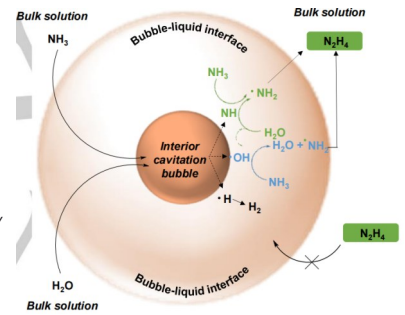


普瓦提埃大学通过超声诱导 NH_3 直接转化为 N_2H_4

普瓦提埃大学通过高频超声辐照含水 NH_3 产生中空气泡,以气泡作为微反应器激活 NH_3 将其转化为 N_2H_4 ,无需任何催化剂的帮助,在气泡与液体界面即可生成 N_2H_4 。搭配超声反应器中的冷却系统可以使 NH_3 保持在 $30\text{ }^\circ\text{C}$,这种原位合成 N_2H_4 的方式有效地防止了 N_2H_4 的热分解。同时,该研究发现通过调节 NH_3 的浓度可以使 NH_3 快速清除反应中产生的一 OH ,从而限制了 N_2H_4 在气泡与液体界面上的分解。

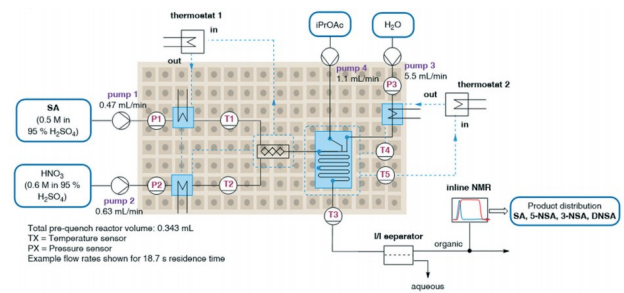
源自: Humblot A, Grimaud L, Allavena A, et al. Conversion of ammonia to hydrazine induced by high-frequency ultrasound[J]. *Angewandte Chemie*, 2021, 133(48): 25434–25438.



格拉茨大学采用多变量分析方法结合核磁共振优化连续流中的复杂硝化反应

格拉茨大学通过使用台式核磁共振来指导优化了连续流中的复杂硝化反应。通过快速数据采集(2秒/光谱)并采用多元分析统计方法作为内联工具对数据进行处理建模,克服了光峰重叠与定量困难的问题,实现了复杂产品的精准量化。该研究证明了台式核磁共振可以在流动化学的自动优化、机理实验和过程控制中充分发挥作用。

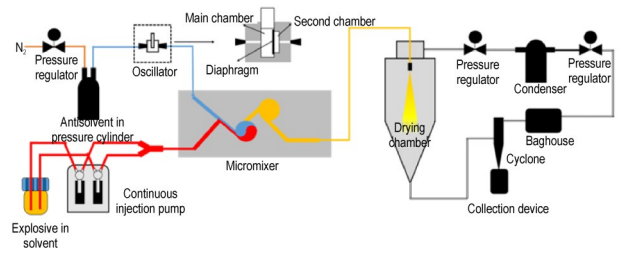
源自: Sagmeister P, Poms J, Williams J D, et al. Multivariate analysis of in-line benchtop NMR data enables rapid optimization of a complex nitration in flow[J]. *Reaction Chemistry & Engineering*, 2020, 5(4): 677–684.



南京理工大学利用微流控技术与喷雾干燥相结合制备了微纳多级结构HNS微球

南京理工大学提出了微流控与喷雾干燥耦合的策略,可以实现微纳多级结构HNS炸药微球的连续制备,建立了微流控方法制备微/纳多级结构HNS炸药的球形化物理模型,构建了包含微流控模块和喷雾干燥模块的连续化微流控试验平台。飞片冲击起爆试验表明,微纳多级结构的HNS炸药与纳米HNS炸药具有类似的发火感度。其优势在于,微/纳多级结构的HNS炸药在保持发火感度的同时,具有更好的分散性和装药密度。这项研究为炸药微纳多级结构的设计与调控提供了研究思路与方法。

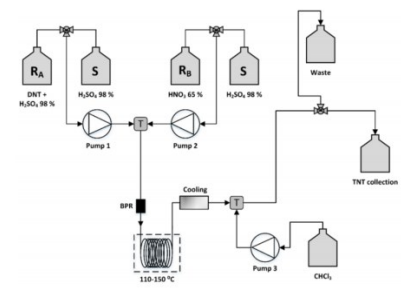
源自: Shi J, Zhu P, Zhao S, et al. Continuous spheroidization strategy for explosives with micro/nano hierarchical structure by coupling microfluidics and spray drying[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2021, 412: 128613.



欧盟委员会联合研究中心采用自动化连续流系统合成了TNT

欧盟委员会联合研究中心采用自动化连续流系统将硝化反应限制在微管中,通过改变流速与反应温度实现TNT连续化高效制备。结果表明,采用连续流合成TNT具有更短的反应时间(10~30 min)与更高的转化率(>99%)。同时,连续流反应器具有更高的散热扩散效应,使得反应可以更安全地使用高温,降低失控放热的风险。

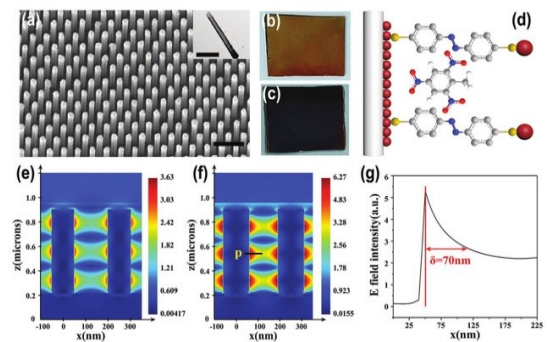
源自: Kyprianou D, Berglund M, Emma G, et al. Synthesis of 2,4,6-trinitrotoluene (TNT) using flow chemistry[J]. *Molecules*, 2020, 25(16): 3586.



南京理工大学以对氨基苯硫酚为探针分子实现了痕量TNT的检测

表面增强拉曼光谱(SERS)由于其超灵敏性、优异的选择性和快速检测能力等优点已成为探测表面分子构型的强有力手段之一。但是高增强因子通常伴随着SERS信号的均匀性和重现性较差,严重制约了SERS的实际应用。南京理工大学通过超声喷雾方式在空气/水界面组装单层聚苯乙烯微球模板、纳米微球刻蚀技术设计和构建三维周期性SERS基底,以对氨基苯硫酚为探针分子检测到了低至飞摩尔 10^{-14}M 的痕量TNT(相对标准偏差 $\text{RSD}\leq 3\%$)。

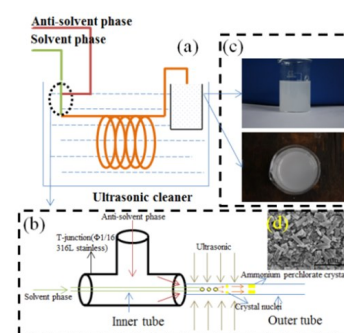
源自: Song C, Ye B, Xu J, et al. Large-area nanosphere self-assembly monolayers for periodic surface nanostructures with ultrasensitive and spatially uniform SERS sensing[J]. *Small*, 2022, 18(8): 2104202.



南京工业大学利用超声辅助聚焦流微反应器制备了超细AP

为了开发安全、高效制备超细AP的工艺方法,南京工业大学通过超声辅助聚焦流重结晶出平均粒径可达410 nm且尺寸、形态可控的超细AP。在聚焦流形成连续高过饱和状态的基础上,通过超声共振使溶剂与反溶剂均匀接触,实现粒径更小的目的。该研究为超细炸药的安全、连续制备提供了新的工艺方法与思路。

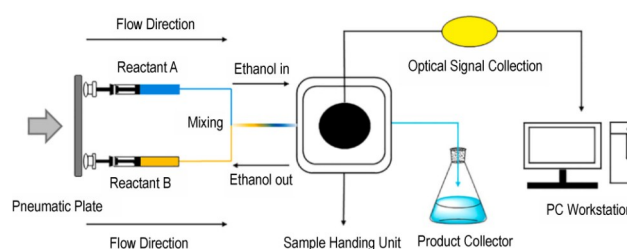
源自:Ma Z, Pang A, Li W, et al. Preparation and characterization of ultra-fine ammonium perchlorate crystals using a microfluidic system combined with ultrasonication[J]. Chemical Engineering Journal, 2021, 405: 126516.



北京化工大学利用停流光谱技术测定了对硝基苯胺重氮化反应的动力学参数

重氮化反应属于强放热的快速反应,在制备与工业放大过程中都存在着极高的危险性。同时由于缺乏合理的动力学参数,导致反应设计与工艺优化十分困难。北京化工大学采用停流法将微反应器与光谱仪相结合,对对硝基苯胺与亚硝酸重氮化反应的动力学参数进行了在线快速检测。这种微反应器与光谱仪相结合的方法相较于人工采样多出了近两个数量级的实验数据,能够确保采样过程的灵敏度与动态结果的准确性。该研究为重氮化反应器的开发与工艺优化提供了基础数据与方法指导。

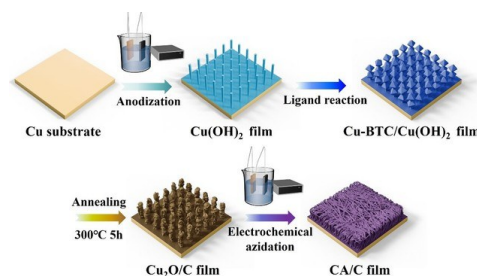
源自:Xue Y, Tang Z, Xu W, et al. Kinetics of the homogenous diazotization of *p*-nitroaniline with nitrous acid solution using stopped-flow technique[J]. Chemical Engineering Journal, 2021, 423: 130223.



南京理工大学利用电化学方法实现了多孔碳封装纳米铜源的叠氮化

叠氮化铜是一种高能绿色起爆药,被认为是传统铅基起爆药的潜在替代品。但高静电感度($E_{50}=0.05$ mJ)给制备及装药过程带来了极大的安全隐患,限制了其应用发展。南京理工大学利用阳极氧化制得的Cu(OH)₂纳米阵列,采用配体置换、高温热解得到Cu₂O/C薄膜,并通过电化学叠氮化,最终制得Cu(N₃)₂/C薄膜。该方法简单高效,很好的解决了叠氮化铜静电感度高难以应用的问题,推动叠氮化铜含能材料的应用。

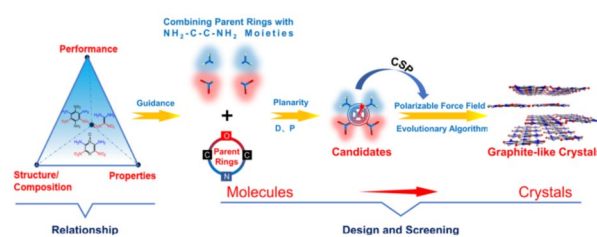
源自:Yu C, Zhang W, Xian M, et al. Copper azide nanoparticle-encapsulating MOF-derived porous carbon: electrochemical preparation for high-performance primary explosive film[J]. Small, 2022: 2107364.



西安近代化学研究所提出含能材料的分层结构设计策略

分层填充结构由于能够出色地平衡能量和安全性在含能材料领域引起了极大的关注。然而,目前仍然缺乏先进的分层含能材料及其合理的设计方法。西安近代化学研究所通过对结构/组成-性能关系的系统分析以及对可能晶体堆积结构的精确搜索,提出了一种从分子到晶体水平的含能材料分层结构设计策略。研究表明,存在两种具有良好的机械感度(优于TNT)和爆轰性能(优于FOX-7)的分层含能材料。这项研究推动了对于新型优质的分层含能材料的探索和发现。

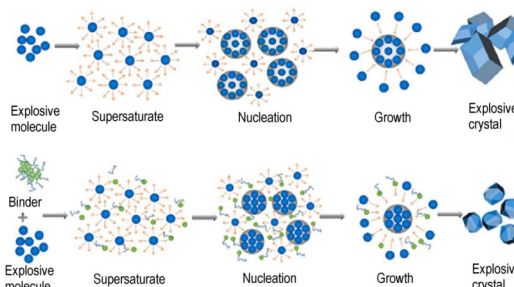
源自:Cao Y, Zhang Z, Lai W, et al. Multi-level structural design strategy toward low-sensitivity energetic materials: from planar molecule to layered packing crystal[J]. Crystal Growth & Design, 2022, 22(3): 1882-1891.



南京理工大学利用混沌对流微流控平台包覆与改性了HNS基PBX

聚合物粘结炸药具有高密度、高安全性与优良的动态力学性能。南京理工大学构建了基于微尺度混沌对流的微流控结晶平台,制备了具有粒径分布窄且形貌规则的高品质HNS基PBX,研究了粘结剂对纳米HNS的包覆与改性机理。研究表明,四种不同粘结剂包覆的HNS基PBX均能在高过载环境下保持其装药稳定性。该研究为聚合物与炸药晶体体系的复合提供了新的工艺方法。

源自:Yan F, Zhu P, Zhao S, et al. Microfluidic strategy for coating and modification of polymer-bonded nano-HNS explosives[J]. Chemical Engineering Journal, 2022, 428: 131096.



(南京理工大学 闫樊钰慧 石锦宇 编译)