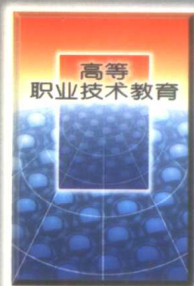


高等职业技术教育机电类专业规划教材

机械制图

(非机械类专业)

胡建生 主编



 机械工业出版社
China Machine Press

高等职业技术教育机电类专业规划教材

机 械 制 图

(非机械类专业)

胡建生 主 编

胡建生 张 力 孙 红
张户芳 于清华 刘 琦 编



机械工业出版社

本教材是根据全国高等工程专科制图教学工作会议制定的《机械制图》课程教学基本要求,考虑高职高专教育的特点,结合编者多年从事机械制图教学、教改经验编写而成的。本教材的特点包括:基础理论以应用为目的,以必需、够用为度,突出看图能力的培养;以看图为主,强化徒手绘图训练;无论是正文还是插图,都按新标准进行编写、绘制,充分体现教材的先进性;突出职业教育特色,在计算机绘图部分,讲授我国自主知识产权的电子图板绘图软件系统,既可使学生掌握计算机绘图的基本技能,又能提高学生的职业能力。

本教材按50~90学时编写,适用于高职高专院校非机械类专业的制图教学,亦可供成人教育非机械类专业使用或参考。与本书配套使用的《机械制图习题集》同时出版,供选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/胡建生主编. —北京:机械工业出版社,
2001, 7
高等职业技术教育机电类专业规划教材·非机械类专业
ISBN 7-111-08341-5

I. 机… II. 胡… III. 机械制图—高等教育:技
术教育—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第26670号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:杨民强 版式设计:张世琴 责任校对:程俊巧
封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2001年7月第1版·第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·15印张·368千字
0 001—6 000册
定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677~2527

高等职业技术教育机电类专业教材编委会

- 名誉主任委员 严雪怡 刘际远
- 主任委员 上海机电技术高等专科学校 孙兴旺 副校长
- 副主任委员 福建高级工业专门学校 黄森彬 副校长
- 南京机械高等专科学校 左健民 副校长
- 陕西工业职业技术学院 翟 轰 校 长
- 湘潭机电高等专科学校 曾家驹 副校长
- 包头职业技术学院 李俊梅 副校长
- 无锡职业技术学院 韩亚平 调研员
- 浙江机电职工大学 管 平 副校长
- 机械工业出版社教材编辑室 林 松 主 任
- (排名不分先后)
- 委员单位 邢台职业技术学院
- 湖南工业职业技术学院
- (等 26 所院校)

前 言

本书是高等职业技术教育机电类专业规划教材之一,是根据全国高等工程专科制图教学工作会议制定的《机械制图》课程教学基本要求,考虑高职高专教育的特点,结合编者多年从事机械制图教学、教改经验编写的。同时还编写了《机械制图习题集》,与本书配套使用。

本教材按 50~90 学时编写,适用于高职高专院校非机械类专业的制图教学,亦可供成人教育非机械类专业使用或参考。

根据高职高专的培养目标,以及高职高专毕业生基础理论知识适度,技术应用、知识面较宽的特点,本书的编写强调以应用为主旨构建教材体系。在编写过程中重点考虑了以下几点:

1. 基础理论以应用为目的,以必需、够用为度,突出看图能力的培养。教材中适当降低了理论要求,删除了画法几何中实用价值不大的内容,仅保留了最基本的内容。涉及其他学科的内容,采用简介的方式进行介绍。

2. 以看图为主,强化徒手画图训练。针对非机械类专业制图学时少的特点,减少尺规图作业的次数,强调徒手画图技能的培养。在教材和习题集中,突出以看图为主、画图为辅。

3. 密切跟踪制图国家标准的变动情况,凡在定稿前搜集到的相应新标准,均在书中予以贯彻。无论是正文还是插图,都按新标准进行编写、绘制,充分体现教材的先进性。

4. 突出职业教育特色,与国家实行的就业准入制度相配套。在“计算机绘图”部分中,选择国家劳动和社会保障部指定的、我国自主知识产权的电子图板绘图软件系统,这样既可使学生掌握计算机绘图的基本技能,又能提高学生的职业能力。

参加教材编写工作的有:辽宁工学院职业技术学院胡建生(编写绪论,第 1、5 章及附录)、黑龙江省建筑职业技术学院张力(编写第 4、9 章)、大连职业技术学院机电分院孙红(编写第 2、3 章)、陕西工业职业技术学院张户芳(编写第 6 章)、丹东纺织高等专科学校于清华(编写第 7、8 章)、重庆石油高等专科学校刘琦(编写第 10 章)。全书由胡建生主编并统稿。

本书由中国工程图学学会图学教育分会主任、北京理工大学董国耀教授审阅。董国耀教授对本书提出了许多修改意见和建议,对提高本书的质量起了重要作用。在此,向其表示衷心的感谢。

由于我们的水平所限,错误之处在所难免,期望使用本教材的广大师生和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

结论	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	2
第 1 节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2
第 2 节 绘图工具和用品的使用	9
第 3 节 尺寸注法	12
第 4 节 几何作图	16
第 5 节 平面图形的分析及作图	21
第 6 节 徒手画图的方法	23
第 2 章 投影基础	26
第 1 节 投影法和视图的基本概念	26
第 2 节 三视图的形成及其对应关系	28
第 3 节 点、直线、平面的投影	30
第 4 节 几何体的投影	43
第 5 节 几何体的尺寸标注	48
第 3 章 组合体	50
第 1 节 组合体的形体分析	50
第 2 节 组合体三视图的画法	59
第 3 节 组合体的尺寸注法	61
第 4 节 看组合体视图的方法	64
第 4 章 轴测图	75
第 1 节 轴测图的基本知识	75
第 2 节 正等轴测图	76
第 3 节 斜二轴测图简介	82
第 5 章 机件的表达方法	86
第 1 节 视图	86
第 2 节 剖视图	90
第 3 节 断面图	104
第 4 节 局部放大图和简化画法	106
第 6 章 标准件和齿轮、弹簧	111
第 1 节 螺纹	111
第 2 节 螺纹紧固件	116
第 3 节 齿轮	119
第 4 节 键、销连接	123
第 5 节 滚动轴承	125
第 6 节 弹簧	128

第7章 零件图	130
第1节 零件图的作用和内容	130
第2节 零件图的视图选择	131
第3节 零件图的尺寸标注	136
第4节 零件图上技术要求的注写	139
第5节 零件上常见的工艺结构	147
第6节 零件测绘	150
第7节 看零件图	152
第8章 装配图	155
第1节 装配图的作用和内容	155
第2节 装配图的表达方法	156
第3节 装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	158
第4节 装配结构简介	159
第5节 装配体测绘	161
第6节 看装配图和拆画零件图	165
第9章 房屋建筑图简介	170
第1节 房屋建筑图的基本知识	170
第2节 建筑施工图的有关规定	172
第3节 建筑施工图的识读	179
第10章 计算机绘图	183
第1节 使用CAXA电子图板2000的基础知识	183
第2节 绘图的常用命令	189
第3节 绘制工程图	205
附录	212
一、螺纹	212
二、常用的标准件	214
三、极限与配合	220
四、常用材料及热处理名词解释	229
参考文献	232

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理、制图标准或有关规定，表示工程对象并有必要技术说明的图，称为图样。

图样与文字、语言一样，是人类表达和交流思想的重要工具。在现代生产中，无论是机械设备的设计、制造、安装，还是房屋的建造，都要根据图样进行。图样被喻为工程界的共同语言，所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

《机械制图》就是研究机械图样的绘制（画图）和识读（看图）规律与方法的一门学科，也是理工科高职高专院校一门必修的技术基础课。它是培养学生的空间思维能力和绘图技能的必要基础，又是学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要内容包括机械图样的图示原理、绘图方法、读图方法及相关标准，并介绍了CAXA电子图板2000的基本操作方法。

二、本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生具有画图和看图的能力：

1. 掌握正投影的基本原理及其应用，培养学生的空间想象和思维能力。
2. 培养学生具有绘制和识读机械图样的基本能力。
3. 学习制图国家标准及其他有关规定，初步具有查阅标准和技术资料的能力。
4. 使学生能够正确、熟练地使用常用的绘图工具，具有一定的徒手画图能力。
5. 掌握计算机绘图的基本知识和技能。
6. 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、学习本课程的注意事项

本课程是一门既有理论又注重实践的课程，学习时应注意以下几点：

1. 在听课和复习过程中，要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法，学习时不能死记硬背。通过循序渐进的练习，不断地提高空间思维能力和表达能力。
2. 本课程的特点是实践性较强。只有通过大量的实践，完成一系列的练习和作业才能掌握主要内容，才能不断提高画图与看图的能力。因此，及时完成规定的练习和作业，是学好本课程的重要环节。每次作业前，必须仔细阅读作业指导书，做到动手前心中有数，以便提高完成作业的速度和质量。
3. 在学习过程中，应正确掌握绘图仪器和工具的使用方法，不断提高绘图技能。
4. 要重视学习和严格遵守制图国家标准，牢固掌握常用的标准并能熟练地运用。学会查阅标准的方法，培养应用标准的意识。

第 1 章 制图的基本知识和技能

本章将重点介绍技术制图和机械制图国家标准中的一般规定、绘图工具及仪器的使用、几何作图的方法以及手工绘图的基本技能，为以后的学习打下必要的基础。

第 1 节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

机械图样是现代生产中的重要技术文件。为了便于管理和交流，国家技术监督局发布了《技术制图》和《机械制图》国家标准，对图样的内容、格式和表达方法等都作了统一规定。技术制图标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，它涵盖机械、电气、建筑等各技术行业。机械制图标准是机械行业制图标准，它们是图样的绘制与使用的准绳，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

“GB/T”为推荐性国家标准代号（推荐性标准是必须执行的标准），一般简称“国标”。G 是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B 是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T 是“推”字汉语拼音的第一个字母。“14689”表示该标准的编号，“1993”表示该标准发布的年号。

本节摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注等内容。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制机械图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸必须按基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面 (mm)

代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594	5	5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			

注： a 、 c 、 e 为留边宽度，参见图 1-2、图 1-3。

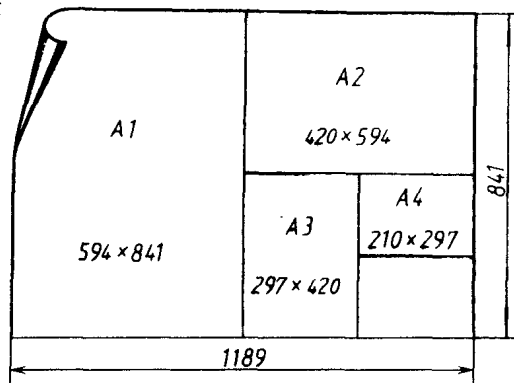


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

2. 图框格式

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装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。优先采用不留装订边的格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示；基本幅面的图框及留边宽度 a 、 e 、 c 等尺寸，按表 1-1 的规定。

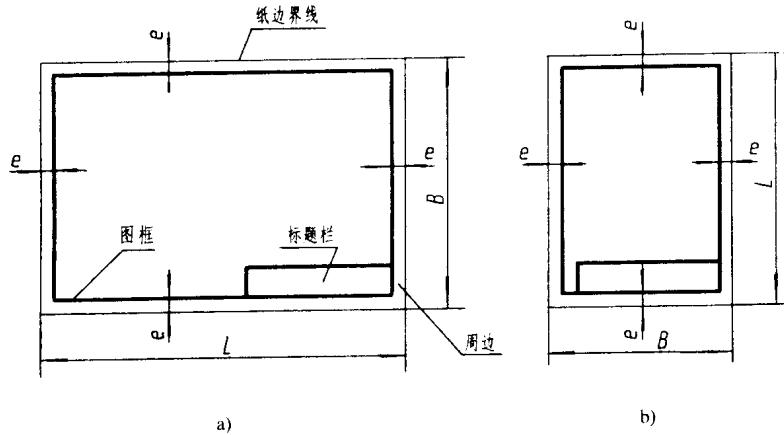


图 1-2 不留装订边的图框格式

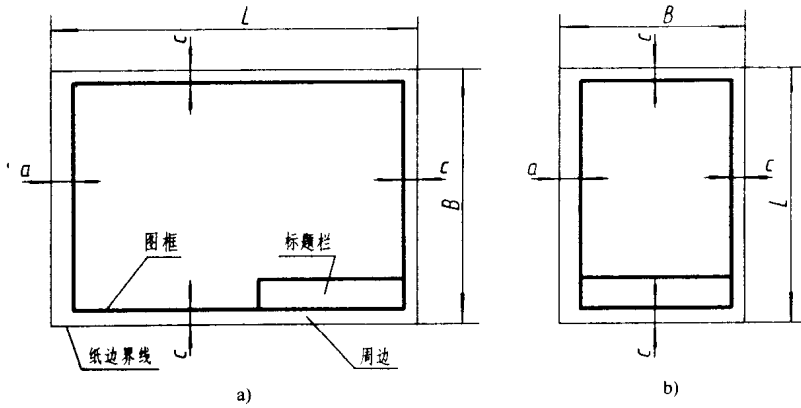


图 1-3 留装订边的图框格式

3. 标题栏及方位

在机械图样上必须画出标题栏。标题栏的内容、格式和尺寸，应依照 GB/T 10609.1—1989 的规定。在制图作业中，为了简化作图，建议采用图 1-4 所示的简化标题栏。

	10	45	10	35	30		
明细栏							7
							7
	序号	名称	数量	材料	备注		14
标题栏	××院(校)××系××班				比例	材料	7
						数量	7
	制图	(姓名)	(学号)	(图名或作业名称)		(作业编号)	7
	设计						7
	审核					共 张第 张	7
	12	28	15	30	15	10	20
				130			

图 1-4 简化标题栏的格式

标题栏一般应置于图样的右下角，标题栏中的文字方向与看图方向一致，如图 1-2、图 1-3 所示。

为了利用预先印制的图纸，允许将标题栏按图 1-5 的方式配置。此时，看图方向与标题栏中的文字方向不一致。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对基本幅面（含部分加长幅面）的各号图纸，均应在图纸各边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 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。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 1-5 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

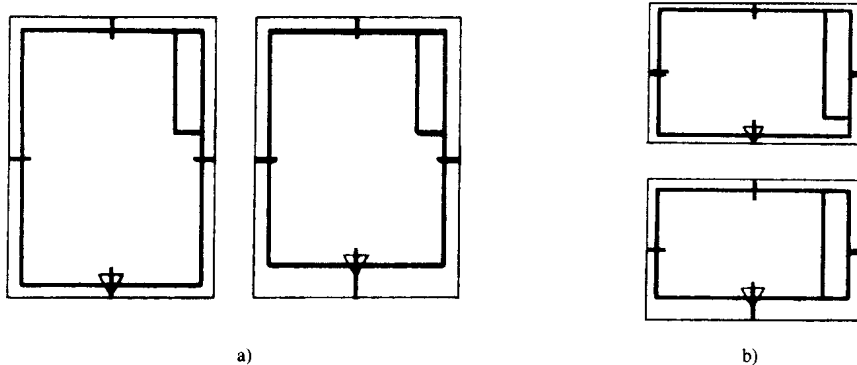


图 1-5 对中符号与方向符号

(2) 方向符号 当使用预先印制的图纸时，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，以表明绘图与看图时的方向，如图 1-5 所示。

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 1-6 所示。

二、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。国标规定的比例系列，如表 1-2 所示。

绘制图样时，应首先选用“优先选择系列”。必要时，也可选用“允许选择系列”。

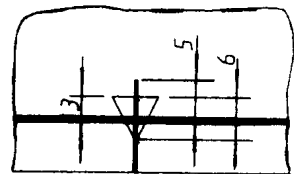


图 1-6 方向符号的画法

表 1-2 比例系列

种类	定义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1:1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	比值小于 1 的比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	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。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

比例一般应在标题栏中的“比例”一栏内填写。

图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与绘制图形所采用的比例无关，如图 1-7 所示。

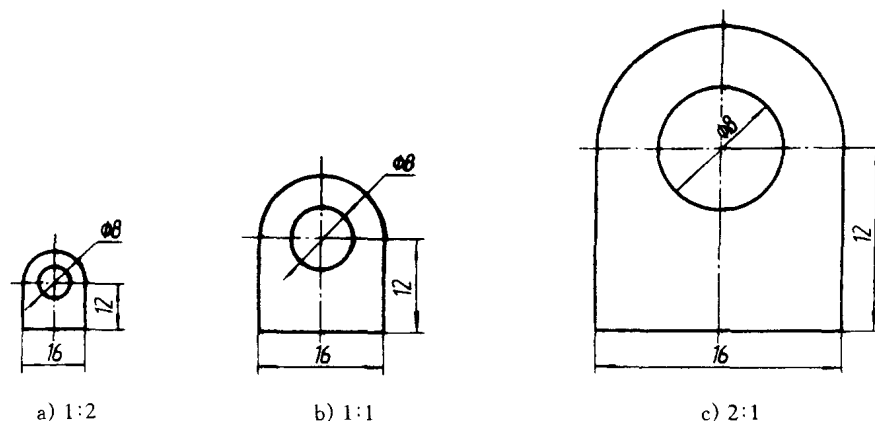


图 1-7 图形比例与尺寸数字

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外，还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

1. 基本规定

(1) 在图样和技术文件中书写的汉字、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) 的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字体高度代表字体的号数。

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

书写长仿宋体汉字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

(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。在同一张图样上，只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和正体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例，如表 1-3 所示。

四、图线 (GB/T 17450—1998)

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线 (或曲线)、连续线和不连续线。图线是组成图形的基本要素，由点、短间隔、画、长画、间隔等线条构成。

表 1-3 字 体

字 体	示 例
长仿宋体汉字	10号 学好制图课,培养和发展空间想象能力
	7号 长仿宋体字书写要领:横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5号 徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图都是工程技术人员必须具备的绘图技能
	3.5号 图样是设计、制造和技术交流的重要技术文件,是工程技术人员表达设计意图和交流技术思想的语言和工具
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>0123456789</i>
	正体 0123456789
罗马数字	斜体 <i>IIIIIVVVVIVIIIVIIIXX</i>
	正体 IIIIIVVVVIVIIIVIIIXX
字体的应用示例	$\phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5} \quad 10Js5(\pm 0.003) \quad M24-6h \quad 10^3$ $\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{6.3}{\nabla} \quad R8 \quad 5\% \quad \nabla \frac{3.50}{}$ $l/mm \quad m/kg \quad 460r/min \quad 220V \quad 380kPa \quad S^{-1} \quad D_i \quad T_d$

1. 线型及图线尺寸

所有线型的图线宽度(d),应按图样的类型和尺寸大小在下列公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)的数系中选择:




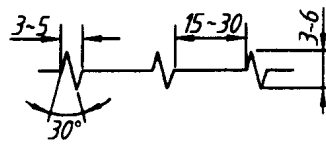
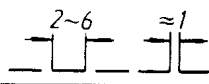
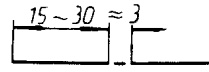

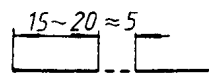
0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

2. 图线的应用

机械图样中粗、细线的比例关系为 2:1。常用的线型、图线宽度及其应用见表 1-4,应用示例如图 1-8 所示。

表 1-4 图 线

No	线 型	名 称	图线宽度	在图上的--般应用
01		粗实线	d	①可见轮廓线 ②可见过渡线
		细实线	约 $d/2$	①尺寸线及尺寸界线 ②剖面线、重合断面的轮廓线 ③螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 ④引出线、分界线及范围线
		波浪线	约 $d/2$	① 断裂处的边界线 ② 视图和剖视的分界线
		双折线	约 $d/2$	① 断裂处的边界线 ② 局部剖视图中视图与剖视的分界线
02		虚线	约 $d/2$	① 不可见轮廓线 ② 不可见过渡线
04		细点画线	约 $d/2$	① 轴线 ② 对称线和中心线 ③ 齿轮的节圆和节线
		粗点画线	d	有特殊要求的表面表示线
05		双点画线	约 $d/2$	① 相邻辅助零件的轮廓线 ② 极限位置的轮廓线 ③ 假想投影轮廓线 ④ 中断线

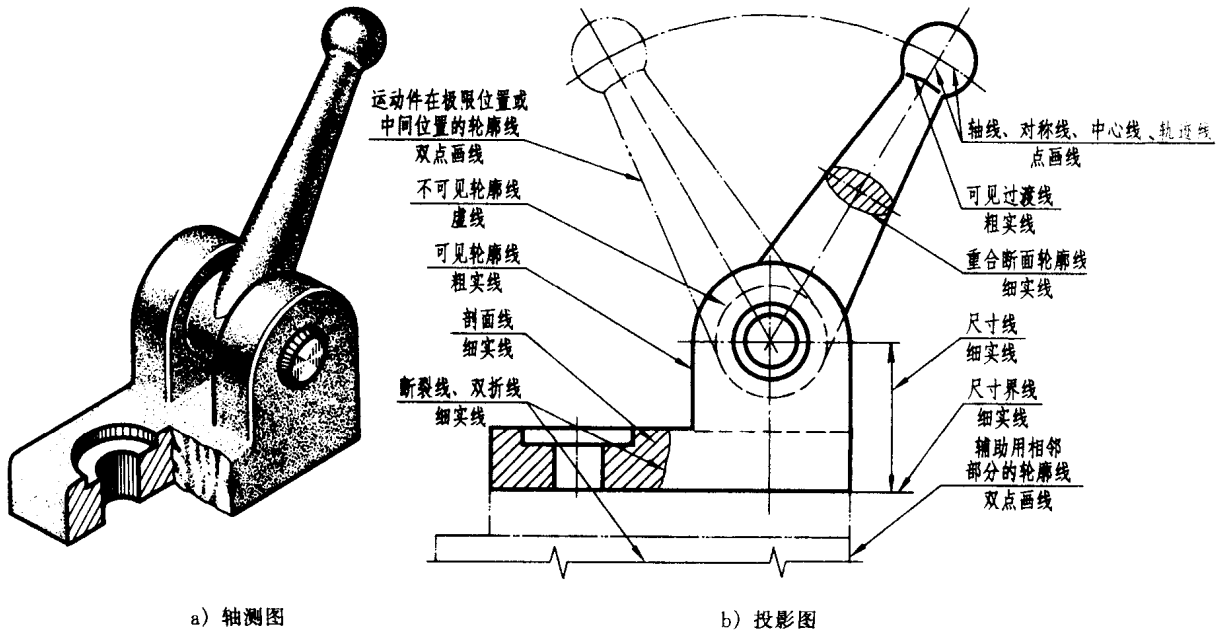


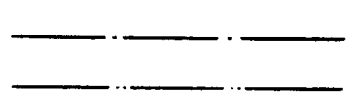
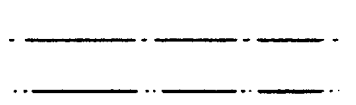

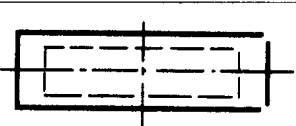
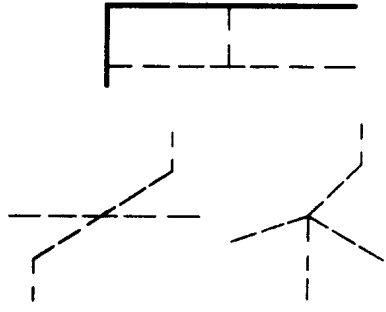
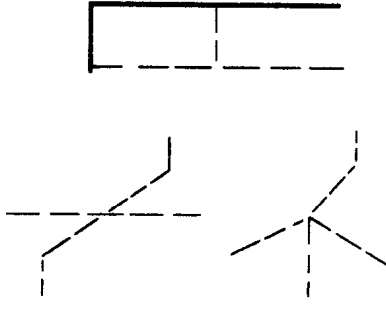
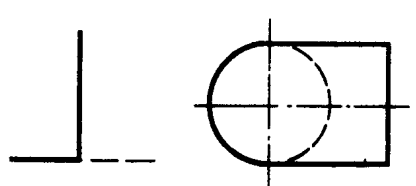
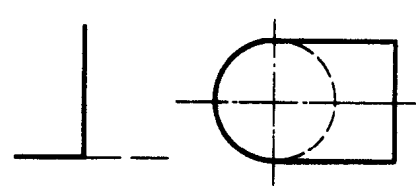
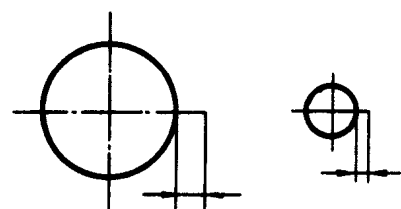
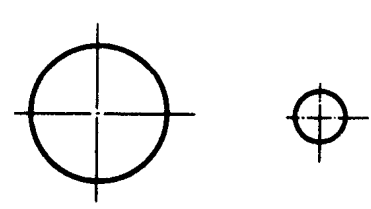


图 1-8 各种图线应用举例

3. 尺规绘图时图线的画法

(1) 图线与图线平行、相交时的画法 图线与图线平行、相交时的画法见表 1-5。

表 1-5 图线的画法

要 求	图 例	
	正确画法	错误画法
为保证图样的清晰度，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm		
点画线、双点画线的首末两端应是画，而不是点		
各种线型相交时，都应以画相交，而不应该是点或间隔		
各种线型应恰当地相交于画线处： ——图线起始于相交处； ——画线形成完全相交； ——画线形成部分相交		
虚线直线在粗实线的延长线上相接时，虚线应留出间隔 虚线圆弧与粗实线相切时，虚线圆弧应留出间隔		
画圆的中心线时，圆心应是画的交点，点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm 当圆的图形较小时，允许用细实线代替点画线		

(2) 基本线型重合时，绘制的优先顺序 当有两种或更多种的图线重合时，通常应按照图线所表达对象的重要程度，优先选择绘制顺序：

可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称线（中心线）→假想线。

第2节 绘图工具和用品的使用

正确地使用和维护绘图工具,对提高绘图质量和绘图速度是十分重要的。本节介绍几种常用的绘图工具和用品的使用方法。

一、图板、丁字尺和三角板

图板是供铺放、固定图纸用的矩形木板,如图 1-9 所示。图板一般用胶合板制成,板面要求平整光滑,左侧为丁字尺的导边,必须光滑平直。

丁字尺由尺头和尺身构成,如图 1-9 所示。尺身的上边为工作边,主要用来画水平线。

使用丁字尺时,尺头内侧必须靠紧图板的导边,用左手推动丁字尺上、下移动,沿尺身的上边、由左至右画出一系列水平线,如图 1-10a 所示。

三角板由 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 各一块组成一副。三角板与丁字尺配合使用时,可画垂直线,如图 1-10b 所示,也可画 30° 、 45° 、 60° 的斜线,如图 1-10c 所示。

如将两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线或垂直线,如图 1-11 所示。

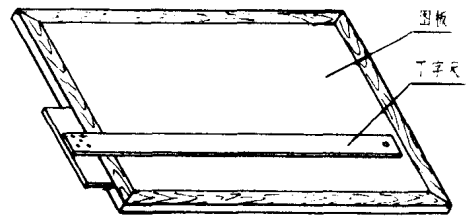
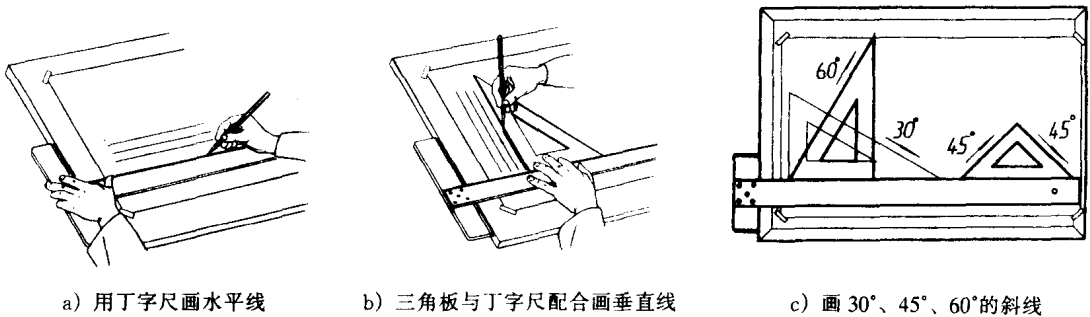


图 1-9 图板和丁字尺

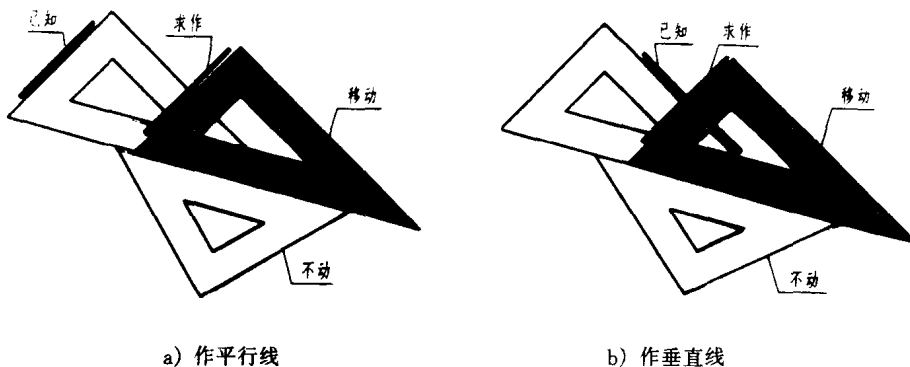


a) 用丁字尺画水平线

b) 三角板与丁字尺配合画垂直线

c) 画 30° 、 45° 、 60° 的斜线

图 1-10 丁字尺和三角板的使用方法



a) 作平行线

b) 作垂直线

图 1-11 作已知直线的平行线和垂直线

二、圆规和分规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等,如图 1-12 所示。

圆规的钢针应使用有肩台的一端（以防止圆心针孔的扩大），并使肩台与铅芯尖平齐，如图 1-13 所示。

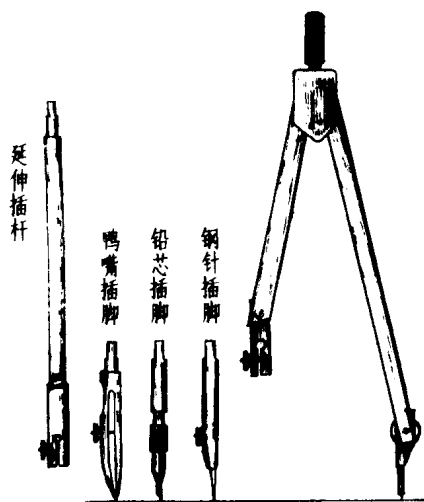


图 1-12 圆规及附件

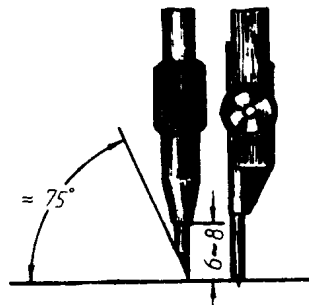
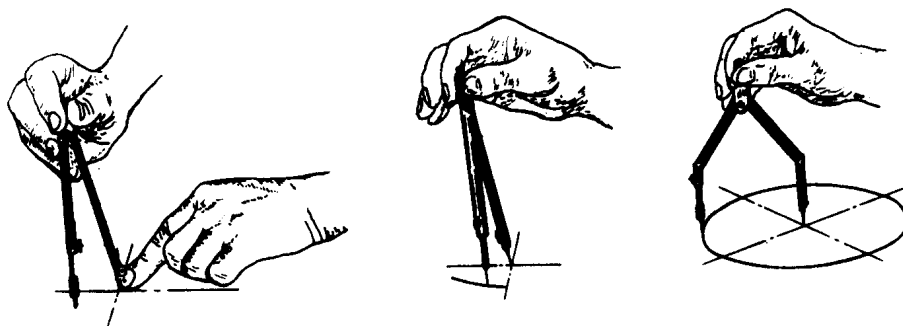


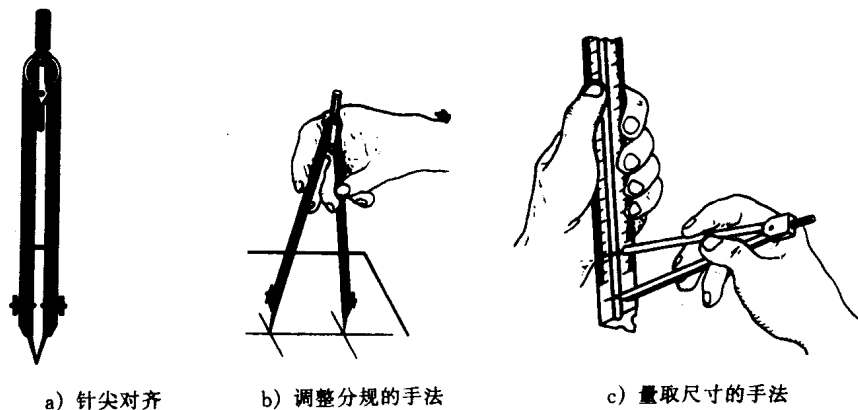
图 1-13 圆规钢针与铅芯的配置

画圆时，先将圆规两腿分开至所需的半径尺寸，借左手食指把针尖放在圆心位置，将钢针扎入图纸和图板，按顺时针方向稍微倾斜地转动圆规，转动时用力和速度要均匀，如图 1-14 所示。



a) 将针尖扎入圆心 b) 圆规向画线方向倾斜 c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

图 1-14 圆规的用法



a) 针尖对齐 b) 调整分规的手法 c) 量取尺寸的手法

图 1-15 分规的用法