

4 工艺简图绘制

4.1 基本绘图操作

在填写工序卡时，除了填写工步内容外，常常需要绘制工序简图。在开目 CAPP 工艺编制模块中自备工艺简图绘制子模块，提供了类似开目 CAD 的绘图环境。单击工具条上的按钮 （或在非图形编辑界面下双击工艺简图区域内的任意位置），即可进入绘图界面。如图 4.1-1 所示。

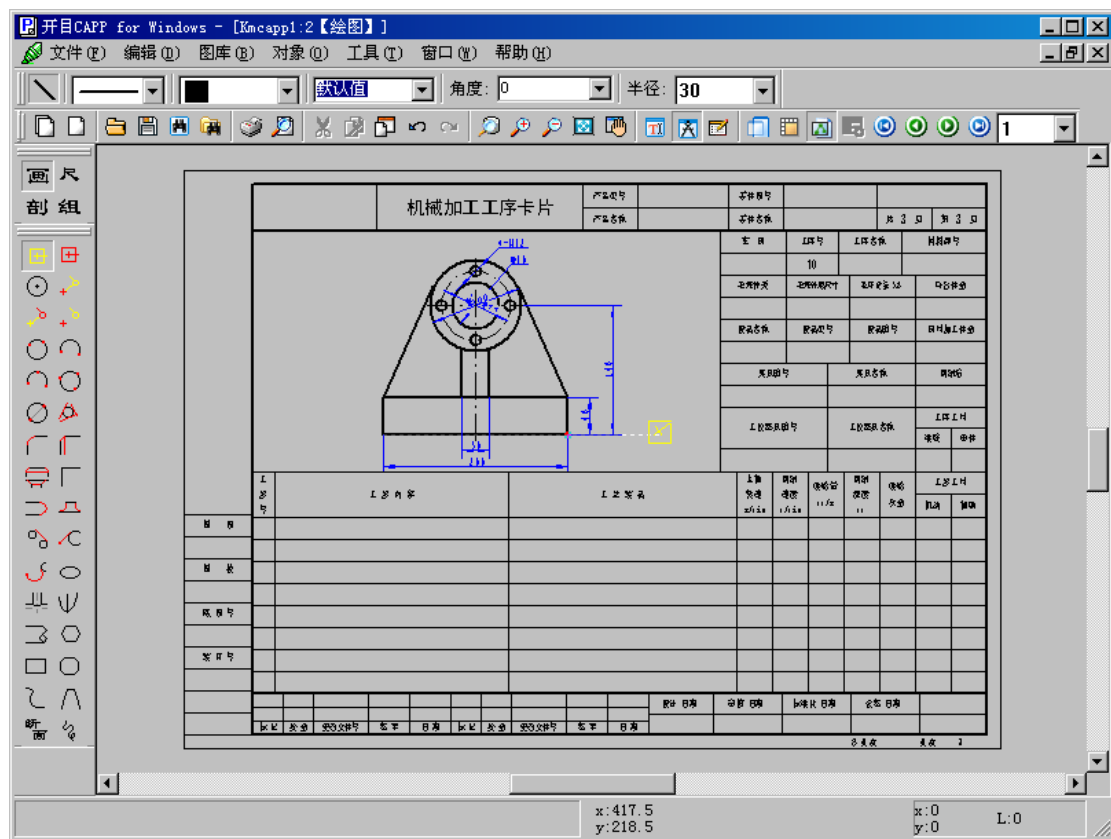


图 4.1-1

4.1.1 绘图信息显示

4.1.1.1 信息显示

在绘图界面最下面是系统的信息提示区域，它可以显示操作提示、当前光标的位置及方向等信息，如图 4.1-2所示，各标记意义分别如下：

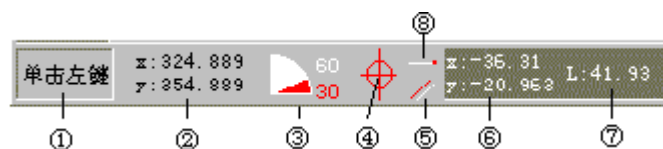


图 4.1-2

- ① 适时的操作提示；
- ② 光标所在位置的 X、Y 坐标值（绝对坐标值）；
- ③ 显示光标方向；
- ④ 显示光标所在位置是某圆或弧的圆心，当光标不在圆心时③处为空白；
- ⑤ 显示光标方向与当前线的关系， $//$ 为平行， $\perp$ 为垂直， $\angle$ 为斜交；
- ⑥ 显示当前线在 X、Y 方向的投影长度；
- ⑦ 显示当前线的长度；
- ⑧ 显示光标与当前线的位置关系，用六种图形表示这种关系。其中红色圆点表示光标所在点，白色表示当前线的当前段，黑色表示非当前线，共有六种图标。各图标表示的意义如图 4.1-3 所示（其中细线表示白色，粗线表示黑色和红色）。

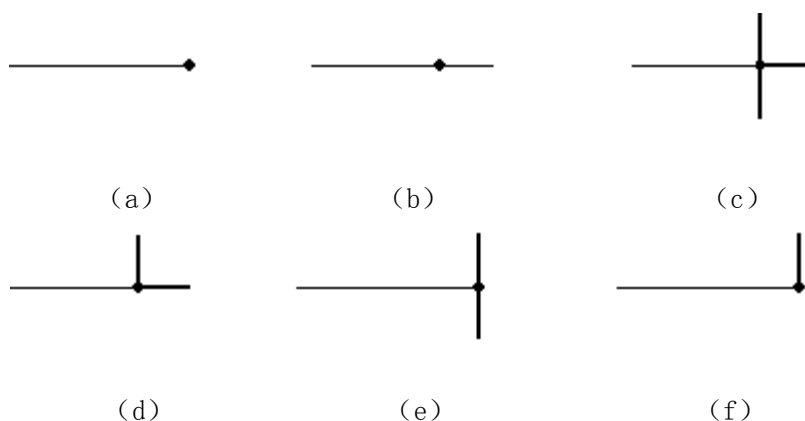


图 4.1-3

- (a) 光标处于当前线的端点。
- (b) 光标处于当前线上。
- (c) 光标处于当前线上与另一线的非端点在该处相交。
- (d) 光标处于当前线上，与另一线的端点在该处相交。
- (e) 光标处于当前线的端点上，与另一线的非端点在该处相交。
- (f) 光标处于当前线的端点上，与另一线的端点在该处相交。

4.1.1.2 光标类型

在开目 CAPP 中用一组图形光标表示作图方式、作图位置、作图方向等信息。在表 4.1-1 中列出了几种常见光标。

表 4.1-1

序号	光标状态	形式	准确位置	方 向
1	画直线		光标中心交点处	长线所指方向
2	画圆弧或圆		圆心在十字交点处 笔位置在小圆中心	小圆上短线所指的方向
3	标注线性尺寸		方框中心	方框外短线所指
4	标注直径尺寸		圆中心	无
5	标注半径尺寸		交点处	无
6	点菜单		箭头顶点处	无
7	画剖面线		方框中心	无
8	默认光标		箭头顶点处	箭头所指方向，方向可旋转

4.1.2 常用操作

开目 CAPP 中绘制图形时，各种操作都保证了其准确性，并且非常方便和快捷，在本节的以下部分将分别予以介绍。

4.1.2.1 移动

1. 一般移动

1) 光标沿水平、垂直方向移动

不论光标方向如何，不论光标为何种形式，按下键盘上的移动键【←】、【→】、【↑】、【↓】，光标将向左、右、上、下移动。

① 移动距离为1mm：按一下一般移动键，光标移动1mm。

② 移动距离为10mm：按住加速键【Shift（左）】后按一下一般移动键，光标移动10mm。

③ 移动给定距离：先键入一数据再按一般移动键，光标即移动给定距离。

④ 移至给定的X(Y)坐标：先键入一数据，再按【A】（绝对量Absolute），再按一般移动键，光标移至相对于当前坐标原点的给定的X、Y坐标点。按【←】、【→】、【↑】、【↓】分别为“负X、正X、正Y、负Y”方向。

2) 光标沿给定方向移动

按【L】（或【K】）画线光标沿（或逆）光标方向移动。

① 移动距离为 1mm：按一下【L】（【K】），沿（逆）光标方向移动 1mm。

② 移动距离为 10mm：按【Shift（左）】+【L】（【Shift（左）】+【K】），沿（逆）光标方向移动 10mm。

③ 移动给定距离：先键入一数据，然后按【L】（或【K】），沿（逆）光标方向移动给定距离，如图 4.1-4(a)所示；

先键入一数据和【X】（或【Y】），再按【L】（或【K】），光标沿（逆）光标方向移动相应距离，该距离的X(或Y)方向分量为给定值。如图 4.1-4 (b)、(c)所示。

④ 移至与线圆相交：按下【Ctrl】+【L】（【Ctrl】+【K】）沿（逆）光标方向移至最近的线或圆上，如图 4.1-5所示。

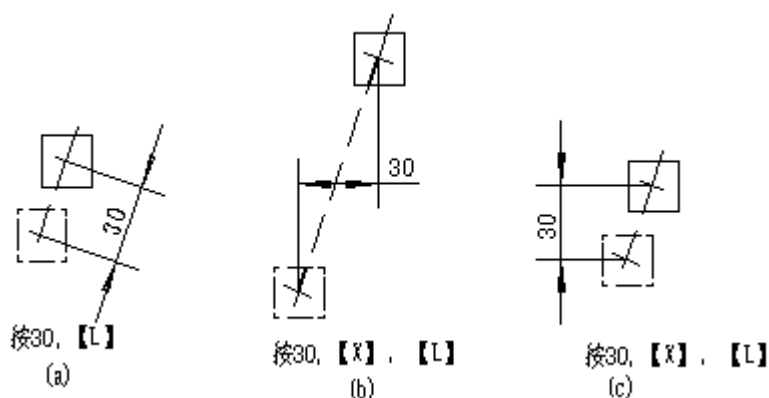


图 4.1-4

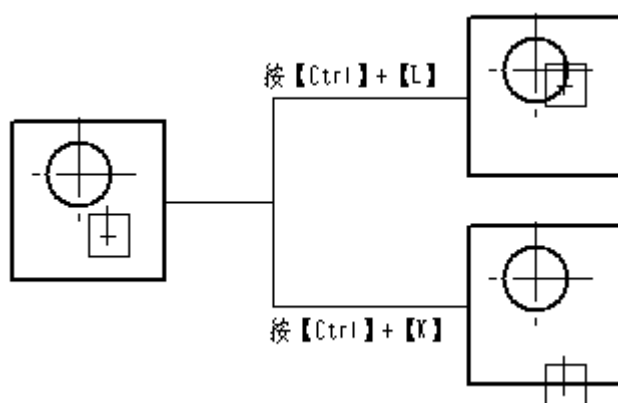


图 4.1-5

2. 特殊移动

特殊移动是指光标作对齐、对准或对正已有图素的移动。用【Home】、【End】、【PageUp】(有时简称为【PgUp】)、【PageDown】(有时简称为【PgDn】)键分别表示左右上下四个方向的特殊移动。这样定义键是因为在一般文本编辑软件中,将这四个键定义为到行首(左端)、行末(右端)、向上翻页(上端)、向下翻页(下端),这样一类比,利于记忆。

1) 对齐移动

开目CAPP有三种对齐操作:

- 水平垂直方向对齐: 指将光标水平或垂直移动至与本视图内某个特征点X或Y坐标一致的操作。
- 视图之间对齐: 指将光标水平或垂直移动至与其它视图内的特征点长对正、宽相等、高平齐位置的操作。
- 对称对齐: 指在同一视图内将光标水平或垂直移动至某特征点相对于指定的对称线的对称位置的操作。

具体操作如下:

对齐本视图中的特征点: 直接按特殊移动键 (【Home】、【End】、【PageUp】、【PageDown】), 光标沿坐标方向移动至对齐同一视图中最近的一个或几个已画图素的特征点, 被对齐的点用红色光点表示, 在下面的各种对齐和对准操作时, 被对齐和被对准的

点均用红色光点表示。如图 4.1-6所示:

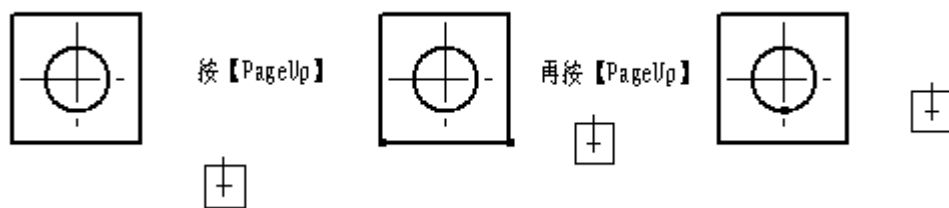


图 4.1-6

对齐其它视图中的特征点: 按下【Ctrl】键的同时再按特殊移动键(【Home】、【End】、【PageUp】、【PageDown】), 光标在左右上下对齐另外视图中已画图素的特征点。由于各视图投影方向的不同, 视图之间对齐移动应注意方向的变化。例如光标在左视图上向左(右)做对齐移动, 对于俯视图的目标则是上(下)对齐, 如图 4.1-7所示。

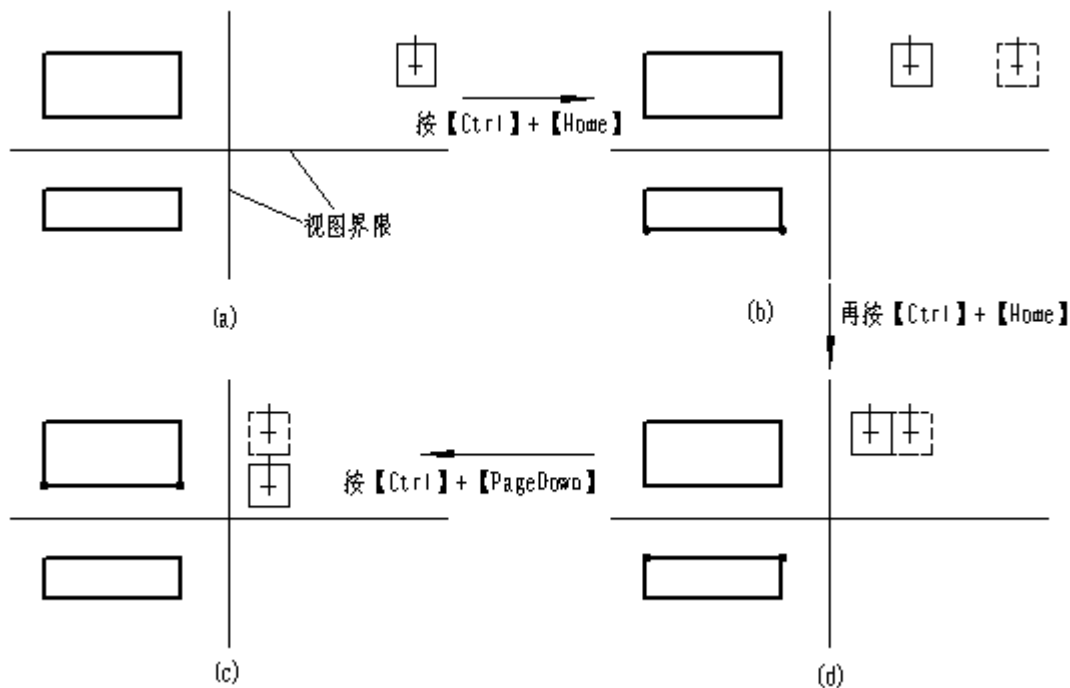


图 4.1-7

对称对齐移动: 光标上线到直线上后按对称线键【|】或点鼠标右键, 在该右键菜单里, 单击〈定义对称线〉则定义了对称线, 此后同时按住【Alt】和特殊移动键(【Home】、【End】、【PageUp】、【PageDown】), 光标移至相对于对称线的另一边已有图素特征点的对称的位置(如图 4.1-8所示)。

注意: 对称对齐定义的对称线可以是任意线型的直线, 但该线必须为水平或垂直, 每一个视图只能定义水平和垂直各一条对称线。

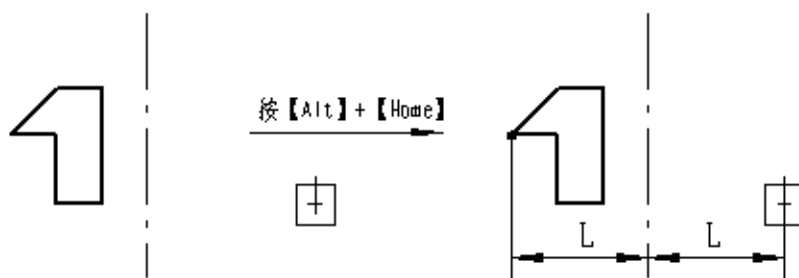


图 4.1-8

2) 对准移动

对准操作是指将光标沿坐标轴方向移动（或绕光标位置点转动）沿光标方向对准已有图素的特征点的操作。对准操作中被对准的特征点称为对准目标。

开目CAPP有三种对准操作：

- 画线、画圆光标移动对准。将画线、画圆光标沿水平或垂直方向移动，使光标对准最近特征点，移动时光标角度不变。具体操作为：按【shift(右)】+特殊移动键（【Home】、【End】、【PageUp】、【PageDown】）。
- 画线光标和画圆光标转动对准。光标位置不动，角度逆时针转动或顺时针转动对准各类特征点。具体操作为：按【shift(右)】+【F3】（【F4】）。
- 画圆光标半径增减对准。画圆光标半径增加或减小对准各类特征点，光标圆心不动。具体操作为：按【shift(右)】+【F5】（【F6】）。

对红光标（画线光标），作第①、②种对准操作后，如再按【Enter】键，则光标移至对准目标；如按【Ctrl】+【Enter】，则画出一条从光标至特征点的直线(如图 4.1-9)；对黄光标（画线光标），作此操作后，需先回车，再按【Ctrl】+【L】移动到特征点画线。用此方法可方便地作出圆(弧)的给定方向的切线，用此法做出的切线称为“平动切线”。

“平动切线”又分为“垂直平动切线”（按【Shift(右)】+【PgUp】或【Shift(右)】+【PgDn】对准后作出的切线）和“水平平动切线”（按【Shift(右)】+【Home】或【Shift(右)】+【End】对准后作出的切线）。

对于画圆光标作第①、③种对准操作后，如按【Enter】，则圆心不动，光标笔转动到对准目标；如按【Ctrl】+【Enter】，则以光标心的位置为圆心，画圆光标的半径为半径，顺着笔方向画出一条从笔的位置到对准目标的圆弧。

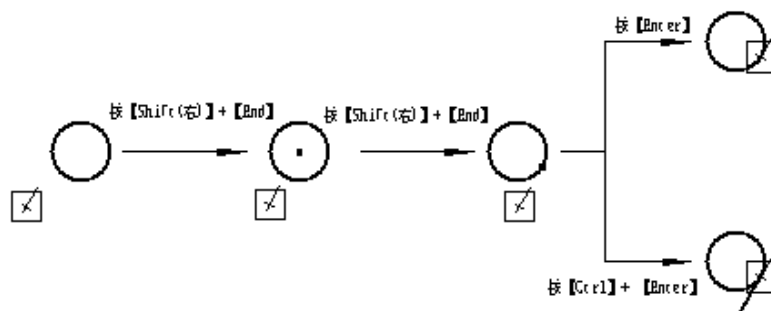


图 4.1-9

画圆光标的对准操作，最适合于已知切圆弧（圆）的半径和圆心的某个坐标值（X或Y坐标）的情况下，画另一圆或直线的切圆弧。对画圆光标还有以下几种特殊用法：

① 按【F2】键可改变作圆弧的方向（顺、逆时针），如图 4.1-10（e）。再按【Ctrl】+【Enter】画出一圆弧。如图 4.1-10（f）。

② 按【C】键可作一个经过特征点的整圆。如图 4.1-10（g）。

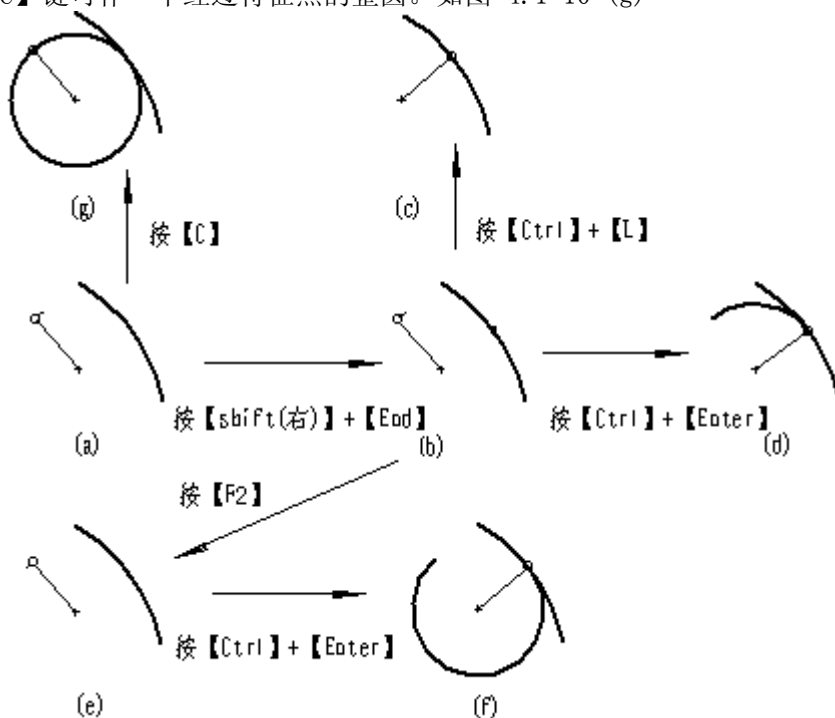


图 4.1-10

图例中被对准的目标是圆弧的切点，所作的圆弧即为切圆弧。用这种方法所做切圆弧称为“平动切圆”，可分为“水平平动切圆”和“垂直平动切圆”。

对齐移动与光标的方向无关，不管光标是否有方向性，只是光标的中心与图中的特征点在水平或垂直方向对齐。对准移动与有方向性的光标有关。

3) 对正移动

在画线光标状态下按下【shift(左)】+【Home】（【End】、【PgUp】、【PgDn】）光标作对正移动。

按【shift(左)】+【PgUp】（或【shift(左)】+【PgDn】），光标顺着光标方向向上（或向下）移动至与光标垂直方向已有图素的特征点对齐的位置。（如图 4.1-11）。

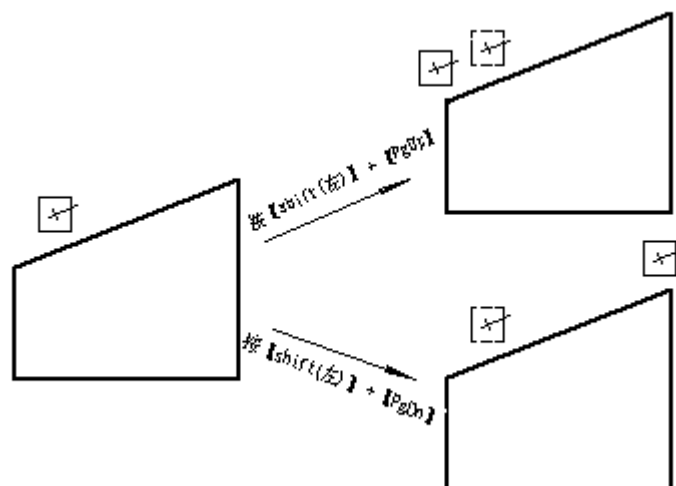


图 4.1-11

按【shift(左)】+【Home】（或【shift(左)】+【End】），光标沿着光标垂直方向向左（或向右）移动至与光标方向已有图素的特征点对齐的位置。（如图 4.1-12）。

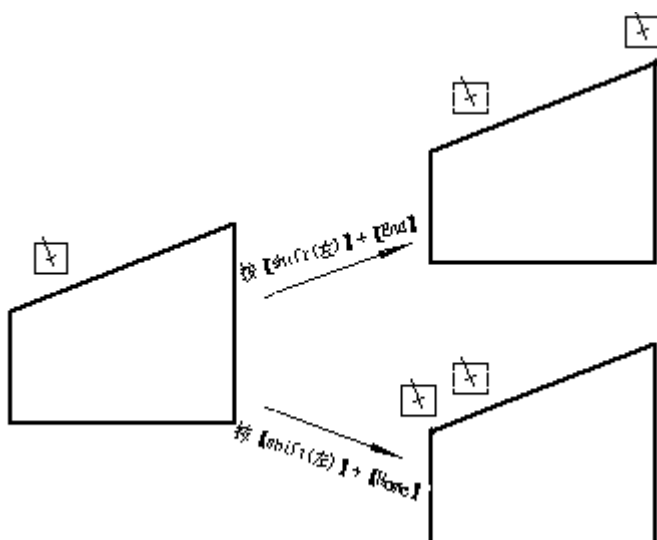


图 4.1-12

对正操作主要用于作斜向局部视图。注意【shift(左)】+【PgUp】和【shift(左)】+【PgDn】是沿光标方向移动，而【PgUp】有向上的含义，【PgDn】有向下的含义，【shift(左)】+【Home】和【shift(左)】+【End】是垂直于光标方向移动，而【Home】有左移的含义，【End】有右移的含义，图 4.1-13表示光标在各方向作对正移动时的方向。

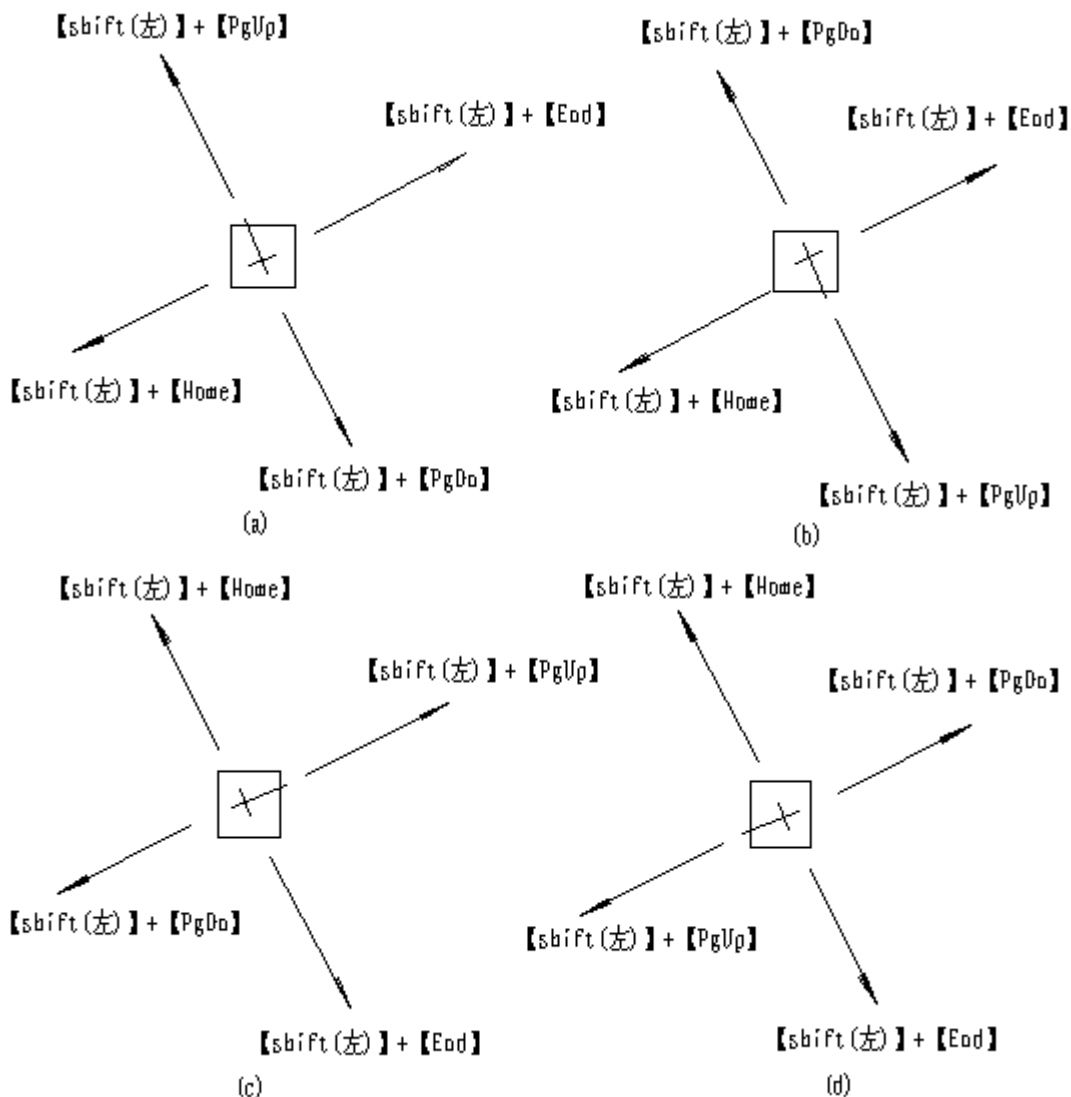


图 4.1-13

4.1.2.2 转动

在开目 CAPP 中光标有方向，信息区中显示了光标的方向（图 4.1-2 中③），光标角度的转动有两种方式：

在屏幕左上方的工具条中，可以在角度后面的组合框中直接输入绝对角度值，另外在组合框中也设置了许多特殊角度如 0° ， 45° ， 90° ， 135° ， 180° ， 225° ， 270° ， 315° 等供选择。

也可用键盘进行如下的操作：

1. 一般转动

1) 转动 1° ：直接按【F3】（【F4】），光标逆时针(顺时针)转动 1° ；

2) 转动 10° ：按【Shift(左)】+【F3】（【Shift(左)】+【F4】），光标逆时针(顺时针)转动 10° ；

3) 转动给定角度:

① 设置光标的绝对角度（即与 X 轴正向的夹角）：键入数据后按【A】，再按【F3】（【F4】），光标角度变为给定值（以水平向右处为 0 度）。

② 键入一数据，再按【F3】（【F4】），光标在原来的基础上逆（顺）时针转动给定角度。

4) 转动常用角度:

① 按【T】，逆时针转 15°；按【Shift】+【T】顺时针转 15°；

② 按【D】，逆时针转 90°；按【Shift】+【D】顺时针转 90°；

③ 按【F】，转 180°；

5) 对画圆光标 、，按【Ctrl】+【L】，光标沿光标笔方向转动至与已有线或圆相交，按【Ctrl】+【K】，光标逆光标笔方向转至与已有线或圆相交；

6) 按【Z】，光标转至最近的水平或垂直方向上(如图 4.1-14(a))；

7) 按【Ctrl】+【Z】，光标转至与线相同的方向(如图 4.1-14 (b)、(d))。

8) 按【Alt】+【Z】，光标转至与线垂直的方向(如图 4.1-14(c)、(e))。

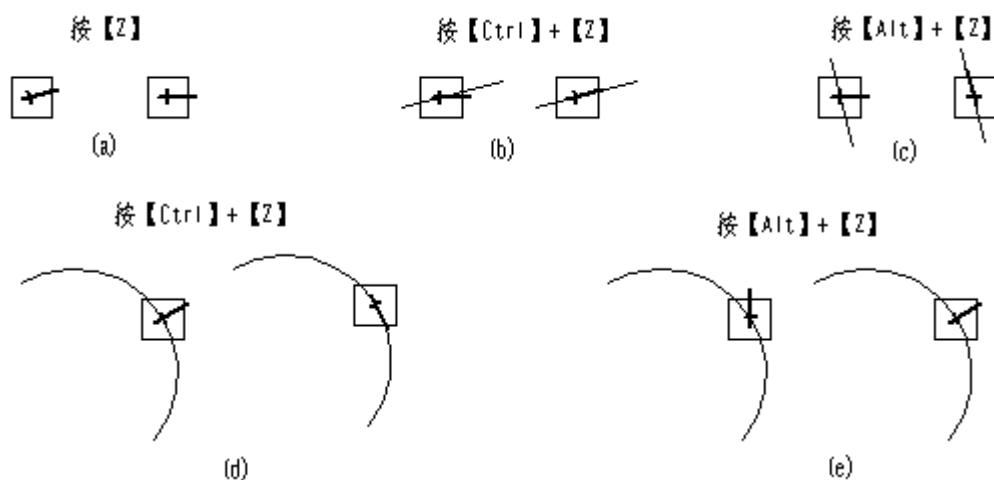


图 4.1-14

9) 鼠标右键菜单。单击鼠标右键，弹出如图 4.1-15 菜单，选择〈旋转角度〉的子菜单中的相应命令子项，光标即可按所要求的角度旋转。

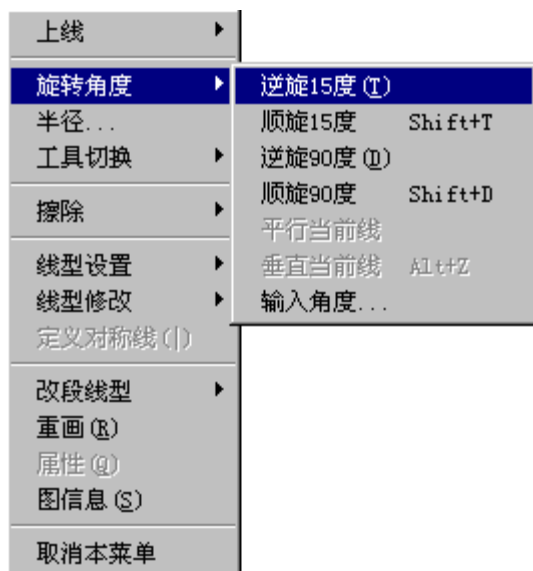


图 4.1-15

对于画圆光标 、，一般转动键可用【L】或【K】代替。此时，【L】是沿光标笔方向转动，如光标笔方向为逆时针，按【L】则逆时针转动（等于【F3】）；如光标笔方向为顺时针，按【L】则顺时针转动（等于【F4】）。【K】是逆光标笔方向转动。用【L】和【K】可实现第1、第2、第3、第5种转动。由于光标笔方向可直观看到，而逆时针和顺时针往往需要想一下，加上【F3】和【F4】又没有什么特征帮助记忆，用【L】、【K】有时更方便。

2. 对准转动

对画线光标，按【Shift(右)】+【F3】（【Shift(右)】+【F4】），光标转至对准图形的特征点，对于画线红光标，此后直接敲【Enter】可将光标移至特征点，或用【Ctrl】+【Enter】作光标至特征点的连线（与对准移动类似，见图 4.1-16）；对于画线黄光标，用【Ctrl】+【L】（【K】），可将光标移至特征点，或在起始处按【Enter】后，再用【Ctrl】+【L】（【K】）作光标至特征点的连线。用此法可由光标所在点作圆的切线，此种切线称为“转动切线”。

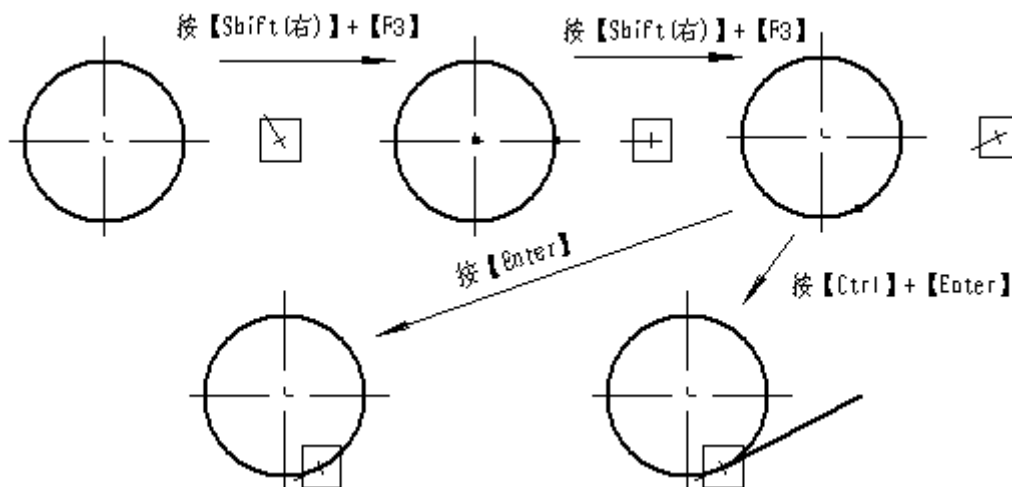


图 4.1-16

4.1.2.3 上线

光标上线移动是指光标移至距其最近的线或特殊点上的移动，上线移动也属于一种特殊的移动方式。

1) 由于开目CAPP具有智能导航系统，所以上线、找点非常容易，只需把光标放在目标附近“导航范围”内，系统就会找到目标。

2) 用【N】上线和上到图形的特征点：

① 按【N】，光标移至最近的线上，如果该线的特征点也在上线范围内，则优先移到该线的特征点上。光标上线后，光标所在线称为当前线；

② 光标已在线上，按【N】光标移至距当前线最近的一个特征点上。如光标已在一特征点上时，按【N】则移至另一个特征点上（一般是向当前段一边移动），用此键可让光标到达线的任一特征点上；

③ 当光标在线与线的交点上时按【Alt】+【N】当前线在相交的几条线上切换，如图 4.1-17(a)到图 4.1-17(b)的变化所示；

④ 光标在交点上时，按【Shift】+【N】，当前段与非当前段在交点两边切换，如图 4.1-17(a)到图 4.1-17(c)的变化所示；

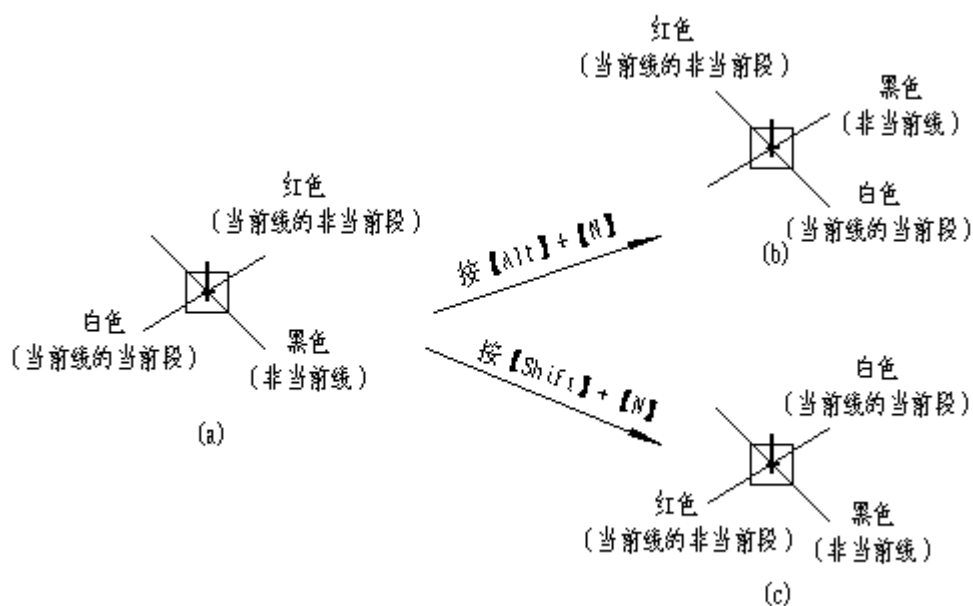


图 4.1-17

⑤ 按【Ctrl】+【N】，系统出现选择菜单如图 4.1-18所示，可将光标移动到各类特征点上：

- 直线：光标移至最近的直线上；
- 圆周：光标移至最近的圆周上；
- 端点：光标移至最近线的端点；

- 圆心：光标移至最近的圆或圆弧的圆心；
- 交点：光标移至最近的交点；
- 虚交点：光标移至最近的虚交点（延长线上的交点）；
- 线中点：光标移至当前线中点（光标在线上时才有效）；
- 段中点：光标移至当前段中点（光标在线上时才有效）；
- 线交换：当前线与非当前线切换，光标在交点处才有效（【Alt】+【N】）；
- 段交换：当前段与非当前段切换，光标在交点处才有效（【Shift】+【N】）；
- 原点：光标移至坐标原点；
- 该圆心：光标移至当前圆或圆弧的圆心，执行这一操作前光标应在圆或圆弧上；
- 图框角点：光标移到图框角点（光标应距角点100像素以内）。
- 选中某项后，光标作相应的移动。

3) 按鼠标右键，出现如图 4.1-19菜单，用鼠标点菜单中的〈上线(N)〉，也可上线。

注意：当光标在线上时，按【N】光标在当前线上所有的交点和端点上移动，而按【Alt】+【N】和【Shift】+【N】时光标并不运动，停留在原来交点上，只是当前线或当前段被改变。

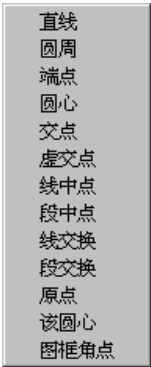


图 4.1-18



图 4.1-19

4.1.2.4 线型

开目CAPP中设有七种线型：粗实线、细实线、虚线、点划线、双点划线、非打印线、编辑辅助线，按图 4.1-20的设置线型栏右方的图标  来直接选择，或按【F8】在这些线型中循环切换。由于在绘图过程中粗实线用得最频繁，可直接按左方的图标  来设置粗实线。画线时的线型取决于设定的当前线型，当修改线型后线宽值会自动变为相应线型的“默认值”。



图 4.1-20

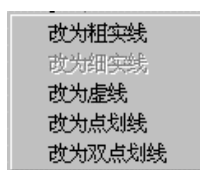


图 4.1-21

如要改变一条已画图素当前线的线型，先用光标上线功能将光标移至要改变的线上，然后单击鼠标右键，在右键菜单里有〈线型修改〉一项，单击其子菜单（图 4.1-21）中的相应项即可；也可上线后按【Ctrl】+【F8】，系统也会弹出〈线型修改〉的子菜单，然后单击相应项即可把当前线的线型改为所需的线型。例如，已画了一条直线，其线型为细实线，想把这条线的线型改为粗实线，上线，单击鼠标右键，选择〈线型修改〉—〈改为粗实线〉或按【Ctrl】+【F8】，在弹出的菜单中单击〈改为粗实线〉，则当前线即变为粗实线；

如要改变一条已画图素当前段的线型，先用光标上线功能将光标移至要改变的线上，然后单击鼠标右键，在右键菜单里有〈线型修改〉一项，单击其子菜单中的相应项即可；如要改变一组已画图素的线型，先用〈组〉中〈增〉的方式选中一组目标，再按【Ctrl】+【F8】或点〈编辑〉菜单中〈改线型〉项。有关“组”的内容将在以后章节中讲到。

4.1.2.5 擦除

擦除线圆可用擦除键【E】，或用鼠标右键菜单的擦除项，如图 4.1-22所示。

若当前线含有多个线段，光标上线后，当前段为白色，非当前段为红色，按擦除键【E】只能擦除当前段。若要擦除整条线，可按【Alt】+【E】擦除。

在鼠标右键菜单中擦除的各项含义分别为：

擦除当前段：仅擦除光标所在的当前段；

擦除当前线：擦除光标所在的整条线；

仅留当前段：除了光标所在的段，当前线的其它段全部擦除；

擦除伸出段：擦除当前线两端的线段（线条两端的线段为伸出段）；

擦除多余段：擦除图上所有线条的伸出段，**注意：**擦除点划线的伸出段时会在交点处自动保留2-3mm。

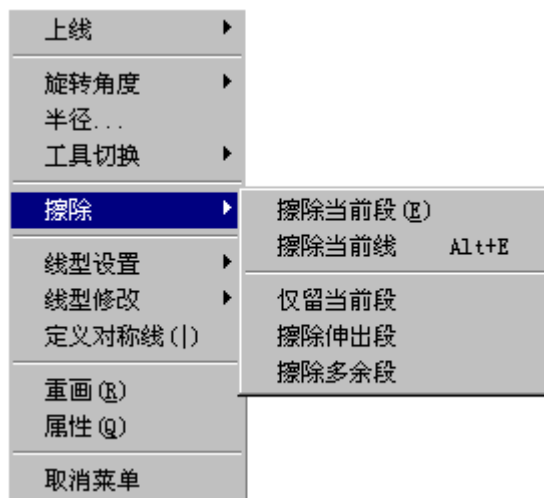


图 4.1-22

4.1.2.6 屏幕缩放与移动

1. 屏幕缩放

每当新建或打开工艺文档，切换到绘图状态时，系统自动将表格以充满屏幕方式显示。显示比例的改变用【.】和【,】(英文状态下的句号和逗号)。显示比例可以是1:8~256:1范围内的任意数，修改显示比例的具体操作是：

- ① 直接按【.】或单击工具栏中  图标，显示比例放大，即屏幕上图形放大一倍。
- ② 直接按【,】或单击工具栏中  图标，显示比例缩小，即屏幕上图形缩小一倍。
- ③ 键入一数据后按【>】(上档键)，显示比例为原显示比例乘以所给数值。
- ④ 键入一数据后按【<】(上档键)，显示比例为原显示比例除以所给数值。
- ⑤ 键入数据后按【A】(Absolute)再按【>】(或【<】)，不论当前显示比例是多少，显示比例一律为给定值。
- ⑥ 键入A再按【>】(或【<】)或直接单击工具栏中的充满视图图标 ，调整显示比例使图框刚好充满屏幕绘图区域，此功能相当于其它软件的ZoomALL。
- ⑦ 单击工具栏中的局部放大图标 ，然后可拉一个窗口，系统调整显示比例将此窗口内容充满屏幕。

凡是用【.】或【,】、【>】或【<】对图形进行放大或缩小时，都是以当前光标位置为屏幕中心位置，即显示以光标为中心的图。

2. 屏幕移动和重画

屏幕的移动可通过滚动条来实现。当需上下移动屏幕时，用鼠标拖动右边的垂直滚动条上下移动，当需左右移动屏幕时，用鼠标拖动下面的水平滚动条左右移动，也可以按住【Ctrl】移动鼠标来在整个屏幕中移动图形，也可单击工具栏中整图移动图标 ，然后按住鼠标左键移动整图。

在英文状态下按【R】键，可进行屏幕重画。一般在图形移动或复制后用此操作。

4.1.3 设置

4.1.3.1 颜色设置

颜色设置包括背景颜色、临时线、当前线、当前段、导航线和对齐点的颜色以及所有线型的颜色。

单击〈工具〉菜单中的〈选项〉，在弹出的对话框中选择“颜色”属性页，如图 4.1-23 所示。如设置线型颜色，选择“线型→颜色”属性页，如图 4.1-24所示。各项颜色的设置只需单击右方的  按钮，系统则显示16种颜色供选择。

颜色设定好之后，在图 4.1-23中间位置会显示设定的效果，单击〈确定〉按钮，设置完成。如果不满意可重新设置。单击〈复原〉按钮，所有颜色设置回到系统缺省设置。

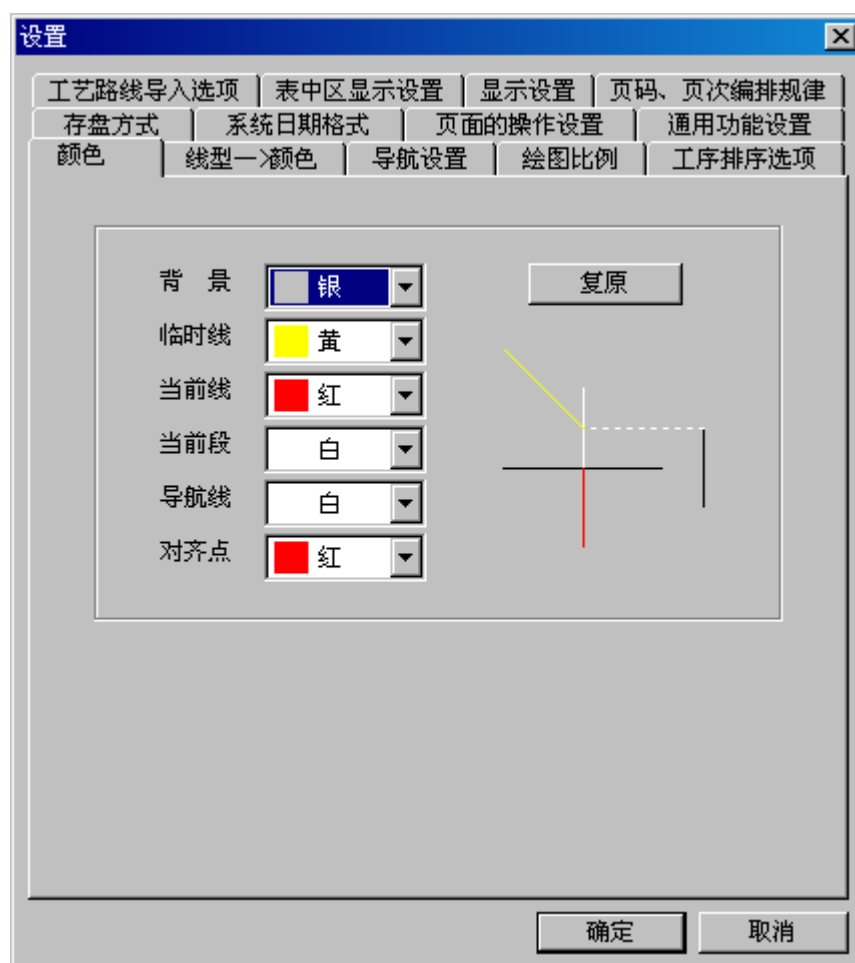


图 4.1-23

“线型→颜色”设定好之后，点按钮〈全部黑色〉，则所有线型颜色变为黑色。点〈默认配置〉，则调出系统的默认配置。修改好所有颜色配置后，可点〈保存设置〉，则可将当前“线型→颜色”设置保存下来，下次进入开目CAPP系统时，自动调出线型的颜色配置。



图 4.1-24

4.1.3.2 导航设置

导航是指当鼠标在移动状态下，系统根据用户的设置，在一定范围内，智能地搜索各种特殊位置和特殊点，并由计算得到的结果，重新设置光标坐标值的过程。

开目CAPP中的导航具有如下内容：

- 1) 支持尺寸标注
- 2) 多个导航结果成立时，进行联立求解

开目CAPP中能够完成如下类型的导航：

- 捕捉空间X、Y方向对齐点

类似于对齐操作，系统搜索各类可对齐的特殊点，包括端点、交点、切点、圆心等。

- 上线

判断光标是否在线或圆上

- 相切

对黄光标画线，当在圆上时，判断是否接近切点；

对画圆光标，在线上或圆上时，判断是否接近切点。

- 水平或垂直

对黄光标，判断临时线是否接近水平或垂直；圆光标，判断光标与临时圆心的X、Y坐标是否一致。

- 对称导航

当用户设置了对称线之后(设置方法如前“对称对齐”中定义对称线方法一致)，系统自动进行对称导航，捕捉各种类型的对称点。

- 交点、端点、中点

光标上线后，判断是否在交点、端点或中点。

- 临时线与光标平行

对黄光标有效，当以上导航均不成立时系统才进行此项导航计算。利用此项，也可用黄光标画出已知起点和方向的直线。

选择“设置”对话框中的“导航设置”属性页（如图 4.1-25所示），可打开或关闭导航开关、设置导航类型及导航范围。

导航开关可以控制在绘图时是否使用导航方式绘图。在“导航开关”前的小方框内打√，表明导航开关打开；去掉小方框内的√，表明导航开关关闭。

导航范围用来设置在多大范围内进行搜索，可设置为1-20个像素点，增大此值，更易于捕捉到特殊点，但其余点干扰的可能性也增大。

注意：检查是否在圆心是由系统自动判断的。

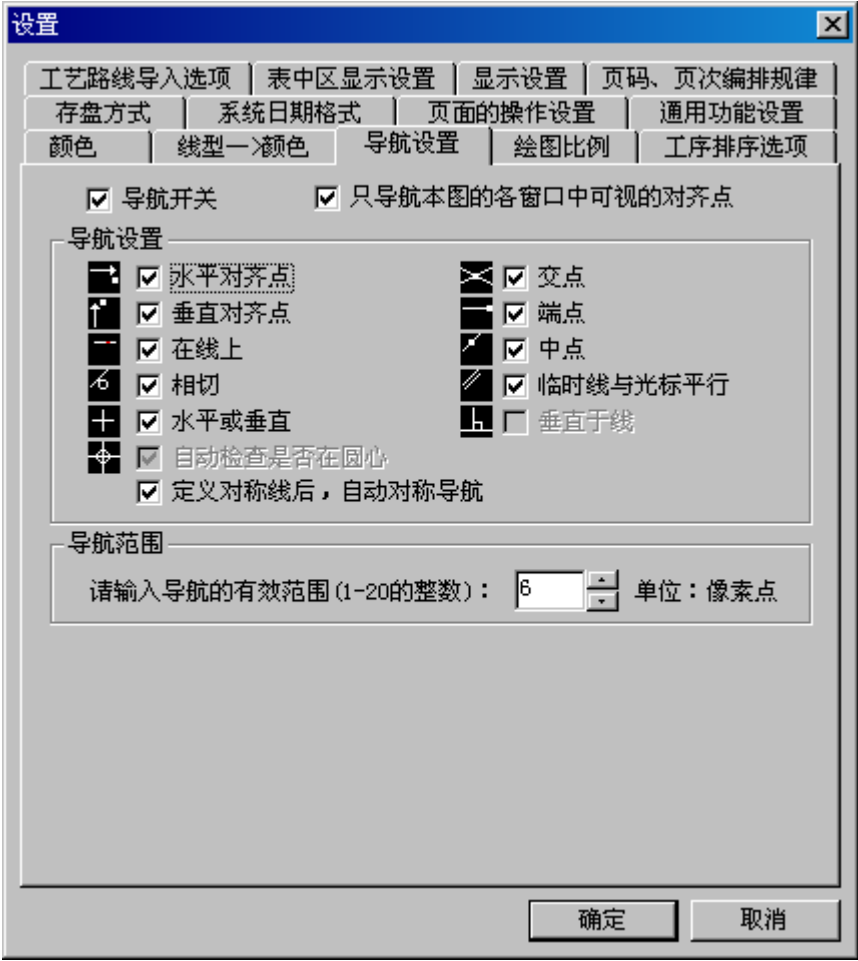


图 4.1-25

3) 结果显示

对于对齐类型的导航结果，系统以虚线显示目标与导航点之间的连线，导航有多个目标时，一般是最近的一个目标增亮显示，颜色为对齐点色，导航线颜色为导航线色，以上颜色均可由用户设置。对齐点默认为红色，导航线默认为白色。

当上线成立时，所上的线会加亮显示。

其余类型的结果成立时，光标右下角将显示标志光标类型的图标，分别为：

圆心： X轴对齐： Y轴对齐： 水平或垂直：
中点： 交点： 切点： 端点：
临时线与光标方向一致：

4) 说明

① 目前在光标右下角只显示一种图标，即使多个结果同时成立。优先次序为(从高至低)：

在圆心→在端点→在交点→在中点→在切点→水平或垂直→临时线与光标方向一致。

② 是否在圆心由系统自动检查

③ 是否上线系统也会自动检查，不设置该选项时，一般在3个线素点范围内为上线。

导航是指当鼠标在移动状态下，系统根据用户的设置，在一定范围内，智能地搜索各种特殊位置和特殊点，并由计算得到的结果，重新设置光标坐标值的过程。

4.1.4 基本绘图操作

4.1.4.1 “画” 工具条

“画” 主控按钮是用来画图的，其子按钮栏各图标的功能分别为：

-  黄光标动态画线（画线工具）
-  红光标（“丁字尺”）画线（画线工具）
-  已知中心点及圆周上一点动态画圆（中心点画圆）
-  已知圆心和半径画圆或画弧（定半径、圆心画圆或弧）
-  已知半径和圆周上一点画圆或画弧（定半径和通过点画圆或弧）
-  已知圆心和端点动态画弧（圆心端点画弧）
-  给定圆周上两点和半径画圆（两点圆）
-  给定起点、终点和半径画弧（两点弧）
-  过给定三点画弧（三点弧）
-  过给定三点画圆（三点圆）
-  给定直径起点和终点画圆（直径圆）
-  做三个图素的公切圆（三线切圆）
-  作两图素的圆角（圆角）
-  作已知图素的倒角（倒角）
-  轴孔倒角（轴孔倒角）
-  在两图素相交处修整（修整）
-  作键槽（键槽）
-  作凸台（凸台）
-  作两圆弧或圆的公切线（公切线）
-  过点作圆或弧的切线（切线）
-  过点作圆或弧的切弧（切弧）
-  给定椭圆中心和一个轴端点及椭圆上的一点画椭圆（椭圆）
-  作相贯线（相贯线）
-  作抛物线（抛物线）
-  作轴端断面（轴端断面）
-  作正多边形（正多边形）
-  作矩形（矩形）
-  作圆角矩形（圆角矩形）

-  画波浪线（波浪线）
-  已知齿数、模数画齿廓（齿廓）
-  作回转体零件的断面（断面）
-  作样条曲线

4.1.4.2 画直线

直线是图形中最常见、最简单的图素。绘制直线的工具有画线黄光标（以下简称黄光标） 与画线红光标（以下简称红光标） 两种。同时还可使用【Space】在这两种光标之间切换。

对于这两种画线工具，其基本操作方法有以下几种：

第1种：用鼠标确定直线的起点和终点画线，可以画任意长度的直线；

第2种：确定起点，给一数据（直线长度），按方向键（【↑】、【↓】、【→】、【←】、【L】、【K】），确定终点，画一定长直线；

第3种：给一数据，按【+】键，沿光标方向画定长线；

1. 黄光标画线

在绘制草图或绘制两点间的连线时，通常用第一种方式，即黄光标来画线，黄光标可以画任意长度和任意角度的直线。

如图 4.1-26 的线，绘制步骤为：

- ① 单击鼠标左键或【Enter】确定第一点，如点1；
- ② 用鼠标移动光标至点2；
- ③ 单击鼠标左键或【Enter】确定第二点，如点2。

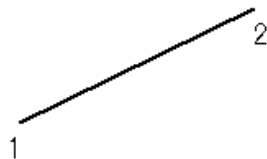


图 4.1-26

在按数据画水平线的情况下，通常用第二种方式，如图 4.1-27 的线，其绘制步骤为：

- ① 单击鼠标左键或【Enter】确定第一点，如点1；
- ② 输入50，【→】，移至点2；
- ③ 单击鼠标左键或【Enter】确定第二点，如点2。

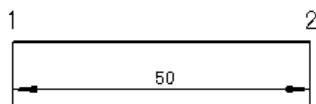


图 4.1-27

用黄光标可连续画线完成一封闭图形，在定义了线的起点后移动光标，始终有一条黄色的临时线连着起点和光标，象一根橡皮筋，确定终点该线生成，接着画下一条线，不必再确定起点。当临时线在其它线上确定终点时，才会断开，若要取消临时线，可按【Space】，取消后光标定位在原地；也可按【Esc】，光标回到起点。通常利用临时线的灵活性来测量两点间的距离。

当光标有一定角度，需按给定角度的方向画线时，通常用第三种画线方式，如图 4.1-28(a)所示，其操作步骤为：

- ① 给定角度，确定画线的位置；

② 输入30, 【+】。

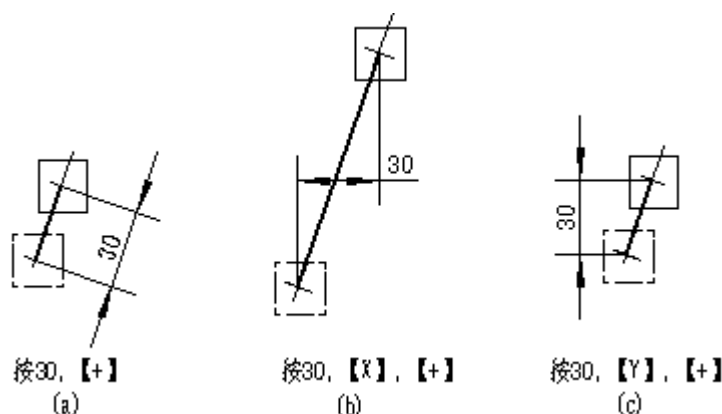


图 4.1-28

【+】被称为画线键，它有以下几种用法：

- 画1mm：按一下画线键【+】，沿光标方向画1mm；
- 画10mm：按【Shift(左)】+【+】，沿光标方向画10mm；
- 画给定长度：键入一数据后再按【+】，沿光标方向画给定长度直线，如图 4.1-28 (a)；
- 画X(或Y)方向为给定长度：键入一数据后按【X】(或【Y】)，再按【+】，则沿光标方向画一直线，直线的X或Y方向的分量为所输入的数据。如图 4.1-28 (b)、(c) 所示。

与画线键【+】相对应的是擦线键【-】，操作方式与画线相同，使用数字键加擦线键【-】，当擦线长度大于线本身的长度时，线被完全擦去。用擦线键【-】擦线时注意光标应处于线的端点向外且平行于线。

另外，在临时线状态下用乘号键【*】与除号键【/】还可以起到找对称点与找中点的作用。如：

- ① 直接按乘号键则临时线（黄色）长度乘2（起点位置不变，方向不变，终点位置改变），常用于画具有对称结构的图形；
- ② 输入一数据后再按乘号键则临时线长度乘给定数据；
- ③ 直接按除号键则临时线长度除以2，常用于找中点；
- ④ 输入一数据后再按除号键则临时线长度除以给定数据，常用于定比分点操作。

2. 红光标画线

红光标相当于工程制图上的丁字尺，画线前先将丁字尺摆好，即把光标移到所需的位置，转至适当的方向，然后沿丁字尺方向画线。

红光标的绘图方法与黄光标基本相同的，不同的是红光标每次只画一条线，确定终点后光标与线脱开，而且只能沿着光标方向画线，故需预先调整光标的角度，而黄光标可以向任何方向画线。

如果已画了一条直线，光标已离开该线，又需延长或缩短该线，则用红光标先上线，将光标移动到需延长的线的端点，将光标方向转动到与该线平行（用【Ctrl】+【Z】），并且指向外，将当前线型变为该线的线型，再用任何一种画线方式，即可继续延长或缩短该线。另外，如需作一条直线的垂线，只需将红光标上线后，按【Alt】+【Z】将光标方向转动到与该线垂直，然后再进行画线即可。

用画线光标（黄光标、红光标）还可快速画圆和补圆（弧）的中心线，操作方法为：

将光标放到圆心处，输入数据（该圆的直径），按【C】，圆就画好了，该圆的中心线和画线光标的方向一致。

补圆（弧）中心线的方法为：画线光标上线到圆或弧，调整好光标的方向（同该圆中心线的方向一致），然后按【C】即可。中心线的角度可根据要求任意设定，线型自动为点划线，且自动伸长2-3mm。

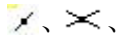
这种画圆和中心线的方式在Undo操作时分两次进行，第一次去掉十字中心线，第二次去掉圆。

注意：

在黄光标下，临时线只与起始点和光标当前位置有关，与光标方向无关，因此，并不象红光标画线那样总需要转动光标，而是直接向任何方向移动后按【Enter】或单击左键即可画线。

不管是用红光标还是用黄光标画线，黄色直线均是临时线，只有单击左键或按过【Enter】后才成为正式线。

红光标的画线方向与光标角度是一致的，所以画线时要注意设置工具栏中的光标角度是否与所需角度一致。若不一致，需调整角度后，再开始画线。

当用绘图工具绘制图形时，光标接近某一图素的特征点，出现导航信息（），只需点【Enter】或鼠标左键，就可以将光标移到该特征点上。

4.1.4.3 画圆(弧)

画圆(弧)共有四种工具，即〈画〉的工具栏中的 、、 和 。由画直线工具切换到画圆（弧）可直接点击工具栏中的按钮，也可单击鼠标右键，出现如图 4.1-29 菜单，在〈工具切换〉子菜单中选取所要切换的工具即可。

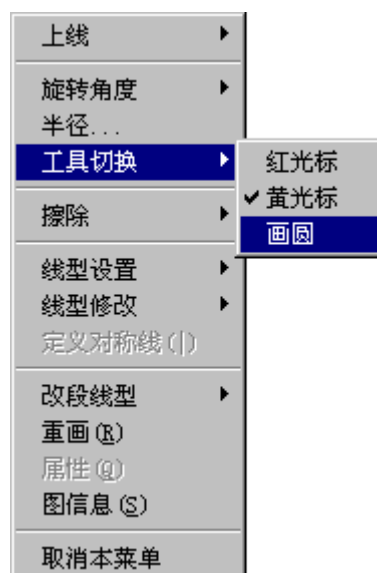


图 4.1-29

1. 半径增减

- ① 设置半径为给定值：在设置工具栏的半径栏中直接输入半径值或按数据键后，按【A】（绝对量键）再按【F5】或【F6】，半径变为给定长度；
- ② 增加(减小)1mm：直接按【F5】（【F6】），半径增加(减小)1mm；
- ③ 增加(减小)10mm：按【Shift(左)】+【F5】（【Shift(左)】+【F6】），半径增加(减小)10mm；
- ④ 增加(减小)给定长度：键入一个数据再按【F5】（【F6】），半径增加(减小)给定长度；
- ⑤ 、 两种画圆(弧)方式按【Shift(右)】+【F5】（【Shift(右)】+【F6】）键，半径增加(减小)至圆弧刚好通过已有图素的特征点(对准)。如图 4.1-30所示点划线圆可用此功能方便地画出，操作过程如图所示。用此功能还可方便地作出圆心给定且与已有图素相切的圆弧(称为半径增减切圆)，操作过程如图 4.1-31所示。

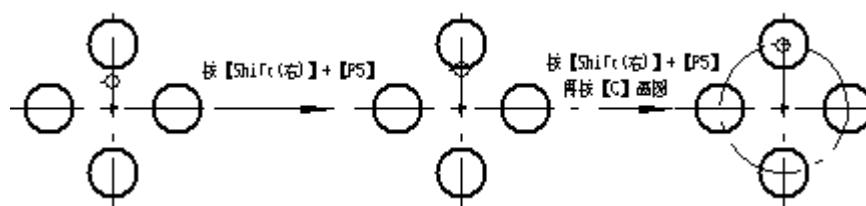


图 4.1-30

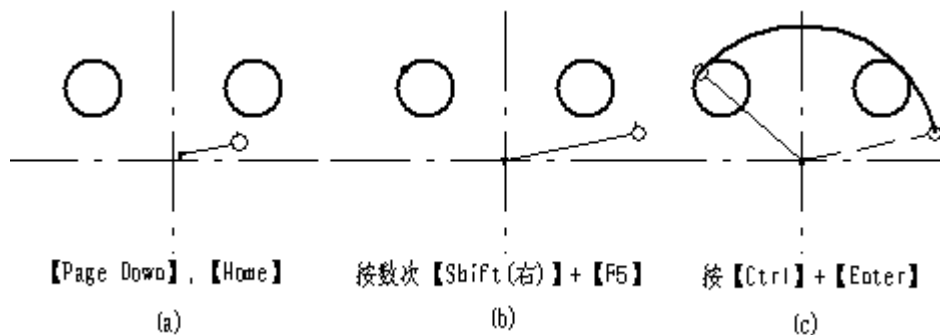


图 4.1-31

2. 定圆心画圆

操作方法为：确定圆心，确定圆上一点画圆。

如图 4.1-32所示的圆操作步骤如下：

- ① 将光标上到 O 点，单击鼠标左键（或【Enter】）确定圆心。此时移动鼠标就有一临时圆随光标的移动而改变半径大小。
- ② 光标上到 A 点，单击鼠标左键（或【Enter】）确定圆上一点。

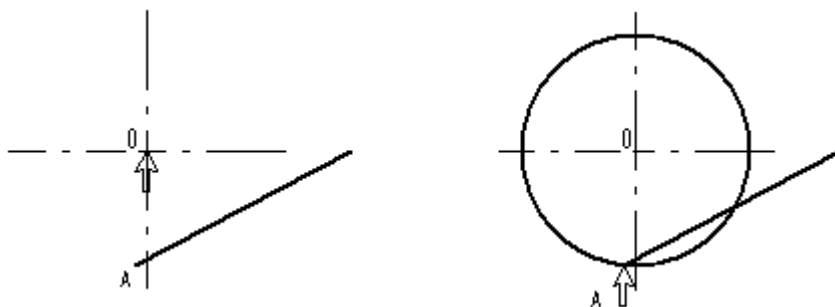


图 4.1-32

3. 定半径画圆（弧） 和

1) 画圆

前者用来画给定半径、圆心的圆或弧，后者用来画给定半径和圆周上的点的圆或弧，有时这两种方式要互相配合使用。

图 4.1-33为画圆光标及其组成，红色为光标的位置点。光标笔为红色时，位置点在光标笔的圆心处；光标心为红色时，位置点在光标心两条红线交点处。在做对齐和导航操作时，以光标位置点作为对齐、导航点，图中用粗线表示光标的红色部分。

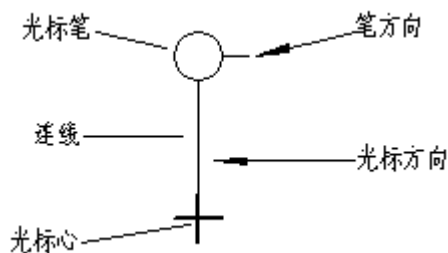


图 4.1-33

作图方法如图 4.1-34所示，图 4.1-34 (a) 是  已知圆心画圆方式，图 4.1-34(b) 是  已知圆上某点的画圆方式。

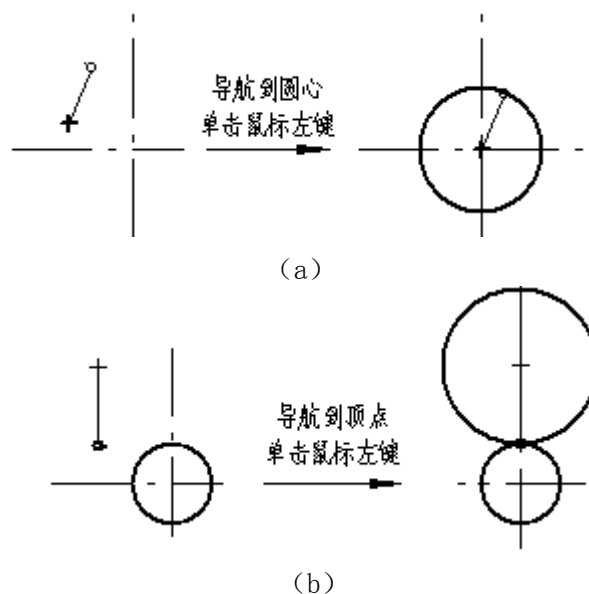


图 4.1-34

2) 画弧及擦除

画圆弧都是以光标心为圆心，沿光标笔指示的方向画弧。光标笔直线段所指方向表示画弧方向的切向，分逆时针和顺时针，按【F2】可在顺时针和逆时针之间切换光标方向。如图 4.1-35所示。

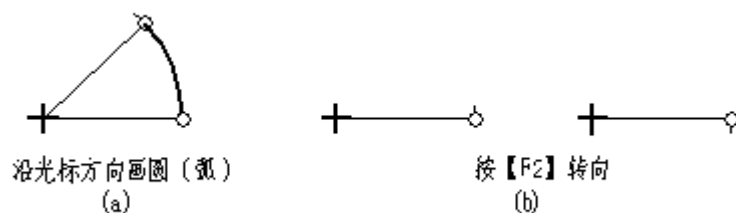


图 4.1-35

画圆弧用画线键【+】；也可逆光标方向擦线，用擦线键【-】。画圆弧有以下几种方法：

- ① 画 1° 圆弧：按一下画线键【+】。
- ② 画 10° 圆弧：按一下【Shift（左）】+【+】。
- ③ 画给定角度的圆弧：键入数据后按画线键【+】。

图 4.1-36 的绘制步骤：

在设置工具栏将半径调为 50，角度调到 270° ；

将圆心光标上线到 O 点；

输入 85，按【+】，即可完成弧 AB。

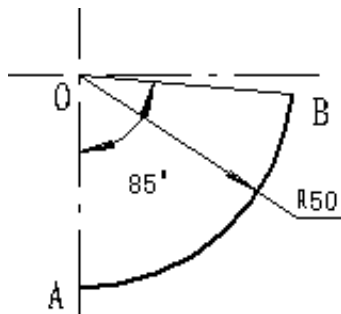
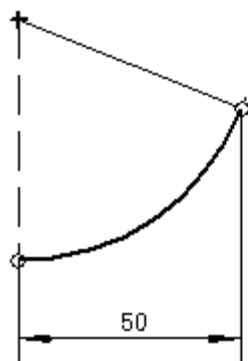


图 4.1-36

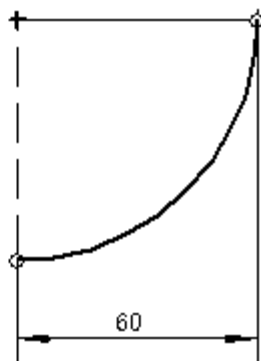
- ④ 画弧至与已有图素相交：按【Alt】+【L】。
- ⑤ 画四分之一圆：按【Shift（左）】+【C】。

⑥ 给定圆弧在 X 方向的分量画圆弧：键入一数据，按【X】，按画线键【+】，如图 4.1-37(a)。当给定的数据比较大而无法按给定值作出圆弧时，则画圆弧至 0° 或 180° 位置，如图 4.1-37 (b) 所示。



按50, 【X】, 【+】

(a)



按100, 【X】, 【+】

(b)

图 4.1-37

4. 定圆心及弧的两端点画弧



用来完成已知圆心和圆弧的起点与终点画圆弧，方法是：

① 将光标移到圆心，单击左键确定圆心，移动光标就有一条相当于弧半径的黄色临时线出现。

② 将光标移到弧的起点，单击鼠标左键，确定弧的起点，移动光标就有一临时弧出现。

③ 光标移到弧的终点，单击鼠标左键，即完成图 4.1-38，弧AB的作法：

光标移到O点，单击左键确定圆心；

光标移到A点，单击左键确定弧的起点；

光标移到B点，单击左键确定弧的终点。

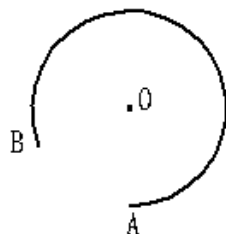


图 4.1-38

5. 两点圆



用来完成给定圆周上两点和半径画圆，先在工具条半径栏里确定圆的半径，然后单击鼠标左键或按【Enter】键确定圆周上两点；再将光标移到圆心一侧，单击鼠标左键或按【Enter】键确定圆心在哪一侧，即可画圆。如图 4.1-39。

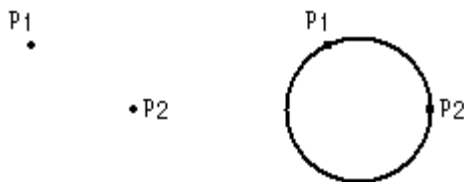


图 4.1-39

6. 两点弧



用来完成给定两点和半径画弧。其中第一点为弧的起点，第二点为弧的终点。如图 4.1-40。先确定半径，然后将光标移到P1和P2位置单击鼠标左键或按【Enter】键确定弧的起点和终点，将光标移动到圆心一侧（P1、P2下方），单击左键或按【Enter】键，即可。

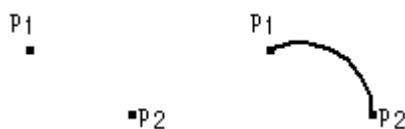


图 4.1-40

7. 三点弧



用来完成过三点画弧，其中第一点和第三点为圆弧的起点和终点。如图 4.1-41，分别将光标移动到P1、P2和P3点单击左键或按【Enter】键即可。

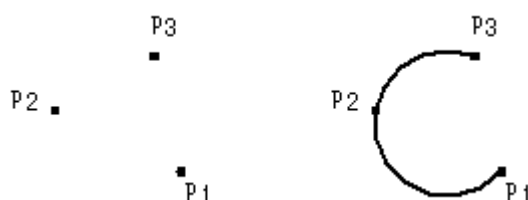


图 4.1-41

8. 点圆



用来完成给定圆周上三点画圆。单击鼠标左键或按【Enter】键确定圆周上三点。如图 4.1-42所示，将光标分别移到P1、P2、P3后单击左键或按【Enter】键。

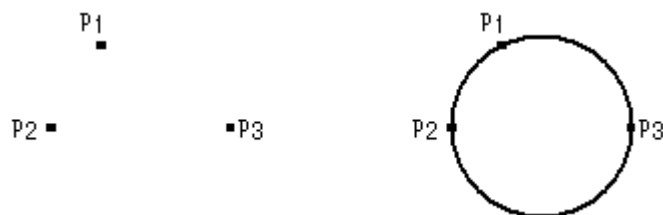


图 4.1-42

9. 直径圆



给定直径的两端点画圆，如图 4.1-43，将光标分别移到P1和P2点，单击鼠标左键或按【Enter】键即可完成。

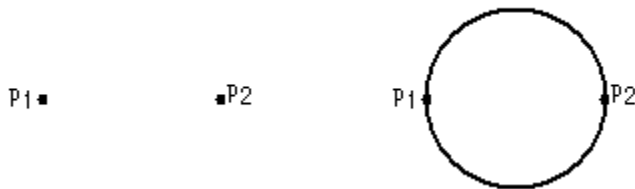


图 4.1-43

4.1.4.4 公切工具

1. 三线切圆



用来绘制与三个图素相切的公切圆，这三个图素可以是直线，也可以是圆(弧)。

如图 4.1-44所示，要作C1、C2、L的公切圆，按如下步骤操作：

- ① 点图标后，将光标移到C1切点附近，单击左键或按【Enter】；
- ② 将光标移到C2切点附近，单击左键或按【Enter】；
- ③ 将光标移到L切点附近，单击左键或按【Enter】；
- ④ 公切圆C做好后，系统会询问是否要此图形，单击〈是〉，则做出公切圆C。

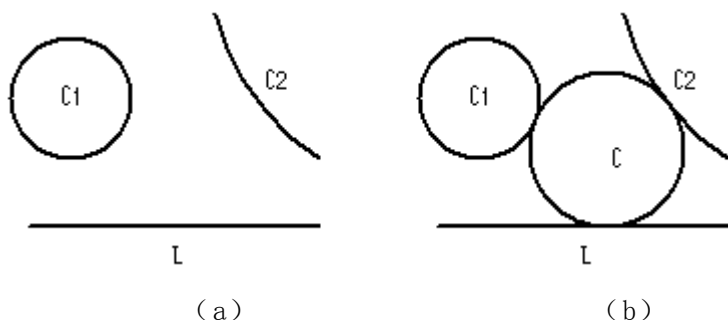
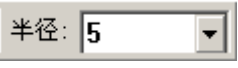


图 4.1-44

2. 公切圆弧



公切圆弧工具  可作直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧的公切圆弧。

单击图标  后，其半径为公切圆半径。信息显示窗口和设置工具条的半径栏均显示公切圆半径，半径改变可直接在工具条的  中输入（默认值为5），或用半径增减键【F5】、【F6】键或用数字键+【A】，再按【F5】或【F6】。

如图 4.1-45所示图形的具体操作过程如下：

- ① 单击图标后光标变为 ，在设置工具栏中给定圆角半径；
- ② 将光标移动到需作公切圆弧的两线夹角内，单击鼠标左键；
- ③ 多余部分被加亮，并弹出图 4.1-46所示的对话框，点〈擦除〉即可。

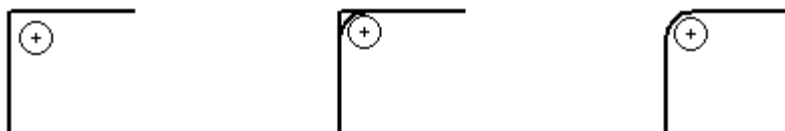


图 4.1-45

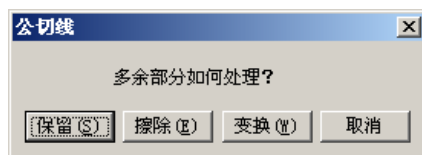


图 4.1-46

若图素较多，需作公切圆弧的图素在自动搜索不易找到的情况下，就要将光标上线后点鼠标左键指定这两个需作公切的图素，再将光标移到这两个图素的夹角内作公切圆角。

当出现如图 4.1-47所示的公切线对话框后，若单击〈保留〉选项，则保留多余部分；若点中〈擦除〉则去掉多余部分；若单击〈变换〉，则在多余部分图素中切换，选择需要擦除的多余线段。再单击〈擦除〉，可擦除被点亮的线段，即多余线段。图 4.1-47示意了三种选项的结果。

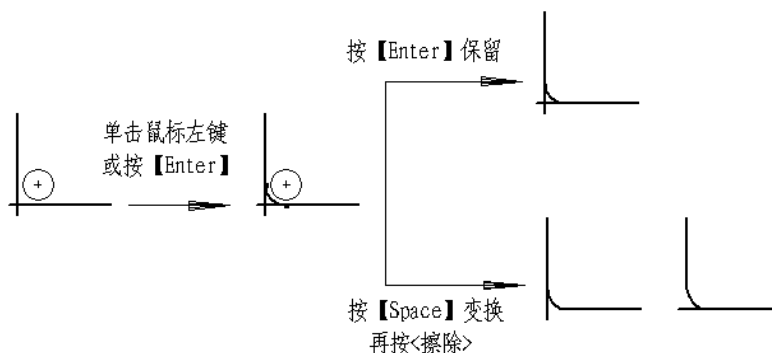


图 4.1-47

当被切元素是圆时，根据光标中心在圆内还是在圆外决定画内切圆或外切圆。当被切元素是线时，根据光标中心在线的哪一侧决定画哪一边的公切圆。当被切元素太短时，将被加长，当被切线太长时，屏幕上出现如图 4.1-46所示的对话框，可选择保留多余部分、擦除多余部分或变换多余部分。

若画圆角处已有圆角存在，则系统将给出如图 4.1-48所示对话框，用户可选择不再作圆角，或替代原圆角及与原圆角同时存在。

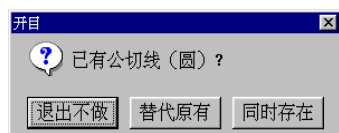
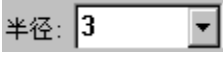


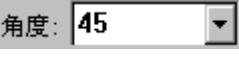
图 4.1-48

3. 倒角

作倒角有两种方式，即倒角  和轴孔倒角 。

1) 倒角

倒角的操作与公切圆角的操作相似，通常用它来作单边倒角。倒角大小可在设置工具栏的  中输入（默认值为 3），或用半径增减键【F5】、【F6】键或用数字键+【A】，再按【F5】或【F6】。

倒角角度可在设置工具栏的  中给定（默认值 45°）。

如图 4.1-49所示，图形的具体操作过程如下：

- ① 单击  后，在设置工具栏中给定倒角大小；
- ② 将光标移动到需作倒角的两线夹角内，单击鼠标左键；
- ③ 多余部分被加亮，并弹出图 4.1-46所示的对称框，点〈擦除〉即可。

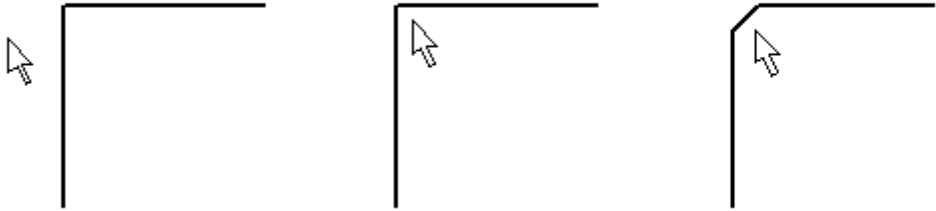


图 4.1-49

如需做非 45° 倒角，可改变当前角度，然后再做倒角。注意，倒角光标距哪条线近则该条线与倒角线所成夹角就等于给定值。如图 4.1-50所示倒角为 30° 时的结果。

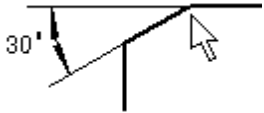


图 4.1-50

2) 轴孔倒角

轴孔倒角用来作孔或轴的倒角。同样，其角度和半径都可在设置工具栏中调整。轴端、孔端倒角的作图过程如图 4.1-51所示。

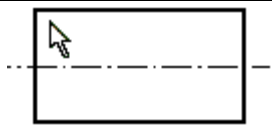
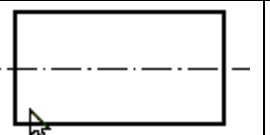
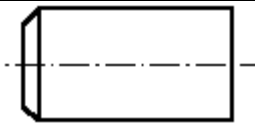
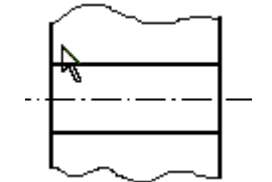
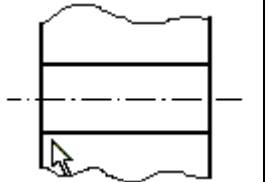
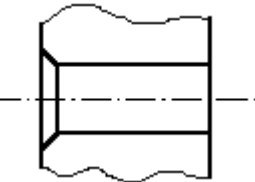
操作说明	点击  图标，输入倒角角度和大小，光标移至图示位置，单击鼠标左键	光标移至另一角处， 如图示，单击鼠标左键	完成图
轴			
孔			

图 4.1-51

如需做非 45° 倒角, 可用角度改变键(【F3】、【F4】、【T】等)在 5° ~85° 之间改变当前角度(角度的改变操作与红光标的角度改变操作类似, 开目 CAPP 里的基本绘图操作是统一的), 然后再做倒角。

4. 修整

可作两图素相交处的修整。修整用于去掉多余线头和补齐缺少的线。其操作和圆角操作相似(等价于半径为零的圆角)。

如果需要去掉已作的圆角或倒角, 恢复尖角状态, 也可用此功能, 但必须上线指定图素。

5. 键槽及三线切圆(弧)

可作三直线的切圆。操作方法是: 将光标分别移至三条直线附近, 单击鼠标左键或按【Enter】键。系统出现图 4.1-46所示提示, 然后根据系统提示选择〈保留〉或〈擦除〉。得到图 4.1-52所示结果。

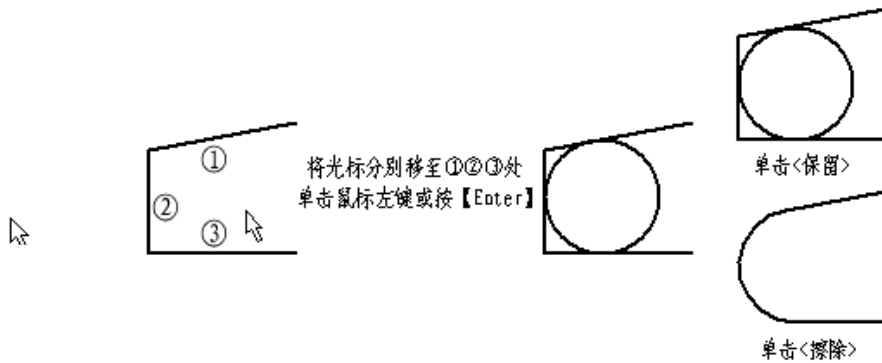


图 4.1-52

6. 工艺凸台

画凸台圆角。凸台圆弧的半径可在 中输入, 方向如横线所指, 并且可调整其角度, 圆弧顺时针和逆时针方向可用【F2】切换。操作过程如图 4.1-53所示。此功能的特点是当凸台较高时会自动加一直线, 当凸台较低时圆弧自动调整至小于 90° 弧。

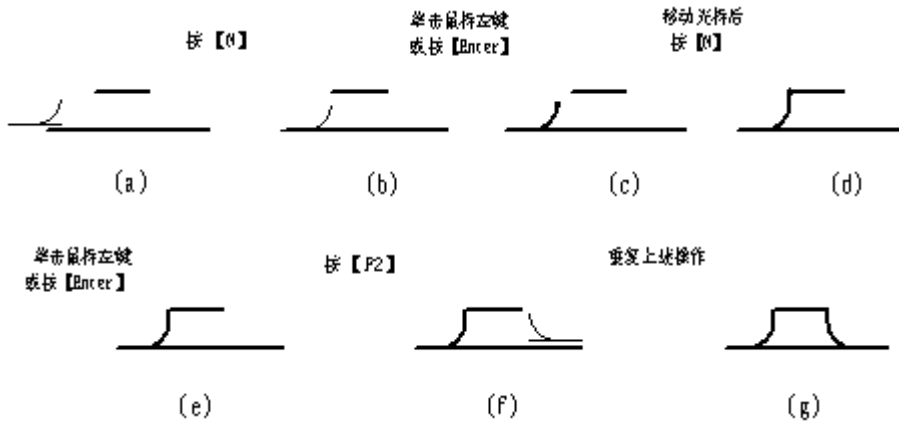


图 4.1-53

7. 公切直线

作圆(弧)与圆(弧)的公切直线,将光标移至圆或弧的切点附近,单击鼠标左键,确定需作公切线的一个圆(弧),如图 4.1-54(a);移动光标至另一个圆或弧的切点附近,如图 4.1-54(b);单击鼠标左键,则绘出两圆(弧)的公切线,如图 4.1-54(c)。多余线的处理与公切圆相似。

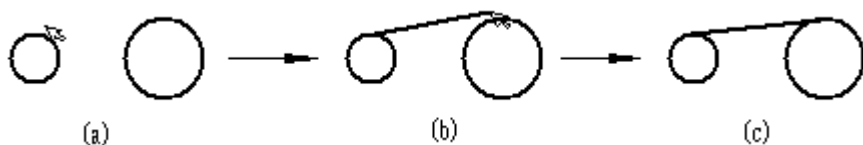


图 4.1-54

8. 过点作圆(弧)切直线

过一点作圆(弧)的切线。操作过程如图 4.1-55所示。移动光标到所需的点 P 处按【Enter】键或单击鼠标左键,然后移动光标到圆(圆弧)切点附近再单击鼠标左键或按【Enter】键即作出切线。



图 4.1-55

9. 过点作直线或圆弧的切圆弧

过一点作直线或圆(弧)的切圆弧,操作过程如图 4.1-56所示。移动光标到所需的点 P 处单击鼠标左键或按【Enter】,然后移动光标到直线或圆(弧)附近再单击左键即作出切圆弧,多余线的去除与作圆角时一样。

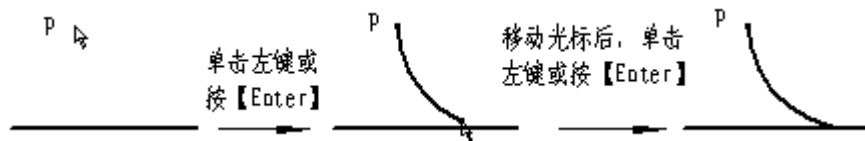
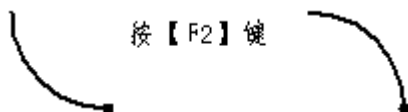


图 4.1-56

圆弧的凸凹方向用【F2】切换(如图 4.1-57所示,半径大小可在设置半径栏中改变,与圆光标的半径改变操作方法一致。



按【F2】键

图 4.1-57

如果拖动光标向离开 P 的方向移动，使光标位置距 P 点的距离大于切圆弧直径，再使光标向靠近 P 的方向移动，则画出的切圆弧在优弧与劣弧之间转换(光标随之变化)。如图 4.1-58 所示。图 4.1-58 (a) 是作劣弧时定下点 P 后的光标示意，图 4.1-58 (b) 劣弧切圆弧作好后的情形。图 4.1-58 (c) 是移动光标，使光标位置距 P 点大于切圆弧直径。图 4.1-58 (d) 是变成作优弧后光标的形式。图 4.1-58 (e) 是优弧切圆弧作好后的情形。

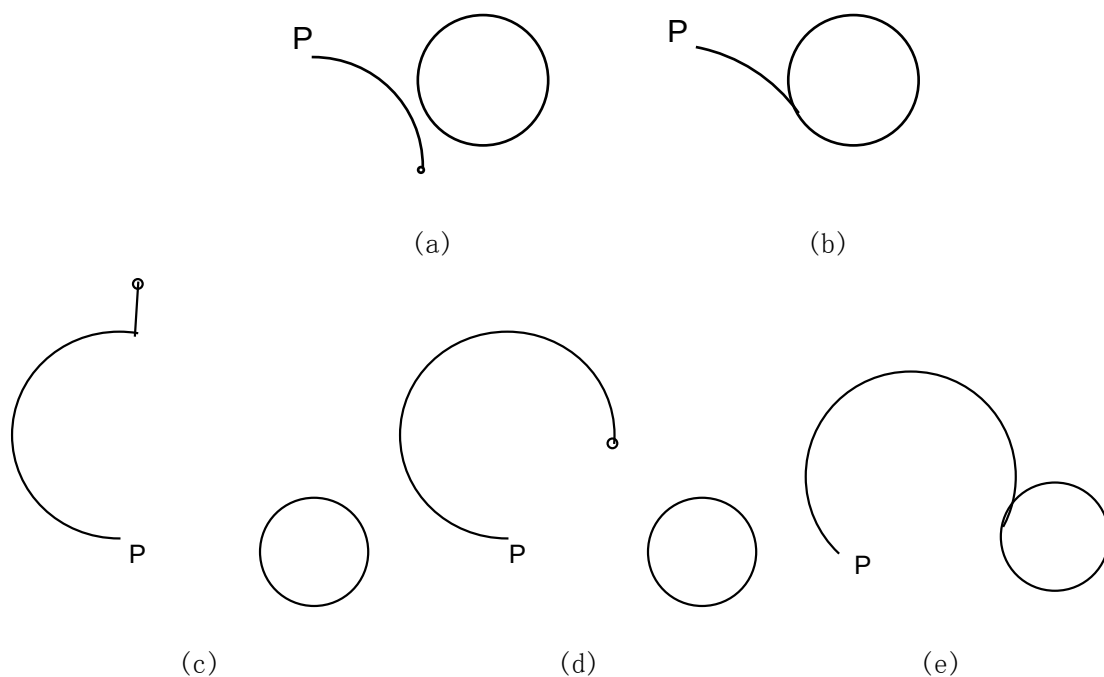


图 4.1-58

4.1.4.5 特殊线条的画法

1. 椭圆

单击椭圆 ，输入椭圆中心、长轴或短轴端点、椭圆通过的一点即可画出椭圆（本系统中按国家机械制图标准推荐椭圆采用四段圆弧画法），如图 4.1-59 所示，其操作步骤如下：

- ① 将光标移至椭圆的中心 O 点，单击鼠标左键或按【Enter】键。
- ② 将光标移至椭圆的长轴或短轴端点 A，单击鼠标左键或按【Enter】键。
- ③ 将光标移至椭圆通过的某点 B，单击鼠标左键或按【Enter】键。

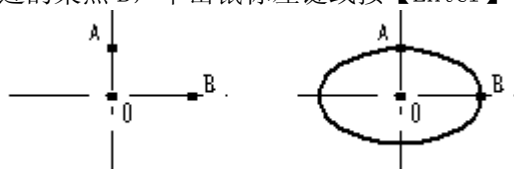


图 4.1-59

2. 相贯线



在工程绘图中，对于两轴线垂直相交的圆柱面的相贯线，常用过相贯线上三个特征点的圆弧代替，该圆弧称为近似相贯线。

单击按钮 ，作近似相贯线，如图 4.1-60所示的具体操作步骤如下：

- ① 点图标后，光标上线到中心线 01 上，单击鼠标左键确定第一回转轴（注意：第一回转轴一定是直径大的圆柱的中心线）；
- ② 光标上线到中心线 02 上，且在上方部分，单击鼠标左键，确定第二回转轴；
- ③ 系统将相贯线 C1 显示出来，并出现相贯线是否要的对话框，单击〈是〉按钮，则相贯线 C1 完成，用同样的方法完成相贯线 C2（作 C2 时上线到 02 的下方，确定第二回转轴。）

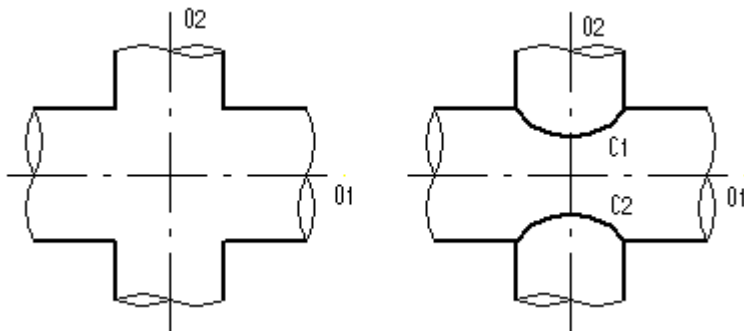


图 4.1-60

3. 抛物线



单击  抛物线按钮，出现如图 4.1-61所示对话框，可完成四种抛物线绘制。

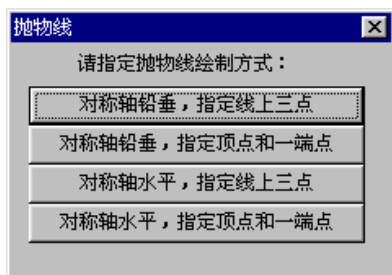


图 4.1-61

图4.1-62中的四种情况分别对应于图 4.1-62中的四个图。(a)单击鼠标左键或按【Enter】确定抛物线上P1、P2和P3点，P1和P3为抛物线的两 endpoint；(b)单击鼠标左键或按【Enter】确定P1和P2，则抛物线以P1为顶点，P2及其关于对称轴的对称点P3为抛物线的两 endpoint；(c)与(a)类似，不同之处只是对称轴水平；(d)与(b)类似，不同之处只是对称轴水平。

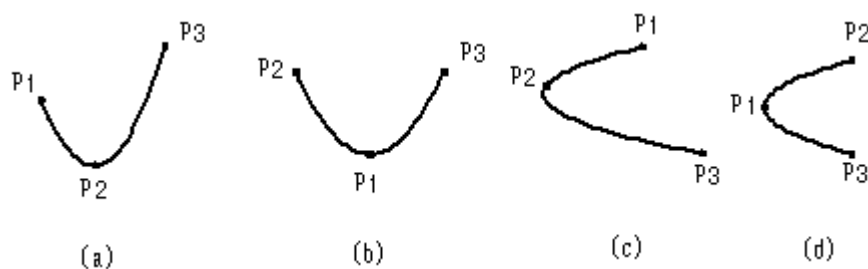


图 4.1-62

4. 轴端断面

可用来完成轴的断面，完成如图 4.1-63所示的断面，步骤如下：

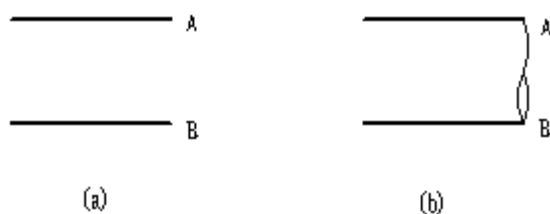


图 4.1-63

① 单击  按钮；

② 将光标上线到A点，单击左键或按【Enter】键；

③ 将光标上线到B点，单击左键或按【Enter】键，得到如图 4.1-63(b)所示结果。

5. 正多边形

正多边形是指由三条以上等长线段组成的封闭图形。用  来绘制内接或外切正多边形。具体操作步骤如下：

① 点图标后，出现图 4.1-64对话框，选择多边形方式（内接或外切）；

② 确定正多边形边数（如图 4.1-65所示），假设边数为“5”；

③ 对于内接正多边形，所作正多边形如图 4.1-66(a)所示；对于外切正多边形，所作正多边形如图 4.1-66(b)所示。用【F5】、【F6】键改变半径的大小，或直接在设置工具栏中改动，移动光标到合适的位置，转到适当角度即完成。

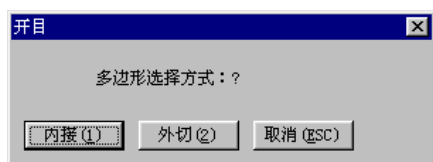


图 4.1-64



图 4.1-65

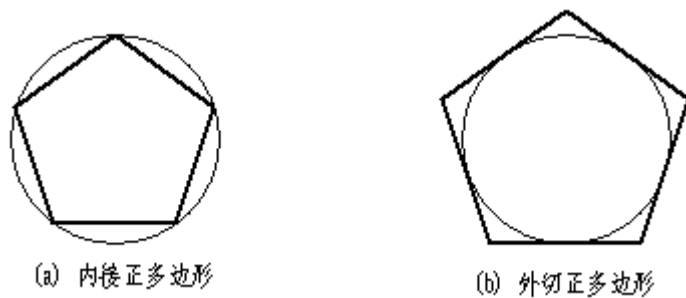


图 4.1-66

6. 矩形的作法



单击矩形按钮，作图 4.1-67所示矩形的操作步骤如下：

- ① 单击矩形按钮  ；
- ② 将光标移动到A点，单击左键或按【Enter】；
- ③ 移动光标到B点，或敲50，【↓】，100，【→】移到B点，单击左键或按【Enter】，即完成。

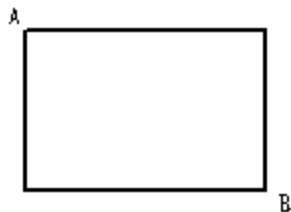


图 4.1-67

此矩形还有一个重要的功能，可方便地作轴或孔，如图4.1-68所示，画一个阶梯轴的步骤如下：

- ① 画一条点划线，如图 4.1-68(a)；
- ② 单击矩形按钮  ，单击工具栏上的按钮  ，改变当前线型为粗实线；
- ③ 光标上线到点划线上的A点，如图 4.1-68(b)。注意：此处一定要以点划线为当前线，否则，不能作出以该点划线为对称线的轴或孔；
- ④ 单击左键或按【Enter】，确定第一个起点A，如图 4.1-68(c)；
- ⑤ 拖动鼠标，此时会出现一个动态的以点划线为对称轴的矩形，如图 4.1-68(d)；
- ⑥ 单击左键或按【Enter】，确定第二个角点B，一段轴即完成，如图 4.1-68(e)；
- ⑦ 同上方法可作出轴的其他段，如图 4.1-68(f)。

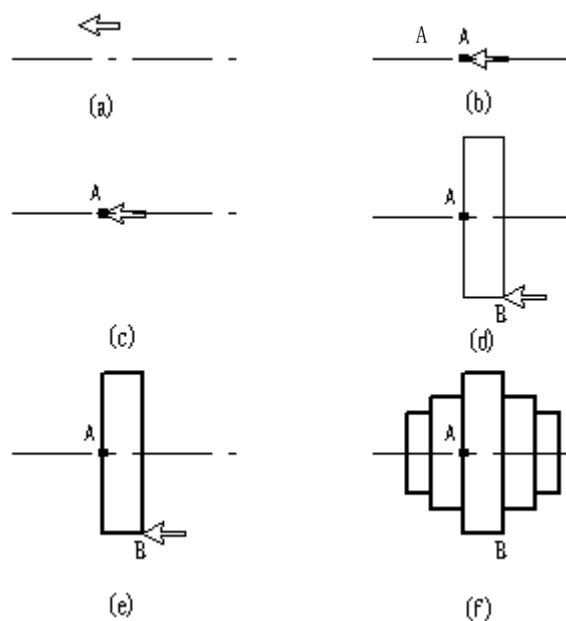


图 4.1-68

矩形还支持倍乘【*】和倍除【/】的操作。当光标在中心线上时，按【*】键，矩形或圆角矩形平行于中心线的边长不变，垂直于中心线的边长乘以2。如图 4.1-69 (a)，矩形框从A点拖到B点(B点在中心线上)，按【*】再单击鼠标左键或按【Enter】，得到如图 4.1-69 (b)所示结果。

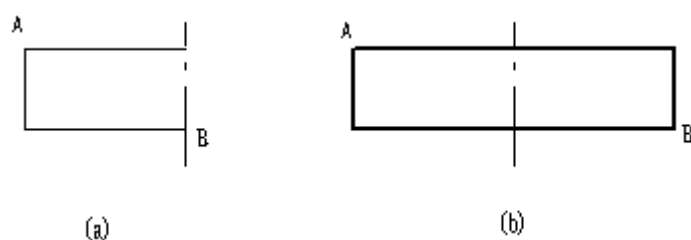


图 4.1-69

当光标不在中心线上按【*】键，矩形或圆角矩形的长和宽都乘以2。如图 4.1-70 (a)，在确定B点之前按【*】键，得到图 4.1-70 (b)所示结果。

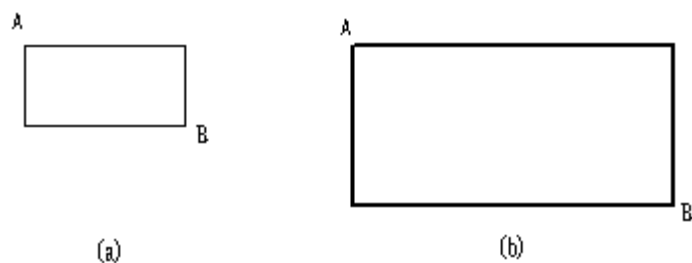


图 4.1-70

按除号【/】，则矩形或圆角矩形的长和宽都除以2。如图 4.1-71 (a)，在确定B点之前按【/】，得到图 4.1-71 (b)所示结果。

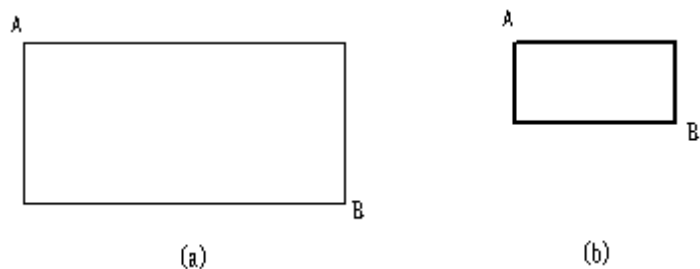


图 4.1-71

7. 圆角矩形的作法

圆角矩形按钮  用来做圆角矩形，其作法与作矩形相似，圆角的大小可直接在设置半径栏中输入半径值。绘制图 4.1-72

所示的圆角矩形步骤如下：

- ① 单击圆角矩形按钮  ；
- ② 在设置半径栏中敲入8，将半径设为8；
- ③ 将光标移到A点，单击左键或按【Enter】；
- ④ 将光标移动到B点，或敲100，【→】，50，【↓】

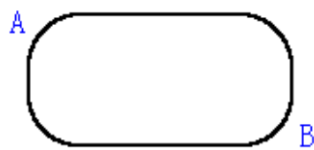


图 4.1-72

移到B点；

- ⑤单击左键或按【Enter】，即完成圆角矩形。

8. 波浪线

单击按钮 ，按住鼠标左键移动鼠标可画波浪线。如图 4.1-73所示波浪线，绘制步骤如下：

- ① 单击按钮 ，将光标移动A点；
- ② 按住鼠标左键，拖动鼠标到B点；
- ③ 松开鼠标左键，鼠标走过的轨迹即为波浪线。



图 4.1-73

9. 齿廓

可作渐开线齿廓，其操作步骤如下：

- ① 画中心线和齿轮分度圆，如图 4.1-74(a)，单击按钮 ，然后将光标移至画齿廓中心处（齿轮分度圆上），单击左键或按【Enter】；
- ② 依次输入齿数、模数，齿廓的倾角(与水平方向的夹角)，即可绘制出一个齿廓，如图 4.1-74(a)。
- ③ 如需全部齿廓，利用组编辑功能中的圆周均布作出全部齿廓，如图 4.1-74 (b)所示。组编辑的内容在以下章节中讲到。

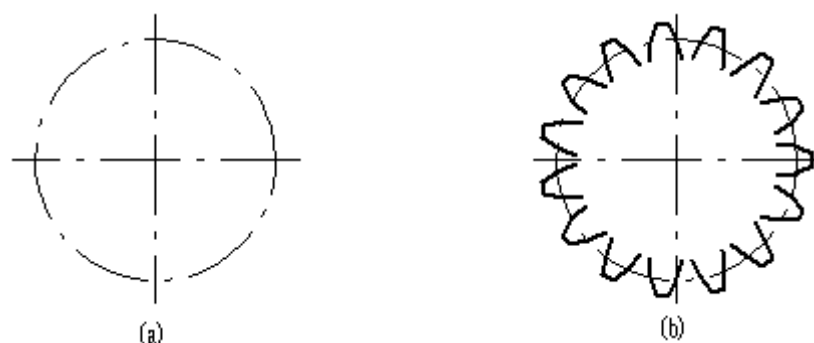


图 4.1-74

10. 断面的生成



断面功能生成盘套类零件的投影图。方法是：先单击 ，然后将光标移至中心线上，单击左键则系统由中心线向外侧搜索，并给出黄线表示的投影，同时出现如图 4.1-75 所示对话框，需要此投影则单击〈是〉按钮或按【Enter】，否则单击〈否〉按钮跳过。如按【ESC】或单击〈取消〉，则不再向外搜索。搜索完毕，断面投影被自动锁定在投影方向上，将其移至适当的地方，单击左键或按【Enter】确认。使用该功能可以由圆柱面的直线投影生成圆投影，也可由圆柱面的圆投影生成直线投影，在生成直线投影时投影直线为双端不定长线，在叠加时将向两端延长到交点，如图 4.1-76、图 4.1-77 所示。

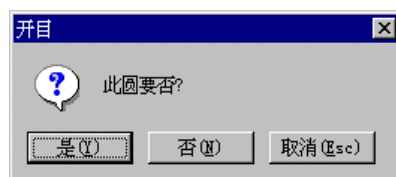


图 4.1-75

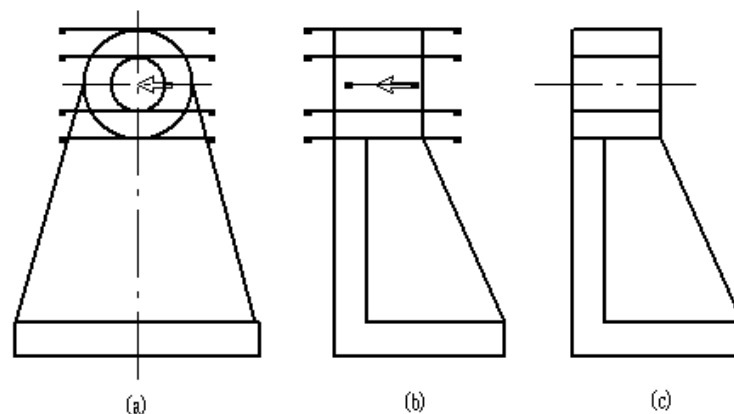


图 4.1-76

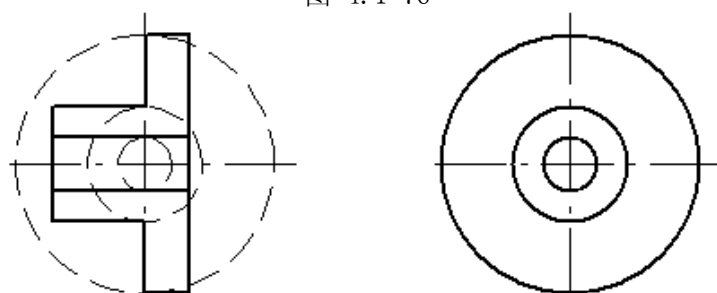


图 4.1-77

11. 样条曲线

1) 绘制样条曲线

样条曲线可生成折线、B样条、三次样条曲线。其方法是：单击，然后将光标放在合适位置单击左键，即定义了第一个节点，往下用同样的办法定义节点，在定义节点的过程中，所定义的节点以黄色临时线的形式连接在一起，全部节点确定后，单击鼠标右键，系统会弹出如图 4.1-78（a）的菜单。

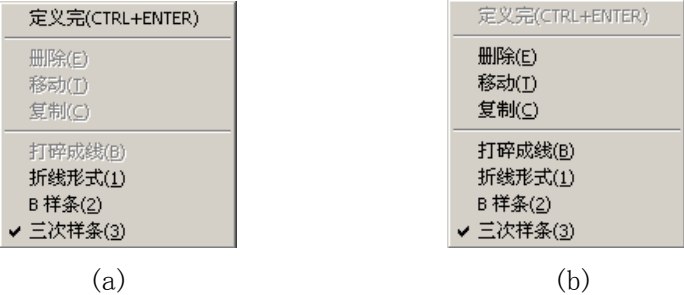


图 4.1-78

单击该菜单中的〈折线形式〉、〈B样条〉或〈三次样条〉，黄色临时线会以相应的曲线形式显示，单击〈定义完〉，则临时线变成正式线，曲线生成。

曲线生成后，可对其进行〈删除〉、〈移动〉与〈复制〉的操作，将光标放在样条曲线上，曲线变为红色，表明找到目标，此时单击右键，会弹出如图 4.1-78（b）的菜单。单击其中的〈移动〉，样条曲线与光标在光标所在点粘连在一起，移动鼠标即可移动样条曲线。同样，〈复制〉即对当前样条曲线进行复制；〈删除〉即将当前样条曲线删除；〈打碎成线〉则是将当前样条曲线打碎成波浪线。

2) 文件生成样条曲线

样条曲线还可由文件生成。在〈画〉中点，点主菜单〈图库〉，再将光标放在子菜单〈读样条曲线〉上，系统会弹出如图 4.1-79所示的子菜单。



图 4.1-79

然后单击〈直角坐标〉或〈极坐标〉，这时会弹出如图 4.1-80所示的对话框，选中需打开的文件后，点〈打开〉，便可读取数据文件绘制样条曲线。数据文件是文本文件，可用WINDOWS 95中的“记事本”编辑，以直角坐标或极坐标的形式定义样条曲线中的节点，编辑好〈存盘〉为“*.txt”文件。

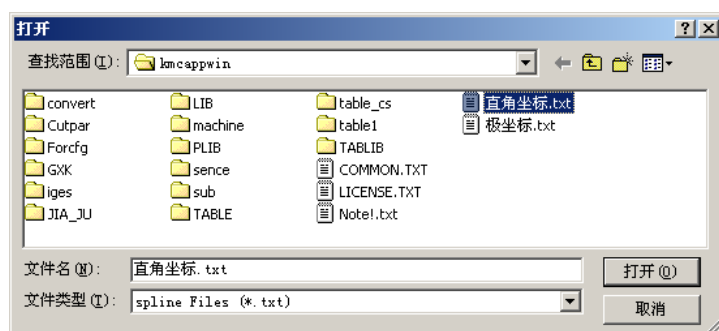


图 4.1-80

其文件格式非常简单，只需定义节点坐标值即可。

① 直角坐标的数据文件格式如下：

x1, y1

x2, y2

x3, y3

.....

其中 x1、y1等为节点的X、Y坐标值。

② 极坐标的数据文件格式如下：

ρ 1, θ 1

ρ 2, θ 2

ρ 3, θ 3

.....

其中 ρ 1、 θ 1等为节点的极坐标值。

注意：系统是以光标所在点为原点，光标所在的方向为X轴或极坐标方向。