

军用物流包装系统的生态设计

王作雨¹, 彭国勋²

(1. 青岛科力特信息技术有限公司, 青岛 266000; 2. 陕西科技大学, 陕西 100107)

摘要: **目的** 从生态文明角度进行军品物流包装系统的设计。 **方法** 就军品物流包装的绿色发展、循环发展、低碳发展等方面的内涵进行全面分析, 阐述实现减量化、再利用、资源化、环保低碳等有关的实用技术方法。使用计算机辅助设计/计算机辅助工程、有限元仿真分析等实用技术方法进行军品物流包装的生态设计。 **结论** 运用生态设计方法对军用物流包装系统进行优化设计, 是军工部门推进生态文明建设的关键。

关键词: 军用物流包装; 生态设计; 计算机辅助设计/计算机辅助工程; 有限元仿真分析; 投资回报评估
中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)09-0140-07

Ecological Design of Military Logistic Packaging System

WANG Zhuo-yu¹, PENG Guo-xun²

(1. Qingdao Kolyte Technology Co., Ltd., Qingdao 266033, China;

2. Shaanxi University of Science and Technology, Beijing 100107, China)

ABSTRACT: **Objective** To design military logistic packaging system from the ecological view. **Methods** The intention involved in the green development, cycle development, and low carbon development was comprehensively analyzed. Practical techniques and methods used to achieve the goals of reducing, reusing, recycling, environment protection and low carbon were presented. The applicable technical methods of utility software such as CAD/CAE, Finite element simulation and Return of Investment (ROI) were used in the ecological design of military logistic packaging. **Conclusion** Application of ecological design method to optimize the design of military logistics packaging system is the key for the military departments to promote the construction of ecological civilization.

KEY WORDS: military logistic packaging; ecological design; CAD/CAE; ROI

习近平主席指出, 大力推进生态文明建设, 把生态文明建设放在突出位置, 融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程, 牢固树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念, 坚持节约资源和保护环境的基本国策, 着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展, 加快推进节能减排和污染防治, 给子孙后代留下天蓝、地绿、水净的美好家园。

生态是指包括人在内的生物与环境、生命个体与相同和不同生命群体之间相互作用关系的总和。生

态文明是人类在利用自然的同时, 又主动保护自然、积极改善和优化人与自然关系而取得的物质成果、精神成果和制度成果的总和。生态文明可归结为 3 个发展: 绿色发展、循环发展、低碳发展。

1 绿色发展

绿色发展是在传统发展基础上的一种模式创新, 是建立在生态环境容量和资源承载力的约束条件下,

收稿日期: 2014-01-10

作者简介: 王作雨(1966—), 男, 山东青岛人, 高级工程师, 青岛科力特信息技术有限公司技术总监, 主要从事物流包装等产品设计与管理工作。

将环境保护作为实现可持续发展重要支柱的一种新型发展模式。

当前,我国正处在工业化、城市化高速发展的阶段。我国资源总量虽然比较丰富,但人均资源占有量低,水资源、耕地人均拥有量仅分别为世界平均水平的28%和43%,石油、天然气人均储量不到世界平均水平的10%。同时,工业废水、废气和固体废弃物等排放量保持较高的增长,给生态环境造成很大压力。主要江河湖泊水质恶化,水土流失、荒漠化严重,大规模矿产资源开采造成土地沉陷,水位下降,植被破坏等。由于环境问题造成损害群众健康的问题时有发生。

军用包装迫切要求通过科学的生态设计为绿色发展具体指标做出应有的贡献。军工企业应该制定绿色包装的发展规划。军工企业可以根据自身物流包装系统的实际情况,提出在2015年之前发展绿色物流包装系统的具体指标,比如:包装材料每吨产品中GHG/二氧化碳的当量排放量减少15%,包装材料用量与成本降低15%,军品在物流过程中的损失减少15%,包装件物流成本降低10%,供应链物流包装系统运行效率提升20%,物流包装系统的体积利用率增加15%,节材代木包装产品增加20%,包装材料中的可回收物资比例提高10%,包装材料中的可回收价值提高10%,军用包装设计创新比例提高15%等。

2 循环发展

全国人大常委会第4次会议于2008年8月29日通过的《中华人民共和国循环经济促进法》中定义的循环经济“是指在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称。”是对物质闭环流动型经济的简称。俗称3R原则:减量化原则(Reducing)、再利用原则(Reusing)、资源化原则(Recycling)。

减量化是指在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生。在高新技术大发展的现代战争复杂环境条件下,对军用物流包装提出了越来越高的要求,而现有军用物流包装系统的需求量急剧增加,品种五花八门,战场生存环境日益严酷,自然环境变化多端、电磁环境不断扩展、电子对抗环境越来越复杂,使军品储存质量和生存安全面临着空前的威胁。如何通过军用物流包装系统的减量化原则进行物流包装设计以满足军品的安全保障、快捷配送保障和精

益管理信息化保障等,是军工企业面临的严峻挑战。

军用物流包装设计一般可以分为内包装、外包装和集合包装等3方面内容,每一方面的设计都应贯彻减量化理念。内包装主要是指在流通过程中保护军品,方便储运,按各种防护包装技术方法采用的容器、包装材料和辅助物等的总称。GB/T 4122.3《包装术语第3部分:防护》中定义的防护包装技术包括:防水包装、防潮包装、防霉包装、防静电包装、防锈包装、缓冲包装、防磁包装、防辐射包装、防虫包装、封存包装、防尘包装、防盗包装、防爆包装、防燃包装、真空包装、充气包装、透气包装、保鲜包装、无菌包装、隔热包装、速冻包装、贴体包装、收缩包装、防腐包装等24种。军品防护包装除了根据不同内装物使用上述相应的防护包装技术外,针对现代后勤应急、机动、综合、立体和野战等保障能力的要求,由于现代战争使战场环境不断恶化,随着雷达、红外、激光、毫米波等现代探测和制导技术的飞速发展,以及中子弹、微波弹等在军事上的应用,只对军用物资进行单一防护包装已经很难达到有效的防护要求。因此,国内外军事有关部门开发出了各种新型的复合防护包装技术,以及针对特定要求的军品防护包装技术,如隐身包装、防核包装、防生化包装、智能包装、自热包装、防殉爆包装、漂浮包装、空投包装、物联网包装等。

最常见的军品外包装包括纸箱、木箱、塑料箱、金属箱等。由于现代战争对军用物资的依赖度极高,在高强度对抗中将消耗大量的弹药、武器、设备、燃料、饮水、食品、医药等,而储存与配送环境极为恶劣,对可靠、轻量、便捷的外包装提出了十分苛刻的要求。

随着部队机械化程度的提升,立体仓库等现代物流系统建设的加速,以托盘单元包装为代表的集合包装得到巨大的发展。军用标准化平托盘和箱式托盘的开发,已经提到我军的议事日程,急待尽快大面积推广。

减量化的关键是对物流包装系统进行量化生态设计。大多数军工企业的军用包装设计主要是进行多次试凑设计,参考类似设计凭经验修改,试验不通过再修改,耗费大量的人力物力,设计周期长,难以适应新品开发的快速反应需求。由此,急需开发智能优化设计软件。减量化优化设计技术的载体是计算机辅助技术及其配套实用数据库的建设。青岛科力特信息技术有限公司开发的CAD/CAE软件——整体包装设计系统(CPDS)见图1,初步解决了常用包装

技术、包装容器和托盘生态设计的难题,能够完成军用物流包装系统的量化评估问题,提高设计质量和速度,最大程度减少包装材料用量,获得物流包装系统最佳的方案,优化仓储与装柜/装车的体积利用率、给出投资回报分析和碳足迹分析结果等。该软件已经完成防潮包装、缓冲包装、防锈包装、防静电包装、防磁包装等防护包装设计模块,纸箱、木箱、铁箱、塑料箱等包装容器设计与仿真分析模块,托盘设计与仿真分析模块,投资回报分析与碳足迹分析模块等。软件中附带的包装材料经济性能数据库,基本满足了供应链优化的要求^[1]。

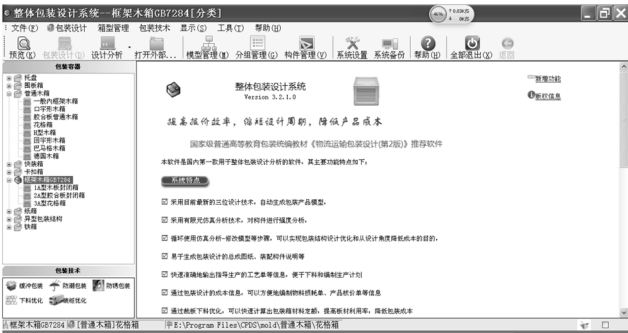


图 1 整体包装设计系统界面

Fig. 1 Interface of complete packaging design system

在军用内包装的防护包装中应用面最广的缓冲包装设计模块,无论在功能还是内置数据库等方面远远超过了国外同类软件 PadCAD,为优化设计缓冲物流包装系统提供了有力的先进技术支持。缓冲包装设计模块界面见图 2,可以选择不同的缓冲垫结构型式、跌落试验标准、缓冲材料选项、产品脆值等原始数据,通过调整不同方位的缓冲垫厚度,可自动求出最佳缓冲面积,立即可以判断跌落时的冲击加速度是否超过产品脆值,从而得到最佳的缓冲垫尺寸。使用缓冲包装设计模块后,省去了手工计算和从 GJB/Z 85—97《缓冲包装设计手册》中查找大量各种缓冲曲线的繁琐操作,几秒钟便可得到最佳优化设计结果^[2]。

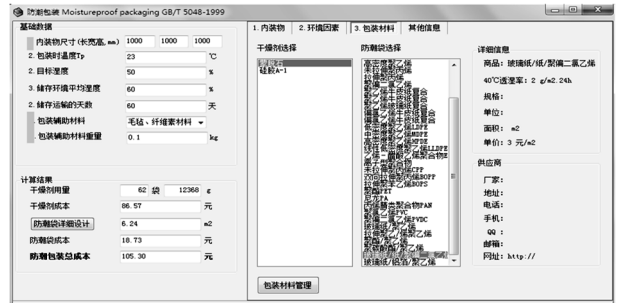
对于军工产品及零备件的防护包装,目前虽然可以参考 GJB 145A—1993《防护包装规范》进行设计,但其中规定的防潮包装与防锈包装设计已经落后于技术的发展,计算公式缺乏实用价值。参考德国标准 DIN 55474—1997《Auxiliary means of packaging: Desiccants in bag—Application, calculation of the required number of desiccant units》开发的所需干燥剂单位数量的优化设计软件界面,见图 3a,根据包装件的结构



图 2 缓冲包装设计模块界面

Fig. 2 Interface of cushioning packaging design module

参数、包装材料选项、环境条件和储存运输天数等条件,可以迅速精确求得所需薄膜与干燥剂的用量、成本和三维设计图。防锈包装只有 GB/T 4879—1999《防锈包装》,没有军标。国标已经落后于技术的发展,正在参考美国军标等国外先进标准进行修改。CPDS 系统中的防锈包装软件开发,则是根据美国气相防锈技术有关的标准和数据进行的,界面与防潮包装类似,见图 3b^[3]。



a



b

图 3 防潮包装设计模块界面

Fig. 3 Interface of moisture proof packaging design module

在精密军品外包装的包装容器中使用最广的木箱,在 CPDS 软件中给出了军用包装中常用的普通木箱、快装箱、围板箱、卡扣箱和框架木箱等优化设计与分析模块。该设计模块不仅涵盖了 GJB 1764—93《军用木箱通用规范》中的普通木箱和滑木箱,还包括了

更通用的框架木箱。框架木箱的结构及其构件尺寸,首先根据 GB/T 7284—1998《框架木箱》和中日韩联合制定的《包装用框架木箱亚洲统一标准:2007》给出的设计方法和大量图表自动确定,能输出三维设计图纸、工艺清单、材积、成本构成等重要信息,大大节省了设计周期,避免了繁琐计算和查图表时的错误。在此基本结构的基础上,可以再根据实际内装物的载荷和约束条件,通过基于有限元分析和参数识别技术的仿真分析,进一步优化构件尺寸,从而获得最佳设计方案。大型装备包装常用的 2A 型框架木箱的优化设计模块界面见图 4a。内装物实际载荷条件下基于有限元分析和参数识别技术的起吊工况的仿真分析结果见图 4b,最大变形为 1.36 mm,最大应力为 37.87 MPa,安全系数满足预定要求。同样可以对堆码、叉举等工况进行仿真分析。

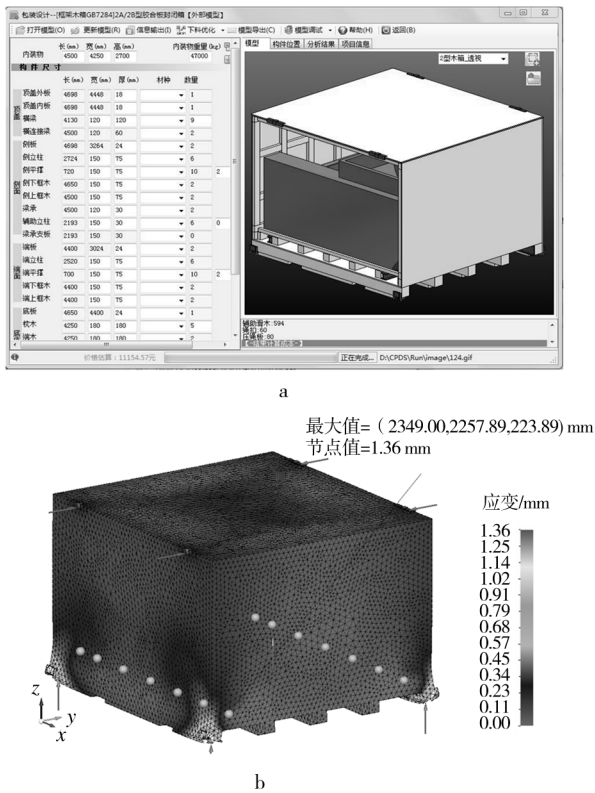


图 4 2A 型框架木箱优化设计界面及其仿真分析报告
Fig.4 Interface and simulation analyses report of optimized design for 2A frame wood box

对于轻型和非精密军品,选用瓦楞纸箱时通常凭经验按已经落后的 GJB 1109A—1999《军用瓦楞纸箱》进行手工计算和试凑设计。CPDS 中的纸箱优化模块中(见图 5),吸收了国内外标准最新的有关设计方法和数据,不仅解决了国外软件只能进行几何尺寸

设计的局限性,还增加了与物流环境条件有关的堆码强度分析,实现了瓦楞纸箱真正的优化设计。

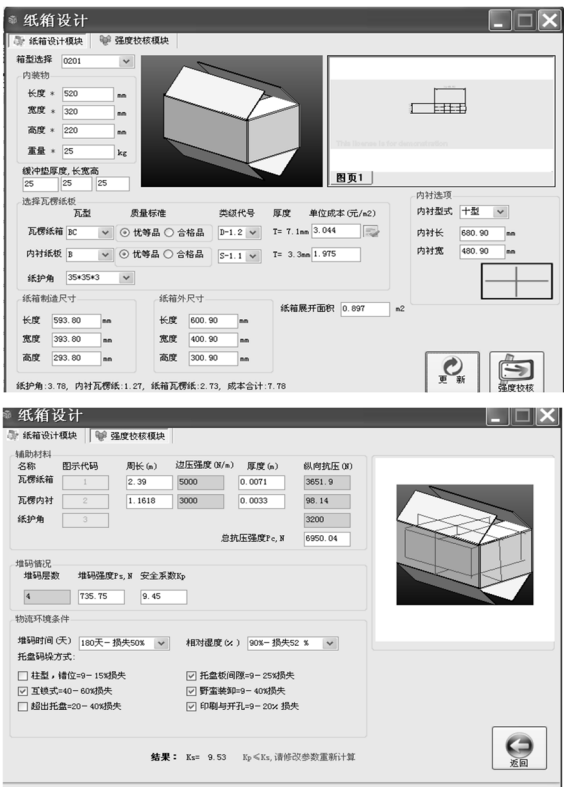


图 5 瓦楞纸箱优化设计模块界面
Fig.5 Interface of optimized design for corrugated boxes

循环发展最重要的再利用,是指将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用,或者将废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用。

在开发循环包装方面,首先参考国外共用系统托盘的标准与工艺和正在起草的国家标准《木质平托盘》,开发出与欧标木托盘相当的共用系统用木质平托盘,平面尺寸为 1200 mm×1000 mm 和 1100 mm×1100 mm,额定载荷为 1000 kg,完全满足军品单元包装的要求^[4]。CPDS 托盘模块中的 1200 mm×1000 mm 中标木质平托盘的优化设计界面、实物和根据 ISO 8611—2 的货架载荷为 1000 kg 的弯曲强度与刚度要求所做的有限元分析结果见图 6,最大弯曲应力仅为 28 MPa,最大变形仅为 9.9 mm,小于国际标准要求的弯曲跨距(1050 mm)的 2%,即 21 mm。选用弯曲强度大于 56 MPa 的木材,安全系数即可大于国际标准的要求。

正在起草的国家标准《木质箱式托盘》和《塑料箱式托盘》,为常见载荷的循环使用包装箱奠定了基

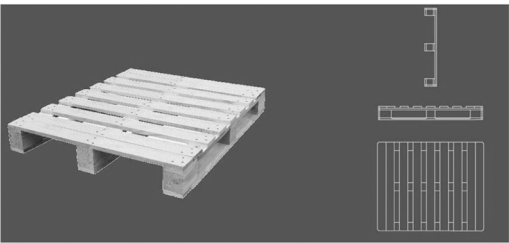


图 6 共用系统中标准木托盘的优化设计
模块截面及其有限元分析结果

Fig. 6 Interface of optimized design for pool system of Chinese
standard wooden pallet and its results of FEM

础。例如,符合可循环使用军用物流包装系统的标准化卡扣箱优化设计界面见图 7a。卡扣箱按 GJB 2711—1996《军用运输包装件试验方法》进行了严格的性能试验,其中自由跌落试验时的照片见图 7b。无锡前程工业包装有限公司负责起草的卡扣箱军标《可拆装式木质包装箱产品规范》正在审定之中。另一种在机电产品包装中使用广泛的标准化木质围板箱见图 7c,同样符合可循环使用军用物流包装系统的要求,已在国内外获得广泛的应用。无锡前程工业包装有限公司负责起草的包装行业标准《木质托盘围板箱》已经通过专家审定。军用卡扣箱和围板箱等可拆装式或可折叠式木质包装箱产品的开发成功,具有防护性能优良、通用性强、符合再利用原则、使用寿命长、最大限度地节约了木材消耗、可大幅度降低逆向物流成本等优点,将为军用包装的循环发展提供有力的技术支持。

在特定环境条件下,可以选用塑料或金属材料可循环使用的标准化军用物流包装系统,初始投资大,但循环次数高于木包装。

军用包装的资源化是指将包装废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用。不同包装材料资源化的适用性比较见表 1。

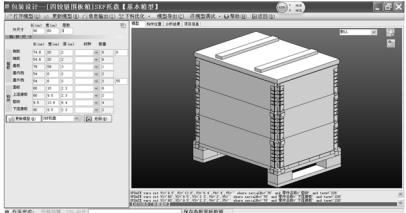
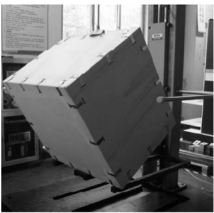
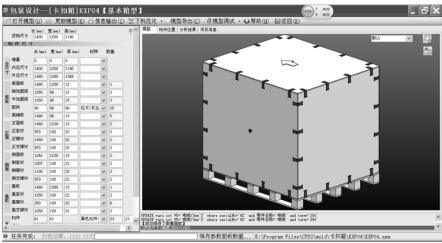


图 7 可循环使用的标准化军用包装用卡扣箱
与围板箱的优化设计界面

Fig. 7 Interface of optimized design for reusable standard
military packaging clamp box and collar box

表 1 包装材料的资源化的适用性比较
Table 1 Applicability comparison of recycling
for packaging materials

包装材料的组分	包装材料	循环再生	能量回收	生物降解和堆放
原 材料	木材	差	优	好
	钢材	好	不适用	不适用
	人造板材	不适用	好	良
	瓦楞纸板	差	好	良
	塑料	好	好	良
辅助 材料	薄膜	良	好	差
	发泡塑料缓冲垫	良	良	差
	干燥剂	不适用	不适用	不适用

大量包装废弃物形成的固体垃圾处理问题,已经在舰艇远洋护航和演习中突显出来,亟待解决。

3 低碳发展

二氧化碳等温室气体排放造成的气候变化,已经成为当今世界关注的热点。据估计,每排放 1 t 二氧化碳带来的经济损失约为 85 美元。

根据《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》,2004 年中国温室气体排放总量约为 61 亿 t 二氧化碳当量(扣除碳汇后的净排放量约为 56 亿 t 二氧化碳当量),其中二氧化碳排放量约为 50.7 亿 t,甲烷

约为 7.2 亿 t 二氧化碳当量,氧化亚氮约为 3.3 亿 t 二氧化碳当量。2004 年中国化石燃料燃烧人均二氧化碳排放量为 3.65 t,相当于世界平均水平的 87%、经济合作与发展组织国家的 33%。1990 年中国单位 GDP 化石燃料燃烧二氧化碳排放强度为 5.47 kg/美元(2000 年),2004 年下降为 2.76 kg/美元,下降了 49.5%,而同期世界平均水平只下降了 12.6%,经济合作与发展组织国家下降了 16.1%。预计我国温室气体排放总量很快为全球第一,达到 90 亿 t 以上^[5]。

胡锦涛主席在联合国气候变化峰会上首次明确承诺,今后中国将进一步把应对气候变化纳入经济社会发展规划,并继续采取强有力的措施。加强节能、提高能效工作,争取到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年有显著下降;目标是单位 GDP 碳减排 40%。《十一五》的目标是 5 年内节省能源 6.2 亿 t 标准煤,按照每吨标准煤排放二氧化碳 2.42 t 计算,相当于少排放 15 亿 t 二氧化碳。大力发展可再生能源和核能,争取到 2020 年非化石能源占一次能源消费比重的 15% 左右。大力增加森林碳汇,争取到 2020 年森林面积比 2005 年增加 4000 万公顷,森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿立方米。大力发展绿色经济,积极发展低碳经济和循环经济,研发和推广气候友好技术。

军用包装的低碳发展主要从减少包装材料和物流能耗等两方面入手。据国外初步抽样调查显示,包装材料的碳排放量构成见图 8,纸物流包装系统占绝大部分。由此,采用长寿命循环物流包装系统代替一次性瓦楞纸箱、纸盒纸罐、纸袋等纸包装制品的使用量,是今后需要着力解决的重大课题。

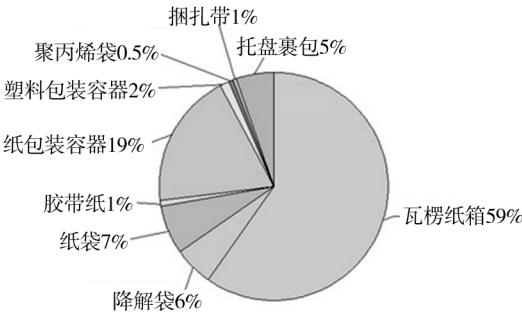


图 8 包装材料的碳排量构成

Fig. 8 Composition of carbon footprint for packaging materials

军事物流过程的碳排放量减少,可以通过减少包装材料质量和包装空隙率、提高集合包装的体积利用率、集中运输、就近采购、优选运输方式和网络优化等

方法实现。物流成本中运输成本与仓储成本占大头,通过选标准化包装件尺寸见图 9a 和采用 CPDS 软件中装柜(装车)优化模块见图 9b,可以在大幅度减少运输与仓储成本的同时,实现军品物流包装系统的碳排放量减少。

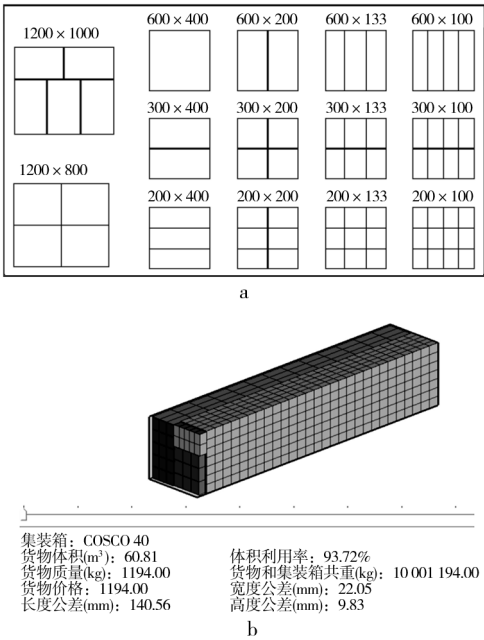


图 9 军品包装件尺寸标准化与装柜(装车)优化

Fig. 9 Standardization for dimension of military packages and loading optimization

碳足迹定量分析的关键是确定各种资源的碳排放系数。不同的材料、能源结构、技术水平、运输工具等因素都将有不同的碳排放系数,需要通过 ISO 14040 等标准中的 LCA 方法进行大量的分析计算得到。

4 结语

运用生态设计方法对军用物流包装系统进行优化设计,是军工部门推进生态文明建设的关键,是再造供应链的源头。采用先进的技术,通过减量化、再利用、资源化、绿色经济的智能设计与定量分析手段,可为部队后勤保障带来重大的经济与社会效益,大幅度提升部队安全保障、快捷配送保障和精益管理信息化保障水平。

参考文献:

[1] 彭国勋.论中国包装工业的可持续发展[J].包装学报,

- 2011,3(4):6—11.
- PENG Guo-xun. On the Sustainable Development of China Packaging Industry[J]. Packaging Journal, 2011,3(4):6—11.
- [2] 彭国勋. 物流包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2012.
- PENG Guo-xun. Logistics Packaging Design[M]. Beijing: Graphic Communication Press,2012.
- [3] 彭国勋. 瓦楞包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2013.
- PENG Guo-xun. Corrugated Packaging Design[M]. Beijing: Graphic Communication Press, 2013.
- [4] 中国物流与采购联合会托盘专业委员会. 中国托盘手册[M]. 北京:中国物资出版社,2010.
- China Federation of Logistic & Purchasing. Chinese tray Handbook[M]. Beijing:China Fortune Press,2010.
- [5] 工业和信息化部国家发展和改革委员会科学技术部财政部.《工业领域应对气候变化行动方案(2012-2020年)》[Z]. 北京:2012.
- The Ministry of Industry and Information Technology. Industrial Action Plan to Address Climate Change[Z]. Beijing: 2012.
- [6] 曾欧,罗亚明. 中国包装工业生态化建设研究[J]. 包装工程,2008,29(5):151—153.
- LUO Ou, LUO Ya-ming. Study on Ecological Construction of Chinese Packaging Industry[J]. Packaging Engineering, 2008,29(5):151—153.
- [7] 于鑫,高欣宝,宣兆龙. 包装废弃物的回收利用与包装设计改进[J]. 包装工程,2000,21(1):48—50.
- YU Xin, CAO Xin-bao, XUAN Zhao-long. Improvement of Packaging Design and Recycling of Packaging Waste[J]. Packaging Engineering,2000,21(1):48—50.
- [8] 彭国勋,许晓光. 包装废弃物的回收[J]. 包装工程,2005,26(5):10—13.
- PENG Guo-xun, XU Xiao-guang. The Recovery of Packaging Waste[J]. Packaging Engineering,2005,26(5):10—13.
- [9] 胡爱武,傅志红. 塑料包装废弃物的回收处理途径[J]. 包装工程,2002,23(3):94—95.
- HU Ai-wu, FU Zhi-hong. Plastic Packaging Waste Recycling Approach[J]. Packaging Engineering,2002,23(3):94—95.
- [10] 丁毅. 木质包装箱结构优化设计[J]. 包装工程,2005,26(10):131—133.
- DING Yi. Optimum Structural Design of Wooden Packaging Box[J]. Packaging Engineering,2005,26(10):131—133.
- [11] FEFCO. Technical Information Sheet:"Carbon Footprint" of Corrugated Packaging[Z]. Brussels-Belgium: 2008.
- [12] JU R, HSIAO B. Drop Simulation for Portable Electronic Products[C]//The 8th International LS-DYNA Users Conference. Michigan,2004(14):1—6.
- [13] MIL-STD-810F, Environmental Engineering Consideration and Laboratory Tests[S].
- [14] NEWTON R E. Fragility Assessment Theory and Practice [Z]. Monterey Research Laboratory, Inc Monterey, California, 1968.
- [15] TENG F C, WU F T, CHENG Chi-chun. Design and Analysis of Packaging Boxes for Flat Panel Displays[J]. Advanced Packaging,2010(33):106—114.

(上接第 139 页)

- [9] GB/T 325.2—2010, 包装容器—钢桶—第 2 部分:最小总容量 208L,210L 和 216.5L 全开口钢桶[S].
- GB/T 325.2—2010, Packaging Containers—Steel Drums—Part 2:Removable Head (Open Head) Drums with a Minimum Total Capacity of 208 L,210 L and 216.5 L[S].
- [10] GB/T 325.3—2010, 包装容器—钢桶—第 3 部分:最小总容量 212 L,216.5L 和 230L 闭口钢桶[S].
- GB/T 325.3—2010, Packaging Containers—Steel Drums—Part 3:Non-removable Head (Tight Head) Drums with a Minimum Total Capacity of 212 l, 216.5 l and 230 l[S].
- [11] 杨文亮,辛巧娟. 钢桶包装标准应用指南[M]. 北京:印刷工业出版社,2013.
- YANG Wen-liang, XIN Qiao-juan. Application Guide of Steel Drum Packaging Standard[M]. Beijing: Printing Industry Press,2013.
- [12] 张连元. 钢桶薄壁化不利于资源再利用[J]. 中国包装工业,2007(6):40—42.
- ZHANG Lian-yuan. Thin-wall Steel Drum Not Conducive to Resource Recycling[J]. China Packaging Industry,2007(6):40—42.
- [13] 杨文亮,辛巧娟. 钢桶用户手册[M]. 北京:印刷工业出版社,2011.
- YANG Wen-liang, XIN Qiao-juan. User Manual of Steel Drums[M]. Beijing:Printing Industry Press,2011.
- [14] 黄现. 危险化学品包装常见质量问题及检测应对[J]. 中国包装,2011(8):54—57.
- HUANG Xian. Common Quality Problems and Testing Response of Dangerous Chemicals Packaging[J]. China Packaging,2011(8):54—57.
- [15] 刘北辰. 谈化工危险品的包装质量问题[J]. 大众标准化,2011(4):51—53.
- LIU Bei-chen. Talk about Chemical Dangerous Goods Packaging Quality Problem[J]. Popular Standardization, 2011(4):51—53.