

包覆工艺对无壳射钉弹药片吸湿性的影响研究

邓维平¹, 梁家豪², 董朝阳¹

(1. 泸州北方化学有限公司, 四川 泸州 646605; 2. 中北大学 环境与安全工程学院, 太原 030051)

摘要:对无弹壳射钉药片包覆工艺条件及影响包覆质量的因素如包覆材料和被包覆药片的配比、转鼓转速以及包覆液的加入速度等进行了研究。试验结果表明:二次包覆工艺能够有效抑制药片吸湿性,较佳的工艺条件为:采用乙酸乙酯作溶剂,加入量漆与乙酯之比为1:3,控制包覆过程的转鼓转速为15 r/min,包覆液较佳的加入次数为5次,使药片在90%湿度下吸湿性 $\leq 0.6\%$ 。从而使防潮性能大幅提高,射钉药片产品威力和击发率满足用户使用要求。

关键词:无弹壳;射钉药片;吸湿性;包覆

本文引用格式:邓维平,梁家豪,董朝阳. 包覆工艺对无壳射钉弹药片吸湿性的影响研究[J]. 兵器装备工程学报, 2019,40(3):187-189,194.

Citation format: DENG Weiping, LIANG Jiahao, DONG Chaoyang. Study on Effect of Coating Technology on the Hygroscopicity of Caseless Fastener Propellant[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019,40(3):187-189,194.

中图分类号:TJ55

文献标识码:A

文章编号:2096-2304(2019)03-0187-03

Study on Effect of Coating Technology on the Hygroscopicity of Caseless Fastener Propellant

DENG Weiping¹, LIANG Jiahao², DONG Chaoyang¹

(1. Luzhou North Chemical Industries Co., Ltd., Luzhou 646605, China;

2. School of Environment and Safety Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: In order to solve the problem that the caseless cartridge fastener propellant is easy to absorb moisture, a moisture-proof method for coating the surface of the propellant was adopted. The coating process conditions and factors affecting the coating quality, such as the ratio of the coating material and the drum rotary speed rpm, the speed of the coating pan, and the addition speed of the coating liquid, were studied. The test results show that the secondary coating process can effectively inhibit the hygroscopicity of the tablets, and the better process conditions are as follows: using ethyl acetate as solvent, the amount of paint is: ethyl ester = 1:3, and the coating process is controlled. The rotation speed of the drum is 15 r/min, and the number of times the coating liquid is preferably added by 5 times, so that the moisture absorption of the tablet at 90% humidity is $\leq 0.6\%$. Thereby, the moisture-proof performance is greatly improved, and the power and firing rate of the nail-punching tablet product meet the requirements of the user.

Key words: caseless cartridge; fastener propellant; hygroscopicity; coating

无壳射钉弹采用了新的击发原理,取消了在原铜壳弹中起点火作用的底火及金属弹壳。节约了大量有色金属,降低了制造成本,提高了市场竞争力。铜壳射钉弹使用双基球扁

药或单基药,无壳射钉弹采用硝化棉药片,通过压片机把硝化棉压成一定重量、一定密度的药片。药片通过塑料模套固定在射钉头部,形成射钉弹产品。无壳射钉弹药片在使用和

收稿日期:2018-10-15;修回日期:2018-11-05

作者简介:邓维平(1963—),男,研究员级高级工程师,主要从事发射药工艺技术研究。

通讯作者:梁家豪(1995—),男,硕士研究生,主要从事发射药工艺及性能研究,E-mail:305546770@qq.com。

储存过程中由于没有金属弹壳的密封作用,吸湿现象比较严重。如遇到湿度大的环境,会吸收大量水分,导致燃烧性能变坏,击发、点火困难,燃速下降,火焰力减弱,甚至不能点燃,严重地影响使用性能。

对于一般发射药和火箭推进剂来说,产生吸湿的原因有:表面吸附,表面水汽凝结、毛细作用。对于大多数发射药和火箭推进剂的吸湿,都是由这三种原因共同作用的^[1-2]。对于火炸药中因硝化棉吸湿而引起的问题,目前主要采取膨化改性、相稳定剂改性以及用有机疏水物或高分子材料包覆等方法解决。其中表面包覆工艺被广泛应用于发射药和火箭推进剂的钝感包覆技术中,是解决吸湿问题、增强安定性的一个重要途径^[3-4]。

在发射药和火箭推进剂吸湿性的研究中,程山、张建忠、岳金文等对改善硝酸铵的吸湿性进行了系统的分析^[5-7]。如吴昊对高氯酸铵(AP)进行二元包覆的研究^[8],使用包覆含能材料来改善吸湿性。除此之外,程秀莲使用聚苯乙烯来包覆硝酸铵,卢先明等以交联体为包覆材料,对球形ADN颗粒进行了包覆,王智洋等还用疏水性高分子材料包覆并得到了一种新型的模块硝酸铵发射药,他们的结果表明包覆层可以有有效的抑制吸湿性并提高发射药的稳定性^[9-11]。熊言涛、刘祖亮^[12]以改性直链烷烃为包覆材料对硝酸铵(AN)进行包覆,陈海云等^[13]设计了一种酰胺型表面改性剂改善硝酸铵的吸湿性,他们的研究都有有效的抑制了吸湿性。此外,胡坤伦等^[14]还对包覆硝酸铵所选用材料的制造工艺和技术进行了研究。

本文选用硝基漆作为药片的表面包覆材料,选择乙醇、丙酮和乙酸乙酯为包覆溶剂。采用转鼓(包覆锅)工艺包覆。调节药片在转鼓内转速、转鼓中的流动状态、包覆液喷射的次数、包覆液的雾化状态、喷射量的大小、喷射的时间等等,研究对包覆效果的影响。通过此次试验,优选出包覆工序的最佳方案。

1 无壳射钉弹药片吸湿性分析

射钉药片主要的成分硝化棉,是一种富含亲水性纤维的多孔性复合材料。硝化棉中存在着未被取代的羟基、毛细管以及很大的内表面,因而能快速吸附水分,凝结水分并与水分子形成氢键,硝化棉分子碳链遍布强极性的硝基和未完全反应而残存的羟基,极性非常强,分子间作用力很大,非常容易吸湿。同时由于水分子的横截面积很小,几乎能透过所有聚合物材料,所以环境中的潮湿空气可沿着大分子间网络空隙、界面或毛细管状纤维渗入药片,导致硝化棉吸湿性较强。射钉药片基材是硝化棉,压片成型后,硝化棉的多孔性结构和高极性表面,具有很强的吸湿性。射钉药片的成型过程是采用溶剂法工艺制备射钉药片,因此在驱溶和烘干时表面会留下很多微孔结构,因此吸湿性大^[15]。过大的吸湿量会影响发射时的点火,严重时会造成迟发火,甚至哑火。射钉药片的吸湿性实质上是一种吸附作用,吸附量的大小与药片中

药粒的性质、环境的温度和相对湿度有关。对于一定的药粒,当其在一定温度及湿度的环境下贮存时,如果时间足够长,该药粒吸附的水分值(即该药粒在该环境中的平衡含水量)是一定的^[16]。

当环境湿度较大时,由于水分子沿着毛细管状纤维渗入药片时,一方面会阻塞药片孔隙,阻碍燃烧时热量的传播;另一方面,会吸收大量的热量,使燃速降低,导致药片的燃烧性能变差。有试验证明,吸湿的药片燃速会变慢,膛压变低,可能产生燃烧不完全并留有残渣的现象,甚至出现不击发现象。吸潮后燃烧产物中存在不溶于水和有机溶剂的未完全氧化的固体碳颗粒,使燃烧残渣增多,影响射钉弹的使用。

2 无壳射钉弹药片包覆用原材料和包覆工艺

硝化棉胶化成型工艺过程使无弹壳发射药内部产生了无数的孔洞和毛细管,内表面积增大,对降低吸湿性有不利影响。因此,通过对药片表面进行包覆,堵塞药片表层微孔是改善药片吸湿性的有效方法。即包覆一层有机材料,在药片表面形成一层致密的膜层,或形成完全憎水性的保护层,起到防潮的目的^[17-18]。同时,通过包覆可在药片表面形成硬化层,有利于增强药片力学强度。

经过包覆处理过的药片吸湿性能决定了成品射钉弹是否能够正常使用,因此药片的包覆用材料、包覆工艺是射钉生产中至关重要的一环。

1) 无壳射钉弹药片包覆用原材料

无壳射钉弹药片包覆材料的选择依据是:能满足射钉药片威力和燃烧特性;具有足够的强度,能够满足产品装配和贮存要求;包覆层之间及其与被包覆药之间要有良好的粘接强度,贮存时不开裂、不脱层、不脱落;射钉药片的组分与包覆层要有良好的化学相容性;包覆层要有较长的贮存寿命。

本实验选用硝基漆作为药片的表面包覆材料。包覆溶剂为乙醇(AR)、丙酮(AR)、乙酸乙酯(AR)。

2) 无壳射钉弹药片包覆工艺

目前常见的包覆工艺有流化床工艺、喷涂工艺和转鼓(包覆锅)工艺。其中转鼓工艺比较成熟,该工艺适合各种尺寸的药片,操作简单易行,工艺周期短,成本低。转鼓工艺的主要设备包括:包覆机(包覆铜锅、吹风机、抽风系统)、加热系统(风机、换热器)、空压机、喷头以及包覆液储槽等。实验研究采用的转鼓(包覆锅)工艺设备示意图如图1所示。

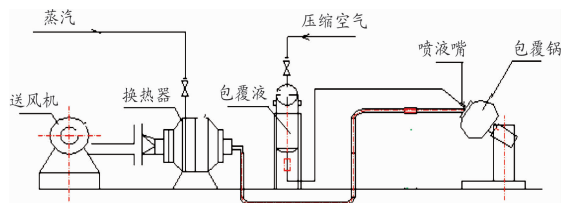


图1 转鼓(包覆锅)工艺主要设备示意图

3 无壳射钉弹药片包覆工艺与吸湿性实验结果分析与讨论

在包覆过程中,药片在转鼓内转速、转鼓中的流动状态、包覆液喷射的次数、包覆液的雾化状态、喷射量的大小、喷射的时间等调节都会影响包覆的效果。通过 10 kg 药片量的样品包覆试验,优选出包覆工序的最佳方案。(注:1)二次包覆指第一次采用乙酸乙酯包覆 10 min 后对转鼓加热风 10 min 使药片干燥,然后再喷硝基漆溶液进行包覆。2)在相对湿度为 90% 下测试吸湿性。)

由实验结果可知:

1) 漆与溶剂的质量比、不同溶剂的质量比,对产品的包覆效果影响较大。在转鼓内转速为 15 r/min、包覆液喷射的次数为 5 次、包覆液的雾化状态、喷射量的大小、喷射的时间为 5 min、包覆状态为一次包覆的相同情况下,改变包覆剂组成,其试验结果如表 1 所示。由表 1 可见:溶剂越多越有利于药片的表面包覆,得到的产品越均匀,越不易粘结,但过稀的包覆液也会使溶剂挥发较大,造成浪费,且包覆时间也会延长;溶剂越少(即包覆液越稠),越不能对药片进行充分包覆,因包覆材料粘度较大,也会造成药粒之间严重的粘结现象。本试验包覆液较佳的方案是采用乙酸乙酯作溶剂,加入之漆与乙酯之比为 1:2。

表 1 不同溶剂组成试验情况

序号	包覆时间/min	包覆剂组成	吸湿率/%
1	8	漆:醇酮 = 1:2	3.8
2	30	漆:乙酯 = 1:2	1.0

2) 包覆液加入速度也是影响产品包覆质量的重要因素。在转鼓内转速为 15 r/min、包覆液的雾化状态、喷射量的大小、包覆剂组成为漆:醇酮 = 1:2、包覆状态为一次包覆的相同情况下,改变包覆液加入速度,其试验结果如表 2 所示。由表 2 可见:包覆液加入慢,次数多,虽然产品表面质量好,但包覆时间长;包覆液加入太快,次数少,溶剂来不及挥发,易造成药片粘连。因此综合考虑,包覆液较佳的加入次数为 5 次。

表 2 不同包覆液加入速度试验情况

序号	喷包液次数	喷包液时间/min	包覆时间/min	吸湿率/%
1	5	5	8	3.8
2	7	3.5	30	0.8%

3) 为了研究二次包覆对防潮效果的研究,在转鼓内转速为 15 r/min、包覆液的雾化状态、喷射量的大小相同情况下,改变包覆次数,其试验结果如表 3 所示。由表 3 可见:经

二次包覆处理后,药片在 90% 湿度下吸湿性 $\leq 0.6\%$ 。原因是一次包覆在药片表面初步形成硬化层。二次包覆在药片表面形成完整的硬化层或膜层,建成药片的防潮保护体系。说明覆膜药片具有很好的防潮效果。

表 3 不同包覆次数试验情况

序号	喷包液次数	喷包液时间/min	包覆时间/min	包覆剂组成	包覆状态	吸湿率/%
1	5	5	10	漆:乙酯 = 1:2	一次包覆	1.5
2	5	5	30	漆:乙酯 = 1:2	一次包覆	1.0
3	5	3	30	漆:乙酯 = 1:3	二次包覆	0.5
4	8	3	35	漆:乙酯 = 1:4	二次包覆	0.5

4) 转鼓转速对产品的包覆质量也有较大影响。在包覆液次数为 5 次、包覆液的雾化状态、喷射量的大小的相同情况下,改变转鼓转速,其试验结果如表 4 所示。由表 4 可见:转鼓转速太快,由于离心力的作用,加上药片本身的密度并不高,药片强度不大,药片容易破碎;转鼓转速太慢,不易达到均匀包覆的目的,药粒之间容易发生粘结而产生板结现象。本实验控制包覆过程的转鼓转速为 15 r/min。

表 4 不同转鼓转速试验情况

序号	喷包液次数	转鼓转速/(r·min ⁻¹)	包覆时间/min	包覆剂组成	包覆状态	吸湿率/%
3	5	15	10	漆:乙酯 = 1:2	一次包覆	1.5
5	5	15	30	漆:乙酯 = 1:2	一次包覆	1.0
6	5	20	30	漆:乙酯 = 1:2	二次包覆	0.5
7	3	15	30	漆:乙酯 = 1:3	二次包覆	0.5

4 结论

1) 二次包覆工艺能够在药片表面形成多层致密的膜层,有效抑制了药片吸湿性,达到防潮效果。

2) 得到较佳的工艺条件:采用乙酸乙酯作溶剂,加入漆与乙酯之比为 1:3。控制包覆过程的转鼓转速为 15 r/min。包覆液较佳的加入次数为 5 次。

(下转第 194 页)