其导热性也好。银的导热性最好,其次是铜和铝。

3. 导电性

金属材料传导电流的能力称为材料的导电性。衡量金属材料导电能力的指标是电导率。电导率越大,其导电性能就越好。导电性以银最好,其次是铜和铝。金属材料的导电性还与温度有关。合金的导电性一般比纯金属差。当材料的横截面积及其他条件相同时,金属的导电性越好,则电流通过时产生的热量就越小,因而在输电过程中的电能损失就较小。电气工程上广泛采用纯铜或纯铝作为导体。另外,金属材料的导电性越差,则电阻越大,电流通过时所产生的热量就越大。利用这一特点,高电阻的金属材料常用来制造电热元件,如电阻丝、电阻带等。最常用的金属电热材料有铬镍合金、铁铬铝合金等。

4. 热膨胀性

金属材料在加热时体积增大的一种性能称为热膨胀性。一般用线膨胀系数来表示金属材料热膨胀性的大小。在生产实践中,必须考虑金属材料热膨胀性所产生的影响。例如,汽轮机转子与静子之间要留有足够的间隙,以防止机组启动加热时,因其膨胀的差异,产生转子与静子磨损坏事故。紧固件则要求与被紧固部件的线膨胀系数相近。精密仪器的零件就要求采用线膨胀系数小的材料来制造。在异种材料焊接时,也要考虑它们的线膨胀系数是否相近,否则会因热膨胀而使零件变形或损坏。