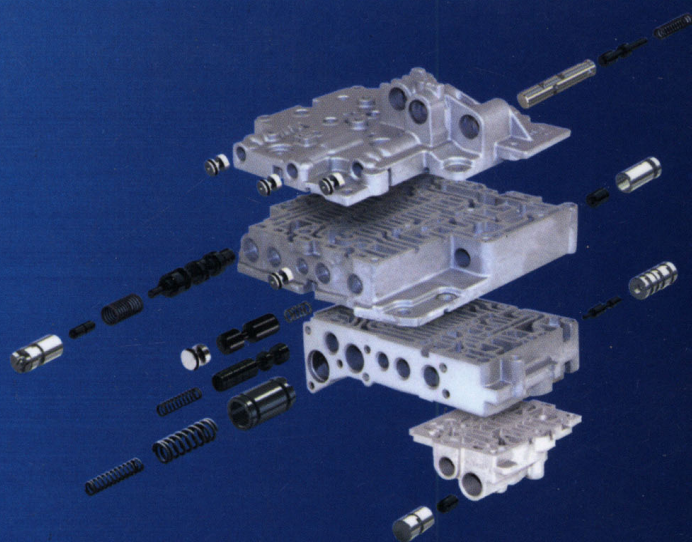




汽车专项维修技术精华丛书

汽车自动变速器阀体 诊断与修复技术

- ✓ 系统介绍目测法、湿气测试法、真空测试法、垂度测试法、流量测试法、摇摆测试法等国外维修专家所用的实用技术。
- ✓ 著名的美国索奈克斯公司《阀体诊断与修复技术》DVD视频展示国外维修专家的实际操作，获2008年美国自动变速器维修市场10佳工具奖。



齐明 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配DVD光盘



汽车专项维修技术精华丛书

汽车自动变速器阀体 诊断与修复技术

齐 明 编著



机械工业出版社

阀体是自动变速器中液压控制的核心部件。本书以国外最新的阀体诊断维修资料为基础,系统介绍了国内各种常见阀体的诊断与维修技术,其中包括大众/奥迪、通用、福特、爱信等的4速、5速、6速自动变速器阀体。此外,本书中还介绍了各种阀体诊断技巧,读者可以在领会其实质后用于不同的变速器阀体维修,做到举一反三,将能极大地提高自动变速器的维修技术。

美国索奈克斯公司提供的阀体故障诊断培训 DVD 光盘是难得的系统培训资料(注有中文字幕),并荣获美国 2008 年自动变速器十佳工具奖。

本书实用性极强,其中绝大多数技术来自于国外自动变速器维修专家的实际维修经验,非常适用于自动变速器专业维修店和变速器再制造厂家的一线技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器阀体诊断与修复技术/齐明编著. —北京:
机械工业出版社, 2010.1

(汽车专项维修技术精华丛书)

ISBN 978-7-111-28621-9

I. 汽… II. 齐… III. ①汽车—自动变速装置—阀体—故障
诊断②汽车—自动变速装置—阀体—车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 193308 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:刘 焯

封面设计:王伟光 责任校对:唐海燕 责任印制:王书来

北京新华昌盛印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 13.75 印张 • 340 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-28621-9

ISRC CN-M10-09-0057-0/V • U (光盘) 定

价: 88.00 元 (含 DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010) 68379649

读者服务部: (010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

序

近几年随着我国汽车工业的迅猛发展，汽车保有量逐年递增。我国汽车工业迅速兴起，正在逐步成为世界汽车大国。随着全球整体形势的变化，世界各国汽车公司都争先恐后地涌入中国市场，同时带来了大量的先进汽车技术，这样便给我们创造了良好的学习环境和学习条件。比较突出的新技术有发动机缸内直喷技术、柴油共轨技术、车身稳定控制等，其中新型自动变速器无论从电子控制还是液压控制也都有了全新的技术，这就需要我们广大维修人员尽快学习和掌握这些新技术。

动力传动系统中的自动变速器在汽车中是仅次于发动机的关键部件之一。它是机、电、液、信息融于一体的典型产品，它的核心技术是电液控制和信息处理，其液压控制技术多年来一直困扰着广大汽车科研人员和汽车维修人员。为此美国常春藤名校达特茅斯学院(DARTMOUTH COLLEGE)工程科学硕士齐明先生把国外多年学习掌握的液力传动知识，以及美国自动变速器维修行业内的先进诊断与维修技术通过该书奉献给大家。齐明先生把国外已经成熟的阀体诊断修复技术和新的维修理念引入到我国，并利用大量的时间将这些新技术、新信息进行汉化处理及时地传授给广大维修人员，这样无形中就大大缩短了国内自动变速器维修行业与国外自动变速器维修技术的差距，为推动整个国内自动变速器维修行业作出了自己的贡献。

该书的主要素材来自于美国索奈克斯工业有限公司提供的行业内唯一的自动变速器阀体诊断培训课程，最大特点就是专业性强，介绍了国际上最新诊断和维修技术。作为本书蓝本的《阀体故障诊断培训 DVD》在 2008 年被美国《变速器文摘》评选为行业 10 佳工具之一。国内同行业内还没有专门论述自动变速器阀体诊断和维修的专著，此书填补了国内这一领域的一项空白。此书图文并茂、深入浅出、理论联系实际，以检测和修理为目的，借鉴了大量国外的成熟经验和技術，对广大自动变速器维修人员和科研人员具有一定的理论指导和实用价值。为此我向从事汽车维修、汽车科研、职业教育的同仁们，积极推荐这样一本国内独有、令人耳目一新的实用性专著。

薛庆文

国家劳动和社会保障部汽车专项技能认证师资培训师
国家质检总局汽车产品缺陷中心专家委员会委员
北京理工大学汽车高薪技术精品班讲师

前 言

自动变速器的维修有别于普通的汽车维修，由于自动变速器维修的专业性很强，因此往往需要专业的、独立运作的变速器专修厂来进行维修，这在国内还是一个刚刚起步的朝阳产业。近年来，由于自动变速器在国内使用逐渐普及，变速器维修行业发展迅速，专业修理厂，不论规模大小，如雨后春笋般地在全国各地出现。很多汽车维修人员也对变速器的维修有很大的学习兴趣，大量的维修人员快速涌入这个领域，然而随之而来的问题是没有合适的维修资料和培训教材，以前的维修方法在新的市场环境下显得日益落后，不但维修效率低，而且维修成本高，关键在于无法准确判断故障根源，只能以更换来代替维修，维修操作中猜测的成分很大。随着维修市场竞争的日益加剧，行业利润水平下降，如果没有足够的技术为基础，将无法在今后激烈的市场竞争中生存。

一直困扰变速器维修行业的两大问题始终是技术资料 and 零配件的供应，而液压控制的核心——阀体，又是其中最缺乏技术资料的部分。阀体故障的诊断对很多维修人员来说一直是个难题，而国内的自动变速器维修行业内尚无系统的资料和操作实践总结。有鉴于此，本书结合国外最新的阀体诊断培训资料，对这个领域的诊断和维修技术进行了系统的介绍，其中主要资料来源是美国索奈克斯公司提供的《阀体诊断课程》和《阀体培训光盘》，这也是目前美国行业内唯一关于阀体诊断和维修技术的系统培训资料，其中《阀体培训光盘》荣获美国 2008 年自动变速器十佳工具奖。

本书分两个部分，第一部分介绍各种阀体检测诊断的技术，比如各种目测法、垂度测试法、真空测试法、湿气测试法、液压测试和流量测试法等。其中除了用阀体测试仪的测试法外，其余的测试方法都简单实用，无需昂贵的设备投入而又能解决实际问题，特别适合于一线操作工人的具体实践。这些方法都来自于国外行业内以技术为导向的自动变速器修理厂和一些国外自动变速器维修专家的维修实践，对于希望提高诊断和维修技术的国内同行应有很大的借鉴意义。本书第二部分介绍阀体的修复技术，主要介绍阀体的铰孔技术，这里介绍的内容是目前国外最新的阀体修复技术，旨在找到故障根源，完全彻底地消除阀体发生故障的根本原因，而并非暂时性的补偿修复方案。大家都知道阀体维修最大的困难在于既要消除眼前的故障现象，又要做到不产生额外的故障和副作用。要真正做到这一点，就需要知道原厂的制造标准，以及正确分析出故障产生的根本原因。很多阀体故障其实是有规律性的，而且很多故障与原厂在某个具体部件上的设计缺陷有关。在本书的第二部分介绍了一些常用变速器的常见阀体故障的诊断和解决方案，维修者只要认真理解了这些故障点和解决方案，并加以实践，实质性地提高维修技术和维修质量就不再是遥不可及了。

由于阀体维修的工具与资料多为英制，所以本书中保留了相关参数中的英制单位，英制一米制的单位换算见附录。

编者

目 录

序		第五章 湿气测试法	57
前言		第一节 湿气测试法综述	57
第一章 自动变速器阀体维修介绍	1	第二节 湿气测试板的使用	58
第二章 目测法	4	第三节 利用主油路测试口进行湿气测试	59
第一节 滑阀表面偏磨的检查	4	第四节 改装电磁阀进行湿气测试	61
第二节 滑阀表面磨损的其他形式	6	第六章 使用液压测试设备	68
第三节 阀孔磨损的目测	7	第一节 液力测漏仪	68
第四节 灯光测试	8	第二节 专用阀体测试仪	74
第五节 滑阀弯曲失效	10	第七章 ATF 流量测试法	81
第六节 摇摆测试法	11	第一节 ATF 流量测量原理和变速器的油路循环	81
第七节 目测法总结	16	第二节 车辆路试与 ATF 流量检测	89
第三章 真空测试法	17	第三节 流量测试法总结	104
第一节 测试油路的封闭	17	第八章 阀体的铰孔修复技术	105
第二节 真空测试设备的制作和校验	19	第一节 阀体铰孔修复的应用	105
第三节 数据评判标准	23	第二节 铰刀的定位技术	107
第四节 大众 01M/01N 阀体的真空测试	24	第三节 铰孔操作实例	112
第五节 ZF-5HP19 阀体的真空测试	30	第九章 常见自动变速器阀体的故障分析和修复方案	136
第六节 4T65E 阀体的真空测试	33	第一节 自动变速器生命周期中的“死亡循环”	136
第七节 JF506E 阀体的真空测试	38	第二节 大众 01M/01N 阀体的故障分析	138
第八节 爱信 AW55-50/AW55-51 阀体的真空测试	39	第三节 通用 4T65E 阀体的故障分析	147
第九节 AXODE/AX4S 阀体的真空检测	46	第四节 福特 CD4E 变速器的诊断与维修	158
第十节 CD4E 主调压阀的真空测试	49	第五节 彻底解决 4L60E/4L65E 反复烧 3-4 档离合器/制动带的问题	169
第四章 垂度测试法	51		
第一节 使用游标卡尺或百分表的测量方法	51		
第二节 使用针规的测量方法	53		
第三节 垂度测试法总结	55		

第六节	悍马 4L65E 变速器的改进	174	第十一节	5L40E/5L50E 倒档和锁止故障的	
第七节	丰田 U140E/U240E 变速器阀体			诊断方法	203
	的诊断与维修	179	第十二节	奔驰 722.6 因主油压泄漏而	
第八节	深入分析 JF506E 的锁止			导致的换档故障及解决	
	问题	187		方案	209
第九节	深入理解滑阀的增压比	190	附录	单位换算表	213
第十节	诊断 AW55-50/51 的 2-3 及 3-2				
	换档故障的根源	196			

第一章 自动变速器阀体维修介绍

一、国外阀体维修的行业发展过程

自动变速器维修的专业性很强，很多普通汽车维修厂没有足够技术力量对自动变速器进行解体修复，一般都只能以更换变速器总成来进行修理。由此在汽车维修市场上出现了自动变速器的专修厂。在国外，尤其是美国市场，这样的变速器专修厂大规模出现要比国内早 20 多年。维修自动变速器要涉及液力变矩器、变速器壳体、硬件部分、软件部分等，其中对于大多数修理厂来说最为难掌握而又关键的部分就是阀体，维修阀体有几个困难因素：

1) 大多数操作工人对于油路图的分析望而生畏。

2) 对于维修人员而言，阀体的公开资料很有限。很多变速器 OEM 开发厂商认为普通修理厂没有足够的技术实力来对阀体进行维修，因此原厂索性规定阀体不能擅自维修。而实际上在国外 4S 店内，在保质期内更换上的变速器几乎全都是经汽车厂商指定的专修厂翻新的变速器，这样能大大降低汽车厂家的售后成本。

3) 阀体诊断技术严重缺乏，行业内缺少系统的培训资源。普通修理者除了用肉眼检查以外，就只能通过更换总成来确定阀体是否有故障。

4) 缺乏阀体的维修零件和工具。原厂对后市场最多只提供电磁阀，更多的是以阀体总成的形式来提供，因而更换阀体的成本很高。

然而由于行业的发展以及竞争越来越激烈，各变速器专修厂的成本压力也越来越大，唯一的出路只能是通过不断掌握新技术使维修成本降低，同时提高维修质量。在这种情况下阀体维修这一专业性极强的领域也逐渐发展了起来。十几年前的美国市场已开始有专业的阀体翻新公司出现，刚开始的时候，很多人并不看好这个领域的前景，正如现在国内行业内遇到的问题一样，最大的问题在于维修的质量以及可能发生的昂贵的售后问题，因为一般的翻新阀体的使用者缺乏阀体诊断的手段，因此往往将不能解决的问题统统归于阀体问题。发展至今，专业阀体翻新在美国变速器售后市场已发展成一个独立的市场了，就像专业的液力变矩器翻新一样。

归根结底，这个行业发展的动力直接来自于降低成本的驱动。根据美国市场的分析，对于变速器修理厂，阀体的维修成本可以分为以下几种（见表 1-1，以常见美国变速器为例）：

表 1-1 阀体维修成本

	阀体的购买成本	人 工	工 具	阀体总成本
全新阀体	375 美元	40 美元	0 美元	415 美元
直接使用旧阀体	50 美元	80 美元	0 美元	130 美元
翻新旧阀体	35 美元（零件购买成本）	80 美元	3 美元/次	118 美元

这个表格说明了行业发展的 3 个阶段，不论在国内还是国外，这是有一定的发展规律

的。当一款新变速器还未进入大规模维修期时，旧阀体的供应来源很有限，因此维修厂只能向原厂购买昂贵的全新阀体。然而随着这款变速器在后市场维修量的增加，旧阀体开始大量出现，这时修理厂可以从旧件中以低成本挑选出成色较好的旧阀体，直接拿来使用，替换有问题的阀体。但是随着这款变速器在市场上的整体里程数增高，人们逐渐发现直接使用旧阀体有很多隐患。首先随着里程数的增高，成色新、无磨损的阀体开始越来越少了，而低价买来的旧阀体总有一定的磨损部位。由于缺少系统的诊断技术，即便肉眼看上去还行，往往阀体的隐患会导致变速器保质期内的返工，造成维修利润的大幅降低。而且随着行业竞争的加剧，这种返工造成的成本越来越高。在这种情况下，行业内的高手们逐渐发明出不同的阀体诊断技术，而且人们逐渐发现某一种特定的变速器中，其阀体的失效部位也是有规律可循的，阀体的大多数部位都是完好的，只是在某一些活动频率比较高的地方会有规律性的失效，主要集中在由脉宽调制信号控制的锁止控制油路、调节主油压的主调压阀和增压阀套、弹簧、滑阀端塞等部位，这大多与原厂在这些特定位置的设计有关，因为再好的设计也不会十全十美的，而且也只能通过一段时间的实际使用情况来得到反馈。因此，只要修复好其中几个特定的部位，配合以合适的检测技术，阀体就能以较小的成本得到维修，其零件更换成本大概只有更换阀体总成的十分之一左右。同时，随着诊断技术、替换零件和工具不断发展，翻新阀体的保质期也逐渐增加，目前国外翻新再造变速器的保质期普遍已达到3年/16万公里，已经开始超过原厂全新的变速器保质期了（国内目前的变速器原厂保质期一般为2年/4万公里）。从表1-1可以看到，技术好、学习能力强的修理厂可以通过对旧阀体的翻新，做到成本降低的同时维修质量得到提高。

二、国内行业目前的状况

过去的几年内国内自动变速器维修行业发展飞速，但行业整体技术水平与国外还有一定差距，在阀体维修方面尤其如此。在阀体诊断技术上，大多数一线修理工所受到的技术培训几乎没有。在国内技术实力比较雄厚的一些大的专修厂内配有专业的阀体测试仪，资金投入很大，但在实际维修中所起到的作用很有限，修理工普遍反映阀体测试仪在检测阀体故障上不太准确。这里既有设备的问题，也有操作人员的问题。阀体测试仪是国外专修厂标定阀体品质的最权威设备，但是如何使用以发挥它的功效却依赖于具体的操作人员。比如，在常温下进行测试，需要使用一种粘度（viscosity）与高温下自动变速器油（ATF）相近的液体，常温下用普通的ATF做测试会与实际工作温度下的情况有所不同。再比如，使用标准的阀体测试板在阀体测试仪上进行测试，得到的是阀体总体的综合信息，至于具体哪个阀孔和哪个滑阀是出问题的地方，则需要测试人员根据阀体测试仪上得到的信息来进行分析，这对于普通修理工来说是不易完成的。对于高手来说，为了测试某个油路，可以很快地自制一个阀体测试板；对于测试锁止油路，人们往往在阀体测试仪上再接一个流量计，因为这个油路的流量测试很说明问题。所有这些测试手段都可以通过阀体测试仪来进行，但前提条件是操作人员对油路必须有很好的理解。因此在目前的国内行业内，阀体检测技术比较薄弱。

对于阀体维修技术而言，很多修理厂并不解体阀体，以更换阀体总成作为主要解决方法，一般只要交车时故障消除即可，至于是不是阀体问题，以及阀体内具体什么地方出问题就不得而知了。用换阀体总成的方法来猜测故障，效率不高，成本不低，有时一块阀体在这个车上有问题，在另一个车上却没表现出啥问题，因此时间都花在了变速器的拆装上了，有

时候还越换越糊涂。

也有很多专修厂解体阀体，但一般只停留在目测、清洗和更换电磁阀，如果发现有滑阀卡滞的情况，则还是以打磨滑阀或阀孔为主。这里存在 3 个主要问题：

第一，很多修理厂的阀体清洗工艺很粗糙，煤油已经很脏了却还在清洗阀体，或者用来清洗变速器其他零件的煤油非常脏，一旦装车运行后，粘附在其他零件上的杂质颗粒顺着 ATF 的流动，进入阀体，卡滞于滑阀和阀孔之间，造成不应该有的故障返修。

第二，滑阀卡滞的原因在于滑阀或阀孔被偏磨，造成滑阀与阀孔配合间隙过大，这样容易造成滑阀在孔内运行时偏离中心线摆动，在阀孔内壁磨损出台阶，过大的间隙也容易使杂质颗粒卡在其中。用砂纸打磨滑阀或阀体只能使滑阀的间隙更大，这种方法用在过去的液控变速器会有些效果，但对于如今的控制精密的电控变速器，这种方法已经完全不适用了。过大的配合间隙会加速滑阀和阀孔的磨损。这也是为什么很多修理厂反映滑阀或阀孔打磨后没过多久变速器又回来返修的原因。

第三，油路的控制是由电磁阀和滑阀共同作用的，并非所有的问题都是更换电磁阀能解决的，实际情况是由于缺乏对电磁阀的检测手段，导致很多电磁阀更换的浪费。有时候由于滑阀/阀孔的机械磨损导致电磁阀对其的控制能力降低，更换了新电磁阀后虽有所改善，但维持时间不长，原因就在于并非是电磁阀出的问题。

那么对于专业维修厂，如何提高阀体诊断及维修技术呢？投入大量资金购入检测设备就能解决问题吗？实际上在变速器维修这个行业中，资金起的作用并非最主要的，再先进的设备如果没有合适的人员来操作，还是没有效益的。对于小规模修理厂而言，昂贵的检测设备也是不切合实际的。真正起到关键作用的是技术，而且这些真正实用的技术并不需要花多少钱来投入，这些技术来自于国外行业内一些技术专家的经验积累和创造，我们唯一需要的就是花些时间去学习和掌握这些经验，因此重要的不是资金，而是我们的学习能力和智慧，这也正是自动变速器维修的一大乐趣。这里我们就着重系统地介绍这些阀体诊断和修复技术，这些技术是在美国索奈克斯（Sonnax）公司的“阀体诊断课程（valve body clinics）”的基础上编辑整理而成的，这也是目前国内外的维修行业内唯一系统介绍阀体维修的课程来源，相信一定会对国内自动变速器维修行业的发展有所裨益。

本书具体分为阀体诊断技术、阀体维修技术和常见阀体修复方案几部分。阀体诊断技术最为重要，主要为目测法、垂度测试法、真空测试法、湿气测试法、油压测试法，以及整车路试的流量测试法。这些技术简单实用，无需大量设备投入，检测设备可以自己改装或制作。一旦掌握其精髓后，大家可以根据不同的阀体来举一反三、灵活运用。阀体维修技术主要介绍阀体的铰孔技术，因为这是阀体维修中的最大难点，而一般更换阀套或滑阀的操作，则是普通操作人员都会做，因此就不再赘述了。第九章还介绍了一些常见阀体故障及其解决方案，这些故障不是基于个别特例，而是在国外行业内的维修实践基础上总结出来的规律性问题。虽然国内外变速器故障不尽相同，而且有一个时间差的问题，但它山之石，可以攻玉，了解这些规律性问题一定是对国内变速器维修人员大有裨益的。

第二章 目 测 法

目测方法假设此时阀体已经清洗干净并准备安装了，因此在进行目测前先要清洗阀体。如果知道阀体的哪些部分需要检查，就会节省很多时间。因此，应首先大概地看一下哪些滑阀运动频繁。基本检查思路是：仔细检查由脉冲调制电磁阀驱动的那些滑阀。追踪每条由电磁阀出发的油路，检查和这些油路作用的每个滑阀。然后应该查看控制系统油压的调压阀，最后再检查换档阀。手控阀和换档阀虽然会有阀孔磨损，但是其活动频率和磨损程度通常都没有调压阀那样严重。以下会详细介绍滑阀和阀孔的磨损形式，过度的磨损在滑阀表面或阀孔壁上往往只不过是一些灰色或发亮的区域。

首先，我们需要介绍一下滑阀控制术语。滑阀的“非工作状态”（at rest）指的是当滑阀处于工作油压下没有影响到它时的状态或所处的位置。阀孔不会在滑阀非工作状态的位置上产生磨损。滑阀的“工作位置”指的是当滑阀处于控制油压作用时其所处的位置。当滑阀在液压的推动下，其一个或多个控制圆柱正在打开油路或离开油路板阀孔的支撑时，这个位置通常就是滑阀的工作位置。所有的滑阀都受到偏载、弹簧力和杂质污染物的影响。当液压作用于滑阀面或杆部的一侧时就会产生偏载。偏载产生的磨损表现为可观察到的磨痕或表面变色的区域。

第一节 滑阀表面偏磨的检查

图 2-1 是通用公司的土星 TAAT 阀体中的锁止阀和 4 档控制阀。油从这里流过，可以看见这是一个铝制阀，表面没经过阳极处理，此滑阀在阀孔内来回运动中，由于杂质的存在使滑阀表面磨损，你可以看见滑阀表面的划痕，磨损区域的颜色与未磨损区域的有明显不同。因此当分解这个阀体时，应该检查每个阀是否都被杂质划伤。这些磨痕一般都集中在滑阀的某个侧面上，表明都是偏磨。此外，这个阀的内部也容易被磨损，因为有个小柱塞阀位于这个阀的内部。在图 2-2 中可以看见这个小柱塞的表面也有很明显的偏磨，磨损区域颜

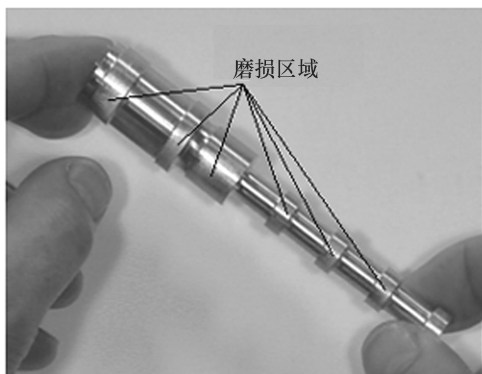


图 2-1 TAAT 锁止阀

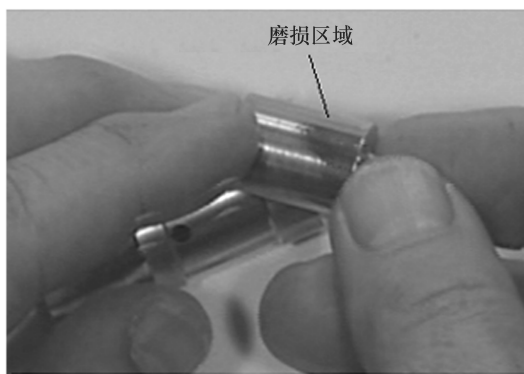


图 2-2 TAAT 锁止阀套内的小柱塞阀

色呈灰暗色。

图 2-3 是 4T65E 的 TCC 作用阀，这是早期的版本，原厂滑阀没有在表面进行阳极电镀处理，由于其运动频繁，因此表面很容易磨损。从图 2-3 可以看见这个阀的各个圆柱区域都有划伤，尤其是图中拇指所指的地方容易产生磨损的印记。当自动变速器由（ATF）流过这个阀时，它实际上会将这个阀向阀孔壁推去，从而产生偏磨。在以后的 4T65E 变速器版本中，原厂将这个阀改成了更耐磨的阳极电镀阀，虽然效果有所改善，但维修实践表明，在达到一定里程数后，原厂的这个电镀阀依然会产生磨损，而且其靠近电磁阀的一端还容易磨损阀孔。它引起的变速器故障现象表现为：741 故障码——变矩器无锁止，工作温度下锁止离合器掉出锁止位置，变矩器颤抖和较高的锁止打滑率。其原因都是因为该阀与阀孔的磨损导致此锁止阀在正常情况下无法被推到锁止位置。这个 4T65E 锁止阀的解决方法会在后面章节中介绍。

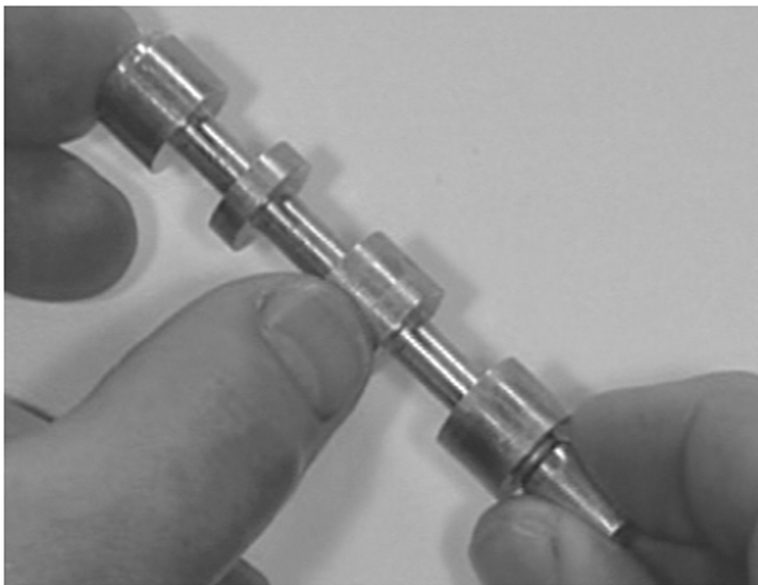


图 2-3 4T65E 的 TCC 作用阀

另一个例子是 4R70W 的主调压阀。从图 2-4 可以看见这个滑阀端部的宽圆柱面上有磨损，这也是由于 ATF 在流经这个阀时将它推向阀孔壁。实际上不仅这个滑阀被磨损，与其配合的阀孔也被磨损，因而不得不对油路板进行铰孔操作才能得以修复。这个主调压阀和同一阀孔内的增压阀一起工作，由于它们的磨损而导致的变速器故障现象有：离合器和制动带提早失效、倒档增压差、换档疲软、换档品质差、主油压增压不够、倒档时有异常的嗡嗡声并且油压无法控制。

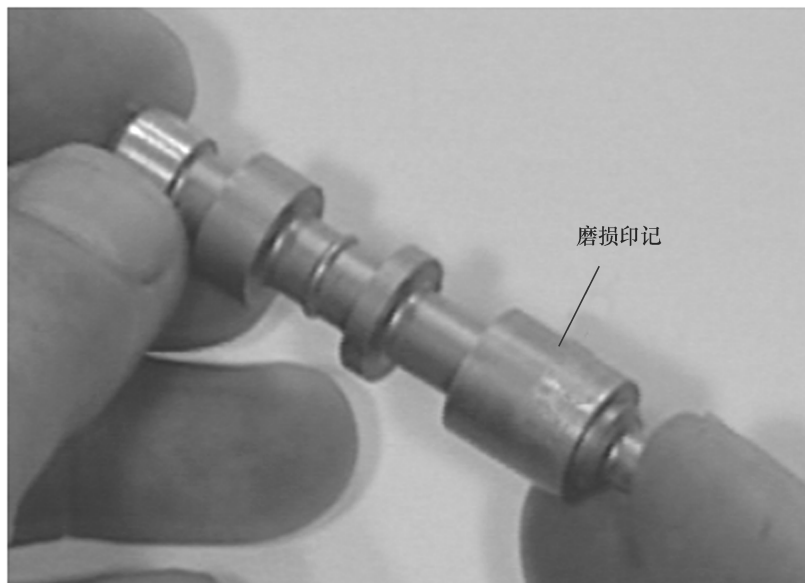


图 2-4 4R70W 的主调压阀

第二节 滑阀表面磨损的其他形式

除了以上看到的表面偏磨印记外，有些滑阀在与阀孔的摩擦过程中会被烧灼，因而表面都有印记留下，这表明阀与阀孔之间的配合间隙过大。图 2-5 中较长的那个黑阀是 CD4E 的主调压阀，短的颜色较淡的那个阀是 AX4N 和 AX4S 的变矩器调压阀，图中都可以看到表面烧灼的印记。CD4E 的主调压阀磨损会产生这样的一些变速器故障现象：故障码 628、1744、1740——油压过高，离合器鼓开裂；变矩器锁止离合器寿命缩短；铜套或行星轮失效；前进档入档延迟或倒档接合延迟。而在 AX4N 和 AX4S 中，这个变矩器调压阀的失效会导致这样的一些变速器故障现象：变矩器的锁止离合器不锁止；故障码 1741、1744 和 628——入档接合延迟；变速器过热；散热器 ATF 流量降低；锁止不稳；1-2 换档疲软等。

有些滑阀的表面电镀层会由于磨损而脱落，尤其是在滑阀控制圆柱的边缘区域。图 2-6 中的这 2 个主调压阀上就可以看到镀层脱落印记。图中具有平台的那个阀是 5L40E 主调压阀，可以看见其表面的阳极电镀膜被磨脱，这是由于滑阀此处不断地与阀孔摩擦。另一个阀是 4L60E 的主调压阀，从图中可以看到阀上的控制圆柱由于与阀孔不断摩擦而产生镀层脱落，致使其形状不再是圆的了。

此主调压阀与阀孔的磨损在 4L60E 和 4L65E 变速器中的表现出来的主要故障现象为：3-4 档离合器失效、过大的油泵噪声、主油压过低、倒档时打颤、离合器打滑。而在 5L40E 中表现出来的故障现象有：主油压低、传动比故障码、油泵滑门和转子磨损、换档错误、没有 4-5 换档。很多故障现象都和主油压（工作油压）不正常有关，而控制主油压，尤其是基线油压的最主要零件就是主调压阀，而它的运动频率又很高，因此它是阀体中一个非常关键的易损件。

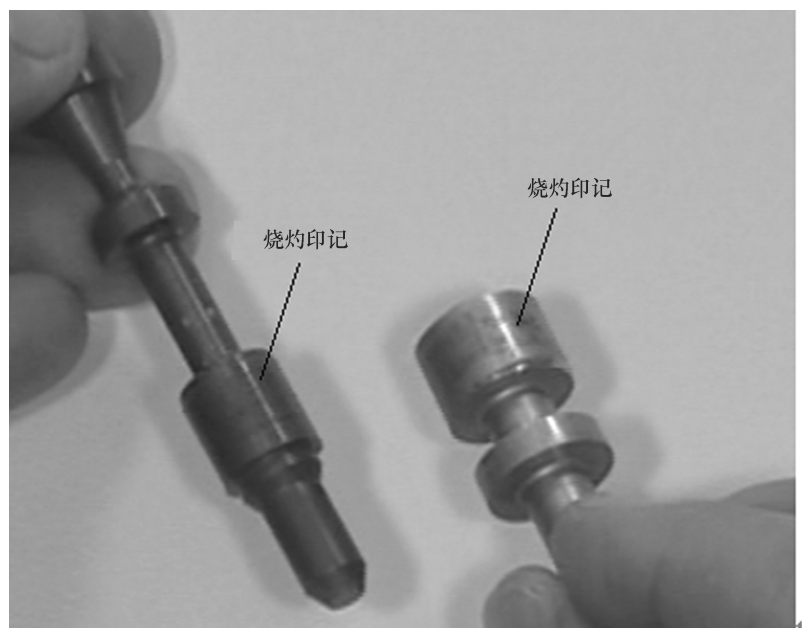


图 2-5 表面被烧灼的滑阀 (CD4E 和 AX4S/4N)

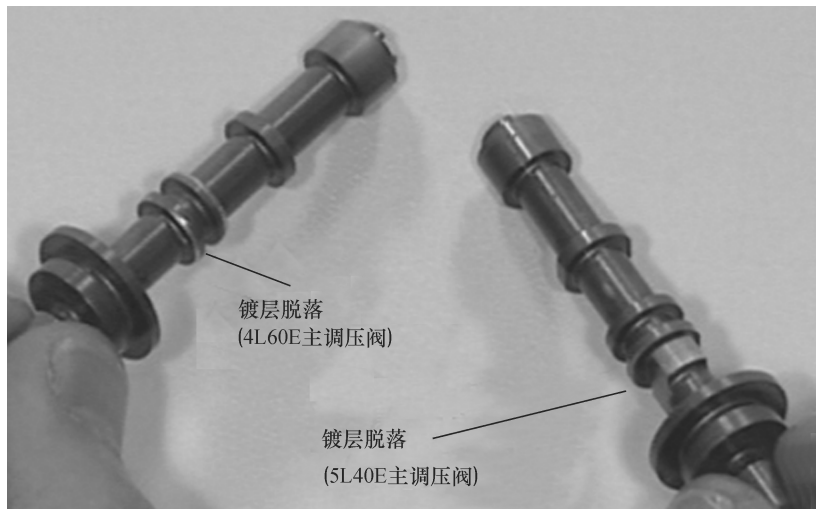


图 2-6 滑阀表面镀层脱落

第三节 阀孔磨损的目测

由于越来越多的滑阀都开始有阳极电镀层，其耐磨性增加，因而相应的阀孔表面也容易被滑阀磨损。图 2-7 显示的是土星 TAA T 的主调压孔，可以看见阀孔内壁有变色区域，这些区域也被磨损，而在这些变色区域内还有一些闪亮的磨损点和划痕。

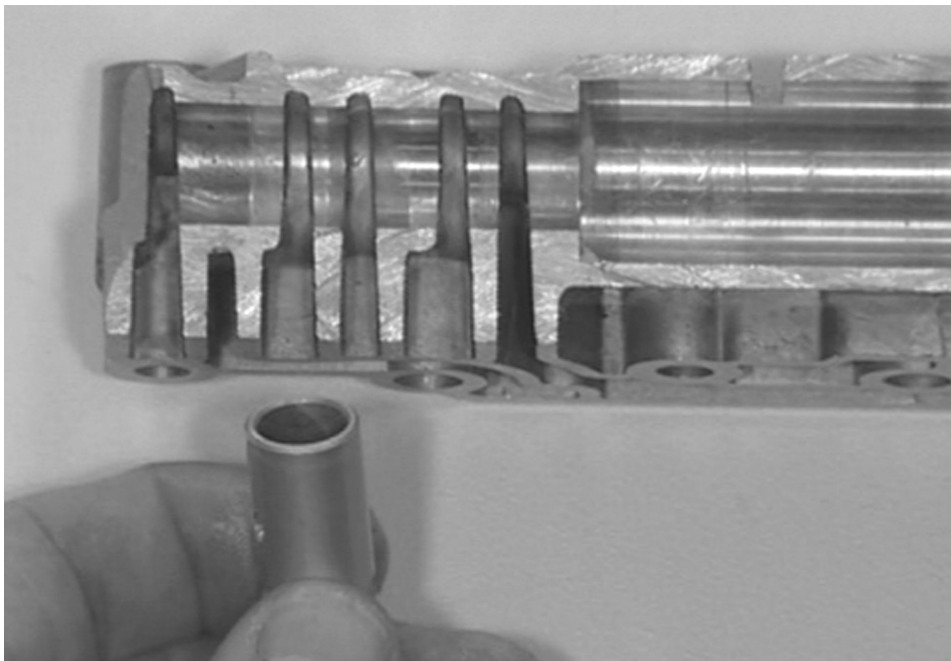


图 2-7 阀孔和阀套内壁的磨损

除了阀孔外，阀套内壁也是经常出现磨损的地方，因为阀套内的滑阀不断往复运动，会逐渐磨损阀套内壁。一般来说，如果仅仅是阀套或滑阀磨损，只需直接替换它们。但是如果是阀孔受到损伤，那即便更换滑阀也不能解决问题，通常需要对阀孔进行铰孔操作，然后配以增大型的专用替换阀才能彻底解决问题。

第四节 灯光测试

目测法除了观察滑阀和阀孔表面的磨损印记，还包括摇摆测试法和灯光测试法。偏磨使滑阀与阀孔之间的配合间隙大大超过正常值，这时可以用手电筒来检测是否有光线能通过的较大间隙。

图 2-8 显示的是如何用灯光测试法来检测土星 TAAT 主调压阀孔的磨损情况。将主调压阀放入阀体内，然后用手电筒从侧面照射。可以看见有光线穿过柱塞与阀孔之间的空隙，这是目测的另一种方法。光线能通过表明此阀孔已严重磨损，如果我们剖开阀体，如图 2-9 所示，我们就可以看到阀孔内壁磨损区域的颜色已变成灰色，光线正是从这里穿过滑阀的。通过图 2-8 中透光的间隙大小可以判断出其阀与阀孔之间的间隙大概有 $0.17\sim 0.25\text{mm}$ ，这样的间隙远远超过正常的间隙范围（正常的间隙范围不应超过 $0.07\sim 0.08\text{mm}$ ，否则在达到较大压力时，比如 $0.7\sim 1.4\text{MPa}$ 的压力，这样的配合间隙会产生大量的液压泄漏，如图 2-10 所示），因此需要进行铰孔修复，将配合间隙修复至 $0.0005\sim 0.0015\text{in}$ ，即 $0.012\sim 0.038\text{mm}$ （Sonnax 标准）。

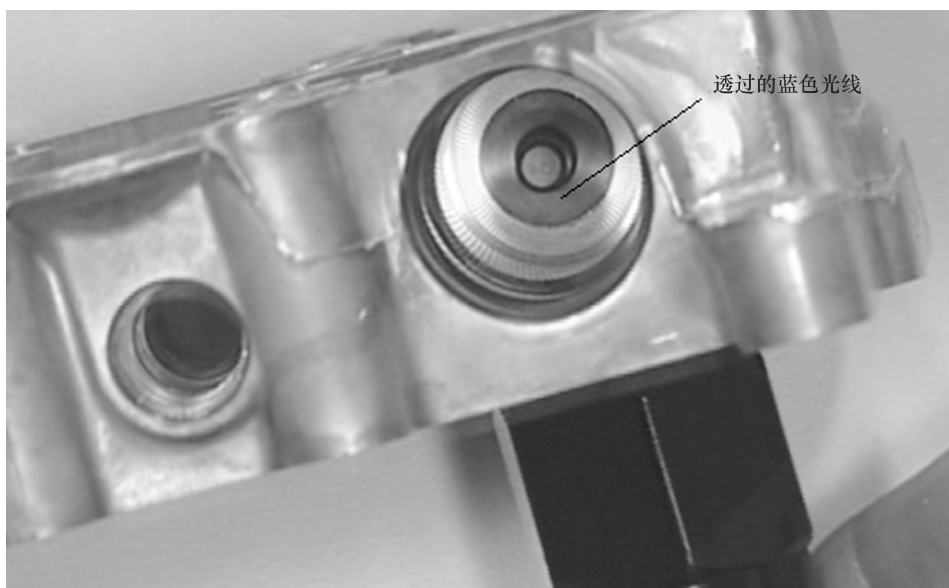


图 2-8 光照测试配合间隙

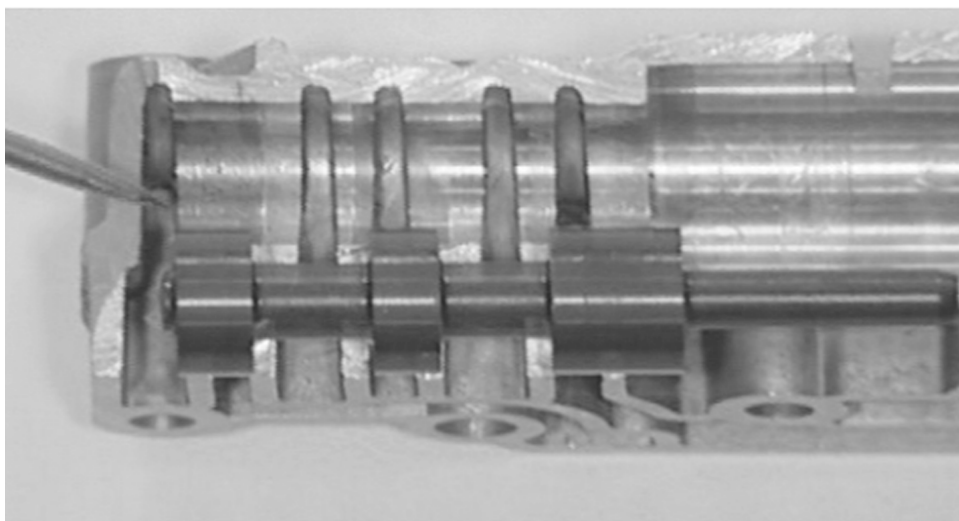


图 2-9 剖开的阀孔内壁磨损区域

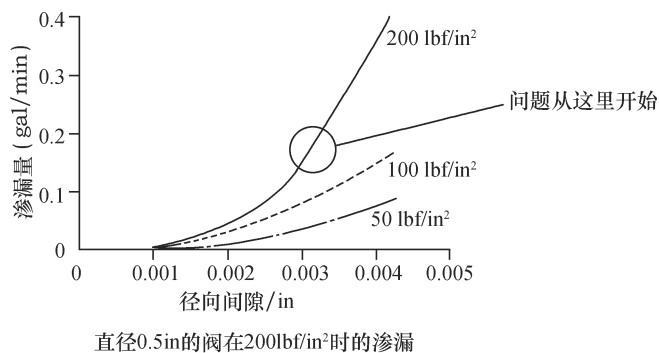


图 2-10 正常的配合间隙应该 0.0005~0.0015in 之间

第五节 滑阀弯曲失效

滑阀失效的另一种情况是由于滑阀不断地往复运动导致其弯曲变形，比较常出这种故障的有 TAAT 的主调压阀和 4L80E 的换档阀。光用肉眼较难检测出弯曲程度。检测滑阀弯曲的一个好办法是像图 2-11 中所示的那样，找一根软管连在滑阀上，将滑阀插入阀孔来回移动，然后将阀转 1/4 圈，再来回移动它，如果阀有卡滞则说明这个阀已弯曲变形。

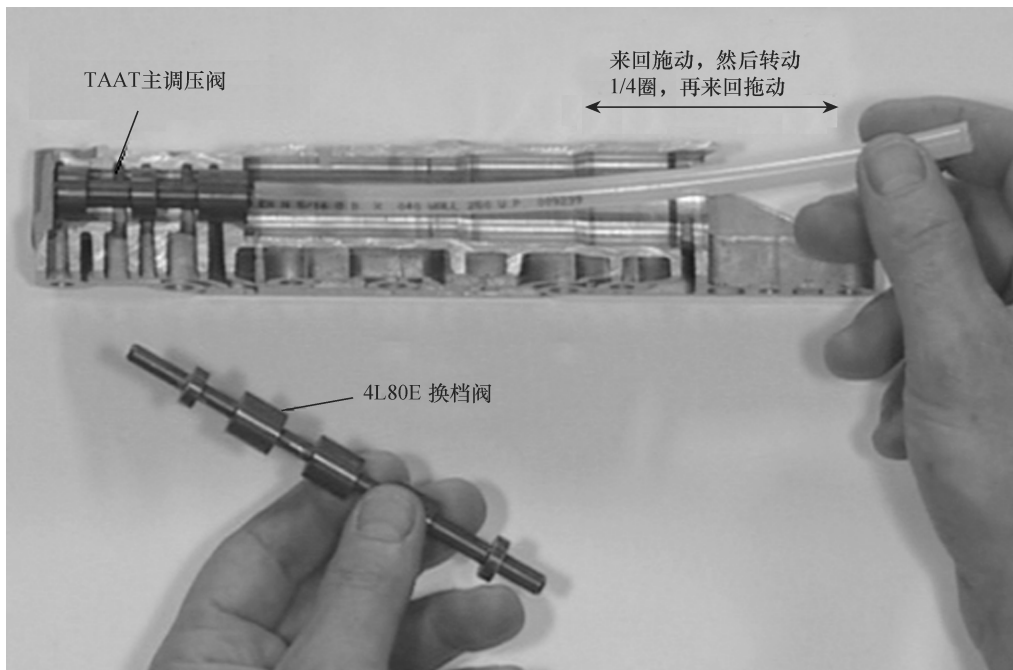


图 2-11 检查滑阀是否弯曲变形