

工程制图基础

何培斌 李奇敏主编



重庆大学出版社



内容提要

本书是普通高等教育工程类专业教材,根据教育部教学指导委员会新制定的“普通高校工程图学课程教学基本要求”,并结合编者多年机械制图、建筑制图课程建设和教学改革的经验编写而成。

本书共 11 章,包括:制图基本知识和基本技能,投影概念及投影法,点、直线、平面的投影,辅助正投影,平面体及其投影,规则曲线,曲面及曲面立体,轴测图,组合体及其投影,图样画法,计算机辅助三维造型设计及制图等内容。与本书配套的《工程制图基础习题集》也同时出版,可供选用。

本书可作为高等院校机械类、土建类、非机类、近机类各专业《工程制图》《工程图学》《机械制图》《建筑制图》等相关制图课程教材,也可供其他类型院校相关专业选用,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础 / 何培斌, 李奇敏主编. -- 重庆: 重庆大学出版社, 2021.9

普通高等教育工程类专业教材

ISBN 978-7-5689-2934-9

I. ①工… II. ①何… ②李… 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(2021)第 165111 号

普通高等教育工程类专业教材

工程制图基础

主 编 何培斌 李奇敏

责任编辑:王 婷 版式设计:王 婷

责任校对:谢 芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张: 字数: 千

2021 年 9 月第 1 版 2021 年 9 月第 1 次印刷

印数:

ISBN 978-7-5689-2934-9 定价: 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

《工程制图基础》为国家级一流课程、国家级精品课程、住房城乡建设部优秀课程、重庆市精品课程、重庆大学优质系列课程教材,是为满足新工科对传统工科专业(机械、建筑、材料、自动化、交通工程、冶金、采矿、动力、能源、航空航天、系统工程等专业)的基础课程提出的新要求而编写的。本书在编写过程中坚持突出科学性、时代性、工程实践性的原则,注重吸取工程技术界的最新规范要求。通过在书中插入工程案例或在配套的习题集中给出工程案例等灵活多样的方式,增强学习者创新意识,培养实践能力,使之能学以致用,解决实际工程中遇到的问题。在内容的选择和组织上尽量做到主次分明、深浅恰当、详略适度、由浅入深、循序渐进;并注重图文并茂、言简意赅,方便有关专业的教师教学和学生自学。为适应新媒体、新技术在教学中的应用,本书还增加了与教材配套的教学 PPT 课件、教学录频、习题集、习题集答案、每章复习思考题及答案、模拟试题等全方位的数字化辅助教学资源,是一本全新的新形态教材。本书主要作为本科院校机械、建筑制图基础课程及工程能源大类专业系统学习工程制图原理和有关制图规范的教材选用,也可作为有关工程技术人员自学或培训工程制图基础知识用书,还可供高等院校本、专科相近专业选用。

本书由重庆大学何培斌、李奇敏主编,并负责全书的总体设计、协调及最终定稿。具体参加编写的有:重庆大学郑旭(第1章)、彭留留(第2章)、李奇敏(第3、11章)、何培斌(第4、6、7章)、李晶晶(第5章)、王义(第8章)、肖贵坚(第9章)、宋代平(第10章)、广州中望龙腾软件股份有限公司教育发展部技术总监黎江龙(第11章)。限于编者水平,本书难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

本书在编写过程中,参考了有关书籍,谨向编者表示衷心的感谢,参考文献列于书末。

编 者
2021年6月

目 录

1 制图基本知识和基本技能	1
1.1 尺规绘图工具及使用方法	1
1.2 国家标准有关制图的基本规定	7
1.3 尺规绘图的一般步骤	25
1.4 徒手画图	39
本章小结	41
复习思考题	41
2 投影的基本概念	42
2.1 投影概念及投影法	42
2.2 正投影的基本性质	44
2.3 三面投影体系及立体的三面投影	46
本章小结	49
复习思考题	50
3 点、直线、平面的投影	51
3.1 点的投影	51
3.2 直线的投影	57
3.3 平面的投影	71
本章小结	82
复习思考题	82
4 直线与平面、平面与平面的相对位置	83
4.1 直线与平面、平面与平面平行	83
4.2 直线与平面、平面与平面相交	89
4.3 直线与平面垂直、平面与平面垂直	97
4.4 关于空间几何元素的综合问题	102
本章小结	110
复习思考题	111
5 辅助正投影	112
5.1 辅助正投影的概述	112

5.2	换面法	114
5.3	绕垂直轴旋转法	126
	本章小结	133
	复习思考题	133
6	平面立体的投影	134
6.1	平面立体的三面投影	134
6.2	平面立体的表面取点	139
6.3	平面与平面立体相交	142
6.4	直线与平面立体相交	146
6.5	两平面立体相交	148
	本章小结	154
	复习思考题	154
7	规则曲线、曲面及曲面立体	155
7.1	规则曲线及工程中常用的曲线	155
7.2	基本曲面立体上的曲表面	159
7.3	基本曲面立体	169
7.4	平面与曲面体或曲表面相交截交线的投影分析	176
7.5	直线与曲面立体相交贯穿点的投影分析	183
7.6	平面立体与曲面立体相交相贯线的投影分析	187
7.7	曲面立体与曲面立体相交相贯线的投影分析	191
	本章小结	198
	复习思考题	199
8	轴测图	200
8.1	轴测图的基本知识	200
8.2	正等轴测图	202
8.3	斜二轴测图	211
8.4	轴测剖视图画法及尺寸标注	212
	本章小结	216
	复习思考题	216
9	组合体及其投影	217
9.1	组合体的组成分析	217
9.2	组合体视图的画法	221
9.3	组合体的尺寸标注	226
9.4	组合体视图的读图方法	234
	本章小结	248
	复习思考题	248
10	图样画法	249
10.1	视图	249
10.2	剖视图	255

10.3	断面图	273
10.4	其他表达方法	278
10.5	图样画法的综合应用举例	281
10.6	第三角画法简介	283
	本章小结	286
	复习思考题	286
11	计算机三维造型以及二维绘图	287
11.1	3D One Plus 简介	287
11.2	项目实例	289
11.3	中望 CAD 应用基础	296
11.4	中望 CAD 设置	301
11.5	定制中望 CAD 绘图环境	302
11.6	定制中望 CAD 操作环境	307
11.7	中望 CAD 坐标系	308
11.8	图形的重画与重新生成	310
11.9	平铺视口与多窗口排列	314
11.10	附中望 CAD 命令及快捷键	315
11.11	综合绘图实例	321
	本章小结	326
	复习思考题	326
	参考文献	328

制图基本知识和基本技能

本章导读：

工程图样是工程技术人员用以表达设计意图,交流设计思想,组织施工和生产的重要技术文件。为了统一对图样的认识,必须对图样的绘制作出统一的规定。而作为工程技术人员,应当熟悉和掌握工程图样中有关制图的基本知识和基本技能。

本章主要介绍尺规绘图工具的使用;中华人民共和国国家标准有关制图中的图幅、图框、线型、字体、尺寸标注及比例的基本要求;尺规绘图的一般步骤。重点应掌握线型、字体及尺寸标注的基本要求。

1.1 尺规绘图工具及使用方法

1.1.1 图板

图板是绘图时用的垫板,要求板面平坦、光洁。图板左边是导边,必须保持平直(图 1.1)。图板的大小有不同规格,可根据需要选定。图板放在桌面上,板面宜与水平桌面成 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 倾斜。

图板不可用水刷洗和在日光下暴晒。

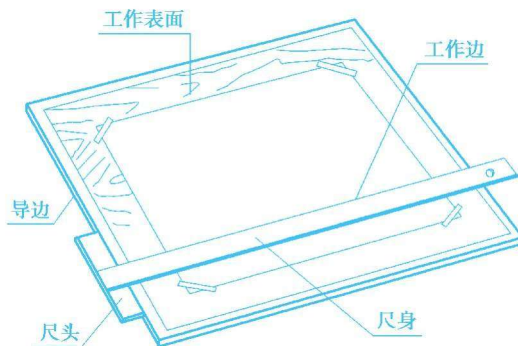


图 1.1 图板与丁字尺

1.1.2 丁字尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身组成(图 1.1)。尺身与尺头的连接要牢固,尺头的内侧面必须平直,用时应紧靠图板的左侧(即导边)。在画同一张图纸时,为保证画线的准确,尺头只可在图板左侧的导边滑动。丁字尺的尺身工作边必须平直光滑,不可用丁字尺击物和用刀片沿尺身工作边裁纸。丁字尺用完后,宜竖直挂起来,以保护尺身,避免其弯曲变形。



丁字尺与三角尺的用法

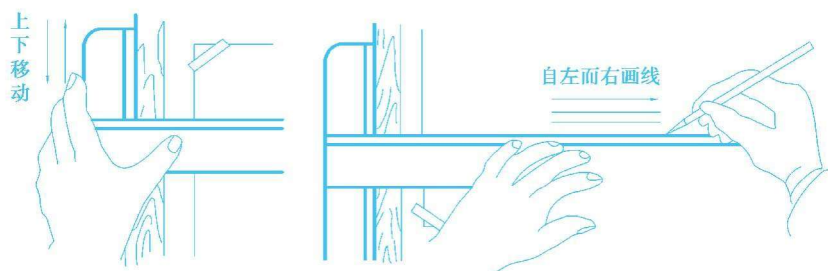


图 1.2 上下移动丁字尺及画水平线的手势

丁字尺主要用于画水平线,并且只能沿尺身工作边画线。作图时,左手把住尺头,使其始终紧靠图板左侧导边,然后上下移动丁字尺,直至尺身工作边对准要画线的地方,再从左向右画水平线。画较长的水平线时,可把左手滑过来按住尺身,以防止尺尾翘起和尺身摆动(图 1.2)。

1.1.3 直角三角板

一副三角板有两块,分别为 30° 、 60° 、 90° 和 45° 、 45° 、 90° ,且后者的斜边等于前者的长直角边。三角板除了直接用来画直线外,还可以配合丁字尺画铅垂线及多角度($15^\circ \times n$)的倾斜线(图 1.3)。

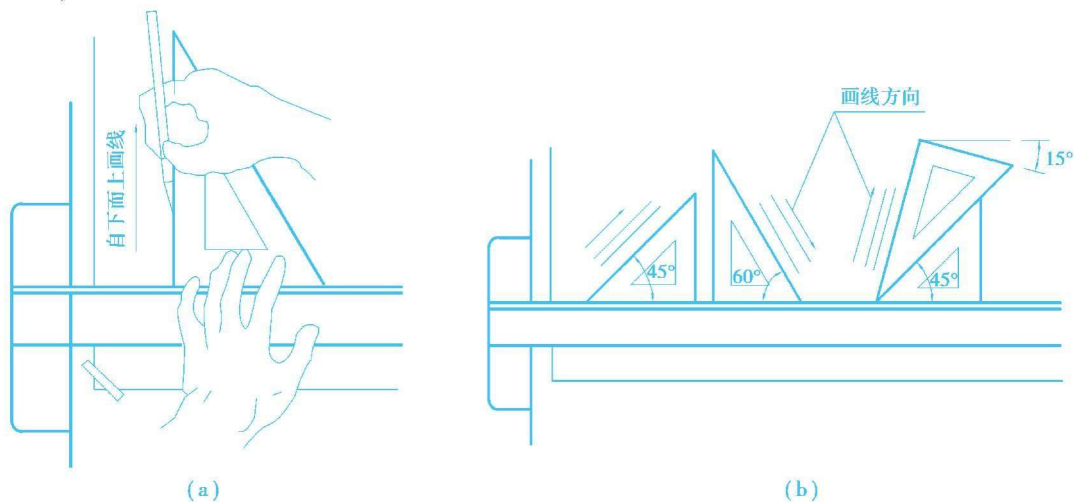


图 1.3 用三角尺和丁字尺配合画垂直线和各种斜线

画垂直线时,先将丁字尺移动到所绘图线的下方,把三角板放在应画线的右方,并使一直角边紧靠丁字尺的工作边,然后沿工作边移动三角板,直到另一直角边对准要画线的地方,再用左手按住丁字尺和三角板,自下而上画线,如图 1.3(a)所示。

丁字尺与三角尺配合画斜线及两块三角尺配合画各种方向的平行直线时,其运笔方向如图 1.3(b)和图 1.4 所示。

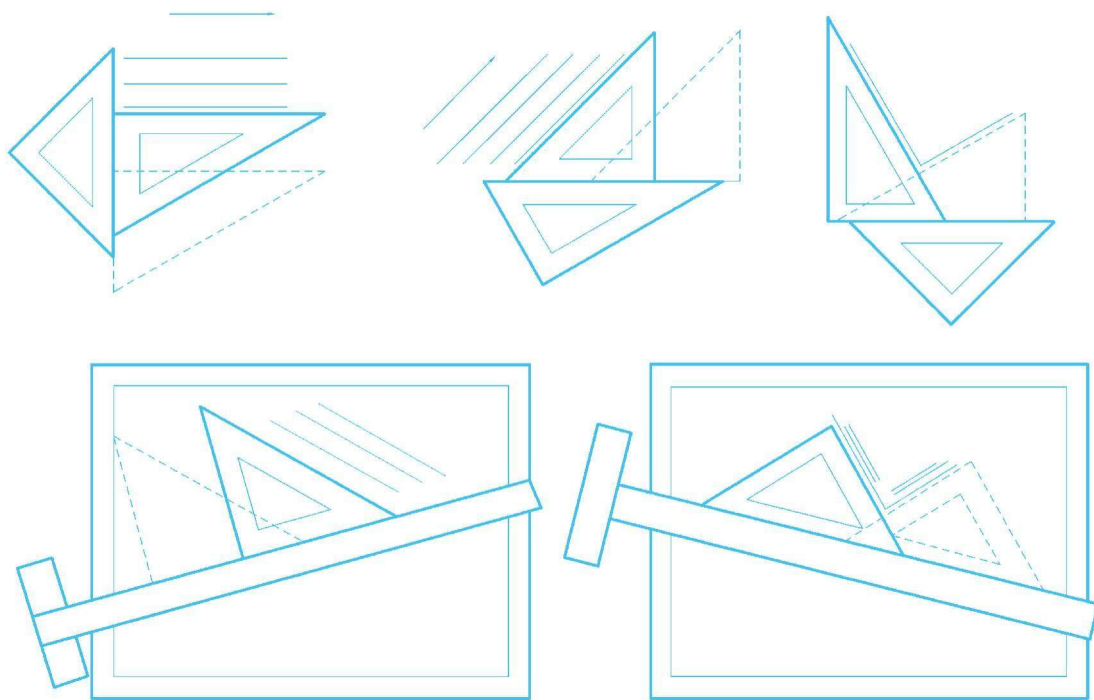


图 1.4 丁字尺与三角尺配合画各种方向直线



铅笔的削法

1.1.4 铅笔

绘图铅笔的代号 H、B、HB 表示铅芯的软、硬程度。B 前的数字越大,表示铅芯越软;H 前的数字越大,表示铅芯越硬;HB 表示软硬适中。

绘图时铅芯的软硬选择:

H 或 2H——画底稿线用;

H 或 HB——画细线用;

HB 或 B——画粗线或徒手绘图用。

铅笔尖应削成锥形,笔芯露出 6~8 mm。削铅笔时要注意保留有标号的一端,以便始终能识别其软硬度(图 1.5)。

使用铅笔绘图时,用力要均匀,用力过大

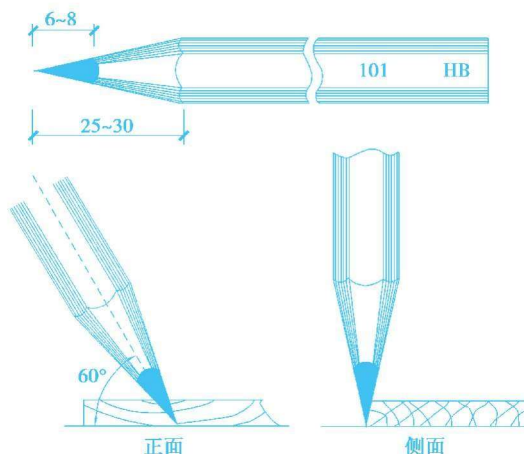


图 1.5 铅笔及其使用

会划破图纸或在纸上留下凹痕,甚至折断铅芯。画长线时要边画边转动铅笔,使线条粗细一致。画线时,从正面看笔身应倾斜约 60° ,从侧面看笔身应垂直(图 1.5)。持笔的姿势要自然,笔尖与尺边距离始终保持一致,线条才能画得平直准确。

1.1.5 圆规、分规

(1) 圆规

圆规是用来画圆及圆弧的工具(图 1.6)。圆规的一腿为可固定的活动钢针,钢针有台阶状的一端多在加深图线时用;另一腿上附有插脚,根据不同用途可换上铅芯插脚、鸭嘴笔插脚、针管笔插脚、接笔杆(供画大圆用)。

画图时,当针尖插入图板后,留下的钢针台阶的部分应与铅芯尖平齐(画墨线时,应与鸭嘴笔脚平),如图 1.6(a)所示。铅芯可磨成约 65° 的斜截圆柱状,斜面向外,也可磨成圆锥状。

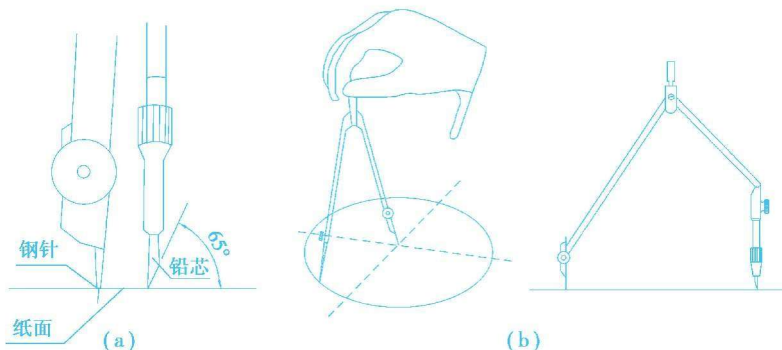


图 1.6 圆规的针尖和画圆的姿势

画圆时,首先调整铅芯与针尖的距离等于所画圆的半径,再用左手食指将针尖送到圆心轻轻插住,尽量不使圆心扩大,并使笔尖与纸面的角度接近垂直;然后右手转动圆规手柄。转动时,圆规应向画线方向略为倾斜,速度要均匀,沿顺时针方向画圆,整个圆一笔画完。在绘制较大的圆时,可将圆规两插杆弯曲,使它们仍然保持与纸面垂直,如图 1.6(b)所示。

(2) 分规

分规是截量长度和等分线段的工具,它的两只腿必须等长,两针尖合拢时应会合成一点,如图 1.7(a)所示。

用分规等分线段的方法如图 1.7(b)所示。例如,将线段 AB 4等分,先凭目测估计,将分规两脚张开,使两针尖的距离大致等于 $\frac{1}{4}AB$,然后交替两针尖划弧,在该线段上截取 1、2、3、4 等分点;假设点 4 落在 B 点以内,距差为 e ,这时可将分规再开 $\frac{1}{4}e$,再行试分,若仍有差额(也可能超出 AB 线外),则照样再调整两针尖距离(或加或减),直到恰好等分为止。

用分规截取长度的方法如图 1.7(c)所示。将分规的一个针尖对准刻度尺上所要的刻度,再张开两脚使另一个针尖对准刻度“0”,即可截取想要的长度。

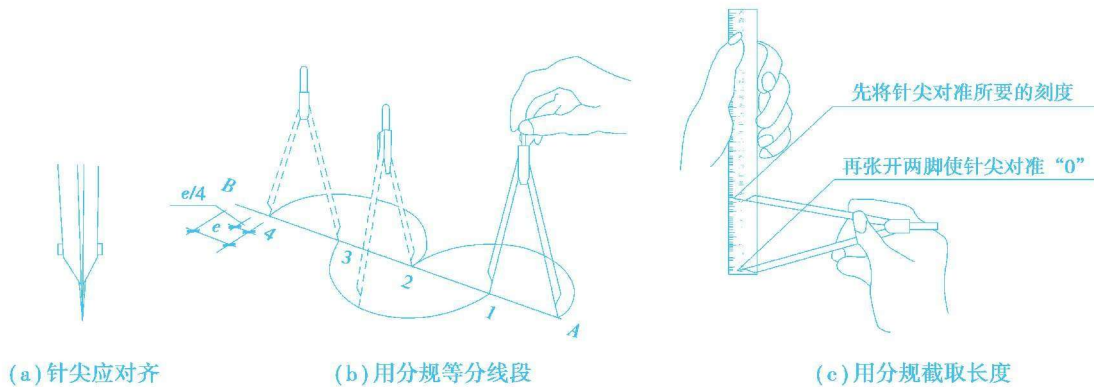


图 1.7 分规的用法

1.1.6 比例尺

比例尺是用来放大或缩小线段长度的尺子,不可用来画线。有的比例尺做成三棱柱状,称为三棱尺。三棱尺上刻有 6 种刻度,通常分别表示为 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600 这 6 种比例。有的做成直尺形状(图 1.8),称为比例直尺,它只有 1 行刻度和 3 行数字,表示 3 种比例,即 1:100、1:200、1:500。比例尺上的数字是以“米(m)”为单位的。现以比例直尺为例,说明它的用法。

(1) 用比例尺量取图上线段长度

已知图的比例为 1:200,要知道图上线段 AB 的实长,就可以用比例尺上 1:200 的刻度去量度(图 1.8)。将刻度上的零点对准 A 点,而 B 点恰好在刻度 4.2 m 处,则线段 AB 的长度可直接读得 4.2 m,即 4 200 mm。

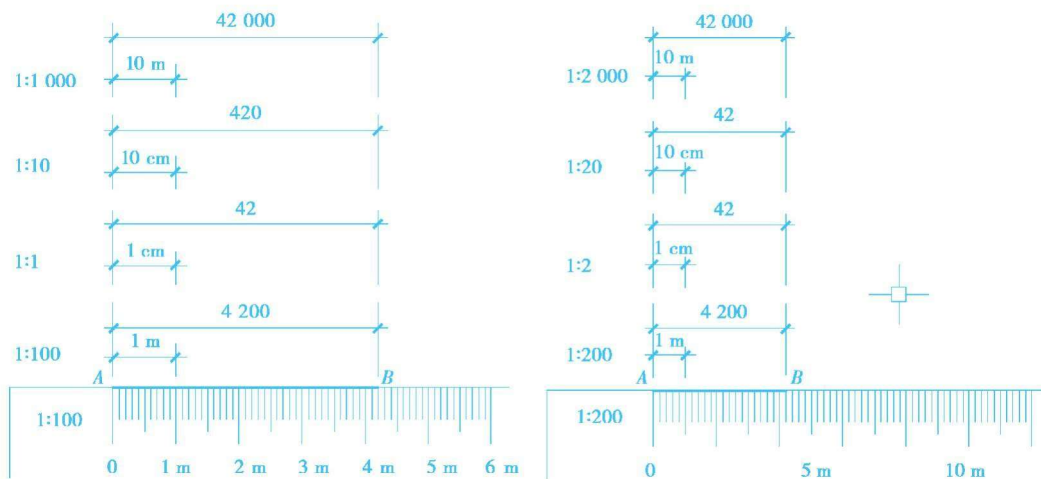


图 1.8 比例尺及其用法

(2) 用比例尺上的 1:200 的刻度量读线段长度

用比例尺上的 1:200 的刻度量读比例是 1:2、1:20 和 1:2 000 的线段长度。例如,在图 1.8 中, AB 线段的比例如果改为 1:2,由于比例尺 1:200 刻度的单位长度比 1:2 缩小了 100 倍,则 AB

线段的长度应读为 $4.2 \times \frac{1}{100} = 0.042 \text{ m}$, 同样, 比例改为 1:2 000, 则应读为 $4.2 \times 10 = 42 \text{ m}$ 。

上述量读方法可归结为表 1.1。

表 1.1 比例尺量读方法

比例		读数
比例尺刻度	1:200	4.2 m
图中 线段 比例	1:2(分母后少两位零)	0.042 m(小数点前移两位)
	1:20(分母后少一位零)	0.42 m(小数点前移一位)
	1:2 000(分母后多一位零)	42 m(小数点后移一位)

(3)用比例尺上的 1:500 的刻度量读线段长度

例如用 1:500 的刻度量读 1:250 的线段长度, 由于 1:500 刻度的单位长度仅为 1:250 单位长度的 $\frac{1}{2}$, 所以把 1:500 的刻度作为 1:250 用时, 应把刻度上的单位长度放大 2 倍, 即 1:500 刻度上的 10 m 在 1:250 的图中为 5 m。

1.1.7 绘图墨水笔

绘图墨水笔的笔尖是一支细的针管, 又名针管笔。它是过去用来描图的主要工具, 现在用计算机绘图后已基本不用, 但仍有学校作为学生练习描图在用, 故在此简单介绍(图 1.9)。绘图墨水笔能像普通钢笔一样吸取墨水。笔尖的管径从 0.1 mm 到 1.2 mm, 有多种规格, 可根据图线的粗细来选用。使用时应注意保持笔尖清洁。



图 1.9 绘图墨水笔

1.1.8 曲线板

曲线板主要用来描绘由一系列已知点确定的自由曲线。用曲线板画曲线时, 应先用铅笔轻轻地将各点光滑地连接起来, 然后在曲线板上选择曲率合适的部分进行连接并描深。每次所描绘的曲线段上的相邻点不得少于 3 点, 连接时应留出一小段不描, 作为下段连接时光滑过渡之用, 如图 1.10 所示。

1.1.9 建筑模板

建筑模板主要用来画各种建筑标准图例和常用符号, 如柱、墙、门开启线、大便器、污水盆、详图索引符号、轴线圆圈等。模板上刻有可以画出各种不同图例或符号的孔(图 1.11), 其大小已符合一定的比例, 只要用笔沿孔内画一周, 图例符号就画出来了。

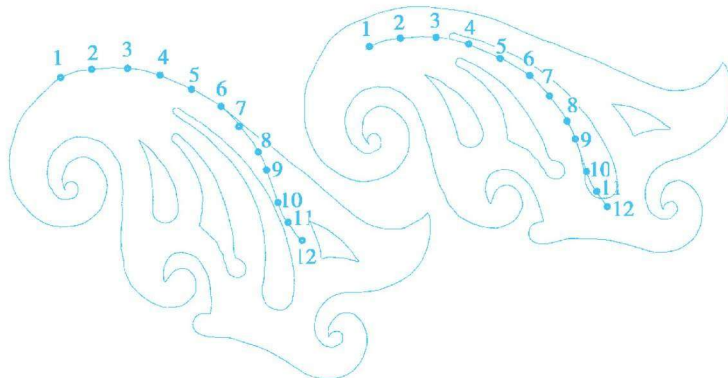


图 1.10 曲线板的使用

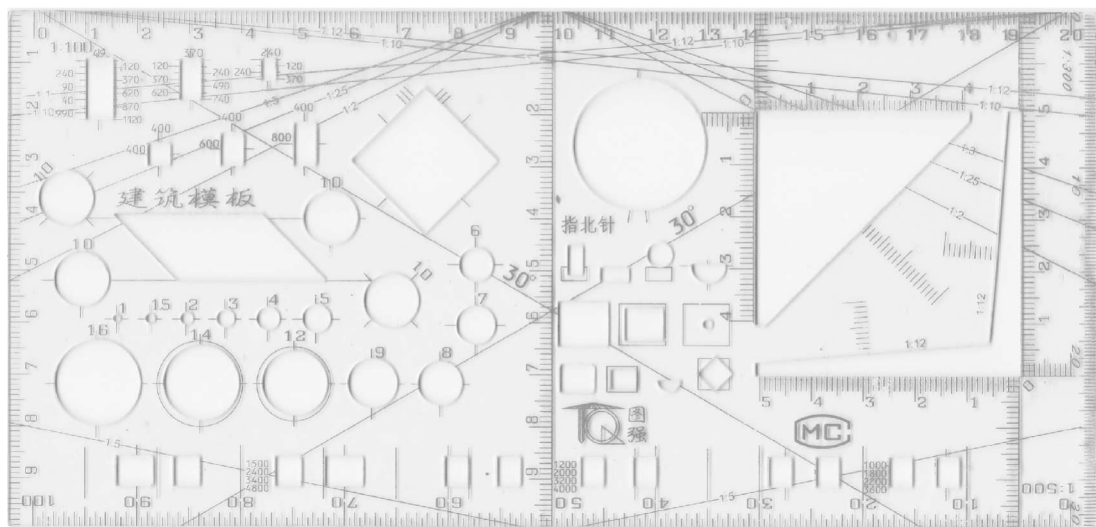


图 1.11 建筑模板

1.2 国家标准有关制图的基本规定

《技术制图》《机械制图》与《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2017)是国家标准有关制图的基本规定。

《技术制图》《机械制图》包含：

- 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)；
- 比例(GB/T 14690—1993)；
- 字体(GB/T 14691—1993)；
- 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)；
- 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)。

1.2.1 图纸幅面和格式

图纸幅面是指图纸的大小规格。为了便于图纸的装订、查阅和保存,同时满足图纸现代化

管理要求,图纸的大小规格应力求统一。图纸的幅面及图框尺寸应符合中华人民共和国国家标准《图纸幅面及格式》(GB/T 14689—2008)及《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2017,以下简称“制图统一标准”)规定,如表 1.2、表 1.3 所示。表中数字是裁边以后的尺寸,各部分名称如图 1.12、图 1.13 所示。

表 1.2 幅面及图框尺寸

单位:mm

尺寸代号	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	

注:本表摘自 GB/T 14689—2008。

表 1.3 幅面及图框尺寸

单位:mm

尺寸代号	幅面代号				
	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

注:本表摘自 GB/T 50001—2017。

从表 1.2、表 1.3 中可以看出,A1 图幅是 A0 图幅长边的对折,A2 图幅是 A1 图幅长边的对折,以此类推,上一号图幅的短边即是下一号图幅的长边。

机械图样中,应优先采用表 1.2 所规定的基本幅面;必要时,也允许加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,A0、A2、A4 幅面的加长量,应按 A0 幅面长边的八分之一的倍数增加;A1、A3 幅面的加长量,应按 A0 幅面短边的四分之一的倍数增加,如图 1.12 所示。

如图 1.13 所示,机械图样图幅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,如图 1.12 所示。

建筑图样的图纸应整齐统一,选用图幅时宜以一种规格为主,尽量避免大小图幅掺杂使用,一般不宜多于两种幅面(目录及表格所采用的 A4 幅面,可不在此限)。绘制图样时,优先采用表 1.3 中规定的幅面尺寸,必要时可以沿长边加长。建筑图样的图幅格式如图 1.14 所示。

在特殊情况下,建筑图样允许 A0 ~ A3 号图幅按表 1.4 的规定加长图纸的长边,但图纸的短边不得加长。

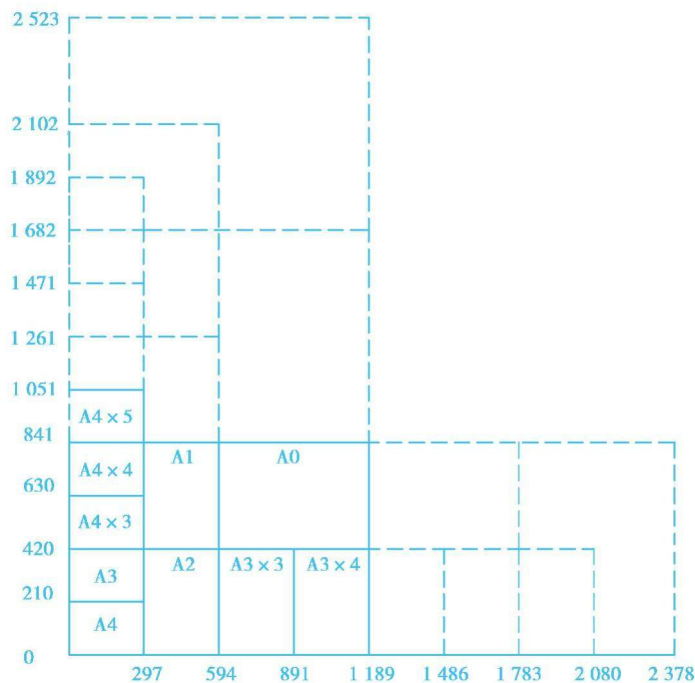


图 1.12 机械图样基本幅面与加长图纸幅面 (GB/T 14689—2008)

表 1.4 图纸长边加长尺寸

幅面代号	长边尺寸/mm	长边加长后尺寸/mm
A0	1 189	1 486(A0 + 1/4l) 1 783(A0 + 1/2l) 2 080(A0 + 3/4l) 2 378(A0 + l)
A1	841	1 051(A1 + 1/4l) 1 261(A1 + 1/2l) 1 471(A1 + 3/4l) 1 682(A1 + l) 1 892(A1 + 5/4l) 2 102(A1 + 3/2l)
A2	594	743(A2 + 1/4l) 891(A2 + 1/2l) 1 041(A2 + 3/4l) 1 189(A2 + l) 1 338 (A2 + 5/4l) 1 486(A2 + 3/2l) 1 635(A2 + 7/4l) 1 783(A2 + 2l) 1 932 (A2 + 9/4l) 2 080(A2 + 5/2l)
A3	420	630(A3 + 1/2l) 841(A3 + l) 1 051(A3 + 3/2l) 1 261(A3 + 2l) 1 471(A3 + 5/2l) 1 682(A3 + 3l) 1 892(A3 + 7/2l)

注:①有特殊需要的图纸,可采用 $b \times l$ 为 841 mm \times 891 mm 与 1 189 mm \times 1 261 mm 的幅面;

②本表摘自 GB/T 50001—2017。

机械图样图纸的标题栏及装订边的位置应按图 1.13 布置。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 1.13(a)、(c)所示。标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1.13(b)、(d)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。每张图纸上都必须画出标题栏。机械图样图纸的标题栏一般由更改区、签字区、其他区及代号区组成,标题栏名称的格式和尺寸如图 1.15 所示。装配图中一般应有明细栏,其名称的格式和尺寸如图 1.16 所示。

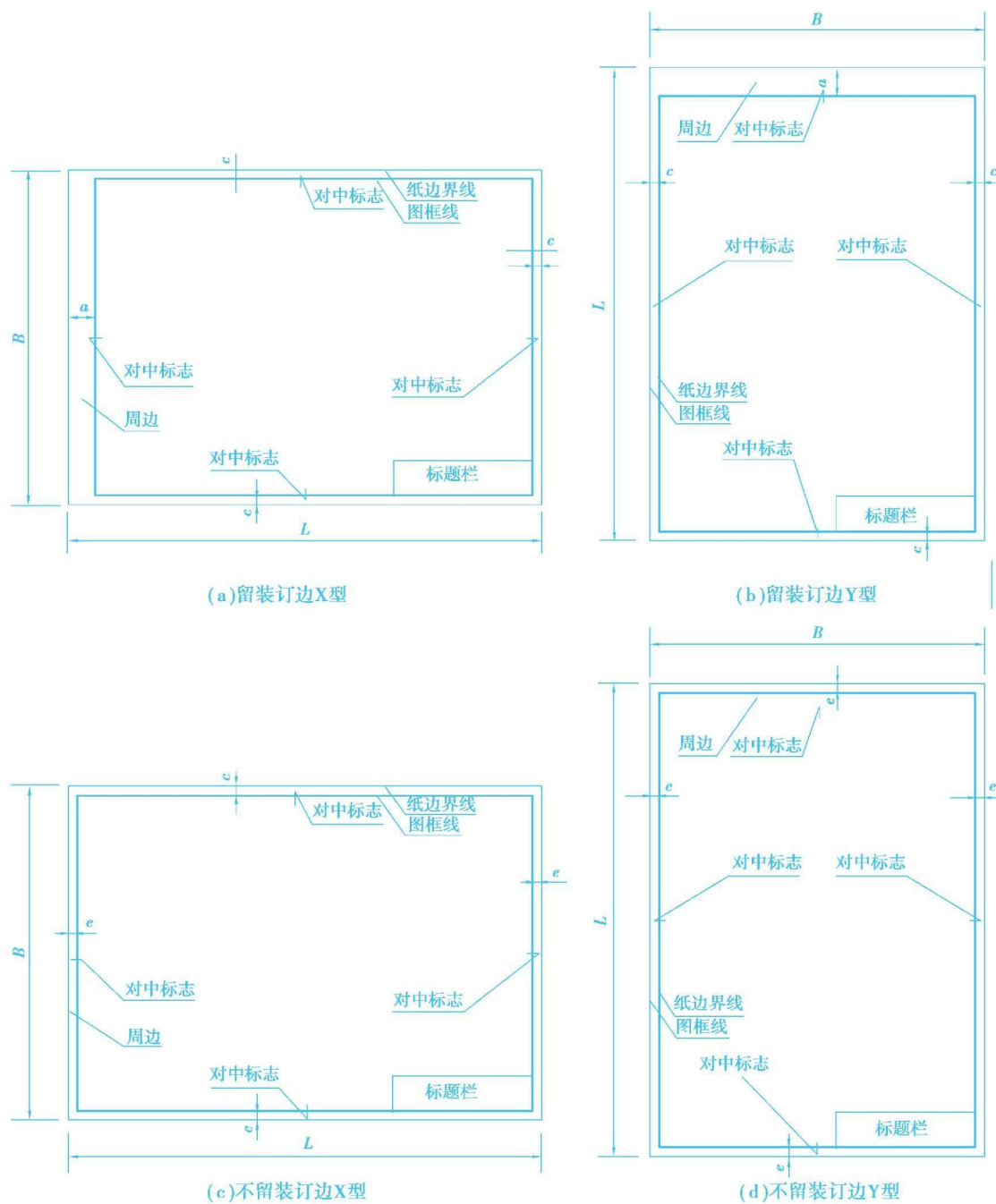


图 1.13 机械图样图幅格式 (GB/T 14689—2008)

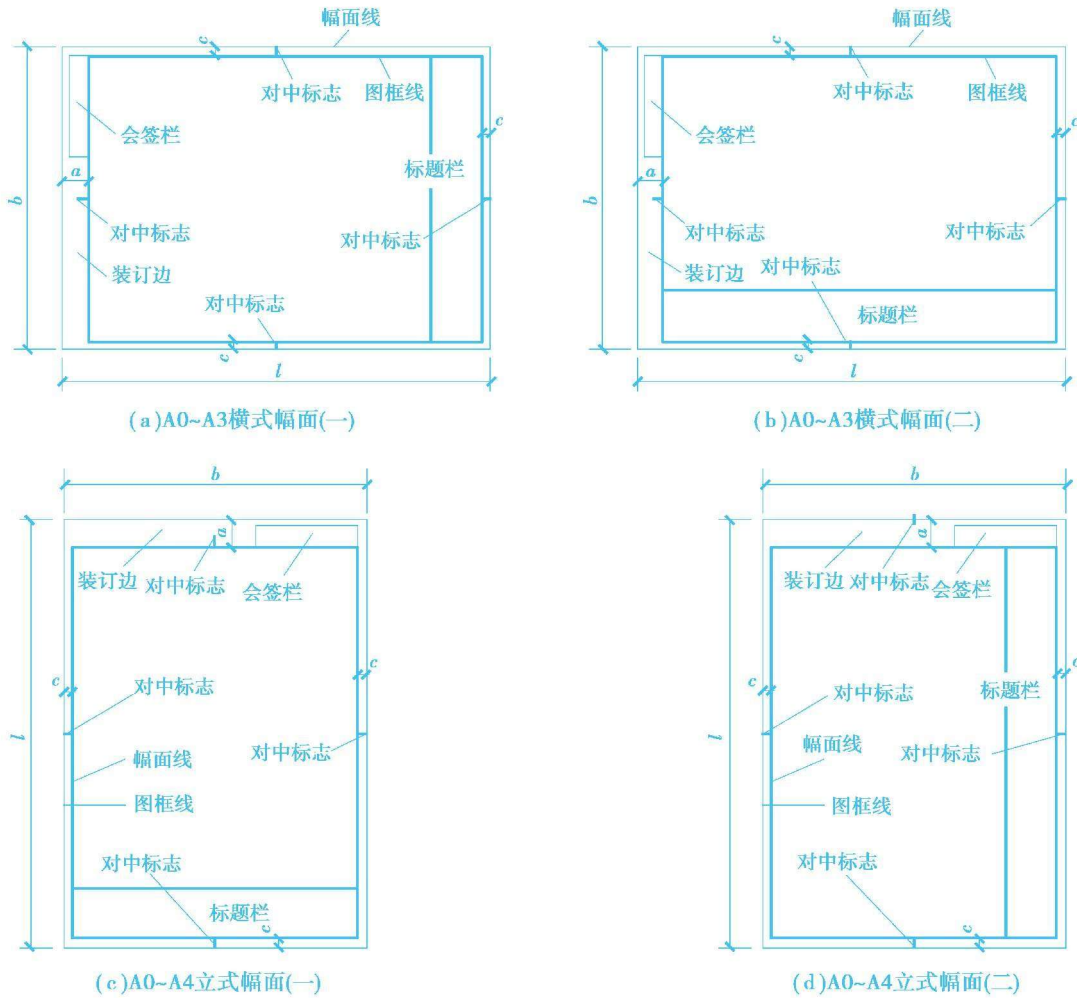


图 1.14 建筑图样图幅格式 (GB/T 50001—2017)

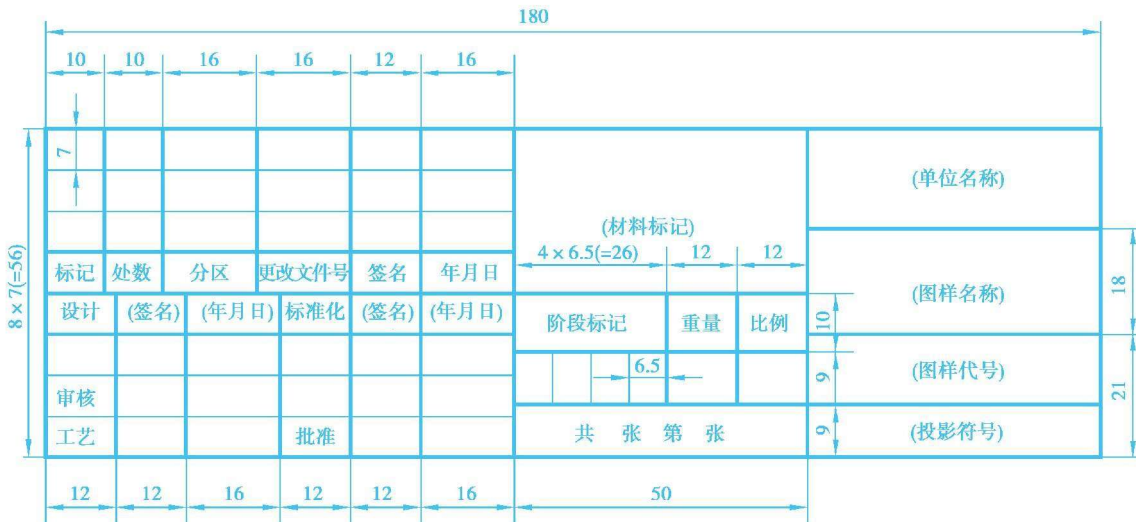


图 1.15 机械图样的标题栏格式 (GB 10609.1—2008)