

普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图

GONGCHENG ZHITU

于春艳 胡玉珠 主编 田福润 主审



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图

于春艳 胡玉珠 主编

田福润 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书中所涉及国家标准的有关内容,全部采用最新标准。教材内容上加强基础理论,结合工程实例,做到理论联系实际,着重培养学生绘图和读图的能力。全书的内容共分十章,主要包括:制图基础知识,点、直线和平面的投影,立体及其表面交线,轴测图,组合体,形体表达方法,建筑施工图,设备工程图,路桥工程图,机械图等。另外编写了《工程制图习题集》与本书配套使用。

本教材可作为应用型本科院校各专业的工程制图课程教材(参考教学时数为56~90学时),也可作为高职高专、各类成人教育等教材,还可以作为相关专业工作人员识图入门的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/于春艳,胡玉珠主编. —北京:化学工业出版社,2015.5
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-23531-2

I. ①工… II. ①于…②胡… III. ①建筑制图-高等学校-教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第066630号

责任编辑:满悦芝 石磊
责任校对:宋玮

文字编辑:荣世芳
装帧设计:黄坤 刘亚婷

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数302千字 2015年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.50元

版权所有 违者必究

前 言

本教材依据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会于2010年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》，结合工程图学的发展趋势及应用型本科人才培养方案的要求编写而成。

书中全部采用最新颁布的《技术制图》、《建筑制图》与《机械制图》等国家标准。本教材编写过程中，力图做到语言精练、内容准确、例题典型、重点突出、通俗易懂。从对学生的知识、素质、能力综合培养的要求出发，结合我国的工程实际，力争反映绘图新技术，贯彻新标准，注重理论联系实际、由浅入深、图文并茂、适用面广。

教材在知识结构方面可分为三大部分。①画法几何：包括投影法、点线面投影、立体及其表面交线等内容。②制图基础：包括制图的基本知识和技能、组合体、轴测图、形体表达方法等内容。③专业图：包括建筑施工图、设备施工图、路桥施工图、机械图等内容。教学时，可根据各专业的需要对内容作不同的取舍。

本教材可作为应用型本科院校各专业的工程制图课程教材（参考教学时数为56~90学时），也可作为高职高专、各类成人教育等教材。

为了便于学生学习，巩固教材中的知识，提高教学效果，我们还编写了《工程制图习题集》与本教材配套使用。

本教材由于春艳、胡玉珠主编。参加本教材编写的人员有：长春工程学院胡玉珠（第1章、第5章）、长春建筑学院陈英（第2章、第7章）、吉林建筑大学城建学院黄坤（第3章1~2节）、吉林建筑大学城建学院金乌吉斯古楞（第3章第3节）、长春建筑学院吕宝华（第4章、第6章）、长春工程学院纪花（第9章）、长春工程学院于春艳（绪论、第8章、第10章）。参加编写的还有满羿、王红艳、祝艺丹、邵文明、刘玉杰、程晓新、赵家、孟繁宇、李立强、顾世全、陈光、何英嘉、何立新。

本书由长春工程学院田福润教授主审，审稿人对本教材初稿进行了详尽的审阅和修改，提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢！

由于时间和水平有限，不足之处在所难免，对本书存在的问题，热忱希望广大读者提出宝贵意见与建议，以便今后继续改进。

编者

2015年7月

目 录

绪论	1
一、本课程的地位、性质和任务	1
二、本课程的内容与要求	1
三、本课程的学习方法	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 制图的基本规定	3
一、图纸幅面和标题栏	3
二、图线	4
三、字体	5
四、比例	6
五、尺寸标注	6
第二节 绘图工具与仪器的使用方法	9
一、图板、丁字尺、三角板	9
二、比例尺	9
三、圆规、分规	9
四、铅笔	10
五、其他绘图用品	11
第三节 平面图形的画法	11
一、几何作图	11
二、平面图形的分析与画法	15
三、用绘图工具和仪器画图的方法步骤	17
第二章 点、直线和平面的投影	18
第一节 投影法概述	18
一、中心投影法	18
二、平行投影法	18
三、工程上常用的投影图	18
第二节 点的投影	20
一、点的三面投影	20
二、点的坐标	21
三、两点的相对位置	23
第三节 直线的投影	23

一、直线的投影特性	23
二、直线上的点	26
第四节 平面的投影	27
一、平面的表示方法	27
二、平面的投影特性	28
三、平面上的直线和点	31
第三章 立体及其表面交线	34
第一节 立体的投影	34
一、平面立体的投影	34
二、曲面立体的投影	36
第二节 平面与立体相交	40
一、平面与平面立体相交	40
二、平面与曲面立体相交	42
第三节 立体与立体相贯	46
一、平面立体与平面立体相贯	46
二、平面立体与曲面立体相贯	49
三、曲面立体与曲面立体相贯	50
第四章 轴测图	55
第一节 轴测图的基本知识	55
一、基本概念	55
二、轴测图的种类	56
三、轴测图的基本性质	56
第二节 正等轴测图	56
一、轴间角和轴向伸缩系数	56
二、正等轴测图的画法	56
三、平面体正等轴测图常用的画法	58
四、曲面立体正等轴测图画法	61
第三节 正面斜二轴测图	63
一、轴间角和轴向伸缩系数	63
二、正面斜二轴测图的画法	63
第五章 组合体	65
第一节 组合体视图的画法和尺寸标注	65
一、组合体的视图	65
二、组合体视图的画法	67
第二节 组合体的尺寸标注	70
一、基本几何体的尺寸标注	70
二、组合体的尺寸分析	71
三、标注组合体尺寸的方法和步骤	72

四、合理布置尺寸的注意事项	73
五、徒手绘制组合体的草图	73
第三节 阅读组合体视图	75
一、阅读组合体视图的方法及注意事项	75
二、用形体分析法读图	77
三、用线面分析法读图	80
第六章 形体表达方法	82
第一节 视图	82
一、基本视图	82
二、镜像视图	83
三、具有不平行于投影面的立面的建（构）筑物的视图	83
第二节 剖面图	84
一、剖面图的基本概念和画法	84
二、常用的剖切方法	86
第三节 断面图	88
一、断面图的基本概念和画法	88
二、断面图的分类	89
三、断面图示例	91
第四节 综合应用举例	91
第五节 简化画法	93
一、对称形体的简化画法	93
二、相同要素简化画法	93
三、折断与构件局部不同的简化画法	93
第七章 建筑施工图	96
第一节 概述	96
一、房屋的组成及其作用	96
二、房屋施工图的分类	97
三、建筑施工图的一般规定	97
第二节 总平面图	100
一、总平面图的形成及作用	100
二、常用图例	100
三、总平面图的图示内容	100
四、总平面图的识读	101
第三节 建筑平面图	102
一、建筑平面图的形成、作用及分类	102
二、建筑平面图中常用的图例	102
三、平面图的图示内容	102
四、建筑平面图的识读	104
五、建筑平面图的画图步骤	104

第四节 建筑立面图	110
一、建筑立面图的形成、作用及分类	110
二、建筑立面图的图示内容	110
三、建筑立面图的识读	111
四、建筑立面图的画图步骤	111
第五节 建筑剖面图	112
一、建筑剖面图的形成及作用	112
二、建筑剖面图的图示内容	112
三、建筑剖面图的识读	113
四、建筑剖面图的画图步骤	113
第六节 建筑详图	114
一、概述	114
二、外墙剖面详图	114
第七节 钢筋混凝土构件图简介	116
一、常用结构构件代号	116
二、钢筋混凝土构件中的钢筋	117
三、钢筋混凝土构件的图示方法	118
第八章 设备施工图	121
第一节 给水排水施工图	121
一、室内给水排水系统的组成	121
二、给水排水施工图的一般规定	122
三、给水排水平面图	123
四、给水排水系统图	125
五、管道上的构配件详图	126
六、室内给水排水工程图的阅读	127
第二节 采暖施工图	132
一、室内采暖系统的组成	132
二、采暖工程图的一般规定	133
三、采暖平面图	133
四、采暖系统图	135
五、详图	136
六、室内采暖工程图的阅读	137
第三节 电气施工图	140
一、电气施工图的组成	140
二、电气施工图的一般规定	140
三、室内电气平面图	142
四、室内电气系统图	143
五、建筑电气工程图的阅读	144
第九章 路桥工程图	148
第一节 道路工程图	148

一、路线平面图	148
二、路线纵断面图	151
三、路基横断面图	153
四、城市道路横断面图	154
第二节 桥梁工程图	156
一、桥位平面图	156
二、桥位地质断面图	157
三、桥梁总体布置图	158
四、构件结构图	159
第三节 涵洞工程图	163
一、涵洞的分类与组成	163
二、涵洞工程图的表达方法	164
第四节 隧道工程图	166
一、隧道的组成	166
二、隧道工程图的表达方法	166
第十章 机械图	169
第一节 标准件与常用件	169
一、螺纹和螺纹紧固件	169
二、键连接	173
三、销连接	175
四、齿轮	175
五、滚动轴承	177
第二节 零件图	179
一、零件图的内容	179
二、零件图技术要求的注写	180
三、读零件图	182
第三节 装配图	183
一、装配图的内容	183
二、读装配图	184
三、由零件图画装配图	186
参考文献	191

绪论

工程制图是研究工程图样的学科。工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，是组织工业生产和工程施工、编制工程预算必不可少的技术文件，所以被工程界喻为“技术语言”。每个工程技术人员都必须掌握这种技术语言，即具有绘图和阅读工程图样的能力。

一、本课程的地位、性质和任务

《工程制图》课程是工科院校各专业必修的一门技术基础课。它主要研究用投影法绘制工程图样，其目的为培养学生绘图、读图和图解空间几何问题的能力。它的主要任务是：

- ① 掌握投影法的基本理论及其应用。
- ② 培养对形体的表达能力。
- ③ 培养空间想象能力和空间分析能力。
- ④ 研究工程图样的图示理论和方法，培养绘制和阅读工程图样的能力。
- ⑤ 培养学生认真负责的态度和严谨细致的作风。

二、本课程的内容与要求

本课程的内容包括画法几何、制图基础、专业图三部分，具体内容与要求如下。

① 画法几何是工程制图的理论基础，通过学习投影理论，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，贯彻国家标准中有关工程制图的基本规定，掌握工程形体和机件的绘制方法、读图方法和尺寸标注方法，培养学生正确使用绘图工具、仪器和徒手绘图的能力。

③ 专业图要求学生能正确地阅读与绘制相关专业工程图样。所绘工程图样能够作到投影正确、尺寸完整、字体工整、线型标准、图面整洁、美观，符合《技术制图》、《建筑制图》、《机械制图》等有关国家标准的规定。

本课程只能为学生的绘图和读图打下基础，要达到合格工科学生所必须具备的能力，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。

三、本课程的学习方法

① 本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程，要学好本课程必须认真学习投影理论，在理解基本概念的基础上，认真地完成一定数量的习题和作业。通过习题和作业，掌握制图标准的基本规定；理解并应用投影法的基本理论；熟悉初步的相关专业知识；训练手工绘图的操作技能；培养对三维形体的空间逻辑思维和形象思维能力；培养绘图和读图能力。

② 学习画法几何，应在理解几何形体投影特性的基础上，想象形体之间的相对位置并进行几何分析，通过形象思维和逻辑推理确定图示空间几何形体和图解空间几何问题的步骤，然后循序作图完成。

③ 学习制图基础，应了解、熟悉和严格遵守制图标准的有关规定，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，在培养绘制及阅读工程形体和机件图样的基本能力时，必须由浅入深地反复通过由物画图，由图想物，分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系，逐步提高对三维形体的空间逻辑思维和形象思维的能力，掌握正投影基本作图方法及其应用。

④ 学习专业图，侧重于在初步工程意识指导下，综合运用基础理论，表达和识读工程图样。严格遵守制图标准的各项规定，坚持培养认真负责的工作态度，从而达到培养绘制和阅读专业图样的初步能力。

⑤ 在学习本课程的过程中，应逐步提高自学能力、分析问题和解决问题的能力，及时复习和进行阶段小结，学会通过自己阅读作业提示和查阅教材来解决习题和作业中的问题，培养今后查阅有关标准、规范、手册等资料来解决工程实际问题的能力，要有意识地逐步将中学时期的学习方法转变为适应高等工业学校的学习方法。

⑥ 工程图样是指导施工和制造的主要依据，在绘制工程图样时，一定要作到图形正确、表达清晰、图面整洁。如有错误或表达不清楚，不但会给施工或制造带来困难，并且还会造成财产的损失。因此，在该课程的学习过程中，要养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，避免在工程实践中画错和看错图样，造成重大损失。

第一章 制图的基本知识

工程图是工程界的技术语言，为了统一房屋建筑制图规则，保证制图质量，提高制图效率，做到图面清晰，符合设计、施工要求，所绘图纸必须遵守国家制图标准。本章主要介绍《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)中的部分内容，并对常用绘图工具的使用、几何作图、绘制工程图样的方法等作一些简要介绍。

第一节 制图的基本规定

一、图纸幅面和标题栏

图纸的幅面是指图纸尺寸规格的大小。图纸幅面及图框尺寸，应符合图 1-1 的规定及表

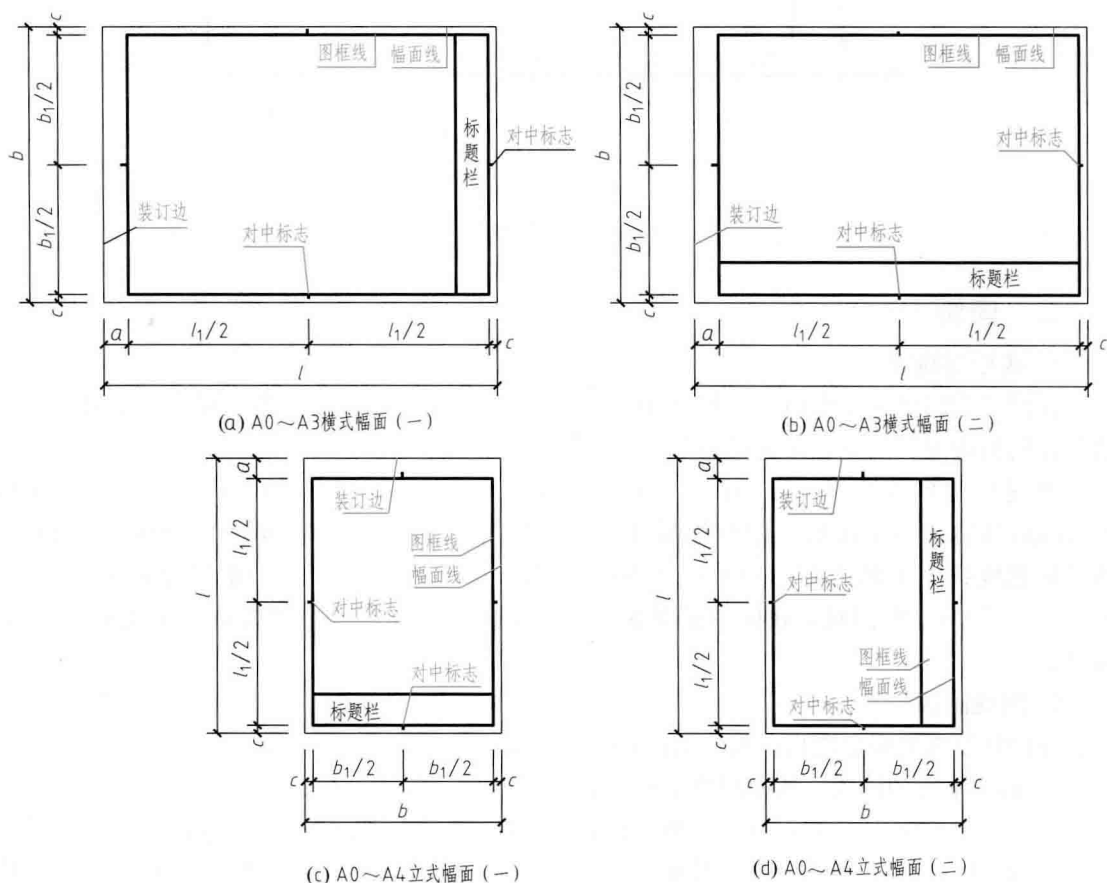


图 1-1 图纸幅面及图框的格式

1-1 的格式。一般 A0~A3 图纸宜横式使用，必要时也可立式使用。如果图纸幅面不够，可将图纸长边加长，短边不得加长。图纸长边加长后的尺寸，可查阅 GB/T 50001—2010。

表 1-1 图幅及图框尺寸 单位：mm

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

GB/T 50001—2010 对图纸标题栏（简称图标）的尺寸、格式和内容都有规定。根据工程需要选择确定其尺寸、格式及分区。对于学生在学习阶段的制图作业，建议采用图 1-2 所示的标题栏，并画在图纸图框线的右下角。

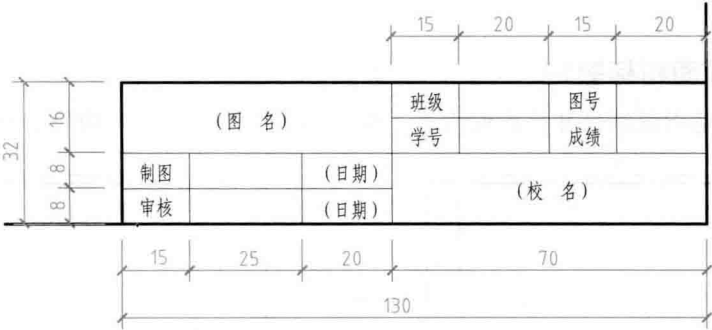


图 1-2 标题栏的格式

二、图线

1. 线型与线宽

任何工程图样都是由图线绘制而成的。不同的线型代表不同的内容，建筑工程制图中的各类图线的线型、线宽、用途见表 1-2。

图线的宽度 b 宜从 1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm、0.25mm、0.18mm、0.13mm 线宽系列中选取。常见的粗线线宽 b 值为 1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm，当选定粗线线宽 b 值之后，中粗线线宽为 $0.7b$ ，中线线宽为 $0.5b$ ，细线线宽为 $0.25b$ ，即 4 : 3 : 2 : 1。画图时，在同一张图纸内，采用比例一致的各个图样，应采用相同的线宽组。

2. 图线画法

在图线与线宽确定之后，具体画图时还应注意如下事项。

- ① 相互平行的图线，其净间隙不宜小于 0.2mm。
- ② 如图 1-3（a）所示，虚线、单点长画线、双点长画线的线段长度和间隔宜各自相等。
- ③ 如图 1-3（b）所示，单点长画线或双点长画线当在较小图形中绘制有困难时，可用细实线代替；两端超出轮廓线 3~5mm。

表 1-2 线型

名 称		线 型	名称	用 途
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中粗		$0.7b$	可见轮廓线、尺寸起止符号斜短线
	中		$0.5b$	可见轮廓线、变更云线
	细		$0.25b$	尺寸线、尺寸界线、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

④ 如图 1-3 (c) 所示，虚线与任何图线交接时，应是线段交接，但当虚线为实线的延长线时，不得与实线相接，应留有间隙。

⑤ 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字的清晰。

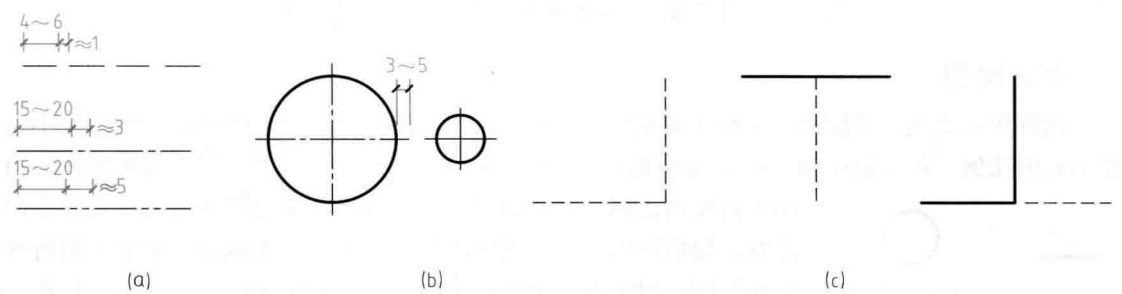


图 1-3 图线画法

三、字体

图纸上所需的文字、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。按《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993) 规定，字体的号数即为字体高度 h ，应从下列系列中选用：2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。

1. 汉字

按 GB/T 50001—2010 规定，图样及说明中的汉字宜采用长仿宋字或黑体，当前常用长

仿宋字。长仿宋字的高宽比一般为 $\sqrt{2} : 1$ ，字高应不小于 3.5mm；高度为 20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm 的字体，其宽度分别对应为 14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm。汉字的简化字书写应符合国家有关汉字简化方案的规定。

开始学写仿宋字体时，要先按照字号画好字格，然后按仿宋字横平竖直、注意起落、填满方格、结构匀称的书写要领在字格内练习，经多次练习就会逐渐熟能生巧、书写自如。长仿宋字的基本笔画与结构特点见表 1-3。左侧表格为仿宋字的基本笔画，右侧表格为字体的结构特点的示例。

表 1-3 长仿宋字的基本笔画与结构特点

字体	点	横	竖	撇	捺	挑	折	钩
形状	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	乚
运笔	㇀	㇀	㇀	㇀	㇀	㇀	㇀	㇀

字体	梁	板	门	窗
结构				
说明	上略大 下略小	左小 右大	缩格 书写	上小 下大

2. 字母和数字

GB/T 50001—2010 规定，图样及说明中的拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字的字高 h ，应不小于 2.5mm，宜采用单线简体或 ROMAN 字体。通常有直体和斜体两种书写方式，当需写成斜体字，其斜度应是从字的底线逆时针向上倾斜 75° ，斜体字的高度与宽度应与相应直体字相等。图 1-4 为斜体字的拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字的字体示例。

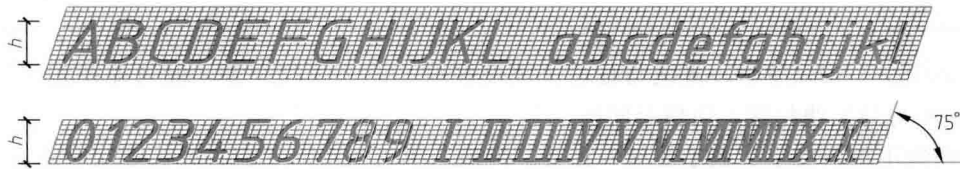


图 1-4 拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字的字体示例

四、比例

图样中的比例是指图形与实物相对应的线性尺寸之比。绘制图样时，可根据实物的大小选择不同的比例。如原值比例 1 : 1，缩小比例 1 : 2、1 : 100，放大比例 2 : 1 等。建筑物往往用缩小的比例绘制图样，而对较小或者较复杂的部分常用较大的比例绘制，原值比例更能体现物体实际大小的真实概念。无论采用何种比例绘图，图中所标注的尺寸均为物体的实际尺寸，与比例无关。

比例宜注写在图名的右侧，字的基准线应取平齐，比例的字高，宜比图名字高小一号或二号，见如图 1-5 所示。

绘图所用的比例应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度，从表 1-4 中选用，并应优先采用表中的常用比例。

五、尺寸标注

1. 基本规定

如图 1-6 (a) 所示，图样上的尺寸应包括尺寸线、尺寸界线、尺寸起止符号和尺寸数字四要素。

表 1-4 绘图所用的比例

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

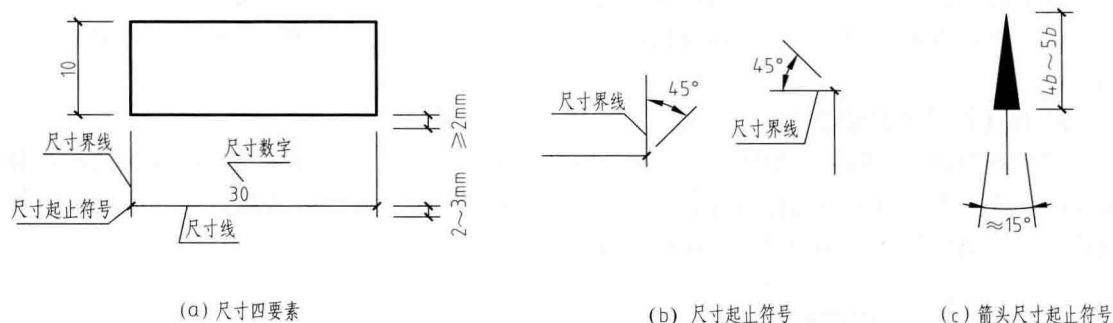


图 1-6 尺寸的组成

尺寸线、尺寸界线用细实线绘制，尺寸线应与被注线段平行，图样本身的任何图线均不可用作尺寸线；尺寸界线应与被注长度垂直，图样轮廓线可用作尺寸界线，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 1-6 (a) 所示。

尺寸起止符号用中粗斜短线绘制，其倾斜的方向应与尺寸界线成顺时针 45°角，长度宜为 2~3mm，如图 1-6 (b) 所示。半径、直径、角度、弧长的尺寸起止符号宜用箭头表示，箭头的画法如图 1-6 (c) 所示。

图样上的尺寸应以尺寸数字为准，不得从图上直接量取；除标高及总平面图以米 (m) 为单位外，其他必须以毫米 (mm) 为单位。

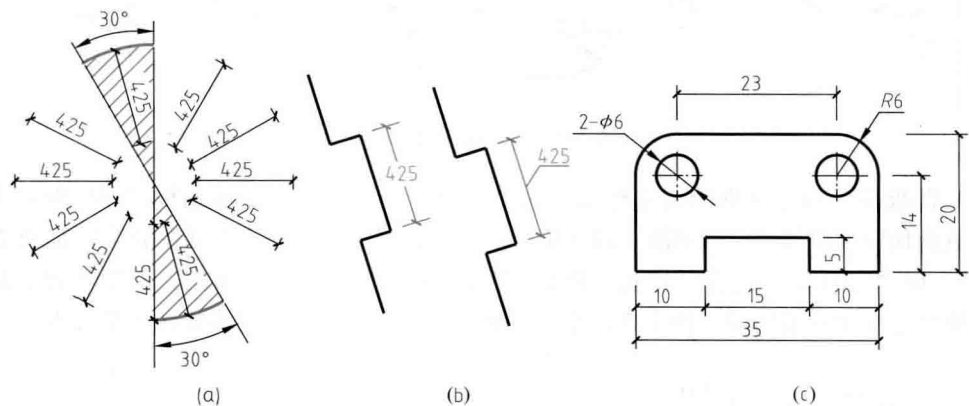


图 1-7 尺寸数字的注写方向和位置

尺寸数字的方向，应按图 1-7 (a) 的规定注写。为保证图上的尺寸数字清晰，任何图线不得穿过尺寸数字，不可避免时应将图线断开。若尺寸数字在 30°斜线区内，可按图 1-7 (b) 的形式注写。

2. 尺寸的排列与布置

如图 1-7 (c) 所示，尺寸的排列与布置应注意以下几点。

(1) 尺寸宜标注在图样轮廓线以外，不宜与图线、文字及符号相交。必要时也可标注在

图样轮廓线以内。

(2) 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，较小尺寸应离轮廓线较近，较大尺寸应离轮廓线远。

(3) 图样轮廓线以外的尺寸线距图样最外轮廓线之间的距离不小于 10mm，平行排列的尺寸线的间距宜为 7~10mm，并应保持一致。

(4) 总尺寸的尺寸界线应靠近所指部位，中间的分尺寸的尺寸界线可稍短，但其长度应相等。

3. 尺寸标注的其他规定

(1) 直径的尺寸标注 如图 1-8 所示，圆及大于半圆的圆弧应标注直径，标注圆的直径尺寸时，应在直径数字前加注直径符号“ ϕ ”。在圆内标注直径的尺寸线应通过圆心，两端画箭头并指至圆弧，较小圆的直径可标注在圆外。

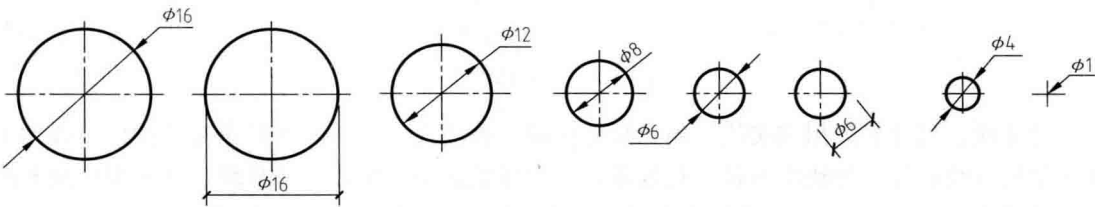


图 1-8 直径的尺寸标注

(2) 半径的尺寸标注 如图 1-9 所示，半圆或小于半圆的圆弧应标注半径。在半径数字前加注半径符号“R”，标注半径的尺寸线应一端从圆心开始，另一端画箭头至圆周。较大半径的圆弧可按左侧两个图例标注，较小半径的圆弧可按右侧五个图例形式标注。

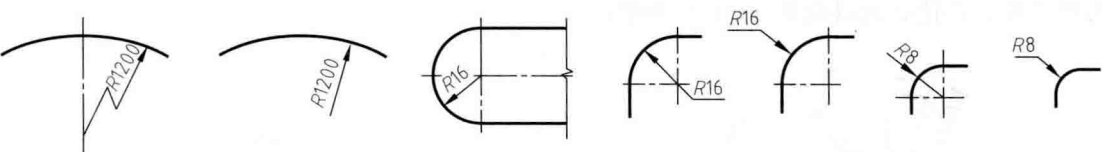


图 1-9 半径的尺寸标注

(3) 薄板厚度和正方形的尺寸标注 如图 1-10 (a) 所示，在薄板面标注厚度时，应在板厚度数值前加厚度符号“t”。如图 1-10 (b) 所示，标注正方形的尺寸可在数字前加正方形符号“□”，即“□30”，也可用“边长×边长”，如“50×50”的形式标注。值得注意的是，同一图形的尺寸标注宜采用同一种形式，本图只为节省一个图形的位置而标注了两种方式。

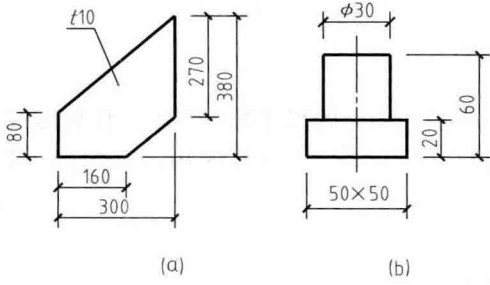


图 1-10 薄板厚度和正方形的标注

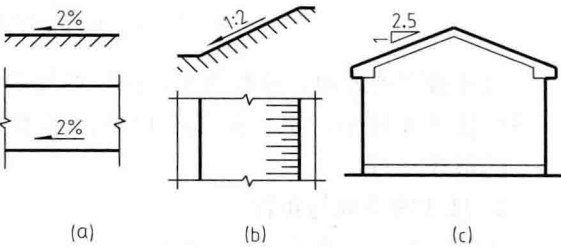


图 1-11 坡度的标注