

※※※※※※※※
※ 学术动态 ※
※※※※※※※※

2001 年 5~6 月,应北京理工大学的邀请,俄罗斯莫斯科国立俄罗斯门捷列也夫化工大学代表团和圣彼得堡工学院代表团访问了北京理工大学,三个大学间签订了正式的校际合作协议。俄罗斯化工大学副校长维克托·日林教授做了俄国高等化工教育进展、亚历山大·马洛柯夫做了化工企业危险性分析、阿那托里·杰尼休克做了活性添加剂对双基推进剂燃烧性能的影响、圣彼得堡工学院副校长伊果立·采林斯基做了叠氮唑衍生物合成及其性质、达尼洛·捷米亚年科做了烟火器材在化工自动化中作用等的报告。这些报告都反映了他们在这些领域的最新进展。为此,金韶华、松全才等人整理了几篇与含能材料有关的报告予以发表,以供广大读者参考。《激光引爆用起爆药四唑合钴(Ⅲ)类配合物》根据依柳申教授在北京理工大学讲学资料整理而成。

文章编号: 1006-9941(2003)00-0055-02

激光引爆用起爆药四唑合钴(Ⅲ)类配合物

金韶华, 松全才

(北京理工大学材料科学与工程学院, 北京 100081)

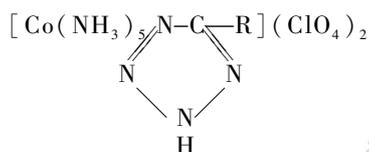
摘要: 激光引爆技术既可用于军用场合也可用于民用场合,近二、三十年来引起了世界各国专家们的注意。本文介绍了几种可用于激光引爆技术的四唑合钴(Ⅲ)类配合物及性质。

关键词: 激光引爆; 四唑合钴(Ⅲ)类配合物; 起爆药

中图分类号: V512

文献标识码: A

五氨四唑合钴(Ⅲ)类的高氯酸盐以下列通式表示:



在表 1 中列出了该配位化合物的几种同系物及其机械感度。

由表 1 的数据看出,对于该配位化合物系列讲,不同取代基可使其机械感度明显变化,化合物 6 的机械撞击感度低于 RDX 的机械撞击感度,其它五种化合物的机械撞击感度低于 PETN 的机械感度。

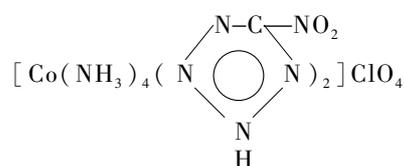
进一步研究发现,具有两个四唑的类似配合物 BNCP 具有更为优良的爆炸性质,在雷管中 BNCP 既

承担起爆药作用,又可起猛炸药作用,类似于无起爆药雷管中的 RDX。BNCP 的结构示意图如下。

表 1 几种五氨四唑合钴(Ⅲ)盐的机械感度
Table 1 Impact sensitivity of several cobaltic pentamminetetrazol(Ⅲ) salts

序号	R	特性落高/cm ¹⁾
1	-CH	65
2	-NO ₂	65
3	-CH ₃	60
4	-Cl	55
5	-CF ₃	55
6	-H	95

注: 1) 测试条件为落锤 2 kg, 炸药样品量 15 mg; 在该条件下, RDX 和 PETN 的特性落高分别为 75 cm 和 30 cm。



BNCP 的密度为 $2.05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 计算爆速值为

收稿日期: 2002-09-17; 修回日期: 2003-01-02

作者简介: 金韶华(1965-),女,副教授,从事含能材料的化学物理研究。

$8\ 100\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($\rho = 1.97\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$), 强烈分解温度为 $269\ ^\circ\text{C}$, 在 8 号雷管中引爆 RDX 的量为 50 mg, 燃烧转为爆轰的时间约 $10\ \mu\text{s}$ 。在表 2 中列出了 BNCP 和其它常见起爆药的机械感度。

表 2 BNCP 和其它起爆药机械感度
Table 2 Impact sensitivity of BNCP and other initiating explosives

炸药	BNCP	CP	$\text{Pb}(\text{N}_3)_2$	PETN	RDX
H_{50}^1/cm	17.0	20.9	4.0	12.0	24.0

注: 1) 测试条件: 锤重 2.5 kg, 样品 35 mg。

表 3 BNCP 同系物热分解动力学性质

Table 3 Kinetic parameters of thermal decomposition of BNCP and its homologues

样品代号	金属配位化合物	$T/^\circ\text{C}$	$E_a/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\lg(k_0/\text{s}^{-1})$	n
BNCP	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{NO}_2)\text{N}_4\text{H})_2\text{ClO}_4]$	234	212.2	18.5	0.5
1	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{CH}_3)\text{N}_4\text{H})_2\text{ClO}_4]$	252	204.7	16.7	1.0
2	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{CH})\text{N}_4\text{H})_2\text{ClO}_4]$	239	228.6	18.6	0.5
3	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{N}-\text{NO}_2)\text{CH}_3)\text{N}_4\text{H}]_2\text{ClO}_4]$	238	231.6	17.6	1.0
4	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{NH}_2)\text{N}_4\text{H})_2\text{ClO}_4]$	238	293.3	26.3	0.5
5	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{NH}_2)\text{N}_4)\text{ClO}_4]$	233	204.6	17.4	1.0
6	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{C}(\text{NH}_3\text{NH}_2)\text{N})_2\text{ClO}_4]$	234	218.3	18.5	1.0

上述 6 种配位化合物都具有起爆药的性质, 研究发现引爆 RDX 所用的极限药量有如下顺序, 即 $4 \cong 2 \cong 3 > 5 \cong 1 > 6 > \text{BNCP}$, 也即仍以 BNCP 的极限起爆药用量为最小。

最引人注目的还是 BNCP 的光敏性质。含有 BNCP 的药柱, 当其受非单脉冲激光 (波长 $1.06\ \mu\text{m}$, 脉冲作用时间约为 2 ms, 激光束直径约为 0.5 mm, 能量约为 1.5 J) 作用可被引燃。

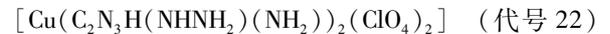
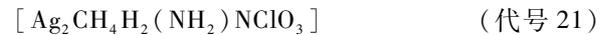
和 BNCP 类似的其它金属配位化合物也有被激光引爆的性质, 例如:



表 2 的数据表明, BNCP 比 PETN 稍钝感, 比 CP、RDX 敏感, 但远比 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 钝感。

为了了解在四唑的相同位置不同取代基对于该类化合物的动力学影响, 对一系列的同系化合物, 进行了热分解研究, 在表 3 中列出了得到的唯象动力学数据。

表 3 中, 热分解反应的级数 0.5 表示热分解反应开始于原样品——分解产品的相界面, 而 1.0 表示热分解反应开始于界面且不受扩散过程影响。



20 号化合物的非单脉冲激光引爆阈值为 $5\ \text{mJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ 左右 (激光波长 $1.06\ \mu\text{m}$, 脉冲作用时间 30 ns), 21、22 两个化合物的阈值较 $5\ \text{mJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ 大。20 号化合物已用于制造膜状光敏炸药, 用于实验室的金属表面爆炸强化, 21 号化合物则是另一族新配位化合物的代表。

有关激光引爆的机理目前还不十分明了, 俄国学者于 1997 年指出, 配位化合物晶体之所以可为激光引爆, 可能归结为在受激光作用时, 受激光作用处附近的微观不均匀晶格变形。

Cobaltic Tetrazol Coordination Compounds Available for Laser Initiation

JIN Shao-hua, SONG Quan-cai

(Beijing Institute of Technology College of Material Science and Engineering, Beijing 100081, China)

Abstract: Energetic material initiated by laser plays an important role in the technique of laser initiation. Energetic coordination compounds can be available for laser initiation. This paper introduced several cobaltic tetrazol coordination compounds in detail.

Key words: laser initiation; cobaltic pentaminetetrazol coordination compound; initiator