

Micropropulsion Characteristics of Nanothermites Prepared by Electropray

RU Cheng-bo, WANG Fei, XU Jian-bing, DAI Ji, SHEN Yun, YE Ying-hua, ZHU Peng, SHEN Rui-qi

(School of Chemical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: Nanothermites can be used as the propellant of MEMS-based microthrusters. Addition of energetic binder can enhance the propulsion performance of nanothermite. In this work, nitrocellulose(NC) and polyvinylidene fluoride(PVDF) were chosen as the binder, and the mixtures were prepared by electropray mixing process. Based on both Chemical Equilibrium and Application(CEA) software calculation and experiments, the influences of fuel/oxide equilibrium ratio (ϕ) and the content of binding agents on propulsion performance were systematically studied, while the results were compared with propulsion performance of the mechanically mixed nanothermites. Results show that nanoparticles were more uniformly dispersed in the electropray mixed nanothermite than the mechanically mixing case. The calculated optimum ϕ of Al/CuO was 0.9, while the optimal tested ϕ was 1.8. Specific impulse of the mixture reaches $250.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, by increase of 8.0% for 2.5% NC in comparison with the binder-free Al/CuO. The addition of PVDF reduces the tested specific impulse. The decomposition products of binder separate nanoparticles and increase the characteristic mass transport length of the condensed phase reaction, leading to a distinctly increase in combustion duration, from 2.9 ms to 87.8 ms.

Key words: nanothermites; solid propellant microthrusters; specific impulse; electropray; energetic binder

CLC number: TJ45; O69

Document code: A

DOI: 10.11943/j. issn.1006-9941.2016.12.001



向审稿人致谢

2016年,在各级领导的关心和各位同行专家的帮助下,本刊得以顺利出版发行,为此,编辑部特向在2015年11月4日~2016年11月15日为本刊审阅稿件的各位审稿人(以汉语拼音为序)致谢!

- 白颖伟 毕福强 曹瑞林 曹一林 常海 常双君 常伟林 常新龙 车望军 陈捷 陈军 陈朗 陈清畴
- 陈树森 陈小伟 陈智刚 成健 程广斌 池旭辉 褚思义 代晓淦 邓剑如 邓琼 董海平 董奇 堵平
- 杜仕国 杜志明 杜忠华 段晓惠 段卓平 范春华 方文军 冯顺山 冯晓军 付一政 傅华 高大元 高红旭
- 葛红光 葛忠学 贡雪东 苟瑞君 谷岩 顾文彬 顾晓辉 郭菲 郭建维 郭效德 郭子如 韩克华 韩勇
- 郝海霞 何吉宇 何卫东 何璇 何勇 洪滔 胡春波 胡海波 胡建新 胡荣祖 胡松启 黄亨建 黄靖伦
- 黄明 黄文尧 黄西成 黄希桥 黄寅生 黄振亚 黄志萍 贾宪振 姜炜 蒋建伟 蒋榕培 解立峰 金大勇
- 居学海 李高春 李洪珍 李吉祯 李加荣 李江 李敬明 李军 李亮亮 李生华 李伟兵 李晓杰 李笑江
- 李亚南 李燕 李战雄 李志鹏 廖龙渝 刘波 刘大斌 刘建青 刘健峰 刘少伟 刘少武 刘所恩 刘巍
- 刘亚青 刘英哲 龙源 卢斌 卢芳云 卢先明 鲁国林 陆明 路中华 罗军 罗一鸣 罗运军 马海霞
- 马宏昊 马小兵 门建兵 孟征 孟子暉 缪云坤 倪培君 庞维强 裴明敬 裴重华 彭汝芳 齐晓飞 钱立新
- 钱新明 强洪夫 乔相信 乔小晶 秦风 冉秀伦 任慧 任宁 邵自强 沈瑞琪 沈兆武 盛涤伦 宋锦泉
- 宋浦 孙成辉 孙杰 谭碧生 谭多望 唐承志 唐维 田德余 童中翔 万代红 汪营磊 王伯良 王伯周
- 王海福 王金相 王晶禹 王亮 王宁飞 王述剑 王树山 王晓峰 王晓鸣 王新德 王煜军 王燕兰 王尹军
- 王育维 王占江 王肇中 王哲君 韦兴文 蔚红建 魏光辉 魏建国 魏学涛 魏智勇 温茂萍 温玉全 文尚刚
- 文玉史 吴立志 吴耀国 吴玉凯 武双章 肖继军 肖金武 肖正刚 熊鹰 胥会祥 徐抗震 徐瑞娟 徐颖
- 许诚 闫鸿浩 炎正馨 杨光成 杨建兴 杨立军 杨荣杰 杨卫娟 杨毅 杨宗伟 姚维尚 叶小军 仪建华
- 易文斌 尹建平 尹艳华 应三九 余永刚 鱼银虎 郁卫飞 袁俊明 曾贵玉 曾庆轩 张朝阳 张皋 张公正
- 张光全 张国防 张海军 张洪林 张建国 张建军 张江波 张蒙正 张明安 张奇 张庆华 张庆明 张蕊
- 张同来 张为华 张伟斌 张炜 张先锋 张亚军 张廷强 张远波 张遵真 赵凤起 赵省向 赵晓东 赵孝彬
- 郑申声 智小琦 周彬 周集义 周伟良 周阳 周遵宁 朱朝阳 朱朋 朱顺官 朱卫华

《含能材料》编辑部
二〇一六年十二月