

高等工科院校“十二五”规划教材

金工实训 简明教程

JINGONG SHIXUN
JIANMING JIAOCHENG

张卫锋 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等工科院校“十二五”规划教材

金工实训简明教程

主 编 张卫锋
副主编 史文杰 郎书国 姜维锋
参 编 周天胜 田 雨 张利强
主 审 孟庆东



YZLI0890169490



机械工业出版社

本书是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写的金工实训教材。

本书主要是针对高等院校的工科非机械类各专业及各管理专业编写的,旨在通俗、简明、扼要地介绍金属材料、毛坯成形、切削加工的基本知识和金工实训基本操作方法。各章后均有复习思考题。

本书可作为高等工科院校本、专科工程类专业及部分理科、经管等专业学生的金工实习的教材,也可供成人高校、电视大学、职工大学、函授大学选用,或作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训简明教程/张卫锋主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-111-41349-3

I. ①金… II. ①张… III. ①金属加工—实习—高等学校—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 020108 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李大国 责任编辑:李大国 责任校对:张 征

封面设计:马精明 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 9.75 印张 · 229 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-41349-3

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

迄今为止,各行各业都离不开机械设备。或者说,用机械设备进行生产是现代化生产的主要方式。可靠的、高效能的机械设备是保证生产实施和确保产品质量的必要条件。因此,各行各业的工程技术人员和管理人员不可避免地会遇到许多机械设备方面的问题,如机械设备的选用、设计、零件制造、安装、调试、使用、维护,以及对机械设备进行必要的改造、革新等。当然,要系统地、妥善地解决这些问题,主要是依靠机械类学科的工程技术人员。但非机械类、近机械类各专业的技术、管理人员也必须了解和掌握一定的机械基础知识和基本操作方法,特别是要学习构成机械设备的最小单元——零件的制造基础知识和基本操作技能,以适应现代化工业生产和管理的要求。因此,高等院校的工科非机械类各工程专业及各管理专业均开设了“机械制造实习”课程,亦称为“金属工艺学实习”(或简称为“金工实习”)。

本课程是高等工科院校对学生进行工程训练的重要实践环节之一,是学生必备的技能训练课,是培养综合素质的重要必修课。

本书是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写的金工实训教材,着重介绍了金属材料及主要成形方法的基础知识和制作的基本训练等。

本书具有以下特点:

(1) 针对工科非机械类专业不安排机械基础方面的课堂教学,缺乏机械基础知识的特点,在编写中注重知识的传授和实用性介绍,以“是什么?”为主、“为什么?”为次。内容以“够用”为度,体现了“简明”特色。

(2) 本书在编写中力求突出重点和讲求实用,强调可操作性和便于自学。各章后的复习思考题体现了教学基本要求,可帮助学生明确实习要求和掌握重点内容。

(3) 注重实践教学内容的合理配置,以精选的传统机械制造工艺为基础,并扼要介绍了先进的现代制造技术及工艺方法。

本书可作为高等工科院校本、专科工程类专业及部分理科、经管等专业学生的金工实习的教材,也可供成人高校、电视大学、职工大学、函授大学选用,或作为工程技术人员的参考用书。

本书由张卫锋任主编,史文杰、郎书国、姜维锋任副主编。参加编写的老师还有:周天胜、田雨、张利强。青岛科技大学孟庆东教授担任本书的主审,他对本书的编著形式、风格设计和内容编排等都提出了许多具体宝贵的意见。

在本书的编写过程中,借鉴、引用了兄弟院校的有关教材或参考书中的资料、图表等,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言
绪论

第一篇 金属材料及其热处理

第一章 工程材料	7
第一节 工程材料概述	7
第二节 金属材料的力学性能和工艺性能	8
第三节 金属材料的种类和用途	12
第四节 非金属材料	14
第五节 复合材料简介	16
复习思考题	17
第二章 钢的热处理	18
第一节 热处理的概念	18
第二节 热处理的工艺过程和分类	18
复习思考题	22

第二篇 零件毛坯常用的成形方法

第三章 铸造	25
第一节 铸造概述	25
第二节 铸造的工艺过程及装备	26
第三节 特种铸造	33
第四节 铸造安全文明生产要求	35
复习思考题	36
第四章 锻压	37
第一节 锻压概述	37
第二节 自由锻	39
第三节 模型锻造简介	44
第四节 板料冲压	46
复习思考题	48
第五章 焊接	49
第一节 焊接概述	49
第二节 常用的熔焊焊接工艺方法	50
* 第三节 其他焊接方法简介	58
第四节 焊工安全技术	62

复习思考题	62
-------------	----

第三篇 金属切削加工

第六章 金属切削加工基础知识	65
----------------------	----

第一节 金属切削加工概述	65
第二节 切削运动、切削用量	65
第三节 刀具材料	68
第四节 量具	69
复习思考题	73

第七章 钳工	75
--------------	----

第一节 钳工概述	75
第二节 划线	76
第三节 錾削	78
第四节 锯削	84
第五节 钻孔	87
第六节 攻螺纹与套螺纹	91
第七节 机器的装配	93
第八节 六角螺母的制造	97
复习思考题	99

第八章 车削加工	100
----------------	-----

第一节 车削加工概述	100
第二节 车刀	102
第三节 工件安装及所用附件	105
第四节 车床操作要点	107
第五节 基本车削加工	109
复习思考题	115

第九章 铣削加工	117
----------------	-----

第一节 铣削加工概述	117
第二节 铣床	117
第三节 铣刀	119
第四节 铣床主要附件	121
第五节 铣削加工方法	123
第六节 铣削加工的工艺特点和应用	124
第七节 铣削加工示例	125
复习思考题	125

第十章 其他常用的机械加工方法	127
-----------------------	-----

第一节 刨削加工	127
* 第二节 插削加工简介	132
* 第三节 磨削加工简介	133

复习思考题.....	137
*第十一章 数控机床及其应用基础	138
第一节 数控机床概述.....	138
第二节 常用数控机床简介.....	141
第三节 数控编程的基础知识.....	143
第四节 常用编程代码.....	144
复习思考题.....	145
参考文献.....	147
附录1 常用金属材料性能指标.....	148
附录2 常用金属材料牌号.....	149
附录3 常用金属材料性能指标.....	150
附录4 常用金属材料牌号.....	151
附录5 常用金属材料性能指标.....	152
附录6 常用金属材料牌号.....	153
附录7 常用金属材料性能指标.....	154
附录8 常用金属材料牌号.....	155
附录9 常用金属材料性能指标.....	156
附录10 常用金属材料牌号.....	157
附录11 常用金属材料性能指标.....	158
附录12 常用金属材料牌号.....	159
附录13 常用金属材料性能指标.....	160
附录14 常用金属材料牌号.....	161
附录15 常用金属材料性能指标.....	162
附录16 常用金属材料牌号.....	163
附录17 常用金属材料性能指标.....	164
附录18 常用金属材料牌号.....	165
附录19 常用金属材料性能指标.....	166
附录20 常用金属材料牌号.....	167
附录21 常用金属材料性能指标.....	168
附录22 常用金属材料牌号.....	169
附录23 常用金属材料性能指标.....	170
附录24 常用金属材料牌号.....	171
附录25 常用金属材料性能指标.....	172
附录26 常用金属材料牌号.....	173
附录27 常用金属材料性能指标.....	174
附录28 常用金属材料牌号.....	175
附录29 常用金属材料性能指标.....	176
附录30 常用金属材料牌号.....	177
附录31 常用金属材料性能指标.....	178
附录32 常用金属材料牌号.....	179
附录33 常用金属材料性能指标.....	180
附录34 常用金属材料牌号.....	181
附录35 常用金属材料性能指标.....	182
附录36 常用金属材料牌号.....	183
附录37 常用金属材料性能指标.....	184
附录38 常用金属材料牌号.....	185
附录39 常用金属材料性能指标.....	186
附录40 常用金属材料牌号.....	187
附录41 常用金属材料性能指标.....	188
附录42 常用金属材料牌号.....	189
附录43 常用金属材料性能指标.....	190
附录44 常用金属材料牌号.....	191
附录45 常用金属材料性能指标.....	192
附录46 常用金属材料牌号.....	193
附录47 常用金属材料性能指标.....	194
附录48 常用金属材料牌号.....	195
附录49 常用金属材料性能指标.....	196
附录50 常用金属材料牌号.....	197
附录51 常用金属材料性能指标.....	198
附录52 常用金属材料牌号.....	199
附录53 常用金属材料性能指标.....	200
附录54 常用金属材料牌号.....	201
附录55 常用金属材料性能指标.....	202
附录56 常用金属材料牌号.....	203
附录57 常用金属材料性能指标.....	204
附录58 常用金属材料牌号.....	205
附录59 常用金属材料性能指标.....	206
附录60 常用金属材料牌号.....	207
附录61 常用金属材料性能指标.....	208
附录62 常用金属材料牌号.....	209
附录63 常用金属材料性能指标.....	210
附录64 常用金属材料牌号.....	211
附录65 常用金属材料性能指标.....	212
附录66 常用金属材料牌号.....	213
附录67 常用金属材料性能指标.....	214
附录68 常用金属材料牌号.....	215
附录69 常用金属材料性能指标.....	216
附录70 常用金属材料牌号.....	217
附录71 常用金属材料性能指标.....	218
附录72 常用金属材料牌号.....	219
附录73 常用金属材料性能指标.....	220
附录74 常用金属材料牌号.....	221
附录75 常用金属材料性能指标.....	222
附录76 常用金属材料牌号.....	223
附录77 常用金属材料性能指标.....	224
附录78 常用金属材料牌号.....	225
附录79 常用金属材料性能指标.....	226
附录80 常用金属材料牌号.....	227
附录81 常用金属材料性能指标.....	228
附录82 常用金属材料牌号.....	229
附录83 常用金属材料性能指标.....	230
附录84 常用金属材料牌号.....	231
附录85 常用金属材料性能指标.....	232
附录86 常用金属材料牌号.....	233
附录87 常用金属材料性能指标.....	234
附录88 常用金属材料牌号.....	235
附录89 常用金属材料性能指标.....	236
附录90 常用金属材料牌号.....	237
附录91 常用金属材料性能指标.....	238
附录92 常用金属材料牌号.....	239
附录93 常用金属材料性能指标.....	240
附录94 常用金属材料牌号.....	241
附录95 常用金属材料性能指标.....	242
附录96 常用金属材料牌号.....	243
附录97 常用金属材料性能指标.....	244
附录98 常用金属材料牌号.....	245
附录99 常用金属材料性能指标.....	246
附录100 常用金属材料牌号.....	247

绪 论

金工实训是一门主要传授金属机械零件制造知识和基本操作技能的实践性很强的技术基础课(本课程亦称为“金属工艺学实习”,或简称为“金工实习”)。它是工科院校工程训练不可缺少的重要环节之一。

一、金属机械零件的制造过程

机械零件制造的具体过程如图 0-1 所示。将原材料(包括生铁、钢锭、各种型材等),用铸造、锻造、冲压、焊接等方法制成零件的毛坯(或半成品、成品),再经过切削加工制成零件,最后将零件和电子元器件装配成合格的机电产品。

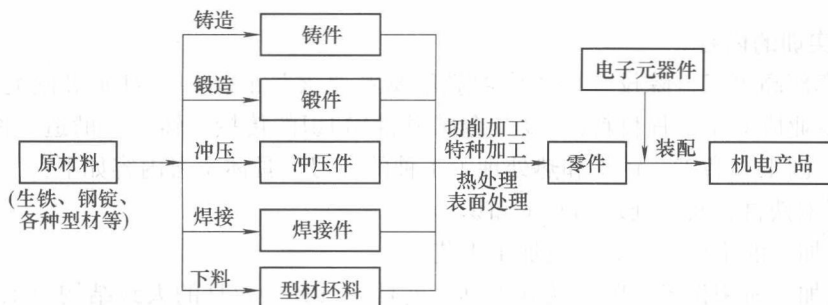


图 0-1 机械零件制造的具体过程

现将机械制造过程中的主要工艺方法简介如下：

(1) 铸造 铸造是把熔化的金属液浇注到预先制作的铸型型腔中，待其冷却凝固后获得铸件的加工方法。

(2) 锻造 锻造是将金属加热到一定温度，利用冲击力或压力使其产生塑性变形而获得锻件的加工方法。

(3) 冲压 冲压是利用压力机和专用模具，使金属板料产生塑性变形或分离，从而获得零件或制品的加工方法。冲压通常在常温下进行。

(4) 焊接 焊接是利用加热或加压(或两者并用)，使两部分分离的金属件通过原子间的结合，形成永久性连接的加工方法。

(5) 下料 下料是将各种型材利用气割、机锯或剪切等而获得零件坯料的一种方法。

(6) 切削加工 切削加工是利用切削工具(主要是刀具)和工件做相对运动，从毛坯和型材坯料切除多余的材料，获得尺寸精度、形状精度、位置精度和表面粗糙度完全符合图样要求的零件的加工方法。

(7) 特种加工 特种加工是相对传统切削加工而言的。切削加工主要依靠机械能，而特种加工是直接利用电、光、声、化学、电化学等能量形式来去除工件多余材料的。

(8) 热处理 热处理是将固态金属在一定的介质中加热、保温后以某种方式冷却,以改变其整体或表面组织而获得所需性能的加工方法。在毛坯制造和切削加工过程中常常要对工件进行热处理。

(9) 表面处理 表面处理是在保持材料内部组织和性能的前提下,改善其表面性能(如耐磨性、耐腐蚀性等)或表面状态的加工方法。除表面热处理外,常用的表面处理还有电镀、磷化、发蓝和喷塑等。

(10) 装配 装配是将加工好的零件及电子元器件按一定顺序和配合关系组装成部件和整机,并经过调试和检验使之成为合格产品的工艺过程。

在生产中,习惯把铸造、锻造、焊接和热处理称为热加工,把切削加工和装配称为冷加工。

应该指出,在各种机械零件和构件中,除采用金属材料外,还采用非金属材料,如木材、玻璃、橡胶、陶瓷和工程塑料等。非金属材料的成型方法因材料的种类不同而有很大的差异,需要时可查阅这方面的专著,本书不作讨论。

二、金工实训的内容和目的

1. 金工实训的内容

按照教育部高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神,对非机械类工程专业及工程管理类专业应安排工程材料(主要是金属材料)知识的传授及铸造、锻造、冲压、焊接、车工、铣工、刨工、磨工、钳工和热处理等工种的实习。具体实习内容如下:

- 1) 常用钢铁材料及热处理的基本知识。
- 2) 冷热加工的主要加工方法及加工工艺。
- 3) 冷热加工所用设备、附件及其工具、夹具、量具、刀具的大致结构、工作原理和操作方法。

2. 金工实训的目的

金工实训的目的是学习金属零件制造工艺知识,增强实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力。

(1) 学习工艺知识 理、工、管类学生,除了应具备较强的基础理论知识和专业技术知识外,还必须具备一定的机械制造的基本工艺知识。与一般的理论课程不同,学生在实训中,主要是通过自己的亲身实践来获取机械制造的基本工艺知识。这些工艺知识都是非常具体、生动而实际的,对于理、工、管类各专业的学生学习后续课程、进行毕业设计乃至以后的工作,都是必要的基础。

(2) 增强实践能力 这里所说的实践能力,包括动手能力,向实践学习、在实践中获取知识的能力,以及运用所学知识和技能独立分析和亲手解决工艺技术问题的能力。这些能力对于理工科学生是非常重要的,而这些能力只能通过实训、实验、作业、课程设计和毕业设计等实践性课程或教学环节来培养。在实习中,学生亲自动手操作各种机器设备,使用各种工具、夹具、量具、刀具,尽可能地结合实际生产进行各工种操作培训。

(3) 提高综合素质 作为一名工程技术人员,应具有较高的综合素质,即应具有艰苦奋斗的创业精神,团结勤奋的工作态度,严谨求实的科学作风,良好的心理素质及较高的工程素养等。金工实训是在生产实践的特殊环境下进行的,第一次用自身的劳动为社会创造物

质财富,第一次通过理论与实践的结合来培养学生的创新意识和创新能力,最初启蒙式的潜移默化是非常重要的。在实习中,学生要接触到几十种机械、电气与电子设备,并了解、熟悉和掌握其中一部分设备的结构、原理和使用方法。这些设备都是前人和今人的创造发明,强烈地映射出创造者们的智慧火花。在这种环境下学习,有利于培养学生的创新意识。

三、金工实训的教学环节

实训在工厂或工程训练中心内按工种进行。教学环节有专题授课、实际操作、现场表演、综合练习和教学实验等。

(1) 专题授课 专题授课是就工艺问题而安排的专题讲解。

(2) 实际操作 实际操作是实训的主要环节,通过实际操作获得各种加工方法的感性知识,初步学会使用有关的设备和工具。

(3) 现场表演 现场表演应在实际操作的基础上进行,以扩大必要的工艺知识面。

(4) 综合练习 综合练习是运用所学知识和技能,独立分析和解决一个具体的工艺问题,并亲自付诸实践的一种综合性训练。

(5) 教学实验 教学实验应以介绍新技术、新工艺为主,以扩大知识面和开阔眼界。

四、金工实训的要求

金工实训是实践性很强的课程,不同于一般理论性课程,它没有系统的理论、定理和公式,除了一些基本原则以外,大都是一些具体的生产经验和工艺知识;学习的地点主要是工厂或实验室,而不是教室;学习的对象主要是具体生产过程和现场教学指导教师。因此,学生的学习方法也应作相应的调整和改变,要善于向实践学习,向指导教师学习。注重在生产过程中学习工艺知识和基本技能;要注意实习教材的预习和复习,按时完成实习报告和实验报告;要严格遵守厂纪、厂规和安全操作规程,重视人身和设备的安全。

下面扼要介绍金工实训对安全的要求。

(1) 树立安全第一的思想 安全生产对国家、集体、个人都是非常重要的。安全第一,既是完成实习任务的基本保证,也是高质量工程技术人员应具备的一项基本的工程素质。在整个实习中,学生要自始至终树立安全第一的思想,时刻警惕,不要有麻痹大意的情绪。

(2) 遵守工厂规章制度 要严格遵守各种设备的安全操作规程;上班要穿工作服,女同学要戴工作帽,夏天不准穿凉鞋;热加工要穿劳保鞋,焊接要穿防护服;在机床上操作时要戴防护眼镜,不准戴手套;在实习现场,要注意上下左右,不得打闹和乱跑,避免碰伤、砸伤和烧伤;不得擅自动用非自用的机床、设备、工具和量具;发生安全事故后,要立即切断电源,保护现场,及时上报,以便总结经验教训。

第一篇

金属材料及其热处理

第一章 工程材料

学习要求

- (1) 了解工程材料按成分特点分类的方法。
- (2) 理解金属材料的力学性能。
- (3) 理解金属材料的工艺性能的含义。
- (4) 理解、掌握常用金属材料的牌号、性能和特点。
- (5) 了解非金属材料 and 复合材料的基本知识。

第一节 工程材料概述

用来制作工程结构和机器零件的材料称为工程材料。它们是构成工程设备的物质基础。要正确设计和制造工程设备，合理选用构件的材料是极其重要的一个环节。不同的生产设备对材料有不同的要求，例如，有的要求材料具有优良的力学性能，有的要求材料耐高温或低温，有的要求材料耐腐蚀等。因此，在设计和制造某种设备时，必须针对该设备的具体工作环境，正确合理地选用材料，这对保证设备安全正常运行，减轻设备自重和降低设备成本等，都起着积极作用。

工程材料按其成分特点可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料，见表 1-1；按其用途可分为结构材料、工具材料 and 功能材料；按其应用的领域又可分为机械工程材料、建筑工程材料、能源工程材料、信息工程材料、生物工程材料等。

表 1-1 工程材料按成分特点分类

金属材料	钢铁材料	钢	非合金钢(碳钢)
			低合金钢
			合金钢
		铸铁	灰铸铁
			球墨铸铁
			蠕墨铸铁
			可锻铸铁
			合金铸铁
	非铁金属材料	轻金属(铝、镁、钛等)	
		重金属(铜、铅、锌、镍、汞等)	
		贵金属(金、银、铂、铑等)	
		稀土金属(钕、镧、铈、镨、钐等)	
		稀有金属(锗、铍、镉等)	

(续)

非金属材料	有机高分子材料	塑料
		橡胶
		合成纤维
	陶瓷材料	普通陶瓷(用天然无机物烧结制成)
		特种陶瓷(用精制高纯无机物制成)
复合材料	金属基复合材料	纤维增强金属、粒子增强金属、包层金属等
	无机非金属基复合材料	钢筋混凝土、夹网玻璃、纤维增强陶瓷等
	有机材料基复合材料	碳纤维增强塑料、玻璃纤维增强塑料、金属纤维增强橡胶、棉纤维增强橡胶等

钢铁是钢和铁的合称。钢的种类较多，可根据需要直接用于制造产品；铁主要用于炼钢，也可经冲天炉或电炉等熔炼后获得各类铸铁，用于生产铸件。

非铁金属是钢铁以外的金属材料的统称，又称为有色金属材料。铝、铜及其合金是目前最常用的非铁金属，在工业和民用方面具有重要的作用。钛合金是一种高性能的轻质结构材料，它不仅具有高的比强度，还具有良好的耐热性和耐蚀性，是航空航天工业制造飞机、导弹、火箭等的重要结构材料。

非金属材料分为有机高分子材料和陶瓷材料。有机高分子材料应用广泛，特别是塑料的使用极为广泛。有机高分子材料的使用改变了长期以来以钢铁为核心的状况。陶瓷材料一般具有高硬度、高绝缘性、耐高温、耐腐蚀的特点，主要用于化工设备、电气绝缘件、机械加工刀具、发动机耐热元件等。

复合材料是指由两种或两种以上成分与物理、化学性能不同的物质，用适当工艺方法复合而成的多相固体材料，一般由基体和增强材料组成。经复合增强后，复合材料具有各组分材料不具备的某些优点。目前，从生活用品到机器、从船舶到飞船等各个领域，复合材料均已得到广泛的应用。

材料的正确选择与构件的工作条件及由此提出的性能要求是分不开的。例如，钢材具有较高的强度、较好的塑性，常用于制造受力要求较高的各类机器零件，但因为其密度较大，所以不适于制造飞机的结构件，这时选用质轻的铝合金或钛合金、复合材料则更合适；又如，铝合金适合于需要质轻而强度中等的场合，但由于铝合金的熔点低，如果是在高温下使用就不合适了，这时最好选用高熔点的材料；再如，塑料具有良好的耐蚀性，可用在需要抗大气腐蚀的地方，但由于大多数塑料暴露在阳光下会发生老化，所以在室外长期使用时，选用塑料就不太合适。

本书只介绍工程中应用最广、用量最多的钢铁金属材料。

第二节 金属材料的力学性能和工艺性能

一、金属材料的力学性能

金属材料制成的构件(在机器中称为零件)，在工作过程中都要受到载荷的作用，其结

果将引起零件的变形。金属材料在各种不同形式的载荷作用下所表现出来的性能称为力学性能。其主要指标有强度、塑性、硬度和冲击韧性等。这些指标用试验方法测取,如拉伸、压缩、硬度试验等。

1. 强度

(1) 强度定义 材料在载荷作用下,抵抗永久变形(塑性变形)或断裂的能力称为强度。

由于材料承受外力的方式不同,其变形存在多种形式,所以材料的强度又分为抗拉强度、抗压强度、抗扭强度、抗弯强度、抗剪强度等。

(2) 强度指标 工程上常用的强度指标是屈服强度 σ_s 和抗拉强度 σ_b 。

屈服强度 σ_s 和抗拉强度 σ_b 可由拉伸试验测定(图 1-1),通常将材料制成标准长试样,如图 1-1a 所示。如果欲测定低碳钢的力学性能,则用低碳钢材料制成标准试样,装在拉伸试验机上,对试样缓慢施加拉力 F ,随着拉力的缓慢增加,试样的长度也逐渐增长,即产生变形。在整个试验中,把拉力与试样的相应变形,画在以伸长量 Δl 为横坐标、拉力 F 为纵坐标的图上,所连成的曲线即为力-变形曲线,称为拉伸图。图 1-1b 所示即为低碳钢的拉伸图。由图可知,在开始的 Oe 阶段,试样在拉力作用下均匀伸长,伸长量与拉力保持正比关系。这时若去掉拉力,试样将恢复原状,此时材料处于弹性变形阶段。

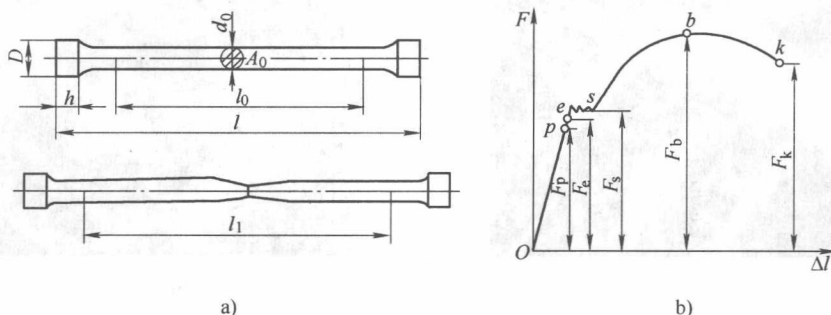


图 1-1 拉伸试验

a) 标准试样 b) 低碳钢的拉伸图

当施加的拉力 F 达到 F_s 时,试样产生不可恢复的变形。拉力 F_s 称为屈服载荷。我们把试样在 e 点承受的最大拉力 F_s 与试样原始横截面面积之比称为屈服强度 σ_s ,即

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0}$$

继续对试样施加拉力 F ,使之不断地产生变形,当载荷达到最大值 F_b 后,试样产生缩颈,有效截面积急剧减小,直至断裂。我们把试样在 b 点承受的最大拉力 F_b 与试样原始横截面面积之比称为抗拉强度 σ_b ,即

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

σ_b 是试样在断裂前所能承受的最大应力,又称为材料的强度极限。

综上所述:各种不同强度指标的大小,反映了材料各种不同的能力,它们都是以应力 σ 的形式表现。应力可以理解为单位面积上的力 (F/A),显然,应力或强度的单位是 $\text{Pa}(\text{N/m}^2)$ 。

σ_s 和 σ_b 是机械设计和选材的主要依据之一。钢的抗拉强度较好, 常用于制造轴、齿轮、螺母等。

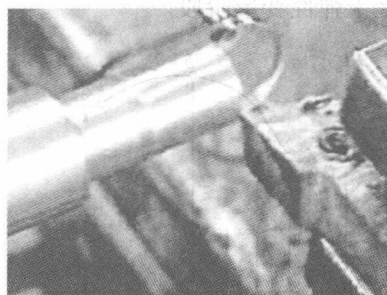
2. 刚度

材料在受力时抵抗弹性变形的能力称为刚度。在弹性范围内, 材料应力 σ 和应变 ε 的关系服从胡克定律, 即 $\sigma = E\varepsilon$, E 为弹性模量, 表示材料抵抗弹性形变的能力。 E 值越大, 材料刚度越大, 材料的弹性变形越不容易进行。

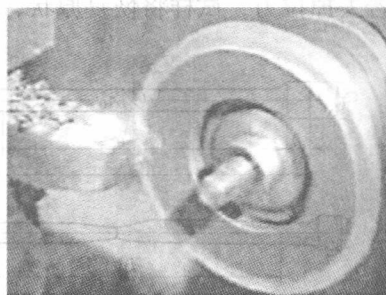
3. 塑性

金属材料在外力作用下, 产生永久变形而不致引起破坏的性能, 称为塑性。在外力消失后留下来的不可恢复的变形, 称为塑性变形。常用的塑性指标为伸长率 $\delta(\%)$ 和断面收缩率 $\Psi(\%)$, 二者可在拉伸试验中同时测得。 δ 和 Ψ 值越高, 材料的塑性越好。

金属材料的塑性好坏对零件的加工和使用具有重要意义。通过图 1-2 可以清楚地看到, 加工钢件(塑性材料)时, 形成的切屑产生了明显的塑性变形(图 1-2a), 切屑呈带状并发生卷曲; 加工铸件(脆性材料)时, 切屑呈完全崩碎状态(图 1-2b), 分离的金属没有产生塑性变形就碎裂了。



a)



b)

图 1-2 钢件与铸铁件切屑比较的照片图

a) 钢件 b) 铸件

塑性好的材料能顺利地进行锻压、轧制等成形工艺。塑性材料在使用时即使超载, 也因产生塑性变形而不致立即断裂。因此, 大多数零件除要求具有较高强度外, 还必须具有一定的塑性。例如, 汽车外壳、机床油盘、柴油机油箱及发动机曲轴等金属制品, 都是利用金属的塑性加工而成的。

4. 硬度

硬度是材料抵抗更硬物体压入其表面的能力, 也可以说是抵抗局部塑性变形的能力。材料的硬度值用硬度试验机测定。工程上常用的硬度有布氏硬度和洛氏硬度两种。

(1) 布氏硬度 布氏硬度用布氏硬度机测试, 其测试原理如图 1-3 所示。使用载荷 F , 将直径为 D 的淬火钢球压入被测金属表面, 停留一定时间, 卸掉载荷后, 测量压痕的直径 d 。可根据压痕直径、压头直径和所用载荷查表求出布氏硬度值。用淬火钢球压头时, 用 HBS 表示, 适用于硬度小于 450HBS 的材料; 用硬质合金球压头时, 用 HBW 表示, 适用于硬度小于 650HBW 的淬火钢等。

(2) 洛氏硬度 洛氏硬度试验是目前应用最广的硬度测定方法。用洛氏硬度机测试的原理如图 1-4 所示。用顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588mm 的淬火钢球作压头,