

普通高等教育“十一五”规划教材  
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



JINGONG SHIXI

# 金工实习

沈冰 主编  
魏永涛 刘兴芝 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

## 内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材。

本书是根据教育部颁布的“金工实习教学基本要求”，以满足社会对应用型人才的需求和培养学生的实际操作技能为目标，结合编者多年积累的教学经验而编写的。全书共10章，内容包括 金工实习基础知识，钳工，车削加工，铣削加工，刨削、拉削与镗削，磨削加工，铸造，锻压，焊接，数控机床与特种加工。

本书可作为高等工科院校机类、近机类专业的本科教材，也可供高职高专相关专业使用，还可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

金工实习/沈冰主编. —北京: 中国电力出版社, 2008  
普通高等教育“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-5083-7282-2

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第091838号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2008年7月第一版 2008年7月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.5印张 354千字

定价 23.20元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神，加强教材建设，确保教材质量，中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校，满足学科发展和人才培养的需求，坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

金工实习是高等院校各工科专业学生必修的实践性很强的技术基础课。学生通过金工实习，能将所学的机械制造、工程材料等相关知识与实践操作结合起来，进行工程师基本素质与品德意志的培养和训练，为后续课程的学习和今后的工作打下坚实的基础。

本书是根据国家教育部颁发的“金工实习教学基本要求”，总结编者多年来积累的教学经验编写而成的。全书内容采用新的国家标准，力求语言简明、重点突出、联系实际、操作性强。

全书共 10 章，主要内容包括金工实习基础知识，钳工，车削加工，铣削加工，刨削、拉削与镗削，磨削加工，铸造，锻压，焊接，数控机床与特种加工。

本书由沈阳工程学院沈冰任主编，魏永涛、刘兴芝副主编。具体编写分工如下：沈冰编写前言、第 1 章，并担任全书统稿工作；魏永涛编写第 2 章、第 5 章；刘兴芝编写第 6 章~第 8 章；王海飞编写第 3 章、第 10 章的 10.1、10.3；毛云秀编写第 4 章、第 10 章的 10.2、10.4；崔舒保编写第 9 章。

本书由沈阳建筑大学赵民教授主审，并提出了很多宝贵的意见和建议，在此表示感谢。由于编者水平、经验所限，书中难免有错漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者  
2008.4

## 目 录

## 前言

<b>第 1 章 金工实习基础知识</b> .....	1
1.1 金工实习的内容、目的和意义 .....	1
1.2 金工实习安全守则 .....	1
1.3 金属材料常识 .....	4
1.4 常用量具 .....	10
<b>第 2 章 钳工</b> .....	17
2.1 概述 .....	17
2.2 划线 .....	18
2.3 锯削 .....	23
2.4 錾削 .....	29
2.5 锉削 .....	34
2.6 孔加工 .....	38
2.7 攻螺纹和套螺纹 .....	42
2.8 刮削与研磨 .....	47
2.9 装配与拆卸 .....	52
2.10 钳工典型综合件实例 .....	57
<b>第 3 章 车削加工</b> .....	59
3.1 概述 .....	59
3.2 普通卧式车床 .....	61
3.3 车削刀具 .....	64
3.4 装夹工件及所用附件 .....	68
3.5 车削加工 .....	73
3.6 典型零件的车削加工实例 .....	86
<b>第 4 章 铣削加工</b> .....	89
4.1 铣床及其附件 .....	90
4.2 铣刀 .....	93
4.3 铣削加工 .....	95
4.4 齿轮齿形加工 .....	102
<b>第 5 章 刨削、拉削与镗削</b> .....	104
5.1 概述 .....	104
5.2 刨削 .....	104
5.3 拉削与镗削 .....	112
5.4 刨削加工实习零件图 .....	116
<b>第 6 章 磨削加工</b> .....	118
6.1 概述 .....	118
6.2 磨床 .....	119

6.3	砂轮 .....	121
6.4	磨削基本工艺 .....	123
<b>第7章</b>	<b>铸造 .....</b>	<b>125</b>
7.1	概述 .....	125
7.2	造型材料与工艺装备 .....	125
7.3	手工造型 .....	128
7.4	机器造型 .....	136
7.5	造芯、合型 .....	136
7.6	铸铁的熔炼 .....	137
7.7	浇注、落砂、清理 .....	138
7.8	特种铸造 .....	139
7.9	铸件的结构工艺性及缺陷分析 .....	142
<b>第8章</b>	<b>锻压 .....</b>	<b>145</b>
8.1	概述 .....	145
8.2	锻造生产过程 .....	146
8.3	自由锻 .....	147
8.4	胎模锻 .....	152
8.5	板料冲压 .....	154
<b>第9章</b>	<b>焊接 .....</b>	<b>157</b>
9.1	概述 .....	157
9.2	焊接电弧及弧焊电源 .....	159
9.3	焊条电弧焊（手工电弧焊） .....	162
9.4	气焊与气割 .....	166
9.5	气体保护焊 .....	169
9.6	其他焊接方法 .....	173
<b>第10章</b>	<b>数控机床与特种加工 .....</b>	<b>176</b>
10.1	数控车床 .....	176
10.2	数控铣床 .....	194
10.3	加工中心 .....	209
10.4	特种加工 .....	218
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>226</b>

## 第1章 金工实习基础知识

金工实习是机械制造系列课程的重要组成部分，是一门传授机械制造工艺知识实践性极强的技术基础课，是工科类各专业学生获得机械制造基本知识和基本技能的必修课程，是培养学生工程实践能力、进行工程训练的重要环节。

### 1.1 金工实习的内容、目的和意义

#### 1.1.1 金工实习的主要内容

金工实习即金属工艺学实习（金属加工制造实习）。

金工实习的主要内容包括钳工、车工、铣工、刨工、磨工、铸造、锻压、焊接、数控加工、特种加工等一系列工种的实习教学。随着科学技术的发展，传统上机械制造所用的材料已从金属材料扩展到非金属材料、复合材料等各种工程材料，机械制造的工艺技术已超出了传统金属加工的范围。因此学生通过金工实习可以了解各种工程材料及机械产品的加工方法和过程，获得机械制造方面的基本理论知识、基本工艺知识和基本工艺实践。

#### 1.1.2 金工实习的目的和意义

- (1) 学习机械制造工艺知识，进行生产一线工程师的基本训练。
- (2) 熟悉安全技术，熟悉各种机床设备的结构原理，学习其操作方法及机械制造的加工方法。
- (3) 熟悉工程语言、工艺文件，熟练读图，培养理论联系实际的工作作风。
- (4) 掌握各种工具、夹具、量具的使用。
- (5) 增强劳动观念、集体观念和组织纪律性。树立经济观点和质量意识，培养吃苦奉献、对工作认真负责的敬业精神。

金工实习是工科各专业学生在大学学习中的一次系统、集中的工程实践训练，是必不可少的实践性教学环节。学生通过金工实习，可以获得机械制造工艺的基础知识，加强理论联系实际的训练，培养工程素质，掌握实际操作技能，提高工程实践能力。培养对工作一丝不苟、认真负责的作风和吃苦奉献的精神，以满足社会对高素质、应用型工程技术人才的需求。

### 1.2 金工实习安全守则

金工实习是学生在学校第一次全方位的生产技术实践活动，金工实习期间学生必须严格遵守各工种的安全规则，遵守工艺操作规程。金工实习安全守则是保证金工实习顺利进行的重要保障。

### 1.2.1 总则

- (1) 学生实习前必须学习安全规则和各项制度，并进行必要的安全考核。
- (2) 按规定穿好工作服，戴好工作帽，长发要放入帽内。不得穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋及短裤或裙子参加实习。实习时必须按工种要求戴防护用品。
- (3) 操作时必须精神集中，不准与别人闲谈、阅读书刊和收听广播。
- (4) 不准在车间内追逐、打闹、喧哗。
- (5) 学生除在指定的设备上实习外，其他一切设备、工具未经同意不准私自动用。
- (6) 现场教学和参观时，必须服从组织安排，注意听讲，不得随意走动。
- (7) 不准在吊车吊物运行路线上行走和停留。
- (8) 实习中如发生事故，应立即拉下电闸或关上有关开关，并保护现场，及时报告，查明原因，处理完毕后，方可再行实习。

### 1.2.2 各工种的安全守则

#### 一、钳工实习安全守则

- (1) 用台虎钳装夹工件时，要注意夹牢，不得用锤子锤击台虎钳手柄。
- (2) 不可使用没有手柄或手柄松动的工具（如锉刀、手锤），如发现手柄松动必须加以紧固。
- (3) 应用刷子扫掉锉屑，不得用嘴吹或用手抹。
- (4) 銼削时，要防止切屑飞出伤人。
- (5) 钻孔时，不得戴手套，不得用手接触主轴和钻头；钻薄板时绝对不得用手拿工件。
- (6) 工件快锯断时，要减少用力，放慢速度。
- (7) 装拆零件、部件时，要扶好、托稳或夹牢，用力要均匀适当，以免零件受损或跌落伤人。锤击零件时，受击面应垫硬木、紫铜块或尼龙棒料。
- (8) 量具、刀具和其他工具应放在工作台上适当位置，不得叠放一堆。使用完毕应加以整理后放回指定位置。

#### 二、机械加工（包括车、铣、刨工）实习安全守则

##### (1) 机床开动前：

- 1) 必须了解机床大致构造，各手柄的用途、操作方法和使用程序，否则不准使用；
- 2) 检查机床各部分润滑是否正常，各部分运转时是否受到阻碍；
- 3) 必须夹紧刀具和工件，夹紧后将扳手立即取下，以免机床开动时飞出伤人；
- 4) 未经指导教师允许，不能任意开动机床。

##### (2) 机床运转时：

- 1) 不准进行变速、清屑、测量工件尺寸等工作；
- 2) 不准触及运转部分；
- 3) 不准用手去抓或用嘴吹切屑；
- 4) 不得隔着机床传递物件。

##### (3) 下列情况应停车并切断电源：

- 1) 离开工作岗位时；
- 2) 工作中发现工件松动或设备有异声时；
- 3) 停电；

4) 操作完毕更换工件。

(4) 禁止戴手套和围巾操作。

(5) 操作完毕必须清理工具、保养机床和打扫工作场地。

(6) 两人共同在一台机床实习时，一定要密切配合，分工明确，不得两人同时操作。

### 三、铸工实习安全守则

(1) 参加铸铁熔化或铝合金熔化和浇注的学生，要戴好防护用品，做好一切防护工作。

(2) 在车间行走和站立时，应注意地面的物品及空中起重机。

(3) 造型时不要用嘴吹型砂，以免砂粒飞入眼中。

(4) 空箱应放在指定地方，堆放要稳定可靠。造型工具应放在工具箱内，不能随便乱放，实习完毕要把工具清理干净。

(5) 浇注时应对准浇口，不能垂直去看浇、冒口是否浇满，以免铁（铝）水溅出烫伤。

(6) 不能使用湿的、生锈的冷铁去搅动铁水或扒渣。

(7) 清理铸件时应注意周围环境，避免伤人。

(8) 不可用手、脚碰触未冷却的铸件。

### 四、锻工实习安全守则

(1) 做好防护工作，不准直接用手或脚去接触金属料，以防烫伤。

(2) 工作前应检查工具是否安全可靠，特别是锤柄是否楔紧。

(3) 严禁用锤子空击铁砧面和空击下砧铁。

(4) 不许锻打过烧或已冷的金属。

(5) 拿钳子不要对准腹部。

(6) 工件必须夹牢放稳，以免锻打时飞出伤人。

(7) 取放工件、清理炉子应在关闭电源后进行。

(8) 未经许可及实习指导教师不在现场指导，严禁操作空气锤及其他设备。

### 五、焊接安全守则

(1) 操作前要穿好工作服、工作鞋，焊接时必须使用面罩、手套等防护用品，不能用眼直接看电弧，气焊时应戴气焊眼镜。

(2) 焊接前检查焊机接地、焊钳和电缆绝缘是否完好。无论何时焊钳都不要放在工作台和焊件上。

(3) 焊接时人体应站在绝缘板上，不要触摸焊接的输出端，防止触电；不可用手触及刚焊好的工件，清渣时注意防止渣屑乱溅，避免烫伤。

(4) 气焊所用氧气瓶、乙炔瓶附近严禁烟火，避免碰撞和剧烈振动。

(5) 气焊时，注意不要把火焰喷到身上或橡胶管上。

(6) 气焊前要检查回火防止器气路接头是否完好，发生回火时要立即关闭阀门，排除故障。

(7) 焊接结束后，应及时切断电源，关闭各气源阀门，清除现场可能存在的残余火种。

### 六、热处理实习安全守则

(1) 操作时要穿好工作服、皮鞋，戴好手套。

(2) 不要随手乱动未冷却的工件。



(3) 车间内一切设备, 必须在实习指导教师指导下进行操作, 不得自行动用。严禁进入高频设备的高压危险区。

(4) 学生操作时必须注意防电、防热、防火。发生意外事故时要镇静, 及时报告实习指导教师, 采取措施予以排除。

(5) 严禁在车间的深井炉和水池、油池旁逗留。

(6) 工件及辅助工具放入盐浴炉时, 应先烘烤, 消除水分, 防止熔盐溅出伤人。

(7) 操作校直机时, 不能站在校直工件的两头, 防止工件被压断时飞出伤人。

(8) 观察金相显微组织时, 必须精心使用显微镜, 防止镜头及调节部分损坏。

(9) 进行火花鉴别分析操作时, 必须遵守砂轮机安全操作守则。

(10) 实习完毕, 必须把工具放回原处, 不得乱丢乱放。

#### 七、数控加工实习安全守则

(1) 参加实习的学生必须经过专门培训并在指导教师指导下使用数控加工设备(如数控车床、数控铣床、数控线切割机床等)。任何人使用数控机床时, 必须严格遵守该机床的操作规程。

(2) 使用数控机床前必须先检查电源连接线、控制线及电源电压。装夹、测量工件时要停机进行。

(3) 数控机床运行时, 操作者不能离开岗位, 如有异常情况应立即切断电源, 并及时报告指导教师或有关管理人员。

#### 八、砂轮机操作安全守则

(1) 开动砂轮机前, 要检查砂轮是否有裂纹等, 砂轮机必须有砂轮护罩, 且护罩安装要牢固、端正, 必须排除任何不安全的因素。

(2) 开动砂轮机后, 待空转适当时间再进行磨削。

(3) 切勿使工件突然冲击砂轮和用过大的磨削量, 以免砂轮碎裂。

(4) 要根据工件材料正确选择砂轮, 氧化铝砂轮用于磨削普通钢料; 碳化硅砂轮用于磨削硬质合金等较硬的材料。

(5) 应用砂轮的正面磨削, 禁止两人同时在一个砂轮上磨削。

## 1.3 金属材料常识

### 1.3.1 金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能两类。使用性能反映材料在使用过程中所表现出来的特性, 如物理性能、化学性能、力学性能等。工艺性能反映材料在加工制造过程中所表现出来的特性, 如铸造性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能、切削性能等。

#### 一、金属材料的物理性能和化学性能

金属材料的物理性能包括密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、磁性等; 金属材料的化学性能是指它们抵抗各种介质侵蚀的能力, 通常分为抗氧化性和耐蚀性。

#### 二、金属材料的力学性能

力学性能是指材料在受外力作用时所表现出来的各种性能。由于任何机械零件工作时都

承受外力的作用,因此,所用材料的力学性能就显得格外重要。金属材料的主要力学性能有强度、塑性、硬度、冲击韧度等。

(1) 强度。金属材料在外力作用下,抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。强度特性的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度用符号 $\sigma_s$ 表示,单位为MPa。屈服强度表征材料抵抗微量塑性变形的能力。抗拉强度用符号 $\sigma_b$ 表示,单位为MPa。抗拉强度表征材料抵抗断裂的能力。

(2) 塑性。金属材料在外力作用下发生塑性变形而不被破坏的能力称为塑性。常用的塑性指标是伸长率 $\delta$ 和断面收缩率 $\psi$ 。伸长率和断面收缩率的数值越大,则材料的塑性越好。

(3) 硬度。硬度是材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。材料的硬度是用专门的硬度试验机测定的,硬度试验普遍采用压入法。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

### 三、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料在加工过程中对所用加工方法的适应能力。材料的工艺性能决定了材料加工的难易程度。材料的工艺性能好,则其加工工艺简便,容易保证加工质量,加工成本低。

(1) 铸造性能。铸造性能指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性能的好坏取决于熔融金属的充型能力。影响熔融金属充型能力的主要因素之一是流动性。

(2) 锻造性能。锻造性能指金属材料在锻压加工过程中能否获得优良锻压件的性能。它与金属材料的塑性和变形抗力有关,塑性越高,变形抗力越小(即屈服强度小),则锻造性能越好。

(3) 焊接性能。焊接性能主要指金属材料在一定的焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的的能力。焊接性能好的材料,易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

(4) 切削加工性能。用刀具对金属材料进行切削加工时的难易程度称为切削加工性。切削加工性能好的材料,在加工时刀具的磨损量小,切削用量大,加工的表面质量好。对一般钢材来说,硬度在200HBS左右的则具有完好的切削加工性能。

### 1.3.2 钢铁材料的使用知识及现场鉴别方法

钢铁材料是钢和铸铁的总称,它们都是以铁和碳为主要成分的铁碳合金。工业用钢按化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。生产上应用的铸铁有灰铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁等。

#### 一、常用钢铁材料的种类及牌号

钢铁材料具有优良的加工性能和使用性能,其来源丰富,是机械工程中应用最广的材料,常用来制造机械设备、工具、模具,并广泛应用于工程结构中。

(1) 碳素钢。含碳量小于2.11%且含有硅、锰等有益元素和硫、磷等有害杂质的铁碳合金称为碳素钢,简称碳钢。碳钢的价格低廉,工艺性能良好,在机械制造中被广泛应用。碳素钢的分类见表1-1。

表 1-1 碳素钢的分类

分类方式	名称	特点
按化学成分 (含碳量)分类	低碳钢	含碳量 $\leq 0.25\%$ , 强度低, 塑韧性好, 锻压和焊接性能好
	中碳钢	$0.25\% < \text{含碳量} < 0.6\%$ , 强度较高, 有一定的塑性和韧性
	高碳钢	含碳量 $> 0.6\%$ , 经热处理, 可达到很高的强度和硬度, 但塑性、韧性较差
按质量等级分类	普通碳素钢	硫、磷含量较高
	优质碳素钢	硫、磷含量较低
	高级优质碳素钢	硫、磷含量很低
按用途分类	碳素结构钢	一般属于低碳钢和中碳钢, 主要用于制造机械零件、工程构件
	碳素工具钢	属于高碳钢, 主要用于制造刀具、量具和模具等

常用碳素钢的牌号及应用见表 1-2。

表 1-2 常用碳素钢的牌号及应用

名称	牌 号	应用举例	说 明
碳素结构钢	Q215A	用于制造金属结构件、拉杆、套圈、铆钉、载荷不大的凸轮、吊钩、垫圈、渗碳零件及焊接件	碳素钢牌号是由代表钢材屈服点的字母 Q、屈服点值、质量等级符号、脱氧方法 4 个部分组成。其质量共有 4 个等级, 分别以 A、B、C、D 表示
	Q235A	用于制造金属结构件、心部强度要求不高的渗碳或氰化零件、吊钩、气缸、螺栓、螺母、轮轴、盖及焊接件	
优质碳素结构钢	45	用于制造强度要求较高的零件	牌号的两位数字表示平均含碳量的万分数, 45 号钢即表示平均含碳量为 $0.45\%$ , 含锰量比较高的钢, 需加化学元素符号 Mn
一般工程用 铸造碳钢	ZG200-390 ZG270-500 ZG339-639	一般用于制造形状复杂、机械性能较高的零件。如机座、箱体、连杆、齿轮、棘轮等	牌号用字母 ZG+两组数字表示。第一组数字表示最小屈服强度值, 第二组数字表示最小抗拉强度值
碳素工具钢	T8/T8A	有足够的韧性和较高的硬度, 用于制造工具等	用“碳”或 T 后附以平均含碳量的千分数表示, 有 T7~T13

(2) 合金钢。为了改善和提高钢的性能, 在碳钢的基础上加入一些合金元素的钢称为合金钢。常用的合金元素有硅、锰、镍、铬、铜、矾、钛、稀土等。合金钢还具有耐低温、耐腐蚀、高磁性、高耐磨性等良好的特殊性能, 它在工具方面、力学性能和工艺性能要求高且形状复杂的大型截面零件和有特殊性能要求的零件方面, 得到了广泛的应用。工业上常按用途把合金钢分为合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢, 常用合金钢的牌号种类及用途见表 1-3。

表 1-3

常用合金钢的牌号、种类和用途

名 称	牌 号	应 用 举 例	说 明
低合金高强度结构钢	Q345C Q390C	用于制造工程构件，如压力容器、桥梁、船舶等	第一个字母 Q 表示屈服点的汉语拼音第一个字母，345 表示屈服点的数值 (MPa)，最后一个字母 C 表示质量等级
合金结构钢	20Cr 50Mn2 GCr15	用于制作各种轴类、连杆、齿轮、重要螺栓、弹簧及弹性零件、滚动轴承、丝杆等	前面两位数字表示钢中碳的平均质量分数的万分数，元素符号表示所含合金元素，元素符号后面的数字表示该合金元素平均质量分数的百分数，质量分数 $<1.5\%$ 时一般不标出；当 $1.5\% \leq \text{含量} < 2.5\%$ 时标 2；当 $2.5\% \leq \text{含量} < 3.5\%$ 时标 3，以此类推。若为高级优质钢，则在钢号后面标 A。滚动轴承钢在钢号前面加字母 G，Cr 后面的数字表示该元素平均质量分数的千分数
合金工具钢及高速工具钢	9SiCr W18Cr4V	用于制作各种刀具（如丝锥、板牙、车刀、钻头等）、模具（如冲裁模、拉丝模、热锻模等）、量具（如千分尺、塞规等）	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数 (%)，当碳的平均质量分数 $\geq 1.0\%$ 时不标出，当其 $< 1.0\%$ 时以千分之几表示。高速钢例外，当其碳的平均质量分数 $< 1.0\%$ 时也不标出。合金元素平均质量分数的表示法与合金结构钢相同
特殊性能钢	1Cr18Ni9 15CrMo	用于制作各种耐腐蚀及耐热零件，如汽轮机叶片、手术刀、锅炉等	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数，以千分之几表示。当碳的平均质量分数 $\leq 0.03\%$ 时，钢号前以 00 表示，当碳的平均质量分数 $\leq 0.08\%$ 时，钢号前以 0 表示。合金元素平均质量分数的表示法与合金结构钢相同

(3) 铸铁。含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。由于铸铁含有的碳和杂质较多，其力学性能比钢差，不能锻造。但铸铁具有优良的铸造性、减振性、耐磨性等特点，加之价格低廉，生产设备和工艺简单，是机械制造中应用最多的金属材料。资料表明，铸铁件占机器总量的 45% 以上。常用铸铁的牌号、用途见表 1-4。

表 1-4

铸铁的牌号、应用及说明

名 称	牌 号	应 用 举 例	说 明
灰铸铁	HT150	用于制造端盖、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮；一般机床底座、床身、滑座等	HT 为灰铁两字汉语拼音的首个字母，后面的一组数字表示 $\phi 30$ 试样的最小抗拉强度，如 HT200 表示其最小抗拉强度为 200MPa
球墨铸铁	QT400-18 QT450-10 QT800-2	具有较高的强度和塑性。广泛用于机械制造业中易受磨损和受冲击的零件	QT 是球墨铸铁的代号，后面的数字表示最小抗拉强度和最低伸长率。如 QT500-7 表示其最小抗拉强度为 500MPa，最低伸长率为 7%
可锻铸铁	KTH300-06 KTH330-08 KTZ450-06	用于冲击、振动等零件，如汽车零件、机床附件（如扳手）、各种管接头、低压阀门等	KTH、KTZ 分别代表黑心和白心可锻铸铁的代号，数字分别代表最小抗拉强度和最低伸长率

在金工实习中，主要用的是钢铁材料。

## 二、钢铁材料的管理和鉴别

(1) 常用钢材的种类与规格见表 1-5。

表 1-5 常用钢材的种类与规格

常用钢材种类		规格与标记	说 明
型钢	圆钢	$\phi \times \times \times \text{mm}$	型钢的种类很多，常见的有圆钢、方钢、扁钢、角钢、工字钢、槽钢、六角钢、八角钢、异型钢等，每种型钢的规格都有一定的表示方法
	方钢	边长 $\times$ 边长	
	扁钢	边宽 $\times$ 边厚	
	角钢	(长)边宽 $\times$ (短)边宽 $\times$ 边厚	
	工字钢	型号	
	槽钢	型号	
钢板	薄板	厚度 $\leq 4\text{mm}$	有热轧和冷轧两种
	厚板	厚度 $> 4\text{mm}$	
	带钢		有热轧和冷轧两种
钢管	无缝钢管	外径 $\times$ 壁厚(长度)	无长度要求，括号内不写
	焊接钢管		
钢丝	一般用途钢丝	钢丝直径	
	钢绳		

(2) 钢铁材料现场鉴别方法。在生产中，为了区分钢铁材料的类别、质量等级等，通常采用一些方法对材料进行现场鉴别。

1) 色标鉴别。为鉴别金属材料的型号、规格等，通常在材料上做有一定的标记。常用的标记方法有涂色、打印、挂牌等。金属材料的涂色标记是以表示钢种、钢号的颜色涂在材料的一端的端面或外侧。成捆交货的钢应涂在同一端的端面上，盘条则涂在卷的外侧。具体的涂色方法在有关标准中做了详细的规定，生产中可以根据材料的色标对钢铁材料进行鉴别。

2) 断口鉴别。金属材料或零部件因受某些物理、化学或机械因素的影响而导致破断所形成的自然表面称为断口。生产线上常根据断口的自然形态来判定材料的韧脆性，亦可据此判定相同热处理状态的材料含碳量的高低。若断口呈纤维状、无金属光泽、颜色发暗、无结晶颗粒且断口边缘有明显的塑性变形特征，则表明钢材具有良好的塑性和韧性，含碳量较低；若材料断口齐平呈银灰色、具有明显的金属光泽和结晶颗粒，则表明材料金属脆性断裂；而过共析钢或合金钢经淬火及低温回火后，断口常呈亮灰色，具有绸缎光泽，类似于细瓷断口的特征。

3) 火花鉴别。火花鉴别是将钢或铸铁材料轻轻压在旋转的砂轮上打磨，根据手感和观察迸射出的火花颜色和形状，来判断钢铁材料成分范围的方法。

碳素钢的含碳量越高，则材料硬度越高，火花鉴别时手感硬，流线多，火花多且火花束短，亮度高。

铸铁在火花鉴别时手感较软，火花束较粗，火花较多，流线多且尾部较粗，下垂呈弧形，颜色多为橙红带橘红。

除上述现场鉴别材料的方法外，有时还采用较简单的敲击辨音来区别钢材和铸铁材料。钢材被敲击时声音较清脆，而铸铁的减振性较好，被敲击时声音较低沉。但对不同牌号的同类材料，采用此法难以准确鉴别。若要准确地鉴别金属材料，在以上几种生产现场鉴别的基础上，一般还可采用化学分析、金相检验、硬度实验等分析手段对材料做进一步的鉴别。

### 1.3.3 金属材料的热处理

金属材料的热处理是利用对金属材料进行固态加温、保温及冷却的过程，而使金属材料的内部结构和晶粒的粗细发生变化，从而获得需要的机械性能（强度、硬度、塑性、韧性等）和化学性能（抗热、抗氧化、耐腐蚀等）的工艺方法。

常用的金属材料的热处理方法有以下几种。

#### 一、退火

将钢件加热到一定温度并在此温度下进行保温，然后缓冷到室温，这一热处理工艺称为退火。退火可以使材料内部的组织细化、均匀，可以改善其机械性能。退火的主要目的是降低钢的硬度，消除内应力，提高塑性和韧性，以利于切削加工，为以后热处理做准备。

(1) 完全退火：可以降低材料的硬度，消除钢中的不均匀组织和内应力，有利于切削加工。

(2) 球化退火：目的在于降低硬度，改善切削加工性能，主要用于高碳钢。

(3) 去应力退火：主要用于消除金属材料的内应力，利于以后加工或在以后使用中不易变形或开裂。一般用于铸件、锻件及焊接件。

#### 二、正火

将钢件加热到一定温度，保温一段时间，然后在空气中冷却至室温的热处理工艺称为正火。正火可以得到较细的组织，其硬度、强度均较退火高，而塑性和韧性稍低，内应力消除不如退火彻底。正火的主要目的是细化内部组织，消除锻件、轧件和焊接件的组织缺陷，改善钢的机械性能。

#### 三、淬火

将钢件加热到一定温度，经保温后在水或油中快速冷却的热处理方法称为淬火。淬火的主要目的是提高材料的强度和硬度，增加耐磨性，淬火是重要的热处理工艺。

#### 四、回火

将淬火后的工件重新加热到临界点以下的温度，并保温一段时间，然后以一定的方式冷却到室温的热处理工艺称为回火。回火是淬火的继续，经淬火的钢件需回火处理。回火可减少或消除工件淬火后产生的内应力，降低脆性，使工件获得所需的综合力学性能及稳定组织。常见的“调质处理”就是“淬火+高温回火”。

#### 五、表面淬火

表面淬火是通过对工件快速加热（火焰或感应加热），使工件表层迅速达到淬火温度，然后冷却，使表面获得淬火组织而心部仍保持原始组织的热处理工艺。

## 六、化学热处理

化学热处理是将工件置于一定的活性介质中加热、保温，使一种或几种元素的原子渗入工件表层，以改变其化学成分、组织和性能的热处理工艺。其目的是提高零件表面的硬度、耐磨性、耐热性和耐腐蚀性，而心部仍然保持原有的性能。常用的方法有渗碳、渗氮和氰化。

(1) 渗碳：提高工件表层的含碳量，达到表面淬火提高硬度的目的。

(2) 渗氮：将氮渗入工件表层，可提高工件表面的硬度及耐磨性。

(3) 氰化：在工件表层同时渗入碳原子和氮原子的过程称为氰化。氰化可提高工件表面硬度、耐磨性和疲劳强度。

## 1.4 常用量具

量具是用来测量被加工零件是否符合零件图要求的工具。为了保证零件的加工质量，加工前毛坯要进行检查，加工过程中和加工完毕后也都要对工件进行检测。检测需用量具的种类很多，下面介绍几种常用的量具。

### 1.4.1 钢直尺

钢直尺是不可卷的钢质板状量具，钢直尺又称钢尺、钢板尺等，如图 1-1 所示。钢直尺的长度规格有 150、300、500、1000mm 四种，常用的是 150mm 和 300mm 两种。应根据零件形状灵活掌握钢直尺的使用方法，如图 1-2 所示。

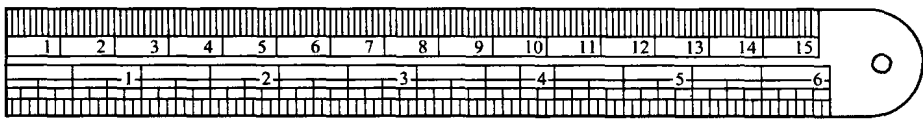


图 1-1 钢直尺

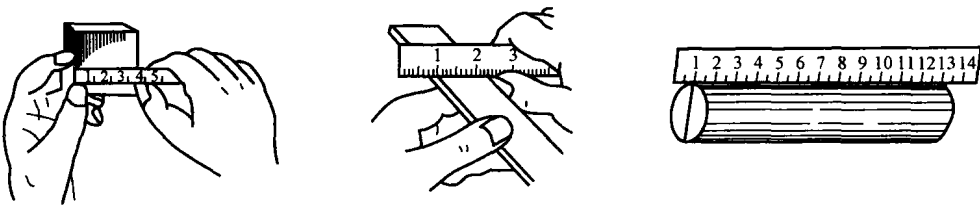


图 1-2 钢直尺的使用

### 1.4.2 游标卡尺

游标卡尺是一种结构简单、测量精度较高的量具。游标卡尺使用方便，可以直接测量出零件的内径、外径、长度和深度的尺寸值，在生产中广为应用。

#### 一、游标卡尺的刻线原理与读数方法

游标卡尺的结构如图 1-3 所示，主要由尺身和游标组成。游标卡尺的测量精度有 0.1、0.05、0.02mm 三种，常用的是精度为 0.02mm 的游标卡尺。其测量范围有 0~125、0~200、0~300、0~500mm 等几种。其刻线原理与读数方法见表 1-6。用游标卡尺测量尺寸的操作如图 1-4 所示。

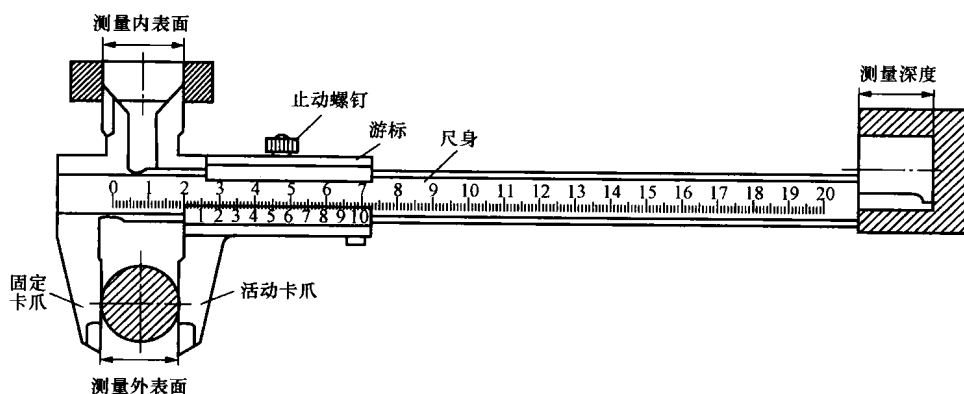
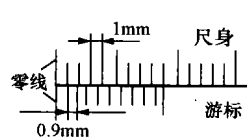
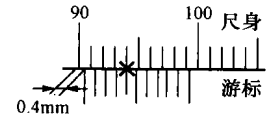
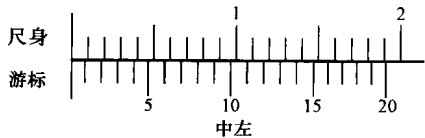
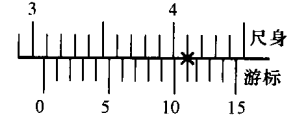

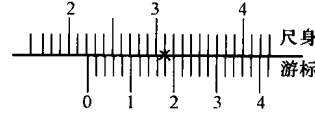


图 1-3 游标卡尺

表 1-6 游标卡尺的刻线原理与读数方法

精度值	刻线原理	读数方法及示例
0.1mm	尺身 1 格 = 1.0mm 游标 1 格 = 0.9mm, 共 10 格 尺身、游标每格之差 = 1mm - 0.9mm = 0.1mm 	读数 = 游标零位以左的尺身整数 + 游标与尺身对齐刻度线格数 × 精度值 示例:  读数 = 90.00mm + 4 × 0.1mm = 90.4mm
0.05mm	尺身 1 格 = 1.00mm 游标 1 格 = 0.95mm, 共 20 格 尺身、游标每格之差 = 1mm - 0.95mm = 0.05mm 	读数 = 游标零位以左的尺身整数 + 游标与尺身对齐刻度线格数 × 精度值 示例:  读数 = 30.00mm + 11 × 0.05mm = 30.55mm
0.02mm	尺身 1 格 = 1.00mm 游标 1 格 = 0.98mm, 共 50 格 尺身、游标每格之差 = 1mm - 0.98mm = 0.02mm 	读数 = 游标零位以左的尺身整数 + 游标与尺身对齐刻度线格数 × 精度值 示例:  读数 = 22.00mm + 9 × 0.02mm = 22.18mm

## 二、使用游标卡尺的注意事项

- (1) 为避免损伤量爪的测量面，未经加工的毛坯面不要用游标卡尺测量。
- (2) 使用前将尺擦净。量爪闭合时，尺身、游标零刻度线应重合。
- (3) 测量时游标卡尺应放正，不可歪斜。



(4) 测量时用力应当适当，读数时应避免视线误差。

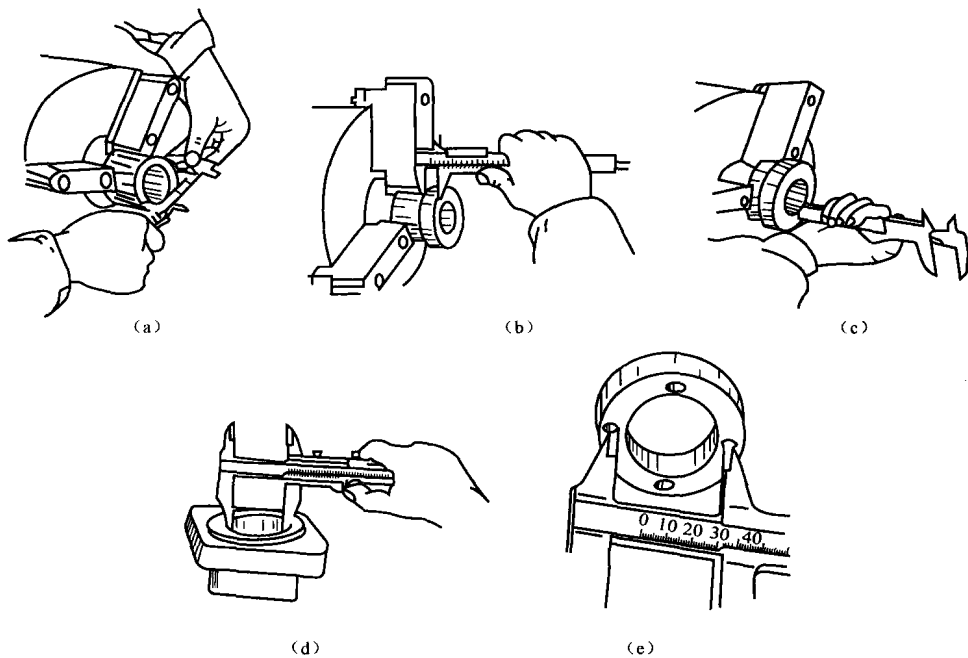


图 1-4 游标卡尺的使用方法

(a) 测量外径；(b) 测量长度；(c) 测量深度；(d) 测量内径；(e) 测量两孔间的距离

其他游标量具还有专门用来测量深度尺寸的游标深度尺和测量高度尺寸的游标高度尺，如图 1-5 所示。游标高度尺除测量零件的高度尺寸外，还可以用来精密划线。

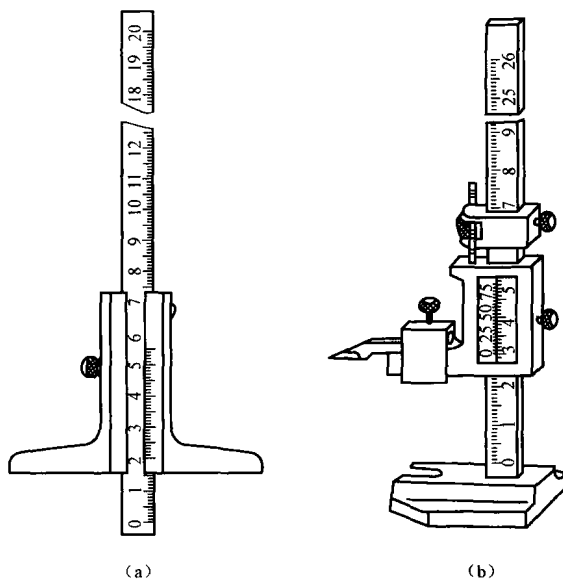


图 1-5 测高度、深度的游标卡尺

(a) 游标深度尺；(b) 游标高度尺