

辛普森式 4T65E 四挡行星齿轮变速机构

4T65E 自动变速器采用改进型的辛普森行星齿轮机构，其结构如图 1 所示，其前、后行星排的太阳轮独立运动；前行星排的行星架与后行星排的齿圈为一体；前行星排的齿圈与后行星排的行星架为一体，是动力输出端。这样，行星齿轮机构共有 4 个部件，分别为：前排太阳轮，也叫输入太阳轮；前排行星架 / 后排内齿圈，也叫输入行星架；后排太阳轮，也叫被动太阳轮；后排行星架 / 前排内齿圈，也叫被动行星架，是动力输出端。在上述 4 个部件中，后排行星架 / 前排内齿圈是动力输出端，所以它既不能驱动，也不能固定。这样，可以驱动或固定的部件只有 3 个。

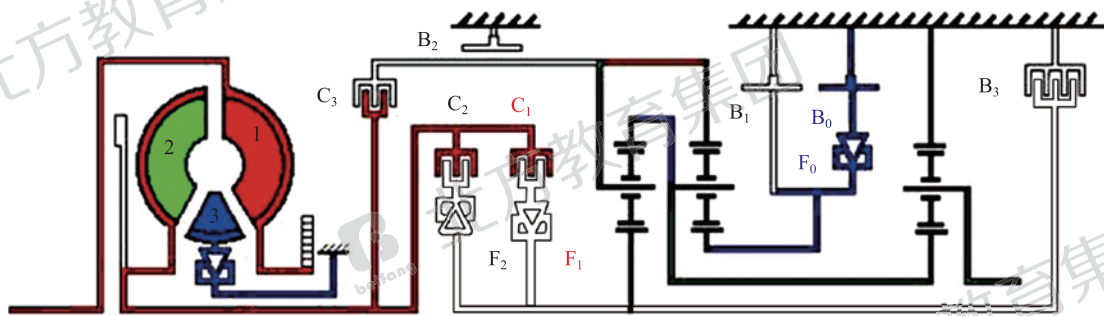


图 1

换挡执行元件在不同挡位时的状态，见表 1。

表 1

操纵手柄位置	挡位	换挡执行元件										
		C1	C2	C3	B0	B1	B2	B3	F0	F1	F2	
D	1	●			●					●	●	
	2	●※		●	●					●	○	
	3		●	●	●※				○		●	
	4		●※	●	●※			●	○		○	
3	3	●	●	●	●※				○	●	●	
2	2	●※		●	●	●			●	○		
1	1	●	●		●	●			●	●	●	
R	R	●					●				●	
P/N	P/N	●※									●※	

注：●—作用 ※—作用或保持，但没有负载，不传递动力 ○—超速

操纵手柄处于 P 或 N 位时，输入离合器 C3 结合，驱动输入单向离合器 F2 外圈，输入单向离合器 F2 锁止，动力传至前排（输入）太阳轮。但此时前排太阳轮、前排行星架 / 后排齿圈、后排太阳轮三个部件中没有固定部件，都在空转，所以没有动力传递（见图 2）。

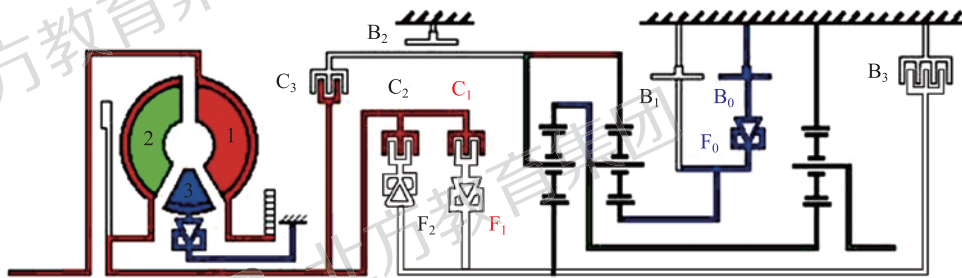


图 2

2.D1 位

D1 挡动力传递路线如图 3 所示。在 D1 挡，输入离合器 C1 结合，驱动输入单向离合器 F1 外圈，输入单向离合器 F1 锁止，动力传至前排（输入）太阳轮。因前排齿圈/后行星架与车体相连，可视为固定或限定转速，则前排太阳轮驱动前行星架/后排齿圈同向旋转；因后行星架/前排齿圈与车体相连，可视为固定或限定转速，则后排太阳轮有反向旋转的趋势。此时，前进挡制动器 B0 工作，低速挡单向离合器 F0 锁止，后排太阳轮被固定，则后行星架/前排齿圈被同向减速驱动，车辆前行。

由以上分析可知，输入单向离合器 F1 和低速挡单向离合器 F0 的锁止是动力传递不可缺少的环节，当转矩来自车轮时，前排太阳轮有同向增速旋转的趋势，则 F1 和 F0 滑转，动力不能反向传递，所以，D1 挡没有发动机制动。

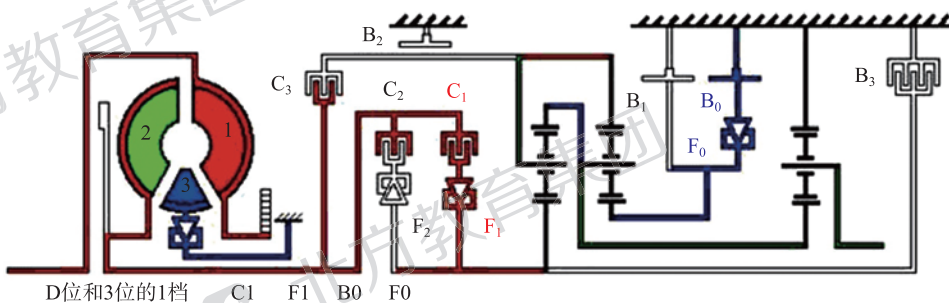


图 3

3.D2 位

D2 挡动力传递路线如图 4 所示。在 D2 挡，2 挡离合器 C3 结合，通过 2 挡驱动套驱动前行星架/后排齿圈旋转，对后行星排而言，后排齿圈驱动，后行星架与车体相连，可视为固定或限定转速，则后排太阳轮有反向旋转的趋势。此时，前进挡制动器 B0 工作，低速挡单向离合器 F0 锁止，后排太阳轮被固定，则后行星架/前排齿圈被同向减速驱动，车辆前行。

2 挡时，输入离合器 C1 仍处于结合状态，但输入单向离合器 F1 处于滑转状态。因为对于前行星排而言，前排齿圈/后行星架与车体相连，可视为固定或限定转速，则前排太阳轮有同向增速旋转的趋势，所以输入单向离合器 F1 超越滑转。

同理，在 D2 挡时也没有发动机制动。

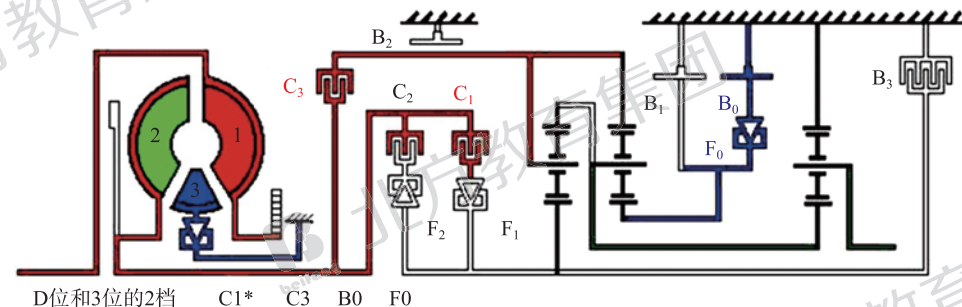


图 4

4.D3 位

D3 挡动力传递路线如图 5 所示。在 D3 挡时，2 挡离合器 C3 结合，通过 2 挡驱动套将动力传给前排行星架 / 后排齿圈；同时 3 挡离合器 C2 结合。对于前行星排机构而言，2 挡离合器 C3 结合，驱动前排行星架旋转，因前排齿圈 / 后排行星架与车体相连，可视为固定或限定转速，则前排太阳轮有同向增速旋转的趋势；此时，3 挡离合器 C2 结合，3 挡单向离合器 F2 锁止，使前排太阳轮不能超速旋转，转速被限定在 3 挡离合器的转速（即输入转速）。这相当于同时驱动了前排行星架与前排太阳轮，则整个行星齿轮机构整体旋转，传动比为 1:1。

当转矩来自车轮时，对前行星排齿轮机构而言，因前行星架被 C3 驱动，可视为固定或限定转速，则前排太阳轮有减速旋转的趋势，此时 3 挡单向离合器 F2 超越，没有发动机制动。

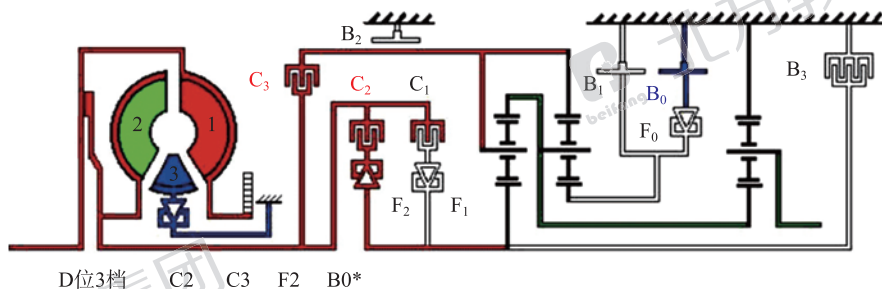


图 5

5.D4 位

D4 挡动力传递路线如图 6 所示。在 D4 挡时，2 挡离合器 C3 结合，通过 2 挡驱动套将动力传给前排行星架 / 后排齿圈；4 挡制动器 B3 工作，将前排太阳轮固定，则前排齿圈 / 后排行星架（与车体相连）为同向增速输出。

在 D4 挡中，动力传递没有采用单向离合器，故有发动机制动。

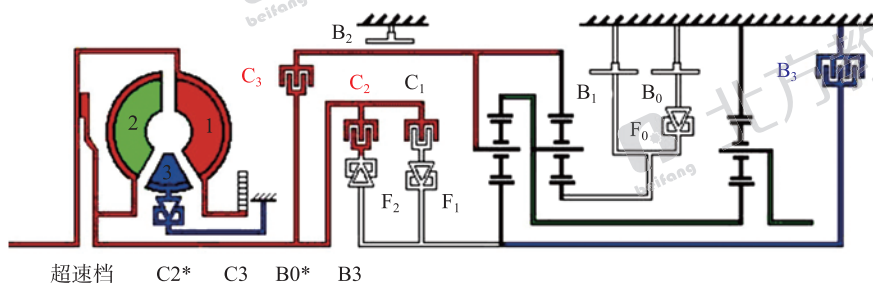


图 6

R 挡动力传递路线如图 7 所示。在 R 挡，输入离合器 C1 结合，输入单向离合器 F1 锁止，驱动前排太阳轮旋转。倒挡制动器 B2 工作，将前排行星架固定，则前排齿圈 / 后排行星架（与车体相连）为反向减速输出。

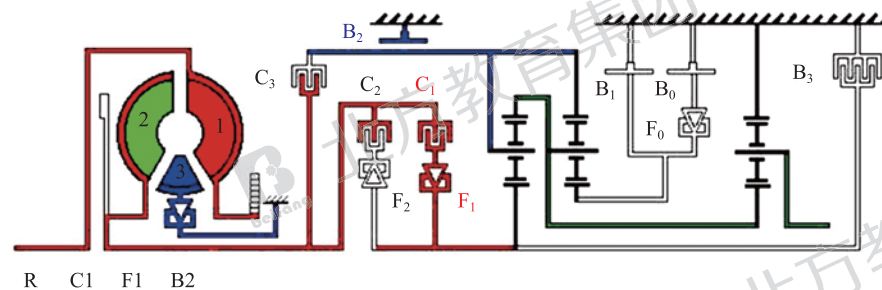


图 7

7. 手动 3 挡

操纵手柄位于 3 位时，变速器的实际挡位在 1、2 和 3 挡之间变化，不能升入 4 挡。在手动 3 挡中，1、2 挡与 D1、D2 挡完全相同，没有发动机制动，这里所分析的手动 3 挡特指其中的实际 3 挡状态。手动 3 挡动力传递路线如图 8 所示。在 D3 挡时，2 挡离合器 C3 结合，通过 2 挡驱动套将动力传给前排行星架 / 后排齿圈；同时 3 挡离合器 C2 结合，将前排太阳轮转速被限定在 3 挡离合器的转速（即输入转速）。这相当于同时驱动了前排行星架与前排太阳轮，则整个行星齿轮机构整体旋转，传动比为 1。在手动 3 挡时，除了 C2 和 C3 工作外，输入离合器 C1 也结合，它不传递动力，只是为了获得发动机制动。

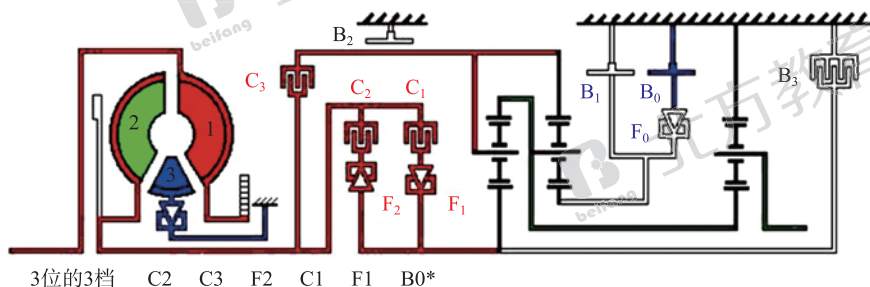


图 8

当转矩来自车轮时，对前行星排而言，因前行星架被驱动，可视为固定或限定转速，则前排太阳轮有减速旋转的趋势，此时 3 挡单向离合器 F2 超越，发动机不能起到制动作用。而此时输入离合器工作，输入单向离合器 F1 锁止，F2 和 F1 的锁止方向相反，F1 阻止了前排太阳轮的减速趋势，发动机起到了制动作用。

8. 手动 2 挡

操纵手柄位于 2 挡时，变速器的实际挡位在 1 和 2 挡之间变化，不能升入 3 挡。在手动 2 挡中，1 挡与 D1 相同，没有发动机制动，这里所分析的手动 2 挡特指其中的实际 2 挡状态。

手动 2 挡动力传递路线如图 9 所示。手动 2 挡与 D2 挡的不同之处就是低速挡制动器 B1 工作，将后排太阳轮抱死双向固定。当转矩来自车轮时，对后行星排而言，后太阳轮固定，后齿圈有一个同向增速的趋势，这个转矩通过 2 挡驱动套传递给 2 挡离合器，而 2 挡离合器此时结合，将转矩传给输入轴，发动机起到了制动作用。

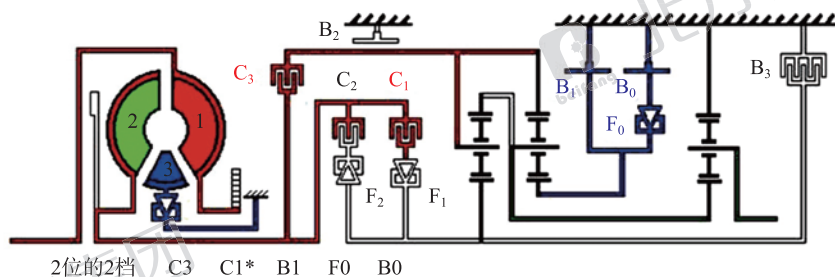


图 9

9. 手动 1 挡

手动 1 挡动力传递路线如图 10 所示。在手动 1 挡，输入离合器 C1 结合，驱动输入单向离合器 F1 外圈，F1 锁止，动力传至前排（输入）太阳轮。同时，3 挡离合器 C2 结合，因前排太阳轮转速为输入轴转速，故 3 挡单向离合器 F2 不传递动力。在手动 1 挡时，低速挡制动器 B1 工作，将后排太阳轮抱死双向固定。当转矩来自车轮时，对后行星排而言，后太阳轮固定，后排齿圈 / 前排行星架有一个同向增速的趋势，前排行星架给前排太阳轮有一个同向增速的趋势，因 3 挡离合器 C2 结合，3 挡单向离合器 F2 锁止，强迫前排太阳轮转速与输入转速相同，发动机起到了制动作用。输入单向离合器 F1 与 3 挡单向离合器 F2 的锁止方向相反。

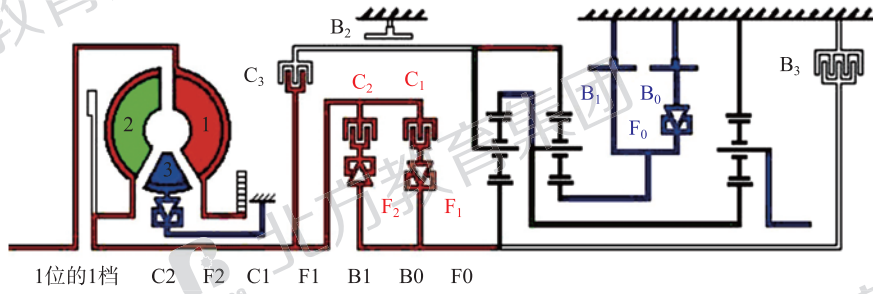


图 10