

三维图样计算机辅助直接设计方法

杨 洪 波

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文论述了在CAD系统中三维样图直接设计的实现过程,着重讨论了点、线、平面图样的三维设计。该设计法模拟了传统的手工设计过程,易于接受和掌握,并在制鞋CAD系统中达到了实用化程度。

关键词: 三维图样; 直接设计法; CAD技术

1 引 言

CAD技术的广泛应用,使许多行业的设计手段得到很大变革,尤其近几年在制鞋、服装行业中更显示出CAD技术的巨大魅力。对三维制鞋、服装CAD系统,设计师无须购买原材料,制做样鞋实物和成衣,取而代之的是在计算机屏幕上,通过人机交互方式,对屏幕鞋楦或屏幕人体模型进行三维的立体设计,最终产生逼真的三维彩色样图。对不满意之处,设计师能够随时随地任意修改,这样,即可以充分发挥出设计者的想象力,设计出更为美观,新颖的产品,又可以省去试制的全过程,节省人力、物力,大大提高经济效益,一种新款式的产品,在未投产前便可在广告中见到,提高了产品的市场竞争力。

先进的CAD技术最终要被工厂的设计师们所使用,它能否兼顾传统的手工制作方法,使设计师们能够更容易接受和掌握这种先进的技术,决定了该CAD系统实用化程度的好坏。传统的鞋产品的设计方法是,采用“糊纸法”在鞋楦上画帮样设计线,传统的服装设计方法是,采用“量体裁衣”方法。如果我们将鞋楦和人体模型输入到计算机中,构成三维体,那么就能在计算机屏幕上将三维体任意旋转到一个合适的位置,通过操纵数字化仪或鼠标器在屏幕中的三维体上画出任意的设计点或线,或将预先设计好的图样片“粘贴”到三维体适合的位置,其设计过程很类似手工的设计过程。本文就是以此为目的,在三维体上实现了图样的直接设计。

2 直接设计法实现原理

2.1 点和线的设计

以制鞋CAD系统为例,传统的设计过程是设计师用画笔在鞋楦实物上构思、绘制,所画

的点和线自然落在楦面上,但我们利用计算机进行款式设计时,面对的是二维计算机屏幕,没有了楦体实物,取而代之的是屏幕上的楦体模型。如何保证所画的二维视觉上的点和线落在楦面上呢?

三维楦面是由网格(MESH)曲面构成,楦面上的任何一点在自然坐标系下表示为 $P_{ij}(U_i, V_j)$,在直角坐标系下可表示为 $P(X_i, Y_i, Z_i)$ 。楦体模型以不同的视图形式显示在计算机屏幕上,以视图平面为 XY 平面的第1视图为基准,定义投射矢量 $V(0, 0, 0, 1, 0)$,该矢量垂直于 XY 平面。如果楦体正处于第一视图,那么我们在二维屏幕上设计的点,沿着矢量 V 方向投射到楦面上生成刺入点。这样,刺入点在工作视图上与二维屏幕点是重叠的,它在客观和视觉上就是设计师认为的楦面上的设计点。两者在其它视图上观察并不重叠。生成楦面设计点后,程序自动删除二维屏幕点。对于线的设计只要将线作为点集处理即可实现。为达到满意的款式设计效果,需要不断地改变不同的工作视图进行三维设计。而垂直于每个工作视图平面的投射矢量随工作视图的不同而不同。每个工作视图相对于第一视图都存在着一个转换矩阵 R ,从而可求得垂直于工作视图的投射矢量为 $V' = V \cdot R$ 。这样设计师可将楦体旋转到任何一个合适的视图,利用数字化仪或鼠标器在屏幕上对三维楦体模型进行点或线的设计,其设计图例参见图1-3。图1—点设计样图。图2—在其它视图观察样图。图3—线设计样图。

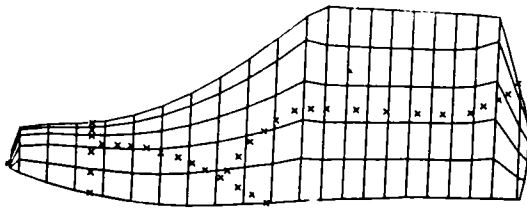


图1 点设计样图

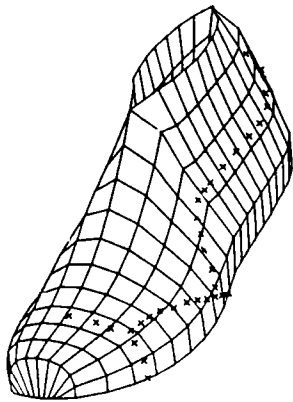


图2 其它视图观察样图

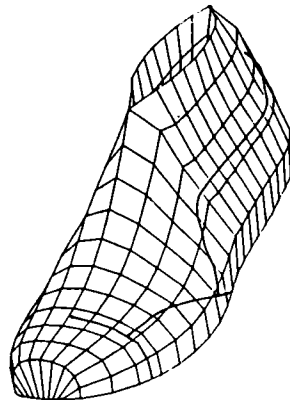


图3 线设计样图

2.2 图样片的直接“粘贴”设计

一般在制鞋、服装 CAD 系统中, 都有丰富的图样库, 它是事先将各种各样的图样片设计好后, 存放到库中。在款式设计过程中, 根据设计的需要把图样片从库中取出, 经过移动, 旋转, 缩放后, 放到三维体模型的合适的位置。所谓合适位置是指视觉上认为应该放置的位置。实际上它只是停留在二维屏幕上, 这就需要通过程序使它紧密地“粘贴”在三维体面模型上。

首先选定三维体面模型和工作视图, 通过转换矩阵 R_s 确定投射矢量 $V' = V \cdot R_s$, 然后从图样库选取图样片。图样片一般是采用网格曲面或直纹曲面设计的平面图样。将所有的图样片定义为网格曲面, 那么在自然坐标系 (UV) 中, 按 UV 路径取图样片中任意一点 $P_{ij}(U_i, V_j)$, 其中: $0 \leq U_i \leq 1, 0 \leq V_j \leq 1$, 并将其转换到对应的直角坐标系中的点 $P_i(X_i, Y_i, Z_i)$ 。根据三维体面被“粘贴”处的曲率大小和“粘贴”的紧密程度, 决定抽取图样片中点的密度和数量, 这样就把图样片转换成一组点集, 求出每个点沿矢量方向在三维体面上的刺入点, 这些刺入点与原图样片上的点是一一对应的, 将这些刺入点重新生成网格曲面, 该曲面就完全附在三维体面上, 然后将原图样片删除, “粘贴”工作完成。同样, 两图样片一个在当前工作视图平面上, 而另一个在三维体面上, 其设计图例参见图 4-5。图 4-工作视图设计样图, 图 5-其它视图观察样图。

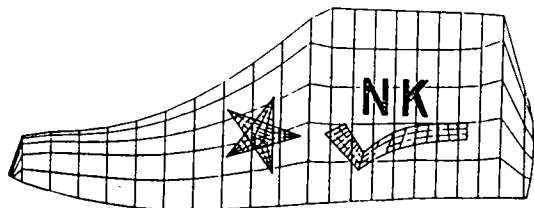


图 4 工作视图设计图样

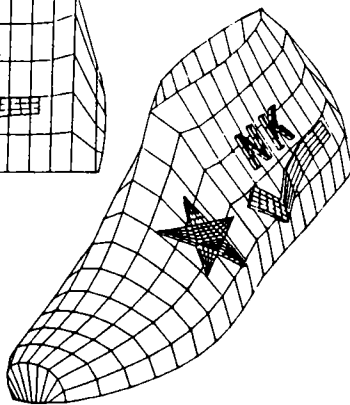


图 5 其它视图观察样图

同理: 它可在其它任何视图上“粘贴”各种图样片。

2.3 图样片的厚度显示

许多制鞋或服装 CAD 系统, 在款式设计模块中, 都没有图样片厚度的显示功能, 这样就缺少了屏幕模拟产品的真实感。在三维空间中显示厚度有一定的难度, 在本程序模块中增加了显示厚度子功能模块, 其实现方法如下:

(1) 定义“粘贴”在三维体面上的图样片为网格曲面, 并按 UV 路径取曲面上的任一点 $P_{ij} = (U_i, V_j)$, 其中: $0 \leq i \leq 1, 0 \leq j \leq 1$ 。

(2) 取 P_{ij} 中每一点在三维体面上的法向矢量 V_{ij} , 并使其所有法向矢量取向相同。

(3) 给定图样片厚度值, 求取 P_{ij} 中每一点在法向矢量方向上的增量点 P'_{ij} , 并生成网格曲

面构成新的图样片，它与三维体面有一定距离。

(4) 选取“粘贴”在三维体面上的图样片的边界点，即：

$$P_{0j} = (0, V_j)$$

$$P_{1j} = (1, V_j)$$

其中： $0 \leq j \leq 1$

$$P_{i0} = (U_i, 0)$$

$$P_{i1} = (U_i, 1)$$

其中： $0 \leq i \leq 1$

同理取新的图样片的边界点：

$$P'_{0j}, P'_{1j}, P'_{i0}, P'_{i1}$$

(5) 由每组点集构成边界线 $SP1, SP2, SP3, SP4$ 和 $SP1', SP2', SP3', SP4'$ 。

(6) 采用直纹曲面构造法，由两两边界线 $SP1 \sim 4, SP1' \sim 4$ 为一组构成四周封闭的曲面，着色后可逼真地显示出厚度的效果。设计结果见图 5。

3 三维图样直接设计法程序模块结构和功能

本程序采用 FORTRAN 编制，以 S7K 图形软件作为图形支撑，人机交互界面采用层次菜单方式。共有三个功能子模块，可分别用于三维制鞋，三维服装等 CAD 系统中。下面给出本程序的主框图：

4 结束语

三维图样直接设计法程序模块

目前已有在 APOLLO 工作站上调试完成，在三维制鞋 CAD 系统中得到了应用。它充分体现了传统的手工设计过程与 CAD 设计两者之间的联系，形象直观，设计出的款式逼真，易于为设计师所接受，特别是该方法模拟了传统的立体设计法，促进了我国的三维制鞋，服装等 CAD 系统更进一步走向实用化。

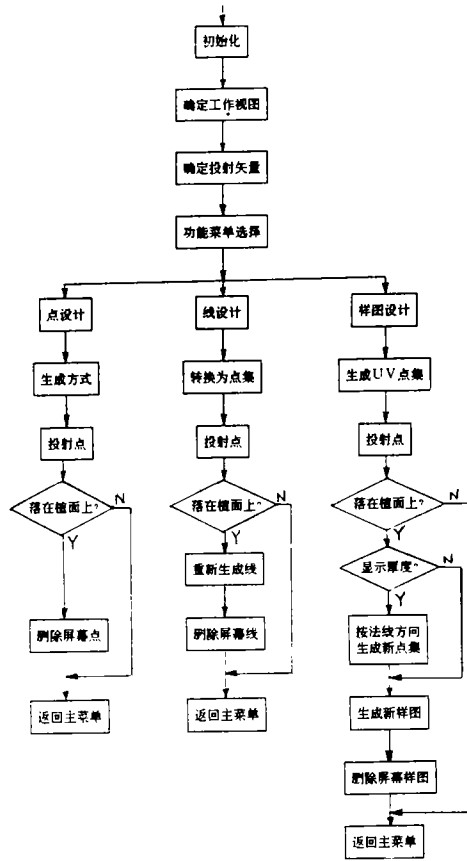


图 6 程序的主框图

参 考 文 献

- [1] 王东泉, 计算机图形学与 CAD 技术. 上海交通大学出版社, 1992
- [2] 樊世彬, 鞋帮 CAD 的策略及其实现. 制鞋科技, 1992, (6): 11-14
- [3] 高品忱, 光学机械, 1989, (4): 53-61

Computer Aided Direct Design Method for 3D Patterns

Yang Hongbo

*(Changchun Institute of Optics and Fien Mechanics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130022)*

Abstract

The realistic process of the direct design method for 3D patterns in CAD system has been described, its importance is introduced with the points, lines, plane patterns. This method simulates the traditional manual design process. It is easy to be accepted and mastered, and it has attained pragmatism level in shoe CAD system.

Key words: 3D pattern, Direct design method, CAD technique