

汽车新技术图解丛书

# 宝马新款车系 变速器图册

冯永忠 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



BAOWA XINXIN DAN CHEXI BIANSHUOJI TUCE

1998

1998

1998

1998

1998



汽车新技术图解丛书

# 宝马新款车系变速器图册

冯永忠 编著

机械工业出版社

本图册介绍了 MINI Cooper 的 VT1F 无级变速器和 BMW 各车系配置的 6HP 系列自动变速器的构造原理和故障诊断。为了使驱动钢带的无级传动结构表述形象直观,本图册采用彩色印刷。每章后都配有复习题,读者可以在第一时间检验学习效果。

本图册可供汽车类院校的师生和汽车工程技术人员使用,也可供汽车维修人员、汽车消费者和爱好者阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

宝马新款车系变速器图册/冯永忠编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 11

(汽车新技术图解丛书)

ISBN 978-7-111-32252-8

I. ①宝… II. ①冯… III. ①汽车—自动变速装置—车辆修理—图集  
IV. ①U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 201756 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐巍 责任编辑:徐巍 何士娟 版式设计:霍永明

责任校对:陈立辉 封面设计:王伟光 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

285mm × 210mm · 3 印张 · 99 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32252-8

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书主要介绍 MINI Cooper 的 VT1F 无级变速器和 BMW 各车系配置的 6HP 系列自动变速器的构造原理和故障诊断。

VT1F 无级变速器和 6HP 系列自动变速器都由 ZF 公司制造。

无级变速器具有降低排放物以及优化车辆振动和噪声的优点，而六速自动变速器改善了车辆的加速性能。

为了使汽车类院校的师生和汽车工程技术人员及时掌握汽车新技术，作者编写了这本图册。

为了使驱动钢带的无级传动和汽车电子技术形象直观，本图册全部采用彩色图。

每章后配有复习题，读者可以第一时间检验学习效果。

本图册可供汽车类院校的师生和汽车工程技术人员使用，也可供汽车维修人员、汽车消费者和爱好者阅读。

作 者

# 目 录

## 前言

一、MINI Cooper 无级变速器 VT1F .....	1	复习题 .....	21
1. 概述 .....	1	二、宝马车系 6HP 系列自动变速器 .....	23
2. 无级变速传动的基本原理 .....	3	1. 概述 .....	23
3. 变速杆 .....	5	2. 换档互锁系统 .....	24
4. 飞轮减振器和油泵 .....	7	3. 变矩器和油泵 .....	28
5. 行星齿轮和换档元件 .....	9	4. 换档元件和行星齿轮 .....	30
6. 液压控制 .....	13	5. 机电控制模块 .....	36
7. 动力流 .....	16	6. 电子控制系统 .....	37
8. 电子控制系统 .....	17	7. CAN 总线和串行导线 .....	41
9. 驾驶工况 .....	19	8. 自适应控制系统 .....	41
10. 无级变速器控制模块 .....	20	9. 紧急程序 .....	42
		复习题 .....	44

# 一、MINI Cooper 无级变速器 VT1F

## 1. 概述

MINI Cooper、MINI Cooper S 均配置 VT1F 无级变速器，如图 1-1 所示。

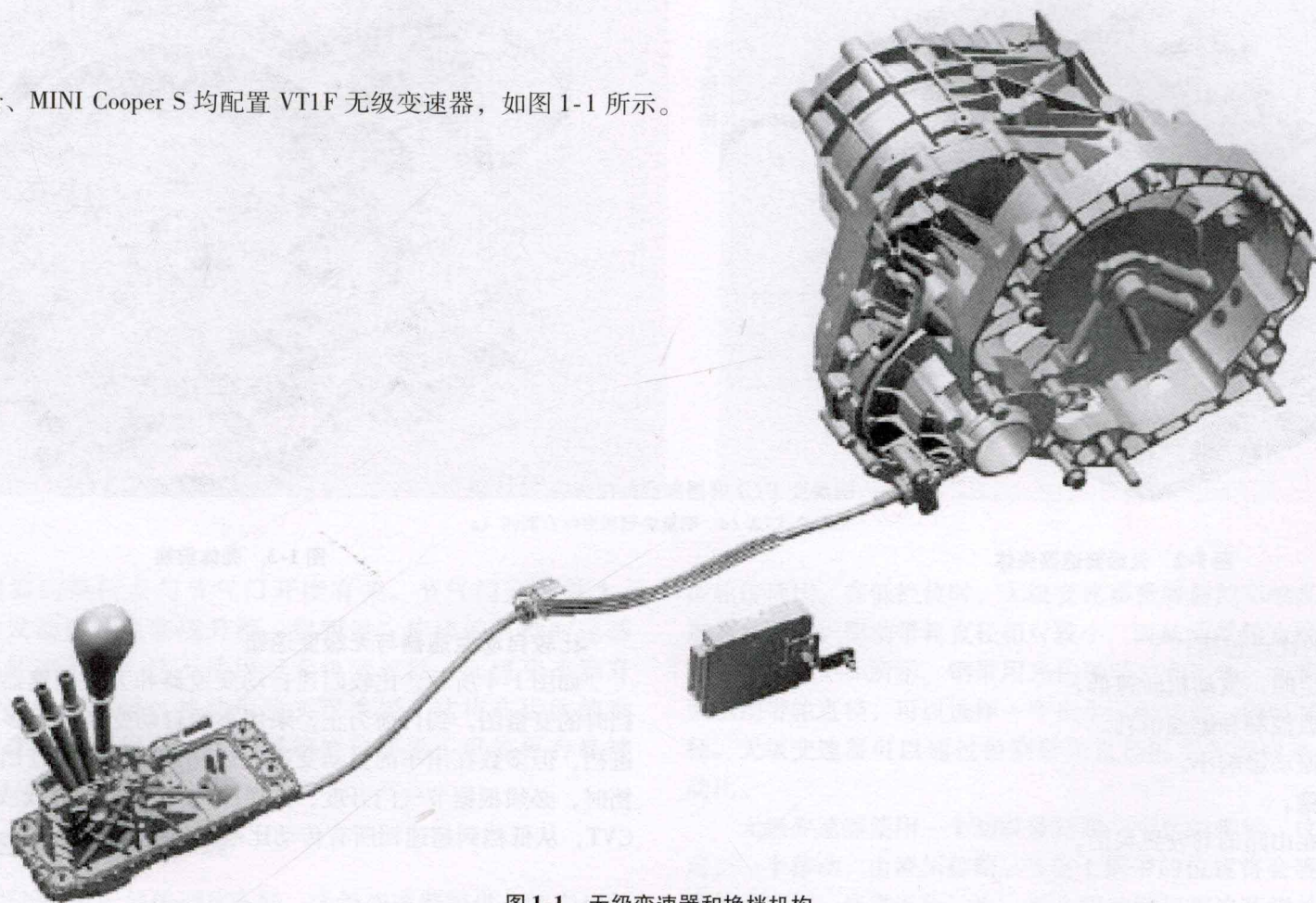


图 1-1 无级变速器和换挡机构



变速器的无级换档模式提供了一种非常舒适的驾驶方式，使车辆在任何时候都能处于最佳性能。图 1-2 和图 1-3 所示分别为无级变速器壳体及其前端。

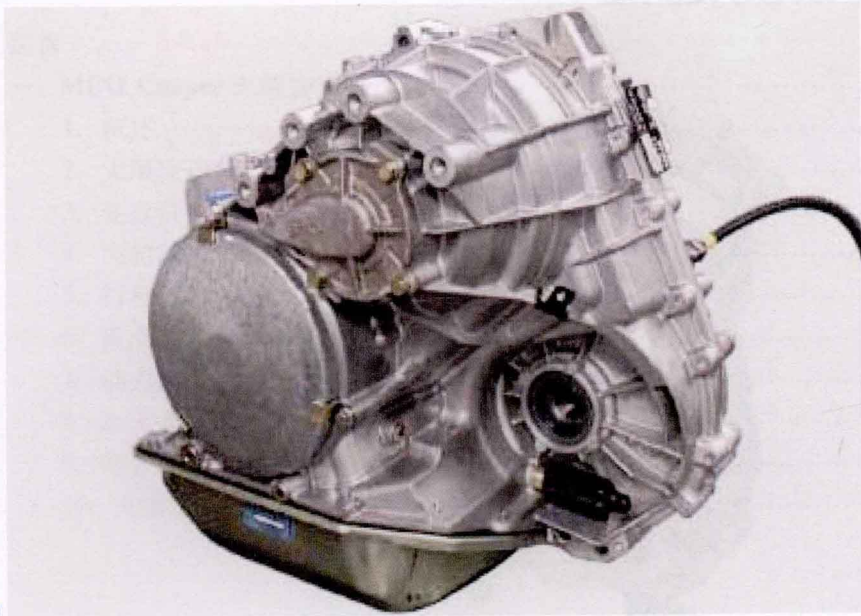


图 1-2 无级变速器壳体

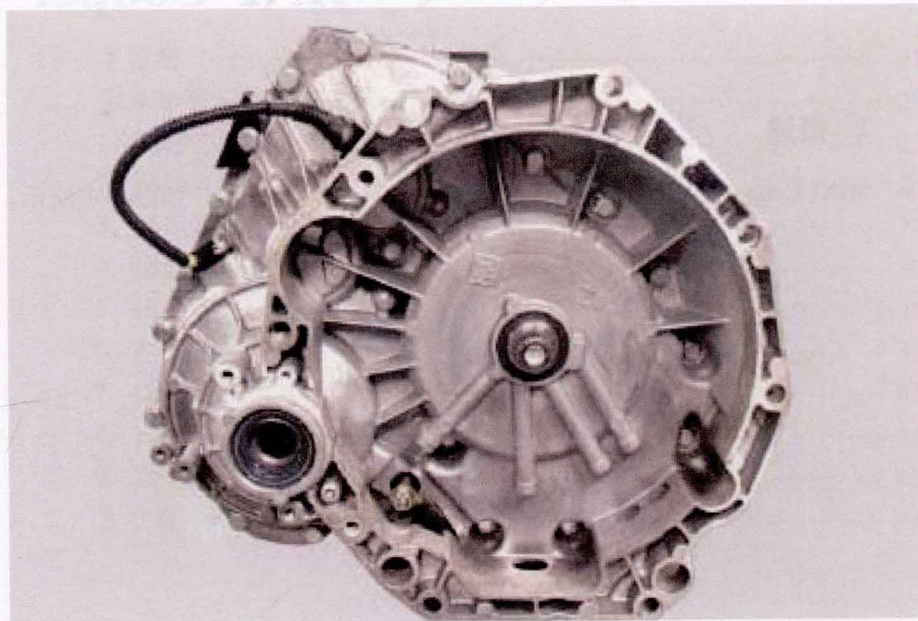


图 1-3 壳体前端

无级变速器的优点包括：

- (1) 车速稳定时，发动机转速低。
- (2) 优化排放控制和燃油消耗。
- (3) 噪声和振动影响小。
- (4) 加速平稳。
- (5) 使车辆在山路的驾驶更灵活。

#### 比较自动变速器与无级变速器

如图 1-4 所示，比较四速自动变速器和无级变速器（CVT）正常换档时的变量图。到目前为止，乘用车的自动变速器最多可以选择八个前进档，但多数在用车的自动变速器还配置较少的前进档。自动变速器升档时，必须根据节气门开度，按照图 1-4a 所示的黑线或虚线换档。对于 CVT，从低档到超速档所有传动比范围的换档如图 1-4b 所示。



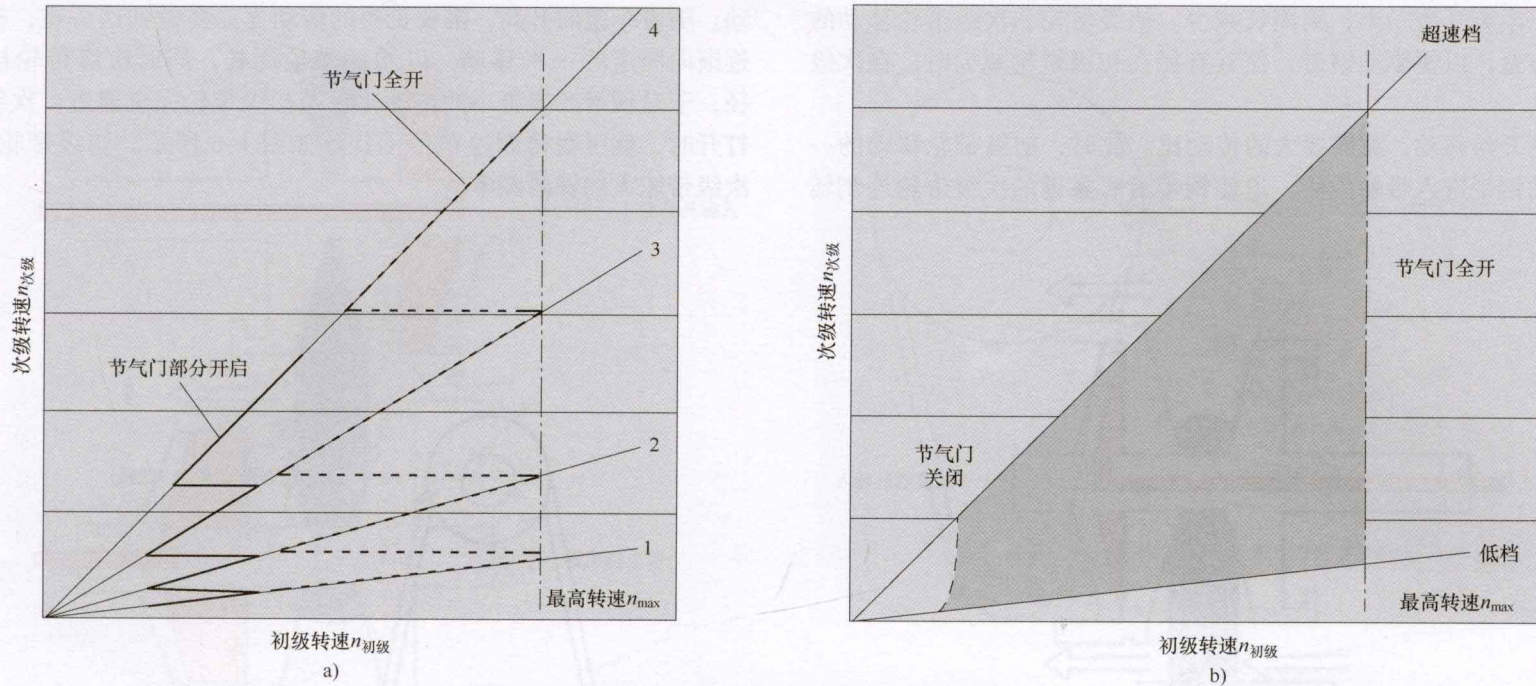


图 1-4 四速自动变速器和 CVT 变量图

a) 四速自动变速器变量图 b) CVT 变量图

这两种变速器的换档点与节气门开度有关。节气门开度越大，变速器在越高的发动机转速实现升档。很明显，传统的自动变速器升档时，发动机转速下降，这不适用于无级变速器。无级变速器升档时，发动机转速稳定，通过移动带轮实现换档，这将在后面的章节中介绍。无级变速器替代自动变速器的换档感觉，可能更容易被新驾驶员接受。

## 2. 无级变速传动的基本原理

与自动变速器提供有限的传动比不同，无级变速器提供连续变化的

齿轮传动比。在低档位时，无级变速器更容易使车辆从一个停止的位置加速。此时，驱动带轮直径相对较小，而从动带轮直径相对较大，传动比大，如图 1-5 所示。钢带来传递动力和转矩。车辆加速时，通过增大驱动带轮直径，可以选择一个更小的传动比，同时减小从动带轮的直径。无级变速器可以通过控制带轮直径的变化程度来提供最合适的传动比。

无级变速器使用一个初级带轮和一个次级带轮。这两个带轮一半固定，一半移动，由液压控制。带轮上钢带的位置将会确定传动比。如果带轮移动的一半靠近另一半，那么驱动钢带被迫环绕外周长转动。如果



带轮移动的一半离开另一半，则周长减少。初级带轮和次级带轮移动的一半要对角布置，以便驱动钢带，使其直径在初级带轮减少时，在次级带轮增加。

要使车辆开始移动，就需要大的传动比。此时，初级带轮移动的一半离开，传动钢带进入带轮内侧，迫使钢带沿着靠近的次级带轮外侧转

动。随着车速的升高，需要更小的传动比。要做到这一点，初级带轮须逐渐向固定的一半移动，以增加带轮周长，同时次级带轮被迫减小直径，于是就可产生更小的传动比。当初级带轮完全靠近，次级带轮完全打开时，就可获得超速档传动比，如图 1-6 所示。初级带轮每转一圈，次级带轮大约转两圈半。

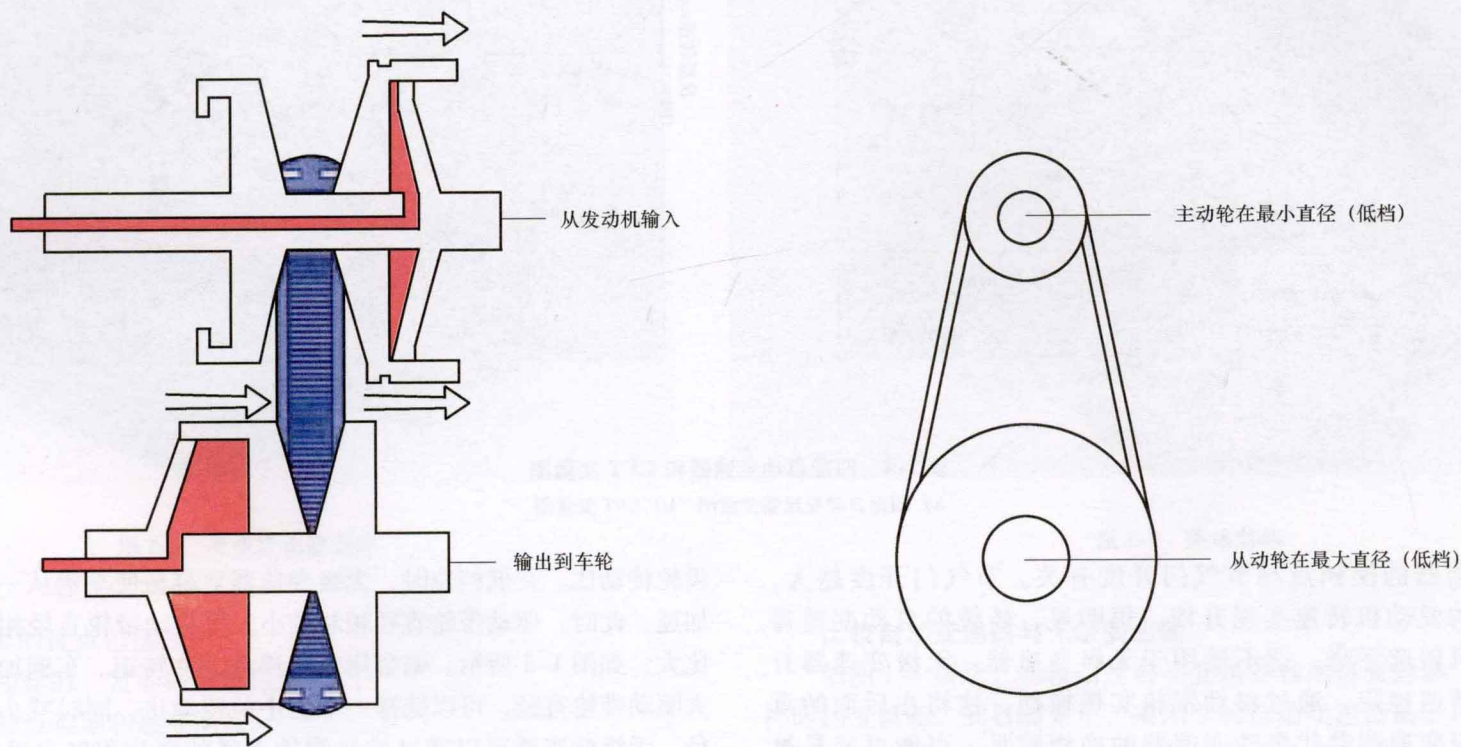


图 1-5 无级变速器低档位置

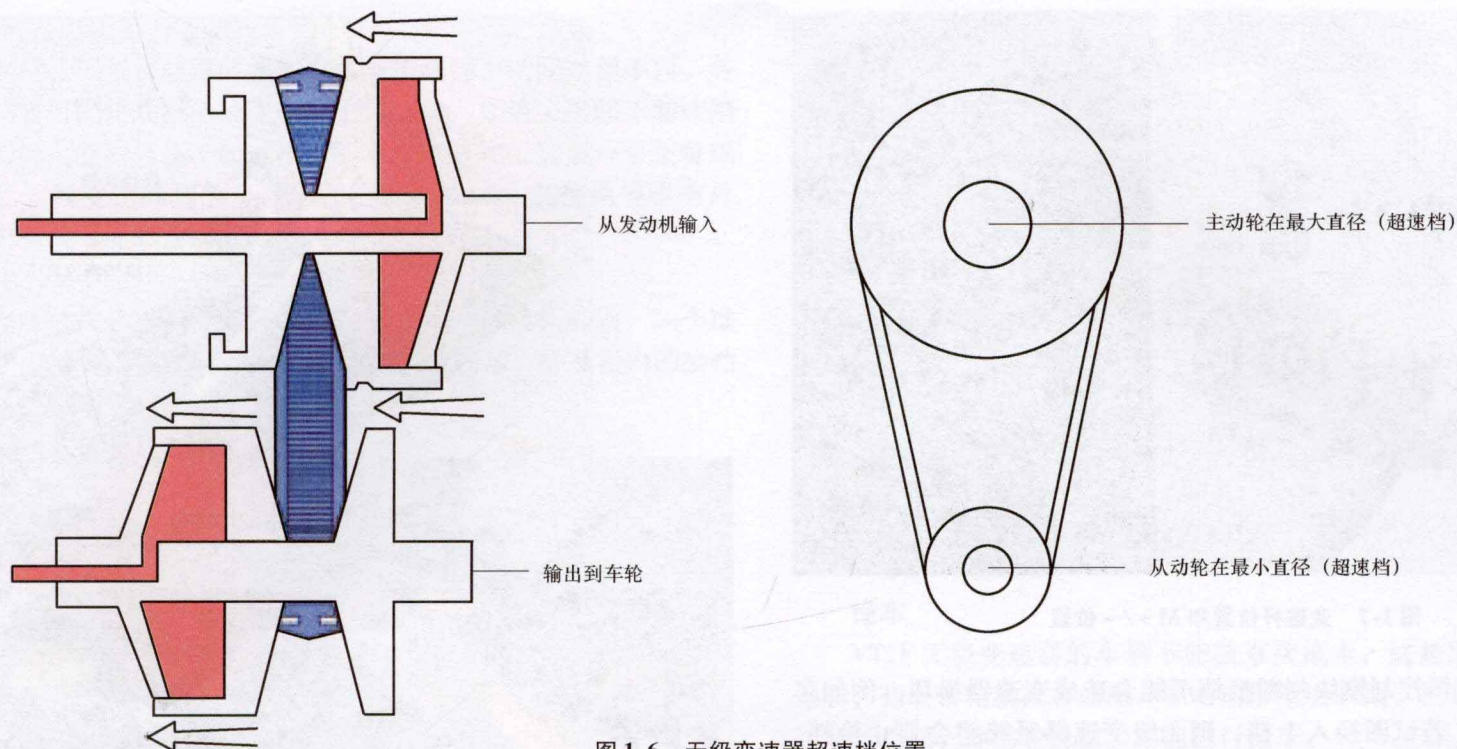


图 1-6 无级变速器超速档位置

### 3. 变速杆

VT1F 无级变速器的变速杆位置有 P 位、R 位、N 位、D 位和 M + / - 位置，也可能有其他档位，例如 L 位，如图 1-7 所示。

#### D 位

在 D 位，汽车将会按无级变速器的标准模式向前移动。发动机转速将被限制在约 4500r/min 处，除非完全踩下加速踏板，进行强制降档，此时发动机转速上升到大约 5500r/min。当然也可能有其他校正。

#### 运动/手动档位 (M + / -)

在运动/手动档位 (M + / -)，汽车将会按无级变速器的运动模式

向前移动。发动机转速限制在约 5000r/min 处，除非完全踩下加速踏板，进行强制降档，发动机转速才能上升到约 5500r/min。当然也可能有其他校正方式。

在 M + / - 位置，无级变速器的运转方式与 D 位模式不同，它将在更高的发动机转速下升档，提供更有运动感觉的驾驶方式。运动驾驶校准设计使其能更快响应驾驶员指令，但不如 D 位设计得精细。

如果变速杆进入“+”或“-”位置，系统将变为手动模式。变速器有六个或更多传动比。根据道路和驾驶工况，系统将会选择一个合适的档位。要升高档位，驾驶员必须将变速杆推向“+”位置；要降低档位，驾驶员必须将变速杆推向“-”位置。

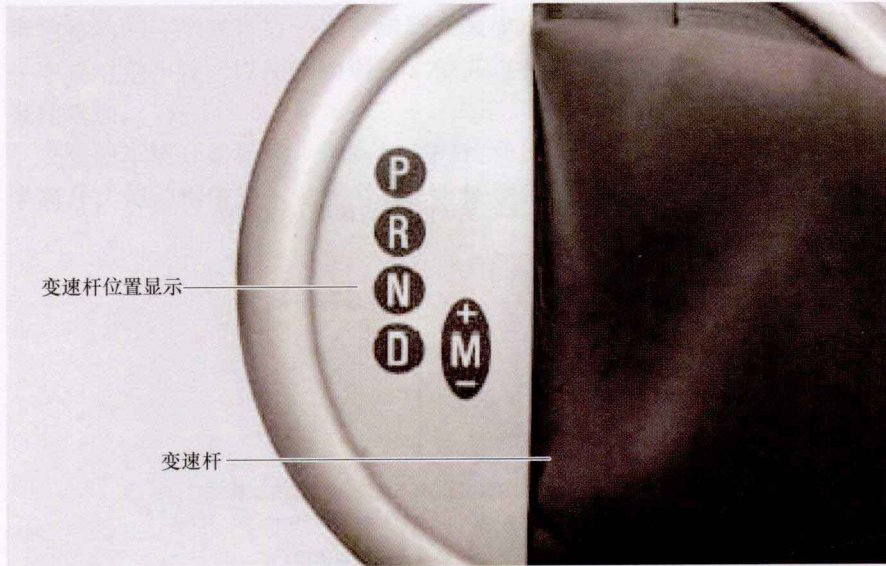


图 1-7 变速杆位置和 M + / - 位置

如果无级变速器控制模块判断换档可能会造成变速器损坏，例如车速在 100km/h 时，若试图换入 1 档，则无级变速器系统将会停止换档。如果驾驶员没有升档，当发动机转速达到约 6000r/min 时，系统将会自动选择下一个档位。同样，当车速降低时，如果驾驶员没有降档，则系统会自动降档，从而确保无级变速器处于适当的档位。

#### 驻车档或空档

与自动变速器相同，无级变速器只能在驻车档或空档起动。如图 1-8 所示，换档锁止必须集成在换档机构内，提供应有的起动保护。

当变速杆进入驻车档位置时，弹簧操作的锥形棘爪机械锁止次级带轮。在较高车速时，如果将变速杆推入驻车档位置，棘爪将嘎嘎作响，不能接合驻车档，直到车速降低到低于约 5km/h 时，棘爪才能接合驻车档，如图 1-9 所示。

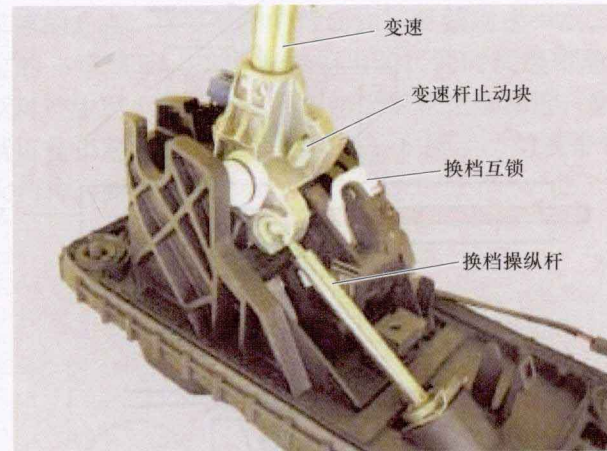


图 1-8 换档锁止机构

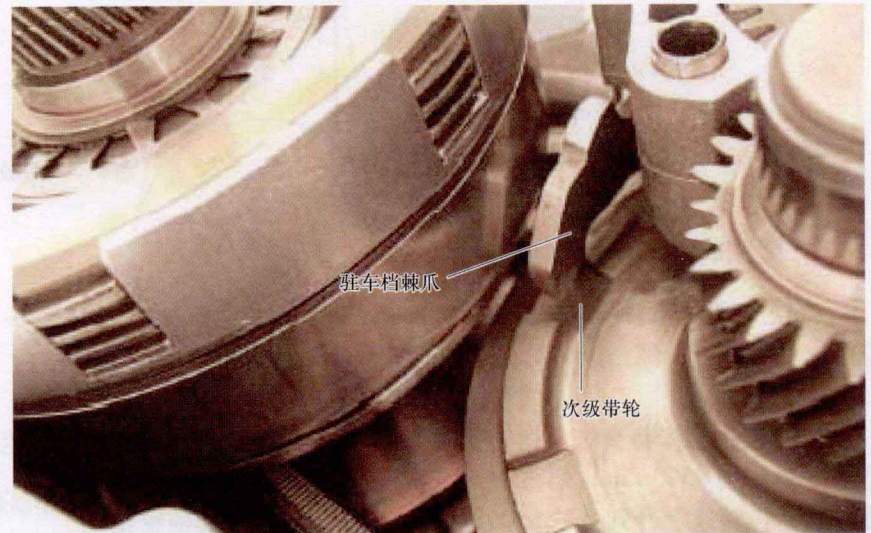


图 1-9 驻车档锁止



### 正常操作

驾驶车辆时，无级变速器的操作方式与传统的自动变速器不同。各种调节方式均有可能出现在无级变速器上，比如，如果突然踩下加速踏板，发动机转速会急剧升高，超过相应的车速的增加。这是一个正常现象，但不熟悉无级变速的驾驶员就可能会感到吃惊。其他调节也有可能，例如调节方式可能非常接近传统的自动变速器等。

### 换档杆轴

选择手动驾驶模式，通过变速杆控制变速器内的换档杆轴。一个推拉式拉索用于连接变速杆和换档杆轴，如图 1-10 所示。变速器内的换档杆轴如图 1-11 所示。

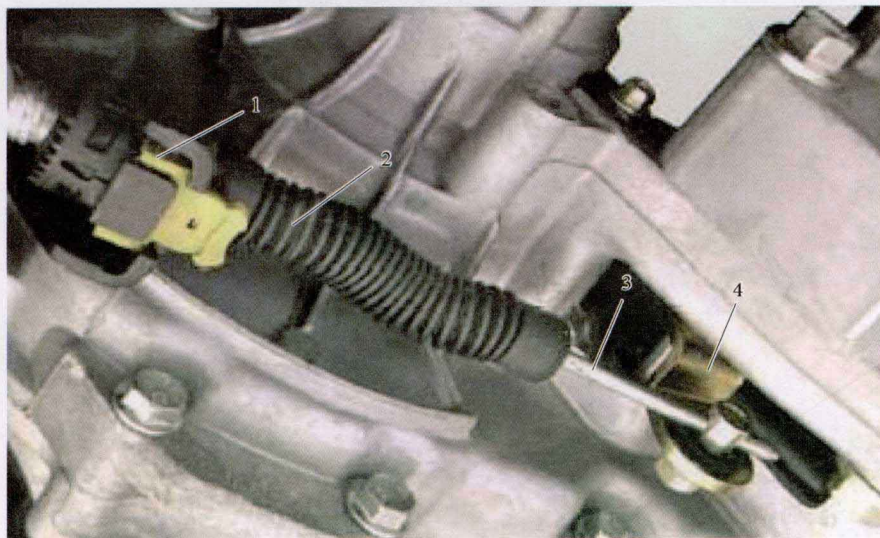


图 1-10 推拉式拉索连接变速器换档机构

1—固定卡片 2—保护套 3—推拉式拉索 4—换档杆轴

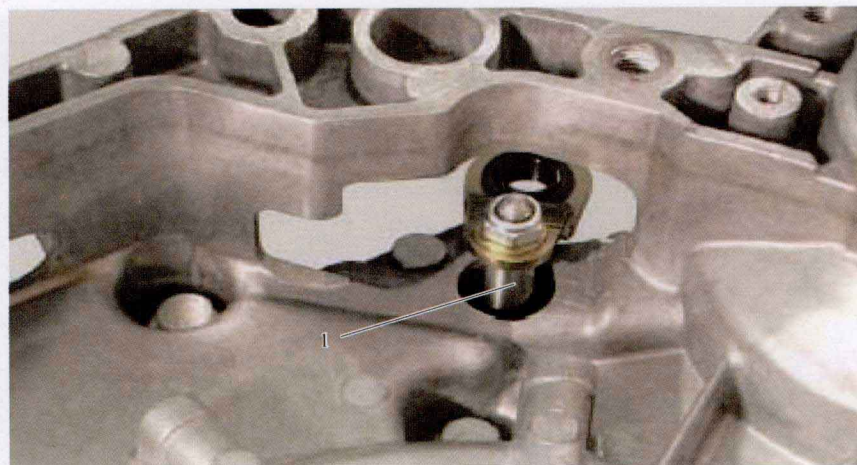


图 1-11 变速器内的换档杆轴

1—换档杆轴

### 拖车

VT1F 无级变速器的车辆不能被直接拖走，这是因为如果发动机不运转，初级带轮就没有油压，驱动钢带就会打滑。所以拖车时，前轮必须离开地面，即前轮悬空，才能进行拖车。

装有无级变速器的汽车更不能通过推车或拖车起动发动机，这是因为如果发动机和油泵不运转，无级变速器就没有油压，两个离合器脱开，使得发动机和车轮之间没有连接。

### 4. 飞轮减振器和油泵

#### 飞轮减振器

发动机通过图 1-12 所示的飞轮减振器连接到无级变速器，而不是像传统的自动变速器那样，通过液力变矩器与变速器连接。但是需注意，飞轮减振器不是无级变速器的一部分。

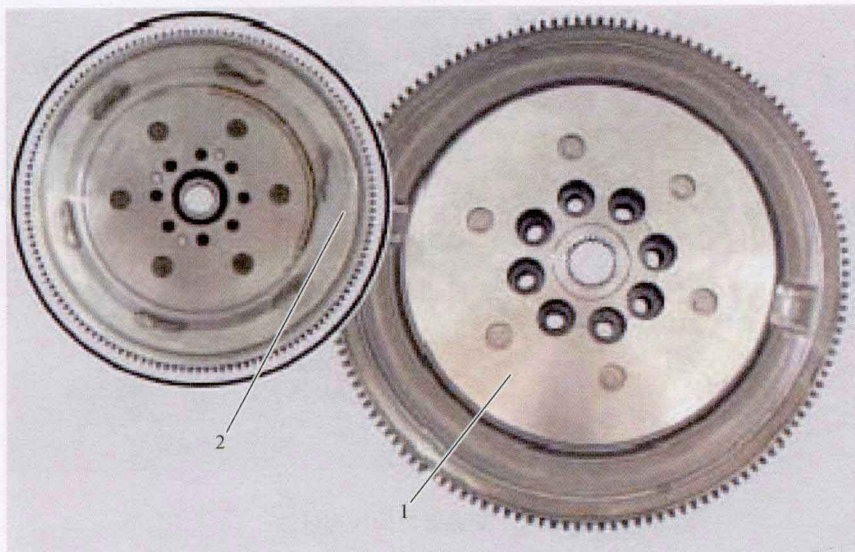


图 1-12 飞轮减振器

1—变速器侧驱动盘 2—发动机侧驱动盘

### 油泵

无级变速器内的油泵是一个外齿轮泵，它通过一根穿过初级带轮空心轴的轴来驱动油泵。油泵总成如图 1-13 所示。泵轴花键连接到行星架上，行星架的转速与发动机转速保持一致。泵轴每转一圈，输出油液容积大约是  $10\text{cm}^3$ ，系统压力可达  $4 \sim 5\text{MPa}$ ，具体数值取决于输入转矩。

油泵给无级变速器提供液压油、润滑油和冷却液，并为皮托系统（详见后述）提供所需的油液，油泵入口如图 1-14 所示。

### 油冷却器接口

变速器壳体前面有油冷却器两个管接口，如图 1-15 所示。油冷却器

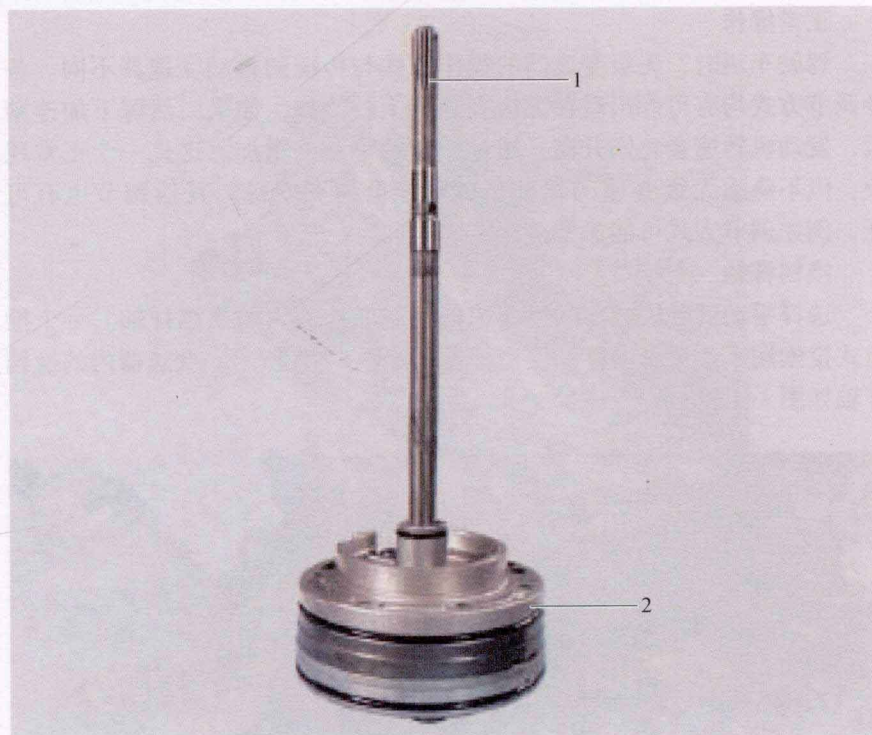


图 1-13 油泵总成

1—油泵驱动轴 2—油泵总成

安装在散热器旁边，使变速器油温保持为  $80 \sim 120^\circ\text{C}$ 。

### 放油和加油

这种无级变速器配有一个放油塞，顶端配一个加油塞。每 45000km 需要给无级变速器加一次油。

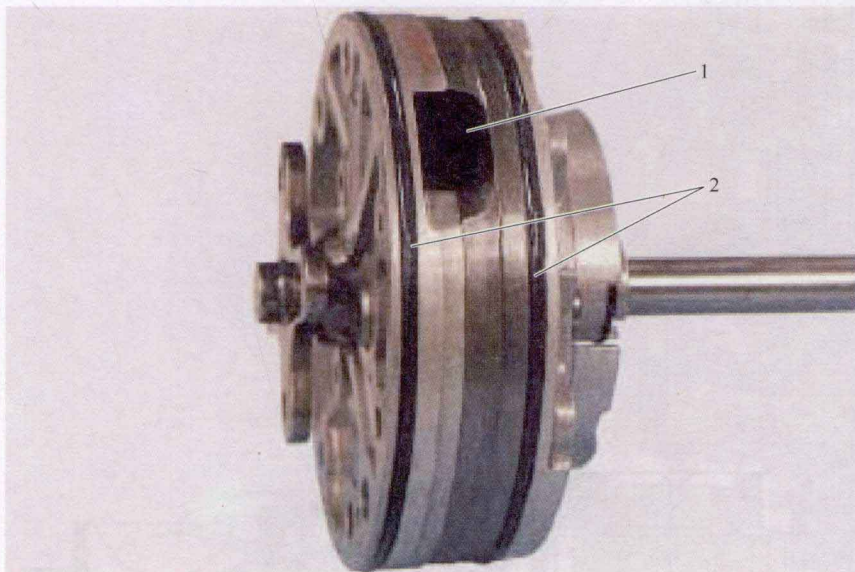


图 1-14 油泵入口  
1—油泵入口 2—油泵密封圈

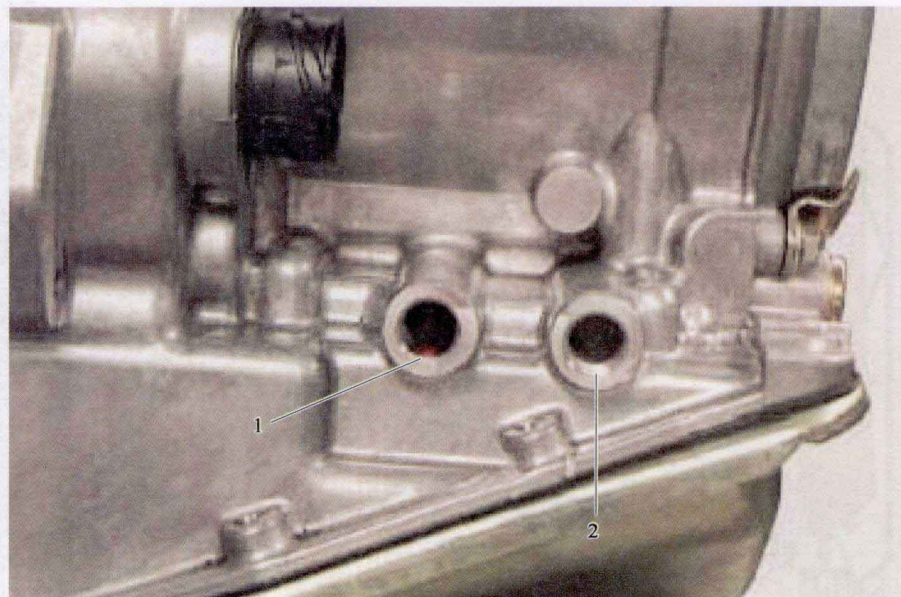


图 1-15 冷却器管接口位置  
1—油冷却器入口 2—油冷却器出口

## 5. 行星齿轮和换档元件

布置图（见图 1-16）

### 行星齿轮组

行星齿轮组可以通过正、反两个方向给变速器传递转矩。发动机转矩总是通过行星架的输入轴传入变速器。在前进档驾驶模式时，通过接合前进档多片式离合器，行星架可以直接连接太阳轮。此时，行星齿轮组作为一个单元旋转，并把发动机转矩直接传递到初级带轮。图 1-17 所示的行星轮不传递任何转矩，因此行星轮没有机械损失，初级带轮与发动机的旋转方向相同。

在使用倒档驾驶模式时，通过接合倒档多片式离合器，行星齿轮组（见图 1-18）的内齿环固定。行星架驱动三对行星轮，迫使太阳轮反向旋转。

行星齿轮组的传动比是 1:1.1，转矩稍有增加，以弥补行星齿轮组自己的摩擦损失。

### 多片式离合器

无级变速器有两个湿式多片式离合器，即一个前进档离合器和一个倒档离合器，如图 1-19 所示。每个离合器有三个摩擦片（六个摩擦面）。液压系统可以通过控制离合器，使车辆随着节气门的打开而平滑移动。前进档离合器接合后，可以通过控制钢带打滑使车辆停止。冷却器的油液可以直接输送到离合器片上，以防止摩擦表面过热。

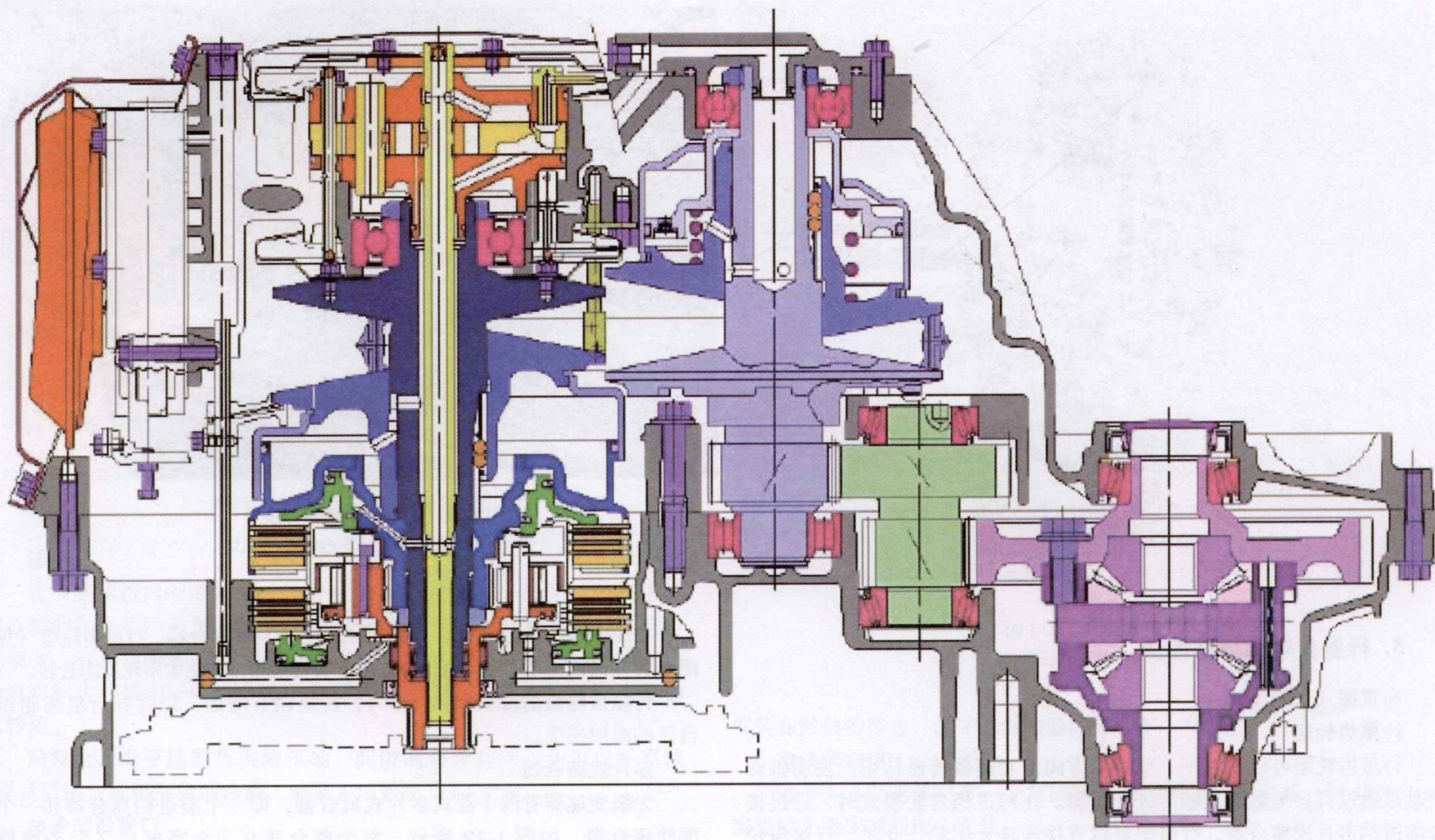


图 1-16 无级变速器剖面图



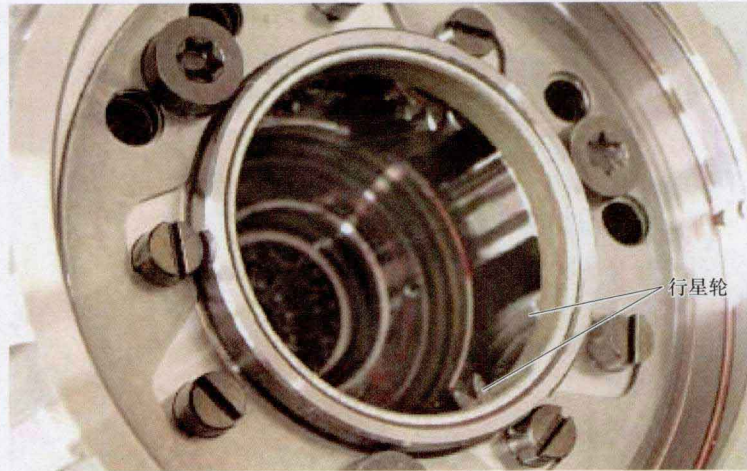


图 1-17 行星轮

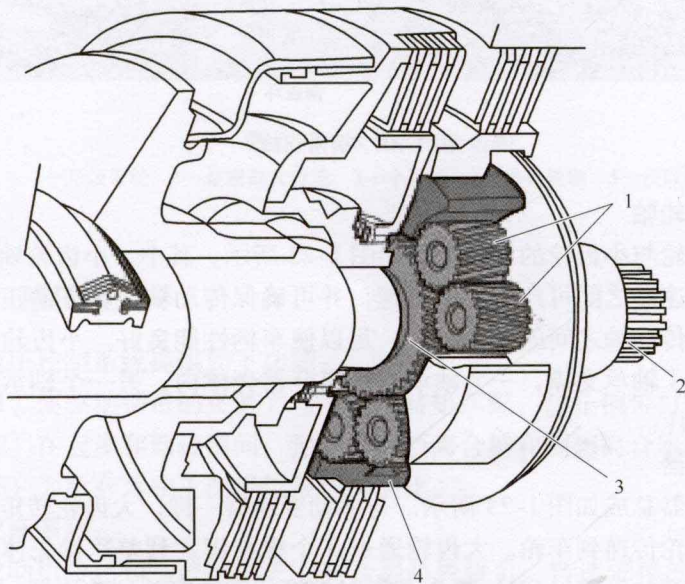


图 1-18 行星齿轮组

1—行星轮 2—输入轴 3—太阳轮 4—内齿环

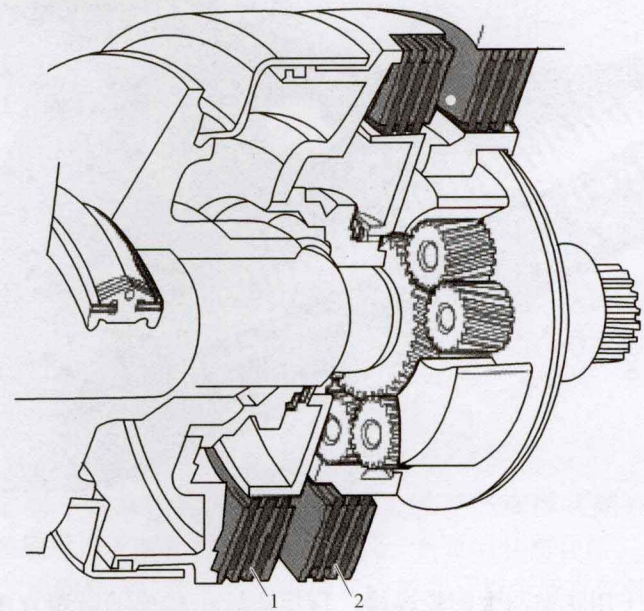


图 1-19 多片式离合器

1—前进档离合器 2—倒档离合器