



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校电类专业

机械基础

(非机械类)

GN_H

Dianlei Zhuanye

劳动保障部教材办公室组织编写

GaodengZhiyeJishuYuanxiao



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业技术学院电类专业

机 械 基 础

(非机械类)

主 编 兰 青

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础(非机械类)/兰青主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

高等职业技术学院电类专业

ISBN 978-7-5045-6346-0

I. 机… II. 兰… III. 机械学-高等学校:技术学校-教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 093564 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 9.75印张 231千字

2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

定价:19.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

前 言

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，坚持以就业为导向的职业教育办学方针，推进高等职业技术学院课程和教材改革，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与企业、行业一线专家，共同研究开发了电类专业课程的基础平台，涉及电工基础、模拟电子技术、数字电子技术、电工基本技能、金工实习等课程；还开发了电气自动化技术、应用电子、移动通信技术三个专业模块的课程。在课程开发的同时，编写了电类专业相关教材 36 种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

第一，从职业（岗位）需求分析入手，参照国家职业标准《维修电工》《家用电子产品维修工》《电子设备装接工》《家用电器产品维修工》《用户通信终端（移动电话机）维修员》的要求，精选教材内容，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想。

第二，体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，有利于帮助学生掌握知识、形成技能、提高能力。

第三，按照教学规律和学生的认知规律，合理编排教材内容。尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

第四，突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需求。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2006 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材，根据高等职业技术学院电类专业教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要包括常用金属材料的性能、应用及热处理；常用机构的类型及应用；常用机械传动的种类、结构及应用；轴系零件的类型、结构性能和应用；液压与气压传动的基本知识、常用元件的工作原理、图形符号和应用。

本书为高等职业技术学院电类专业教材，也可作为成人高校、广播电视大学、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的电类专业教材，或作为自学用书。

本书由兰青主编，李忠宏、马恩凤副主编，尚继汤、祖辛云、张文波、梁晓梅、孔明参加编写。由王志珍主审。

目 录

模块一 常用金属材料与热处理	(1)
课题一 常用金属材料	(1)
课题二 钢的热处理	(11)
模块二 常用机构	(16)
课题一 铰链四杆机构	(16)
课题二 其他常用机构	(23)
任务 1 凸轮机构	(23)
任务 2 间歇运动机构	(28)
模块三 常用机械传动	(32)
课题一 带传动	(34)
课题二 螺纹连接和螺旋传动	(41)
任务 1 螺纹连接	(41)
任务 2 螺旋传动	(46)
课题三 链传动	(50)
课题四 齿轮传动	(52)
任务 1 直齿圆柱齿轮传动	(52)
任务 2 其他常用齿轮传动	(57)
课题五 蜗杆传动	(62)
课题六 轮系	(67)
模块四 轴系零件	(72)
课题一 轴	(73)
课题二 轴承	(78)
课题三 键、销及其连接	(84)
课题四 联轴器、离合器	(89)
任务 1 联轴器	(89)
任务 2 离合器	(90)
模块五 液压传动	(93)
课题一 液压传动基础知识	(93)
课题二 液压动力元件	(96)
课题三 液压执行元件	(99)
课题四 液压控制元件	(104)
任务 1 方向控制阀	(104)

任务 2 压力控制阀	(110)
任务 3 流量控制阀	(114)
课题五 液压基本回路	(119)
模块六 气压传动	(126)
课题一 气压传动系统的组成	(126)
课题二 气动元件	(129)
任务 1 气源装置及辅助元件	(129)
任务 2 气动执行元件	(132)
任务 3 气动控制元件	(136)
课题三 气压传动基本回路及系统	(143)
主要参考文献	(150)

模块一 常用金属材料与热处理

金属材料是现代工业、农业、国防及科学技术等部门应用最广泛的材料。它具有良好的力学、物理、化学和工艺性能，便于加工成各种机械零件。在工业生产中，要正确选用金属材料，充分发挥材料性能上的优越性，就必须熟悉金属材料的基础知识。本模块着重介绍常用金属材料的力学性能、种类以及改善金属材料性能的热处理的基本知识。

课题一 常用金属材料

知识点

- ① 金属材料的力学性能指标、含义
- ② 碳钢和合金钢的牌号、成分、性能及用途
- ③ 铸铁的种类、常用牌号
- ④ 常用有色金属及合金的牌号、用途

技能点

- ① 正确选用金属材料
- ② 识读常用金属材料的牌号

任务描述

如图 1—1 所示是车床主轴，该主轴是车床上重要的结构零件，它用来支撑旋转零件，并通过旋转运动来传递动力和运动，工作时主要承受较大的交变弯扭载荷、冲击载荷及摩擦。该主轴的金属材料应具备哪些性能要求？该主轴金属材料选用的主要依据是什么？

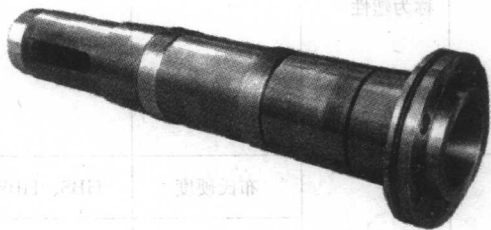


图 1—1 车床主轴

任务分析

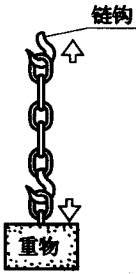
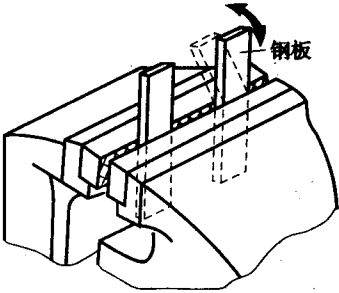
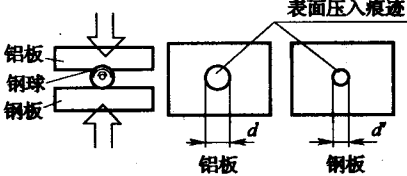
金属材料制成的机械零件（如车床主轴），在工作中要受到各种外加载荷的作用，因而要求金属材料必须具备抵抗外力作用而不破坏的能力。金属材料抵抗外力的能力称为金属材料的力学性能。力学性能是保证零件正常工作和使用寿命的主要方面，所以金属材料选用的主要依据是其力学性能。下面学习金属材料的力学性能、常用金属材料的特性和用途等

基本知识。

一、金属材料的力学性能

金属材料的力学性能一般包括强度、塑性、硬度、冲击韧度及疲劳强度等，它们是衡量金属材料性能的重要指标。金属材料力学性能的含义及衡量指标见表 1—1。

表 1—1 金属材料力学性能的含义及衡量指标

力学性能	含 义	衡量指标			简易实验及说明
		名称	符号	单位	
强度	在外力作用下，金属材料抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度	屈服点 抗拉强度	σ_s σ_b	MPa	 链钩 重物 钢链受载后不断裂，说明抗拉强度足够
塑性	在外力作用下，金属材料产生塑性变形而不破坏的性能称为塑性	伸长率 断面收缩率	δ ψ	%	 钢板 钢板受力后产生弯曲变形而不断裂，说明可塑性强
硬度	金属材料抵抗更硬物体压入其表面的能力称为硬度	布氏硬度	HBS、HBW	N/mm ²	 表面压入痕迹 铝板 钢球 钢板 铝板 钢板 钢板表面压痕小，说明钢板硬度比铝板高
		洛氏硬度 C 标尺 洛氏硬度 B 标尺 洛氏硬度 A 标尺	HRC HRB HRA		
		维氏硬度	HV	N/mm ²	

续表

力学性能	含 义	衡量指标			简易实验及说明
		名称	符号	单位	
冲击 韧度	金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力称为冲击韧度	冲击韧度值	α_k	J/cm ²	用 500 g 重手锤敲击，黄铜棒折断而钢棒未断，说明低碳钢的冲击韧度比黄铜好
疲劳 强度	金属材料在无数次重复的交变载荷作用下而不破坏的最大应力称为疲劳强度	疲劳极限	σ_{-1}	MPa	实际上，金属材料不可能作无数次交变载荷试验。对于黑色金属，一般规定应力循环 10^7 周次而不断裂的最大应力为其疲劳极限；有色金属、不锈钢等取 10^8 周次

[知识链接] 拉伸试验

金属材料力学性能中的强度和塑性指标都是通过拉伸试验测定的。拉伸试验，就是将测试的金属材料制成标准试样，在拉伸试验机上进行轴向拉伸，如图 1—2 所示。逐步加大拉力，试样产生相应的伸长，直至拉断。同步记录仪可以记录下拉伸过程中拉力与试样伸长量的关系曲线，称为力—伸长曲线（或拉伸图）。如图 1—3 所示为低碳钢的力—伸长曲线。

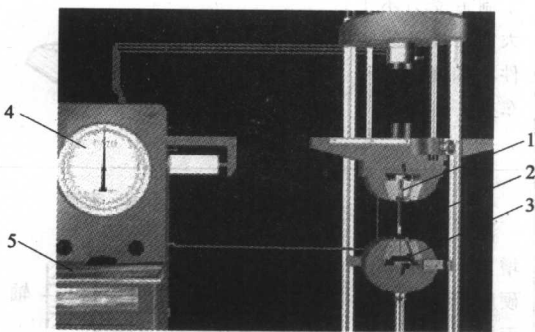


图 1—2 拉伸试验机
1—上夹头 2—试件 3—下夹头
4—测力盘 5—操作台

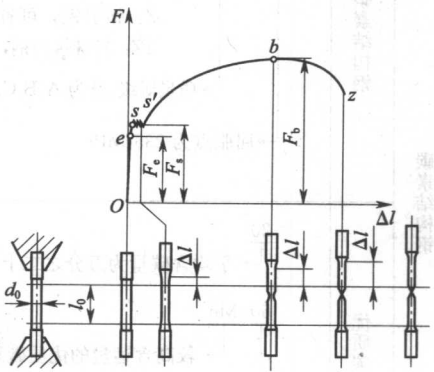


图 1—3 低碳钢的力—伸长曲线

由图可知，oe 段为直线，表示试样的变形与外力成正比，是弹性变形阶段，去除外力试样可恢复原状。这种随着外力去除而消失的变形称为弹性变形。当拉力超过 F_e ，在 es 段

时试样在发生弹性变形的同时还出现微量塑性变形，去除外力试样不能完全恢复原状。这种不随外力去除而消失的变形称为塑性变形（或永久变形）。当拉力增大到 F_s 时，曲线 ss' 几乎成水平线，表示外力不增加试样仍继续变形，这种现象称为材料的屈服。拉力超过 F_s 后，试样开始发生大量的塑性变形，当拉力增大到 F_b 时，试样直径会发生局部收缩，称为颈缩现象，此后，试样颈缩处逐渐变细，直到 z 点时发生断裂。拉伸图反映了金属材料在拉伸过程中从弹性变形直到断裂的全部力学特性。

图中 s 、 b 点处的拉力 F_s 、 F_b 分别是材料屈服时受的外力和试样被拉断前所受的最大外力。因此，工程上常将这两点对应的应力（单位横截面积上的拉力）作为材料的重要指标：即屈服点和抗拉强度。

二、常用金属材料

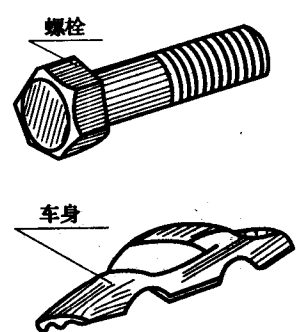
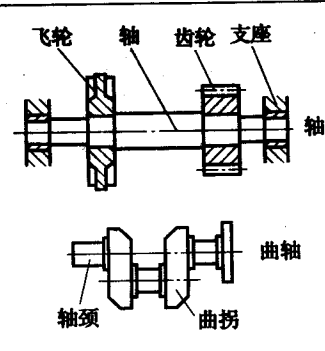
常用金属材料一般都是合金，所谓合金是指由一种金属元素与其他金属元素或非金属元素通过熔炼或其他方法结合而成的具有金属特性的材料。如碳钢和铸铁就是铁、碳元素组成的合金。

1. 碳素钢

含碳量在 0.021 8%~2.11% 间的铁碳合金称为碳素钢，简称碳钢。它具有较好的力学性能和工艺性能，且冶炼方便，价格低廉，所以在机械制造、交通运输、工程建筑等许多部门中得到广泛的应用。

碳素钢按照用途可以分为碳素结构钢、碳素工具钢，它的牌号、性能及用途见表 1—2。

表 1—2 碳素钢的牌号、性能及用途

类别	牌号表示方法及说明	主要性能及用途	应用图例
碳素结构钢	普通碳素结构钢 Q235 — A · F Q: 屈服点 235: 屈服点为 235 MPa A: 脱氧程度 F: 沸腾钢 b: 半镇静钢 Z: 镇静钢，可省略 TZ: 特殊镇静钢，可省略 质量等级，分为 A、B、C、D 四级	强度和硬度不高，塑性和焊接性好，易于成型，常用于制造受力不大的结构及零件，如螺栓、车身	 螺栓 车身
	优质碳素结构钢 20 平均含碳量为万分之二十 50 Mn 较高含锰量的优质碳素钢 平均含碳量为万分之五十 08 F 沸腾钢 平均含碳量为万分之零八	随含碳量的增加，强度和硬度逐渐升高，而塑性和韧性逐渐降低。常用于制造机器上的重要零件，如齿轮、轴等	 飞轮 轴 齿轮 支座 曲轴 轴颈 曲拐

续表

类别	牌号表示方法及说明	主要性能及用途	应用图例
碳素工具钢	T 10 →平均含碳量为千分之十 →碳素工具钢 T 12 A →质量等级为高级优质 →平均含碳量为千分之十二 →碳素工具钢	硬度高, 且含碳量越高硬度越高、耐磨性越好, 但韧性越低。常用于制造截面小、形状简单的低速刀具和耐磨件, 如 镊子、锉刀等	 镊子  锉刀

[知识链接] 碳素钢的其他分类方法

碳素钢的其他分类方法见表 1—3。

表 1—3

碳素钢的其他分类

分类方法	类 别	说 明
按含碳量分	低碳钢	$C \leq 0.25\%$
	中碳钢	$C = 0.25\% \sim 0.60\%$
	高碳钢	$C \geq 0.60\%$
按质量分 (即按钢中有害杂质元素 S、P 含量分)	普通钢	S、P 含量较多
	优质钢	S、P 含量较少
	高级优质钢	S、P 含量很少
	特级优质钢	S、P 含量极少

2. 合金钢

在碳钢的基础上, 为改善钢的性能, 在冶炼时有目的地加入一种或几种合金元素的钢称为合金钢。常加入的合金元素有锰、铬、镍、硅、铝、硼、钨、钒、钛和稀土元素等。

合金钢按用途分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢三大类。它们的牌号、性能及用途见表 1—4。

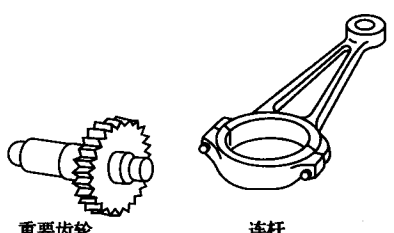
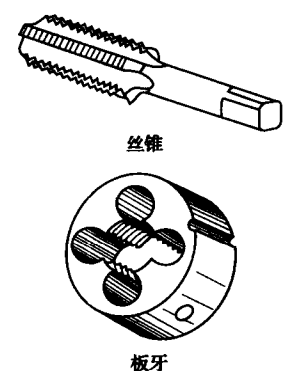
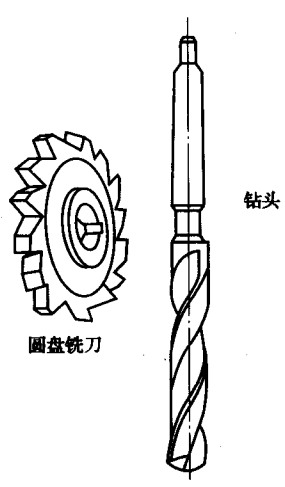
3. 铸铁

含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。在实际应用中, 一般含碳量在 2.5%~4.0% 之间, 并含有较多的硅、锰、硫、磷等杂质元素。

铸铁的力学性能不如钢, 但具有良好的铸造性、减振性、耐磨性和切削加工性等, 且生产容易, 价格低廉, 因此在工业生产中应用广泛。

表 1—4

合金钢的牌号、性能及用途

类别	牌号表示方法及说明	主要性能及用途	常用牌号	应用图例
合金结构钢	60 Si2 Mn →含有锰元素, 含量小于 1.5% →含有硅元素, 含量为 2% →平均含碳量为万分之六十	合金钢经热处理后较碳素钢有高的综合力学性能, 高的淬透性、热硬性等其他特性, 常用于制造承受负荷较重的或截面尺寸较大的重要机械零件和刀具	60Si2Mn 40Cr	 重要齿轮 连杆
合金工具钢	9 Si Cr →含有铬元素, 含量小于 1.5% →含有硅元素, 含量小于 1.5% →平均含碳量为千分之九 (含碳量大于或等于 1% 时, 不标注)		9SiCr	 丝锥 板牙
高速钢	W18 Cr4 V →含有钒元素, 含量小于 1.5% →含有铬元素, 含量为 4% →含有钨元素, 含量为 18% 注: 含碳量一律不标注		W18Cr4V W6Mo5 Cr4V2	 圆盘铣刀 钻头

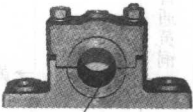
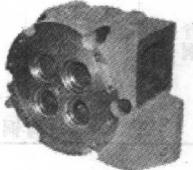
根据铸铁中碳的存在形式不同, 铸铁可分为白口铸铁、灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和蠕墨铸铁。铸铁的种类和牌号见表 1—5。

4. 有色金属

工业上使用的金属材料, 分为黑色金属和有色金属两大类。铁及其合金称为黑色金属, 如钢和铸铁; 其他金属及其合金统称有色金属, 如铝、铜、镁、锡、铅等。有色金属的产量和使用量虽不及黑色金属, 但它具有密度小, 导电和导热性好, 耐腐蚀等许多特殊的性能, 因而成为现代工业中不可缺少的金属材料。

表 1—5

铸铁的种类和牌号

类别	牌号表示方法及说明	常用牌号	应用图例
白口铸铁	—	—	很少直接用于制造机械零件
灰铸铁	HT 200 最低抗拉强度为 200 MPa 灰铸铁	HT200 HT250	 轴承座
可锻铸铁 (俗称玛钢)	KT H 300 — 6 最低伸长率为 6% 最低抗拉强度为 300 MPa 黑心 (B: 白心, Z: 珠光体) 可锻铸铁	KTH300—6 KTH350—10	 汽车轮壳
球墨铸铁	QT 450 — 10 最低伸长率为 10% 最低抗拉强度为 450 MPa 球墨铸铁	QT450—10 QT600—3	 柴油机凸轮轴
蠕墨铸铁	RuT 340 最低抗拉强度为 340 MPa 蠕墨铸铁	RuT340 RuT300	 汽缸盖

(1) 铜及铜合金

1) 纯铜 纯铜外观呈紫红色，故又称紫铜。

工业纯铜的牌号表示为：“T+顺序号”。顺序号越大，纯度越低。常用工业纯铜的牌号和用途见表 1—6。

表 1—6

常用工业纯铜的牌号、特性与用途

名 称	牌 号	特性与用途
一号纯铜	T1	具有良好的塑性、导电性、导热性和耐蚀性 用作各种导电、导热材料及配制各种铜合金
二号纯铜	T2	
三号纯铜	T3	
四号纯铜	T4	

2) 铜合金 铜合金有黄铜、青铜和白铜三类，常用的是黄铜和青铜。黄铜是以锌为主加元素的铜合金，青铜是除黄铜和白铜（铜和镍的合金）以外的铜合金。

铜合金的牌号表示方法、常用牌号及应用见表 1—7。

表 1—7

铜合金的牌号表示方法、常用牌号及应用

类别	牌号表示方法及说明	常用牌号	应用举例	图例
普通黄铜	平均含铜量为 68% 黄铜	H90、H68	弹壳、散热器、垫片等	垫片
特殊黄铜	平均含铜量为 59% 平均含铅量为 1% 含有铅元素 黄铜	HMn58-2 HPb59-1	弱电电路用的零件； 热冲压及切削加工零件，如螺钉、螺母、轴套等	螺母 轴套
青铜	平均含锡量为 4% 其他加入元素平均含量为 3% 含有锡元素 青铜	QSn4-3 QA19-4	耐磨件及重要弹性元件，如轴承、轴套、蜗轮等	蜗轮

(2) 铝及铝合金 铝和铝合金的牌号说明见表 1—8。

表 1—8

铝和铝合金的牌号说明

第一位数字									第二位数字或字母				最后两位数字	
铝及铝合金的组别									原始纯铝或铝合金的改型情况				纯铝	铝合金
									数字（四位数字体系）		字母（四位字符体系）			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1~9	A	B~Y	铝的最低质量分数中小数点后面的两位	表示同一组中不同的铝合金
纯铝	以铜为主要合金元素的铝合金	以锰为主要合金元素的铝合金	以硅为主要合金元素的铝合金	以镁为主要合金元素的铝合金	以镁和硅为主要合金元素的铝合金	以锌为主要合金元素的铝合金	以其他合金元素为主要合金元素的铝合金	备用合金组	原始纯铝	改型情况	原始铝合金	改型情况		

铸造铝合金的牌号表示为：“ZL+三位数字”。ZL为“铸铝”两字汉语拼音字头；第一位数字表示铝合金的类别（1为铝硅合金，2为铝铜合金，3为铝镁合金，4为铝锌合金）；后两位数字表示铝合金的顺序号。

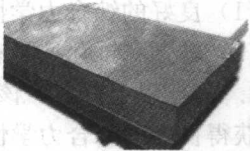
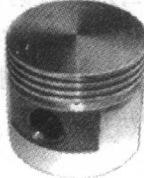
1) 纯铝 工业纯铝的牌号和用途见表 1—9。

表 1—9 工业纯铝的牌号和用途

新牌号	旧牌号	特性与用途
1070	L1	具有密度小、熔点低、塑性大和良好的导电性、抗腐蚀性、加工工艺性等 用作导线、电器零件、电缆及配制各种铝合金等
1060	L2	
1050	L3	
1035	L4	
1 200	L5	通信系统的零件、垫片、电线保护导管等

2) 铝合金 铝合金常用的有防锈铝、硬铝、超硬铝、锻铝、铸造铝合金等。
铝合金的常用牌号及用途见表 1—10。

表 1—10 铝合金的常用牌号及用途

类别	常用牌号		用途	应用图例
	新牌号	旧牌号		
防锈铝	5A02	LF2	耐蚀性好的容器、包铝板材等	 铝板
硬铝	2A12	LY12	航空及仪表制造业等	 飞机起落架
超硬铝	7A04	LC4		
锻铝	2A50	LD5	航空和仪表工业中形状复杂，要求强度较高、密度较小的锻件等	 螺旋桨
铸造铝合金		ZL105	形状复杂的零件	 活塞

运用上述所学知识, 选用适宜制造如图 1—4 所示车床主轴的金属材料。

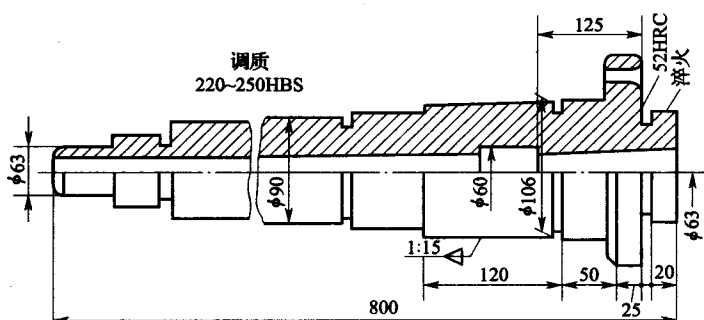


图 1—4 车床主轴简图

选择轴类零件材料时, 应从轴的工作条件、失效形式和性能要求等方面考虑:

1. 该车床主轴工作时, 主要受交变的扭转和弯曲载荷, 载荷不大, 转速不高, 并且受到较小的冲击载荷, 大端轴颈、锥孔与卡盘、顶尖之间存在滑动摩擦。
2. 由工作特点知, 该车床主轴可能有过量变形、断裂、轴颈和锥孔处过度磨损等失效形式。
3. 根据工作条件和可能产生的失效形式, 该车床主轴应满足的性能要求是:
 - (1) 良好的综合力学性能, 以防止过载或冲击断裂及过量变形;
 - (2) 轴颈和锥孔处具有较高的硬度和耐磨性, 以延长主轴的使用寿命。
4. 根据以上分析, 该车床主轴宜选用优质碳素结构钢, 45 钢, 再经合理热处理, 如调质 (获得良好的综合力学性能)、局部表面淬火 (提高轴颈和锥孔处的硬度和耐磨性), 即能满足要求。

总之, 在选用金属材料时, 首先分析零件的工作条件, 提出性能要求, 主要指力学性能; 其次确定适当的热处理工艺, 以改善材料的力学性能和工艺性能, 满足零件的性能要求; 还要考虑经济性, 如优先选用碳钢。

思考与练习

1. 什么是金属材料的力学性能? 主要的力学性能指标有哪些?
2. 什么是强度? 常用的强度指标有哪些? 各用什么符号表示?
3. 什么是塑性? 常用的塑性指标有哪些? 各用什么符号表示?
4. 什么是合金?
5. 什么是碳素钢? 按含碳量分为_____、_____和_____。
6. 什么是合金钢? 按用途分为_____、_____和_____三大类。
7. 什么是铸铁? 按碳的存在形式不同, 铸铁可分为哪几类?
8. 说明下列零件、工具的制造宜用哪种牌号的材料?