



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106926898 B

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201710291027.4

B62D 5/06(2006.01)

(22)申请日 2017.04.28

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106926898 A

CN 102320324 A, 2012.01.18, 全文.

CN 103337205 A, 2013.10.02, 全文.

CN 105667580 A, 2016.06.15,

CN 103587576 A, 2014.02.19, 全文.

EP 1201528 A2, 2002.05.02,

(43)申请公布日 2017.07.07

(73)专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

审查员 宋艳琪

(72)发明人 李静 王晨 刘鹏 谷贺冲

韩紫云 冯酉楠 董德志

(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 齐安全 胡景阳

(51)Int. Cl.

B62D 5/09(2006.01)

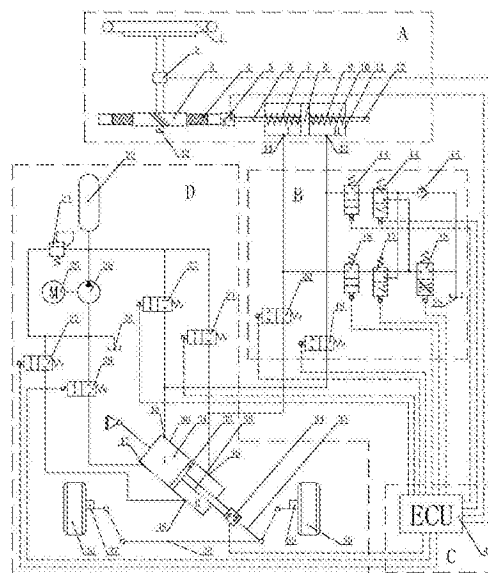
权利要求书3页 说明书18页 附图12页

(54)发明名称

一种线控液压转向系统

(57)摘要

本发明公开了一种线控液压转向系统,克服了目前增加路感电机带来的成本高与转向系统断电失效时稳定性差等问题,其包括转向盘单元、转向路感模拟单元、电子控制单元与转向执行单元;转向盘单元通过转向路感模拟主缸的主缸第一油口、主缸第二油口、第一开关电磁阀、第二开关电磁阀、第三开关电磁阀与第四开关电磁阀的一端口和转向路感模拟单元管路连接;转向路感模拟单元通过第三开关电磁阀、第四开关电磁阀的另一端口、第一高速开关阀、第二高速开关阀的一端口、转向动力主缸上的转向动力主缸第一进油口与转向动力主缸上的转向动力主缸第二进油口和转向执行单元管路连接;电子控制单元分别和转向盘单元、转向路感模拟单元与转向执行单元电线连接。



1. 一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的一种线控液压转向系统包括转向盘单元(A)、转向路感模拟单元(B)、电子控制单元(C)与转向执行单元(D);

所述的转向盘单元(A)包括转向路感模拟主缸(10);

所述的转向路感模拟单元(B)包括第一开关电磁阀(13)、第二开关电磁阀(16)、第三开关电磁阀(19)与第四开关电磁阀(20);

所述的转向执行单元(D)包括第一高速开关阀(21)、第二高速开关阀(22)与转向动力主缸(31);

所述的转向盘单元(A)通过转向路感模拟主缸(10)上的主缸第一油口(43)、转向路感模拟主缸(10)上的主缸第二油口(44)、第一开关电磁阀(13)的一端口、第二开关电磁阀(16)的一端口、第三开关电磁阀(19)的一端口与第四开关电磁阀(20)的一端口和转向路感模拟单元(B)液压管路连接;转向路感模拟单元(B)通过第三开关电磁阀(19)的另一端口、第四开关电磁阀(20)的另一端口、第一高速开关阀(21)的一端口、第二高速开关阀(22)的一端口、转向动力主缸(31)上的转向动力主缸第一进油口(45)与转向动力主缸(31)上的转向动力主缸第二进油口(46)和转向执行单元(D)液压管路连接;电子控制单元(C)分别和转向盘单元(A)、转向路感模拟单元(B)与转向执行单元(D)电线连接。

2. 按照权利要求1所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的转向盘单元(A)还包括转向盘(1)、转向盘转角传感器(2)、齿轮(3)、齿条(4)、第一拉压力传感器(5)与转向轴(42);

所述的转向盘(1)安装在转向轴(42)的上端为固定连接,齿轮(3)安装在转向轴(42)的下端为固定连接,转向盘转角传感器(2)安装在转向轴(42)上,齿轮(3)与齿条(4)啮合连接,齿轮(3)的回转轴线与齿条(4)的纵向对称面垂直相交,齿条(4)的右端与第一拉压力传感器(5)的左端固定连接,第一拉压力传感器(5)的右端与转向路感模拟主缸(10)的左端固定连接。

3. 按照权利要求1或2所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的转向路感模拟主缸(10)包括第一活塞杆(6)、第一弹簧(7)、主缸活塞(8)、第二弹簧(9)、主缸缸体(11)与第二活塞杆(12);

所述的主缸活塞(8)安装在主缸缸体(11)内,第一活塞杆(6)的右端与主缸活塞(8)的左端面的中心处固定连接,第二活塞杆(12)的左端与主缸活塞(8)的右端面的中心处固定连接,并在第一活塞杆(6)、主缸活塞(8)与第二活塞杆(12)和主缸缸体(11)之间安装有密封圈,第一弹簧(7)与第二弹簧(9)分别套装在第一活塞杆(6)与第二活塞杆(12)上,第一弹簧(7)左端与主缸缸体(11)的左缸壁内侧接触连接,第一弹簧(7)右端与主缸活塞(8)的左端面接触连接,第二弹簧(9)的左端与主缸活塞(8)的右端面接触连接,第二弹簧(9)的右端与主缸缸体(11)的右缸壁内侧接触连接,第一活塞杆(6)、第二活塞杆(12)、主缸活塞(8)与主缸缸体(11)回转轴线共线。

4. 按照权利要求3所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的第一活塞杆(6)与第二活塞杆(12)为横截面尺寸完全相同的直杆件;

所述的第一弹簧(7)与第二弹簧(9)采用具有相同弹性性能的不同弹簧,第一弹簧(7)与第二弹簧(9)的初始长度相同;

所述的主缸缸体(11)上设置有两个油口即主缸第一油口(43)与主缸第二油口(44),主

缸第一油口(43)位于主缸缸体(11)的右端,即位于转向路感模拟主缸(10)的II腔的主缸缸体(11)上,主缸第二油口(44)位于主缸缸体(11)的左端,即位于转向路感模拟主缸(10)的I腔的主缸缸体(11)上。

5.按照权利要求1所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的转向路感模拟单元(B)还包括第一两位三通电磁换向阀(14)、单向阀(15)、第二两位三通电磁换向阀(17)与线性调压阀(18);

所述的第一开关电磁阀(13)的一端口与第三开关电磁阀(19)的一端口采用液压管路连接,第一开关电磁阀(13)的另一端与第一两位三通电磁换向阀(14)的P口采用液压管路连接,第一两位三通电磁换向阀(14)的A口和单向阀(15)的出油口及第二两位三通电磁换向阀(17)的B端口同时采用液压管路连接;第一两位三通电磁换向阀(14)的B口和线性调压阀(18)的一端口及第二两位三通电磁换向阀(17)的A端口同时采用液压管路连接,单向阀(15)的进油口与油箱(28)采用液压管路连接,线性调压阀(18)的另一端与油箱(28)采用液压管路连接;

所述的第二开关电磁阀(16)的一端口与第四开关电磁阀(20)的一端口采用液压管路连接,第二开关电磁阀(16)的另一端口与第二两位三通电磁换向阀(17)的P口采用液压管路连接。

6.按照权利要求1所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的电子控制单元(C)分别和转向盘单元(A)、转向路感模拟单元(B)与转向执行单元(D)电线连接是指:

所述的电子控制单元(41)和转向盘转角传感器(2)、第一拉压力传感器(5)、第一开关电磁阀(13)、第一两位三通电磁换向阀(14)、第二开关电磁阀(16)、第二两位三通电磁换向阀(17)、线性调压阀(18)、第三开关电磁阀(19)、第四开关电磁阀(20)、第一高速开关阀(21)、第二高速开关阀(22)、第五开关电磁阀(27)、第六开关电磁阀(29)、第二拉压力传感器(34)、右转向轮转角传感器(37)与左转向轮转角传感器(39)的接线端采用电线连接。

7.按照权利要求1所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的转向执行单元(D)还包括蓄能器(23)、溢流阀(24)、电动机(25)、液压泵(26)、第五开关电磁阀(27)、油箱(28)、第六开关电磁阀(29)、第二拉压力传感器(34)、推杆(35)、汽车右转向轮(36)、右转向轮转角传感器(37)、转向横拉杆(38)、左转向轮转角传感器(39)与汽车左转向轮(40);

所述的第一高速开关阀(21)的一端口与转向动力主缸(31)上的转向动力主缸第二进油口(46)采用液压管路连接,第一高速开关阀(21)的另一端与液压泵(26)的出油口采用液压管路连接;第二高速开关阀(22)的一端口与转向动力主缸(31)上的转向动力主缸第一进油口(45)采用液压管路连接,第二高速开关阀(22)的另一端与液压泵(26)的出油口采用液压管路连接;

所述的电动机(25)的电机轴与液压泵(26)的输入轴端相连接,液压泵(26)的进油口采用液压管路与油箱(28)相连接,液压泵(26)的出油口采用液压管路和溢流阀(24)的进油端口与蓄能器(23)连接,溢流阀(24)的出油端口与油箱(28)采用液压管路相连接;

所述的转向动力主缸(31)的一端与车架或承载式车身球铰连接,转向动力主缸(31)的另一端即转向动力主缸活塞杆(33)的右端与第二拉压力传感器(34)的左端相连接,第二拉压力传感器(34)的右端与推杆(35)的左端固定连接,推杆(35)的右端与转向横拉杆(38)相铰接,转向动力主缸(31)上的转向动力主缸第一出油口(47)与第六开关电磁阀(29)的一端

口采用液压管路连接,转向动力主缸第二出油口(48)与第五开关电磁阀(27)的一端口采用液压管路连接,第五开关电磁阀(27)的另一端口与第六开关电磁阀(29)的另一端口和油箱(28)采用液压管路相连接;

转向横拉杆(38)位于汽车转向桥中,转向横拉杆(38)的左、右端通过转向桥机械传动部分和汽车左转向轮(40)与汽车右转向轮(36)铰接;右转向轮转角传感器(37)安装在汽车右转向轮(36)上,左转向轮转角传感器(39)安装在汽车左转向轮(40)上。

8.按照权利要求1或6所述的一种线控液压转向系统,其特征在于,所述的转向动力主缸(31)包括转向动力主缸缸体(30)、转向动力主缸活塞(32)、转向动力主缸活塞杆(33);

所述的转向动力主缸活塞(32)安装在转向动力主缸缸体(30)内,转向动力主缸活塞杆(33)安装在转向动力主缸活塞(32)右侧的转向动力主缸缸体(30)内,转向动力主缸活塞杆(33)的左端与转向动力主缸活塞(32)右端面的中心处固定连接,转向动力主缸活塞(32)、动力主缸活塞杆(33)和转向动力主缸缸体(30)之间为滑动配合,转向动力主缸活塞杆(33)、转向动力主缸活塞(32)和转向动力主缸缸体(30)之间装有密封圈,转向动力主缸活塞(32)、动力主缸活塞杆(33)和转向动力主缸缸体(30)的回转轴共线,转向动力主缸(31)的内腔被转向动力主缸活塞(32)从左至右分为I腔与II腔;

所述的转向动力主缸缸体(30)上设置有两个进油口,分别为转向动力主缸第一进油口(45)与转向动力主缸第二进油口(46),转向动力主缸第一进油口(45)位于转向动力主缸(31)的I腔缸体中,转向动力主缸第二进油口(46)位于转向动力主缸(31)的II腔缸体中;

所述的转向动力主缸缸体(30)上设置有两个出油口,分别为转向动力主缸第一出油口(47)与转向动力主缸第二出油口(48),转向动力主缸第一出油口(47)位于转向动力主缸(31)的I腔缸体中,转向动力主缸第二出油口(48)位于转向动力主缸(31)的II腔缸体中。

一种线控液压转向系统

技术领域

[0001] 本发明创造属于汽车转向系统技术领域的一种转向装置。更具体地说,本发明涉及一种线控液压转向系统。

背景技术

[0002] 汽车的转向系统是汽车行驶系统中的一个重要组成部分,转向系统的功用是按照驾驶员的意愿控制汽车的行驶方向。最初汽车的转向系统通常为机械式转向系统,其所有的传力件都是机械的,并以驾驶员的体力来作为转向的动力源。由于机械式转向系统结构过于复杂,且转向时所需的驾驶员手力较大,对驾驶员的负荷较高,所以逐渐被淘汰。随着汽车技术的不断改进,动力转向系统由于其转向操纵较为省力,逐渐走入人们的视野。目前动力转向系统中应用较为广泛的是电液助力转向系统和电动助力转向系统。上述两者在正常转向工作时所需的能量,只有一小部分由驾驶员提供,大部分由液压力或电机转矩来提供,但是上述两种转向系统由于其只是助力式转向系统,不能满足目前汽车智能化与无人驾驶的主动转向及自动泊车要求。

[0003] 为此,人们开始了对线控转向系统的探索与研究,目前的汽车线控转向系统通常由方向盘总成、转向执行总成和主控制器三个主要部分组成。其中方向盘总成中采用方向盘转角传感器和力矩传感器,来实时监测方向盘状况,但其采用的力矩传感器价格普遍较贵,增加了整套转向系统的成本。由于线控转向系统中方向盘与转向轮之间不再机械连接,所以需要对方盘施加路感信息模拟,以此来反馈给驾驶员。现有的线控转向系统一般通过使用一个路感电机来产生模拟转向时道路阻力的模拟力矩,但由于其系统内增加了一个路感电机,增加了系统的成本,且路感电机经常工作在负荷状态,会降低其使用寿命,并且要实现路感的精确模拟对路感电机的性能要求也较高,综上通过路感电机来实现转向阻力模拟其经济性较差。并且目前的线控转向系统通常采用路感电机和转向电机组成的双电机模式,大多数双电机模式的线控转向系统其在断电失效时,存在转向失灵的现象,这将危害到汽车的行驶安全性。

[0004] 例如中国专利公开号CN105128929A,公布日2015年12月9日,发明专利的名称为“一种智能化线控电液转向系统”,该发明专利公开了一种智能化的汽车线控电液转向系统及其控制方法,其通过路感电机来模拟路感并使方向盘回正,通过转向电机和液压转向器实现车轮的转向。但该系统存在以下缺点:由于增加了路感电机,增加了系统的成本;且路感电机经常工作在负荷状态,会降低其使用寿命,并且要实现路感的精确模拟对路感电机的性能要求也较高,经济性不好;该系统通过位于方向盘上的转矩传感器来监测方向盘转矩,但由于转矩传感器的价格与一般的拉压力传感器相比较贵,其量产成本会增加;并且当转向电机断电失效时,该转向系统会出现转向失灵的现象,转向稳定性不好。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是克服了现有线控转向技术中的由于增加路感电机

带来的成本较高、转向系统断电失效时稳定性差、转向路感模拟不够精确与实际转向精确度不高的问题,提供了一种线控液压转向系统。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明是采用如下技术方案实现的:所述的一种线控液压转向系统包括转向盘单元、转向路感模拟单元、电子控制单元与转向执行单元;

[0007] 所述的转向盘单元包括转向路感模拟主缸;

[0008] 所述的转向路感模拟单元包括第一开关电磁阀、第二开关电磁阀、第三开关电磁阀与第四开关电磁阀;

[0009] 所述的转向执行单元包括第一高速开关阀、第二高速开关阀与转向动力主缸;

[0010] 所述的转向盘单元通过转向路感模拟主缸上的主缸第一油口、转向路感模拟主缸上的主缸第二油口、第一开关电磁阀的一端口、第二开关电磁阀的一端口、第三开关电磁阀的一端口与第四开关电磁阀的一端口和转向路感模拟单元液压管路连接;转向路感模拟单元通过第三开关电磁阀的另一端口、第四开关电磁阀的另一端口、第一高速开关阀的一端口、第二高速开关阀的一端口、转向动力主缸上的转向动力主缸第一进油口与转向动力主缸上的转向动力主缸第二进油口和转向执行单元液压管路连接;电子控制单元分别和转向盘单元、转向路感模拟单元与转向执行单元电线连接。

[0011] 技术方案中所述的转向盘单元还包括转向盘、转向盘转角传感器、齿轮、齿条、第一拉压力传感器与转向轴;所述的转向盘安装在转向轴的上端为固定连接,齿轮安装在转向轴的下端为固定连接,转向盘转角传感器安装在转向轴上,齿轮与齿条啮合连接,齿轮的回转轴线与齿条的纵向对称面垂直相交,齿条的右端与第一拉压力传感器的左端固定连接,第一拉压力传感器的右端与转向路感模拟主缸的左端固定连接。

[0012] 技术方案中所述的转向路感模拟主缸包括第一活塞杆、第一弹簧、主缸活塞、第二弹簧、主缸缸体与第二活塞杆;所述的主缸活塞安装在主缸缸体内,第一活塞杆的右端与主缸活塞左端面的中心处固定连接,第二活塞杆的左端与主缸活塞右端面的中心处固定连接,并在第一活塞杆、主缸活塞与第二活塞杆和主缸缸体之间安装有密封圈,第一弹簧与第二弹簧分别套装在第一活塞杆与第二活塞杆上,第一弹簧左端与主缸缸体的左缸壁内侧接触连接,第一弹簧右端与主缸活塞的左端面接触连接,第二弹簧的左端与主缸活塞的右端面接触连接,第二弹簧的右端与主缸缸体的右缸壁内侧接触连接,第一活塞杆、第二活塞杆、主缸活塞与主缸缸体回转轴线共线的。

[0013] 技术方案中所述的第一活塞杆与第二活塞杆为横截面尺寸完全相同的直杆件;所述的第一弹簧与第二弹簧采用具有相同弹性性能的相同弹簧,第一弹簧与第二弹簧的初始长度相同;所述的主缸缸体上设置有两个油口即主缸第一油口(43)主缸第二油口,主缸第一油口位于主缸缸体的右端,即位于转向路感模拟主缸的II腔的主缸缸体上,主缸第二油口位于主缸缸体的左端,即位于转向路感模拟主缸的I腔的主缸缸体上。

[0014] 技术方案中所述的转向路感模拟单元还包括第一两位三通电磁换向阀、单向阀、第二两位三通电磁换向阀与线性调压阀;所述的第一开关电磁阀的一端口与第三开关电磁阀的一端口采用液压管路连接,第一开关电磁阀的另一端与第一两位三通电磁换向阀的P口采用液压管路连接,第一两位三通电磁换向阀的A口和单向阀的出油口及第二两位三通电磁换向阀的B端口同时采用液压管路连接;第一两位三通电磁换向阀的B口和线性调压阀的一端口及第二两位三通电磁换向阀的A端口同时采用液压管路连接,单向阀的进油口与

油箱(28)采用液压管路连接,线性调压阀的另一端与油箱采用液压管路连接;所述的第二开关电磁阀的一端口与第四开关电磁阀的一端口采用液压管路连接,第二开关电磁阀的另一端口与第二两位三通电磁换向阀的P口采用液压管路连接。

[0015] 技术方案中所述的电子控制单元分别和转向盘单元、转向路感模拟单元与转向执行单元电线连接是指:所述的电子控制单元和转向盘转角传感器、第一拉压力传感器、第一开关电磁阀、第一两位三通电磁换向阀、第二开关电磁阀、第二两位三通电磁换向阀、线性调压阀、第三开关电磁阀、第四开关电磁阀、第一高速开关阀、第二高速开关阀、第五开关电磁阀、第六开关电磁阀、第二拉压力传感器、右转向轮转角传感器与左转向轮转角传感器的接线端采用电线连接。

[0016] 技术方案中所述的转向执行单元还包括蓄能器、溢流阀、电动机、液压泵、第五开关电磁阀、油箱、第六开关电磁阀、第二拉压力传感器、推杆、汽车右转向轮、右转向轮转角传感器、转向横拉杆、左转向轮转角传感器与汽车左转向轮;所述的第一高速开关阀的一端口与转向动力主缸上的转向动力主缸第二进油口采用液压管路连接,第一高速开关阀的另一端与液压泵的出油口采用液压管路连接;第二高速开关阀的一端口与转向动力主缸上的转向动力主缸第一进油口采用液压管路连接,第二高速开关阀的另一端与液压泵的出油口采用液压管路连接;所述的电动机的电机轴与液压泵的输入轴端相连接,液压泵的进油口采用液压管路和油箱相连接,液压泵的出油口采用液压管路和溢流阀的进油端口与蓄能器连接,溢流阀的出油端口与油箱采用液压管路相连接。

[0017] 所述的转向动力主缸的一端与车架或承载式车身球铰连接,转向动力主缸的另一端即转向动力主缸活塞杆的右端与第二拉压力传感器的左端相连接,第二拉压力传感器的右端与推杆的左端固定连接,推杆的右端与转向横拉杆相铰接,转向动力主缸上的转向动力主缸第一出油口与第六开关电磁阀的一端口采用液压管路连接,转向动力主缸第二出油口与第五开关电磁阀的一端口采用液压管路连接,第五开关电磁阀的另一端口与第六开关电磁阀的另一端口和油箱采用液压管路相连接。转向横拉杆位于汽车转向桥中,转向横拉杆的左、右端通过转向桥机械传动部分和汽车左转向轮与汽车右转向轮铰接;右转向轮转角传感器安装在汽车右转向轮上,左转向轮转角传感器安装在汽车左转向轮上。

[0018] 技术方案中所述的转向动力主缸包括转向动力主缸缸体、转向动力主缸活塞、转向动力主缸活塞杆。所述的转向动力主缸活塞安装在转向动力主缸缸体内,转向动力主缸活塞杆安装在转向动力主缸活塞右侧的转向动力主缸缸体内,转向动力主缸活塞杆的左端与转向动力主缸活塞右端面的中心处固定连接,转向动力主缸活塞、动力主缸活塞杆和转向动力主缸缸体之间为滑动配合,转向动力主缸活塞杆、转向动力主缸活塞和转向动力主缸缸体之间装有密封圈,转向动力主缸活塞、动力主缸活塞杆和转向动力主缸缸体的回转轴线共线,转向动力主缸的内腔被转向动力主缸活塞从左至右分为I腔与II腔;所述的转向动力主缸缸体上设置有两个进油口,分别为转向动力主缸第一进油口与转向动力主缸第二进油口,转向动力主缸第一进油口位于转向动力主缸的I腔缸体中,转向动力主缸第二进油口位于转向动力主缸的II腔缸体中;所述的转向动力主缸缸体上设置有两个出油口,分别为转向动力主缸第一出油口与转向动力主缸第二出油口,转向动力主缸第一出油口位于转向动力主缸的I腔缸体中,转向动力主缸第二出油口位于转向动力主缸的II腔缸体中。

[0019] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

[0020] 1. 本发明所述的一种线控液压转向系统取消了传统线控转向系统为了模拟路感的路感电机, 而采用一个线性调压阀来实现转向时的路感精确模拟, 由于取消了路感电机, 降低了转向系统的成本, 且转向系统的使用寿命较长, 经济性较好。

[0021] 2. 本发明所述的一种线控液压转向系统由于采用一个线性调压阀来实现转向时的路感精确模拟, 转向系统工作时通过电子控制单元 (ECU) 对线性调压阀的压力和流量进行控制, 使线性调压阀呈现不同的阻尼特性, 从而能产生各种路感的模拟, 并且通过使用两个拉压力传感器, 能够实现路感模拟的反馈控制, 故本转向系统能够得到较为精确的路感模拟。

[0022] 3. 本发明所述的一种线控液压转向系统通过电子控制单元 (ECU) 对两高速开关阀进行 PWM 控制, 从而实现对流量的精确控制, 所以本系统在转向时能够保证转向的快速性和精确性; 并且在汽车左右两转向轮上分别安装有一个转向轮转角传感器, 其能够实现转向轮转角的反馈控制, 从而增加转向精度。

[0023] 4. 本发明所述的一种线控液压转向系统不仅能够满足现有的驾驶员控制的动力式转向工况, 也能满足智能车的 DAS 线控主动转向及自动泊车工况时的转向要求, 其应用范围较为广泛, 发展前景较好。

[0024] 5. 本发明所述的一种线控液压转向系统当其转向系统断电失效时, 所有电磁阀由于弹簧力的作用回归到原位, 此时驾驶员能通过转动转向盘来实现紧急情况下的转向, 其转向系统的稳定性较好。

[0025] 6. 本发明所述的一种线控液压转向系统通过使用拉压力传感器代替了传统线控转向系统中的转向盘转矩传感器, 大大降低了转向系统的生产成本, 其经济性较好。

[0026] 7. 本发明所述的一种线控液压转向系统在正常工作时通过使用开关电磁阀能够实现转向盘与转向车轮的全解耦, 从而使转向车轮在正常转向过程中的较大冲击载荷不会传递至转向盘上, 有助于缓解驾驶员的紧张感, 并提升驾驶员在制动过程中的舒适性与稳定性。

[0027] 8. 本发明所述的一种线控液压转向系统由于其转向轴较短, 且实现了转向盘与转向车轮的解耦, 汽车在撞击后转向轴对驾驶员的伤害较小, 从而提高了行车安全性。

[0028] 9. 本发明所述的一种线控液压转向系统在正常转向情况下, 驾驶员操纵转向完成后, 转向盘具有回正作用, 节省了驾驶员的体力, 使转向系统更加方便与快捷。

附图说明

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步的说明:

[0030] 图1为本发明所述的一种线控液压转向系统结构组成的示意图;

[0031] 图2-1为本发明所述的一种线控液压转向系统中第一两位三通电磁换向阀的端口示意图;

[0032] 图2-2为本发明所述的一种线控液压转向系统中第二两位三通电磁换向阀的端口示意图;

[0033] 图3为本发明所述的一种线控液压转向系统的正常转向情况下向左转向工况下示意图;

[0034] 图4为本发明所述的一种线控液压转向系统的正常转向情况下向左转向完成后车

轮回正工况下示意图；

[0035] 图5为本发明所述的一种线控液压转向系统的正常转向情况下向右转向工况下示意图；

[0036] 图6为本发明所述的一种线控液压转向系统的正常转向情况下向右转向完成后车轮轮回正工况下示意图；

[0037] 图7为本发明所述的一种线控液压转向系统的自动泊车情况下向左转向工况下示意图；

[0038] 图8为本发明所述的一种线控液压转向系统的自动泊车情况下向右转向工况下示意图；

[0039] 图9为本发明所述的一种线控液压转向系统的DAS线控主动转向情况下向左转向工况下示意图；

[0040] 图10为本发明所述的一种线控液压转向系统的DAS线控主动转向情况下向右转向工况下示意图；

[0041] 图11为本发明所述的一种线控液压转向系统的转向系统断电失效时向左转向工况下示意图；

[0042] 图12为本发明所述的一种线控液压转向系统的转向系统断电失效时向右转向工况下示意图；

[0043] 图中：1.转向盘，2.转向盘转角传感器，3.齿轮，4.齿条，5.第一拉压力传感器，6.第一活塞杆，7.第一弹簧，8.主缸活塞，9.第二弹簧，10.转向路感模拟主缸，11.主缸缸体，12.第二活塞杆，13.第一开关电磁阀，14.第一两位三通电磁换向阀，15.单向阀，16.第二开关电磁阀，17.第二两位三通电磁换向阀，18.线性调压阀，19.第三开关电磁阀，20.第四开关电磁阀，21.第一高速开关阀，22.第二高速开关阀，23.蓄能器，24.溢流阀，25.电动机，26.液压泵，27.第五开关电磁阀，28.油箱，29.第六开关电磁阀，30.转向动力主缸缸体，31.转向动力主缸，32.转向动力主缸活塞，33.转向动力主缸活塞杆，34.第二拉压力传感器，35.推杆，36.汽车右转向轮，37.右转向轮转角传感器，38.转向横拉杆，39.左转向轮转角传感器，40.汽车左转向轮，41.电子控制单元(ECU)，42.转向轴，43.主缸第一油口，44.主缸第二油口，45.转向动力主缸第一进油口，46.转向动力主缸第二进油口，47.转向动力主缸第一出油口，48.转向动力主缸第二出油口。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明作详细的描述：

[0045] 本发明所述的一种线控液压转向系统包括转向盘单元A、转向路感模拟单元B、电子控制单元(ECU)C与转向执行单元D。

[0046] 所述的转向盘单元A包括转向盘1、转向盘转角传感器2、齿轮3、齿条4、第一拉压力传感器5、转向路感模拟主缸10和转向轴42。

[0047] 所述的转向盘1与转向轴42的上端固定连接。转向轴42的下端与齿轮3固定连接，连接方式采用键、花键或其他机械连接结构，从而实现所述的转向轴42带动齿轮3转动。

[0048] 所述的转向盘转角传感器2安装在转向轴42上，转向盘转角传感器2采用光电编码式转角传感器，转向盘转角传感器2的功用是将转向盘1的实时转角信号传递给电子控制单

元 (ECU) 41。

[0049] 所述的齿轮3与齿条4啮合连接, 齿轮3的回转轴线与齿条4的纵向对称面垂直相交, 将齿轮3的转动变为齿条4的直线运动。

[0050] 所述的齿条4的右端与第一拉压力传感器5的左端固定连接, 确保齿条4所受的力能传递到第一拉压力传感器5上, 并且齿条4能带动第一拉压力传感器5进行左右运动。

[0051] 所述的第一拉压力传感器5采用电阻应变式传感器, 第一拉压力传感器5的功用是将齿条4与第一活塞杆6所受的作用力信号传递给电子控制单元 (ECU) 41, 通过电子控制单元 (ECU) 41的内部计算, 获得实时的转向轴42所受的转矩值大小, 代替了传统线控转向系统中的转向轴的转矩传感器, 从而节约生产成本。

[0052] 所述的第一拉压力传感器5的右端与转向路感模拟主缸10中的第一活塞杆6的左端固定连接, 确保第一拉压力传感器5能够带动第一活塞杆6进行左右运动。

[0053] 所述的转向路感模拟主缸10包括第一活塞杆6、第一弹簧7、主缸活塞8、第二弹簧9、主缸缸体11和第二活塞杆12。

[0054] 所述的主缸活塞8安装在主缸缸体11内, 第一活塞杆6的右端与主缸活塞8的左端面的中心处固定连接, 连接方式可采用法兰连接、螺纹或其它常用机械连接结构, 并在第一活塞杆6、主缸活塞8和主缸缸体11之间装有密封圈, 从而实现密封作用。

[0055] 所述的第二活塞杆12的左端与主缸活塞8的右端面的中心处固定连接, 连接方式可采用法兰连接、螺纹连接或其它的常用机械连接结构, 并在第二活塞杆12、主缸活塞8和主缸缸体11之间装有若干密封圈, 从而实现密封作用。

[0056] 所述的转向路感模拟主缸10被位于转向路感模拟主缸10中的主缸活塞8从左至右分为I、II两腔。

[0057] 所述的第一弹簧7位于转向路感模拟主缸10的I腔内, 第二弹簧9位于转向路感模拟主缸10的II腔内。第一弹簧7和第二弹簧9采用具有相同弹性性能的相同弹簧, 且两弹簧的初始长度相同, 所以当主缸活塞8位于转向路感模拟主缸10的中间位置时, 第一弹簧7和第二弹簧9对主缸活塞8的作用力大小相等, 方向相反。

[0058] 所述的第一活塞杆6位于转向路感模拟主缸10的I腔内, 第二活塞杆12位于转向路感模拟主缸10的II腔内。第一活塞杆6与第二活塞杆12为截面尺寸完全相同的直杆件。

[0059] 第一弹簧7与第二弹簧9分别套装在第一活塞杆6与第二活塞杆12上, 第一弹簧7左端与主缸缸体11的左缸壁内侧接触连接, 第一弹簧7右端与主缸活塞8的左端面接触连接, 第二弹簧9的左端与主缸活塞8的右端面接触连接, 第二弹簧9的右端与主缸缸体11的右缸壁内侧接触连接, 第一活塞杆6、第二活塞杆12、主缸活塞8与主缸缸体11回转轴线共线的。

[0060] 所述的转向路感模拟主缸10中的主缸缸体11上设置有两个油口, 主缸第一油口43位于主缸缸体11的右端, 即位于转向路感模拟主缸10的II腔的主缸缸体11上, 主缸第二油口44位于主缸缸体11的左端, 即位于转向路感模拟主缸10的I腔的主缸缸体11上。转向路感模拟主缸10中主缸缸体11上的主缸第一油口43与转向路感模拟单元B中的第一开关电磁阀13的一端口采用液压管路连接, 转向路感模拟主缸10中主缸缸体11上的主缸第二油口44与转向路感模拟单元B中的第二开关电磁阀16的一端口采用液压管路连接。

[0061] 所述的转向路感模拟单元B包括第一开关电磁阀13、第一两位三通电磁换向阀14、单向阀15、第二开关电磁阀16、第二两位三通电磁换向阀17、线性调压阀18、第三开关电磁

阀19与第四开关电磁阀20。

[0062] 其中：第一开关电磁阀13和第二开关电磁阀16为常闭开关电磁阀，第一开关电磁阀13和第二开关电磁阀16结构相同，其在通电的情况下打开，在断电的情况下关闭；线性调压阀18为常闭电磁阀，其在通电的情况下打开，在断电的情况下关闭；第三开关电磁阀19和第四开关电磁阀20为常开开关电磁阀，第三开关电磁阀19和第四开关电磁阀20结构相同，在通电的情况下关闭，在断电的情况下打开。其中：第一两位三通电磁换向阀14在断电的情况下，其P口与A口相连通，B口堵死，在通电的情况下，其P口与B口相连通，A口堵死(如图2-1所示)；第二两位三通电磁换向阀17在断电的情况下，其P口与A口相连通，B口堵死，在通电的情况下，其P口与B口相连通，A口堵死(如图2-2所示)；第一两位三通电磁换向阀14与第二两位三通电磁换向阀17结构相同。

[0063] 所述的第一开关电磁阀13与转向路感模拟主缸10上的主缸第一油口43相连的那一端口同时与第三开关电磁阀19的一端口采用液压管路连接。第一开关电磁阀13的另一端口与第一两位三通电磁换向阀14的P口采用液压管路连接。

[0064] 所述的第二开关电磁阀16与转向路感模拟主缸10上的主缸第二油口44相连的那一端口同时与第四开关电磁阀20的一端口采用液压管路连接。第二开关电磁阀16的另一端口与第二两位三通电磁换向阀17的P口采用液压管路连接。

[0065] 所述的第一两位三通电磁换向阀14的A口与单向阀15的出油口及第二两位三通电磁换向阀17的B端口同时采用液压管路连接；第一两位三通电磁换向阀14的B口和线性调压阀18的一端口及第二两位三通电磁换向阀17的A端口同时采用液压管路连接。

[0066] 所述的单向阀15的进油口与油箱28采用液压管路连接。线性调压阀18的另一端与油箱28采用液压管路连接。

[0067] 所述的线性调压阀18的控制方式为：所述的电子控制单元(ECU)41通过控制其输出的电流的大小，驱动线性调压阀产生相应的电磁力，从而控制线性调压阀18的压力和流量。

[0068] 所述的线性调压阀18的功用是充当转向系统路感模拟的阻尼元件，通过电子控制单元(ECU)41提供的驱动信号，来控制线性调压阀18的压力和流量，即让线性调压阀呈现不同的阻尼特性，其阻尼特性通过中间传动系统传递至转向盘上，反馈给驾驶员，从而提供更为真实的转向路感模拟。

[0069] 所述的第三开关电磁阀19的另一端与转向执行单元D中的转向动力主缸31上的转向动力主缸第一进油口45采用液压管路连接。

[0070] 所述的第四开关电磁阀20的另一端与转向执行单元D中的转向动力主缸31上的转向动力主缸第二进油口46采用液压管路连接。

[0071] 所述的电子控制单元(ECU)41采用BOSCH公司所生产的EDC7系列产品，电子控制单元(ECU)41上获取外部传感器输入的对应接线端分别和转向盘转角传感器2、第一拉压力传感器5、第二拉压力传感器34、右转向轮转角传感器37与左转向轮转角传感器39的相应接线端采用电线连接，进而传递信息。电子控制单元(ECU)41上向电磁阀输出信号的对应接线端分别和第一开关电磁阀13、第一两位三通电磁换向阀14、第二开关电磁阀16、第二两位三通电磁换向阀17、线性调压阀18、第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20、第一高速开关阀21、第二高速开关阀22、第五开关电磁阀27、第六开关电磁阀29的电磁铁上的接线端采用电连

接,进而传递信息。

[0072] 所述的转向执行单元D包括第一高速开关阀21、第二高速开关阀22、蓄能器23、溢流阀24、电动机25、液压泵26、第五开关电磁阀27、油箱28、第六开关电磁阀29、转向动力主缸31、第二拉压力传感器34、推杆35、汽车右转向轮36、右转向轮转角传感器37、转向横拉杆38、左转向轮转角传感器39、汽车左转向轮40;其中:转向动力主缸31包括转向动力主缸缸体30、转向动力主缸活塞32、转向动力主缸活塞杆33。

[0073] 其中,第一高速开关阀21、第二高速开关阀22、第五开关电磁阀、第六开关电磁阀29为常闭开关电磁阀,第一高速开关阀21、第二高速开关阀22结构相同,第五开关电磁阀与第六开关电磁阀29结构相同,第一高速开关阀21、第二高速开关阀22、第五开关电磁阀与第六开关电磁阀29在通电的情况下打开,在断电的情况下关闭。

[0074] 所述的第一高速开关阀21和第二高速开关阀22通过电线连接方式与电子控制单元(ECU)41相连接,电子控制单元(ECU)41通过PWM控制方式,对上述两高速开关阀的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。所述的第一高速开关阀21和所述的第二高速开关阀22均为高性能的高速阀,通过PWM控制其脉冲宽度,能够对流量进行连续的控制,由于第一高速开关阀21和所述的第二高速开关阀22对流量的精确控制,所以在转向系统转向时能够保证转向的快速性和精确性。

[0075] 所述的第一高速开关阀21的一端口与转向动力主缸31中转向动力主缸缸体30上的转向动力主缸第二进油口46采用液压管路连接。第一高速开关阀21的另一端与液压泵26的出油口采用液压管路连接。

[0076] 所述的第二高速开关阀22的一端口与转向动力主缸31中转向动力主缸缸体30上的转向动力主缸第一进油口45采用液压管路连接。第二高速开关阀22的另一端与所述的液压泵26的出油口采用液压管路连接。

[0077] 所述的电动机25采用无刷直流电动机,其在汽车起动后一直保持恒定工作状态,以保证转向系统的正常运行。所述的电动机25的电机轴与液压泵26的输入轴端相连接,保证电动机25能够带动液压泵26旋转,使液压泵26能够通过出油口持续对液压系统输出液压油。

[0078] 所述的液压泵26的进油口采用液压管路与油箱28相连接,使液压泵26能够在正常工作中持续从油箱28中吸取液压油。液压泵26的出油口通过液压管路连接有一个蓄能器23,蓄能器23的作用是当液压泵26工作时储存来自液压泵26所提供的多余能量、并消除液压管路中的脉冲波动。

[0079] 所述的液压泵26的出油口与溢流阀24的进油端口采用液压管路连接,溢流阀24的出油端与油箱28采用液压管路相连接。

[0080] 所述的转向动力主缸31包括转向动力主缸缸体30、转向动力主缸活塞32、转向动力主缸活塞杆33。

[0081] 所述的转向动力主缸31被位于转向动力主缸31中的转向动力主缸活塞32从左至右分为I、II两腔,其中转向动力主缸活塞杆33位于转向动力主缸31的II腔内。

[0082] 所述的转向动力主缸31中转向动力主缸缸体30上设置有两个进油口,分别为转向动力主缸第一进油口45和转向动力主缸第二进油口46。其中,转向动力主缸第一进油口45位于转向动力主缸31的I腔缸体中,转向动力主缸第二进油口46位于转向动力主缸31的II

腔缸体中。转向动力主缸31上的转向动力主缸第一进油口45与第二高速开关阀22的一端口采用液压管路连接,转向动力主缸31上的转向动力主缸第二进油口46与第一高速开关阀21的一端口采用液压管路连接。

[0083] 所述的转向动力主缸31中转向动力主缸缸体30上设置有两个出油口,分别为转向动力主缸第一出油口47和转向动力主缸第二出油口48。其中,转向动力主缸第一出油口47位于转向动力主缸31的I腔缸体中,转向动力主缸第二出油口48位于转向动力主缸31的II腔缸体中。转向动力主缸31上的转向动力主缸第一出油口47与第六开关电磁阀29的一端口采用液压管路连接,转向动力主缸31上的转向动力主缸第二出油口48与第五开关电磁阀27的一端口采用液压管路连接。

[0084] 所述的转向动力主缸缸体30中I腔所在的一端缸体外部与车架或承载式车身相铰接,铰接方式可采用球铰,从而在保证转向动力主缸缸体30能铰接固定在车架或承载式车身的情况下,使转向动力主缸缸体30与车架或承载式车身之间能实现一定程度的转动,从而防止两者之间的运动干涉,减小转向系统的磨损。

[0085] 所述的第五开关电磁阀27的另一端口与油箱28采用液压管路相连接。所述的第六开关电磁阀29的另一端口与油箱28采用液压管路相连接。

[0086] 所述的转向动力主缸活塞杆33的左端与转向动力主缸活塞32的右端面相连接,连接方式可采用法兰盘连接、螺纹连接或常用其它机械连接结构,并在转向动力主缸活塞杆33、转向动力主缸活塞32和转向动力主缸缸体30之间装有若干密封圈,从而实现密封作用。

[0087] 所述的转向动力主缸活塞杆33的右端与第二拉压力传感器34的左端相连接,确保所述的转向动力主缸活塞杆33能够带动第二拉压力传感器34进行左右运动。

[0088] 所述的第二拉压力传感器34采用电阻应变式传感器,第二拉压力传感器34的功用是将转向动力主缸活塞杆33与推杆35之间所受的作用力信号传递给电子控制单元(ECU)41,从而获得转向时转向系统所受的实际作用力数值,电子控制单元(ECU)41通过该实际作用力数值,可以计算得到转向时实际转向阻力数值,用于实现转向时转向盘的精确路感模拟。

[0089] 所述的第二拉压力传感器34右端与推杆35的左端固定连接,连接方式可采用焊接或铆接,从而使拉压力传感器34与推杆35的相对位置在转向系统运动时保持不变。

[0090] 所述的推杆35的右端与转向横拉杆38相铰接,铰接方式可以采用球铰,从而在保证所述的推杆35能够带动所述的转向横拉杆38运动的情况下,使推杆35与转向横拉杆38之间能实现一定程度的转动,从而防止两者之间的运动干涉,减小转向系统的磨损。

[0091] 所述的推杆35是一个长直杆件,其功用是将转向动力主缸31中的转向动力主缸活塞杆33上的动力,经过第二拉压力传感器34测量后,传递至转向横拉杆38上,使转向动力主缸31在正常工作状态下能够带动转向横拉杆38运动,从而实现汽车左转向轮40和汽车右转向轮36的精确转向。

[0092] 所述的转向横拉杆38位于汽车转向桥中。在汽车转向时,转向横拉杆38的左右运动通过转向桥机械传动部分,带动汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向目标方向转动,实现汽车的转向。

[0093] 所述的右转向轮转角传感器37位于汽车右转向轮36上,其功用是实时监测汽车右转向轮36的实际旋转角度,并将其实际转角值传递给电子控制单元(ECU)41,用以校正电子

控制单元 (ECU) 41 所给出的目标转角值, 实现汽车转向时右转向轮的精确控制。右转向轮转角传感器 37 采用光电编码式转角传感器。

[0094] 所述的左转向轮转角传感器 39 位于汽车左转向轮 40 上, 其功用是实时监测汽车左转向轮 40 的实际旋转角度, 并将其实际转角值传递给电子控制单元 (ECU) 41, 用以校正电子控制单元 (ECU) 41 所给出的目标转角值, 实现汽车转向时左转向轮的精确控制。左转向轮转角传感器 39 采用光电编码式转角传感器。

[0095] 本发明所述的一种线控液压转向系统的工作过程如下:

[0096] 1. 正常转向情况下向左转向工况

[0097] 参阅图 3, 当驾驶员向左转动转向盘 1 时, 位于转向轴 42 上的转向盘转角传感器 2 检测到转向盘的转角, 并将此转角信号传送给电子控制单元 (ECU) 41, 电子控制单元 (ECU) 41 通过计算分析给出转向路感模拟单元 B 和转向执行单元 D 的执行命令。

[0098] 此时, 第一开关电磁阀 13、第二开关电磁阀 16 通电处于打开状态; 第三开关电磁阀 19、第四开关电磁阀 20 通电处于关闭状态; 第一两位三通电磁换向阀 14 通电使其 P 口和 B 口连通, A 口堵死; 第二两位三通电磁换向阀 17 通电使其 P 口和 B 口连通, A 口堵死; 线性调压阀 18 通电处于调压状态; 第二高速开关阀 22 通电处于打开状态; 第一高速开关阀 21 断电处于关闭状态; 第五开关电磁阀 27 通电处于打开状态; 第六开关电磁阀 29 断电处于关闭状态。

[0099] 转向轴 42 随着转向盘 1 转动, 并带动齿轮 3 旋转, 由于齿轮 3 和齿条 4 保持啮合状态, 形成齿轮齿条副, 可以将齿轮 3 的旋转运动转换为齿条 4 的向右直线运动。由于齿条 4 右端与第一拉压力传感器 5 左端相连, 第一拉压力传感器 5 右端与第一活塞杆 6 的左端相连, 故齿条 4 的运动可经第一拉压力传感器 5 传递至第一活塞杆 6, 使后者保持向右运动。此时, 第一拉压力传感器 5 监测实时的齿条 4 和第一活塞杆 6 之间的作用力, 并将得到的作用力信号传递给电子控制单元 (ECU) 41, 通过计算分析后得出转向轴 42 的实时转矩值。第一活塞杆 6 带动转向路感模拟主缸 10 内的主缸活塞 8 向右运动, 使转向路感模拟主缸 10 内 II 腔体积减小, 压力增加, II 腔内的液压油经过第一开关电磁阀 13 与第一两位三通电磁换向阀 14, 流向线性调压阀 18, 最终流入油箱 28。电子控制单元 (ECU) 41 通过转向盘转角传感器 2、第一拉压力传感器 5、第二拉压力传感器 34 所传递来的信号, 通过计算分析得出实时路面转向阻力数值, 并根据该数值控制对线性调压阀 18 输出的电流的大小, 驱动线性调压阀 18 产生相应的电磁力, 从而控制线性调压阀 18 的压力和流量, 即让线性调压阀 18 呈现不同的阻尼特性, 该阻尼特性通过液压元件和中间传动系统传递至转向盘 1 上, 并反馈给驾驶员, 提供较为真实的转向路感模拟; 同时, 转向路感模拟主缸 10 内 I 腔体积增大, 压力减小, 油箱 28 内的液压油依次经过单向阀 15、第二两位三通电磁换向阀 17、第二电磁开关阀 16 流入转向路感模拟主缸 10 内 I 腔内。

[0100] 此时, 第三开关电磁阀 19、第四开关电磁阀 20 通电处于关闭状态, 实现了转向盘与转向车轮的解耦, 从而使转向车轮在正常转向过程中的较大冲击载荷不会传递至转向盘上, 有助于缓解驾驶员的紧张感, 并提升驾驶员在制动过程中的舒适性与稳定性。

[0101] 同时, 电动机 25 处于正常工作状态, 带动液压泵 26 旋转, 液压泵 26 对外输出液压油, 在液压泵 26 出油口处接有蓄能器 23 和溢流阀 24。其中, 蓄能器 23 的作用是当液压泵 26 工作时储存来自液压泵 26 所提供的多余能量, 并消除液压管路中的脉冲波动; 溢流阀 24 充当安全阀使用, 当液压泵 26 出口处压力剧增时, 溢流阀 24 打开溢流, 使系统内压力值处在合理

的范围内,保证液压系统正常工作。

[0102] 电子控制单元(ECU)41通过接收转向盘转角传感器2传递来的目标转角信号,通过计算分析得出第二高速开关阀22所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第二高速开关阀22的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第二高速开关阀22的流量进行连续的控制,从而保证汽车向左转向时的精确转向。液压油经过第二高速开关阀22进入转向动力主缸31的I腔内,使I腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向右运动,经过第二拉压力传感器34的传递,推动推杆35向右运动。第二拉压力传感器34用来检测转向动力主缸活塞杆33与推杆35之间所受的作用力数值,并将作用力信号传递给电子控制单元(ECU)41,通过分析计算可以得到转向时实时路面转向阻力数值,用于实现转向路感的精确模拟。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向右移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向左转动,实现汽车在正常转向情况下的向左转向运动。

[0103] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,使转向动力主缸31内的II腔压力升高,容积变小,II腔内的液压油经过第五开关电磁阀27流入油箱28内。

[0104] 液压流图如图3中粗线所示。

[0105] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与转向盘转角传感器2传递来的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第二高速开关阀22进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0106] 2.正常转向情况下向左转向完成后车轮回正工况

[0107] 参阅图4,当驾驶员向左转向完成后车轮需要回正时,驾驶员开始向右回正转向盘1,位于转向轴42上的转向盘转角传感器2检测到转向盘1的旋转方向改变,并将此转向盘回正信号传送给电子控制单元(ECU)41,电子控制单元(ECU)41通过计算分析给出转向路感模拟单元B和转向执行单元D的执行命令。

[0108] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16通电处于打开状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17通电使其P口和B口连通,A口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第一高速开关阀21通电处于打开状态;第二高速开关阀22断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27断电处于关闭状态;第六开关电磁阀29通电处于打开状态。

[0109] 此时,第一两位三通电磁换向阀14的A口与第二两位三通电磁换向阀17的B口相连,使转向路感模拟主缸10中的I腔与II腔相连通,故转向路感模拟主缸10中的I腔与II腔中的压力值相等,由于第一活塞杆6与第二活塞杆12的截面尺寸相同,故主缸活塞8左右两侧液压油作用面积相同,从而使主缸活塞8左右两侧所受的液压作用力相等,互相抵消。此时,由于之前向左转向引起的第一弹簧7处于拉伸状态,第二弹簧9处于压缩状态,使第一弹簧7和第二弹簧9对主缸活塞8产生向左的作用合力,由于第一弹簧7和第二弹簧9具有相同的弹性性能,该向左的作用合力推动主缸活塞8向左运动,直到主缸活塞8到达转向前的原始中间位置,此时两弹簧伸长量相同,作用在活塞上的作用力消失,实现了汽车在正常转向情况下的向左转向完成后的车轮回正过程。由于车轮回正过程中,在第一弹簧7和第二弹簧

9的作用下使转向盘1具有自动回正作用,可以使所需的驾驶员对回正过程的操纵力大大减小,节省了驾驶员的体力,使转向系统更加方便与快捷。

[0110] 同时,第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态,实现了转向盘与转向车轮的解耦。

[0111] 另一方面,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。其中,蓄能器23的作用是当液压泵26工作时储存来自液压泵26所提供的多余能量,并消除液压管路中的脉冲波动;溢流阀24充当安全阀使用,当液压泵26出口处压力剧增时,溢流阀24打开溢流,使系统内压力值处在合理的范围内,保证液压系统正常工作。

[0112] 电子控制单元(ECU)41通过接收转向盘转角传感器2传递来转向盘回正信号,控制第一高速开关阀21通电处于打开状态。液压油经过第一高速开关阀21进入转向动力主缸31的II腔内,使II腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向左运动,经过第二拉压力传感器34的传递,推动推杆35向左运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向左移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向右转动,实现汽车在正常转向情况下的向左转向完成后车轮回正过程。

[0113] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,使转向动力主缸31内的I腔压力升高,容积变小,I腔内的液压油经过第六开关电磁阀29流入油箱28内。

[0114] 液压流图如图4中粗线所示。

[0115] 3.正常转向情况下向右转向工况

[0116] 参阅图5,当驾驶员向右转动转向盘1时,位于转向轴42上的转向盘转角传感器2检测到转向盘的转角,并将此转角信号传送给电子控制单元(ECU)41,电子控制单元(ECU)41通过计算分析给出转向路感模拟单元B和转向执行单元D的执行命令。

[0117] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16通电处于打开状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18通电处于调压状态;第一高速开关阀21通电处于打开状态;第二高速开关阀22断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27断电处于关闭状态;第六开关电磁阀29通电处于打开状态。

[0118] 转向轴42随着转向盘1转动,并带动齿轮3旋转,由于齿轮3和齿条4保持啮合状态,形成齿轮齿条副,可以将齿轮3的旋转运动转换为齿条4的向左直线运动。由于齿条4右端与第一拉压力传感器5左端相连,第一拉压力传感器5右端与第一活塞杆6的左端相连,故齿条4的运动可经第一拉压力传感器5传递至第一活塞杆6,使后者保持向左运动。此时,第一拉压力传感器5监测实时的齿条4和第一活塞杆6之间的作用力,并将得到的作用力信号传递给电子控制单元(ECU)41,通过计算分析后得出转向轴42的实时转矩值。第一活塞杆6带动转向路感模拟主缸10内的主缸活塞8向左运动,使转向路感模拟主缸10内I腔体积减小,压力增加,I腔内的液压油经过第二开关电磁阀16与第二两位三通电磁换向阀17,流向线性调压阀18,最终流入油箱28。电子控制单元(ECU)41通过转向盘转角传感器2、第一拉压力传感器5、第二拉压力传感器34所传递来的信号,通过计算分析得出实时路面转向阻力数值,并

根据该数值控制对线性调压阀18输出的电流的大小,驱动线性调压阀18产生相应的电磁力,从而控制线性调压阀18的压力和流量,即让线性调压阀呈现不同的阻尼特性,该阻尼特性通过液压元件和中间传动系统传递至转向盘1上,并反馈给驾驶员,提供较为真实的转向路感模拟;同时,转向路感模拟主缸10内Ⅱ腔体积增大,压力减小,油箱28内的液压油依次经过单向阀15、第一两位三通电磁换向阀14、第一电磁开关阀13流入转向路感模拟主缸10内Ⅱ腔内。

[0119] 此时,第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态,实现了转向盘与转向车轮的解耦,从而使转向车轮在正常转向过程中的较大冲击载荷不会传递至转向盘上,有助于缓解驾驶员的紧张感,并提升驾驶员在制动过程中的舒适性与稳定性。

[0120] 同时,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。其中,蓄能器23的作用是当液压泵26工作时储存来自液压泵26所提供的多余能量,并消除液压管路中的脉冲波动;溢流阀24充当安全阀使用,当液压泵26出口处压力剧增时,溢流阀24打开溢流,使系统内压力值处在合理的范围内,保证液压系统正常工作。

[0121] 电子控制单元(ECU)41通过接收转向盘转角传感器2传递来的目标转角信号,通过计算分析得出第一高速开关阀21所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第一高速开关阀21的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第一高速开关阀21的流量进行连续的控制,从而保证汽车向左转向时的精确转向。液压油经过第一高速开关阀21进入转向动力主缸31的Ⅱ腔内,使Ⅱ腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向左运动,经过第二拉压力传感器34的传递,拉动推杆35向左运动。第二拉压力传感器34用来检测转向动力主缸活塞杆33与推杆35之间所受的作用力数值,并将作用力信号传递给电子控制单元(ECU)41,通过分析计算可以得到转向时实时路面转向阻力数值,用于实现转向路感的精确模拟。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向左移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向右转动,实现汽车在正常转向情况下的向右转向运动。

[0122] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,使转向动力主缸31内的Ⅰ腔压力升高,容积变小,Ⅰ腔内的液压油经过第六开关电磁阀29流入油箱28内。

[0123] 液压流图如图5中粗线所示。

[0124] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与转向盘转角传感器2传递来的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第一高速开关阀21进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0125] 4. 正常转向情况下向右转向完成后车轮回正工况

[0126] 参阅图6,当驾驶员向右转向完成后车轮需要回正时,驾驶员开始向左回正转向盘1,位于转向轴42上的转向盘转角传感器2检测到转向盘1的旋转方向改变,并将此转向盘回正信号传送给电子控制单元(ECU)41,电子控制单元(ECU)41通过计算分析给出转向路感模拟单元B和转向执行单元D的执行命令。

[0127] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16通电处于打开状态;第三开关电磁阀

19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态；第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通，B口堵死；第二两位三通电磁换向阀17通电使其P口和B口连通，A口堵死；线性调压阀18断电处于关闭状态；第二高速开关阀22通电处于打开状态；第一高速开关阀21断电处于关闭状态；第五开关电磁阀27通电处于打开状态；第六开关电磁阀29断电处于关闭状态。

[0128] 此时，第一两位三通电磁换向阀14的A口与第二两位三通电磁换向阀17的B口相连，使转向路感模拟主缸10中的I腔与II腔相连通，故转向路感模拟主缸10中的I腔与II腔中的压力值相等，由于第一活塞杆6与第二活塞杆12的截面尺寸相同，故主缸活塞8左右两侧液压油作用面积相同，从而使主缸活塞8左右两侧所受的液压作用力相等，互相抵消。此时，由于之前向右转向引起的第一弹簧7处于压缩状态，第二弹簧9处于拉伸状态，使第一弹簧7和第二弹簧9对主缸活塞8产生向右的作用合力，由于第一弹簧7和第二弹簧9具有相同的弹性性能，该向右的作用合力推动主缸活塞8向右运动，直到主缸活塞8到达转向前的原始中间位置，此时两弹簧伸长量相同，作用在活塞上的作用力消失，实现了汽车在正常转向情况下的向左转向完成后的车轮回正过程。由于车轮回正过程中，在第一弹簧7和第二弹簧9的作用下使转向盘1具有自动回正作用，可以使所需的驾驶员对回正过程的操纵力大大减小，节省了驾驶员的体力，使转向系统更加方便与快捷。

[0129] 同时，第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态，实现了转向盘与转向车轮的解耦。

[0130] 另一方面，电动机25处于正常工作状态，带动液压泵26旋转，液压泵26对外输出液压油，在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。其中，蓄能器23的作用是当液压泵26工作时储存来自液压泵26所提供的多余能量，并消除液压管路中的脉冲波动；溢流阀24充当安全阀使用，当液压泵26出口处压力剧增时，溢流阀24打开溢流，使系统内压力值处在合理的范围内，保证液压系统正常工作。

[0131] 电子控制单元(ECU)41通过接收转向盘转角传感器2传递来转向盘回正信号，控制第二高速开关阀22通电处于打开状态。液压油经过第二高速开关阀22进入转向动力主缸31的I腔内，使I腔内压力升高，容积变大，推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动，转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向右运动，经过第二拉压力传感器34的传递，推动推杆35向右运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接，推杆35会带动转向横拉杆38向右移动，通过转向桥中传动件的运动传递，使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向左转动，实现汽车在正常转向情况下的向右转向完成后车轮回正过程。

[0132] 同时，由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动，使转向动力主缸31内的II腔压力升高，容积变小，II腔内的液压油经过第五开关电磁阀27流入油箱28内。

[0133] 液压流图如图6中粗线所示。

[0134] 5. 自动泊车情况下向左转向工况

[0135] 参阅图7，当转向系统工作在自动泊车工况下时，只有电子控制单元(ECU)C和转向执行单元D进行工作。电子控制单元(ECU)41根据车载的各种传感器所传递来的信号给出转向执行单元D的执行命令。

[0136] 此时，第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16断电处于关闭状态；第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态；第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口

连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第二高速开关阀22通电处于打开状态;第一高速开关阀21断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27通电处于打开状态;第六开关电磁阀29断电处于关闭状态。

[0137] 此时,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。

[0138] 电子控制单元(ECU)41通过接收车载的各种传感器所传递来的信号,通过计算分析得出第二高速开关阀22所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第二高速开关阀22的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第二高速开关阀22的流量进行连续的控制,从而保证汽车向左转向时的精确转向。液压油经过第二高速开关阀22进入转向动力主缸31的I腔内,使I腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向右运动,经过第二拉压力传感器34的传递,推动推杆35向右运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向右移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向左转动,实现汽车在自动泊车情况下的向左转向运动。

[0139] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,使转向动力主缸31内的II腔压力升高,容积变小,II腔内的液压油经过第五开关电磁阀27流入油箱28内。

[0140] 液压流图如图7中粗线所示。

[0141] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与电子控制单元(ECU)41计算所得的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第二高速开关阀22进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0142] 6. 自动泊车情况下向右转向工况

[0143] 参阅图8,当转向系统工作在自动泊车工况下时,只有电子控制单元(ECU)C和转向执行单元D进行工作。电子控制单元(ECU)41根据车载的各种传感器所传递来的信号给出转向执行单元D的执行命令。

[0144] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16断电处于关闭状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第一高速开关阀21通电处于打开状态;第二高速开关阀22断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27断电处于关闭状态;第六开关电磁阀29通电处于打开状态。

[0145] 此时,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。

[0146] 电子控制单元(ECU)41通过接收车载的各种传感器所传递来的信号,通过计算分析得出第一高速开关阀21所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第一高速开关阀21的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第一高速开关阀21的流量进行连续的控制,从而保证汽车向左转向时的精确转向。液压油经过第一高速开关阀21进入转向动力主缸31的II腔内,使II腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33

向左运动,经过第二拉压力传感器34的传递,拉动推杆35向左运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向左移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向右转动,实现汽车在自动泊车情况下的向右转向运动。

[0147] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,使转向动力主缸31内的I腔压力升高,容积变小,I腔内的液压油经过第六开关电磁阀29流入油箱28内。

[0148] 液压流图如图8中粗线所示。

[0149] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与电子控制单元(ECU)41计算所得的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第一高速开关阀21进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0150] 7. DAS线控主动转向情况下向左转向工况

[0151] 参阅图9,当转向系统工作在DAS线控主动转向工况下时,只有电子控制单元(ECU)C和转向执行单元D进行工作。电子控制单元(ECU)41根据车载的各种传感器所传递来的信号给出转向执行单元D的执行命令。

[0152] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16断电处于关闭状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第二高速开关阀22通电处于打开状态;第一高速开关阀21断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27通电处于打开状态;第六开关电磁阀29断电处于关闭状态。

[0153] 此时,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。

[0154] 电子控制单元(ECU)41通过接收车载的各种传感器所传递来的信号,通过计算分析得出第二高速开关阀22所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第二高速开关阀22的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第二高速开关阀22的流量进行连续的控制,从而保证汽车向左转向时的精确转向。液压油经过第二高速开关阀22进入转向动力主缸31的I腔内,使I腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向右运动,经过第二拉压力传感器34的传递,推动推杆35向右运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向右移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向左转动,实现汽车在DAS线控主动转向情况下的向左转向运动。

[0155] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,使转向动力主缸31内的II腔压力升高,容积变小,II腔内的液压油经过第五开关电磁阀27流入油箱28内。

[0156] 液压流图如图9中粗线所示。

[0157] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与电子控制单元(ECU)41计算所得的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第二高速开关阀22进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0158] 8. DAS线控主动转向情况下向右转向工况

[0159] 参阅图10,当转向系统工作在DAS线控主动转向工况下时,只有电子控制单元(ECU)C和转向执行单元D进行工作。电子控制单元(ECU)41根据车载的各种传感器所传递来的信号给出转向执行单元D的执行命令。

[0160] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16断电处于关闭状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20通电处于关闭状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第一高速开关阀21通电处于打开状态;第二高速开关阀22断电处于关闭状态;第五开关电磁阀27断电处于关闭状态;第六开关电磁阀29通电处于打开状态。

[0161] 此时,电动机25处于正常工作状态,带动液压泵26旋转,液压泵26对外输出液压油,在液压泵26出油口处接有蓄能器23和溢流阀24。

[0162] 电子控制单元(ECU)41通过接收车载的各种传感器所传递来的信号,通过计算分析得出第一高速开关阀21所需流过的流量,并通过PWM控制方式,对第一高速开关阀21的输入脉冲宽度进行控制,从而控制其打开与关闭的时间。实现对第一高速开关阀21的流量进行连续的控制,从而保证汽车向右转向时的精确转向。液压油经过第一高速开关阀21进入转向动力主缸31的II腔内,使II腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向左运动,经过第二拉压力传感器34的传递,拉动推杆35向左运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向左移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36向右转动,实现汽车在DAS线控主动转向情况下的向右转向运动。

[0163] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,使转向动力主缸31内的I腔压力升高,容积变小,I腔内的液压油经过第六开关电磁阀29流入油箱28内。

[0164] 液压流图如图10中粗线所示。

[0165] 电子控制单元(ECU)41通过接收左转向轮转角传感器39、右转向轮转角传感器37传递来的实际左、右转向轮的转角信号,并与电子控制单元(ECU)41计算所得的目标转角信号相比较差异,并通过电子控制单元(ECU)41继续对第一高速开关阀21进行控制,直到消除两者之间的差异,以达到较高的转向精度。

[0166] 9. 转向系统断电失效时向左转向工况

[0167] 参阅图11,当转向系统断电失效时,所有电磁阀由于弹簧力的作用回位到初始位置,此时转向系统的动力源为驾驶员的体力。

[0168] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16、第五开关电磁阀27、第六开关电磁阀29断电处于关闭状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20断电处于打开状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第一高速开关阀21、第二高速开关阀22断电处于关闭状态。

[0169] 驾驶员消耗体力向左转动转向盘1时,转向轴42随着转向盘1转动,并带动齿轮3旋转,由于齿轮3和齿条4保持啮合状态,形成齿轮齿条副,可以将齿轮3的旋转运动转换为齿条4的向右直线运动,齿条4的运动可经第一拉压力传感器5传递至第一活塞杆6,使后者保

持向右运动。第一活塞杆6带动转向路感模拟主缸10内的主缸活塞8向右运动,使转向路感模拟主缸10内Ⅱ腔体积减小,压力增加,转向路感模拟主缸10的Ⅱ腔内的液压油经过第三开关电磁阀19流入转向动力主缸31的I腔内,使转向动力主缸31的I腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向右运动,经过第二拉压力传感器34的传递,推动推杆35向右运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向右移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36克服路面的转向阻力向左转动,实现汽车在转向系统断电失效时的向左转向运动。

[0170] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向右移动,使转向动力主缸31内的Ⅱ腔压力升高,容积变小,转向动力主缸31内的Ⅱ腔内的液压油经过第四开关电磁阀20流入转向路感模拟主缸10的I腔内。实现对转向路感模拟主缸10的I腔内的补液。

[0171] 液压流图如图11中粗线所示。

[0172] 10. 转向系统断电失效时向右转向工况

[0173] 参阅图12,当转向系统断电失效时,所有电磁阀由于弹簧力的作用回位到初始位置,此时转向系统的动力源为驾驶员的体力。

[0174] 此时,第一开关电磁阀13、第二开关电磁阀16、第五开关电磁阀27、第六开关电磁阀29断电处于关闭状态;第三开关电磁阀19、第四开关电磁阀20断电处于打开状态;第一两位三通电磁换向阀14断电使其P口和A口连通,B口堵死;第二两位三通电磁换向阀17断电使其P口和A口连通,B口堵死;线性调压阀18断电处于关闭状态;第一高速开关阀21、第二高速开关阀22断电处于关闭状态。

[0175] 驾驶员消耗体力向右转动转向盘1时,转向轴42随着转向盘1转动,并带动齿轮3旋转,由于齿轮3和齿条4保持啮合状态,形成齿轮齿条副,可以将齿轮3的旋转运动转换为齿条4的向左直线运动,齿条4的运动可经第一拉压力传感器5传递至第一活塞杆6,使后者保持向左运动。第一活塞杆6带动转向路感模拟主缸10内的主缸活塞8向左运动,使转向路感模拟主缸10内I腔体积减小,压力增加,转向路感模拟主缸10的I腔内的液压油经过第四开关电磁阀20流入转向动力主缸31的Ⅱ腔内,使转向动力主缸31的Ⅱ腔内压力升高,容积变大,推动位于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,转向动力主缸活塞32带动与之相连的转向动力主缸活塞杆33向左运动,经过第二拉压力传感器34的传递,拉动推杆35向左运动。由于推杆35与转向桥中的转向横拉杆38铰接,推杆35会带动转向横拉杆38向左移动,通过转向桥中传动件的运动传递,使汽车左转向轮40和汽车右转向轮36克服路面的转向阻力向右转动,实现汽车在转向系统断电失效时的向右转向运动。

[0176] 同时,由于转向动力主缸31内的转向动力主缸活塞32向左移动,使转向动力主缸31内的I腔压力升高,容积变小,转向动力主缸31内的I腔内的液压油经过第三开关电磁阀19流入转向路感模拟主缸10的Ⅱ腔内。实现对转向路感模拟主缸10的Ⅱ腔内的补液。

[0177] 液压流图如图12中粗线所示。

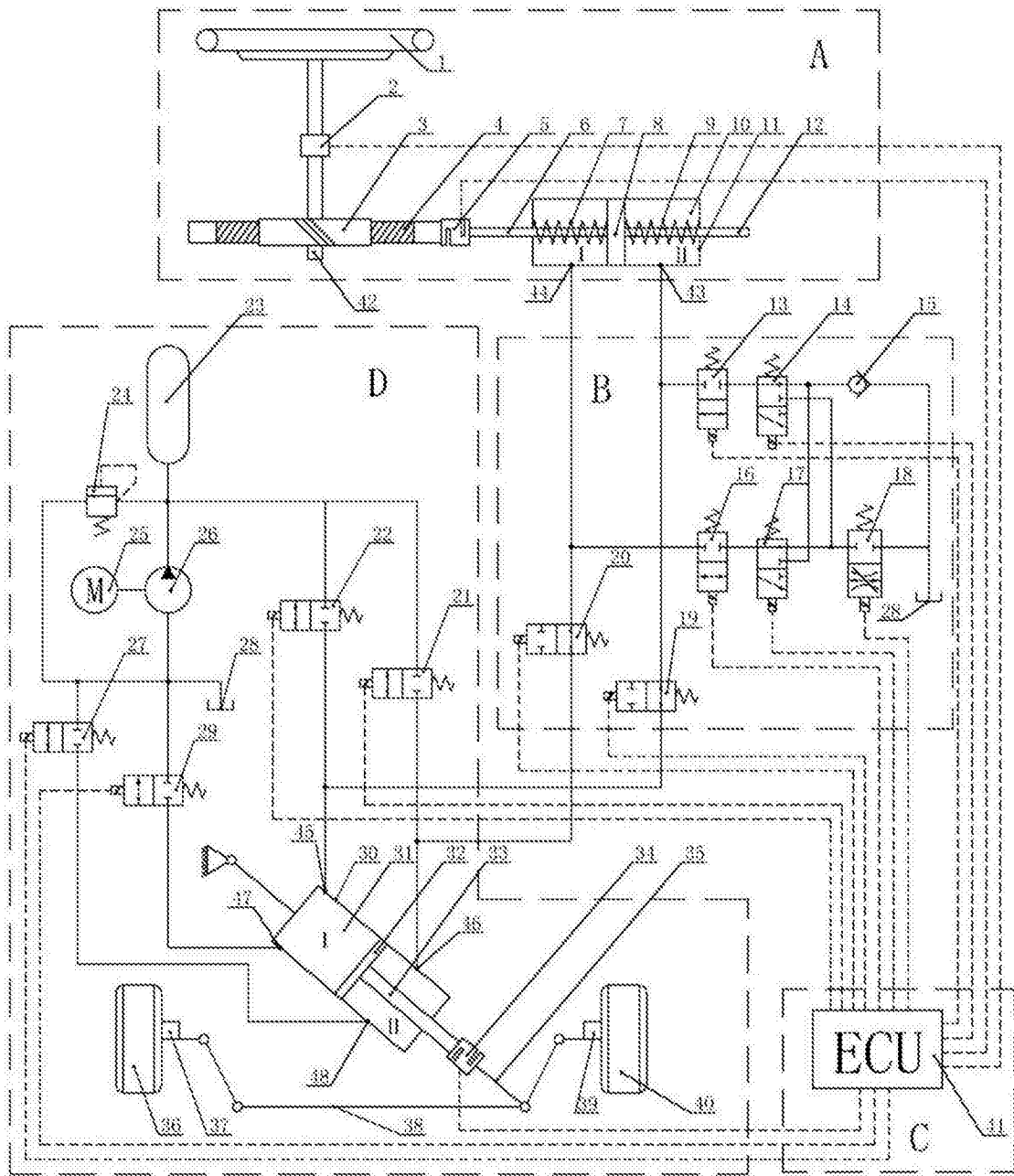


图1

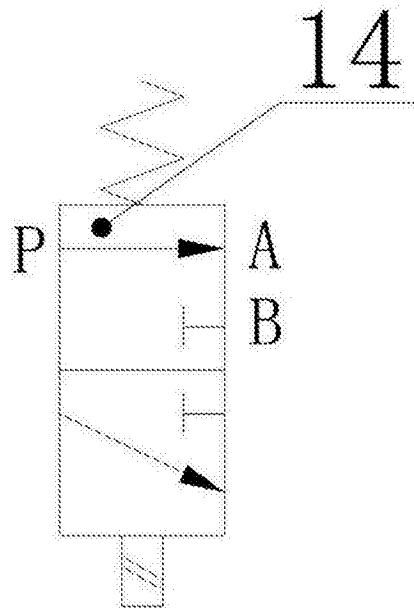


图2-1

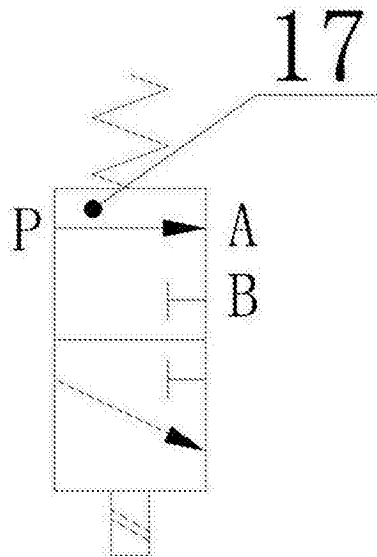


图2-2

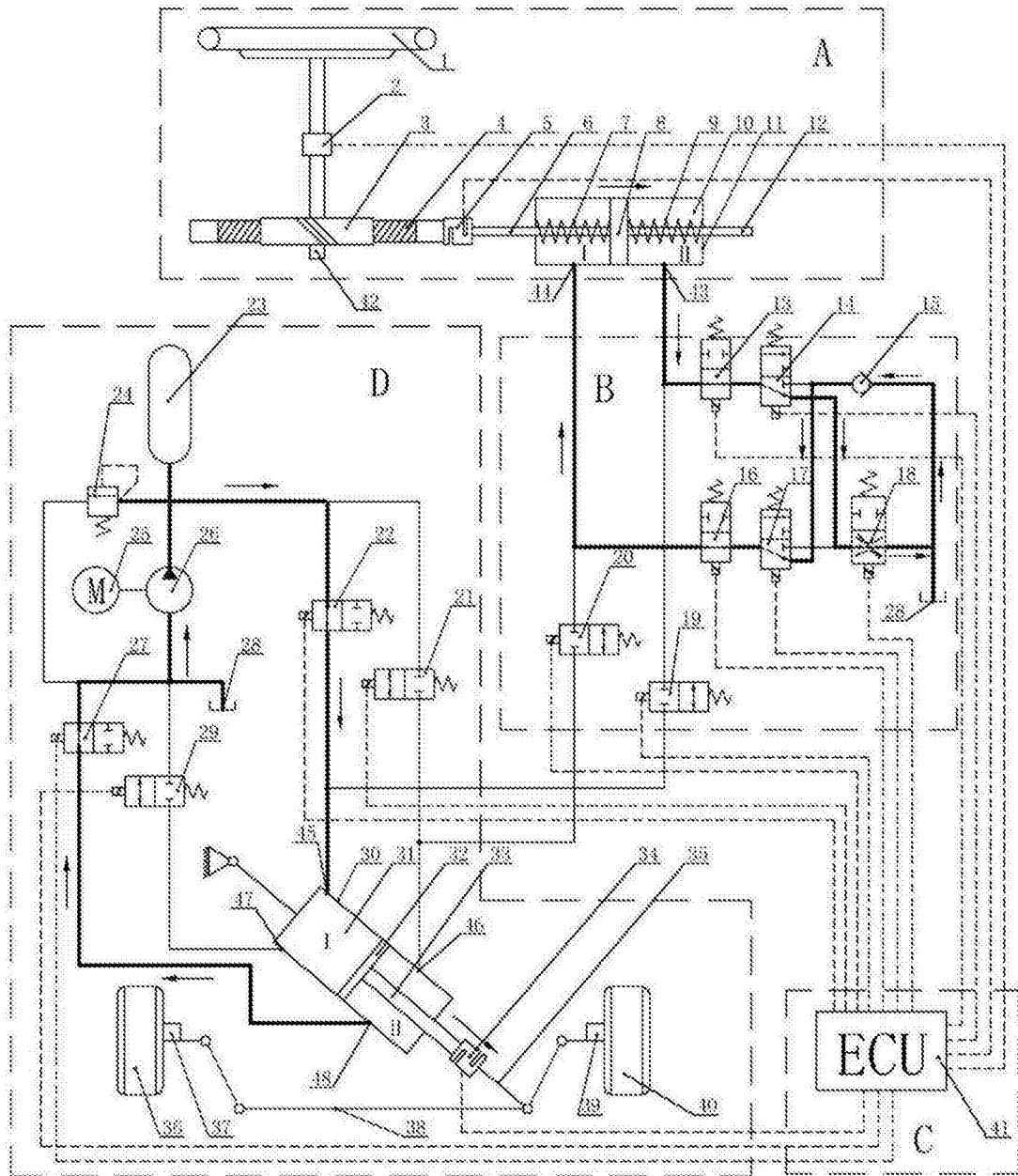


图3

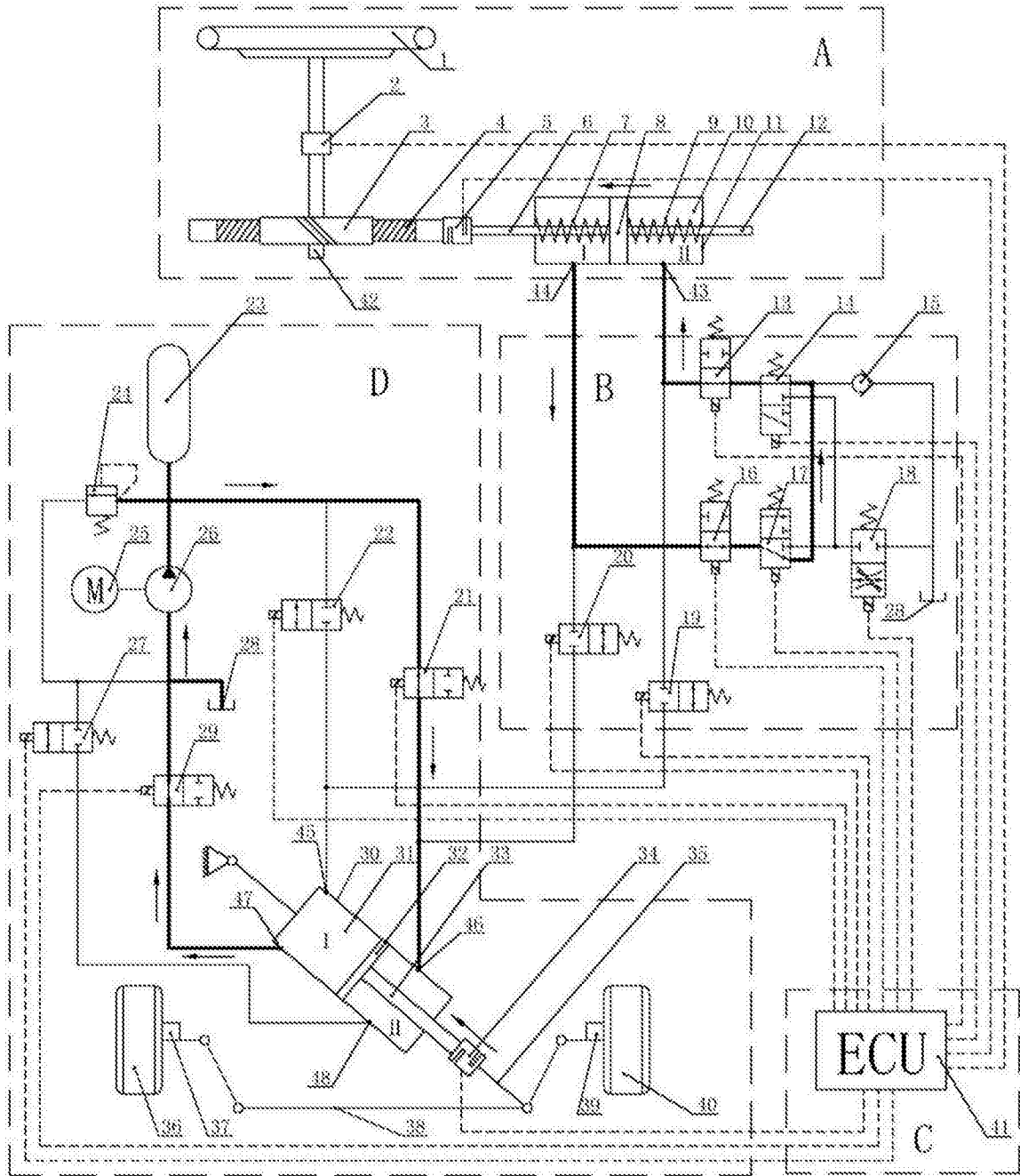


图4

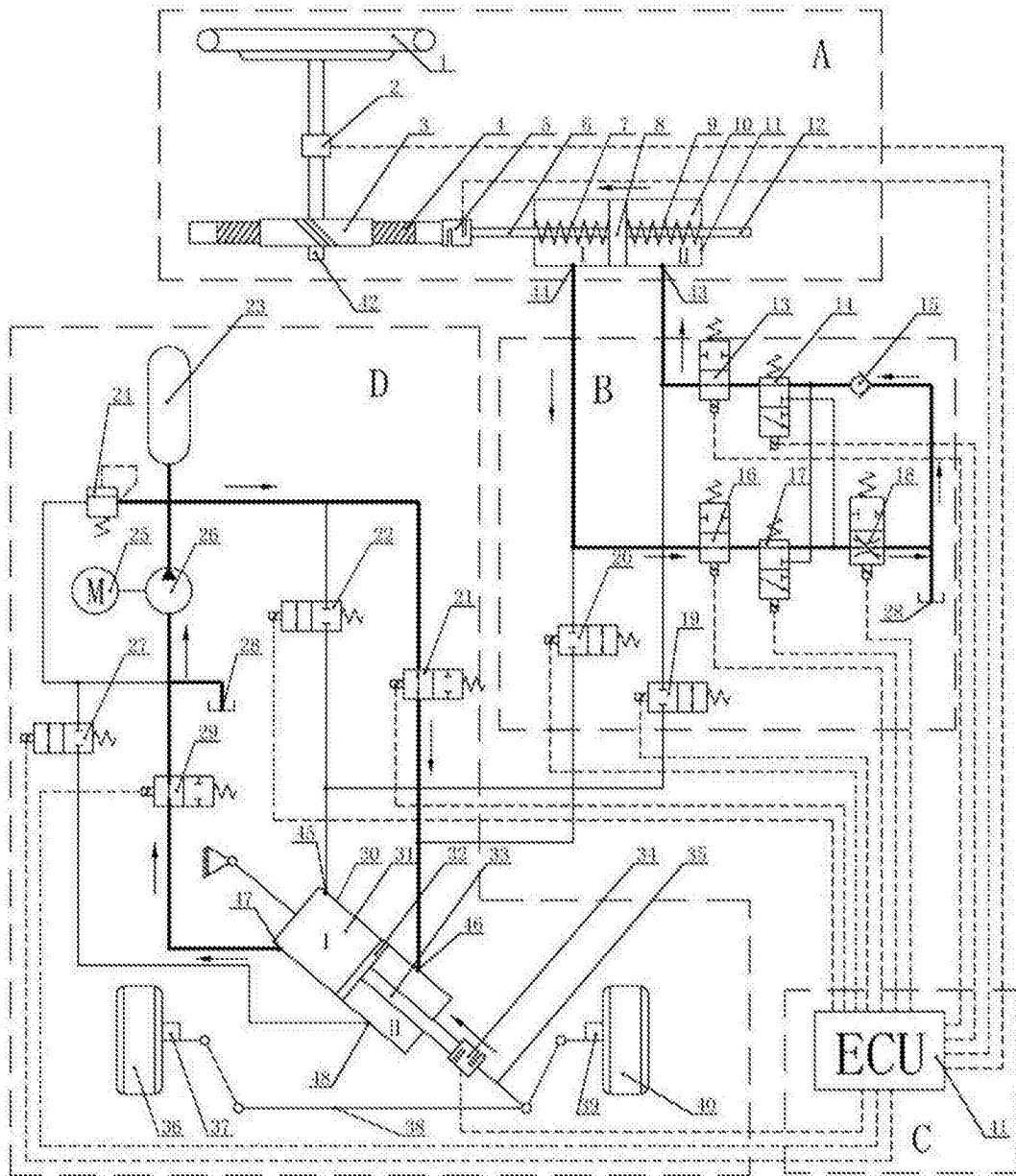


图5

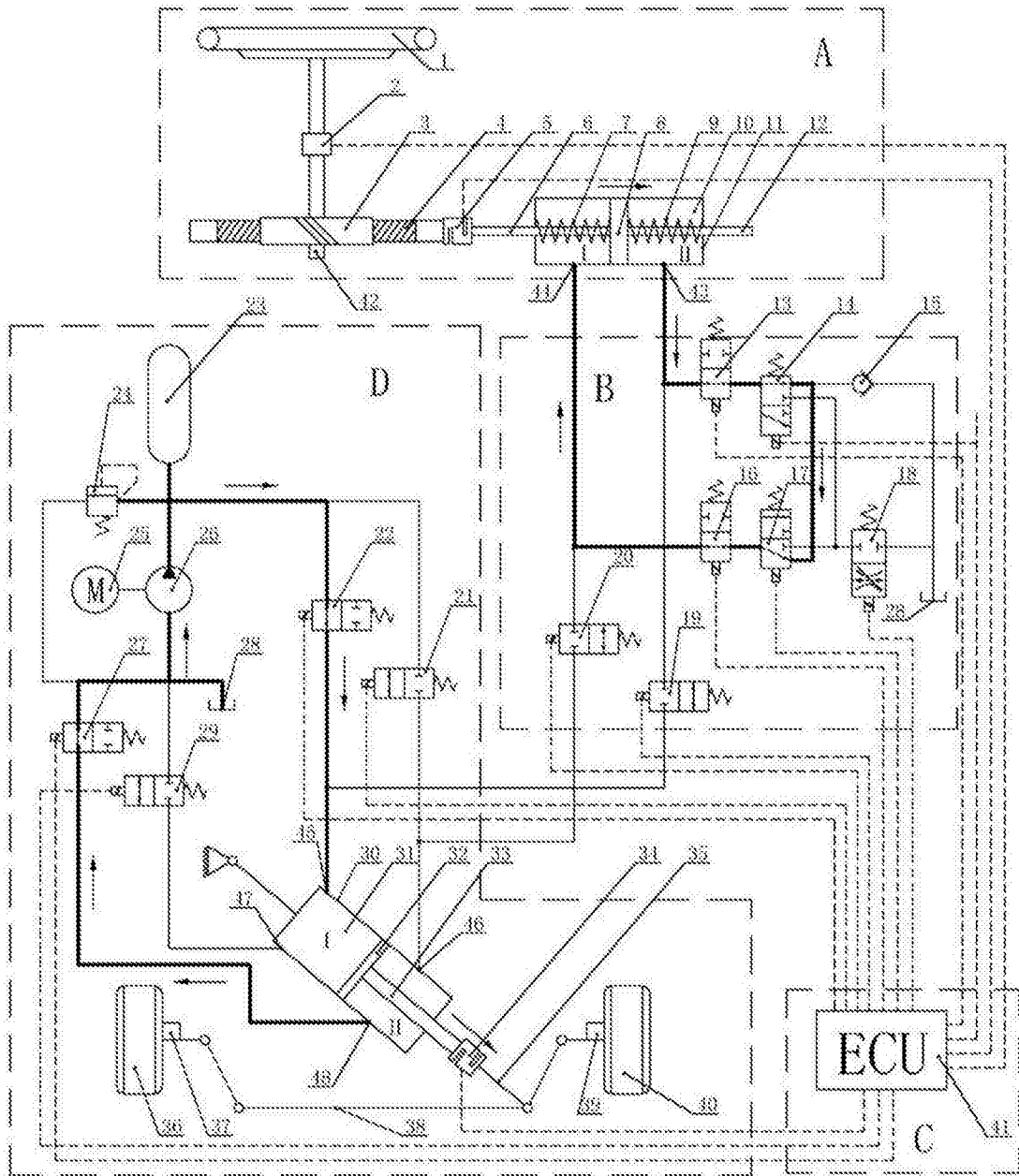


图6

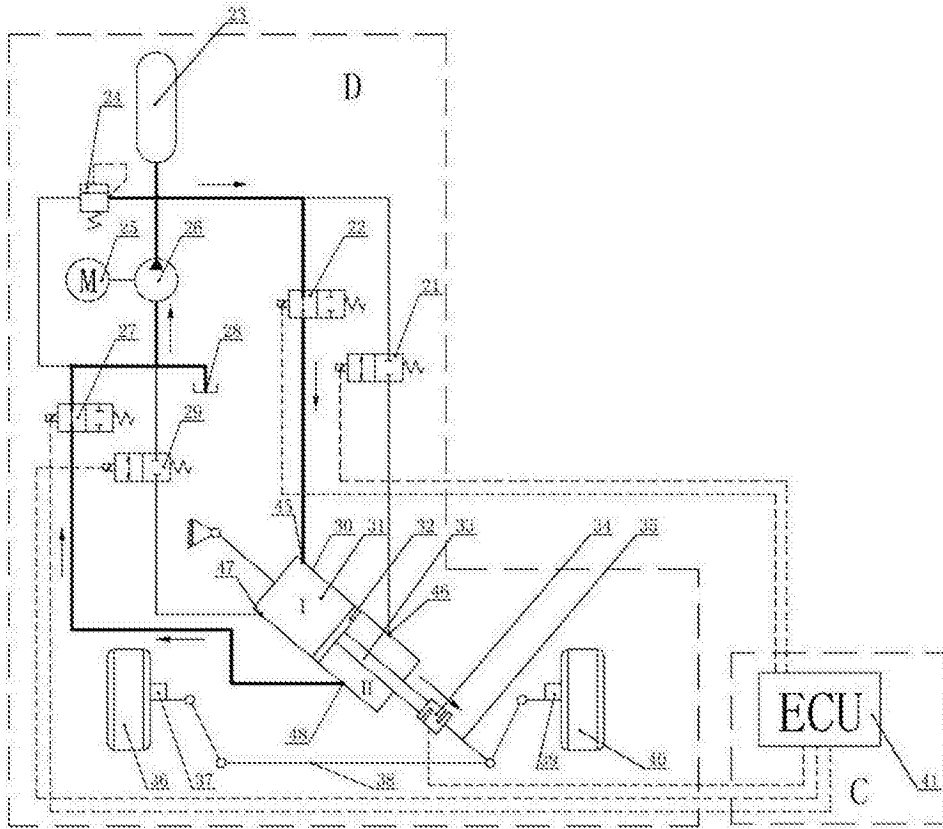


图7

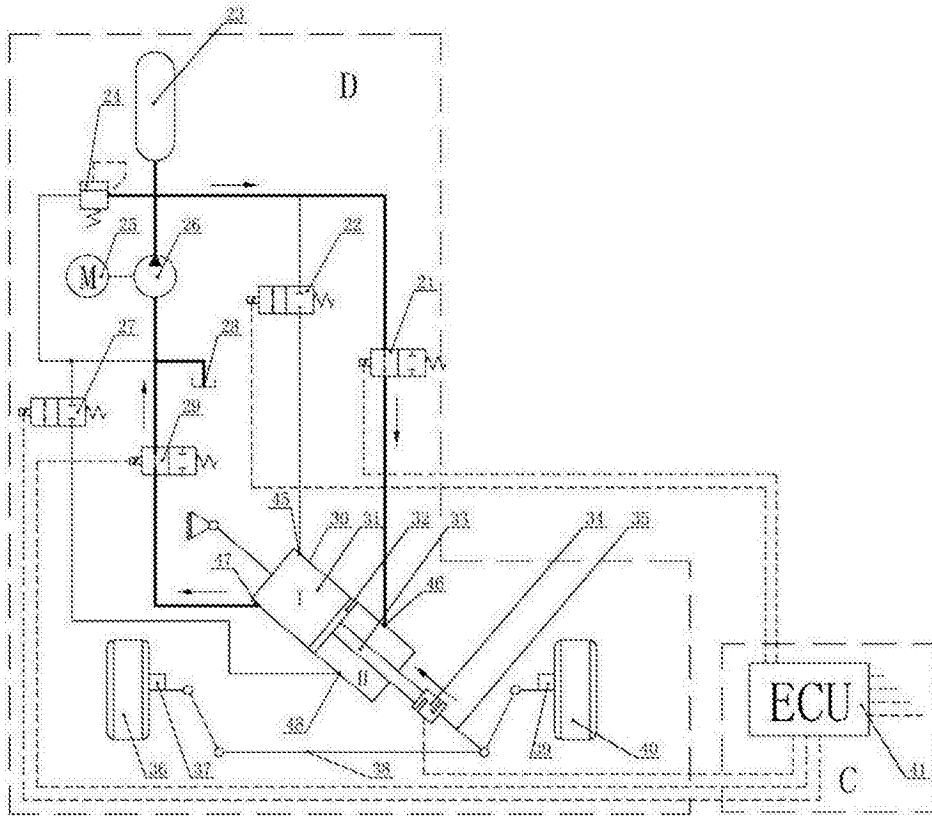


图8

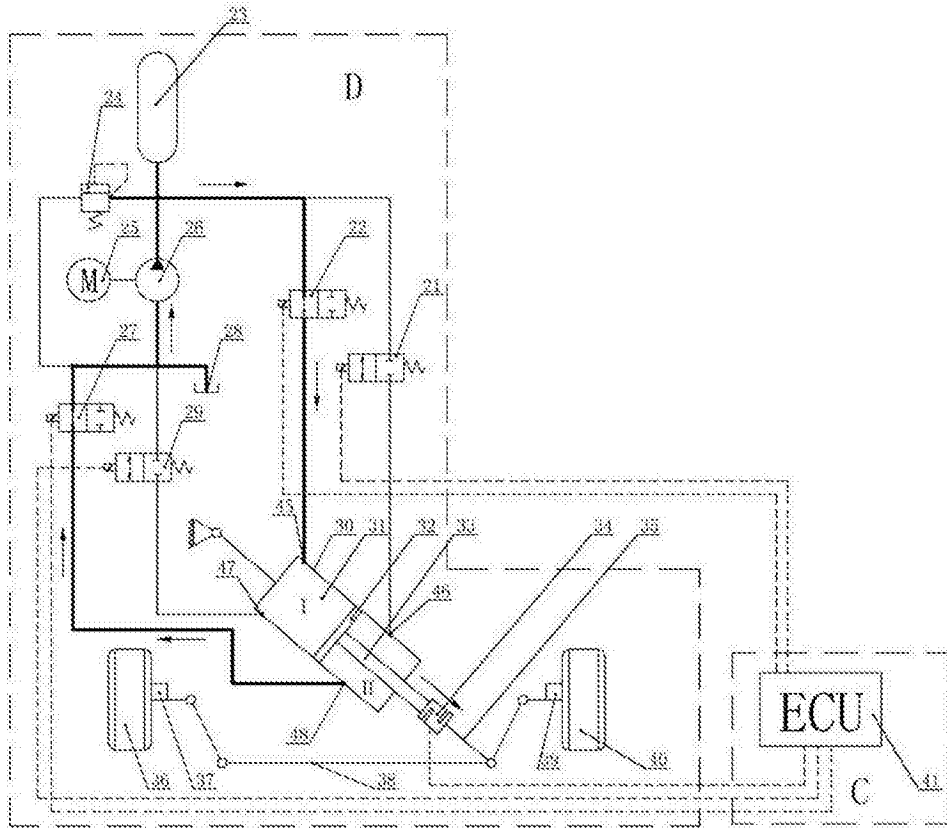


图9

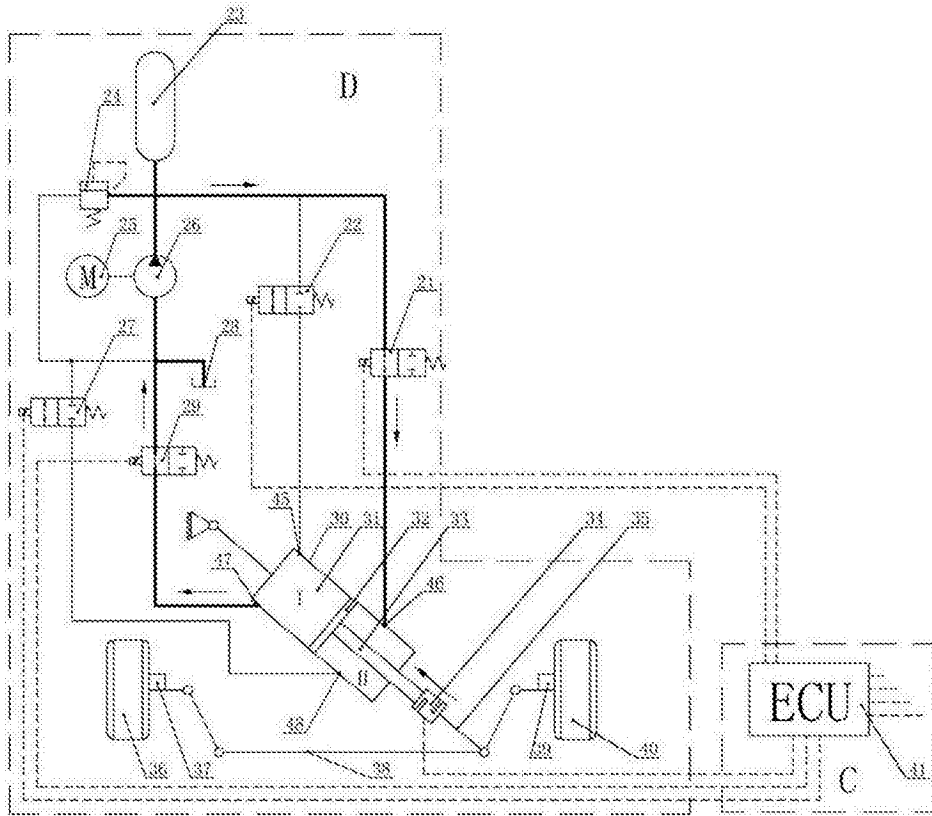


图10

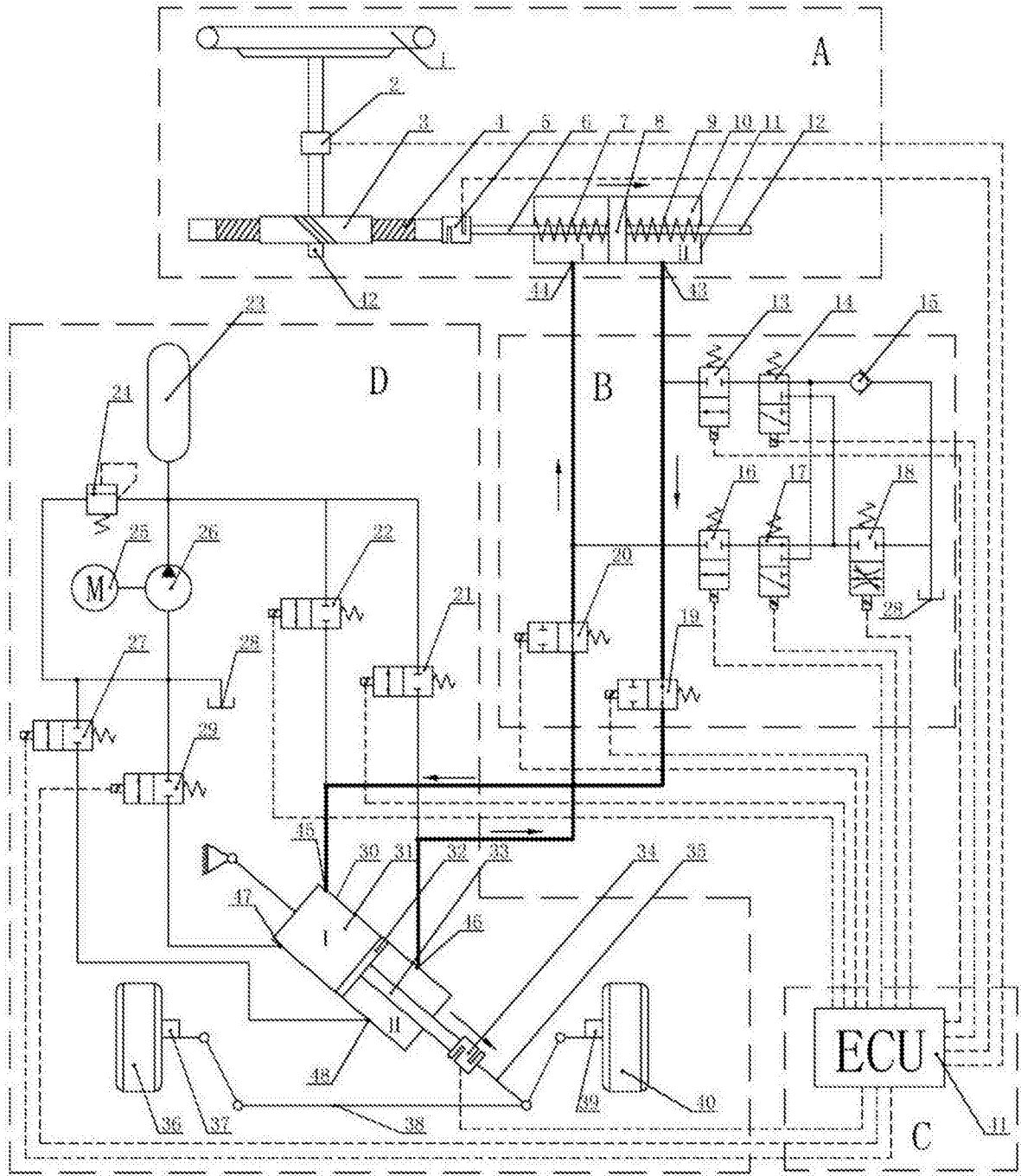


图11

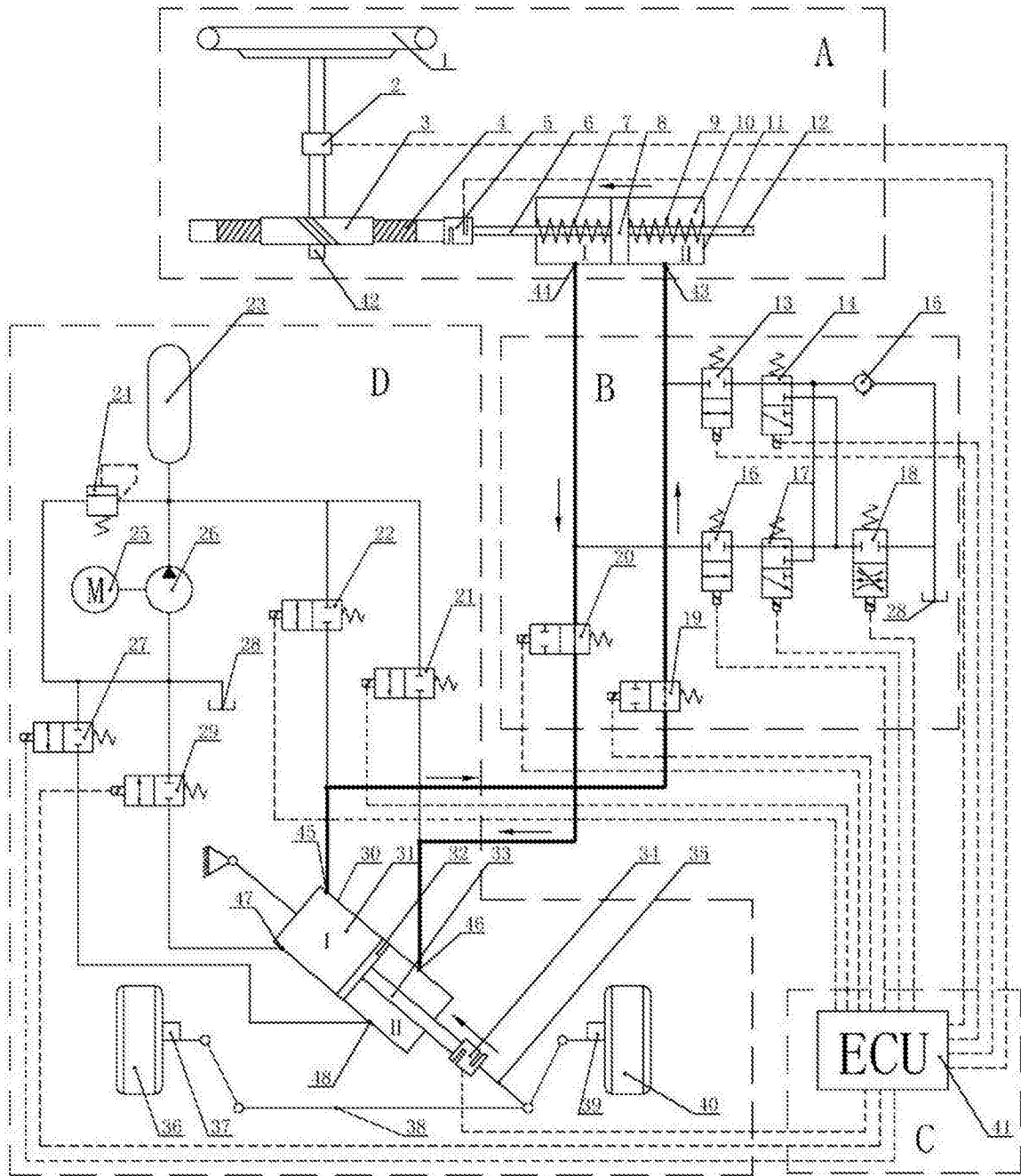


图12