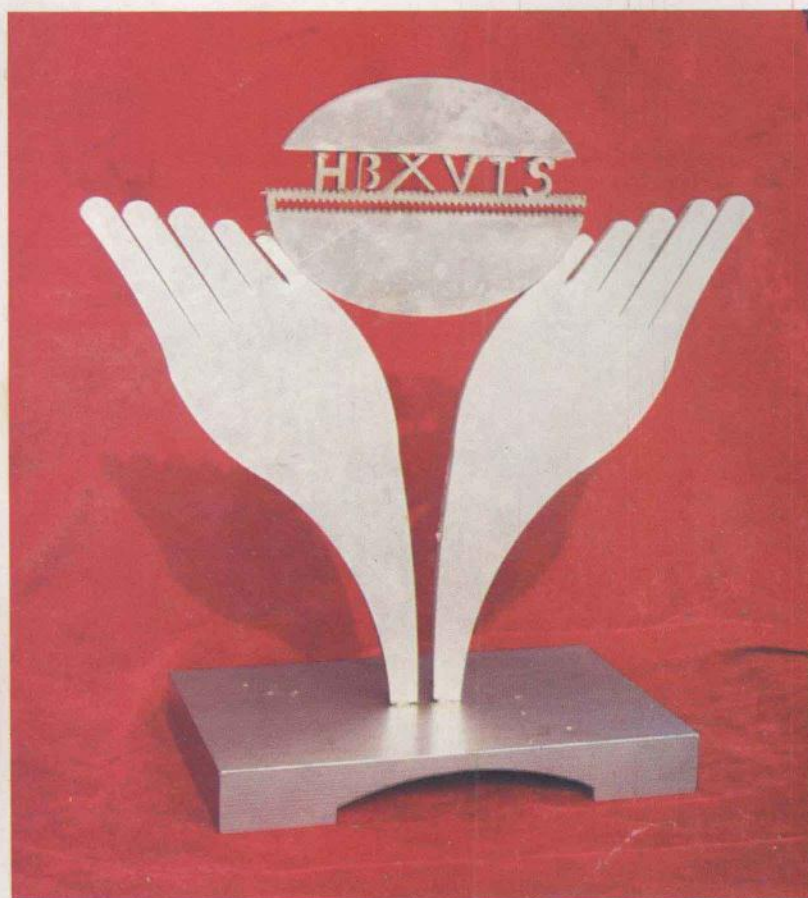


线切割实训教程



顺德区胡宝星职业技术学校机械教研组编制

主编：饶秀珍

前言

本书依据中专职业技术技术学校的教学需求,结合教学实际情况,注重内容的实用性,针对性和可操作性。

主要内容:本书以绘图 AUTOP 软件及 CAXA 软件为基础,学习切割图纸的绘制,学习各个命令的使用。学习数控线切割的机床概述、机床控制、切割编程、切割知识、数控线切割实操课题等。电火花线切割加工(简称线切割)是一种非常普及的高精度特种加工技术在机械制造业得到了广泛的应用,尤其是在模具制造方面,几乎成为一个必不可少的手段。对于几何形状简单的工件,通常可以由机床操作人员在现场手工编程。对于大多数几何形状,手工编程难度较大。由于线切割加工切割的工件大多数是平面轮廓类工件,因此,线切割编程较早地实现了图形编程。

适用范围:本书主要针对我校实际情况,旨在提高学生的专业技能和适应社会发展需要,为我校机电、模具或相关专业学生掌握新技术,提高专业知识而开设的数控线切割提供的校本培训教材,以便于我校开展第二课堂的技能培训时的使用。本书适合于从事线切割加工的技术人员及掌握线切割技术的人。

本书是本校机械科组老师的集体劳动成果,在编写过程中得到了校领导、教务处卢民主任、杜群科长及何智老师的大力支持和帮助,由于水平有限,时间仓促,书中不妥和错误之处,恳请读者指正。

编者

2007 年 12 月

目录

第一章 AUTOP 软件

第一节 AUTOP 简介.....1

第二节 菜单命令简介.....1

一、菜单命令会话区.....1

二、点菜单.....1

三、直线命令.....4

四、圆命令.....7

五、块菜单.....9

六、列表曲线菜单说明及图形12

第二章 CAXA 软件

第一节 系统简介.....16

一、CAXA 用户界面简介.....16

二、CAXA 用户界面的主要内容.....18

第二节 各菜单的主要功能.....19

一、常用绘图命令..... 19

二、直线命令.....20

三、圆弧命令.....27

四、圆命令.....31

五、矩形命令..... 33

六、中心线命令..... 33

七、样条曲线命令.....34

八、轮廓线命令.....35

九、等距线命令.....	36
十、剖面线命令.....	37
十一、正多边形命令.....	39
十二、椭圆命令.....	40
十三、公式曲线命令.....	41
第三章 利用所学命令综合绘图.....	43
第四章 机床部分	69
第一节 前言.....	69
第二节 机床的概述.....	69
一、机床的基本知识.....	69
二、机床操纵系统.....	72
三、机床润滑系统.....	72
四、机床的维护和保养.....	72
五、操作机床的注意事项.....	73
六、停止工作的情况.....	73
七、机床电气操作面板.....	73
第三节 机床控制(控制柜).....	74
一、概述.....	74
二、控制系统的组成.....	74
三、安装时注意事项.....	74
四、维修.....	74
五、加工参数的调整.....	75

六、高频电源的自检功能.....	75
七、GS—X 控制系统.....	75
第四节 切割编程.....	78
一、数控程序自动生成与输出.....	78
第五节 切割知识.....	83
一、机床的正确开启及操作检查.....	83
二、操作检查.....	83
三、切割中存在的问题.....	84
四、机床的操作和调整及检查.....	84
五、机床的操作步骤及注意事项.....	84
六、切割时注意事项.....	85
七、机床的润滑.....	86
八、机床的维护.....	87
九、常见故障及其排除方法.....	87
十、机床的加工工艺特点.....	89
第六节 切割图纸.....	91
第七节 数控线切割实操课题.....	106

第一章 AUTOP 软件

第一节 AUTOP 简介

AUTOP 是一个交互式数控程序自动编程软件,它采用交互式图形方式,用键盘与鼠标器直接输入,编程和求解零件图形,它能自动进行尖角过渡和刀具半径(间隙)补偿处理,并输出所需要的数控程序。AUTOP 不需要用户编写几何定义语句和加工语句源程序,也不需要对零件图形上的点,线,圆进行标号,没有顺逆圆,上下左右及直线方向的概念,全部过程只要按屏幕上的图形和菜单进行操作。AUTOP 可以在 IBM-PC 系统微机上运行,可以自动跟踪图形控制卡,并有很强的全屏幕字符处理功能。AUTOP 有丰富的集成菜单,可以处理各种函数曲线及列表曲线,并用光滑的双圆弧进行拟合,自动处理刀偏和尖点,可以处理各种跳步模和跳步暂停码,具有完整的打印和图形输出功能。

AUTOP 可以编制 3B 与 4B 格式的数控线切割程序,数控程序可传送到线切割控制器。适合大多数国产线切割机床。

第二节 菜单命令简介

一、菜单命令会话区

0 X Y		主菜单	
(绘图区) (原点标记) (菜单区)		数控程序	
		列表曲线	
		字处理	
		调磁盘文件	
		打印机	
		查询功能	
		上一层图形	
		变改文件名	
		数据存盘	
		退出系统	
文件名 = 请输入 —		点	直线
		圆	块
		窗口	满屏
		打断	缩放
		交点	仿真
		删除	清屏
(提示区)		取消	退出

二、点菜单:

(一)、点菜单对话框

0 X Y	点菜单	
	XY点	
	极坐标点	
	CL交点	
	点旋转	
	圆上点	
	中点	
	单坐标点	
	点对称	
	光标任意点	
	删除孤立点	
	查两点距离	
	移动图形	
点 一	点	直线
	圆	块
	窗口	满屏
	打断	缩放
	交点	仿真
	删除	清屏
	取消	退出

(二)、点菜单子命令的含义

1、XY点：用绝对的坐标方式绘制点，输入的格式为（X，Y）两个方向的坐标用“，”分隔。X、Y可为正或负。

2、极坐标点：相对于一个已知点用极坐标的方法来确定所要绘制折点。其中先要确定极角，然后确定极径的大小。

3、CL交点：点产生在两个图素的相交点上。两个图素可以是两条直线、两个圆弧、直线和圆弧等相交的位置。

4、点旋转：要旋转的点围绕着一一点进行旋转。

5、圆上点：在圆上绘制所要的点。

6、中点：绘制两个已经存在点的中间点。

7、单坐标点：点绘制在一个已经存在的图素上，并且已知所绘点的一个坐标值。

8、点对称：已知一个存在点和一条对称轴线，绘制和已知点对称的点。

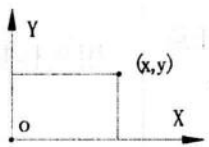
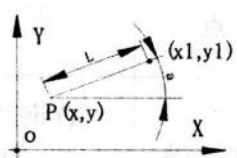
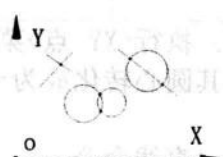
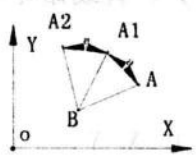
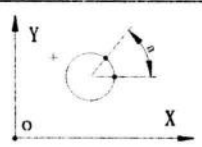
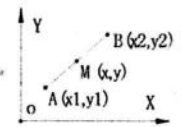
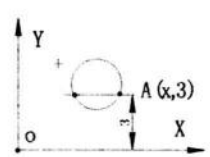
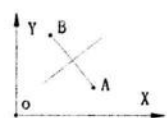
9、光标任意点：用光标在绘图区内任意绘制点。

10、删除孤立点：将绘图区内单独存在的点删除。

11、查两点距离：查询已知两个点的距离。

(三)、点菜单子命令图形输入操作

菜单	机器提示	解释	图形
----	------	----	----

XY 点	点 $\langle X, Y \rangle =$	输入基本的点; 也可以用鼠标指向圆或圆弧, 将圆心作为点。	
极坐标点	极坐标点 极坐标原点 $\langle X, Y \rangle =$ 角度= 长度=	求极坐标点坐标值 $(X1, Y1)$ 极坐标原点 $P(X, Y)$ 极角 α 幅长 L	
CL 交点 (可用 [交点]菜单代替)	CL 交点 $\langle \text{直线}, \text{圆}, \text{圆弧} \rangle = \langle Y/N \rangle$	求任意直线、圆、圆弧的交点 用鼠标选取元素之一, 再用鼠标选到元素之二, 用鼠标的中键或[N]键选取一个交点。(两直线交点无此项)	
点旋转	点旋转 旋转点 $\langle X, Y \rangle =$ 绕点 $\langle X, Y \rangle =$ 角度= 旋转次数=	将一点绕顶点旋转几次 被旋转的点 A 绕 B 点旋转, 旋转的角度 α 共旋转几次(本身不包括)	
圆上点	圆上点 圆= 角度=	求圆上圆心角为 α 的点	
中点	中点 点 $\langle X, Y \rangle =$ 点 $\langle X, Y \rangle =$	求两点的中点 $M\langle X, Y \rangle$ 第一个点 $A\langle X1, Y1 \rangle$ 第二个点 $B\langle X2, Y2 \rangle$	
单坐标点	单坐标点 单坐标 $\langle \text{直线}, \text{圆}, \text{圆弧} \rangle =$ 单坐标= $\langle Y/N \rangle$:	已知直线或圆上的一个坐标值, 求该点。已知圆上一点 A 的 Y 轴坐标为 3.9, 所以输入单坐标=Y3.9, 求 A 点。	
点对称	点对称 对称点 $\langle X, Y \rangle =$ 对称于=	求点 A 对称于直线 L 的点 B	
菜单	机器提示	解释	图形

光标任意点	用光标指任意点	移动鼠标器在屏幕上,用十字光标任意确定一个点,一般用于引导线起点	
删除孤立点	删除孤立点	将屏幕上下与直线或者圆弧两端不相连的点全部删除	
查两点距离	查询两点距离 点一= 点二= 距离=	移动鼠标器在屏幕上,用十字光标任意确定两个点,查询其距离	

注:执行<XY 点>菜单,移动鼠标,出现十字光标,选取圆或者圆弧,即可自动将其圆心转化成为一个点。

三、直线命令

(一)、直线命令对话框

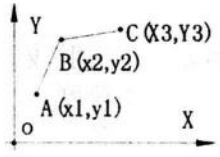
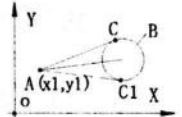
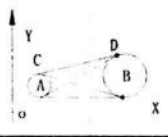
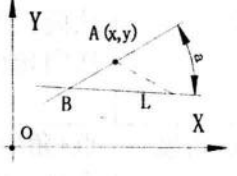
O X Y	直线菜单
	二点直线
	点切于圆
	二圆公切线
	点线夹角
	线圆夹角
	点射线
	圆射线
	法向式直线
	点+角度
	直线平移
	直线对称
	尾垂直线
点	直线
圆	块
窗口	满屏
打断	缩放
交点	仿真
删除	清屏
取消	退出

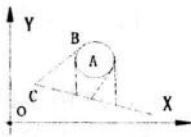
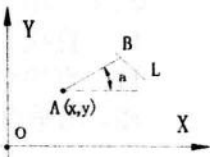
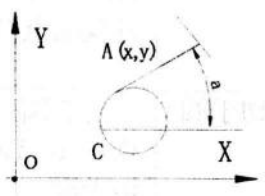
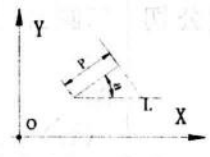
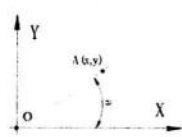
直线 --

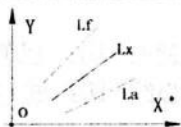
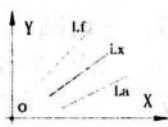
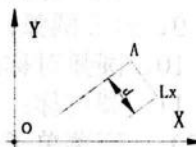
(二)、直线菜单子命令的含义

- 1、二点直线：用两个存在的点画直线，也可以直接用坐标输入的方法确定点的位置。
- 2、点切于圆：通过圆外一点画一个圆的切线。
- 3、二圆公切线：画两个已知圆的公切线。
- 4、点线夹角：通过已知一点画一条直线与已知直线成一个固定的角度。
- 5、线圆夹角：画一条和已知直线成一定的角度并且与已知圆相切的直线。
- 6、点射线：通过一点画一条和系统坐标系成一角度的直线。
- 7、圆射线：画一条直线和已知圆相切，并且和系统坐标系成一定角度。
- 8、法向式直线：通过法向角度和长度确定的直线。其中法向长度是过原点与直线垂直距离。
- 9、点+角度：通过已知点并且与坐标系成一定的角度的直线，属于辅助线。
- 10、直线平移：平移一条已知直线。
- 11、直线对称：将一条已知直线沿对称轴对称。对称轴一定是直线。
- 12、尾垂直线：在一直线的端点画一条直线和已知直线垂直并且可以确定长度。

(三)、直线菜单子命令图形输入操作

菜单	机器提示	解释	图形
二点直线	二点直线 直线端点<X, Y>= 直线端点<X, Y>= 直线端点<X, Y>=	过二点作直线或折线 端点 A<X1, Y1> 端点 B<X2, Y2> 端点 C<X3, Y3>	
点切于圆	点切于圆 点 A<X, Y>= 切于圆 <Y/N> :	求过一点切于圆的直线 过一点<X1, Y1> 切于圆 B 选择一条直线	
二圆公切线	二圆公切线 圆= 圆= <Y/N> :	求二圆的公切直线 选择圆 A 选择圆 B 选择一条公切直线	
点线夹角	点线夹角 点线夹角= 点<X, Y>= 直线= <Y/N> :	求过 A 点与直线 L 成 α 角的直线 AB。一般有两种情况，选择需要的一条按[Y]键。注意： $\alpha = 90^\circ$ 时，过点作垂线 $\alpha = 0^\circ$ 时，过点作平行线(辅助直线)	

线圆夹角	线圆夹角 线圆夹角 直线= <Y/N> :	求切于圆 A 且与直线 L_x 成 α 夹角的直线 BC。一般四种情况，选择有用的一条直线按 [Y] 键。	
菜单	机器提示	解释	图形
点射线	点射线 角度= 点<X, Y>= 到<直线, 圆, 圆弧> = <Y/N> :	求过点 A, 角度为 α 的射线, 射到直线、圆或圆弧的直线。 射线射角 α 过点 A<X, Y> 射线射到直线、圆或者圆弧有 多种情况，选择其中一条	
圆射线	圆射线 角度= 圆 <Y/N> : 到<直线, 圆, 圆弧> = <Y/N> :	求切圆 C, 角度为 α 的射线, 射到直线、圆或圆弧的直线。 射线射角 α 射线切于圆的射线 射线射到直线、圆或者圆弧选 择其中一条。	 
法向式直线	法向式直线 法向长度= 法向角度=	求已知法向长度 P, 法向角度 为 α 的辅助直线 L	
点+角度	点+角度 点<X, Y>= 角度=	求过点 A 点, 角度为 α 的辅助 直线	
直线平移	直线平移 直线= 平移距离= <Y/N> :	求与被平移 L_x 距离为 d 的直 线。用鼠标选取被平移直线 L_x , 输入平移距离 d, 选择一 条直线。	

			
直线对称	直线对称 对称直线= 对称于直线=	求干线 La 对称于直线 Lx 的 直线 Lf 被对称直线 La 对称于直线 Lx	
尾垂直线	尾垂直线 点(X, Y)= 长度= (Y/N) :	求过直线的端点 A 垂直于该 直线, 长度为 d 的直线 Lx。 已知直线的一个端点 A, 直线 长度为 d, 选择一条直线 Lx	

四、圆命令

圆菜单：主要功能为绘制圆及圆弧。屏幕显示如下图。

(一)、圆命令对话框

O
X
Y



圆

圆菜单

圆心+半径

圆心+切

心线+切

过点+切

三切圆

二点+半径

二点+圆心

尖点变圆弧

过渡圆弧

圆弧变圆

圆弧对称

圆对称

点

圆

窗口

打断

交点

删除

取消

直线

块

满屏

缩放

仿真

清屏

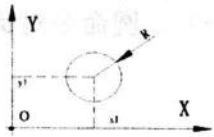
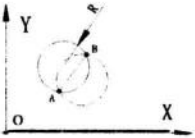
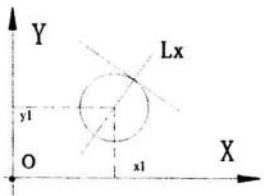
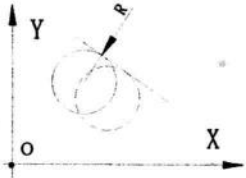
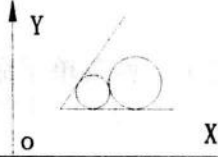
退出

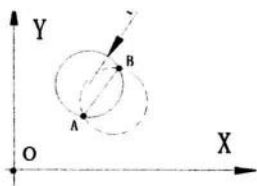
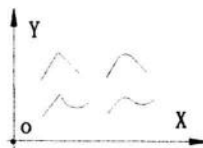
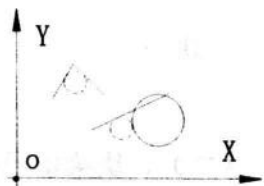
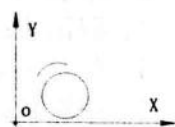
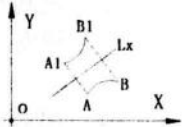
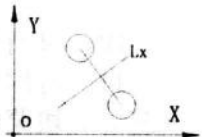
(二)、圆菜单子命令的含义

- 1、圆心+半径：通过已知点和半径画圆。

- 2、圆心+切：已知圆心，给定半径并且所画的圆切于一图素。
- 3、心线+切：通过一已知直线（圆的直径通过此直线），给定半径并且切于某元素的方法画圆。
- 4、过点+切：通过一点并且切于某一图素画圆。
- 5、三切圆：所画的圆与三个图素相切。
- 6、二点+半径：通过已知两点和半径画圆。
- 7、二点+圆心：通过已知两点和圆心画圆。
- 8、尖点变圆弧：成锐角边的一个角倒成所需的圆角。
- 9、过渡圆弧：在两个图素相交的位置倒圆角。
- 10、圆弧对称：已知一圆弧与一条已知对称轴画圆弧。
- 11、圆对称：已知一圆与一条已知对称轴，画圆。

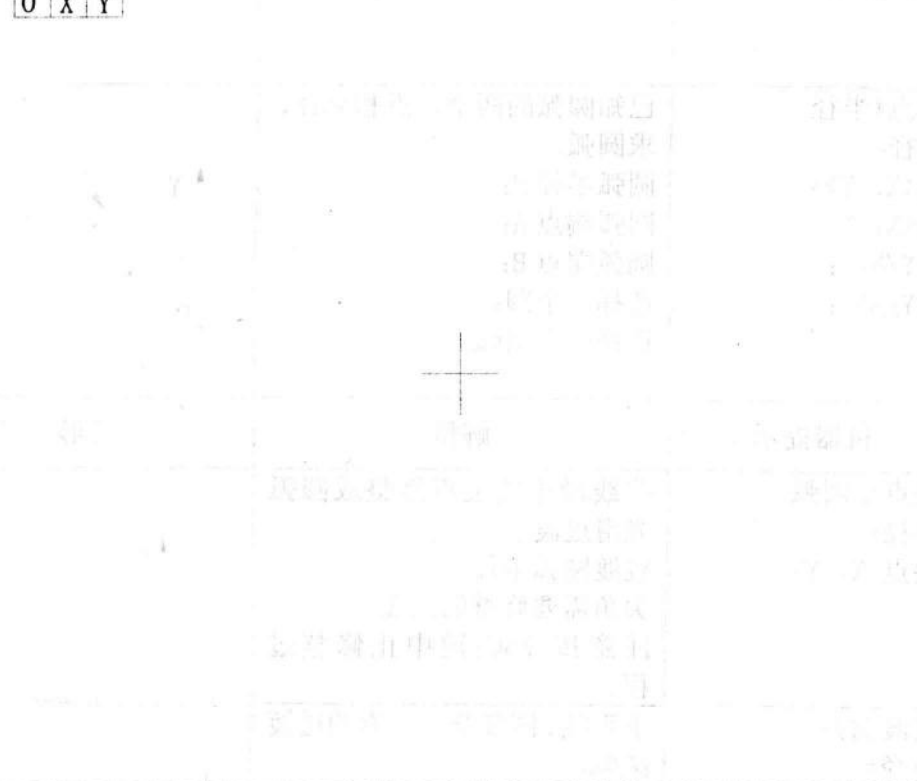
(三)、圆菜单子命令图形输入操作

菜单	机器提示	解释	图形
圆心+半径	圆心+半径 圆心<X, Y>= 半径= 圆心<X, Y>=	已知圆心坐标和半径求圆。 圆心坐标<X1, Y1>; R 为圆的半径。	
圆心+切	圆心+切于点线圆 圆心<X, Y>= 切于<点, 直线, 圆>= <Y/N> :	已知圆心半径, 求切于点、直线或圆的圆。 已知圆心坐标 切于点、直线或者圆 选择一个圆	
心线+切	圆心直线+切于点线圆 半径= 圆心直线= 切于<点, 直线, 圆>= <Y/N> :	已知圆的圆心经过直线 Lx, 半径为 R, 求切于点、直线或者圆的圆。 选择一个圆	
过点+切	过点+切于点线圆 半径= 点<X, Y>= 切于<点, 直线, 圆>= <Y/N> :	求经过一点 A, 已知半径 R, 切于点、直线或者圆的圆。 选择一个圆	
三切圆	三切圆 切于<点, 直线, 圆>= 切于<点, 直线, 圆>= 切于<点, 直线, 圆>=	求切于点, 直线或者圆任意三个元素的圆。 用鼠标选取第一个元素, 用鼠标选取第二个元素, 用鼠标选取第三个元素, 选择一个圆。	

	>= <Y/N> :		
二点+半径	二点+半径 半径= 点<X, Y>= 点<X, Y>= <Y/N> : <Y/N> :	已知圆弧的两个端点和半径, 求圆弧。 圆弧半径 R; 圆弧端点 A; 圆弧端点 B; 选择一个圆; 选择一个圆弧。	
菜单	机器提示	解释	图形
尖点变圆弧	尖点变圆弧 半径= 尖点<X, Y>=	将线段中的尖点修整成圆弧 光滑过渡。 过渡圆弧半径 R; 尖角需要修整的点 A; 注意按 [ESC] 键中止修整过程。	
过渡圆弧	过渡圆弧 半径= <直线, 圆, 圆弧> = <直线, 圆, 圆弧> = <Y/N> :	求直线、圆任意二元素的过渡圆弧。 过渡圆弧半径 R; 用鼠标选取第一个元素, 用鼠标选取第二个元素, 选取一个过渡圆弧。	
圆弧变圆	圆弧变圆 变圆弧=	将圆弧修改成圆。 选择所需要修改的圆弧。	
圆弧对称	圆弧对称 对称圆弧= 对称于直线=	将圆弧作直线对称 选择被子对称圆弧 AB 选择对称于直线 Lx	
圆对称	圆对称 对称圆= 对称于直线=	将圆作直线对称 选择被对称圆 C 选择对称于直线 Lx	

五、块菜单

(一)、块命令对话框

0 X Y 	块菜单	
	窗口建块	
	增加元素	
	取消块	
	删除块元素	
	块旋转	
	块拷贝	
	块对称	
	<相对>	
	相对平移	
	相对旋转	
	取消相对	
	对称处理	
	点	直线
	圆	块
	窗口	全屏
	打断	缩放
	交点	仿真
	删除	清屏
	取消	退出

块 -

(二)、块菜单子命令的含义

- 1、窗口建块：利用光标在屏幕上组建块。
- 2、增加元素：为已经存在的块增加元素
- 3、取消块：将所建的块取消，但并不会删除块中的图素。
- 4、删除块元素：删除块中的元素，块将一同被删除。
- 5、块旋转：将块进行旋转。
- 6、块拷贝：拷贝块及其中的图素。
- 7、块对称：通过对称轴将块进行对称。
- 8、相对平移：在保证所有图素相对位置不变的前提下将所有图素平移（能改变元素的坐标）
- 9、相对旋转：在保证所有图素相对位置不变的前提下将所有图素旋转（能改变元素的坐标）方便加工。
- 10、取消相对：将相对处理后的图素恢复。
- 11、对称处理：所有的图素沿着对称轴对称。

(三)、块菜单子命令图形输入操作

在一个腔或轮廓图形中，许多零件有对称、旋转等构成的部分；AUTOP 将需要进行对称、旋转或者拷贝的部分，先用窗口建立块标记，即对这部分元素做上标号，以便处理。

[窗口建块]机器提示如下：

1、窗口建块

左上点，按[ESC]键中止；移动鼠标选定左下角位置。

右上点，按[ESC]键中止；移动鼠标选定右上角位置。

系统将窗口内的直线、圆或者圆弧做上记号，即将其由实线转变成虚线，以便处理；

2、[增加元素] 机器提示如下：

增加元素

增加〈直线，圆，圆弧，ALL〉=

如果需要将某一直线、圆或者圆弧做上记号，成为块标记元素，执行此菜单，移动鼠标出现十字光标，选取直线、圆或者圆弧，此元素变成块元素。

如果需要将全部图形变成块标记元素，则输入：ALL（回车）

3、[取消块]

用[窗口建块]菜单或用[增加元素] 菜单，将一些直线、圆或者圆弧变成块标记元素后，可以进行对称、旋转、拷贝和删除处理，处理完毕后，用[R]键重新画一遍图形，块标记元素为虚线；执行[取消块]菜单，将全部块标记取消，图中虚线变成实线。

4、[删除块元素]机器提示如下：

删除块元素

〈Y/N〉：

在需要删除很多元素或者全部时，用窗口建块标记，执行[删除块元素]菜单，将全部的块标记元素删除。这种删除方法，比用[删除]菜单更快。

5、[块旋转]机器提示如下：

块旋转

绕点〈X, Y〉=0, 0（回车）；绕坐标原点 0 旋转

角度=120（回车）；旋转 120 度。

旋转次数=2；旋转 2 次（不包括本身）

6、[块拷贝]机器提示如下：

块拷贝

块拷贝距离〈D_x, D_y〉=30, 0；（回车）拷贝距离 D_x 和 D_y 分别为 30, 0

[块对称]机器提示如下：

块对称

对称于直线=

此菜单将块标记元素，作某一直线对称处理。

7、相对平移

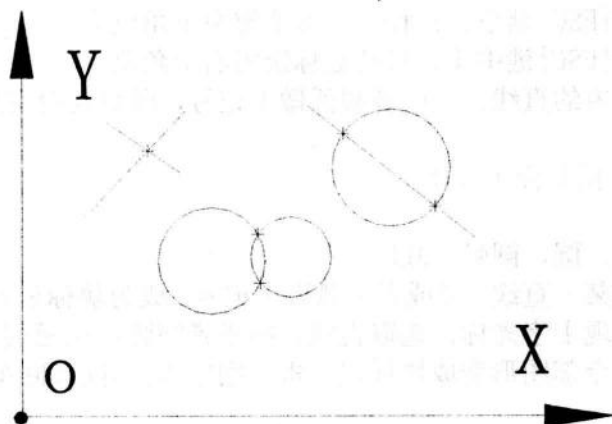
在块菜单下部，有相对坐标系菜单，AUTOP 可以在相对坐标输入图形。

8、[相对平移]机器提示如下：

相对平移

相对平移〈D_x, D_y〉=10, 0（回车）；D_x=10, D_y=0

此菜单将整个图形在 X 轴方向平移 DX，在 Y 轴方向平移 DY



9、[相对旋转]机器提示如下：

相对旋转

相对旋转角度=-30（回车）；顺时针旋转 30 度。

此菜单将整个图形绕坐标原点旋转，逆时针旋转 α 为正值，顺时针旋转 α 为负值。

10、[取消相对]机器提示如下：

取消相对坐标

此菜单将被平移或旋转的图形，恢复到原始坐标系，取消相对坐标系。

11、[对称处理]机器提示如下：

对称处理

对称于<X/Y>

此菜单将屏幕图形做相对于 X 轴或 Y 轴对称处理

六、列表曲线菜单说明及图形

菜单及说明	图形
椭圆长半轴=A 短半轴=B 起始参数=T1 终止参数=T2 参数方程：	现场示范