

液力变矩器

变矩器安装在发动机飞轮上，利用工作油压将发动机的转矩传递给自动变速器中的齿轮变速机构。同时驱动油泵工作，因其重量较大，所以又起到了飞轮的作用。因其靠液力传递动力，所以能缓冲发动机和传动系统的扭转震动，同时在低速时起到增扭的作用。

一、液力变矩器的结构组成

液力耦合器能传输扭矩，但是不能放大扭矩，液力变矩器的结构与液力耦合器基本相似，不同的是液力变矩器在泵轮和涡轮之间加入了导轮。

变矩器不仅传输动力而且能够成倍增加来自发动机的扭矩。最初的液力变矩器由泵轮、导轮和涡轮组成，称作三元件液力变矩器。现代汽车自动变速器中所用的液力变矩器都是综合式液力变矩器，它综合利用了液力耦合器和液力变矩器的优点，传递动力更加平顺可靠，同时大大提高了工作效率。综合式液力变矩器是在三元件液力变矩器的基础上增加了单向离合器和锁止装置，如图 1。液力变矩器除和液力耦合器一样具有泵轮和涡轮外还具有导轮、导轮单向离合器、锁止离合器。



图 1

1. 导轮结构

导轮是装在泵轮与涡轮之间带有叶片的小圆轮，导轮内装有单向离合器，如图 2 所示。

2. 单向离合器

单向离合器分为楔块式和滚柱式两种，图 3 所示为楔块式单向离合器，图 4 为滚柱式单向离合器，楔块或滚柱处在固定的内圈和转动的外圈之间。

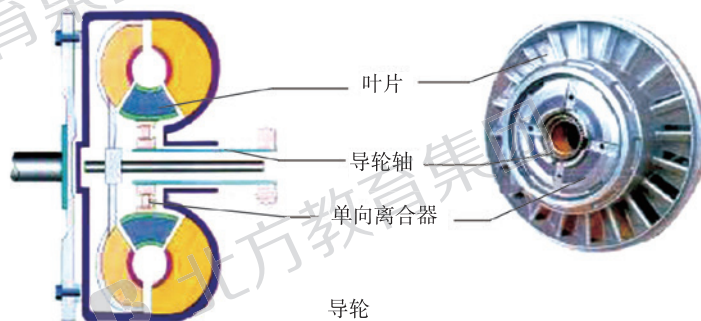


图 2

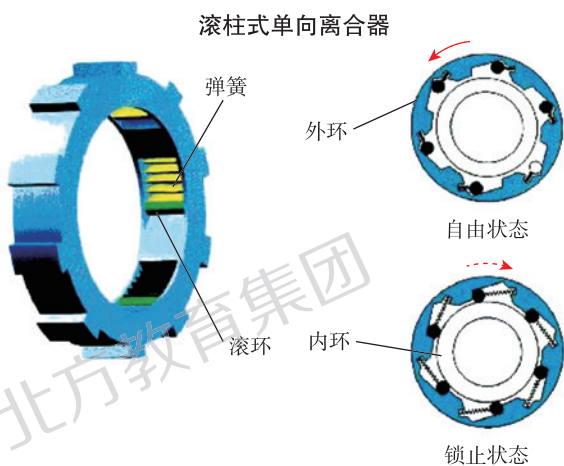


图 3

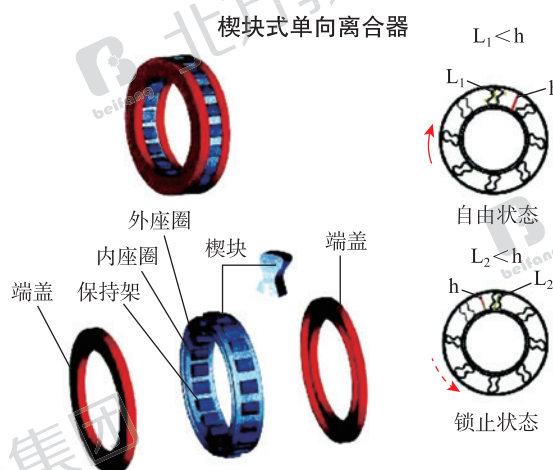


图 4

当从涡轮回流的油冲击导轮的凹面，导轮向泵轮旋转方向相反的方向转动时，滚柱或楔块锁止，导轮不动使液流改变方向直接冲击泵轮叶片的背面，从而产生反作用力矩而增扭。

3. 锁止离合器

在涡轮的背面加装一个液压控制的摩擦式离合器，如图 5 所示。采用升压或降压控制的办法使其接合或分离。当汽车在正常路面上高速行驶时，锁止离合器接合，泵轮通过锁止离合器与涡轮连成一体，提高了传动效率，使得 $\eta=1$ ，此时就是所说的“三相综合式变矩器（变矩、耦合、锁止）”。当汽车起步或在坏路上行驶时，锁止离合器分离，泵轮与涡轮分开，一般车速在 60km/h 以下时起自动变矩作用。

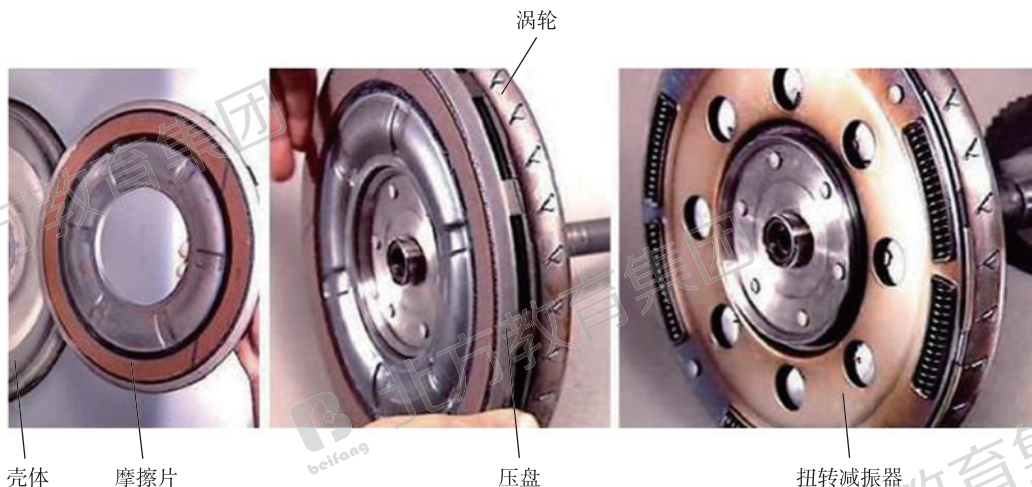


图 5

二、工作原理

1. 扭矩增大原理

如果用两个相对的电扇来说明液力变矩器的增扭作用，那就是在两个电扇后面安装一个空气管道，如图 6 所示，这样，通电的电扇不仅吹动未通电的电扇，同时还可以从后面吸动未通电的电扇，也就是未通电的电扇不仅受到吹来的气流，还将受到吸力，使得吹来的风力加大。

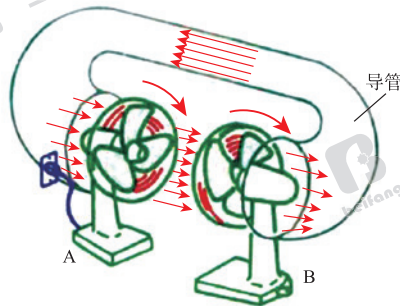


图 6

若在泵轮和涡轮之间安装了导轮，自动变速器油的流动情况如图 7 所示。导轮接受被涡轮反射出的油，并改变其流动方向，使其与泵轮的转向相同，这样不仅避免了扭矩损失，而且加大了泵轮扭矩，从而起到增加扭矩的作用。泵轮与涡轮的转速相差越大，扭矩增大的效果越明显（最大可达 2.5 倍）。

在汽车起步和低速行驶时，由于行驶阻力的原因，使涡轮的转速明显低于泵轮的转速，泵轮和涡轮存在着转速差。车速越低泵轮和涡轮的转速差就会越大，存在转速差期间就是低速增扭期间，因行驶阻力较大，泵轮和涡轮始终存在转速差，泵轮的液流除了驱动涡轮外还有一定的残余能量。泵轮是顺时针旋转的，液流经涡轮折射返回时变成逆时针。如果涡轮液流直接返回泵轮，在汽车起步和低速行驶时，泵轮就要承受涡轮反向液流的冲击。残余能量就变成反向附加载荷，发动机运转除了要克服各种摩擦阻力和行驶阻力外，还要克服由泵轮和涡轮转速差产生的残余能量带来的阻力。

2. 工作过程

(1) 单向离合器工作过程

1) 单向离合器被锁止时

从涡轮进入导轮的油液流动方向取决于泵轮与涡轮的转速差。当这一转速差很大时，从涡轮流出的工作油液冲击导轮叶片的前部，此时，导轮被单向离合器锁止而不能逆向转动，如图 8 所示。油液被导轮叶片改变流动方向后冲击泵轮叶片背面，推动泵轮转动，实现了变矩作用。

2) 单向离合器自由转动

当涡轮转速与泵轮转速接近时，从泵轮流出的工作油液冲击导轮叶片的背面，使导轮在单向离合器上转动，这样工作液便直接由涡轮回流冲击泵轮的背面。此时单向离合器已不起作用，即变矩器相当于耦合器，如图 9。

综上所述，当涡轮转速达到泵轮转速的某一特定比例时，导轮就开始空转。导轮空转开始点称为耦

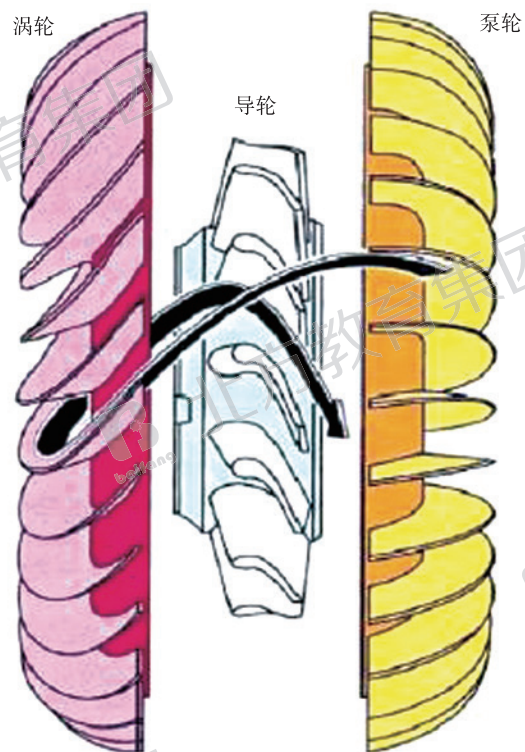
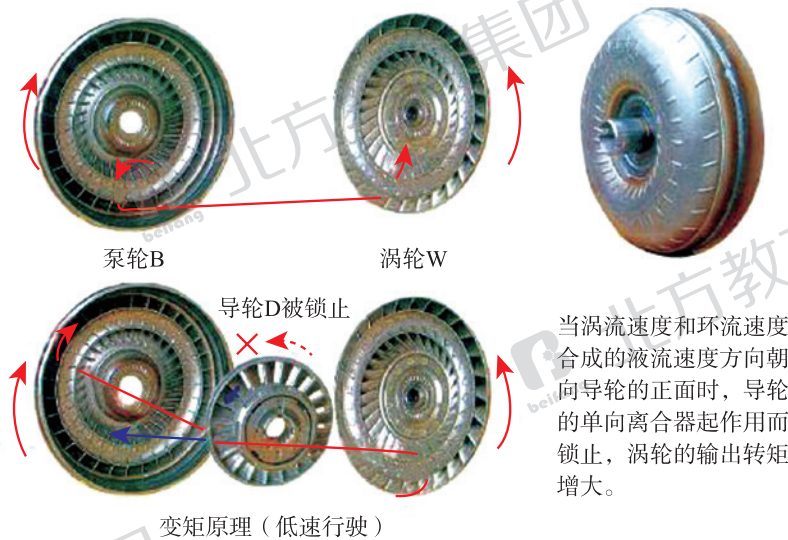


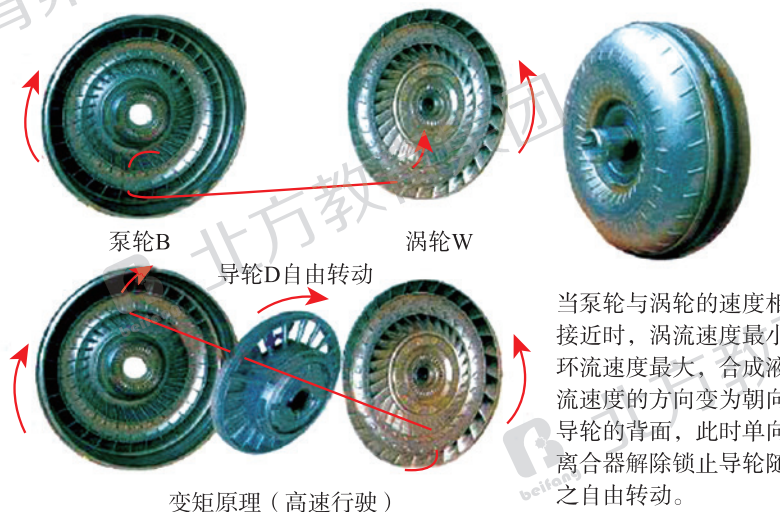
图 7

合点。开始空转后，液力变矩器丧失了液力变矩器的增扭功能而只有液力耦合器传递动力的功能。耦合点实际上是液力变矩器功能改变的转折点，所以将导轮空转的范围称为耦合范围；导轮未空转的范围称为变矩范围。



变矩原理（低速行驶）

图 8



变矩原理（高速行驶）

图 9

应该说明，如果单向离合器打滑不能锁止，涡轮的油流将直接反向冲击泵轮叶片前部，加大泵轮的阻力，使发动机负载加大，转速降低，可能引起起步无力等症状，在进行失速试验时，发动机转速低于正常值。

(2) 锁止离合器的工作过程

液力变矩器在低速时有增矩的作用，而高速达到耦合之后就没有增矩的作用了。理论上变矩比是1，但由于油内部的摩擦会造成一定的损失，并且泵轮和涡轮之间也有4%~5%的扭矩损失，这样就导致实际变矩比小于1。为了提高液力变矩器的传递效率，改善变矩器在高速工况下的效率，降低燃油消耗，一般在液力变矩器中都加装锁止离合器。

主油路的压力油经节流口作用在锁止离合器控制阀的右端，锁止离合器控制阀的左端作用弹簧弹力。当着车速、节气门开度等因素未达到锁止条件时，锁止电磁阀不通电，电磁阀的泄油孔开启，使作用在锁止离合器控制阀右端的控制油压下降，滑阀在弹簧力的作用下右移，来自次调压阀的压力油经锁止离合器控制阀同时作用于液力变矩器内锁止离合器活塞的两侧，从而使锁止离合器处于“分离状态”。如图10所示。

分离状态

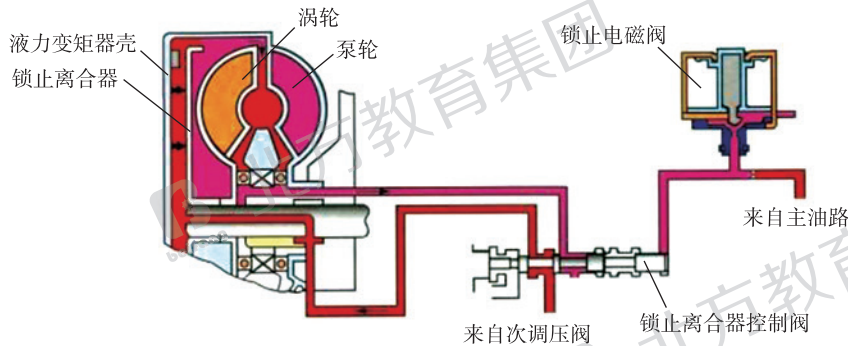


图 10

当车速、节气门开度等因素满足锁止条件时，控制电脑向锁止电磁阀发出电信号，电磁阀的泄油孔关闭，使作用于锁止离合器右端的控制油压上升，滑阀左移，锁止离合器活塞左侧的液压油经锁止离合器控制阀泄空，活塞右侧的液力变矩器油压将活塞压紧在液力变矩器壳上，使锁止离合器处于“结合状态”。如图 11 所示。

接合状态

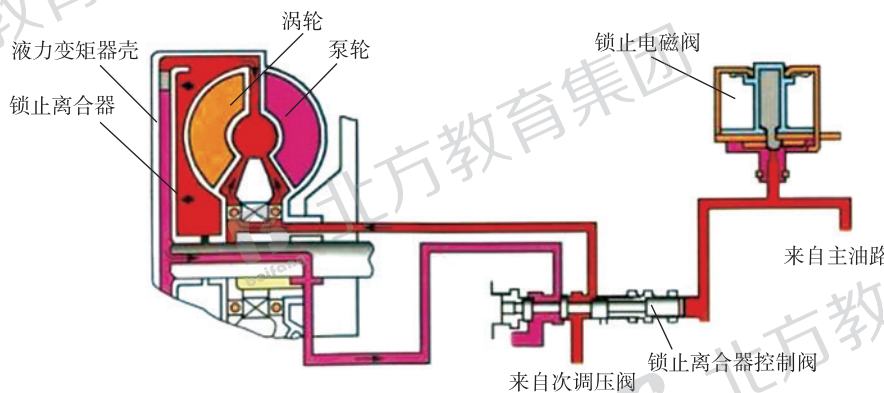


图 11

以上图示说明了液控变速器的变矩器中的液流和液压都是在油泵工作的基础上建立的，液流和液压的分配是受阀体控制的；而电子控制的变速器的离合器的锁止状态是受电子系统监控的，不正常状态会导致控制系统进入保护模式而不换挡。

锁止电磁阀油开关控制式和脉冲控制式，电磁阀卡死在锁止状态时，踩下制动踏板发动机就容易熄火，若电磁阀卡死在不锁止状态，汽车油耗量会增大，会使油温升高容易变质，高速时动力性变差。

(3) 液力变矩器的工作过程

变矩器在换挡杆位于 D（前进）档、低档、或 R（倒）档时，各工作过程情况如下所述。

1) 车辆停住。发动机怠速运转

发动机怠速运转时，发动机自身产生的扭矩最小。由于车辆停住，涡轮的转速为零而变矩器输出扭矩最大。所以涡轮总是随时准备以大于发动机所产生的扭矩转动。

2) 车辆起动时

当制动器松开时，涡轮与变速器输入轴一起转动，加速踏板踩下时，涡轮转速就以大于发动机所产生的扭矩转动，车辆开始前进。

涡轮转速从零开始逐渐增大，液力变矩器的输出扭矩逐渐减少。

3) 车辆低速行驶时

随着车速增加，涡轮转速快速接近泵轮转速，扭矩比也快速接近 1:1。

4) 车辆以中、高速行驶时

当涡轮于泵轮转速接近耦合点时，导轮开始空转，扭矩下降，此时液力变矩器逐渐变为液力耦合器。涡轮转速与泵轮相等时，此时变矩器仅仅起到液力耦合器的作用。

三、变矩器的检查与维修

1. 目视检查

检查液力变矩器的外部有无损坏和裂纹，是否由于油温高而导致外表发蓝，是否有明显的高温烧蚀现象。检查液力变矩器连接螺栓，如有损坏应给予更换。检查液力变矩器的传动壳是否光滑，如果传动壳有磨损，则仔细检查油泵传动并更换液力变矩器，传动壳表面如有轻度的磨损或划痕可以用细砂布磨光。

2. 轴套径向跳动量检查

检查飞轮及挠性板是否翘曲，是否有裂纹，如图 12 所示。检查起动机齿圈上的齿表是否损坏，如果有损坏的迹象，应更换飞轮。如遇到后凸缘、表面磨损、接缝或焊缝处漏油，传动壳松动、传动壳肩磨损或壳的径向跳动过大情况，测量时至少要选取三个测量点，如图 13 所示。把液力变矩器和曲轴连接好，把表架固定在发动机后端，百分表触针垂直打在变矩器的输出端上，并压缩 1mm，将曲轴旋转 360°，看百分表针的摆动量。液力变矩器输出端插在油泵内齿轮上，油泵内齿轮和外齿轮的工作间隙通常小于 0.15mm。如变矩器输出端径向跳动过大，就会造成工作时油泵内齿轮和外齿轮间冲击，导致油泵齿轮早期磨损。变矩器输出端（驱动壳）径向跳动量不得大于 0.20mm。

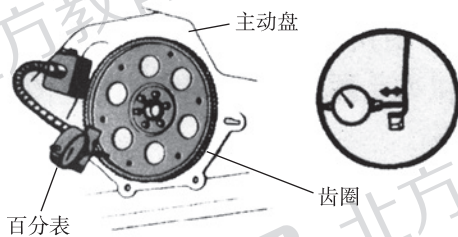


图 12

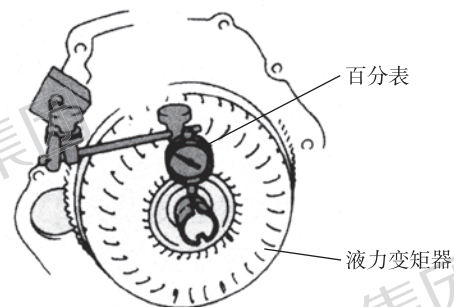


图 13

3. 液力变矩器涡轮轴轴向间隙检查

涡轮轴轴向间隙是指涡轮前后间隙量。如果间隙值不准确，会导致液力变矩器内部元件运动干涉。将百分表固定在液力变矩器壳体上，使表头在涡轮轴上方，测量涡轮轴的轴向间隙，并记录该值，如图 14 所示。如果涡轮轴轴向间隙大于规定值，更换液力变矩器。

4. 导轮单向离合器的检查

导轮是起增扭作用的重要元件，如果不能实现单向自由转动，将对汽车整个动力性能产生很大影响，所以必须仔细检查导轮单向离合器的工作情况。用专用工具检查单向离合器是否顺转自如而逆转锁止。

5. 内部干涉检查

液力变矩器内部的泵轮、导轮和涡轮之间应该是相互独立的运动，如有相互碰撞和干涉将产生噪音，并可能损害变矩器，放置时将变矩器油泵驱动轴侧朝下。

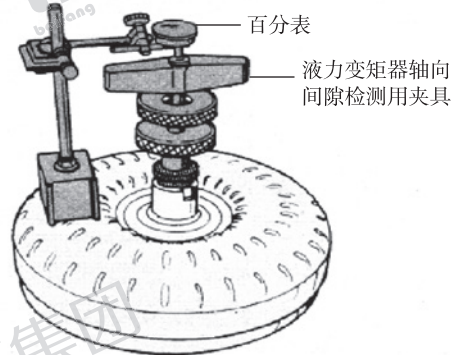


图 14

6. 锁止离合器检查

摩擦材料和锁止功能的检查是非常重要的。如果变矩器油中有大量的摩擦材料脱落或有大量的金属颗粒，则可能是锁止离合器中的摩擦片磨损过量导致的。锁止离合器的好坏可以通过检查锁止离合器的工作状态来判断，下面列出了通过试车来检查锁止离合器工作状态的方法步骤。

(1) 试车前准备工作

在进气歧管处接上真空表，如车内没有发动机转数表，还需接一个发动机转数表。热机，使发动机、变速器达到正常工作温度。

(2) 锁止离合器接合和分离情况检查

1) 锁止离合器分离情况检查

将汽车车速稳定在 80km/h 行驶。在保持车速的同时，轻微的点制动踏板（使制动踏板臂和制动开关刚刚脱离接触即可）。在正常的情况下，没有点制动踏板前，液力变矩器应该已经进入锁止工况。而踏板臂，只要和制动开关脱离接触，液力变矩器就应立即解除锁止。在解除锁止的瞬间，曲轴不用直接带动涡轮旋转，使发动机负荷下降，所以踩下制动踏板（没有进入制动状态）时，发动机的转数，进气歧管的真空度应该增加。

如轻点制动踏板后，发动机的转速和进气歧管真空度均保持不变。那就有以下两种可能：

① 液力变矩器无法进入锁止工况。

② 液力变矩器不能解除锁止工况。

汽车在仍保持 80km/h 车速时，作一次紧急制动。紧急制动后发动机熄火，说明变矩器不能解除锁止。轻点制动，发动机转数没有变化；紧急制动时发动机不熄火，说明变矩器没进入锁止工况。这两种故障都应及时排除。

2) 锁止离合器接合情况检查

轻点制动时，发动机转速和进气歧管真空度同时增加，放松制动踏板后，二者又都恢复到原来的数值，说明液力变矩器工作正常，在放松制动踏板后，能立即进入锁止工况。如果实现不了这种工作状态，说明锁止离合器接合不正常，不能顺利进入锁止工况，必须及时排除故障。

7. 清洗

手工清洗液力变矩器步骤：

(1) 倒出变矩器内残留的液压油。

(2) 向变矩器内加入 2L 干净的液压油，摇动变矩器，以清洗其内部，然后将液压油倒出。

(3) 再次向变矩器内加入 2L 干净的液压油，清洗后倒出。

手工清洗的液力变矩器不能保证其内部完全被清洗干净，建议使用下列两种方法进行清洗。

以下两种液力变矩器的清洗方法，必须到专业的自动变速器修理厂去做。

方法一：

在变速器车间将变矩器壳体切割成两半，然后清洗部件，检查他们是否磨损，并更换磨损或断裂的部件，然后再将变矩器壳焊接在一起做动平衡测试等相关的测试。

方法二：

利用专用的清洗机对液力变矩器进行清洗。将液力变矩器安装在清洗机的固定架上，清洗机用加压的清洗剂对液力变矩器进行冲洗，清洗机的驱动装置在冲洗的同时还驱动变矩器涡轮。清洗工作大概需要 15 分钟的时间，这种方法可以冲掉绝大多数是金属颗粒。清洗完毕后，将洗净的液力变矩器从清洗机上拆下，从放油螺栓孔放出残存的清洗剂。