三维成形针织物的计算机辅助设计

宋广礼 韦艳华

（天津工业大学纺织与服装学院，天津，300160）

摘 要：介绍三维成形针织物计算机辅助设计系统及其实现的功能，并根据织物的成形及编织原理，建立几种典型三维成形针织物的数学模型。

关键词：三维成形针织物 横机 纬编 计算机辅助设计

中图法分类号：TS 103.74

由电脑针织横机编织的三维成形针织物具有织造工艺灵活，可加工复杂形状而无需裁剪，能快速变化织物组织结构和形状，成本低等特点。根据织物的尺寸和密度，计算出参加编织的织针数及每一横列的收放针情况，便可编织出符合一定形状要求的三维成形针织物。然而任何一项编织参数如纱线种类、粗细，编织时的弯纱深度、牵拉及纱线张力等的变化，都会影响织物的密度，从而影响收放针的数目，令手工计算繁杂化，不利于产品的开发和应用。三维成形计算机辅助设计系统，旨在帮助设计人员快速获得所需产品的编织工艺，编织出符合预期形状要求的成形产品，在提高产品的可靠性、准确性的同时大大缩短了新产品的试制周期。

1 三维成形针织物计算机辅助设计系统

1.1 系统的结构框图

本系统运用 VB 语言进行编制，模块化的编程方式有利于系统的维护和再开发，系统的结构框图见图 1。

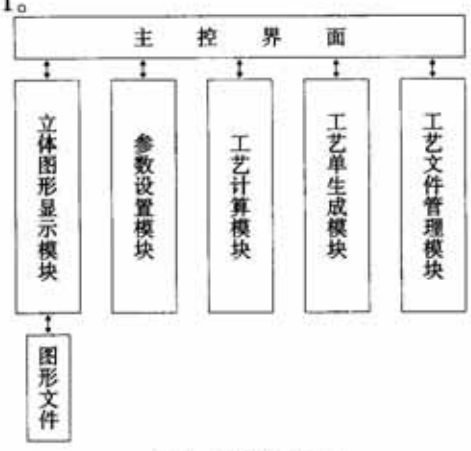


图 1 系统结构框图

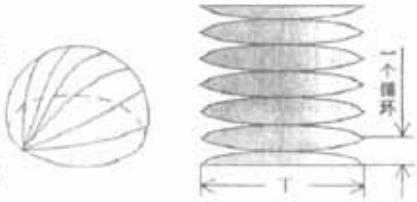
1.2 各模块的主要功能

(1)立体图形显示模块：显示所设计织物的立体图形；(2)参数设置模块：包括机型、机号的设置及其它参数的输入功能；(3)工艺计算模块：接收输入的参数并计算出所编织产品的收放针数目，从而分析计算出每横列应编织的纵行数及起始、终止针所在位置；(4)工艺单生成模块：生成直观的意匠图和可直接用于生产的工艺单；(5)工艺文件管理模块：包括新建、打开、保存、删除、打印、显示工艺文件等功能。

2 编织工艺参数及数学模型的建立

2.1 半球形针织物

如图 2 所示，球形可展开成多个具有相同形状的平面图形，结合立体与平面图形可建立如下数学模型：



(a)立体图 (b)三维展开图

图 2 球形针织物

$$T = \pi R P_a / 10 \tag{1}$$

$$C_i = \frac{P_b T \sin(\pi i / T)}{2 P_a N} + K \tag{2}$$

其中：T 为单针床上参加工作的总针数；C_i 为第 i 枚针在展开图的一个收放针循环中收针或放针阶段连续编织的横列数（其中 $i \in [1, T]$，Ci 取整）；R 为球体的半径（cm）；P_a 为织物的横密（纵行数/10cm）；P_b 为织物的纵密（横列数/10cm）；N 为展开图所包含的收放针循环的个数；K 为修正参数，建议收针阶段取值 0.75，放针阶段阶段取值 0.25。

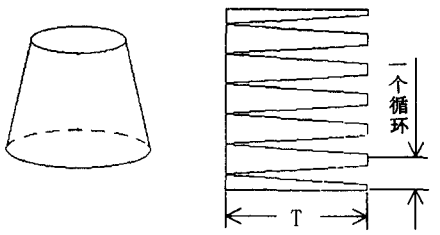
说明：修正参数 K 的引用使得每枚针的编织误差 $<0.5N$ 个线圈，比单纯的取整或四舍五入法误差减小 50%。

2.2 圆锥形针织物

这里介绍的是用持圈收放针方法沿侧向编织的圆锥形针织物，这种方法适用于各种组织结构，只需进行简单的缝合，图 3 是它的立体和二维平面展开图。其数学模型为：

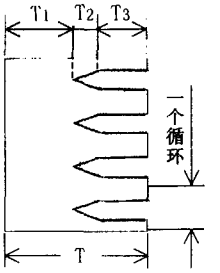
$$T = P_a \sqrt{H^2 + (R - r)^2} / 10 \tag{3}$$

$$C_i = \frac{\pi P_b [R - i(R - r)/T]}{10N} + K \tag{4}$$



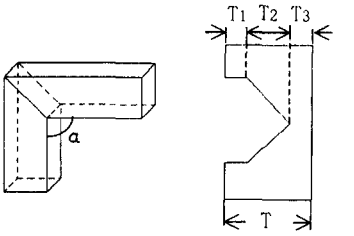
(a)立体图　(b)二维展开图

图 3　锥形针织物



(a)立体图　(b)二维展开图

图 4　凸台形针织物



(a)立体图　(b)二维展开图
(前针床编织部分)

图 5　矩形截面弯路

其中：H 为圆锥高(cm)；R 为圆锥下底圆半径(cm)；r 为圆锥上底圆半径(cm)；其余各参数含义同式(1)和式(2)。

2.3　正方形凸台

它的三维立体及二维平面展开图见图 4，其中展开图由四个完全相同的平面图形构成，并且收放针过程完全对称，现建立其收放针阶段的数学模型如下：

$$T_1 = P_a H_1/10 \tag{5}$$

$$T_2 = P_a(L_1 - L_2)/(20\cos\alpha) \tag{6}$$

$$T_3 = P_a H_2/10 \tag{7}$$

$$T = T_1 + T_2 + T_3 \tag{8}$$

$$C_i = \frac{P_b L_1}{20} - \frac{P_b(i - T_1)}{P_a}\cos\alpha \quad i \in (T_1, T_1 + T_2) \tag{9}$$

式中：T_1，T_2，T_3 为各段的编织针数；L_1 为下凸边长(cm)；L_2 为上凸台边长(cm)；H_1 为下凸台高(cm)；H_2 为上凸台高(cm)；α 为连接两凸台的斜面与水平面的夹角；其余各参数含义同式(1)、式(2)。

2.4　管状针织物

管状针织物由横机上两个针床的织针交替编织而成，普通的圆形直管在横机上很容易编织，这里仅介绍两种典型的采用持圈收放针方法编织而成的弯管。在双针床电脑横机上编织此类弯管，一般只能采用平针组织，而前后针床的编织是完全相同的，因此在建立它们的数学模型时，通常只需考虑在一个针床上的编织情况。

(1)矩形截面弯管　矩形截面弯管的收放针过程完全对称，其三维立体及二维展开图(前针床编织部分)见图 5，前针床编织部分的数学模型为：

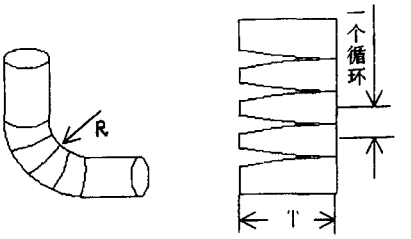
$$T_1 = T_3 = P_a L_1/20 \tag{10}$$

$$T_2 = P_a L_2/10 \tag{11}$$

$$T = T_1 + T_2 + T_3 \tag{12}$$

$$Ci = \frac{P_b(i - T_1)}{P_a \tan(\alpha/2)}, i \in (T_1, T_1 + T_2) \tag{13}$$

式中：T_1，T_2，T_3 为各段的编织针数；C_i 为第 i 枚针在收针或放针阶段连续编织的横列数；L_1 为矩形截面长(cm)；L_2 为矩形截面宽(cm)；α 为两矩形管之间的夹角；其余各参数含义同式(1)和式(2)。



(a)立体图　(b)二维展开图
(前针床编织部分)

图 6　圆形截面直角弯管

(2)圆形截面直角弯管　将圆形截面直角弯管的转角部分均分为 N 节并展开，得到如图 6 所示的立体及二维展开图(前针床编织部分)，并可建立如下数学模型：

$$T = \pi r P_a/10 \tag{14}$$

$$C_i = \frac{P_b T[1 - \cos(\pi i/T)]}{4P_a N} + \frac{P_b \pi R}{40N} + K \tag{15}$$

式中：r 为圆形截面半径(cm)；R 为圆形转向角半径(cm)；其余各参数含义同式(1)和式(2)。

3　结　语

本系统具有良好的用户界面，操作简便、灵活，运用该系统，在 STOLL CMS303TC 电脑横机上已经编织出完全符合预期形状要求的各种成形针织产品。使用证明，该系统是准确、快捷、可靠的，该系统的开发，有利于加快三维成形针织物在产业用纺织品领域的推广和应用。

参　考　文　献

[1] Dipl-Ing Thomas Stoll. The use of V-bed flat machine for the production of technical textiles. Knitting International, May 1991

[2] Hu Hong, Mario de Araujo and Raul Fangueiro. 3D technical fabrics. Knitting International, 1996

[3] 胡红等：利用电脑横机生产三维成形产业用针织物，《中国纺织大学学报》，1997(2)

[4] 李坚等：一个通过医学图象管理系统的设计与实现，《计算机工程》，2000(3)

[5] Samnel Raz 著：《新一代电脑横机》，香港：开益出版社