

文章编号: 1006-9941(2003)00-0037-03

纳米 TiO₂ 对 K₁K 点火药点火能力的影响

秦志春, 陈西武, 周彬, 郑桂富, 田桂蓉, 祝逢春, 李勤华, 侯素娟, 徐振相
(南京理工大学, 江苏南京 210094)

摘要: 利用纳米 TiO₂ 对 K₁K 点火药进行了改性研究, 分别用雷管冲量测量法和铅板炸孔法试验评估了改进效果。当点火药量降低到原雷管极限点火药量一半时, 含有纳米材料的点火药仍能引爆雷管, 点火药的点火能力随纳米材料含量的增加而增加。

关键词: 纳米 TiO₂; K₁K 点火药; 点火能力; 非起爆药雷管

中图分类号: TB383; TQ565

文献标识码: A

1 引言

一般的非起爆药雷管是以点火药和爆燃转爆轰 (DDT) 单元代替起爆药, 实现快速、稳定的燃烧转爆轰。由于没有起爆药因而生产、储存、运输及使用中的安全性得到了大幅度地提高, 生产工艺得到简化, 污染少、成本低, 应用前景非常广阔^[1,2]。但是目前大部分点火药加 DDT 单元的爆轰成长期都比起爆药长, 燃烧转爆轰的可靠性差, 造成非起爆药雷管的起爆可靠性略低, 在工程爆破中易产生丢炮。在 K₁K (苦味酸钾/高氯酸钾, 一种非起爆药雷管用点火药) 非起爆药雷管中由于点火药点火冲能不够强, 加之生产条件的波动, 偶尔也会产生半爆产品。因此除了严格控制生产条件外, 提高点火药点火冲能也是改善其起爆可靠性的途径之一。

纳米材料是一门新兴的材料科学, 纳米微粒的小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应等使得它们在磁、光、电、敏感等方面呈现常规材料不具备的特性。因此纳米微粒在磁性材料、电子材料、光学材料、高致密度材料的烧结、催化、传感、陶瓷增韧等方面有广阔的应用前景^[3,4]。本文介绍了用纳米 TiO₂ 对 K₁K 点火药点火能力改性的研究结果。

2 实验

2.1 点火药的制备

以 K₁K 点火药为基础, 分别加入 0.5%, 1.0%,

1.5%, 2.0% 的纳米 TiO₂, 按照 K₁K 点火药的混制工艺用乙酸乙酯作溶剂, 湿法混合, 制作了一组纳米 TiO₂ 含量不同的点火药, 造粒、烘干后置于干燥器内备用。

2.2 雷管的压制

文献[1]介绍的非起爆药雷管是用 K₁K 点火药直接点燃并引爆炸药的, 其 K₁K 点火药用量为 (230 ± 20) mg, 极限点火药量为 180 mg。本文所制雷管的装药结构、压药压力与文献[1]中要求完全相同, 含纳米 TiO₂ 点火药用量从 100 mg 到 200 mg 间隔 20 mg。各水平压制 5 发雷管进行测试。

2.3 测试结果

利用铅板炸孔法对所压制的各种雷管进行了测试, 部分雷管还用雷管输出威力测量仪进行了测试, 结果见表 1 和表 2。

表 1 铅板法测试结果
Table 1 Results of lead disc test

TiO ₂ 含量/%	点火药用量/mg					
	200	180	160	140	120	100
0	+	-				
0.5	+	+	+/-	-		
1.0	+	+	+	+	+/-	-
1.5	+	+	+	+	+/-	-
2.0	+	+	+	+	+	+/-

注: 表中“+”表示正常发火, 铅板穿孔合格;“-”表示半爆;“+/-”表示有的正常, 有的半爆。

从表 1 可以看出, 当不含纳米材料的点火药量降低到 180 mg 以下时, 点火药就不能点燃、引爆雷管, 而含有纳米材料的点火药则可以引爆雷管, 且点火能力

收稿日期: 2002-10-08; 修回日期: 2002-12-12

作者简介: 秦志春 (1955-), 女, 工程师, 主要从事军民新型火工系统研究。

随纳米材料含量的增加而增加,在点火药用量为100 mg,即接近文献[1]雷管极限点火药量的一半时,当其中纳米 TiO₂ 含量到2%时仍能引爆雷管。说明纳米 TiO₂ 可以提高 K₁K 点火药的点火冲能。

表2 点火药为180 mg时雷管的冲量测量结果

Table 2 Results of impulse measurement of detonator with 180 mg ignition mixture

序号	TiO ₂ 含量/%	发火情况	计算冲量/N·s
1	0	半爆	-
2	0.5	发火	0.00620
3	1.0	发火	0.00623
4	1.5	发火	0.00625
5	2.0	发火	0.00626

表2中列出了在180 mg点火药用量条件下,不同纳米 TiO₂ 含量的点火药对雷管引爆情况的测试结果,结果表明,在极限点火药量的条件下,随纳米 TiO₂ 含量的增加,雷管从半爆过渡到稳定爆轰,雷管输出冲量逐步增大,增幅逐步减小。说明纳米 TiO₂ 的加入提高了点火药的点火能力,使得雷管中燃烧转爆轰区间缩短,而且点火能力随纳米 TiO₂ 含量的增加而增加。

雷管冲量测量仪是南京理工大学研制的相对定量测量雷管起爆能力的仪器,其灵敏度和分辨率较高,由于雷管半爆时输出能量很小不能够触发测量仪,因此表中半爆雷管没有冲量数据。完全发火雷管的冲量值与点火药中纳米 TiO₂ 含量的关系见图1。

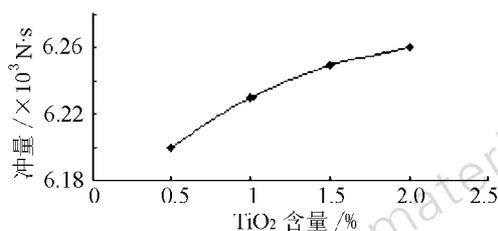


图1 点火药中纳米 TiO₂ 含量与雷管冲量值的关系

Fig.1 Impulse of detonator vs. the content of nano-TiO₂ in ignition mixture

由图1可见,随点火药中纳米 TiO₂ 含量的增加,雷管冲量测量值略有增加,而且增加幅度变缓,在一定程度上可以说明随点火药中纳米 TiO₂ 含量的增加,点火药的点火能力增加,而在雷管中只要达到了完全爆轰,其轴向输出冲量基本上是一致的。

3 结果分析

由上述测试结果可以看出,在一定范围内,K₁K 点火药的点火冲能随药剂中纳米 TiO₂ 的含量增加而增大。产生这种现象的原因可能在于纳米材料粒径小,比表面积非常大,催化效率高;二是纳米粒子的体积及量子尺寸效应决定了纳米粒子生成的电子、空穴在到达表面之前,大部分不会重新结合,使到达表面的电子、空穴数量多,化学反应活性高;三是纳米材料因分子之间的键被破坏,使需要的反应活化能要低,使得加入 TiO₂ 后 K₁K 点火药的燃烧化学反应更加快速、猛烈所致。

4 结论

纳米 TiO₂ 对于 K₁K 点火药的点火能力有改善作用,能够在一定程度上提高 K₁K 点火药的点火能力。而且在一定范围内,随点火药中纳米 TiO₂ 含量的增加,K₁K 点火药的点火能力有所提高。

参考文献:

- [1] 成一,秦志春,徐振相,等. 双帽式无起爆药雷管[P]. CN89106005. 7.
- [2] 秦志春,徐振相,周彬,等. 纳米点火药[P]. CN01101196. 3.
- [3] 石士考. 纳米材料的特性及其应用[J]. 大学化学, 2001,16(2): 39-42.
- [4] 高瑞平. 纳米材料和技术的研究及展望[J]. 材料导报, 2001,15(5): 6-7.

Effect of Nano-TiO₂ on Igniting Strength of K₁K Ignition Mixture

QIN Zhi-chun, CHEN Xi-wu, ZHOU Bin, ZHENG Gui-fu, TIAN Gui-rong,
ZHU Feng-chun, LI Qin-hua, HOU Su-juan, XU Zhen-xiang
(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The igniting strength of K₁K is modified by the addition of nano-TiO₂. The impulse measurement and the lead disc test are employed to evaluate the effectiveness of the modification. When the dosage of ignition mixture is reduced to half of the minimum usage in common detonator, K₁K with nano-TiO₂ can still ignite detonator while K₁K cannot. The results show that nano-TiO₂ can increase igniting strength of K₁K and the igniting strength increases with the content of nano-TiO₂.

Key words: nano-TiO₂; K₁K ignition mixture; igniting strength; non-primary detonator

* 本刊启示 *

为了进一步加强对外学术交流,充分发挥英文摘要的作用,本刊拟从 2003 年起增加英文图文摘要并对正文英文摘要的编写提出新的要求,敬请向本刊投稿的作者予以注意。

1 请来稿时提供英文图文摘要

单独一页,用英文表达,包括题名、作者姓名、图和简短的文字说明,以引导读者阅读。图的选取,以能反映全文要点的简图或示意性说明(如图式、反应式、线条图等)为佳,图文摘要不同于正文摘要,不要太详细,也不要总结结果。

2 英文摘要的编写请注意

(1) 英文摘要应用符合英文语法的文字语言,以提供文献内容梗概为目的,不加评论和补充解释,简明、确切地论述文献重要内容的短文。

(2) 英文摘要必须符合"拥有与论文同等量的主要信息"的原则。为此,英文摘要应重点包括 4 个要素,即研究目的、方法、结果和结论。在这 4 个要素中,后 2 个是最重要的。在执行上述原则时,在有些情况下,英文摘要可包括研究工作的主要对象和范围,以及具有情报价值的其它重要的信息(即中文论文的英文摘要尽可能详细些)。当前学术期刊上英文摘要的主要问题是要素不全,繁简失当。

(3) 英文摘要的句型力求简单,通常应有 10 个左右意义完整,语句顺畅的句子。

(4) 英文摘要不应有引言中出现的内容,也不要对论文内容作诠释和评论,不得简单重复题名中已有的信息;不用非公知公用的符号和术语,不用引文,除非该论文证实或否定了他人已发表的论文,缩略语、略称、代号,除了相邻专业的读者也能清楚理解的以外,在首次出现时必须加以说明;科技论文写作应注意的其他事项,如采用法定计量单位,正确使用语言文字和标点符号等,也同样适用于英文摘要的编写。

《含能材料》编辑部
