



高职高专“十二五”规划教材

工程制图与 AutoCAD

胡建生 主编



教学软件

电子教案

习题集

习题答案



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

工程制图与 AutoCAD

胡建生 主 编

史彦敏 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材将工程制图和 AutoCAD (2012 简体中文版) 两部分内容合在一起编写, 既可分两部分单独教学, 又可将 AutoCAD 部分穿插教学。教材充分考虑了“工业产品类 CAD 技能一级”岗位能力认证的需求, 免费提供“工程制图与 AutoCAD 教学软件”。软件中的内容与教材无缝对接, 可实现人机互动, 完全可以替代教学模型和挂图。教学软件中附有“习题答案”的打印稿和电子教案的打印稿, 可供任课教师单独打印。“习题答案”分解后链接在教学软件的相应章节中, 可大大地减轻“教”与“学”的负担。

本书按 100~120 学时编写。可作为高职高专院校工科近机类(特别是化工机械)专业的制图课教材, 也可供成人教育工科近机类专业使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与 AutoCAD/胡建生主编. —北京: 化学工业出版社, 2015.1
高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-22650-1

I. ①工… II. ①胡… III. ①工程制图-AutoCAD 软件-
高等职业教育-教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 007094 号

责任编辑: 廉 静
责任校对: 吴 静

文字编辑: 张燕文
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 19 1/4 字数 455 千字 2015 年 3 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言

《工程制图与 AutoCAD》主要根据“教育部关于‘十二五’职业教育教材建设的指导意见”的精神，参考国家“CAD 技能等级考评大纲”的要求编写。与本书配套的《工程制图与 AutoCAD 习题集》同时出版。

本套教材按 100~120 学时编写。可作为高职高专院校工科近机类（特别是化工机械）专业的制图课教材，也可供成人教育工科近机类专业使用或参考。本套教材具有以下一些特点。

(1) 教材内容与制图课在培养人才中的作用、地位相适应。教材体系的确立和教学内容的选取，与高职高专工科近机类专业的培养目标和毕业生应具有的基础理论知识适度，与技术应用、知识面较宽的特点相适应。

(2) 教材将工程制图和 AutoCAD (2012 简体中文版) 两部分内容合在一起编写，既可分两部分单独教学，又可将 AutoCAD 部分穿插教学。任课教师可根据本校的教学条件自主选择教学方式。AutoCAD 的上机练习题没有单独成章，而是将其分别列到内容相近的习题集第一、二、四、六、七章后面，便于 AutoCAD 的穿插教学。

(3) 突出高职教育特色。将“工业产品类 CAD 技能一级”岗位能力认证的要求，融入到教材和习题集中，使学生能基本掌握“工业产品类 CAD 技能一级”应具备的基础知识和技能，满足高职在校生获得“双证”的需求，提升学生的职业能力。

(4) 全面贯彻制图国家标准和行业标准。将 2012 年年底实施的最新的制图国家标准和行业标准全部融入到教材和习题集中。文字叙述中涉及的基本概念、术语定义等，严格遵守国家标准和行业标准。

(5) 插图清晰、规范。同时，根据编者的教学体会，对一些重点、难点或需提示的内容，进行了必要的图示或文字说明，并采用双色印刷，使插图重点突出，既便于教师讲课、辅导，又便于学生自学。

(6) 免费提供配套的“工程制图与 AutoCAD 教学软件”。教学软件是根据讲课思路专门为任课教师设计制作的。教学软件中的内容与教材一一对应，无缝对接。教学软件最大的优点是可以人机互动，任课教师在教学过程中灵活使用，实现“做中学、做中教”。完全可以替代教学模型和挂图，彻底摒弃黑板、粉笔等传统的教学模式，大大提高了讲课效率和教学效果。教学软件具备以下主要功能：

① “死图”变“活图”。将教材中的视图图例，按 1:1 建立精确的三维实体模型。通过 eDrawings 公共平台，可实现三维实体模型不同角度的观看、六个基本视图和轴测图之间的转换、三维实体模型的剖切、三维实体模型和线条图之间的转换及装配体的爆炸、装配、仿真演示等功能，将教材中的“死图”变成了可由人工随意控制的“活图”。

② 调用绘图软件边讲边画，实现师生互动。对教材中需要讲解的例题，已预先链接在教学软件中，任课教师可直接调用“CAXA 电子图板 2007”绘图软件，边讲、边画，进行正确与错误

的对比分析等，在课堂上实现师生互动，激发学生的学习热情。

③ 讲解习题。根据部分任课教师的要求，编写了教学参考资料“习题答案”。同时，将“习题答案”分解后，分别链接在教学软件的相应章节中，以便于教师备课和在课堂上讲解、答疑，减轻任课教师的教学负担。

④ 调阅教材附录。将教材中的附录按项分解，分别链接在教学软件的相关部位，任课教师可直观地带领学生查阅教材附录。

如需要教学软件，请到化学工业出版社教学资源网：www.cipedu.com.cn 下载“工程制图与 AutoCAD 教学软件”。

(7) 提供 PDF 格式“习题答案”（在“工程制图与 AutoCAD 教学软件”文件夹中）。任课教师可单独（最好用彩喷）打印，以便于教师备课，进一步减轻任课教师的教学负担。

(8) 提供电子教案。在“工程制图与 AutoCAD 教学软件”文件夹中，提供“工程制图与 AutoCAD 教学软件”PDF 格式的全部内容，可供任课教师（用彩喷）打印，方便教师备课和教学检查。

参加编写的有：胡建生（编写绪论、第一章、第二章、第三章），陈清胜（编写第四章、第五章），刘爽（编写第六章、第七章、第八章及附录），杨红义（编写第九章、第十章、第十一章），张静波（编写第十二章、第十三章）。全书由胡建生负责统稿。“工程制图与 AutoCAD 教学软件”由胡建生、曾红、陈清胜、刘淑芬、刘爽、杨红义、张静波设计制作。

本书由史彦敏教授主审。参加审稿的有张玉成、韩桂新、杜文杰。参加审稿的各位老师对书稿进行了认真、细致的审查，提出了许多宝贵意见和修改建议，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平所限，书中难免存在不当之处，欢迎广大读者特别是任课教师提出意见或建议，并及时反馈给我们。主编 QQ：1075185975；责任编辑 QQ：704686202。

编 者

2015 年 1 月

CONTENTS

目录

绪论

1

第一章

制图基本知识和技能

2

第一节	制图国家标准简介	2
第二节	标注尺寸的基本规则	9
第三节	几何作图	13
* 第四节	手工绘图技术	20

第二章

投影基础

25

第一节	投影法和视图的基本概念	25
第二节	几何体的投影	30
第三节	组合体	36

第三章

轴测图

57

第一节	轴测图的基本知识	57
第二节	正等轴测图	58
第三节	斜二等轴测图简介	65

第四章

物体的表达方法

68

第一节	视图	68
第二节	剖视图	71
第三节	断面图	81

第四节	局部放大图和简化画法	83
第五节	第三角画法简介	86

第五章 螺纹、齿轮及常用的标准件

91

第一节	螺纹	91
第二节	螺纹紧固件	97
第三节	齿轮	101
第四节	键连接和销连接	105

第六章 零件图

108

第一节	典型零件的表达方法	108
第二节	零件图的尺寸标注	113
第三节	零件图上技术要求的注写	116
第四节	零件上常见的工艺结构	124
第五节	零件测绘	126
第六节	读零件图	128

第七章 装配图

131

第一节	装配图的表达方法	131
第二节	装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	134
第三节	装配体测绘	136
第四节	读装配图和拆画零件图	141

第八章 金属焊接图简介

147

第一节	焊接的表示法	147
第二节	常见焊缝的标注方法	152

第九章 建筑施工图简介

156

第一节	建筑施工图的表达方法	156
第二节	建筑施工图的识读	162

第一节	化工设备图概述	166
第二节	化工设备常用的标准零部件	171
第三节	化工设备的表达方法	185
第四节	尺寸标注及其他	189
第五节	读化工设备图	194

第一节	化工工艺流程图	197
第二节	设备布置图	205
第三节	管道布置图	208

第一节	AutoCAD 界面	218
第二节	AutoCAD 基本操作	222
第三节	常用的文件操作	229
第四节	简单图形的绘制	232
第五节	抄画平面图形并标注尺寸	237

第一节	补画视图	243
第二节	零件图的绘制	252
第三节	装配图的绘制	264

绪论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理、制图标准或有关规定,表示工程对象并有必要技术说明的图,称为图样。

人类在近代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修,还是机电、冶金、化工、航空航天、汽车、船舶、桥梁、土木建筑、电气等工程的设计与施工,都必须依赖工程图样才能进行。不同性质的生产部门所使用的工程图样,有不同的要求和名称,如机械图样、建筑图样、电气图样、化工图样等。

工程图样是设计、制造、使用和技术交流的重要技术文件,它不仅是生产或施工的依据,也是工程技术人员表达设计意图和交流技术思想的工具,被公认为工程技术界的“语言”。

二、本课程的主要任务

工程制图与 AutoCAD 是一门研究如何阅读和绘制工程图样的技术基础课。本课程的主要任务是培养学生具有阅读工程图样和手工画图、计算机绘图的能力。

① 掌握正投影法的基本理论及其应用,培养学生的空间想象和思维能力,具有绘制和阅读工程图样的基本能力。

② 使学生能够熟练地使用绘图工具,具有一定的手工画图能力。掌握 AutoCAD 的基本操作,初步具备用计算机绘图的技能。

③ 学习制图国家标准及相关的行业标准,初步具有查阅标准和技术资料的能力。

④ 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、学习本课程的注意事项

本课程是一门既有理论又注重实践的课程,学习时应注意以下几点。

① 在听课和复习过程中,要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法,学习时不能死记硬背,要通过由立体到平面、由平面到立体的转换练习,不断提高空间思维能力和图形表达能力。

② 本课程的特点是实践性较强,其主要内容需要通过一系列的练习和作业才能掌握。因此,及时完成规定的练习和作业,是学好本课程的重要环节。只有通过反复实践,才能不断提高画图与读图的能力。

③ 在上机操作时,要积极主动向老师请教,在有限的上机时间内,提高上机操作的效率。课后要主动复习,力争能熟练地掌握 AutoCAD 常用命令的操作,为进一步学习奠定基础。

④ 要重视学习和严格遵守制图方面的国家标准和行业标准,对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

第一章

制图基本知识和技能

第一节 制图国家标准简介

图样作为技术交流的共同语言，必须有统一的规范，否则会带来生产过程和技术交流中的混乱和障碍。国家质量监督检验检疫总局发布了《技术制图》和《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》等一系列制图国家标准。国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，在技术内容上具有统一性、通用性和通则性，在制图标准体系中处于最高层次。国家标准《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》等是专业制图标准，是按照专业要求进行补充，其技术内容是专业性和具体性的。它们都是绘制与使用工程图样的准绳。

在标准代号“GB/T 14689—2008”中，GB/T 为推荐性国家标准代号，一般简称“国标”。G 是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B 是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T 是“推”字汉语拼音的第一个字母。14689 是标准编号，2008 是该标准发布的年份。

提示

国家标准规定，机械图样中的尺寸以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。本书的文字叙述和图例中的尺寸单位均为毫米，未标出。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

图纸宽度与长度组成的图面，称为图纸幅面。基本幅面共有五种，其代号由“A”和相应的幅面号组成，如表 1-1 所示。基本幅面的尺寸关系如图 1-1 所示，绘图时优先采用表 1-1 中的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
(短边×长边) $B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
(无装订边的留边宽度) e	20		10		
(有装订边的留边宽度) c	10			5	
(装订边的宽度) a	25				

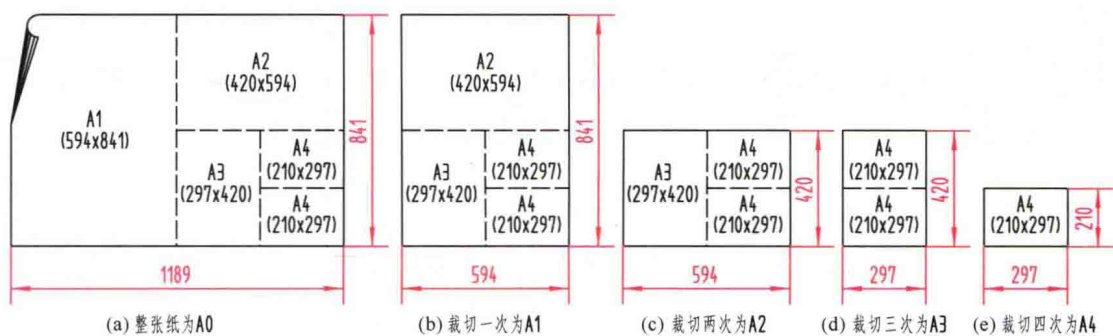


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

幅面代号的几何含义，实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”，表示将全张纸（A0 幅面）长边对折裁切一次所得的幅面；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折裁切四次所得的幅面。

必要时，允许选用加长幅面，但加长后幅面的尺寸，必须由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框，如图 1-2、图 1-3 所示。在图纸上必须用粗实线画出图框，其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。

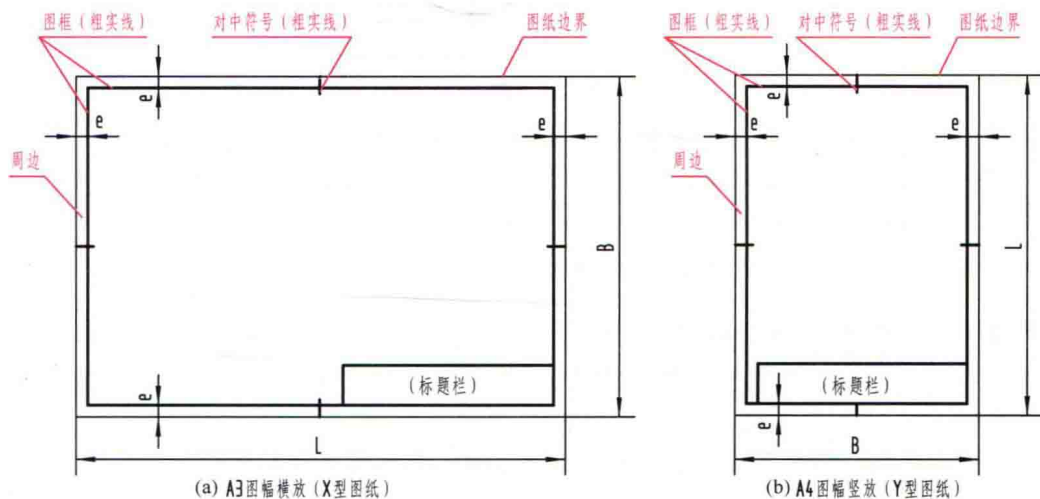


图 1-2 不留装订边的图框格式

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示，留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示，其尺寸按表 1-1 的规定。

3. 标题栏的方位

每张图样都必须画出标题栏。绘制工程图样时，标题栏格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》中的规定绘制。在学校的制图作业中，为了简化作图，建议采用图 1-4 所示的简化标题栏。

标题栏一般应置于图样的右下角。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行

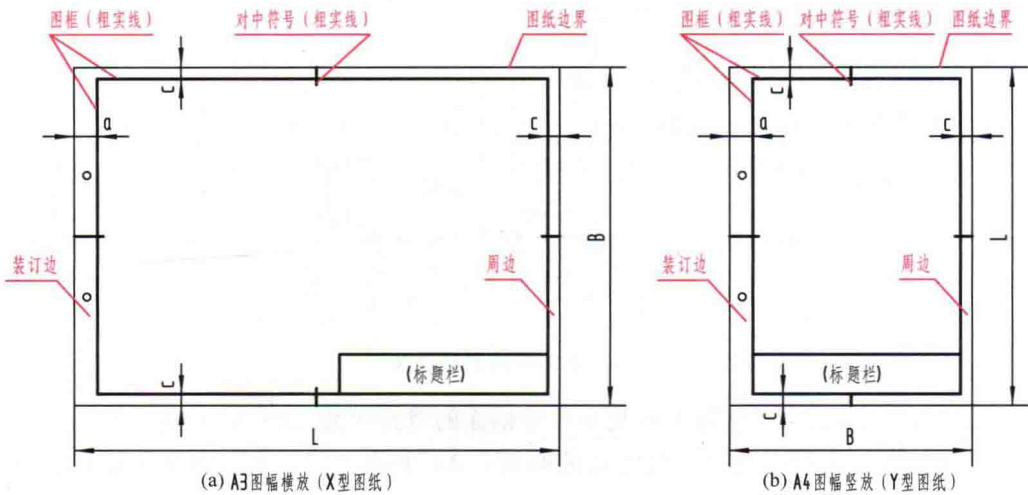


图 1-3 留有装订边的图框格式

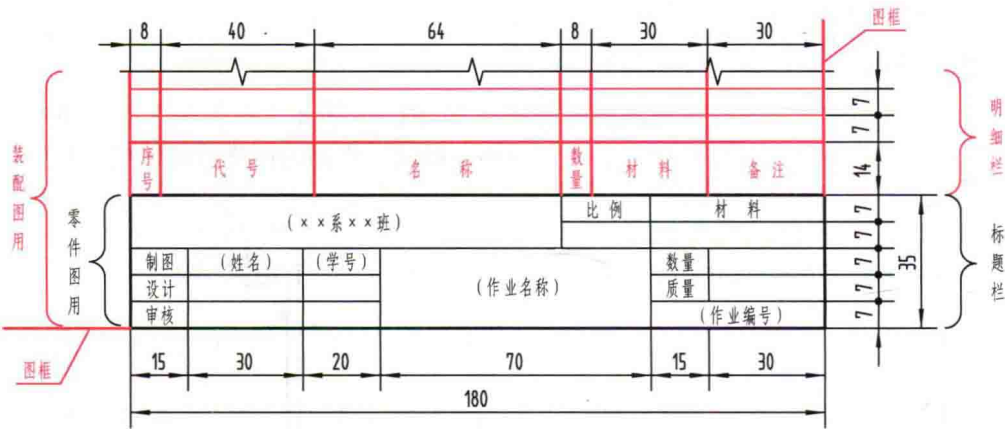


图 1-4 简化标题栏和明细栏的格式

时，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a)、图 1-3 (a) 所示；若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2 (b)、图 1-3 (b) 所示。在此情况下，标题栏中的文字方向为看图方向。

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；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5 所示。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对基本幅面的各号图纸，均应在图纸各边长的中点处，分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始伸入图框内约 5mm，如图 1-5 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-5 (b) 所示。

(2) 方向符号 当 X 型图纸竖放或 Y 型图纸横放时，为了明确绘图与看图时的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1-5 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

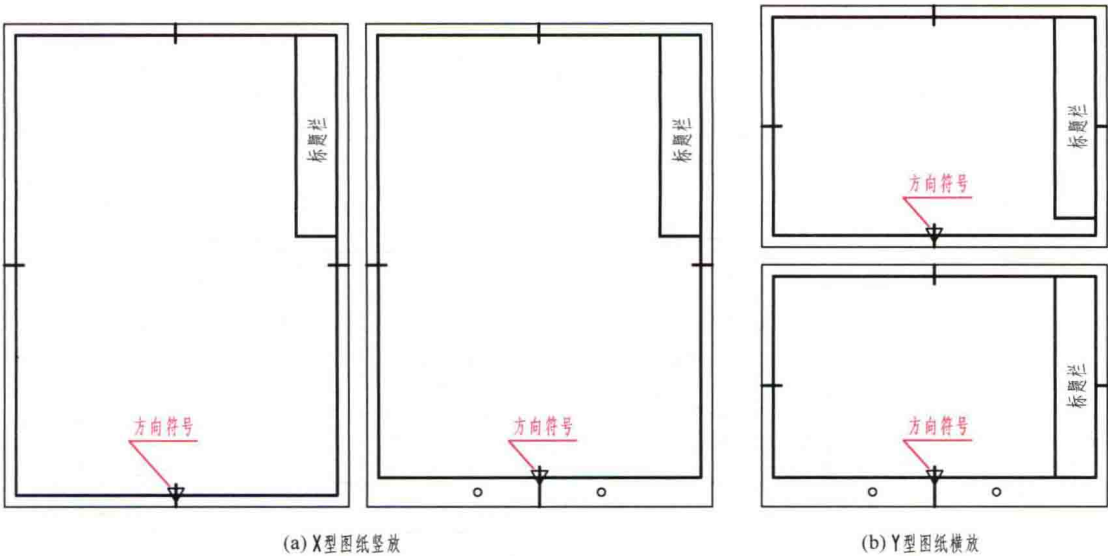


图 1-5 预先印制图纸的摆放方法

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。简单说来，就是“图：物”。绘图比例可以随便确定吗？当然不行。

绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列”中选取适当的绘图比例。必要时，从表 1-2 “允许选择系列”中选取。为了直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。

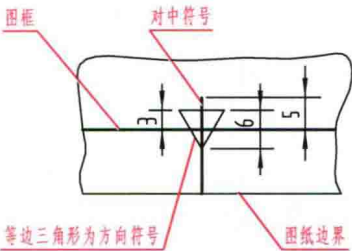


图 1-6 方向符号的画法

表 1-2 比例系列

种 类	定 义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1 : 1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	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	比值小于 1 的比例	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。

比例符号用“：”表示，其表示方法为 1：1、1：2、5：1 等。比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内。不论采用何种比例，图中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的绘图比例无关，如图 1-7 所示。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

① 在图样中书写的汉字、数字和字母，要尽量做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

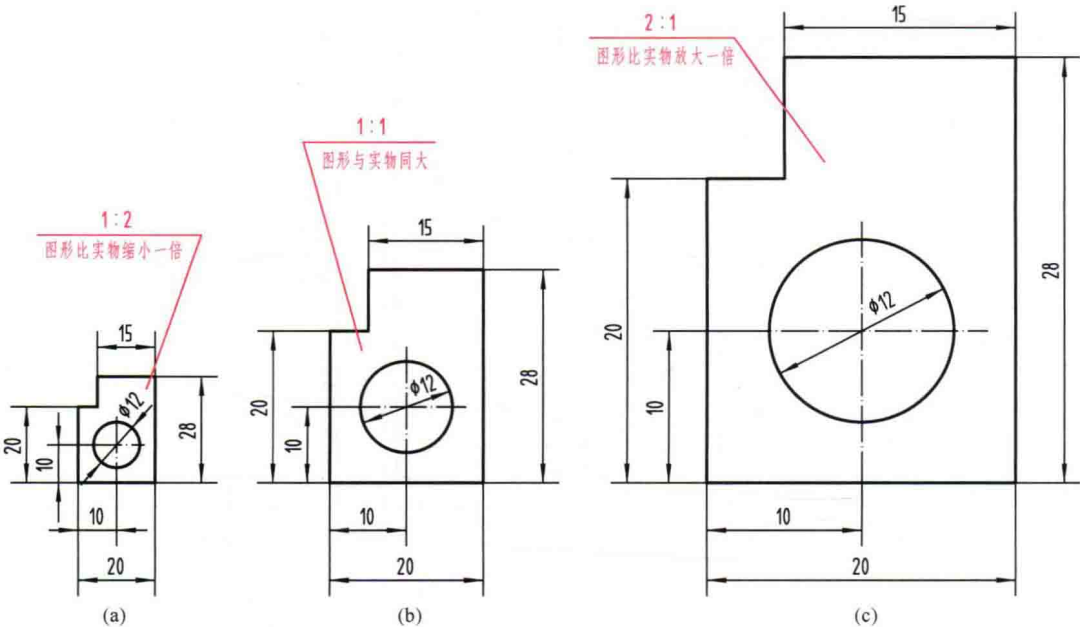


图 1-7 图形比例与尺寸的关系

- ② 字体高度（用 h 表示）代表字体的号数。字体高度的公称尺寸系列为：1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。
- ③ 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。
- ④ 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 1/14，B 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 1/10。在同一张图样上，只允许选用一种型式的字体。
- ⑤ 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成 75° 。

提示

用计算机绘图时，汉字、数字、字母一般应以正体输出。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例，见表 1-3。

表 1-3 字体示例

字 体		示 例
长仿宋体汉字	5 号	学好工程制图，培养和发展空间想象能力
	3.5 号	计算机绘图是工程技术人员必须具备的绘图技能
拉丁字母	大写	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

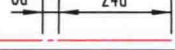
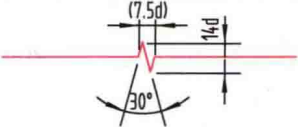
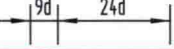
续表

字 体		示 例
阿拉伯数字	正体	0123456789
	斜体	<i>0123456789</i>
罗马数字	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X
	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
字体应用示例		10JS5(±0.003) M24-6h R8 10 ³ S ⁻¹ 5% <i>D_f</i> <i>T_d</i> 380kPa m/kg $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\phi 25^{H6}_{f5}$ $\frac{II}{1:2}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra\ 6.3}$ 460r/min 220V l/mm

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

图中所采用各种型式的线，称为图线，图线是组成图形的基本要素。国家标准 GB/T 4457.4—2002 《机械制图 图样画法 图线》规定了常用的 9 种图线，其名称、线型、线宽见表 1-4。图线的应用示例如图 1-8 所示。

表 1-4 线型及应用

名称	线 型	线宽	一 般 应 用
粗实线		<i>d</i>	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、表格图和流程图中的主要表示线、系统结构线(金属结构工程)、模样分型线、剖切符号用线
细实线		<i>d/2</i>	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射射线、网格线
细虚线		<i>d/2</i>	不可见棱边线、不可见轮廓线
细点画线		<i>d/2</i>	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线
波浪线		<i>d/2</i>	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		<i>d/2</i>	
粗虚线		<i>d</i>	允许表面处理的表示线
粗点画线		<i>d</i>	限定范围表示线
细双点画线		<i>d/2</i>	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示线、工艺用结构的轮廓线、中断线

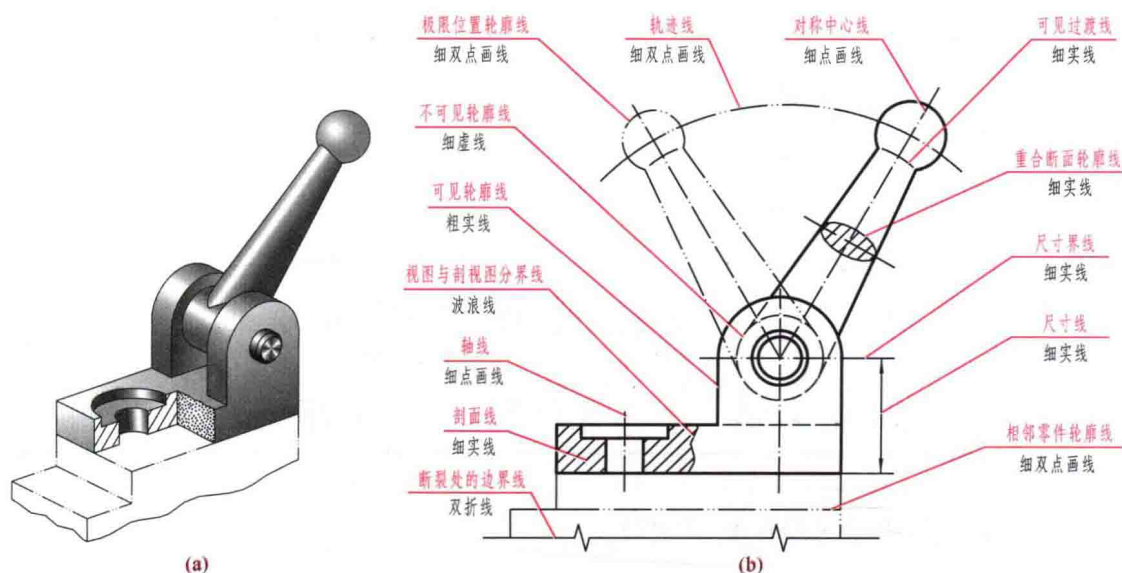


图 1-8 图线的应用示例

在机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的线宽比为 2 : 1。图线的宽度应按图样的类型和大小，在下列数系中选取：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2。即粗实线（包括粗虚线、粗点画线）线宽为 0.7mm 时，细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线的线宽为 0.35mm，这也是优先采用的图线组别。

手工绘图时，同类图线的宽度应基本一致。细（粗）虚线、细（粗）点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。当两条以上不同类型的图线重合时，应遵守以下优先顺序：可见轮廓线和棱线（粗实线）→不可见轮廓线和棱线（细虚线）→剖切线（细点画线）→轴线和对称中心线（细点画线）→假想轮廓线（细双点画线）→尺寸界线和分界线（细实线）。

在手工绘图时，图线的首、末两端应是“画”，不应是“点”；细虚线与细虚线、细点画线与细点画线相交时，都应以“画”相交，而不应该是“点”或“间隔”相交；细虚线是粗实线的延长线（或细虚线圆弧与粗实线相切）时，细虚线应留出间隔，如图 1-9 所示。图线画法的正误对比，如图 1-10 所示。

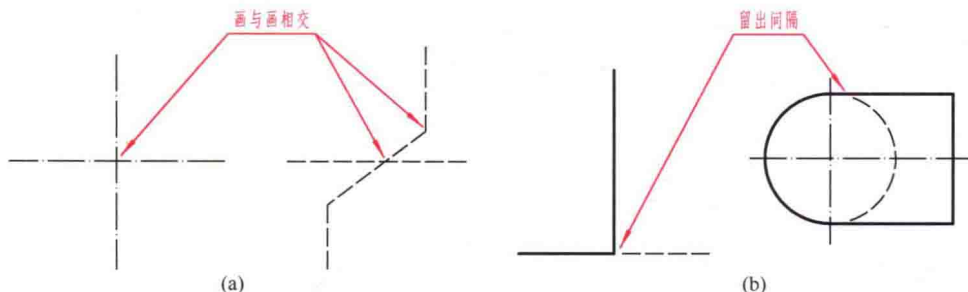


图 1-9 图线相交的画法

画圆的中心线时，圆心应是画的交点，细点画线的两端应超出轮廓线 2~5mm，如图 1-10 (a) 所示；当圆的图形较小（直径小于 12mm）时，允许用细实线代替细点画线，如图 1-11 所示。

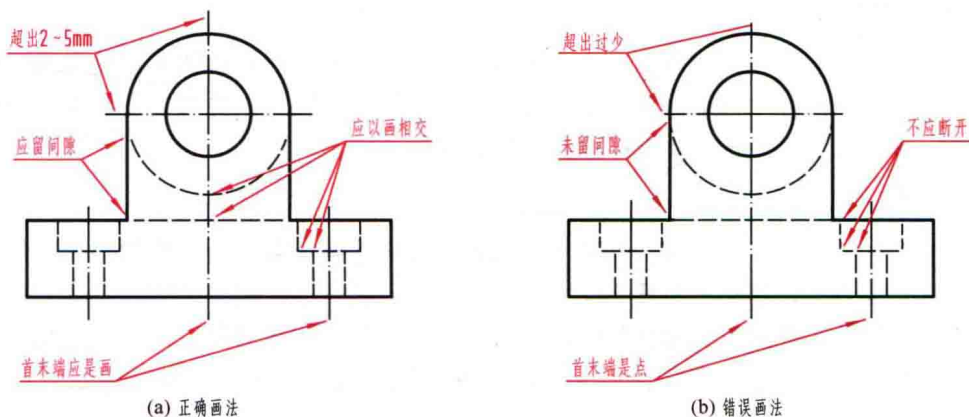


图 1-10 图线画法的正误对比

第二节 标注尺寸的基本规则

图样中的尺寸，是加工制造零件的主要依据。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给生产带来困难，甚至生产出废品而造成浪费。本节只介绍国家标准关于尺寸注法的基本要求，其他内容将在以后章节中逐步介绍。

一、基本规则 (GB/T 4458.4—2003)

尺寸是用特定长度或角度单位表示的数值，并在技术图样上用图线、符号和技术要求表示出来。标注尺寸的基本规则如下。

① 零件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

② 图样中所标注的尺寸，为该图样所示零件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

③ 零件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

二、尺寸的构成

每个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，通常称为尺寸三要素，如图 1-11 所示。

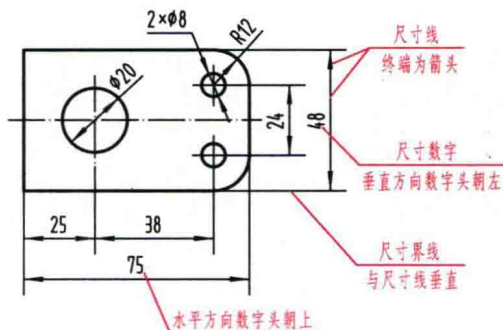


图 1-11 尺寸三要素

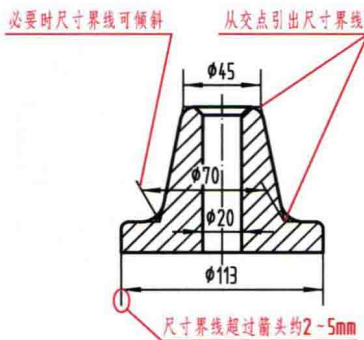


图 1-12 尺寸界线的画法