

汽车运用与维修专业规划教材

张彦如 主编



汽车



材

料

QICHE CAIJIAO



合肥工业大学出版社

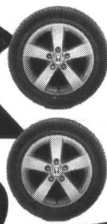
汽车运用与维修专业规划教材

张彦如 主编



汽车

材料



QICHE
CAILIAO

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料/张彦如主编. —合肥:合肥工业大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-81093-446-5

I. 汽... II. 张... III. 汽车—工程材料—高等学校—教材 IV. U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 081701 号

汽车材料

主编 张彦如

责任编辑 方立松

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2006 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2006 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710×1000 1/16
电 话	总编室:0551-2903038	印 张	15.75
	发行部:0551-2903198	字 数	290 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	发 行	全国新华书店
E-mail	press@hfutpress.com.cn	印 刷	合肥现代印务有限公司

ISBN 7-81093-446-5/U·10

定价:22.50 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

汽车运用与维修专业规划教材编委会

主任：钟玉海

编委：（按姓氏笔画）

王社增	王金文	王治平	朱国苗
刘志迎	刘良和	孙志成	杨 诚
杨柳青	杨 靖	连秀忠	吴道燮
张彦如	陈 同	赵 翔	段京华
顾月海	钱立军	郭向阳	郭勇胜
阎海平	储建平	阚 萍	

策划：方立松

前言

随着汽车新技术的不断应用,汽车新材料不断涌现。汽车材料涉及到汽车工程材料、汽车运行材料及汽车美容材料等多种材料领域。作为一门主要专业基础课程,新编《汽车材料》课程应打破原有教材知识面窄、内容陈旧、理论性太强等弊端,充分考虑教材内容的简约性、实用性和综合性,并要适应新科技的变化和发展,赋予教材新的现代科技内容,使教材更能体现专业的培养特点,切实适用新形势下汽车专业教学之需要。

编者在本教材的编写过程中,认真领会和贯彻了“汽车运用与维修专业系列教材编撰会”的精神,按照本专业对课程知识点的要求,在内容上努力把握教材的准确性和实用性,并及时反映汽车的新材料、新技术和新成果,着重培养学生的基本能力和基本技能。

本书在编写顺序上,采用由浅入深、循序渐进、便于教学的思路。首先介绍金属材料的力学性能,随之引申到材料的微观组织结构和材料热处理过程中的组织结构转变,使学生逐步了解材料的本质,掌握材料组织结构转变的机理和对材料性能的影响。在此基础上,通过对金属材料和非金属材料的学习,使学生对工程材料有一个较为全面的了解和认识。通过对典型汽车零件选材的介绍,使学生了解零件的失效形式和选材原则,逐步培养他们分析问题和解决问题的能力。通过对汽车的燃料、润滑剂、特种液以及轮胎等内容的介绍,使学生了解和掌握运行材料的主要性能、品种、规格和牌号,充分认识到汽车运行材料的正确选用,不仅关系到汽车的可靠性和安全性,还关系到能源的节约和环境的保护。书中还穿插对新材料的介绍,以拓宽学生的知识面,让学生了解当前国内外新材料的发展动向。最后对新兴的汽车产业——汽车美容与装饰作一简单介绍,使学生了解“汽车美容”的真正含义以及进行汽车美容的新材料、新工艺和新技术。

全书共分九章。其中,绪论、第六章、第七章、第九章由安徽省汽车工业学校张彦如编写;第一章、第二章、第三章由安徽省交通职业技术学院刘灵芝编写;第四章、第五章、第八章由安徽省汽车工业学校阚萍编写。全书由张彦如任主编并负责统稿。

本书在编写过程中,参阅了许多文献资料,借此向所参阅文献资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2006年3月

目 录

绪 论

第一章 金属材料的力学性能 (8)

第一节 强度和塑性 (8)

第二节 硬度 (11)

第三节 韧性和疲劳强度 (14)

思考题 (17)

第二章 钢铁材料 (18)

第一节 钢铁材料的生产 (18)

第二节 金属的晶体结构与结晶 (19)

第三节 铁碳合金 (29)

第四节 碳钢 (39)

第五节 钢的热处理 (43)

第六节 合金钢 (61)

第七节 铸铁 (72)

第八节 粉末冶金材料 (78)

思考题 (82)

第三章 有色金属及其合金 (85)

第一节 铝及其铝合金 (85)

第二节 铜及其铜合金 (90)

第三节 滑动轴承合金 (94)

第四节 其他有色金属简介 (98)

思考题 (101)

第四章 非金属材料 (102)

第一节 高分子材料 (102)

第二节 陶瓷材料 (112)

第三节 复合材料 (116)

第四节 摩擦材料 (120)

思考题	(121)
第五章 汽车零件的选材	(122)
第一节 零件的失效分析	(122)
第二节 零件选材的基本原则及方法	(125)
第三节 典型汽车零件的选材及热处理	(129)
思考题	(134)
第六章 汽车燃料	(135)
第一节 石油和石油产品的基础知识	(135)
第二节 汽油机燃料	(141)
第三节 柴油	(159)
第四节 油料的技术管理	(169)
思考题	(174)
第七章 车用润滑油及特种液	(176)
第一节 发动机润滑油	(176)
第二节 代用燃料发动机润滑油	(185)
第三节 车用齿轮油	(187)
第四节 液力传动油	(192)
第五节 润滑脂	(195)
第六节 车用特种液	(200)
思考题	(212)
第八章 汽车轮胎	(214)
第一节 轮胎概述	(214)
第二节 轮胎的选择与使用	(222)
第三节 21 世纪新型轮胎简介	(226)
思考题	(229)
第九章 汽车美容材料	(230)
第一节 汽车美容的作用与分类	(230)
第二节 常用汽车美容材料的品种与分类	(233)
第三节 常用汽车美容材料的选用和美容护理工艺	(239)
思考题	(242)
参考文献	(243)

绪 论

材料与人类的生产和生活息息相关,随着人类科学和技术水平的不断进步,材料的种类也日趋增多。据粗略统计,目前世界上材料的种类已达40多万种,并且每年都在以约5%的速率增加。如今,材料、能源和信息已被看作是现代工业发展的三大核心支柱,而能源和信息的发展,在某种程度上又依赖于材料的发展和进步。正因如此,世界各国都非常重视对材料科学地研究,尤其是新材料技术更是高科技发展的一个重要领域。进入21世纪以来,随着现代科学技术和生产的迅速发展,对材料的要求也越来越高。当今,材料的种类、数量和质量已是衡量一个国家科学技术、国民经济水平和社会文明程度的重要标志。

汽车材料是汽车工业发展的重要基础之一,材料对汽车整体性能的提高有着重要的影响,同时也和汽车的制造成本密切相关。因此,汽车材料技术的进步和革新是推动汽车工业发展和工业化进程的重要因素。

一、汽车材料的分类

汽车材料是指生产汽车以及汽车在运行过程中所用到的材料。一般按照用途可分为汽车工程材料、汽车运行材料和汽车美容材料等。

(一) 汽车工程材料

1. 金属材料

钢铁材料占汽车总质量的80%左右,有色金属占3%~4.7%。虽然为使汽车轻量化,塑料和铝的用量有逐年提高的趋势,但相对有色金属和塑料而言,由于钢具有成本低、加工难度较小、强度高、生产工艺较成熟、炼钢能耗低、容易回收再利用等优点,所以它是组成汽车的最重要的材料。应用于汽车的金属材料分为黑色金属材料 and 有色金属材料两大类。

(1) 黑色金属材料

黑色金属材料包括钢和铸铁,即钢铁材料,它占金属材料总量的95%以上。由于钢铁材料力学性能优良和具有低廉的价格,所以在工程材料中一直占据着不可替代的主导地位。

按照化学成分来分,钢可分为碳素钢和合金钢。汽车上的变速操作杆、制动盘、齿轮、轴、销等零件一般使用碳素钢材料;而汽车上一些重

要的、性能要求较高的零件，如曲轴、凸轮轴、主轴、齿轮轴、连杆、后桥齿轮、变速箱齿轮等大多使用合金钢材料制造。

铸铁由于具有良好的铸造性能、切削加工性能、耐磨性、减震性，而且价格低廉，因此，广泛应用于汽车制造业。随着铸造和热处理技术的进步，现在，除了变速箱、发动机缸体采用铸铁制造外，汽车中许多重要零件也采用铸铁来制造，这既可保证使用效果，又可显著地降低制造成本。近年来，采用合金铸铁和球墨铸铁材料制造的凸轮轴，经过适当热处理之后，铸铁凸轮轴在耐磨性方面并不亚于钢制的凸轮轴，甚至在某些场合优于钢制的凸轮轴。

(2) 有色金属材料

有色金属由于具有材质轻、导电性好等钢铁材料所不及的特性，因此，在现代汽车上的用量呈现逐年增加的趋势。如汽车制造商为了减轻汽车质量、满足更为严格的尾气排放标准、节约燃料，而采用铝材等优质材料来代替钢材。镁金属是继铝金属之后，有望成为又一前景广阔的车用轻量化材料。目前镁金属主要应用于汽车的内部部件。此外，铜及其合金、钛及其合金以及滑动轴承合金等在汽车上都得到了广泛的应用。

2. 非金属材料

(1) 高分子材料

高分子材料是以聚合物为基本组分的材料，工程上应用的高分子化合物主要是人工合成的各种有机物。通常按其力学性能和使用情况分为塑料、橡胶、胶粘剂和涂料等。

随着汽车向家庭化、舒适化方向发展，汽车用塑料也从最初单纯用于制造电器绝缘件和转向盘等零件的热固型树脂等少数几个品种，迅速增加到内饰件用 PVC（聚氯乙烯）、车顶棚用 PUR（聚氨酯填充树脂）、车身覆盖件用 PC（聚碳酸酯）、燃油箱用 PP（聚丙烯）等几十种。

橡胶是汽车上常用的一种重要材料，一辆轿车上的橡胶件重量占车重的 4%~5%。主要用于轮胎和汽车上的橡胶配件以及各种胶管、传动带、密封件、缓冲垫、窗玻璃密封条等。

胶粘剂和密封胶在汽车工业中是粘结各种零件和防漏的重要材料之一。它在汽车的防震、隔热、防漏、防松和降噪等方面起着重要的作用。每辆汽车上胶粘剂和密封胶的用量可达数十千克。

(2) 陶瓷材料

近年来，汽车业非常重视工程陶瓷在汽车上的应用，主要是因为它具有耐高温、耐磨损、耐腐蚀以及在电导等方面的特殊性能，可以改善汽车部件的运行特性。

燃气发动机追求的技术性能目标是：节能、节省资源、降低成本、使

用燃料多样化等。利用陶瓷材料的低导热性,以实现发动机燃烧室与周围环境之间不发生热交换。从热力学观点来看,这就是绝热发动机。陶瓷发动机具有质量轻、无需润滑和冷却水等优点,整机热效率高,可节省 30% 的热能,而且工作功率比钢质发动机提高 45% 以上。目前碳化硅陶瓷材料在发动机上的应用,除了叶片以外,其他已达到了实用化阶段。利用陶瓷涂层来提高发动机性能也是提高发动机质量的可能途径之一。陶瓷涂层技术成熟、成本低、寿命较长,如果把发动机的耐高温部件涂上一层高温陶瓷,便既能保持金属材料的固有强度和韧性,又具有高温陶瓷的耐高温特点。

玻璃是汽车上具有重要功能的外装件。汽车上使用的玻璃主要是窗玻璃,对玻璃的透明性、耐候性、强度及安全性有很高的要求。

(3) 复合材料

复合材料是指由两种或两种以上不同物质以不同方式组合而成的材料,它可以发挥各种材料的优点,克服单一材料的缺陷,扩大材料的应用范围。由于复合材料具有重量轻、强度高、加工成型方便、弹性优良、耐化学腐蚀和耐候性好等特点,已被广泛应用于航空航天、汽车、电子电气、建筑、机械等领域。

目前,汽车上常用的复合材料主要有高分子基复合材料、金属基复合材料、陶瓷基复合材料等。

(4) 摩擦材料

摩擦材料广泛用于各种交通运输工具和机器设备的制动器、离合器及摩擦传动装置中的制动材料。在制动装置中,利用摩擦材料的摩擦性能,将转动的动能转化为热能及其他形式的能量,从而使传动装置制动。汽车上常用的摩擦材料主要是制动摩擦片和离合器片。

(二) 汽车运行材料

汽车运行材料是指汽车赖以运行并在运行过程中因消耗而需不断补充、更新的消耗性材料。主要包括汽车使用的燃料、润滑剂、特种液以及轮胎等。

目前世界范围内汽车的保有量已达 6 亿多辆,在给经济带来繁荣、交通带来便利的同时,也消耗着大量的资源,并对环境造成较大的影响。据中国机械工业联合会的报道,1994 年我国民用汽车保有量为 940 万辆,而到 2003 年全国民用汽车保有量约为 2 400 万辆。中国汽车业 2000 年消耗了 6 560 万吨燃油,占全国石油消耗的 1/3,而消耗的润滑油、橡胶轮胎等材料数量也多得惊人。如今,经济的快速发展带动了汽车消费和保有量的大幅攀升,汽车运行材料的消耗也在迅速增长。而石油是不可再生的资源,也是现代工业的血液和命脉,更是交通运输的主要能源。因此,节约

石油资源是当今世界汽车制造业和汽车运输业的重要任务和课题。

1. 燃料

燃料通常指能够将自身贮存的化学能通过化学反应（燃烧）转变为热能的物质。汽车燃料基本上采用的是石油制品——汽油和柴油。汽油作为点燃式发动机（汽油机）的主要燃料，是从石油提炼出来的密度小、易于挥发的液体燃料；柴油是车用高速柴油机的燃料，与汽油相比，具有密度大、易自燃的特点。随着汽车工业和科技水平的发展，燃料的性能也得到了进一步提高。汽油质量经过辛烷值升级、无铅化后，向着组分优化（新配方汽油）方向发展；柴油质量向着增加十六烷值、减小密度、降低硫含量方向发展。它们的总目标是提高车辆使用的经济性、改善排放、保护环境。

与此同时，汽车及其他交通工具运行时，大量污染物使得环境和生态不断恶化，因此，寻找具有环保特征的交通新能源的任务显得日益紧迫。如今有可能成为石油替代能源的电能、氢气、醇类、天然气、液化石油气等，已经获得了一定的应用，表 0-1 为替代石油燃料的比较。

表 0-1 替代石油燃料的比较

替代石油燃料	优点	缺点	现状及前景
电能	1. 电能来源方式多 2. 直接污染及噪声小 3. 结构简单，维修方便	1. 蓄电池能量密度小，汽车续驶里程短，动力性差 2. 电池重量大、寿命短、价格高 3. 蓄电池充电时间长 4. 电池制造和处理存在污染	从总体，看仍处于试验研究阶段，推广使用还需一定时间，但有希望成为未来汽车的主体
氢气	1. 来源非常丰富 2. 不产生有害气体 3. 氢的热值高	1. 氢气生产成本高 2. 气态氢能量密度小且储运不便；液态氢技术难度大、成本高 3. 需要开发专用的发动机	仍处于基础研究阶段。采用氢燃料将是解决能源危机的有效方案，有希望成为未来汽车的重要组成部分
甲醇 (乙醇)	1. 来源较为广泛 2. 储运方便 3. 辛烷值较高	1. 甲醇毒性较大，而且对金属和橡胶件有腐蚀 2. 污染较大，与汽油相当 3. 成本较高	已获得一定程度的应用。可以作为能源的补充，在某些国家和地区可保持较大的比例
天然气	1. 资源丰富 2. 污染很小 3. 天然气辛烷值高 4. 天然气价格低 5. 技术成熟	1. 天然气是非再生能源，不能作为根本性的替代能源 2. 天然气储运不方便 3. 新建加气站网络投资大 4. 气态天然气能量密度小 5. 汽车采用天然气会降低动力性 6. 单烧天然气时需设计专门发动机	在许多国家已获得广泛使用并被大力推广，在 21 世纪将成为汽车燃料的主流之一

(续表)

替代 石油燃料	优 点	缺 点	现状及前景
液化石油气	1. 污染小 2. 储运较方便 3. 技术成熟 4. 辛烷值较高	1. 液化石油气是非再生能源且资源没有天然气丰富 2. 汽车动力性有所下降 3. 单烧液化石油气时最好设计专门的发动机	目前世界上液化石油气汽车获得广泛应用并得到大力推广, 是 21 世纪汽车的主流之一

2. 润滑剂

车用润滑剂包括发动机润滑油、汽车齿轮油、液力传动油、润滑脂等。由于汽车可运行的地域辽阔, 各地区的气候条件相差很大, 因而对车用润滑剂的性能要求较高。

汽车发动机润滑油的主要作用是润滑曲轴、连杆、活塞、气缸壁、凸轮轴、气门等摩擦部位。除此之外, 还应具有冷却、密封、清洗和防锈抗腐蚀作用。

由于对汽车排放性能要求越来越严格, 以汽油和柴油为燃料的汽车要真正实现低排放或零排放较为困难。现今, 以压缩天然气、液化石油气和醇类为燃料的汽车已在我国许多城市运行。

由于燃气发动机对润滑油的性能要求及使用工况与汽油、柴油发动机有着明显的不同, 因此, 燃气汽车发动机油应具有以下特点: 较好的高温润滑性和低温分散性; 优良的抗磨性、防腐性、防锈性; 硫酸盐灰分低; 防止提前点火、气门积炭、磨损和粘环。

醇类燃料是指以甲醇和乙醇等醇类物质作为汽车发动机的燃料。由于醇类燃料的自身特点, 要求醇类燃料发动机油能提高活塞清净性, 减少沉积物的生成, 有效防止油品的氧化, 降低发动机摩擦表面损失等。

车辆齿轮油主要用于汽车手动变速器、后桥齿轮传动机构及转向机构的润滑。其主要作用是减少摩擦、降低磨损、冷却零部件, 同时还可以缓冲震动、减少冲击、防止锈蚀以及清洗摩擦面脏物的作用。

液力传动油是用于汽车自动变速器中液力变矩器、液力耦合器的工作介质。它是一种多功能的工作液, 不仅起着传递动力的作用, 同时还起着对齿轮、轴和轴承等摩擦副的润滑作用以及在其伺服机构中起液压自动控制的作用。

润滑脂是汽车中不可缺少的润滑材料。由于它具有许多优良性能, 汽车上不宜使用液体润滑剂的部位; 低速、大负荷和冲击力较大的部位; 工作环境差, 难以密封的部位等, 均使用润滑脂。

3. 特种液

车用特种液主要包括汽车制动液、汽车冷却液、减震器油、制冷剂和

冷冻机油等。

汽车制动液是用于汽车液压制动系统中传递压力，使车轮制动器实现制动作用的液体。通过制动液传递能量到车轮各系泵，使摩擦片张开，达到停车的目的。

随着发动机结构的改进和材料技术的进步，现代汽车发动机的运行温度也在逐步升高。为保证汽车发动机的正常工作，汽车冷却液除了要对在高温条件下工作的零件进行冷却之外，还应具有防冻、防腐和防垢的作用。

减震器油是车辆减震器的工作介质，主要用于各种载货汽车前轮及小轿车前后轮的减震器内。它是利用油液的阻尼作用来加速振动的减退，以减缓车辆振动。

汽车制冷剂是指在空调制冷系统中不断地循环以实现制冷目的的工作物质。冷冻机油是汽车空调压缩机中使用的润滑油，它又不同于发动机润滑油，故应考虑空调压缩机内部冷冻机油所处的状态加以选择。

4. 轮胎

轮胎的主要作用是保证车轮和路面有良好的附着性，以提高汽车的牵引性、制动性和通过性；缓和汽车行驶时所受到的冲击，并衰减由此而产生的振动；承受汽车的重力，传递驱动力矩和制动力矩。因此，轮胎必须有适宜的弹性和承受载荷的能力，其胎面部分应具有用以增强附着作用的花纹，此外，还应具有耐热、耐水、耐老化和耐磨损的能力。随着汽车工业的迅速发展，各种新型轮胎也应运而生，新型轮胎的出现将进一步提高车辆的乘坐舒适性、操纵稳定性、行驶安全性，也更加有利于环境保护。

总之，汽车运行材料作为汽车耗材与其他汽车零部件一起构成汽车整体。因此，汽车运行材料的质量水平与正确选用对汽车的行驶、可靠性、制动安全性、经济性、舒适性、动力性以及汽车的排放与节能都有重要的影响。

(三) 汽车美容材料

汽车美容与装饰是 20 世纪 90 年代中后期发展起来的一种全新的服务模式。汽车美容不只是简单的汽车打蜡、除渍、除臭、吸尘及车内外的清洁服务等常规美容护理，还包括利用专业美容系列产品和高科技设备，采用特殊的工艺和方法，对漆面增光、打蜡、镀膜及深浅划痕处理，全车漆面美容，底盘防腐涂胶处理和发动机表面翻新等一系列养车技术。专业的汽车美容在于它具有严格的系统性、规范性和专业性，从而使汽车经过专业美容后外观亮洁如新，漆面亮光保持长久，以达到“旧车变新，新车保值”。随着我国国民经济的持续发展和人民生活水平的不断提高，到 2010 年，我国汽车保有量将达到 4 500 万~6 000 万辆，年需求量为 500 万~

700 万辆。巨大的汽车保有量,也为汽车的美容和装饰提供了广阔的市场空间。

常用的汽车美容护理用品有清洁保护用品、油漆护理用品、汽车整容及装饰用品等。

汽车使用或停放一段时间之后,必须使用专用的清洗剂或清洗香波对汽车各部位进行及时地清洗和保养。而汽车打蜡的目的主要就是保持车身漆面亮丽整洁、保护车漆。

漆面处理作为现代汽车美容的重要组成部分,包括漆面失光处理、漆面浅划痕处理、漆面深划痕处理、喷涂等内容。车身漆面处理材料一般分为车身漆面护理材料和车身漆面修补材料两大类。漆面失光处理在汽车美容作业中采用特殊处理工艺与方法,配合专用的护理用品,可以有效地祛除失光,再现漆面的亮丽风采。浅划痕可采用抛光研磨的方法,深划痕则需采用喷涂施工的方法,对车身漆面进行修补。此外,汽车内饰清洁护理用品、汽车发动机的清洁护理用品以及汽车改装用的材料在汽车的美容和装饰中都得到了广泛的应用。

二、本课程的性质和任务

中国汽车工业经过几代人的艰苦努力,在短短的 50 年里,经历了从无到有、拼搏创新、发展壮大的艰辛历程,已逐步形成了一个产品种类比较齐全、基本满足国内需求的工业体系。自从我国加入 WTO 以来,汽车工业又进入一个飞速发展阶段。汽车零部件的生产和制造与材料有着密切的关系,因此,对汽车的工程材料进行正确的选择、使用和加工的认识,同时了解和掌握各种汽车运行材料的品种和性能,是学好后续课程的基础。

“汽车材料”课程是汽车运用与维修专业的一门专业基础课。通过本课程的学习,使学生在获得汽车工程材料及运行材料一般知识的基础上,了解常用材料的成分、组织、性能和加工工艺之间的关系以及运行材料的种类、特性及选用原则,并对汽车的美容装饰知识有一个初步的了解和认识,最终使学生对汽车所采用的各种材料有一个较全面、概括性的了解,从而具备合理选材及应用的基本能力。

第一章 金属材料的力学性能

材料是人类用来制作各种产品的物质。据粗略统计,目前世界上的材料种类已达 40 多万种,并且每年还在以约 5% 的速度增加。虽然现代工业中新型非金属材料的应用范围在不断扩大,并在工程材料中占有越来越重要的地位,但在工业生产中应用最广的仍然是金属材料。在各种机器设备所用的材料中,金属材料占 90% 以上。这是由于金属材料不仅来源广泛,而且还具有优良的使用性能和工艺性能。

材料的使用性能包括力学性能、物理性能和化学性能等。优良的使用性能可以满足生产和生活上的各种需要;而优良的工艺性能则可使金属材料易于采用各种加工方法,制成各种形状、尺寸的零件和工具。因此,在设计机器零件时,必须首先熟悉金属及合金的各种主要性能,才能根据零件的技术要求,合理地选用所需的金属材料。

常用的力学性能指标有:强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度等。

第一节 强度和塑性

力学性能是最重要的使用性能,是选材和设计的重要依据。要研究材料的力学性能,必须先了解零件所承受的载荷性质和作用方式。

根据载荷作用性质不同,可分为静载荷、冲击载荷和疲劳载荷。静载荷是指外力的大小和方向不变或变动很慢的载荷;冲击载荷是指突然增加的载荷;疲劳载荷则是指大小和方向随时间作周期性变化的载荷。以汽车为例,在静止状态,车身对车架的压力属于静载荷;当汽车在不平道路上行驶时,车身对悬架的冲击即为冲击载荷;而当汽车在行驶过程中,发动机曲轴、齿轮等零件所承受的载荷均为疲劳载荷。根据载荷形式的不同,载荷可分为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷和扭转载荷等。

强度是指金属材料抵抗塑性变形和断裂的能力,强度愈高的材料,所承受的载荷愈大。塑性是指金属材料产生塑性变形而不断裂的能力。强度和塑性的判断依据主要通过拉伸试验来测定。

拉伸试验是最基本、应用最广泛的一种力学性能的试验方法,国家标

准 GB228-1987 对此试验作了具体规定。

1. 拉伸试样

(1) 试样的形状 试样的形状有圆形、板形和管形等几种，大多使用圆形。拉伸试验过程中用以测量试样伸长的两标记之间的长度，称为标距。试样标距以 L_0 表示，试样直径以 d_0 表示。

(2) 试样的标距长度 试样有长试样 ($L_0 = 10d_0$) 和短试样 ($L_0 = 5d_0$) 两种。长试样的标距长度有 100mm 和 200mm 两种；短试样的标距长度有 50mm 和 80mm 两种。其中长试样标距为 100mm，短试样标距为 50mm 的两种应用得最多。

按照标准规定，把标准试样（如图 1-1）装夹在试验机上，然后对试样逐渐施加拉伸载荷的同时，连续测量力和相应的伸长，直至把试样拉断为止。依据测出的拉伸曲线，求出相关的力学性能。

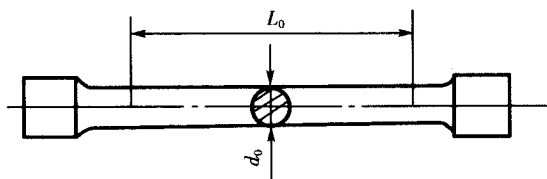


图 1-1 标准拉伸试样

2. 拉伸曲线

材料的性质不同，拉伸曲线形状也不尽相同。图 1-2 为退火低碳钢的拉伸曲线，图中纵坐标表示力 F ，单位为 N；横坐标表示绝对伸长 ΔL ，单位为 mm。以退火低碳钢拉伸曲线为例说明拉伸过程中几个变形阶段。

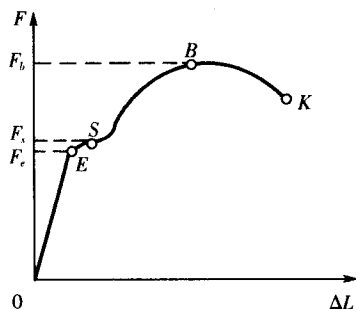


图 1-2 低碳钢的拉伸曲线图

(1) 0E——弹性变形阶段 试样的伸长量与载荷成正比增加，此时若卸载，试样能完全恢复原状。 F_e 为能恢复原状的最大拉力。

(2) ES——屈服阶段 当载荷超过 F_e 时，试样除产生弹性变形外，

开始出现塑性变形,此时若卸载,试样的伸长只能部分恢复。当载荷增加到 F_s 时,图形上出现平台,即载荷不增加,试样继续伸长,材料丧失了抵抗变形的能力,这种现象叫做屈服。 F_s 称为屈服载荷。

(3) SB——均匀塑性变形阶段 载荷超过 F_s 后,试样开始产生明显塑性变形,伸长量随载荷增加而增大。 F_b 为试样拉伸试验的最大载荷。

(4) BK——断裂 载荷达到最大值 F_b 后,试样局部开始急剧缩小,出现所谓“缩颈”现象,由于截面积减小,试样变形所需载荷也随之减小,K点时试样发生断裂。

工程上使用的金属材料,并不都是经过大量塑性变形后才发生断裂,即韧性断裂(如低碳钢等),有些材料在断裂前并没有明显塑性变形,即脆性断裂(如铸铁等)。

一、强度

金属材料的强度是用应力来衡量的,既材料受载荷作用后内部产生一个与载荷相平衡的内力,此力的大小和外载荷相等,方向相反。根据所加载荷形式的不同,强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。工程上常以屈服点和抗拉强度作为强度指标。

1. 屈服点 σ_s 材料产生屈服时的最小应力,单位为MPa,以符号 σ_s 表示。可由下式计算:

$$\sigma_s = F_s / A_0$$

式中: F_s ——试样产生屈服时的最小载荷(N);

A_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

对于无明显屈服现象的金属材料(如铸铁、高碳钢等)测定 σ_s 很困难,通常规定产生0.2%塑性变形时的应力作为条件屈服点,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

屈服点表征金属发生明显塑性变形的抗力,因此它是机械设计的主要依据,也是评定金属材料优劣的重要指标。例如,机械零件在工作时如受力过大,会因过量变形而失效。

2. 抗拉强度 σ_b 材料在拉断前所承受的最大应力,单位为MPa,以符号 σ_b 表示。可由下式计算:

$$\sigma_b = F_b / A_0$$

式中: F_b ——试样在拉断前所承受的最大载荷(N);

A_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

抗拉强度表示材料抵抗均匀塑性变形的最大能力,也是设计机械零件和选材的主要依据。屈服点 σ_s 和抗拉强度 σ_b 在选择、评定金属材料及设计机械零件时具有重要意义。由于机器零件或构件工作时,通常不允许发生