

迷彩橡塑复合胶布研制

李盛伟, 刘勇, 贾立

(山西新华化工有限责任公司, 太原 030008)

摘要: **目的** 研制一种用于封套的具有高阻隔、可热封、耐候性能优异的迷彩橡塑复合胶布。 **方法** 在比较不同封套材料的基础上, 采用铺层结构设计, 以丁基胶布为阻隔层, 聚酯纤维为基材层, 聚氨酯涂覆薄膜为耐磨热封层, 通过橡胶胶布刮涂制造工艺制成。 **结果** 通过对聚氨酯涂层织物的预处理, 解决了覆层材料-丁基橡胶与骨架材料-聚酯纤维难粘合的问题, 经涂胶, 停放 72 h 内合布、硫化, 制得的迷彩橡塑复合胶布其透湿率为 $2.19 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 。 **结论** 整合了现有资源, 从材料性能设计、结构铺层设计及功能层材料选用等封套包装复合材料设计的关键环节入手, 解决了传统橡胶胶布加工制作的封套在用于大型装备野外封存时存在现场施工不便利, 工艺性不佳的缺点, 满足了对大型装备实施野外长期封存的需求。

关键词: 封存; 封套; 橡塑复合; 胶布

中图分类号: TB484.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)01-0052-04

Development of Camouflage Rubber-plastic Composite Adhesive Plaster

LI Sheng-wei, LIU Yong, JIA Li

(Shanxi Xinhua Chemical Co., Ltd., Taiyuan 030008, China)

ABSTRACT: The study aimed to develop a kind of camouflage rubber-plastic composite adhesive plaster with high barrier, heat sealing and excellent resistance to weather. On the basis of comparing with various envelope materials, the layer structure was used and the butyl rubber was used as the barrier layer and polyester fiber as the base material and polyurethane coat as the heat seal layer, then the plaster was made by rubber tape coating process. The problem of difficult adhesion of cover-butyl rubber with skeleton-polyester was solved by pretreating the polyurethane coated fabric. After coating, the plaster was treated with composition and vulcanization during 72 hours of storage and its moisture permeability was $2.19 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$. The treatment of plaster integrated the existing resources and proceeded with key links of envelope composite material designs such as material performance design, structure design and selection of function materials, which can overcome disadvantages of inconvenience in site construction and poor manufacturability of envelopes made by traditional processing of rubber tapes when used for field seal-up of large equipment and this plaster can meet the need of long-term field seal-up of large equipment.

KEY WORDS: seal-up and preservation; envelope; rubber-plastic composite; adhesive plaster

装备在未加防护的贮存过程中不可避免地会受到环境的影响, 从而引起装备金属构件的腐蚀, 非金属构件的霉变、老化, 导致装备性能下降, 严重时甚至会失效报废。封存是装备在贮存过程中, 为防止环境

影响, 确保不发生损坏、变质、降低性能所采取的技术措施。按照不同的包装形式, 军用装备的封存包装分为封套包装和箱式包装等。封套包装因具有质量轻、柔软、封存可靠、适应性好、维修简便、成本低于箱式

收稿日期: 2015-05-06

作者简介: 李盛伟 (1962—), 男, 山西太原人, 山西新华化工有限责任公司弹药包装研究所所长、高级工程师, 主要研究方向为高分子阻隔材料。

包装等优点,尤其适用于大型、复杂武器装备系统的整体封存^[1-2]。

传统的胶布材料为橡胶高分子聚合物与纤维织物的涂覆复合物,其制成封套的加工工艺为冷粘接工艺,在用于大型武器装备封存时存在现场施工不便利、工艺性不佳等缺点。为了解决具有复杂外形的大型装备现场封存的工艺技术难点,同时适应装备野外封存时所面临的苛刻环境条件,研制一种具有高阻隔、可热封、耐候性能优异的迷彩橡塑复合胶布,满足对大型装备实施野外长期封存的需求。

1 国内外封套材料现状^[2-6]

国内外套体材料主要可分为高分子薄膜、高分子/高分子复合薄膜、高分子/金属复合薄膜等。在装备封存中得到实际应用的封套材料主要有以下品种:聚偏二氯乙烯(PVDC)、乙烯-乙烯醇共聚物(EVOH)、聚酰胺(PA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氨酯(TPU)薄膜、丁基胶布、氯丁胶布、铝塑布复合薄膜等。不同封套材料性能对比见表1。

表1 不同封套包装用材料性能对比
Tab.1 The comparison of the performance of different envelope materials

材料名称	阻隔性能	综合性能
PVDC	非常好	热分解温度低,加热易分解,复合难度较大,机械适应性差
EVOH	好(低湿度环境条件下)	优异的耐油、耐有机溶剂性,良好的力学性能,耐穿刺,耐磨性好,良好的热合性,湿敏性大
PA	较好	韧性好,强度高,耐磨,易加工,价格高
PET	较好	优良的物理和化学特性,吸水性低,尺寸稳定,强度高,易复合加工
TPU	较好	优良的耐磨性和柔韧性,良好的耐油、耐低温、耐老化及粘合性
丁基胶布	较好	高气密性,柔软易成型,较好的耐气候、耐臭氧老化性能,工艺性不佳
铝箔	非常好	机械强度低,不耐弯折,有针孔,易起皱,易分层

铝箔的防潮阻隔性能最好,其次是PVDC和EVOH,PA和PET的防潮阻隔性能相对较低。这些材料共同的特点是相对硬度较高,不符合胶布制造成型要求柔软、易成型的工艺性要求。

2 橡塑复合胶布结构设计^[7-8]

迷彩橡塑复合胶布采用铺层结构设计,由基材层、阻隔层和耐磨热封层组成。基材层采用综合力学性能优异、热损失小的聚酯纤维,阻隔层由对水蒸气和气体阻隔能力较强的丁基橡胶构成,热封耐磨层采用具有良好的抗撕裂、耐磨、耐低温屈挠、耐老化和耐候性能的热塑性塑料薄膜。除了使橡塑胶布、密封拉链等各部件采用热合的方法封合在一起,制成所需封套外,还要兼顾具有应对野外苛刻自然环境的耐候性能和一定的伪装功能,见图1。

3 橡塑复合胶布材料选用^[9-15]

可用于制备封套包装复合材料的薄膜型材料较多,不同类型的薄膜材料,其透湿性、化学性能、力学性能等具有很大差别。根据橡塑复合胶布的性能设计和结构设计要求,制备复合工艺性等多种因素的综



图1 迷彩橡塑复合胶布结构
Fig.1 Structure of camouflage rubber-plastic composite adhesive plaster

合考虑、分析,对各层材料进行优化选用。

3.1 基材层

基材层赋予封套复合材料良好的机械强度,需要选用一些综合力学性能优异的材料作为基材层,如聚酯或尼龙膜、无纺布等质量较轻、强度较高的织物。胶布制品工业中一般常用纤维的性能见表2—3。

通过比较,选用吸湿率小、耐磨性好、热损失小的聚酯纤维作为橡塑复合胶布基材层。

3.2 防潮阻隔层

防潮阻隔层是封套复合材料最重要的组成部分,

表2 几种主要纤维的物理性能
Tab.2 Physical properties of several major fibers

	密度/(g·cm ⁻³)	吸湿率/%	屈挠性	耐磨性	软化点或熔点
棉纤维	1.54	7	强	稍强	150 ℃分解
粘胶纤维	1.5 ~ 1.52	12 ~ 30	弱	稍强	260 ~ 300 ℃分解
聚酰胺	1.14	4.2 ~ 8	强	强	150 ℃变黄,250 ℃软化
聚酯	1.38	0.4 ~ 0.7	强	强	238 ℃熔化
聚丙烯晴	1.14 ~ 1.17	1.2 ~ 3	强	稍强	190 ℃
芳香族	1.38	6 ~ 12			371 ℃分解
玻纤	2.52 ~ 2.55	0.3	弱	强	846 ℃

表3 几种织物在不同硫化条件下的强度变化
Tab.3 The change of the strength of some fabrics under different conditions of vulcanization

织物种类	硫化条件	硫化前平均拉伸强度/(kN·m ⁻¹)	硫化后平均拉伸强度/(kN·m ⁻¹)	强度损失/%
锦丝平纹绸	143 ℃,1 h	经向24.16,纬向22.5	经向22.2,纬向20.62	经向8.1,纬向8.2
聚酯绸	143 ℃,1 h	经向20.8,纬向21.97	经向20.6,纬向21.85	经向0.1,纬向0.1
棉布	143 ℃,1 h	经向14.56,纬向14.94	经向12.4,纬向12.66	经向14.8,纬向15.3

封套复合材料的透湿率主要由防潮阻隔层决定。根据橡塑复合胶布性能设计确定透湿率指标要求,选用水蒸气渗透系数较小的高分子材料——丁基橡胶作为阻隔层材料。

3.3 耐磨热封层

热塑性聚氨酯(TPU)是最早被发现的易于热塑加工、价格低廉的高弹性化合物。热塑性聚氨酯是一种嵌段共聚物,可以根据不同的使用要求选择不同的共聚单体来合成,因此也被称为可以“设计”的聚合物。它性能优良,如耐磨性好,强度高,耐化学品和水解性好,抗菌性好,低温柔顺性好,染色性好等,这些良好的性能使得热塑性聚氨酯具有广泛的应用。

TPU薄膜具有其它塑料和橡胶无法比拟的高强度、高韧性、耐磨、耐油、耐寒、耐老化、环保无毒、可降解等优良特性,又具有防水、防风、防寒、抗菌、抗紫外线等优异性能,同时兼有良好的粘合性能,是一种综合性、工艺性很好的热封材料,符合装备野外封存现实环境条件需求。

重点考虑橡塑复合胶布适用的环境条件因素及轻量化要求,橡塑复合胶布选用聚氨酯(TPU)薄膜作为耐磨热封层。

4 橡塑复合胶布制造工艺设计

橡塑复合胶布选用聚酯纤维作为基材层,与通常胶布所用的骨架材料——棉纤维相比,聚酯纤维分子

链段结构具有紧密的敛集能力,同时因结晶再加上高密度性,且表面光滑呈线性大分子,导致端头稀少,分子中除—COOH基外尚不存在反应的活性点,同覆层胶料难于取得比较理想的粘合,属于难粘纤维,因此覆层材料—丁基橡胶与骨架材料—聚酯纤维的粘合成为橡塑复合胶布复合工艺的关键技术和难点。

4.1 粘合机理分析

两物体紧密粘附,并具有足够的粘合强度,它们必须互相接触浸润,在互相粘合的两相界面之间形成界面层,也称界层或过渡层。胶布覆层材料与增强骨架之间互相粘合构成一个复合材料体系,橡胶既是被粘体,也是粘合剂。从橡胶和骨架材料之间的接触表面看,在两相界面之间会有不同于这两者各种本体的更薄的一层过渡界面真正起着粘合作用。对于粘合机理来说,关注界面过渡层,了解其产生的条件及其形成过程的变化规律,界层结构与性能对粘合覆层材料整体性能的作用,以及界层结构破坏的历程,在粘合过程中对界面层加以控制,从而提高整个粘合体系的粘接强度。

粘合结构的破坏主要表现为以下形式:粘合界面上破坏;在粘合界面之外,即被粘材料或粘合剂层本身破坏,这是由于粘合力(界层强度)超过了被粘体或胶粘剂本身的内聚强度;混合破坏,即部分胶粘剂与被粘物脱开。

胶布粘合界面消失或脱层损坏历程是很复杂的现象,有的是由于覆合材料的材质强度力学分布问

题,有的是各界面层的粘合能问题,有的是粘合操作工艺与产品使用环境问题。由此,在橡塑复合胶布研制中,应重点控制工艺条件以及加工过程,从纤维织物的处理及涂覆的控制两方面提高粘合效果,解决丁基橡胶与聚酯纤维的难粘问题。

4.2 织物的预处理

被粘物的表面处理对粘接强度有很大的影响,一方面经过表面处理,可清除表面油污、水分或其他杂物等,提高胶粘剂与被粘物表面分子的接触,另一方面能改变表面形态性能,提高粘接强度。

将聚氨酯涂层织物以一定张力卷曲于卧式涂胶机上,在聚酯纤维一面涂刷溶剂,清除表面污物及水分。

4.3 胶布制造工艺

1) 涂胶。丁基橡胶的混炼胶经溶剂稀释搅拌成为胶浆,通过刮刀、胶辊等施力被涂覆于聚酯纤维面,其胶浆渗入织物组织的内部和表面。

2) 合布。将完成涂覆的带有胶层的一面的2个单层胶布,停放72 h以内进行合布。合布后的胶布再经辊压机辊压1~2次,以使两层胶布粘合后更为紧密。

3) 硫化。为保证涂覆胶布胶浆中溶剂的充分挥发,胶布硫化前需停放、倒布、晾置,在一定时间后采用缠卷法置于硫化罐内硫化。

5 橡塑复合胶布达到的性能

橡塑复合胶布经实际测试达到性能指标,透湿率为 $2.19 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$,测试方法参照GB 1037—1988;氢气渗透率(24 h, 15 °C)为 $0.4 \text{ L}/\text{m}^2$,测试方法参照Q/FX 8—58—2009;拉伸强度为经向39.5 kN/m,纬向34.5 kN/m,测试方法参照HG/T 2580—2008;耐寒性,无裂纹(−55 °C),测试方法参照Q/FX 8—59—2009;单位面积质量为 $494 \text{ g}/\text{m}^2$,测试方法参照GB 4669—1984;低温柔韧性,易柔折,测试方法参照GJB 2682—1996;耐油性,不溶胀、不脆裂、不分层,测试方法参照GB 4879—1985。

6 结语

整合现有资源,从材料性能设计、结构铺层设计及功能层材料选用等封套包装复合材料设计的关键环节入手,研制出一种具有高阻隔、可热封、耐候性能优异的迷彩橡塑复合胶布,满足了对大型武器装备实

施野外长期封存的需求。

随着大型装备运用封套包装进行长期封存防护需求的发展,对封套包装的性能提出了更为严格的要求。封套复合材料必须向高性能、多功能化方向发展,迷彩橡塑复合胶布的研制顺应了这一发展趋势,以此为平台,进一步开展更高阻隔性能、更多功能化的复合材料的研制,以满足装备在长期贮存和使用的特殊环境条件下的综合防护要求。

参考文献:

- [1] 王新坤,封彤波,吴灿伟,等.大型武器装备洞库气相封存技术及效果分析研究[C]//全国武器装备防护与包装发展研讨会论文集,2011:15—18.
WANG Xin-kun, FENG Tong-bo, WU Can-wei, et al. Seal and Storage Technology and Analysis to Effect of Large-scale Equipment in Cavern[C]//The Proseminar Symposium of Protecting and Packaging Development for Weapons Equipment in Nationwide China, 2011:15—18.
- [2] 吴灿伟,封彤波,阎旭,等.封套材料在军用装备封存包装中的应用及发展趋势[C]//全国兵器装备防护包装技术发展研讨会论文集,2009:66—71.
WU Can-wei, FENG Tong-bo, YAN Xu, et al. The Application and Development of Envelop Materials Used on Military Equipment[C]//The Proseminar Symposium of Protecting and Packaging Technology Development for Weapons Equipment in Nationwide China, 2009:66—71.
- [3] 柯贤文.功能性包装材料[M].北京:化学工业出版社,2004.
KE Xian-wen. Functional Packing[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [4] 江谷.软包装材料及复合技术[M].北京:印刷工业出版社,2007.
JIANG Gu. Soft Packing Material and Composites Technology [M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2007.
- [5] 候辉,赵春燕,蔡建.高防潮阻隔性封套包装复合材料设计探讨[J].包装工程,2014,35(6):145—149.
HOU Hui, ZHAO Chun-yan, CAI Jian. Design of Envelope Packaging Composite Materials with Highly Efficient Moisture Barrier Performance[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(6): 145—149.
- [6] 王波,易建政,祁立雷,等.弹药包装高阻隔防潮封套材料透湿性研究[J].包装工程,2010,31(7):47—51.
WANG Bo, YI Jian-zheng, QI Li-lei, et al. Vapor Transmission Study of High Barrier Moistureproof Envelop Materials[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(7):47—51.
- [7] 鞠国良,陈协顺,陈浩林,等.大型武器装备封套密封封存技术研究[J].包装工程,1993,24(3):104—111.
JU Guo-liang, CHEN Xie-shun, CHEN Hao-lin, et al. Stud

(下转第60页)

- (2):80—88.
- ZHANG Ji-jun. Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 2000, 14(2):80—88.
- [10] 陶余会. 如何构造模糊层次分析法中模糊一致判断矩阵[J]. 四川师范学院学报(自然科学版), 2002(3):282—285.
- TAO Yu-hui. How To Make Fuzzy Consistent Judgment Matrix of the FAHP[J]. Journal of Sichuan Teachers College(Natural Science), 2002(3):282—285.
- [11] 蒋良奎. 模糊一致矩阵在层次分析法中的应用[J]. 上海海运学院学报, 1998(2):57—62.
- JIANG Liang-kui. The Fuzzy Consistent Matrix Applied in Analytic Hierarchy Process[J]. Journal of shanghai maritime university, 1998(2):57—62.
- [12] 张燕姑. 基于模糊一致矩阵的研究[J]. 计算机工程与设计, 2005(6):1491—1493.
- ZHANG Yan-gu. Study of Fuzzy Consistent Matrix[J]. Computer Engineering and Design, 2005(6):1491—1493.
- [13] 段宝彬. 综合评价的模糊数学方法研究[D]. 南京:河海大学, 2005.
- DUAN Bao-bin. Research of Fuzzy Mathematics Methods in Comprehensive Evaluation[D]. Nanjing: Hohai University, 2005.
- [14] 姚敏, 张森. 模糊一致矩阵及其在软科学中的应用[J]. 系统工程, 1997(2):35—37.
- YAO Min, ZHANG Sen. Fuzzy Consistent Matrix and Its Applications in Soft Science[J]. Systems Engineering, 1997(2):35—37.
- [15] 吕跃进. 基于模糊一致矩阵的模糊层次分析法的排序[J]. 模糊系统与数学, 2002(6):79—83.
- LYU Yue-jin. Weight Calculation Method of Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 2002(6):79—83.

(上接第55页)

- ies on the Preservative Techniques for the Envelope Sealing of Large-size Arms and Equipments[J]. Packaging Engineering, 1993, 24(3):104—111.
- [8] 腾利才, 易建政, 段志强, 等. 某型防护装置主包体材料设计与实验研究[J]. 包装工程, 2011, 32(6):48—51.
- TENG Li-cai, YI Jian-zheng, DUAN Zhi-qiang, et al. Design and Experimental Research on Main Body Packaging Material for Certain Protection Device[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(6):48—51.
- [9] 周绍昌, 刘金贤, 陈登隆. 胶布及其制品的制造[M]. 中国橡胶工业协会橡胶制品分会, 1993.
- ZHOU Shao-chang, LIU Jin-xian, CHEN Deng-long. Rubberized Fabric and its Products Manufacturing[M]. China Rubber Industry Association Rubber Products Branch, 1993.
- [10] 陈祥军, 吴会博. 军用车装备整装封存技术研究[J]. 包装工程, 2013, 34(4):52—55.
- CHEN Xiang-jun, WU Hui-bo. Research on Whole Set Seal-up and Preservation Technology of Military Vehicle Equipment[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(4):52—55.
- [11] 王波. 一种PVDC复合防潮封套材料研究[J]. 包装工程, 2011, 32(8):66—69.
- WANG Bo. Development of a PVDC Composite Moisture proof Envelop Material[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(8):66—69.
- [12] FENG X, HUANG R Y M. Liquid Separation by Membrane Pervaporation: A Review[J]. Ind Eng Chem Res, 1997, 36:1048—1066.
- [13] WIJMANS I G, BAKER R W. The Solution-diffusion Model: A Review[J]. J Membr Sci, 1995, 107:1—21.
- [14] 傅明源, 孙酣经. 聚氨酯弹性体及其应用[M]. 北京:化学工业出版社, 1999.
- FU Ming-yuan, Sun Han-jing. Polyurethane Elastomer and its Application[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999.
- [15] 童忠良. 新型功能复合材料制备新技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2010.
- TONG Zhong-liang. New Technology of New Functional Composite Materials[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.