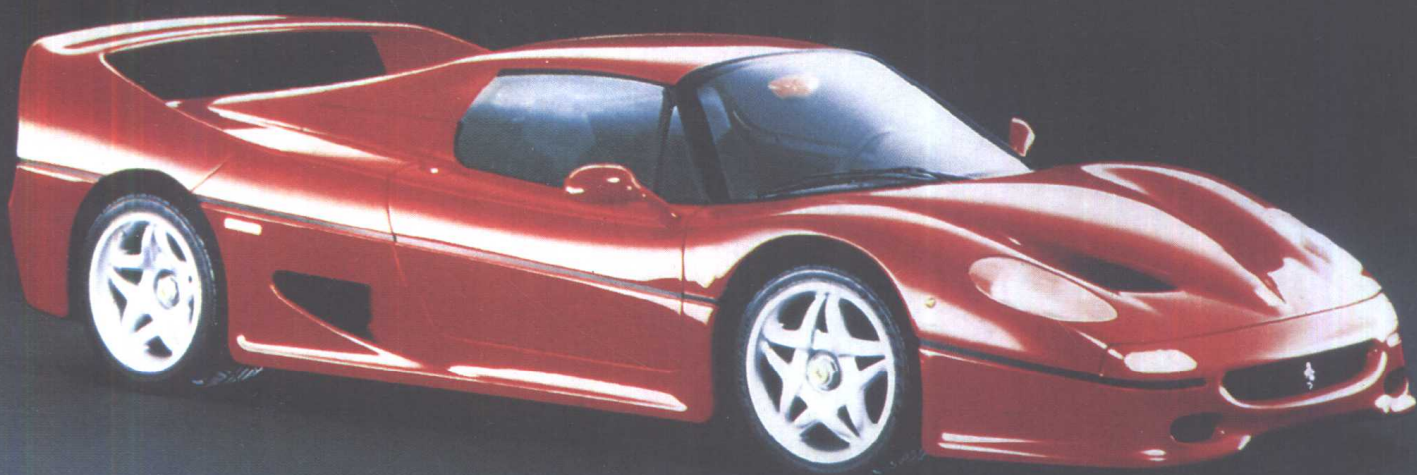


现代汽车最新装置检修指南

自动变速系统的 原理与检修

张月相 荆永勤 黄兴华 瞿德懋 等编著

黑龙江科学技术出版社



现代汽车最新装置检修指南

自动变速系统的原理与检修

张月相 荆永勤 黄兴华 瞿德懋 等编著

黑龙江科学技术出版社

责任编辑 张坚石
封面设计 赵元音
版式设计 王 莉

现代汽车最新装置检修指南

自动变速系统的原理与检修

ZIDONG BIAN SU XITONG DE YUANLI YU JIANXIU

张月相 荆永勤 黄兴华 瞿德懋 等编著

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 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 31.5

插 页 2

字 数 786 000

版 次 1996 年 12 月第 1 版 1999 年 1 月第 3 次印刷

印 数 11 001 - 14 000

书 号 ISBN 7-5388-3053-7/TB·88

定 价 40.00 元

本书编委会

主 编：石今弟

副 主 编：李少杰 李 玫 遇恒林 王世宽

编写人员：张月相 荆永勤 黄兴华 瞿德懋 石今弟 李少杰
李 玫 遇恒林 王世宽 韩 平 张长利 张书斌
米玉芬 马红芬 李 为 刘临恩 刘秉权 姚万民
刘 峰 徐振学 赵晓燕 王立峰 王春华 文 武
李志坚 赵 波 王枫林 岳秀丽 郁善良

前 言

随着汽车及电子工业技术的高速发展，对减少汽车油耗和环境污染的要求日趋强烈。在汽车发动机上采用电子控制汽油喷射系统取代了传统的化油器已成定局。

在美国，轿车汽油发动机上已全部采用电子控制汽油喷射系统。在德国、日本等一些工业技术较为发达的国家，采用电子控制汽油喷射系统的汽车比例，也在与日俱增。在我国，自行生产和进口的高档轿车中，发动机上采用电子控制汽油喷射系统的数量也在明显增加。另外，为改善汽车驾驶及乘坐的舒适性，改善发动机的燃烧性能，达到节油和减少环境污染的目的，自动变速及电子点火系统已在汽车上普遍应用。这样，传统的修理技术和修理手段，已远远满足不了对现代汽车的修理要求。汽车保修人员如不能尽快地掌握这些新装置的修理技术，必将在汽车修理业的竞争中无立足之地。

为满足当前社会急需，我们参考国内外的大量技术文献及有关资料，力求从实用角度出发，编著了《现代汽车最新装置检修指南》一书。全书分三册，为《电控汽油喷射系统的原理与检修》、《自动变速系统的原理与检修》、《电子点火系统的原理与检修》。

书中对电子控制汽油喷射、自动变速及电子点火系统的结构原理、工作过程等介绍得条理清楚，深入浅出，通俗易懂。同时，从修理的实际需要出发，还针对具体车系全而不繁，简而不漏地介绍了故障诊断与排除、故障码的调取与清除、电子控制元件的检测，以及电脑接脚的注解及检测等方法。此外，我们还搜集了一些典型轿车的电子控制汽油喷射、自动变速及电子点火系统的电路图，以供读者在工作中参考。

家有珠宝万贯，不如一技在身。希望汽车修理行业的有识之士，尽快掌握汽车新装置的修理技术，以适应我国交通运输业发展的需要。

从着手编写本书的开始，就一直得到黑龙江省交通厅赵阳厅长的支持，同时，他又为本书进行了审校，在此，我们表示由衷的谢意。

编写本书，我们参考了国内外大量资料和文献，在此，对原作者一并表示深切的谢意。

由于时间仓促，加上水平所限，书中定有不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 变速器的功用、分类和传动原理	(1)
一、变速器的功用和分类	(1)
二、手动变速器的分类和传动原理	(2)
三、自动变速器的分类和传动原理.....	(10)
第二节 液力自动变速器的发展和应用	(18)
一、液力自动变速器的发展.....	(18)
二、液力自动变速器的应用.....	(19)
三、液力自动变速器汽车的优点.....	(20)
第二章 液力偶合器和液力变矩器	(23)
第一节 液压传动和液力传动的基本知识	(23)
一、液压传动.....	(23)
二、液力传动.....	(24)
三、液力传动装置的分类.....	(24)
第二节 液力偶合器	(25)
一、液力偶合器的结构.....	(25)
二、液力偶合器的工作原理.....	(25)
三、液力偶合器的分类.....	(26)
第三节 液力变矩器	(27)
一、液力变矩器的结构.....	(27)
二、液力变矩器的工作原理.....	(29)
三、表示液力变矩器性能的术语和定义.....	(31)
四、液力变矩器的分类.....	(34)
五、液力变矩器的性能改进和它的结构原理.....	(35)
六、液力变矩器的应用.....	(42)
第三章 行星齿轮变速器	(47)
第一节 平行轴式齿轮变速器	(47)
一、平行轴式齿轮变速器的分类和传动原理.....	(47)
二、各换档执行元件的结构和工作原理.....	(49)
第二节 行星轮机构	(52)
一、单排行星轮机构.....	(52)
二、行星齿轮变速原理.....	(52)
第三节 行星齿轮变速器换档执行元件	(58)

一、离合器	(58)
二、制动器	(60)
三、单向离合器	(64)
第四节 行星齿轮变速器的构造和工作原理	(64)
一、丰田 A40 型行星齿轮变速器	(64)
二、装有超速档的丰田诸型行星齿轮变速器	(75)
第五节 不同时期世界各国轿车使用的液力自动变速器概述	(80)
一、二档液力自动变速器	(80)
二、三档液力自动变速器	(95)
三、四档液力自动变速器	(108)
第四章 液力自动操纵系统	(120)
第一节 液力自动操纵系统各主要液压元件的结构和工作原理	(121)
一、供油部分	(121)
二、手动选档部分	(128)
三、压力参数调节部分	(129)
四、换档时刻控制部分	(138)
五、换档执行元件部分	(143)
六、改善换档品质工况部分	(143)
第二节 丰田 A40 型系列自动变速器的液力自动操纵油路系统	(146)
一、丰田 A40 型液力自动操纵油路系统	(146)
二、丰田 A40D 型液力自动操纵油路系统	(152)
三、丰田 A42D、A43D、A43DL 型液力自动操纵油路系统	(157)
四、丰田 A43DE 型液力自动操纵油路系统	(176)
第三节 各型号自动变速器的液力自动操纵油路系统	(193)
一、二档自动变速器的液力自动操纵油路系统	(193)
二、三档自动变速器的液力自动操纵油路系统	(201)
三、四档自动变速器的液力自动操纵油路系统	(226)
第四节 电控式液力自动操纵系统	(233)
一、丰田电控式液力自动操纵系统	(234)
二、日产 E 电控式液力自动操纵系统	(236)
三、雷诺电控式液力自动操纵系统	(239)
第五章 液力自动变速器的正确使用、故障诊断与排除	(241)
第一节 液力自动变速器的正确使用	(241)
一、液力传动油及其使用	(241)
二、选档档位及其使用方法	(243)
三、由驾驶员人为地“干预”液力自动变速器自动换档的作用及其使用方法	(244)
四、汽车液力自动变速器使用中注意事项	(246)
第二节 液力自动变速器的故障诊断与排除	(249)

一、红旗 CA770 型液力自动变速器的故障诊断与排除	(252)
二、TORQVE—FLITE 自动变速驱动桥的故障诊断与排除	(253)
三、日产 CEDRIC 轿车 L4N71B 液力自动变速器的故障诊断与排除	(255)
第三节 液力自动变速器装设电控系统的故障诊断与排除	(257)
一、A43D、A43DL 自动变速器电控系统	(257)
二、A43DE 自动变速器电控系统	(263)
三、日产 CEDRIC 轿车 L4N71B 自动变速器电控系统	(278)
四、A240L 型自动变速器电控系统	(280)
第六章 液力自动变速器的维修	(286)
第一节 自动变速器的正常维护保养	(286)
一、液力传动油的检查	(286)
二、自动变速器的检查调整和技术数据	(288)
第二节 自动变速器的检修	(306)
一、丰田轿车自动变速器的检修	(306)
二、尼桑轿车 L471B 自动变速器的检修	(314)
三、A130L、A131L 和 A240L 自动变速器的检修	(330)
第三节 自动变速器的检测和评定	(353)
一、丰田轿车自动变速器的检测和评定	(355)
二、CA770 型自动变速器的检测和评定	(366)
三、TORQVE—FLITE 自动变速器的检测和评定(发动机前置后轮驱动型 A904、A727 型自动变速器)	(369)
四、TORQVE—FLITE 自动变速驱动桥的检测和评定(发动机前置前轮驱 动型 A—415、A—413、A470 型)	(371)
五、日产 CEDRIC 轿车 L471B 自动变速器的检测和评定	(377)
六、A240L、A130L 和 A131L 自动变速驱动桥的检测和评定	(384)
第七章 自动变速器的检修	(392)
第一节 概述	(392)
一、使用自动变速器应注意的问题	(392)
二、自动变速器档位的选择	(392)
三、巡逻控制器的使用方法	(393)
四、自动变速器故障排除方法	(394)
第二节 丰田轿车自动变速器的检修	(395)
一、丰田轿车自动变速器故障码的调取与清除	(395)
二、丰田轿车自动变速器故障码	(396)
三、丰田轿车自动变速器油压测试	(397)
四、丰田轿车 A131L 型变速器失速测试	(398)
五、丰田轿车 A131L 型变速器迟滞测试	(398)
六、丰田轿车自动变速器元件测试	(399)
七、丰田皇冠、佳美、卡罗拉等轿车常见故障诊断	(402)

八、丰田海拉克斯轿车自动变速器的检修	(407)
第三节 三菱轿车自动变速器的检修	(410)
一、三菱轿车 KM175 型自动变速器故障码调取与清除	(410)
二、三菱轿车 KM175 型自动变速器故障码	(410)
三、三菱轿车自动变速器保护系统	(411)
四、三菱轿车 KM175 型变速器失速测试	(412)
五、三菱轿车自动变速器油压测试	(412)
第四节 大宇轿车自动变速器的检修	(413)
一、大宇轿车自动变速器故障码的读取与清除	(413)
二、大宇轿车自动变速器故障码	(413)
三、大宇轿车自动变速器油压测试	(414)
四、大宇轿车自动变速器失速测试	(414)
五、大宇轿车入档延迟时间测试	(415)
六、大宇轿车 AW850 型自动变速器电脑接脚	(415)
第五节 现代轿车自动变速器的检修	(417)
一、现代轿车自动变速器故障码调取与清除	(417)
二、现代轿车自动变速器故障码	(418)
三、现代轿车自动变速器油压测试	(419)
四、现代轿车自动变速器油压测试故障分析	(420)
五、现代轿车自动变速器失速试验	(420)
六、现代轿车自动变速器电脑接脚	(420)
第六节 马自达轿车自动变速器的检修	(422)
一、马自达轿车自动变速器故障码调取与清除	(422)
二、马自达轿车自动变速器故障码	(422)
三、马自达轿车自动变速器油压测试	(423)
四、马自达轿车自动变速器失速试验	(423)
五、马自达轿车自动变速器迟滞试验	(424)
第七节 本田雅阁轿车自动变速器的检修	(424)
一、本田雅阁轿车自动变速器故障码的调取与清除	(424)
二、本田雅阁轿车自动变速器故障码	(424)
三、本田雅阁轿车自动变速器失速测试	(425)
四、本田雅阁轿车自动变速器油压测试	(426)
五、本田雅阁轿车自动变速器参与各档动作的元件	(426)
第八节 宝马轿车自动变速器的检修	(428)
一、宝马轿车自动变速器型式	(428)
二、宝马轿车自动变速器的检测	(428)
三、宝马轿车自动变速器油压测试	(429)
四、宝马轿车自动变速器齿轮油的更换	(429)
五、宝马轿车自动变速器操纵机构的调整	(431)

六、宝马轿车 ZF—4HP—22 型自动变速器参与各档动作的元件	(431)
第九节 奥迪轿车自动变速器的检修	(431)
一、奥迪轿车自动变速器故障码调取与清除	(431)
二、奥迪轿车自动变速器故障码	(433)
三、奥迪轿车自动变速器电脑接脚注解	(434)
第十节 福斯轿车自动变速器的检修	(436)
一、福斯轿车自动变速器故障码调取与清除	(436)
二、福斯轿车自动变速器故障码	(436)
三、福斯轿车 096 型自动变速器电脑接脚注解	(438)
四、福斯轿车 096 型自动变速器失速测试	(439)
第十一节 沃尔沃轿车自动变速器的检修	(440)
一、概述	(440)
二、沃尔沃轿车自动变速器常见故障	(440)
三、沃尔沃轿车自动变速器失速测试	(443)
四、沃尔沃轿车自动变速器油压测试	(444)
五、沃尔沃轿车自动变速器操纵机构调整	(444)
第十二节 积架轿车自动变速器的检修	(444)
一、概述	(444)
二、积架轿车自动变速器失速测试	(446)
三、积架轿车自动变速器油压测试	(447)
四、积架轿车自动变速器的调整	(447)
五、ZF 4HP E9 型自动变速器常见故障分析	(447)
六、ZF 4HP24 E9 型自动变速器电脑接脚	(448)
第十三节 通用轿车自动变速器的检修	(453)
一、通用轿车 4T60E 自动变速器故障码调取与清除	(453)
二、通用轿车 4T60E 与 4L80E/4T80E 自动变速器故障码	(453)
三、凯迪拉克 4.9L 发动机用自动变速器故障码调取与清除	(454)
四、凯迪拉克轿车自动变速器故障码	(455)
五、通用轿车 4T60E 自动变速器电脑接脚注解	(455)
六、通用钜星轿车自动变速器的检修	(457)
第八章 常见轿车自动变速器电路图	(460)

第一章 概 述

工程机械中,具有切合动力传递、起步功能的离合器装置,和使发动机特性适应汽车动力性能的变速装置,是动力传动装置中最重要的组成部分,也是现代汽车的主要总成之一。它与发动机配合工作,保证汽车有良好的动力性能和经济性能。汽车变速器是改变转速比、从而改变传动扭矩比的装置。可以扩大发动机传到驱动车轮上扭矩和转速的变化范围,以适应汽车在各种情况下行驶的需要。变速器还能在保持发动机原转动方向不变的情况下,使汽车实现倒车,并能暂时地切断发动机与传动系统的动力传递,使发动机处于空转的怠速状态。

自从人类将各种形式的能量如机械能、水力能、电能、热能等广泛地应用于社会各个生产实践中,科学技术得到迅猛发展,生产力不断提高。因此,能量的控制、转换和传递成为人们在广阔科学技术领域中,重视和研究的主要课题。随着科学技术的不断进步,液压技术、电子技术的相继应用和发展,人们在寻求一种能根据汽车行驶速度和阻力的大小,在一定范围内能自动地、无级地改变传动,实现换档的自动化、半自动化,使驾驶员操作简便,车辆行驶平稳,以提高汽车的平均速度和乘坐的舒适性。虽然自动变速器早在第二次世界大战时期就开始研制,但是近年来得到普遍使用。

第一节 变速器的功用、分类和传动原理

一、变速器的功用和分类

现代汽车上比较广泛地采用活塞式内燃发动机,由于其扭矩变化范围比较小,不能适应汽车在各种条件下阻力变化的要求,而且在复杂的使用条件下则要求汽车的牵引力和车速能在相当大的范围内变化。为此,汽车传动系统的传动比必须是可变的,能起到变速的作用。

变速器是传动系统中主要的变速机构,且在多数汽车上还是唯一的变速机构。变速器能使汽车正向行驶,还能倒向行驶,在发动机不熄火情况下能中断动力传递,呈怠速状态,使汽车停车、滑行,亦能接合动力传递、平稳起步、换档变速等。

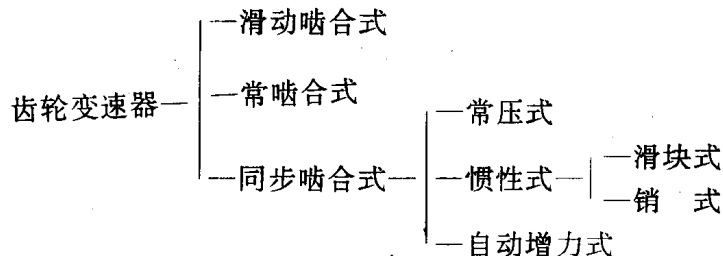
汽车变速器按变速方式,分为有级变速器和无级变速器两种。通常,具有有限几个定值传动比(一般有3~5个前进档和一个倒档)的变速器,称为有级变速器;能使其传动比在一定范围内连续变化的变速器,称为无级变速器,无级变速器目前在汽车上应用较少。按其操纵方式,分为手动变速器和自动变速器两种。手动变速器靠驾驶员操作,利用齿轮传动的基本原理,通过大小不同的齿轮组合方案,获得不同的传动比。而在自动变速器中,发动机曲轴转速与驱动车轮之间的不同的传动比是自动获得的,驾驶员不需要操作换档。

齿轮式有级变速器由于效率高、工作可靠、结构比较简单等优点,故被广泛地应用在各种汽车上。但是对于诸如高级小客车、超重型自卸汽车、要求高通过性的军用越野汽车以及城市用的大型公共汽车等车型,由于特殊的使用条件和要求,普通强制操纵的齿轮式有级变速器往往不能适应,而较多采用液力机械传动。目前对于高级小客车,愈来愈多地采用液力自动变速器,得到人们的普遍关注。

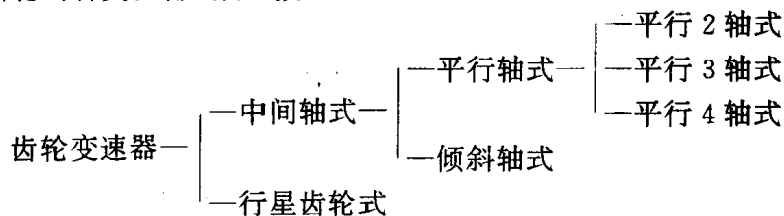
二、手动变速器的分类和传动原理

汽车手动变速器，基本上都是由齿轮、轴、轴承等动力传动部件，由驾驶员操作以改变速比的变速操纵部件以及装配这些部件的壳体所构成。根据其结构和操纵部件的不同，可分为滑动啮合型，常啮合型和同步啮合型三种基本型式。前两种型式其缺点是在每次换档时要两次分离离合器，当相啮合的齿轮圆周速度不一致时，有噪声产生，易引起轮齿的损伤，使操作复杂且难以掌握。进口汽车多数采用惯性锁止式同步啮合型变速器，丰田汽车 W55 型就是采用此型的 5 档手动变速器，具有使两个准备相啮合的齿轮在圆周速度自动迅速达到一致时才啮合的同步机构。同步装置在结构上可分为常压式，惯性式和自动增力式。其分类如下：

(1) 按齿轮的啮合方式分



(2) 按齿轮的种类及排列方式分



(一) 滑动啮合式

滑动啮合式是齿轮变速器最基本的方式。其构造是输出轴或中间轴上的齿轮在花键轴上滑动。齿轮一般采用直齿轮，但也有采用斜齿轮的。在这种情况下，在花键轴上要有与齿轮相应的导程。它具有结构简单，零件数少，维修方便等很多优点。缺点是调整圆周速度使其同步啮合换档比较困难，换档冲击力较大，引起齿轮噪声和破损。

(二) 常啮合式

常啮合式齿轮变速器输出轴与中间轴上的齿轮处于常啮合状态，其一轴上的齿轮能空转。啮合套在轴上滑动，可与空转齿轮啮合以传递动力。因为除齿轮以外还有啮合套，所以啮合时空转齿轮的回转角度变化小。所以，它滑动距离比较短、易于啮合等优点。由于同步啮合不完善，不能迅速换档，不能完全消除齿轮传动的噪声。

(三) 同步啮合式

同步啮合式变速器通过同步器使两个齿轮的圆周速度相等后进行换档，啮合迅速易于操纵。目前被用在轿车及小型载货汽车的全部前进档上，还用于大型载货汽车及大型公共汽车的一档以外的前进档上。

1. 滑块式同步器

滑块式同步器主要由同步器齿毂、同步器齿毂套、滑块弹簧、同步器环、同步器滑块等组成。图 1-1-1 是滑块式同步器的组成，图 1-1-2 是滑块式同步器的构造。滑块式同步器是目前最普遍采用的同步器。丰田 CROWN 皇冠 W55 型手动变速器就采用了这种结构。

同步器齿毂由花键与输出轴连接，齿毂衬套由花键沿同步器齿毂外周装上，并可在轴线

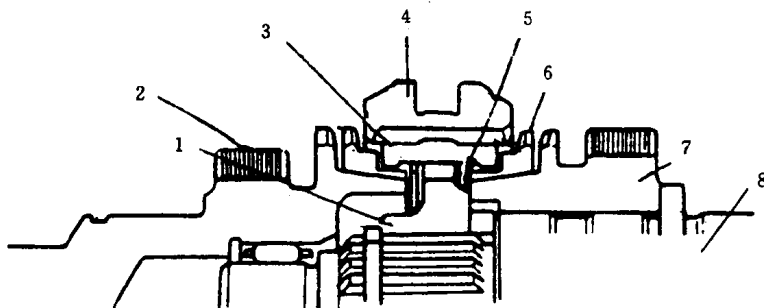


图 1-1-1 滑块式同步器的组成

1. 离合器齿毂 2. 变速齿轮 3. 同步器滑块 4. 同步器齿毂套
5. 滑块弹簧 6. 同步器环 7. 变速齿轮 8. 输出轴

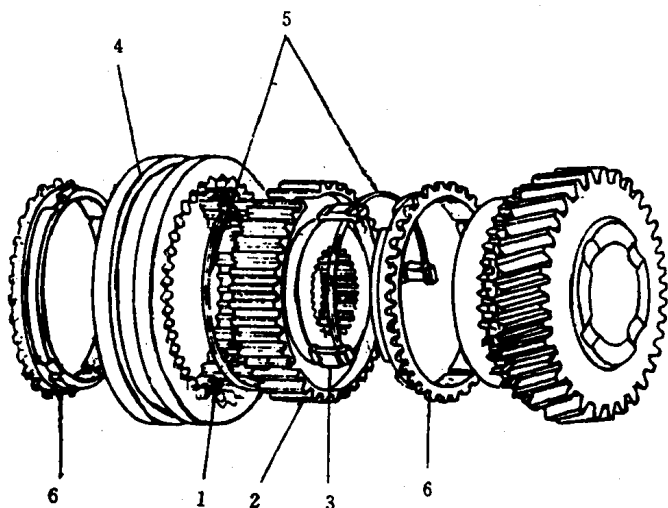


图 1-1-2 滑块式同步器的构造

1. 槽 2. 同步器齿毂 3. 同步器滑块
4. 同步器齿毂套 5. 滑块弹簧 6. 同步环

方向上滑动。同步器齿毂沿输出轴水平方向有三个槽，在每个槽都有同步滑块，滑块中心凸出。此外，在同步器滑块中装有环形滑块弹簧，将滑块推到齿毂槽内。当变速杆处于空档位置时，每个同步器滑块的凸出部分，都压在齿毂套的槽内。同步器环装在同步器齿毂变速齿轮之间，其内孔呈圆锥形，工作时与齿轮锥形面接触产生摩擦，为了保证其有足够的摩擦力，在同步器环内锥面上制成窄槽。环上还有三个装同步器滑块的槽。其工作原理如下：

(1) 空档位置状态 每个变速齿轮都与中间轴齿轮啮合，并

绕输出轴旋转，同步器齿毂套由花键固定在齿毂上，同步器齿毂由花键固定在输出轴上。在这种条件下，同步器环自由转动。

(2) 初始同步状态 当变速杆开始移动时，见图 1-1-3 所示，换档拨叉按图中箭头所指方向作用到齿毂套上。由于齿毂套和同步器滑块由滑块中间凸起部分相啮合，力传到同步器滑块，然后由滑块推同步器环，压到齿轮锥形面部分，开始同步。

因为齿毂套和变速器齿轮间的速度不同，又因为同步器环和齿轮锥形面间的摩擦，使同步器环按齿轮转动方向离开原位置。离开的量等于槽宽和滑块宽的差。所以从上看时，齿毂套内的花键和同步器环的花键面互相平行。

(3) 同步过程 当变速杆被用力继续推时，见图 1-1-4 所示，作用到齿毂套上的力克服了同步器滑块弹簧力，使齿毂套超过了滑块凸出部分（图中向右）。但是，齿毂套内滑块弹

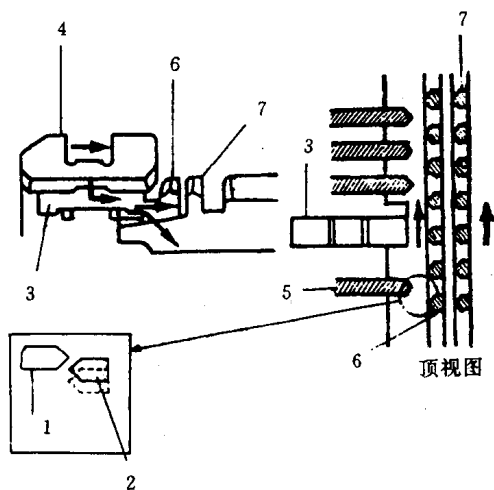


图 1-1-3 滑块式同步器初始同步

1. 花键齿 2. 同步器环花键齿 3. 滑块
4. 同步器齿毂套 5. 花毂套花键齿
6. 同步器环 7. 变速齿轮

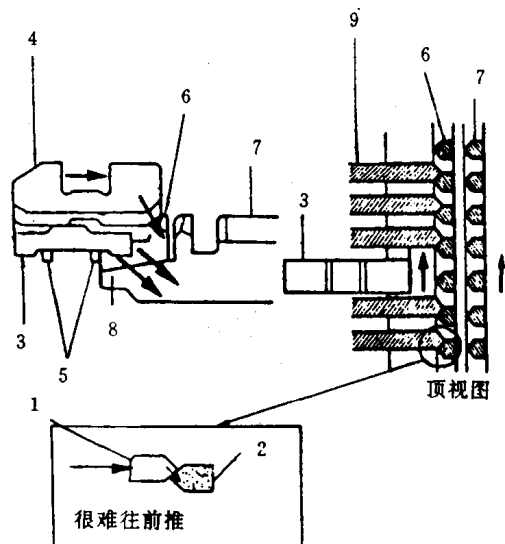


图 1-1-4 滑块式同步器同步过程

1. 齿毂齿 2. 同步器环花键齿 3. 滑块
4. 同步器齿毂套 5. 滑块弹簧 6. 同步器环
7. 变速齿轮 8. 齿轮锥形面 9. 同步器齿毂齿

簧和同步器环花键齿保持倾斜。因此，作用到齿毂套上的力，更强地压齿轮锥形面部分，推动与齿套平行接触的花键齿，将产生导致同步的摩擦力。

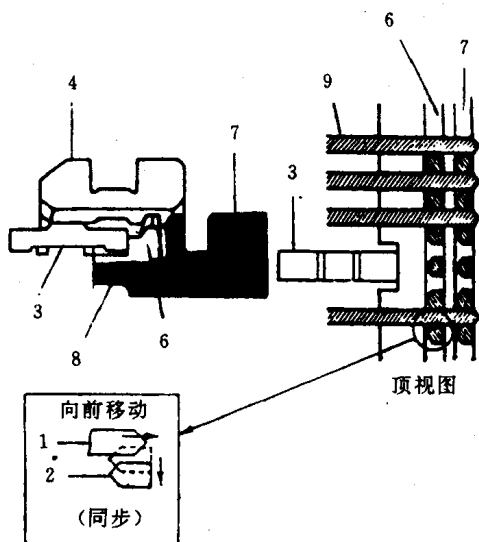


图 1-1-5 滑块式同步器同步啮合

1. 齿毂齿 2. 同步器环花键齿 3. 滑块
4. 同步器齿毂套 6. 同步器环 7. 变速齿轮
8. 齿轮锥形面 9. 同步器齿毂齿

在同步环内有许多窄槽，当同步器环与齿轮锥形面接触，同步环压锥形面时，槽帮助增加表面压力，切断油膜，以便增加摩擦力，产生足够的同步。

(4) 同步啮合 当继续推变速杆，见图 1-1-5 所示，齿毂套圆周速度和齿轮速度相等时，同步环便在转动方向上自由。结果，齿毂槽内花键齿平滑地通过同步环花键齿，然后与齿轮花键齿啮合。如果同步效果（同步器环的摩擦力）不太满足时，同步容易失去，结果使齿轮产生“喳喳”声或换档困难。

2. 销式同步器

销式同步器由同步环、接合套、三个导销、三个推力销、三个定位弹簧和钢球组成。如图 1-1-6。导销穿过同步器接合套，在导销的中心刻有 50 度的槽，其中心槽由钢球和装在接合套孔中的弹簧顶着。导销保持同步环固定在空档位置。它的特征是摩擦面不受啮合花键直径

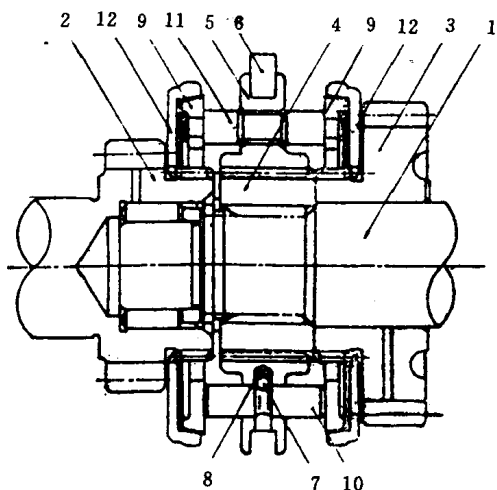


图 1-1-6 销式同步器

1. 输出轴 2. 输入齿轮 3. 被动齿轮 4. 花键毂
5. 接合套 6. 换挡拨叉 7. 钢球 8. 弹簧 9. 同步环
10. 推力销 11. 导销 12. 同步器外环

的限制,同步面可增大,得到大的同步容量,所以主要用于重型载重汽车上。其动作原理见图 1-1-7。

(1) 中间状态 (空档)。

(2) 换位状态 当变速杆开始移动时,接合套与推力销一起向左移动,产生的推力从接合套经三个导销和三个推力销传到同步环,端面相接触。接合套继续移动,推力销压住同步环使之与齿轮圆锥面接触,因此,消除了同步环与导销孔的间隙。

(3) 受阻状态 接合套继续移动,导销与接合套的倒角接触,接合套运动受阻,圆锥面受力产生摩擦力矩,进行同步。

(4) 换档结束状态 同步之后,摩擦力矩消失,接合套阻力也消除,接合套移动,被动齿轮的花键啮合,换档结束。

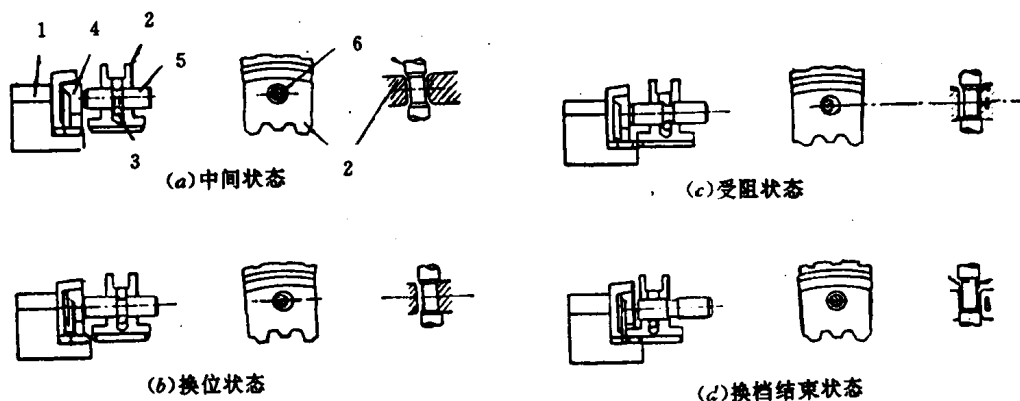


图 1-1-7 销式同步器工作原理

1. 被动齿轮 2. 接合套 3. 钢球 4. 同步环 5. 推力销 6. 导销

3. 自动增力式同步器 (伺服型同步器)

自动增力式同步器齿轮与中间轴齿轮啮合,同步器环、同步器推力座、同步器制动带及同步器环座都与驱动齿轮固定为一体,由弹簧卡环将它们定位,见图 1-1-8 所示。

同步器齿毂通过花键槽与输出轴固定。齿毂套在同步器齿毂上,沿三个花键齿条轴向滑动,并与输出轴一起转动。

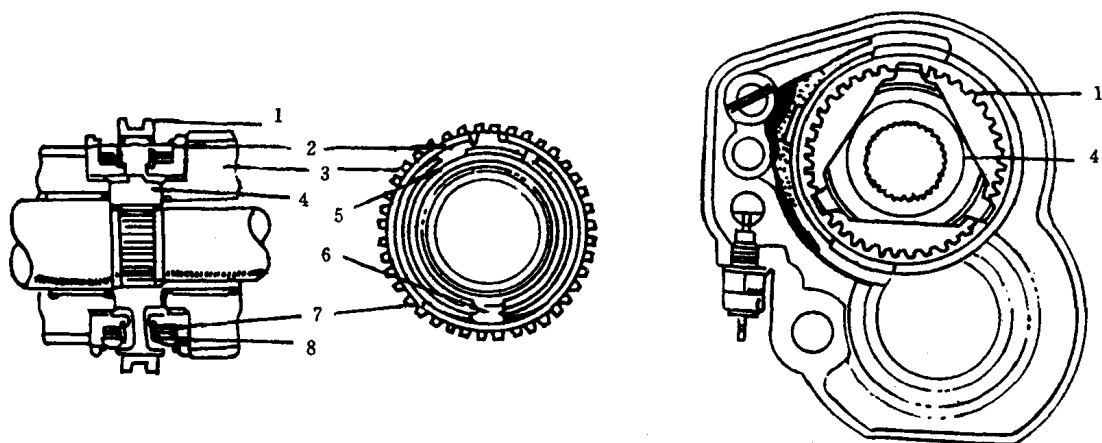


图 1-1-8 伺服型同步器（奔驰车）

1. 轮毂套 2. 同步器环 3. 齿轮组件 4. 同步器齿毂 5. 同步器推力座
6. 同步器环座 7. 同步器制动带 8. 弹簧卡环

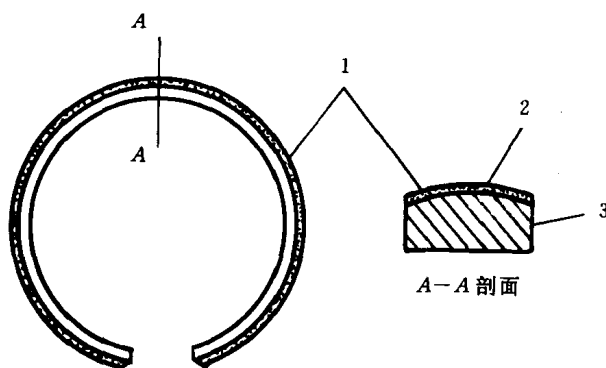


图 1-1-9 同步器环

1. 粗加工表面 2. 喷镀 0.3mm 钼层 3. 弹簧钢

同步器环由弹簧钢制成，表面有 0.3mm 镀钼层，表面经粗加工以便蓄存机油，如图 1-1-9。同步器工作原理如下：

(1) 当换到第三、第四和第五档时，在变速杆拨叉作用下，齿毂套产生移动，引起齿毂套内表面花键齿的锥形部分推向同步器环，见图 1-1-10。当齿轮和齿毂套间有速度差时，接触表面将互相滑动，产生摩擦，引起同步器旋转，再推动推力座，进一步传到环座。因为环座固定在齿轮上，所以摩擦力产生了初始同步。当进一步扳动变速杆时，齿毂套的锥形面和同步器环的凸出部分接触，使同步器环不能前进。结果，进一步压环，从而增加了摩擦力。摩擦力的增加将进一步使同步器环更强地压推力座，结果与制动带相接触的推力座，给出足够的力去打开同步器外环。同样，整个制动带也产生足够的力去推同步器外环，环座与齿轮离开，给出足够的力去推同步器环的外部。结果，摩擦力进一步增加，同时也增加了同步伺服力，使齿轮和齿毂套旋转同步。

伺服型同步器第二同步，由小的变档力产生大的同步力。形成了平滑快速的同步系统。这种同步系统是自动增力同步啮合型变速器中独有的，见图 1-1-11 所示。

伺服型同步器第二同步，由小的变档力产生大的同步力。形成了平滑快速的同步系统。这种同步系统是自动增力同步啮合型变速器中独有的，见图 1-1-11 所示。

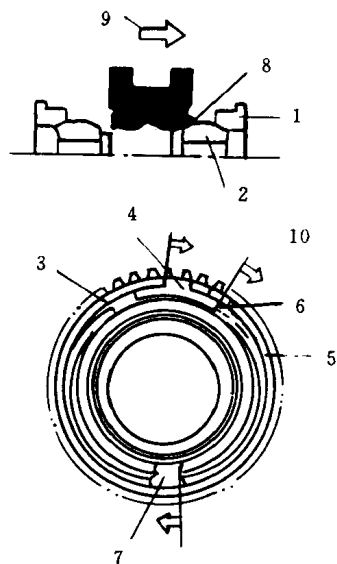


图 1-1-10 伺服型同步器（第一同步）

1. 齿轮 2. 同步器环 3. 同步器环 4. 推力座
5. 制动带 6. 作为同步器环止动器
7. 环座（固定在齿轮上） 8. 由于推动产生的摩擦力
9. 齿毂套变档力

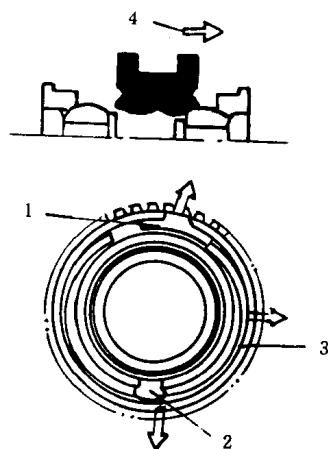


图 1-1-11 伺服型同步器（第二同步）

1. 推力座（由同步器环推环打开而脱离）
2. 环座（被制动带推和脱离，推同步器环打开）
3. 被推力座推将同步器环打开 4. 换档力

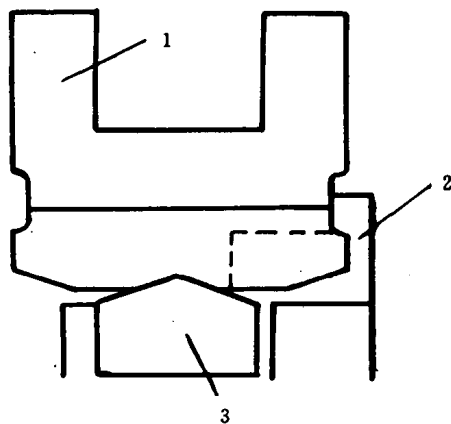


图 1-1-12 伺服型同步器同步啮合

1. 齿壳套 2. 齿轮 3. 同步器环

当齿轮和齿毂套同步后，同步器环不再外推，自增力同步作用便失去。结果齿毂套压着同步器环，从而与齿轮花键齿相啮合，完成了换档，见图 1-1-12。

(2) 当换到第一档和第二档时，需要较大的自增力和同步力。这是因为与上述档位相比，这时是在齿轮和齿毂套间速度差很大的情况下进行的同步。为此在结构上将穿过齿轮槽的环座作成梯形。当环座受到同步力作用时，它被推向外，这样在环座端部两处推动同步环，从而产生了较大的同步伺服力。自增力同步角的比较见图 1-1-13。

在齿轮传动中，不论什么结构型式的齿轮副传动的手动变速器，它们的基本传动原理是

一样的，都是由一对简单齿轮组合而成。表 1-1-1 列出的变速器齿轮组合形式，齿轮组合中， A 为主动齿轮， B 为从动齿轮：若齿轮 A 齿数少于齿轮 B 齿数时，即 $A < B$ ，则为减速传动；若齿轮 A 齿数等于齿轮 B 齿数时，即 $A = B$ ，则为等速传动；若齿轮 A 齿数大于齿轮 B 齿数时，即 $A > B$ 则增速传动。因为汽车有倒车时，要求改变输出轴的旋转方向，所以在—对齿轮传动中间装上一个惰轮，用来改变旋转方向。