

# 汽车自动变速器 维修指南

嵇伟 编著



 机械工业出版社  
China Machine Press

# 汽车自动变速器维修指南

嵇伟 编著



机械工业出版社

本书详尽、系统地介绍了自动变速器的工作原理，基本结构，控制方法，主要部件等基本知识。同时详细讲解了变速器故障诊断方法（特别是电控自动变速器的自诊断程序），拆卸、组装工序，控制机构调整方法等维修、保养的重点内容。书中还用很大篇幅讲解了自动变速器故障的分析技巧，并简单介绍了新型手动变速器的结构和维修。

本书是初学汽车自动变速器维修者的良好教材，也可供有一定经验的维修人员学习、参考之用。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车自动变速器维修指南/嵇伟编著. —北京：机械工业出版社，  
2001. 3

ISBN 7-111-08730-5

I. 汽… II. 嵇… III. 汽车—自动变速装置—车辆修理—指南  
IV. U472.41-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 03654 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：吴柏青 刘焯 版式设计：冉晓华 责任校对：张佳  
封面设计：姚毅 责任印制：路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·19 印张·622 千字

0 001-4 000 册

定价：32.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

## 前 言

自动变速器和电子燃油喷射是现代汽车维修的两大难点，也是现代电控汽车维修技术培训的重点。为了满足广大高级汽车维修工迫切希望系统的掌握自动变速器维修技术的愿望，特地编写了本书。本书全面系统的介绍了自动变速器的工作原理、构造特点、检测、试验方法、故障分析、拆装和调整的技巧等内容。

本书注重实用性、通俗性，参考了大量的维修实例，结合国内外的维修实践，每章都有小结，进行了系统的归纳，使读者能举一反三，融会贯通。

本书着重介绍日本、美国、欧洲地区自动变速器，也包括国产新型轿车上使用的自动变速器。不仅可以作为汽车维修人员从事自动变速器修理时的维修指南，还可作为汽车维修技术的培训教材和汽车应用工程专业的高职教材。

考虑到手动变速器还有一定的市场，本书在第 1、2 章中简要地介绍了带同步器的复杂手动变速器的维修技巧。

# 目 录

## 前 言

## 第 1 章 手动变速器的构造与维修 ..... 1

- 1.1 同步器的结构和工作原理 ..... 1
- 1.2 手动变速器常见故障的诊断与维修 ..... 3
- 1.3 小结 ..... 9

## 第 2 章 手动变速器的拆装技巧 ..... 11

- 2.1 引言 ..... 11
- 2.2 日本后轮驱动轿车手动变速器的拆装 ..... 11
- 2.3 CAS5—25 (20) 变速器的拆装 ..... 16
- 2.4 BJ2020 变速器的拆装 ..... 18
- 2.5 切诺基汽车变速器的拆装 ..... 19
- 2.6 小结 ..... 20

## 第 3 章 自动变速器概论 ..... 22

- 3.1 引言 ..... 22
- 3.2 自动变速器的使用 ..... 28
- 3.3 美国自动变速器上某些与众不同之处 ..... 32
- 3.4 小结 ..... 33
- 3.5 思考题 ..... 34

## 第 4 章 液力变矩器构造、原理和维修 ..... 36

- 4.1 液力变矩器构造和工作原理 ..... 36
- 4.2 液力变矩器故障的判断与维修 ..... 42
- 4.3 小结 ..... 51
- 4.4 思考题 ..... 53

## 第 5 章 自动变速器油 (ATF) ..... 56

- 5.1 自动变速器油液面高度的重要性 ..... 56
- 5.2 自动变速器油质量的检查 ..... 57
- 5.3 自动变速器加油时的注意事项 ..... 59

5.4 小结 ..... 60

5.5 思考题 ..... 60

## 第 6 章 液压控制系统的结构、原理和维修 ..... 62

- 6.1 液压泵、控制阀的结构、原理和维修 ..... 62
- 6.2 制动器的结构、作用和故障判断 ..... 91
- 6.3 离合器的结构、作用和故障判断 ..... 97
- 6.4 单向离合器的结构、作用和故障判断 ..... 110
- 6.5 部分有特点的变速器施力装置简介 ..... 114
- 6.6 小结 ..... 124
- 6.7 思考题 ..... 130

## 第 7 章 自动变速器电控系统的功用及检测 ..... 135

- 7.1 电控系统的组成及功用 ..... 135
- 7.2 电器元件的检测 ..... 149
- 7.3 自动变速器自诊断电路的检查 ..... 155
- 7.4 自动变速器电控系统的失效保护功能 ..... 158
- 7.5 自动变速器电控系统故障所引发的其它故障 ..... 159
- 7.6 小结 ..... 159
- 7.7 思考题 ..... 162

## 第 8 章 行星齿轮机构 ..... 164

- 8.1 行星齿轮机构构造和工作原理 ..... 164
- 8.2 自动变速器各档的传动路线 ..... 166
- 8.3 本田汽车非行星齿轮结构的自动变速器 ..... 171
- 8.4 行星齿轮机构的检查方法 ..... 173
- 8.5 小结 ..... 174
- 8.6 思考题 ..... 175

<b>第 9 章 自动变速器故障的综合分析</b> .....	177	10.6 小结 .....	243
9.1 道路试验 .....	177	10.7 思考题 .....	244
9.2 自动变速器常见故障的综合分析 .....	181	<b>第 11 章 自动变速器各控制机构的调整</b> .....	247
9.3 小结 .....	197	11.1 自动变速器换档机构的调整 .....	247
9.4 思考题 .....	199	11.2 空档开关的检查和调整 .....	248
<b>第 10 章 传动系的分解和组装技巧</b> .....	202	11.3 节气门拉索的调整 .....	249
10.1 传动系分解和组装时的注意事项 .....	202	11.4 真空调节器的检查和调整 .....	250
10.2 常见自动变速器传动部分分解与安装 .....	210	11.5 强制降档开关的调整 .....	251
10.3 奥迪自动变速器的拆装 .....	218	11.6 制动灯开关的调整 .....	252
10.4 部分典型的前轮驱动自动变速器传动部分分解图 .....	221	11.7 小结 .....	252
10.5 通用汽车公司 THM440—T4 自动变速器传动部分拆装 .....	223	<b>思考题答案</b> .....	254
		<b>附录</b> .....	257
		附录 A 失速试验规范表 .....	257
		附录 B 自动变速器油的更换周期和推荐用油 (日本车型) .....	258
		附录 C 施力装置作用表 .....	260

# 第 1 章 手动变速器的构造与维修

## 1.1 同步器的结构和工作原理

常见的同步器种类有常压式、惯性式和自动增力式三种。

常压式同步器有锥形和片式两种。由于它们不能保证将要啮合的两齿轮角速度同步后再进行啮合，所以应用不广泛。

自动增力式同步器和其它类型同步器一样也是利用摩擦原理实现同步。其主要特点在于：自动增力式产生的摩擦力矩由于同步器环内的弹簧片作用而得到成倍的增长，从而减少了同步的时间。它的典型产品为保时捷自动增力式同步器。

惯性式同步器的工作原理：它是在同步器的工作锥面产生摩擦力矩，克服被结合零件的惯性力矩，使之在最短时间内达到同步状态。在完全同步后，再实现换档。

惯性式同步器有锁环式和锁销式两种。锁环式惯性同步器是目前使用最为广泛的同步器。

下面介绍锁环式惯性同步器的结构。

微型汽车和轻型汽车及部分中型汽车的低速档上广泛采用锁环式惯性同步器结构。

### 1. 锁环式惯性同步器结构

锁环式惯性同步器主要由锁环、滑块、膨胀弹簧、同步器齿座、接合套等(图 1-1)组成。

锁环通常为青铜锻造，位于同步器齿座和两端的齿轮之间。

锁环内锥面摩擦副是摩擦件，它的内锥面和该侧齿轮的外锥面锥度相同。锁环的内锥面与齿轮外锥面应保持有 80% 以上的接触面积。把锁环套在相结合齿轮的外锥面上，用手把二者压紧，并转动，新锁环或还能够使用的旧锁环在转动时应感到有明显的摩擦阻力，以致转不动。

新锁环若摩擦阻力较小，说明接触不良，应更换。也可以用细研磨膏研磨，直到摩擦阻力符合要求为止。再用汽油洗净后即可使用。

旧锁环转动时若打滑，应先检查是否是同一组同步器两侧锁环颠倒了位置。两侧锁环直径相同，只是锥度不一致，用肉眼无法分辨。两侧锁环如装错了位置，转动时均感打滑。如分辨不清，可将两侧锁环颠倒位置，再检查一次。

有时旧锁环内锥面螺纹槽被磨平了，虽可以看见螺纹，但用手触摸已没有了刀刃的感觉，和齿轮外锥面压在一起转动时，已形不成明显的摩擦阻力（手感发滑）。此时必须更换新锁环。因为锁环的两个作用之一摩擦作用已经丧失。

锁环通过摩擦作用，保证了两个转速不同的元件结合时，在较短时间内消除惯性力矩，使其达到同步。正因为有了锁环摩擦副的作用，传统的两脚离合器换档方法才能变成一脚离合器。

锁环的另一个作用是锁止。在两个转速不同元件未达到同步前，阻其进入结合状态。

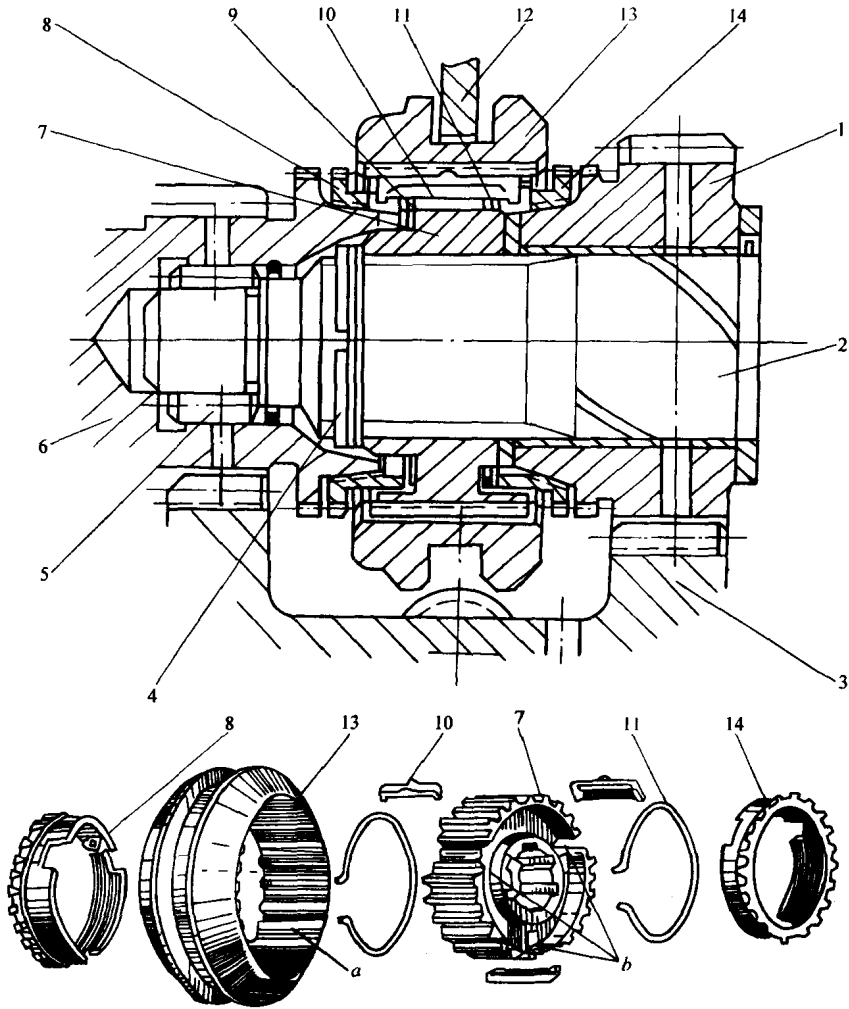


图 1-1 锁环式惯性同步器

1—二轴齿轮 2—二轴 3—中间轴齿轮 4—卡簧 5—滚针轴承 6—一轴 7—同步器齿座  
8、14—锁环 9、11—膨胀弹簧 10—滑块 12—拨叉 13—接合套 a—接合套齿 b—同步器齿座

锁环对着接合套一侧的花键齿上均有倒角，接合套与其结合的一侧也有倒角，这些倒角是锁止件，叫锁止角。锁止角为  $45^\circ$ ，在换挡过程中锁止角要发生磨损，当锁角磨成  $60^\circ$ ，或锁止角横向磨平后，锁环便失去锁止作用，挂档时就可以听到齿轮的撞击声。

锁环内端有三个比滑块宽半个齿的缺口，这些缺口是和锁止角配合起锁止作用的。正常时滑块只有位于缺口中央时才能解除锁止。锁环的三个缺口磨损量超过标准  $0.30\text{ mm}$ ，缺口宽度比滑块宽出部分明显大于半个齿时，会使锁止角接触面少于  $1/3$ ，容易导致换挡冲击。

锁环内锥面上有细而密的螺纹槽，两锥面接触后，它的内锥面上的螺纹槽能破坏油膜，以便增加锥面间的摩擦力。用手摸新的锁环螺纹槽时，会有刀刃一样的感觉。待螺纹槽的刃口磨的圆滑后，其切割润滑油线的功能就丧失了。

滑块每组 3 个，均匀装在同步器齿座的轴向槽内，并可沿轴向槽移动。两个膨胀弹簧靠径向力将滑块压向接合套，使滑块中间凸起部位压嵌在接合套中部的环槽中，如滑块中部凸起部位磨损出槽会造成换挡困难，需成组地更换滑块。滑块的寿命主要取决于材质和润滑的



情况。

膨胀弹簧的任务就是把滑块推向接合套。膨胀弹簧过软或折断会造成摘不下档。膨胀弹簧中间凸起部位是防止膨胀弹簧转动的，安装时两个膨胀弹簧中间凸起部位要错开一个角，如果两个膨胀弹簧的凸起部位都装在同一方向上，在这个缺口上的滑块就会高出另外两个滑块，挂档时会出现卡滞。

## 2. 同步器的连接

同步器齿座以内花键与二轴的外花键相连，并用调整垫圈和卡环定位，防止其轴向位移，并带动二轴旋转，所有的同步器齿座都是带有方向性的，同步器齿座一旦装反了就会造成故障。

①同步器齿座装反后，通常会使同步器齿座离开卡环槽一段距离（同步器齿座没有装错方向时，齿座端部应紧挨着卡环槽），变速器工作时会因轴向位移而发生跳档。

②部分变速器同步器齿座装反后，还会改变接合套的轴向位置。

同步器齿座在工作过程中，另一个易发生的故障是齿座端部“打毛”。这会使接合套运动受阻，造成接合套工作不到位而跳档。

换档拨叉直接操纵的是接合套。接合套负责和两侧齿轮的侧面短齿接合，实现换档。接合套装反，扣盖会变得十分困难。如果勉强扣上盖极易改变拨叉的正确位置。变速器工作时又会造成拨叉单面磨损，还会因挂档不到位而产生跳档。

旧变速器接合套和侧面短齿易于被磨成锥形。此时，行驶中一收节气门就跳档。

## 1.2 手动变速器常见故障的诊断与维修

### 1.2.1 变速器摘不下档或不好摘档

1. 所有的档都不好摘，此故障的原因是离合器分离不彻底。

变速器工作时，啮合齿轮（套）间保持有一定的齿面压力。摘档前需中断动力传递，减轻齿面压力。离合器分离不彻底时，即使将离合器踏板踩到底，也无法中断发动机和传动系的动力联系，齿面压力无法削弱。此时，所有的档都不好摘，也不好挂。

2. 膨胀弹簧的弹力过软或折断

锁环式同步器中的滑块是靠膨胀弹簧支承的。膨胀弹簧过软或折断，使滑块出现偏斜，摘档时，无论你在挂档手柄上用多大的力都无法将滑块中间凸起部分压入接合套中部的凹槽内，接合套被滑块挡住无法摘档。修理时应更换该同步器的两个膨胀弹簧，同时检查滑块中间凸起部位。如果该部位磨损出凹槽，三个滑块也应一起更换。

3. 滑块下方的弹簧变形，脱出或散架

某些变速器的滑块用钢球代替，膨胀弹簧用螺旋弹簧来代替。

第一汽车制造厂生产的 CAS5—25 型和 SAS5—20 型变速器的同步器就采用这种结构，见图 1-2。该种结构最大优点是滑块为圆柱形，不会出现滑块中间凸起部位过度磨损而造成的挂不上档或摘不下档的故障。

圆柱形滑块自身虽然不易出现损伤，但支承圆柱形滑块的螺旋弹簧，在使用过程中如发生严重变形，脱出或散架，使圆柱形滑块无法回到接合套中间的凹槽内，就会出现挂不上档或摘不下档的故障。哪个档出现这类故障，就应检查这个档同步器的螺旋弹簧。检查时还应

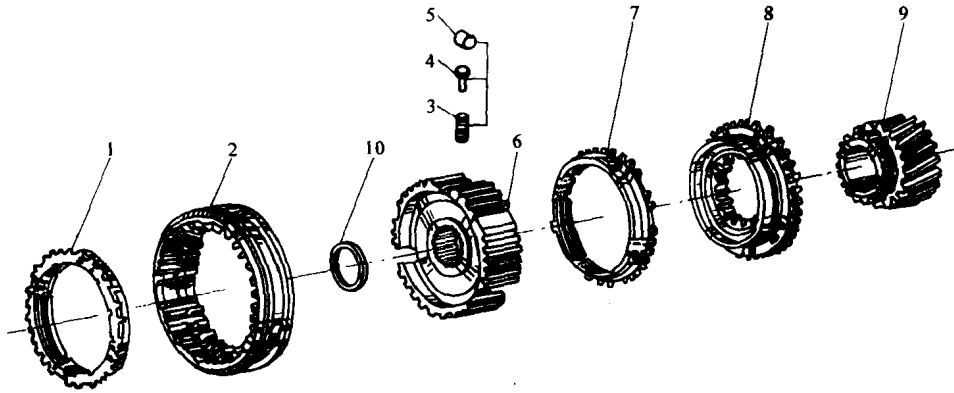


图 1-2 圆柱形滑块

1、7—同步器锥环 2—同步器齿套 3—同步器弹簧 4—弹簧座  
5—同步器滑块 6—同步器齿座 8—同步器锥体 9—五档齿轮 10—锁环

检查螺旋弹簧和圆柱形滑块间的 Y 形支承是否变形。发现变形的螺旋弹簧和 Y 形支承时，必须更换。

这种同步器装配时，应先装接合套，然后依次装入螺旋弹簧和 Y 形支承，用一字旋具抵住 Y 形支承，压缩螺旋弹簧，将圆柱形滑块横向装入接合套的凹槽内。

#### 4. 齿轮外锥面过于粗糙

个别旧的变速器在齿轮外锥面和锁环内锥面反复接合过程中，相互摩擦（特别是润滑油较脏的情况下），使齿轮外锥面变得过于粗糙。这会造成挂档时锁环卡滞在齿轮外锥面上摘不下来，导致变速器乱档。锁环不能回位，接合套在锁环的阻碍下也不能回位，换档拨叉轴不能回到空档位，变速器无法挂入其它档。

修理此种故障时应更换磨损严重的齿轮。如一时找不到新齿轮（齿轮必须成对更换），且该齿轮其它方面都比较完好时，也可以找一个旧锁环套，涂上细研磨膏反复研磨受损齿轮，直到齿轮外锥面光滑时为止。

新的同步器要求齿轮的外锥面应非常光滑。国内个别不太正规的变速器生产厂家生产的变速器，在刚开始使用时，个别档就摘不下来。这类故障的原因是加工精度过低，质量达不到要求，使该齿轮的外锥面过于粗糙。维修时应在齿轮锥面滴上润滑油，然后反复地挂档，摘档。如用换档手柄无法摘下档，可以取下变速器上盖，将旋具抵在锁环上，用手锤击打旋具，必要时可变换旋具的接触部位。将锁环摘下后，再重新挂上，这样反复多次，直到锁环不再发生卡滞为止。

#### 5. 拨叉涨销脱落

换档拨叉必须和拨叉轴同步运动，才可能实现换档。如拨叉上的涨销脱落，拨叉与拨叉轴就分离了，拨叉轴无法回到空档位，该档就摘不下来。修理时找出脱落的涨销，再重新安装一个新的涨销。

#### 6. 拨叉翘曲变形，拨叉座槽严重磨损

换档拨叉翘曲变形，同时拨叉座槽又严重磨损，在操作时拨叉易从拨叉座槽中滑出，造成摘不下档。

### 1.2.2 变速器换档困难

所有的档都不好挂，通常是由于离合器分离不彻底造成的。离合器分离不彻底，无法中断发动机和传动系间的动力联系，同步器的摩擦副无法使转速不同的两个元件达到同步。所以所有的档都不好挂。部分档位或个别档位挂不上或不好挂是变速器和它操纵机构的故障。

#### 1. 带同步器的变速器换档时必须两脚离合器才能挂上档

在正常的情况下，有同步器的变速器换档时，只需一脚离合器即可以挂上档。如变速器的某个档位需两脚离合才能挂上档，说明该档位的锁环摩擦系数下降了。拆下变速器大盖，将该档锁环推向齿轮一侧，用塞规测量锁环上环齿和换档齿轮之间的间隙。大部分厂家规定该处间隙 $<0.8\text{mm}$ 时应更换锁环，因为此时锁环的螺纹槽的刃口已经被磨平了，无法切割润滑油的油线了。我国的桑塔纳等车规定该处间隙小于 $0.5\text{mm}$ 时更换锁环。卡车一档带同步器的变速器，通常规定一档时该处间隙 $<1\text{mm}$ 时更换锁环。

使用新锁环时，锁环上环齿和换档齿轮的间隙通常也不足 $2\text{mm}$ 。如两脚离合才能挂上档，而锁环环齿和换档齿轮的间隙却有 $3\text{mm}\sim 4\text{mm}$ ，说明该变速器使用的是容易结胶的22号合成齿轮油，又长时间没有换油，造成锁环螺纹槽处结胶过厚。修理时将锁环螺纹槽处结胶洗掉，然后换上同步器变速器应使用的18号双曲线齿轮油，GL—4或GL—5润滑油。

#### 2. 空档滑行时变速器内有“咯咯”声

汽车运行中空档滑行时，或变换档位的瞬间变速器内有“咯咯”声，同时感觉挂档费劲。锁销式同步器开始散架了，需整套更换锁销式同步器。

#### 3. 远距离操纵的变速器选位拉杆长度调的不合适

以四档变速器为例。如果选位拉杆调的过短，四档变速器的倒档挂不上；选位拉杆调的过长，四档变速器的三档和四档挂不上。一些汽车选位拉杆的刚度不够，使用一定时间后，拉杆弯曲，就会出现个别档挂不上。

另外锁环式同步器膨胀弹簧过软；滑块中间凸起部位磨损出槽；同步器齿座端部磕伤；或同步器齿座花键槽轴向磨损过大；拨叉轴弯曲；自锁弹簧过硬；互锁销卡滞等都会造成变速器挂档困难。

### 1.2.3 变速器乱档

#### 1. 变速操纵手柄能成圈的转动

直接操纵的变速器，变速操纵手柄正常时只能横向移动（选位）或前后移动（挂档）。如果操纵手柄可以整圈地转动，却什么档也挂不上，说明装在变速器小盖内的，连结变速操纵手柄和换档摆杆球头上的定位销脱出，使二者脱离了联系。修理时只需重新装上定位销即可。

#### 2. 换档摆杆从拨叉座槽中脱出

换档拨叉是由换档摆杆直接操纵的。在正常情况下摆杆是不会从座槽中滑出的。但如果摆杆在轴上装配的角度不对；或拨叉座槽过度磨损；或者操纵不当，摘档时还没有回到空档位，就强行选位，挂档都可能导致摆杆脱出座槽。这种故障只发生在低速档和倒档上，而且是一种巧合和偶然。维修时打开变速器小盖，将换档拨叉恢复到空档位，把换档摆杆重新放入拨叉座槽中即可。一般不会再脱落出来。

### 3. 同时能挂上两个档

变速器如能同时挂上两个档位那是很危险的，会造成变速器输出轴和相关的齿轮断裂。能挂上两个档说明互锁装置失效，互锁销或互锁钢球磨损过大。修理时应整套更换互锁装置。

### 4. 只有一个直接档

如只有一个直接档，其余各档均没有，说明变速器的一轴和二轴摩擦焊接抱死。从设计上看变速器一轴和二轴间的最小间隙也只有 0.5mm 左右，所以变速器二轴轴承盖上的二轴支承轴承的轴承孔加工上略有误差，就会发生这种故障。修理时应更换二轴轴承盖。

换档摆杆从拨叉座槽中脱出的外在表现为只能挂档，不能摘档。拨叉与拨叉轴连接的定位销脱落，换档拨叉严重变形或严重磨损，操纵中从拨叉座槽中滑出等，也都表现为只能挂档不能摘档。

#### 1.2.4 变速器跳档

所谓跳档，是指汽车在行驶中排档自动跳回空档位置。多在转速、负荷或者外界原因引发车辆振动时发生。起因是轴向分力或自锁装置失效。

##### 1. 挂档时换档手柄处无冲击感

在挂档到位时，换档手柄处应有前冲的感觉，这种感觉来自自锁钢球入位。如挂档时，换档手柄推到止端仍没有前冲的感觉，说明自锁钢球没有入位或自锁装置失效，变速器操纵机构有故障。

##### (1) 远距离操纵的变速器操纵机构松旷

远距离操纵的变速器换档拉杆接头和变速器换档摇臂（所有远距离操纵的变速器，其上端的摇臂都是用于选位的，下边的摇臂是用于换档的）、锁销严重松旷，会使换档手柄“到位”后，换档拨叉和滑动齿轮（齿套）未到位，接合的齿轮无法实现全齿宽啮合，自锁钢球也未入位。此时，汽车运行中只要一收油门就会跳档。修理时应更换换档拉杆上所有的接头和锁销。

##### (2) 自锁装置失效

自锁装置定位钢球凹槽磨损严重，或弹簧过软，都会使挂档到位后前冲感觉不明显。齿轮虽然可以实现全齿宽啮合，但自锁装置失效，遇有小的轴向力就会跳档。

此类故障换档后能正常运行，在好路上长距离行驶也不会发生跳档，但行至不平路面，就会自动跳档。另外，在行驶过程中驾驶员手臂无意识地碰到了换档手柄，变速器就自动跳回空档位。

这些就是自锁装置失效的典型表现。自锁装置的功能就是为了防止变速器因小的轴向力跳档。修理时将换档拨叉推向产生跳档的档位。把变速器盖倚在桌子上，用手劲慢慢往空档位推，有多大力就使多大的力，只是不许用爆发力。如能将拨叉推回空档位，说明自锁装置确实失效。应更换大一号的钢球和压紧弹簧。

##### (3) 换档拨叉轴弯曲变形

拨叉轴一旦弯曲变形，拨叉轴上自锁用的圆形凹槽就会后移，使定位钢球无法入位，而锁不住换档叉轴。维修时，冷态校正拨叉轴。

##### 2. 挂档时有冲击感

##### (1) 挂档有冲击感，但一收节气门踏板就跳档

1) 同步器接合套和齿轮的侧面短齿沿齿长方向的接触面磨成锥形 接合套和齿轮的牙齿由于长期反复的挂档和摘档, 相互撞击、磨损, 使相互啮合的牙齿在齿长方向磨损不均匀而形成锥形。锥形牙齿在传力过程中产生轴向分力, 当此轴向分力增大到足以克服自锁装置中定位弹簧的张力时, 汽车行驶中一收油门(齿面压力降低)就会跳档。

2) 接合套装反 接合套上拨叉座槽和接合套前后端的距离通常是不等分的。接合套装反不仅造成换档不到位, 齿轮不能全齿宽啮合跳档; 还会造成换档拨叉和接合套上的拨叉座槽单面磨损, 严重时拨叉能被磨去 3mm。

3) 止推环或二轴凸缘处锁紧螺母松动 变速器一轴、二轴、中间轴大都是以卡环定位和二轴凸缘处螺母定位。螺母松动, 卡环松动或折断, 均会造成相关的轴轴向位移, 轴上各齿轮的位置也发生了变化, 结合时就不能保证全齿宽啮合, 造成挂档费劲。轴向位移量超过 0.5mm 时, 还容易发生跳档(齿轮在啮合时, 轴向窜动引起的轴向分力可以使齿轮自动分离)。

### (2) 空载时不跳档, 重载时容易跳档

1) 啮合面磨损松旷 同步器齿座与接合套, 接合套和齿轮侧面短齿花键槽配合松旷。

2) 支承轴承松旷 一轴、二轴、中间轴轴承严重松旷, 使轴的轴向位移量超过 0.5mm, 或者使两个啮合齿轮不在同一轴线上。

第一轴前轴承保持器坏, 挂档时有“咯噔”声, 由于此时一轴和二轴不在一个轴线上, 接合套和齿轮侧面短齿啮合时也不易达到应有的啮合长度, 容易造成直接档和超速档跳档。

二轴轴承松旷, 使二轴上齿轮(套)在啮合时产生轴向窜动, 容易出现跳档。

中间轴后轴承保持器坏, 行驶中出现有节奏的齿面撞击声, 变速操纵杆有回弹感觉, 重载时五档变速器的一档、二档、三档和倒档, 四档变速器的一档、二档、倒档容易跳档。

### 3. 特殊情况造成的跳档

#### (1) 离合器壳上定位销脱落

定位销脱落致使离合器壳下移, 使离合器壳安装变速器的平面与曲轴中心线不垂直, 则会使变速器第一轴与曲轴轴线不重合, 会造成高速档(直接档和超速档)跳档。

#### (2) 变速器壳体或轴变形

一轴盖板或变速器固定螺栓松动; 或一轴盖板和飞轮壳连接的双头螺栓未紧到位, 造成一轴盖板和变速器壳接合面不平, 都会使一轴和二轴不在同一轴线上, 滑动齿套和一轴齿轮上侧面短齿(直接档)不易达到应有的啮合长度, 高速档时易发生跳档。

#### (3) 换档拨叉导块太长

极个别的变速器换档拨叉导块太长, 导致拨叉和壳体干涉, 致使挂档不到位, 无法实现全齿宽啮合而发生跳档。

总结: 跳档的原因主要表现为四个方面; 自锁装置失效; 不能实现全齿宽啮合; 轴向窜动; 磨损过甚。除自锁装置失效外, 都是因零件磨损太大, 或零件质量不合格, 或者装配中出现质量问题, 以致在工作时产生较大的轴向推力, 当该推力超过自锁装置的锁紧力矩时就会发生跳档。

## 1.2.5 变速器异响

### 1. 锁环式惯性同步器挂档时有齿轮撞击声

锁环式惯性同步器在正常情况下凭借锁环上的锁止机构, 在两个待啮合齿轮线速度不等

时，阻止其进入啮合，消除换档噪声。

锁环上的锁止角应为  $45^\circ$ ，当磨损到  $60^\circ$  左右（严重时会磨成一个斜面）时就起不到锁止作用了。锁环上滑块的三个缺口是非常重要的。在正常情况下，滑块只有位于缺口正中央时，接合套才能摆脱锁环的锁止作用，越过锁环实现挂档。但经过长时间挂档、摘档，零件相互撞击，磨损作用使缺口磨宽。当宽度超过标准值  $0.30\text{mm}$  后，锁止作用丧失，滑块位于缺口一侧时，接合套也能跃过锁环（锁环上缺口的正常宽度为滑块加上锁环半个齿的宽度），引发挂档时的齿轮撞击声。

## 2. 变速器的各个档都有齿轮撞击声

此故障是由于中间轴位移量过大造成的。中间轴位移量应控制在  $0.12\text{mm}$  的范围内，如中间轴的位移量超过  $0.30\text{mm}$  时，汽车运行中就会产生齿轮撞击声。除部分变速器的中间轴是用卡环或定位锁片定位外，大部分变速器中间轴的轴向位置是靠支承轴承外端的调整垫片来调整的（一些小变速器的塔轮轴向间隙也是靠两端的调整垫片来调整的）。无论用什么方法调整，装配完中间轴上的塔轮后，用手沿轴向晃动塔轮，不应该感觉到有间隙，转动塔轮时又十分轻松，这才算调整合适。

### 1.2.6 变速器漏油的防治

在汽车上变速器是比较容易产生泄漏的一个总成，漏油不仅污染环境，而且对使用中央驻车制动器的汽车，一旦二轴油封处泄漏，润滑油就会油污制动蹄片，导致驻车制动失效。漏油造成润滑油不足，还会加快同步器的磨损。

#### 1. 空气阀失效造成泄漏

变速器工作时，其内部温度最高时可以达到  $90^\circ\text{C}$  以上，高温造成空气膨胀。空气阀正常时，膨胀的气体可以顶开空气阀，放出多余的空气，使变速器处于常压状态。空气阀锈蚀打不开时，膨胀的气体就会顶着润滑油到处乱窜。这样在正常情况下不泄漏的变速器，由于过高压力也肯定会发生泄漏。

空气阀中只有一个钢球和一个限压弹簧。除少数变速器的空气阀是铸铝的外，绝大部分是铁皮的。检查铁皮的空气阀是否正常时，只需用手指按一下铁皮罩，如按的动，松手后又能弹回原位，说明空气阀正常。如按不动，说明空气阀锈蚀，必须换新的。

#### 2. 挡油盘装反了造成泄漏

部分变速器在二轴轴承盖内装有挡油盘，喷溅到轴承盖内的润滑油的  $90\%$  由挡油盘负责泵回。挡油盘装有叶片的面应朝着来油的方向（变速器内侧），如果装反了，挡油盘就会向油封一侧泵油，造成泄漏。

#### 3. 二轴轴承盖油封泄漏

对于装有中央驻车制动器的汽车，二轴轴承盖上的油封一旦发生泄漏，油液就会侵入驻车制动器，造成驻车制动器失效。

油封的密封作用主要取决于密封唇和给密封唇提供张力的弹簧。检验时将油封放在凸缘上的装配位置，一只手固定住凸缘，另一只手转动油封，应感觉到有涩感。如感觉不到有涩感，说明密封唇上的弹簧被拉长了。该弹簧接口处，一边为尖形，另一边为圆形，将圆形端剪去一段，重新连结。绷紧的弹簧和密封唇可有效防止油液的泄漏。

#### 4. 一轴盖板向离合器里漏油的原因

一轴盖板处负责油液密封的方法有两种，一种是在轴承盖端部装油封，另一种不装油

封，在一轴上加工一条螺旋形的回油线。汽车无论是前进档，还是倒档，一轴都不会改变旋转方向。根据该原理，回油线借助旋转将进入一轴轴承盖的润滑油泵回变速器壳体内。所以在正常的情况下一轴盖板处是不会向离合器内漏油的。

变速器一轴盖板处向离合器内漏油的主要原因是变速器内加的润滑油太多。加油时汽车应停在平地，油液应位于加油口下沿平齐或往下 10mm 的范围内。有的人习惯从变速器的上盖或倒档开关处加润滑油，加油时又没有打开加油堵，致使加油量失控，变速器内油量过多，引发漏油。

### 1.3 小结

1. 好路上不跳档，一到坏路上就跳档，说明变速器自锁装置失效。
2. 左脚离合器才能挂上档，说明锁环螺纹槽磨平了。更换锁环。
3. 挂档时有齿轮撞击声，说明锁环上锁止机构失效。更换锁环。
4. 膨胀弹簧必须紧贴同步器齿座内壁，否则说明膨胀弹簧过软。
5. 膨胀弹簧过软或滑块中间磨损出槽会造成挂不上档或摘不下档。必须成组更换膨胀弹簧。
6. 锁环内锥面和齿轮外锥面间的啮合面积应 $\geq 80\%$ 。用手拿住锁环在齿轮锥面上旋转时，应感到明显的摩擦阻力，只旋转很小角度就转不动了。
7. 同步器齿座两侧的锁环，直径相同，锥角不一样，用肉眼无法分辨，但不能互换。
8. 锁环锁止角为 $45^\circ$ 。当磨损成 $60^\circ$ 时就失去锁止作用。锁环上三个缺口均为滑块加上锁环上一个齿的宽度。缺口磨宽了，锁环就失去了锁止作用。
9. 造成变速器跳档的主要原因有：自锁装置失效，齿轮没有全齿宽啮合，轴向位移过大，大于 0.50mm，齿轮齿套磨损过甚，沿齿长磨成锥形，变速器一轴和二轴同轴度不符合要求。
10. 同步器变速器不应加 22# 合成齿轮油（该油易结油胶，锁环螺纹槽内结胶会丧失摩擦作用）。应加符合规范的专用润滑油。
11. 汽车停在平地上，润滑油应加到加油口下沿平齐，或往下 10mm 的范围内。
12. 远距离操纵变速器换档拉杆接头和换档摇臂锁销松旷，会造成挂档不到位，齿轮无法全齿宽啮合，易造成跳档。维修时应更换松旷的接头和锁销。
13. 远距离操纵变速器上面那个摇臂是选位摇臂，下面摇臂是换档摇臂。
14. 选位拉杆调整得过短或过长都会造成一至两个档挂不上。
15. 接合套通常都有方向性。装错了方向会造成换档拨叉偏磨损（最终报废）和跳档。
16. 自动变速器油加得过多，空气阀失效，挡油盘装反，油封刃口松旷（弹簧过长），结合面有毛刺是造成变速器漏油的主要原因。
17. 同步器齿座不允许有轴向位移。如齿座装错了方向，变速器会因齿座轴向位移过大而引发跳档。
18. 齿轮的外锥面应非常光滑，否则卡住锁环，会造成摘不下档。
19. 膨胀弹簧上的凸点是防止锁环径向位移的，两侧膨胀弹簧在装配时凸点应错开 $120^\circ$ 。

20. 接合套和同步器齿座都有特定的装配方向。如果接合套装反，啮合齿轮无法实现全齿宽啮合，会造成跳档，还会造成换档拨叉早期磨损。同步器齿座装错方向，会造成齿座轴向位移增加，变速器工作时跳档。

21. 全部档都不好挂是由于离合器分离不彻底。个别档或部分档不好挂，一般是变速器自身故障。

22. 中间轴位移量过大时，挂每一个档时，都有齿轮的撞击声。

23. 3t 以下汽车和部分中型汽车的低速档使用的是锁环式同步器。



## 第 2 章 手动变速器的拆装技巧

### 2.1 引言

手动变速器的内部构造大同小异，故障的原因和判断的方法也是基本一样的。所不同的是变速器的外形和变速器壳体的拆装方法。

如果已经掌握了带同步器的变速器的维修方法，那么只要再学会变速器壳体的拆装技巧，所有的手动变速器的维修就变得十分简单了。

各种不同变速器拆装过程中有不少共性的东西。

- ① 拆装前都必须把变速器完全恢复到空档。
- ② 拆二轴轴承盖前必须先拆里程表从动轮。
- ③ 一轴侧面短齿大于常啮合齿轮的，拆一轴前，必须先拆中间轴。
- ④ 所有中间解体的变速器，在拆变速器壳体前，必须先拆下一轴和中间轴上的定位卡环。变速器壳之间，或变速器壳和中间隔板之间只允许抹胶，不允许装密封垫。
- ⑤ 装有变速器大盖，中间轴由轴承支承的变速器，拆卸中间轴时，一般需用油压机。

### 2.2 日本后轮驱动轿车手动变速器的拆装

日本后轮驱动轿车手动变速器的型号很多，仅丰田汽车公司就有 W40 型，W45 型，W50 型、W55 型、W57 型、45J 型、RH 型、YH 型、RY20 型、RY25 型等。尽管日本轿车的车型不同，但不同车型、不同厂家的变速器在构造上却有许多共同之处：换档杆的位置相同的，拆装方法也相似。

后轮驱动轿车变速器在变速器壳体和延长套间装有中间隔板，隔板上装有换档拨叉轴和自锁装置及互锁装置。隔板上还装有输出轴和中间轴的支承轴承，使这两根轴的刚度明显增加，减少了弯曲变形的可能性。隔板前面是一档、二档、三档和四档（直接档）。隔板后面是倒档和超速档（五档）。除了倒档外其余各档都有同步器。图 2-2 是 W50 型皇冠牌汽车变速器齿轮传动机构分解图，是后轮驱动轿车手动变速器的典型结构。各种日本轿车，无论是丰田公司还是日产公司的车型，只要是后轮驱动的布局，结构上都大同小异（微型车除外）。四轮驱动的轿车除去分动器其余部分也十分相似。

日产轿车和部分丰田轿车的变速器壳体上除了有倒档开关外，每根换档拨叉轴处都有一个行程开关。可以准确的提醒驾驶员换档拨叉所处的位置。

日本后轮驱动轿车变速器的壳体部分由离合器壳、变速器壳、中间隔板、延长套（二轴轴承盖）组成，见图 2-1。

也有一部分日本轿车离合器壳和变速器壳制造成一体的。图 2-1 为“地排档（变速杆在地板上）”构造，而变速杆在转向柱上的变速器，在延长套的换档结构上略有区别。变速器