

针织物几何纹样计算机辅助设计方法探讨

曹寿珍 成天强

(华东纺织工学院)

在数学王国里，有许多数学方程能够产生清新隽美、富有生趣的线条，将这些线条以一定方式组合起来，可构成一幅幅几何图案。但要从一个已知方程描绘它的图形，一般要经过解题、列表、定点、描图等过程，需要经过大量重复的运算。过去由于没有高速运算工具，在一定程度上妨碍了对方程图形的描绘、创造和想象。现在利用计算机的运算功能和打印机的字符输出，可以代替方程图形的运算和描绘，这就提供了开拓方程中几何纹样的方法。这种计算机创作的图案艺术，将提供大量新颖素材。计算机辅助设计打破了传统的设计方法，丰富了人们对几何图案的构思和想象。这种设计方法，将为实用装饰艺术开辟出一条新途径奠定基础。

一、计算机纹样打印图的特点

世界各民族的图案艺术，几乎都是从方格中几何图形开始的，直到今天，仍然是服装面料花型纹样的主要题材之一。近年来，抽象几何图案、流线形几何图案、特殊效果的结构花纹、颠倒几何图案以及精致的组合结构等，都有了很大发展。其原因不外是这些图案更适合形式美的要求，更适合编织、绣花、织造和其它装饰美术工艺的要求。

计算机进行几何图案创作是方便的，这是它本身适用于数值计算特点的表现。由计算机将千变万化的数学方程曲线进行各种组合，能得到许多适合编织工艺的图案纹样。

图 1 为几何图案打印图实例，程序用

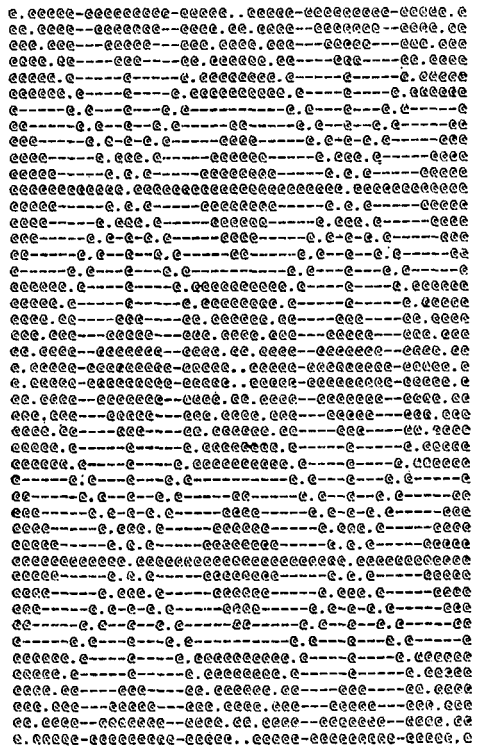


图 1 几何图案打印图实例

注：·为副二色线圈；··为副一色线圈；a 为主色线圈。

BASIC 语言书写，其中每个打印字符正好代表着针织物的一个基本单元线圈。这种打印图是经过精确计算的，其特点是构图结构严谨，改变语句可得到系列图案。由于针织物中花纹是由织物组织的色泽线圈（或不同结构线圈）表现，因此由代表色泽线圈的各种字符组合的打印图案，本身也是符合工艺要求的纹样图（或称意匠图），可直接用于编织。

这种图案设计方法与一般设计方法不同之处，在于利用数学规律建立图案数学模型，然后用高级语言编写程序，并用计算运算符

进行图形的点、线、面的组合。这种形式的语言特性,是绘画变形形式的语言特性的模拟,並把它加以科学化。程序设计者对自己所想要设计的图案只有一个模糊的轮廓,而这个模糊的轮廓借助于计算机来具体化。

我们知道,内容和形式的统一是艺术创作最重要的规律之一,是产生优秀艺术作品的前提。现在已经有了计算机图案艺术的纹样字符形式,那么这种形式与作品的内容有什么关系呢?从表面看,两者的关系並不协调,但只有了解这种形式的内部组织结构“语言特性”,就能够发现内容和形式有一定的统一关系。利用数学方程的独立性来组成特定的视觉节奏与旋律,以达到特定的精神主题(如直线象征“刚”,曲线象征“柔”等),正是方程曲线图案的艺术形式。

二、计算机纹样打印图设计方法

纹样打印图的设计方法与步骤如下:

1. 图案构思

任何艺术,包括图案创作,都必须经过运用想象和进行酝酿构思的阶段。在这里,想象並非凭空胡思,它以现实的数学方程为基础。图案构思中的创造想象,虽然主要是用方程曲线来反映(可根据现有的数学方程来启发想象),但它是有意、有目的对客观现实的认识过程。因而它必然伴随着判断、推理、归纳、演绎等逻辑活动。

分析针织物结构可看出,任何一种针织物的结构单元都是由线圈组合而成的。从数学模型来看,针织物完全组织可由数学方程来描述,如用矩阵来表示一个完全组织,则线圈相当于图象矩阵中的一个元素。以双面纬编组织为例,当针筒和针盘织针为1+1罗纹配置时,完全组织的矩阵表达式为^[1]:

$$[A_{j_1}b_{j_1(i+1)}] = \begin{bmatrix} A_{j_1}b_{j_2} & A_{j_3}b_{j_4} & \cdots & A_{j_1}b_{j_1(i+1)} \\ \vdots & & & \\ A_{i_1}b_{i_2} & A_{i_3}b_{i_4} & \cdots & A_{i_1}b_{i_1(i+1)} \end{bmatrix}$$

式中:(i+1)为完全组织宽度,j为完全组织高度。

矩阵元素 $A_{j_i}, b_{j_1(i+1)}$ 相当于织物正、反面线圈结构单元。而每个矩阵 $[A_{j_i}b_{j_1(i+1)}]$ 又可分为两个部分,针筒织针的完全组织 $[C_{j_i}^*]$ 和针盘织针完全组织矩阵 $[D_{j_i}^*]$ 。

将织物组织中线圈单元抽象转换为矩阵中图象单元,为织物几何艺术图案建立数学模型提供了图案构思模式实例。

2. 确定数学方程

根据图案构思的结果来确定数学方程。为了设计成功,表现形式和技巧(形式效果的总和)是决定因素。如设计一条波浪曲线几何图案,只要在程序中编入三角函数,利用程序编写技巧,就可得到纹样。如图2的三色提花打印图中波浪的程序中,就采用 $SIN(x)$ 和 $COS(x)$ 函数。

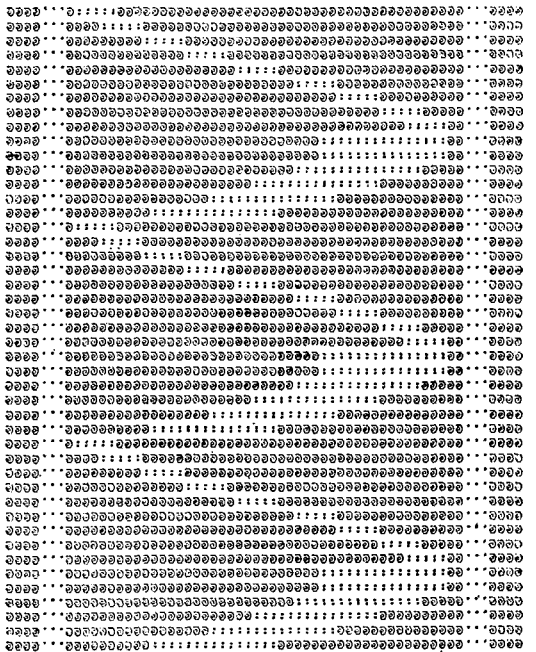


图2 三色提花打印图

在选用数字方程时,应充分利用计算机高级语言的运算功能,但不能脱离实际,要考虑工艺上编织的可能性。

3. 确定图案设计参数

图案设计参数的确定,首先要考虑工艺要求,按针织机类型和产品要求设计花型完全组织的大小。数学方程确定后,要对自变量取值,并进行图象编辑(放大、缩小、平移、倒置等),对方程中各参数予以设计。因为程序编制后,参数值的变动,通过计算机的运算,能高速提供系列图案。如对图案中某处不满意(如图案效果或工艺要求),可进行人机对话,修改程序中参数值,直至达到预期的效果。

4. 编制图案设计程序

编制图案程序时,首先须在满足织物工艺要求下,考虑并决定所用算法语言打印机的打印宽度(列数)。本文用 BASIC 算法语言编制^[2]。编制程序时,要注意图案上、下、左、右都能对花衔接。

5. 上机调试与打印图案

运用算法语言功能技巧,通过静态与动态调试,以完成图案设计者的构思与设想,通过实际运算,得到打印图。

以上所述的设计步骤,在它们之间并没有严格的界限,实际上是一个整体。

三、几何图案纹样设计程序举例

针织物组织的花型设计,以往是用意匠图,而计算机图案设计采用的是打印图。打印图与常用的意匠图的不同之处,仅仅在于前者用各种字符代表线圈,后者的基本单元是方格字符(或色块)。在编制图案程序时,完全组织中图案设计参数,将受到算法语言本身功能和其它设计技巧因素制约。有时要用现有算法语言来进行方程曲线图象单元组合(实际上是字符串的组合),尚有一定难度。

下面将就如何运用 BASIC 算法语言编写图案设计程序加以说明^[注]。

1. 图案设计参数的选择

(1) 花宽(B)和花高(H)

花宽:花型大小用一个完全组织的花纹宽度和花纹高度表示,即用一个完全组织中

所包含的线圈纵行数和横列数表示。计算机控制花宽,实际上就是控制每行打印的字符的个数。使字符串个数保持常数,有两种方法:

①控制代表基本横列字符串变量(A#)中子字符串输出个数($J_1, J_2 \dots$)为花宽线圈个数。

如:

```

:
40 INPUT J1, J2
:
80 LET A# = X# (I1),
      Y# (I2), X# (I3)
90 ; A# (J1, J3)

```

花宽 $B = J_2 - J_1 + 1$ 。

这种方法要求 B 值必须小于 A# 的字符个数,否则将会失去控制花宽的目的。

②控制字符串变量 A# 中字符个数为花宽线圈个数,如:

```

:
40 INPUT B
:
60 LET A3 = B - A1 - A2
70 LET I1 = M + 1 - A1
80 LET I2 = M + 1 - A2
90 LET I3 = M + 1 - A3
100 LET A# = X# (I1),
      Y# (I2), X# (I3)
110 ; A#

```

其中: A_1, A_2, A_3 的值是子字符串的个数,其和等于花宽线圈个数。

在花型设计时,可在最大花宽范围内任选一种花宽,选择时应考虑花纹完全组织的高度以及总针数等因素。

M 是 X#、Y#、Z# 中字符个数, A_1, A_2 是变量, $A_1 + A_2 \leq B$ 。

例:令 $M = 20, A_1 = 5, A_2 = 6, B = 20$ 。
 $\therefore A_3 = 20 - 5 - 6 = 9$ 。

通过 70~90 语句的换算后,得:

$$I_1 = 20 + 1 - 5 = 16, I_2 = 20 + 1 - 6 = 15,$$

$$I_3 = 21 - 9 = 12.$$

这样就保证 A # 中字符个数等于花宽。本程序举例就是采用这种方法来达到控制花宽的目的。

花高：与选用机器的类型有关，如在提花圆机上，最大花高取决于成圈系统数、选针滚筒上选针片数及色纱数。

在计算机上也可有各种方法来决定花高，有采用循环次数来编制打印行数的方法来达到控制花高的目的。如：

```

:
40 INPUT H
:
50 FOR I=1 TO H
:
80 ; A#
90 NEXT

```

(2) 组织构成

①左右相同：采用字符串变量左右对称的组织方法来达到。如：

```

60 LET A# = X# (I1),
      Y# (I1), Y# (I2),
      X# (I1)

```

②上下对称：采用一个顺循环和一个逆循环语句，能达到上下对称，并把 I₁、I₂… 变量改为下标变量，如 I1 = I(I), I2 = J(I)… 的方法来达到。如：

```

:
50 FOR I=1 TO H/2
70 LET A# = X# (I(I)),
      Y# (J(I)), Y# (J(I)),
      X# (I(I))
80 ; A#
90 NEXT I
100 FOR I=H/2 TO 1 STEP -1
130 LET A# = X# (I(I)),
      Y# (J(I)), Y# (J(I)),
      X# (I(I))
140 ; A#

```

顺循环

逆循环

150 NEXT I

2. 图案程序设计实例

图3为两条 sin(x) 曲线复合的实例，其程序框图(见21页)说明如下：

框2中的 I、*、U、O 分别代表四种颜色线圈的字符(或方格色块)，可按需要任意选定 N 色提花图案(或不同线圈组织)。

框5~6 控制花宽，按设计数字方程函数值选取横列基本图形，即选取子字符串个数 A₁、A₂、A₃、A₄ (随方程的规律变化)换算成实际定位字符个数(取 W #、X #、Y #、Z # 中子字符串个数的定位数)I(I)、J(I)、K(I)、N(I)。

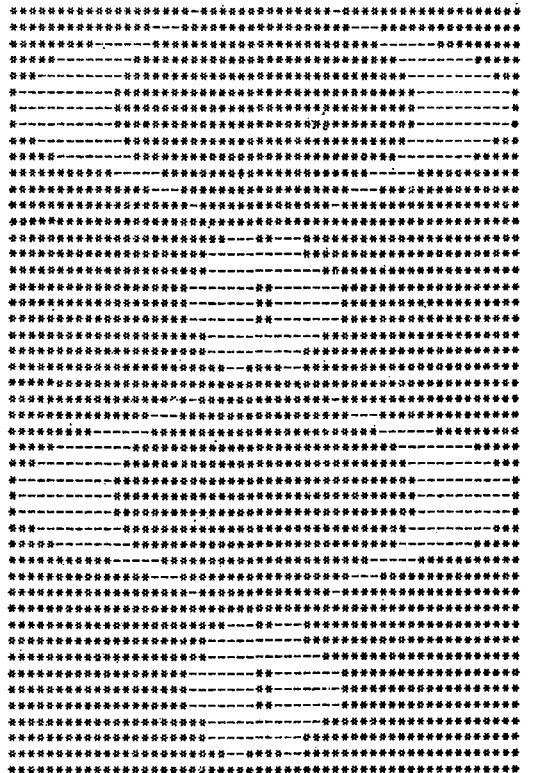
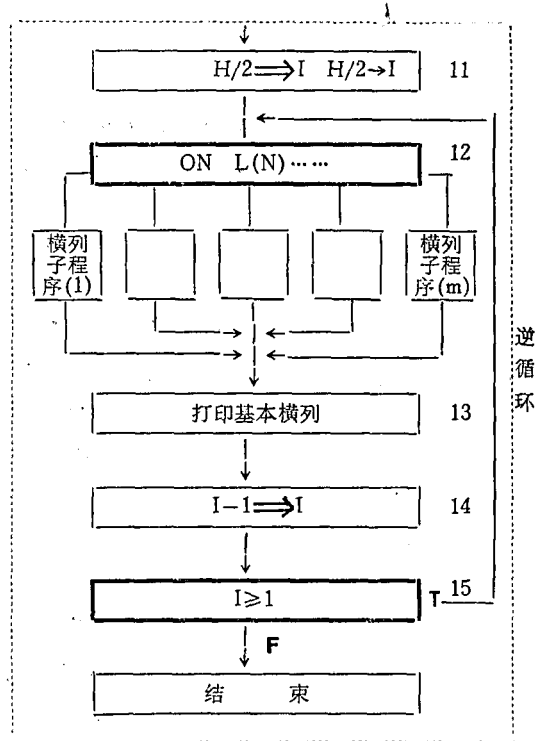
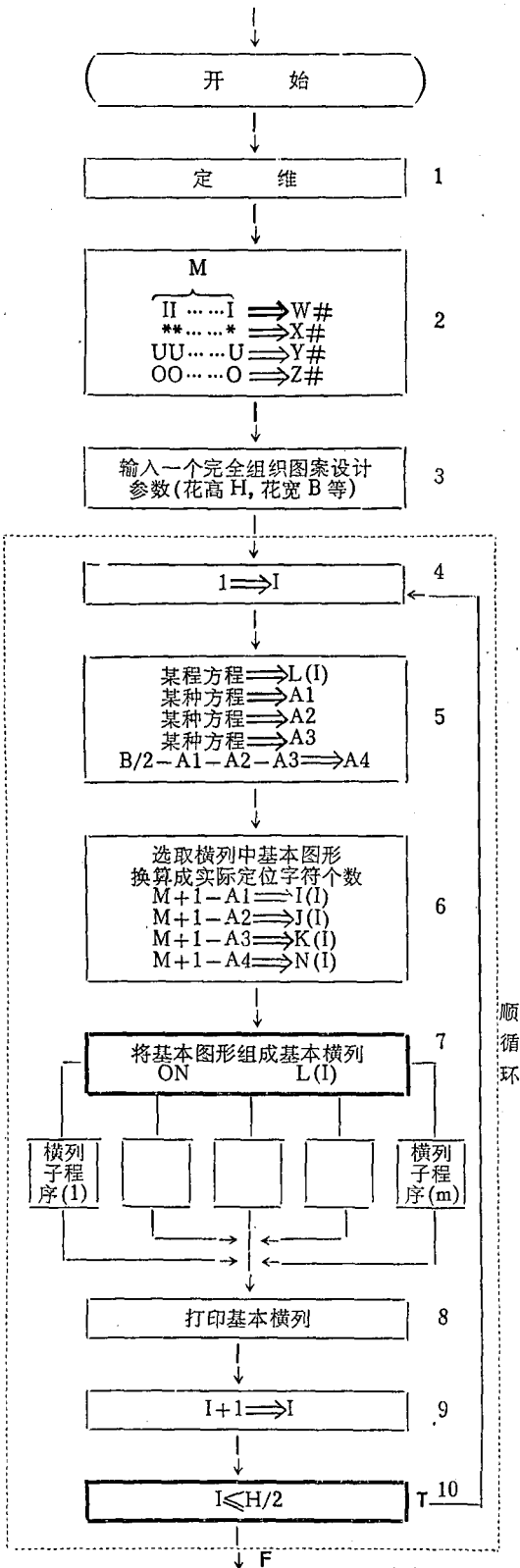


图3 两条 sin(x) 曲线复合的图形

框7由完成基本横列组织构成。把 W #、X #、Y #、Z # 字符串变量组合成对称形式，编成横列子程序，以备调用。基本横列组合构成时，要注意四方连续，如把选定的字符串变量一隔一，或一隔二、二隔二地排列成多种左右对称形式。如：



框图

$W\#(A(I)), X\#(B(I)), Y\#(C(I)) \dots$
 $\dots Y\#(C(I)), X\#(B(I)), W\#(A(I))$

框 4~10 组成顺循环, 框 12~15 组成逆循环, 以便打印上下对称图案。

将程序中参数修改, 可衍生出一批纹样。

如用曲圆锥方程和直线方程复合, 就能得到一幅曲中有直、直中有曲的图案。

利用集合、布尔代数和矩阵运算, 将得到大量的奇妙图案纹样。

四、结 论

1. 计算机织物纹样设计方法具有一定的实用价值, 这种方法并不是无意识的设计方法, 只是设计者的思维方法不全, 设计手段不全而已, 是从数学角度寻求美, 寻求美的表现形式。

2. 高尔基说过: “想象在其本质上也是一种对于世界的思维”。构思和想象力是生活的积累, 知识的结晶, 图案的构思主要是在“巧”和“新”上下功夫, 借助于计算机的运算

功能，将能发展、丰富和发挥人们的想象力。

3. 每一种艺术都有其本身的感染力量，同样计算机设计的几何纹样艺术也将有着广阔的发展前途。这种纹样设计速度是高效率的，只要改变一下参数，立即能提供大量打印纹样，供人们选择采用。

[注] 由于版面限制，长语句只能续行排印。

参 考 文 献

- [1] Мартиненас Р. Б. Горьарарук В. Н. Анализ Технологические Возможности Круглобразной Машины, «Мультиколор», Техн, Пег, Пром, 1981, No. 50
- [2] 高惟龙等, «BASIC 语言入门», 国防工业出版社, 1979。