



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102797825 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201210305129. 4

(22) 申请日 2012. 08. 27

(71) 申请人 项子澄

地址 330077 江西省南昌市青山湖区南京东路 78 号 2 栋 3 单元 302 室

(72) 发明人 项子澄

(51) Int. Cl.

F16H 37/08 (2006. 01)

F16H 48/06 (2012. 01)

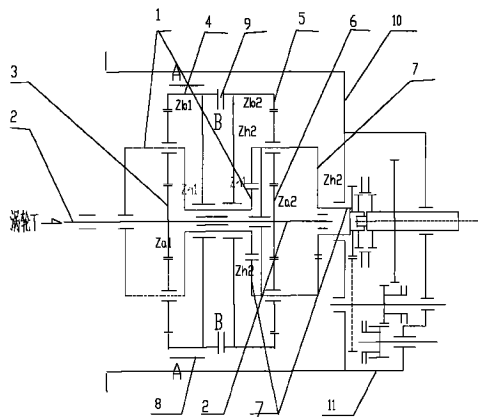
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱

## (57) 摘要

本发明是一种车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,主箱是由二个行星排组成的封闭自循环的差动机构,可产生一档和从一档加速到直接档的无级变速变扭档。副箱是为实现倒档及其它附加档位的任何型式变速机构。动力源将动力同时分流给第一行星排的太阳轮和第二行星排太阳轮。通过离合器使第二行星机构的齿圈与第一行星机构的齿圈相连接,由第二行星排的转臂作为输出轴将动力传给副箱。由这样二个排的行星机构组合,会产生自循环封闭差动运动,从而使输出轴产生无级变速变扭。本发明具有加速性能好,结构简单,制造成本低,使用可靠,噪音低,传动效率高等优点,可用于各类车辆及行走机构。



1. 一种车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,分主箱和副箱,其特征在于:主箱是由二个行星排组成的封闭自循环的差动机构,可产生一档和一档加速到直接档的无级变速变扭档,它是变速箱的主体,也是本发明专利的核心。副箱是为实现倒挡或另加超速档或超低档的任何型式变速机构。

2. 根据权利要求1所述的车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,其特征在于:主箱是由二个行星排组成的封闭自循环的差动传动机构,即由第一排行星机构和第二排行星机构组成;第一排行星机构包括有:第一行星排转臂(1)、输入轴(2)、第一行星排太阳轮(3)和第一行星排齿圈(4);第二排行星机构包括有:第二行星排齿圈(5)、第二行星排太阳轮(6)、第二行星排转臂(7)和输入轴(2)。第一排和第二排行星机构的动力都由同一动力源T通过输入轴(2)分流获得。第一行星排齿圈(4)与第二行星排齿圈(5)通过离合器(9)相连接,又离合器(9)与制动器(8)是联动的,即当离合器(9)接合时制动器(8)脱开,而当离合器(9)脱开时制动器(8)将第一行星排齿圈(4)制死。

3. 根据权利要求1或2所述的车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,其特征在于:动力源将动力同时分流给第一行星排太阳轮(3)和第二行星排太阳轮(6);通过离合器(9)使第二行星排齿圈(5)与第一行星排齿圈(4)相连接,从而使这二排行星机构的组合产生自循环封闭差动运动,从而使输出轴-例如第二行星排转臂(7)产生无级变速;在输出轴产生无级变速的同时也产生相应的无级变扭。

4. 根据权利要求1或2或3所述的车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,其传动路线为:

(1) 一档:涡轮T通过输入轴(2)将动力传给第一行星排太阳轮(3),此时制动器(8)制死第一行星排齿圈(4),使第一行星排齿圈(4)的转速 $n_{b1} = 0$ 。因离合器(9)与制动器(8)联动,当制动器(8)制死第一行星排齿圈(4)时,离合器(9)脱开;此时第一行星排就成为以太阳轮为动力输入构件,第一行星排齿圈(4)固定,以第一行星排转臂(1)为输出构件的行星传动。此时即为一档工况;因此时离合器(9)脱开,所以第二行星排空转;又因第一行星排转臂(1)和第二行星排转臂(7)用花键连接,所以第一行星排转臂(1)的动力通过第二行星排转臂(7)将一档转速和力矩输出给副箱。

(2) 由一档加速到直接档的无级变速变扭档:无级变速的产生:涡轮T通过输入轴(2)将动力传分别给第一行星排太阳轮(3),和第二行星排太阳轮(6);第一行星排太阳轮(3)和第二行星排太阳轮(6)是同一轴。当制动器(8)逐步松开时,离合器(9)会逐步结合;第一行星排转臂(1)和第二行星排转臂(7)是内外花键连接;参数设计保证第二行星排齿圈(5)的转速 $n_{b2} >$ 第一行星排齿圈(4)的转速 $n_{b1}$ ;第二行星排齿圈(5)的转速 $n_{b2}$ 通过离合器(9)将转速传给第一行星排齿圈(4),随着第一行星排齿圈(4)的转速 $n_{b1}$ 上升,使第一行星排转臂(1)和第二行星排转臂(7)转速上升,从而又使第二行星排齿圈(5)和第一行星排齿圈(4)的转速上升,继之再使第一行星排转臂(1)和第二行星排转臂(7)转速上升,从而产生了循环加速;从离合器接合率 $x = 0 \rightarrow 1$ 的过程中,车辆速度在这过程中从一档速度升高到直接档速度;在这整个过程中是以无级变速变扭工况运行的。

## 车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱

### 技术领域

[0001] 本发明是一种车用无级传动变速箱。适用于各类行走机械和车辆,如轿车,轻重型卡车,工程建设车辆,矿山运输车辆,拖拉机,军用车辆等等。

### 背景技术

[0002] 无级传动变速箱,因具有最理想的加速扭矩特性曲线,所以它能获得最佳的加速性能,从而获得最短的加速时间。又因档位少,操纵方便,所以它一直是汽车及行走车辆行业所追求的。

[0003] 当前常被人们称之为车用无级传动变速箱有:

[0004] ①液压自动变速箱(AT-Automatic transmission)——它不是真正意义上的无级传动,而是由液力变扭器加由行星机构和多片湿式离合器的组合的变速箱,并由电液控制,液力操纵多片湿式离合器来实现的多档自动动力换挡的变速箱。

[0005] ②金属带式无级变速箱(CVT-Continuously Variable Transmission)——这是真正意义上的无级变速变扭变速箱。它是依靠金属带的摩擦力来实现动力传递,依靠锥间盘直径的变化实现无级变速和变扭。但它的传动比,传递力矩能力和寿命都有很大限制,所以仅用于小型车辆。

[0006] ③双离合变速箱,(DCT-Dual clutch Transmission)或称直接换挡变速器(DSG-Direct shift Gearbox)——这不是真正意义上的无级变速箱,它是用电控来实现动力换挡,用双离合来克服换挡时的动力流的不连续。它实际上是AMT(手动自动机械变速 Automated Mechanical Transmission)的改进型。

[0007] ④静液压驱动(Hydrostatic power Drive)——这是真正意义上的无级变速无级变扭变速箱。但它不是机械传动,其制造成本和传动效率存在很大问题,只局限于工程机械和军用车辆上使用。

[0008] 此外尚有电动车,因电机的起动力矩外特性是接近双曲线形式,符合无级变速要求。但是它是电动而非机械传动,而且力矩比也受电机限制。。

[0009] 综上所述,在跨越了三个世纪的一百多年后的今天,汽车还没有使用上满意的无级传动变速箱。这是汽车的无奈和缺憾。无数人在专研齿轮差动传动的无级变速箱。我已从理论上证明,凡以二个动力源输入的差动传动,例如以泵轮和涡轮作为动力源输入的差动传动,虽能获得无级变速但得不到相应的无级变扭。这种差动传动的无级变速机构,多作为放大变速范围,或仅用在只需变速而无须变扭的辅助传动上,而不能用于车辆行驶。

[0010] 由于至今未见有理论上的突破。所以一直未见有真正的以齿轮为传动的用于车辆行驶之用的无级变速变扭变速箱。本发明专利就是基于在这领域上关键理论上重大突破。首先是基于在扭矩分析上有重大突破,随之又在无级变速理论上突破,才逐步产生本发明专利。

### 发明内容

[0011] 本发明的任务是以齿轮为传动元件,采用二排或二排以上的行星排组合,使其产生封闭自循环的差动传动,从而使输出轴既在速度上获得无级变速,又在扭矩上获得相应的无级变扭,从而使其成为真正意义上能用于车辆行驶的无级变速箱。

[0012] 本发明的技术方案如下:

[0013] 本发明是一种车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱,分主箱和副箱。主箱是由二个行星排组成的封闭自循环的差动传动机构,可产生一档和由一档加速到直接档的无级变速变扭档,这是变速箱的主体,是专利的核心。副箱是为实现倒挡(或另加超速档或超低档)的任何型式变速机构,与本发明的技术无关。本图例的副箱是倒挡+超低档。

[0014] 本发明的动力源的特点是:它将动力同时分流给第一排太阳轮  $Z_{a1}$  和第二排太阳轮  $Z_{a2}$ 。通过离合器 B 使第二排行星机构的齿圈  $Z_{b2}$  与第一排行星机构的齿圈  $Z_{b1}$  相连接,从而使这二排行星机构的组合产生自循环封闭差动运动,从而使输出轴  $z_{h2}$  产生自循环无级变速。在输出轴  $z_{h2}$  产生无级变速的同时,也产生相应的无级变扭,从而得到无级变速箱所要求的既能无级变速变,又同时有相应的无级变扭的性能。

[0015] 本发明具有加速机性能好,结构简单,成本低,使用可靠,操作方便,噪音低,传动效率高,维修方便等一系列优点。可用于各类车辆和行走机构上。因为是齿轮行星机构,所以结构紧凑,传动效率高,能传递任何等级的负荷,而且负荷越大越见其优势。同时还有可靠性耐久性和噪音低和维护修理方便等一系列优点。但本发明在性能上的优势,也是最重要的优势,特别是加速性能上的优势,但这需用数据作对比说明。

[0016] 就加速性能和离合器的滑摩功作比较计算,所得到的结果如下:

[0017] (1) 比较计算时的车辆基本参数的假设:

[0018] 已知假定条件:①手动档各档传动比:一档  $i_1 = 4$ ,二档  $i_2 = 2.5$ ;三档  $i_3 = 1.6$ ;四档  $i_4 = 1$  ②本发明变速箱一档传动比  $i_1 = 4$ ;③汽车重量  $G_{\mp} = 1500\text{kgf}$ ,④车轮滚动半径  $r = 350\text{mm} = 0.35\text{m}$ ; (通常在  $0.3-0.4$  之间) ⑤后轿主传动比  $i_{\pm} = 4$ , (通常在  $3.5-4.7$ ) ⑥发动机力矩  $M_i = M_t = 15\text{Kgf}\cdot\text{m}$ ; ( $G_{\mp} = 1500\text{kgf}$  的轿车,通常排量为  $1.5-2.0$  升。1.5 升的发动机额定扭矩约  $15\text{Kgf}\cdot\text{m}$ ), ⑦滚动阻力系数  $f = 0.018$  ∴ 汽车滚动阻力  $F_{\text{滚阻}} = 1500$  千克重  $\cdot f = 27$  千克力 =  $27\text{kgf}$ ; ⑧为计算结合实际,假定换挡时发动机转速  $n_i = 3000$  转/分。⑨变扭器的性能不考虑。

[0019] (2) 按理论简化比较计算所得到的加速时间  $t$ : (以加速到 100 公里/小时,来计算加速时间  $t$ )

[0020] ①常规手动变速箱,如发动机排量为 1.5 升:  $t = 16.3$  秒

[0021] 如发动机排量为 2 升:  $t = 12.23$  秒

[0022] ②本发明变速箱,如发动机排量为 1.5 升:  $t = 7.96 + 1.59685 = 9.56$  秒如发动机排量为 2 升:  $t = 7.17$  秒

[0023] (3) 按理论简化比较计算离合器滑摩功: (以加速到 100 公里/小时,来计算滑摩功)

[0024] ①常规变速箱如排量为 1.5 升的滑摩功:  $L = 16699.75\text{Kgf}\cdot\text{m}$

[0025] ②本方案变速箱如排量为 1.5 升滑摩功:  $< 776.2\text{Kgf}\cdot\text{m}$

[0026] 结论:本发明的加速性能明显优于常规变速箱,离合器在整个结合过程中的滑摩功也极低。所以性能良好。

## 附图说明

[0027] 图 1 是本发明的结构示意图。

[0028] 图中 :1- 第一行星排转臂  $h_1(Z_{h1})$  ; 2- 输入轴 (联  $a_1$  和  $a_2$ ) ;3--- 第一行星排太阳轮  $a_1(Z_{a1})$  ;4--- 第一行星排齿圈  $b_1(Z_{b1})$  ;5--- 第二行星排齿圈  $b_2(Z_{b2})$  ;6--- 第二行星排太阳轮  $a_2(Z_{a2})$  ;7--- 第二行星排转臂  $h_2(Z_{h2})$  ;8-- 制动器 A ;9--- 离合器 B ;10-- 主箱 ;11-- 副箱

## 具体实施方式

[0029] 本发明的结构简图见图 1,分主箱和副箱。主箱是由二个行星排组成的封闭自循环的差动传动机构,即由第一排行星机构和第二排行星机构组成。第一排行星机构包括有 :第一行星排转臂 1、输入轴 2、第一行星排太阳轮 3 和第一行星排齿圈 4。第二排行星机构包括有 :第二行星排齿圈 5、第二行星排太阳轮 6、第二行星排转臂 7 和输入轴 2。第一排和第二排行星机构的动力都由同一动力源带动的输入轴 2 分流获得。第一行星排齿圈 4 与第二行星排齿圈 5 通过离合器 9 相连接,又离合器 9 与制动器 8 是联动的,即当离合器 9 接合时制动器 8 脱开,而当离合器 9 脱开时制动器 8 将第一行星排齿圈 4 制死。这样的机构会产生一档和由一档加速到直接档的无级变速变扭档。这是本发明变速箱的主体,也是本发明专利的核心。副箱只是为实现倒挡 (或另加超速档或超低档) 的任何型式的变速机构,本文不多赘述。本方案副箱是以倒挡 + 超低档为例。

[0030] 本发明车用封闭自循环差动无级变速传动变速箱的传动路线 :

[0031] (1) 一档 :涡轮 T 通过序号 2 输入轴,将动力传给第一行星排太阳轮 3,此时制动器 8 制死第一行星排齿圈 4,即此时第一行星排齿圈 4 的转速  $n_{b1} = 0$ 。离合器 9 与制动器 8 是联动的,当制动器 8 制死第一行星排齿圈 4 时,离合器 9 脱开。因此此时第一行星排就成为以太阳轮为动力输入构件,第一行星排齿圈 4 固定,以第一行星排转臂 1 为输出构件的行星传动,此时即为一档工况。又因此时离合器 9 脱开,所以第二行星排空转。又因第一行星排转臂 1 和第二行星排转臂 7 用花键连接,所以第一行星排转臂 1 的动力通过第二行星排转臂 7 将一档转速和力矩输出给副箱。

[0032] (2) 由一档加速到直接档的无级变速变扭档 :无级变速的产生 :涡轮 T 通过序号 2 输入轴,将动力传分别给第一行星排太阳轮 3 和第二行星排太阳轮 6。第一行星排太阳轮 3 和第二行星排太阳轮 6 是同一轴。当制动器 8 逐步松开,离合器 9 逐步结合。第一行星排转臂 1 和第二行星排转臂 7 是内外花键连接。参数设计保证第二行星排齿圈 5 的转速  $n_{b2} >$  第一行星排齿圈 4 的转速  $n_{b1}$ 。第二行星排齿圈 5 的转速  $n_{b2}$  通过离合器 9 将转速传给第一行星排齿圈 4,随着第一行星排齿圈 4 的转速  $n_{b1}$  上升,使第一行星排转臂 1 和第二行星排转臂 7 转速上升,从而又使第二行星排齿圈 5 和第一行星排齿圈 4 的转速上升,继之再使第一行星排转臂 1 和第二行星排转臂 7 转速上升,从而产生了循环加速。从离合器接合率  $x = 0 \rightarrow 1$  的过程中,车辆速度在这过程中从一档速度升高到直接档速度。在这整个过程中是以无级变速变扭工况运行的。

[0033] 手动档时的行车驾驶操纵方法 :

[0034] 本发明变速箱可采用自动换挡和手动换挡。自动换挡属于电控,所以下文以手动

换挡为例。

[0035] 本发明的手动操作方法与常规手动变速箱相似,因它不需要逐级换挡,所以操作要简单得多。具体叙述如下:

[0036] (1) 空档:----手柄放在空档位。则主副变速箱连接脱开。

[0037] (2) 直接档(即由一档加速到直接档的无级变速变扭档):----踩下离合器踏板,手柄放在直接档位。然后在 1.5-2 秒内放开离合器踏板,则工况会自动按无级变速规律,从一档速度加速到直接档速度。

[0038] (3) 一档:----踩下离合器踏板,手柄放在直接档位,只要一直踩下离合器踏板,则能一直处于一档工况,并可长期处于一档工况工作。因踩下离合器踏板时使制动器制死而离合器脱开,所以可长期踩下离合器踏板。

[0039] (4) 倒挡和低倒档:-----踩下离合器踏板,手柄放在倒挡档位。倒挡有二个速度:

① 1.5-2 秒内放开离合器踏板,则车辆会自动按无级变速规律,使速度从低倒档变到倒档。

②如一直踩下离合器踏板则一直处于低倒档工况。

[0040] (5) 低档和超低档:-----踩下离合器踏板,手柄放在低档档位。低档有二个速度:

① 1.5-2 秒内放开离合器踏板,则车辆会自动按无级变速规律,使速度从超低档变到低档。

②如一直踩下离合器踏板则一直处于超低档工况。

[0041] 也就是本发明的主副变速箱组合可得到 6 个档:即一档,直接档,低档,超低档,倒挡和低倒挡。

[0042] 本发明关键理论突破点:

[0043] 本发明是经本人多年的研究,基于在关键理论上有了突破而取得的。

[0044] 1,经极其复杂的分析和计算发现:凡由二个动力源输入的差动传动虽可产生无级变速但不能有相应的变扭。简单地說即变速与变扭无关。而当由一个动力源输入的封闭差动传动的转速比与扭矩比是成正比关系。

[0045] 2,在研究封闭差动传动的扭矩变化时,发现了被我称之为“扭矩因子” $i_{xb}$ 。不同形式的封闭差动传动,有不同的“扭矩因子” $i_{xb}$ 。在本发明方案中的“扭矩因子” $i_{xb} = (Z_{b1}/Z_{a1}) * (n_{b2}/n_a)$ 。并由推导得到:动力源分流给齿圈  $b_1$  的扭矩比例值 =  $i_{xb}/(i_{xb}+1)$ 。动力源输给太阳轮  $a_1$  和  $a_2$  的扭矩比例值 =  $1-i_{xb}/(i_{xb}+1)$ 。这个重要发现为微观分析研究封闭差动传动的扭矩变化找到了钥匙。

[0046] 3,本发明发现了一种内循环封闭差动传动方案。可推导出个基本构件的无级变速的方程式。当  $P_1 = 3$  时,其方程式为:第 N 次循环转速:

[0047]  $n_{b1-N} = (1+1/P_2) * n_{h1-(N-1)} - (1/P_2) * n_{a2}$  和  $n_{h1-N} = n_{b1-N}/(1+1/P_1) + n_{a1}/(1+P_1)$

[0048] 运用“扭矩因子” $i_{xb}$  发现本发明方案所采用内循环差动传动的  $i_{xb}$  是可变的,第 N 次循环时的  $i_{xb-N} = P_1 * (n_{b2-(N-1)}/n_a)$

[0049] 式中  $n_{b2-(N-1)} = n_{b2-(N-1)} = (1+1/P_2) * n_{h1-(N-2)} - (1/P_2) * n_{a2}$

[0050] 由方程式知  $i_{xb}$  与转速变化成比例关系,所以能产生无级变扭。

[0051] 4,本发明内循环封闭差动传动方案虽同时具有无级变速及无级变扭性能,但存在各基本构件的转速平衡问题。数学方程证明,在离合器结合过程中能求解瞬间转速平衡方程式:当  $P_1 = 3$  时

[0052]  $n_h = n_a(P_2 - 3 * x)/(P_2(4 - 3 * x(1 + 1/P_2)))$  和  $n_{b2-1} = (1 + 1/P_2) * n_{h1} - (1/P_2) * n_a$ 。

[0053] 式中  $x$  为离合器接合率

[0054] 既然能推导出转速平衡方程式,就说明在离合器结合过程中,各构件的转速是可平衡的,是不干涉的。

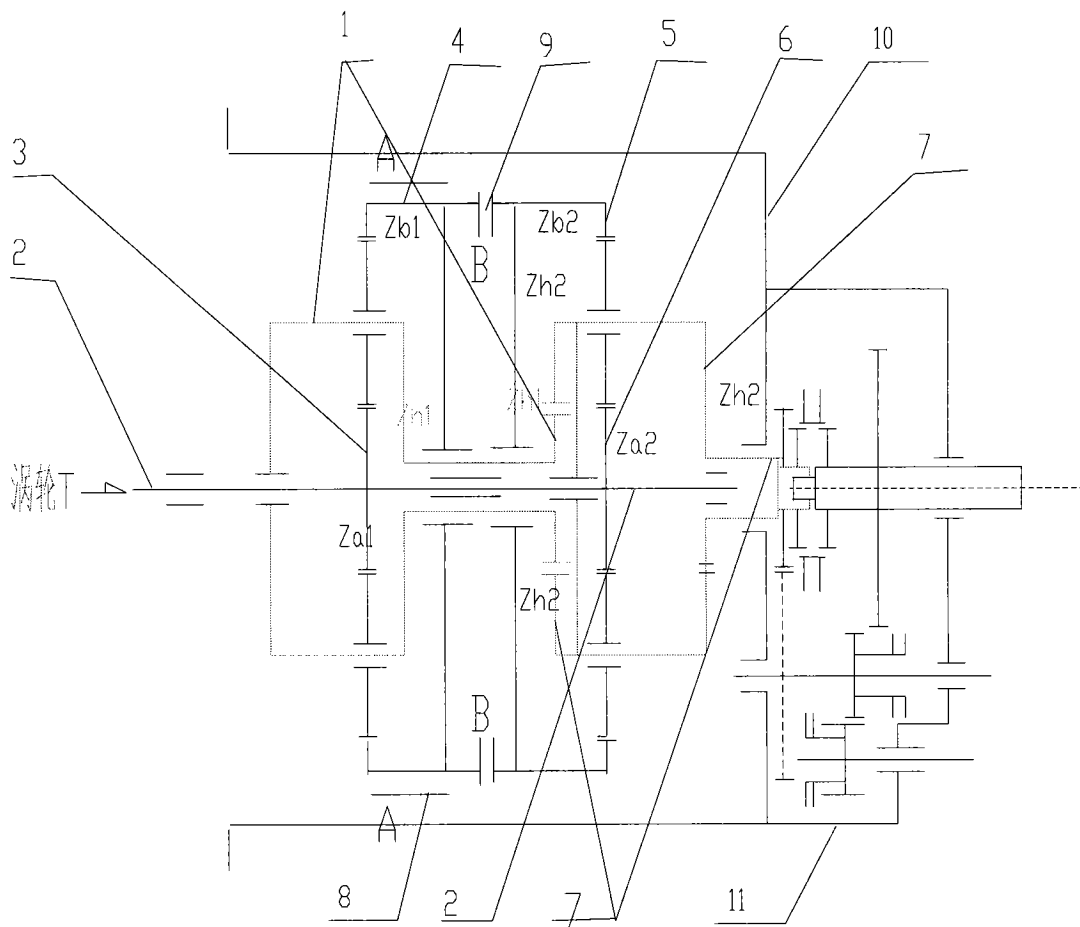


图 1