

含能材料：保障国家安全 促进文明发展 ——含能材料分论坛侧记

文 / 南京理工大学 肖忠良 丁亚军 周 杰

含能材料（火炸药）起源于中国四大发明之一，是一类通过瞬态化学反应产生高温高压效应的物质，是武器发射、推进、毁伤的化学能源，同时被广泛应用于冶金、勘探、航天等领域，是国家战略资源和国防安全的关键与核心技术的重要组成。从空间尺度研究含能材料的元素、介观/微观、宏观结构与性能本构关系，从时间维度研究含能材料分解、燃烧、爆炸规律，成为科学探索的基础平台与发展空间；高能量密度材料创制、能量释放控制新方法、绿色数字化制造等成为技术前沿发展方向。近十几年来，国家高度重视含能材料的发展，我国在该领域取得重大突破与进展，系列原始创新成果得到应用，与国际先进水平比较，基本实现由代差到代内差的转变，部分技术方向达到国际领先水平。



张平祥 院士

2021年10月16日，“2021新材料国际发展趋势高层论坛——含能材料论坛”于宁波香格里拉大酒店顺利举行。中国工程院张平祥院士出席论坛。本次分论坛由南京理工大学肖忠良教授和中国工程物理研究院黄辉研究员主持。邀请了黄辉研究员、陆明教授、罗运军教授、张朝阳研究员、赵凤起研究员、何春林教授、肖忠良教授7位含能材料领域的知名学者作了精彩的学术报告，针对安全不敏感弹药、全氮多氮含能化合物、高能不敏感推进剂、梯度硝基发射药等方面开展了广泛而深入的讨论。论坛报告展示了含能材料领域在科研、工程应用方面的新进展、新成果，报告内容精彩纷呈，学术思想激烈碰撞，是含能材料的一次重大盛会。

精彩报告

中国工程物理研究院黄辉研究员 对不敏感弹药中含能材料，从分子设计、晶体结构控制和宏观结构控制多层次阐述了不敏感弹药的设计思路，提出了有效降低感度的原理与技术途径；进一步，给出了不敏感弹药的系统设计方法，包括外界刺激响应的定量关系、弹药安全性的预测理论方法、弹药毁伤能力与安全性协调方法等；最后，对安全弹药的发展进行了分析与展望。



黄辉 研究员



陆明 教授

南京理工大学陆明教授 主要从氮原子簇化合物、离子型全氮化合物、聚合氮三个方面，简述了全氮含能化合物的国内外研究进展。综述了五唑阴离子的合成，以及金属与非金属五唑衍生物的结构、稳定性和基础性能；概述了氮含量高于80%的高氮化合物，包括二元CN共价化合物、二元CN阴离子和四唑类等含能化合物的国内外研究进展。对全氮与多氮含能材料的应用前景进行了分析。



何春林 教授

北京理工大学何春林教授 对21世纪以来高爆速含能材料的研究进展进行了综述，分析了密度、生成焓、氧平衡、产气量等因素对含能材料爆速的影响，并以含能化合物母体革新为主线，讨论了含能基团对含能骨架的修饰及协同作用等。



肖忠良 教授

南京理工大学肖忠良教授 针对钝感包覆剂带来的武器发射药烟雾大、燃烧残渣较多、长贮寿命低、环境毒害等本质缺陷，采用分子剪裁方法，实现了对硝化棉基体发射药表层可控制的梯度分布，颠覆了传统钝感包覆发射药的原理与方法，不含任何钝感包覆剂，形成一种新火药。介绍了该类发射药的需求背景、物理化学原理、技术实现方法、性能测试结果、与现有制式发射药武器应用效果对比以及继续深化研究的设想等。

北京理工大学罗运军教授 报告了高能不敏感推进剂的最新研究进展，重点介绍了不敏感推进剂系统设计方法、包括能量、燃烧、力学、不敏感性综合设计以及能量与不敏感性的矛盾统一性，特别对不敏感推进剂的动静态力学性能、组份对不敏感性能的影响规律等进行了阐述，并对高能不敏感推进剂的后续发展进行了展望。



罗运军 教授

西安近代化学研究所赵凤起研究员 指出了纳米材料及其合成技术在火炸药中的应用是提高武器装备性能行之有效的途径之一，介绍了国内外纳米材料在火炸药中的应用进展和重点发展方向，并针对国内改性双基推进剂中的发展瓶颈和纳米材料在应用中存在的问题，提出了一些高进方法，并对下一步纳米材料在推进剂中的应用指明了研究的重点和方向。



赵凤起 研究员

中国工程物理研究院化工材料研究所张朝阳研究员 总结了含能材料在理论与设计、合成与制备、检测与分析等方面近10年来的研究进展，展示了一些新的设计思路与分析技术；指出优质含能化合物的创制仍然存在挑战，其后期的发展应结合含能材料STE的具体要求，将已有的化合物用好，并不断创制新型化合物。



张朝阳 研究员