

轿车

自动变速器结构、使用与维修

智百年 等编著



中国物资出版社

PDG

前 言

轿车装用自动变速器可改善轿车的性能,特别是可提高安全性和降低油耗,故成为轿车工业的发展方向。本书以国产轿车红旗,进口轿车德国奥迪、大众,日本日产、丰田,美国克莱斯勒等所装用的自动变速器为例,详细介绍了轿车自动变速器的结构、使用与操作方法,轿车自动变速器的拆卸、装配、调整、检验和可能产生的故障、原因及排除方法。

本书作者智百年系一汽轿车厂研究员级高级工程师,长期从事红旗轿车自动变速器的产品设计、生产工艺配合、质量检验、使用维修培训等工作,积累了丰富的实践经验,本书就是他的经验总结。

廖敏、全开致参与了本书的编写工作,第七、八两部分为廖敏所编,第九部分为全开致所编。

目 录

一、序言	(1)
二、轿车自动变速器的结构	(4)
三、轿车自动变速器的拆卸、装配、调整与检验	(23)
四、自动变速器装于轿车上时的调整与检验	(56)
五、轿车自动变速器的正常使用与操作方法	(65)
六、中国红旗 CA770 轿车自动变速器使用中的故障、产生原因及排除方法	(74)
七、德国奥迪(AUDI)V8 轿车用四档自动变速器的结构与使用	(79)
八、德国大众(VW-AG)及奥迪(AUDI)轿车用带电液操纵的 四档自动变速器的结构与使用	(96)
九、德国奥迪(AUDI)轿车用 OIF 和 OIK 型电液操纵的四档自动变速器的 结构与使用	(128)
十、日本日产公爵(CEDRIC)轿车 L4N71B 自动变速器的检测与使用	(170)
十一、日本丰田(TOYOTA)轿车自动变速器的使用与维修	(186)
十二、美国克莱斯勒汽车公司 TORQUE-FLITE 自动变速驱动桥的 使用与维修	(253)

一、序 言

液力传动装置自本世纪初问世以来已有八十余年了。液力机械传动在国内外许多工业部门得到了相当广泛的应用,而且无论其应用领域还是其产量都与日俱增,发展前景颇为广阔。它在汽车、内燃机车、拖拉机、工程机械、坦克、自行火炮、装甲运输车、矿山机械、石油机械、船舶等方面应用都很普遍。

1. 世界各国在汽车上采用液力自动变速器的情况

1975 年西欧及美国的商用汽车使用液力自动变速器(以下称自动变速器)在全部商用汽车中所占比例如表 1 所示。

表 1 商用汽车中采用液力自动变速器的比例

车 型	自动及半自动液力自动变速器所占比例(%)	
	西 欧	美 国
重 型 牵 引 车	80	80
越 野 汽 车	80	80
市 内 客 车	95	100
大 型 公 共 汽 车	90	100

近几年,美国轿车把自动变速器用作标准装备的比例是较高的。1982 年、1983 年美国三大汽车公司自动变速器的装车率如表 2 所示。

表 2 美国三大汽车公司自动变速器的装车率

公 司 \ 年 份	1982 年	1983 年
通 用	91.7%	93.9%
福 特	71.5%	74.4%
克 莱 斯 勒	83.6%	86.4%

美国通用汽车公司 1979 年投放市场的紧凑型轿车 X-CAR,在其四个分公司所生产的 40 种牌号的轿车中,有 21 种采用自动变速器作为标准准备。

1978 年德国奔驰汽车公司生产的轿车,装自动变速器的:发动机排量在 4.5L 以上的占 100%,3.5L 的占 80%,六缸发动机的占 68%,四缸发动机的占 26%。

素来以车型紧凑、价格及油耗低著称于世的日本轿车,因安全性的要求,自动变速器的装车率不断增长,1982 年大、中、小型三种客车平均占 26%,到 1986 年增至 41%,已达普及阶段。

我国长春第一汽车制造厂生产的红旗 CA770 三排座高级轿车采用自动变速器,国内保有量有 1200 多台。

2. 轿车装用自动变速器后的燃油消耗情况

红旗 CA770 是我国生产的高级豪华轿车,因为装用了自动变速器,大幅度降低了油耗。其油耗与国外同级轿车的比较如表 3 所示。

表 3 红旗 CA770 轿车与国外同级轿车油耗比较

车 牌	自 重(kg)	发动机排量(L)	油耗(L/100km)
CA770 (中国)	2730	5.65	0.23~0.25
Rolls-Royce (英国)	2590	6.23	0.24~0.27
Benz-boo (德国)	2770	6.29	0.24~0.26
Cadillac (美国)	2600	7.74	0.25~0.30
3ILJ-111 (原苏联)	3000	7.00	0.29

表 3 中这几种轿车都是生产这些轿车的国家的最高级的华贵轿车。通过对比可以看出,红旗轿车的油耗并不算高。有些用户之所以反映红旗 CA770 轿车的使用油耗偏高,是由多种原因引起的。首先这些单位没有使用过同级国外高级华贵轿车,他们是把红旗 CA770 轿车与那些中级或低级轿车相比得出的看法。汽车级别不同,其使用油耗是不能相比的。

随着汽车技术的迅速发展,尤其是液力自动变速器性能的提高,最佳换挡理论的实践,使液力自动变速器能按照轿车能获得最佳油耗的规律进行自动换挡,因此在城市内使用时,已经有可能比装用机械变速器的轿车更省油,如表 4 所示。

表 4 同一轿车装液力和机械两种变速器时油耗的比较

车 型	变 速 器	等速油耗(L/100km)		城市油耗 (L/100km)
		$v_a=90\text{km/h}$	$v_a=120\text{km/h}$	
Renault 30TS(法国)	5MT	8.5	11.6	17.3
	3AT	9.1	12.1	16.5
Audi 100GL5E(德国)	5MT	6.4	8.3	13.3
	3AT	8.3	10.5	13.2
BMW 728i(德国)	5MT	8.1	10.4	17.8
	3AT	9.6	12.1	17.4
Benz-280SE(德国)	4MT	9.1	11.3	17.4
	4AT	9.4	11.7	16.8

德国 ZF 厂生产的城市公共汽车液力传动 ZF2HP-45,试验表明其 100km 油耗与装五档机械变速器的几乎一样。

原苏联在 62 和 110 座大型客车上装 JIA3-HAMII-035 自动变速器,其 100km 油耗只稍高于机械变速器,但是诸总成的平均大修里程却大大提高了。

我国一汽轿车厂对 1983 年进口的两台最新轿车的试验结果也完全证实了上述结论。试验结果如表 5 所示。

表 5 两种装不同变速器的轿车使用油耗的比较

车 型		BMW728i(德国) 装机械变速器	Datsun280C(日本) 装液力自动变速器
公路行驶	平 均 车 速 (km/h)	61.1	65.4
	油 耗 (L/100km)	10.9	11.28
城市行驶	平 均 车 速 (km/h)	28.24	29.4
	油 耗 (L/100km)	13.7	12.87
整 车 试 验 车 重 (kg)		1674	1625

由于轿车自动变速器具有优良的操纵性能,出于行驶安全性等要求,其装车数量各国还在增长中。由于它能按最经济的规律实现自动换档,因此在城市里作使用行驶时,其燃油消耗已经做到比装机械变速器的同级轿车还要少。对此,轿车使用者必须有一个既全面又正确的认识。

以上所述不但为使用自动变速器阐明了良好的使用前景,而且也阐明了开展轿车自动变速器使用修理服务的迫切性。

二、轿车自动变速器的结构

介绍轿车自动变速器的结构,非本书有限篇幅所能完成。然而只有通过介绍一种典型的结构之后,才能为介绍以下各部分提供必要的基本概念。通过了解选档手柄在不同位置时,由哪些操纵元件(离合器、制动器和换档自由轮机构)结合,能得到哪些相应的档位,这样,当我们在使用中遇到故障时,才能循此获得一个清晰而又正确的思路,知道可能是哪个操纵元件发生的故障。因此,了解轿车自动变速器结构简图及相应档位操纵元件的工作就成了自动变速器排除故障的入门。自动变速器的液压操纵系统是自动变速器得以正常工作的核心,对它的了解,无疑将获得解开自动变速器故障之谜的钥匙。

轿车自动变速器主要由以下五部分组成:

- (1)液力变矩器(或液力耦合器);
- (2)行星齿轮机构(此即行星齿轮传动,亦有定轴式齿轮传动的,但为数极少);
- (3)液力操纵系统或电力操纵系统。电控是指控制信号是电力式,而使行星传动的档位结合仍要使用离合器、制动器等液力执行元件,这种操纵系统称为“电控液动”式,以区别于“液控液动”式;
- (4)机械选档及节气门油压操纵机构;
- (5)冷却补偿系统。

下面分别加以介绍。

1. 液力变矩器

在自动变速器中使用液力耦合器,如英国 60 年代初期生产的罗尔斯·罗易斯轿车,美国奥兹莫比尔轿车上装用的 Hydramatic 变速器及苏联生产的吉姆轿车上都曾装用过液力耦合器。但是,因为与采用液力变矩器相比,液力耦合器不能提高输出扭矩,所以在行星变速器中要增加一档,如液力耦合器+四档行星变速器与液力变矩器+三档行星变速器相比,使得行星变速器变得比较复杂,所以采用甚少。现代轿车由于在不牺牲汽车动力性的前提下,要明显地改善经济性,自动变速器均普遍地从三个前进档发展为四个前进档,近期新投放市场的轿车基本上没有采用液力耦合器的。

液力变矩器是自动变速器不可缺少的核心组成部分,通常由三个工作轮组成,即泵轮、涡轮和导轮,如图 1 所示。其工作的主要特点在于随着涡轮转速 n_2 与泵轮转速 n_1 (泵轮与发动机曲轴直接连接,因此泵轮转速 n_1 就等于发动机转速) 的相对变化(通常称 $\frac{n_2}{n_1}=i$ 为转速比),其输出扭矩的扭矩比 K (通常把 K 称为液力变矩器的变矩比)能无级自动地变化。导轮通过自由轮机构。装在与变速器壳体刚性连接的导轮轴上,致使导轮在一定转速比时可能脱开。起动时,液力变矩器能输出最大的扭矩,因此变矩比 K 值就有最大值。汽车起步后,涡轮转速 n_2 升高,这时变矩比 K 值也就相应地连续下降。到一定转速比时,导轮从固定不动变成自由旋转,这时

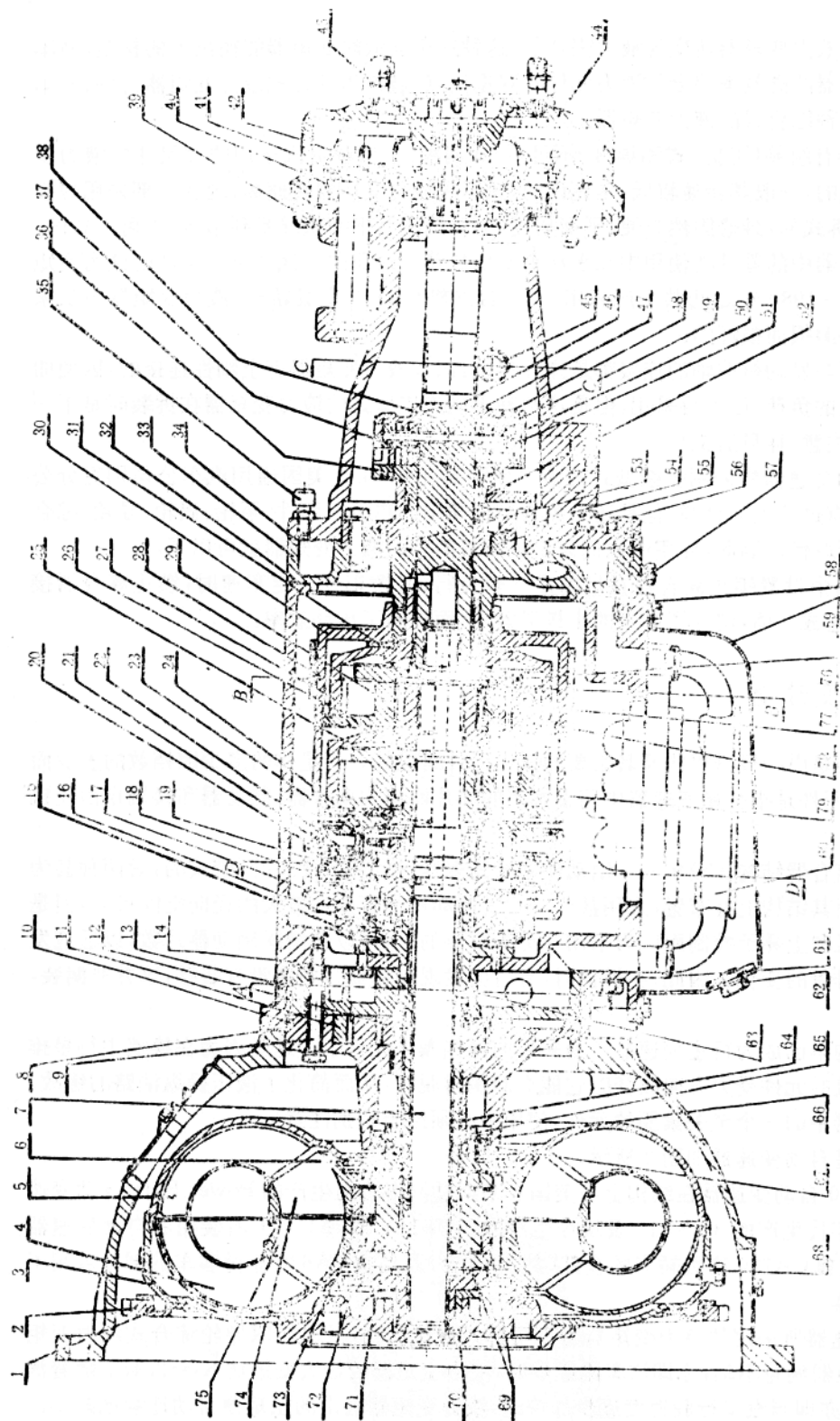


图1 CA770自动变速器(纵剖面)

- 1-齿环托架;2-齿环;3-变速器壳体;4-齿轮;5-系轮;6-系轮;7-齿环;8-前油泵外壳;9-前油泵紧固螺栓;10-前油泵外壳密封圈;11-前油泵从动齿
轮;12-前油泵主动齿;13-离合套;14-前离合器花键套;15-安全阀;16-止推环;17-离合器活套;18-低档制动带;19-低档制动鼓;20-离合器回位弹簧;21-离合器从动
齿;22-离合套;23-后盖密封片;24-后盖;25-通气管;26-倒档齿圈;27-倒档轴;28-倒档制动带;29-行星架;30-倒档制
动套;31-止推环;32-后盖密封片;33-后盖;34-通气管;35-通气管;36-通气管;37-倒档轴;38-倒档轴;39-倒档轴;40-第二轴后轴承;41-轴
承;42-轴套;43-第二轴套;44-第二轴套;45-第二轴套;46-第二轴套;47-第二轴套;48-第二轴套;49-第二轴套;50-第二轴套;51-第二轴套;52-第二轴套;53
-第二轴套;54-第二轴套;55-第二轴套;56-第二轴套;57-第二轴套;58-第二轴套;59-第二轴套;60-第二轴套;61-第二轴套;62-第二轴套;63-第二轴套;64-第二轴套;65-第二轴套;66-第二轴套;67-第二轴套;68-第二轴套;69-第二轴套;70-第二轴套;71-第二轴套;72-第二轴套;73-第二轴套;74-第二轴套;75-第二轴套;76-第二轴套;77-第二轴套;78-第二轴套;79-第二轴套

变矩比 $K=1$, 从液力变矩器转变为液力耦合器, 这种在车速低时变矩器能输出大的扭矩、高车速时能利用耦合器的高效率综合了液力元件的双重优点, 被称为综合式液力变矩器。目前轿车上采用的都是这种综合式的液力变矩器。

液力变矩器有组装(可拆)式和焊接(不可拆)式两种, 重型载货汽车用的大尺寸的液力变矩器采用可拆式的, 一般其转速较低, 是允许的。轿车用液力变矩器转速高, 现在全部采用焊接不可拆式的。可拆式的, 维修固然方便, 平衡精度不高, 拆检后平衡状况受到影响。不可拆式的, 是基于液力变矩器中的零件在使用中几乎从来不出故障。以我国一汽轿车厂生产的液力变矩器为例, 在 1965~1980 年之间共生产装用 1283 台红旗 CA770 高级轿车, 液力变矩器中从未发生过因零部件磨损而损坏的。

液力变矩器与发动机曲轴的连接都是弹性连接。旧式液力变矩器有全刚性连接的, 因使曲轴轴承受受到较大的负荷, 已不再采用。但是这两种不同连接型式的液力变矩器在拆装时是不一样的, 必须予以注意(详见后文)。

在轿车自动变速器中采用复杂型式的液力变矩器在 60 年代美国通用汽车公司别克分公司曾独树一帜, 有过惊人的创举, 但是还不免为结构简单的单级三元件(泵轮、涡轮、导轮)综合式液力变矩器所取代。因此, 使用中我们只要了解最简单的液力变矩器就可以了。

液力变矩器中设置锁止离合器在目前是比较流行的, 轿车到一定车速时, 锁止离合器接合, 泵轮与涡轮连成一体, 消除了其间的小量滑差, 从而提高了传动效率。

2. 行星变速器

行星变速器是由行星排机构及其必要的操纵元件组成的。行星排的多少因档数的多少而异。这里的操纵元件是指行星变速器中用于换挡的多片摩擦式离合器、制动器和换挡自由轮机构。

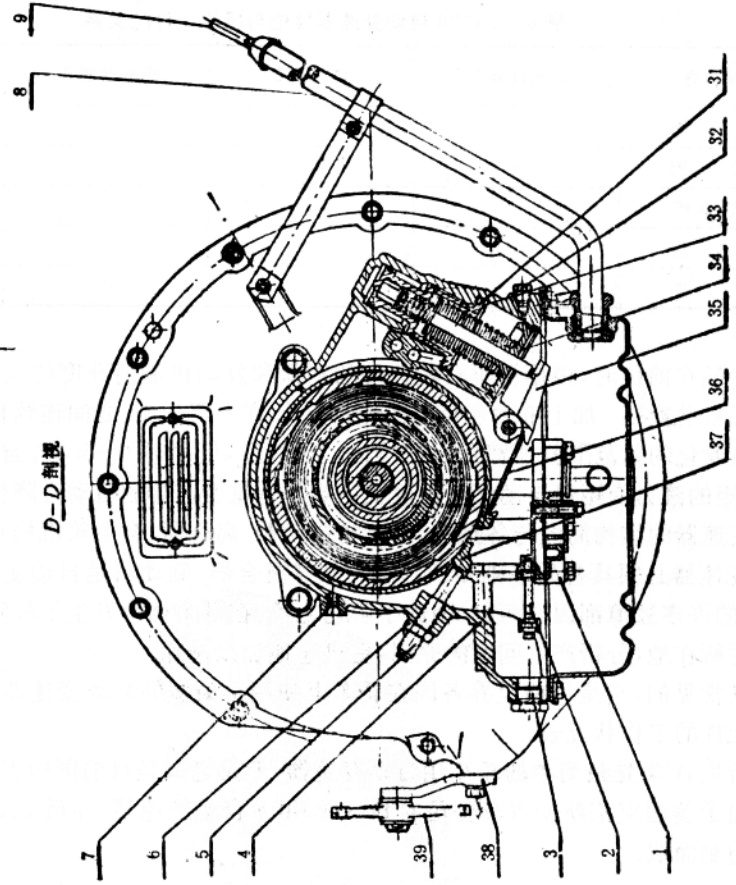
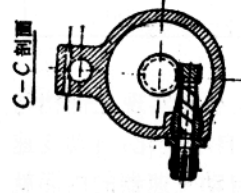
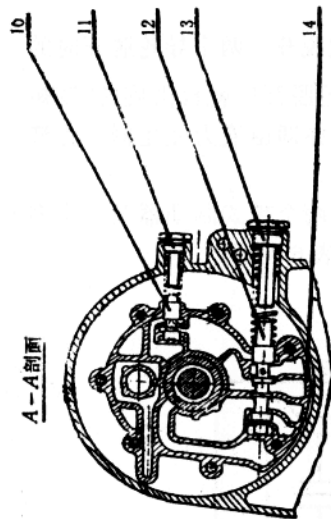
多片湿式离合器结构比较单一。制动器型式则多样: 锥型的、片式的、带式的, 后两种甚为普遍。带式的因其结构上好布置, 采用甚广。片式制动器尽管要占较大的径向空间尺寸, 但是由于它在接合柔和上易于控制而广为采用。更为重要的是, 可以借增减制动器片数, 以适应发动机一定程度排量的变化。因此, 在拆检时, 有时会发现制动器片好像没有装够, 这并非漏装, 不要造成错觉。

自由轮机构早已成为行星变速器广为采用的换挡操纵元件了。这是因为在换挡中行星排机构与之相连接的元件受力方向改变时它能立即瞬时脱开, 从而简化了液压操纵油路的缘故。这是自动变速器中的一个至关重要的元件, 使用中必须给予特别注意!

典型的行星自动变速器如图 2 所示。

红旗 CA770 自动变速器在结构上与美国克莱斯勒汽车公司生产的 Power Flite 自动变速器、原苏联 60 年代生产的 ЗИЛ-111 及现今生产的 ЗИЛ-114、ЗИЛ-117 上所装用的自动变速器都相同。我国红旗 CA770 高级轿车的全部(共 1283 台)及红旗 CA630 旅游客车的部分装用了该型自动变速器。

该自动变速器所采用的液力变矩器为不可拆式焊接结构, 是单级双导轮综合式液力变矩器。当液力变矩器涡轮不动, 亦即汽车刚起步时, 液力变矩器的最大变矩比 $K_0=2.45$ 。随着涡轮转速的升高, 亦即当汽车行驶速度逐步加快时, 液力变矩器输出的扭矩便自动连续地减小。



B-B 剖面

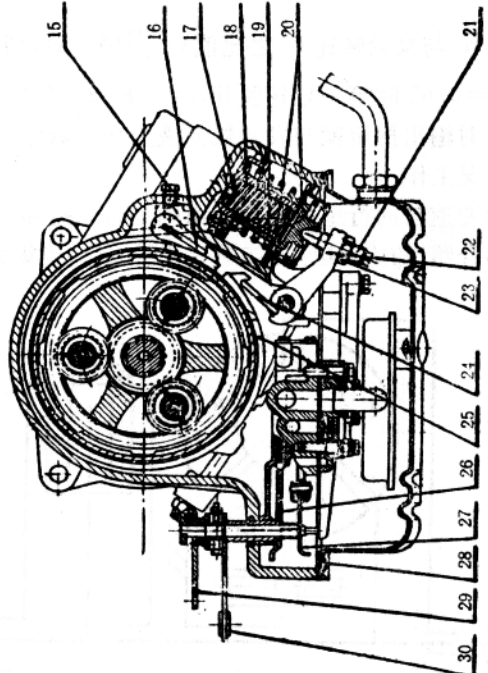


图 2 CA770 自动变速器(横剖面)

- 1-控制阀体;2-节气门调整螺钉;3-节气门调整孔螺栓;4-主油路调压孔螺栓;5-低档制动带调整螺钉;6-调整螺钉的锁紧螺母;7-单向阀;8-加油管;9-油尺;10-变矩器;11-变矩器调整螺钉;12-调压阀;13-调压阀调整螺钉;14-前阀体;15-节气门调压孔螺栓;16-倒档制动带压板;17-倒档活套;18-倒档活套;19-套简;20-重孔;21-倒档制动带调整螺钉;22-锁紧螺母;23-倒档制动带压板;24-倒档制动带;25-倒档制动带;26-手控制阀推板;27-节气门调压板;28-油底壳垫密封片;29-节气门调压管;30-手控制阀推板;31-密封环;32-离合器油压调压孔螺栓;33-低档活套;34-弹簧座;35-低档制动带推板;36-低档制动带;37-低档制动带;38-中间摇臂;39-摇臂支座

当涡轮转速 n_2 与泵轮转速 n_1 之比值 $i = \frac{n_2}{n_1}$ 增大时,两个导轮将依次脱开。两个导轮脱开时的转速比是: $i=0.65$ 时第一导轮脱开, $i=0.88$ 时第二导轮脱开。导轮脱开后就自由旋转,变矩比 $K=1$,这时输出扭矩就与发动机向液力变矩器输入的扭矩相等,亦即由液力变矩器转为液力耦合器工况工作。

该自动变速器的行星传动部分由两个行星排和三个操纵元件(两个带式制动器及一个多片式摩擦离合器)构成,其原理如图 3 所示,各档操纵元件的工作如表 6 所示。

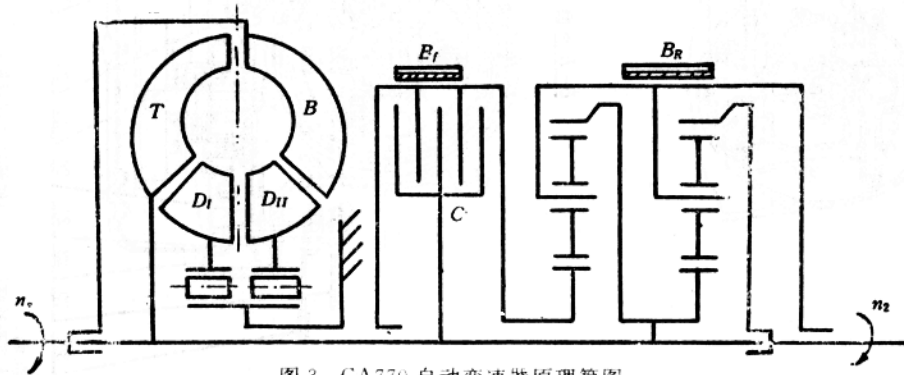


图 3 CA770 自动变速器原理简图

表 6 CA770 自动变速器档位与操纵元件的关系

选档手柄位置		前制动器 B_f	离合器 C	后制动器 B_R	速比 i_k
前 位	空 档				
	低 档	✓			1.718
	直接档		✓		1.00
低 位		✓			1.718
倒 档				✓	2.391

选档手柄在前位时,根据轿车行驶速度的高低和发动机油门开度的大小能实现在低档与直接档之间自动换档。加上液力变矩器的变矩比 K 在 1 至 2.45 之间连续自动变化,自动变速器输出扭矩变化的总范围就加宽到:前进档时 1~4.21,倒档时 1~5.85。自动变速器的内涵就是:传递扭矩的液力变矩器自动无级地改变扭矩与行星变速器的自动升降档。

自动变速器的结构简图与各操纵元件(指制动器、离合器、自由轮机构)在哪个档位工作是了解自动变速器必须具备的基础知识。多片摩擦离合器、制动器是自动变速器中主要的易损件,使用中的许多故障都因它而起,因此了解它之后,在哪个档位发生了故障,就能有目的地去寻找故障的所在地,分析产生问题的原因,更迅速地加以排除。

表 7 是常见的,也是目前世界各国在轿车上使用得最多的自动变速器结构简图及各个档位诸操纵元件的工作状况表。

表 7 所列 A 类是最简单的轿车用自动变速器,但是它却是目前国内拥有数量最多的。这一结构源于美国克莱斯勒汽车公司的 Power Flite 自动变速器,而后 CA770 和 ЗИЛ-111 都是按照它仿制而成。

B类是举世闻名的轿车用自动变速器。该行星排称为辛普森(Simpson)式行星排机构。从70年代初期开始,由美国克莱斯勒汽车公司、福特汽车公司、德国成功地大量生产,一直到1983年日本日产汽车公司在它向中国大量销售的达特桑280C型轿车上还在装用。

C类是70年代初期普及到世界上许多国家的一种有名的自动变速器。与B类中的辛普森式行星排齐名,被称为“拉维奈尔赫”(Ravigneaux)行星排。美国福特汽车公司生产的Select-Shift自动变速器直到1980年才被新的带超速档的四前进档自动变速器Auto-Overdrive取代。

D类与C类差别不大,可以说D类是C类的锥型。在D类基础上增加换挡自由轮机构 F_1 ,使得从低档换到二档时换挡平稳性得以改善。

E类在行星排结构上与B类相似,其中用片式制动器代制了带式制动器,并增加了一个自由轮机构 F_1 ,使得从二档换到三档时换挡平稳性得以改善。

F类是最近新投放市场的四前进档的自动变速器。在这一类变速器中,有很多引人注目的特点。

Toyota-A40D和Nissan-L4N71B这两个四前进档的自动变速器,是在维持原三前进档的自动变速器的大部分零部件不改变的情况下,再另外增加一个行星排及相应的液力操纵元件发展起来的。这样对减少生产投资是有利的。

除了Mercedes-Benz W4A040之外,其余四种自动变速器都备有超速档,其中ZF4HP-22、Nissan L4N71B、Auto-Ovoedrive都有闭锁离合器,这样能提高高速低负荷时的传动效率,降低燃油消耗。

Auto-Overdrive自动变速器在结构及性能上是最具特色的。其特点是:

①功率分流:当变速器处于低档、二档和倒档工作时,全部功率都由变矩器传递。在三档工作时,60%的功率通过机械传递,40%由变矩器传递,在四档(超速档)工作时,功率全部通过机械来传递。这样减少了变矩器的滑差,提高了效率,从而改善了燃料经济性。

②高速档锁止:习惯上锁止离合器设置在液力变矩器中,而该变速器则不同,锁止离合器设置在行星变速器中。

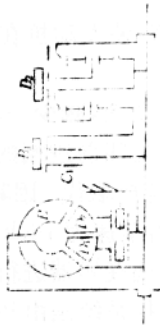
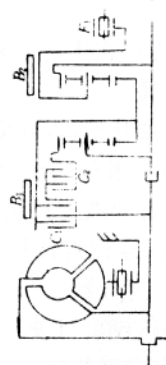
③具有超速档:其优点在于可以降低发动机的噪声,使发动机在较低的转速下运行,发动机的寿命也相应得到提高。

④特殊设计的变矩器叶型,以降低怠速时发动机的负荷,减少一、二档时的滑差。

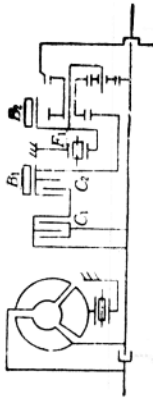
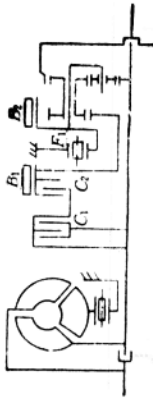
由德国ZF厂生产的,最先用于宝马-7系列轿车上的四前进档的ZF4HP-22自动变速器,从1983年5月开始,原有的液力控制系统已为电控系统所取代。因其超速档速比为0.73:1,在该档工作时,发动机转速比直接档时要下降27%,当车速为160km/h时,发动机转速仅仅为3020r/min。由于锁止离合器在四档时使功率传递旁通变矩器进行,使得燃油消耗在90km/h稳定行驶时削减2.5%,城市行驶时削减5.4%。该电控系统是由Bosch与ZF和BMW合作共同开发出来的。其中有发动机转速和车速的传感器、发动机负荷传感器、选档手柄位置、驱动程序和强制低档开关的传感器。把这些参数输入到微处理机中,根据预先设置的程序就能确定最佳档位,与变矩器锁止离合器的工作相结合,由液力系统中的电磁阀控制就能实现自动换挡。

在换挡的时候,电控装置不但调节了液力压力,而且与L-汽油喷射系统相结合调节了发动机的扭矩。这种控制系统通过改变换挡点设计成不同的行驶规律,利用选择开关使驾驶员有可能分别选择燃油经济性或动力性,按不同使用目的来使用。

表 7 自动变速器结构简图及各个档位操纵元件的工作状况

自动变速器名称	结构简图	操纵元件、速比	选档手柄位置	车型																																									
A ₁ CA770 (1966~1982)		<table><tr><td></td><td>C₁</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>i</td></tr><tr><td>I</td><td></td><td>○</td><td></td><td>1.72</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td></td><td></td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td></td><td>○</td><td>-2.39</td></tr></table>		C ₁	B ₁	B ₂	i	I		○		1.72	II	○			1.00	R			○	-2.39	R N D L	CA770 5600cm ³ CA630 D=328mm K ₀ =2.45 L6:3800cm ² D=299mm V8:5500cm ³ D=317.5mm K ₀ =2.60 V8:6962cm ³ D=328mm 311J-114 311J-117																					
		C ₁	B ₁	B ₂	i																																								
I			○		1.72																																								
II	○			1.00																																									
R			○	-2.39																																									
A ₂ Power-Flite (1953~1957)																																													
A ₃ 311J-111 (1958~)																																													
B ₁ CA774 (1975) Torque Flite Six (1960) Torque Flite eight (1964)		<table><tr><td colspan="6">i</td></tr><tr><td>C₁</td><td>C₂</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>F</td><td>B₃</td></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td></td><td>●</td><td>○</td><td>2.45</td><td>2.458</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td>1.45</td><td>1.458</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>-2.20</td><td>-2.175</td><td>-2.182</td></tr></table>	i						C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	F	B ₃	I	○		●	○	2.45	2.458	II	○	○			1.45	1.458	III	○	○			1.00	1.00	R	○		○		-2.20	-2.175	-2.182	P R N D S L	Chrysler
i																																													
C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	F	B ₃																																								
I	○		●	○	2.45	2.458																																							
II	○	○			1.45	1.458																																							
III	○	○			1.00	1.00																																							
R	○		○		-2.20	-2.175	-2.182																																						
B ₂ Ford C ₄ (1964) Cruise-Omatic (1965)				Ford Lincoln Thunderbird 2000~5000cm ³ D=286mm K ₀ =2.0~2.2 D=255mm K ₀ =2.40																																									
Taunomatic				德 Ford																																									

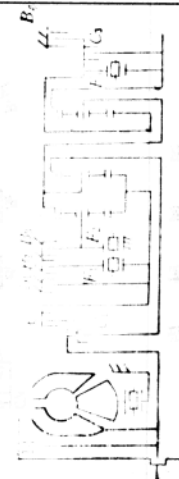
续表 7

自动变速器名称	结 构 简 图	操 纵 元 件、速 比	选挡手柄位置	车 型																																																				
B_3 Nissan Full automatic 3N71B (~1983) Ford Cb (1966)	 B_3 为片式制动器	同 上	同上	日 Nissan/Datsun280C 美 Ford																																																				
C_1 Borg Warner-35 (1960) Borg Warner-65 (1971)		<table><tr><th colspan="2"></th><th colspan="5">i</th></tr><tr><th></th><th></th><th>C_1</th><th>C_2</th><th>B_1</th><th>F</th><th>$i_{(1)}$</th><th>$i_{(2)}$</th><th>$i_{(3)}$</th></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>●</td><td>○</td><td>2.39</td><td>2.40</td><td>2.84</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1.45</td><td>1.46</td><td>1.68</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>-2.09</td><td>-2.00</td><td>-1.72</td></tr></table> $D=9.5", 11.0"$ $K_0=2.0 \sim 2.2$			i							C_1	C_2	B_1	F	$i_{(1)}$	$i_{(2)}$	$i_{(3)}$	I	○	○	○	●	○	2.39	2.40	2.84	II	○	○	○	○	○	1.45	1.46	1.68	III	○	○	○	○	○	1.00	1.00	1.00	R	○	○	○	○	○	-2.09	-2.00	-1.72	P R N D 2 1	英 Austin, Morris, Riley, Rover 法 Simca 瑞典 Saab 美 Dodge, Plymouth 日 Datsun, Isuzu 1500~3000cm ³ 英 Sovereign 3400~4200cm ³ Morris Marina 意 Maserati 3700cm ³ Daimler Jaguar 4200cm ³ Double Six 5300cm ³ 美 Ford, Cougar, Mustang 2300~3800cm ³
		i																																																						
		C_1	C_2	B_1	F	$i_{(1)}$	$i_{(2)}$	$i_{(3)}$																																																
I	○	○	○	●	○	2.39	2.40	2.84																																																
II	○	○	○	○	○	1.45	1.46	1.68																																																
III	○	○	○	○	○	1.00	1.00	1.00																																																
R	○	○	○	○	○	-2.09	-2.00	-1.72																																																
C_2 Borg Warner-8 (1956) Borg Warner-12 Select Shift (1969~1980)																																																								
C_3 ΓA3-14(400ra) (1959)				原苏联 5522cm ³																																																				

续表 7

自动变速器名称	结 构 简 图	操 纵 元 件、速 比	选挡手 柄位置	车 型																																																							
D ₁ Fordo-Matic (1949)		<table><tr><td></td><td>C₁</td><td>C₂</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>i_{D1}</td><td>i_{D2}</td></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td>2.40</td><td>2.77</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>1.47</td><td>1.57</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>-2.00</td><td>-2.12</td></tr></table>		C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	i _{D1}	i _{D2}	I	○			○	2.40	2.77	II	○		○		1.47	1.57	III	○	○			1.00	1.00	R		○		○	-2.00	-2.12																						
	C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	i _{D1}	i _{D2}																																																					
I	○			○	2.40	2.77																																																					
II	○		○		1.47	1.57																																																					
III	○	○			1.00	1.00																																																					
R		○		○	-2.00	-2.12																																																					
D ₂ ΓΑ3-21 《Bouira》 (1957)																																																											
E ₁ ZF3HP-20 (1965)				德 BMW: ~2.8L 0.24kN·m																																																							
E ₂ ZF3HP-22 (1972)			P R N D 2 1	Cadillac Chevrolet Oldsmobile Buick Buick Special 丰田 ~2800cm ³ Crown Cressida																																																							
Turbo-Hydromatic -400 (1965)		<table><tr><td></td><td>C₁</td><td>C₂</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td><td>F₁</td><td>F₂</td><td>i_(E1)</td><td>i_(E2)</td><td>i_(E3)</td></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td><td></td><td>○</td><td>2.50</td><td>2.48</td><td>2.45</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>1.50</td><td>1.48</td><td>1.45</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>1.00</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>-2.00</td><td>-2.09</td><td>-2.22</td></tr></table>		C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	F ₁	F ₂	i _(E1)	i _(E2)	i _(E3)	I	○				●		○	2.50	2.48	2.45	II	○		○	○		○		1.50	1.48	1.45	III	○	○		○				1.00	1.00	1.00	R		○			○			-2.00	-2.09	-2.22		
	C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	F ₁	F ₂	i _(E1)	i _(E2)	i _(E3)																																																	
I	○				●		○	2.50	2.48	2.45																																																	
II	○		○	○		○		1.50	1.48	1.45																																																	
III	○	○		○				1.00	1.00	1.00																																																	
R		○			○			-2.00	-2.09	-2.22																																																	
Super Turbine -400 (1965~1968)		K ₀ 2~2.2 1.9~2.3																																																									
Toyota A40 (~1979)																																																											
E ₃ Aisin-Warner-55 (1973)	B ₃ 为带式制动器			丰田 ~3000cm ³																																																							

续表 7

自动变速器名称	结构简图	操纵元件、速比	选档手柄位置	车型																																																																																
F ₁ Toyota A40D (1978~)		<table><tr><th></th><th>C₀</th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>B₀</th><th>B₁</th><th>B₂</th><th>F₀</th><th>F₁</th><th>i</th></tr><tr><td>P</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>R</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>2.222</td></tr><tr><td>N</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td><td>○</td><td>2.45</td></tr><tr><td>II</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td>1.45</td></tr><tr><td>III</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>1.00</td></tr><tr><td>W (OD)</td><td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.689</td></tr></table>		C ₀	C ₁	C ₂	B ₀	B ₁	B ₂	F ₀	F ₁	i	P		○				○				R			○			○			2.222	N		○					○			I		○	○			●		○	2.45	II			○		○			○	1.45	III		○	○					○	1.00	W (OD)			○	○					0.689	P R N D 2 1	Crown Cressida
	C ₀	C ₁	C ₂	B ₀	B ₁	B ₂	F ₀	F ₁	i																																																																											
P		○				○																																																																														
R			○			○			2.222																																																																											
N		○					○																																																																													
I		○	○			●		○	2.45																																																																											
II			○		○			○	1.45																																																																											
III		○	○					○	1.00																																																																											
W (OD)			○	○					0.689																																																																											
F ₂ Mercedes-Benz W4A040 (1980~)		<table><tr><th></th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>B₁</th><th>B₂</th><th>B₃</th><th>F₁</th><th>i</th></tr><tr><td>I</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>●</td><td>○</td><td>3.68</td></tr><tr><td>II</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>2.41</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>1.44</td></tr><tr><td>IV</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1.00</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td>-5.14</td></tr></table>		C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	F ₁	i	I		○		○	●	○	3.68	II			○				2.41	III	○			○			1.44	IV	○	○					1.00	R		○			○		-5.14	P R N D 3 2																																	
	C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	F ₁	i																																																																													
I		○		○	●	○	3.68																																																																													
II			○				2.41																																																																													
III	○			○			1.44																																																																													
IV	○	○					1.00																																																																													
R		○			○		-5.14																																																																													
F ₃ ZF4HP-22 (1983~)		<table><tr><th></th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>C₃</th><th>B₁</th><th>B₂</th><th>B₃</th><th>B₄</th><th>F₁</th><th>F₂</th><th>F₃</th><th>i</th></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>2.48</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>●</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>1.48</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>1.00</td></tr><tr><td>IV</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>0.73</td></tr><tr><td>R</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>-2.09</td></tr></table>		C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	F ₁	F ₂	F ₃	i	I	○	○	○							○	2.48	II	○	○	○	○		●		○		○	1.48	III	○	○	○	○	○					○	1.00	IV	○	○	○				○				0.73	R	○	○	○				○				-2.09	P R N D 3 2 1	BMW-7 系列								
	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	F ₁	F ₂	F ₃	i																																																																									
I	○	○	○							○	2.48																																																																									
II	○	○	○	○		●		○		○	1.48																																																																									
III	○	○	○	○	○					○	1.00																																																																									
IV	○	○	○				○				0.73																																																																									
R	○	○	○				○				-2.09																																																																									

续表 7

自动变速器名称	结构简图	操纵元件、速比	换挡手柄位置	车型																																																																																								
F₄ Nissan L₄N₇₁B (1983~)		<table><tr><th></th><th>Gt</th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>C₃</th><th>B₁</th><th>B₂</th><th>B₃</th><th>F</th><th>i_(A1)</th><th>i_(A2)</th></tr><tr><td>P</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>N</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>I</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>●</td><td>○</td><td>2.458</td><td>2.842</td></tr><tr><td>II</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>1.458</td><td>1.542</td></tr><tr><td>III</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr><tr><td>IV > 75</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>0.686</td><td>0.686</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td>2.182</td><td>2.400</td></tr></table>		Gt	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	B ₃	F	i _(A1)	i _(A2)	P		○					○				N		○									I		○		○			●	○	2.458	2.842	II		○		○	○				1.458	1.542	III		○		○	○				1.0	1.0	IV > 75		○	○	○	○				0.686	0.686	R		○	○				○		2.182	2.400	P R N D 2 1	发动机 A ₁ : VG30E A ₂ : VG20E · T, VG20E, LD28
	Gt	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	B ₃	F	i _(A1)	i _(A2)																																																																																		
P		○					○																																																																																					
N		○																																																																																										
I		○		○			●	○	2.458	2.842																																																																																		
II		○		○	○				1.458	1.542																																																																																		
III		○		○	○				1.0	1.0																																																																																		
IV > 75		○	○	○	○				0.686	0.686																																																																																		
R		○	○				○		2.182	2.400																																																																																		
F₅ AUTO-Overdrive (1980~)		<table><tr><th></th><th>C₁</th><th>C₂</th><th>C₃</th><th>C₄</th><th>B₁</th><th>B₂</th><th>F₁</th><th>F₂</th><th>i</th></tr><tr><td>I</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>2.400</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td>1.467</td></tr><tr><td>III</td><td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1.000</td></tr><tr><td>OD</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>0.667</td></tr><tr><td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td>2.400</td></tr><tr><td>R</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>2.000</td></tr></table>		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	B ₁	B ₂	F ₁	F ₂	i	I			○					○	2.400	II	○	○	○				○		1.467	III			○	○					1.000	OD				○	○				0.667	L						○			2.400	R		○						○	2.000		Ford Thunder bird Mercury cougar Lincoln Mark V I 变矩器尺寸: 304.8mm K ₀ = 2.29																		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	B ₁	B ₂	F ₁	F ₂	i																																																																																			
I			○					○	2.400																																																																																			
II	○	○	○				○		1.467																																																																																			
III			○	○					1.000																																																																																			
OD				○	○				0.667																																																																																			
L						○			2.400																																																																																			
R		○						○	2.000																																																																																			