

# 工艺与技术

## 基于 AutoCAD 和 Excel 的轮胎成型机头宽度计算

粟定华

(曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

摘要: 介绍以 AutoCAD 和 Excel 为软件平台二次开发, 实现轮胎成型机头宽度的计算。采用本设计程序时, 只要按比例绘制出成品轮胎曲线和机头鼓肩曲线并输入相关设计参数, 就可计算出成型机头宽度。该程序操作简单方便, 计算结果精确。

关键词: 轮胎成型机头; 宽度; AutoCAD; Excel

在轮胎结构设计中, 通常需要计算成型机头的宽度。一般是先按比例设计出成品轮胎的材料分布图, 然后设计成型机头的鼓肩部位轮廓曲线, 再进行成型机头宽度的计算。在成型机头宽度的计算中, 先对成品轮胎曲线和机头鼓肩曲线进行分段, 并提取各段的几何数据, 然后依据这些数据和有关设计值进行计算。本设计程序以 AutoCAD 和 Excel 为软件平台, 进行成品轮胎曲线和机头鼓肩曲线分段、几何数据提取以及机头宽度计算等工作, 以提高设计效率和计算精度。

### 1 计算原理

按传统的轮胎设计方法, 轮胎成型机头宽度是以经典网格理论为基础进行的计算, 计算公式为:

$$B_s = 2B_2 - 2B_1 + 2C$$

式中,  $B_s$  为成型机头宽度,  $B_2$  为成品轮胎折合宽度,  $B_1$  为鼓肩折合宽,  $C$  为鼓肩宽度。

机头宽度计算原理如图 1 所示。图 1(a) 中, 成品轮胎曲线和机头鼓肩曲线已设计好, 虚线部分长度待定, 待定长度的取值直接决定轮胎定型硫化时帘线的伸张情况, 这也是设计人员最关心的问题。反过来, 要得到期望的帘线伸张值, 可根据计算确定待定长度, 从而确定出机头宽度。根据余弦公式, 由成品轮胎曲线的几何形状、轴线位置、冠部直径和角度等可以计算出帘线的长度。同理, 机头鼓肩部分的帘线长度也可计算出来。

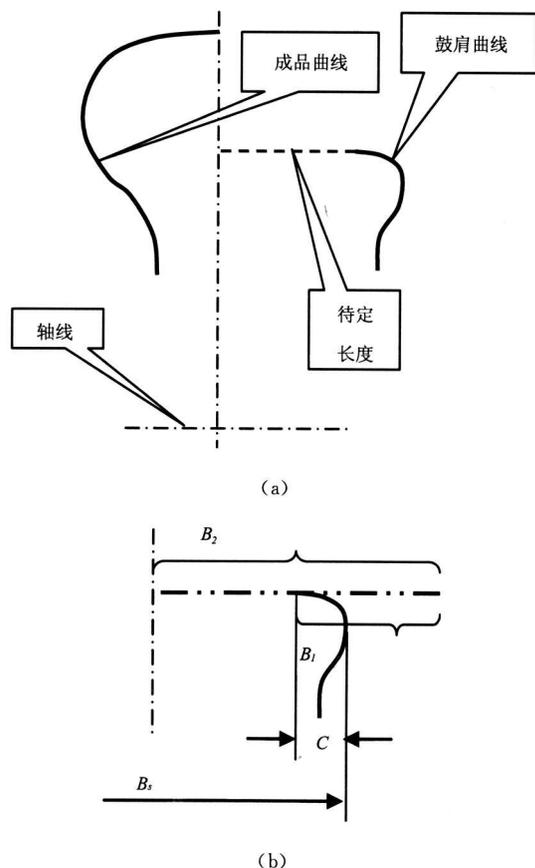


图 1 机头宽度计算原理示意

从图 1(b) 可以看出, 由帘线长度和帘布筒直径可以算出布筒宽度。假设帘布筒伸张到其直径与机头直径一样大,  $B_2$  为帘布筒半宽, 可由成品轮胎的帘线长度计算出来;  $B_1$  对应胎肩部分宽度, 同理也可由机头鼓肩部分帘线长度计算出来。

## 2 程序设计方案

按优先选用常用办公软件,并发挥各种软件的专长和特点的原则,本设计机头宽度的计算以 AutoCAD+Excel 来实现,数据处理流程如图 2 所示。

### 2.1 AutoCAD 部分

AutoCAD 部分的主要任务是对曲线自动分段,分段长度可由用户输入,并根据指定的轴线参

考点,把曲线上的一系列分段点的相对坐标以文本文件(\*.txt)形式保存,供后面的 Excel 程序计算时调用。曲线分段的方法与人工使用分规来分段的方法相似,如图3所示,由曲线的头部开始,以前一次的交点为圆心,以等分长度为半径画圆,所画圆与曲线有两交点,取前方的交点为圆心再画圆,按此方法循环下去,直到把曲线分割完毕。

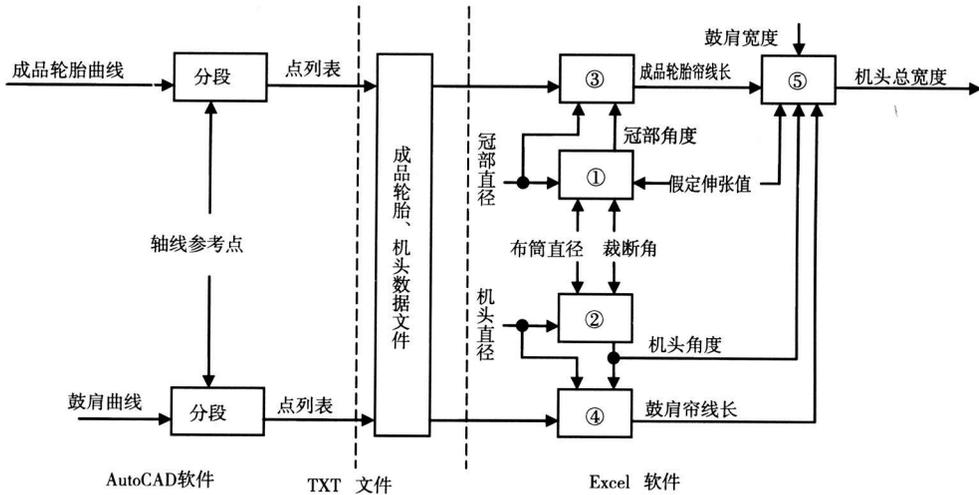


图 2 数据处理流程

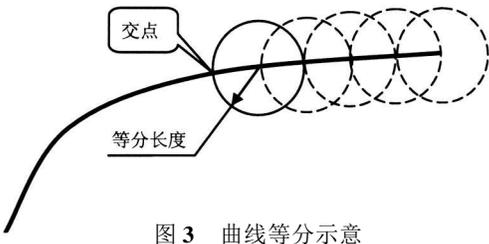


图 3 曲线等分示意

上述过程只是几何算法,并不需要绘制出图形。该部分程序需要完成的功能是:人工选取曲线后,程序识别并提取出 AutoCAD 曲线实体的几何数据,然后再计算出各个分段点。由于曲线是由多段直线或圆弧组成的,因此要确定 2 个几何功能函数:一个求圆弧与直线相交的交点,另一个求圆弧与圆弧的交点。这 2 个函数是该部分程序的关键技术。

图 4 为圆和线的交点示意,平面坐标中圆与直线交点的函数式(P-CLI)为:

$$P-CLI(P_{r1}, P_{r2}, P_c, R_c, P_1, P_2)$$

式中,  $P_c$  和  $R_c$  分别是圆的圆心和半径,为输

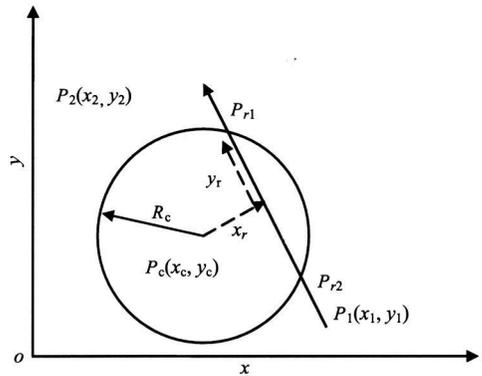


图 4 圆和线的交点示意

入参数;  $P_1$  和  $P_2$  分别是直线的起点和终点,为输入参数;  $P_{r1}$  和  $P_{r2}$  是圆和直线的交点,为返回参数。如果返回值为零,表示有交点,否则无交点。

图 5 为圆和圆的交点示意,求平面坐标中的圆与圆交点的函数式(P-CCI)为:

$$P-CCI(P_1', P_2', P_1', R_1, P_2', R_2)$$

式中,  $P_1'$  和  $R_1$  分别是第一个圆的圆心和半径,为输入参数;  $P_2'$  和  $R_2$  分别是第二个圆的圆心和

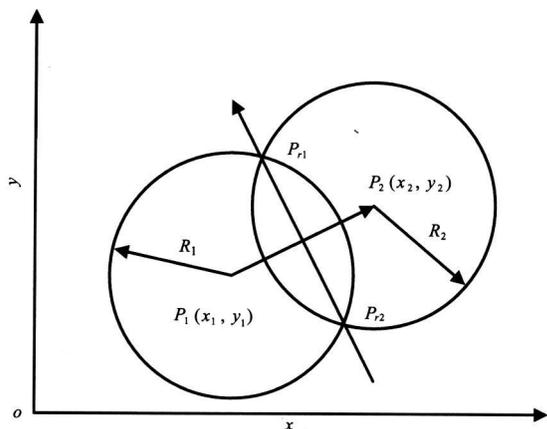


图5 圆和圆的交点示意

和半径,为输入参数; $P_{1'}$ 和 $P_{2'}$ 分别是圆和直线的交点,为返回参数。如果返回值为零,表示有交点,否则无交点。

## 2.2 数据文件部分

数据文件既是 AutoCAD 的输出,也是 Excel 的输入,它起到一个“接口”的作用。数据文件采用最普通的文本文件类型,约定数据格式如下:

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1) 成品轮胎曲线              | (简单说明)               |
| 119                    | (分段点数量)              |
| - 342840 307 799999    | (第 1 点 $x, y$ 坐标值)   |
| - 2 342347, 307 844444 | (第 2 点 $x, y$ 坐标值)   |
| .....                  |                      |
| - 35 125833, 194       | (第 119 点 $x, y$ 坐标值) |
| 2) 机头曲线                | (简单说明)               |
| 68                     | (分段点数量)              |
| 29 986947, 280 115124  | (第 1 点 $x, y$ 坐标值)   |
| 29 861350, 278 119072  | (第 2 点 $x, y$ 坐标值)   |
| .....                  |                      |
| 17 342809, 217 401986  | (第 68 点 $x, y$ 坐标值)  |

## 2.3 Excel 部分

Excel 部分的主要任务是:首先导入数据文件中全部曲线分段点坐标,然后输入一些必要的参数,如帘布筒直径、帘布裁断角度、帘线假定伸长值和鼓肩宽度等,最后进行机头宽度计算。

该软件部分的特点是利用 Excel 强大的“公式”功能,全部计算过程以公式的形式输入到工作表中。只要设计人员编辑所需参数,计算结果就立即得到刷新。所有给定参数、计算公式、中间计算结果和最后计算结果都在工作表中,相当于把输入界面、计算过程和输出列表整合在一起,这就

是 Excel 与常规程序不同之处。从图 2 可以看出,按实现功能,计算可分为成品轮胎冠部角度计算、机头角度计算、成品轮胎帘线长度计算、机头鼓肩处帘线长度计算和机头总宽度计算五大部分。

VBA 二次开发部分主要实现 2 个功能:一是打开数据文件,把所有分段点逐个读入,并填写到工作表的相应位置;二是根据给定参数范围循环运行,按参数增量将一组组的计算参数填入到计算公式入口,然后把公式的计算结果连同计算参数一起复制到结果列表中。

## 3 操作步骤和软件界面

1. 首先使用 AutoCAD 打开轮胎材料分布图,复制图中的成品轮胎部分和机头鼓肩部分的曲线,一般是选用第一帘布层曲线,然后用 PE 命令把曲线拟和成多段线。

2. 单击 AutoCAD 自定义工具栏上的按钮,弹出如图 6 的界面。在该界面中输入分段长度,选择成品轮胎曲线和机头曲线,再选择成品轮胎曲线和机头曲线轴上一点。当单击“保存结果”按钮时,程序将完成曲线分段,以“\*\_CPJT.txt”文件名把数据保存在该 AutoCAD 图形文件所在的路径中,并显示“数据保存成功”的信息框。

3. 单击“Excel 计算”按钮,程序自动打开 Excel 文件 CPJT.XLS,进入图 7 界面。单击“读入文件”按钮,弹出“打开”对话框图 8,选择先前 AutoCAD 保存的“\*\_CPJT.txt”数据文件。当

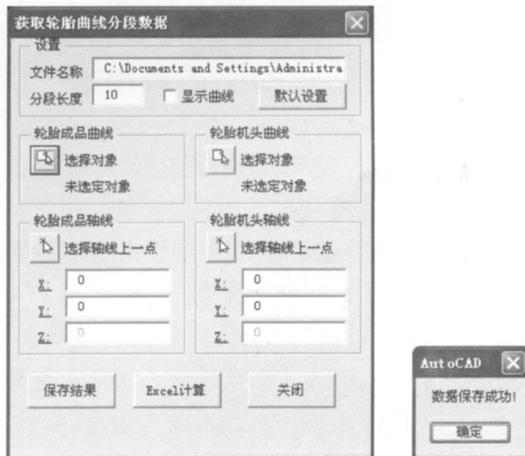


图6 AutoCAD 窗体和消息框



图7 Excel 计算条件工作表



图8 打开对话框

单击“打开”按钮时，程序打开并读入该数据文件，然后再回到图7界面。按要求输入所需的轮胎参数，单击“计算”按钮进行计算。

4. 计算结果在 Excel 文件的“计算结果”工作表中列出(见图9)。

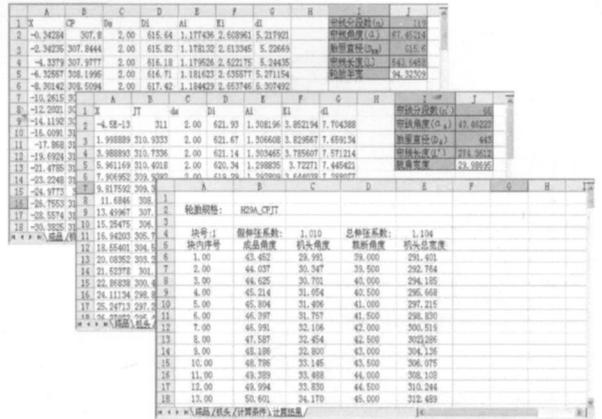


图9 其他工作表

5. 若要查看成品轮胎和机头曲线的分段情况以及帘线长度的计算情况，可点击 Excel 文件的“成品轮胎”和“机头”工作表(图9)。一般地，读入文件程序会自动刷新工作表的内容，故工作表只供查看，不必修改。

#### 4 结语

基于 AutoCAD+Excel 二次开发的轮胎成型机头宽度计算已在多个规格的斜交轮胎设计中得到验证。实践证明，其曲线分段结果与手工分段结果一致，计算结果准确，操作简单便捷，可以提高工作效率和计算精度，是一个非常实用的计算程序。

## 改进炼胶工艺 提高翻新轮胎胎面胶质量

近年来，我国很多翻新轮胎厂对炼胶设备和工艺进行了改进，但多偏重提高生产效率，而对改进炼胶工艺重视不够。本工作以提高翻新轮胎胎面胶质量为目的，探讨优化炼胶工艺。

### 1 塑炼工艺

翻新轮胎胎面胶的主体材料一般为天然橡胶(NR)与顺丁橡胶(BR)或/和丁苯橡胶(SBR)的并用胶。为保证并用胶的相容性(粘度

或相对分子质量相近)，有利于并用胶共硫化，有助于提高BR和SBR与炭黑的亲合力，使大部分炭黑进入非自补强性橡胶BR和SBR内，并用胶各胶种的塑性值应相近。由于BR和SBR的塑性值可在生产过程中控制，因此BR和SBR可不塑炼，但NR必须塑炼。NR塑炼至要求塑性值后，一是与BR或/和SBR合炼后存放待混炼；二是与BR或/和SBR直接投入密炼机中混炼。这两种塑炼方法的胶料性能对比见表1(胶料主要组分：NR 50，BR 50，炭黑N220 54)。生胶塑炼最好在开炼机(小辊距、低辊温)上进行。