

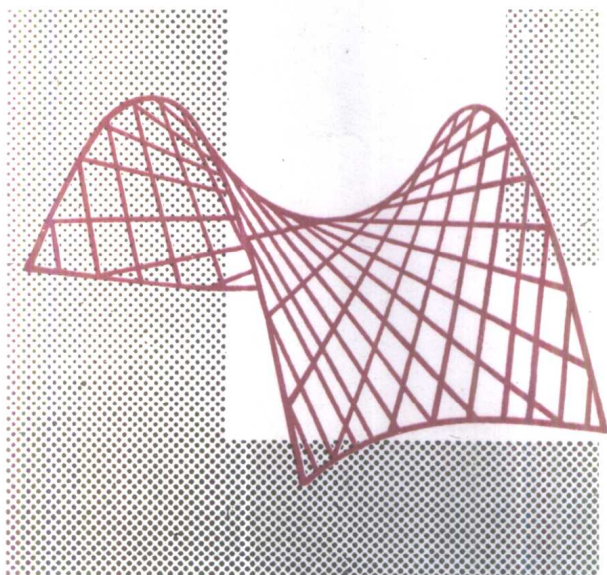
高等学校教材

给水排水 工程 CAD

王荣和 编著

黄 勇 主审

● 中国建筑工业出版社



高 等 学 校 教 材

给 水 排 水 工 程 CAD

王荣和 编著
黄 勇 主审

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水工程 CAD/王荣和编著. —北京: 中国建筑
工业出版社, 2002
高等学校教材
ISBN 7-112-04654-8

I. 给… II. 王… III. 给排水系统—计算机辅助
设计—应用软件, AutoCAD—高等学校—教材
IV. TU991

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 041387 号

本书是从给水排水工程设计要求和标准的角度, 基于 AutoCAD 技术编写的。以清水池平面布置工艺图的绘制技术为例, 在全面介绍基本二维绘图的基础上, 结合作者的 CAD 应用经验和技巧, 介绍了图形的显示控制和编辑、绘图设置、绘图工具和图形输出, 重点介绍图块及属性的定制和应用、尺寸标注的方法和设置等应用技术, 并简要介绍三维绘图和 AutoLisp 编程技术。从工程实用性的角度, 介绍了菜单定制技术、AutoCAD 在给水排水工程中应用的功能扩展、给水排水工程 CAD 软件设计方法和给水排水工程专业制图标准。本书还对作者开发的给水管网工程 CAD (WPNCAD) 软件, 从实际工程设计的角度, 全面介绍了专业软件的应用技术, 可使读者初步了解专业软件开发的技术和方法。

通过大量的实例, 使读者能够循序渐进地掌握 AutoCAD 在给水排水工程中应用的各种方法和技巧。本书为给水排水工程专业、环境工程专业教学用书, 也可供给水排水工程设计和施工管理人员参考。

* * *

责任编辑: 俞辉群

高等学校教材
给水排水工程 CAD
王荣和 编著
黄 勇 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 1/4 插页: 6 字数: 322 千字

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月第一次印刷

印数: 1—3,000 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-04654-8
TU·4089 (10125)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

作者自 1986 年起从事给水排水工程 CAD 软件的设计与开发工作,先后承担并完成“七五”国家科技攻关项目“水处理工程计算机辅助设计 (CAD)”(1986~1990)、“八五”国家科技攻关项目“污水处理工程 CAD”(1991~1995),并自行开发完成给水管网工程 CAD、室内给水排水工程 CAD 等多个软件系统。自 1990 年起对同济大学环境工程和市政工程专业的硕士研究生开设“给水排水工程 CAD”课程,并自编试用教材,于 1997 年起对同济大学环境与给水排水专业的本科和专科生开设本课程。

本书是根据全国高等学校给水排水工程学科专业指导委员会提出的关于教材编写要求及课程教学基本要求而编写的。本教材是以同济大学试用教材《给水排水工程 CAD》为基础,针对我国 CAD 在给水排水工程中应用的现状,结合作者的教学和软件开发经验,在全面介绍 AutoCAD 软件在给水排水工程中应用的基础上,以给水管网施工图 CAD 软件(WPNCAD)的开发过程为例而展开写作的。其目的是为了使读者系统掌握给水排水工程 CAD 的基础知识,从而为进行给水排水工程 CAD 设计和软件开发打下良好基础。

本教材从教学需求出发,介绍了 CAD 技术的发展和计算机操作基本知识,以圆形清水池平面图的绘制为例介绍了 AutoCAD R12/R13/R14 的二维绘图、编辑、图块的建立、图形修饰、尺寸标注、三维绘图、菜单定制、AutoLISP 编程和建立自己的绘图环境,以模板文件的建立为基本内容,介绍了在给排水工程中应用 AutoCAD 的技术和技巧,并从软件开发的角度的介绍给水排水工程 CAD 开发的技术路线和方法,最后以 WPNCAD 软件的开发和应用为例,全面介绍给水排水工程 CAD 的开发过程和专业软件的应用。

本教材在编写过程中,得到全国给水排水工程专业指导委员会和有关专家教授的具体指导和帮助,有关设计单位和兄弟院校的专家、教授们提出了许多宝贵意见;同济大学顾国维教授和刘遂庆教授给予了大量的具体指导,在编写内容和章节安排上提供了大量建设性建议;青岛建筑工程学院刘志强副教授与作者合编同济大学试用教材《给水排水工程 CAD》,在软件开发工程方面提供了大量建设性建议;范瑾初教授和金兆丰教授对本书的编写给予自始至终的支持和关心;同济大学给水排水教研室的各位老师,都对本书的编写给予全力帮助和支持。在此表示衷心的感谢!

本书由同济大学王荣和编著,苏州城建环保学院黄勇主审。

本书可作为市政工程、环境工程等专业的低年级本科生及研究生的教材或教学参考书,也可供给水排水专业工程技术人员阅读和自学之用。

由于作者水平有限,错误和不当之处在所难免,恳请广大读者赐教。

目 录

第1章 概述	1	第11章 AutoCAD 在给水处理工程中的应用的功能扩展	132
§ 1.1 计算机应用	1	§ 11.1 部分 ACAD 命令应用技巧	132
§ 1.2 CAD 技术的产生和发展	2	§ 11.2 图形库的建立与应用	134
§ 1.3 给水排水工程 CAD 的发展	3	§ 11.3 函数库的建立与应用	141
§ 1.4 AutoCAD 的启动	4	第12章 给水排水工程 CAD 软件设计方法	148
§ 1.4.1 绘图界面	4	§ 12.1 给水排水工程 CAD 发展现状	148
§ 1.4.2 常用图标及说明	8	§ 12.2 给水排水软件开发内容	148
第2章 基本二维绘图	9	§ 12.3 给水排水工程软件开发步骤	152
第3章 显示控制和图形编辑	29	第13章 给水管网工程 CAD-WPNCAD	153
§ 3.1 显示	29	§ 13.1 WPNCAD 软件功能及开发路线	153
§ 3.2 编辑	33	§ 13.2 WPNCAD 环境设置	154
第4章 绘图设置、绘图工具和图形输出	58	§ 13.3 WPNCAD 平面带状信息的绘制	158
§ 4.1 绘图设置	58	§ 13.4 WPNCAD 绘制平面及纵断面图	163
§ 4.2 绘图工具	66	§ 13.5 WPNCAD 绘节点详图	176
§ 4.3 PLOT (图形输出)	71	§ 13.6 WPNCAD 材料统计	184
第5章 图块、外部引用文件和属性	79	§ 13.7 WPNCAD 出工程图	187
§ 5.1 图块	79	第14章 给水排水专业制图标准	189
§ 5.2 XREF (外部引用文件)	82	附录 给水排水工程图示例	195
§ 5.3 属性	83	1. AutoCAD 系统变量表	205
第6章 图形的修饰和询问	93	2. 给水处理构筑物——滤池平面布置图	205
§ 6.1 图形的修饰	93	3. 污水处理构筑物——鼓风机房平面图、剖面图	205
§ 6.2 图形的询问	95	4. 室内给水排水——厨房、卫生间给水排水布置图	205
第7章 尺寸标注	99	5. 污水泵房平面图	205
第8章 三维图形	107	6. 污水处理构筑物——沉淀池平立剖三视图	205
§ 8.1 三维绘图基础	107	7. 教学基本要求	205
§ 8.2 三维面体	109	参考文献	207
§ 8.3 动态三维显示 DVIEW	110		
§ 8.4 AME 三维实体	111		
第9章 菜单定制技术	115		
第10章 AutoLISP 函数简介	118		
§ 10.1 AutoLISP 基本概念	118		
§ 10.2 AutoLISP 函数	118		
§ 10.3 程序流程	126		

第 1 章 概 述

§ 1.1 计 算 机 应 用

(1) 科学计算:又称数值计算。如给水排水管网优化设计计算、给水管网优化调度控制、人造卫星轨迹计算、水坝应力计算等。1948 年,美国原子能研究所中有一项计划,要做 900 万道运算,需要 1500 名工程师计算一年。当时,利用了一台初期计算机,只用了 150h 就完成了。有人估计,美国现在的电子计算机工作量,需要 4000 亿人年才能完成。

(2) 事务处理:又称数据处理或信息加工。它主要是针对非工程科技方面的大量数据进行统计。这些信息数据处理的特点是,运算不十分复杂,但数据量、信息量却相当大。如给水排水处理厂的实验数据统计管理,自来水公司的日常监测数据管理、企事业单位的人事管理,库存管理,财务管理,合同管理、设备管理,图书资料的情报检索等都属于这方面的应用。

(3) 自动控制:对给水排水工程来说,主要是对进出水水质、水压、水量,加药量,水泵站等进行自动控制。原理是将设备的物理量,通过传感器变为模拟信号(如电压、电流等),经放大处理后再变为数字信号输入计算机进行加工处理,处理的数字结果又可通过数模转换变为模拟量去控制设备,构成以计算机为中心的自动控制系统。

(4) CAI, CAD, CAM:

CAI (Computer Assisted Instruction, 计算机辅助教学)。它是应用计算机来完成对某一门课程的授课、提问、解题、考试,以至评分的全过程。可以把最优秀的教师的教学经验编进程序,把难、中、易的习题适当搭配。采用 CAI 进行教学,可以很好的保证学生的学习质量。

CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计)。它利用计算机的图形处理功能,协助设计人员进行给水排水处理厂、高层建筑工程、汽车制造等的设计。CAD 能提高图纸的设计质量,缩短设计周期,提高设计工作自动化,节省人力和时间。

CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)。它是使用计算机进行生产设备的控制 and 操作过程。CAM 可以提高产品质量,降低成本,缩短生产周期以及改善工人的劳动环境。

CAD 和 CAM 有着密切的联系,CAD 所输出的结果,常作为 CAM 的输入信息。CAD 偏重于产品的设计过程,CAM 偏重于产品的生产过程。

(5) OA、AI 和 ES:

OA (Office Automation, 办公自动化)。即用计算机辅助办公室人员处理日常例行的公务。由于办公室的常规工作虽然有一定的规律性,但今天做的和明天做的内容不一样。有些表格虽然一样,但每张表格中的内容不相同,因此,可以说办公室的工作结构不明确。这决定了办公自动化只能是一个人/机信息处理系统。这个系统应当具有完善的文字处理

功能,较强的资料处理、图像处理、声音处理和网络通信功能。同时还要有外围设备,如扫描仪、复印机、传真机等。

AI (Artificial Intelligence, 人工智能)。它是应用计算机模拟人类的智力活动,进行逻辑判断和推理。

ES (Expert System, 专家系统)。是 AI 的一个分支,专门应用于人工经验处理。如污水处理厂工艺流程选择专家系统、计算机下棋、计算机诊断疾病等。

§ 1.2 CAD 技术的产生和发展

早期的计算机,主要以输出大量的数据作为计算结果,不能输出图形。1950 年,美国麻省理工学院的 Whirlwind 计算机驱动一个阴极射线管作为它的输出设备,首次实现了图形的显示。1960 年,伊凡·萨瑟兰总结了它在 Sketchpad 绘图系统工作,首先实现了现代的交互式图形学,介绍了存贮符号树的数据结构,还开发了使用键盘和光笔进行人机交互的作用和技术。

CAD 是随之而发展起来的新技术,主要是通过一些通用绘图软件包来实现。一开始,这种绘图软件总是被锁定在某一具体的显示设备上,它不能建立模块式的结构系统,从而使得软件不能移植。为了克服不同类型的显示设备需要不同绘图软件所带来的困难,程序开发者经历了一段较长时间的努力,终于设计出了高级的绘图软件包,它可以驱动各种不同类型的显示设备,因而使程序具有了可移植性。因此,在使用 CAD 之前,都需要首先根据不同的输入输出设备进行配置工作。1977 年,美国计算机学会图形学会分会提出了关于 CORE 图形系统的说明,它以已经使用了 6 至 8 年的数种与设备无关的软件包为基础,提出了图形软件包的标准,1979 年又再一次得到精炼,从而使绘图软件更加完善。但是,这一时期的绘图软件只能用在大中型计算机上,因此,无论是硬件设备还是软件,其价格都是十分昂贵。例如在飞行仿真系统中的专用计算机和显示系统的价格就高达数百万美元,计算机的图形功能很难广泛被人们使用。

到 1982 年,美国 AUTODESK 公司率先向市场推出了 AutoCAD1.3 版本,它适用于 16 位 IBM-PC 机及其兼容机,适应于 DOS、MSDOS、CPM86、UNIX 操作系统,从而使绘图软件的应用进入了一个新的时期,使微机的功能得到了很大的扩展,也使人们用微机进行计算机辅助设计成为现实。AutoCAD 是目前国内外最流行的微机辅助设计与绘图软件包,它显著的特点有:开放式结构、嵌入高级编程语言 AutoLISP 和 MICROSOFT C、支持上百种图形外设、用户化工具库(如菜单、文本字体、线型、阴影图案、求助文件等)及外部高级语言、数据库或应用程序通讯,还可以同其它 CAD 系统交换图形信息。

可以说,在我国 CAD 的发展史,即是 AutoCAD 的应用史。据有人估计,在全球的图形处理工作中,以 AutoCAD 为工作平台的要占 80%,而在我国要占到 90% 左右。自 AutoCAD 1.7 版进入我国市场以来,AutoCAD 在我国的应用,经过 2.6、9.0、10.0、11.0、12.0、13.0、14.0 的发展历程。最早是以 2.6 版作为 CAD 软件的开发平台,在 1990 年以后发展成以 10.0 和 11.0 作为平台。目前的 CAD 软件大多以 R12.0 和 R13.0 作为开发平台。随着 Windows 操作系统中文软件不断发展,在 R13 以后的版本中,已不需专用的 ACAD 中文环境,可以直接利用 Windows 的中文环境,大大方便了用户使用

ACAD进行工程设计工作。

几个名词解释：

- 图形软件 (Graphics software)：用于图形的生成、表示和操作的软件。视觉信息是人们最便于接受和理解的信息表示形式之一。一个复杂的结构和关系，采用图形表示可一目了然。以图形方式进行人机交互通信，不仅效率高，而且更为自然、直观。图形软件提供程序语言可调用的标准图形子程序库。它的基本工作方式是接受并处理程序或命令所给出的图形的形式描述数据，生成、操作和存贮图形或将其呈现在各种图形设备上。

- 图元：一个图形的最小的可独立操作的图形实体被称为图元，如一个点，一条直线等。

- 图段：由若干个图元组成的可独立操作的图形实体叫做图段。图段一般作为语义实体，如管配件、零件、个别通用实体等。

- 配置：在使用 CAD 软件时，用户必须让计算机知道它的工作环境，对不同厂家制造的显示器、数字化仪、绘图机、打印机等都必须进行不同的处理，对每个设备必须选择其合理的处理程序（驱动程序），并为用户提供各种信息，这种处理称为配置。

- 点阵纵横比：水平与垂直的每英寸点数的比例。对于显示屏、打印机、绘图机等都有自己的点阵纵横比。这一比例可根据用户的需要在配置时加以修改。

§ 1.3 给水排水工程 CAD 的发展

从 1963 年萨瑟兰研制出 SKETCHPAD 软件以来，CAD 经历了近四十年的发展，已成为各行各业进行工程设计所必需的工具。在我国的给水排水工程领域，CAD 技术的应用开始于 1986 年，国家科委、国家环境保护局共同委托同济大学环境工程学院进行 CAD 技术的研究，列入“七五”国家科技攻关项目，并在“八五”期间深化和实用。

目前，给水排水工程专业设计大部分还是处于半手工实现的阶段，即不依靠专业 CAD 软件，只是利用 ACAD 进行工程图的绘制。即使是应用 CAD 软件进行工程设计，也是处于初始阶段，其主要原因是给水排水专业化的 CAD 软件尚不成熟。因此，广泛而深入地应用 CAD 技术，有深远的意义和广阔的发展前景，主要表现在：

(1) 工程设计优质、精确、迅速、高效

CAD 技术的应用，可使设计思路更清晰，分析计算更精确，图形表达更准确，并且在设计中一旦发现错误，可及时而方便地进行修改，同时应用现代的最优化技术，使设计方法更先进，设计质量得以提高。

计算机的快速运算功能和绘图机的高速绘图功能，使整个设计周期大大缩短，设计效率明显提高；应用计算机进行众多的方案比较，采用最优化技术，可使基建费用大为降低；由于设计计算精确，出图迅速，设计周期缩短，使经济效益得以提高。

同时，CAD 软件为所有设计工程师所共享，其标准和先进技术也为设计人员所共有。因此，设计标准化和先进技术得以迅速及时地推广和普及。

(2) 生产管理全局、直观、优化、迅速

在生产管理方面，效益也相当明显。应用 CAD 软件，可使预测者和决策者从全局了解整个工程设计过程，直观地进行预测和决策。同时由于计算机的运算功能、最优化设计功能和高速绘图功能，使管理人员在短时间内对某一工程项目作出决策，节约大量的时间

和劳动力。

(3) 降低成本、节省人工和劳动时间

不论是在工程设计和生产管理上, CAD 软件都发挥了它的多、快、好、省的特点, 从而节省了人力、物力和财力, 使设计成本降低, 建设费用减少, 管理方便程度提高。

目前, 在给水排水工程领域, 实用性专业软件并不多, 主要有如下几个方面的 CAD 软件:

污水处理工程: 如 WTPCAD、WTPES 等;

室内给水排水工程: 如 WRH、HOUSE、ABD 等;

给水排水管网: 如 WPNCAD、WDOC、STORM、SEWER 等;

这些软件, 为专业设计人员解放生产力和提高设计效率起到了重要的作用, 但还存在很多问题, 有待我们进一步努力。

在给水处理工程、工业水处理工程、给水排水设备、水厂自动化管理、自动化调度、实验分析等方面, 现有的软件大多仍处于 CAD 应用研究开发阶段。

随着计算机软件和硬件水平的不断提高, 随着计算机外围设备功能的不断完善, 应用 CAD 进行给水排水工程 CAD 软件的开发变得越来越容易和方便。扫描技术的应用和矢量化软件功能的不断增强等, 为 CAD 在工程设计领域的应用又开辟了新的研究方向。因此, CAD 在给水排水工程领域的实用软件开发有广阔的前景。

§ 1.4 AutoCAD 的启动

§ 1.4.1 绘图界面

在 WINDOWS 下双击 ACAD 图标, 将直接进入 AutoCAD 状态。

1. 屏幕信息

ACAD 界面系统如图 1.1 所示, 包含下拉式菜单区、屏幕菜单区、命令区、状态行和

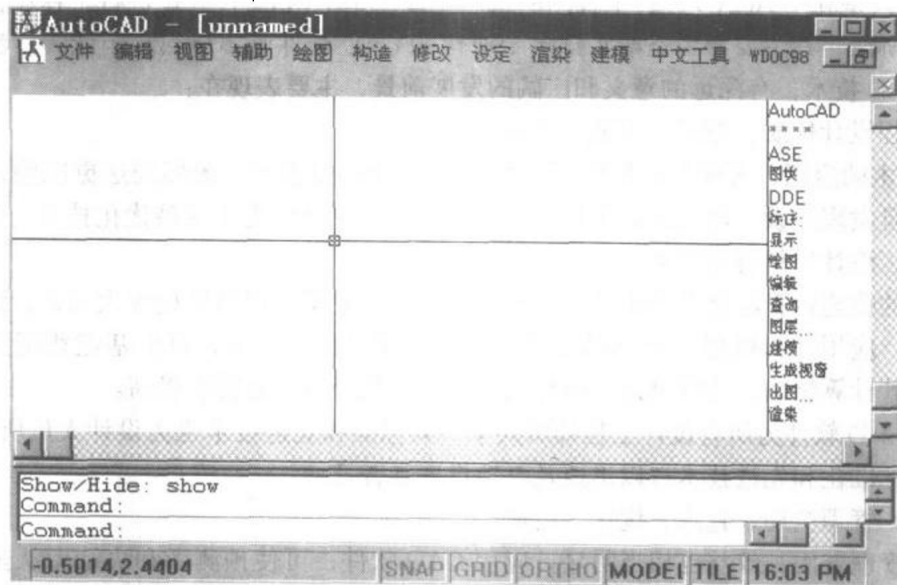


图 1.1 AutoCAD R13 界面

绘图区几部分。下拉式菜单和屏幕菜单是一样的，为了扩大绘图区域，可以把屏幕菜单隐藏掉，所用的每一个 ACAD 命令，在菜单中都可以找到。命令区是为了输入命令而设，用户可以在命令状态下输入任何 ACAD 命令。状态行显示当前的绘图状态以及当前光标所在的位置。绘图区是用户进行 CAD 绘图的地方，用户可以在这里绘制任何图形。

2. 功能键

F1: 对 AutoCAD R12 FOR DOS，是屏幕切换方式，从图形状态到文字状态或从文字状态到图形状态；对 WINDOWS 版，是进入帮助信息菜单。

F2: 对 AutoCAD for WINDOWS 版，是屏幕切换方式，绘图窗口/文本窗口。

F6: 坐标显示，打开/关闭；

F7: 网格状态，打开/关闭；

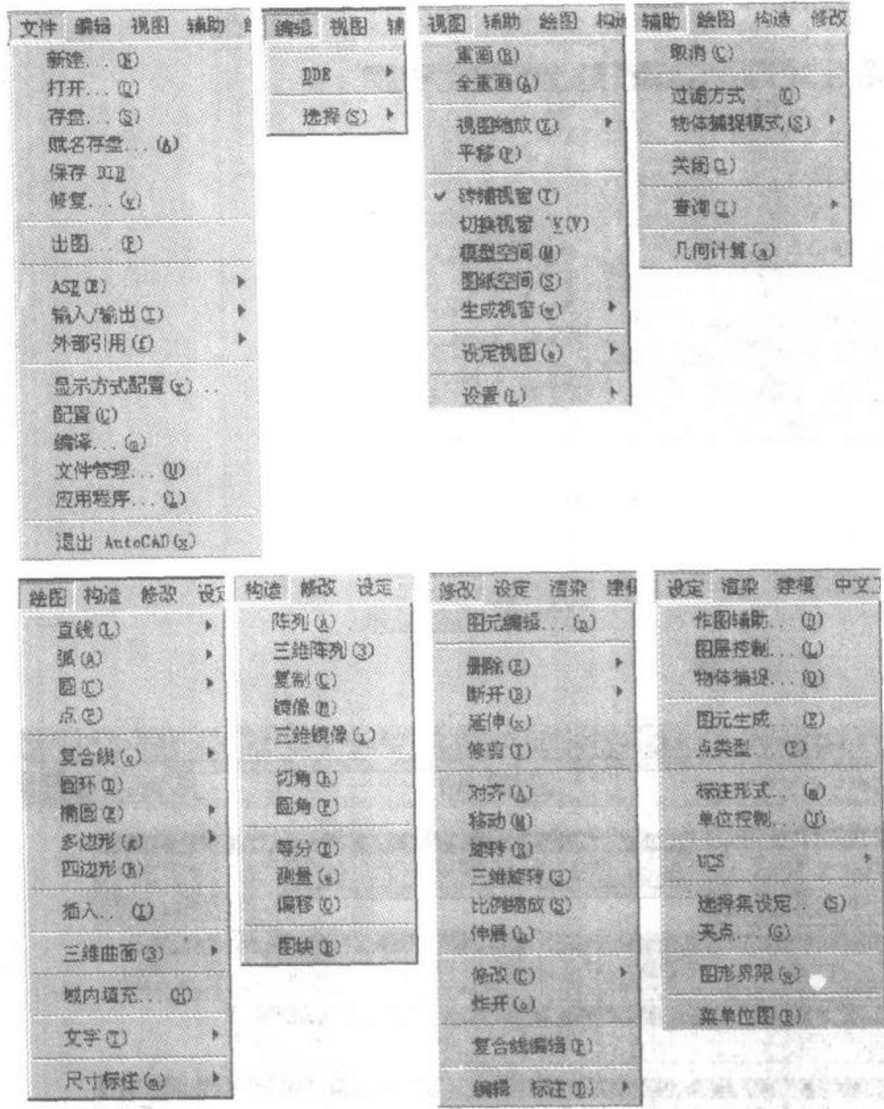


图 1.2 AutoCAD 菜单系统

F8: 正交状态, 打开/关闭;

F9: 捕捉状态, 打开/关闭;

F10: 图形输入板状态, 打开/关闭;

3. 绘新图

在 AutoCAD 状态下, 把鼠标光标移到屏幕顶部, 出现下拉式菜单。操作为:

File→New→进入对话框→输入文件名→选择 OK→进入绘图状态

4. 存贮图形文件

操作: (1) File→Save

(2) File→Save as→文件名

5. 下拉式菜单结构 (主菜单)

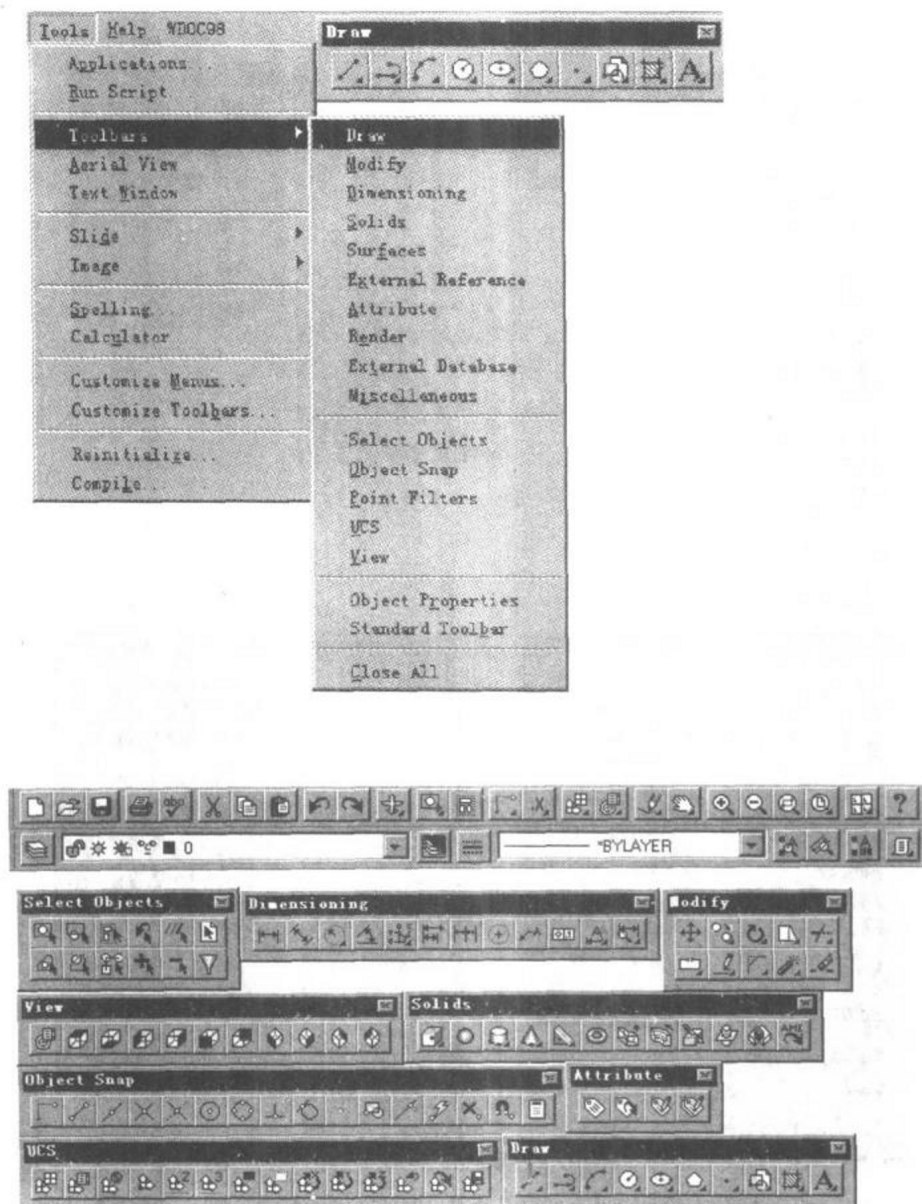


图 1.3 ACAD R13 图标菜单系统

图 1.2 给出 ACAD R12 的下拉式主菜单的结构, 对于子菜单结构, 可以在主菜单下利用相应的菜单调用出来。

图 1.3 是 ACAD R13 的“工具”主菜单下的图标菜单。

图 1.4 是进入 ACAD R14 绘新图的模板选择, 图 1.5 是图标菜单。

在以下的章节中, 介绍 ACAD 在给水处理工程中的应用技术和技巧。

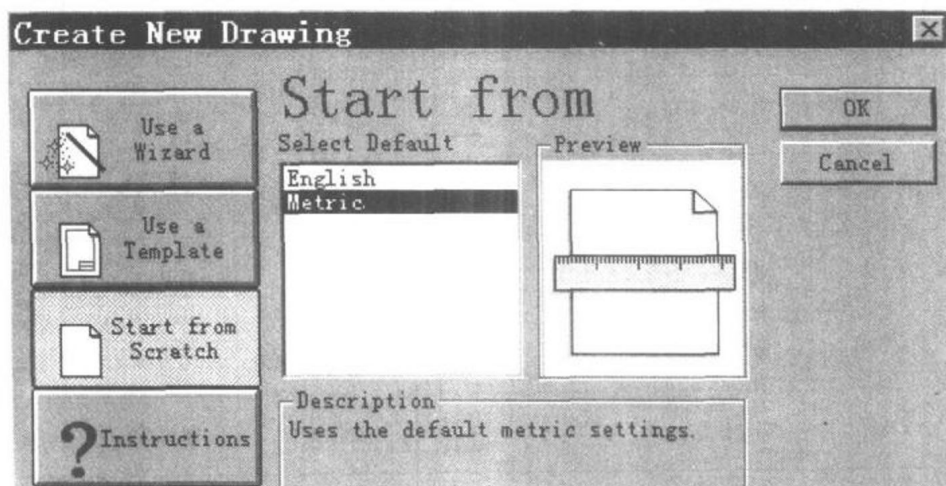


图 1.4 ACAD R14 绘新图模板选择

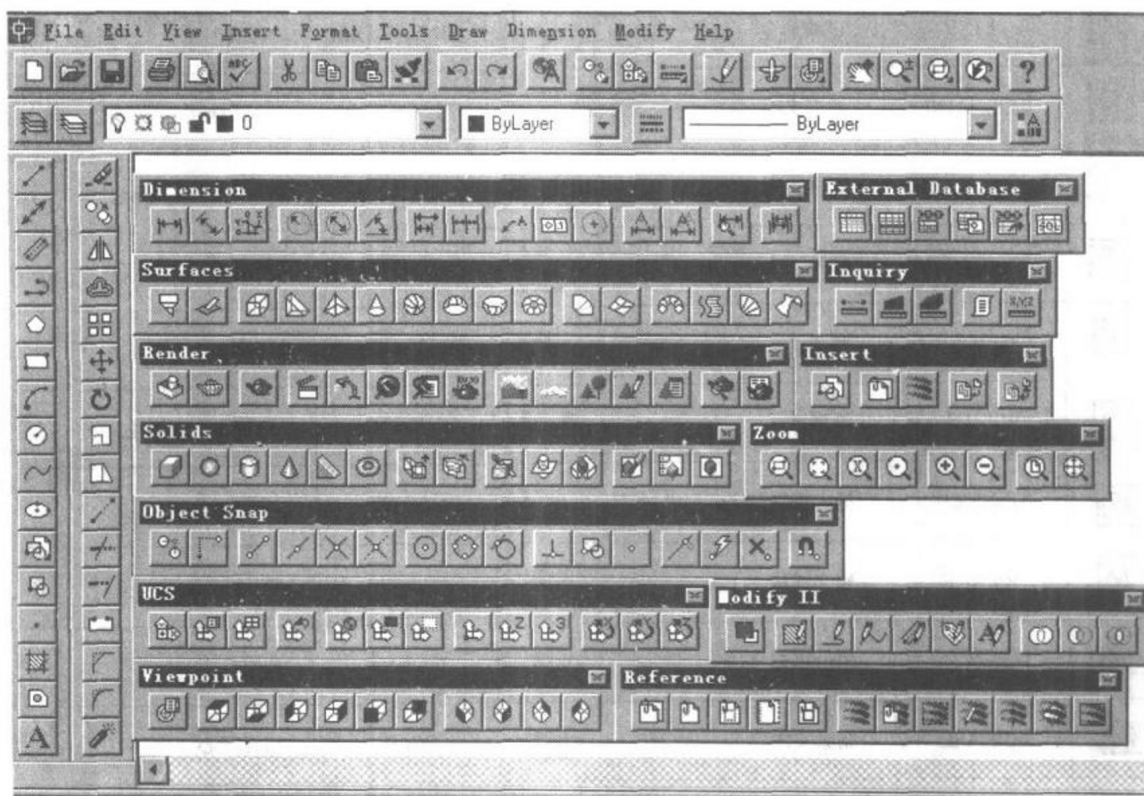


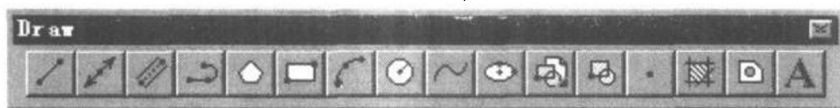
图 1.5 ACAD R14 图标菜单

§ 1.4.2 常用图标及说明

图 标	命 令	说 明	图 标	命 令	说 明
	New	建立新图, 即设置成绘新图的环境。		MIRROR	镜像命令
	OPEN	打开一个已存在的图形。		OFFSET	偏移命令
	SAVE	保存已绘好的图形。		ARRAY	阵列命令
	UCS	建立用户坐标系。		MOVE	移动命令
	DISTANCE	求二点之间的距离。		TRIM	剪切命令
	Redraw All	对所画的图形重新生成。		BREAK	断开命令
	Pan	实时屏幕移动。		CHAMFER	倒角命令
	ZOOM	实时放缩		FILLET	圆角命令
	LAYER	图层设置		AREA	面积测量
	LINE	画线命令		LINEAR DIM	直线标注
	POLYLINE	画多义线		ALIGN DIM	沿线标注
	POLYGON	画多边形			圆半径/直径标注
	ARC	画弧		BASELINE DIM	基准线标注
	CIRCLE	画圆		CONTINUE DIM	连续标注
	ELLIPSE	画椭圆		EDIT DIM	编辑标注和标注文字
	INSERT	插入图块		ENDPOINT	捕捉端点
	BMAKE	建立图块		Midpoint	捕捉中点
	HATCH	图形填充		Intersect	捕捉交点
	ERRASE	删除实体		Center	捕捉圆心
	COPY	实体复制		Insert Point	捕捉插入点

第 2 章 基本二维绘图

二维 (2D, 2 Demision) 绘图是 AutoCAD 最基础的内容之一, 包括绘制点 (Point)、线 (Line、Polyline、Trace)、圆 (Circle)、弧 (Arc)、椭圆 (Ellipse)、多边形 (Polygon、Rectangle)、圆环 (Donut)、文字 (Text) 等。这些命令的组合, 可以绘制所有平面二维图形。在给排水工程中, 大部分工程图都是二维表示的, 如构筑物的平面图、立面图、剖面图等。这些命令的熟练应用, 是通过 AutoCAD 进行绘制工程图的基础。本章以绘制清水池平面图为例, 介绍 AutoCAD 二维绘图命令。



1. Point (点): 有 4 种方式可以实现 Point 绘图指令。

(1) 在 AutoCAD 命令状态下, 输入 Point 命令;

(2) 在 Draw 图标菜单中, 点取



(3) 在 Draw 下拉菜单中, 选择 Point;

(4) 在 Draw 边菜单中, 选择 Point。

点有几种表示方式, 在任何输入点的状态下, 可用任何一种表示点。

(1) 直角坐标表示: 如 “5, 6, 7”, 即 “X, Y, Z”, 以所设定的绘图原点为 “0, 0, 0”, 输入所绘图点的 X、Y 和 Z 坐标, 之间用逗号分隔。当不输入 Z 坐标时, 表示所绘点的 Z 坐标为当前默认的高度 (ELEVATION, 后面介绍这个命令)。如 “5, 6” 表示 X 坐标为 5, Y 坐标为 6。

(2) “表” 表示: 如 (list 5 6 7), 即通过一个表结构, 把点的 X、Y、Z 坐标表示出来。表结构是 AutoLISP 的表示方式, 格式为 (list X Y Z)。

(3) 极坐标表示: 格式为 “点与原点的距离<点与原点连线的角度”, 如 6<30, 表示这一点至原点的距离为 6 个绘图单位, 原点与这一点连线的角度为 30 度。

(4) 相对极坐标表示: 格式为 “@这一点与所绘的最后一点的距离<最后一点与这一点连线的角度”, 如 @8<30。

(5) 球面坐标表示: 格式为 “三维点与原点的距离<原点与该点在 XY 平面上投影点连线的角度<原点与三维点连线与 XY 平面的角度”, 如 8<30<45。

(6) 圆柱坐标表示: 格式为 “三维点在 XY 平面上的投影点与原点的距离<原点与该点在 XY 平面上的投影点连线的角度<Z 坐标”, 如 “8<30<-6”。

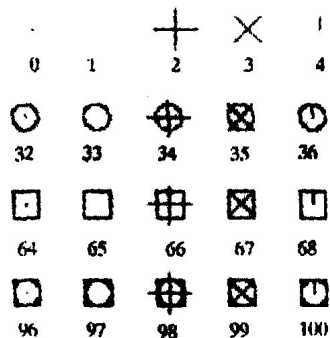


图 2.1 点的形状

点的形状和大小：在画给水排水工程图时，有时需要特别表明点的位置；有时为了方便绘图，可用点表示某一信息，如预留孔洞，这时要确定点的大小。

(1) PDMODE 系统变量确定点的形状：在 Command 状态下，输入 PDMODE，然后用数字确定点的形状。如图 2.1 所示，0 代表一个小点，1 代表不画出任何标记，2 代表点用一个十字表示，3 代表用一个叉字表示等等。

(2) PDSIZE 系统变量确定点的大小：在 Command 状态下，输入 PDSIZE，然后用数字表示点的大小。0 代表点的大小为屏幕高度的 5%；正值代表点的大小为绝对尺寸；负值代表点的大小为屏幕高度的百分比数。如输入 8，表示点的大小为 8 个绘图单位，-8 表示点的大小为相对于屏幕高度的 8%。

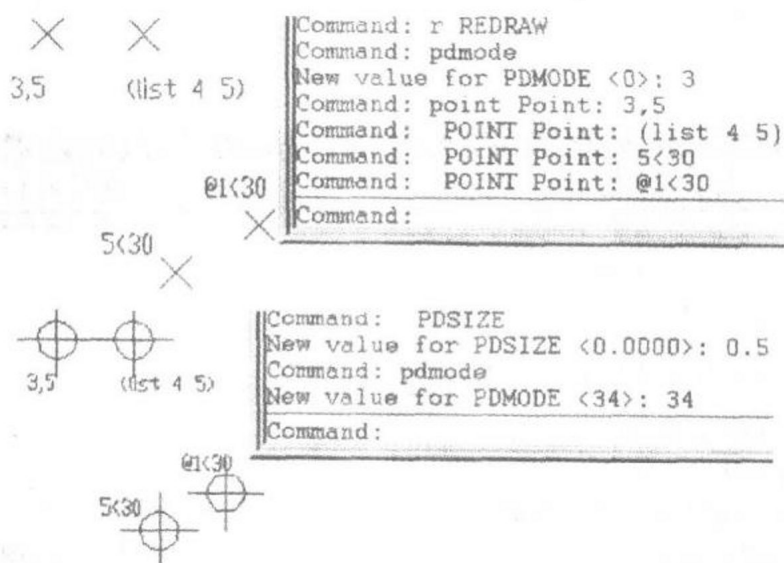


图 2.2 画点及改变点的大小和形状

注意：PDMODE 和 PDSIZE 为全程变量，在任何情况下设置以后，则图形中的所有用点 (POINT) 命令画的点，都变成所设置的大小和形状。

示例：分别用直角坐标“3, 5”、表示“(list 4 5)”、极坐标“5<30”和相对极坐标“@1<30”画点，对于相对极坐标“@1<30”是相对于最后一点“5<30”的极坐标表示。并通过 PDMODE 和 PDSIZE 系统变量改变点的大小和形状。

2.LINE (直线)

(1) SEGMENTS



在 COMMAND: 下输入 LINE (这一说明后面省略，即在不另外说明的情况下，都可键盘输入绘图命令)，或从边菜单 DRAW (后面简单表示为边 DRAW，目的是帮助用户掌握这一命令在哪一个菜单下) 或下拉式菜单 DRAW (后面简单表示为下 DRAW) 下选择 LINE 项，或点取左图所示的图标菜单 (R13 或 R14 的图标菜单，下同) 后，操作：

LINE→From point: →输入或点取一点 (以后省略为“点”) →To point: →点→... →回车，即画好一条直线。

- * 在 From point: 下输入回车键, 表示从最近绘图的结果点继续;
- * 在 To point: 下输入 “C (Close)”, 表示从起点到最后点封闭所画直线, (下同);

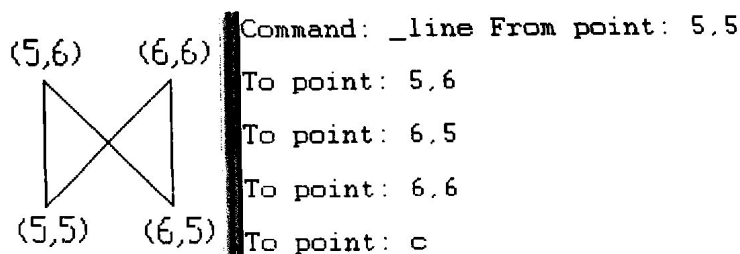


图 2.3 画线

- * 在 To point: 下输入 “U(Undo)”, 表示取消最后所画线并返回到上一结束点, (下同)。

示例: 画一个阀门, 其长和宽分别为一个绘图单位 (在做图块时, 常常采用 1X, 即单位长度, 便于在图块插入时应用。)。为了方便绘图, 在绘图之前先设定好绘图点: 第 1 点是 (5, 5), 第 2 点是 (5, 6), 也可以通过相对极坐标 (@1<90) 表示, 第 3 点为 (6, 5), 第 4 点为 (6, 6)。绘图过程如图 2.3 所示。

(2) 1 SEGMENT

只是画一条直线就退出 LINE 状态。

(3) MLINES

所画线段是双线或多线。



MLSTYLE (线型设置): 对话框

如图 2.5 所示, 可以通过 Element

Properties 选项, 设置是双线或多线, 并可以设置线条的线型和颜色, 如图 2.6 所示。通过 MultiLine Properties 选项, 可以设置线段两端的连接方式, 如图 2.7 所示。

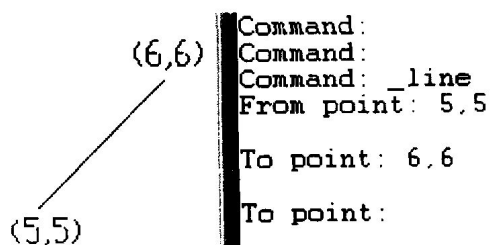


图 2.4 画线段

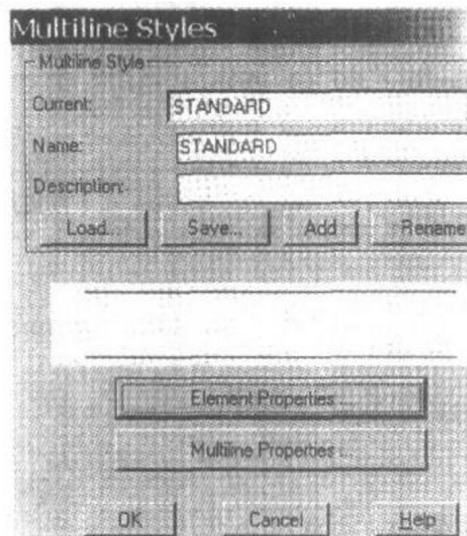


图 2.5 Mlstyle 对话框

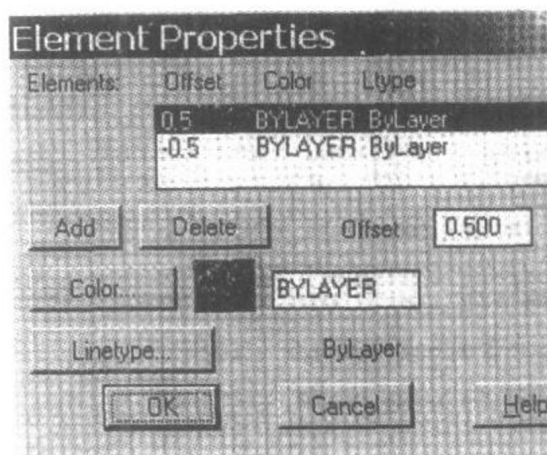


图 2.6 Element Properties 对话框

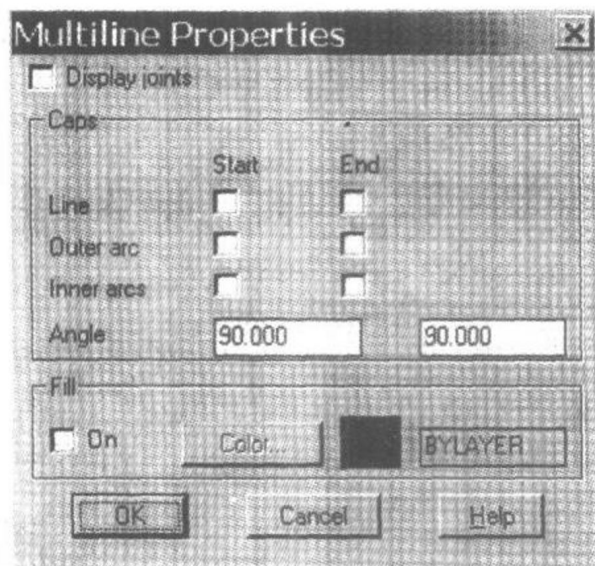


图 2.7 MultiLine Properties 对话框

Mline (画多线): 通过 Mlstyle 命令设置好画线方式后, 就可以画多线或双线了。如图 2.8 所示。

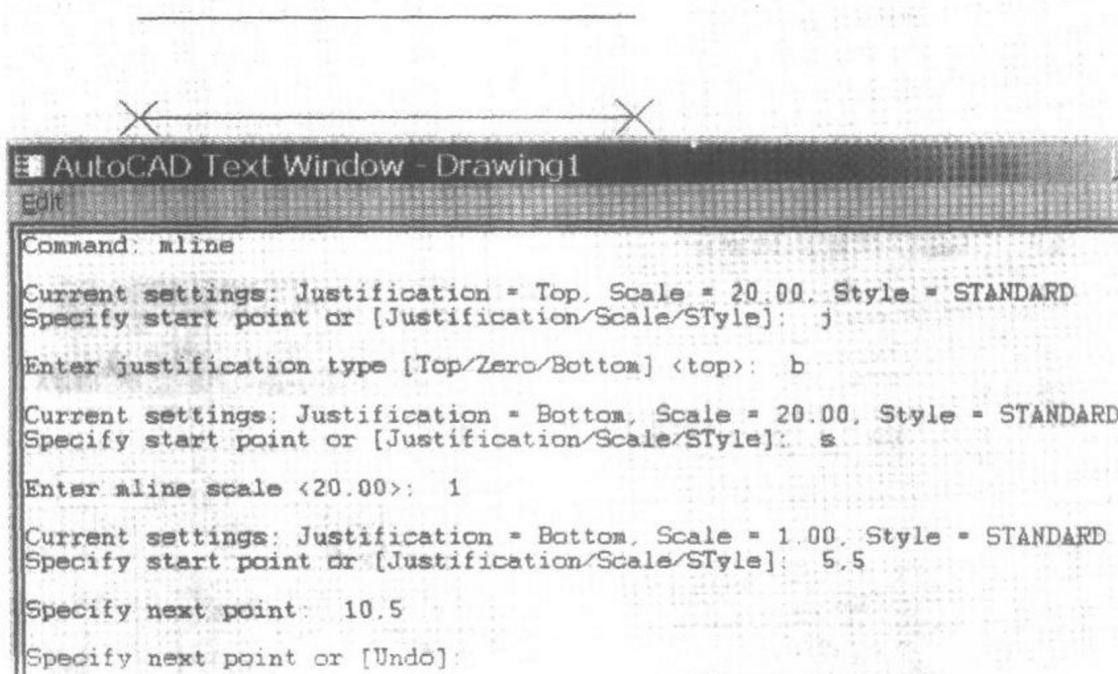


图 2.8 用 MLINE 画双线

3. CIRCLE (圆)