

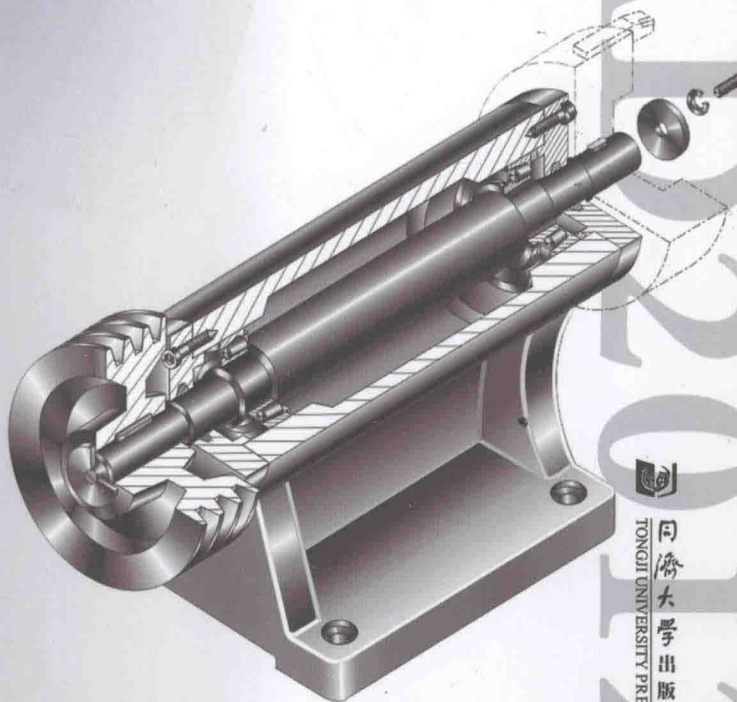
全国CAD应用培训网络工程设计中心统编教材

(初级)

计算机绘图

AutoCAD2012版

主编 李启炎 编著 郝泳涛 李旻



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

· 全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材 ·

计算机绘图 (初级)

——AutoCAD 2012 版

李启炎 主编

郝泳涛 编著

李 旻

计算机绘图 (初级) —— AutoCAD 2012 版

李启炎 主编

郝泳涛 编著

李旻

同济大学出版社

上海

2012 年 11 月

第 1 版

第 1 次印刷

16 开

48 页

ISBN 978-7-311-03111-1

定价: 20.00 元

发行: 同济大学出版社

地址: 上海四平路 1265 号

安全环保



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书重点介绍了 AutoCAD 2012 中文版在产品中的应用方法与技巧。全书共 11 章, 分别介绍了 CAD 应用简介、软件基本概念、基本二维绘图工具、高级二维绘图工具、基本图形编辑工具、高级图形编辑工具、图层与实体属性、图块及外部参照、文字与表格、图形的尺寸标注、图纸空间和出图打印。全书阐述详实, 图文并茂, 语言简洁, 思路清晰。众多知识点都配有案例讲解, 使读者对知识点有更进一步的了解。

本书可作为 AutoCAD 的培训教材和院校学生的参考用书, 也适合于 AutoCAD 绘图的初学者作自学使用, 也可供有一定基础的设计人员作为参考之用。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机绘图: 初级: AutoCAD 2012 版 / 李启炎主编;
郝泳涛, 李旻编著. -- 上海: 同济大学出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5608-5020-7

I. ①计… II. ①李… ②郝… ③李… III. ① AutoCAD
软件 IV. ① TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 262981 号

计算机绘图 (初级) ——AutoCAD 2012 版

李启炎 主编

郝泳涛 李旻 编著

责任编辑 姚焯铭 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海市四平路 1239 号邮编: 200092 电话: 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏大丰印刷二厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.75

字 数 418000

印 数 1—11000

版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5020-7

定 价 33.00 元

把計祿机輔助設
計事業办得更好

甲申四月 韓啓德



普及计算机辅助设计
迎接人工智能新时代

宋健

前 言

计算机绘图是计算机辅助设计（CAD）的基础之一。设计人员通过创意构思，设计出新产品、新工程，需形成加工图或工程图才能付诸生产和施工。因此，计算机绘图是工程师和设计师从事 CAD 工作的必备技能。CAD 技术现在已经成为企业提高创新能力、提高产品开发能力、增强企业适应市场需求的竞争力的一项关键技术。大力推广应用 CAD 技术，开展全国性的“CAD 应用工程”是我国近十几年来重中之重的项目。未来 10~15 年内，企业信息化将是我国企业发展并为之追求的一个主题，而所有这一切都必须基于“人才先行”的基本方针。国家科技部和国家教育部在上海设立的“全国 CAD 应用培训网络工程设计中心”的主要任务之一就是大力推广普及 CAD 技术应用。该中心以同济大学为依托，已在全国范围内建立了近 250 个二级培训基地。每年培训超过 8 万人次以上的各类 CAD 技术人才。

为了更好地统一教学，提高教学质量，“全国 CAD 应用培训网络工程设计中心”统一制订了各科目的教学大纲并积极组织力量编写统一教材。《计算机绘图（初级）》就是其中之一。该书从 AutoCAD R12 版开始，经过 R13、R14、R2000、R2004、R2008 等多次改版，现在又进行了 AutoCAD R2012 改版，每次在改版过程中都认真吸取读者和网点教师的宝贵意见，力争不断完善。

本书有以下几个特点：

1. 在章节编排方面充分考虑到培训教学的特点，不同于许多其他计算机书籍手册型的编写方式。在介绍 AutoCAD 命令时始终与实际应用相结合，学以致用原则贯穿全书，以使读者对绘图命令有深刻和形象的理解，有利于培养读者用 AutoCAD 独立完成设计绘图的能力。
2. 采用易于接受的、循序渐进的方式讲述计算机绘图知识，使初学者能由浅入深、由简到繁地掌握计算机绘图技术。
3. 第 1 章着重讲述了 CAD 技术的基本知识，有助于读者了解 CAD 技术的发展历史和应用领域，以及 CAD 技术发展的趋势。

4. 以 AutoCAD R2012 为基础，讲述了 AutoCAD 的基本知识、基本操作、二维绘图工具、图形编辑工具、图层、图块、外部参照、文字与表格、尺寸标注、图纸空间以及出图打印等内容。同时新增了 AutoCAD R2012 的一些新功能。

5. 与本书配套的《计算机绘图（初级）习题及实验手册》，作为培训教学用上机实验书，适合大专院校、中高等职业技术学院学生以及广大初学者作上机指导书，能使读者更加深入地理解、熟练操作 AutoCAD 的命令。

本书由全国 CAD 应用培训网络工程设计中心主任李启炎教授主编，同济大学 CAD 研究中心郝泳涛博士、李旸博士共同编写。本书在编写过程中还得到了全国 CAD 应用培训网络工程设计中心以及二级网点的许多老师的关心和支持，他们提出了非常多的宝贵意见，同济大学 CAD 研究中心许多同志也给予了不少支持和帮助，在此，编者由衷地感谢他们。

虽然我们已尽心尽力，但要求在提高，期望也在提升，本书中如有错误和不足之处，望广大专家和读者能给予批评和指正，并真诚希望大家能提出宝贵意见，以供下次改版参考。

编著者

2012 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 CAD 应用简介	(1)
1.1 CAD 技术历史	(1)
1.2 CAD 技术应用	(2)
1.3 CAD 技术展望	(3)
第 2 章 初识 AutoCAD 2012	(5)
2.1 AutoCAD 2012 软件界面	(5)
2.2 坐标系	(12)
2.3 基本操作	(16)
2.4 设置绘图环境	(28)
2.5 显示控制	(31)
第 3 章 基本二维绘图工具	(37)
3.1 画点 (POINT)	(37)
3.2 画直线 (LINE)	(40)
3.3 画圆 (CIRCLE)	(43)
3.4 画圆弧 (ARC)	(46)
3.5 画椭圆和椭圆弧 (ELLIPSE)	(49)
3.6 特殊点的捕捉	(52)
3.7 点的过滤	(55)
3.8 重新生成 (REGEN)	(58)
第 4 章 高级二维绘图工具	(60)
4.1 等分点 (DIVIDE)	(60)
4.2 参照线 (构造线)	(62)

4.3	多段线 (PLINE)	(64)
4.4	矩形 (RECTANG)	(67)
4.5	正多边形 (POLYGON)	(69)
4.6	实多边形 (SOLID)	(72)
4.7	圆环和实心圆 (DONUT)	(74)
4.8	多线 (MLINE)	(77)
4.9	样条曲线 (SPLINE)	(83)
4.10	徒手绘图 (SKETCH)	(84)
4.11	修订云线 (REVCLOUD)	(85)
4.12	图案填充与编辑	(87)
第 5 章	基本图形编辑工具	(97)
5.1	命令的撤消和恢复	(97)
5.2	删除 (ERASE)	(99)
5.3	复制 (COPY)	(100)
5.4	移动 (MOVE)	(102)
5.5	旋转 (ROTATE)	(103)
5.6	缩放 (SCALE)	(105)
5.7	拉伸 (STRETCH)	(107)
5.8	拉长 (LENGTHEN)	(109)
5.9	对齐 (ALIGN)	(111)
5.10	修剪 (TRIM)	(113)
5.11	延伸 (EXTEND)	(115)
第 6 章	高级图形编辑工具	(119)
6.1	打断 (BREAK)	(119)
6.2	合并 (JOIN)	(120)
6.3	倒角 (CHAMFER)	(121)
6.4	圆角 (FILLET)	(124)
6.5	镜像 (MIRROR)	(126)
6.6	偏移 (OFFSET)	(127)
6.7	阵列 (ARRAY)	(129)
6.8	分解 (EXPLODE)	(132)
6.9	编辑多段线 (PEDIT)	(133)

6.10	编辑样条曲线 (SPLINEDIT)	(137)
6.11	修改“对象特性”	(140)
6.12	设置“选项”对话框	(141)
第7章	图层与实体属性	(144)
7.1	图层	(145)
7.2	实体的颜色	(160)
7.3	实体的线型	(161)
7.4	实体的线宽	(165)
7.5	实体的特性匹配	(167)
第8章	图块及外部参照	(168)
8.1	图块的基本概念与特点	(168)
8.2	图块操作	(169)
8.3	图块属性	(179)
8.4	外部参照	(186)
第9章	文字与表格	(190)
9.1	文字	(190)
9.2	表格	(196)
第10章	尺寸标注	(203)
10.1	尺寸标注概述	(203)
10.2	尺寸标注的构成及类型	(204)
10.3	设置尺寸标注样式	(204)
10.4	尺寸标注的类型	(214)
10.5	尺寸标注的编辑	(225)
10.6	尺寸变量	(228)
第11章	图纸空间和出图打印	(229)
11.1	图纸空间	(229)
11.2	出图打印	(245)

第1章

CAD 应用简介

1.1 CAD 技术历史

CAD 诞生于 20 世纪 60 年代, 是美国麻省理工大学提出的交互式图形学研究计划。其全称是 Computer Aided Design, 即计算机辅助设计, 也就是使用计算机和信息技术来辅助工程师和设计师进行生产或工程的设计。CAD 技术是一项综合性的、正在迅速发展和应用的高新技术。

20 世纪 60 年代, 由于计算机及图形设备价格昂贵, 技术复杂, 只有一些实力雄厚的大公司, 如波音公司、通用汽车公司等才能使用这一技术。作为 CAD 技术的基础, 计算机图形学在这一时期得到了很快的发展。

20 世纪 70 年代是 CAD 技术充实提高的时期。由于电子电路设计采用了 CAD 技术, 使集成电路技术得到了很大的发展, 并在这一时期推出了以小型计算机为平台的 CAD 系统。同时图形软件和 CAD 应用支撑软件也不断充实提高。于是, 在 70 年代出现了面向中小型企业的商业化 CAD 系统。

20 世纪 80 年代是 CAD 技术取得大发展的时期。由于集成电路技术的进一步发展, 出现了大规模和超大规模集成电路 (VLSI)。计算机硬件平台又向前推进一大步, 微型计算机进入市场。在 80 年代中后期 RISC (精简指令集计算机) 技术在 CAD 工作站系统上的应用使 CAD 系统的性能大大提高了一步。与此同时, 图形软件更趋成熟, 二维、三维图形处理技术、真实感图形技术以及有限元分析、优化、模拟仿真、动态景观、科学计算可视化等各方面都已进入实用阶段。包括 CAD/CAE/CAM 一体化的综合软件包使得 CAD 技术又更上一个层次。

20 世纪 90 年代是 CAD 技术广泛普及、继续完善和向更高水平发展的时期。出现了成熟的高标准化、集成化的 CAD 系统, 由于 PC 平台的性能越来越好, 基于 PC 平台的价廉物美的系统相继出现, 使 CAD 技术的普及应用更具广阔诱人的前景。

现在, CAD 已在电子和电气、科学研究、机械设计、软件开发、机器人、服装业、出版业、

工厂自动化、土木建筑、地质、计算机艺术等各个领域得到广泛应用。

1.2 CAD 技术应用

1) 制造业中的应用

CAD 技术已广泛应用于各个领域。其中,以机床、汽车、飞机、船舶、航天器等制造业应用最为广泛和深入。众所周知,一个产品的设计过程要经过概念设计、详细设计、结构分析和优化、仿真模拟等几个阶段。概念设计主要解决产品的制造外观,在满足功能的前提下,使产品外观和外界环境协调,在现代化设计中,还应考虑对环境的污染,使其减至最小,当然还要考虑产品的整体结构、材料及实现主要功能的机构;详细设计是要确定产品的详细结构,各零部件的设计,所以又称为部件设计,包括各零部件的尺寸、形状和结构;结构分析主要包括有限元分析,将对各部件及产品整体的结构进行力学性能、热学性能的分析;仿真模拟则主要是对产品进行装配模拟、运动机构模拟,进行干涉和碰撞分析。

CAD 技术可以说贯穿整个设计过程。而且现代设计技术还从并行工程的概念出发,进行面向产品全生命周期的设计,即在设计阶段就对产品整个生命周期进行综合考虑,包括产品的功能和外观,对其可装配性、可生产性、可维修性、可循环利用性和环境的融合化等进行全面设计。

当前先进的 CAD 应用系统已经将设计、绘图、分析、仿真、加工等一系列功能集成于一个系统内。现在最常用的软件有:

美国 EDS 公司的 UG II;

法国 DASSULT 公司的 CATIA;

美国 PTC 公司的 PRO/E。

以上软件目前在一些大型工程设计中,如飞机、汽车等设计分析中被广为应用。自 20 世纪 90 年代以来,一些适用于中小型企业的三维 CAD 软件相继推出,如 Solidworks, Solidedge Autodesk 公司的 Inventor 以及以色列的 Cimatron 等。这些软件的特点是规模稍小,使用方便,工程师及设计师们容易掌握,大多在 Windows 平台上。此外 CATIA, PRO/E, UG II 等也都陆续推出了 Windows 版本,为其普及应用打下了良好的基础。

2) 工程设计中的应用

工程设计领域中 CAD 技术的应用也是比较早的。归纳起来, CAD 技术在工程领域中的应用有以下几个方面。

建筑：方案设计、三维造型、建筑渲染图，也就是我们通常所说的概念设计、平面布景、建筑构造设计、小区规划、日照分析、室内装潢（包括室内分隔、家具、环境设计等）。

结构：有限元分析、结构平面设计、框和排架结构计算和分析、高层结构分析、地基及基础设计、钢结构设计与加工。

设备：水、电、暖等各种设备及管道设计。

市政建设：城市规划、城市交通——道路高架、轻轨、地铁。

市政管线：自来水、污水排放、煤气、电力、暖气、通信（包括电话、有线电视、数据通信等）。

交通工程：公路、桥梁、铁路、航空、机场、港口、码头。

水利工程：大坝、水渠、河海工程。

房地产开发及物业管理、工程概预算、施工过程控制与管理、风景、旅游景点设计与布置、智能大厦设计等。

目前在工程CAD软件中集建筑、结构、水、电、暖设备于一体的集成化CAD软件尚不多见，在国内开发和市场上推出的软件大多为单项设计软件，工程领域中集成化软件的开发也是当今软件开发商们集中关注的热点。此外，科学计算可视化及虚拟现实技术正应用于建筑物抗震、抗风、抗灾的分析研究以及虚拟建筑、室内漫游等现代化设计方法中，具有广阔的应用前景。

3) 其他应用

CAD技术除了在制造业和工程设计领域中的应用外，在轻工、纺织、家电、服装、制鞋、医疗和医药乃至文化娱乐和体育方面都得到应用：如轻工机械的设计；化妆品和洗涤用品盛器的模具设计及包装平面设计；各种小商品的造型设计；纺织行业中印花提花设计、服装CAD及排料、裁剪；制鞋业中造型以及配合人体足部骨骼肌腱的人体工学设计；医药中的分子键结构分析、医疗器械以及辅助医疗手术；家电产品的造型和模具技术；在文化娱乐上已大量利用计算机造型仿真出逼真的原始动物和外星人，并将动画和实际背景以及演员的表演天衣无缝地合成在一起，在电影制作技术上大放异彩，拍制出一部部激动人心的巨片，如《未来世界》、《玩具总动员》、《侏罗纪公园》、《大灌篮》等。

1.3 CAD技术展望

CAD技术目前发展的趋势概括起来是：标准化、智能化和集成化。

(1) 随着CAD技术应用越来越广泛，CAD标准化体系将进一步完善。在20世纪80年

代,已经出现了计算机图形系统方面的标准。如:计算机图形接口 CGI (Computer Graphics Interface); 图形核心系统 GKS (Graphics Kernel System) 和 GKS-3D; 层次结构图形系统 PHIGS (Programmers' s Hierarchical Interactive Graphics System) 等。产品数据交换方面的标准有:基本图形交换规范 IGES (Initial Graphics Exchange Specification) 和产品模型数据交换标准 STEP (STandard for Exchange of Product model data)。STEP 标准目前正在不断完善之中,它是覆盖整个产品生命周期的数据交换标准,对协同设计、并行工程、集成制造等方面均具有重要的意义。

(2) 系统智能化是 CAD 技术发展的又一热点。一方面设计领域的专家知识和工程技术人员经验积累非常丰富,如何将这些宝贵的财富融合于 CAD 系统中,使之成为可以继承的知识宝库;另一方面 CAD 系统本身的智能化,如用户界面、数据采集、各种模型的自动生成、方案的优选、仿真模拟技术和多媒体技术的应用等。

(3) 集成化是当今 CAD 技术发展的一大趋势, CAD 技术并不是孤立的。首先,它集成了计算机软件和硬件、数据库、外围设备、图形学、网络及各个应用领域的技术。同时,它又不断和 CAM (计算机辅助制造)、CAPP (计算机辅助工艺流程规划) 以及 MIS (管理信息系统)、PDM (产品数据管理)、MRP (制造资源管理) 等系统相集成。特别是当前全球经济一体化、并行工程、异地制造等概念的发展和运用,集成化技术将起到举足轻重的作用。由于 Internet 的发展,使得这些设想得以实现。因此,人们必须对 Internet 构架下建立起的 Intranet 进行深入的探讨,如何构造 Intranet 体系上的 CAD/CAM 集成化系统将会是人们追踪的热点。

(4) 科学计算可视化、虚拟设计、虚拟制造技术是 20 世纪 90 年代 CAD 技术发展的新趋向。波音 777 飞机是世界上第一架实现无图纸设计与制造的飞机,它避免了传统的制造实样机的过程,节约了投资,缩短了开发周期,这大大增强了企业的竞争能力。这种技术已经在制造业领域内推广,并会越来越为企业接受,它已成为企业技术进步的动力。另一方面,大型工程的数字化、可视化,城市规划设计的数字化、可视化也使人们在这一领域进入到一个新的境界。CAD 技术将给人类带来一个又一个的惊喜,人类也将成为 CAD 技术的最大受益者。

第2章

初识 AutoCAD 2012

2.1 AutoCAD 2012 软件界面

启动 AutoCAD 2012 后,我们将看到其默认界面,即草图与注释界面,如图 2-1 所示。AutoCAD 2012 作为最新版本,不仅有多种工作空间,同时每一种工作空间还具有更加人性化的界面设置。为了便于学习和使用,我们将以 AutoCAD 经典风格的界面为例进行相关的介绍。

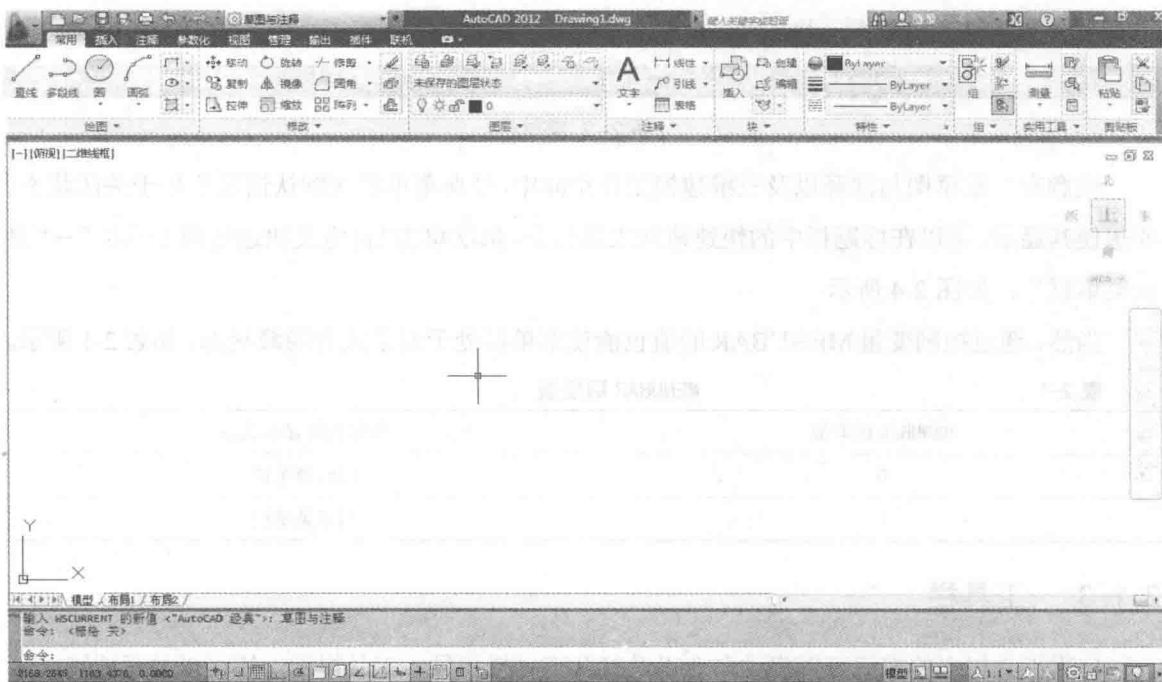


图 2-1 默认(草图与注释)界面

转换为经典工作空间的方法是:单击界面右下角名为“切换工作空间”的齿轮状图标,打开菜单后从中选择“AutoCAD 经典”选项后,系统自动转换到 AutoCAD 经典工作空间;或者

单击界面左上角的齿轮状图标,选择“AutoCAD 经典”选项即可。

AutoCAD 经典工作空间的界面主要包括:标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、命令行、状态栏、功能区和选项板等,下面将对其做进一步介绍。

2.1.1 标题栏

在 AutoCAD 2012 操作界面中,标题栏位于其最上端。在标题栏中,显示了正在运行的应用程序和用户正在使用的图形文件。标题栏主要含有应用程序菜单、快速访问工具栏、工作空间选择区、程序名称显示区和窗口控制按钮等内容,如图 2-2 所示。



图 2-2 标题栏

2.1.2 菜单栏

菜单栏位于标题栏的下方,提供了“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“格式”、“工具”、“绘图”、“标注”、“修改”、“参数”、“窗口”、“帮助”12个主菜单。每一个菜单采用下拉形式,并在菜单中包含子菜单,如图 2-3 所示。



图 2-3 菜单栏

注意在二维草图与注释以及三维建模工作空间中,经典菜单栏在默认情况下处于关闭状态。要想使其显示,可以在标题栏中的快速访问工具栏上,依次单击“自定义快速访问工具栏”→“显示菜单栏”,如图 2-4 所示。

当然,通过控制变量 MENUBAR 的值也能使菜单栏处于显示或者隐藏状态,如表 2-1 所示。

表 2-1 MENUBAR 取值表

MENUBAR 的取值	菜单栏的显示状态
0	隐藏菜单栏
1	显示菜单栏

2.1.3 工具栏

使用工具栏上的按钮可以启动命令以及打开工具栏和显示工具提示,还可以显示或隐藏工具栏、锁定工具栏和调整工具栏大小。

工具栏包含启动命令的按钮。将鼠标或定点设备移到工具栏按钮上时,工具提示将显示按

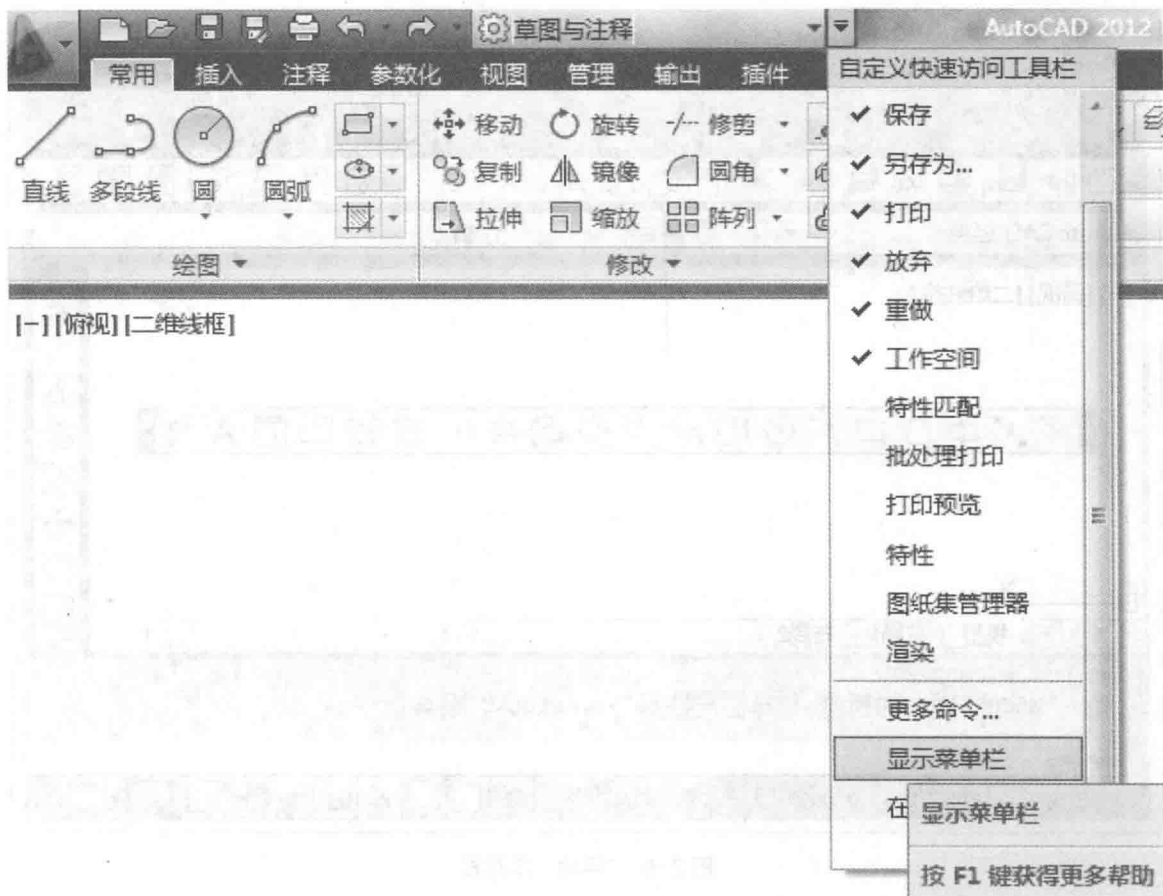


图 2-4 显示菜单栏

钮的名称。右下角带有小黑三角形的按钮是包含相关命令的弹出工具栏。光标停在图标上时，按住鼠标左键直至显示弹出工具栏。

工具栏以浮动或固定方式显示。浮动工具栏可以显示在绘图区域的任意位置，可以将浮动工具栏拖动至新位置、调整其大小或将其固定，如图 2-5 所示。固定工具栏附着在绘图区域的任一边上，固定在绘图区域上边界的工具栏位于功能区下方，可以通过将固定工具栏拖到新的固定位置来移动它。

同时，将光标放在任意工具栏的非标题区后单击鼠标右键，系统将会自动打开单独的工具栏标签。其中带有勾号的表示已经在界面打开，不带勾号的表示在界面还没有打开。当在不带勾号的菜单上单击，即可使其显示在界面上；在带有勾号的菜单上单击，即可将已经打开的工具栏隐藏。