

高职高专 制药技术类专业 教学改革系列教材

化工识图 与CAD技术

● 孙安荣 孙玉泉 主编 ● 董振珂 主审



化学工业出版社

高职高专 **制药技术类专业** 教学改革系列教材

化工识图 与CAD技术

孙安荣 孙玉泉 主编 董振珂 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书依据高职高专教育的培养目标和特点,融合编者的教学经验和教学改革成果编写而成。教材整体结构采用“任务驱动”模式,以“任务”引领读者学习课程知识,训练识图、绘图技能。

教材内容包括:识图基本知识、AutoCAD 绘图、投影作图基础、尺寸标注、机件的表达方法、零件图和装配图、化工设备图、化工工艺图共 8 个单元和附录。

本教材文字叙述通俗易懂、图例典型、理论联系实际,既可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校的化学制药类专业的教材,也可供化工、制药行业员工培训使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工识图与 CAD 技术/孙安荣,孙玉泉主编. —北京:
化学工业出版社, 2011. 4
高职高专制药技术类专业教学改革系列教材
ISBN 978-7-122-10520-2

I. 化… II. ①孙…②孙… III. ①化工设备-识图-
高等学校:技术学院-教材②计算机辅助设计-应用软件,
AutoCAD-高等学校:技术学院-教材 IV. ①TQ050. 2
②TP391. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 020386 号

责任编辑:蔡洪伟
责任校对:边 涛

文字编辑:冯国庆
装帧设计:关 飞

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 14 $\frac{3}{4}$ 插页 1 字数 370 千字 2011 年 5 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是依据高职高专教育的培养目标和特点,融合编者的教学经验和教学改革成果编写的。主要适用于高等职业技术学院、高等工程专科学校的化学制药类专业的制图教学,也可供化工、医药行业员工培训使用和参考。

本教材整体结构采用“任务驱动”模式,遵循认知规律和教学规律,共包括8个教学单元,即:识图基本知识,AutoCAD绘图,投影作图基础,尺寸标注,机件的表达方法,零件图和装配图,化工设备图,化工工艺图。每个单元中,都有该单元的“学习指导”,并提出学习该单元的“能力目标”和“知识目标”。在每个单元中设计了若干个学习任务,以“任务书”的形式明确每个学习任务的能力目标、知识要求、能力训练过程,使学生带着任务学习。教材的正文部分是围绕本次学习任务的“相关知识”;完成学习任务后,通过“知识总结”对主要知识点进行概括、归纳,通过“巩固提高”的综合训练使学生进一步提高识图、绘图技能。

本教材在内容安排上有如下特点。

① 将绘图识图知识与计算机绘图方法相融合,侧重对识图能力及计算机绘图技能、徒手绘图技能的要求。在绘图识图知识上降低投影理论的难度,在绘图方法上删减尺规作图的内容。

② “尺寸标注”单元包括了国家标准对尺寸注法的有关规定、AutoCAD标注尺寸的方法、组合体的尺寸标注等内容,知识点相对集中。

③ 《化工识图与CAD技术》课程的知识点比较多,既有国家标准、行业标准,又有绘图与识图的理论和方法。基于课程的特点,本教材编写中突出体现了“任务驱动”、“学生主体”等教学方法。以“任务”为引领学习课程知识,训练识图、绘图技能。有利于提高学生的兴趣,调动学习的主动性。

④ 采用了最新的《技术制图》、《机械制图》及其他相关国家标准和行业标准。

⑤ 编写上力求文字叙述通俗易懂、由浅入深、重点突出、理论联系实际。

⑥ 本书绝大部分插图采用计算机绘制,可为制作课件、电子挂图等提供素材。

参加本书编写工作的有:孙安荣(绪论、第一单元、第二单元、第七单元、第八单元、附录),孙玉泉(第三单元、第五单元),翟芳芳(第四单元、第六单元),由孙安荣统稿。

本书由河北化工医药职业技术学院董振珂主审。

由于编者水平有限,教材中难免有不足和疏漏,欢迎读者批评指正。

编者

2011年1月

目 录

绪论	1
第一单元 识图基本知识	2
第二单元 AutoCAD 绘图	10
第一节 AutoCAD 的基本操作	10
第二节 绘图辅助工具	28
第三节 绘图与修改命令	38
第三单元 投影作图基础	55
第一节 形体的三视图	55
第二节 基本体及表面交线	61
第三节 组合体三视图	73
第四单元 尺寸标注	86
第一节 尺寸标注的基本方法	86
第二节 组合体的尺寸标注	96
第五单元 机件的表达方法	101
第一节 视图	101
第二节 剖视图	107
第三节 断面图	118
第四节 其他表达方法	121
第六单元 零件图和装配图	125
第一节 零件图	125
第二节 标准件与标准结构	146
第三节 装配图	164
第七单元 化工设备图	173
第八单元 化工工艺图	185
第一节 化工工艺流程图	185
第二节 设备布置图	192
第三节 管路布置图	197
附录	207
参考文献	230

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

图样是根据投影原理、标准或有关规定表达工程对象，并有必要的技术说明的图。图样作为表达、构思、分析、交流的一种媒介和工具，被称为“工程语言”。在现代生产活动中，设计者通过图样来表达设计思想；制造者通过图样来了解设计要求，并依据图样加工制造；使用人员通过图样来了解机器的结构和使用性能。因此，每个工程技术人员都必须具有绘制与阅读图样的能力。

二、本课程的性质、任务和基本内容

本课程是研究绘制和阅读图样的基本原理和方法的一门学科，是一门既有理论又有很强实践性的专业基础课。

本课程的学习内容和任务是：

- ① 学习投影作图的基本原理，培养空间思维、空间想象能力；
- ② 学习制图的国家标准及有关规定，培养标准化意识和查阅标准、手册的能力；
- ③ 学习 AutoCAD 绘图的方法和技巧，具备计算机绘图技能；
- ④ 学习机械图及化工图，具备绘制和阅读化工机械图、化工设备图及化工工艺图的能力。
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程实践性较强，必须通过画图、识图训练才能领会掌握其主要内容。根据本教材的结构，学习过程要按照“任务教学法”展开。为顺利完成学习任务，学习者必须在课前熟悉任务内容，预习相关知识或查阅有关资料、文献，做好课前预习准备。教学中要师生互动，充分调动学习者参与教学活动的积极性，围绕学习任务对知识点进行分析、讨论、总结，在完成学习任务的过程中，提高学习者的绘图、识图能力。为此，学习中要注意以下几点。

1. 掌握正确的识图和绘图方法

要注重对基本概念、基本理论和基本方法的理解，理论联系实际，图物对照，多看、多想、多画，要意识到画图是手段，识图是目的。

2. 树立标准化意识

图样是现代生产活动中必不可少的技术资料，国家标准对其格式、画法等都有统一规定。学习中要逐步熟悉国家标准和有关技术标准，树立严格遵守标准的意识。

3. 计算机绘图与手工绘图的关系

随着计算机技术的发展，计算机绘图正在逐步取代手工尺规绘图。但计算机仅仅是现代绘图技术的一个先进绘图工具，并不能完全取代各种场合的手工绘图，特别是生产现场的徒手绘图。因此，学习中要有意识地加强徒手绘图训练，提高徒手绘图技能。

第一单元 识图基本知识

【学习指导】

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，国家标准对制图作出了一系列规定，每个工程技术人员都必须严格遵守。本单元将学习《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定，练习徒手绘图的方法，为学习本课程的后继内容打下识图与绘图基础。在本单元中，学习者要完成训练任务 1：绘制图线、书写字体达到本单元的基本要求。通过“巩固练习”的训练，将使学习者的知识和能力得以巩固与提高。

【能力目标】

- 能选用标准的图纸幅面；
- 能徒手绘制粗实线、细实线、虚线、点划线、波浪线、双折线等；
- 能按仿宋体的要求书写汉字、数字、字母符号。

【知识目标】

- 熟悉国家标准对图纸幅面、比例、图线、字体的基本规定；
- 熟悉徒手作图的方法和技巧。

【任务书 1】

任务编号	任务 1	任务名称	绘制图线、书写字体	完成形式	学生在教师指导下完成	时间	90 分钟
能力目标	1. 能选用标准的图纸幅面 2. 能徒手绘制粗实线、细实线、虚线、点划线、波浪线、双折线等 3. 能按国家标准的要求书写汉字、数字、字母符号						
相关知识	1. 国家标准关于制图的基本规定 2. 徒手画图方法						
参考资料	孙安荣,孙玉泉. 化工制图与 CAD 技术. 北京:化学工业出版社,2010 国家标准 GB/T 14689—2008,GB/T 14690—93,GB/T 17450—1998,GB/T 4457. 4—2002						

能力训练过程

课前准备	1. 绘图铅笔(2H、HB、2B)、橡皮等 2. 图线练习用 A4 绘图纸,字体练习用格纸 3. 预习教材第一单元,熟悉以下内容: (1) 国标规定图纸的 5 种基本幅面是____、____、____、____、____, A4 幅面大小是____; (2) 图框线画____线,图框的格式有____和____两种,留装订边时,装订边在图纸的____侧,装订边为____ mm; (3) 标题栏画在图纸的____; (4) 比例是图样中的____与____相应要素的线性尺寸之比,放大 2 倍的比例注写为____,缩小 5 倍的比例注写为____,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,其数值按____标注; (5) 优先选用的粗实线线宽是____,机械图样中粗、细线的线宽比为____; (6) 细点划线用于画____线,应超出轮廓线____,首末两端是线段而不是点; (7) 图样中书写字体时要做到____,字体高度的公称尺寸系列为____ 八种; (8) 汉字应写成成长仿宋体,其字宽一般为字高的____; (9) 字母和数字可写成斜体或直体,斜体字字头向____倾斜,与水平基准线成____
------	---

续表

任务编号	任务1	任务名称	绘制图线、书写字体	完成形式	学生在教师指导下完成	时间	90 分钟
课堂训练		1. 以提问方式检查课前准备情况 2. 讲解知识点 3. 课堂练习 (1)徒手绘图练习:徒手画直线、画圆 (2)绘制 A4 图纸的图框、标题栏(图 1-1):A4 图纸竖放,用细实线绘制图幅大小,用粗实线绘制留装订边的图框,按教材图 1-5 绘制标题栏 (3)绘制图线(图 1-1):在 A4 绘图纸上徒手绘制图线,线型、线宽应符合国标要求 (4)字体书写(图 1-1):在格纸上练习写汉字、数字、字母,再按字体要求填写标题栏 4. 知识总结					

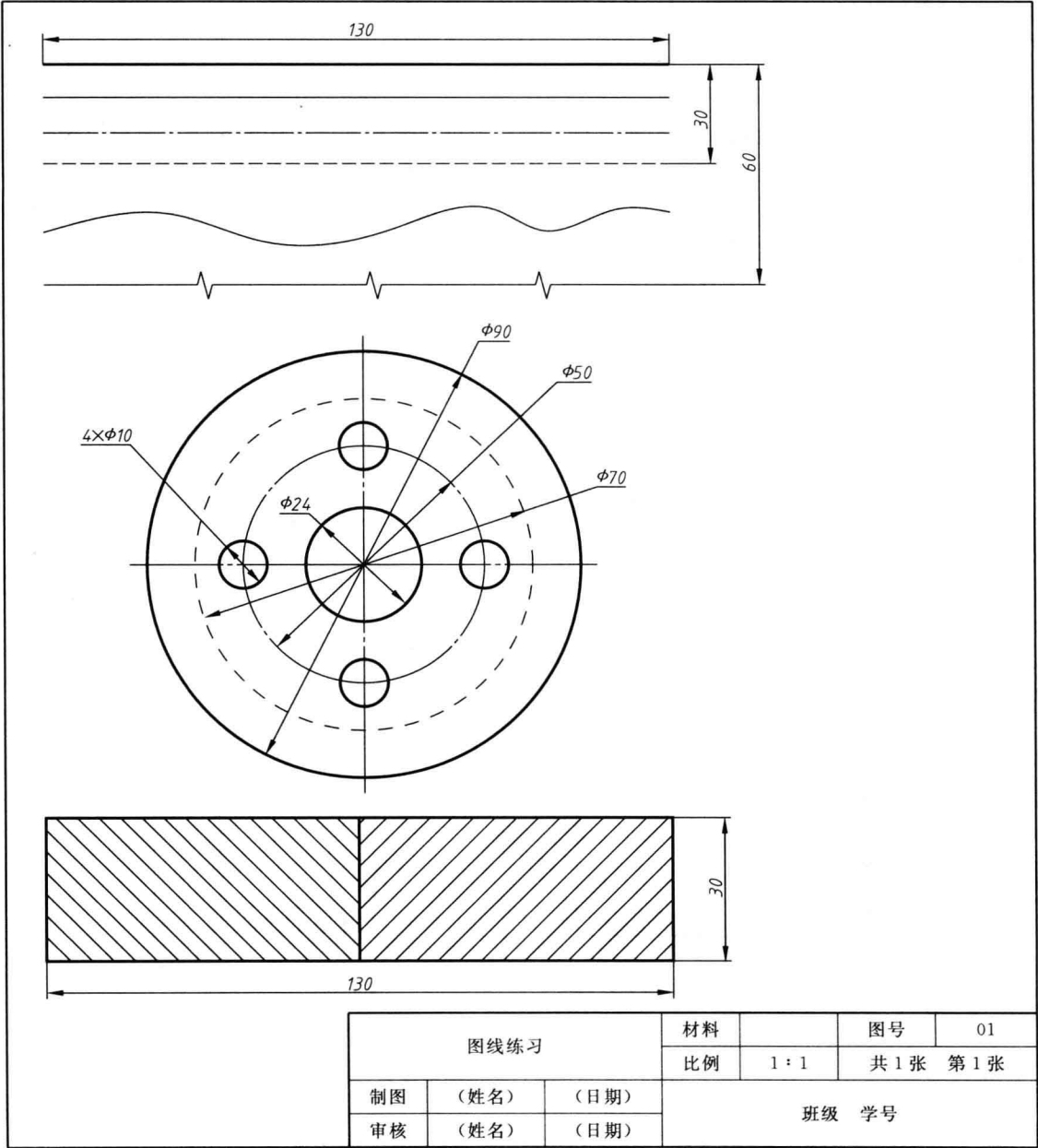


图 1-1 “任务 1”图

【相关知识】

一、国家标准关于制图的基本规定

本单元仅介绍国家标准关于图纸幅面、比例、图线、字体等基本规定。

(一) 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008^❶)

1. 图纸幅面

基本幅面有五种,代号为 A0、A1、A2、A3、A4,尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸					单位:mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

必要时,可以使用加长幅面,加长幅面的尺寸可根据其基本幅面的短边成整数倍增加。

2. 图框

图框用粗实线绘制,分为留装订边与不留装订边两种,如图 1-2 和图 1-3 所示,图中尺寸 a 、 c 、 e 按表 1-1 中的规定选用。但同一产品的图样应采用同一种图框格式。

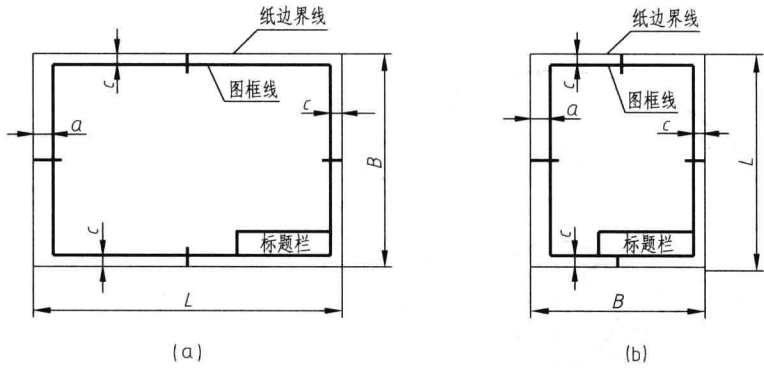


图 1-2 留有装订边的图框格式

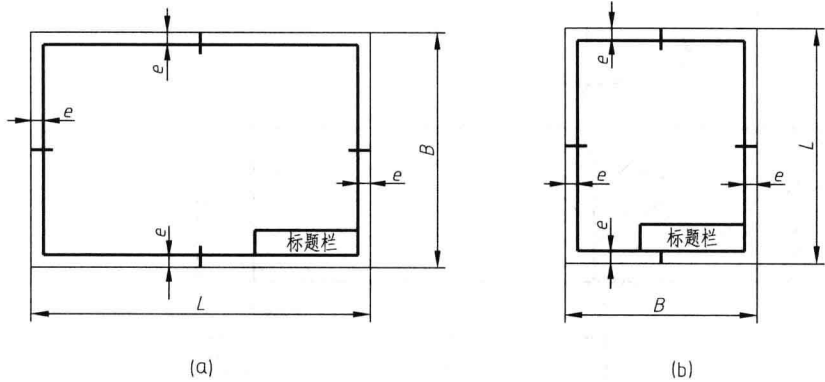


图 1-3 不留装订边的图框格式

❶ 国家标准简称“国标”,用“GB”表示。“GB/T 14689—2008”表示推荐性国家标准,标准批准顺序号为 14689,发布年号为 2008 年。

绘制图样时, 根据实际需要按表 1-2 选取适当的比例。一般优先选用 1 : 1 的比例, 以便能直接从图样上看出机件的真实大小。一般来说, 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例, 并在标题栏的比例一栏中标明。当某一视图需采用不同比例时, 必须另行标注。

不论采用何种比例绘图, 标注尺寸时, 其数值必须按机件的实际大小标注, 如图 1-6 所示。

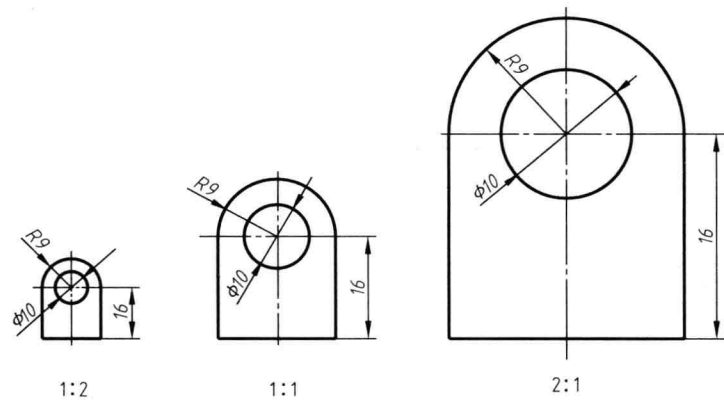


图 1-6 比例应用示例

(三) 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的形式及应用

国家标准 GB/T 17450—1998 规定了绘制图样时可采用的 15 种基本线型, 粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4 : 2 : 1。机械图样采用粗、细两种图线宽度, 其线宽比为 2 : 1。机械图样常用图线的名称、形式、宽度及主要用途见表 1-3。

表 1-3 机械图样常用图线的名称、形式、宽度及主要用途 (GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、基准线、过渡线等
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点划线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆等
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图与局部剖视的分界线
粗点划线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置轮廓线、假想轮廓线等

线宽推荐系列为: 2mm、1.4mm、1mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm、0.25mm、0.18mm、0.13mm。粗线宽度一般常用 0.5mm 或 0.7mm。如图 1-7 所示为图线应用示例。

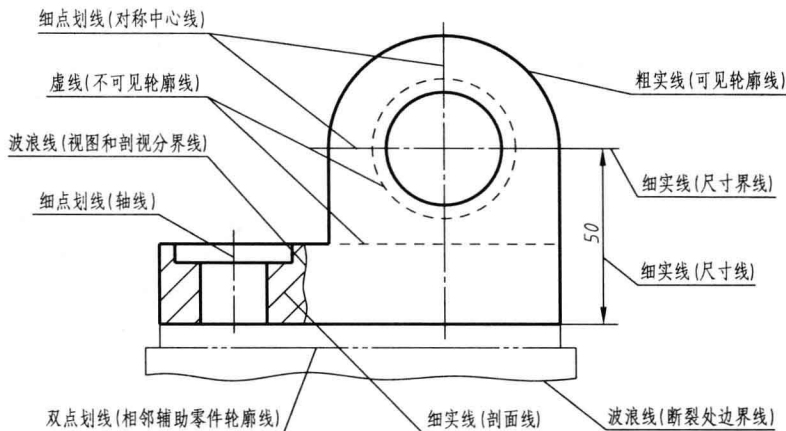


图 1-7 图线应用示例

2. 图线的画法

同一图样中同类图线的宽度应一致，虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应大致相等。两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小间距不小于 0.7mm。

细点划线首末两端是线段而不是短划，且应超出轮廓线 2~5mm，绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，如图 1-8（a）、（b）所示。当图形较小难以绘制细点划线时，可用细实线代替。

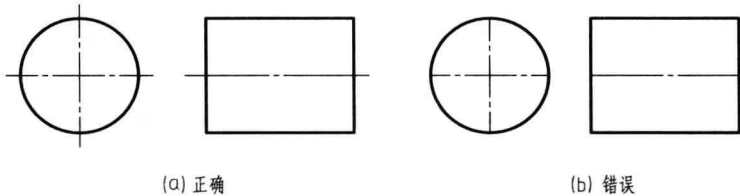


图 1-8 细点画线的画法

（四）字体

《技术制图》（GB/T 14691—93）对图样中的字体做了规定。书写字体时要做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm、1.8mm 八种。字体高度代表字体的号数。图样中字体可分为汉字、字母和数字。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的书写要领为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字的书写示例见表 1-4。

表 1-4 长仿宋体汉字示例

10 号	字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀
7 号	横平竖直 注意起落 结构匀称 填满字格
5 号	制图标准规定汉字应写成长仿宋体采用国家正式公布推行的简化字

2. 字母及数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14；B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。字母和数字可写成斜体或直体，一般采用斜体字。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。在同一图样上，只允许选用一种字型。用作指数、分数、极限偏差等的字母及数字，一般采用小一号字体。字母和数字的书写示例见表 1-5。

表 1-5 拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字示例

拉丁字母	大写斜体	<i>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</i>
	小写斜体	<i>a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</i>
	直体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
	直体	I II III IV V VI VII VIII IX X

二、徒手绘图

徒手绘图也称画草图，指以目测估计图形与实物的比例，按一定画法要求徒手绘制图形。在现场测绘、现场参观、讨论设计方案时，通常需要徒手绘图进行记录和交流。

徒手绘图的要求：图线清晰、线型分明；目测尺寸尽量准确，比例匀称；绘图速度要快；字体工整、图面整洁。

画徒手草图一般选用中等硬度的铅笔，铅芯应磨削成圆锥形。

(一) 徒手画直线

画直线时，眼睛看着图线的终点，铅笔要握得轻松自然，轻轻移动手腕和手臂，使笔尖向着要画的方向作直线运动，以保证图线画得直。

如图 1-9 (a)、(b)、(c) 中所示分别为画水平线、垂直线、斜线时图纸的放置及手臂运笔的姿势。

画 30°、45°、60°等特殊角度线时，可根据两直角的比例关系，在直角边上确定出两点，连接两点，如图 1-10 所示。

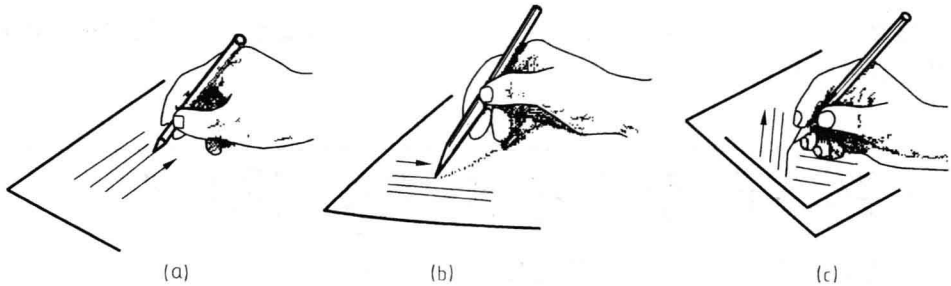


图 1-9 徒手画直线

(二) 徒手画圆

画圆时,应先定圆心的位置,再通过圆心画对称中心线,如图 1-11 (a) 所示,在对称中心线上距圆心等于半径处截取四点,过四点画圆即可。画直径较大的圆时,除对称中心线以外,可再过圆心画两条不同方向的直线,同样截取四点,过八点画圆,如图 1-11 (b) 所示。

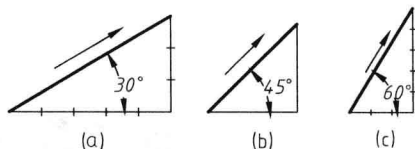


图 1-10 徒手画角度线

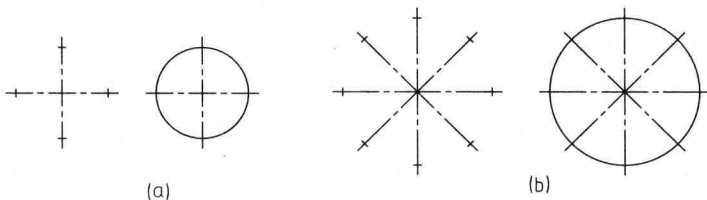


图 1-11 徒手画圆

(三) 徒手画正多边形

徒手画正多边形时,先画出中心线,然后过中心线按特定角度画出 n 条射线,在每条射线上按正多边形外接圆半径取点,之后连线即可,如图 1-12 (a) 所示。也可以画出中心线后,先画外接圆,然后目测等分该圆后连线,如图 1-12 (b) 所示。

【归纳总结】

本单元介绍了国家标准对图纸幅面及格式、比例、图线、字体的规定,学习者要逐步树立标准化意识,用相关的国家标准指导绘图和看图工作。

绘制工程图样的方法包括尺规作图、徒手绘图、计算机绘图,本单元主要练习徒手绘图方法。

尺规作图是用图版、丁字尺、铅笔、三角板、圆规等绘图工具和仪器进行手工绘图的一种绘图方法。随着计算机绘图技术的普及,尺规作图已逐渐被计算机绘图取代,本教材不再介绍尺规作图内容。

计算机绘图是本教材的主要内容之一,也是学习者重点掌握的绘图方法,将在后续单元中学习。

【巩固练习】

徒手绘制如图 1-13 所示的支承座的平面图形。

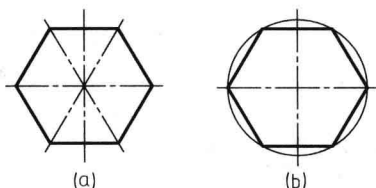


图 1-12 徒手画正多边形

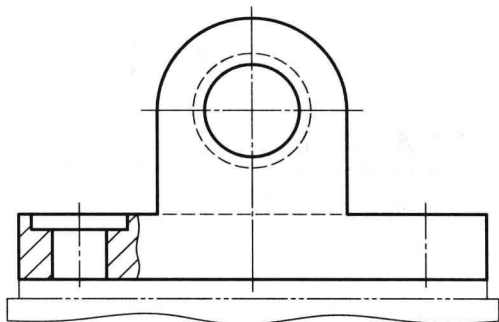


图 1-13 支承座的平面图形

续表

任务编号	任务 2-1	任务名称	绘制常用图线	完成形式	学生在教师指导下完成	时间	180 分钟
相关知识	1. 国家标准关于制图的基本规定 2. AutoCAD 的基本知识						
参考资料	孙安荣. 化工识图与 CAD 技术. 北京:化学工业出版社,2010 国家标准 GB/T 14689—2008、GB/T 14690—93、GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002						
能力训练过程							
课前准备工作	预习本单元第一节,熟悉以下内容: 1. AutoCAD 的用户界面,画直线、画圆的方法; 2. 常用键(左键、右键、中键、回车键、空格键、Esc 键)的用法; 3. AutoCAD 中输入命令、执行命令、终止命令等操作方法; 4. 点的输入方法; 5. 选择对象的常用方式; 6. 图形的显示控制,改变图形对象的显示效果; 7. 图层的操作; 8. 文件的新建、保存、打开等操作						
课堂训练任务	1. 提问、检查课前准备情况 2. 讲解知识点 3. 在 AutoCAD 中新建图层,分别用于绘制粗实线、细实线、细点划线、虚线,设置各层的线型、线宽、颜色,设置虚线、细点划线的线型比例 4. 按尺寸绘制图 2-1~图 2-3(不标注尺寸),不同的图线要分层绘制 5. 知识总结						

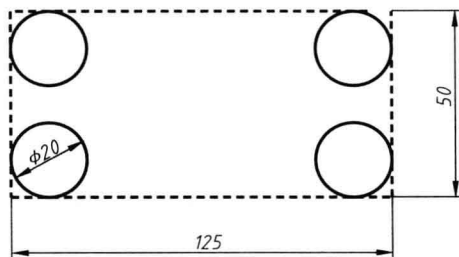


图 2-1

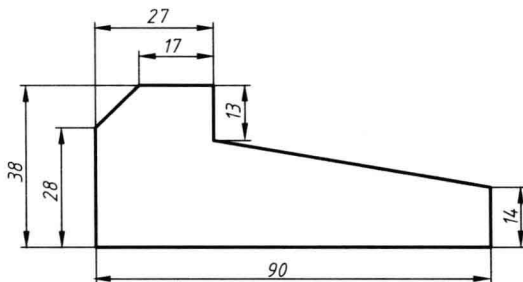


图 2-2

【相关知识】

传统的制图以图板、丁字尺、三角板、圆规、铅笔等作为辅助工具, 以手工绘图的方式表达工程对象。随着信息产业的迅速发展, 计算机软、硬件迅速更新, 以纸、笔、尺等为工具的绘图工作逐步为计算机所代替, 从而形成了计算机辅助绘图的技术领域。

AutoCAD 是目前用户最多、应用范围最广的计算机辅助绘图软件。自美国 Autodesk 公司 1982 年推出第一代 AutoCAD 产品, 之后经过 20 多次升级, 其功能日益增加和日趋完善, 广泛应用于建筑、机械、电子、航天、造船、气象、纺织、广告等部门, 使工程设计实现了现代化。

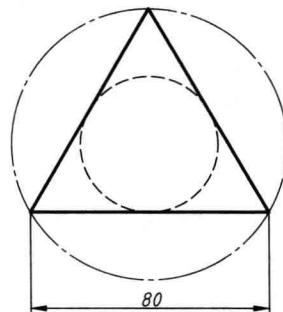


图 2-3

一、AutoCAD 的用户界面

在 Windows 环境下, 采用以下方法可以启动 AutoCAD。

① 用鼠标左键双击桌面上的快捷方式图标 .

② 用鼠标右键单击图标 , 在弹出的快捷菜单中选择“打开”。

③ 从“开始”菜单的“程序”中选择“AutoCAD”。

打开 AutoCAD 后, 其用户界面如图 2-4 所示。它主要由标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、命令行、状态行、坐标系等部分组成。

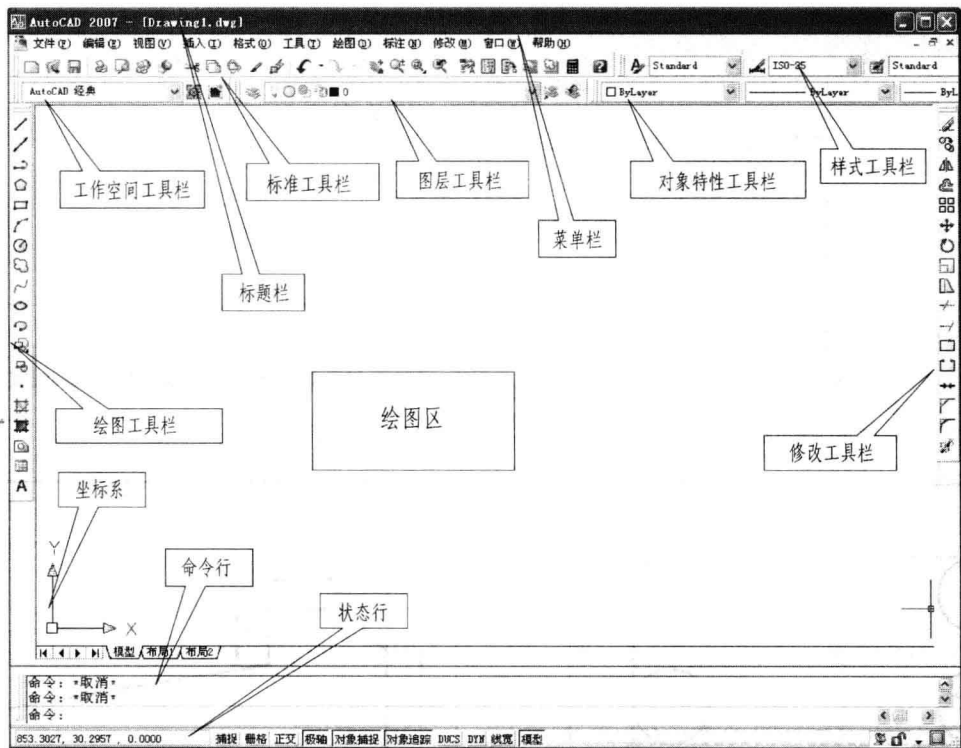


图 2-4 AutoCAD 的用户界面

1. 标题栏

位于用户界面的最上方, 其左侧显示 AutoCAD 的图标以及当前正在编辑的文件名等信息 (如果是 AutoCAD 默认的图形文件, 其文件名为 Drawing1.dwg); 右侧显示 AutoCAD 窗口的最小化、还原 (最大化)、关闭按钮。

2. 菜单栏

AutoCAD 的菜单栏由“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“格式”、“工具”、“绘图”、“标注”、“修改”等菜单组成, 这些菜单包括了 AutoCAD 几乎全部的功能和命令。左键单击某一菜单项, 即弹出下拉菜单, 如图 2-5 所示为“绘图”下拉菜单。下拉菜单的某一项之后有向右指的黑三角, 单击该项将弹出下一级子菜单; 某一项之后为“...”号, 单击该项会弹出对话框。

AutoCAD 还提供了右键快捷菜单, 不同的操作状态, 或在窗口的不同位置单击右键, 会弹出不同的右键菜单。如图 2-6 所示为在工具栏上单击右键弹出的快捷菜单。

3. 工具栏

工具栏是 AutoCAD 提供了一种输入命令的方式, 它包含多个由图标表示的命令按钮,