

文章编号: 1003-1480 (2006) 01-0032-04

发射药与贫铀合金及电镀层的外相容性研究

余淑华, 罗天元, 周堃, 文邦伟

(中国兵器工业第59研究所国防科技工业自然环境试验研究中心, 重庆, 400039)

摘 要: 发射药和包装材料在贮存过程中会自然地释放或分解出气体。通过加速试验, 研究了不同温度和相对湿度条件下, 这些材料及其挥发性气氛与贫铀合金材料和 Ni/Zn 电镀层的外相容性。试验结果表明上述材料与贫铀合金相容。

关键词: 发射药; 外相容性; 贫铀合金; Ni/Zn 镀层

中图分类号: TQ562 文献标识码: A

Study on Exterior Compatibility of Propellant with Depleted Uranium and Plating

YU Shu-hua, LUO Tian-yuan, ZHOU Kun, WEN Bang-wei

(The Natural Environmental Test and Research Center of Science, Technology and Industry of National Defence, Chongqing, 400039)

Abstract: The propellant and packaging material should spontaneously decomposed and emitted gas in storage. The exterior compatibility between these materials or their volatile gas and depleted uranium alloy or plating layer of Ni/Zn was researched, by accelerated testing at different temperature and on different relative humidity condition. The result indicated that the materials were compatible with depleted uranium alloy.

Key words: Propellant; Exterior compatibility; Depleted uranium; Alloy-plating layer of Ni/Zn

受产品特性的制约, 由贫铀合金及其表面的 Ni/Zn 电镀层构成的部件需要在密封、干燥的环境中长期贮存。由于化学活泼性很强, 贫铀合金及其表面的 Ni/Zn 电镀层在贮存期间是否会与发射药、包装材料及其他非金属构件等接触材料外相容性差, 成为设计、使用部门关心的问题。此前未见国内外相关文献报道, 笔者将贫铀合金与发射药等接触材料置于同一个密封的容器中, 采用加速贮存的方法, 研究它们是否存在外相容性差而影响贮存性能的问题。

收稿日期: 2005-08-12

作者简介: 余淑华 (1951-), 女, 研究员级高工, 从事自然环境试验。

1 试验

1.1 试验样品

贫铀合金样品为表面无保护层的贫铀合金样品 (简称裸样), 以及裸贫铀合金表面电镀 Ni/Zn 镀层的样品 (简称镀样)。

1.2 腐蚀试验条件

(1) 试验温度 (55 ± 2), (75 ± 2); (2)

相对湿度：用甘油-水溶液（简称控湿剂）控制容器中的相对湿度为100%或70%；（3）接触材料：由发射药、药筒、环氧玻璃钢、中性纸板、尼龙板、聚乙烯板、聚苯乙烯泡沫、密封橡胶等材料组成，接触材料释放的气体为气氛腐蚀试验的气氛源；（4）试验组：试验时放入样品和接触材料；参比组：仅放样品。试验组与参比组容器内部的湿度控制相同；（5）试验周期：3d、9d。

1.3 试验方法

参考 HB5197-82《有机材料挥发性气氛对锌 镉镀层腐蚀试验方法》^[1]进行试验。按规定称好控湿剂放入培养皿中，先将培养皿分别放入试验组和参比组的干燥器底部，接着将样品和烧杯一起称重后分别放入上述干燥器内的支架上，接触材料最后放入试验组的干燥器内；然后干燥器口部边缘用适量真空酯密封，再用密封胶固定盖子防止滑动。把两组干燥器放入已恒温的烘箱中进行气氛腐蚀试验。

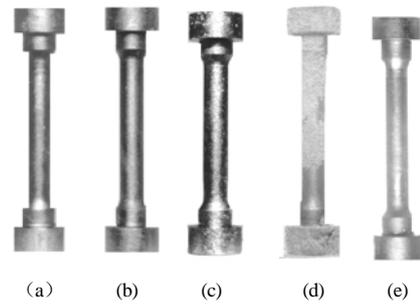
1.4 相容性评价方法

参照 GB12335-90《金属覆盖层 对底材呈阳性的覆盖层腐蚀试验后的试样评级》^[2]和 HB5197-82标准对样品进行腐蚀等级的评级，并根据接触材料与样品的外观、腐蚀等级变化情况来评定外相容性。本文将表面外观腐蚀缺陷程度 D 级以上、腐蚀评级 5 级以上的评为相容，将表面外观 E~F 级、腐蚀评级 6~7 级的评为较相容，其余为不相容。

2 试验结果

表 1 列出了不同条件下进行 3d、9d 的试验的外观和腐蚀评级及相容性试验结果；图 1 和图 2 分别为试验 9d 后镀样、裸样的外观图。

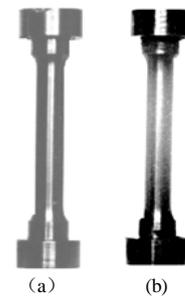
表 1 中腐蚀等级的字母代表外观的腐蚀缺陷程度评级，其中 A：无变化；B：轻微到中度变色；D：轻微的失光或出现极其轻微的腐蚀产物；F：腐蚀产物分布在整个表面上。以阿拉伯数字表示样品表面被腐蚀面积量的评级，其中 10 级：无缺陷；9 级：腐蚀面积小于 0.10%；8 级：0.10%~0.25%之间；7 级：0.25%~0.50%之间；0 级：腐蚀面积大于 50%。



注：55℃ RH100% (a) 参比组 (b) 试验组；75℃ RH100% (c) 参比组 (d) 试验组；75℃ RH70% (e) 试验组

图 1 镀样的外观图 (9d)

Fig.1 Appearance of plating samples (after 9d)



注：(a) 55℃ RH100%试验组 (b) 75℃ RH100%试验组；

图 2 裸样的外观图 (9d)

Fig.2 Appearance of bare samples(after 9d)

表 1 加速贮存试验结果

Tab.1 Results of accelerated tests

样 品	试验 温度 /	相对 湿度 /%	试验 组别	腐蚀 等级 (3d)	腐蚀 等级 (9d)
裸 样	55	100	参比组	D9 相容	D9 相容
			试验组	D9 相容	D9 相容
裸 样	55	70	参比组	A10 相容	A10 相容
			试验组	A10 相容	A10 相容
裸 样	75	100	参比组	B10 相容	D8 相容
			试验组	B10 相容	D7 中等相容
裸 样	75	70	参比组	B10 相容	B10 相容
			试验组	B10 相容	B10 相容
镀 样	55	100	参比组	A10 相容	D9 相容
			试验组	A10 相容	D9 相容
镀 样	55	70	参比组	A10 相容	A10 相容
			试验组	A10 相容	A10 相容
镀 样	75	100	参比组	A10 相容	D8 相容
			试验组	D7 中等相容	F0 不相容
镀 样	75	70	参比组	A10 相容	A10 相容
			试验组	A10 相容	A10 相容

3 分析与讨论

3.1 温度对样品腐蚀的影响

由表1可以看出,试验的相对湿度固定70%不变,温度由55℃变化到75℃时,无论是试验组或参比组的样品均无腐蚀,说明相对湿度维持在较低水平的70%时,单纯的温度变化使接触材料产生的挥发性气体对样品无明显腐蚀。

3.2 湿度、接触材料挥发性气氛对样品腐蚀的影响

由表1试验结果可以说明以下几点:

(1) 试验条件为相对湿度70%时,无论温度是55℃还是75℃,各种样品试验9d均未腐蚀,说明在较为干燥的试验条件,接触材料释放出的气氛对各种样品没有明显的腐蚀性。

(2) 当试验的温度固定时,相对湿度由70%变化到100%时,参比组的各种样品都有轻微腐蚀,如试验9d的裸样腐蚀等级分别为A10、D9(55℃),B10、D8(75℃),由此说明相对湿度是使样品腐蚀的主要因素之一。

(3) 对比55℃、75℃相对湿度100%的试验数据(图1b、d和图2),升高试验温度和相对湿度后,裸样、镀样参比组腐蚀等级由D9变化到D8,而试验组的由D9变成D7,而镀样试验组由D9变成F0,说明在高温高湿的试验环境中,接触材料释放出的气氛对各种样品均有腐蚀性。从试验的腐蚀等级数据可以看出,镀样比裸样腐蚀严重,试验组镀样表面基本上布满白霜(见图1d),而参比组镀样镀层仅有轻微腐蚀(见图1c),说明接触材料释放出的气氛对镀层有明显的腐蚀,而且镀样的腐蚀大于裸样的腐蚀。

腐蚀气氛主要来源于发射药、密封材料等接触材料。在常温贮存条件下,发射药能发生缓慢的热分解,分解释放出NO₂或NO,而且NO₂或NO还有加速分解的自催化作用,温度每升高10℃,发射药的分解速率增加1倍^[3];NO₂或NO遇到潮湿空气中的水蒸汽,形成HNO₃或HNO₂;同时,密封材料分解出含硫的酸性气体。随时间延长,较高的温度使接触材料中挥发出来的气体积聚到一定浓度,潮湿空气中的酸

浓度也随之升高,使样品腐蚀。

在上述试验环境中,裸样比镀样耐腐蚀的原因是:贫铀合金块不与低于6当量浓度的H₂SO₄溶液反应,400℃以下不易和NO、CO₂气体反应,与NO、NO₂、CO₂形成低浓度的酸反应也很缓慢^[4-5]。相比之下Zn电镀层的耐酸腐蚀性不太好,这可以通过镀样表面布满的腐蚀产物的颜色来判断,白霜主要是ZnO、ZnS、2ZnO·3H₂O₂的腐蚀产物^[6],Ni电镀层耐H₂SO₄溶液的腐蚀较差,因为镍对含硫化合物抵抗力较低^[6-7]。

3.3 接触材料与贫铀合金及其镍锌镀层的相容性分析

按相容性评价方法和以上分析,可以得到:在较为干燥(相对湿度70%)的试验环境中,3~9d的试验结果表明:单纯的温度变化使接触材料释放的气氛对各种样品无明显腐蚀,外观仅有轻微变色,接触材料与各种样品相容。

在55℃、相对湿度100%的条件下,试验3d,裸样仅有轻微腐蚀,镀样无明显变化,因此接触材料与各种样品相容;试验9d,裸样、镀样试验组腐蚀等级均为D9,接触材料与各种样品相容。

在75℃、相对湿度100%的条件下,试验3d,接触材料与裸样试验组相容(B10),接触材料与镀样试验组为中等相容(D7);试验9d,接触材料与裸样试验组中等相容(D7),接触材料与镀样试验组为不相容(F0)。

4 结论

由于贫铀合金材料实际的贮存是处于密封、干燥的环境中,外界环境中的潮湿空气及腐蚀介质很难进入包装容器中,样品仅受贮存环境温度和接触材料的气氛变化影响。而从以上的分析可以得到:单纯的温度变化使接触材料产生的挥发性气体对样品无明显腐蚀,在较为干燥(相对湿度70%)的试验环境中,接触材料与样品相容。因此可以估计,只要严格控制贮存环境的温度、湿度,贫铀合金材料与上述接触材料在环境中贮存是相容的。

参考文献:

- [1] HB5197-82. 有机材料挥发性气氛对锌 镉镀层腐蚀试验方法[S]. 中华人民共和国航空工业部部标, 1982.
- [2] GB12335-90 金属覆盖层对底材呈阳极性的覆盖层腐蚀试验后的试样评级[S]. 中华人民共和国国家标准, 1990.
- [3] 周起怀, 任务正. 火药物理化学性能[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983: 195 ~ 198.
- [4] J.E. 金德勒, 向家忠译. 铀的物理和化学性质[M]. 北京: 原子能出版社, 1982: 26 ~ 28.
- [5] 约瑟夫. 哲. 卡茨, 尤金. 拉宾维奇, 伍丽素译. 铀化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 1960: 90 ~ 210.
- [6] 汪学华等著. 自然环境试验技术[M]. 北京: 航空工业出版社 2003: 98 ~ 192.
- [7] 陈鸿海著. 金属腐蚀学[M]. 北京: 国防工业出版社, 1972: 28 ~ 204.

.....

(上接第 24 页)

4 结语

“一步制粒法”制备将药剂制备过程的原材料混合、造粒、干燥等工序一步完成, 制备过程消除了静电、摩擦等危险因素。试验表明, 该方法工艺过程简单, 使用方便安全, 混合效率高, 制粒均匀性好, 适合于批量药剂制备。这种设备和工艺方法可继续推广应用于火工药剂制备领域。

参考文献:

- [1] 潘功配, 杨硕编著. 烟火学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997.
- [2] 王文杰, 劳允亮, 陈基业. 化学沉积点火药制备机理及应用研究[J]. 火工品, 2001,(2): 14 ~ 17.
- [3] 周彬, 秦志春, 徐振相, 刘西广. 用汽相沉积法制作红外辐射膜材料[J]. 火工品, 2000,(1): 12 ~ 13.
- [4] Frederick G Allford, Kent. Pyrotechnic train[P]. USP 5090322, 1992.
- [5] 刘静平, 潘功配, 赵尚军. 基于高速分散的烟火药剂制备工艺[J]. 火工品, 2003,(2): 11 ~ 13.