

计算机辅助机械制图

计算机辅助 机械制图

卢章平 王育平 编著

机械工业出版社



机械工业出版社

本书是关于计算机辅助机械制图的入门教材。全书围绕机械图样的绘制,根据初学者的程度,介绍了如何利用 AutoCAD 软件绘制出符合实际生产要求的机械图样。内容包括 AutoCAD 的基本命令、AutoLISP 语言、国家标准《机械制图用计算机信息交换制图规则》、样板文件的生成、几何作图、视图、剖视与剖面的画法、图形库与符号库的建立、尺寸公差、形位公差、表面粗糙度的标注、文字技术要求的注写、应用程序与 AutoCAD 的数据接口等。

本书可作为大专院校的《计算机绘图》课程教材,也可用于技术培训和供从事 CAD 技术工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助机械制图/卢章平,王育平编著. --北京:机械工业出版社,1998.2

ISBN 7-111-06066-0

I. 计... II. ①卢... ②王... III. 机械制图:计算机制图
IV. TH660

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 28636 号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:徐彤 蒋克

封面设计:方芬 责任印制:王国光

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998年2月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 8.25印张 · 195千字

0 001- 3 000册

定价:12.50元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页、由本社发行部调换

前 言

近年来，计算机辅助设计技术迅猛发展，在各行各业已得到广泛的应用，其应用水平已成为衡量一个国家科学技术和工业现代化水平的重要标志。计算机绘图是 CAD 技术的基础和重要内容，但在我国的大多数企业，计算机出图率仍然很低，所以，如何让工程技术人员普遍掌握计算机绘图技术已成为当务之急。

在众多的微机图形软件中，AutoCAD 软件是最广为流行的。但由于其为通用基础软件，直接利用 AutoCAD 还画不出一张符合我国机械制图标准和实际生产需要的图样。本书以机械图样的生成为主线，面向非计算机专业人员，向广大的绘图工作者和机械工程技术人員介绍如何应用 AutoCAD，如何对 AutoCAD 进行二次开发。通过学习，使得他们在各自的行业中能绘制出符合我国机械制图标准和实际生产需要的图样。

书中的许多内容是作者多年来从事教学工作和 CAD 工作的经验积累。对书中的程序注重程序设计思想的分析、基本内容和基本方法介绍，而不注重编程的技巧，这样使得读者可以很方便地读懂并能加以借鉴和应用。

本书可作为大专院校的《计算机绘图》课程教材，也可用于技术培训和供从事 CAD 技术工作的人员参考。

全书共分八章，王育平参加了第一、二章和第三章第一、二、三节的编写，其余章节由卢章平编写。

感谢钱海霞参与了第八章的部分工作。本书承蒙陈是煌副教授主审，谭建荣教授、刘恩元教授和王荣珏教授给予了指导和帮助，在此深表谢意。

由于作者水平有限，对书中的不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

1997 年 12 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 AutoCAD 的软硬件环境	1
第二节 AutoCAD R12 for Windows 的安装与配置	1
第三节 AutoCAD R12 for Windows 的界面	2
第四节 AutoCAD 软件简介	3
第二章 机械图样绘制中的常令	4
第一节 绘图命令	4
第二节 图形编辑与显示控制命令	7
第三节 图层、颜色和线型	15
第四节 其它命令	16
第三章 AutoLISP 语言及其编程	28
第一节 AutoLISP 的基本概念	28
第二节 AutoLISP 预定义函数	30
第三节 图形处理函数	34
第四节 图形数据库编辑函数	37
第四章 机械图样的绘图环境	49
第一节 机械制图用计算机信息交换 制图规则	49
第二节 机械图样中的线型定义	55
第三节 样板文件的生成	61
第五章 机械图绘制基础	67
第一节 几何作图	67
第二节 三视图的画法	73
第三节 视图的画法	76
第四节 剖视图	78
第六章 图形库与符号库	80
第一节 图形库与符号库的建立工具	80
第二节 符号库的建立	88
第三节 图形库的建立	95
第四节 界面设计技术	100
第七章 机械图样的标注	106
第一节 常见结构的尺寸标注	106
第二节 尺寸公差的标注	109

第三节 图样上的汉字标注	111
第四节 图样上的其它标注	114
第八章 数据接口技术	118
第一节 数据文件接口	118
第二节 应用程序与 AutoCAD 通过命令组文件连接	120
第三节 数据库与 AutoCAD 的通信	121
第四节 DDE 动态数据交换连接	122
参考文献.....	124
后 记.....	125

第一章 绪 论

为满足各个行业对计算机辅助设计的需求，Autodesk 公司于 1982 年在基于 Z80 芯片的微机上开发出了 AutoCAD。在随后的十几年中，Autodesk 公司不断地对它进行改进，使得 AutoCAD 成为目前微机上最流行的 CAD 软件之一，AutoCAD R12 for windows 是功能增强后的较高版本。

第一节 AutoCAD 的软硬件环境

AutoCAD R12 for windows 的正常运行需必要的软件和硬件环境的支持。

一、AutoCAD 的硬件配置

AutoCAD R12 for Windows 要求微机的基本配置为：

1. 主机

至少增配 387 协处理器的 386 微机，一般使用 486 以上的机器。主机内存 8MB 以上，内存越大越好。硬盘空间在 37MB 以上，另配一个或二个软盘驱动器。

2. 显示器

必须是 AutoCAD 支持的显示器，并具有字符和图形两种工作模式，最好配置分辨率高的显示器。一般为单屏幕设置，有条件时可设置双屏幕。

3. 绘图仪或打印机

必须是 AutoCAD 所支持的输出设备。

二、AutoCAD 的软件环境

AutoCAD R12 for windows 必须在 Windows 3.1 以上环境下才能运行，所以在使用该软件前必须了解 Windows 的基本操作和使用。

第二节 AutoCAD R12 for Windows 的安装与配置

一、AutoCAD 的安装

- ◆ 进入 Windows 环境。
- ◆ 进入程序管理器。
- ◆ 将 AutoCAD R12 Windows 系统盘的第一号盘放入 A 驱动器，并列出其文件目录。
- ◆ 运行第一号盘中的 setup.exe 文件。
- ◆ 根据提示更换磁盘。

在安装中需回答 AutoCAD 系统的放置盘符、是否安装三维实体造型系统 AME 等内容。

二、AutoCAD 的配置

AutoCAD 软件系统安装好以后，在第一次使用时需对现有设备进行配置（如显示器、打印机、绘图仪、输入设备等），系统自动建立一个 acad.cfg 配置文件并加以保存。配置文

件的生成过程就是用户在系统的自动引导下回答一系列问题的简单过程。由此可见，acad.cfg 文件包含了 AutoCAD 系统使用的当前设备、设备的连接以及用户对 AutoCAD 的性能所作的设置等全部信息。

若修改上述配置，就需要对 AutoCAD 系统重新配置，这项工作可选择下拉菜单 File 下的 CONFIG 命令项完成。执行该配置命令后，系统即向用户提供当前配置的格式和内容以及重新配置的菜单选项，如图 1-1 所示：



图 1-1 系统配置菜单

用户可通过键入每一选项前的数字来选择菜单项，并逐一进行配置修改，修改完毕后系统即生成新的 acad.cfg 文件。

第三节 AutoCAD R12 for Windows 的界面

AutoCAD R12 for Windows 具有良好的用户界面，当进入 AutoCAD 以后屏幕上即出现如图 1-2 所示的用户界面。AutoCAD 的界面有屏幕菜单、下拉菜单、图标菜单、对话框等形式。

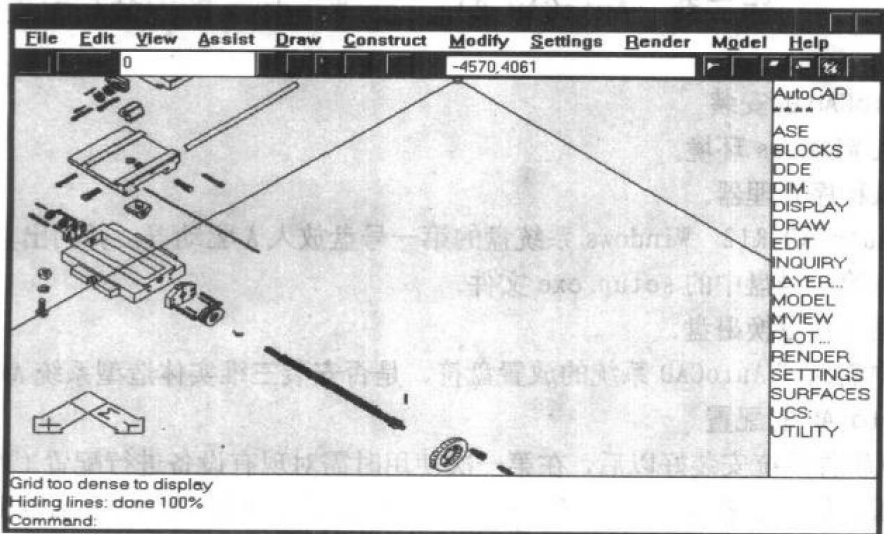


图 1-2 AutoCAD 的用户界面

菜单分区如图 1-3 所示。

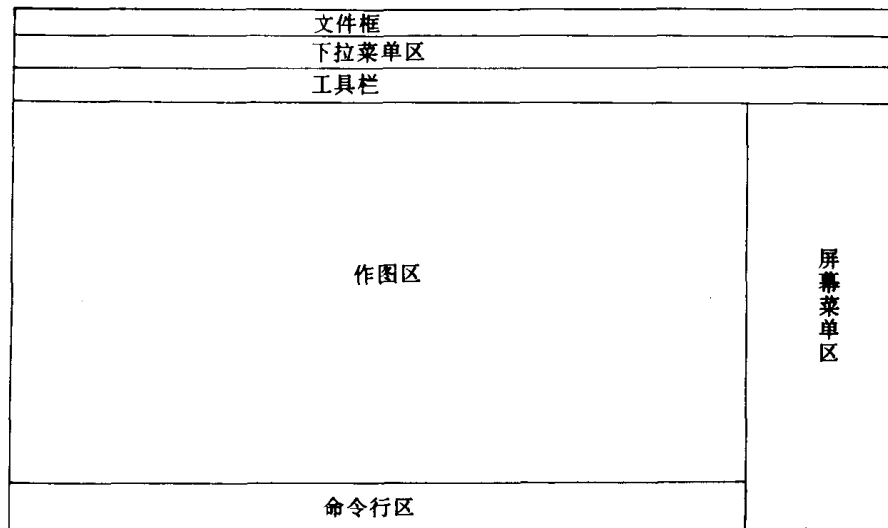


图 1-3 AutoCAD 的屏幕分区

第四节 AutoCAD 软件简介

一、绘图功能

点、直线、圆及圆弧、文本、曲线拟合、折线、尺寸标注、形和块、线型、颜色、层等。

二、编辑功能

删除、恢复、移动、拷贝、镜象、旋转、阵列、修剪、拉伸、倒角、倒圆、等距线等。

三、显示功能

缩放、扫视 (PAN)、三维视图控制、多视图控制等。

四、三维实体造型功能

- 1) 参数化基本体素生成。
- 2) 实体的布尔运算操作。
- 3) 实体的编辑 (倒角、倒圆、属性改变、移动)。

五、二次开发功能

- 1) 用户能自定义屏幕菜单、下拉菜单、图标菜单等。
- 2) 用户能定义与图形有关的一些属性, 如线型、剖面图案、字体、符号等。
- 3) 建立命令文件, 自动执行预定义的命令序列。
- 4) 通过 DXF 或 IGES 规范的图形数据转换接口与其它应用软件进行数据交换。

六、辅助查询功能和工具

- 1) 查询实体的图形数据库参数和周长、面积、距离等参数。
- 2) 通过绘图工具, 设置一个符合要求和方便快捷的工作环境。

第二章 机械图样绘制中的常用命令

第一节 绘图命令

一、POINT 命令

1. 功能

在屏幕的指定位置画点，并可设置点的图案及大小，如图 2-1 所示。

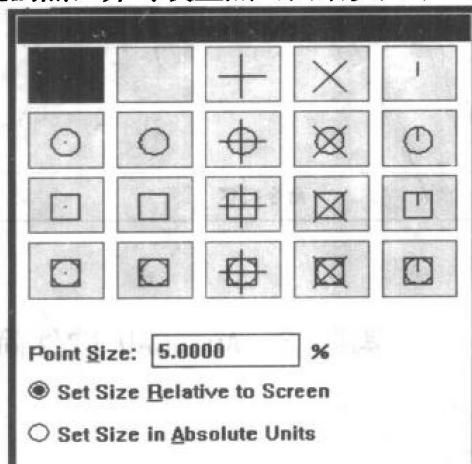


图 2-1 点的图案及大小

图案的设置方式: Setting\ Point Style。

2. 格式

Command: Point ↓

Point: 输入点的坐标

二、LINE 命令

1. 功能

在屏幕上生成单条或多条直线。

2. 格式

Command: Line ↓

From point: 输入起点

To point: 输入第一条直线的终点

To point: 输入第二条直线的终点

.....

To point: 回车结束该命令

3. 说明

输入点的坐标方式有:

1) 绝对坐标。

2) 相对坐标。

To point: @2, 3 ↓ (相对前一点的 x 方向位移为 2, Y 方向位移为 3)

3) 极坐标。

To point: @3<45 ↓ (3 为半径, 45°为极角)

三、CIRCLE 命令

1. 功能

提供五种画圆的方法。

2. 格式

(1) 已知圆心和半径画圆

Command: CIRCLE ↓

3P/2P/TTR/<Center point>: 输入圆心

Diameter/<Radius>: 输入半径

(2) 已知圆心和直径画圆

Command: CIRCLE ↓

3P/2P/TTR/<Center point>: 输入圆心

Diameter/<Radius>: D ↓

Diameter: 输入直径

(3) 已知三点画圆

Command: CIRCLE ↓

3P/2P/TTR/<Center point>: 3P ↓

First point: 输入第一点

Second point: 输入第二点

Third point: 输入第三点

(4) 过直径的两端点画圆

Command: CIRCLE ↓

3P/2P/TTR/<Center point>: 2P ↓

First point on diameter: 输入直径的第一个端点

Second point on diameter: 输入直径的第二个端点

(5) 画已经存在的两个目标（直线或圆弧）的公切圆

Command: CIRCLE ↓

3P/2P/TTR/<Center point>: TTR ↓

Enter Tangent Spac: 选取第一个目标

Enter Second Spac: 选取第二个目标

Radius: 输入公切圆的半径

3. 说明

1) 内切、外切的确定与选取目标点的位置和连接弧的半径有关, 如图 2-2 所示。

2) 用三点方式可作出与三个实体相切的圆弧, 如图 2-3 所示的虚线圆。

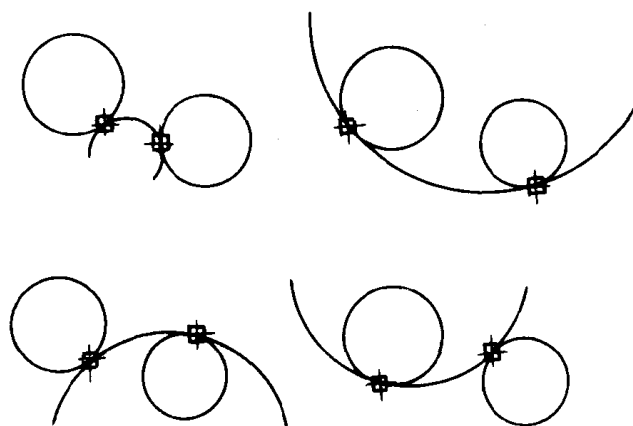


图 2-2 公切圆的形式

操作步骤:

Command: CIRCLE ↓
3P/2P/TTR/<Center point>: 3P ↓
First point: TAN ↓
to (选取第一个实体目标)
Second point: TAN ↓
to (选取第二个实体目标)
Third point: TAN ↓
to (选取第三个实体目标)

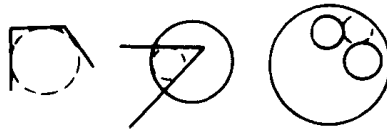


图 2-3 与三个实体相切的圆

四、ARC 命令

1. 功能

可提供 10 种画圆弧的方法。

2. 格式 (以其中的五种基本形式为例)

(1) 已知三点画弧

Command: ARC ↓
Center/<Start point>: 输入圆弧起点
Center/End/<Second point>: 输入第二点
End point: 输入第三点

(2) 已知起点、圆心和终点画弧

Command: ARC ↓
Center/<Start point>: 输入圆弧起点
Center/End/<Second point>: C ↓
Center: 输入圆心
Angle/Length of chord/<End point>: 输入圆弧终点

(3) 已知起点、圆心和圆弧所对的圆心角画弧

Command: ARC ↓
Center/<Start point>: 输入圆弧起点
Center/End/<Second point>: C ↓
Center: 输入圆心
Angle/Length of chord/<End point>: A ↓
Include angle: 输入圆弧所对的圆心角

(4) 已知起点、圆心和圆弧所对的弦长画弧

Command: ARC ↓
Center/<Start point>: 输入圆弧起点
Center/End/<Second point>: C ↓
Center: 输入圆心
Angle/Length of chord/<End point>: L ↓
Length of chord: 输入圆心角所对的弦长

(5) 已知起点、终点和起点处圆弧的切线方向画弧

Command: ARC ↓

Center/<Start point>: 输入圆弧起点

Center/End/<Second point>: E ↓

Endpoint: 输入圆弧终点

Angle/Direction/Radius/<Center point>: D ↓

Direction from start point: 输入起点的方向角度

五、PLINE 命令

1. 功能

绘制由不同宽度、不同线型的直线或圆弧所组成的连续线段。

2. 格式

Command: PLINE ↓

Current line-width is 0.0000

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>:

- ◆ 以“A”响应，系统以绘制圆弧的方式提示：

Angle/CEnter/Close/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/undo/Width
/<End point of arc>:

- ◆ 以“C”响应，从当前位置绘制一条直线段到多义线的起点，封闭多义线组。
- ◆ 以“H”响应，设置半线宽。
- ◆ 以“L”响应，给定所要绘制的直线长度。
- ◆ 以“U”响应，取消最后一条线，可连续使用，实现由后向前的逐一取消。
- ◆ 以“W”响应，设置线宽，如粗实线的使用。

第二节 图形编辑与显示控制命令

一、选择集构造方式

AutoCAD 提供了十几种选择编辑目标的方法，当输入编辑命令后，命令行将会出现提示：

Select object: (选择目标)

AutoCAD 提供了下列方法将目标加入选择集：

◆ 直接指点式：缺省选择项。在拾取过程中找到落在拾取框中或与拾取框交叉的实体。

- ◆ Window 方式：将完全落在指定窗口内的实体加入选择集。
- ◆ Crossing 方式：将与窗口交叉和完全落在窗口内的实体加入选择集。
- ◆ Last 方式：将最后生成的实体加入选择集。
- ◆ Remove 方式：从选择集中移出所选择的目标。
- ◆ Add 方式：从 Remove 模式切换到正常状态，以便将所选择的实体加入选择集。
- ◆ All 方式：除了被锁住或冻结图层上的实体以外，其它实体都被选择加入选择集。
- ◆ Undo 方式：撤消上一次选择操作。

二、几何变换命令

(一) SCALE 命令

1. 功能

对指定的实体按所给定的比例进行缩放，x、y 方向常按相同的比例因子缩放。

2. 格式

Command: SCALE ↓

Select object: 指定被缩放的实体

Base point: 指定缩放的基点

<Scale factor>/Reference: 这时有两种响应方式

1) 直接输入比例因子，大于 1 为放大，小于 1 为缩小。

2) 以“R”响应时，是利用长度参考方式。

<Scale factor>/Reference: R ↓

Reference length<1>: 4.2 ↓ (给出参考长度 4.2)

New length: 7.5 ↓ (给出新的长度 7.5，这时的放大比例为 $\frac{7.5}{4.2}$)

(二) MIRROR 命令

1. 功能

按指定的对称线对所选实体进行对称（镜象）变换，如图 2-4 所示。

2. 格式

Command: MIRROR ↓

Select object: 构造选择集

First point of mirror line: 输入对称轴上的第一点

Second point of mirror line: 输入对称轴上的第二点

Delect old objects?<N> 确定是否要删除原图

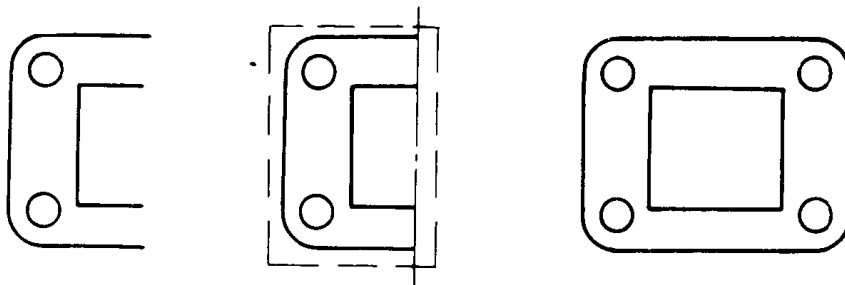


图 2-4 对称变换

(三) ROTATE 命令

1. 功能

将指定实体按给定的基点和转角进行旋转变换。

2. 格式

Command: ROTATE ↓

Select objects: 指定要旋转的实体

Base point: 给定基点，即旋转中心

<Rotate angle>/Reference: 给定旋转角度，逆时针为正，顺时针为负

(四) MOVE 命令

1. 功能

将一个或多个实体平移到新的位置上。

2. 格式

Command: MOVE ↓

Select object: 构造选择集

Base point or displacement: 输入基点

Second point or displacement: 输入基点平移后的对应位置

三、删除与恢复命令

(一) ERASE 命令

1. 功能

删除指定的实体。

2. 格式

Command: ERASE ↓

Select objects: 构造选择集

(二) OOPS 命令

1. 功能

恢复最近一次被 ERASE 命令删除的实体。

2. 格式

Command: OOPS ↓

四、复制与阵列

(一) COPY 命令

1. 功能

将选定的实体作一次或多次拷贝，其大小、方向不变，原图保留。

2. 格式

Command: COPY ↓

Select object: 构造选择集

<Base point or displacement>/Multiple: 以两种方式响应:

1) 默认选项只进行一次拷贝。

2) 以“M”响应时可进行多次复制。

(二) ARRAY 命令

1. 功能

将选定实体构造成矩形阵列或圆形阵列，如图 2-5 所示。

2. 格式

Command: ARRAY ↓

Select objects: 选择实体

Rectangular or Polar array (R/P): P ↓

Center point of array: 指定阵列中心

Number of items: 指定阵列中的项数

Command: ARRAY ↓

Select objects: 选择实体

Rectangular or Polar array (R/P): R ↓

Number of rows (—) <1>: 行数

Number of columns <| | |> <1>: 列数

Angle to fill(+=CCW, -=CW)<360>:

输入总张角(逆时针为正, 顺时针为负)

Rotate objects as they are copied?(Y)

询问拷贝时实体是否绕阵列中心旋转

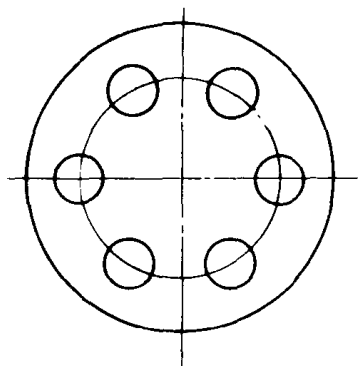
对行距和列间距值, 沿 x、y 正向为正, 否则为负。

Unitcell or distance between rows:

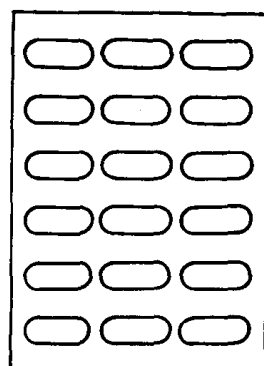
行间距

Distance between columns:

列间距



圆阵列



矩形阵列

图 2-5 阵列变换

五、倒圆与倒角

(一) FILLET 命令

1. 功能

用已知半径的圆弧对选定的两个实体倒圆角。

2. 格式

Command: FILLET ↓

Polyline/Radius/<Select first object>: 有三种方式响应

◆ Radius: 以“R”响应, 输入圆角半径。

◆ Polyline: 以“P”响应, 用圆角连接整个多义线。

◆ <Select first object>: 缺省选择项, 指定用圆角连接的第一个实体, 接着系统会继续提示选择第二个实体。

使用中应先输入连接弧的半径, 并重新启动命令后再选择实体。

(二) CHAMFER 命令

1. 功能

对两条相交直线作倒角。

2. 格式

Command: CHAMFER ↓

Polyline/Distance/<Select first line>: 有三种方式响应

◆ Distance: 以“D”响应, 分别设定二个倒角距离, 如图 2-6 所示的 D1 和 D2。

◆ <Select first line>: 缺省选择项, 选择倒角对象的第一条线, 接着系统会继续提示输入第二条线。

◆ Polyline: 以“P”响应, 对整个多义线进行倒角。

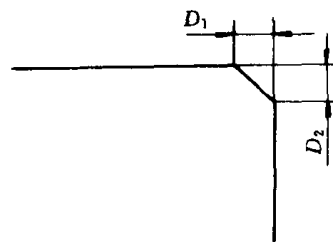


图 2-6 倒角宽度

六、切断与修剪

(一) BREAK 命令

1. 功能

将选定的实体部分删除或将其截断成两个实体。

2. 格式

Command: BREAK ↓

Select object: 选择要截断的实体。

- 1) 将指定实体截成两个实体, 切断长度为 0, 如图 2-7a 所示。

Command: BREAK ↓

Select object: 在需切断的实体上指定切断点

Enter second point (or F for first point): @ ↓

- 2) 删除实体第一点与第二点之间的部分, 如图 2-7b 所示。

Command: BREAK ↓

Select object: 指点切断的第一点 P1

Enter second point (or F for first point): 指定切断的第二点 P2

- 3) 输入“F”后重新指定第一点, 如图 2-7c 所示。

Command: BREAK ↓

Select object: 指定要切断的实体 PT

Enter second point (or F for first point): F ↓

Enter first point: 指定要切断的第一点 P1

Enter second point: 指定要切断的第二点 P2 (所断开的为 P1 → P2 逆时针方向的虚线圆弧部分)

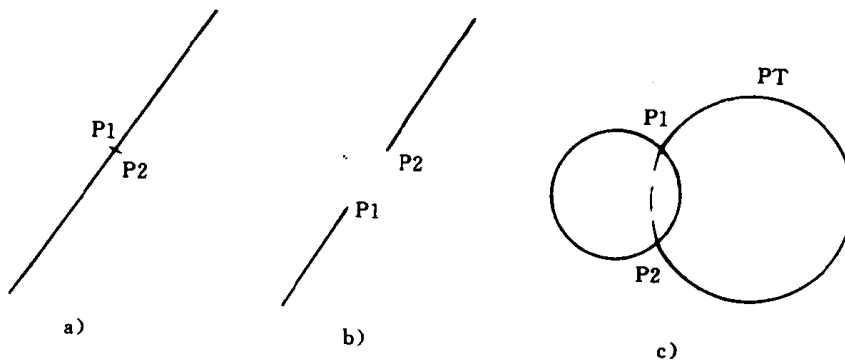


图 2-7 Break 命令的使用

(二) TRIM 命令

1. 功能

用选定的一个或多个实体 (切边) 修剪指定的某些实体 (被切边), 如图 2-8 所示。

2. 格式

Command: TRIM ↓

Select cutting edge(s) ...

Select objects: 选择切边

... ..

<Select object to trim>/Undo: 选择被切边/取消上一次操作

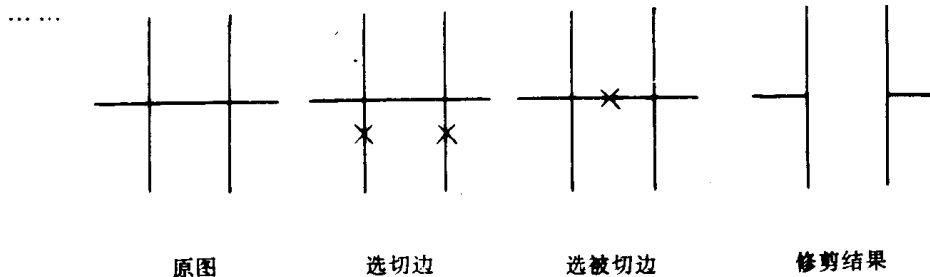


图 2-8 Trim 命令的使用

七、二维多义线的编辑 PEDIT 命令

1. 功能

编辑多义线，包括打开、封闭、改变线宽、连接、修改顶点及曲线拟合等操作。

2. 格式

Command: PEDIT ↓

Select polyline: 选择有 PLINE 命令生成的折线

Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo/eXit<X>:

(1) “X” 默认选项，退出 PEDIT 命令。

(2) “C” 用一直线将折线闭合，若选取的折线为封闭的，则此项变为“OPEN”，取消该封闭折线的最后生成线。

(3) “J” 将几段首尾相接的实体连接成一条完整的折线，如图 2-9 所示，系统继续提示为：

Select object: 选择要连接的直线、折线或弧

Select object:

.....

Select object: ↓ 回车结束

n segment added to polyline

(4) “W” 设置整条折线的新线宽，如果原折线的线宽不一致，此时也变为具有均匀线宽的折线。

(5) “E” 编辑折线的一个顶点，系统将折线的首端点作为默认的编辑点，并在编辑点处以“x”显示。系统的继续提示为：

Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit<N>:

◆ “N”：选取下一个顶点为当前点

◆ “P”：选取前一个顶点为当前点

◆ “B”：把折线断开，设置当前点为第一个断点，并继续提示输入第二个断点：

Next/Previous/Go/eXit<N>:

· “N”：选取下一个顶点为断开点

· “P”：选取前一个顶点为断开点

· “G”：执行断开操作，将相邻两断开点之间的线删去

◆ Insert: 在当前顶点和下一个顶点之间插入一个新顶点