



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105539132 B

(45)授权公告日 2018.04.17

(21)申请号 201510940583.0

审查员 陈泽鑫

(22)申请日 2015.12.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105539132 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 徐州重型机械有限公司

地址 221004 江苏省徐州市铜山路165号

(72)发明人 单增海 丁宏刚 孙建华 李丽

朱磊

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 颜镛

(51)Int.Cl.

B60K 17/10(2006.01)

F16H 39/02(2006.01)

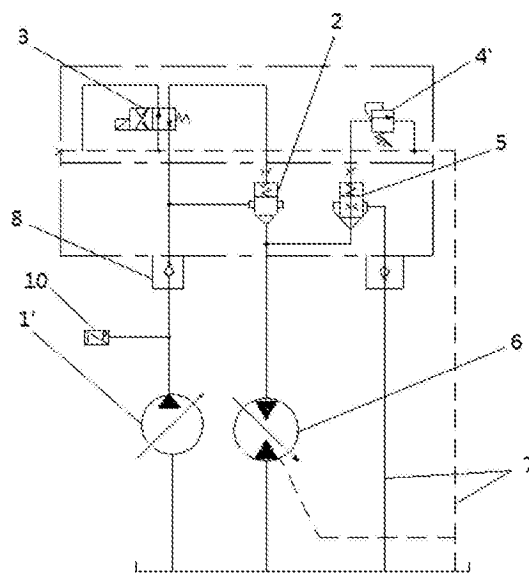
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

双动力驱动系统、工程机械车辆及控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种双动力驱动系统、工程机械车辆及控制方法,其中双动力驱动系统包括分别用于驱动不同车桥的机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统,其中,在各动力驱动子系统均启用时,控制机械动力驱动子系统对应的车轮离地转速不高于液压动力驱动子系统对应的车轮离地转速;液压动力驱动子系统包括:液压马达(6);液压泵机构;通断机构,设置于液压泵机构与液压马达(6)之间的液压油路上,用于接入或断开液压泵机构对液压马达(6)的液压油供应;溢流机构,设置在液压马达(6)的进口,用于实现液压马达(6)的进口位置的多余液压油的溢流功能。本发明能够在不同动力驱动系统所驱动的车桥间采用非刚性连接的情形下提供驱动动力。



1. 一种双动力驱动系统,包括分别用于驱动不同车桥的机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统,其中,在所述机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用时,控制机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速;所述液压动力驱动子系统具体包括:

液压马达(6),用于对车桥提供驱动动力;

液压泵机构,用于向所述液压马达(6)供应驱动液压马达(6)转动的液压油;

通断机构,设置于所述液压泵机构与所述液压马达(6)之间的液压油路上,用于接入或断开所述液压泵机构对所述液压马达(6)的液压油供应;

溢流机构,设置在所述液压马达(6)的进口,用于实现所述液压马达(6)的进口位置的多余液压油的溢流功能。

2. 根据权利要求1所述的双动力驱动系统,其中所述通断机构包括第一插装阀(2),所述第一插装阀(2)的进油口和出油口分别与所述液压泵机构的出口和所述液压马达(6)的进口连通,所述第一插装阀(2)的控制口接收压力控制信号,并根据压力控制信号开启或关闭所述第一插装阀(2)的进油口和出油口之间的内部油道。

3. 根据权利要求2所述的双动力驱动系统,其中所述通断系统还包括换向阀(3),所述换向阀(3)的两个工作油口分别连通所述第一插装阀(2)的控制口和回油油路(7),所述换向阀(3)的进油口和回油口分别与所述液压泵机构的出口和回油油路(7)连通,在所述第一插装阀(2)的控制口上设有节流孔,通过换向阀(3)的切换实现所述第一插装阀(2)的开启或关闭。

4. 根据权利要求1~3任一所述的双动力驱动系统,其中所述溢流机构包括第一溢流阀(4),所述第一溢流阀(4)的进口和出口分别与所述液压马达(6)的进口和回油油路(7)连通,所述第一溢流阀(4)的调定压力高于所述液压马达(6)在最大扭矩下的系统压力。

5. 根据权利要求1~3任一所述的双动力驱动系统,其中所述溢流机构包括第二溢流阀(4')和第二插装阀(5),所述第二插装阀(5)的进口和出口分别与所述液压马达(6)的进口和回油油路(7)连通,所述第二溢流阀(4')的进口和出口分别与所述第二插装阀(5)的控制口和回油油路(7)连通,在所述第二插装阀(5)的阀芯内设有连通进口和控制口的节流孔,所述第二溢流阀(4')的调定压力高于所述液压马达(6)在最大扭矩下的系统压力。

6. 根据权利要求1所述的双动力驱动系统,其中在所述液压泵机构的出口设有防止液压油倒流的单向阀(8)。

7. 根据权利要求1所述的双动力驱动系统,其中所述液压马达(6)为双向液压马达,所述通断机构为电磁换向阀(11),所述电磁换向阀(11)的两个工作油口分别连接所述双向液压马达的两端油口,通过切换所述电磁换向阀(11)能够改变所述双向液压马达的进口,所述溢流机构包括分别设置在所述双向液压马达的两端油口的第三溢流阀(12)和第四溢流阀(13),用于实现所在双向液压马达的油口分别作为进口时的多余液压油的溢流功能。

8. 根据权利要求1~3、7任一所述的双动力驱动系统,其中所述液压泵机构包括定量泵(1)和第三溢流阀(9),所述定量泵(1)输出恒定流量的液压油,并控制所述定量泵(1)的输出流量始终超过所述液压马达(6)的所需流量,所述第三溢流阀(9)的进口和出口分别与所述定量泵(1)的出口和回油油路(7)连通,用于对所述定量泵(1)的出口溢流,以使流向所述液压马达(6)的液压油符合所述液压马达的所需流量。

9. 根据权利要求1~3、7任一所述的双动力驱动系统,其中,所述液压泵机构为恒压变量泵(1'),能够自适应调整输出流量来匹配所述液压马达(6)的所需流量。

10. 一种工程机械车辆,其特征在于,包括权利要求1~9任一所述的双动力驱动系统。

11. 一种基于权利要求1~9任一所述的双动力驱动系统的控制方法,包括:

当接收到双动力驱动模式操作指令时,控制通断机构接入液压泵机构对液压马达(6)的液压油供应,启用液压动力驱动子系统,以实现机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用的双动力驱动模式,在该模式下,控制所述机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速;

当接收到纯机械动力驱动模式操作指令时,控制所述通断机构断开所述液压泵机构对所述液压马达(6)的液压油供应,停止启用液压动力驱动子系统,以实现纯机械动力驱动模式。

12. 根据权利要求11所述的控制方法,其中在所述双动力驱动模式下,还包括:根据所需车速调整所述液压马达(6)提供给车桥的驱动动力的大小。

13. 根据权利要求11所述的控制方法,其中在所述纯机械动力驱动模式下,还包括:根据所述液压马达(6)的测速结果判断所述液压马达(6)是否与车桥相连接,,如果是,则发出停机提示。

14. 根据权利要求11所述的控制方法,其中在所述液压泵机构的出口设有压力传感器(10),用于检测所述液压动力驱动子系统工作时的系统压力,在所述双动力驱动模式下,还包括:根据系统压力的波动情况判断所述液压动力驱动子系统是否工作异常,如判断异常,则减速停机。

双动力驱动系统、工程机械车辆及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆驱动技术,尤其涉及一种双动力驱动系统及控制方法。

背景技术

[0002] 工程机械车辆广泛应用于重载运输、建筑施工、野外吊装及公共服务等领域,其施工环境通常比较恶劣,行驶路面凹凸不平,路况较差,因此工程机械车辆的驱动性能日益受到关注。例如轮式起重机在施工作业时,经常需要在各个施工现场之间来回转移,而在移动过程中经常需要携带大负载或者跋山涉水,因此对其对驱动性能的要求比较高。

[0003] 现有的工程机械车辆多为单一动力系统驱动方式,如图1所示的机械动力驱动系统,发动机a1通过变速箱a2、分动箱a3以及传动轴a4等为车桥提供动力,这种机械动力驱动系统主要应用于在公路行驶的工程机械车辆,其传动效率高、车速范围大。而对于低速大扭矩,且往往在工地上行驶的非公路行驶的工程机械车辆来说,例如装载机动力传动系统、挖掘机行走系统、履带式起重机行走系统等,也可以采用图2所示的液压动力驱动系统,即发动机b1带动泵b2向马达b3供应液压油,而马达b3与驱动桥b4连接,提供驱动动力,这种液压动力驱动系统具有良好的无级调速性能和布局的灵活性,但其速度范围较小,效率较低,因此在公路行驶中较少使用。

[0004] 对于多级车桥的工程机械车辆来说,目前已出现了将机械动力驱动和液压动力驱动结合起来的双动力驱动系统,用来适用更为恶劣的路况或者爬坡需求,但此类双动力驱动系统在使用时往往会面临机械动力驱动的车轮转速与液压动力驱动的车轮转速不一致的现象,而这种转速不一致的现象会导致无法有效提高整机动力或者容易出现车轮磨损的问题,为了解决这一问题,目前通常采用的是将不同动力驱动所对应的车桥通过传动轴刚性连接,以使转速强制相同,但这样又会对车桥的传动设计带来限制,还会造成动力切换困难。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提出一种双动力驱动系统、工程机械车辆及控制方法,能够在不同动力驱动系统所驱动的车桥间采用非刚性连接的情形下提供驱动动力。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种双动力驱动系统,包括分别用于驱动不同车桥的机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统,其中,在所述机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用时,控制机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速;所述液压动力驱动子系统具体包括:

[0007] 液压马达,用于对车桥提供驱动动力;

[0008] 液压泵机构,用于向所述液压马达供应驱动液压马达转动的液压油;

[0009] 通断机构,设置于所述液压泵机构与所述液压马达之间的液压油路上,用于接入或断开所述液压泵机构对所述液压马达的液压油供应;

[0010] 溢流机构,设置在所述液压马达的进口,用于实现所述液压马达的进口位置的多余液压油的溢流功能。

[0011] 进一步的,所述通断机构包括第一插装阀,所述第一插装阀的进油口和出油口分别与所述液压泵机构的出口和所述液压马达的进口连通,所述第一插装阀的控制口接收压力控制信号,并根据压力控制信号开启或关闭所述第一插装阀的进油口和出油口之间的内部油道。

[0012] 进一步的,所述通断系统还包括换向阀,所述换向阀的两个工作油口分别连通所述第一插装阀的控制口和回油油路,所述换向阀的进油口和回油口分别与所述液压泵机构的出口和回油油路连通,在所述第一插装阀的控制口上设有节流孔,通过换向阀的切换实现所述第一插装阀的开启或关闭。

[0013] 进一步的,所述溢流机构包括第一溢流阀,所述第一溢流阀的进口和出口分别与所述液压马达的进口和回油油路连通,所述第一溢流阀的调定压力高于所述液压马达在最大扭矩下的系统压力。

[0014] 进一步的,所述溢流机构包括第二溢流阀和第二插装阀,所述第二插装阀的进口和出口分别与所述液压马达的进口和回油油路连通,所述溢流阀的进口和出口分别与所述第二插装阀的控制口和回油油路连通,在所述第二插装阀的阀芯内设有连通进口和控制口的节流孔,所述第二溢流阀的调定压力高于所述液压马达在最大扭矩下的系统压力。

[0015] 进一步的,在所述液压泵机构的出口设有防止液压油倒流的单向阀。

[0016] 进一步的,所述液压马达为双向液压马达,所述通断机构为电磁换向阀,所述电磁换向阀的两个工作油口分别连接所述双向液压马达的两端油口,通过切换所述电磁换向阀能够改变所述双向液压马达的进口,所述溢流机构包括分别设置在所述双向液压马达的两端油口的第三溢流阀和第四溢流阀,用于实现所在双向液压马达的油口分别作为进口时的多余液压油的溢流功能。

[0017] 进一步的,所述液压泵机构包括定量泵和第三溢流阀,所述定量泵输出恒定流量的液压油,并控制所述定量泵的输出流量始终超过所述液压马达的所需流量,所述第三溢流阀的进口和出口分别与所述定量泵的出口和回油油路连通,用于对所述定量泵的出口溢流,以使流向所述液压马达的液压油符合所述液压马达的所需流量。

[0018] 进一步的,所述液压泵机构为恒压变量泵,能够自适应调整输出流量来匹配所述液压马达的所需流量。

[0019] 为实现上述目的,本发明还提供了一种工程机械车辆,包括前述的双动力驱动系统。

[0020] 为实现上述目的,本发明还提供了一种基于前述双动力驱动系统的控制方法,包括:

[0021] 当接收到双动力驱动模式操作指令时,控制通断机构接入液压泵机构对液压马达的液压油供应,启用液压动力驱动子系统,以实现机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用的双动力驱动模式,在该模式下,控制所述机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速;

[0022] 当接收到纯机械动力驱动模式操作指令时,控制所述通断机构断开所述液压泵机构对所述液压马达的液压油供应,停止启用液压动力驱动子系统,以实现纯机械动力驱动

模式。

[0023] 进一步的,在所述双动力驱动模式下,还包括:根据所需车速调整所述液压马达提供给车桥的驱动动力的大小。

[0024] 进一步的,在所述纯机械动力驱动模式下,还包括:根据所述液压马达的测速结果判断所述液压马达是否与车桥相连接,如果是,则发出停机提示。

[0025] 进一步的,在所述液压泵机构的出口设有压力传感器,用于检测所述液压动力驱动子系统工作时的系统压力,在所述双动力驱动模式下,还包括:根据系统压力的波动情况判断所述液压动力驱动子系统是否工作异常,如判断异常,则减速停机。

[0026] 基于上述技术方案,本发明在机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统同时启用时,通过控制机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速,使其不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速,而由液压动力驱动的车轮转速由液压系统流量决定,当处于双驱动的车桥接地行驶时,在不打滑的情况下液压动力驱动的车轮转速与机械动力驱动的车轮转速一致,进而使液压马达需求的液压流量减小,再由液压泵机构给液压马达供应相应流量的液压油,以维持车轮转速的相同。当遭遇系统冲击或者爬坡溜车的不利情况时,液压马达进口处的溢流机构能够及时排出液压系统油路中的多余液压油,避免造成液压系统损害。

附图说明

[0027] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为现有的机械动力驱动系统的一实例的结构示意图。

[0029] 图2为现有的液压动力驱动系统的一实例地结构示意图。

[0030] 图3为双动力驱动系统的车轮转速及受力分析的示意图。

[0031] 图4为本发明双动力驱动系统的一实施例中液压动力驱动子系统的液压原理示意图。

[0032] 图5为本发明双动力驱动系统的另一实施例中液压动力驱动子系统的液压原理示意图。

[0033] 图6为本发明双动力驱动系统的又一实施例中液压动力驱动子系统的液压原理示意图。

具体实施方式

[0034] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0035] 双动力驱动系统在机械动力驱动和液压动力驱动分别驱动部分车桥时,车轮离地转速存在不一致的问题,如图3所示,假设机械动力驱动的车轮离地转速为 n_1 ,液压动力驱动的车轮离地转速为 n_2 ,当 $n_1 > n_2$ 时,在车辆行驶过程中液压动力驱动的车轮会被机械动力驱动的车轮拖拽行驶,产生阻力 F_3 ,使液压动力系统不能起到提高整车的动力作用。

[0036] 反之,当 $n_1 < n_2$ 时,车辆行驶过程中液压动力驱动的车轮始终提供 F_2 的动力,但当液压动力驱动的车轮所处地面湿滑或凹陷时,该车轮将发生转动磨损。可见,只有车轮离地转速 n_1 、 n_2 相同时,液压动力驱动的车轮才能既提供动力又不会发生车轮磨损。而根据机械

理论可知,要实现 n_1 、 n_2 相同,需将对应的两车桥通过传动轴连接,即必须使两车桥间进行刚性连接,但这又会对车桥的传动设计带来限制,还会造成动力切换困难,而且刚性连接的不同动力源难以匹配。

[0037] 为了克服这一限制,实现非刚性连接的不同动力驱动系统下的车桥的有效驱动,本发明通过控制方式来使车辆行驶时不同动力驱动系统所驱动车桥的车轮转速相同,为了实现这一要求,本发明的双动力驱动系统包括分别用于驱动不同车桥的机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统。其中,液压动力驱动子系统具体包括:液压马达6、液压泵机构、通断机构和溢流机构,液压马达6连接对应的车桥,通过将液压能转换成扭矩来对车桥提供驱动动力,液压泵机构从液压油箱吸入液压油,并向液压马达6供应驱动液压马达6转动的液压油。

[0038] 通断机构设置于液压泵机构与液压马达6之间的液压油路上,负责接入或断开液压泵机构对液压马达6的液压油供应,根据不同的路况需求使用者可以通过控制通断机构能够实现液压动力驱动子系统是否接入车辆的动力供应来实现液压助力,从而实现多种模式的动力驱动手段,例如纯机械动力驱动或者双动力同时驱动等。

[0039] 溢流机构设置在液压马达6的进口,负责实现液压马达6的进口位置的多余液压油的溢流功能。当工程车辆发生溜车或倒车时时液压马达反转时,液压马达6的进口压力超过系统设定压力,则无法进入液压马达6的液压流量可以通过溢流机构流回液压油箱而及时排除,从而避免液压油造成液压动力驱动子系统的管路或液压元件的破坏。

[0040] 在这种液压动力驱动子系统下,本发明进一步在机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用时,控制机械动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速 n_1 不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速 n_2 。

[0041] 由液压理论可知,车轮转速由液压系统流量决定,假设车轮离地转速 n_2 时所需系统流量 Q_2 、车辆离地转速 n_1 时所需系统流量 Q_1 ,当双动力驱动子系统同时启用,且车辆行驶时,由于轮速相同(车轮打滑除外),且 $n_1 \leq n_2$ 时液压动力驱动的车轮仅需系统提供 Q_1 流量即可,那么对于采用溢流阀的定量泵来说,多余的 $(Q_2 - Q_1)$ 的流量将通过溢流阀流回液压油箱。

[0042] 由于 $(Q_2 - Q_1)$ 的流量将通过溢流阀流回液压油箱,因此系统压力恒定维持在最大 P_{max} ,则实现了液压动力驱动的车轮始终提供最大驱动力,且车轮速度与机械驱动的车轮速度相同的目标。车辆车轮接地后,由于液压驱动的车轮速度与机械驱动的车轮速度相同,即液压车轮转速被限制了,因此液压驱动所提供的动力是一种与地面负载、与行驶速度、与平路坡路工况等无关的驱动力,该驱动力始终最大。不受其他系统因素影响,仅当地面附着系数下降后则该液压驱动车轮打滑。换句话说,本发明将现有的液压驱动动力依赖车辆负载或者行驶速度进行调整的方式巧妙的改为只依赖机械驱动的车轮转速,只要机械驱动的车轮转速小于液压驱动的车轮转速,则在不打滑的情况下,液压驱动提供的动力则会一直提供最大驱动力。对于中高速的车况要求下,通过控制液压马达的排量也可以满足非最大驱动力下车轮速度与机械驱动的车轮速度相同的要求。

[0043] 在图4、5所示的两个双动力驱动系统实施例的液压动力驱动子系统的液压原理图中,通断机构可包括第一插装阀2,该第一插装阀2的进油口和出油口分别与液压泵机构的出口和液压马达6的进口连通,第一插装阀2的控制口接收压力控制信号,并根据压力控制

信号开启或关闭所述第一插装阀2的进油口和出油口之间的内部油道。该压力控制信号可由先导油供应的模块(例如外接的先导油泵等)实现,也可由液压泵机构自身提供,即在通断系统增加换向阀3,换向阀3的两个工作油口分别连通第一插装阀2的控制口和回油油路7,换向阀3的进油口和回油口分别与液压泵机构的出口和回油油路7连通,考虑到液压泵机构出口的压力高于第一插装阀2的控制口的油压要求,因此可以在第一插装阀2的控制口上设置节流孔,以降低来自液压泵机构的油压。在另一个实施例中,通断机构也可以采用液压方向阀代替插装阀。

[0044] 如图4所示,换向阀3可采用两位四通电磁换向阀,当换向阀3失电时,第一插装阀2处于右位,此时液压泵机构的出口压力传递到第一插装阀2的控制口,使得第一插装阀2关闭,从而液压泵机构排出的液压油无法通过第一插装阀2而进入液压马达6的进口;当换向阀3得电时,第一插装阀2处于左位,此时第一插装阀2的控制口通过换向阀3与回油油路7连通,使第一插装阀2的进口的压力油能够克服第一插装阀2的弹簧力而推动阀芯向弹簧侧移动,从而开启第一插装阀2的进口和出口之间的通路,实现液压泵机构对液压马达6的液压油的输出。

[0045] 在本实施例中优选采用插装阀来实现液压泵机构和液压马达之间的油路的启闭主要是考虑到普通的通断阀(例如电磁换向阀等)可能无法满足驱动车桥的液压油在流量和压力上的要求,而插装阀能够承受较高压力和流量的压力油路的通断需求。

[0046] 溢流机构在本发明中能够使多余的液压油排出,其实现方式优选采用图4或图5中的溢流机构,其中图4的溢流机构包括第一溢流阀4,该溢流阀的进口和出口分别与液压马达6的进口和回油油路7连通,第一溢流阀4的调定压力高于液压马达6在最大扭矩下的系统压力。如前面所描述的,对于出现系统冲击或者爬坡溜车的情形,在液压马达6的进口处会积累较大的压力,如果不及时将该压力释放,则会进一步破坏液压动力驱动子系统内的液压油路或元件,如果未设置泵出口的单向阀,则还可能造成油液倒流回液压泵机构而造成泵的损坏。

[0047] 溢流阀的溢流过程也会消耗系统能量,造成回油发热的问题,因此图5中所示的溢流机构采用一种特定的溢流+卸荷的形式,即该溢流机构包括第二溢流阀4'和第二插装阀5,第二插装阀5的进口和出口分别与液压马达6的进口和回油油路7连通,第二溢流阀4'的进口和出口分别与第二插装阀5的控制口和回油油路7连通,在第二插装阀5的阀芯内设有连通进口和控制口的节流孔,第二溢流阀4'的调定压力高于液压马达6在最大扭矩下的系统压力。

[0048] 当液压马达6的进口压力达到第二溢流阀4'的调定压力时,该处的液压油会通过第二插装阀5的阀芯内的节流孔流向第二溢流阀4'的进口,再经第二溢流阀4'流回液压油箱,此时由于节流孔的作用,在第二插装阀5的进口和控制口之间产生了能够克服弹簧力的压力差,进而使第二插装阀5开启,接通第二插装阀5的进口和出口,从而使液压马达6进口处的液压油能够通过第二插装阀5进行卸荷,而这部分卸荷的液压油无需做功,因此不会消耗能量而发热。当液压马达6的进口压力恢复正常后,第二溢流阀4'关闭,第二插装阀5的进口和控制口之间压差消失,在弹簧力的作用下第二插装阀5关闭卸荷通道。为了满足进口和控制口的压差要求,还可以根据情况选择在第二插装阀5的控制口和第二溢流阀4'的进口之间设置节流阀。

[0049] 在液压动力驱动子系统的液压泵机构的选择上,可采用定量泵或者变量泵,其中图4实施例中示出了采用定量泵的液压泵机构的形式,其中液压泵机构包括定量泵1和第三溢流阀9,第三溢流阀9的进口和出口分别与定量泵1的出口和回油油路7连通。其中该溢流阀的溢流值即为系统压力。根据机械原理,液压动力驱动子系统的力矩 $F=F_1*i_0*i_1$, F_1 为液压马达的输出扭矩, i_0 减速器的速比, i_1 为车桥的速比。当减速器的速比、车桥的速比为定值时,液压马达6的输出扭矩越大,液压驱动力越大。液压马达6的输出扭矩 $T=V*\Delta p*\eta_m/20\pi$ (Nm), η_m 为马达机械效率,可见液压马达6的输出扭矩取决于马达排量、马达进出油口压差。当选定一定型号的马达后,马达排量即一定,那么只有马达进出油口的压差影响马达的输出扭矩。

[0050] 当采用定量泵1驱动液压马达6旋转时,如果定量泵2排出流量大于液压马达6所需流量时,则此时系统压力恒定为最大压力 P_{max} ,多余的流量经第三溢流阀9流回液压油箱。通过控制定量泵1的输出流量超过液压马达6的所需流量,则液压马达6的进出油口压差可维持最大且恒定不变,进而使液压马达6的输出扭矩最大且恒定,即同一工程机械车辆中液压动力驱动子系统提供的动力始终最大且恒定,有效的提高了整车的驱动性能。在通断机构关闭时,定量泵2输出的液压油会通过第三溢流阀9溢流回液压油箱。

[0051] 图5示出了采用恒压变量泵1'作为液压泵机构的例子,恒压变量泵1'能够根据液压马达6在输出驱动力以及所需流量方面的需求,通过自身的控制机构自适应调整输出流量,并保持压力的恒定,进而减少或消除系统溢流所带来的能量损失。在通断机构关闭时,恒压变量泵1'能够自动调整到最小的输出流量,减少或避免系统溢流能量损失。

[0052] 在上述各种液压泵机构的出口还可以设置防止液压油倒流的单向阀8,进而提高液压泵机构的安全。

[0053] 考虑到工程机械车辆的双向行驶要求,液压马达6可以选用双向液压马达,如图6所示,为本发明双动力驱动系统的又一实施例中液压动力驱动子系统的液压原理示意图。在本实施例中,通断机构为电磁换向阀11,该电磁换向阀11的两个工作油口分别连接双向液压马达的两端油口,通过切换电磁换向阀11能够改变双向液压马达的进口,溢流机构包括分别设置在双向液压马达的两端油口的第三溢流阀12和第四溢流阀13,用于实现所在双向液压马达的油口分别作为进口时的多余液压油的溢流功能。这样工程机械车辆的驾驶者就能够通过控制电磁换向阀11的位置来实现前向或后向的行驶要求。此外,在本实施例中,通断机构也可以采用多个插装阀来实现切换,以适应液压马达的排量要求,而溢流机构中的第三溢流阀12和第四溢流阀13也可分别替换为图5实施例中的单路的溢流机构。在液压泵机构的选择上,本实施例采用的是恒压变量泵1',根据需要也可以替换为定量泵1和第三溢流阀9的组合。

[0054] 上述双动力驱动系统的各个实施例可应用于各类工程机械车辆,尤其是具有重载、爬坡等恶劣工况的工程机械车辆,本发明能够为工程机械车辆提供需要的驱动力,且能够使液压动力驱动的车轮速度与机械动力驱动的车轮速度相同。

[0055] 基于上述的双动力驱动系统,本发明还提供了对应的控制方法,即包括:

[0056] 当接收到双动力驱动模式操作指令时,控制通断机构接入液压泵机构对液压马达6的液压油供应,启用液压动力驱动子系统,以实现机械动力驱动子系统和液压动力驱动子系统均启用的双动力驱动模式,在该模式下,控制所述机械动力驱动子系统所驱动车桥的

车轮离地转速不高于所述液压动力驱动子系统所驱动车桥的车轮离地转速；

[0057] 当接收到纯机械动力驱动模式操作指令时，控制所述通断机构断开所述液压泵机构对所述液压马达6的液压油供应，停止启用液压动力驱动子系统，以实现纯机械动力驱动模式。

[0058] 其中，工程机械车辆的操作员可以通过手触按钮的方式向控制器发出不同的驱动模式操作指令，例如在公路上行驶时，由于路况较好车速较快，此时不适合接入液压动力驱动子系统，则可采用纯机械动力驱动模式，而当操作员认为当前路况较差，例如遭遇坡路或者重载运输等低速及需要较高扭矩的情况，则可以选择双动力驱动模式，利用液压动力驱动子系统来提供驱动助力。

[0059] 当接入液压动力驱动子系统后，也可以根据实际速度及扭矩的需求，选择液压马达6提供给车桥的最大驱动动力，或者提供给车桥部分驱动动力，例如在低速下实现全扭矩的最大驱动动力，而在中低速下实现部分扭矩的驱动动力。

[0060] 考虑到从双动力驱动模式下切换为纯机械动力驱动模式时，如果因为器件故障等原因导致并未实际断开液压动力驱动子系统，则可能会造成液压动力驱动下的车轮因转速慢于机械动力驱动下的车轮而被拖拽行驶，形成阻力，降低整车的行驶速度，因此在纯机械动力驱动模式下，还可以根据液压马达6的测速结果判断液压马达6是否与车桥相连接，如果是，则发出停机提示。如果液压马达6的转速为0，说明液压动力驱动子系统已正常断开，则无需进行任何针对于液压动力驱动子系统的操作，而假设液压马达6存在一定的转速，则说明液压泵机构仍然在给液压马达6供应使其转动的液压油，进而可判断出通断机构未正常工作，需要尽快停车来进行调整，因此可以通知操作员停车或者直接停车。

[0061] 在另一个实施例中，在所述液压泵机构的出口设有压力传感器10，用于检测所述液压动力驱动子系统工作时的系统压力，在所述双动力驱动模式下，还包括：根据系统压力的波动情况判断所述液压动力驱动子系统是否工作异常，如判断异常，则减速停机。

[0062] 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制；尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换；而不脱离本发明技术方案的精神，其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

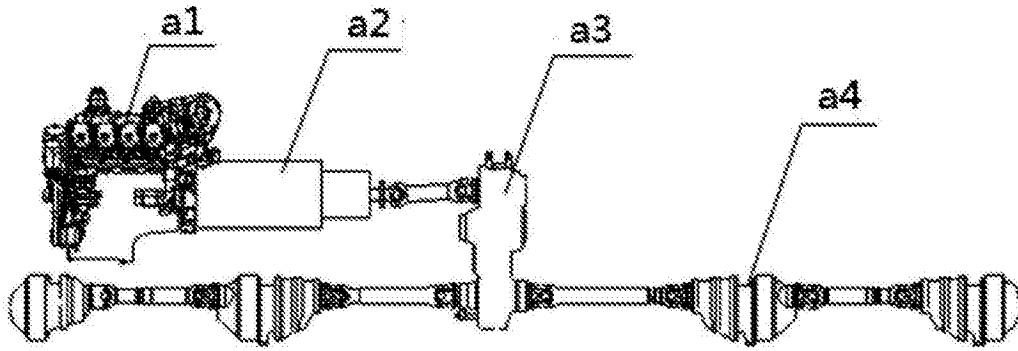


图1

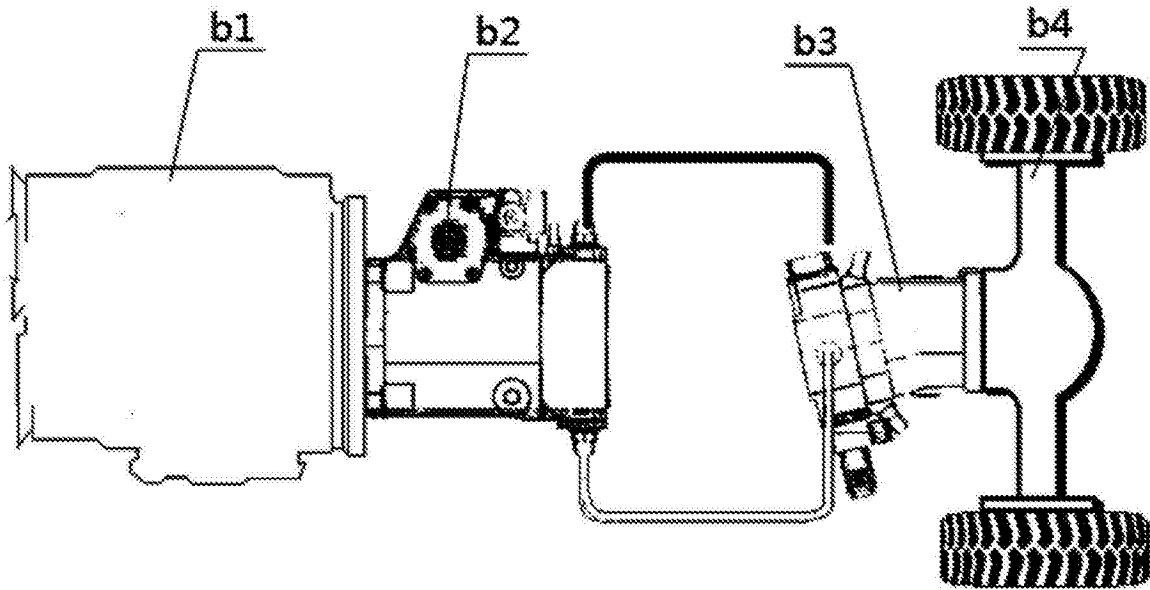


图2

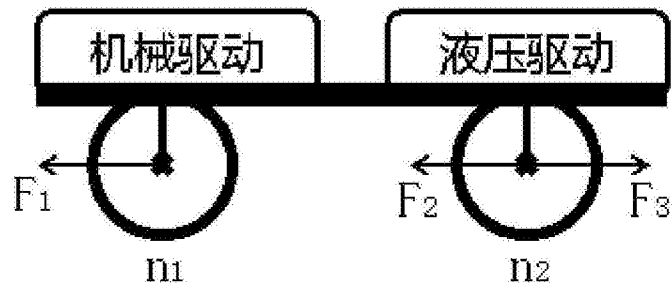


图3

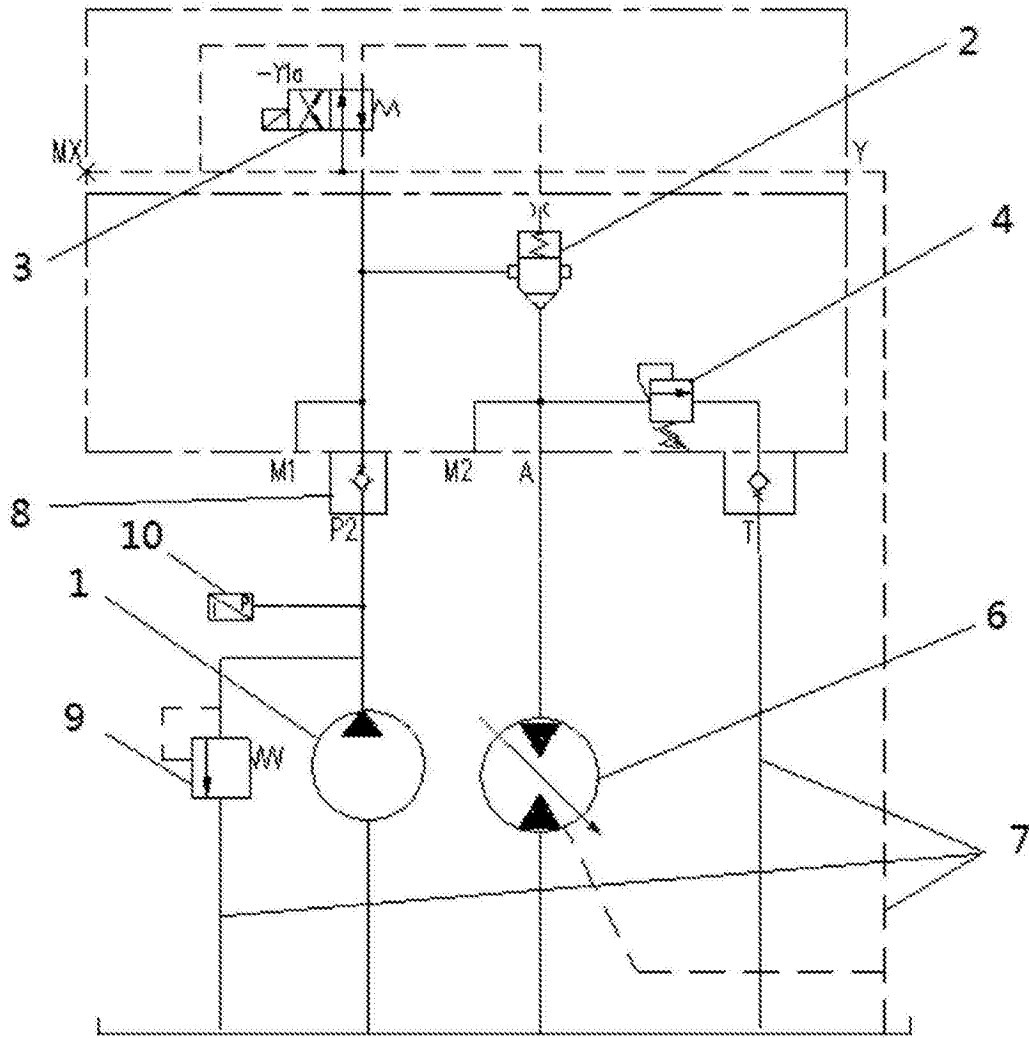


图4

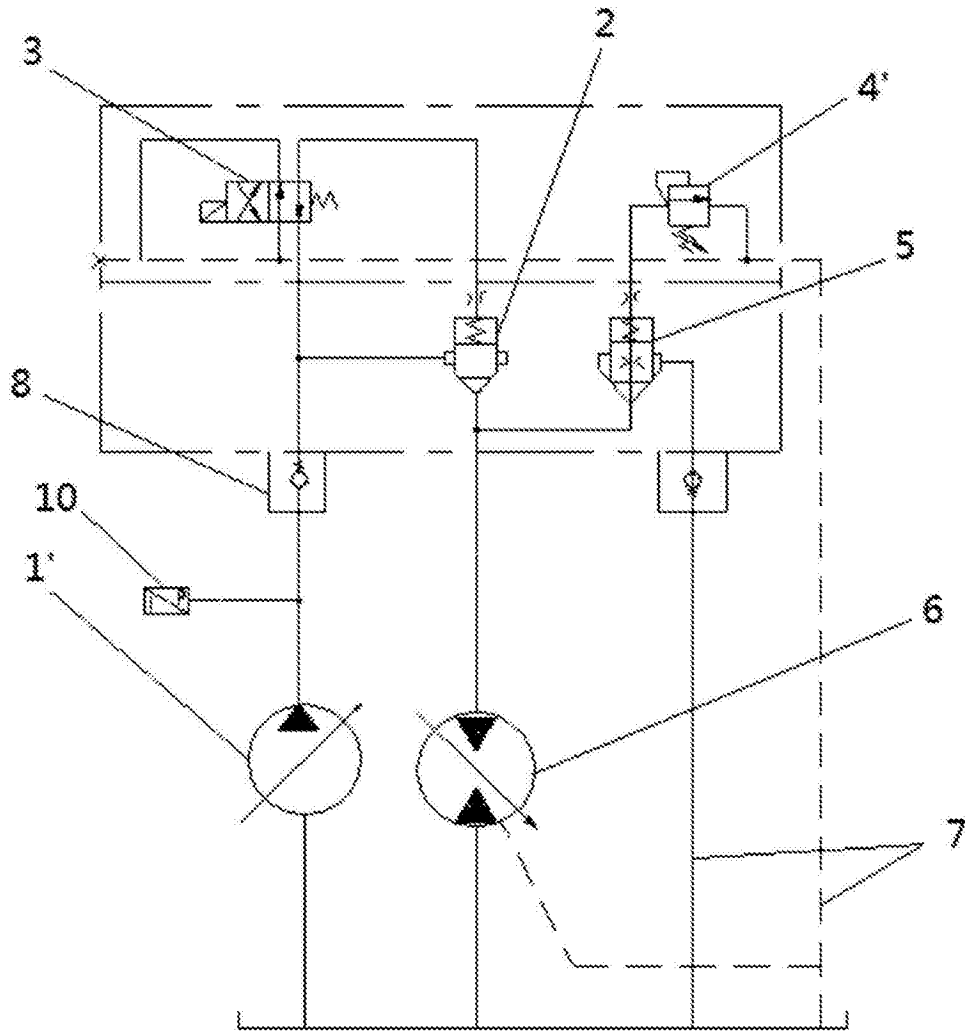


图5

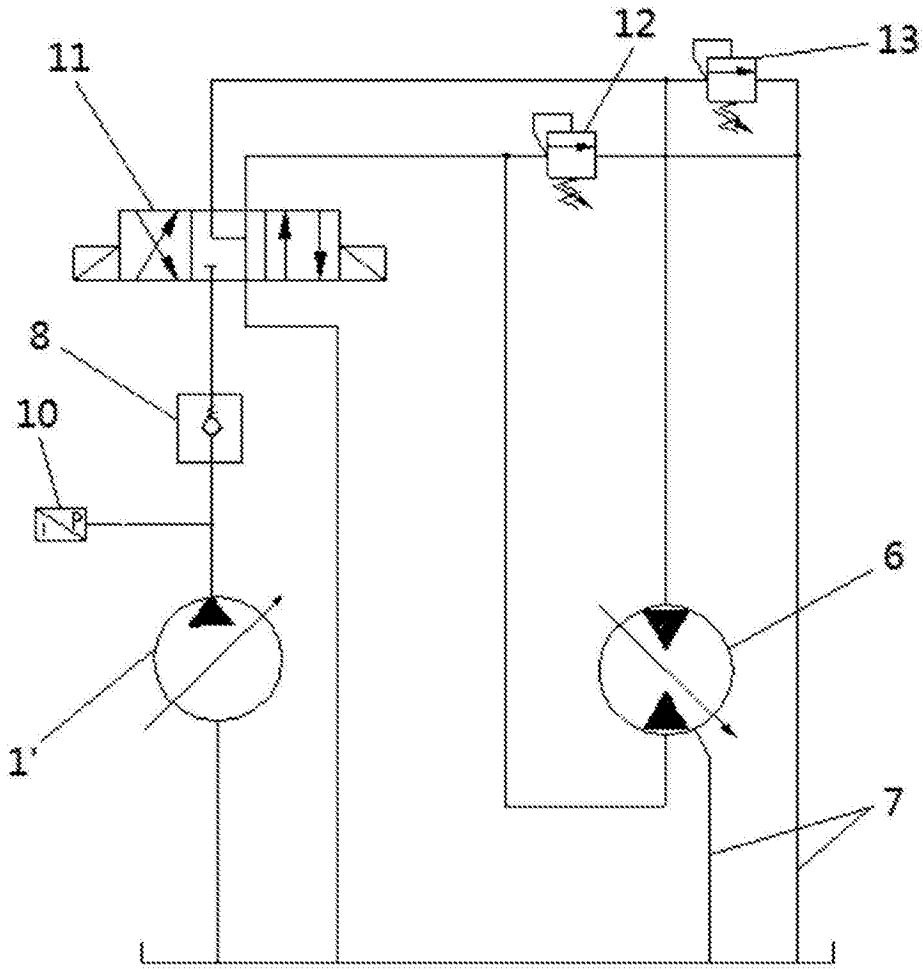


图6