

上海汽车工业科技发展基金会

产学研课题招标指南

2021 年 4 月 28 日

招标课题：氢燃料电池氢气循环泵研制

提出课题单位：华域皮尔博格泵技术有限公司

上汽大众汽车有限公司

要求课题完成时间：2021 年 8 月～2023 年 4 月

一、 总体目标：

燃料电池工作过程中，氢气在流道中未能充分反应，需要氢气循环系统使反应后氢气回流到流道入口，以提高燃料电池效率。氢气循环泵作为氢气循环动力提供部件，需要在很高的密封要求下提供足够流量以及足够升压的氢气。本课题通过理论分析和数据挖掘，确定氢气循环泵的结构形式和设计方法；针对氢气极易泄露的特性，研究氢气循环泵的密封的稳定性和可靠性，提出一套结构紧凑且可靠的密封结构；构建氢气循环泵全流道非定常的数值计算模型，分析不同工况下的性能特性及规律，各个参数对于性能的影响，建立氢气循环泵的性能预测方法；进行涉及流体、电磁、控制器等的仿真和试验验证；开发出符合燃料电池氢气循环系统的流量和压升、NVH、控制等要求的产品。最终的研制成果包括但不限于零件样件，相关论文和专利申请。推动企业在新四化背景下燃料电池系统自主开发的进一步发展，提升整个燃料电池工作效能，同时将此类泵产品的开发思路和经验延申推广开来，提高企业在各类泵产品的技术创新水平。

二、阶段目标：

2021.8-2021.12 分别从性能、气密性、NVH 及控制策略等多个方面对氢气循环

泵进行理论分析，确定氢气循环泵的结构形式，初步完成氢气循环泵流体结构设计；初步完成氢气循环泵的密封结构设计；初步完成电机及整泵的结构设计；初步完成控制器的设计。

2022.01-2022.03 建立氢气循环泵的性能和振动噪声的仿真方法，并且对设计出的产品进行数值模拟，分析各内部流动特性及规律，探究结构参数对于性能的影响度；建立控制器软硬件模型，仿真验证软件算法及硬件功能的正确性及稳定性；建立电机数值仿真模型，探究电机结构参数与性能之间的规律。

2022.04-2022.08 完成氢气循环泵的 A 样制作，搭建氢气循环泵的试验台，开展氢气循环泵性能，振动及噪声实验，对计算结果进行验证，并且建立特征信号与内部流场和结构参数的关系，完成密封性测试，防爆性测试，初步摸底 EMC 试验。

2022.08-2022.12 结合数值仿真和实验结果，进行深入研究，对氢气循环泵进行不断优化，最终设计出一款满足所有要求的氢气循环泵。

2023.01-2023.04 项目结题验收。

三、研究内容：

1. 氢气循环泵流体结构设计

以成熟的风机或压缩机设计为基础，建立一套适用于氢气循环泵的设计方法，并且应用该方法完成氢气循环泵的结构设计，需要满足性能要求（流量 600LPM@40kPa），通过台架试验进行验证，生成一篇学术论文，实用新型和发明专利各一篇。

2. 氢气循环泵密封结构设计

针对氢气极易泄露的特性，且出口无油的需求，提出一套结构紧凑的密封结构方案，分析不同工况下的密封特性、振动特性和动力稳定性；气密性在内

充压力 $\geq 375\text{kPa}$ 时，泄露需 $\leq 10\text{Ncc/h}$ ；在峰值点（ $600\text{LPM}@50\text{kPa}$ ）时，出口气体含油量：无。

3. 氢气循环泵的性能及 NVH 研究

以氢气循环泵为研究对象，建立一套全流场的仿真模型，分析不同工况下的性能，探究各个参数对于性能的影响，总结归纳内部流动规律；建立考虑结构声振耦合作用下的氢气循环泵振动噪声的求解策略，实现流-固-声多物理场的求解；NVH 性能需满足以下条件： $\leq 66\text{dB(A) @Min. speed}$ ， $\leq 79\text{dB(A) @Max. speed}$ ， $\leq 0.15\text{g @Min. speed}$ ， $\leq 0.3\text{g @Max. speed}$ 。生成一篇学术论文，实用新型和发明专利各一篇。

4. 氢气循环泵电机及总成结构设计

分析不同工况下流体的需求，确定设计参数，建立电磁仿真模型，完成配套电机的设计，同时完成整机结构的设计；需满足低压供电： $9\text{--}36\text{V}$ （ $12\text{V}\&24\text{V}$ 兼容满功率运行），高压供电 $410\text{--}729\text{VDC}$ （满功率运行），最大功率需 $\leq 1.0\text{kW}$ ；热态绝缘：电机 $\geq 20\text{M}\Omega$ ，冷态绝缘：电机 $\geq 20\text{M}\Omega$ ；总成体积需 $\leq 2.5\text{L}$ ，总成质量 $\leq 5.5\text{kg}$ ，总成需满足 EMC（TL81000 Class3）要求，耐电压要求：动力端子对机壳 $@2500\text{VAC } 1\text{min}$ ，漏电流不大于 5mA ，不击穿；若电机的温度传感器固定于定子绕组中，电机绕组对温度传感器应能承受工频耐电压 $\geq 1500\text{VAC}$ ，无击穿现象，漏电流应不高于 5mA ；整机需满足 18000h 的耐久试验或双方拟定的加速工况，寿命范围内整机性能完好，壳体无裂纹，全生命周期满足清洁度要求，出口气体含油量测试结果为无油。

5. 氢气循环泵控制器设计

分析不同工况下电机需求，确定控制器的策略，进行控制器的设计，需满足：CAN 通讯，从 ready 到系统怠速，加载时间 $\leq 1\text{s}$ ，从系统怠速到最高转速，

加载时间 $\leq 2s$ ，最高转速到系统怠速，降载时间 $\leq 1.8s$ ，从系统怠速到0，降载时间 $\leq 1s$ ，冷启动时间 $\leq 5s$ ，软件带自我保护和诊断功能。

6. 氢气循环泵的试验台架搭建

通过对水泵、风机和压缩机的试验方法的研究，提出一套适用于氢气循环泵的试验方法，搭建一套覆盖性能、振动及噪声试验的台架；结合仿真结果深入探究流动、密封、振动噪声的机理。

企业配合高校所承担的相应工作：

华域皮尔博格泵技术有限公司：参与建立流体部件的全流场模型，参与完成流体仿真计算；完成氢气循环泵的电磁设计，参与整泵的结构设计；完成样件制作；参与制定试验方案及测试标准；提供部分台架试验资源。

上汽大众汽车有限公司：参与建立流体部件的全流场模型，参与完成数据模型设计及流体仿真计算，参与泵与燃料电池系统的匹配标定等工作，参与制定试验方案及测试标准，提供部分台架和整车试验资源。

其余工作，包括不限于流体结构，整体结构，控制器等设计及相关试验由高校完成。

四、资助金额：

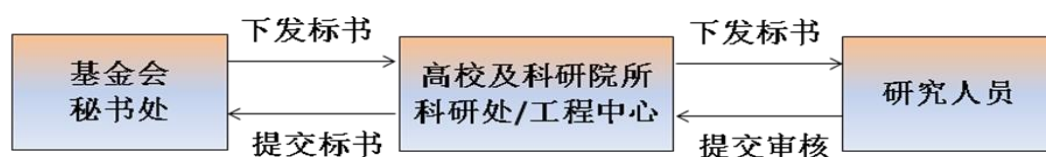
人民币 50 万元（资助款直接支付给高校或科研院所，若费用不够，由企业补充+高校或科研院所自筹。）

五、其它：

1、招投标材料含《招投标指南》、《资质认定表》、《标书（项目可行性方案）》。

2、竞标团队应通过高校/科研院所科研主管部门统一在**2021 年 5 月 31 日前**向上汽科技基金会秘书处提交书面《资质认定表》一份，书面《标书》一式**十份**，**同时通过邮件提交上述材料电子文档，过期不候。**《资质认定表》和《标书》中需盖章处应加盖高校/科研院所、或其科研主管部门印章，否则视作无效

标书（不能盖高校所属院系、科研院所所属部门印章）。



3、高校/科研院所应标团队应事先在各自高校/科研院所科研主管部门备案，同一所高校/科研院所只允许一个团队参与同一个课题竞标，如遇两个及以上团队参与同一个课题应标，由科研主管部门协调推荐，否则，基金会秘书处有权优先选择在科研主管部门备案的团队参与后续招投标评审答辩工作，仅在同一个课题只有一所高校/科研院所、且有多多个团队应标的情况下，才允许同校/同所的不同团队同台竞标。

4、应标团队所有成员不得同期参与两个及以上课题应标，在基金会已有课题且未结题验收的课题中所有团队成员也不得参与应标，凡发现有重名现象的课题，均被视为无效标书。

5、竞标团队负责人应具有副教授及以上职称或博士毕业及以上学历，担任院系及学校领导职务的人员不宜担任应标团队负责人；应标团队每个成员必须要有相应的研制任务，杜绝“沾亲带故”，“徒有虚名”现象，如果在后续实施过程中发现有长期不参加项目研制工作人员的情况，比如，秘书处每三个月召集一次课题研制工作例会，连续两次不参加课题研制工作例会的成员，基金会秘书处有权向应标团队及其所在高校/科研院所科研主管部门发出“除名”告示，如果涉及的是课题负责人，必须由课题负责人出具书面承诺（保证按要求参加后续基金会秘书处召集的季度研制工作例会，且本人亲笔签名）、并经其所在高校/科研院所担保（盖章）方可，否则，基金会秘书处有权直接向课题组以及所属高校/科研院所科研主管部门发出“中止课题研制工作”的告示。

6、竞标单位在编制标书期间，可通过基金会秘书处协助，与课题申请单位

进行适当的技术交流。

7、由基金会秘书处对竞标团队负责人资质进行认定，符合竞标条件的团队，由基金会秘书处通过邮件告知其进入后续评标答辩环节；**答辩时间将安排在 6 月 15 日~30 日期间**，采用腾讯视频会议方式举行。在答辩期间内如有特殊情况（比如 6 月 15 日~18 日有出国计划、6 月 21 日下午有课，等等），请提前告知，以便基金会秘书处酌情（避让）安排。

8、答辩前应标团队须提前通过邮件提交 PPT 版电子文档，PPT 介绍材料应根据标书（可行性方案）章节顺序及其内容编制。

9、评标结果（指经领导审批）由基金会秘书处通过邮件告知参与该课题应标的所有团队负责人及其所在高校/科研院所科技主管部门，如有异议，应标团队负责人可通过所在高校/科研院所科技主管部门与基金会秘书处沟通，基金会秘书处不接待个人质询。

10、上汽科技基金会秘书处联系方式：

地 址：上海市静安区威海路 489 号上汽大厦 2103 室 邮编：200041

联系人：孙代豫 王燕文

电 话： 22011226 22011216

Email : sundaiyu@saicmotor.com wangyanwen@saicmotor.com

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2021 年 4 月 28 日