

利用MTS 860-40型轮胎耐久性试验机测定轮胎印痕垂直应力分布的探讨

纪国生

(沈阳第三橡胶厂 110025)

摘要 叙述了用美国MTS 860-40型耐久性试验机测定轮胎印痕垂直应力分布及计算机处理数据的程序设计方法;论述了压电式石英晶体力传感器和耐久试验机的接口方法。

众所周知,轮胎印痕面上应力分布不均匀,会导致磨冠或磨偏等质量问题,因此,我们探讨了用美国MTS 860-40型轮胎耐久性试验机来测定轮胎印痕垂直应力分布。

1 MTS 860-40型轮胎耐久性试验机简介

MTS 860-40型轮胎耐久性试验机由主机、GE直流控制框、PDP-11/73计算机、860控制框及液压源组成,整个系统由计算机控制。试验速度可达 $250\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$,负荷可达90000N。主机分A、B两个转鼓(见图1)。A、B两鼓各带两个工位。在第四工位上可进行轮胎的倾角、偏角及静负荷测试。

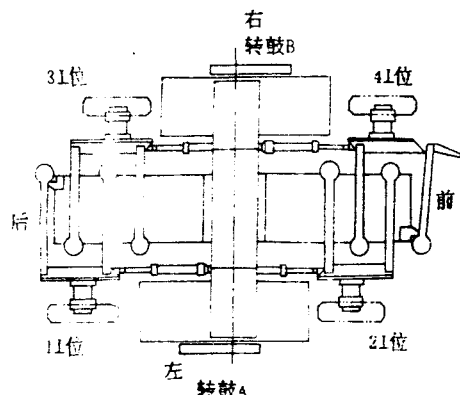


图1 MTS 860-40型轮胎耐久性试验机主机示意图

2 轮胎印痕垂直应力测试系统简介

轮胎印痕垂直应力测试仪由应力测试平

台、压电式石英力传感器及电荷放大器三部分组成。将此仪器再连网到MTS 860-40型轮胎耐久性试验机上,就构成了轮胎印痕垂直应力测试系统。

2.1 应力测试平台结构

应力测试平台是承受轮胎载荷的主要部件,由基板、大小滑台及丝杠等组成。压电式石英力传感器嵌入在小滑台内,承力面积 2cm^2 ,大滑台嵌在基板上。大、小滑台分别由两根丝杠带动,以便完成力传感器在印痕面上的任意移动(见图2)。整个仪器为单点连续测量,镶嵌式网络布筋结构,大大增强了系统的随意性、选择性,使仪器厚度减小、刚性增强。

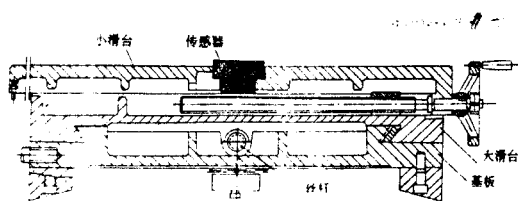


图2 测力平台剖面图

2.2 压电式石英力传感器

比较了各种材质的力传感器之后,我们采用了压电式石英力传感器(石英晶体分子式 SiO_2 ,密度 $2.65\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$,模式硬度7,熔点 1750°C ,热膨胀系数为钢的1/30,机械滞后是优质钢的1/100,长期稳定性十分良好)。经取向切割后制成的力传感器的线性度、重复性精度、滞后性、向间偏差等力学性

性质都十分理想,并且长期稳定性好,几乎不受温度、湿度的影响。在外力作用下,石英晶体会产生电荷,其多少同外力的大小成正比。这种特性极适应于动态力测量,对准静态力的测量也较为理想。只要整个系统对地的绝缘性较好,二次仪表的输入阻抗足够高,就不会有较大的电荷流失。

2.3 电荷放大器

压电式石英力传感器输出的电压十分微弱,必须经过放大器放大。放大后的电压值不但取决于电荷量,而且也取决于电缆电容,因此系统电缆的长度和型号都对信号有所影响。尽管如此,传感器所感应的电荷却与外接电缆电容无关。我们采用扬州无线电二厂的 YE5850 电荷放大器,就可以做到使其输出电压仅与电荷有关。

在本系统里,电荷放大器的作用不仅仅是将压电式石英力传感器感应的电荷放大并转换成电压量输出,而且可调节传感器灵敏度使被测试的物理机械量与电压之间“归一化”。

3 仪器与 MTS 860-40 型轮胎耐久性试验机的联网

在上面的小系统中,应力分布仪只要再配上一台数字电压表就能独立工作了,但是数据的采集及处理工作都需人工完成。利用美国 MTS 860-40 型轮胎耐久性试验机现有的硬件资源及软件环境,可以相当理想地解决这个问题,并使测试完全自动化。

把测试平台通过基板固定在耐久试验机的 B 鼓上,工作面垂直于地面。轮胎装在第 4 工位上,水平加载。其工作原理与静负荷试验相同。测力平台与主机的装配如图 3 所示。

将电荷放大器输出的电压送至 MTS 458.12 DC col r/r 里的 A/D 上,用 micro-console 458.10 可编程控制显示系统作为力值显示,并通过其可编程能力达到力值与示值的“归一化”。另一方面,我们还可以利用 MTS 468 的通道及 PDP-11/73 型计算机对

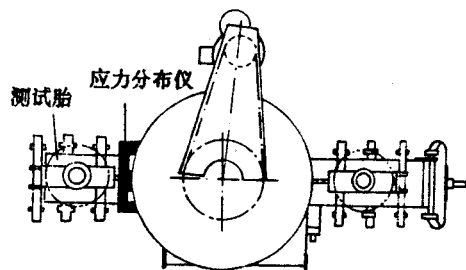


图 3 测力平台与主机的装配示意图

数据进行采集与处理,以列表及绘制曲线两种方式提供处理后的数据。只要应用本机所提供的 MTS BASIC 语言进行应用程序的开发,就可以从事各种情况的实时控制。

4 应用程序的开发

与 MTS 860-40 耐久性试验机配用的 PDP-11/73 型计算机,在这里被看作是工业控制机。由于 MTS 公司将控制软件设计出来就“封闭”上了,因此,另外设计一个软件来支持“应力分布试验”是不可能的。我们作了一些技术上的处理,在 MTS 860 转鼓控制模式下运行 MTS 860 转鼓控制程序,使其为各通道初始化,之后再调入“应力分布应用程序”(G92918.TOK)即可。

图 4 是程序框图。程序运行时,在 CRT 上首先提示用户选择测试项目,当用户在主菜单下选择 LOAD TEST 项后就进入了应力测试子系统菜单,接着选择 LOAD TEST 后,在 VT 240 上显示轮胎印痕垂直应力测试系统控制软件的功能及使用方法,并送上一束小花以表被“选中”之情。接着在 VT 240 上提示用户输入一些有关轮胎的描述,如载荷、气压、胎号、时间及规格等。当回答了输入数据正确的要求之后,VT 240 上出现一个表格,同时光标定在(0,0)点(即轮胎印痕测试的初始点)上,以印痕中心为原点,短半轴为 X 轴,长半轴为 Y 轴。测试范围为印痕面的 1/4(如图 5 所示)。进行测试时,首先将轮胎加载 10s,接着采样。将样值进行数字滤

波,标度变换后显示在刚才那个坐标点上,并被保持下来。轮胎卸载,移动传感器到下一个测试点,如(2,0)点。轮胎加载,光标移向表格中对应的样点上重复采样过程。采样结束时可根据要求让打印机输出表格、三维图形或二维分解图。图5为表格形式。

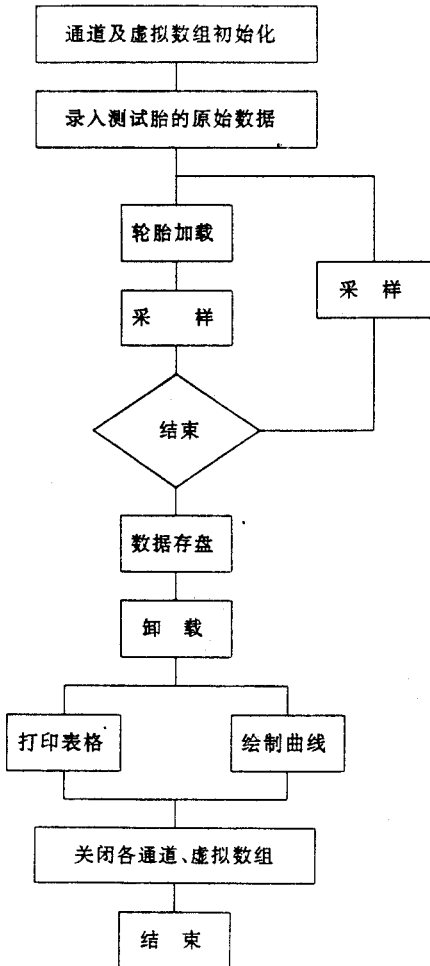


图4 程序框图

采集数据之后,将数据存贮起来,为以后绘图所用。现定义一个数组 $X(10,20)$,在轮胎印痕的短半轴上以 1cm 为一个坐标点,共分 10 点,即 0—18cm,使长轴长度范围可达 0—36cm。我们只在程序中收集 1/4 印痕面上的应力分布情况,因而定义数组为 $X(10,20)$ 。用下面的子程序 a 就可以完成上述工作。

程序 a

```

2000 REM --- A/D Diagnostic
2010 C=2\DIM X(10,20),A(SA),B(3)
2010 C=2\DIM X(10,20),A(SA),B(3)
2012 FOR I=1 TO 8 \DASTEP(I,O) \NEXT I
2015 FOR S1=0 TO 64 STEP 8
2020 FOR S2=0 TO 9
2030 TXTSPOS(1,S2+3,S1+5)
2040 FOR I=1 TO 10
2041 DASTEP(C,U/10) \ ETIME \ SLEEP(1) \
NEXT I
2042 FOR I=1 TO 20 \ A(I)=VA14(VA14,C) \ E-
TIME \ SLEEP(.25) \ NEXT I
2043 A(0)=0 \ GOSUB 2501 \ B(1)=A(0)
2050 FOR I=1 TO 10
2051 DASTEP(C,O) \ ETIME \ STEEP(1) \ NEXT I
2052 FOR I=1 TO 20 \ A(I)=VA14(VA14,C) \ E-
TIME \ SLEEP(.25) \ NEXT I
2080 X(S1/8.2*S2)=10*((1.10397E-03*B(1)+
.178778)-(1.10397E-03*B(2)+.178778))
2090 IF X(S1/8.2*S2)<2 THEN X(S1/8.2*S2)
2100 PRINT USING '- ## #. ##',X(S1/8.2*S2)
2130 NEXT S2
2136 B=SYS(9) \ IF B<>-1 THEN 2136
2140 NEXT S1
2145 FOR I=1 TO 8 \DASTEP(I,O) \NEXT I \ DO-
CLEAR
2150 COPY \ GOSUB 30000 \ RETURN
2500 REN * * * * * FU HE LIU BE * *
* * * * *
2501 FOR I=1 TO 20
2502 FOR J=I TO 20
2503 IF A(I)<=A(J) THEN 2507
2504 A(0)=A(I)
2505 A(I)=A(J)
2506 A(J)=A(0)
2507 NEXT J
2508 NEXT I
2509 A(0)=0
2510 FOR I=2 TO 19
2511 A(0)=A(0)+A(I)
2512 NEXT I
2513 A(0)=A(0)/18
2514 RETURN
  
```

用程序 b 就能绘制出三维坐标下的曲面图,从曲面图上可以较直观地看出力的分布情况。

	0	1	2	3	4	5	6	7	cm
0	0558	0644	0825	0933	1009	1029	1012	0535	
2	0488	0534	0751	0946	1031	0737	1040	0541	
4	0479	0456	0334	0830	0929	0743	0444	0152	
6	0516	0586	0704	0438	0909	0903	0865	0415	
8	0469	0504	0764	0864	0249	0853	0796	0318	
10	0440	0292	0626	0595	0531	0245	0175	0108	
12	0319	0231	0325	0358	0172	0519	0333	0101	
14	0054	0124	0372	0176	0115	0124	0100	0096	
16	0091	0129	0082	0101	0113	0112	0096	0091	
18				0109					

Test Number

Test Comment

Tire Description

Tire Size

TRA Load Rating

Test Requested by

Test Inflation

Test Data

Test03

No. 45-"09"

C92. 7. 15. 343

9. 00-20 14PR

25235 N

JIGUOSHENG

550 kPa

1992. 7. 18

图 5 测试报表格式

```
程序 b
30000 REM ***** GRAPHICS LOAD **
      *****
30001 A=17 \ B=8
30010 TEKMODE(1,1) \ GRON(1)
30020 PLOT(1,-20,-20) \ PLOT(1,-20,100) \
      PLOT(1,-20,-20) \ PLOT(1,100,-20)
30021 POLT(1,-20,-20) \ PLOT(1,-100,-100)
30022 INVEC(1)
30030 LABEL(1,"SHORT HALF AXIS mm", "LOAD
      N/CM2",A,B,1)
30040 FOR I=0 TO 8 STEP 2
30045 FOR J=0 TO 8
30047 X=12 * J-4 * I-20
30048 Y=-4 * I-20+.8 * X(J,I)
30050 PLOT(1,X,Y)
30055 NEXT J
30057 INVEC(1)
30060 NEXT I
30100 FOR J=0 TO 8
30101 FOR I=0 TO 18 STEP 2
30102 Y=-4 * I-20+.8 * X(I,I)
30103 X=12 * J-4 * I-20
30104 PLOT(1,X,Y)
30105 NEXT I
30106 INVEC(1)
30107 NEXT J
```

```
30108 COPY
30500 A=SYS(9) \ IF A<>-1 THEN 30500
30505 ERASE(1) \ GOSUB 30700 \ GOSUB 30800 \
      GOSUB 7000
30510 GLGRWIN(1) \ GROFF(1) \ VTMODE(1,1)
30600 RETURN
```

图 6 是在手动模式下绘制的曲面图。

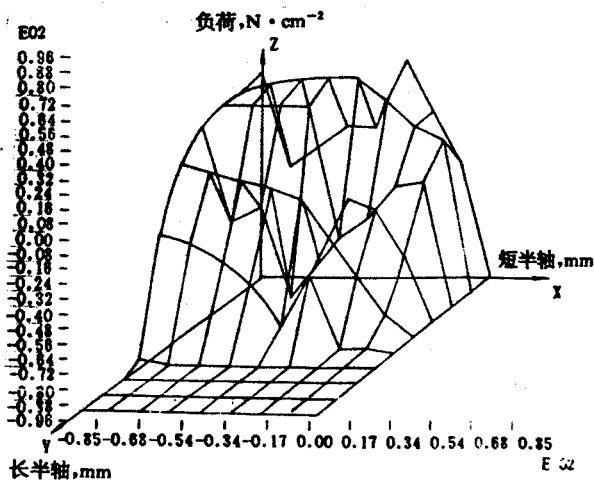


图 6 三维曲面图

问题是绘图过程中三维坐标点的确定。在计算机中不存在真正的三维坐标点,只有通过一定的算法用二维点代替三维点,从而

达到视觉上的三维感。

在 VT240 上,其自然坐标是 $(0,0)-(100,100)$ 。我们现在要建立一个三维坐标系,原点为 $O(-20,20)$ 。 X 轴上从 -20 到 100 共 120 个像素点,分 10 份,每份为 12 个像素点; Y 轴上共 80 个像素点,从 -20 至 -100 ,分 20 份,每份 4 个像素点。当 X 轴坐标值为 J 时(如点 C), Y 轴坐标值为 I 时(如点 D), A 点的坐标就是 $(12J-4I-20,-4I-20)$,如图 7 所示。

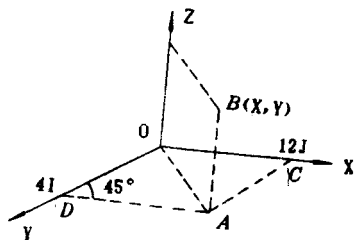


图 7 三维坐标图

Z 轴代表应力值。从点 $O(-20,-20)$ 至

点 $(-20,100)$ 共 120 个像素点。如果将应力的最大量程定为 $300\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时, $1\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$ 就是 0.4 个像素点,所以最终三维点 B 的坐标为 $[12J-4I-20,-4I-20+0,4X(J,L)]$ 。有了这种转换就可以用三维坐标表示三维图形了。只要给出应力样点的坐标及样值,即给出 $X(J,I)$ 数组值,就可以很方便地绘制出三维曲面图形来。

5 结语

由于轮胎印痕垂直应力测试系统性能优良,可移植性好,故完全可以成为 MTS 860 轮胎测试系统中的一个功能测试系统,并可达到同等测试技术水平。

对应用这种手段得到的测试数据的分析,将是今后的重点工作。如果通过研究而形成理论,那么,就会左右轮胎力学在结构设计中的应用,从而使轮胎理论及产品质量上一个新台阶。

收稿日期 1994-03-29