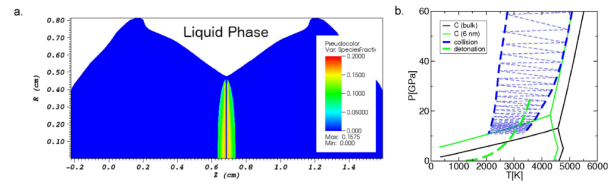


美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室采用X射线散射技术监测了B炸药碰撞爆轰过程中产物碳的动态演化

爆轰过程的瞬时性使得对产物含量的实时动态监测十分困难,而高能炸药的类别、组分、爆轰环境都会影响产物的颗粒度,美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室 Hammons 等人使用快速射线照相和小角X射线散射(SAXS)技术对冲击波阵面在炸药中的传播过程和碳的粒径变化历程进行研究,分别从一端起爆和两端起爆B炸药,探索爆轰过程几何构型与高温高压热力学条件的联系以及对产物形貌的影响。研究发现在碰撞点形成的颗粒尺寸为采用传统的一端起爆方式回收尺寸的两倍,在距离中心区域4.15 mm处,颗粒尺寸和采用传统一端起爆的结果类似。热化学计算表明碰撞的冲击波会导致相对碰撞中点附近的温度和压力升高,部分产物碳在有利于液相的压力和温度下冷凝。该研究结合了亚微秒时间分辨率的X射线照相技术、SAXS技术以及热化学模型,便于读者更广泛的理解不同爆轰条件下产物碳的粒径变化规律。

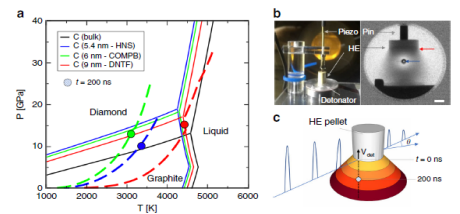
源自: Hammons J A, Nielsen M H, Bagge-Hansen M, et al. Observation of Variations in Condensed Carbon Morphology Dependent on Composition B Detonation Conditions. *Propellants, Explos., Pyrotech.* 45, 347 (2020). <https://doi.org/10.1002/prep.201900213>.



美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室通过小角散射实验观测了DNTF炸药爆轰产物中液相碳的凝聚和向洋葱状纳米碳转化的动态过程

理解产物碳在爆轰序列中的形成机制有助于爆轰合成纳米金刚石技术的提高,从而有利于各种纯净和掺杂纳米碳材料的合成。据预测,只有少数高能炸药(DNTF和BTF)会在早期达到适合液态碳冷凝的热力学条件,目前尚没有确凿的实验证据。Bagge-Hansen 等人采用小角散射技术实施了对DNTF爆轰产物液态碳在200 ns内的凝聚过程的动态测量,与热化学模型预测的在约200 ns产物碳从液相向石墨态的过渡过程完美吻合。同时通过高分辨率电子显微镜证实了大量平均直径约为10 nm的洋葱状纳米碳的存在。该研究提供了一条有效合成洋葱状纳米碳的潜在途径,同时提出了极端压力和温度下液态碳相变动力学的见解。

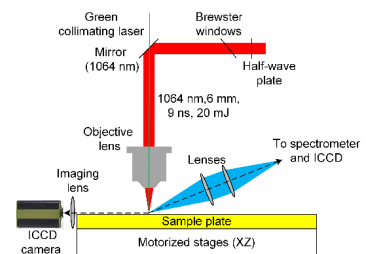
源自: Bagge-Hansen M, Bastea S, Hammons J A, et al. Detonation synthesis of carbon nano-onions via liquid carbon condensation. *Nat. Commun.* 10, 3819 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11666-z>.



中国工程物理研究院对添加AP或AP/B/MgH₂的含铝RDX进行激光烧蚀研究

含能材料的反应特性决定其能量输出性能,激光烧蚀是取代燃烧和爆炸的另一种含能材料激发手段,通常只需要毫克量级的样品,从而避免了实验的破坏性。中国工程物理研究院化工材料研究所曹威等与流体物理研究所合作,联合使用激光烧蚀和激光诱导离解光谱(laser-induced breakdown spectroscopy, LIBS)技术,研究了激光烧蚀添加高氯酸铵(AP)或AP/B/MgH₂的RDX基含铝炸药的反应特性。研究表明,AP的加入促进且主导了含铝炸药的后燃反应,而B/MgH₂的加入延长了后燃反应时间,但是后燃反应强度有所减弱。该研究使用的激光诱导离解光谱是一种微秒时间分辨率的炸药烧蚀反应瞬态组分变化观测手段,为更好的理解炸药的反应规律提供了一种新方法。

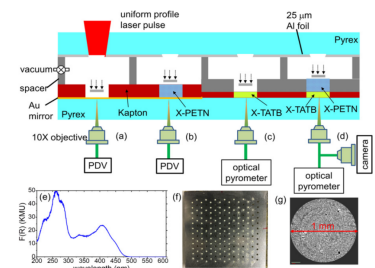
源自: Wei Cao, Wencan Guo, Tong Ding, Yong Han, et al. Laser ablation of aluminized RDX with added ammonium perchlorate or ammonium perchlorate/boron/magnesium hydride[J]. *Combustion and Flame*, 2020, 221: 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2020.07.045>.



美国伊利诺伊大学香槟分校、南京理工大学研究TATB基炸药的冲击热点起爆

由TATB基组成的钝感炸药体系由于高耐热和抗物理冲击而受到广泛关注,其对冲击起爆不敏感的同时具有很高的能量输出。南京理工大学张伟和伊利诺伊大学香槟分校 Dana Dlott 教授合作,对TATB基高聚物粘结炸药(X-TATB)的热点起爆过程进行研究。结果表明,2.1 Km·s⁻¹低速飞片冲击X-PETN引发X-TATB燃烧,4.2 Km·s⁻¹高速飞片冲击X-PETN引发X-TATB爆炸;X-TATB对来自X-PETN的25 ns冲击的反应比来自飞片的4 ns冲击的反应更强烈,所以X-TATB的完全起爆可能需要更长时间的冲击输入来实现。该研究揭示了X-TATB的热点起爆过程,为TATB基钝感起爆装药的设计提供了指导。

源自: Wei Zhang, Lawrence Salvati III, Meysam Akhtar, Dana D. Dlott. Shock initiation and hot spots in plastic-bonded 1,3,5-triamino-2,4,6-trinitrobenzene (TATB). *Appl. Phys. Lett.* 116, 124102 (2020). DOI: 10.1063/1.5145216.



(中国工程物理研究院化工材料研究所 谭凯元 编译)