



卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材



机械制图与CAD

MECHANICAL DRAWING AND CAD

吴为 主编
冯志群

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

机械制图与 CAD

Mechanical Drawing and CAD

吴 为
冯志群 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

《机械制图与 CAD》教材围绕现代设计图形能力的要求,在选材和内容组织上精心设计,主线明确,体系结构清晰。

本教材共分为 12 章,主要内容为机械制图国家标准、CAD 制图国家标准、二维图形表达方法、二维图形的基本绘图及编辑命令、标准件和常用件的画法、零件的表达方法、零件的技术要求、零件图画法、装配图画法、零件的三维造型、三维装配、三维生成工程图及三维动态演示。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类、近机类和机电专业的基础课通用教材,也可作为相关专业技术人员参考、培训和自学用书。与本书配套使用的《机械制图与 CAD 实训》和电子教案同时出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与 CAD/吴为,冯志群主编. —天津:天津大学出版社,2008.9

ISBN 978-7-5618-2792-5

I. 机… II. ①吴…②冯… III. ①机械制图 - 高等学校 - 教材②机械制图:计算机制图 - 高等学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 149921 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 24.5
字 数 642 千
版 次 2008 年 9 月第 1 版
印 次 2008 年 9 月第 1 次
印 数 1 - 3 000
定 价 39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

《机械制图与 CAD》教材编写的指导思想,符合高职高专的培养目标和人才规格要求。在教材内容上突出基础性、工具性、先进性以及实践性,教材立意新颖,体现现代设计理念,实现与产业界的有效结合。

《机械制图与 CAD》教材是将传统的《机械制图》和《公差与配合》与 CAD 软件 AutoCAD 2008 和 Autodesk Inventor 2008 有机地整合而编写成的教材。其中以《机械制图》为主线,适时、适量、有机地穿插进 AutoCAD 2008、Autodesk Inventor 2008 和“公差与配合”内容。将传统课程中理论过深、技术陈旧、与核心职业能力无关或正趋于淘汰的内容删除,从而为引入新技术开辟教学空间。

该教材有效地解决了高职教育在发展过程中所遇到的不断更新的技术带来的教学内容不断膨胀与教学时间有限的矛盾。体现“以能力为本位,以学生为中心”的课程思想,准确把握高职教育的培养目标和人才规格要求,教学内容突出基础性、工具性、先进性以及实践性。教材内容的取舍体现以应用为目的,以必需、够用为尺度,以讲清概念、强化应用为教学重点,从而实现教学与产业界的有效结合,体现现代设计理念,培养学生的综合职业能力。

教材中涉及的两个 CAD 软件 AutoCAD 2008 和 Autodesk Inventor 2008(以下简称 Inventor 2008)各有特色。AutoCAD 在我国市场占有率较大,应用时间久远,其二维功能较宽泛,具有代表性,是二维 CAD 软件平台。因而本教材采用 AutoCAD 软件在二维图中应用。三维设计表达已成为现代设计方法中的重要环节,引入三维设计是教学与企业结合、教学先进性的重要体现。Inventor 软件三维设计功能强,三维设计方法也属于主流的三维参数化设计软件。特别是 Inventor 与 AutoCAD 二者同属 Autodesk 公司,在二维命令操作方面具有共通性,两个软件具有传承性,所以对学习者来说有一定的继承性,便于安排教学。

教材采用 2002 年《机械制图系列国家标准》和《CAD 工程制图规则》,应用 AutoCAD 2008 和 Inventor 2008 最新版本的绘图软件,体现最新知识背景。

本教材有同步配套的《机械制图与 CAD 实训》教材,同时配有电子教案(电子教案可向编辑免费索取 moonsand79910@gmail.com)。

教材第 2、6、7、9、10、12 章为北京信息职业技术学院冯志群编写,第 4、5、8、11 章为北京信息职业技术学院吴为编写,第 1、3 章和附录由平顶山工业职业技术学院韩恒梅编写。

由于编者水平有限,本书中难免有不足之处,恳请广大读者、专家和同人提出宝贵意见。

编 者

2008 年 9 月

目 录

| | |
|----------------------------|-------|
| 第 1 章 制图基本知识 | (1) |
| 1.1 制图基本标准 | (1) |
| 1.2 国家标准《CAD 工程制图规则》的有关规定 | (11) |
| 1.3 几何作图 | (12) |
| 复习思考题 | (17) |
| 第 2 章 计算机绘图基础 | (18) |
| 2.1 AutoCAD 2008 界面组成 | (18) |
| 2.2 AutoCAD 2008 的基本操作 | (24) |
| 2.3 常用绘图命令 | (31) |
| 2.4 常用编辑命令 | (35) |
| 2.5 工作环境和对象特性 | (42) |
| 2.6 图形显示控制 | (46) |
| 2.7 绘制平面轮廓图的方法 | (46) |
| 复习思考题 | (49) |
| 第 3 章 投影基础 | (50) |
| 3.1 投影法的基本概念 | (50) |
| 3.2 物体的三面视图 | (52) |
| 3.3 AutoCAD 2008 绘制三视图 | (55) |
| 3.4 点、直线和平面的投影 | (57) |
| 复习思考题 | (68) |
| 第 4 章 基本体的投影及表面交线 | (69) |
| 4.1 基本体的投影 | (69) |
| 4.2 基本体的表面交线 | (75) |
| 复习思考题 | (87) |
| 第 5 章 组合体 | (88) |
| 5.1 组合体视图 | (88) |
| 5.2 组合体尺寸 | (92) |
| 5.3 组合体视图的识读 | (96) |
| 5.4 轴测图 | (99) |
| 5.5 AutoCAD 2008 尺寸设置及标注 | (103) |
| 5.6 应用 AutoCAD 2008 标注尺寸实例 | (124) |
| 复习思考题 | (129) |
| 第 6 章 机件的表达方法 | (130) |
| 6.1 表达机件外形的方法——视图 | (130) |

| | | |
|---------------|-------------------------------------|-------|
| 6.2 | 表达机件内部结构的方法——剖视图 | (137) |
| 6.3 | 表达机件断面形状的方法——断面图 | (143) |
| 6.4 | 其他表达方法 | (146) |
| 6.5 | AutoCAD 2008 的图案填充命令 | (151) |
| 6.6 | 使用与创建文字 | (155) |
| | 复习思考题 | (158) |
| 第 7 章 | 三维实体模型的设计 | (159) |
| 7.1 | Autodesk Inventor 2008 工作环境设置 | (159) |
| 7.2 | 草图设计 | (162) |
| 7.3 | Inventor 特征设计(一) | (167) |
| 7.4 | 三维实体造型实例 | (177) |
| | 复习思考题 | (186) |
| 第 8 章 | 标准件与常用件 | (187) |
| 8.1 | 螺纹 | (187) |
| 8.2 | 常用螺纹紧固件 | (195) |
| 8.3 | 齿轮 | (200) |
| 8.4 | 键和销连接 | (207) |
| 8.5 | 弹簧 | (210) |
| 8.6 | 滚动轴承 | (212) |
| 8.7 | AutoCAD 2008 图块及属性 | (216) |
| 8.8 | Inventor 特征设计(二) | (223) |
| 8.9 | 标准件与常用件三维设计实例 | (232) |
| | 复习思考题 | (239) |
| 第 9 章 | 图样上的技术要求 | (240) |
| 9.1 | 公差与配合 | (240) |
| 9.2 | 形状和位置公差 | (256) |
| 9.3 | 表面粗糙度 | (266) |
| | 复习思考题 | (271) |
| 第 10 章 | 零件图 | (273) |
| 10.1 | 零件图概述 | (273) |
| 10.2 | 零件上常见的工艺结构 | (274) |
| 10.3 | 几种典型零件的分析 | (278) |
| 10.4 | 读零件图 | (287) |
| 10.5 | 典型零件三维设计实例 | (289) |
| 10.6 | 创建工程图 | (298) |
| 10.7 | 工程图的尺寸 | (308) |
| | 复习思考题 | (315) |
| 第 11 章 | 装配图 | (316) |
| 11.1 | 装配图的作用和内容 | (316) |

| | | |
|---------------|-------------------------------------|--------------|
| 11.2 | 装配图的表达方法 | (316) |
| 11.3 | 装配图的尺寸标注、零件序号及明细表 | (320) |
| 11.4 | 常见装配结构 | (322) |
| 11.5 | 装配图的读图方法和步骤 | (323) |
| 11.6 | 由装配图拆画零件图 | (327) |
| 11.7 | AutoCAD 2008 设计中心的应用 | (328) |
| 11.8 | AutoCAD 2008 图形输出 | (333) |
| | 复习思考题 | (338) |
| 第 12 章 | 三维实体的装配设计 | (339) |
| 12.1 | Autodesk Inventor 2008 部件工作环境 | (339) |
| 12.2 | 三维装配设计的基本方法 | (341) |
| 12.3 | 装配实例——传动装置 | (345) |
| 12.4 | 创建表达视图 | (354) |
| | 复习思考题 | (361) |
| 附录 A | 常用螺纹及螺纹紧固件 | (362) |
| 附录 B | 常用键与销 | (370) |
| 附录 C | 常用滚动轴承 | (374) |
| 附录 D | 极限偏差 | (375) |
| 参考文献 | | (382) |

第1章 制图基本知识

教学目标

通过本章的学习,读者应当了解国家标准中《技术制图》、《机械制图》及《CAD 工程制图规则》的有关规定;掌握绘制平面图形的基本方法和步骤。

教学重点

- ◆ 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定:图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法;
- ◆ 国家标准《CAD 工程制图规则》的基本规定:图线、字体及图层的规定;
- ◆ 绘制平面图形的基本方法及平面轮廓图的分析方法。

图样是社会生产中人们传递技术信息和设计思想的媒介与工具,从事工程技术工作的人员不仅要具有制图技能和看图能力,还要能够深入了解并严格遵守国家标准的有关规定。

1.1 制图基本标准

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准,国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准,它们是图样绘制与使用的准则,每个工程技术人员必须了解和掌握这些规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

由图纸的长边和短边尺寸所确定的图纸大小为图纸幅面。为了便于图样的绘制、使用和管理,图纸幅面应按照国家标准规定的统一尺寸进行设置和裁剪,如图 1-1 所示,应优先选用表 1-1 中规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面

单位:mm

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $B \times L$ | 841 × 1 189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 |
| e | 20 | | 10 | | |
| c | 10 | | | 5 | |
| a | 25 | | | | |

注:表中 B 为图幅短边尺寸; L 为图幅长边尺寸; a 为装订边宽度; c 为其余边的宽度; e 为无装订边时图框到纸边的宽度。

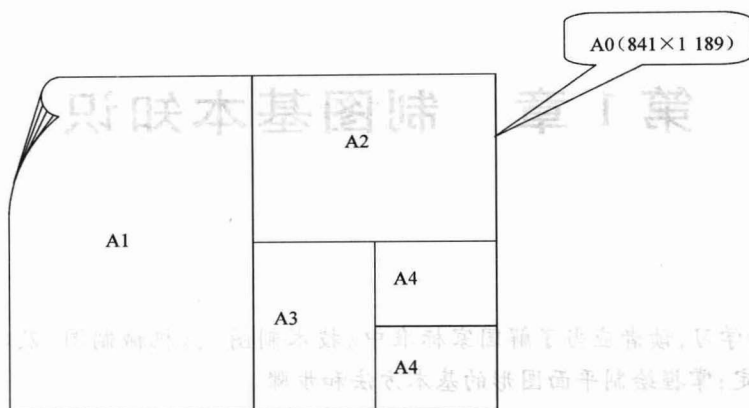


图 1-1 图纸幅面的尺寸关系

2. 图纸格式

图框用粗实线绘制,标题栏绘制在图框的右下角,标题栏长边与图纸长边平行时为 X 型图纸,垂直时为 Y 型图纸。

(1) 无装订边的图框。图框线到图幅边界的距离均为 e ,如图 1-2 所示。

(2) 有装订边的图框。一般按 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,装订边为 a ,其他各边均为 c ,如图 1-3 所示。

3. 标题栏

所有的图样都应有标题栏。标题栏一般画在图纸的右下角,标题栏中的文字方向就是看图的方向,如图 1-2 和图 1-3 所示,若看图方向与标题栏的文字方向不一致,应标出方向符号。标题栏的样式在国家标准 GB 10609.1—1989 中已有明确的规定,绘图时应尽量选用。

4. 附加符号

(1) 对中符号。为了使图样复制和微缩投影方便,在图纸各边长的中点处分别用粗实线画出对中符号,从图纸边界开始深入图框 5 mm,标题栏处不深入,如图 1-4 所示。

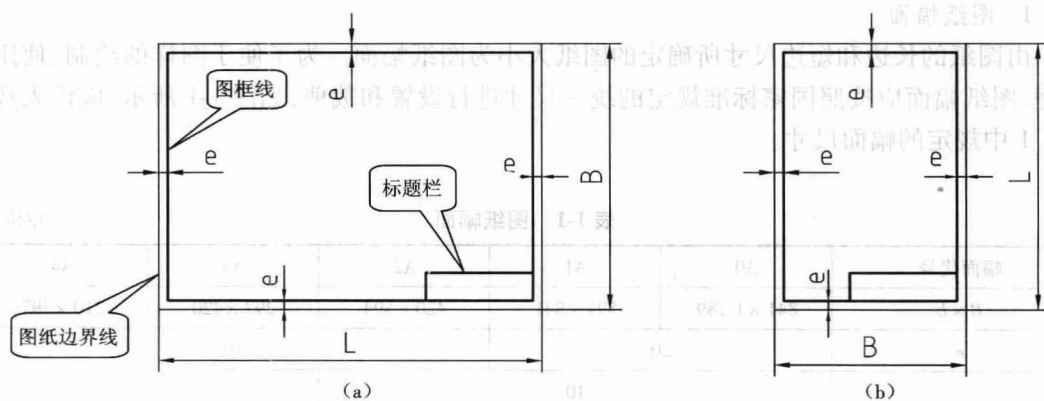


图 1-2 无装订边的图框格式

(a) X 型图纸 (b) Y 型图纸

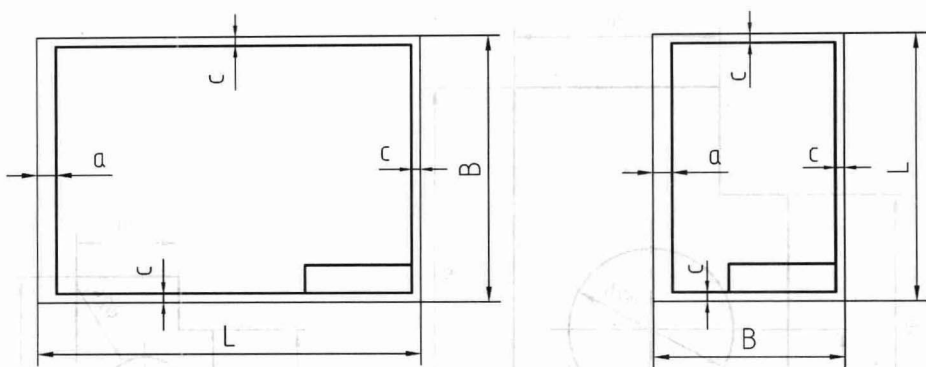


图 1-3 有装订边的图框

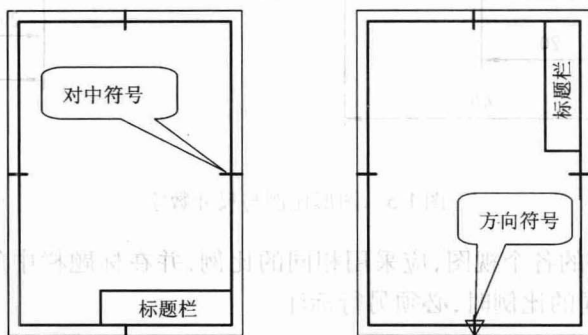


图 1-4 附加符号

(2) 方向符号。为了明确绘图与看图时的图纸方向,应在图纸下边画出方向符号,如图 1-4 所示。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。在绘制图形时应当根据机件的大小及复杂程度选用绘图的比例。表 1-2 中给出了国家标准规定的优先选用的比例。

表 1-2 图形比例

| 种类 | 比例 | | |
|------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 原值比例 | 1:1 | | |
| 放大比例 | 5:1 | 2:1 | |
| | $5 \times 10^n:1$ | $2 \times 10^n:1$ | $1 \times 10^n:1$ |
| 缩小比例 | 1:2 | 1:5 | 1:10 |
| | $1:2 \times 10^n$ | $1:5 \times 10^n$ | $1:10 \times 10^n$ |

采用比例时应注意如下几点。

(1) 绘图时应尽量采用 1:1 的比例。

(2) 图形无论缩小或放大,在标注尺寸时,必须标注机件的实际尺寸,如图 1-5 所示。

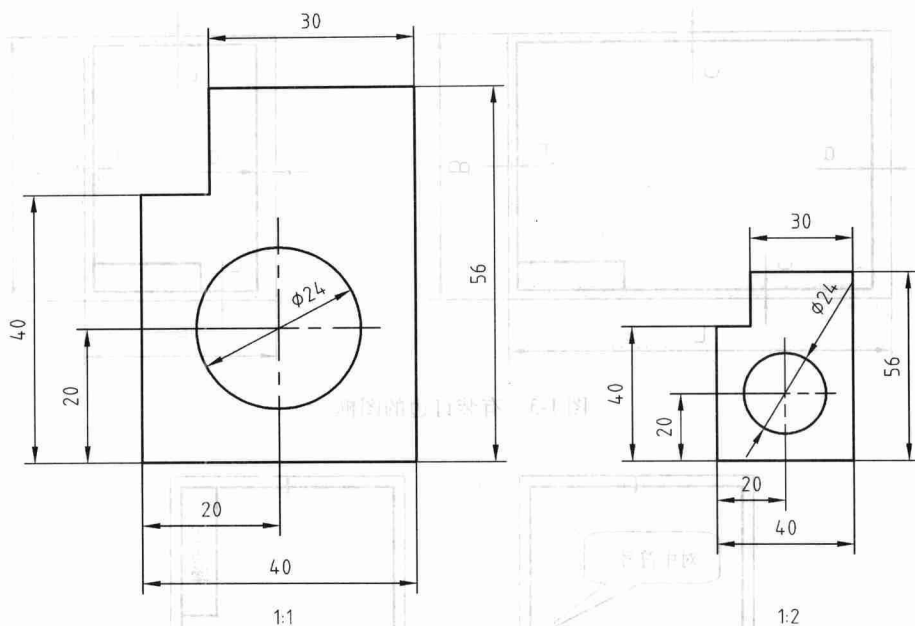


图 1-5 图形比例与尺寸数字

(3) 绘制同一机件的各个视图,应采用相同的比例,并在标题栏中的比例一栏内标注,当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

在工程图样中,除了用图形表达机件的形状外,还要用汉字、数字、字母进行尺寸标注及注释说明。国家标准规定,在图样中书写汉字、数字和字母时,必须做到:字体端正,笔划清楚,间隔均匀,排列整齐。汉字应书写成长仿宋字,并采用国家正式公布推行的简化字。

字体的高度(h)即为字体的号数,其公称尺寸序列为 20、14、10、7.5、3.5、2.5、1.8 号共 8 种,汉字的宽度为 $h/\sqrt{2}$,汉字的高度不能小于 3.5 mm;字母和数字分为 A 型和 B 型,A 型笔划宽度为字体高度(h)的 $1/14$,B 型笔划宽度为字体高度(h)的 $1/10$,字母和数字可写成直体或斜体,详见字体示例。本书中选用直体。

1. 汉字

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

螺纹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

2. 拉丁字母

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| <p>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</p> | <p>斜二测 1:10</p> |
| <p>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</p> | <p>斜二测 1:10</p> |
| <p>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</p> | <p>正投影 1:10</p> |
| <p>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</p> | <p>正投影 1:10</p> |

3. 数字

1234567890

1234567890

4. 罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X




I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)







1. 图线的样式及用途

工程图样中的图线,应当按国家标准中规定的图线绘制,在机械制图中常用的线型及应用见表1-3。

表 1-3 线型及应用

| 代号 | 名称 | 基本线型 | 用途 |
|------|-----|---|--|
| 01.1 | 细实线 |  | 过渡线、尺寸线与尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、平面对角线、齿轮齿根线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、不连续统一表面连线、成规律分布的相同要素连线、辅助线、投射 |
| | 波浪线 |  | 断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线 |
| | 双折线 |  | 断裂处的分界线、剖视图中视图和剖视图的分界线 |

续表

| 代号 | 名称 | 基本线型 | 用途 |
|------|------|---|--|
| 01.2 | 粗实线 |  | 可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆、螺纹长度终止线、剖切符号用线 |
| 02.1 | 细虚线 |  | 不可见轮廓线、不可见棱边线 |
| 02.2 | 粗虚线 |  | 允许进行表面处理的表示线 |
| 04.1 | 细点画线 |  | 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 |  | 限定范围表示线 |
| 05.1 | 双点画线 |  | 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、成形前轮廓线、剖切前的结构轮廓线、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 |

2. 图线的宽度

所有线型的宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在公比为 $1:\sqrt{2}$ 的数系中选择,即 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm;粗线、中粗线和细线的宽度比为 4:2:1;在同一图样中,同类线型的宽度应一致。

为了便于绘制工程图样的需要,国家标准将图线的宽度分为以下几组,见表 1-4,在机械图样中采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为 2:1。

表 1-4 图线的宽度组

| 线型组别 | 与线型代码对应的线型宽度 | |
|------------------|----------------|---------------------|
| | 01.2;02.2;04.2 | 01.1;02.1;04.1;05.1 |
| 0.25 | 0.25 | 0.13 |
| 0.35 | 0.35 | 0.18 |
| 0.5 ^a | 0.5 | 0.25 |
| 0.7 ^a | 0.7 | 0.35 |
| 1 | 1 | 0.5 |
| 1.4 | 1.4 | 0.7 |
| 2 | 2 | 1 |

注：“a”为优先采用的图线组别。

3. 图线的应用实例

图线的应用实例如图 1-6 所示。

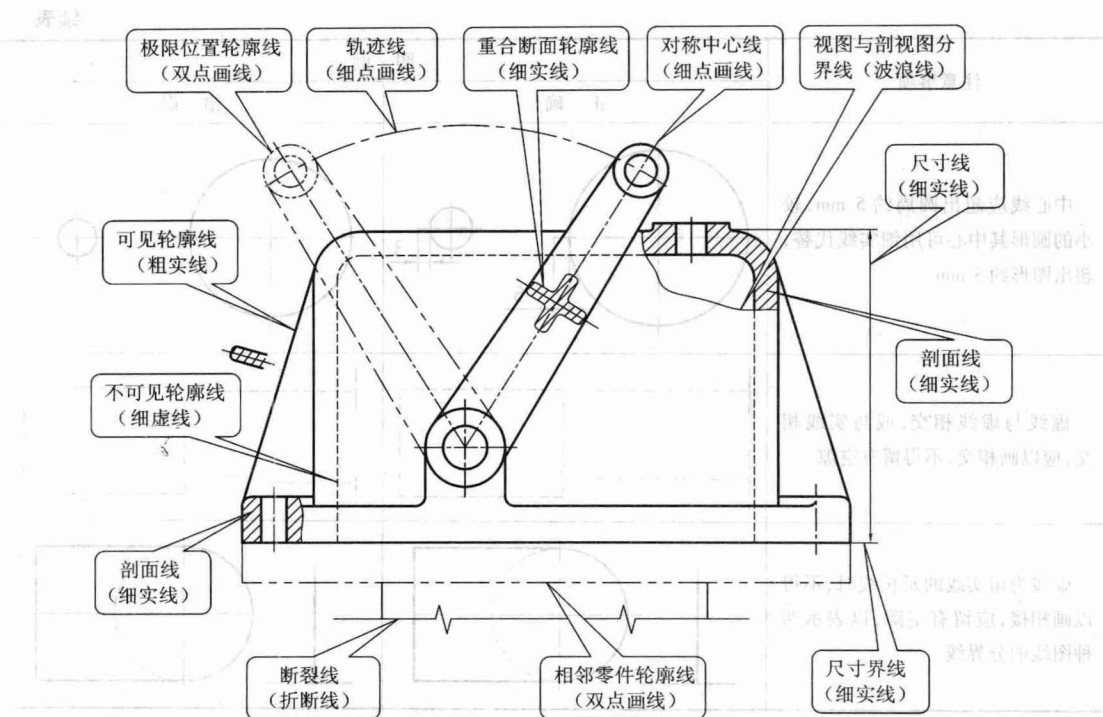


图 1-6 各种图线应用举例

4. 图线的画法

各种图线的画法如表 1-5 所示。

表 1-5 图线的画法

| 注意事项 | 图例 | |
|------------------------------------|----|----|
| | 正确 | 错误 |
| 为了保证图样的清晰度,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm | | |
| 一点画线应以长画相交,点画线的起始与终止应为长画 | | |

续表

| 注意事项 | 图 例 | |
|---|-----|-----|
| | 正 确 | 错 误 |
| 中心线应超出圆周约 5 mm, 较小的圆形其中心可用细实线代替, 超出图形约 3 mm | | |
| 虚线与虚线相交, 或与实线相交, 应以画相交, 不得留有空隙 | | |
| 虚线为粗实线的延长线时, 不得以画相接, 应留有空隙, 以表示两种图线的分界线 | | |

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458—2003)

图形只能表达机件的形状,而机件的真实大小还必须通过标注尺寸才能确定,标注尺寸是一项非常重要的工作,必须认真细致,一丝不苟,如果尺寸标注有错误或遗漏,将会给生产造成困难和损失。

1. 基本规则

- (1) 图上所注尺寸为机件的最后完工尺寸,与图形大小和绘图的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸以 mm 为单位时,不需注出计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明。
- (3) 对机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应注在反映该结构最清晰的图形上。
- (4) 标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词,见表 1-6。

表 1-6 标注尺寸时的符号或缩写词

| 名称 | 符号或缩写词 | 名称 | 符号或缩写词 |
|-----|----------|-------|-------------------|
| 直径 | ϕ | 45°倒角 | C |
| 半径 | R | 深度 | ∇ |
| 球直径 | S ϕ | 沉孔或锪平 | \sqcup |
| 球半径 | SR | 埋头孔 | \sphericalangle |
| 厚度 | t | 均布 | EQS |
| 正方形 | □ | | |

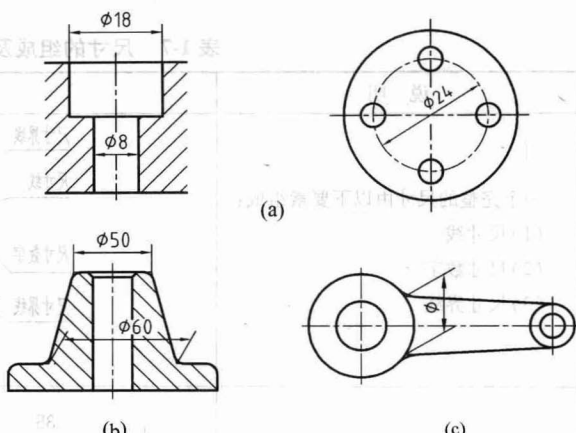
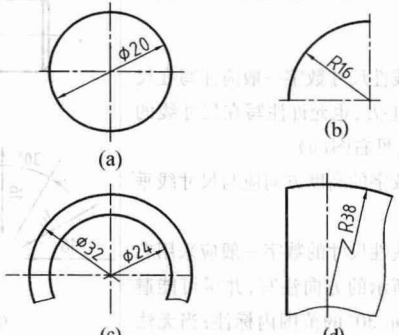
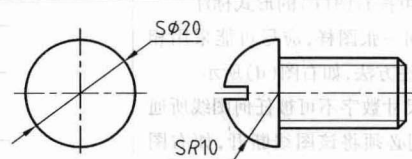
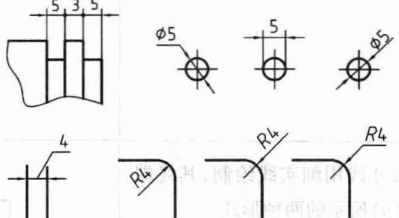

2. 尺寸的组成与注法

尺寸的组成与注法见表 1-7。

表 1-7 尺寸的组成及注法

| 项目 | 说明 | 图例 |
|-------|---|----|
| 尺寸的组成 | <p>一个完整的尺寸由以下要素组成：</p> <p>(1) 尺寸线</p> <p>(2) 尺寸数字</p> <p>(3) 尺寸界线</p> | |
| 尺寸数字 | <p>(1) 线性尺寸数字一般应写在尺寸线的上方,也允许写在尺寸线的中断处,见右图(a)</p> <p>(2) 数字的高度方向应与尺寸线垂直</p> <p>(3) 线性尺寸的数字一般采用右图(b)所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30° 的范围内标注;当无法避免时可按右图(c)的形式标注</p> <p>(4) 同一张图样,应尽可能采用相同的标注方法,如右图(d)所示</p> <p>(5) 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开,如右图(e)所示</p> | |
| 尺寸线 | <p>(1) 尺寸线用细实线绘制,其终端有右图(a)所示的两种形式</p> <p>(2) 尺寸线应平行于被注线段,其间隔为 5 ~ 10 mm</p> <p>(3) 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,见右图(b)</p> | |

续表

| 项目 | 说明 | 图例 |
|---------|---|--|
| 尺寸界线 | <p>(1) 尺寸界线用细实线绘制,也可以用轮廓线或中心线作尺寸界线,如右图(a)所示</p> <p>(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如右图(b)所示</p> <p>(3) 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如右图(b)、(c)所示</p> |  |
| 圆与圆弧的尺寸 | <p>(1) 标注整圆和大于半圆时应标注直径尺寸,数字前加“ϕ”,见右图(a)、(c)</p> <p>(2) 标注小于或等于半圆圆弧时,尺寸线应通过圆心,箭头端与圆弧接触,数字前加 R,见右图(b)</p> <p>(3) 当圆弧过大或在图纸范围内无法标注圆心时,可按右图(d)标注</p> |  |
| 球面 | <p>标注球面直径或半径时,应在符号“ϕ”或半径“R”前再加注符号“S”,如右图所示</p> |  |
| 小尺寸的标注 | <p>一些局部小结构,在没有足够位置画箭头或注写数字时,可按右图标注</p> |  |
| 角度 | <p>标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点</p> |  |