

无伞空投缓冲包装材料及技术研究

赵西友, 王宏, 许涛, 王伯运
(空军空降兵学院, 桂林 541003)

摘要:目的 对无伞空投技术进行深入研究和大胆探索, 丰富空投保障手段, 提高空投保障能力。方法 以液体类食用物资为研究对象, 立足缓冲包装的思路, 借助数值模拟和高空跌落试验, 通过缓冲包装材料的合理选择和缓冲包装方式的科学设计, 实现在200 m高空物资的成功无伞空投。结果 选用的包装材料、采用的包装结构和方式, 以及不同材料间的多级缓冲模式都很好地满足了液体类食用物资无伞空投的要求, 确保了空投着陆后物资的完好和正常使用。结论 无伞空投是一种实用、方便、经济的空投保障方式, 尤其是针对一些用量大、低价值的物资, 实施无伞空投不仅可行, 而且具有重要的现实意义。

关键词: 无伞空投; 缓冲包装; 液体类食用物资; 技术研究

中图分类号: TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)03-0054-04

Free Drop Buffering Packing Material and Technology

ZHAO Xi-you, WANG Hong, XU Tao, WANG Bo-yun
(Air Force Airborne Academy, Guilin 541003, China)

ABSTRACT: The aim of this work was to study and explore the free drop buffering technology, to enrich air-drop support measures and improve air-drop support ability. Using liquid edible materials as the study object, based on thoughts of buffering packing, aided by numerical simulation and high-altitude air-dropping test, successful high-altitude free drop of materials from 200 m was realized by choosing suitable buffering packing materials and scientific design of the packing style. The chosen packing materials, the adopted packing structure and style, and the multi-level buffering pattern of different materials all contributed to the satisfied needs of free drop of liquid edible materials, and secured the intactness and usability of the materials after landing. Free drop is a kind of practical, convenient and economic air-dropping support style, especially for large amount materials of low value, free dropping is both feasible and of great significance.

KEY WORDS: free drop; buffering packing; liquid edible materials; technology study

近年来, 空降空投方式因其方便快捷的特点得到了快速发展和广泛应用^[1-3], 尤其是在未来空降作战和应付突发事件的过程中, 成为物资保障不可或缺的重要手段。目前来看, 有伞空投仍然是主要的空投方式。比如在2008年的5.12汶川大地震中, 大部分的物资都是通过有伞空投来完成, 准备工作繁杂, 着陆散布面广, 利用率低, 装备的一次性使用在经济上造成了很大的浪费。虽然也利用直升机在距地面很低的高度实施了饮用水和食品的直接空投, 但对这些物资

缺乏有效的缓冲包装, 效果很不理想。

无伞空投是指装备、物资不系降落伞的空投, 具有包装简单、受气象影响小、着陆散布小、成本低、利用率高等特点, 也是世界各国普遍关注的研究方向之一, 但并非所有的装备和物资都适合于无伞空投。文中针对液体类食用物资的特点, 以液体类食用物资的无伞空投为研究对象, 通过对缓冲包装材料的深入研究和缓冲包装方式的科学设计, 实现液体类食用物资在200 m高空的成功无伞空投。

收稿日期: 2015-08-21

作者简介: 赵西友(1963—), 男, 山东淄博人, 空军空降兵学院副教授, 主要研究方向空降空投技术。

1 总体设计思路

盛装液体类食用物资的空投件在200 m的高空空投后呈近似于自由落体的加速运动,其着陆时的瞬时速度接近50 m/s,因而着陆时空投件将承受巨大的冲击力。着陆时的冲击力不会对液体类食用物资本身造成破坏,而是转化为对液体类食用物资包装物的破坏。从数值模拟和空投试验的结果来看,对包装物的破坏方式有2种情况:在着陆瞬间液体类食用物资向四周的急剧扩散,由于受到包装物的限制,从而对包装物形成了巨大的张力,包装物发生突然变形,因而有可能对包装物造成破坏;通过实际高空空投试验发现,由于液体类食用物资的流体特性,以及水袋的不规则和着陆姿态的不确定性,可能造成液体向四周的不均匀扩散,着陆瞬间在某个部位可能形成液体的局部强烈冲击,使包装物的局部突破其所能承受的强度和弹性极限,对水袋造成破坏。

由以上分析可知,空投的成功与否,取决于物资的包装物是否完好,物资是否外泄或污染。对物资包装的目的不是通过缓冲来减轻液体类食用物资承受的冲击力,而是通过采用具有足够强度并且利于在着陆瞬间释放或转化能量的包装材料,来抵抗包装物所承受的瞬间冲击力,以确保包装物着陆后的完好。为此,根据物资的流体特性并考虑到贴近人们的使用习惯和便于操作,确定了软体包装的方式,研制专用的液体空投袋来作为液体类食用物资的包装物。由于软体包装无固定的规则形状,考虑到储运和其他操作要求,还需对空投物进行储运包装,从而形成一个规则的立方体空投件。这样,从整体上就形成了专用空投袋-储运包装的思路。其中,专用空投袋使用软体材料直接盛装液体物资,也是用来抵抗着陆冲击力的主体部分;储运包装采用专用蜂窝纸箱来实施,既方便了空投件的储存和搬运,便于实际空投时的操作,同时也具有一定的缓冲和着陆保护作用。

2 基本组成与功能

液体类食用物资无伞空投装备用于空投液体类低价值物资,由包装箱及专用空投袋组成。无伞空投装备的总体构成见图1。

专用空投袋包括液体盛装袋、加强袋、封装袋,三者按照由内到外的顺序套在一起,之间无固定连接,构成一个完整的专用空投袋,设计盛装液体物资5

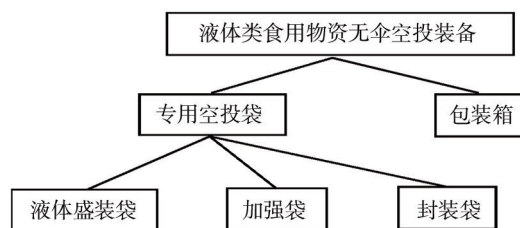


图1 液体类食用物资无伞空投装备构成

Fig.1 Constitution of free drop equipment for liquid edible materials

kg。其中,液体盛装袋用于直接盛装液体物资,加强袋则主要用于限制液体盛装袋的膨胀和局部的瞬间大变形,起到保护液体盛装袋的作用。封装袋主要作为提手、背带、封口等附件的附着体,同时对袋体也有一定的保护作用。

3 包装材料选择

针对液体类食用物资的无伞空投,专用空投袋的设计是成功的关键。对于专用空投袋来说,液体盛装袋和加强袋又是关键部件,正是由于二者的配合使用共同抵抗着陆冲击力,才能确保液体物资着陆后的不外漏和正常使用。由此可见,材料的选择至关重要。

3.1 液体盛装袋材料选择

作为直接盛装液体类食用物资的部分,同时也是承受着陆冲击力的主体,液体盛装袋除了满足食品包装安全的要求外,还需要具有一定的强度和弹性。为此,在上述软体包装思路的基础上,经过充分的调研论证和计算比较,综合各方面因素最终决定采用强度较高的热塑性聚氨酯(聚醚TPU薄膜)作为液体类食用物资的盛装材料^[4-7],并且根据数值模拟和实际空投试验的结果,采用了双层包装的方案。

热塑性聚氨酯根据成分和厚度的不同,其性能也有很大的差异。为了确定适于空投的最佳材料,对厚度为0.3~1 mm的聚醚TPU薄膜,重点对其瞬间的抗冲击能力通过地面跌落试验进行了测试。结果表明,厚度较薄的材料虽然其弹性较好,但抗冲击能力较差,不适合空投包装。随着材料厚度的增加,虽然强度增大,但弹性变差,抗冲击效果同样不好^[8-10],而且成本成倍增长。经过比较分析,从抗冲击性能和性价比等方面综合考虑,最终将液体类食用物资的包装材料厚度确定为0.5 mm。

此外,针对应用的实际需求,对现有的普通热塑性聚氨酯材料进行了改进研究,通过改进配方和多次

试验,最终研制了一种特殊的聚醚TPU薄膜,其各项性能指标均有明显提高。其中,硬度(邵氏A)为86~88,熔点为158℃,耐黄变程度为4级,纵向拉伸强度增至62.9 MPa,横向拉伸强度增至61.6 MPa,纵向、横向扯断伸长率分别达到858.5%和854.6%,纵向、横向撕裂强度分别达到101.3,97.7 kN/m。

3.2 加强袋材料选择

加强袋主要针对液体盛装袋可能的破坏方式,采用另外一种高强度的非弹性或弹性远小于聚醚TPU薄膜的材料对液体盛装袋进行包装加强。一方面通过分担着陆时的部分冲击力,减轻聚醚TPU薄膜承受的冲击应力,并协助聚醚TPU薄膜抵抗液体的局部冲击。另一方面,限制聚醚TPU薄膜的整体膨胀和局部大变形,使聚醚TPU材料的弹性变形不超过极限,以此增强液体类食用物资包装件的抗冲击能力。

由于加强袋主要作用是辅助液体盛装袋增强抗着陆冲击的能力,而不是直接盛装液体类食用物资,因此,没有必要选择密闭材料,只要强度足够就可。这样其选择的范围就较广,可选择强度大、性价比高的材料。鉴于上述对空投物采用软体包装的思路,对液体类食用物资的加强包装仍然采用软体材料进行包装。笔者经过大量的调研和试验,综合考虑材料性能、工艺及加工成本等因素,最终选用集装袋布料作为液体类食用物资的加强包装。集装袋布料是一种PP(聚丙烯)材料^[11],由于其具有很强的抗拉力和较低的成本,因而广泛应用于对重型物资的包装。该材料根据配方和工艺的不同,也可以制作成性能不同的布料。经过多次试验,并结合抗着陆冲击力大小的要求和制作成本,从产品的原材料到产品制程,重新设计开发,经反复试验,最终使产品的性能指标有了明显提高。其中,经向拉力达到了1890 N/(8 cm)(热切),纬向拉力达到了1800 N/(8 cm)(热切),在室外自然环境下抗老化达1 a以上,遥遥领先于普通集装袋布料的各项性能。

4 包装结构及方式

对于液体类食用物资的无伞空投缓冲包装,除了缓冲包装材料的选择,缓冲包装方式的设计也至关重要,尤其是专用空投袋的设计。

4.1 空投件包装结构

根据空投的相关规定,并考虑到空投件的捆绑、

解脱及着陆后的地面携行机动等因素,将一个空投件的总质量确定为不超过25 kg,每个专用空投袋盛装5 kg液体物资,每个空投件包括4个专用空投袋,采用蜂窝纸箱进行整体包装^[12-15],构成一个完整的空投件。即液体类食用物资的空投件按照专用空投袋-蜂窝纸箱的顺序进行包装。液体类食用物资空投件的整体包装结构见图2。

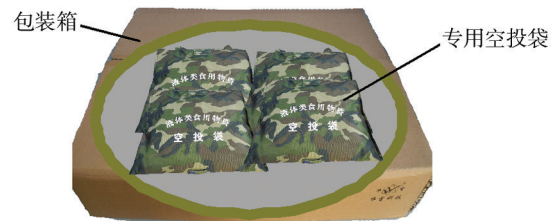


图2 液体类食用物资缓冲包装结构

Fig.2 Structure of liquid edible materials buffering packing

4.2 专用空投袋结构设计

专用空投袋的设计,一方面要考虑液体注入、排出及携行的便利性,另一方面还要考虑外形的美观、抗冲击能力及制造工艺。由此,设计时采用了模块化的设计思路,聚醚TPU薄膜材料制作的液体盛装袋、聚丙烯材料制作的加强袋和牛津布制作的封装袋均为独立的模块,其中,液体盛装袋为双层包装结构,包含聚醚TPU材料制作的2个大小不同的独立袋子,即液体盛装内、外袋,同样为2个独立模块。制作时采用特殊的工艺将上述模块按照顺序和尺寸大小做成一个整体,构成专用空投袋。专用空投袋从内至外依次为液体盛装内袋、液体盛装外袋、加强袋和封装袋。其中,地面携行所需的提手、背带及粘合用魔术帖等附件均配备在封装袋上,此外,封装袋也有助于专用空投袋的美观和符合制式要求。图3—6为专用空投袋各模块及组合体结构,聚醚TPU薄膜制作的内外两层液体盛装袋组合见图3,由集装袋布料制作的加强的

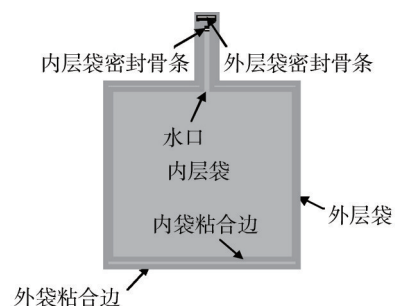


图3 液体盛装袋组合

Fig.3 Constitutional diagram of liquid containing bag

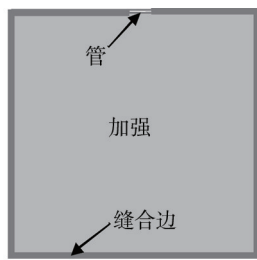


图4 加强袋结构

Fig.4 Structure diagram of enhanced bag

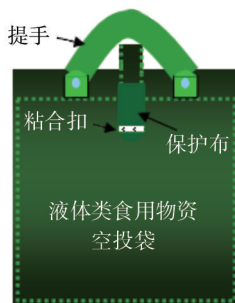


图5 封装袋结构

Fig.5 Structure diagram of packaging bag

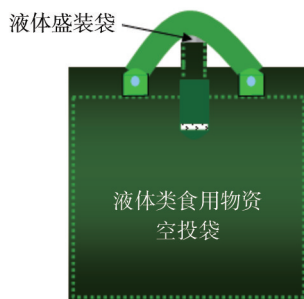


图6 液体类食用物资专用空投袋总体结构

Fig.6 General structure of special airdropping bag for liquid edible materials

袋结构见图4,由牛津布料制作的封装袋结构见图5,专用空投袋总体结构见图6。

5 结语

立足缓冲包装的思路,从制造使用成本、制备、储运、实用性等方面综合考虑,对无伞空投缓冲包装材料及技术进行了系统研究。所进行的空投着陆缓冲技术理论研究,研制的物资包装材料、提出的空投物资缓冲包装方案,以及所实施的高空跌落试验和机载空投试验,实现了液体类食用物资在200 m高空的成功无伞空投,充分验证了无伞空投着陆缓冲技术的可行性与可靠性。针对液体类食用物资无伞空投技术的研究,克服了传统有伞空投方式的缺陷,无需降落

伞和货台,避免了叠伞、捆绑等一系列繁杂过程,经济效益明显,并大幅提高了空投保障的环境适应能力和准确性,不仅对提高后勤空投保障能力具有重要意义,同时也是在无伞空投技术领域进行的有益探索。

参考文献:

- [1] 温金鹏,李斌,杨智春.缓冲气囊冲击减缓研究进展[J].宇航学报,2010,31(11):2438—2447.
WEN Jin-peng, LI Bin, YANG Zhi-chun. Progress of Study on Impact Attenuation Capability of Airbag Cushion System [J]. Journal of Astronautics, 2010, 31(11): 2438—2447.
- [2] 于成果,李良春.空投安全着陆的实现途径[J].包装工程,2007,28(10):135—137.
YU Cheng-guo, LI Liang-chun. Ways of Air-drop Safety Landing [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 135—137.
- [3] 刘守君,齐明思,黄宏胜,等.新型自充气式着陆缓冲气囊的理论分析与设计研究[J].包装工程,2015,36(1):107—110.
LIU Shou-jun, QI Ming-si, HUANG Hong-sheng, et al. Theoretical Analysis and Design of a New Self-inflating Landing Cushion Airbag [J]. Packaging Engineering, 2015, 36(1): 107—110.
- [4] 王岳.材料在产品设计中的创新应用研究[J].包装工程,2015,36(8):68—71.
WANG Yue. The Innovative Application of Materials in Product Design [J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 68—71.
- [5] 白新理,杨开云,王文媛,等.不可压缩超弹性材料大变形接触分析[J].四川大学学报(工程科学版),2001,33(1):16—19.
BAI Xin-li, YANG Kai-yun, WANG Wen-yuan, et al. Large Deformation Contact Analysis of Incompressible Hyperelastic Material [J]. Journal of Sichuan University: Engineering Science Edition, 2001, 33(1): 16—19.
- [6] 张敏,夏青,王昊,等.聚醚型与聚酯型聚氨酯弹性体的性能研究[J].塑料工业,2013,41(2):87—89.
ZHANG Min, XIA Qing, WANG Hao, et al. Study on Properties of Polyether and Polyester Polyurethane Elastomer [J]. China Plastics Industry, 2013, 41(2): 87—89.
- [7] 杨文会,覃新林.热塑性聚氨酯弹性体(TPU)研究及应用[J].塑料制造,2015(7):70—77.
YANG Wen-hui, QIN Xin-lin. Research and Application of Thermoplastic Polyurethane Elastomer (TPU) [J]. Plastics Manufacture, 2015(7): 70—77.
- [8] EWING, BRUCE L C. Precision Parachute Capabilities and Their Potential Employment in the Land Force [J]. Canadian Army Journal, 2005, 8(3): 83—92.
- [9] WEN Jin-peng, LI Bin, YANG Zhi-chun. Study on

(下转第84页)

础和强有力的组织与管理措施予以保证,还需要建立与其职能相适应的管理机构和有效的信息交流渠,并正确规划、互相协调和实施有效控制,形成一套较为顺畅的军民融合式航材包装运行规则。

4 结语

军民融合式保障是当今世界主要国家趋同的政策取向,也是适应未来战争的必然选择,但在发展过程中不会一帆风顺,总会遇到一些问题和困难。在实践过程中,应当按照未来战争对装备保障的要求和市场经济的特点,认真研究探索军民融合式发展建设的规律,以“保障有力”为目标,更新观念,积极探索,循序渐进,改革创新,建立体系,健全法制,逐步完善体制机制建设,使军民融合式航材包装工作日趋完善,在装备保障中发挥越来越大的作用。

参考文献:

- [1] 陈永龙,刘斌,汤怀宇,等.军民融合式装备保障发展战略重点问题研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(4):10—13.
- [2] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [3] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [4] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [5] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [6] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [7] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [8] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [9] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [10] 朱延波,陈卫.某新型空投用缓冲装置的缓冲效果计算[J].机械设计与制造,2011(11):6—8.
- [11] 熊荣军,孙爱国,唐正涛.聚丙烯编织布抗拉特性影响因素研究[J].水运工程,2014(12):191—195.
- [12] 张琴,许莉钧,张丽,等.瓦楞纸箱尺寸的优化设计[J].包装工程,2012,33(7):58—61.
- [13] 刘功,刘占胜,宋海燕.瓦楞纸板缓冲包装结构的缓冲性能研究[J].中国包装,2011(6):12—13.
- [14] 卢富德,高德.考虑蜂窝纸板缓冲作用的产品包装系统跌落冲击研究[J].振动工程学报,2012,25(3):332—340.
- [15] 曾克俭,刘珊.蜂窝纸板动态缓冲性能分析研究[J].包装工程,2014,35(17):15—18.
- [16] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [17] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [18] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [19] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [20] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [21] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [22] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [23] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [24] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [25] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [26] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [27] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [28] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [29] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [30] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [31] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [32] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [33] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [34] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [35] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [36] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [37] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [38] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [39] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [40] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [41] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [42] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [43] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [44] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [45] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [46] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [47] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [48] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [49] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [50] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [51] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [52] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [53] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [54] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [55] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [56] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [57] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [58] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [59] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [60] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [61] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [62] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [63] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [64] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [65] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [66] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [67] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [68] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [69] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [70] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [71] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [72] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [73] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [74] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [75] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [76] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [77] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [78] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [79] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [80] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [81] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [82] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [83] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [84] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [85] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [86] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [87] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [88] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [89] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [90] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [91] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [92] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [93] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [94] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [95] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [96] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [97] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.
- [98] 罗少锋.军品包装军民融合发展机制探讨[J].包装工程,2014,35(8):77—81.
- [99] 赵耀辉.军品包装适应“军民融合式发展路子探讨”[J].包装工程,2010,31(9):35—39.
- [100] 王凯,肖杰,闫耀东,等.军民一体化装备保障运行机制研究[J].装备技术指挥学院学报,2010,21(2):34—37.

(上接第57页)

- Cushioning Characteristics of Soft Landing Airbag with Elastic Fabric[J]. International Journal of Applied Electromagnetic and Mechanics, 2010, 33(3/4): 1535—1545.
- [10] 朱延波,陈卫.某新型空投用缓冲装置的缓冲效果计算[J].机械设计与制造,2011(11):6—8.
- ZHU Yan-bo, CHEN Wei. Effect Computation for a New Air-drop Buffer[J]. Machinery Design & Manufacture, 2011(11): 6—8.
- [11] 熊荣军,孙爱国,唐正涛.聚丙烯编织布抗拉特性影响因素研究[J].水运工程,2014(12):191—195.
- XIONG Rong-jun, SUN Ai-guo, TANG Zheng-tao. Influential Factors of Tensile Properties for Polypropylene Woven[J]. Port & Waterway Engineering, 2014(12): 191—195.
- [12] 张琴,许莉钧,张丽,等.瓦楞纸箱尺寸的优化设计[J].包装工程,2012,33(7):58—61.
- ZHANG Qin, XU Li-jun, ZHANG Li, et al. Optional Design of Corrugated Box Dimension[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(7): 58—61.
- [13] 刘功,刘占胜,宋海燕.瓦楞纸板缓冲包装结构的缓冲性能研究[J].中国包装,2011(6):12—13.
- LIU Gong, LIU Zhan-sheng, SONG Hai-yan. Research Cushioning Properties of Corrugated Board Packaging Structure[J]. China Packaging, 2011(6): 12—13.
- [14] 卢富德,高德.考虑蜂窝纸板缓冲作用的产品包装系统跌落冲击研究[J].振动工程学报,2012,25(3):332—340.
- LU Fu-de, GAO De. Research on Drop Impact of Packaging System Considering the Cushioning Effect of Honeycomb Paperboard[J]. Journal of Vibration Engineering, 2012, 25(3): 332—340.
- [15] 曾克俭,刘珊.蜂窝纸板动态缓冲性能分析研究[J].包装工程,2014,35(17):15—18.
- ZENG Ke-jian, LIU Shan. Analysis on Dynamic Cushioning Property of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 15—18.