

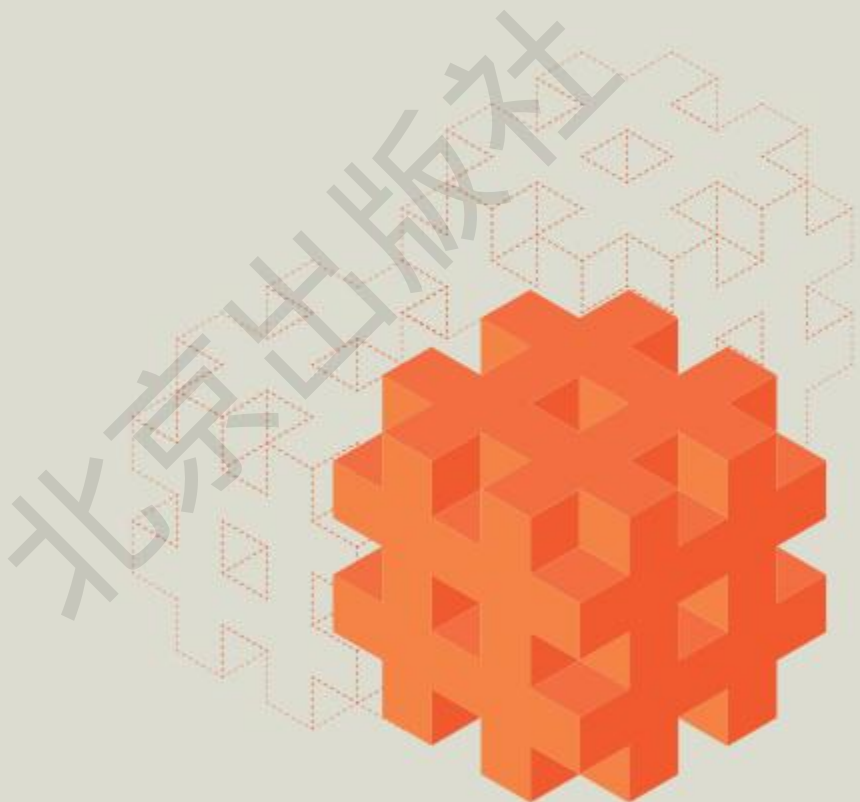


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

AutoCAD2012 基础与实训教程

AutoCAD2012
JICHU YU SHIXUN JIAOCHENG

主 编 张宏明



扫描二维码
共享立体资源

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

AutoCAD2012基础与实训教程

主 编 张宏明

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

AutoCAD2012 基础与实训教程 : 2014 版 / 张宏明主
编. — 北京 : 北京出版社, 2014.5 (2023 重印)
高职“十二五”规划教材
ISBN 978-7-200-10707-4

I. ① A… II. ① 张… III. ① AutoCAD 软件—高等职业
教育—教材 IV. ① TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 116486 号

AutoCAD2012 基础与实训教程

AutoCAD2012 JICHU YU SHIXUN JIAOCHENG

主 编: 张宏明
出 版: 北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总发行: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2014 年 5 月第 1 版 2023 年 1 月修订 2023 年 1 月第 8 次印刷
开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16
印 张: 22.25
字 数: 487 千字
书 号: ISBN 978-7-200-10707-4
定 价: 48.00 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目 录

1	第 1 章	AutoCAD 2012 与工程制图
1	1.1	工程图与画法几何
4	1.2	AutoCAD 2012 与工程制图
15	1.3	图纸
23	1.4	文字、线条与尺寸
29	1.5	练习题
30	第 2 章	工程图文档管理
30	2.1	工程图文档与 AutoCAD 文件
39	2.2	AutoCAD 2012 命令
42	2.3	坐标系统
43	2.4	设置图层、线型和颜色
51	2.5	上机实训
56	2.6	练习题
57	第 3 章	平面视图操作与编辑
57	3.1	平面视图操作
64	3.2	对象的选择和特性更改
71	3.3	对象常规编辑
75	3.4	上机实训
83	3.5	练习题
84	第 4 章	三视图与基本投影元素绘制
84	4.1	点的投影
90	4.2	直线的投影
94	4.3	AutoCAD 2012 精确绘图辅助工具
103	4.4	上机实训
106	4.5	练习题
107	第 5 章	AutoCAD 2012 基本绘图命令
107	5.1	圆(弧)和椭圆(弧)
116	5.2	矩形、正多边形和区域填充
119	5.3	样条曲线
121	5.4	多段线
129	5.5	工程图与画法几何
131	5.6	上机实训

138	5.7	练习题
140	第 6 章	AutoCAD 2012 对象修改
141	6.1	复制操作
147	6.2	对象方位处理
150	6.3	对象变形处理
160	6.4	对象打断与合并
164	6.5	对象倒角
171	6.6	剖视图与图案填充
175	6.7	工具栏设置
178	6.8	上机实训
179	6.9	练习题
181	第 7 章	尺寸标注
181	7.1	尺寸标注基础
184	7.2	尺寸标注方法
198	7.3	设置样式
203	7.4	编辑尺寸标注和放置文本
206	7.5	公差标注
208	7.6	上机实训
214	7.7	练习题
215	第 8 章	技术要求与表格处理
215	8.1	技术要求与文字标注
219	8.2	构造文字样式
222	8.3	标注多行文字
226	8.4	编辑文字
228	8.5	工程图表格及其处理
243	8.6	练习题
244	第 9 章	装配图及辅助工具
244	9.1	由装配图拆零件图
247	9.2	块
258	9.3	设计中心
262	9.4	上机实训
269	9.5	练习题

270 **第 10 章 三维绘图基础**

270	10.1 工作空间与三维建模空间
273	10.2 标准三维坐标系与用户坐标系
278	10.3 三维图像的类型与管理
281	10.4 三维视图观察
284	10.5 三维视图的动态观察与相机
288	10.6 视口与命名视图
293	10.7 上机实训
298	10.8 练习题

299 **第 11 章 三维对象绘制与编辑**

299	11.1 概述
300	11.2 直接生成三维实体
308	11.3 二维图形转三维实体
316	11.4 三维操作
323	11.5 编辑三维实体对象
333	11.6 上机实训
344	11.7 练习题

第 1 章 AutoCAD 2012 与工程制图

【教学目标】 工科学校设置工程制图课程的重要目标就是使学生掌握必要的图纸表达方法，而 AutoCAD 2012 是重要的辅助绘图工具，二者直接相互融合才能提高制图效率。

本章主要介绍工程图与画法几何的基本概念、工程制图与 AutoCAD 2012 的关系、AutoCAD 2012 的发展历程，并讲解国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图纸幅面、图框格式、比例、字体、图线和尺寸注法等基本规定。

【本章要点】 AutoCAD 2012 与工程制图的关系

AutoCAD 2012 的界面与工具

图纸设置

文字设置

线条设置

尺寸标注

1.1 工程图与画法几何

根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并带有必要的技术说明的图称为图样。随着生产和科学技术的发展，图样在工程技术上的作用显得尤为重要。设计人员通过它表达自己的设计思想，制造人员根据它加工制造，使用人员利用它进行合理使用。因此，图样被认为是“工程界的语言”。它是设计、制造、使用部门的一项重要技术资料，是发展和交流科学技术的有力工具。

机械工程图样的质量，将直接影响产品的质量和经济性。因此，首先要掌握绘制机械图样的基本知识和技能。

学习 AutoCAD 的一个重要目的，就是使设计人员能将所建立的模型以工程图的形式表达出来，让工厂工人可以准确理解零件并加工。这个环节是通过工程图解决的，工程制图的基础是画法几何。

1.1.1 基本概念

对于对象的表达，人们习惯使用两种方式，如图 1-1、图 1-2 所示。其中，三维立体图直观，但是难画；平面图不直观，但是能准确描述形体尺寸。实际上，无论是三

维立体图还是平面图形，它们的本质都是图。作为一个工程技术人员，理解从宇宙到生活环境中的物体，他的认知过程都是逐渐过渡的，即图→工程图→工程制图。也就是说，是一个从整体到细节的问题。

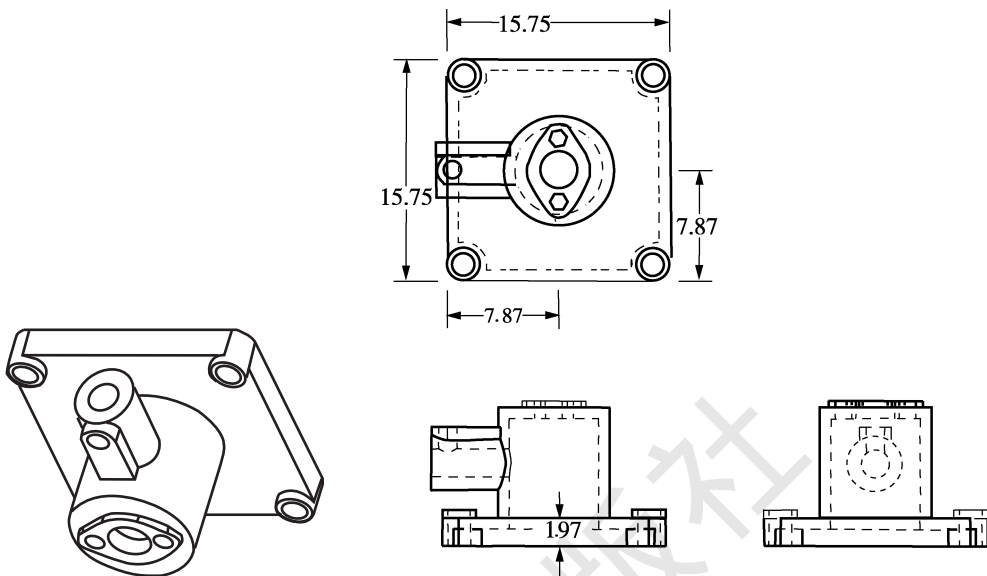


图 1-1 立体图

图 1-2 平面图

图是把物体的形象反映到平面上的形式。只要把要表达的对象反映到纸面等媒介上，就完成了一张图。文字也是特殊的图。

在生产建设和科学研究工程中，对于已有或想象中的空间体（如地面、建筑物、机器等）的形状、大小、位置等资料，很难用语言和文字表达清楚，因而需要在平面上（如图纸上）用图形表达出来。这种在平面上表达工程物体的图，被称为工程图。工程图常用的表达方式有透视图、轴测图、正投影图和标高投影图。

如果将工程图比喻为工程界的一种语言，则画法几何便是这种语言的语法。

当研究在平面上用图形来表达空间物体时，因为空间物体的形状、大小和相互位置等不同，不便以个别物体逐一研究，并且为了研究时描述正确和完整，以及所得结论能广泛地应用于所有物体，采用几何学，将空间物体概括成抽象的点、线、面等几何形体，研究几何形体在平面上如何用图形来表达，以及如何通过作图来解决它们的几何关系问题。这种研究在平面上用图形来表示空间几何形体和运用几何图来解决它们的几何关系问题的学科，称为画法几何。例如，正方体可以描述为由 6 个面组成，每个面由无数条线组成，而每条线又由无数个点组成。

在工程图中，除了有表达物体形状的线条以外，还要应用国家制图标准规定的一些表达方法和符号，根据画法几何的理论，注以必要的尺寸和文字说明，使得工程图能完善、明确和清晰地表达出物体的形状、大小和位置，以及其他必要的信息（如物体的名称、材料的种类和规格、生产方法等）。研究绘制工程图的学科，称为工程制图。同工程图相比，工程制图是由工程图的正投影图扩展而来，而且添加了文字等注释信息。

工程制图用于不同目的，就成为不同的工程图。例如，如果用在建筑行业，则形成建筑平面图、建筑立面图和建筑剖面图；如果用在机械行业，则形成平面结构图、模具图、加工图纸等。

1.1.2 工程制图的基本要求

1. 工程制图的任务与要求

学习工程图的目的就是培养学生绘图、读图和图解的能力以及空间想象能力。概括而言，主要分为以下几项任务：

- (1) 研究正投影的基本理论和作图方法；
- (2) 培养绘制和阅读工程图的能力，即培养图解能力；
- (3) 通过绘图、读图和图解的实践，培养空间想象能力；
- (4) 培养用计算机辅助绘图软件绘制图样的初步能力；
- (5) 正确使用绘图工具，包括实际手工工具和软件工具，掌握绘图的技巧和方法，又快又好地作出符合国家标准工程图，并能正确地阅读一般的工程图纸。

在学习过程中，只有培养认真、细致、一丝不苟的工作作风，才能做出符合要求的正确图纸。良好的工作作风是完成任务的润滑剂。

2. 学习方法

画法几何是制图的理论基础，比较抽象，系统性较强。机械制图是投影理论的实际运用，实践性较强，学习时要完成一系列的绘图、识图作业，但必须注意学习方法，才能提高学习效果。

具体方法如下：

- (1) 要培养空间与二维视图转换的想象能力。

可以借助于一些模型，加强图物对照的感性认识，但要逐步减少使用模型，直至可以完全依靠自己的空间想象能力看懂图纸。

- (2) 要培养实体的分解能力。

要解决这个问题，一要掌握分解的思路，即空间问题，一定要拿到空间去分析研究，决定分解方案；二要掌握几何元素之间的各种基本关系（如平行、垂直、相交、交叉等）的表示方法，才能将分解体逐步作图表达出来，并求得解答。

- (3) 要提高自学能力与严谨的态度。

工程图纸（机械图纸、化工图纸、建筑图纸等）是施工的根据，必须与工程实践结合起来，而专业知识的学习主要靠用户自学，所以读者要想准确把握工程制图，就必须提高自己的自学能力。另外，在绘制工程图后，往往由于一条线的疏忽或数字的差错，造成严重的返工浪费。所以应从初学制图开始，就严格要求自己，养成认真负责、一丝不苟和力求符合国家标准的工作态度。同时又要逐步提高绘图速度，达到又快又好地绘图。

1.1.3 工程制图的国际标准与国家标准

为了便于生产和技术交流，每个国家都对工程图样画法、尺寸标注方法等做了统一规定。行业标准主要有 ISO 标准和各国自己的标准，例如美国的 ANSI 标准、日本的 JIS 标准、德国的 DIN 标准等。ISO 标准为国际标准组织制定，我国的标准也是参照该标准制定的。

1959 年，由中华人民共和国科学技术委员会批准发布了我国第一套《机械制图》国家标准（GB 122—1959～GB 141—1959），该标准在图纸幅面、比例、图线、剖面线、图样画法、尺寸注法、标准件和通用件等画法和代号方面都做了统一的规定。该标准自实施以来，起到了统一工程语言的作用，并在 1974 年和 1984 年进行过两次修订。1989 年，根据有关规定，把某些与机械、建筑、电气、土木、水利等行业均有关关系的共性内容制订成《技术制图》国家标准，即 GB/T 14689—1993。其中“GB”为“国标”（国家标准的简称）二字的汉语拼音字头，“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头，“14689”为标准编号，“1993”为标准颁布的年号。工程技术人员应严格遵守，认真贯彻国家标准。

1.1.4 计算机辅助绘图

计算机科学是最近几十年来发展最为迅猛的科学分支。计算机硬件和软件的交替进步，已经使如今的微型计算机成为非常好的绘图工具。计算机绘图速度快，质量好，而且便于修改，易于管理。计算机绘图技术已成为工程技术人员必须掌握的基本技术。

实现计算机绘图，必须依靠计算机绘图系统的正常运行。计算机绘图系统由硬件和软件两大部分组成。

硬件部分主要包括微型计算机、图形输入设备和图形输出设备。软件部分包括操作系统和绘图软件。绘图软件有很多，较为流行的有 Solidworks、Pro/Engineer、AutoCAD 等。各种绘图软件可能在使用方法和技巧上稍有差异，但它们的绘图原理归根结底都是相同的，都要遵循画法几何原理。

1.2 AutoCAD 2012 与工程制图

AutoCAD 2012 是 Autodesk 公司最新推出的面向未来的先进设计软件。本书将围绕该软件进行讲解。

1.2.1 AutoCAD 的发展历程

计算机辅助设计技术萌芽于 20 世纪 50 年代后期，并随着计算机硬件技术的发展

而迅猛发展。目前，CAD 技术已经广泛应用于航空、航天、冶金、船舶、机械、纺织、建筑、地理信息、出版等行业，并日益得到各界的重视。在众多的 CAD 软件中，美国 Autodesk 公司开发的旗舰产品——AutoCAD 日益普及，已经占据了计算机 CAD 市场的主导地位。尤其是在中国内地，几乎所有的高校和研究部门都在应用该软件。可以说，其在平面制图方面的功能几乎达到了完美的程度。

同其他大型、专业化 CAD 软件相比，AutoCAD 对计算机系统的要求较低，价格便宜，具有较高的性能价格比。因此，一经推出便受到广大中小型企业欢迎。通过 Autodesk 公司对 AutoCAD 软件的不断改进和完善，其功能日益强大，市场占有率逐渐提高。目前，AutoCAD 推出多种语言版本，而且其图形格式已成为一种事实上的国际性工业标准。

在发展初期，AutoCAD 是一个基于 DOS、命令行式的程序，AutoCAD 1.0 版是 Autodesk 公司于 1982 年 11 月在美国拉斯维加斯（Las Vegas）举行的 COMDEX 展览会上正式发布的，原名 MicroCAD，目的是为孩子和学生提供一个进行手工画图的计算机工具。它运行在配备 Intel 8080 CPU 和 CP/M 操作系统的计算机平台上，只具有简单的二维绘图功能。经过 30 多年的发展，现在 AutoCAD 已经演化成一个完全的 Windows 应用程序。它的版本不断更新，功能和目的也在不断变化。表 1-1 列出了 AutoCAD 各版本发布时间及简单的发展概况。

表 1-1 AutoCAD 各版本的发布时间及发展概况

版本	发布时间	发展概况
V1.0 (R1)	1982.11	首次推出
V1.3 (R2)	1983.4	增加尺寸标注功能
V1.3 (R3)	1983.8	增加系统配置工具及对大型绘图机的支持
V1.4 (R4)	1983.10	增加 Array 命令及模式/坐标状态行
V2.0 (R5)	1984.10	增加属性功能
V2.1 (R6)	1985.5	增加原型图及三维功能、增加 AutoLISP 语言（2.18 版）
V2.5 (R7)	1986.6	增加上下文敏感帮助，允许输出图形到文件
V2.6 (R8)	1987.4	增加三维线、三维面对象
R9	1987.9	改善用户界面，提供了下拉菜单、对话框，可以绘制样条曲线
R10	1988.10	增强三维绘图功能与增加句柄功能
R11	1990.10	增加图纸空间、标注样式、扩展实体数据、实体造型功能，提供修复工具、ADS 二次开发工具、网络支持
R12	1992.6	用户界面做了重大修改，增加夹点编辑功能、渲染功能
R13	1994.11	采用面向对象的程序设计方法，提供了全新的尺寸标注命令、多行文本编辑器（MTEXT）以及 ARX 二次开发工具

续表

版本	发布时间	发展概况
R14	1997.6	采用 HEIDI 图形子系统, 改进多行文本编辑器, 集成 Internet 功能
R14 中文版	1998.4	Autodesk 公司推出的第一个使用简体中文语言的版本
2000	1999.3.9	提供了多文档设计环境, AutoCAD 设计中心特性管理窗口等一系列新特性
2000i	2000.9	提供了在 Internet 上的设计工具, 可以进行电子传递、网上发布等提高效率的工作
2002	2001.6	主要在数据交换、CAD 标准以及属性提取等方面进行了增强
2004 中文版	2003.4	提供了网络协同、数字签名、工具选项板、文字格式等新特性, 并去掉了“今日”等实用性不强的功能
2005 中文版	2004.3	新增图纸集管理器和集成的协作平台
2006 中文版	2005.3	增强了一些绘图命令、尺寸标注、图案填充和多行文字编辑等, 新增了动态块、动态输入等工具
2007 中文版	2006.3	增加了三维工具、外部参照和用户界面, 新增了材质、光源、动画等工具
2008 中文版	2007.3	在面板、工作空间、图形管理等方面进行了增强, 功能更加稳定, 三维操作融入了 3DS Max 功能, 更加方便灵活
2009 中文版	2008	工具有所升级
2010 中文版	2009	能修复 BUG 等
2011 中文版	2010	新增了参数化设计, 界面也有所改动
2012 中文版	2011	除在图形处理等方面的功能有所增强外, 一个最显著的特征是增加了参数化绘图功能

在各个时段, AutoCAD 的侧重点都是不同的。其中, R8 是商品化的第一个产品, R10 是 AutoCAD 开始得到广泛关注的版本, 并提供了中文汉化版。AutoCAD R12 则是其发展历程中的一个重要里程碑, 代码全部重写, 分别提供了基于 DOS 和 Windows 的版本。AutoCAD R14 中文版是该软件发展历程中的又一重要里程碑。随着技术的成熟和发展, AutoCAD 中文版推出速度也逐渐加快, 从 2004 版开始基本上达到了和英文版同步。

1.2.2 AutoCAD 2012 的界面

1. 安装 AutoCAD 2012

(1) 将 AutoCAD 2012 安装光盘放入光驱，系统会自动弹出“安装初始化”进度窗口，如图 1-3 所示。如果没有自动弹出，双击“我的电脑”窗口中的光驱图标即可，或者双击安装光盘内的 setup.exe 文件。

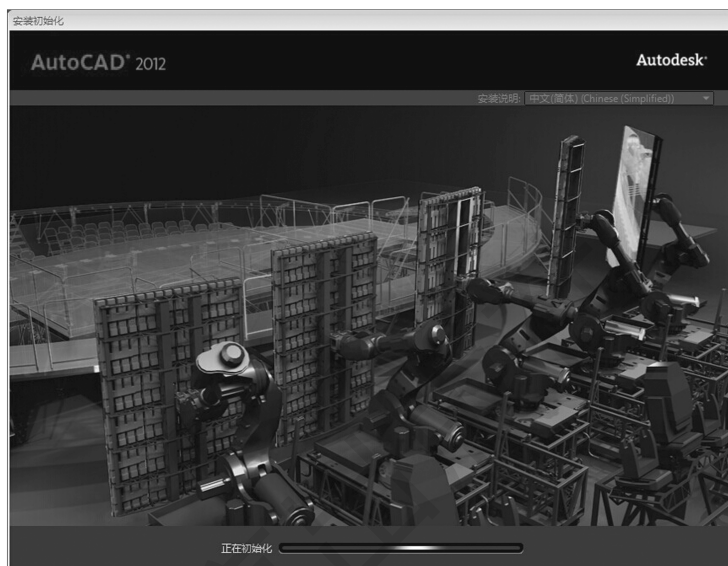


图 1-3 安装初始化

(2) 安装初始化完成后，系统会弹出安装向导主界面，如图 1-4 所示。单击右栏的“在此计算机上安装”按钮，语言选择“简体中文”。

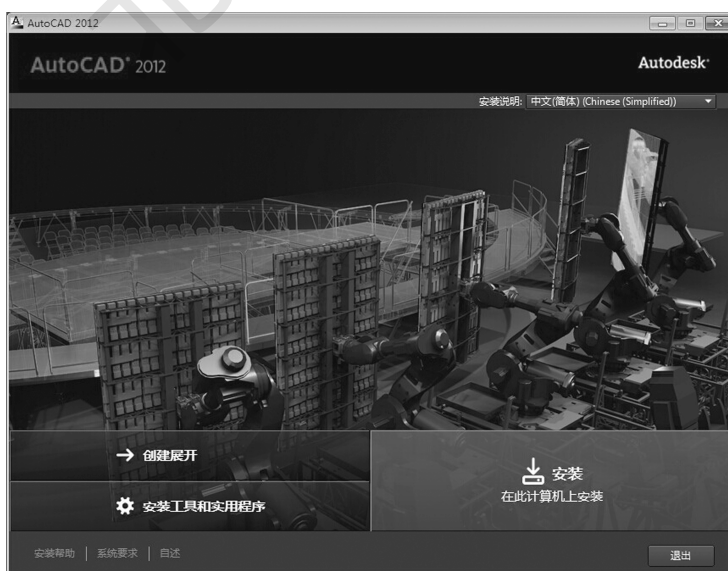


图 1-4 安装向导主界面

(3) “国家或地区”中选择“China”，阅读 Autodesk 许可及服务协议，选择“我接受”，如图 1-5 所示，然后单击“下一步”按钮。



图 1-5 许可协议界面

(4) 进入产品信息界面，如图 1-6 所示，在“许可类型”下选择“单机”，在“产品信息”下选择“我有我的产品信息”，然后输入“序列号”以及“产品密钥”，单击“下一步”按钮。



图 1-6 产品信息界面

(5) 进入配置安装界面, 如图 1-7 所示, 选择需要安装的组件, 再选择安装路径, 然后单击“安装”按钮。



图 1-7 配置安装界面

(6) 进入安装进度界面, 如图 1-8 所示, 安装时间较长, 需耐心等待。

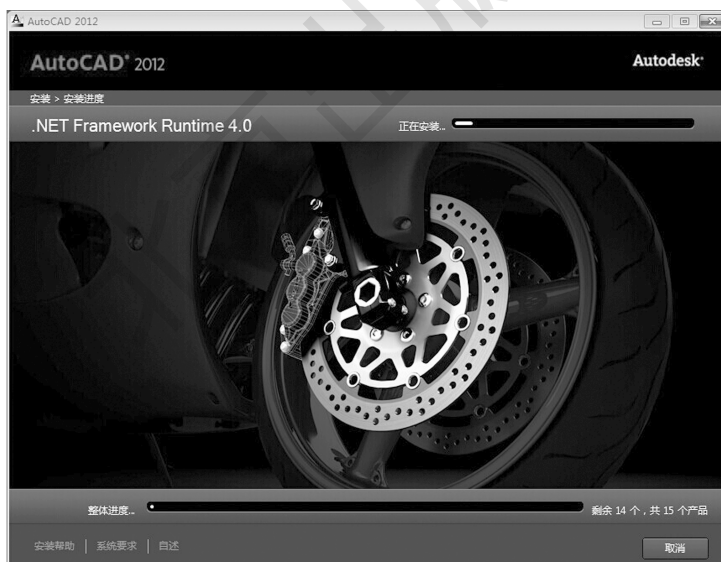


图 1-8 安装进度界面 1

(7) 安装进度界面 2。

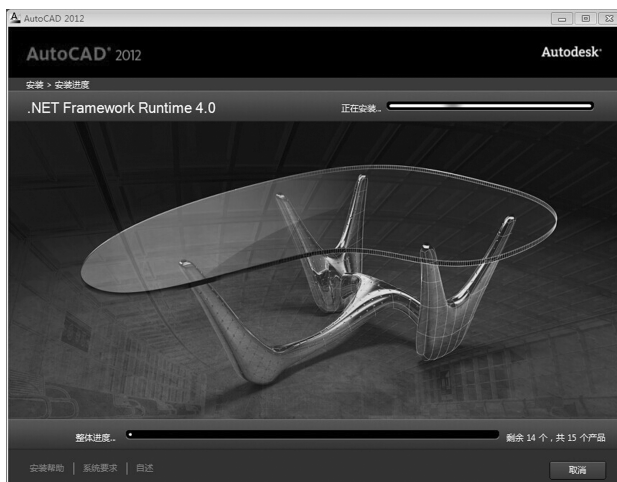


图 1-9 安装进度界面 2

(8) AutoCAD 2012 安装完成后单击“完成”按钮，如图 1-10 所示，退出安装向导界面。

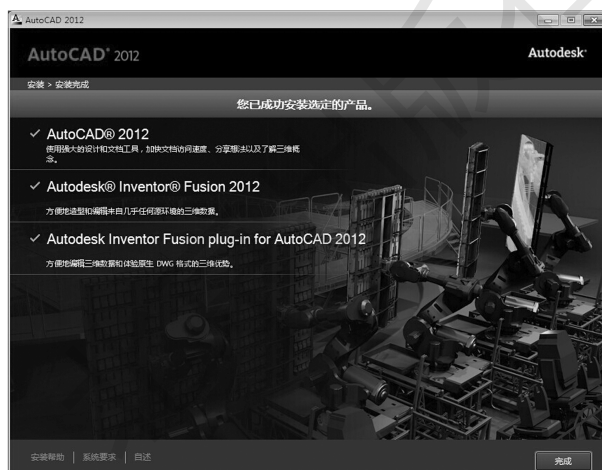


图 1-10 安装完成界面

2. 启动与退出 AutoCAD 2012

(1) 在启动 AutoCAD 2012 时会弹出“欢迎屏幕”对话框。用户可以根据需要选中对话框的任一按钮，即可进入相应的视频讲解。

(2) 关闭“欢迎屏幕”对话框，即可进入 AutoCAD 2012 工作界面。

(3) 如果需要退出 AutoCAD 2012，可以使用以下 5 种方法：

- 1) 在命令行中输入“QUIT”命令，按 Enter 键确定。
- 2) 单击“应用程序菜单”按钮，在弹出的菜单中单击“退出 AutoCAD”按钮。
- 3) 单击标题栏中的“关闭”按钮，或在标题栏空白位置处右击，在弹出的快捷菜单中选择“关闭”命令。
- 4) 使用快捷键 Alt+F4 也可以退出 AutoCAD 2012。
- 5) 双击“应用程序菜单”按钮。

3. AutoCAD 2012 工作界面组成

启动 AutoCAD 2012 后,就可以在工作界面绘制图形了,在绘图之前,先来了解一下 AutoCAD 2012 的工作界面都是由哪些元素组成的。

AutoCAD 2012 的经典工作界面由标题栏、菜单栏、各种工具栏、绘图窗口、光标、命令窗口、状态栏、坐标系图标、模型/布局选项卡和菜单浏览器等组成,如图1-11 所示。

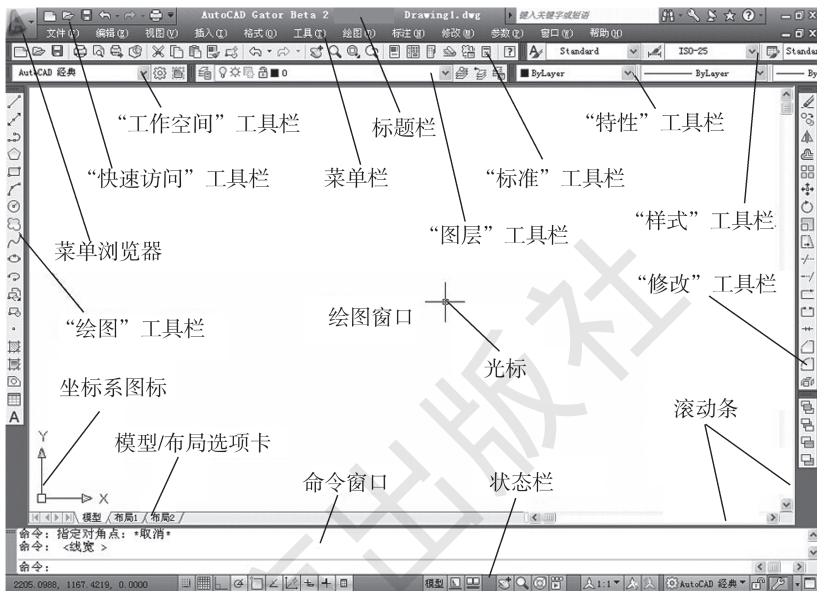


图 1-11 AutoCAD 2012 快捷菜单

(1) 标题栏

标题栏与其他 Windows 应用程序的类似,用于显示 AutoCAD 2012 的程序图标以及当前所操作图形文件的名称。

(2) 菜单栏

菜单栏是主菜单,可利用其执行 AutoCAD 的大部分命令。单击菜单栏中的某一项,会弹出相应的下拉菜单。图 1-12 为视图下拉菜单。

下拉菜单中,右侧有小三角的菜单项,表示它还有子菜单,图 1-12 显示出了“缩放”子菜单;右侧有三个小点的菜单项,表示单击该菜单项后要显示出一个对话框;右侧没有内容的菜单项,单击它后会执行对应的 AutoCAD 命令。

(3) 工具栏

AutoCAD 2012 提供了 40 多个工具栏,每一个工具栏上均有一些形象化的按钮。单击某一按钮,可以启动

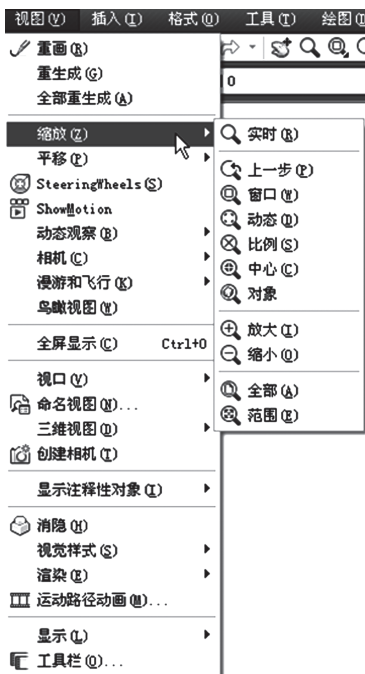


图 1-12 视图下拉菜单

AutoCAD 的对应命令。

用户可以根据需要打开或关闭任一个工具栏。方法是：在已有工具栏上右击，AutoCAD 弹出工具栏快捷菜单，如图 1-13 所示，通过其可实现工具栏的打开与关闭。

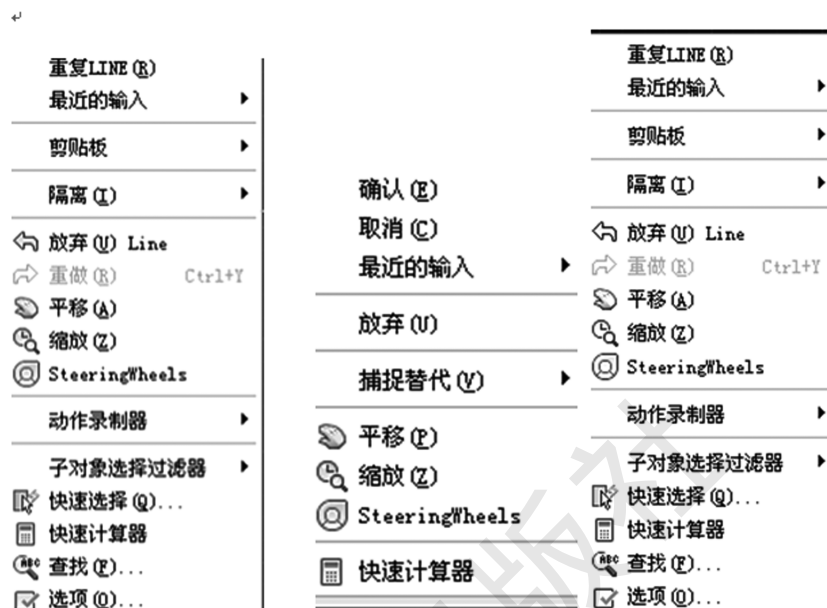


图 1-13 Auto CAD 2012 快捷菜单

此外，通过选择与下拉菜单“工具”→“工具栏”→“AutoCAD”对应的子菜单命令，也可以打开 AutoCAD 的各工具栏。

工具栏就相当于制图人员的工具箱，里面放置各种常用工具。

(4) 绘图窗口

绘图窗口类似于手工绘图时的图纸，是用户用 AutoCAD 2012 绘图并显示所绘图形的区域。

(5) 光标

当光标位于 AutoCAD 的绘图窗口时为十字形状，所以又称其为十字光标。十字线的交点为光标的当前位置。AutoCAD 的光标用于绘图、选择对象等操作。

(6) 坐标系图标

坐标系图标通常位于绘图窗口的左下角，表示当前绘图所使用的坐标系的形式以及坐标方向等。AutoCAD 提供世界坐标系 (World Coordinate System, WCS) 和用户坐标系 (User Coordinate System, UCS) 两种坐标系。世界坐标系为默认坐标系。

(7) 命令窗口

命令窗口是 AutoCAD 显示用户从键盘键入的命令和显示 AutoCAD 提示信息的地方。默认时，AutoCAD 在命令窗口保留最后三行所执行的命令或提示信息。用户可以通过拖动窗口边框的方式改变命令窗口的大小，使其显示多于 3 行或少于 3 行的信息。

(8) 状态栏

状态栏用于显示或设置当前的绘图状态。状态栏上位于左侧的一组数字反映当前

光标的坐标，其余按钮从左到右分别表示当前是否启用了捕捉模式、栅格显示、正交模式、极轴追踪、对象捕捉、对象捕捉追踪、动态 UCS（用鼠标左键双击，可打开或关闭）、动态输入等功能以及是否显示线宽、当前的绘图空间等信息。

（9）模型/布局选项卡

模型/布局选项卡用于实现模型空间与图纸空间的切换。

（10）滚动条

利用水平和垂直滚动条，可以使图纸沿水平或垂直方向移动，即平移绘图窗口中显示的内容。

（11）菜单浏览器

单击菜单浏览器，AutoCAD 会将浏览器展开，如图 1-14 所示。

用户可通过菜单浏览器执行相应的操作。



图 1-14 AutoCAD 2012 浏览器

（12）工作空间

AutoCAD 2012 提供了多种工作空间，用户可以通过进行适当的切换来完成不同的任务。在如图 1-15 所示的“工作空间”工具栏上，选择相应的空间即可。当选择不同的空间时，将显示对应的工具栏及面板等基本元素。



图 1-15 “工作空间”工具栏

1.2.3 AutoCAD 2012 的工具与工程制图的关系

实际上，任何计算机绘图工具都是用来取代手工绘图工具的，而且由于计算机的天然属性，其效率方面的工具也必不可少。下面结合手工绘图操作，分析一下 AutoCAD 工程图草绘工具的可能性及对照性。

（1）图板

图板主要用来固定图纸。它一般是用胶合板制成，板面光滑平整，四边由平直的

硬木镶边，其左侧边称为导边。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号。与此对应，AutoCAD 必须提供绘图区，并且有相应的幅面图纸。

(2) 绘制直线工具

1) 丁字尺。如图 1-16 (a) 所示，有木质的和有机玻璃的两种。它由相互垂直的尺头和尺身组成。使用时，左手扶住尺头，将尺头的内侧边紧贴图板的导边，上下移动丁字尺，自左向右，可画出不同位置的水平线。

2) 三角板。如图 1-16 (b) 所示，一般由有机玻璃制成，可与丁字尺配合使用画垂直线和倾斜线。一副三角板有 $300\text{mm} \times 600\text{mm} \times 900\text{mm}$ 和 $450\text{mm} \times 450\text{mm} \times 900\text{mm}$ 两块。

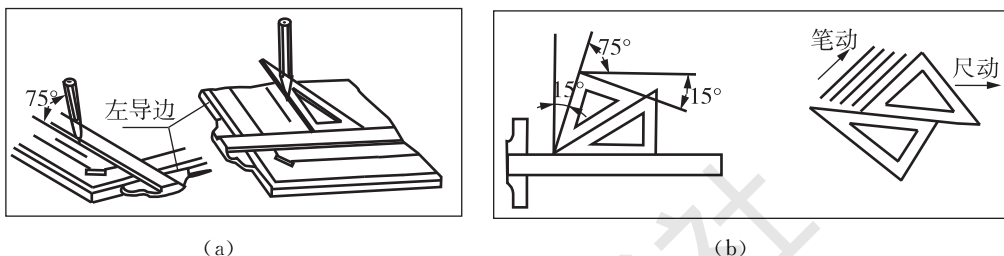


图 1-16 直线工具

(3) 比例尺

如图 1-17 所示，比例尺常为木质三棱柱体，也称为三棱尺。在它三面刻有 6 种不同的比例刻度。绘图时应根据所绘图形的比例选用相应的刻度，直接进行度量，无须计算。与此对应，AutoCAD 提供比例缩放工具。

(4) 分规

如图 1-17 所示，分规两腿均装有钢针，当两脚合拢时，两针尖应合成一点。它主要用于量取尺寸和截取线段。与此对应，AutoCAD 应该提供裁剪工具。

(5) 圆规

如图 1-18 所示，圆规用于绘制圆弧和圆。与此对应，AutoCAD 应该提供圆工具和圆弧工具。

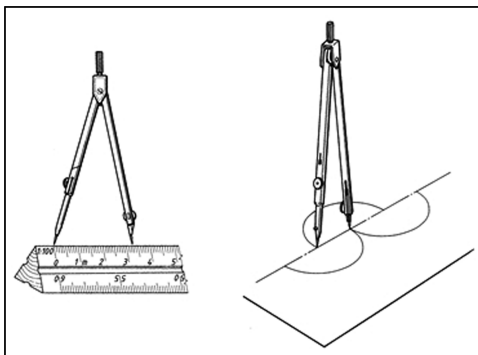


图 1-17 比例尺与分规

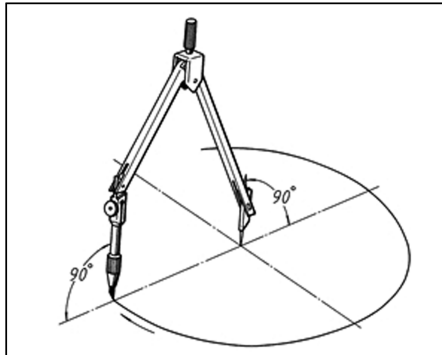


图 1-18 圆规

(6) 曲线板

如图 1-19 所示，曲线板是绘制非圆曲线的常用工具。与此对应，AutoCAD 提供了样条曲线工具。

(7) 铅笔

如图 1-20 所示，铅笔是手工绘图的工具。与此对应，AutoCAD 应提供线型工具。如果用于写字，还必须提供字体样式工具。

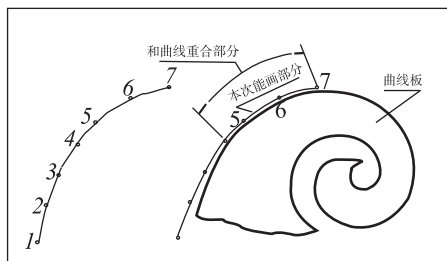


图 1-19 曲线板

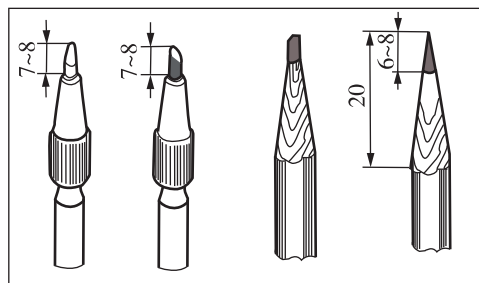


图 1-20 铅笔

(8) 擦线板

擦线板用于擦拭不必要的线条和文字。在工程图绘图中，经常由于各种操作而产生“垃圾线条”和“垃圾点”，因此必须时常进行更新。AutoCAD 提供了重画、重生成工具，用来刷新屏幕。

1.3 图 纸

1.3.1 图纸幅面与比例

这里介绍的国家标准源自最新的国家标准《技术制图》，例如 GB/T 14689—2008、GB/T 14690—1993。

1. 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

(1) 图纸的基本幅面

图纸宽度 (B) 和长度 (L) 组成的图面称为图纸幅面，如图 1-21 所示。

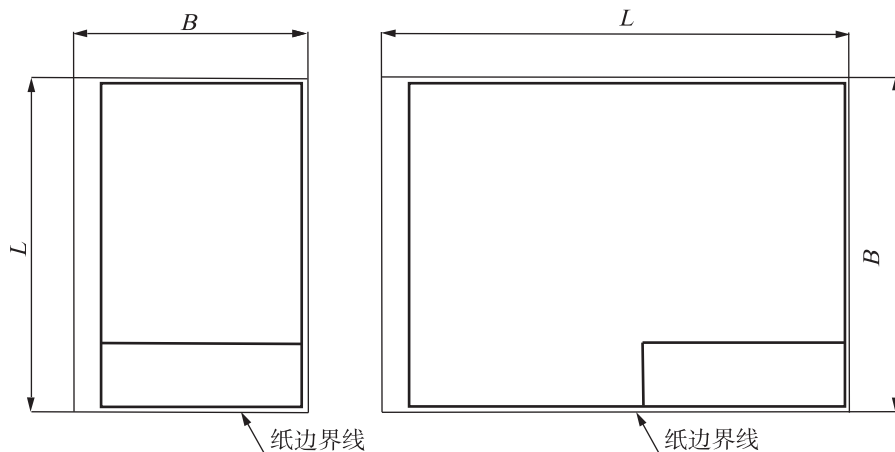


图 1-21 图纸幅面

图纸幅面分为基本幅面和加长幅面。不管哪种幅面的图纸，其单位都是毫米。绘制技术图样时，一般优先采用基本幅面，如表 1-2 所示。

5 种基本幅面代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4，这与 ISO 标准规定的幅面代号和尺寸完全一致。

表 1-2 基本幅面的代号、尺寸及周边的尺寸（第一选择） (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
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

当采用基本幅面绘制图样有困难时，也允许选用加长幅面，加长幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。一般有 A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5 等。

加长幅面（第二选择）如表 1-3 所示。

表 1-3 加长幅面尺寸（第二选择） (mm)

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 $B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

加长幅面（第三选择）如表 1-4 所示。

表 1-4 加长幅面尺寸（第三选择） (mm)

幅面代号	尺寸 ($B \times L$)	幅面代号	尺寸 ($B \times L$)
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

如图 1-22 所示，粗实线表示表 1-2 的基本幅面（第一选择），细实线表示表 1-3 的加长幅面（第二选择），虚线表示表 1-4 的加长幅面（第三选择）。

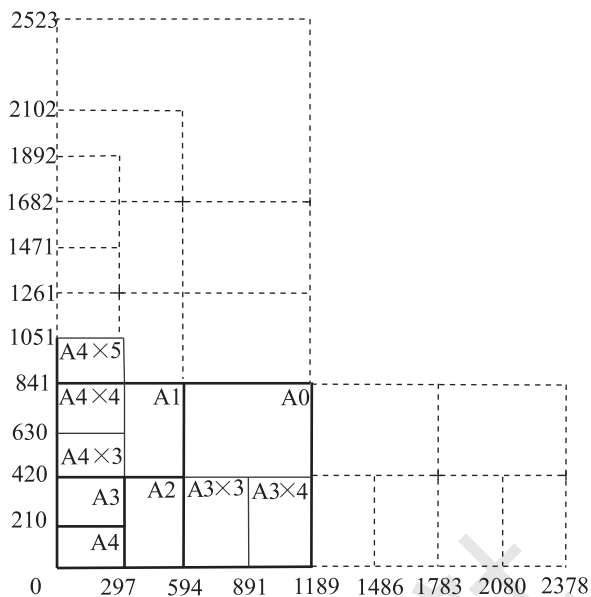


图 1-22 基本图幅及加长幅面

(2) 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框，其格式如图 1-23 所示。

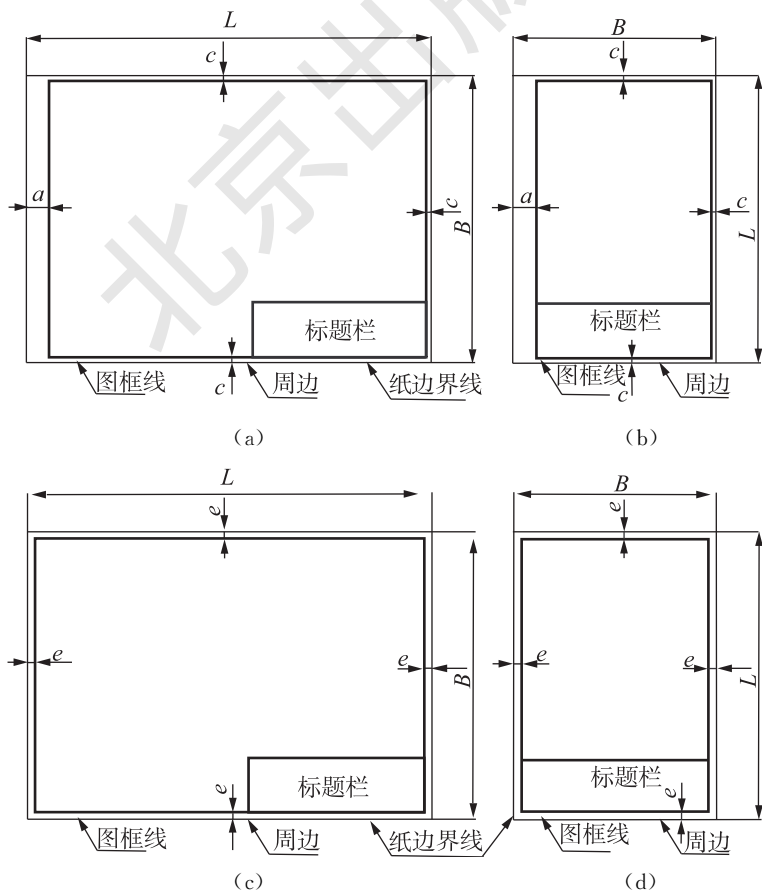


图 1-23 图框格式

图纸空间是由纸边界线（幅面线）和图框线所组成的。无论图纸是否装订，图框线都必须用粗实线绘制，表示图幅大小的纸边界线用细实线绘制。图框线与纸边界线之间的区域称为周边。对于保留装订边的图框格式来讲，装订侧的周边尺寸 a 要比其他 3 个周边的尺寸 c 大一些。不留装订边的图框的 4 个周边尺寸相同，均为 e 。各周边的具体尺寸与图纸幅面大小有关。

当图样需要装订时，一般采用 A3 幅面横装，A4 幅面竖装，如图 1-22 所示。

1) 留有装订边的图纸的图框格式如图 1-23 (a)、(b) 所示，图中尺寸 a 、 c 按表 1-2 的规定选用。

2) 不留装订边的图纸的图框格式如图 1-23 (c)、(d) 所示，图中尺寸 e 按表 1-2 的规定选用。

3) 加长幅面图纸的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 $A2 \times 3$ 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20（或 c 为 10），而 $A3 \times 4$ 的图框尺寸，按 A2 的图框尺寸确定，即 e 为 10（或 c 为 10）。

另外还有对中符号、剪切符号、方向符号等，在《技术制图》标准中都有明确规定。

(3) 标题栏及其方位

在每张图纸上均需要画出标题栏。标题栏位于图纸的右下角，见图 1-22 中的位置，看图的方向与看标题栏的方向一致。

在工程制图中，图纸必须有图框和标题栏，有的图纸如装配图中还需要有明细栏，一般在标题栏上面。国家标准对图框和标题栏的绘制有明确的规定，所以在绘制图纸时一定要参照相关标准执行。

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区及其他区组成。

1) 标题栏的格式和尺寸按《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008) 的规定，如图 1-24 所示。

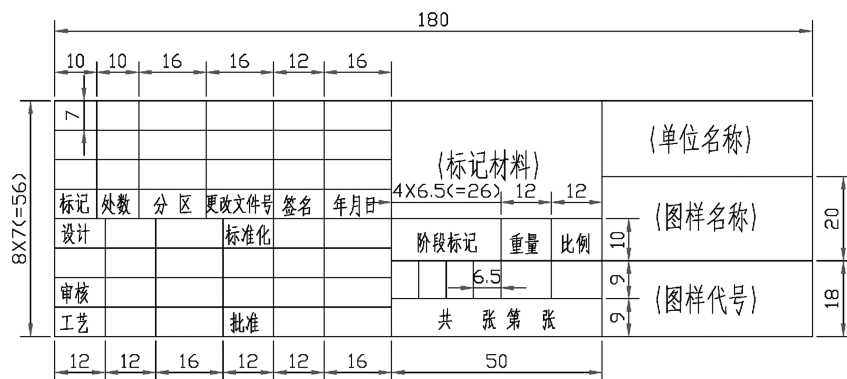


图 1-24 标题栏的格式及尺寸

2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-23 (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 1-23 (b)、(d) 所示，在此情况下看图的方向与看标题栏的方向一致。

3) 当使用预先印制好图框及标题栏格式的图纸时, 为合理安排图形的需要, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 如图 1-25 (a) 所示。或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1-25 (b) 所示。这时看图方向与标题栏的方向不同, 就需要在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号, 以明确表示看图的方向。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 1-25 (c) 所示。

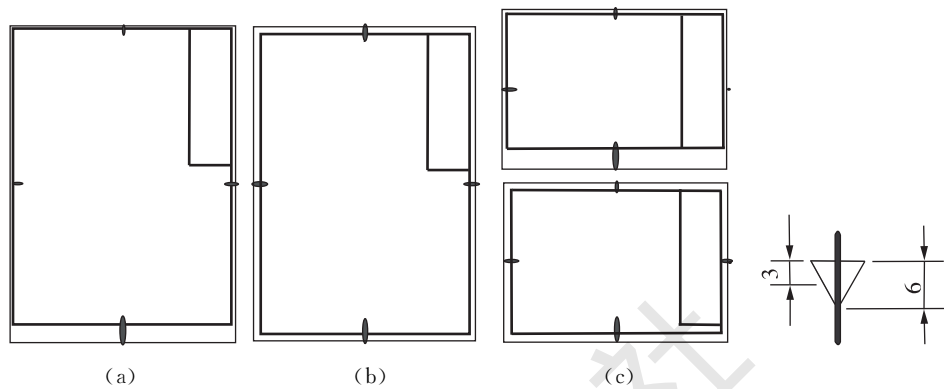


图 1-25 图纸的另一种配置方式及方向符号

4) 学生作业可以采用如图 1-26 所示的简化格式。

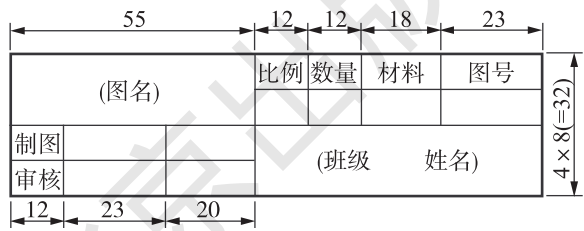


图 1-26 简化标题栏格式

(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, 各号图纸均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, 长度从纸边界开始画入图框内约 5mm, 如图 1-25 (a)、(b) 所示。当对中符号处在标题栏范围时, 伸入标题栏部分省略不画, 如图 1-25 (b) 所示。

2) 方向符号。对于按如图 1-24 所示配置的图纸, 为了明确绘图与看图时图纸的方向, 应在图纸下边的对中符号处画一个方向符号, 如图 1-25 (a)、(b) 所示。

2. 比例 (GB/T 14690 – 1993)

“图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比”称为比例。比值为 1 的比例称为原值比例, 即 1 : 1。比值大于 1 的比例称为放大比例, 如 2 : 1 等。比值小于 1 的比例称为缩小比例, 如 1 : 2 等。

绘制技术图样时, 应在表 1-5 规定的系列中选取适当的比例, 最好选用原值比例, 但也可根据机件大小和复杂程度选用放大或缩小比例。

表 1-5 标准比例

	种类	比例
	原值比例	1 : 1
第一选择	放大比例	5 : 1 2 : 1 5×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 1×10 ⁿ : 1
	缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ 1 : 1×10 ⁿ
第二选择	放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4×10 ⁿ : 1 2.5×10 ⁿ : 1
	缩小比例	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。

同一机件的各个视图应采用相同比例，并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例时，可在视图名称的下方标注比例，如图 1-27 所示。

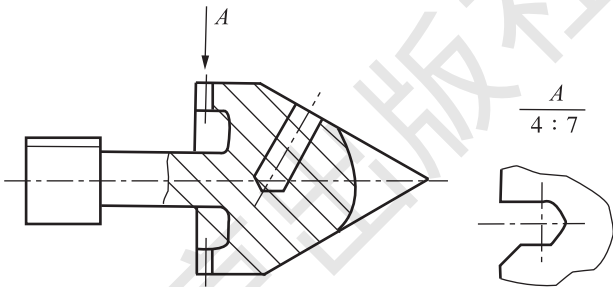


图 1-27 不同比例的标注

1.3.2 AutoCAD 中图纸幅面的设置

1. 设置绘图单位

手工制图时，按照国家标准，图纸的大小有严格的规定。使用 AutoCAD 2012 绘图，可以在任意大小的屏幕坐标系中绘图。

绘图需要图纸，国家标准中对图纸的幅面（单位和大小）进行了具体规定。在使用 AutoCAD 绘图时，也需建立一个绘图需要的环境、一个绘图区域即工作区，包括度量单位、图纸尺寸以及想用的比例等的确定。

由于设计单位、项目的不同，可以有不同的度量系统，如英制、米制、工程单位制和建筑单位制等，因此在工作区的建立中，首要是选择用户需要的单位制。

在菜单栏中选择“格式”→“单位”命令，或者在命令行窗口输入 Units 命令，弹出“图形单位”对话框，如图 1-28 所示。

在“图形单位”对话框中，可以进行长度、角度的类型和精度的设置，缩放比例单位的设置等。缩放插入内容的单位一般选择毫米即可。角度度量方向一般按逆时针

方向为正。如果勾选“顺时针”复选框，则按顺时针方向为正。

角度的 0 度参照还有一个方向问题，单击“方向”按钮，将弹出“方向控制”对话框，如图 1-29 所示。



图 1-28 “图形单位”对话框



图 1-29 “方向控制”对话框

下面对参数逐一进行介绍。

(1) “长度”——在该选项区设置长度测量单位类型和测量的精度。

1) “类型”——在该下拉列表框中包含了“分数”“工程”“建筑”“科学”“小数”5 个选项。一般“工程”单位制用于大块土地布置的图形，“建筑”单位制在建筑项目中使用。根据不同的绘图目的可以选用不同的单位类型。默认方式下选择“小数”选项。

2) “精度”——在该下拉列表框中设置当前长度单位类型的测量精度，精度范围为从 0 到 0.00000000（小数点后 8 位），根据实际绘图的需要，从中选择一项。

(2) “角度”——在该选项区设置角度测量单位类型、测量的精度和测量的正方向。

1) “类型”——在该下拉列表框中包含了“百分度”“度/分/秒”“弧度”“勘测单位”“十进制度数”5 个选项。其中“十进制度数”选项一般用于平面图的绘制，为默认方式。

2) “精度”——在该下拉列表框中设置当前角度单位类型的测量精度，从 0 到 0.00000000（小数点后 8 位）有 9 个选项可供选择。

3) “角度方向”——通过“顺时针”复选框来设置角度的测量方向。在默认状态下不勾选该复选框，在测量时逆时针方向为正。如果勾选了该复选框，则在测量时将以顺时针方向为正。

(3) “缩放比例”——在下拉列表框中设置缩放拖放内容的单位。

控制使用工具选项板拖入当前图形的块的测量单位。如果块或图形创建时使用的单位与该选项指定的单位不同，则在插入这些块或图形时，将对其按比例缩放。插入

比例是源块或图形使用的单位与目标图形使用的单位之比。如果插入块时不按指定单位缩放,请在下拉列表框中选择“无单位”。

(4) “输出样例”——提供当前图形单位设置的样例预览,反馈当前设置的显示方式,以帮助用户做出正确的设置。

(5) “基准角度”——在“方向控制”对话框中设置基准角度的方向,即零度角方向。

在 AutoCAD 2012 中,零度角方向是相对于用户坐标系的方向,它影响整个角度测量,如角度的显示格式、对象的旋转角度等。默认时,“基准角度”为“东”,即 X 轴为正方向,并且按逆时针的方向测量角度。用户可以选择其他的方向,如“北”“西”或“南”等。

點選“其他”单选按钮后,用户可以在“角度”文本框中输入零度角方向与 X 轴沿逆时针方向的夹角。

单击“拾取角度”按钮,可在绘图区拾取某角度作为基准角度。该设置保存在 Angbase 系统变量中。

2. 设置绘图区大小

绘图区就是手工绘图中图纸的尺寸。在 AutoCAD 2012 中,是通过设置图形界限来设置绘图空间中的一个假想矩形绘图区域的。图形界限相当于用户选择的图纸图幅大小。通常,图形界限是通过屏幕绘图区的左下角和右上角的坐标来规定的。但是,用户不能在 Z 方向上添加界限。

图形界限的设置是通过 Limits 命令来确定的,执行这个命令后系统将会有相应的提示,根据提示输入两个坐标值即可。

执行 Limits 命令有两种方法:

- (1) 在命令行窗口中输入 Limits。
- (2) 在菜单栏中选择“格式”→“图形界限”命令。

图形边界用两个 (X, Y) 坐标表示,一个表示绘图区的左下角,另一个表示绘图区的右上角。例如,定义一个宽 210mm、高 297mm 的绘图区。命令行提示如下:

命令: Limits

重新设置模型空间界限:

指定左下角点或 [开 (ON) /关 (OFF)] < 0.0000, 0.0000> : 0, 0 (在命令行输入左下角坐标)

指定右上角点 < 420.0000, 297.0000> : 210, 297 (在命令行输入右上角坐标,完成设置)

其中:

1) 开——打开图形界限检查。处于该状态时,AutoCAD 2012 将拒绝输入任何位于图形界限外部的点。但因为界限检查只检测输入点,所以其他的图形(比如圆)的某些部分可能延伸出界限。

2) 关——关闭图形界限检查,但保留边界值,以备将来进行边界检查。这时允许在界限之外绘图,这是默认设置。

1.4 文字、线条与尺寸

1.4.1 字体

1. 国标规定的字体

《技术制图 字体》的国家标准代号为 GB/T 14691—1993。该标准等效采用国际标准 ISO 3098/1—1974 中的第一部分和 ISO 3098/2—1984 中的第二部分。

国标规定图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度（用 h 表示）代表字体的号数，如 7 号字的高度为 7mm。字体高度的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如果要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 汉字

汉字应写成长仿宋体（直体），并应采用国家正式公布的简化字。由于有些汉字的笔画较多，国标规定汉字的高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽约为字高度的 0.7 倍。

书写长仿宋体的要点为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的示例如图 1-30 所示。

10 号字：

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字：

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字：

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山港口纺织

图 1-30 汉字文字示例

(2) 字母和数字

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。在同一图样上，只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字，斜体字字头与水平线向右倾斜。文字示例如图 1-31 所示。

(3) CAD 中的字体标准

在 CAD 制图中，数字与字母一般以斜体输出，汉字以正体输出。国家标准《CAD 工程制图规则》中所规定的字体与图纸幅面的关系如表 1-6 所示。



图 1-31 字母和数字文字示例

表 1-6 字体与图纸幅面关系

图幅 字体高度	A0	A1	A2	A3	A4
汉字高度	7	7	5	5	5
字母和数字高度	5	5	3.5	3.5	3.5

在机械工程的 CAD 制图中，汉字的高度降至与数字高度相同。在建筑工程的 CAD 制图中，汉字高度允许降至 2.5mm，字母数字对应地允许降至 1.8mm。

2. AutoCAD 中的字体设置与输入

AutoCAD 中，文字的设置包括字体、高度、宽度和角度等的设置。用户可以使用 Style 命令来设置文字样式，可以自己创建文字样式或调用图形模板中的文字样式。

对于一些比较简单的文字，可以用 Text 命令，但该文字功能相对比较弱，字体的选择方式也不灵活，如果要编写技术要求等多种文字就比较麻烦。

AutoCAD 2012 还提供了多行文字工具按钮或 MTEXT 命令来增强对文字的支持。它可处理成段文字，可以单独设置某些字的字体、大小、字型、颜色等，还可以设置文字的堆叠，很像 Word 程序，使用非常方便。

1.4.2 图线

1. 国标中关于图线的规定 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

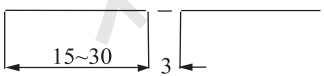
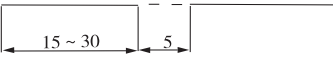
图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线、曲线、连续线、不连续线。

国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 和《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 中，规定了 15 种基本线型及图线应用。绘制机械图样只用到其中的一小部分。常见的图线名称、型式、宽度及在图样中的一般应用应符合表 1-7 的规定。



直线绘图方法之鼠标定方向

表 1-7 基本线型及应用 (GB/T 17450—1998)

图线名称	图线型式	线宽	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 可见过渡线 图框线
细实线		$d/4$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同一表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$d/4$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
双折线		$d/4$	断裂处的边界线
虚线		$d/4$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点画线		$d/4$	轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线 (分度圆及分度线)
粗点画线	 (线长及间距同细点画线)	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线 (细)		$d/4$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 实验或工艺用结构的轮廓线 中断线

注：所有线型的图线宽度 (d) 的系列为 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.50, 0.7, 1, 1.4, 2 (单位均为 mm)。

2. 图线画法

(1) 机械图样中,粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4 : 2 : 1。在表 1-7 中,粗实线的宽度通常选用 0.5mm 或 0.7mm,其他图线均为细线。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

(2) 除非另有规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(3) 细点画线和细双点画线的首末端一般应是长画而不是点,细点画线应超出图形轮廓 2~5mm。当图形较小时难以绘制细点画线时,可用细实线代替细点画线,如图 1-32 所示。

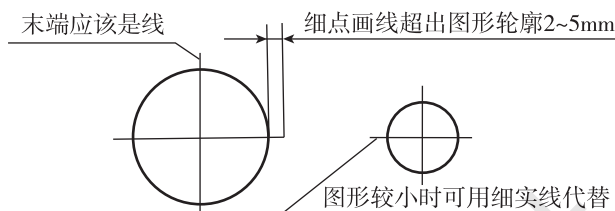


图 1-32 细点画线的画法

(4) 当不同图线互相重叠时,应按粗实线、细虚线、细点画线的先后顺序只画前面一种图线。手工绘图时,细点画线或细虚线与粗实线、细虚线、细点画线相交时,一般应以线段相交,不留空隙。当细虚线是粗实线的延长线时,粗实线与细虚线的分界处应留出空隙,如图 1-33 所示。

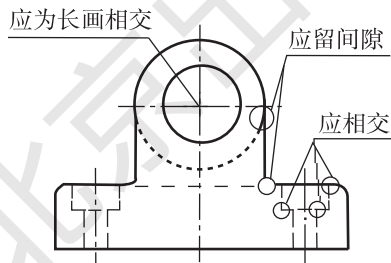


图 1-33 细点画线或细虚线与其他图线的关系

3. AutoCAD 中图层和线型对应关系

表 1-8 图层与线型的对应关系 (GB/T 14665—1998)

图层	线型描述	颜色
01	粗实线, 剖切面的粗剖切线	白
02	细实线, 细波浪线, 细折断线	红, 绿, 蓝
03	粗虚线	黄
04	细虚线	黄
05	细点画线, 剖切面的剖切线	蓝绿/浅蓝
06	粗点画线	棕
07	细双点画线	粉红/橘红
08	尺寸线, 投影连线, 尺寸终端与符号细实线	白

续表

图层	线型描述	颜色
09	参考圆，包括引出线和终端（如箭头）	白
10	剖面线	白
11	文本（细实线）	白
12	尺寸值和公差	白
13	文本（粗实线）	白
14, 15, 16	用户选用	

在 AutoCAD 中，一般按表 1-8 设置图层和线型。而且，对于各种线型，也有其相关颜色规定。表中没有特别标出的，均为用户自行确定。

4. AutoCAD 中的图层及设置

所谓层，最直观的理解方法是把它想象成为没有厚度的透明片，各层之间完全对齐。一层上的某一基准点准确地对应于其他各层上的同一基准点。在不同的层上可以使用不同颜色、型号的画笔绘制线条样式不同的图形。在绘制同一个图形时可以使用不同的图层直接叠合完成。

对于 AutoCAD 的图层特性及设置，请参见本书后面图层相关内容。

1.4.3 尺寸

1. 国标中关于尺寸标注的规定（GB/T 4458. 4—2003， GB/T 16675. 2—2012）

图形只能表达机件的结构形状，其真实大小由尺寸确定。一张完整的图样，其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。



尺寸标注公差

（1）基本规定

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与绘图的比例及绘图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸一般以毫米为单位。当以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位时，则必须注明相应计量单位的代号或名称。

3) 图样中标注的尺寸应为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

（2）尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸数字（包括必要的字母和图形符号）、尺寸线和尺寸界线组成，如图 1-34 所示。

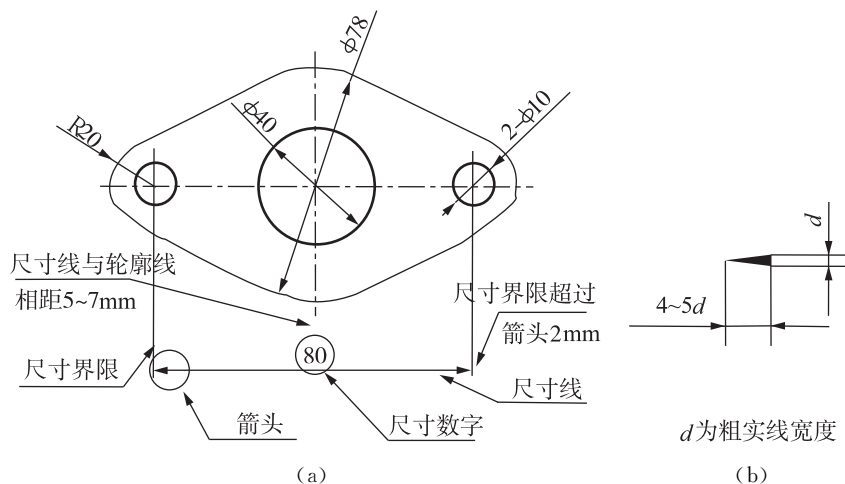


图 1-34 尺寸组成

1) 尺寸界线用细实线绘制，并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可以用轮廓线、轴线或对称中心线做尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 2mm，如图 1-33 (a) 所示。若在光滑过渡处标注尺寸，必须用细实线将轮廓线延长，并从它们的交点引出尺寸界线，如图 1-35 所示。

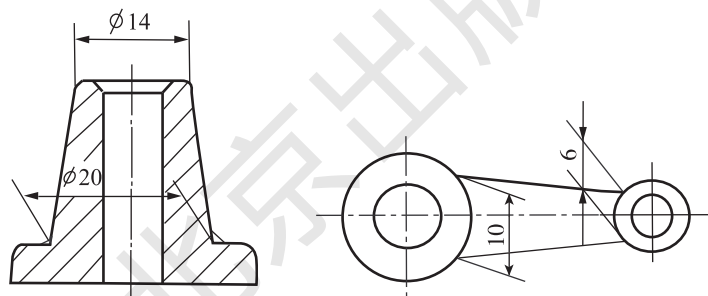


图 1-35 光滑过渡处的尺寸界线

2) 尺寸线必须用细实线画出，不得用其他图线代替或画成其他图线的延长线，也不能与其他图线重合。尺寸线的终端应画出箭头，并与尺寸界线相接触。通常尺寸线应垂直于尺寸界线。尺寸线终端的箭头如图 1-34 (b) 所示，箭头最粗处的宽度为 d (d 为粗实线宽度)，其长度约为 $4 \sim 5d$ 。同一图样中所有尺寸箭头的大小应大致相同。当尺寸界线内侧没有足够位置画箭头时，可将箭头画在尺寸界线的外侧。当尺寸界线内、外侧均无法画箭头时，可用圆点代替，圆点必须画在用细实线引出的尺寸界线上，圆点的直径为粗实线的宽度 d 。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线与轮廓线以及两平行尺寸线的间距一般取 7mm 左右，如图 1-34 所示。

3) 线性尺寸的尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方，如图 1-35 所示。也允许注写在尺寸线的中断处。当没有足够的位置注写尺寸数字时，可引出标注。线性尺寸的尺寸数字应按图 1-36 (a) 所示的方向注写。水平方向的尺寸数字字头朝上，垂直方向的尺寸数字字头朝左，倾斜方向的尺寸数字字头趋于朝上。当必须在图中所示 30° 范围内标注尺寸时，可按图 1-36 (b) 的形式标注。尺寸数字不允许被任何图线穿过，当不可

避免时，必须将图线断开，如图 1-36 (c) 所示。

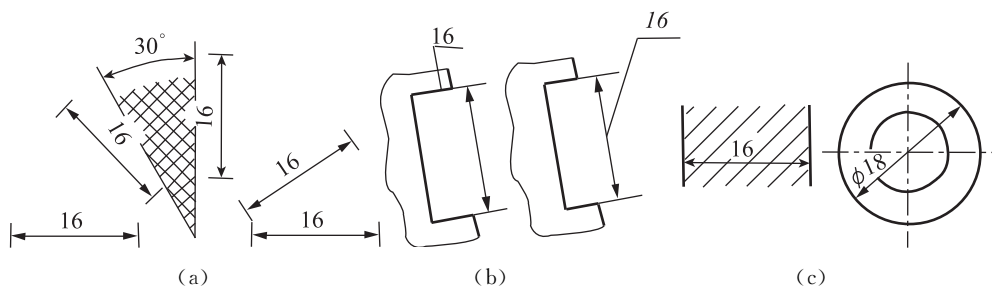


图 1-36 尺寸数字注写

2. AutoCAD 尺寸标注

在 AutoCAD 中，提供了专门的标注工具，可以标注线性尺寸、坐标、直径、半径、角度、圆心等，还可以设置不同的标注样式。“标注”工具栏如图 1-37 所示。相比于上面所言的尺寸标注，该工具还提供了一些根据软件特点来标注尺寸的专门工具。关于标注工具的使用方法，请参见本书第 7 章尺寸标注相关内容。

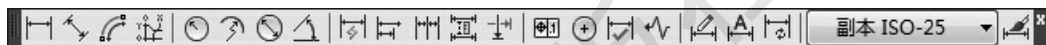


图 1-37 “标注”工具栏

1.5 练习题

问答题

- (1) 什么是工程图？简述立体图与平面图的区别。
- (2) 国标中常用的图纸幅面有哪些？简述在绘图中的比例及其应用。
- (3) 在 AutoCAD 2012 中如何设置绘图单位及图形界限？
- (4) 简述国标中字体的基本要求。
- (5) 国标中的线条有哪些？分别应用在哪些场合？
- (6) 国标中的图层规定有哪些？
- (7) 国标中的尺寸标注由哪些基本元素组成？标注中需要注意什么问题？