

中等职业教育“十一五”规划教材

# 金工实训

尚培勤 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书是根据中等职业学校机械类教学大纲和教学计划的要求,由机械工业出版社组织编写的。书中内容包括实训基本知识、钳工、车工、刨工、铣工、焊条电弧焊、氧乙炔焊与气割等内容。

本书可作为中等职业技术学校机械类专业实训教材,也可作为相关技术人员参考用书。

## 金工实训

尚培勤 主编

李奕文 崔占军 李妍 参编

### 图书在版编目(CIP)数据

金工实训/尚培勤主编. —北京:机械工业出版社,2008.1  
中等职业教育“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-111-23268-1

I. 金… II. 尚… III. 金属加工-实习-专业学校-教材 IV. TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第002391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:王海峰 崔占军

责任编辑:崔占军 责任校对:李汝庚

封面设计:王奕文 责任印制:李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.75印张·239千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23268-1

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379193

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

为贯彻落实国务院《关于大力推进职业教育改革和发展的决定》精神，满足中等职业教育的需求，在坚持以学生就业为导向，结合长期教学和生产实践经验编写了本教材。本书力求突出职业教育的特点，内容生动具体，便于教师讲解示范，也能使学生易于接受。

本教材在结构安排上循序渐进，由浅入深，图文并茂，便于教师与学生的互动。通过“想一想”、“看一看”、“练一练”的直观教学方法，使学生在快乐中掌握操作技能。本教材突出“少而精”的原则，密切联系实际，学以致用，同时兼顾了知识的科学性、系统性。每个教学模块都提出了明确的学习目标，贯彻了以技能为主的原则，强调安全文明生产知识的重要性。每个模块后均附有少量结合生产实际的思考练习题。

本书由尚培勤任主编。参加编写的有尚培勤（模块二、模块六、模块七）、戚家凯（模块一、模块三）、马中鞏（模块四）、朱宁（模块五）。

由于编者水平有限，教材中难免存在缺点和错误，恳请批评指正。

编 者

# 目 录

|                |                  |     |
|----------------|------------------|-----|
| 前言             | 一、基本知识           | 63  |
| 模块一 实训基本常识     | 二、基本功练习          | 65  |
| 任务一 基本知识       | 任务八 套螺纹          | 68  |
| 一、制图相关常识       | 一、基本知识           | 68  |
| 二、常见的单位换算      | 二、基本功练习          | 71  |
| 三、常用的金属材料      | 任务九 综合练习         | 71  |
| 四、常用的量具及使用     | 一、图样和实物          | 71  |
| 任务二 基本功训练      | 二、加工过程           | 72  |
| 一、绘图知识         | 三、评分标准           | 74  |
| 二、单位换算         | 模块三 车工           | 75  |
| 三、用常见量具对实物进行测量 | 任务一 基本知识         | 75  |
| 四、常用量具的保养      | 一、车床的结构          | 75  |
| 模块二 钳工         | 二、车床的保养          | 76  |
| 任务一 钳工常用设备     | 三、车工安全文明生产知识     | 76  |
| 一、钳工工作场地的布置    | 任务二 基本功训练        | 77  |
| 二、钳工操作台        | 一、车床操作练习         | 77  |
| 三、台虎钳          | 二、切削用量的选择        | 78  |
| 四、砂轮机          | 三、车刀的装夹          | 78  |
| 五、钻床           | 四、工件的装夹          | 79  |
| 任务二 划线         | 五、常用刀具与刃磨        | 80  |
| 一、基本知识         | 六、基本操作技能         | 84  |
| 二、基本功练习        | 任务三 综合训练         | 86  |
| 任务三 锯削         | 模块四 刨工           | 88  |
| 一、基本知识         | 任务一 基本知识         | 88  |
| 二、基本功练习        | 一、刨床             | 88  |
| 三、深缝和型材的锯削     | 二、刨刀的种类          | 90  |
| 四、锯削练习         | 三、刨刀角度和刨削        | 91  |
| 任务四 铰削         | 任务二 基本功练习        | 93  |
| 一、基本知识         | 一、工件的装夹          | 93  |
| 二、基本功练习        | 二、刨平面及平行面的方法     | 95  |
| 任务五 锉削         | 三、平面表面粗糙度及平行度的检验 | 97  |
| 一、基本知识         | 任务三 综合练习         | 98  |
| 二、基本功练习        | 一、加工图样           | 99  |
| 任务六 钻孔         | 二、加工步骤           | 99  |
| 一、基本知识         | 三、加工方法           | 100 |
| 二、基本功练习        | 四、评分标准           | 102 |
| 任务七 攻螺纹        | 模块五 铣工           | 103 |

|                        |     |                          |     |
|------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 任务一 基本知识 .....         | 103 | 一、弧焊机 .....              | 116 |
| 一、铣床 .....             | 103 | 二、弧焊工具 .....             | 118 |
| 二、铣刀 .....             | 105 | 任务二 基本功练习 .....          | 120 |
| 三、铣削要素 .....           | 107 | 一、基本知识 .....             | 120 |
| 四、铣床常用夹具 .....         | 108 | 二、不开坡口的对接平焊 .....        | 121 |
| 五、铣床工作注意事项 .....       | 109 | 三、开坡口的对接平焊 .....         | 125 |
| 任务二 基本功练习 .....        | 109 | 四、搭接和角接平焊 .....          | 127 |
| 一、铣削方法 .....           | 110 | 五、横焊和立焊 .....            | 130 |
| 二、平面的铣削 .....          | 111 | <b>模块七 氧乙炔焊与气割</b> ..... | 134 |
| 三、斜面的铣削 .....          | 112 | 任务一 常用设备和工具 .....        | 134 |
| 四、台阶与直角沟槽的铣削 .....     | 113 | 一、氧乙炔焊的工具 .....          | 134 |
| 任务三 综合练习 .....         | 114 | 二、焊炬与割炬 .....            | 138 |
| 一、工件图样 .....           | 114 | 任务二 基本功练习 .....          | 140 |
| 二、加工步骤 .....           | 114 | 一、氧乙炔焊 .....             | 140 |
| 三、评分标准 .....           | 115 | 二、气割 .....               | 145 |
| <b>模块六 焊条电弧焊</b> ..... | 116 | <b>参考文献</b> .....        | 150 |
| 任务一 常用设备和工具 .....      | 116 |                          |     |

# 模块一 实训基本常识

## 任务一 基本知识

### 学习目标

1. 掌握基本的制图知识。
2. 熟悉常用的单位换算及常用量具的使用方法。
3. 了解常用金属材料的基本知识。

### 一、制图相关常识

想一想

#### 1. 圆弧连接

在机械制图的基本作图方法中，哪些是作图的要点和难点呢？在众多的方法中，圆弧连接该算是比较困难的。那么如何才能学好这些知识呢？圆弧连接的关键是确定圆心和切点的位置，所以要使所画的圆弧连接平滑，就必须保证连接点在切点位置上。

试一试

#### (1) 两直线间的圆弧连接的作图步骤

- 1) 作与已知角的两边  $AB$  和  $CD$  分别相距为  $R$  的平行线，交点即为连接弧圆心，如图 1-1 所示。
- 2) 从交点分别向已知角两边作垂线  $OM$  和  $ON$ ，垂足  $M$ 、 $N$  即为圆弧的切点，如图 1-2 所示。

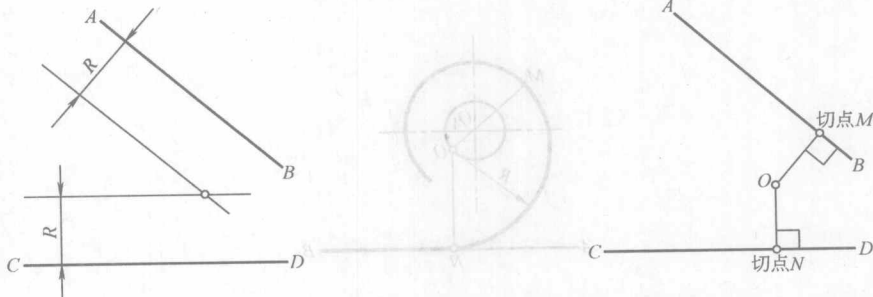


图 1-1 两直线间的圆弧连接步骤一 图 1-2 两直线间的圆弧连接步骤二

3) 以交点  $O$  为圆心,  $R$  为半径, 在两切点  $M$ 、 $N$  之间画连接圆弧, 即为所求的连接圆弧, 如图 1-3 所示。

(2) 圆弧和直线间的圆弧连接作图步骤

1) 已知连接圆弧的半径为  $R$ , 并使该圆弧内切于圆心为  $O_1$ 、半径为  $R_1$  的圆弧和直线  $AB$ , 如图 1-4 所示。

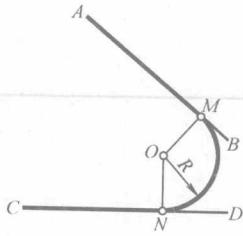


图 1-3 两直线间的圆弧  
连接步骤三

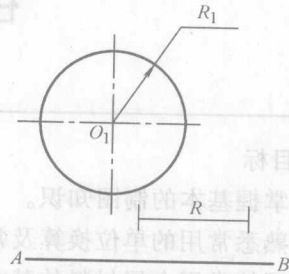


图 1-4 圆弧和直线间的圆  
弧连接步骤一

2) 作直线  $CD$  平行于已知直线  $AB$ , 其距离为  $R$ , 再作已知圆弧的同心圆, 其半径为  $R - R_1$ , 与直线  $CD$  相交于  $O$  点, 如图 1-5 所示。

3) 作  $ON$  垂直于直线  $AB$ , 垂足为  $N$ ; 连接  $OO_1$  并延长交已知圆弧于  $M$  点,  $M$ 、 $N$  即为连接圆弧的切点, 如图 1-6 所示。

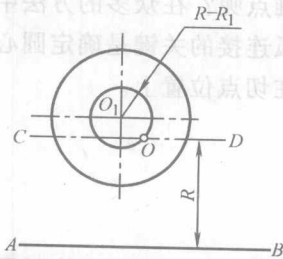


图 1-5 圆弧和直线间的  
圆弧连接步骤二

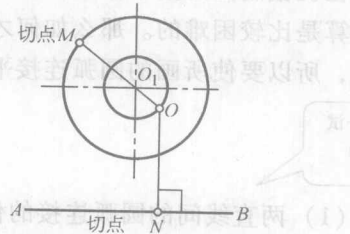


图 1-6 圆弧和直线间的  
圆弧连接步骤三

4) 以  $O$  为圆心、 $R$  为半径画圆弧交于  $M$ 、 $N$  两点, 如图 1-7 所示。

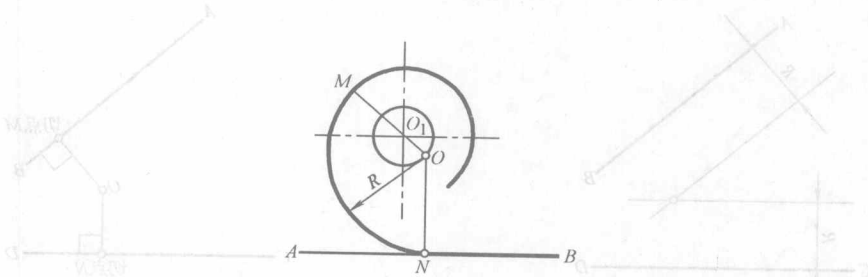


图 1-7 圆弧和直线间的圆弧连接步骤四



练一练



(3) 两圆弧间的圆弧外接作图步骤

1) 已知连接圆弧的半径为  $R$ ，将此圆弧同时外切于圆心为  $O_1$ 、 $O_2$ ，半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$  的两圆，如图 1-8 所示。

2) 分别以  $(R + R_1)$  及  $(R + R_2)$  为半径，以  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心，画圆弧相交于  $O$  点，如图 1-9 所示。

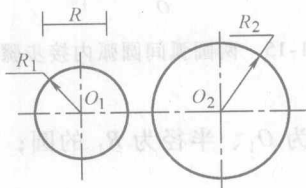


图 1-8 两圆弧间的圆弧外接步骤一

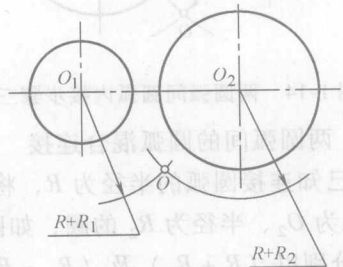


图 1-9 两圆弧间的圆弧外接步骤二

3) 连接  $OO_1$  交已知圆弧于  $M$ ，连接  $OO_2$  交已知圆弧于  $N$ ， $M$ 、 $N$  即为切点，如图 1-10 所示。

4) 以  $O$  为圆心、 $R$  为半径画圆弧，连接已知圆弧于  $M$ 、 $N$  点即完成作图，如图 1-11 所示。

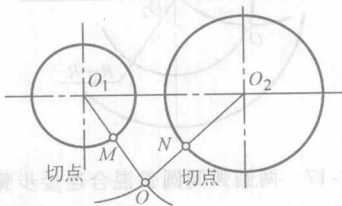


图 1-10 两圆弧间的圆弧外接步骤三

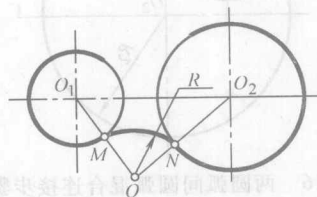


图 1-11 两圆弧间的圆弧外接步骤四

(4) 两圆弧间的圆弧内接作图步骤

1) 已知连接圆弧的半径为  $R$ ，将此圆弧同时内切于圆心分别为  $O_1$ 、 $O_2$ ，半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$  的圆，如图 1-12 所示。

2) 分别以  $(R - R_1)$  和  $(R - R_2)$  为半径， $O_1$  和  $O_2$  为圆心，画圆弧相交于  $O$  点，如图 1-13 所示。

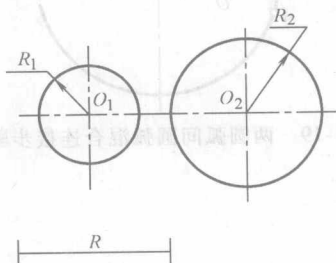


图 1-12 两圆弧间圆弧内接步骤一

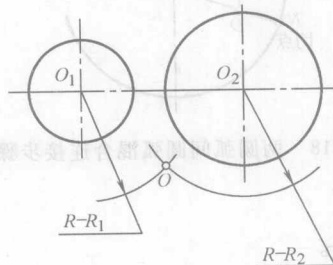


图 1-13 两圆弧间圆弧内接步骤二

3) 连接  $OO_1$  并延长, 交于已知圆于  $M$ ; 连接  $OO_2$  并延长, 交于已知圆于  $N$ ,  $M$ 、 $N$  即为切点, 如图 1-14 所示。

4) 以  $O$  为圆心、 $R$  为半径画圆弧, 连接已知圆于  $M$ 、 $N$ , 即完成作图, 如图 1-15 所示。

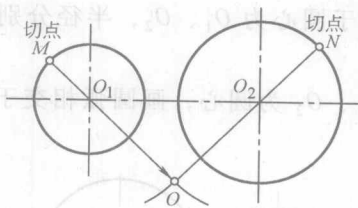


图 1-14 两圆弧间圆弧内接步骤三

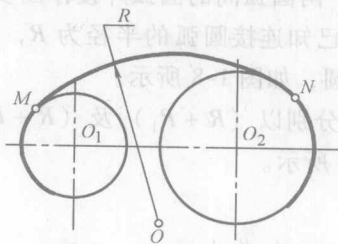


图 1-15 两圆弧间圆弧内接步骤四

(5) 两圆弧间的圆弧混合连接

1) 已知连接圆弧的半径为  $R$ , 将此圆弧外切于圆心为  $O_1$ 、半径为  $R_1$  的圆; 同时又内切于圆心为  $O_2$ 、半径为  $R_2$  的圆, 如图 1-16 所示。

2) 分别以  $(R + R_1)$  及  $(R_2 - R)$  为半径,  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心, 画圆弧交于  $O$  点, 如图 1-17 所示。

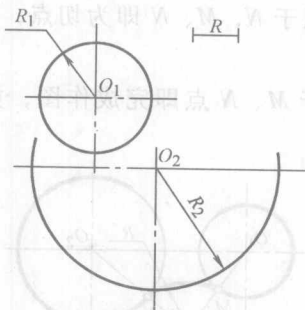


图 1-16 两圆弧间圆弧混合连接步骤一

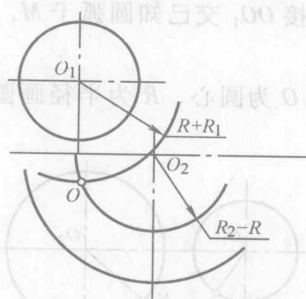


图 1-17 两圆弧间圆弧混合连接步骤二

3) 连接  $OO_1$  交已知圆于  $M$  点; 连接  $OO_2$  并延长交已知圆于  $N$ ,  $M$ 、 $N$  即为切点, 如图 1-18 所示。

4) 以  $O$  为圆心、 $R$  为半径画圆弧, 连接已知圆于  $A$ 、 $B$ , 即完成作图如图 1-19 所示。

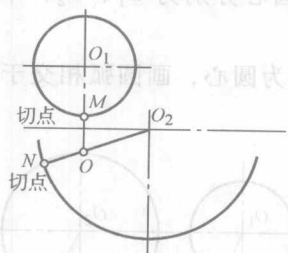


图 1-18 两圆弧间圆弧混合连接步骤三

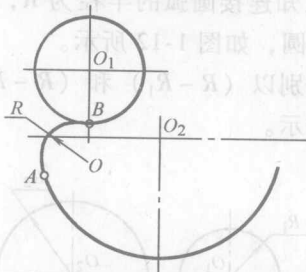


图 1-19 两圆弧间圆弧混合连接步骤四

想一想

图样是怎么画出来的? 是如何把立体的实物画成平面图形的呢?

讲一讲



## 2. 三视图

任何一个实物，都可以认为是放在三维空间中的，那么如何才能把这个实物在纸面上确切地表现出来呢？这里就引入了三个投影面，而这三个投影面是相互垂直的，因此就构成了一个投影体系。为了将三个相互垂直的视图画在一张平面的纸上，从而将三个投影面进行了展开，并规定了正面不动，将水平面向下旋转 $90^\circ$ ，把侧面向右旋转 $90^\circ$ 。这样旋转后的水平面就位于正面的正下方，而侧面则位于正面的正右方。于是在水平面上绘制的图形（即俯视图）也就位于在正面上绘制图形（即主视图）的正下方，在侧面上绘制的图形（即左视图）也就位于正面的正右方，如图1-20所示。

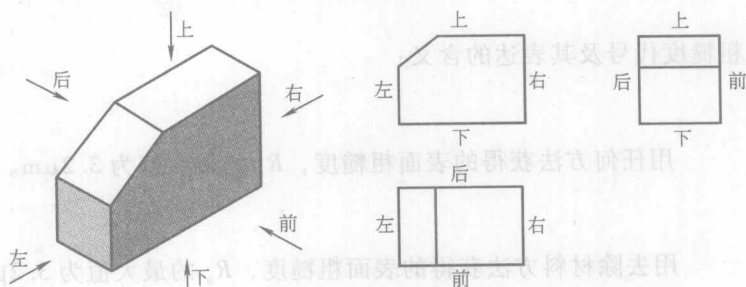


图 1-20 三视图

注意

绘制图形时一定要符合“长对正，高平齐，宽相等”的投影规律。在主视图上反映的是物体的长度和高度尺寸；在俯视图上反映的是物体的长度和宽度尺寸；在左视图上反映的是物体的高度和宽度尺寸，如图1-21所示。

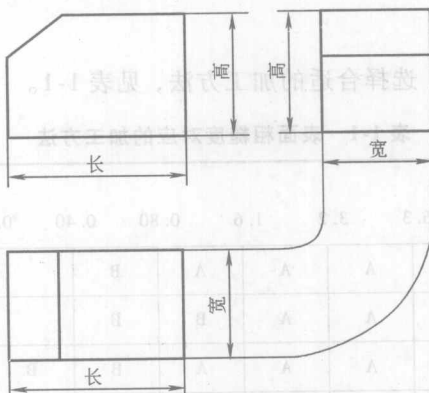


图 1-21 投影规律

想一想

## 3. 摩擦力

在现实生活中摩擦力无处不在，有时利用摩擦力，而有时又要克服摩擦力。零件加工要

根据图样设计的表面要求,达到规定的表面粗糙度,从而满足零件的运转要求,减小摩擦力,控制温升,保证机器正常运转。

试一试



#### 4. 表面粗糙度

表面粗糙度是经机械加工的零件表面的微观几何形状特性,即微小的峰谷高低程度及其间距状况,是金属加工中的一项重要技术要求。它将直接影响到零件的使用寿命和是否符合设计的要求。

讲一讲



常见的表面粗糙度代号及其表达的含义:

3.2max



: 用任何方法获得的表面粗糙度,  $R_a$  的最大值为  $3.2\mu\text{m}$ 。

3.2max



: 用去除材料方法获得的表面粗糙度,  $R_a$  的最大值为  $3.2\mu\text{m}$ 。

3.2max



: 用不去除材料方法获得的表面粗糙度,  $R_a$  的最大值为  $3.2\mu\text{m}$ 。

3.2max  
1.6min



: 用去除材料方法获得的表面粗糙度,  $R_a$  的最大值为  $3.2\mu\text{m}$ ,  $R_a$  的最小值为  $1.6\mu\text{m}$ 。

想一想

根据要求的表面粗糙度,选择合适的加工方法,见表 1-1。

表 1-1 表面粗糙度对应的加工方法

(单位:  $\mu\text{m}$ )

| 加工方法 | 50 | 25 | 12.5 | 6.3 | 3.2 | 1.6 | 0.80 | 0.40 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.012 |
|------|----|----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 锯    |    | B  | A    | A   | A   | A   | A    | B    |      |      |      |       |       |
| 刨    |    | B  | A    | A   | A   | B   | B    |      |      |      |      |       |       |
| 铣    |    | B  | B    | A   | A   | A   | B    | B    |      |      |      |       |       |
| 拉削   |    |    |      | B   | A   | A   | B    |      |      |      |      |       |       |
| 铰    |    |    |      | B   | A   | A   | B    |      |      |      |      |       |       |
| 车    |    | B  | B    | A   | A   | A   | A    | B    | B    | B    |      |       |       |
| 抛光   |    |    |      |     |     |     | B    | A    | A    | A    | B    | B     |       |

注:“A”表示常用,“B”表示不常用。



### 5. 形位公差

形位公差和符号见表 1-2。

表 1-2 形位公差和符号

| 公差    |    | 特征项目 | 符号 |
|-------|----|------|----|
| 形状    | 形状 | 直线度  | —  |
|       |    | 平面度  | ▭  |
|       |    | 圆度   | ○  |
|       |    | 圆柱度  | ∅  |
| 形状或位置 | 轮廓 | 线轮廓度 | ⌒  |
|       |    | 面轮廓度 | ⊔  |
| 位置    | 位置 | 平行度  | // |
|       |    | 垂直度  | ⊥  |
|       |    | 倾斜度  | ∠  |
|       |    | 位置度  | ⊕  |
|       |    | 同轴度  | ◎  |
|       |    | 对称度  | ≡  |
|       |    | 圆跳动  | ↗  |
|       |    | 全跳动  | ↗↘ |

## 二、常见的单位换算



### 1. 长度计量单位

- 1 米 (m) = 10 分米 (dm) = 100 厘米 (cm) = 1000 毫米 (mm)
- 1 毫米 (mm) = 1000 微米 (μm)



- 1 英尺 (ft) = 12 英寸 (in)
- 1 英寸 (in) = 25.4 毫米 (mm)



### 2. 弧度和角度的换算

- 1 弧度 (rad) = 57.2958°
- 1° = (π/180) 弧度

### 三、常用的金属材料

想一想

#### 1. 金属材料的分类

- (1) 钢铁材料 钢、铸铁。
- (2) 非铁金属
  - 1) 轻金属：铝、镁、钛等。
  - 2) 重金属：铜、铅、镍、锌、锡等。

讲一讲

#### 2. 常用金属材料

(1) 铸铁 铸铁主要是由铁、碳等组成的合金，是以铁和碳为主要元素组成的。

1) 灰铸铁。灰铸铁中的碳主要是以片状的石墨存在的，其断口呈现灰色，是目前在工业中应用广泛的金属材料之一。

2) 球墨铸铁。指铁液在浇注前经过球化处理的一种铸铁。石墨呈球状分布，并可以通过热处理来提高力学性能。

3) 可锻铸铁。它是由白口铸铁经过高温使石墨退化后获得的，具有团絮状石墨的一种铸铁。

(2) 碳素钢 它是指碳的质量分数小于2.11%的铁碳合金。除铁、碳元素外，钢中还常含有锰、硅、硫、磷等杂质元素。它的力学性能可以满足工程和机械上的各种结构、零件、工具等使用要求，因此在工业上被广泛应用。

碳素钢分为碳素结构钢、优质碳素结构钢、碳素工具钢和合金钢等。

(3) 非铁金属 通常把除钢、铁以外的其他金属材料称之为非铁金属。由于它们具有特殊的物理、化学及其他的优良性能，因此在工业生产中具有特殊的用途。

讲一讲

### 四、常用的量具及使用

(1) 钢直尺 是一种最简单的长度测量工具，一般用不锈钢片制成，可用于直接测量工件的尺寸，如图1-22所示。

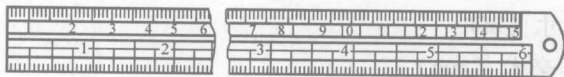


图 1-22 钢直尺

练一练

如测量工件的外径、内径、长度等尺寸。

(2) 直角尺 可用于测量垂直度或划平行线、垂直线,如图 1-23 所示。使用时尺座内侧与基准面重合。

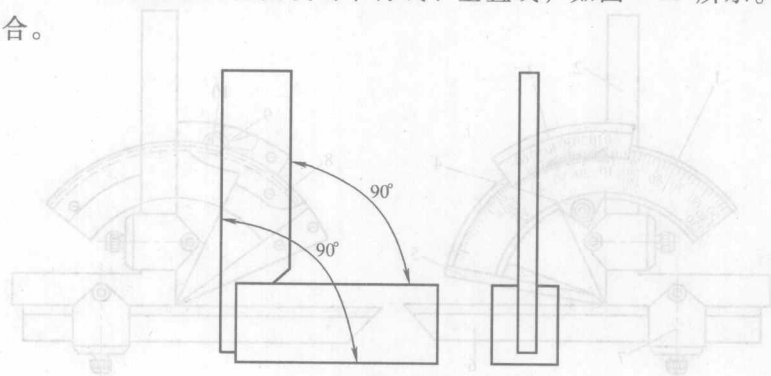


图 1-23 直角尺

试一试  


直角尺的正确使用方法,如图 1-24 所示。

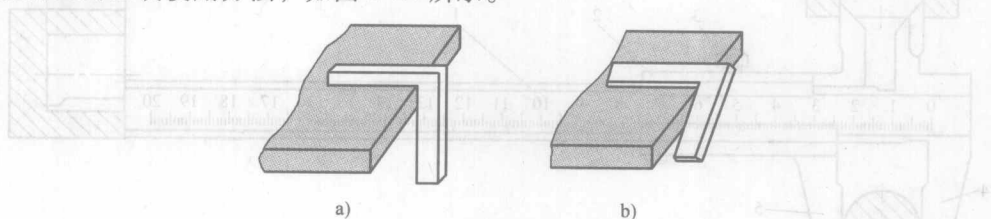


图 1-24 直角尺的正确使用  
 a) 正确 b) 不正确

(3) 游标万能角度尺 是用于测量精密零件角度的一种量具。从结构上来看,一般分为两种类型,如图 1-25 和图 1-26 所示。

(4) 游标卡尺 是一种用于测量零件的长度、外径、内径和深度,具有中等测量精度,应用非常广泛的量具,如图 1-27 所示。

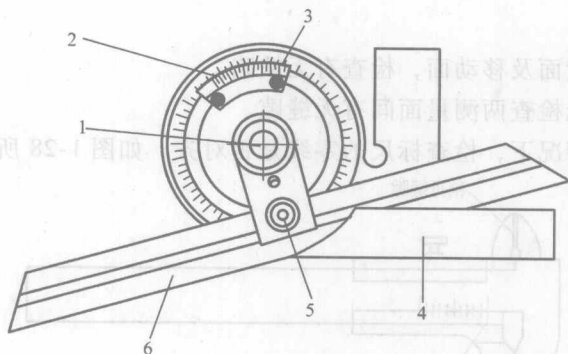


图 1-25 游标万能角度尺 (一)

1—大固定螺钉 2—主刻度 3—游标  
 4—固定尺 5—固定螺钉 6—活动尺

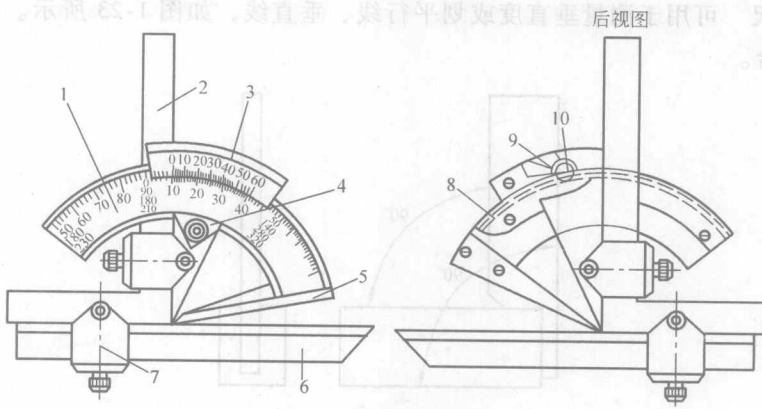


图 1-26 游标万能角度尺 (二)

1—主尺 2—角尺 3—游标 4—制动器 5—基尺 6—刀口形直尺 7—卡块 8—扇形齿轮 9—小齿轮 10—捏手

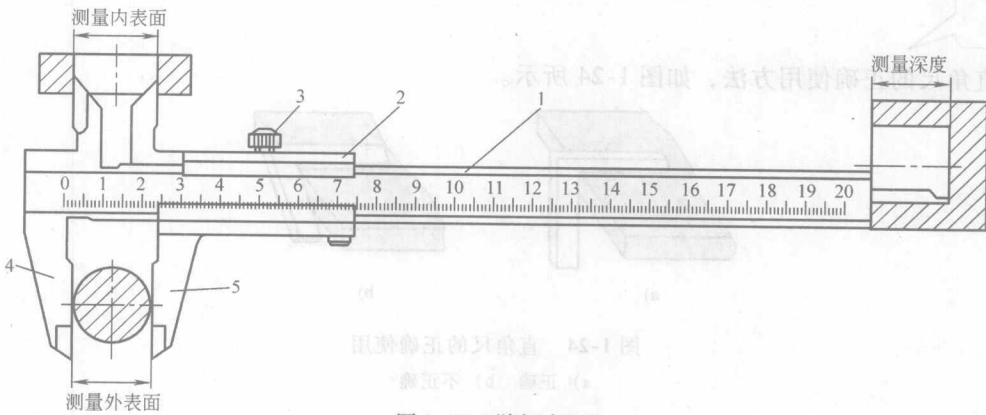


图 1-27 游标卡尺

1—尺身 2—游标 3—止动螺钉 4—固定卡爪 5—活动卡爪

试一试



1) 精度检验

- ① 放松止动螺钉。
- ② 用棉纱擦净测量面及移动面，检查有无缺陷。
- ③ 合拢卡爪，透光检查两测量面间有无缝隙。
- ④ 在合拢卡爪的情况下，检查标尺的零线是否对齐。如图 1-28 所示。

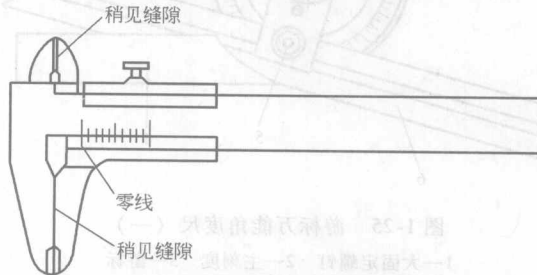


图 1-28 游标卡尺的使用



练一练



## 2) 测量工件方法 (图 1-29)

- ① 将工件置于稳定状态。
- ② 左手拿主尺的卡爪, 右手的大拇指、食指拿副尺卡爪。
- ③ 移动副尺卡爪把两测量面开至比工件稍大。
- ④ 主尺的测量面靠上工件, 右手的大拇指推动副尺卡爪的测量面, 使其贴合工件被测面。
- ⑤ 小型工件, 左手拿工件, 右手移动副尺卡爪。

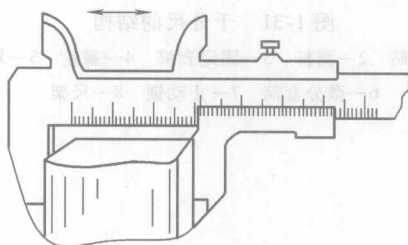


图 1-29 游标卡尺的使用

学一学



## 3) 读数方法 (图 1-30)

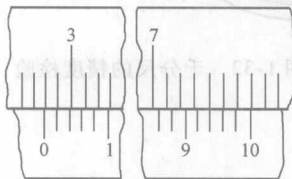
- ① 夹住工件, 从刻度的正面正视刻度读取数值。
- ② 如正视位置读取数值不方便时, 可旋紧固定螺钉后, 将卡尺从工件上轻轻取下, 再读取数值。

## ③ 读数方法

读出副尺零线左面主尺上的整数, 图 1-30 所示为 27mm。

读出副尺上与主尺上对齐刻线处的小数, 图 1-30 所示为 0.94mm。

测量的读数为  $27\text{mm} + 0.94\text{mm} = 27.94\text{mm}$ 。



$$27\text{mm} + 0.94\text{mm} = 27.94\text{mm}$$

图 1-30 游标卡尺的读数

想一想

- (5) 千分尺 它是一种读数精度比较高的量具, 其读数精度可以精确到 0.01mm。千分