

《汽车用变排量摆片式机油泵 试验方法和装置》 编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

《汽车用变排量摆片式机油泵 试验方法和装置》团体标准是由中国汽车工程学会批准立项。文件号中汽学函【2017】157号，任务号为2017-15。本标准由中国汽车工程学会提出，由苏州赫尔拜斯泵业有限公司、清华大学苏州汽车研究院、江苏省汽车工程学会、一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂、张家港清研再制造产业研究院有限公司等单位起草。

1.2 编制背景与目标

目前，汽车所使用的机油泵传统结构是齿轮、摆线、叶片等几种结构并存，其问题点很多：单位体积的排量小、效率低、噪音高、可靠性差（性能下降），影响动力总成的性能发挥和寿命。

摆片式变排量机油泵是一种先进的新型结构泵，其特点是可靠性极好，效率比传统泵有极大的提高，结构紧凑、鲁棒性好。该泵还能做到双出口双压输出，可一泵代两泵使用。汽车使用该泵替代原有机油泵，有利于提升整车的可靠性、降低油耗和噪声，在泵方面实现了小型化和轻量化。

该项目符合国家节能减排的宏观政策，对车企控制汽车排放指标具有很好的实际效果。

制定该泵系列标准有利于推进车用机油泵技术提升，产品更新换代，推动该新技术的推广应用，对帮助汽车主机厂实现节油降耗的目标起到积极的推进作用。同时对提升汽车行业的整体质量有着重要的意义。

制定该泵标准系列也有利于规范该结构泵的新结构出现的新术语和定义，提高了汽车用泵技术要求，填补了该泵新试验方法和试验装置的空白。

1.3 主要工作过程

2017年，在中国汽车工程学会组织下，成立了以苏州赫尔拜斯泵业有限公司、清华大学苏州汽车研究院、江苏省汽车工程学会、一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂、张家港清研再制造产业研究院有限公司为主要起草单位的编制小组。

2017年1月11日组织了立项启动会，成立了标准编写工作组。

2017年3月15日进行了工作组讨论会，围绕着标准起草过程中发现的各类问题，共同讨论，分析，最后达成共识。

2018年4月，工作组前往苏州赫尔拜斯泵业有限公司所在地，专家参观现场，对照机油泵实物，了解机油泵结构后，对照标准草稿，进一步修改了机油泵性能指标名称和指标范围，指标的数值更为科学，合理，符合机油泵行业的特点和下游客户的实际要求，从而方便标准的推广使用。本次会议围绕着试验标准用油、实验装置以及试验方法展开了热烈讨论，标准做了较大规模的修改和完善。

2018年10月27日举行第一次标准研讨会，与会专家就标准编写结构、语言、格式等方面进行了专业的指导，同时在传统泵和摆片泵之间的相互借鉴方面提出了专业意见。在术语部分，为了便于标准的使用和推广，针对摆片式机油泵的特殊结构，对部分术语进行了优化表达，增加了迟滞损失率、转速特性和万有特性曲线等术语，对部分通用的术语进行了删减；技术规范部分，对第3章进行了修改，第4章重新规范了表述方式，明确了部分指标的范围；试验方法和装置部分，对试验方法的表述改用了表格的形式，增加了特性曲线图例等内容，使标准更加直观，便于理解。最后，对机油泵的三个标准共同用语进行了统一，同时将性能规范和试验方法做了对应，调整了章条号，按照GB/T 1.1的要求补充了目次和参考文献等要素。

2019年3月工作组在一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂进行技术交流，重点在供需双发检测产品时的方法差异上做了深入交流，共同探讨了标准中试验条件和试验装置，以及试验参数对产品检测的影响，工作组根据反馈意见对草稿提出修改意见。

2019年8月29日举行第二次标准研讨会，参会人员逐句审查标准草稿。对于部分术语的英文翻译是否准确进行了激烈的讨论和分析，最后确定了电子摆片泵和万有特性曲线的英文表达；技术规范部分则重点讨论性能指标是否符合行业要求，指标数值规定是否合理、准确，并对4.6总效率和容积效率指标进行了修订，对第5章检验规则增加了检验项目，对检验频率进行了规定；试验方法和试验装置部分增加了附录A和附录B要素，同时对试验介质的规定按照行业通用要求进行了修改，以满足产品检验要求。最后，再一次对三个标准的格式、表述用语是否规范进行了筛查。经全体专家反复斟酌，统一意见后，形成标准征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 标准制定原则

(1) 按照GB/T1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》的要求和规定编写；

(2) 本标准在编写过程中参考了JB/T 7039-2006 液压叶片泵标准中的相关规定，编写过程中，有针对性的对国内及国际机油泵行业进行调研，根据变排量摆片式机油泵的结构特点，机油泵与动力系统的配合要求，并结合机油泵行业的下游客户对产品的性能需求，力求制定通

用的产品检验方法：

(3) 注重标准的可操作性，充分适应我国机油泵行业现状和未来发展趋势。

(4) 突出传统机油泵和变排量摆片式机油泵的不同，强调变排量摆片式机油泵一套转子双压输出的特性。

2.1.1 通用性原则

本标准适用于汽车发动机、变速箱和助力转向等装置用摆片式机油泵，由于该泵可以提供比其它机油泵更高的油压（达 18Mpa），故同样也适用于其它用途的摆片式液压油泵或以其它液体为工作介质的摆片泵，通用性非常高。

2.1.2 指导性原则

本标准提出的术语体现了变排量摆片式机油泵的结构特点，现有国家标准和行业标准均不涉及变排量摆片泵，故本标准的发布，是机油泵相关标准体系的有益补充，对机油泵行业的发展意义重大。

2.1.3 协调性原则

本标准提出的机油泵检验方法与目前使用的行业标准 JB/T 7039-2006 和 QC/T 289-2001 中规定的其它种类的机油泵规定的检验方法协调统一、互不交叉。

2.1.4 兼容性原则

本标准提出的性能指标充分考虑了机油泵行业的特点，既突出了变排量摆片式机油泵的特殊构造，又结合了行业的通用要求，具有普遍适用性。

2.2 标准主要技术内容

本标准在编写过程中参考了 JB/T 7039-2006 液压叶片泵标准中的相关规定。考虑了机油泵行业的特点，结合变排量摆片式机油泵的特点，在性能指标的制定过程中，既突出了变排量摆片式机油泵的特殊构造，又兼顾该标准与国内及国际机油泵行业基本概念规则相一致，方便本标准在今后的推广和使用；同时本标准依据国内及国际机油泵行业现有设备种类及水平基础，结合同行业各家充分沟通及调研，对变排量摆片式机油泵的量、符号和单位、试验装置、试验方法及数据处理和结果表达做了较详细的规定。

2.3 关键技术问题说明

本标准围绕摆片式机油泵重要技术指标，规定了相应的试验方法，概述如下：

耐久性：油泵长时间工作以后，内部零件会有磨损而内部泄漏，从而导致油泵总效率下降。油泵总效率下降之后会使汽车节能效果下降，增加能耗。总效率是评价油泵耐久性能和寿命的

重要评判依据，本标准对摆片泵的耐久测试进行了标准化，同时对摆片泵耐久前后的总效率衰减幅度作出了规定。

热怠速压力：汽车在怠速时，需要油泵提供足够大的压力保证润滑系统的正常运转，在热怠速的时候由于机油温度高，摆片泵内部零件的相对间隙会增大，使得油泵产生的压力会比低温时要低。本标准对摆片泵的热怠速压力值的测试方法进行了规范化。

压力建立时间：在 -30°C 的时候，由于机油粘度大，流动性极低，很难建立起有效的压力以实现润滑，此时冷启动力系统极易产生磨损。本标准对摆片泵的压力建立时间的测试方法进行了规范。

压力脉动：压力脉动对于液压系统的稳定性以及 NVH 有很关键的影响，是评价油泵性能的重要指标。本标准将压力脉动性能的测试方法做了标准化，并根据常用的压力脉动限值提出了压力脉动要求。

变排量转换时间：变排量转换时间体现的是可变排量油泵的调控性能，该指标反映的是油泵的调控性能。即润滑系统在不同工况切换下，油泵的响应时间越短，对于润滑系统来说可以在较短时间能实现对应的润滑要求，可以有效减缓动力系统各部件的磨损，降低额外的能量损耗。该标准对摆片泵的变排量转换时间的测试方法和限值进行了标准化。

2.4 标准主要内容的论据

试验装置的设计与选择直接关乎试验方法的再现性和准确性，关于试验装置，说明如下：

功能测试台：功能测试台需模拟实际液压动力系统的工况，比如配置合适的电机以对油泵进行驱动，配置流量控制阀可模拟实际工况时的流阻，配置相应的油箱和温度控制装置以提供 $30\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的温度的油，等等。同时需配备相应的传感器和仪器，可以对油泵的流量、转速、扭矩、压力、油温、功率、脉冲压力等参数进行测试，以满足油泵各个功能测试的需求。本标准对摆片泵功能测试台的配置、布局进行了规范化要求。

冷启动测试台：冷启动测试台需模拟实际液压动力系统在极寒情况下（ -30°C ）的工况，因此需配置低温环境箱以实现该测试条件。同时和功能测试台一样需配置电机、流量控制阀和油箱来模拟实际的工况，同时还需配备相应的传感器和仪器，可以对油泵的流量、转速、扭矩、压力、油温、功率等参数进行测试，以测试油泵在冷启动时的状态和参数。本标准对摆片泵冷启动测试台的配置、布局进行了规范化要求。

耐久测试台：根据油泵耐久性测试的要求，耐久测试台的需有连续长时间工作的能力，同时和功能测试台一样需配置电机、流量控制阀和油箱来模拟实际的工况，同时还需配备相应的

传感器和仪器，可以对油泵的转速、压力、油温、功率等参数进行测试，以监测油泵在耐久测试时的工作状态。本标准对摆片泵耐久测试台的配置、布局进行了规范化要求。

关于试验方法的说明如下：

试验台标定：为模拟液压动力系统实际工作时的流阻，测试前需对试验台的流量控制阀开度进行标定，以实现需求的背压要求。

转速特性：转速特性测试模拟的是实际工况时摆片泵在转速升高和转速降低时的工作特性，可以反映出油泵的流量，压力，扭矩等指标随转速的变化情况，可以根据测试曲线判断油泵的各个指标是否满足要求，是评判油泵性能的指标之一。本标准对转速特性的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

热怠速压力：热怠速压力测试模拟的是油泵在热怠速时能否产生足够的压力维持液压动力系统的正常怠速，是评判油泵性能的指标之一。本标准对热怠速特性的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

万有特性：万有特性是对于油泵一个全方位测试，通过万有特性的测试，可以获得摆片泵几乎全部的液压性能参数，从而获得油泵的工作范围，包括转速，流量，压力，扭矩，功率，效率等。这些指标对于摆片泵的开发有重要意义。本标准对万有特性的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

压力脉动：压力脉动对于液压系统的稳定性以及 NVH 有很关键的影响，是评价油泵性能的重要指标。本标准对压力脉动的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

变排量转换时间：变排量转换时间体现的是可变排量油泵的调控性能，该指标反映的是油泵的调控性能，即润滑系统在不同工况切换下，油泵的响应时间越短，对于润滑系统来说可以在较短时间能实现对应的润滑要求，可以有效减缓动力系统各部件的磨损，降低额外的能量损耗。本标准对变排量转换时间的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

冷启动特性：油泵会在极寒的环境下进行工作，为模拟油泵冷启动时的工作状况，需在-30℃的情况下对油泵进行测试并输出相应指标。本标准对冷启动特性的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

耐久性：油泵耐久性是评判油泵寿命的重要指标。油泵实际工况较为复杂，一般需要编写合适的耐久测试循环，然后对油泵进行 500h 或 800h 的测试，并需要对油泵在耐久测试前后的总效率进行对比，计算总效率衰减的幅值。本标准对耐久性的测试装置，试验介质，进口油温，测试方法等进行了规范。

2.5 标准工作基础

编写组主要起草单位苏州赫尔拜斯泵业对变排量摆片泵通过技术引进和技术升级，形成自己的专有技术，填补了国内空白。公司拥有各类泵的专家，并且和清华大学、华中科技大学的教授建立了广泛深入的研发合作，致力于新能源汽车机油泵、水泵、真空泵等产品开发。公司开发的全球新型无级变排量摆片泵和电子水泵为汽车的发动机、变速器和新能源变速箱装置提供高效、低扭的强制泵，公司技术力量雄厚，生产设备先进，并且拥有完善的生产制造规程检测手段，建立了先进的信息化管理流程。

作为编写组主要起草单位，清华大学苏州汽车研究院具有丰富的标准编写和标准组织经验。清华大学苏州汽车研究院清研标准服务中心是清华大学苏州汽车研究院旗下专业标准研究咨询服务平台，重点服务新能源汽车、智能网联汽车等领域的技术发展和测试评价标准体系的建设，促进行业健康发展。在标准研究方面，重点研究汽车工业、高端制造行业及其他新兴产业的标准体系，与相关标准委员会合作，为产业发展提供标准支持，为企业提供标准立项编制、咨询和培训服务，以及专利咨询服务。通过标准项目组织，提升企业形象，树立行业龙头地位。

清华苏州汽车研究院标准化研究中心聘请成波院长、李克强教授等汽车领域知名专家为顾问，依托中国汽车工程学会、中国汽车技术中心（汽标委）等专业标准化管理机构，重点为汽车产业新技术提供产品、检测标准化支持和服务。

三、主要试验（或验证）情况分析

| 序号 | 测试项目 | A 公司 | |
|----|---------|------------------------|---------------------|
| | | 标准 | 实际测试 |
| 1 | 耐久性 | 油泵总效率下降 $\leq 5\%$ | 2% |
| 2 | 压力建立时间 | $\leq 10\text{s}$ | 4.93s |
| 3 | 压力脉动 | $\leq \pm 2\text{bar}$ | $\pm 0.6\text{bar}$ |
| 4 | 变排量转换时间 | $\leq 200\text{ms}$ | 150ms |

小结：根据标准中测试的方法对摆片泵进行试验验证，产品均能满足标准中规定的值。

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

目前我国千人汽车保有量在 150-200 之间，千人保有量与人口密度相关，国内人口密度与欧洲相当，假设未来中国人口稳定值 12 亿，参考欧洲目前 600 辆/每千人的汽车保有量水平，中国峰值千人保有量预计在 400 辆左右，对应峰值 4.8 亿辆汽车保有量。按照通常车辆 13 年报废期（美国的汽车平均使用寿命约为 13 年），预计未来中国峰值年销量约为 3700 万辆。由此可

见，我国的汽车工业依旧发展前景广阔，与汽车工业密切相关的汽车机油泵行业也会维持相应的增长。即使在新能源车的冲击下，传统的发动机业务会有萎缩，但变速箱上的机油泵需求量依然不减，并且变速箱上的机油泵节油能力对整车降油耗有更加明显的作用，越来越多的变速箱需要对机油泵进行升级。因为目前大部分变速箱机油泵还是用的老式传统的齿轮泵，非常浪费能耗，如果每台车的变速箱都需要升级换代，市场潜力巨大。

机油泵的调控形式一般有定排量泵，可变排量泵之分。定排量泵通常会在压力端增加一个机械式的泄压阀以控制出油口压力，但泄压的部分油压属于浪费的能量，做无用功；而可变排量泵一般分为一阶变排量泵，二阶变排量泵以及全工况可调（无级）变排量泵等，对于流量压力需求继续自调节，无需依靠泄压阀排出多余的能量，并根据工况不同提供可观的能耗节约。一般来说，一阶变排量泵能比定排量泵提供 1%的能耗节约，一阶变排量泵能提供 2%的能耗节约，工况可调（无级）变排量泵可提供 3%以上的能耗节约。应用摆动式叶片泵在神龙汽车 1.2T 发动机上，可以达到 5%以上整车油耗的降低，比更改高压燃油泵和其他减排技术要更加节能而且省钱，更换机油泵的费用远比其他技术的升级要便宜得多。现今该种类型机油泵节能能力远远超过其他类型泵，但并未形成标准，也是由于其专利的唯一性的保护和技术特点保密性决定的。但现实的情况是国家对于汽车排放的要求越来越严，而机油泵作为发动机和变速箱能耗大户，具有极高的节能减排潜力。目前国内的主机厂目前都已经或者准备在发动机和变速箱中大量使用可变排量机油泵。

传统的定排量泵能耗损失巨大，已经逐步被淘汰，可变排量机油泵节油效果显著，凭借其特殊的结构能获得额外收益。摆动叶片式机油泵在各个转角下压力腔容积变化产生的压差，额外高压腔的容积变化率比主腔室大，所以压力更高。仅一个转子组就能实现高低压同时输出，成本低；仅同一高度的叶片即可实现可变排量，使得所需安装空间小；由于摆片的自密封性，容积效率在不同转速下运行在 90%以上；而这些普通叶片泵做不到。

目前在汽车行业大量使用的为定排量泵和一阶或二阶变排量泵。由于成本和技术制约，全工况可调（无级）变排量泵的应用还不算多，但随着排放压力的变大，全工况可调（无级）变排量泵以后将成为行业主流。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

国内外尚无相关标准可以采用或参考。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、团体标准相协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中，本着源于实践、指导实践的原则，与业内专家充分交流，编制组内部也多次沟通，标准内容的起草、修订均达成一致意见，未出现重大分歧。

九、标准性质的建议说明

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准，供会员和社会自愿使用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议从行业和区域，多角度进行试点示范和应用推广，通过多种媒体形式和宣贯会议宣传和推动标准的实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组
2019年10月11日