

62/24 时, 出现整个配方体系的最大理论比冲 2.59 kN·s/kg。TPU 复合热塑性推进剂的能量水平与典型 HTPB 推进剂系列 (2.55 kN·s/kg~ 2.60 kN·s/kg) 的能量水平相当。

## 4 结论

本文采用 Van Krevelen 和 Chermin 等人的高分子热力学参数估算数据, 结合内聚能的概念, 得到 TPU 用于新型复合热塑性推进剂的生成焓估算数据。结果表明, 硬段含量  $H$  对生成焓的影响较大, 硬段含量越大, TPU 的生成焓越负。此外, 结合 Krause 等人有关微相分离的理论, 考查 TPU 微相分离过程中的热效应对 TPU 在推进剂中潜能的影响, 结果表明, 过程中的热效应对 TPU 的潜能影响较小, 可以不予考虑。根据所得 TPU 生成焓的数据, 采用最小自由能法, 对硬段含量为 45% TPU/Al/AP 复合热塑性推进剂的能量水平进行了计算。结果表明, 当体系组成为: TPU/AP/Al= 14/62/24 时, 出现整个配方体系的最大理论比冲 2.59 kN·s/kg, TPU 复合热塑性推进剂的能量水平与典型 HTPB 推进剂的能量水平相当 (2.55 kN·s/kg~ 2.60 kN·s/kg)。

## 参 考 文 献

- [1] Henry C A. Thermoplastic composites rocket propellant [P]. USP4361526, 1982.
- [2] Ernie D B. Process for preparing solid propellant grains using thermoplastic binders and product thereof [P]. USP4764316, 1986.
- [3] 多英全. 火药用热塑性聚氨酯弹性体的合成及应用 [D]. 北京: 北京理工大学, 1998.
- [4] 陈福泰, 多英全, 罗运军, 等. 硝酸酯增塑的热塑性聚氨酯弹性体推进剂[J]. 推进技术, 2000, 21(2).
- [5] 范克雷维伦著. 聚合物的性质与估算[M]. 许元泽, 等译. 北京: 科学技术出版社, 1982: 336~ 340.
- [6] 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1990: 114~ 119.
- [7] Krause S. Microphase separation in block copolymers: zeroth approximation including surface free energies [J]. Macromolecules, 1970, 3(1): 84~ 86.
- [8] Fedors R F. A simple model for the virtually crosslinked block copolymers [J]. Journal of Applied Polymer Science. 1969, 26: 189~ 199.

(责任编辑: 史亚红)

## 简 讯

### 第 31 届 ICT 年会关于含能材料的报道

第 31 届 ICT 国际年会, 于 2000 年 6 月 27 日至 30 日在德国卡尔斯鲁厄 (Karlsruhe) 市召开。会议代表 294 人, 来自 20 多个国家和地区。会议共有 150 篇论文, 大会报告 44 篇, 张贴报告 106 篇。有关固体推进剂的、内容较新颖的主要有: CL-20 的 10 篇, GAP 的 7 篇, 新含能材料的 7 篇, HNF 的 3 篇, ADN 的 2 篇, HTPB/IPDI 的 2 篇, 新概念的 2 篇等。从这些报告中可以看出:

(1) CL-20/GAP 仍是固体推进剂及含能材料目前研制的热点。美、德、俄、法、英等国均为会议提供了研究报告, 内容有工业化产品的特性、制造工艺的改进、与其它组分的相容性、感度等。ICT 所 (法兰克福推进剂与炸药研究所) 展出了 CL-20/GAP 推进剂的大方坯, 药质均匀、棕色, 手感与 HTPB 推进剂相似。

(2) ADN (二硝酰胺铵) 和 HNF (硝仿肼) 在继续研究, 特别是在高能、低特征信号推进剂应用方面。HNF 的研究是以荷兰为主。

(3) 含能材料研究不断有新的进展。近年陆续报道了 TNAZ (三硝基氮杂环丁烷)、NENA (硝乙基硝酸胺)、NTO (硝基三唑酮)、PGN (聚缩水甘油硝酸酯)、TATB (三胺基三硝基苯) 等新含能材料的合成与性能分析测试等研究报告。

(4) 低温固体推进剂 (CSP) 等新概念方面的研究报道, 应引起关注。它将使液氢/液氧推进剂向固氢/固氧的方向发展。环状糊精硝酸酯聚合物 (CDN) 有可能用于钝感、高能和少烟的推进剂。

另外, 关于 HTPB 推进剂的报告, 基本是在 R45M 粘合剂、IPDI 固化剂、AP、Al 的基础配方上进行的老化性能实验方面的论文。

(王文俊 供稿)