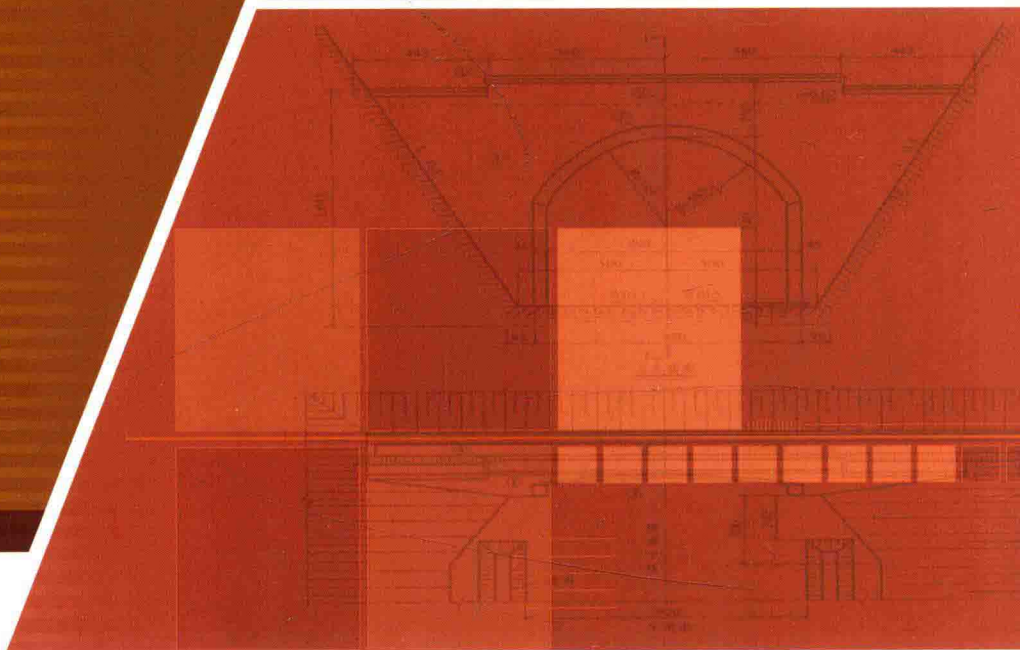


全国高等职业教育“十三五”规划教材

工程图样的识读与绘制

庞 成 秦江涛 主编

Gongcheng Tuyang De Shidu Yu Huizhi



中国矿业大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

“十三五”规划教材

工程图样的识读与绘制

主 编	庞 成	秦江涛
副主编	黄文祥	张恩正
	罗 乐	赵 雪

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书为全国高等职业教育“十三五”规划教材之一。在编写过程中,注意将机械制图的主要原理和工程实际相结合,突出了工程图样的识读与绘制技能培养。全书主要内容有:制图基本知识和技能、投影基础、组合体的三视图、轴测图、物体的表达方式、标准件及常用件、零件图、装配图、建筑施工图、道路工程图、环境工程图、化工工艺图等。

本教材适用于高职高专非机械类专业,尤其对建筑、路桥、隧道、监理、环境、化工、安全等专业更具针对性,也适用于近机械类专业。

图书在版编目(CIP)数据

工程图样的识读与绘制/庞成,秦江涛主编. —徐
州:中国矿业大学出版社,2017.9
ISBN 978 - 7 - 5646 - 3626 - 5

I. ①工… II. ①庞…②秦… III. ①工程制图—高
等学校—教材 ②工程制图—识图—高等学校—教材 IV.
①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 171644 号

书 名 工程图样的识读与绘制
主 编 庞 成 秦江涛
责任编辑 何晓明
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 本册印张 16.25 本册字数 410 千字
版次印次 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷
总 定 价 48.00 元(共两册)

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

在工程技术中,为了准确地表达机械、仪器、建筑物等的形状、结构和大小,根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象,并有必要的技术说明的图,叫作图样。图样是工程类和技术管理类专业的语言,对于指导工程生产、建设和管理具有不可替代的作用。为使工程建设类专业和环境化工类专业学生能更好地掌握工程图样的识读与绘制技能,我们从针对性和实用性出发编写了本教材。

本教材适用于高职高专非机械类专业,尤其对建筑、路桥、隧道、监理、环境、化工、安全等专业更具针对性,也可适用于近机械类专业。在本书的编写过程中,特别注意将机械制图的主要原理和工程实际相结合,突出了工程图样的识读与绘制技能的培养。

本教材主要由重庆工程职业技术学院的相关专业教师所编写,编者既具有相关专业背景,又具有多年从事工程制图的教学经验,从而保证了教材的实用性和专业针对性。本书共分十二章。其中,第一章、第二章由庞成编写,第三章、第七章、第九章由秦江涛编写,第五章、第八章由黄文祥编写,第四章、第十章由张恩正编写,第六章、第十二章由罗乐编写,第十一章由赵雪编写。全书由庞成负责统稿。

由于作者水平有限,书中肯定存在不少问题甚至错误,欢迎大家在使用本教材的过程中,随时把发现的问题以及建议和意见反馈给我们,以便进一步修订和改进。

编 者

2017年4月

目 录

第一章 制图基本知识和技能	1
第一节 制图的基本规范	1
第二节 尺寸标注	7
第三节 几何作图	12
第四节 平面图形的分析和画法	19
第二章 投影基础	23
第一节 投影法和视图的基本概念	23
第二节 点、直线、平面的投影	28
第三节 基本几何体的投影	37
第三章 组合体的三视图	46
第一节 组合体的形体分析	46
第二节 基本几何体表面交线	50
第三节 组合体视图的画法	55
第四节 组合体的尺寸标注	58
第五节 看组合体视图的方法	61
第四章 轴测图	69
第一节 轴测图的基本知识	69
第二节 正等轴测图	70
第三节 斜二等轴测图	74
第五章 物体的表达方式	76
第一节 视图	76
第二节 剖视图	80
第三节 断面图	87
第四节 局部放大图和简化画法	90
第六章 标准件及常用件	95
第一节 螺纹及螺纹紧固件	95

第二节 键、销、滚动轴承·····	110
第三节 齿轮·····	114
第四节 弹簧·····	117
第七章 零件图 ·····	120
第一节 零件图的作用和内容·····	120
第二节 零件的尺寸标注·····	121
第三节 零件图上技术要求的注写·····	125
第四节 零件上常见的工艺结构·····	132
第五节 零件图识读·····	135
第八章 装配图 ·····	138
第一节 装配图的表达方法·····	138
第二节 装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号·····	141
第三节 装配图识读·····	143
第九章 建筑施工图 ·····	147
第一节 建筑施工图的表达方法·····	147
第二节 建筑总平面图·····	156
第三节 建筑平面图·····	160
第四节 建筑立面图·····	163
第五节 建筑剖面图·····	168
第六节 建筑详图·····	170
第十章 道路工程图 ·····	173
第一节 公路路线工程图·····	173
第二节 钢筋混凝土结构图·····	181
第三节 桥梁工程图·····	185
第四节 隧道工程图·····	191
第五节 涵洞工程图·····	191
第十一章 环境工程图 ·····	200
第一节 环境工程制图标准·····	200
第二节 环境工程给水排水工程图·····	202
第三节 水污染控制工程图·····	214
第四节 大气污染控制工程图·····	218
第五节 垃圾填埋场工程图·····	221

第六节 典型环保设备图样.....	223
第十二章 化工工艺图.....	227
第一节 化工工艺流程图.....	227
第二节 设备布置图.....	236
第三节 管道布置图.....	239
参考文献.....	251

第一章 制图基本知识和技能

【知识要点】 国家标准有关图幅、图框格式、标题栏、比例、字体、图线的基本规定，尺寸的组成部分及标注要求，圆弧连接，尺寸分析，线段分析。

【技能要求】 完整、正确、清晰标注平面图形的尺寸；用尺规抄绘平面图形。

第一节 制图的基本规范

一、制图国家标准

图样作为工程界技术交流的共同语言，必须有统一的规范，否则会给生产过程和技术交流带来混乱和障碍。因此，我国国家质量监督检验检疫总局、住房和城乡建设部、国家标准化管理委员会等部门发布了《技术制图》(GB/T 10609 系列)和《机械制图》(GB/T 4458 系列)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)、《电气技术用文件的编制》(GB/T 6988 系列)等一系列制图相关国家标准。其中，《技术制图》(GB/T 10609 系列)是一项基础技术标准，在技术内容上具有统一性、通用性，在制图标准体系中处于最高层次；其余则是专业制图标准，是按照具体专业要求进行的补充和完善，其技术内容是专业性和具体性的。

以《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)为例进行说明：“GB/T”是推荐性国家标准代号，一般简称“国标”，其中“G”是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，“B”是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，“T”是“推”字汉语拼音的第一个字母；10609.1 表示标准编号；2008 表示该标准发布的年份。

二、图幅和图框

图纸宽度与长度组成的图面，称为图纸幅面。而图框是图纸上限定绘图区域的线框。图纸幅面和图框尺寸见表 1-1。基本幅面尺寸关系如图 1-1 所示。

表 1-1		图纸幅面及图框尺寸				单位: mm
幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4	
$b \times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297	
c	10			5		
a	25					

基本幅面共有五种，其代号由“A”和相应的幅面号组成。幅面代号的几何含义实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”，表示将全张纸(A0 幅面)沿长边对折 1 次所得的幅面；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折 4 次所得的幅面。

一项工程设计，每个专业采用的工程图纸不宜多于两种图幅。依据工程图样的大小，在

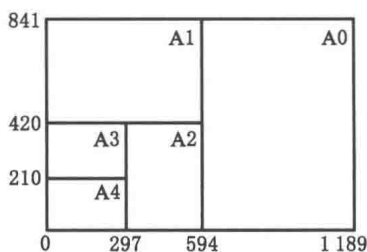


图 1-1 图纸幅面尺寸关系

上述规格的图纸幅面不能满足工程需要时,可按规定加长。图纸的短边一般不应加长,长边可加长,一般可按照长边尺寸的 $1/4$ 逐步增加。

图纸使用可采用横式和立式布置,图纸以短边作为垂直边称为横式,图纸以短边作为水平边称为立式。一般 A0~A3 图纸宜横式使用,必要时也可立式使用,A4 图纸宜立式使用。图幅、图框格式如图 1-2 所示。

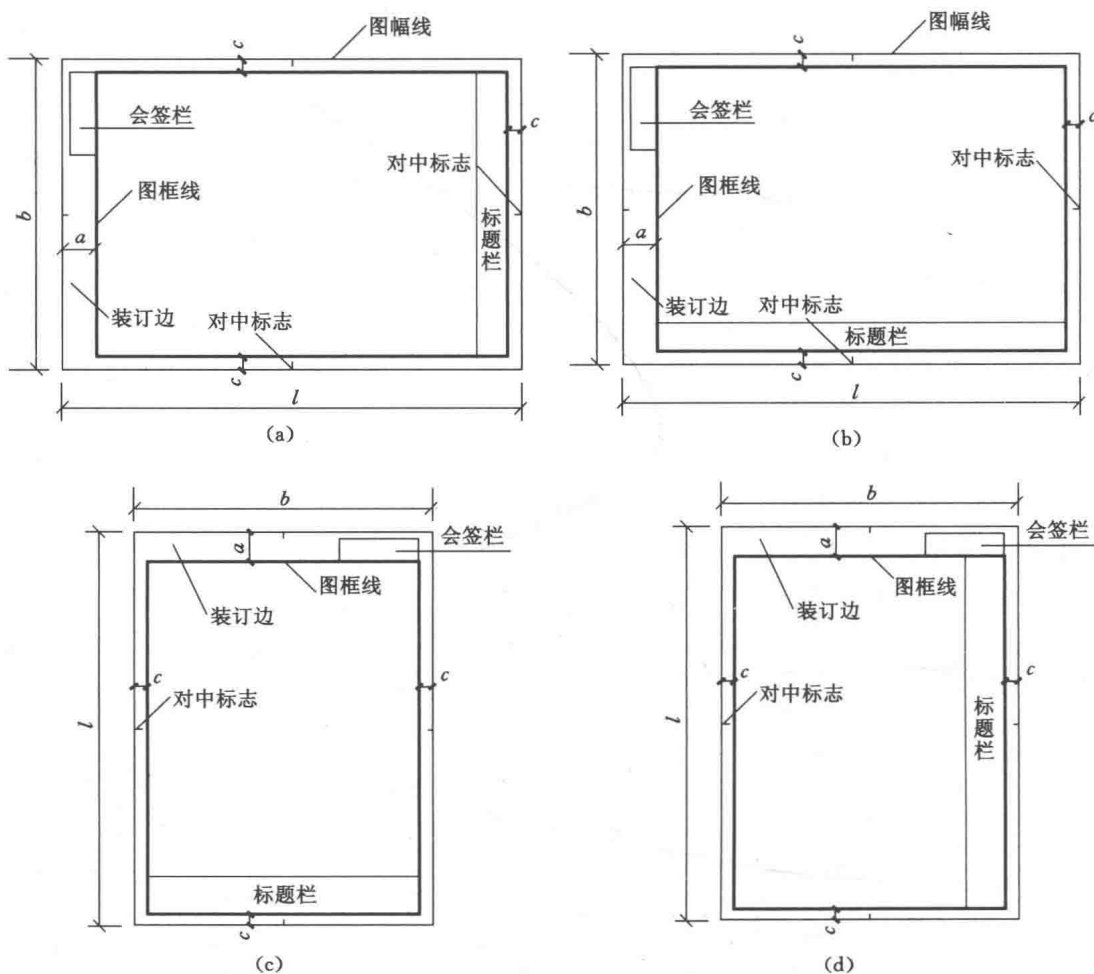


图 1-2 图幅和图框

(a) A0~A3 横式幅面(一);(b) A0~A3 横式幅面(二);(c) A0~A4 立式幅面(一);(d) A0~A4 立式幅面(二)

三、标题栏

每张图样都必须画出标题栏。绘制工程图样时,标题栏格式和尺寸应按《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)中的规定绘制。在校学生的制图作业,建议采用图 1-3 所示的简化标题栏和明细栏的格式。

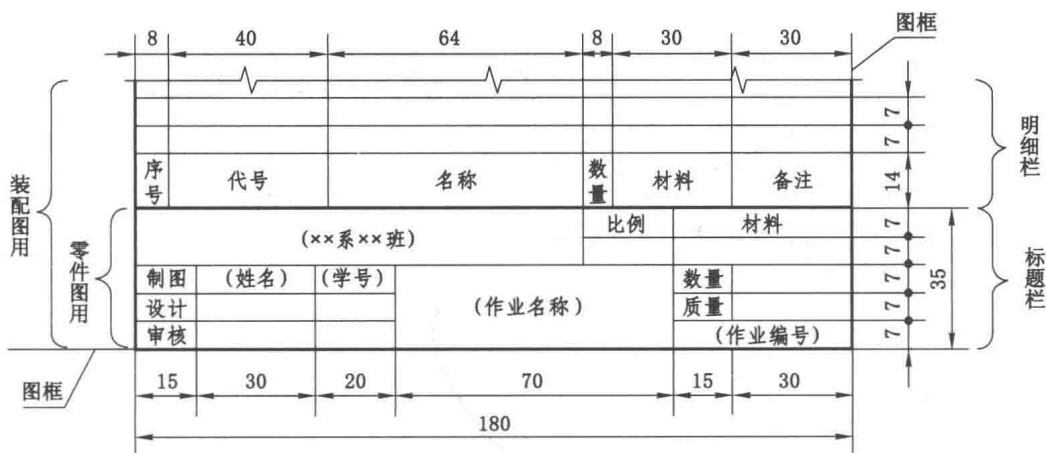


图 1-3 简化标题栏和明细栏的格式

需要说明的是,标题栏中的文字方向应为看图方向。

四、比例

图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。具体的比例要求可参见《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)的规定。常用比例系列见表 1-2。为了从图样上直接反映出实物的大小,绘制时应尽量采用原值比例。

表 1-2 常用比例系列

种类	定义	常用比例
原值比例	比值为 1 的比例	1 : 1
放大比例	比值大于 1 的比例	5 : 1, 2 : 1, 5 × 10 ⁿ : 1, 2 × 10 ⁿ : 1, 1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	比值小于 1 的比例	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10 1 : 5 × 10 ⁿ , 1 : 2 × 10 ⁿ , 1 : 1 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏的“比例”栏内。图中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的绘图比例无关。

五、字体

1. 基本要求

- (1) 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。
- (2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸(mm)系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、14、20,字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是:横平竖直、起落分明、笔锋满格、结构匀称。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14,B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种形式的字型。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线夹角为 75° 。需要说明的是,在 CAD 制图中数字与字母一般以斜体输出,汉字以正体输出。

(6) 《CAD 工程制图规则》(GB/T 18229—2000)中规定字体与图纸幅面的关系见表 1-3。在机械工程的 CAD 制图中,汉字的高度一般降至与数字高度相同;在建筑工程的 CAD 制图中,汉字高度允许降至 2.5 mm,字母和数字相应地降至 1.8 mm。

表 1-3 字体与图幅的关系

图幅 字体 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	7	7	5	5
字母和数字	5	5	3.5	3.5	3.5

2. 字体示例

(1) 汉字

10 号字

字体工整笔画清楚间隔
均匀排列整齐

7 号字

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均匀布水平镀
抛光研视图向旋转前后表面展开两端中心孔推销键

5 号字

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符号等级精热处理淬退回火渗透碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

(2) 字母

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U
V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z

(3) 数字

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 α β γ

六、图线

图线是指起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了常用的 9 种图线,其应用示例如图 1-4 所示。机械制图中具体应选用的图线见表 1-4。

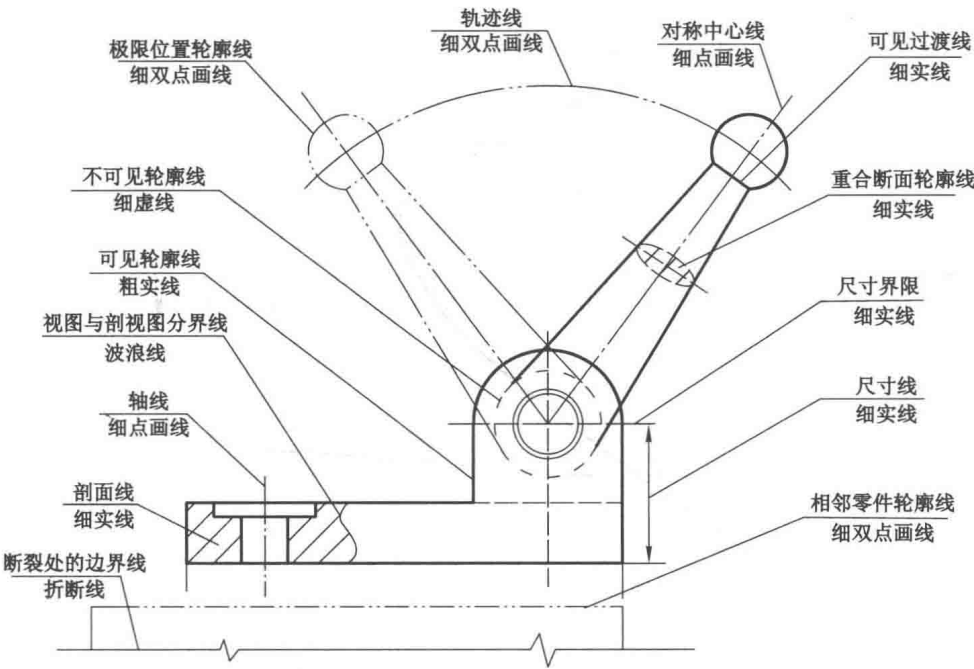


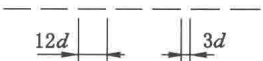
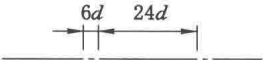
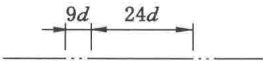
图 1-4 图线的应用示例

表 1-4

图 线

代码	基本线型	名称	线宽	应用
01, 1		细实线	$d/2$	过渡线、尺寸界限、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件形成前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射射线、网格线
		波浪线	$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
		折断线	$d/2$	

续表 1-4

代码	基本线型	名称	线宽	应用
01.2		粗实线	d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、表格图中的主要表示线、系统结构线(金属结构工程)、模样分型线、剖切符号用线
02.1		细虚线	$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
02.2		粗虚线	d	允许表面处理的表示线
04.1		细点画线	$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线
04.2		粗点画线	d	限定范围表示线
05.1		细双点画线	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成型前轮廓线、剖切面的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示线、工艺用结构的轮廓线、中断线

在机械制图中采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1,即粗实线(粗虚线、粗点画线)线宽为 0.7 mm 时,细实线、波浪线、折断线、细虚线、细点画线、细双点画线的线宽为 0.35 mm,这也是优先采用的图线组别。

手工绘制时,同类图线的宽度应基本一致。细(粗)虚线、细(粗)点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。当两条以上不同类型的图线重合时,应遵循的优先顺序为:可见轮廓线和棱线(粗实线)→不可见轮廓线和棱线(细虚线)→(细点画线)→轴线和对称中心线(细点画线)→假想轮廓线(细双点画线)→尺寸界线 and 分界线(细实线)。

需要注意的是:在手工绘图时,图线的首、末两端应是线段,不应是点;细虚线与细虚线、细点画线与细点画线相交时,都应以线段相交,而不应该是点或间隔相交;细虚线是粗实线的延长线(或细虚线圆弧与粗实线相切)时,细虚线应留出间隔,如图 1-5 所示。图线画法的正误对比,如图 1-6 所示。

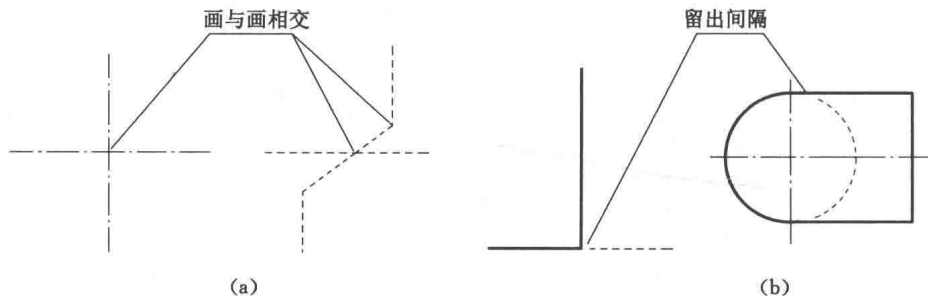


图 1-5 图线相交的画法

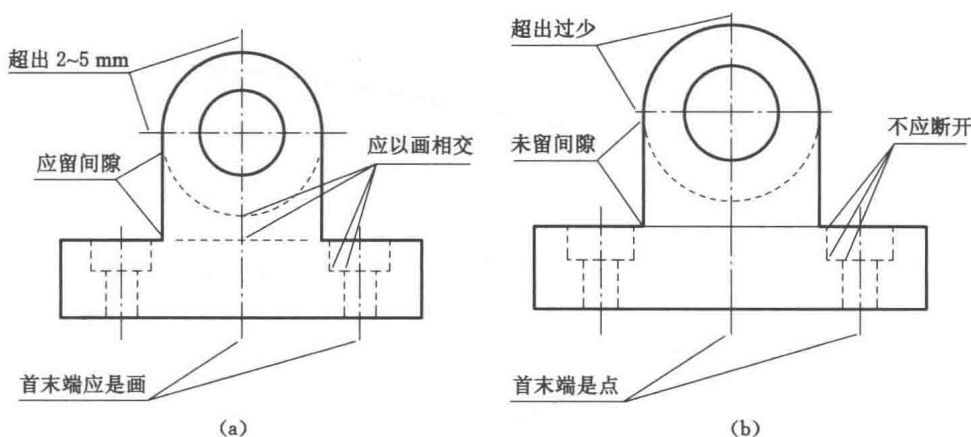


图 1-6 图线画法的正误对比

(a) 正确画法; (b) 错误画法

画圆的中心线时,圆心应是线段的交点,细点画线的两端应超过轮廓线 2~5 mm,如图 1-6(a)所示;当圆的图形较小(直径小于 12 mm)时,允许用细实线代替细点画线。

第二节 尺寸标注

图样中的尺寸是加工制造零件的主要依据。如果尺寸标注错误、不完整或不合理,将给生产带来困难,甚至生产出废品而造成浪费。

一、基本规则

尺寸是用特定长度或角度单位表示的数值,并在技术图样上用图线、符号和技术要求表示出来,具体要求可见《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)。标注尺寸的基本规则如下:

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

(3) 物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、尺寸的组成

每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 1-7 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围。尺寸界线用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超过尺寸线箭头 2~5 mm。必要时也允许倾斜。如图 1-8 所示。

2. 尺寸线

尺寸线表示尺寸的度量方向。尺寸线必须用细实线绘制,且不能用图中的任何图线来代替,也不得画在其他图线的延长线上。

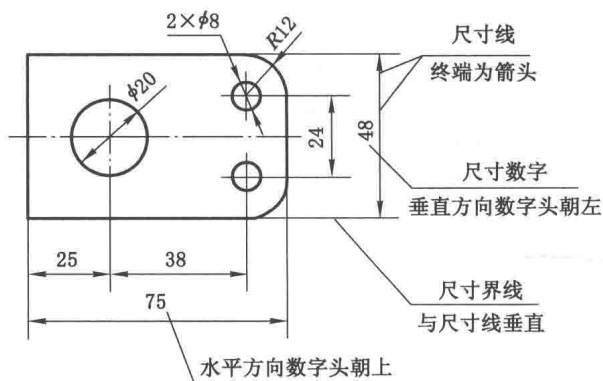


图 1-7 尺寸三要素

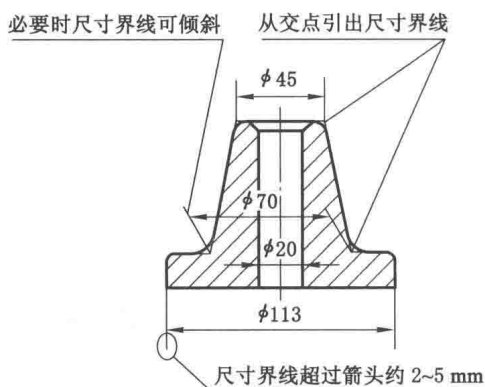


图 1-8 尺寸界线的画法

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行；尺寸线与尺寸线之间应尽量避免相交。因此，在标注尺寸时，应将小尺寸放在里面，大尺寸放在外面，如图 1-9 所示。

在机械图样中，尺寸线终端一般采用箭头的形式，如图 1-10 所示。

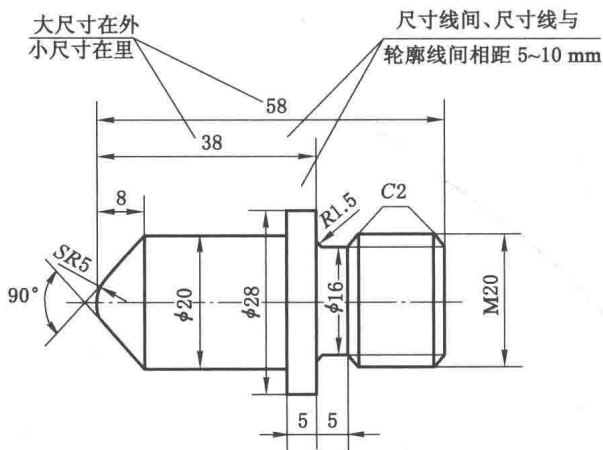


图 1-9 尺寸线的画法

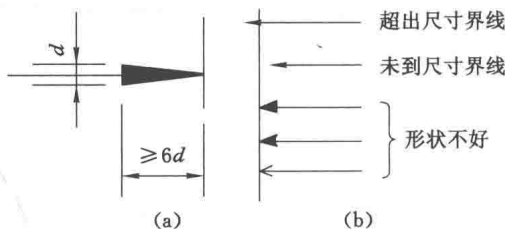


图 1-10 箭头的画法

(a) 正确画法；(b) 错误画法

3. 尺寸数字

尺寸数字表示物件的实际大小，一般用 3.5 号标准字体书写。线性尺寸的尺寸数字，一般应填写在尺寸线的上方或中断处，如图 1-11(a) 所示；线性尺寸数字的水平书写方向字头朝上、竖直方向字头朝左（倾斜方向要有向上的趋势），并应尽量避免在 30° （网格线）范围内标注尺寸，如图 1-11(b) 所示；当无法避免时，可采用引出线的形式标注，如图 1-11(c) 所示。

尺寸数字不允许被任何图线所通过，当不可避免时，必须把图线断开，如图 1-12 所示。

三、常用的尺寸注法

1. 圆、圆弧及球面尺寸的注法

(1) 标注整圆的直径尺寸时，以圆周为尺寸界线，尺寸线通过圆心，并在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”，如图 1-13(a) 所示。标注大于半圆的圆弧直径，其尺寸线应画至略超过圆

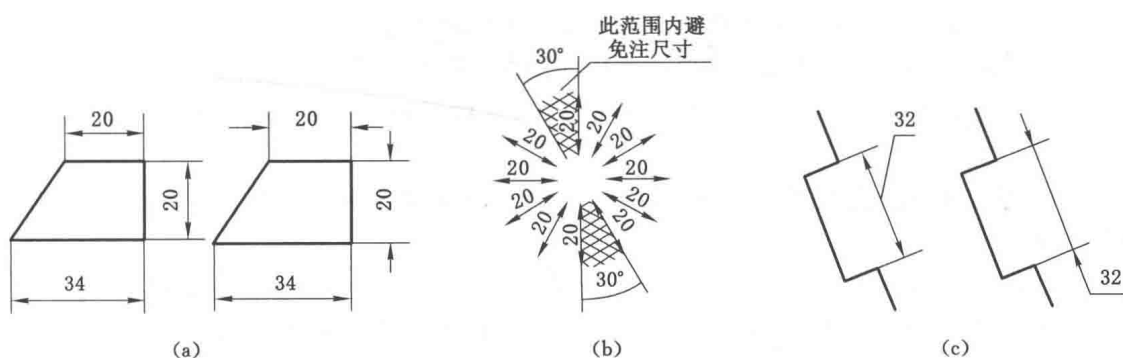


图 1-11 线性尺寸的注写方向

(a) 一般注法;(b) 数字书写方向;(c) 倾斜尺寸引出标注

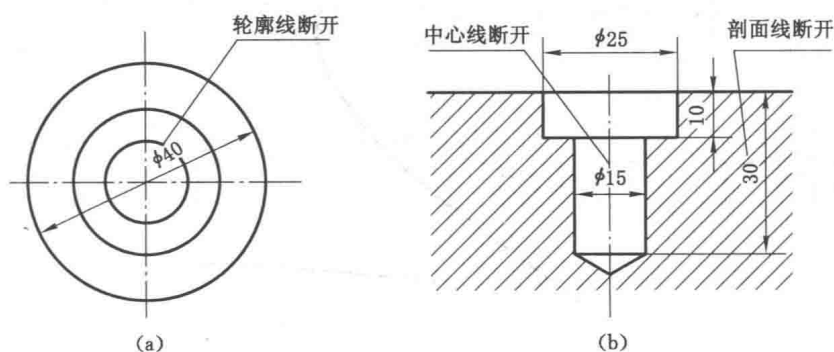


图 1-12 任何图线不能通过尺寸数字

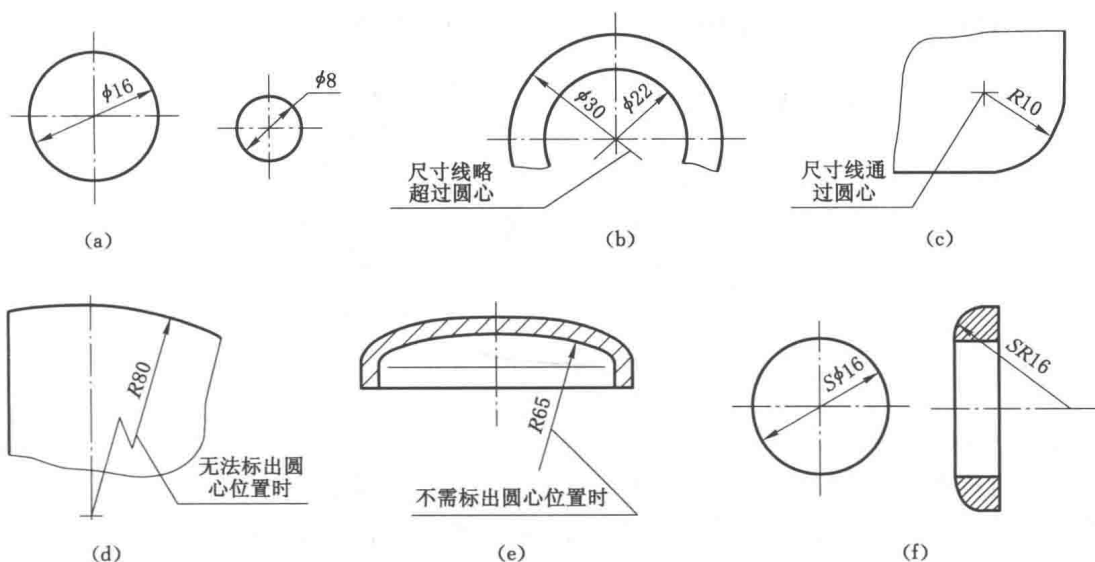


图 1-13 圆、圆弧及球面尺寸的注法

心,只在尺寸线一端画箭头指向圆弧,如图 1-13(b)所示。

(2) 标注小于或等于半圆的圆弧半径时,尺寸线应以圆心出发引向圆弧,只画一个箭

头,并在尺寸数字前加注半径符号“R”,且尺寸线必须通过圆心,如图 1-13(c)所示。

(3) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时,可采用折线的形式标注,如图 1-13(d)所示。当不需标出圆心位置时,则尺寸线只画靠近箭头的一段,如图 1-13(e)所示。

(4) 标注球面的直径或半径时,应在尺寸数字前加注球直径符号“ $S\phi$ ”或球半径符号“SR”,如图 1-13(f)所示。

2. 小尺寸的注法

如图 1-14 所示,标注一连串的小尺寸时,可以用小圆点代替箭头,但最外两端箭头仍应画出;当直径或半径尺寸较小时,箭头和数字都可以布置在外面。

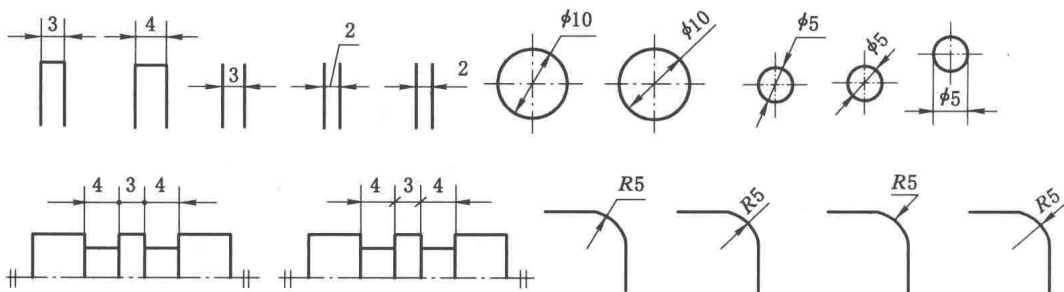


图 1-14 小尺寸的注法

3. 角度的尺寸注法

标注角度尺寸的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角度顶点为圆心的圆弧。角度的数字一律写成水平方向,角度尺寸一般注在尺寸线的中断处,如图 1-15(a)所示。必要时可写在尺寸线的上方或外面,也可引出标注,如图 1-15(b)所示。

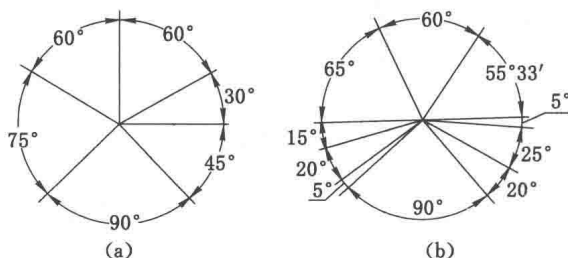


图 1-15 角度的尺寸注法

4. 对称图形的尺寸注法

对于对称图形,应把尺寸标注为对称分布,如图 1-16(a)中的尺寸 22、44。当对称图只画出一半或略大于一半时,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出箭头,如图 1-16(a)中的尺寸 36、44、 $\phi 10$ 。

四、尺寸的简化注法

1. 常用的符号和缩写词

标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。