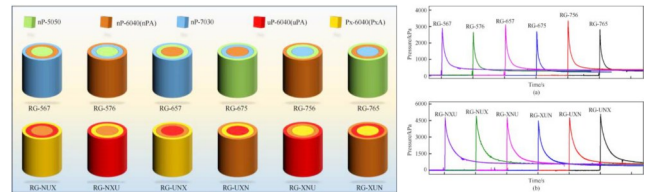


中国工程物理研究院研究了径向梯度结构对PTFE/Al压力输出的影响

聚四氟乙烯 (PTFE)/铝 (Al) 作为一种典型的高能复合材料, 由于其超高的能量密度和强烈的放热反应, 在炸药、推进剂等领域得到了广泛的应用。研究团队采用 3D 打印技术制备了三种不同 PTFE 形貌 (200 nm 和 5 μm 颗粒和 5 μm 纤维) 和含量变化的径向梯度 (RG) 结构 PTFE/Al 圆柱体, 研究了径向梯度结构对 PTFE/Al 压力输出的影响。这些结果可以帮助调节 PTFE/Al 的燃烧过程和压力输出。

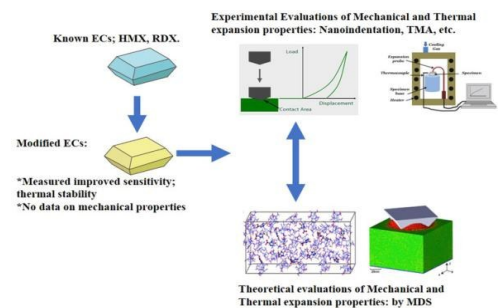
源自: MAO Y, HE Q, WANG J, et al. Tuning energy output of PTFE/Al composite materials through gradient structure[J]. *Defence Technology*, 2023, 26: 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2022.05.015>.



西北工业大学关于含能晶体的力学性能的综合: 评价方法与最新成果

含能晶体 (ECs) 的力学性能直接关系到弹药和推进剂的安全性能。综述回顾了研究 ECs 力学性能的各种理论和实验方法, 包括 MD 模拟、纳米压痕、XRD 方法和弹性波速测量等, 为构建更安全、更稳定的 EMs 提供支撑。目前研究者已使用共结晶、包覆/插层和重结晶等改性方法开发了改性增强晶体, 并对这些配方中的 ECs 的机械强度进行了研究, 改善了这些晶体的热稳定性和不敏感性等性能。

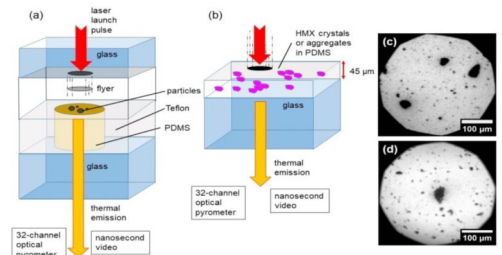
源自: QUANSAH J D, ZHANG X, WASIULLAH Q, et al. Mechanical and thermophysical properties of energetic crystals: evaluation methods and recent achievements[J]. *FirePhysChem*, 2023, 3(3): 234–254. <https://doi.org/10.1016/j.fpc.2022.10.004>.



美国伊利诺伊大学研究了孔隙对复合材料的影响

金属/氧化剂复合材料可以使炸药释放更多的能量, 这些复合材料的能量释放反应通常受到扩散传质的速率限制。伊利诺伊大学开发了一种针对少量颗粒样品的微波点火方法, 使用阻滞反应研磨 (ARM) 制备具有内部孔隙的金属复合材料颗粒, 通过测量绝对辐射强度复合材料的能量释放率。结果显示, 孔隙度小或无孔隙度的复合颗粒对冲击不敏感, 而孔隙度大的复合颗粒在相同条件下更容易被引燃, 复合颗粒的内部孔隙增加了微波点火的概率。这表明可以通过设计内部孔隙度来增加金属/氧化剂复合材料在冲击下的化学反应活性。

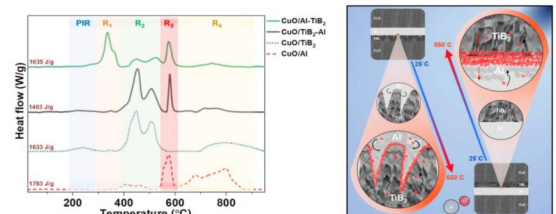
源自: Kumar Valluri S, Salvati III L, Dreizin E L, et al. Fast reactions of shocked energetic microporous metallic composites[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2023, 48(10): e202300031. <https://doi.org/10.1002/prop.202300031>.



法国图卢兹大学研究了TiB₂层位置对铝热剂能量释放的影响

纳米热剂将金属和金属氧化物在纳米尺度上结合起来, 以化学方式释放大量的热量。研究团队研发了一种 Al-TiB₂/CuO 多层材料组成的新型三元铝热剂, 该铝热剂利用了钛 (Ti) 的高可燃性、硼 (B) 的高体积密度和铝 (Al) 的低熔点的优点。结果表明, 与单一燃料样品 (Al/CuO 和 TiB₂/CuO) 相比, TiB₂ 添加剂不仅使点火能量降低了 100%, 而且使燃烧速率提高了两倍以上。使用 TiB₂ 可以改善铝热剂的可燃性, 精细调节铝热剂的能量性能。

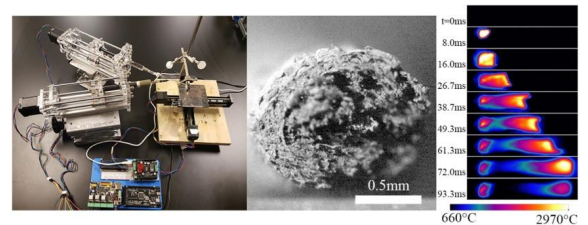
源自: SINGH V, WU T, HAGEN E, et al. How positioning of a hard ceramic TiB₂ layer in Al/CuO multilayers can regulate the overall energy release behavior[J]. *Fuel*, 2023, 349: 128599. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4392201>.



加拿大滑铁卢大学研制了一种新的纳米热凝胶增材制造工艺

增材制造通常需要聚合物黏合剂, 这会降低材料的导热性并改变其燃烧特性。研究团队提出了一种新的增材制造工艺, 制造了一种新型无聚合物的还原氧化石墨烯 (rGO) 基铝/金属氧化物纳米热凝胶, 其多孔结构由超薄氧化石墨烯片作为三维骨架, 将铝和金属氧化物纳米颗粒包裹成单个纳米热团簇。DSC-TGA 与高速燃烧结果表明该样品的能量性能提高。这种工艺为制备更复杂的氧化石墨烯/纳米颗粒气凝胶提供了一种新的方法。

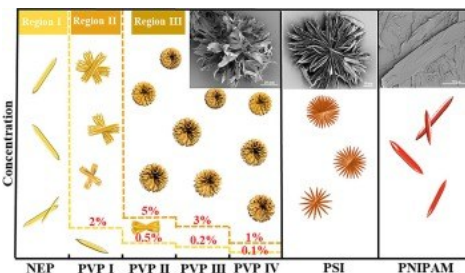
源自: WANG A, MACROBBIE C J, BARANOVSKY A, et al. Microstructure and energetic characteristics of direct ink printed polymer-free rGO/nanothermite aerogel[J]. *Carbon*, 2024, 216: 118596. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2023.118596>.



中国工程物理研究院研究了聚合物添加剂诱导非晶支化制备微纳球形分层含能材料技术

由多尺度单元组装而成的微纳分级含能材料,因其机械灵敏度高、起爆与爆轰传输性能好、力学性能优秀等特点引起广泛研究。本研究首次制备了具有优良比表面积、微/纳米球晶级2,2',4,4',6,6'-六硝基二苯乙烯(HNS),有望克服纳米HNS的团聚问题。制备的球晶HNS比表面积是原HNS的近6倍,冲击灵敏度降低,熔解和分解温度提高,表现出良好的脱敏效果,有利于能级结构的能量释放。

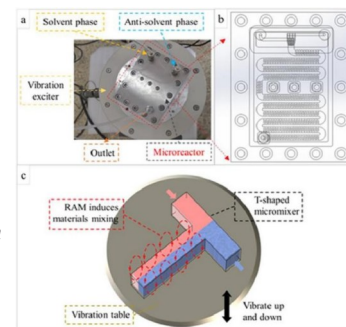
源自: LI M, WANG Y, ZHOU X, et al. Fabrication of micro/nano spherulitic hierarchical energetic materials via noncrystallographic branching induced by polymer additives: A case study of 2, 2', 4, 4', 6, 6'-hexanitrostilbene (HNS). *Chemical Engineering Journal*, 2023, 462: 142162. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142162>.



南京理工大学采用连续流动共振混声制备了纳米含能材料

近年来,微流控技术被广泛应用于纳米含能材料的制备。流体的混合效率是影响产品粒径和粒径分布的重要因素之一。在本研究中,通过结合连续流微流控和共振声混合(RAM)技术,开发了一种增强流体混合性能的新策略。流体可视化和三维计算流体力学(CFD)模拟结果表明,新型连续流动共振声混合(CFRAM)技术比传统的微流控方法具有更好的混合效率。

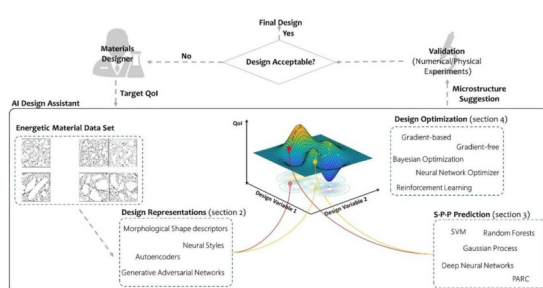
源自: ZHANG S, ZHAN L, ZHANG Y, et al. Continuous flow resonance acoustic mixing technology: a novel and efficient strategy for preparation of nano energetic materials. *FirePhysChem*, 2023, 3(1): 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.fpc.2022.08.001>.



美国弗吉尼亚大学关于含能材料设计的人工智能方法综述:进展与未来研究方向

人工智能(AI)正迅速成为解决复杂材料设计问题的有效工具。通过数值模拟和/或物理实验的数据训练,AI模型可以吸收设计参数空间内的趋势和模式,识别最优的材料设计(微形态,复合材料中的材料组合等),并指出具有针对性的性能和性能指标的设计。元学习、主动学习、贝叶斯学习和半/弱监督学习等方法将会是未来的发展方向

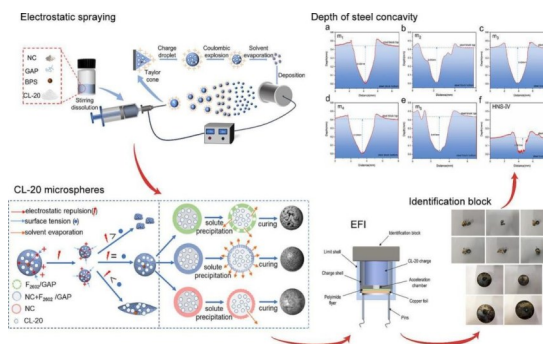
源自: CHOI J B, NGUYEN P C H, SEN O, et al. Artificial intelligence approaches for energetic materials by design: state of the art, challenges, and future directions. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2023, 48(4): e202200276. <https://doi.org/10.1002/prep.202200276>.



中北大学研究了静电喷涂法制备CL-20复合微球

利用高能炸药在爆炸箔起爆器(EFIs)中具有重要意义。本研究通过静电喷涂技术成功制备了CL-20复合微球,在黏结剂含量为5%时,粒径分布窄,球度高。在GAP和F2602中引入NC的策略有效改善了CL-20微球的孔隙率、比表面积和表现活化能,其中比表面积的增加导致了CL-20微球的脉冲敏感性变窄。与CL-20相比,这些微球的安全性显著提高。

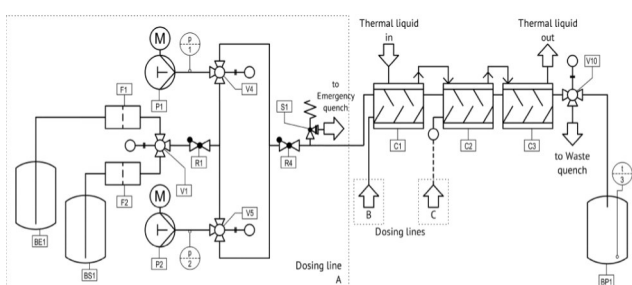
源自: FENG C, YE B, MA Y, et al. Electro spray fabrication of CL-20 composite microspheres for high-energy EFIs: Microstructure modulation and performance optimization. *Powder Technology*, 2024, 437: 119563. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2024.119563>.



德国慕尼黑大学研究了使用新型模块化微流反应器放大高能材料合成过程的技术

微流反应器已在多方面证明其优势,例如,良好的冷却能力,可以安全地进行硝化反应等放热反应。目前的关键仍然是从克规模到工业生产的过渡。研究团队成功研制出允许使用高腐蚀性材料进行反应的反应装置,为验证其功能性,在实验室层面合成硝基胍已被实现,显著改善了生产速度和安全性。

源自: Konstantin Karaghiosoff, Thomas M. Klapötke, and Maurus B. R. Völkl. *Organic Process Research & Development*, 2024, 28(5), 1458-1463. DOI: 10.1021/acs.oprd.2c00398.



(西安近代化学研究所 冯晓军 王晓峰 编译)