

轮式拖拉机后桥动载荷 测定方法的初步研究*

程建钢 黄振声 (导师)

(西北农业大学农机系)

摘 要

本文提出了通过分离后桥力、矩, 分别设置M, P传感器, 分辨M, N, Pq, Z的方法, 经检验性试验和实际应用证明了该方法是正确的。同时还系统地介绍了传感器的标定、数据处理及处理的计算机程序。

关键词 拖拉机后桥; 动载荷; 传感器; 计算机程序

拖拉机后桥动载荷(力、矩)的测量, 对于后桥零部件的设计计算与可靠性、耐久性的分析, 以及拖拉机动力学与地面——车辆力学的研究都是至关重要的。然而, 由于后桥受载复杂和结构因素等, 对后桥承受的垂直力、驱动力、侧向力的测量问题至今还没有很好解决, 影响了拖拉机动力学及后桥强度研究工作的进展。而对后桥驱动扭矩虽然能用电测法测量, 但测量采用的扭矩传感器工作中除承受扭矩外, 还承受弯矩和拉、压力的作用, 对此, 虽然通过合理布片组桥, 在理论上可以消除它们对扭矩测量的影响, 但实际上, 由于各电阻应变片参数差异以及粘贴位置和方向上的误差, 使扭矩测量的精度常常受到影响。

本文提出了通过分离力、矩分别设置力、矩传感器, 实现力、矩同步测量的方法, 并对力、矩传感器的标定及数据处理也进行了详细阐述。

一、后桥受力分析

后桥既要完成变速箱到驱动轮之间的动力传递, 又要支承拖拉机的部分重量, 所以, 必须以半轴、半轴套管和轮胎作为研究对象, 进行受力分析。如图1所示。

*①在传感器设计、试验以及论文撰写中, 曾得到邵维民老师具体指导, 在试验中得到李小昱、王为及卢博友老师的大力支持, 在此一并表示感谢。

*②在传感器加工中, 得到西安拖拉机厂和三机部115厂的大力协助, 深表谢意。

本文于1985年12月2日收到。

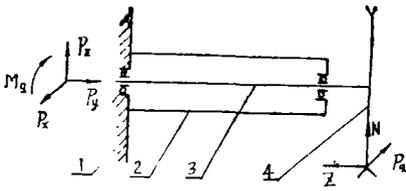


图1 后桥受力分析

1.后桥壳体 2.半轴套管 3.半轴 4.轮胎

P_q —地面对轮胎的驱动力；
 N —地面对轮胎的垂直反力；
 Z —地面对轮胎的侧向反力；
 P_x, P_y, P_z —半轴齿轮对半轴沿 x, y, z 方向的作用力；
 M_q —驱动扭矩。

显然， M_q 全部由半轴承受， P_q, N, Z, P_x, P_y, P_z 由半轴和半轴套管共同承受。

二、测量方法与工作原理

由受力分析知，拖拉机工作时，半轴承受 $M_q, N, P_q, Z, P_x, P_y, P_z$ 的作用，半轴套管也承受 N, P_q, Z, P_x, P_y, P_z 的联合作用，所以，简单地利用弹性元件代替半轴和半轴套管的方法来同时测取 M_q, N, P_q, Z 是困难的。只有设法分离载荷的承受体，即分离 M_q 与 N, P_q, Z, P_x, P_y, P_z ； N, P_q, Z 与 P_x, P_y, P_z 。分别设置测力传感器与测扭传感器，使各传感器在工作过程中只感受所测量，进而通过在各传感器合理布片组桥，实现 M_q, N, P_q, Z 的同步测量。

(一) 力、矩的分离方法与工作原理

1. 力、矩分离装置的结构特点

分离装置结构如图2所示。从图中可以看出，该装置与拖拉机原结构相比有以下特点：

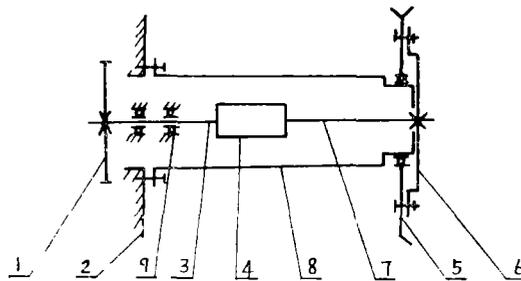


图2 测量装置结构示意图

1.最终传动从动齿轮 2.后桥壳体 3.半轴 4.万向节 5.轮胎

6.法兰盘 7.扭矩传感器(称M传感器) 8.力传感器(称P传感器) 9.轴承B

(1) 半轴套管和半轴的一部分分别用力传感器和扭矩传感器所代替；(2) 轮胎通过轴承完全悬浮在力传感器上；(3) 在半轴靠近半轴齿轮的部位增加了一排轴承；(4) 半轴与扭矩传感器之间采用万向节联接；(5) 扭矩传感器与法兰盘之间采

用滑动式花键联接。

2. 工作原理

从测定装置的特点可以明显地看出，地面的约束反力N, Pq, Z全部从轮胎→轴承→P传感器→后桥壳；驱动力矩也全部从轮胎→法兰盘→花键→M传感器→万向节→半轴→半轴齿轮。分别组成包括P, M传感器在内的统一体，实现了P传感器只承受N, Pq, Z的作用，M传感器只承受Mq的作用。此外，由力学原理得知，图 2 中的轴承B切断了Px, Py, Pz沿半轴的传递，从而消除了它们对P, M传感器的影响，同时也保证了中央传动和最终传动系统稳定工作。

(二) P传感器的工作原理

P传感器承受着N, Pq, Z以及滚动轴承摩擦力矩的联合作用，因此，须布置三组应变片，组成三个电桥分别测量N, Pq, Z，并且在布片组桥时，使每组电桥输出仅反映与其对应的被测分量，而与其它分量无关。其中N, Pq的测量均采用测剪力的方法布片组桥，Z的测量采用测弯矩的方法布片组桥，轴承摩擦力矩在各应变片中无反映。具体原理如下：

1. N的测量原理

按照图 3 方案贴上阻值和灵敏度系数相同的电阻应变片R1, R2, R3, R4，并按图 4 方案接桥就可测出N力。因为贴片的纵断面相对Pq引起的水平弯矩产生变形是中性层，故应变片无反映，而Z力产生拉压应力和弯曲应力可在桥路中消除。原理如下：

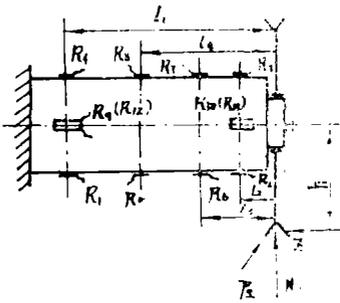


图 3

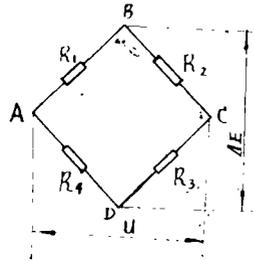


图 4

由等臂电桥加减特性知 [1]：

$$\Delta E = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\Delta R_1}{R} - \frac{\Delta R_2}{R} + \frac{\Delta R_3}{R} - \frac{\Delta R_4}{R} \right) \cdot U$$

$$= \frac{1}{4} \cdot K \cdot U \cdot (\epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3 - \epsilon_4) \tag{1}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_{1NW} - \epsilon_{2W} - \epsilon_{2L}; \quad \epsilon_2 = \epsilon_{2NW} - \epsilon_{2W} - \epsilon_{2L};$$

$$\epsilon_3 = -\epsilon_{3NW} + \epsilon_{2W} - \epsilon_{2L}; \quad \epsilon_4 = -\epsilon_{4NW} + \epsilon_{2W} - \epsilon_{2L};$$

代入 (1) 得：

$$\Delta E = \frac{1}{4} \cdot K \cdot U \cdot (\epsilon_{1NW} - \epsilon_{2NW} - \epsilon_{3NW} + \epsilon_{4NW}). \tag{2}$$

又∵ $\epsilon_{4NW} = \epsilon_{1NW}$, $\epsilon_{3NW} = \epsilon_{2NW}$;

代入 (2), 得:

$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot K \cdot U \cdot (\epsilon_{1NW} - \epsilon_{2NW}). \tag{3}$$

又由材料力学知:

$$\epsilon_{1NW} = \frac{NL_1}{EW}, \quad \epsilon_{2NW} = \frac{NL_2}{EW}$$

∴ 代入 (3) 得:

$$N = \frac{2 \cdot \Delta E \cdot EW}{KU \cdot (L_1 - L_2)}. \tag{4}$$

式中 U——供桥电压;

K——应变片灵敏度系数;

ϵ_{1NW} , ϵ_{2NW} , ϵ_{3NW} , ϵ_{4NW} ——N力引起的弯矩分别在 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 各片上产生的应变;

ϵ_{ZW} ——Z力引起的纯弯矩在各片上产生的应变;

ϵ_{ZL} ——Z力所引起的拉压在各片上产生的应变;

E——弹性元件的弹性模量;

W——弹性元件的抗弯截面模量。

2. P_q 的测量原理

按照图 3 方案贴上阻值和灵敏度系数相同的电阻应变片 $R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}$, 并按图 5 的方案组桥就可测取 P_q 。因为, 贴片的纵断面对 N, Z 引起的垂直弯矩产生的弯曲变形是中性层, 故应变片无反映, 而 Z 力产生的拉压变形可在桥路中消除 (其原理与测量 N 时消除拉压变形相同)。

3. Z 的测量原理

按照图 3 方案贴上阻值和灵敏度相同的应变片 R_5, R_6, R_7, R_8 , 并按图 6 方案组桥, 就可测取 Z。其消除 P_q 影响的原理与测 N 相同, 而 N 力产生弯曲应力可在桥路中消除。原理如下:

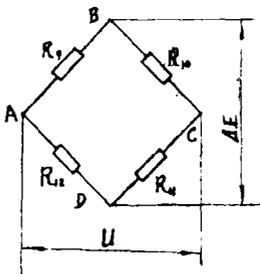


图 5

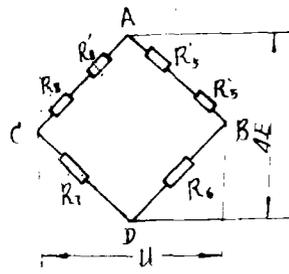


图 6

取 $R_6' = R_8' = R_5 = R_8$, 则有:

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{1}{4} \cdot U \cdot \left(\frac{\Delta R_5}{R_5 + R_5'} - \frac{\Delta R_8}{R_8 + R_8'} + \frac{\Delta R_7}{R_7} - \frac{\Delta R_6}{R_6} \right) \\ &= \frac{1}{4} KU \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \left(\varepsilon_{5NW} - \varepsilon_{ZW} - \varepsilon_{Z1} \right) - \frac{1}{2} \left(-\varepsilon_{8NW} + \varepsilon_{ZW} - \varepsilon_{Z1} \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(-\varepsilon_{7NW} + \varepsilon_{ZW} - \varepsilon_{Z1} \right) - \left(\varepsilon_{6NW} - \varepsilon_{ZW} - \varepsilon_{Z1} \right) \right] \\ &= \frac{1}{4} KU \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \varepsilon_{5NW} + \frac{1}{2} \varepsilon_{8NW} - \varepsilon_{6NW} - \varepsilon_{7NW} \right) + \varepsilon_{ZW} \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

由材力知:

如果 $l_3 = \frac{1}{2} \cdot l_4$, 则:

$$\varepsilon_{6NW} = \varepsilon_{7NW} = \frac{1}{2} \varepsilon_{5NW} = \frac{1}{2} \varepsilon_{8NW}$$

$$\therefore \Delta E = \frac{1}{4} KU \varepsilon_{ZW} = \frac{UK W_z}{4 E W} \quad (6)$$

$$W_z = Z \cdot h \quad (7)$$

$$\therefore Z = \frac{4 \cdot \Delta E \cdot E W}{KU h}. \quad (8)$$

式中 W_z ——Z引起的纯弯矩;

h ——Z作用线到轮胎中心距离;

其它符号意义同前。

由(8)可见, h 与Z的测量精度有密切的关系, 故正确确定 h 值也是十分重要的。

我们知道, Z一般是在拖拉机转弯或具有横向倾角(如耕地)时才会出现。对于道路转弯和犁耕作业, 由于路面和沟底较坚硬, 可以认为Z主要是由轮胎支承面与其接触面之间的摩擦力作用产生, 所以, h 可以近似地按下式确定:

$$h = \frac{1}{2} D - \Delta r \quad (9)$$

式中 D ——轮胎充气后自由外径;

Δr ——轮胎变形量。

拖拉机工作时, Δr 值呈现着随机的波动性, 其瞬时值目前还难以测量。我们认为, Δr 波动的期望值等于轮胎的静变形量 $\Delta r'$, 可以近似地利用 $\Delta r'$ 代替(9)式中的计算值。推荐用下式计算 $\Delta r'$ ^[4]:

$$\Delta r' = C_1 \cdot \frac{Q^{0.85}}{B^{0.7} D^{0.43} P_1^{0.6}} \cdot K \text{ cm}. \quad (10)$$

式中 C_1 ——轮胎系数, 一般轮胎 $C_1 = 1.15$, 径向轮胎 $C_1 = 1.5$;

Q ——轮胎载荷(kg); P_1 ——轮胎气压(kgf/cm²)

B ——轮胎宽度(cm); K ——轮宽系数, $K = 15 \times 10^{-3} \cdot B + 0.42$

D ——轮胎直径(cm);

$$\therefore h = \frac{1}{2}D - C_1 \cdot \frac{Q^{0.85}}{B^{0.7}D^{0.43}P_1^{0.6}} \cdot k \tag{11}$$

也可以按照上述分析结果直接测量h。

4. 轴承摩擦力矩的消除

由材料力学知，圆杆在扭转变形时，各点为纯剪应力状态，剪应力的方向垂直于该点所在半径。而P传感器上的三组应变片均沿圆杆轴向布置，故摩擦力矩产生的剪应变在各应变片中无反映。

(三) M传感器工作原理

按照图7方案贴上阻值和灵敏度系数相同的应变片R₁, R₂, R₃, R₄, 并按图8方案组桥即可测取M_q。测量原理详见参考资料〔1〕。

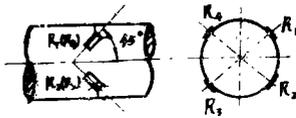


图 7

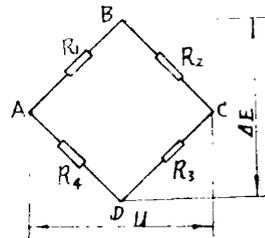


图 8

三、传感器标定与性能检验

(一) 标定与性能检验

1. 标定 关于N, P_q, Z及M_q的标定方法详见参考文献〔3〕。

2. 性能检验

传感器性能检验有静态和动态之分，静态性能评价指标有精确度、灵敏度、非线性误差、重复性误差以及滞后误差和回零误差等；动态性能评价指标有固有频率和阻尼系数。关于这些指标的定义、计算及检验标准，许多资料都有介绍，这里就不再论述了。

(二) 数据处理

1. 线性相关的显著性检验

设x, y分别表示标定时测量电路输出的应变讯号与所施加的载荷值，标定数据为：

(x_i, y_i) i = 1, 2, …, n, 则相关系数：

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

若r > r_α, n, 说明标定数据与实际相符，否则，应对传感器及标定系统进行检查，重新标定。

2. 系统误差的检验

在检验之前,应预先根据 y 与 x 的测量精度确定回归方程式,对 x 无误差时,应选用 $y = a + bx$,对 y 无误差时应选用 $x = c + dy$,二者都有误差时应采用两种方程同时检验。检验方法如下:(以 $y = a + bx$ 为例)

1) 求得回归方程 $\hat{y} = a + bx$

由最小二乘法得:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - b \cdot \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

2) 计算总极差 R

$$R = 2 \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

3) 计算 a 的极差 R_a

$$R_a = R \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 / n - \sum_{i=1}^n \left(y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

4) 计算统计量 L

$$L = \frac{a - 0}{R_a}$$

5) 判断与修正

若 $L < L_{\alpha, n}$,说明数据不存在系统误差,可直接用无截距式方程处理。反之,说明有系统误差,应进行修正使 $y_i' = y_i - a$ 。

3. 标定系数与误差估计

检验后得到数据 (x_i, y_i') 或 (x_i', y_i) ,仍然根据 x 与 y 的测量精度,按无截距式方程进行回归分析,求得标定系数 K 及其方差 $\hat{\sigma}_K^2$:

a. x 无误差;

回归方程;

$$y = k_1 x$$

$$\text{其中, } k_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i'}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\hat{\sigma}_{k_1}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n y_i'^2)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i y_i')^2}{N-1}}$$

b. y 无误差:

回归方程: $x = \frac{1}{k_2} y$

其中:

$$k_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i' y_i}$$

$$\hat{\sigma}_{k_2}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{(\sum_{i=1}^n x_i' y_i)^2} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n y_i^2)(\sum_{i=1}^n x_i'^2) - (\sum_{i=1}^n x_i' y_i)^2}{N-1}}$$

c. x 与 y 都有误差时:

$$K_3 = \frac{1}{2} (W_1 K_1 + W_2 K_2)$$

$$\hat{\sigma}_{k_3}^2 = \frac{1}{4} (W_1^2 \hat{\sigma}_{k_1}^2 + W_2^2 \hat{\sigma}_{k_2}^2)$$

式中: W_1 、 W_2 分别表示 k_1 、 k_2 的权, 二者之和为 2, 且介于 0 与 2 之间。

若 x 相对 y 比较精确时, W_1 取较大值, 反之, W_2 取较大值。

4. 各分力相互影响与修正

对于多分力传感器, 一般虽然理论上保证了能精确分辨各载荷, 但实际上往往由于应变片和传感器制造误差、贴片误差等, 使各测量讯号相互影响不可避免, 所以还应该进行必要的修正^[1]。

5. 计算机程序

对于标定数据的线性相关显著性检验、系统误差的发现、标定系数k及其方差 $\hat{\sigma}_k^2$ 的计算以及非线性误差Ln的计算等,可采用图9所示的程序进行。

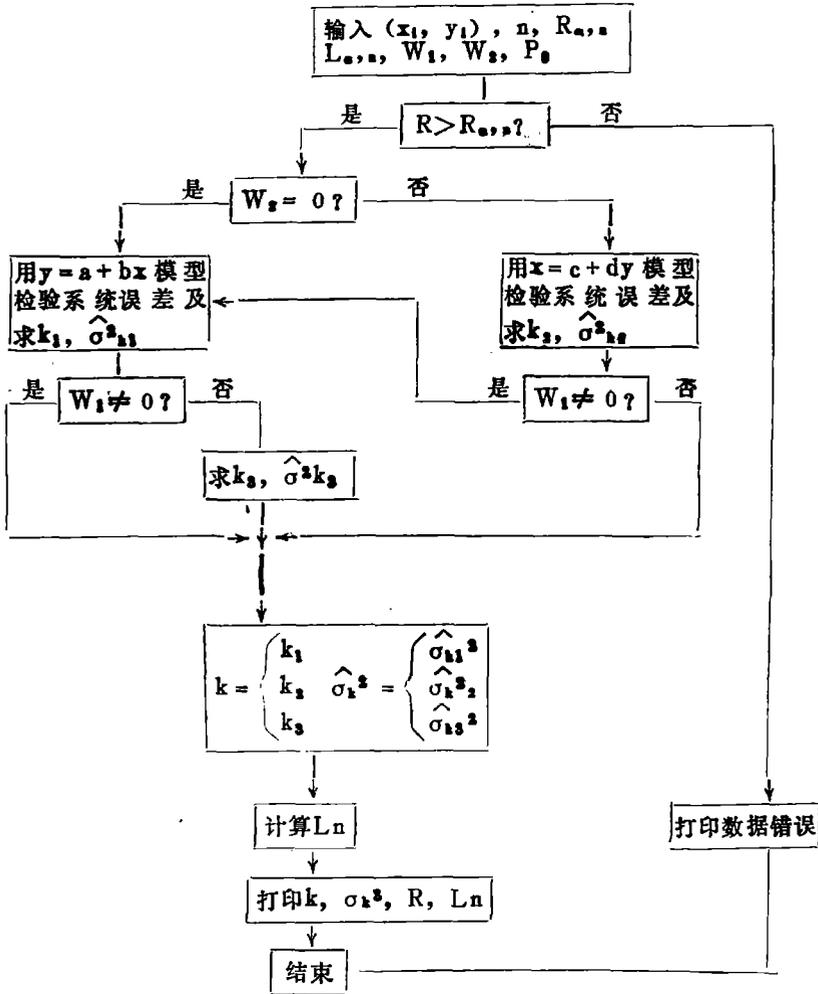


图9 计算机处理程序框图

注: 因排版困难, 图中判断框改排为矩形框。

程序中的P₀为被测物理量的额定值, Ln为非线性误差。

四、测量方法的实验验证

为了检验上述测量方法的可行性及测量精度, 我们在理论分析的基础上, 设计了一套测量装置, 进行了检验性试验。

(一) 试验方法

在测量装置与拖拉机组装后, 对M_q, N, P_q, Z进行独立加载, 同时记录四组电桥响应, 具体方法如下:

1.把拖拉机前后桥垫起,整机保持水平,使安装传感器的后轮悬空,此时,应变仪调零,然后对后轮施加纯扭矩,记录四组电桥输出应变。

2.把传动系卡死,使M传感器不能旋转,然后按照N, Pq, Z的标定方法进行独立加载,记录四组电桥输出应变。

3.每组试验重复2~3次,施加的载荷分成7~10级。

(二) 试验结果

我们利用自编程序,在apple-I计算机上对记录的34组284对数据进行了回归法和平均值法处理,求出了误差矩阵[A]^[1]、相互干扰率矩阵[δ]以及总干扰矩阵[r]。

$$\begin{aligned}
 [A] &= \begin{pmatrix} a_{MM} & a_{MN} & a_{MP} & a_{MZ} \\ a_{NM} & a_{NN} & a_{NP} & a_{NZ} \\ a_{PM} & a_{PN} & a_{PP} & a_{PZ} \\ a_{ZM} & a_{ZN} & a_{ZP} & a_{ZZ} \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 16.72 & 0.0966 & 0.0625 & 0.0314 \\ 0.0244 & 0.7587 & 0.0057 & 0.0036 \\ 0 & 0.0223 & 0.732 & 0.0013 \\ 0.012 & 0.0513 & 0 & 0.54 \end{pmatrix} \\
 [\delta] &= \begin{pmatrix} \delta_{MM} & \delta_{MN} & \delta_{MP} & \delta_{MZ} \\ \delta_{NM} & \delta_{NN} & \delta_{NP} & \delta_{NZ} \\ \delta_{PM} & \delta_{PN} & \delta_{PP} & \delta_{PZ} \\ \delta_{ZM} & \delta_{ZN} & \delta_{ZP} & \delta_{ZZ} \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 100 & 1.53 & 3.16 & 4.16 \\ 1.21 & 100 & 2.40 & 3.98 \\ 0 & 0.96 & 100 & 0.47 \\ 0.1 & 1.13 & 0 & 100 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\gamma] &= (\gamma_M \quad \gamma_N \quad \gamma_P \quad \gamma_Z) \\
 &= (1.31 \quad 3.62 \quad 5.56 \quad 8.61)
 \end{aligned}$$

在[A]中, a_{ij} 表示*i*载荷单位力对*j*载荷影响应变值($\mu\epsilon$)。

在[δ]和[γ]中相互干扰率 δ_{ij} 和总干扰率定义如下:

$$\delta_{ij} = \Delta P_{ij} / P_j \quad \Delta P_{ij} = P_i \cdot a_{ij} \cdot k_j$$

$$\gamma_j = \sum_{i=1}^n \delta_{ij} - \delta_{jj} \quad | \quad i=j$$

式中: n ——被测物理量的个数;

P_i, P_j ——分别表示*i, j*载荷的额定值(kg或kgm);

k_j ——表示*j*载荷标定系数(kg/ $\mu\epsilon$ 或kg·m/ $\mu\epsilon$)。

由 [δ] 知道, 非主测值对 M, N, Pq, Z 的最大干扰分别为 1.21%、1.53%、3.16%、4.16%。这就说明了测量方法是正确的; 另外由 [γ] 知道, 各非主测值对 M, N, Pq, Z 的总干扰分别不超过 1.31%、3.62%、5.56%、8.62%。虽然在有关文献中没有见到关于总干扰率的定义和精度指标, 但我们认为能够把总干扰率控制到这个程度对测量拖拉机后桥载荷来说比较理想。当然, 如果按照文献 [1] 进行误差修正, 还会提高测量精度。

此外, 在进行 P, M 传感器组合特性分析的同时, 还对它们各自的静态和动态性能进行了检验。结果详见附表。由表看出, P, M 传感器精度都比较高, 可以满足后桥动载荷测量的要求。

附表 后桥动载荷测量传感器性能

项 目		Mg	N	Pq	Z	
回归分析	线性相关显著性检验	R = 0.99995*	R = 0.99934*	R = 0.99999*	R = 0.9997*	
	系统误差检验	模型 I**	无	无	无	无
		模型 II**	有	无	有	无
	标定系数 K		0.059778	1.318	1.366	1.8568
标定系数方差估计 $\hat{\sigma}_1^2$		0.000052	0.00352	0.000523	0.00749	
静态性能	精确度 (%)	0.22	0.957	0.85	5.2	
	非线性误差 Ln	0.00066	0.00815	0.000336	0.0154	
	回零误差 H'y (μe)	1	4	-0.5	1	
动态性能	性能指标	M 传感器		P 传感器		
	固有频率 f ₀ (HZ)	55.55		108.7		
	阻尼系数 β	0.375		0.703		

* 高度显著;

** 模型 I 是 $y = a + bx$, 模型 II 是 $x = c + dy$

结束语

1. 理论与实验都证明了本文提出的方法是可行的,
2. 标定数据处理的计算机程序提高了处理的精度和速度。
3. 本文提出的测量方法对其它车辆驱动轮空间载荷测量以及对既承受扭矩又承受弯曲的转轴空间载荷测量都有一定的适应性。
4. 关于 Z 力作用点的问题, 还有待于进一步的研究。
5. 测得的 N, Pq, Z 是作用在轮胎钢卷上的“等效”载荷。

参 考 文 献

- [1] 北京农业机械化学院:《农机测试技术》,农业出版社,1983年。
- [2] 苏清祖等:轮式拖拉机前桥载荷谱测取方法的初步研究,《农业机械学报》,1982年,第二期,第28—42页。
- [3] 黄振声,程建钢等:延河—15型拖拉机后桥载荷谱测取方法初探,《陕西农机》,1986年,第3期。
- [4] 庄继德:《汽车地面力学》,机械工业出版社,1982年4月。
- [5] 罗南星:《测量误差及数据处理》,计量出版社,1984年5月。
- [6] 张孝祖:传感器标定数据处理方法,《江苏工学院学报》,1985年,第一期,第63—75页。
- [7] 赵杰文等:标定系数值的大小和方差的估计,《江苏工学院学报》,1984年,第四期,第74—81页。
- [8] 曲兆林:侧向力电测新方法,《农机鉴定通讯》,1979年,第四期,第7—10页。

A Preliminary Study of Measuring Method of Backbridge Dynamic Load of Wheeled Tractor

Cheng Jiangang Huang Zhensheng(Tutor)

(Farm Machinery Department, Northwestern Agricultural University)

Abstract

This paper suggests an approach of distinguishing M,N,Pq,Z through separation of backbridge force and moment by setting M, P transducers individually. Identification test and actual application have proved that this approach is correct. Meanwhile, this paper systematically introduces the calibration, data processing and its computer program.

Key words: backbridge of tractor, dynamic load, transducer, computer program