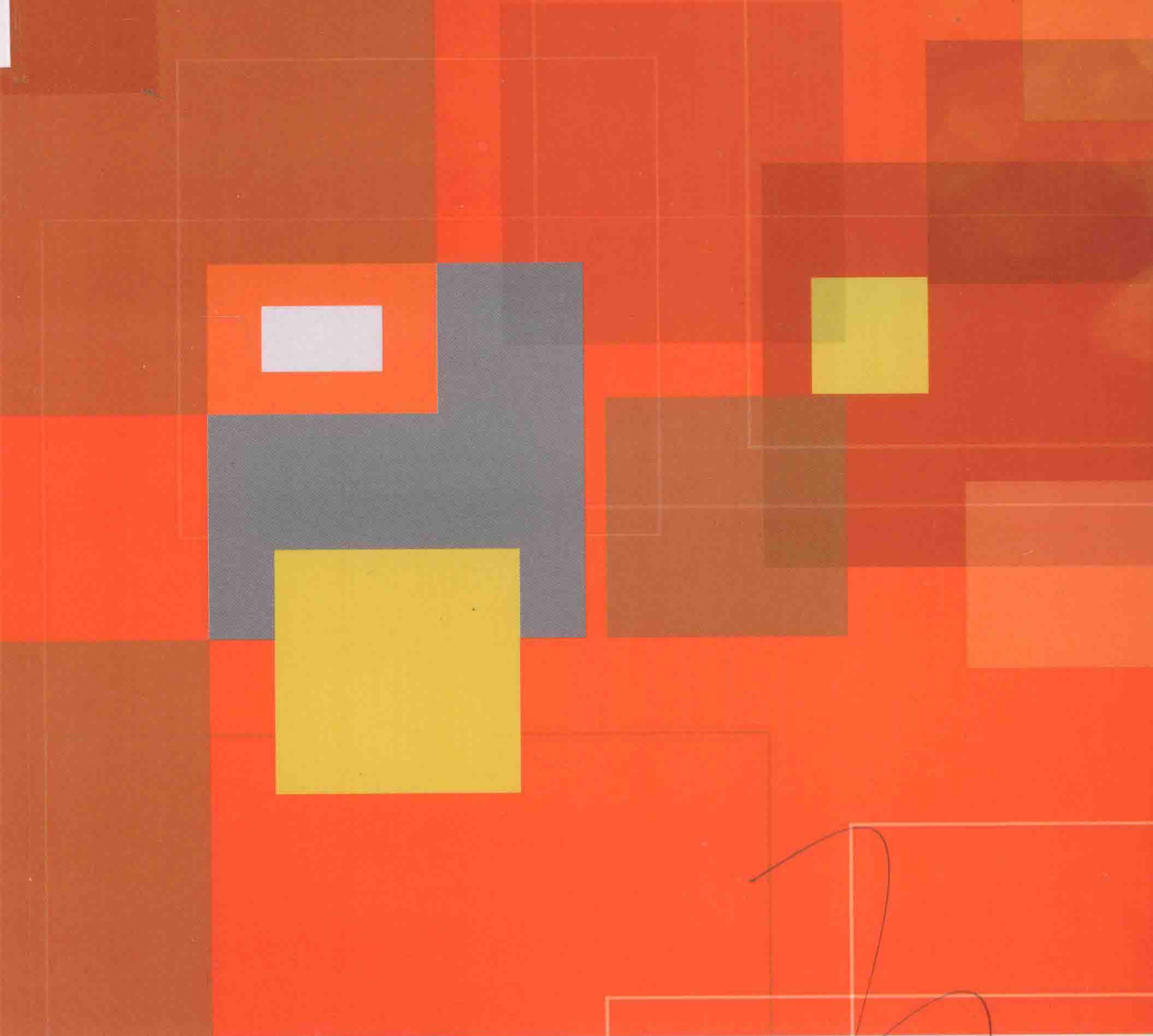




机械制图与 CAD

● 主 编 封金祥 姜 隆 史晓君

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

机械制图与 CAD

主 编	封金祥	姜 隆	史晓君
副主编	刘 硕	邱瑞杰	王 鹤
	陈永久	张福琴	彭晓彭

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要包括：制图基本知识、技能与 Auto CAD 绘图基础，画法几何基础，轴测图与三维建模基础，组合体，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。

本书既可作为高等院校机电类专业的教学用书，也可作为相关技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 CAD / 封金祥, 姜隆, 史晓君主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-5682-2877-0

I. ①机… II. ①封… ②姜… ③史… III. ①机械制图—AutoCAD 软件 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 197260 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 440 千字

版 次 / 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 56.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本书按高等教育对机械制图及 CAD 的教学要求,本着以生产实践教学为主,着重操作技能训练,适当扩大训练范围的原则,在理论课程内容的设置上,按照适应操作技能培养和今后继续进修、提高本职工作能力的需要来安排,体现了以应用知识为主,讲练结合,突出针对性、实践性和适应性的特点。机械制图是现代化高等教育制造类专业的重要技术工具课程和专业技术基础课程,是应用型、高志向、高素质、高技能人才的通用职业技能之一,计算机绘图已经在制造企业中得到普遍应用。所以,要通过强化学生 Auto CAD 软件的绘图操作技能,提高其相应的专业职业技能,从而提高教学效率。

本书将“机械制图”与“Auto CAD”整合为一门课程——机械制图与 CAD。在教学过程中,机械制图与 Auto CAD 课程内容相互融合,教师使用 CAD 实施教学任务,由于直观性好、可操作性强,强化了 CAD 技术应用和技能训练。学生直接用 CAD 来完成制图作业这一学习任务,可大大提高学生的学习兴趣、学习效率和学习效果。

本书的编写指导思想是:加强读图、CAD 绘图、徒手绘图能力的训练,努力做到读图和绘图不断线,以巩固新技术的应用;全面贯彻最新图家标准;在保证机械图样能正常绘制、表达的前提下,对点、线、面、相贯线等知识适当降低了理论要求。

根据高等院校制造类不同专业的教学要求,本书在内容上有所侧重或删减,以适应生产第一线对各类应用型人才的要求。

本书由封金祥、姜隆、史晓君主编;刘硕、邱瑞杰、王鹤、陈永久、张福琴和彭晓彭为副主编。模块一由封金祥、史晓君编写;模块二、模块三由姜隆、陈永久编写并排版;模块四由刘硕编写;模块五、模块六由邱瑞杰编写;模块七由王鹤编写;模块八由张福琴编写;模块四~模块八由王鹤排版,整书 AutoCAD 部分编写及排版由彭晓彭完成。在编写过程中得到编者所在学校全体老师的大力支持,在此表示感谢。

限于编者水平,且时间仓促,本书难免存在缺点和不足,恳请广大师生批评指正。

编 者

目 录

模块一 制图基本知识、技能与 Auto CAD 绘图基础	1
课题 1 常用绘图工具及用品的使用	1
一、图板	1
二、丁字尺	1
三、三角板	1
四、圆规	2
五、分规	3
六、铅笔	3
七、曲线板	4
八、擦图片	4
九、绘图纸	4
课题 2 制图国家标准的基本规定	5
一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)	5
二、比例 (GB/T 14690—1993)	7
三、字体	7
四、图线 (GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457. 4—2002)	9
五、尺寸注法 (GB/T 4458. 4—2003)	12
课题 3 常用几何图形的画法	16
一、作平行线和垂直线	16
二、等分圆周及作正多边形	16
三、斜度和锥度	17
四、圆弧连接	18
课题 4 平面图形的画法	21
一、平面图形的尺寸分析	21
二、线段分析	21
三、绘图方法和步骤	22
四、尺寸标注	23
课题 5 徒手绘图	23
一、徒手绘图的概念	23
二、徒手图的绘制方法	23
课题 6 Auto CAD 2010 界面介绍	25
一、标题栏	25

二、菜单栏	25
三、命令的调用方法	27
四、视图操作	28
五、图形的选择	29
六、坐标系	30
七、文件基本操作	31
课题7 Auto CAD 二维图形的绘制	32
一、图形界限和单位	32
二、辅助功能	33
三、线的绘制	35
四、圆形的绘制	36
五、多边形的绘制	40
六、复杂图形的绘制	41
七、点的绘制	45
八、图案填充	46
九、面域	47
课题8 Auto CAD 平面图形的编辑	49
一、变换操作	49
二、对象的复制	51
三、对象的编辑	56
四、变形操作	59
五、倒角和圆角	62
六、夹点编辑	64
课题9 尺寸标注	64
一、尺寸标注的规则和组成	64
二、尺寸标注的样式设定	65
三、尺寸标注	70
四、尺寸标注的编辑	74
课题10 文字、图块、图层管理、打印	75
一、文字编辑	75
二、块的使用	78
三、图层管理	80
四、打印	81
课题11 平面图形绘制实例	85
一、创建层	86
二、制作辅助线	86
三、绘制图形	88
复习思考题	90

模块二 画法几何基础	95
课题1 投影法的基本知识	95
一、投影法 (GB/T 16948—1997)	95
二、投影法分类	95
三、正投影的基本特性	96
课题2 点的投影	97
一、点的两面投影	97
二、点的三面投影	98
三、点的投影和直角坐标关系	99
四、空间两点相对位置的判定	99
五、重影点及其可见性	99
课题3 直线的投影	100
一、各类位置直线的投影特性	100
二、直线上点的投影	103
三、两条直线的相对位置	104
课题4 平面的投影	105
一、各种位置平面的投影特性	105
二、平面上的点和直线	106
课题5 截交线	107
一、平面与平面立体相交	107
二、平面与曲面立体相交	108
课题6 相贯线	112
一、利用积聚性作相贯线	112
二、辅助平面法	114
三、相贯线的特殊情况	116
四、影响相贯线的因素	117
复习思考题	118
模块三 轴测图与三维建模基础	119
课题1 轴测投影的基本知识	119
一、轴测投影图的形成	119
二、轴间角和轴向伸缩系数	120
三、轴测图的基本性质	120
四、轴测图的分类	120
课题2 正等轴测图	120
一、正等测图的轴间角和轴向伸缩系数	120
二、轴测图的基本画法——坐标法	122
三、平行于坐标面的圆的正等测图	124
四、圆角正等测图的画法	124
五、组合体的正等测图画法	124

课题3 斜二轴测图	127
一、斜二轴测图	127
二、平行于各坐标面的圆的斜二测图	128
三、斜二测图的画法	128
课题4 三维建模基础	129
一、三维实体绘制基础	129
二、实体	132
三、实体编辑	136
四、三维图形绘制实例	143
复习思考题	150
模块四 组合体	154
课题1 概述	154
一、组合体视图	154
二、组合体的组合形式	155
三、组合体的形体表面连接形式	155
四、组合体的形体分析法	156
课题2 组合体的三视图画图方法	157
一、形体分析	157
二、选择主视图	158
三、选择比例、布置视图	158
四、绘制底稿	159
五、检查、描深	160
课题3 组合体的尺寸标注	160
一、尺寸标注的基本要求	160
二、基本体的尺寸标注	160
三、切割体、相贯体的尺寸标注	161
四、组合体的尺寸标注	162
五、组合体的尺寸布置	164
六、标注组合体尺寸的步骤及举例	166
课题4 组合体的读图方法	167
一、看图的基本要领	167
二、看图的基本方法	169
复习思考题	172
模块五 机件常用的表达方法	174
课题1 视图 (GB/T 4458.1—2002)	174
一、基本视图	174
二、向视图	175
三、局部视图	176
四、斜视图	176

课题2 剖视图 (GB/T 4458.6—2002)	178
一、剖视图的概念	178
二、剖视图的种类	183
三、剖切方法	186
课题3 断面图 (GB/T 4458.6—2002)	188
一、断面图的概念	188
二、断面图的种类	189
课题4 简化画法和其他表达方法	192
课题5 表达方法综合应用举例	197
一、形体分析	197
二、选择主视图	197
三、确定其他视图	198
复习思考题	198
模块六 标准件和常用件的画法	200
课题1 螺纹及螺纹连接件	200
一、螺纹的基本知识	200
二、螺纹的规定画法	202
三、螺纹的标注	204
课题2 螺纹连接件及连接画法	206
一、常用的螺纹连接件及其标注	206
二、常用螺纹连接件的比例画法	208
三、螺纹紧固件的连接画法	208
课题3 齿轮	212
一、圆柱齿轮	212
二、直齿圆锥齿轮	215
课题4 键、花键、销连接	222
一、键连接	222
二、花键的画法及代号注法	225
三、销连接	226
课题5 滚动轴承	228
一、滚动轴承的结构及代号	228
二、滚动轴承的规定画法	228
课题6 弹簧	230
一、弹簧概述	230
二、圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸关系	230
三、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	231
复习思考题	232
模块七 零件图	233
课题1 零件图的作用与内容	233

课题2 零件表达方案的确定	234
一、主视图的选择	234
二、其他视图的选择	235
课题3 零件图的尺寸标注	237
一、零件图中标注尺寸的基本要求	237
二、尺寸基准	237
三、尺寸的合理标注	237
四、零件上常见结构的尺寸标注	240
课题4 典型零件的视图选择及尺寸标注	243
一、轴套类零件	243
二、盘盖类零件	243
三、叉架类零件	243
四、箱体类零件	245
课题5 读零件图	248
一、读零件图的目的和要求	248
二、读图的方法和步骤	248
三、读零件图举例	248
复习思考题	251
模块八 装配图	252
课题1 装配图的作用和内容	252
一、装配图的作用	252
二、装配图的内容	252
课题2 部件的表达方法	254
一、装配图的表达画法	254
二、装配图的简化画法	254
课题3 装配图的尺寸标注和技术要求	256
一、装配图的尺寸标注	256
二、装配图的技术要求	256
课题4 装配图中的零、部件序号	257
一、零、部件序号	257
二、零、部件的明细表	258
课题5 装配结构的合理性	258
课题6 画装配图的步骤	262
课题7 读装配图	264
课题8 由装配图拆画零件图	267
附录	269

模块一 制图基本知识、技能与 Auto CAD 绘图基础

课题1 常用绘图工具及用品的使用

一、图板

图板是用来铺放、固定图纸并进行绘图的（图 1-1）。所以，图板的表面必须平整、光滑且富有弹性。图板的左侧边称为导边，必须光滑、平直。使用时，要注意板面和工作边完好无损，防止受潮和受热。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号三种。

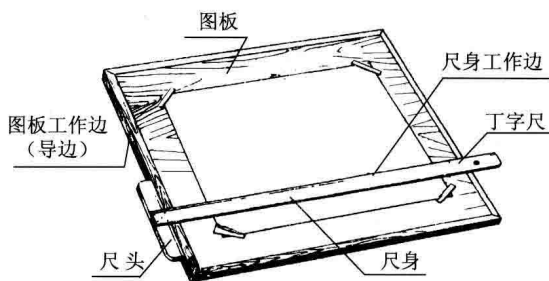


图 1-1 图板与丁字尺

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分构成，如图 1-2 所示，它主要用来画水平线。使用时，左手扶住尺头，并使尺头工作边紧靠图板工作边，上下移动到画线位置（图 1-2（a））后将左手移到画线部位压住尺身，右手握笔，沿丁字尺工作边自左向右画水平线（图 1-2（b））。禁止直接用丁字尺画铅垂线，也不能用尺身下缘画水平线。用完要将丁字尺挂起，以免变形、跌坏或踩断。

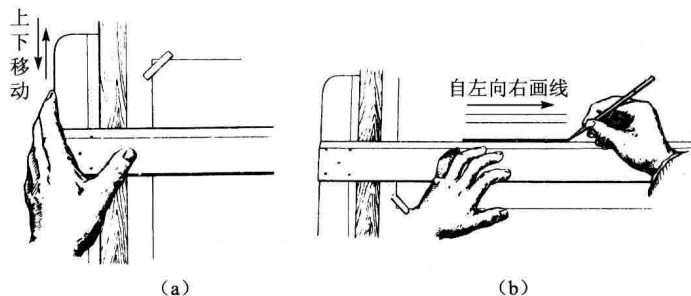


图 1-2 用丁字尺画水平线

三、三角板

三角板有 45° — 90° 角和 30° — 60° — 90° 角的各一块。将一块三角板与丁字尺配合使用，可以画一系列不同位置水平线的垂直线，如图 1-3 所示。画线时，三角板的一直角边靠紧

丁字尺尺身工作边，另一直角边置于左侧，左右移动三角板至画线位置。左手按住丁字尺和三角板，右手握笔，自下而上沿三角板左边画垂直线。

三角板与丁字尺或直尺配合使用，可画与水平线成 15° 倍数角的斜线，如图 1-4 所示。



图 1-3 用三角板与丁字尺画垂直线

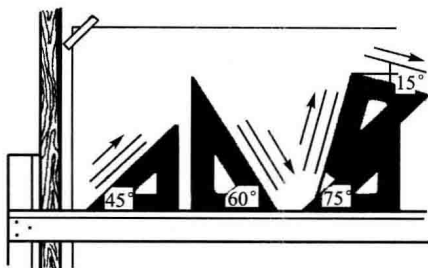


图 1-4 用三角板画 15° 倍数角的斜线

两块三角板互相配合使用，可以画任意已知直线的平行线或垂直线，如图 1-5 所示。

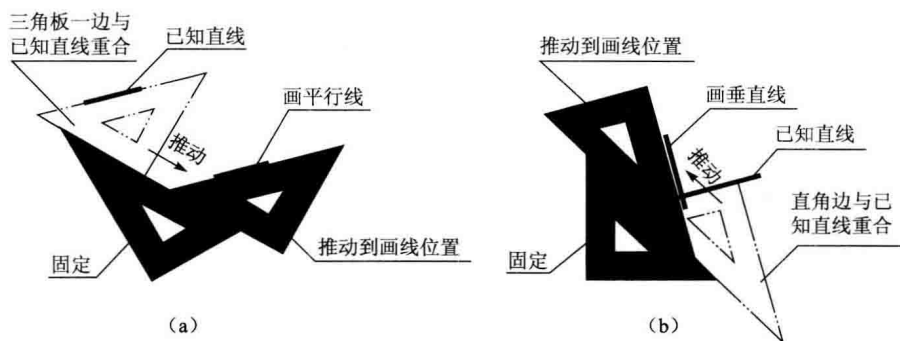


图 1-5 画已知直线的水平线或垂直线

(a) 画平行线；(b) 画垂直线

四、圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规固定腿上的钢针具有两种不同形状的尖端：带台阶的尖端是画圆或圆弧时定心用的；带锥形的尖端可作分规使用。活动腿上有肘形关节，可随时装换铅芯插脚、鸭嘴插脚及作分规用的锥形钢针插脚，其构造和附件如图 1-6 所示。

画圆前，应将插脚上的铅芯削好，将钢针有台肩的一端朝下，并使台肩面与铅芯尖端平齐，如图 1-7 所示。

画圆时，应将钢针尖对准圆心（可借助左手食指），并扎入图板，右手捏住圆规头部手柄，按顺时针方向画圆，并向前进方向稍微倾斜，画小圆时，圆规两脚应向里弯曲（如图 1-8 (a)）；画较大圆时，应调整钢针与铅芯插脚，保持与纸面垂直（图 1-8 (b)）；画大圆时，应接上接长杆（图 1-8 (c)）。



图 1-6 圆规及其插脚

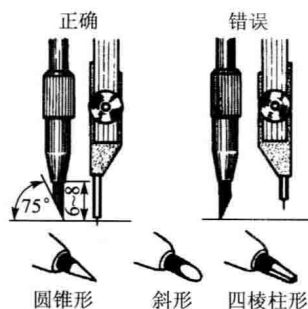


图 1-7 圆锥定心钢针的安装及铅芯形状

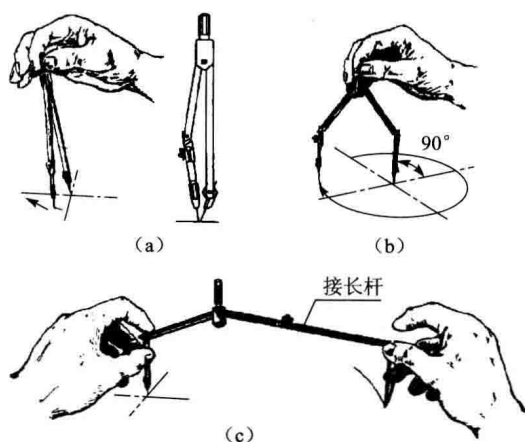


图 1-8 圆规的使用

五、分规

分规用来量取尺寸和截取、等分线段。当两腿并拢时，两针尖应会合于一点。分规的开合，用一只手控制（图 1-9（a））。若截取若干等长线段时，应以分规的两腿针尖交替作为旋转中心，沿给出的直线连续截取（图 1-9（b））。

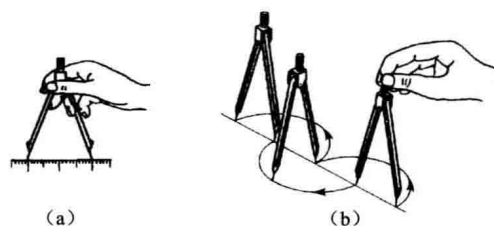


图 1-9 分规的使用

(a) 控制分规开合；(b) 截取若干等长线段

六、铅笔

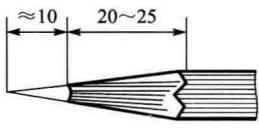
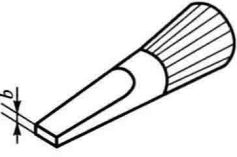
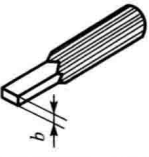
绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用标号 B 或 H 表示。B 前数字越大，铅芯越软；H 前数字越大，铅芯越硬；HB 铅芯软硬适中。

绘图时，应根据不同的用途选用不同软硬的铅芯并将其削磨成一定的形状，见表 1-1。

表 1-1 铅笔及铅芯的选用

用途	铅 笔			圆规用铅芯	
	画细线	写字	画粗线	画细线	画粗线
软硬程度	H 或 2H	HB	HB 或 B	H 或 HB	B 或 2B

续表

	铅 笔		圆规用铅芯	
削磨形状				
	锥形	铲形	楔形	截面为矩形的四棱柱

绘制机械图样时，常用 2H 或 H 的铅笔画底稿线和加深细线；用 HB 或 H 铅笔写字、画箭头；用 HB 或 B 铅笔画粗线；加深粗线的圆或圆弧时，比加深直线用的 HB 或 B 铅笔软一级。

画不同的线条，铅笔的使用方法也不尽相同。画直线时，铅笔在前后方向上应与纸面垂直，且向画线方向倾斜约 30°。当铅笔头部呈梯形棱柱状时，倾斜角可相应地减少一些，但用力要稍许加大，并匀速前进。

七、曲线板

曲线板是绘制非圆曲线的常用工具。画线时，先徒手将各点轻轻地连成曲线，然后在曲线板上选取曲率相当的部分，分几段逐次将各点连成曲线，但每段都不要全部描完，至少留出两点间的一小段，使之与下段吻合，以保证曲线的光滑连接，如图 1-10 所示。

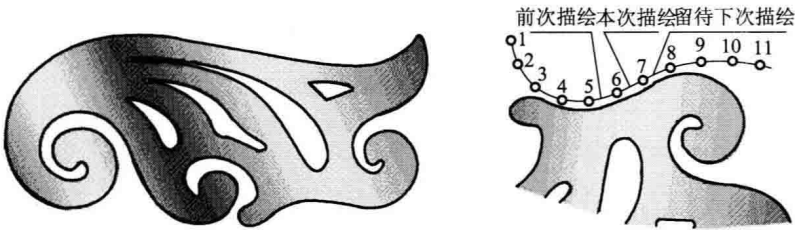


图 1-10 用曲线板连接非圆曲线的方法

八、擦图片

利用擦图片上各种形式的镂空，可擦去多余的线条，以保证图面清洁，如图 1-11 所示。

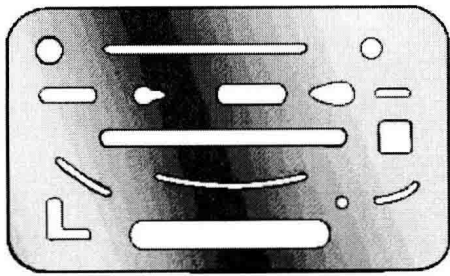


图 1-11 擦图片

九、绘图纸

绘图纸要求质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛，并符合国家标准规定的幅面尺寸。固定图纸时，应将图纸置于图板左下方（图板下方留足放置丁字尺的地方），并使图纸上图框与丁字尺尺身工作边密合摆正；然后将图纸摊平，四角用胶带纸固定在图板上，如图 1-1 所示。

以上是手工绘图所使用的最基本的绘图工具和用品。除此之外，必备的绘图工具和用品还有比例尺、胶带纸等。随着制图技术的日益发展，特别是近年来，计算机绘图的应用使工程图样的绘制变得更快捷、清晰、准确。

课题 2 制图国家标准的基本规定

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—1993）

国家标准（简称“国标”）的代号为“GB”。

为了便于图纸的使用和保管，国家标准对图纸幅面尺寸、图框格式、标题栏的方位、附加符号等作了统一规定。

1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先采用表 1-2 所规定的五种基本幅面。其中，A0 幅面最大，面积约为 1 m^2 ，其余都是后一号为前一号幅面的一半（以长边对折裁开）。必要时，也允许选用加长幅面，但加长后的幅面尺寸须由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-2 图纸基本幅面尺寸

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，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。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-12 所示，周边尺寸 e 按表 1-2 中的规定选取。留装订边的图纸，其图框格式如图 1-13 所示，周边尺寸 a 和 e 也按表 1-2 中的规定选取。加长幅面的周边尺寸，按所选用的基本幅面大一号的周边尺寸确定。如 A2×3 的周边尺寸，按 A1 的周边尺寸确定，即 e 为 20 或 c 为 10。

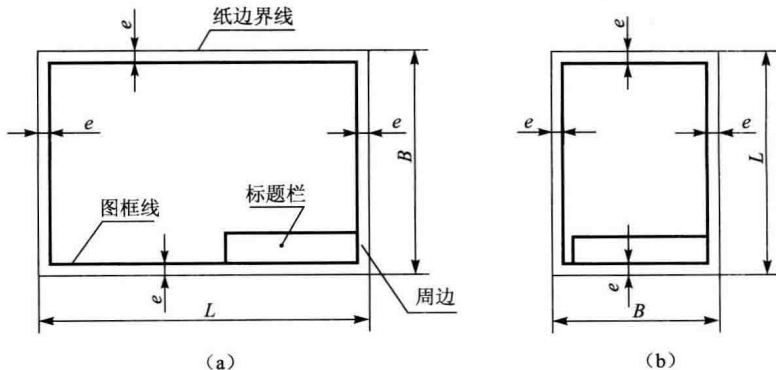


图 1-12 不留装订边的图框格式

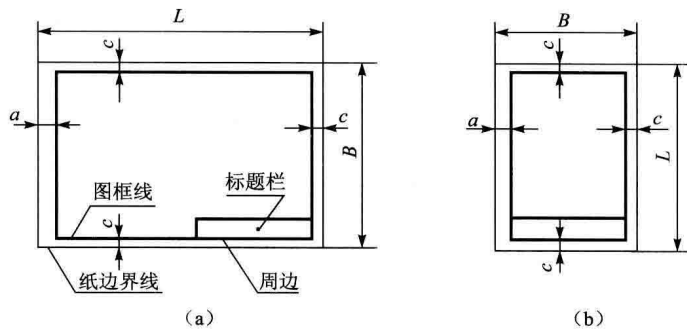


图 1-13 留装订边的图框格式

3. 标题栏

标题栏的位置一般应位于图纸的右下角。

标题栏的格式、内容和尺寸在 GB/T 10609.1—2008 中已作了规定，如图 1-14 所示。学生制图作业，建议采用图 1-15 所示的标题栏格式。

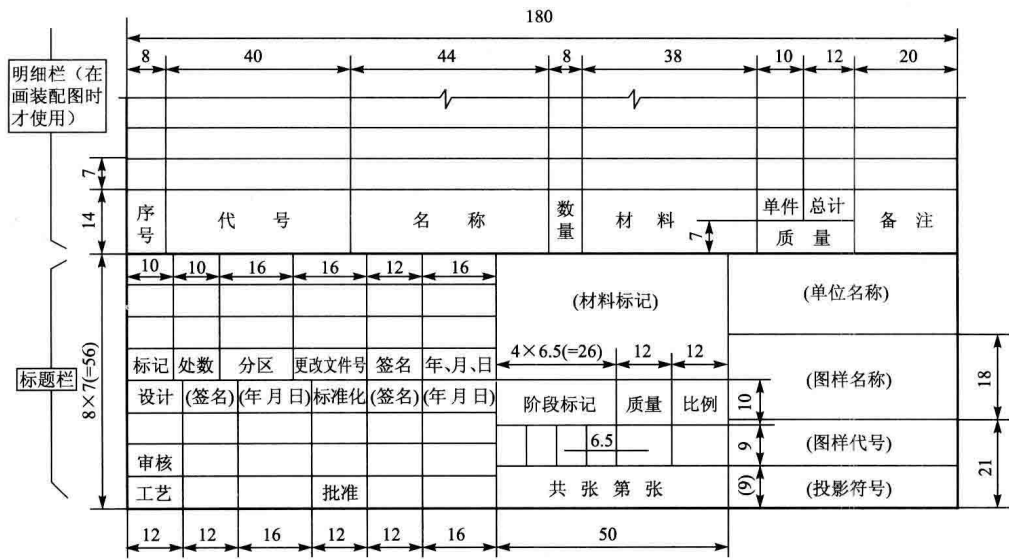


图 1-14 标题栏及明细栏的格式及尺寸

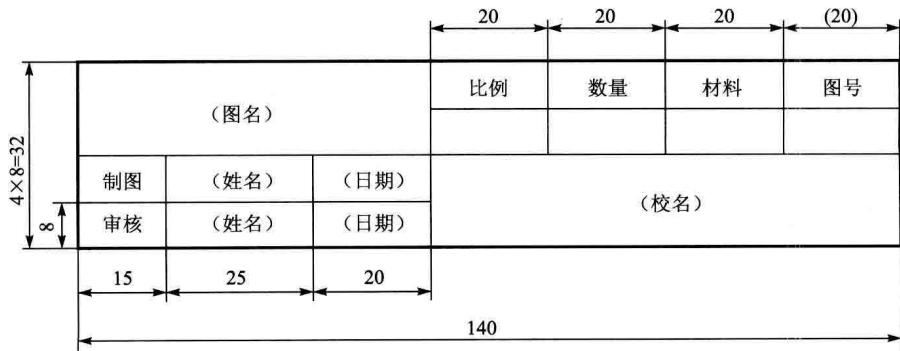


图 1-15 制图作业用简化标题栏

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 形图纸如图 1-12 (a)、1-13 (a) 所示。

若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 形图纸，如图 1-12 (b)、1-13 (b) 所示。看图的方向与看标题栏的方向一致。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应在表 1-3 规定的系列中，选取适当的比例。必要时，允许选取表 1-4 中的比例。

表 1-3 比例 (一)

种类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	2 : 1 5 : 1 $1 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$

表 1-4 比例 (二)

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

为使图形能直接反映实物的真实大小，绘图时，应尽可能采用原值比例。需要采用放大或缩小比例绘图时，图形上所注的尺寸数值，必须是实物的实际尺寸。带角度的图形，不论放大或缩小，仍应按实际角度绘制和标注。

标注比例时，比例符号应以“:”表示，如 1 : 1, 2 : 1, 1 : 2 等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如 $\frac{I}{2 : 1}$ 、 $\frac{I}{1 : 100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5 : 1}$ 。

三、字体

图样中书写的字体必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为 (单位为 mm): 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14。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。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应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，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。初学者书写长仿宋体字时，应先画好格子。书写时，笔画要一笔写成，不要勾描，横要从左到右平直且略