**提名国家技术发明奖项目公示**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 高效高功率密度汽油机爆震燃烧控制技术及应用 |
| 提名单位 | 中国汽车工程学会 |
| 项目简介：  内燃机广泛用于汽车、船舶、工程机械和国防装备等，在国民经济中发挥重要作用。在全球新一代高效高功率密度增压汽油机的研发过程中，都遇到了爆震和超级爆震的难题。在国家自然科学基金重点项目、973和863专项的支持下，该项目组历经15 年的攻关，揭示了发动机超级爆震机理，发明了爆震燃烧控制技术，并应用在国内新一代自主品牌汽油机上。  主要技术发明点：  1、发明了爆震燃烧光学诊断技术。针对超级爆震破坏发动机且难以探测的世界难题，创建了超高压全燃烧场可视化的爆震试验仪器，发明了爆震燃烧光学诊断方法和系统，发现了超级爆震存在爆轰的燃烧现象，探明了激波反射诱导爆轰的近壁起爆机理。  2、发明了超级爆震的检测和抑制技术。针对超级爆震严重限制发动机升功率提升的技术瓶颈，发明了早燃检测和进气行程二次喷射抑制超级爆震的方法，解决了因早燃随机性导致的超级爆震不易控的难题，在保证发动机安全的前提下，将升功率和升扭矩达到国际领先水平。  3、发明了常规爆震的分层当量比抑制技术。针对常规爆震限制发动机热效率提升的技术瓶颈，发明了总体理论空燃比、中心浓周围稀的混合气浓度分层方法，实现了发动机大负荷常规爆震的抑制，相比传统的大负荷加浓混合气和推迟点火时刻的爆震抑制方法，显著降低油耗。  4、发明了均质压燃燃烧的火花点火控制技术。针对均质压燃（HCCI）燃烧控制难的技术瓶颈，发明了火花点火辅助分层混合气压缩着火方法，攻克了HCCI燃烧相位控制的难题，实现了“爆而不震”的可控压燃过程，发动机中小负荷下节油20%~30%，NOx排放降低80~98%。  该项目获得授权发明专利62项，实用新型专利10项；制定企业标准2项；发表EI/SCI 论文88篇。国际会议特邀报告15次，国内学术会议大会特邀报告29次。成果被吉利、奇瑞、东风、长安等国内自主品牌骨干企业应用于10余款汽油机的研发中，产量超过120万台，其中两款发动机获得2018年“中国十佳发动机”称号。该项目汽油机爆震燃烧抑制技术研究成果获2018年中国汽车工业技术发明奖一等奖、内燃机爆震燃烧机理研究成果获2018年中国内燃机学会自然科学奖一等奖。研究成果促进了我国发动机燃烧科学和技术研究领域的源头创新，增大了我国在车用动力核心和前沿技术领域的国际影响力，引领了国内外高效汽油机技术的进步，提升了我国汽车发动机自主研发水平与产品竞争力。 | |
| 客观评价：  （一）鉴定结论：  “高效汽油机燃烧理论及其应用”成果评价委员会评价为：该成果在缸内直喷、均质压燃、早燃和超级爆震机理与控制方面实现了多项创新，所开发的具有完全自主知识产权的缸内直喷汽油机燃烧系统和燃烧控制方法，技术先进、产业化效果突出。早燃和超级爆震机理、诊断与控制研究达到国际领先水平，为推动我国高效汽油机的自主开发作出了重要贡献。  （二）验收意见：  该项目组主持的相关国家973 计划项目课题（2001CB2090204高辛烷值燃料均质压燃可控着火燃烧过程研究；2007CB210005缸内直喷汽油机实现HCCI燃烧的基础研究）结题评价为优。合作开发的奇瑞2.0T GDI-HCCI 发动机和样车通过2011 年和2015 年两轮863 结题验收(2008AA11A113、2012AA111715)；验收结论为：“项目完成的具有缸内直喷、两段凸轮、火花辅助、分缸闭环独立控制的技术特征的四缸汽油HCCI产品化样机，获得了比传统汽油机的燃油经济性改善15％以上、在HCCI 燃烧运行范围内NOx 降低90％以上的节能减排效果，并实现装车”。  （三）学术性评价：  著名燃烧科学家英国家利兹大学Bradley 院士、德国RWTH-Aachen 大学Peters 教授（FEV发动机研究所主任）、英国皇家工程院院士Gautam Kalghatgi教授在燃烧学权威期刊论文中引用该项目工作，认为该项目相关论文对超级爆震机理的具有重要贡献。  （四）获得奖励  (1)《高效汽油机常规爆震和超级爆震的抑制技术及应用》获得2018 年中国汽车工业技术发明奖一等奖  (2)《高效清洁内燃机爆震燃烧机理》获得2018 年中国内燃机学会自然科学奖一等奖  （五）学术影响  该项目第一完成人近5 年在国际学术会议上和全国性学术会议上就“内燃机中的爆震燃烧”相关内容做特邀报告15次，其中的爆震控制技术已辐射国内各大汽车企业。 | |
| 应用情况：  吉利、东风、奇瑞、长安等自主品牌汽车公司使用该项目发明的技术，解决了多个系列发动机开发中遇到的常规爆震、早燃和超级爆震问题，显著提高了发动机经济性和可靠性，创造了显著经济效益；东风A系列机型实现提高低速扭矩15%以上，突破了发动机产品定型的关键技术瓶颈，C10TD发动机获得2018年度中国“十佳发动机”称号；吉利13T等发动机实现有效降低成本、有效改善油耗，10TD发动机获得2018年度中国“十佳发动机”称号；奇瑞公司与该项目组在863项目中联合开发了中国首款GDI 发动机，于2011年投产，并完成了中国首台HCCI发动机和样车。  至今该项目相关技术转化已实现累计生产发动机超过120万台，装备10余款汽车产品。该项目的汽油机爆震燃烧控制技术被评价为国际领先，打破了国外公司和科研机构对该领域前沿技术的垄断，同时也提升了中国企业的形象。 | |
| 主要知识产权和标准规范等目录：   1. 授权发明专利 一种超级爆震的判定及控制方法 ZL201310311673.4 清华大学 王志，徐雅齐，王建昕 2. 授权发明专利 一种缸内直喷汽油机分层当量比燃烧的方法 ZL200810118653.4 清华大学 王建昕，王志，白云龙，徐帆 3. 授权发明专利 一种汽油机火花点火激发均质压燃燃烧及控制方法 ZL200910077197.8 清华大学 王建昕，王志，徐帆，阳冬波 4. 授权发明专利 增压汽油机超级爆震试验装置及测试方法 ZL201410337130.4 清华大学 王志，齐运亮，王建昕，刘辉 5. 授权发明专利 直喷发动机及其燃烧组织方法 ZL201410284104.X 清华大学 刘辉，王志，王建昕，帅石金 6. 授权发明专利 火山环型缸内直喷汽油机燃烧室、发动机及车辆 ZL201310302329.9 清华大学 王志，王建昕，宋涛，刘辉 7. 授权发明专利 一种衡量燃料抗爆燃属性的测量方法和装置 ZL201210541053.5 清华大学 何鑫，帅石金，王志，王建昕 8. 授权发明专利 一种低辛烷值汽油类燃料多段预混压燃方法 ZL201210381406.X 清华大学 杨洪强，帅石金，王志，王建昕 9. 授权发明专利 直喷压燃发动机全工况平面燃烧控制方法 ZL201410742566.1 清华大学 王志，王步宇，帅石金，王建昕 10. 授权发明专利 一种气缸盖冷却结构 ZL201310585860.1 浙江吉利控股集团有限公司 马茂，康世邦，刘岩，沈源，由毅，吴成明，冯擎峰 | |
| 主要完成人情况：   1. 王志，排名1，教授，工作单位：清华大学，完成单位：清华大学，是该项目主要负责人，对发明点1、2、3、4均有重要贡献，具体制定了总体技术方案和技术路线，是该项目四大核心技术发明点的提出者和主要完成人，是多项支撑发明专利的第一发明人。 2. 王建昕，排名2，教授，工作单位：清华大学，完成单位：清华大学，是该项目主要参与者，对发明点2、3、4有重要贡献。提出了以汽油缸内两次喷射作为GDI发动机分层混合气形成主要控制方法的燃烧系统，是核心技术发明点2、3的主要完成人，是多项支撑专利的完成人。 3. 帅石金，排名3，教授，工作单位：清华大学，完成单位：清华大学，是该项目主要参与者，对发明点3、4有重要贡献。在GDI发动机分层混合气形成控制方法负责数值模拟研究，相关结果对项目实现有力支撑。 4. 马骁，排名4，副教授，工作单位：清华大学，完成单位：清华大学，是该项目主要参与者，对发明2、3有重要贡献。负责GDI汽油机光学发动机的设计，开展GDI发动机喷雾、混合气形成与燃烧的可视化研究，对核心技术发明点2、3做出了重要贡献，相关结果对项目实现有力支撑。 5. 沈源，排名5，高工，工作单位：浙江吉利控股集团有限公司，完成单位：浙江吉利控股集团有限公司，项目主要参与者。对发明点2、3有重要贡献。主持工程项目研发工作，制定发动机技术、开发和试验认证方案，提出了增压器匹配的思路、高效油气分离器等方案，对核心技术发明点2、3做出了重要贡献。 6. 汪俊君，排名6，高工，工作单位：东风汽车集团有限公司，完成单位：东风汽车集团有限公司，项目主要参与者。组织了在东风公司发动机上验证该项目主要技术发明点抑制常规爆震、早燃及超级爆震，设计开发了发动机配气系统，对核心技术发明点2做出了重要贡献。 | |
| 完成人合作关系说明：  第一完成人与第二完成人共同承担国家863、973、自然基金等科研课题并共同从事校企合作项目工作，合作发表论文，共同获得2018年度汽车工业技术发明一等奖与内燃机学会自然科学一等奖。是核心专利的共同发明人。  第一完成人与第三完成人共同从事多项国家科研课题与校企合作项目工作，合作发表论文，共同获得2018年度内燃机学会自然科学一等奖。是核心专利的共同发明人。  第一完成人与第四完成人共同从事多项国家科研课题与校企合作项目工作，合作发表论文，共同获得2018年度内燃机学会自然科学一等奖。  第一完成人与第五完成人共同从事国家863科研课题与校企合作项目工作，第五完成人是支撑该项目的国家863研究计划的负责人。  第一完成人与第六完成人共同从事校企合作项目工作，共同获得2018年度汽车工业技术发明奖一等奖。 | |