

羊毛衫组织的变形分析及三维仿真新方法

刘瑶, 邓中民

(武汉纺织大学“新型纺织材料绿色加工及其功能化”教育部重点实验室, 湖北 武汉 430073)

摘要:针对目前羊毛衫CAD软件在纬编织物仿真方面的不足,从变形分析和三维仿真两方面探讨羊毛衫组织三维仿真新方法。程序实验证明:利用VC++和OpenGL进行变形模型的建立及参数化处理,采用NURBS曲线与leaf-Glaskin的改进模型相结合的方式,能更好地进行仿真,且其仿真效果更好。

关键词:羊毛衫;组织;线圈模型;变形分析;三维仿真;OpenGL;NURBS曲线

中图分类号:TS 184.1+12

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2012)02-0021-03

目前,纬编织物三维模型虽然取得了比较好的模拟效果,但大多数形态和视角单一,线圈结构和整体效果之间无法灵活转换,而且是仅对纱线走纱轨迹的模拟,对织物中线圈的变形情况还缺乏深入的研究^[1]。本文针对这一问题通过网格控制法、NURBS曲线与leaf-Glaskin的改进模型相结合的方式提出并探讨了羊毛衫组织三维仿真新方法,这些方法都可以应用于羊毛衫CAD软件中。

1 羊毛衫组织的变形分析及模型建立

1.1 羊毛衫组织的变形机理

羊毛衫线圈变形的影响因素:纱线上各点受力情况;织物的组织结构;线圈长度及结构形态;原料、纱线粗细、织物密度相同的情况下,线圈的延展线长度和方向对线圈偏移起主导作用;还有纱线的规格、材料的性能尤其是弹塑性性能等^[2]。

1.2 羊毛衫线圈变形模型的建立

为方便对线圈偏移量进行量化计算,假设羊毛衫线圈变形仅受纱线张力和线圈长度影响,仅考虑 x 和 y 方向位移,忽略 z 方向;织物以羊毛为原料,全松弛状态下在纬平针的基础上引入其他不同的线圈,如移圈等,且线圈的长度一定。当线圈发生变形时,将各控制点受到的外力模型简化为8个方向的力(取值为0到7且夹角为 45°),网格发生与力方向相应的变形。

采用网格控制法,即将每个线圈用网格分开,线圈分成多段,确定控制点,默认的控制点 n 有24个,当引入不同的组织线圈时,各控制点的受力情况会发生变化,网格会发生变形,可以通过变形的网格来控制线圈及其附近的线圈的形态。研究表明,这种方法能快速地确定周边的线圈变形后的控制点的坐标。对于变形后的线圈要进

行不对称处理,各段要进行不同的参数化处理。

用二维数组 $zz1[i][j]$ 表示织物组织结构。一维数组 $xq[k]$ 表示线圈种类,元素值为1表示成圈即纬平针,2表示集圈,3表示向右移动一个线圈,4表示向右移动两个线圈,5表示向右移动三个线圈,6表示向左移动一个线圈,7表示向左移动两个线圈,8表示向左移动三个线圈,默认值为1。用 ij 表示第 i 行第 j 列的线圈, $zz1[i][j]$ 上、下、左、右的线圈分别为 $zz1[i-1][j]$ 、 $zz1[i+1][j]$ 、 $zz1[i][j-1]$ 和 $zz1[i][j+1]$ 。

1.3 羊毛衫线圈变形模型的参数化处理

将 $zz1[i][j]$ 所对应的网格控制点 n 表示为 $wg[i][j][4]$,网格可以设置4个控制点,控制点的位置如图1所示。

假设当不引入其他类型的线圈时,线圈不发生变形;当引入一

基金项目:湖北省重大项目,纺织面料及服装数字化设计与制造成套技术研究项目(C2010036)。

作者简介:刘瑶(1989—),女,硕士研究生。主要从事纺织新技术方面的研究工作。

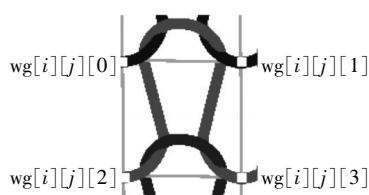


图1 网格的四个控制点

个不同类型的线圈时,线圈发生变形;力的大小符合随着距离的变大不断减弱的原则;本文认为相同的力会引起相同的变形,不考虑组织的不同、网格控制点的位置不同和受力的方向不同;假设在一定范围外的网格变形可以忽略,如当移圈时,以一个网格的控制点为中心,周围一定范围内的网格发生变形,默认网格数为7,如图2,其余的网格不发生变形;同时研究两个纱线相互作用时力的分布情况以及引起的 x 和 y 方向上的位移量的大小,且不计较纱线之间的摩擦力。

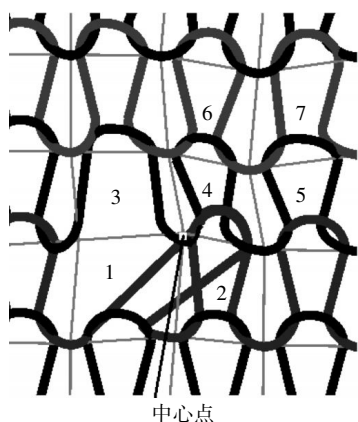


图2 默认发生变形的网格

本文通过观察大量的羊毛衫小样,如图3,设置纬平针的线圈宽度为12,线圈高度为16,单位是屏幕坐标单位。在VC++环境下用if语句判断线圈受力(ch)的方向, $ch=0$ 引起的线圈偏移的位移变化程序如下所示:

```
if (ch==0){wg[i][j].x+=2;wg[i][j].y+=0;
wg[(i-1+10)%10][j].x+=1;wg
```

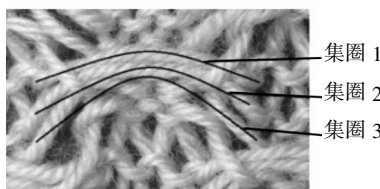
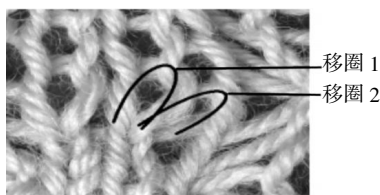


图3 线圈变形的实物小样

```
[(i-1+10)%10][j].y+=0;
wg[i][(j-1+10)%10].x+=1;
wg[i][(j-1+10)%10].y+=0;
其余方向同理。
```

可以通过自定义函数 BOOL wg2(POINTF wg[][24], int i, int j, int ch)和 BOOL wg3(POINTF wg[][24], int i, int di, int j, int dj, int ch1, int ch2, int ch3, int ch4)实现羊毛衫线圈变形的模型建立,其中

d_i 和 d_j 表示引入线圈相对于成圈的在 x 和 y 方向的距离,然后使网格和控制点发生相对的位移,函数包含了各个方向力的计算公式和线圈变形量的计算公式。

变量 d_i 和 d_j 的确定:引入单个移圈时,当向右移线圈即 $xq[k]=3$ 时, $d_i=1$ 等,向左移线圈即 $xq[k]=6$ 时, $d_i=-1, d_j=0$ 等;引入单个集圈时,当 $xq[k]=2$ 时 $d_i=0, d_j=-1$;引入多个移圈, $xq[k]=3$ 和 $xq[k]=6$ 时网格的控制点处的受力将是多个力的合成;引入多个集圈,有 n 个 $xq[k]=2$ 时, d_i 依次为 $n, d_j=0$ 。

1.4 羊毛衫线圈变形的三维模拟效果显示

本文在VC++环境下编写了“变形控制点参数”对话框,用户可以输入羊毛衫组织参数,点击OK就能自动生成模拟图,如图4所

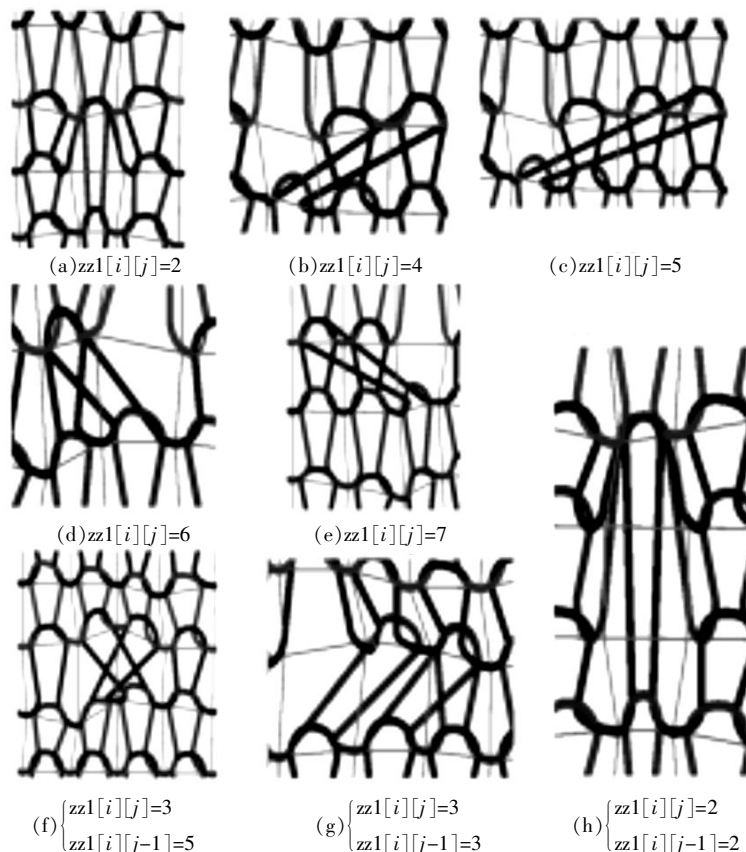


图4 羊毛衫不同组织的变形模拟图

示。这一功能可以应用于羊毛衫CAD软件。

2 羊毛衫组织三维仿真模型的建立

2.1 羊毛衫组织仿真的影响因素

羊毛衫组织的三维仿真效果跟纱线参数及后整理有关^[3]。纱线粗细和颜色将生成不同风格的针织品;线圈和线圈之间不同的串套;纱线在形成线圈时的弯曲、光滑以及线圈互相串套时的重叠、覆盖等因素;光照模型生成方面,在这里只考虑光的颜色和反射强度。这些因素对仿真效果都有一定影响。

2.2 羊毛衫三维线圈模型的建立

以纬平针为基础,假设全松弛情况下,纱线均匀一致,线圈单元左右对称,交织点即为合力的作用点;变形时,线圈单元左右不对称,要分别分析研究。线圈由针编弧、沉降弧和圈柱组成;正弦函数表示纱线的起伏效果,曲线表示圈柱部分;认为相邻的两个沉降弧或针编弧相切,下一横列的针编弧和上一横列的沉降弧也相切,可以通过简单的参数设置控制线圈形态。

本文在继承 leaf-Glaskin 线圈模型优点的基础上^[4],对模型共取 24 个型值点($n=24$),分别记为 Q_i (x_i, y_i, z_i),如表 1,在不考虑线圈倾斜的前提下,通过反算法根据 Q_i 坐标求出控制点坐标 P_i ,再通过插值运算求出插值点坐标 B_k ,可生成通过插值点得到的非线性 NURBS 曲线。

其中: Q_1 和 Q_{24} 为沉降弧最低点,代表起点和终点; Q_6 和 Q_{20} 为沉降弧和圈柱连接点; Q_8 和 Q_{17} 为针编弧与圈柱连接点; $Q_2, Q_6, Q_7, Q_{11}, Q_{14}, Q_{18}, Q_{19}$ 和 Q_{23} 为线圈的交织点;增加 Q_3, Q_9 和 Q_{10} 等中间点来保证弧线的圆滑。

实验证明,该模型计算速度

表 1 线圈型值点 Q 的坐标

型值点	坐标值	型值点	坐标值	型值点	坐标值	型值点	坐标值
Q_1	(0,0)	Q_7	(2,0)	Q_{13}	(2,0)	Q_{19}	(9,15)
Q_2	(4,4)	Q_8	(10,0)	Q_{14}	(0,4)	Q_{20}	(11,12)
Q_3	(2,12)	Q_9	(1,0)	Q_{15}	(1,12)	Q_{21}	(1,4)
Q_4	(6,16)	Q_{10}	(2.5,1)	Q_{16}	(9,2)	Q_{22}	(11,0)
Q_5	(10,12)	Q_{11}	(3,14)	Q_{17}	(3,15)	Q_{23}	(12,4)
Q_6	(12,0)	Q_{12}	(5,16)	Q_{18}	(3,2)	Q_{24}	(2,16)

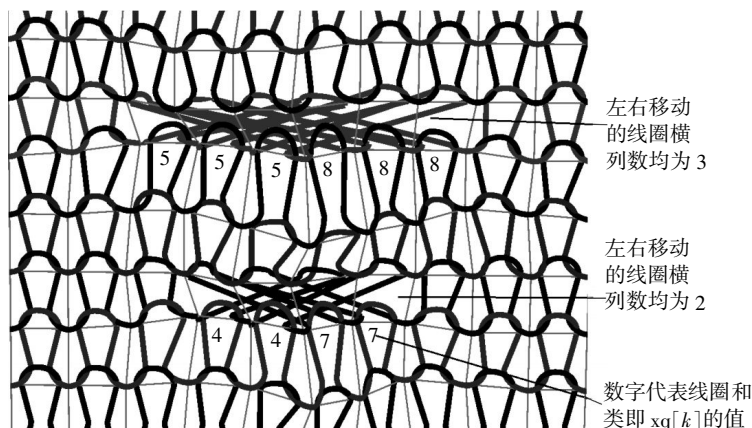


图 5 单面绞花纱罗织物的三维仿真模拟

快,且得到了相当光滑的线圈效果图,同时得出了线圈模型形态及其控制方法,解决了针织物在厚度方向的空间起伏问题,甚至可以模拟各种复杂针织物组织。

3 用 OpenGL 实现羊毛衫单面绞花纱罗织物的三维仿真

用 OpenGL 进行三维模拟显示,包括坐标变换、光照模型和消隐^[5]等过程。本文在 VC++ 环境下编写了“线圈参数”对话框,用户可以输入相应的羊毛衫组织参数,然后点击 OK,自动生成单面绞花纱罗组织的模拟图,如图 5。

4 结论

a. 在羊毛衫的组织变形分析方面,通过对羊毛衫组织的变形机理分析,在 VC++ 环境下采用网格控制法,利用 OpenGL 进行变形模型的建立及参数化处理,通过建立八个方向的外力模型和自定义函数来处理网格控制点的位移变化。

b. 在羊毛衫三维仿真方面,基于 NURBS 曲线与 leaf-Glaskin 的改进模型,通过反算法和插值法建立了非线性纬编线圈单元模型和组织结构模型。

c. 这些新方法都已应用于羊毛衫 CAD 软件中,其仿真效果更好,对羊毛衫组织的进一步变形分析及仿真具有一定的指导意义。

参考文献

- [1]王辉,方园,潘优华.纬编针织物线圈模型的分析与研究[J].浙江理工大学学报,2008(5):521-525.
- [2]孙曙光.纬编针织物风格影响因素分析[J].针织工业,2010(4):3-5.
- [3]史晓丽,耿兆丰.针织三维效果仿真的研究及实现[J].东华大学学报,2003,29(3):47-50.
- [4]兰振华,祝双武,尉霞,等.针织物三维仿真新方法[J].针织工业,2010(4):8-10.
- [5]乔林,费广正.OpenGL 程序设计[M].北京:清华大学出版社,2000.

收稿日期 2011 年 9 月 14 日