

机械制图

(机械类)

(第3版)

JIXIE ZHITU

◎主编 吕思科 周宪珠



机械制图 (机械类)

(第3版)

主编 吕思科 周宪珠
主审 杨 辉

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图：机械类 / 吕思科，周宪珠主编. —3 版. —北京：北京理工大学出版社，2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8094 - 5

I. ①机… II. ①吕… ②周… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 184984 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)

82562903 (教材售后服务热线)

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 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19.5

插 页 / 1

字 数 / 443 千字

版 次 / 2013 年 8 月第 3 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 吴皓云

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

机械制图（机械类）编写委员会

主 编：吕思科 周宪珠

副主编：梁国高 罗素华

编写人员（按姓氏笔画顺序）：

王静明 刘 文 吕思科 杜红东 苏 明

李昌贵 陈晓晴 严辉容 周宪珠 罗素华

林淑华 周敬春 胡小青 洪友伦 郑 华

赵 虹 顾元国 唐丽君 徐洪弛 徐萍姣

黄 伟 梁国高 谢泽学 彭明涛 曾 葵

鲜中锐 谭 进 蔡俊辉 颜 伟

主 审：杨 辉

前 言

本书在编写过程中，尽可能利用现代化手段制作二维、三维图形，让图形更加精美，更加与实际零件接近，使读者在接受有关制图知识教育的同时得到美的享受。

本书是在使用多年后再次修订而成。在修改过程中，保留前版的特色，总结教学经验，遵循教学规律，精练了文字，对以前的遗漏作了增补，并全部启用了新的国家标准。

本书内容包括制图的基本知识、正投影基础、轴测图、立体的表面交线、组合体、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、表面展开图、焊接图、第三角投影法等，且各章内容均有与之配套的习题。计算机绘图的知识已由专门的计算机绘图教材作详细介绍，所以本书没有再介绍该内容。

为了方便广大师生使用本书，本书配有电子教案及电版本习题解答。

本书出版之际，特向对本书做出贡献的人员表示衷心的感谢。在编写过程中，我们参考了一些同类教材，特向作者们表示感谢。由于编者水平有限，书中错误、缺点在所难免，恳请广大师生和读者指正。

电子教材编著的人员为吕思科。参加编写的人员有周宪珠、林淑华、梁国高、顾元国、严辉容等。

编 者

目 录

| | |
|-------------------------------|-------|
| 绪论 | (1) |
| 第一章 制图的基本知识 | (3) |
| § 1-1 绘图工具和用品的使用 | (3) |
| § 1-2 国家标准关于制图的一般规定 | (6) |
| § 1-3 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003) | (13) |
| § 1-4 几何作图 | (17) |
| § 1-5 绘图的一般步骤 | (24) |
| 第二章 正投影基础 | (27) |
| § 2-1 投影法的基本概念 | (27) |
| § 2-2 三视图 | (29) |
| § 2-3 基本体三视图 | (40) |
| 第三章 轴测图 | (50) |
| § 3-1 轴测图基本概念 | (50) |
| § 3-2 基本体轴测图的画法 | (51) |
| § 3-3 轴测草图的画法 | (55) |
| 第四章 立体的表面交线 | (59) |
| § 4-1 平面与平面立体表面相交时产生的截交线 | (59) |
| § 4-2 平面与曲面立体相交时产生的截交线 | (62) |
| § 4-3 曲面立体相交时产生的表面交线——相贯线 | (72) |
| 第五章 组合体 | (80) |
| § 5-1 组合体的概述 | (80) |
| § 5-2 画组合体三视图的方法和步骤 | (83) |
| § 5-3 读组合体视图的方法 | (87) |
| § 5-4 组合体视图的尺寸标注 | (95) |
| 第六章 机件的常用表达方法 | (100) |
| § 6-1 视图 | (100) |

| | | |
|------------|-----------------|--------------|
| § 6-2 | 剖视图 | (103) |
| § 6-3 | 断面图 | (116) |
| § 6-4 | 其他表达方法 | (120) |
| § 6-5 | 表达方法应用举例 | (123) |
| 第七章 | 标准件和常用件 | (126) |
| § 7-1 | 螺纹 | (126) |
| § 7-2 | 键、销连接 | (140) |
| § 7-3 | 齿轮 | (144) |
| § 7-4 | 弹簧 | (154) |
| § 7-5 | 滚动轴承 | (156) |
| 第八章 | 零件图 | (160) |
| § 8-1 | 零件图概述 | (160) |
| § 8-2 | 零件视图的选择 | (161) |
| § 8-3 | 零件图的尺寸标注 | (163) |
| § 8-4 | 零件上常见的工艺结构 | (168) |
| § 8-5 | 技术产品文件中表面结构的表示法 | (173) |
| § 8-6 | 极限与配合及其标注方法 | (180) |
| § 8-7 | 几何公差 | (186) |
| § 8-8 | 常见典型零件的图例分析 | (189) |
| § 8-9 | 读零件图 | (198) |
| § 8-10 | 零件测绘 | (201) |
| 第九章 | 装配图 | (207) |
| § 9-1 | 装配图的作用和内容概述 | (207) |
| § 9-2 | 装配体的表达方法 | (209) |
| § 9-3 | 装配工艺结构简介 | (211) |
| § 9-4 | 装配图上的尺寸和技术要求 | (213) |
| § 9-5 | 装配图中的零、部件序号和明细栏 | (214) |
| § 9-6 | 装配体测绘及装配图的画图步骤 | (215) |
| § 9-7 | 读装配图 | (221) |
| § 9-8 | 由装配图拆画零件图 | (224) |
| 第十章 | 表面展开图 | (226) |
| § 10-1 | 展开图概述 | (226) |
| § 10-2 | 求一般位置直线的实长 | (227) |
| § 10-3 | 平面体制件的展开 | (228) |
| § 10-4 | 圆柱管制件的展开 | (229) |

| | |
|---|-------|
| § 10-5 锥管制件的展开方法 | (230) |
| § 10-6 异形管接头的展开 | (232) |
| § 10-7 绘制展开图应注意的几点问题 | (233) |
| 第十一章 焊接图 | (235) |
| § 11-1 焊缝的表达方法 | (235) |
| § 11-2 焊缝的标注方法 | (239) |
| § 11-3 焊接图看图举例 | (241) |
| 第十二章 第三角投影法 | (244) |
| § 12-1 第三角投影法的基本概念 | (244) |
| § 12-2 第三角投影法的视图名称和配置 | (245) |
| § 12-3 第一角投影法与第三角投影法的基本区别 | (249) |
| § 12-4 第三角投影法画图举例 | (250) |
| § 12-5 第三角投影法零件图的识读举例 | (252) |
| 附录 | (254) |
| 附录一 极限与配合..... | (254) |
| 附录二 几何公差带定义、图例和解释 (摘自 GB/T 1182—2001) | (267) |
| 附录三 常用材料及热处理..... | (270) |
| 附录四 常用螺纹及螺纹紧固件..... | (275) |
| 附录五 常用键与销..... | (286) |
| 附录六 常用滚动轴承..... | (290) |

绪 论

一、图样及其用途

在工程技术领域中,根据投影原理及国家标准有关规定绘制的、能准确反映被表达对象的形状、大小及它们在施工或制造中所需要的若干技术要求的资料称为工程图样,简称图样。

不同性质的生产部门,对图样有不同的要求,它们的名称也不一样,如机械图样、建筑图样、水利工程图样等。图样是现代化生产中重要的技术文件,设计者用它表达设计思想,生产者以它为依据加工产品,技术同行之间用它进行技术思想交流……可以说,图样是工程界中人们表达设计意图和交流技术思想的一种特殊工具——工程语言。

机械图样是机械行业中设计、制造、检验、装配产品的依据。对于工科学生而言,学好机械制图这门“工程语言”,既是后续课程学习的基础,也是将来作为工程技术人员应具备的基本能力之一。

二、本课程的主要内容和基本要求

1. 本课程的主要内容

制图基本知识与技能、正投影基本原理、机件的表达方法、零件图和装配图的绘制与识读、展开图的画法、焊接图的画法等。

2. 本课程的基本要求

学习本课程后应达到以下具体要求:

- (1) 掌握绘图工具和仪器的正确使用,具有较高的绘图能力和技巧。
- (2) 掌握正投影原理和基本作图方法。
- (3) 能绘制出中等复杂程度的、符合国家标准规定的零件图和装配图。
- (4) 培养和发展学生的空间想象能力和分析能力。
- (5) 培养学生耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度和高度的责任感。

三、我国工程图学发展史简介

工程图学是在生产实践中经过不断的发展和完善而形成的一门独立的学科。在图学发展的历史长河中,我国在天文、地理、建筑、机械图等方面都有过杰出的成就。自秦汉以来,历代就已根据图样建造皇宫庙宇。宋代李诫所著《营造法式》一书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。1977年,河北省平山县战国中山王墓出

土一块“兆域图”铜板，图上文字均用战国时期的文字“金文”书写，图上所有线条符号及文字注写均按对称关系配置，布局严谨；图中的尺寸采用“尺”和“步”两种单位表示，比例尺约为 1 : 500。此图不仅表明当时的制图水平，还告诉人们当时的建筑是先绘制出平面图，然后施工的。值得一提的是，墓中出土的《兆域图》是已知的我国最早的一幅用正投影法绘制的工程图（距今 2300 年，世界上最早的正投影图是埃及金字塔的平面图，距今 5000 年）。

工程图学在我国虽然有悠久的历史，但由于我国长期处于封建社会，科技发展缓慢，所以古代的辉煌未能持续，甚至一度处于停滞不前的状态。

新中国成立以后，我国陆续颁布了制图标准，并不断地修订而且参加了国际标准化组织 ISO/TC10，力图尽快与国际接轨。

目前，计算机技术的广泛应用，大大地促进了图学的发展。计算机绘图已广泛应用于我国的制图领域，在机械、航空、冶金、造船、建筑、化工、电子等各行各业的设计中，已大量应用计算机绘制各种生产图样。在 21 世纪中，计算机辅助设计（CAD）技术将大大推动现代制造业的发展。我们深信，工程图学在图学理论、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等诸方面，定能得到更加广泛的应用和更加快速的发展。

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 绘图工具和用品的使用

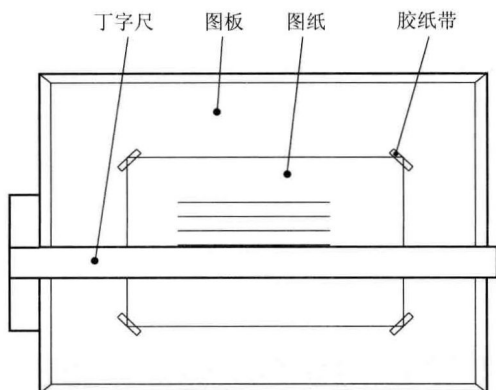
要确保绘图质量、提高绘图速度，正确地使用制图工具和仪器是重要的前提。本节简要介绍常用的制图工具、仪器及其使用方法。

1. 图板

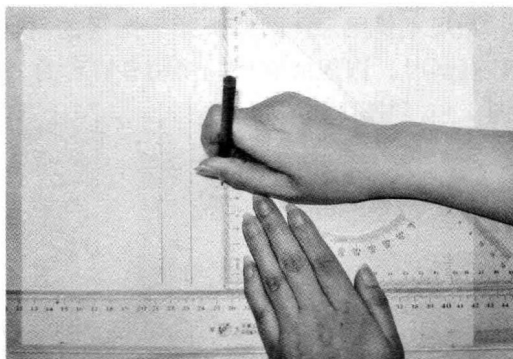
图板是供铺放、固定图纸用的矩形木板，绘图时图板横放（图 1-1）。图板的板面应平整、质硬，工作边（短边）应平直。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成，主要利用其工作边画水平线。绘图时，尺头内侧（导边）必须贴紧图板的短边，用左手推动丁字尺上、下移动，如图 1-1（a）所示。



(a)



(b)

图 1-1 图板、丁字尺、三角板配合画水平线、垂直线

3. 三角板

一副三角板由 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 两块合成。三角板与丁字尺配合使用，可作出垂直线、倾斜线（图 1-2）和一些常用的特殊角度，如 15° 、 75° 、 105° 等。

4. 曲线板

曲线板用于绘制不规则的非圆曲线，如图 1-3 所示。

5. 比例尺

比例尺用于绘图时量取不同比例的尺寸，其式样为三棱柱形，故又称三棱尺（图 1-4）。

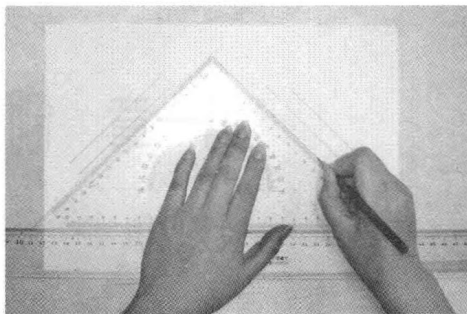
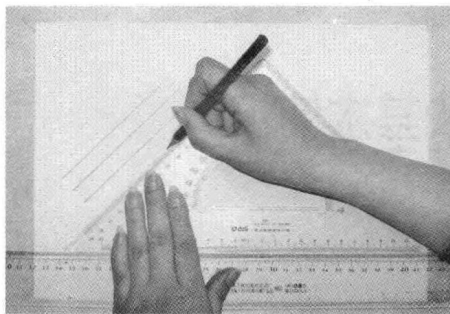


图 1-2 图板、丁字尺和三角板配合画倾斜线



图 1-3 曲线板

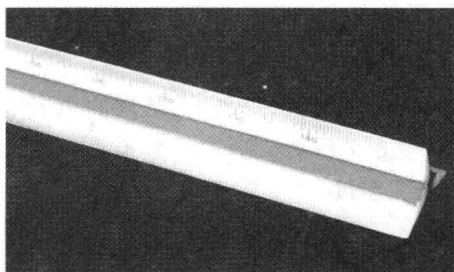


图 1-4 比例尺

6. 圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅芯尖端平齐。圆规的使用方法如图 1-5 和图 1-6 所示。

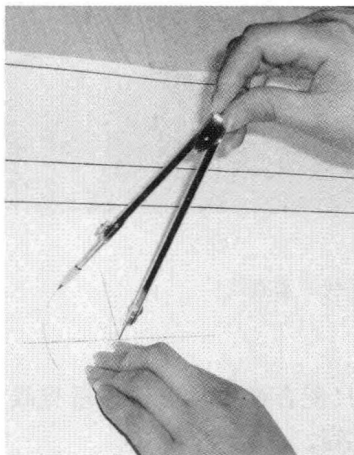


图 1-5 画圆的手法

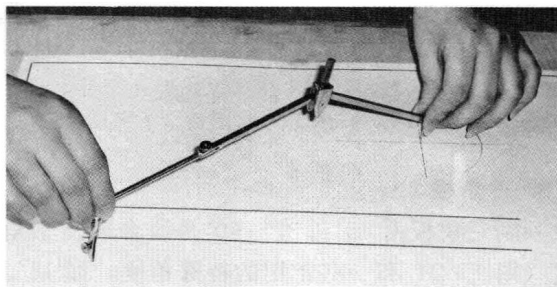


图 1-6 加入延伸插杆用双手画较大半径圆弧

7. 分规

分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的工。分规的两个针尖并拢时应对齐，如图 1-7 (a) 所示。用分规截取尺寸的手法如图 1-8 所示。

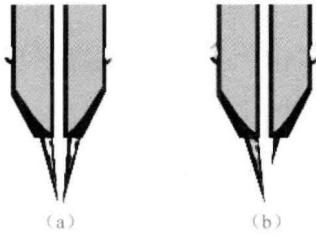


图 1-7 针尖对齐
(a) 正确；(b) 错误

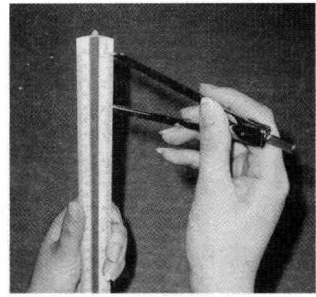
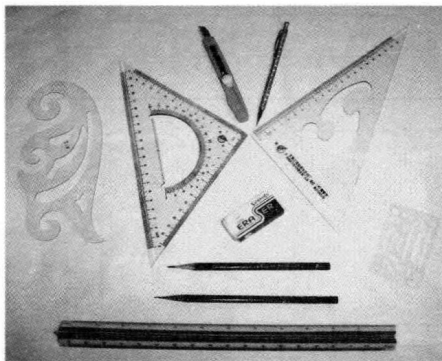


图 1-8 用分规截取尺寸的手法

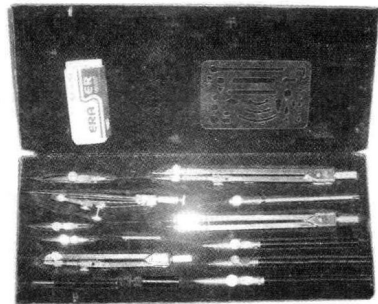
8. 绘图用品

绘图时还要准备好绘图纸、粘贴图纸的胶纸带、绘图铅笔、擦图片、削笔刀、磨铅芯的砂纸板、橡皮和清洁图的软毛刷等。绘图纸应质地坚实且洁白，绘图时应使用经橡皮擦拭不易起毛的一面。绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用标号 B 或 H 来表示，B 字前数字越大表示铅芯越软且黑，H 字前数字越大则越硬且淡，HB 的铅芯软硬适中。

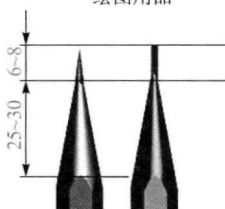
绘图时常用 H 或 2H 的铅笔打底稿，并削成尖锐的圆锥形；用 HB 的铅笔写字、标注尺寸和徒手画图，而加深描粗图线可用铅芯硬度为 B 或 2B 的铅笔，并削磨成四棱柱形，用铅芯的厚度控制线宽。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号，如图 1-9 所示。



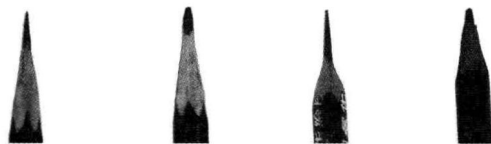
绘图用品



盒装绘图仪器



(a)



(b)



图 1-9 常用绘图用品及铅笔的削法
(a) 好；(b) 不好

§ 1-2 国家标准关于制图的一般规定

为了便于交流技术思想，绘图时必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定。这些统一规定由国家技术监督局制订和颁布实施。

本节介绍的国家标准出自最新的《技术制图》新国标，例如 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》，其中“GB”为“国标”（国家标准的简称）二字的汉语拼音字头，“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头，14690 为标准编号，“1993”为该标准颁布的年号。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，其尺寸关系如图 1-10 (a) 所示。当必要时，也允许选用由基本幅面的短边成整倍数增加后所得出的加长幅面。如图 1-10 (b) 所示。

表 1-1 图纸幅面

mm

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

注： a 、 c 、 e 为留边宽度，参见图 1-11 和图 1-12。

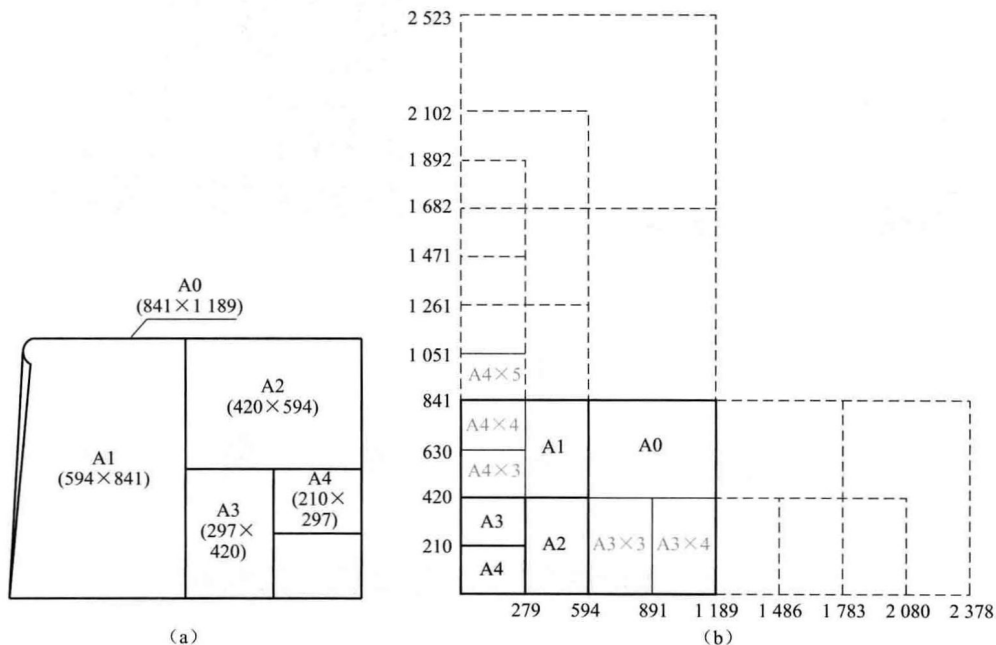


图 1-10 幅面尺寸

(a) 基本幅面；(b) 图纸幅面

2. 图框格式

图框格式分留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。

(1) 留装订边的图纸，其图框格式如图 1-11 所示。

(2) 不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-12 所示。

3. 标题栏

(1) 每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应符合 GB/T 10609.1—2008 的规定。在制图作业中标题栏必须放在图的右下方，如图 1-11 和图 1-12 所示。图 1-13 所示为作业推荐标题栏。

(2) 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 1-11 (a) 和图 1-12 (a) 所示；若标题栏的长边与图纸的长边相垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-11 (b) 和图 1-12 (b) 所示。在上述情况下，看图的方向与标题栏的方向一致。

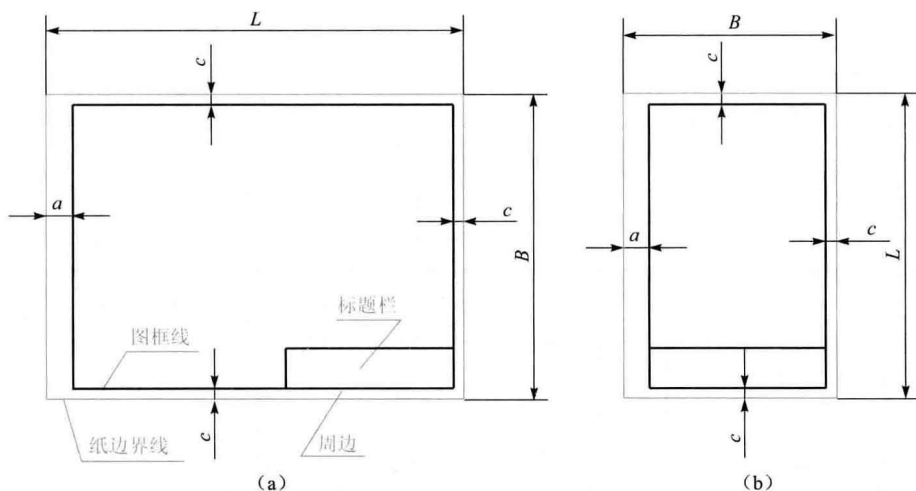


图 1-11 留装订边的图框格式

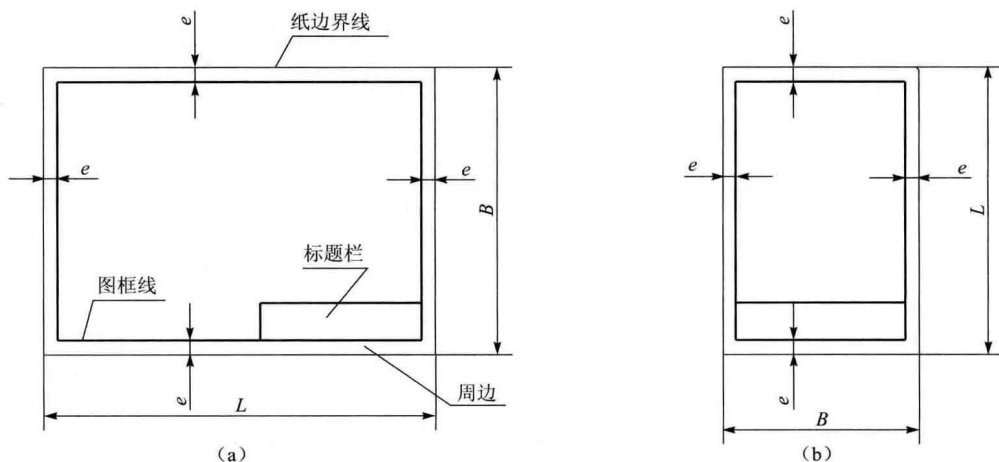


图 1-12 不留装订边的图框格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

1. 术语

比例指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

- (1) 原值比例。比值为 1 的比例，即 1 : 1。
- (2) 放大比例。比值大于 1 的比例，如 2 : 1 等。
- (3) 缩小比例。比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等。

2. 比例系列

- (1) 需要按比例绘制图样时，应在表 1-2 “优先选择系列”中选取适当的比例。
- (2) 必要时，也允许从表 1-2 “允许选择系列”中选取。

表 1-2 比例系列

| 种 类 | 优先选择系列 | 允许选择系列 |
|-----------|---|---|
| 原值比例 | 1 : 1 | — |
| 放大比例 | 5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1 | 4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 |
| 缩小比例 | 1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ | 1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 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。但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。比例符号以“:”表示，一般应注在标题栏的比例栏内，如 1 : 1、1 : 5 和 2 : 1 等。

应该注意的是：图形无论放大或缩小，在标注尺寸数字时，都必须按机件实际大小标注，比例与角度数字无关，其只确定图形的大小，如图 1-14 所示。

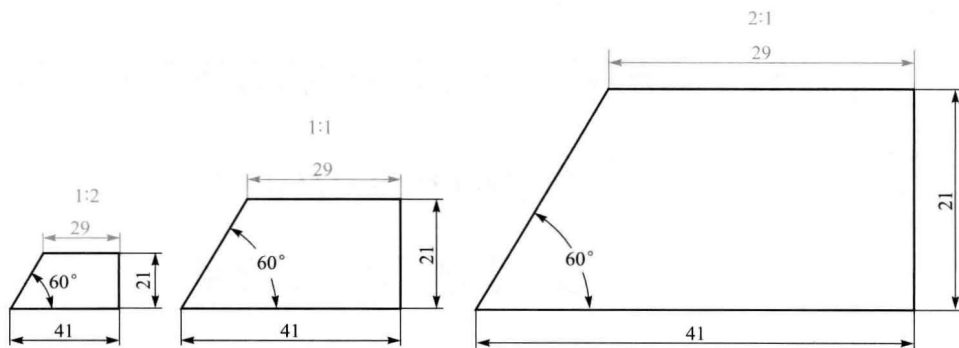


图 1-14 不同比例的图形