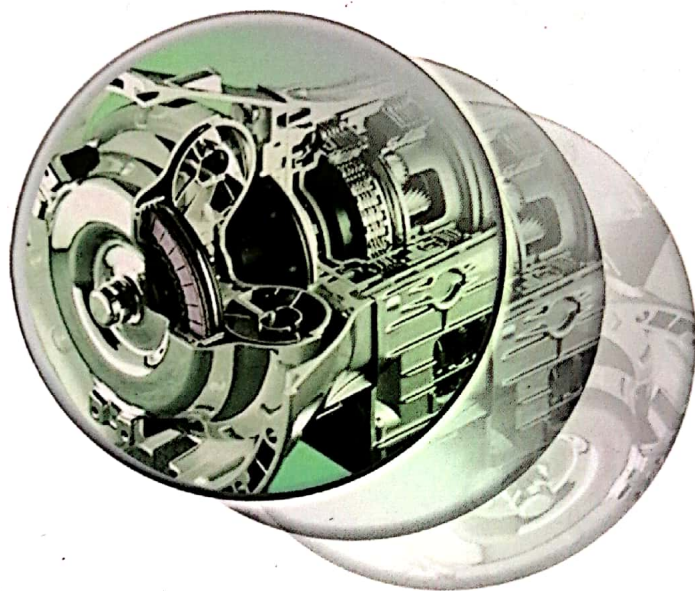




高等职业教育汽车类专业教学改革规划教材

汽车自动变速器 构造与检修

◎ 刘春晖 梁玉国 主 编



Gaodeng zhiye jiaoyu qichelei zhuanye jiaoxue gaige guihua jiaocai



赠电子课件

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



扫描全能王 创建

模块八 双离合自动变速器

项目一 认识双离合自动变速器

一、任务引入

为了既可以充分利用电控机械式自动变速器所具有的优点，又可以消除换档动力中断的缺点，很多汽车上采用了双离合器结构的自动变速器，即双离合自动变速器（Dual Clutch Transmission, DCT），也称为直接换档变速器（Direct Shift Gearbox, DSG）。

二、任务目标

- 1) 了解双离合自动变速器的发展历程。
- 2) 了解双离合自动变速器的特点。
- 3) 了解双离合自动变速器的档位模式。

三、相关知识

双离合自动变速器是基于手动变速器发展而来的，并且有别于一般的半自动变速器系统。双离合自动变速器除了拥有手动变速器的灵活及自动变速器的舒适外，它更能提供无间断的动力输出，这完全有别于两台自动控制的离合器。

1. 双离合自动变速器的发展历程

双离合自动变速器发明于1940年，但因技术的限制未能投入批量生产。1985年，奥迪汽车公司将双离合器技术应用于赛车上，双离合器技术使奥迪赛车驰骋于当时的各大越野赛场，获得多项赛事的胜利。图8-1所示为双离合自动变速器。

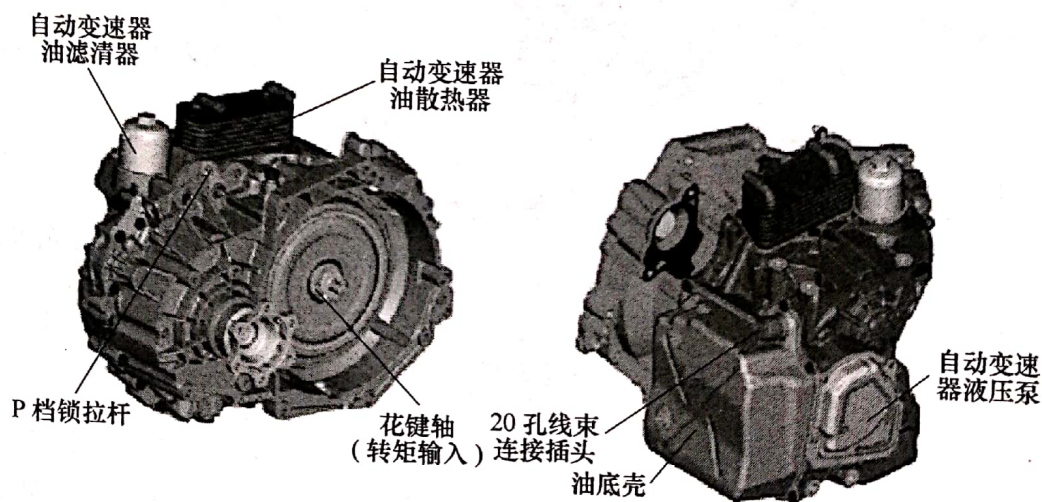


图8-1 双离合自动变速器



美国博格华纳公司 (Borg Warner) 致力于双离合自动变速器产品的开发研究, 通过使新的电子液压元件使其实用性更强。2002 年, 双离合自动变速器应用在德国大众高尔夫 R32 轿车和奥迪 TT V6 轿车上。2003 年, 双离合自动变速器相继推广到高尔夫等其他车型上。2004 年, 双离合自动变速器在德国大众途安 (Touran) 车型上首次与电控柴油发动机匹配。

三菱汽车公司在 2007 年秋季将美国博格华纳公司制造的双离合器应用于 6 速手自一体自动变速器 (AMT), 与德国大众公司采用的双离合自动变速器技术为同一制造厂商。大众汽车将两个离合器分为内周和外周来配置, 而三菱汽车则将直径相同的离合器以前后并列方式配置。由于配置车辆的转矩较大, 而且将来还要用于柴油发动机, 采用并列配置方式更便于散热。

2009 年 9 月, 标致汽车公司在法兰克福汽车展上推出最新的 6 速双离合自动变速器, 该款变速器被装备在标致的首款 SUV 4007 上。2010 年, 搭载 Powershift 双离合自动变速器的两厢运动版福克斯已进入市场。

由此看出, 双离合自动变速器正在快速进入市场。

2. 双离合自动变速器的特点

普通 6 档双离合自动变速器采用了两个湿式离合器实现 6 个前进位, 新一代 7 档双离合自动变速器采用了两个干式离合器实现 7 个前进位的传统齿轮变速器作为动力的传送部件, 这是目前世界上较先进的、具有革命性的自动变速器。

1) 双离合自动变速器没有液力变矩器, 也没有离合器踏板。由液压控制的湿式双离合系统代替了液力变矩器, 其中的离合器 1 负责控制奇数档齿轮和倒档齿轮, 离合器 2 负责控制偶数档齿轮 (图 8-2), 实际上可以说这是由两个平行的变速器配合组成的一个变速器。

2) 双离合自动变速器在传动过程中的能耗损失非常有限, 大大提高了车辆的燃油经济性。

3) 双离合自动变速器的反应非常灵敏, 具有很好的驾驶乐趣。

4) 车辆在加速过程中不会有动力中断的感觉, 使车辆的加速更加强劲、圆滑。

5) 双离合自动变速器的动力传送部件是一台三轴式 6 前进位的传统齿轮变速器, 增加了速比的分配, 它的多片湿式双离合器是由电子液压控制系统来操控的。

6) 双离合器的使用可以使变速器同时有两个档位啮合, 使换挡操作更加快捷。双离合自动变速器也有手动和自动两种控制模式, 除了变速杆可以控制外, 转向盘上还配备有手动控制的换挡按钮, 在行驶中, 两种控制模式可以随时切换。

7) 选用手动模式时, 如果不进行升档操作, 即使将加速踏板踩到底, 双离合自动变速器也不会升档。

8) 换挡逻辑控制可以根据驾驶人的意愿进行换挡控制, 在手动控制模式下, 可以跳跃降档。

9) 如图 8-2 所示, 双离合自动变速器有一个由两组离合器片集合而成的双离合装置, 同时有一个由实心输入轴 1 及其外部滑套着空心输入轴 2 组合而成的双传动轴机构, 并由电子及液压装置同时控制两组离合器及齿轮组的动作。在某一档位时, 离合器 1 接合, 一组齿轮啮合输出动力, 在接近换挡时, 下一组档段的齿轮已被预选, 而与之相连的离合器 2 仍处



于分离状态；在换入下一档位时，处于工作状态的离合器 1 分离，将使用中的齿轮脱离动力，同时离合器 2 啮合已被预选的齿轮，进入下一档。在整个换档期间能确保有一组齿轮在输出动力，因此不会出现动力间断的状况。

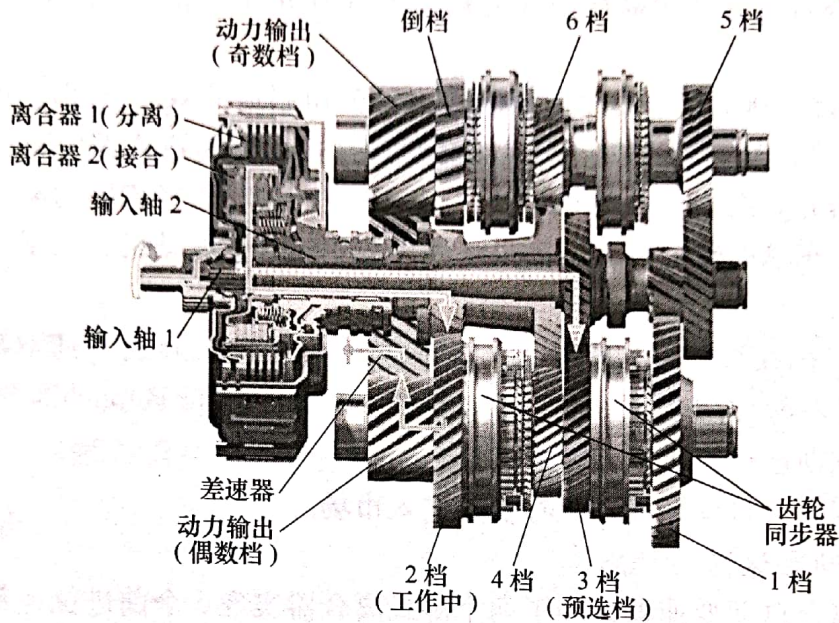


图 8-2 双离合自动变速器的基本结构

3. 档位模式

变速杆的操作方式和自动变速器的变速杆一样，双离合自动变速器也提供手自一体 Tiptronic 档位模式，如图 8-3 所示。

P (驻车)：必须在点火开关已打开且已踩下制动踏板的情况下，才能将变速杆从该位置移出。另外，移出时还需要按下变速杆上的锁止按钮。

R (倒档)：要想挂入该档，必须按下锁止按钮。

N (空档)：在这个位置时，变速器空转。如果变速杆较长时间处于这个位置，那么要脱离这个位置时，必须再次踩下制动踏板。

D (驱动)：变速杆在这个位置时，会自动选择前进位。“+”和“-”可在右侧变速杆通道中及通过转向盘开关来执行。

S (运动)：控制单元内存储着运动特性曲线，该档位会根据该曲线自动选择。

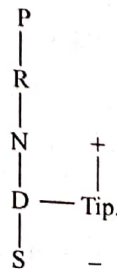


图 8-3 变速杆外形及档位情况



项目二 双离合自动变速器的传动原理及结构

一、任务引入

新一代双离合自动变速器采用了2个离合器和6个前进位的传统齿轮变速器作为动力的传递部件，这是目前较先进的自动变速器，它没有变矩器，也没有离合器踏板。由液压控制的湿式双离合器系统代替了变矩器。

二、任务目标

- 1) 掌握双离合自动变速器传动原理。
- 2) 掌握双离合自动变速器机械传动机构的结构。
- 3) 掌握双离合自动变速器各档位动力传递路线。

三、相关知识

下面以一汽大众公司的02E双离合自动变速器为例，介绍其主要结构特点和工作原理。02E双离合自动变速器的外形如图8-4所示，其内部结构如图8-5所示。

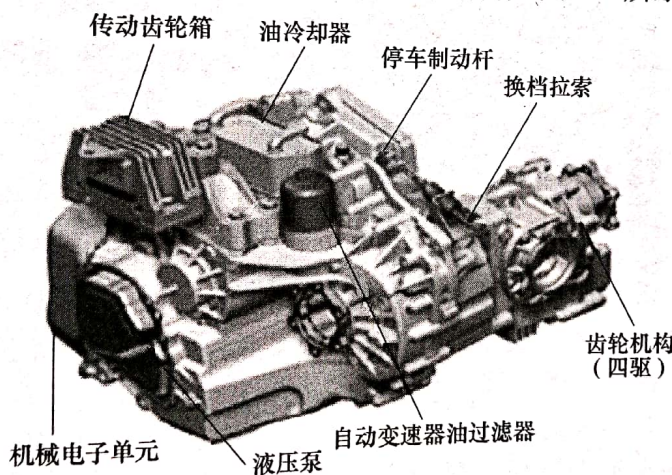


图 8-4 02E 双离合自动变速器的外形

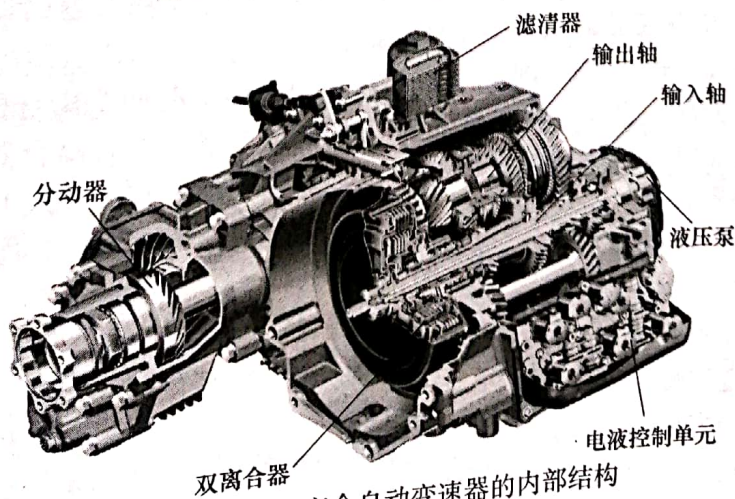


图 8-5 02E 双离合自动变速器的内部结构



1. 双离合自动变速器传动原理

(1) 双离合自动变速器的换档过程 双离合自动变速器有两套离合器用于动力换档和起步。每套离合器与变速器的一根输入轴相连，构成两路动力传递：一路用于1档、3档、5档奇数档齿轮的传动，与离合器 K1 连接；另一路用于2档、4档、6档偶数档齿轮的传动，与离合器 K2 连接。两套离合器互相嵌套在一起。离合器 K1 与变速器实心输入轴 1 相连，离合器 K2 与空心输入轴 2 相连，两轴同心，如图 8-6 所示。变速器一根轴处于工作状态时，另一根轴空转。换档时，先在无负荷的一套装置上预选档位，要实现换档则将原来传递动力的离合器分离，而将另一套离合器接合，从而把动力传递给与该离合器相连的轴上。当然，换档和离合器的操纵都是由集成了电子和液压元件的机械电子模块实现的。所用的离合器有干式离合器与湿式离合器两种，湿式离合器与液力自动变速器中的离合器类似。从目前产品的细分情况看，传递转矩在 $350\text{N} \cdot \text{m}$ 以下的采用干式离合器，而传递转矩大于 $350\text{N} \cdot \text{m}$ 的采用湿式离合器。

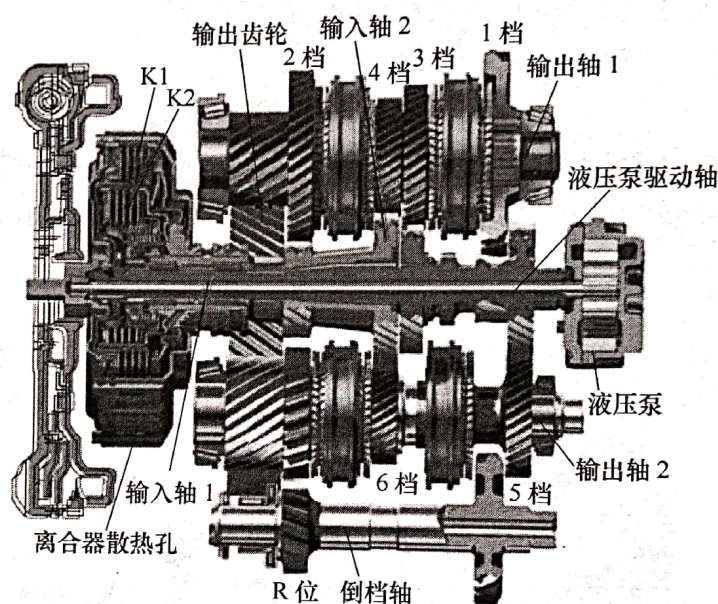


图 8-6 齿轮变速机构

(2) 双离合自动变速器的特点 双离合自动变速器的优点是换档快，从而可获得更高的加速度；同时，传动效率高，装备双离合自动变速器的汽车耗油量比装备其他自动变速器的低，甚至比装备手动变速器的同种车型还要低。

在车辆处于停车状态时，两个离合器都是常开的，即平时两个离合器均处于分离状态，不传递动力，因 K1 分离，自动换档机构将档位切换至 1 档，然后离合器 K1 接合，车辆开始起步运行，这时的控制过程与电控机械式自动变速器相似。车辆换入 1 档运行后，因为此时离合器 K2 处于分离状态，不传递动力，当车辆加速，达到或接近 2 档的换档点时，自动换档机构可以将档位提前换入 2 档，离合器 K1 开始分离，同时离合器 K2 开始接合，两个离合器交替切换，直到离合器 K1 完全分离；同时，离合器 K2 完全接合，整个换档过程结束。如果车辆加速，则进入下一档位；若减速，则下一个档位仍为 1 档。其余档以此类推。

这两个多片离合器浸在双离合自动变速器机油中工作，电控单元根据将要挂入的档位来调节多片离合器 K1 或多片离合器 K2 接合或者松开。多片离合器 K1 驱动输入轴 1，输入轴 1 安装了 1 档、3 档、5 档和倒档的主动轮，多片离合器 K2 驱动输入轴 2，输入轴 2 安装了



2档、4档、6档的主动轮。输入轴1和输入轴2安装了与其相对应的输出轴以及各档位的从动轮。两输出轴与差速器齿轮相啮合，输出动力。传动简图如图8-7所示。

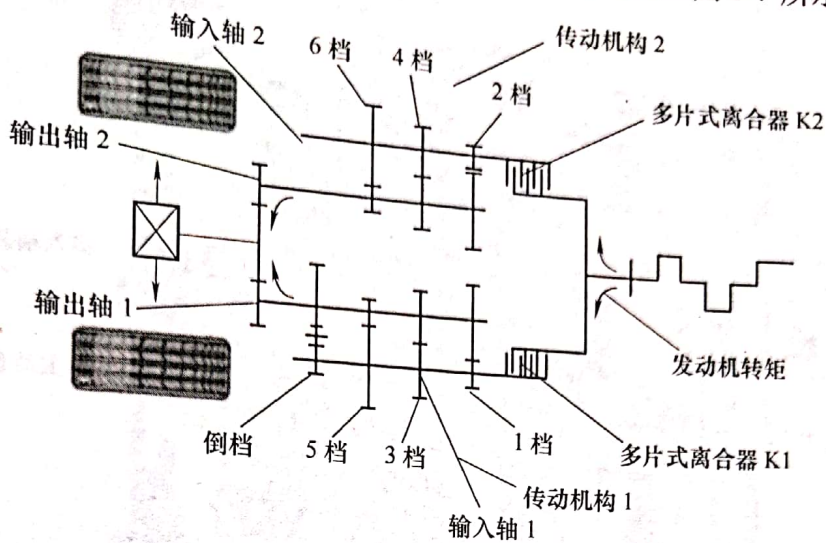


图 8-7 传动简图

当一个传动机构中的某个档位在传递动力时，另外一个传动机构已经挂上邻近的高档，只是这个档位的离合器没有接合。每一个档位都配有传统手动变速器上的同步装置和换档机构。

2. 双离合自动变速器机械传动机构的结构

双离合自动变速器机械传动机构主要由双质量飞轮、两个多片离合器、输入轴及齿轮、输出轴及齿轮等组成。

(1) 双质量飞轮 双质量飞轮的结构如图8-8所示，由于在双离合自动变速器中没有使用液力变矩器等可以吸收系统振动的元件，所以需要采用扭转减振器来吸收系统的扭转振动。采用这种带有双质量飞轮的扭转减振器，可以非常有效地控制汽车动力传动系统的扭转振动及噪声，提高整车的舒适度。双质量飞轮就是将原来的一个飞轮分成两个部分，一部分保留在发动机一侧的位置上，起到原来飞轮的作用，用于起动和传递发动机的转矩，这一部分称为初级质量；另一部分则放置在传动系统变速器一侧，用于提高变速器的转动惯量，这部分称为次级质量。两部分飞轮之间有一个环形的油腔，在腔内装有弹簧减振器，由弹簧减振器将两部分飞轮连接为一个整体。次级质量能在不增加飞轮惯性矩的前提下提高传动系统的惯性矩，令共振转速下降到怠速转速以下。双质量飞轮花键将转矩传到多片离合器的主动盘（主动盘与主毂制成一体）。离合器K1和K2的外片支架与主毂连在一起，如图8-9所示，K1内片支架与输入轴1连接，K2内片支架与输入轴2连接。

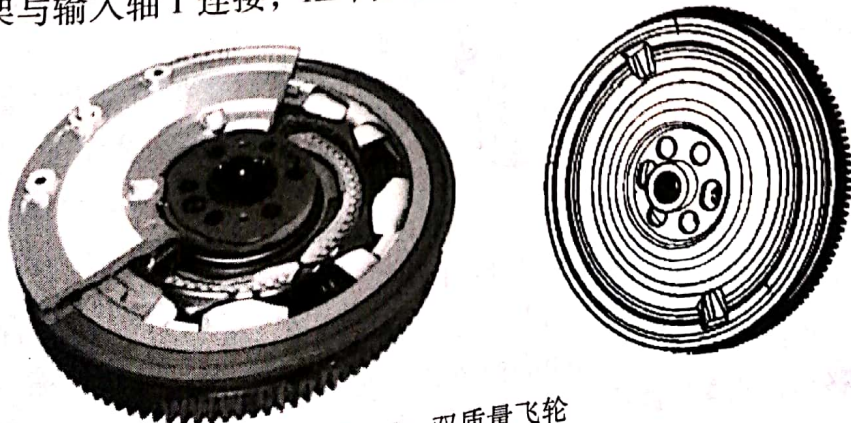


图 8-8 双质量飞轮



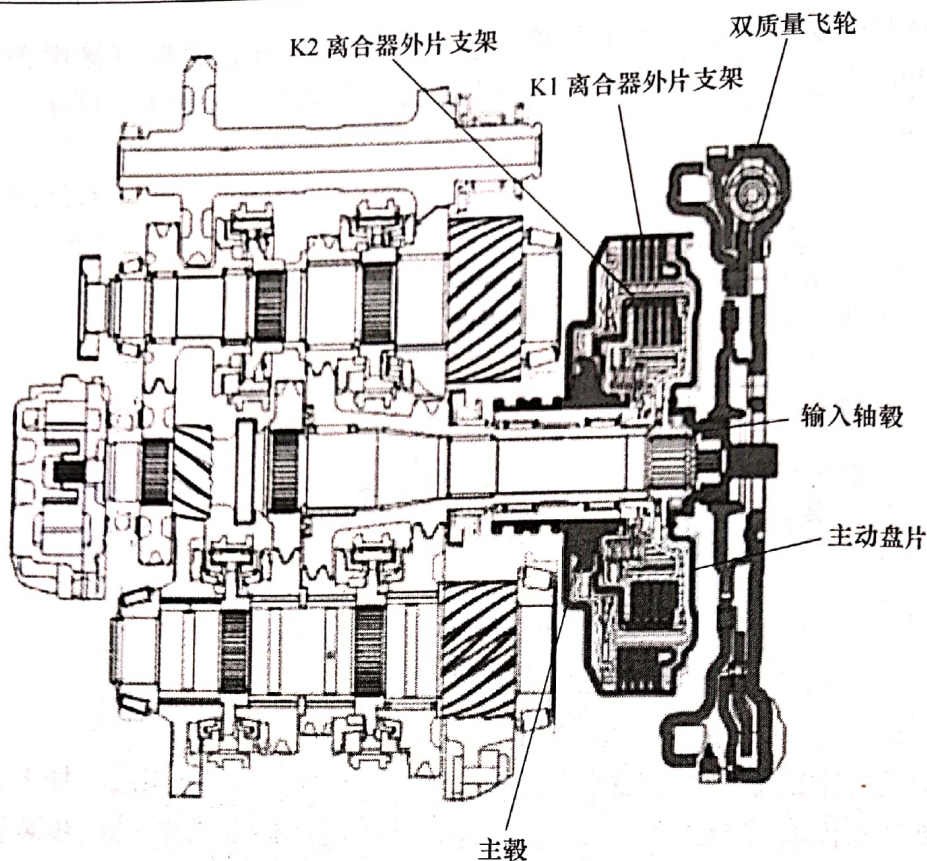


图 8-9 飞轮与离合器的连接

(2) 多片离合器 离合器采用湿式多片离合器，其内部组成结构如图 8-10 所示。离合器的外花键毂与双质量飞轮的内花键相连，两个离合器的外片支架与离合器的花键毂相连，内片支架与输入轴 1 和输入轴 2 相连。当离合器接合时，便可将发动机的动力传递给变速器输入轴。

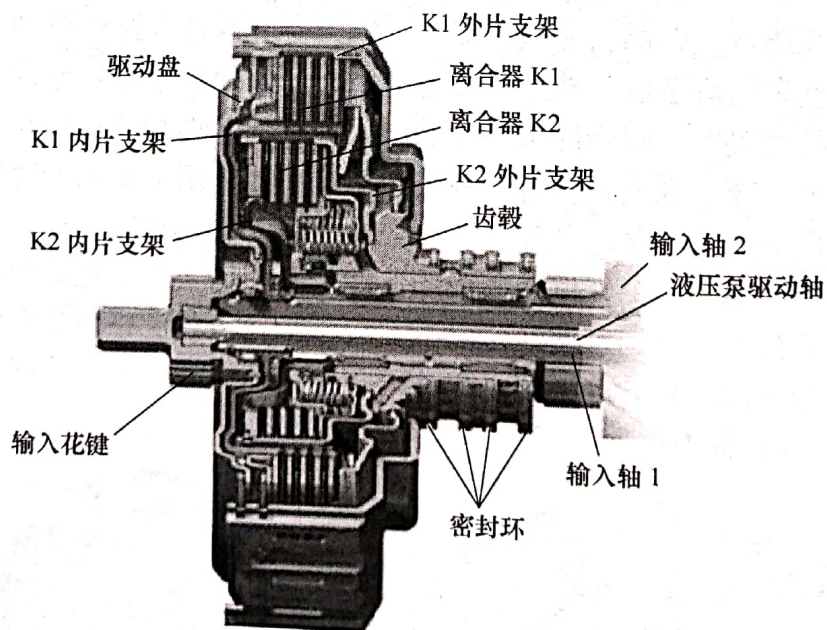


图 8-10 多片离合器的结构

1) 多片离合器 K1 的工作过程。如图 8-11 所示，K1 是外离合器，离合器外片支架与离合器外花键毂连接，内片支架与输入轴 1 连接，分别用于连接发动机和输入轴 1，可将转矩传递到与输入轴 1 相连的 1、3、5 档和倒档齿轮。当液压油进入离合器的压力腔时，离合器的活塞 1 沿轴向移动，使离合器片组压在一起，发动机转矩便可传给输入轴 1，并且带动 1、



3、5档和倒档齿轮；当压力腔没有液压油时，由膜片弹簧将活塞推回到离合器分离位置，使离合器分离。

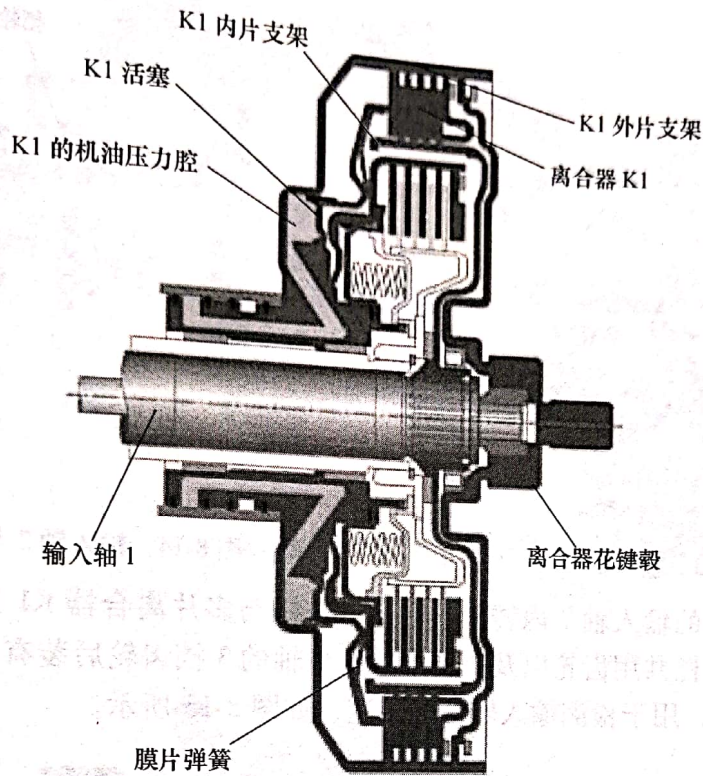


图 8-11 多片离合器 K1 工作过程

2) 多片离合器 K2 的工作过程。如图 8-12 所示，K2 是内离合器，离合器外片支架与离合器 K1 外片支架相连，离合器内片支架与输入轴 2 连接，分别用于连接发动机和输入轴 2，可将转矩传递到与输入轴 2 相连的 2、4、6 档齿轮。当液压油进入离合器的工作缸时，离合器的活塞 1 沿轴向移动，使离合器片组压在一起，发动机转矩便可传给输入轴 2，并且带动 2、4、6 档齿轮；当压力腔没有液压油时，由螺旋复位弹簧将活塞推回到离合器分离位置，使离合器分离。

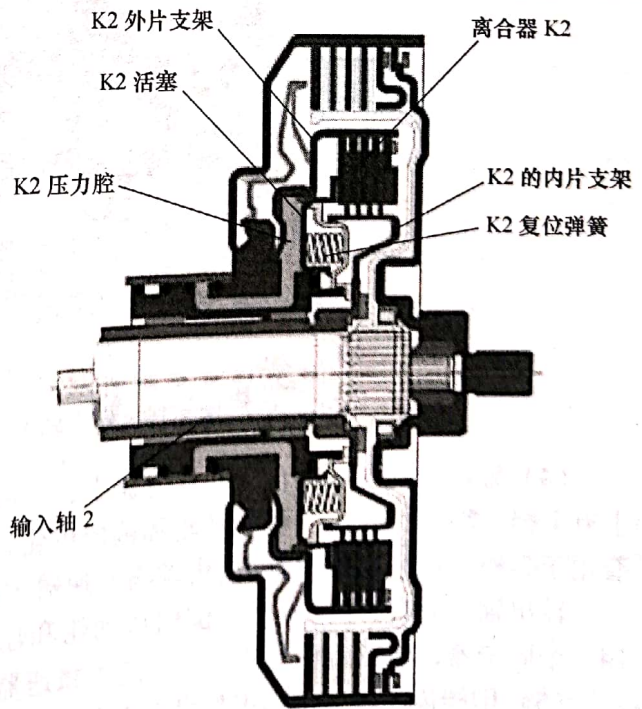


图 8-12 多片离合器 K2 工作过程

(3) 输入轴 发动机转矩经多片离合器 K1 或 K2 内片支架传递到输入轴，如图 8-13 所示。由图可以看出，输入轴 2 安装在输入轴 1 之前，输入轴 2 被加工成空心，它通过花键与多片离合器 K2 连接在一起，输入轴 2 上有用于 6 档、4 档、2 档的斜齿齿轮，6 档和 4 档使用同一个齿轮。该轴的 2 档齿轮旁装有一个靶轮，与转速传感器配对使用，用于检测输入轴 2 的转速，



如图 8-14 所示。

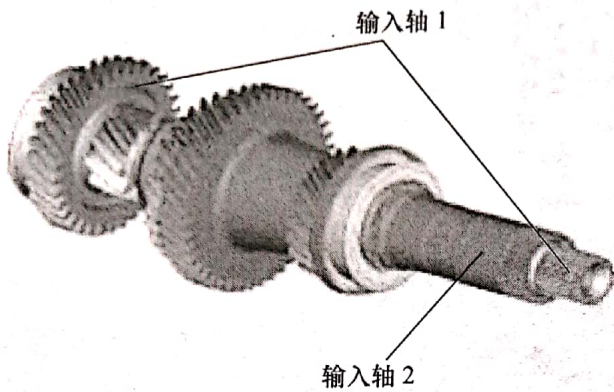


图 8-13 输入轴

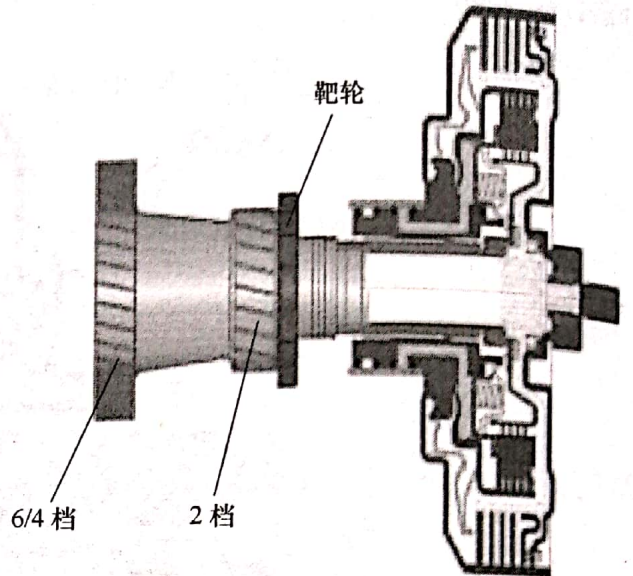


图 8-14 输入轴 2 与离合器的连接

输入轴 1 在中空的输入轴 2 内转动，它通过花键与多片离合器 K1 连接在一起。输入轴 1 上有 5 档，1 档/倒档共用齿轮以及 3 档齿轮。该轴的 3 档齿轮后装有一个靶轮，与转速传感器 G501 配对使用，用于检测输入轴 1 的转速，如图 8-15 所示。

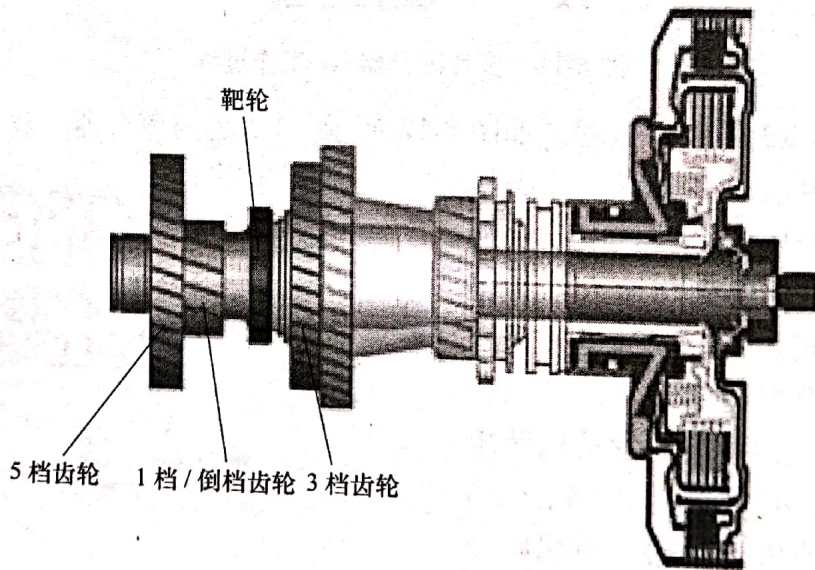


图 8-15 输入轴 1 与离合器的连接

(4) 输出轴 在双离合自动变速器中，与两个输入轴对应的还有两个输出轴。输出轴 1 上有 1 档、2 档、3 档、4 档从动轮和输出齿轮，有两套同步器，一套用于 1 档、3 档，另一套用于 2 档、4 档，输出轴输出齿轮与差速器中的主减速器齿轮啮合，如图 8-16 所示。

输出轴 2 上有 5 档、6 档、倒档从动轮和输出齿轮；5 档用一个同步器，6 档和倒档共用一个同步器，输出齿轮与差速器中的主减速器齿轮啮合，如图 8-17 所示。

(5) 倒档齿轮轴 倒档齿轮轴改变了输出轴 2 的旋转方向，即改变了差速器主减速齿轮的旋转方向，从而实现倒车。倒档齿轮轴有两个齿轮，一个与输入轴 1 上的 1 档/倒档共用齿轮啮合，另一个与输出轴 2 上的倒档滑动齿轮相啮合，如图 8-18 所示。



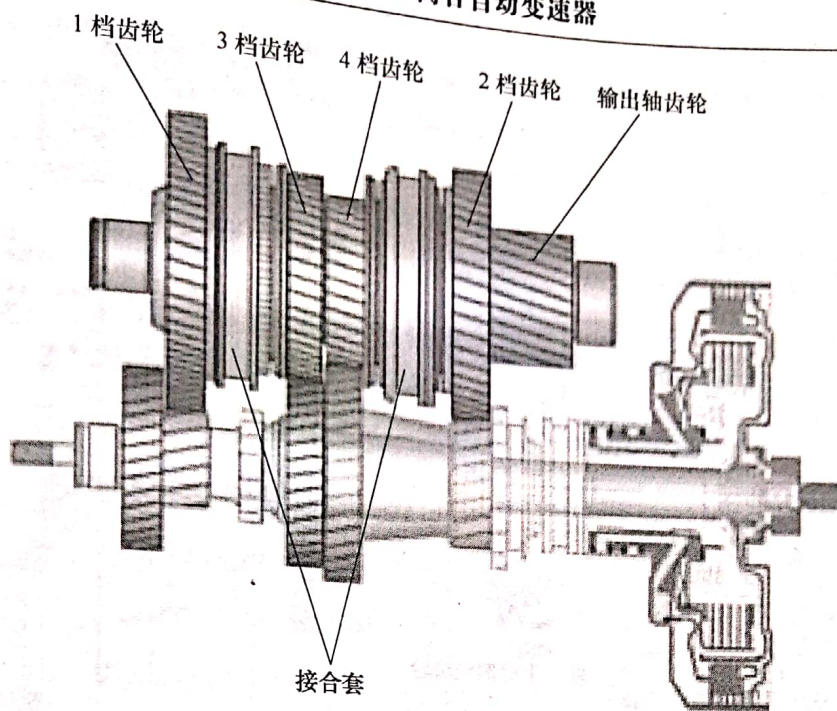


图 8-16 输出轴 1

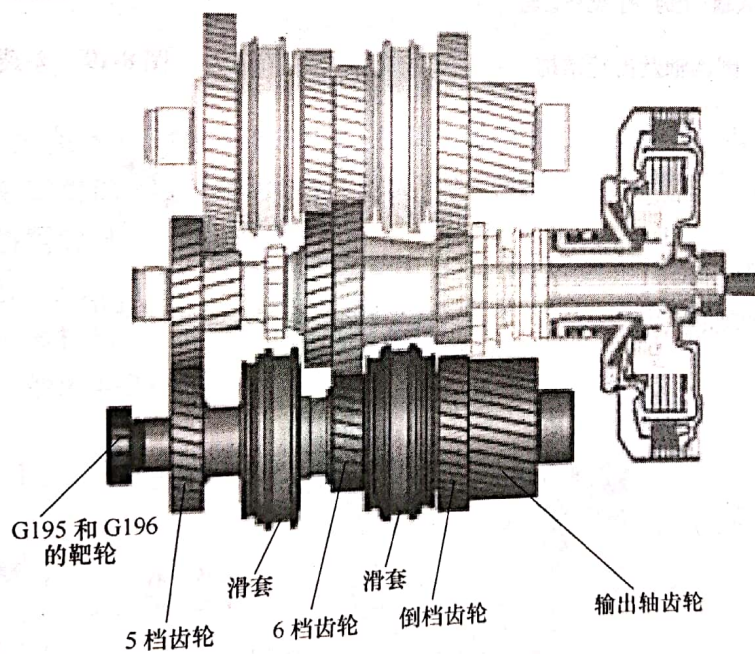


图 8-17 输出轴 2

轴
传

1

共

左
共

(6) 差速器 两个输出轴输出齿轮将转矩传递到差速器的输入齿轮上，输出轴上的齿轮带动差速器上的大齿轮，起主减速器的作用。差速器将转矩经传动半轴传递到车轮，如图 8-19 所示。

(7) 变速机构 变速杆的结构如图 8-20 所示。

1) 变速杆传感器控制单元 J587。变速杆固定架内的霍尔传感器探测变速杆位置，并通过 CAN 总线将变速杆的位置传输给变速杆传感器控制单元 J587，并通过此信号来控制变速杆锁电磁阀工作。



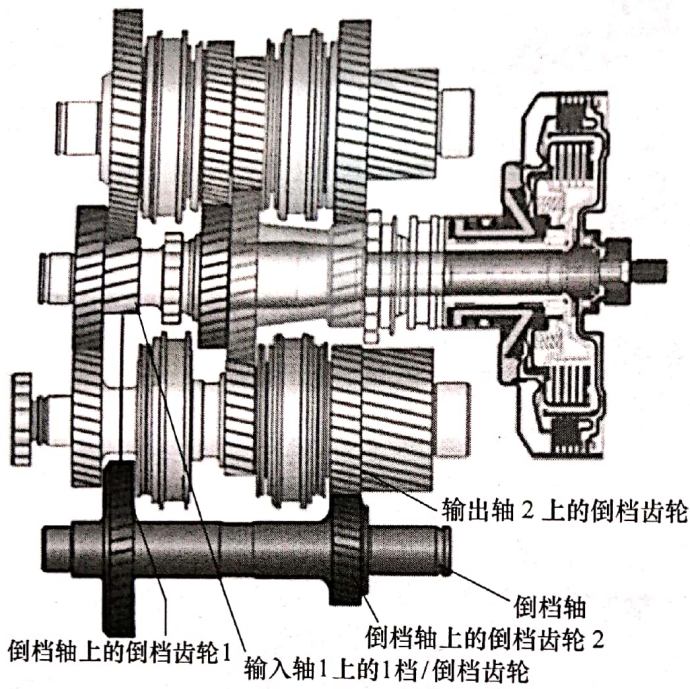


图 8-18 倒档轴及齿轮结构

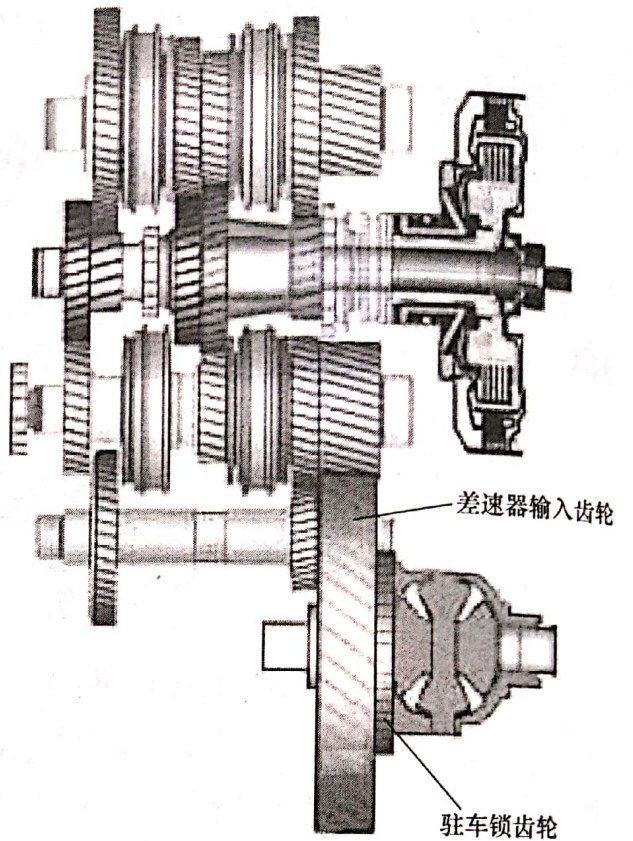


图 8-19 差速器

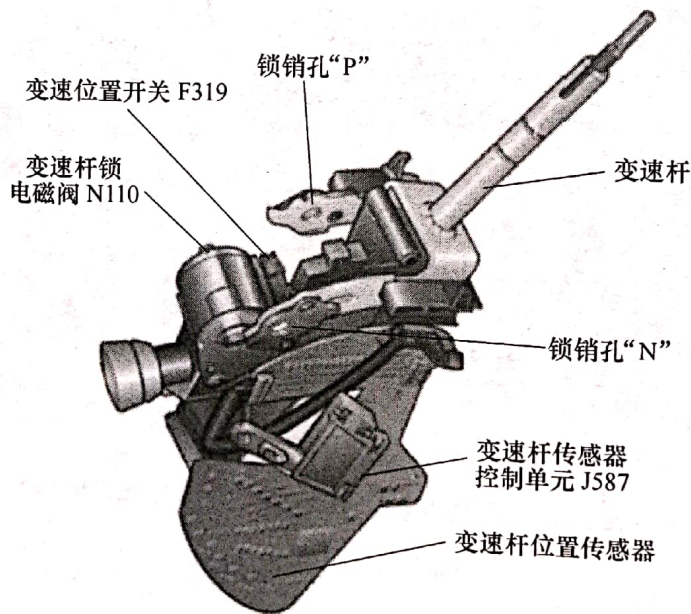


图 8-20 变速杆的结构

2) 变速杆锁电磁阀 N110。电磁阀用于将变速杆保持在 P 位和 N 位，电磁阀由传感器控制单元 J587 控制工作。

3) 变速杆“P”位置锁止开关 F319。如果变速杆位于 P 位，变速杆“P”位置锁止开关 F319 则向控制单元 J587 发送一个信号，J587 利用这个信号控制是否允许将点火钥匙拔出点火开关。



4) 变速杆锁止在 P 位时的工作情况。当变速杆在 P 位时，锁销插在 P 位锁销孔内，从而将变速杆锁止在 P 位，可避免变速杆被随意移动到其他位置，如图 8-21a 所示。此时如果想移动变速杆至其他位置，需打开点火开关，踩下制动踏板，并按下变速杆上的锁止按钮，传感器控制单元 J587 将向电磁阀 N110 供电，将锁销从锁销孔中拔出，变速杆便可移动，如图 8-21b 所示。

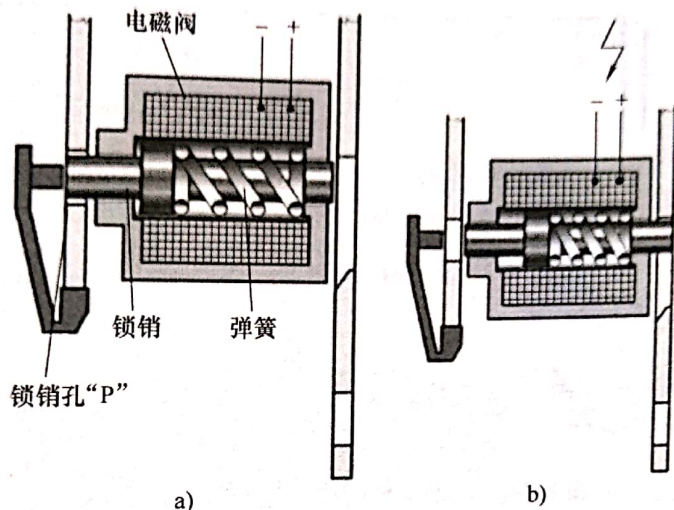


图 8-21 变速杆在 P 位置
a) 锁止 b) 解锁

5) 变速杆锁止在 N 位时的工作情况。如果变速杆位于 N 位的时间超过 2s，控制单元将向电磁阀供电，将锁销插入 N 位锁孔内，如图 8-22 所示。变速杆无法在无意间移动到其他位置，踩下制动踏板时锁销便会自动松开。

6) 应急开锁。如果出现故障使变速杆锁电磁阀 N110 供电中断，则将导致变速杆无法移动，因为此时变速杆锁保持启用状态。在紧急情况下，将一个较薄的物体压入锁销内，即可松开变速杆锁，如图 8-23 所示。

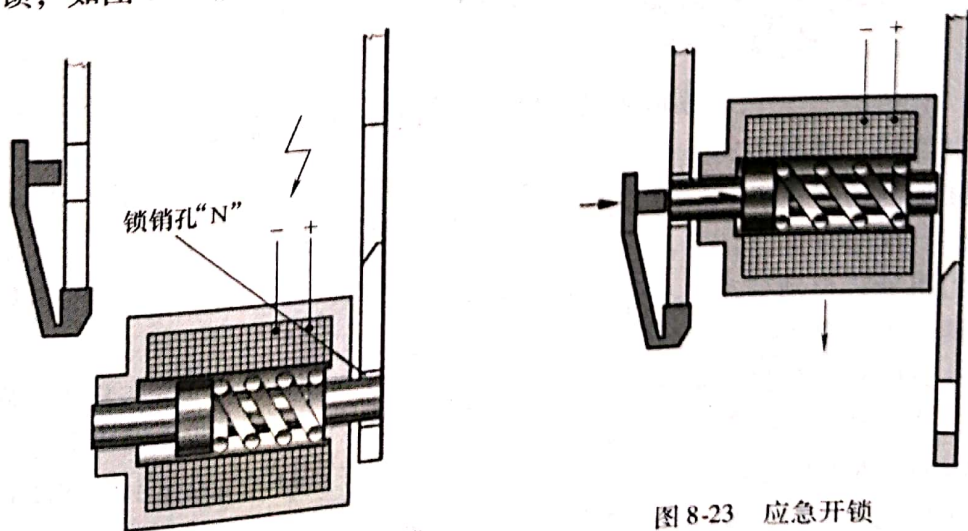


图 8-23 应急开锁

图 8-22 变速杆在 N 位置锁止与解锁

(8) 点火钥匙防拔出锁 点火钥匙防拔出锁可以防止驻车锁未锁止时，点火钥匙转到拔出位置。该锁采用电控机械原理，由转向柱控制单元 J527 控制。当变速杆位于 P 位，点



火开关已关闭。变速杆位置开关 F319 打开，J527 探测到此信号，则停止向电磁阀 N376 供电，电磁阀内的弹簧将锁销推到开锁位置，如图 8-24 所示。点火开关打开，F319 闭合，控制单元 J527 向电磁阀 N376 供电。电磁阀克服弹簧力将锁销推到锁止位置，此时锁销可以防止点火钥匙转回和拔下，如图 8-25 所示。

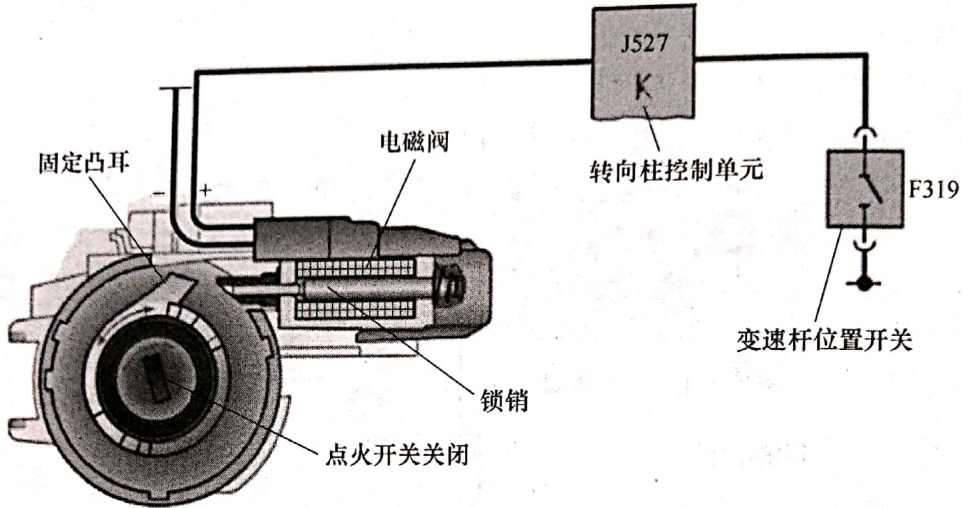


图 8-24 点火钥匙防拔出锁开锁工作原理

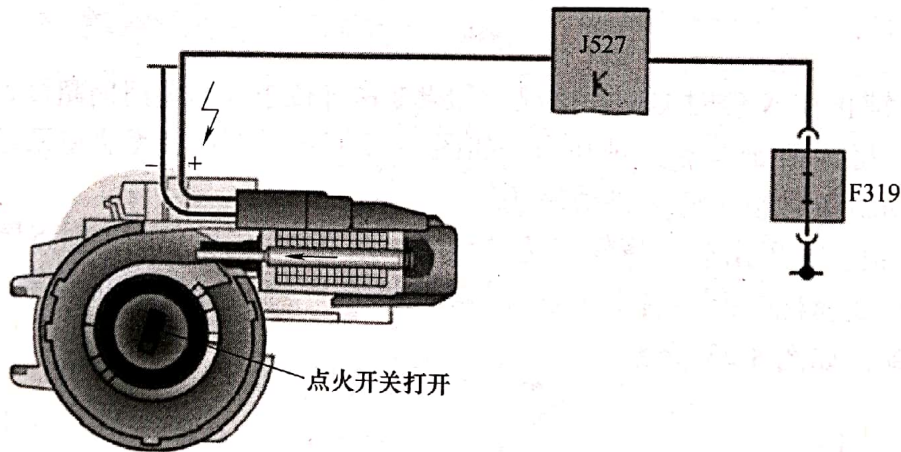


图 8-25 点火钥匙防拔出锁锁止工作原理

(9) 驻车锁 差速器有驻车锁齿轮，如图 8-26 所示，驻车锁安装在差速器外壳上。在没有拉紧驻车制动器手柄的情况下，驻车锁可使车辆能可靠驻车而不溜车。止动机构以纯机械方式工作，通过变速杆和变速器上驻车锁之前的一条拉索来工作，该拉索只用于操纵驻车锁，与液力机械式自动变速器一样，如图 8-27 所示。

驻车锁锁止，变速杆推至 P 位，拉索带动锥体滑阀轴向运动，卡入驻车棘轮中，将输出轴锁住。驻车锁松开，变速杆退出 P 位，拉索带动锥体滑阀轴向运动，退出驻车棘轮中，弹簧弹力起作用，使止动爪高高抬起，从而使止动爪从驻车锁齿轮的齿间退出，如图 8-27 所示。

3. 各档位动力传递路线

(1) 1 档动力传递路线 1 档动力传递路线如图 8-28 所示。发动机动力经离合器 K1→输入轴 1→输入轴 1 上的 1 档/倒档齿轮→输出轴 1 上的 1 档齿轮→1 档/3 档同步器→输出轴 1→输出轴 1 上的输出齿轮→差速器。



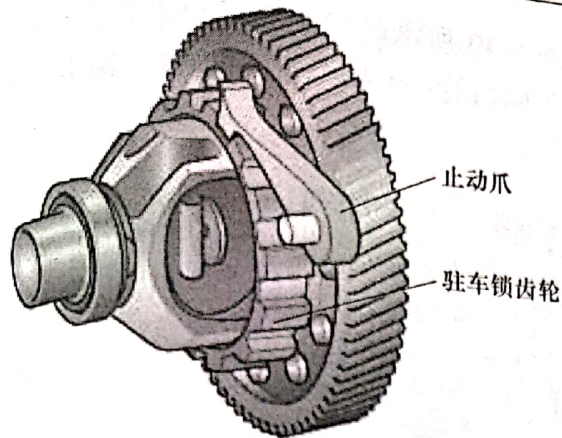


图 8-26 驻车锁

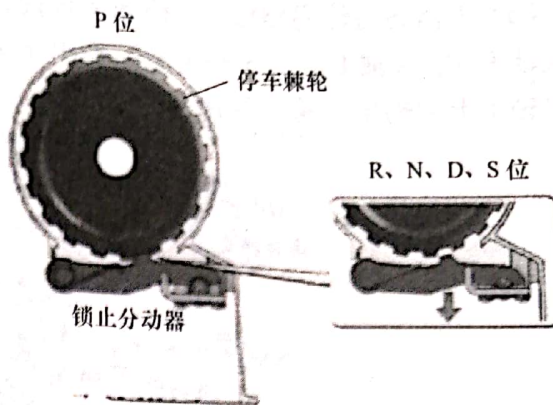


图 8-27 驻车锁机构

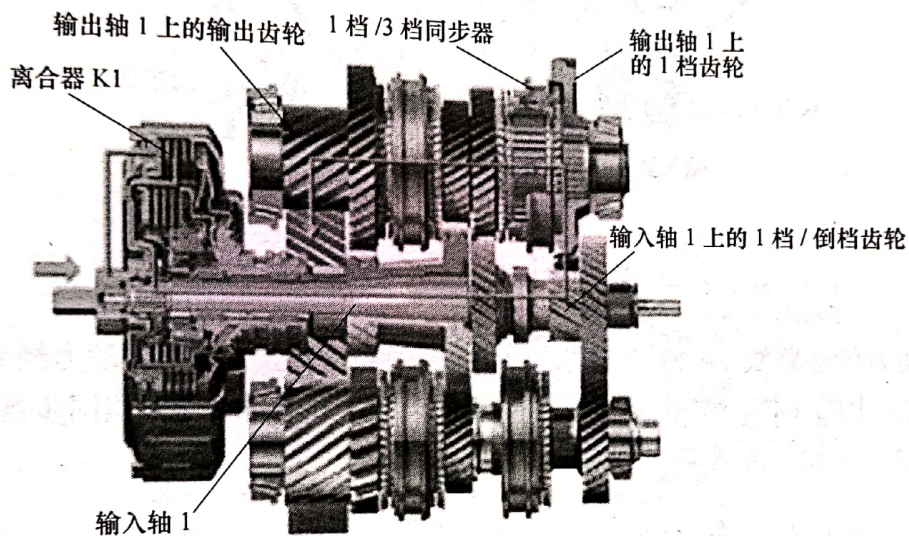


图 8-28 1 档动力传递路线

(2) 2 档动力传递路线 2 档动力传递路线如图 8-29 所示。发动机动力经离合器 K2→输入轴 2→输入轴 2 上的 2 档齿轮→输出轴 1 上的 2 档齿轮→2 档/4 档同步器→输出轴 1→输出轴 1 上的输出齿轮→变速器。

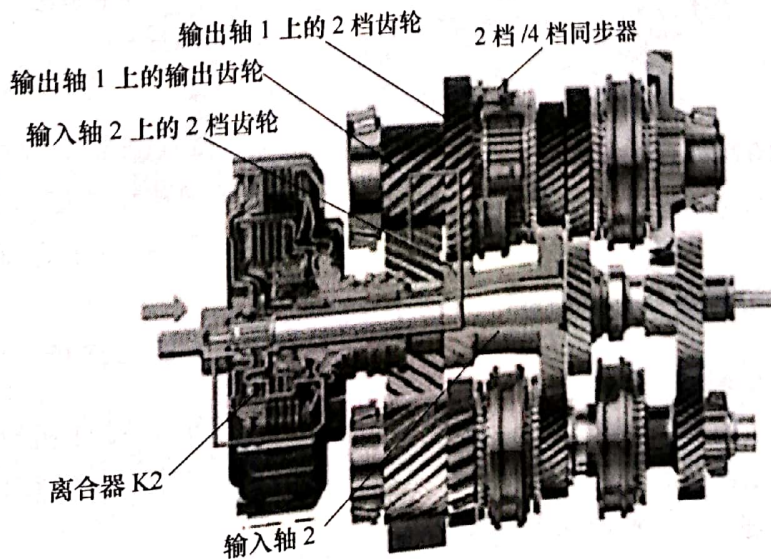


图 8-29 2 档动力传递路线



(3) 3 档动力传递路线 3 档动力传递路线如图 8-30 所示。发动机动力经离合器 K1→输入轴 1→输入轴 1 上的 3 档齿轮→输出轴 1 上的 3 档齿轮→1 档/3 档同步器→输出轴 1→输出轴 1 上的输出齿轮→变速器。

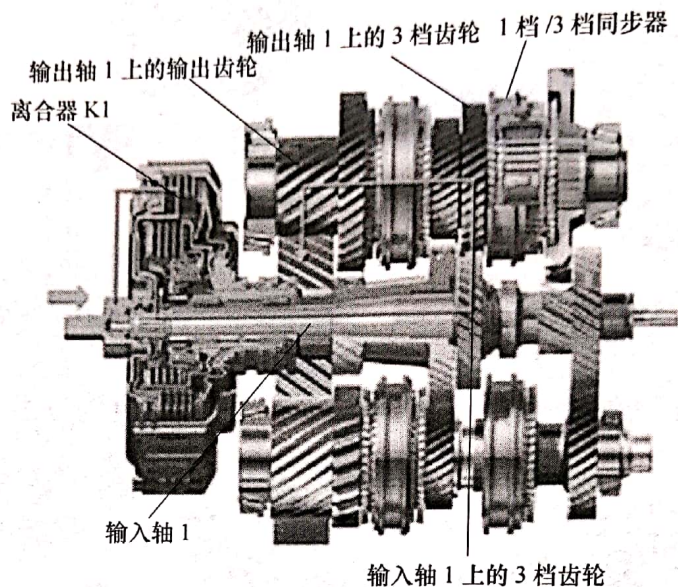


图 8-30 3 档动力传递路线

(4) 4 档动力传递路线 4 档动力传递路线如图 8-31 所示。发动机动力经离合器 K2→输入轴 2→输入轴 2 上的 4 档/6 档齿轮→输出轴 1 上的 4 档齿轮→2 档/4 档同步器→输出轴 1→输出轴 1 上的输出齿轮→变速器。

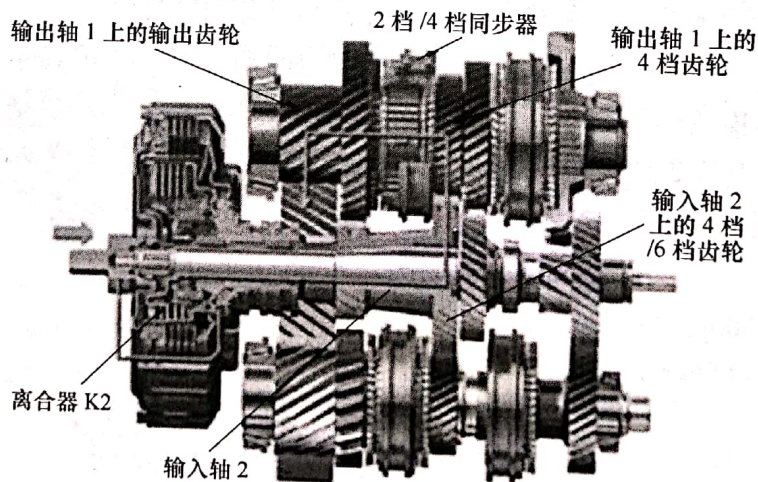


图 8-31 4 档动力传递路线

(5) 5 档动力传递路线 5 档动力传递路线如图 8-32 所示。发动机动力经离合器 K1→输入轴 1→输入轴 1 上的 5 档齿轮→输出轴 2 上的 5 档齿轮→5 档同步器→输出轴 2→输出轴 2 上的输出齿轮→变速器。

(6) 6 档动力传递路线 6 档动力传递路线如图 8-33 所示。发动机动力经离合器 K2→输入轴 2→输入轴 2 上的 4 档/6 档齿轮→输出轴 2 上的 6 档齿轮→4 档/6 档拨叉→输出轴 2→



输出轴 2 上的输出齿轮 → 差速器。

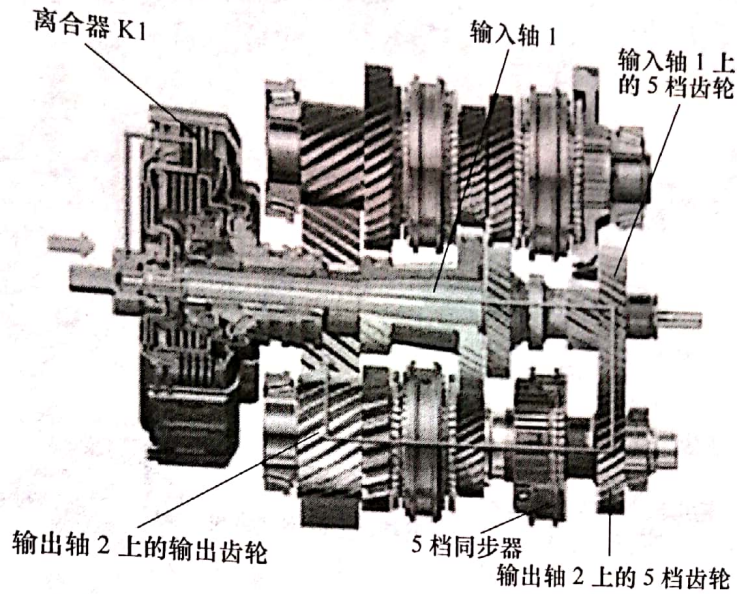


图 8-32 5 档动力传递路线

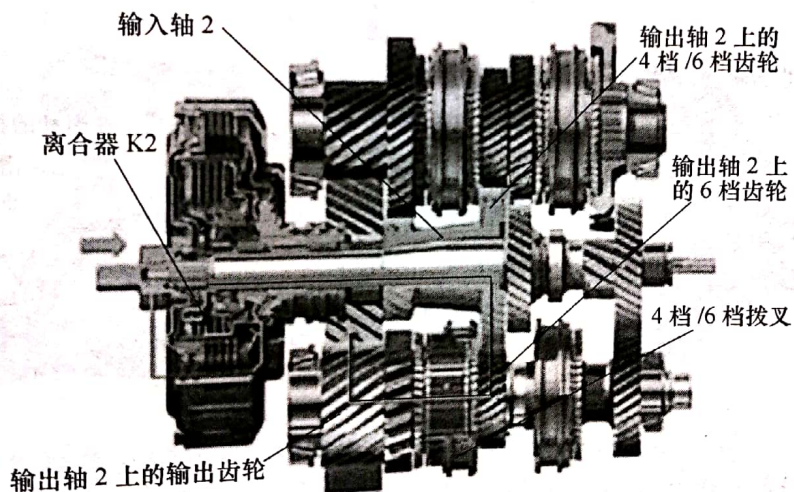


图 8-33 6 档动力传递路线

(7) 倒档动力的传递路线 倒档动力的传递路线如图 8-34 所示。发动机动力经离合器 K1 → 输入轴 1 → 输入轴 1 上的 1 档/倒档齿轮 → 倒档轴 → 倒档轴上的倒档齿轮 1 → 倒档轴 → 倒档轴上的倒档齿轮 2 → 输出轴 2 上的倒档齿轮 → 6 档/倒档同步器 → 输出轴 2 → 输出轴 2 上的输出齿轮 → 差速器。

(8) P 位 变速杆移动到 P 位时，驻车锁接合，制动爪卡入驻车锁止齿轮的轮齿内。驻车锁的结构如图 8-35 所示。

如果驻车锁接合，止动爪卡入驻车锁止齿轮的一个齿内，弹簧 1 拉紧，锁止弹簧卡入连杆内并使止动爪保持不动。如果车辆开始移动，就会通过松开弹簧 1 将止动爪推到驻车锁止杆内并使止动爪保持不动。如果车辆开始移动，就会通过松开弹簧 1 将止动爪推到驻车锁止杆内的下一个空隙处。变速杆移出 P 位时，驻车锁松开。滑板向右后侧退回到其初始位置，弹簧 2 将止动爪从驻车锁止齿轮的空隙中推出。



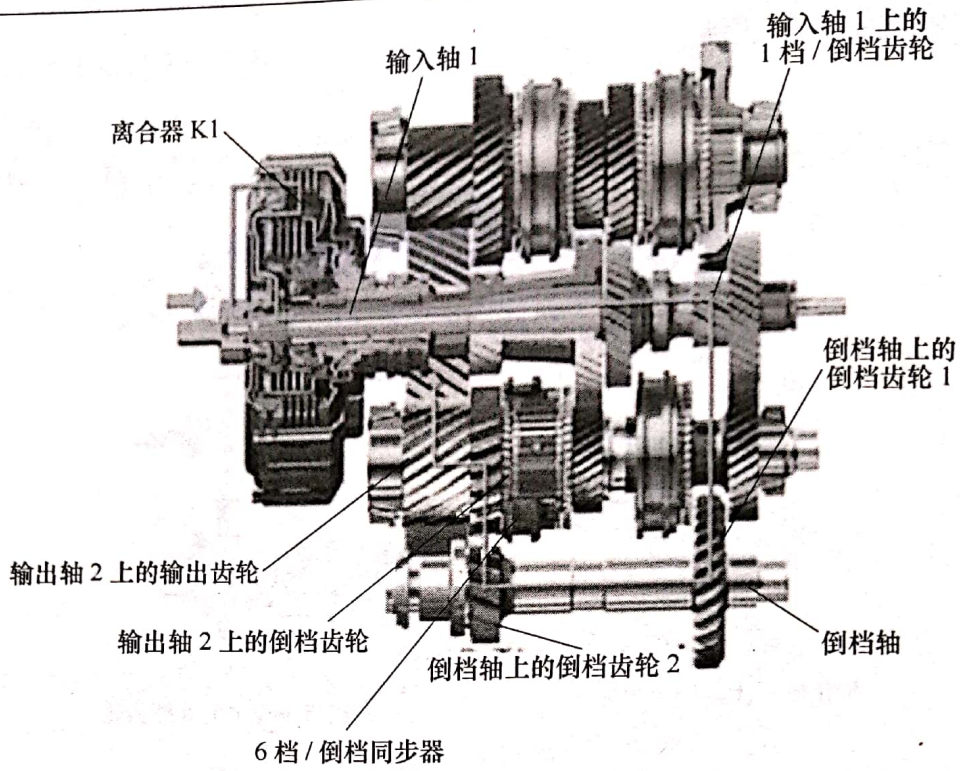


图 8-34 倒档动力传递路线

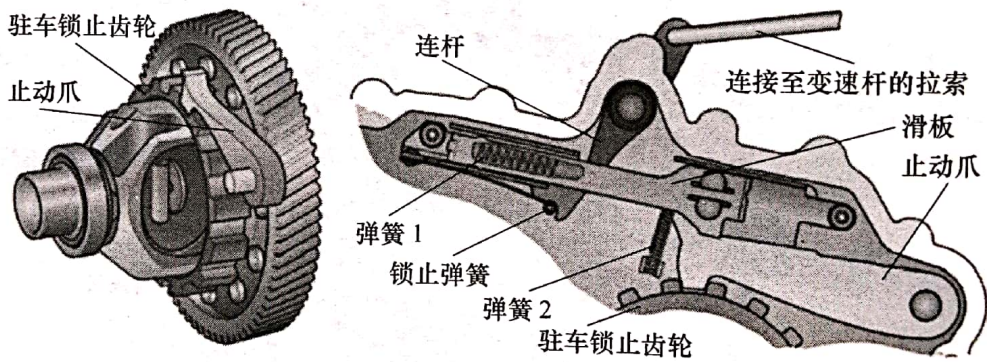


图 8-35 驻车锁的结构

