

# 数学模型及其在飞机设计与制造中的应用译文集

(三)

绘图语言系统—CLAM 几何手册



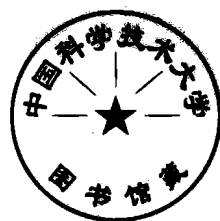
国外航空编辑部

1976年10月

# 数学模型及其在飞机设计 与制造中的应用译文集

(三)

繪圖語言系統—CLAM几何手冊



国外航空技术专题资料  
数学模型及其在飞机设计  
与制造中的应用译文集

(三)

绘图语言系统 — CLAM 几何手册

国外航空编辑部  
(北京市 1652 号信箱)

内部发行  
1976 年 10 月 书号: (外) 064

# 目 录

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 1. 引 言.....                       | ( 1 )  |
| 2. 方 法.....                       | ( 1 )  |
| 3. CLAM 语言 .....                  | ( 2 )  |
| 4. 程序形式.....                      | ( 38 ) |
| 5. 输出形式.....                      | ( 39 ) |
| 6. 出错检查.....                      | ( 40 ) |
| 7. 例.....                         | ( 44 ) |
| 8. CLAM用作N/C机床语言 .....            | ( 55 ) |
| 9. 对本手册的修改.....                   | ( 55 ) |
|                                   |        |
| K.D.F.9 系统说明书.....                | ( 66 ) |
| K.D.F.9 程序说明 CRG 2500-U.P.U ..... | ( 89 ) |

## 1. 引言

本报告对绘制几何图形用的数控绘图机语言系统 (CLAM) 作了全面的介绍。内容包括本语言系统的详细解释, 并用图例说明。本系统可自动地绘制出一般的二维图形。

## 2. 方法

计算机尽量使用接近普通工程术语的语句。

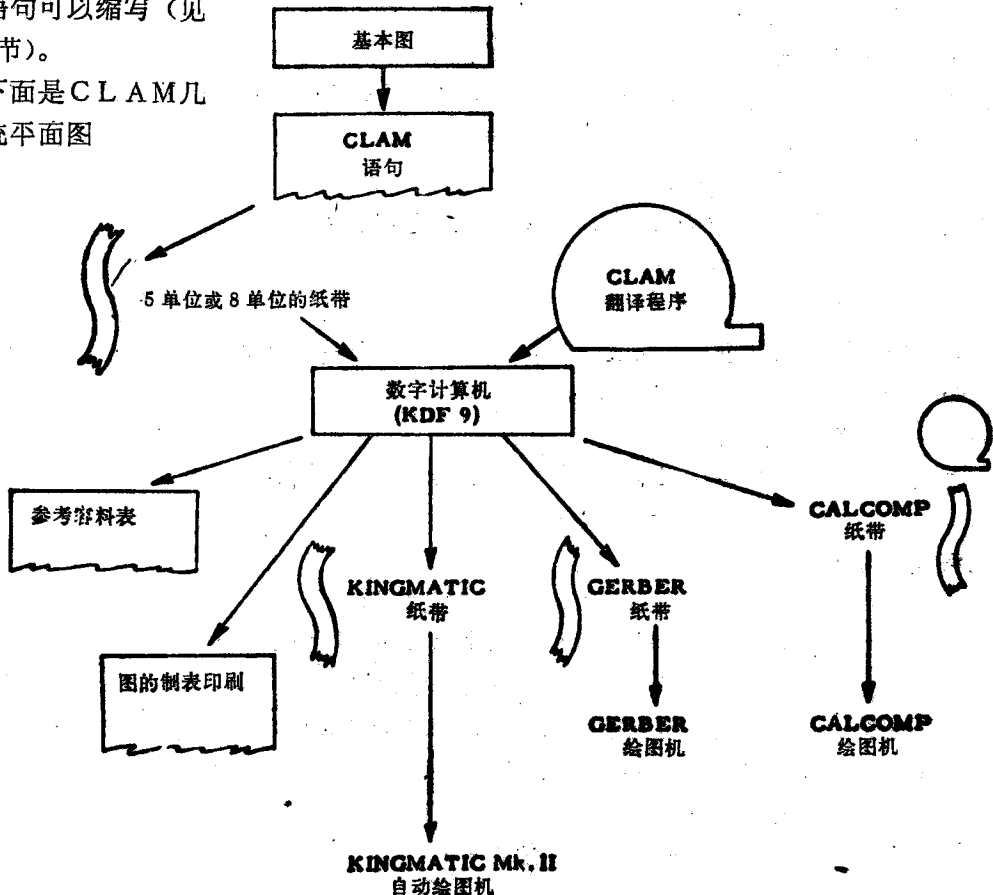
一般说来, 每一语句既是一个定义, 也是一个绘图动作。绘图时, 则应规定绘图的动作类型和方向。本系统的特点是, 各次动作的特定起始点和终止点无须申明, 因为这些点总是由计算机来计算的。为确定这些点, 计算机就要根据用户提出的要求计算出所要绘制图形的动作及前一动作或后一动作的交点。

输出可以是列表式的点、线、圆和曲线, 也可以是由指令语句的适当组合而成的完整的(或局部的)图形。后一种情况下, 为了以适合的形式作为自动绘图设备或座标仪的直接输入, 其输出可以是打印图表, 也可以是纸带。(见 3、6 节)。

语句可以缩写 (见

3、9 节)。

下面是 CLAM 几何系统平面图



### 3. CLAM 语 言

在这一节里，列举了所有可用的CLAM语句，每个CLAM程序均由这些语句组成，不允许使用其它语句。

#### 书写方法：

在CLAM中，用字母P表示点，即P1、P2、P25等，L表示直线，C表示圆，G表示一般曲线。

由于CLAM所涉及的是二维问题，故其几何量完全可由平面中的X、Y坐标来定义。

P1、L2、C3、G1等叫做几何符。

LINE、REVPARL、FILLET等叫做代码符或过程。

在CLAM中，一个完整的指令，一般为一行CLAM程序，则称之为一个CLAM语句。

(如 P1 = + 2 + 3

L1 = TANTO R G1 P1

REVPARL 0.5 R L1

C2/BLEND G1 P1 AN 1ST 都是CLAM语句的例子)

CLAM语句分成三种

第一种，定义语句

这种语句不引起画笔的任何运动，其作用是定义后边几何符的几何量，这类语句都含有 =

(即：L1 = TANTO R G1 P1)

基本定义语句：它由一个几何符、=和依次排列的几个数组成。

(即：P1 = + 2 + 3)

第二种，作图语句

作图语句是控制画笔按某种轨迹作图的语句。在这种语句中没有 = 或 1。

(即：NEVPARL 0.5 R L1)

第三种，作图几何语句

它有定义语句和作图语句双重作用。它由这些语句和/组成。

(即：C2/BLEND G1 P1 AN 1ST)

#### 几何量的规定

点 完全由用户选定的坐标系的X、Y坐标值定义的。

线 则完全由相对于这些轴的位置和方向来定义的。线假定为无限长。

圆 完全由它的位置来定义，定义时，就无需给定圆的方向。

曲线 完全由它的位置和方向来定义的，其长度是有限的。

逻辑参数 下面的逻辑参数可随意互换

L (左) 与 R (右)

CL (顺时针) 与 AN (逆时针)

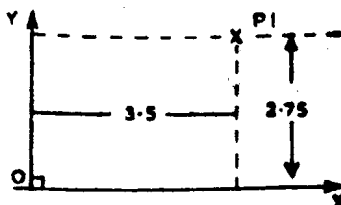
+                      与 -  
 1 S T                  与 2 N D

### 3.1 点 (P O作为绘图原点而被保留)

#### 3.1.1 基本定义

$$P1 = 3.5 \quad 2.75$$

点 P1 的坐标 X = 3.5 时 Y = 2.75 时



对应的作图语句

$$STOP \quad 3.5 \quad 2.75$$

或

$$STOP \quad P1$$

这表示前一运动在 P1 点停止，而后一运动在 P1 点开始。  
如果该点是作图原点 P O的话，那么就可单独使用。

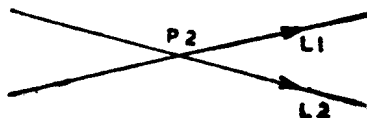
$$STOP$$

#### 3.1.2. 由直线形成的点

##### 3.1.2.1. 两直线的交点

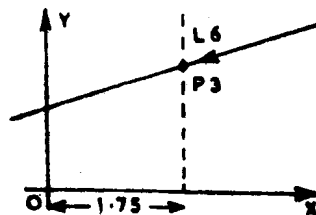
$$P2 = INT \quad L1 \quad L2$$

P2 是直线 L1 和 L2 的交点。



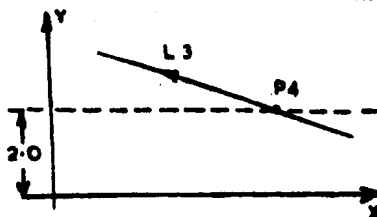
##### 3.1.2.2. 给出一直线和一个 X (或 Y) 值求点

$$P3 = INT \quad L6 \times 1.75$$



P3 是直线 L6 上的，X 值为 1.75 的点，即 P3 是直线 L6 与 X = 1.75 的垂线的交点。

$$P4 = INT \quad L3 \quad Y2.0$$

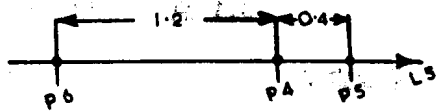


P4是L3线上Y值为2.0的点，即P4是L3与 $y=2.0$ 的水平线的交点。

### 3.1.2.3. 给出沿一直线到已知点的距离求点

$$P5 = \text{ALONG } L5 \ 0.4 \ P4$$

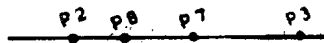
$$P6 = \text{ALONG } L5 \ -1.2 \ P4$$



P5是在L5线上，沿L5的正向与点P4相距0.4时的点，P6则是沿L5的负向，距P4为1.2时的点。

### 3.1.2.4. 一直线段的分割点

$$P7 = \text{ALONG } P2 \ 0.5 \ P3$$



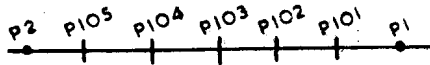
P7是P2、P3连线上的点。

它到P2和P3的长度为从P2到P3的一半。（在本例中它就是中点）。

同样  $P8 = \text{ALONG } P2 \ 0.25 \ P3$ ，即P2到P8为P2-P3全长的四分之一。所用的位置可以大于1也可以是负数。

### 3.1.2.5. 一直线段的等分点

$$P101 = \text{PITCH } P1 \ 6 \ P2$$



P101、P102、P103、P104、P105是P1P2连线上的等分点。

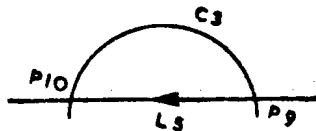
P1到P2的连线被分为6等分，任意分割也是允许的。

## 3.1.3. 直线和圆弧形成的点

### 3.1.3.1. 直线和圆的交点

$$P9 = \text{INT } 1ST \ L5 \ C3$$

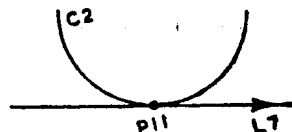
$$P10 = \text{INT } 2ND \ L5 \ C3$$



用被定义的直线的方向来确定第一个交点还是第二个交点。此种情况下，P9就是直线和圆相交的第一个交点。

当直线与圆相切时，应采用下述定义：

$$P11 = \text{INT } L7 \ C2$$



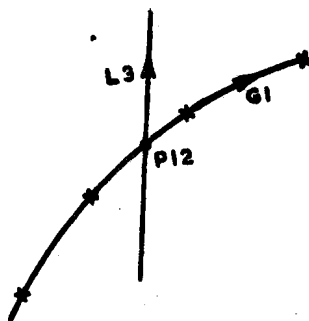
### 3.1.4. 直线和曲线形成的点

#### 3.1.4.1. 直线和曲线的交点

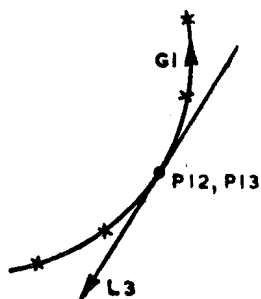
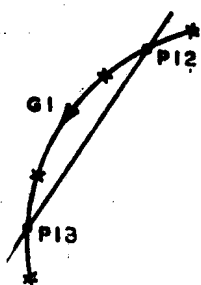
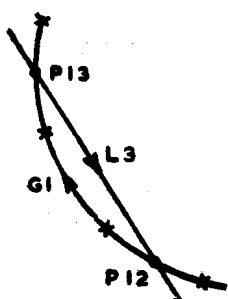
P 12=INT L3 G1

或

P 12=INT G1 L3



P 12是直线L3和曲线G1的交点，如直线与曲线的交点多于1个时，则最靠近曲线起点的那个点就是所要的点。



如要求其它的交点，则反方向定义曲线即可。（见 3.4.3.1.）

P 12=INT 1ST L3' G1

P 12=INT 1ST G1 L3

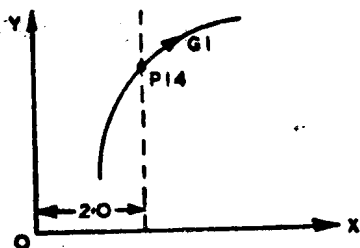
P 12=INT 2ND L3 G1

P 12=INT 2ND G1 L3

如果G1是参数样条曲线的话（见 3.4），则可应用上面的表达式。

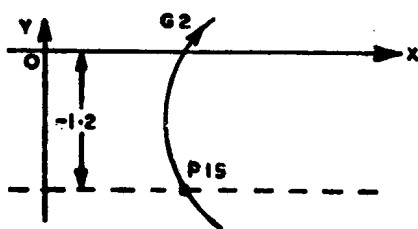
#### 3.1.4.2. 给定一条曲线和确定的X或Y值求点：

P 14=INT G1 X 2.0



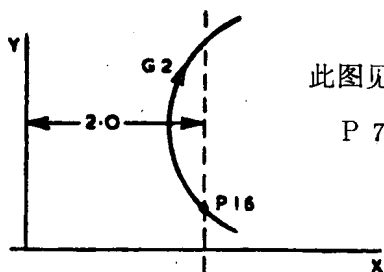
P 14是G 1曲线上X = 2.0的点，即P 14是G 1与X = 2.0的直线的交点。

P 15=INT G 2 Y -1.2



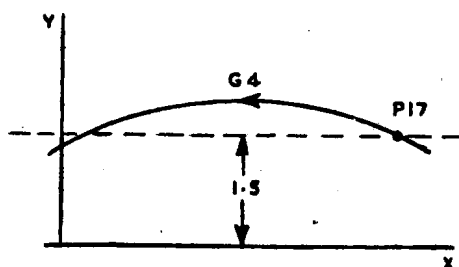
P 15是曲线G 2上Y = -1.2点，即P 15是G 2与Y = -1.2的直线的交点。  
如满足给定条件的点多于1，则最靠近起点的那一点就是所要求的点。

P 16=INT G 3 X 2.0



此图见第三部分  
P 7 中图。

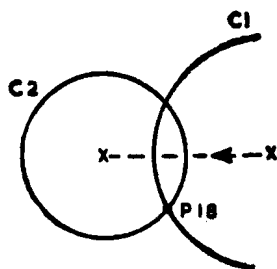
P 17=INT G 4 Y 1.5



### 3.1.5. 由圆求点，

#### 3.1.5.1. 两圆的交点

P 18=INT C 1 C 2 L



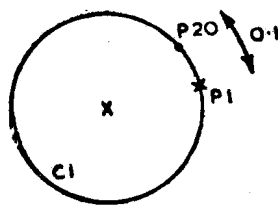
P 18是圆C 1 和C 2 的交点，取第一个圆到第二个圆的圆心连线方向的左边的交点为所求点。

P 19=INT C 1 C 2

如果这两个圆相切的话，则可用上式。

### 3.1.5.2. 从已知点沿圆周给定距离

$P20 = \text{ALONG } C1 \ 0.1 \ P1$



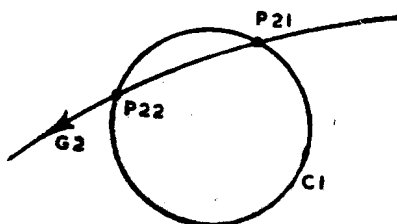
P 20是C1上的一点，它沿圆周方向（反时针）距离P 1点为 0.1  
如给定的距离为负值，则应顺时针方向测距。

### 3.1.6. 圆和曲线形成的点

#### 3.1.6.1. 圆和曲线的交点。

$P21 = \text{INT } 1\text{ST } G2 \ C1$

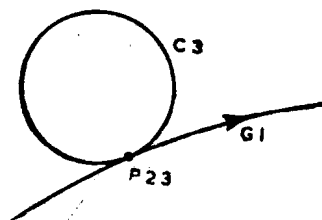
$P22 = \text{INT } 2\text{ND } G2 \ C1$



判别第一个交点还是第二个交点应用曲线的方向来确定，在本举例中，P 21是曲线和圆相交的第一交点。

当曲线与圆相切时，应用下述定义：

$P23 = \text{INT } G1 \ C3$

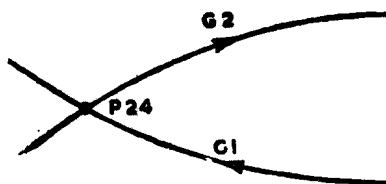


注：在圆和曲线相切的情况下应用前面的 BLEND G1 P1 来定义（见 3.3.5.1）

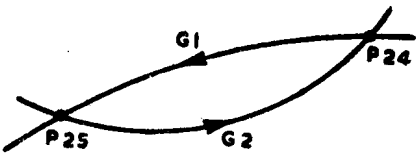
### 3.1.7. 由曲线形成的点

#### 3.1.7.1. 两条曲线的交点

$P24 = \text{INT } G1 \ G2$



P 24 是曲线 G1 和 G2 的交点，如这两条曲线的交点多于 1，则靠近第一条曲线（此处为 G1 曲线）的起点的那个交点即为所求点。



如要的是 G1 的后一交点，则 G1 就应反向定义。

(G3 = FOLLOWBACK G1 (见 3.4.3.1.))

P 25 = INT G3 G2 或用上述定义的 G2, P 25 = INT G2 G1)

|                        |
|------------------------|
| P 24 = INT 1 S T G1 G2 |
| P 25 = INT 2 N D G1 G2 |

如果曲线是参数样条曲线（见 3.4）的话，那么就可用上式。

3.1.7.2. 给定一条曲线和特定的 X 或 Y 值求点、

见 3.1.4.2.

### 3.1.8. 由坐标变换导出的点

|                 |
|-----------------|
| P 26 = TRANS P3 |
|-----------------|

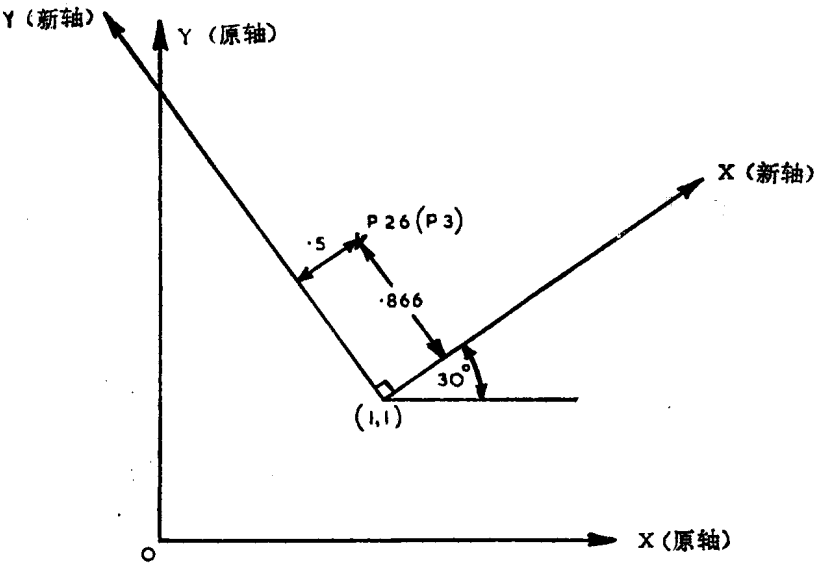
这种语句应放在带有新的坐标原点和坐标轴的 TRANSFORM 语句之后。（见 3.5）

P 26 就是以新坐标轴为基准的 P 3 点。

如果新轴的方向余弦为 (0.866, 0.5) 和 (-0.5, 0.866) 而坐标原点为 (1, 1),

P 3 为: P 3 = +1 +2

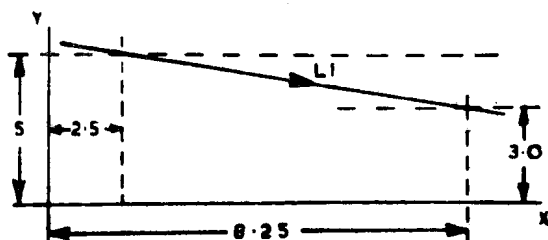
则 P 26 = +0.5 +0.866



## 3.2. 线

### 3.2.1. 基本定义

$L1 = 2.5 \ 5.0 \ 8.25 \ 3.0$



$L1$  是通过坐标为  $X = 2.5$ ,  $Y = 5.0$  和  $X = 8.25$ ,  $Y = 3$  的两点的连线, 其方向为从第一点到第二点。

$L1 = L1NE2.5 \ 5.0 \ 8.25 \ 3.0$

它和上式具有相同的作用。

对应的作图语句

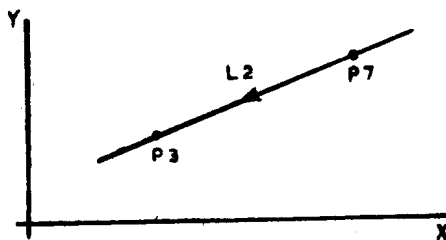
$L1NE \ 2.5 \ 5.0 \ 8.25 \ 3.0$

能画出上述的线。

### 3.2.2. 由点形成的线

#### 3.2.2.1. 两点的连线、

$L2 = P7 \ P3$



或

$L2 = L1NE \ P7 \ P3$

$L2$  是这样一条直线, 它通过  $P7$  和  $P3$  点。其方向是从  $P7$  到  $P3$ 。

对应的作图语句

$L1NE \ P7 \ P3$

### 3.2.2.2. 按给定角且经过一点的直线。

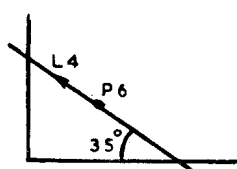
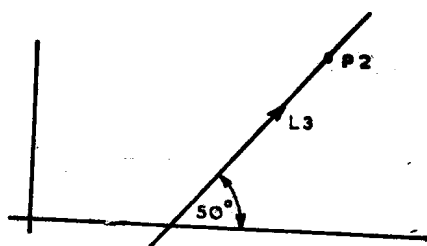
$$L3 = P2 + 50$$

或

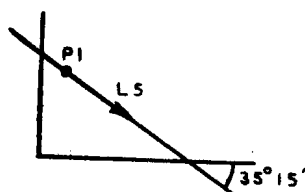
$$L3 = \text{LINE } P2 + 50$$

L3 是这样一条线，它经过 P2 点，且与 X 轴成  $+50^\circ$  角。

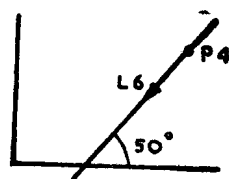
角度是这样规定的，从 X 轴的平行线到直线反时针为正。它们可以用度或 + 度表示，可正可负，大小不限。



$$L4 = P6 \ 145$$



$$L5 = P1 - 35.25$$



$$L6 = P4 \ 230 \text{ 或 } L6 = P4 - 130$$

对应的作图语句

LINE P2 50

画出直线

REVLIN P2 50

在定义的反方向上画出直线。

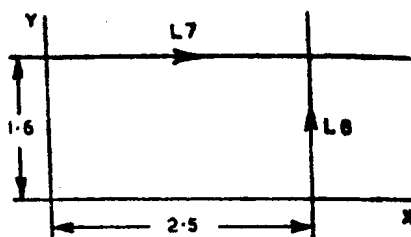
### 3.2.2.3. 水平与垂直直线

$$L7 = \text{HOR } 1.6$$

$$L8 = \text{VERT } 2.5$$

L7 是 Y 值为 1.6 的水平线，其方向为从左到右（沿 X 的正向）

L8 是 X 值为 2.5 的垂直线。其方向向上，（沿 y 的正向）



对应的作图语句

HOR 1.6

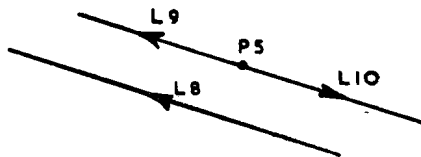
VERT 2.5

### 3.2.3. 由点和线形成的线

#### 3.2.3.1. 过一点平行于已知直线的直线

L9 = PARL L8 P5

L10 = REVPARL L8 P5



L9是一条通过点P5, 平行于L8, 且与L8同向的直线。

L10是通过点P5, 平行于L8, 且与L8反向的直线。

对应的作图语句

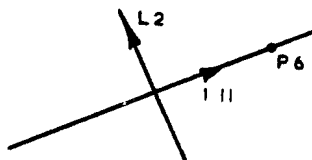
PARL L8 P5

REVPARL L8 P5

#### 3.2.3.2. 通过一点作垂直于给定线的直线,

对应的作图语句

L11 = PERP R L2 P6



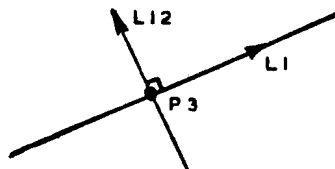
L11是通过点P6与L2相垂直的线, 方向为L2向右。

点可以在线上, 也可以不在线上,

L12 = PERP L L1 P3

对应的作图语句

PERP R L2 P6



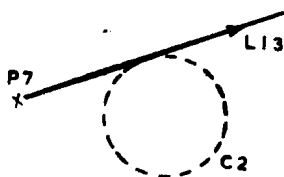
### 3.2.4. 由点和圆求线

#### 3.2.4.1. 过一已知点且与已知圆相切的直线。

一般来说, 过一点且与一给定圆相切的直线有两条, 沿所求线看切点是在圆心的左边还是右边即可区别。

I) 直线与圆相切之前, 先经过已知点时, 应采用 TANTO

L13 = TANTO L C2 P7



II) 当直线与圆相切之后再通过给定点时, 则使用 TANFROM

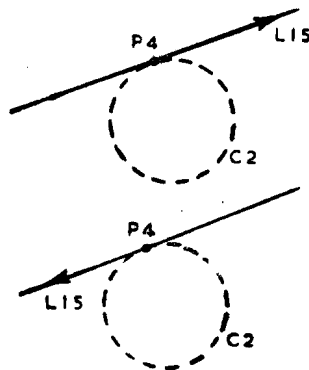
L14 = TANFROM R C1 P3



III) 当已知点在圆上时, 使用 TANTO

L15 = TANTO L C2 P4

L15 = TANTO R C2 P4



对应的作图语句

TANTO L C P4

TANFROM R C1 P3

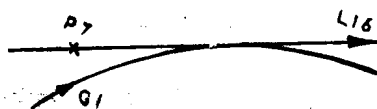
### 3.2.5. 由点和曲线形成的直线

#### 3.2.5.1. 通过一点并与已知曲线相切的直线

假设过一点且与给定曲线相切的直线一般情况下有两条, 沿所求线看切点在曲线的左边还是右边来判断这两条直线。

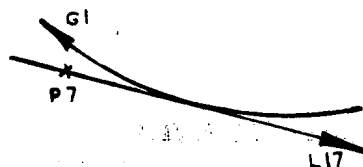
I) 当直线先通过给定点再与曲线相切时即可采用TANTO

$$L16 = \text{TANTO } R \ G1 \ P7$$



L16是通过P7G1的左侧切线。

$$L17 = \text{TANTO } R \ G1 \ P7$$



L17是通过P7的, G1的右侧切线。

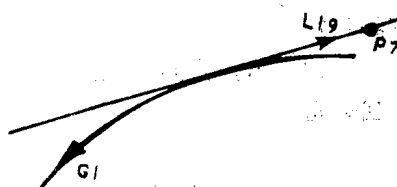
II) 当直线先与曲线相切再通过给定点时, 则采用TANFROM

$$L18 = \text{TANFROM } R \ G1 \ P7$$



L18是通过P7的G1的右切线。

$$L19 = \text{TANFROM } L \ G1 \ P7$$

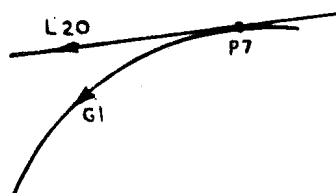


L19是过P7的G1的左切线。

III) 当点在曲线上时, 用TANTO, 这种情况下, 直线的方向应该就是P7点上曲线的方向。

应当指出, 此时并不需要判别左右方向。

$$L20 = \text{TANTO } G1 \ P7$$



如要求直线与曲线的方向相反, 则

$$L20 = \text{TANTO } G1 \ P7$$

$$L21 = \text{REVL1NE } L20$$

