



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校电类专业

机电工程制图

GH

DianLei Zhuanye

劳动保障部教材办公室组织编写

GaodengZhiyeJishuYuanxiao



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电工程制图/王希波主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

ISBN 7-5045-2280-5

I. 机… II. 王… III. 机电工程-机械制图-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 076705 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京顺义河庄装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 356 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 23.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

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

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

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

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

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

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

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

劳动和社会保障部教材办公室

2006 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材，根据高等职业技术学院电类专业教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要包括绘制简单形体的三视图、绘制轴测图、绘制与识读组合体的三视图、用各种表达方法表达形体结构、绘制标准件与常用件的视图、识读机械图样、识读电气图、用 AutoCAD 绘制图样。

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

本书由王希波主编，参加编写的有马燕、张宝华、崔兆华、潘月飞、叶录京。由方建京主审，刘秀玲参审。

目 录

绪 论	(1)
模块一 绘制简单形体的三视图	(3)
课题一 绘制平面图形并标注尺寸	(3)
课题二 绘制三视图	(11)
课题三 求作形体表面上点、线、面的投影	(19)
课题四 绘制基本几何体的三视图	(27)
模块二 绘制轴测图	(40)
课题一 绘制正等测图	(40)
课题二 绘制斜二测图	(45)
模块三 绘制与识读组合体的三视图	(51)
课题一 绘制截交线与相贯线	(51)
课题二 绘制组合体的三视图	(57)
课题三 在组合体的三视图上标注尺寸	(60)
课题四 识读组合体的视图	(64)
模块四 用各种表达方法表达形体结构	(75)
课题一 绘制视图	(75)
课题二 绘制剖视图	(81)
课题三 绘制断面图	(91)
课题四 用其他表达方法表达形体结构	(93)
模块五 绘制标准件与常用件的视图	(98)
课题一 绘制螺纹及螺纹连接件的视图	(98)
课题二 绘制齿轮的视图	(106)
课题三 绘制键连接图、识读销连接图	(111)
课题四 绘制滚动轴承的视图、识读弹簧的视图	(114)
模块六 识读机械图样	(119)
课题一 识读机械图样中的技术要求	(119)
课题二 识读和绘制零件图	(130)
课题三 识读装配图	(138)
模块七 识读电气图	(147)
课题一 识读电气图符号	(147)
课题二 识读框图	(152)
课题三 识读电路图	(153)

课题四 认识接线图和接线表	(157)
模块八 用 AutoCAD 绘制图样	(162)
课题一 用 AutoCAD 绘制平面图形	(162)
课题二 用 AutoCAD 绘制三视图	(175)
课题三 用 AutoCAD 绘制零件图	(181)
课题四 用 AutoCAD 绘制电路图	(189)
附录	(195)
附录 1 常用标准螺纹的牙形	(195)
附录 2 常用螺纹的种类及标注示例	(195)
附录 3 C 级六角头螺栓和全螺纹六角头螺栓	(197)
附录 4 I 型六角螺母 A 级和 B 级 粗牙	(198)
附录 5 I 型六角螺母 C 级	(199)
附录 6 垫圈	(199)
附录 7 开槽圆柱头螺钉 开槽沉头螺钉 内六角圆柱头螺钉	(200)
附录 8 渐开线圆柱齿轮模数	(201)
附录 9 平键及键槽各部分尺寸	(202)
附录 10 半圆键及键槽各部分尺寸	(203)
附录 11 圆柱销 不淬硬钢和奥氏体不锈钢 圆柱销 淬硬钢和马氏体不锈钢	(204)
附录 12 圆锥销	(205)
附录 13 滚动轴承	(206)
附录 14 标准公差数值	(207)
附录 15 轴的基本偏差数值	(208)
附录 16 孔的基本偏差数值	(210)
附录 17 优先配合中轴的极限偏差	(212)
附录 18 优先配合中孔的极限偏差	(213)
附录 19 电气简图常用图形符号	(215)

绪 论

人类相互交流、表达思想最基本的工具是语言和文字，但是在现代机械及电气产品的生产、使用和维修中，仅仅用语言和文字是很难表达清楚的。如图 0—1 所示的压盖是一个非常简单的零件，但很难用语言和文字准确地描述它的形状和大小，如采用图 0—2 所示的图样来表达就非常清楚了。这种根据投影原理、国家标准或有关规定，准确地表达物体的形状、尺寸及技术要求的图称为图样。在机械、化工、建筑、电气等工业领域都需要用图样来表达设计意图、组织生产。

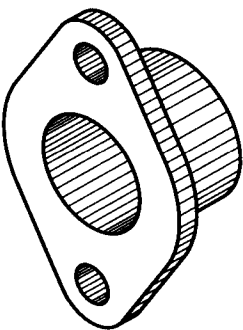


图 0—1 压盖

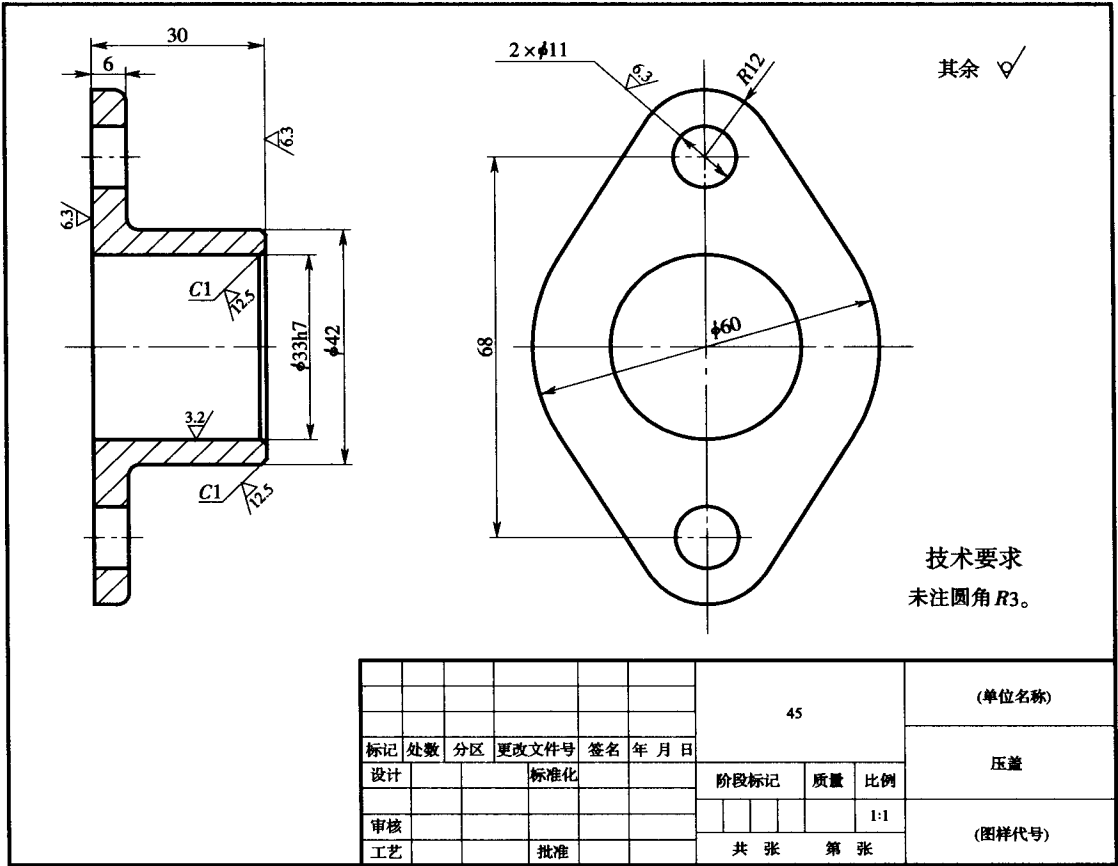


图 0—2 压盖零件图

电气技术领域内的信息种类和信息量都很大，图 0—3 所示为采用示意图方式表示的发、供、用电等信息。但这种表达方式与图 0—4 所示的电气图相比，其绘制方式和表达方式都比较繁琐。图 0—4 是一种用图形符号和文字符号表示发电机、变压器、线路等具体物件的电气简图。这种简图是一种简单、直观、容易被使用者接受、容纳信息量多的表达信息的手段，是电气图的主要表达形式。

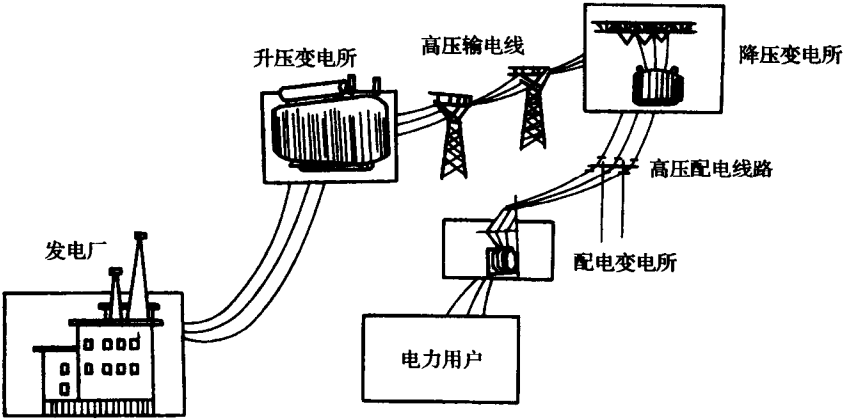


图 0—3 发、供、用电示意图

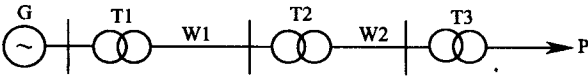


图 0—4 发、供、用电电气图

通过以上两例可以看出，采用图样来表达技术思想，比用语言文字更精确、更方便，在许多方面甚至是语言文字无法代替的，因此，图样被工程界称为工程技术语言。作为高等职业院校电类专业的学生，应了解国家标准《机械制图》《电气制图》和《技术制图》的有关知识，具备较强的识图能力、一定的图示能力及绘图基本技能，为学习专业课及生产实习提供必要的识图知识。本课程的要求是：

1. 通过学习使学生熟悉有关制图国家标准的基本知识，掌握机械制图的投影原理、三视图、轴测图的画法。
2. 掌握视图的表达方法，了解标准件、常用件的画法，能识读一般零件的零件图和简单装配体的装配图。
3. 了解常用电气符号，掌握绘制一般电气图的规定，能绘制和识读较复杂的常用电气图。
4. 掌握计算机绘图的基本技能，能用计算机绘制简单的机械图样和电气图。

模块一 绘制简单形体的三视图

课题一 绘制平面图形并标注尺寸

任务一 绘制平面图形

任务目标

图 1—1 所示为一简单平面图形，绘制该图使用了粗实线、细点画线、细虚线等图线，下面学习如何绘制该图。

相关知识

机械图样是设计和制造机器的重要文件，绘制机械图样时必须严格按照制图国家标准中图线的有关规定。

1. 常用图线的种类、画法及应用（见表 1—1）

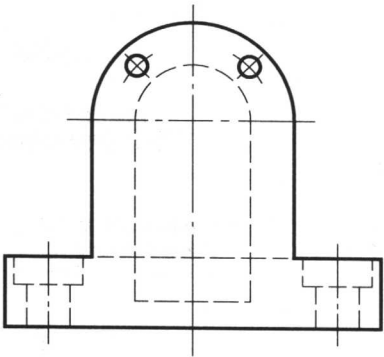
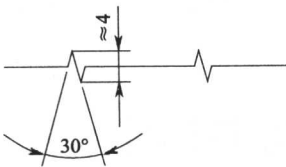


图 1—1 平面图形

表 1—1 图线的种类、画法及应用

线型名称	线型形式	图线宽度	一般应用
粗实线		$d=0.5, 0.7$	可见轮廓线
细点画线		$d/2$	轴线、对称线、中心线等
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线、重合断面的轮廓线等

续表

线型名称	线型形式	图线宽度	一般应用
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、假想投影轮廓线等

2. 图线的画法规定 (如图 1—2 所示)

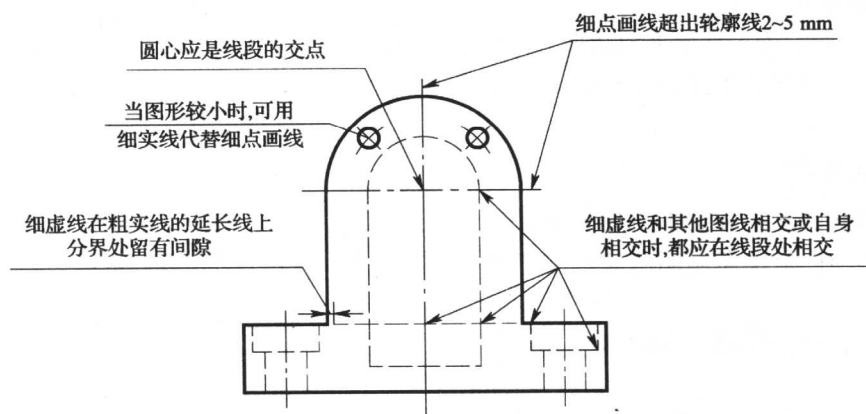


图 1—2 图线画法规定

(1) 同一图样中同类图线的宽度应保持基本一致。细虚线、细点画线的线段长度和间隔长度也应大致相同。

(2) 细点画线与图线 (包括细点画线) 相交, 应交于线段处。

(3) 细点画线的起止两端一般为线段而不是点。习惯上, 细点画线超出轮廓线 2~5 mm。

(4) 当图形较小时, 可用细实线代替细点画线。

(5) 细虚线与粗实线相连, 且在粗实线的延长线的方向上画出时, 习惯上在两种图线的分界处留有间隙。

(6) 细虚线与其他图线相交或自身相交时, 都应在线段处相交, 不应在空隙处相交。

任务实施过程

1. 准备绘图工具

(1) 准备 H、HB、B 型铅笔各一支, 其中 H 型铅笔的铅芯较硬且颜色淡, HB 型铅笔软硬适中且颜色浓淡适中, B 型铅笔较软且颜色较浓; 将 H、HB 型铅笔修磨成如图 1—3a 所示的形状, 将 B 型铅笔修磨成如图 1—3b 所示的形状。

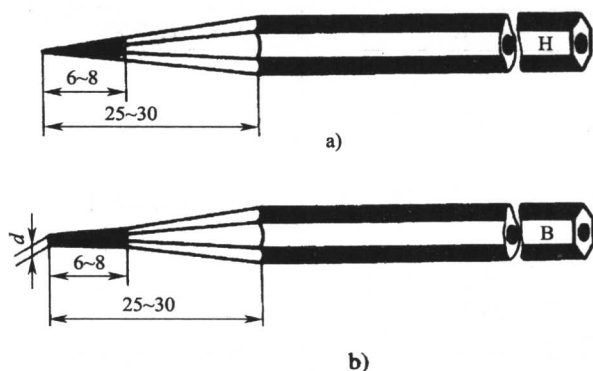


图 1—3 铅笔的修磨

(2) 准备三角板一付，橡皮一块，圆规一把。准备 H、B 型铅芯各一段，分别按图 1—3a、b 所示形状修磨，并将 H 型铅芯装入圆规，B 型铅芯备用。

2. 绘制图形

机械图样的绘制分为两大步骤，第一步用 H 型的铅笔绘制底稿，绘图时注意不要画得太浓；第二步描深，描深时，可根据自己的习惯选用铅笔，一般 H 型铅笔可用来描深细型图线（如细虚线、细点画线等），HB 型铅笔用来描深粗实线直线，B 型铅笔用来描深粗实线圆。如图 1—1 所示图形的具体作图步骤见表 1—2。

表 1—2 平面图形的绘图步骤

绘图方法和步骤	图例	绘图方法和步骤	图例
1. 绘制作图基准线		3. 绘制阶梯孔和下部虚线	
2. 绘制外部可见轮廓线		4. 绘制中间细虚线框	

续表

绘图方法和步骤	图例	绘图方法和步骤	图例
5. 绘制上部两小圆		6. 按规定描深图线	

任务二 标注平面图形的尺寸

任务目标

图样中的尺寸确定形体的大小，它是加工制造零件的主要依据之一。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给生产带来困难，甚至出现废品而造成浪费。作为一名工程技术人员必须学会标注尺寸，识读尺寸。下面学习标注图 1—4 所示的尺寸。

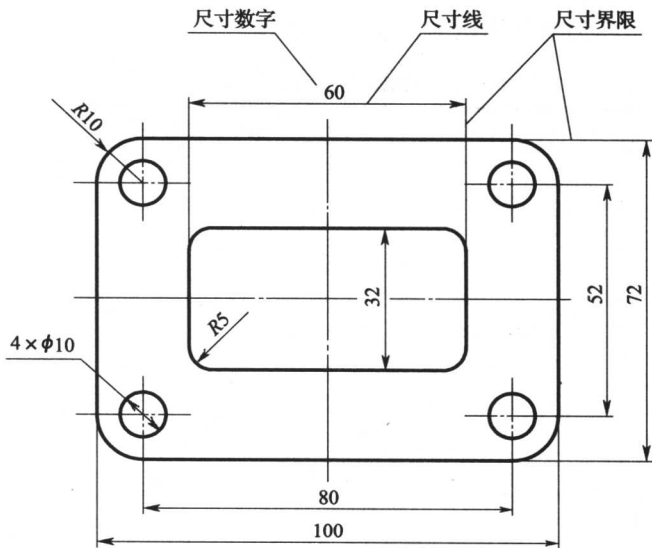


图 1—4 尺寸标注

相关知识

1. 尺寸的组成

如图 1—4 所示，尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字等三个要素组成。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，它由图形的轮廓线、对称中心线、轴线等处引出，也可利用轮廓线、轴线、对称中心线作为尺寸界线。

(2) 尺寸线 尺寸线也用细实线绘制，但尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其

他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注线段平行。

尺寸线的终端有两种形式。如图 1—5a 所示为箭头终端形式（图中 d 为粗实线宽度），如图 1—5b 所示为斜线终端形式（图中 h 为尺寸数字的高度）。在一般情况下，多采用箭头终端形式。

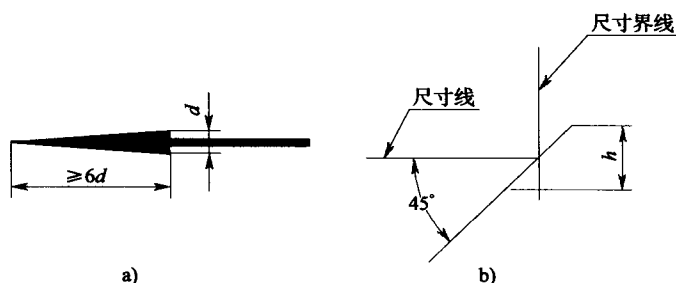


图 1—5 尺寸线的终端形式

a) 箭头 b) 斜线

(3) 尺寸数字 线性尺寸的尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方（水平尺寸）或左方（竖直尺寸），也允许注写在尺寸线的中断处，必要时也可引出标注，如图 1—6 所示。注写线性尺寸时，水平尺寸的尺寸数字字头朝上，竖直尺寸的尺寸数字字头朝左，在倾斜方向上的尺寸，字头应有向上的趋势（见表 1—4）。

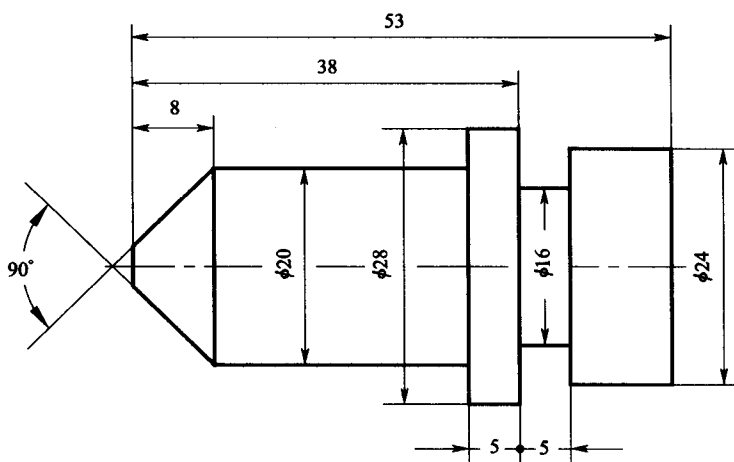


图 1—6 尺寸数字的注写方式

角度尺寸的尺寸数字一般水平注写在尺寸线的中断处（如图 1—6 所示），必要时可以注写在尺寸线的上方或外面，也可以引出标注（见表 1—4）。

2. 标注尺寸的注意事项

(1) 尺寸数字不允许被任何图线所穿过，当无法避免时，可将图线在尺寸数字处断开。

(2) 标注并列尺寸时，小尺寸在内、大尺寸在外，尽量避免尺寸线和尺寸界线相交。

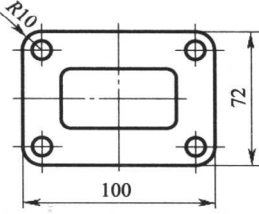
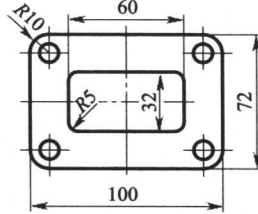
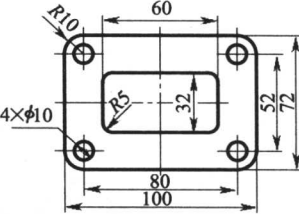
(3) 图中相同的结构可以集中标注，如图 1—4 中的尺寸 $4 \times \phi 10$ 表示该图中有 4 个直径为 $\phi 10$ 的孔。

(4) 在平面图形上标注尺寸时，一定要保证“完整”，即尺寸齐全，不遗漏，也不重复。

任务实施过程

尺寸标注的步骤与绘图的步骤基本相同。如图 1—4 所示图形尺寸标注的步骤见表 1—3。

表 1—3 标注平面图形尺寸的步骤

绘图方法和步骤	1. 标注外部矩形线框的长 (100) 和高 (72)，标注其圆角半径 (R10)	2. 标注内部矩形线框的长 (60) 和高 (32)，标注其圆角半径 (R5)	3. 标注四个小孔直径 $4 \times \phi 10$ 和确定其位置的长度方向尺寸 (80) 和高度方向尺寸 (52)
图例			

知识链接

1. 尺寸标注的基本规则

(1) 图样上标注的尺寸数值是机件实际大小的数值。它与绘图时采用的缩、放比例无关，与绘图的精确度无关。

(2) 图样上的尺寸以 mm (毫米) 为计量单位时，不需标注单位代号或名称，若采用其他计量单位时，必须注明其代号或名称，如 30，表示长度为 30 mm；30 m，表示长度为 30 米； 30° ，表示角度为 30 度。

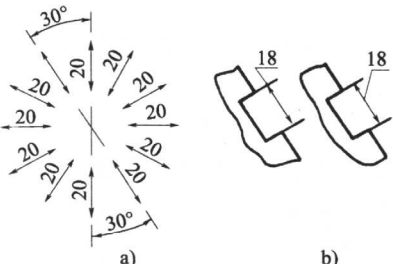
(3) 图样上标注的尺寸是机件的最后完工尺寸，否则要另加说明。

(4) 机件的每个尺寸，一般只在反映该结构最清楚的图形上标注一次。

2. 常用尺寸注法

线性尺寸、角度尺寸、圆、圆弧、小尺寸等的注法见表 1—4。

表 1—4 常用尺寸注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		线性尺寸的尺寸数字应按图 a 所示的方向书写，并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 b 所示的形式标注

标注内容	示 例	说 明
角度尺寸		尺寸界线应按径向引出，尺寸线绘制成圆弧，圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可标注在尺寸线的上方、外面，或引出标注
圆		标注圆的直径时，应在尺寸数字前加注符号“φ”，尺寸线的终端应绘制成箭头。大于半圆的圆弧应标注直径
圆弧		标注圆的半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”，尺寸线上的单箭头指向圆弧
小尺寸		如 a 图所示，没有足够空间时，箭头可绘制在外面，或用小圆点代替箭头；尺寸数字也可注写在图形外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸可按 b 图所示图例标注

任务三 用不同的比例绘制图形

任务目标

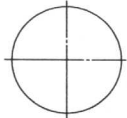
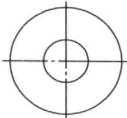
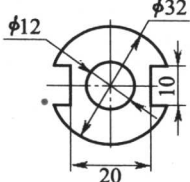
常见的地图是将实际测量的尺寸按照一定的比例缩小到图纸上。同样,在绘制机械图样时也要将测量到的尺寸进行缩小、放大(或按原值)。图形上的线性尺寸和实物上相应的线性尺寸之比称为比例。图 1—7 所示为用 1:1 比例绘制的图形,下面用 1:2 和 2:1 的比例分别绘制该图。

任务实施过程

很显然,在用 1:2 的比例绘制图形时,所绘图形的线段长度为实际尺寸的 1/2;用 2:1 的比例绘制图形时,所绘图形的线段长度为实际尺寸的 2 倍。不管用何种比例绘制的图形,所标注的尺寸皆为物体的实际尺寸。用 1:2 比例绘制图 1—7 的步骤见表 1—5。

表 1—5

用 1:2 比例绘图示例

步骤	绘图示例	步骤	绘图示例
1. 绘制圆的中心线,绘制大圆		3. 绘制两边的矩形槽,擦去多余图线	
2. 绘制小圆		4. 按线型描深图线,标注尺寸	

用 2:1 比例绘制图 1—7 的步骤同上,所绘制的图形如图 1—8 所示。

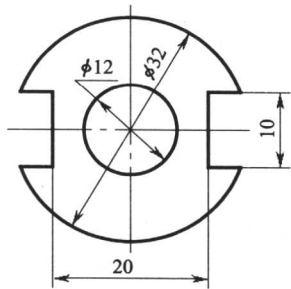


图 1—7 用 1:1 比例绘制的图形

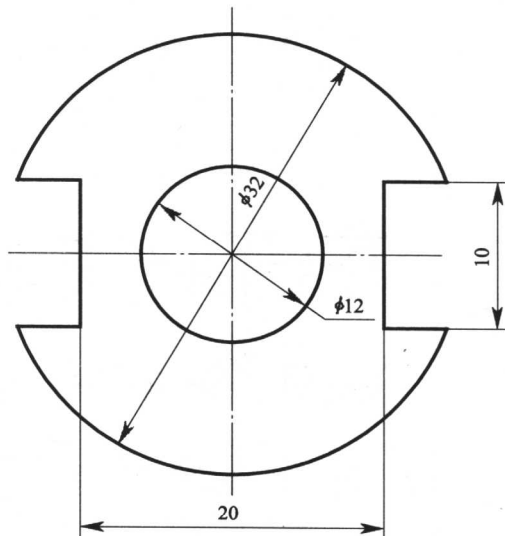


图 1—8 用 2:1 比例绘制的图形

知识链接

绘制机械图样时，必须选用国家标准规定的比例（见表 1—6）。

表 1—6

绘图比例（摘自 GB/T 14690—1993）

原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$
	(2.5 : 1)	(4 : 1)	($2.5 \times 10^n : 1$)	($4 \times 10^n : 1$)	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$
	(1 : 1.5)	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	(1 : 6)
	($1 : 1.5 \times 10^n$)	($1 : 2.5 \times 10^n$)	($1 : 3 \times 10^n$)	($1 : 4 \times 10^n$)	($1 : 6 \times 10^n$)

注：1. n 为正整数。

2. 括号内的比例尽量不采用。

课题二 绘制三视图

任务一 绘制物体的正投影图

任务目标

在机械设计、生产过程中，需要用图样来表达机器和零件，常用的图样有立体图、正投影图（如图 1—9 所示）。立体图就像照片一样富有立体感，给人以直观的印象，但是，它在表达物体时，某些结构的形状发生了变形（在图 1—9a 中，侧表面的矩形被表达为平行四边形），可见立体图不能完全准确地表达机件真实形状。所以，在绘制机械图样时常采用正投影图来表达，如图 1—9b 所示。由该图不难看出，正投影图不仅绘制简单，而且能准确的表达形体前表面的结构形状。下面分析该正投影图的绘图原理和绘制过程。

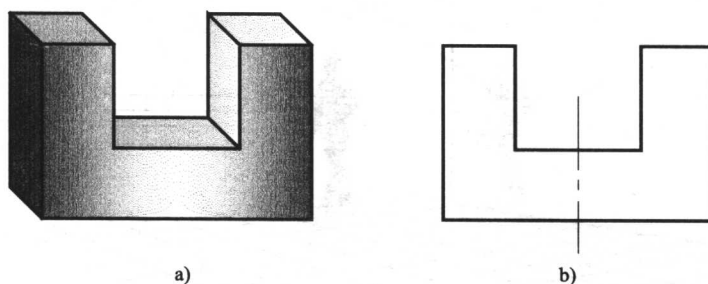


图 1—9 锉配件的投影图

a) 立体图 b) 正投影图