

系统性强、定位明确。丛书各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，为学生构建了完整、牢固的知识体系。
层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深、循序渐进的原则，采用以具体实操项目为单元的项目式编写方法，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。
先进性强。本套教材吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解。
操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，并最大限度地将理论运用于实践中。本系列教材所选案例均贴合工作实际，以满足广大企业对汽车类专业应用型人才实际操作能力的需求，增强学生在就业过程中的竞争力。

十二五
汽车类

MIANKUANG SHIQUAN GAOJING JIAOYU
HECHENG GAIGE XIANMU YANJIU CHENGGUO



面向“十二五”
高等教育课程改革项目研究成果

汽车类

汽车 机械基础 (第2版)

主 编 黄 勇 王 宾
副主编 孙晓军 赵 蓉 钱 晋

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

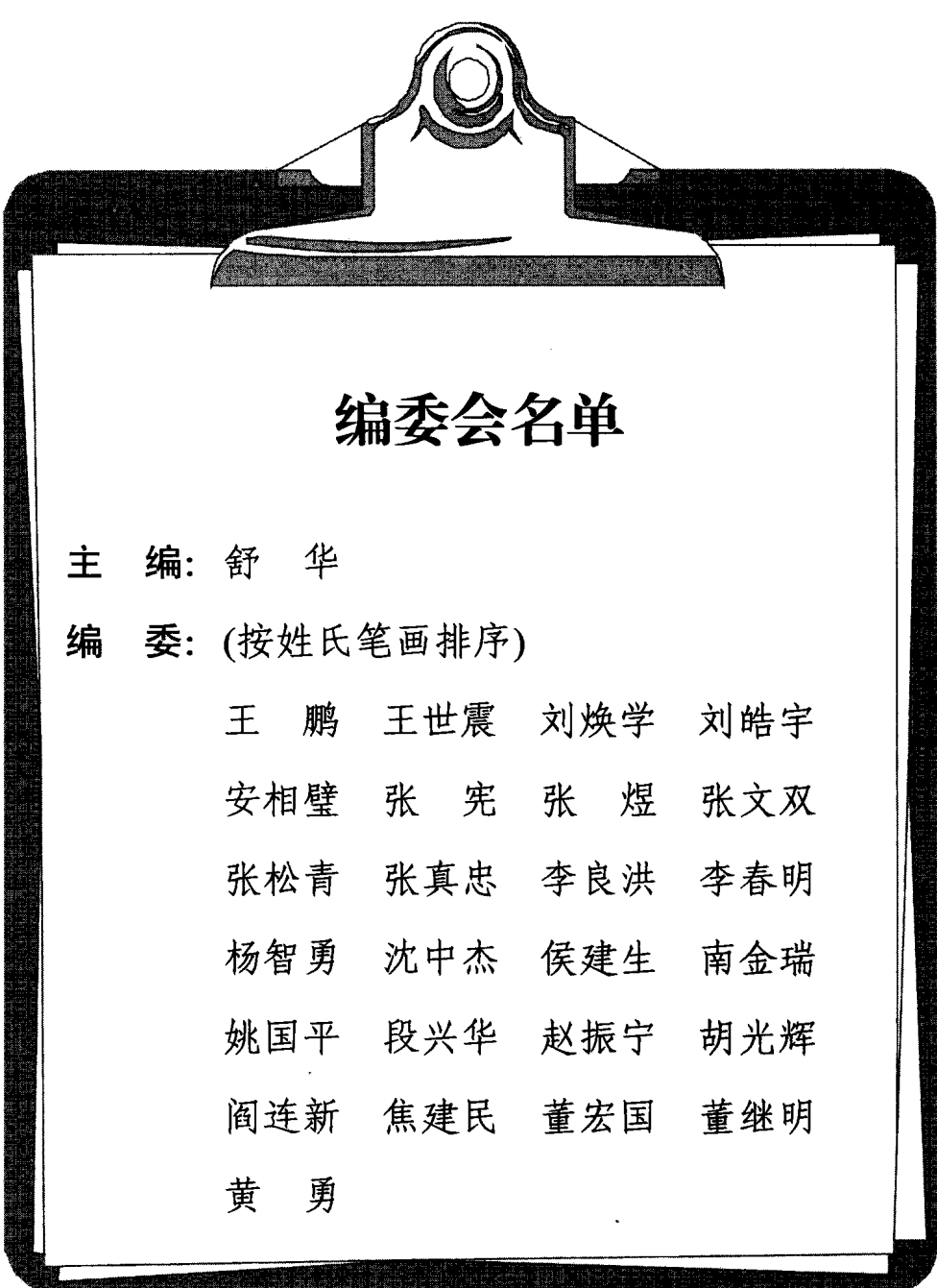
面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车机械基础

(第2版)

主 编 黄 勇 王 宾
副主编 孙晓军 赵 蓉 钱 晋

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



编委会名单

主 编：舒 华

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 鹏	王世震	刘焕学	刘皓宇
安相璧	张 宪	张 煜	张文双
张松青	张真忠	李良洪	李春明
杨智勇	沈中杰	侯建生	南金瑞
姚国平	段兴华	赵振宁	胡光辉
阎连新	焦建民	董宏国	董继明
黄 勇			

前言

本教材是以“普通高等教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的文件精神为指导，在“以全面素质为基础，以能力为本位，以企业需求为基本依据，以就业为导向”的原则上编写的。

汽车维修在汽车技术高速发展的今天，变得越来越复杂，所涉及的基础知识越来越多，从事汽车维修必须掌握一定的相关知识，因此，在教学中就需要将各种理论与实践知识进行集中、融合，使学生在短期内获得所必需的各种知识。

编写本书的目的是在理论的指导下进行实践，提高维修技术人员应付复杂问题的分析与解决问题的能力。编写中主要考虑强化汽车运用与维修领域技能型人才必备的一些理论知识，以满足企业的工作需求作为出发点，全力提高教育与培训的针对性和适应性。

本书共分为六章。第一章识图基础知识，主要介绍：正投影的基本原理，三视图、零件图和国家制图标准等内容。第二章极限与配合，主要介绍：极限与配合基础知识，极限与配合的有关术语及定义，常用尺寸极限与配合的国家标准，常用尺寸孔、轴极限与配合的选择，大尺寸段孔轴的极限与配合，小尺寸段孔轴的极限与配合，线性尺寸的一般公差。第三章力学基础知识，主要介绍：力学基础知识，平面汇交力系，力矩和力偶，平面任意力系，摩擦与润滑，刚体的定轴转动等内容。第四章液压传动知识，主要介绍：液压传动的工作原理，液压泵，液压控制阀及液压油，液压基本回路，辅助元件，液压系统常见故障分析，汽车常用液压系统等内容。第五章机械传动知识，主要介绍：机构及运动副，带传动及链传动，螺旋传动，平面连杆及凸轮机构传动，齿轮传动等内容。第六章汽车常用材料，主要介绍：金属材料性能与结构，碳钢及合金钢，钢的热处理，汽车钣金常用金属材料，其他非金属材料等内容。

在编写过程中，我们按照减少学时，降低重心，拓宽面向，精选内容，更新知识的原则，将汽车维修机械课程加以整合，以维修基础理论知识为主线，规划教学内容，尽量注重工程综合性的转化。

为了提高教材质量，在编写本教材时力图体现以下特点：

1. 调整知识能力结构，培养学生的综合工程能力，将各种理论与实践知识进行集中、融合，使学生在短期内获得汽车维修所必需的机械基础知识。
2. 力求内容精练，从培养学生实践能力出发，结合生产实际，以提高学生的独立思考和分析解决实际问题的能力。
3. 在叙述上，图文并茂，力求深入浅出、通俗易懂、文字简练、直观形

象，便于教学。

4. 将各部分内容的实验指导引入教材，单独列为一章，便于教师进行实验教学，也便于学生进行实验预习，同时减少了参考书使用量。

5. 本书配套习题集单独成册，作为学生学习辅助用书，方便教师布置作业，帮助学生更全面地学习和掌握教材中知识的重点和难点内容。

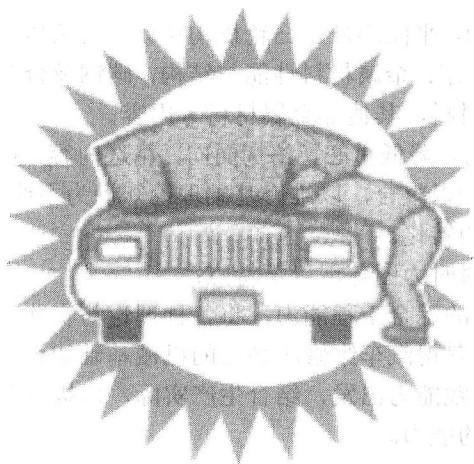
本教材内容广，加上总体学时较少，因此建议在教学过程中，应根据教学大纲的要求进行教学内容的合理安排；在教学手段上尽量使用多媒体技术，提高课堂教学的效果和效率；同时重视实验教学，提高学生对所学概念和内容的理解；充分利用配套习题集加强对学生的课前和课后辅助作用。

在学习过程中，应重视实验和习题，这样有助于提高对基本概念的理解和基本方法的运用；大胆地思考问题，提出问题，运用所学知识解决问题，做到理论与实践相结合。本书由军事交通学院黄勇、王宾任主编，卫生装备研究所孙晓军，军事交通学院赵蓉，钱晋任副主编。由焦建民主审。

参加本书的编写人员有：军事交通学院黄勇、王宾、许爱芬、李博龙、赵蓉、余军、温秉权、谢霞、路学成、马麟丽、任莹、刘占东、钱继锋，卫生装备研究所孙晓军，钱晋。本书在编写过程中得到教研室人员的大力支持和帮助，在此一并致谢。

本教材的组合方式是一种新的尝试，许多问题还有待探讨，一定会有不完善之处，限于编者的水平，错误和不妥之处在所难免。编者切望读者不吝指教，我们由衷感谢。

编 者



使用说明

根据教材的特点，在使用时请注意以下内容：

1. 本书最后列有六个教学实验，应与前面相关章节配合学习。

章 名	相关教学实验
第二章 极限与配合	实验一 用比较仪测量活塞销
	实验二 用内径百分表测量孔径
第四章 液压传动知识	实验三 典型回路实验
	实验四 液压泵工作特性实验
第六章 汽车常用材料	实验五 测定金属的硬度
	实验六 钢的热处理

2. 本书配套习题集一册，可在教学中作为课前预习和课后强化练习使用。

目 录

第一章 识图基础知识	1
第一节 机械制图的基本规定	1
第二节 机械制图的基本原理	8
第三节 零件表达方法	55
第四节 零件图的画法	68
第五节 常用零件的画法	75
第六节 装配图	91
第七节 CAD 制图概述	95
第二章 极限与配合	97
第一节 基础知识	97
第二节 极限与配合的有关术语及定义	101
第三节 常用尺寸极限与配合的国家标准	108
第四节 常用尺寸孔、轴极限与配合的选择	123
第五节 大尺寸段孔轴的极限与配合	136
第六节 小尺寸段孔轴的极限与配合	139
第七节 线性尺寸的一般公差	140
第三章 力学基础知识	142
第一节 力学基础知识	142
第二节 平面汇交力系	145
第三节 力矩和力偶	148
第四节 平面任意力系	149
第五节 摩擦与润滑	152
第六节 刚体的定轴转动	155
第四章 液压传动知识	158
第一节 液压传动的工作原理	158
第二节 液压泵	173
第三节 液压控制阀及液压油	175
第四节 液压基本回路	180
第五节 辅助元件	182
第六节 液压系统常见故障分析	187
第七节 汽车常用液压系统	192
第五章 机械传动知识	196
第一节 机构及运动副	196

第二节	带传动及链传动·····	199
第三节	螺旋传动·····	205
第四节	平面连杆及凸轮机构·····	208
第五节	齿轮传动·····	217
第六章	汽车常用材料·····	221
第一节	金属材料的主要性能·····	221
第二节	碳钢及合金钢·····	228
第三节	钢的热处理·····	240
第四节	汽车钣金常用金属材料·····	250
第五节	其他非金属材料·····	254
教学实验 ·····		263
实验一	用比较仪测量活塞销·····	263
实验二	用内径百分表测量孔径·····	266
实验三	典型回路实验·····	269
实验四	液压泵工作特性实验·····	279
实验五	测定金属的硬度·····	282
实验六	钢的热处理·····	288
附表 ·····		292
附表 1	压痕直径与布氏硬度值对照表·····	292
附表 2	洛氏硬度 HRC 与其他硬度及强度换算·····	299
参考文献 ·····		300

第一章 识图基础知识

第一节 机械制图的基本规定

一、图纸幅面

国家标准 GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》规定绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时可以沿长边加长。

表 1-1 图纸幅面的尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

无论图样是否装订,均应画出图框线,图框线用粗实线绘制。其格式如图 1-1(a)所示,一般采用 A4 幅面竖装或 A3、A2 幅面横装。不需装订的图样,其格式如图 1-1(b)所示。通

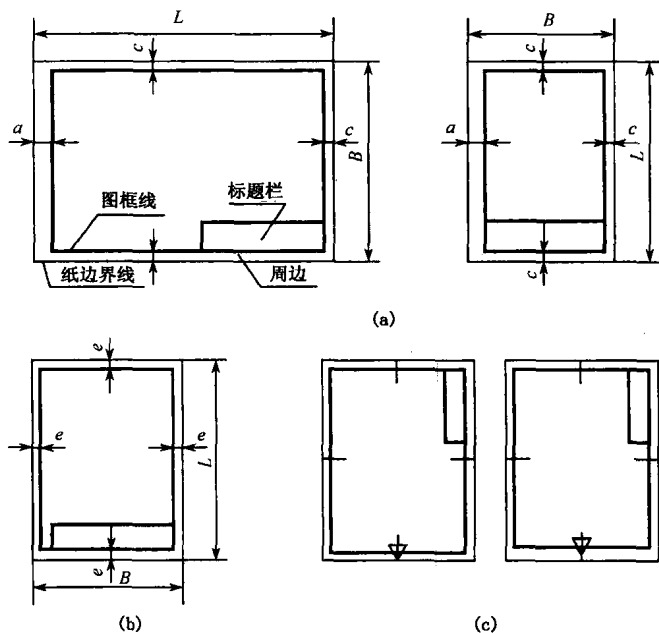


图 1-1 图框格式

常标题栏在右下角,标题栏中的文字方向为看图方向。当标题栏位于图纸右上角时,看图方向应以方向符号为准,如图 1-1(c)所示。

国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,见图 1-2(a)。在制图作业可参考图 1-2(b)所示格式,也可按实际需要增加或减少。

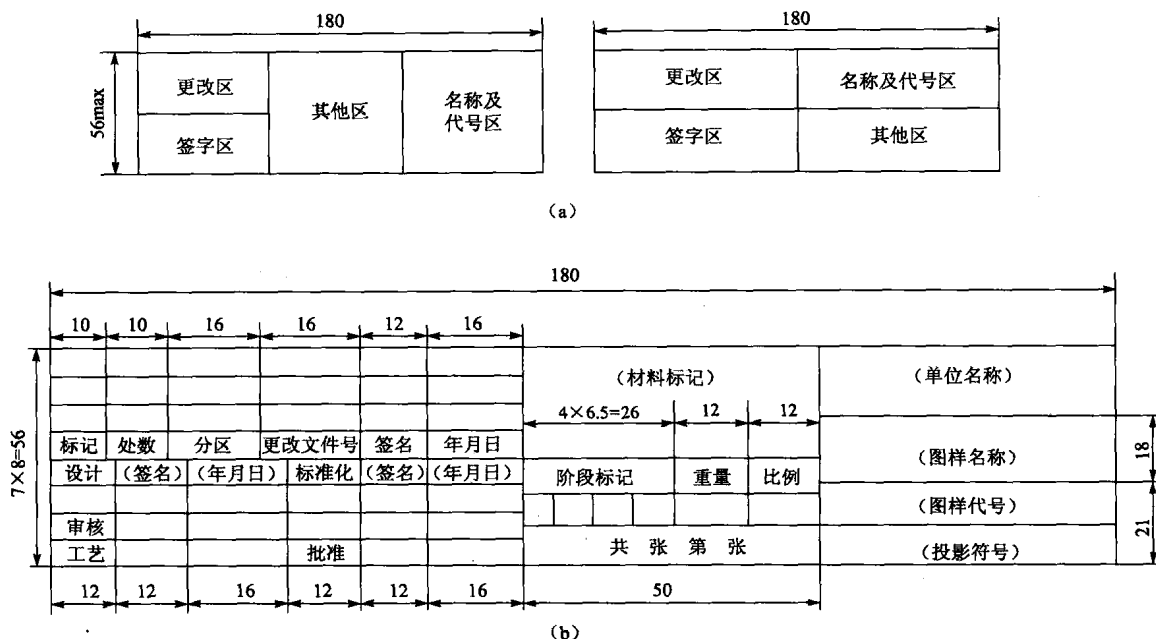


图 1-2 标题栏格式
(a)标题栏的分区;(b)标题栏格式举例

二、比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为图样的比例。

为了读图时能从图上得到零件大小的真实印象,应尽可能采用 1:1 的比例画图。当需要把零件放大或缩小时,应采用国家标准 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》规定的比例,见表 1-2。

表 1-2 绘制图样的比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:10 \times 10^n$
注:n 为正整数。			

同一张图样上,若各图采用的比例相同时,在标题栏的比例一栏内注明所用的比例即可。若个别图形(如局部放大图)选用的比例与标题栏所注的比例不同时,对这个图形必须另行标注所用的比例。

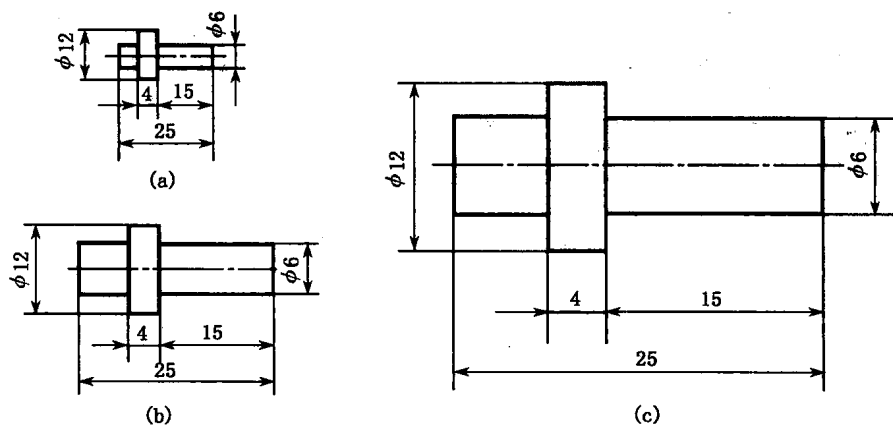


图 1-3 绘图比例与尺寸数字无关

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

图形不论放大与缩小,在标注尺寸时,应按零件的实际尺寸标注,如图 1-3 所示。带角度的图形,不论放大或缩小,仍照原角度画出。

三、字体

图样上除了绘制零件的图形外,还必须用数字、字母和文字来标明零件的尺寸,填写技术要求和标题栏。文字和数字也是图样的重要组成部分。

国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定图样上书写的字母、文字和数字必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数即字体的高度有 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm 八种,如要书写更大的字,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字的宽度为字高的 1/10 或 1/14。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。其书写要领为:横平竖直、注意起落、排列均匀、填满方格。

图样中的字母和数字通常有直体和斜体之分,常用的是斜体,字头向右倾斜与水平成 75° ,当与汉字混写时一般用直体。

各种字母、数字示例如图 1-4 所示。

四、图线

(一) 图线的种类及应用

为了使图样统一、清晰及阅读方便,绘图时应该使用国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定的八种图线,各种图线的名称、代号、宽度及在图上的一般用途见表 1-3 和图 1-5。

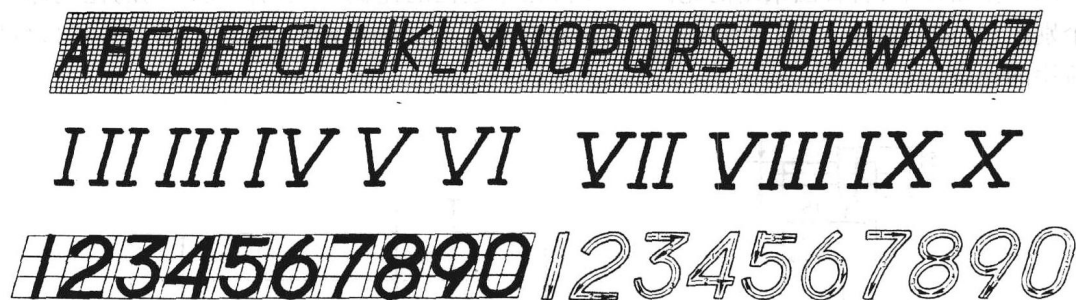


图 1-4 字母、数字示例

表 1-3 图线及其画法

序号	图线名称	图线形式	图线宽度/mm	一般应用
1	粗实线		b	A 可见轮廓线
2	细实线		约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线
3	波浪线		约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分解线
4	双折线		约 $b/3$	D 断裂处的边界线
5	虚线		约 $b/3$	F 不可见轮廓线
6	细点画线		约 $b/3$	G 轴心线 G2 对称中心线
7	粗点画线		b	J 有特殊要求的线或表面
8	双点画线		约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

(二) 注意事项

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。

(2) 虚线、点画线及双点画线的长度和间隔应各自大致相等。

(3) 绘制圆的中心线时,圆心应为线段的交点,两端超出轮廓 2~5 mm;点画线及双点画线中的点是短画(长约 1 mm),不必特意画成圆点,而线的首末两端应是线段而不是短画。当图形较小,用点画线绘制有困难时,可用细实线代替,如图 1-6 所示。

(4) 当虚线与其他图线相交时,应在线段处相交,不应在间隔处相交,当虚线为粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线处留有间隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时,虚线圆弧画到切点,而虚线直线留有间隙,如图 1-7 所示。

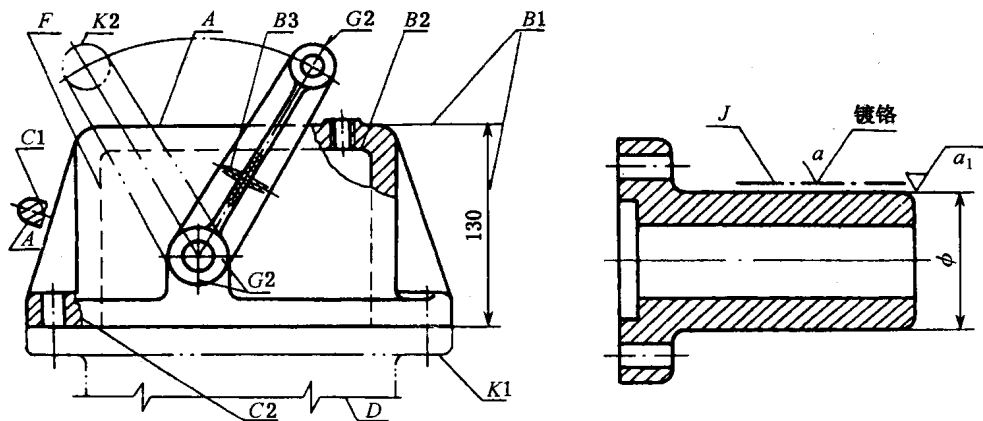


图 1-5 图线应用示例

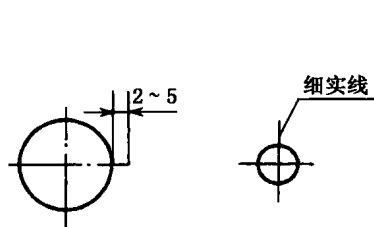


图 1-6 中心线的画法

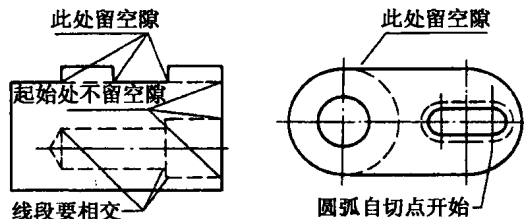


图 1-7 图线交、接、切处习惯画法

五、尺寸标注

图样中的图形仅表达零件的形状,而零件的真实大小必须通过标注尺寸才能确定。图样中的尺寸应严格遵守国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》和 GB/T 16675.2—1996《技术制图 简化表示法 第二部分:尺寸注法》的规定。

(一) 基本规则

(1) 零件的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 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如果是其他单位,则必须标注。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示零件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 零件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(二) 尺寸的四要素

一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线、箭头或斜线、尺寸数字四个基本要素,如图 1-8 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,应自图形轮廓线、轴线或对称中心线引出,并超出尺寸线末端 2 mm,有时也可利用轮廓线、轴线、对称中心线作尺寸界线(见图 1-8)。

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘在尺寸界线之间。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行(见图1-8)。尺寸线不允许用其他任何图线代替,也不能与其他图线相重合,同时也不能位于其延长线上,如图1-9所示。

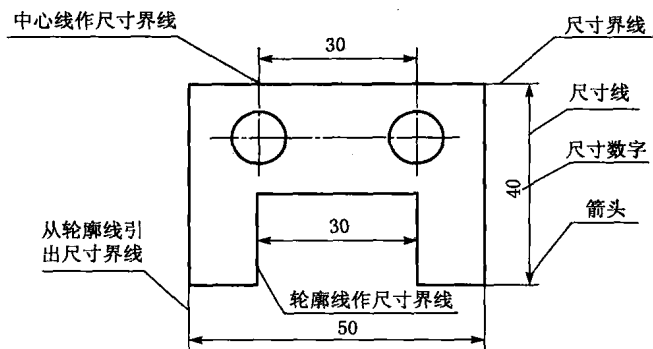


图1-8 尺寸四要素

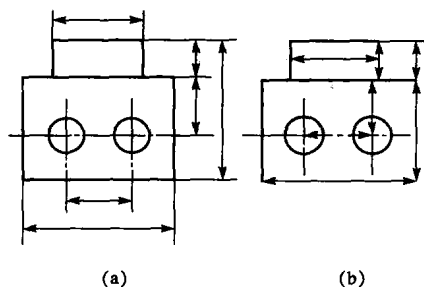


图1-9 不可替代的尺寸线
(a)正确;(b)错误

3. 箭头或斜线

尺寸线的终端有两种形式,第一种形式采用箭头,它适用于各种类型的图样,其式样如图1-10(a)所示。同一种图样上箭头的式样和大小应一致,箭头的位置应与尺寸界线接触,不得超出或留有空隙,如图1-11所示。

第二种形式采用45°斜线,它只适用于尺寸线和尺寸界线相互垂直的场合。斜线用细实线绘制,其画法如图1-10(b)所示。

同一张图样上只能采用一种尺寸线终端的形式。

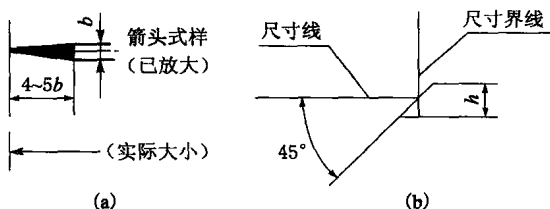


图1-10 箭头和45°斜线画法
(a)采用箭头;(b)斜线画法

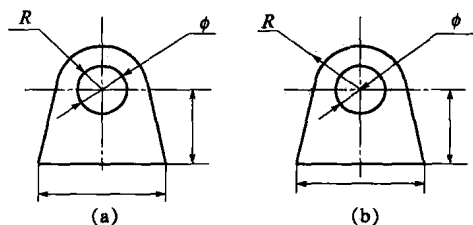


图1-11 箭头画法示例
(a)正确;(b)错误

4. 尺寸数字

线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方,水平方向的尺寸数字字头朝上,垂直方向的字头朝左(见图1-8)。其余方向的尺寸数字应按表1-4所示的方向注写。必要时对于水平或非水平方向的尺寸数字也允许水平注写在尺寸线的中断处,如图1-12所示。同一张图样上的注写方法、数字大小应一致。

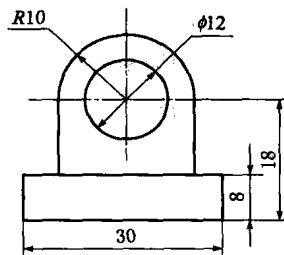


图1-12 尺寸数字的注写方向

表 1-4 常用尺寸注法示例

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸的 数字方向		尺寸数字应按左图中的方向填写,并尽量避免在图例 30°范围内标注尺寸。当无法避免时,可按右图填写
角度		尺寸界线应沿径向引出。尺寸线应画成圆弧。圆心是角的顶点。尺寸数字一般应水平书写在尺寸线的中断处,必要时也可写在上方或外面,也可引出标注
圆和圆弧		直径、半径的尺寸的数字前,应分别加符“ ϕ ”“ R ”。尺寸线按图例绘制
大圆弧		无法标出圆心位置时,可按左图标注;不需标出圆心位置时,可按右图标注
小尺寸		没有足够地方时,箭头可画在外面或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注,圆和圆弧的小尺寸可按图例标注
球面		应在 ϕ 或 R 前加注符号“ S ”,不致引起误解时可省略符号“ S ”,如左图

续表

标注内容	图 例	说 明
弧长和弦长		尺寸界线应平行于弦的垂直平行线,标注弧长尺寸时,尺寸单位为弧度
过渡处		须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线
尺寸数字不可被任何图线所通过		任何图线穿过尺寸数字时,必须断开

第二节 机械制图的基本原理

机械制图就是要解决画图和读图这两个中心问题。画图过程是完成从空间向平面的转化过程,读图过程是完成从平面向空间的转化过程,这两个转化过程都是靠正投影法来实现的。因此,以正投影法的基本理论和方法为主要内容的投影作图,是学习机械制图的基础,它对于培养学生的空间想象力是十分重要的。

一、投影法的基本知识

(一) 投影法

日光照射物体,在地上或墙上产生影子,这种现象叫做投影。

如图 1-13 所示,从发光点 S 发出的一束光线照射 $\triangle ABC$,在预定的平面 P 上,得到了 $\triangle ABC$ 的投影 $\triangle abc$ 。平面 P 称为投影面,光线 SA 、 SB 、 SC 称为投影线,点 S 称为投影中心,在 P 面上所得到的图形称为投影。上述在投影面上作出形体投影的方法称为投影法。

(二) 投影法的分类

投影法分为中心投影法和平行投影法两类。

1. 中心投影法

投影线都从一个点(投影中心)发出,在投影面上作出形体投影的方法称为中心投影法(见图 1-13),根据中心投影法绘制的图形称为透视投影图。

透视投影图的特点是:立体感强、符合人的视觉,是绘制建筑物外观图常用的一种方法。

但由于形体在投影面上的投影尺寸有近大远小的变化,且可度量性差,作图也比较复杂。因此,它不适用于绘制机械图样。

2. 平行投影法

由互相平行的投影线在投影面上作出形体投影的方法,称为平行投影法,如图 1-14 所示。

平行投影法可以看成中心投影法的特殊情况,因为假设投影中心 S 在无穷远处,这时的投影线就可以看成是互相平行的。

在平行投影法中,由于投影线是互相平行的,若仅改变形体离开投影面的距离,则所得投影的形状和大小不变(见图 1-14),当四边形平行于投影面时,无论空间 $\square ABCD$ 离投影面 P 多远,它的投影 $\square abcd$ 与空间 $\square ABCD$ 是相同的。

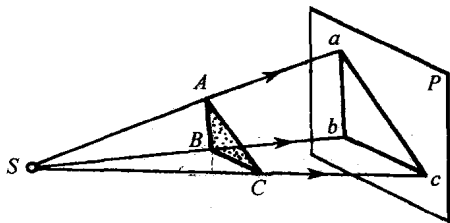


图 1-13 中心投影法

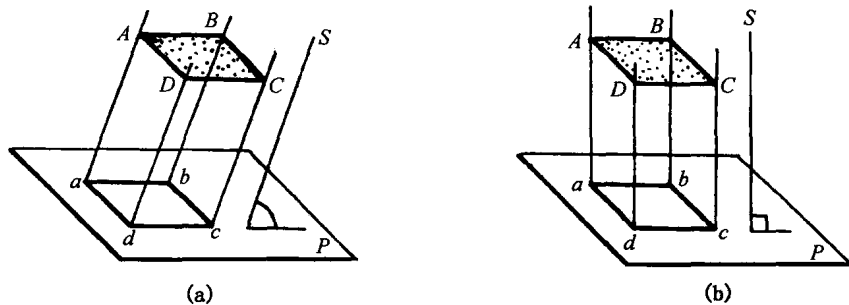


图 1-14 平行投影法

(a) 斜投影; (b) 正投影

在平行投影法中,根据投影线与投影面的角度不同,又可分为斜投影和正投影两种。

(1) 斜投影:投影线倾斜于投影面时的投影称为斜投影[见图 1-14(a)]。

(2) 正投影:投影线垂直于投影面时的投影称为正投影[见图 1-14(b)]。

正投影图的直观性虽不如中心投影图好,但能真实地表达空间物体的形状和大小,作图也简便。因此,国家标准 GB/T 14692—1993《技术制图 投影法》中明确规定,零件的图样采用正投影法绘制。本书主要介绍正投影法,在不作特殊说明的情况下,所叙述的投影均指正投影。

(三) 三面投影体系

三个互相垂直的投影面,称为三面投影体系。正立位置的投影面称为正面,用字母 V 标记;水平位置的投影面称为水平面,用字母 H 标记;右侧立位置的投影面称为侧面,用字母 W 标记。简称 V 面、 H 面、 W 面。

三个投影面的交线 OX 、 OY 、 OZ 称为投影轴(简轴 X 轴、 Y 轴、 Z 轴)。三根投影轴互相垂直相交于一点 O 称为原点。

二、点、直线段与平面形的正投影

(一) 点的投影和三面投影规律

点的投影仍然是点。将空间点 A 置于三面投影体系中,由点 A 分别向 V 、 H 和 W 三个投影