



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106800042 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201611158757.9

审查员 王聪

(22)申请日 2016.12.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106800042 A

(43)申请公布日 2017.06.06

(73)专利权人 中国北方车辆研究所

地址 100072 北京市丰台区槐树岭4号院

(72)发明人 邢杰 王育浦 马士奔 叶辉

黄冠富 韩雪峰 陈锐 叶辉萍

肖磊

(74)专利代理机构 中国兵器工业集团公司专利

中心 11011

代理人 刘东升

(51)Int.Cl.

B62D 11/04(2006.01)

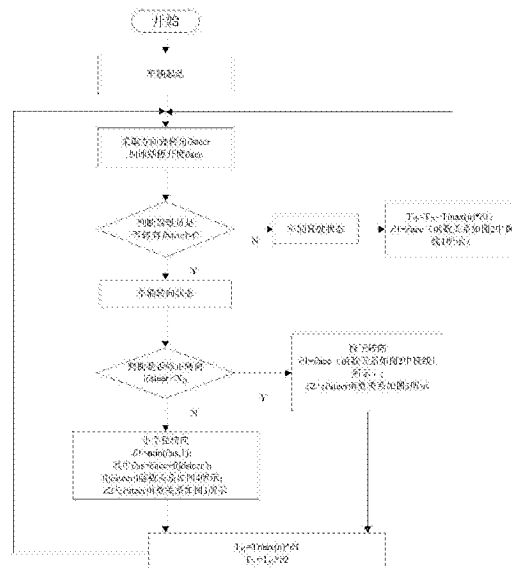
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法,属于电驱动系统控制技术领域。本发明在计算机输出扭矩时,引入了踏板因子与转向因子。踏板因子是踏板开度与方向盘转角的函数,转向因子仅是方向盘转角的函数。直驶过程中,方向盘转角对踏板因子数值计算没有影响;转向时,方向盘转角对踏板因子与转向因子的数值计算都起作用。可通过合理调整方向盘转角对踏板因子的函数关系,使得履带车辆(特别是无人履带车辆遥控模式下)在行驶状态切换过程中获得更好的平顺性与安全性表现。



1. 一种双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

首先采集方向盘转角信号绝对值 $|\delta\text{steer}|$ 和加速踏板开度信号 δacc ,并根据 $|\delta\text{steer}|$ 判断驾驶员的转向意图,即,为直驶状态还是转向状态;

当 $|\delta\text{steer}|$ 小于或等于自由行程 C 时,则认为车辆处于直驶状态;当 $|\delta\text{steer}|$ 大于自由行程 C 时,则判断车辆进入转向状态,并进一步判断转向状态是修正转向模式还是小半径模式;

若判断为直驶模式,则控制双侧独立驱动电机的输出扭矩大小相等,且只与加速踏板开度信号 δacc 有关,双侧独立驱动电机输出的扭矩 $T = \text{外侧电机输出的扭矩 } T_{\text{外}} = \text{内侧电机输出的扭矩 } T_{\text{内}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩 $T_{\text{max}}(n)$ 与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关;

若判断为修正转向模式,则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关,而内侧电机输出正向扭矩,与加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 有关,且随 $|\delta\text{steer}|$ 的增大逐渐减小至零扭矩;

若判断为小半径转向模式,则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 同时受加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 的影响,且分别与加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 成正相关;而内侧电机输出反向扭矩,随 $|\delta\text{steer}|$ 的增大由零扭矩逐渐增大。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,设定修正转向模式和小半径转向模式以方向盘转角阈值 X_0 为分界点,当 $|\delta\text{steer}|$ 小于 X_0 时,则判断车辆进行修正转向;当 $|\delta\text{steer}|$ 大于或等于 X_0 时,则判断车辆进行小半径转向,其中 X_0 根据试验标定或经验得到。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,判断为车辆在修正转向模式时,控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关,而认为内侧电机的输出扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 与转向因子 $\delta 2$ 的乘积,其中转向因子 $\delta 2$ 只与 $|\delta\text{steer}|$ 有关。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,判断为车辆在小半径转向模式时,控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 等于加速踏板开度信号 δacc 与驱动补偿函数 $f(|\delta\text{steer}|)$ 之和,且最大值等于1,而认为内侧电机的输出扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于外侧电机输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 与转向因子 $\delta 2$ 的乘积,其中转向因子 $\delta 2$ 只与方向盘转角信号 $|\delta\text{steer}|$ 有关。

双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电驱动系统控制技术领域,具体涉及一种双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法。

背景技术

[0002] 为了应对环境污染,减少碳排放量,各国排放法规越来越严厉,世界各国都在加大对新能源车辆的研发。无论是混合动力还是纯电动车辆,都以电驱动系统为主要特征。各种新能源轮式车辆已经纷纷量产,并取得了不错的市场反响。电驱动履带式新能源车辆也在无人车辆、工程、抢险、军事领域得到了应用,取得了长足的发展。

[0003] 现有的电驱动履带新能源车辆主要采用双侧独立电驱动形式,即采用左右驱动电机分别连接左右侧减速器、制动器后,输出动力到主动轮以驱动车辆,整个动力传动系统分成了左右侧两套动力传动分系统,两套动力传动分系统之间采用电缆柔性连接。该种结构,机械系统结构简单,布置方便灵活,且电机输出扭矩直接驱动主动轮,控制系统易于实现,得到广泛应用。

[0004] 该种结构,通过电机输出扭矩驱动车辆直驶与转向。直驶时,双侧电机输出相同扭矩,保证车辆直线行驶;转向时,双侧电机输出不同扭矩,产生转矩差,调节转矩差值的大小实现车辆转向。但是,直驶与转向状态切换过程中,电机输出扭矩同时受到油门踏板和方向盘的影响,特别是在无人车辆应用中,其遥控模式往往通过手柄实现操作,车辆直驶与转向命令相互耦合。这种耦合,导致车辆低速直驶进入小半径转向时,需要加大油门以配合方向盘实现转向需求;在转向结束回到直驶状态时,也需要减小油门以配合方向盘实现直驶需求,在状态切换过程中,容易发生车辆猛然加减速的情况,车辆平顺性难以保证,并容易发生危险。

[0005] 因此,需要一种控制方法,改善双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换的平顺性与安全性。

发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 本发明要解决的技术问题是:如何设计一种双侧独立驱动履带车辆行驶状态切换控制方法,以减小车辆行驶状态切换时对油门踏板配合的依赖,避免状态切换过程中因加速踏板配合造成的车速的剧烈变化,提升车辆的平顺性与安全性。

[0008] (二)技术方案

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种双侧独立电驱动履带车辆行驶状态切换控制方法,包括以下步骤:

[0010] 首先采集方向盘转角信号绝对值 $|\hat{\sigma}_{steer}|$ 和加速踏板开度信号 $\hat{\sigma}_{acc}$,并根据 $|\hat{\sigma}_{steer}|$ 判断驾驶员的转向意图,即,为直驶状态还是转向状态;

[0011] 当 $|\delta\text{steer}|$ 小于或等于自由行程 C 时,则认为车辆处于直驶状态;当 $|\delta\text{steer}|$ 大于自由行程 C 时,则判断车辆进入转向状态,并进一步判断转向状态是修正转向模式还是小半径模式;

[0012] 若判断为直驶模式,则控制双侧独立驱动电机的输出扭矩大小相等,且只与加速踏板开度信号 δacc 有关,双侧独立驱动电机输出的扭矩 T =外侧电机输出的扭矩 $T_{\text{外}}$ =内侧电机输出的扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩 $T_{\text{max}}(n)$ 与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关;

[0013] 若判断为修正转向模式,则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关,而内侧电机输出正向扭矩,与加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 有关,且随 $|\delta\text{steer}|$ 的增大逐渐减小至零扭矩;

[0014] 若判断为小半径转向模式,则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 同时受加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 的影响,且分别与加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 成正相关;而内侧电机输出反向扭矩,随 $|\delta\text{steer}|$ 的增大由零扭矩逐渐增大。

[0015] 优选地,若判断为直驶模式,则确定踏板因子 $\delta 1$ 与加速踏板开度信号 δacc 之间的函数关系为硬转向补偿策略、线性转向补偿策略或软转向补偿策略。

[0016] 优选地,设定修正转向模式和小半径转向模式以方向盘转角阈值 X_0 为分界点,当 $|\delta\text{steer}|$ 小于 X_0 时,则判断车辆进行修正转向;当 $|\delta\text{steer}|$ 大于或等于 X_0 时,则判断车辆进行小半径转向,其中 X_0 根据试验标定或经验得到。

[0017] 优选地,判断为车辆在修正转向模式时,控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关,而认为内侧电机的输出扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 与转向因子 $\delta 2$ 的乘积,其中转向因子 $\delta 2$ 只与 $|\delta\text{steer}|$ 有关。

[0018] 优选地,判断为车辆在小半径转向模式时,控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积,其中踏板因子 $\delta 1$ 等于加速踏板开度信号 δacc 与驱动补偿函数 $f(|\delta\text{steer}|)$ 之和,且最大值等于1,而认为内侧电机的输出扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于外侧电机输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 与转向因子 $\delta 2$ 的乘积,其中转向因子 $\delta 2$ 只与方向盘转角信号 $|\delta\text{steer}|$ 有关。

[0019] 优选地,确定驱动补偿函数 $f(|\delta\text{steer}|)$ 与 $|\delta\text{steer}|$ 的函数关系为硬转向补偿策略、线性转向补偿策略或软转向补偿策略。

[0020] (三)有益效果

[0021] 本发明在计算电机输出扭矩时,引入了踏板因子与转向因子。踏板因子是踏板开度与方向盘转角的函数,转向因子仅是方向盘转角的函数。直驶过程中,方向盘转角对踏板因子数值计算没有影响;转向时,方向盘转角对踏板因子与转向因子的数值计算都起作用。可通过合理调整方向盘转角对踏板因子的函数关系,使得履带车辆(特别是无人履带车辆遥控模式下)在行驶状态切换过程中获得更好的平顺性与安全性表现。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例的一种双侧独立驱动履带车辆行驶状态切换控制方法流程图；

[0023] 图2为本发明实施例的一种双侧独立驱动履带车辆行驶状态切换控制方法踏板因子与踏板开度的函数关系示意图；

[0024] 图3为本发明实施例的一种双侧独立驱动履带车辆行驶状态切换控制方法转向因子与方向盘转角的函数关系示意图；

[0025] 图4为本发明实施例的一种双侧独立驱动履带车辆行驶状态切换控制方法驱动补偿函数与方向盘转角的函数关系示意图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚，下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0027] 如图1所示，首先采集方向盘转角信号绝对值 $|\delta\text{steer}|$ 和加速踏板开度信号 δacc ，并根据 $|\delta\text{steer}|$ 判断驾驶员的转向意图，即，为直驶状态还是转向状态，其中若为转向状态则进一步判断是修正转向模式还是小半径转向模式。

[0028] 考虑到方向盘具有一定的自由行程C，因此当 $|\delta\text{steer}|$ 小于或等于自由行程C时，则认为车辆处于直驶状态。

[0029] 若判断为直驶模式，则控制双侧独立驱动电机的输出扭矩大小相等，且只与加速踏板开度信号 δacc 有关。双侧独立驱动电机输出的扭矩 T =外侧电机输出的扭矩 $T_{\text{外}}$ =内侧电机输出的扭矩 $T_{\text{内}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩 $T_{\text{max}}(n)$ 与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积。其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关，其函数关系如图2所示。

[0030] 踏板因子 $\delta 1$ 与加速踏板开度信号 δacc 之间的函数关系可根据实际需求确定图2中曲线1~3中的任一种，其中曲线1代表了硬转向补偿策略，曲线2代表了线性转向补偿策略，曲线3代表了软转向补偿策略，也可以根据试验重新标定踏板因子 $\delta 1$ 与加速踏板开度信号 δacc 之间的函数关系。

[0031] 当 $|\delta\text{steer}|$ 大于自由行程C时，则判断车辆进入转向状态，并进一步判断转向状态是修正转向模式还是小半径模式。修正转向和小半径转向以方向盘转角 X_q 为分界点。其中 X_q 为图3中Q点的横坐标。当 $|\delta\text{steer}|$ 小于 X_q 时，则判断车辆进行修正转向；当 $|\delta\text{steer}|$ 大于或等于 X_q 时，则判断车辆进行小半径转向。其中 X_q 根据试验标定得到，本实施例中，根据经验得到 $0.3 \leq X_q \leq 0.5$ 。

[0032] 若判断为修正转向模式，则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 只与加速踏板开度信号 δacc 有关，而内侧电机输出正向扭矩，与加速踏板开度信号 δacc 和 $|\delta\text{steer}|$ 有关，且随 $|\delta\text{steer}|$ 的增大逐渐减小至零扭矩；

[0033] 本实施例中，判断为车辆在修正转向模式时，控制外侧电机的输出扭矩 $T_{\text{外}}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 $\delta 1$ 的乘积，其中踏板因子 $\delta 1$ 只与加速踏板开度信号

δ_{acc} 有关,其函数关系如图2所示。而内侧电机的输出扭矩 $T_{内}$ 等于外侧电机的输出扭矩 $T_{外}$ 与转向因子 δ_2 的乘积,其中转向因子 δ_2 只与 $|\delta_{steer}|$ 有关,其函数关系如图3中 $|\delta_{steer}|$ 在 $0-X_0$ 段所示。

[0034] 若判断为小半径转向模式,则控制外侧电机的输出扭矩 $T_{外}$ 同时受加速踏板开度信号 δ_{acc} 和 $|\delta_{steer}|$ 的影响,且分别与加速踏板开度信号 δ_{acc} 和 $|\delta_{steer}|$ 成正相关;而内侧电机输出反向扭矩,随 $|\delta_{steer}|$ 的增大由零扭矩逐渐增大,因此进一步加大了内、外侧驱动力的差值,以实现快速转向。

[0035] 本实施例中,判断为车辆在小半径转向模式时,控制外侧电机的输出扭矩 $T_{外}$ 等于当前电机转速下的最大扭矩与踏板因子 δ_1 的乘积,其中踏板因子 δ_1 等于加速踏板开度信号 δ_{acc} 与驱动补偿函数 $f(|\delta_{steer}|)$ 之和,且最大值等于1。驱动补偿函数 $f(|\delta_{steer}|)$ 与 $|\delta_{steer}|$ 的函数关系如图4所示。而内侧电机的输出扭矩 $T_{内}$ 等于外侧电机输出扭矩 $T_{外}$ 与转向因子 δ_2 的乘积,其中转向因子 δ_2 只与 $|\delta_{steer}|$ 有关,其函数关系如图3中 $|\delta_{steer}|$ 在大于 X_0 段所示。

[0036] 其中,驱动补偿函数 $f(|\delta_{steer}|)$ 与 $|\delta_{steer}|$ 的函数关系可根据实际需求确定图4中曲线1~3中的任一种,其中曲线1代表了硬转向补偿策略,曲线2代表了线性转向补偿策略,曲线3代表了软转向补偿策略,也可以根据试验重新标定 $f(|\delta_{steer}|)$ 与 $|\delta_{steer}|$ 的函数关系。

[0037] 可以看出,本发明实施例使车辆在直驶-转向状态相互切换时可以根据方向盘转角的大小对双侧驱动力进行补偿,减小了转向时对油门踏板配合的依赖,从而避免了状态切换过程中因加速踏板配合造成的车速剧烈变化,提高了车辆的平顺性和安全性。

[0038] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

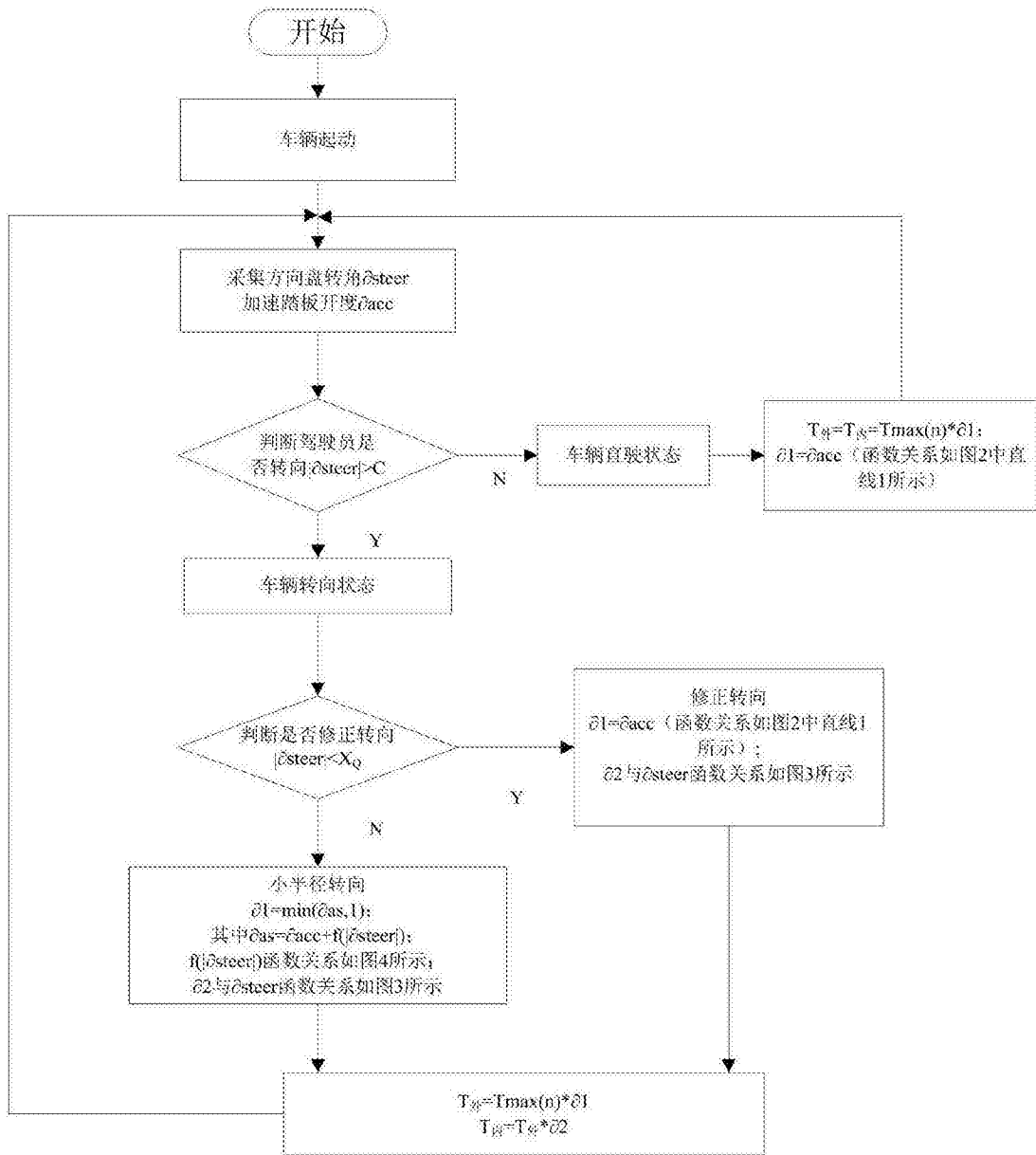


图1

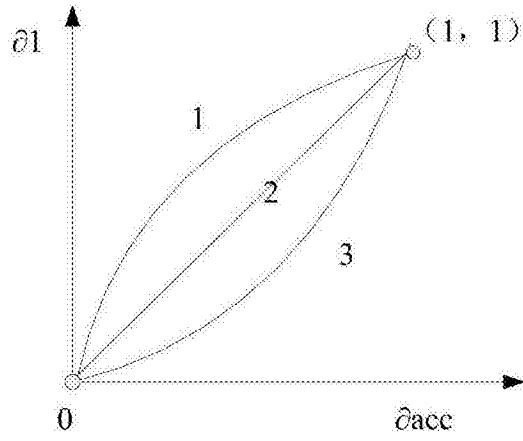


图2

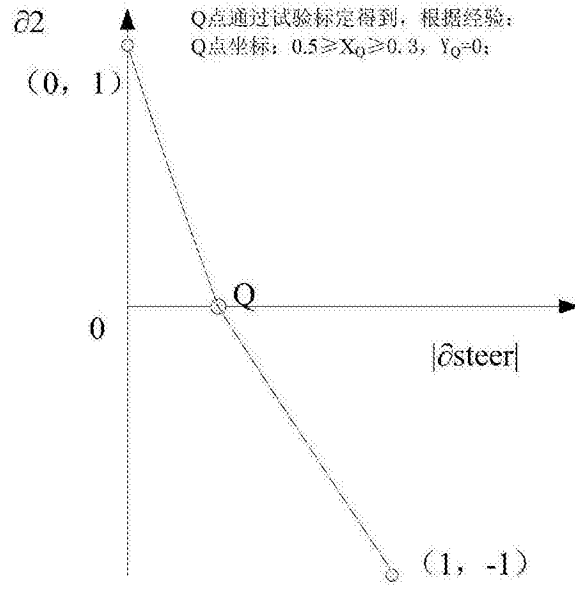


图3

Q点与H点通过试验标定得到，根据经验：
Q点坐标： $0.5 \geq X_Q \geq 0.3, Y_Q=0$ ；
H点坐标： $X_H=1, 0.5 \geq Y_H \geq 0$ ；

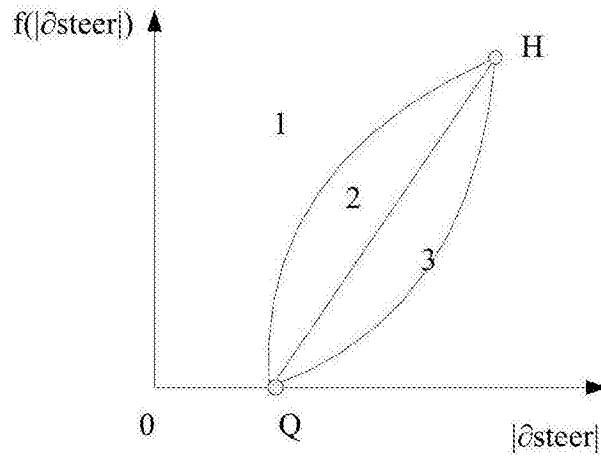


图4