

枪弹包装箱通用化、系列化、组合化设计

李敏娇^{1*}, 潘敏², 王琳¹, 李晓寅¹, 张亚军³, 乔羽¹, 孙博文¹

(1. 中国兵器工业标准化研究所, 北京 100089; 2. 重庆兴勇实业有限公司, 重庆 401325;

3. 陆军装备部驻重庆地区军代局驻成都地区第一军代室, 成都 610105)

摘要: **目的** 提高枪弹包装箱通用化、系列化、组合化水平, 满足枪弹保障需求。**方法** 研究枪弹包装箱的现状和发展趋势, 通过精简包装箱规格、统一包装箱平面尺寸、设计包装箱高度系列、规范包装箱主体结构、统一包装箱堆码接口、创新包装箱交错堆码方式等规范枪弹包装箱的设计。**结果** 对枪弹包装箱进行通用化、系列化、组合化设计, 试制了样箱, 并试验验证了设计的合理性、先进性。**结论** 通过对枪弹包装箱进行通用化、系列化、组合化设计, 实现一箱多用、不同规格包装箱的“乐高式”混合交错堆码, 可提高包装箱的利用率、堆码稳定性, 利于机械化装卸、集装箱运输、成套化保障。

关键词: 枪弹包装箱; 通用化; 系列化; 组合化; 设计

中图分类号: TB482.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-3563(2024)19-0340-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.19.035

Generalization, Seriation and Combination Design for Cartridge Packing Containers

LI Minjiao^{1*}, PAN Min², WANG Lin¹, LI Xiaoyin¹, ZHANG Yajun³, QIAO Yu¹, SUN Bowen¹

(1. China Ordnance Industrial Standardization Research Institute, Beijing 100089, China; 2. Chongqing Xingyong Industry Co., Ltd., Chongqing 401325, China; 3. The First Military Representative Office in Chengdu Area, Military Representative Bureau in Chongqing Area, Army Equipment Department, Chengdu 610105, China)

ABSTRACT: The work aims to improve the level of generalization, seriation and combination of cartridge packing containers and satisfy the requirements of cartridge support. The current situation and development trend of cartridge packing containers was studied. The cartridge packing containers were designed by simplifying packing container specifications, unifying packing container plane dimensions, designing packing container height, standardizing main structure of packing container, unifying packing container stacking interface, and innovating staggered stacking mode of packing container. The generalization, seriation and combination design of cartridge packing container was carried out. Then, the sample container was trial-produced, and the rationality and advancement of the design were verified by experiments. Through the generalization, serialization and combination design of the cartridge packing container, the "Lego style" mixed staggered stacking of a container with multiple functions and different specifications can be realized, which can improve the utilization rate and stacking stability of cartridge packing containers, and is conducive to mechanized loading and unloading, containerized transportation, and integrated support.

KEY WORDS: cartridge packing container; generalization; seriation; combination; design

通用化、系列化、组合化(以下简称“三化”)是武器装备建设的基本理念,以通用、互换和灵活的分

解组合方式,对武器装备进行扩展、更新和发展,按需求变换品种,从而满足多样化要求。实行“三化”设

收稿日期: 2024-06-05

*通信作者

计,可以充分利用现有的技术成果,缩短研制周期,减少研制风险,降低研制成本,提高装备质量与可靠性,方便部队使用、维护和后勤保障,提高其综合作战能力。枪弹包装箱是枪弹防护、储存、运输、信息统计的重要载体,是战场上士兵直接接触的包装单元,提高其“三化”水平,有利于提高枪弹的综合保障能力及对多种应用场景的适应性^[1-2]。

1 现代军事物流保障对枪弹包装的要求

现代战争模式是在高技术条件下的海陆空三军联合作战,具有战争立体、战场广阔、规模巨大、情况多变、部队机动频繁、物资消耗量大等特点,这对装备保障提出了更高的要求。枪弹包装箱的设计必须基于作战理念,兼顾“平战转换”“五位一体”(包装、装卸、运输、储存、使用)趋势转变,利用先进技术手段,适应现代装备保障需求^[3]。枪弹包装箱应满足以下要求。

1) 便于统一管理。包装箱的材料、结构、外形应规范统一,针对各型枪弹应尽可能通用。尽量减少规格尺寸,规范包装箱的装弹量,便于组织大规模生产,以及对枪弹的运输、贮存、使用等进行统一管理。通过使用标准化的包装箱提高枪弹保障的效率,降低保障的成本。

2) 便于集成托盘单元。弹药托盘单元化是我军大规模联合作战后勤保障和海外物资保障远程投送的必然要求。以托盘为单元进行集装箱化运输,具有运输安全性高、快速保障能力强、野战储存条件好、环境适应性强等优点,托盘便于机械化装卸,集装箱可保持弹药的“建制”输送。枪弹包装箱的设计应充分考虑托盘集装需求,合理设计尺寸结构,便于堆叠组合,适应新时期军事战争的需要^[4]。

3) 适应信息化、智能化改造。未来战争要求大力发展信息化、可视化弹药管理手段,提高弹药保障信息的获取、收集、传输和处理能力。利用扫描器、射频标签、条形码、数据库或战术互联网^[5-6],达到对弹药数量、状态、种类、位置,以及运输过程的精确管理、动态管控^[7],因此包装箱应具有良好的工艺适应性,便于设计,适应信息化、智能化改造。

4) 满足勤务性要求。枪弹包装箱的外形设计应满足弹药作战勤务处理的堆垛、翻箱、拆垛和携行等要求。枪弹包装箱在堆垛、翻箱、拆垛时需要人工作业,包装箱的结构设计应保证人工码垛及拆垛搬离的便捷性,合理设置提手,合理设计枪弹包装件的总重量。

5) 满足运输效率最大化要求。部队在作战过程中的弹药物资主要依赖后方前运,运输距离远,供应难度大,易遭到敌军的打击阻断。为了提高物流效率

和经济效益,不仅要求枪弹包装的内部容积装弹量最大,还需要集装后的外形尺寸满足运输工具空间尺寸的要求,以提高运输工具的空间利用率。

6) 满足不同弹药的成套化保障要求。弹药的成套化是以基本作战单元为基础,通过有效的集装工具对不同种类的弹药进行预先集合包装,形成成套组合标准包,以满足作战单位在不同类型作战中的弹药需求。通过建立弹药成套组合标准包可实现弹药的快速供应,并且避免“把鸡蛋都放在一个篮子中”,可有效降低弹药物流活动中的军事风险,保证弹药供应保障的持续性。美军标规定,专用运输容器设计应易于组合成单元货载,并进行相应的试验^[8]。

7) 适应装卸、运输的环境要求。枪弹包装箱在装卸、物流运输过程中,受到路面颠簸、水面风浪、坡度、转弯、突然启动、急刹等的影响,需要适应振动、冲击、静压力摇摆、稳态加速等力学环境,包装箱的外形结构应进行特殊化设计,确保它在物流运输过程中的结构强度和堆码稳定性。

2 枪弹包装箱“三化”现状分析

弹药长期储存的性质导致目前枪弹包装箱新旧并存的局面,现有的弹药包装标准^[9-10]对枪弹包装缺乏具体、强制性的要求,其标准指导性不强、约束性不足,枪弹包装箱的研制生产缺乏统一的依据,且基于专利、生产条件、生产工艺等多种因素的限制,生产厂家各自为政,导致枪弹包装箱的标准化程度较低^[2]。

2.1 包装箱通用化现状

1) 包装方式不统一。目前枪弹采用纸包+铁匣+木箱、塑料盒+铁箱+木塑箱、塑料盒+塑料箱、纸包+塑料袋+塑料箱、纸盒覆膜+塑料箱、纸盒+托架+塑料袋+木箱、弹链+托架+塑料箱等多种包装方式,外包装箱主要有塑料箱和木箱2种。采用不同的包装方式、包装材料,包装箱的强度及内外包装的密封、防潮、防水、阻燃、低温等性能不尽相同,对环境的适应性能和对枪弹的防护能力存在差别,不利于枪弹的长期统一贮存和使用管理。

2) 外形结构不统一。包装箱由研制单位自行设计,不同包装箱的外形结构不统一,包装箱的堆码结构无法通用,不同型号包装箱的箱盖、把手等零部件不能进行互换,不便于简化保障。

3) 不能一箱多用。包装箱是枪弹的配套产品,不同型号批次包装箱的指标可能存在差别,在规定的弹药基数的条件下,同一包装箱的尺寸、性能不能满足不同型号枪弹的包装需求,需要为每一型新研枪弹设计新的包装箱,造成了资源的浪费。

2.2 包装箱系列化现状

枪弹包装箱未进行系列化设计,包装箱规格混

乱,尺寸系列不符合模数要求。国内枪弹的品种多、数量大、储备分布广,包装箱尺寸规格多,装弹数量各异,给仓库和部队的管理、统计、分发、计划车辆、抽查检验等带来了很多困难。另外,国内枪弹包装箱尺寸除 400 mm×300 mm×240 mm 外,其他包装尺寸无模数规律,不符合 GJB 182B—2013《军用物资直方体运输包装尺寸系列》^[11]中 A 系列要求,与标准的托盘、集装箱等集装工具的匹配性较差,不能满足现代机械化装载、现代化物流运输的需要。

2.3 包装箱组合化现状

包装箱堆叠组合存在障碍。由于包装箱外形结构、堆码接口不统一,规格尺寸混乱,同弹种、不同批次包装箱不能堆叠,不利于部队机械化堆码及混合堆码、物流、空投和仓储等实际使用场景,不能适应班组装备、多品种弹药的一体化纵深投送与保障。有的包装箱在结构设计上存在缺陷,其堆码稳定性不足需求^[12],在运输过程中存在跌落、倒垛、碰撞等风险,容易出现质量问题和安全事故。

3 设计原则

针对枪弹包装箱的典型“三化”问题,枪弹包装箱“三化”设计原则如下。

1) 通用化原则。对包装箱的空间尺寸进行合理设计,使得一种包装箱适用于多种枪弹,实现不同弹种、口径枪弹包装箱的通用化。对包装箱的结构要素进行通用化设计,实现零部件的互换和包装箱的混合堆码,便于统一管理。

2) 系列化原则。精简枪弹包装箱的规格系列,以最少的规格系列满足所有枪弹包装需求。在保证基数化设计的基础上,合理设计包装箱的尺寸、内衬结构、枪弹排列方式等,在保证包装箱一箱多用的情况下实现空间利用率的最大化。

3) 组合化原则。包装箱应便于混合堆码组合,提高包装箱的堆码稳定性,满足单元化成套化供应需求。

4 设计方法

4.1 通用化设计

4.1.1 包装箱材料及主体结构通用化

将枪弹包装箱的材料统一为工程塑料。通过调研,木箱的勤务性较差,开箱后不能重复使用,且木箱易燃,受潮容易变形、腐烂,给包装箱的堆垛、运输和装卸带来了不便。相较于木箱,塑料包装箱具有良好的力学性能和环境适应性,工程塑料通过改性设计,可具备防静电、防电磁、阻燃等防护功能。塑料包装箱具有良好的勤务性,可重复开启使用,便于搬

运携行。工程塑料具有良好的工艺性,可任意设计包装箱的外形结构,实现相应功能,便于印制信息化标签、安装芯片和检测器件,适应信息化、智能化改造。从包装材料的整体发展和现代军事物流对包装的要求来看,塑料包装箱是必然趋势^[13]。

包装箱的设计在满足功能、性能等要求的前提下尽可能简洁、实用,最大程度地精简包装箱的主体结构,减少不必要的空间浪费,提高包装箱的利用率。包装箱采用箱体、箱盖分体式结构,总体为工程塑料注塑成型(如图 1 所示),包装箱的左右两侧通过销轴连接,加装 2 副金属搭扣,保证包装箱扣合稳定牢固可靠。包装箱左右两侧通过销轴加装 2 个提把,在满装情况下具有单人端、双人抬的携行功能。箱盖沿口设计有密封凹槽,密封凹槽内装有密封条。箱体沿口设计为密封凸起,包装箱在扣合时,密封凸起挤压密封条,实现包装箱的密封。2 个系列的包装箱除箱体高度不同以外,其余零件均可互换。为了实现枪弹的快速性、精确性,形成物流与信息技术的高度融合,解决弹药保障过程中枪弹信息的识别、统计问题,提高后勤保障效率,在包装箱预留信息条码的位置,信息条码的位置及大小符合 GJB 5233—2004^[14]的规定。

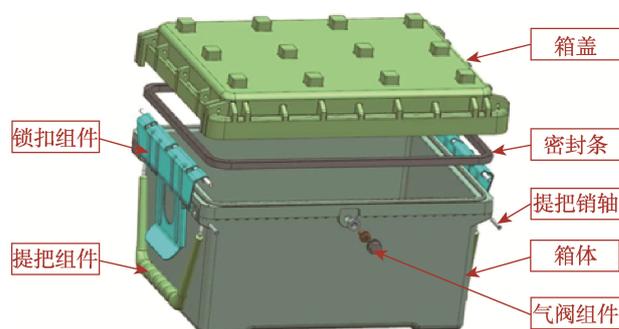


图 1 包装箱结构组成示意图
Fig.1 Schematic diagram of packing container parts

4.1.2 平面尺寸通用化

根据 GJB 1444A—2019《弹药包装通用规范》^[9]3.5.1 条要求,弹药包装的外形尺寸应与搬运、装卸、运输工具及贮存等匹配。外形尺寸设计应满足 GJB 182B—2013《军用物资直方体运输包装尺寸系列》^[11]要求下选择适合的规格尺寸,通过调研,近 10 年的枪弹包装箱平面尺寸大部分采用 400 mm×300 mm,且该尺寸符合 GJB 182B—2013^[11]A 系列的要求。考虑到“三化”设计的延续性、兼容性,选择 400 mm×300 mm 作为包装箱的基本平面尺寸。

4.1.3 包装箱堆码接口通用化

针对现有枪弹包装箱堆码接口不统一的问题,设计通用的包装箱堆码接口,如图 2 所示。在包装箱箱体上、下表面设计均匀分布的正方形凹、凸形定位模块,凹、凸形模块尺寸与位置相匹配,形成“乐高式”

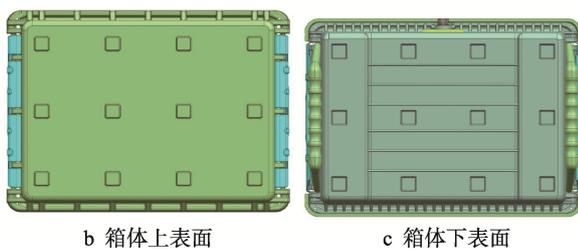
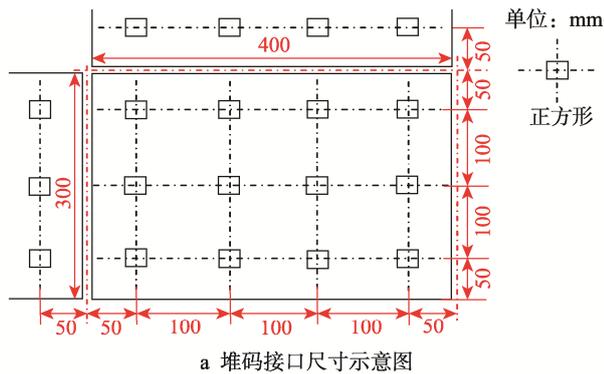


图 2 包装箱箱体堆码结构

Fig.2 Stacking structure of packing container

标准堆码接口。根据包装箱 $400\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ 的平面尺寸, 接口模块呈 4×3 矩阵分布, 相邻接口模块的中心间距为 100 mm , 边缘模块中心距边线 50 mm , 单个接口平面尺寸为 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ 。包装箱的凹槽深度和凸起高度综合考虑了包装箱的堆码稳定性及包装箱箱体厚度, 在满足堆码稳定、结构强度的同时尽量降低箱体厚度, 将箱体堆码凹槽深度设置为 18 mm 。考虑到包装箱在淋雨、湿泥土等环境下, 包装箱底部凹槽沾上湿泥土, 会改变凹槽实际的深度, 导致堆码时不平整, 为了保障包装箱之间能快速、顺利地堆码, 需预留凹槽深度, 将凸起的高度设置为凹槽深度的 $2/3$ 。在堆码接口凹槽和凸起处均设计有圆角和导向角度, 可保障包装箱之间堆码、搬离的便捷性。该堆码接口适用于平面边长为 100 mm 整数倍的包装箱, 实现包装箱不同方向、不同位置的混合、交错堆码。

4.2 系列化设计

从统计数理分析入手, 通过建立数学模型, 进行系统分析, 合理设计包装箱的结构、内衬结构、各规格枪弹排列方式等, 解决内包装容器和中间包装容器模块化、基数化以及与外包装容器的有机融合问题, 实现空间综合利用率的最大化。

通过调研分析及模拟仿真计算, 2 种规格即可满足不同口径枪弹的包装需求。设计包装箱的高度为 2 个系列, I 号包装箱高度与 II 号包装箱高度的比例关系为 $3:4$, 如图 3 所示, L 为 I 号包装箱高度 (不包括凸起的堆码接口)。当 2 个系列包装箱需要混合堆码时, 4 个 I 号包装箱的高度与 3 个 II 号包装箱的高度一致, 8 个 I 号包装箱的高度与 6 个 II 号包装箱的高

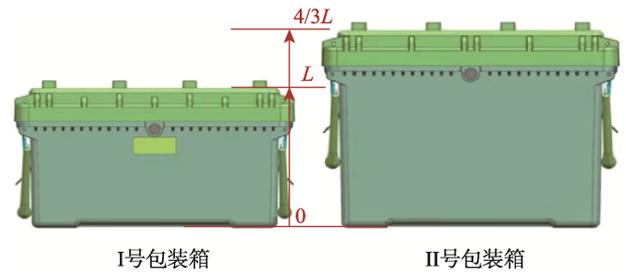


图 3 高度系列包装箱

Fig.3 Height series packing containers

度一致, 未超过集装箱内腔高度 2.197 m ^[15], 在同一运输单元托盘内可实现 2 个型号包装箱的混合堆码。

4.3 包装箱的组合化堆叠

通过标准堆码接口和系列化高度, 可实现不同规格枪弹包装箱的混合、交错堆码, 通过托盘集装方式, 实现现代化装卸、运输管理。以不同枪弹托盘组合成集装箱的运输方式, 满足多品种枪弹一体化成套供应。将该“乐高式”通用堆码接口推广至轻武器等其他包装箱, 在提高堆码稳定性的同时, 真正实现了装备的成套化保障。

包装箱的组合堆码方式如图 4 所示。I 型包装箱在 $1\ 200\text{ mm}\times 1\ 000\text{ mm}$ 的标准托盘上交错堆码的图片如图 4a 所示, 包装箱按图 5 所示的方式进行布置。I、II 号包装箱在 $1\ 200\text{ mm}\times 1\ 000\text{ mm}$ 的标准托盘上混合、交错堆码的图片如图 4b 所示, 2 型包装箱通过堆码接口任意堆叠的图片如图 4c 所示。通过“乐高式”堆码接口, 包装箱在纵向能够相互连接, 加强了堆码后独立单元在纵向的稳固性, 包装箱堆码还可交错布置。通过调整堆码方向, 可使包装箱底部长度方向跨越下层 2 个箱盖的宽度方向, 处于下一层相邻 2 个包装箱能够被上一层布置的包装箱横向连接。上层包装箱可起到连接件的作用, 使得堆码单元中各个包装箱从横、纵方向均能被稳固连接, 整垛包装箱在不采用额外的连接措施的情况下形成一个稳固的整体, 从而解决了原包装箱容易倒垛的问题。堆码的层数可根据实际需要进行调整, 当堆码的层数大于 2 时, 其连接稳固性更加明显。由于尺寸设计的合理性, 在满足稳定性的同时, 保持了边缘的平整性, 不会出现边缘错位凸出的情况。

5 试验验证

针对单个包装箱对不同枪弹的通用性、堆码接口的适配性、2 个系列包装箱混合交错堆码的兼容性、包装箱组合堆码后的稳固性等, 对 2 种型号的包装箱进行试验验证, 开展包装箱的枪弹实装试验、堆码试验、堆码稳定性运输试验等。



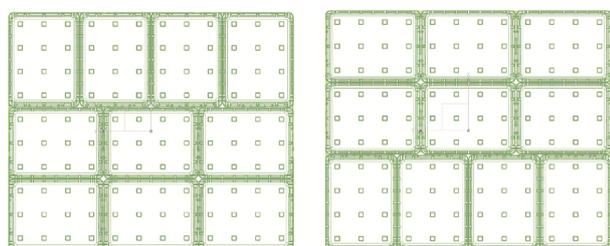
a I号包装箱交错堆码

b I、II号混合、交错堆码

c 任意堆码

图4 包装箱混合、交错、任意堆码示意图

Fig.4 Schematic diagram of mixed, staggered and arbitrary stacking of packing containers



a 第1层

b 第2层

图5 包装箱交错堆码布置示意图

Fig.5 Schematic diagram of staggered stacking arrangement of packing containers

对包装箱进行枪弹实装试验,将不同型号的枪弹带内包装装入包装箱中。其中,I型高度系列的包装箱在满足近30余种不同功能的枪弹、手榴弹包装的前提下,包装箱的容积利用率达到90%以上,满足单个包装箱对多种枪弹通用性的统型要求。将数个标准化规格包装箱在标准托盘单元上进行堆叠,标准托盘单元利用率为100%。与同类包装箱相比,该外包装箱的体积较小,容积利用率较高。

在堆码试验中,采用2人按图4a、b的堆码方式,在1200mm×1000mm的标准托盘上,将包装箱堆叠5层,记录2人操作的堆码速度,验证了2个高度系列包装箱混合、交错堆码的兼容性,以及包装箱堆码及搬离的便捷性。

在运输堆码稳定性试验中,在自然温度下选择平整水泥地面,选择I号包装箱50个,将包装箱分别配质量至29.5~30kg,按图4a所示的堆码方式堆码成包装箱托盘单元后进行公路运输试验,包装箱堆码稳定无倒垛。采用叉车托举包装箱托盘单元,以急加速、急停、急转弯、画“8”字、圆圈等方式行驶,对比交错堆码、不交错堆码2种方式的稳定性,结果显示,交错堆码提高了整个托盘单元包装箱的稳定性,满足叉车转运、卡车运输等要求。

6 结语

“三化”是一种先进的设计方法,是实施标准化设计的高级方式,对枪弹包装箱进行“通用化、系列化、组合化”设计,精简规格系列,合理设计包装箱尺寸和空间结构,可实现一箱多用及不同规格包装箱的“乐高式”混合交错堆码,提高了堆码稳定性,利于集装化运输、成套化保障,有必要在全军范围内推广应用。

参考文献:

- [1] 姚恺,李天鹏,刘淑真,等.我国弹药包装设计热点问题分析及发展研究[J].包装工程,2020,41(9):238-242.
YAO K, LI T P, LIU S Z, et al. Hot Issues Analysis and Development Study of Ammunition Package Design in China[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(9): 238-242.
- [2] 穆彤娜.我军军用物资包装及包装标准的现状与发展趋势[J].包装工程,2009,30(10):51-53.
MU T N. Analysis of the Development of Packaging and Packaging Standard of Military Material of Our Army[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 51-53.
- [3] 陈军文,崔利海.基于弹药能力发展的包装需求与对策分析[J].包装工程,2009,30(10):62-63.
CHEN J W, CUI L H. Analysis of Packaging Demands and Countermeasures Based on Ammunition Capability Development[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 62-63.
- [4] 姜大为,林婉妮,刘小平.军用物资托盘单元集装方式分析与建议[J].包装工程,2022,43(21):252-259.
JIANG D W, LIN W N, LIU X P. Analysis and Suggestions on Containerization Method of Military Material

- Pallet Unit[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(21): 252-259.
- [5] United States of America Department of Defense. *Military Marking for Shipment and Storage: MIL-STD-129R*[S]. Washington: Department of Defense Standard Practice, 2018.
- [6] United States of America Department of Defense. *Identification Marking of US Military Property: MIL-STD-130N*[S]. Washington: Department of Defense Standard, 2012.
- [7] 关继成, 李良春. 信息化条件下弹药保障需求分析[J]. *兵工自动化*, 2017, 36(8): 47-50.
GUAN J C, LI L C. Demand Analysis of Ammunition Support under Information Condition[J]. *Ordnance Industry Automation*, 2017, 36(8): 47-50.
- [8] United States of America Department of Defense. *Specialized Shipping Containers: MIL-STD-648D*[S]. Washington: Department of Defense, 2008.
- [9] 中央军委装备发展部. 弹药包装通用规范: GJB 1444A—2019[S]. 北京: 国家军用标准出版发行部, 2019.
Equipment Development Department of the Central Military Commission of the People's Republic of China. *General Specification for Ammunition Packaging: GJB 1444A-2019*[S]. Beijing: National Military Standard Publication Distribution Department, 2019.
- [10] 中国人民解放军总装备部. 枪弹包装通用规范: GJB 4507—2002[S]. 北京: 总装备部军标出版发行部, 2002.
The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department. *General Specification for Cartridge Packaging: GJB 4507-2002*[S]. Beijing: The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department Military Standard Publication Distribution Department, 2002.
- [11] 中国人民解放军总后勤部. 军用物资直方体运输包装尺寸系列: GJB 182B—2013[S]. 北京: 中国人民解放军总后勤部后勤科学研究所, 2013.
The Chinese People's Liberation Army General Logistics Department. *Dimensions of Rectangular Transport Packages for Military Materials: GJB 182B-2013*[S]. Beijing: The Chinese People's Liberation Army General Logistics Department Logistics Research Institute, 2013.
- [12] 陈韬, 刘瑜, 申楠公. 弹药包装箱运输性设计[J]. *包装工程*, 2017, 38(23): 31-36.
CHEN T, LIU Y, SHEN N G. Transportability Design of Ammunition Packaging Container[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(23): 31-36.
- [13] 易胜, 杨岩峰, 陈愚. 外军弹药包装发展研究[J]. *包装工程*, 2012, 33(1): 129-133.
YI S, YANG Y F, CHEN Y. Study of Foreign Military Ammunition Packaging Development[J]. *Packaging Engineering*, 2012, 33(1): 129-133.
- [14] 中国人民解放军总装备部. 通用弹药条码编制方法: GJB 5233—2004[S]. 北京: 总装备部军标出版发行部, 2004.
The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department. *The Workout Method of Barcode for Common Ammunition: GJB 5233-2004*[S]. Beijing: The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department Military Standard Publication Distribution Department, 2004.
- [15] 中国人民解放军总装备部. 军用集装箱类型、尺寸和额定质量: GJB 4361—2002[S]. 北京: 总装备部军标出版发行部, 2002.
The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department. *Type, Dimensions And Ratings of Military Freight Containers: GJB 4361-2002*[S]. Beijing: The Chinese People's Liberation Army General Armaments Department Military Standard Publication Distribution Department, 2002.