

泵阀下线测试台 增加清洁度检测系统研究

王虎, 魏存洋, 单梦杰

西安双特智能传动有限公司 陕西西安 710119

摘要: 油泵、阀体作为关键液压零部件, 其清洁度对于商用车自动变速器非常重要。通过对泵阀下线测试台的改造, 实现在测试台增加一套清洁度检测系统, 使测试台在完成油泵、阀体下线性能测试的同时, 可以用洁净油冲洗被试件, 实时监测被试件的清洁度, 并将清洁度检测结果输出到测试报表。

关键词: 下线测试; 泵阀; 清洁度; 自动变速器

商用车自动变速器包含很多关键液压总成部件, 如油泵、主控阀、电磁阀、缓速器阀以及调压阀等。这些泵阀在装配到变速器前, 都需要在泵阀下线测试台进行下线性能测试, 只有性能测试合格的泵及阀体才会被装配到变速器总成上。

自动变速器的动力传递依靠液压单元实现, 液压单元中的泵阀总成部件作为精密部件, 其自身清洁度非常重要, 清洁度不合格会将杂质输送到液压单元, 引起液压单元动作卡滞, 最终造成自动变速器质量问题, 缩短变速器寿命。因此, 在泵阀下线测试台上增加清洁度检测系统, 一方面使用洁净油冲刷泵阀等被试件, 另一方面在冲刷的同时实时监测被试件的清洁度, 意义重大。

泵阀下线测试台整体结构

泵阀下线测试台改造前的整体结构如图1所示。位于下方的150L油箱的油液, 在测试台工作泵的带动下, 可同时实时供两个测试区域的被测件测试循环使

用, 被试件的测试油液通过回油管路收回到油箱。该测试台同时还设置有冷却系统, 用于调节被测油液的温度, 设置有蓄能器、调压阀等装置, 用于稳定流量压力, 调节不同压力。

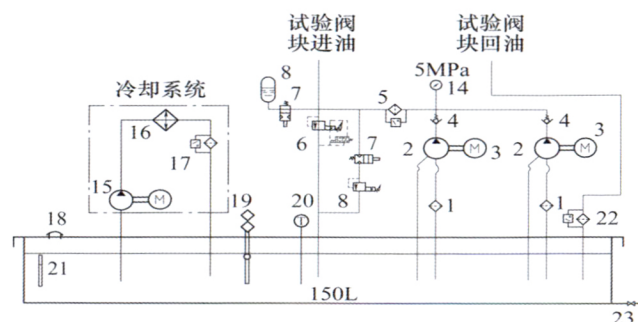


图1 台架整体结构

原测试台在进油及回油管路上设置了多个 $5\mu\text{m}$ 滤芯, 用于过滤油箱中油液中的杂质, 通过定期更换滤芯的方式维持油箱中油液的清洁度。管路中的滤芯过滤能力有限, 一段时间后随着滤芯的堵塞油液中流量的通过率会下降, 杂质的逃逸率会增加, 因此增加一

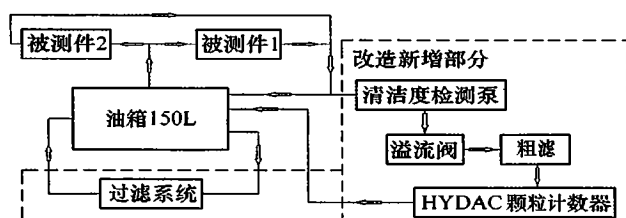
种独立的过滤系统实时过滤油箱油液非常重要。

改造整体方案

此次改造主要实现如下两部分内容。

1) 通过给油箱增加独立的过滤系统，替代之前测试台管路中的多个单独滤芯，实现实时过滤油箱中油液中的杂质，使油箱中油液始终保持非常洁净的状态。

2) 通过在原测试台被试件到油箱的回油管路上增加清洁度检测装置，并修改上位机的测试系统软件，实现系统实时监测位于回油管路经过被试件的油液的清洁度。完成清洁度检测的油液将回到油箱中。改造整体示意图如图2所示。



测试流程

清洁度测试执行的标准是企业标准，该标准高于国家标准。即在性能测试结束后，5min内使用在线清洁度检测仪检测到从被试件流回到油箱的油液清洁度达到ISO4406标准规定的18 / 16 / 13清洁度等级，即视为清洁度检测合格。

此次改造，不改变原有性能测试流程，只是在性能测试开始时同步加入清洁度检测流程，在性能测试结束后，加入判断性能测试是否通过，只有通过性能测试的被试件才会记录清洁度检测结果。测试流程示意图如图3。

主要部件选型

针对清洁度检测系统中所涉及的装置进行了设计和选型。

1. 过滤系统

1) 选用某型号过滤设备，为三级过滤系统，粗滤器可以滤除大颗粒的杂质以保护油泵的正常运转；强磁过滤器可吸附油液中铁磁性颗粒；精密过滤器采用特殊滤材，具有过滤精度高，通油阻力小，纳污容量

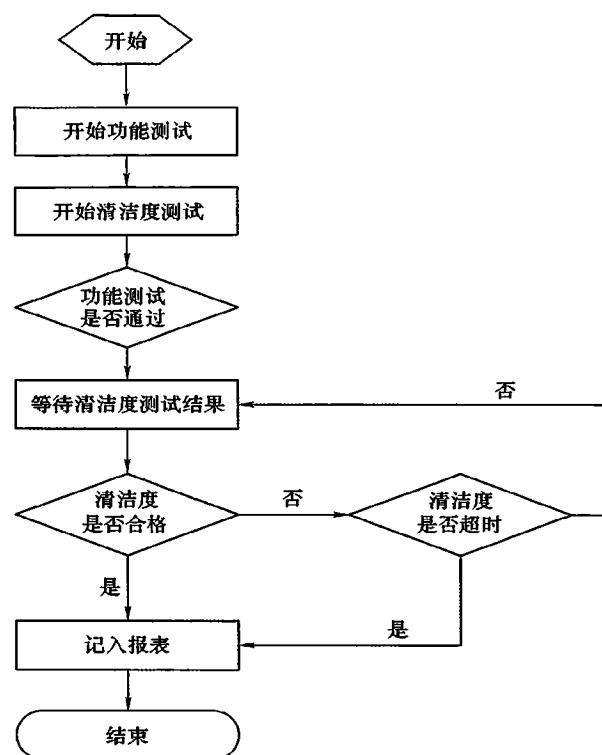


图3 测试流程示意

大等特点。设备粗滤器、精滤器带有声光报警及自动停机保护功能，滤油机在使用一段时间后，粗滤芯或精滤芯易被污染物堵塞造成滤筒压力升高，如超过安全压力，设备会有声光报警并且自动停机，必须更换滤芯后方可继续使用。

2) 过滤设备原理如图4所示。

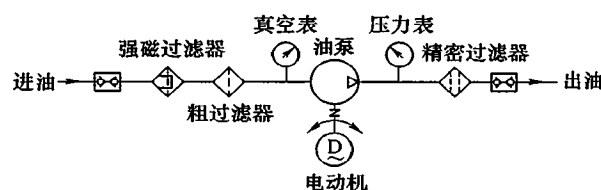


图4 过滤系统原理示意

3) 技术参数：最大流量100L/min；过滤精度3μm；过滤等级，滤前≤NAS1638.10级情况下，经循环过滤后，清洁度等级可满足≤NAS1638.5级。

2. 清洁度检测装置

(1) 清洁度检测泵 选用MG300XK/DC24W磁力驱动齿轮泵，采用直流无刷电动机为动力，电动机轴端和稀土永磁的外磁环连接，驱动齿轮泵工作。配置

独立的无刷电动机驱动器，实现电动机功能控制。其特点是转速可调，具备测速和正反转功能，噪声低和体积小，与上位机联接可实现智能控制，并能长期稳定工作，特别适合频繁启停的工作场合。

(2) 溢流阀 选用直动式溢流阀（插入式），该阀体积小，结构紧凑，流量特性好，噪声小，压力稳定，广泛应用于小流量系统中。

(3) 粗滤 选用型号为ZU-H10*30BOP过滤器，该过滤器安装在清洁度检测管路上，用来滤除待检测油液中混入的大块杂质，从而保护清洁度检测仪内部的液压部件，过滤等级为30 μm（清洁度检测仪通常不检测高于此过滤等级的颗粒污染物）。该过滤器设有压差发信装置，当滤芯污染堵塞到进出油口压差为0.35MPa时，即发出开关信号，此时更换滤芯，以达到保护系统安全的目的。该过滤器滤芯采用新型化纤过滤材质，具有过滤精度高、通油能力大、原始压力损失小及纳污量大等优点。

(4) 清洁度检测仪 选用德国HYDAC公司的CS1000系列，其原理是通过一个感光系统检测含在油流中的污染颗粒物，按照颗粒物的直径分类和计数。可持续监测进入的油液固体颗粒污染物粒子数量，可在屏幕选择使用不同的清洁度等级标准，比如NAS1638、ISO4406或SAE AS4059标准，精度可达±1/2个ISO等级，测量范围为ISO 9/8/7(MIN)到ISO25/24/23(MAX)。可在自带屏幕查看输出结果，其连接线束可输出4~20mA或0~10V模拟信号；同时也输出两路开关信号用于PLC或继电器；同时也通过RS232、RS485等通信接口输出结果，使用HYDAC公司开发的HSI通信协议对其发送指令及解析结果。本次改造硬件采用RS485接口，通信方式为HSI协议，通过原测试系统LABVIEW程序中增加串口通讯模块与清洁度检测仪通信。清洁度检测装置现场连接如图5所示。

控制系统部分

1. 硬件修改

微量泵（清洁度检测泵）、清洁度检测仪、粗滤压差报警灯等都采用24V供电，供电接线示意图如图6所示。

微量泵的动力使用直流变频电动机，通过电动机

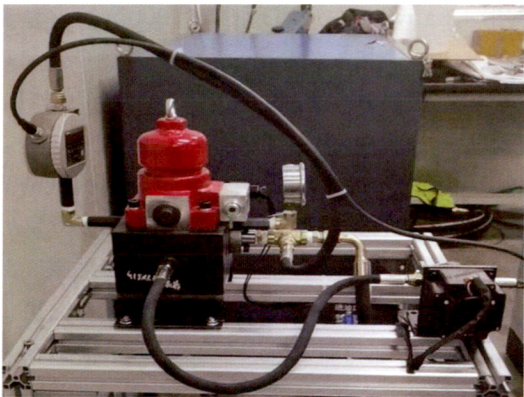


图5 清洁度检测装置现场连接

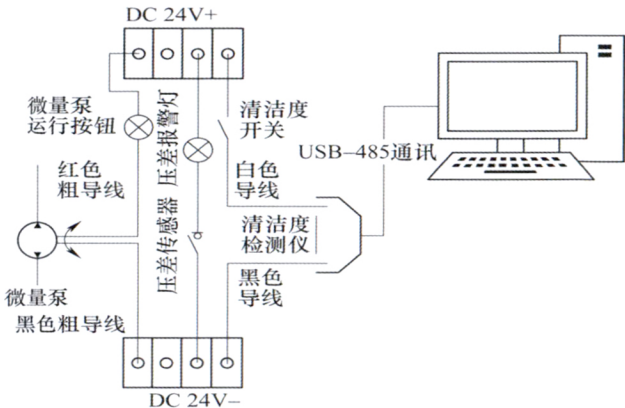


图6 控制系统硬件接线图

调频旋钮与溢流阀的配合，使输入到清洁度检测仪的持续待测油液流量稳定到30~500mL/min的范围内，并保持一个相对较高的油压（500psi）。微量泵的启动通过一个带灯的按钮实现。

清洁度检测仪与测试台测试系统之间的通信采用RS485串口通信，原测试台工控机增加PCIE-RS485通讯板卡，清洁度检测仪通过两根线连接到通信板卡，实现上位机与清洁度检测仪的通信。

设置在粗滤上的压差传感器，其原理是一个常开开关，在滤芯堵塞压力达到一定值后，开关闭合，点亮压差报警灯，提醒用户需要保养更换滤芯。

2. 软件修改

原测试台的测试系统界面采用Labview程序，此次改造需要将上位机与清洁度检测仪之间的控制和信息读取集成到Labview程序中。

在Labview程序中增加VISA模块并进行配置，

VISA模块用于Labview与HYDACCS1000清洁度检测仪进行串口通讯，上位机Labview通过HYDAC公司开发的HSI通信协议给CS1000设备发送指令，也通过HSI指令读取检测仪状态及清洁度检测结果。

修改Labview程序，测试界面增加开始测试清洁度按钮，在点击按钮后，按钮关联的逻辑为上位机发送HSI指令给CS1000，读取设备状态及清洁度结果。清洁度检测仪将会反馈状态和清洁度结果值给上位机，上位机需要将相关值进行提取，只保留设备状态信息、



图7 Labview测试界面

结语

增加清洁度测试系统的泵阀测试台改造完成后已交付生产部门正式运行。过滤系统运行稳定，可将150L油箱中的油液实时大流量过滤满足供油清洁度要求，在使用洁净油液冲刷泵阀等被试件后，被试件的清洁度很快能达到企业标准。新增加的清洁度检测系统运行稳定，在泵阀测试台测试性能的同时可实时监

ISO6 μ m、14 μ m及流量值显示到测试界面，其余均不显示。HSI指令设定为每1min发送一次，将发送次数也显示到测试界面。

修改Labview程序，测试界面增加停止测试清洁度按钮，在点击按钮后，停止发送HSI指令给CS1000。

修改Labview程序，增加记录清洁度结果按钮，在点击数据记录按钮后，将当前界面下ISO6 μ m，14 μ m结果及循环次数记录到报表中指定位置。

改造完成后的Labview测试界面如图7和图8所示。



图8 Labview测试界面

测被试件的清洁度，在清洁度测试完成后，可按照程序中或工艺流程中的规定，将测试结果记录到测试报表中。此次改造，一方面通过提高油液洁净度冲刷被试件，从而提高了产品的质量，另一方面通过增加清洁度监测系统，更好地监测被试件的清洁度，将有问题的被试件提前筛选出来。 **AUTO1950**

(上接第33页)

而，产能规模是零部件厂商获取长期、稳定增量订单的关键制约因素。一体化压铸产品、模具等质量及体积均较大，运输成本较高，远距离产能配套不利于产业链效率的提升。因此，压铸厂商更需要结合适配车辆生产计划就近配套足够的产能，围绕全国重点汽车产业集群建设轻量化零部件产能趋势也更加明显。

结语

近年来，随着科技的进步及汽车产业的“新四化”发展，汽车行业对汽车零部件在轻量化、降成本和生产效率提升等方面提出了更高的要求。

在这一背景下，一体化压铸及相关设备日益受到行业及市场的关注。但其在设备购置及后期维修阶段存在的缺点会对一体化压铸的推广及产业化应用造成

一定困难。该产业链主要包含设备、材料、下游应用等环节，其中免热处理铝合金是现阶段的研究重点之一。在采购模式将成为未来主流模式的背景下，压铸厂商应通过与上下游企业建立深度合作的关系形成产业链应用新优势。

参考文献：

- [1] 贾治城. 一体压铸技术：特斯拉的制造革命[J]. 中国工业和信息化, 2022 (7) : 46-53.
- [2] 陶永亮, 欧阳婷, 张宏, 等. 一体化压铸给大型压铸模制造带来新机遇[J]. 模具制造, 2022, 22 (7) : 54-57, 73.
- [3] 吴柄尧, 修毓平. 一体化压铸应谨慎徐图[J]. 铸造工程, 2022, 46 (6) : 1-5. **AUTO1950**