新技术 新工艺

CAD 二次开发程序在轮胎硫化胶囊体积及表面积计算中的应用

粟定华
（曙光橡胶工业研究设计院，广西 桂林　541004）

摘要：介绍采用 ACD 的 LISP 二次开发程序进行轮胎硫化胶囊的体积及表面积计算。绘制硫化胶囊断面轮廓线并确定旋转轴，即可利用 CAD 的 LISP 二次开发程序计算胶囊体积及表面积。该程序操作简单、方便，计算结果准确。

关键词：硫化胶囊；轮胎；CAD；LISP 二次开发程序；体积；表面积

在传统的轮胎硫化胶囊体积计算中，先将胶囊成品断面分成若干个四边形或三角形小块，然后用作图法求出各小块面积 S_i 和重心，并测出重心直径 D_i，求出各小块的体积 $V_i=S_i\pi D_i$，将所有小块的体积累加即得出胶囊的总体积 $V=\sum V_i$。

传统的作图法只能手工操作，工作量大，计算繁琐，容易出错，并且只能近似地计算出胶囊的体积。用 CAD 的 LISP 二次开发程序可简化计算过程，使胶囊体积和面积计算更快，结果更准确。

1　计算原理

轮胎硫化胶囊成品断面轮廓线可看成是由多条直线和圆弧组成的连续封闭线。单条直线（或圆弧）绕旋转轴旋转一周形成的旋转体体积易于计算，连续封闭线绕旋转轴旋转的旋转体体积为其所包含直线和圆弧绕旋转轴旋转的旋转体体积的代数和（与旋转轴同向的旋转体体积为正，与旋转轴反向的旋转体体积为负）。这样，就可以将连续封闭线的旋转体积计算转换为直线和圆弧旋转体的体积计算。

直线和圆弧绕旋转轴旋转形成旋转体的结构参数如图 1 所示，图中 h_1 和 h_2 分别为直线起点和终点到旋转轴的垂直距离；H 为直线在旋转轴上的投影长度（正值或负值）；r 为圆弧半径；a 和 b 分别为圆弧的起角和终角；f 为圆弧夹角（正值或负值），e 为圆心到轴线的距离。

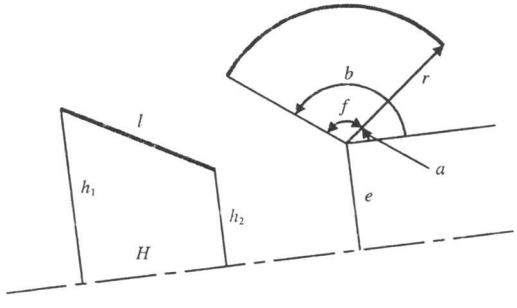

图 1　直线和圆弧绕旋转轴旋转形成旋转体的结构参数

直线绕旋转轴旋转的旋转体体积（V_L）计算式为：

$$V_L=(h_1^2+h_2^2+h_1h_2)\pi H/3 \qquad (1)$$

圆弧绕旋转轴旋转的旋转体体积（V_A）计算式为：

$$V_A=\pi(V_1-V_2+V_3) \qquad (2)$$

$$V_1=(e_1+r^2)r(\cos b-\cos a) \qquad (3)$$

$$V_2=r^3(\cos^3 b-\cos^3 a)/3 \qquad (4)$$

$$V_3=er^2(\sin b\cos b-\sin a\cos a-f) \qquad (5)$$

以上公式由作者推导得出。

直线绕旋转轴旋转的旋转体表面积和轮廓周长等可以根据以上思路类推，本文就不再详细列出。

2　程序设计

AutoLISP 是一种功能全面的解释性编程语

言,可以用于调用 AutoCAD 命令、显示对话框、获取实体内部数据、数值计算等。为了便于操作,可用 AutoLISP 语言进行程序编写,然后挂接到 AutoCAD 上。这样,当绘制好胶囊断面轮廓图时,就可以方便地求出胶囊的体积和用胶量。

计算旋转体体积程序的操作流程如图 2 所示,各程序模块功能说明如下。

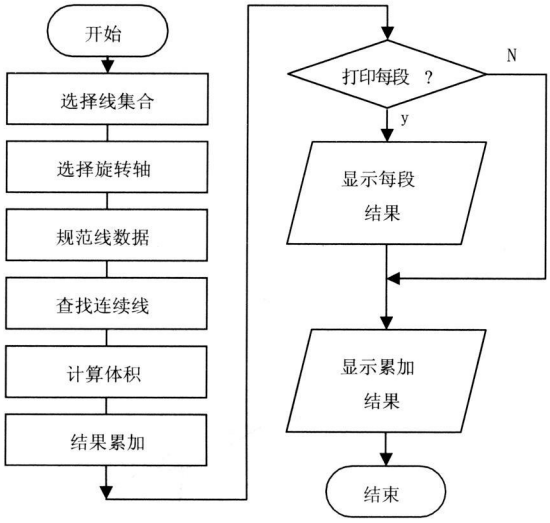

图 2 计算旋转体体积程序的操作流程

1. 选择线集和旋转轴

所选的线集可以是一组连续线,也可以是几组连续线,一般要求每组线首尾相连(称连续封闭线)。所设计的程序将分别计算每根线的旋转体体积和每组线的旋转体总体积。

选择的旋转轴方向可以是任意的。这样的程序不受旋转轴方向限制,适用性更广,而且可以一次计算几组绕同一旋转轴旋转的连续线的旋转体体积。

必须注意的是,线集与旋转轴线的关系必须按比例绘制,否则计算结果将失去意义。

2. 统一线格式

所选的线集可以包括直线、圆弧、圆和多段线。但若线的格式多样,不利于程序设计,因此可将所有线型统一为起点、凸度、终点格式。直线可提取起点和终点,其凸度为零;圆弧要提取圆心、起点、终点和半径,换算出起点、凸度和终点;圆可拆分为两段圆弧来处理;多段线可直接提取多条直线(或圆弧)的起点、凸度、终点值。

3. 查找连续线

对所选的线集进行逐一判断,确定哪些线是相连的,哪些线是不相连的,将相连的线作为一组,并且按线的首尾相接顺序排列好。

4. 计算体积

计算前先判断该线的凸度,若凸度为零则为直线,按式(1)计算;若凸度不为零则为圆弧,按式(2)计算。分别计算出每根线的旋转体体积(正值或负值),然后对同组内的所有线的体积取代数和,得出该组连续线绕旋转轴旋转的体积。若给出胶料密度,则可以直接计算出胶质量或用胶量。

5. 计算结果输出

确定是否打印每段线,如果选择是,则可显示出每段线的旋转体体积和连续线的旋转体体积;如果选择否,则只打印连续线旋转体体积。

3 程序操作示例及计算结果

图 3 是一个已经按比例绘制好的 CAD 图形,运行程序后,通过选取轮廓线的旋转轴线来获得程序的输入数据,程序会根据需要列出所有线段的计算结果以及总结果,还可以根据提供的材料密度计算出总质量,操作示范如下。

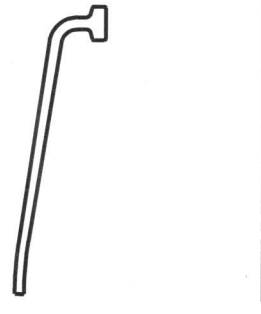

图 3 胶囊计算实例图

命令:_SDHSV
请选择回转体轮廓线:
选择对象:指定对角点:找到 2 个
选择对象:
请选择轴的第一点:
请选择轴的第二点:
要列出各段的计算结果吗?(Yes or No)Y
请输入密度:1.0(单位:$Mg\cdot m^{-3}$)
__封闭线 1:
_ARC 1:((1 454.79—741.06)—

0.037 177 6（1 457.54－704.036））

长度 L＝37.160 4 mm，平面面积 A＝8 018.719 5 mm^2，旋转体表面积 S＝50 568.477 mm^2，旋转体体积 V＝－5 456 143.302 5 mm^3。

_LINE 2:（（1 457.54－704.036）0.0（1 480.02－553.95））

长度 L＝151.759 7 mm，平面面积 A＝30 543.430 6 mm^2，旋转体表面积 S＝－194 049.794 2 mm^2，旋转体体积 V＝－19 547 255.707 6 mm^3。

_ARC 3:（（1 480.02－553.95）－0.371 318（1 500.79－536.06））

长度 L＝29.865 2 mm，平面面积 A＝3 349.426 1 mm^2，旋转体表面积 S＝34 542.312 7 mm^2，旋转体体积 V＝－1 971 287.706 7 mm^3。

_LINE 4:（（1500.79－536.06）0.0（1 507.98－536.06））

长度 L＝7.198 mm，平面面积 A＝0 mm^2，旋转体表面积 S＝－7 593.572 mm^2，旋转体体积 V＝0 mm^3。

_ARC 5:（（1 507.98－536.06）0.339 454（1 510.88－533.836））

长度 L＝3.927 mm，平面面积 A＝360.567 mm^2，旋转体表面积 S＝4 012.076 1 mm^2，旋转体体积 V＝－183 689.121 3 mm^3。

…… …… ……

_ARC 19:（（1 464.96－701.877）0.040 510 8（1 461.79－741.06））

长度 L＝39.355 mm，平面面积 A＝－8 206.629 3 mm^2，旋转体表面积 S＝51 788.958 9 mm^2，旋转体体积 V＝5 399 941.522 5 mm^3。

_LINE 20:（（1461.79－741.06 0.0）0.0（1454.79－741.06 0.0））

长度 L＝7 mm，平面面积 A＝0 mm^2，旋转体表面积S＝－9 412.211 6 mm^2，旋转体体积 V＝0 mm^3。

封闭线 1 总计：

长度 L＝508.357 7 mm，平面面积 A＝2 049.784 4 mm^2，旋转体表面积 S＝279 618.211 mm^2，旋转体体积 V＝2 468 513.429 5 mm^3。

胶囊质量为 2.4685 kg。

4　结论

用 CAD 的 LISP 二次开发程序计算轮胎硫化胶囊体积和表面积时，不用进行图形几何尺寸测量和累计计算等人工操作，只须按实际比例绘制旋转体截面轮廓并确定旋转轴即可进行计算。需要注意的是，当计算旋转体体积时，轮廓线应该是由多条线组成的连续闭合线（组）；当计算旋转体表面积时，线（组）也要连续，但可以不闭合。该程序可使用直线、圆弧和多段线 3 种实体线型。

用 CAD 的 LISP 二次开发程序可以同时计算出旋转体的体积、表面积、断面面积和轮廓周长等，已应用于轮胎硫化胶囊以及胎面胶等的计算，具有操作简单、计算速度快和计算结果准确等特点。

Jyco 公司在挤出 TPV 中掺用回收 EPDM

Jyco 密封技术公司宣布，其已找到一种方法，可以在挤出热塑性硫化胶（TPV）中掺用回收三元乙丙橡胶（EPDM），并制成高性能汽车挡风雨密封条系统。

以前，再利用 TPV 只能被用于制造日常用品和密封圈、衬套、汽车保险杠和挡泥胶片等一般注射模压制品。而采用新技术后，其应用范围更广，而成本会降低，可用于主要密封件、玻璃窗镶边胶条、防尘罩和行李箱盖板、遮阳篷顶及其它挡风雨密封系统。　　杨　静

日本信越化学推出快速硫化硅橡胶

据报道，日本信越化学有限公司已开发成功一种快速硫化硅橡胶，并开始向市场销售产品。据称，这种新产品的硫化速度是该公司传统高含量（HCR）产品的 5 倍。

新产品包括 2 个品种，一个是 KE-594，对应的邵尔 A 型硬度为 40 度，另一个是 KE-597，对应的邵尔 A 型硬度为 70 度，客户可根据说明书共混成中间硬度产品。　　杨　静