

步兵轻武器新型夜瞄复合荧光材料耐腐蚀性能研究

宋春荣, 冯蒙丽, 蔡玉平, 胡建伟, 黄红军, 刘进

(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: 采用自制的复合荧光粉体和化学载体成分, 研制出一种步兵轻武器新型夜瞄复合荧光材料。采用酸溶液、碱溶液和盐溶液浸泡腐蚀的方法, 研究了针对有关武器表面处理的酸性和碱性环境以及海水浸泡环境下材料的耐腐蚀性能。试验结果表明, 研制的新材料具有良好的耐酸、耐碱、耐盐腐蚀性能, 可满足步兵轻武器夜间瞄准需求。

关键词: 复合荧光材料; 耐腐蚀; 光学特性

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2013.04.010

中图分类号: TJ203⁺.9 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)04-0038-03

Anti-corrosion Performance of New-style Composite Fluorescent Materials for Light-armed Collimation at Night for Infantry

SONG Chun-rong, FENG Meng-li, CAI Yu-ping, HU Jian-wei, HUANG Hong-jun, LIU Jin

(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: The new-style composite fluorescent materials for light-armed collimation at night for infantry were prepared by mixing the complex luminescence powders into chemical carrier. The anti-corrosion performance of the materials was studied by acid immersion, alkali immersion and salt immersion tests considering the acidic and alkaline environment of phosphate treatment and seawater immersion. The results indicated that the materials have good corrosion resistance in acid, alkali and salt solutions, which can satisfy the need of light-armed collimation at night for infantry.

Key words: composite fluorescent materials; corrosion resistance; optical properties

夜间射击是战士训练的必备科目, 为提高武器射击精度, 必须使用夜间瞄准装置。现阶段, 普遍列装部队的轻武器多采用自身装配的由标尺照门上的荧光点与准星护圈上的荧光点组成的简易夜瞄装

置。通过部队实际调研发现, 简易夜瞄装置所用材料存在很多问题而且无法克服。针对存在的问题, 有效的解决办法是研制一种新型夜瞄材料, 然而相关的研究目前还未见报道。近年来, 发光材料在现

收稿日期: 2013-02-25

基金项目: 军队科研计划项目(2013609); 军械工程学院科学研究基金资助项目(YJJXM11005)

作者简介: 宋春荣(1978—), 女, 河北昌黎人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为发光材料的研究和检测。

代生产、生活中起着越来越重要的作用,广泛应用于消防、军事、纺织、印刷等多个领域^[1-4]。在众多的发光材料体系中,发光亮度高、发光时间长、无放射性污染的新型节能环保的发光材料因其优异的质量特性而受到人们的广泛关注^[5-7]。对新材料的探求和应用领域的进一步拓展也成为当前研究的热点之一^[8-10]。以实验室研制的新型发光材料为基础,研制了一种步兵武器新型夜间微光瞄准复合荧光材料(简称夜瞄复合荧光材料),针对有关武器表面处理的酸性、碱性环境以及海水浸泡环境^[11-14]对该材料进行了耐腐蚀性能研究。

1 试验部分

1.1 材料和试剂

步兵武器新型夜瞄复合荧光材料包括复合荧光粉体和化学载体成分两部分,均为自主研制。所用化学试剂为浓硫酸(分析纯),宿州化学试剂有限公司;浓盐酸(分析纯),北京益利精细化学品有限公司;浓硝酸(分析纯),无锡市展望化工试剂有限公司;氢氧化钠(分析纯),天津市凯通化学试剂有限公司;氯化钠(分析纯),北京化工厂。

1.2 试验仪器

SX-4-13 高温箱式电阻炉,武汉亚华电炉有限公司;FC204 型电子天平,上海精密科学仪器有限公司;79-1 型磁力加热搅拌器,江苏荣华仪器制造有限公司;DZF-6050 型真空干燥箱,上海林频仪器设备有限公司;ST-86LA 型屏幕亮度计,北京师范大学光电仪器厂;普通台灯;刚玉坩埚。

1.3 试样的制备和试验方法

按照复合荧光粉体占新型夜瞄复合荧光材料(质量分数)的30%,40%,50%,60%,分别与化学载体成分混合后,在磁力加热搅拌器中充分搅拌反应,制成新型夜瞄复合荧光材料。将新材料填充在半径1.5 mm,纵向深度为3.0 mm的塑料模具中。待固化后将试样分别放入20%的硫酸溶液、20%的盐酸溶液、20%的硝酸溶液、20%的氢氧化钠溶液和5%的盐溶液中,常温浸泡24 h,测试材料的耐腐蚀效果,以

下分别简称30%,40%,50%,60%样品。

2 腐蚀试验结果

制备的新型夜瞄复合荧光材料采用了无毒、无辐射的原材料,安全性能可靠;材料的固化时间为2 h,满足常温固化的要求。经酸溶液、碱溶液和盐溶液浸泡后,材料无起泡、脱落、裂纹、粉化等现象,普通台灯光源照射20 min后,黑暗环境中发光时间长达10 h,与未处理试样发光时间基本相同,

试样在未经任何处理、3种酸溶液、碱溶液和盐溶液分别浸泡24 h下发光亮度对比曲线如图1所示。

可以看出,经酸溶液、碱溶液和盐溶液分别浸泡后,材料的发光亮度随时间的变化与新材料相同,仍然满足指数衰减规律,但有以下几个特点。

1) 试样经5种不同腐蚀性溶液浸泡后初始发光亮度发生变化,均比未浸泡样品的亮度有所下降。例如30%样品初始发光亮度为 $166 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,20%硫酸溶液浸泡后初始亮度为 $123 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,20%盐酸溶液浸泡后初始亮度为 $138 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,20%硝酸溶液浸泡后初始亮度为 $115 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,20%氢氧化钠溶液浸泡后亮度为 $137 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,5%盐溶液浸泡后亮度为 $139 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

2) 随着时间的延长,虽然浸泡样品的亮度比未处理样品的发光亮度低,但差值逐渐减小。例如未作任何处理的50%样品的初始发光亮度与经硫酸溶液浸泡后样品的亮度差值为 $60 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,100 s时差值为 $27 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,300 s时差值为 $14 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,600 s时差值为 $8 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2}$,表明5种腐蚀性溶液浸泡对材料后期发光无明显影响。

3) 复合荧光粉体占新型夜瞄复合荧光材料的质量分数越高,光照时间相同的条件下,材料的发光性能越好。例如,4种比例的复合荧光材料分别光照20 min后,30%样品、40%样品、50%样品、60%样品的初始发光亮度分别为166,189,231,260 $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

4) 5种腐蚀性溶液对不同比例样品的腐蚀性能不同。酸溶液对新材料的腐蚀性随复合荧光粉体占新型夜瞄复合荧光材料比例的增大而明显增强,尤其是硝酸溶液对样品初始发光亮度的影响最大;盐溶液对新材料的影响随复合荧光粉体比例的增大而

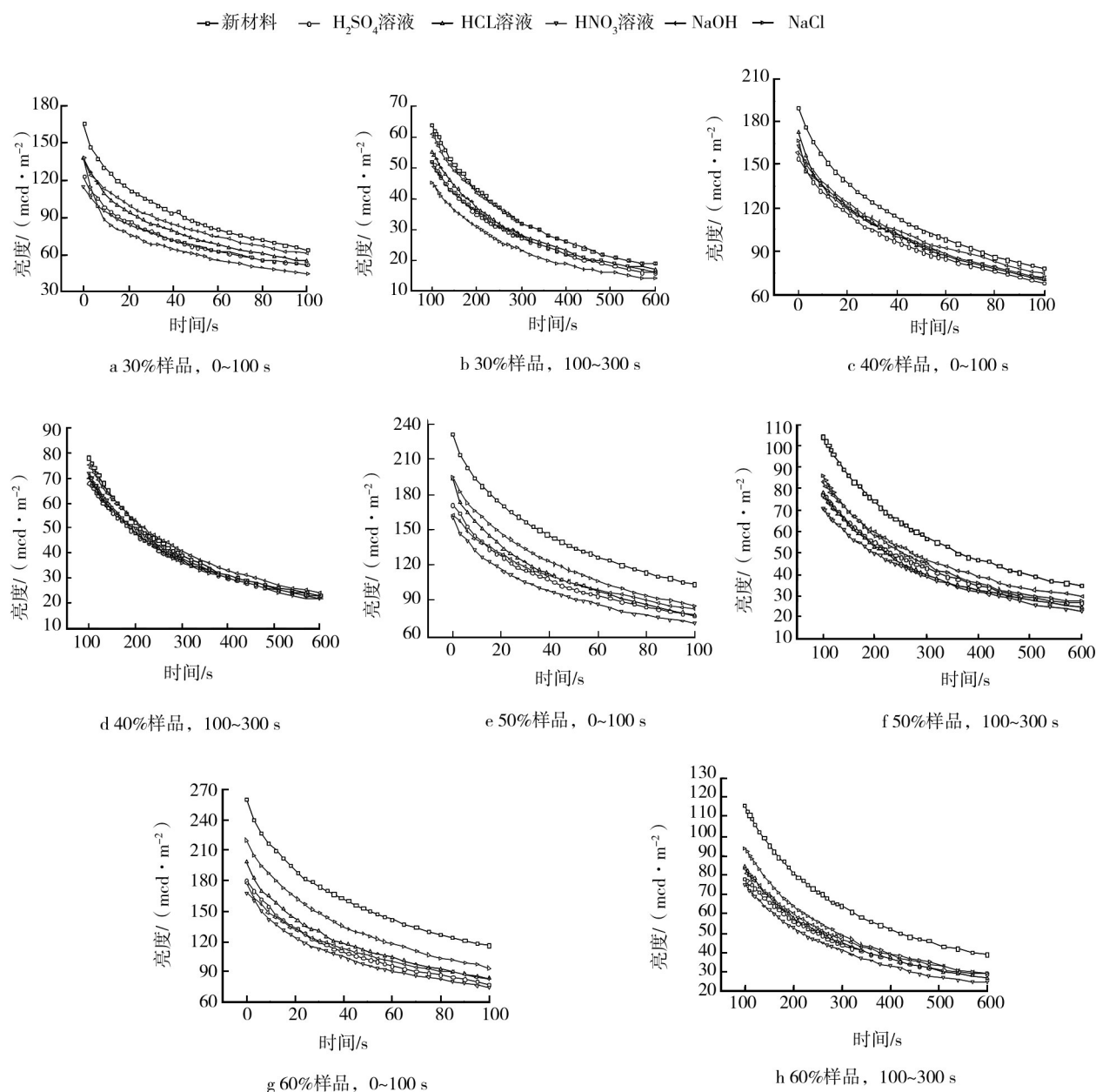


图1 耐腐蚀性测试

Fig. 1 Corrosion resistance experiment

减弱;碱溶液对新材料的影响基本处于酸溶液和盐溶液之间。

3 结论

针对有关武器表面处理的酸性和碱性环境以及海水浸泡等环境开展了步兵轻武器新型夜瞄复合荧光材料的耐腐蚀性能研究。采用浓度为20%的硝酸溶液、20%的盐酸溶液、20%的硫酸溶液、20%的氢氧

化钠溶液和5%的盐溶液分别浸泡样品24 h后,材料无起泡、脱落、裂纹、粉化等现象;普通台灯光源照射20 min后,浸泡样品的初始发光亮度有所下降,随着时间的延长,与未处理样品的亮度差值逐步减小,对材料后期发光无明显影响;复合荧光粉体的比例越高,材料的发光性能越好。浸泡样品黑暗环境中发光时间长达10 h,与未处理样品发光时间基本相同。性能测试结果证明该材料具备了良好的耐腐蚀
(下转第51页)

工作,并进行性能检测。

低温试验过程中,要分别对试验设备和试件进行监测。试验设备监测是为了确保试验箱内的温度应力保持在规定的允差内,按规定进行数据记录,并设立报警系统。试件监测要求按规定频度、规定项目进行,以确保及时中断并采取必要措施。

4 结语

通过某通信装备的低温试验,详细介绍了GJB 150A的低温试验剪裁过程,论述了低温试验程序、顺序、条件的选择依据及结果,并分析了试验实施过程中对设备、试件等的要求。

GJB 150A 自发布以来,受到越来越多的单位重视。对试验人员来说,因其对试件了解不多,并且试

验剪裁具有一定难度,因此需要试验人员和装备研制人员彼此配合,发挥试验人员丰富的试验经验和研制人员对装备深入了解的共同作用,从而制定出最适合装备实际情况的低温试验方案。

参考文献:

- [1] GJB 150A—2009,军用装备实验室环境试验方法[S].
 - [2] GJB 4239—2001,装备环境工程通用要求[S].
 - [3] 祝耀昌,王建刚,张建军. GJB 150A 与 GJB 150 内容对比和分析(一)[J]. 航天器环境工程,2011,28(1):5—10.
 - [4] 冉建华. GJB 150A 的发布对产品设计及试验工作的影响[J]. 装备环境工程,2011,8(6):71—75.
 - [5] 林琳,张熙川,叶涛. MIL-STD-810F 低温试验方法研究[J]. 电子产品可靠性与环境试验,2010,28(2):4—8.
-
- (上接第40页)
 - 性能,能够替代和修复轻武器中现有发光材料,对提高轻武器夜视性能具有重要的意义。
- ## 参考文献:
- [1] 刘应亮,雷炳富,邝金勇,等. 长余辉发光材料研究进展[J]. 无机化学学报,2009,25(8):1323—1329.
 - [2] CLABAU F, ROCQUEFELTE X, JOBIC S, et al. Mechanism of Phosphorescence Appropriate for the Long-lasting Phosphors Eu^{2+} Doped SrAl_2O_4 with Codopants Dy^{3+} and B^{3+} [J]. Chemistry of Materials, 2005, 17(15):3904—3912.
 - [3] CHANG Cheng-kang, YUAN Zhao-xin, MAO Da-li. Eu^{2+} Activated Long Persistent Strontium Aluminate Nano Scaled Phosphor Prepared by Precipitation Method[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2006, 415(11):220—224.
 - [4] TANG Wan-jun, CHEN Dong-hua, YANG Hai-jian. Luminescence Characteristics of Energy Transfer between Ce^{3+} and Eu^{2+} in NaMgPO_4 Phosphor[J]. Applied Physics A, 2011, 103:263—266.
 - [5] 洪广言. 稀土发光材料[M]. 北京:科学出版社,2011:180—182.
 - [6] ZHAO Chang-liang, CHEN Dong-hua, YUAN Yu-hong, et al. Synthesis of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ Phosphor Nanometer Powders by Combustion Processes and Its Optical Properties [J]. Materials Science and Engineering, 2006, 133(22):200—204.
 - [7] DORENBOS P. Mechanism of Persistent Luminescence in $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ [J]. Physica Status Solidi (b), 2005, 242(1):7—9.
 - [8] TANG Wan-jun, CHEN Dong-hua, YANG Hai-jian. Luminescence Characteristics of Energy Transfer between Ce^{3+} and Eu^{2+} in NaMgPO_4 Phosphor[J]. Appl Phys A (2011) 103:263—266.
 - [9] ZHANG P, XU M, LIU L, et al. Luminescent Properties of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6:\text{Eu}, \text{Pr}$ Prepared by Sol-gel Method[J]. Journal of Sol-gel Science and Technology, 2009, 50(3):267—270.
 - [10] YAO S S, XUE L H, YAN Y W. Synthesis and Luminescent Properties of Hexagonal $\text{BaZnSiO}_4:\text{PEu}^{2+}$ Phosphor[J]. Applied Physics B, 2011, 102(3):705—709.
 - [11] 沟引宁,李鑫洋. 表面活性剂对镁合金浸锌的影响[J]. 表面技术,2012,41(1):51—53.
 - [12] 王秀静,陈克勤,张炬,等. 金属大气暴露与模拟加速腐蚀结果相关性探讨[J]. 装备环境工程,2012,9(1):94—104.
 - [13] 王玉勤,路品,马彦飞. 金属表面黑色磷化液的研究[J]. 表面技术,2012,41(4):71—73.
 - [14] 赵世宜,霍东芳,任杰,等. 高温高湿环境对车辆装备的影响及防护对策[J]. 装备环境工程,2012,9(1):72—74.