

股线 3D 模型的建立

郑天勇

(天津工业大学纺织与服装学院,天津,300160)

摘要:提出按照螺旋线的方法构造单纱在股线中的构形,建立了股线的 3D 模拟织物外观。该股线模型应用于单纱会更逼真模拟捻度效果。

关键词:股线 3D 模型 模拟设计 研究

中图分类号:TS 106.421

文献标识码:A

越来越多的学者开始研究用 3D 图像模拟织物外观。同传统的 2D 模拟织物效果图相比,3D 图像真实感和立体感十分突出。但是仅就纱线设计功能来说,3D 模拟还略显不足。2D 的织物 CAD 模拟系统中,无一例外地都配备了纱线设计功能,不仅可以模拟设计单纱,还可模拟股线和各种花饰线。从文献来看,织物 3D 模拟图像中目前采用的都只是单纱。本文介绍如何设计 3D 股线。

织物外观 2D 模拟中,股线是采用位图的方法设计的。一般在一定的位图区域内,按照股线捻回角的方向,在该区域内以一定的间隔和颜色画一系列直线的方法得到的。在织物外观模拟时,纱线在织物中有弯曲,则按照扭曲程度,对于设计区域内的部分位图进行平移(简单的方法)或者旋转(复杂的方法)就可以得到纱线在织物中的效果图。这种方法类似于单纱 3D 模型中的模拟捻度效果的纹理贴图,却根本不

适应股线 3D 模型。

1 一根股线的 3D 模型

股线是由两根或两根以上的单纱并合加捻形成的,它的结构较单纱复杂的多。若一次并捻单纱的根数在 6 根以上时,其中一根或几根单纱将处在中间位置。当一次并捻的根数在 5 根以内时,各根单纱受力均匀,形成空心结构,股线的结构均匀稳定^[1]。因此,假设每根单纱截面是圆形(或椭圆),双股线的截面图将如图 1-a 所示,而三股线的截面图将如图 1-b 所示。如果并捻数是 n ($n > 2$),则形成股线的 n 根单纱的中心构成正 n 边形,股线的中心则是这正 n 边形的中心。在实际生产中,特别是在服用服饰织物,股线中的单纱根数一般不超过 3 根。

将一根平直的股线按照一定的间隔切分若干段,则所得到的截面图是按照股线中心以一定的角度旋转而来。若切割的间隔无限小,则各截面上单纱中心的连线在空间形成圆柱螺旋线。以股线(Z 捻)中心连线为坐标系 Z 轴,螺旋线是单纱中心在

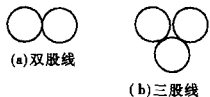


图 1 双股线和三股线的截面图

空间轨迹,其参数方程式^[2]:

$$x = r \cdot \cos\theta; y = r \cdot \sin\theta; z = \pm r \cdot \theta \cdot \tan\beta$$

$$= \pm \frac{h}{2\pi} \theta = \pm \frac{100}{2\pi \cdot T_{tex}} \theta$$

式中, x, y, z 是单纱截面中心的坐标; r 是股线中心到单纱中心的距离; θ 是转过的角度; h 是螺距(或者是一个捻度所对应的纱线长度); β 是螺旋角($\beta = \pi/2$ -捻回角(z 捻)或者 $\beta = \pi/2 +$ 捻回角(s 捻)); T_{tex} 是股线的捻度(捻回数/100mm)。股线是 z 捻时, z 坐标计算公式取“+”号;若要 s 捻,则取“-”号。

双股线中, z 值相同的两根单纱中心对应股线中心转角 θ 的相位差是 π , 而三股线中, z 值相同的两根单纱中心转角的相位差是 $2/3\pi$ 。如果并捻数目是 n ($n \leq 5$), 则 z 值相同的相邻两根单纱中心对应转角的相位差是 $2\pi/n$ 。

根据上面公式, 当给定股线的规格, 就可以计算股线的直径和组成该股线的各根单纱的直径^[1], 得到单纱中心在各个截面上对应的位置, 按照 NURBS 曲面构造该单纱外形, 并可以设定其纹理方程或纹理位图模拟单纱的捻度。当各根纱线构造完毕, 在计算机屏幕上就显示出股线的 3D 造型。值得一提的是, 组成股线的单纱的纹理在单独显示和在股线中显示时, 纹理倾斜方向要发生一些变化。当股线和单纱捻向相同时, 倾斜角度减小; 当股线和单纱捻向相反时, 倾斜角度变大。由于纱线中模拟捻度的直线的倾斜角在单纱和股线中有所变化, 采用纹理方程法的一维纹理更为方便, 而使用纹理位图的二维纹理则会麻烦许多。图 2 是根据该算法得到的双股线和三股线的 z 捻和 s 捻的 3D 模拟效果图。

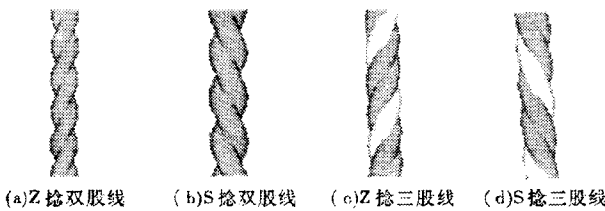


图 2 股线 3D 模型的模拟效果图

2 织物中股线的 3D 模型

在织物中, 纱线要发生弯曲, 这使得组成股线的单纱在空间构形又要复杂一些。设股线要通过的相邻两个组织点 P_0, P_1 的位置(即股线中心的位置)分别是 (x_0, y_0, z_0) 和 (x_1, y_1, z_1) (组织点位置计算方法参见文献 3)。因为相邻组织点位置很近, 为了简化计算, 认为这两点连线为水平或垂直线段。若组成股线的某单纱中心在第一个点处对应的转角是 θ_0 , 则第二个点处单纱中心对应的转角 θ_1 的计算公式如下:

$$\theta_1 = \theta_0 + 2\pi \cdot T_{tex} (Z_1 - Z_0) / 100$$

在组织点 P_1 处, 该单纱中心的位置 (x, y, z) 计算公式如下: $x = r \cdot \cos\theta_1 + x_1; y = r \cdot \sin\theta_1 + y_1; z = z_1$ 。

得到股线上各处得单纱中心位置后, 可以绘制股线中单纱在空间的构形, 将组成股线的所有单纱都绘出, 便显示出股线在织物中的形状。

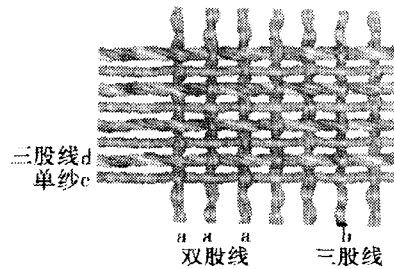


图 3 使用多种纱线的平纹织物 3D 模拟效果图

图 3 是使用多种纱线的平纹织物 3D 效果图。图中, 纱线 a 是两种相同的单纱并合的双股线, 纱线 b, d 是三种不同颜色纱线并合成的三股线, 纱线 c 是单

纱。可以看出, 采用螺旋线构造股达到了真实模拟股线 3D 图像的目的。

在采用笔者介绍的方法设计股线时, 必须注意以下两点: 1) 为了避免出现大面积有规律的不匀, 组成织物的股线的各根单纱的转角起始位置应该是随机值。2) 如果股线本身是由若干根股线并和而成, 则形成缆线。组成缆线的基本部分仍然是单纱, 但单纱的构形更加复杂, 笔者未考虑此内容。

3 股线 3D 模型的特殊用途

根据螺旋线模型不仅可以构造股线的造型, 甚至能构造单纱模型。在一般的 3D 图像模拟织物的研究中, 单纱用圆柱或椭圆柱的构型。为了逼真模拟单纱, 中利用一维纹理和二维纹理模拟纱线捻度。如果将模拟的纱线放大一定倍数后, 发现一维纹理和二维纹理显得过于呆板。实际上, 更真实的添加纹理的方法应该是凸包纹理, 一般的开发工具目前并不能提供该功能。组成单纱(主要是短纤纱)的纤维在加捻成纱后, 在空间也呈螺旋线构型。这时, 可以将单纱认为是“股线”, 而组成这样的“股线”的“单纱”则是纤维。“并捻数” n 应该在 20 以上, 公式中的 r 近似等于“股线”(实际是单纱)的半径, 而组成的“单纱”的半径就是纤维的半径。这样做的结果是单纱模拟的真实感进一步加强, 与此同时, 运行速度显著下降。因此, 除非计算机运行速度再提高数十倍, 或者对于模拟图像在放大倍数较大时捻度效果也有特别高的要求, 才有必要考虑用股线模型构造单纱。

参考文献

- 1 姚穆等 纺织材料学. 北京: 纺织工业出版社, 1988 317、278
- 2 数学手册编写组. 数学手册. 北京: 高等教育出版社, 1979 411
- 3 郑天勇等 机织物结构的计算. 天津工业大学学报, 2002 (2): 12
- 4 孙家广等 计算机图形学. 北京: 清华大学出版社, 1994. 499