



应用型本科“十三五”规划教材

# 机械 制图

JIXIE ZHITU

李林 段林海◎主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 机 械 制 图

主编 李 林 段林海  
参编 徐盛学 吴茂柿 黄 玲  
      熊春花 张秀妹  
审稿 田 凌 缪 华

机械工业出版社

本书根据高等院校高素质、应用型工程技术人才培养目标的要求，贯彻“以学生为中心”的教育教学理念，结合多年来机械制图课程教学改革和建设的成果及经验编写而成。本书由绘制平面图形，绘制成图要素，绘制截交线及相贯线，绘制组合体视图，绘制机件视图、剖视图、断面图，绘制标准件与常用件视图，识读和绘制零件图，绘制装配图共八个项目组成。每个项目均设计了教学目标，通过任务引入、分析，提出完成任务需学习的相关知识和任务实施步骤，并设置了任务小结和知识拓展，方便读者系统掌握知识，促进能力发展。

本书可作为应用型本科院校机械类、近机械类专业机械制图教材，也可供工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/李林, 段林海主编. —北京: 机械工业出版社, 2018. 8  
ISBN 978-7-111-60106-7

I. ①机… II. ①李… ②段… III. ①机械制图-高等学校-教材  
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 238193 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王晓洁 责任编辑: 王晓洁

责任校对: 张薇 责任印制: 张博

北京华创印务有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.5 印张·511 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60106-7

定价: 49.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

网络服务

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

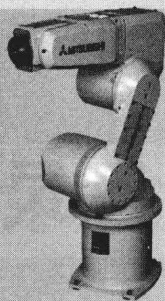
机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封面无防伪标均为盗版

# 前言



机械制图是高等学校工科类学生必须学习的一门技术基础课。本书贯彻“以学生为中心”的教育教学理念，总结了机械制图课程教学改革和建设的实践经验，主要特点有：

1. 全书采用项目化教学课程体系，以机械制图的能力形成本位，将全书划分成八个项目，即：绘制平面图形，绘制成图要素，绘制截交线及相贯线，绘制组合体视图，绘制机件视图、剖视图、断面图，绘制标准件与常用件视图，识读和绘制零件图，绘制装配图。

2. 全书采用任务驱动模式编写，以任务为引领，提出完成任务所要具备的知识能力和动手能力，让学生在“学中做、做中学”。

3. 全书的任务编写与企业能力需求同步，并设计了手工绘图、MDS 绘图、SolidWorks 建模三种能力的培养目标，充分体现教学与企业需求对接。

本书是广东白云学院教学改革系列教材之一，由广东白云学院的缪华统筹，李林、段林海任主编，徐盛学、吴茂柿、黄玲、熊春花、张秀妹参加编写。其中，黄玲编写了项目一和项目三，李林编写了项目二和项目七，张秀妹编写了项目四，段林海编写了项目五和项目六，徐盛学编写了项目八，熊春花编写了全书的 SolidWorks 部分，吴茂柿编写了全书的 MDS 部分。全书由清华大学的田凌和广东白云学院的缪华审稿。

由于编写水平有限，本书难免存在不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

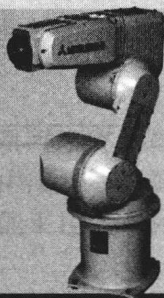
# 目录



前言	
项目一 绘制平面图形	1
任务一 掌握国家标准“技术制图”与“机械制图”的有关规定	1
任务二 绘制拉楔图形	11
任务三 绘制平面图形	16
任务四 MDS 绘制简单图形	19
任务五 MDS 绘制吊钩图形	30
任务六 SolidWorks 绘制手柄草图	38
项目二 绘制成图要素	48
任务一 绘制点要素的投影	48
任务二 绘制直线要素的投影	52
任务三 绘制平面要素的投影	55
项目三 绘制截交线及相贯线	60
任务一 绘制平面立体及其截交线	60
分任务一 绘制六棱柱截交线	60
分任务二 绘制棱锥的截交线	65
任务二 绘制曲面立体及其截交线	68
分任务一 绘制圆柱截交线	68
分任务二 绘制圆锥截交线	72
分任务三 绘制球截交线	76
任务三 绘制圆锥与圆柱相交的相贯线	79
任务四 MDS 绘制圆柱与圆锥的相贯线	83
任务五 SolidWorks 立体、相贯体建模	84
分任务一 切割体建模	84
分任务二 相贯体建模	89
分任务三 编辑特征	93
分任务四 创建工程图	96
项目四 绘制组合体视图	103
任务一 组合体视图的绘制方法	103
分任务一 叠加型组合体视图的绘制方法	103
分任务二 切割型组合体视图的绘制方法	108
任务二 组合体视图的读图方法	109
分任务一 叠加组合体视图的读图方法	109
分任务二 切割组合体视图的读图方法	113
任务三 组合体视图的尺寸标注方法	119
任务四 MDS 绘制组合体三视图	124
任务五 SolidWorks 组合体建模	126
项目五 绘制机件视图、剖视图、断面图	137
任务一 绘制视图	137
分任务一 绘制切割体的基本视图	137
分任务二 绘制局部视图	140
分任务三 绘制弯板的斜视图	141
任务二 绘制剖视图	142
分任务一 绘制全剖视图	142
分任务二 绘制半剖视图	146
分任务三 绘制局部剖视图	147
分任务四 绘制斜剖视图	149
分任务五 绘制阶梯剖视图	150
分任务六 绘制旋转剖视图	151
分任务七 绘制复合剖视图	153
任务三 绘制断面图	154
任务四 其他表达方法	158
任务五 绘制第三角投影图	161
任务六 MDS 绘制剖视图	165
项目六 绘制标准件与常用件视图	168
任务一 绘制螺纹视图	168
任务二 绘制螺纹紧固件联接图	174
分任务一 绘制螺栓联接图	174
分任务二 绘制螺柱联接图	178
分任务三 绘制螺钉联接图	180
任务三 绘制齿轮的视图	181
任务四 绘制键、销联接图	185
分任务一 绘制普通平键联接图	185
分任务二 绘制销联接图	187
任务五 绘制滚动轴承的视图	189
任务六 绘制圆柱螺旋弹簧的视图	191
任务七 MDS 绘制螺栓联接图	194
任务八 MDS 绘制齿轮视图	197
任务九 SolidWorks 标准件设计	199
项目七 识读和绘制零件图	203

任务一 理解零件图 .....	203	任务六 箱体零件图的识读 .....	231
任务二 零件图上的技术要求 .....	205	任务七 MDS 绘制减速器从动轴零件图 .....	233
分任务一 在支承轴的图上标注表面 粗糙度 .....	206	任务八 SolidWorks 减速器箱体建模 .....	238
分任务二 在支承轴的图上标注尺寸 公差 .....	210	<b>项目八 绘制装配图</b> .....	250
分任务三 在支承轴的图上标注几何 公差 .....	216	任务一 读装配图 .....	250
任务三 轴零件图的识读 .....	220	任务二 绘制装配图 .....	257
任务四 端盖零件图的识读 .....	227	任务三 根据装配图拆画零件图 .....	265
任务五 支架零件图的识读 .....	229	任务四 MDS 绘制减速器装配图 .....	273
		任务五 SolidWorks 减速器装配设计 .....	281
		<b>参考文献</b> .....	288

# 项目一



## 绘制平面图形

工程图样是工程技术人员表达设计意图,以及指导产品加工、检测、安装、使用和维修的重要技术文件。为便于生产、管理和交流,国家标准在图样的画法、尺寸标注方面等做出了统一规定,是绘制和识读工程图样的准则和依据。本项目以绘制平面图形为引领,介绍国家标准对工程图样的有关规定、绘图工具(仪器)的正确使用、平面图形的画法、用 MDS 绘制平面图形和用 SolidWorks 进行平面图形的建模。



### 教学目标

1. 掌握国家标准中关于图纸幅面、格式、比例、字体和图线及 CAD 制图的有关规定。
2. 掌握尺寸标注要素的各项规定及标注方法。
3. 掌握绘制平面图形及尺寸标注方法。
4. 掌握用仪器和 MDS 软件绘制平面图形的方法和步骤。
5. 掌握 SolidWorks 平面图形的三维建模方法和步骤。

### 任务一 掌握国家标准“技术制图”与“机械制图”的有关规定

国家标准《技术制图》与《机械制图》有关规定主要有以下几种:

- 1) 图纸幅面和标题栏 (GB/T 14689—2008、GB/T 10609.1—2008)。
- 2) 比例 (GB/T 14690—1993)。
- 3) 字体 (GB/T 14691—1993)。
- 4) 图线 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)。
- 5) 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2002)。
- 6) 机械工程 CAD 制图规则 (GB/T 14665—2012)。
- 7) 剖面符号 (GB/T 17453—2005)。



### 任务引入

分析图 1-1 所示图形应用的国家标准。



### 任务分析

- 1) 图纸幅面有几种? 国家标准规定图幅含义是什么?

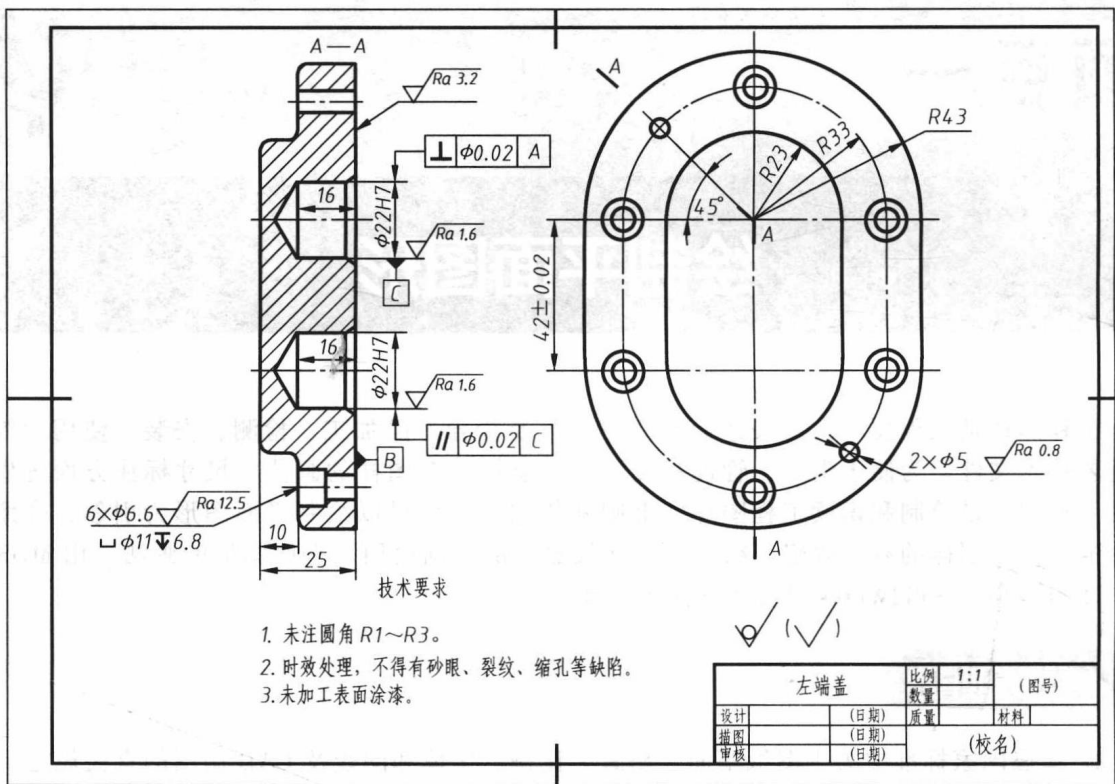


图 1-1 国家标准应用

- 2) 制图比例的含义和常用比例是什么?
- 3) 汉字采用何种字体? 数字和字母采用什么体?
- 4) 图线的线宽有几种? 要注意什么事项?
- 5) 尺寸标注的基本原则是什么? 常见的尺寸如何标注?

**相关知识**

一、图纸幅面 (GB/T 14689—2008) 和标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面简称图幅, 是指图纸尺寸, 幅面用图纸的短边×长边 (B×L) 表示。为了使图纸幅面统一, 便于装订和保管, 绘制技术图样时应采用表 1-1 中 A0~A4 这 5 种基本幅面。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 (B/mm)×(L/mm)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

## 2. 图框格式

图样中的图框有内、外两框，指图纸上限定绘图区域的线框，在图纸上必须用粗实线画出图框线。图框格式分为不留装订边（图 1-2）和留装订边（图 1-3）两种，图中细实线为纸张边界，纸张边界绘图时不需要画出，尺寸见表 1-1。同一机器或部件的图样只能采用同一种格式。

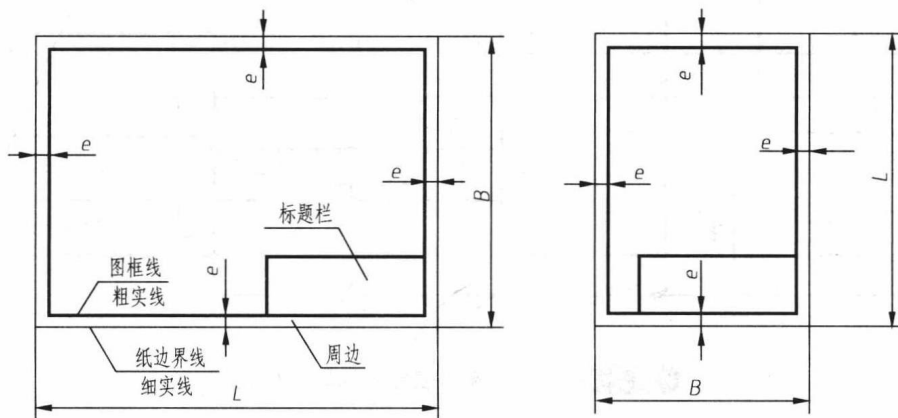


图 1-2 不留装订边的图框格式

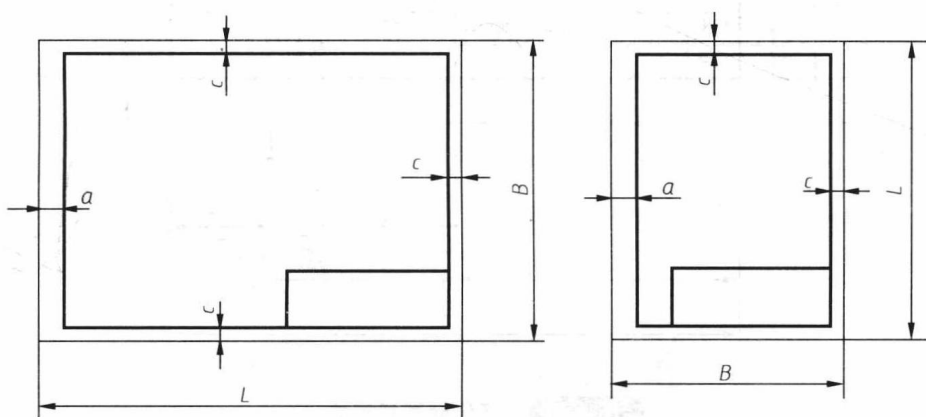


图 1-3 留装订边的图框格式

## 3. 标题栏

标题栏包含了一张图样的基本综合信息，是图样上的重要组成部分，位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。标题栏的格式及尺寸按国家标准规定绘制和填写，常见标题栏有两种格式：一种是国家标准规定的标题栏，另一种是学校制图作业中使用的简化标题栏，如图 1-4 和图 1-5 所示。

### 二、比例（GB/T 14690—1993）

图样图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。由于各种实物的大小和结构复杂程度不同，绘图时从表 1-2 中规定的系列中选取适当比例。

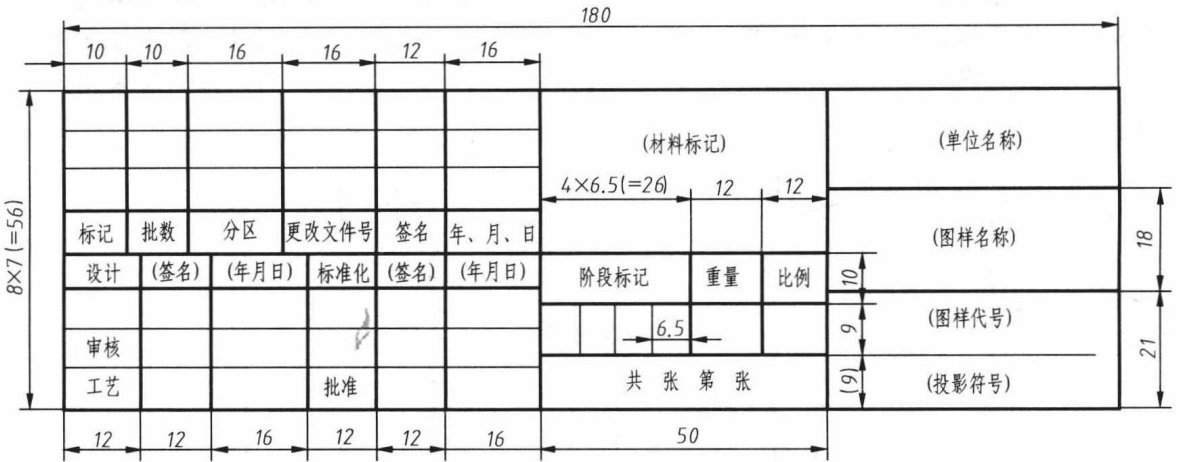


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

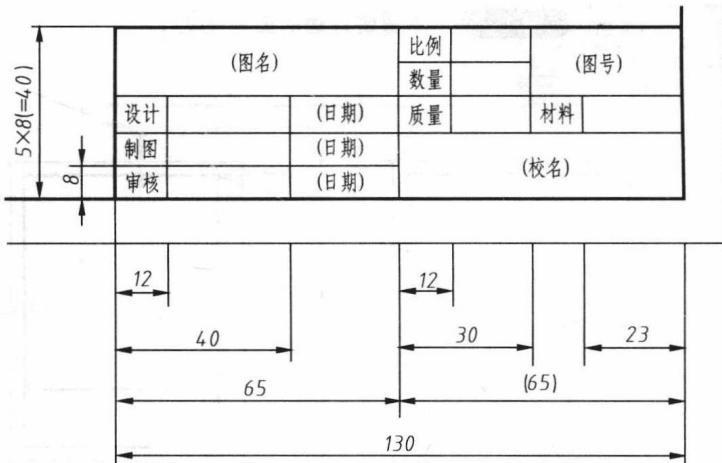


图 1-5 简化标题栏格式

表 1-2 比例

原值比例	1 : 1
缩小比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) 1 : 1×10 <sup>n</sup> (1 : 1.5×10 <sup>n</sup> ) 1 : 2×10 <sup>n</sup> (1 : 2.5×10 <sup>n</sup> ) (1 : 3×10 <sup>n</sup> ) (1 : 4×10 <sup>n</sup> ) 1 : 5×10 <sup>n</sup> (1 : 6×10 <sup>n</sup> )
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1×10 <sup>n</sup> : 1 2×10 <sup>n</sup> : 1 (2.5×10 <sup>n</sup> : 1) (4×10 <sup>n</sup> : 1) 5×10 <sup>n</sup> : 1

注：1.  $n$  为正整数。

2. 括号内为允许选择的比例系列，其余为标准比例系列。

无论采用放大比例或缩小比例绘图，图样中标注的尺寸应为物体的实际大小，与绘图比例无关，如图 1-6 所示。绘制图样时，比例大小一般应注写在标题栏中的“比例”栏内。

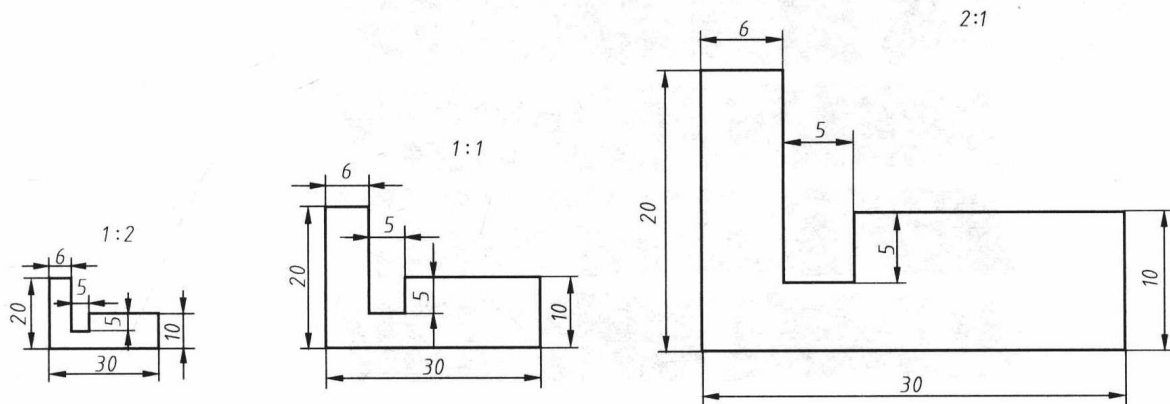


图 1-6 不同比例的尺寸标注

### 三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体包括汉字、数字和字母 3 种,书写时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的高度(用  $h$  表示)即为字号,共 8 种:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20,其单位是 mm。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的推行的简化汉字,其高度  $h$  通常不应小于 3.5mm,字宽为  $h/\sqrt{2}$ ,如图 1-7 所示。

10号字

# 字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

## 横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

### 技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

#### 螺旋齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图 1-7 国家标准汉字

#### 2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体,一般用斜体书写。当采用斜体时,字头向右倾斜,与水平基准线的夹角约为  $75^\circ$  (图 1-8),当用于表示指数、分数、极限偏差等的数字和字母时,一般应比基本字体小一号。需要注意的是,在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

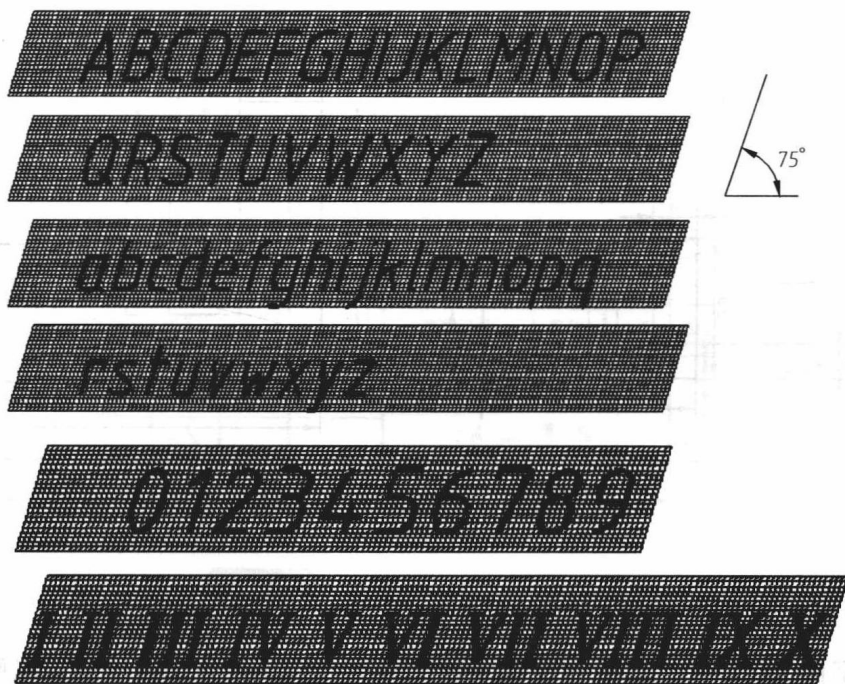


图 1-8 国家标准字母和数字

#### 四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

##### 1. 线型及其应用

工程图样是由不同的图线组成的,不同的图线代表着不同的含义,可以通过图线识别图样的结构特征,见表 1-3。

表 1-3 线型及其应用

图线名称	线型	线宽	主要用途
细实线		$0.5d$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合剖面的轮廓线等
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线、视图和剖视图的分界线。在一张图样上,一般只采用其中一种
双折线			
粗实线		$d$	可见棱边线、可见轮廓线、可见相贯线等
细虚线		$0.5d$	不可见棱边线、不可见轮廓线等
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线等
粗点画线		$d$	限定范围表示线(例如:限定测量、热处理表面的范围)
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、中断线等

图线的线宽有粗、细两种，它们之间的比例为 2 : 1，设粗线宽度为  $d$ ， $d$  共分为 7 种：0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。绘图时，根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求选择  $d$  的大小，优先选用 0.5mm 和 0.7mm。

## 2. 图线的画法及其注意事项

1) 在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相同。点画线和双点画线的首尾两端应以线段开始和结束。

2) 当点画线、虚线和其他图线相交时，都应以画相交，不应在间隔空白处相交。

3) 在较小的图形上绘制虚线、点画线或双点画线困难时，可用细实线代替。

4) 当虚线在粗实线的延长线上时，在分界的延长处要留出空隙；当虚线与圆相切时，相切的延长处应留有间隙。

5) 绘制点画线时，点画线应超出图形轮廓线 2~3mm。

图线的示例画法如图 1-9 所示。

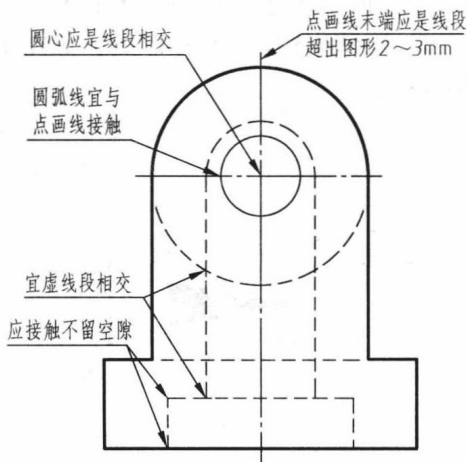


图 1-9 图线画法示例

## 五、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)

### 1. 尺寸标注的基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与绘图比例和准确度无关。

2) 图样中的尺寸以 mm 为单位时，不需要标注单位代号或名称，若采用其他单位，则必须注明相应的单位代号。

3) 图样中标注的尺寸应为零件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4) 机件的每一个尺寸一般只标注一次，应标注在该结构最清晰的特征视图上。

### 2. 尺寸标注的组成要素

一个完整的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，通常称为尺寸三要素，如图 1-10 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的度量范围，用细实线绘制，并应由轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用这些线代替。尺寸界线一般与尺寸线垂直并超出尺寸线 2~3mm，必要时允许倾斜，如图 1-11 所示。

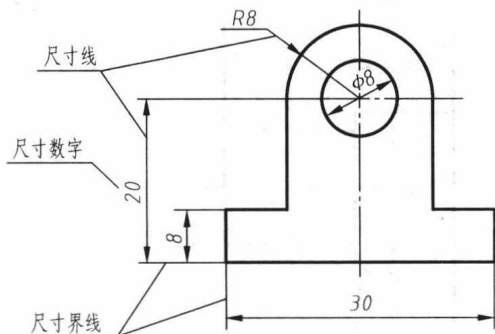


图 1-10 尺寸的组成要素

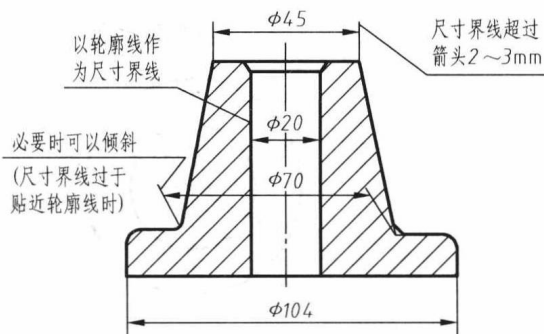


图 1-11 尺寸界线

(2) 尺寸线和箭头 尺寸线用细实线绘制在两尺寸界线之间, 不能用其他图线代替, 也不能与其他图线重合或画在其延长线上。线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行, 尺寸线与轮廓线相距  $5\sim 7\text{mm}$ 。当有几条相互平行的尺寸线时, 大尺寸要标注在小尺寸外边, 两平行尺寸线间隔不小于  $7\text{mm}$ , 且图样上所有平行尺寸线间隔应大致保持一致。

尺寸线的终端有两种形式, 如图 1-12 所示。一般用箭头表示, 同一图样上只能采用一种终端形式。

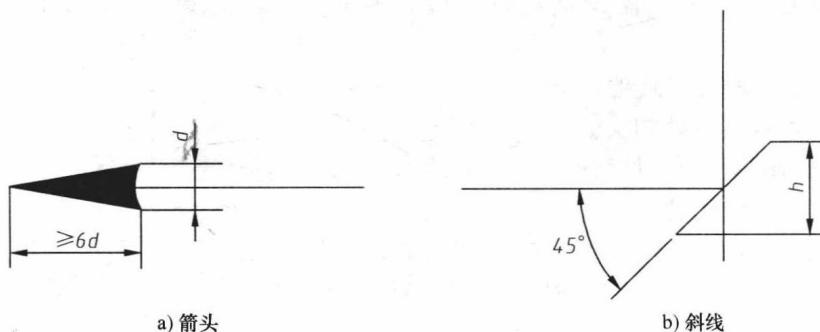


图 1-12 尺寸线终端

(3) 尺寸数字和符号 尺寸数字一般标注在尺寸线的上方, 也可以标注在尺寸线的中断处。尺寸数字按国家标准要求书写, 即水平方向字头向上, 铅垂方向字头向左, 倾斜方向字头保持向上的趋势, 如图 1-13 左图所示。尽量避免在图 1-13 所示  $30^\circ$  范围内标注, 若无法避免, 可按图 1-13 右图形式标注。尺寸数字不可被任何图线所通过, 若无法避免, 则必须将图线断开, 如图 1-14 所示。

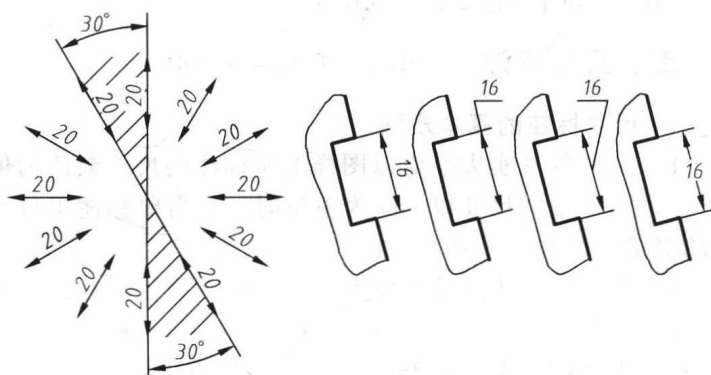


图 1-13 尺寸数字方向

尺寸标注时往往在尺寸数字前面添加各种符号和缩写词来表达不同的含义, 图 1-14 中  $\phi 35$  表示直径为  $35\text{mm}$ , 各种符号和缩写词的含义见表 1-4。

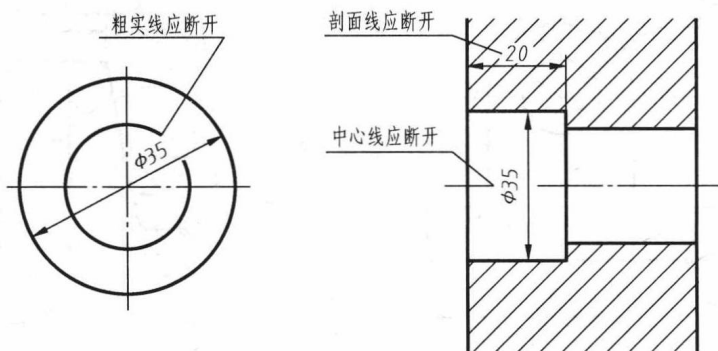


图 1-14 尺寸数字不能被任何图线通过

表 1-4 尺寸标注中常用的符号和缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	$\phi$	斜度	$\angle$
半径	$R$	正方形	$\square$
球	$S$	深度	$\downarrow$
厚度	$t$	沉孔或锪平	$\perp$
45°倒角	$C$	埋头孔	$\nabla$
均布	EQS	弧长	$\frown$

### 3. 常见的尺寸标注方法

(1) 半径和直径尺寸标注 半圆或小于半圆的圆弧一般标注半径尺寸，尺寸线从圆心出发，箭头指向圆弧，且尺寸数字前需注写半径符号“ $R$ ”，如图 1-15a 所示；当圆弧半径过大或无法标出圆心位置时，圆弧半径的标注方法如图 1-15b 所示。

圆或大于半圆的圆弧需标注直径尺寸。标注直径尺寸时，尺寸数字前需要加注符号“ $\phi$ ”，如图 1-15c 所示。标注球体的半径或者直径尺寸时，应在尺寸数字前面加注符号“ $SR$ ”或者“ $S\phi$ ”。

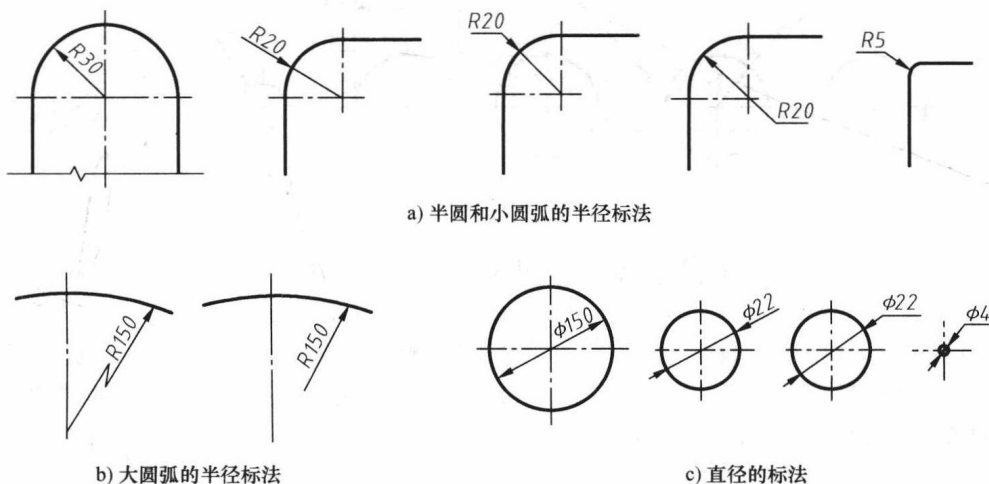


图 1-15 半径和直径尺寸标注

(2) 角度尺寸标注 标注角度时，角的两条边或两条边的延长线可作为尺寸界线，尺寸线应化成圆弧，圆心是角的顶点，角度数字一律水平注写。一般情况下，角度数字注写在尺寸线的中断处，也可引出标注，如图 1-16 所示。

(3) 狭小部位的尺寸标注 当没有足够的空间画出尺寸线两端的箭头

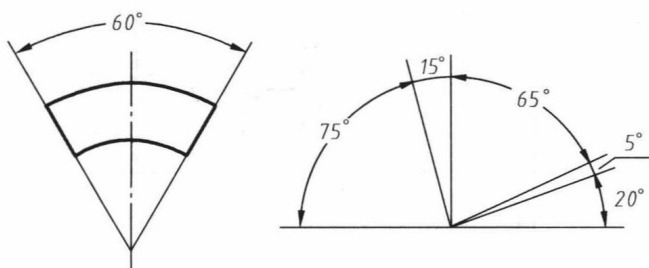


图 1-16 角度尺寸标注



时，尺寸线的箭头可外移；标注一连串小尺寸时，可用圆点或斜线代替中间的箭头；当没有足够的空间注写尺寸数字时，尺寸数字可写在尺寸线的外边或引出标注，如图 1-17 所示。图形上直径较小的圆或圆弧的标注方法，如图 1-18 所示。小圆弧半径的尺寸线，不论其是否画到圆心，其方向必须通过圆心。

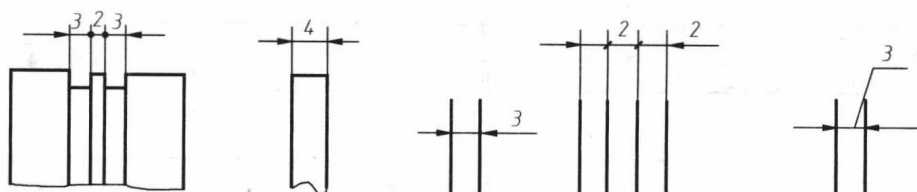


图 1-17 狭小部位尺寸标注

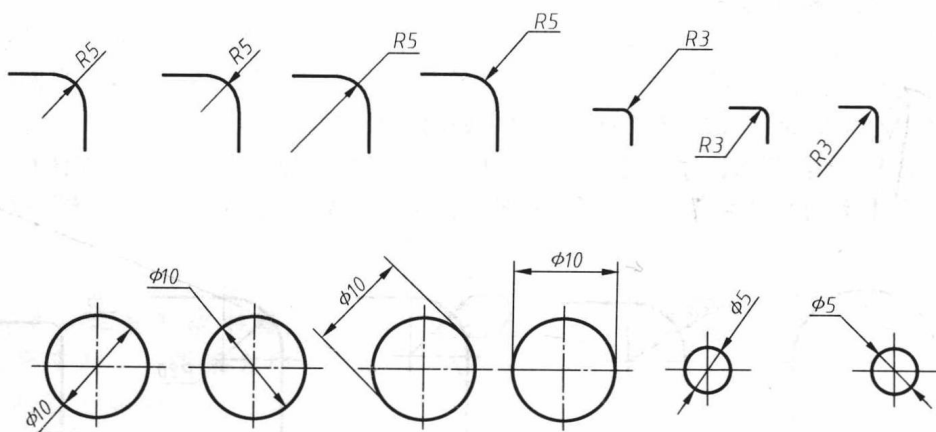


图 1-18 小尺寸圆和圆弧的标注方法

(4) 对称图形的尺寸标注 当分布在中心线两侧的图形完全相同时，其标注方法如图 1-19a 所示。当对称图形只画出一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画箭头，如图 1-19b 所示。

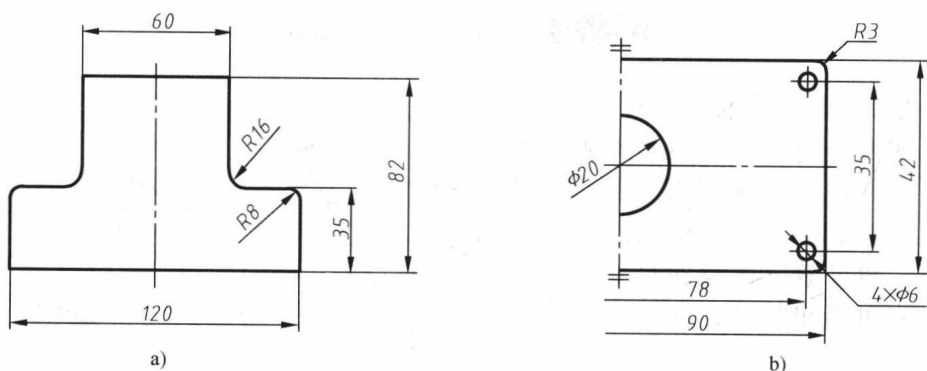


图 1-19 对称图形的尺寸标注

## 六、机械工程 CAD 制图规则 (GB/T 14665—2012)

CAD 制图按照表 1-5 中提供的图层、线型和颜色绘制,相同类型的线型应采用同一个图层。

表 1-5 分层标识与颜色表

图层标识号	线型名称	线型颜色
01	粗实线	绿色
02	细实线、波浪线、双折线	白色
03	粗虚线	(未规定)
04	细虚线	黄色
05	细点画线	红色
06	粗点画线	棕色
07	双点画线	粉色

### 任务实施

图 1-1 所示的图样所应用的国家标准内容有:

- 1) 图纸幅面采用留有装订边的图框格式,方便图样文件装订成册,长期保管。
- 2) 标题栏采用学校使用的简化标题栏,方便学生完成制图作业。
- 3) 图样的比例采用最常用的 1:1,图形和实物一样大,方便看图。
- 4) 图中用到的粗实线线宽为 0.5mm,表示物体的轮廓线,尺寸线、点画线、剖面线是细线,线宽是粗实线的一半。
- 5) 汉字采用仿宋体,尺寸注法符合国家标准规定。

## 任务二 绘制拉楔图形

### 任务引入

绘制图 1-20 所示的拉楔图形。

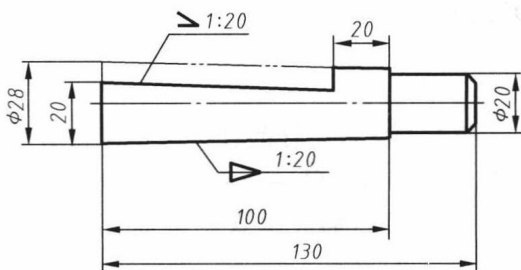


图 1-20 拉楔图形