

2023 年度青海省科学技术奖励提名项目公示

提名项目名称：清洁含氧燃料喷雾、燃烧与排放协同调控理论及方法

提名者：青海民族大学

提名意见：提名该项目为青海省自然科学奖一等奖

项目在国家自然科学基金、青海省科技计划项目等资助和支持下，对清洁含氧燃料喷雾、燃烧与排放协同调控理论及方法开展研究，获得了创新成果和科学发现：首次建立圆射流、平面液膜射流和环状液膜射流在可压缩性环境气体中的不稳定性及碎裂理论，推动喷雾学理论发展；探明了全工况生物柴油和柴油氮氧化物（NO_x）排放的比较规律，提出了生物柴油 NO_x 排放的控制方法；揭示了柴油/正戊醇/甲醇互溶性随温度变化规律，提出了掺醇燃料燃烧优化与排放控制方法；探明了聚甲氧基二甲醚（PODE）抑制碳烟前驱物生成和汽油增强空气卷吸对柴油机高效清洁燃烧的主导调控机制，揭示了柴油/汽油/PODE 三元燃料高效清洁燃烧的技术路线，解决了柴油机颗粒物和 NO_x 排放的矛盾关系。

研究成果立足学科前沿，选题新颖，内容丰富，理论创新性强，获得了国内外专家学者的高度评价。第一完成人入选全球前 2% 顶尖科学家、青海省“昆仑英才·高端创新创业人才”计划。累计发表高水平论文 156 篇（SCI 检索 70 篇，ESI 1% 高被引论文 10 篇，交通运输重大科技创新成果 5 项），曾获中国生产力促进中心协会生产力促进二等奖、陕西高等学校科学技术一等奖、陕西省自然科学优秀学术论文二等奖和三等奖、陕西省内燃机学会自然科学特等奖等，有重要的学术价值，对促进燃料高效清洁利用、推动汽车产业创新发展具有重要作用。成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合青海省自然科学奖一等奖提名条件。

提名为青海省自然科学奖一等奖。

主要完成人：陈昊、马生元、曹建明、顾秉栋、苏欣

主要完成单位：长安大学、青海民族大学、青海交通职业技术学院

项目简介：项目对清洁含氧燃料喷雾、燃烧与排放协同调控理论及方法展开分析和研究，提出含氧燃料对于改善燃烧过程和抑制排放物生成的调控理论。具体内容和科学发现如下：

1) 喷雾调控理论和方法：基于射流线性和非线性稳定性理论，推导了射流表面波色散关系式，首次建立了典型圆射流、平面射流和环状射流在可压缩气流中的稳定性数理模型，重构了复杂喷射条件下的射流表面波动细节特征与可压缩复合气流中的多级表面波数理模型，明确了影响雾化效果的重要性能与结构参数，建立了完善的射流碎裂基础理论。

2) 生物柴油氮氧化物（NO_x）排放调控理论和方法：基于燃料物性、燃烧规律和 NO_x 生成机理，揭示了生物柴油有效热效率和 NO_x 排放浓度在中低转速小负荷工况下低于柴油、在其他工况下高于柴油的规律，解决了国际上关于生物柴油和柴油 NO_x 排放高低的争议问题，提出了生物柴油 NO_x 排放的控制理论及方法。

3) 三元燃料燃烧与排放调控理论：基于柴油/正戊醇/甲醇三相互溶性随环境温度的变化规律，解决了柴油与甲醇难以互溶的实际问题；结合燃料物理化学特性，揭示了三元燃料促进燃烧、提高热效率并显著降低颗粒物排放浓度的规律，明确了影响燃烧排放的燃料喷射参数与优化路线，提出了复合含氧燃料高效清洁燃烧理论。

4) 聚甲基二甲醚（PODE）燃烧与排放调控理论和方法：基于多元燃料体系，揭示了添加 PODE 抑制碳烟前驱物生成和添加汽油增强空气卷吸两种方法对不同工况柴油机燃烧和排放的主导调控机制，提出了柴油/汽油/PODE 三元燃料高效清洁燃烧理论，解决了颗粒物和 NO_x 排放的矛盾问题。

本成果针对典型的酯类（生物柴油）、醇类（甲醇等）、醚类（PODE 等）含氧燃料开展研究，在燃料高效清洁利用和汽车节能减排等领域具有重要科学价值，对优化交通能源结构和改善交通环境影响有重要意义。

累计发表高水平期刊论文 156 篇，其中 SCI 检索 70 篇，ESI 1%高被引论文 10 篇；**成果总被引 4000 余次**，3 篇代表性论文总被引 363 次，他引 295 次，SCI 他引 280 次；1 本专著总他引 125 次（CIP）。

代表性论文专著目录:

序号	论文专著名称	刊名	影响因子	年卷页码 (XX年XX卷XX页)	发表时间	通讯作者	第一作者	其他作者	SCI他引次数	他引总次数
1	NOx emission of biodiesel compared to diesel: Higher or lower?	Applied Thermal Engineering	6.465	2018年137卷 584-593页	2018年6月5日	陈昊	陈昊	谢斌, 马金秋, 陈轶嵩	115	121
2	Investigation on combustion and emission characteristics of a common rail diesel engine fueled with diesel n-pentanol methanol blends	Energy	8.857	2019年167卷 297-311页	2019年1月15日	陈昊	陈昊	苏欣, 贺晶晶, 谢斌	95	102
3	Effects of gasoline and polyoxymethylene dimethyl ethers blending in diesel on the combustion and emission of a common rail diesel engine	Energy	8.857	2019年171卷 981-999页	2019年3月15日	陈昊	陈昊	苏欣, 李峻辉, 钟祥麟	70	72
4	液体喷雾学	北京大学出版社			2013年7月1日	曹建明	曹建明		0	125
5	不同海拔气体燃料燃烧和水温升特性实验研究	青海师范大学学报(自然科学版)		2019年第2期 35-44页	2019年6月15日	马生元	马生元	顾秉栋, 邓俊飞	0	0