

绪 论

一、图样及其用途

在工程技术领域，根据投影原理及国家标准有关规定绘制的、能准确反映被表达对象的形状、大小及它们在施工或制造中所需要的若干技术要求的资料称为工程图样，简称图样。

不同性质的生产部门，对图样有不同的要求，它们的名称也不一样，如机械图样、建筑图样、水利工程图样等。图样是现代化生产中重要的技术文件，设计者用它表达设计思想，生产者以它为依据加工产品，技术同行之间用它进行技术思想交流。可以说，图样是工程界人们表达设计意图和交流技术思想的一种特殊工具——工程语言。

机械图样是机械行业中设计、制造、检验、装配产品的依据。对工科学生而言，学好机械制图这门“工程语言”，既是学好后续课程的基础，也是将来作为工程技术人员应具备的基本能力之一。

二、本课程的主要内容和基本要求

1. 本课程的主要内容

本课程的主要内容包括：制图基本知识 with 技能、正投影基本原理、机件的表达方法、零件图和装配图的绘制与识读、展开图的画法、焊接图的画法等。

2. 本课程的基本要求

- (1) 掌握绘图工具和仪器的正确使用方法，具有较高的绘图能力和技巧。
- (2) 掌握正投影原理和基本作图方法。
- (3) 能绘制出中等复杂程度的、符合国家标准规定的零件图和装配图。
- (4) 培养和发展学生的空间想象力和分析能力。
- (5) 培养学生耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度和高度的责任感。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是工科院校中一门实践性较强的技术基础课。因此，在本课程的学习过程中，不仅要很好地掌握投影理论和基本概念，而且还要认真学习国家标准，通过不断绘图和读图的实践，逐步提高空间想象能力和增强工程意识。学习时应该注意：

(1) 认真学习基本理论知识。牢固掌握投影原理和图示方法，透彻理解基本概念，还要不断地由物画图，由图想物，多想、多画、多看，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。

(2) 完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证，必须高度重视。做作业和习题时，要善于分析已知条件，明确做题要求，按照正确的方法、步骤作图，养成正确使用绘图仪器和工具的习惯，逐步熟练并提高水平。

(3) 熟悉制图的基本知识，严格遵守《机械制图》等有关国家标准，学会查阅有关手册，培养认真负责的工作态度和踏实的工作作风。

四、我国工程图学的发展简史

工程图学也和其他学科一样，是在长期的社会生产劳动中不断总结发展起来的，是伴随着机械制造、建筑工程等学科的发展而发展的。我国是世界文明古国之一，在工程图学方面有着悠久的历史。

早在三千年前的春秋战国时代的技术著作《周礼考工记》中，就已有了关于“规、矩、绳、墨、悬、水”等绘图及测绘工具的记载。两千年前的数学名著《周髀算经》中，也有关于勾股弦和方圆相切的几何作图问题的记载。宋代建筑家李诫所著《营造法式》中，不仅记载了我国传统使用的轴测图，而且还大量采用平面图、立体图、透视图等，对建筑图样的规格、营造技术、工料估算等阐述详尽，堪称世界之最。明代宋应星所著《天工开物》中的大量图例正确运用了轴测图表示工程结构。明末成书的《武备志》(公元1640年)中的“九尾战车”图，不仅有外形图，而且还有各个零件的零件图。清代程大为所著《算法统筹》一书中，有“丈量步车”的装配图和零件图。这些资料都表明我们的祖先在工程图学方面有过杰出的创造和伟大的成就，但在新中国成立前由于半殖民地半封建的统治，致使我国工程图学的发展长期停滞不前，制图标准和制图方法异常混乱。

新中国成立后，随着生产的恢复和科学技术的发展，国家十分重视工程图学的发展。1957年，我国颁布了国家标准《机械制图》，并于1970年、1974年、1984年重新修订了《机械制图》国家标准。进入20世纪90年代之后，为了与国际接轨，我国先后颁布了《技术制图》与《机械制图》国家标准。随着我国加入世界贸易组织(WTO)，2008年，国家标准委员会对《技术制图》与《机械制图》国家标准进行了修订和完善，进一步向国际标准化组织(ISO)标准靠拢，这标志着我国的工程图学进入了崭新的发展阶段。

20 世纪 40 年代发明了电子计算机，之后出现了平台式绘图机。随着科学技术发展的突飞猛进，计算机得到了广泛的应用，特别是以计算机图形学为基础的计算机辅助设计（Computer Aided Design，CAD）技术推动了所有工业领域的设计革命。计算机辅助绘图（Computer Aided Drawing）将逐步以其高精度、高效率、高智能化取代传统仪器的手工绘图，同时随着科学技术的进一步提高，工程图学在图学理论、图学应用、图学教育、计算机图学、制图技术和制图标准等方面必将得到更快的发展。

模块一 制图基础

本模块主要介绍国家标准（简称国标）中与机械制图有关的一些基础知识，如图线、比例、尺寸注法等；介绍绘图工具及其使用方法、平面图形的分析及绘制方法步骤等基本知识和技能；介绍正投影的基本方法，为机械制图在投影能力（画图能力）和立体概念（读图能力）两方面奠定基础。

任务一 图线、比例及尺寸注法

【任务目标】

- （1）熟悉国家标准“图纸幅面及格式、字体、图线、比例及尺寸注法”的基本规定，并能正确书写尺寸，正确应用图线、标注比例。
- （2）严格遵守《机械制图》国家标准的各项基本规定。
- （3）掌握尺寸标注的基本规则，能正确、完整地注写常用尺寸。

课题一 机械制图的一般规定

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

（一）图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1.1.1 规定的基本幅面尺寸。必要时允许加长幅面，但应按基本幅面的短边成整数倍增加。各种基本幅面和加长幅面如图 1.1.1 所示。

加长后幅面代号记作：基本幅面代号×倍数。如 A3×3，即图纸尺寸为 420×891。基本幅

面图纸中，A0幅面为 1 m^2 ，长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍。其余关系如图 1.1.1 所示。

表 1.1.1 基本幅面尺寸

mm

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

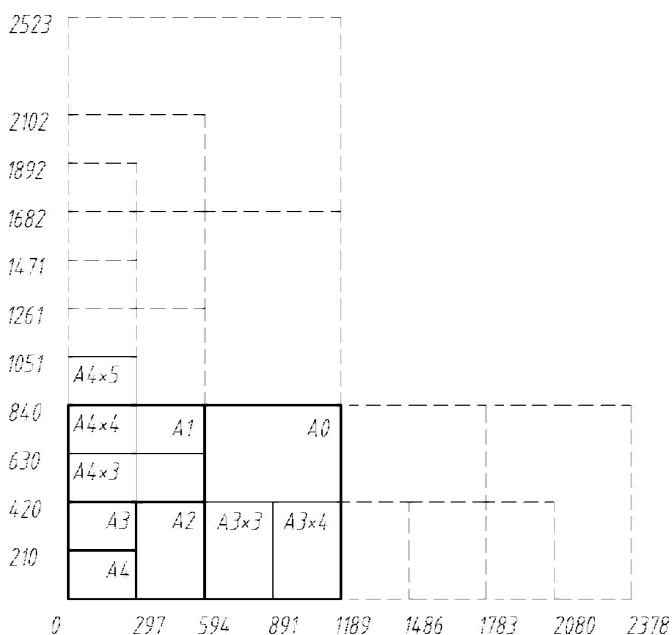


图 1.1.1 基本幅面与加长幅面

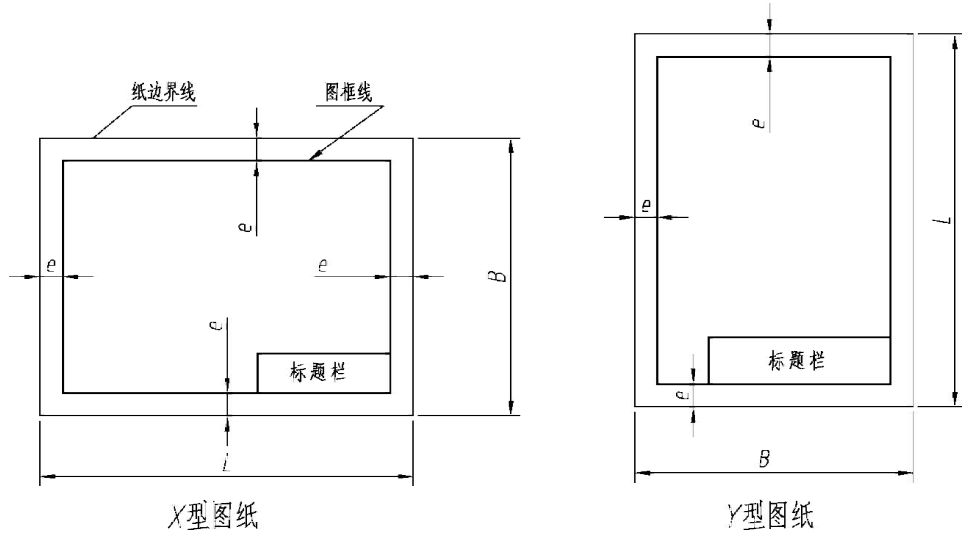
(二) 图框格式及尺寸

无论图纸是否装订，均应在图纸上用粗实线画出图框。图框有不留装订边和留有装订边两种格式。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。图框格式如图 1.1.2 所示，尺寸按表 1.1.1 的规定画出。

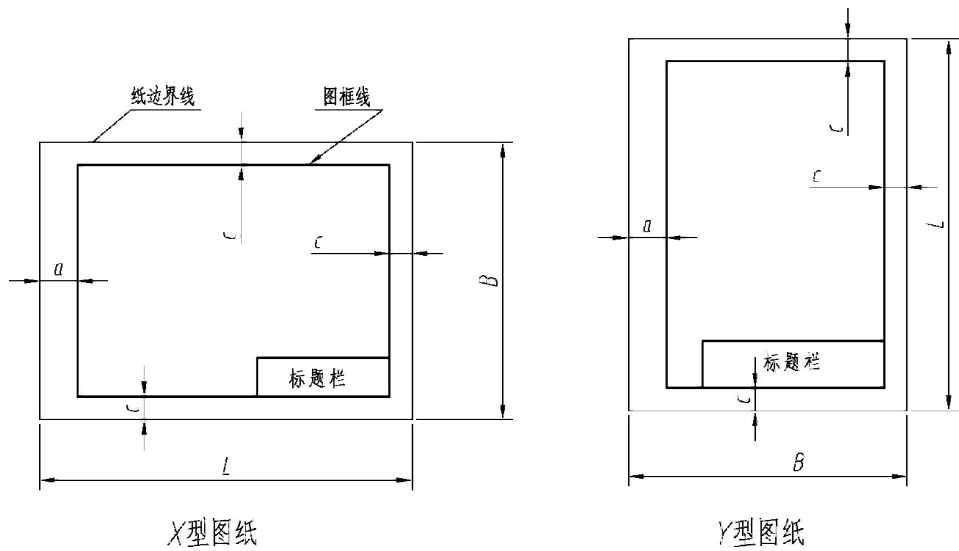
图纸可横放或竖放，一般采用 A4 竖放或 A3 横放。

(三) 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

为使绘制的图样便于管理及查阅，每张图样都必须有标题栏，如图 1.1.3 所示。标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，标准规定了两种标题栏分区形式，如图 1.1.3 (a)、(b) 所示，推荐使用第一种形式。图 1.1.4 是第一种形式的标题栏格式。

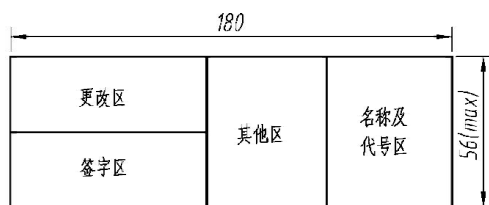


(a) 不留装订边



(b) 留有装订边

图 1.1.2 图框格式及标题栏位置



(a)



(b)

图 1.1.3 标题栏分区

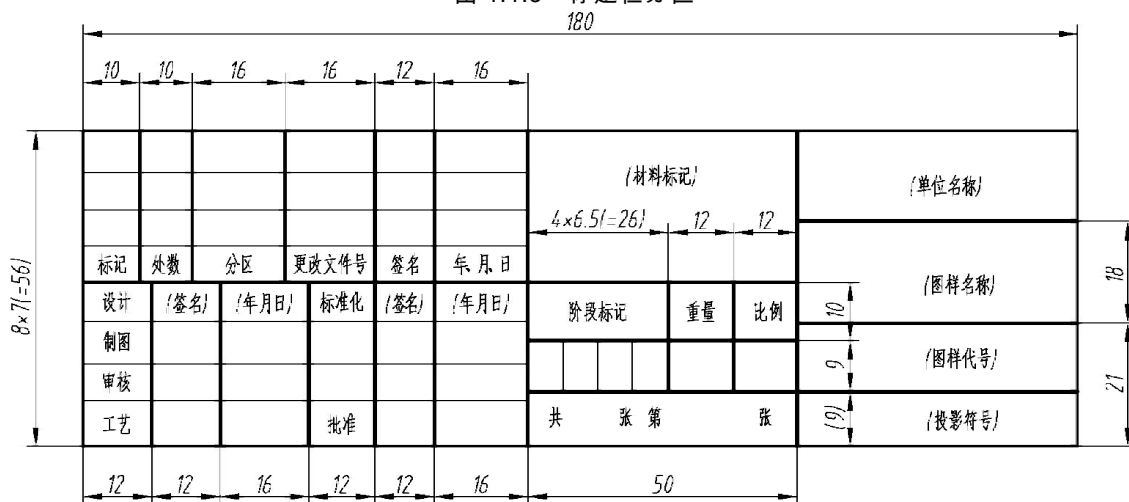


图 1.1.4 标题栏格式

通常，看图的方向应与标题栏的方向一致。

(四) 对中符号和方向符号

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm，

如图 1.1.5 所示。

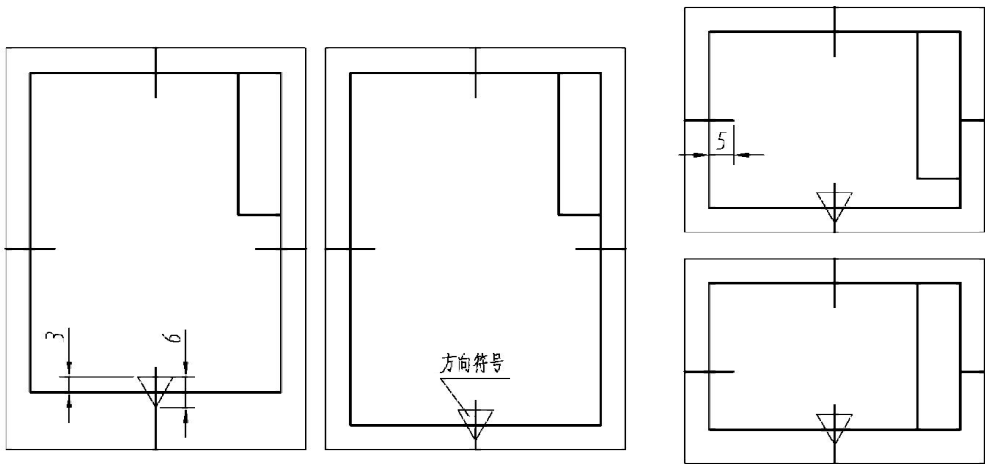


图 1.1.5 对中符号及方向符号

当标题栏不是看图方向时，为了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，方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1.1.5 所示。

(五) 投影识别符号

第一角画法和第三角画法的投影识别符号如图 1.1.6 所示，一般放在标题栏中。如采用第一角画法时，可以省略标注。



图 1.1.6 投影识别符号

二、字体 (GB/T 14691—1993)

书写汉字、数字、字母必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(一) 汉字

图样上的汉字应采用长仿宋体字，字的大小应按字号的规定，字体的号数代表字体的高度。字体高度尺寸 (h) 有：1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

汉字的高度 (h) 不应小于 3.5 mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图 1.1.7 是长仿宋体汉字示例。

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 汽车土木 建筑矿山 港口航船 纺织服装

图 1.1.7 长仿宋体汉字示例

长仿宋体汉字书写特点：横平竖直、起落有锋、结构匀称、粗细一致、清楚美观。

(二) 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽为 $h/10$ 。字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。我国采用 B 型字体。图 1.1.8 是字母和数字书写示例。

用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字和字母，一般应采用小一号字体。图 1.1.9 是字体书写综合示例。

10号字

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

7号字

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

5号字

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

3.5号字

0123456789 0123456789

图 1.1.8 字母和数字书写示例

ISO 2005 Part 5 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 10^3 1:2000 58kg
GB/T 14691—1993 $m=14$ $z=28$ 55° $\frac{3}{4}$
HT200 20Mn $\phi 50 \frac{H9}{f8}$ $\phi 50h6$
R30 T_d t2 机械制图

图 1.1.9 字体书写综合示例

注意：在工程图样上填写标题栏、明细表和技术要求等栏目时，要按国标要求书写长仿宋体的汉字(书写汉字字号不能 < 3.5 mm)，材料牌号、尺寸数字等西文字符，要按 GB/T 14691 字体书写。

练习字体的方法：

- (1) 用 H 或 HB 型铅笔写字，将铅笔修理成圆锥形，笔尖不要太尖或太秃。
- (2) 字体的笔画宜直不宜曲，起笔和收笔不要追求刀刻效果，要大方、简洁。
- (3) 字体的结构力求匀称、饱满，笔画分割的空白分布均匀。

课题二 图线 (GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 17450—1998)

为了适应生产的需要，便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行，使制图规格和方法统一，在绘制图样时，必须掌握和遵守国家标准有关图样的基本规定。

一、图线形式及应用

绘制图样时，所采用的各种线型及应用都应符合国标规定。《技术制图》的图线共有 15 种，表 1.1.2 中列出的是机械设计制图中所使用的 9 种线型 (GB/T 4457.4—2002)。常用图线应用示例如图 1.1.10 ~ 1.1.13 所示，图线应用正误对比示例如图 1.1.14 所示。

表 1.1.2 《机械制图》图线形式及应用 (GB/T 4457.4—2002)

代 码	图线名称	图线形式	线宽	一般应用	
基 本 线 型	01.2	粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺 纹牙顶线、齿顶圆 (线)、剖切符号用线等
	01.1	细实线		$0.5d$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、 剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、 齿根线等
	02.1	细虚线		$0.5d$	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		$0.5d$	轴线、对称中心线、分度圆 (线)、剖切 线、孔系分布的中心线
	04.2	粗点画线		d	限定范围表示线
	05.1	细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极 限位置轮廓线、剖切面前结构的轮廓线、 轨迹线、中断线
	01.1.21	波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
	01.1.22	双折线		$0.5d$	断裂处的边界线

注：表中代码根据 GB/T 17450 给出。

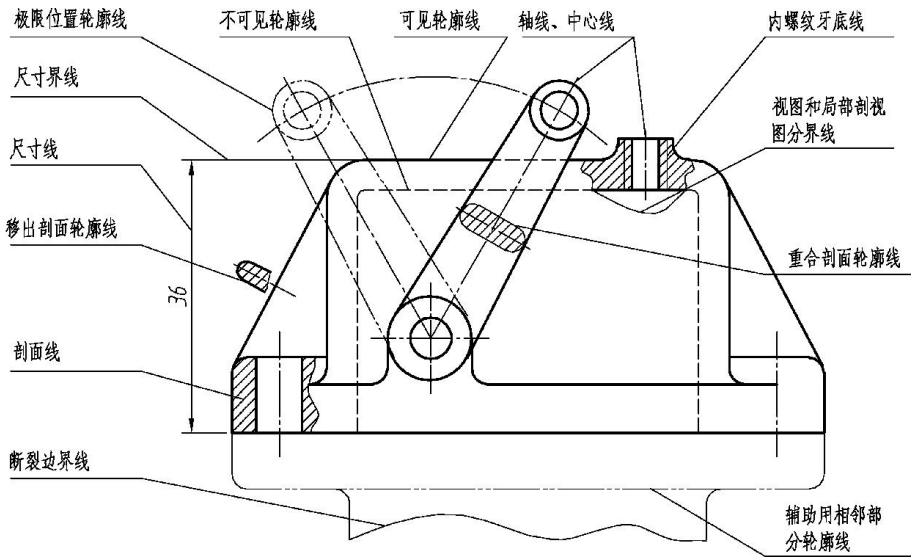


图 1.1.10 图线应用示例

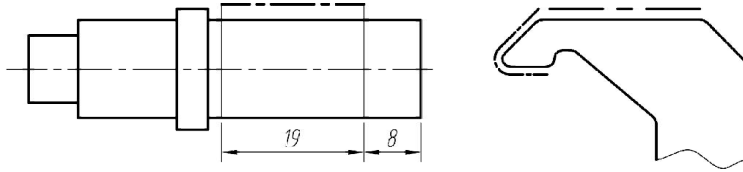
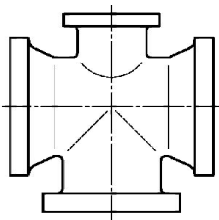
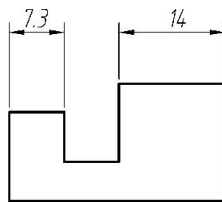


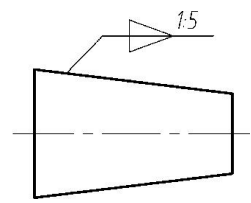
图 1.1.11 粗点画线的应用 (热处理表面的范围)



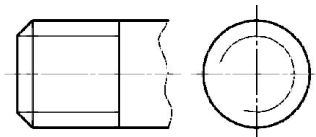
(a) 过渡线



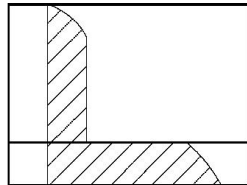
(b) 尺寸线与尺寸界线



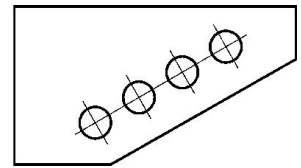
(c) 指引线和基准线



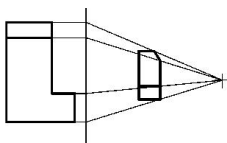
(d) 螺纹牙底线



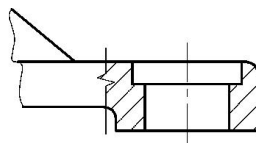
(e) 重合断面轮廓线



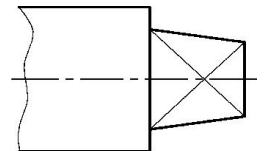
(f) 短中心线



(g) 投影线



(h) 断裂处分界线及视图与剖视图的分界线



(i) 表示平面的对角线

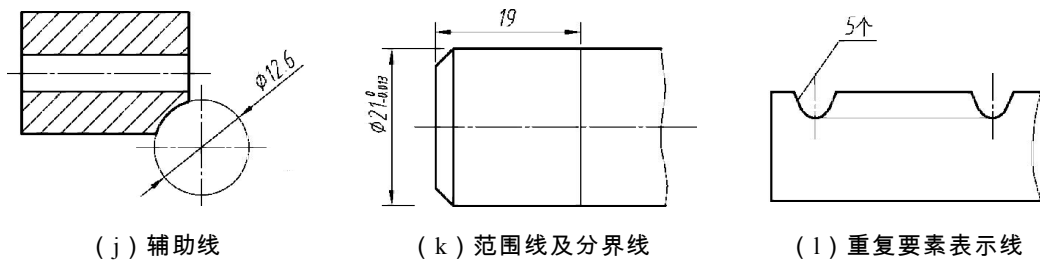
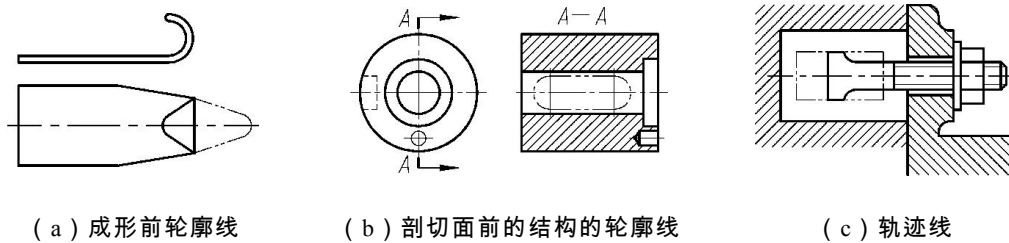


图 1.1.12 细实线的应用

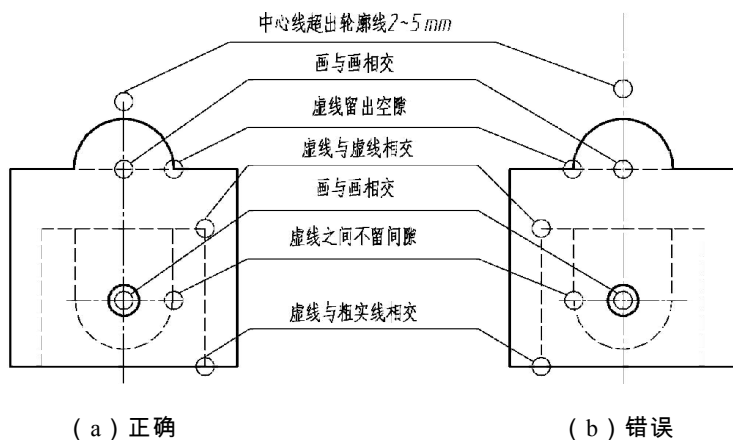


(d) 毛坯图中制成品的轮廓线

(e) 特定区域线

(f) 延伸公差带表示线

图 1.1.13 细双点画线的应用



(a) 正确

(b) 错误

图 1.1.14 图线正误对比

在机械图样中，图线采用粗、细两种线宽。粗线的宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度选取。图线的宽度推荐系列有：0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、

2 mm，一般取 $d = 0.5 \sim 0.7$ mm。粗、细两种线宽的比例为 2:1。

二、绘制图线时的注意事项

(1) 同一张图样，同类图线的宽度应一致。细虚线、细点画线及细双点画线的长度和间隔应大致相等。

(2) 除非另有规定，两条平行线（包括剖面线）的间隙不宜小于其粗实线的宽度，且不宜小于 0.7 mm。

(3) 点画线、虚线相交或与其他图线相交时，都应在线段处相交，不应在空隙或短画处相交。点画线、双点画线的首尾两端应是线段，而不是“点”。当虚线成为实线的延长线时，在虚、实线的连接处应留出空隙。

(4) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断处的细双点画线，应超出轮廓线 2~5 mm。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。