



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102107591 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201010592003. 0

(22) 申请日 2010. 12. 17

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 李世武 田晶晶 隗海林 杨志发 孙文财 孙维圆 汪海正

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 邵铭康 朱世林

(51) Int. Cl.

B60C 23/00 (2006. 01)

B60C 23/04 (2006. 01)

审查员 谷佳运

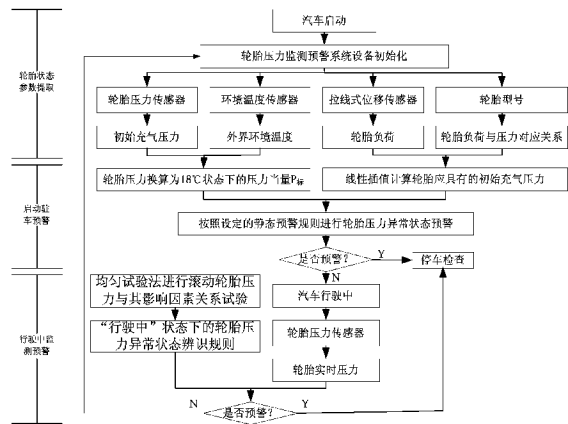
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

载货汽车轮胎压力异常状态辨识方法

(57) 摘要

载货汽车轮胎压力异常状态辨识方法属汽车安全状态检测技术领域, 本发明包括: 建立包含轮胎型号、负荷与初始充气压力关系、轮胎实时压力、负荷、车速、外界环境温度的轮胎状态数据库; 按设定的数据采集频率测量轮胎状态参数, 并输入工控机内的轮胎状态数据库; 基于滚动轮胎压力与其影响因素关系试验, 确定轮胎压力异常状态辨识的预警阈值; 编写轮胎压力异常状态辨识数据处理程序, 分别对汽车启动且驻车 and 行驶状态下轮胎的压力状态进行监测预警。本发明有效解决了滚动轮胎压力预警阈值随使用工况变化而改变的难题, 可大大降低误报和漏报的概率, 提高轮胎压力异常状态预警准确性, 同时可为轮胎压力监测预警系统预警规则的设定提供理论依据。



1. 一种载货汽车轮胎压力异常状态辨识方法,其特征在于包括下列步骤:

(1) 建立具有轮胎静态参数和轮胎动态参数的轮胎状态数据库;轮胎静态参数包括:轮胎型号、轮胎负荷与初始充气压力对应关系;轮胎动态参数包括:轮胎实时压力、负荷、车速和外界环境温度;

(2) 分别利用轮胎压力传感器、拉线式位移传感器、GPS 和车载温度计,按照设定的数据采集频率,测量轮胎压力、负荷、车速和外界环境温度,通过 ADAM-4017 数据采集模块和 RS232 串口,将采集到的轮胎状态参数输入工控机的轮胎状态数据库;

(3) 在研华 UN02170 工控机内的 Windows CE 操作系统下,以 Embedded Visual C++ 为开发工具,编写轮胎压力异常状态辨识数据处理程序;

(4) 采用均匀试验法进行滚动轮胎压力与其影响因素关系试验,利用最小二乘法得出每组试验中轮胎压力随时间的变化关系,再通过多元线性回归分析得出滚动轮胎压力稳态值与初始充气压力、负荷、车速和外界环境温度的数值分析关系模型;基于对轮胎动态特性的分析,确定轮胎压力异常状态辨识的阈值;

(5) 按照步骤(3)获得的轮胎压力异常状态辨识数据处理程序和步骤(4)中确定轮胎压力异常状态辨识的阈值,对“汽车行驶”工作状态下轮胎的压力状态进行辨识。

2. 按权利要求 1 所述的载货汽车轮胎压力异常状态辨识方法,其特征在于步骤(5)中所述的“汽车行驶”工作状态下轮胎的压力状态辨识规则如下:

①压力不足:当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 10 秒钟内持续小于实测的轮胎初始充气压力 P 时,根据计算结果确定轮胎故障为“欠压”,并指出故障轮胎的方位, $P_d < P$ 的主要原因为汽车轮胎漏气;

②压力过高:当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 10 秒钟内持续大于最高允许车速行驶时滚动轮胎压力稳态值 P_{\max} 时,根据计算结果确定轮胎故障为“过压”,并指出故障轮胎的方位, $P_d > P_{\max}$ 的主要原因为汽车超速行驶;

③压力持续下降:当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 1 分钟内以大于 0.5kPa/S 的速率持续下降,即便轮胎压力未达到①中规定的轮胎压力下限值时,根据计算结果确定轮胎故障为“漏气”,并指出故障轮胎的方位,轮胎压力持续快速下降的原因为轮胎漏气。

载货汽车轮胎压力异常状态辨识方法

技术领域

[0001] 本发明属汽车安全状态检测技术领域,具体涉及载货汽车轮胎压力异常状态的辨识方法。

背景技术

[0002] 轮胎是汽车行驶系的重要部件之一,其性能的优劣将直接影响汽车的运行效率和行车安全。轮胎充气压力超过或低于标准压力值,轻则增加汽车燃油消耗,缩短轮胎使用寿命,重则威胁行车安全。据公安部交通管理部门,在高速公路上有46%的交通事故是由于轮胎故障引起的,其中70%的故障是轮胎爆胎,这对人们的生命和财产安全造成了巨大的潜在威胁。轮胎爆胎、疲劳驾驶和超速行驶已成为造成高速公路交通事故的三个最主要的原因。汽车高速行驶时的轮胎爆胎是最难预防的,也是突发性交通事故发生最主要的原因之一。轮胎气压试验证明:80%的轮胎爆胎是有预兆的,至少在爆胎发生前一个小时,轮胎压力会出现异常,这为轮胎压力监测预警的实现提供了可能。由此可见,轮胎压力监测预警系统设计的关键在于如何辨识轮胎压力的异常状态。现有的轮胎压力监测预警系统的预警规则具有一定的盲目性和不科学性,经常存在误报或漏报现象。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于轮胎实时压力、负荷、车速、初始充气压力和外界环境温度的轮胎压力异常状态辨识方法。

[0004] 本发明包括下列步骤:

[0005] 1. 建立具有轮胎静态参数和轮胎动态参数的轮胎状态数据库;轮胎静态参数包括:轮胎型号、轮胎负荷与初始充气压力对应关系;轮胎动态参数包括:轮胎实时压力、负荷、车速和外界环境温度;

[0006] 2. 分别利用轮胎压力传感器、拉线式位移传感器、GPS和车载温度计,按照设定的数据采集频率,测量轮胎压力、负荷、车速和外界环境温度,通过ADAM-4017数据采集模块和RS232串口,将采集到的轮胎状态参数输入工控机的轮胎状态数据库;

[0007] 3. 在研华UN02170工控机内的Windows CE操作系统下,以Embedded Visual C++为开发工具,编写轮胎压力异常状态辨识数据处理程序;

[0008] 4. 采用均匀试验法进行滚动轮胎压力与其影响因素关系试验,利用最小二乘法得出每组试验中轮胎压力随时间的变化关系,再通过多元线性回归分析得出滚动轮胎压力与初始充气压力、负荷、车速和外界环境温度的数值分析关系模型;基于对轮胎动态特性的分析,确定轮胎压力异常状态辨识的阈值;

[0009] 5. 按照步骤(3)获得的轮胎压力异常状态辨识数据处理程序和步骤(4)中确定轮胎压力异常状态辨识的阈值,对“汽车启动且驻车”和“汽车行驶”两种工作状态下轮胎的压力状态进行辨识。

[0010] 步骤(5)中所述的“汽车启动且驻车”工作状态下轮胎的压力状态辨识包括下列

步骤：

[0011] (1) 汽车启动后设备初始化；

[0012] (2) 轮胎压力传感器、拉线式位移传感器、GPS 和车载温度计按照设定的数据采集频率分别测量轮胎压力、轮胎负荷、车速和外界环境温度；

[0013] (3) 辨识程序通过轮胎型号自动从轮胎状态数据库获取轮胎负荷与初始充气压力对应关系表；

[0014] (4) 以轮胎负荷为自变量、轮胎充气压力为因变量，线性插值计算轮胎在 18℃、当前负荷状态下轮胎应具有初始充气压力值，其表达式为：

$$[0015] \quad P(m) = P_0 + \frac{P_1 - P_0}{m_1 - m_0} (m - m_0)$$

[0016] 式中： $P(m)$ 为轮胎当前载荷状态下应具有初始充气压力； m 为轮胎负荷的测量值； m_0 、 m_1 和 P_0 、 P_1 分别为轮胎负荷与初始充气压力对应关系表中距 m 点最近的轮胎负荷值和对应的轮胎初始充气压力值；

[0017] (5) 根据环境温度对轮胎压力的影响关系，将实测的轮胎初始充气压力换算为 18℃ 状态下的压力当量 $P_{\text{标}}$ ：

[0018] ① 当外界环境温度为 $-1^\circ\text{C} \sim -40^\circ\text{C}$ 时，轮胎初始充气压力换算为 $P_{\text{标}} = P + 0.025T$ ；

[0019] ② 环境温度高于 24°C 时，轮胎初始充气压力值换算为 $P_{\text{标}} = \frac{P}{1 + x\%}$ ；

[0020] (6) 按照预设的轮胎压力异常状态辨识程序和轮胎压力异常状态辨识的阈值判断轮胎的工作状态，当轮胎状态出现异常时进行预警。

[0021] 步骤 (5) 中所述的“汽车启动且驻车”工作状态下轮胎的压力状态辨识规则如下：

[0022] ① 若 $P_0 \leq P_{\text{标}} \leq P_1$ ，轮胎压力监测预警系统不预警；

[0023] ② 若 $P_{\text{标}} < P_0$ ，则轮胎欠压，根据计算结果确定轮胎故障为“欠压”，并指出故障轮胎的方位；

[0024] ③ 若 $P_{\text{标}} > P_1$ ，则轮胎过压，根据计算结果确定轮胎故障为“过压”，并指出故障轮胎的方位；

[0025] ④ 若 $P_{\text{标}} > P_{\text{max}}$ ，根据计算结果确定轮胎故障为“超载”，并指出故障轮胎的方位；

[0026] 其中： P_{max} 为被监测轮胎最大载荷状态下轮胎应具有初始充气压力。

[0027] 步骤 (5) 中所述的“汽车行驶”工作状态下轮胎的压力状态辨识规则如下：

[0028] ① 压力不足：当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 10 秒钟内持续小于实测的轮胎初始充气压力 P 时，根据计算结果确定轮胎故障为“欠压”，并指出故障轮胎的方位， $P_{\text{标}} < P$ 的主要原因为汽车轮胎漏气；

[0029] ② 压力过高：当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 10 秒钟内持续大于最高允许车速行驶时滚动轮胎压力稳态值 P_{rmax} 时，根据计算结果确定轮胎故障为“过压”，并指出故障轮胎的方位， $P > P_{\text{rmax}}$ 的主要原因为汽车超速行驶；

[0030] ③ 压力持续下降：当汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 1 分钟内以大于 0.5kPa/S 的速率持续下降，即便轮胎压力未达到①中规定的轮胎压力下限值时，根据计算结果确定轮胎故障为“漏气”，并指出故障轮胎的方位，轮胎压力持续快速下降的原因为轮胎漏气。

[0031] 本发明提出一种基于轮胎压力、负荷、车速和外界环境温度的轮胎压力异常状态辨识方法,有效地解决了滚动轮胎压力预警阈值随使用工况变化而改变的难题,可大大降低误报和漏报的概率,提高轮胎压力异常状态预警的准确性,同时可为轮胎压力监测预警系统预警规则的设定提供理论依据。

附图说明

[0032] 图 1 为轮胎压力异常状态辨识流程图

[0033] 图 2 为轮胎压力状态监测系统架构示意图

[0034] 图 3 为轮胎状态数据库关系模型示意图

[0035] 图 4 为轮胎压力在不同的运行工况下随时间的变化关系视图

[0036] 其中 :1. 左前轮胎压力传感器发射器 2. 右前轮胎压力传感器发射器 3. 右后轮胎压力传感器发射器 4. 左后轮胎压力传感器发射器 5. 轮胎压力传感器信号接收器 6. 工控机 7. ADMA-4017 数据采集模块 8. 左前拉线式位移传感器 9. 右前拉线式位移传感器 10. 右后拉线式位移传感器 11. 左后拉线式位移传感器 12. 全球定位系统 (GPS) 13. RS232 串口 14. 车载温度计

具体实施方式

[0037] 轮胎压力异常状态辨识流程如图 1 所示,以下结合附图及具体的实施方案对本发明作进一步描述。

[0038] 本发明利用左前轮胎压力传感器发射器 1、右前轮胎压力传感器发射器 2、右后轮胎压力传感器发射器 3、左后轮胎压力传感器发射器 4、左前拉线式位移传感器 8、右前拉线式位移传感器 9、右后拉线式位移传感器 10、左后拉线式位移传感器 11 全球定位系统 (GPS) 12 和车载温度计 14 实时监测轮胎压力、负荷、车速和外界环境温度,分别通过 ADMA-4017 数据采集模块 7 和 RS232 串口 13,将由传感器获取的轮胎状态数据传给工控机 6 中的轮胎状态数据库,按照预设的轮胎压力异常状态辨识程序,对轮胎状态数据中的轮胎静态信息和不同传感器采集的轮胎实时动态信息进行预处理,按照设定轮胎压力异常状态辨识规则对轮胎压力状态进行判别并预警。

[0039] 本发明具体实施步骤如下:

[0040] 1. 轮胎压力与其影响因素关系模型建立

[0041] 汽车在行驶过程中,影响滚动轮胎压力的因素主要有:轮胎初始充气压力、负荷、车速和外界环境温度,各因素的数据跨度大,试验点多,故本试验采用均匀试验法安排试验方案,在室内台架试验机上完成滚动轮胎气压与其影响因素的关系试验。

[0042] 1) 不同工况下轮胎压力随时间变化关系分析

[0043] 以 CA1046L2 轻型载货汽车 6.5-16LT 轮胎为例,6.5-16LT 轮胎分别在运行工况 1(外界环境温度 35℃,车速 60Km/h,载荷为 11.64kN,初始充气压力为 803kPa)和运行工况 2(外界环境温度 30℃,车速 70Km/h,载荷为 18.11kN,初始充气压力为 730kPa)下进行试验,得轮胎压力随时间的变化关系曲线(见图 4)。不同型号的轮胎在不同运行工况下,轮胎压力随时间的变化趋势是一致的,只是拟合系数不同。

[0044] 滚动轮胎压力随时间的变化关系数据处理方法如下:

[0045] 设轮胎压力传感器数据采集的频率为 $1/\Delta t$, 即传感器每 Δt 秒钟提取一组轮胎压力状态参数。对应于 $t = \{\Delta t, 2\Delta t, \dots, n\Delta t\}$ 测得的轮胎压力为 $p = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ 。设滚动轮胎压力随时间的变化关系如下式子所示：

$$[0046] \quad \frac{1}{p} = a + b\frac{1}{t}$$

[0047] 取 $P = \frac{1}{p}, T = \frac{1}{t}$, 轮胎压力 p 与时间 t 之间的关系可以表示为：

$$[0048] \quad P = a + bT$$

[0049] 令

$$[0050] \quad S(a, b) = \sum_{i=1}^n [(a + bT_i) - P_i]^2$$

[0051] $S(a, b)$ 分别对 a, b 求偏导得：

$$[0052] \quad \begin{cases} 4\hat{a} + \hat{b} \sum_{i=1}^4 T_i = \sum_{i=1}^4 P_i \\ \hat{a} \sum_{i=1}^4 T_i + \hat{b} \sum_{i=1}^4 T_i^2 = \sum_{i=1}^4 T_i P_i \end{cases}$$

[0053] 由上述方程组求解得 \hat{a} 和 \hat{b} , 则所求的轮胎压力随时间变化的拟合曲线为：

$$[0054] \quad \frac{1}{p} = \hat{a} + \hat{b}\frac{1}{t}$$

[0055] 2) 滚动轮胎压力稳态值与其影响关系模型建立

[0056] 通过上述分析可知, 滚动轮胎压力最后达到一稳态值。利用多元线性回归分析 6.5-16LT 轮胎压力在各个不同运行工况下的稳态值, 建立滚动轮胎压力稳态值与车速 V 、汽车载质量 m 、初始充气压力 P' 和外界环境温度 T 的关系模型。6.5-16LT 轮胎不同运行工况下的压力稳态值与轮胎充气压力、负荷、车速和外界环境温度之间的关系如下：

$$[0057] \quad \hat{P} = 0.9342T + 2.2231V + 12.6961m + 1.1158P' - 276.34$$

[0058] 滚动轮胎压力稳态值与其影响因素的关系数据处理方法如下：

[0059] 设轮胎压力 p 、车速 V 、轮胎载荷 m 、外界环境温度 T 和初始充气压力 P' 在不同的时刻 t 均满足线性关系：

$$[0060] \quad p = a_0 + a_1V + a_2m + a_3T + a_4P' + \varepsilon$$

[0061] 其中 a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 是待定系数, ε 是随机误差, 且 $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 。对于变量任意取定的一组数值 V_t, m_t, P'_t, T_t ($t = \Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots, n\Delta t$) 相应的 $p_t = a_0 + a_1V_t + a_2m_t + a_3T_t + a_4P'_t + \varepsilon_t$, 其中 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ 服从正态分布 $N(0, \sigma^2)$ 。对于变量 V, m, T, P' 和随机变量 p 的 n 组测量值, 使得函数：

$$[0062] \quad Q(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4) = \sum_{t=1}^n [P_t - (a_0 + a_1V + a_2m + a_3T + a_4P' + \varepsilon_t)]^2$$

[0063] 取最小值的 $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{a}_4$ 是 a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 的最小二乘估计。函数 Q 对系数 a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 求偏导数得：

$$[0064] \begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{t=1}^n V_t + a_2 \sum_{t=1}^n m_t + a_3 \sum_{t=1}^n T_t + a_4 \sum_{t=1}^n P_t' = \sum_{t=1}^n P_t \\ a_0 \sum_{t=1}^n V_t + a_1 \sum_{t=1}^n V_t^2 + a_2 \sum_{t=1}^n V_t m_t + a_3 \sum_{t=1}^n V_t T_t + a_4 \sum_{t=1}^n V_t P_t' = \sum_{t=1}^n V_t P_t \\ a_0 \sum_{t=1}^n m_t + a_1 \sum_{t=1}^n V_t m_t + a_2 \sum_{t=1}^n m_t^2 + a_3 \sum_{t=1}^n m_t T_t + a_4 \sum_{t=1}^n m_t P_t' = \sum_{t=1}^n m_t P_t \\ a_0 \sum_{t=1}^n T_t + a_1 \sum_{t=1}^n V_t T_t + a_2 \sum_{t=1}^n m_t T_t + a_3 \sum_{t=1}^n T_t^2 + a_4 \sum_{t=1}^n T_t P_t' = \sum_{t=1}^n T_t P_t \\ a_0 \sum_{t=1}^n P_t' + a_1 \sum_{t=1}^n V_t P_t' + a_2 \sum_{t=1}^n m_t P_t' + a_3 \sum_{t=1}^n T_t P_t' + a_4 \sum_{t=1}^n P_t'^2 = \sum_{t=1}^n P_t' P_t \end{cases}$$

[0065] 通过上式可以解得 a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 的最小二乘估计值 $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{a}_4$, 则 p 与 V, m, T, P' 的多元线性回归关系可以表示为:

$$[0066] \hat{P} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 V + \hat{a}_2 m + \hat{a}_3 T + \hat{a}_4 P'$$

[0067] 3) 轮胎漏气时, 轮胎压力随时间的变化率求解

[0068] 轮胎压力传感器以设定的采样频率采集轮胎压力参数, 一个采样周期内的轮胎压力变化率计算方法如下: 设传感器数据采集频率为 $1/\Delta t$, 即轮胎压力传感器每 Δt 秒测量一次轮胎压力。设第 n 个周期内的轮胎压力为 P_n , 第 $n-1$ 个周期内的轮胎 P_{n-1} , 则轮胎在 $n\Delta t$ 时刻的轮胎压力变化率 Δp_n 为:

$$[0069] \Delta p_n = \frac{P_n - P_{n-1}}{\Delta t}$$

[0070] 2. 轮胎状态数据采集和管理

[0071] 采用拉线式位移传感器 1-4、轮胎压力传感器 8-11、全球定位系统 (GPS) 12 和车载温度计 14 按照设定的数据采集频率测量轮胎负荷、轮胎压力值、车速和外界环境温度, 通过 ADAM-4017 数据采集模块 7 和 RS232 串口 13 将采集到的轮胎状态数据输入工控机 6 内的轮胎状态数据库。轮胎状态数据库包括轮胎静态参数 (轮胎型号、轮胎负荷与初始充气压力对应关系表) 和轮胎动态参数 (轮胎实时压力、负荷、车速和外界环境温度)。轮胎状态数据库对轮胎的静态信息和由不同传感器获取的滚动轮实时状态信息进行统一管理。轮胎状态数据库关系模型如图 3 所示。

[0072] 3. 轮胎压力异常状态辨识规则

[0073] 本发明将汽车工作状态分为: “启动且驻车” 和 “行驶中” 两种, 汽车在不同的状态下有不同的轮胎压力异常状态辨识规则, 轮胎压力异常状态辨识流程如图 1 所示。基于上述 (1) 和 (2) 的研究内容, 轮胎压力异常状态辨识规则详述如下:

[0074] 1) 汽车启动且驻车时

[0075] 汽车启动后设备初始化, 拉线式位移传感器 1-4、轮胎压力传感器 8-11、全球定位系统 (GPS) 12 和车载温度计 14 按照设定的数据采集频率测量轮胎负荷、压力、车速和外界环境温度, 通过轮胎型号从轮胎状态数据库中自动获取轮胎负荷与初始充气压力对应关系, 下表为 6.5-16LT 轮胎负荷与压力对应关系:

[0076]

负 胎 荷	胎 压										
	210	250	280	320	350	390	420	460	490	530	
6.50-16LT(D)	500	550	595	635(6)	675	715	755(8)	790	825	860	
6.50-16LT(S)	570	625	675	725(6)	770	815	855(8)	895	935	975	

[0077] (表中：“D”表示双胎并装时的负荷；“S”表示单胎使用时的负荷。)

[0078] 以轮胎负荷为自变量、轮胎充气压力为因变量，插值计算轮胎在 18℃、当前负荷状态下对应的轮胎初始充气压力值。插值法计算轮胎当前载荷状态下应具有初始充气压力值的方法如下：

[0079] 国家标准 GB/T 2977-1977(载重汽车轮胎系列)中规定型号的轮胎负荷 m_i 对应的轮胎压力值为 P_i ($i = 0, 1, 2, \dots, n$)，利用两点一次插值计算轮胎当前载荷下应具有初始充气压力值 $P(m)$ ，则有：

$$[0080] \quad P(m) = P_0 + \frac{P_1 - P_0}{m_1 - m_0} (m - m_0)$$

[0081] 式中： $P(m)$ 为轮胎当前载荷状态下的应具有初始充气压力； m 为轮胎负荷的测量值； m_0, m_1 和 P_0, P_1 分别为距离 m 最近两点的轮胎负荷值和对应的轮胎初始充气压力值。

[0082] 载重汽车轮胎系列中轮胎规定的充气压力是在 18℃下给出的。汽车在静止状态下，轮胎压力会随着环境温度的变化而变化，因此需要利用环境温度对轮胎初始充气压力进行补偿计算。根据环境温度对轮胎压力的影响关系，将实测的轮胎充气压力换算为 18℃状态下的压力当量：

[0083] ①当外界环境温度为 $-1^\circ\text{C} \sim -40^\circ\text{C}$ 时，轮胎初始充气压力换算为 $P_{\text{标}} = P + 0.025T$ ；

[0084] ②环境温度高于 24°C 时，轮胎初始充气压力值换算为 $P_{\text{标}} = \frac{P}{1 + x\%}$ 。

[0085] 以 CA1046L2 的 6.5-16LT 轮胎为例，汽车启动后，

[0086] ①若 $P_0 \leq P_{\text{标}} \leq P_1$ ，轮胎压力监测预警系统不预警；

[0087] ②若 $P_{\text{标}} < P_0$ ，则轮胎欠压，根据计算结果确定轮胎故障为“欠压”，并指出故障轮胎的方位；

[0088] ③若 $P_{\text{标}} > P_1$ ，则轮胎过压，根据计算结果确定轮胎故障为“过压”，并指出故障轮胎的方位；

[0089] ④若 $P_{\text{标}} > P_{\text{max}} = 320\text{kPa}$ ，根据计算结果确定轮胎故障为“超载”，并指出故障轮胎的方位；

[0090] 其中， $P_{\text{max}} = 320\text{kPa}$ 为 6.5-16LT 轮胎最大载荷状态下轮胎应具有初始充气压力。

[0091] 2) 汽车行驶过程中

[0092] 汽车开始行驶则表明轮胎初始充气压力范围为 (P_0, P_1) 且车辆未出现超载 / 偏载等异常状态。汽车在行驶过程中，轮胎发生周期性的变形，轮胎温度升高使得轮胎压力升高。不同型号的轮胎在不同的行驶工况下，轮胎压力随时间的变化规律都与图 4 一致。汽车行驶过程中，轮胎压力异常状态辨识规则详述如下：

[0093] ①压力不足：由图 4 知轮胎压力在行驶过程中始终高于初始充气 P ，若汽车在行驶过程中滚动轮胎压力 P_d 在 10 秒钟内持续小于实测的轮胎初始充气压力 P 时，根据计算结

果确定轮胎故障为“欠压”,并指出故障轮胎的方位, $P_{\text{标}} < P$ 的主要原因为汽车轮胎漏气;

[0094] ②压力过高:由图 4 知轮胎在不同的运行工况下经过一定时间后均趋于稳定值。根据滚动轮胎稳态压力值与初始充气压力、负荷、车速和外界环境温度的关系式,计算得到被监测车辆轮胎当前负荷、初始充气压力、外界环境条件下,以最高允许车速行驶时滚动轮胎压力稳态值 P_{rmax} 。若实测的轮胎压力值 P 在 10 秒钟内持续大于 P_{rmax} ,则根据计算结果确定轮胎故障为“过压”,并指出故障轮胎的方位,造成 $P > P_{\text{rmax}}$ 的主要原因为汽车超速行驶。

[0095] ③压力持续下降:由图 4 知,汽车在运行过程中,轮胎的压力不发生突变,而是连续递增后趋于一个稳态值。汽车行驶过程中,轮胎压力在 1 分钟内以大于 0.5kPa/S 的速率持续下降,即便轮胎压力未达到①中规定的轮胎压力下限值,根据计算结果确定轮胎故障为“漏气”,并指出故障轮胎的方位,造成轮胎压力持续快速下降的原因是:轮胎扎胎漏气。

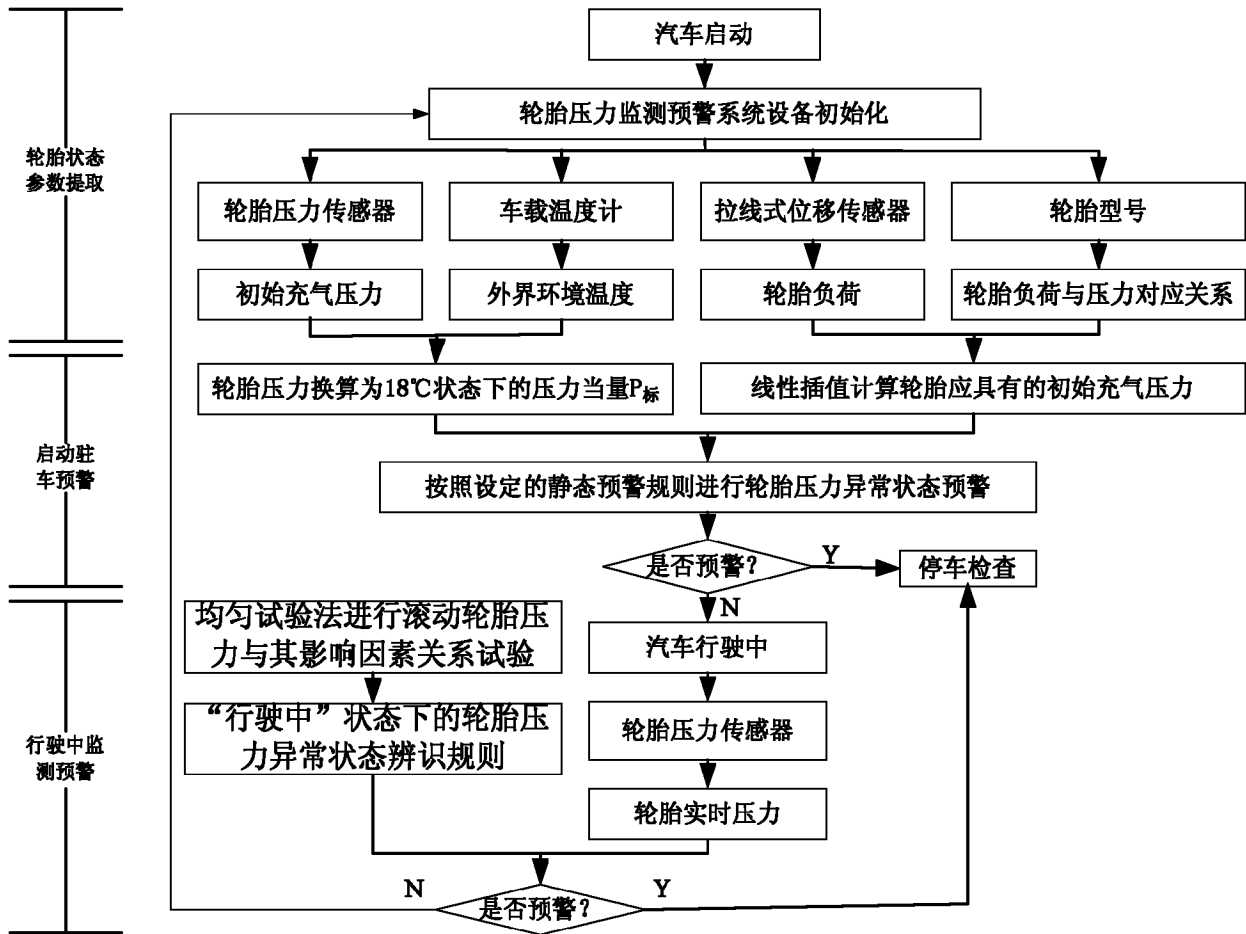


图 1

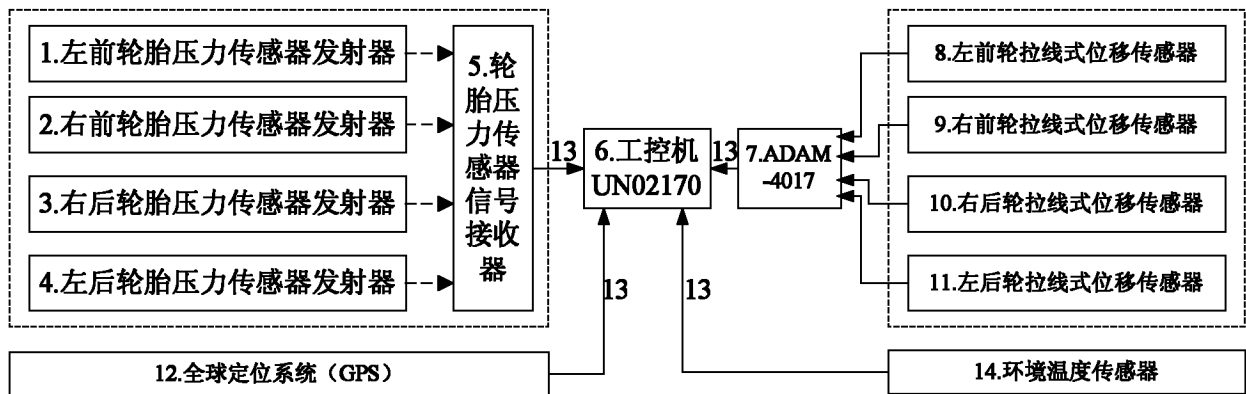


图 2

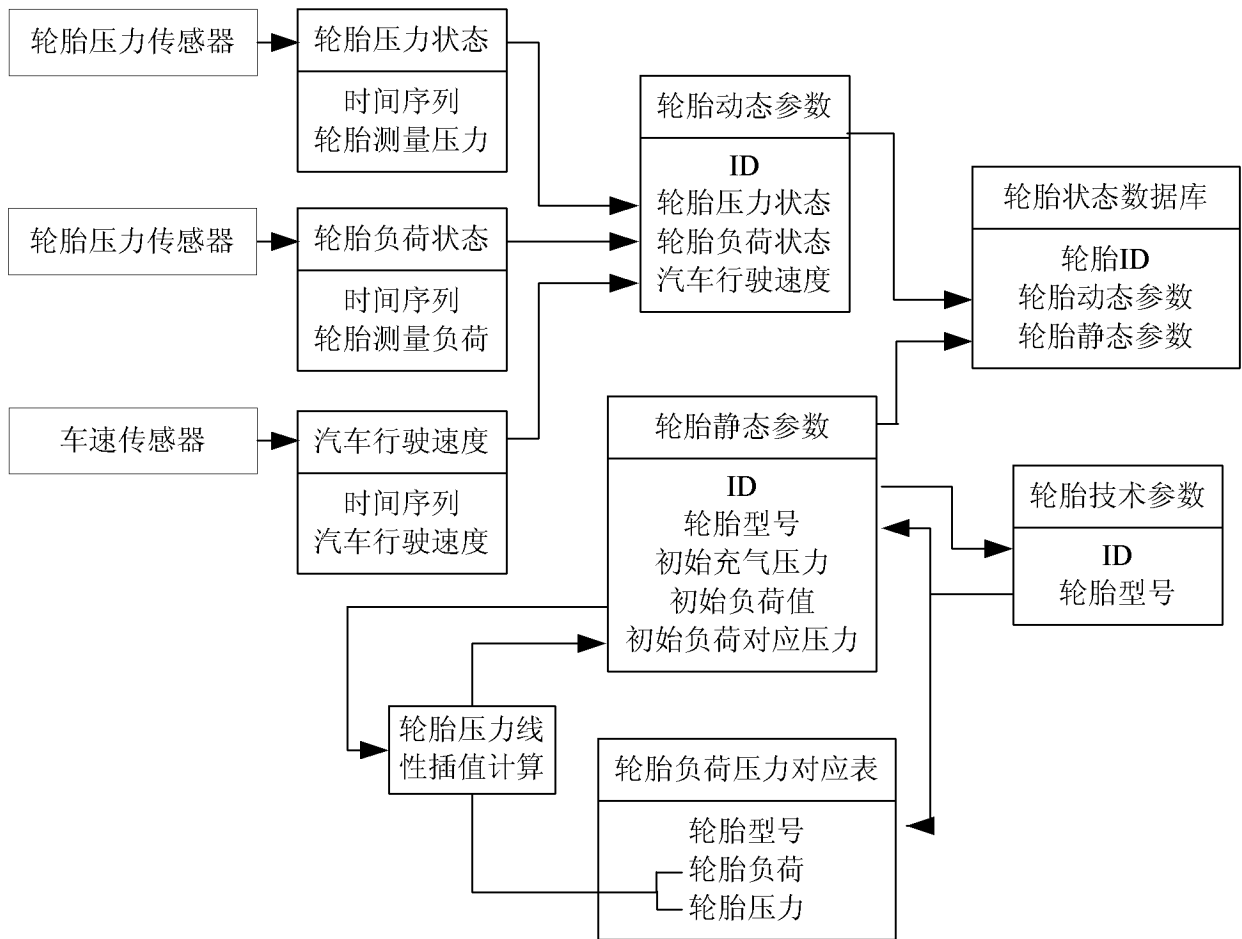


图 3

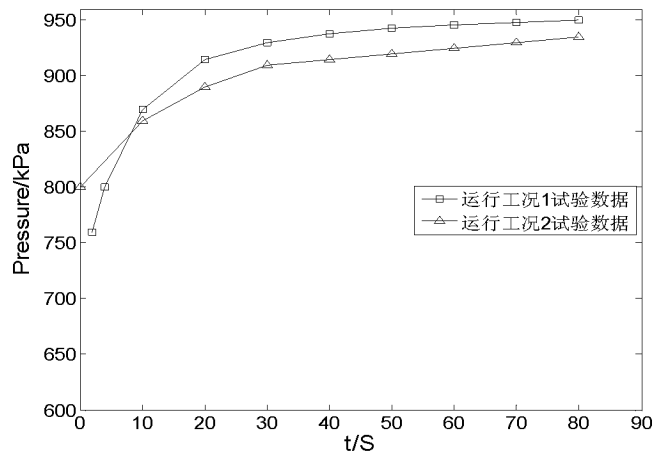


图 4