



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105508322 B

(45)授权公告日 2017. 10. 27

(21)申请号 201510592369.0

审查员 龚国芹

(22)申请日 2015.09.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105508322 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 浙江大学宁波理工学院

地址 315100 浙江省宁波市钱湖南路1号

(72)发明人 刘毅 齐宇 俞育堃 龚国芳

(74)专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务
所(普通合伙) 33231

代理人 张宇娟

(51) Int. Cl.

F15B 11/02(2006.01)

F15B 11/17(2006.01)

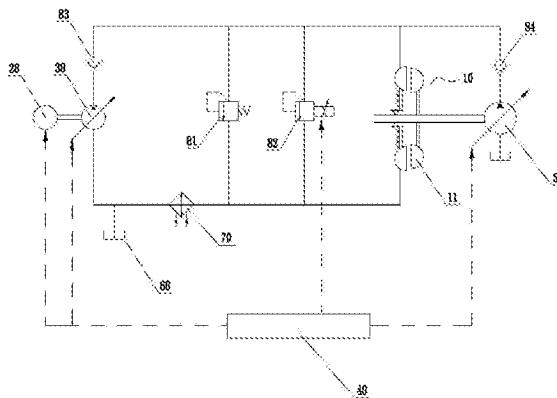
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

泵控式液力缓速系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种泵控式液力缓速系统及其控制方法,其中,泵控式液力缓速系统包括液力缓速器、转速传感器、油箱、控制器、伺服电机、主泵以及辅泵,转速传感器安装于车辆的传动轴,伺服电机连接于主泵,辅泵的转轴连接于液力缓速器的转轴。主泵的出油口和辅泵出油口均连接于液力缓速器的进油口,主泵的进油口连接于液力缓速器的出油口且连接于油箱,辅泵的进油口连接于油箱。将辅泵与液力缓速器同轴连接,使得泵控式液力缓速系统可以快速地进入制动缓速工作,主泵和辅泵分别配合液力缓速器对车辆行驶速度提供不同精度级别的控制。



1. 一种泵控式液力缓速系统,包括液力缓速器、转速传感器、油箱和控制器,所述转速传感器安装于车辆的传动轴,所述控制器电连接于所述转速传感器,其特征在于:该泵控式液力缓速系统还包括伺服电机、主泵以及辅泵,所述辅泵为变量泵且能够调节其排量大小,所述伺服电机连接于所述主泵,所述辅泵的转轴连接于所述液力缓速器的转轴;所述主泵的出油口和所述辅泵出油口均连接于所述液力缓速器的进油口,所述主泵的进油口连接于所述液力缓速器的出油口且连接于所述油箱,所述辅泵的进油口连接于所述油箱;

所述控制器分别电连接于所述伺服电机和所述辅泵的排量调节装置,从而所述控制器能够分别输出控制信号至所述伺服电机和所述辅泵的排量调节装置以分别控制所述伺服电机的转速和所述辅泵的排量。

2. 根据权利要求1所述的泵控式液力缓速系统,其特征在于:所述主泵为定量泵;或者所述主泵为变量泵且能够调节其排量大小,所述控制器进一步电连接于所述主泵的排量调节装置。

3. 根据权利要求2所述的泵控式液力缓速系统,其特征在于:泵控式液力缓速系统还包括比例溢流阀,所述比例溢流阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述比例溢流阀的出油口连接于所述油箱;所述控制器进一步地电连接于所述比例溢流阀,所述比例溢流阀能够预先设定多档溢流压力值。

4. 根据权利要求3所述的泵控式液力缓速系统,其特征在于:泵控式液力缓速系统进一步包括热交换器,所述热交换器设于所述液力缓速器、所述比例溢流阀输出油液至所述油箱以及所述主泵的管路上,所述热交换器能够将油液中的热量传递至外界。

5. 根据权利要求4所述的泵控式液力缓速系统,其特征在于:液力缓速系统进一步包括安全阀,所述安全阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述安全阀的出油口连接于所述油箱;所述热交换器位于所述安全阀输出油液至所述油箱以及所述主泵的管路上。

6. 根据权利要求5所述的泵控式液力缓速系统,其特征在于:泵控式液力缓速系统进一步包括第一单向阀和第二单向阀,所述第一单向阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述第一单向阀的出油口连接于所述液力缓速器的进油口;所述第二单向阀的进油口连接于所述辅泵的出油口,所述第二单向阀的出油口连接于所述液力缓速器的进油口。

7. 如权利要求1所述的泵控式液力缓速系统的控制方法,其特征在于:

目标转速 v_0 以及预设速度偏差 V_a 已预先设定并存储在所述控制器内;启动所述泵控式液力缓速系统,所述转速传感器实时将检测到的转速信号传递至所述控制器,所述控制器将该转速信号换算为车辆的行驶速度 v_1 ;所述控制器将行驶速度 v_1 减去目标转速 v_0 计算出速度偏差 v_2 ,进一步将速度偏差 v_2 与预设速度偏差 V_a 进行比较;

若速度偏差 $v_2 > V_a$,所述速度偏差 v_2 作为输入经所述控制器的PID控制单元计算得到所述辅泵的排量控制信号,所述控制器将计算得出的所述辅泵的排量控制信号传递至所述辅泵的排量调节装置,从而调节所述辅泵的排量,所述辅泵在所述液力缓速器的转轴的带动下转动并向所述液力缓速器输出油液,从而所述辅泵和所述液力缓速器同时对车辆起到制动缓速作用;

若 $0 < v_2 \leq V_a$,所述速度偏差 v_2 作为输入经所述控制器的PID控制单元计算得到控制电压信号,所述控制器将该控制电压信号传递至所述伺服电机,从而调节所述伺服电机的转速,所述主泵在所述伺服电机的带动下转动并向所述液力缓速器输

出油液,从而所述液力缓速器对车辆起到制动缓速作用;

所述转速传感器进一步将下一周期检测到的转速信号传递至所述控制器,所述控制器进入下一控制周期。

8.如权利要求7所述的控制方法,其特征在于:所述主泵为变量泵,根据控制精度及控制相应速度的需求设定所述主泵的排量大小。

泵控式液力缓速系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于车辆技术领域,具体涉及一种泵控式液力缓速系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 液力缓速器又称为液力减速装置,是一种利用液体阻尼产生缓速作用的装置。液力缓速系统通常包括液力缓速器、供油装置、热交换器等,液力缓速系统常用于车辆,以在车辆制动时辅助降低车辆行驶速度。

[0003] 液力缓速器的定子固定安装,而液力缓速器的转子与车辆的传动轴相连接,在车辆行驶过程中,液力缓速器的转子相对其定子转动。液力缓速器的定子和转子上均设有叶片,在车辆制动时,供油装置将油液充入液力缓速器的定子和转子之间的空腔内,转子的叶片在转子转动过程中通过油液对定子作用一个转矩,此时,定子的反转矩即为转子的制动转矩,该制动转矩将起到辅助制动车辆的作用。在液力缓速器辅助制动车辆过程中,汽车动能消耗于油液的摩擦和油液对定子的叶片的冲击而转换为热能,从而使油液温度升高。进一步地,温度升高的油液循环流经热交换器,将油液中的热量通过热交换器传递至外界。此即为液力缓速系统的制动工作原理。

[0004] 现有的液力缓速系统的一种供油装置,采用高压气体将油液从油箱中压入液力缓速器的转子与定子之间的空腔。现有的液力缓速系统的另一种供油装置,采用油泵将油液从油箱中泵入液力缓速器的转子与定子之间的空腔。现有的液力缓速系统的无论采用何种供油装置,通常均采用开环控制方式对流入液力缓速器的油液的流量进行控制。这种开环控制方式导致在车辆制动缓速时,对车辆的行驶速度的控制精度较差,司机的驾驶体验度较差且容易发生制动误判风险。

[0005] 另外,现有的液力缓速系统在对车辆启动制动缓速时,油液需经一定时间才可进入液力缓速器并使液力缓速器开始执行制动缓速工作,特别是在油液管路较长的情形下延时更为严重。同控制延时问题的重要性一样,控制精度的问题对液力缓速器也极为重要,而液力缓速器的控制精度由进入液力缓速器的油液的流量决定,从而,液力缓速系统的供油装置决定了液力缓速器的控制精度。高压空气的可压缩/膨胀特性以及油泵的排量控制精度较差,使得现有的液力缓速系统的供油装置在为液力缓速器供油时无法非常精确地控制油液流量。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种泵控式液力缓速系统及其控制方法,该泵控式液力缓速系统将辅泵与液力缓速器同轴连接,使得泵控式液力缓速系统可以快速地进入制动缓速工作。同时,还设有可以向液力缓速器泵送油液的主泵,主泵和辅泵分别配合液力缓速器对车辆行驶速度提供不同精度级别的控制。其中,泵控式液力缓速系统采用速度闭环控制方法,在速度偏差较大时,使用同轴连接的辅泵和液力缓速器进行双重制动缓速;在速度偏差较小时,使用伺服电机精确控制主泵转速,以达到精确控制主泵输出至液力缓速

器的流量的目的,从而精确控制车辆制动时的行驶速度。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 一种泵控式液力缓速系统,包括液力缓速器、转速传感器、油箱和控制器,所述转速传感器安装于车辆的传动轴,所述控制器电连接于所述转速传感器。该泵控式液力缓速系统还包括伺服电机、主泵以及辅泵,所述辅泵为变量泵且能够调节其排量大小,所述伺服电机连接于所述主泵,所述辅泵的转轴连接于所述液力缓速器的转轴。所述主泵的出油口和所述辅泵出油口均连接于所述液力缓速器的进油口,所述主泵的进油口连接于所述液力缓速器的出油口且连接于所述油箱,所述辅泵的进油口连接于所述油箱。

[0009] 所述控制器分别电连接于所述伺服电机和所述辅泵的排量调节装置,从而所述控制器能够分别输出控制信号至所述伺服电机和所述辅泵的排量调节装置以分别控制所述伺服电机的转速和所述辅泵的排量。

[0010] 进一步的,所述主泵为定量泵。或者

[0011] 所述主泵为变量泵且能够调节其排量大小,所述控制器进一步电连接于所述主泵的排量调节装置。

[0012] 进一步的,泵控式液力缓速系统还包括比例溢流阀,所述比例溢流阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述比例溢流阀的出油口连接于所述所述油箱。所述控制器进一步地电连接于所述比例溢流阀,所述比例溢流阀能够预先设定多档溢流压力值。

[0013] 进一步的,泵控式液力缓速系统进一步包括热交换器,所述热交换器设于所述液力缓速器、所述比例溢流阀输出油液至所述油箱以及所述主泵的管路上,所述热交换器能够将油液中的热量传递至外界。

[0014] 进一步的,液力缓速系统进一步包括安全阀,所述安全阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述安全阀的出油口连接于所述所述油箱。所述热交换器位于所述安全阀输出油液至所述油箱以及所述主泵的管路上。

[0015] 进一步的,泵控式液力缓速系统进一步包括第一单向阀和第二单向阀,所述第一单向阀的进油口连接于所述主泵的出油口,所述第一单向阀的出油口连接于所述液力缓速器的进油口。所述第二单向阀的进油口连接于所述辅泵的出油口,所述第二单向阀的出油口连接于所述所述液力缓速器的进油口。

[0016] 泵控式液力缓速系统的控制方法,具体如下:

[0017] 目标转速 v_0 以及预设速度偏差 V_a 已预先设定并存储在所述控制器内。启动所述泵控式液力缓速系统,所述转速传感器实时将检测到的转速信号传递至所述控制器,所述控制器将该转速信号换算为车辆的行驶速度 v_1 。所述控制器将行驶速度 v_1 减去目标转速 v_0 计算得出速度偏差 v_2 ,进一步将速度偏差 v_2 与预设速度偏差 V_a 进行比较。

[0018] 若速度偏差 $v_2 > \text{预设速度偏差 } V_a$,所述速度偏差 v_2 作为输入经所述控制器的PID控制单元计算得到所述辅泵的排量控制信号,所述控制器将计算得出的所述辅泵的排量控制信号传递至所述辅泵的排量调节装置,从而调节所述辅泵的排量,所述辅泵在所述液力缓速器的转轴的带动下转动并向所述液力缓速器输出油液,从而所述辅泵和所述液力缓速器同时对车辆起到制动缓速作用。

[0019] 若 $0 < \text{速度偏差 } v_2 \leq \text{预设速度偏差 } V_a$,所述速度偏差 v_2 作为输入经所述控制器的PID控制单元计算得到控制电压信号,所述控制器将该控制电压信号传递至所述伺服电机,

从而调节所述伺服电机的转速,所述主泵在所述伺服电机的带动下转动并向所述液力缓速器输出油液,从而所述液力缓速器对车辆起到制动缓速作用。

[0020] 所述转速传感器进一步将下一周期检测到的转速信号传递至所述控制器,所述控制器进入下一控制周期。

[0021] 进一步的,所述主泵为变量泵,根据控制精度及控制相应速度的需求设定所述主泵的排量大小。

[0022] 采用本发明具有如下的有益效果:

[0023] 1、本发明所述的泵控式液力缓速系统采用同轴连接的液力缓速器和辅泵结构,该同轴连接结构既可以使辅泵在开始转动的同时即可开始(辅泵开始输出油液时即可对车辆传动轴产生反力矩)对车辆进行制动,又可以为车辆提供双重制动作用从而实现快速制动。

[0024] 2、本发明所述的泵控式液力缓速系统采用闭环速度控制方法,该控制方法可实时反馈车辆行驶速度,以不断地纠正控制误差。

[0025] 3、本发明所述的泵控式液力缓速系统采用伺服电机控制主泵的转速,伺服电机的高精度控制特性使得主泵可以为液力缓速器提供流量精度更高的油液,提高车辆行驶速度的控制精度。

[0026] 4、本发明所述的泵控式液力缓速系统采用分段控制车辆制动行驶速度的控制方法,兼具了高控制响应速度和高控制精度。

附图说明

[0027] 图1为本发明实施例的一种泵控式液力缓速系统的工作原理图;

[0028] 图2为泵控式液力缓速系统的辅泵的控制原理图;

[0029] 图3为泵控式液力缓速系统的主泵的控制原理图。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 术语解释:

[0032] 目标速度 v_0 ,指的是司机设定的车辆在下坡时的期望车速。

[0033] 预设速度偏差 V_a ,指的是车辆在出厂前,厂家预先存储在控制器40中的速度值,用于与速度偏差 v_2 进行比较。

[0034] 参照图1至图3,本发明提供了一种液力缓速系统,特别提供了一种泵控式液力缓速系统。该液力缓速系统包括液力缓速器10、伺服电机20、主泵30、控制器40、辅泵50以及传感器集合,传感器集合包括温度传感器、转速传感器、倾角传感器以及加速度传感器,传感器集合的各传感器组件以及辅泵50的排量调节装置分别电连接于控制器40并将检测到的信号传递至控制器40。

[0035] 主泵30的进油口连接于液力缓速器10的出油口,主泵30的出油口通过第一单向阀83连接于液力缓速器10的进油口,主泵30的出油口连接于第一单向阀83的进油口,第一单

向阀83的出油口连接于液力缓速器10的进油口,此外,主泵30的进油口和液力缓速器10的出油口还连接于油箱60。

[0036] 辅泵50为变量泵,在液力缓速系统未工作于缓速制动状态时,辅泵50的排量为零。辅泵50的进油口连接于油箱60,辅泵50的出油口通过第二单向阀84连接于液力缓速器10的进油口,辅泵50的出油口连接于第二单向阀84的进油口,第二单向阀84的出油口连接于液力缓速器10的进油口,辅泵50的转轴连接于液力缓速器10的转轴,从而,辅泵50可以与液力缓速器10的转子11同步转动。第一单向阀83和第二单向阀84起到防止油液逆流的作用。

[0037] 液力缓速器10、主泵30以及该两者相连通的管路组成的是闭式液压系统,主泵30的进油口端为该闭式系统的低压端,在该低压端的压力由于油液泄漏等原因而降低时,油箱60可向该闭式液压系统补油。

[0038] 在主泵30的进油口连接液力缓速器10的出油口的管路上设有热交换器70,从液力缓速器10中流出的工作油液温度较高,液力缓速系统需要将油液中的热量通过热交换器70传递至外界才可持续有效地起到制动作用。

[0039] 在主泵30的两端还并联有安全阀81和比例溢流阀82,主泵30的出油口即高压端连接安全阀81的进油口和比例溢流阀82的进油口,主泵30的进油口即低压端连接安全阀81的出油口和比例溢流阀82的出油口。安全阀81为闭环系统设定了最高工作压力,保证液力缓速系统安全运行,避免因工作油液的压力过高损害液力缓速系统或造成危险事故。比例溢流阀82可由车辆制造厂家根据实际需要设定多级溢流压力,每一级溢流压力即为车辆的液力缓速系统的一档制动档位。此外,从安全阀81和比例溢流阀82流出的油液亦可流经热交换器70。

[0040] 主泵30可以为定量泵,也可以为变量泵。主泵30的输出流量由主泵30的转速和排量决定,在本发明中,根据主泵30的类型不同,本发明所述的液力缓速系统可有下述两种优选的实施例,且该两种优选的液力缓速系统实施例同时具有前述的液力缓速系统的其他相关技术特征,故在下述的两种优选的液力缓速系统实施例中不再具体赘述。

[0041] 液力缓速系统,实施例一

[0042] 在实施例一中,主泵30为定量泵,在主泵30的排量已定的情况下,可依靠改变主泵30的转速来改变主泵30输出至液力缓速器10的油液的流量。

[0043] 伺服电机20连接于主泵30且电连接于控制器40,伺服电机20可在控制器40的控制下带动主泵30转动,以使主泵30从油箱60中吸油并将油液输出至液力缓速器10。控制器40输出转速控制信号至伺服电机20,转速控制信号的的大小和正负决定了伺服电机20的转速大小和转向。如果期望控制主泵30的输出流量,在主泵30为定量泵的情形下,只需由控制器40输出转速控制信号至伺服电机20即可。

[0044] 液力缓速系统,实施例二

[0045] 在实施例二中,主泵30为变量泵(图1中示出),则改变主泵30的转速和排量均可改变主泵30输出至液力缓速器10的油液的流量。实施例二与实施例一的不同之处还在于,控制器40还电连接于主泵30的排量调节装置,控制器40可输出排量控制信号至主泵30的排量调节装置,以使主泵30在排量控制信号的控制下,由其排量调节装置来改变主泵30的排量。

[0046] 如果期望控制主泵30的输出流量,在主泵30为变量泵的情形下,可由控制器40只输出转速控制信号至伺服电机20,或者可由控制器40只输出排量控制信号至主泵30,或者

可由控制器40同时输出转速控制信号至伺服电机20以及输出排量控制信号至主泵30,通过上述三种控制方式其中之一来实现主泵30的输出流量控制。

[0047] 根据上述两种有关液力缓速系统的优选实施例,可以得到两种相应的且优选的液力缓速系统控制方法的实施例,具体如下。

[0048] (1)液力缓速系统控制方法实施例一:主泵30为定量泵

[0049] 控制器40分别电连接于传感器集合中的各传感器以及伺服电机20。转速传感器安装于车辆的传动轴上,转速传感器可将检测到的转速信号实时传递至控制器40。

[0050] 当车辆处于下坡状态,司机作出缓速制动决策并对控制器40作出相应操作时,控制器40可选择控制切入液力缓速器10,即将液力缓速器10的转轴通过例如离合器等连接装置连接于车辆的传动轴,使液力缓速器10的转子11在车辆的传动轴的带动下开始转动。此时,司机已设定出目标速度 v_0 。控制器40根据转速传感器传递来的转速信号换算出车辆的行驶速度 v_1 ,并将车辆的行驶速度 v_1 与目标速度 v_0 相比较(即 v_1 减去 v_0),计算出速度偏差 v_2 。然后控制器40对速度偏差 v_2 与零值以及预设速度偏差 V_a 进行大小比较。

[0051] 1)若计算出的速度偏差 v_2 大于零。

[0052] 1.1)参照图2,当计算出的速度偏差 v_2 大于预设速度偏差 V_a 时,控制器40将速度偏差 v_2 作为PID控制单元的输入。PID控制单元根据速度偏差 v_2 计算出辅泵50的排量控制信号,并将该排量控制信号输出至辅泵50的排量调节装置,从而调节辅泵50的排量大小。

[0053] 此时,辅泵50已在车辆传动轴带动下转动,随着辅泵50的排量从零开始调节变大,辅泵50从油箱60吸油并向液力缓速器10输出具有一定压力的油液。在这一工作状态下,液力缓速系统对车辆的缓速制动作用体现在两个方面:

[0054] 第一方面,辅泵50通过一定的连接手段连接至车辆的传动轴,在辅泵50输出具有一定压力的油液过程中,辅泵50对传动轴产生一定的反力矩,使传动轴的转速降低,直接起到制动车辆及缓速的作用。

[0055] 第二方面,辅泵50在缓速制动车辆的同时,向液力缓速器10中输出油液,液力缓速器10将车辆的动能转换为油液的热能,并通过热交换器70将油液中的热量释放至外界,另外,液力缓速器10同时也会对车辆的传动轴产生一定的反力矩,能量的转换以及反力矩两种效果叠加在一起起到制动车辆及缓速的作用。

[0056] 在这一系列控制辅泵50动作的过程中,主泵30始终未运转。随着车速逐渐降低,即将满足主泵30的启动运行条件。

[0057] 1.2)当计算出的速度偏差 v_2 小于或等于预设速度偏差 V_a 且大于零时,满足了主泵30的启动运转条件,控制器40将控制伺服电机20开始运转并带动主泵30。

[0058] 主泵30的启动运行有两种不同的情形,分别如下:

[0059] 第一种情形,司机刚启动运行车辆的液力缓速系统,控制器40计算出的速度偏差 v_2 小于或等于预设速度偏差 V_a 且大于零,此时,控制器40只启动运行主泵30,辅泵50尚未启动运行。

[0060] 第二种情形,作为上述的1.1)节所述的车辆制动过程的延续,随着车速逐渐降低,使得控制器40计算出的速度偏差 v_2 小于或等于预设速度偏差 V_a 且大于零,满足了主泵30的启动运转条件,此时,控制器40启动运行主泵30,与此同时,辅泵50由PID控制单元持续控制其运行状态。

[0061] 无论是上述的哪种情形,主泵30的控制流程如下所述:

[0062] 参照图3,控制器40同样是将计算出的速度偏差 v_2 作为PID控制单元的输入,以此计算输出控制电压信号来控制伺服电机20的转速大小,从而可以调节与伺服电机20相连接的主泵30的转速。在主泵30为定量泵的前提下,主泵30的输出流量(即流入液力缓速器中的油液的流量)与主泵30的转速成正比,通过控制伺服电机20的转速来控制主泵30的输出流量,以达到间接控制液力缓速器10的目的。此即为使用液力缓速系统对行驶中的车辆进行液力缓速制动的控制方法。

[0063] 上述的1.1)节和1.2)节,论述了液力缓速系统中的主泵30和辅泵50的控制策略,采用这种主、辅泵分速度段进行缓速制动控制的目的在于:①在速度偏差 v_2 较大时(即车辆行驶较快),为了尽快地将车辆的行驶速度 v_1 收敛至目标速度 v_0 ,采用辅泵50与液力缓速器10同轴连接结构以使该两者可同时对车辆进行制动缓速。由于辅泵50的排量控制精度一般较低,从而使得辅泵50对车辆速度的控制精度也较低,故,②在速度偏差 v_2 较小时(即车辆行驶速度 v_1 接近目标速度 v_0 时),采用控制精度较高的伺服电机20,通过伺服电机20对其转速即主泵30的转速的控制,来实现对输入液力缓速器10的油液的流量的精确地控制,从而进一步实现对车辆行驶速度的精确控制。

[0064] 另外,在对车辆行驶速度进行控制时,采用的是闭环速度控制,相比于现有的液力缓速系统采用的开环速度控制,本发明所述的液力缓速系统的闭环速度控制可以更精确地对车辆行驶速度进行控制,提高了司机的驾驶体验度,更利于司机对如何设定具体的车辆目标速度作出判断。

[0065] 2)若计算出的速度偏差 v_2 小于零。

[0066] 同样分两种情形,第一种情形,司机刚启动运行车辆的液力缓速系统,控制器40计算出的速度偏差 v_2 小于零,此时,主泵30、辅泵50均不启动运行。

[0067] 第二种情形,在主泵30已启动运行之后检测到速度偏差 v_2 小于零,此时,主泵30、辅泵50的运行状态由PID控制单元进行的实时PID控制决定。

[0068] (2)液力缓速系统控制方法实施例二:主泵30为变量泵

[0069] 液力缓速系统控制方法的第二种实施例与其第一种实施例的区别在于,实施例二可以根据司机对车辆缓速制动时的行驶速度控制精度及控制响应速度的不同需求,调节主泵30的排量大小。对主泵30的排量大小进行调节的主要原因是,在伺服电机20的控制精度一定的前提下,主泵30的排量越大,主泵30每转动一转输出的油液越多,导致由伺服电机20和主泵30整体组成的输出油液控制组件的控制精度越低,而其控制响应速度越快,反之亦然。

[0070] 一旦主泵30的排量确定,即可将变量泵形式的主泵30作为定量泵来使用,从而使得液力缓速系统控制方法的第二种实施例与其第一种实施例基本相似。

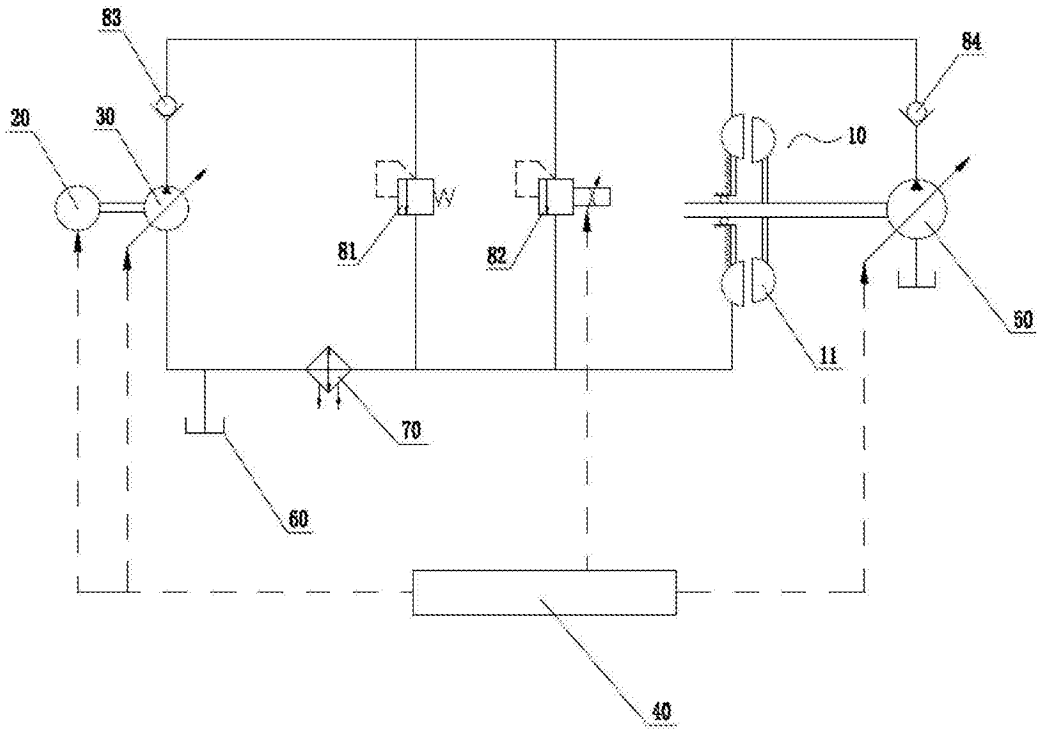


图1

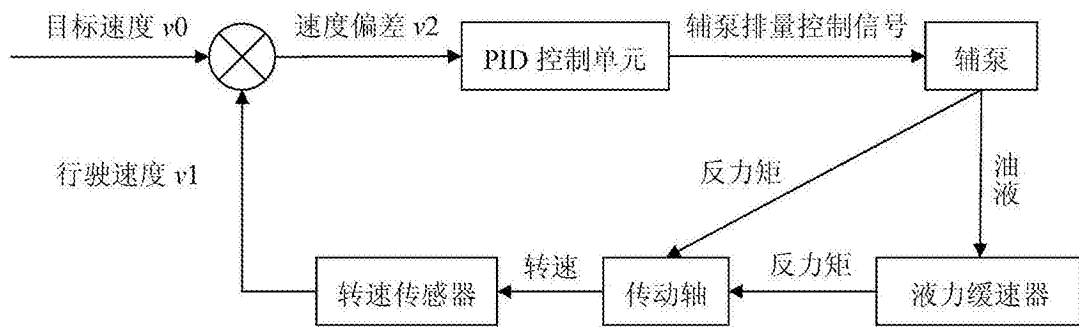


图2

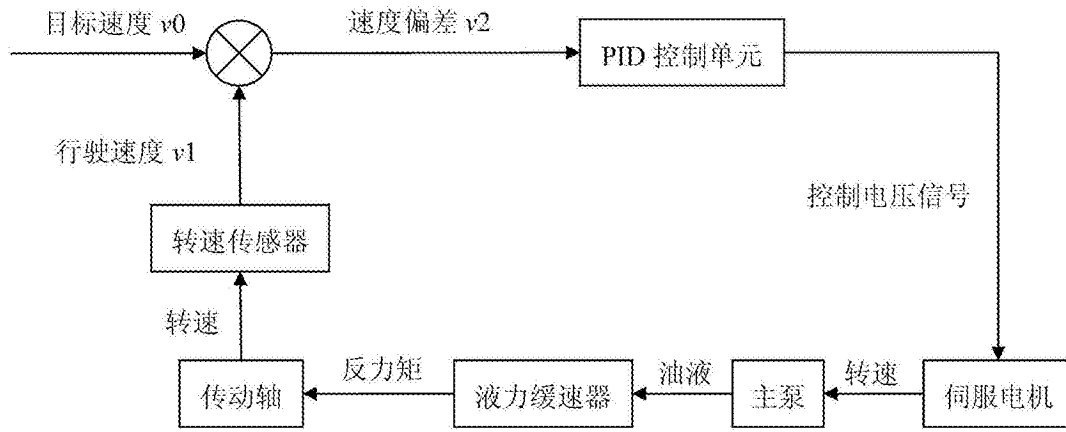


图3