

上海汽车工业科技发展基金会

# 产学研课题招标指南

2022 年 3 月 15 日

**招标课题：电动商用车高功率大扭矩集成式电驱动桥系统振动噪声控制研究**

**提出课题单位：上汽商用车技术中心**

**要求课题完成时间：2022 年 7 月-2024 年 02 月**

## 一、总体目标：

电驱动系统作为电动汽车的关键核心系统，其声振问题是制约高性能高品质电动车产业化及推广的瓶颈问题。商用车集成式电动后驱动系统主要由驱动电机、电机控制器、后桥和板簧等关键部件组成，有别于传统内燃机汽车和前驱电驱总成，该系统是高功率、大扭矩且包含多个激励复杂系统，高功率大扭矩在电、磁、力多场耦合作用下会大大加剧电驱动系统声振问题的解析和控制难度，主要体现为起步、低速工高扭工况下由电机转矩波动激励与系统结构共振引起的电驱动系统扭振、抖动问题以及高速工况下由电磁激励及齿轮啮合冲击等引起的电驱动总成系统啸叫问题，电驱动系统的低频大振幅振动和中高频啸叫噪声均会严重影响电动汽车的乘坐舒适性。目前上汽商用车技术中心对于集成式电动后驱动桥振动噪声整车级别控制开发经验较少，往往只能通过被动增加电驱动系统声学包裹、优化电机电磁激励、提高减速器齿轮精度等措施降低电驱桥激励下的整车声振问题，但是这种方式解决措施未考虑电驱系统和整车的匹配性，解决方案不具备通用性，往往只能解决单一车型问题，急需建立电动后驱系统本体与整车系统匹配的振动噪声控制开发能力。

本次课题以上汽商用车技术中心常用的三合一电驱动桥为研究对象，首先通过对电动后驱系统在不同车同工况下电磁及结构耦合振动噪声实验测试与仿真研究，研究电、磁、结构、材料等参数对电驱动系统声振性能的影响规律，揭示电驱桥系统的本体振动噪声机理，然后分别从结构和空气路径对电驱桥系统与整车系统的匹配研究，提出面向不同工况的高功率大扭矩电驱动系统 NVH 性能提升与控制方法，拟形成商用车电动车型驱动桥振动噪声整车级别控制的自主开发能力。

## 二、阶段目标：

2022.07-2022.10 三合一电桥消声室内振动噪声测试分析与评价报告；

2022.07-2022.12 三合一电桥数值仿真分析模型建立、因素影响及性能优化分析报告

2023.01-2023.03 优化后三合一电桥消声室内振动噪声测试与评价报告；  
2023.03-2023.08 电驱桥噪声整车数值分析模型建立，因素影响及性能优化分析报告  
2023.09-2023.11 电驱桥整车级别振动噪声方案验证  
2023.12-2024.02 项目结题验收

### 三、研究内容：

本课题通过试验和数值仿真等手段，首先对电动后驱动桥系统进行机电耦合振动和噪声机理分析，研究电、磁、结构、材料等参数对电驱动系统声振性能的影响规律，揭示电驱桥系统的本体振动噪声机理，然后分别从结构和空气路径对电驱桥系统与整车系统的匹配研究，最终提出行之有效的电驱动系统振动与噪声整车匹配的控制方法，提升整车级电驱动系统的 NVH 性能。具体的研究开发内容包括：

#### 一、驱动电机电磁振动和噪声的控制

1) 建立综合考虑定子开槽、电流谐波、不同极槽配合及偏心等因素的气隙磁场和电磁力数值解析模型，确定电磁力的时空分布特性；

2) 建立考虑电磁力非均匀分布和定子总成各向异性材料参数的振动噪声多物理场（电-磁-结构）数值仿真模型，并通过模态试验以及振动和噪声试验进行验证；

3) 根据建立的多物理场模型对永磁同步电机的电磁振动和噪声进行数值预测，揭示不同车用工况下的电磁振动噪声产生机理；

4) 通过定子槽口优化、磁障优化、斜极/斜槽、永磁体布置形式优化、逆变器调制策略改进等方式有效降低驱动电机的电磁振动和噪声，提升驱动电机的 NVH 性能。

#### 二、后驱动桥主减速器振动和噪声的控制

1) 针对不同车用工况，数值仿真分析不同因素，包括齿轮重合度、轴弹性、轴孔直径等，对单级和双级齿轮振动噪声激励源（传递误差峰峰值和一次谐波、啮合刚度）的影响；

2) 建立考虑电机电磁激励与齿轮传递误差激励的电驱动系统刚柔耦合动力学模型，并给出电驱动系统动力学响应的数值计算方法；

3) 利用建立的动力学模型计算、分析多源动态激励对减速器齿轮噪声的影响；

4) 最后通过齿轮轮廓修形、轴向修形、三维修形等方法有效降低驱动桥主减速器齿轮噪声，提升电驱动系统的 NVH 性能。

#### 三、三合一电驱动系统集成优化及评价

1) 包括电机、后桥减速器、控制器及悬架于一体的电动后驱动桥集成分析模型建立；

2) 基于数值仿真模型的振动噪声影响分析及优化方案研究；

- 3) 优化方案的实施;
- 4) 优化后电驱总成的振动噪声测试与评价。

#### 四、三合一电驱动系统与整车匹配集成优化

- 1) 考虑结构路径和空气路径的电驱桥激励下整车振动噪声数值仿真模型的建立;
- 2) 三合一电驱桥振动噪声空气路径和结构路径贡献量分析级优化措施
- 3) 优化方案整车验证
- 4) 电驱桥与整车系统匹配的振动噪声控制原则和方法

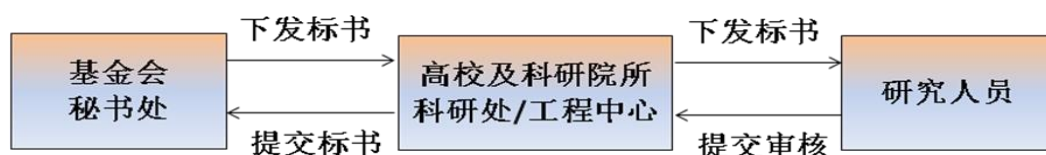
#### 四、资助金额:

人民币 48 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**2022 年 4 月 20 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》一式两份，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；**答辩时间一般安排在当年的 5 月 4 日~31 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 5 月 15 日~18 日有出国计划、5 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：王燕文 孙代豫

电 话：021-22011216 22011226

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

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2022 年 3 月 15 日