

高职高专机电类工学结合模式教材

# 机械制图

袁世先 主编  
何耀民 王定保 副主编

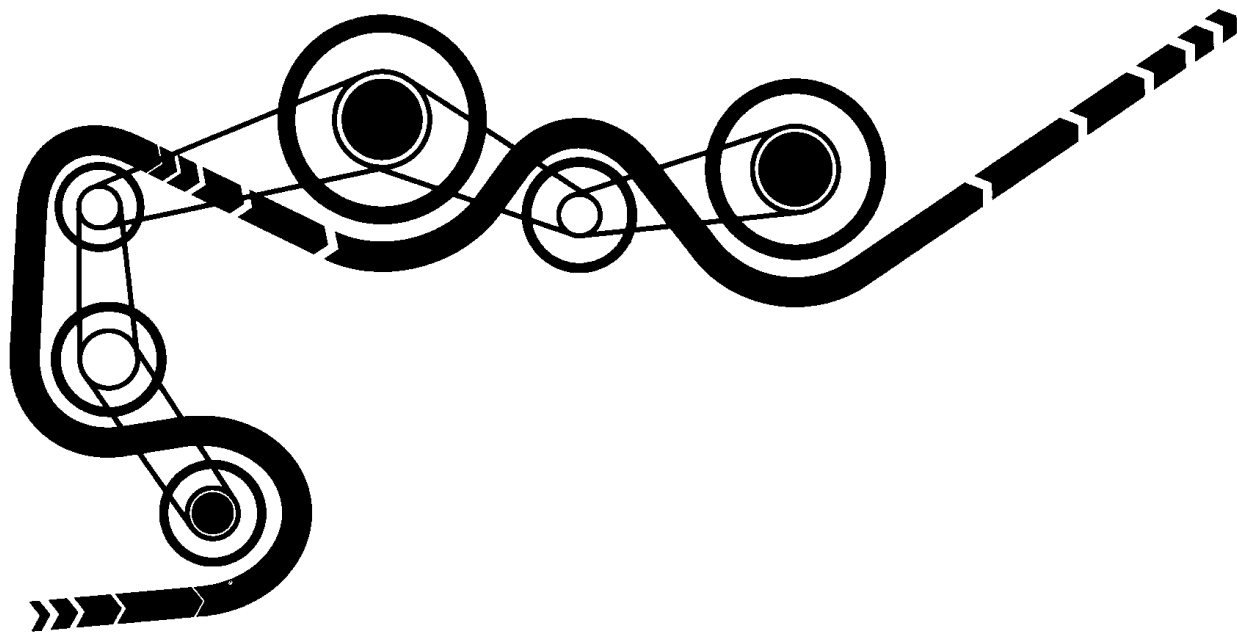


清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

# 机械制图

袁世先 主 编  
何耀民 王定保 副主编



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本教材是根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”,并结合作者多年的教学经验编写的,以培养技术应用型专门人才为目的,降低了理论要求,加强了绘制和阅读机械制图基本能力的训练。通过本课程的学习,使学生具备中等绘图和读图能力。本书内容包括:制图的基本知识、投影法、立体的投影、截交线和相贯线、组合体视图、轴测图、机件常用的表达方法、标准件和常用件的画法、零件图、装配图和附录。本书章节编排合理,思路清晰,层次分明,重点突出,通俗易懂,符合学生的认识规律,便于教学。

本书可作为高职高专工专学校的机械和近机械专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图/袁世先主编. —北京:清华大学出版社, 2009.6

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-19787-4

I. 机… II. 袁… III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第042512号

责任编辑:贺志洪

责任校对:李梅

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:385千字

版 次:2009年6月第1版 印 次:2009年6月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:031129-01



本教材是根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”，按照高职高专教育的培养目标和特点，结合作者多年教学经验编写而成的。以培养技术应用型人才为目标，降低了理论要求，加强了绘制和阅读机械图样的基本能力的训练。精简画法几何内容，以必需、够用为度，以建立点、线、面的空间概念和三者之间的基本关系为标准，图解法可作为选修内容；章节编排合理，层次分明，重点是加强了机械图样的表达、读图能力的训练，每章附有必要的问答题。通过本课程的学习使学生达到中等绘图和读图能力。另外，制图所用的练习图册请参考相关的图册。

本教材有以下特点：

1. 精简画法几何内容。以必需、够用为度，以建立点、线、面的空间概念和三者之间的基本关系为标准。
2. 注重解决实际问题能力的培养。
3. 本书内容较全面，既加强了绘图、看图基础，又增进了课程之间的横向联系，还可作为相关课程的参考资料。
4. 章节编排合理，思路清晰，层次分明，重点突出，精心安排内容，符合学生的认识规律，便于教学。
5. 采用新的国家标准。

参加本教材编写的有：郑州铁路职业技术学院王兰兰（第1章）、张帆（第9章），河南职业技术学院邵立新（第2章）、袁世先（绪论、第5章、第10章）、王晓楠（第5章部分、附录），洛阳理工学院尤惠媛（第3章）、朱春熙（第4章）、王定保（第6章），濮阳职业技术学院何耀民（第7章、第8章）。本书由袁世先任主编，何耀民、王定保任副主编。

限于编者水平有限，书中难免存在不足和错误，恳请读者批评指正。

编者

2009年3月



<b>第 0 章 绪论</b> .....	1
<b>第 1 章 制图的基本知识</b> .....	3
1.1 绘图工具和用品的使用 .....	3
1.1.1 绘图工具 .....	3
1.1.2 绘图仪器 .....	5
1.1.3 绘图用品 .....	6
1.2 制图国家标准的基本规定 .....	7
1.2.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993) .....	7
1.2.2 比例(GB/T 14690—1993) .....	8
1.2.3 字体(GB/T 14691—1993) .....	9
1.2.4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002) ..	11
1.2.5 尺寸标注(GB/T 4458.4—2003) .....	12
1.3 几何作图 .....	15
1.3.1 等分作图 .....	15
1.3.2 斜度和锥度 .....	17
1.3.3 圆弧连接 .....	19
1.3.4 椭圆 .....	20
1.4 平面图形的画法 .....	21
1.4.1 尺寸分析 .....	21
1.4.2 线段分析 .....	22
1.4.3 平面图形的作图步骤 .....	22
本章小结 .....	24
复习思考题 .....	25
<b>第 2 章 投影法</b> .....	26
2.1 投影法的基本知识 .....	26
2.1.1 投影法的概念 .....	26
2.1.2 投影法的种类 .....	27
2.2 点的投影 .....	28
2.2.1 点的两面投影 .....	28

2.2.2	点的三面投影 .....	30
2.2.3	点的投影与直角坐标的关系 .....	32
2.2.4	空间两点相对位置的判定 .....	33
2.2.5	重影点及其可见性 .....	34
2.3	直线的投影 .....	35
2.3.1	各类位置直线的投影特性 .....	35
2.3.2	直线上点的投影 .....	38
2.3.3	两直线的相对位置 .....	38
2.4	平面的投影 .....	41
2.4.1	各种位置平面的投影特性 .....	41
2.4.2	平面上的直线和点 .....	45
2.5	换面法 .....	48
2.5.1	点的换面 .....	49
2.5.2	直线的换面 .....	51
2.5.3	平面的换面 .....	52
	本章小结 .....	54
	复习思考题 .....	55
<b>第 3 章</b>	<b>立体的投影 .....</b>	<b>56</b>
3.1	平面立体 .....	56
3.1.1	棱柱 .....	56
3.1.2	棱锥 .....	58
3.2	曲面立体 .....	60
3.2.1	圆柱 .....	60
3.2.2	圆锥 .....	61
3.2.3	圆球 .....	62
3.2.4	圆环 .....	63
	本章小结 .....	64
	复习思考题 .....	65
<b>第 4 章</b>	<b>截交线和相贯线 .....</b>	<b>66</b>
4.1	截交线 .....	66
4.1.1	概念及性质 .....	66
4.1.2	平面与平面立体相交 .....	67
4.1.3	平面与曲面立体相交 .....	69
4.2	相贯线 .....	76
4.2.1	相贯线的概念及性质 .....	76
4.2.2	相贯线的求法 .....	76

4.2.3	两平面立体相交 .....	77
4.2.4	平面立体与曲面立体相交 .....	78
4.2.5	两曲面立体相交 .....	79
4.2.6	相贯线的特殊情况 .....	82
4.2.7	组合相贯线 .....	83
	本章小结 .....	84
	复习思考题 .....	84
<b>第 5 章</b>	<b>组合体视图 .....</b>	<b>85</b>
5.1	概述 .....	85
5.1.1	组合体视图和组合形式 .....	85
5.1.2	组合体的形体表面连接形式 .....	87
5.1.3	形体分析法 .....	88
5.2	组合体的三视图画图方法 .....	89
5.3	组合体的尺寸标注 .....	92
5.3.1	尺寸标注的基本要求 .....	92
5.3.2	基本体的尺寸标注 .....	92
5.3.3	切割体、相贯体的尺寸标注 .....	93
5.3.4	组合体的尺寸标注 .....	93
5.3.5	组合体的尺寸布置 .....	96
5.3.6	标注组合体尺寸的步骤及举例 .....	98
5.4	组合体的读图方法 .....	99
5.4.1	看图的基本要领 .....	99
5.4.2	看图的基本方法 .....	101
	本章小结 .....	104
	复习思考题 .....	105
<b>第 6 章</b>	<b>轴测图 .....</b>	<b>106</b>
6.1	轴测投影的基本知识 .....	106
6.2	正等轴测图 .....	107
6.3	斜二等轴测图 .....	111
	本章小结 .....	113
	复习思考题 .....	114
<b>第 7 章</b>	<b>机件常用的表达方法 .....</b>	<b>115</b>
7.1	视图(GB/T 4458.1-2002) .....	115
7.1.1	基本视图 .....	115
7.1.2	向视图 .....	117

7.1.3	局部视图	117
7.1.4	斜视图	118
7.2	剖视图(GB/T 4458.6—2002)	119
7.2.1	剖视图的概念	120
7.2.2	剖视图的种类	124
7.2.3	剖切方法	127
7.3	断面图(GB/T 4458.6—2002)	129
7.3.1	断面图的概念	129
7.3.2	断面图的种类	129
7.4	简化画法和其他表达方法	132
7.4.1	局部放大图	132
7.4.2	简化画法(GB/T 16675.1—1996)	134
7.5	表达方法综合应用举例	137
7.6	第三角画法简介	138
	本章小结	140
	复习思考题	140
<b>第8章</b>	<b>标准件和常用件</b>	<b>142</b>
8.1	螺纹及螺纹联接件	142
8.1.1	螺纹的基本知识	142
8.1.2	螺纹的规定画法(GB/T 4459.1—1995)	146
8.1.3	螺纹的标注	147
8.2	螺纹联接件及联接画法	148
8.2.1	常用的螺纹联接件及其标注	148
8.2.2	常用螺纹联接件的比例画法	149
8.2.3	螺纹紧固件的联接画法(GB/T 4459.1—1995)	150
8.3	齿轮	154
8.3.1	圆柱齿轮	154
8.3.2	直齿圆锥齿轮	157
8.3.3	蜗杆和涡轮	158
8.4	键、花键、销联接	159
8.4.1	键联接	159
8.4.2	花键的画法及标记	161
8.4.3	销联接	163
8.5	滚动轴承	164
8.5.1	滚动轴承的类型、代号及标记	164
8.5.2	滚动轴承的结构及表示方法(GB/T 4459.7—1998)	168
8.6	弹簧	168



8.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称和尺寸计算 .....	168
8.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画法(GB/T 4459.4—2003) .....	169
本章小结 .....	171
复习思考题 .....	171
<b>第 9 章 零件图 .....</b>	<b>173</b>
9.1 零件图的作用与内容 .....	173
9.1.1 零件图的作用 .....	173
9.1.2 零件图的内容 .....	174
9.2 零件表达方案的确定 .....	175
9.2.1 主视图的选择 .....	175
9.2.2 其他视图的选择 .....	176
9.3 零件图的尺寸标注 .....	177
9.3.1 尺寸基准 .....	177
9.3.2 尺寸的合理标注 .....	178
9.3.3 零件上常见孔的尺寸标注 .....	182
9.4 零件图上的工艺结构 .....	182
9.4.1 零件上的铸造工艺结构 .....	182
9.4.2 零件机械加工的工艺结构 .....	184
9.5 零件图的技术要求 .....	186
9.5.1 表面粗糙度 .....	187
9.5.2 极限与配合 .....	191
9.5.3 形状和位置公差 .....	197
9.5.4 材料及文字说明 .....	199
9.6 典型零件的视图选择及尺寸标注 .....	199
9.6.1 轴套类零件 .....	199
9.6.2 盘盖类零件 .....	201
9.6.3 叉架类零件 .....	202
9.6.4 箱体类零件 .....	204
9.7 读零件图 .....	206
9.7.1 读图的方法和步骤 .....	206
9.7.2 读零件图举例 .....	207
本章小结 .....	208
复习思考题 .....	209
<b>第 10 章 装配图 .....</b>	<b>211</b>
10.1 装配图的作用和内容 .....	211

---

10.2	部件的表达方法 .....	213
10.2.1	装配图的规定画法 .....	213
10.2.2	装配图的特殊画法 .....	214
10.2.3	装配图的简化画法 .....	215
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求 .....	215
10.3.1	装配图的尺寸标注 .....	215
10.3.2	装配图的技术要求 .....	216
10.4	装配图中的零、部件序号 .....	216
10.4.1	零、部件序号 .....	216
10.4.2	零、部件的明细表 .....	217
10.5	装配结构的合理性 .....	218
10.6	画装配图的步骤 .....	221
10.7	读装配图 .....	223
10.8	由装配图拆画零件图 .....	226
10.9	装配体的测绘 .....	227
10.10	一级圆柱齿轮减速器的测绘 .....	230
	本章小结 .....	234
	复习思考题 .....	235
	<b>附录</b> .....	<b>236</b>
	<b>参考文献</b> .....	<b>258</b>



### 1. 本课程的研究对象

在工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,得到工程图样,简称图样。

图样和文字、数字一样,是人们借以表达、构思、分析和交流的基本工具之一。在现代化工业中,各种机床、设备、仪器、仪表的设计、制造、维修和使用都离不开工程图样。设计者通过图样表达设计对象;制造者通过图样了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样了解工程对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、技术交流和指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,被称为“工程界的共同语言”。

机械图样是工程图样中应用最多的一种,包括零件图和装配图,是用于表达机器、部件或零件的图样。

### 2. 本课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程,是探讨绘制机械图样的理论、方法和技术的基础课。其主要目的是培养学生正确运用正投影法来分析、表达机械工程问题,以及绘制、阅读机械图样的能力和空间想象能力。同时,它又是学生学习后续课程和完成课程设计与毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务是:

(1) 使学生了解正投影法的基本理论,为绘制和应用各种工程图打下良好的理论基础。

(2) 培养学生形象思维能力、空间想象能力和空间分析能力。

(3) 培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。

(4) 学习、贯彻机械制图国家标准和其他有关规定,具有查阅标准和手册的初步技能。

(5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

### 3. 本课程的学习方法

本课程的特点是实践性较强,只有通过大量画图和看图才能掌握本课程的内容。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的作业。学习机械制图的大部分时间是画图,要想把图样画得又快又好,必须做到:

(1) 弄清基本原理和基本方法,掌握看图和绘图的基本方法和思路,按照正确的步骤画图。

(2) 注意培养空间想象能力和空间构思能力,这是看图的基本功和关键。

(3) 注意画图和看图相结合,物体与图样相结合,多看多画,只有这样才能提高看图和画图水平。

(4) 严格遵守机械制图国家标准,准确使用有关标准和资料,只有这样,才能画出符合工程需要的图样。

(5) 鉴于图样的重要作用,在学习中要注意养成认真负责、耐心细致的工作作风。



# 制图的基本知识

## 学习目标

1. 正确使用绘图工具和用品。
2. 重点掌握国家标准有关图纸幅面、格式、比例、字体、图线及尺寸注法等规定。
3. 掌握几何图形、平面图形的画法。在学习时应注意培养良好的作图习惯,严格遵守制图国家标准,为今后进一步的学习打下基础。

机械图样是现代工业生产过程中的重要技术资料。本章将介绍国家标准的基本规定、几何作图、平面图形的分析和画法以及绘图工具和用品的正确使用等制图的基本知识。

## 1.1 绘图工具和用品的使用

掌握正确的绘图方法,熟练地使用绘图工具和用品,能保证绘图质量,并提高绘图速度。

### 1.1.1 绘图工具

#### 1. 图板

图板一般由胶合板黏合而成。绘图时需将图纸平铺在图板上,并用胶带纸固定。图板的表面必须光滑平整。图板的两侧短边称为导边,要求必须平直,如图 1.1(a)所示。

#### 2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成,呈“丁”字形。它主要用于画水平线和做三角板移动的导边。使用时用左手握住尺头,推动丁字尺沿图板左侧导边上下移动,自左向右可画出一系列水平线,如图 1.1(b)所示。

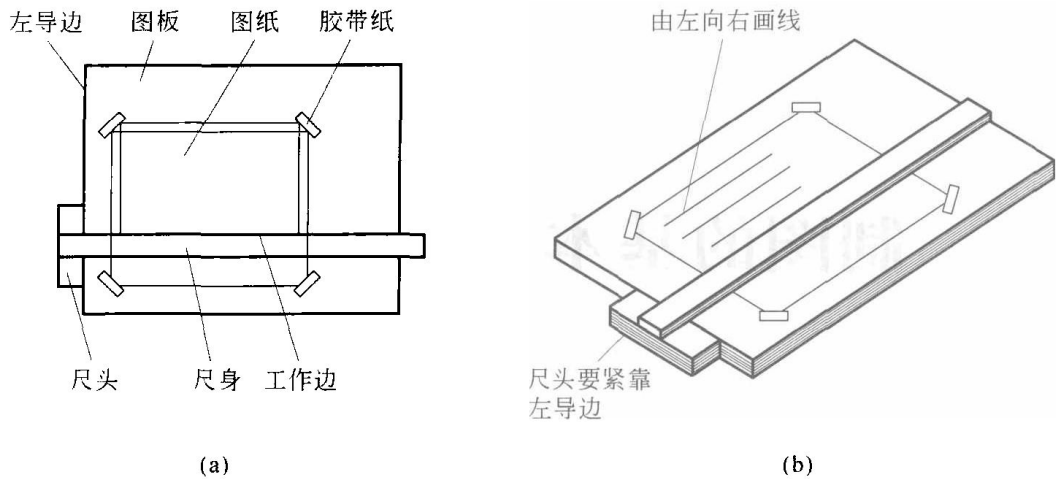


图 1.1 图板和丁字尺的使用

### 3. 三角板

一副三角板由  $45^\circ$  及  $30^\circ$ 、 $60^\circ$  两块组成。三角板与丁字尺配合使用,可画出一系列铅垂线;也可画出与水平线成  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  的倾斜线,如图 1.2(a)所示;还可画出与水平线成  $15^\circ$  倍数的倾斜线,如图 1.2(b)所示。另外,两块三角板互相配合使用,可画出任意一条直线的平行线或垂直线,如图 1.2(c)所示。

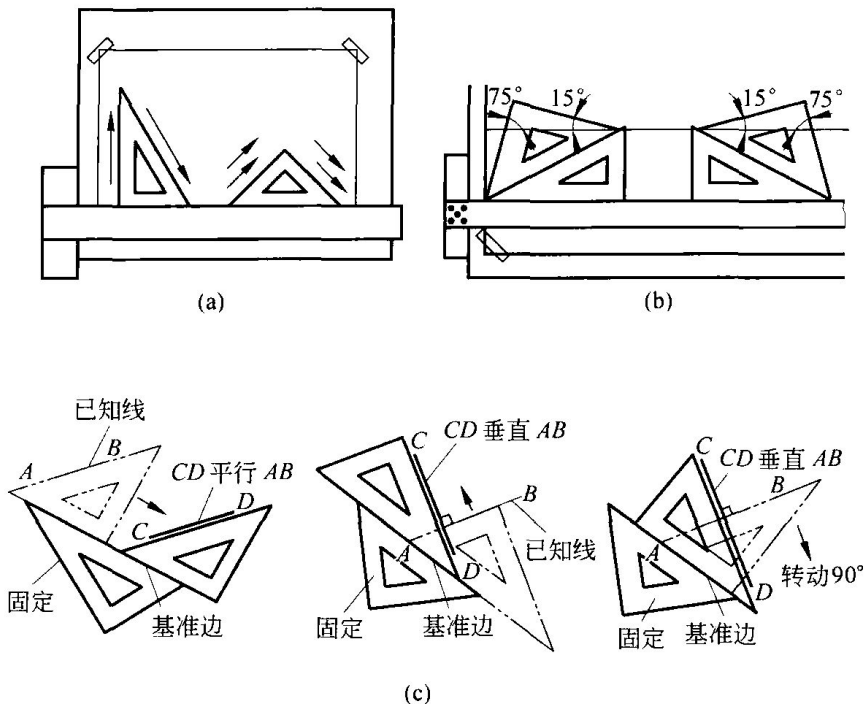


图 1.2 三角板的用法

### 4. 比例尺

常用的比例尺为三棱尺,它有 3 个尺面,刻有 6 种不同比例的刻度,如  $1:100$ 、 $1:200$ 、 $\dots$ 、 $1:600$  等。当使用某一比例时,可直接按尺面上所刻的数值,用分规截取或

直接读出该线段的长度。

## 5. 曲线板

曲线板用于描绘非圆曲线,如图 1.3 所示。作图时,首先徒手将一系列点依次连接,然后从曲线的一端开始,在曲线板上找出与该曲线吻合的一段,至少与 3 个点吻合,并用铅笔沿曲线板将该段曲线加深,但不用一次描完,留下一段,待再次与曲线板吻合后再加深,以免各段衔接处不够光滑。

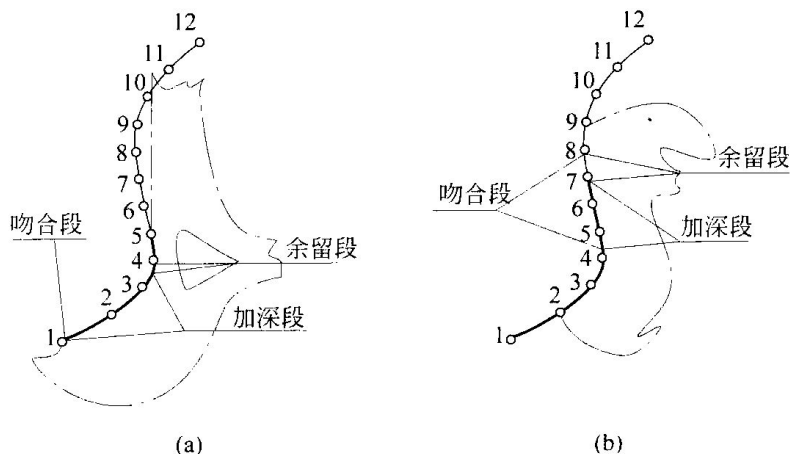


图 1.3 曲线板的用法

## 1.1.2 绘图仪器

### 1. 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的仪器。圆规的一条腿上装有两端形状不同的钢针,带台阶的尖端是画圆或圆弧时定圆心用的,带锥形的尖端可作分规使用。另一条腿上有肘形关节,可根据需要随时装换铅芯插脚、鸭嘴插脚及作分规用的锥形钢针插脚等,如图 1.4(a)所示。如所画圆的半径过大,可在肘形关节插孔内装延伸杆,然后再在延伸杆插孔内装铅笔插脚。

圆规的两腿并拢后,其针尖应略长于铅芯或鸭嘴笔尖端。画图时,圆规两腿所在的平面应稍向画线方向倾斜,并用力均匀,转动平稳,如图 1.4(b)所示。画大圆时,两腿要与纸面垂直,如图 1.4(c)所示。画小圆时,肘关节向内弯,如图 1.4(d)所示。

### 2. 分规

分规用以截取或等分线段。如图 1.5(a)所示,分规的两腿端部都有钢针,当两腿合拢时,两针尖应重合于一点。从比例尺上量取长度时,切忌用尖刺入尺面,如图 1.5(b)所示。当量取若干段相等线段时,可令两个针尖交替地作为旋转中心,使分规沿着不同的方向旋转前进,如图 1.5(c)所示。

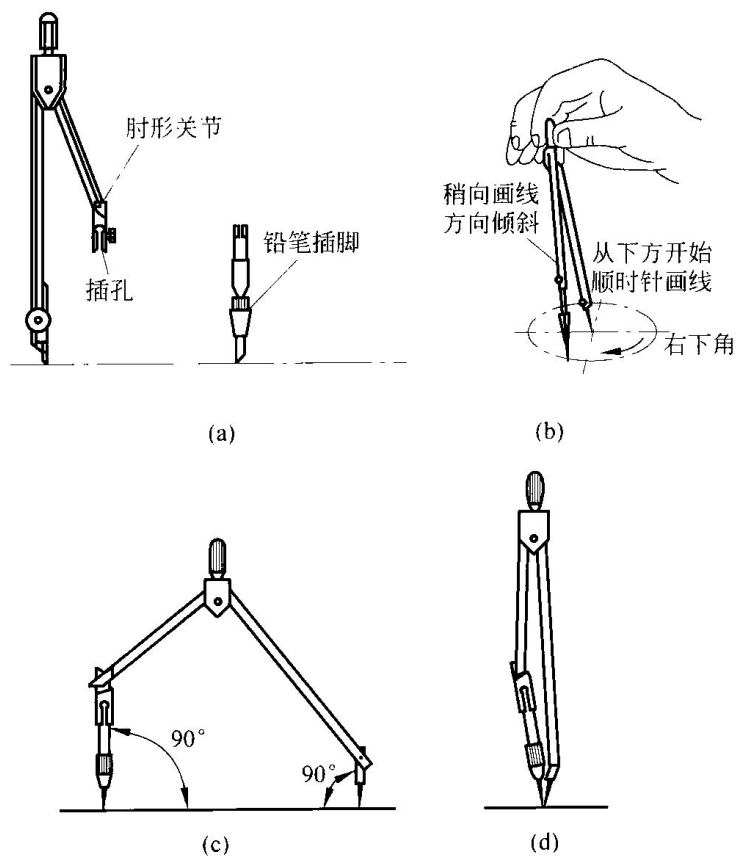


图 1.4 圆规的用法

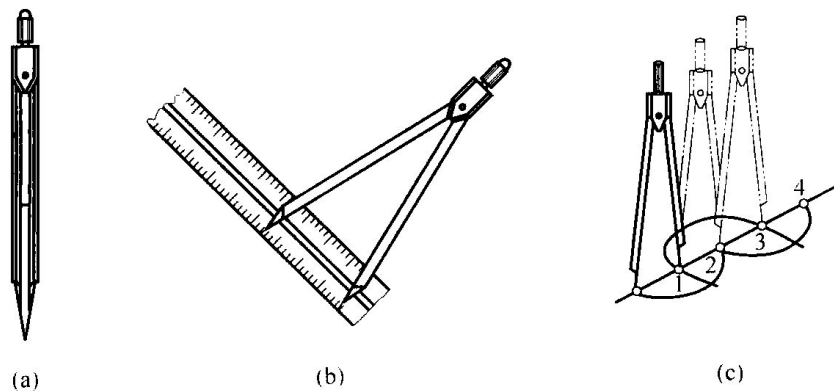


图 1.5 分规的用法

### 1.1.3 绘图用品

#### 1. 铅笔

绘图时要采用绘图铅笔作图。铅芯的软硬程度用 H、B 表示，字母“H”表示硬性铅芯，“H”之前的数值越大，表示铅芯越硬，颜色越淡；字母“B”表示软性铅芯，“B”之前的数值越大，表示铅芯越软，颜色越黑；字母“HB”表示软硬适中的铅芯。

绘制图样时，常用 H 或 2H 型的铅笔画底稿；用 HB 或 H 型铅笔写字、标注尺寸；用



HB 或 B 型铅笔加深图线；在加深圆或圆弧时，圆规的铅芯应比画直线的铅芯软一号。

削铅笔时应从无标记的一端开始，以便保留标记，识别铅芯硬度。铅芯露出的长度一般以 8mm 左右为宜，如图 1.6 所示。

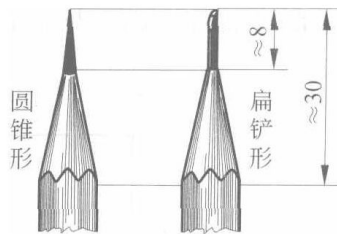


图 1.6 绘图铅笔的削法

## 2. 其他绘图用品

除铅笔外，橡皮、擦图片、小刀、砂纸和胶带纸也是必备的绘图用品。

# 1.2 制图国家标准的基本规定

## 1.2.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

### 1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1.1 中规定的图纸基本幅面。必要时，也允许选用国家标准规定的加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1.1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	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，图框的格式分留有装订边和不留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图框格式如图 1.7 所示，周边尺寸  $e$  按表 1.1 中的规定选取。

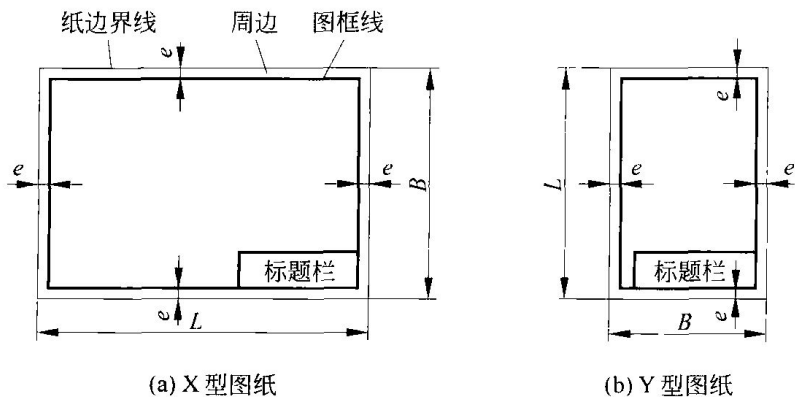


图 1.7 不留装订边的图框格式