

某型防护装置主包体材料设计与实验研究

滕利才^{1,2}, 易建政¹, 段志强¹, 蔡军锋¹, 王波³

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 中国人民解放军 76173 部队, 乐昌 512200; 3. 中国人民解放军 62199 部队, 涟源 417111)

摘要: 根据弹药携行环境情况和弹药的包装防护要求, 确定了某防护装置的性能需求, 从而提出了装置主体材料的技术指标与性能需求; 针对当前封套材料及材料复合工艺发展现状, 对研制生产的某材料的结构设计、加工工艺进行了简要介绍。实验结果表明, 该材料的质软、高阻隔、质轻等良好性能, 能满足防护装置对其主包体材料的需求。

关键词: 弹药携行; 包装; 防护; 封套材料

中图分类号: TB484; TJ41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)11-0048-04

Design and Experimental Research on Main Body Packaging Material for Certain Protection Device

TENG Li-cai^{1,2}, YI Jian-zheng¹, DUAN Zhi-qiang¹, CAI Jun-feng¹, WANG Bo³

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China; 2. Unit 76173 of PLA, Lechang 512200, China; 3. Unit 62199 of PLA, Lianyuan 417111, China)

Abstract: The technical index and performance requirement of main body packaging material for certain protection device was put forward according to the overall performance requirement of the device, the environmental condition of carried ammunition, and packaging protection requirement of ammunition. Structure design and process of a newly developed material was introduced together with the development of current envelop material and composite technologies. Experiment results showed that the newly developed material is soft, high insulation, and light weight, which can meet the requirement of protection device on main body packaging material.

Key words: carried ammunition; packaging; protection; envelop material

步兵弹药随部队携行时遭受的环境因素具有复杂性、多样性、防护难度高的特点, 目前, 我军弹药包装的防护能力还不能完全满足携行条件下对弹药全面有效防护的要求。因此, 研究设计针对携行过程中某些特定情况下的防护装置具有重要的军事与实用价值。根据现实需求, 研究设计了某型防护装置, 而防护装置主包体材料的性能对装置功能能否实现起到关键性的作用。

1 防护装置功能需求分析

1.1 弹药携行环境及包装防护要求

弹药在随部队携行过程中, 主要经受的环境有陆

路运输环境、水路运输环境、野外储存环境、单兵携行环境等。在上述各种环境情况下, 温度和湿度是对弹药质量安全造成影响共同因素, 但不同的环境对弹药质量安全造成的影响也不一样, 例如在水路运输环境条件下, 河(海)水渗透弹药包装对弹药造成的影响; 在陆路运输环境条件下, 机械力对弹药的冲击作用等。

因此, 针对弹药的携行环境, 弹药包装首先要能有效地阻止湿度对弹药的负面作用, 即阻隔水汽的能力, 并具有一定的隔热以及缓冲效果; 其次, 要满足部队在不同作战状态下对弹药的防护需求, 如两栖作战中阻止河(海)水渗入包装内部, 并具有水上漂浮的能力, 具有单兵携行能力, 并能在该条件下对弹药进行

有效防护。目前我军弹药包装多为木质包装箱,无法满足上述环境下的防护要求,即使少数金属包装与塑料包装也不能满足水路运输与单兵携行功能。因此研究一种能满足上述防护要求的装置对加强部队的作战能力有着积极作用。

1.2 装置防护内容及性能需求

所要研制的防护装置在性能需求方面,必须弥补目前我军弹药包装无法实现的功能,即装置是集野外储存、水路两栖携行、单兵携行功能于一体的多用途防护器材,防护的内容主要包括防潮、隔热、缓冲及在水际携行条件下阻止河(海)水渗透的能力。

针对步兵弹药携行环境、包装防护实际情况及装置防护性能的需求,研制设计了一种防护装置。该防护装置的设计思路是主包体选用具有高阻隔的柔性复合封套材料,利用拉链进行密封,包体内部置有环装置内壁六面的缓冲气垫,通过装置顶部充气口向气垫内部打气,使装置成型。由于装置成型后体积大、重量小,故能实现水上漂浮的功能;同时,装置外壁面设计有可穿背包带的布带结构,从而实现单兵携行功能;而防护包内部的气垫装置则具有隔热及缓冲的效果。

1.3 主包体材料性能需求

为实现装置的防护功能,主包体材料必须具有对潮湿空气的高阻隔能力;具有质软以满足方便携行及充气膨胀的要求;质轻以实现单兵携行及水上漂浮的目标;成型加工性强以满足制成所需形状的能力;此外,结合弹药安全防护的其它方面要求,主包体材料还须具有阻燃、防静电、伪装的性能。

2 主包体材料设计及性能验证

针对野战弹药防护的问题,封套封存技术得到了应用与发展。李杏军^[1]对封套封存技术以及材料在装备储存上的应用进行了研究;梁波^[2]进行了野战弹药封套储存隔热技术的研究;段志强、戴祥军^[3-6]进行了野战装备防潮封存技术的研究;宣兆龙^[7-8]进行了可用于封套的红外迷彩伪装遮障材料的研究。

防护装置主包体选用的是封套材料,而目前我国对于高阻隔封套材料的研究还主要停留在对 PVC 的改性上^[9]。由于 PVC 自身透湿率较大,要提高其阻隔性能只能增加其厚度,这样就导致材料单位面积增大,影响使用性能,而真空镀铝膜复合封套材料也存在许多问题。因此,进行新型高阻隔复合封套材料的

研究,对满足防护装置防护性能具有关键性的作用。

2.1 材料结构设计

根据材料性能需求,通过对当前复合材料的制作工艺与复合方法的分析与比较,防护装置主包体材料整体性能设计见图 1。

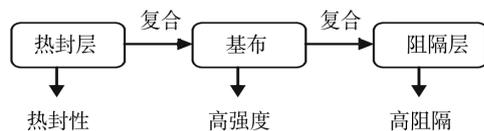


图 1 复合材料整体性能设计

Fig. 1 Whole performance design of composite material

从图 1 可看出,复合材料主要由热封层、基布、阻隔层这 3 部分组成,热封层是为实现复合材料的热封而设计,选用高强度基布是为了满足材料强度方面需求,阻隔层则是实现材料性能最为关键的一部分,选用 TPU/PVDC 共挤膜作为阻隔层,其结构见图 2。

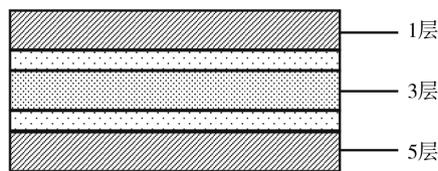


图 2 阻隔层结构设计

Fig. 2 Structure design of insulation layers

为实现及强化复合材料性能,对 3 层结构进行了功能化处理,即对阻隔层与热封层进行了阻燃与抗静电处理,对基布进行了阻燃、抗菌、迷彩伪装处理。

共挤膜的多层制品层数一般有 2 层、3 层、4 层、5 层、6 层、7 层等,层数的增加可使共挤膜的性能更加完善。从图 2 看出,共挤膜采用 5 层对称结构,从上至下为热封层(TPU)、粘合层(粘合树脂)、功能层(MA-PVDC)层、粘合层(粘合树脂)、保护层(TPU),这种结构的优点是:可以对中间的 PVDC 起到较好的保护;对称结构可简化加工工艺,提高了材料的加工性能。

通过对材料进行加工与功能改性,对 TPU, PVDC 配方进行设计后即可生产出共挤膜,生产出来的成品在温度 40 °C,相对湿度 90%的情况下,透湿率为 0.88 g/(m² · 24 h),其他方面的性能如阻燃性、表面电阻率、撕裂强度等都达到了预期目标。将共挤膜与基布、热封层进行复合即可得到复合材料,其结构见图 3。

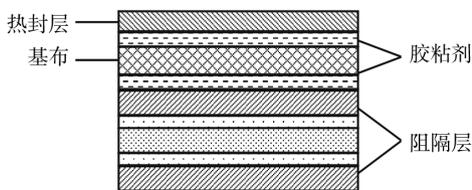


图3 复合材料结构设计

Fig. 3 Structure design of composite material

2.2 材料加工工艺

在此只介绍共挤膜的加工流程、基布的加工工艺、阻隔层(共挤膜)及热封层与基布的复合工艺流程。

2.2.1 共挤膜的加工工艺流程

共挤膜的加工,从进料到成品材料要经过树脂挤出、共挤复合、吹塑定型、冷却、牵引拉伸、切边、卷取等过程,其工艺流程见图4。

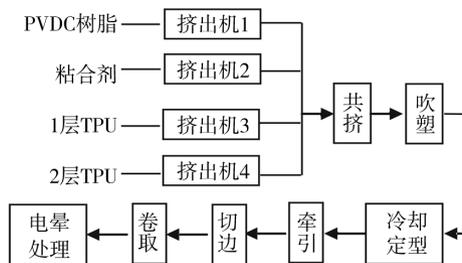


图4 共挤膜的加工流程

Fig. 4 Flow chart of co-extrusion film production

2.2.2 基布的工艺处理

基布的工艺处理主要包括2个方面:一是对基布进行阻燃抗菌处理,在一定的温度和时间下将阻燃剂、抗菌剂染上基布,染毕后经充分水洗,再经过预烘、烘焙、水洗处理;二是根据 GJB 1166-1991《伪装服用颜色》,采用转移印花技术对基布进行数码迷彩伪装处理。

2.2.3 阻隔层与基布的复合工艺流程

阻隔层与基布的干法复合工艺流程见图5,复合的工艺与普通的塑塑复合不同,由于基布表面比较粗糙,会对复合强度造成影响,故必须增大涂胶量,提高设备的复合压力和复合温度。

2.2.4 热封层(TPU)与基布的复合工艺流程

TPU与布基的压延复合工艺流程见图6,TPU压延在基布的迷彩印花面。在TPU压延之前,对基

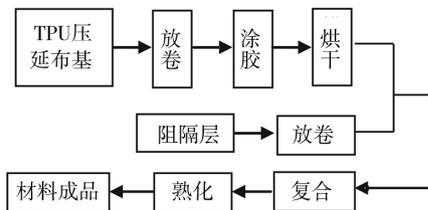


图5 复合材料干法复合工艺流程

Fig. 5 Process flow of composite material with dry method

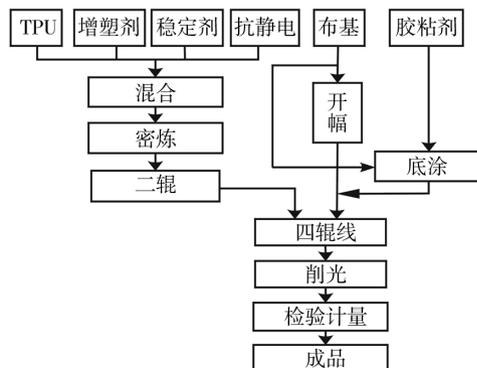


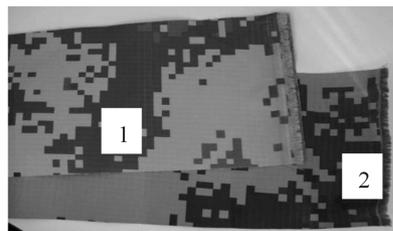
图6 热封层(TPU)与基布的复合工艺流程

Fig. 6 Composition process flow of TPU and base fabric

布进行了底涂处理,底涂材料选取聚氨酯粘合剂,粘合后,基布与TPU很难剥开,且在整个加工工艺过程中,TPU料始终处于高弹态,不会因热降解改变粘合性能。

2.2.5 材料性能验证

根据设计的加工工艺,对生产出的材料(见图7)



1—荒漠迷彩;2—林地迷彩

图7 复合材料成品

Fig. 7 Finished product of the composite materials

进行了物理性能测试(见表1)、强度测试(见表2)、抗静电测试,抗静电测试依据 GB/T 12703,其结果为外表面(图3中热封层)电阻值为 $8.24 \times 10^8 \Omega$,内表面电阻值为 $9.11 \times 10^8 \Omega$,达到了 GJB 2682-1996 规定的小于 $10^9 \Omega$ 的要求。

表 1 复合材料的物理性能测试结果
Tab. 1 Physical performance test result of the composite material

测试性能	单位面积质量 / $(g \cdot m^{-2})$	厚度 /mm	幅度 /mm	透湿率/ $(g \cdot m^{-2} \cdot (24 h)^{-1})$
测试温度/ $^{\circ}C$	26	26	26	40
相对湿度/%	55	55	55	90
测试结果	728	0.64	1 660	0.82

表 2 复合材料的强度测试结果*
Tab. 2 Strength test result of the composite material

测试性能	拉伸率/%	拉伸强度/ $(N \cdot (5 cm)^{-1})$	撕裂强度/N	剥离强度/N		耐磨性/g
				外侧	内侧	
经向	39	3371	266	68	50	0.2
纬向	26	2882	187	56	44	

*: 外侧、内侧为图 3 的上表面与下表面, 测试温度为 $26^{\circ}C$, 相对湿度为 55%。

3 结语

防护装置功能实现的关键在于选取性能优异、防护功能强的防护材料, 对研制出的复合材料进行的各项性能测试表明, 该复合材料的基本性能能满足防护

(上接第 20 页)

4 结论

1) 采用环氧氯丙烷和丙烯酸乙酯对氧化淀粉进行交联-接枝复合改性, 能同时提高淀粉胶的胶合强度和耐水性能。改性后的胶合强度达到 7.5 MPa, 耐水时间达到 48 h, 满足 GB/T 9846-2004 要求。

2) 将氧化淀粉按质量比 3:2 的比例进行 2 步加料, 可以有效避免反应不均匀、交联度过高和凝胶现象, 提高胶黏剂的性能, 尤其是能将胶黏剂的储存时间从 50 d 延长到 200 d。

3) 正交试验表明, 丙烯酸乙酯接枝改性较好的工艺条件为: 反应温度 $70^{\circ}C$, 反应时间 3 h, 丙烯酸乙酯质量分数为 10.0%, 引发剂质量分数为 0.2%。配方中尚有进一步优化得空间, 优选出适宜的单体用量, 以降低淀粉胶的成本。

参考文献:

[1] 吴艳波, 吕成飞, 韩美娜. 淀粉基木材胶粘剂的合成及性能研究[J]. 化工新材料, 2008, 36(12): 62-64.

装置主包体材料需求, 并在野战装备防护器材的研制与使用中具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 李杏军, 易建政. 软包装封套技术在武器装备储存中的应用[J]. 包装工程, 1999, 20(5): 29-31.
[2] 梁波. 野战弹药封套储存隔热技术研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2008.
[3] 戴祥军. 野战弹药防潮封存技术研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2000.
[4] 段志强. 野战装备集合封存技术与材料研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2001.
[5] 段志强, 易建政, 宣兆龙, 等. 野战弹药封套材料的透湿率指标论证[J]. 包装工程, 2004, 25(1): 55-56.
[6] 段志强, 易建政, 宣兆龙, 等. 封套材料透湿率影响因素分析[J]. 包装工程, 2003, 24(4): 18-19.
[7] 宣兆龙. 雷达波衰减型红外迷彩伪装遮障材料研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2003.
[8] 宣兆龙, 易建政. 封存封套材料抗静电改性设计[J]. 军械工程学院学报, 2006, 18: 211-214.
[9] 段志强, 易建政. CPE 改性 PVC 封套材料研究[J]. 包装工程, 2007, 28(4): 23-24.

[2] IMAM S H, GORDON H G, MAO Li-jun, et al. Environmentally Friendly Wood Adhesive from a Renewable Plant Polymer: Characteristics and Optimization[J]. Polymer Degradation and Stability, 2001, 73: 529-533.
[3] 王靖哲, 乔文龙, 张龙. 改性淀粉基木材用环保胶粘剂的合成研究[J]. 中国胶黏剂, 2009, 18(5): 43-47.
[4] 刘景宏, 林巧佳, 杨桂娣. 改性淀粉胶黏剂的研制[J]. 木材工业, 2004, 18(4): 8-11.
[5] 李丽霞, 贾富国, 孙培灵, 等. 提高淀粉基木材胶粘剂耐水性的工艺优化[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 299-303.
[6] 梁祝贺, 黄智奇, 张雷娜, 等. 二步交联法改善淀粉胶黏剂的耐水性[J]. 包装工程, 2010, 31(7): 11-13.
[7] 曹同玉, 刘庆普, 胡金生. 聚合物乳液合成原理、性能及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997.
[8] 商菊清, 黄可龙, 刘素琴. 改性淀粉的交联度和红外光谱性质的研究[J]. 当代化工, 2003, 32(3): 132-135.
[9] 刘颖春井, 陆冲徽, 程树军, 等. 淀粉-醋酸乙酯-丙烯酸乙酯接枝共聚物[J]. 功能高分子学报, 2003, 16(4): 483-487.
[10] 陈展云, 彭惠梅, 蒋林斌, 等. 淀粉-丙烯酸接枝共聚物的合成及产物结构表征[J]. 高分子材料科学与工程, 2009, 25(3): 21-24.