



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108591410 B

(45)授权公告日 2020.07.17

(21)申请号 201810379637.4

(22)申请日 2018.04.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108591410 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(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 邹天刚 张金乐 侯威 郭静  
毛飞鸿 王成 钟薇 黄宏游  
刘晓蓉

(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 刘二格

(51)Int.Cl.

F16H 47/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 103591247 A,2014.02.19,  
CN 102943859 A,2013.02.27,  
CN 106958640 A,2017.07.18,  
CN 105114588 A,2015.12.02,  
CN 106369136 A,2017.02.01,  
JP H1096460 A,1998.04.14,

审查员 张华

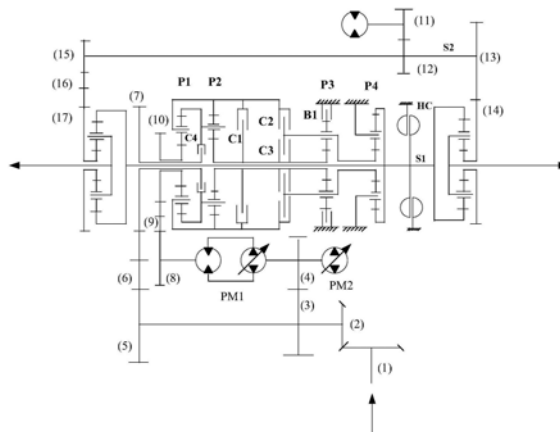
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种用于履带车辆的四段式液压机械无级  
传动装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于履带车辆的四段式  
液压机械无级传动装置,包括:行星耦合机构,液  
压调速部件,换段操纵部件,液压无级转向部件,  
液力减速部件;行星耦合机构包括四个行星排;  
液压调速部件包括变量泵和定量马达组成的液  
压调速回路;换段操纵部件包括四个离合器和一  
个制动器;液压无级转向部件包含变量泵和定量  
马达组成的液压调速回路;液力减速部件包含液  
力耦合器。本发明采用液压机械复合无级传动  
的形式,通过行星耦合机构实现4前1倒、中心转向  
和应急机械挡,车辆高速工况还可以利用液力耦  
合器实现液力减速,能够满足车辆高速越野和灵  
活转向的需求,大幅提高车辆的动力性和经济  
性。



1. 一种用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,包括:行星耦合机构,液压调速部件,换段操纵部件,液压无级转向部件,液力减速部件;其中,行星耦合机构包括:第一行星排(P1)、第二行星排(P2)、第三行星排(P3)、第四行星排(P4);液压调速部件包括等排量的第一变量泵和第一定量马达组成的第一液压调速回路(PM1);换段操纵部件包括第一离合器(C1)、第二离合器(C2)、第三离合器(C3)、第四离合器(C4)、制动器(B1);液压无级转向部件包含等排量的第二变量泵和第二定量马达组成的第二液压调速回路(PM2);液力减速部件包含液力耦合器(HC);

各部件之间的连接关系为:传动装置的输入轴第一锥齿轮(1)传递来自发动机的动力,为整个装置提供动力,两侧汇流行星排汇集车辆直驶功率流和转向功率流将动力输出;第一离合器(C1)连接第二行星排(P2)的太阳轮和第二行星排(P2)的齿圈,第二离合器(C2)连接第二行星排(P2)的齿圈和第三行星排(P3)的框架,第三离合器(C3)连接第二行星排(P2)的太阳轮和第三行星排(P3)的框架,第四离合器(C4)连接第五直齿轮(7)和第一行星排(P1)的齿圈及第二行星排(P2)的框架;制动器(B1)制动第三行星排(P3)的齿圈;液力耦合器(HC)一端连接变速箱壳体,另一端连接传动主轴(S1);传动主轴(S1)与第四行星排(P4)的齿圈、液力耦合器(HC)及两侧汇流排相连,两侧汇流排位于传动装置的左右两侧,与传动装置的输出轴相连,实现动力的输出;行星耦合机构的输出动力通过传动主轴(S1)传递到两侧汇流行星排齿圈;行星耦合机构输入的机械功率流通过第一锥齿轮(1)和第二锥齿轮(2)、第三直齿轮(5)和第四直齿轮(6)、第五直齿轮(7)共计3对齿轮传递,实现发动机输入转速反向;行星耦合机构输入的液压功率流通过第一锥齿轮(1)和第二锥齿轮(2)、第一直齿轮(3)和第二直齿轮(4)、第六直齿轮(8)和第七直齿轮(9)、第八直齿轮(10)共计4对齿轮传递,不考虑第一液压调速回路(PM1)调速的情况下,实现发动机输入转速同向;转向功率流通过第一锥齿轮(1)、第二锥齿轮(2)、第一直齿轮(3)、第二直齿轮(4)、第二液压调速回路(PM2)、第九直齿轮(11)、第十直齿轮(12)传递到转向零轴(S2),然后动力分别经第十一直齿轮(13)、第十二直齿轮(14)传递到传动装置一侧汇流排,经第十三直齿轮(15)、第十四直齿轮(16)、第十五直齿轮(17)传递到传动装置另一侧汇流排。

2. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述第一液压调速回路(PM1)和第二液压调速回路(PM2)中,第一变量泵和第二变量泵结构一样,第一定量马达和第二定量马达结构一样,第一、第二变量泵的最大排量和第一、第二定量马达的排量相同。

3. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述车辆前进时,该无级传动装置的前进档包括一个纯液压段和三个液压机械段:纯液压工作段、液压机械工作段1、液压机械工作段2和液压机械工作段3。

4. 如权利要求3所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,当所述第一离合器(C1)、制动器(B1)接合时,处于纯液压工作段,泵马达排量比从0逐渐反向变量到-1,完成起步加速阶段;动力从所述第一锥齿轮(1)输入后,依次经过第二锥齿轮(2),第一直齿轮(3)、第二直齿轮(4)传递到第一液压调速回路(PM1),第一液压调速回路(PM1)将机械功率流转为液压功率流,经第一定量马达输出轴和第六直齿轮(8)、第七直齿轮(9)、第八直齿轮(10)传递到第一行星排(P1)的太阳轮,之后动力经第一行星排(P1)、第二行星排(P2)、第三行星排(P3)和第四行星排(P4)传递到传动主轴(S1),再经两侧汇流排

将动力输出。

5. 如权利要求3所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,当所述第四离合器(C4)、制动器(B1)接合时,处于液压机械工作段1,泵马达排量比从-1逐渐反向变量到1,实现车辆加速;动力从所述第一锥齿轮(1)、第二锥齿轮(2)输入后,功率分为两路,其中一路机械功率流经第三直齿轮(5)、第四直齿轮(6)、第五直齿轮(7)传递至第四离合器(C4),另一路功率流经第一直齿轮(3)、第二直齿轮(4)传递到第一液压调速回路(PM1)转为液压功率流,经马达输出轴和第六直齿轮(8)、第七直齿轮(9)、第八直齿轮(10)传递到第一行星排(P1)的太阳轮;机械功率流和液压功率流在第一行星排(P1)汇流,之后动力经第一行星排(P1)、第二行星排(P2)、第三行星排(P3)和第四行星排(P4)传递到传动主轴(S1),再经两侧汇流排将动力输出。

6. 如权利要求3所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述液压机械工作段2分别结合的操纵元件是第二离合器(C2)和第四离合器(C4),液压调速回路的变量比从1到-1,液压机械工作段3分别结合的操纵元件是第三离合器(C3)和第四离合器(C4),液压调速回路的变量比从-1到1,动力传递路线与液压机械工作段1相比,液压机械功率流在第一行星排(P1)汇流之后,液压机械工作段2和液压机械工作段3功率的传递经过第二行星排(P2)和第四行星排(P4),不经过第三行星排(P3)。

7. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述车辆倒退时,第一离合器(C1)、制动器(B1)接合,系统处于纯液压工作段,泵马达排量比从0逐渐正向变量到1,实现车辆倒驶;动力从所述第一锥齿轮(1)输入后,依次经过第二锥齿轮(2)、第一直齿轮(3)、第二直齿轮(4)、第一液压调速回路(PM1)和第六直齿轮(8)、第七直齿轮(9)、第八直齿轮(10)传递到第一行星排(P1)的太阳轮,之后动力经第一行星排(P1)、第二行星排(P2)、第三行星排(P3)和第四行星排(P4)传递到传动主轴(S1),再经两侧汇流排将动力输出。

8. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述车辆中心转向时,第三离合器(C3)和制动器(B1)结合,实现第三行星排(P3)锁死,进而实现传动主轴制动和两侧汇流排齿圈制动;转向功率流通过第一锥齿轮(1)、第二锥齿轮(2)和第一直齿轮(3)、第二直齿轮(4)传递到第二液压调速回路(PM2)中,第二变量泵的排量分别从0到-1或者从0到1,实现马达输出轴正转或者反转,之后动力经第九直齿轮(11)、第十直齿轮(12)传递到转向零轴(S2),然后一部分动力分别经第十一直齿轮(13)、第十二直齿轮(14),汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相同,实现一侧汇流排框架输出轴正转或者反转,另一部分动力经第十三直齿轮(15)、第十四直齿轮(16)、第十五直齿轮(17),汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相反,实现这一侧汇流排框架输出轴反转或者正转;动力传递到两侧主动轮后,经车辆一侧主动轮正向旋转,另一侧主动轮反向旋转,实现围绕车辆几何中心转向。

9. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述车辆行进转向时,在第二液压调速回路(PM2)的第二变量泵排量分别从0到-1或者从0到1实现一侧汇流排输出转速增加或者减小,另一侧输出转速减小或者增加,其变化量绝对值相等;直驶功率流和转向功率流分别在两侧汇流排汇集,之后经两侧汇流排的框架输出轴输出。

10. 如权利要求1所述的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其特征在于,所述车辆高速行进减速时,液力耦合器(HC)充油工作,传动主轴的一部分动力经过液力耦合器转化为高速搅油的热量,实现制动能量的转化,进而车辆速度得到降低;当传动装置的液压泵马达出现故障时,第一离合器(C1)、第四离合器(C4)和制动器(B1)结合,实现机械挡,实现车辆的起步和低速前进。

## 一种用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于履带车辆传动技术领域,涉及一种用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置。

### 背景技术

[0002] 传动系统是车辆动力传递的核心系统,其性能对整个车辆的动力性、燃油经济性等都有极大的影响。液力机械综合传动装置虽然在履带车辆上具有广泛的应用,但是其在特定的档位内,其调速特性是依靠发动机的调速特性决定的,复杂多变的路面导致发动机负荷剧烈变化,液力机械综合传动装置需要频繁使用液力变矩器进入液力工况工作,导致整个传动系统传动效率并不太理想,并且燃油经济性不能得到保证。现有的液力机械综合传动装置通过有级的若干个传动比实现变速,但是换挡时带来很大的换挡冲击,大大影响换挡操纵元件和整机相关机械结构的寿命和可靠性,液力机械综合传动装置的寿命也往往受制于摩擦片的寿命。静液无级传动虽然可方便实现无级调速,使发动机常工作于经济转速区间,但是静液传动所用的液压泵马达闭式调速回路的效率也较低,其不能满足履带车辆大范围调速变扭的需求。多段液压机械连续无级传动系统兼有机械传动的高效率和液压无级调速高性能的双重优点,可在较宽的范围内实现可控的无级变速,满足车辆对复杂多变路况的要求,提高车辆的智能化和自动化水平,为车辆经济性和动力性问题解决提供了很好的解决方案。多段式液压机械复合传动可应用到传动功率在数百千瓦甚至一千千瓦以上的各种大型农用机械、工程机械、装甲车辆等特定需求的重型车辆上,具有广阔的市场前景。

[0003] 多段式液压机械传动目前公开的文献或者专利多用于装载机、拖拉机、环卫机械等,用于高速履带车辆的还比较少。

### 发明内容

[0004] (一)发明目的

[0005] 本发明的目的是:提供一种用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,能够满足车辆高速越野和灵活转向的需求,提高车辆的动力性和经济性。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,其包括:行星耦合机构,液压调速部件,换段操纵部件,液压无级转向部件,液力减速部件;其中,行星耦合机构包括:第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3、第四行星排P4;液压调速部件包括等排量的第一变量泵和第一定量马达组成的第一液压调速回路PM1;换段操纵部件包括第一离合器C1、第二离合器C2、第三离合器C3、第四离合器C4、制动器B1;液压无级转向部件包含等排量的第二变量泵和第二定量马达组成的第二液压调速回路PM2;液力减速部件包含液力耦合器HC;

[0008] 各部件之间的连接关系为:传动装置的输入轴第一锥齿轮1传递来自发动机的动

力,为整个装置提供动力,两侧汇流行星排汇集车辆直驶功率流和转向功率流将动力输出;第一离合器C1连接第二行星排P2的太阳轮和第二行星排P2的齿圈,第二离合器C2连接第二行星排P2的齿圈和第三行星排P3的框架,第三离合器C3连接第二行星排P2的太阳轮和第三行星排P3的框架,第四离合器C4连接第五直齿轮7和第一行星排P1的齿圈及第二行星排P2的框架;制动器B1制动第三行星排P3的齿圈;液力耦合器HC一端连接变速箱壳体,另一端连接传动主轴S1;传动主轴S1与第四行星排P4的齿圈、液力耦合器HC及两侧汇流排相连,两侧汇流排位于传动装置的左右两侧,与传动装置的输出轴相连,实现动力的输出;行星耦合机构的输出动力通过传动主轴S1传递到两侧汇流行星排齿圈;行星耦合机构输入的机械功率流通过第一锥齿轮1和第二锥齿轮2、第三直齿轮5和第四直齿轮6、第五直齿轮7共计3对齿轮传递,实现发动机输入转速反向;行星耦合机构输入的液压功率流通过第一锥齿轮1和第二锥齿轮2、第一直齿轮3和第二直齿轮4、第六直齿轮8和第七直齿轮9、第八直齿轮10共计4对齿轮传递,不考虑第一液压调速回路PM1调速的情况下,实现发动机输入转速同向;转向功率流通过第一锥齿轮1、第二锥齿轮2、第一直齿轮3、第二直齿轮4、第二液压调速回路PM2、第九直齿轮11、第十直齿轮12传递到转向零轴S2,然后动力分别经第十一直齿轮13、第十二直齿轮14传递到传动装置一侧汇流排,经第十三直齿轮15、第十四直齿轮16、第十五直齿轮17传递到传动装置另一侧汇流排。

[0009] 其中,所述第一液压调速回路PM1和第二液压调速回路PM2中,第一变量泵和第二变量泵结构一样,第一定量马达和第二定量马达结构一样,第一、第二变量泵的最大排量和第一、第二定量马达的排量相同。

[0010] 其中,所述车辆前进时,该无级传动装置的前进档包括一个纯液压段和三个液压机械段:纯液压工作段、液压机械工作段1、液压机械工作段2和液压机械工作段3。

[0011] 其中,当所述第一离合器C1、制动器B1接合时,处于纯液压工作段,泵马达排量比从0逐渐反向变量到-1,完成起步加速阶段;动力从所述输入第一锥齿轮1输入后,依次经过第二锥齿轮2,第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第一液压调速回路PM1,第一液压调速回路PM1将机械功率流转为液压功率流,经第一定量马达输出轴和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出。

[0012] 其中,当所述第四离合器C4、制动器B1接合时,处于液压机械工作段1,泵马达排量比从-1逐渐反向变量到1,实现车辆加速;动力从所述第一锥齿轮1、第二锥齿轮2输入后,功率分为两路,其中一路机械功率流经第三直齿轮5、第四直齿轮6、第五直齿轮7传递至第四离合器C4,另一路功率流经第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第一液压调速回路PM1转为液压功率流,经马达输出轴和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮;机械功率流和液压功率流在第一行星排P1汇流,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出。

[0013] 其中,所述液压机械工作段2分别结合的操纵元件是第二离合器C2和第四离合器C4,液压调速回路的变量比从1到-1,液压机械工作段3分别结合的操纵元件是第三离合器C3和第四离合器C4,液压调速回路的变量比从-1到1,动力传递路线与液压机械工作段1相比,液压机械功率流在第一行星排P1汇流之后,液压机械工作段2和液压机械工作段3功率的传递经过第二行星排P2和第四行星排P4,不经过第三行星排P3。

[0014] 其中,所述车辆倒退时,第一离合器C1、制动器B1接合,系统处于纯液压工作段,泵马达排量比从0逐渐正向变量到1,实现车辆倒驶;动力从所述输入第一锥齿轮1输入后,依次经过第二锥齿轮2、第一直齿轮3、第二直齿轮4、第一液压调速回路PM1和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出。

[0015] 其中,所述车辆中心转向时,第三离合器C3和制动器B1结合,实现第三行星排P3锁死,进而实现传动主轴制动和两侧汇流排齿圈制动;转向功率流通过第一锥齿轮1、第二锥齿轮2和第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第二液压调速回路PM2中,第二变量泵的排量分别从0到-1或者从0到1,实现马达输出轴正转或者反转,之后动力经第九直齿轮11、第十直齿轮12传递到转向零轴S2,然后一部分动力分别经第十一直齿轮13、第十二直齿轮14,汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相同,实现一侧汇流排框架输出轴正转或者反转,另一部分动力经第十三直齿轮15、第十四直齿轮16、第十五直齿轮17,汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相反,实现这一侧汇流排框架输出轴反转或者正转;动力传递到两侧主动轮后,经车辆一侧主动轮正向旋转,另一侧主动轮反向旋转,实现围绕车辆几何中心转向。

[0016] 其中,所述车辆行进转向时,在第二液压调速回路PM2的第二变量泵排量分别从0到-1或者从0到1实现一侧汇流排输出转速增加或者减小,另一侧输出转速减小或者增加,其变化量绝对值相等;直驶功率流和转向功率流分别在两侧汇流排汇集,之后经两侧汇流排的框架输出轴输出。

[0017] 其中,所述车辆高速行进减速时,液力耦合器HC充油工作,传动主轴的一部分动力经过液力耦合器转化为高速搅油的热量,实现制动能量的转化,进而车辆速度得到降低;当传动装置的液压泵马达出现故障时,第一离合器C1、第四离合器C4和制动器B1结合,实现机械挡,实现车辆的起步和低速前进。

[0018] (三)有益效果

[0019] 上述技术方案所提供的用于履带车辆的四段式液压机械无级传动装置,采用液压机械复合无级传动的形式,通过行星耦合机构实现4前1倒、中心转向和应急机械挡,零差速转向实现车辆在前进和倒退两种工况下的各个调速段内均能够实现连续无级转向,车辆高速工况还可以利用液力耦合器实现液力减速,能够满足车辆高速越野和灵活转向的需求,大幅提高车辆的动力性和经济性。

## 附图说明

[0020] 图1为四段式液压机械连续无级传动装置传动简图;

[0021] 图2为车速与泵马达PM1变量比的关系示意图。

## 具体实施方式

[0022] 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。

[0023] 本实施例中将四段式液压机械连续无级传动装置运用在履带车辆上,如图1各部件连接关系示意图所示,该装置包括:行星耦合机构,液压调速部件,换段操纵部件,液压无

级转向部件,液力减速部件;其中,行星耦合机构包括:第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3、第四行星排P4;液压调速部件包括等排量的第一变量泵和第一定量马达组成的第一液压调速回路PM1;换挡操纵部件包括第一离合器C1、第二离合器C2、第三离合器C3、第四离合器C4、制动器B1;液压无级转向部件包含等排量的第二变量泵和第二定量马达组成的第二液压调速回路PM2;液力减速部件包含液力耦合器HC。

[0024] 其中,第一液压调速回路PM1和第二液压调速回路PM2中,第一变量泵和第二变量泵结构一样,第一定量马达和第二定量马达结构一样,第一、第二变量泵的最大排量和第一、第二定量马达的排量相同。

[0025] 传动装置各部件之间的连接关系为:传动装置的输入第一锥齿轮1传递来自发动机的动力,从而为整个装置提供动力,两侧汇流行星排汇集车辆直驶功率流和转向功率流将动力输出。第一离合器C1连接第二行星排P2的太阳轮和第二行星排P2的齿圈,第二离合器C2连接第二行星排P2的齿圈和第三行星排P3的框架,第三离合器C3连接第二行星排P2的太阳轮和第三行星排P3的框架,第四离合器C4连接第五直齿轮7和第一行星排P1的齿圈及第二行星排P2的框架;制动器B1制动第三行星排P3的齿圈;液力耦合器HC一端连接变速箱壳体,另一端连接传动主轴S1;传动主轴S1与第四行星排P4的齿圈、液力耦合器HC及两侧汇流排相连,两侧汇流排位于传动装置的左右两侧,与传动装置的输出轴相连,实现动力的输出;行星耦合机构的输出动力通过传动主轴S1传递到两侧汇流行星排齿圈;行星耦合机构输入的机械功率流通过第一锥齿轮1和第二锥齿轮2、第三直齿轮5和第四直齿轮6、第五直齿轮7共计3对齿轮传递,实现发动机输入转速反向;行星耦合机构输入的液压功率流通过第一锥齿轮1和第二锥齿轮2、第一直齿轮3和第二直齿轮4、第六直齿轮8和第七直齿轮9、第八直齿轮10共计4对齿轮传递,不考虑第一液压调速回路PM1调速的情况下,实现发动机输入转速同向。转向功率流通过第一锥齿轮1、第二锥齿轮2、第一直齿轮3、第二直齿轮4、第二液压调速回路PM2、第九直齿轮11、第十直齿轮12传递到转向零轴S2,然后动力分别经第十一直齿轮13、第十二直齿轮14传递到传动装置一侧汇流排,经第十三直齿轮15、第十四直齿轮16、第十五直齿轮17传递到传动装置另一侧汇流排。

[0026] 图2为车速与泵马达变量比的关系示意图,表1为四段式液压机械连续无级传动换挡操纵表。其中,车辆前进时,该无级传动装置的前进档包括一个纯液压段和三个液压机械段:当所述第一离合器C1、制动器B1接合时,处于纯液压工作段,泵马达排量比(变量泵排量与马达排量之比)从0逐渐反向变量到-1,完成起步加速阶段;动力从所述输入第一锥齿轮1输入后,依次经过第二锥齿轮2,第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第一液压调速回路PM1,第一液压调速回路PM1将机械功率流转为液压功率流,经马达输出轴和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出。当所述第四离合器C4、制动器B1接合时,处于液压机械工作段1,泵马达排量比从-1逐渐反向变量到1,实现车辆加速;动力从所述第一锥齿轮1、第二锥齿轮2输入后,功率分为两路,其中一路机械功率流经第三直齿轮5、第四直齿轮6、第五直齿轮7传递至第四离合器C4,另一路功率流经第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第一液压调速回路PM1转为液压功率流,经马达输出轴和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮。机械功率流和液压功率流在第一行星排P1汇流,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三



行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出。液压机械工作段2分别结合的操纵元件是第二离合器C2和第四离合器C4,液压调速回路的变量比从1到-1,液压机械工作段3分别结合的操纵元件是第三离合器C3和第四离合器C4,液压调速回路的变量比从-1到1,动力传递路线与液压机械工作段1相比,液压机械功率流在第一行星排P1汇流之后,液压机械工作段2和液压机械工作段3功率的传递经过第二行星排P2和第四行星排P4,不经过第三行星排P3。

[0027] 表1

工作段	操纵件					泵马达 PM1 变量范围
	C1	C2	C3	C4	B1	
前进段 1	●				●	0~-1
前进段 2				●	●	-1~1
前进段 3		●		●		1~-1
前进段 4			●	●		-1~1
中心转向			●		●	-1~1
机械挡	●			●	●	0
倒驶	●				●	0~1

[0029] 经过合理选择各个部件的结构参数,第一行星排P1的特性参数为3,第二行星排P2的特性参数为2,第三行星排P3的特性参数为3,第四行星排P4的特性参数为2。前进四段的换段速比为等比关系,公比为2。对应的前进第一段的车速范围:0~10.46km/h,前进二段的车速范围为10.46~20.89km/h,前进三段的车速范围为20.89~41.83km/h,前进四段的车速范围为41.83~83km/h。

[0030] 车辆倒退时,第一离合器C1、制动器B1接合,系统处于纯液压工作段,泵马达排量比(变量泵排量与马达排量之比)从0逐渐正向变量到1,实现车辆倒驶;动力从所述输入第一锥齿轮1输入后,依次经过第二锥齿轮2,第一直齿轮3、第二直齿轮4、第一液压调速回路PM1和第六直齿轮8、第七直齿轮9、第八直齿轮10传递到第一行星排P1的太阳轮,之后动力经第一行星排P1、第二行星排P2、第三行星排P3和第四行星排P4传递到传动主轴S1,再经两侧汇流排将动力输出,倒速范围:0~-10.46km/h。

[0031] 车辆中心转向时,第三离合器C3和制动器B1结合,实现第三行星排P3锁死,进而实现传动主轴制动和两侧汇流排齿圈制动。转向功率流通过第一锥齿轮1、第二锥齿轮2和第一直齿轮3、第二直齿轮4传递到第二液压调速回路PM2中,第二变量泵的排量分别从0到-1或者从0到1,实现马达输出轴正转或者反转,之后动力经第九直齿轮11、第十直齿轮12传递到转向零轴S2,然后一部分动力分别经第十一直齿轮13、第十二直齿轮14,汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相同,实现一侧汇流排框架输出轴正转或者反转,另一部分动力经第十三直齿轮15、第十四直齿轮16、第十五直齿轮17,汇流排太阳轮转速方向和马达输出轴转速方向相反,实现这一侧汇流排框架输出轴反转或者正转。动力传递到两侧主动轮后,经车辆一侧主动轮正向旋转,另一侧主动轮反向旋转,实现围绕车辆几何中心转向。

[0032] 车辆行进转向时,其中四个调速段的控制规律和结合的操纵件均不变,功率流经

过的齿轮和行星排也不发生变化,直驶功率流最终都传递到传动主轴S1上。行进转向时,在第二液压调速回路PM2的第二变量泵排量分别从0到-1或者从0到1实现一侧汇流排输出转速增加或者减小,另一侧输出转速减小或者增加,其变化量绝对值相等。直驶功率流和转向功率流分别在两侧汇流排汇集,之后经两侧汇流排的框架输出轴输出。车辆实现零差速转向,转向半径无级变化均匀可控,转向性能较好。

[0033] 车辆高速行进减速时,液力耦合器HC充油工作,传动主轴的一部分动力经过液力耦合器转化为高速搅油的热量,实现制动能量的转化,进而车辆速度得到降低。车辆液力减速主要用于高速行进车辆动能尽快转为制动热能,提高制动效果,减少对机械制动器的损害,提高其工作可靠性和寿命。

[0034] 当传动装置的液压泵马达出现故障时,可以应急使用机械挡。第一离合器C1、第四离合器C4和制动器B1结合,实现机械挡,能够实现车辆的起步和低速前进。应急机械挡的车速范围为0~21km/h。

[0035] 所述第一行星排P1的特性参数为3,第二行星排P2的特性参数为2,第三行星排P3的特性参数为3,第四行星排P4的特性参数为2。前进四段的换段速比为等比关系,公比为2。

[0036] 由上述技术方案可以看出,本发明以四个行星排为基础,集成一组用于调速的液压泵马达、四个离合器和一个制动器,合理衔接纯液压起步工况,分矩汇速液压机械调速工况,中心转向工况,纯液压倒驶工况,集成用于转向的一组液压泵马达和液力耦合器,实现液压无级转向和液力减速。整个传动装置实现高效节能、性能优良、可满足履带车辆的使用要求。

[0037] 与现有技术相比较,本发明具备如下显著特点:

[0038] 1、利用四个行星排构造四段式液压机械连续无级传动装置,能够实现较大范围的无级变速,通过合理匹配齿轮和行星排参数,前进1段或者倒驶第四行星排P4的输出扭矩可扩大8倍,能够满足车辆爬坡等极端工况的动力需求,前进4段的第四行星排P4的输出转速可以等于输入转速,相当于实现直接挡。

[0039] 2、本发明的传动装置具有纯液压工况模式和液压机械工作模式,在车辆的起步阶段采用纯液压工况模式,具有较好的起步特性,且整个传动装置中无需设计起步离合器,使车辆具有较好的起步能力。车辆前进换段工作可以不切断车辆动力实现各阶段平稳衔接,车辆动力性提高。

[0040] 3、换段时,换段操纵部件第一离合器C1、第二离合器C2、第三离合器C3及第四离合器C4基本无滑摩地结合与分离,摩擦片没有滑摩,大大减少离合器的热负荷及磨损,并且有利于离合器的结构设计。各个工况之间的切换均涉及一个操纵件结合,另一个操纵件分离,换段逻辑简单有利于液压操纵系统的设计。由于各操纵元件运动学和动力学之间的衔接平稳,减少整车的换段冲击,有利于整车可靠性的大幅提高。

[0041] 4、该液压机械复合传动装置具有稳定的中心转向功能和连续的液压无级转向能力,提升车辆在狭窄区域的通过能力。整车控制策略可以根据路况使发动机在最佳动力性或者最佳燃油经济性区域工作,大大提升车辆的动力性和燃油经济性。

[0042] 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。

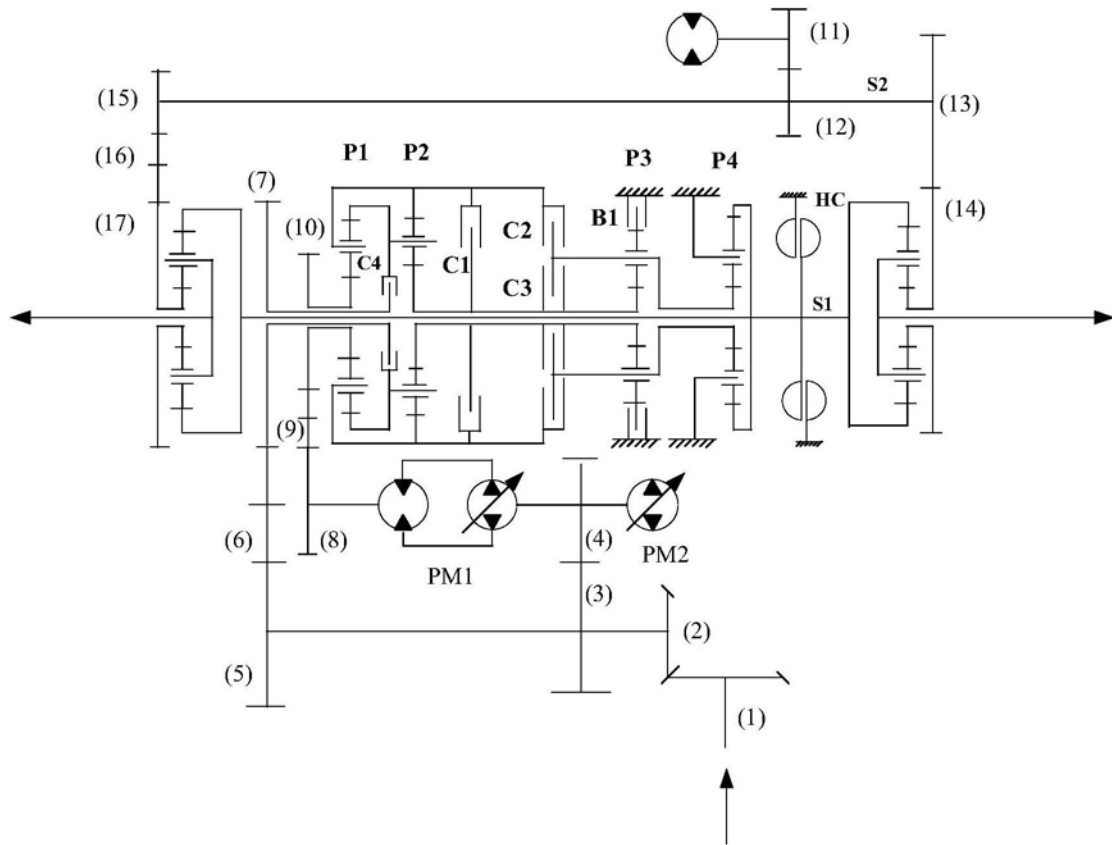


图1

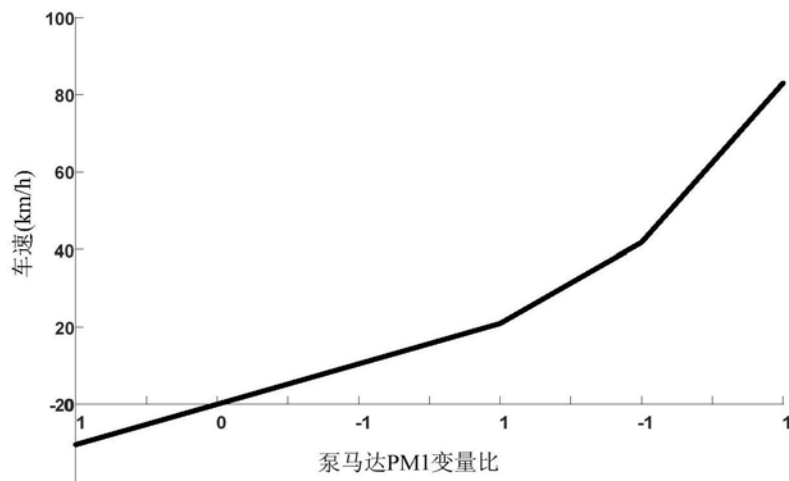


图2