第 26 卷第 5 期　　　　纺　织　学　报　　　　Vol.26, No.5
2005 年 10 月　　　　Journal of Textile Research　　　　Oct., 2005

双圆弧在服装纸样设计中的应用

李重[1,2]
(1. 浙江理工大学 数学科学系, 浙江 杭州　310018; 2. 上海交通大学 计算机科学与工程系, 上海　200030)

摘　要　在服装纸样设计中,寻找一曲线来连接两给定端点且满足两端点的切线方向,即构造曲线与两控制边相切时,使用双圆弧来连接。该方法设计简单,且可以修改切点位置更改曲线形状,增加了纸样设计的多样性,丰富了服装设计的款式和式样。

关键词　服装; 纸样设计; 双圆弧; 样条函数
中图分类号: TS 941.2　　　文献标识码: A　　　文章编号: 0253-9721(2005)05-0101-03

Biarc application in the garment pattern design

LI Zhong[1,2]
(1. *Department of Mathematics and Science, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang*　310018, *China*; 2. *Department of Computer Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai*　200030, *China*)

Abstract　In the garment pattern design, the biarc segment is used to connect two given points while satisfying their tangent directions respectively. The biarc technique is simple to use in designing and the shape of biarc can be modified by adjusting two endpoints. This method enriches the garment style and increases the diversity of garment pattern design.

Key words　garment; pattern design; biarc; spline function

在服装 CAD 纸样设计过程中,通常先根据尺寸要求确定控制点,再根据控制点用直线段绘制样片的大体轮廓,即绘制多边形;然后在多边形内用直线和曲线绘制封闭的图形。由于样片的形状不规则,即构成样片的曲线比较复杂,为了使曲线光滑、丰满、有弹性,经常会遇到曲线与控制边相切的问题,通常使用单圆弧来构造[1~3]。但事实上连接两给定端点且满足相应的切线方向,使用一个圆弧段是无法得到的,必须附加一些条件。如图 1 所示,寻找曲线与 AB, BC 相切,必须限定条件如切点 B_1, B_2 满足 $BB_1 = BB_2$ 时,过点 B_1 作 AB 的垂线,再过点 B_2 作 BC 的垂线并交另一垂线于 Q 点,最后以点 Q 为圆心, B_1Q 或 B_2Q 为半径得到满足条件的圆弧。也可使用 B 样条曲线或分段多项式曲线来构造,但都涉及求解大型非线性方程组问题,不适用。

由于圆弧是最基本、最简单的曲线,也是服装纸样设计中的常用曲线,因此可使用双圆弧来构造通过两任意给定端点且满足相应的切线方向,即构造双圆弧与两控制边相切。在具体设计过程中,还可根据需要改变切点位置修改曲线形状,增加服装 CAD 设计的多样性和灵活性。

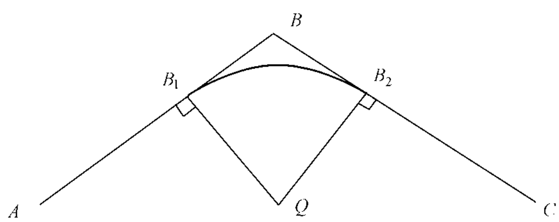

图 1　单圆弧连接

1　构造双圆弧

通过两给定端点并且满足两端点处相应的切线方向,可以建立数学模型来寻找双圆弧。分两种情况考虑,具体的求解方法如下。

1.1　两切线方向一致

当弧线连接两端点 A, B,其切线 t_A, t_B 方向一致时(即同为顺时针或同为逆时针),如图 2 所示。假设 α 为 t_A 与向量 AB 之间的夹角, β 为 t_A 与 t_B 之间的夹角, γ, $\beta-\gamma$ 为两圆弧所对应的圆心角, r_1, r_2 为两圆弧的半径, O_1, O_2 为相应圆弧的圆心, AB 的长度记为 $|B-A|$。显然 α, β, $|B-A|$ 已知, γ 角度

基金项目:浙江省青年教师基金资助项目(114351A3251391)
作者简介:李重(1975-),男,副教授,博士后。主要研究领域包括计算机服装辅助设计、计算机图形学等。

不唯一,文献[4]指出,为了使两圆弧的曲率半径之差达到最小,可设 $\gamma = 2\alpha - \beta/2$。

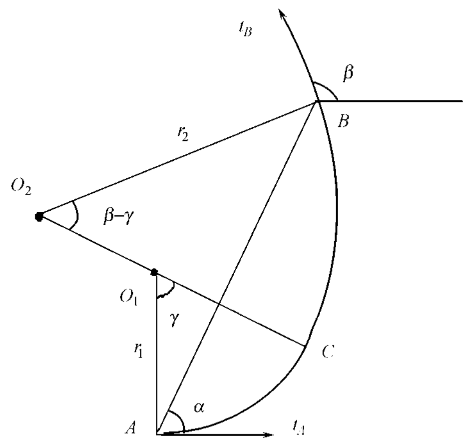

图 2 双圆弧(切线方向一致)

假设 t_A 平行于坐标系 x 轴并指向正方向,向量 AC 可表示为 $r_1\begin{vmatrix}\sin\gamma \\ 1-\cos\gamma\end{vmatrix}$,向量 CB 可表示为 $r_2\begin{vmatrix}\sin\beta-\sin\gamma \\ -\cos\beta+\cos\gamma\end{vmatrix}$,所以向量 AB 为

$$AB = AC + CB$$
$$= r_1\begin{vmatrix}\sin\gamma \\ 1-\cos\gamma\end{vmatrix} + r_2\begin{vmatrix}\sin\beta-\sin\gamma \\ -\cos\beta+\cos\gamma\end{vmatrix}$$

又由向量的定义可知

$$AB = |B-A|\begin{vmatrix}\cos\alpha \\ \sin\alpha\end{vmatrix}$$

所以可得关于 r_1, r_2 的方程组

$$\begin{cases} r_1\sin\gamma + r_2(\sin\beta-\sin\gamma) = |B-A|\cos\alpha \\ r_1(1-\cos\gamma) + r_2(-\cos\beta+\cos\gamma) = |B-A|\sin\alpha \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} r_1 = \dfrac{|B-A|[\cos(\alpha-\gamma)-\cos(\alpha-\beta)]}{\sin(\beta-\gamma)-\sin\beta+\sin\gamma} \\ r_2 = \dfrac{|B-A|[\cos(\alpha-\gamma)-\cos\alpha]}{\sin(\beta-\gamma)-\sin\beta+\sin\gamma} \end{cases}$$

这样,具体的寻找两圆弧方法如下:首先由 r_1, r_2 可计算出向量 AC 和 CB 的值,两圆弧交点 C 的位置可以求出,然后作 AC 的垂直平分线,在该线上取点 O_1 使得 $O_1A = r_1$,同样由 CB 的垂直平分线,在该线上取点 O_2 使得 $O_2B = r_2$,这样得到相应的圆心、半径和交点,从而找到两圆弧。

1.2 两切线方向不一致

切线方向不一致时的双圆弧如图 3 所示,也可用类似的方法找到两圆弧。此时,向量 AC 表示为 $r_1\begin{vmatrix}\sin\gamma \\ 1-\cos\gamma\end{vmatrix}$,向量 CB 表示为

$$r_2\begin{vmatrix}\sin\gamma-\sin(2\gamma-\beta) \\ \cos(2\gamma-\beta)-\cos\gamma\end{vmatrix}。$$

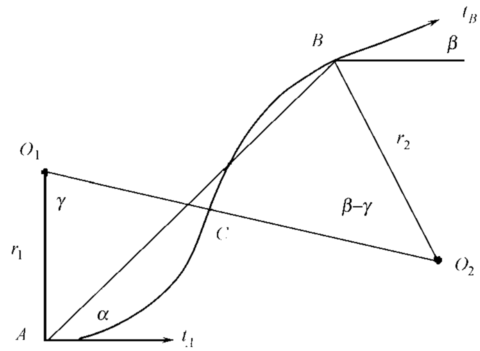

图 3 双圆弧(切线方向不一致)

类似地,可得到线性方程组

$$\begin{cases} r_1\sin\gamma + r_2(\sin\gamma-\sin(2\gamma-\beta)) = |B-A|\cos\alpha \\ r_1(1-\cos\gamma) + r_2(\cos(2\gamma-\beta)-\cos\gamma) = |B-A|\sin\alpha \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} r_1 = \dfrac{|B-A|[\cos(\alpha+\beta-2\gamma)-\cos(\alpha-\gamma)]}{\sin(2\gamma-\beta)-\sin\gamma+\sin(\beta-\gamma)} \\ r_2 = \dfrac{|B-A|[\cos(\alpha-\gamma)-\cos\alpha]}{\sin(2\gamma-\beta)-\sin\gamma+\sin(\beta-\gamma)} \end{cases}$$

具体如何寻找两圆弧,这里略。

2 应用实例

在服装纸样设计中,可使用上面的双圆弧方法来构造弧线段。图 4 为袖窿弧线的设计[5]。通常先根据尺寸要素确定控制多边形,再用单圆弧或二次均匀样条曲线来拟合。若使用单圆弧设计,两切点到两控制边交点的距离需相等;若使用二次均匀 B 样条曲线,曲线与多边形相切的位置总是在每条边的中点。当使用双圆弧来设计,则可以在每条边上选取不同位置作为切点,切点与切点之间用双圆弧来拟合。设计者可根据实际需要更改 2 个连接点在控制边上的位置,可使袖子保持饱满合体,穿着舒适,加大手臂活动范围使手臂活动更加自如。

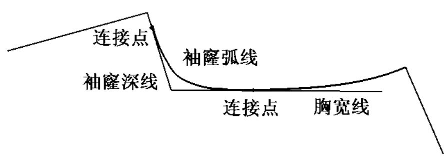

图 4 袖窿弧线设计

图 5 是袖山弧线设计的一个例子。通常使用参数样条曲线来拟合,其缺点为必须解大型方程组来实现,计算量大,且曲线形状不易修改。若使用双圆

(下转第 105 页)

(上接第 102 页)
弧来设计,只需解二元一次方程组,计算量小,且可以改变切点位置,调整曲线形状。

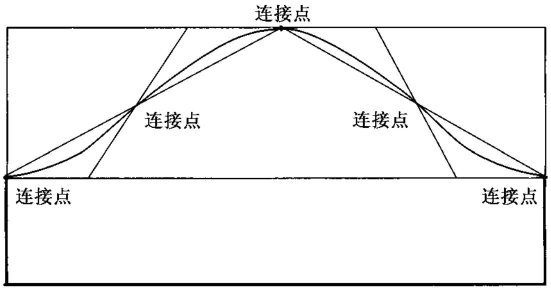

图 5　袖山弧线设计

3　结束语

构造曲线段要求通过两端点且满足相应的切线方向,在计算机辅助设计中也称为 G^1 连续。在服装外形设计中,满足 G^1 连续即可达到一定的光滑连接,起到美观的效果;使用双圆弧作为曲线连接,设计简单,并且能够改变切点修改弧线形状,使服装纸样设计更具多样性和灵活性,有着广泛的应用价值。

参考文献:

[1] 姜卫.服装 CAD[M].上海:中国纺织大学出版社,1999.
[2] 李青,徐雅琴,苏石民.服装制图与样板制作[M].北京:中国纺织出版社,1999.
[3] 蒋锡根.服装结构设计—服装母型裁剪法[M].上海:上海科学技术出版社,1994.
[4] Meek D S, Walton D J. Approximation of discrete data by G^1 are splines[J]. Computer-aided Design,1992,24(6):301-306.
[5] 甘应进,刘辉,姜岩,等.圆形袖窿结构的设计[J].纺织学报,2001,22(2):49-50.