

装备与防护

新时代军品包装的发展方向

赵吉敏, 孙剑桥, 刘振华

(军事科学院 系统工程研究院后勤科学与技术研究所, 北京 100071)

摘要: **目的** 针对现代战争对装备物资器材的保障需要, 系统研究论证新时代军品包装发展方向, 为下一步军品包装发展提供借鉴参考。**方法** 通过需求论证和对比分析, 厘清装备(器材)物资保障和现代军事物流建设对军品包装的需求, 结合现代战争新样式新特点, 按照不同需求、不同领域、不同层次, 提出未来一段时期内军品包装的关注重点和发展动向。**结果** 军品包装要适应新时代军事战略方针, 聚焦实战要求, 坚持创新驱动, 向综合防护、现代军事物流包装、智能化、功能性、绿色方向发展。**结论** 军品包装与装备(器材)物资效能发挥、战斗力提升息息相关, 要紧扣需求、紧贴战场、紧盯前沿, 大力推动军品包装新质保障力生成。

关键词: 军品包装; 综合防护; 智能包装; 军事物流; 绿色包装

中图分类号: TB484 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)07-0270-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.07.038

Development Direction of Military Packaging in the New Era

ZHAO Ji-min, SUN Jian-qiao, LIU Zhen-hua

(Institute of Logistic Science and Technology, Academy of System Engineering, Beijing 100071, China)

ABSTRACT: According to the need of modern warfare for the protection of equipment and materials, this paper systematically studies and proves the development direction of military packaging in the new era, and provides reference for the next step development of military packaging. Through the demand demonstration and comparative analysis, clarify equipment material security and modern military logistics construction of the demand for military packaging, combined with new styles and characteristics of modern warfare, according to different needs, different areas and different levels, put forward the focus of attention and development trends for a period of time in the future military packaging. Military packaging should adapt to the military strategic guidelines in the new area, focus on the actual battle requirements, adhere to the innovation drive. And it should develop to comprehensive protection, modern military logistics packaging, intelligence, functionality and green package. Military packaging is closely related to the effectiveness of equipment material and the improvement of combat effectiveness, it should close to the battlefield, focus on the frontier, and vigorously promote the generation of the new quality of military products packaging.

KEY WORDS: military packaging; comprehensive protection; intelligent packaging; military logistics; green packaging

军品包装作为向军事物资装备器材提供保护、便于其储运的重要手段和载体, 是保证物资装备器材效能发挥、实现装备和后勤精确可靠保障的重要基础。进入新时代, 国家安全战略需求变化, 新一轮军事革

命加速推进, 战争形态和作战样式发生深刻演变, 需要装备和后勤保障模式、保障手段进行创新, 对军品包装质效和技术水平也提出更新更高要求。适应新的形势要求, 军品包装要聚焦实战, 瞄准现代军事物流

收稿日期: 2021-02-04

作者简介: 赵吉敏(1984—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为现代军事物流、军品包装。

需求,坚持创新驱动,向综合防护、智能化、功能性、绿色方向发展。

1 综合防护包装方向

防护包装是军品包装的重要内容,其作用是在装备(器材)和物资储存、运输、装卸、分发等保障全过程对产品提供保护和防护。长期以来,防护方法手段、技术水平和标准一直是影响军品防护包装质量的关键因素。为适应未来战场环境和恶劣自然环境,军品包装必须要瞄准强化物资器材综合防护能力的目标,着力提升服务战场装备物资保障的贡献率。

1.1 由单一防护向综合防护转变

防护包装主要包括防潮、防震、防锈、防霉腐、防老化、防盐雾、防电磁等,确保装备(器材)和物资不受恶劣自然环境、军事物流环境、战场电磁环境等因素影响而导致质量性能下降或损坏。军用装备(器材)物资根据军事力量部署和战略储备的考虑,需要长期储存,在长期储存过程中,易受储存环境中温度、湿度、盐分等不良诱发因素的影响或破坏,引起装备(器材)物资金属部件产生锈蚀、电子器件绝缘失效、塑料橡胶制品老化、光学仪器生霉生霉、军需棉织制品霉烂,从而降低军品储存可靠性^[1]。在以往军品包装设计中,因为储存和运输环境需要,大多数都只注重单方面防护,比如易受到振动冲击影响的物资器材,重点考虑缓冲等防震包装;金属件易受到锈蚀影响的,重点考虑气相防锈、充氮封存等防锈包装;易受到电磁环境影响的物资器材,重点考虑防电磁包装。从应用效果来看,虽然满足了单一方面的防护要求,但恶劣自然环境、军事物流环境、战场电磁环境等对物资器材的影响,是由多种影响因素叠加的一个复杂态,加之军事打击、破坏手段的日趋多样性,军用装备(器材)物资的战场生存环境日益恶劣,单一的防护包装已不能满足对军品的防护要求,因此,在防护包装的设计上,要从单一防护向综合防护转变,全面考虑各种影响和破坏因素,采取集合多种防护手段的综合防护包装。一种是基于单一目标的多种防护手段,比如单纯为防止器材物资锈蚀,可采用喷涂防锈油涂层、气相防锈包装、真空除氧包装、充氮包装、干燥空气包装等多种防锈包装技术同时作用;另一种是基于多个目标的多种防护手段,比如既要防锈、还要防震、防潮、防电磁等,就要综合采用防锈油防护、气相防锈、缓冲包装、防潮包装、防电磁包装等防护手段于一体进行系统设计。

1.2 构建综合防护包装体系

防护包装设计时,要充分考虑军品自身防护要求和储存保管要求,通过运用防护包装材料、防护技术

方法改善和控制物资器材的包装“微环境”,这一过程的实施,是一个复杂的系统工程。防护包装要坚持系统化的方向,分析包装系统各要素之间的内在联系和相互关系,在系统化理念指导下进行防护包装形式、包装材料、防护工艺方法等要素设计,并运用系统评价方法对防护包装性能、质量和效应进行评价。随着科技进步,各种高阻隔可热封材料、光化学功能材料、隐身功能材料、复合导电材料、防潮防静电复合膜^[2]、雷达吸波材料等新材料的广泛研发应用,理念超前、指标先进、工艺可靠的防护包装技术也将应运而生,同时,美军标 MIL-PRF-131K^[3], MIL-PRF-81705E^[4]等防护包装材料标准对相关技术性能指标提出了更高要求,为固化材料技术指标、规范工艺方法,充分借鉴国外先进技术标准,急需制定一批满足我军装备(器材)管理保障要求、技术指标达到国际先进水平的综合防护包装技术标准。要构建集防护包装技术、防护包装材料、防护包装标准和检测评价方法于一体的防护包装体系,为提升军品包装防护能力提供体系支撑和技术保证。

1.3 注重装备器材长效封存

装备长效封存是将暂时或长期不用的装备进行科学化包装和储存,避免装备因长期露天储存或装备包装不完善所造成的锈蚀、损坏或零件不正常损耗,降低维护成本,节省装备投入,延长装备使用寿命,确保装备随时处于战备可用状态^[5]。目前采用的装备器材长效封存方式主要有 2 种,即静态封存和动态封存^[6]。静态封存:装备器材置于高阻隔材料制作的整体封套中,内置干燥剂、除氧剂、气相防锈防护材料、温湿度监控记录装置,采用“高阻隔+除湿+除氧+气相防锈+吸附+指示”的并行防护包装模式;动态封存:对装备器材的开放部位进行局部封存,采用机器除湿、装备器材外部采用防锈油防护、内部放置温湿度监控记录装置。美军非常重视武器装备的长效封存,对封存武器的技术指导思想是:在世界任何地方、任何时候以及面临可能的恶劣环境条件下,启封后的武器随时处于可用状态。美军长期封存的战机,包括轰炸机在内足足有 4500 架,封存的陆军装备单单主战坦克就有 5000 多辆,在装备长效封存方面具有非常成熟的技术和经验。同时,可剥性涂层在装备封存技术上的应用,也是装备长效封存和防护领域研究的一个热点,主要原理是将可剥性涂层直接或间接地涂覆在装备器材外表面,涂料固化后即可形成既有一定粘接强度又可剥离的密封防护涂层或复合结构涂层,对装备器材实施全封闭式的外包装。无论是静态封存、动态封存还是涂层封存,目的都是为了提高装备器材应对恶劣环境影响的能力,因此,对于装备器材管理和发展而言,长效封存技术对于装备器材储存、维护具有非常重要的作用,是当前和未来一段时期军品综

合防护领域的重点发展方向之一。

2 现代军事物流包装方向

军品包装作为军事物流的起点,是军事物流中物资安全性的重要保障,也是现代军事物流系统的重要构成要素之一。现代军事物流的显著特征是系统集成化、网络信息化、军地一体化,从具体实施分析,机械化和信息化手段是现代军事物流的关键支撑。标准可靠的军品包装是军事物流机械化的重要保证和依托,同时也是加载(粘贴)物流信息标识的载体。必须要将现代军事物流包装作为重要方向,立足现代军事物流体系整体建设,统筹考虑军事物流包装的研究与建设。

2.1 单元化物流包装

包装单元化指把一定数量的初级包装按一定标准集合成为单元,并在整个军事物流系统中保持单元状态,以便于军用物资的储存、堆码、装卸搬运和运输,为现代军事物流创造条件。近年来,以单元包装为基础的单元化物流一直是地方物流企业提倡和应用的新质物流模式,通过单元包装形式将物流作业对象“物”规范成标准单元,带动上下游物流系统标准化,推动物流作业载具标准化和循环供应,在提高装载效率、提升物流质量、降低物流成本方面发挥了显著作用,实践证明,单元化物流包装将带来标准化、机械化、自动化应用程度的提高,进而推动供应链优化。在标准方面,GB/T 16470, GJB 1918A《托盘单元货载》对单元化包装的货载类型、固定方式等技术要求进行了规定^[7-8],为单元物流包装实践提供了标准依据和技术支撑。现代军事物流建设要将单元化物流包装作为重点基础,从整个军事供应链的角度出发,重视单元化包装的设计与选择,加大单元物流技术的研究应用,从而实现军事物流高质高效。

2.2 物流包装标准化

现代物流特别强调包装标准化,其核心在于保证商品在整个物流过程中的安全性和便利性,这也是物流作业的基本要求。在军事物流领域,要保证整个军事物流活动的适时适地适量保障,实现现代军事物流的合理化、有序化、现代化和低成本,物流包装标准化是根本途径和有效保障,同时也是实现军事物流保障目标的重要环节和关键要素,其主要包括军品包装尺寸标准化、标志和代码标准化、技术与方法标准化等。具体而言,军品包装尺寸要在物流基础模数尺寸的基础上进行确定,符合军事物资仓储、装卸、运输配送要求,满足与运载工具的匹配性,以及集装单元货载要求,是军事物流实现快捷高效的基础;包装标志和代码标准化主要为便于物资储存和运输管理,通

过包装标志和代码提供准确的“物”和“流”的信息,是军事物流实现精确管理的基础;包装技术与方法标准化主要是规范物资防护,以及筹措、运输、仓储、配送等物流环节中运用到的包装技术和方法,而形成的统一规范和要求,是军事物流实现可靠保障的基础。遵循“统一、简化、协调、最优化”原理,构建形成现代军事物流包装标准体系,运用包装技术标准规范出厂包装、防护包装改进和集装包装,提高军事物流各环节紧耦合程度、物资防护的可靠性,助力实现军事物流体系顺畅高效运行。

2.3 适应规模性快速保障的物流集装包装

军事物流和地方物流最大的区别,主要是规模性、时效性、可靠性、精确性要求不同,同时军事物流除后勤物资外,还包括军事装备和器材,装备和器材具有质量大、异形等特点。军品包装针对军事物流的特殊需求,结合装备器材的自身特点,亟需实施适应规模性快速保障的物流集装包装。一是统筹物资集装化总体规划,论证制定物资集装化作业和保障的发展规划与实施方案^[9];二是建立科学的集装器具管理模式,充分利用国家潜力巨大的民用集装器具资源,借鉴其先进的管理模式和经验,构建高效实用的军用集装器具循环共用系统;三是开发运用集装运输可视化系统,依托国家和军队信息基础设施,运用物联网、大数据、GIS等信息技术,实现对军用物资集装化运输的保障资源、保障需求、保障状态等数字化信息的实时、准确获取^[10];四是推动军用物资集装箱多式联运,积极推行标准化集装设备,注重提升集装箱快速装卸能力,合理部署军地各种运输力量,充分依托国家集装箱多式联运资源,构建集装箱军事运输多式联运保障体系;五是研制基于新型材料的军用集装器具,运用新型质量轻、比强度大的新型材料革新传统集装器具,提升集装器具质量,提高运载效率,减低储运成本。

3 智能化军品包装方向

随着智能材料与智能结构的发展,其应用范围拓展到了包装领域而产生了智能包装的概念,在1992年伦敦的“智能包装”会议上,给智能包装定义为:在1个包装、1个产品或产品-包装的组合中,有一集成化元件或一项固有特性,通过此类元件或特性把符合特定要求的智能成分赋予产品包装的功能中,或体现于产品本身的使用中^[11]。常见的智能包装可分为功能材料型智能包装、功能结构型智能包装和信息型智能包装。常见的智能包装技术有指示器、条形码、射频识别标签、图像特征识别、传感器、纳米技术、电子印刷等^[12]。在军品包装领域,智能化技术应用也将成为未来趋势,主要以军品包装为载体,以北斗全球定

位、可变二维码、AR 图像识别、RFID 和 NFC 标签、智能传感、新型环保智能材料等智能化技术为手段,通过对军用物资生产、物流、使用等全生命周期的信息采集,构建军品智能包装物联网系统,实现军用物资的信息化管理和监控,提升军用物资智慧物流、定位溯源、储运监控、信息安全及大数据服务保障能力。重点是智能化军品包装设计及其体系架构研究,智能化军品包装关键技术研究,以及针对不同场景的智能化军品包装整体解决方案应用等。在装备封存方面,可以通过智能传感器实时检测封套内微环境变化,一旦检测到变化,基于智能防护的封存系统将自动做出反应,对封套内温湿度和氧浓度等进行控制,确保装备在封存状态下不受到环境侵蚀。

4 功能性军品包装方向

军品包装要满足对恶劣或复杂的气候环境、地理环境、战场环境和运输环境的适应性,即通过包装为暴露在各种环境条件下的军用物资和装备器材提供保护,确保其质量性能不下降和良好的技术状态,这就对军品包装提出了防水蒸气渗透、防静电危害、防电磁干扰、防菌侵蚀、防机械损伤等特殊功能性要求。同时,随着材料技术的不断发展,新型功能性包装材料在军品包装领域的应用也将成为必然趋势。

4.1 高性能阻隔包装

高阻隔是许多聚合物包装材料都要求具备的特性之一,可以有效保持产品的原始性能,延长产品寿命。为适应恶劣复杂的气候环境,在军品防护包装和装备器材封存领域,高性能阻隔包装材料是必然选择,广泛应用于装备整机、维修器材、电子设备、食品、药品等军用产品的防护包装。目前高分子材料中常见的阻隔材料有聚偏氯乙烯(PVDC)、乙烯-乙醇共聚物(EVOH)、聚酰胺(PA)、聚酯类(PET、PEN)等,常采用的阻隔技术手段有多层复合、表面涂覆、纳米复合材料、表面改性处理、双向拉伸等,主要目的就是利用高分子材料或高分子复合材料良好的阻隔性能,将包装物与外部环境进行有效的隔绝,防止外部环境中的湿气以及其他有害成分对包装封存物进行侵蚀^[13]。美国国防部先后颁布多项高阻隔包装材料军用标准,主要有 MIL-PRE-121、MIL-PRE-131、MIL-PRE-81705、MIL-PRE-22191、MIL-PRE-22019、MIL-PRE-3420 等,规定的透湿指标均小于 $0.31 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,我军根据美军标也制定了相应的国家军用标准(GJB 2494, GJB 2605 等)。下一步,要重点研制透湿率能达到小于 $0.3 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的高性能包装阻隔膜,以及阻隔性高、力学性能好且具有防紫外、防老化功能的户外大型装备封存包装膜,充分发挥高分子材料优异的合成与加工性能,更好地满足

各类军用物资器材包装需求。

4.2 空投缓冲包装

空投是向在敌后作战的空降兵和其他部队输送装备、物资的主要手段,空投的高速度、着陆的强冲击等对空投物资防护提出很高要求。在空投准备和实施过程中,必须采取科学的方式对装备和物资进行空投缓冲包装,从而减缓装备物资落地时的冲击力,防止装备物资落地后的反弹和侧翻等。当前比较常用的空投缓冲包装技术有气囊缓冲、蜂窝纸板缓冲等,对于重型装备空投重点采用有货台缓冲、无货台缓冲和利用制动火箭缓冲等^[14]。加强空投缓冲包装技术研究,对于促进空降空投技术发展,提高我军空投保障能力进而提高部队的战斗力具有重要意义。当前我军在空投缓冲包装的理论研究、技术创新和实际应用等方面还存在不足,亟待建立符合我国国情和军情的空投缓冲包装技术体系。

4.3 防电磁干扰包装

未来战场电磁环境复杂,在时域、频域、能域和空域上分布着数量繁多、式样复杂、动态变换的电磁信号,对军用电子设备、武器系统敏感元器件、信息化装备器材、火工品的运输、储存、管理、维护带来极大挑战,为保证军事装备和器材在战场电磁环境下避免受到电磁波的毁灭性打击,就需要对易受静电和电磁作用而损坏的装备器材零部件、模块、整机等进行防电磁干扰包装。立足战场环境下装备器材防电磁干扰需求,研究新型防电磁包装材料,推广具有防电磁功能的高分子复合材料、纳米材料、吸波材料等在军品包装领域的应用,提升装备器材在未来战场复杂电磁环境下的生存能力^[15]。

5 军品绿色包装方向

绿色包装指能够循环复用、再生利用或降解腐化,而且在产品的整个生命周期中对人体及环境不造成公害的适度包装。绿色包装有 2 个含义;保护环境和节约资源。随着科技发展和军队物资保障特点的演进,军品包装在注重可靠性的同时,逐步兼顾经济性和绿色化。近年来,美军、俄军等发达国家军队都非常重视包装废弃物的处理问题,制定有《军用包装废弃物处理标准》。按照绿色包装的共性要求,军品绿色包装同样遵循“3R1D 原则”。依据全生命周期评价,用系统工程的观点来看,军品绿色包装从原材料采集、材料加工、制造产品、产品使用、废弃物回收再生,直至最终处理的生命全过程均不应对人体及环境造成公害。在军品包装领域,应用绿色包装材料,既是顺应环境保护发展趋势,也是从官兵自身健康考虑,同时也是为满足在特殊战场环境下对包装废弃物

的处理要求。军品绿色包装实质上就是绿色包装材料在军品包装上的应用,主要以可重复使用和可再生的包装材料、可降解包装材料、可食性包装材料、天然生物分子材料为主,可重点应用于军用食品包装、军需包装、药材包装、器材包装等,以及海军舰船、火箭军阵地、野外驻训、岛礁等特殊环境下的军品包装,减少在战场环境下对物资包装废弃物的处理工作。同时,环保可重复使用的 EPP 材料、PVC 板材等可应用于弹药包装、冷链物流、托盘等方面。下一步,将推进绿色包装材料在军事领域的应用,逐步提升军品包装的环境友好性,为战场环境物资保障提供性能可靠、使用便捷、废弃物处理省时省力的军品包装。

6 结 语

军品包装是现代军事物流体系运行的基础环节,是确保军队资产技术状态的重要手段,需瞄准实战需求和发展趋势,坚持问题导向、创新驱动、军民融合,在综合防护、军事物流、智能化、功能性、绿色化等方面进行理论研究、技术创新和推广应用,着力提升军品包装质效和技术水平,为军事装备(器材)物资效能发挥、战斗力生成提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 刘振华,刘小平,陈文阁,等.新时期军品包装材料与包装技术的发展趋势[J].包装工程,2011,32(23): 157—160.
LIU Zhen-hua, LIU Xiao-ping, CHEN Wen-ge, et al. Developing Trend of Packing Material and Technique for Military Supplies[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(23): 157—160.
- [2] 王刚,李小曼,徐小林.浅析军品包装未来走向[J].中国包装,2005(1): 64—66.
WANG Gang, LI Xiao-man, XU Xiao-lin. Analysis of the Future Direction of Military Packaging[J]. China Packaging, 2005(1): 64—66.
- [3] MIL-PRF-131K, Performance Specification: Barrier Materials, Water Vaporproof, Greaseproof, Flexible, Heat-Sealable[S].
- [4] MIL-PRF-81705E, Barrier Materials, Flexible, Electrostatic Protective, Heat Sealable[S].
- [5] 郑铁军,张会奇,孟凡金.湿热环境下装甲装备封存方法应用研究[J].装备环境工程,2010,7(4): 93—96.
ZHENG Tie-jun, ZHANG Hui-qi, MENG Fan-jin. Application Research of Armored Equipment Seal Methods for Wet & Hot Nvironment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(4): 93—96.
- [6] 张慧娟,袁宝权,刘文言,等.封套封存材料及技术在装备防护中的应用[J].塑料科技,2019,47(5): 113—117.
ZHANG Hui-juan, YUAN Bao-quan, LIU Wen-yan, et al. Application of Envelope Sealing Materials in Equipment Protection[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(5): 113—117.
- [7] GB/T 16470—2008,《托盘单元货载》[S].
GB/T 16470—2008, Palletized Unit Loads[S].
- [8] GJB 1918A—2015,《托盘单元货载》[S].
GJB 1918A—2015, Palletized Unit Loads[S].
- [9] 周焱.我军合成旅战备物资集装化现状及发展对策[J].集装箱化,2020,31(6): 6—8.
ZHOU Yao. Current Situation and Development Countermeasure of Consolidation of Combat Ready Materials of PLA Composite Brigade[J]. Containerization, 2020, 31(6): 6—8.
- [10] 田润良,孟庆伟,李勤真.军用物资集装化运输可视化系统研究[J].物流技术,2016(1): 167—169.
TIAN Run-liang, MENG Qin-wei, LI Qin-zhen. Study on Containerized Transportation Visualization System of Military Materials[J]. Logistics Technology, 2016(1): 167—169.
- [11] 许文才,李东立.智能包装技术的发展与应用[J].印刷工业,2009(4): 11—14.
XU Wen-cai, LI Dong-li. Development and Application of Intelligent Packaging Technology[J]. Printing Industry, 2009(4): 11—14.
- [12] FANG Z, ZHAO Y, WARNER R D, et al. Active and Intelligent Packaging in Meat Industry[J]. Trends in Food Science & Technology, 2017, 61: 60—71.
- [13] 刘小平,赵吉敏,周屹.浅析高分子材料在军品包装上的应用[J].中国塑料,2019(2): 121.
LIU Xiao-ping, ZHAO Ji-min, ZHOU Yi. Application Status of Polymer Materials in the Field of Military Package[J]. China Plastics, 2019(2): 121.
- [14] 丁毅,王嘉宁,贾向丽.重装备空投系统的缓冲包装设计[J].包装工程,2008,29(3): 96—97.
DING Yi, WANG Jia-ning, JIA Xiang-li. Cushion Design of Air Drop System for Heavy Equipment[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 96—97.
- [15] 孙剑桥,刘小平,刘振华,等.对美军标 MIL-PRF-81705E 柔韧性高阻隔防静电电磁屏蔽材料规范的分析研究[J].中国塑料,2020,34(7): 86—91.
SUN Jian-qiao, LIU Xiao-ping, LIU Zhen-hua, et al. Analysis and Research on the US Military Standard MIL-PRF-81705E[J]. China Plastics, 2020, 34(7): 86—91.