



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 工程制图

王颖 杨德星 赵敏玲 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 工 程 制 图

Gongcheng Zhitu

王 颖 杨德星 赵敏玲 主 编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题的研究成果,是根据教育部2010年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,在研究国内、外同类教材的基础上,结合作者多年的教学经验和教学改革成果编写而成的。

全书共分10章,包括制图基本知识、投影基础、基本立体及表面交线、组合体的视图、尺寸标注规则及注法、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图等内容。书后附有螺纹、螺纹紧固件、键与销、极限与配合和滚动轴承等相关国家标准内容。本书采用最新国家标准。

与本书配套的由王颖、杨德星、赵敏玲主编的《工程制图习题集》同时出版。本套教材可作为高等学校工科各专业的工程制图教材,也可作为高职高专院校相关专业的工程制图教材或参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程制图/王颖,杨德星,赵敏玲主编.—北京:高等教育出版社,2012.8

ISBN 978-7-04-035868-1

I.①工… II.①王…②杨…③赵… III.①工程制图—高等学校—教材 IV.①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第167267号

策划编辑 杜惠萍  
插图绘制 尹莉

责任编辑 杜惠萍  
责任校对 李大鹏

封面设计 李卫青  
责任印制 赵义民

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京印刷一厂  
开本 787mm×1092mm 1/16  
印张 19.25  
字数 470千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
版次 2012年8月第1版  
印次 2012年8月第1次印刷  
定价 28.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 35868-00

# 前 言

本书是全国教育科学“十一五”规划课题“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题的研究成果，是根据教育部2010年制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”，在研究国内、外同类教材的基础上，结合作者多年的教学经验和教学改革成果编写而成的。

本书对教学内容和课程体系进行了整合和优化，既强调理论的系统性和完整性，又体现时代特征和实用价值。本书具有以下特点：

1. 投影理论是全书的理论和主体。投影法是绘制几何形体，零、部件图的理论基础，投影理论体现了工程制图与画法几何的内在联系。

2. 适量删减了画法几何中部分图解的内容，加强图示能力的培养，力求提高本书的科学性、实践性、先进性和实用性。

3. 以培养学生的徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图实践能力为重点，并注重三者的有机结合，有利于培养学生的图形处理能力和动手能力。

4. 将传统的分散式尺寸标注内容改为集中式教学，使内容更加紧凑，便于组织教学，也便于学生掌握。

5. 本书采用最新国家标准。计算机绘图选用 AutoCAD 2010 中文版软件。

与本书配套的由王颖、杨德星、赵敏玲主编的《工程制图习题集》同时出版。

本书由山东科技大学王颖、杨德星和青岛滨海学院赵敏玲担任主编。山东科技大学陈波、王农，青岛滨海学院姜娟，胶南市高级职业技术学校李泽敬等也参加了本书的编写工作，崔静怡完成了大部分图形的绘制工作。

山东省工程图学学会理事长、山东大学范波涛教授审阅了全书，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，错误和不足在所难免，恳请读者批评指正。

编 者  
2012年2月



# 目 录

<b>第 1 章 制图基本知识</b> .....	1
1.1 制图的基本规定 .....	1
1.2 绘图工具及仪器的使用 .....	8
1.3 几何作图 .....	9
1.4 平面图形的分析及画法 .....	16
1.5 手工绘图技能 .....	18
<b>第 2 章 投影基础</b> .....	21
2.1 投影法概述 .....	21
2.2 投影面体系的建立 .....	23
2.3 点的投影 .....	23
2.4 直线的投影 .....	26
2.5 平面的投影 .....	35
2.6 几何要素之间的相对位置 .....	41
<b>第 3 章 基本立体及表面交线</b> .....	48
3.1 三视图的形成及投影规律 .....	48
3.2 平面立体及表面取点 .....	49
3.3 曲面立体及表面取点 .....	52
3.4 平面与立体表面相交 .....	56
3.5 两曲面立体表面相交 .....	66
<b>第 4 章 组合体的视图</b> .....	76
4.1 组合体的组成分析 .....	76
4.2 组合体视图的画法 .....	79
4.3 读组合体的视图 .....	83
4.4 组合体的构型设计 .....	90
4.5 轴测投影图 .....	93
<b>第 5 章 尺寸标注规则及注法</b> .....	101
5.1 尺寸标注基础 .....	101
5.2 简单形体的尺寸标注 .....	105
5.3 组合体的尺寸标注 .....	107
5.4 轴测图的尺寸标注 .....	115
<b>第 6 章 机件的常用表达方法</b> .....	117
6.1 视图 .....	117

## II 目录

6.2	剖视图 .....	121
6.3	断面图 .....	134
6.4	其他表达方法 .....	137
6.5	表达方法综合应用举例 .....	142
6.6	第三角画法简介 .....	144
<b>第7章</b>	<b>标准件和常用件</b> .....	<b>146</b>
7.1	螺纹 .....	147
7.2	螺纹紧固件 .....	154
7.3	键和销 .....	158
7.4	滚动轴承 .....	160
7.5	齿轮 .....	164
7.6	弹簧 .....	170
<b>第8章</b>	<b>零件图</b> .....	<b>174</b>
8.1	零件图的作用和内容 .....	174
8.2	零件的结构分析 .....	175
8.3	零件表达方案的选择 .....	180
8.4	零件图的尺寸标注 .....	183
8.5	零件的技术要求 .....	190
8.6	读零件图 .....	205
8.7	零件的测绘 .....	207
<b>第9章</b>	<b>装配图</b> .....	<b>211</b>
9.1	装配图的作用和内容 .....	211
9.2	装配图的表达方法 .....	212
9.3	装配图的尺寸标注和技术要求 .....	215
9.4	装配图的零(部)件序号及明细栏 .....	216
9.5	装配结构的合理性简介 .....	218
9.6	装配图的绘制 .....	219
9.7	读装配图并拆画零件图 .....	223
<b>第10章</b>	<b>计算机绘图</b> .....	<b>228</b>
10.1	AutoCAD 2010 绘图基础 .....	228
10.2	常用绘图命令 .....	235
10.3	辅助绘图工具 .....	238
10.4	常用编辑命令 .....	241
10.5	样板文件的创建 .....	249
10.6	计算机绘图应用 .....	261
10.7	计算机绘制轴测图 .....	268
10.8	图形输出 .....	271
<b>附录</b>	.....	<b>276</b>

附录 1 螺纹 .....	276
附录 2 螺纹紧固件 .....	278
附录 3 键与销 .....	284
附录 4 极限与配合 .....	288
附录 5 滚动轴承 .....	295
参考文献 .....	299

# 第 1 章

## 制图基本知识

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，同时也是指导生产的重要技术文件。掌握制图的基本知识是培养画图和看图能力的基础。

### 1.1 制图的基本规定

图样作为“工程界交流的语言”，必须有统一的规定。我国制定并实施《技术制图》和《机械制图》国家标准，对图纸幅面、格式、图线、字体等图样中各项内容的表示方法和方式都做了明确规定。每一个工程技术人员必须以严肃认真的态度遵守国家标准的规定。

1.1.1 图纸幅面、格式（摘自 GB/T 14689—2008）<sup>①</sup>和标题栏（摘自 GB/T 10609.1—2008）

#### 1. 图纸幅面尺寸

绘制样图时，应优先采用表 1.1 中规定的图纸幅面，必要时允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面尺寸的短边成整数倍增加后得出，具体尺寸可参看国家标准的规定。

---

<sup>①</sup> “GB/T 14689—2008”是国家标准《技术制图 图纸幅面及格式》的编号，“GB/T”表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）和 TUIJIAN（推荐）的缩写，如果“GB”没有“T”，则表示强制性国家标准，“14689”是该标准的顺序号，“2008”表示该标准是2008年发布的。



表 1.1 图纸幅面尺寸

mm

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

### 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框来限定绘图区域，其格式分为不留装订边(图 1.1)和留有装订边(图 1.2)两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

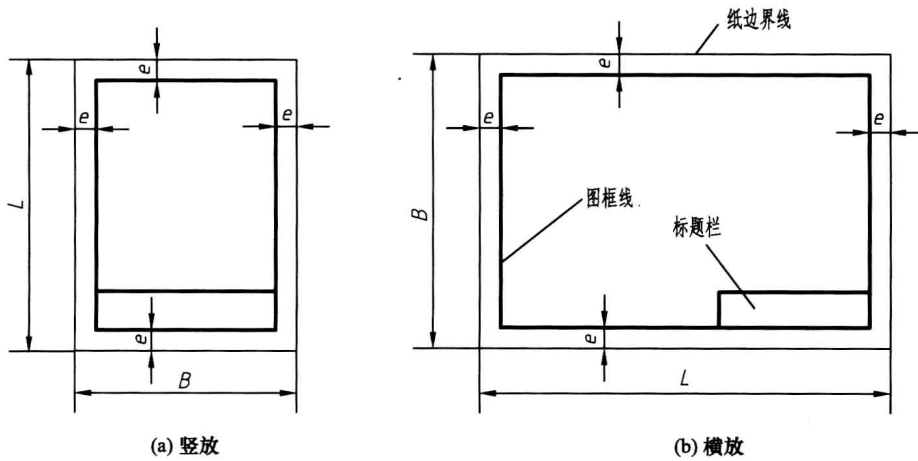


图 1.1 不留装订边图框格式

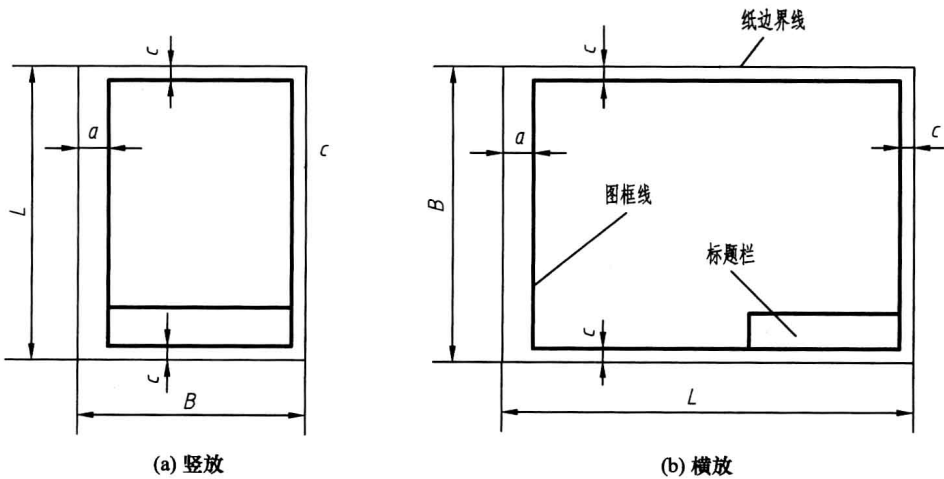


图 1.2 留有装订边图框格式

### 3. 标题栏

每张图纸上必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸应遵守 GB/T 10609.1—2008 的规定，

如图 1.3 所示。为了简便，本书中将零件图的标题栏作了简化，如图 1.4 所示。

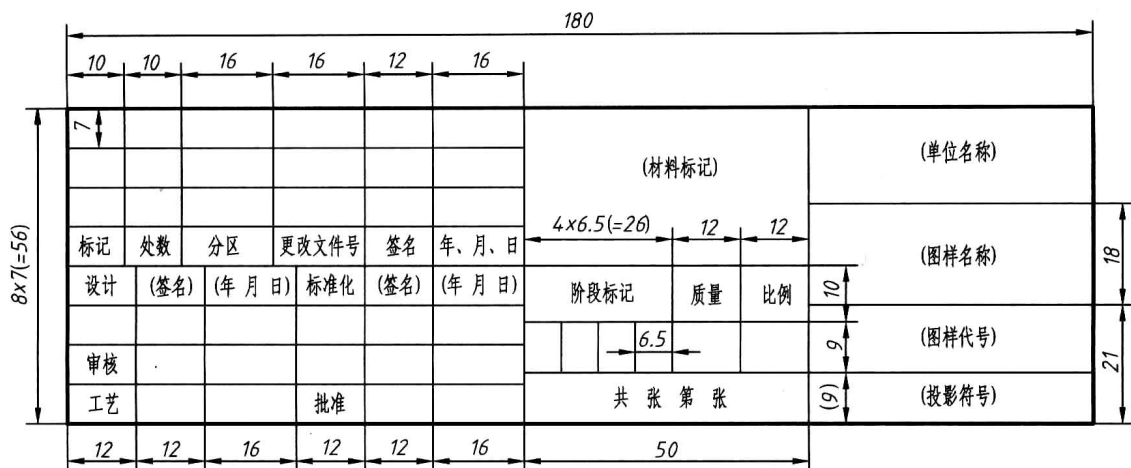


图 1.3 标准标题栏的格式和尺寸

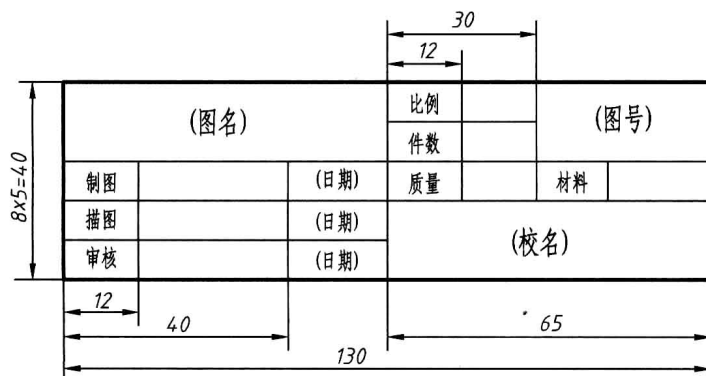
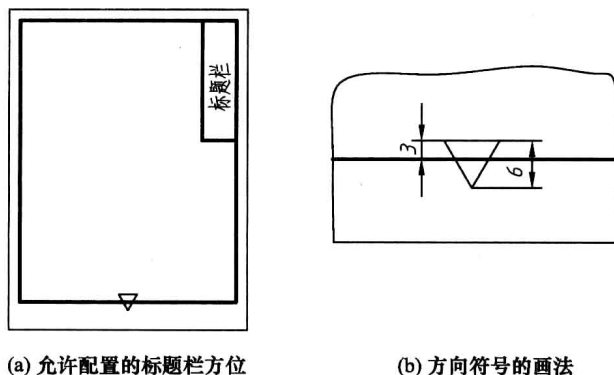


图 1.4 零件图的标题栏的格式和尺寸

根据视图的布置需要，图纸可以横放（长边位于水平方向）或竖放（短边位于水平方向），标题栏位于图框右下角，如图 1.1、图 1.2 所示，这时看图方向与看标题栏的方向一致。但有时允许将图纸逆时针旋转 90°，标题栏位于图框右上角，如图 1.5a 所示，此时看图方向与看标



(a) 允许配置的标题栏方位

(b) 方向符号的画法

图 1.5 方向符号

#### 4 第1章 / 制图基本知识

题栏的方向不一致。为了明确绘图与看图时图纸方向,可采用方向符号。方向符号为用细实线画出的等边三角形,如图 1.5b 所示。方向符号的尖角对着看图者,为看图方向。

### 1.1.2 比例 (摘自 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。比值为 1 的比例称为原值比例,比值大于 1 的比例称为放大比例,比值小于 1 的比例称为缩小比例。

需要按比例绘制图样时,应由表 1.2 规定的系列中选取适当的比例,必要时也可选用表 1.3 所给出的比例。

表 1.2 比例系列 ( I )

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

注:  $n$  为正整数。

表 1.3 比例系列 ( II )

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。

国家标准对绘图比例还做了以下规定:

① 在表达清晰、布局合理的条件下,尽可能选用原值比例画出,以便直观地了解机件的真实形状。

② 在绘制同一机件的各个视图时,尽可能选用相同的比例,并将其在标题栏“比例”一栏中注明。

③ 当图样中某个图形采用了与标题栏比例中不同的比例时,可在该视图名称的下方或右侧标注比例。

④ 不论选用放大比例还是缩小比例,图中都必须按照实物的实际大小进行标注。

### 1.1.3 字体 (摘自 GB/T 14691—1993)

国家标准规定了图样上汉字、数字、字母的结构形式及基本尺寸。

书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

### 1. 字高

字体高度(用  $h$  表示)代表字体的号数。字体高度的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 等八种,单位为 mm。若有需要,字高可按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

### 2. 汉字

图样上的汉字写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ ,如图 1.6 所示。

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航空土木建筑矿山纺织服装

图 1.6 长仿宋体汉字示例

### 3. 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ 。数字和字母分 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  $1/10$ 。

在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体,如图 1.7、图 1.8 所示。

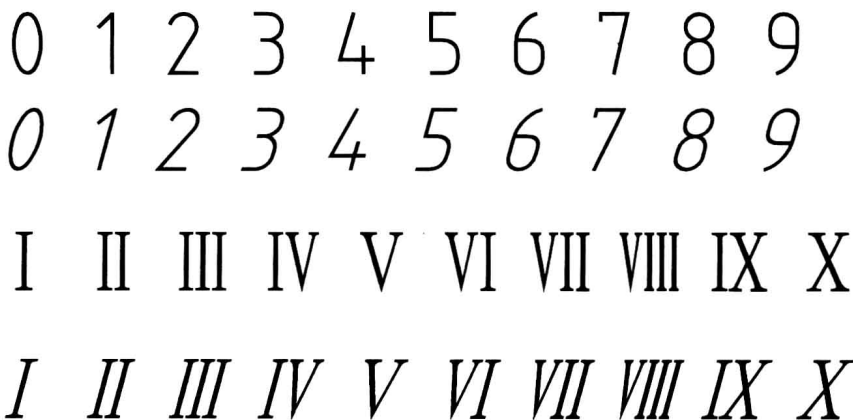


图 1.7 数字示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,一般采用比基本尺寸数字小一号的字号,如图 1.9 所示。

数字和字母一般用斜体,但在下列场合应采用直体:

- ① 计量单位符号,如 m(米);
- ② 单位词头,如  $k(10^3, \text{千})$ 、 $m(10^{-3}, \text{毫})$ ;

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

图 1.8 拉丁字母示例

$10^3$   $S^{-1}$   $D_1$   $T_d$   $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$   $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$

图 1.9 字体应用示例

- ③ 化学符号，如 C(碳)；
- ④ 数学符号，如  $\sin$ 、 $\cos$ 。




#### 1.1.4 图线 (摘自 GB/T 17450—1998, GB/T 4457—2002)

图线是图中所采用各种形式的线。国家标准规定图线的基本线型有 15 种，所有线型的图线宽度( $d$ , 单位为 mm)值应按图样类型、图的大小和复杂程度在数系 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 中选取。


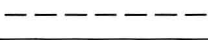
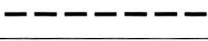
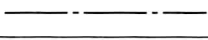
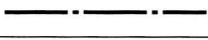
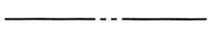
建筑图样中，图线宽度( $d$ )分粗线、中粗线、细线三种。粗线、中粗线、细线宽度比率为 4:2:1。一般粗线和中粗线宜在 0.5~2 mm 范围内选取，应尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

机械图样中，图线宽度( $d$ )分为粗线和细线两种，其比例关系是 2:1。机械图样常用的图线见表 1.4。

表 1.4 机械图样常用的图线

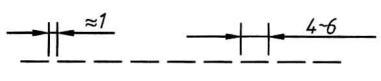
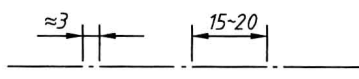
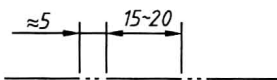
图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		$d$	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界限、剖面线、引出线、可见过渡线
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图和剖视图的分界线

续表

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图和剖视图的分界线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		$d$	限定范围表示线
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、中断线、轨迹线

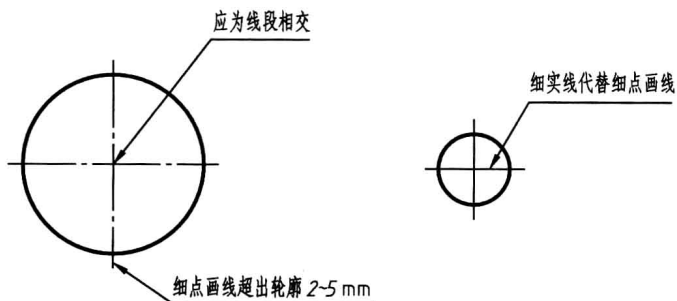
对于手工绘图，建议采用表 1.5 所示的图线规格。

表 1.5 手工绘图规格

虚线	
细点画线	
细双点画线	

注意：

- ① 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。
- ② 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等，点画线和双点画线的首



(a) 一般画法

(b) 替代画法

图 1.10 圆的中心线的画法



尾两端应是长画而不是点。

③ 绘制圆的对称中心线时，圆心应为长画的交点。细点画线两端应超出圆弧或相应图形 2~5 mm，如图 1.10a 所示。当所绘制的圆的直径较小，中心线可用细实线代替，如图 1.10b 所示。

④ 虚线、点画线与其他图线相交时，都应交到线段处。当虚线位于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线间应留有间隙，如图 1.11 所示。

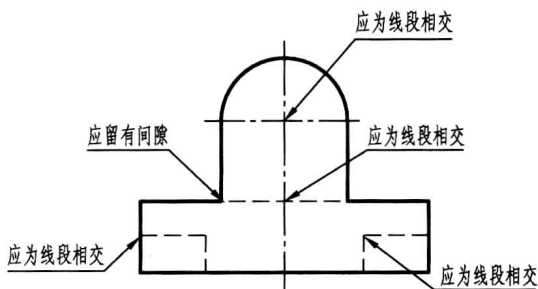


图 1.11 线的交接画法

## 1.2 绘图工具及仪器的使用

要提高手工绘图的准确度和绘图效率，必须正确地使用各种绘图工具与仪器。常用手工绘图工具及仪器有图板、丁字尺、三角板、铅笔、圆规等。

### 1. 图板

图板是画图时的垫板，要求表面必须平坦、光滑，左、右两导边必须平直。

### 2. 丁字尺

丁字尺是用来画水平线的，画图时，应使尺头紧靠图板左侧导边，自左向右画水平线，如图 1.12 所示。

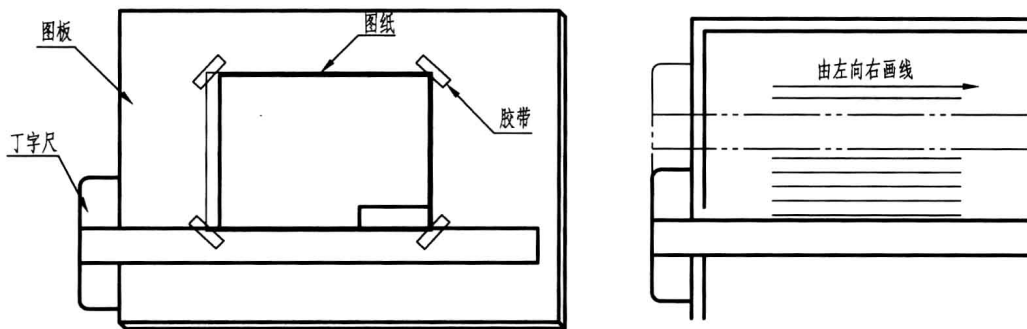


图 1.12 图板与丁字尺的用法

### 3. 三角板

三角板分 45° 和 30°-60° 两种，与丁字尺配合使用，可画垂直线和 15°、30°、45°、60° 等线，如图 1.13 所示。

### 4. 铅笔

绘图时要求使用绘图铅笔。绘图铅笔的一端有铅芯的软硬程度标记：H，2H，3H，… 表示硬铅芯，H 前的数字越大，铅芯越硬；B，2B，3B，… 表示软铅芯，B 前的数字越大，铅芯越软；HB 表示铅芯软硬适中。根据使用要求不同，需准备以下几种硬度不同的铅笔：H 或 2H—画底稿；HB—画细虚线、细实线、细点画线及写字；HB 或 B—加深粗实线。

画粗实线的铅笔，其铅芯磨削成宽度为  $d$  (粗线宽) 的四棱柱形，其余铅芯磨削成圆锥形，如图 1.14 所示。

### 5. 圆规

圆规用来画圆及圆弧。使用前应先调整针脚，使针脚带阶梯的一端向下且针尖稍长于铅芯，如图 1.15a 所示。画图时，针脚和铅芯都应垂直于纸面，如图 1.15b 所示。转动时用力 and 速度都要均匀，并使圆规向转动方向稍微倾斜。

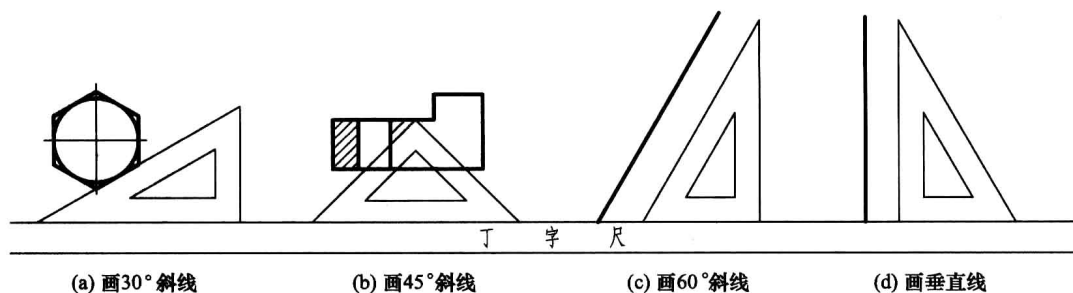


图 1.13 三角板的用法

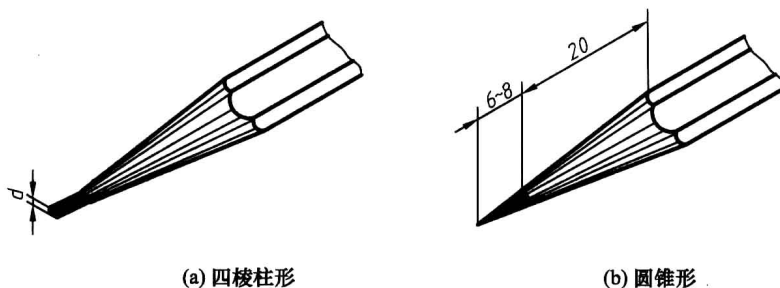


图 1.14 铅笔的削法

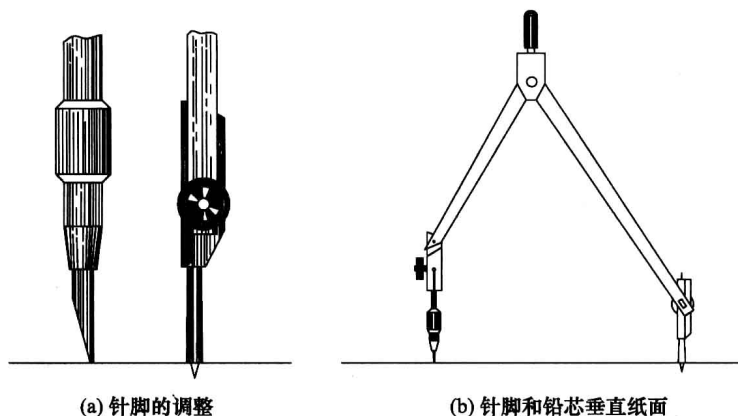


图 1.15 圆规的用法

## 1.3 几何作图

在绘制工程图样时，经常遇到正多边形、圆弧连接、非圆曲线，以及锥度和斜度等几何作

图问题。现将其中常用的作图方法介绍如下。

### 1.3.1 等分线段

分线段为任意等份是一种非常有用的辅助作图方法。

① 过线段的一个端点作任意射线，用圆规以任意长度在射线上截取  $n$  等份，如图 1.16a 所示的五等份。

② 用直线连接线段另一个端点和最后一个截取点，然后分别过其他截取点作连线的平行线，得到其他等分点，如图 1.16b 所示。

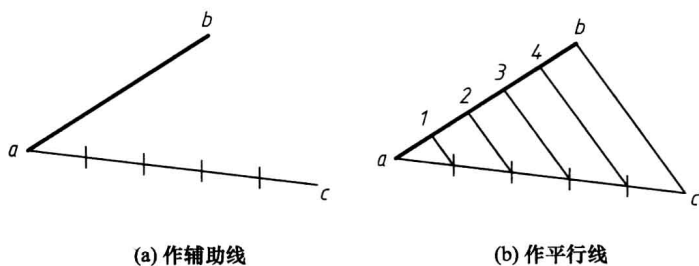


图 1.16 等分线段

### 1.3.2 作圆的切线

#### 1. 过点作圆的切线

已知圆  $O$  和圆外一点  $A$ ，如图 1.17a 所示。

① 连接  $OA$ ，以  $OA$  为直径作辅助圆，与圆  $O$  交于点  $C$  和点  $D$ ，如图 1.17b 所示。

② 连接  $AC$ 、 $AD$  即可，如图 1.17c 所示。

#### 2. 作两圆的外公切线

已知圆  $O_1$  和圆  $O_2$ ，其半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ ，如图 1.18a 所示。

① 以点  $O_1$  为圆心， $R_1 - R_2$  为半径作辅助圆，过点  $O_2$  作辅助圆的切线  $O_2A$ ，如图 1.18b 所示。

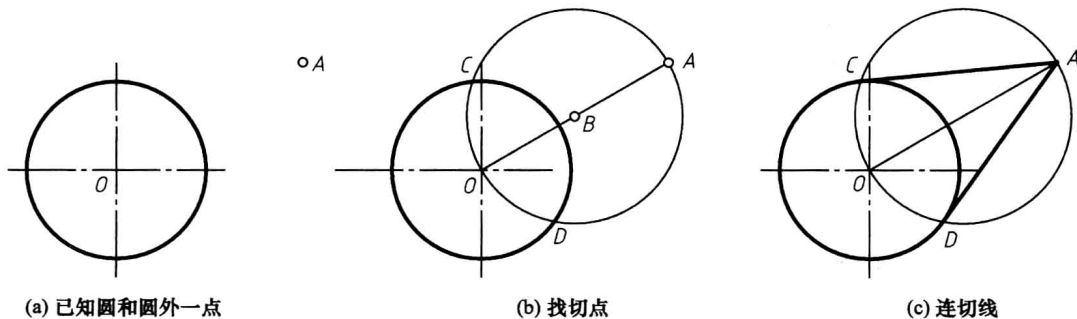


图 1.17 过点作圆切线