

# 绪 论

## 一、本课程的性质、任务和主要内容

工程技术人员要表达其设计思想仅仅用语言是不够的，必须使用工程图样。以图形为主的工程图样是工程设计、制造与施工、维护过程中用来构思、表达与传递设计思想的主要载体与工具，所以“工程图样是工程界的共同语言”，是工程技术部门必不可少的技术文件。

将工程上的物体按照一定的投影方法（一般为正投影法）技术规定等表达在图纸上的图形和技术要求称为工程图样。机械制图是工程图样中的一部分，机械制图是专门研究机器及其零、部件的绘图与读图方法，是一门技术基础课。其主要任务是：

（1）学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及应用，为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。

（2）培养和发展空间与形象思维、图形思维能力，分析能力和表达能力，形体构思能力。

（3）培养绘制和阅读工程图样（一般机械零件图、装配图）的基本能力与标准化意识。

（4）熟练使用仪器、徒手、计算机绘制各种工程图样的技能与方法。

（5）初步建立一般机械零、部件的结构与制造的知识、技术要求等，培养学生基本工程素质。

（6）在教学过程中要培养学生耐心细致的工作作风，严肃认真的工作态度；有意识地培养学生的自学能力和审美能力。

本课程学习的知识、培养的能力和工作态度与作风对每一个工程技术人员来讲都是非常重要的，是一个工程技术人员最基本的素质体现，当然本课程的学习与培养是初步和基础的，需在后续课程的学习与应用中进一步得到提高与加强。

本书主要内容包括以下几个方面：

（1）研究在二维平面上表示三维空间几何元素和形体的各种方法论即图示法，了解在二维平面上图解三维空间几何问题的图解法。

（2）学习正确的制图方法和国家标准中有关制图的基本规定。

（3）研究一般机器设备的零件图和部件图的绘制与阅读理论、方法。

（4）学习掌握使用仪器、徒手、计算机绘制各种工程图样的技能与方法。

以上四个方面的内容在本教材中以分散、独立、集中等多种形式体现在各部分教学内容中，编写思路采用由简到繁、由易到难、由浅到深、循序渐进的方法，让学生逐步掌握。本教材适用学时 48~120（参考学时）。

## 二、本课程学习方法与要求

该课程是工程类学生接触的第一门工程课程，最终目标是培养学生的读图画图、空间想

象及构思能力，由于工程问题复杂且枯燥，激发学生学习的主动性与自觉性、提高学习兴趣是关键。因此，要学好本门课程，必须正确地处理以下 3 个问题：

该课程关键问题之一是空间的转换，即从二维平面（投影）到三维空间（立体或机器）的相互转换，在学习过程中应该把空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合，不断地问自己“空间是什么？投影是什么？什么作图方法能保证所作的空间几何元素和形体的形状、空间位置确定？这样作图表达的空间是什么？”即首先根据投影图分析空间状态，找出空间解决问题的方法与步骤，再找出投影作图的方法与步骤。没有空间就没有作图，没有正确的作图方法、不理解各种作图方法的空间含义，就不能正确地在平面上图示空间几何元素与形体。

该课程关键问题之二是在绘图实践过程中必须遵守国家标准规范，如图线、字体、比例、尺寸标注、图样画法等国家标准都有明确的规定与要求，因此要加强标准化意识和对国家标准的学习，同时用到一些手工绘图工具和设计绘图软件，在学习的过程中，掌握正确的使用方法和技能。所以要严肃认真地做好每次的作业，循序渐进地在实践中逐步掌握与提高。

对初学者来说，该课程关键问题之三是建立初步的工程意识，即对零部件结构、机械制造的一些基础知识的认识与了解，在学习过程中除学习好相关课程外，要坚持理论联系实际的风气，不断与工程实践相结合，在实践中得到认识与提高。

# 第 1 章

## 制图的基本知识与技能

本章主要介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等的基本规定，它是工程技术人员必须遵循的标准。同时介绍常用绘图工具的使用方法、常用几何作图方法及平面图形作图方法与步骤，以及徒手绘图的基本方法与技巧。

### 1.1 制图的基本规定

图样是设计和制造产品过程中最基本的技术文件，是工程界交流技术思想的语言。国家标准《技术制图》《机械制图》是我国颁布的一系列关于绘制、识读图样的重要技术标准，对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法和图样画法等都做了统一规定。

机械制图国标中的每个标准均有专用代号。例如 GB/T 14689—2008，这里“GB”是国家标准代号，是“国标”汉语拼音的缩写；“T”表示推荐性标准；14689 为该标准的编号；一字线后面的 2008 表示该标准是 2008 年颁布实施的，如果不写年代，表示是最新颁布实施的国家标准。

#### 1.1.1 图纸幅面和标题栏

##### 1. 图纸幅面

图纸幅面指图纸的宽度与长度组成的图面的大小；绘制技术图样时所采用的图纸幅面应符合国家标准 GB/T 14689—2008 规定的图纸幅面。绘制技术图样时，应优先采用表 1.1 中规

表 1.1 图纸基本幅面尺寸（第一选择）

单位：mm

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

定的图纸基本幅面。必要时也允许选用表 1.2 和表 1.3 所规定的加长幅面。如图 1.1 所示，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边呈整数倍增加后得出的。图 1.1 中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线所示为表 1.2 所规定的加长幅面（第二选择）；细虚线所示为表 1.3 所规定的加长幅面（第三选择）。

表 1.2 图纸加长幅面尺寸（第二选择）

单位：mm

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
尺寸 (B × L)	420 × 891	420 × 1 189	297 × 630	297 × 841	297 × 1 051

表 1.3 图纸加长幅面尺寸（第三选择）

单位：mm

幅面代号	尺寸 (B × L)	幅面代号	尺寸 (B × L)
A0 × 2	1 189 × 1 682	A3 × 5	420 × 1 486
A0 × 3	1 189 × 2 523	A3 × 6	420 × 1 783
A1 × 3	841 × 1 783	A3 × 7	420 × 2 080
A1 × 4	841 × 2 378	A4 × 6	297 × 1 261
A2 × 3	594 × 1 261	A4 × 7	297 × 1 471
A2 × 4	594 × 1 682	A4 × 8	297 × 1 682
A2 × 5	594 × 2 102	A4 × 9	297 × 1 892

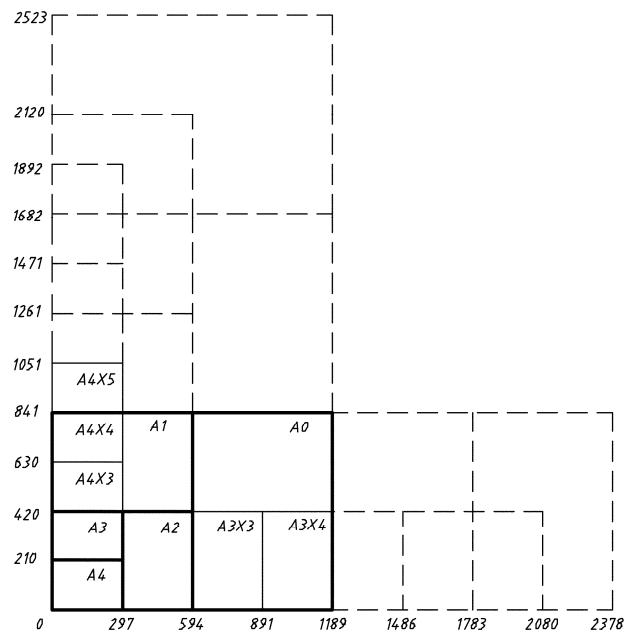


图 1.1 图纸的幅面尺寸

## 2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为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同一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1.2 所示，尺寸按表 1.1 中的规定。

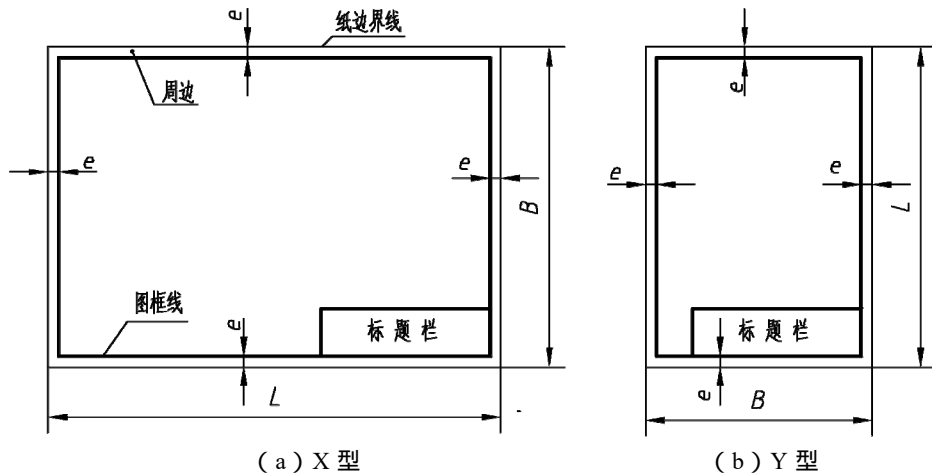


图 1.2 无装订边图纸的图框格式

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1.3 所示，尺寸按表 1.1 中的规定。

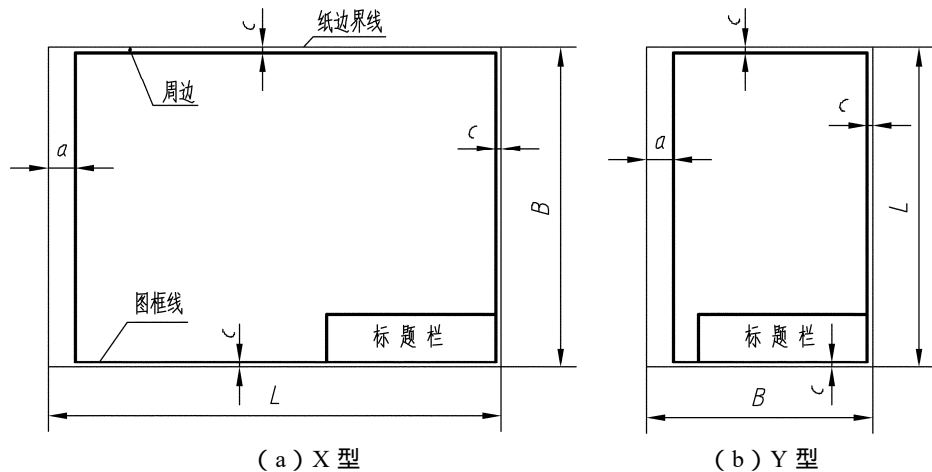


图 1.3 有装订边图纸的图框格式

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如，A2×3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即  $e$  为 20 (或  $c$  为 10)，而 A3×4 的图框尺寸，按 A2 的图框尺寸确定，即  $e$  为 10 (或  $c$  为 10)。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对表 1.1 和表 1.2 所列的各号图纸，均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。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 1.4 (a) 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1.4 (b) 所示。

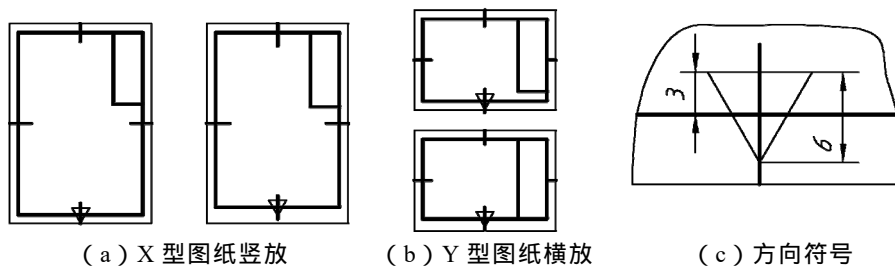


图 1.4 对中符号和方向符号

### 3. 标题栏

国家标准 GB/T 10609.1—2008 对标题栏的填写内容、尺寸与格式都做了明确规定，如图 1.5 所示。每张图纸都必须有标题栏，用来说明图样的名称、图号、零件材料、设计单位及有关人员的签名等内容。标题栏应位于图纸的右下角。

为简便起见，在制图作业练习中可对标题栏进行简化，具体格式由学校自定，如图 1.6 所示的格式可供参考。

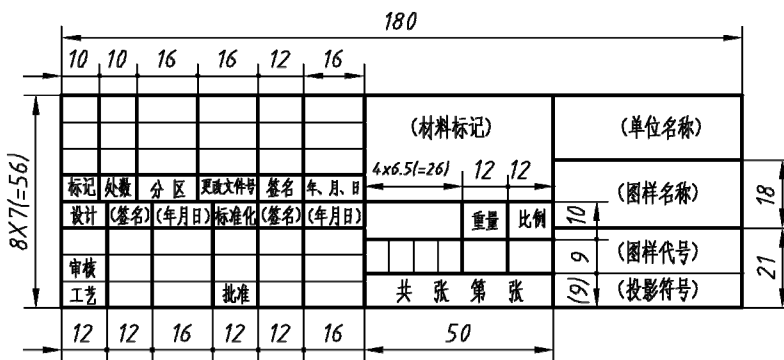


图 1.5 国标中的标题栏格式

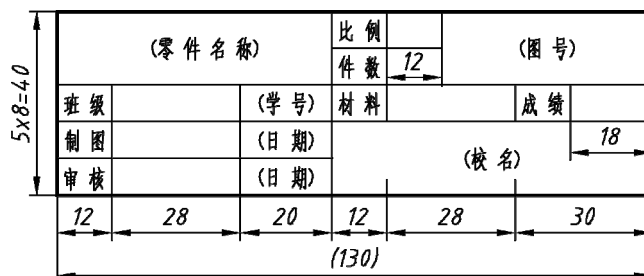


图 1.6 学习用标题栏格式

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1.2 (a) 图 1.3 (a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1.2 (b) 图 1.3 (b) 所示。上述两种情况下，看图方向与看标题栏方向一致。

有时，为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1.4 (a) (b) 所示，此时应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号（用细实线绘制的等边三角形），如图 1.4 (c) 所示，表明看图方向。

### 1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。

比例分为三种:比值为1的比例称为原值比例,即1:1;比值大于1的比例称为放大比例,如2:1等;比值小于1的比例称为缩小比例,如1:2等。

每张图纸都要注出所画图形采用的比例。绘图时应优先由表1.4规定的系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表1.5中的比例。尽量采用1:1的比例。

表 1.4 绘图比例(一)

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, $1:2 \times 10^n$ , $1:5 \times 10^n$ , $1:1 \times 10^n$

注:n为正整数。

表 1.5 绘图比例(二)

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

注:n为正整数。

比例符号应以“ ”表示,如1:1、1:2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下方或右侧标注。

### 1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

字体指的是图样中文字、字母和数字的书写形式。

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、填写标题栏、技术要求等。

GB/T 14691—1993规定了图样上和技术文件中所用汉字、数字、字母的字体和规格,并且要求书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度( $h$ )的公称尺寸系列为:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如需更大字体,字高应按照 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数,如3.5号字,表示字高为3.5 mm。

#### 1. 汉 字

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,其字宽约为字高的 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字示例如图1.7所示。

# 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

(a) 10号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

(b) 7号字

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

(c) 5号字

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

(d) 3.5号字

图 1.7 长仿宋体汉字示例

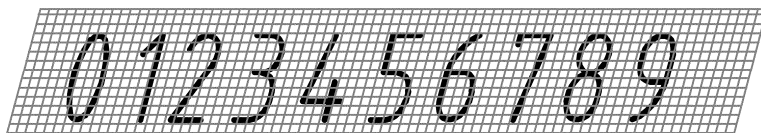
汉字的基本笔画为点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾 8 种，长仿宋体汉字的书写要领是横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

## 2. 数字和字母

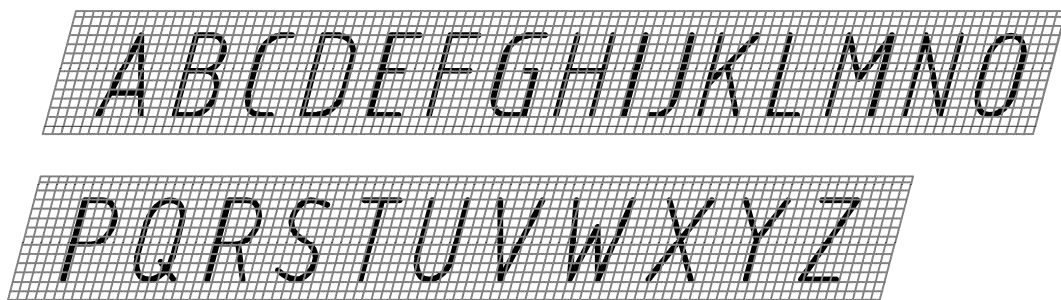
字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 ( $d$ ) 为字高的  $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度 ( $d$ ) 为字高的  $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可以写成斜体和直体，常用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$  角。

拉丁字母和罗马数字示例如图 1.8 所示。

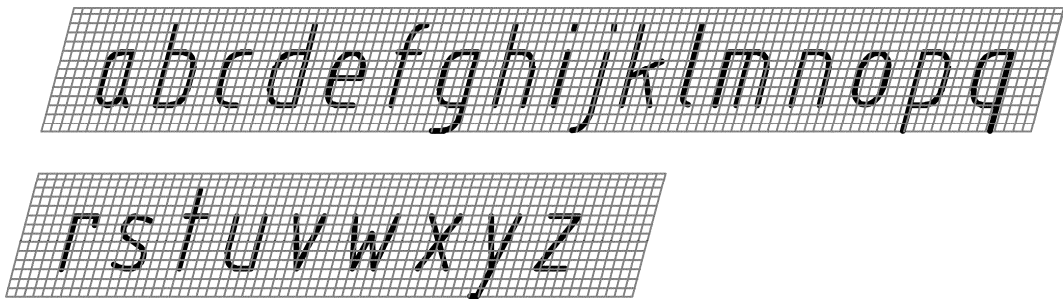


(a) A 型斜体阿拉伯数字示例

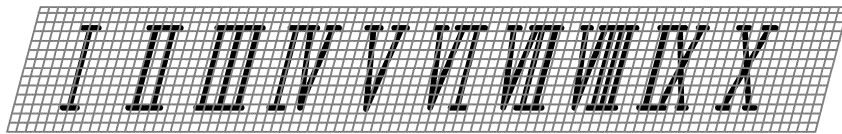


(b) A 型斜体大写拉丁字母示例





(c) A 型斜体小写拉丁字母示例



(d) A 型斜体罗马数字示例

图 1.8 数字、字母示例

### 1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002)



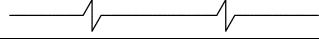



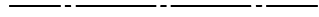

#### 1. 图线的型式及应用

为了使图样统一、清晰及阅读方便,在绘制图样时,应根据表达的需要,采用 GB/T 17450—1998 规定的线型(见表 1.6)。各种图线的应用示例如图 1.9 所示。

国标规定,在机械图样中采用粗、细两种线宽。粗线的宽度  $d$  应按图形的大小和复杂程度在  $0.5 \sim 2 \text{ mm}$  选择,优先采用  $d = 0.5 \text{ mm}$  或  $d = 0.7 \text{ mm}$ 。细线的宽度为  $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列为:  $0.18 \text{ mm}$ ,  $0.25 \text{ mm}$ ,  $0.5 \text{ mm}$ ,  $0.35 \text{ mm}$ ,  $0.5 \text{ mm}$ ,  $0.7 \text{ mm}$ ,  $1 \text{ mm}$ ,  $1.4 \text{ mm}$ ,  $2 \text{ mm}$ 。

表 1.6 常用工程图线的名称、线型、线宽和主要用途

线型名称	线型	线宽	主要用途
细实线		$0.5d$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线等
波浪线		$0.5d$	断裂处分界线,视图与剖视图的分界线。在一张图样上,一般采用一种线型
双折线		$0.5d$	
粗实线		$d$	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线等
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线、不可见棱边线等
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线等
粗点画线		$d$	限定范围表示线
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的轮廓线、轨迹线等

手工绘图时线素的长度应符合标准规定。所谓线素指不连续线的独立部分，如点（图线长度小于或等于图线宽度  $d$  的一半称为点）、长度不同的画和间隔。即：细点画线、粗点画线、细双点画线的“点”长度  $0.5d$ ；细虚线、细点画线、粗点画线、细双点画线的“短间隔”长度为  $3d$ ；细虚线的“画”长度为  $12d$ ；细点画线、粗点画线、细双点画线的“长画”长度为  $24d$ 。

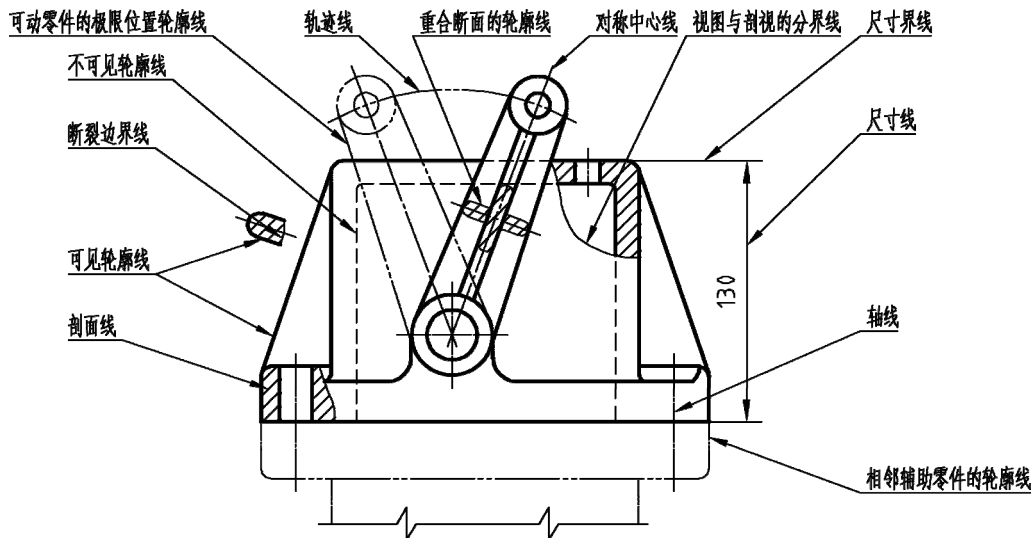


图 1.9 常用图线的应用示例

## 2. 图线画法

图线画法的注意事项：

在同一图样中同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等（见表 1.6）。

两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小间隙不得小于  $0.7 \text{ mm}$ 。

绘制圆的对称中心线时，圆心应为长画的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。

在较小的图形绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。

图线之间相交、相切都应以线段相交或相切。如细虚线与其他线相交时，应画成线段相交；点画线应交于长画（见图 1.10）。

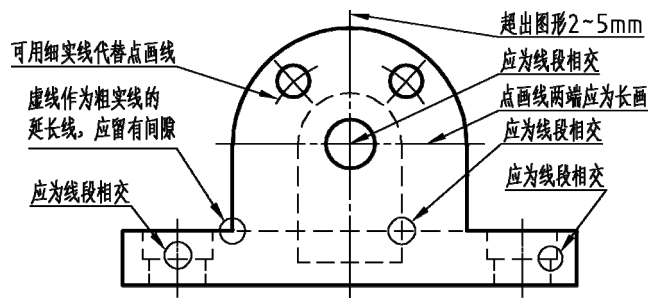


图 1.10 画图线注意事项