

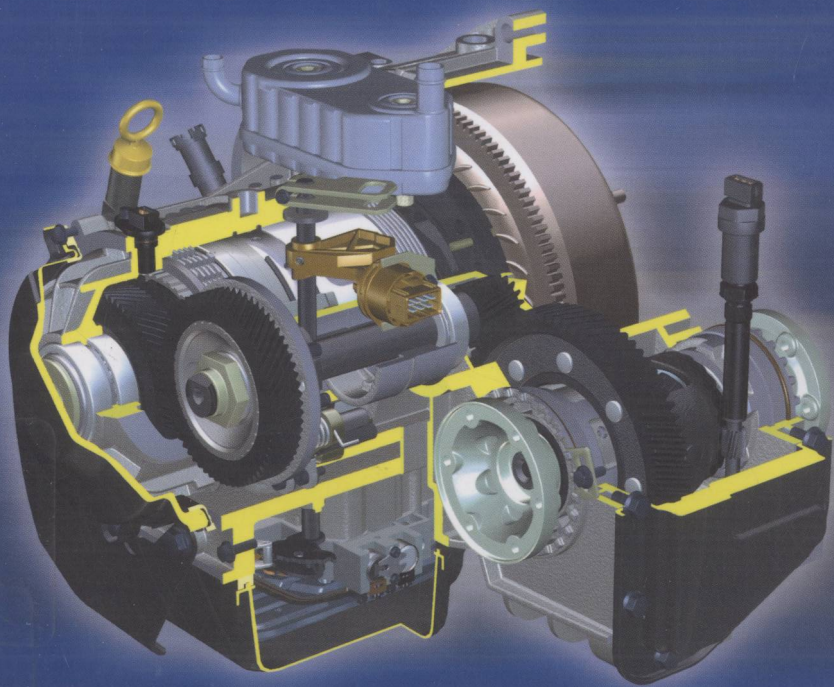
汽车技术

三维课堂

丛书

# 汽车自动变速器 构造与检修彩色图册

上海景格汽车科技有限公司 编  
唐晓丹 主编



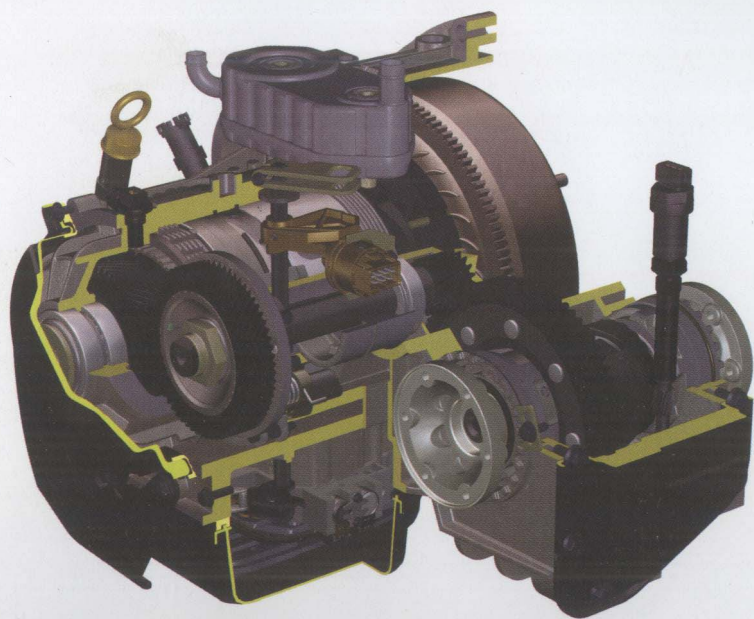
人民交通出版社  
China Communications Press

汽车技术 **三湘课堂** 丛书

# 汽车自动变速器

## 构造与检修彩色图册

上海景格汽车科技有限公司 编  
唐晓丹 主编



人民交通出版社

## 内 容 提 要

本图册以上海通用别克轿车4T65—E型自动变速器与大众轿车01M型自动变速器为例,以彩色三维图片为主要形式,全面介绍了自动变速器的组成、结构、工作原理、试验及检修方法。

本图册可作为汽车专业多媒体教学与学习的配套教材,也可供汽车专业的学生和汽车维修技术人员自学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器构造与检修彩色图册/唐晓丹主编;上海景格汽车科技有限公司编. —北京:人民交通出版社,2008.10  
ISBN 978-7-114-07418-9

I.汽… II.①唐…②上… III.①汽车—自动变速装置—结构—图集②汽车—自动变速器装置—检修—图集 IV.U463.212-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第150266号

Qiche Zidong Biansuqi Gouzaoyu Jianxiu Caise Tuce

书 名:汽车自动变速器构造与检修彩色图册

著 者:上海景格汽车科技有限公司  
唐晓丹

责任编辑:翁志新

设计制作:文思莱

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:中国电影出版社印刷厂

开 本:889×1194 1/16

印 张:8.5

版 次:2009年1月第1版

印 次:2009年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07418-9

印 数:0001~4000册

定 价:40.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前 言

## Foreword

目前,汽车已发展成为集计算机技术、光纤传输技术、新材料技术为一体的高科技的集成物,汽车技术全面进入电子化、智能化阶段。汽车技术的发展向汽车技术人员提出了新的挑战,汽车技术人员只有加强学习、不断实践,才能跟得上汽车发展的步伐。汽车技术的发展也对汽车专业图书资料提出了新的挑战。现代的汽车结构精密复杂、系统繁多,传统的黑白图形已无法清晰展现汽车结构,只有彩色三维图片才能更好地表现现代汽车结构。为此,我们充分利用上海景格汽车科技有限公司在汽车技术和三维动画软件开发方面的优势,结合维修、教学的实践,以国内比较先进、技术含量较高的通用别克轿车 4T65—E 型自动变速器与大众轿车 01M 型自动变速器为例,编绘了此图册。

本图册图片清晰逼真、色彩鲜艳、文字精练、通俗易懂。

本图册由上海景格汽车科技有限公司组织编写,上海科学技术职业学院的唐晓丹副教授担任主编,上海景格汽车科技有限公司的王德成、姜华荣担任副主编,同济大学的俞水良教授提供技术支持。参加本图册编写的还有黄智、张玮琳、王磊磊、姜磊、王海荣、王金忠、叶苗、陈璞、郑金忠、郑玉宇等同志。

本图册在编绘过程中,得到了一些院校和维修企业的大力支持和协助,并参考了通用汽车公司原厂资料,在此表示诚挚的感谢。

由于水平有限,经验不足,加之时间仓促,书中难免有错误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

## Contents

### 结构与原理篇



自动变速器概述 .....	1	4 挡离合器 .....	22
液力变矩器的结构 .....	2	2 挡离合器及倒挡制动鼓 .....	23
液力变矩器的工作原理 (一) .....	3	片式制动器 .....	24
液力变矩器的工作原理 (二) .....	4	带式制动器 .....	25
液力变矩器的工作原理 (三) .....	5	制动伺服器结构原理 .....	26
液力变矩器内锁止离合器的工作原理 .....	6	滚柱斜槽式单向离合器原理 .....	27
液力变矩器的特性曲线 .....	7	楔块式单向离合器原理 .....	28
行星齿轮机构的结构 .....	8	4T65—E 自动变速器的挡位图 .....	29
单排行星齿轮机构挡位分析 (一) .....	9	4T65—E 自动变速器的简化 .....	30
单排行星齿轮机构挡位分析 (二) .....	10	4T65—E 自动变速器的 D1 挡传动分析 .....	31
单排行星齿轮机构挡位分析 (三) .....	11	4T65—E 自动变速器的 D2 挡传动分析 .....	32
单排行星齿轮机构挡位分析 (四) .....	12	4T65—E 自动变速器的 D3 挡传动分析 .....	33
单排行星齿轮机构挡位分析 (五) .....	13	4T65—E 自动变速器的 D4 挡传动分析 .....	34
自动变速器的简化 .....	14	4T65—E 自动变速器的 N 挡传动分析 .....	35
拉维纳 (双行星) 式行星齿轮机构的简化 .....	15	4T65—E 自动变速器的 P 挡传动分析 .....	36
4T65—E 自动变速器的总体构造 .....	16	4T65—E 自动变速器的 R 挡传动分析 .....	37
4T65—E 自动变速器的结构 .....	17	4T65—E 自动变速器的主减速器与差速器 .....	38
4T65—E 自动变速器的分解图 .....	18	4T65—E 自动变速器液压控制系统 .....	39
4T65—E 行星齿轮机构的结构 .....	19	4T65—E 自动变速器电子控制系统 .....	40
离合器原理 .....	20	4T65—E 自动变速器的油路阀板 .....	41
输入轴 / 壳 (3 挡离合器与输入离合器) .....	21	油路阀板的组成 .....	42
		油路板中各阀的安装位置 .....	43
		油路阀板的结构 .....	44

# 目 录

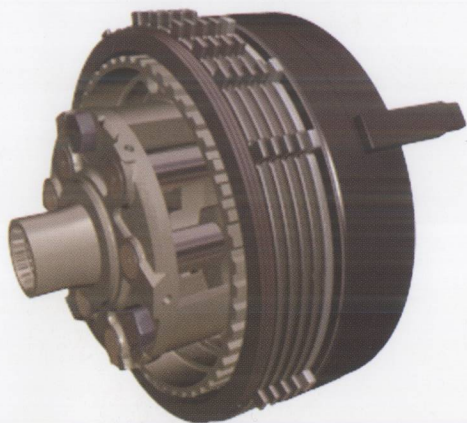
## C o n t e n t s

油泵的类型及工作原理 .....	45	4T65—E 自动变速器的控制电路图 .....	68
可变流量叶片泵 .....	46	车速传感器 .....	69
4T65—E 自动变速器油泵的结构 .....	47	输入轴转速传感器 .....	70
4T65—E 自动变速器油泵分解图 .....	48	油液温度传感器 .....	71
油泵与主油路的连接 .....	49	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (D1 挡) .....	72
主调压阀 .....	50	4T65—E 自动变速器 D1 挡控制油路 .....	73
转矩信号调节阀与压力控制电磁阀 .....	51	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (D2 挡) .....	74
主油路压力调节 .....	52	4T65—E 自动变速器 D2 挡控制油路 .....	75
手动阀 .....	53	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (D3 挡) .....	76
换挡电磁阀对换挡阀的控制 (一) .....	54	4T65—E 自动变速器 D3 挡控制油路 .....	77
换挡电磁阀对换挡阀的控制 (二) .....	55	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (D4 挡) .....	78
常用的电控换挡阀的控制原理图 .....	56	4T65—E 自动变速器 D4 挡控制油路 .....	79
1—2 挡换挡阀与 1—2、3—4 挡换挡电磁阀 .....	57	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (N 挡) .....	80
2—3 挡换挡阀 .....	58	4T65—E 自动变速器 N 挡控制油路 .....	81
3—4 挡换挡阀 .....	59	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (P 挡) .....	82
锁止离合器控制阀 (TCC 阀) 及其电磁阀 (PWM 阀) .....	60	4T65—E 自动变速器 P 挡控制油路 .....	83
锁止离合器 (TCC) 工作压力调节阀 .....	61	4T65—E 自动变速器换挡执行机构工作图 (R 挡) .....	84
液力变矩器锁止离合器的控制过程 .....	62	4T65—E 自动变速器 R 挡控制油路 .....	85
蓄能器与蓄能器阀 .....	63	4T65—E 自动变速器 D1 挡总油路图 .....	86
2—3、3—4 挡蓄能器阀 .....	64	4T65—E 自动变速器 D2 挡总油路图 .....	87
1—2 挡蓄能器阀 .....	65	01M 自动变速器的总体构造 .....	88
4T65—E 单向限流阀的位置图 .....	66	01M 自动变速器的外部结构 .....	89
4T65—E 手动阀位置开关 .....	67		

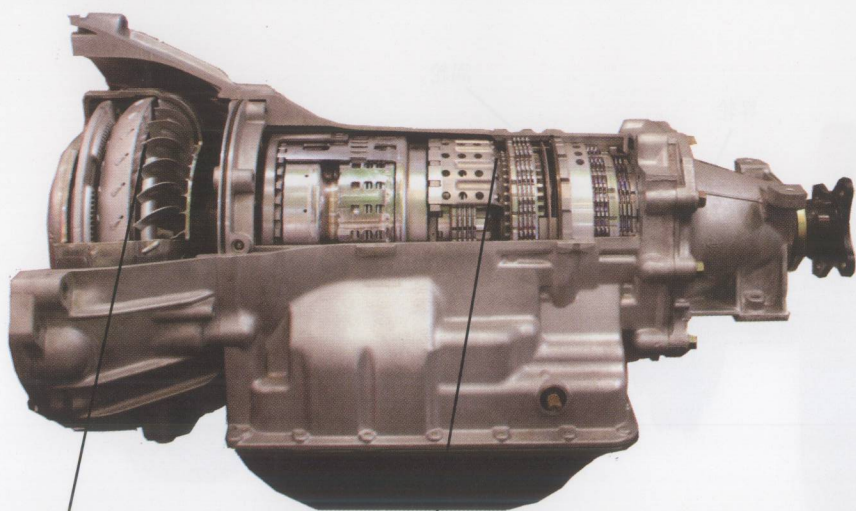


# 目 录

## C o n t e n t s



01M 自动变速器的组成 .....	90	4T65—E 自动变速器 4 挡离合器的安装 .....	112
01M 自动变速器的挡位图 .....	91	4T65—E 自动变速器差速器的安装 .....	113
01M 自动变速器的简化 .....	92	4T65—E 自动变速器整体安装 .....	114
01M 自动变速器 D1, D2 挡传动分析 .....	93		
01M 自动变速器 D3, D4 挡传动分析 .....	94	自动变速器挡位的使用 .....	115
01M 自动变速器 R 挡、N 挡传动分析 .....	95	自动变速器油的特性及选用 .....	116
01M 自动变速器油泵 .....	96	自动变速器的基本检查 .....	117
拉维纳（双行星）齿轮机构的结构 .....	97	自动变速器的失速试验 .....	118
2-4 挡制动器 .....	98	自动变速器的油压试验 .....	119
3-4 挡离合器 .....	99	自动变速器的时滞试验 .....	120
倒挡离合器 .....	100	自动变速器的道路试验 .....	121
倒挡制动器 .....	101	专用汽车故障诊断仪 Tech2 的结构和功能 .....	122
大太阳轮 .....	102	专用汽车故障诊断仪 TECH2 的使用 .....	123
1-3 挡离合器 .....	103	使用专用汽车故障诊断仪 Tech2 检测故障码 .....	124
差速器 .....	104	使用专用汽车故障诊断仪 Tech2 检测数据流 .....	125
主动齿轮 .....	105	使用专用示波器检测传感器的波形 .....	126
油路阀板 .....	106	使用汽车专用示波器检测的步骤 .....	127
<b>检修篇</b>			
4T65—E 自动变速器变矩器的安装 .....	107		
4T65—E 自动变速器单向离合器的安装 .....	108		
4T65—E 自动变速器行星齿轮机构的安装 .....	109		
4T65—E 自动变速器 2 挡离合器的安装 .....	110		
4T65—E 自动变速器 3 挡离合器的安装 .....	111		



液力变矩器

行星齿轮变速机构

## 一、定义

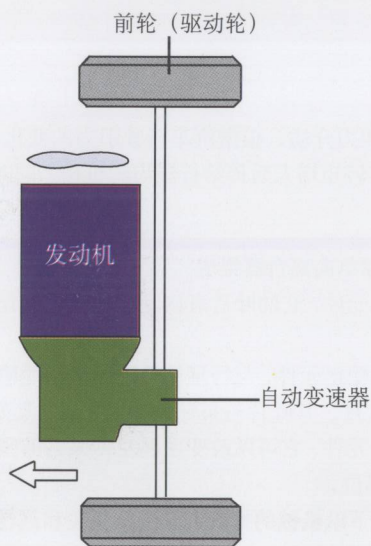
自动变速器（英文：Automatic Transmission，简称 AT）是根据汽车的负荷与车速的变化，自动改变变速器的挡位，以实现汽车最佳的动力性、安全性、环保性的变速器。

## 二、组成

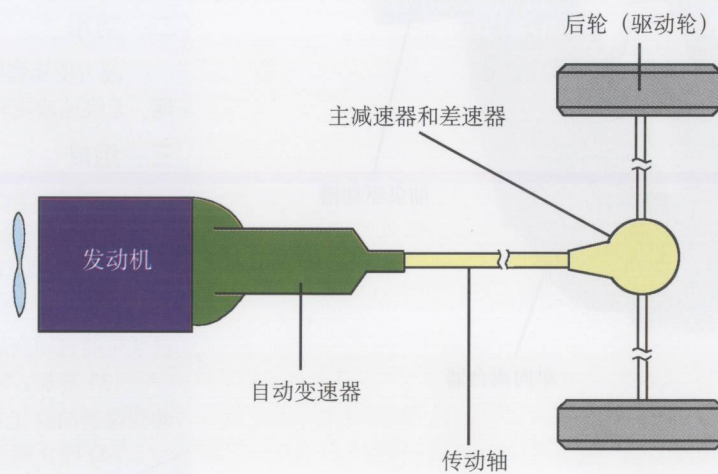
自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮变速机构、控制系统、冷却和润滑系统四大部分组成。

## 三、类型

- (1) 按驱动方式分类：可分为后轮驱动和前轮驱动自动变速器。
- (2) 按齿轮变速器的类型分类：可分为行星齿轮式、平行轴式以及传动带式（CVT）自动变速器三种。



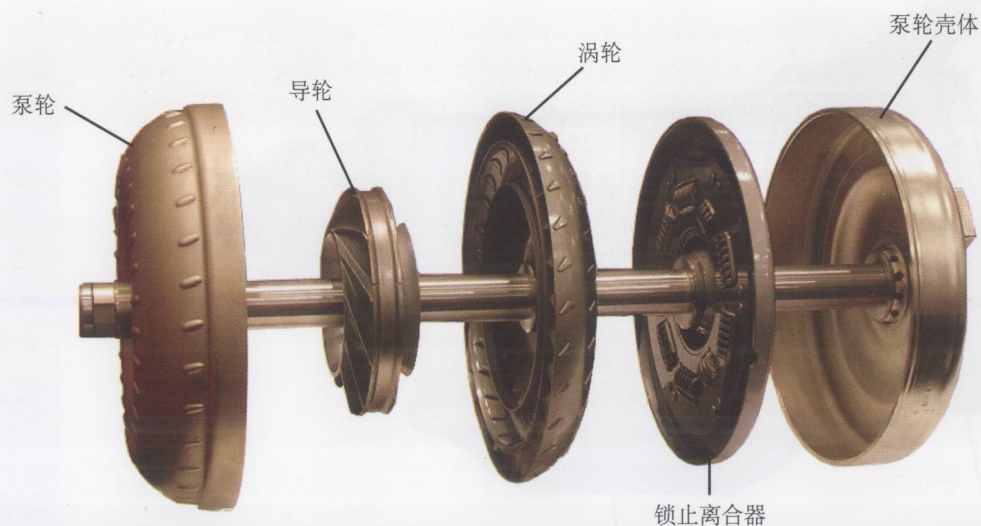
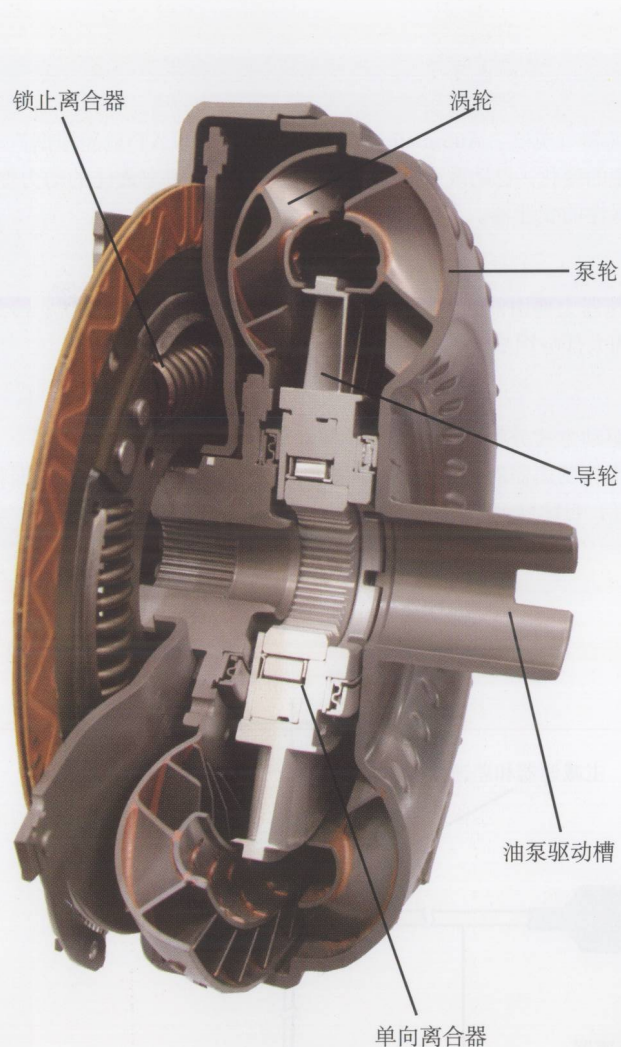
前轮驱动自动变速器布置示意图



后轮驱动自动变速器布置示意图



# 液力变矩器的结构



## 一、安装位置

通过螺栓固定在发动机飞轮的后端。

## 二、功用

液力变矩器利用自动变速器油作为传力介质，根据汽车行驶阻力的变化，在一定范围内自动地、无级地改变转矩比，把来自发动机的转矩增大后传给行星齿轮机构，同时驱动液压油泵工作。

## 三、组成

由泵轮、涡轮、导轮、锁止离合器和单向离合器组成。

(1) 泵轮：泵轮是变矩器的主动输入元件，它的叶片直接固定在变速器壳和发动机飞轮上，其转速与发动机转速相等，旋转方向一致。

(2) 涡轮：涡轮是液力变矩器的从动输出元件，与行星齿轮变速机构的输入轴相连，涡轮被来自泵轮的自动变速器油驱动。涡轮内有叶片，其叶片与泵轮的叶片相对，旋转方向相反。

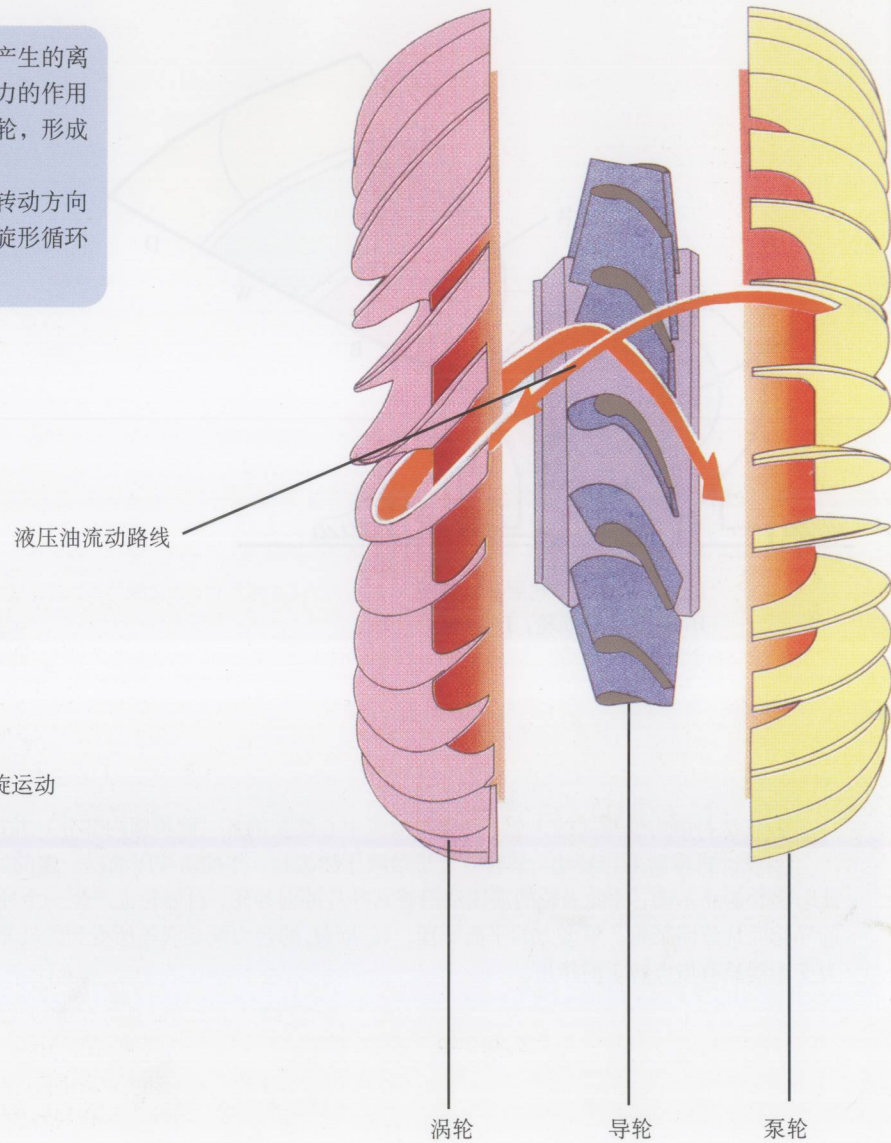
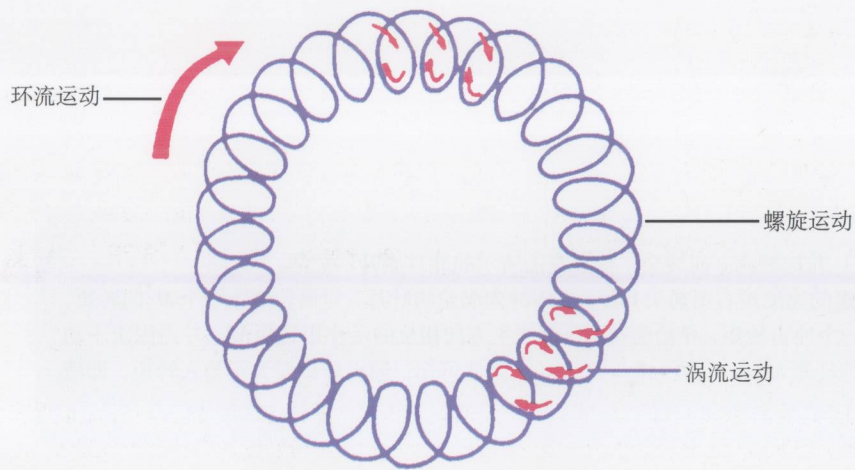
(3) 导轮：导轮是变矩器的反作用力元件，它可以改变由涡轮传来的液压油的流动方向，使自动变速器油改变方向返回到泵轮的中心部位。

(4) 锁止离合器：在一定的车速条件下以机械的方式直接连接泵轮和涡轮，使发动机产生的动力百分之百地传递给变速器。

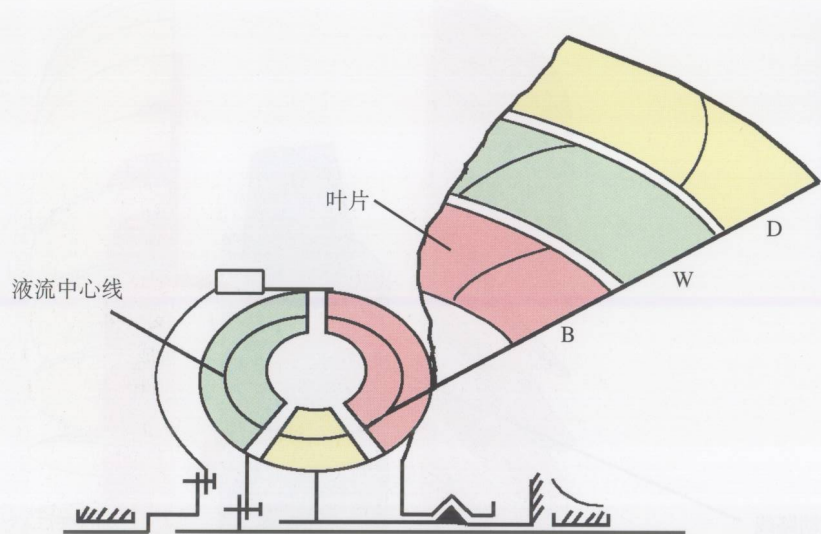
(5) 单向离合器：能实现元件（如导轮）的单向锁止或转动。

发动机运转时,带动液力变矩器泵轮和液压油一同旋转,泵轮转速越快,产生的离心力越大,液压油旋转速度也就越高,其动能也越大。泵轮内的液压油在离心力的作用下,沿着泵轮叶片外缘冲向涡轮,并沿涡轮叶片流向导轮,再经导轮流回泵轮,形成循环的液流。

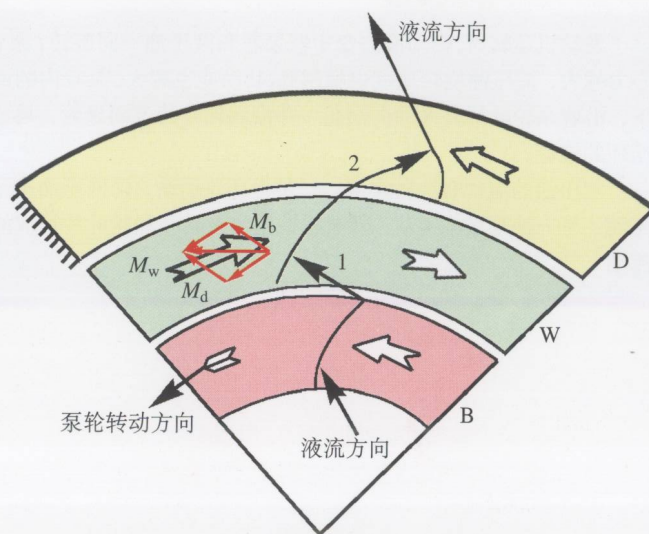
液压油的流动有两种类型:一种是环流运动,即液压油按泵轮和涡轮的转动方向流动;另一种是涡流运动,即液压油通过泵轮和涡轮叶片形成的通道进行螺旋形循环流动。



## 液力变矩器的工作原理（二）

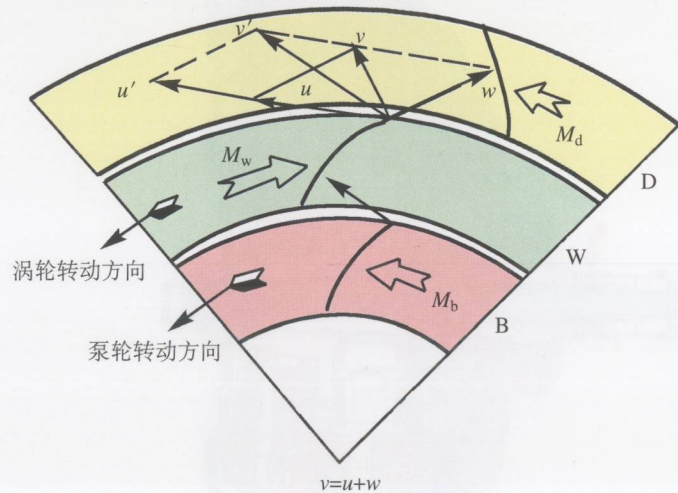


液力变矩器工作轮展开示意图  
B-泵轮；W-涡轮；D-导轮



假想地将液力变矩器的3个工作轮从液流中心线处剖开（除掉圆内部分）并按液流方向展平，得到左图所示的叶片展开示意图。

当发动机带动泵轮转动，泵轮叶片带动液压油旋转，并推动液压油以一定的速度按右图箭头1所示方向冲向涡轮的叶片，对涡轮产生一个 $M_b$ 的转矩，此时涡轮静止不动，冲向涡轮的液压油沿着其叶片冲向导轮，对导轮也产生一个冲击转矩，导轮也对液压油产生方向相反的反作用转矩 $M_d$ ，并沿固定不动的导轮叶片流回泵轮。根据力的平衡原理， $M_b$ 与 $M_d$ 的合力就是涡轮所受到的转矩 $M_w$ ，可得： $M_w = M_b + M_d$ 。因此可知，输出转矩要大于输入转矩，即液力变矩器具有增大转矩的作用。



液力油流动方向的变化

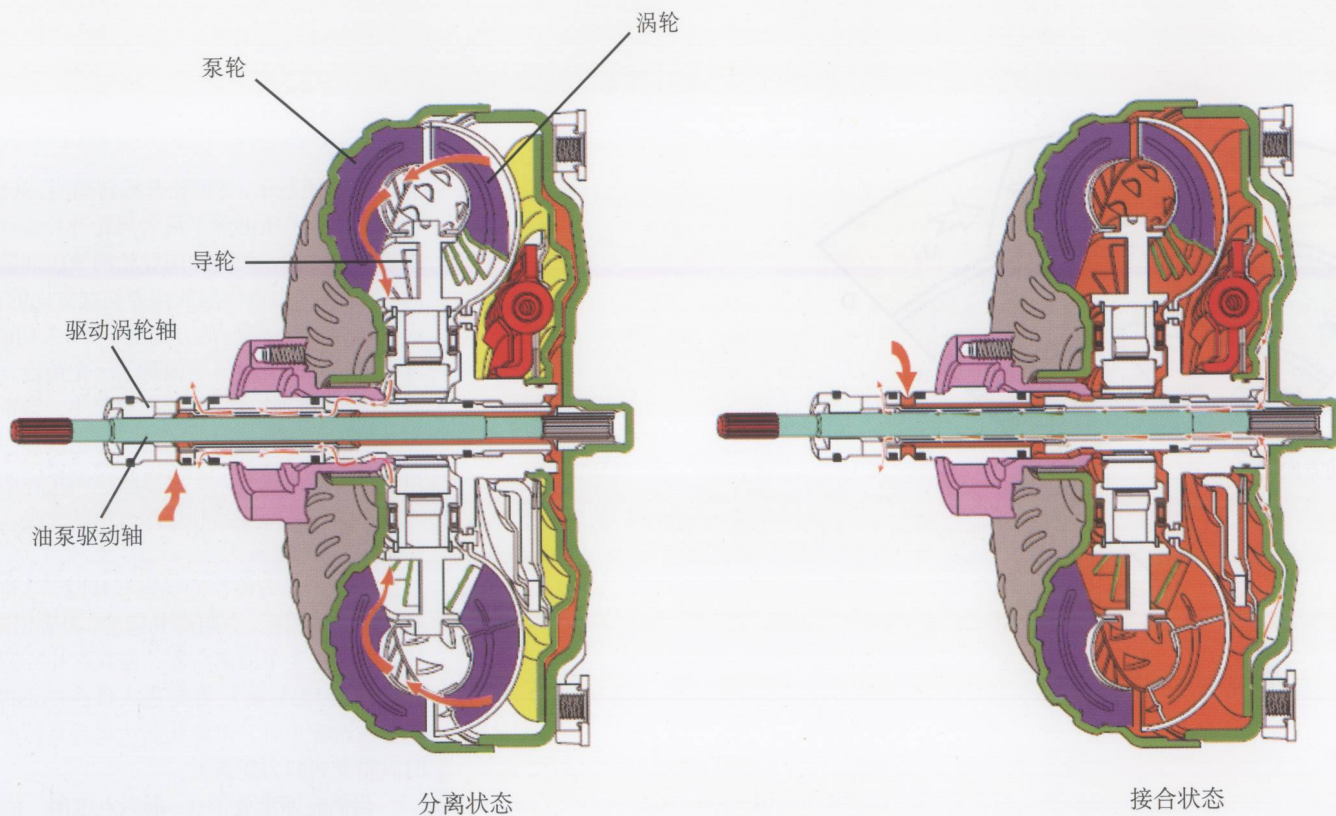
如左图所示,当涡轮开始转动后,其转速不断增加;这时涡轮中的液压油除了沿着涡轮叶片流动之外,还要随着涡轮一同转动,使得冲向导轮的液压油既有沿涡轮叶片方向的速度 $w$ ,也有沿涡轮圆周切线方向的速度 $u$ ,液压油冲向导轮的实际速度 $v$ 的方向是 $w$ 与 $u$ 方向的合成,该方向顺着涡轮转动的方向向前偏斜了一个角度,使冲向导轮的液流方向与导轮叶片之间的夹角变小,导轮上所受到的冲击力矩也减小,导轮给涡轮的反力矩减小,液力变矩器的增扭作用亦随之减小。车速愈高,涡轮转速愈大,冲向导轮的液压油方向与导轮叶片的夹角就愈小,液力变矩器的增扭作用亦愈小。

当液流从背面冲向导轮叶片时,导轮给涡轮的反力与其运动方向相反,会阻碍其运动;为防止这种情况发生,给导轮安装一个单向离合器,使其在叶片背面受到液流冲击时打滑(自由转动)。导轮进入自由转动的工作点称为耦合点;涡轮静止时,泵轮所能达到最高转速称为失速点,这时涡轮受到的力矩最大。

当涡轮速度处于0~耦合点范围,液力变矩器按变矩器的特性工作,变矩系数 $K>1$ 。

在涡轮速度大于耦合点时,在单向离合器的作用下,液力变矩器按耦合器的特性工作,变矩系数 $K=1$ 。

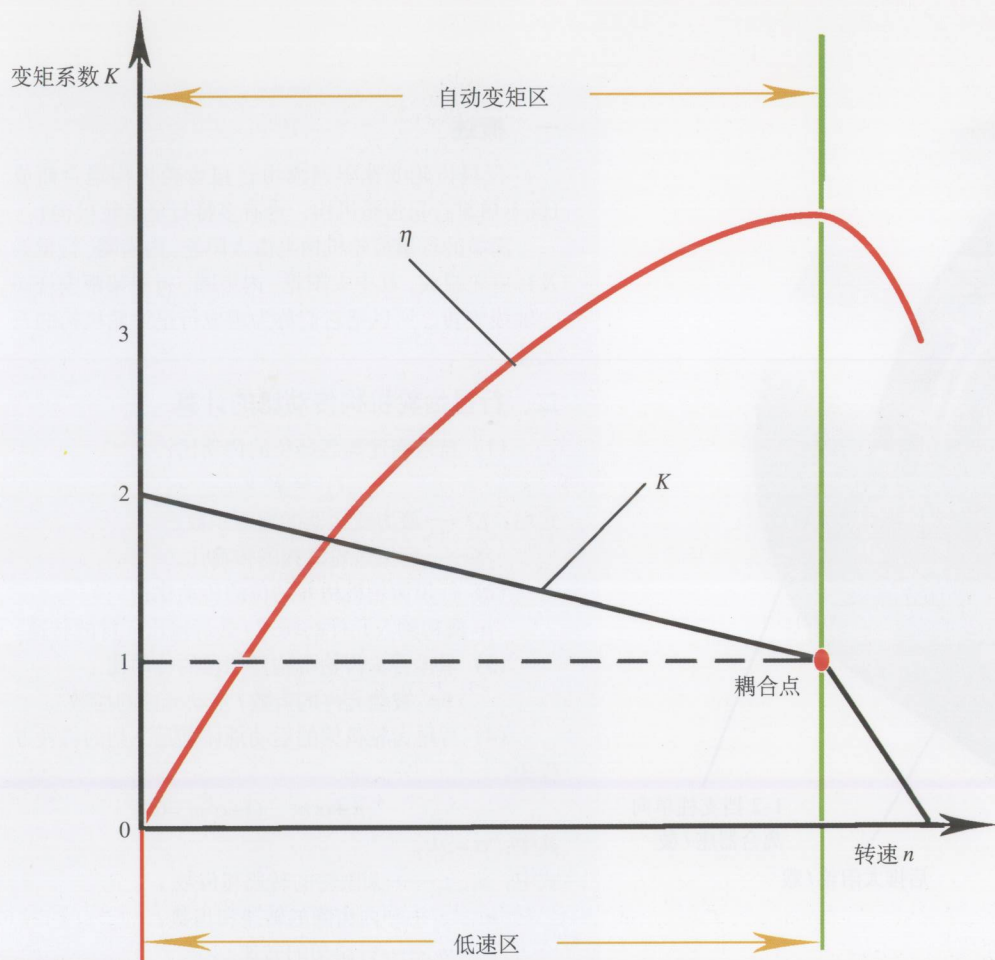
## 液力变矩器内锁止离合器的工作原理



液力变矩器在传递动力时存在着能量损失,为了提高传动效率,降低燃油消耗,现代的液力变矩器一般都装有锁止离合器。在一定的车速条件下锁止离合器以机械的方式直接连接泵轮和涡轮,使发动机产生的动力百分之百地传递给变速器。

(1) 分离状态:当车辆低速行驶时,液压控制系统控制液压油通过变速器输入轴的油道流入锁止离合器活塞的右端,从活塞的左端流出进入机油散热器,这时在锁止离合器的左、右侧的压力相等,于是锁止离合器的活塞向左移动,不与变矩器的壳体接触,锁止离合器处于分离状态。

(2) 接合状态:当车辆以中、高速行驶时(80km/h左右),液压控制系统使液压油通过输入轴和导轮轴的油道从锁止离合器活塞的左端进入变矩器,这时,锁止活塞被油压推动压靠在变矩器壳内的右端,与变矩器壳体连接成一体并同步旋转。通过泵轮和涡轮之间循环的液压油停止流动,发动机动力无损失地传递给变速器。



$K$ 为变矩系数，是涡轮输出转矩与泵轮输入转矩之比。

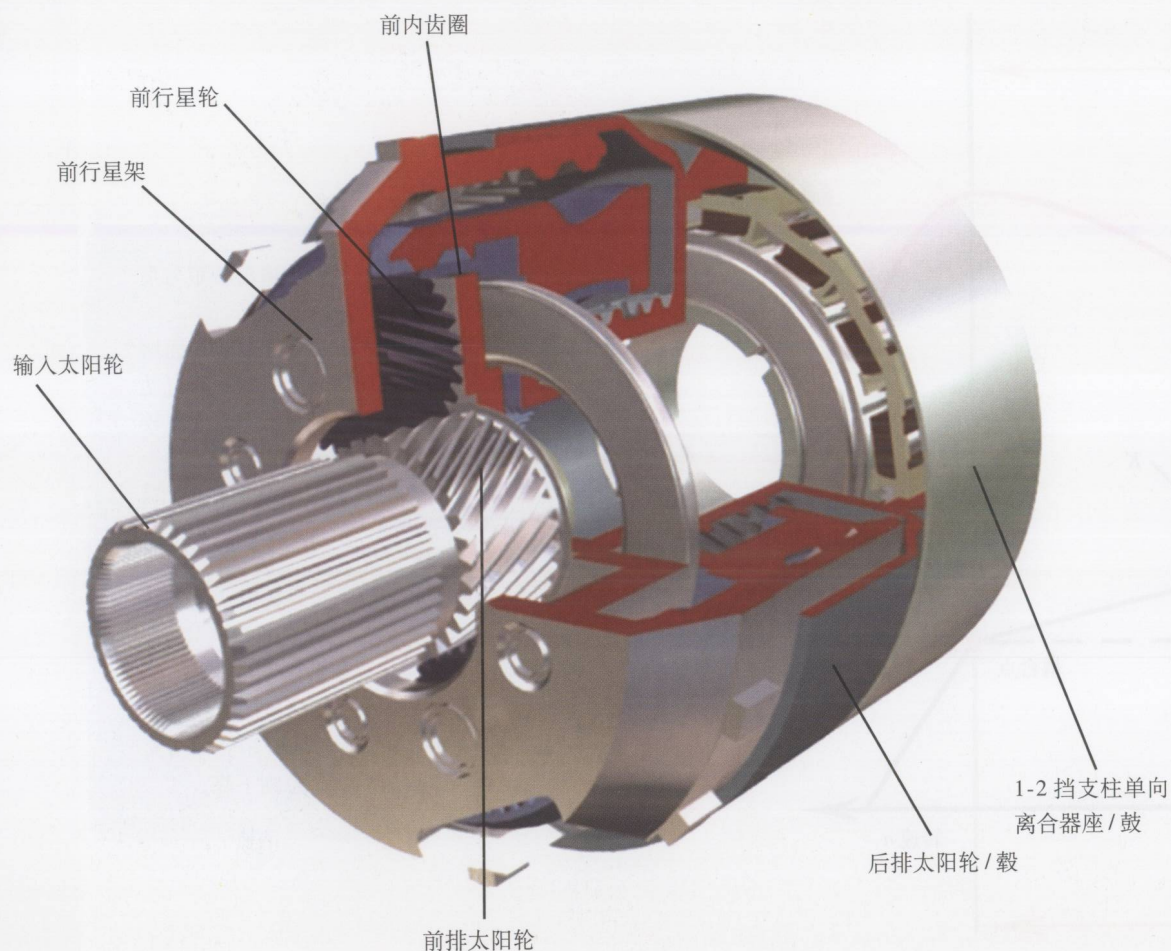
变矩系数 $K$ 随着涡轮转速的减小而增大，即当行驶阻力大时，液力变矩器自动输出大转矩，这一特性对行驶阻力变化较大的汽车来说是非常适合的。

汽车起步后涡轮的转速逐渐增大，涡轮输出转矩逐渐减小，达到耦合点，即 $K=1$ ，涡轮的转矩等于泵轮的转矩。

$\eta$ 为传动效率，是涡轮输出功率与泵轮输入功率之比。

变矩器的传动效率在低速时随涡轮转速的增大而增大，在低速区虽然传动效率低，但是变矩系数大，液力变矩器输出大转矩，耦合点后传动效率急剧下降。

# 行星齿轮机构的结构



## 一、概述

行星齿轮变速器通常由行星齿轮机构组合而成(既有单排行星齿轮机构,也有多排行星齿轮机构)。

简单的行星齿轮机构是由太阳轮、内齿圈、行星架及行星轮组成。其中太阳轮、内齿圈、行星架都围绕同一轴线旋转,所以把它们称为组成行星齿轮机构的三元件。

## 二、行星齿轮机构传动比的计算

(1) 自动变速器各挡位的传动比:

$$i_{\text{总}} = K \times i$$

式中:  $K$ ——液力变矩器的变矩系数;

$i$ ——行星齿轮机构的传动比。

(2) 行星齿轮机构各挡位的传动比:

$i =$  最初输入元件的转速 / 最后输出元件的转速

(3) 单排行星齿轮机构各挡位的传动比:

$i =$  被动元件的齿数 / 主动元件的齿数

(4) 行星齿轮机构的运动规律满足下列的特性方程式:

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

其中:  $\alpha = z_2 / z_1$

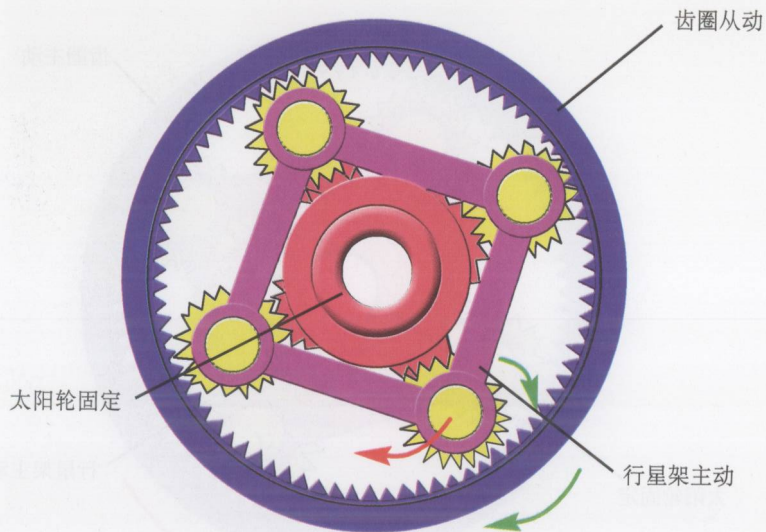
式中:  $n_1$ 、 $z_1$ ——太阳轮的转速和齿数;

$n_2$ 、 $z_2$ ——内齿圈的转速和齿数;

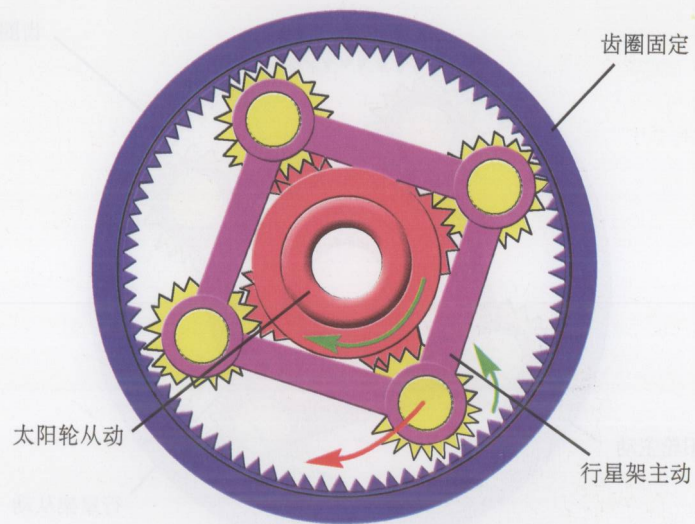
$n_3$ ——行星架的转速。

经推算: 行星架的齿数  $z_3 = z_1 + z_2$ 。

## 单排行星齿轮机构挡位分析 (一)



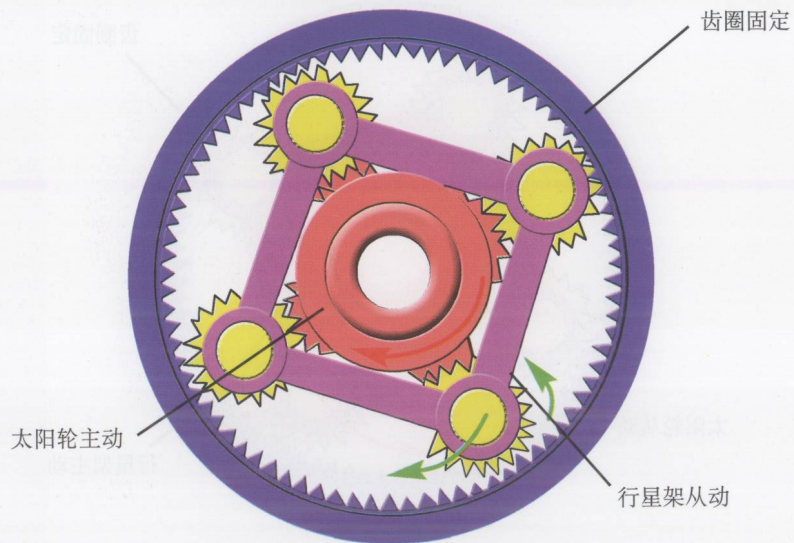
已知：太阳轮固定，行星架主动，齿圈从动。  
 分析：旋转方向为同向传动，传动比  $i = n_3/n_2 = z_2/z_3 = z_2/(z_2+z_1)$ ，超速挡。  
 也可用特性方程式来算： $n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha) n_3 = 0$ ，其中  $n_1 = 0$ ，所以传动比  $i = n_3/n_2 = \alpha/(1 + \alpha) = z_2/(z_2 + z_1)$ 。



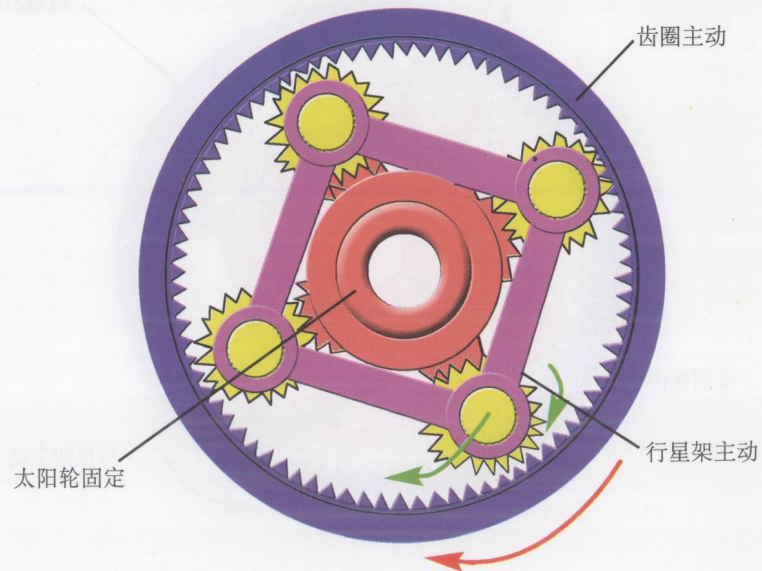
已知：齿圈固定，行星架主动，太阳轮从动。  
 分析：旋转方向为同向传动，传动比  $i = n_3/n_1 = z_1/z_3 = z_1/(z_2+z_1)$ ，超速挡，实际中很少采用。



## 单排行星齿轮机构挡位分析 (二)



已知：齿圈固定，太阳轮主动，行星架从动。  
 分析：旋转方向为同向传动，传动比  $i = n_1/n_3 = z_3/z_1 = (z_2+z_1)/z_1$ ，减速增扭挡。



已知：太阳轮固定，齿圈主动，行星架从动。  
 分析：旋转方向为同向传动，传动比  $i = n_2/n_3 = z_3/z_2 = (z_2+z_1)/z_2$ ，减速增扭挡。