

普通高等教育土木工程专业规划教材



土木工程制图

Tumu Gongcheng Zhitu

杜廷娜 主 编
庞行志 蔡建平 副主编



普通高等教育土木工程专业规划教材

土木工程制图

重庆交通学院 华中科技大学 中国地质大学 武汉大学 组编

主 编 杜廷娜

副主编 庞行志 蔡建平

参 编 刘志宇 张秋陵 付 华 王玉丹

李 理 夏 唯 密新武 程 敏

庞少林

主 审 钱可强



机械工业出版社

本书涵盖了画法几何的基本理论和建筑、道路、水利、机械工程制图的基础知识与基本方法，适应面广。本书注重平面与空间的正逆向思维及工程形体构思，并为与之配套的习题集制作了《土木工程制图习题与解答》系统，以多种动画形式展示了解题的思维方法和作图过程。

本书共 18 章，第一~七章为制图基础和画法几何，第八~十三章为建筑工程制图，第十四~十六章为道路工程制图，第十七章为水利工程制图，第十八章为机械工程制图。

本书可作为高等院校土木类各专业的教材，亦可供研究生、相关科技人员等作参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程制图/杜廷娜主编. —北京: 机械工业出版社, 2004.7
(普通高等教育土木工程专业规划教材)

ISBN 7-111-14428-7

I. 土… II. 杜… III. 土木工程—建筑制图—高等学校—教材
IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 041626 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘小慧

责任编辑: 马军平 版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 张 静 责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷 • 新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 • 21 印张 • 4 插页 • 544 千字

定价: 29.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术与社会经济的日益发展,对工程建设人才的能力提出了更高和更新的要求。为在激烈的市场竞争中立于不败之地,基础宽、能力强的复合型人才是现代企业取胜的根本保证。为此,高等院校的土木类各专业学生,已广泛地跨专业选课,选择辅修专业或第二专业。如学港海的辅修路桥、学路桥的辅修建筑等。他们需要集水利、路桥、建筑等各专业制图于“一本”的教材,而以前的教材多只侧重于某一方面(或水利或路桥等),于是诞生了这套“土木工程制图”。

本书的特点与使用建议:

1) 与新形势下的人才培养目标相一致,注重综合性。本书共 18 章,包括画法几何、建筑工程制图、道路工程制图、水利工程制图、机械工程制图。画法几何是各专业学习的基础,随后的章节可供不同的专业选用。

2) 注重工程形体的构思与表达。从形体组合和美学的角度介绍了构型设计的基本理论与基本方法,有助于拓展和提高学生的空间思维和创新思维能力,为后续课程和工程设计奠定了良好的基础。

3) 图例典型、丰富。教材选用了大量的中外著名建筑和富有时代感的工程实例,并配制了许多三维立体图,使理论分析与教学更加贴近工程应用和生产实际。

4) 教材与习题集相辅相成。两者作为一完整体系相互延伸与补充,这样既节省篇幅,又可从多视角分析或论述所需要表达的内容。

5) 与习题集配套制作了《土木工程制图习题与解答》系统。该系统对习题集中所有习题编制了求解过程以及精美的动画演示过程,这对读者的自主学习、选择性学习,无疑大有裨益。

6) 全书采用了 2001 年发布的《房屋建筑制图统一标准》、《总图制图标准》、《建筑制图标准》、《建筑结构制图标准》、《给水排水制图标准》,以及 1993 年发布的《道路工程制图标准》等多种国家标准。限于篇幅,不能引用太多,不同专业在使用教材时,可根据需要查阅相关标准。

参加本教材编写工作的作者有:

IV

重庆交通学院刘志宇(绪论),杜廷娜(第十、十一、十三、十四、十五章),张秋陵(第十六章),付华(第十七章),中国地质大学蔡建平(第一、二、六章),王玉丹(第三、四章),李理(第五章),武汉大学夏唯(第七章),密新武(第十二章),华中科技大学庞行志(第八、九章),程敏(第十一章的第二节),庞少林(第十八章)。杜廷娜任主编,庞行志、蔡建平任副主编。同济大学钱可强教授任主审,并协助主编参与了教材与习题集的统一工作,同济大学何铭新教授、北京理工大学董国耀教授也参与了审稿。承蒙钱可强教授、何铭新教授、董国耀教授仔细审阅,提出了很多宝贵的建议和修改意见,谨致谢忱。重庆交通学院制图教研室康健、刘明维、尹健、朱菊芬老师,丁德斌、曾光勇、张飞、聂庚生同学,中国地质大学制图教研室韦念龙、周晔老师,邹饶、李佳、胡铁、丁晖同学参加了部分绘图和文字校对工作。

在本书编写过程中得到了重庆交通学院教务处处长许锡宾教授、河海系系主任王多垠副教授、周华君教授、何光春教授的大力支持,在此表示衷心的感谢!向一直关心并帮助本书编写工作的中国地质大学王巍教授表示衷心的感谢!向提供工程施工图样的重庆交通学院工程设计所、重庆水利水电设计院、上海建筑设计院等工程单位表示感谢!本书参考了一些相关著作,在此特向有关编著者致谢!

限于水平,书中缺点和疏漏在所难免,敬请指正。

编者

目 录

前言			
绪 论	1		
第一章 制图基本知识与技能	3		
第一节 建筑制图国家标准的基本规定	3		
第二节 尺寸注法	7		
第三节 绘图工具和仪器的使用	9		
第四节 平面图形画法	11		
* 第五节 平面图形构思	15		
第二章 正投影基础	18		
第一节 投影法基本知识	18		
第二节 多面正投影图的形成及其投影特性	21		
第三节 点、直线、平面的投影	23		
第四节 基本形体的投影	38		
* 第五节 换面法	45		
第三章 工程形体表面的交线	51		
第一节 概述	51		
第二节 平面与立体相交	52		
第三节 立体与立体相交	59		
第四节 同坡屋面交线	68		
第四章 工程应用曲面	71		
第一节 概述	71		
第二节 回转面	72		
第三节 非回转直纹曲面	74		
第五章 轴测图	83		
第一节 轴测投影概述	83		
第二节 正等轴测图画法	84		
第三节 正面斜轴测图画法	88		
第四节 水平斜轴测图画法	90		
第五节 徒手画法	91		
第六章 组合形体与构型设计	96		
第一节 形体分析和投影图画法	96		
第二节 组合形体投影图的识读	99		
* 第三节 组合形体的构型设计	104		
第四节 组合形体的尺寸标注	110		
第七章 工程形体的表达方法	114		
第一节 工程形体的基本表示法	114		
第二节 房屋建筑的基本表达形式	125		
第三节 房屋建筑施工图中的图例和符号	127		
第四节 绘制房屋建筑图的方法与步骤	127		
第五节 三角画法简介	130		
第八章 正投影图中的阴影	132		
第一节 阴影的基本知识和常用光线	132		
第二节 点、直线、平面的落影	133		
第三节 形体的阴影	141		
第四节 建筑细部的阴影	145		
第五节 建筑形体的阴影	150		
第九章 建筑透视图	152		
第一节 透视的基本知识	152		
第二节 形体透视图的基本作图方法	159		
第三节 透视图中的简捷作图法	170		
第十章 钢筋混凝土构件图与钢结构图	173		
第一节 钢筋混凝土构件图	173		
第二节 钢结构图	178		
第十一章 建筑施工图	184		
第一节 建筑总平面图	184		

第二节	建筑平面图	187	第二节	公路路线工程图	263
第三节	建筑立面图	195	第三节	城市道路路线工程图	270
第四节	建筑剖面图	197	第四节	道路交叉口	275
第五节	建筑详图	199			
第十二章	结构施工图	206	第十六章	桥隧涵工程图	281
第一节	概述	206	第一节	桥梁工程图	281
第二节	基础平面图与基础详图	207	第二节	涵洞工程图	289
第三节	结构平面图	211	第三节	隧道工程图	291
第四节	工业厂房建筑结构图	216	第十七章	水利工程图	294
第十三章	设备施工图	224	第一节	水工图的一般分类	294
第一节	室内给水排水工程图	224	第二节	水工图的表达方法	295
第二节	室外给水排水工程图	230	第三节	水工图的尺寸标注	299
第三节	建筑电气工程图	237	第四节	水工图的阅读	301
第十四章	标高投影	243	第五节	水工图的绘制	307
第一节	点、直线、平面的标高投影	243	第十八章	机械工程图	308
第二节	曲面的标高投影	251	第一节	机械图样的基本表示法	308
第三节	工程面与地形面的交线	255	第二节	几种常用机件的规定画法	313
第十五章	道路路线工程图	263	第三节	机械图样的识读	320
第一节	概述	263	参考文献	328	
			教师信息反馈表	329	

绪 论

工程制图是土木建筑类专业的重要技术基础课。它是以投影法为理论基础，以图示为手段，以工程对象为表达内容的一个学科。本章介绍工程制图学科的研究对象和学习方法。

一、本学科的研究对象

工程上需要用一种简明直观的方法来表达机器、设备及工程建筑物的形体、大小、规格和材料等内容，用图样来描述这些内容应该说是迄今为止的最佳选择。通常我们把工程上使用的图样称为工程图样，它是将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上而形成的。在工程上，从表达设计思想、施工方案以及施工过程中技术人员的交流沟通到方案的修改、后期的维护，都是以图样为依据的。因此，要求工程图样具有可复性（图样的性质要能够根据它恢复物体的实际形体、大小和它在空间的位置。这个性质用于根据图样制成物体。例如，根据设计建造房屋）、直观性（图样要能在观察者大脑中建立起物体的空间概念，最高级的形象直观性是真实性。根据图像的真实性，由视觉判定的物体接近于当观察同一物体时出现的真实形象。在实践中，当根据图样评价所设计工程的美感时，图像的真实性尤为重要）和规定的一致性（要使得每位专家和技术人员能“读懂”以各种方式出现的图样，绘制图样时应采用一致的规定）。图样被认为是工程界的一种“语言”。

本学科就是一门研究图示法和图解法以及根据工程技术的规定和知识来绘制和阅读工程图样的科学。

二、本课程的学习目的和任务

本课程是土木建筑类专业的一门既有理论，又有实践的重要技术基础课。它研究解决空间几何问题以及绘制、阅读土木工程图样的理论和方法。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
- 2) 培养空间几何问题的图解能力。
- 3) 培养对三维形体与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
- 4) 培养绘制和阅读土木工程图样的初步能力。

此外，在学习过程中还必须有意地培养自学能力、分析问题和解决问题的能力。

三、本课程的内容与要求

本课程包括画法几何、制图基础和土木类专业图，具体内容与要求如下：

1) 画法几何是土木工程制图的理论基础。通过学习投影法，掌握表达空间几何形体（点、线、面、体）和图解空间几何问题的基本理论和方法。

2) 制图基础要求学生学会正确使用绘图工具和仪器的方法，贯彻国家标准中有关土木工程制图的基本规定，掌握工程形体投影图的画法、读法和尺寸标注，培养用仪器和徒手绘图的能力。

3) 通过土木工程制图的学习，应逐步熟悉有关专业的一些基本知识，了解土木专业图（如房屋、给水排水、道路、桥梁、涵洞、隧道等图样）的内容和图示特点，遵守有关专业

制图标准的规定，初步掌握绘制和阅读专业图样的方法。

本课程只能为学生的绘图和读图打下一定的基础，要达到合格的工科学生所必须具备的有关要求，还有待于在后续课程、生产实习、课程设计和毕业设计中继续培养和提高。

四、本课程的学习方法

1) 由于本课程是一门实践性较强的课程，所以在学习中认真地完成一定数量的习题和作业是非常必要的。通过习题和作业，将理解和应用投影法的基本理论、贯彻制图标准的基本规定、熟悉初步的专业知识、训练手工绘图的操作技能，与培养对三维形体相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力、绘图和读图能力紧密地结合起来。

2) 本课程的理论基础是画法几何。其基本任务是研究空间的几何元素和物体与其投影之间的关系，在学习过程中要注意把投影分析和空间想象结合起来。发展空间想象能力不仅是一个必不可少的学习手段，也是一个重要的学习目的，在听课和解题过程中，注意把空间情况和平面的投影图联系起来思考，自觉训练空间想象能力。要把基本概念和基本原理理解透彻，做到融汇贯通，这样才能灵活运用这些概念和方法进行解题。

3) 为了培养空间形体的图示表达能力，必须对物体进行几何分析和形体分析以及掌握它们在各种相对位置时的图示特点。

4) 为了培养解决空间几何问题的图解能力，必须根据已知条件所表达的空间信息，进行空间分析，寻找空间几何关系，明确能在平面上相应展现那些空间几何关系，并据此提出解题方法和步骤，再进行作图。有的解题有多种方法，应选择其中比较简捷的方法进行作图。

5) 学习制图基础，应了解、熟悉和严格遵守国家标准的有关规定，踏实地进行制图技能的操作训练，养成正确使用制图工具、仪器，以及正确地循序制图和准确作图的习惯。在培养绘制和阅读工程形体的图样的基本能力时，必须由浅入深地反复通过由物画图和由图想物的实践，不断发展空间想象力。

6) 在进入学习专业图阶段后，应结合所学的一些初步的专业知识，运用制图基础阶段所学的制图标准的基本规定和当前所学的专业制图标准的有关规定，读懂教材和习题集上所列出的主要图样。在绘制专业图作业时，必须在读懂已有图样的基础上进行制图，继续进行制图技能的操作训练，严格遵守制图标准的各项规定，从而达到培养绘制和阅读土建图样的初步能力的预期要求。

7) 要注意培养自学能力。在自学中要循序渐进和抓住重点，把基本概念、基本理论和基本知识掌握好，然后深入理解有关理论内容和扩展知识面。鉴于图样在工程技术中的重要作用，工程技术人员就不能画错和看错图样，否则会造成重大损失。因此，在学习中要坚持培养严肃认真的工作态度和严谨细致的工作作风。

第一章 制图基本知识与技能

图样作为工程界的共同语言，是工程设计和信息交流的重要技术文件。为便于绘制、阅读和管理工程图样，在我国现有的各类国家标准（简称“国标”，代号“GB”）中专门对各种工程制图分别制定和颁布有相关的制图国家标准。其中，《技术制图》标准普遍适用于工程界各种专业技术图样。有关建筑制图国家标准共有六种，包括总纲性质的《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2001）和专业部分的《总图制图标准》（GB/T 50103—2001）、《建筑制图标准》（GB/T 50104—2001）、《建筑结构制图标准》（GB/T 50105—2001）、《给水排水制图标准》（GB/T 50106—2001）、《暖通空调制图标准》（GB/T 50114—2001）。工程建设人员应熟悉、并严格遵守国家标准的有关规定。

本章摘要介绍建筑制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线等制图基本规定和尺寸注法、常用的绘图方法，其他标准将在有关章节中叙述。

第一节 建筑制图国家标准的基本规定

一、图纸幅面（GB/T 50001—2001）、标题栏与会签栏

图纸幅面是指图纸的大小规格。图框是图纸上绘图区的边界线。图框的格式有横式和立式两种，如图 1-1 所示。在绘制图样时应优先选用表 1-1 中所规定的图纸幅面和图框尺寸。必要时允许按国标（GB/T 50001—2001）有关规定加长幅面（如表 1-2 所示）。

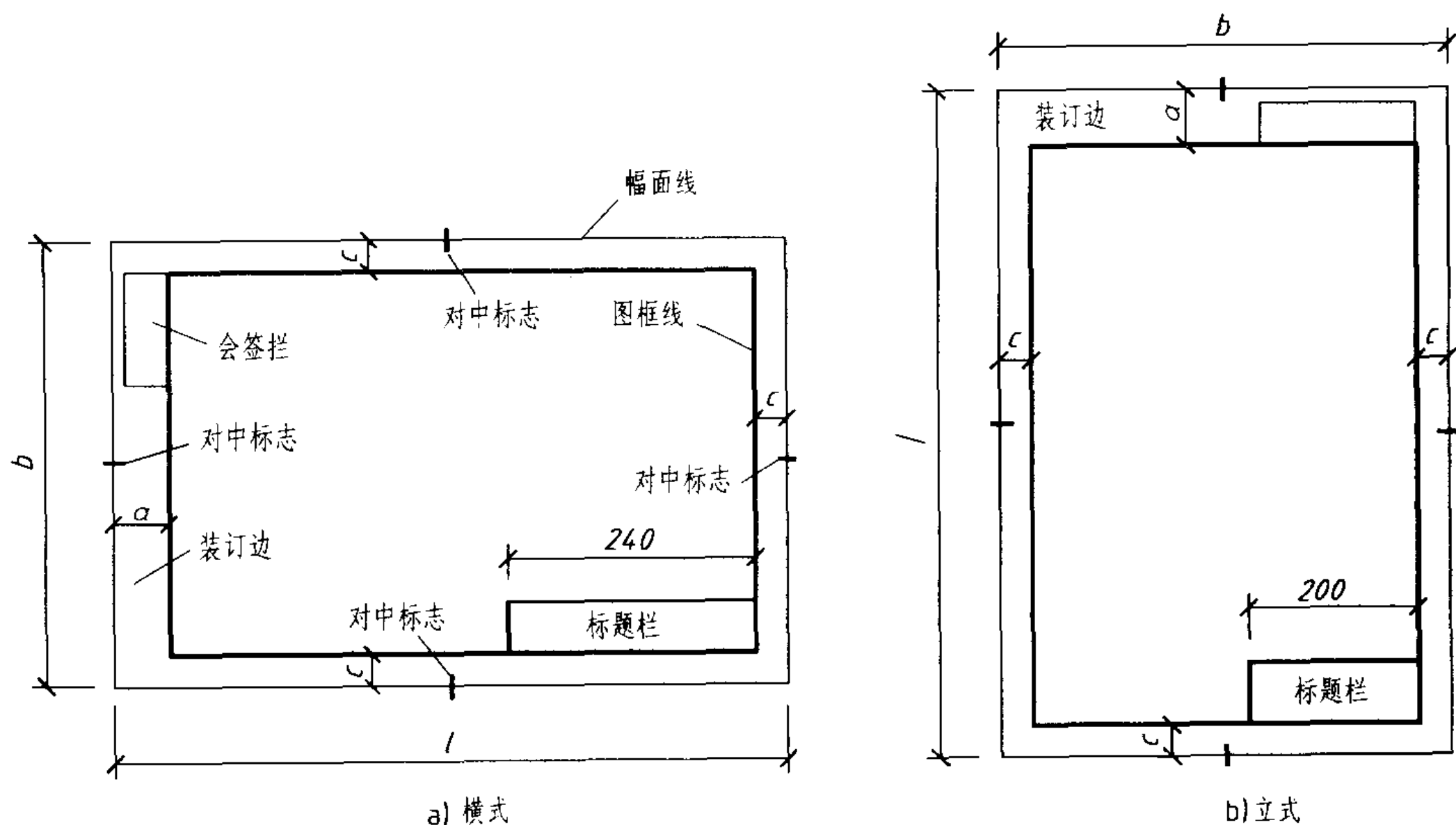


图 1-1 图纸幅面和图框格式

标题栏是用来标明设计单位、工程名称、图名、设计人员签名和图号等内容的，必须画在图框内右下角，标题栏中的文字方向代表看图方向。涉外工程的标题栏内，各项主要内容

的中文下方应附有译文，设计单位的上方或左方应加注“中华人民共和国”字样。在本课程的制图作业中建议采用图 1-2 中的标题栏样式。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (GB/T 50001—2001) (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 ($b \times l$)	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

表 1-2 图纸长边加长尺寸 (GB/T 50001—2001) (单位: mm)

幅面代号	长边尺寸	长边加长尺寸										
A0	1189	1486	1635	1783	1932	2080	2230	2378				
A1	841	1051	1261	1471	1682	1892	2102					
A2	594	743	891	1041	1189	1338	1486	1635	1783	1932	2080	
A3	420	630	841	1051	1261	1471	1682	1892				

注: 图纸的短边一般不加长。

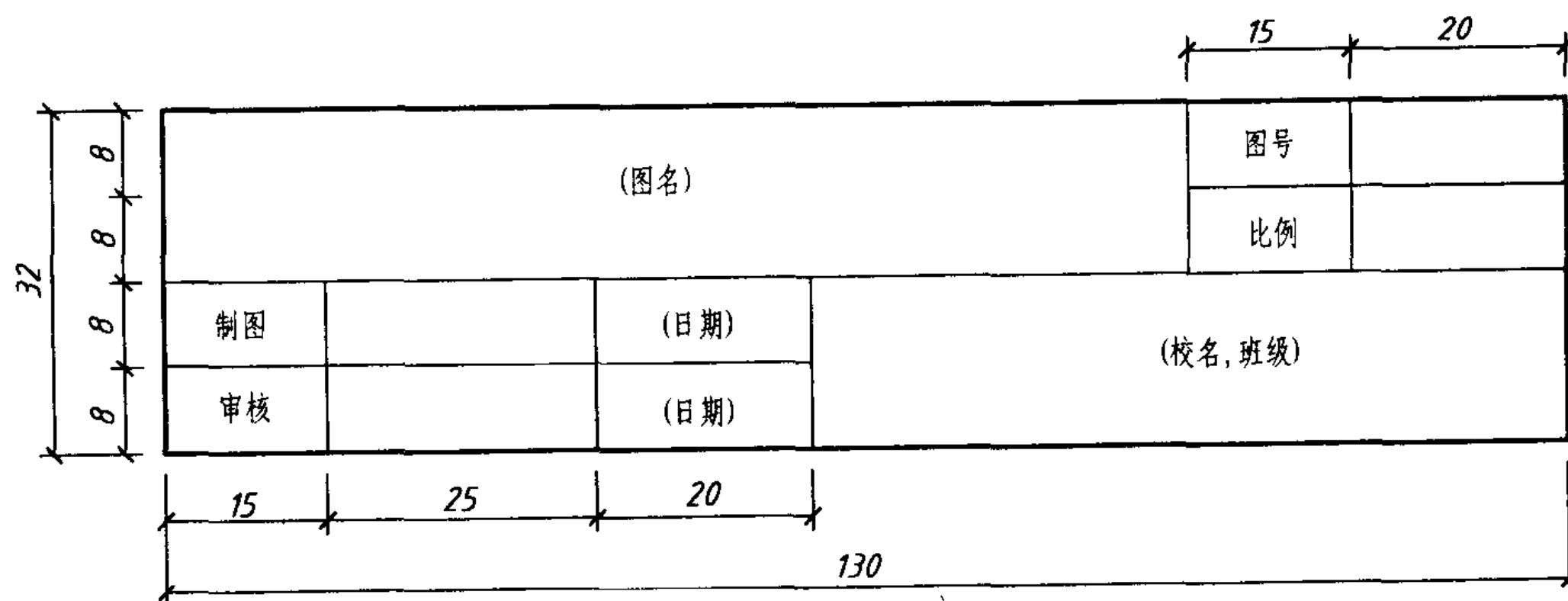


图 1-2 制图作业标题栏

会签栏是各设计专业负责人签字用的一个表格，画在图框外侧。不需会签的图纸可不设会签栏。学生作业无需画出会签栏。

二、图线

1. 图线线型 (GB/T 50104—2001) 及用途

建筑专业、室内设计专业制图采用的图线及其主要用途列于表 1-3。



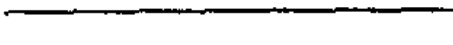

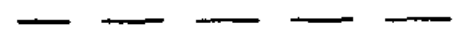

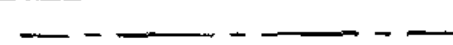
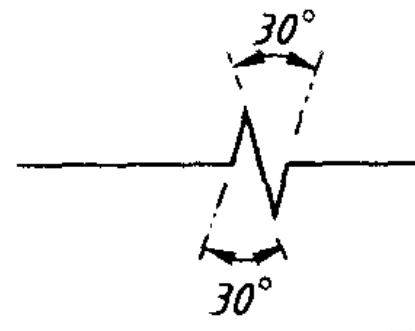

2. 图线宽度 (GB/T 50001—2001)

建筑工程图样中各种线型分粗、中、细三种图线宽度，线宽比率为 4:2:1。绘图时，应根据图样的复杂程度与比例大小，先从下列线宽系列中选取粗线宽度 b : 2.0、1.4、1.0、0.7、0.50、0.35mm，常用的 b 值为 0.35 ~ 1.0 mm；然后按表 1-3 所规定的线宽比例确定中线、细线，由此得到绘图所需的线宽组。

3. 绘图时对图线的要求 (GB/T 50001—2001)

同一张图纸内，相同比例的各个图样，应选用相同的线宽组。同一种线型的图线宽度应保持一致。图线接头处要整齐，不要留有空隙。虚线、点画线的线段长度和间隔宜各自相等。

表 1-3 图线

名称	线型	线宽	主要用途
粗实线		b	1. 平、剖面图中被剖切的主要建筑构造（包括构配件）的轮廓线 2. 建筑立面图或室内立面图的外轮廓线 3. 建筑构造详图中被剖切的主要部分的轮廓线 4. 建筑构配件详图中的外轮廓线 5. 平、立、剖面图的剖切符号
中实线		$0.5b$	1. 平、剖面图中被剖切的次要建筑构造（包括构配件）的轮廓线 2. 建筑平、立、剖面图中建筑构配件的轮廓线 3. 建筑构造详图及建筑构配件详图中的一般轮廓线
细实线		$0.25b$	小于 $0.5b$ 的图例线、尺寸线、尺寸界线、图例线、索引符号、标高符号、引出线、较小图形中的中心线等
中虚线		$0.5b$	1. 建筑构造详图及建筑构配件不可见的轮廓线 2. 平面图中的起重机（吊车）轮廓线 3. 拟扩建的建筑物轮廓线
细虚线		$0.25b$	图例线、小于 $0.5b$ 的不可见轮廓线
粗点画线 ^①		b	起重机（吊车）轨道线
细点画线 ^①		$0.25b$	中心线、对称线、定位轴线
折断线		$0.25b$	不需要画全的断开界线
波浪线		$0.25b$	不需要画全的断开界线 构造层次的断开界线

注：地平线的线宽可用 $1.4b$ 。

① 点画线在 GB/T 50104—2001 中被称为单点长画线，本书中称为点画线。

点画线的两端不应是点。各种图线彼此相交处，都应画成线段，而不应是间隔或画成“点”。虚线为实线的延长线时，两者之间不得连接，应留有空隙。图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字的清晰。

4. 各种线型示例（如图 1-3 所示）

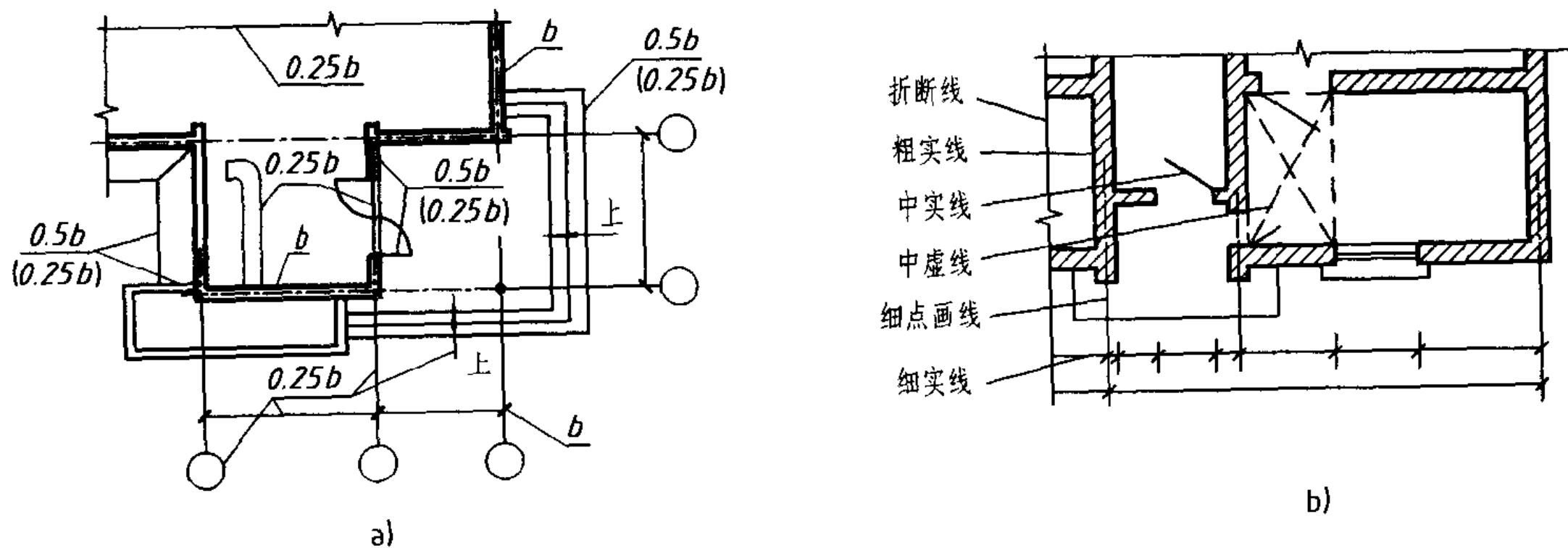


图 1-3 各种线型示例

三、字体 (GB/T 50001—2001)

图样上书写的文字、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。文字的号数表示文字的高度, 应从如下系列中选用: 3.5、5、7、10、14、20。

图样及说明中的汉字应采用国家公布的简化字, 宜采用长仿宋体书写, 字高一般不小于 3.5mm, 字宽为字高的 2/3。书写长仿宋体的基本要领: 横平竖直、起落有锋、结构均匀、填满方格。图 1-4 为长仿宋体字示例。



图 1-4 长仿宋字示例

阿拉伯数字、拉丁字母和罗马字母的字体有正体和斜体 (逆时针向上倾斜 75°) 两种写法。它们的字高应不小于 2.5mm。若与汉字混写, 则字号比汉字应小一号。拉丁字母示例 (GB/T 14691—1993) 如图 1-5 所示, 罗马数字、阿拉伯数字示例如图 1-6 所示。

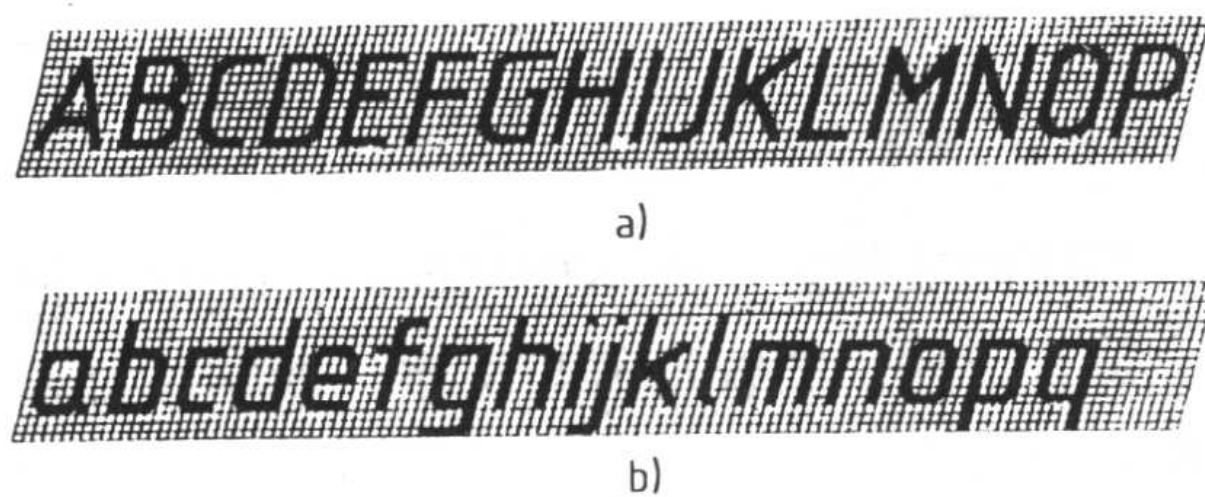


图 1-5 拉丁字母示例 (斜体)

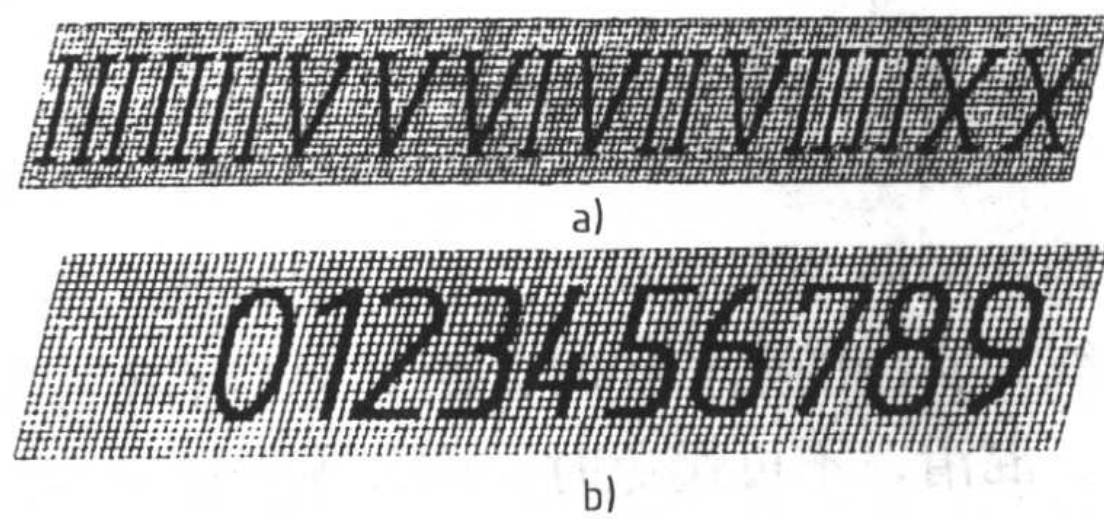


图 1-6 罗马字母、阿拉伯数字示例 (斜体)

四、比例 (GB/T 50001—2001)

图样的比例应为图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘图所选用的比例是根据图样的用途和被绘对象的复杂程度从表 1-4 中选用, 并优先用表中常用比例。

表 1-4 建筑绘图所用比例

常用比例	1:1	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	1:150	1:200	1:500
	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	1:20000	1:50000	1:100000	1:200000		
可用比例	1:3	1:4	1:6	1:15	1:25	1:30	1:40	1:60	1:80	1:250
	1:300	1:400	1:600							

建筑图样的比例一般书写在图名的右侧，其字高应比图名的字高小一号或二号。图名下应画一条横线，例如：平面图 1:100。当一张图纸中各个图样的比例相同时，可将该比例单独填写在标题栏内。

国家技术标准所规定的比例如表 1-5 所示。

表 1-5 比例 (GB/T 14690—1993)

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

注：n 为正整数。

第二节 尺寸注法

图形只能表达形体的形状，而形体的大小则必须依据图样上标注的尺寸来确定。尺寸标注是绘制工程图样的一项重要内容，应严格遵照国家标准中的有关规定，做到正确、齐全、清晰。尺寸注法的依据是 GB/T 50001—2001。

一、尺寸的组成与基本规定

图样上的尺寸包括：尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字，如图 1-7a 所示。

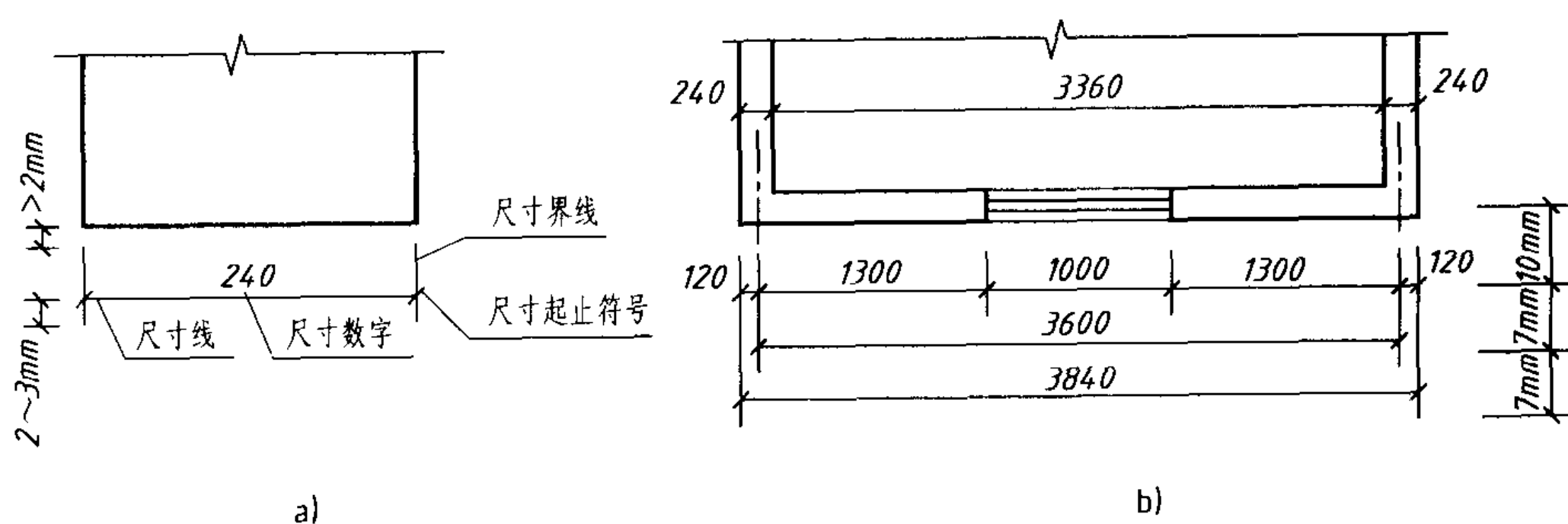


图 1-7 尺寸的组成与标注示例

(1) 尺寸界线 表示被注尺寸的范围。它用细实线绘制，一般应与被注长度垂直，其一端应离开图样轮廓线不小于 2mm，另一端宜超出尺寸线 2~3mm (如图 1-7a 所示)。必要时，图样轮廓线可用作尺寸界线，如图 1-7b 中的 240 和 3360。

(2) 尺寸线 表示被注线段的长度。它用细实线单独绘制，不能用其他图线代替。尺寸线应与被注长度平行，且不宜超出尺寸界线。

(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 (h) 宜为 2~3mm (如图 1-8a 所示)。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号应用箭头表示，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得分开 (如图 1-8b 所示)。

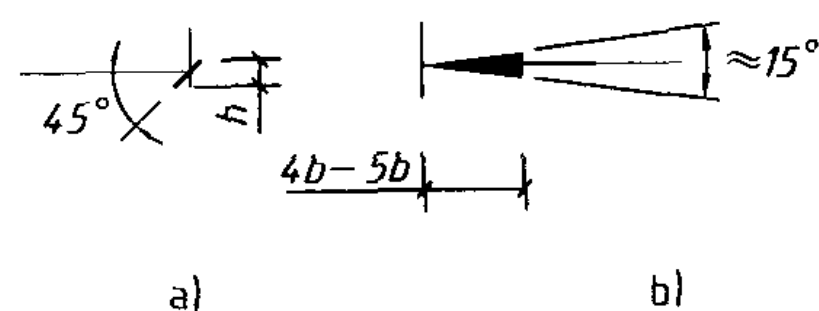


图 1-8 尺寸起止符号

(4) 尺寸数字 表示被注尺寸的实际大小，它与绘图所选用的比例和绘图的准确程度无关。图样上的尺寸应以尺寸数字为准，不得从图上直接量取。尺寸的单位除标高和总平面图以 m (米) 为单位外，其他一律以 mm (毫米) 为单位，图样上的尺寸数字不再注写单位。

尺寸数字应按图 1-9a 规定的方向注写。若尺寸数字在 30°斜线区内，宜按图 1-9b 的形式注写。同一张图样中，尺寸数字大小应一致。

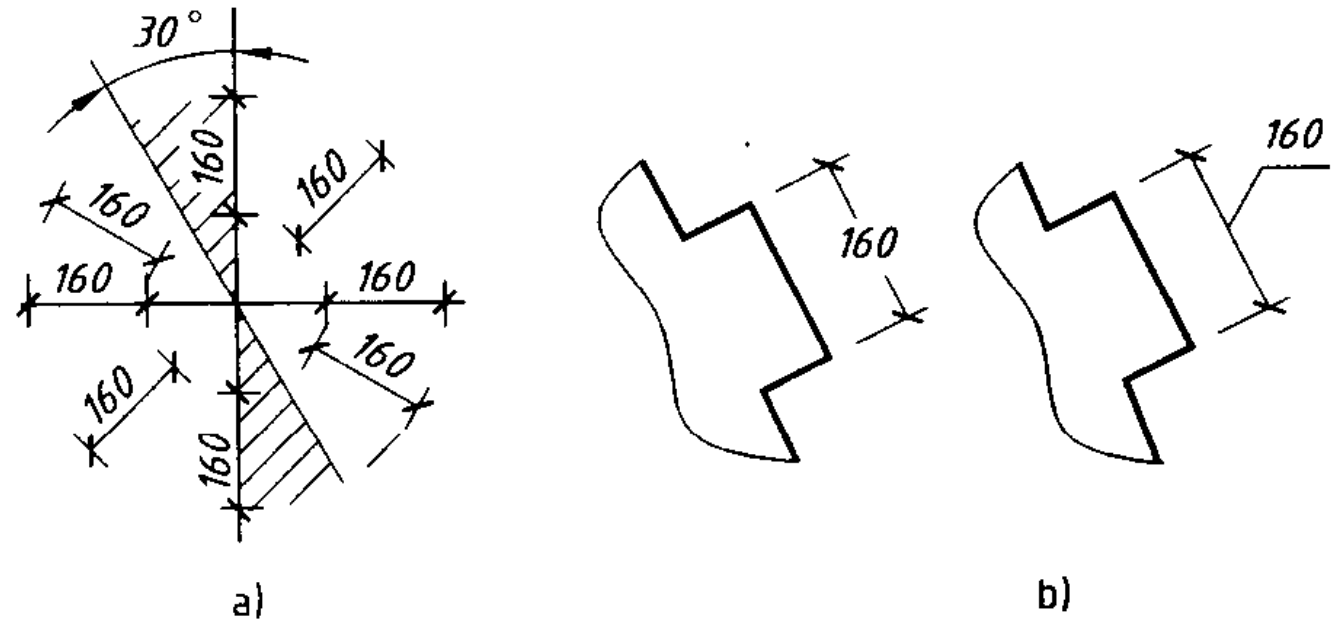


图 1-9 尺寸数字的注写

(5) 尺寸的排列与布置 尺寸宜标注在图样轮廓线以外，不宜与图线、文字及符号等相交；互相平行的尺寸线，应从图样轮廓线由内向外整齐排列，小尺寸在内，大尺寸在外；尺寸线与图样轮廓线之间的距离不宜小于 10mm，尺寸线之间的间距为 7~10mm，并保持一致，如图 1-7b 所示。

狭小部位的尺寸界线较密，尺寸数字没有位置注写时，最外边的尺寸数字可写在尺寸界线外侧，中间相邻的可错开或引出注写，如图 1-10 所示。

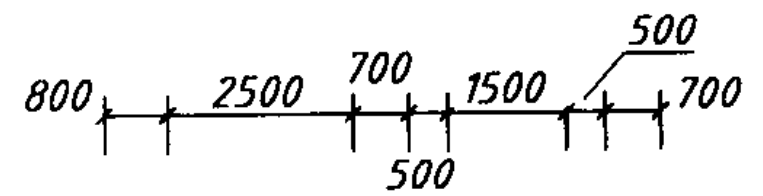


图 1-10 狭小部位的尺寸标注

二、直径、半径及球的尺寸标注

标注圆的直径或半径尺寸时，在直径或半径数字前应加注符号“ ϕ ”或“R” (图 1-11)。在圆内标注的直径尺寸线应通过圆心画成斜线，圆内的半径尺寸线的一端从圆心开始，圆外

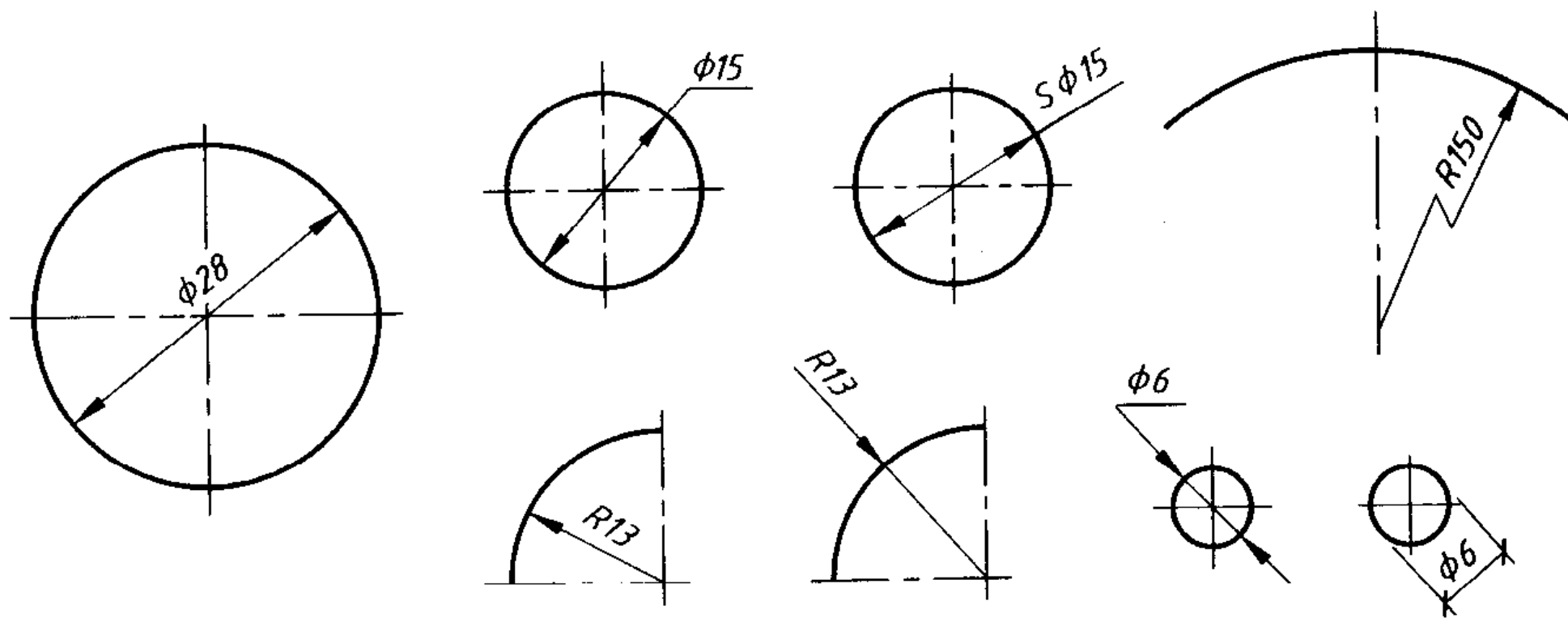


图 1-11 直径、半径及球的尺寸标注

的半径尺寸线指向圆心。直径尺寸线、半径尺寸线不可用中心线代替。标注球的直径或半径尺寸时，应在直径或半径数字前加注符号“S ϕ ”或“SR”。

三、角度、坡度的尺寸标注

角度的尺寸线画成圆弧，圆心应是角的顶点，角的两条边为尺寸界线。角度数字一律水平书写。如果没有足够的位置画箭头，可用圆点代替箭头 (如图 1-12a 所示)。

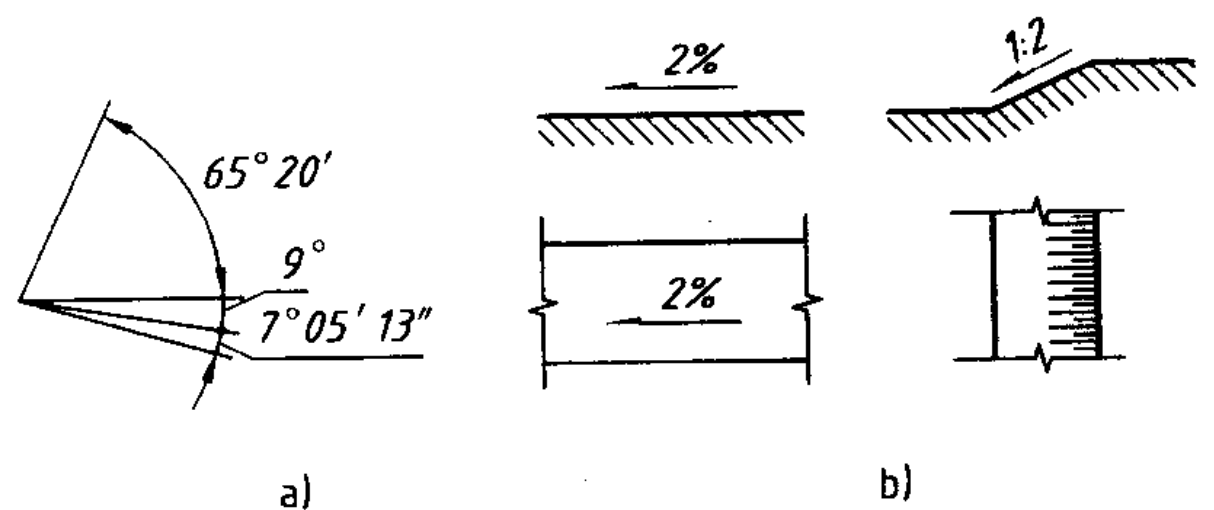


图 1-12 角度、坡度的尺寸标注

坡度可采用百分数或比例的形式标注。在坡度数字下，应加注坡度符号（单面箭头），箭头应指向下坡方向（如图 1-12b 所示）。坡度也可用直角三角形形式标注。

第三节 绘图工具和仪器的使用

绘制图样有三种方法：尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是借助丁字尺、三角板、圆规、铅笔等绘图工具和仪器在图板上进行手工操作的一种绘图方法。正确使用各种绘图工具和仪器不仅能保证绘图质量、提高绘图速度，而且为计算机绘图奠定基础。本节简要介绍常用的绘图工具和仪器的使用方法。

一、绘图板、丁字尺、三角板

绘图板 用于铺放、固定图纸。板面应平滑光洁、左侧导边必须平直。

丁字尺 用于画水平线。作图时，用左手将尺头内侧紧靠图板导边，上下移动丁字尺到画线位置，自左向右画水平线（如图 1-13a 所示）。

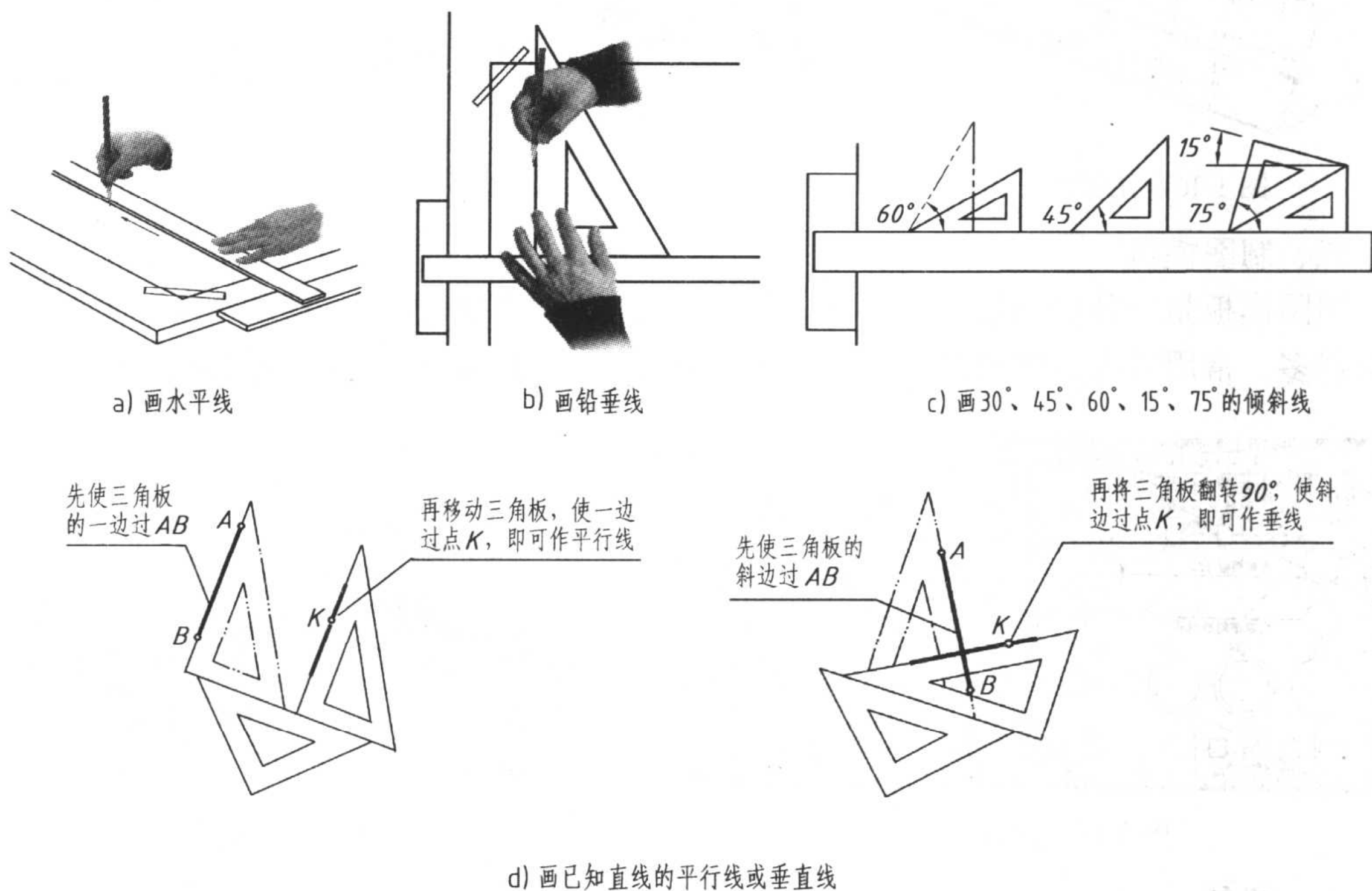


图 1-13 丁字尺、三角板配合画线

三角板 与丁字尺配合用于画铅垂线（如图 1-13b 所示）、与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 、 15° 、 75° 的倾斜线（如图 1-13c 所示）、任意直线的平行线或垂直线（如图 1-13d 所示）。

二、圆规和分规

圆规 用于画圆和圆弧。画图时按顺时针方向、略向前倾斜、用力均匀地一笔画出圆或圆弧（如图 1-14 所示）。

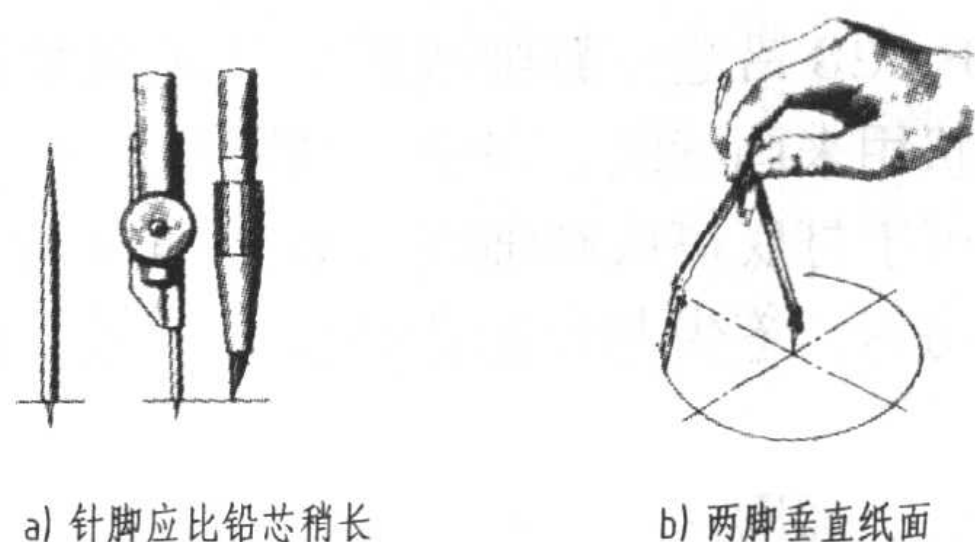


图 1-14 圆规的用法

分规 有两种用途：量取线段和等分线段。使用前，分规的两个针尖要调整平齐。分规通常采用试分法等分直线段或圆弧（如图 1-15 所示）。

三、比例尺

常用的比例尺是三棱尺（如图 1-16 所示），三个尺面上分别刻有 1:100、1:200、1:400、1:500、1:600 等六种比例尺标，用来缩小或放大尺寸。若绘图比例与尺上比例不同，则选取尺上最相近的比例折算。

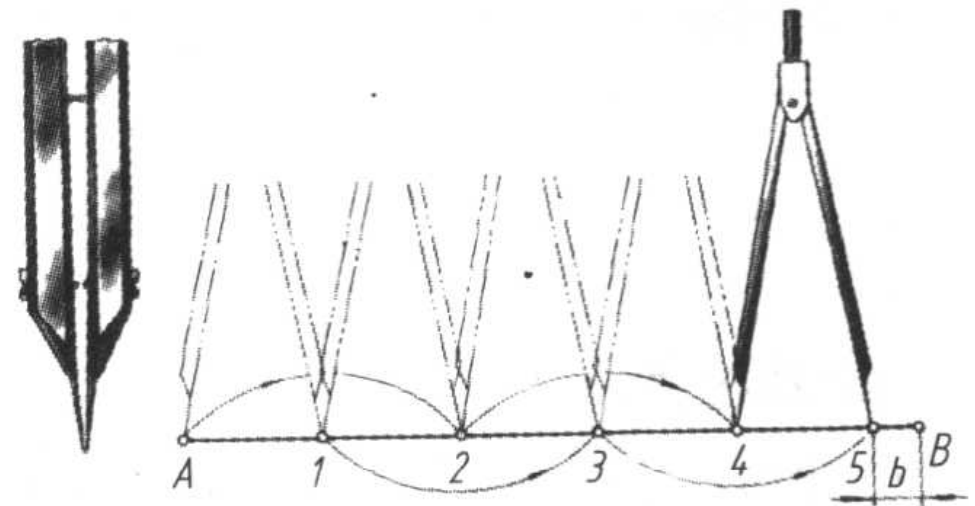


图 1-15 分规的用法

四、曲线板

曲线板用于绘制非圆曲线。作图时应先求出非圆曲线上的一系列点，然后用曲线板按“首尾重叠”、“连四画三”（连接四个点画三个点）方法逐步、光滑地连接出整条曲线，如图 1-17 所示。

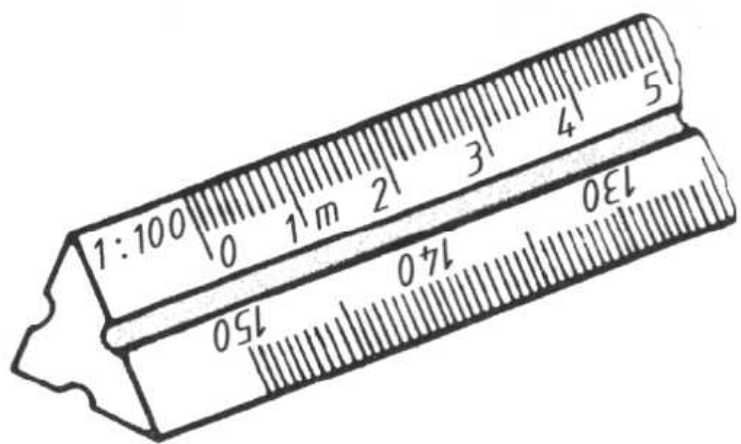


图 1-16 比例尺



图 1-17 曲线板用法

五、制图模板

制图模板是一种量画结合的工具，其上刻有各种不同形状的图形、符号和比例尺。模板种类很多，常用的有：建筑模板（如图 1-18 所示）、结构模板、卫生洁具模板等。

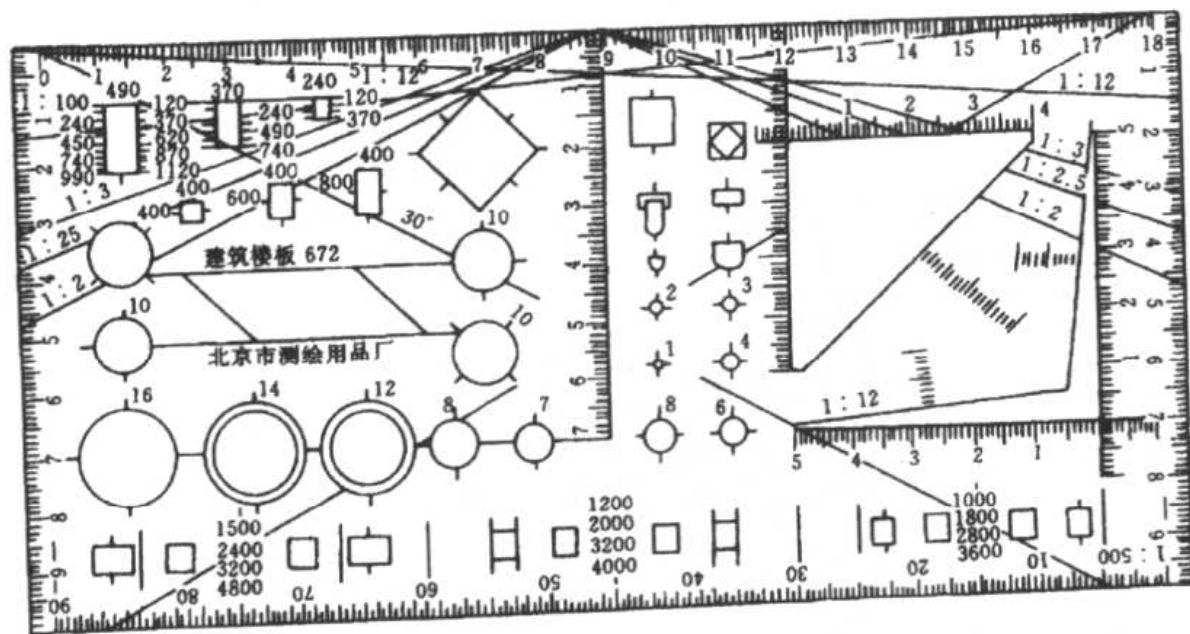


图 1-18 建筑模板

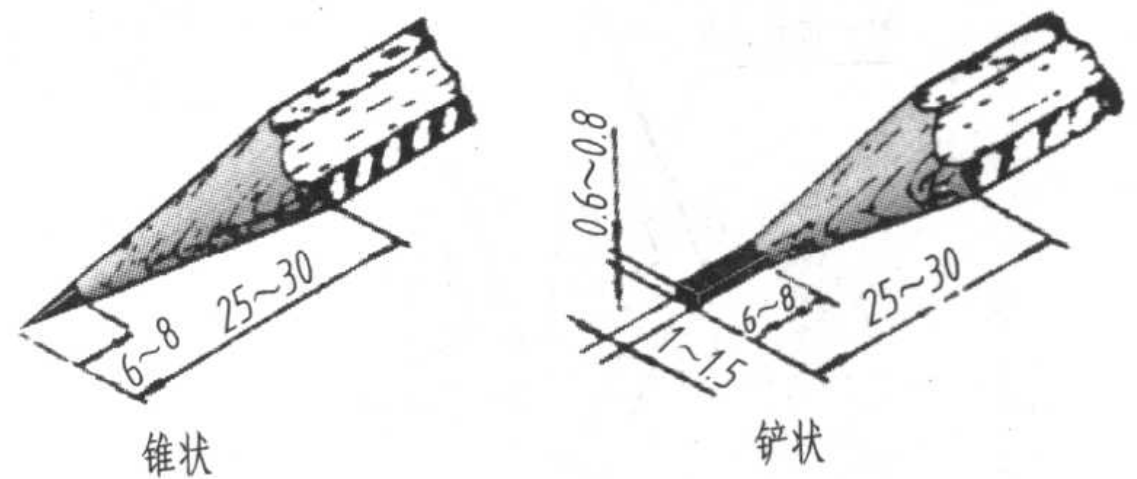


图 1-19 铅笔

六、铅笔

绘图铅笔按铅芯软硬分 B、HB、H 等型号，B (H) 前面的数字越大，表示铅芯越软 (越硬)，画出的图线颜色越黑 (越淡)。HB 铅笔软硬适中。B、2B 铅笔一般削成铲状用来画粗线，HB 铅笔削成锥状用来画细线、写字、画箭头，H、2H 铅笔也削成锥状用于打底稿或画细线（如图 1-19 所示）。画线时用力要均匀，笔尖与尺边距离保持一致，保证线条平直、准确。

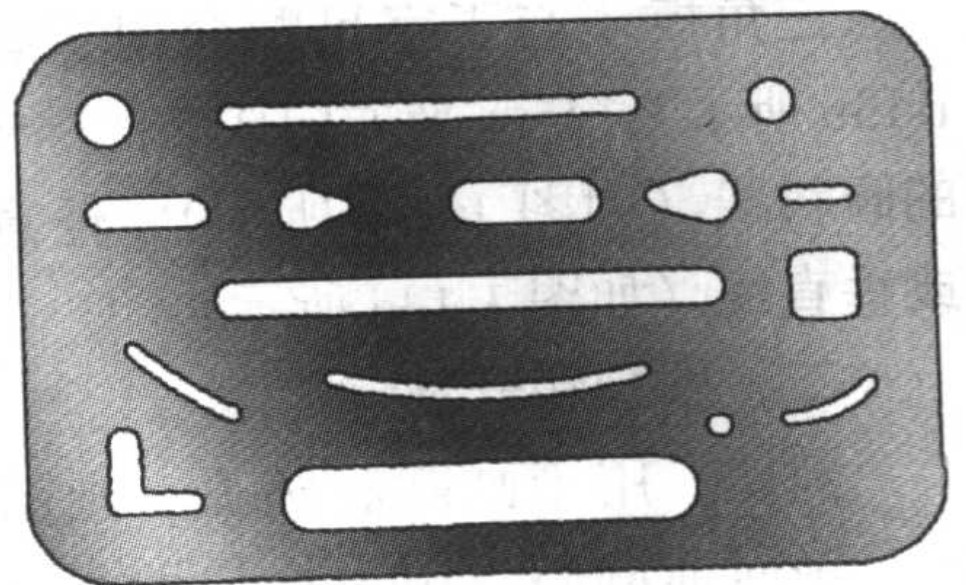


图 1-20 擦图片

七、擦图片

将擦图片（如图 1-20 所示）上相应形状的镂孔对