

拖拉机动力换挡变速箱的工作原理

王霜, 王明章 (安徽省凤阳县农机局, 安徽凤阳 233100)

摘要 采用行星齿轮系结构的变速箱, 通过某种控制机构, 制动行星齿轮系中的太阳齿轮、齿圈和行星齿轮架 3 个控制元件中的一个, 变速箱就可以以一定的传动比传递出动力。该文就拖拉机动力换挡变速箱的结构组成、传动原理和传动实例进行了探讨。

关键词 拖拉机; 动力换挡; 变速箱; 结构组成; 工作原理

中图分类号 S219 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)10-03122-02

拖拉机上的变速箱, 如迪尔公司(4450 型)、一拖公司(LF2204/1504 型)动力换挡系列和五征公司(雷诺曼 2104 型), 都采用了结构新颖的动力换挡模式。所谓动力换挡, 就是在换挡时不用踩离合器, 即不切断动力流就可以进行换挡变速^[1]。这种结构具有很多优越性, 可大大提高拖拉机的动力性能、经济性能和劳动生产率; 可大大降低换挡时的冲击载荷; 可大大减轻操作人员的劳动强度等^[2]。

根据目前拖拉机的发展态势, 今后大拖拉机都将会普遍采用这种先进的动力换挡机构^[3]。为给广大拖拉机操作者提供一点理论知识, 现将其结构组成及传动原理介绍如下:

1 动力换挡变速箱的结构组成

动力换挡变速箱由传动离合器、动力输入行星齿轮装置和输出行星齿轮装置 3 部分组成(图 1)。

1.1 传动离合器 这种变速箱中有两个传动离合器, C_1 ②和 C_2 ④。 C_1 ②和 C_2 ④的轮鼓一体并与发动机飞轮①一起转动, 轴 Z_1 ③从空心轴 Z_2 ⑤中穿过, 直接把动力传递给太阳齿轮 S_3 ④。

1.2 动力输入行星齿轮装置 动力输入行星齿轮装置⑬。由一组行星齿轮⑪和⑫、制动器 B_{in} ⑨和离合器 C_{in} ⑦组成。离合器 C_{in} ⑦的轮鼓⑥和行星齿轮架⑬与空心轴 Z_2 ⑤花键链接。离合器 C_{in} ⑦的轮鼓和制动器 B_{in} ⑨的轮毂一体⑧且与太阳齿轮 S_1 ⑩花键链接。该装置的动力从空心轴 Z_2 ⑤输入, 经行星齿轮架⑬、小行星齿轮⑫、和齿圈 R_1 ⑭传递给太阳齿轮 S_2 ⑤。此装置有 2 种传动: (1) 离合器 C_{in} ⑦结合: 行星齿轮架⑬和太阳齿轮 S_1 ⑩锁成一体, 从空心轴 Z_2 ⑤传来的动力经齿圈 R_1 ⑭以发动机转速直接传递给太阳齿轮 S_2 ⑤。(2) 制动器 B_{in} ⑨结合: 太阳轮 S_1 ⑩固定不转, 空心轴 Z_2 ⑤驱动行星齿轮架⑬以发动机转速转动, 使其一体的小行星齿轮⑫以比发动机转速大约快 15% 的转速驱动齿圈 R_1 ⑭和太阳齿轮 S_2 ⑤超速转动。

1.3 输出行星齿轮装置

1.3.1 多级转速行星齿轮装置⑭。由两组行星齿轮③和④、制动器 B_1 ⑩和 B_2 ⑪组成。该装置可从太阳齿轮 S_3 ④或 S_2 ⑤获得动力, 经行星齿轮架②把动力传递给多级方向行星齿轮装置⑭。该装置可传递 5 种转速: (1) 当动力从太阳齿

轮 S_3 ④传入时, 若与制动器 B_1 ⑩结合时减速 85%; 若与制动器 B_2 ⑪结合时减速 77%; (2) 当动力从太阳齿轮 S_2 ⑤传入时, 若与制动器 B_1 ⑩结合时减速 66%; 若与制动器 B_2 ⑪结合时减速 55%; (3) 离合器 C_1 ②和 C_2 ④同时结合, 太阳齿轮 S_2 ⑤和 S_3 ④锁成一体, 并以发动机转速传入动力, 驱动行星齿轮架②旋转。

1.3.2 多级方向行星齿轮装置⑭。由两组行星齿轮③和④、制动器 B_3 ⑫、 B_4 ⑬和离合器 C_3 ⑮组成。动力从行星齿轮架②传入, 经变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦传出。离合器 C_3 ⑮的轮鼓和制动器 B_4 ⑬的轮毂一体⑭且与太阳齿轮 S_5 ⑭花键链接。双联行星齿轮⑮既与行星齿轮③常啮合, 又与太阳齿轮 S_4 ③常啮合。该装置有 3 种传动输出: (1) 离合器 C_3 ⑮结合时, 太阳齿轮 S_4 ③和 S_5 ⑭锁成一体, 并把行星齿轮架②传来的动力以原速同向直接传递给变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦; (2) 制动器 B_4 ⑬结合时, 太阳齿轮 S_5 ⑭固定不转, 行星齿轮架②传来的动力经行星齿轮③(此时该齿轮绕太阳齿轮 S_5 ⑭公转并自转)、双联行星齿轮⑮和太阳齿轮 S_4 ③超速同向传递给变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦; (3) 制动器 B_3 ⑫结合时, 齿圈 R_4 ⑮固定不转, 行星齿轮架②传递来的动力经行星齿轮③(此时该齿轮绕齿圈 R_4 ⑮公转并自转)、双联行星齿轮⑮和太阳齿轮 S_4 ③, 超速反向传给变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦。

拖动离合器⑮在拖拉机被拖动时为了保护变速箱可用来分离后桥和变速箱之间的传动。

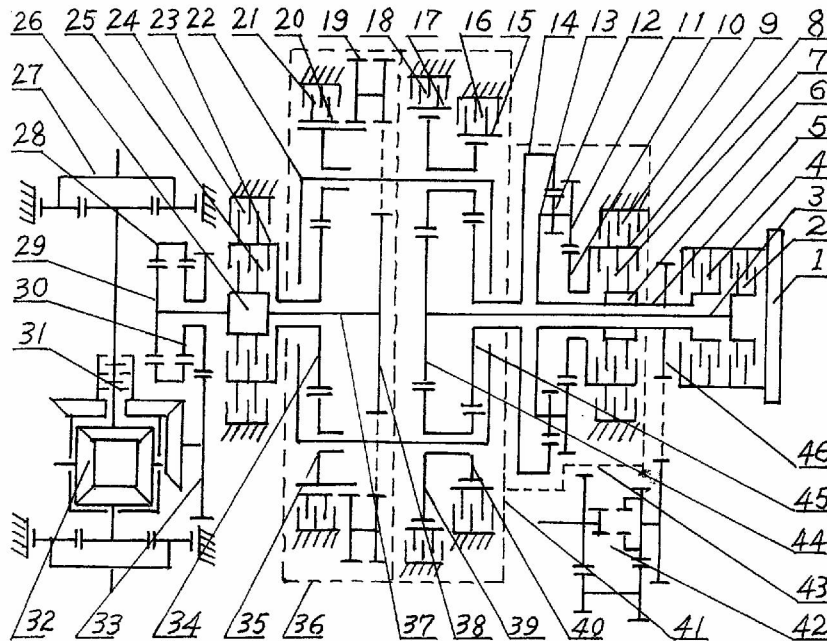
2 传动原理

根据行星齿轮系的传动原理可知, 为了能在行星齿轮系中以一定的传动比传递出动力, 必须制行星齿轮系中的太阳齿轮、齿圈和行星齿轮架 3 个控制元件中的一个。迪尔 4450 拖拉机的动力换挡变速箱中, 设有 5 组行星齿轮、4 个传动离合器和 5 个制动器(制动器的作用是用来制动齿圈), 通过液压控制系统, 每次使 4 个离合器和 5 个制动器中的 4 个控制元件同时处于结合状态, 变速箱就可以以一定的传动比传递出动力。

3 传动实例

迪尔公司的 4450 型拖拉机上共设有 15 个前进档和 4 个倒退档, 在每个档位, 离合器和制动器的结合情况(表 1)。

3.1 前进 1 挡 前进 1 挡实施离合器 C_1 ②、制动器 B_{in} ⑨、制动器 B_1 ⑩和离合器 C_3 ⑮结合。



注:1 - 飞轮;2 - 离合器 C_1 ;3 - 轴 Z_1 ;4 - 离合器 C_2 ;5 - 轴 Z_2 ;6 - 离合器 C_{10} 轮毂 7 - 离合器 C_{10} ;8 - 离合器 C_{10} 轮毂 - 制动器 BHi 轮毂 - 9 - 制动器 B_{hi} - 10 - 太阳齿轮 S_1 ;11 - 大行星齿轮;12 - 小行星齿轮;13 行星齿轮架;14 - 齿圈 R_1 ;15 - 齿圈 R_2 ;16 - 制动器 B_1 ;17 - 齿圈 R_3 ;18 - 制动器 B_2 ;19 - 双联行星齿轮;20 - 齿圈 R_4 ;21 - 制动器 B_3 ;22 - 行星齿轮架;23 - 离合器 C_3 轮毂 - 制动器 B_4 轮毂;24 - 制动器 B_4 ;25 - 离合器 C_3 ;26 - 离合器 C_3 轮毂;27 - 最终传动;28 - 拖动离合器;29 - 齿轮;30 - 齿轮;31 - 差速器锁;32 - 中央传动及差速器;33 - 齿轮;34 - 太阳齿轮 S_5 ;35 - 行星齿轮;36 - 多级方向行星齿轮装置;37 - 变速箱动力输出轴 Z_3 ;38 太阳齿轮 S_4 ;39 - 大行星齿轮;40 - 小行星齿轮;41 - 多级转速行星齿轮装置;42 - 动力输出装置;43 - 动力输入行星齿轮装置;44 - 太阳齿轮 S_3 ;45 - 太阳齿轮 S_2 ;46 - 动力输出齿轮。

图 1 动力换挡机构平面示意图

飞轮①—离合器 C_1 ②结合→轴 Z_1 ③→太阳齿轮 S_3 ④→大行星齿轮⑤—制动器 B_1 ⑥结合→齿圈 R_2 ⑤(固定不转),小行星齿轮⑩(绕齿圈 R_2 ⑤公转并自转;太阳齿轮 S_2 ⑤、齿圈 R_1 ⑭、小行星齿轮⑫随动;因制动器 B_{hi} ⑨结合,太阳齿轮 S_1 ⑩固定不转,大行星齿轮⑪绕太阳齿轮 S_1 ⑩公转并自转)→行星齿轮架②—离合器 C_3 ⑤结合→太阳齿轮 S_4 ③⑧和 S_5 ③④与行星齿轮架②包括行星齿轮③⑤和双联行星齿轮⑪⑫一起成刚性转动→变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦(前进方向)→齿轮②⑨、拖动离合器②⑨、齿轮③⑩、中央传动及差速器③②→行星齿轮式最终传动②⑦。

3.2 前进 8 挡 实施离合器 C_2 ④、离合器 C_{10} ⑦、制动器 B_1 ⑥和制动器 B_4 ②④结合。

飞轮①—离合器 C_2 ④结合→空心轴 Z_2 ⑤—离合器 C_{10} ⑦结合→大、小行星齿轮⑪和⑫、行星齿轮架⑬、太阳齿轮 S_1 ⑩、齿圈 R_1 ⑭和太阳齿轮 S_2 ⑤(一起成刚性转动)→制动器 B_1 ⑥结合→齿圈 R_2 ⑤(固定不转),小行星齿轮⑩(绕齿圈 R_2 ⑤公转并自转)→行星齿轮架②—制动器 B_4 ②④结合→太阳齿轮 S_5 ③④(固定不转),行星齿轮⑤(绕太阳齿轮 S_5 ③④公转并自转)→双联行星齿轮⑪⑫→太阳齿轮 S_4 ③⑧→变速箱动力输出轴 Z_3 ⑦(前进方向)→同前。

表 1 各档位离合器、制动器结合情况

挡位	结合部件								
	C_1	C_2	C_{Lo}	B_{hi}	B_1	B_2	B_3	B_4	C_3
4R		▲		▲		▲	▲		
3R		▲	▲		▲		▲		
2R	▲			▲		▲	▲		
1R	▲		▲		▲		▲		
NR			▲		▲				
NN			▲		▲				
NF			▲		▲				
1	▲			▲	▲				▲
2	▲			▲		▲			▲
3	▲		▲		▲			▲	
4		▲	▲		▲				▲
5		▲	▲	▲	▲				▲
6		▲	▲			▲			▲
7		▲	▲	▲		▲			▲
8		▲	▲		▲			▲	
9		▲	▲	▲	▲			▲	
10		▲	▲			▲		▲	
11		▲	▲	▲		▲		▲	
12	▲	▲	▲						▲
13	▲	▲	▲	▲					▲
14	▲	▲	▲					▲	
15	▲	▲		▲				▲	

注:前进挡——1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15;倒挡——1R、2R、3R、4R;空挡——NR、NN、NF;离合器—— C_1 、 C_2 、 C_{Lo} 、 C_3 ;制动器—— B_{hi} 、 B_1 、 B_2 、 B_4 ;▲——离合器、制动器处于结合状态。

续表 2

播期编号	播期	播量 万苗/hm ²	毛桥村			中北村		
			穗数//万穗/hm ²	穗粒数//粒	千粒重//g	穗数//万穗/hm ²	穗粒数//粒	千粒重//g
5	10-20	300	594.2	35.8	37.9	605.4	35.7	38.1
		平均	563.5	37.5	39.8	588.6	37.7	40.1
		180	435.1	40.4	42.3	462.4	40.3	42.1
		240	481.3	39.3	42.0	510.2	39.6	41.9
		300	531.9	36.4	40.5	567.7	36.7	40.3
		平均	482.8	38.7	41.6	513.4	38.9	41.4
6	10-25	180	361.5	41.2	42.6	385.6	41.5	42.4
		240	395.4	40.4	42.5	427.8	40.3	42.1
		300	457.8	37.1	41.7	482.5	37.2	41.4
		平均	404.9	39.6	42.3	432.0	39.7	42.0

2.3 不同处理对株高的影响 由表 3 可知,不同播期之间、播期,播量越大,植株越高。同一播量,播期越早植株越高。砂不同播量之间株高差异显著,播期晚、播量少株高较矮。同一姜黑土株高比相应潮土矮,播期越早株高差异越小。

表 3 烟农 5158 株高 cm

播期	毛桥村不同播量下株高				中北村不同播量下株高			
	180 万苗/hm ²	240 万苗/hm ²	300 万苗/hm ²	平均	180 万苗/hm ²	240 万苗/hm ²	300 万苗/hm ²	平均
09-30	82	83	84	83.0	83.0	84.0	87	84.7
10-05	80	81	81	80.7	82.0	84.0	86	84.0
10-10	76	78	79	77.7	80.0	83.0	86	83.0
10-15	74	75	78	75.7	77.0	81.0	85	81.0
10-20	72	74	77	74.3	76.0	78.0	81	78.3
10-25	70	72	76	72.7	73.0	75.0	79	75.7

3 结论与讨论

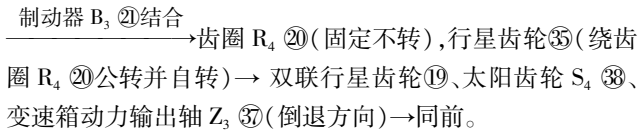
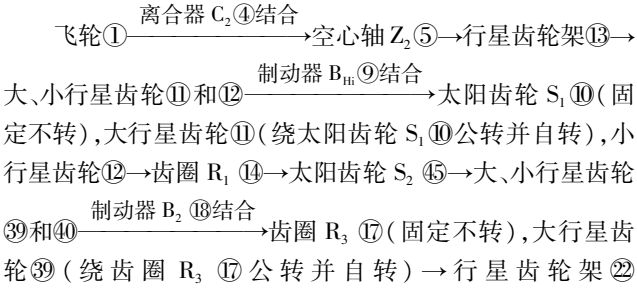
该研究表明,在以试验地为代表的阜阳中部地区,烟农 5158 的适宜播期为 10 月 5~15 日;在适宜播期范围内,适宜播量为 240 万苗/hm²;最佳播期在 10 月 10 日;烟农 5158 在两地均未出现冷冻害和倒伏,病害较轻,其丰产性、抗逆性在当地得到验证;在两类土壤中烟农 5158 丰产性砂姜黑土略低于潮土。由于年度间气候有所差异,不同地块间也有不同,要做到重演完全一致是不可能的,做到重演基本一致也有待于进一步研究。

参考文献

[1] 王春江,张善永,刘维正,等. 烟农 5158 小麦新品种选育及其特征研究[J]. 山东农业科学,2009(8):21-23.
[2] 汪建来,孔令聪,汪芝寿,等. 播期播量对皖麦 44 产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2003,31(6):949-950.
[3] 马小凤,栾春荣,周振元,等. 不同播期和播量对小麦生长发育的影响[J]. 安徽农学通报,2010,16(1):84-106.
[4] 杨春玲,李晓亮,冯小涛,等. 不同类型小麦品种播期及播量对叶龄及产量构成因素的影响[J]. 山东农业科学,2009(6):32-34.
[5] 李豪圣,宋健民,刘爱峰,等. 播期和种植密度对超高产小麦济麦 22 产量及其构成因素的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(5):243-248.
[6] 王福玉,尹逊利,陈贵菊,等. 播期播量对强筋小麦济宁 16 产量及其构成因素的影响[J]. 山东农业科学,2011(1):33-35.
[7] 于凯,王廷利,曲日涛,等. 冬小麦新品种烟农 5158 播期播量研究[J]. 中国农学通报,2011,27(21):53-57.

(上接第 3123 页)

3.3 倒退 4 挡 实施离合器 C₂④、制动器 B_Ⅱ⑨、B₂⑬、B₃⑳结合。



参考文献

[1] 高辉松,朱思洪,贺亮,等. 拖拉机动力换挡变速箱和无极变速箱发展现状与趋势[J]. 机械传动,2012,36(8):119-123.
[2] 赵剡水,杨为民. 农业拖拉机技术发展观察[J]. 农业机械学报,2010,41(6):42-48.
[3] 珍德,志磊. 让我们来详细了解动力换挡技术[J]. 农机导购,2010(6):22.