

在 AutoCAD2000 中生成轮胎三维实体的方法

申玉德,李 豪,任利利,何红卫,张陆军

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:介绍在 AutoCAD2000 中生成轮胎三维实体的方法。通过对轮胎模型的简化,在 AutoCAD2000 中进行线框模型的构建、三维实体对象的生成及组合并最后生成轮胎的三维实体。利用轮胎三维实体可提高设计质量和进行广告宣传,在未做出成品轮胎前即可直观地反映设计思想。

关键词:轮胎三维实体;AutoCAD;线框模型;三维实体对象;轮胎三维效果图

中图分类号:TQ336.1+1;TP391.72 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)03-0144-04

CAD 即计算机辅助设计,在 CAD 技术发展的初期,CAD 仅限于计算机辅助绘图。随着计算机软、硬件技术的飞速发展,CAD 技术从二维平面绘图发展到三维产品建模,随之产生了三维线框造型、曲面造型以及实体造型技术^[1]。

三维实体对象表示整个对象的体积。在各类三维模型中,三维实体的信息最完整,歧义最少,可以方便查询实体的惯性矩、面积矩和实体的质心等。目前,在我国轮胎行业应用的轮胎 CAD 软件中,基本上都不能生成轮胎三维实体,最多生成三维线框模型,还要利用 3D MAX 进行后期制作,生成轮胎三维效果图。我们在多年使用 AutoCAD 绘图的基础上,通过对 AutoCAD2000 三维造型功能的不断探索,终于在 AutoCAD2000 中实现了轮胎三维实体的生成,建立了真正的轮胎三维实体。目前该成果已应用到我公司轮胎新产品的开发工作中。

1 基本思路

轮胎是一个环状回转体,其上的每一点都具有双曲率,再加上花纹沟两壁倾角,要想准确地绘制轮胎三维实体,当今的三维 CAD 系统,如美国 SDRC 公司的 I-DEAS 软件、美国 EDS 公司的 UG 软件和 PTC 公司的 Pro/Engineer 软件是可

以做到的。不过这些软件属于高档 CAD/CAM 软件,其操作的复杂性不说,软件的价格也不菲,我国轮胎企业远未普及。相对而言,代表二维 CAD 系统的软件 AutoCAD 在我国轮胎企业应用最早,使用最广泛,大部分技术人员都能熟练使用,并且 AutoCAD 本身也有一定的三维造型功能,随着其版本的升级,这一功能也不断得到完善和增强。但 AutoCAD 三维造型功能毕竟有限,要利用其三维造型功能生成轮胎三维实体,必须对轮胎模型做如下简化:不考虑花纹沟两壁倾角大小,建模时将其视为平行于投影方向。简化后,可以利用轮胎花纹展开图(一个等分段)和轮胎断面轮廓图,首先把冠部花纹和肩部花纹分开,然后各自放到有利于投影的位置,建立三维线框模型;再沿规定路径拉伸和旋转二维对象生成三维实体对象,对生成的实体执行布尔操作;最后利用三维操作完成整个轮胎三维实体的生成。

2 方法简介

下面以农业轮胎为例对在 AutoCAD2000 中生成轮胎三维实体的方法进行简要介绍。

2.1 线框模型的准备

首先应对二维花纹展开图和轮胎断面轮廓图进行预处理(如图 1 所示),删掉大量的尺寸标注和一些框线,最后剩下一个节距完整的花纹块图、花纹块断面和胎体轮廓断面,将这些对象放在一个图层中,并对花纹块图进行 X 方向和 Y 方向不同比例的缩放,使花纹块由展开状态还原为曲面

作者简介:申玉德(1976-),男,山东鄄城县人,风神轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎结构设计及生产工艺管理工作。

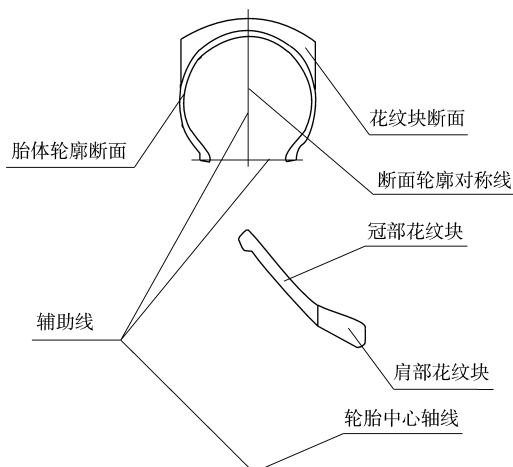


图1 二维花纹展开图和轮胎断面轮廓图的预处理

状态,同时另建一图层,把图1中的3条辅助线放入另一图层中,其中最下面一道线为轮胎的中心轴线。由于在 AutoCAD 中只有将闭合区域转化为面域才能进行拉伸或旋转生成三维实体,为方便下面的操作,用 region 命令将图1中的4个闭合区域面域化,共生成4个面域,花纹图中冠部花纹块和肩部花纹块必须各形成一个面域,然后删掉旧对象,只保留面域和辅助线。接下来调整冠部花纹块和肩部花纹块的位置,对这两个花纹块执行 rotate3d(三维旋转)命令,旋转轴为轮胎的中心轴线,旋转角度为 90° ,完成后在俯视图中这两部分花纹块只显示为一段线。然后测量胎肩切线与 X 轴的夹角,记下角度值后将视图转为东南等轴侧视图,对肩部花纹块执行 rotate3d 命令,以两花纹块的交线为旋转轴,旋转角度为刚记下的夹角值。最后调整冠部花纹块和肩部花纹块的位置,两部分花纹块同时移动,直至两花纹块交线的中点与轮胎断面轮廓图上的胎肩点重合,接着将视图转为俯视图,在正交状态下向上移动冠部花纹块,直至显示为一段线的冠部花纹块超出断面轮廓的最高点。至此就完成了三维线框的构造,将视图再转为东南等轴侧视图,最终生成的三维线框如图2所示。

2.2 三维实体对象的创建

在 AutoCAD2000 中,有两种直接创建三维实体的方式,一是根据基本实体形(长方体、圆锥体、圆柱体、球体、圆环体和楔体)创建实体;二是沿路径拉伸二维对象,或者绕轴旋转二维对象。

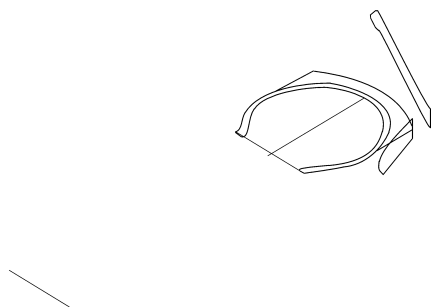


图2 三维线框图

这里采用后一种方式。前面已对闭合区域面域化,可以直接进行二维对象的拉伸和旋转操作。

首先用 extrude 命令对冠部花纹块和肩部花纹块进行拉伸操作,键入 P 选择路径,选取断面轮廓中心线,自动生成两个三维实体对象,然后用 revolve 命令对花纹块断面和胎体断面进行旋转操作,键入 O 选择旋转轴,选取轮胎中心轴线,回车生成两个 360° 旋转对象,完成后共生成4个三维实体对象。为方便下面的操作,可分图层放置这4个实体对象。

2.3 三维实体对象的组合

创建实体对象后,可以通过布尔操作来组合这些实体,可对这些实体进行合并,也可获得它们的差集或交集(重叠)部分,从而创建更为复杂的实体。

首先用 union 命令对冠部和肩部花纹块实体对象执行并集操作,生成一个实体对象,再用 intersect 命令对这个实体对象和花纹块断面实体对象执行交集操作,完成后在胎体断面实体对象上只留下一个花纹块对象,用 hide 命令进行消隐后的图形见图3,也可以应用三维动态观察器进行多角度观察。

2.4 轮胎三维实体的制作

下面要利用三维操作完成整个轮胎实体的制作。首先将视图转为俯视图,利用 mirror(镜像)命令生成胎面另一边的花纹块,指定镜像线为断面轮廓中心线。完成后计算出两边花纹块相对于轮胎中心轴线的错位角度,将视图转为主视图,再利用 rotate3d 命令对其中一个花纹块旋转,旋转轴为轮胎中心轴线,旋转角度为花纹块错位角度,最后利用 3darray(三维阵列)命令对生成的左右

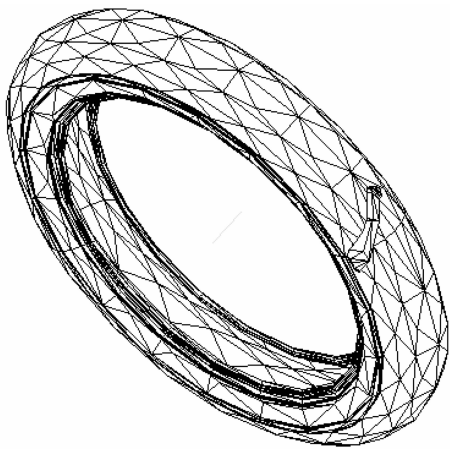


图3 一个花纹块的三维实体对象

花纹块分别进行环形阵列,阵列数目为花纹等分段数,角度为整周 360° ,旋转轴为轮胎中心轴线。生成的图形消隐后如图4所示。



图4 轮胎三维实体线框图

至此,已完成了三维轮胎实体的构建工作。为了得到更好的视觉效果,可以对生成的实体进行着色或渲染,其中以渲染得到的效果为最佳。在渲染操作过程中,可以设定渲染类型、背景、材质、贴图和光源。根据需要来调整这些项目,可以制作出各种高分辨率美观的轮胎彩色图片。图5示出4个窗口显示的轮胎三维效果图。

3 花纹复杂的轮胎三维实体的生成

前面通过农业轮胎三维实体的生成介绍了在AutoCAD2000中生成轮胎三维实体的方法。对于花纹复杂的轿车轮胎,原理是相同的,只不过用于生成的花纹实体对象相对较多,对实体对象的组合要安排好,并且计算机运行的时间相对较长。

轿车轮胎和工程机械轮胎的三维实体效果图如图6和7所示。

4 轮胎三维实体生成过程中应注意的问题

首先在线框模型准备阶段,必须用region命令将闭合区域面域化,才能进行下一步的三维建模。其次在对三维实体对象进行组合时,应根据胎面花纹选择并集、差集和交集的使用,必要时可原位复制几个实体对象。最后经消隐、着色和渲染后,三维实体的平滑度有效值为 $0.01\sim 10.0$,缺省值为 0.5 。平滑度有效值越大,显示越光滑。在渲染生成三维实体效果图时,通常取最大值 10 ,这样胎圈曲线就不会显示为折线状。

5 轮胎三维实体的应用

在轮胎产品设计过程中,轮胎花纹块(沟)的体积一般是由若干断面面积乘以断面长度累加求得,有时与实际体积相差较大。用本方法生成轮胎三维实体后,利用AutoCAD提供实体质量属性查询(Mass Properties),就可以方便地查询花纹块(沟)实体的体积,再乘以断面修正因数(考虑花纹沟壁倾角时的断面面积与直壁情况下断面面积的平均比率),即可以得到较为准确的花纹块(沟)体积,简单易行。生成的轮胎三维实体在轮胎设计阶段可以更有效、更直观地反映轮胎花纹设计的实体形状。利用三维动态观察器进行多角度观察,输出轮胎各角度的三维图片,修改轮胎花纹设计中不协调的地方,得到满意的轮胎花纹。另外,可以对生成的轮胎三维实体进行各种富有创意的处理,给各部位着色、添加背景和贴图,调节光源,使渲染后的轮胎呈现出各种效果,输出各种轮胎三维实体效果图,也可以调入3D MAX系统制作轮胎的三维动画,在“虚拟现实空间”观看轮胎的三维动态情况,输出满意的视频文件。这些图片和视频可供媒体宣传和网页设计使用。

6 结语

由于AutoCAD软件功能的限制,本方法生成的轮胎三维实体与真实轮胎仍有差距(主要是花纹沟壁倾角),但毕竟为用常用软件生成轮胎三维实体提供了一个简单实用的方法。随着高档三

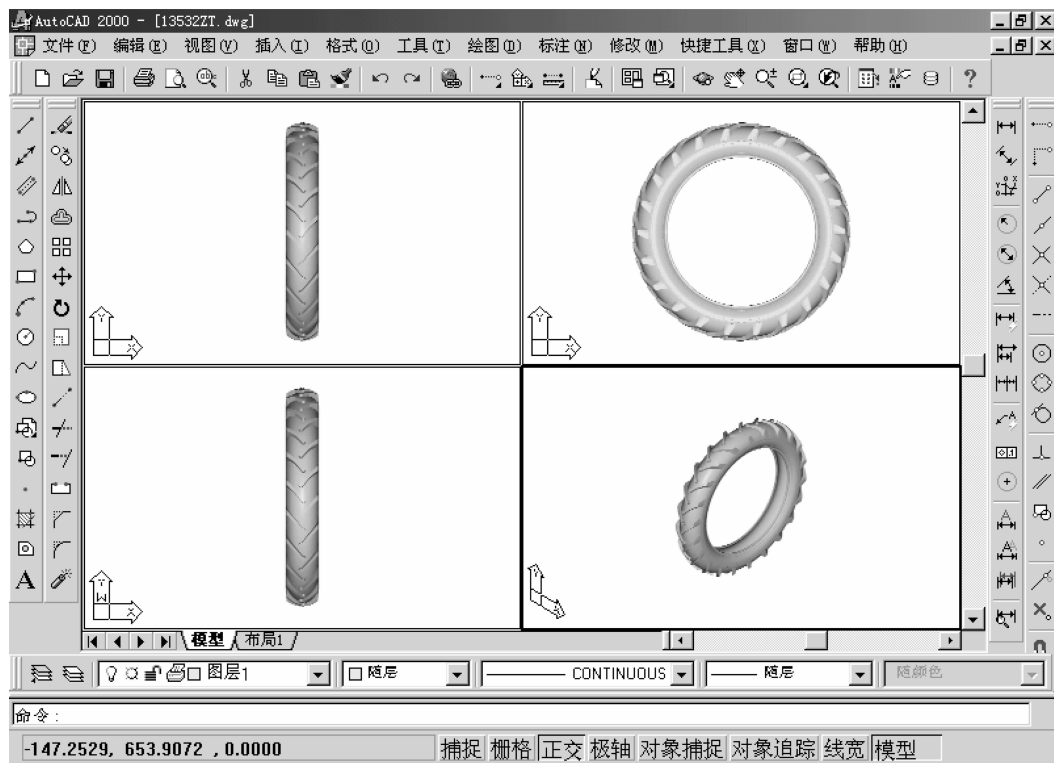


图 5 轮胎三维实体效果图



图 6 某规格轿车轮胎的三维实体效果图

维 CAD 软件在我国轮胎业的应用普及,我国轮胎产品的设计会由二维转向三维,产生质的飞跃。



图 7 某规格工程机械轮胎的三维实体效果图

参考文献:

- [1] 唐 萌,杨光大. 轮胎三维空间网格的计算机生成方法[J]. 轮胎工业,1996,16(11):656-659.

收稿日期:2003-10-27

我国高速公路总里程接近 3 万 km

中图分类号:U412.36+6 文献标识码:D

2003 年,我国新修通了 4 600 km 高速公路,全国高速公路通车总里程延伸到 2.98 万 km。

据交通部官员介绍,经过 2003 年的建设,同

江-三亚、北京-珠海、连云港-霍尔果斯、上海-成都 4 条国道主干线基本贯通。全国有一半以上的省份高速公路通车里程超过 1 000 km。山东省高速公路通车里程突破 3 000 km,位居全国第一。

(摘自《中国汽车报》,2004-01-20)