

文章编号: 1006-9941(1999)04-0185-03

## 三种用于含能材料超细粉碎的设备及技术

刘宏英, 李春俊, 白华萍, 李凤生

(南京理工大学超细粉体与表面科学技术研究所, 江苏 南京 210094)

**摘要:** 介绍了三种用于含能材料超细粉碎的设备及技术, 其中新型气流粉碎机可用于氧化剂类材料超细化, 新型强剪切粉碎机可用于可燃物的超细化, 新型高效研磨机可用于制备亚微米级超细含能材料。

**关键词:** 含能材料; 超细粉; 粉碎技术; 粉碎设备

**中图分类号:** TQ560.7

**文献标识码:** A

### 1 引言

固体含能材料通常指火药、炸药以及一些同时含氧和可燃成分的物质, 有时也将某些氧化剂和可燃物的混合物或其组分称为含能材料<sup>[1]</sup>。固体含能材料超细化后, 其能量释放速率和效率可大大提高, 因而可获得优良的使用性能<sup>[2]</sup>。例如, 强氧化剂高氯酸铵是固体火箭推进剂的一种重要成分, 当其粒径在 100 ~ 200  $\mu\text{m}$  时, 固体推进剂燃速仅为 10 ~ 20 mm/s; 而当其粒径小于 2  $\mu\text{m}$  时, 在相同条件下的燃速可达 80 ~ 100 mm/s, 提高了 5 ~ 10 倍<sup>[3]</sup>。典型的强可燃物赤磷超细化后, 可制成发火点低、灵敏度高的高性能燃烧剂、烟火剂; 炸药超细化后, 可使其燃烧或爆炸性能更优良。例如, 当以炸药作为燃气发生器(如汽车安全气囊)的气源时, 往往要求炸药的粒径控制在 5  $\mu\text{m}$  以下, 因为炸药越细, 点火燃爆越容易。

上述这些易燃易爆材料的发火温度较低, 对热、温度、冲击、摩擦、静电、火花极敏感, 因此, 采用通常的超细粉碎方法如硬性冲击、剪切、摩擦、挤压等手段使物料超细化时, 在粉碎过程中极易发生燃烧或爆炸<sup>[4]</sup>。与普通材料不同, 对含能材料超细粉碎时, 需要解决干燥、包装、运输等问题, 其研究难度较大。为解决这类材料的超细化问题, 南京理工大学李凤生教授自 80 年代初就开展了这方面的研究工作, 已设计出三种类型

的超细粉碎设备, 专用于氧化剂、可燃物及炸药的超细化。这些设备已在许多单位使用, 取得了良好的社会效益和经济效益。

### 2 易吸湿性含能材料干式超细粉碎技术

易吸湿性含能材料只能以干燥方式进行超细粉碎, 但这是不安全的, 对猛炸药更严禁以干燥方式进行超细化。然而有些易燃易爆材料由于本身性质所决定, 也只能在干燥状态超细化, 如易溶于水的氧化剂高氯酸铵、硝酸铵和某些可燃物等。氧化剂在超细粉碎过程中关键是要避免与可燃成分接触, 避免超细粉碎过程中的高温、静电及火花等。对可燃物来说, 关键是要避免超细粉碎过程中超细物料与氧接触, 防止粉尘爆炸。因为当这些超细粉末与氧接触时, 其比表面积大、活化能很低, 稍遇冲击、摩擦、高温或火花等外界激发就可立即燃烧或爆炸。在目前技术水平下, 要使上述材料超细化, 往往还是采用气流粉碎。由于普通气流粉碎机多采用压缩空气作粉碎介质, 而压缩空气中含有大量的氧, 在高压下与超细可燃物接触时极易产生燃烧或爆炸。为解决此问题, 国外多采用高压惰性气体(如  $\text{N}_2$ )作为粉碎介质, 也有的采取与低温粉碎组合使用<sup>[5]</sup>。目前国外正在研究超临界低温粉碎方法处理此类材料, 然而这些方法成本太高, 在我国很难实际应用。

南京理工大学曾采用普通刚玉为衬里的气流粉碎机对高氯酸铵进行超细化试验, 实测静电压达 30 kV 以上; 夜间在无灯光情况下, 距粉碎机出口收集袋 3 m 远处就可观察到许多明亮的静电放电火花, 并能听到清

收稿日期: 1999-03-30 修回日期: 1999-07-08

基金项目: 兵器科技预先研究项目(Y9678)

作者简介: 刘宏英(1954-), 女, 高级工程师, 发表论文 20 余篇。

脆的放电爆响声,这种现象对粉碎易燃易爆品来说是极危险的。

为此,南京理工大学对这种气流粉碎机的腔体及内衬材料进行了改进,设计出两种新型气流粉碎机,并获得了两项专利<sup>[6,7]</sup>。

以普通压缩空气作介质时,用这两种新型气流粉碎机对易燃易爆材料进行超细化可以消除静电,而且获得的产品比普通气流粉碎机细化的产品更细。其实测静电电压几乎为零,在夜间粉碎时,未观察到静电火花,也未听到放电爆响声。这种新型气流机已建成多条生产线,专门用于强氧化剂细化。每条生产线的年生产能力可达100t以上,其产品粒径可达 $2\mu\text{m}$ 以下,而且产品粒度可根据需要调节。这些设备已实际使用了5~8年,其性能稳定,质量良好。

### 3 脆性含能材料湿式超细粉碎技术

易燃易爆材料根据结构可分为脆性、韧性和坚硬型三大类,第一类比后两类更易超细化。对自身含有氧和可燃成分的猛炸药及着火点较低的赤磷一般宜在水中进行湿式超细粉碎。国内关于这方面的研究,如采用低温超临界法或超声波粉碎,大多仍局限于实验室阶段。南京理工大学设计的液固式LS型超细粉碎机专门用于脆性易燃易爆材料的细化。该机通过机械及液流的冲击力、剪切力使材料超细化,根据设备规格不同其每小时的生产能力可达10~100kg,可将脆性猛炸药HMX粉碎到 $2\mu\text{m}$ 以下,而对韧性材料(如RDX)和坚硬材料的效果则不够理想。云南、江苏已建成年产1000t超细赤磷生产线,该设备已运行2~5年,生产稳定可靠。

### 4 韧性及坚硬型含能材料湿式超细粉碎技术

采用上述粉碎设备无法使韧性及坚硬型含能材料RDX等超细化到 $5\mu\text{m}$ 以下。为此南京理工大学设计出了一种LG型湿式超细粉碎机。该机借助流体与机械的强剪切剥离力使物料超细化,它可使韧性较强的RDX粉碎到 $2\mu\text{m}$ 以下。由于粉碎过程中该机所产生的力场不断剪切剥离掉颗粒外表的凸起尖棱部分,生产出的产品(RDX)外形基本上都呈球形(见图1)。

目前南京理工大学已设计出多种规格的LG型超细粉碎机,最小的LG-1型机每小时能生产50~500g超细干粉,LG-2型机每小时能生产10~50kg超细干粉,LG-3型机每小时能生产100kg超细干粉。

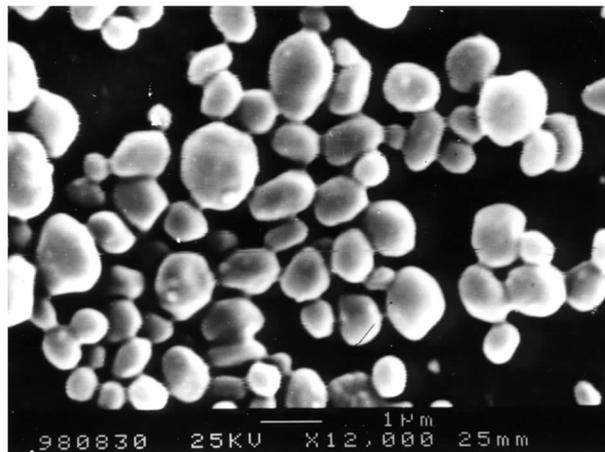


图1 超细RDX的扫描电镜照片

Fig.1 SEM photograph of ultrafine RDX

### 5 结束语

超细含能材料的市场需求量很大,我国自己设计的超细粉碎设备,可以适应不同类型易燃易爆材料的超细粉碎。

#### 参考文献:

- [1] 李凤生. 超细粉碎过程中的静电问题[J]. 化工进展, 1995(2): 15~18.
- [2] 邓国栋. 易燃易爆品超细粉体生产的安全研究[J]. 兵工安全技术, 1995(6): 28~29.
- [3] Chen Sulin. Influence of long metal wires on combustion of double base propellants[J]. Combustion and Flame, 1982, 45: 213~218.
- [4] 李凤生. 我国超细粉体技术研究中一些重要而急待解决的问题[J]. 化工进展, 1994(3): 46~49.
- [5] 日本清新粉体株式会社. 超细粉碎技术综述[C]. 中日超细粉体技术研讨会论文集. 宜兴, 1996.
- [6] 宋洪昌. 新型气流粉碎机磨体[P]. CN88219472.0.
- [7] 李凤生. 多级流能超细粉碎机[P]. CN931122279.

## Equipment and Technology for Preparing Superfine Energetic Materials

LIU Hong-ying, LI Chun-jun, BAI Hua-ping, LI Feng-sheng

(Institute of Superfine Powder and Surface Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** The research progress in preparing superfine powder of the energetic materials is reviewed. It is shown that the new types of jet mills, shearing mills and the high-efficiency of grinders are suitable for preparing superfine oxidizers, grinding combustibles or explosives and sub-micron powders of different energetic materials, respectively.

**Key words:** energetic materials; superfine powder; grinding technique; grinding equipment

### 征 稿 启 事

本刊已向国内外公开发行人。为把刊物办得更好,欢迎广大科技人员踊跃投稿。

#### 1 征稿内容:

- \* 炸药的合成与应用;装药、成型、加工及探伤技术;
- \* 推进剂、火工药剂、枪炮药技术、烟火剂和烟火技术;
- \* 含能材料用聚合物、增塑剂及其相关物的合成与应用;
- \* 复合含能材料的配方研制及相关科学技术;
- \* 含能材料的理化分析和检测;安定性、相容性以及储存寿命研究;
- \* 含能材料的安全性能及对外界刺激响应;
- \* 炸药的爆轰性能和爆轰过程的研究;
- \* 含能材料的环境适应性和力学性能;
- \* 含能材料的热化学和反应动力学;
- \* 与含能材料有关的安全防护和环境保护技术;爆炸技术及其应用;
- \* 与本刊学科、专业相关的科研动态、会议简讯、获奖信息、书评或新书介绍等报道性文章。

#### 2 征稿要求:

- \* 论点明确,数据真实可靠。稿件一式两份,最好为打印稿,或用方格稿纸缮写清楚。每篇文章(包括图表、公式、表格和文献等)以不超过 6000 字为宜,研究简报最好不要超过 3000 字。
- \* 来稿请一律附上不超过 300 字的中、英文摘要,若为详细摘要,包括图表在内也请不要超过 1500 字;插图图名和文字标注以及表格的题目请用中、英文对照标注;列出 3~8 个关键词及其英文译文。
- \* 使用法定计量单位,所用的量和单位的符号一律以 GB3100~GB3102-93 为准;参考文献书写格式遵照 GB7714-87《文后参考文献著录规则》执行。

#### 3 来稿凡属省、部级以上科学基金资助项目和国家重点攻关项目者,请在首页处加上脚注并注明项目编号。为防止稿件涉及本单位秘密,请附单位审查证明。

#### 4 来稿请提供中图分类号(根据《中国图书馆分类法》第四版)。

#### 5 为加强国内外学术交流及国内各位同行的联系,本刊拟建立作者档案,为此,请作者来稿时顺附本人简历。请勿一稿两投。

#### 6 来稿请寄“四川省绵阳市 919 信箱 301 分箱《含能材料》编辑部”,邮政编码 621900,电话:(0816)2485399 或