

全钢载重子午线轮胎结构设计程序介绍

刘连云,李振刚,俞德宗

(青岛黄海橡胶股份有限公司,山东 青岛 266041)

摘要:依据目前的理论确认了全钢载重子午线轮胎负荷能力、安全倍数、内轮廓、外轮廓、材料分布及半成品部件的计算方法,并运用 Visal Basic 6.0 编写的相应程序实现了全钢载重子午线轮胎的集成化设计,通过这种计算机辅助设计手段缩短了全钢载重子午线轮胎的设计周期,提高了设计效率和准确性。

关键词:全钢载重子午线轮胎;结构设计;计算机辅助设计

中图分类号:TQ336.1⁺1;U463.341⁺.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2002)10-0585-08

目前国内全钢载重子午线轮胎异军突起,企业纷纷上马生产,在技术上不断创新,不断提高自己的设计水平。我公司全钢载重子午线轮胎技术于 1989 年自意大利倍耐力公司引进,1993 年 8 月底正式投产。经历近 10 年实践,在产品设计上已经形成了比较成熟的设计理念,成功地开发了许多新产品、新规格,全钢轮胎开发设计也实现了由经验设计到计算机辅助设计的转变。

1 结构设计程序系统组成

运用 Visal Basic 6.0 开发的全钢载重子午线轮胎结构设计程序系统主要由下述 5 个模块组成: 设计计算模块(包括负荷能力计算,胎体、带束层和胎圈安全倍数计算); 轮胎设计模块(包括内轮廓设计、外轮廓设计、胎圈设计和材料分布设计); 部件设计模块(包括胎侧、垫胶、填充胶、气密层和胎冠计算); 花纹设计模块; 帮助模块。

这五大模块统一在一个界面内,其风格类似常用的 Word 界面,操作简单,向导性强,主界面如图 1 所示。

2 设计和计算程序

2.1 负荷能力计算程序

负荷能力计算程序所用计算方法选自美国

TRA 协会工程师设计手册载重轮胎部分。其程序界面如图 2 所示。

对于普通公制系列子午线轮胎(不包括 245/75R22.5, 265/75R22.5, 295/75R22.5 和 285/75R24.5), 计算公式如下:

$$L = 6.075 \times 10^{-5} KP^{0.7} S_d^{1.1} \cdot (D_r + S_d) \quad (1)$$

式中 L ——单胎负荷, kg;

P ——充气压力, kPa;

K ——设计常数(65 系列, $K = 1.12$; 70, 75 和 80 系列胎圈座倾斜角 15° 轮胎以及 85 系列胎圈座倾斜角 5° 轮胎, $K = 1.088$);

D_r ——名义轮辋直径(mm), 对于轮缘高度不大于 20 mm 的轮胎, $D_r =$ 名义轮辋直径 $\times 25.4$, 对于轮缘高度大于 20 mm 的轮胎, 设轮缘高度为 F_H , $D_r =$ 名义轮辋直径 $\times 25.4 + 2 F_H - 25$;

S_d 的计算公式为:

$$S_d = H[2 - 0.78A - 0.05/A - 0.7 \times (A - 0.55)^2]$$

设轮胎外直径为 D_o , 断面高 $H = (D_o - D_r)/2$, 名义高宽比 $A = H/S(x)$, 其中

$$S(x) = S[180 - \arcsin(C/S)]/[180 - \arcsin x]$$

式中 C ——设计轮辋宽度, mm;



图1 全钢载重子午线轮胎结构设计程序主界面

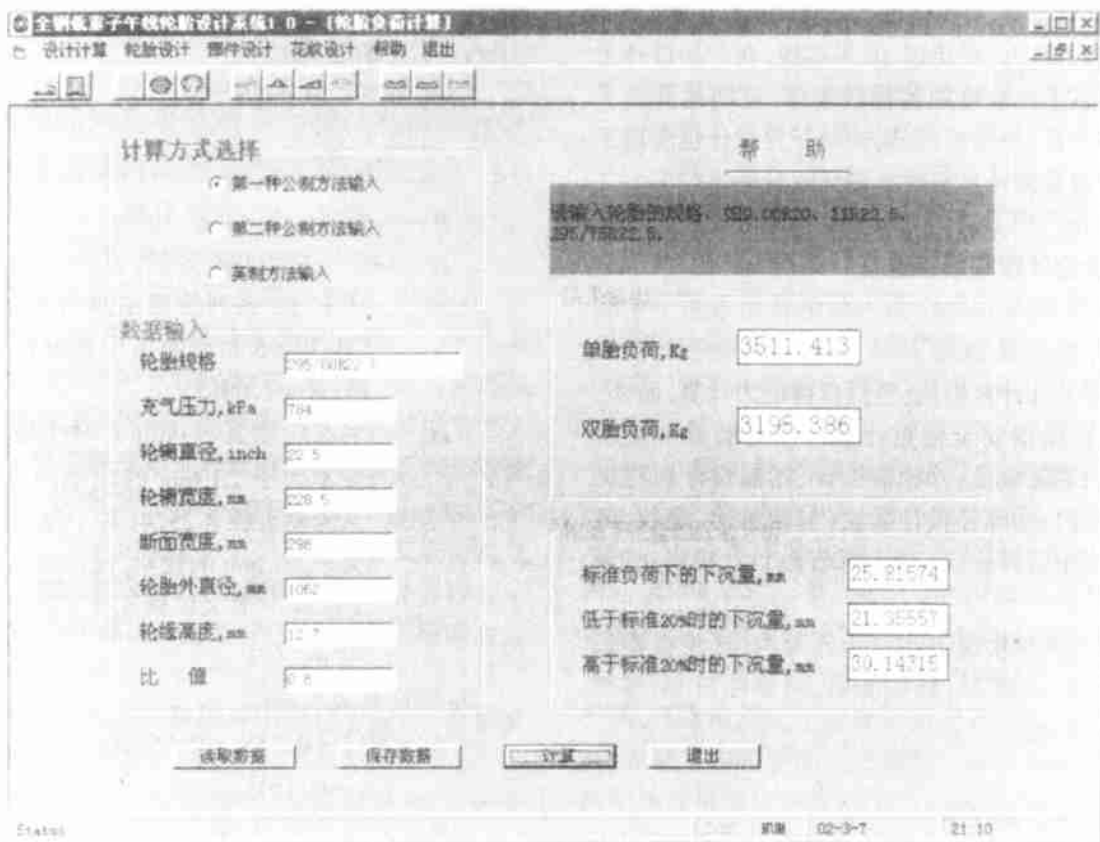


图2 负荷能力计算程序界面

s ——新胎断面宽, mm。

对于胎圈座倾斜角 15° 轮辋, $x = 0.75$, 对于胎圈座倾斜角 5° 轮辋, $x = 0.70$ 。

对于双胎并装情况, 其气压是将英制单胎气压值 (psi) 减 5, 再转换为公制单位 (kPa); 双胎负荷 L 的计算公式为:

$$L' = \begin{cases} 0.94L & L \leq 21.4 \text{ kN} \\ 0.91L & L > 21.4 \text{ kN} \end{cases}$$

用于 245/75R22.5, 265/75R22.5, 295/75R22.5 和 285/75R24.5 的负荷计算公式同式(1),不同之处如下:

对于 $F_H \leq 20 \text{ mm}$ 的轮辋, $x = 0.75$, $K = 1$ 。其双胎气压是将英制单胎气压值(psi)减 10,再转换为公制单位(kPa)。

对于英制系列轮胎,各参数采用英制单位,其双胎负荷计算公式为

$$L' = 0.425 KP^{0.585} (S_{0.625})^{1.39} (D_r + S_{0.625})$$

式中, $K = 1.1$ 。

$$S_{0.625} = S [180 - \arcsin(C/S)] / 141.3$$

单胎负荷为双胎负荷的 1.14 倍,并相应增大气压 10 psi。

设计新规格轮胎前应先进行负荷计算,可以确定轮胎外直径 D_o 、断面宽 S 和轮辋宽度 C ,这些轮胎设计中最基本的数据确定后就可以进行下一步的工作了。

2.2 内轮廓设计程序

运用酒井秀男所提出的子午线轮胎断面曲线设计公式^[1]求内轮廓胎体曲线,通过确定胎体帘线长度来调整带束层压力分担率和填充胶压力分担率,以初步确定轮胎的内轮廓^[2]。其程序界面如图 3 所示。

采用计算机进行计算时,需要先确定胎圈的

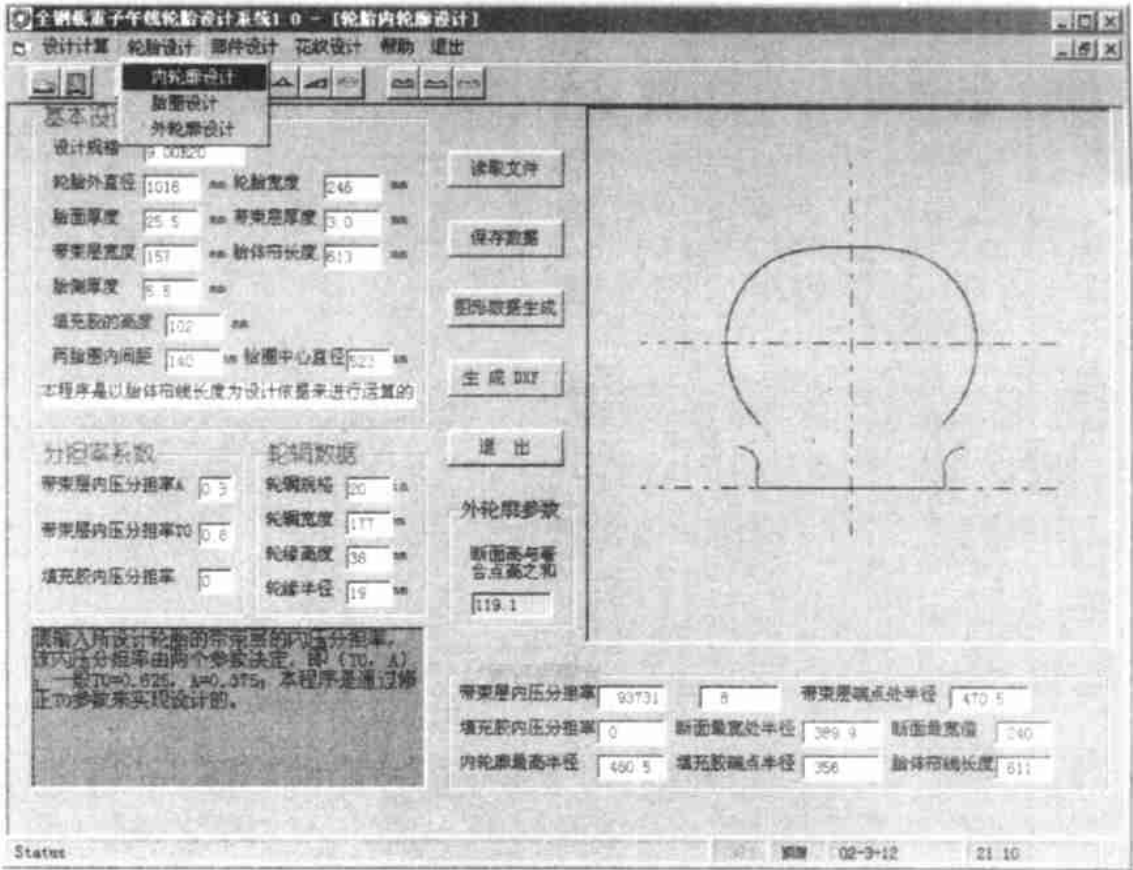


图 3 内轮廓设计程序界面

位置,计算所得到的内轮廓断面最宽点的数据也就是程序中的断面高和着合点高之和,该数值是设计轮胎时所要考虑的重要参数,因此可以在特定的设计帘线长度、期望的内轮廓断面最宽点的条件下,通过调整带束层压力分担率和填充胶压

力分担率来确定合适的内轮廓曲线。

2.3 轮廓曲线及轮胎材料分布设计程序

根据轮胎内轮廓可以定性地推断出轮胎外轮廓形状,本程序可以根据输入的轮胎外轮廓设计参数自动生成轮胎外轮廓曲线,根据不同的设计

参数生成不同的外轮廓形状,并与轮胎内轮廓曲线配合,以寻找最佳组合,使轮胎的性能更加优异。外轮廓设计参数确定之后,本程序能自动生成 AutoCAD 软件可以识别的 DXF 图形文件,直接被 AutoCAD 调用,无需手工制图,而且精度高,设计速度快,能够大大缩短设计周期。

本程序的主要输入参数如下:

- (1) 轮胎外直径 D_o ;
 - (2) 轮胎断面宽 S ;
 - (3) 轮辋宽度 C ;
 - (4) 活络块着合点宽度 W_x 、高度 W_y ;
 - (5) 轮胎行驶面宽度 C_x 、高度 C_y 。
- D_o 、 S 和 C 在轮胎负荷计算中已经确定,其

余 4 个参数 W_x 、 W_y 、 C_x 和 C_y 可根据内轮廓曲线推算。

全钢轮胎外轮廓曲线是由胎冠、胎肩、上胎侧、下胎侧和胎圈五部分曲线构成的。胎冠曲线比较简单,由一段胎冠弧和两侧的直线构成,胎冠弧和直线相切。胎肩形状多种多样,本程序中,全钢轮胎胎肩形状有 6 种,可以由设计人员根据轮胎的不同性能进行选择。胎冠和胎肩曲线在活络块上,其它曲线在侧板上。本程序中,上胎侧根据轮胎的不同性能有 4 种不同的形状可以由设计人员选择。下胎侧曲线由两段弧相切而成,胎圈部位曲线根据轮辋的不同分为有内胎和无内胎两种形状。程序界面如图 4 所示。

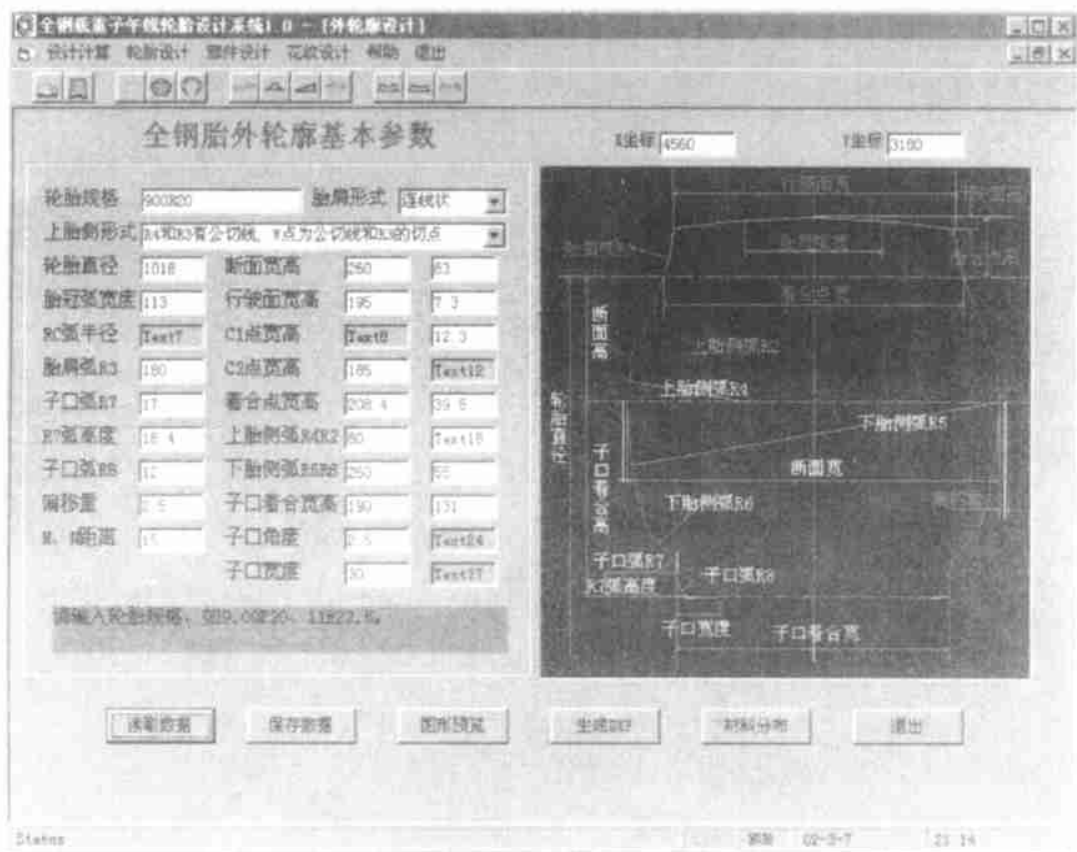


图 4 外轮廓设计程序界面

设计出轮胎内轮廓曲线和外轮廓曲线后,可以在该程序模块中实现轮胎材料分布的设计。通过内轮廓曲线和外轮廓曲线及胎圈的位置,可以微调内外轮廓曲线及胎圈位置,或者由此确认轮胎内部的材料分布。在程序中可以使轮胎内轮廓

曲线和外轮廓曲线及胎圈生成 AutoCAD 软件可以识别的 DXF 图形文件,并使内轮廓曲线、外轮廓曲线和胎圈等处于不同图层中,方便在 AutoCAD 中进行进一步的设计和改动。程序界面如图 5 所示。

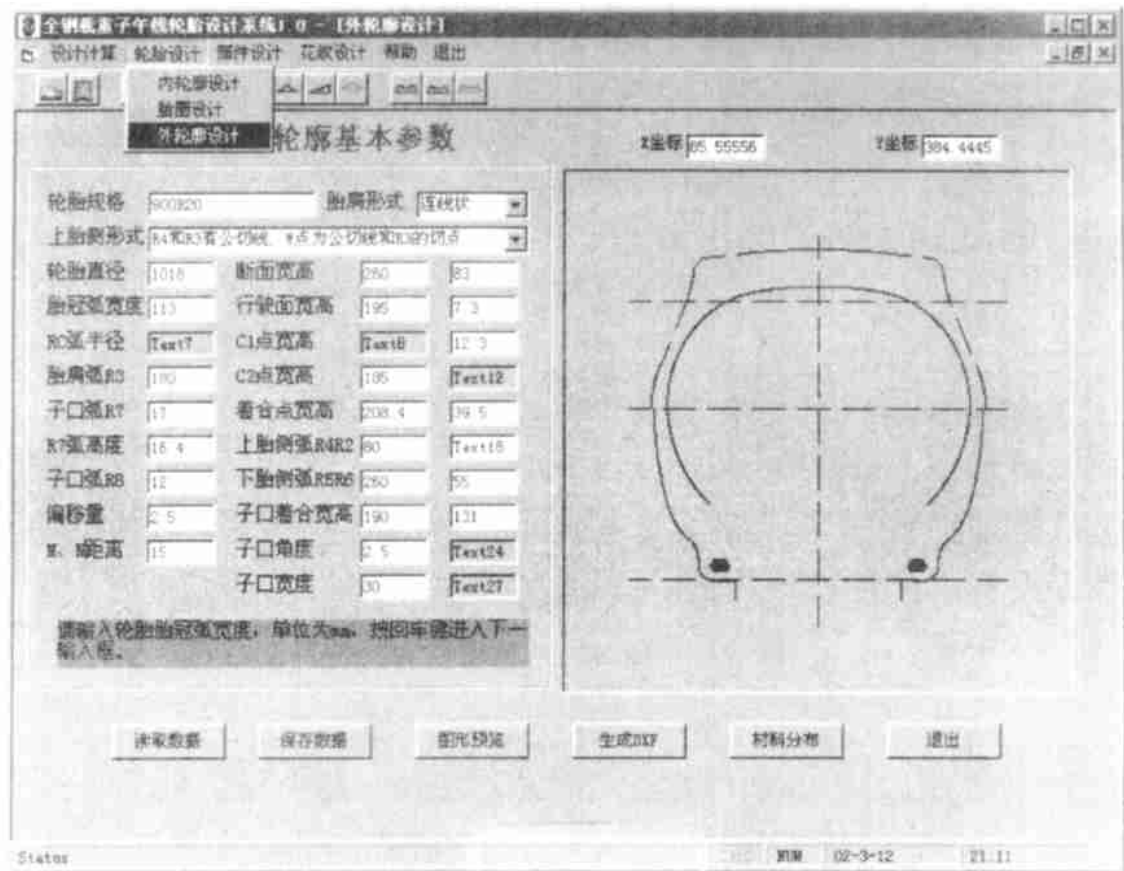


图 5 轮胎材料分布设计程序界面

2.4 胎体、带束层和胎圈安全倍数计算程序

根据有关计算公式,计算胎体、带束层和胎圈的安全倍数。

(1) 胎体

$$G = T_s / T$$
$$T = \pi P (R_a^2 - R_b^2)$$

式中 G ——安全倍数;
 T_s ——单根钢丝拉伸强度;
 T ——钢丝所受张力;
 R_a ——胎里半径;
 R_b ——断面最宽点半径;
 P ——气压。

(2) 带束层

$$G = inT_s \cos \theta / T$$
$$T = PR_a / \cos \theta$$

式中 i ——每厘米帘布的帘线根数;
 n ——带束层层数;

θ ——带束层帘线角度。

(3) 胎圈

$$G = m T_s / T$$
$$T = P (R_b^2 - R_c^2) \sin \alpha$$

式中 m ——钢丝根数;
 R_c ——胎圈半径;
 α ——胎圈与水平面的夹角。

胎体、带束层和胎圈安全倍数计算程序界面如图 6 所示。

2.5 半成品部件设计计算程序

从图 5 看,各胶料部件的界面划分很清楚,依据经验可以确认部件的断面形状。

(1) 胎圈形状的确定

在轮胎初始设计时已经进行了胎圈安全倍数的计算,基本确定了胎圈的钢丝根数,通过本模块程序可自动确定这些钢丝如何组合以及组合形状,为设计人员提供准确的施工设计数据。胎圈形状设计程序界面如图 7 所示。

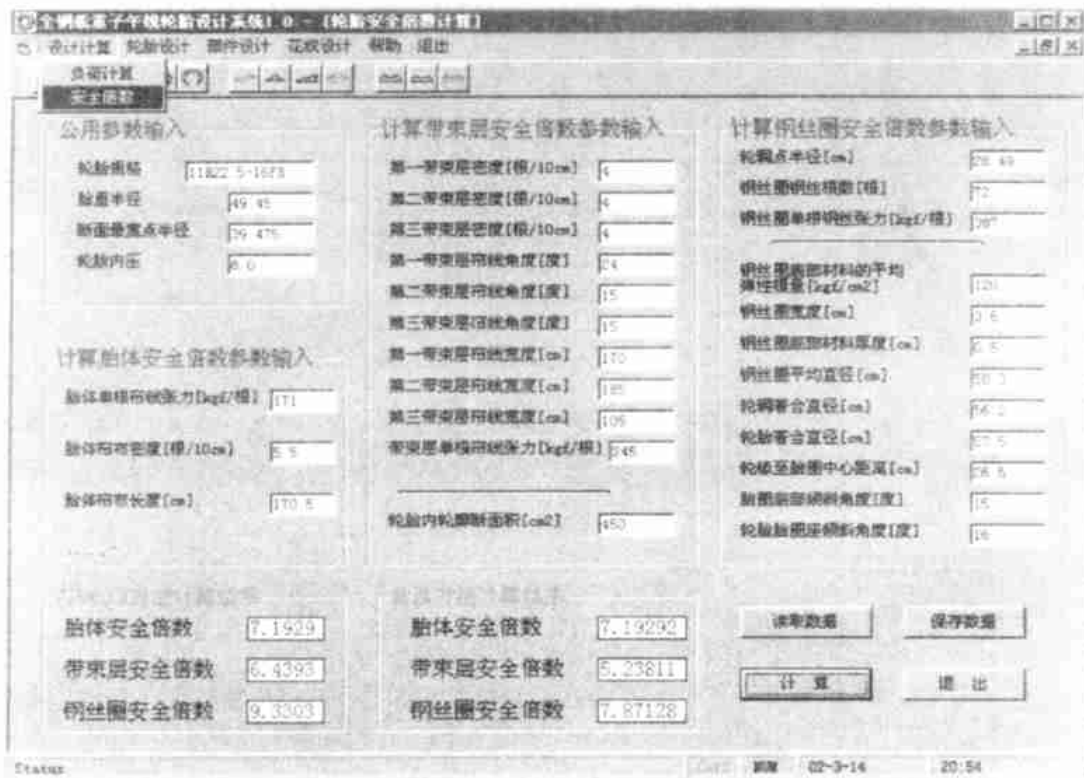


图6 胎体、带束层和胎圈安全倍数计算程序界面

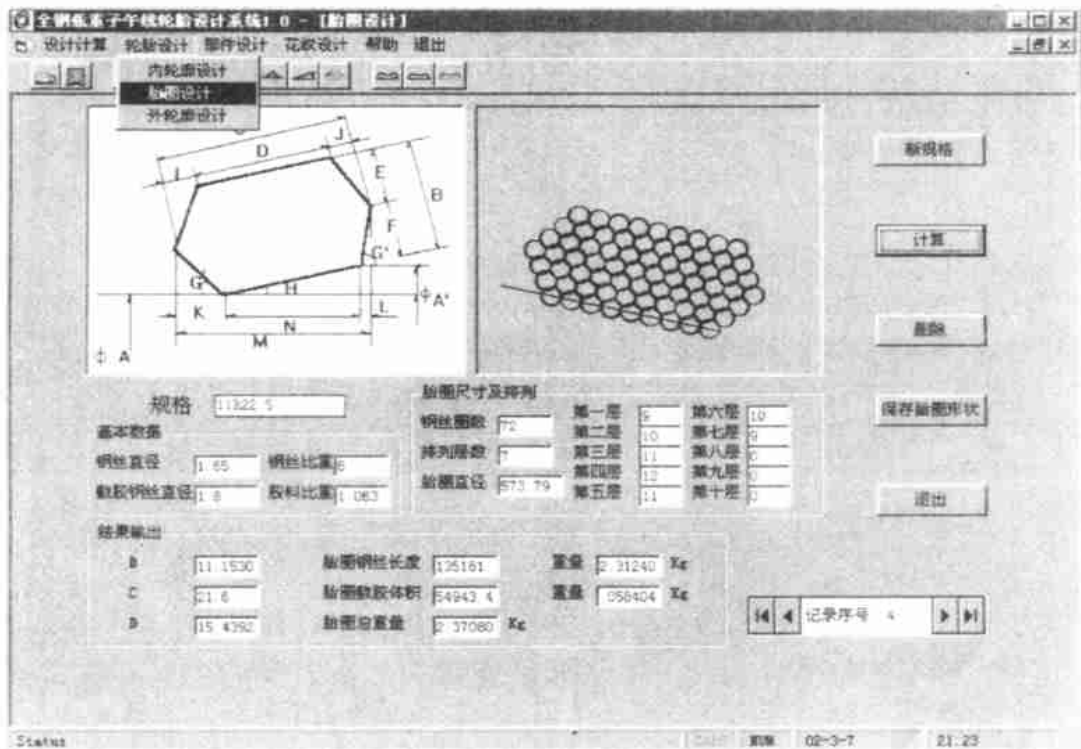


图7 胎圈形状设计程序界面

(2) 胶料部件的确定

在本程序模块中汇集了成熟轮胎产品的胶料部件的所有尺寸,为设计相应的胶料部件提供了

参考数据,能够对新产品的胶料组成部件进行快速的初步设计。胎冠设计程序界面如图 8 所示。

结合在 AutoCAD 中对轴向旋转物体的体

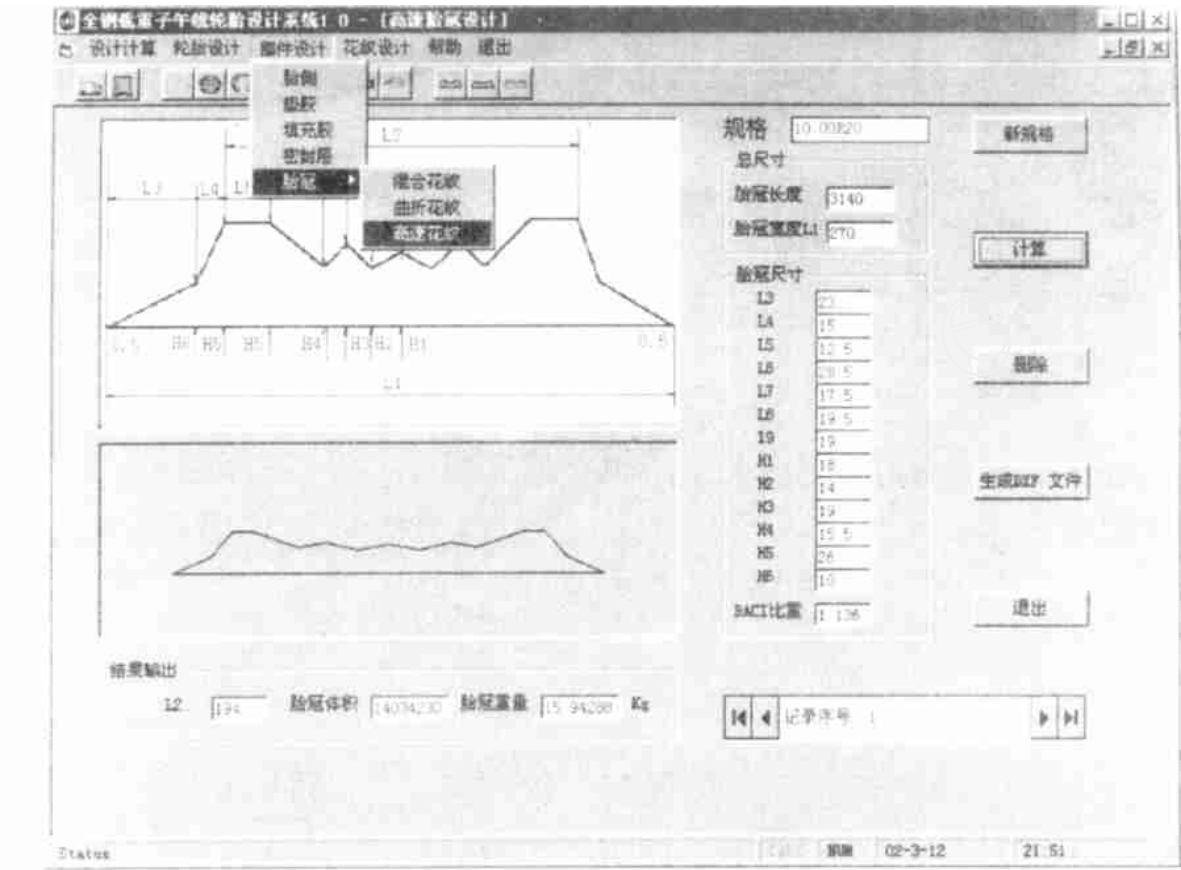


图 8 胎冠设计程序界面

积计算方法,或者依据下列计算方法:以垂直于轮胎侧面的轮胎轴心方向为 y 轴,垂直于轮胎胎冠中心的轮胎径向为 r 轴,胶料上部界面函数为 $r = f_1(y)$,下部界面函数为 $r = f_2(y)$,则可求得胶料部件体积 V :

$$V = \pi \int_a^b [f_1^2(y) - f_2^2(y)] dy$$

式中, a 和 b 为部件在 y 轴方向的始末点。

根据上述两种方法求出某挤出胶料部件的硫化胶体积,结合质量、混炼胶密度等,可以很精确地确定胶料部件的形状。

2.6 花纹设计程序

全钢轮胎花纹是多种多样的,在不同规格轮胎上可以通用同一种轮胎花纹。为了方便设计花纹,对目前全钢载重子午线轮胎常见的、使用较好的轮胎花纹进行了集中程序化处理。在不同规格

或新规格上移植已经程序化的轮胎花纹,仅需要在本程序模块中改变几个参数即可。其中一种典型混合花纹设计程序界面如图 9 所示。

3 结语

采用该软件进行全钢载重子午线轮胎的设计不仅提高了设计效率,而且也提高了设计水平。如果结合高品质全钢载重子午线轮胎的剖析结果,运用该软件进行逆向设计,其所设计出的轮胎更能表现出良好的性能,可以说,该软件基本适应了目前轮胎厂追求务实、快捷、高效的设计思路。

参考文献:

[1] 俞 淇,周 锋,丁剑平. 充气轮胎性能与结构[M]. 广州: 华南理工大学出版社,1998. 219-221.
[2] 刘连云,郭跃辉,俞德宗. 全钢载重子午线轮胎设计初探[J].

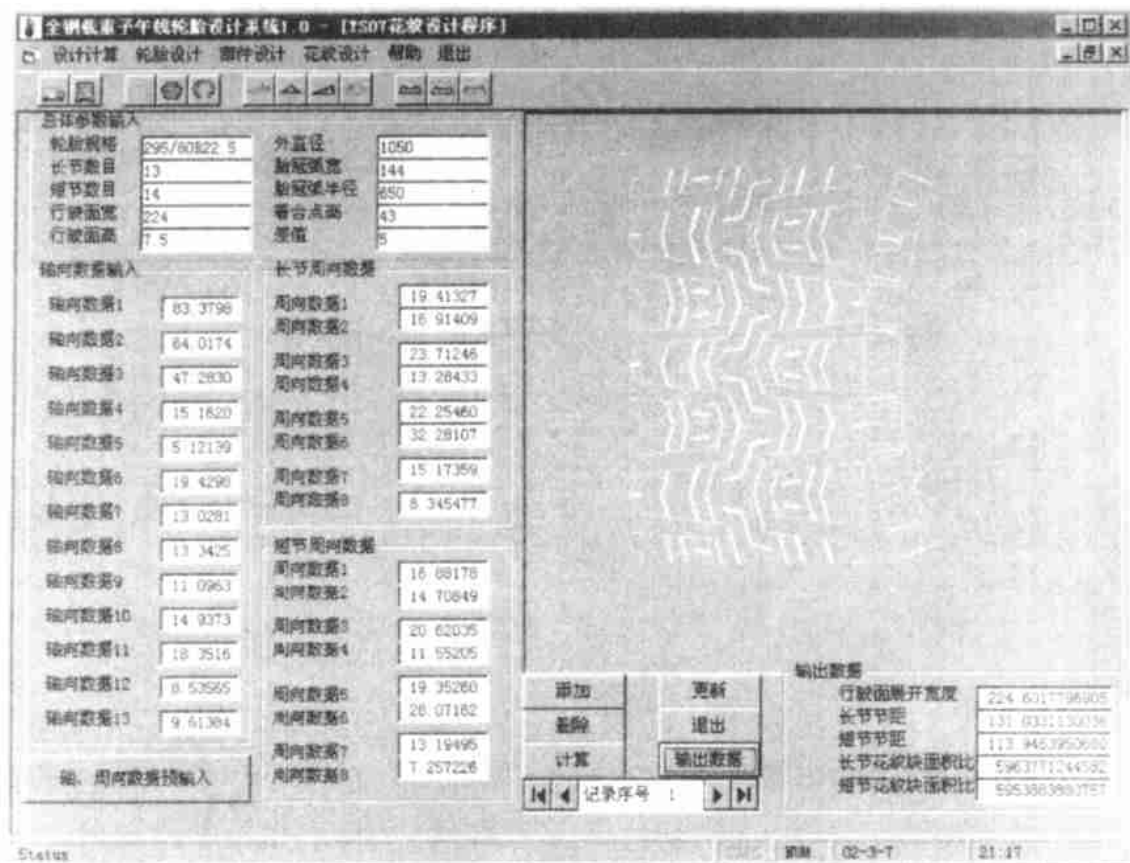


图9 胎面花纹设计程序界面

轮胎工业, 2001, 21(5): 277.

收稿日期: 2002-05-21

《现代化工》2003 年征订启事

《现代化工》是中国化工信息中心主办的国内外公开发行的综合性化工科技期刊, 集科研、市场和管理为一体。自 1980 年创刊以来, 一贯坚持大化工、全方位的服务方向, 以战略性、工业性和情报性为特色。1992 和 1996 年分获首届和第二届全国科技期刊评比一等奖, 1999 年获首届“中国期刊奖”, 2001 年被评为中国期刊方阵“双奖期刊”, 为全国中文核心期刊, 为美国《工程索引》(EI Compendex) 和《化学文摘》(CA) 等所收录, 科技论文统计源期刊。

《现代化工》着眼于国内外大化工的新技术、新工艺、新兴边缘学科和高技术成就, 服务的读者对象为化工科研及设计人员、大专院校师生、化工行业管理干部以及化工企业的厂长经理及营销人员。本刊主要栏目: 专论与评述、技术进展、科研与开发、工艺与设备、市场研究、环保与安全、海外

纵横、知识介绍、国内简讯、国外动态、专利集锦及服务窗等。

《现代化工》每期订价 8 元, 全年 12 期订价 96 元。国内邮发代号 82-67, 各地邮局均可订阅, 错过订刊季节也可与本刊发行部直接联系订阅。

地址: 北京安外小关街 53 号《现代化工》发行部

邮编: 100029

开户行: 农行亚运村支行营业室

户名: 北京中化信深达信息技术有限责任公司

帐号: 30922770-1610

电话: 010-64444113, 64444090/64444095 转 839

传真: 010-64444026, 64437104

E-mail: mci@mail.cncic.gov.cn

Http://www.xdhg.com.cn