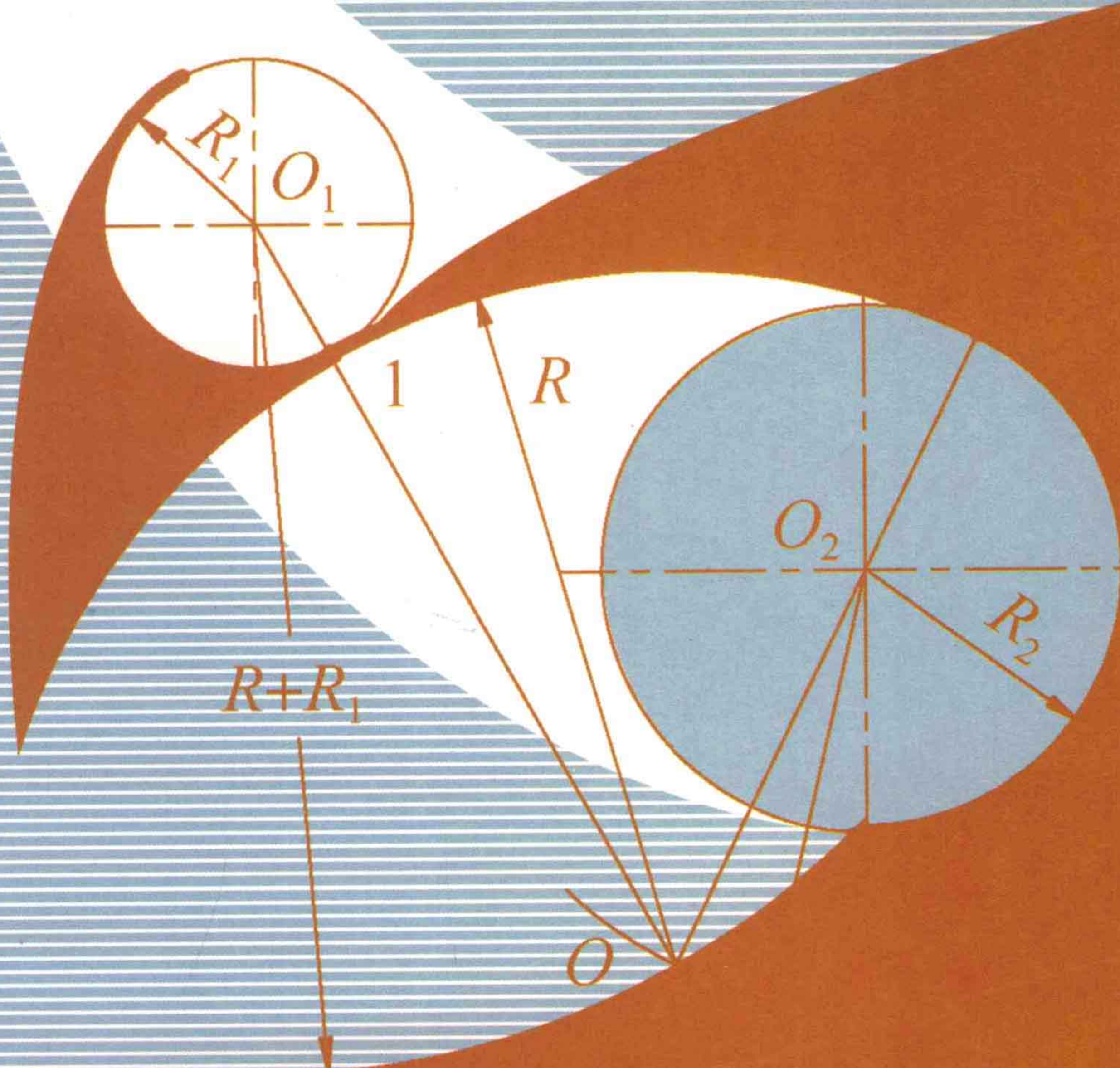




工程制图 (第2版)

主编 尹 平 徐光华

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

工 程 制 图

(第 2 版)

主 编 尹 平 徐光华

副主编 李东侠 马 恒



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共 10 章,包括制图的基本知识、投影基础、基本体及其表面交线、组合体、工程物体的常用表达方法、钢筋混凝土结构图、桥梁工程图、涵洞工程图、隧道工程图和机械图。

本书可供高等院校土建工程专业、道桥专业及交通运输类专业的工程制图课使用,也可供其他相关专业和工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/尹平,徐光华主编.—2 版.—北京:北京理工大学出版社,2012.9

ISBN 978-7-5640-6850-9

I. ①工… II. ①尹… ②徐… 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 (2012) 第 231014 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68459850(传真) 68912824(发行部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11.5

插 页 / 1

字 数 / 276 千字

版 次 / 2012 年 9 月第 2 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑 / 李志敏

印 数 / 1~1500 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 33.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

为了培养社会和企业需要的应用型人才，本书根据高等院校的特点，本着“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，依照最新颁布的国家《技术制图标准》《建筑标准》以及《铁路工程制图标准》中的有关规定编写而成。

本书的前五章为投影原理和制图基础部分，第六章为钢筋混凝土结构图，第七、八、九章分别为桥梁、涵洞、隧道工程图，第十章为机械图，适用于铁道工程、道路与桥梁等土建类专业使用。

在内容的选取上，注重工程实际应用与专业岗位的需要，突出对学生实践技能的培养，注重学生综合素质的提高。力求做到内容精炼实用，文字叙述简练严谨，通俗易懂，易于学习理解。同时，本书通过例题帮助学生加深理解学习的内容，训练学生看图和绘图的能力，使学生在基本技能、基础知识及各类工程结构图的绘制和识读等方面都得到较扎实的培养和训练。

本次修订过程中，听取了有关工程设计和施工技术人员的建议，并结合任课教师教学过程中的意见反馈，对部分章节的内容作了以下修改和补充：

1. 制图基础部分增加了换面法和平面内的最大斜度线。在组合体中适当增加了画图和读图的实例。

2. 桥梁工程图中增加了钢梁结构图。

3. 机械图中，在常用件部分增加了弹簧的基本知识和画法。

4. 根据制图标准的变化，对相关内容作了修改。

通过内容的补充和调整，使本书的内容更加完善，以满足教学和实践的需要。

同时，与本书配套使用的《工程制图习题集》也针对教材内容进行了相应的修订。

本次修订由尹平、徐光华任主编，李东侠、马恒任副主编。参加编写的有崔亮、李佰玲、徐仁武、封文静、王立娟、胡威凜。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免会有不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(3)
1.1 制图的基本规定	(3)
1.2 绘图工具的用法	(14)
1.3 几何作图	(18)
1.4 平面图形的尺寸分析及画图	(21)
第二章 投影基础	(26)
2.1 投影法概述	(26)
2.2 点的投影	(29)
2.3 直线的投影	(34)
2.4 平面的投影	(45)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(53)
第三章 基本体及其表面交线	(59)
3.1 三面投影规律	(59)
3.2 基本体的投影	(59)
3.3 截交线	(65)
3.4 相贯线	(72)
第四章 组合体	(79)
4.1 组合体的组合方式及分析方法	(79)
4.2 组合体的三面投影图	(81)
4.3 组合体的尺寸标注	(83)
4.4 读组合体的投影图	(88)
4.5 组合体的轴测图	(93)
第五章 工程物体的常用表达方法	(104)
5.1 六面投影图及镜像投影	(104)
5.2 剖面图与断面图	(105)
5.3 简化画法及其他表达方法	(113)

第六章 钢筋混凝土结构图 (117)

6.1 钢筋混凝土的基本知识 (117)

6.2 钢筋布置图的图示方法 (120)

6.3 钢筋布置图的识读 (122)

第七章 桥梁工程图 (124)

7.1 桥位平面图 (124)

7.2 全桥布置图 (125)

7.3 桥墩图 (126)

7.4 桥台图 (130)

7.5 钢筋混凝土梁图 (136)

7.6 钢梁结构图 (138)

第八章 涵洞工程图 (149)

8.1 涵洞的类型及组成 (149)

8.2 涵洞工程图的表达方法 (150)

8.3 识读涵洞工程图 (150)

第九章 隧道工程图 (154)

9.1 隧道的洞门图 (155)

9.2 隧道衬砌断面图 (158)

9.3 避车洞图 (159)

第十章 机械图 (161)

10.1 机械制图标准简介..... (161)

10.2 标准件和常用件..... (165)

10.3 零件图..... (175)

10.4 装配图..... (176)

参考文献 (178)

绪 论

一、本课程的研究对象

工程图样是一种以图形为主要内容,准确地表达工程建筑物的形状、尺寸、材料及施工技术要求等的技术文件。设计者将建筑物或产品的形状、大小、各部分之间的相互关系及技术上、施工上的要求,按照国家标准,准确而详尽地表达在图样上,作为施工和制造的依据。图样也是设计者表达设计意图、交流技术思想的工具,用来指导实践、研究问题、交流经验。工程图样具有形象、生动和一目了然的特点,特别是对建筑物或产品形状结构的描述,是语言和文字无法比拟的。因此,图样被人们形象地比喻为工程界的“语言”。

对于工程技术人员而言,学好这门“语言”,正确地绘制和阅读工程图样,是其进行专业学习和完成本职工作的基础。

二、本课程的学习目的和任务

工程制图是一门介绍绘制和阅读工程图样的原理、规则和方法,培养绘图能力,提高空间思维能力的学科,是工科土建类专业的一门重要的、实践性很强的技术基础课。

(一)本课程的学习目的

本课程的学习目的就是通过学习图示理论与方法,掌握绘制和阅读工程图样的技能。

(1)理解和掌握正投影法的基本原理和作图方法,了解相关的国家制图标准与规定。

(2)正确使用常用绘图工具,掌握一定的绘图技能和技巧。

(3)培养阅读与绘制图样的能力,正确阅读和绘制符合工程制图标准的图样。

(4)培养学生的空间想象能力和空间构思能力,为创新能力的培养打下坚实的基础。

(二)本课程的学习任务

1. 制图基本知识

学习掌握制图的基础知识和基本规定,培养读图、绘图的能力。介绍制图工具和用品的使用及保养方法,基本的制图标准和平面几何图形的画法,并要在绘图中严格遵守国标的规定。

2. 投影作图

学习绘制和阅读工程图样的基本原理和方法。以投影理论为基础,学习用正投影法表达空间几何体,并用以解决空间几何问题。

3. 工程物体的常用表达方法

学习和掌握工程物体的几种常用表达方法,如六面投影图及镜像投影图、剖面图与断面图、简化画法及其他表达方法等内容。

4. 钢筋混凝土结构图

了解掌握工程中常用的钢筋混凝土结构图,包括钢筋混凝土的基本知识及钢筋布置图。

5. 桥涵、隧道及机械工程图

了解掌握桥涵、隧道及机械工程图的内容和特点，能够运用正投影原理，绘制和阅读工程图图样。

三、本课程的特点和学习方法

工程制图是一门实践性很强的课程，读图和画图的能力必须通过足够的训练才能提高。因此应该做到：

- (1)正确使用绘图工具仪器，按正确方法和步骤来画图。
- (2)重视基本理论，练好基本功，由物到图，由图到物，要多看多想。
- (3)要养成认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。
- (4)为了深刻理解和掌握制图的原理、分析的方法、作图方法，认真听课和复习，及时完成练习。
- (5)严格遵守国家标准有关制图方面的规定，并掌握查阅有关标准和资料的方法。
- (6)注意画图和看图相结合，物体与图样相结合。要多画多看，注意培养空间想象能力和空间构思能力，自觉培养自学能力、创新能力，以及分析问题和解决问题的能力。

第一章 制图的基本知识

1.1 制图的基本规定

技术图样是表达设计思想、进行技术交流和组织生产的重要技术文件。国家标准对图样的格式、表达方法、尺寸注法等做了统一规定，即制图标准，在绘图和读图时必须严格遵守。

一、图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面

为便于图样管理，技术制图的相关标准对绘制图样的图纸幅面大小和格式做了统一规定。

图 1-1 表示为图纸的幅面尺寸。图中粗实线所示为基本幅面(第一选择)；细实线(第二选择)和虚线(第三选择)所示的为加长幅面，加长幅面的尺寸是由基本尺寸的短边成整数倍增加后得出的。绘制图样时应优先采用基本幅面，必要时再按规定选择加长幅面。

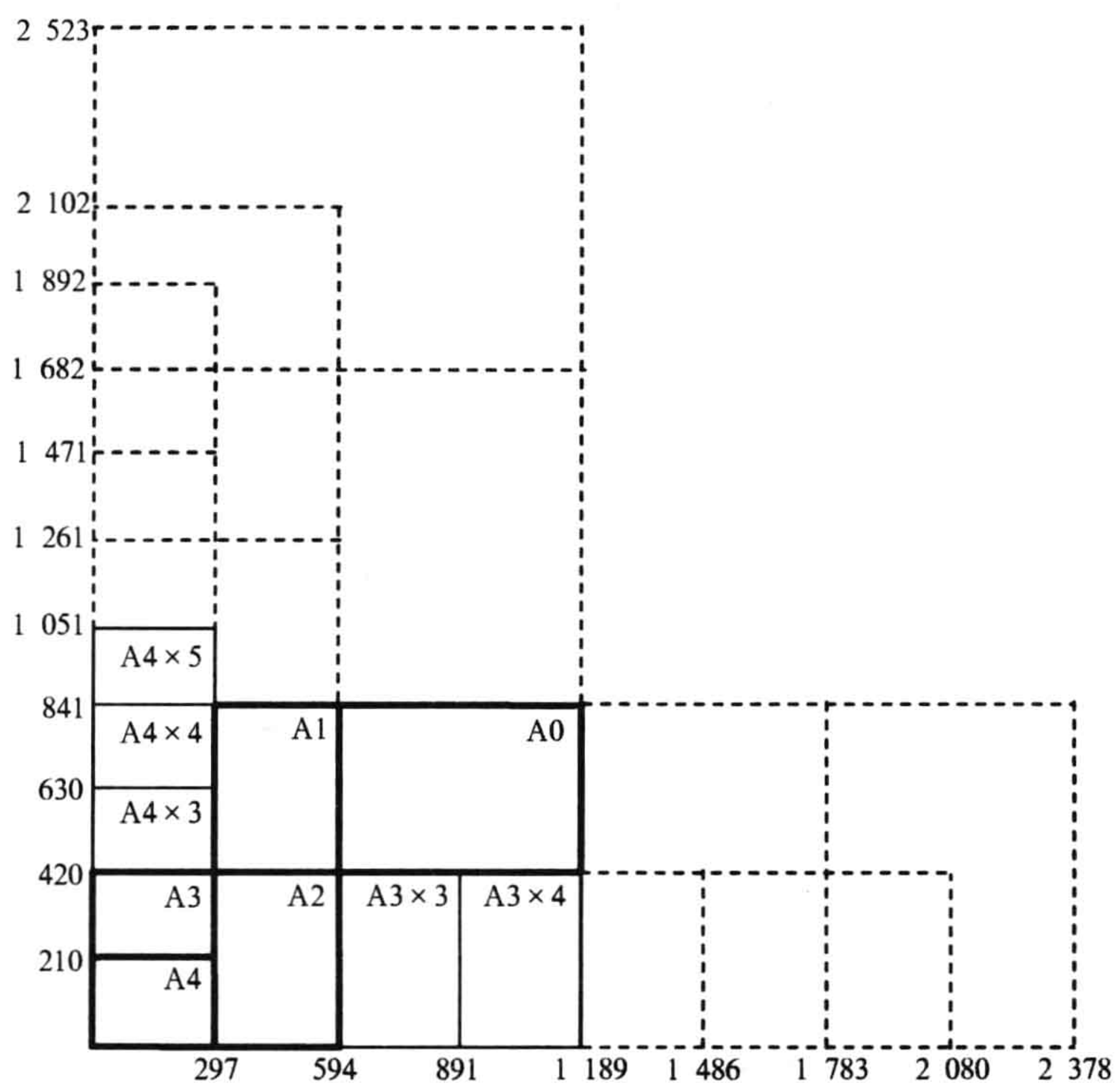


图 1-1 图纸的幅面尺寸

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框，其格式有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。

留装订边的，如图 1-2(a)、(b)所示；不留装订边的如图 1-2(c)、(d)所示。装订边的尺寸按表 1-1 确定。加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

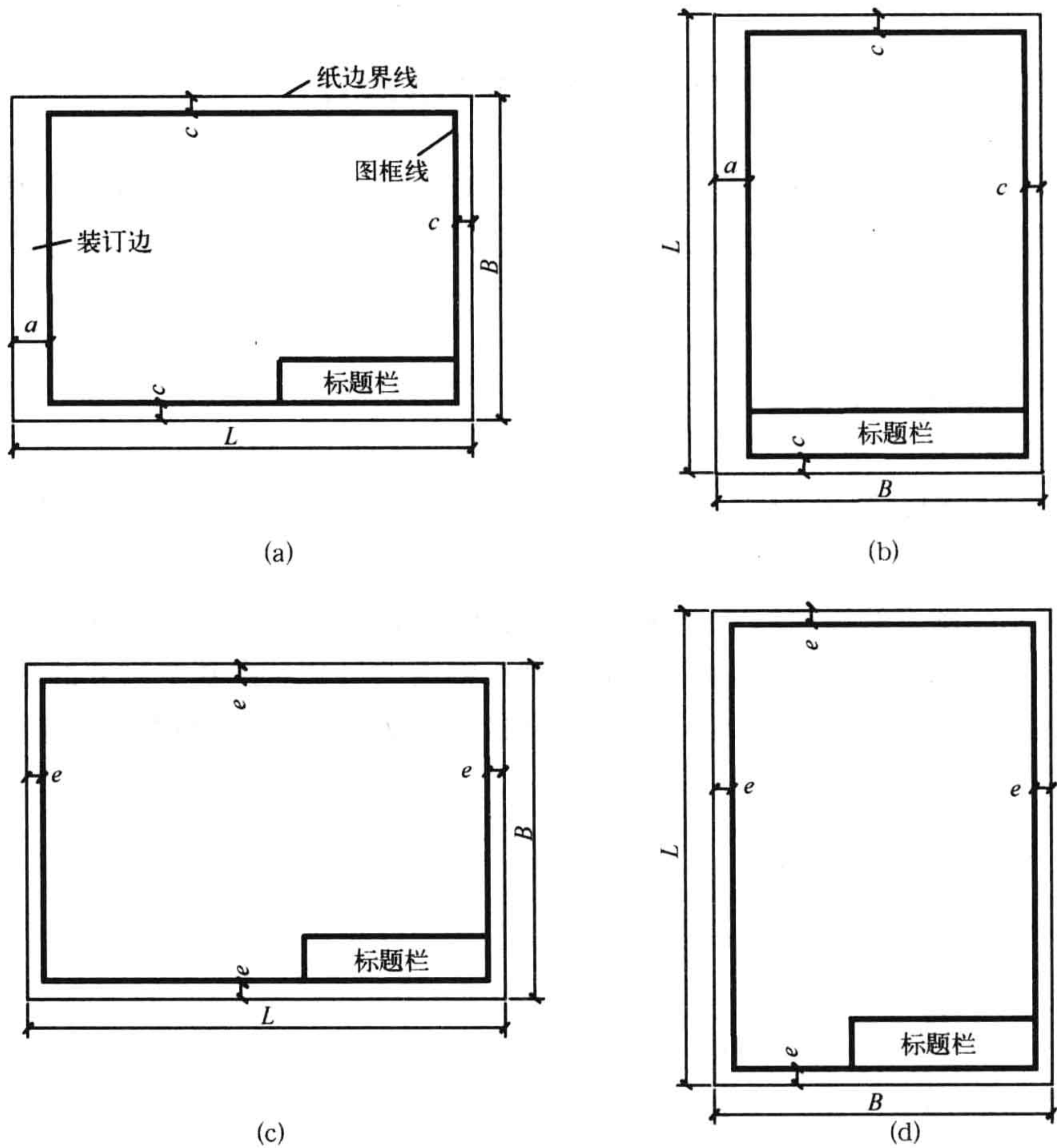


图 1-2 图纸的幅面及格式

(a)留装订边(X 型)；(b)留装订边(Y 型)；(c)不留装订边(X 型)；(d)不留装订边(Y 型)

表 1-1 图框尺寸 (mm)

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

3. 标题栏

每张图纸上必须画出标题栏。标题栏的格式按国家标准规定画出。标题应位于图纸的右下角，如图 1-2 所示。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2(a)、(c) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸，如图 1-2(b)、(d) 所示。

为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1-3(a) 所示；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-3(b) 所示。看图的方向应与标题栏的方向一致。

学生制图作业建议采用图 1-4 所示的标题栏格式。

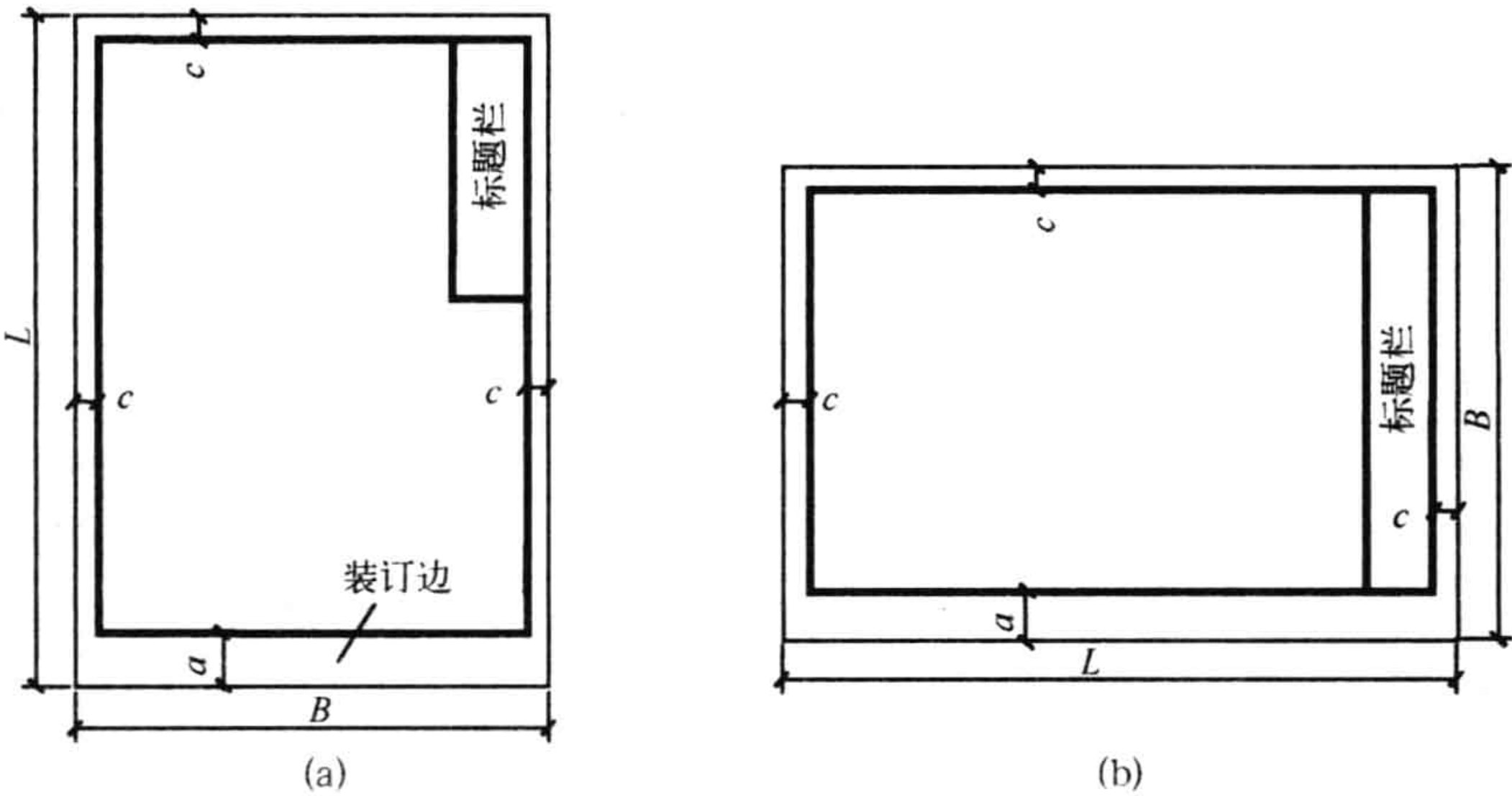


图 1-3 图纸的幅面及格式
(a)X 型图纸竖放；(b)Y 型图纸横放

(图名)				图号	
				比例	
制图		(日期)	(单位或学校名称)		
校核		(日期)			
15	30	25	15	30	
140					

7×4=28

图 1-4 学生作业用标题栏格式

二、图线

1. 图线的形式及应用

工程图线的线型有实线、虚线、点画线、折断线、波浪线等，图线的名称、线型及一般应用如表 1-2 所示。

图线的宽度为 1.4 mm、1.0 mm、0.7 mm、0.5 mm、0.35 mm、0.25 mm、0.18 mm、0.13 mm。图线的宽度分粗、中粗、中、细几种，每个图样应根据复杂程度与比例大小先确定基本线宽 b ，再按表 1-3 选用适当的线宽组。同一张图纸内，相同比例的各图样，应选用相同的线宽组。

图框线、标题栏线的宽度按表 1-4 规定的线宽绘制。

线型和线宽的用途见各专业制图标准。

表 1-2 图线

名称		线 型	线宽	用 途
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中粗		$0.7b$	可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线、尺寸线、变更云线
	细		$0.25b$	图例填充线、家具线
虚线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中粗		$0.7b$	不可见轮廓线
	中		$0.5b$	不可见轮廓线、图例线
	细		$0.25b$	图例填充线、家具线
单点 长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线、轴线等
双点 长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线	细		$0.25b$	断开界线
波浪线	细		$0.25b$	断开界线

表 1-3 线宽组 (mm)

线宽比	线宽组			
b	1.4	1.0	0.7	0.5
$0.7b$	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	0.7	0.5	0.35	0.25
$0.25b$	0.35	0.25	0.18	0.13

注：1. 需要缩微的图纸，不宜采用 0.18 mm 及更细的线宽。
2. 同一张图纸内，各不同线宽中的细线，可统一采用较细的线宽组的细线。

表 1-4 图框线、标题栏线的宽度 (mm)

幅面代号	图框线	标题栏外框线	标题栏分格线
A0、A1	b	$0.5b$	$0.25b$
A2、A3、A4	b	$0.7b$	$0.35b$

2. 图线的画法

(1)相互平行的图线，最小间距不宜小于图中粗线的宽度，且不宜小于 0.7 mm。

(2)同一图样中，同类图线的宽度应基本一致，线条粗细应均匀。虚线、点画线及双点画线的线段长度及间隔宜各自相等，如图 1-5(a)所示。

(3)点画线或双点画线的两端应是线段而不是点。点画线与点画线或与其他图线相交时，

应是长画线相交。如图形较小，点画线和双点画线在较小图形中绘制有困难时，可用细实线代替。点画线应画出轮廓 2~5 mm。如图 1-5(b)所示。

(4)虚线与虚线或虚线与其他图线相交时，不应留空隙。虚线是实线的延长线时，应留空隙，不得与实线连接，如图 1-5(c)所示。

(5)图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字等的清晰。图线的应用如图 1-5(d)所示。

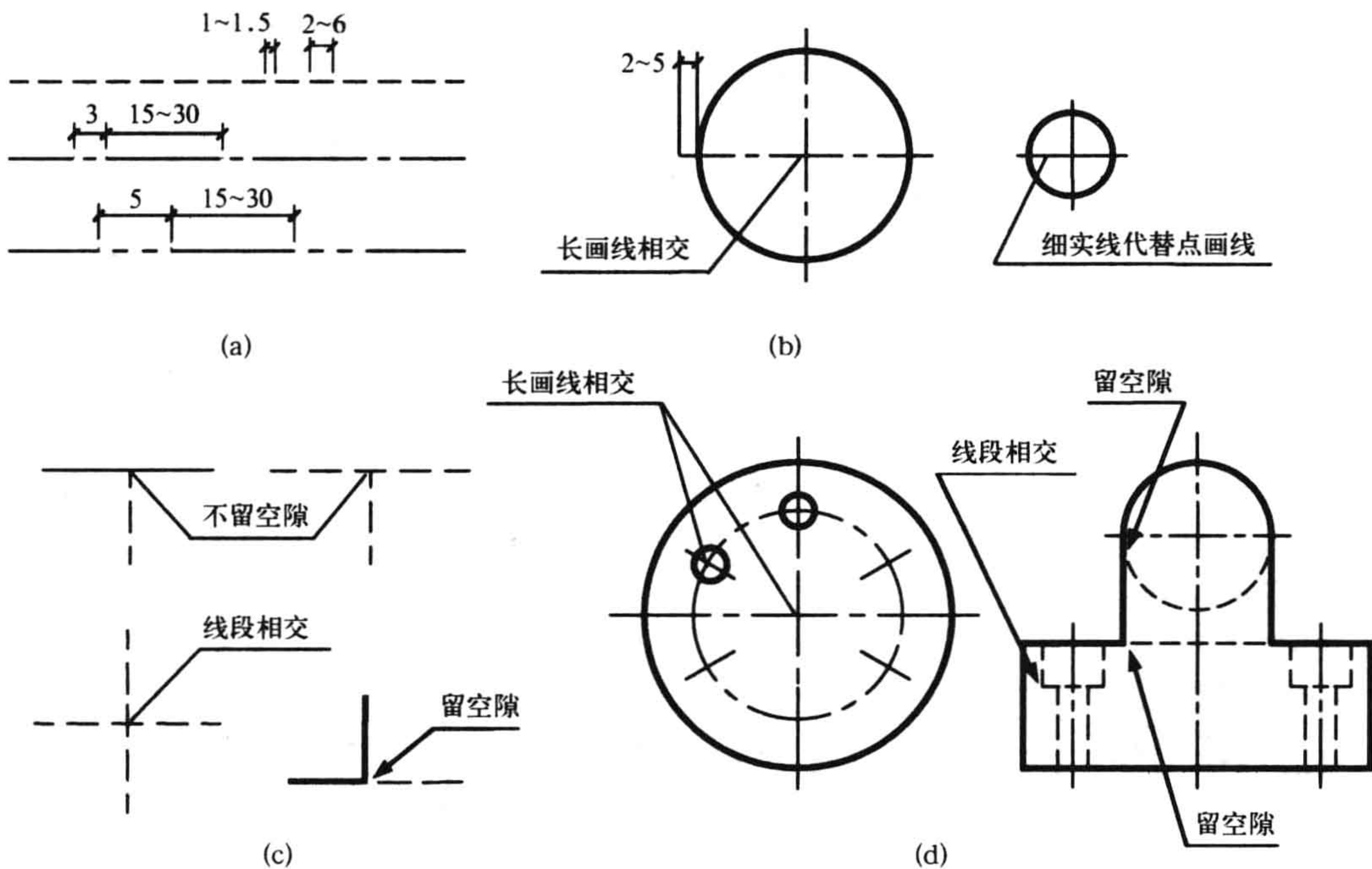


图 1-5 图线画法

(a)虚线、点画线、双点画线画法；(b)点画线相交画法；(c)虚线相交画法；(d)图线应用示例

三、字体

图纸上所需书写的文字、数字或符号等，均应笔画清晰、字体端正、排列整齐；标点符号应清楚正确。

文字的高度应从如下系列中选用：20 mm、14 mm、10 mm、7 mm、5 mm、3.5 mm、2.5 mm。字高也称字号，如 5 号字的字高为 5 mm。如需书写更大的字，其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增。

1. 汉字

图样中的汉字宜采用长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。宽度与高度的关系应符合表 1-5 的规定，即高宽比大约是 $\sqrt{2}$ 。大标题、图册封面、地形图等的汉字，也可书写成其他字体，但应易于辨认。

表 1-5 长仿宋体字高宽关系 (mm)

字 高	20	14	10	7	5	3.5
字 宽	14	10	7	5	3.5	2.5

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。

横平竖直，横笔基本要平，可顺运笔方向稍许向上倾斜 $2^{\circ}\sim5^{\circ}$ 。注意起落，横、竖的起笔和收笔，撇、钩的起笔，钩折的转角等，都要顿一下笔，以形成小三角和字肩。

要写好长仿宋体，首先要练好基本笔画的特点和写法。我国的汉字多达数万，但仅由八种基本笔画组成——横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折，如表 1-6。

表 1-6 仿宋体笔画书写方法

笔画	横	竖	撇	捺	点		挑	钩	折
形状	一	丨	丿	㇏	丶	㇔	㇚	亅	𠃍
笔序									

除练好基本笔画外，还应注意字体结构的特点和写法。即应布局匀称，高宽足格，按汉字笔画的左右结构、上下结构、里外结构等形式，适当分配好字各组成部分的比例和位置，如图 1-6 所示汉字示例。

10号字

工程制图建筑结构桥梁隧道设计
审核基础施工城市规划设计制造

7号字

工程图样是表达设计思想进行技术交流的重要
工具被称为工程界的语言国家标准技术制图

图 1-6 长仿宋体示例

2. 字母和数字

拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字可写成斜体和直体。拉丁字母及数字若写成斜体字，斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75° 角，斜体字的高度和宽度均与相应的直体相同。

汉字高不小于 3.5 mm，数字或字母高不小于 2.5 mm。同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

笔画宽度：一般字体为字高的十分之一，窄字体为字高的十四分之一。

数字或字母同汉字并列书写时，字高比汉字小 1 号或 2 号。字体示例如图 1-7 所示。



图 1-7 字母、数字示例

四、比例

图样中图形与实物相对应的线性尺寸之比，称为比例。

比例大小指比值大小。比值为 1 的比例为原值比例(1 : 1)；大于 1 的比例称为放大比例(如 2 : 1)；小于 1 的比例称为缩小比例(如 1 : 100)。

比例写在图名右侧，比例符号以“ : ”表示，例如 1 : 1，平面图 1 : 100 ⑥ 1 : 20 1 : 100 等。字的底线应取平，比图名字号小一号或两号，横线的长度应以所写的文字所占长短为准，如图 1-8 所示。

图 1-8 比例的标注

当一张图纸中的各图只用一种比例时，也可把该比例单独书写在图纸标题栏内。绘图时，优先选用表 1-7 中的常用比例，特殊情况下，选用可用比例。

表 1-7 绘图所用比例

常用比例	1 : 1	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 200	1 : 500	1 : 1 000	1 : 2 000
	1 : 5 000	1 : 10 000	1 : 20 000	1 : 50 000							
可用比例	1 : 3	1 : 15	1 : 25	1 : 30	1 : 40	1 : 60	1 : 150	1 : 250	1 : 300	1 : 400	1 : 600

一般情况下，一个图样应选用一种比例。根据专业制图需要，同一图样可选用两种比例。

在线路纵断面图中，允许铅垂方向和水平方向采用不同的比例。如：线路纵断面图，铅垂方向比例为 1 : 1 000；水平方向比例为 1 : 5 000。

五、尺寸注法

(一) 尺寸的组成

用图线画出的图样只能表示物体的形状，只有标注尺寸才能确定其大小。国家标准《技术制图》规定了尺寸标注的基本规则和方法。

图样上标注的每一个尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字组成，尺寸的标注要求如图 1-9 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制，一般应与被注长度垂直，其一端应离开图样轮廓线不小于 2 mm，另一端宜超出尺寸线 2~5 mm。必要时，图样轮廓线可用作尺寸界线，如图 1-9 中的尺寸 70。

(2) 尺寸线。尺寸线应用细实线绘制，应与被注长度平行，且不宜超出尺寸界线。任何图线均不得用作尺寸线。

(3) 尺寸起止符号。一般应用中粗斜短线绘制，其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45° 角，长度宜为 2~3 mm。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号宜用箭头表示，箭头画法如图 1-10 所示。

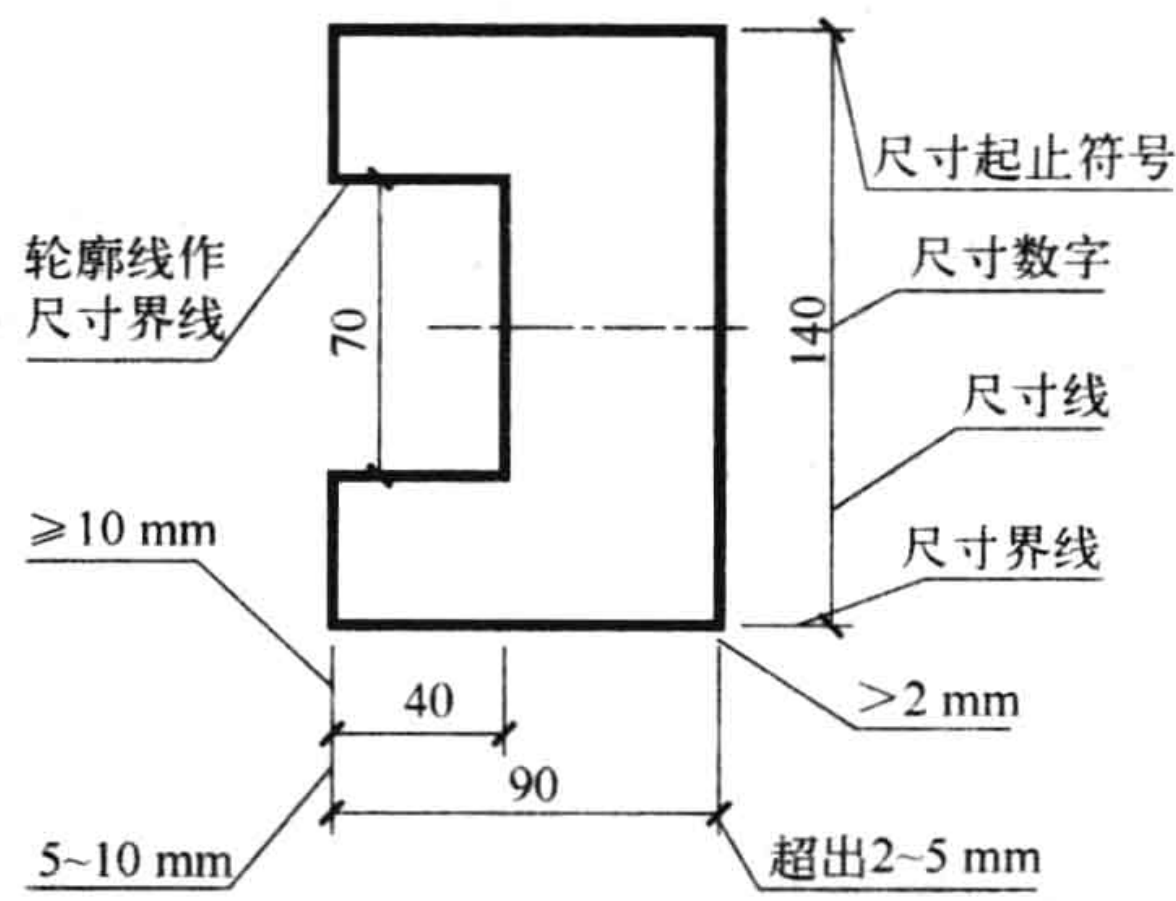


图 1-9 尺寸的标注要求

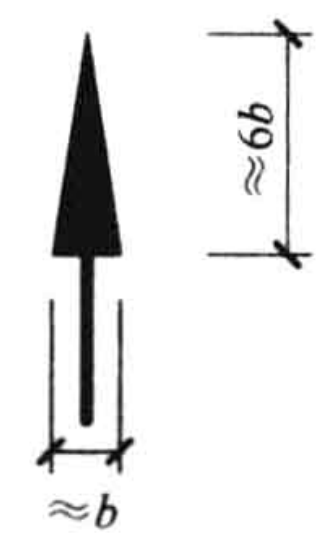


图 1-10 箭头画法

(4) 尺寸数字。图样上的尺寸，应以尺寸数字为准，不得从图上直接量取。

图样中的尺寸除标高及总图中的坐标、距离宜以米为单位外，其他须以毫米为单位，所注尺寸一律不写单位。如不以毫米为单位，应另加说明。

尺寸数字的读数方向，应按图 1-11(a) 的规定注写。若尺寸数字在 30° 斜线区内，直接按图 1-11(b) 的形式注写。

尺寸数字应依据其读数方向注写在靠近尺寸线的上方中部，如没有足够的标注位置，最外边的尺寸数字可注写在尺寸界线的外侧，中间相邻的尺寸数字可错开注写，也可引出注写，如图 1-12 所示。

(二) 尺寸的排列与布置

尺寸宜标注在图样轮廓以外，不宜与图线、文字及符号等相交。

图线不得穿过尺寸数字，不可避免时，就将尺寸数字处的图线断开，如图 1-13 所示。

互相平行的尺寸线，应从被注的图样轮廓线由近向远整齐排列，小尺寸应离轮廓线较近，大尺寸应离轮廓线较远。

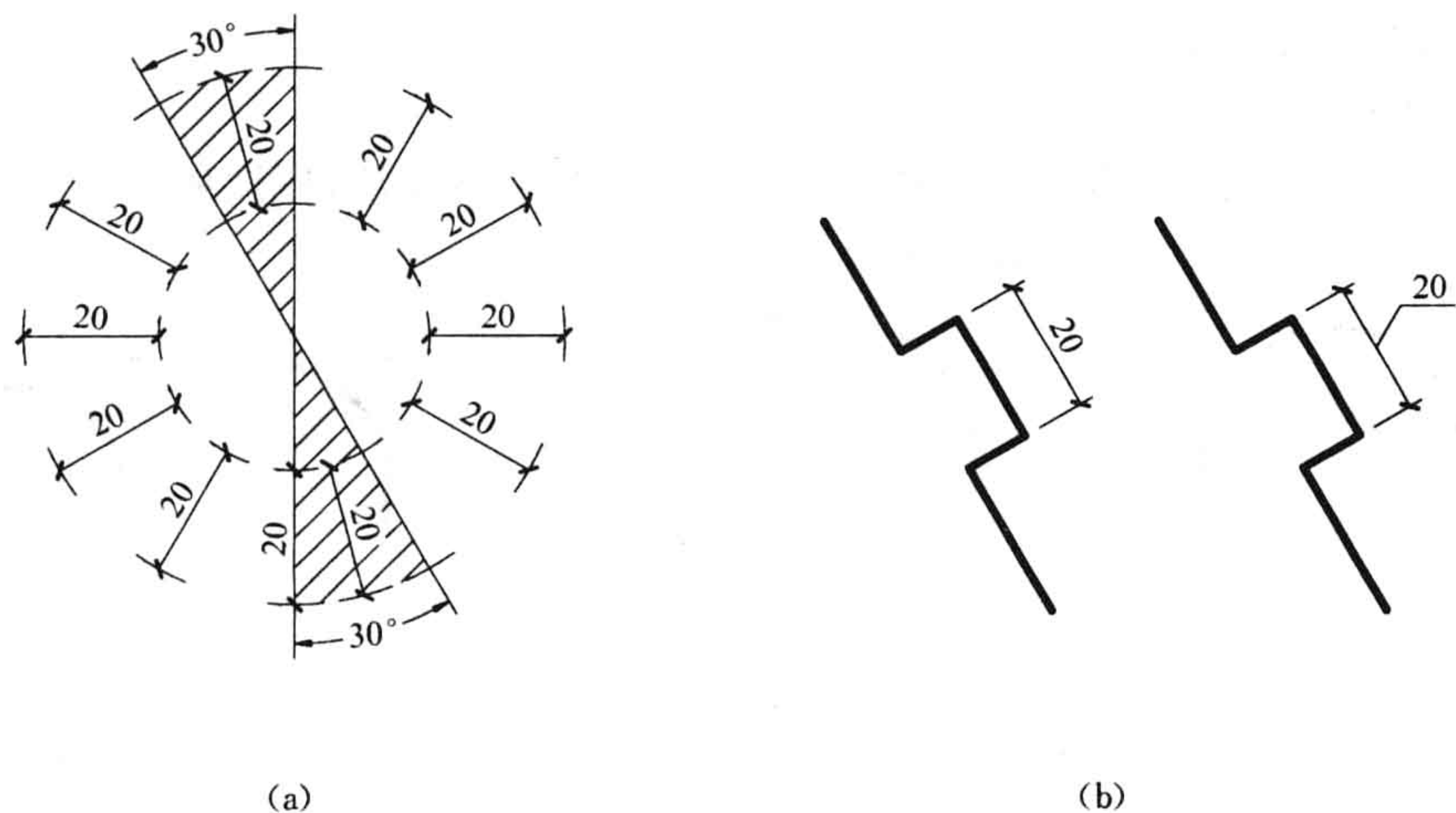


图 1-11 尺寸数字的注写方向

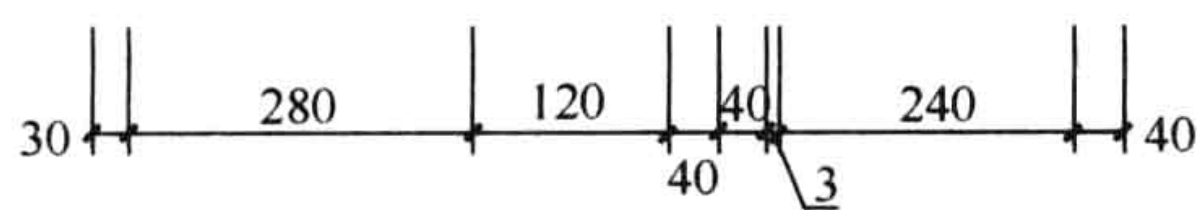


图 1-12 尺寸数字的注写位置

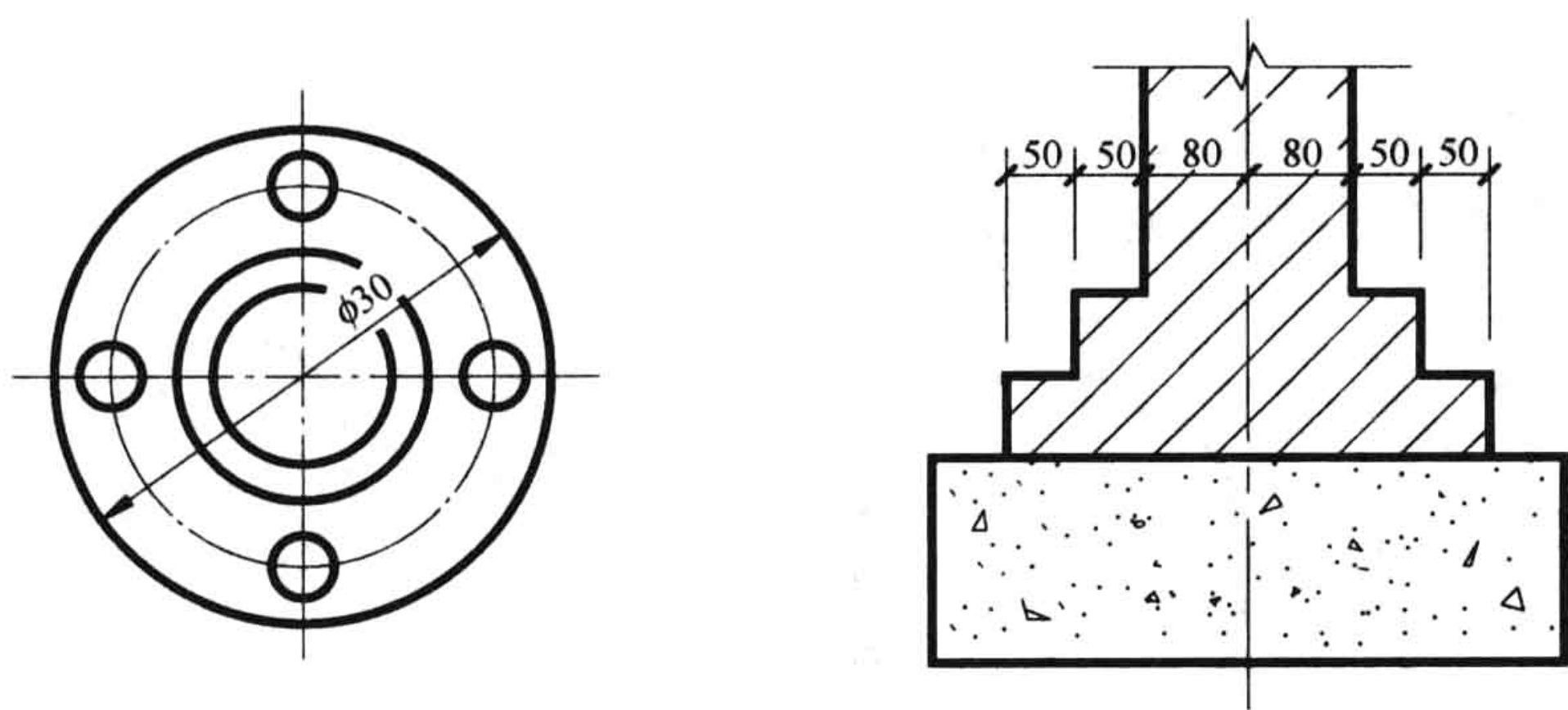


图 1-13 尺寸数字处图线断开

尺寸线间距宜为 5~10 mm，同一幅图应保持一致，如图 1-14 所示。
总尺寸的尺寸界线，应先靠近所指部位，中间的分尺寸的尺寸界线可画成短线。

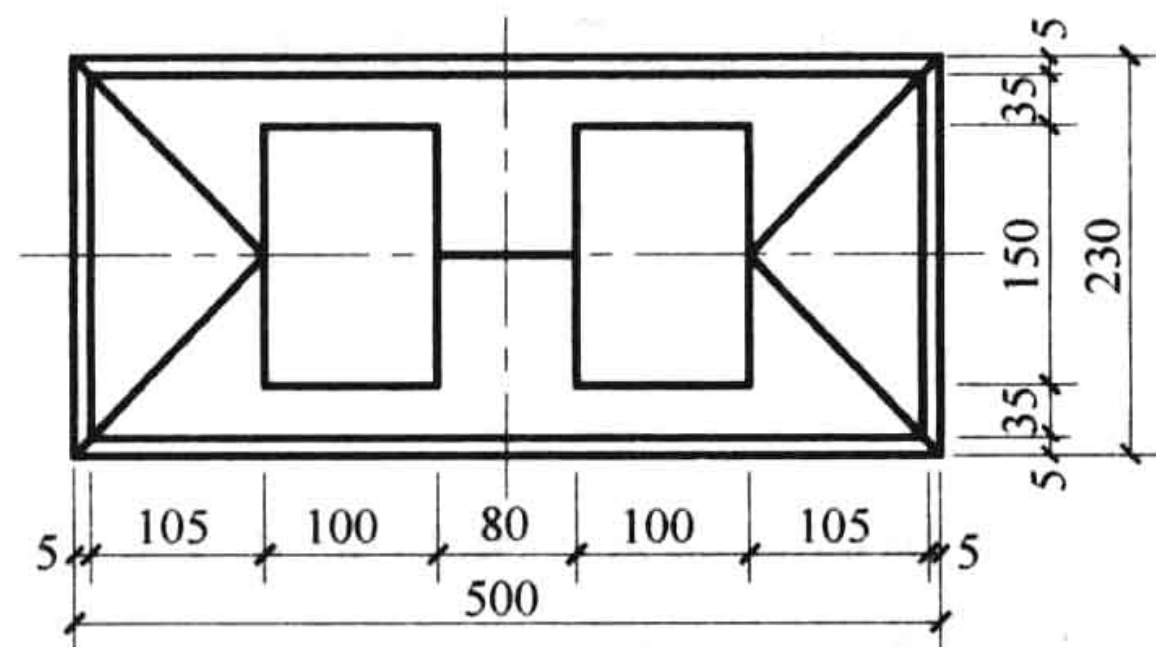


图 1-14 分尺寸、总尺寸线注写排列