



项目一

机械识图

学习目标

了解:工程图样的概念;国家标准的相关规定;标准件与常用件的规定画法。

掌握:正投影原理与三视图的形成;表达零件结构的方法;零件图与装配图的内容及读图方法。

能力目标

培养学生的空间想象力、识图能力、绘图能力,养成严格遵守国家标准的意识。

考核标准

应知:三视图的形成;表达零部件的基本方法;标准件与常用件的表达方法;零件图与装配图的基本内容。

应会:读懂零件图与装配图,能根据图样正确认识和分析零部件结构。

教学建议

教具:模型、三维实体、汽车零部件和工程图纸等。

重点:强调国家标准的基本规定;讲解正投影的原理与三视图的形成;把握零件图与装配图的识读。

能准确地表达物体的形状、尺寸与设计要求的图形为图样。图样是机械产品设计、制造、检验、维修和使用过程中不可缺少的重要技术资料,也是进行技术交流的工具,所以图样也被称为“工程界的技术语言”。在设计和绘制图样时,必须严格遵守国家标准的规定。

汽车专业学生通过机械制图的学习后,要能根据图样正确认识和分析汽车的



结构、指导汽车零件的修配、进行汽车零件的检验,进行总成或部件的正确拆卸与装配、检验与调试等工作,可以为今后从事与机械相关的工程技术工作建立一定的基础。

任务一 制图的基本知识

任务描述

任务内容:了解国家标准关于制图的基本概念;
了解投影原理、正投影法的概念和三视图;
熟悉点、线、面的投影规律;
掌握基本体三视图的画法。
任务目标:掌握基本体三视图的画法。

知识准备

一、国家标准关于制图的一般规定

为了便于图样的绘制、使用和保管,图样应按照一定的比例(GB/T 14690—1993),字体(GB/T 14691—1993),尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)、(GB/T 16675.2—2012),画在规定幅面和格式(GB/T 14689—2008)的图纸上。

(一)图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸,必要时也允许以基本幅面的短边的整数倍加长幅面。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
<i>e</i>	20		10		
<i>c</i>	10			5	
<i>a</i>	25				

2. 图框格式

图纸可以横放和竖放。在图纸上必须用粗实线画出图框。图框格式分为不留装订边(见图 1-1)和留装订边(见图 1-2)两种。两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1。

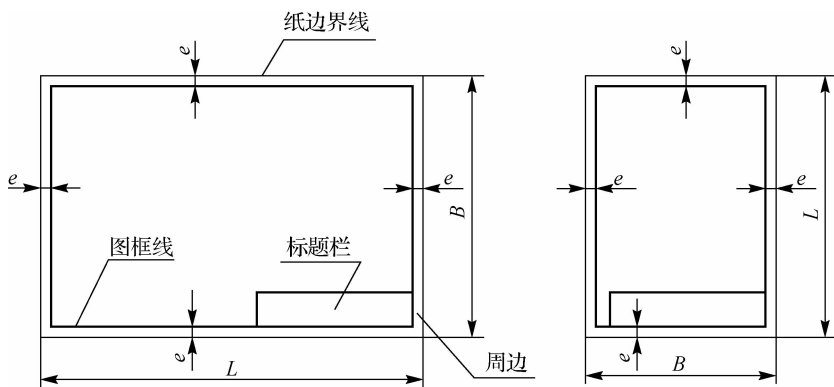


图 1-1 不留装订边的图框格式

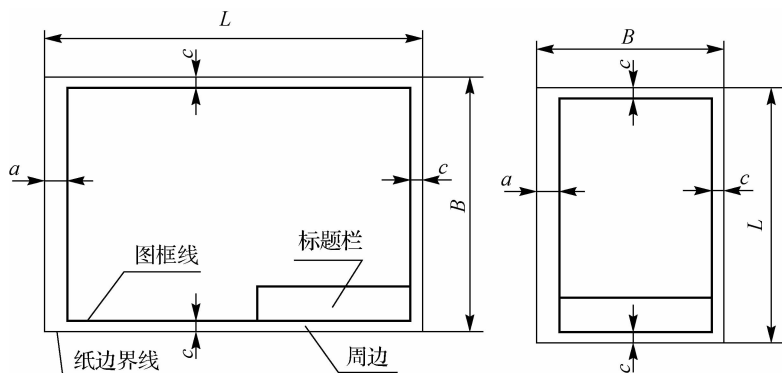


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图样上都必须画出标题栏,如图 1-3 所示。标题栏表达了零部件及其管理等多方面的信息,是机械图纸上不可缺少的一项内容。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008 的规定,一般位于图纸的右下角,并使标题栏的底边与下图框线重合,使其右边与右图框线重合。标题栏中的文字方向通常为看图方向,字体应符合 GB/T 14691—1993 的规定。各设计单位的标题栏格式可有不同变化。

(二) 比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例(GB/T 14690—1993)分为原值、缩小和放大三种。画图时,应尽量采用 1:1 的比例。绘制同一机件的各个视图时,应尽量采用相同的比例,并将其标注在标题栏的比例栏内。当图样中的个别视图采用了与标题栏中不相同的比例时,可在该视图名称的下方或右侧标注比例。国家标准规定的绘制图样的比例如表 1-2 所示。

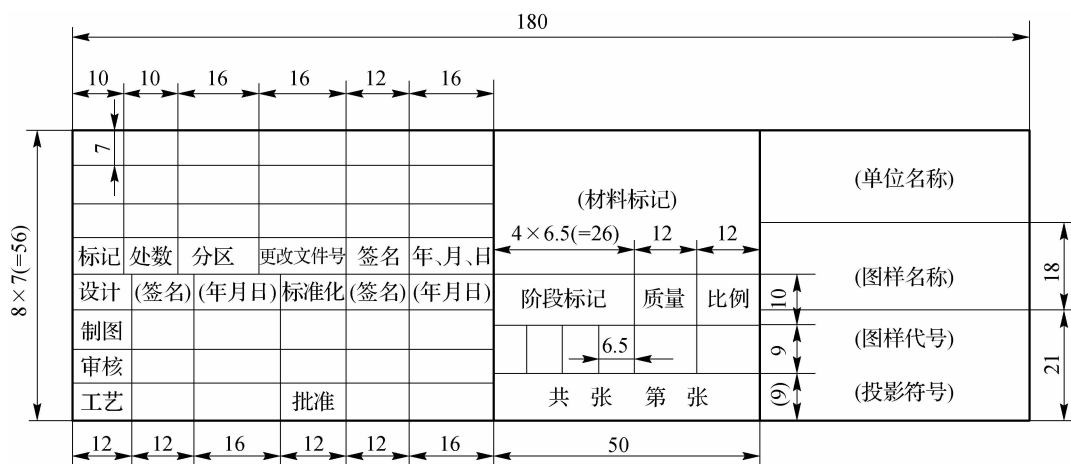


图 1-3 标题栏的格式、内容和尺寸

表 1-2 国家标准规定的绘制图样的比例

种 类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 1 × 10 ⁿ 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ
放大比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1

注: n 为正整数。

不论缩小或放大,在图样上标注的尺寸均为机件的实际大小,而与比例无关,如图 1-4 所示。

(三)字体

图样上用文字填写标题栏和技术要求,用数字标注尺寸。字体(GB/T 14691—1993)的高度(用 h 表示)的公称尺寸系列有 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm 和 20 mm 8 种。汉字应写成长仿宋体,汉字的高度不应小于 3.5 mm,采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。字母和数字分为 A 型(笔画宽度 d 为 $h/14$)和 B 型(笔画宽度 d 为 $h/10$)两种,可书写成直体或斜体(字头向右斜,与水平基准线成 75°),同一张图样上只允许用一种形式的字体。

汉字、字母和数字示例如图 1-5 所示。

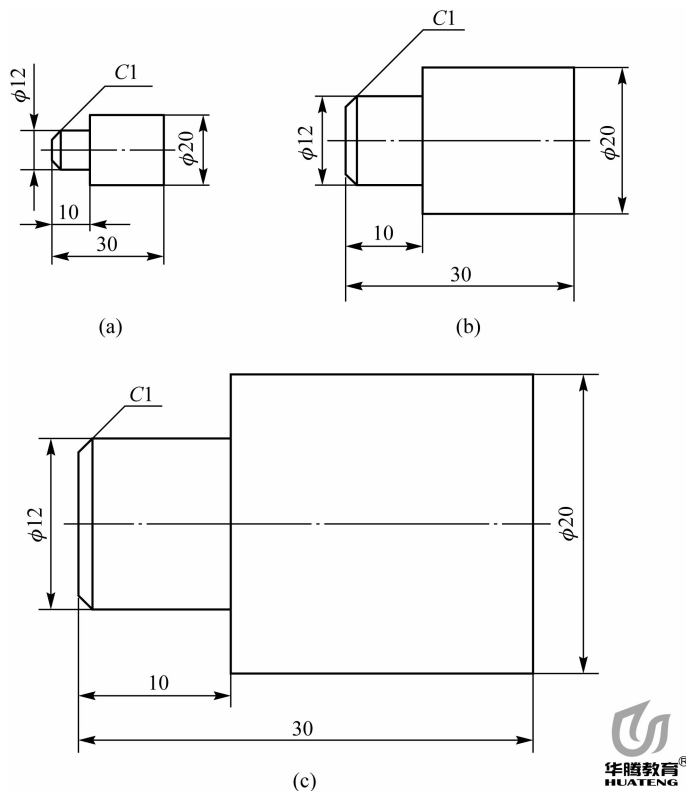


图 1-4 绘图比例与尺寸数字无关

(a)1:2 (b)1:1 (c)2:1

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

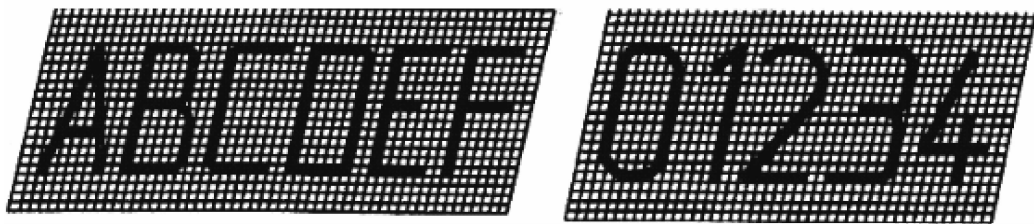


图 1-5 汉字、字母和数字示例

(四)图线

图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)分粗、细两种。当粗线的宽度为 d 时,细线的宽度应为 $d/2$ 。图线宽度有 9 种:0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。一般选择 0.7 mm 为宜。

选择图线应遵循以下要求。

- (1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。
- (2)虚线、点画线、双点画线的画长和间隔应各自大致相等。
- (3)绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画与长画的交点;点画线应超出圆的轮廓线外

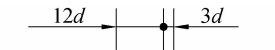
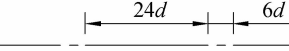
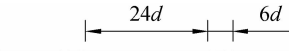
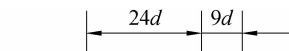
2~5 mm,且轮廓线外不能出现点画线中的点。当绘制的圆的直径较小,画点画线有困难时,中心线可用细实线代替。

(4)虚线、细点画线与其他图线相交时,都应交到画线处,而不应在空隙处相交。当虚线处于粗实线的延长线上时,虚线与粗实线间应留有间隙。

(5)当图中的线段重合时,其优先次序为粗实线、虚线、点画线。

基本线型及应用如表 1-3 所示。如图 1-6 所示为图线的应用示例。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	代码 No.	线 型	线 宽	一般应用
细实线	01. 1		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线和基准线、螺纹牙底线、重合断面轮廓线、短中心线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线等
波浪线				断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线				断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗实线	01. 2		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)等
细虚线	02. 1		$d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
粗虚线	02. 2		d	允许表面处理的表示线
细点画线	04. 1		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线等
粗点画线	04. 2		d	限定范围表示线(特殊要求)
细双点画线	05. 1		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、轨迹线、中断线等

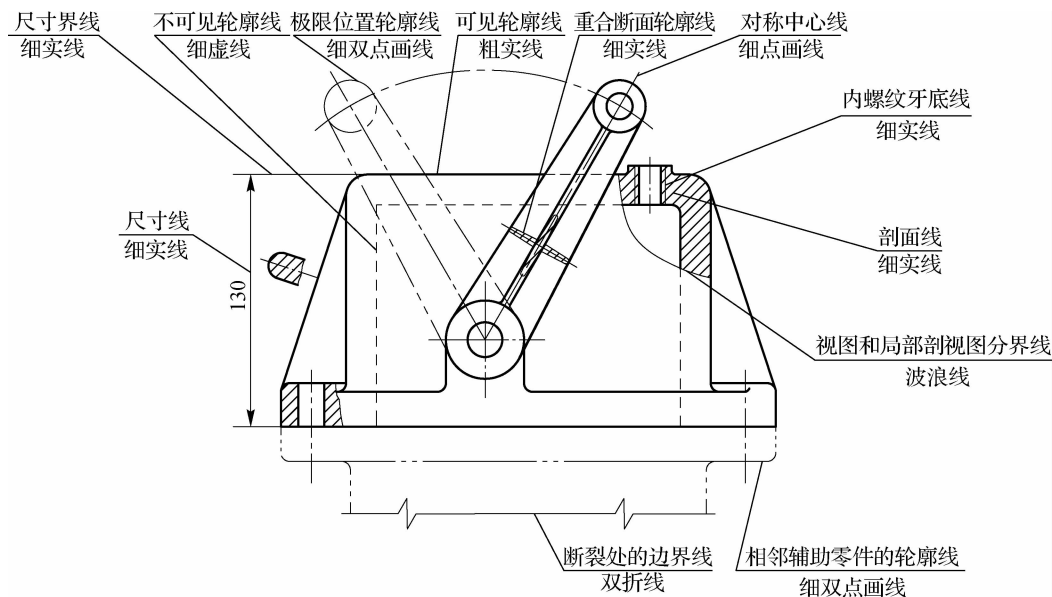


图 1-6 图线的应用示例

(五) 尺寸注法

1. 尺寸标注的基本规则

制图时尺寸的标注应符合国家标准 GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—2012 的规定。

(1) 机件真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需要标注单位符号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只标注一次,并应标注在能够反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸标注的基本要素

一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸数字和尺寸线,如图 1-7 所示。

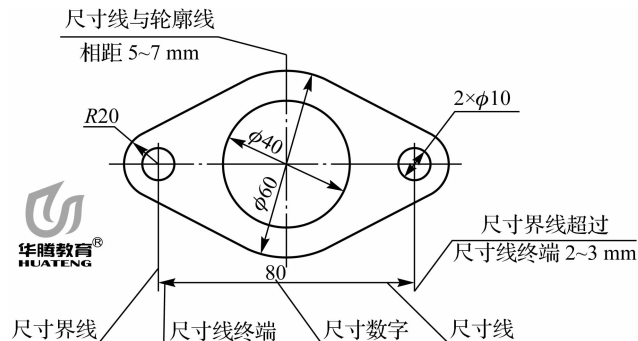


图 1-7 尺寸的组成

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可以直接利用这些线作为尺寸界线;尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2~3 mm;在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓延长,从它们的交点处引出尺寸界线。

2) 尺寸数字

线性尺寸的数字通常注写在尺寸线的上方或中断处,如图 1-8 所示。线性尺寸数字的注写方向为:水平方向的尺寸数字字头向上,垂直方向的尺寸数字字头向左,倾斜方向的尺寸数字字头偏向斜上方。如图 1-8(a)所示,尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按如图 1-8(b)所示的形式标注。尺寸数字不允许被任何图线所通过,否则,应将图线断开或引出标注。

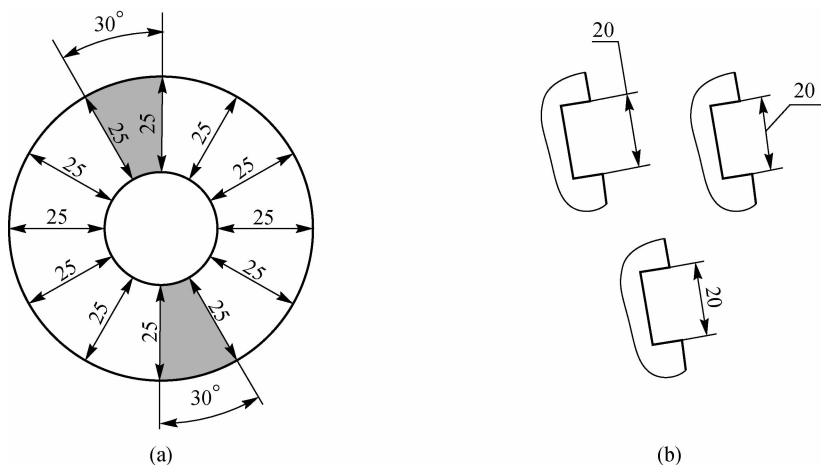


图 1-8 线性尺寸数字的注法

3) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,不能画在其他图线的延长线上或与其他图线重合。线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行;尺寸线与尺寸线之间和尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交。尺寸线的终端形式有两种:箭头和斜线。箭头的形式如图 1-9(a)所示,它适用于各种类型的图样。斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-9(b)所示,它只适用于尺寸线和尺寸界线相互垂直的场合。

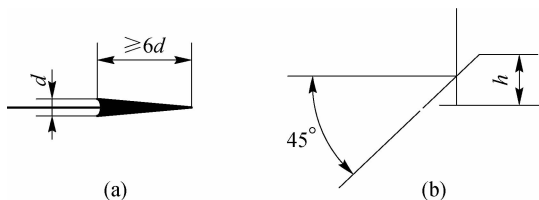


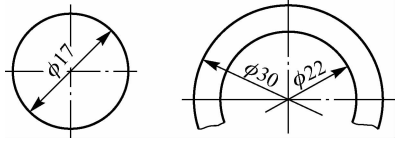
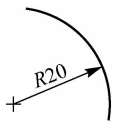
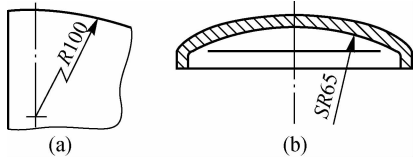
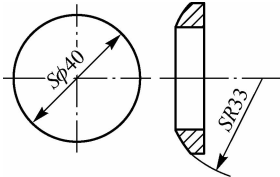
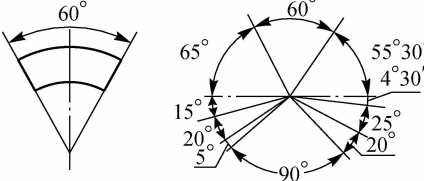
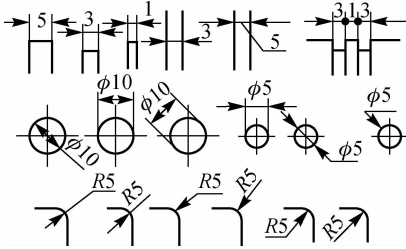
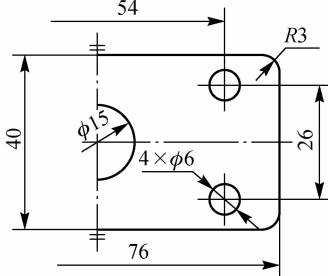
图 1-9 尺寸线的终端形式

(a)箭头 (b)斜线

3. 常用尺寸注法

常用尺寸注法如表 1-4 所示。

表 1-4 常用尺寸注法

项 目	说 明	图 例
圆	标注整圆时,以圆周为尺寸界线,尺寸线通过圆心,并在尺寸数字前加直径符号“ ϕ ” 标注大于半圆的圆弧直径时,圆弧直径尺寸线应画至略超过圆心,只在尺寸线一端画出箭头指向圆	
圆弧	标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时,尺寸线应从圆心出发指向圆弧,只画一个箭头,并在尺寸数字前加注半径符号“R”	
	当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出圆心准确位置时,可按图(a)的折线形式标注。当不需要标出圆心位置时,则尺寸线只画靠近箭头的一段,如图(b)所示	
球面	标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“S ϕ ”或“SR”	
角度	尺寸界线应沿径向方向引出,尺寸线画成圆弧,其圆心为该角的顶点,半径取适当大小;角度数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线中断处或尺寸线的上方或外边,也可引出标注	
小尺寸	在没有足够位置画箭头或标注数字时,可将箭头标注在外面,也可将箭头和数字都布置在外面;几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用斜线或圆点代替	
对称机件	当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,并在尺寸线一端画出箭头	

二、投影原理与三视图

采用一定的投影方法,按照一定的投影原理和规定的放置位置所组成的视图,才能表达机件的轮廓要素。

(一) 投影法的基本知识

1. 投影的概念

物体在阳光或灯光照射下,地面或墙面上会出现物体的影子,这就是投影现象。如图 1-10 所示,设有三角板 ABC (以下简称 $\triangle ABC$),光源 S 和平面 H 。自光源 S 通过三角板三个顶点的光线 SA 、 SB 、 SC 分别与平面 H 相交于 a 、 b 、 c 三点。这时 $\triangle abc$ 称为 $\triangle ABC$ 在 H 面上的投影。光源 S 称为投影中心, Sa 、 Sb 、 Sc 称为投影线, H 面称为投影面。以上在投影面上作出物体投影的方法称为投影法。

2. 投影法的分类

1) 中心投影法

所有投影线都相交于投影中心的投影方法称为中心投影法,如图 1-10 所示。根据中心投影法得到的投影称为中心投影。

中心投影法得到的投影大小随着物体、投影中心及与投影面的距离远近而变化,不能反映物体的真实形状和大小。工程上常用这种方法绘制建筑物的透视图。虽然它具有较强的立体感,但作图复杂,度量性较差,因此机械制图较少使用。

2) 平行投影法

设将如图 1-10 所示的投影中心 S 移至无穷远处,则所有投影线可以看作是互相平行的。由互相平行的投影线在投影面上作出物体投影的方法称为平行投影法。根据投影线是否垂直于投影面,平行投影法又可分为斜投影法和正投影法。

(1) 斜投影法。斜投影法为投影线倾斜于投影面的平行投影法,如图 1-11(a)所示。

(2) 正投影法。正投影法为投影线垂直于投影面的平行投影法,如图 1-11(b)所示。

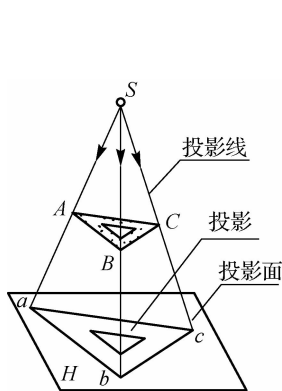


图 1-10 中心投影法

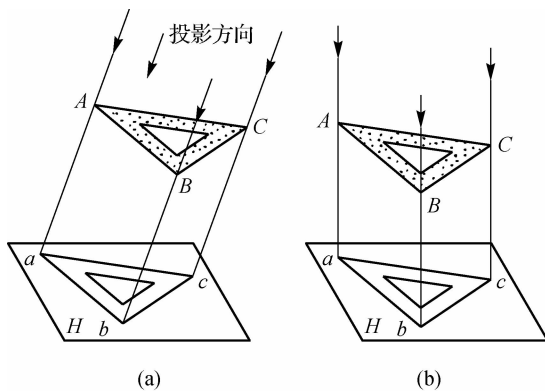


图 1-11 平行投影法

(a) 斜投影法 (b) 正投影法

由于正投影法能准确反映物体的真实形状和大小,度量性好,作图简便,因此,机械图样

一般均采用正投影法绘制,其所得投影称为正投影。若不特别说明,投影均指正投影。

(二)三视图的形成

在正投影中只用一个视图是不能确定物体的形状和大小的,如图 1-12(a)所示的三个形状不同的物体,它们在单一投影面上的投影完全相同。如图 1-12(b)所示的两个形状不同的物体,它们在两个投影面上的投影也完全相同。因此,为了能够确切表示物体的总体形状,还需要在其他方向再进行投影。

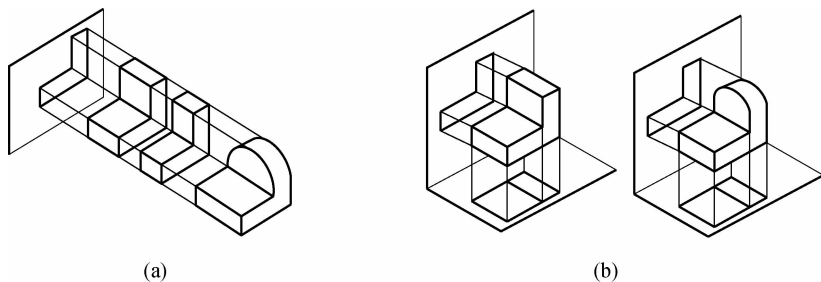


图 1-12 单一投影面与两投影面上物体的投影
(a)单一投影面的投影 (b)两投影面的投影

1. 三面投影体系的建立

为了表达物体的形状,通常会采用互相垂直的三个投影面建立三投影面体系,如图 1-13 所示。

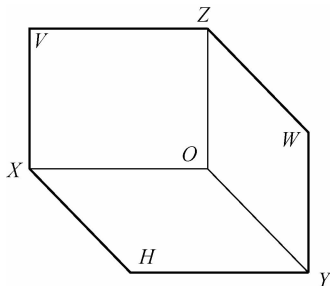


图 1-13 三投影面体系的建立

正立位置的投影面称为正投影面,用 V 表示。

水平位置的投影面称为水平投影面,用 H 表示。

侧立位置的投影面称为侧投影面,用 W 表示。

两投影面的交线称为投影轴。正投影面(V)与水平投影面(H)的交线称为 OX 轴;水平投影面(H)与侧投影面(W)的交线称为 OY 轴;正投影面(V)与侧投影面(W)的交线称为 OZ 轴。 OX 、 OY 、 OZ 三轴的交点称为原点,用字母 O 表示。

2. 投影的形成

将物体置于三投影面体系中,按如图 1-14(a)所示箭头方向,用正投影的方法将物体分别向 V 、 H 、 W 面进行投射,即得到物体的三个投影。

3. 投影面的展开

将物体从三面体系中移开,规定 V 面保持不动, H 面向下向后绕 OX 轴旋转 90° , W 面

向右向后绕 OZ 轴旋转 90° , 使 V 、 H 、 W 三个投影面展开在同一平面内, 如图 1-14(b) 所示视图就是将物体向投影面投射所得的图形。

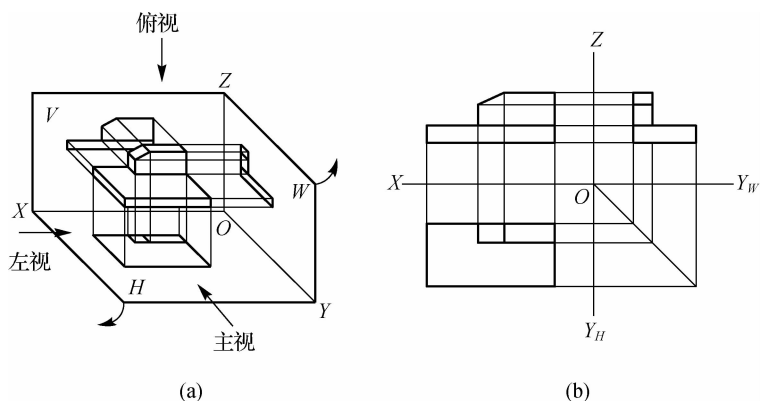


图 1-14 投影面的展开与三视图的形成

(a) 投影面的展开 (b) 三视图

主视图为物体的正面投影。

俯视图为物体的水平投影。

左视图为物体的侧面投影。

以主视图为准, 俯视图配置在它的正下方, 左视图配置在它的正右方。

4. 三视图的投影规律

主视图与俯视图长度相等且对正; 主视图与左视图高度相等且平齐; 俯视图与左视图宽度相等。以上简称“长对正、高平齐、宽相等”。

不仅整个物体的三视图符合上述投影规律, 而且物体上的每一组成部分的三个投影也符合上述投影规律。

5. 三视图的方位关系

物体各结构之间, 都具有六个方向的相互位置关系, 如图 1-15 所示的视图反映的方位关系如下:

(1) 主视图反映上、下、左、右。

(2) 俯视图反映前、后、左、右。

(3) 左视图反映上、下、前、后。

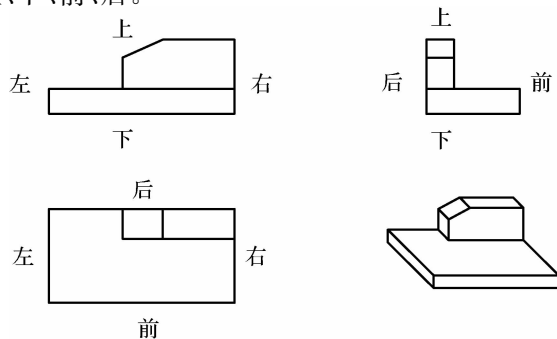


图 1-15 三视图的方位关系

三、点、线、面的投影

点、线、面是最基本的几何要素,一切几何形体都是点的集合。机件的轮廓要素都是由点、线、面构成的。因此,掌握点、线、面的投影是机械识图的关键。

(一) 点的投影

1. 形体上点的投影分析

如图 1-16 所示,设形体上有一点 A , A 点的三个投影就是由 A 向三个投影面所作的垂线的垂足。

(1) A 点在正面 V 上的投影称为正面投影,用 a' 表示。

(2) A 点在水平面 H 上的投影称为水平投影,用 a 表示。

(3) A 点在侧面 W 上的投影称为侧面投影,用 a'' 表示。

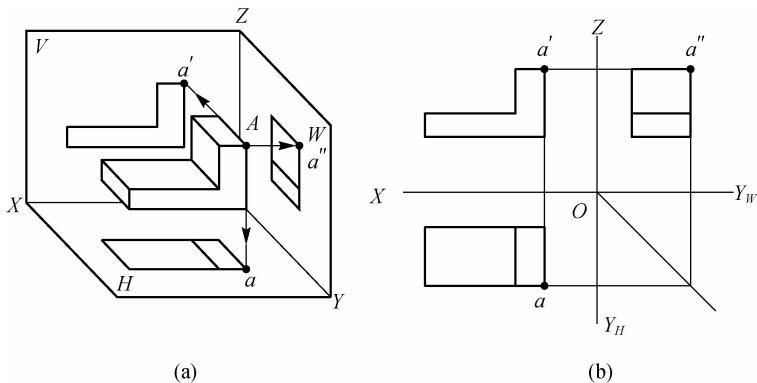


图 1-16 形体上点的投影分析

由上述可以看出, A 点三个投影之间的投影关系与三视图之间的三等关系是一致的。

(1) 点的水平投影 a 和正面投影 a' 的连线垂直于 OX 轴, 即 $aa' \perp OX$ 。

(2) 点的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 的连线垂直于 OZ 轴, 即 $a'a'' \perp OZ$ 。

(3) 点的水平投影 a 到 OX 轴的距离等于其侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离。因此, 过 a 的水平线与过 a'' 的垂直线必相交于过原点 O 的 45° 斜线上。

2. 点的投影坐标

如图 1-17 所示, 空间 A 点到投影面的距离与坐标的关系如下。

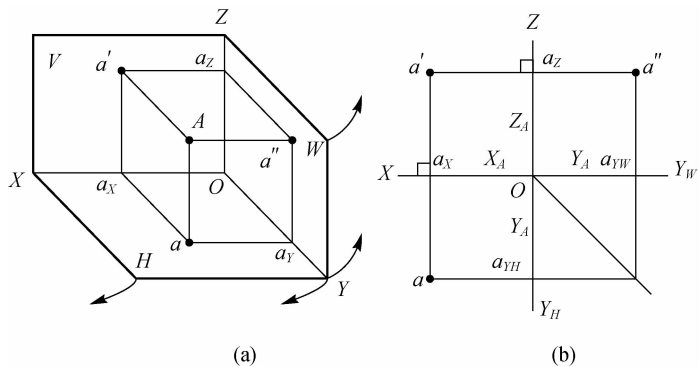


图 1-17 点的三面投影

(1) A 点到 V 面的距离 $= a''a_z = aa_x = A$ 点的 Y 坐标。

(2) A 点到 H 面的距离 $= a'a_x = a_{yW}a'' = A$ 点的 Z 坐标。

(3) A 点到 W 面的距离 $= a'a_z = aa_{yH} = A$ 点的 X 坐标。

根据空间一点 A 的三个坐标 (x, y, z) 及投影规律便可作出该点的投影图。反之, 如果已经知道空间 A 点的两个或三个投影, 即可求该点的三个坐标。

3. 两点的相对位置

空间两点的相对位置是根据点的 x, y, z 坐标值的大小来确定。 x 坐标值大的点在左边, y 坐标值大的点在前边, z 坐标值大的点在上边, 如图 1-18 所示。

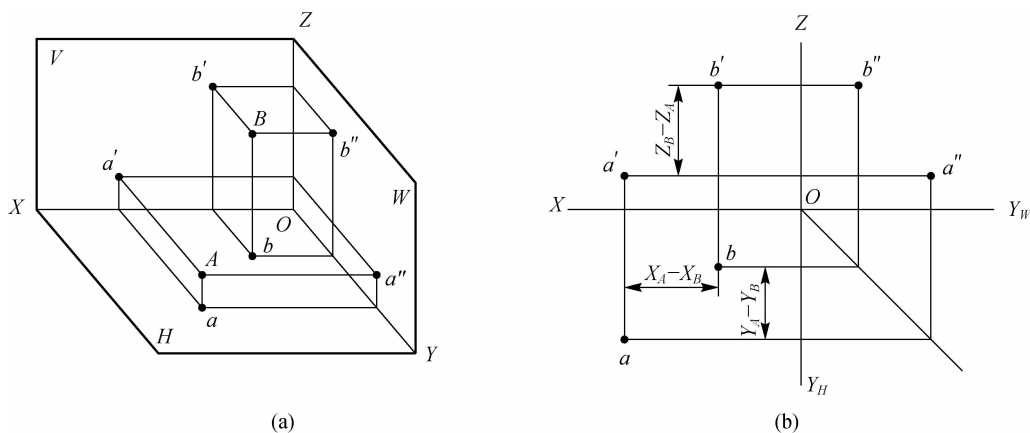


图 1-18 点在空间的相对位置

(二) 直线的投影

1. 直线的三面投影

在一般情况下, 直线的投影仍然是一条直线, 如图 1-19(a) 中直线 CD 的投影为直线 cd 。在特殊情况下 (当直线垂直于投影面时), 积聚成一点, 如图 1-19(a) 中的直线 AB 垂直于 H 面, 它的水平投影积聚为一点。当从上向下看时, B 点被 A 点遮住, 是不可见的, 不可见点的投影用字母外加一个括号来表示。直线的空间位置由直线上任意两点决定, 因此, 直线的投影实际上是直线上两点同面投影的连线。若已知直线上两个端点 C 和 D 的三面投影, 如图 1-19(b) 所示, 将它们的同面投影连接起来, 即得直线 CD 的三面投影图, 如图 1-19(c) 所示。

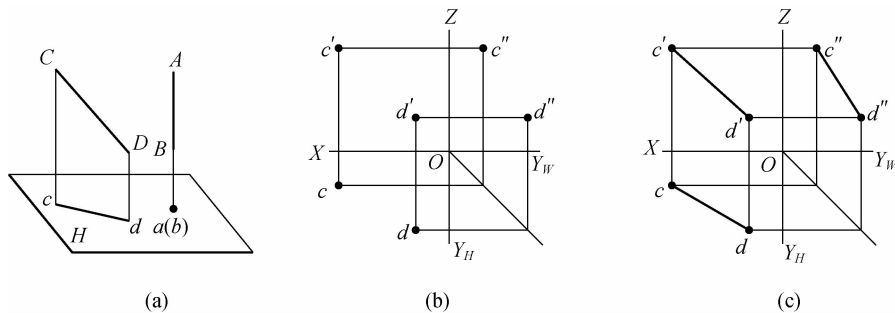


图 1-19 两点的相对位置

2. 直线的投影特性

根据直线对投影面的相对位置,直线可分为投影面平行线、投影面垂直线和一般位置直线 3 种。

1) 投影面平行线

平行于一个投影面,同时倾斜于另外两个投影面的直线,称为投影面平行线。平行于 V 面的直线称为正平线,平行于 H 面的直线称为水平线,平行于 W 面的直线称为侧平线。

从表 1-5 可概括出投影面平行线的投影特性为:

- (1)在直线平行的投影面上,其投影反映实长并倾斜于投影轴。
- (2)其他两面投影分别平行于相应的投影轴,且小于实长。

表 1-5 投影面平行线的投影及投影特性

名 称	水平线($\parallel H$ 面)	正平线($\parallel V$ 面)	侧平线($\parallel W$ 面)
立 体 图			
投 影 图			
投影特性	(1) ab 反映实长 (2) $a'b' \parallel OX, a''b'' \parallel OY_W$, 长度缩短	(1) $c'd'$ 反映实长 (2) $cd \parallel OX, c''d'' \parallel OZ$, 长度缩短	(1) $e'f''$ 反映实长 (2) $ef \parallel OY_H, e'f' \parallel OZ$, 长度缩短

2) 投影面垂直线

垂直于一个投影面,同时平行于另外两个投影面的直线称为投影面垂直线。垂直于 H 面的直线称为铅垂线,垂直于 V 面的直线称为正垂线,垂直于 W 面的直线称为侧垂线。

从表 1-6 可概括出投影面垂直线的投影特性为:

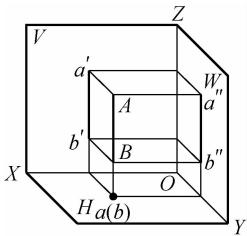
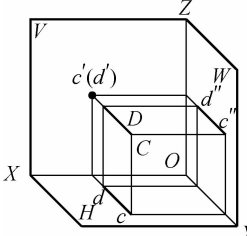
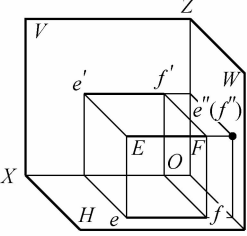
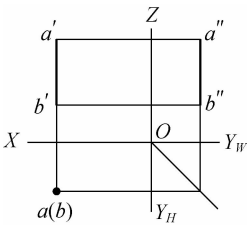
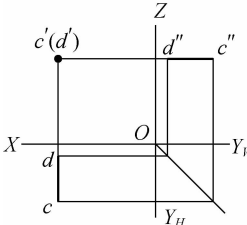
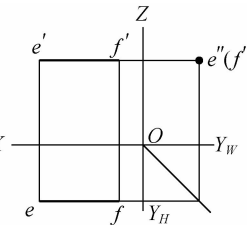
- (1)在直线垂直的投影面上,其投影有积聚性。
- (2)其他两面投影分别垂直于相应的投影轴且反映实长。

3) 一般位置直线

与三个投影面都倾斜的直线,称为一般位置直线。如图 1-19(c)所示为一般位置直线,其投影特性如下:

- (1)在三个投影面上的投影都倾斜于投影轴。
- (2)在三个投影面上的投影的长度都小于实长。

表 1-6 投影面垂直线的投影及投影特性

名 称	铅垂线($\perp H$ 面, $\parallel V$ 面, $\parallel W$ 面)	正垂线($\perp V$ 面, $\parallel H$ 面, $\parallel W$ 面)	侧垂线($\perp W$ 面, $\parallel V$ 面, $\parallel H$ 面)
立 体 图			
投 影 图			
投影特性	(1) $a(b)$ 积聚为一点 (2) $a'b' \perp OX$, $a''b'' \perp OY_W$, $a'b'$ 和 $a''b''$ 都反映实长	(1) $c'(d')$ 积聚为一点 (2) $cd \perp OX$, $c''d'' \perp OZ$, cd 和 $c''d''$ 都反映实长	(1) $e''(f'')$ 积聚为一点 (2) $ef \perp OY_H$, $e'f' \perp OZ$, $e'f'$ 和 ef 都反映实长

任务实施

【例 1-1】 如图 1-20(a)所示,已知点 E 的三面投影,试过点 E 作一长度为 10 mm 的正垂线 EF ,且点 F 在点 E 的正前方。

解 (1)作 EF 的正投影 $e'(f')$ 。

(2)作 $ef \perp OX$,在 e 前方量取 $ef = 10$ mm。

(3)由 $e'(f')$ 和 ef 作出 $e''f''$,如图 1-20(b)所示。

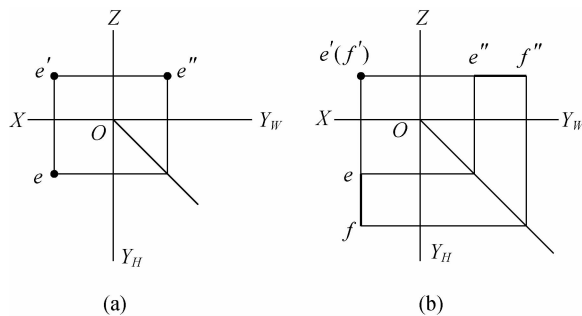


图 1-20 求作直线的投影

(三) 平面的投影

1. 平面的三面投影

平面图形的投影一般仍然是一类类似的平面图形。如图 1-21(a)所示, $\triangle ABC$ 的水平投影 abc 、正面投影 $a'b'c'$ 、侧面投影 $a''b''c''$ 均为三角形。若求作 $\triangle ABC$ 的投影, 可先作出其三个顶点的投影, 然后将各顶点的同面投影依次连接起来, 即得到该平面的投影, 如图 1-21(b) 所示。

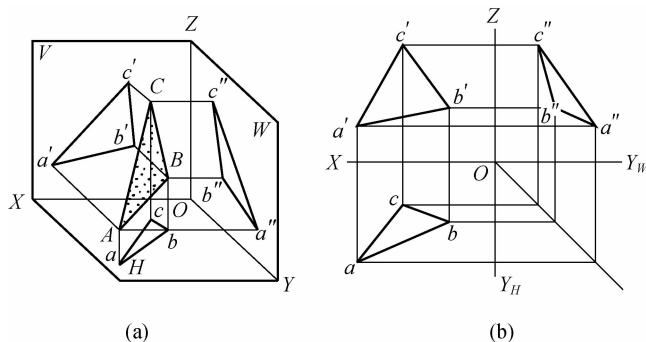


图 1-21 平面的三面投影

2. 各种位置平面的投影特性

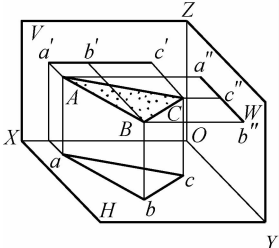
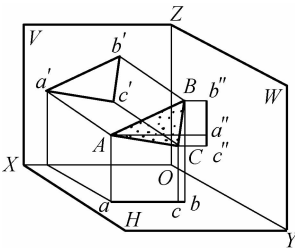
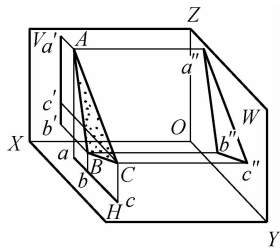
根据平面对投影面的相对位置, 可分为投影面平行面、投影面垂直面和一般位置平面。

1) 投影面平行面

平行于一个投影面, 同时垂直于另外两个投影面的平面称为投影面平行面。平行于 V 面的平面称为正平面, 平行于 H 面的平面称为水平面, 平行于 W 面的平面称为侧平面。投影面平行面的投影及投影特性见表 1-7, 从表中可概括出投影面平行面的投影特性。

- (1) 在平面平行的投影面上, 其投影反映实形。
- (2) 其他两面投影分别积聚为直线, 并平行于相应的投影轴。

表 1-7 投影面平行面的投影及投影特性

名 称	水平面($\parallel H$ 面, $\perp V$ 面, $\perp W$ 面)	正平面($\parallel V$ 面, $\perp H$ 面, $\perp W$ 面)	侧平面($\parallel W$ 面, $\perp V$ 面, $\perp H$ 面)
立 体 图			

续表

名 称	水平面($\parallel H$ 面, $\perp V$ 面, $\perp W$ 面)	正平面($\parallel V$ 面, $\perp H$ 面, $\perp W$ 面)	侧平面($\parallel W$ 面, $\perp V$ 面, $\perp H$ 面)
投影图			
投影特性	(1) H 面投影反映实形 (2) V 面投影积聚为直线, 且平行于 OX 轴 (3) W 面投影积聚为直线, 且平行于 OY_W 轴	(1) V 面投影反映实形 (2) H 面投影积聚为直线, 且平行于 OX 轴 (3) W 面投影积聚为直线, 且平行于 OZ 轴	(1) W 面投影反映实形 (2) H 面投影积聚为直线, 且平行于 OY_H 轴 (3) V 面投影积聚为直线, 且平行于 OZ 轴

2) 投影面垂直面

垂直于一个投影面, 同时倾斜于另外两个投影面的平面称为投影面垂直面。垂直于 V 面的平面称为正垂面, 垂直于 H 面的平面称为铅垂面, 垂直于 W 面的平面称为侧垂面。投影面垂直面的投影及投影特性见表 1-8, 从表中可概括出投影面垂直面的投影特性。

- (1) 在平面所垂直的投影面上, 其投影积聚为一倾斜直线。
- (2) 其他两面投影均为缩小的类似形。

表 1-8 投影面垂直面的投影及投影特性

名 称	铅垂面($\perp H$ 面)	正垂面($\perp V$ 面)	侧平面($\perp W$ 面)
立体图			
投影图			

续表

名 称	铅垂面($\perp H$ 面)	正垂面($\perp V$ 面)	侧平面($\perp W$ 面)
投影特性	(1) H 面积聚为一斜线 (2) V 、 W 面投影为缩小类似形	(1) V 面积聚为一斜线 (2) H 、 W 面投影为缩小类似形	(1) W 面积聚为一斜线 (2) V 、 H 面投影为缩小类似形

3) 一般位置平面

与三个投影面都倾斜的平面,称为一般位置平面。如图 1-21(b)所示为一般位置平面,其投影特性为:一般位置平面在 3 个投影面上的投影均为小于原平面的类似形。

任务实施

【例 1-2】 如图 1-22(a)所示,已知平面图形的正面投影和水平投影,求其侧面投影。

解 该平面图形为一垂直于水平面的六边形,只要求出 6 个顶点的侧面投影,并依次连接,即可求得该六边形的侧面投影。作图步骤如图 1-22(b)所示。

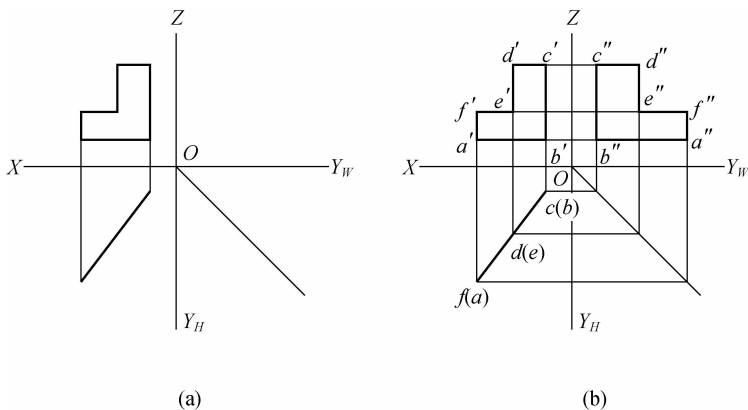


图 1-22 作平面图形的第三投影

(1)将六边形正面投影中的 6 个顶点依次标上字母 a' 、 b' 、 c' 、 d' 、 e' 、 f' ,即为 6 个顶点的正面投影。

(2)根据投影面垂直面的投影特性可知,六边形的水平投影具有积聚性,由此可直接得出 6 个顶点的水平投影 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 。

(3)由各点的正面投影和水平投影,求得其侧面投影 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 、 e'' 、 f'' 。

(4)依次连接 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 、 e'' 、 f'' ,即得六边形的侧面投影。

四、基本体的三视图

(一) 平面立体投影

表面都是由平面围成的立体称为平面立体。最常见的平面立体有棱柱和棱锥。

1. 棱柱

如图 1-23(a)所示为正六棱柱,它的上下底面为正六边形,6 个侧面为相等的矩形,6 条侧棱互相平行且与底面垂直,六棱柱是一个前后、左右对称的平面立体。为了作图方便,将正六棱柱放成上下底面与 H 面平行,前后两个侧面与 V 面平行,如图 1-23(b)所示。这时,左、右 4 个侧面与 H 面垂直,6 条侧棱互相平行并垂直于 H 面。

正六棱柱的三视图如图 1-23(c)所示,其视图特性如下:

(1)正六棱柱的俯视图是正六边形,它是上下底面的重合投影,并反映底面实形。六边形的 6 条边是棱柱 6 个侧面的积聚投影。6 条棱线的水平投影则积聚在六边形的 6 个顶点上。

(2)正六棱柱的主视图是三个相连的矩形线框。中间一个较大的矩形线框 $b'b_1'c_1'c'$ 是正六棱柱前后两个侧面投影的重合,并反映实形;左右两个较小的矩形线框是正六棱柱其余 4 个侧面投影的重合,为小于实形的类似形。正六棱柱的上、下底面为水平面,故其正面投影积聚成两段水平方向的直线(平行 OX 轴)。

(3)正六棱柱的左视图是两个相连且大小相等的矩形线框,是左右四个侧面投影的重合,为小于实形的类似形。由于棱柱体前后两个侧面为正平面,所以其侧面投影积聚成两段铅垂线。正六棱柱上、下底面的侧面投影积聚成两段水平方向的直线(平行 OY 轴)。

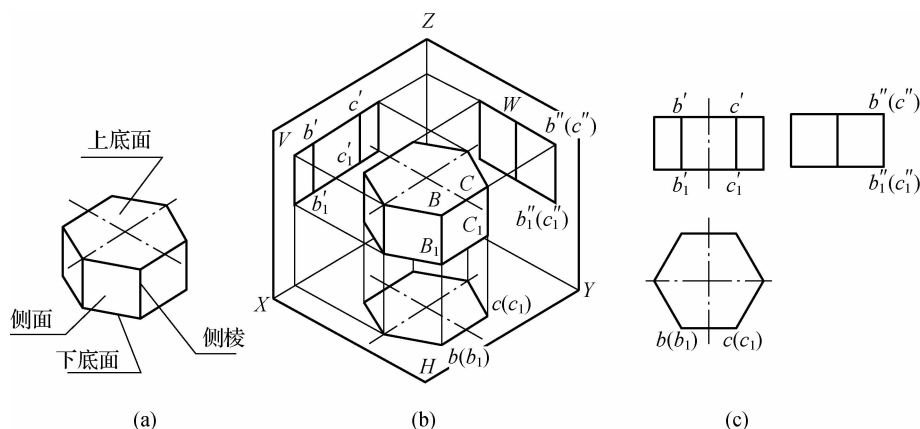


图 1-23 正六棱柱的三视图形成

2. 棱锥

如图 1-24(a)所示为正三棱锥。它的底面为正三角形,三个侧面为等腰三角形,三条侧棱相交于锥顶 S 。将正三棱锥放置在轴线垂直于 H 面的位置,底面与 H 面平行,侧面 SAC 与 W 面垂直,这时,其他两个侧面 SAB 和 SBC 均与三个投影面倾斜,如图 1-24(b)所示。正三棱锥的三视图如图 1-24(c)所示,其视图特性如下:

(1)正三棱锥的俯视图中, $\triangle abc$ 的投影反映实形。正三棱锥锥顶 S 的水平投影 s 位于底面三角形的中心上, sa 、 sb 、 sc 为 3 条侧棱的水平投影,它们把 $\triangle abc$ 分成三个等腰三角形,是三棱锥体三个侧面的投影,都不反映实形。

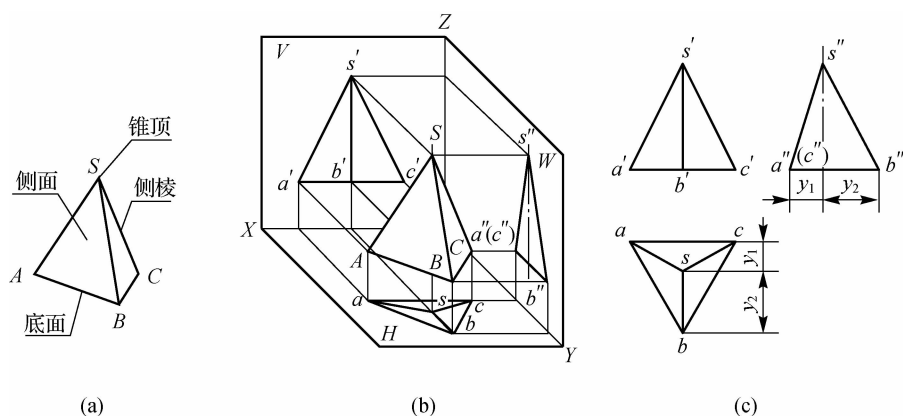


图 1-24 正三棱锥的三视图形成

(2) 正三棱锥的主视图中,底面的正面投影积聚成一条水平方向的直线 $a'b'c'$, 由于棱锥的三个侧面都倾斜于 V 面, 所以, 其正面投影 $\triangle s'a'b'$ 、 $\triangle s'b'c'$ 和 $\triangle s'a'c'$ 都不反映实形。

(3) 正三棱锥的左视图中,底面的侧面投影也积聚成一条水平方向的直线 $a''(c'')b''$ 。侧面 SAC 为侧垂面, 其侧面投影积聚成一条直线 $s''a''(c'')$ 。左、右两个侧面 SAB 和 SBC 倾斜于 W 面, 其侧面投影重合且不反映实形。侧棱 SB 为侧平线, 其侧面投影 $s''b''$ 反映实长。应该注意, 正三棱锥的左视图不是一个等腰三角形, 宽度 y_1 和 y_2 应与俯视图中相应的宽度相等。

(二) 曲面立体投影

工程上常见的曲面立体是回转体。

一条母线(直线或曲线)绕一轴线回转而形成的表面称为回转面。由回转面或回转面与平面围成的立体, 称为回转体。常见的回转体有圆柱、圆锥和圆球等。

1. 圆柱

如图 1-25(a)所示为一圆柱, 圆柱表面由圆柱面和上、下两个圆组成。其中, 圆柱面由一直线(母线)绕与之平行的轴线回转而成。顶面、底面平行, 圆柱轴线为铅垂线。如图 1-25(b)所示为圆柱的三视图。

圆柱的俯视图为一个圆, 反映了顶面和底面的实形。

圆柱的主视图为矩形线框。线框的上、下两条直线是圆柱体顶面和底面的积聚投影。线框的左、右两轮廓线 $a'a_1'$ 和 $c'c_1'$ 是圆柱面上最左最右素线 AA_1 和 CC_1 的投影。它们把圆柱面分为前后两半, 前半部分看得见, 后半部分看不见, 因而这两条素线是主视图中可见与不可见的分界线。

圆柱的左视图也是一个矩形线框。其上、下两条直线仍是圆柱体的顶面和底面的积聚投影。左、右两轮廓线 $d'd_1''$ 和 $b''b_1''$ 则是圆柱面上最后最前两条素线 DD_1 和 BB_1 的投影, 也是左视图中可见与不可见的分界线。

画圆柱的三视图时, 一般先画投影具有积聚性的圆, 再根据投影规律和圆柱的高度完成其他两视图。

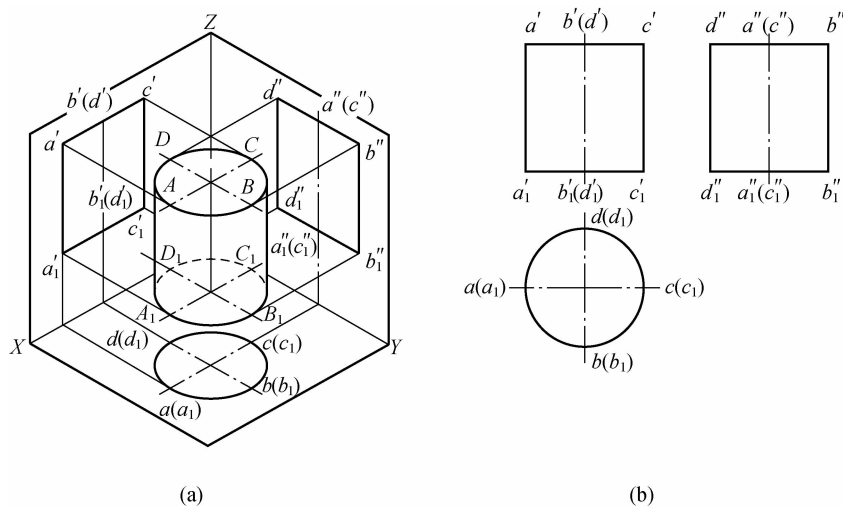


图 1-25 圆柱的三视图形成

2. 圆锥

如图 1-26(a)所示为一圆锥,其轴线为铅垂线,如图 1-26(b)所示为圆锥的三视图。圆锥的俯视图是一个圆,反映底圆的实形,同时也表示圆锥面的水平投影。圆锥的主视图是一个等腰三角形,底边是圆锥底面的积聚投影,两腰是圆锥面最左最右两条素线的投影,它们是圆锥面的正面投影可见与不可见的分界线。圆锥的左视图也是一个等腰三角形。

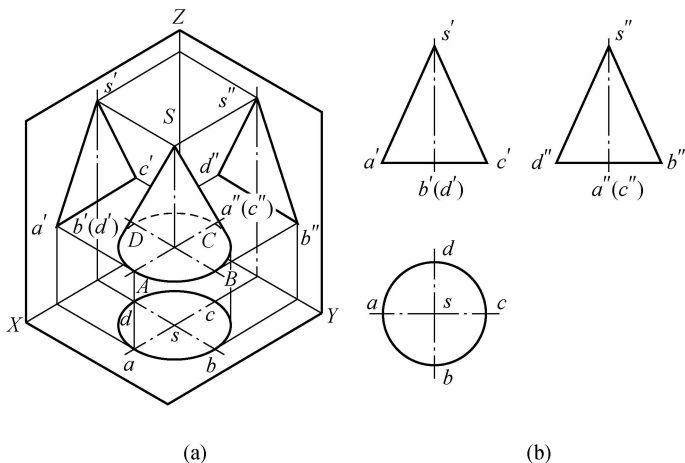


图 1-26 圆锥的三视图形成

3. 圆球

如图 1-27(a)所示为圆球,如图 1-27(b)所示为圆球的三视图,是大小相等的三个圆,圆的直径与圆球的直径相等。圆球在各个投影面上的投影虽然都是圆形,但各个圆的意义不相同。

主视图中的圆 a' 是球面上平行于 V 面的最大圆的投影,也是前半球和后半球可见与不可见的分界圆,其水平投影和侧面投影与圆球的中心线 a 、 a'' 重合,不必画出。

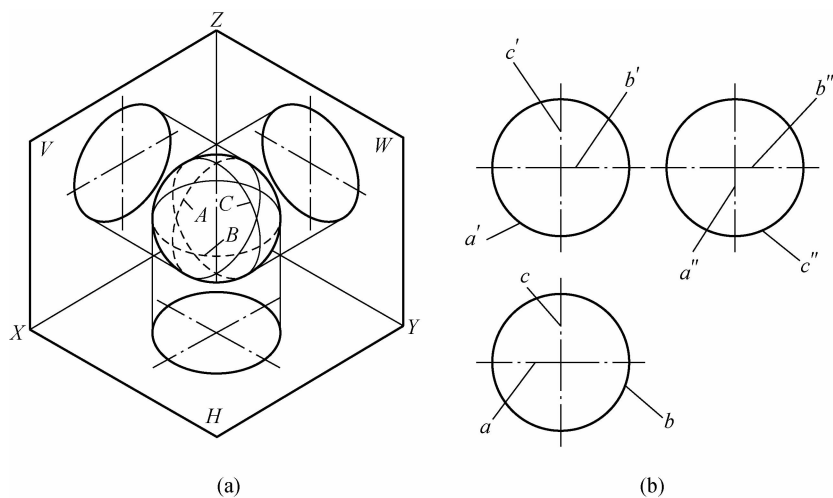


图 1-27 圆球的三视图形成

俯视图圆 b 是球面上平行于 H 面的最大圆的投影,也是上半球和下半球可见与不可见的分界圆,其正面投影和侧面投影与球的中心线 b' 、 b'' 重合,不必画出。

左视图圆 c'' 是球面上平行于 W 面的最大圆的投影,也是左半球和右半球可见与不可见的分界圆,其正面投影和水平投影与球的中心线 c' 、 c 重合,不必画出。

(三) 组合体及其尺寸标注

组合体的组合形式有叠加类和切割类,但一般以综合形式出现。

组合体中的各基本几何体表面之间有平齐与不平齐、相切和相交 3 种情况。

1. 平齐与不平齐

平齐与不平齐是指两基本几何体以平面的方式相互接触的组合体表面关系。如图 1-28 所示,两个不同支架的投影图和轴测图,它们都可以看作由下部的底板和上部的竖板组合而成。如图 1-28(a) 所示为不平齐,正面投影中间应该有线隔开。如图 1-28(b) 所示为平齐,则中间不应有线隔开。

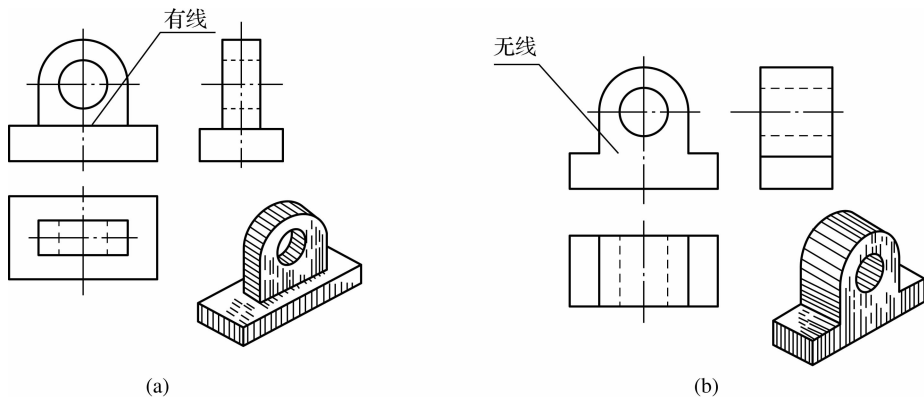


图 1-28 表面平齐与不平齐

(a) 不平齐 (b) 平齐

2. 相切

相切是指两基本几何体表面(平面与曲面、曲面与曲面)光滑过渡。当曲面与曲面、曲面与平面相切时,相切处不存在交线。如图 1-29 所示为零件左端底板上,铅垂面与空心圆柱相切,主、左视图上相切处不画交线。

3. 相交

相交是指两基本体表面彼此相交。相交处应画出交线,这种交线按相交表面不同可为直线,如图 1-30 所示;两表面相交的交线也可为曲线,如图 1-31 所示。

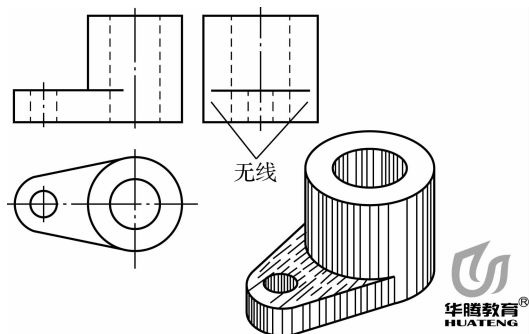


图 1-29 表面相切

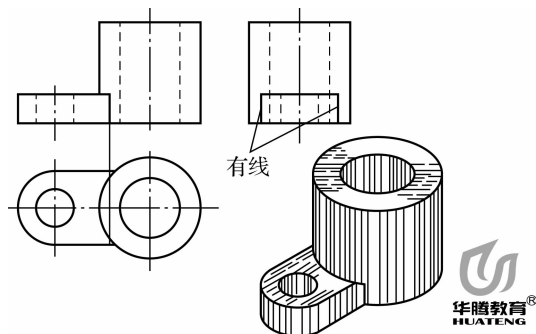
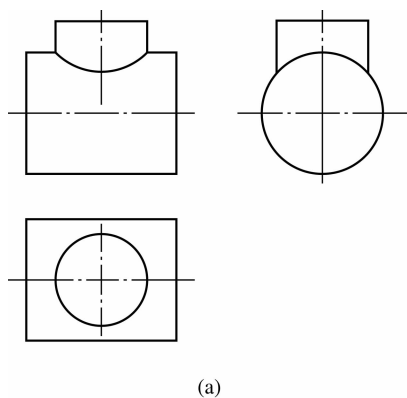
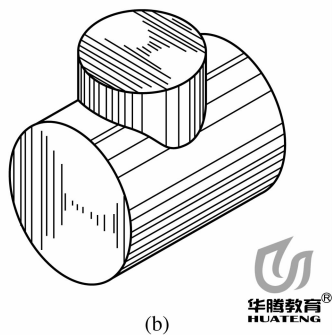


图 1-30 表面相交(交线为直线)



(a)



(b)

图 1-31 表面相交(交线为空间曲线)

任务二 标准件与常用件的表达方法



任务描述

任务内容:掌握螺纹及其联接件的基本知识及画法;

掌握齿轮种类及直齿圆柱齿轮的规定画法。

任务目标:掌握常用件的画法。



知识准备

常用件是指在机械设备和仪器仪表的装配及安装过程中广泛使用的机件。它包括结构、尺寸以及技术要求都已经标准化的常用标准件(如螺钉等)和非标准的常用机件(如齿轮等)。

为了减少设计和绘图工作量,常用机件及某些重复结构要素(如螺钉上的螺纹和齿轮上的轮齿等),绘图时可按国家标准规定的特殊表示法简化画出,并进行必要的标注。

下面将介绍螺纹和螺纹紧固件、齿轮、键、销的表示法。由于它们某些结构要素不按实际形状的投影绘制,而按国家标准规定的特殊表示法绘制,学习时必须记牢各种特殊表示法的内容与区别。

一、螺纹及其联接件的基本知识和画法

(一) 螺纹与螺纹联接

1. 螺纹的基本知识

螺纹是在圆柱或圆锥表面上,沿着螺旋线所形成的具有规定牙型的连续凸起。在圆柱或圆锥外表面上形成的螺纹称为外螺纹,如图 1-32(a)所示的螺栓。在内表面上形成的螺纹称为内螺纹,如图 1-32(b)所示螺母的螺纹孔。

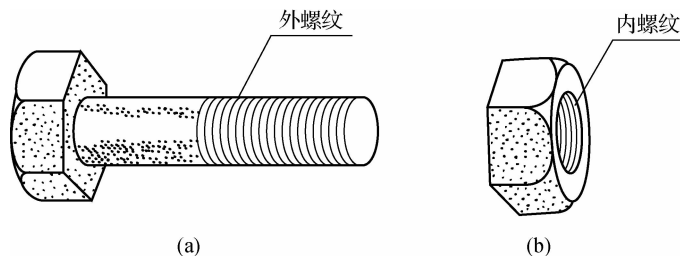


图 1-32 内螺纹与外螺纹

1) 螺纹的形成

工业上加工螺纹有许多方法,如图 1-33(a)所示为车床上车削外螺纹,如图 1-33(b)所示为车床上加工内螺纹。若加工直径较小的螺孔,可先用钻头钻孔(钻头顶角约为 120° ,所以钻孔底部应该画成 120°),再用丝锥攻丝加工内螺纹,如图 1-33(c) 所示。

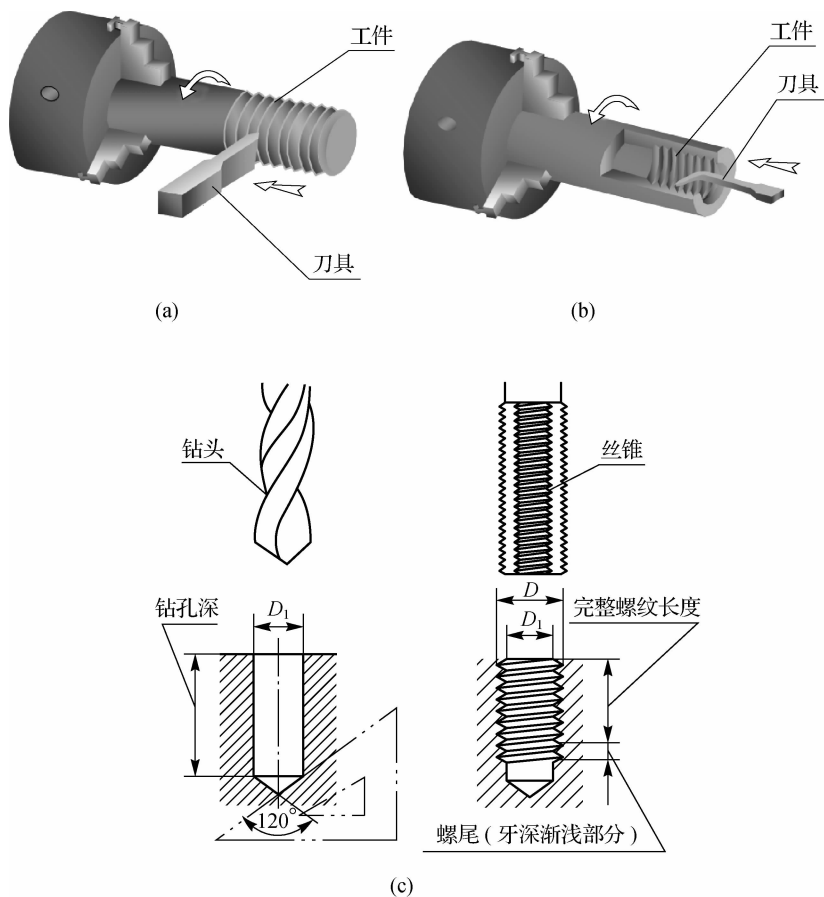


图 1-33 螺纹的形成

(a)车削外螺纹 (b)加工内螺纹 (c)先钻孔再攻丝

2) 螺纹的要素

螺纹由牙型、公称直径(大径)、螺距、线数和旋向五个要素所确定,通常称为螺纹五要素。只有这五要素都相同的外螺纹和内螺纹才能相互旋合。

(1)牙型。用通过螺纹轴线的平面剖切所得到的螺纹剖面轮廓称为牙型,如图 1-34(a)、图 1-34(b)所示。螺纹的牙型有许多种,常用的种类已标准化,并规定了符号。

(2)直径。直径有大径(d, D)、小径(d_1, D_1)和中径(d_2, D_2),大径是指与外螺纹的牙顶或内螺纹的牙底相重合的假想圆柱面的直径。小径是指与外螺纹的牙底或内螺纹的牙顶相重合的假想圆柱面的直径。中径是在大径和小径之间,其母线通过牙型上的沟槽宽度和凸起宽度相等的假想圆柱的直径。

(3)线数(n)。螺纹有单线和多线之分,沿一条螺旋线形成的螺纹称为单线螺纹;沿两条

或两条以上在轴向等距分布的螺旋线形成的螺纹称为多线螺纹,如图 1-34(c)所示为双线螺纹。普通螺纹一般为单线螺纹。

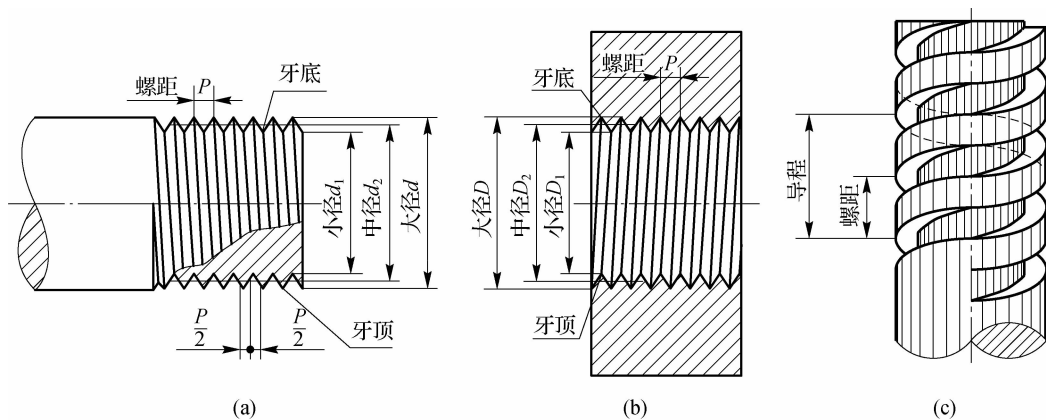


图 1-34 螺纹要素

(a)外螺纹 (b)内螺纹 (c)双线螺纹

(4)螺距和导程。相邻两牙在中径线上对应两点之间的轴向距离称为螺距(P);同一条螺旋线上相邻两牙,在中径线上对应两点之间的轴向距离称为导程(P_h)。

$$P_h = nP$$

(5)旋向。螺纹旋向分为右旋和左旋两种,螺纹的旋向可用如图 1-35 所示方法来判定。顺时针方向旋转时沿轴向旋入的螺纹是右旋螺纹,其可见螺旋线表现为左低右高的特征,逆时针方向旋转时沿轴向旋入的螺纹称为左旋螺纹,其可见螺旋线具有左高右低的特征。工程上以右旋螺纹应用为多。

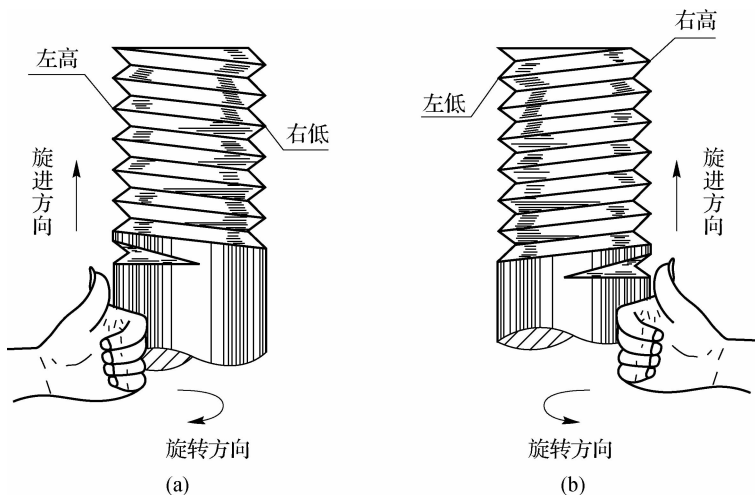


图 1-35 螺纹旋向的判断

(a)左旋 (b)右旋

2. 螺纹的规定画法

由于制造螺纹是采用专用机床和刀具,不需要画出螺纹的真实投影,而且螺纹的真实投影的画法很繁杂,所以用规定画法作图。

1) 外螺纹的规定画法

外螺纹的画法如图 1-36 所示。

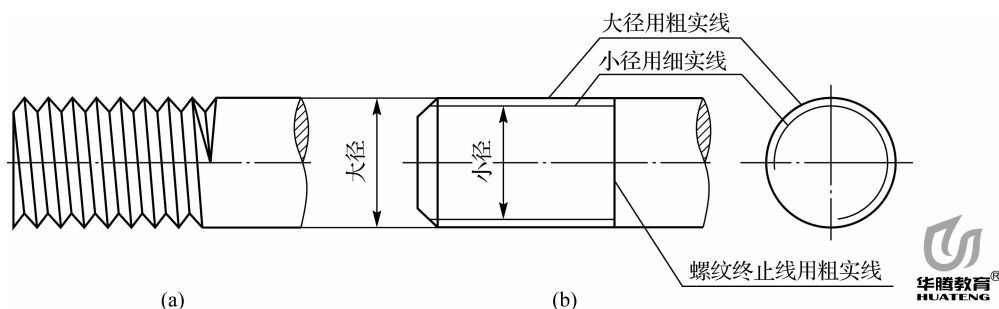


图 1-36 外螺纹的画法

(a) 立体图 (b) 规定画法

外螺纹大径用粗实线表示,螺纹小径用细实线表示,并画入倒角部分,螺纹终止线用粗实线表示。当需要表示螺纹收尾部时,螺尾部分的牙底用与轴线成 30° 的细实线绘制,一般不画螺尾。

在轴线垂直的投影图上,螺纹小径细实线圆只画约 $3/4$ 圈,螺纹上的倒角圆不画。

2) 内螺纹的规定画法

内螺纹的画法如图 1-37 所示。

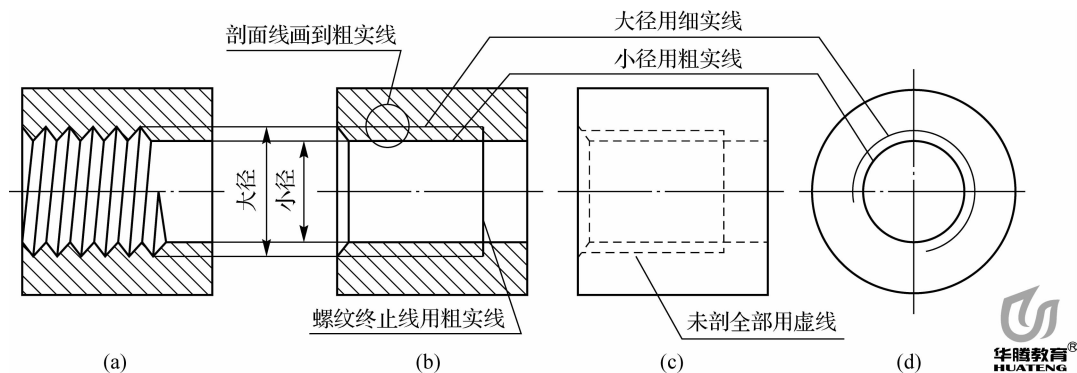


图 1-37 内螺纹的画法

(a) 剖切后的立体图 (b) 剖切主视图 (c) 未剖主视图 (d) 左视图

零件上螺纹孔未剖时,在轴线平行的视图上,螺纹大、小径均用虚线表示,如图 1-37(c) 所示。

在螺纹的剖视、剖面图上内螺纹大径用细实线表示,螺纹小径用粗实线表示,螺纹终止线用粗实线表示。

在轴线垂直的投影图上,螺纹大径细实线圆只画约 $3/4$ 圈,螺纹上的倒角圆不画。

在螺纹的剖视、剖面图上,螺纹的大、小径之间应按实体处理,画上剖面符号。无论是外

螺纹或内螺纹,在剖视或剖面图中的剖面线都应画到粗实线。

3) 螺纹联接的规定画法

只有螺纹的要素都相同的内、外螺纹才可联接(旋合)在一起。螺纹联接在画成剖视图时,当剖切面通过轴线时,实心螺杆按不剖绘制,螺纹联接的部分按外螺纹的规定画法绘制,其余部分的螺纹按各自的规定画法绘制,如图 1-38 所示。

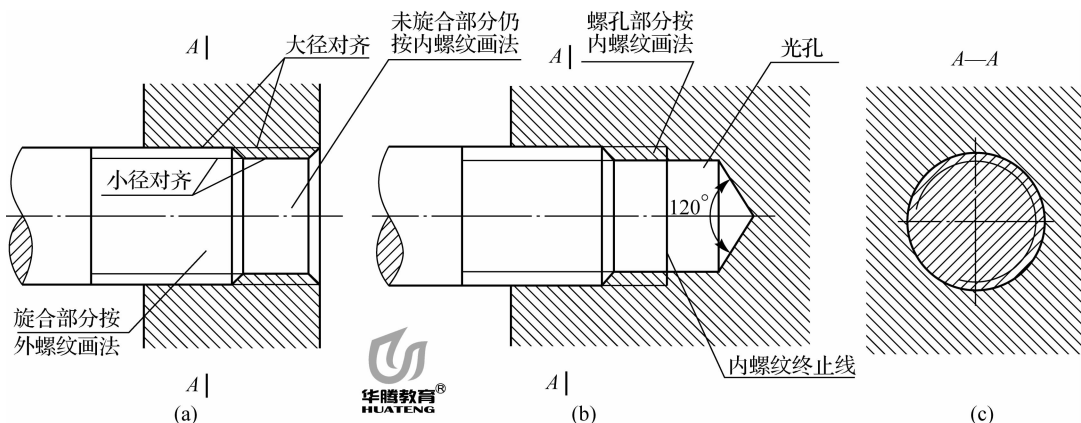


图 1-38 螺纹联接的规定画法

(a) 通孔 (b) 不通孔 (c) 剖面图

螺纹不通孔一般应将钻孔深度画得比螺孔深度深,如钻孔底部的锥面是钻头形成的,应将锥顶角画成 120° 。

3. 螺纹的标注

由于螺纹规定画法不能表示螺纹种类和螺纹要素,因此绘制螺纹图样时,对于标准螺纹必须按照国家标准所规定的格式和相应代号进行标注。

1) 普通螺纹标记

完整的螺纹标记由螺纹特征代号、尺寸代号、公差带代号及其他有必要做进一步说明的个别信息组成。

螺纹特征代号用字母“M”表示。

单线螺纹的尺寸代号为“公称直径 $\times$ 螺距”,公称直径和螺距数值的单位为 mm。对粗牙螺纹,可以省略其螺距项。

多线螺纹的尺寸代号为“公称直径 $\times$ 导程 P_h (P 螺距)”,公称直径、导程和螺距数值的单位为 mm。如果要进一步表明螺纹的线数,可在后面增加括号说明(使用英语进行说明。例如,双线为 two starts;三线为 three starts;四线为 four starts)。

公差带代号包含中径公差带代号和顶径(与螺纹牙顶相切的假想圆柱或圆锥的直径, d 、 D_1)公差带代号。中径公差带代号在前,顶径公差带代号在后。各直径的公差带代号由表示公差等级的数值和表示公差带位置的字母(内螺纹用大写字母,外螺纹用小写字母)组成。如果中径公差带代号与顶径公差带代号相同,则应只标注一个公差带代号。螺纹尺寸代号与公差带间用“—”号分开。

标记内有必要说明的其他信息包括螺纹的旋合长度和旋向。

对短旋合长度组和长旋合长度组的螺纹,宜在公差带代号后分别标注“S”和“L”代号。旋合长度代号与公差带间用“—”分开。中等旋合长度组螺纹不标注旋合长度代号(N)。

对左旋螺纹,应在旋合长度代号之后标注“LH”代号。旋合长度代号与旋向代号间用“—”分开。右旋螺纹不标注旋向代号。

任务实施

【例 1-3】 某粗牙普通螺纹,大径为 20 mm,中径公差带为 5g,顶径公差带为 6g,短旋合长度,右旋,试标记该螺纹。

解 该螺纹可标记为 M20—5g6g—S。

【例 1-4】 某细牙普通内螺纹,大径为 10 mm,螺距为 1 mm,中径公差带为 6H,顶径公差带为 6H,中等旋合长度,左旋,试标记该螺纹。

解 该螺纹可标记为 M20×1—6H—LH。

2) 管螺纹标记

由于管螺纹按其性能分成用密封管螺纹和非密封管螺纹,两种管螺纹的标记又有很大不同。

(1) 密封管螺纹。密封管螺纹的标记形式为:

螺纹特征代号 尺寸代号 旋向代号

密封管螺纹又分为圆柱内螺纹相配合的圆锥外螺纹(特征代号为 R_1)、与圆锥内螺纹相配合的圆锥外螺纹(特征代号为 R_2)、圆锥内螺纹(特征代号为 Rc)、圆柱内螺纹(特征代号为 Rp)。

管螺纹的尺寸代号并不是螺纹大径,而是管螺纹所在管子的孔径,其标记需用指引线自大径引出标注。

当螺纹为左旋时,在后边加注 LH,右旋螺纹不标注旋向代号。

【例 1-5】 某右旋圆锥内螺纹,尺寸代号为 3/4,试标记该螺纹。

解 该螺纹可标记为 Rc3/4。

【例 1-6】 某左旋圆柱内螺纹,尺寸代号为 3/4,试标记该螺纹。

解 该螺纹可标记为 Rp3/4 LH。

内、外螺纹装配在一起时,内、外螺纹的标记用斜线分开,左边表示内螺纹,右边表示外螺纹。例如,圆柱内螺纹与圆锥外螺纹配合(右旋),其标记为:Rc/Rp 3/4。

(2) 非密封管螺纹。非密封管螺纹其内、外螺纹都是圆柱管螺纹,其标记由螺纹特征代号、尺寸代号、公差等级代号和旋向代号所组成,规定格式如下:

螺纹特征代号 尺寸代号 公差代号—旋向代号

螺纹特征代号用字母“G”表示。

螺纹尺寸代号由相应国家标准规定分数和整数。

螺纹公差等级代号:外螺纹分 A、B 两级进行标记,内螺纹不标记公差等级代号。

当螺纹为左旋时,应在外螺纹的公差等级代号或内螺纹的代号之后加 LH。

当表示螺纹副时,仅须标注外螺纹的标记代号。

【例 1-7】 试标记尺寸代号为 3 的 A 级右旋圆柱外螺纹。

解 该螺纹标记为 G 3 A。

【例 1-8】 试标记尺寸代号为 3 的 B 级左旋圆柱外螺纹。

解 该螺纹标记为 G 3 B—LH。

3) 梯形和锯齿形螺纹标记

完整的梯形螺纹标记应包括螺纹特征代号、尺寸代号、公差带代号和旋合长度代号。

梯形和锯齿形螺纹的标记如下：

螺纹特征代号 公称直径 $\times$ 导程 P_h (P 螺距值)—中径公差带代号—旋合长度代号—旋向

梯形螺纹的特征代号用字母“Tr”表示,锯齿形螺纹的特征代号用字母“B”表示。

公称直径与导程之间用“ $\times$ ”号分开;螺距代号“P”和螺距值用圆括号括上。对单线螺纹,其标记应省略圆括号部分。

梯形螺纹和锯齿形螺纹的公差带代号仅包含中径公差带代号。公差带代号由公差等级数字和公差带位置字母(内螺纹用大写字母,外螺纹用小写字母)组成。螺纹尺寸代号与公差带代号间用“—”号分开。

表示内、外螺纹配合时,内螺纹公差带代号在前,外螺纹公差带代号在后,中间用斜线分开。

对长旋合长度组的螺纹,应在公差带代号后标注代号 L。旋合长度代号与公差带间用“—”号分开。中等旋合长度组螺纹不标注旋合长度代号 N。

对标准左旋螺纹,其标记内应添加上左旋代号“LH”,右旋螺纹不标注其旋向代号。

需要注意的是:梯形螺纹的公称直径是指外螺纹大径。实际上内螺纹大径大于外螺纹大径,但标注内螺纹代号时要标注公称直径,即外螺纹大径。

【例 1-9】 某单线梯形外螺纹,大径为 48 mm,螺距为 8 mm,中径公差带为 7e,中等旋合长度,右旋,试标记该螺纹。

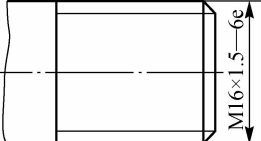
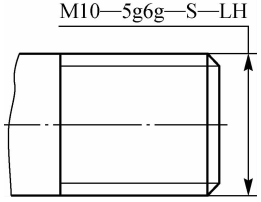
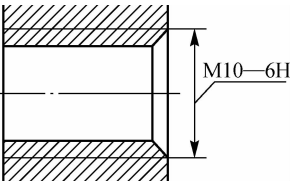
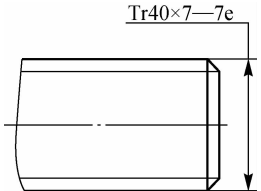
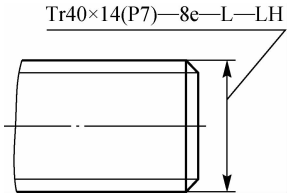
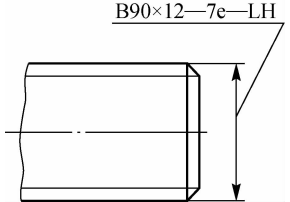
解 螺纹标记为:Tr48 $\times$ 8—7e。

【例 1-10】 某双线梯形螺纹副,大径为 48 mm,螺距为 8 mm,内螺纹公差带为 7H,外螺纹公差带为 7e,中等旋合长度,右旋,试标记该螺纹。

解 螺纹标记为:Tr48 $\times$ 16(P8)—7H/7e。

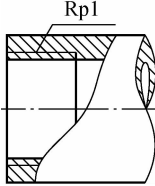
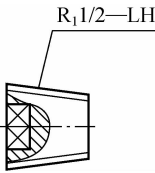
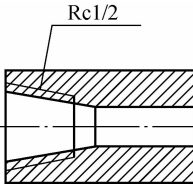
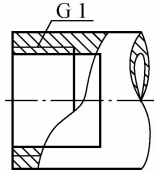
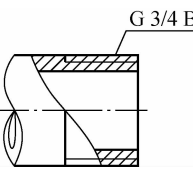
普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹的标注示例见表 1-9。

表 1-9 普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹的标注示例

螺纹种类	标注示例	说 明
普通螺纹		表示公称直径为 16 mm、螺距为 1.5 mm 的右旋细牙普通螺纹(外螺纹),中径和顶径公差带代号皆为 6e,中等旋合长度
		表示公称直径为 10 mm 的左旋粗牙普通螺纹(外螺纹),中径公差带代号为 5g,顶径公差带代号为 6g,短旋合长度
		表示公称直径为 10 mm 的右旋细牙普通螺纹(内螺纹),中径和顶径公差带代号皆为 6H,中等旋合长度
梯形螺纹		表示公称直径为 40 mm、螺距为 7 mm 的单线右旋梯形外螺纹,中径公差带代号为 7e,中等旋合长度
		表示公称直径为 40 mm、螺距为 7 mm 的双线左旋梯形外螺纹,中径公差带代号为 8e,长旋合长度
锯齿形螺纹		表示公称直径为 90 mm、螺距为 12 mm 的单线左旋锯齿形外螺纹,中径公差带代号为 7e,中等旋合长度

管螺纹的标注示例见表 1-10。

表 1-10 管螺纹的标注示例

螺纹种类	标注示例	说 明
用螺纹密封 的管螺纹	 Rp1	表示尺寸代号为 1、密封的圆柱内螺纹
	 R₁1/2—LH	表示尺寸代号为 1/2、密封的与圆柱内螺纹相配合的圆锥外螺纹,左旋
	 Rc1/2	表示尺寸代号为 1/2、用螺纹密封的圆锥内螺纹
非螺纹密封 的管螺纹	 G 1	表示尺寸代号为 1、非螺纹密封的圆柱内螺纹
	 G 3/4 B	表示尺寸代号为 3/4、非螺纹密封的 B 级圆柱外螺纹

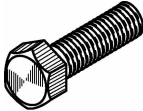
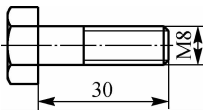
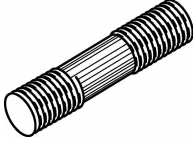
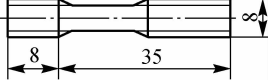
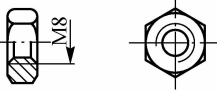
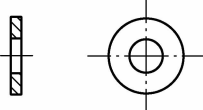
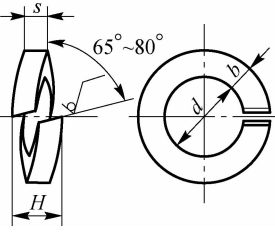
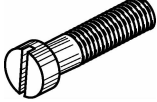
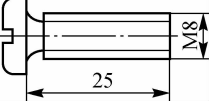
(二) 螺纹紧固件及联接的画法

1. 常用螺纹紧固件及其标记

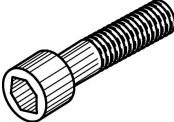
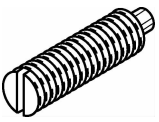
常用螺纹紧固件都是标准件,有螺栓、螺柱、螺钉、螺母和垫圈等。由于螺纹紧固件的结构、尺寸均已标准化,使用时按规定标记直接外购即可。表 1-11 为常用螺纹紧固件的标记示例。

螺纹紧固件通常都是标准件,在有关标准中可以查得结构形式和全部尺寸。为作图方便,画装配图时一般不按实际尺寸作图,而是采用按比例画法作图。

表 1-11 常用螺纹紧固件的标记示例

序号	名称(标准号)	图例及规格尺寸	标记示例
1	六角头螺栓-A级和B级(GB/T 5782—2000) 		螺纹规格 $d = M8$ 、公称长度 $l = 30$ mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化、产品等级为 A 级的六角头螺栓的标记： 螺栓 GB/T 5782 M8×30
2	双头螺柱 $b_m = 1d$ (GB/T 897—1988) 		两端均为粗牙普通螺纹, $d = 8$ mm、 $l = 35$ mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理、B 型、 $b_m = 1d$ 的双头螺柱的标记： 螺柱 GB 897 M8×35
3	1 型六角螺母 A 级和 B 级(GB/T 6170—2000) 		螺纹规格 $D = M8$ 、性能等级为 10 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角螺母的标记： 螺母 GB/T 6170 M8
4	平垫圈-A级 (GB/T 97.1—2000) 		规格 $d = 8$ mm、性能等级为 140 HV 级、不经表面处理的平垫圈的标记： 垫圈 GB/T 97.1 8
5	标准型弹簧垫圈 (GB 93—1987) 		规格 $d = 8$ mm、材料为 65Mn、表面氧化的标准型弹簧垫圈的标记： 垫圈 GB 93 8
6	开槽盘头螺钉 (GB/T 67—2008) 		螺纹规格 $d = M8$ 、公称长度 $l = 25$ mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的开槽盘头螺钉的标记： 螺钉 GB/T 67 M8×25

续表

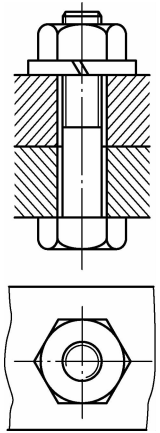
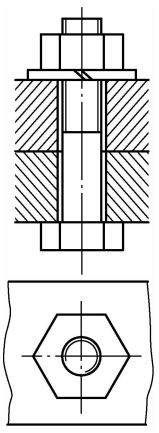
序号	名称(标准号)	图例及规格尺寸	标记示例
7	开槽沉头螺钉 (GB/T 68—2000)		螺纹规格 $d = M8$ 、公称长度 $l = 45$ mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的开槽沉头螺钉的标记： 螺钉 GB/T 68 M8×45
8	内六角圆柱头螺钉 (GB/T 70.1—2008)		螺纹规格 $d = M8$ 、公称长度 $l = 30$ mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化的 A 级内六角圆柱头螺钉的标记： 螺钉 GB 70.1 M8×30
9	开槽锥端紧定螺钉 (GB/T 71—1985)		螺纹规格 $d = M8$ 、公称长度 $l = 25$ mm、性能等级为 14H 级、表面氧化的开槽锥端紧定螺钉的标记： 螺钉 GB 71 M8×25

注：平垫圈的公称尺寸与弹簧垫圈的规格尺寸是指与之相配的螺纹直径，并非垫圈的内径或外径。

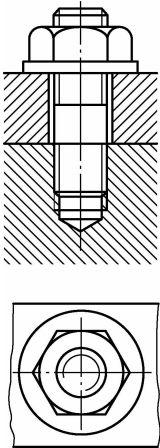
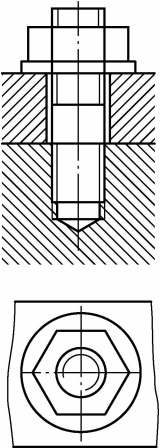
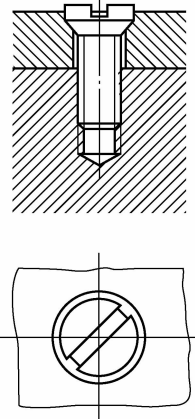
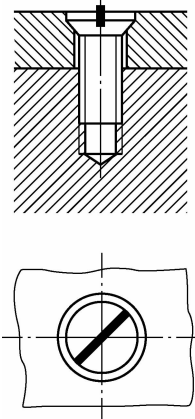
2. 常用螺纹紧固件的联接画法

表 1-12 列出了常用螺纹紧固件的联接画法。

表 1-12 常用螺纹紧固件的联接画法

联接类型	画法示例	简化画法示例	说 明
螺栓联接			在装配图中,当剖切平面通过螺栓的轴线时,对于螺柱、螺栓、螺钉、螺母及垫圈等均按未剖切绘制

续表

联接类型	画法示例	简化画法示例	说 明
螺柱联接			螺纹紧固件的工艺结构,如倒角、退刀槽、缩颈、凸肩等均可省略不画 在装配图中,不穿通的螺纹孔可不画出钻孔深度,仅按有效螺纹部分的深度(不包括螺尾)画出
螺钉联接			螺钉联接图中,螺钉头部上的槽口,在轴线垂直的投影图上规定画成与水平方向成 45°。当槽口较小时,允许涂黑表示

二、键、销及其联接

(一)键及键联接

为了使齿轮、带轮等零件和轴一起转动,通常在轮孔和轴上分别绘制出键槽,用键将轴、轮联接起来,进行传动,如图 1-39 所示为平键联接。

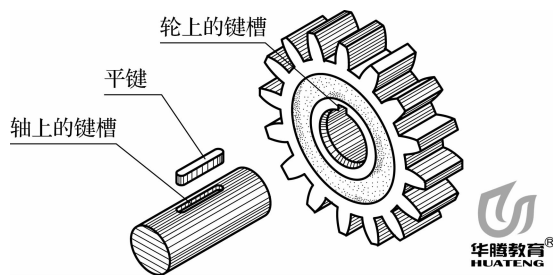


图 1-39 平键联接

1. 常用键的形式和标记

键的种类很多,常用的有普通平键、半圆键和钩头楔键等。

平键应用最广,按轴槽结构可分圆头普通平键(A型)、方头普通平键(B型)和单圆头普通平键(C型)三种形式。

键已标准化,其结构形式尺寸都有相应的规定。关于键与键槽的形式、尺寸可参看国家有关的标准。表 1-13 列举了常用键的形式和标记示例。

表 1-13 常用键的形式和标记示例

序 号	名称(标准号)	图 例	标记示例
1	普通平键 (GB/T 1096—2003)		$b=8\text{ mm}$ 、 $h=7\text{ mm}$ 、 $L=25\text{ mm}$ 的普通平键(A型)的标记: 键 GB/T 1096 8×7×25
2	半圆键 (GB/T 1099.1—2003)		$b=10\text{ mm}$ 、 $h=10\text{ mm}$ 、 $D=25\text{ mm}$ 的半圆键的标记: 键 GB/T 1099.1 6×10×25
3	钩头楔键 (GB/T 1565—2003)		$b=18\text{ mm}$ 、 $h=11\text{ mm}$ 、 $L=100\text{ mm}$ 的钩头楔键的标记: 键 GB/T 1564 18×100

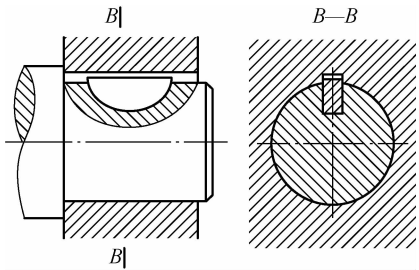
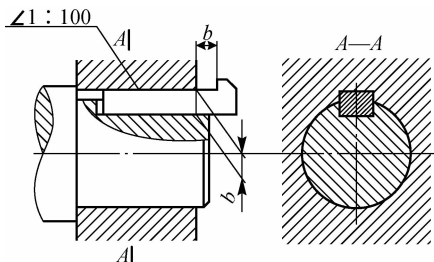
2. 键联接

键联接的画法见表 1-14。

表 1-14 键联接的画法

名 称	画 法	图 例
普通平键联接	普通平键的长度 L 和宽度 b 要根据轴的直径 d 和传递的转矩大小从标准中选取适当值。轴上的键槽若在前面,局部视图可以省略不画,键槽在上面时,键槽和外圆柱面产生的截交线可用柱面的转向轮廓线代替	

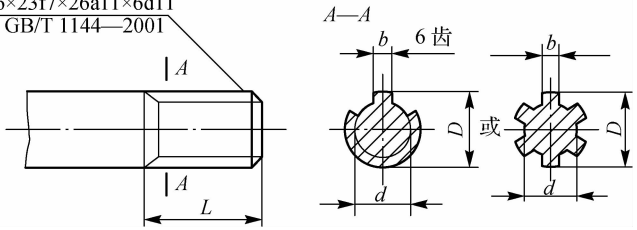
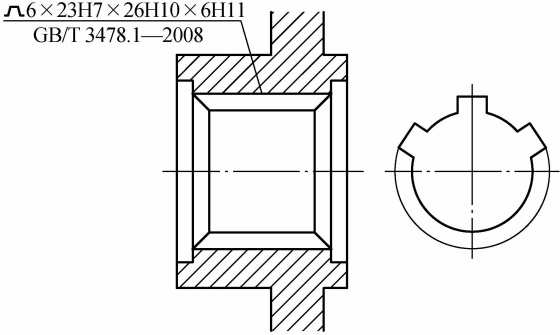
续表

名 称	画 法	图 例
半圆 键联 接画 法	半圆键联接常用于载荷不大的传动轴上,其工作原理和画法与普通平键相似,键槽的表示方法和装配画法如右图所示	
钩头 楔键 联接 画法	钩头楔键的上顶面有 1 : 100 的斜度,装配时将键沿轴向嵌入键槽内,靠键的上、下面将轴和轮联接在一起,键的侧面为非工作面,其装配图的画法如右图所示	

3. 花键

花键的表示方法见表 1-15。

表 1-15 花键的表示方法

名 称	画 法	图 例
外花 键的 画法	外花键的标注可采用一般尺寸标注法和标记标注法两种	
内花 键的 画法	采用剖视时,若平行于键齿剖切,键齿按不剖绘制,且大、小径均用粗实线绘制。在反映圆的视图上,大径用细实线圆表示。内花键的标记中表示公差带的偏差代号用大写字母表示	

续表

名 称	画 法	图 例
矩形花键的联接画法	与螺纹联接画法相似,花键联接的画法为公共部分按外花键绘制,不重合部分按各自的画法规定绘制	$6 \times 23 \frac{H7}{f7} \times 26 \frac{H10}{a11} \times 6 \frac{H11}{d11}$ GB/T 1144—2001

(二)销及销联接

销是标准件,主要用于零件间的联接或定位。常用的销有圆柱销、圆锥销、开口销等。

表 1-16 为销的形式、标记示例及联接画法。

表 1-16 销的形式、标记示例及联接画法

名 称	形 式	标记示例	联接画法
圆柱销		销 GB/T 119.1 B6×50 表示公称直径(外径) $d=6 \text{ mm}, l=50 \text{ mm}$ B 型	
圆锥销		销 GB/T 117 A10×80 表示公称直径(小端) $d=10 \text{ mm}, l=80 \text{ mm}$	
开口销		销 GB 91 6×50 表示公称直径(外径) $d=6 \text{ mm}, l=50 \text{ mm}$	

三、齿轮种类及直齿圆柱齿轮

(一) 齿轮的种类

齿轮是广泛应用于机器中的传动零件,也可改变转速和旋转方向。齿轮油泵就是靠相互啮合的齿轮来传动输油的。

常用的齿轮按两轴的相对位置不同分如下 4 种:

- (1) 圆柱齿轮。圆柱齿轮用于平行两轴间的传动,如图 1-40(a)所示。
- (2) 圆锥齿轮。圆锥齿轮用于相交两轴间的传动,如图 1-40(b)所示。
- (3) 蜗杆与蜗轮。蜗杆与蜗轮用于交错两轴间的传动,如图 1-40(c)所示。
- (4) 齿轮与齿条。齿轮与齿条用于平行两轴间的传动,如图 1-40(d)所示。

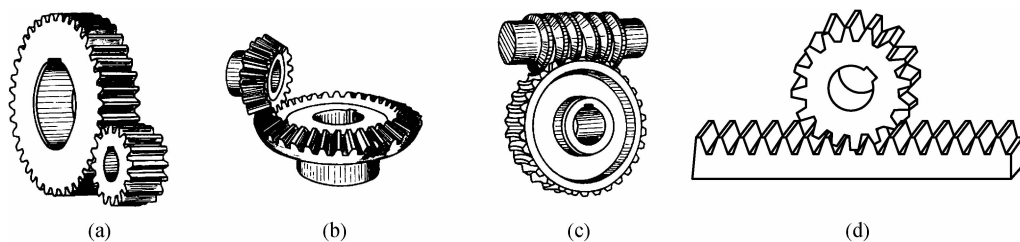


图 1-40 齿轮传动形式

(a)圆柱齿轮 (b)圆锥齿轮 (c)蜗杆与蜗轮 (d)齿轮与齿条

下面主要介绍直齿圆柱齿轮的规定画法。

(二) 直齿圆柱齿轮

圆柱齿轮的轮齿方向有直齿、斜齿和人字齿等,如图 1-41 所示。斜齿比直齿传动平稳,人字齿适用于大功率传动。

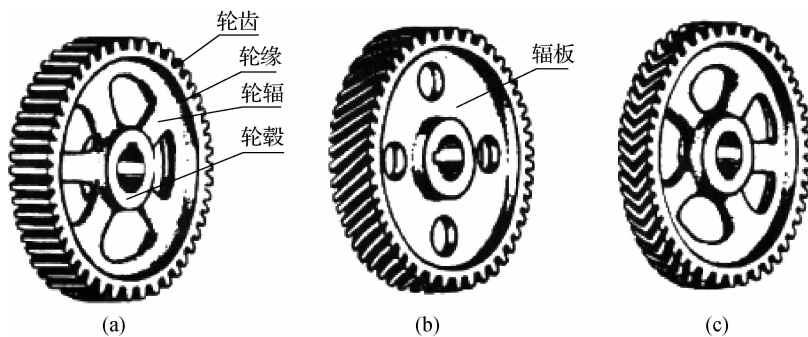


图 1-41 圆柱齿轮类型和齿轮结构

1. 直齿圆柱齿轮各部分的名称

直齿圆柱齿轮各部分的名称如图 1-42 所示。

- (1) 齿数:齿数用 z 表示。
- (2) 齿顶圆:通过轮齿顶部的圆,其直径用 d_a 表示。

(3)齿根圆:通过轮齿根部的圆,其直径用 d_f 表示。

(4)分度圆:设计、计算和加工齿轮的基准圆,位于齿顶圆和齿根圆之间。标准齿轮的分度圆是指在齿厚 s 与齿槽宽 e 相等处的圆周,是加工时分齿用的圆,其直径用 d 表示。

(5)齿距:在分度圆上相邻两齿对应点之间的弧长,用 p 表示。它分为齿厚 s 和齿槽宽 e 两部分。对于标准齿轮来说, $p=s+e$ 。齿距 p 、分度圆直径 d 和齿数 z 之间的关系式是:

$$\pi d = pz \text{ 或 } p = \pi d / z$$

(6)模数:齿距 p 与 π 之比,用 m 表示, $m=p/\pi$ 。

GB/T 1357—2008 规定了圆柱齿轮的标准模数,见表 1-17。

表 1-17 圆柱齿轮的标准模数

m	第一系列	1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50
	第二系列	1.125, 1.375, 1.75, 2.25, 2.75, 3.5, 4.5, 5.5, (6.5), 7, 9, 11, 14, 18, 22, 28, 36, 45

(7)齿顶高:从分度圆到齿顶圆的径向距离,用 h_a 表示。

(8)齿根高:从分度圆到齿根圆的径向距离,用 h_f 表示。

(9)全齿高:从齿顶圆到齿根圆的径向距离,用 h 表示, $h=h_a+h_f$ 。

(10)齿宽:沿齿轮轴线方向量取的距离,用 B 表示。

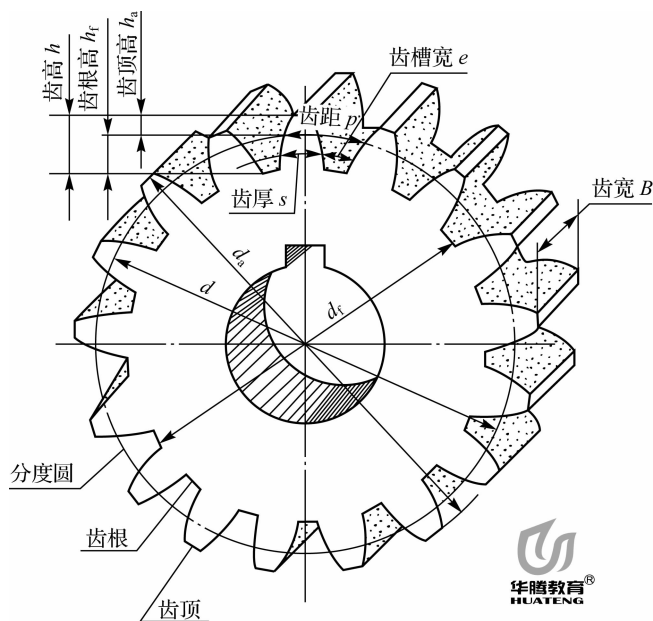


图 1-42 直齿圆柱齿轮各部分的名称

2. 圆柱齿轮规定画法

齿轮由轮毂、轮辐和带有轮齿的轮缘构成。齿轮的轮齿部分(从根圆到顶圆的部分)用规定画法画,其余部分按真实投影画。

1) 单个圆柱齿轮的画法

如图 1-43 所示为单个直齿圆柱齿轮的规定画法。

(1)投影为圆的视图中,齿顶圆用粗实线,齿根圆用细实线或省略不画,分度圆用点画线

画出。

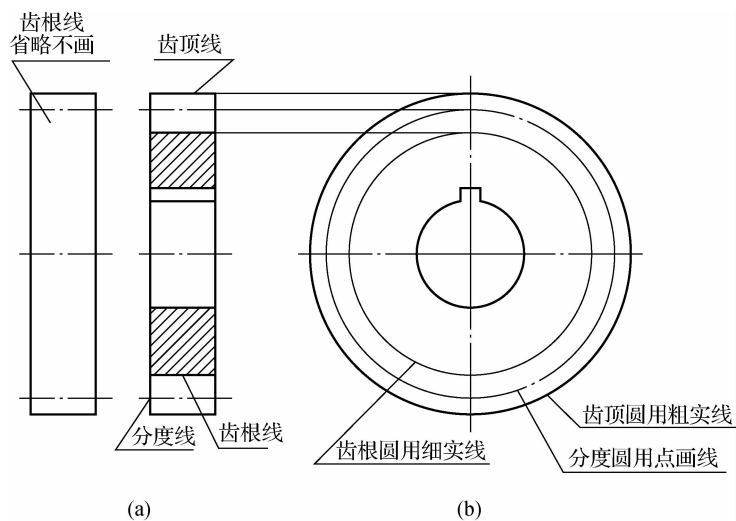


图 1-43 单个直齿圆柱齿轮的规定画法

(a) 投影为非圆的视图、剖视图 (b) 投影为圆的视图

(2) 投影为非圆的视图一般是画成全剖视图或半剖视图, 当剖切面通过轴线时, 轮齿规定按不剖处理, 用粗实线表示齿顶线和齿根线, 点画线表示分度线; 若不画剖视图, 齿根线可省略不画。

(3) 轮齿为斜齿、人字齿时按如图 1-44 所示方法画出, 用三条与齿线方向一致的细实线表示齿线形状的形式画出。

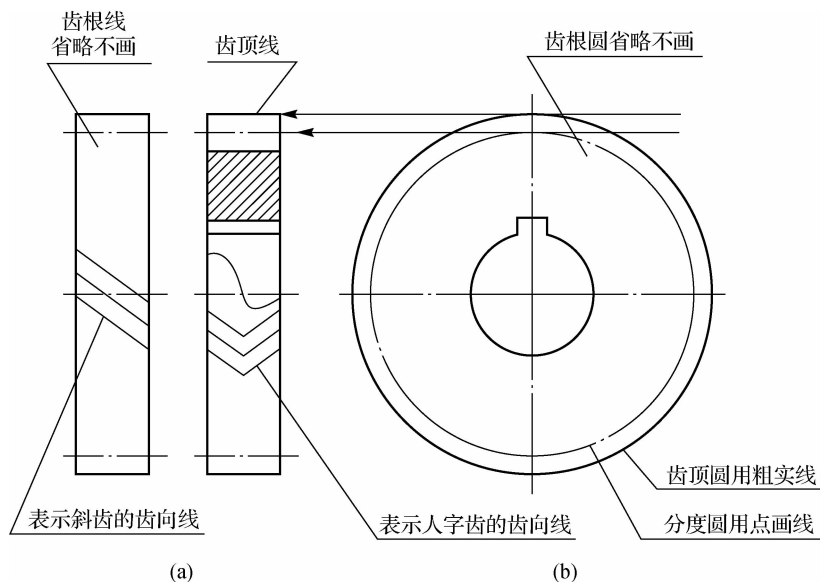


图 1-44 单个斜齿、人字齿圆柱齿轮的规定画法

(a) 投影为非圆的视图、剖视图 (b) 投影为圆的视图

2) 圆柱齿轮的啮合画法

如图 1-45 所示为圆柱齿轮啮合的规定画法。

(1) 在全剖的非圆视图上, 啮合区的投影如图 1-45(a) 所示, 齿顶与齿根之间有 0.25 mm 的间隙, 被遮挡的齿顶线也可省略不画。

(2) 投影为圆的视图中, 啮合区内的齿顶圆如图 1-45(b) 所示, 可用粗实线绘制, 也可省略不画。相切的两分度圆用点画线画出, 两齿根圆省略不画。

(3) 在投影为非圆的视图上, 若不作剖视, 则啮合区内的齿顶线不必画出, 此时分度线用粗实线绘制, 如图 1-45(c) 所示。

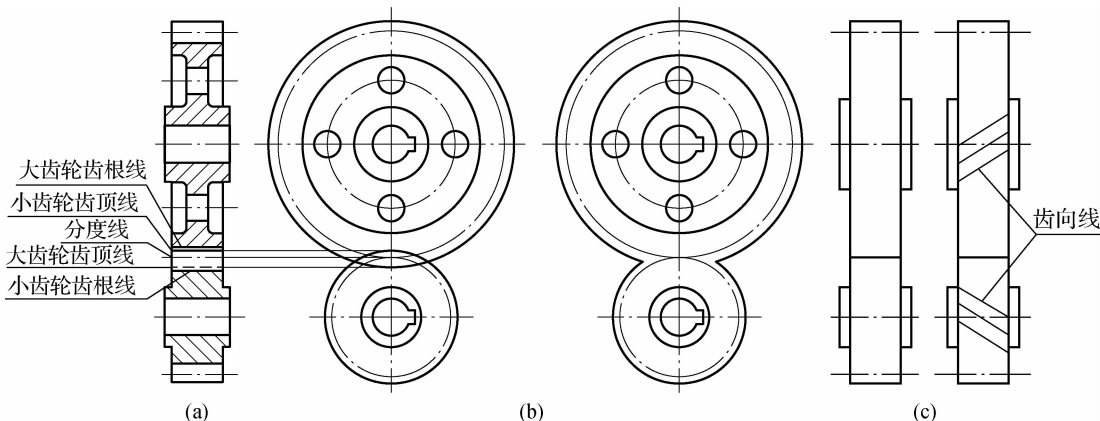


图 1-45 圆柱齿轮啮合的规定画法

(a) 全剖的非圆视图 (b) 投影为圆的视图 (c) 投影为非圆的视图

任务三 零件图的识读

任务描述

任务内容: 了解零件图的内容组成;

掌握主视图的选择原则。

任务目标: 掌握零件图的识读方法。

知识准备

一、零件图的作用

表达零件的形状结构、尺寸及其技术要求的图样称为零件图。

机器都是由许多零件组成, 零件又是根据零件图制造的。在零件制造过程中, 先根据零件图上对该零件所要求的材料和数量进行备料; 然后按图样上表示的形状、尺寸和技术要求进行生产加工; 再根据零件图上的全部要求检验加工完毕后的零件, 检查是否达到规定的质量标准。零件图是零件制造与检验的重要技术文件。

汽车维修过程中,常需要按照零件图来修复和制配零件。准确、熟练地识读零件图是汽车维修技术人员必须掌握的基本功之一。

二、零件图的内容

从图 1-46 的曲轴零件图中可以看出一张零件图应具备以下内容:

1. 一组视图

用一组恰当的视图(包括基本视图、辅助视图、剖图、剖面图和其他表达方法),正确、完整、清晰地表达出零件的内外结构和形状。

2. 完整的尺寸

正确、完整、清晰、合理地标出能满足制造、检验、装配所需要的全部尺寸。

3. 必要的技术要求

用规定的符号、数字或文字表达出零件在制造和检验时应达到的技术质量指标,如零件的尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差、热处理等要求。

4. 标题栏

标题栏中写明零件的名称、材料、比例、重量、设计、审核、工艺、标准化、批准者的姓名等(为节约幅面,图 1-46 的标题栏已简化)。

三、零件图的视图

识读零件图时,要根据各图形间的投影关系想象出它的立体形状,所以要了解它的图形表达特点。

(一)主视图的选择原则

主视图是一组图形的中心内容。看零件图时,一般总是从主视图开始的,所以首先应了解主视图选择的原则。

1. 形状特征原则

一般把最能反映零件结构形状特征的一面作为主视图的投影方向。如图 1-47(a)所示,可分别用 A、B、C 三个方向试作为回转轴主视图的投影方向来分析。C 向投影只是一些重叠的同心圆和方框,不能表达零件的形状特征;B 向投影反映不出平面的形状;A 向投影能反映出该轴各段的形状、大小和相互位置,突出表达轴类零件的形状特征,如图 1-47(b)所示。

2. 工作位置原则

尽量使主视图符合零件在机器上的工作位置,读图时能较容易地想象出这个零件工作时的情形,如图 1-48 所示。

3. 加工位置原则

当机件的工作位置不易确定时,尽量按零件在加工时所处的位置作为画主视图的投影方向,方便加工时看图,减少加工中的差错。如图 1-49 所示,考虑到滑动轴承在车床上的加工位置,主视图以图 1-49(a)所示为合理的位置,如果加工位置多变,则按自然位置确定。



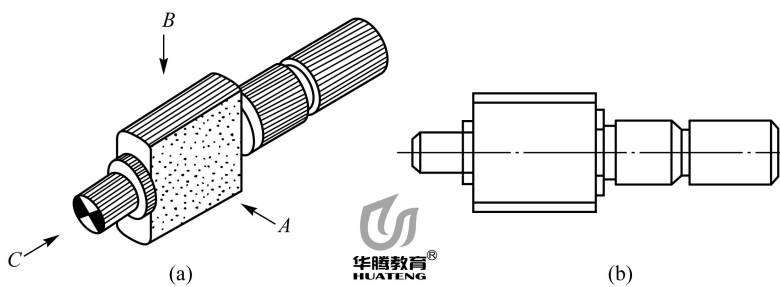


图 1-47 形状特征原则

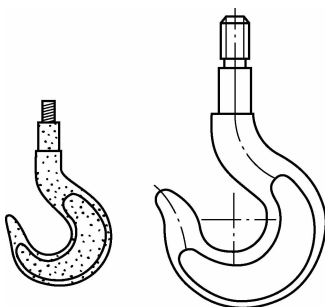


图 1-48 工作位置原则

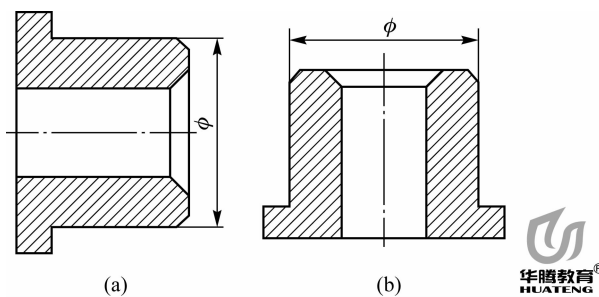


图 1-49 加工位置原则

(二) 其他视图的选择

其他视图中每一视图都各有其表达的重点,对于主视图未表达或未表达完全的结构,选择恰当的表达式,将它们逐一不漏地表达清楚。

在表达完整、清晰的前提下,尽量采用较少图形数量,以方便绘图和看图。

四、零件图的尺寸标注

零件图上标注的尺寸是加工、度量和检验的依据。因此,读图时应详细了解图上所标注的尺寸。

1. 机械图样上尺寸标注的基本规则

(1) 机件真实大小应以图样所注的尺寸数值为依据,与图样的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样(包括技术要求和其他说明)中的尺寸,以毫米(mm)为单位时,不需标注其计量单位的符号或名称,如采用其他单位,则必须标明相应的计量单位的符号和名称。

(3) 图样中所标注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸。否则应另加说明。

(4) 机件的每个尺寸一般只标注一次,并标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5) 标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词,如在半径尺寸数字前加注半径符号“R”,在直径尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”。在球面的半径尺寸数字前加注符号“SR”、球直径尺寸数字前加注符号“S ϕ ”。

2. 零件图上尺寸种类

(1) 定形尺寸。定形尺寸是确定组成零件的各基本形体长、宽、高三个方向大小的尺寸。

(2) 定位尺寸。定位尺寸是确定各基本形体间的相对位置尺寸。

(3) 总体尺寸。总体尺寸是零件的总长、总宽、总高尺寸。有时兼为定形尺寸或定位尺寸。

零件图上标注的尺寸是加工、度量和检验的依据。因此,读图时应按形体分析逐一将尺寸分类。

3. 零件图上的尺寸基准

零件图上的每个尺寸标注时都要有起始位置。这个起始位置为尺寸基准,因为零件有长、宽、高三个方向的尺寸,所以每个方向上至少有一个尺寸基准。

当有两个以上的基准时,其中必有一个是主要基准,其余是辅助基准。

零件通常选取较大的装配表面、工作表面、零件的对称平面、轴的重要端面以及回转体的轴线等作为尺寸基准。

尺寸基准的确定需根据零件在部件中的位置、作用以及零件在加工过程中的定位、测量要求来确定,即设计基准和工艺基准。通常尽可能使设计基准和工艺基准重合。

零件图上的尺寸应标注准确、完整、清晰和合理,满足制造、检验和装配的需要。尺寸标注的合理性是指所注的尺寸既能保证机器对零件使用性能的要求,同时又能满足制造加工、测量和检验简便、经济的要求。

4. 合理标注尺寸的注意事项

(1) 主要尺寸必须直接注出。零件上的主要尺寸是确保其使用性能和互换性的重要尺寸,是设计、加工必须保证的,应该直接标注出来。重要的定位尺寸必须直接从设计基准标出,以免换算尺寸,也可以保证零件的精度。

零件上的主要尺寸一般在基本尺寸后有上、下偏差值或公差带代号,如图 1-46 中的尺寸 $\phi 30_{-0.041}^{+0.020}$ 。

(2) 不应标注成封闭的尺寸链。

(3) 尽量按零件表面的加工顺序标注尺寸。

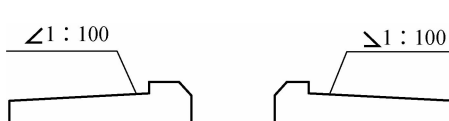
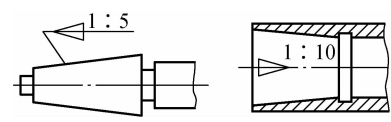
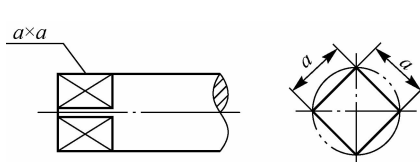
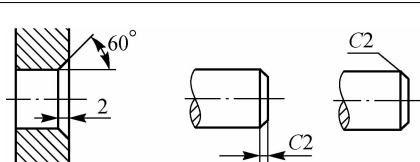
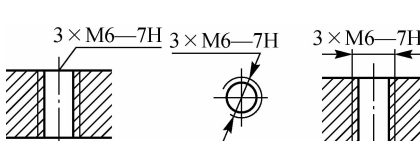
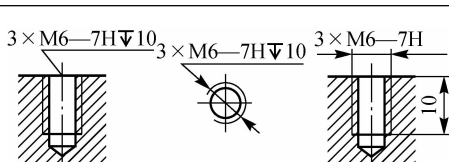
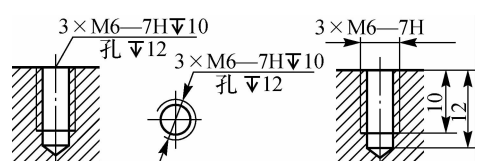
(4) 根据加工方法标注尺寸以便于测量。

5. 零件图上常见结构的尺寸标注

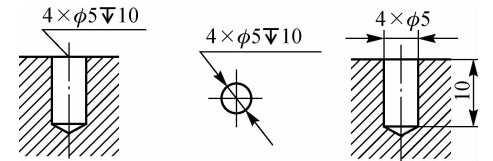
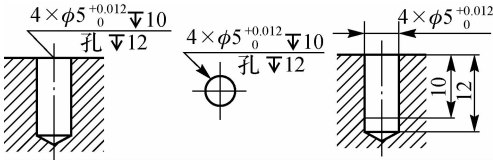
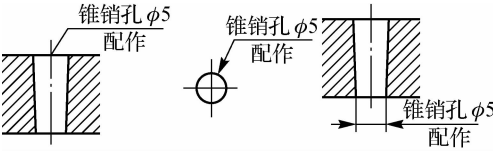
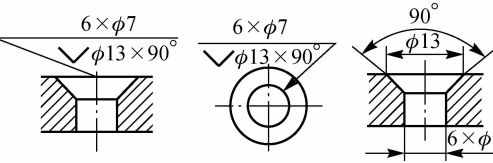
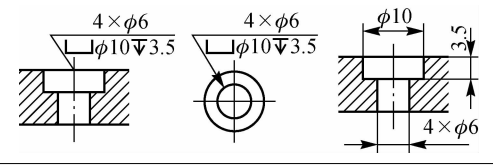
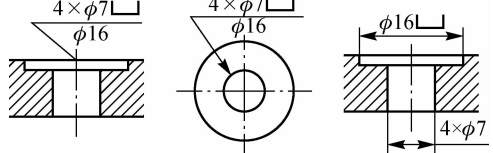
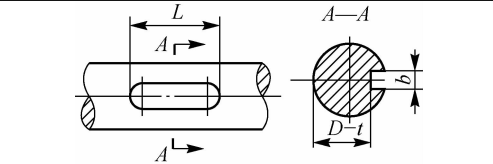
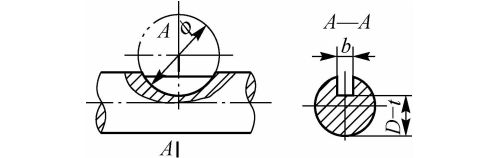
对零件图上常见螺纹孔、销孔、沉孔、倒角、退刀槽等结构的尺寸标注法;国家标准

GB/T 4458.4—2003 有具体的规定,详见表 1-18。画图时,这些结构的尺寸是按规定进行标注。看图时,应根据标注正确理解这些结构的形状和大小。

表 1-18 零件图上常见结构的尺寸标注

零件结构类型	标注示例	备 注
斜度		符号的方向应与斜度的方向一致
锥度		符号的方向应与锥度的方向一致
平面		在没有表示出正方形实形的图形上,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”或用该正方形的尺寸 $a \times a$ (a 为正方形边长) 表示,否则要直接标注
倒角		倒角 45° 时,可与倒角的轴向尺寸连注;倒角不是 45° 时,要分开标注
螺 纹 孔	通 孔 	$3 \times M6$ 表示直径为 6 均匀分布的 3 个螺孔,可以旁注,也可以直接注出
	不 通 孔 	螺孔深度可与螺孔直径连注,也可以分开注出
		需要注出孔深时,应明确标出孔深尺寸

续表

零件结构类型	标注示例	备 注
光 孔	 4×$\phi 5 \nabla 10$	4× $\phi 5$ 表示直径为 5 均匀分布的 4 个光孔
	 4×$\phi 5^{+0.012}_0 \nabla 10$ 孔 $\nabla 12$	光孔深为 12, 钻孔后需精加工至 $\phi 5^{+0.012}_0$, 深度为 10
	 锥销孔 $\phi 5$ 配作	$\phi 5$ 为与锥销孔相配的圆锥销小头直径锥销孔通常是相邻两零件装在一起时加工的, 即配作
沉 孔	 6×$\phi 7$ $\nabla \phi 13 \times 90^\circ$	6× $\phi 7$ 表示直径为 7 均匀分布的 6 个孔, 锥形部分尺寸可以旁注, 也可以直接注出
	 4×$\phi 6$ $\nabla \phi 10 \nabla 3.5$	柱形沉孔的小直径为 $\phi 6$, 大直径为 $\phi 10$, 深度为 3.5, 均需标注
	 4×$\phi 7 \nabla$ $\phi 16$	铳平面 $\phi 16$ 的深度不需要标出, 一般铳平到不出现毛面为止
键 槽	 L A—A D—t	键槽按左图标注更便于测量
	 A—A b D—t	半圆键槽按左图标注便于选择铣刀(铣刀直径为 ϕ)及测量

五、识读零件图的方法

零件按照其结构形状、加工制造上的特点以及零件的用途等, 可分为轴套类、轮盘类、叉架类和箱体类。同一类零件的形状虽然各有各的特点, 但在视图选择、尺寸标注、加工制造

上又往往有共同之处。

(一) 零件图的识读步骤

识读零件图的一般步骤如下:

1. 看标题栏

从标题栏中,主要了解零件的名称、材料、件数及所采用的比例。

2. 分析视图

分析视图,想象零件的形状与结构。分析视图时,按看组合体视图的方法和步骤进行。应先看主要部分、后看次要部分,先看外形、后看内部构造,先看容易确定的部分、后看难于确定的部分,然后再把各部分的分析结果综合起来,逐步想象出零件的整体形状和结构。

3. 看尺寸标注

读零件图上的尺寸,明确各部分的大小及其相对位置。尺寸读取应在分析视图的基础上进行。先找出总体尺寸,再找出各部分的定形尺寸,最后找出各部分的定位尺寸。看定位尺寸时,必须先确定各方向的主要尺寸基准。另外,对图上基本尺寸后面有上下偏差值或公差带代号的尺寸应加以特别注意,这些尺寸都是有公差要求的重要尺寸。

4. 看技术要求

看技术要求,掌握技术质量指标。零件图上的技术要求除尺寸公差外,主要有表面粗糙度和形位公差。

(二) 轴套类零件图的识读

轴套类零件的名称往往有“ $\times\times$ 轴”“ $\times\times$ 套”,如汽车上的半轴、变速器轴、连杆衬套等均为轴套类零件。轴套类零件的作用主要是与传递件结合,传递动力。

轴类零件通常由若干个不等直径的实心圆柱体组成,用于安装齿轮、皮带轮等,以传递动力或运动。套类零件主要用来包容轴类零件,一般由若干个直径不等的空心圆柱体组成,并常有径向的孔或槽。

表达轴套类零件时,一般按加工位置原则将其轴线水平放置。轴套类零件的视图表达特点:当其端面形状特别简单时,一般只用一个主视图来表达(如果是套,用全剖视或半剖来表达其内部形状和结构);当圆柱面上有槽或孔时,通常根据需要配置若干个移出剖面图,以表达槽或孔的形状及其相对位置;当端面的形状结构比较复杂时,除主视图外,常增设左视图(或右视图),用以表达端面的形状和端面上各结构的形状及相对位置。

轴套类的尺寸主要有径向(直径)和轴向(长度)两类尺寸:径向尺寸以轴的轴线作为基准,直接注出各段圆柱直径;轴向尺寸的基准一般不止一个,根据零件的设计要求和加工要求确定。

下面以图 1-50 所示的半轴零件图为例说明读轴套类零件图的方法和步骤。

1. 看标题栏

从标题栏中可以了解到零件的名称为半轴、材料为 40MnB、件数为 1、采用的比例为 1:4。

2. 分析视图

主视图为局部剖视,从左视图的剖切位置符号可知是旋转剖,表达了螺纹孔、光孔的深度、左端的凹坑形状及中心孔的形状。

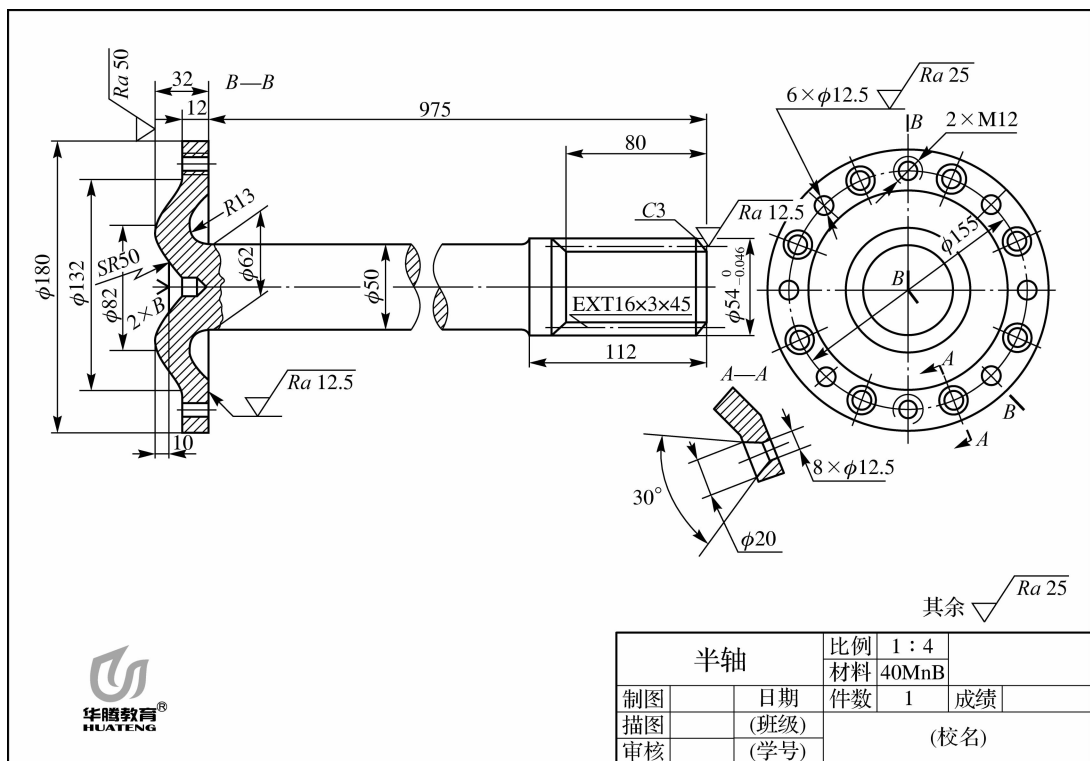


图 1-50 半轴的零件图

左视图表达了螺纹孔、光孔和锥形沉孔的分布情况。

A—A 移出断面图表达锥形沉孔。

由主视图右端的表达方式和尺寸 EXT16×3×45 的标注形式可知半轴右端刻有齿数为 16、模数为 3、压力角为 45° 的渐开线形外花键。中段为圆柱形。

由主视图和左视图上的相应部分及 A—A 移出断面图,可知半轴左端为中间有凹坑,凹坑底有中心孔的圆盘形状。圆盘上钻有 6 个光孔、2 个螺孔、8 个锥形沉孔。

经过上述分析,综合想象出来的半轴的立体图如图 1-51 所示。

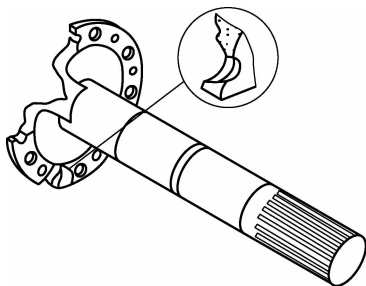


图 1-51 半轴的立体图

3. 读尺寸标注

由图上所标注的尺寸可知:半轴总长为 $975+32=1\ 007$,最大直径为 180。圆盘总的厚度为 32,最大直径就是 180,中段圆柱形的直径为 50;右端长为 112,径向尺寸为 $\phi 54_{-0.046}^0$,外

花键工作长度为 80。右端有倒角,倒角宽为 3,斜角为 45° 。

长度方向的主要尺寸基准是圆盘的右平面,径向的主要尺寸基准是中心轴线。

(三) 盘盖类零件图的识读

盘盖类零件的名称往往有“ $\times\times$ 盘”“ $\times\times$ 盖”“ $\times\times$ 轮”。如汽车上离合器中压盘、法兰盘、气泵皮带轮、气泵盖等均属盘盖类零件。这类零件还可细分为盘类、轮类和盖类零件。

它们的形状特征为短而粗的圆柱体。从总体上看,轴向尺寸小于径向尺寸。盘类零件主要起连接作用,因此,端面上都有连接用孔;轮类零件用以传递动力或运动,内孔有键槽,外圆柱面上常有槽等结构;盖类零件用于密封,因此都有一个端面比较光滑、平整,且该端面都有用于紧固的孔。

就视图表达特点而言,盘盖类零件常用主视图和左视图(或右视图、俯视图)两个基本视图,并将主视图作全剖视以表达内部的形状和结构,用左视图(或右视图、俯视图)表达端面形状和端面上各结构的形状及其相对位置。

盘盖类零件通常用轮的轴线和轮毂的一个端面作为尺寸基准。

下面以图 1-52 所示的皮带轮零件图为例说明读盘盖类零件图的方法和步骤。

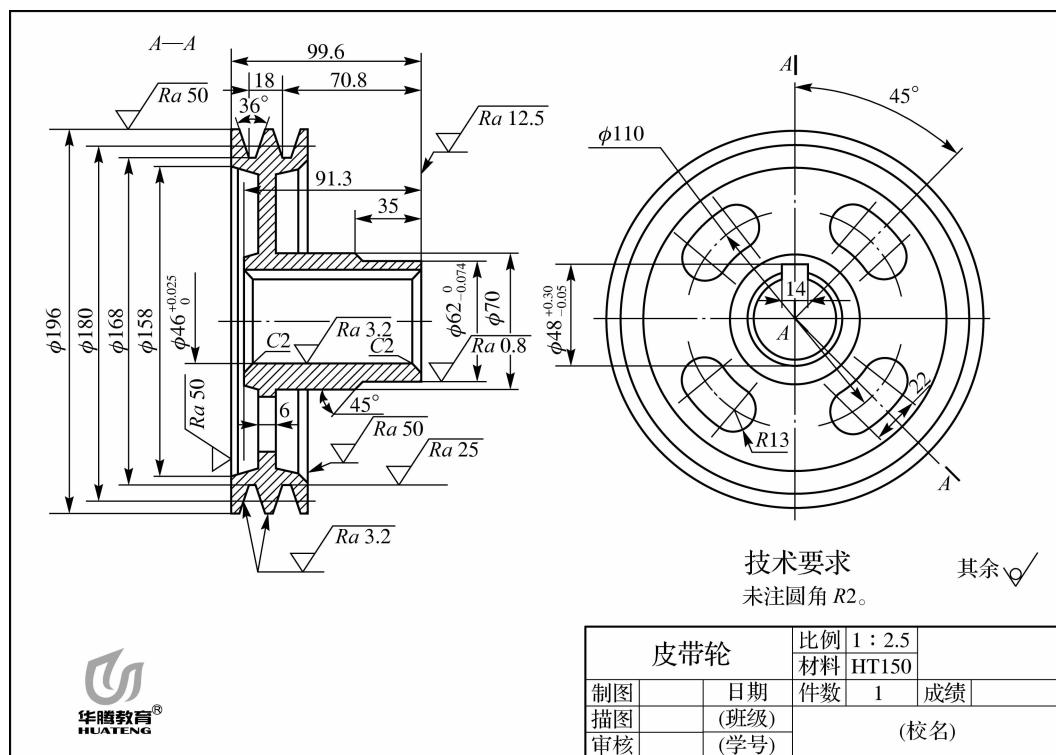


图 1-52 皮带轮零件图

1. 看标题栏

从标题栏中可以了解到零件的名称为皮带轮、材料为 HT150、件数为 1、采用的比例为 1 : 2.5。

2. 分析视图

皮带轮共有两个图形,根据各图形的位置及标注可知:左边的是主视图,右边的是左视图。主视图采用旋转剖的全剖视,主要表达了皮带轮轮缘上三角皮带槽的形状和轮毂的形状;左视图主要表达了轮辐上减轻孔的形状和相对位置,以及轮毂上键槽的形状。

由主视图可知皮带轮中间为 $\phi 62_{-0.074}^0$ 、 $\phi 70$ 的圆柱,加工出一个带键槽的 $\phi 46_{+0.025}^0$ 通孔,轮缘上有两个梯形的三角皮带槽。由左视图可知皮带轮的轮辐上均匀分布着四个长圆形的减轻孔。

经过上述分析,综合想象出来的皮带轮的立体图如图 1-53 所示。

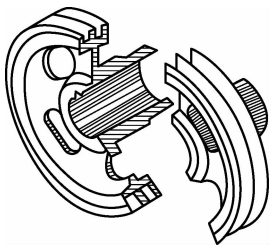


图 1-53 皮带轮的立体图

3. 看尺寸标注

由图上所标注的尺寸可知:皮带轮总长为 99.6,最大直径为 196。中心孔为 $\phi 46_{+0.025}^0$,其他尺寸由读者自行查看。

该皮带轮长度方向主要尺寸基准是右端面,径向主要尺寸基准是中心轴线。

(四) 叉架类零件图的识读

叉架类零件的名称往往有“ $\times\times$ 叉”“ $\times\times$ 杆”“ $\times\times$ 架”等,如汽车上变速器中的换挡拨叉、制动杠杆、轴承支架等均属叉架类零件。

叉架类零件又称叉杆类零件,形状不规则,主要由带有叉和支承孔的连接板或连接杆组成,在机器中起操纵作用。

叉架类零件常采用一两个基本视图和斜视图或局部视图组合表达。主视图主要表达整体外形,斜视图主要表达倾斜杆的形状。为了表达孔等结构,常采用局部剖视。

叉架类零件常与机器上两个轴连接,或与一个轴和另外一个比较重要的结构连接。而机器上轴与轴间的距离一般都是精度要求较高的尺寸,因此,它们常以主要孔的轴线、对称面或工作端面作为尺寸基准。

如图 1-54 所示为拨叉零件图,就是采用主视图、左视图、一个 A 向斜视图和 B—B 移出断面来表达的。主视图重点表达叉的外形;左视图主要表达了支承孔的深度、叉头的厚度;A 向斜视图主要表达有螺纹孔凸缘的形状;B—B 移出断面表达了连接板的断面形状。

拨叉高度和长度的方向的主要尺寸基准都是上支承孔的轴线,宽度方向的主要尺寸基准是拨叉的叉头前工作面(图 1-54 中标 F_1 的面)。

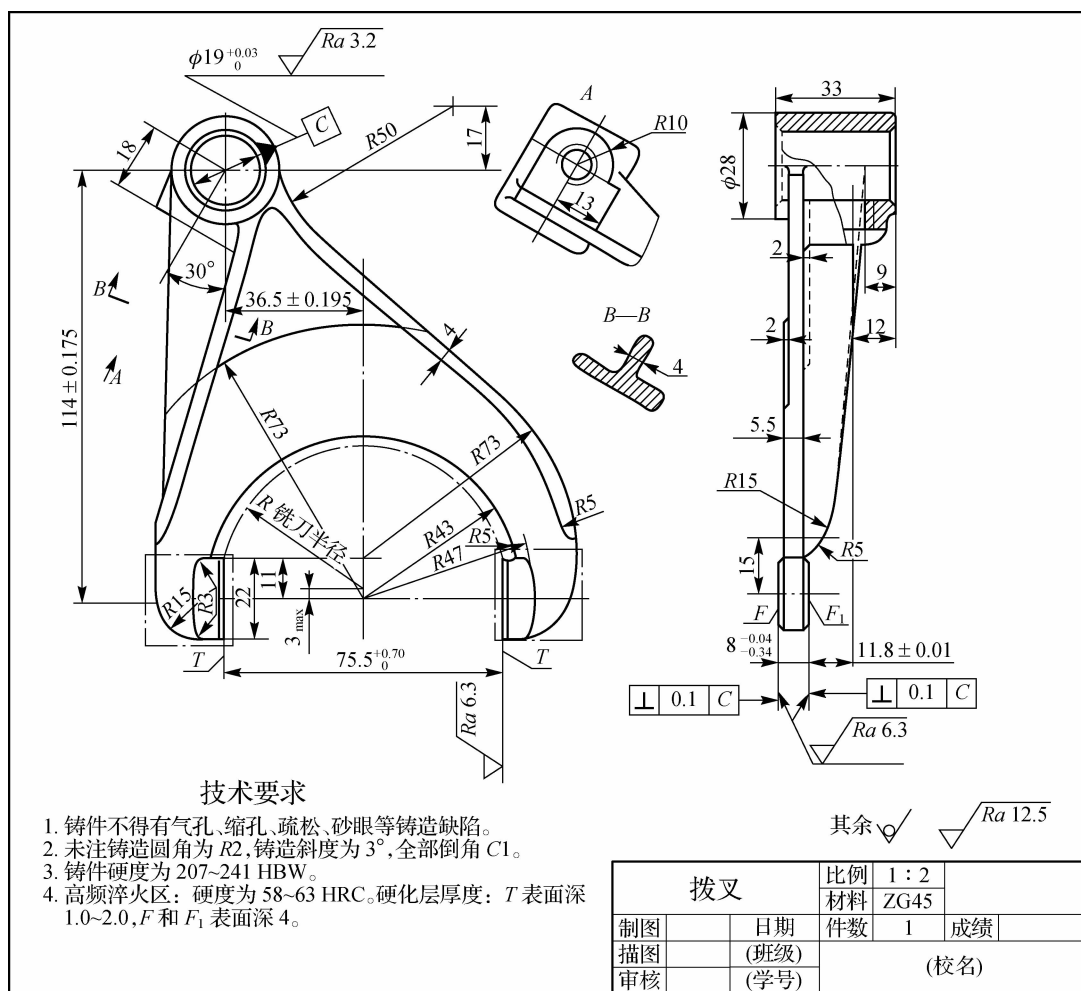


图 1-54 拨叉零件图

(五)箱体类零件图的识读

箱体类零件的名称往往有“××壳”“××体”“××箱”等,如汽车上的变速器壳体、气缸体、水泵缸体、后桥壳等均属箱体类零件。

箱体类零件的结构形状均比轴套类、盘盖类和叉架类零件复杂。表达箱体类零件时,一般取工作位置画主视图,常采用数量较多的基本视图(为了同时表达内部的形状结构,通常画成剖视图)和局部视图。如采用剖视图,其剖切平面一般通过主要支承孔的轴线或对称平面,局部视图主要表达基本视图中尚未表达完整部分的形状。

下面以图 1-55 所示的齿轮油泵泵体图为例说明读这类零件图的方法和步骤。

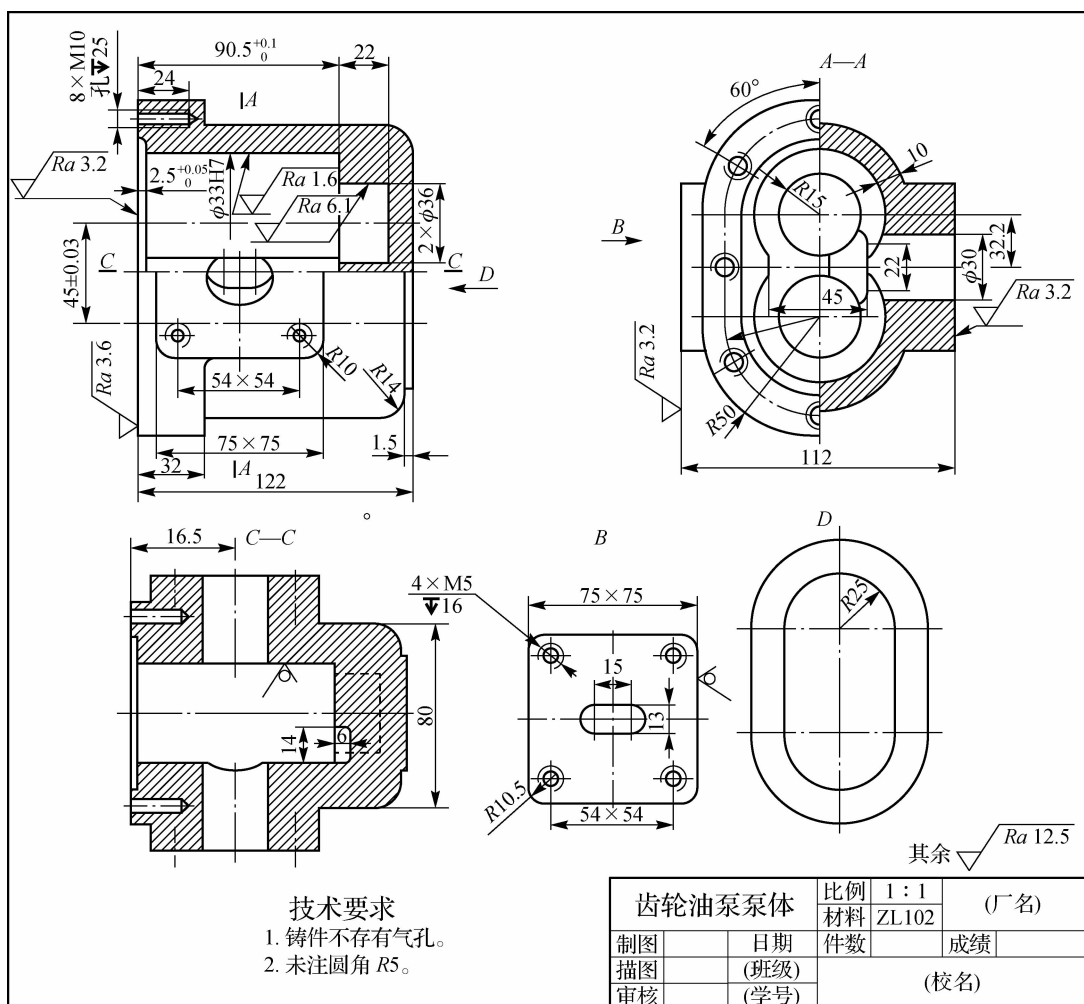


图 1-55 齿轮油泵泵体装配图

1. 看标题栏

从标题栏中可以了解到该零件的名称是齿轮油泵泵体,由 ZL102 材料制成,图样采用 1:1 的比例。

2. 分析视图

齿轮油泵泵体的形状就采用了主、俯、左三个基本视图和 B、D 两个局部视图来表达,并且将主、左两个视图画成了半剖视图,将俯视图画成了全剖视图。

半剖视的主视图既表达了泵体正面的外部形状,又表达了泵体的内部空腔的各部分的深度,左端面上螺孔为不通孔。

半剖视的左视图重点表达左端面的外形、左端面上 8 个螺孔的分布情况以及正面的进油孔($\phi 30$ 的圆孔)、内部长为 14 深为 6 槽的外部形状。

全剖视的俯视图表达了进、出油孔(背面的长圆孔)与中间空腔的关系,长为 14 深为 6 槽的断面形状以及泵体外形俯视方向的轮廓。

B 向局部视图主要表达背面出油孔处凸台外形和上面的 4 个螺孔的相对位置; D 向局部视图表达泵体右端面的形状。

经过上述分析综合想象出来的齿轮油泵泵体的立体图如图 1-56 所示。

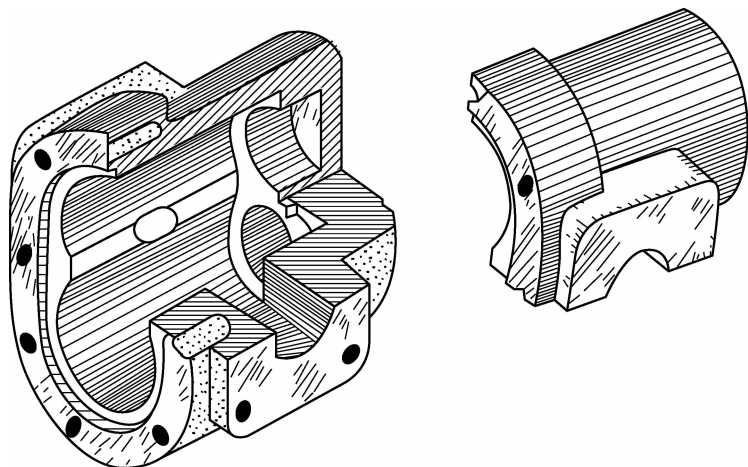


图 1-56 齿轮油泵泵体的立体图

3. 看尺寸标注

由图上所标注的尺寸可知:

泵体总长为 122,总宽为 112,总高为 $45+50\times 2=145$ 。

两轴孔的中心距为 45 ± 0.03 ,进、出油孔轴线到左端面的定位尺寸为 16.5,到上轴孔的轴线的定位尺寸为 22.5。

哑铃形的空腔深 $90.5^{+0.1}_0$ 中,长圆形的空腔深 $2.5^{+0.05}_0$;哑铃形的空腔底部的两个轴孔的直径为 $\phi 36$,深 22,其他尺寸不再赘述。

泵体长度方向的主要尺寸基准是泵体与泵盖的结合面;高度方向的主要尺寸基准是上轴孔的轴线;宽度方向的主要尺寸基准是泵体的前后对称中心面。

思考题

1. 识读组合体的基本方法是什么?
2. 如图 1-57 所示,根据三视图,分析图形,想象形体,判断各表面的相对位置,写出平面的名称或曲面的形状。

形体分析:

- a 是_____体;
 b 是_____体;
 c 是_____体;
 d 是_____体。

表面连接关系:

- ①是_____面与_____面相切无交线;
 ②是_____面与_____面相交的交线;
 ③是_____面与_____面相切无交线。

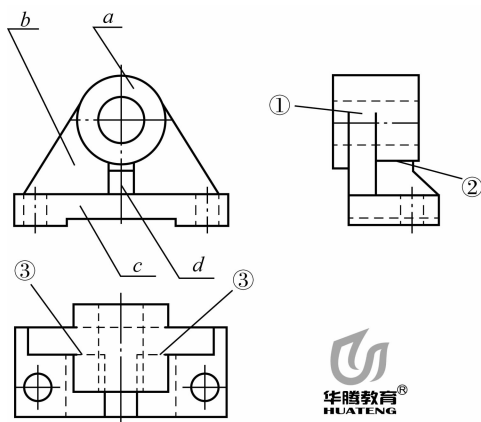


图 1-57 思考题 2 图

3. 根据如图 1-58 所示的三视图,分析线条,找图框,想象形体,说出该零件由哪些几何体组成;分析表面相切或相交(包括相贯线的情况),并填空说明平面的名称或曲面的形状。

形体分析:

表面连接关系:

a 是_____体; ①是_____面与_____面_____线;
 b 是_____体; ②是_____面与_____面_____线;
 c 是_____体。 ③是_____面与_____面_____线。

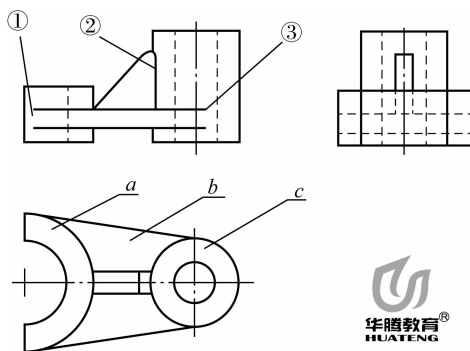


图 1-58 思考题 3 图

4. 根据如图 1-59 所示的三视图,分析线条,找图框,想象形体,说出该零件由哪些几何体组成;分析表面相切或相交(包括相贯线的情况)。

形体分析:

形体分析:

a 是_____体; a 是_____体;
 b 是_____体; b 是_____体;
 c 是_____体。 c 是_____体。

表面连接关系:

①是_____面与_____面_____线;
 ②是_____面与_____面_____线;
 ③是_____面与_____面_____线。

表面连接关系：

- ①是_____面与_____面_____线；
 ②是_____面与_____面_____线；
 ③是_____面与_____面_____线。

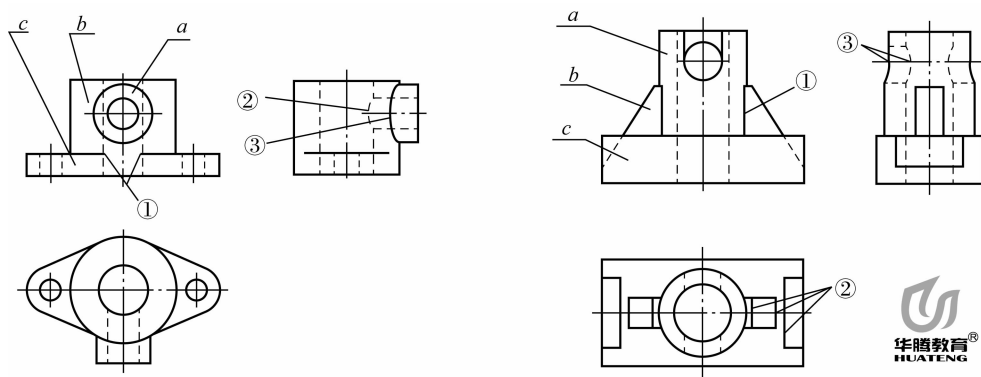


图 1-59 思考题 4 图

5. 一张完整的零件图应包括哪几项内容？
 6. 根据用途、结构不同，零件可分为哪几类？



项目二

汽车工程材料

学习目标

了解: 金属材料的力学性能; 载荷的概念与分类; 材料的分类。

掌握: 常用金属材料与非金属材料的特点及在汽车上的应用。

能力目标

掌握金属材料的力学性能指标, 熟悉汽车上的金属材料与非金属材料的特点及具体应用。

考核标准

应知: 金属材料的力学性能、载荷、强度、刚度、硬度、塑性、冲击韧性和疲劳强度的概念; 典型金属材料的牌号及用途; 典型非金属材料在汽车上的应用。

应会: 测定金属硬度; 典型汽车零件的选材; 主要性能的评价指标。

教学建议

教具: 各种工程材料加工的汽车零件、普通材料试样等。

重点: 重点讲解工程材料在汽车上的应用示例。

汽车行业的工程技术人员在设计、加工制造、使用维修等方面都必须懂得选择材料。现代汽车所要求的安全、舒适、减轻自重、廉价等都离不开材料的选择。材料是汽车工业发展的重要物质基础。

汽车工程材料是指用于制造汽车部件的材料, 通常分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。金属材料具有优良的使用性能和工艺性能, 易于制成性能、形



状都能满足使用要求的机械零件、工具和其他制品,在汽车制造中占绝对主流地位,约占所有用材的 80%。非金属材料 and 复合材料也各有特点,与汽车的安全性、经济性、舒适性密切相关,在汽车中的应用正在逐步增加。

任务一 金属材料的力学性能

任务描述

任务内容:掌握金属材料的力学性能基本概念;

掌握金属材料力学性能的测定方法。

任务目标:掌握金属材料的力学性能。

知识准备

金属材料的力学性能又称机械性能,是指材料在外力(载荷)作用下所表现出来的性能,包括强度、刚度、弹性、塑性、硬度及疲劳强度。

根据作用性质的不同,载荷可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷三种。静载荷是指大小和方向不变或变动极缓慢的载荷。汽车静止时,车身对车架的压力即为静载荷。冲击载荷是指以极高速度作用于零部件上的载荷。汽车在不平路面上行驶时,车身对悬架的冲击即为冲击载荷。交变载荷是指大小和方向随时间发生周期性变化的载荷,也称为疲劳载荷。运转中的发动机曲轴、齿轮等零部件所承受的载荷即为交变载荷。

一、强度

金属材料抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度。抵抗外力的能力越大,则强度越强。依据载荷的不同,强度可分为抗拉强度(R_m)、抗压强度(R_{mc})、抗弯强度(σ_{bb})、抗剪强度(τ_b)以及抗扭强度(τ_m)等几种。

材料受到外力作用会发生变形,同时在材料内部产生一个抵抗变形的力(内力),其大小和外力相等,方向相反。在单位面积上产生的内力称为应力,单位为 Pa,工程上常用兆帕(MPa)做单位。

抗拉强度可通过拉伸试验测定。如图 2-1 所示,将一截面为圆形的低碳钢拉伸试样,装在材料拉伸试验机上,然后开动试验机,对试样施以一缓慢增加的轴向拉力,材料受拉后逐渐伸长直至拉断为止。测得低碳钢的应力-应变曲线如图 2-2 所示。

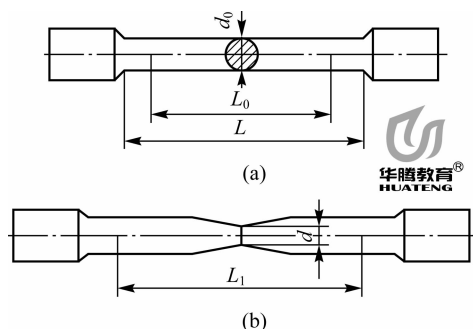


图 2-1 圆形低碳钢拉伸试样
(a)拉伸前 (b)拉伸后

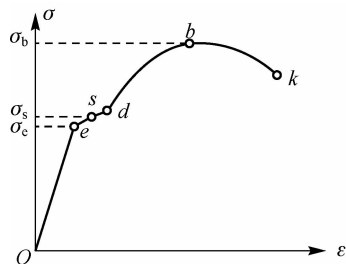


图 2-2 低碳钢的应力-应变曲线

图中, σ 为应力, ϵ 为应变, 有

$$\sigma = \frac{F}{d_0} \quad (2-1)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (2-2)$$

式中, F 为所加载荷, N; d_0 为试样原始截面积, mm^2 ; L_0 为试样的原始标距长度, mm; L_1 为试样变形后的标距长度, mm; ΔL 为伸长量, mm。

由图 2-2 可看出低碳钢拉伸过程有以下几个阶段:

(1) 弹性变形阶段 oe : 弹性变形阶段变形量与外加载荷成正比, 当载荷去掉后试样形变可完全恢复。

(2) 屈服阶段 es : 屈服阶段伴随着弹性变形, 还发生了塑性变形, 当去除载荷后, 试样部分形变恢复, 还有一部分形变不能恢复, 将这部分不能恢复的形变称为塑性变形。其中 s 为屈服点。

(3) 明显塑性变形阶段 sd : 明显塑性变形阶段载荷不再增加或微量增加, 试样却继续变形。

(4) 强化阶段 db : 载荷不断增加, 试样继续变形, 随着塑性变形增大, 强化阶段材料变形抗力也不断增加。

(5) 颈缩阶段 bk : 当试样变形达到最高点 b 后, 试样就在某个薄弱部分发生局部变形, 形成颈缩, 此时变形所需的载荷逐渐降低。

(6) k 点时试样发生断裂。

根据金属材料的变形特点, 其强度指标分为以下几个:

(1) 弹性极限: 表示材料保持弹性变形, 不产生永久变形的最大应力。

(2) 屈服极限: 屈服极限也称为屈服强度(下屈服强度 R_{eL} , 上屈服强度 R_{eH}), 表示金属材料开始发生明显塑性变形的抗力。除退火或热轧的低碳钢和中碳钢等少数合金有屈服极限外, 大多数合金都没有屈服现象, 因此, 提出“规定残余延伸应力”作为相应的强度指标。国家规定: 当试样卸除拉伸应力之后, 其标距部分的残余延伸率等于规定的原始标距百分比时对应的应力作为规定延伸应力。规定残余延伸应力用 R_r 表示, 此应力的符号应附以角标说明, 例如, $R_{r0.2}$ 表示规定残余延伸率为 0.2% 时的应力。

(3)强度极限 R_m 也称为抗拉强度,表示金属材料受拉时所能承受的最大应力。它是设计和选材的主要依据之一,是工程技术上的主要强度。

二、刚度和弹性

由图 2-2 可测出材料的弹性模量 E ,即可确定该材料的刚度和弹性。弹性模量 E 是指金属材料在弹性状态下的应力与应变的比值,即

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2-3)$$

在应力-应变曲线上,弹性模量就是试样在弹性变形阶段线段的斜率。它表示金属材料抵抗弹性变形的能力,工程上将材料抵抗弹性变形的能力称为刚度。

在实际应用中,绝大多数机械零件都是在弹性状态下进行工作的,而工作过程中一般不允许有过量的弹性变形,更不允许有明显的塑性变形。故对刚度有一定的要求。刚度除了与材料的横截面积大小、形状有关,还取决于弹性模量 E , E 越大,刚度越大。

三、塑性

塑性是指材料断裂前发生不可逆永久变形的能力。材料断裂前的塑性变形越大,表示它的塑性越好,反之则其塑性越差。常用的塑性指标是断后伸长率和断面收缩率。

1. 断后伸长率

断后伸长率是指试样拉断后的标距伸长量与原始标距的比值,即标距的相对伸长,用 A 表示。

$$A = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (2-4)$$

式中, L_0 为试样原始的标距长度,mm; L_u 为试样断裂后的标距长度,mm。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后,颈缩处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比,用 Z 表示。

$$Z = \frac{\Delta S}{S_0} = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100\% \quad (2-5)$$

式中, S_0 为试样原始的横截面积,mm²; S_u 为试样断裂后颈缩处的最小横截面积,mm²。

金属材料的断后伸长率 A 和断面收缩率 Z 越大,表示材料的塑性越好。塑性好的材料可发生较大的塑性变形而不被破坏,便于通过各种压力加工获得形状复杂的零件,如汽车的车身一般采用低碳钢或铝合金等材料冲压成型。

四、硬度

硬度是指金属材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划伤的能力,即材料对局部塑性变形的抗力。它是衡量材料性能的一个综合的工程量或技术量。通常材料的硬度越高,耐磨性越好,强度越高。

强度的测量方法很多,常用的有布氏硬度测试法和洛氏硬度测试法。

1. 布氏硬度及其测定

布氏硬度的测定是在布氏硬度试验机上进行的,其试验原理如图 2-3 所示。直径为 D 的钢球或硬质合金球,在规定载荷 F 的作用下压入被测金属表面,保持一定时间后卸除载荷,测定压痕的直径,求出压痕球的表面积。压痕的表面积通过压痕的平均直径和压头直径计算得到。压痕单位面积上所承受的平均压力即为布氏硬度值,用符号 HBW(当用硬质合金球压头时)表示。

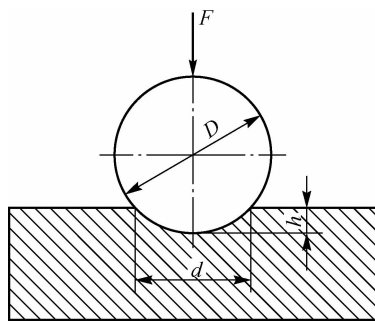


图 2-3 布氏硬度试验原理

$$\begin{aligned} \text{HBW} &= \text{常数} \times \frac{\text{试验力}}{\text{压痕表面积}} \\ &= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \end{aligned} \quad (2-6)$$

式中, F 为所加载荷, N; D 为硬质合金球体直径, mm; d 为压痕平均直径, mm。

由式(2-6)可知,当试验载荷和球体直径一定时,压痕平均直径 d 越大,则布氏硬度值越小,即材料的硬度越低。在实际应用时,只要测出压痕平均直径 d 的大小,即可在 GB/T 231.4 计算表中查出相应的布氏硬度值。

布氏硬度试验的优点是测定的数据准确稳定,数据重复性强,但压痕的面积较大,对金属表面的损伤很大,且不易测定太薄零件的硬度,也不适用于测定成品件的硬度。布氏硬度试验多适用于测定原材料、半成品及微小部分性能不均匀材料(如铸铁)的硬度。

2. 洛氏硬度及其测定

将压头(金刚石圆锥、硬质合金球)分两个步骤压入试样表面,经规定保持时间后,卸除主试验力,测量在初试验力下的残余压痕深度 h 。

洛氏硬度的测定是在洛氏硬度试验机上进行的,其试验原理如图 2-4 所示。洛氏硬度标尺见表 2-1,洛氏硬度测定符号及说明见表 2-2。

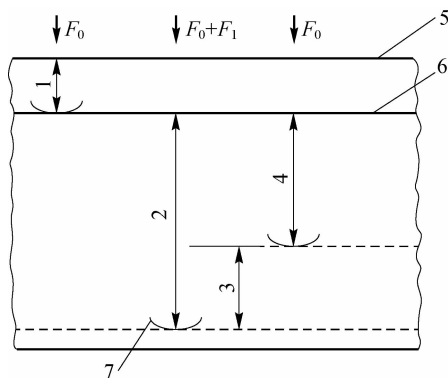


图 2-4 洛氏硬度试验原理

- 1—在初试验力 F_0 下的压入深度; 2—由主试验力 F_1 引起的压入深度;
3—卸除主试验力 F_1 后的弹性回复深度; 4—残余压入深度 h ;
5—试样表面; 6—测量基准面; 7—压头位置

根据 h 值及常数 N 和 S ,用式(2-7)计算洛氏硬度。

$$\text{洛氏硬度} = N - \frac{h}{S} \tag{2-7}$$

表 2-1 洛氏硬度标尺

洛氏硬度标尺	硬度符号	压头类型	初试验力 F_0/N	主试验力 F_1/N	总试验力 F/N	适用范围
A	HRA	金刚石圆锥	98.07	490.3	588.4	20~88 HRA
B	HRB	直径 1.587 5 mm 球	98.07	882.6	980.7	20~100 HRB
C	HRC	金刚石圆锥	98.07	1 373	1 471	20~70 HRC
D	HRD	金刚石圆锥	98.07	882.6	980.7	40~77 HRD
E	HRE	直径 3.175 mm 球	98.07	882.6	980.7	70~100 HRE
F	HRF	直径 1.587 5 mm 球	98.07	490.3	588.4	60~100 HRF
G	HRG	直径 1.587 5 mm 球	98.07	1 373	1 471	30~94 HRG
H	HRH	直径 3.175 mm 球	98.07	490.3	588.4	80~100 HRH
K	HRK	直径 3.175 mm 球	98.07	1 373	1 471	40~100 HRK
15N	HR15N	金刚石圆锥	29.42	117.7	147.1	70~94 HR15N
30N	HR30N	金刚石圆锥	29.42	264.8	294.2	42~86 HR30N
45N	HR45N	金刚石圆锥	29.42	411.9	441.3	20~77 HR45N
15T	HR15T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	117.7	147.1	67~93 HR15T
30T	HR30T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	264.8	294.2	29~82 HR30T
45T	HR45T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	411.9	441.3	10~72 HR45T

洛氏硬度的表示方法如下。

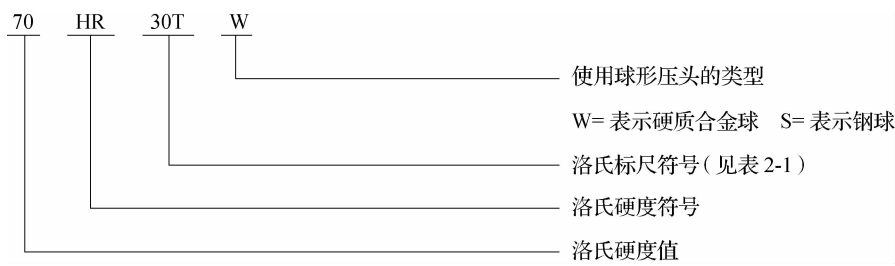


表 2-2 洛氏硬度测定符号及说明

符 号	说 明	单 位
F_0	初试验力	N
F_1	主试验力	N
F	总试验力	N
S	给定标尺的单位	mm
N	给定标尺的硬度数	
h	卸除主试验力,在初试验力下压痕残留的深度(残余压痕深度)	mm
HRA	洛氏硬度 $=100-\frac{h}{0.002}$	
HRC		
HRD		
HRB	洛氏硬度 $=130-\frac{h}{0.002}$	
HRE		
HRF		
HRG		
HRH		
HRK		
HRN	表面洛氏硬度 $=100-\frac{h}{0.001}$	
HRK		

洛氏硬度试验压痕小、直接读数、操作方便、可用于测量低、中、高硬度材料,应用最广。适用于测量各种钢铁原材料、有色金属、经淬火后工件、表面热处理工件及硬质合金等。

材料的硬度还可用维氏硬度试验法及显微硬度试验法等进行测定。各种不同方法所测定的硬度值可以通过查表的方法进行互换。

五、疲劳强度

疲劳强度是指在循环应力和应变作用下,在一处或几处产生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然断裂的过程。这种断裂方式称为疲劳断裂。

许多机械零件,如汽车中的轴、齿轮、轴承和弹簧等,经常受到大小和方向周期性变化的载荷作用。在这种交变载荷下,虽然零件工作中所承受到的应力值远低于材料的强度极限,甚至小于其屈服极限,但经多次循环也会使零件在没有明显的外观变形时突然发生断裂,疲劳断裂常常会造成严重事故,具有很高的风险。据统计,损坏的机械零件中,有 80% 以上是由于金属的疲劳造成的。

试验证明,金属材料能承受的交变应力,与断裂前应力循环次数 N 有关,如图 2-5 所示。由图可知,金属承受的交变应力 σ 越大,则断裂时应力循环次数 N 越少。当应力低于某一值时,曲线与横坐标平行,表示材料可经无限周期循环而不破坏,此应力值称为材料的疲劳极

限或疲劳强度,用 σ_{-1} 表示。因无数次应力循环的试验是不能完成的,工程上一般规定:钢铁循环次数为 10^7 所对应的应力即 σ_{-1} ;有色金属循环次数则规定为 10^8 。

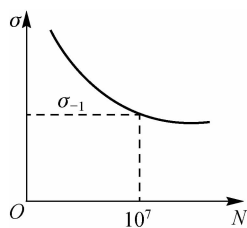


图 2-5 钢铁疲劳曲线示意图

金属的疲劳破坏与很多因素有关,主要有工作条件、表面状态、材质和残余内应力等。可通过改善零件结构形状避免应力集中,以及改善零件表面粗糙度、进行表面强化处理来提高金属材料的疲劳强度。

任务二 常用金属材料

任务描述

任务内容:理解黑色金属材料的分类;

理解有色金属材料的分类;

熟悉黑色金属材料和有色金属材料的性能。

任务目标:理解黑色金属材料和有色金属材料的分类;

掌握黑色金属材料和有色金属材料的性能。

知识准备

金属材料是目前汽车上应用最广泛的工程材料。工业上通常把金属材料分为两大类:黑色金属和有色金属。黑色金属是指钢铁材料,有色金属是指除钢铁材料以外的其他所有金属材料,如铝、铜、镁及其合金。

一、黑色金属材料

钢铁材料最大的特点是价格低廉,比强度(强度/密度)高,便于加工,因而得到广泛应用。汽车用钢铁材料有钢板、结构钢、特殊用途钢、钢管、烧结合金、铸铁及部分复合材料等,主要用于制造车架、车轴、车身、齿轮、发动机曲轴、缸体、罩板、外壳等零件。

(一)碳素钢

碳素钢又称碳钢,是含碳量小于 2.11%,并含有少量硅、锰、磷、硫等杂质元素的铁碳合金。碳钢具有一定的力学性能和良好的工艺性能,价格低廉,品种多样,在工业中广泛应用。

1. 碳素钢的分类

碳素钢的分类方法很多,常见的有以下三种:

1) 按钢中的含碳量分类

- (1) 低碳钢: $\omega_{\text{C}} \leq 0.25\%$ 。
- (2) 中碳钢: $\omega_{\text{C}} = 0.25\% \sim 0.60\%$ 。
- (3) 高碳钢: $\omega_{\text{C}} > 0.60\%$ 。

2) 按钢的质量分类

按钢的质量分类,主要根据含有害杂质硫、磷的量不同,可分为以下三种:

- (1) 普通碳素钢: $\omega_{\text{S}} \leq 0.05\%$, $\omega_{\text{P}} \leq 0.045\%$ 。
- (2) 优质碳素钢: $\omega_{\text{S}}、\omega_{\text{P}} \leq 0.035\%$ 。
- (3) 高级优质碳素钢: $\omega_{\text{S}} \leq 0.02\%$, $\omega_{\text{P}} \leq 0.03\%$ 。

3) 按钢的用途分类

(1) 碳素结构钢:主要用作各种工程构件、桥梁、建筑构件和机器零部件等,一般为中低碳钢。

(2) 碳素工具钢:主要用于制作各种刀具、量具、模具,一般为高碳钢。

2. 碳素钢的牌号、性能和主要用途

1) 普通碳素结构钢

普通碳素结构钢的碳含量较低,而硫、磷等有害杂质的含量较高,故强度不高,但塑性、韧性较好,焊接性能好,价格低廉。该类钢通常不进行处理而直接使用。常见的有热轧钢板、钢带、钢棒和型钢。可用于制造焊、铆、螺栓联接的一般工程构件和不重要的一般机械零件,如货车车架、发动机支架、后视镜支杆等。

普通碳素结构钢和低合金结构钢的牌号通常由四部分组成:

第一部分:前缀符号+强度值(以 N/mm^2 或 MPa 为单位),其中通用结构钢前缀符号为代表屈服强度的拼音的字母“Q”,专用结构钢的前缀符号查询相关国家标准。

第二部分(必要时):钢的质量等级,用英文字母 A、B、C、D、E、F……表示。

第三部分(必要时):脱氧方式表示符号,即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢分别以“F”“b”“Z”“TZ”表示。镇静钢、特殊镇静钢表示符号通常可以省略。

第四部分(必要时):产品用途、特性和工艺方法表示符号。

普通碳素结构钢的规定牌号有 Q195、Q215、Q235、Q255、Q275 五类,如 Q235AF。

2) 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的牌号用平均含碳量的万分之几(两位数字)表示。如钢号 45,表示平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢。优质碳素结构钢具有较好的塑性、韧性,可通过热处理来提高力学性能,主要用来制造各种机器零件。

优质碳素钢牌号通常由五部分组成:

第一部分:以两位阿拉伯数字表示平均碳含量(以万分之几计)。

第二部分(必要时):较高含锰量的优质碳素结构钢,加锰元素符号 Mn。

第三部分(必要时):钢材冶金质量,即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示,优质钢不用字母表示。

第四部分(必要时):脱氧方式表示符号,即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢分别以“F”“b”“Z”

表示,但镇静钢表示符号通常可以省略。

第五部分(必要时):产品用途、特性或工艺方法表示符号。

优质碳素结构钢、保证淬透性结构钢和优质碳素弹簧钢的牌号示例见表 2-3。

表 2-3 优质碳素结构钢、保证淬透性结构钢和优质碳素弹簧钢的牌号示例

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	牌号示例
1	优质碳素结构钢	碳含量: 0.05%~0.11%	锰含量: 0.25%~0.50%	优质钢	沸腾钢		08F
2		碳含量: 0.47%~0.55%	锰含量: 0.50%~0.80%	高级优质钢	镇静钢		50A
3		碳含量: 0.48%~0.56%	锰含量: 0.70%~1.00%	特级优质钢	镇静钢		50MnE
4	保证淬透性结构钢	碳含量: 0.42%~0.50%	锰含量: 0.50%~0.85%	高级优质钢	镇静钢	保证淬透性钢表示符号“H”	45AH
5	优质碳素弹簧钢	碳含量: 0.62%~0.70%	锰含量: 0.90%~1.20%	优质钢	镇静钢		65Mn

常用优质碳素结构钢的牌号、性能及用途见表 2-4。

表 2-4 常用优质碳素结构钢的牌号、性能及用途

类别	钢号	抗拉强度 R_m /MPa	工艺性	淬火硬度范围/ HRC	汽车中应用举例
普通碳素钢	Q235	235(屈服强度)	焊接性好,切削加工性不好,良好的韧性和锻造性	—	车厢板件、制动器底板、拉杆、销、键、法兰轴、螺栓等
优质碳素钢	08	327	焊接性好,切削加工性差,良好的韧性和冷冲性	—	驾驶室、油箱、离合器等
	15	372		56~62 (渗碳)	离合器分离杠杆、风扇叶片、驻车制动杆等
	35	529	切削加工性好	30~40	凸轮轴、曲轴、转向节主销等
	45	597		45~55	

3)碳素工具钢

碳素工具钢是用于制造刀具、量具、模具的钢,在使用时应经淬火加低温回火热处理,使其具有高的硬度和耐磨性。碳素工具钢牌号在“T”后标出平均含碳量的千分数。常用碳素工具钢的牌号、性能及用途见表 2-5。

碳素工具钢牌号通常由四部分组成:

第一部分:碳素工具钢表示符号“T”。

第二部分:阿拉伯数字表示平均碳含量(以千分之几计)。

第三部分(必要时):较高含锰量碳素工具钢,加锰元素符号 Mn。

第四部分(必要时):钢材冶金质量,即高级优质碳素工具钢以 A 表示,优质钢不用字母表示。

表 2-5 常用碳素工具钢的牌号、性能及用途

牌 号	淬火硬度/HRC	特性与应用
T10、T10A	62	有一定的韧性和较高硬度,用于不受突然冲击并且刃口有韧性要求的刀具,如丝锥、冷冲模等
T12、T12A	62	韧性较小,具有较高的耐磨性,用于不受振动的高硬度工具,如钻头、铰刀、量规等

(二)合金钢

碳钢虽得到广泛应用,但因其淬透性低、绝对强度低、回火抗力差,不能用于大尺寸、重载荷的零件,也不能用于耐腐蚀、耐高温的零件,而且它的热处理工艺性能不佳。

为改善碳钢的组织 and 性能,在碳钢基础上有目的地加入一种或几种合金元素所形成的钢称为合金钢。合金钢通过热处理能获得优良的综合机械性能及一些特殊的物理、化学性能。常加入的合金元素有 Ti、V、Ni、W、Mo、Cr、Mn、Al、Co、Si、B、N 及稀土元素。合金钢的冶炼、加工困难,价格较贵,所以应合理选用。

合金钢按合金元素的质量分数分低合金钢、合金钢;按用途又分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

1. 低合金结构钢

低合金结构钢是在低碳钢的基础上加入少量合金元素(合金元素总量小于 3%)而得到的钢。这类钢比低碳钢的强度要高 10%~30%,冶炼比较简单,生产成本与碳钢相近。广泛用于建筑、石油、化工、桥梁、造船等行业,一般不再进行热处理。

牌号表示方法与普通碳素结构钢相同。例如,Q235 表示屈服强度不低于 235 MPa 的低合金结构钢。它可取代普通碳素结构钢,在汽车中主要用于制作车身,还可用于制造高强度连接件,如螺栓、弹簧钢板吊环等。

普通碳素结构钢和低合金结构钢牌号示例见表 2-6。

表 2-6 普通碳素结构钢和低合金结构钢牌号示例

序 号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	牌号示例
1	普通碳素结构钢	最小屈服强度 235 N/mm ²	A 级	沸腾钢		Q235AF
2	低合金高强度结构钢	最小屈服强度 345 N/mm ²	D 级	特殊镇静钢		Q345D
3	热轧光圆钢筋	屈服强度特征值 235 N/mm ²				HRB235

续表

序 号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	牌号示例
4	热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335 N/mm ²				HRB335
5	细晶粒热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335 N/mm ²				HRBF335
6	冷轧带肋钢筋	最小抗拉强度 550 N/mm ²				CRB550
7	预应力混凝土用螺纹钢筋	最小屈服强度 830 N/mm ²				PSB830

2. 合金结构钢

合金结构钢是在碳素结构钢的基础上加入合金元素而得到的钢。

合金结构钢牌号通常由四部分组成：

第一部分：以二位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）。

第二部分：合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示。具体表示方法为：平均含量小于 1.50% 时，牌号中仅标明元素，一般不标明含量；平均含量为 1.50%~2.49%、2.50%~3.49%、3.50%~4.49%、4.50%~5.49%……时，在合金元素后相应写成 2、3、4、5……

注：化学元素符号的排列顺序推荐按含量值递减排列。如果两个或多个元素的含量相等时，相应符号位置按英文字母的顺序排列。

第三部分：钢材冶金质量，即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示，优质钢不用字母表示。

第四部分（必要时）：产品用途、特性或工艺方法表示符号，可查询相应国家标准。

1) 合金渗碳钢

合金渗碳钢是适用于渗碳+淬火+低温回火的热处理方式的合金结构钢。其含碳量低（0.1%< ω_c <0.25%），所以心部具有良好的塑性和韧性，而渗碳层具有高硬度、优良的耐磨性及抗疲劳性。主添加元素为铬、锰、镍、硼等，可以提高淬透性，保证心部强度；辅加元素为钼、钨、钒、钛等。适用于承受冲击载荷及磨损条件下工作的重要渗碳零件，20CrMnTi 是应用最多的合金渗碳钢，用于制造汽车发动机凸轮和变速箱齿轮等。

2) 合金调质钢

合金调质钢是在中碳钢的基础上加入一些合金元素，经调质处理后使用的钢。含碳量适中（ $\omega_c=0.25\%\sim0.50\%$ ），主要添加元素为铬、镍、钨、钒、钛、铝等，以防止第二类回火脆性，细化晶粒，增加回火稳定性，因而具有良好的综合力学性能，主要用来制造在多种载荷下工作的重要零件。

此类钢中，40Cr、40MnB 适用于中等截面的结构件，如汽车连杆螺栓、后桥半轴等；40CrNi、37CrNi3 适用于大截面、承受大载荷的重要结构件，如中间轴、曲轴等。

3) 合金弹簧钢

适用于制作弹簧的合金结构钢称为合金弹簧钢。其含碳量中等偏高（ $\omega_c=0.50\%\sim$

0.70%),因零件受动载荷,所以必须具有高抗拉强度、屈强比、疲劳强度,足够的塑性和韧性,良好的表面质量,高淬透性和低脱碳敏感性。主加元素为硅、锰,辅加元素有铬、钨、钒等。主要用于制造各种弹性零件,如减振板簧、螺旋弹簧、缓冲弹簧等。

常用的合金弹簧钢中,55Si2Mn、60Si2Mn、65Mn等用于制造截面大于25 mm的各种螺旋弹簧和钢板弹簧;55CrMnA和60CrMnA用于制造截面小于50 mm的各种螺旋弹簧和钢板弹簧。

3. 合金工具钢

合金工具钢是在碳素工具钢的基础上加入合金元素(V、Mo、Cr、Mn、Si等)制成的。加入了合金元素,使得合金工具钢热处理性能得到了改善,因而提高了材料的热硬性、耐磨性。这类钢常用来制造各种量具、模具和切削刀具,也可对应地分为量具钢、模具钢和刀具钢,其化学成分、性能和组织结构也不同。

刀具钢又分低合金刀具钢和高速钢。低合金刀具钢主要是含铬的钢,而高速钢是一种含钨、铬、钒等合金元素较多的钢。

合金工具钢牌号通常由两部分组成:

第一部分:平均碳含量小于1.00%时,采用一位数字表示碳含量(以千分之几计),平均碳含量不小于1.00%时,不标明含碳量数字。

第二部分:合金元素含量,以化学元素符号及阿拉伯数字表示,表示方法同合金结构钢的第二部分,低铬(平均铬含量小于1%)合金工具钢,在铬含量(以千分之几计)前加数字“0”。

4. 轴承钢

轴承钢是主要用于制造轴承中的内外套圈、滚动体(滚珠、滚柱、滚针)等的专用钢,也可用于制造形状复杂的精密量具等。轴承钢含碳量高($\omega_{\text{C}}=0.95\%\sim 1.10\%$),属过共析钢,添加元素以铬为主, $\omega_{\text{Cr}}=0.5\%\sim 1.65\%$,辅以硅、锰等,可以提高淬透性,使其具有极高的硬度和耐磨性、良好的接触疲劳强度和抗压强度,较高的弹性极限和一定的冲击韧度及抗蚀性等。

轴承钢的牌号用“GCr+数字”表示,其中“G”为滚字的汉语拼音字首,数字为铬的千分含量,其他合金元素表示与合金结构钢相同。常用滚动轴承钢牌号有GCr9、GCr15,广泛用于汽车、拖拉机、内燃机等各种机械的轴承。

5. 特殊性能钢

特殊性能钢是指具有某些特殊的物理、化学、力学性能,因而能在特殊的环境、工作条件下使用的钢。其牌号表示方法与合金工具钢基本相同,但若钢中碳含量上限不大于0.10%时,以其上限的3/4表示碳含量,当碳含量上限大于0.10%时,以其上限的4/5表示碳含量。例如,06Cr19Ni10,022Cr18Ti,20Cr15MnNi2N,20Cr25Ni20等。常用的特殊性能钢有不锈钢、耐热钢、耐磨钢。

在腐蚀介质中具有耐腐蚀性能的钢称为不锈钢,其主要合金元素是铬和镍。常用的不锈钢有12Cr13、20Cr13、30Cr13、10Cr17、12Cr18Ni9、和07Cr17Ni7Al等,适用于制造化工设备、医疗和食品器械等。

耐热钢是指在高温下不发生氧化并具有较高强度的钢。为提高耐蚀性和高温强度,常加入较多的Ni、Cr、Al、Si等合金元素。在汽车上常用的耐热钢是42Cr9Si2、40Cr10Si2Mo

等,用于制造发动机排气门等。

常用的耐磨钢是高锰钢。在强烈冲击下工作要求耐磨的零件必须具有表面硬度高、耐磨,心部韧性好、强度高的特点,高锰钢适用于制造耐磨零件,如制造铁路道岔、挖掘机铲齿等。

(三) 铸铁

铸铁是含碳量大于 2.11%,并且含有硅、锰、硫和磷等杂质元素的铁碳合金。在铸铁中,碳可以以渗碳体形式存在,也可以以石墨的形式存在。铸铁的强度、塑性等力学性能不如钢,但它有良好的铸造性能、切削加工性能、耐磨性、减振性,且价格低廉,因此广泛应用于机械制造业。根据碳在铸铁中存在形态的不同,铸铁可分为以下几种。

1. 白口铸铁

白口铸铁中碳以渗碳体形式存在,断口呈亮白色。其性能特点是硬而脆,切削加工非常困难,一般不用于制造零件。一些具有高硬度和耐磨性要求的零件,如轧辊、球磨机的磨球以及可锻铸铁的毛坯件,其组织为白口组织。

2. 灰铸铁

灰铸铁中碳全部或大部分以片状石墨形态存在,其断口呈暗灰色,故称灰铸铁。它的机械性能虽不如钢,但其软而脆,具有良好的铸造性、耐磨性、减振性和切削加工性,是应用最广的铸造金属。

灰铸铁的牌号以灰铁两字的汉语拼音字首“HT”与一组数字表示,数字表示最小抗拉强度,如 HT200 表示最小抗拉强度为 200 MPa 的灰铸铁。

灰铸铁广泛用于制造形状复杂但力学性能要求不高的箱体、叉架类零件,如缸盖、缸体、变速拨叉、变速器壳等;还用于承受压应力且有减振要求的零件,如床身、机架、立柱等。灰铸铁的牌号、性能、用途见表 2-7。

表 2-7 灰铸铁的牌号、性能、用途

牌 号	最小抗拉强度/MPa	应用举例
HT100	100	适用于负荷小,对摩擦、磨损无特殊要求的部件,如盖、油盘、支架、手轮
HT150	150	适用于承受中等负荷的零件,如机床支柱、底座、刀架、齿轮箱、轴承座
HT200	200	适用于承受较大负荷的零件,如机床床身、立柱、汽车缸体、缸盖、制动轮、联轴器、油缸、齿轮、飞轮
HT250	250	
HT300	300	适用于承受较高负荷的重要零件,如齿轮、凸轮、大型发动机曲轴、缸体、缸套、缸盖、高压油缸、阀体、泵体
HT350	350	

3. 可锻铸铁

可锻铸铁是由白口铸铁经石墨化退火得到的一种具有团絮状石墨的铸铁,其中碳以团絮状石墨形式存在。因为呈团絮状的石墨对金属基体的割裂作用和应力集中,可锻铸铁比灰铸铁有更高的强度,并且有一定的塑性和韧性,可以部分代替锻钢,但可锻铸铁并不可锻

造。常用于制造汽车、拖拉机的薄壳零件、低压阀门和各种管接头等。

我国常用的可锻铸铁有黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁。其牌号由三个字母及两组数字组成。黑心可锻铸铁用“可、铁、黑”三字的汉语拼音字头 KTH 表示;珠光体可锻铸铁用“可、铁、珠”三字的汉语拼音首字母 KTZ 表示,后面两组数字分别代表抗拉强度和伸长率的最小值,两组数字用“-”隔开。

4. 球墨铸铁

球墨铸铁是将铁液经过球化处理而使石墨大部分或全部呈球状的铸铁。球墨铸铁中的石墨呈球状,其割裂基体的作用减小,可以充分发挥基体的性能,因此,它的强度和塑性已超过灰铸铁和可锻铸铁,甚至还超过某些低碳钢,接近铸钢。球墨铸铁具有和灰铸铁相同的铸造性、减振性、耐磨性及切削加工性等优点。用球墨铸铁可制造一些受力复杂而强度、韧性及耐磨性要求高的零件。

球墨铸铁牌号用“QT”加两组数字表示,“QT”为“球铁”汉语拼音首字母,后面两组数字分别代表抗拉强度和伸长率的最小值。例如,QT400-18 适用于做汽车、拖拉机的轮毂、后桥壳及减速器壳体等;QT500-7 适用于做汽车、拖拉机的曲轴、连杆和凸轮轴等零件。

5. 蠕墨铸铁

蠕墨铸铁兼有球墨铸铁和灰铸铁的性能,因此,它具有独特的用途,在钢锭模、汽车发动机、排气管、玻璃模具、柴油机缸盖、制动零件等方面的应用上均取得了良好的效果。蠕墨铸铁牌号用“RuT”与一组数字表示,数字表示最小抗拉强度,如 RuT420。

6. 合金铸铁

为提高铸铁的耐磨、耐热、耐蚀性等某些特殊性能,在熔化时加入合金元素的铸铁称为合金铸铁。与合金钢相比,合金铸铁熔炼简单、成本低,但力学性能较差。汽车中常用的合金铸铁有以下几种:

(1)耐热铸铁。耐热铸铁是在铸铁中加入 Al、Si、Cr 等合金元素,可在铸件表面形成一层致密、牢固、均匀的保护膜,如 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Cr_2O_3 ,使铸件在 $700\sim 1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 高温下具有抗氧化性。汽车发动机排气门座就可以采用耐热合金铸铁制作。

(2)耐磨铸铁。耐磨铸铁是在铸铁中加入少量 P、Cu、Ti、Mn、Mo 等合金元素,可大大提高铸铁的耐磨性。广泛用于制造汽车、拖拉机行业中气缸套筒、排气门座圈、活塞环等零件。

二、有色金属材料

与钢铁材料相比,有色金属材料具有质轻、导电性好等特性,有色金属在现代汽车上的用量呈逐年增加的趋势。例如,铝合金材料因其密度低、强度高及耐腐蚀性好,在轿车的轻量化中占重要地位。此外,采用新型镁合金制造的凸轮轴盖、制动器等零件,可减轻质量和降低噪声。在轿车制造行业,采用铝、镁、钛等轻金属替代钢铁材料减轻自重是轿车轻量化的重要手段。

(一) 铝及铝合金

铝及铝合金的密度小,属轻金属,在地球上的储量丰富,居金属元素之首。有关试验证明,若采用铝合金制造汽车的缸体和车身,整个汽车的自重可减轻 40%。

1. 纯铝

纯铝呈银白色,密度小(约 2.7 g/cm^3),导电性和导热性仅次于铜、银和金,强度低($R_m = 80 \text{ MPa}$),塑性好($A=50\%$, $Z=80\%$),具有良好的耐蚀性。其强度和硬度都比较低,可经冷变形和合金化使其强化,还可进行冷、热压力加工。我国工业纯铝的牌号是用其纯度来编号的,如 L1、L2 和 L3 等,L 为“铝”字的拼音首字母,编号数字越大,杂质的含量越高,纯度越低。

2. 铝合金

在纯铝中加入 Si、Cu、Mg、Zn、Mn 等金属元素形成铝合金,其密度小、比强度高、耐腐蚀、导热性好,可以用来制作机器零件,尤其在要求结构质量轻的产品中应用较多。在轿车日益轻量化的今天,铝及铝合金也得到了日益广泛的应用。

根据其成分和工艺的特点,铝合金分为形变铝合金(压力加工铝合金)和铸造铝合金两类。

形变铝合金具有较高的强度和良好的塑性,可通过压力加工制成各种半成品,也可以焊接。它主要用于承受中等载荷或高载荷的构件,飞机上应用较广,如飞机大梁、起落架等。常用的形变铝合金有防锈铝合金(LF+顺序号)、硬铝合金(LY+顺序号)、超硬铝合金(LC+顺序号)及锻铝合金(LD+顺序号)等,牌号表示方法见 GB/T 16474—2011。形变铝合金在汽车中应用不多。

按主加合金元素的不同,铸造铝合金可分为铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金及铝锌合金等。其中铝硅合金使用最广,俗称硅铝明,具有良好的铸造性能,广泛用于制造形状复杂的零件,如发动机活塞、气缸体、水冷的气缸头、气缸套等。

各类铸造铝合金的牌号为:ZAl+合金元素符号+合金元素的平均质量分数的百分数。如 ZAlSi12。代号用 ZL(“铸铝”汉语拼音首字母)及三位数字表示,第一位数字表示合金类别,1、2、3、4 分别表示铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金及铝锌合金;第二、三位数字表示顺序号。如代号为 ZL101 铸造铝合金相应的牌号为 ZAlSi7Mg。

应用于轿车上的铝合金以铸造铝合金为主。发动机部分气缸体是大尺寸的铝铸件,采用铝铸件的还有曲轴箱、气缸盖、活塞、滤清器和发动机架等,尤其是活塞几乎都用铝合金。我国应用铝硅合金 ZL108、ZL109、ZL111 比较多。底盘上采用铝铸件的零件也不少,如离合器壳、变速器壳等,车轮箍也有用铝合金铸造的。

(二)铜及铜合金

铜是人类发现和使用最早的金属。在汽车工业所用有色金属材料中,铜合金用量仅次于铝合金。

1. 纯铜

纯铜呈紫红色,故又称紫铜。纯铜导电性、导热性优良,仅次于金和银,是最常用的导电、导热材料。其耐蚀性和塑性很好,但强度低。纯铜的牌号有 T1、T2、T3 三种。T 为“铜”字拼音首字母,编号越大,纯度越低。无氧铜的含氧量极低,代号为 TU1、TU2。纯铜广泛应用于制造电线、电缆等各种导电材料。在机械中由于纯铜具有良好的导热性、塑性及耐蚀性,常用于制造发动机的输油管、缸头垫和火花塞垫等。

2. 铜合金

汽车制造业主要使用铜合金。铜合金比纯铜强度高,且具有许多优良的物理化学性能。铜

合金按化学成分不同分为黄铜、青铜和白铜三类,普通机械制造中,应用较广的是黄铜和青铜。

(1)黄铜。黄铜是以铜和锌为主组成的铜合金。其强度、硬度和塑性都随锌的质量分数增加而升高。锌的质量分数为 30%~32%时,其塑性达到最大值;锌的质量分数为 45%时,其强度最高。在黄铜的基础上再加入少量其他元素而成的铜合金称为特殊黄铜,如锡黄铜、铅黄铜、硅黄铜等。黄铜通常用来制造耐蚀和耐磨零件,如弹簧、阀门、管件等。

黄铜的牌号用 H+数字表示,其中 H 为“黄”的汉语拼音首字母,数字表示铜平均质量分数的百分数。如 H62 表示含铜量为 62%,含锌量为 38%的黄铜。特殊黄铜在牌号中标出合金元素符号及质量分数。如 HSn62-1 含铜量 62%,含锡量为 1%,含锌量为 36.5%的黄铜。

黄铜在轿车上用作转向节衬套、钢板弹簧衬套、轴套等耐磨件,也可用作散热器冷凝器、冷却管,还可用作装饰件、供水排水管、油管接头、制动三通接头、垫片和垫圈。

(2)青铜。除黄铜和白铜(铜和镍的合金)以外的其他铜合金称为青铜,青铜又可以分为锡青铜和特殊青铜(无锡青铜)。

锡青铜是以锡(锡的含量一般为 3%~14%)为主要合金元素的铜合金。锡的含量直接影响到青铜的力学性能,当含锡量小于 8%时,锡青铜具有良好的塑性和一定的强度,适于压力加工,故称变形锡青铜。当含锡量大于 10%时,此时锡青铜由于塑性差,只适于铸造,故称铸造锡青铜,可铸造形状复杂的零件。锡青铜抗腐蚀性好、耐磨性高,多用于制造轴瓦、轴套等耐磨零件。

特殊青铜指不含锡的青铜。特殊青铜具有良好塑性、耐磨性、耐蚀性及铸造性能,主要用于耐磨损零件和耐蚀零件的制造,如蜗轮、轴瓦等。常见的有铝青铜、锰青铜、硅青铜和铅青铜,它们通常作为锡青铜的代用材料。

压力加工青铜牌号依次由 Q(汉语“青”的拼音首字母)、主加元素符号及其平均质量分数组成。

任务三 非金属材料 and 复合材料

任务描述

任务内容:熟悉非金属材料的分类;

熟悉复合材料的特性。

任务目标:掌握非金属材料的分类及特性;

掌握复合材料的特性。

知识准备

除金属以外,塑料、橡胶、玻璃、陶瓷、合成纤维、胶黏剂、摩擦材料和涂装材料等均为非金属材料。非金属材料是工业中必不可少的门类,它有许多金属材料不具备的特点:如高分子材料质轻、耐蚀、减振和价廉等,陶瓷高硬度、耐高温、耐腐蚀等。它们在汽车上的应用呈

逐年增长的趋势。

工程上常用的非金属材料包括有机高分子材料、陶瓷材料和复合材料。有机高分子材料(分子量特别大的有机化合物)包括塑料、橡胶等;陶瓷材料包括陶瓷、玻璃等;复合材料包括金属和金属之间、非金属和金属之间、非金属和非金属之间的复合材料,但工程用复合材料大多以非金属复合材料为主。

一、塑料

塑料是在一定温度和压力下可塑制成型的高分子合成材料的通称,是当前机械工业中应用最广泛的高分子材料。

(一)塑料的组成

塑料一般以合成树脂(高聚物)为基础,再加入各种添加剂而制成。

合成树脂是指从煤、石油和天然气中提炼出来的高分子化合物,它是塑料的主要组分(占40%~100%),对塑料的性能起着决定性作用,故绝大多数塑料以树脂的名称命名。例如,聚氯乙烯塑料的树脂就是聚氯乙烯。合成树脂受热时呈软化或熔融状态,因而塑料具有良好的成型能力。

添加剂是为了改善塑料的使用性能或成型能力而加入的其他辅助组分。常见添加剂有:填充剂用来调整塑料的物理学性能,提高材料强度;增塑剂可提高塑料的柔软性和可塑性;固化剂在塑料加工过程中可使树脂硬化,从而达到使用要求;防老化剂(稳定剂)可提高树脂在受热、光、氧等作用时的稳定性。此外,还有为防止塑料在成型过程中黏在模具上,并使塑料表面光亮美观而加入的润滑剂;为使塑料具有美丽的色彩加入的染料等着色剂以及发泡剂、阻燃剂等。根据不同的塑料品种和性能要求,加入不同的添加剂。

(二)塑料的分类

1. 按塑料的用途分类

塑料按用途可分为通用塑料和工程塑料两大类。

(1)通用塑料。通用塑料的产量大,价格低,性能一般,可作为日用品、农用及包装材料,主要有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS聚丙烯、氨基塑料和酚醛塑料等。

(2)工程塑料。一般工程塑料的力学性能较好,且耐高温,耐辐射,耐腐蚀,电绝缘性能好,因而有时可代替金属在汽车、机械、化工等部门用来制造机械零件及工程结构。工程塑料主要有聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯、ABS、聚甲醇等。在实际使用中,通用塑料和工程塑料并没有严格的界限。

2. 按树脂的热性能分类

塑料按树脂的热性能可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。

(1)热固性塑料。热固性塑料可在常温或受热后起化学反应、固化成型,再加热时不能恢复成型前的化学结构。这类塑料耐热性好,不易变形,但生产周期长,废旧塑料不能回收利用。常用的热固性塑料主要有聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙及ABS等。

(2)热塑性塑料。热塑性塑料受热软化,熔融,冷却后固化,可以多次反复而化学结构基本不变,但其耐热性相对较差,容易变形。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、

ABS 塑料、聚甲醛、聚酰胺和有机玻璃等。

(三) 塑料的特点

与金属材料相比,塑料具有以下特点:

(1)质量轻、强度低、刚度低。塑料的密度一般为 $0.9 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$,仅为钢的 $1/7 \sim 1/4$,强度 R_m 一般为 $30 \sim 150 \text{ MPa}$,刚度仅为金属的 $1/10$,所以塑料只能制作承载不大的零件。但由于密度小,所以塑料的比强度、比模量还是很高的。

(2)耐热性差,易老化。多数塑料只能在小于 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 时使用,少数塑料可在 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右时使用。

(3)热膨胀系数大。塑料的热膨胀系数是钢的 $3 \sim 10$ 倍,所以塑料零件的尺寸精度不够稳定。

(4)绝缘性好。塑料绝缘性好,因此广泛用于电器、电力工程中。

(5)耐蚀性好。化学稳定性很高,耐酸、碱、油、水及大气等物质的侵蚀,特别适合制造化工机械零件及在腐蚀介质中工作的零件。

(6)导热性差。一般为金属的 $1/600 \sim 1/500$,所以具有良好的绝热性,但易摩擦发热。

(7)减摩性能、耐磨性能差异大。大部分塑料的减摩、耐磨性较金属差,但也有些塑料如聚氟乙烯、尼龙等,摩擦系数很小,约为 0.04 ,而且具有良好的自润性,是极好的轴承材料和耐磨材料。因而大量用于制造密封件、齿轮、轴承等零件。

此外,塑料还具有吸振性能高、易于加工成型等优点。

(四) 塑料在汽车上的应用

目前,塑料在汽车上的应用越来越多,在轿车上的用量约占全车重量的 9% 。常用塑料的主要特性及其在汽车上的应用见表 2-8。

表 2-8 常用塑料的主要特性及其在汽车上的应用

种 类		代 号	主要特性	应用举例
热塑性塑料	聚乙烯	PE	强度高,耐磨性、耐高温性、耐腐蚀性和绝缘性较好	汽油箱、挡泥板、风窗嵌条、保险杠等
	聚酰胺(尼龙)	PA	韧性好,强度高,耐磨性、耐疲劳性、耐油性等综合性能好,但吸水性和收缩性大	车窗摇柄、风扇叶片、里程表齿轮、钢板弹簧销衬套等
	聚甲醛	POM	综合力学性能优良,尺寸稳定性好,耐磨性、耐油性、耐老化性好,吸水性小	半轴齿轮和行星齿轮垫片、汽油泵壳、转向节衬套等
	有机玻璃	PMMA	透明度高,耐腐蚀性、绝缘性好,有一定的力学性能,但耐腐蚀性差	灯罩、油杯、标牌、仪表壳件等
	聚碳酸酯	PC	具有较高的抗冲击性、抗拉性及耐热性,还兼有优良的尺寸稳定性、电绝缘性和阻燃性	仪表盘、分电器壳、暖风机风扇叶、保险杠灯等

续表

种 类		代 号	主要特性	应用举例
热固性塑料	酚醛塑料	PF	耐热性、绝缘性、化学稳定性、尺寸稳定性等性能优于热塑性塑料,但质地较脆,抗冲击性差	分电盘盖、分火头、制动摩擦片和离合器摩擦片等
	环氧塑料	EP	强度较高,塑性较好,收缩性低,绝缘性、化学稳定性、耐腐蚀性好	塑料量具、磨具电气和电子元件的密封等

二、橡胶

橡胶是一种具有极高弹性的高分子材料,其弹性变形量可达 $100\% \sim 1\,000\%$,且回弹性好。橡胶还具有一定的耐磨、吸振、绝缘、隔声特性,是常用的弹性、密封、减振防振和传动材料,其主要缺点是易老化,耐油性差。

1. 橡胶的组成

橡胶是以生胶为基础加入适量的配合剂而组成的高分子材料。

生胶是指未加配合剂的天然橡胶或人工合成橡胶,是橡胶制品的主要原料。生胶的性能不好,为改善和提高橡胶制品的各种性能常在生胶中加入各种物质,加入的物质称为配合剂。常见配合剂的作用:硫化剂的作用与热固性塑料中的固化剂类似,可使橡胶分子间形成交联而成网状结构;硫化促进剂可加速硫化过程,缩短硫化时间,降低硫化温度,减少硫化剂用量,并改善橡胶制品的性能;活性剂能加速发挥硫化促进剂的作用;软化剂可增加橡胶的塑性,改善黏附力,并能降低橡胶的硬度,提高橡胶的耐寒性;填充剂有助于提高橡胶制品的强度,减少生胶的用量、降低成本和改善工艺性能;防老剂能在橡胶表面形成稳定的氧化膜,防止和延缓橡胶老化;着色剂可使橡胶制品着色。

由于橡胶的弹性大,在外力作用下极易发生变形。因此,很多橡胶制品都必须用纺织材料或金属材料做骨架材料,以增加橡胶制品的强度和抗变形能力。

2. 橡胶的分类

按原料的来源不同,橡胶可分为天然橡胶和合成橡胶两大类。

天然橡胶是橡胶工业中应用最早的橡胶,它主要取自橡胶树上采集的白色乳胶,属于通用橡胶。它具有优良的弹性、较高的强度和优异的抗疲劳性、耐磨性、防水性、绝热性、电绝缘性及良好的加工性能。

合成橡胶是指以石油、天然气和煤等为原料,通过化学合成的方法制成与天然橡胶性质相似的高分子材料。合成橡胶的原料来源丰富,成本低廉,其品种和数量较多,产量已超出天然橡胶。

3. 橡胶在汽车中的应用

橡胶是在汽车上得到大量应用的一种重要材料。常用橡胶的主要特性及其在汽车上的应用见表 2-9。

表 2-9 常用橡胶的主要特性及其在汽车上的应用

种 类	代 号	主要特性	应用举例
天然橡胶	NR	强度高,耐磨性、抗撕裂性、耐寒性、气密性和加工性能良好,但耐高温性、耐油性较差,易老化	轮胎、胶带、胶管和通用橡胶制品等
丁苯橡胶	SBR	耐磨性优良,耐老化性、耐热性优于天然橡胶,力学性能和天然橡胶相近,但加工性能和黏着性较天然橡胶差	轮胎、胶带、胶管、摩擦片和通用橡胶制品等
氯丁橡胶	CR	力学性能良好,耐老化性、耐腐蚀性、耐热性、耐油性较好,但密度大,绝缘性、耐寒性较差,加工时易粘连	广泛应用于制造轮胎胎侧、耐热运输带、耐油耐蚀胶管、汽车拖拉机配件、门窗密封条
丁基橡胶	2R	气密性好,吸振能力强,化学稳定性、耐候性、耐酸性、耐老化性,耐碱性良好,但耐油性、加工性能差	轮胎内胎、胶管、电线护套和减振元件等
丁腈橡胶	NBR	优良的耐油性、耐热性、耐磨性、耐老化性,气密性较好,但加工性能差	广泛应用于耐油橡胶制品如油封、轴封、垫圈等,还可以制造耐油胶卷、输送带等
三元乙丙橡胶	EPDM	耐老化性、耐蚀性优异,有很好的弹性,但加工性能差	制造耐热输送带、蒸汽胶管、耐腐蚀密封件以及垫片、散热器胶卷等汽车零件

三、玻璃

玻璃是由二氧化硅和各种金属氧化物组成的无机化合物,由石英等硅酸盐矿物质材料经过配料、熔制而成。

玻璃硬度高(仅次于陶瓷)、抗压强度高、抗拉强度低、塑性小、韧性很差,是典型的脆性材料。玻璃有良好的化学稳定性,对酸、碱的腐蚀具有较强的抵抗能力,但氢氟酸对玻璃具有较强的腐蚀作用。普通玻璃的耐热性较差,经过热处理后,可提高其耐热性。固态玻璃具有良好的绝缘性能,可用于制造各种绝缘器材和电学仪器。液态玻璃却具有良好的导电性。玻璃最突出的特点是具有良好的光学性质,即透明性和折光性。除此之外,特种玻璃还有吸热、防辐射、防爆等特殊性能。广泛用于制造透光、透视、隔声、隔热等器件及装饰物。在汽车上,主要用作挡风玻璃和车身玻璃等。

常用玻璃主要有平板玻璃、钢化玻璃和夹层玻璃等。

(1)平板玻璃。平板玻璃又称镜片玻璃,在日常生活中随处可见,主要用于建筑物的门窗上,或进一步处理形成具有特殊性能的其他玻璃,如磨砂玻璃、夹层玻璃、磨光玻璃等。

(2)钢化玻璃是由普通玻璃经一定的热处理后制成的。钢化玻璃的抗弯强度高,冲击韧

性较高,且在受到冲击破碎后,碎片小而无棱角,不会造成人体伤害。但这种玻璃在破碎前会产生很多裂纹,由于光线的漫射作用,玻璃会变得模糊不清,所以,钢化玻璃仅作为汽车后窗玻璃和侧窗玻璃。

(3)夹层玻璃又称为安全玻璃,是将两片或两片以上的平板透明玻璃或钢化玻璃用聚乙烯醇缩丁醛塑料衬片黏合在一起而成。这种玻璃强度高,即使被击碎后,由于中间有塑料衬片的黏合作用,仅产生辐射状的裂纹而玻璃不致脱落伤人,并且不产生折光现象,透明度仍然良好。各国规定汽车前挡风玻璃必须使用夹层玻璃。

四、陶瓷

陶瓷是指以天然或人工合成的各种化合物为基本原料,经原料处理、成型、干燥、高温烧结而成的一种无机非金属固体材料。陶瓷具有高硬度、高抗压强度、高熔点、良好的高温强度及抗氧化能力、较好的绝缘性能,但抗拉强度较低,韧性和疲劳性能较差。目前在汽车上应用的陶瓷材料主要有普通陶瓷、工程陶瓷和功能陶瓷。

1. 普通陶瓷

普通陶瓷以天然的硅酸盐矿物为原料(如黏土、长石、石英等),经成型、烧结而成的产品。普通陶瓷质地坚硬,耐腐蚀性好,不导电,易于加工成型,是应用广泛的传统材料。日用陶瓷、建筑陶瓷和化工陶瓷一般都属于普通陶瓷。汽车发动机的火花塞就是由普通陶瓷制成的。

2. 工程陶瓷

工程陶瓷指具有优良的物理、化学和力学性能的陶瓷。它是以氧化铝、氧化硅、碳化硅或氧化硼等化合物为原料经过配制、烧结而成的。工程陶瓷具有高强度、高硬度、高耐热性、高耐磨性和高耐腐蚀性等特点。目前,工程陶瓷已应用于燃气蜗轮机零件、柴油机喷嘴、气门零件和活塞等,在汽车上具有十分广阔的应用前景。

3. 功能陶瓷

功能陶瓷是指一些具有特殊的介电性、压电性、导电性、透气性和磁性等性能的陶瓷材料。在汽车上主要用于各种电子设备的传感器、导电材料和显示元件等。

五、复合材料

复合材料由两种或两种以上性质不同的金属材料或非金属材料通过人工复合而制成。

复合材料是由基体材料和增强材料两部分组成的。基体材料主要有合成树脂、橡胶、陶瓷、石墨和有色金属等;增强材料主要有玻璃纤维、碳纤维等。复合材料可克服或改善单一材料的弱点,充分发挥其优点,并能得到单一材料不易具备的性能和功能。例如,混凝土性脆,但抗压强度高,钢筋韧性好又有较高的抗拉强度,为使两者在性能上取长补短,人工制成了钢筋混凝土复合材料。

常用的复合材料主要有纤维增强型复合材料、层叠复合材料及颗粒状增强复合材料。汽车上应用最多的为纤维增强型复合材料,纤维增强型复合材料因能减轻汽车质量,降低能耗,提高载重能力,故在汽车工业中得以广泛应用。如增强橡胶材料制成的轮胎,玻璃纤维-

塑料复合材料制作的车身、顶篷、车体结构件等,无机纤维-塑料制作的制动片、离合器片、电热水箱等。层叠复合材料在汽车中也有应用,如汽车前窗玻璃一般要求用夹层玻璃。有些汽车中使用金属粉与陶瓷粉烧结所得复合材料制作制动片。从汽车发展动向来看,为减轻自重、节能和安全,复合材料在汽车上的应用会进一步增加。



一、填空题

1. 金属材料的力学性能是指_____特性。
2. 工业上通常把金属材料分为两大类:_____和_____。
3. 铜合金按化学成分不同分为_____、_____和白铜。
4. 根据其成分和工艺的特点,铝合金分为_____和_____两类。
5. 工程上常用的非金属材料包括_____、_____和复合材料。
6. 塑料按用途分为_____和_____两大类;按树脂的热性能可分为_____和_____。

二、选择题

1. 大小不变或变化过程缓慢的载荷是指()。
A. 静载荷 B. 冲击载荷 C. 交变载荷
2. 表示布氏硬度值的符号是()。
A. HRA B. HRB C. HBW
3. 下列金属材料的强度指标中,()表示金属材料开始发生明显塑性变形的抗力。
A. 弹性极限 B. 屈服极限 C. 强度极限
4. 塑料的性能特点包括()。
A. 质量轻、强度低 B. 耐热性差,易老化 C. 导热性好
5. 各国规定汽车前挡风玻璃必须使用()。
A. 普通平板玻璃 B. 钢化玻璃 C. 夹层玻璃

三、判断题

1. 通常材料的硬度越高,耐磨性越好,强度越高。 ()
2. 通过改善零件结构形状可避免应力集中,改善零件表面粗糙度、进行表面强化处理来提高金属材料的疲劳强度。 ()
3. 纯铜具有很高的导电性和导热性,也有优良的塑性,强度不高,不宜做承受载荷的汽车零件。 ()
4. 青铜中锡的含量直接影响其力学性能,当含锡量小于8%时,锡青铜塑性差,只适于铸造。 ()
5. 在腐蚀介质中具有耐腐蚀性能的钢称为不锈钢,其主要合金元素是铬、镍及硅。 ()



四、简答题

1. 金属材料的性能指标主要包括哪些？
2. 什么是弹性变形？什么是塑性变形？
3. 汽车钢板弹簧在长期工作后突然断裂属于哪类问题？与材料的哪些性能有关？
4. 有色金属与黑色金属相比较，具有哪些优良的性能？汽车上常用的有色金属是哪几种？
5. 汽车常用的非金属材料有哪些？各具有什么特性？



项目三

构件的静力分析与动力分析

学习目标

- 了解:**力的性质及基本定理的含义;
平面力系的合成与平衡条件;
旋转构件的特征及惯性力的概念;
滑动摩擦和滚动摩擦的基本内容。
- 掌握:**典型约束的约束性质,对简单物体进行受力图的绘制;
应用平衡方程求解物体的平衡问题;
定轴转动刚体的动静法;
考虑摩擦时的平衡问题。

能力目标

- 学会用抽象简化的思维方式理解力学的一般规律,同时灵活运用数学工具解决实际问题。

考核标准

- 应知:**力的常见种类及约束的类型、性质及约束反力的特征;
力在坐标轴上的投影、合力矩定理;
旋转构件的角速度、角加速度与各点的速度、加速度的关系,惯性力的概念;
静滑动摩擦的情形。
- 应会:**力矩的计算及受力图的绘制;
应用任意力系的平衡方程求解平面力系的平衡问题;
应用动静法对定轴转动刚体进行动力分析,会计算移动构件和转动构件的功



与功率;

摩擦时的平衡问题。



教学建议

重点:讲解约束的类型、性质及构件的受力分析;

讲解平面力系平衡方程的应用;

讲解旋转构件功和功率的计算及功率、转速和转矩间的关系;

摩擦时的平衡问题。

建议:总结性讲解静力分析的基本概念和基本公理;

在学生理解平面力系计算方法的基础上增加练习;

清楚旋转构件产生惯性力的原因及危害,了解如何避免惯性力;

主要讨论静滑摩擦的情形,对滚动摩擦仅做简单介绍。

汽车机械基础的研究是以构件的力学分析为基础的,而静力分析主要研究力系的简化及物体在力的作用下平衡的普遍规律,静力学中关于力的合成、分解与力系简化的研究结果可以直接应用于动力学。静力学在工程技术中具有重要的实用意义。

任务一 静力学分析基础



任务描述

任务内容:熟悉静力学的基本公理内容;

熟悉约束的概念和约束的类型,掌握每种约束反力的表达方式;

能对已知构件进行受力分析。

任务目标:灵活运用数学工具解决实际问题。



知识准备

一、静力学基本概念

静力是平衡时物体之间的作用力关系。汽车上每一个零部件都受着各种不同的力的作用,通过静力分析,熟悉静力的基本概念,研究力系的简化和平衡条件的问题。

1. 力

人们在长期生活和生产实践中,经过科学的抽象,建立了力的概念:力是物体间的相互机械作用。力的结果使物体的运动状态发生改变,即力的运动效应或外效应;力使物体的形状发生改变称为力的变形效应或内效应。

(1)力的三要素。实践证明,力对物体的效应取决于力的大小、方向(包括方位和指向)和作用点,这三者称为力的三要素。在这三个要素中,如果改变其中的任何一个,也就改变

了力对物体的作用效应。如用扳手拧螺母时,作用在扳手上的力大小不同、方向不同或作用点不同,所产生的效果就不同。

(2)力的矢量表示和单位。力是一个具有大小和方向的矢量。如图 3-1 所示,力可以用一个有向线段表示,线段 AB 的长度按一定的比例尺表示力的大小,线段的方位以及箭头的指向表示力的方向,线段的起点(或终点)表示力的作用点。力的单位是 N (牛)或 kN (千牛), $1 \text{ kN}=1\,000 \text{ N}$ 。

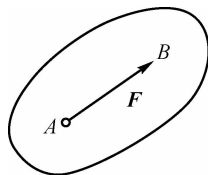


图 3-1 力的矢量表示

2. 力系

物体的平衡是指物体相对于地球处于静止或匀速直线运动状态。平衡是相对的,物体的平衡是物体机械运动的特殊形式,物体的平衡规律远比一般运动规律简单。工程中往往会遇到很多机器零件、部件等物体的平衡问题,需要进行静力分析计算,因此,平衡规律的应用很广泛。

作用在同一物体上的一群力称为一个力系。物体处于平衡状态时,作用在物体上的力系称为平衡力系。如果两个力系分别对同一个物体的运动效应相同,则这两个力系彼此称为等效力系。若一个力与一个力系等效,则称这个力是该力系的合力,而该力系中的每个力是合力的分力。

注意:等效力系只是不改变原力系对于物体作用的外效应,至于内效应显然将随力的作用位置的改变而有所不同。

3. 刚体

刚体是指在力的作用下不变形的构件。这是一个抽象化了的理想力学模型。实际上,任何构件在力的作用下或多或少都会产生变形。如果物体变形很小,且变形对所研究问题的影响可以忽略不计,则可将物体抽象地视为刚体。

工程实际中常用的构件材料,如钢、铸铁、混凝土、木材及陶瓷等,均有足够的抵抗变形的能力,因此,受力产生的变形是极其微小的。在许多工程问题中,构件的微小变形对研究物体的平衡问题来说是可以忽略不计的,忽略微小变形,将该构件视为不变形的“刚体”使问题得以简化。但是,如果在所研究的问题中,物体的变形成为主要因素时,就不能再把物体看成刚体,而要看成变形体。

4. 力矩

若某物体具有一固定支点 O ,受 F 力作用,当力 F 的作用线不通过固定支点 O 时,则物体将产生转动效应。其转动效应与力 F 的大小和点 O 到力 F 作用线的垂直距离 h 有关,用它们的乘积来度量,称为平面力对点的矩,简称力矩,记作

$$M_O(F) = \pm Fh$$

式中, h 为力臂; O 点称为矩心,它可以是固定支点,也可以是某指定点。规定:产生逆时针转动效应的力矩取正值,反之,产生顺时针转动效应的力矩取负值,如图 3-2 所示。

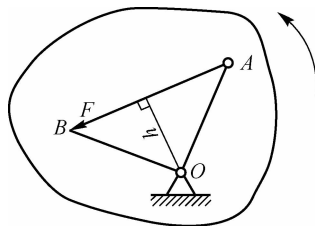


图 3-2 力对点的矩

在平面问题中,力对点的矩只需考虑力矩的大小和转向,因此,力矩是代数量。力矩的单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。

5. 力偶

由两个作用于刚体上大小相等、方向相反但不共线的平行力所组成的最简单的力系称为力偶。力偶只能使刚体产生纯转动效应,而不能产生移动效应。力偶对刚体产生的转动效应用力偶矩 M 来度量,记作

$$M = \pm Fd$$

式中, d 为两个力作用线之间的垂直距离,称为力偶臂。

两力作用线所组成的平面称为力偶的作用面。一般规定如力偶使刚体做逆时针方向转动,则力偶矩取正值,反之,力偶使刚体做顺时针方向转动,则力偶矩取负值。力偶矩的单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。衡量力偶转动效应的三个要素:力偶矩的大小、力偶的转向和力偶的作用面。

平面力偶除了用力和力偶臂表示外,也可以用一带箭头的弧线表示, M 表示力偶矩的大小,箭头表示力偶矩的转向,如图 3-3 所示。

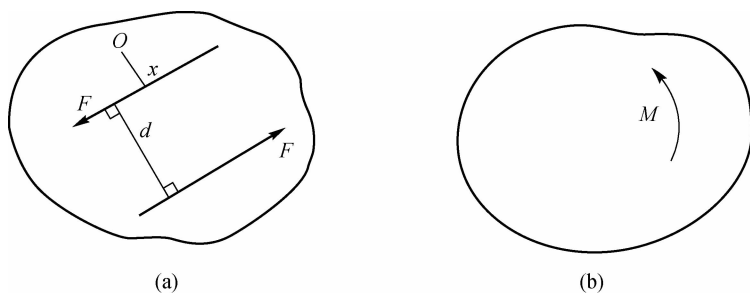


图 3-3 力偶

(a) 用力和力偶臂表示力偶 (b) 用带箭头的弧线表示力偶

力偶具有如下性质:

(1) 力偶不能合成为一个力。力偶不能用一个力来代替,也不能用一个力来平衡,只能用反向的力偶来平衡。

(2) 力偶对其所在平面内任一点的力矩都等于一个常量,其值等于力偶矩本身的大小,而与矩心的位置无关。

(3) 力偶的等效性。同一平面内的两个力偶,如果它们的力偶矩大小相等,转向相同,则两力偶等效,且可以相互替换。

二、静力学基本公理

人们在长期的生活和生产实践中,发现和总结出一些最基本的力学规律,又经过实践的反复检验,证明是符合客观实际的普遍规律,这些规律称为静力学公理。静力学公理概括了力的各种性质,是静力分析的理论基础。

1. 公理一——二力平衡公理

当一个刚体受两个力作用而处于平衡状态时,其充分与必要的条件:这两个力大小相等,方向相反,作用于同一直线上,简称“等值、反向、共线”。二力平衡如图 3-4 所示。

二力平衡公理揭示了作用于物体上的最简单的力系在平衡时所必须满足的条件,它是静力学中最基本的平衡条件。

工程上受两个力作用而平衡的刚体称为“二力构件”或“二力体”。它们的受力特点是两个力的方向必在二力作用点的连线上,而且两个力大小相等,方向相反。

应用二力构件的概念可以很方便地判定结构中某些构件的受力方向。图 3-5 所示为三铰拱中的 AB 部分,当车辆不在该部分上且不计自重时,它只可能通过 A、B 两点受力,是一个二力构件,故 A、B 两点的作用力必沿 AB 连线的方向。

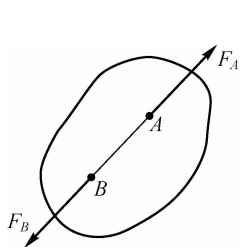


图 3-4 二力平衡

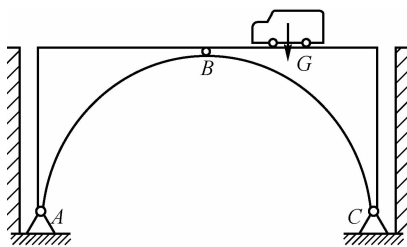


图 3-5 三铰拱中的二力杆

2. 公理二——加减平衡力系公理

在刚体的原有力系中,加上或减去任一平衡力系,不会改变原力系对刚体的作用效应。这一公理的正确性是显而易见的,因为平衡力系不会改变物体的原有状态。公理二常被用来简化某一已知力系。依据这一公理,可以得出一个重要推论——力的可传性原理。

力的可传性原理:作用于刚体上的力可以沿其作用线移至刚体内任意一点,而不改变原力对刚体的作用效应。如图 3-6 所示,在车后 A 点加一水平力推车与在车前 B 点加一水平力拉车,其效果是一样的。

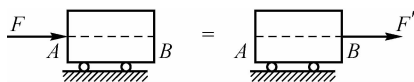


图 3-6 力的可传性

力的可传性原理可以利用公理二推证如下:

(1) 设 F 作用于 A 点,如图 3-7(a) 所示。

(2) 在力的作用线上任取一点 B,并在 B 点加一平衡力系(F_1, F_2),使 $F_1 = -F_2 = -F$,如图 3-7(b) 所示。由加减平衡力系公理可知,这并不影响原力 F 对刚体的作用效应。

(3) 再从该力系中去掉平衡力系(F, F_1),则剩下的 F_2 [见图 3-7(c)] 与原力 F 等效。这样就把原来作用在 A 点的力 F 沿其作用线移到了 B 点。

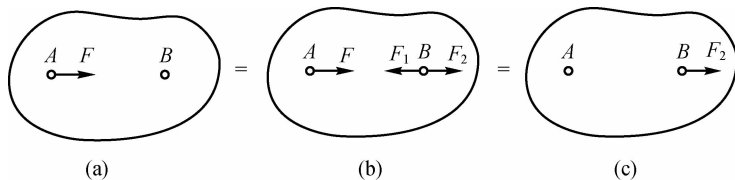


图 3-7 力的可传性原理

根据力的可传性原理,力在刚体上的作用点已为它的作用线所代替,所以作用于刚体上的力的三要素又可以称为力的大小、方向和作用线。这样的力矢量称为滑移矢量。应当指

出,力的可传性原理只适用于刚体,对变形体不适用。

3. 公理三——力的平行四边形法则

作用于物体同一点的两个力可以合成为一个合力,合力也作用于该点,其大小和方向由以这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定,即合力矢等于这两个分力矢的矢量和,如图 3-8 所示。其矢量表达式为

$$F_R = F_1 + F_2$$

从图 3-8 可以看出,在求合力时,实际上只需作出力的平行四边形的一半,即一个三角形就可以。如图 3-9 所示,自任意点 O 先画出一力矢 F_1 ,然后再由 F_1 的终点画一力矢 F_2 ,最后由点 O 至力矢 F_2 的终点作一矢量 F_R ,它就代表 F_1 、 F_2 的合力。合力的作用点仍为汇交点 O 。这种作图方法称为力的三角形法则。作力的三角形时,必须遵循这样一个原则,即分力力矢首尾相接,但次序可变,合力力矢与最后分力箭头相接。此外还应注意,力的三角形只表示力的大小和方向,而不表示力的作用点或作用线。

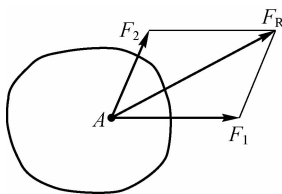


图 3-8 力的平行四边形法则

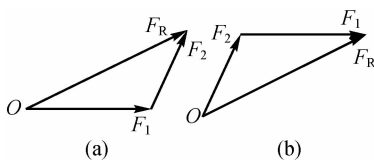


图 3-9 力的三角形法则

力的平行四边形法则总结了最简单的力系简化规律,它是较复杂力系合成的主要依据。力的分解是力的合成的逆运算,因此,也是按平行四边形法则来进行的,但为不定解。在工程实际中,通常是分解为方向互相垂直的两个分力。

运用公理二、公理三可以得到下面的推论:物体受三个力作用而平衡时,此三个力的作用线必汇交于一点。此推论称为三力平衡汇交定理,读者可自行证明。

4. 公理四——作用力与反作用力公理

两个物体间的作用力与反作用力总是大小相等、方向相反、作用线相同,并分别作用于这两个物体。这个公理概括了自然界物体相互作用的关系,表明了作用力和反作用力总是成对出现的。必须强调指出,作用力和反作用力是分别作用于两个不同的物体上的,因此,绝不能认为这两个力相互平衡,这与二力平衡公理中的两个力有着本质上的区别。

三、约束与约束反力

在空间的位移不受任何限制,可自由运动的物体称为自由体,位移受限制的物体称为非自由体。约束是指对自由体的位移起限制作用的周围物体,通常是通过与被约束体之间相互连接或直接接触而形成。例如,工程中的机器或者机构,总是由许多零部件按照一定的形式相互连接。因此,它们的运动必然互相牵连和限制。如果从中取出一个物体作为研究对象,则它的运动当然也会受到与它连接或接触的周围其他物体的限制。也就是说,它是一个运动受到限制或约束的物体,即被约束体。

作用于被约束体的力称为约束反力。约束反力总是作用在被约束体与约束体的接触处(这里不考虑电磁力问题),其方向也总是与该约束所能限制的运动或运动趋势的方向相反。

物体所受的力除约束反力外,还有重力、水压力、风力、电磁力等,它们是使物体运动或有运动趋势的力,这些力称为主动力。约束反力通常是由主动力引起的,并且取决于约束本身的性质及物体的运动状态。

在静力分析中,主动力往往都是已知的力,因此,对约束反力的分析就成为物体受力分析的重点。工程实践中,物体间的连接方式是很复杂的,为了分析和解决实际计算问题,必须将物体间各种复杂的连接方式抽象为几种典型的约束类型。

下面介绍工程中常见的几种典型的约束模型,根据它们的结构特点,分析约束反力的作用点和方向。

(一) 柔索约束

由绳索、胶带、链条等形成的约束称为柔索约束。这类约束只能限制物体沿柔索伸长方向的运动,因此,它对物体只有沿柔索方向的拉力,如图 3-10 所示,常用符号为 F_T 。当柔索绕过轮子时,常假想在柔索的直线部分截开柔索,将与轮接触的柔索和轮子一起作为考察对象。这样处理就可不考虑柔索与轮子间的内力,此时作用于轮子的柔索拉力即沿轮缘的切线方向,如图 3-11 所示。

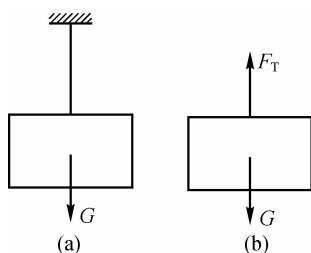


图 3-10 柔索约束

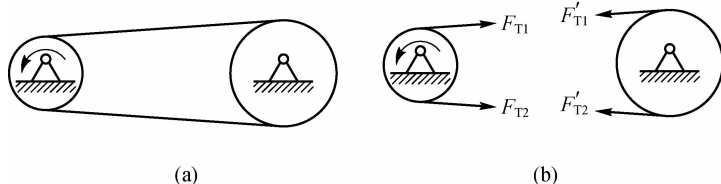


图 3-11 柔索拉力

(二) 光滑面约束

当两物体直接接触,并可忽略接触处的摩擦时,约束只能限制物体在接触点沿接触面的公法线方向的运动,不能限制物体沿接触面切线方向的运动,故约束反力必过接触点沿接触面法向并指向被约束体,简称法向压力,通常用 F_N 表示。如图 3-12(a)所示为光滑曲面对刚体球的约束,图 3-12(b)为齿轮传动机构中齿轮轮齿的约束。如图 3-13 所示为直杆与方槽在 A、B、C 三点接触,三处的约束反力沿二者接触点的公法线方向作用。

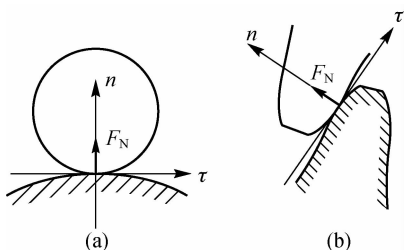


图 3-12 光滑面约束

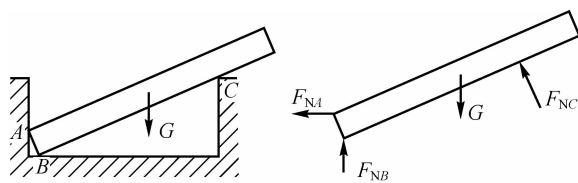


图 3-13 直杆与方槽在 A、B、C 三点接触

(三) 铰链约束

铰链是工程上常见的一种约束。铰链是在两个钻有圆孔的构件之间采用圆柱定位销所形成的连接,如图 3-14 所示。门所用的合页、铡刀与刀架、起重机的起动臂与机座的连接等,都是常见的铰链连接。

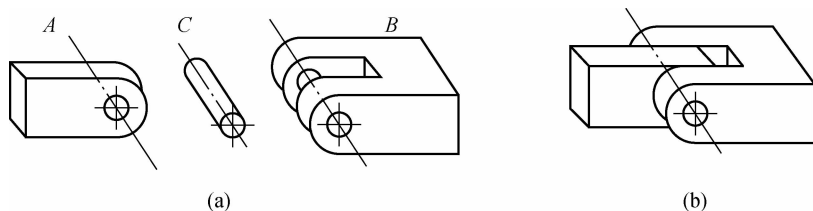


图 3-14 铰链

一般认为铰链中销钉与构件光滑接触,所以这也是一种光滑表面约束,约束反力应通过接触点 K 沿公法线方向(通过销钉中心)指向构件,如图 3-15(a)所示。但实际上很难确定 K 的位置,因此约束反力 F_N 的方向无法确定。铰链约束反力通常是用两个通过铰链中心的大小和方向未知的正交分力 F_x 、 F_y 来表示,两分力的指向可以任意设定,如图 3-15(b)所示。

这种约束在工程上应用广泛,可分为以下三种类型。

1. 固定铰支座

固定铰支座约束常用以将构件和基础连接,如桥梁的一端与桥墩连接时,如图 3-16(a)所示,图 3-16(b)是这种约束的简图。

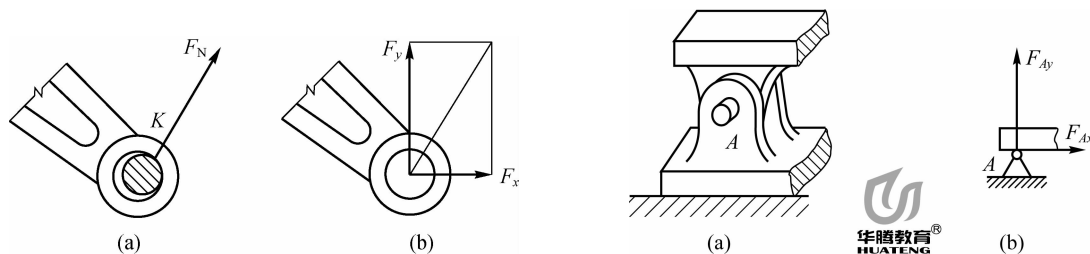


图 3-15 约束反力

图 3-16 固定铰支座

2. 中间铰链

如图 3-17 所示,中间铰链是用来连接两个可以相对转动但不能移动的构件,如曲柄连杆机构中曲柄与连杆、连杆与滑块连接。通常在两个构件连接处用一个小圆圈表示铰链,如图 3-17(c)所示。

3. 滚动铰支座

在桥梁、屋架等结构中,除了使用固定铰支座外,还常使用一种放在几个圆柱形滚子上的铰链支座,这种支座称为滚动铰支座,也称为辊轴支座,如图 3-18 所示。由于辊轴的作用,被支承构件可沿支承面的切线方向移动,故其约束反力只能在滚子与地面接触面的公法线方向。