



21世纪高职高专规划教材·机电类

机械制图

主编 江建刚 武永鑫 副主编 石玉 汤峰 刘畅 罗林



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专规划教材·机电类

机械制图

江建刚 武永鑫 主 编

石 玉 汤 峰 副主编

刘 畅 罗 林

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材是结合我校近年来对《机械制图》课程体系、课程内容教学改革成果,贯彻了新颁布的机械制图和技术制图国家标准,可作为高职高专机械类专业的通用教材。

全书除绪论和附录外,共9章,内容包括:制图的基本知识、投影基础、组合体、轴测投影图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、零件图上的技术要求和装配图。与本书配套的《机械制图习题精编及解答》同时出版,以供选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/江建刚,武永鑫主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009.8 (2010.9重印)

ISBN 978-7-5640-2231-0

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第101635号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/15.25

字 数/357千字

版 次/2009年8月第1版 2010年9月第2次印刷

印 数/5501~7500册

定 价/29.00元

责任校对/申玉琴

责任印制/周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

随着 21 世纪的到来,科学技术的发展日益迅速,全国高职高专院校的教学改革也在不断的深入,以培养出更多的技能型人才。“机械制图”是工科类高职院校必修的一门重要技术基础课,为了更好地适应现代职业技术教育的现状,本着“着重职业技术技能训练,基础理论以够用为度”的原则编写了本套《机械制图》和《机械制图习题精编及解答》教材。

在编写过程中,着重考虑了以下几点:

(1) 注意阐明基本理论和基本知识,突出重点;力求贯彻“少而精”、“理论与实践相结合”的指导思想。

(2) 本书以加强学生画图、读图能力的培养为目的,力求讲深讲透制图的理论知识。为便于学生学习,本书对解题步骤、作图过程采用了图解的方法,再配以详尽的文字说明。

(3) 为了便于教学,在教材内容编排上,注意内容的系统性、科学性和实践性。力求对每一个章节概念清楚,深入浅出,通俗易懂。

(4) 本教材融汇应用了最新的国家标准,如产品几何技术规范(GPS)几何公差形状、方向、位置和跳动公差标注(GB/T 1182—2008)、技术制图 投影法(GB/T 14692—2008)、技术制图 标题栏(GB/T 10609.1—2008)和产品几何技术规范(GPS)技术产品文件中表面结构的表示法(GB/T 131—2006)等。

本书主要内容包括:制图的基本知识、投影基础、组合体、轴测投影图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、零件图上的技术要求和装配图。本书没有介绍计算机绘图的相关知识,因为随着计算机各种软件的广泛应用,这部分知识已由专门的“计算机绘图教程”做详细介绍。

本书由安庆职业技术学院江建刚和阜阳职业技术学院武永鑫老师主编,安徽新华学院石玉、安徽交通职业技术学院汤峰、安庆职业技术学院刘畅和罗林任副主编,具体分工为:江建刚编写了绪论、第二章和附录,武永鑫编写了第一章和第五章,罗林(安庆职业技术学院)编写了第三章,石玉编写了第四章和第七章,刘畅编写了第六章,汤峰编写了第八章和第九章。全书最后由安徽机电职业技术学院刘四华院长审稿。在本书的编写过程中,还得到了安庆职业技术学院的校企合作单位——安徽精科有限公司的大力支持,安徽精科有限公

司高级工程师、董事长姚东元同志给本书提供了很多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

在本书出版之际，对本教材做出贡献的人员表示衷心的感谢。特别是在编写过程中，我们参考了一些同类教材，特向作者们表示感谢。由于编者水平有限，书中错误、缺点在所难免，请广大师生和读者指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(3)
第一节 国家标准《机械制图》基本规定	(3)
第二节 绘图工具及其使用	(13)
第三节 几何作图	(15)
第四节 平面图形的线段分析和画图步骤	(20)
第五节 绘图的方法和步骤	(21)
第二章 投影基础	(24)
第一节 正投影法	(24)
第二节 点的投影	(27)
第三节 直线的投影	(31)
第四节 平面的投影	(33)
第五节 几何体的投影	(36)
第六节 几何体的尺寸标注	(42)
第七节 形体的三视图	(43)
第三章 组合体	(46)
第一节 组合体的形体分析	(46)
第二节 立体表面的交线	(49)
第三节 组合体三视图的画法	(58)
第四节 组合体的尺寸注法	(60)
第五节 看组合体视图的方法	(63)
第四章 轴测投影图	(72)
第一节 轴测投影图的基本知识	(72)
第二节 基本体的轴测图画法	(73)
第三节 组合体的轴测图画法	(77)

第五章 机件常用表达方法	(79)
第一节 视图	(79)
第二节 剖视图	(82)
第三节 断面图	(92)
第四节 其他表达方法	(96)
第五节 第三角投影法简介	(98)
第六章 标准件和常用件	(104)
第一节 螺纹	(104)
第二节 螺纹紧固件	(113)
第三节 键、销连接	(118)
第四节 滚动轴承	(124)
第五节 齿轮	(128)
第六节 弹簧	(137)
第七章 零件图	(141)
第一节 零件图的作用和内容	(141)
第二节 零件的结构分析	(142)
第三节 零件图的视图选择和尺寸标注	(151)
第四节 零件测绘	(157)
第五节 读零件图	(161)
第八章 零件图上的技术要求	(163)
第一节 表面结构	(163)
第二节 公差与配合	(171)
第三节 形状与位置公差	(176)
第九章 装配图	(180)
第一节 装配图的作用和内容	(180)
第二节 装配图的表达方法	(182)
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	(184)
第四节 装配图中零(部)件序号、明细栏和标题栏	(184)
第五节 装配结构和装置	(186)
第六节 装配体测绘和装配图画法	(189)
第七节 读装配图	(191)
第八节 由装配图拆画零件图	(194)

附录	(199)
A 螺纹	(199)
B 常用的标准件	(202)
C 极限与配合	(210)
D 形位公差带定义、图例和解释 (摘自 GB/T 1182—2008)	(220)
E 常用材料及热处理名词解释	(231)
参考文献	(236)

绪 论

一、图样的性质和用途

人类表达思想最基本的工具是语言和文字，可是在工程上表达技术思想时，仅用语言和文字就显得非常不足了。例如制造压盖（图 0-1）这种零件时，就难于用语言或文字准确地表达出它的形状和大小等，如果采用图样（图 0-2）来表达就一目了然了。

图样是按一定的标准和规定，准确地表达物体的形状、尺寸及技术要求的图。在工程上如机械、化工、建筑等都需用图样来表达设计意图、组织生产和进行生产，图样是一种表达和交流技术思想的重要工具，是工程界共同的技术语言。

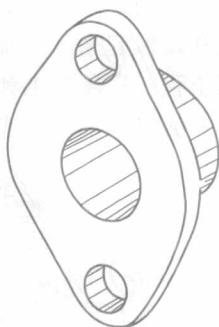


图 0-1 压盖

二、制图的学习目的、内容和学习方法

我国目前正处于科学技术飞跃发展的新时期，对于从事现代化生产的技术人员来说，必须熟悉本专业使用的图样。制图课是一门技术基础课，通过制图课的学习，可使学生掌握制图的基本理论、基本知识和基本技能，具有一定的识读和绘制本专业图样的能力，为生产实践作出更大的贡献。

制图课的主要内容有：

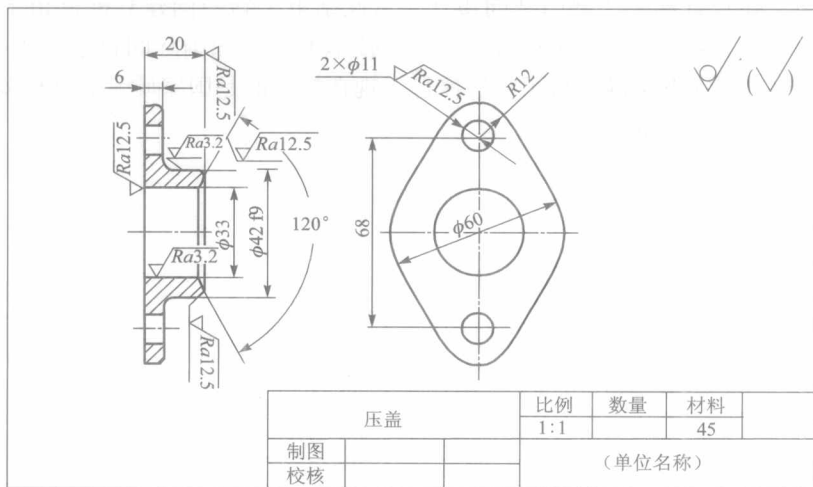


图 0-2 压盖的零件图

(1) 制图的基本知识。介绍与制图有关的国家标准中的规定，制图工具及其使用方法

以及基本几何作图的方法。

(2) 投影作图。介绍表达各种形体的投影原理和方法。

(3) 机械制图。介绍识读和绘制机械图样的规则和方法。

制图课是一门既有理论又有较强实践性的技术基础课, 课程内容需要通过看图和画图的实践才能掌握。学习时, 要认真听课, 在掌握基本理论、基本方法和严格遵守“国标”有关规定的基础上, 运用图物转化规律、多看、多画、反复练习, 通过认真完成一系列制图作业来逐步培养学生的空间想象能力, 使其识读和绘制图样的能力得以不断提高。

三、我国工程图发展简介

制图是研究工程图样的一门科学, 同其他科学一样, 是劳动人民在长期生产实践中, 创造和发展起来的。制图随着生产的发展而发展, 反过来又促进生产的发展。我国古代由于水利工程、房屋施工和宫廷建筑的需要, 很早就创造了以平面图形来表示空间物体形状的方法。秦汉以来, 历代就已开始根据图样建造宫室。可见我国古代在建筑制图方面已有了相当的成就。北宋时期李诫所著的《营造法式》一书中记载的图样如图 0-3 所示, 已与近代的正投影图十分相近。明代宋应星所著的《天工开物》一书中, 也有许多表示机械形状和构造的图样。

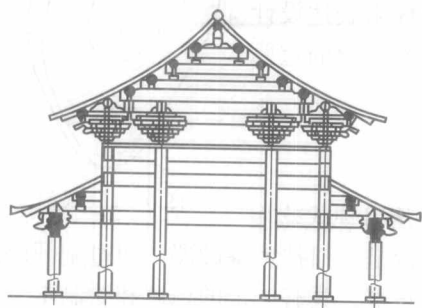


图 0-3 殿堂侧面图

从很多历史资料可以看出, 我国古代在制图学方面有着光辉的成就。但从鸦片战争至新中国建立前, 由于我国长期处于半封建半殖民地的状况, 制图标准非常混乱, 工业生产处于十分落后的境地。

新中国建立后, 科学技术发展迅速, 制图标准也得到相应的发展。国家科委于 1959 年颁布了国家标准《机械制图》供设计和生产部门共同遵守, 从此结束了新中国建立前遗留下来的机械制图标准混乱的局面。多年来, 为了适应国内生产技术和国际间科学技术交流的需要, 国家标准计量局曾对制图标准进行了多次修订, 现在执行的是国家质量监督检验检疫总局发布的制图系列最新国家标准。

制图的基本知识

图样是产品从市场调研、方案确定、设计制造、检测安装、使用到维修整个过程中必不可少的技术资料,也是工程界的技术语言,是指导现代化生产的重要技术文件。为了便于生产、管理和交流,必须对图样的画法、尺寸注法、所用代号等方面作统一的规定。这些规定统一由国家制订和颁布实施。国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程技术界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。

国家标准的代号以 GB 打头,例如 GB 4457.4—2002,其中 GB 为“国家”、“标准”两词的汉语拼音第一个字母,4457.4 为标准的编号,2002 表示该标准是 2002 年颁布的。

第一节 国家标准《机械制图》基本规定

本节将简要介绍国家标准对图纸幅面、格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

(一) 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用如表 1-1 所示的基本幅面。图幅代号分为 A0、A1、A2、A3 和 A4 五种。必要时,也允许选用国家标准中所规定的加长幅面,这时幅面尺寸按基本幅面的短边成整数倍增加。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

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				

(二) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框分为留有装订边和不留装订边两种格式,分别如

图 1-1 和图 1-2 所示。但同一种产品的图样应该采用同一种格式。

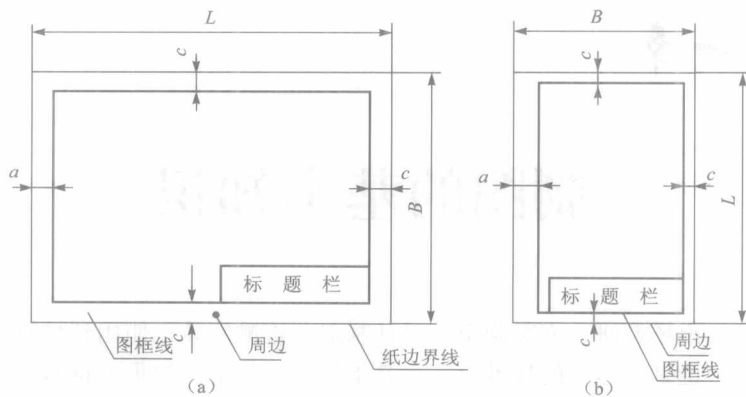


图 1-1 留装订边的图框格式

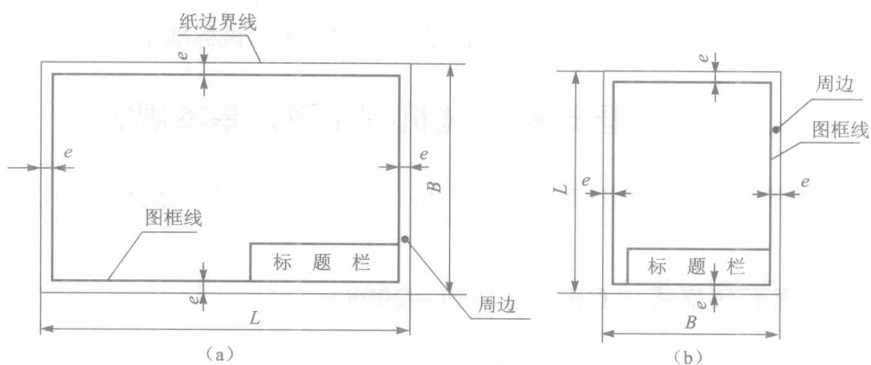


图 1-2 不留装订边的图框格式

(三) 标题栏的格式 (GB/T 10609.1—2008)

每张图样中均应有标题栏, 应按照 GB/T 14689—2008 中所规定的位置配置, 其格式如图 1-3 所示, 此时, 看图的方向与标题栏的方向一致。由于近年来第三角画法的广泛使用, 标题栏新增了投影符号 (标题栏右下角), 第一角画法或第三角画法的投影识别见图 1-4, 如采用第一角画法时, 可以省略标注。如图 1-5 所示为学生在制图作业中采用的简化标题栏。

(四) 附加符号

1. 对中符号

为了使图样在复制和缩微摄影时定位方便, 对基本幅面和部分加长幅面的图纸, 均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号, 如图 1-6 (a)、(b) 所示。对中符号用粗实线绘制, 线宽不小于 0.5 mm, 长度从纸边界开始伸入图框内约 5 mm。

2. 方向符号

当使用预先印制的图纸时,为明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-6 (a) (b) 所示,其画法如图 1-7 所示。

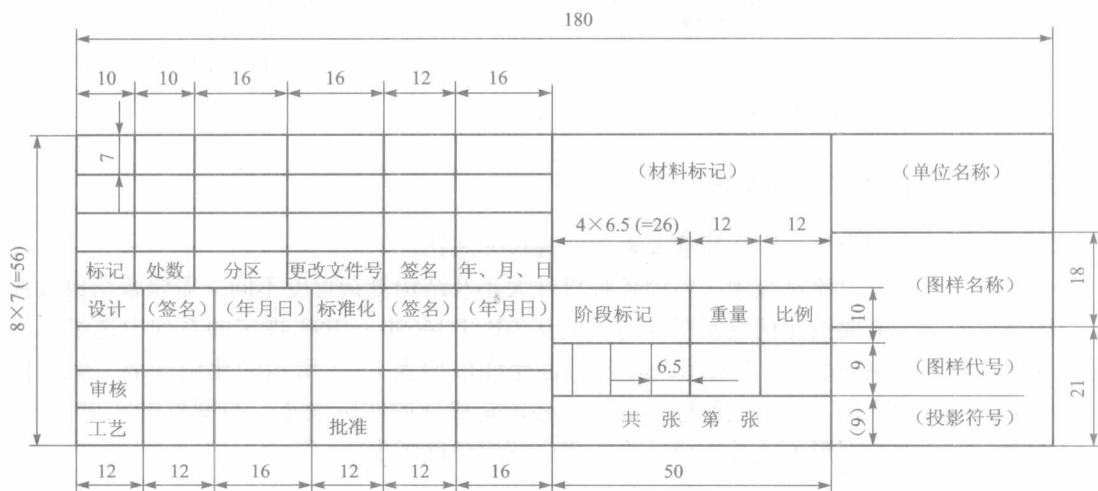


图 1-3 标题栏的标准格式和尺寸



图 1-4 第一角画法和第三角画法的投影识别符号

(a) 第一角画法的投影识别符号; (b) 第三角画法的投影识别符号

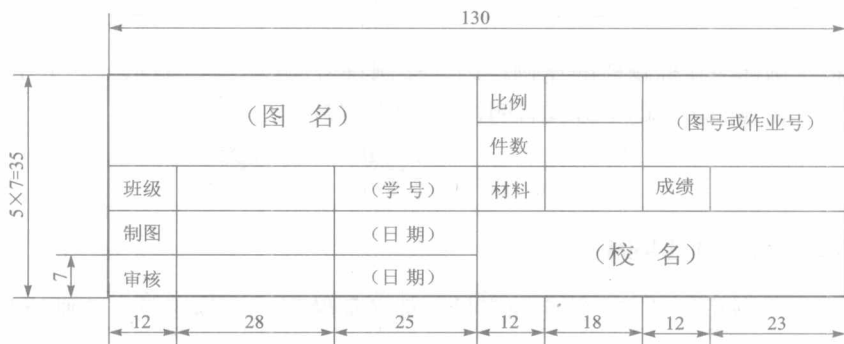
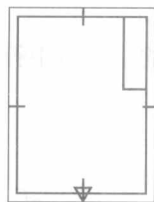
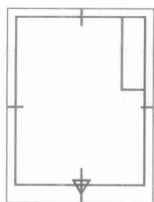


图 1-5 制图作业中使用的简化标题栏格式



(a)



(b)

图 1-6 对中符号和方向符号

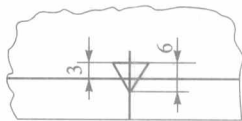


图 1-7 方向符号的画法

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

应尽可能采用原值比例画图,但因各种机件大小及结构复杂程度不同,需要采用放大或缩小比例来绘图。需要按比例绘制图样时,应从 GB/T 14690—1993 规定的系列中选取适当的比例,规定的比例如表 1-2 所示,必要时也允许按如表 1-3 所示的比例选取。但要注意,无论采用哪种比例,图形上所标注的尺寸必须是机件的实际大小,与图形的比例无关。还应注意,带角度的图形不论放大或缩小,仍应照原角度画出。

表 1-2 规定的比例 (一)

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$

表 1-3 规定的比例 (二)

种 类	比 例
放大比例	2.5:1 4:1 $2.5 \times 10^n:1$ $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

一般应将比例标注在标题栏的比例栏内。比例符号应以“:”表示,如 1:1, 1:5, 2:1 等。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{I}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \frac{\text{平面图}}{1:100}$$

三、字体 (GB/T 14691—1993)

(1) 在图样中书写的汉字、数字和字母,都必须做到“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)的公称尺寸系列(单位为 mm)为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。字体号数代表字体的高度。

(3) 汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(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, 只允许一种型式的字体。

(5) 数字和字母可以写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。汉字只能使用直体。汉字、数字和字母的示例如图 1-8 所示。

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7号	横平竖直 起落有锋 结构均匀 填满方格
	5号	机械制图石油化工电子航天航空工程材料桥梁焊接工艺
	3.5号	螺纹齿轮锻造加工学习建设经济技术职业学院等份圆拉口图像制作示例
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</i>
	正体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-8 长仿宋体汉字、字母和数字示例

四、图线及其画法 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

1. 线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形, 可以是直线或曲线、也可以是连续线或不连续线。如表 1-4 所示为国家标准中规定的几种基本线型的名称、形式、宽度及其应用, 图线的一般应用示例如图 1-9 所示。

表 1-4 图线及其应用

名称	型 式	宽度	主 要 用 途
粗实线		d	表示可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	表示尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线、过渡线
波浪线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线

续表

名称	型 式	宽度	主 要 用 途
双折线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	表示不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	表示轴线、圆中心线、对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	表示相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

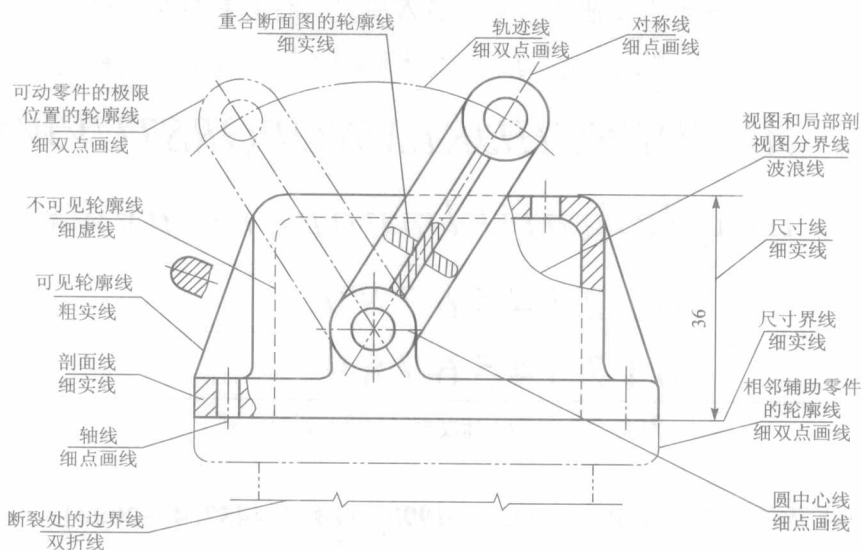


图 1-9 图线及其应用示例

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择, 细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列 (单位为 mm) 为 0.13 、 0.18 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 和 2 。

3. 图线画法

画图线时应注意以下几个问题:

(1) 在同一张图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 其长度可根据实际需要确定。

(2) 点画线和双点画线的首末两端一般应该是线而不是点, 且应该超出图形 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

图线之间相交、相切时都应以线段相交或相切。

- (3) 在较小的图形上画点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。
- (4) 若各种图线重合, 应按粗实线、虚线、点画线的先后顺序选用线型。
- (5) 当虚线是粗实线的延长线时, 虚线与粗实线的分界处应留出空隙, 如图 1-10 所示。

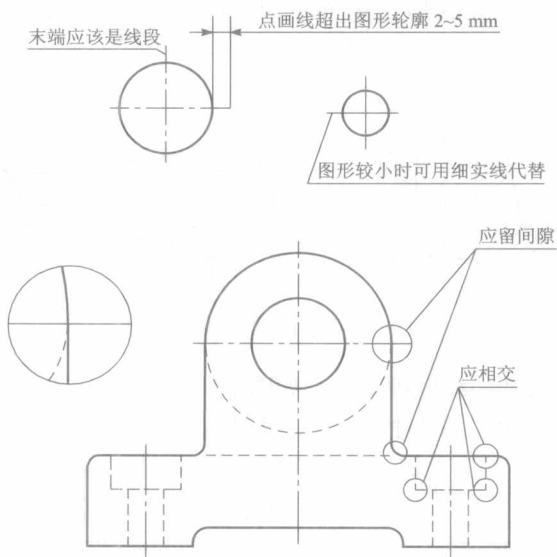


图 1-10 图线画法

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996)

在图样中, 除了要表达机件的结构形状外, 还需要标注尺寸, 以确定机件的大小。

(一) 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 为单位时, 不需要标注计量单位的代号和名称; 采用其他单位时, 则应注明相应的单位符号, 如米、千克应写成 m、kg 等。
- (3) 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。
- (4) 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。

(二) 尺寸的组成

图样中标注的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线 (包括箭头) 和尺寸数字 (包括符号) 组成, 如图 1-11 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线用来表示所注尺寸的范围。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, 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜, 并需超出尺寸线末端约 2 mm, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

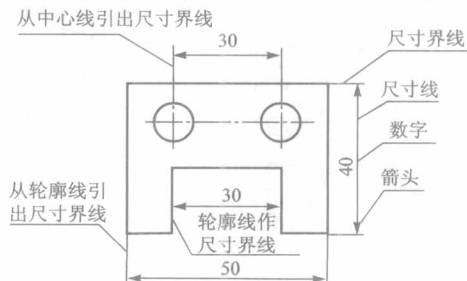


图 1-11 尺寸的组成