



21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械制造基础

jixie zhizao jichu

■ 主 编 梁建和 张坤领



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械制造基础

主 编 梁建和 张坤领
副主编 江家勇 黄汉武 姜金堂

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

全书由六个模块组成。模块一为工程材料及热处理；模块二为零件质量检测技术；模块三为金属切削技术及机床；模块四为金属成型技术；模块五为机械拆装技术；模块六为现代制造技术。

本书可作为高等院校机械类和近机类专业学生作为教材，也可供相关专业工程技术人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础/梁建和, 张坤领主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2009. 8
ISBN 978 - 7 - 5640 - 2805 - 3

I. 机… II. ①梁…②张… III. 机械制造 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 150551 号

出版发行 / 北京理工大学出版社
社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号
邮 编 / 100081
电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)
网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>
经 销 / 全国各地新华书店
印 刷 / 北京山润国际印务有限公司
开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16
印 张 / 17
字 数 / 309 千字
版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
印 数 / 1 ~ 1500 册
定 价 / 30.00 元

责任校对 / 陈玉梅
责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,为学生构建牢固的知识体系。
- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点

突出,以提高学生的学习效率。

- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

《机械制造基础》是研究机械工程材料和机械制造工艺过程一般规律、机械制造基本方法和操作实训的综合性技术课程,是高等院校机械类及近机类专业必修的一门技术基础课。

本书按照机械制造的基本生产过程的“毛坯生产、加工制造和装配调试”三个生产阶段所涉及的机械工程材料及热处理、零件质量检测技术、金属切削技术、金属成形技术、机械拆卸与装配技术等知识领域,本着加强操作技能训练、理论够用为度的理念,摒弃旧的知识系统化观念,贯彻生产过程系统化思想精心挑选和组织内容,还简明扼要地介绍了数控加工和电火花加工等现代加工技术。另外,在模具用材料及其热处理方面作了专门的介绍。本书无论是在内容选择处理还在教学方法的运用上,都符合高等院校机械类和近机类专业教学的需要和当前我国高等教育的发展方向。

本书的编审团队,由既具有丰富的机械制造实践经验又有多年的高等教育教学经验的教师组成,既有教授、副教授,又有高级工程师,这是本教材的总体质量的保证。

本书由梁建和、张坤领担任主编,由江家勇、黄汉武、姜金堂担任副主编。参加本书编审的人员有:梁建和编写绪论和模块六,姜金堂、王芬芳编写模块一,黄汉武、何世银编写模块二,张坤领编写模块三,江家勇编写模块四,陆颖荣编写模块五。全书由梁建和教授统稿;由陈伟珍教授担任主审,并对本教材提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促、水平有限,书中缺点和错误一定不少,恳请广大同行及读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论	(1)
----------	-------

模块一 工程材料及热处理	(4)
--------------------	-------

任务 1.1 金属材料的拉伸试验	(4)
------------------------	-------

1.1 金属材料的性能	(4)
-------------------	-------

1.1.1 强度	(4)
----------------	-------

1.1.2 塑性与韧性	(7)
-------------------	-------

1.1.3 金属材料的其他性能	(8)
-----------------------	-------

任务 1.2 金属材料硬度的测定	(9)
------------------------	-------

1.2 铁碳合金	(9)
----------------	-------

1.2.1 硬度的测定	(9)
-------------------	-------

1.2.2 金属的晶体结构与结晶	(11)
------------------------	--------

1.2.3 金属的实际晶体结构与结晶	(13)
--------------------------	--------

1.2.4 铁碳合金相图	(16)
--------------------	--------

1.2.5 铁碳合金的相图特性点、特性线及含碳量	(19)
--------------------------------	--------

任务 1.3 碳钢的常用热处理操作	(22)
-------------------------	--------

1.3 碳钢的热处理	(23)
------------------	--------

1.3.1 钢在加热和冷却时的组织转变	(24)
---------------------------	--------

1.3.2 钢的退火和正火	(26)
---------------------	--------

1.3.3 钢的淬火	(27)
------------------	--------

1.3.4 回火	(30)
----------------	--------

1.3.5 钢的表面热处理	(31)
---------------------	--------

任务 1.4 金属材料的市场调查	(32)
------------------------	--------

1.4 常用金属材料	(33)
------------------	--------

1.4.1 碳素钢	(33)
-----------------	--------

1.4.2 合金钢	(36)
-----------------	--------

1.4.3 合金工具钢	(39)
-------------------	--------

1.4.4 铸铁	(42)
----------------	--------

1.4.5 铝及铝合金	(46)
-------------------	--------

1.4.6 铜及铜合金	(47)
1.5 其他材料简介	(48)
1.5.1 粉末冶金材料	(48)
1.5.2 非金属材料	(49)
1.5.3 模具材料	(51)
小结	(54)
练习思考题	(54)
模块二 零件质量检测技术	(58)
任务 2.1 轴类零件的检测	(58)
2.1 轴的检测及公差	(58)
2.1.1 互换性的基本概念	(58)
2.1.2 轴的尺寸公差	(59)
2.1.3 轴径尺寸的检测方法	(71)
2.1.4 轴的形状与位置检测及公差	(76)
2.1.5 轴的表面粗糙度	(86)
任务 2.2 盘类零件的检测	(94)
2.2 孔的检测及公差配合	(94)
2.2.1 孔的尺寸检测及公差配合	(94)
2.2.2 孔的形状与位置检测及公差	(101)
任务 2.3 叉架类零件的检测	(102)
2.3 叉架类零件的检测	(102)
2.3.1 叉架类零件的工艺特点	(102)
2.3.2 叉架类零件的位置公差及尺寸链	(103)
任务 2.4 螺纹的检测	(105)
2.4 螺纹的检测及公差配合	(105)
2.4.1 普通螺纹的检测及公差配合	(105)
2.4.2 梯形螺纹的检测及公差配合	(111)
小结	(114)
练习思考题	(114)
模块三 金属切削技术及机床	(117)
任务 3.1 典型零件的车削	(117)
3.1 车工基本知识	(117)
3.1.1 车床的总体构造和应用	(117)
3.1.2 车削运动与车削要素	(120)

3.1.3 车刀	(122)
3.1.4 车床夹具	(123)
3.1.5 销轴类零件的加工工艺	(124)
3.1.6 盘套类零件的车削工艺	(127)
任务 3.2 压板的铣削	(129)
3.2 铣工基本知识	(129)
3.2.1 铣床的总体构造和应用	(129)
3.2.2 铣削运动与铣削要素	(131)
3.2.3 铣刀	(134)
3.2.4 典型零件的铣削工艺	(135)
任务 3.3 典型零件的磨削	(138)
3.3 磨工基本知识	(138)
3.3.1 磨床的总体构造和应用	(138)
3.3.2 磨削过程及特点	(142)
3.3.3 砂轮	(142)
3.3.4 典型零件的磨削工艺	(145)
任务 3.4 典型凹凸体工件的手工配制	(146)
3.4 钳工基本知识	(147)
3.4.1 钳工的特点和常用设备	(147)
3.4.2 钳工常用工具及安全使用	(148)
小结	(162)
练习思考题	(162)
模块四 金属成形技术	(165)
任务 4.1 铸造与锻造企业参观调查	(165)
4.1 铸造基本知识	(165)
4.1.1 铸造概述	(165)
4.1.2 铸造工艺的制订	(166)
4.1.3 铸造合金和熔炼	(169)
4.1.4 铸造的常见缺陷和防止措施	(172)
4.1.5 特种铸造	(173)
任务 4.2 手工整模造型	(176)
4.2 砂型铸造技术	(176)
4.2.1 造型材料的性能及组成	(176)
4.2.2 模型与型芯盒	(178)
4.2.3 铸型制作	(178)

4.2.4 铸件生产	(185)
任务 4.3 车刀刀柄的锻造	(185)
4.3 锻造基本知识	(185)
4.3.1 锻造概述	(185)
4.3.2 锻造基本工艺及锻造方法	(189)
4.3.3 板料冲压	(191)
任务 4.4 典型支架零件的焊接工艺方案制订	(195)
4.4 焊接成型技术	(195)
4.4.1 焊接基本知识	(195)
4.4.2 焊条电弧焊	(197)
4.4.3 气焊和气割	(199)
4.4.4 其他焊接简介	(202)
小结	(204)
练习思考题	(205)
模块五 机械拆装技术	(207)
任务 5.1 减速器的拆卸	(207)
5.1 机械装置拆卸基本知识	(207)
5.1.1 机械装置拆卸的原则及常用工具	(207)
5.1.2 机械装置零、部件拆卸	(211)
任务 5.2 减速器的装配	(212)
5.2 机械装置装配的基本知识	(212)
5.2.1 装配的工艺过程	(212)
5.2.2 装配的基本要求	(213)
5.2.3 螺纹连接的装拆	(214)
5.2.4 销、键连接的装拆	(216)
5.2.5 过盈连接的装拆	(220)
5.2.6 滚动轴承的装配	(222)
5.2.7 联轴器的拆装	(226)
5.2.8 齿轮的装配	(230)
5.2.9 减速器拆装实例	(233)
小结	(236)
练习思考题	(237)
模块六 现代制造技术	(238)
任务 6.1 数控机床操作实训	(238)

6.1 数控技术基本知识	(238)
6.1.1 数控机床基本原理	(238)
6.1.2 数控车床及其零件加工	(242)
6.1.3 数控铣床及其零件加工	(246)
任务 6.2 特种加工设备操作实训	(250)
6.2 特种加工基本知识	(251)
6.2.1 电火花加工	(251)
6.2.2 电火花线切割加工	(252)
6.2.3 超声波加工	(253)
6.2.4 激光加工	(254)
小结	(255)
练习思考题	(255)
参考文献	(257)

绪 论

0.1 机械产品生产过程简介

在人类改造客观世界的过程中,大量的使用了各种各样的工具和机器设备,统称为机械产品,如交通运输中的汽车、火车、轮船、飞机;建筑施工中的起重设备;石油、化工、轻工等行业中管道、压力容器;机械行业中的各种机床;工业、民用制冷空调机组等,机械产品的生产过程一般包括以下几个过程:

(1)生产技术准备过程。指产品正式投入批量生产之前所进行的各种生产技术准备工作,如产品设计,工艺设计,标准化工作,制定各种定额,组织生产设备、生产线及其调整,组建劳动组织,制订生产管理规章制度以及新产品的试制和鉴定等。

(2)基本生产过程。机械制造企业的铸造车间、锻造车间、机械加工车间、装配车间的生产作业活动都属于基本生产过程。机械制造的基本生产过程一般可以分为三个生产阶段:毛坯制造阶段、加工制造阶段和装配调试阶段。

(3)辅助生产过程。为保障企业生产而提供的各种动力、工具、设备维修用的备件制造等。

(4)生产服务过程。与基本生产过程和辅助生产过程服务的相关工作。例如:原材料和半成品的供应、运输、检验、仓库管理等。

概括起来,机械产品生产过程的主要环节包括以下内容:产品设计、产品的制造工艺设计、零件加工检验、装配调试、油漆包装、入库等。

0.2 机械产品加工方法及切削加工的发展历程

在机械制造的基本生产过程中,零件的加工检验阶段尤为重要。机械产品加工方法主要有钳工、焊接与切割、铸造、锻造、冲压、轧制、拉制、挤压、切削等。切削加工是机械制造业中最基本的应用最广泛的加工方法,在国民经济建设中占有十分重要的地位。

人类的加工方法经历了从石器工具的手工制作,到以畜力、水力为动力的机械加工,再到以电力、内燃机为动力的机械加工,直到今天的全自动化的机械加工阶段。我国在金属切削技术方面有着辉煌的成就。早在公元前 2000 多年,青铜器时代就已出现青铜刀、锯、锉等工具,已经类似于现代的切削刀具。公元 1668 年,辉煌采用畜力带动铣刀进行铣削,用磨石进行磨削;刀片用钝后用脚踏刃磨机锋利刀刃。在长期的生产实践中,劳动人民非常注意总结刀具的经验,一句“磨刀不误砍

柴工”,强调了刀刃的作用,是对切削原理朴素的唯物辩证论述。从20世纪50年代开始广泛使用硬质合金,推广高速切削、强力切削、多刀多刃切削,兴起了改革刀具的热潮,先进刀具、先进切削工艺、新型刀具材料不断涌现,切削机理得到了更加深入的研究,许多高等院校、研究所、工具刀具厂在切削加工技术和切削刀具的研究方面都取得了十分丰硕的成果。在综合应用电子技术、检测技术、计算机技术、自动控制和机床设计等各个领域最新成就的基础上,发展起来的数控机床,使得金属切削自动化技术进入了一个崭新的时代。21世纪的切削加工技术面临未来自动化制造环境的一系列新的挑战,它必然要与计算机、自动化、系统论、控制论及人工智能、计算机辅助设计与制造、计算机集成制造系统等高新技术及理论相融合,向着精密化、柔性化和智能化方向发展,并由此推动其他各新兴学科在切削理论和技术中的应用。

0.3 本课程的性质与任务

《机械制造基础》是研究机械工程材料和机械制造工艺过程一般规律、机械制造基本方法和操作实训的综合性技术课程。本课程是高职高专院校机械类及近机类专业必修的一门技术基础课,主要任务是通过“做、学、教”一体化教学,使学生全面了解机械制造的基本生产过程,获得机械工程材料和机械制造的基本知识及操作技能初步训练,为后续课程的学习和从事技术工作奠定坚实的基础。

1. 知识目标

了解常用工程材料的种类、牌号、类型、性能特点及其应用,了解金属热处理的基本原理和碳钢热处理的过程;了解铸造、锻造、焊接、金属切削加工的基本原理及生产过程,熟悉典型零件的结构工艺性、工艺特点、工艺设计的基本知识和应用范围;了解材料、毛坯和加工方法选择的原则;熟悉尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度的基本知识和设计选择的原则。

2. 技能目标

(1)具有选择材料、毛坯、加工方法和制订加工工艺路线的能力,掌握常用热处理方法及其使用范围,具有分析零件结构工艺性的初步能力。具有对常用金属材料鉴别、性能测定的能力。掌握焊接与切割所用设备的使用方法;掌握焊条电弧焊、氧气焊接与切割的基本操作技术。

(2)熟悉车、铣、磨所用设备、工具、附件的结构、性能、用途及其使用方法;掌握车、铣、磨等加工的基本技术。

(3)掌握钳工设备、工具的结构、性能、用途及其使用方法;熟练掌握锯、锉、钻孔、攻螺纹、机器拆装的基本技能。

(4)掌握各相关工种的安全技术操作规程,做到安全生产、安全实训。

(5)培养理论联系实际、严肃认真、耐心细致的科学作风和工程素养。

3. 本课程的特点与学习方法

本课程为“做、学、教”一体化的课程,实践性很强。在教学过程中,要注意从感性认识加深理性认识,要加强实践技能的培养与训练。自觉用机械制造的理论指导生产实践,用实训检验机械制造理论,丰富工程实践经验,为进一步学习理论、提高技能奠定基础。积极参加生产实践,并按照国家规定的各工种《工人技术等级标准》、《职业技能鉴定规范》严格要求,做到仔细观察,积极思考,勇于实践,勤学苦练基本功,争做作风扎实、技术过硬的高等技术应用型人才。在实训过程中,要贯彻“安全第一、预防为主”的指导思想,按照安全技术操作规程科学、文明生产。

模块一 工程材料及热处理

【教学目标要求】

能力目标:掌握最常用的材料硬度测定方法和碳钢的常用热处理操作方法。

知识目标:了解工程材料的应用及供应情况,熟悉机械制造常用工程材料的性能。

【实训说明】

任务 1.1 金属材料的拉伸试验

(1) 实训目的:了解拉伸试验机的组成原理,掌握其基本操作方法;观察了解拉伸过程中金属材料的力学性能。

(2) 实训器材:万能材料试验机、拉伸试样。

(3) 教学设计:①教师现场示范后学生操作,观察拉伸过程中金属试样的特殊变形,记录发生特殊变形时的试验力,试验至试样拉断为止。②分析不同材料的力学性能,认识材料。

(4) 实训报告要求:列表给出试样试验前后的主要尺寸,分析自动记录纸上的拉伸曲线,在各关键点标出名称和数据;说明材料强度的含义,分析不同材料的特点及其力学性能。

【相关知识】

1.1 金属材料的性能

机械工业使用的材料可分为金属与非金属材料(工程塑料、橡胶及陶瓷等),金属材料的使用量约占 90% 以上。使用时,材料表现出来的性能特点有机械性能、物理性能和化学性能,这些性能决定了材料的应用范围、安全可靠性及使用寿命。

材料的机械性能也称力学性能,指金属材料在各种不同形式的载荷作用下,抵抗变形和破坏的能力,是设计机械零件时选材的重要依据。机械性能主要有强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

1.1.1 强度

强度是指金属材料在各种不同外力的作用下,抵抗材料塑性变形和断裂的能力。强度越高的材料,单位面积承受的载荷越大。按载荷性质的不同,金属材料的

强度分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗扭强度和抗剪强度等。工程中常常以屈服极限(也称屈服强度或屈服点)和抗拉强度作为强度衡量指标。

金属材料的强度通过拉伸实验测定。拉伸试验是在静拉伸力状态下对试样轴向拉伸,测量拉力和相应的伸长量,一般拉至断裂为止。由拉伸试验绘制出拉伸曲线,计算相应的强度指标。

1. 拉伸试样

金属材料力学性能指标在测试时,一般将被试验材料制成一定形状和尺寸的标准试样(也称拉伸试样),其截面一般有圆形、矩形和管形。如图 1-1 所示,试样截面为圆形, d_0 为试样的直径(mm), L_0 为标距长度(mm)。根据标距长度与直径的比例,试样分为长试样($L_0 = 10d_0$)和短试样($L_0 = 5d_0$),试样直径一般取 $d_0 = 10\text{mm}$ 。

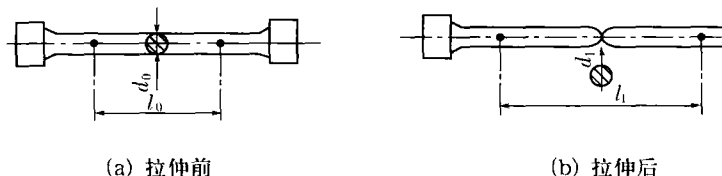


图 1-1 拉伸试样

2. 拉伸曲线

拉伸试验时,拉伸力与伸长量之间的关系曲线叫做拉伸曲线(也称拉伸图)。如图 1-2 所示,为低碳钢的拉伸曲线,横坐标为绝对伸长量 ΔL ,单位为 mm,纵坐标为拉力 F ,单位为 N。试样在承受不同载荷时,其变形不一样,分为四个阶段。

(1)弹性阶段。在载荷不超过 F_E 点时,拉伸曲线为直线段 OE ,卸载后试样恢复原状,此阶段的变形称为弹性变形阶段。

(2)屈服阶段。当载荷超过 F_E 点时,此时若卸载,试样不能恢复到原来的尺寸,载荷消失后变形仍继续保留的这种变形现象叫塑性变形,即试样开始出现塑性变形,载荷增加到一定值(即 F_S 点)后,此时载荷不增加,试样还继续伸长,表明材料丧失抵抗变形的能力,这种现象叫“屈服”,故将 ES 曲线段为屈服阶段。

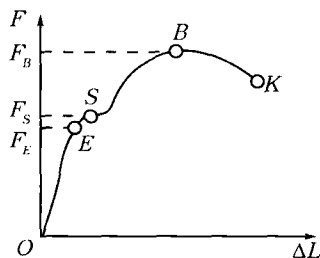


图 1-2 低碳钢

(3)强化阶段。随着塑性变形量增大,材料变形抗力不成比例地逐渐增加。此时的现象叫做形变强化或者加工硬化。 SB 曲线段即为强化阶段。拉伸曲线图上的最大载荷 F_B ,为材料所能承受的最大拉伸载荷。

(4)缩颈阶段。载荷达到最大值 F_B 后,试样在标距内的某一部位横截面急剧缩小,出现“缩颈”现象。到 K 点后试样断裂,因此 BK 曲线段为缩颈阶段。

实际上,一般材料无图 1-2 的四个阶段,如图 1-3(a)所示为调质钢的拉伸曲线;图 1-3(b)所示为脆性材料(铸铁)的拉伸曲线,脆性材料在弹性变形后即马上断裂。

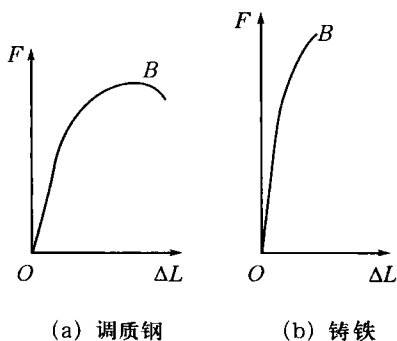


图 1-3 调质钢和铸铁的拉伸曲线

3. 屈服强度

强度指标是用应力值来表示的。根据力学原理,材料受载荷作用后内部产生一个与载荷相平衡的内力。单位截面上的内力称为应力,用符号 σ 表示。

拉伸试验测得的强度指标有:屈服极限和抗拉强度。

屈服强度(也称屈服极限或屈服点)是使金属材料开始产生明显塑性变形时的最小应力,用符号 σ_s 表示。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} (\text{MPa})$$

式中, F_s 为材料产生屈服的最小载荷,单位 N; S_0 为试样原始横截面积,单位为 mm^2 。

对于如图 1-3(a)所示的调质钢(无明显屈服现象),难以测出屈服点。材料标准中规定取残余伸长量 0.2% 的应力值为屈服点,用 $\sigma_{0.2}$ 表示,称为条件屈服强度。

机械零件在工作时不允许产生明显的塑性变形。所以,屈服强度 σ_s 或条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 是金属材料的设计依据。

4. 抗拉强度

抗拉强度是指材料在拉断前所能承受的最大载荷的应力,又称强度极限,用符号 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{F_B}{S_0} (\text{MPa})$$

式中, F_B 为试样断裂前所承受的最大载荷,单位 N。

$\sigma_s, \sigma_{0.2}, \sigma_b$ 为金属材料的强度指标,是机械零件的设计和质量检查的基本依据。材料的强度越高,则机械零件的尺寸就可以减小,重量减轻。