(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106945652 A
(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710147123.1

(22)申请日 2017.03.13

(71)申请人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市碑林区南二环中段33号

(72)发明人 余强 焦纪超 赵轩 张建强 魏敬东 魏琼 张思远

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 徐文权

(51)Int.Cl.
B60T 1/06(2006.01)
B60T 8/171(2006.01)
B60T 8/172(2006.01)
B60T 8/24(2006.01)
B60T 8/58(2006.01)
B60T 8/54(2006.01)

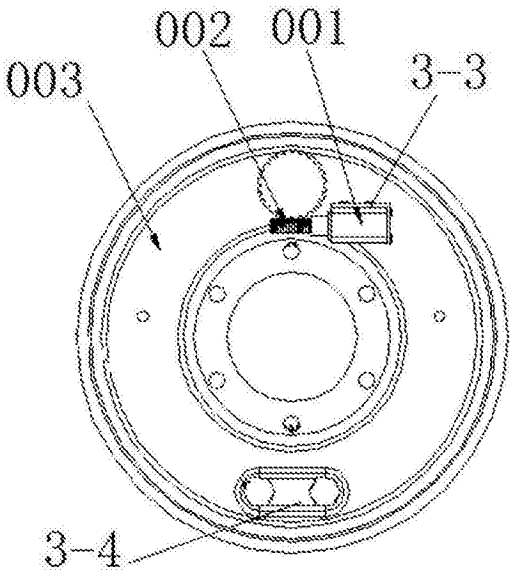
权利要求书3页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种电机驱动制动系统以及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种电机驱动制动系统以及控制方法，通过控制系统自动控制执行装置实现车辆的制动，执行装置包括安装在鼓式制动器制动底板上的步进电机，步进电机与鼓式制动器上的动力输入轴凸轮轴通过蜗轮蜗杆连接，通过涡轮传动进行制动，制动效果好，制动力强，主控制器通过本方法精确计算每个车轮行驶速度以及根据踏板位移传感器不同位移量，主控制器通过CAN总线采集各车轮转速信息、踏板位移信息以及加速度传感器信息，从而产生不同的制动力矩，实现各个车轮单独制动，本装置结构简单，利用涡轮传动来取代气压制动装置，大大的提高了电动汽车的制动性，解决了电动汽车上应用的局限性。



CN 106945652 A

1.一种电机驱动制动系统，其特征在于，包括操纵装置、控制装置和执行装置，其中控制装置包括主控制器以及通过CAN总线与主控制器连接的车轮转速传感器、踏板位移传感器以及加速度传感器；

操作装置包括制动踏板，制动踏板下端通过回位弹簧与踏板位移传感器连接；设置于不同车轮上的执行装置均连接于主控制器；

执行装置包括安装在鼓式制动器制动底板(003)上的步进电机(001)，步进电机(001)与鼓式制动器上的动力输入轴凸轮轴(006)通过蜗轮蜗杆连接。

2.根据权利要求1所述的一种电机驱动制动系统，其特征在于，制动踏板呈S型铰接在车体上；鼓式制动器包括摩擦片(005)、制动蹄安装片(008)、制动蹄(004)、回位弹簧(007)、电磁驱动器(006)、凸轮轴(006)以及用于安装制动蹄总成的制动底板(003)，制动底板(003)上设有用于安装凸轮轴(006)的凸轮安装(3-2)；凸轮轴(006)一端为S型凸台，另一端通过弹性联轴器(6-2)连接有蜗轮(2-1)。

3.根据权利要求2所述的一种电机驱动制动系统，其特征在于，蜗杆与步进电机(001)输出轴通过键连接，其中制动底板(003)后端设有用于安装步进电机(001)的L型安装板(3-3)，安装步进电机(001)通过螺栓固定在L型安装板(3-3)上。

4.根据权利要求2所述的一种电机驱动制动系统，其特征在于，制动底板(003)上设有与凸轮安装孔(3-2)对称设置的制动蹄安装台(3-4)，制动蹄安装台(3-4)上对称开设有两个用于安装制动蹄(004)的制动蹄安装孔(3-5)，制动蹄(004)一端通过螺栓固定在制动蹄安装孔(3-5)上，另一端与凸轮轴(006)S型凸台线接触，回位弹簧(007)两端分别固定在两个对称安装的制动蹄(004)上，制动蹄(004)上分别设有上回位弹簧孔(4-2)和下回位弹簧孔(4-3)，用于上下固定两个回位弹簧(007)，制动底板(003)上的凸轮安装孔(3-2)外侧均匀设有多个用于安装轴承的轴承定位安装孔(3-1)，凸轮轴(006)通过轴承(6-3)固定安装在凸轮安装孔(3-2)上，轴承(6-3)固定在承定位安装孔(3-1)内；

制动蹄(004)外侧固定有摩擦片(005)，摩擦片(005)通过螺钉(4-4)铆接或者焊接在制动蹄(004)外侧，当制动蹄片张开时，通过摩擦片(005)和轮毂之间的摩擦摩擦力而产生制动所需要的摩擦阻力偶矩。

5.一种基于权利要求1所述电机驱动制动系统的控制方法，其特征在于，具体包括以下步骤：

1)、首先踏板位移传感器将制动踏板位移量传送至主控制器；

2)、主控制器实时采集车辆当前的运动状态；

3)、主控制器根据车辆当前不同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力。

6.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，步骤1)中，踏板位移传感器有一个初始力F_0，当制动踏板踩下，踏板位移传感器示数为F_1，回位弹簧的刚度为K，则由胡克定律可知踏板位移Δd可由下式计算：

$\Delta d=(F_1-F_0)/k$。

7.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，步骤2)中，主控制器分别通过车轮转速传感器和加速度传感器采集各车轮的车轮转速以及车轮加速度，判断车辆是否处于转弯状态。

8.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，步骤3)中，主控制器根据车辆当前不

同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力，具体制动力计算如下：

首先计算凸轮轴转角和摩擦衬片提供制动力矩的数学关系：

凸轮结构根据平行四边形原理，其两长边距离为L_1，较短的对角线长度为L_2，在凸轮转动过程中，位移变化量为[L_1,L_2]，转角范围是0到$\arccos(\frac{L_1}{L_2})$，则制动蹄一端位移d_f与凸轮转角φ_1关系是：

$$d_f=\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\varphi_1$$

其中制动蹄一端位移d_f指制动蹄转动时转动弧长；

制动蹄一端的位移和摩擦力矩的关系：

制动蹄与摩擦衬片力学简化关系：

r_1为制动蹄内圆半径，r_2为制动蹄外圆半径，其中制动蹄的当量直径D为：

$D=0.95\times(r_1+r_2)$

由几何关系可知，当制动蹄上端位移为d_f时，制动蹄转角为：

$$\varphi_2=\frac{d_f}{D}$$

由胡克定律可知，小块摩擦衬片所产生的弹力为：

$\Delta F=\Delta dk'\mu$

式中，Δd为制动蹄上端产生d_f位移量时摩擦衬片所产生的径向位移量，k'是摩擦衬片的刚度，μ是摩擦衬片与制动鼓之间的摩擦系数；

由几何关系可知：

$$\Delta d=2r_2\sin(\frac{\pi+\varphi_f}{4}-\frac{\varphi}{2})\varphi_2$$

φ_f为摩擦衬片的包角，在距摩擦衬片上端φ处取$d\varphi$的小块摩擦衬片，分析其受力情况；

最后，由φ从0积分到φ_f，单个制动蹄上的摩擦衬片产生的制动力矩大小是：

$$M=\int_0^{\varphi_f}\Delta Fr_2d\varphi$$

$$=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\varphi_2$$

$$=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\frac{\varphi_1}{0.95\times(r_1+r_2)}$$

上式得出了凸轮转角和单个制动蹄制动力矩的关系。

9.根据权利要求8所述的控制方法，其特征在于，单个制动蹄能产生的最大制动扭矩是M_{max}，凸轮允许的最大转角为：

$$\varphi_{max}=\frac{0.95\times(r_1+r_2)\times M_{max}}{4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\times\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}}。$$

10.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，当检测到车辆侧向加速度小于设定阈值时，主控制器控制各执行装置正常制动；如果检测到车辆侧向加速度大于设定阈值时，如果车辆向左转，则主控制器对右侧车轮制动力增加15％，同时对左侧车轮制动力减小5％；如果车辆向右转，则主控制器对左侧车轮制动力增加15％，同时对右侧车轮制动力减小5％，完成制动目的。

一种电机驱动制动系统以及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于汽车制动技术领域，具体涉及一种电机驱动制动系统以及控制方法。

背景技术

[0002] 目前汽车上的制动器均为摩擦式制动器，根据摩擦形式的不同分为盘式制动器和鼓式制动器。传统的制动器都要配备一套笨重的液压装置或者气压装置，所占空间大，制动灵敏度也不好，和现代汽车上的电子制动辅助装置比如说ABS不能很好地匹配。并且在制动过程中，如果气动或液压系统损坏的话，会造成制动力瞬间解除，有安全隐患。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种电机驱动制动系统以及控制方法，以克服现有技术的不足。

[0004] 为达到上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0005] 一种电机驱动制动系统，包括操纵装置、控制装置和执行装置，其中控制装置包括主控制器以及通过CAN总线与主控制器连接的车轮转速传感器、踏板位移传感器以及加速度传感器；

[0006] 操作装置包括制动踏板，制动踏板下端通过回位弹簧与踏板位移传感器连接；设置于不同车轮上的执行装置均连接于主控制器；

[0007] 执行装置包括安装在鼓式制动器制动底板上的步进电机，步进电机与鼓式制动器上的动力输入轴凸轮轴通过蜗轮蜗杆连接。

[0008] 进一步的，制动踏板呈S型铰接在车体上。

[0009] 进一步的，鼓式制动器包括摩擦片、制动蹄安装片、制动蹄、回位弹簧、电磁驱动器、凸轮轴以及用于安装制动蹄总成的制动底板，制动底板上设有用于安装凸轮轴的凸轮安装；凸轮轴一端为S型凸台，另一端通过弹性联轴器连接有蜗轮。

[0010] 进一步的，蜗杆与步进电机输出轴通过键连接，其中制动底板后端设有用于安装步进电机的L型安装板，安装步进电机通过螺栓固定在L型安装板上。

[0011] 进一步的，制动底板上设有与凸轮安装孔对称设置的制动蹄安装台，制动蹄安装台上对称开设有两个用于安装制动蹄的制动蹄安装孔，制动蹄一端通过螺栓固定在制动蹄安装孔上，另一端与凸轮轴S型凸台线接触，回位弹簧两端分别固定在两个对称安装的制动蹄上，制动蹄上分别设有上回位弹簧孔和下回位弹簧孔，用于上下固定两个回位弹簧，制动底板上的凸轮安装孔外侧均匀设有多个用于安装轴承的轴承定位安装孔，凸轮轴通过轴承固定安装在凸轮安装孔上，轴承固定在承定位安装孔内；

[0012] 制动蹄外侧固定有摩擦片，摩擦片通过螺钉铆接或者焊接在制动蹄外侧，当制动蹄片张开时，通过摩擦片和轮毂之间的摩擦摩擦力而产生制动所需要的摩擦阻力偶矩。

[0013] 电机接收到主控制器发出的控制信号，转动一定的角度，带动蜗轮蜗杆减速机构，蜗轮通过联轴器带动凸轮转动，然后凸轮推开制动蹄，制动蹄上的摩擦片压向制动鼓，产生

制动力矩。

[0014] 一种电机驱动制动系统的控制方法，具体包括以下步骤：

[0015] 1)、首先踏板位移传感器将制动踏板位移量传送至主控制器；

[0016] 2)、主控制器实时采集车辆当前的运动状态；

[0017] 3)、主控制器根据车辆当前不同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力。

[0018] 进一步的，步骤1)中，踏板位移传感器有一个初始力F_0，当制动踏板踩下，踏板位移传感器示数为F_1，回位弹簧的刚度为K，则由胡克定律可知踏板位移Δd可由下式计算：

[0019] $\Delta d=(F_1-F_0)/k$。

[0020]

[0021] 进一步的，步骤2)中，主控制器分别通过车轮转速传感器和加速度传感器采集各车轮的车轮转速以及车轮加速度，判断车辆是否处于转弯状态。

[0022] 进一步的，步骤3)中，主控制器根据车辆当前不同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力，具体制动力计算如下：

[0023] 首先计算凸轮轴转角和摩擦衬片提供制动力矩的数学关系：

[0024] 凸轮结构根据平行四边形原理，其两长边距离为L_1，较短的对角线长度为L_2，在凸轮转动过程中，位移变化量为$[L_1,L_2]$，转角范围是0到$\arccos(\frac{L_1}{L_2})$，则制动蹄一端位移d_f与凸轮转角φ_1关系是：

[0025] $$d_f=\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\varphi_1$$

[0026] 其中制动蹄一端位移d_f指制动蹄转动时转动弧长；

[0027] 制动蹄一端的位移和摩擦力矩的关系：

[0028] 制动蹄与摩擦衬片力学简化关系：

[0029] r_1为制动蹄内圆半径，r_2为制动蹄外圆半径，其中制动蹄的当量直径D为：

[0030] $D=0.95\times(r_1+r_2)$

[0031] 由几何关系可知，当制动蹄上端位移为d_f时，制动蹄转角为：

[0032] $$\varphi_2=\frac{d_f}{D}$$

[0033] 由胡克定律可知，小块摩擦衬片所产生的弹力为：

[0034] $\Delta F=\Delta dk'\mu$

[0035] 式中，Δd为制动蹄上端产生d_f位移量时摩擦衬片所产生的径向位移量，k'是摩擦衬片的刚度，μ是摩擦衬片与制动鼓之间的摩擦系数。

[0036] 由几何关系可知：

[0037] $$\Delta d=2r_2\sin(\frac{\pi+\varphi_f}{4}-\frac{\varphi}{2})\varphi_2$$

[0038] φ_f为摩擦衬片的包角，在距摩擦衬片上端φ处取$d\varphi$的小块摩擦衬片，分析其受力情况。

[0039] 最后，由φ从0积分到φ_f，单个制动蹄上的摩擦衬片产生的制动力矩大小是：

[0040]
$$M=\int_0^{\varphi_f}\Delta F r_2 d\varphi$$
$$=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\varphi_2$$
$$=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\frac{\varphi_1}{0.95\times(r_1+r_2)}$$

[0041] 上式得出了凸轮转角和单个制动蹄制动力矩的关系。

[0042] 进一步的，单个制动蹄能产生的最大制动扭矩是M_{max}，凸轮允许的最大转角为：

[0043]
$$\varphi_{max}=\frac{0.95\times(r_1+r_2)\times M_{max}}{4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\times\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}}。$$

[0044] 进一步的，当检测到车辆侧向加速度小于设定阈值时，主控制器控制各执行装置正常制动；如果检测到车辆侧向加速度大于设定阈值时，如果车辆向左转，则主控制器对右侧车轮制动力增加15％，同时对左侧车轮制动力减小5％；如果车辆向右转，则主控制器对左侧车轮制动力增加15％，同时对右侧车轮制动力减小5％，完成制动目的。

[0045] 与现有技术相比，本发明具有以下有益的技术效果：

[0046] 本发明一种电机驱动制动系统以及控制方法，通过控制系统自动控制执行装置实现车辆的制动，其中执行装置包括安装在鼓式制动器制动底板上的步进电机，步进电机与鼓式制动器上的动力输入轴凸轮轴通过蜗轮蜗杆连接，通过涡轮传动进行制动，制动效果好，制动力强，其中控制装置包括主控制器以及通过CAN总线与主控制器连接的车轮转速传感器、踏板位移传感器以及加速度传感器；主控制器通过本方法精确计算每个车轮行驶速度以及根据踏板位移传感器不同位移量，主控制器通过CAN总线采集各车轮转速信息、踏板位移信息以及加速度传感器信息，从而产生不同的制动力矩，实现各个车轮单独制动，本装置结构简单，方法计算精确，利用涡轮传动来取代气压制动装置，大大的提高了电动汽车的制动性，解决了电动汽车上应用的局限性。

[0047] 进一步的，当检测到车辆侧向加速度小于设定阈值时，主控制器控制各执行装置正常制动；如果检测到车辆侧向加速度大于设定阈值时，如果车辆向左转，则主控制器对右侧车轮制动力增加15％，同时对左侧车轮制动力减小5％；如果车辆向右转，则主控制器对左侧车轮制动力增加15％，同时对右侧车轮制动力减小5％，完成制动目的，能够有效防止内侧车轮抱死，避免产生危险状况。

附图说明

[0048] 图1为本发明执行装置主视图。

[0049] 图2为本发明执行装置后视图。

[0050] 图3为本发明执行装置制动底板结构示意图。

[0051] 图4为本发明轮与凸轮轴的连接方式图。

[0052] 图5为本发明制动蹄与摩擦片总成结构示意图。

[0053] 图6为本发明操纵装置结构示意图。

[0054] 图7为踏板位移和车轮制动力矩的关系简化示意图。

[0055] 图8为制动蹄与摩擦衬片力学简化关系示意图。

[0056] 图9为本发明系统示意图。

具体实施方式

[0057] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

[0058] 如图1至图6所示，一种电机驱动制动系统，包括操纵装置、控制装置和执行装置，其中控制装置包括主控制器以及通过CAN总线与主控制器连接的车轮转速传感器、踏板位移传感器以及加速度传感器；

[0059] 操作装置包括制动踏板，制动踏板呈S型，制动踏板铰接在车体上，制动踏板下端通过回位弹簧与踏板位移传感器连接；设置于不同车轮上的执行装置均连接于主控制器，通过主控制器进行控制；

[0060] 执行装置包括安装在鼓式制动器制动底板003上的步进电机001，步进电机001与鼓式制动器上的动力输入轴凸轮轴006通过蜗轮蜗杆连接，

[0061] 鼓式制动器包括摩擦片005、制动蹄安装片008、制动蹄004、回位弹簧007、电磁驱动器006、凸轮轴006以及用于安装制动蹄总成的制动底板003，制动底板003上设有用于安装凸轮轴006的凸轮安装孔3-2；凸轮轴006一端为S型凸台，另一端通过弹性联轴器6-2连接有蜗轮2-1，

[0062] 如图4所示，蜗杆与步进电机001输出轴通过键连接，其中制动底板003后端设有用于安装步进电机001的L型安装板3-3，安装步进电机001通过螺栓固定在L型安装板3-3上。

[0063] 制动底板003上设有与凸轮安装孔3-2对称设置的制动蹄安装台3-4，制动蹄安装台3-4上对称开设有两个用于安装制动蹄004的制动蹄安装孔3-5，制动蹄004一端通过螺栓固定在制动蹄安装孔35上，另一端与凸轮轴006S型凸台线接触，回位弹簧007两端分别固定在两个对称安装的制动蹄004上，制动蹄004上分别设有上回位弹簧孔4-2和下回位弹簧孔4-3，用于上下固定两个回位弹簧007，制动底板003上的凸轮安装孔3-2外侧均匀设有多个用于安装轴承的轴承定位安装孔3-1，凸轮轴006通过轴承6-3固定安装在凸轮安装孔3-2上，轴承6-3固定在承定位安装孔3-1内；

[0064] 制动蹄004外侧固定有摩擦片005，摩擦片005通过螺钉4-4铆接或者焊接在制动蹄004外侧，当制动蹄片张开时，通过摩擦片005和轮毂之间的摩擦摩擦力而产生制动所需要的摩擦阻力偶矩。

[0065] 电机接收到主控制器发出的控制信号，转动一定的角度，带动蜗轮蜗杆减速机构，蜗轮通过联轴器带动凸轮转动，然后凸轮推开制动蹄，制动蹄上的摩擦片压向制动鼓，产生制动力矩。

[0066] 一种电机驱动制动系统控制方法，具体包括以下步骤：

[0067] 1、首先踏板位移传感器将制动踏板位移量传送至主控制器；

[0068] 2、主控制器实时采集车辆当前的运动状态；

[0069] 3、主控制器根据车辆当前不同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力。

[0070] 具体的，步骤1中，踏板位移传感器有一个初始力F_0，当制动踏板踩下，踏板位移传感器示数为F_1，回位弹簧的刚度为K，则由胡克定律可知踏板位移Δd可由下式计算：

[0071] $\Delta d=(F_1-F_0)/k$

[0072] 具体的，步骤2中，主控制器分别通过车轮转速传感器和加速度传感器采集各车轮的车轮转速以及车轮加速度，判断车辆是否处于转弯状态；

[0073] 具体的，步骤3中，主控制器根据车辆当前不同运动状态分别控制不同车轮执行装置的制动力，具体制动力计算如下：

[0074] 首先计算凸轮轴转角和摩擦衬片提供制动力矩的数学关系：

[0075] 如图7所示，凸轮的形状是一个近似于平行四边形的不规则形状，根据平行四边形原理，其两长边距离为L_1，较短的对角线长度为L_2，在凸轮转动过程中，位移变化量为[L_1，L_2]，转角范围是0到$\arccos(\frac{L_1}{L_2})$，则制动蹄一端位移d_f与凸轮转角φ_1关系是：

[0076] $$d_f=\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\varphi_1$$

[0077] 其中制动蹄一端位移d_f指制动蹄转动时转动弧长；

[0078] 制动蹄一端的位移和摩擦力矩的关系：

[0079] 如图8所示，制动蹄与摩擦衬片力学简化关系：

[0080] r_1为制动蹄内圆半径，r_2为制动蹄外圆半径，其中制动蹄的当量直径D为：

[0081] $D=0.95\times(r_1+r_2)$

[0082] 由几何关系可知，当制动蹄上端位移为d_f时，制动蹄转角为：

[0083] $$\varphi_2=\frac{d_f}{D}$$

[0084] 由胡克定律可知，小块摩擦衬片所产生的弹力为：

[0085] $\Delta F=\Delta dk'\mu$

[0086] 式中，Δd为制动蹄上端产生d_f位移量时摩擦衬片所产生的径向位移量，k'是摩擦衬片的刚度，μ是摩擦衬片与制动鼓之间的摩擦系数。

[0087] 由几何关系可知：

[0088] $$\Delta d=2r_2\sin(\frac{\pi+\varphi_f}{4}-\frac{\varphi}{2})\varphi_2$$

[0089] φ_f为摩擦衬片的包角，在距摩擦衬片上端φ处取$d\varphi$的小块摩擦衬片，分析其受力情况。

[0090] 最后，由φ从0积分到φ_f，单个制动蹄上的摩擦衬片产生的制动力矩大小是：

[0091] $$\begin{aligned}M&=\int_0^{\varphi_f}\Delta Fr_2d\varphi\\&=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\varphi_2\\&=4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}\frac{\varphi_1}{0.95\times(r_1+r_2)}\end{aligned}$$

[0092] 上式得出了凸轮转角和单个制动蹄制动力矩的关系。

[0093] 单个制动蹄能产生的最大制动扭矩是M_{max}，由上式可知凸轮允许的最大转角为：

[0094] $$\varphi_{max}=\frac{0.95\times(r_1+r_2)\times M_{max}}{4r_2k'\mu(\cos\frac{\pi-\varphi_f}{4}-\cos\frac{\pi+\varphi_f}{4})\times\frac{L_2-L_1}{\arccos(\frac{L_1}{L_2})}}$$

[0095] 在车辆高速过弯时，由于离心力的作用，车辆重心偏向外侧，此时外侧车轮的载荷明显高于内侧车轮，如果四个车轮仍然给同样的制动力矩，内侧车轮很容易抱死，从而产生危险状况，为解决这一问题，本发明提供一个制动力控制策略，首先通过车轮轮速计算车速v：

[0096] $$v=\frac{\omega_1+\omega_2+\omega_3+\omega_4}{4}r$$

[0097] ω_1、ω_2、ω_3、ω_4分别为四个车轮的转速，r为车轮半径，当车速大于40km/h时，开始检测车辆是否在高速过弯。

[0098] 如图9所示，当检测到车辆侧向加速度小于设定阈值时，主控制器控制各执行装置正常制动；如果检测到车辆侧向加速度大于设定阈值时，如果车辆向左转，则主控制器对右侧车轮制动力增加15％，同时对左侧车轮制动力减小5％；如果车辆向右转，则主控制器对左侧车轮制动力增加15％，同时对右侧车轮制动力减小5％，完成制动目的。

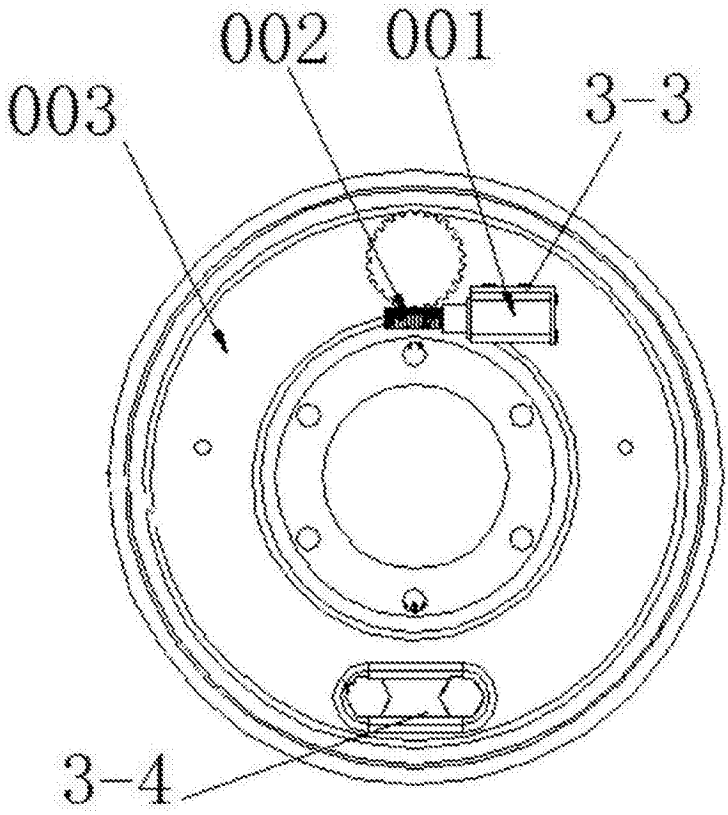


图1

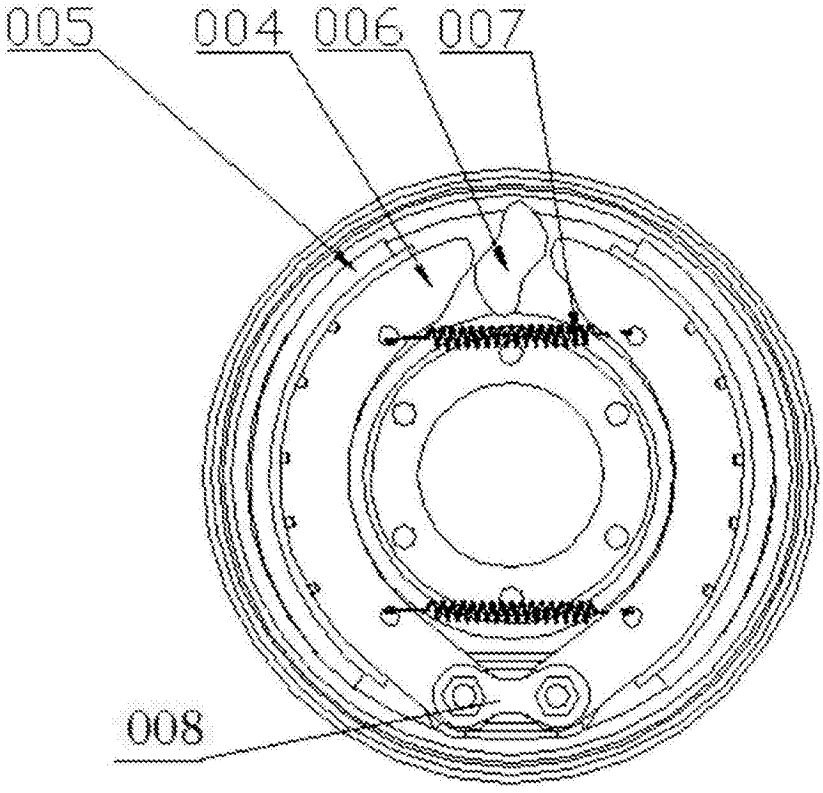


图2

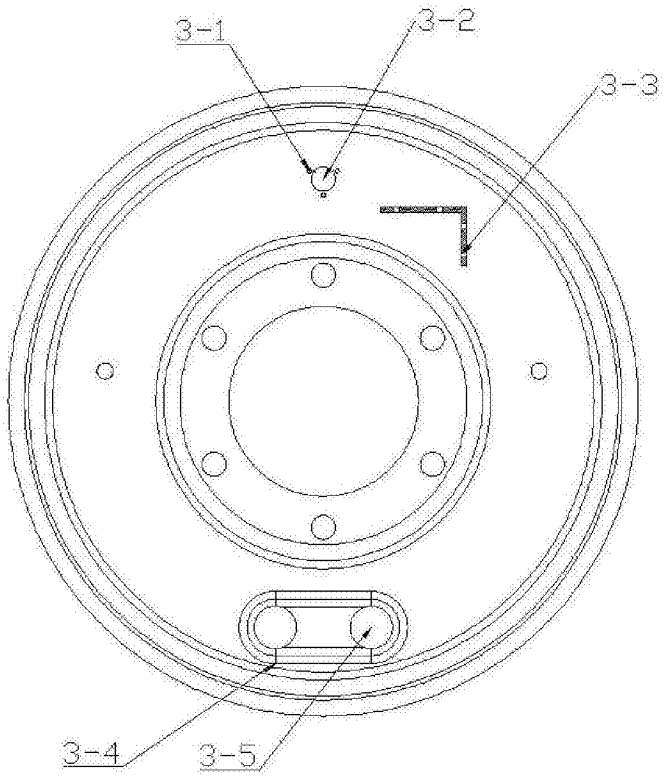


图3

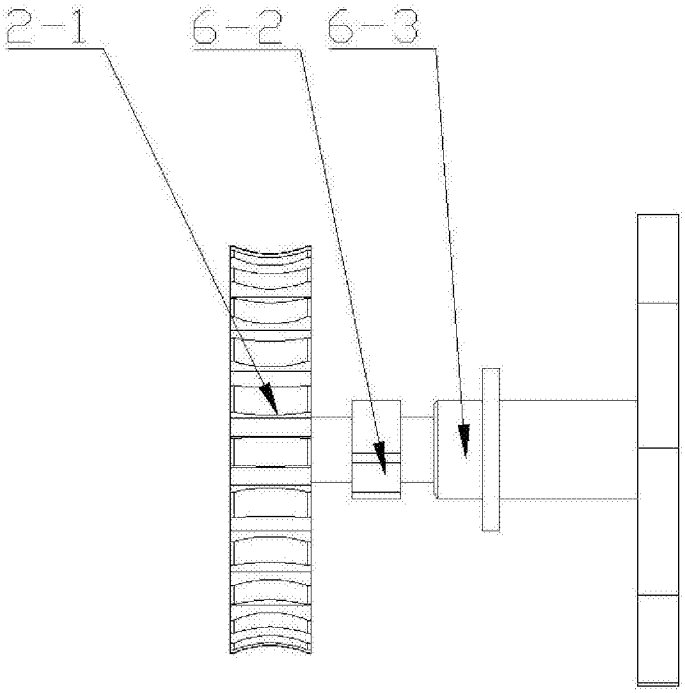


图4

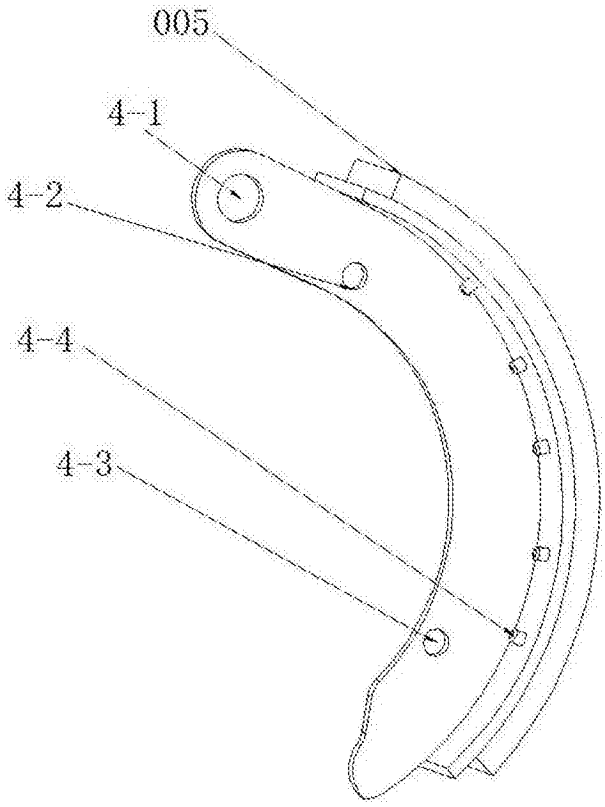


图5

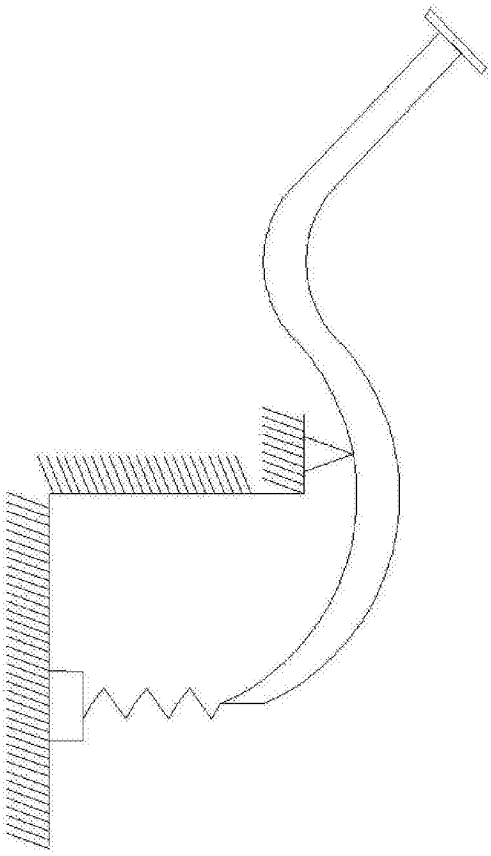


图6

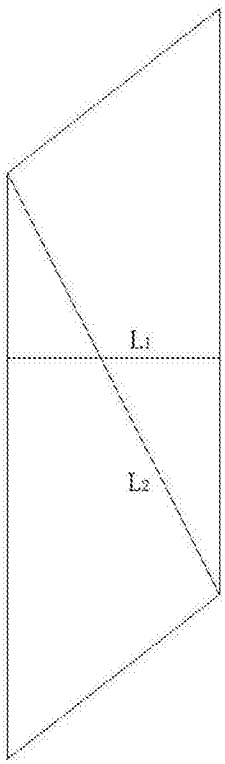


图7

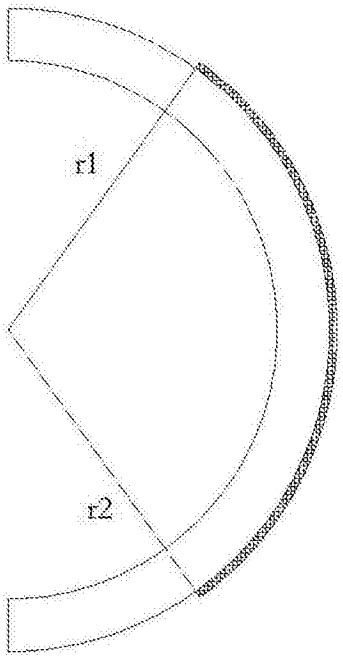


图8

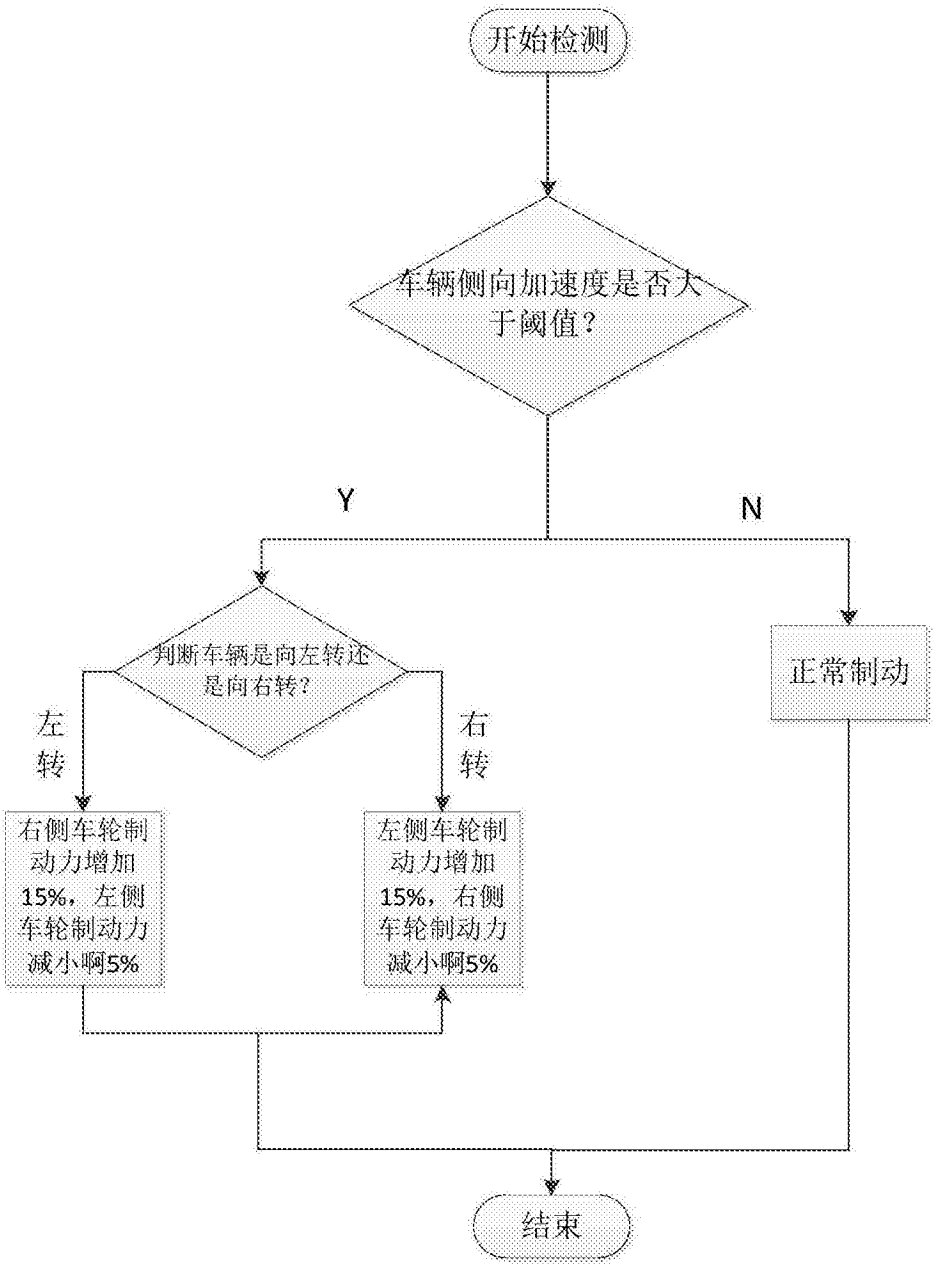

开始检测
车辆侧向加速度是否大于阈值？
Y
N
判断车辆是向左转还是向右转？
左转
右转
正常制动
右侧车轮制动力增加15%，左侧车轮制动力减小啊5%
左侧车轮制动力增加15%，右侧车轮制动力减小啊5%
结束

图9