

文章编号: 1006-9941(2004)03-0171-03

CsNO₃ 对组分为 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 近红外(0.7~1.1 μm)照明剂辐射强度的影响

潘功配, 彭志明, 周遵宁, 关华
(南京理工大学, 江苏 南京 210094)

摘要: 试验研究了 CsNO₃ 对组分为 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 近红外(0.7~1.1 μm)照明剂辐射强度的影响; 当不改变 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 组分时, 外加 5% CsNO₃ 能使红外辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu m}$ 提高 20%, 外加 10% CsNO₃ 则由于主峰值谱能量降低而不能有效提高 $I_{0.7-1.1 \mu m}$ 。试验认为, CsNO₃ 用于以 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 为基础的近红外(0.7~1.1 μm)照明剂, 其加入量以 5%~6% 为宜。

关键词: 物理化学; 硝酸铯; 红外照明剂; 红外辐射

中图分类号: TJ53; O657.3

文献标识码: A

1 引言

近红外照明剂供主动红外夜视仪和微光夜视仪作辅助光源提高视距用。它能使主动红外夜视仪和微光夜视仪视距提高 4~7 倍。用于主动红外夜视仪时, 可使其不开启红外探照灯, 不暴露己方目标, 具有隐身功能。

主动红外夜视仪和微光夜视仪光谱响应波段在 0.7~1.1 μm 近红外波段(峰值波长为 0.7~0.8 μm)。因此红外照明剂研究的技术关键是提高近红外 0.7~1.1 μm 波段内的红外辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu m}$ 。鉴于钾(K)的原子发射谱线波长为 0.766, 0.769 μm, 落在 0.7~1.1 μm 波段内, 而 KNO₃ 又是烟火药最常用的廉价氧化剂, 因此设计了组分为 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 近红外(0.7~1.1 μm)照明剂配方铯(Cs)的原子发射谱线波长为 0.852, 0.894 μm^[1], 谱线波长比 K 更长, 也是落在 0.7~1.1 μm 波段内, Cs 元素化合物 CsNO₃ 应用对提高 $I_{0.7-1.1 \mu m}$ 可产生积极影响。但 Cs 元素及其化合物因稀少而价格昂贵, 一般只能小比例量使用。为此, 本实验以 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 为基础配方, 通过加入小比例量的 CsNO₃ 来研究其对近红外(0.7~1.1 μm)照明剂辐射强度的影响。

2 实验及结果

2.1 实验条件

试验基础配方成分: KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇; 试样: Φ15 mm 药柱; CsNO₃: 化学纯; 红外辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu m}$ 测定仪器: SHF-IB 红外辐射计; 谱能量分布曲线测试设备: 瞬变光源分光测试系统。

2.2 基础配方中加入 5% CsNO₃ 的试验及结果

含 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 基础配方的测试结果见表 1; 在含 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 的基础配方中外加 5% 的 CsNO₃ 其试验结果见表 2。

表 1 含 KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇ 的基础配方的测试结果

Table 1 Testing results of basical composition including KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇

No.	testing pellet height <i>h</i> /mm	burning time <i>t</i> /s	burning velocity <i>v</i> /mm·s ⁻¹	$I_{0.7-1.1 \mu m}$ (W/sr)
1	15.9	12.4	1.28	15.73
2	15.2	11.9	1.28	15.27
3	15.7	12.1	1.30	15.96
4	15.4	11.9	1.29	15.38
5	16.8	13.5	1.24	14.12
6	16.8	13.0	1.30	15.61
7	16.2	12.9	1.26	14.68
8	18.5	14.1	1.31	16.22
9	17.6	13.6	1.30	16.10
10	17.1	13.0	1.32	16.31

收稿日期: 2003-09-25; 修回日期: 2004-01-16

作者简介: 潘功配(1945-), 男, 博士生导师, 从事烟火技术研究, 国内外发表学术论文百余篇。

表2 含 $\text{KNO}_3\text{-Mg-Si-C}_{48}\text{H}_{42}\text{O}_7$ 基础配方中
外加5%的 CsNO_3 测试结果

Table 2 Testing results of $\text{KNO}_3\text{-Mg-Si-C}_{48}\text{H}_{42}\text{O}_7$
composition added 5% CsNO_3

No.	testing pellet height h/mm	burning time t/s	burning velocity $v/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	$I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ (W/sr)
1	15.2	12.5	1.22	18.31
2	15.6	12.5	1.25	19.67
3	15.9	13.1	1.21	18.42
4	15.5	12.9	1.20	18.51
5	16.1	13.0	1.24	18.66
6	16.9	14.2	1.19	18.07
7	16.4	13.6	1.20	17.91
8	18.2	15.0	1.21	18.32
9	18.6	14.5	1.28	20.10
10	18.1	14.3	1.26	19.23

表2 配方只是在表1 配方中外加了5%的 CsNO_3 ,其他成分及含量均不变。表1 不含 CsNO_3 其红外辐射强度最小值为 14.12 W/sr, 最大值为 16.31 W/sr, 平均值为 15.538 W/sr。表2 外加5% CsNO_3 其红外辐射强度最小值为 17.91 W/sr, 最大值为 20.10 W/sr, 平均值为 18.72 W/sr。可见含 CsNO_3 的配方红外能量高出20%。由此可见, CsNO_3 能显著提高 0.7 ~ 1.1 μm 波段内的红外辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ 。

2.3 基础配方中加入不同含量 CsNO_3 的试验及结果

2.3.1 加入10% CsNO_3 后配方的红外辐射强度和光谱能量分布

对于组分为 $\text{KNO}_3\text{-Mg-Si-C}_{48}\text{H}_{42}\text{O}_7$ 基础配方, 小比例量的 CsNO_3 对近红外(0.7 ~ 1.1 μm) 照明剂辐射强度的影响显著, CsNO_3 比例量由5% 加大到10% 时辐射强度增加不明显, 其0.6 ~ 1.0 μm 波段谱能量随波长变化分布曲线如图1 所示。图中曲线1 为 $\text{KNO}_3\text{-Mg-Si-C}_{48}\text{H}_{42}\text{O}_7$ 基础配方结果, 曲线2 为外加10% CsNO_3 配方结果。

2.3.2 加入4%、6% CsNO_3 后配方的红外辐射强度和光谱能量分布

含量对红外辐射强度和光谱能量分布关系到配方性能的优化, 为此对基础配方开展了优化试验, 当分别外加4%、6%的 CsNO_3 后, 红外辐射强度强度的变化如表3 所示, 在600 ~ 1 000 nm 波段内谱能量随波长分布曲线如图2 和图3 所示。图2 中结果为表3 中的1、2、3 号配方的试验曲线; 图3 中结果为表3 中的4、5、6 号配方的试验曲线。

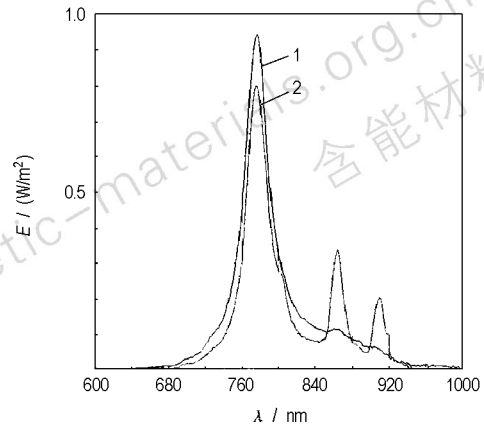


图1 外加10% CsNO_3 的对比实验曲线图
Fig. 1 Testing results of basal composition with and without 10% CsNO_3

表3 不同比例的 CsNO_3 对红外辐射强度影响的试验结果

Table 3 Influence of different proportions CsNO_3 on infrared radiant intensity

composition	composition No.					
	1	2	3	4	5	6
KNO_3	56%	56%	56%	56%	56%	56%
Mg-Si	28%	28%	28%	28%	28%	28%
$\text{C}_{48}\text{H}_{42}\text{O}_7$	4%	4%	4%	4%	4%	4%
additive	-	-	-	3%	3%	3%
LM	12%	12%	12%	9%	9%	9%
CsNO_3	-	4%	6%	-	4%	6%
		(added)	(added)		(added)	(added)
$I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ (W/sr)	14.73	16.10	18.07	15.27	16.07	16.62
$I_{0.4-0.7 \mu\text{m}}$ (Cd)	69	59	96	64	52	50

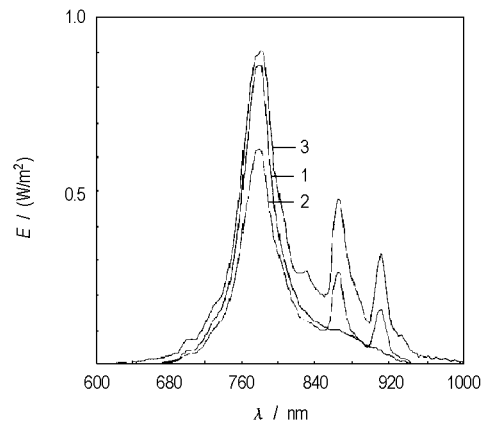


图2 1、2、3 号配方谱能量随波长变化的分布曲线图
Fig. 2 Spectrum energy distribution of samples 1, 2, 3 changed with wavelength

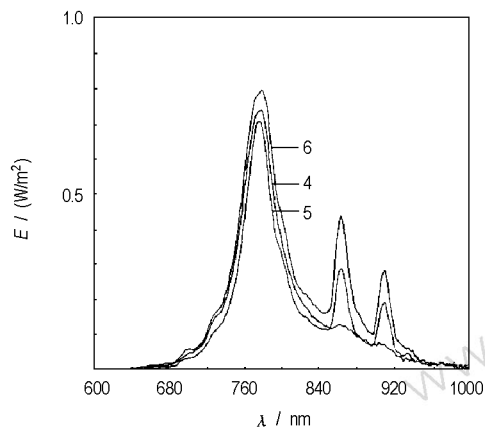


图3 4、5、6号配方谱能量随波长变化的分布曲线图

Fig. 3 Spectrum energy distribution of samples 4, 5, 6 changed with wavelength

3 分析与讨论

由图1、图2、图3谱能量分布曲线可以看出,在KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇基础配方中外加CsNO₃能展宽谱能量分布,在谱能量分布曲线860 nm和910 nm处出现了明显的能峰,CsNO₃对组分为KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇近红外(0.7~1.1 μm)照明剂辐射强度产生重要影响。

由图1可看出,当CsNO₃外加量达到10%时,虽然在860 nm和910 nm仍有两个较为明显的能峰,但在780 nm处主峰值的能峰降低了,这是因为增加了较

多的CsNO₃后,Cs离子的受激辐射所需的能量影响了K离子的激发,致使配方中的K离子未能完全受激产生辐射的缘故。

由表3可以看出,3号配方(CsNO₃外加量为6%)的红外能量较1号配方(基础配方)提高了22.7%;6号配方(CsNO₃外加量为6%)的红外能量较4号配方(未加CsNO₃,但与基础配方略有不同)提高了8.8%,可见光能量($I_{0.4-0.76 \mu\text{m}}$)只有微量增加;从图2、图3谱能量分布曲线看出,2号配方(CsNO₃外加量为4%)、5号配方(CsNO₃外加量为4%)与1号、4号相比可见光的光谱反而变窄,可见光部分的光谱并没有因CsNO₃的加入而展宽,由此看出加入CsNO₃尚可抑制可见光辐射,在战场具有隐身功能^[2]。

4 结论

对于以KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇为基础配方的近红外(0.7~1.1 μm)照明剂,适当添加CsNO₃,可提高照明剂辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$,经实验综合分析,CsNO₃外加量以5%~6%为宜,当外加量为5%时,可使红外辐射强度 $I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ 提高20%。

参考文献:

- [1] C. Th J. 阿尔克梅德, R. 赫尔曼(德), 林守麟译. 分析火焰光谱学原理[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [2] 刘长城. 新概念照明弹药-红外隐身照明弹[J]. 现代军事, 1993, (1-2): 16.

Influence of the CsNO₃ on the Radiant Intensity of the Near-infrared Illuminant(0.7~1.1 μm) Composed of KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇

PAN Gong-pei, PENG Zhi-ming, ZHOU Zun-ning, GUAN Hua

(Nanjing University of Science and Tecnology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The test studied the influence of the CsNO₃ on the radiant intensity of the near-infrared illuminant(0.7~1.1 μm) composed of KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇. Without changing the component of the KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇, $I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ was improved by 20% with 5% CsNO₃. But added 10% CsNO₃, $I_{0.7-1.1 \mu\text{m}}$ was not improved because of the fall of the main peak value of the spectrum energy. In order to adjust the component of the KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇, it is better to add 6% CsNO₃ than 4% CsNO₃. The test approves when the CsNO₃ is used with the near-infrared illuminant composed of KNO₃-Mg-Si-C₄₈H₄₂O₇, it is appropriate to add 5%~6% CsNO₃.

Key words: physical chemistry; caesium nitrate; infrared illuminant; infrared-radiant