



辛普森式自动变速器 构造与检修

业精于勤，荒于嬉，行成于思，毁于随。



目 录

1 单排行星齿轮机构

2 换挡执行元件

3 辛普森式行星齿轮变速器





教学目标

知识目标

- 掌握单排行星齿轮机构的组成、传动方式；
- 掌握辛普森式自动变速器结构组成；
- 掌握辛普森式自动变速器各挡传动路线；
- 掌握换挡执行元件结构原理。

能力目标

- 能叙述单排行星齿轮机构的传动方式；
- 能叙述辛普森式自动变速器结构组成、挡位传动路线。



情境引入



一辆装配AL4自动变速器的轿车，车主反映车辆行驶过程中出现换挡冲击。服务顾问试车后，确定自动变速器出现问题，要求对自动变速器的进行检查维修。

要解决故障必须掌握自动变速器的结构原理。

知识准备



1.单排行星齿轮机构

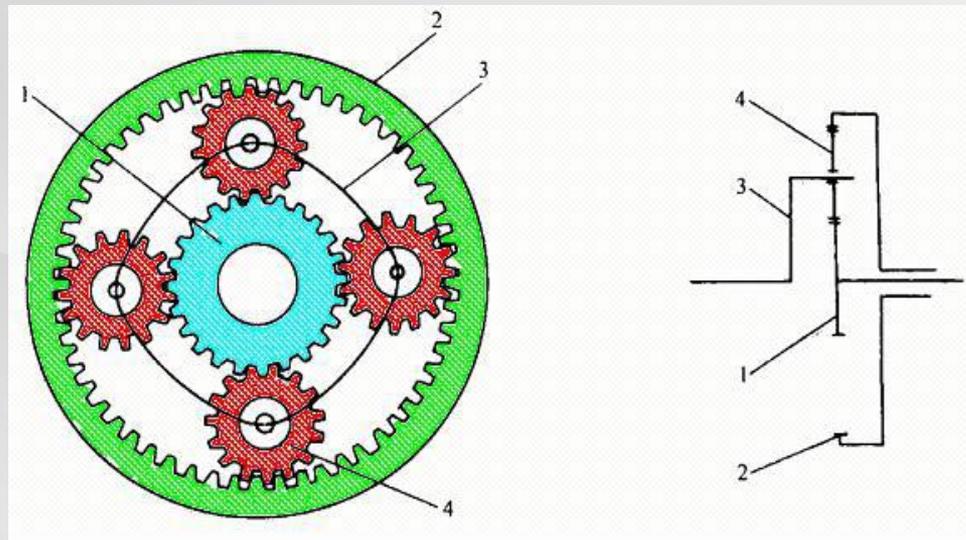
行星齿轮传动 多数自动变速器是采用多排行星齿轮机构提供不同的传动比。



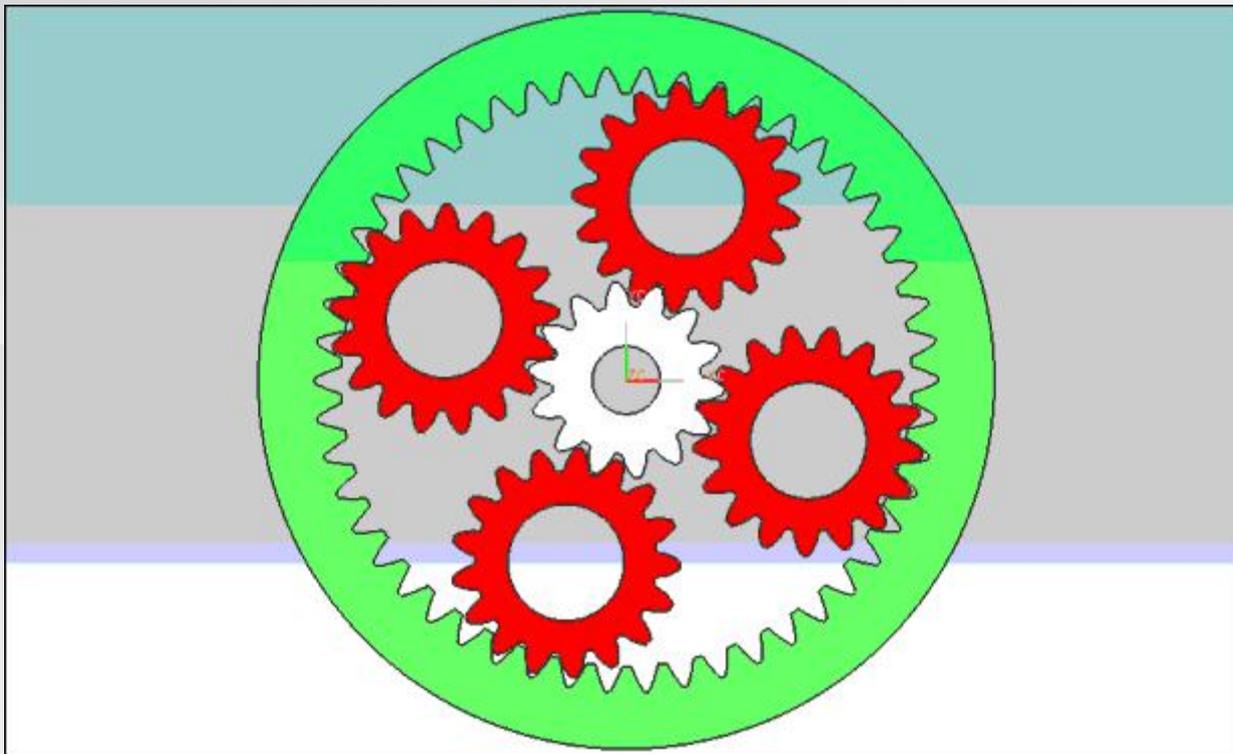


单排行星齿轮机构的组成

单排行星齿轮机构主要由一个太阳轮(或称为中心轮)、一个带有若干个行星齿轮的行星架和一个齿圈组成。



1—太阳轮 2—行星架 3—行星齿轮 4—齿圈



公转

行星架与太阳轮同向转动



单排行星齿轮机构的运动规律

单排行星齿轮机构运动规律的特性方程式

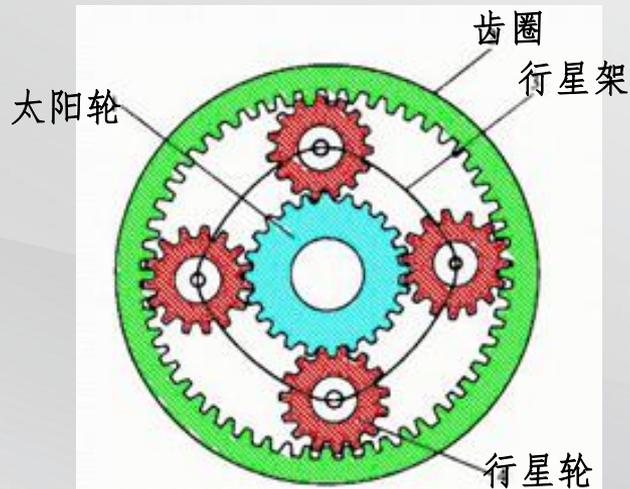
$$n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha) n_3 = 0$$

n_1 为太阳轮转速；

n_2 为齿圈转速；

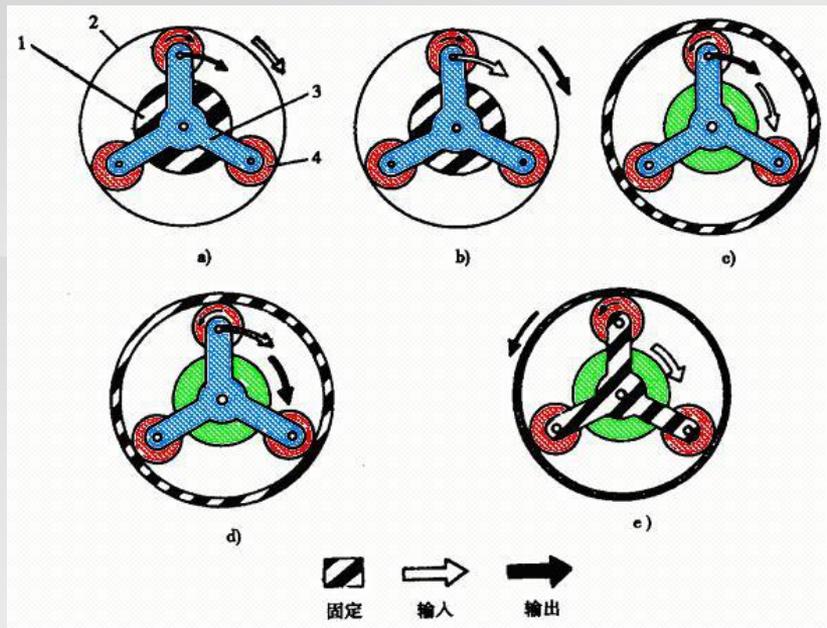
n_3 为行星架转速；

α 为齿圈齿数 z_2 与太阳轮齿数 z_1 之比，即
 $\alpha = z_2/z_1$ ，且 $\alpha > 1$





单排行星齿轮机构不同的动力传动方式



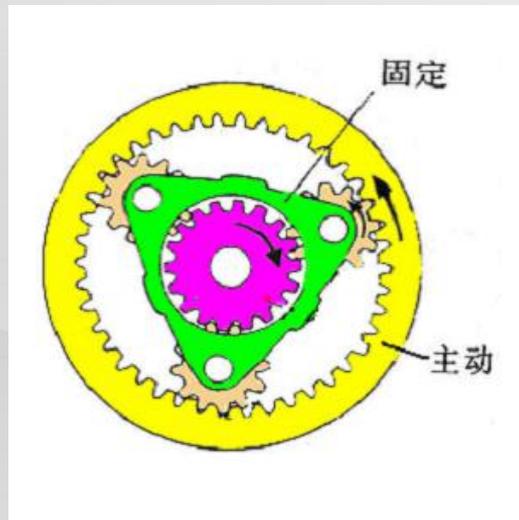
1-太阳轮 2-齿圈 3-行星架 4-行星轮



①行星架固定，齿圈主动，太阳轮被动

行星架固定，行星齿轮只能自转，齿圈经行星齿轮带动太阳轮旋转输出动力。太阳轮的旋转方向与齿圈相反，传动比为：

$i_{21} = -z_1/z_2 = -1/a$ 为倒挡超速挡。

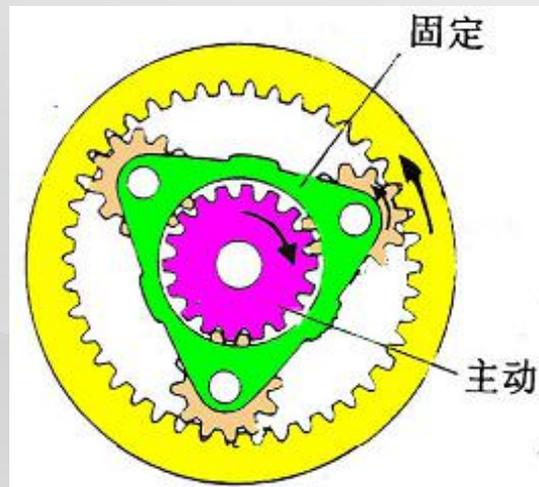




②行星架固定，太阳轮主动，齿圈被动

行星架固定，行星齿轮只能自转，太阳轮经行星齿轮带动齿圈旋转输出动力。齿圈的旋转方向与太阳轮相反。传动比为：

$i_{12} = -a$ 为倒挡减速挡。



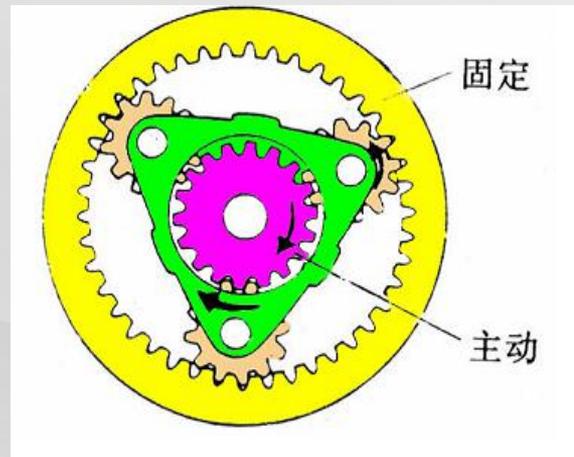


③齿圈固定，太阳轮主动，行星架被动

太阳轮带动行星齿轮沿静止的齿圈旋转，从而以较慢的速度带动行星架与太阳轮同向旋转，传动比：

$$i_{13}=1+a>2$$

为前进降速挡，减速相对较大。



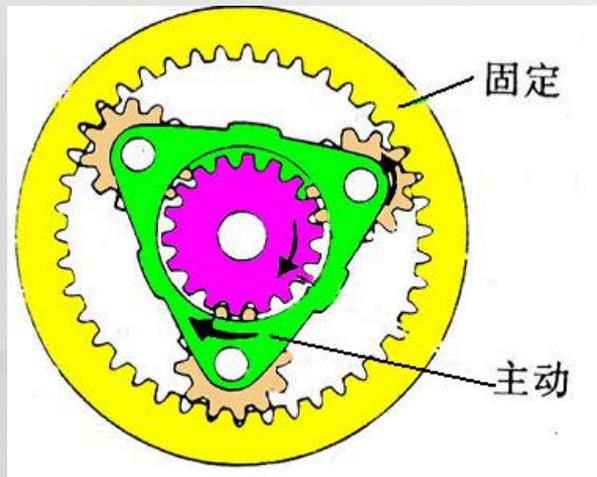


④齿圈固定，行星架主动，太阳轮被动

行星架带动行星齿轮沿静止的齿圈旋转，从而以较快的速度带动太阳轮与行星架同向旋转，传动比为：

$$i_{31} = 1 / (1 + \alpha) < 1/2$$

为前进超速挡，增速相对较大。



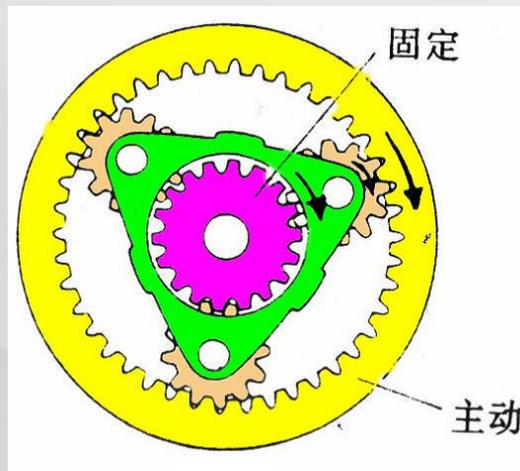


⑤太阳轮固定，齿圈主动，行星架被动

齿圈带动行星齿轮沿静止的太阳轮旋转，从而以较快的速度带动行星架与齿圈同向旋转，传动比为：

$$i_{23}=1+1/a$$

为前进降速挡，减速相对较小。



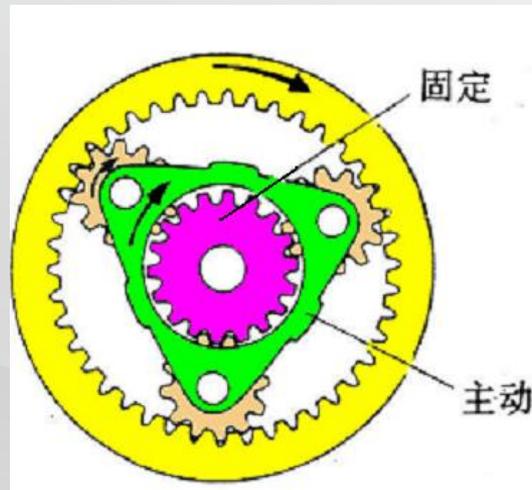


⑥太阳轮固定，行星架主动，齿圈被动

行星架带动行星齿轮沿静止的太阳轮旋转，从而以较快的速度带动齿圈与行星架同向旋转，传动比：

$$i_{32} = a / (1 + a)$$

为前进增速挡，增速相对较小。





⑦直接传动

若三元件中的任两元件被连接在一起，则第三元件必然与这两者以相同的转速、相同的方向转动。

⑧自由转动

若所有元件均不受约束，则行星齿轮机构失去传动作用。此种状态相当于空挡。



行星齿轮机构的工作情况

状态	挡位	固定部件	输入部件	输出部件	旋转方向
1		齿圈	太阳轮	行星架	
2		齿圈	行星架	太阳轮	
3		太阳轮	齿圈	行星架	
4		太阳轮	行星架	齿圈	
5		行星架	太阳轮	齿圈	
6		行星架	齿圈	太阳轮	
7		没有	任意两个	第三元件	
8		没有	不定	不定	



行星齿轮机构的工作情况

状态	挡位	固定部件	输入部件	输出部件	旋转方向
1	降速挡	齿圈	太阳轮	行星架	相同方向
2	超速挡	齿圈	行星架	太阳轮	相同方向
3	降速挡	太阳轮	齿圈	行星架	相同方向
4	超速挡	太阳轮	行星架	齿圈	相同方向
5	倒挡位	行星架	太阳轮	齿圈	相反方向
6	倒挡位	行星架	齿圈	太阳轮	相反方向
7	直接挡	没有	任意两个	第三元件	同向同速
8	空挡位	没有	不定	不定	不转动



2.换挡执行元件

行星齿轮变速器中的所有齿轮都处于常啮合状态，挡位变换必须通过以不同方式对行星齿轮机构的基本元件进行约束(即固定或连接某些基本元件)来实现。能对这些基本元件实施约束的机构，就是行星齿轮变速器的换挡执行机构。

执行机构主要由离合器、制动器和单向离合器三种执行元件组成。



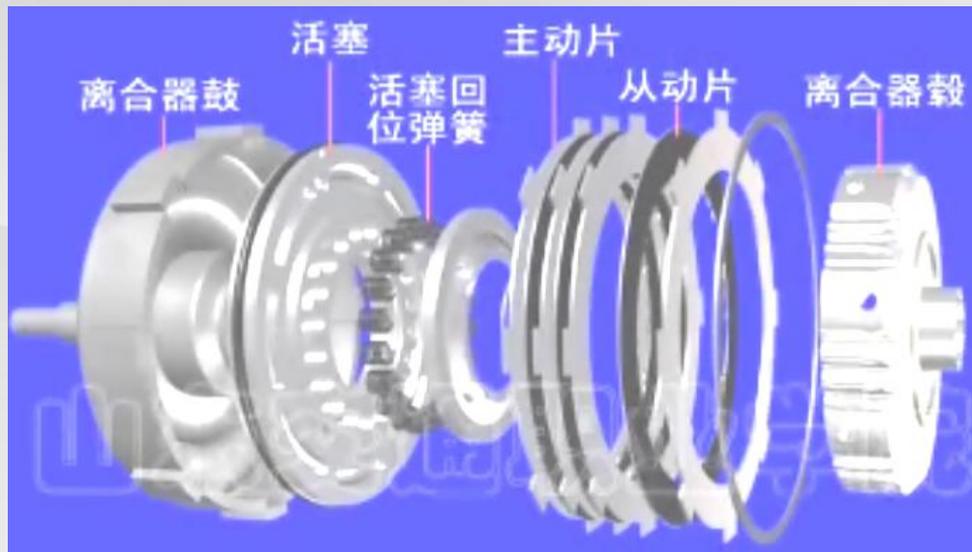
多片离合器

作用 多片离合器是用来连接轴和行星齿轮机构的元件，或连接行星齿轮机构中不同元件，实现转矩的传递。





多片离合器组成

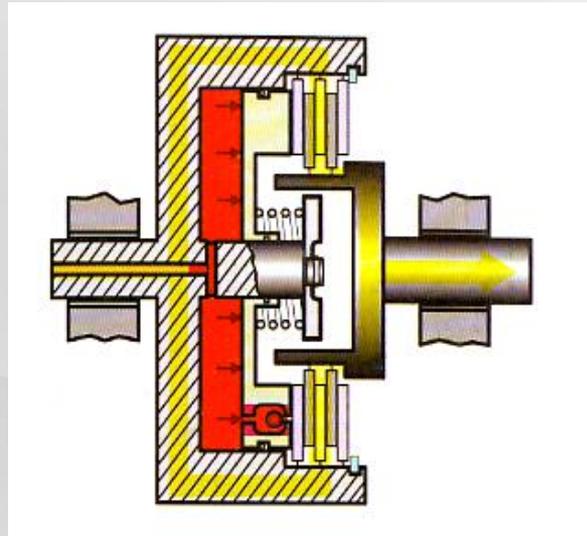


多片离合器构造图



多片离合器工作情况

离合器接合：当压力油经油道进入活塞左面的液压缸时，液压力克服弹簧力使活塞右移，将所有离合器片压紧。





离合器分离：当控制阀将作用在离合器液压缸的油压力撤除后，离合器活塞在回位弹簧的作用下回复原位，并将缸内的变速器油从进油孔排出。

离合器自由间隙：离合器处于分离状态时，离合器片之间有一定的轴向间隙，以保证钢片和摩擦片之间无轴向压力。在液压缸汇中装有单向阀，开启辅助泄油通道，使ATF油迅速撤离。

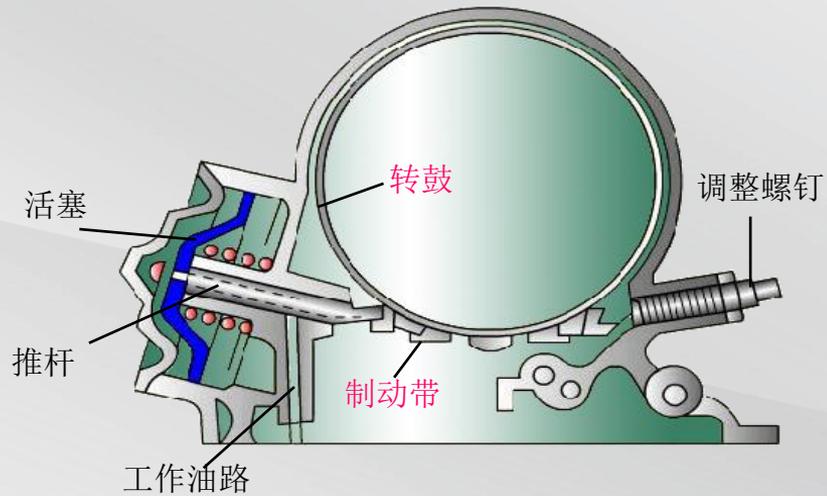


制动器

制动器的功用是固定行星齿轮机构中的基本元件，阻止其旋转。
在自动变速器中常用的制动器有片式制动器和带式制动器两种。



带式制动器是由制动带和控制油缸组成。



带式制动器 [\(视频\)](#)



带式制动器



3. 辛普森式行星齿轮变速器

捷达辛普森行星齿轮变速器

四挡辛普森行星齿轮变速器

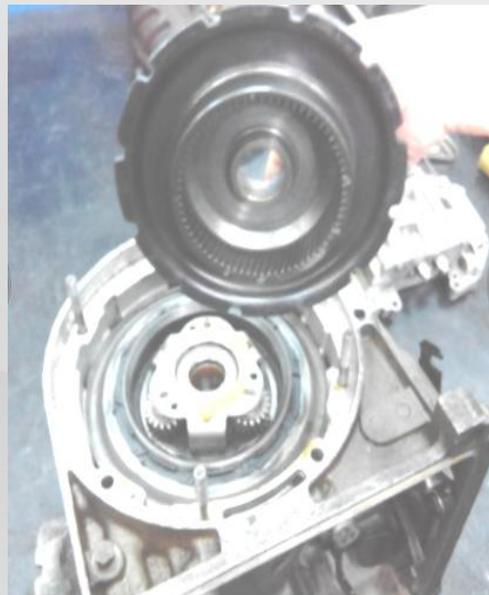
液压控制系统



辛普森式自动变速器认识



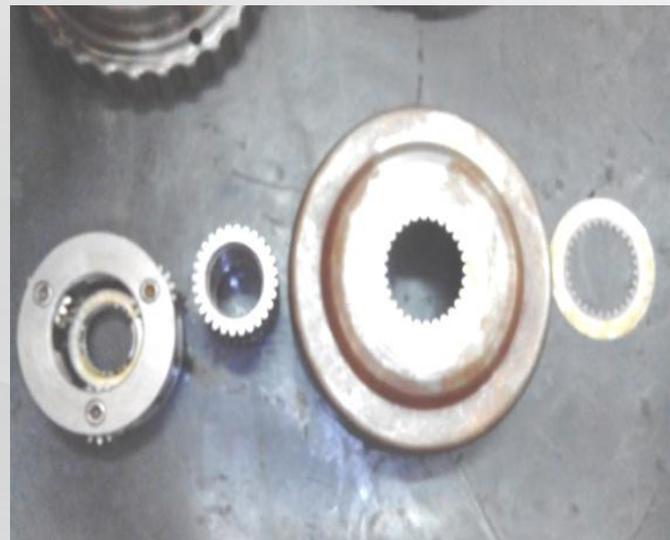
组装行星排



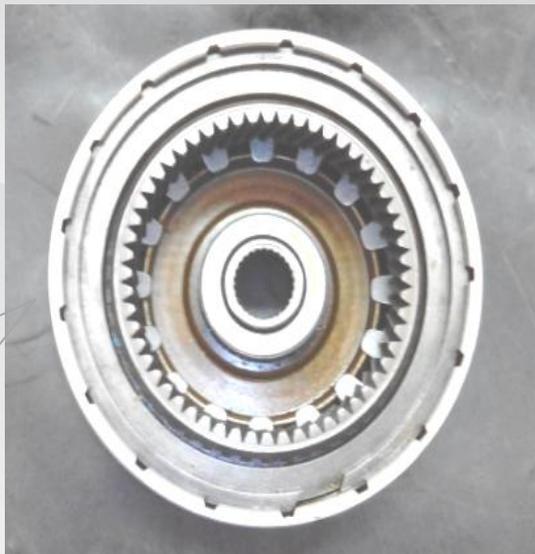
后行星排齿圈



后排齿圈、太阳轮、行星架

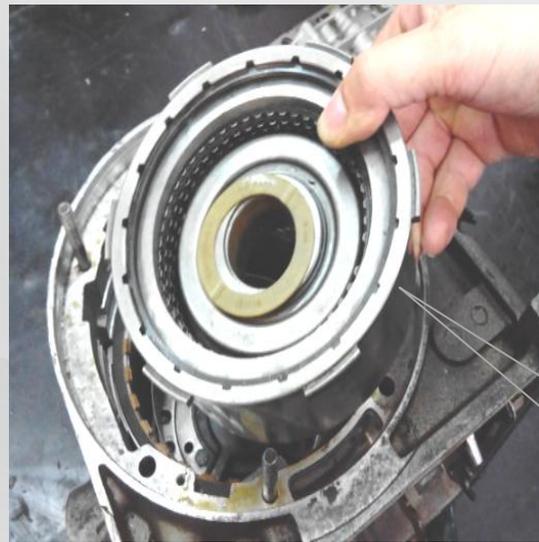


前排太阳轮、行星架



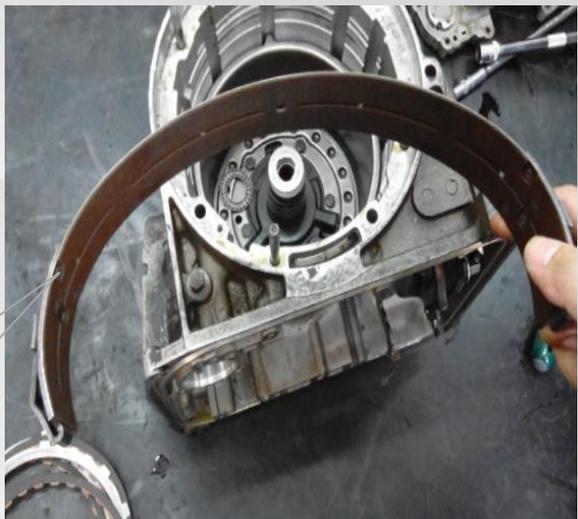
C1: 前进挡
离合器, 除
倒挡外均工
作

前离合器



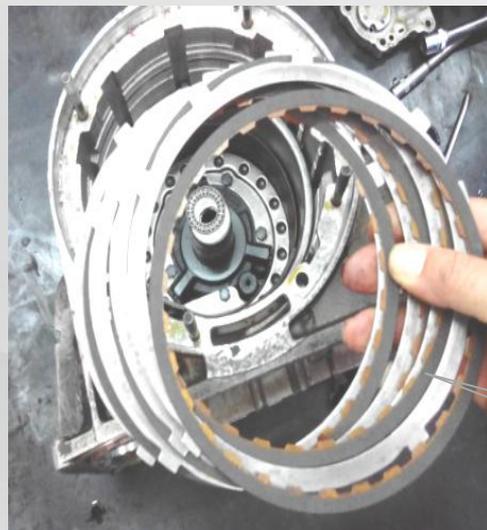
C2: 高挡、
倒挡离合
器,

后离合器



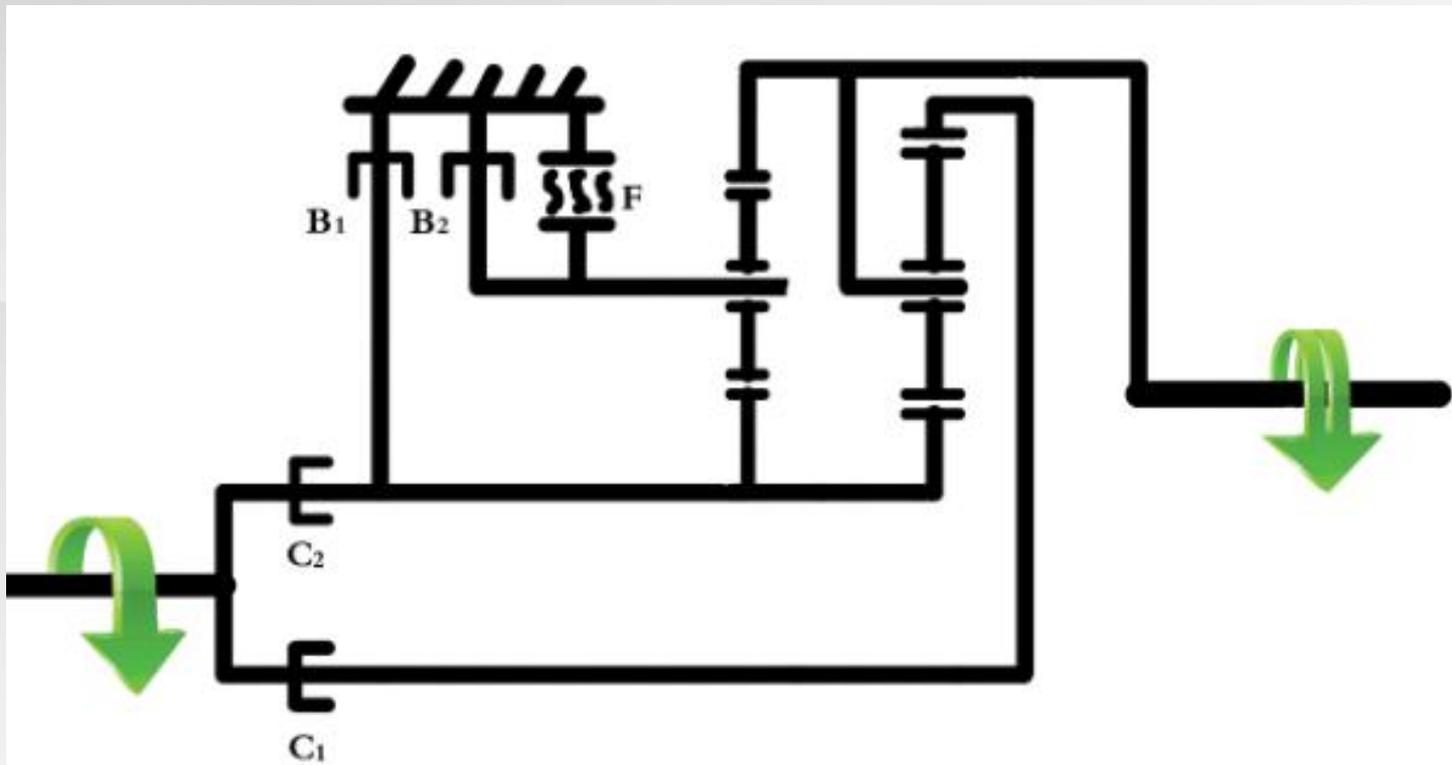
B1: 2挡滑
行制动器，

带式制动器



B3: 低、倒
挡制动器

片式制动器

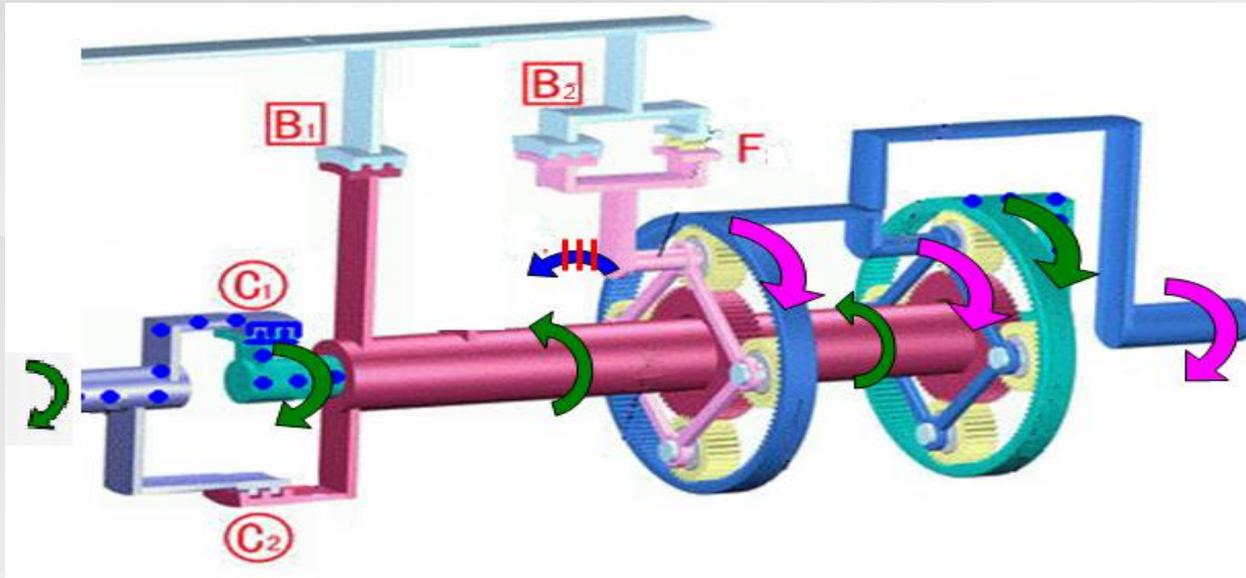


捷达自动变速器结构示意图



辛普森式变速器各挡传动路线

D1挡 — C1、F工作

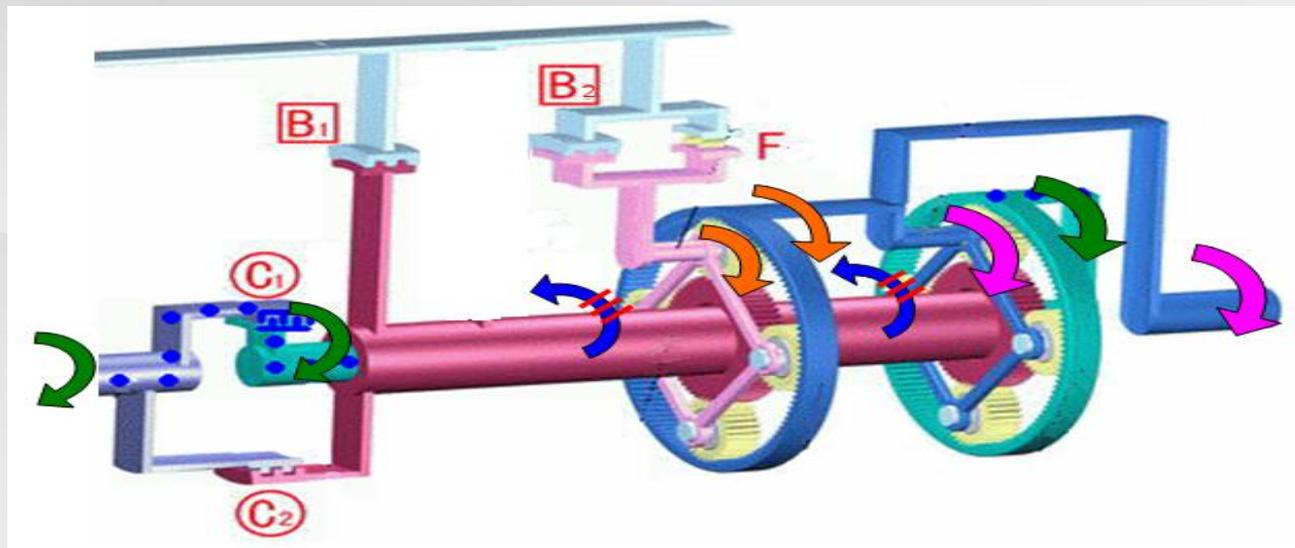


后行星排：
 $n_{\text{太}} = \text{入}$ ， $n_{\text{齿圈}} = \text{出}$ ，
 $n_{\text{架}} = 0$ ($i = -\alpha$)

前排：C1工作：C1将动力 —
前排齿圈(顺) — 前后太阳轮
(逆)
F工作：将后行星架固定



D2挡 — C1、B1工作

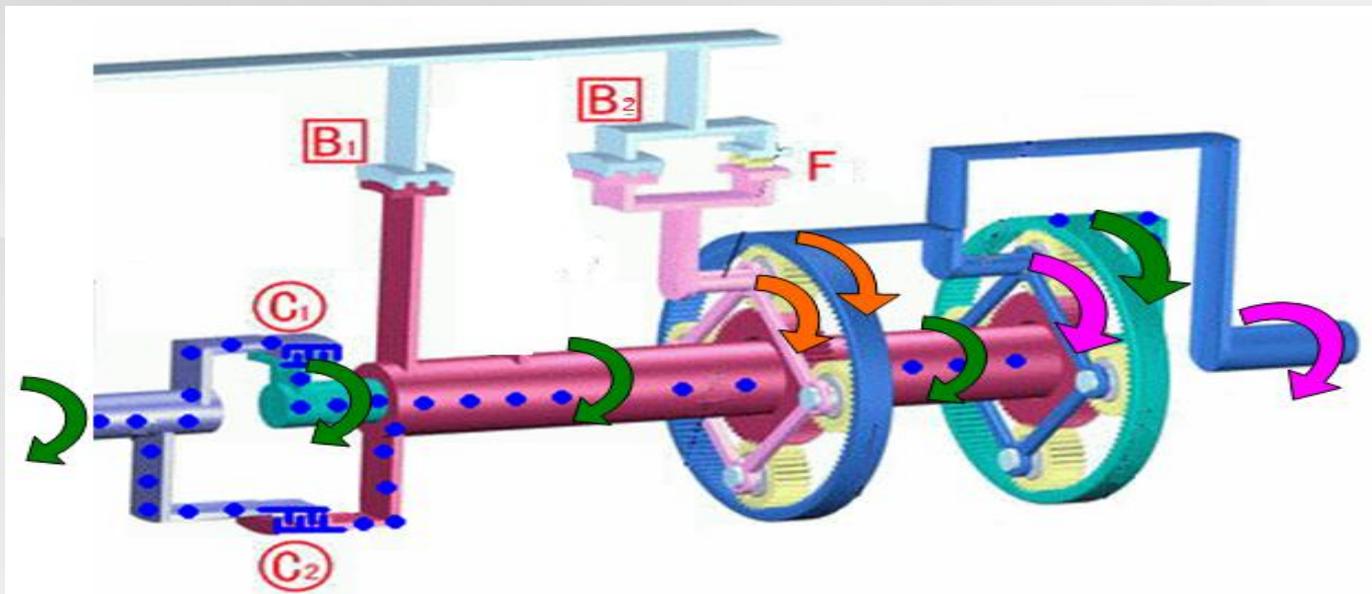


后排：不工作

C1工作：C1将动力 — 前排齿圈(顺) — 前后太阳轮(逆)
B1工作：防止前后太阳轮逆转
前行星排： $n_{\text{齿圈}} = \text{入}$ ， $n_{\text{架}} = \text{出}$ ， $n_{\text{太}} = 0$



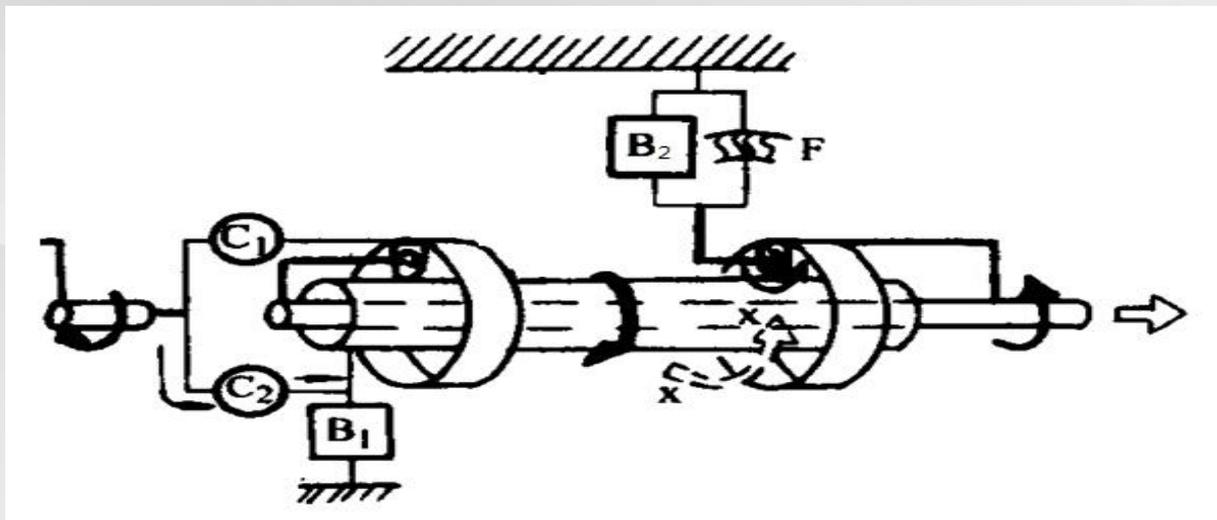
D3挡 — C1、C2工作



C1、C2工作：将前行星排齿圈与前后太阳轮连成一体
前、后行星排：直接挡



R挡 - C2、B2工作



前排：不工作

C2工作：C2将动力 — 前后太阳轮(顺)
B3工作：后行星架固定
后行星排： $n_{\text{太}} = \text{入}$ ， $n_{\text{齿圈}} = \text{出}$ ， $n_{\text{架}} = 0$ ， $i = -a$



谢 谢！