

4.2 高级绘图功能

4.2.1 剖面填充

在封闭区域内画剖面线或其它有规律的重复图案时需用此操作。开目 CAPP 的剖面填充时无需指定边界，操作简便。在主工具条下单击  按钮出现如图 4.2-1 所示的子工具条。

4.2.1.1 填充剖面线

绘制机械工程图时，常见的剖面线填充形式是 30° 、 45° 、 60° 、 120° 、 135° 、 150° 剖面线和 45° 、 135° 网纹，图 4.2-1 中前面七种分别对应工程制图最常见角度的剖面形式。单击某种剖面形式按钮，光标则变成选中的剖面形式。将光标移入要填充的封闭区域内，单击鼠标左键或按【Enter】键，则剖面线自动填满整个区域。

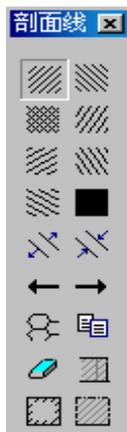


图 4.2-1

注意：填充时应注意区域的封闭性，并使被填充区域全部位于屏幕内。若填充时区域不封闭而导致剖面线填到区域外，则按下【ESC】键，该次填充的操作被取消。如填充已完成，则须使用擦除选项进行擦除。如要填充一个未封闭区域，必要时应画辅助线将其封闭。如果欲填充的区域只有一部分在屏幕内，则要进行屏幕移动或缩小图面等操作，将拟填充的封闭区全部移至屏幕内。

4.2.1.2 填黑

在工程图中，有时需将某区域完全涂黑，填黑按钮  就是完成此功能的。单击图 4.2-1 中的  按钮，然后将光标移到需填的区域中，单击鼠标左键或按【Enter】键，系统即自动搜索封闭区域并将其涂黑。填黑实际上就是很密的剖面线，要想填得更密，则可将图形放大后再填充。

4.2.1.3 增大间距

按钮  用来增加剖面线间距即将剖面线变得稀一些。在选中剖面形式之后，单击  按钮可加大间距，也可按【+】增大剖面线间距，两者效果相同。

4.2.1.4 减小间距

按钮  用来减小剖面线间距，即将剖面线变密些。选中剖面形式之后，单击  按钮可减小间距，也可按【-】减小剖面线间距，两者效果相同。

4.2.1.5 剖面线错位

在机械制图中“剖中剖”的表达方法是将剖面线错开画。图标 、 就是用来进行剖面线错位的， 图标使剖面线往左移位； 图标使剖面线往右移位。如图 4.2-2 所示，A 区和 B 区的剖面线形式完全一样，在交界位置错位。方法如下：

① 按  (【+】) 或  (【-】) 将剖面间距调整好。

② 光标移到 A 区内，单击鼠标左键，填充 A 区。

③ 单击  图标数次，使剖面线往左错位。

④ 将光标移至 B 区，单击鼠标左键填充 B 区。

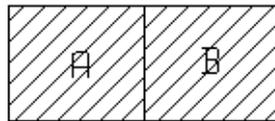


图4.2-2

4.2.1.6 图案填充

在工程图中，剖面符号的形式是多种多样的，除斜线、网格和涂黑外，还有许多其它图案的剖面符号。其它图案可通过点击  图标来绘制，具体步骤是：

① 打开图案库。点击  图标，打开如图 4.2-3 所示对话框；

② 选择图案。将光标移至选中的图案上，单击鼠标左键，单击〈确定〉。此时光标变为“”；

③ 预填充。将光标移至填充区域，单击鼠标左键；

④ 调整图案。用【↑】、【↓】、【←】、【→】、、 移动和缩放图案至满意为止；

⑤ 单击鼠标左键确定。

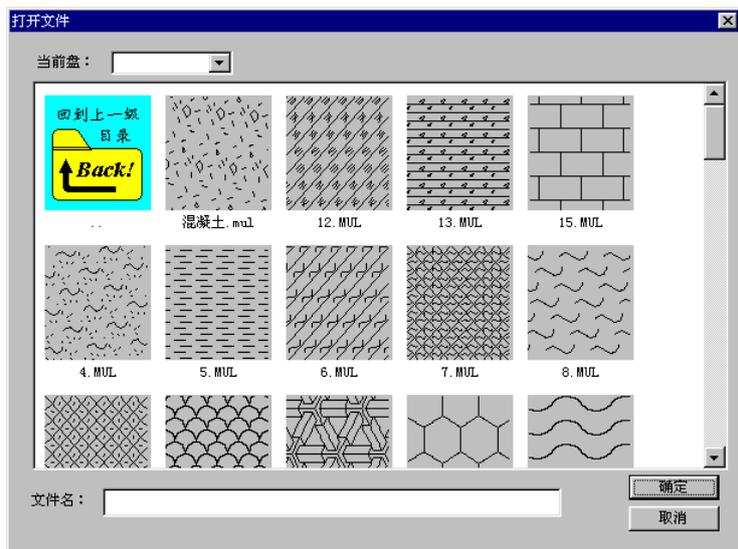


图4.2-3

4.2.1.7 剖面取样

剖面取样图标  用来选择图中已填充的剖面线形式。如图 4.2-4 所示，A、B 区的剖

面线已填好，现在来填 C 区剖面线，并使 C 区和 A 区的剖面线完全一致。如何获取 A 区域剖面符号的信息呢？方法如下：

- ① 单击剖面取样图标 ；
- ② 将光标移到 A 区内，单击鼠标左键；
- ③ 将光标移至 C 区内，单击鼠标左键。



图4.2-4

4.2.1.8 剖面擦除

剖面擦图标  是用来擦去剖面线的，包括常用剖面形式和剖面图案。点击 ，光标变为“”，将光标移至要擦除剖面线的区域，此时剖面线变红，单击鼠标左键，即可擦除剖面线。

4.2.1.9 改变填充边界

在填充剖面时，有时只需粗实线作为填充边界，有时需粗实线和细实线都作为填充边界，粗、细实线边界的切换由按钮  来切换。

缺省状态下，即  按钮未被按下时，粗实线和细实线都是填充边界，如图 4.2-5，当把按钮  按下时，系统只认粗实线作为填充边界，填充结果如图 4.2-6（图 4.2-5和图 4.2-6填充光标均在 A 点单击鼠标左键）。



图4.2-5

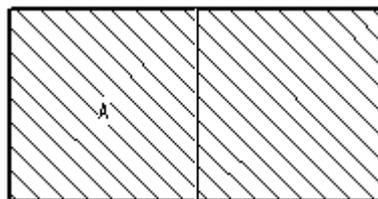


图4.2-6

4.2.1.10 周边填充

在工程图中，还有一种剖面符号填充形式，即只在边界附近填充剖面符号，如图 4.2-7 所示。系统设置了一个开关，先点击  图标，即打开了这一开关，再按一般的填充方法进行填充即可。如果要恢复到一般的填充状态，再点击一次  图标即可。

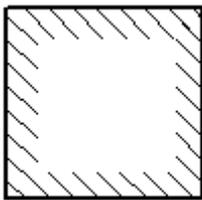


图4.2-7

4.2.1.11 剖面修改

开目 CAPP 的剖面修改是一个面向对象的操作，在剖面的任一光标状态下，将光标放在剖面上，则剖面变红，表明系统已找到目标为当前剖面，即可对当前剖面线进行操作，此时单击鼠标右键，会弹出如图 4.2-8 的菜单，单击菜单中某一项，可完成对当前剖面线的相应修改，右键菜单里前八项是用来改变当前填充形式的，如单击〈填黑〉，则当前剖面变为“填黑”的剖面形式，单击〈45°〉，则当前剖面变为 45° 的剖面线。

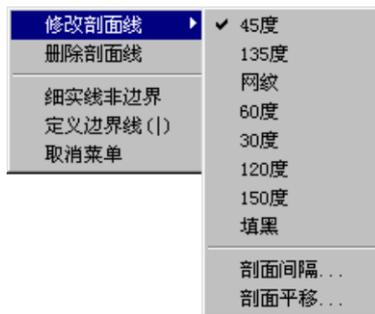


图4.2-8

单击〈剖面间隔〉，输入一个数值，可调整当前剖面线的间隔为输入值。

单击〈剖面平移〉，系统会提示输入“错动间距”，可使当前剖面线平移一段距离，与它周围的剖面错开位置。

单击〈细实线非边界〉，前面有一开关可切换，“√”表示该项打开，细实线将不作为填充边界，无“√”表示该项关闭，细实线作为填充边界。

“定义边界线”可定义非连续线型如虚线、点划线、双点划线为边界，光标在剖面状态时，将光标上线到需定义的线上，单击鼠标右键，在弹出菜单里单击〈定义边界线〉，则该线可作为填充边界。

“删除剖面线”与剖面擦图标的功能一样，擦除当前剖面线，但只能删除剖面线，不能删除图案。

4.2.1.12 临时改变边界线型

前面提到过填充剖面线时必须是在封闭区域内，否则会填充到边界外。在图 4.2-8 所示的鼠标右键菜单中〈定义边界线〉可定义非粗实线、非细实线的其他线型如虚线、点划线为边界，光标在剖面状态时，将光标上线到需定义的线上，单击鼠标右键，在弹出菜单里单击〈定义边界线〉，则该线可作为填充边界，填充时不会因为是是非连续线型导致填充到边界外。

4.2.2 成组操作

表达一个结构的图线往往不止一条，而是一组图素。我们定义若干图线（直线、圆弧、波浪线等，不包括样条曲线）和字符的集合为图组。图组操作就是对图组中的图素进行复制、搬迁、镜面、删除等编辑操作。

在 主控工具栏 中单击 **组** 图标，出现如图 4.2-9(a) 所示的子工具栏，在子工具栏中有 11 种选择图标。要将已入组的图素从图组中删去时，单击 **减** 图标，出现如图 4.2-9(b)，此时有 6 种选择图标可用。

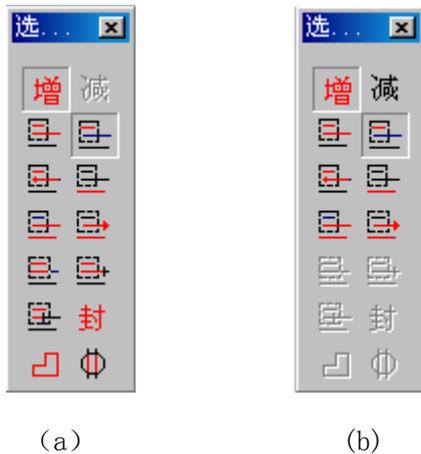


图4.2-9

4.2.2.1 构造组的方法

开目 CAPP 用矩形区域圈定元素入组。根据图素与选择框的关系（在框内、在框外、与框有交）有 12 种不同的选择方式（**封** 与 **Φ** 不用矩形选择框）。

下面以第(1)种组的选择方式 **+** 为例介绍表示构造组的不同方式的按钮的含义。如图 4.2-10 所示，线 I 代表图框内的元素，线 II 代表与框的边界有交的元素，线 III 代表框外的元素。按钮中红色的线（在本手册中为粗线）代表入组的元素。这种图形的含义是：所有在选择框内的元素和与选择框有交的元素为被选中的元素。按钮中黑色线（图中细线）代表未入组的元素。

下面通过实例说明图组操作的一般步骤。

例：选取图 4.2-11 中的圆及与圆相交的线为组中图素。操作步骤如下：

- ① 单击 **增** 图标；
- ② 单击图标 **+**；
- ③ 将光标移至 A 点，按住鼠标左键，拖动光标到 B 点，松开鼠标左键。则图 4.2-11 中的圆及与圆相交的线同时闪亮，表明该图素被选中。

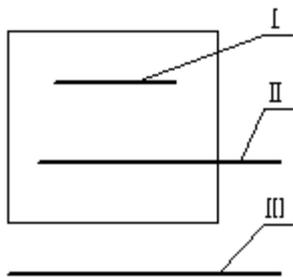


图4.2-10

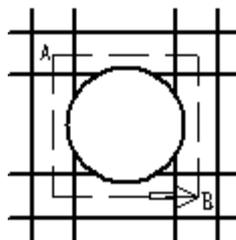


图4.2-11

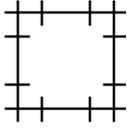
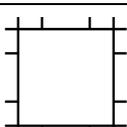
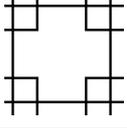
1. 前九种选择方式

下面通过图 4.2-11 所示图形，说明用不同的选择方式构造图组的结果。各种方式所用的选择框大小相同（如图 4.2-11 中的虚线所示）。选择结果见表 4.2-1。

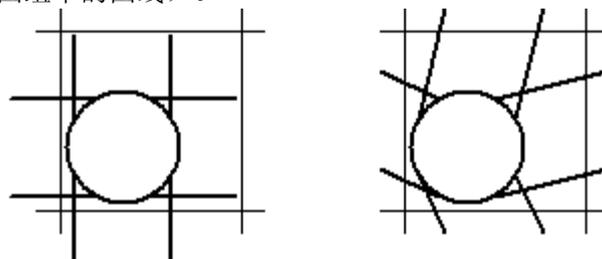
在实际操作中，被选中的图线会改变颜色，即为入组图线。在构造同一个图组时，可用几种不同的选择方式来选定组中图素。

表 4.2-1

序号	图标	被选中的图线	未被选中的图线	功能说明
1				在选择框内的图线和与选择框边界有交的图线为被选中的图线。
2				在选择框内的图线为被选中的图线。
3				在选择框内的图线和与选择框有交的圆为被选中的图线。与选择框边界有交的直线，在选择框内的一端入组。
4				在选择框外的图线为被选中的图线。
5				在选择框外的图线和与选择框边界有交的图线为被选中图线。
6				在选择框外的图线和与选择框边界有交的圆为被选中的图线。与选择框边界有交的直线，在选择框外的一端入组。

7				在选择框内的图素和与选择框边界有交的图线其在选择框内的部分为选中图线。（窗口裁剪）
8				选择框内的图线被选中。与选择框边界有交的图线，其框内端到选择框外的第一个交点部分被选中。
9				选择框内的图线被选中。与选择框边界有交的图线，其框内端到选择框内离边界最近的交点的部分被选中。

由表 4.2-1可以看出第1、2、3种选择的是框内的图素，第4、5、6选择的是框外的图素。第1种与第4种选择范围互补；第2种与第5种互补。从图形上看，第3种与第1种选中的图线相同。但第3种方式只选中直线在选择框内的端点，选择框外的端点（表中带小圆圈的点）未被选中，在做移动复制、原图搬迁等操作时，未入组的端点是不会移动的，如图4.2-12所示（粗实线表示图组中的图线）。



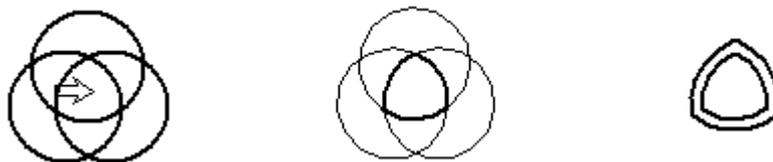
(a)用第1种方式选取图素 (b)用第3种方式选取图素

图4.2-12

第八种方式常用于由零件图画装配图的作图过程中。用第八种选择方式将零件图的那些在装配图上不画出的图线选出擦除。由装配图拆画零件图时常用第九种选择方式。

2. 封闭图形

子工具栏中的 ，是专门用来选取封闭图形的，且只以粗实线为边界。只需在封闭图形内点鼠标左键，系统会自动寻找最小的封闭图形。它通常是用来进行计算的，如：计算面积、计算重量、计算形心等。也可用它选取封闭图形，然后作封闭图形的等距线。如图4.2-13所示。



(a) 点击 ，光标放在图示位置，单击鼠标左键；

(b) 图中粗实线为所选取的封闭图形；

(c) 封闭图形的等距线

3. 选取外轮廓

子工具栏中的 ，是专门用来选择零件图外部轮廓。有关此选择方法的具体操作在第四章第三节中“工艺附图的绘制”中有详细讲述。

4. 圆形选择框及局部放大

子工具栏中的  图标，为圆形选择框。点击该图标，光标变为圆形，这时选择框为一个圆，它是专门用来作局部放大的。其半径可在设置工具栏进行调整。操作方法为：将圆形光标移到要放大的局部，点鼠标左键，输入比例值后，确定放大图形的位置，并给定代号确定其标注位置即可。如图4.2-14所示。

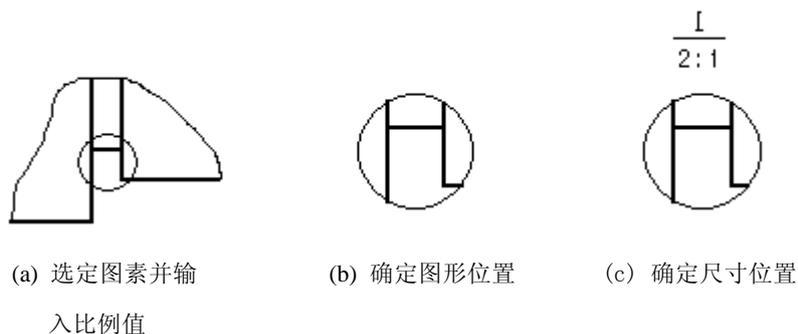


图4.2-14

4.2.2.2 减少组中元素

若部分组中元素不是所要的元素，单击图4.2-9  按钮，选择出组方式与入组方式一样。

4.2.2.3 清空组中元素

当有元素入组后，要清空组中元素，有以下两种方法：

- ① 单击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈重选〉选项；
- ② 单击鼠标右键，出现图4.2-15所示的右键菜单，单击〈重选〉选项。

4.2.2.4 擦除组中元素

当有很多元素需要擦除时，用  中某种方式选中需擦除的元素，然后再做擦除操作，操作方法如下：

单击鼠标右键，弹出如图4.2-15所示的菜单，然后选择菜单中的〈擦除〉选项或单击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈擦除〉选项。



图4.2-15

4.2.2.5 组中元素的编辑

如需对元素作移动、镜面、比例、缩放等操作，可用图形编辑来实现，选中元素之后，单击鼠标右键，弹出图4.2-15所示的菜单；或直接点击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单，如图4.2-16所示。



图4.2-15

1. 移动复制

“移动复制”用来复制组中元素，复制之后原来的图形仍保留。如图4.2-17，如果想从图4.2-17(a)得到图4.2-17(b)中的图形，可以用“移动复制”的方法来完成。

- ① 用组的方式选中(a)图的圆C1，C1被加亮；
- ② 单击鼠标右键，点击右键菜单中的〈移动复制〉；
- ③ 光标移到圆心A点，单击鼠标左键，确定为复制图形的定位点。此时移动光标，有一与图组相同的图形与光标粘在一起；
- ④ 将光标移到B点，单击鼠标左键，则C2就复制出来了；依此类推，可复制出C3、C4；
- ⑤ 打开右键菜单，点击〈重选〉或按【Esc】，结束操作。

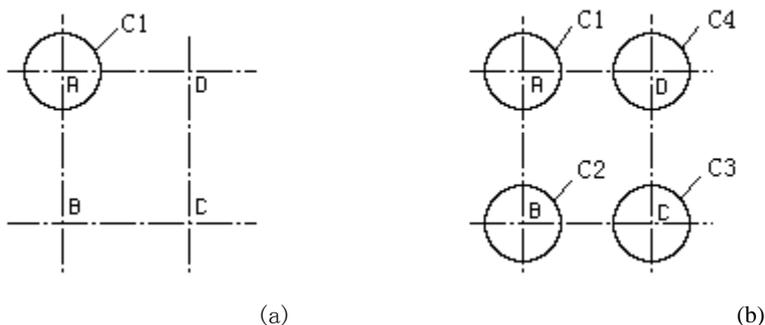


图4.2-16

注意：

- ① 如果图形比较复杂，选中图形后，会出现提示：线较多，是否采用局部加速临时显示？选择〈是〉，可加速图形显示速度。
- ② 在组中元素进行移动复制，还有后面要介绍的原图搬迁、伸展变形、圆周均布等操作时，系统依据在确定粘着点基准点时光标所在的位置和方向来定位与光标“粘连”的图形，此时光标移动、转动时就会带动组中元素一起运动，这就要求在单击鼠标左键确定粘着操作之前，应将光标移动到组中元素的基准点（一般是端点、交点或圆心点等特殊点）。其中“镜面”操作，无须确定粘着点基准点。但必须把光标的方向转到与镜面操作对称轴平行的方向。

2. 原图搬迁

“原图搬迁”用来将一个图形从一个地方搬迁到另一个地方，如图4.2-18所示（将圆

由 A 点搬到 B 点)。

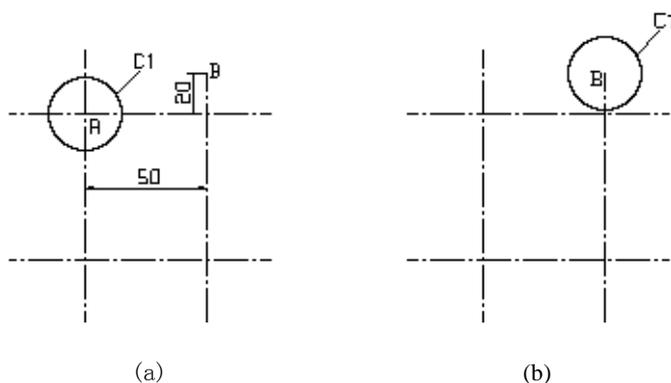


图4.2-17

- ① 将 C1 用“增”中一种方式选中；
- ② 单击鼠标右键，选中右键菜单中的〈原图搬迁〉选项；或点击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈原图搬迁〉选项。
- ③ 将光标移至圆心 A 点，单击鼠标左键确定粘着点(或基准点)，此时图形与光标粘在一起；
- ④ 将光标移至 B 点，单击鼠标左键或按回车即可。

3. 伸展变形

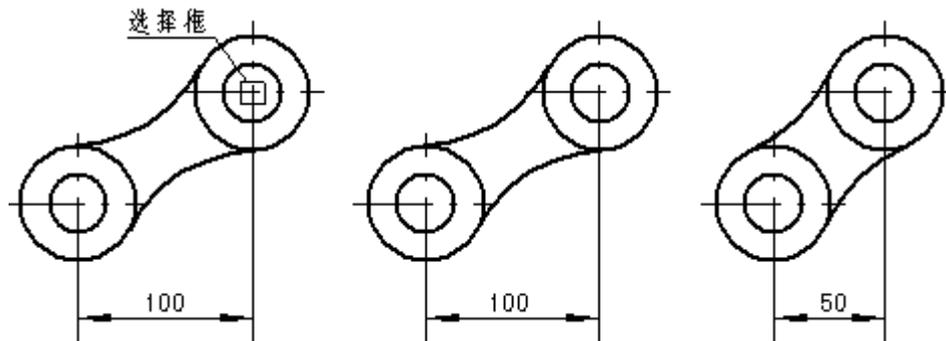
伸展变形也是一种搬动图形的操作，但与原图搬迁不同的是，移动图形某部分时，所有相关部分作相应变化，且保持图形相切相连接等关系不变。

图 4.2-19 说明了伸展变形操作的特点以及与原图搬迁的区别。



图4.2-18

图 4.2-20 是一个伸展变形的例子。



- ② 单击右键菜单〈阵列〉选项中的〈圆周均布〉；
- ③ 将光标移到圆心 0，单击鼠标左键确定圆心位置（这一步很重要），出现如图 4.2-23 的对话框，系统提示输入“均布个数”，输入 6，单击〈确定〉按钮；
- ④ 系统提示是否全部都需要，同时均布的结果以黄色显示在屏幕上，
- ⑤ 若选〈是（Y）〉，则画出图 4.2-22(b)所示图形；若选〈否（N）〉，系统则沿圆周逐个显示均布的图素，提示用户是否需要，如果需要，选〈是（Y）〉，否则选〈否（N）〉。

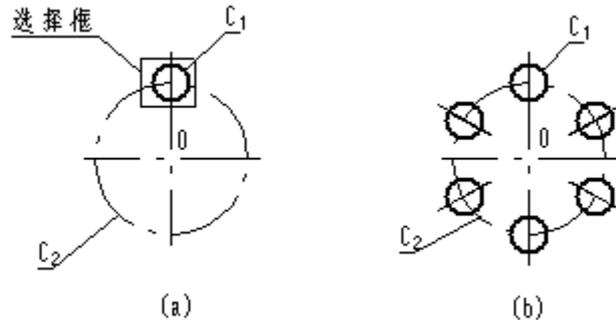


图4.2-21



图4.2-22

2) 矩形阵列

“矩形阵列”是用来绘制矩阵排列的工具。图 4.2-24(b)的操作步骤如下：

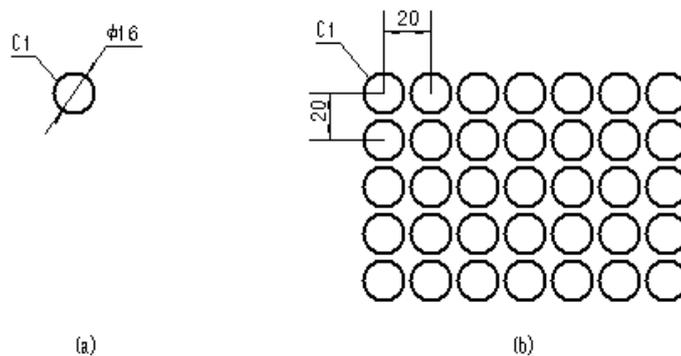


图4.2-23

- ① 将圆 C1 选好，然后选右键菜单中的〈阵列〉选项的〈矩形阵列〉，或点击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈矩形阵列〉选项；

系统提示输入：

- “←向重复个数”，输入“0”，单击确定或按回车
- “—向重复个数”，输入“6”，单击确定或按回车
- “↓向重复个数”，输入“4”，单击确定或按回车
- “↑向重复个数”，输入“0”，单击确定或按回车

←—) 重复间距”，输入“20”，单击确定或按回车

“↑↓重复间距”，输入“20”，单击确定或按回车

② 系统将阵列均布的结果以黄颜色显示出来，出现图 4.2-25对话框，对显示结果是否满意，选〈是(Y)〉，则显示结果如图 4.2-24b)所示。



图4.2-24

3) 单向排列

“单向排列”可将选中的图形沿某个特定的方向进行单向排列复制，例如由图 4.2-26 (a) 到 (b)。其具体操作是：先用“组”将 (a) 中圆选中，然后单击〈编辑〉菜单的〈单向排列〉或直接单击鼠标右键中的〈阵列〉菜单的〈单向排列〉，系统提示“排列个数？”，输入排列个数 3，单击〈确定〉，系统提示“排列方向（角度值）？”，输入 30，单击〈确定〉，系统弹出“排列间隔？”，输入 30，单击〈确定〉，系统提示“要否？”，如果点〈是(Y)〉，就可得到图 (b)，如果单击〈否(N)〉，复制的黄色图形消失。

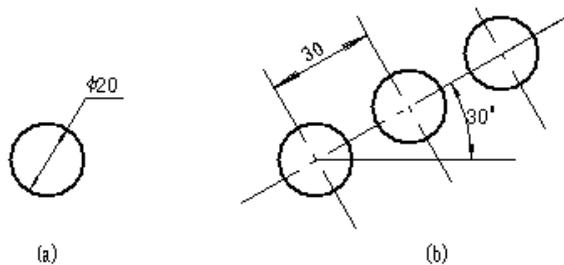


图4.2-25

4) 周项排列

“周向排列”可将选中的图形沿某个中心点进行周向排列复制，例如由图 4.2-27 (a) 到 (b)。其具体操作是：先用“组”将 (a) 中圆选中，然后单击〈编辑〉菜单的〈周向排列〉或直接单击鼠标右键中的〈阵列〉菜单的〈周向排列〉，然后将光标放置在中心点单击左键，系统提示“排列个数（包括自身）”，输入排列个数 4，单击〈确定〉，系统提示“是否逆时针排列？”，单击〈是(Y)〉或〈否(N)〉，系统提示“排列间隔（相对原图形的夹角）？”，输入 30，单击〈确定〉，系统提示“要否？”，如果点〈是(Y)〉，就可得到图 (b)，如果单击〈否(N)〉，系统会一个一个的提示是否“要”。

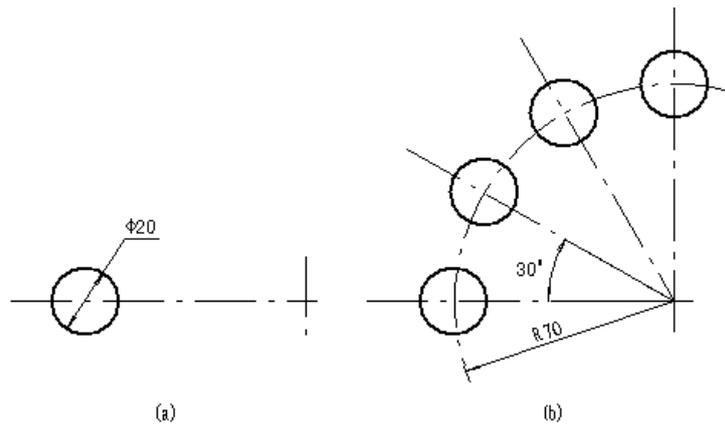


图4.2-26

6. 等距线

〈编辑〉菜单中的〈等距线〉用来作等距线(如图4.2-28), 假设L1已经作好, 需作等距线L2。

- ① 用 **增** 中的某一图素选择方式将组成L1的图素全部选中;
- ② 单击右键菜单中的〈等距线〉选项, 或点击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈等距线〉选项;

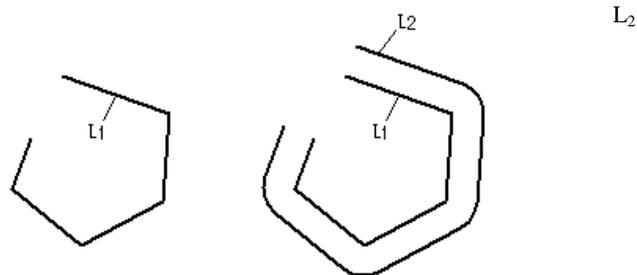


图4.2-27

- ③ 出现图4.2-29对话框, 系统以箭头提示画等距线的方向, 如果等距线在箭头所指边, 单击〈是(Y)〉, 否则单击〈否(N)〉;



图4.2-28

- ④ 出现图4.2-30对话框, 提示输入“等距线的距离”, 输入“20”, 单击〈确定〉;
- ⑤ 系统提示是否加做倒圆, 如果需要倒圆, 单击〈是(Y)〉, 否则单击〈否(N)〉。系统将等距线的结果用临时线颜色显示出来;
- ⑥ 系统询问要否, 单击〈是(Y)〉, 即完成L2。



图4.2-29

在做等距线时要注意组成等距线的原始图即 L1 一定要是依次首尾相接的一组图线，否则等距线不能做出。原始图形可以不封闭但不能有分支。

7. 拷贝

“拷贝”是将图形从一张图纸复制到另外一张图纸上，其比例随当前图纸进行相应变化，此功能通常用来由零件图画装配图时使用。其具体操作是：先将需拷贝的图形选中，然后点右键菜单里的〈拷贝〉或  图标，屏幕上出现“手指”光标，移动“手指”到图形上的某点，单击鼠标左键，确定定位基点。然后再打开另一张图，点  图标，图形就与光标粘在一起，随光标移动，比例随当前图纸进行了相应变化，将光标移动到插入点，点左键确定，则图形拷贝过来，完成后点右键菜单中的〈重选〉结束操作。

8. 改线型、线宽、颜色

“改线型”、“改线宽”、“改颜色”是用来改变组中图素的线型、线宽、颜色。用“增”中的一种方式将需改线型的图素选中，单击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈改线型〉（或〈改线宽〉、〈改颜色〉选项，以“改线型”为例），即出现图 4.2-31 菜单，在所需线型上用鼠标点一下即可，也可按【Ctrl】+【F8】同样出现图 4.2-31 菜单，可以改线型。这里介绍的改线型是将很多图素同时修改。如果仅有一个图素，比如一条线或一段弧或圆，需修改线型，可以先上线再按【Ctrl】+【F8】达到修改的目的，不必进入“组”中来修改。

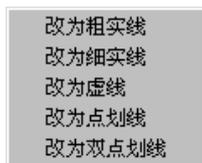


图4.2-30

9. 改线性质

“改线性质”是用来修改线的性质为表格线或非表格线。该功能主要是为表格填写作准备的。“表格填写”只能在由表格线组成的区域中填写。对于用绘图工具画好的表格，组成它的线是非表格线，要用“改线性质”将其变为表格线以后才能用“表格填写”往里写字。对于从系统中调出的表格，组成它的线全部自动设置为表格线，不必“改线性质”，可以直接往里填写汉字。

在开目 CAPP 中将线分为表格线与非表格线，当需把非表格线变为表格线时，先用“增”中的一种方式将需变元素选中，单击主菜单〈编辑〉中的〈改线性质〉，出现图 4.2-32 菜

单，单击“改为表格线”即可。

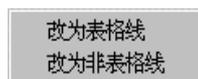


图4.2-31

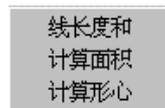


图4.2-32

10. 计算

在图组操作状态下，还可对图形的线长度和、面积、形心位置坐标、板件重量进行计算。

“线长度和”是计算所选组中元素的长度之和。方法是先用“增”中的一种方式将需计算的元素选中，单击主菜单〈编辑〉下拉菜单中的〈计算〉选项，出现图4.2-33子菜单，单击〈线长度和〉，系统将计算的元素的总长度显示出来。

“计算面积”是用来计算所选封闭图形的面积，封闭图形的选择一定要用图4.2-9中的封即封闭图形来选择。需计算面积的图形应为单块区域(即只有一个外轮廓线)内部可有多个孔。方法是选好封闭图形后，单击主菜单〈编辑〉下拉菜单中的〈计算〉选项，出现图4.2-33子菜单，单击〈计算面积〉选项，系统即将所选封闭图形的面积计算并显示出来。

“计算形心”用来计算所选封闭图形的形心，图形的形心的坐标值在屏幕上给出，方法是选好封闭图形后单击主菜单〈编辑〉下拉菜单中的〈计算〉选项，出现图4.2-33子菜单，单击〈计算形心〉选项即可。

11. 改尺寸字体、改字高、改字宽

用这种办法可将组选尺寸的字体、字高、字宽一次性进行修改。其具体操作是：用组将目标选中，与这些目标相关联的尺寸同时也被选中，然后单击〈编辑〉菜单中改字体、改字高、改字宽，可修改这些尺寸的字体、字高、字宽。

其中改尺寸字体，是先在尺寸设置栏中将需要的字体设置好，再用组操作进行尺寸字体的修改。例如：要将图中的所有尺寸字体改为“宋体”，就需要先在“尺”状态的设置工程栏中，将字体设置为“宋体”，然后再到“组”状态下将图选中，点〈编辑〉菜单中的〈改尺寸字体〉→〈宋体〉即可。

4.2.2.6 图组操作应用举例

例一，将图4.2-34(a)、(b)中阶梯孔复制一个，两孔距离30mm，结果如图(c)。

① 用第一种入组方式，如图4.2-34(a)，光标移动到A点按住鼠标左键，拖动光标到B点松开鼠标左键(以下定义矩形框的方法与此相同)。对第一种入组方式，只要与框有交的线就入组，因此框的边界不要压到上下两条线。也可用第二种入组方式，如图4.2-34(b)。对第二种入组方式，完全在框内的线才入组，因此框应包含所有要移动的线。

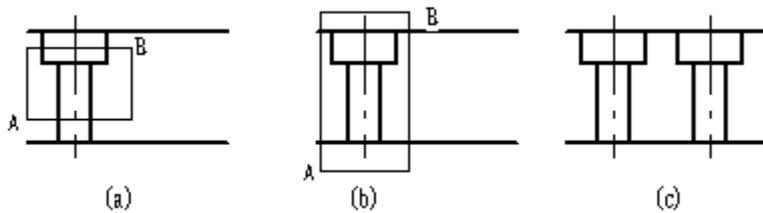


图4.2-33

② 组中的线选好后单击右键菜单中的〈移动复制〉选项或单击主菜单〈编辑〉菜单中的〈移动复制〉选项，用鼠标左键给出基准点，再输入 30，按【→】，再按【Enter】或单击鼠标左键即可。

在此例中，不存在利用光标准确定位问题，仅仅是平移给定距离，因此在选择组移动方式时对基准点所在位置不一定要特别在意。

例二，将图 4.2-35(a) 中丝杠的螺纹部分加长 20mm，全长相应加长，两端结构不变。

① 用第三种入组方式（如图 4.2-35(a)），完全在框内的线入组，单端在框内的线在框内的一端入组（在此例中有五条线单端入组），因此框应包含所有要移动的线。

② 组中的线选好后单击〈编辑〉菜单（或右键菜单）中的〈原图搬迁〉或〈伸展变形〉，用鼠标左键给出基准点，再输 20，按【→】，再按【Enter】或单击鼠标左键即可得到图(b)。

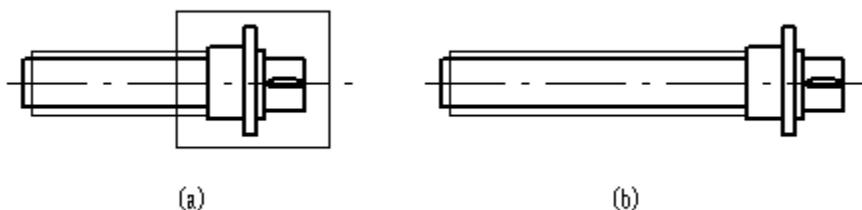


图4.2-34

例三，画法兰盘上均布的孔系(图 4.2-36(b))，原为 8 孔均布，由于法兰盘被削去一块，有一个孔不能要。如图 4.2-36(a)：

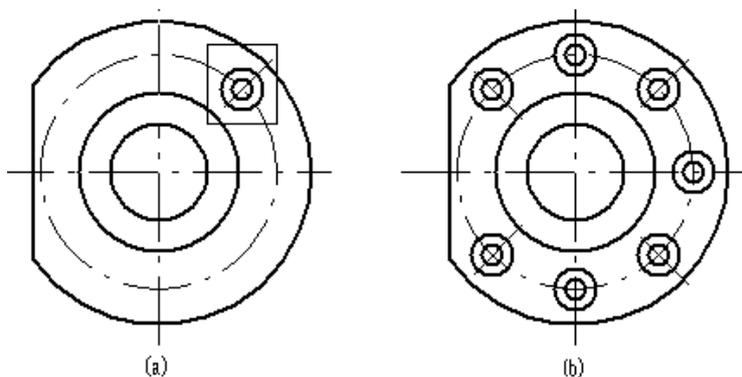


图4.2-35

① 在法兰盘上先画一组孔及中心线，选第二种入组方式，用图示方框圈定组中图线（两个圆和短点划线）；

② 单击鼠标右键菜单中〈阵列〉选项中的〈圆周均布〉选项，或点击主菜单中的〈编

辑) 下拉菜单中的〈圆周均布〉选项;

③ 将光标移动到图 4.2-36(a) 所示圆心单击鼠标左键或按【Enter】(这一步很重要, 因为圆周均布是以光标所在点进行的);

④ 系统提问是否全要, 单击〈否(N)〉按钮或按【N】, 然后系统将逐个提问是否要, 适当选择【Y】或【N】即可。

例四, 从图 4.2-37(a) 所示装配图中拆画衬套的零件图。

① 选第九种入组方式作矩形框圈定入组图素, 如图 4.2-37(a) 所示, 框内的线入组, 与框有交的图线向内收缩至交点, 点划线向内收缩后又向外伸出一小段;

② 单击鼠标右键菜单中的〈拾取〉选项, 或点击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈拾取〉选项;

③ 出现提问是否删去非组中图线, 单击〈是(Y)〉或按【Y】, 非组中图线被删除如图 4.2-37(b) 所示图形;

④ 选第二种入组方式作矩形框如图 4.2-37(b), 框内的图线入组, 单击右键菜单中的〈擦除〉, 或单击主菜单中的〈编辑〉下拉菜单中的〈擦除〉, 即可得到零件图——衬套, 如图 4.2-37(c)。

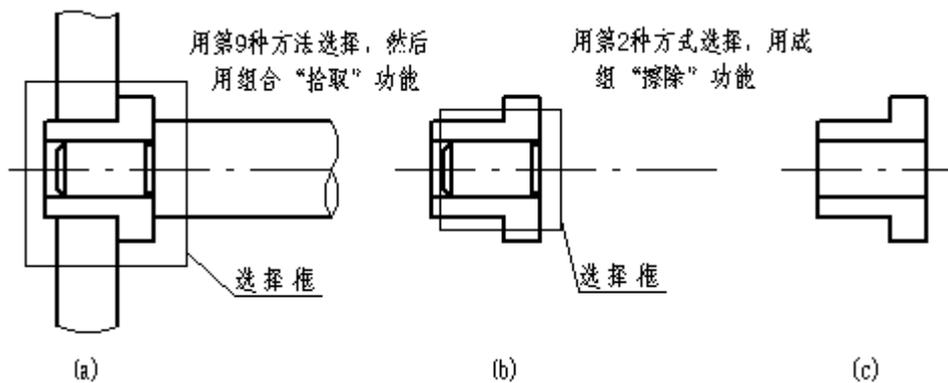


图4.2-36

例五, 调整图4.2-38(a)中箱体上两组孔系的位置至如图4.2-38(b)所示。

① 选第一种入组方式, 用图(a)所示矩形框圈定两中心线入组;

② 单击鼠标右键菜单中的〈伸展变形〉, 或单击主菜单〈编辑〉菜单中的〈伸展变形〉;

③ 移动光标到十字线中心, 单击左键确定粘着点;

④ 移动光标到所需位置, 单击左键定位。

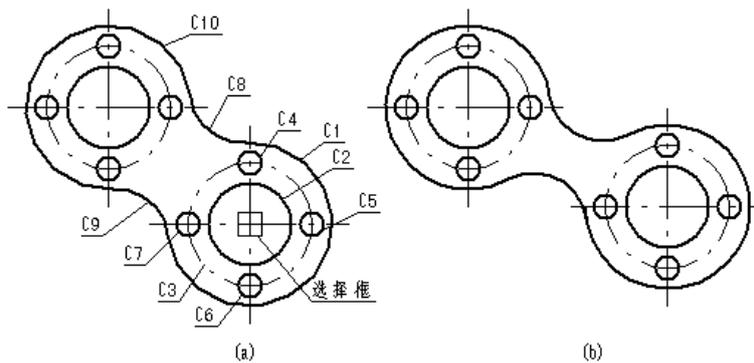


图4.2-37

由于选择了“伸展变形”移动方式，与十字中心线相关联的图线发生相应的变化：

- 大圆弧 C1、内孔 C2 和点划线圆 C3 的圆心在十字中心线交点上，因而跟随十字中心线一起移动。
- 四个小孔圆 C4、C5、C6、C7 的圆心在点划线和点划线圆的交点上，也随之移动。
- 两公切圆弧 C8 和 C9 保持与 C1 和 C10 圆弧的相切关系，重新确定圆心位置。

例六，改变图 4.2-39(a) 中梯形的高度，上下底宽度不变。

选第三种入组方式，用图 4.2-39 (a) 所示矩形框选择组中图线，其中两条斜边为单端入组。单击右键菜单中的〈伸展变形〉，或点击主菜单〈编辑〉菜单中的〈伸展变形〉，光标上移，带动组中图线上移，由于选用了“伸展变形”选项，圆弧将重新生成，最后单击鼠标左键定位。

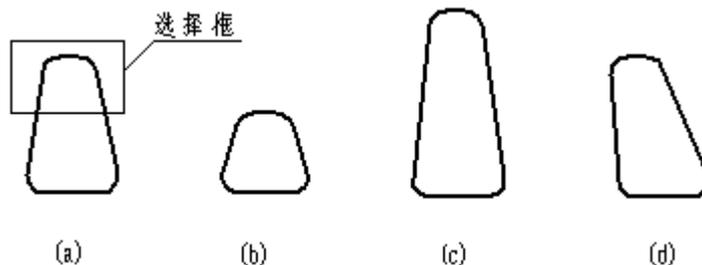


图4.2-38

此类图形的拉伸规则如图 4.2-39(b)、(c)、(d) 所示：拉伸时保持上下底恢复为尖角后的宽度不变，上下圆弧的半径不变，并保持与两边的相切关系，但弧长会有变化。

例七，以图 4.2-40 说明“伸展变形”与“原图搬迁”选项的区别。

在图 4.2-40(a) 中选第三种入组方式，用图示矩形框选择入组图线向上拉，如采用了“伸展变形”选项得到图 4.2-40(b) 所示结果（相切性质得以保持，上下底宽度不变，两侧水平线被自动缩短以保证端点在斜线上）；如采用“原图搬迁”选项得到图 4.2-40(c) 所示结果（在四个点上相切关系被破坏，上下底仅仅是直线端点间距离不变，两侧水平线端点在斜线上的条件被破坏）。

在图 4.2-40(d) 中选第三种入组方式，用图示矩形框圈定入组图线向上拉，采用了“伸展变形”选项得到图(e) 所示结果；不用“伸展变形”选项而用“原图搬迁”选项得到图(f) 所示结果。这种情况下没有需要连带变形的图线，因此结果一致。同样道理，在例二中可

用“伸展变形”，也可用“原图搬迁”来完成。实际使用中可用“原图搬迁”完成的应尽量用“原图搬迁”。

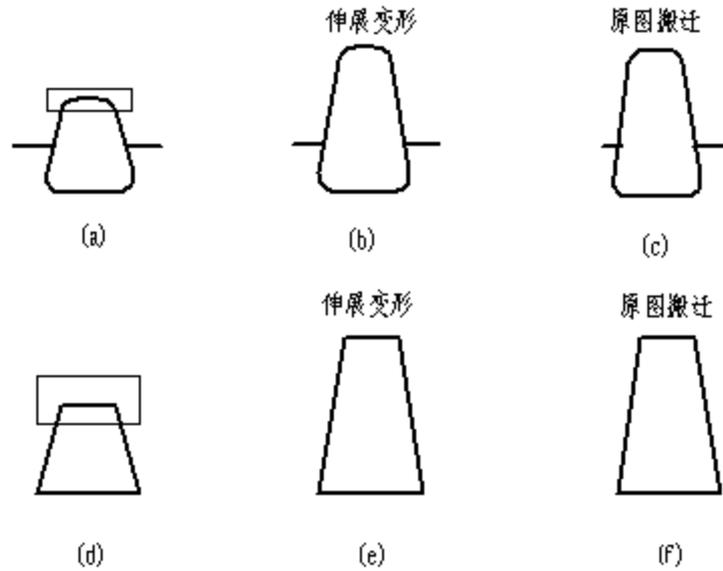


图4.2-39

例八，利用不同的入组方式作“原图搬迁”和“伸展变形”，所得结果如图4.2-41。

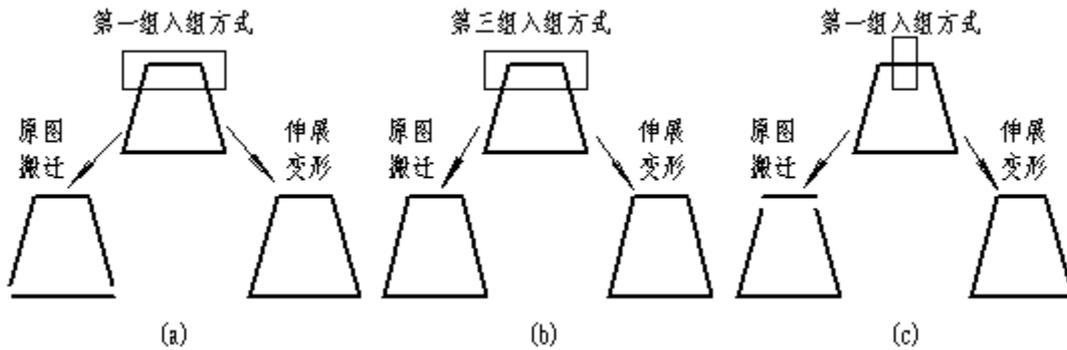


图4.2-40

4.2.3 图库操作

开目 CAPP 中提供了零件结构库、滚动轴承库、紧固件库、子图库、夹具符号库、表格库，其选择全部采用图形菜单方式，用户可将库中的图形调出，修改比例后复制到正在画的图形中。选择菜单项〈图库〉，该菜单如图4.2-42所示。



图4. 2-41

4.2.3.1 零件结构库

这一图库中包括通孔、盲孔、阶梯孔、螺纹孔、键槽等机械设计中常用的结构。单击图 4. 2-42中的〈零件结构〉，出现图 4. 2-43所示的结构库，可用水平或垂直滚动条来查看所有结构形式。被选中的结构的图标和文字以加亮色显示，如图 4. 2-43，柱形通孔被选中。

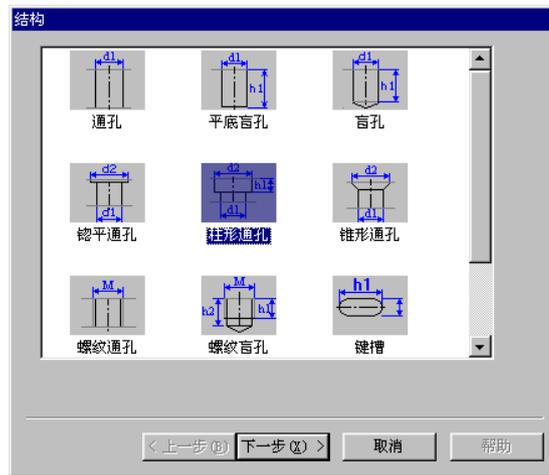


图4. 2-42

选中某种结构之后，单击〈下一步〉按钮或直接双击该图标，出现图 4. 2-44所示对话框，输入所选结构的参数和螺纹标准。如果所选结构不满意，想改选另一种结构，单击〈上一步〉按钮，回到图 4. 2-43对话框，重新选择结构形式。

结构参数可直接在对应的编辑框中输入，螺纹直径通过右边的上下按钮选择。螺纹装配精度、螺钉形式、沉孔结构和垫圈形式，均可通过单击右边的按钮选择。



图4.2-43

参数全部确定后，单击〈完成〉按钮，对应参数大小的所选结构的图形就与光标粘在一起，如图4.2-45所示，随光标一起移动，在中心线的两端点和别的线未相交的端点上有一小圆圈，表示此线为不定长度线，该端可自动延长至与别的元素相交。如图4.2-45(a)，将光标上线到L1上，单击鼠标左键或回车，结构孔小端自动延长到与L2相交，得到如图4.2-45(b)所示的结构；如图4.2-45(c)所示位置，单击鼠标左键或按回车键，则两端都延伸到与L1和L2相交，如图4.2-45(d)。

这组图形与光标“粘连”，可随光标一起移动、转动、导航、对齐，到合适位置后，按【Enter】键，不定长线自动画线到与别的元素相交，当没有元素在其延长线上与之相交时，则保持原有长度，所需结构即画好。

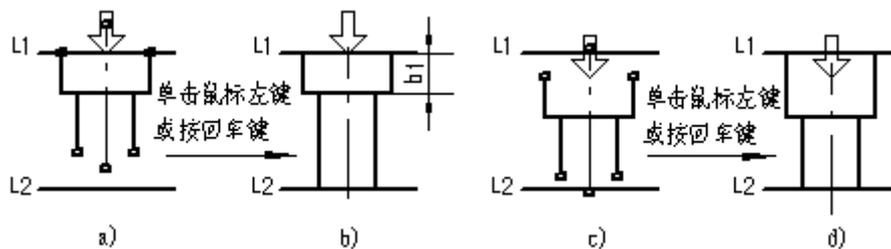


图4.2-44

在本例中，参数h1是沉孔深度。如按【Enter】键之前，光标在线上，如图4.2-45(a)所示，则h值可以保证。如果希望孔再深一些或浅一些，先调整光标位置，再按【Enter】键，如图4.2-45(c)所示。

如需画该结构的另一方向的投影可单击鼠标右键，出现图4.2-46所示菜单，点〈投影〉选项，此时出现该结构的另一方向的投影 \odot ，且光标被锁定在当前方向上，单击鼠标左键或按【Enter】即可。如要去除锁定，则单击图4.2-46中的〈去除锁定〉，则该投影可在任意位置放置，不再锁定在该投影方向。

菜单中的〈比例〉可改变所调用标准件的比例，在确定之前单击鼠标右键，点〈比例〉

选项，出现图 4.2-47所示对话框，在编辑框中输入比例值，单击〈确定〉按钮，粘在光标上的图形即根据比例值缩放图形。



图4.2-45



图4.2-46

菜单中的〈镜面〉可以将粘在光标上的图形进行以光标方向为对称轴的镜面操作，〈叠加〉的功能同单击鼠标左键和【Enter】键的功能一样。

菜单中的〈重选〉将粘在光标上图形清掉，重新进入选择状态。

注意：当有图库图形与光标粘在一起时，为了避免误操作，在垂直工具条里所有按钮均被屏蔽，变成灰色而不能用了，这是正常现象，需点〈重选〉后，方能重新恢复。

菜单中的〈旋转角度〉用于图库图形与光标一起旋转，也可用方向旋转键来转动，如【D】、【T】等。

4.2.3.2 滚动轴承库

滚动轴承库中包含冶金工业出版社出版的《机械零件设计手册》中全部滚动轴承的图样。单击图 4.2-42中的〈滚动轴承〉，出现图 4.2-48所示的对话框，用来选择轴承类型。用鼠标单击欲采用的轴承类型后，单击〈下一步〉按钮或直接双击该图标，出现图 4.2-49参数修改框，用来选择轴承尺寸系列和轻重、宽窄系列，如果所选轴承型号不对，可单击图 4.2-49中〈上一步〉按钮返回到图 4.2-48对话框，重新选择轴承类型。

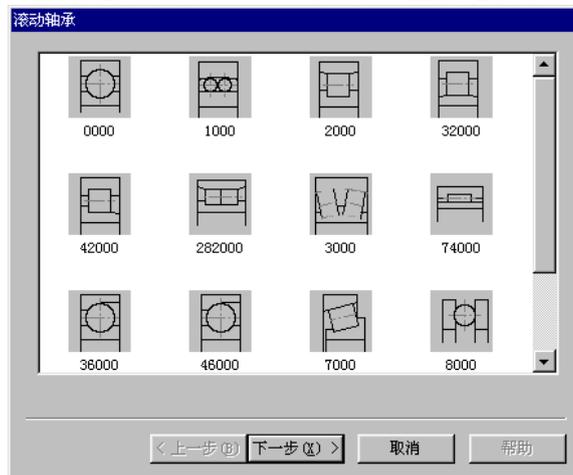


图4.2-47



图4.2-48

在图 4.2-49 中，参数框中的参数 d 通过按右方的按钮来选择大小，d 的值是根据国标系列来递增或递减的，参数 D 和参数 B 是不能随意改的，这两参数值随 d 值自动确定。

内径是否带锥度可由“内径带锥度”选择框确定。当该按钮为灰色时，表示不允许用户选择。轴承系列可在特轻、轻窄、中窄、重窄中选择。最后单击“确定”按钮，则所选系列轴承与光标粘在一起，到合适的位置单击鼠标左键确定。其右键菜单包括所有图库的右键菜单与“零件结构库”的右键菜单基本相同，操作方式也统一，只是某些选项视具体图库不同而成灰色无效。比如“投影”项，轴承库不带有投影，则该项无效。

4.2.3.3 紧固件库

单击图 4.2-42 中的〈紧固件〉，出现图 4.2-50 的对话框，选择装配联接件组的形式，如螺栓联接、螺钉联接、螺柱联接等等。以下以螺栓加螺母紧固形式为例来说明该图库调用的整个操作过程。

- ① 单击〈紧固件〉菜单，出现图 4.2-50，选择联接形式；
- ② 单击螺栓加螺母紧固形式，此图片颜色加深；单击〈下一步〉按钮；
- ③ 出现图 4.2-51 螺钉形式，选择螺钉头形式，有圆柱头、沉头、内六角头、半圆头、外六角头等，将光标移至圆柱头螺钉上单击鼠标左键，单击〈下一步〉按钮或直接双击该图标；
- ④ 出现图 4.2-52 垫圈形式，选择螺钉垫圈形式，有平垫圈、弹簧垫圈等，单击平垫圈形式，单击〈下一步〉按钮或直接双击该图标；
- ⑤ 在图 4.2-52 中，再选择螺母的垫圈形式，同方法④；
- ⑥ 出现图 4.2-53 螺母形式，选择螺母形式，单击六角螺母，单击〈下一步〉按钮或直接双击该图标；
- ⑦ 出现图 4.2-54 对话框，选择螺纹直径，单击右方的小按钮可选择螺纹直径，螺纹直径按国标递增或递减，将螺纹直径选为 M10，单击〈完成〉按钮，此时所选联接组件与光标粘在一起，粘连点在螺钉的垫圈下（如图 4.2-55(a)）。用转动操作将光标顺旋 90°，移动光标带动紧固件组到适当位置（可将光标上线，如图 4.2-55(b)），单击鼠标左键或按【Enter】，则螺钉头定位（如图 4.2-55(c)），光标自动跳至螺母垫圈上，且光标方向

被锁定（光标在点划线上且带箭头），以后光标移动时不会离开当前方向。光标再移动时，螺钉头部分不再随之移动，只有螺母部分随之移动，螺钉长度自动被拉长或缩短，并自动调整到标准长度上，拖动螺母至适当位置（在本例中应上线，如图 4.2-55(d)），单击鼠标左键或按【Enter】，确定好位置，整个紧固件组画好。若单击鼠标右键再点图 4.2-46 中的〈投影〉选项，即会得到俯视图的投影，且被自动锁定在投影方向上，选好位置后，单击鼠标左键或按【Enter】即完成。

注意：若只需螺钉头，则在确定螺钉头位置后（如图 4.2-55(c)所示），单击鼠标右键，单击图 4.2-46 菜单的〈重选〉即可。

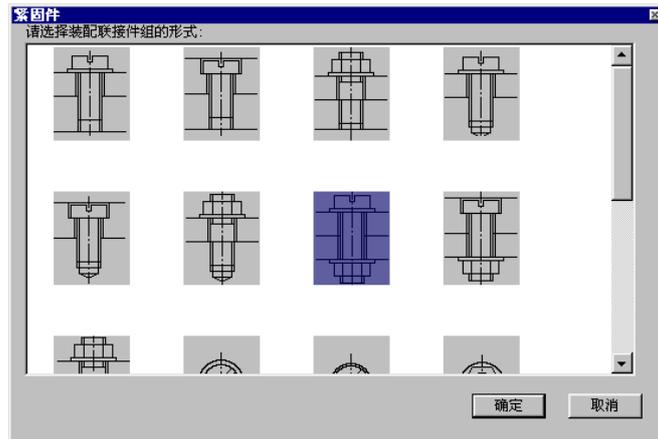


图4.2-49

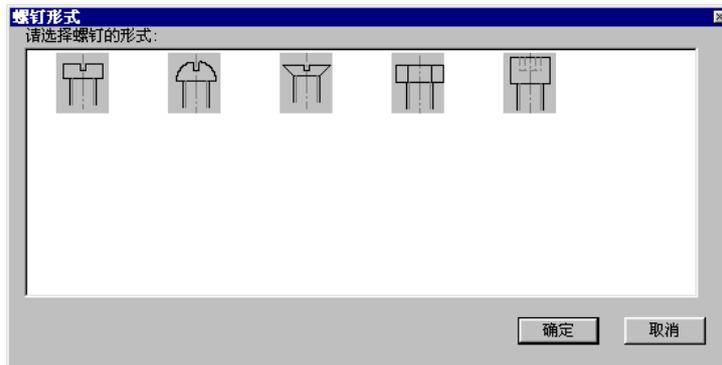


图4.2-50

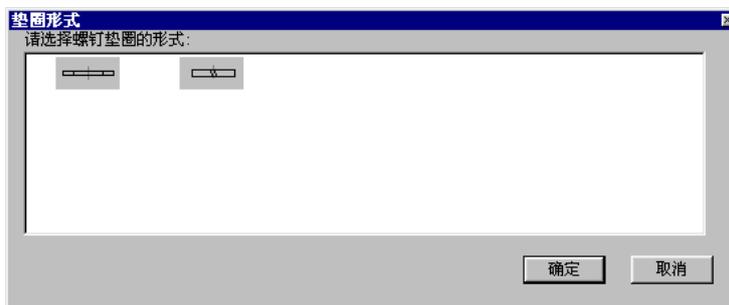


图4.2-51

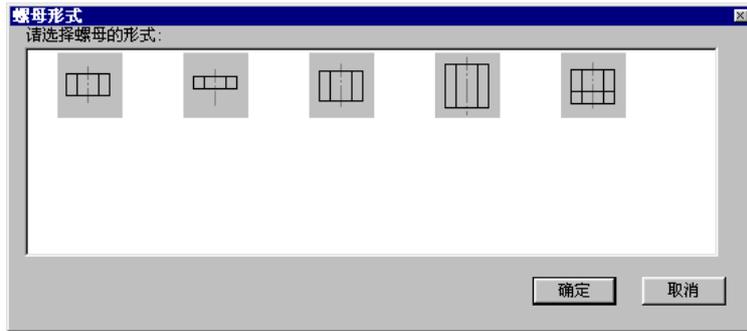


图4.2-52



图4.2-53

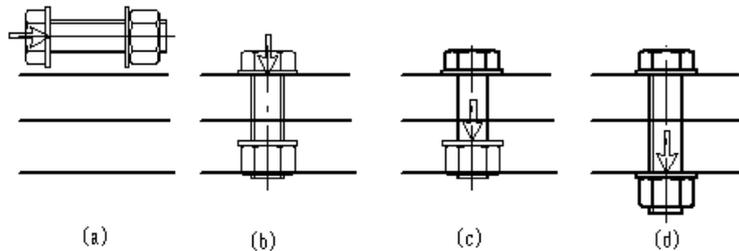


图4.2-54

对螺钉直接旋入零件的紧固方式，螺钉头定位后，光标自动跳至螺钉上距螺钉尾部等于标准旋入深度的位置上，以使用上线方法安装螺钉时，旋入深度恰好合适。对于螺钉直接旋入零件的紧固方式，且零件上的螺纹孔为螺纹通孔的情形，系统将提问是否钻螺纹通孔。

图 4.2-46 菜单中的投影、比例、镜面、叠加、重选的操作同前面的结构库操作。

4.2.3.4 子图库

开目 CAPP 已为用户建立了内容丰富的子图库，单击图 4.2-42 中的〈子图库〉，弹出图 4.2-56 的对话框，系统默认子图库目录为 Sub 目录，双击〈Back〉可退回到上一级目录，可打开其他子图库目录。此外，还可能通过“当前盘”选择盘符，在“文件名”处输入正确的路径和文件名来打开所需的子图。

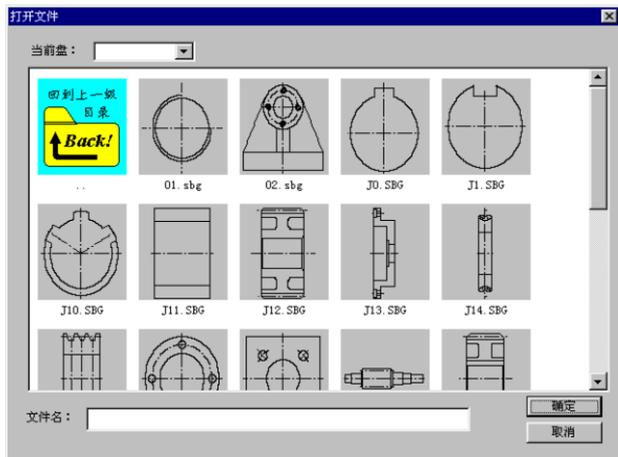


图4.2-55

开目 CAPP 的子图库具有参数化设计功能，从子图库中调出图形后，屏幕上会出现图并会弹出如图 4.2-57所示的对话框。若需要尺寸驱动，单击〈是〉按钮，屏幕会弹出尺寸驱动对话框，如图 4.2-58所示，单击每一尺寸，在图形中相应的尺寸变红，这时直接输入尺寸数值，在所有尺寸数值输入完后，单击〈驱动〉按钮，图形的大小会根据所输入尺寸变化，得到所需的结果。

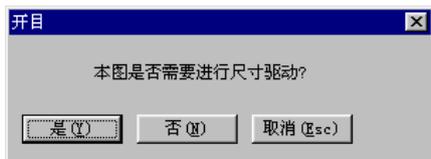


图4.2-56

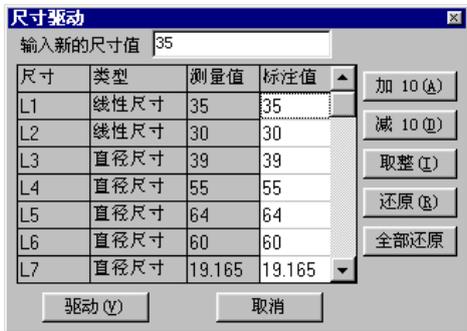


图4.2-57

4.2.3.5 夹具符号库

开目 CAPP 已为用户建了一个夹具符号库，主要用于工艺简图上定位夹紧符号的绘制。点图 4.2-42菜单中的〈夹具符号库〉，屏幕上将显示出一个图形菜单。用户可用鼠标选择相应符号，单击〈确定〉或直接双击该图标，修改比例后复制到正在画的图中。夹具符号的选择也可通过在图形菜单上部的“定位夹紧文件名”中直接输入夹具符号的文件名及正确路径。

夹具符号调出后粘连在光标上，可以用【Alt】+【>】、【Alt】+【<】改变其大小，通过光标上线来定位。



图4.2-58

夹具符号可由用户自己建立，存放夹具符号库中。操作方法为：绘制夹具符号后，用〈组〉选中，然后选择右键菜单中的〈添加到符号库〉，选择基准点，在弹出的对话框中，选择CAPP目录下的“JIA_JU”目录，指定文件名即可（后缀为slg）。

4.2.3.6 表格库

开目CAPP系统中带有许多表格，这些表格都是通过CAPP中的绘图工具绘制成表格，然后用建表格库工具存进表格库中。系统默认表格库目录为Table，表格文件名后缀为“.cha”。

若需要对已有表格进行修改，可从表格库中调出表格，单击图4.2-42菜单中的〈表格库〉，出现如图4.2-60所示的表格库，在表格库的左边，列出了系统已有的表格，可通过其右边的滚动条来选择表格，表格库的右边，为表格的预览窗口，在此窗口中可以放大、缩小显示表格，这些功能可通过按鼠标右键弹出的菜单来实现，菜单形式如图4.2-61所示。

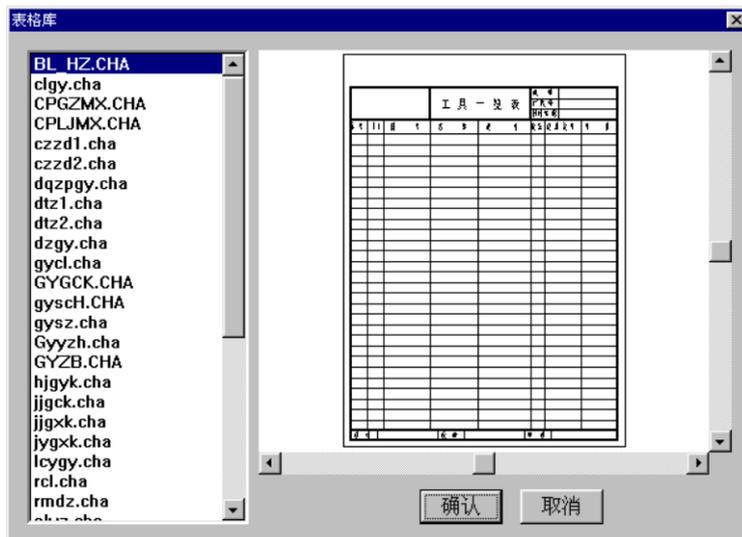


图4.2-59

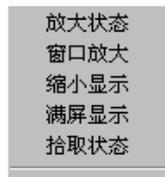


图4.2-60

4.2.4 建表格库

对于经常用到的表格，如标题栏，工艺表格等，开目 CAPP 允许将其放在图库中调用。建表格库的过程是：

- ① 按所需表格的格式绘制表格。注：表格一定要画外图框（即细实线框）；
- ② 用〈组〉编辑里〈改线性质〉将所绘表格的所有线改为表格线；
- ③ 填写表格内容；
- ④ 单击菜单〈图库〉中的〈表格库〉〈建表格库〉，“系统信息区”会有提示：“左键指定标记点”，将光标“⇒”在表格的某特殊点（一般为角点）单击一下，在弹出的对话框中输入表格名即可。调表格时，光标与表格在特殊点“粘连”在一起移动。

4.2.5 建子图库

子图库是一个开放的图库，用户可以很方便地往里添加，将厂标、部标或典型零件建到图库中，以后可方便地调用。

子图的建库方法：欲将图 4.2-62 的图形建在“子图库”中，其过程是首先将该图形画好，并标注尺寸，图中 AB (EF) 与 CD (GH) 如果有尺寸，应象 BC (FG) 一样标一线性尺寸，如果没有确定的尺寸值，则可不标注尺寸，在建库时将该线定义为“不定长度线”即可。

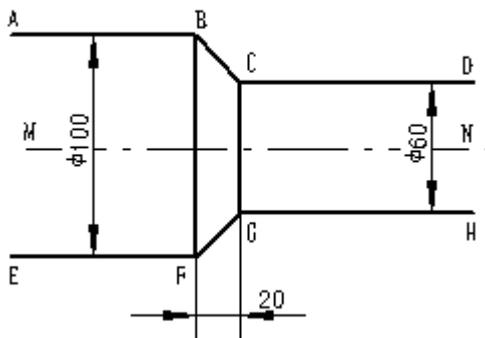


图4.2-61

对于在调用时需进行尺寸驱动的图形，在建库前应作尺寸分析，看看尺寸标注是否正确，并且用一组可能的尺寸值进行尺寸驱动，能驱动成功的图，在调用时才能进行“尺寸驱动”，对于在调用时不需进行尺寸驱动的图形，也可不进行尺寸分析、尺寸驱动。

单击〈图库〉菜单中的〈建子图库〉，会弹出如图 4.2-63 的子菜单，第一项“定义不

定长线”即是用来定义那些长度不确定(在调用时根据实际情况来确定)的线,定义的方法很简单,单击〈定义不定长线〉,将光标移到线的端点,单击鼠标左键或按回车即可,这时在该端点上就有一个闪动的小红点。在图 4.2-62中,将光标上到 A 点,单击鼠标左键或按回车即可,用相同的方法定义 M 点、E 点、D 点、N 点和 H 点,那么在 A、M、E、D、N、H 等处就有一小红点闪动,表明这些点在调用时可顺着该点所在直线的方向自动延伸到其最近的图素与之相交。如果图形中没有长度不确定的线,这一步操作可省略。

单击图 4.2-63中的〈入库〉,在屏幕左下角的“信息提示区”有“左键指定标记点”的信息提示,图形入库之前都必须定义一个标记点,也就是图形调用时的定位基准点,一般来说该点应该是一特殊点,如圆心、交点等,对于需驱动的子图、标记点最好是尺寸分析基准的交点,定义的方法是将光标移到特殊点上,单击左键或回车即可,定义标记点后,弹出“另存为”的对话框,选定所需的目录,输入文件名(不需要后缀,所建子图的后缀均为 sbg),单击〈保存〉或按【Enter】即完成该图形的建库。

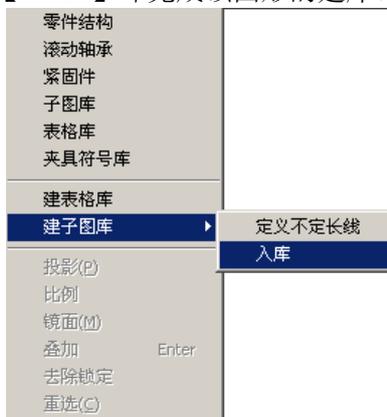


图4.2-62

4.2.6 工艺参考图及工序简图的操作

工艺参考图指工艺文件中零件图页图形,即存放在工序卡“0”页面的图形,作为绘制工序简图的参考。

4.2.6.1 更换零件图页图形

当用户在参考以前编制好的工艺文件,或应用标准、典型工艺文件时,工艺文件的零页面的图形可能并不是用户所需要的,希望更换为正在编制的零件的图形。此功能的实现方法为:

切换到工序卡“0”页面,单击菜单〈工具〉→〈工艺图〉→〈更换零件图页〉,在弹出的对话框中选择〈是〉,选择某一图形,则零页面更换为选中的图形,并且标题栏信息会更换表头区的相关信息。可更换的图形文件包括 KMG、DWG、IGES 文件。

4.2.6.2 设置绘图比例

编制工艺时,往往需要参照工序卡“0”页面的图形绘制工序简图,将“0”页面的图

形复制到工序卡中，一般情况下需要缩小以适应工序卡的绘图区域。如果重新标注尺寸，可能与零件图尺寸不符。现在通过改变绘图比例缩小图形，标注尺寸时能与零件图保持一致。

打开一张 KMG 图纸（绘图比例为 1:2）编制工艺，切换到工序卡“0”页面，选择菜单〈工具〉→〈选项〉，在“绘图比例”选项卡中，可以看到绘制图形的比例，如图 4.2-115 所示。

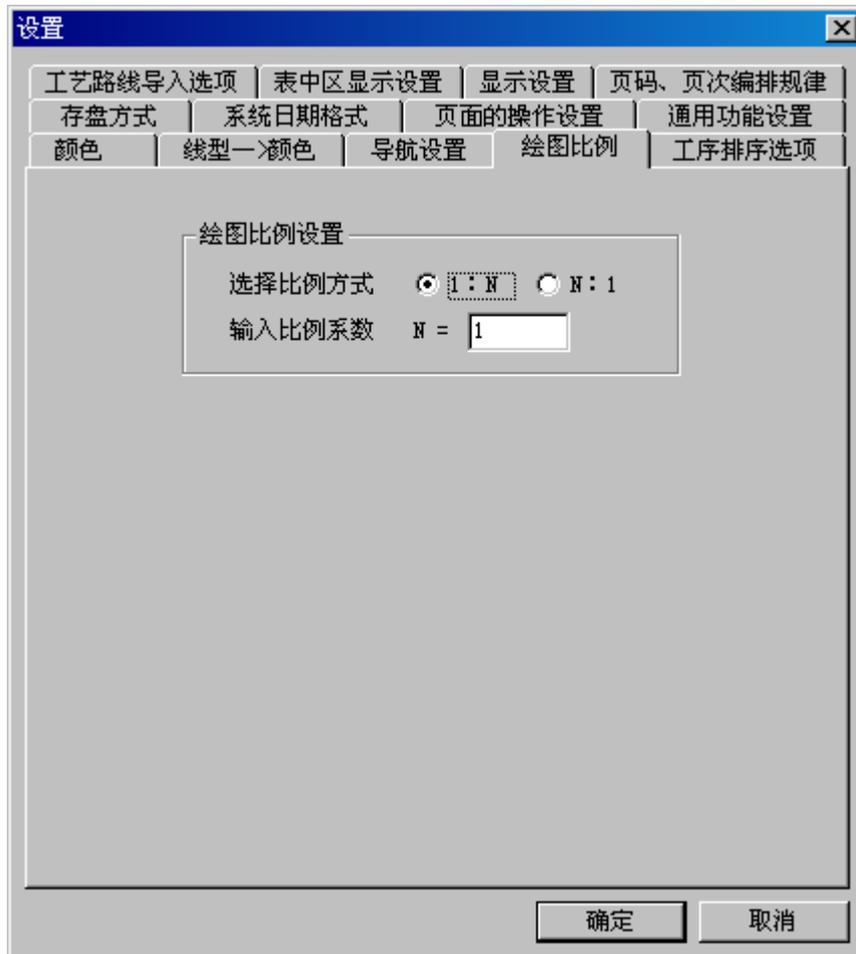


图4.2-115

如果绘制工序简图时需要缩小，建议按以下步骤进行：

- ① 改变绘图比例；
- ② 从“0”页面提取外轮廓及加工面（或复制图形），当询问是否复制尺寸时，选复制；
- ③ 调整尺寸。

注意：如果提取外轮廓后，再改变绘图比例，提取加工面时，加工面不能准确定位在外轮廓上。

4.2.6.3 输出工序简图

有时用户需要将工艺卡片上的工序简图生成为 KMG 或 DWG 图形文件，以便于在其它应

用软件中查看或修改。在开目 CAPP 中，可以将工序简图有选择性地输出，生成 DWG 文件或 KMG 文件。

在表格填写状态下，单击菜单〈工具〉下的〈输出工序简图〉，弹出如图 4.2-116 所示的对话框，在其中设置输出工序简图的页面和输出文件名称。

过程卡、工序卡输出页面：根据需要可以分别在过程卡、工序卡输出页面栏中选择输出页码范围。如过程卡页面要全部输出，工序卡页面只输出第 1, 3, 5 至 10 页，则过程卡输出页面选“全部”，工序卡在页码范围内填入 1, 3, 5-10。

输出文件名称：可直接在“输出文件名称”显示框中输入文件名（带全路径、带后缀），也可点击按钮，系统弹出如图 4.2-117 所示的指定文件对话框，在其中指定文件名（默认文件名为“工序简图”）。

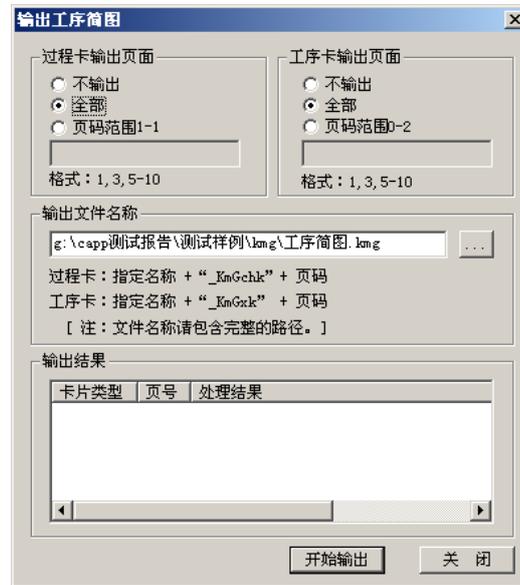


图4.2-116

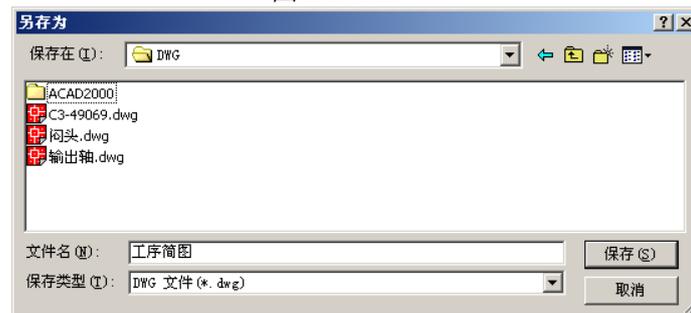


图4.2-1163

1) 一次输出一张卡片上工序简图时，文件名为用户指定的名称。

如用户指定文件为：c:\data\file.dwg，一次输出卡片为过程卡第 1 页，则实际生成的文件名称为：c:\data\file.dwg，

2) 一次输出多张卡片上工序简图时，文件名为用户指定名称+卡片类型+页号。

如用户指定文件为：c:\data\file.dwg，一次输出卡片为过程卡第 1 页，工序卡第 1, 3 页，则实际生成的文件名称为：

c:\data\file_KmGchk_1.dwg

c:\data\file_KmGxk_1.dwg

c:\data\file_KmGxk_3.dwg

输出结果会在对话框下部显示出来。输出工序简图完毕后，会出现“工序简图输出完毕”的提示。

4.2.6.4 将工艺简图存成位图文件

工艺简图能以位图的形式保存到剪贴版中，然后粘贴到 Word 等文档中。操作方法为：

进入绘图状态。找到有工艺简图的页面，点击菜单〈编辑〉→〈位图拷贝〉→〈复制到剪贴版中〉，此时光标为较大的空心箭头光标，拉矩形选取图形，然后切换 Word 文档中粘贴。

工艺简图还能存成位图文件（*.bmp 和*.jpg 两种格式），以方便日后对这些图形的使用。操作方法为：点击菜单〈编辑〉→〈位图拷贝〉→〈复制成图形文件〉，选取要保存的图形，程序弹出如下图 4.2-118 所示的对话框，输入文件名，选保存的类型，点“保存”按钮，刚才选取的区域图形就保存成了相应格式的文件。

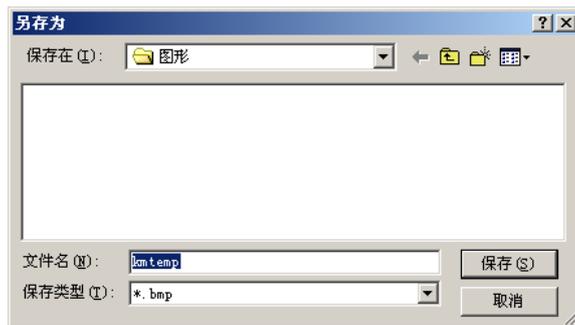


图4.2-118