

建筑工程类计算机辅助设计

-建筑·暖通空调·给排水-

王汉青 黄春华 著

国防科技大学出版社

第三,掌握专业软件开发的基本原理,以便使用好用活专业软件,并掌握处理专业软件使用中出现的问题的能力。

根据作者多年从事建筑实际工程计算机辅助设计、教学和研究的经验,在本书的内容编写上,作者以土建设计工程全过程为思路来组织全书,而不同于一般 AutoCAD 书籍侧重于系统功能命令的介绍,这是本书的特色之一;此外,在土木建筑设计过程中,各个专业设计是紧密结合在一起的,有着千丝万缕的联系,如建筑、暖通空调、给排水、建筑电气等专业都要进行平、立、剖设计;建筑设备专业要使用建筑图作为基本条件,而建筑设备专业又要向建筑和结构提出设备布置、设备用房和设备重量等条件,另外设备专业之间也要交换信息。因此,作者在编写此书时利用了各个专业设计上的共性,使本书包括了土木建筑、暖通空调、给排水等专业 CAD 的内容,可供各个专业使用,以便各个专业间有一个图形文件交流的基础。

本书第二章对 AutoCAD 的基本知识简单地作了介绍;第三、四章以我国设计人员的设计习惯和设计的一般规律为线索,介绍了如何利用 AutoCAD 来进行平面设计的方法;第五章介绍了 AutoCAD 系统的三维知识;第六章介绍了立面和剖面设计的适用技巧;第七章讨论建筑透视与体形分析、建筑造型设计的美学规律及如何利用计算机辅助设计来分析建筑的造型,并介绍单体建筑室内外透视、群体建筑的透视、一点透视、二点透视、三点透视的计算机设计方法及计算机动态观察方法;第八章针对大多数软件在系统图设计方面存在的明显不足,第一次系统地分析了暖通空调、给水排水专业系统图绘制原理与技巧,以及系统图自动成图软件的开发,并给出了适用的 AutoLISP 原程序;第九、十章介绍系统用户化的实用知识、经验与实例;第十一章结合作者计算机辅助设计的研究课题,讨论了在 AutoCAD 中开发自动计算与自动绘图一体化软件的技术;为了方便读者阅读本书,第十二章列出了 AutoCAD 标准命令以备速查。

本书第一、五、六、八、九、十章由王汉青编著,第二、三、四章由黄春华编著,第七章由黄春华、黄文凯编著,第十一章由王汉青、贾晓玲编著,第十二章由黄文凯、王汉青编著。另外宁勇飞和罗亮君同志参与了第十二章部分条目原稿打印工作。在本书的编写工作中,作者的亲人、朋友、同事们给予了很大支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

本书许多内容是作者的经验与体会,鲜见于一般 CAD 书籍,期望能够起到抛砖引玉之效果。本书从内容安排上也尽量符合设计人员的工作习惯,希望能够使初学者少走弯路,并希望能够对广大的设计人员、软件开发人员有所裨益,共同提高土建类各个专业 CAD 的应用水平。

由于作者水平有限,书中不妥之处,恳请指正。

作 者

1997 年 7 月

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程类计算机辅助设计/王汉青著—长沙: 国防科技大学出版社,
1997.8

ISBN 7—81024—447—7

I 建筑工程类计算机辅助设计

II 王汉青

III ①建筑工程 ②计算机③辅助设计

IV TU31

责任编辑: 谢小伟

责任校对: 卢天贶

封面设计: 陆荣斌

国防科技大学出版社出版发行

电话: (0731)4555681 邮政编码: 410073

新华书店总店北京发行所经销

湖南大学印刷厂印装

787 × 1092 1/16 印张: 13.5 字数: 312 千

1997年8月第1版第1次印刷 印数: 1—5000册

ISBN 7—81024—447—7

TU · 4 定价: 18.00 元

内 容 提 要

本书以应用十分广泛的计算机绘图系统 AutoCAD 为支撑软件,结合作者在土木建筑工程类计算机辅助设计教学、科研和工程设计等方面的成果和经验,论述了暖通空调、建筑、给水排水等专业工程设计中平面、立面和剖面施工图设计及其自动形成;建筑室内外各种透视图形成和体形分析;暖通空调、给水排水专业系统图设计的原理和自动形成;建筑设备专业计算与绘图一体化软件开发等内容。本书是一本有较高理论水平和重大实际应用价值的专著。本书内容深入浅出,既可用于专科、本科生、研究生和广大工程设计人员学习建筑工程 CAD 的速成教程,也可作为建筑工程设计软件的开发人员的参考书。

前 言

“计算机绘图”(Computer Graphics,CG)和“计算机辅助设计”(Computer Aided Design, CAD)是 20 世纪 70 年代产生的一门新兴的交叉学科,几十年来得到了飞速的发展。实践证明,使用计算机辅助设计可以大大提高工作效率、缩短设计周期,并极大地提高设计质量,使工程设计人员从繁琐艰辛的绘图工作中解放出来。随着 CAD 技术的日益普及,越来越多的人体会到 CAD 就是生产力。所以目前计算机辅助设计已经成为工程设计人员必须掌握的技术。

近几年来, CAD 技术已经深入到建筑工程各个专业设计中,并得到了广泛的应用。同时用于微机上的图形支撑软件不断涌现,如通用绘图软件 AutoCAD、Personal Designer 交互图形软件包、CADKEY 交互图形软件包等。由于 AutoCAD 系统二次开发功能强大,所以在工程设计中使用极为广泛,这是本书之所以选择 AutoCAD 为基本软件来论述建筑工程类计算机辅助设计的原因。

我国目前开发的专业绘图软件,许多是以 AutoCAD 为支撑进行的二次性开发软件。这些二次性开发软件减轻了用户工作量,避免了重复劳动,但由于软件的开发编程都只能考虑通用情况,故不可避免地存在着一些缺陷,例如输入过程繁琐、成图结果不符合工程图纸要求、软件没有实现绘图和计算一体化等。这些缺陷严重影响软件的普及与使用。

由于专业软件存在上述不足,所以使用者必须了解作为支撑软件的 AutoCAD 系统进行土建类工程设计的基本知识,也要了解专业软件编程的基本原理,这些对于土木建筑类各个专业设计人员用好、用活专业软件极有好处。另一方面,鉴于专业软件存在上述不足,也有许多人直接使用 AutoCAD 绘图。虽然介绍 AutoCAD 使用的书籍很多,但一般的书籍所介绍的内容侧重系统的功能命令,没有涉及到建筑工程类的设计应用领域。所以对于直接使用 AutoCAD 系统绘图的设计人员来说,得到一本把建筑工程类计算机辅助设计与 AutoCAD 相结合的专业书籍的帮助,无疑可以少走弯路,很快达到计算机辅助设计的专业应用水平。

本书能够在下面三个方面为读者提供帮助:

第一,使土建类各个专业的读者能在较短时间内掌握利用 AutoCAD 系统来进行专业设计的适用技巧,包括平面设计、立面设计、剖面设计、系统图设计及自动形成、建筑透视和体形分析的适用知识;

第二,鉴于 AutoCAD 系统用户化是国际上流行的趋势,也是提高 CAD 应用水平的一个重要技术,本书为读者提供了进行系统用户化的开发思路与技术措施,并选用实例进行说明,可供读者参考。

目 录

第一部分 设计篇

第一章 概述.....	(3)
1.1 CAD 技术发展简况.....	(3)
1.2 建筑工程计算机辅助设计的特点	(5)
第二章 AutoCAD 基本概念	(7)
2.1 基本知识	(7)
2.2 几个基本概念	(8)
2.3 AutoCAD 基本命令分类	(12)
2.4 AutoCAD 的屏幕分区.....	(15)
第三章 建筑平面设计	(17)
3.1 绘图环境的定义	(17)
3.2 画出建筑平面的定位轴线	(19)
3.3 完成墙体	(20)
3.4 房间开门、窗	(21)
3.5 门窗设计	(22)
3.6 阳台设计	(25)
3.7 命令复习	(26)
第四章 更复杂的建筑平面图设计	(28)
4.1 层的概念与应用.....	(28)
4.2 设置各层的线型	(30)
4.3 把墙体、轴线分别设定为工作层.....	(31)
4.4 标注尺寸	(34)
4.5 块的概念	(44)
4.6 用块作室内布置	(46)
4.7 给图形加注文字说明	(46)
4.8 读入文本文件	(50)
4.9 命令复习	(51)
第五章 三维作图	(53)
5.1 三维图形初步	(53)
5.2 创建和使用幻灯片	(57)
5.3 高级三维作图功能	(59)
第六章 立面和剖面设计	(64)
6.1 立面设计	(64)
6.2 建筑立面的装修设计方法及实例	(71)
6.3 剖面图设计的基本方法	(76)

第七章	建筑透视与建筑体形分析	(82)
7.1	建筑造型设计的基本概念	(82)
7.2	建筑透视图的基本知识	(84)
7.3	建筑体形计算机分析方法	(87)
7.4	建筑透视图与体形的计算机辅助分析步骤	(89)

第二部分 开发篇

第八章	暖通及给排水专业系统图设计	(103)
8.1	系统图的基本概念	(103)
8.2	各种轴测图的直接绘制方法	(106)
8.3	设备专业系统图的设计实例	(109)
8.4	自动形成系统图的方法	(112)
第九章	CAD 系统用户化实用技术	(123)
9.1	建立 AutoCAD 的批处理文件	(123)
9.2	使用自己喜欢的样图	(125)
9.3	在 AutoCAD 系统中使用外部命令	(125)
9.4	编制绘制土建图形的宏命令	(127)
9.5	设计用户自己的建筑图绘制菜单系统	(131)
9.6	图形输出的方法	(141)
第十章	开发 CAD 系统实用程序	(144)
10.1	AutoLISP 基本知识	(144)
10.2	AutoLISP 的宏命令与 AutoLISP 程序	(146)
10.3	适用程序开发	(147)
10.4	AutoLISP 的运行环境	(158)
第十一章	自动计算与绘图一体化软件开发	(159)
11.1	空调通风风管平面图计算与绘图的连接	(159)
11.2	风管的水力计算及局阻系数的确定	(162)
11.3	风管平面图自动形成	(164)
11.4	设计实例	(166)
第十二章	标准 AutoCAD 命令速查	(169)
主要参考文献		(207)

第 一 部 分

设 计 篇

第一章 概 述

1.1 CAD 技术发展简况

1962 年, 美国麻省理工学院 Ivan E.Sutherland 发表的博士论文《Sketchpa: 一个人机通讯的图形系统》, 标志着交互式计算机图形学的产生。所谓交互式计算机图形系统是以计算机为主, 具有图形生成和显示功能, 可实现人机交互对话的计算机软件系统。1963 年, 美国麻省理工学院的研究小组在美国计算机联合会年会上发表了有关计算机辅助设计的 5 篇论文, 从而揭开了计算机辅助设计(CAD)的序幕。

随着现代科学技术的发展以及多门学科的结合, 在 20 世纪 70 年代产生了一门新兴的交叉学科“计算机绘图”(Computer Graphics,CG)和“计算机辅助设计”(Computer Aided Design, CAD)。由于这一新兴学科能充分运用计算机的高速运算和快速绘图两个强大功能, 因而发展十分迅速, 到 20 世纪 80 年代已进入实际应用。

CAD 技术的应用使科技人员的智慧和能力得到延伸, 使工程设计人员从繁琐重复的计算和艰辛的绘图工作中解放出来, 节省出时间去从事更为重要的创造性劳动。统计资料表明, 应用计算机进行辅助设计和辅助绘图以后, 可以提高工作效率许多倍, 它不仅缩短了设计周期, 而且提高了设计质量, 节约了原材料并且加快了产品更新换代的速度。

在过去短短的几十年中, CAD 技术得到了飞速发展, 先后推出了多种用于大、中、小型计算机和工作站上的商用 CAD 软件。20 世纪 80 年代开始, 随着微型计算机性能价格比的不断提高, 以个人计算机为基础的计算机辅助设计系统得到了大力发展, 微机上使用的图形支撑软件不断涌现, 如通用绘图软件 AutoCAD、Personal Designer 交互图形软件包、CADKEY 交互图形软件包、统计图形软件 DGRAPH 等等。随着 CAD 技术的日益普及, 使越来越多的人体会到 CAD 就是生产力。

特别是近十年来, CAD 技术已经深入到建筑工程各个专业设计中, 出现了多种建筑、结构和建筑设备软件。目前, 计算机制图已成为土建各个专业在内的行业标准。在土建设计领域中, 结构专业软件相对较为成熟, 出现了不少高层结构设计软件, 如 FBCAD、PMPK、TBSA 等。与建筑结构专业相比较, 建筑与建筑设备专业计算机辅助设计的发展却相对迟缓。

在建筑设备各个专业中, 计算机应用技术的发展大致经过了三个阶段。它的最初阶段大约在 20 世纪 80 年代初, 应用者编制一些计算用的设计软件, 利用计算机代替手工进行一些常规的计算。这类工作的特点是当已知条件确定时, 其结果是唯一确定的。开发工作只是运用了计算机的高速计算功能来代替手工计算, 对于计算机的辅助绘图及辅助设计功能并没有充分利用。计算机程序在自编自用的基础上出现了设计计算软件

包,使开发人员和软件用户逐渐分离开来。

第二阶段是工程图设计软件的开发。就计算机绘图技术发展本身而言,已实现了计算机程序绘图的实用化。其中不少软件公司以 AutoCAD 系统为平台,纷纷进行二次软件的开发。我国目前的 CAD 发展正处于这一阶段。近年来,人机交互式绘图技术的应用,使得计算机能够绘制较为复杂的工程图,基本上可以满足计算和绘图的要求。在这一个阶段,人们不但利用了计算机的高速绘图功能,而且利用计算机取代了图纸和图板。随着交互式绘图软件的开发, CAD 技术的发展有了一个大的飞跃,使得软件的通用性不断提高,绘图效率大大增强。但是这两个阶段主要是利用计算机来协助设计人员进行常规的计算和制图作业,而决策过程则完全由设计人员根据自己的知识和经验作出选择和判断。

目前, CAD 正在逐步进入第三个发展阶段——以人工智能应用为标志的新阶段,即智能化 CAD(Intelligent CAD)。它和传统的 CAD 相比,有一个质的飞跃:传统的 CAD 是以数据为处理对象,智能化 CAD 则是以知识为主要处理对象,软件的开发以知识和经验为基础,向计算机给出的是已知事实和推理规则,计算机不是按给定的过程运行,而是根据指定的问题,自行寻找和搜索各种可能解决问题的途径和结果。人工智能技术的一个重要分支——专家系统可以模拟各个专门领域专家在其知识与经验基础上进行决策的思维逻辑,因此, CAD 技术的发展必然是将传统的 CAD 技术和专家系统结合起来。

当前 CAD 软件的发展具有以下一些特征:

(1) 集成化的设计支持环境

所谓集成化,就是将各种有关的分析计算、模拟、绘图软件集成于一个环境下,建立统一的数据库,各个软件通过与统一数据库传输数据,从而达到交换数据的目的。

(2) 面向对象(OOP)的程序设计方法

所谓面向对象技术,就是将同一类行为和数据的元素定义为一个对象,然后通过对象和对象之间的操作来实现各种功能。

(3) 特征化建模技术

特征化建模技术改变了过去 CAD 系统的人机交互以几何要素(如点、线、圆)进行建模的方法,而采用以特征和这些特征之间的关系来建模的方式。这种建模方式更接近工程人员的思维方式和工作方式,使工程设计过程更为直接和简单。特征建模还为数控加工提供了方便。

(4) 参数化技术

参数化技术是工程设计者进行零件设计的基础。 CAD 系统使用这种技术可以保证解的唯一性,同时还可模拟高级工程师的工作过程。

(5) 统一的数据结构

新的 CAD 系统都设计了统一的数据结构,采用单一的数据库,并提出了主模型的概念,该模型在各个部分都可以使用。

(6) 系统的开放性

为方便用户,许多 CAD 系统都提供了高层次的用户友好界面。系统提供自学习和允许用户进一步开发的手段,并且能与其它系统或其它用户应用软件接口。

(7) 知识工程的应用

目前,有一些 CAD 软件开展了知识工程的研究工作。利用知识工程技术使软件实现智能化。

1.2 建筑工程计算机辅助设计的特点

在土木建筑设计过程当中,各个专业必须在一起配合进行工作。在一般工程设计中,建筑专业是龙头。从方案设计开始,先由建筑专业作出方案,由结构和设备专业参与意见。在提交给甲方的设计文件中,必须反映各个专业的内容和技术方案实施的可能性;在初步设计和扩大初步设计阶段,各个专业都要进行平、立、剖设计,其中建筑结构和建筑设备专业必须使用到由建筑提供的条件图。如果建筑专业使用计算机辅助设计的话,无疑给其他配套专业带来很大的方便。当然,建筑设备专业也要向建筑和结构提出设备布置、设备用房和设备重量等条件,这也可以使用文件形式来实现。所以在各个专业之间,为了能够方便地协调工作,图形标准的统一是一个基本前提。因此,读者应该注意到此书编写充分地考虑了这一重要因素,在实际设计工作中,设计者也应该与其他专业在图形上保持这一协调基础。

在建筑方案设计构思阶段设计者必须考虑建筑环境、建筑基地、建筑功能布局等整体因素,由设计者在大脑中构思。目前,这一个阶段的工作是不可能由计算机辅助设计来完成的。

在建筑方案设计的图纸表达阶段、初步设计和扩大初步设计阶段或施工图设计阶段中,计算机辅助设计都能够派上用场,并且一般按照下面的过程来进行:

平面设计 → 立面设计、剖面设计 → 效果图 → 节点大样设计

对于建筑设备专业的设计,一般按照下面的过程来进行:

平面设计 → 剖面设计 → 系统图设计 → 大样图设计

分析上述两个过程可知,各个专业的设计过程实际上是完全类似的:都有平面剖面设计,都有大样设计。唯一不同的是,建筑设计中使用透视效果图表达三维建筑空间,而建筑设备专业使用轴测图表达三维空间关系。实际上在计算机辅助设计中,透视和轴测图的原理是一致的,都是三维绘图。所以,我们学习计算机辅助设计也可以根据设计的一般习惯来进行。

根据上述特点,本书第三、四章先介绍平面设计;第五章介绍了 AutoCAD 系统的三维知识,这为学习剖面、立面和透视等知识打下基础;第六章介绍了立面和剖面设计方法;第七章讨论建筑透视与体形分析、并针对建筑设计的具体要求,介绍如何利用计

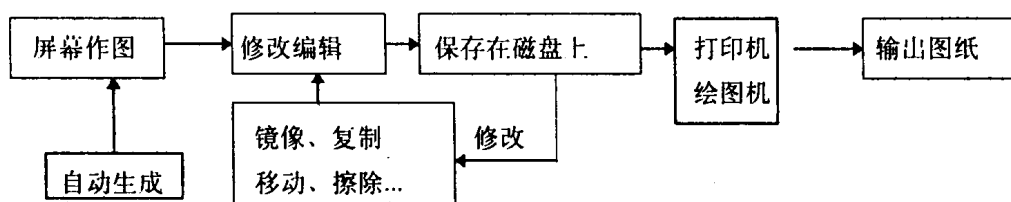
计算机辅助设计来分析建筑的造型和建筑室内外透视、群体建筑的透视、一点透视、二点透视、三点透视的计算机设计方法及计算机动态观察方法；第八章针对大多数软件在系统图设计方面存在的明显不足，第一次系统地分析了暖通空调、给水排水专业系统图绘制原理与技巧，以及系统图自动成图软件的开发，并给出了极为适用的原程序；第九、十章介绍系统用户化的实用知识、经验与实例；第十一章讨论了在 AutoCAD 中开发自动计算与自动绘图一体化软件的技术；为了方便读者阅读本书，第十二章列出了 AutoCAD 标准命令以备速查。

第二章 AutoCAD 基本概念

2.1 基本知识

2.1.1 计算机作图的特点

用计算机绘图的一般过程，不同于手工绘图，可以表示为：



计算机绘图具有高效、高质、准确等特点，它使得设计者像进行文字编辑一样来编辑图形，因此可以避免重复工作量。

手工作图则是一次性在图纸上成图，故修改困难，体力劳动强度大。

因此，计算机绘图以其强大的优势，不断渗透到各个专业领域。在众多的计算机绘图软件中，以 AutoCAD 的应用最为广泛。

美国 Autodesk 公司于 1984 年 11 月推出 AutoCAD 2.01 版之后，几乎每隔 2 ~ 3 年就有新版本，且功能不断完善。目前已有 AutoCAD12.0 中文版，AutoCAD13.0、AutoCAD 14.0 英文版，随着版本的升高，系统的基本命令有所增加，系统功能不断完善。例如 AutoCAD 2.01 版共有 78 条命令，AutoCAD 2.17、2.18 共有 90 条命令，AutoCAD 2.5 版共有 114 条命令，AutoCAD 9.03 版共有 122 条命令。本书使用最新的 AutoCAD 版本为依据，讲述建筑工程类计算机辅助设计。

2.1.2 软件的组成

读者必须熟悉以下 AutoCAD 系统软件主要组成文件的类型：

执行文件：ACAD.EXE

覆盖文件(执行文件)：.OVL

菜单文件：.MNU

菜单编译文件：.MNX

字体文件：.SHX

线形文件：.LIN

图形文件：.DWG

图形输出文件：.PLT

图形交换文件: .DXF
 属性输出文件: .DXX
 LISP 文件: .LSP
 命令文件: .SCR
 动画片文件: .FLM
 幻灯片文件: .SLD
 帮助文件: .HLP
 索引文件: .HDX
 外部命令定义文件: ACAD.PGP
 设备驱动文件: .DRV

2.1.3 AutoCAD 的启动

对于 AutoCAD12 可以直接敲入 ACADR12 或 R12 便可进入屏幕编辑状态, ACADR12 或 R12 是起动 AutoCAD 的批处理命令。但对于 AutoCAD11.0 以下版本, 敲入 ACAD 进入主菜单, 根据菜单提示, 可以进行绘制新图、编辑旧图、绘图机输出图形、打印机输出图形、配置 AutoCAD、文件功能、编译形/字体文件、转换老图形等项操作。

2.2 几个基本概念

2.2.1 坐标系统

AutoCAD 使用两种基本的坐标系统:

坐标系 {
 WCS 即 World coordinate system ,通用坐标系统
 UCS 即 User coordinate system , 用户坐标系统

WCS 是固定的一个坐标系统, 所有的 UCS 和实体都是以它为准来确定位置。而 UCS 坐标是由用户定义的坐标系统, 可以把其原点移动到 WCS 中的任意位置, UCS 的坐标轴也可以任意倾斜。因此灵活的布置 UCS 可以十分方便地把三维问题化为二维问题, 因为 AutoCAD 总是要在二维平面中作图。UCS 和 WCS 之间以及 UCS 之间可以通过 UCS 命令转换。

不管在 UCS 或 WCS 中作图, 都要使用下面的方法确定坐标点。

坐标点 {
 直角坐标 {
 绝对坐标(x,y)——相对于 WCS 原点定点
 相对坐标@x,y ——用相对于前一点的距离定点
 极坐标: @x< α

为了说明上述坐标概念的使用, 下面用画线命令画一个方块(图 2-1)。

进入 AutoCAD 屏幕编辑状态后, 在命令提示行内敲入 LINE 命令, 然后回答:

Command:line

to point:@3,0

to point:@0,3

to point:@-3,0

to point:c

选项 c 表示画线封闭。其作图结果是绘制出如图 2-1 所示的图形。

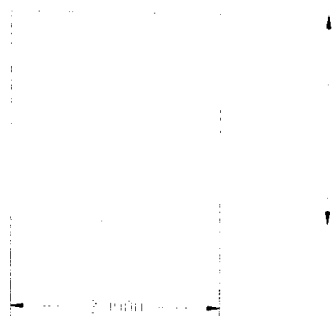


图 2-1 用 LINE 命令和相对坐标画图

2.2.2 坐标系统的图标

在屏幕的左下角，有一个坐标轴，把它叫做图标。图标可以用来区分不同的坐标系。AutoCAD 的图标有多种，其意义见图 2-2。

图标中如果有“+”，则表明图标位于当前坐标系的原点；从 Z 轴正方向向下看坐标系，则在两轴交点处有方格，如果从下向上看，则无方格；除一般图标外，还有几个特殊图标，如透视图标和断铅笔图标，将在三维作图中遇到。当选取的视图方向

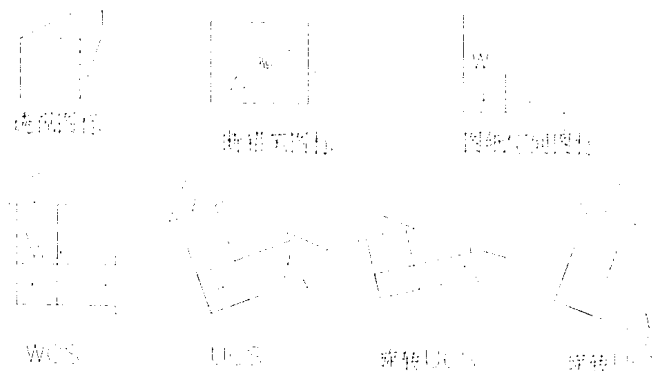


图 2-2 各种图标的意义

只能看见 UCS 的一个坐标轴时，便会出现断铅笔图标，此时的十字光标定位是无意义的，一般的作图命令此时也不能工作。

2.2.3 模型空间和图纸空间

1. 模型空间(MODEL SPACE)

型空间是一个三维的图形环境，绘图一般在此空间中进行。在模型空间中，多个视窗只有一个当前视窗，用户只能在当前视窗中绘图。

2. 图纸空间(PAPER SPACE)

图纸空间可以被看成是一张很大的图纸，用户可以使用它来安排、注释和绘制各种视图。图纸空间只能显示二维视图的环境。在图纸空间中也可以定义多个视窗，视窗的边框还可以被编辑。模型空间和图纸空间可以转换。

2.2.4 绘图单位

如果在图 2-1 所示的图形中，如果实际的图形尺寸是 3000mm × 3000mm，那么我们绘图所使用的图形单位与实际尺寸之间的关系为

1 图形单位 = 1000mm

也就是说使用的比例为 1:1000。我们也可以直接用实际长度单位来作图，即

1 图形单位 = 1mm

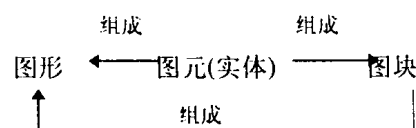
此时所使用的比例为 1:1。为了避免数据的转换麻烦，建议在绘制单体建筑时采用

1 图形单位 = 1mm 来作图，而在绘制小区规划图时采用 1 图形单位 = 1m 来作图。

2.2.5 图元(实体, entity)

图元：图形的基本元素，图形是由许多的图元组成的。

图块：由图元组成的基本图形，它是由用户定义的图形基本单位，系统将把它作为一个整体来考虑。图元、图块与图形之间的关系如下：



点、直线、圆、弧、椭圆、区域填充、文本、正多边形、多义线、块、形、填充图案、尺寸标注、三维面、三维矩形网格、图纸空间的视窗窗口等均为基本图元。

2.2.6 窗口(Window)

图形储存在计算机中，由于屏幕的尺寸有限，所以屏幕上可能显示的是全部图形，也可能只是图形的一部分。于是计算机屏幕就相当于一个观测窗口，图形在屏幕上显示，相当于透过这个窗口观察图形，窗口是可动的，是可缩小和放大的。AutoCAD 的图形缩放最大比例为 $1:10^{13}$ 。使用 ZOOM 命令可以实现：

推进	→	显示变大	→	观察局部区域
拉远	→	显示变小	→	观察全局

2.2.7 橡皮筋线显示(Rubber band)

例如，用 LINE 命令画直线，定义一点后，移动到另一点的过程中，‘两点之间动态的出现一线，此线叫做橡皮筋线显示，橡皮筋线它十分方便形象的帮助用户操作命令。

与橡皮筋线显示类似的另一功能是动态牵引(drag)。使用复制、移动等命令对图形进行操作时，目标会动态移动，在光标新位置用虚线显示目标，同样也方便形象的帮助用户对目标进行定位。

2.2.8 常用功能键

F1：图形编辑、文本显示切换

F6：坐标动态显示开、关

F7：网点开、关

F8：正交方式开、关

F9：抽点方式开、关