

经编压纱织物线圈的三维建模与动态仿真

秦敏, 陈少凤, 王响, 李丽, 邓中民

(武汉纺织大学 纺织学院, 湖北 武汉 430073)

摘要: 通过对编链、六角网、经平和压纱等线圈三维模型的分析, 根据各组织线圈结构特点, 确定用同样曲线模拟织物结构, 确定控制点的数目和位置, 建立此类织物结构的理论模型, 运用VC++程序进行编程, 实现了压纱经编织物较好的仿真效果。

关键词: 经编; 压纱; 三维仿真; 线圈模型; 控制点

中图分类号: TS 184.1+11

文献标志码: A

文章编号: 1000-4033(2012)04-0003-04

虽然经编针织物的开发比纬编针织物和机织物起步晚, 但它的发展空间及应用范围越来越广, 且市场对经编针织物的需求正逐年增加。为提高经编针织物的开发速度, 各种计算机辅助设计系统应运而生。这些软件通过对织物线圈结构的模拟, 以达到对织物外观和图案效果的仿真, 从而实现对织物结构特征和外观效果的提前预测。

对经编线圈结构的模拟研究, 比较早的是安立逊(ALLISON G L)提出的简化模型, 以半径为 $2d$ 的半圆作为针编弧, 以两条直线和第3条直线分别作为线圈圈柱和延展线, 但是该模型没有考虑线圈的立体结构, 也没有分前后梳栉。1964年格罗斯勃(GROSSBERG P)提出将线圈主干作为一弹性杆进行数学力学分析, 得出了格罗斯勃第一模型和第二模型^[1]。以及后来的卓

乃坚的衬纬经编线圈模型, 这些线圈模型主要基于二维平面结构的模拟, 不能立体直观地显示织物的三维结构, 不利于对织物性能的研究。随着计算机仿真技术的发展, 逐渐出现对经编针织物三维结构以及三维仿真的研究。英国利兹大学 Goktepe O 博士在研究过程中, 通过实验测量出普通单梳和双梳经编组织的线圈结构参数, 并对这些参数进行对比分析, 最终通过简化纱线模型以及作出相应的假设, 采用 NURBS 方法获得了经编线圈的三维立体模型, 并运用计算机编程语言实现了一些简单经编针织物的三维模拟^[2-4]。本文在此基础上, 对经编线圈的三维模型进行改进, 以期三维仿真效果更好, 线圈模型适用范围更广。

1 经编针织物三维模型的建立

纱线在经编线圈中的走向弯

曲多变, 为能较好地描述线圈的实际形状, 本文采用描点法在 VC++ 环境中建立经编针织物线圈的三维模型, 并以编链为地组织作压纱经编组织线圈三维模拟。

1.1 开口编链线圈模型

经编针织物的线圈由圈柱、圈弧和延展线组成。开口编链线圈模型如图1所示, 采用16个点来控制, 再通过循环将线圈在纵横方向进行延伸。

选用参数 w, h, k 表示线圈控

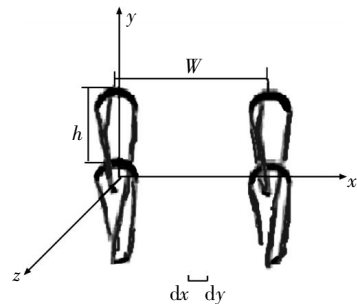


图1 线圈结构仿真模拟

制点坐标与纱线运动轨迹,控制点 $P(dx, dy, dz, k)$ 坐标如下:

$$\begin{cases} dx=w/n \\ dy=h/m \\ dz=0 \text{ 或 } \pm 2 \text{ 或 } \pm 4 \\ k=0 \text{ 或 } 1 \text{ 或 } 2 \end{cases}$$

式中, w 表示地组织一个循环的宽度, n, m 为常数, h 表示线圈高度, dz 表示纱线在线圈上的层次, $k=1$ 表示逆时针弧线, $k=2$ 表示顺时针弧线, $k=0$ 表示直线。

1.2 压纱组织线圈模型

传统压纱经编织物的线圈结构有两种形式,如图2所示。本文所编的程序对这种传统形式加以改进,将成圈部分设计成类似太极八卦图如图3所示,压纱结构线圈模型由10个点来控制,图中点2、1(1')、0、3(3')、4、5(5')、6均为压纱线圈控制点,延展线通过连接两个线圈的控制点而使线圈连接起来。



图2 压纱经编织物线圈模型

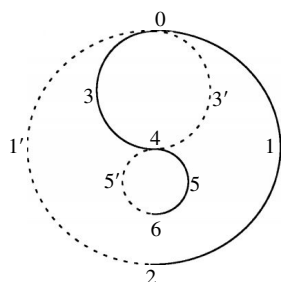
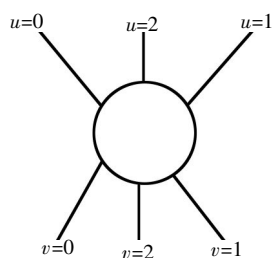


图3 压纱线圈控制点模型

由于延展线连接方向不同会使压纱在织物上的线圈形态不同,故将延展线也建立一个模型如图4所示,根据延展线方向即可得出9种形态的压纱线圈图。

VC++程序中判断 u, v 的条件如下:

$$\text{if} [s[(k+2)\%hh] + s[(k+3)\%$$



注: v : 连接前一个线圈与该线圈的延展线(即导入延展线); u : 连接该线圈与下一个线圈的延展线(即引出延展线); u, v 值, 进出延展线的方向。

图4 压纱线圈延展线模型

$hh] > s[k] + s[k+1]] u=0;$
 else if $[s[(k+2)\%hh] + s[(k+3)\%hh] < s[k] + s[k+1]] u=1;$
 else $u=2;$
 if $[s[(k-2+hh)\%hh] + s[(k-1+hh)\%hh] > s[k] + s[k+1]] v=0;$
 else if $[s[(k-2+hh)\%hh] + s[(k-1+hh)\%hh] < s[k] + s[k+1]] v=1;$
 else $v=2;$

在建立了以 u, v 为参数的模型后,将 u, v 进行组合,并在程序中运行验证,最终得到的9大类线圈模型如表1所示。

表1中, ki 由垫纱数码决定。若垫纱数码某组数字中前一个数字大于后面的数字,则 $ki=2$ (顺时针);前一个数字小于后一个数字,则 $ki=1$ (逆时针)。表2、表3则分别说明了 u, v 的组合方式与延展线的走向,如种类I: 纱线逆时针走时,导入延展线连接点2,引出延展线连接点6,压纱线圈如图3中弧线2-1-0-3-4-5-6,即表1中 $u=0, v=0$ 时 $ki=1$ 的情况,纱线由点2经点1逆时针转过 180° 到点0,再经过点3逆时针 180° 到点4,再经过点5顺时针转过 180° 到点6,表2、表3中模型I~IX点线轨迹对应表1中1~9所示线圈模型。

表1 9大类线圈模型

种类	$ki=1$	$ki=2$	种类	$ki=1$	$ki=2$
第1类 $u=0$ $v=0$			第6类 $u=1$ $v=0$		
第2类 $u=1$ $v=1$			第7类 $u=2$ $v=0$		
第3类 $u=0$ $v=1$			第8类 $u=1$ $v=2$		
第4类 $u=2$ $v=1$			第9类 $u=2$ $v=2$		
第5类 $u=0$ $v=2$					

2 实验验证

2.1 编链生成

首先要确定控制点的坐标点,坐标值用 w, h 来表示。编链由15个点控制生成,各点的坐标如表4所示。

编链仿真图如图5所示。

通过控制点确定编链的最小单元,再通过循环语句对编链进行纵横向扩展。编链由下而上,从左至右得到如图6压纱经编组织地组织效果图。

2.2 压纱规律

压纱经编组织利用压纱梳栉满穿或部分穿经,结合运用开口或闭口垫纱运动,由此而形成多种花纹^[5]。在确定压纱经编组织地组织后,可用同样的方法确定压纱线圈模型图。不同的垫纱数码会形成压纱线圈的不同走向,而不同的走向会对应出现不同的压纱线圈图。如图7所示即为由9种不同垫纱数码综合组成的多个垫纱运动图模型中的几种。

3 结束语

由于经编针织物组织多变,且原料种类繁多,故首先从较简单的开口编链,压纱梳栉闭口垫纱运动开始进行仿真模拟,在初步理解压纱经编织物的几何特点后,再将闭口改为开口,最后将垫纱在开口与闭口之间转换,并建立相应的灵活性较强的模型。大量的程序实验证明了运用VC++进行仿真的可行性:仿真效果好,建立的数学模型能从微观的角度更清楚地了解显现经编织物的几何特点,这对于经编进一步仿真具有一定的指导性。但若要对各种经编织物,如缺垫经编组织、网眼类经编组织的三维模拟,还需进行更深入细致的研究,这也将是今后进一步研究的方向。

表2 u 和 v 的组合方式

种类	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
u	0	1	0	2	0	1	2	1	2
v	0	1	1	1	2	0	0	2	2

表3 延展线走向

种类	$ki=1$			$ki=2$		
	进点	出点	中间点线圈轨迹	进点	出点	中间点线圈轨迹
I	2	6	2→1(180°)	0	2	0→1(180°)
			0→3(180°)			
			4→5(180°)[$ki=2$]			
II	0	2	0→1'(180°)	2	6	2→1'(180°)
						0→3'(180°)
						4→5'(180°)[$ki=1$]
III	1	6	1→0(90°)	2	4	2→1'(180°)
			0→3(180°)			0→3'(180°)
			4→5(180°)[$ki=2$]			
IV	3'	3	3'→0(90°)	2	1	2→1'(270°)
			0→3(90°)			
V	1	6	1→0(90°)	1'	2	1'→0(270°)
			0→3(180°)			
			4→5(180°)[$ki=2$]			
VI	2	4	2→1(180°)	0	6	0→3'(180°)
			0→3(180°)			4→5'(180°)[$ki=1$]
VII	2	1'	2→1(270°)	1'	2	1'→0(270°)
VIII	1	2	1→0(270°)	1'	6	1'→0(90°)
						0→3'(180°)
						4→5'(180°)[$ki=1$]
IX	1	1'	1→0(180°)	1'	1	1'→0(180°)

表4 控制点坐标

控制点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
坐标 x	1.0dx	0	2.0dx	4.0dx	3.0dx	2.0dx	2.5dx	3.0dx	4.0dx	2.0dx	0	1.5dx	2.5dx	1.5dx	1.0dx
坐标 y	-1.0dy	3.0dy	4.0dy	3.0dy	-2.5dy	-1.5dy	0.8dy	3.0dy	7.0dy	8.0dy	7.0dy	2.5dy	3.5dy	6.0dy	7.0dy
坐标 z	-4.0	0	0	0	-4.0	4.0	2.0	-4.0	0	0	0	-4.0	4.0	2.0	-4.0
弧向 k	0	2.0	2.0	0	2.0	0	0	0	1.0	1.0	0	1.0	0	0	/

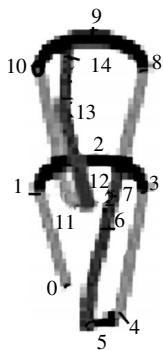


图5 编链仿真图



图6 编链运动效果图

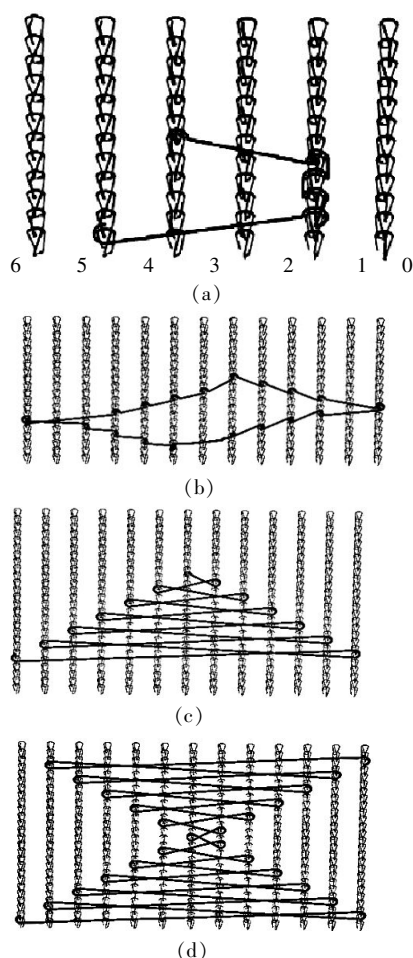


图7 垫纱运动模型图

参考文献

- [1] 龙海如. 针织学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2003.
- [2] GOKTEPE O, HARLOCKS C. Three dimensional computer modelling of warp knitter structures [J]. Textile Research Journal, 2002, 72(3):266-272.
- [3] GOKTEPE O. Use of non-uniform rational B-splines for three dimensional computer simulation of warp knitted structures[J]. Turk J Engin Environ Sci, 2001, 25:369-378.
- [4] GOKTEPE O. A 3-D loop model for visual simulation of warp-knitted structures[J]. Journal Textile Institute, 2002, 93(1): 11-28.
- [5] 张丽哲, 蒋高明, 高卫东. 经编组织的三维仿真与动态实现[J]. 纺织学报, 2009, 30(2): 125-129.

收稿日期 2011年9月15日

链接

压纱经编组织概述

压纱经编组织是指有衬垫纱线绕在线圈基部的经编组织,其中衬垫纱不编织成圈,只是在垫纱运动的始末呈纱圈缠绕在地组织线圈的基部,而其他部分均处于地组织纱线的上方,即处于织物的工艺反面,从而使织物获得三维立体花纹。压纱经编组织常用来在坯布上形成突出绣纹,改善坯布的尺寸稳定性。

1 压纱经编组织的形成

压纱经编组织由一把梳栉(后梳)编织地组织,此梳栉称为地梳;另一把梳栉(前梳)垫纱,不成圈,纱线绕在线圈根部,此纱称为衬垫纱,这一把梳栉叫压纱梳。衬垫纱在地组织上形成花纹(在坯布反面),此结构能减少坯布横向拉伸性和脱散性。

压纱组织是在带有压纱板机构的经编机上编织的,压纱板是一片与机器门幅等宽的金属薄片,位于压纱梳栉之后,地组织梳栉之前,压纱板不仅能与导纱梳栉一起前后摆动,而且能做上下垂直运动。

形成压纱经编组织的过程如下:两把地梳在压纱板后面,压纱板前面有两把压纱梳,开始地梳、压纱梳以及压纱板同时摆到针前,在针前横移一个针距后,向针后摆,当压纱梳摆至针后时,压纱板突然下降将压纱梳的纱线压到针杆上,当针下降时,旧线圈与压纱纱线同时从针头上脱下,地梳与压纱梳一般用反向垫纱,这样当压下压纱纱线时不会将地纱带下。

2 压纱经编组织的类型

压纱经编组织有多种类型,其中应用较多的是绣纹压纱经编组织。

a. 绣纹压纱经编组织

由压纱衬垫纱线在地组织表面形成明显凹凸绣纹的经编组织。由于压纱纱线不成圈编织,因而可以使用花色纱或者粗纱线,压纱梳栉可以满穿或部分穿经,可以运用开口或闭口垫纱运动,由此形成多种花纹。

压纱前梳与地梳的针前垫纱方向不同,前梳纱在坯布中的线圈结构也不同。

前梳纱与地梳纱同向垫纱时,当同向针前垫纱的前梳纱被压纱板下压至针杆时,由于滞留在针杆上的地组织纱线受到意外的张力,会引起线圈歪斜。因此同向针前垫纱编织时,先由前梳栉进行针前垫纱,接着压纱板下压,然后地组织进行针前垫纱。除了这种垫纱方法之外,为了防止线圈歪斜,还将前梳纱的张力调得小一些,地梳纱的张力调得大一些。

前梳纱与地梳纱逆向垫纱结构也叫做“8”字形组织,比较容易编织,而且应用也最为广泛,由于这种方法形成的线圈呈“8”字形,因此它适用于运动衣等领域。

b. 缠接压纱经编组织

利用压纱纱线相互缠接,与其他纱线缠接,形成一定花纹效应的经编组织。

c. 经纬交织组织