

# 汽车电控变速器原理·结构·维修

孙耀宗 主编



A0924371

黑龙江科学技术出版社  
中国·哈尔滨

## 内 容 提 要

本书较详细地阐述了电子控制自动变速器(ECT)的工作原理、结构、故障诊断与排除、维护与修理(大修),以及电子控制变速器的特点与全液压自动变速器(A/T)的区别。

在附录中还介绍了国外部分大汽车公司生产的各型电控变速器油压测试规格、油压测试点位置、故障码的读取与清除方法、故障码表及电脑控制电路等,可供在排除故障时参考。

本书可供汽车保修人员学习;也可供大中专院校汽车专业学生参考。

责任编辑 张坚石

封面设计 张秉顺

版式设计 王 莉

### 汽车电控变速器原理·结构·维修

QICHE DIANKONG BIANSUQI YUANLI·JIEGOU·WEIXIU

孙耀宗 主编

---

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)3642106 电传 3642143(发行部)

印 刷 黑龙江新华印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 787×1092 1/16

印 张 40.5

字 数 939 000

版 次 1999 年 6 月第 1 版·1999 年 6 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

书 号 ISBN 7-5388-3418-4/U·82

定 价 60.00 元

## 前 言

随着电子技术的飞速发展,电子技术在汽车上的应用越来越广泛,汽车电子化已成为现代汽车工业发展的主流。为改善汽车发动机的燃烧性能、节约油料和减少环境污染,改善汽车驾驶性能和乘坐的舒适性,已广泛采用了电脑控制发动机的燃油喷射,取代了化油器;采用了电脑控制无分电器点火系统,取代了传统的分电器点火系统;采用了电脑控制自动变速器(ECT),取代手动变速器(M/T)。

各汽车厂家生产的电脑控制变速器(ECT)的结构千差万别,但概括起来分析,大同小异,其结构基本上是电脑控制系统、液压控制系统和机械传动系统(制动器、离合器、行星齿轮传动机构等),其性能远远优于全液压自动变速器(A/T)。书中不可能对每种电控变速器或对其差别一一列举出来。我们力图通过对有代表性的几种电控变速器的结构、工作原理、故障分析方法、故障诊断步骤和手段、对变速器维护和大修的程序、技术要求等的分析,以期取得举一反三,触类旁通的效果。

本书在编写过程中,由于资料来源不一,加之我们的水平有限,某些术语的使用未必正确。对书中存在的疏漏和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者

# **第一章**

---

## **电子控制变速器的结构 和工作原理**



汽车变速器分为手动变速器 (M/T) 和自动变速器 (A/T) 两大类。自动变速器又可分为全液压机械传动自动变速器 (完全靠液压操纵), 简写作 (A/T) 和电子控制自动变速器 (靠液压和电子控制装置共同操纵), 简写作 (ECT)。全液压机械传动自动变速器 (A/T) 主要由液力变矩器 1、行星齿轮机构 2、液压控制装置 5、手控联杆机构、散热系统、工作液和壳体 3 等组成, 见图 1-1。电子控制 (电控) 自动变速器 (ECT), 装有电子控制装置 (电子计算机), 见图 1-2。

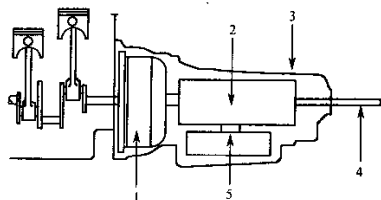


图 1-1 全液压自动变速器 (A/T) 的组成  
1—液力变矩器; 2—行星齿轮机构; 3—壳体; 4—输出轴; 5—液压控制装置

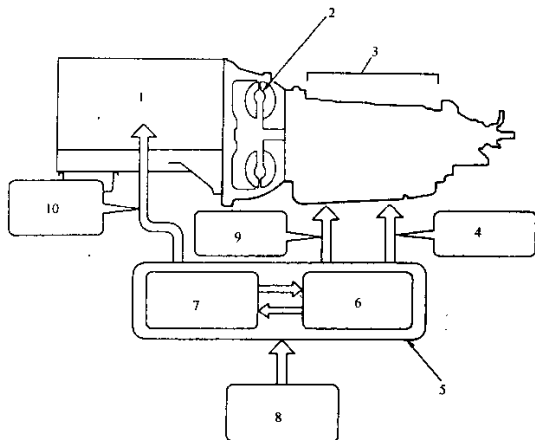


图 1-2 电控变速器 (ECT) 的组成  
1—发动机; 2—“超速流体”液力变矩器; 3—4 速自动变速器; 4—电子离合器/制动器压力控制信号; 5—发动机和变速器 (ECT) ECU (电子计算机); 6—变速器控制装置; 7—发动机控制装置; 8—传感器; 9—换挡和锁止点控制信号; 10—点火和燃油喷射信号

电控变速器 (ECT) 是用电子计算机 (简称 ECU) 控制变速的齿轮换挡时间、锁止离合器的锁止时间、施加给离合器和制动器的液体压力以及换挡期间发动机扭矩, 以获得最舒适的换挡感受。ECU 根据检测车辆行驶及发动机运转工况的各种传感器提供的信息进行精确的控制。

一般将控制发动机的 ECU 和电控变速器 (ECT) 的 ECU 合并为一个 ECU, 统称“发动机和 ECT ECU”。发动机和 ECT ECU 具有故障诊断并报警的自诊断功能, 同时, 当控制元件出现故障时, 还具备靠 ECU 存储器中存储的程序使用电磁阀备用功能和车速传感器备用功能, 结合手动换挡, 使车辆继续行驶的失效保护功能, 这是液压自动变速器做不到的。

## 第一节 电控变速器的结构

### 一、结构简述

电控变速器主要是由液力变矩器、超速传动 (简写作 O/D) 行星齿轮机构、二速行星齿轮机构、液压控制装置和电子控制装置等组成。图 1-3 为电控变速器纵剖面图。图 1-4 为其传动系统结构简图。由纵剖面图 1-3 可以看出, 变速器最前面是带锁止离合器 18 的“超速流体”液力变矩器 17 和油泵 16。发动机曲轴凸缘与液力变矩器外壳刚性连接, 将发动机扭矩增大后传给行星齿轮机构, 同时驱动油泵工作。

液力变矩器其后是行星齿轮机构, 其工作状态受液压控制装置 15 控制, 提供适当的扭矩、转速和倒档。

液压控制装置 15 位于行星齿轮机构下面, 并列安装在电控变速器内。该装置通过电磁阀向电控变速器内执行机构提供具有一定压力的工作液, 并将发动机负荷和车速信号转换为液压控制信号, 根据驾驶员要求和行驶状态的变化, 控制行星齿轮机构, 以实现自动换挡。

油泵后面紧接着是超速传动机构、制动器、离合器和行星齿轮机构等, 结合传动系统图可见:

(1) 齿轮传动系统由三个多片离合器 ( $C_0$ 、 $C_1$  和  $C_2$ )、三个多片制动器 ( $B_0$ 、 $B_2$  和  $B_3$ )、一个钢带制动器  $B_1$ 、三个单向离合器 ( $F_0$ 、 $F_1$  和  $F_2$ ) 和三排行星齿轮机构 (前、后和 O/D) (每排行星轮机构由中心轮、行星轮和齿圈构成) 构成。

(2) O/D 输入轴 21 和 O/D 行星轮架 17 构成一个整体一起转动。

(3) O/D 行星中心轮 18 和 O/D 直接离合器 ( $C_0$ ) 1 结合成一个整体。

(4) O/D 直接离合器 ( $C_0$ ) 1 的花键也是 O/D 制动器 ( $B_0$ ) 2 的鼓。

(5) O/D 单向离合器 ( $F_0$ ) 20 外滚道与 O/D 行星轮架 17 啮合, 而内滚道永久地固定在 O/D 行星中心轮 18 的轴上。

(6) 输入轴 19 用花键与 O/D 行星轮齿圈 16 连接, 并与直接离合器 ( $C_2$ ) 4 鼓和前进离合器 ( $C_1$ ) 5 鼓作为一个整体一起转动。

(7) 前进离合器 ( $C_1$ ) 5 鼓与前行星轮齿圈 14 作为一个整体转动。

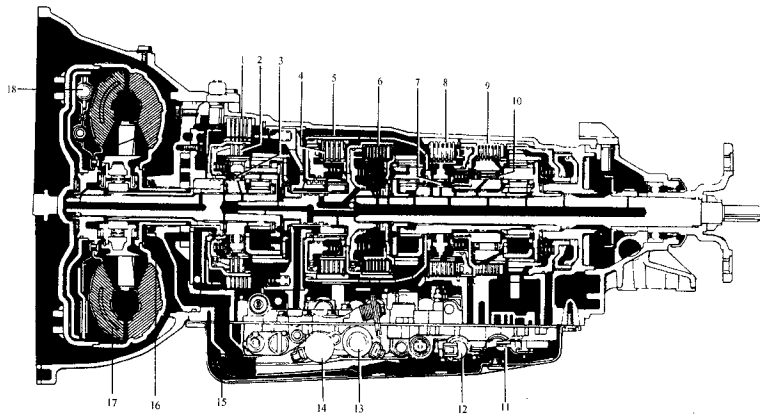


图 1-3 电控变速器纵制面图

1—O/D 制动器 ( $B_0$ ); 2—O/D 直接离合器 ( $C_0$ ); 3—O/D 单向离合器 ( $F_0$ ); 4—直接离合器 ( $C_1$ ); 5—第二滑行制动器 ( $B_1$ ); 6—前进离合器 ( $C_2$ ); 7—No. 1 单向离合器 ( $F_1$ ); 8—第二制动器 ( $B_2$ ); 9—第一基倒档制动器 ( $B_3$ ); 10—No. 2 单向离合器 ( $F_2$ ); 11—No. 1 电磁阀; 12—No. 2 电磁阀; 13—No. 4 电磁阀; 14—No. 3 电磁阀; 15—液压控制装置 (系统); 16—油泵; 17—超速液体变力变矩器; 18—锁止离合器

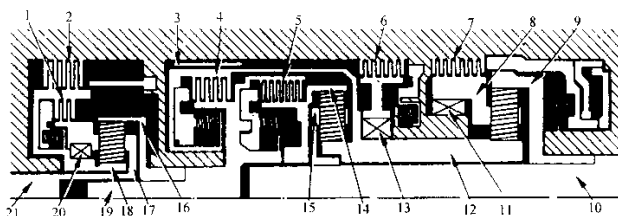


图 1-4 电控变速器传动系统结构简图

1—O/D 直接离合器 ( $C_0$ ); 2—O/D 制动器 ( $B_0$ ); 3—第二滑行制动器 ( $B_1$ ); 4—直接离合器 ( $C_2$ ); 5—前进离合器 ( $C_1$ ); 6—第二制动器 ( $B_2$ ); 7—第一兼倒档制动器 ( $B_3$ ); 8—后行星轮架; 9—后行星轮齿圈; 10—输出轴; 11—No.2 单向离合器 ( $F_2$ ); 12—前后行星中心轮; 13—No.1 单向离合器 ( $F_1$ ); 14—前行星轮齿圈; 15—前行星轮架; 16—O/D 行星轮齿圈; 17—O/D 行星轮架; 18—O/D 行星中心轮; 19—输入轴; 20—O/D 单向离合器 ( $F_0$ ); 21—O/D 输入轴

(8) 直接离合器 ( $C_2$ ) 4 鼓与前、后中心轮 12 的前端啮合。

(9) 前行星中心轮和后行星中心轮是一个整体。

(10) 第二制动器 ( $B_2$ ) 6 也是 No.1 单向离合器 ( $F_1$ ) 13 的外滚道; 而 No.1 单向离合器的内滚道与前、后行星中心轮 12 结合成一体。

(11) No.2 单向离合器 ( $F_2$ ) 11 的内滚道用花键连接到变速器壳体上, 而外滚道与后行星轮架 8 作为一个整体转动。

(12) 后行星轮齿圈 9 用花键连接到输出轴 10 上。

(13) 前行星轮架 15 和后行星轮齿圈 9 与输出轴 10 合成一个整体转动。

## 二、各组件功能

### 1. 传动系统各组件功能

传动系统各组件功能见表 1-1。

表 1-1 各组件功能

| 组件名称             | 功 能                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------|
| $C_0$ O/D 直接离合器  | 连接 O/D 行星中心轮和 O/D 行星轮架                              |
| $C_1$ 前进离合器      | 连接输入轴和前行星轮齿圈                                        |
| $C_2$ 直接离合器      | 连接输入轴和前、后行星中心轮                                      |
| $B_0$ O/D 制动器    | 既阻止 O/D 行星中心轮顺时针转动, 又阻止其逆时针转动                       |
| $B_1$ 第二滑行制动器    | 既阻止前、后中心轮顺时针转动, 又阻止其逆时针转动                           |
| $B_2$ 第二制动器      | 既阻止 $F_1$ 的外滚道顺时针转动, 又阻止其逆时针转动, 这样就阻止了前、后中心轮逆、顺时针转动 |
| $B_3$ 第一兼倒档制动器   | 既阻止后行星轮架顺时针转动, 又阻止其逆时针转动                            |
| $F_0$ O/D 单向离合器  | 当发动机动力传给 O/D 输入轴时, 连接 O/D 行星中心轮和行星轮架                |
| $F_1$ No.1 单向离合器 | 当 $B_2$ 动作时, 阻止前、后中心轮逆时针转动                          |
| $F_2$ No.2 单向离合器 | 阻止后行星轮架逆时针转动                                        |
| 行星轮机构            | 根据离合器和制动器的动作, 改变动力传递路线, 从而增加或降低输出轴转速                |

## 2. 传动系统各组件动作状态

当换挡杆在不同位置时传动系统各组件的动作状态见表 1-2。

表 1-2 各组件动作状态

| 换挡杆位置 | 档位    | C <sub>0</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | B <sub>0</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | F <sub>0</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | 电磁阀  |      |
|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|
|       |       |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | No.1 | No.2 |
| P     | 停车    | ○              |                |                |                |                |                |                |                |                |                | ○    |      |
| R     | 倒档    | ○              |                | ○              |                |                |                | ○              | ○              |                |                | ○    |      |
| N     | 空档    | ○              |                |                |                |                |                |                |                |                |                | ○    |      |
| D     | 1 档   | ○              | ○              |                |                |                |                |                | ○              |                |                | ○    |      |
|       | 2 档   | ○              | ○              |                |                |                | ○              |                | ○              | ○              |                | ○    | ○    |
|       | 3 档   | ○              | ○              | ○              |                |                | ○              |                | ○              |                |                |      | ○    |
|       | O/D 档 |                | ○              | ○              | ○              |                | ○              |                |                |                |                |      |      |
| 2     | 1 档   | ○              | ○              |                |                |                |                |                | ○              |                | ○              | ○    |      |
|       | 2 档   | ○              | ○              |                |                | ○              |                |                | ○              | ○              |                | ○    | ○    |
|       | 3 档   | ○              | ○              | ○              |                |                | ○              |                | ○              |                |                |      | ○    |
| L     | 1 档   | ○              | ○              |                |                |                |                | ○              | ○              |                | ○              | ○    |      |
|       | 2 档   | ○              | ○              |                |                | ○              | ○              |                | ○              | ○              |                | ○    | ○    |

○：表示动作。

No.1、No.2 电磁阀用于换挡控制，No.3 电磁阀用于锁止控制压力调控，No.4 电磁阀用于背压器背压调控。

## 三、各档齿轮工作原理（动力传递路线）

### 1.1 档齿轮（换挡杆置 D 或 2 位置）传动

(1) 结构简图（图 1-5）

各组件动作状态见表 1-2。

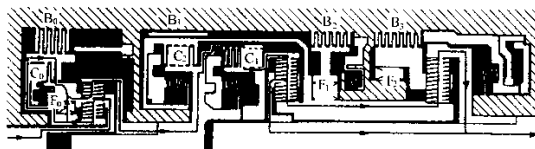


图 1-5 1 档齿轮（换挡杆置 D 或 2 位置）传动结构简图

(2) 传动原理图（图 1-6）

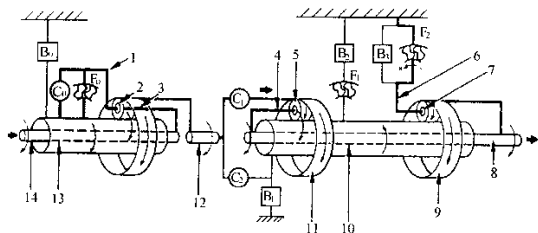


图 1-6 1 档齿轮（换挡杆置 D 或 2 位置）传动原理  
1—O/D 行星轮架；2—O/D 行星轮；3—O/D 行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D 中心轮；14—O/D 输入轴

(3) 传动说明 (图 1-7)

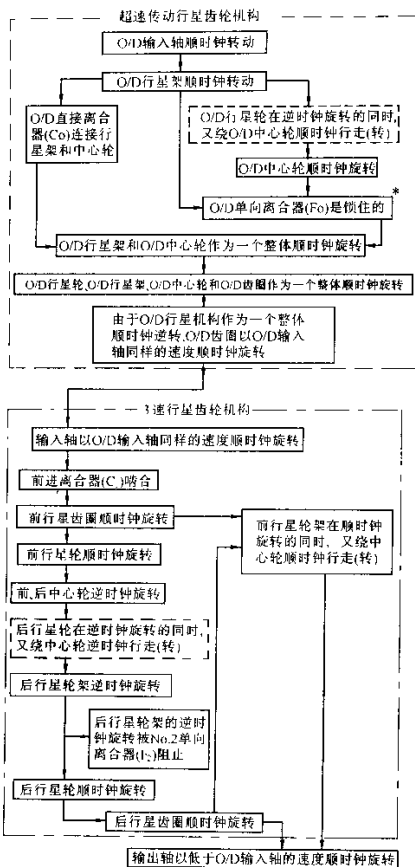


图 1-7 1 档齿轮传动说明框图

\* O/D单向离合器(F<sub>0</sub>)的外滚道与O/D行星轮架一起顺时针旋转,而内滚道与中心轮一起旋转。内滚道(O/D中心轮)旋转比外滚道(O/D行星轮架)快,是借助O/D行星轮逆时针旋转,将速度增量传给O/D中心轮之结果。但因O/D单向离合器(F<sub>0</sub>)是锁住的,所以O/D行星轮架与中心轮一道旋转。

## 2.2 档齿轮（换挡杆置D位置）传动

### (1) 结构简图（图 1-8）



图 1-8 2 档齿轮（换挡杆置 D 位置）传动结构简图

### (2) 传动原理图（图 1-9）

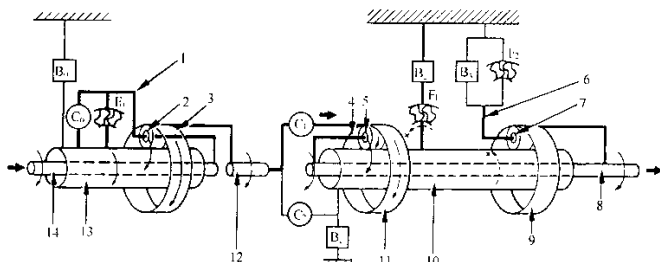


图 1-9 2 档齿轮（换挡杆置 D 位置）的传动原理

1—O/D行星轮架；2—O/D行星轮；3—O/D行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D中心轮；14—O/D输入轴

### (3) 传动说明（图 1-10）

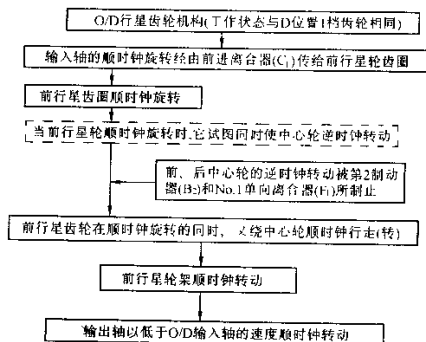


图 1-10 2 档齿轮（换挡杆置 D 位置）传动说明框图

注意：当换档杆在“2”或“L”位置的2档齿轮中的动力传动，除了第2滑行制动器 ( $B_2$ ) 制止中心轮转动外，与“D”位置2档齿轮传动是一样的。

### 3.3 档齿轮 (换档杆置D或2位置) 传动

#### (1) 结构简图 (图 1-11)

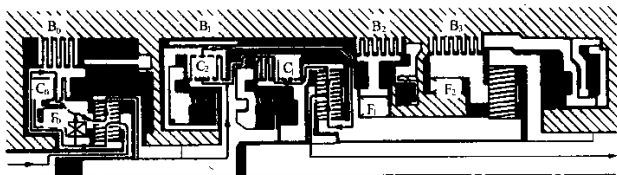


图 1-11 3档齿轮 (换档杆置D或2位置) 传动结构简图

#### (2) 传动原理图 (图 1-12)

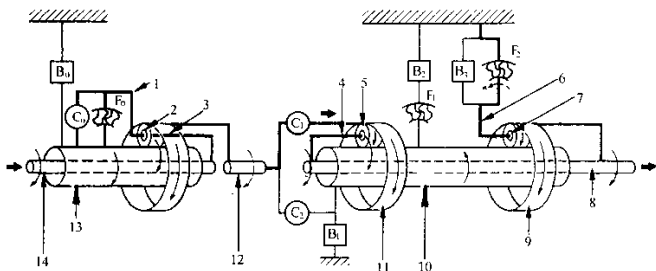


图 1-12 3档齿轮 (换档杆置D或2位置) 传动原理

1—O/D行星轮架；2—O/D行星轮；3—O/D行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D中心轮；14—O/D输入轴

#### (3) 传动说明 (图 1-13)

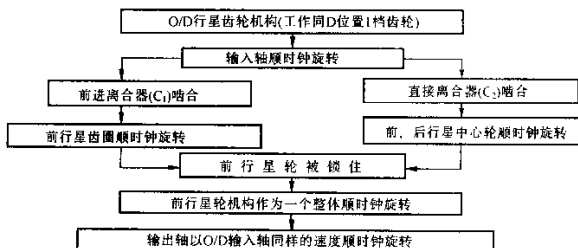


图 1-13 3档齿轮 (换档杆置D或2位置) 传动说明框图

#### 4. 超速传动 (换挡杆置 D 位置)

##### (1) 结构简图 (图 1-14)

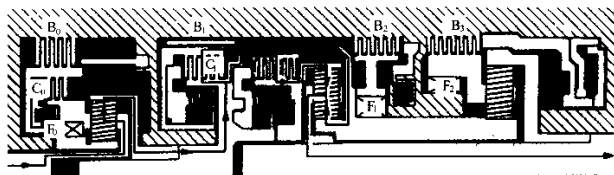


图 1-14 超速传动 (换挡杆置 D 位置) 结构简图

##### (2) 传动原理图 (图 1-15)

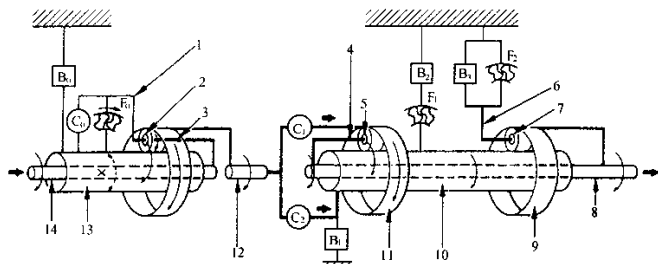


图 1-15 超速传动 (换挡杆置 D 位置) 的传动原理

1—O/D 行星轮架；2—O/D 行星轮；3—O/D 行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D 中心轮；14—O/D 输入轴

##### (3) 传动说明 (图 1-16)

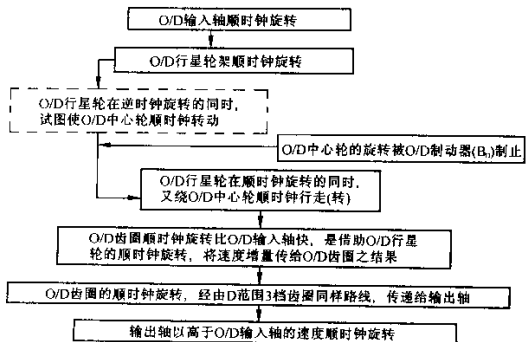


图 1-16 超速传动 (换挡杆置 D 位置) 传动说明框图

注意：由于 O/D 中心轮被  $B_0$  固定住， $F_0$  的内滚道不能旋转，但外滚道同 O/D 行星架一道旋转。因此，当汽车在 O/D 方式中运行时， $F_0$  是自由轮（超越离合器）。

## 5. 倒档齿轮传动

### (1) 结构简图 (图 1-17)

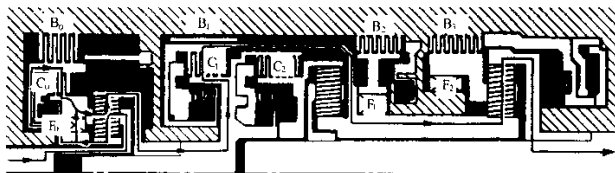


图 1-17 倒档齿轮传动结构简图

### (2) 传动原理图 (图 1-18)

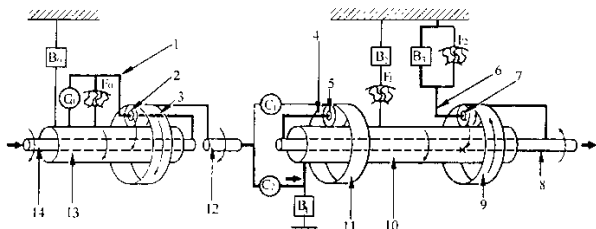


图 1-18 倒档齿轮传动原理

1—O/D行星轮架；2—O/D行星轮；3—O/D行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D中心轮；14—O/D输入轴

### (3) 传动说明 (图 1-19)

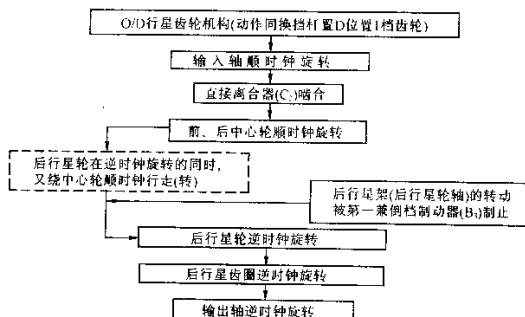


图 1-19 倒档齿轮传动说明框图

## 6. 2 档齿轮 (换挡杆置 2 或 L 位置)、发动机制动

### (1) 结构简图 (图 1-20)

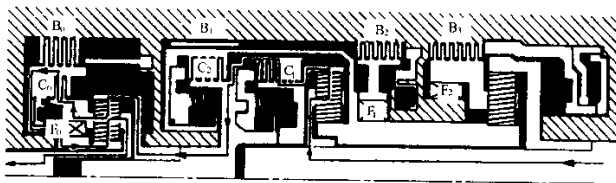


图 1-20 2 档齿轮 (换挡杆置 2 或 L 位置)、发动机制动结构简图

### (2) 传动原理图 (图 1-21)

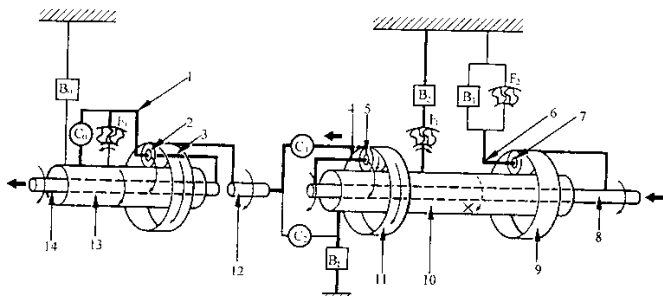


图 1-21 2 档齿轮 (换挡杆置 2 或 L 位置)、发动机制动原理图

1—O/D 行星轮架；2—O/D 行星轮；3—O/D 行星轮齿圈；4—前行星轮架；5—前行星轮；6—后行星轮架；7—后行星轮；8—输出轴；9—后行星轮齿圈；10—前、后行星中心轮；11—前行星轮齿圈；12—输入轴；13—O/D 中心轮；14—O/D 输入轴

### (3) 传动说明 (图 1-22)

注意：

·当发动机动力传给 O/D 输入轴及换挡杆置“2”或“L”位置的 2 档齿轮中，行星齿轮机构的动作与换挡杆置“D”位置 2 档齿轮是一样的。

·当车辆运行在 D 位置 2 档齿轮中，第 2 滑行制动器 ( $B_1$ ) 没有动作。因此，前、后中心轮能自由地顺时针转动。如果车辆在这种情况下滑行，前行星齿圈以 O/D 输入轴同样速度顺时针旋转，而前行星架以输出轴同样速度顺时针旋转，并且比齿圈转的快。而结果，前行星轮在前、后中心轮 (在顺时针方向是个自由轮) 顺时针转的同时，又逆时针旋转。因此，驱动力 (发动机制动力) 从输出轴不能传到前行星齿圈及发动机不能产生制动。

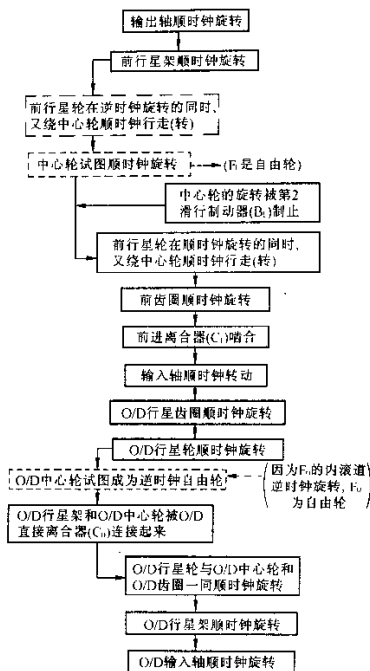


图 1-22 2 档齿轮 (换挡杆置 2 或 L 位置)、发动机制动传动说明框图

7. 1 档齿轮 (换挡杆置 L 位置)、发动机制动

(1) 结构简图 (图 1-23)

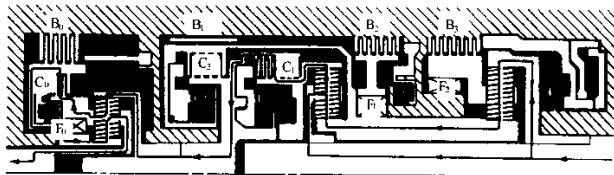


图 1-23 1 档齿轮 (换档杆置 L 位置)、发动机制动结构简图