

文章编号: 1006-9941(2010)06-0730-02

## RDX 晶体特性的设计控制与表征

黄明<sup>1</sup>, 李洪珍<sup>1</sup>, 徐容<sup>1</sup>, 康彬<sup>1</sup>, 张朝阳<sup>1</sup>, 聂福德<sup>1</sup>, 陈波<sup>2</sup>

(1. 中国工程物理研究院化工材料研究所, 四川 绵阳 621900; 2. 中国工程物理研究院核物理与化学研究所, 四川 绵阳 621900)

为研究炸药晶体微结构与宏观性能的关系, 我们深入开展了 RDX 晶体特性研究。首先, 采用具有一定统计意义的宏观特征物理量表征了 RDX 晶体的微结构信息, 包括内部组份的非均一性, 不同的相含量及分布, 内部缺陷及杂质包藏物, 晶粒度大小、晶面的取向分布, 晶粒的表面及形貌, 以及晶粒的尺寸大小分布等, 提出了 RDX 晶体特性的内涵, 研究认为 RDX 的晶体特性包括晶体颗粒特性和晶体内部特性, 晶体颗粒特性能反映晶体颗粒之间和晶体表面的信息, 如晶体形状、晶体表面的光滑程度、颗粒的大小及分布等; 炸药晶体内部特性能反映晶体的内部信息, 如晶体内的包藏物和晶格缺陷等。

接着, 采用晶体生长附着能模型(PBC), 计算了以丁内酯为结晶溶剂时 RDX 的理论晶习。研究中假定 RDX 晶片受到来自晶体附着力和来自丁内酯吸附力的共同作用, 导致晶片在晶体表面的附着能降低, 从而使得 RDX 晶体习性发生改变, 变化的程度可由溶剂在晶面上的吸附能大小进行预测。因此, 晶片在晶体表面的附着能由晶格能减去晶片能和溶剂产生的吸附能, 计算式见式(1)。理论预测的与实际生长得到的 RDX 照片如图 1 所示。

$$E_{\text{att}} = E_{\text{latt}} - E_{\text{slice}} - E_{\text{absorb}} \quad (1)$$

结合理论预测结果, 又开展了 RDX 在不同溶剂体系中的结晶行为的研究, 获得了粒度可控的具有不同晶体特性的 RDX。研究过程中重点解决了成核过程中的晶核品质控制问题以及晶体长大过程中晶体缺陷产生、演化的控制问题。在晶核品质控制技术方面, 重点解决了晶核内部的杂质控制技术和防晶核聚集技术, 获得了成核速率、成核量, 防止晶核聚集等关键技

术。在晶体长大过程控制方面, 重点解决了减少晶体内部缺陷的问题, 以及减少溶剂、气泡、杂质等包夹物进入晶体内部的问题, 获得了结晶控制的动力学条件和流体力学条件等关键控制方法。为此, 我们设计了一套特殊的结晶控制工艺, 得到了针状、球形、有一定缺陷分布以及高品质的 RDX(D-RDX) 晶体如图 2 所示。

为了表征炸药的晶体特性, 研究建立了一套炸药晶体特性的表征方法, 主要包括: (1) 杂质含量测试采用液相色谱或气相色谱分析技术; (2) 颗粒度及颗粒分布测试采用常规筛分法、或离线激光粒度测试技术、或在线激光散射原位监测技术; (3) 晶体表面形貌分析采用折光指数匹配的光学显微分析方法、或扫描电镜显微照像技术; (4) 晶体颗粒表观密度及密度分布测试采用沉降浮选法或密度梯度法; (5) 晶体内部缺陷及包夹物分析采用光学显微分析方法, 或 X 射线小角散射分析技术、或高精度 CT 扫描测试方法; (6) 热安定性测试采用热分析法; (7) 冲击波感度测试采用隔板试验; (8) 颗粒聚集体的力学强度分析采用压缩刚度法。

通过研究, 我们明确了高品质 RDX 的内涵, 提出了 RDX 晶体特性的设计与控制方法, 推荐了一系列表征技术, 这对于高品质 RDX 的制备及质量规范的建立具有重要意义。

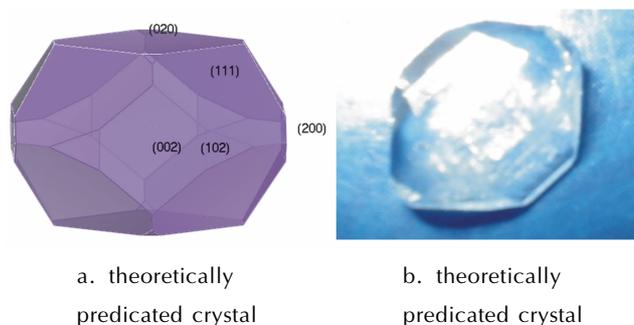


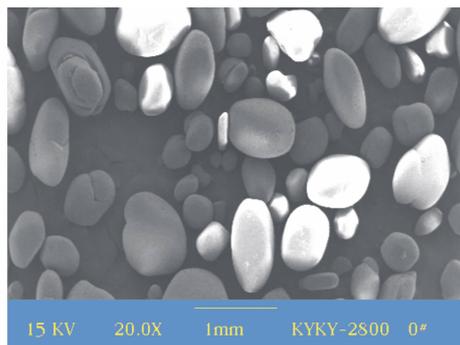
图 1 预测与实际生长的 RDX 照片

Fig. 1 Photos of theoretically predicted and practically acquired crystal

收稿日期: 2010-06-28; 修回日期: 2010-10-23

基金项目: 中物院发展基金重点项目(2010A0103002)和国家自然科学基金资助项目(11072225)

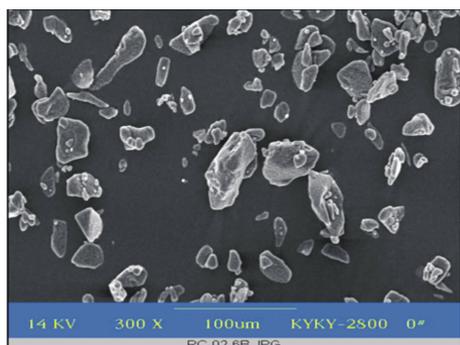
作者简介: 黄明(1969-), 男, 研究员, 主要从事含能材料化学研究。e-mail: jy\_hm@163.com



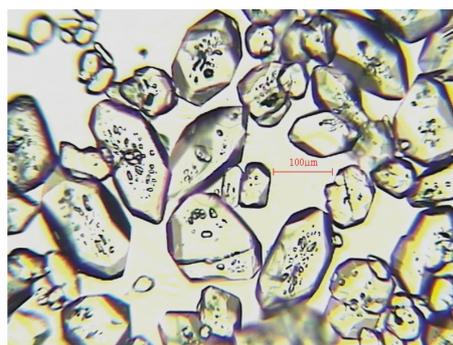
a. sphere RDX



c. decreased sensitivity RDX (D-RDX)



b. needle-like RDX



d. RDX with some defects

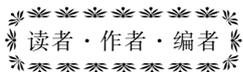
图2 不同晶体特性的 RDX 照片

Fig.2 Photos of RDX with different crystal characteristics

关键词: 有机化学; RDX; 晶体特性; 结晶

中图分类号: TJ55; O62 文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2010.06.026



读者·作者·编者

欢迎  
订阅

含能材料

ISSN 1006-9941  
CN 51-1489/TK

《含能材料》1993年创刊,1996年国内外公开发行人。该期刊由中国工程物理研究院主办,中国工程物理研究院化工材料研究所承办,四川省科学技术协会主管,国内外公开发行人,主要报道国内外火炸药、推进剂、烟火剂、火工药剂、武器弹药设计及相关材料的研制、工艺技术、性能测试、爆炸技术及其应用、含能材料的库存可靠性、工业废水处理、环境保护等方面的最新成果,促进含能材料学科领域的科技进步。

目前《含能材料》是武器工业类中文核心期刊、中国科技论文统计源刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库来源刊、中国学术期刊综合评价数据库源刊、《中国知网》源刊、万方数据库源刊、中文科技期刊数据库源刊、中国化学文献数据库源刊,同时还被《美国化学文摘(CA)》、《俄罗斯文摘杂志(AJ)》、《美国剑桥科学文摘(CSA)》、《Elsevier SCOPUS》、《中国学术期刊文摘》、《中国导弹与航天文摘》及《兵工文摘》等刊物收录。

本刊为双月刊,每双月末出版,已向国内外公开发行人,邮发代号:62-31。2011本刊单价为20元,全年订价120元。凡未赶上邮局订读者,可向编辑部邮购。2011年(第19卷)第1~6期,邮购价为140元/年;另有少量过刊合订本供应。

通讯地址:四川省绵阳市919信箱310分箱,621900 电话:0816-2485362 传真:0816-2495856 e-mail:HNCL01@caep.ac.cn

www.energetic-materials.org.cn; 含能材料.cn; 通用网址:含能材料

欢迎订阅、赐稿及刊登广告!