

中等职业技术学校机械专业教材

机械制图

JIXIE ZHITU

 中国劳动社会保障出版社

中等职业技术学校机械专业教材

机械制图

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/杨克, 于冬梅, 赵海千主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008
中等职业技术学校机械专业教材

ISBN 978-7-5045-7316-2

I. 机… II. ①杨… ②于… ③赵… III. 机械制图-专业学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121444 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

*

北京宏伟双华印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 379 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价: 28.00 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: 010-64954652

前 言

为了深入贯彻落实全国职业教育工作会议精神和《国务院关于大力发展职业教育的决定》，坚持以学生为本位、以就业为导向，推动职业学校持续健康发展和全面提高教育教学质量，我们组织有关职业教育研究人员、一线教师和行业专家在广泛调研的基础上，以课程改革为突破点，开发了这套中等职业技术学校机械专业教材，主要包括《机械制图》《机械技术》《电工电子技术》《控制技术》等。以后我们还会根据教学需要，开发其他教材。

本套教材采用模块化的方式编写，以就业为导向，以学生为主体，以培养应用型技能人才为根本任务。根据课改要求，我们对机械专业基础课程进行了创新性地重组和改革，形成不同的模块；对原有课程中“繁难偏旧”的知识和内容进行了恰当处理，增强教材的实用性；在部分课程中引入实训环节，增加学生运用知识的能力，提高教学效果。每门课程都制定了详细的教学计划，各模块都规定了相应的学时安排、学习目标和教学要求，具有良好的教学操作性。

《机械制图》根据机械专业的教学需要，将机械制图知识、互换性与技术测量知识进行了科学整合，有效地解决了原机械制图与技术测量课程内容重复的问题。此外，教材还加入了计算机绘图模块，旨在使学生掌握 AutoCAD 的基本功能，学会绘制简单的图样。

《机械技术》根据机械专业的课程特点和教学实际需要，对原有机械类课程进行了较大的调整，将机械基础、金属材料与热处理、工程力学、机械加工工艺、数控加工等内容融为一体，突出了以能力培养为主的职业教育特点。

《电工电子技术》侧重讲授机械专业所需的电工电子基础知识，注重培养和提高学生的综合能力，内容安排强调基础理论与实际应用相结合，以够用实用为度，并设置能力训练，降低和分散教学难度，提高学生的学习兴趣。

《控制技术》将电气控制技术、可编程控制技术、液压传动控制技术等知识进行整合，重点讲授基本电气元件、基本控制环节、可编程控制器等知识，同时有侧重地介绍了典型电气设备控制技术，可编程控制器的工作原理和设计，常用液压元件的基本结构、工作原理和应用等。

本套教材可供中等职业技术学校机械加工、汽车、数控、模具等专业使用，也可以作为职业培训教材。

人力资源和社会保障部教材办公室

2008年7月

编审人员名单

主 编 杨 克 于冬梅 赵海千

副主编 董文静 张 丹 李维立

参 编 衡文钊 王本昊 白 杰 贾清华 张在新

主 审 杨国恩 胡少荃

策 划 葛 政

统 稿 赵海千

目 录

第一模块 机械制图与投影基础知识	(1)
第一学习项目 机械制图基本知识	(1)
一、绘图工具及其使用方法.....	(1)
二、制图类国家标准《机械制图》的有关规定.....	(4)
三、常用几何图形的画法.....	(11)
四、平面图形的画法.....	(16)
第二学习项目 投影基础	(17)
一、投影法的基本知识.....	(17)
二、三面投影的形成及投影规律.....	(20)
第二模块 点、线、面的投影及几何体表面上点的投影	(24)
一、点、线、面的投影.....	(24)
二、几何体视图及表面上点的投影.....	(34)
第三模块 截割与相贯及轴测图	(46)
第一学习项目 截割与相贯	(46)
一、平面立体的截割.....	(46)
二、曲面立体的截割.....	(50)
三、立体与立体相交.....	(57)
第二学习项目 轴测图	(61)
一、轴测图的基本知识.....	(62)
二、正等轴测图及其画法.....	(63)
三、斜二轴测图及其画法.....	(68)
四、轴测图的选择.....	(71)
五、轴测草图的画法.....	(72)
六、轴测图总结.....	(76)
第四模块 组合体的视图	(79)
一、组合体的组合形式.....	(79)
二、组合体的表面连接关系.....	(80)
三、组合体三视图的画法.....	(81)
四、组合体尺寸注法.....	(86)

五、看组合体视图·····	(89)
六、组合体视图总结·····	(99)
第五模块 机械图样的常用表达方法·····	(103)
一、视图·····	(103)
二、剖视图·····	(106)
三、断面图·····	(114)
四、其他表达方法·····	(117)
第六模块 标准件与常用件·····	(122)
一、螺纹及螺纹连接·····	(122)
二、键和销连接·····	(132)
三、齿轮·····	(137)
四、滚动轴承·····	(142)
五、弹簧·····	(144)
六、中心孔的表达方法·····	(146)
第七模块 零件与部件的表达·····	(148)
一、零件图和装配图的基本知识·····	(149)
二、零件图结构及形状的表达·····	(150)
三、零件图的尺寸标注·····	(152)
四、装配图的尺寸标注及序号和明细栏·····	(157)
五、常见的零件工艺结构和装配结构·····	(159)
第八模块 互换性与技术测量的基本概念·····	(164)
一、互换性的概述·····	(165)
二、极限与配合·····	(166)
三、形状和位置公差·····	(181)
四、表面粗糙度·····	(185)
五、技术测量基础·····	(187)
第九模块 机械图样的识读·····	(195)
一、读零件图·····	(195)
二、读装配图·····	(201)
三、零件的测绘·····	(204)
第十模块 计算机绘图·····	(207)
第一学习项目 计算机绘图概述·····	(207)
一、AutoCAD2006 的特点·····	(208)

二、AutoCAD2006 的工作界面	(208)
三、下拉菜单和快捷菜单	(209)
四、对话框	(210)
第二学习项目 AutoCAD 绘图命令及标注命令	(211)
一、基本绘图命令	(211)
二、常用图形编辑命令	(211)
三、AutoCAD 的标注命令	(212)
四、图块及其属性	(213)
第三学习项目 计算机绘图举例	(213)
一、建立新文件	(214)
二、绘制锥齿轮的轮廓线	(214)
三、绘制锥齿轮的剖面线	(219)
四、标注尺寸	(220)
五、块命令与插入块	(229)
六、绘制齿轮参数表	(232)
七、图纸布局	(234)

第一模块 机械制图与投影基础知识

教学目标

1. 通过学习国家标准《机械制图》的有关规定和绘图工具的使用方法，能够绘制简单的平面图形。
2. 通过学习正投影法的基本原理，明确三视图的画法。

实例导入

如图 1—1 所示为一连接板的平面图形，要完成此平面图形的绘制工作，需要掌握圆弧的画法、圆弧连接的画法及尺寸标注的方法等。此模块就是要学习国家标准《机械制图》的有关规定、平面图形的绘制方法以及三视图的画法。

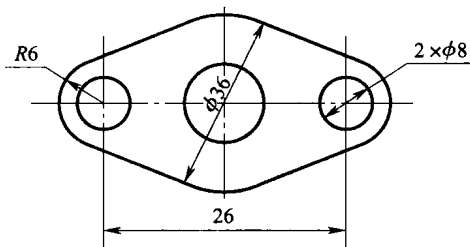


图 1—1 平面图形

问题探究

绘制一张零件图需要掌握哪些基础知识？

能力构建

第一学习项目 机械制图基本知识

一、绘图工具及其使用方法

绘制工程图样有三种方法，即尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是徒手绘图和计算机绘图的基础。具备了尺规绘图的能力，就为徒手绘图和计算机绘图奠定了良好的基础。尺规绘图是借助于丁字尺、三角板、圆规、分规等绘图工具和仪器进行手工操作的一种绘图方法。要保证绘图的质量和速度，必须养成正确使用绘图工具和绘图仪器的良好习惯。本节主要学习常用绘图工具的使用方法。

1. 图板

图板是用做绘图的垫板。板面要平整、光滑，其左边作为导边，必须平直。使用时，要注意板面和工作边完好无损，防止受潮和受热变形。如图 1—2 所示为图板、丁字尺和三角板配合使用。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成，它主要用来画水平线。使用时，用手扶住尺头，并使

尺头的工作边紧靠图板的工作边（左边），上下移动丁字尺到画线位置，然后将左手移动到画线部位压住尺身，右手握笔，沿丁字尺工作边自左向右画水平线，如图 1—3 所示。

3. 三角板

一副三角板由 45° 以及 30° 和 60° 三角板各一块组成。三角板与丁字尺配合使用，可以画水平线的垂直线，如图 1—4a 所示。画线时，将三角板的一条直角边紧靠丁字尺尺身的工作边，另一条直角边置于左侧，左右移动三角板至画线位置，自下而上沿三角板左边画出垂直线。三角板与丁字尺配合使用时，可画出与水平线成 15° 倍数角的斜线。如图 1—4b 所示为三角板与丁字尺配合使用画与水平线成 15° 、 45° 、 60° 、 75° 的斜线。

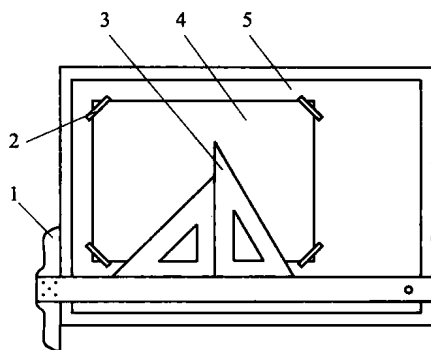


图 1—2 图板、丁字尺和三角板配合使用

1—丁字尺 2—胶带纸 3—三角板
4—图纸 5—图板

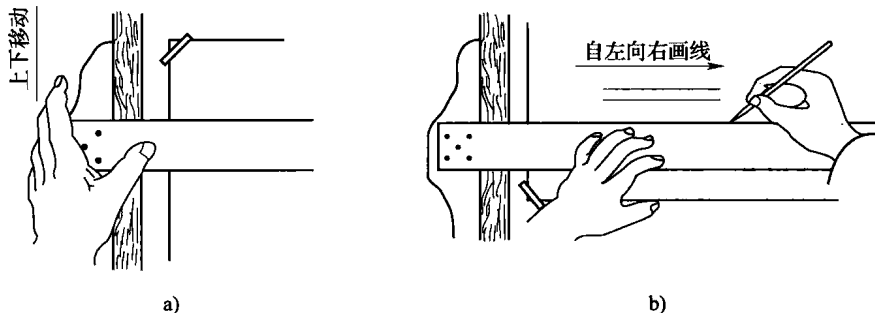


图 1—3 用丁字尺画线

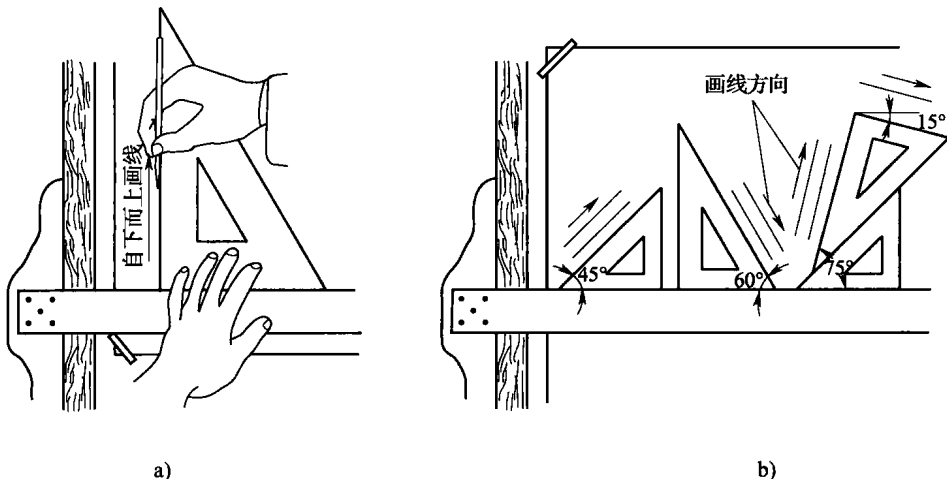


图 1—4 画垂直线和 15° 倍数角的斜线

4. 圆规与分规

(1) 圆规

圆规用来画圆和圆弧。圆规的一腿装有小钢针，用来定圆心；另一腿装上铅芯插脚或钢

针（作为分规用），如图 1—5a 所示。画图时，将钢针插入图板后转动圆规手柄，均匀地沿顺时针方向一笔将所要绘制的圆或圆弧画出，如图 1—5b 所示。

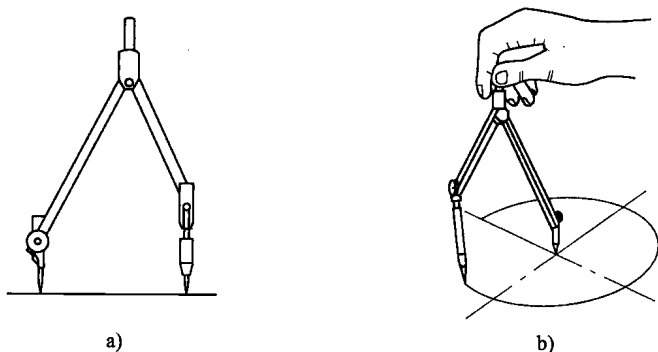


图 1—5 用圆规画圆和圆弧

(2) 分规

分规用来量取尺寸（见图 1—6a）和等分线段（见图 1—6b）。用分规等分直线段的方法同样也可用于等分圆弧。

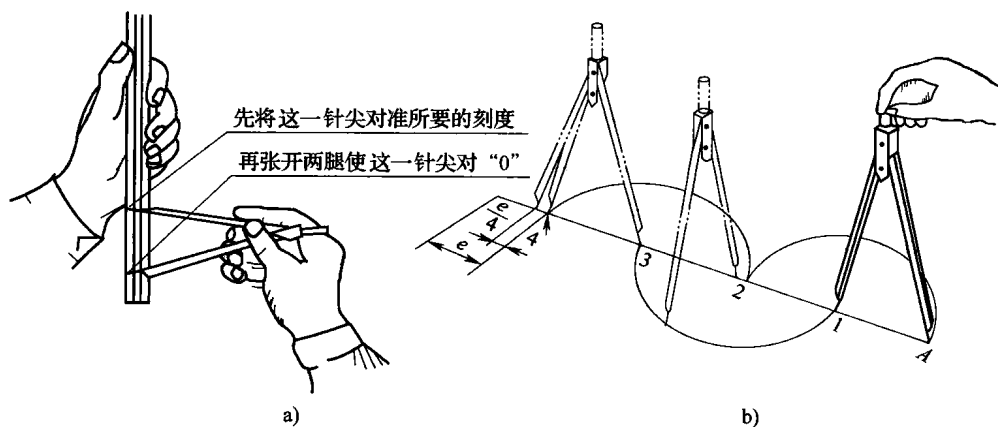


图 1—6 用分规量取尺寸和等分线段

5. 铅笔

绘图铅笔用“B”“H”代表铅芯的软硬程度。“H”表示硬性铅笔，H 前面的数字越大，表示铅芯越硬（绘制的图线颜色越浅）。“B”表示软性铅笔，B 前面的数字越大，表示铅芯越软（绘制的图线颜色越深、越黑）。HB 表示铅芯软硬适中。画粗线时常用 B 或 HB 的铅笔，写字时常用 HB 或 H 的铅笔，画细线时用 H 或 2H 的铅笔。铅笔的削法如图 1—7 所示。应注意画粗线、细线时笔尖形式的区别。

除了上述工具外，绘图时还要备有削铅笔的小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸用的胶带纸以及橡皮等。有时为了画非圆曲线，还要用到曲线板。如果需要描图，还要用直线笔（俗称鸭嘴笔）或针管笔。这些工具因为不经常使用，所以这里就不做详细介绍了。

6. 绘图纸

绘图纸要求质地坚实，用橡皮擦拭时不易起毛，并符合国家标准规定的尺寸。固定图纸

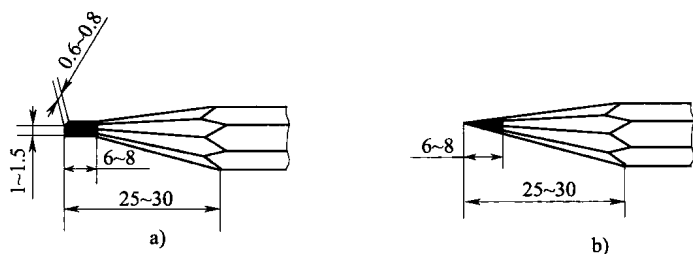


图 1—7 铅笔的削法

a) 画粗线的笔 b) 画细线的笔

时应将图纸置于图板的左下方，并使图纸的上图框与丁字尺尺身的工作边密合摆正。然后将图纸摊平，四角用胶带纸固定在图板上，如图 1—2 所示。

二、制图类国家标准《机械制图》的有关规定

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料，是信息交流的重要工具。为了正确地绘制和阅读机械图样，必须熟悉和掌握有关机械制图的国家标准和规定。我国于 1959 年制定了国家标准《机械制图》，经过几次修订，现行有效的国家标准汇编《机械制图卷》是 2007 年修订的。

我国国家标准（简称国标）的代号是“GB”，它是由“国标”的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。

国家标准《机械制图》和《技术制图》对图样的内容、格式、尺寸注法和表达方法等都做了统一的规定。本节将摘要介绍其中的图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸标注等有关规定。

1. 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—93)

为了便于图纸的使用和保管，国家标准对图纸幅面尺寸、图框格式、标题栏的位置等都做了统一规定。

(1) 图纸幅面

绘制图样时，应优先选用表 1—1 中规定的图纸基本幅面及尺寸。其中 A0 幅面最大，面积约为 1 m^2 ，长、短边之比为 $\sqrt{2} : 1$ ，其余各种图纸中后一号幅面为前一号幅面的一半（以长边对折裁开）。必要时，也允许选用加长幅面，但加长后的幅面尺寸必须由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1—1

图纸基本幅面及尺寸

mm

图幅代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

(2) 图框格式

图框线用粗实线绘制，不需要装订的图样，其格式如图 1—8a 所示，它四周的边距均为 e 。需装订的图样，其图框格式如图 1—8b 所示，装订边宽度 a 和边距 c 可以根据图纸幅面的大小由表 1—1 查出。

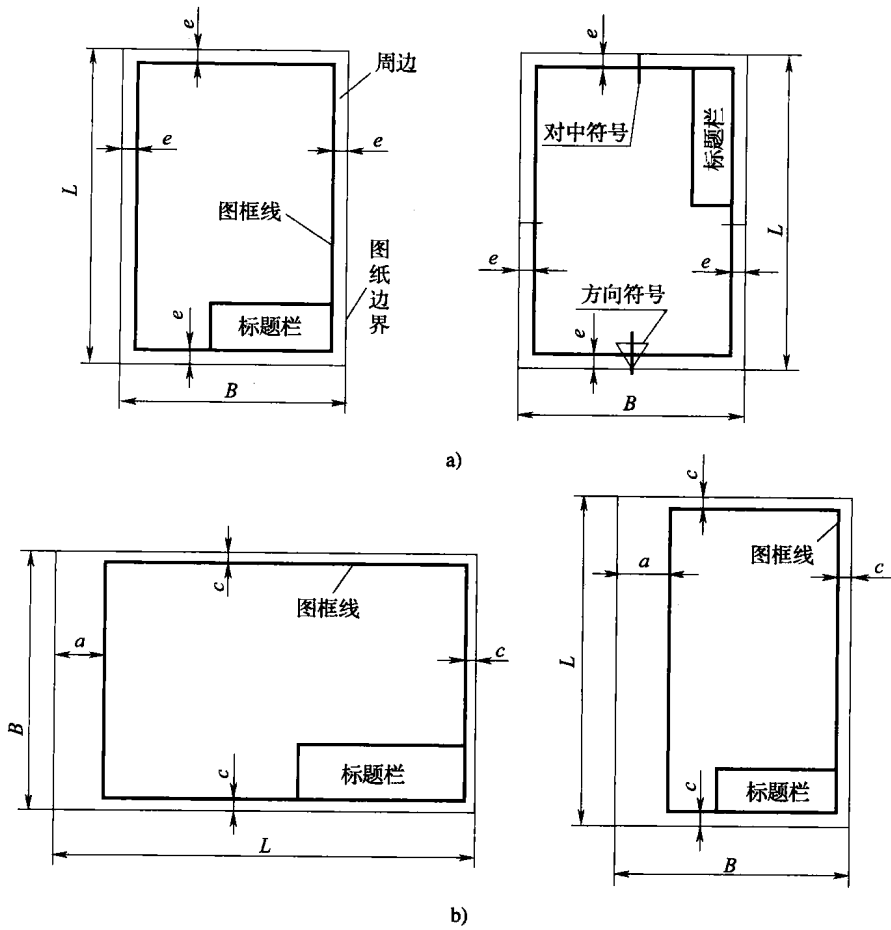


图 1—8 图框的格式

a) 不留装订边 b) 留有装订边

(3) 标题栏

在每一张技术图样上均需要画出标题栏。标题栏的位置在图框的右下角。标题栏的内容、格式及尺寸如图 1—9 所示，也可查阅国家标准 (GB/T 10609.1—89)。

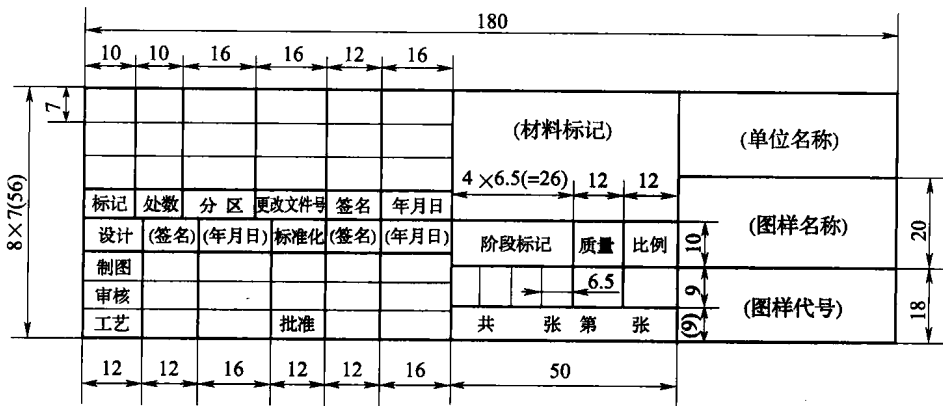


图 1—9 标题栏的内容、格式及尺寸

学校制图作业中零件图的标题栏，推荐用如图 1—10 所示的简化的标题栏格式。

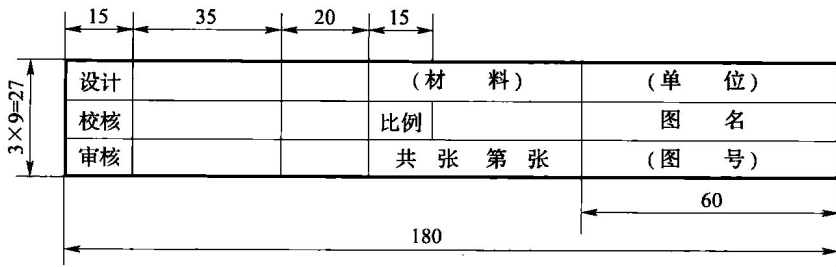


图 1—10 简化的标题栏格式

2. 比例 (GB/T 14690—93)

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

为了使图形能直接反映机件的真实大小，绘图时，要尽可能按机件的实际大小（即原值比例）绘制。如果机件太大或太小，就采用缩小或放大比例绘制，绘图比例见表 1—2。标注尺寸时必须标注出设计要求的机件实际尺寸大小。比例的标注如图 1—11 所示，按不同的比例画图，图形大小不同，但是所标注的都是设计尺寸。

表 1—2 绘图比例

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)
	($1 : 1.5 \times 10^n$)	($1 : 2.5 \times 10^n$)	($1 : 3 \times 10^n$)	($1 : 4 \times 10^n$)	($1 : 6 \times 10^n$)

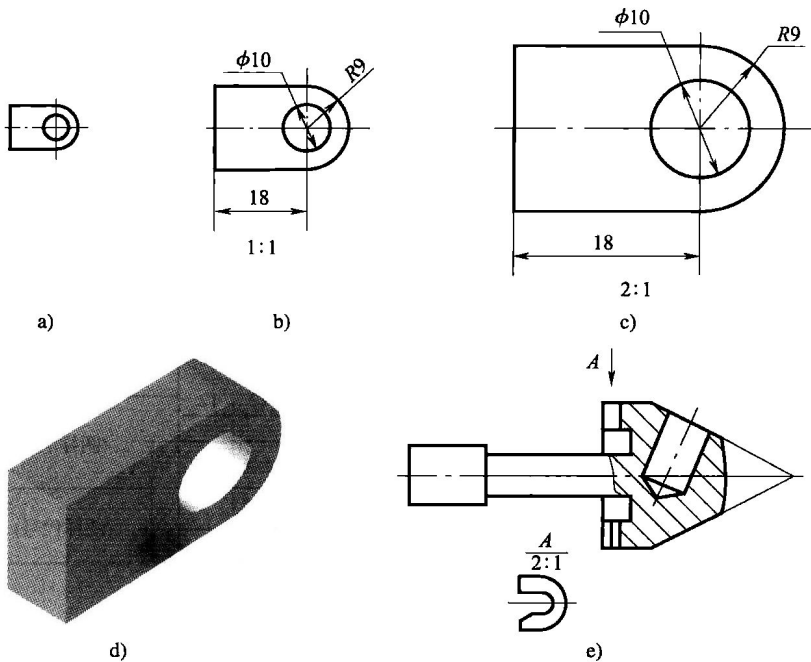


图 1—11 比例的标注

如果图形采用同一比例就在标题栏中统一标注, 否则要另行标注, 如图 1—11e 所示。图样中所标注的尺寸是机件的真实大小, 与比例无关。

3. 字体 (GB/T 14691—93)

在图样中书写汉字、数字和字母时, 必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数即字体的高度 h , 分为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5 和 1.8 mm 共八种。

(1) 汉字

汉字应写成长仿宋体, 字宽是字高的 0.7 倍, 汉字的高度应不小于 3.5 mm, 并采用中华人民共和国国务院正式发布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。

(2) 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

字母和数字分 A 型和 B 型两种, A 型字体笔画的宽度为 $h/14$, B 型字体笔画的宽度为 $h/10$ 。建议采用 B 型字体。

长仿宋体汉字示例:

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

技术要求机械制图电子汽车航空飞机计算机

螺纹齿轮弹簧离合器轴承装配图零件图标准件常用件

B 型斜体字示例:



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



I II III IV V VI VII VIII IX X



A B C D E F G H I J K L M N O P



a b c d e f g h i j k l m n o p q

4. 图线 (GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457. 4—2002)




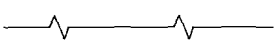
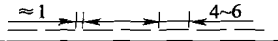

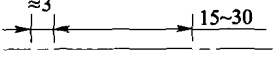

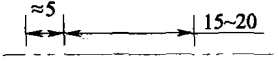
工程图样是用不同形式的图线画成的。为了便于绘图和看图, 国家标准规定了图线的名称、形式、尺寸、一般应用及画法规则等。

(1) 线型及应用

国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 中规定了绘制各种技术图样的基本线型、基本线型的变形及其相互组合, 它们适用于各种技术图样。国家标准《机械制图 图

样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)中规定的7类线型是目前机械制图使用的图线标准,常见的图线及应用举例见表1—3。如图1—12所示为图线应用实例。

表 1—3 常见的图线及应用举例

代号	线 型	名称	应 用
01.2		粗实线	1. 可见轮廓线 2. 剖切符号用线
01.1		细实线	1. 尺寸线 2. 尺寸界线 3. 指引线和基准线 4. 剖面线 5. 重合断面的轮廓线
		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
02.1		细虚线	不可见轮廓线
02.2		粗虚线	允许表面处理的表示线
04.1		细点画线	1. 轴线 2. 对称中心线
04.2		粗点画线	限定范围表示线
05.1		细双点画线	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 可动零件的极限位置的轮廓线 3. 成形前轮廓线

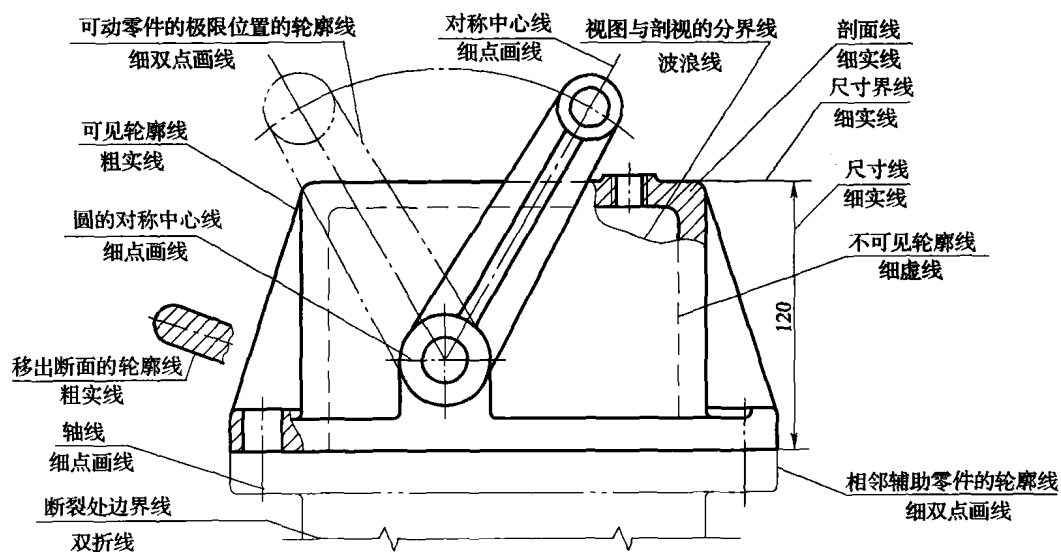


图 1—12 图线应用实例

(2) 图线的尺寸

图线的宽度应按图样的类型和尺寸大小来选择。机械图样中图线分为粗、细两种，粗线宽度为 d ，细线宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4 和 2 mm。

在同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(3) 图线的画法

1) 图线之间相交、相切都应以线段相交或相切，而不应该以点或间隔相交，如图 1—13 所示为图线的画法示例。

2) 虚线在实线的延长线上时，虚线与实线之间应留有间隔，如图 1—13 所示。

3) 实际绘图时，图线的首、末端应该是线段，而不是点。点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm。

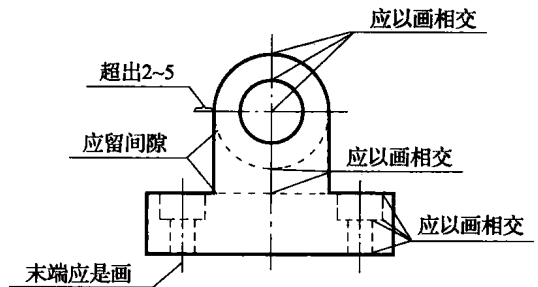


图 1—13 图线的画法示例

4) 画圆的中心线时，圆心应是线段的交点，当圆较小时允许用细实线代替点画线。

若各种图线重合，应按粗实线、细实线、点画线、虚线的先后顺序选用线型。

5. 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表示机件的形状，而其大小则应由尺寸表示，因此尺寸标注十分重要。标注尺寸时，应严格遵守国家标准有关尺寸注法的规定，做到正确、齐全、清晰、合理。

(1) 标注尺寸的基本规则

1) 机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，不需要标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称，如 45 度 30 分应写成 $45^{\circ}30'$ 。

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，并应标注在反映该结构最清楚的图形上。

(2) 标注尺寸的要素

一个完整的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，如图 1—14 所示为标注尺寸的三要素。

1) 尺寸界线 尺寸界线用来表示所注尺寸的起始和终止位置。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，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线 2~5 mm。有特殊需要时，尺寸界线可画成与尺寸线成适当的角度，此时尺寸界线应尽可能画成与尺寸线成 60° 角，其画法如图 1—15 所示。

2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制，用来表示度量尺寸的方向，尺寸线必须画在两尺寸界线之间，不能用其他图线代替，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，尺寸线必须与所注的线段平行；当有几条互相平行的尺寸线时，大的尺寸线要注在小的