

# 绪 论

## 1. 本课程的研究对象、性质和任务

本课程是工科各专业必修的一门专业基础课,主要研究的是投影理论以及绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的空间想象力和创造性思维能力。同时它又是学生后续课程和课程设计、毕业设计所必须掌握的基本知识。

本书介绍了投影的基本理论和方法,主要是平行投影中的正投影法的原理及应用,图示和图解空间几何问题的具体方法;技术制图的相关国家标准;机械图样的具体内容和绘制的方法和手段;从点、线、面、立体的投影,组合体的视图,机件的常用表达方法,到零件图、装配图的画法。由浅入深,逐步展开。每一章节相对独立又互有关联。

为了适应华北电力大学不同专业的需求,在本书中特意增加了一章“建筑工程图基础”。可供相关专业学习和参考。

本书的任务:

- (1) 培养学生掌握投影理论,提高用二维平面图形表达三维空间立体的能力。
- (2) 培养对空间立体的形象思维能力。
- (3) 培养创造性构型设计能力。
- (4) 培养徒手或用仪器绘制工程图样的能力。
- (5) 培养工程意识,以及贯彻、执行国际标准的意识。

## 2. 本课程的学习方法

(1) 本课程是实践性很强的专业基础课,在学习中要坚持理论联系实际。在掌握基础知识的基础上必须通过一系列的绘图和读图的练习,在实践中来掌握本课程的基本原理和方法。

(2) 本课程系统性强,是按点、线、面、体的顺序,逐步由简到繁,由易到难。前后章节的内容联系密切,学习时必须抓住一条主线,由点带面,环环相扣,循序渐进地进行学习。

(3) 学习中,应注意空间几何元素空间位置的分析,以及投影的位置和可见性分析。完成从空间到平面,再从平面到空间的反复转换,只有这样的不断练习,才能逐渐提高空间思维能力。

(4) 认真听课,并积极主动地思考,建立起空间概念。课下应及时进行练习,独立完成作业,加深对所学内容的理解,巩固所学知识。养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风。

# 第 1 章 制图基本知识和技能

## 1.1 制图的基本规定

工程图样是工程界用来表达设计思想、进行技术交流和指导生产的通用语言,为了科学地进行生产和管理,必须对图样画法、尺寸注法等作统一的规定,每一个工程技术人员必须以严谨认真的态度遵守规定,这个统一的规定就是国家标准,简称国标。国家标准的编号由代号、顺序号和批准年号组成,如编号“GB/T 14690—1993”,其中代号“GB/T”表示推荐性国家标准,“14690”表示标准的顺序号,“1993”则表示该标准的批准年号。

与机械制图有关的国家标准主要有《技术制图》和《机械制图》,本节主要介绍这两个国标中关于图纸幅面和格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注等方面的规定,其他标准在本书相关章节中摘要介绍。

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸幅面尺寸和代号

图纸的基本幅面有五种,分别用 A0、A1、A2、A3、A4 表示。基本幅面的尺寸有一定关系,如图 1-1 所示。沿某一号幅面的长边对折,即为该号的下一号幅面大小。必要时,也允许选用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

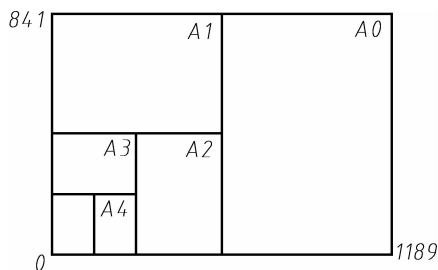


图 1-1 基本幅面尺寸关系

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。表中幅面代号意义见图 1-2、图 1-3。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

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

## 2. 图框格式

在图样上必须用粗实线画出图框线。图框的格式分不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。不留装订边的图纸其图框格式如图 1-2 所示,留有装订边的图纸如图 1-3 所示。加长幅面的图框尺寸,按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。图框格式应优先采用不留装订边的形式。

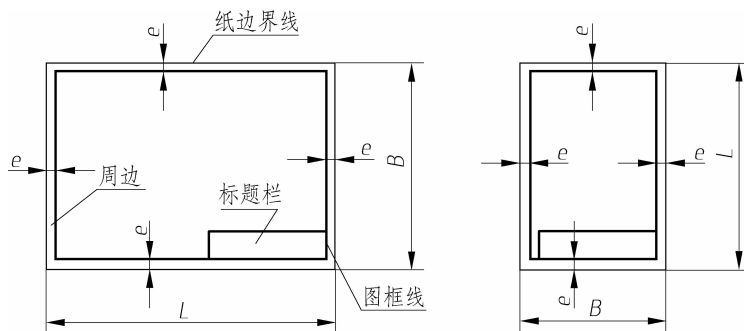


图 1-2 不留装订边的图框格式图

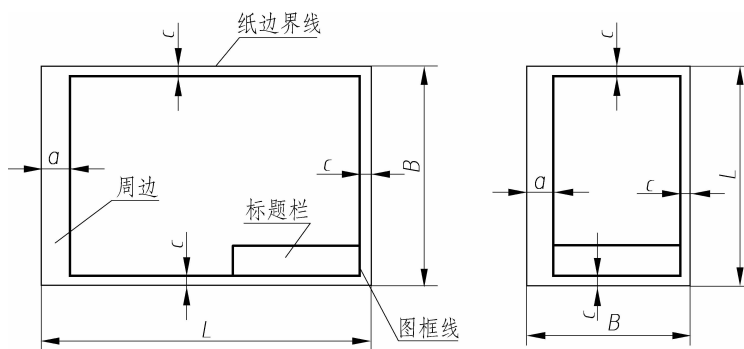


图 1-3 留有装订边的图框格式

### 1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

标题栏反映了一张图样的综合信息,是图样的一个重要组成部分。每一张图样上都必须画出标题栏。标题栏应位于图纸的右下角或下方,如图 1-2 和图 1-3 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,构成 X 形图纸;若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,构成 Y 形图纸。看图的方向应与标题栏中的文字方向一致。

GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定,如图 1-4 所示。学校制图作业中零件图的标题栏推荐采用图 1-5 所示的格式和尺寸。装配图的标题栏及明细栏推荐采用图 1-6 所示的格式和尺寸。作业用标题栏的外框是粗实线,内部是细实线,其右边线和底边线应与图框线重合。

### 1.1.3 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例为原值比例,即 1:1;比值大于 1 的比例为放大比例,如 2:1;比值小于 1 的比例为缩小比例,如 1:2。



设计时最好选用原值比例,也可以根据机件的大小和复杂程度选取放大或缩小的比例。无论放大或缩小,标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图1-7所示。对同一机件的各个视图应采用相同的比例。

比例的符号应以“:”表示。比例的表示方法如1:1、1:500、20:1等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例。

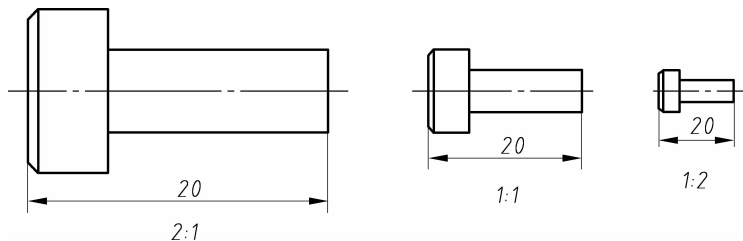


图1-7 用不同比例画出的图形

### 1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

在绘制图样时,除了用图形表示机件的形状外,还要用数字和文字说明机件的大小、技术要求等内容。图样中书写的字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数,即字体的高度用 $h$ 表示,字体的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应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。汉字的字高不应小于3.5mm。其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字示例如图1-8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坑港口纺织

3.5号字

螺纹 齿轮 端子 接线 轴承 键 弹簧 端子 设备 闸 施工 引水 棉麻 化工 自动化

图1-8 长仿宋体汉字示例

长仿宋字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满字格。

#### 2. 字母及数字

字母及数字有直体和斜体、A型和B型之分。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 $75^\circ$ ;A型字体的笔画宽度为字高( $h$ )的 $1/14$ ;B型字体的笔画宽度为字高( $h$ )的 $1/10$ 。常用字母和数字的字型结构示例如下:

A型拉丁字母大写斜体示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

A 型拉丁字母小写斜体示例:

abcdefghijklmnopqrstuvsyz

A 型斜体数字示例:

I II III IV V VI VII VIII IX X

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 型斜体小写希腊字母示例:

$\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$

$\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$

### 3. 综合应用规定

用作指数、极限偏差、分数、脚注等的字母及数字,一般应采用小一号的字体。综合应用示例如下:

$10^3$   $\phi 20_{-0.023}^{+0.0010}$   $10J_5(\pm 0.003)$   $\phi 25_{m5}^{H6}$   
 $M24-6h$   $R8$   $460r/min$   $\frac{II}{2:1}$   $\frac{A}{5:1}$




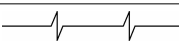
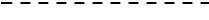


## 1.1.5 图线(GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

### 1. 图线及应用

机械图样中常用的图线见表 1-3。各种线型在图样上的应用,如图 1-9 所示。

在机械图样中采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1。粗线所有线型的宽度( $d$ )系列为: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2(单位均为 mm)。一般粗实线宜在 0.5~2mm 之间选取,应尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18mm 的图线。

表 1-3 图线名称、线型及应用

名称	线型	线宽	应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、可见过渡线
波浪线			断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
双折线			断裂处的边界线
虚线			不可见轮廓线、不可见过渡线
点画线			轴线、对称中心线
双点画线			相邻辅助零件的轮廓线、假想投影轮廓线

注:表中除粗实线外,其他图线均为细线宽。其粗、细线的宽度比率为 2 : 1。

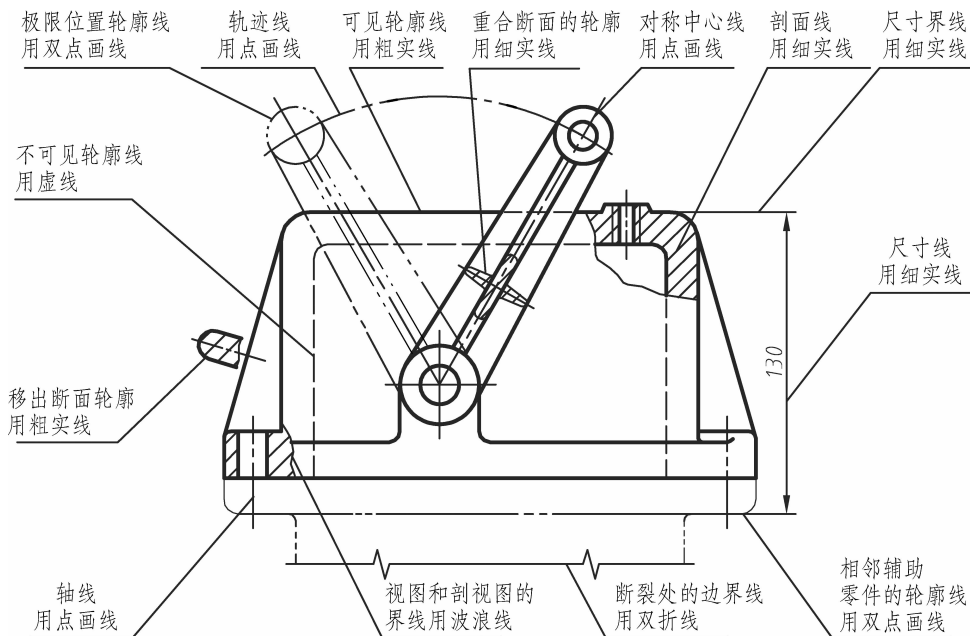


图 1-9 图线应用举例

## 2. 图线画法

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔如图 1-10 所示。

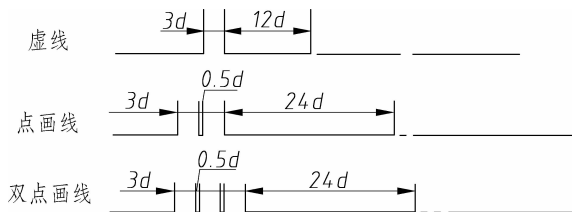


图 1-10 图线规格

两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm。

绘制点画线的要求是:以画为始尾,以画相交超出图形轮廓 2~5mm。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-11 所示。

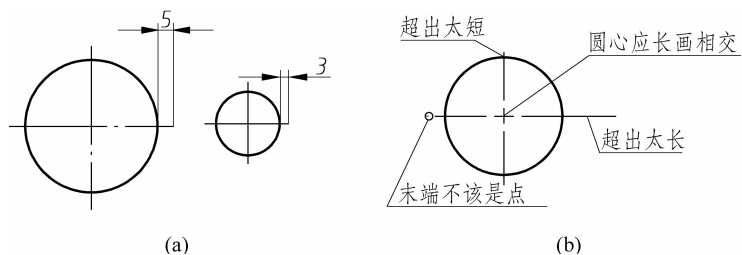


图 1-11 中心线的画法

(a) 正确; (b) 错误

当某些图线重合时,应按粗实线、虚线、点画线的顺序,只画前面的一种图线。

当图线相交时,应以画线相交,不留空隙;当虚线是粗实线的延长线时,衔接处要留出空隙,如图 1-12 所示。

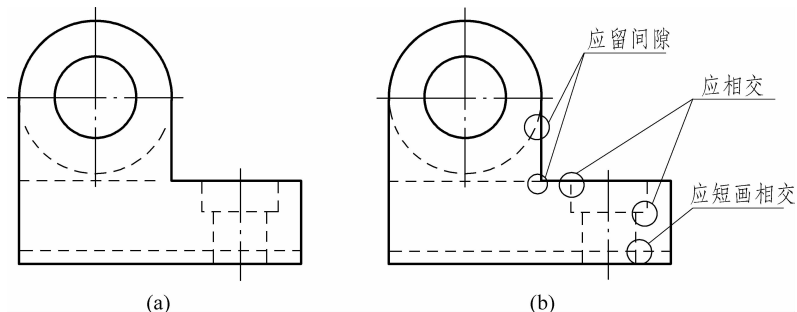


图 1-12 图线相交和衔接画法

(a) 正确; (b) 错误

### 1.1.6 尺寸注法(GB 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,必须认真细致、一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,都会给生产带来困难和损失。

本节仅介绍国标 GB/T 4458.4—2003《机械制图》中如何正确标注尺寸的若干规定和示例。另外国标 GB/T 16675.2—2012《技术制图简化表示法第 2 部分:尺寸注法》对一些尺寸进行了简化标注的规定,部分内容将在后面有关章节中介绍。对不够详尽之处,需要时请查阅这两个国标。

#### 1. 基本规则

- (1) 图样上所标注的尺寸数值是零件的真实大小,与图形大小及绘制的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸一般以 mm(毫米)为单位,当以 mm 为单位时,不需注明计量单位符号或名称。若采用其他单位则必须标注相应计量单位或名称(如 m、 $35^{\circ}30'$ 等)。
- (3) 图样中所注尺寸是该零件最后完工时的尺寸,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视图上。

#### 2. 尺寸组成

一个完整的尺寸,应包含尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端、尺寸数字 4 个尺寸要素。

##### 1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,如图 1-13 所示。尺寸界线一般是图形轮廓线、轴线或对称中心线的延长线,超出尺寸线终端约 2~3mm。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。

##### 2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,如图 1-13 所示。尺寸线必须单独画出,不能与其他图线重合或在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。相同方向的各尺寸线的间距要均匀,间隔一般为 5~7mm,以便注写尺寸数字和有关符号。

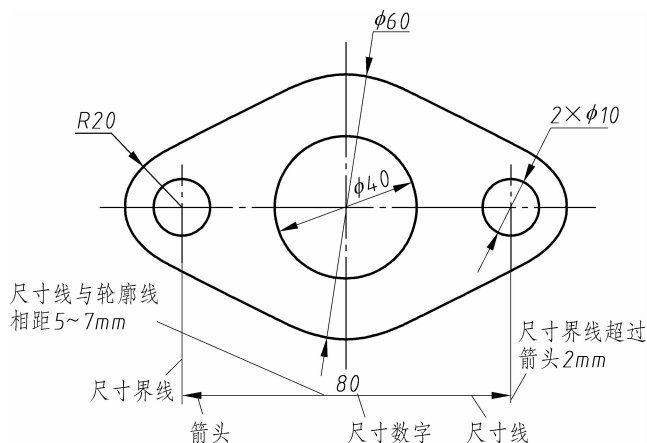


图 1-13 尺寸的组成及标注示例

### 3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种常用形式,箭头或细斜线,如图 1-14 所示。箭头适用于各种类型的图形,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,如图 1-15 所示。

细斜线的方向和箭头画法如图 1-16 所示, $d$  为粗实线的宽度, $h$  为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。



图 1-14 尺寸线终端两种形式



图 1-15 箭头常见的错误画法

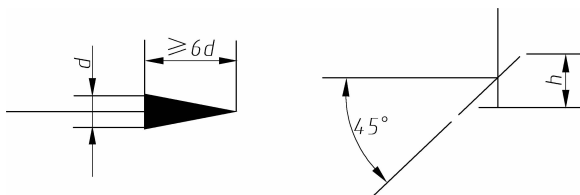


图 1-16 箭头和细斜线的画法

### 4) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般注写在尺寸线上方(一般采用此种方法)或尺寸线中断处。同一图样内尺寸数字的字号大小应一致,位置不够可引出标注。当尺寸线呈铅垂方向时,尺寸数字在尺寸线左侧,字头朝左,其余方向时,字头有朝上趋势,如图 1-18(a)所示。尺寸数字不可被任何图线通过。当尺寸数字不可避免被图线通过时,图线必须断开,如图 1-17 所示。

尺寸数字前的符号用来区分不同类型的尺寸:

$\phi$  表示直径、 $R$  表示半径、 $S$  表示球面、 $t$  表示板状零件厚度、 $\square$  表示正方形、 $\triangleright$  表示锥度、 $\pm$  表示正负偏差、 $\times$  表示参数分隔符(如  $M10\times 1$ 、 $4\times \phi 10$ 、槽宽 $\times$ 槽深等)、 $\sphericalangle$  表示斜度、 $-$  表示连字符(如  $M10\times 1-6H$ )。

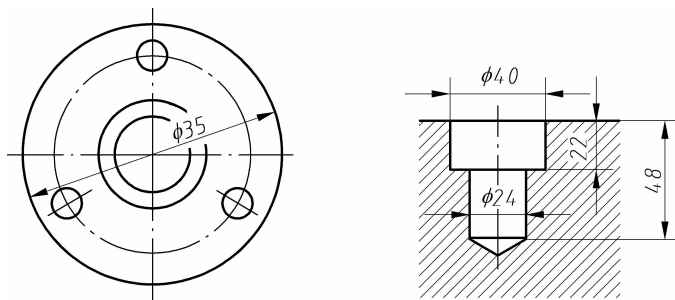


图 1-17 图线通过尺寸数字时的处理

### 3. 各种尺寸注法示例

#### 1) 线性尺寸的标注

标注线性尺寸时,线性尺寸的数字应按图 1-18(a)中所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30°的范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-18(b)所示的方向进行标注。

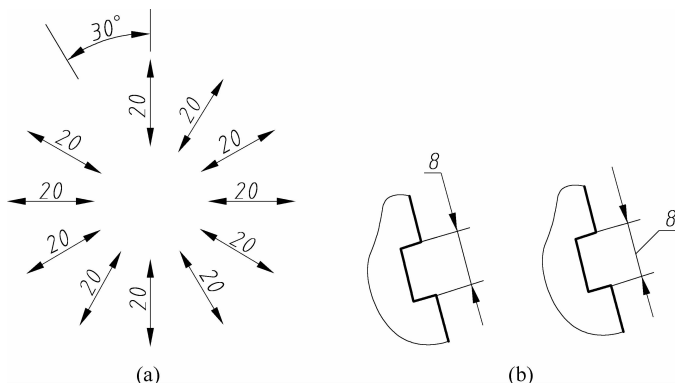


图 1-18 线性尺寸的数字注法

#### 2) 角度尺寸注法

标注角度尺寸时,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点,如图 1-19(a)所示;尺寸数字一律水平书写,即字头永远朝上,一般注在尺寸线的中断处,如图 1-19(b)所示;角度尺寸必须注明单位。

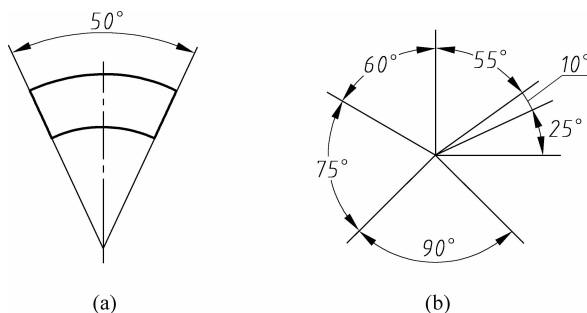


图 1-19 角度尺寸注法