

## 战储物资防护包装重点控制指标与关键技术环节

张春和, 郭健杰, 刘小平  
(军事交通学院, 天津 300161)

**摘要:** **目的** 分析军用战储物资质量性能的影响因素与重点控制指标, 研究提出防护包装应把握的关键技术环节。**方法** 通过对影响军用战储物资的环境因素进行分析, 找出影响军用战储物资质量的关键因素与重点控制指标。**结果** 针对军用战储物资的特点和防护包装要求, 得出了战储物资防护包装的3个关键技术环节, 明显提高了其环境适应性和储存可靠性, 延长了其储存期限, 有效防止“高温、高湿、高盐雾”等气候环境和战场复杂电磁环境对战储物资产生的不良影响。**结论** 提出的关键技术环节对军用战储物资防护包装工作具有较强的指导意义。

**关键词:** 军用战储物资; 防护包装; 控制指标; 关键技术环节

**中图分类号:** TB482.2; TB484.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)17-0133-06

## Key Control Indicators and Key Technical Links of Protective Packaging for Warfare Supplies

ZHANG Chun-he, GUO Jian-jie, LIU Xiao-ping  
(Military Transportation University, Tianjin 300161, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study and propose the key technical links to be mastered in the protective packaging, by analyzing the influence factors and key control indicators of the military warfare supplies' quality performance. Based on the analysis of the environmental factors that affected the military warfare supplies, the key factors and key control indicators that influenced the quality of the military warfare supplies were found out. With respect to the characteristics of the military warfare supplies and the protective packaging requirements, the three key technical links of the warfare supplies' protective packaging were obtained, which improved its environmental adaptability and storage reliability, extended the storage period, and effectively prevented the "high temperature, high humidity and high salt fog" climate environment and the adverse effects of the battlefield's complicated electromagnetic environment on the warfare supplies. The proposed key technical links have a strong guiding significance for the protective packaging of the military warfare supplies.

**KEY WORDS:** military warfare supplies; protective packaging; control indicators; key technical links

军用战储物资是我军战略威慑力量构成的重要组成部分, 是应对多种安全威胁、完成多样化军事任务、实现“能打仗、打胜仗”目标的重要物质基础。近二十年来, 全球范围内发生的多场高技术战争, 表现出的物资高消耗, 使军队各级部门认识到了建立规模适度的、能满足我国周边安全形势恶化时, 应对现代战争保障所需的物资储备的极端重要性<sup>[1]</sup>。战储物资出厂包装简陋、防护功能低下, 封存期短, 不能满足长期储存的需要。大量价值昂贵的军用物资, 如指挥控制

类、电子仪器类产品的防护不能适应恶劣气候环境和战场复杂电磁环境的防护要求, 造成损失浪费。同时包装不规范、集装化程度低的问题, 严重影响了战储物资平时的规范化管理和战时的快速保障<sup>[2]</sup>。随着军事斗争准备工作的不断深入, 如何管好、用好这些物资, 确保其性能质量, 使其在需要时充分发挥作用, 不因储备过程中受环境因素的影响, 发生质量和性能的下降, 是目前各级部门十分关注和亟待解决的问题。

收稿日期: 2017-03-01

作者简介: 张春和(1964—), 男, 军事交通学院副教授, 全军军品包装委员会委员, 主要研究方向为装备器材腐蚀防护、军品包装。

## 1 战储物资防护包装重点控制指标

军用战储物资发生腐蚀损坏,导致其质量性能下降的腐蚀性影响因素主要有:环境温度、环境湿度、太阳光、盐雾、氧气、大气污染物、生物和微生物、电磁辐射等<sup>[3]</sup>。在上述因素的作用下会造成:金属(合金)器材锈蚀,橡胶和塑料制品老化,帆布、皮革制品生霉,光学仪器或器材生霉和生雾,电子元器件(产品)短路、断路、参数漂移等失效。通过腐蚀机理研究分析发现,在温度一定的情况下,对战储物资储存、质量性能影响最大、最普遍的影响因素是湿度和氧气。

**湿度:**金属类物资器材,无论是黑色金属,还是有色金属,其临界相对湿度一般在60%~75%之间;绝大多数霉菌在相对湿度60%以下时,会因缺少所需的水分而不能发育成长。也就是说,只要把包装容器(袋)内的湿度控制在60%以下,就能够有效防止战储物资的腐蚀、氧化、老化和霉菌生长等问题。

**氧气:**氧气是参与金属腐蚀、非金属老化和霉菌生长的必要条件。实验表明,金属器材没有氧的参与就不会生锈;橡胶制品也不会出现光氧、热氧导致的老化变质。当包装容器中氧的体积分数低于1%时,可有效抑制嗜氧微生物、霉菌等的繁殖与生长,氧的体积分数低于0.5%时,嗜氧微生物、霉菌等的繁殖与生长会停止,光学仪器、棉麻制品、皮制品就不会因为微生物、霉菌等造成损坏。

可见,只要对湿度和氧气这2个关键因素加以有效控制,就可以解决战储物资防潮、防霉、防雾、防锈、防虫、防老化等绝大部分问题<sup>[4]</sup>。

另外,对于电子元器件类战储物资,除了控制储存环境的湿度和氧浓度,防止金属管脚部分氧化、锈蚀现象之外,还应采取防静电、防电磁包装技术或手段,以防止此类产品受储存、保障过程中静电、雷电、电磁辐射影响造成损坏。由于湿度过低、环境太干燥,容易产生静电,电子产品防护包装环境的相对湿度应保持在30%~60%范围内,这样既满足防潮的要求,又可以防止静电的产生<sup>[5]</sup>。

为了满足各类军用战储物资的防护要求,基本可确定战储物资防护包装重点控制指标:包装容器内“微环境”的相对湿度应控制在30%~60%范围之内,氧的体积分数不大于0.1%,见图1,对电子元器件类。

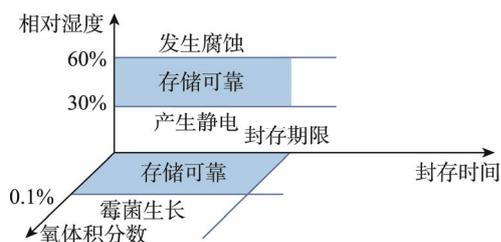


图1 战储物资防护包装重点控制指标

Fig.1 Key control indicators for war storage materials protection packaging

战储物资防静电、防电磁包装应符合GJB 2605的要求<sup>[6]</sup>。

## 2 战储物资防护包装关键技术环节

### 2.1 综合防护包装技术

军用战储物资种类多,依据质量失效机理和影响因素,将战储物资按物理属性分为:金属制品、非金属(橡胶制品、塑料等)制品、帆布制品、皮革制品、光学仪器、电子产品(元器件电子、仪器)等<sup>[7]</sup>。其中既包含了后勤物资、中小件维修器材、仪器等,又包括了大型装备与设备。尺寸大小不一,结构形状千差万别,防护要求各不相同。绝大多数战储物资是由2种以上材料构成,其防护涉及到防潮、防锈、防老化、防霉、防静电、防电磁等多种包装技术和包装材料,采用任何单一的防护包装技术或单一的防护材料都不能达到满意的防护效果<sup>[8]</sup>。

基于前述分析,对中小件物资器材,采取“单一防护和综合防护相结合”、对大型装备或总成,采取“内部综合防护、外部封套封装”的并行防护包装模式<sup>[8]</sup>。通过采用“阻隔+除湿+除氧+气相防锈+吸附+指示”的技术路线,以单(品)装为防护单元,以控制影响战储物资质量性能的关键因素“湿度和氧浓度”为目标,使包装容器内“微环境”的相对湿度保持在30%~60%,氧的体积分数不大于0.1%,消除温度、湿度、盐雾、腐蚀气体等多种诱发因素对战储物资的共同交叉作用和加速影响,保证战储物资在封存期限8~10年内,质量性能不下降。如对发动机总成采取并行防护包装模式:锈蚀表面进行除锈处理;漆层破损处进行补漆处理(局部防护);整机外表面喷涂防护涂层(整体防护);整机内润滑油道换封润滑、防锈多用油品(内部防护);对裸露金属表面,采用涂润滑型防锈油或气相防锈纸、气相防锈粉(局部重点防护);总成整体采用气相防锈、除氧和干燥空气包装相结合的综合防护技术。实现“除湿+除氧+气相防锈+吸附+指示+阻隔”等技术于一体<sup>[9]</sup>。整体防护见图2。

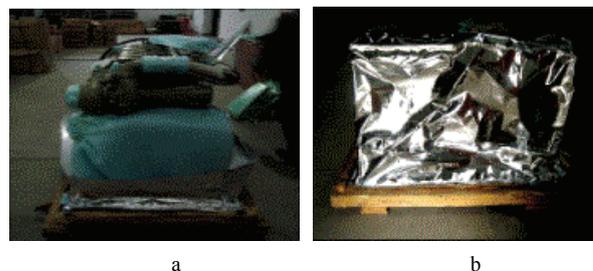


图2 发动机总成综合防护包装

Fig.2 Integrated protective packaging for engine assembly

### 2.2 高阻隔性防护包装材料

高阻隔性包装材料是实现并行综合防护包装目

标的物质基础和质量保证。通过高阻隔材料对战储物资进行包装或封存，隔绝外界湿度、氧气渗入对内装物的影响，使战储物资在包装有效期内，包装容器或封套内相对湿度达到 30%~60%，氧的体积分数不大于 0.1% 的目标要求。其次，还应具有可热封口、柔韧性、耐戳穿、抗撕裂等优良的物理力学性能。再者，对于电子产品、仪器或设备的包装，还应具有防静电、电磁屏蔽的功能。室外包装还应具备抗紫外光、伪装等功能<sup>[10]</sup>。

通常民用产品由于其包装储存期短，防护要求不高，包装材料水蒸气透过量要求一般不低于 1 g/(m<sup>2</sup>·24 h)(40 ℃，相对湿度为 90%)<sup>[11]</sup>。对军用战储物资，由于保障环境条件恶劣、储存时间长，对防护包装材料阻隔性能有更高的要求。如 MIL-PRF-131, MIL-PRF-22191, MIL-PRF-81705 这 3 项阻隔材料标准，规定的水蒸气透过量均不大于 0.3 g/(m<sup>2</sup>·24 h)。目前国内生产的包装材料阻隔性能有了很大提升，下面介绍的迷彩铝塑高阻隔复合膜、VPF 封套用高阻隔复合材料，其阻隔性能符合 MIL-PRF-81705, GJB 2605 等的要求。

### 2.2.1 迷彩铝塑高阻隔复合膜

1) 材料结构。基本结构主要分为伪装层、高阻隔层、热封层 3 部分，见图 3。

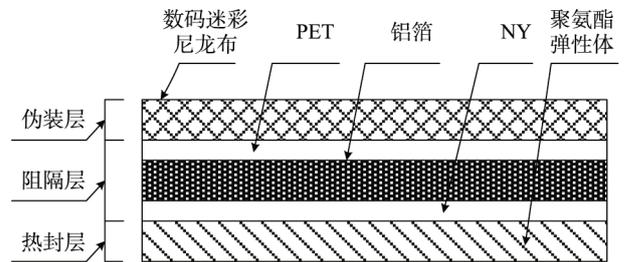


图 3 迷彩铝塑高阻隔复合膜  
Fig.3 High barrier composite film of camouflage aluminum plastic

2) 性能及适应性。该材料水蒸气透过量不大于 0.3 g/(m<sup>2</sup>·24 h)(40 ℃，相对湿度为 90%)，氧气透氧量不大于 1 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·24 h·MPa)(25 ℃，相对湿度为 65%)，电磁屏蔽效能为 40~80 dB。具有优异的防潮、防锈、防老化、防静电、电磁屏蔽、伪装等功能，主要性能指标及比较情况见表 1。

表 1 迷彩铝塑高阻隔复合材料主要性能指标对比

Tab.1 Comparison of main performance indicators of high barrier composite of camouflage aluminum plastic

项目	戳穿强度/N	水蒸气透过量/g·(m <sup>2</sup> ·24 h) <sup>-1</sup> (40 ℃，相对湿度为 90%)			内表面电阻率/Ω	静电屏蔽电压/V	静电衰减时间/s	电磁屏蔽效能/dB
		室温揉折后	室温揉折老化后	低温揉折后				
迷彩铝塑高阻隔复合膜	332	0.067	0.074	0.083	109	<10	<2	40~80
MIL-PRF-81705 GJB 2605	≥45	≤0.31	≤0.46	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>12</sup>	≤30	≤2	≥25	
试验方法		MIL-STD-3010						

由表 1 对比可知，该材料的各项性能指标均满足或优于 MIL-PRF-81705D 和 GJB 2605 的要求，整体性能达到了国际同类产品的先进水平。经车船器材、装甲装备器材和航材实际防护包装验证，该材料适用环境温度为-50~70 ℃，在野外连续使用寿命可达 5 年以上，室内连续使用寿命可达 10 年以上。

### 2.2.2 VPF 封套用高阻隔复合材料

1) 材料结构。VPF 封套材料是一种柔性高阻隔可热封的塑塑复合材料，为 4 层结构，见图 4。包括主体材料 4 层和 3 层粘合材料，经多层流涎复合制造，形成一体的多功能包装材料。

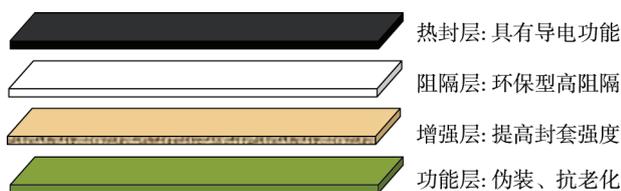


图 4 VPF 封套用高阻隔复合材料基本结构  
Fig.4 Basic structure of high barrier composite for VPF

2) 性能及适应性。该材料具有耐戳穿、撕裂强度高、防水、阻气、伪装等功能，抗紫外线性能好，环境适应性强。适用于中大型物资或装备室内外长期封存使用。使用寿命室内可达 10 年以上，室外可达 5 年以上<sup>[1]</sup>。

### 2.3 防护包装工艺流程

针对不同种类的战储物资制定科学严密的包装工艺及工序，是确保战储物资包装质量的关键。战储物资包装必须在适合的环境条件下，按规定的作业程序和工艺要求进行。其一般作业程序为：作业场所准备、物资器材预处理或维护保养、防护包装。

1) 作业场所环境。物资器材防护包装应在温度 15~30 ℃、相对湿度 40%~65% 的条件下进行，静电敏感的物资器材应在防静电工作区内进行。如器材所处的环境条件不满足以上条件，电子电器类器材应在包装环境放置 4 h 以上，其他类器材应放置 2 h 以上，使其达到包装场所的环境条件，减少被包装对象凝露的可能。封存包装作业场所应清洁、干燥、无有害介质，温差变化小。

2) 预处理工艺。实施防护包装前,应对物资器材表面进行预处理,以满足防护包装条件和作业要求。器材预处理工艺通常为:启封、清洗(清洁)、除锈、干燥、检查等。器材经预处理后,表面应完全无油污、尘埃、水(汗)迹、锈迹和其他异物等<sup>[12]</sup>。

3) 包装工艺流程。经过预处理的物资器材应及时进行防护包装。在对具体器材进行防护包装前,应对棱角、尖角或突出部分采用缓冲包装材料进行有效包裹和保护;器材中可活动部分的活动范围应调至存储位置并加以固定;对含有玻璃、灯具、塑料罩盖等

易损件的物资器材,应采取适当缓冲措施加以保护;软管、线束端头应进行保护性包裹,按其大于允许最小折弯要求盘成圆状(或保持自然状态)后捆扎。包装操作过程应连续,如中断4h以上应采取暂时性的防护措施,并避免手汗等污染物再次污染器材。

根据各类物资器材的构成材质和防护要求,优化设计各类物资器材防护包装工艺流程,规范各类物资防护包装操作工序,保证包装操作规范化,确保战储物资包装的质量。几类物资器材经优化设计的防护包装工艺流程见图5—8<sup>[13]</sup>。基于上述分析,军用战储物资防护包装关键技术环节见图9。

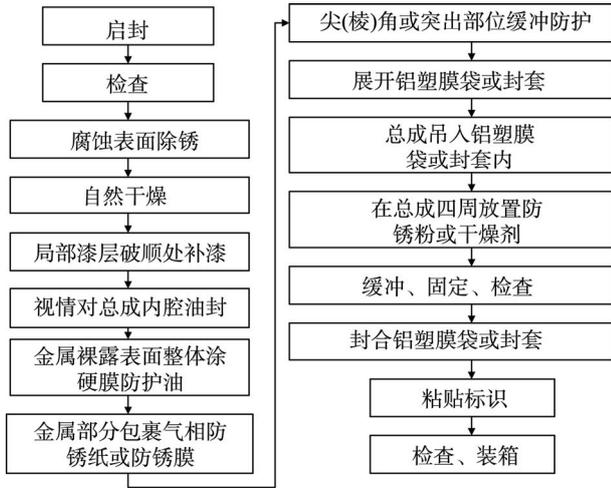


图5 大件总成包装的工艺流程  
Fig.5 Bulk assembly packaging process

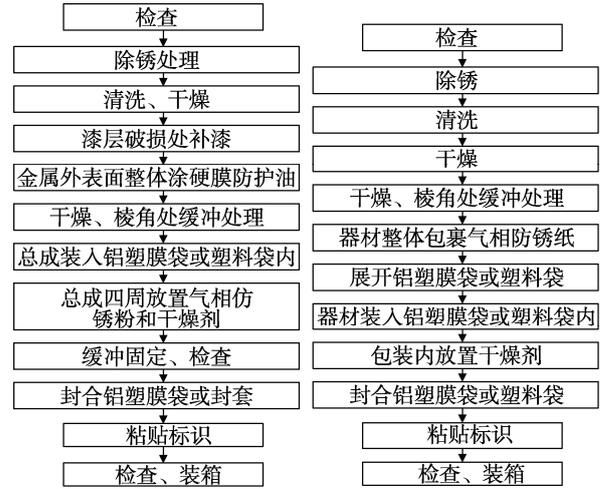


图6 中小总成包装的工艺流程  
Fig.6 Small and medium assembly packaging process

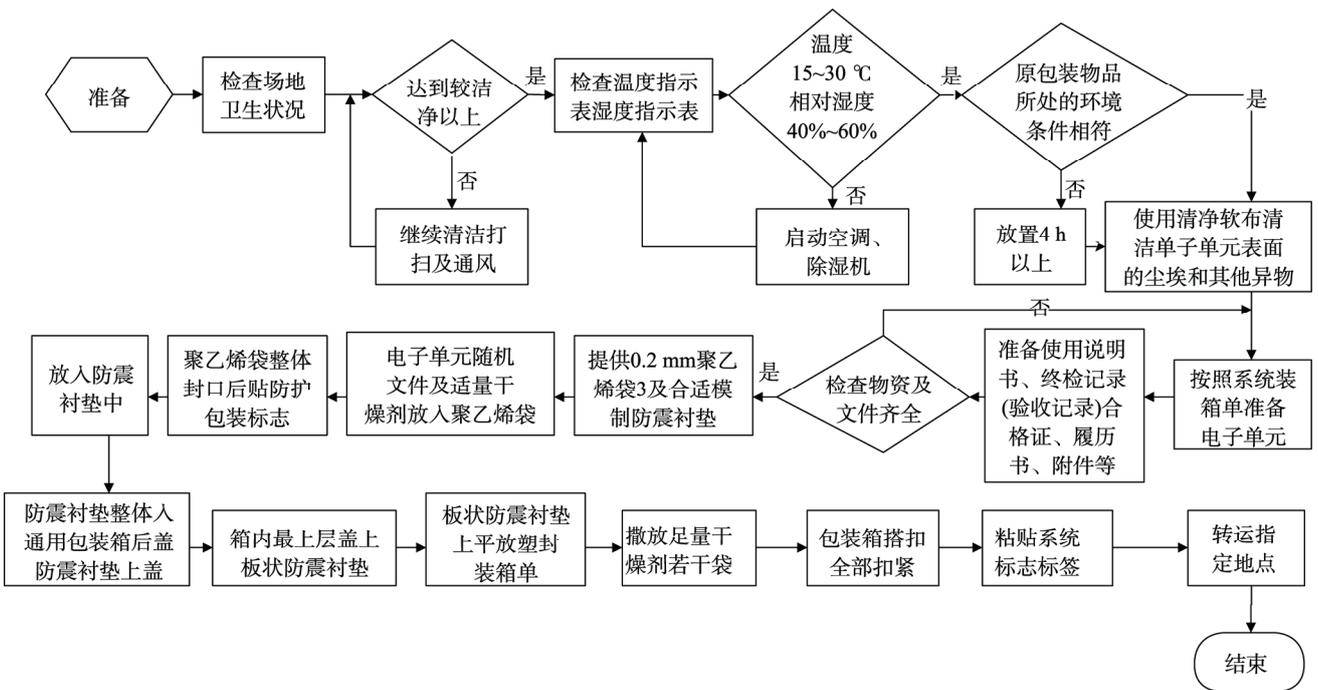


图7 电子单元包装的工艺流程  
Fig.7 Electronic unit packaging process

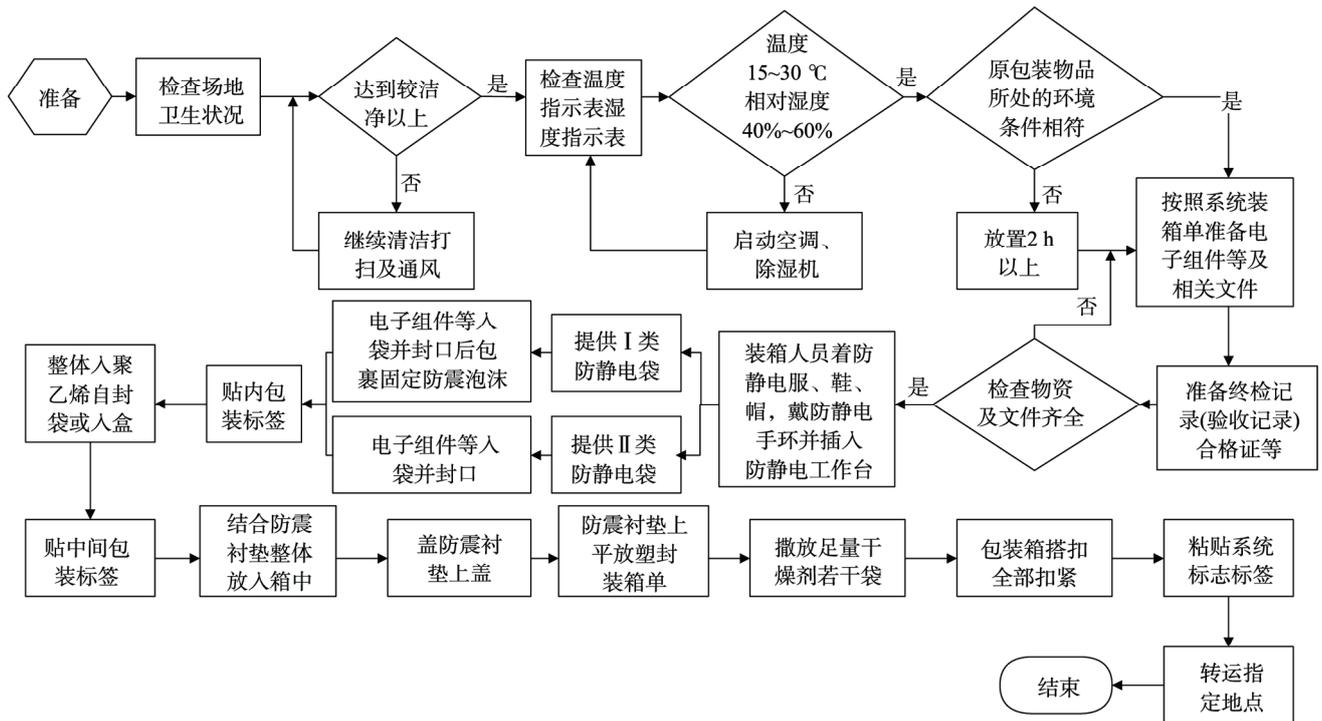


图 8 电子组件、板卡等包装的工艺流程

Fig.8 Electronic components, boards and other packaging process

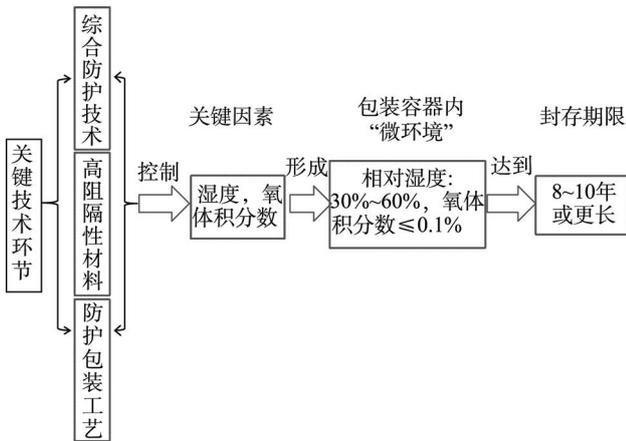


图 9 战储物资防护包装关键技术环节

Fig.9 Key technology links of war storage materials protection packaging

### 3 结语

针对军用战储物资的特点和防护包装要求, 分析了战储物资质量性能的影响因素与重点控制指标, 提出了战储物资防护包装 3 个关键技术环节: 综合防护包装技术、高阻隔性包装材料、优化设计的包装工艺。通过“内部综合防护、外部封套封装”的并行防护包装模式, 采取“阻隔+除湿+除氧+气相防锈+吸附+指示”的技术路线, 可有效防止“高温、高湿、高盐雾”等气候环境和战场复杂电磁环境对战储物资产生的不良影响, 提高其环境适应性和储存可靠性, 延长其储存期限。

### 参考文献:

- [1] 何晓伟. 关于国家战略储备物资包装标准化研究的思考[J]. 中国包装工业, 2016(5): 71—74.  
HE Xiao-wei. Reflections on The Standardization of The Packaging of National Strategic Reserve Materials[J]. China Packaging Industry, 2016(5): 71—74.
- [2] 张春和. 战储装备器材长效综合防护包装方法研究[J]. 包装工程, 2011, 23(32): 24—26.  
ZHANG Chun-he. Study on the Long-effect Integrated Protective Packing Method of War Storage Equipment [J]. Packaging Engineering, 2011, 23(32): 24—26.
- [3] 郭宝华. 军品包装概论[M]. 北京: 解放军出版社, 2012.  
GUO Bao-hua. Military Packaging Introduction[M]. Beijing: People's Liberation Army Press, 2012.
- [4] 李艳秀. 物流包装存在的问题及对策[C]// 第十届沈阳科学学术年会论文集, 2013.  
LI Yan-xiu. Problems and Countermeasures of Logistics Packaging[C]// Proceedings of the 10th Shenyang Academic Conference, 2013.
- [5] 张春和. 军用车辆器材防护与包装[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2016.  
ZHANG Chun-he. Military Vehicle Equipment Protection and Packaging[M]. Beijing: Ordnance Industry Press, 2016.
- [6] 张春和. 车辆战备储备器材包装要求与长效防护包装技术研究[M]. 天津: 军事交通学院出版, 2010.  
ZHANG Chun-he. Research on Packaging Require-

- ments for Vehicle Readiness Equipment and Long-term Protective Packaging Technology[M]. Tianjin: School of Military Transportation, 2010.
- [7] 张春和. 军用车辆器材防护包装现状及发展对策[J]. 包装工程, 2009, 30(9): 31—33.  
ZHANG Chun-he. Status and Development Countermeasures of Military Vehicle Protective Packaging[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 31—33.
- [8] 李月平, 赵耀辉. 浅析军品包装设计及其防护方法的应用[J]. 2014(4): 17—20.  
LI Yue-ping, ZHAO Yao-hui. Application of Military Packaging Design and Protection Methods[J]. 2014(4): 17—20.
- [9] 张春和, 赵复涛, 吴志斌. 战储装备器材长效综合防护包装技术研究[J]. 包装工程, 2011, 32(23): 26—27.  
ZHANG Chun-he, ZHAO Fu-tao, WU Zhi-bin. Study on Long-term Integrated Protective Packaging Technology for Warrant Equipment[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(23): 26—27.
- [10] 陈海涛. 塑料包装材料新工艺及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- CHEN Hai-tao. New Technology and Application of Plastic Packaging Materials[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011.
- [11] 李冬. 现代包装材料与技术及应用[M]. 广东: 广东科技出版社, 2008.  
LI Dong. Modern Packaging Materials and Technology and Application[M]. Guangdong: Guangdong Science and Technology Press, 2008.
- [12] 杨世坚. 后勤车辆装备封存管理与实施研究[J]. 装备环境工程, 2006(6): 70—73.  
YANG Shi-jian. Research on the Management and Implementation of Logistics Vehicle Equipment and Equipment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2006(6): 70—73.
- [13] 张春和. 军品包装与军事物流的适应性探讨[J]. 物流技术, 2010, 16(22): 207—208.  
ZHANG Chun-he. Adaptability of Military Packaging and Military Logistics[J]. Logistics technology, 2010, 16(22): 207—208.

## 《智能包装与活性包装》特色栏目征稿函

智能包装与活性包装是包装工程技术领域的发展趋势,也是全球包装行业研发和应用的焦点。智能包装新技术与活性包装新材料的应用,能改善包装物条件的体系(通过释放物质、排除或抑制SU),延长包装物使用寿命;提高卫生安全性;改善气味和口感特性的同时保证其品质不变。利用新型的包装材料、结构与形式对商品的质量和流通安全性进行积极干预与保障,通过信息收集、管理、控制与处理技术完成对运输包装系统的优化管理等。

鉴于此,本刊拟围绕“智能包装与活性包装”这一主线,作系列专项报道。本刊编辑部特邀请相关专家为该栏目撰写稿件,以期进一步提升本刊的学术质量和影响力。稿件以研究论文为主,也可为综述性研究,请通过网站投稿,编辑部将快速处理并优先发表。

编辑部电话: 023-68792294 网址: www.packjour.com

《包装工程》编辑部