

综 述

外军装备维修及对我军弹药维修的启示

曹宏安, 黄鹏波, 谢全民, 谢俊磊

(武汉军械士官学校, 武汉 430075)

摘 要: 首先介绍了外军装备维修的现状和发展趋势, 之后指出了我军弹药维修存在的问题, 最后得出对我军弹药维修保障发展的启示。认为我军弹药维修保障应向军民一体化方向发展, 开展全寿命保障, 提高保障信息化水平, 进行弹药两级维修体制的论证, 并倡导绿色维修的新理念。

关键词: 弹药维修; 军民一体化; 全寿命保障; 信息化; 两级维修; 绿色维修

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2014.05.013

中图分类号: E9 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)05-0062-07

The Status and Developing Trend of Foreign Troops Equipment Maintenance and the Enlightenment to Ammunition Maintenance of PLA

CAO Hong-an, HUANG Peng-bo, XIE Quan-min, XIE Jun-lei

(Wuhan Ordnance N. C. O Academy of PLA, Wuhan 430075, China)

ABSTRACT: The article first introduced the status and developing trend of foreign troops equipment maintenance, and then introduced the existing ammunition maintenance problems of PLA, finally the article got some enlightenment to the development of ammunition maintenance and support. It was thought that the ammunition maintenance support should develop towards the direction of civil-military integration, the whole-life support should be implemented, the informatization level should be enhanced, the ammunition two-level maintenance system should be demonstrated, and the philosophy of green maintenance should be promoted.

KEY WORDS: ammunition maintenance; civil-military integration; whole-life support; informatization; two-level maintenance; green maintenance

维修作为武器装备工作不可分割的有机组成部分, 是保持、恢复乃至提高战斗力的重要因素。我军在维修理论研究及技术应用方面与外军有一定差距, 分析外军装备维修的现状与发展趋势, 可为我军弹药维修保障建设提供借鉴。

1 外军装备维修现状与发展趋势

随着科技的发展和装备维修保障理论的深层次研究, 外军在装备维修保障中十分重视合同商力量

收稿日期: 2014-06-08; 修订日期: 2014-07-18

Received: 2014-06-08; Revised: 2014-07-18

作者简介: 曹宏安(1981—), 男, 讲师, 主要研究方向为弹药储存、弹药修理、弹药销毁。

Biography: CAO Hong-an(1981—), Male, Lecturer, Research focus: storage, repair and destroy of ammunition.

的运用、全系统全寿命保障、维修保障信息化建设、维修体制的改革等,具体说来主要是:

1) 利用地方力量参与装备维修保障。高新技术在武器装备中大量应用,增加了维修保障难度,使保障任务极其繁重,对维修人员的素质要求也大大提高,同时又由于现代军队编制朝小型化发展,单纯依靠军队几乎不可能完成维修保障任务,军地联合维修保障已成为各国军队装备维修保障的发展趋势。美军通过签订保障合同,采取外包、租用和雇佣、东道国支援等方式广泛利用地方资源参与后勤保障,其50%以上的空运和85%以上的海运由合同商完成。利用地方力量进行保障也是降低费用的好方法,美军通过改革军用规范和标准,代之以军民两用规范,促进高新技术民转军,每年节约300亿美元的国防开支。另外,美军还出台了一系列法规,实现了合同商保障工作的制度化,如陆军条令AR715-9《伴随部队的合同商》、野战手册FM100-21《战场上的合同商》、《战场合同商保障草案》等,这些条令规定了如何在战场上获得合同商保障服务。日本也在不断加强军外维修,建立了较完善的军民结合的武器装备维修体系,制定了军外力量运用的法律法规体系。另外,还建立了军民结合的教育训练体系,不断扩大军内教育训练机构,并大力提倡地方教育机构为军队培养人才^[1-14]。

2) 注重装备全系统全寿命保障。全系统全寿命保障的核心是在装备的设计、研制、生产、采购、补给、使用和报废的全过程中,把保障的因素考虑在内。如美军非常重视维修性和测试性设计,规定新装备在设计阶段要达到以下几方面要求:①具有良好的维修可达性,合理布置各组成部分及检测维修点,便于故障检测和维修;②通过权衡分析和迭代设计使系统功能划分和模块组合最优化,提高组件的标准化、通用化、模块化和互换性;③完善防差错设计及识别标记,提高维修工作中的安全性和工作效率。美军还一直在探索新的合同制后勤保障方法,其中最引人注意的是“从摇篮到坟墓”的合同管理方法,即“谁研制,谁生产,谁保终身维护,乃至退役处理”。这种方法将全系统全寿命保障与合同商保障结合起来,起到了良好的效果^[15-20]。

3) 注重维修保障信息化建设。外军在大力发展信息化武器装备的同时,也十分重视装备维修保障的信息化建设,大量应用信息技术,力求实现装备

维修保障“精确化”。为有效地实施武器装备维修保障,美军在装备维修领域应用了状态监控、故障预测预报、故障检测诊断、人工智能及自动化技术、数据处理与传输、网络通信等信息技术,开发应用了维修专家系统、远程维修系统、嵌入式传感器故障检测诊断设备、技术保障机器人以及机动式武器系统自动检测维修站,信息化建设整体达到了较高水平^[21-24]。

4) 某些导弹实行两级维修体制。外军导弹维修体制经历了五级、四级、三级维修体制的演变,现行较多的是基层级、中继级、基地级三级维修体制。20世纪90年代初,为缩短维修时间、合理使用维修技术人员和节约经费,美军开始探索维修体制的优化途径,先后对“爱国者”导弹、TACMS导弹等成功实施了两级维修体制改革。20世纪90年代中后期,俄罗斯的“C-300v”等也开始向两级维修体制过渡。导弹的两级维修体制是在三级维修体制的基础上,取消中继级维修机构,通过较高的运输能力来保证基层和基地两级维修的高效性。目前两级维修体制已成为导弹系统维修发展的趋势之一^[25-31]。

5) 绿色维修成为装备维修的新趋势。传统的装备维修仅考虑装备基本属性的恢复,忽视了维修工作的环境属性。绿色维修即采用绿色环保材料、节能环保工艺,尽量减少或消除维修时产生的废气、废渣、噪音和各种辐射等,并对维修后的废弃物进行环保处理。绿色维修作为新的维修理念,在维修各个环节应始终贯彻节约资源、防止污染、保护人员健康安全等原则,也是装备维修保障发展新方向^[32-37]。

2 我军弹药维修保障现状

老式弹药一般库存量较大,且在现代战争中使用的比例越来越小,修理后部队也不一定能用上,最后还得报废处理,因此从经济效益上考虑,可以不修或缓修,直接等待报废。对技术较复杂、价值较昂贵、储备量不大的在役待修弹药,必须进行修理以保证部队作战和训练需要。因此,我军今后一段时期的弹药维修保障工作将主要围绕新型高价值弹药展开。

新型弹药维修技术的复杂性,对弹药维修保障提出了更高的要求,我军现行的维修体系保障能力

存在一定不足,主要表现在以下几个方面^[38-49]。

1) 原有的质量检测模式不适用于新型弹药的要求。高技术弹药集机、光、微电子等技术于一体,部分弹种采用了子母或串联战斗部、底排或火箭增程、激光驾束制导、末端制导、近炸或电子时间引信等新部件和新结构,检测项目、内容和方法与传统弹药相比发生了重大变化,原有的质量监控模式已不能完全满足要求。首先,高技术弹药单发价值高、批量小,传统的“大样本检测模式”难以适应其检测要求;其次,高技术弹药性能参数多、测试复杂、检测环境条件要求高,对设施设备和人员素质提出了特殊要求;再次,高技术弹药定点集中存放、运输要求高,不适宜将弹药样品运送到军区级机构实施集中检测。

2) 质量检测装备研制水平较低。目前,我军弹药检测装备技术水平滞后于弹药装备的发展,研发机制不够完善,部分特殊监测任务尚无法依托自身力量完成,迫切需要借助弹药生产厂商的技术力量,研制新型弹药质量检测装备。

3) 维修保障能力建设滞后。首先是缺少与新型弹药配套的修理规程、技术图册、器材目录、设备工具等保障资源,还不能快速形成维修能力。其次是部队维修人员的技术素质不适应保障需求。部队维修人员缺乏维修实践的机会,即使进入院校培训,动手实践机会也不多。

4) 弹药全寿命维修保障水平较低。全系统、全寿命管理是当代武器装备管理领域最先进的管理思想和方法,我军从 20 世纪 80 年代起开始重视武器装备全寿命管理研究,但是由于管理体制原因,全寿命管理思想没有成为主流,全寿命保障水平较低。主要表现在弹药研制过程中维修性设计不够,弹药无损检测技术水平与发达国家还有一定差距,新型高技术弹药由于组件寿命差异较大,储存寿命相对缩减,对维修的需求更加迫切。

5) 弹药保障信息化水平不高。我军弹药维修保障的信息化建设处于刚刚起步阶段,还没有进行系统的研究论证。目前,仓库和部队的弹药质量信息主要以报表的形式上报军区信息管理部门,经汇总后上报总部信息管理中心,信息传递的时效性差,不能满足及时沟通的需求,而且由于经历多道人工手续,上报过程中非常容易出错。另外由于上下级以及兄弟单位之间没有有效的沟通渠道,信息利用

率低下。

3 对我军弹药维修的启示

高价值弹药维修能力建设是维修保障建设的重点,这也是由以战斗力为标准、以效益为中心的目标决定的。上文介绍了外军装备维修现状和发展趋势,分析了我军弹药维修存在的问题,对我军弹药维修保障的下一步发展有以下启示。

1) 建立军民一体化的弹药维修保障机制。新的保障机制中,履行维修保障职能仍以军队自身力量为主,合同商的作用主要是参与保障能力的建设^[50]。具体来说有以下几个方面:第一,利用弹药研制单位科研优势提高检测维修装备技术水平。如果单凭军方科研力量研制高技术弹药的检测维修装备,需要耗费大量的人力、物力,不仅浪费资源,效果不理想,且随着弹药技术日趋复杂而日益困难。研制单位对特定弹种的结构、性能等非常熟悉,有充足的人才和技术资源。因此,可与弹药研制单位签订检修装备研制合同,使弹药与检修装备同时定型采购,此外研制单位还应参与新型弹药修理设施的建设。第二,利用合同商力量帮检帮修。高技术弹药大修对检测装备及人员素质的要求很高,在没有生产厂家参与的情况下,实行起来比较困难,所以要求生产厂家组织技术力量全程跟踪指导修理作业。另外,某些弹药若列装数量少,军方不必专门建设修理条件,由合同商帮助军方或独立承担对弹药的质量监测,确定质量等级,并对待修弹药实施返厂修理。第三,利用合同商力量培养维修保障人才。研制单位拥有人才、科技优势和成套生产设备、弹药实物等大量现成可利用资源,便于开展实践教学活,培养急需的新型弹药教学和维修骨干人才。因此,应建立军队院校、训练机构、基层部队和地方军工企业相结合的专业人才联合培养、联合训练的体系和机制,建设一支知识门类齐全、综合素质优良的维修专业队伍。

2) 建立弹药全寿命保障体系。要从实现和保持装备的整体作战效能出发,把与装备保障有关的全部内在因素作为一个整体来考虑,应用系统工程方法进行保障。一是在弹药的研制阶段将可靠性、维修性、保障性纳入其中,进行系统性设计,提高战斗力和保障力,减少人力和资源消耗。二是充分调

动军队和地方保障资源潜力,发挥军民一体化保障合力,建立“从摇篮到坟墓”的全寿命管理体制。对于技术复杂、保障设施要求高、数量少的弹药,可完全交由生产厂提供全寿命保障,以提高综合保障效益。

3) 加强信息化建设,实现跨越式发展。弹药维修保障信息化最主要的目的是实现弹药维修信息的共享,准确、快速、高效地实现信息在各相关单位之间的流通利用。当前,我军应尽快进行信息化试点工程建设,可选择一个军区保障机构、一个后方仓库、一个炮兵旅(团),以战备供应和质量管理的局部信息化为目标,初步建成纵向覆盖各级机关和基层,横向覆盖相关保障机构、部队和院所,具有高效决策、快速反应、精确保障、远程支援等能力的信息化保障局部网络,探索信息化条件下弹药保障规律和建设经验。

4) 进行弹药两级维修体制建设论证。与上述导弹维修不同,建立弹药两级维修体制,应保留基地级、中继级两级修理,加强这两级的修理能力建设和机动检修能力建设,取消基层级修理,在弹药仓库(中心)检修所只进行简单的弹药技术检查和维护保养工作。之所以提出上述体制建设构想,第一,高技术弹药结构复杂,修理主要是以大修的形式进行,且由于我国幅员辽阔,单凭数量有限的大修厂难于满足弹药修理需求,因此需保留并加强基地级、中继级修理能力建设;第二,我军大部分弹药仓库都建有(中心)检修所,如果每个仓库都配上弹药维修设施设备,资源利用率极低,浪费严重,不如代之以机动检修设备,依需要对库存弹药进行检修;第三,高技术弹药定点集中存放、运输要求高,不适宜运送到军区级机构集中检测修理,需要大力研制机动式弹药检测修理设备,增强机动修理能力。

5) 倡导绿色维修新理念。绿色维修是一个系统工程,贯穿了装备维修工作的各个阶段。倡导绿色维修,需要法律制度保障。ISO 14000 环境管理体系是国际上关于绿色生产的规范,我国也据此建立了相应的法规和标准体系。在装备维修领域,相关部门也要制定规章制度,把绿色环保思想贯彻到弹药维修的各个方面。绿色维修也需要相应的理论做支持,应积极开展绿色维修模式、绿色维修设计原理与技术、绿色检测维修原理、绿色维修工艺与材料等

方面的理论研究^[51]。

倡导绿色维修还需要物资与技术支持。物资支持指开发节能、环保、可回收的新材料、器件、溶剂,如开发低挥发性、无毒的油漆等。技术支持包括研究嵌入式诊断技术、无损检测技术等故障诊断检测技术;研究节约资源、节约能源的维修工艺,使维修中产生的废液、废气、废渣、噪声最少,同时对维修废弃品进行环保处理,回收金属、贵金属等有用材料。

4 结语

通过对外军装备维修保障现状和发展趋势的分析,结合我军弹药维修现状,认为我军弹药维修保障应向军民一体化方向发展,开展全寿命保障,提高保障信息化水平,进行弹药两级维修体制的论证,并倡导绿色维修的新理念。由于笔者才疏学浅,文中偏颇之处,希望广大同行共同探讨。

参考文献:

- [1] 刘增勇,陈祥斌,赵坤,等. 军民一体化装备维修保障风险评估[J]. 兵工自动化,2012,31(9):27—31.
LIU Zeng-yong, CHEN Xiang-bin, ZHAO Kun, et al. Risk Assessment of Civil-Military Integration of Equipment Maintenance Support [J]. Ordnance Industry Automation, 2012,31(9):27—31.
- [2] 吕岳卿,程中华,王禄超. 美军装备合同商保障分析[J]. 价值工程,2010(23):246.
LYU Yue-qing, CHENG Zhong-hua, WANG Lu-chao. Analysis on Contractor Support in USA Army [J]. Value Engineering, 2010(23):246.
- [3] 李源,杨建军. 美军战时利用地方资源保障后勤装备维修的启示[J]. 国防科技,2008,29(5):42—53.
LI Yuan, YANG Jian-jun. The Enlightenment of U. S' Army Using Civil Resource for the Logistic Equipment Maintenance at Wartime [J]. National Defense Science & Technology, 2008,29(5):42—45.
- [4] 刘军,吴鸣. 外军装备保障外包实践及启示[J]. 装备指挥技术学院学报,2007,18(6):15—17.
LIU Jun, WU Ming. Foreign Armed Forces Practice in Equipment Support Outsourcing and Its Enlightenment to Our Army [J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2007,18(6):15—17.
- [5] 吴鸣,刘军. 装备维修保障外包经济学分析[J]. 装备指挥技术学院学报,2006,17(2):5—9.

- WU Ming, LIU Jun. Outsourcing Economics Analysis on the Repairing and Maintenance of Weaponry[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2006, 17(2): 5—9.
- [6] 刘佳妮. 美军战场合同商保障及其战备水平对我军的启示[J]. 装备指挥技术学院学报, 2006, 17(6): 15—18.
- LIU Jia-ni. Inspiration to Our Army about American Army Field Contractor Support and Their Combat Readiness[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2006, 17(6): 15-18.
- [7] 薄大伟, 张天将. 美军在装备保障管理中实行合同商保障举措探析[J]. 国防技术基础, 2005(2): 6—8.
- BO Da-wei, ZHANG Tian-jiang. Analysis on American Army Contractor Support in Equipment Support Management[J]. Technology Foundation of National Defence, 2005(2): 6—8.
- [8] 翟明明, 赵永朋. 装备军地一体化维修保障探析[J]. 装备指挥技术学院学报, 2005, 16(5): 32.
- ZHAI Ming-ming, ZHAO Yong-peng. Discussion on Civil-Military Integration of Equipment Maintenance Support[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2005, 16(5): 32.
- [9] 王营信, 李清葆. 美军社会化保障做法及对我们的启示[J]. 军事经济研究, 2004(9): 79—80.
- WANG Ying-xin, LI Qing-bao. The US Army Socialization of Logistic Support and the Enlightenment[J]. Military Economic Research, 2004(9): 79—80.
- [10] 何嘉武, 郭秋呈. 伊拉克战争美军后勤(装备)保障特点及启示[J]. 装甲兵工程学院学报, 2003, 17(3): 96—99.
- HE Jia-wu, GUO Qiu-cheng. The Characteristics and Enlightenment of American Logistics (Equipment) Support In the Iraqi War[J]. Journal of Academy of Armored Force Engineering, 2003, 17(3): 96—99.
- [11] 总装备部. 信息化战争装备维修保障[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- Headquarter of General Equipment. Equipment Maintenance Support in Information Warfare[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2007.
- [12] 吴新平. 日军装备保障民间力量的运用[J]. 通用装备保障, 2003(2): 46—47.
- WU Xin-ping. Application of Civilian Force in Japanese Army Equipment Support[J]. General Equipment Support, 2003(2): 46—47.
- [13] 邹小军. 军地一体化装备维修保障模式研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2007.
- ZOU Xiao-jun. Research on the Mode of Civil-Military Integration of Equipment Maintenance Support[D]. Changsha: The National Defense Science and Technology University, 2007.
- [14] 刘军. 军事装备保障外包研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2006.
- LIU Jun. Research on Outsourcing of Military Equipment Support[D]. Changsha: The National Defense Science and Technology University, 2006.
- [15] 宋宏, 李军林. 浅谈装备保障发展趋势[J]. 机械管理开发, 2012(6): 78—79.
- SONG Hong, LI Jun-lin. Future Development of Equipment Support[J]. Mechanical Management and Development, 2012(6): 78—79.
- [16] 于永利, 康锐. 装备综合保障基础理论及技术的若干问题[J]. 装甲兵工程学院学报, 2010, 24(6): 1—8.
- YU Yong-li, KANG Rui. Problems about Basic Theory and Technology of Equipment Integrated Support[J]. Journal of Academy of Armored Force Engineering, 2010, 24(6): 1—8.
- [17] 刘佳妮, 丁雪峰, 李渊, 等. 试论装备综合保障与军民融合式装备保障[J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21(4): 30—34.
- LIU Jia-ni, DING Xue-feng, LI Yuan, et al. Discussion on Integrated Logistic Support and Civil-Military Integration Equipment Support[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2010, 21(4): 30—34.
- [18] 朱岩, 金顶云, 薛军. 装甲装备保障性工程研究[J]. 装备制造技术, 2009(3): 126—130.
- ZHU Yan, JIN Ding-yun, XUE Jun. Research on Armored Equipment to Protect and Engineering[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009(3): 126-130.
- [19] 栗琳, 王绪智. 美军装备保障新理论新技术发展趋势[J]. 中国表面工程, 2007, 20(1): 6—10.
- LI Lin, WANG Xu-zhi. The Study on the Development Trend of New Equipment Sustentation Theories and Technologies of American Army[J]. China Surface Engineering, 2007, 20(1): 6—10.
- [20] 徐胜, 李树广. 军民通用装备社会化保障模式研究[J]. 装备指挥技术学院学报, 2004, 15(4): 32—36.
- XU Sheng, LI Shu-guang. The Socialized Modes of the Equipment Support in Common Use of Military-civil Aspects[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2004, 15(4): 32—36.
- [21] 崔岩, 何海兵, 李江. 军民一体化装备维修保障信息化

- 建设问题探讨[J]. 装备制造技术, 2011(7): 115—116.
- CUI Yan, HE Hai-bin, LI Jiang. Discussion on Military-Civilian Integration Equipment Maintenance Support Information Construction [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2011(7): 115—116.
- [22] 王永德. 装备保障信息化建设浅析[J]. 舰船电子工程, 2010(8): 148—151.
- WANG Yong-de. Research on the Construction of Equipment Support Informatization [J]. Ship Electronic Engineering, 2010(8): 148—151.
- [23] 阎晋屯, 钱明亮, 夏旻, 等. 装备维修保障信息化建设顶层设计研究[J]. 国防科技, 2008, 29(6): 1—6.
- YAN Jin-tun, QIAN Ming-liang, XIA Min, et al. A Research of Armament Maintenance & Support Informatization Development General Design [J]. National Defense Science & Technology, 2008, 29(6): 1—6.
- [24] 任永胜, 胡山林. 外军装备保障信息化建设管窥[J]. 国防技术基础, 2008(8): 55—61.
- REN Yong-sheng, HU Shan-lin. Foreign Armed Forces Practice in Equipment Support Informatization [J]. Technology Foundation of National Defence, 2008(8): 55—61.
- [25] 谢斌, 蔡忠春, 李晓明, 等. 中外装备维修保障体制比较研究[J]. 装备制造技术, 2012(3): 103—105.
- XIE Bin, CAI Zhong-chun, LI Xiao-ming, et al. The Sino-Foreign Comparative Study of Materiel Maintenance Support System [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2012(3): 103—105.
- [26] 孙万国, 王学智, 杜峰, 等. 美陆军数字化部队装备保障特点及其启示[J]. 装甲兵工程学院学报, 2010, 24(6): 17—21.
- SUN Wan-guo, WANG Xue-zhi, DU Feng, et al. Characteristics of US Army Digital Forces Equipment Support and Their Implications [J]. Journal of Academy of Armored Force Engineering, 2010, 24(6): 17—21.
- [27] 卢永吉, 王远达, 刘扬, 等. 地空导弹系统维修体制优化研究[J]. 航空兵器, 2008(6): 63—66.
- LU Yong-ji, WANG Yuan-da, LIU Yang, et al. Research on the Optimization of Maintenance System for Ground-to-Air Missile System [J]. Aero Weaponry, 2008(6): 63—66.
- [28] 刘忠敏. 军械装备维修保障理论与实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 30—34.
- LIU Zhen-min. Ordnance Setup Service Safeguard Theory and Practice [M]. Beijing: Headquarter of General Equipment, 2007: 30—34.
- [29] 杨宏伟, 李勇, 李庆全. 伊拉克战争装备保障的启发[J]. 物流科技, 2004, 27(4): 87—90.
- YANG Hong-wei, LI Yong, LI Qin-quan. Primary Argument of Equipment Support of Iraq War [J]. Logistics Management, 2004, 27(4): 87—90.
- [30] DALLAS S W, JENKINS J C. Two-level Maintenance for Missile System [C]//IEEE. System Readiness Technology Conference, 1989: 347—350.
- [31] NICHOLSON R A. Vertical Commonality is Successful for the Army TACMS Missile [C]//IEEE. System Readiness Technology Conference, 1992: 362—379.
- [32] 张惠民, 王生凤, 李庆全. 基于装备资源节约的绿色维修技术体系研究[J]. 兵工学报, 2010, 31(12): 179—182.
- ZHANG Hui-min, WANG Sheng-feng, LI Qing-quan. Issues on Resource Conservation and Green Equipment Maintenance Technology [J]. Acta Armamentarii, 2010, 31(12): 179—182.
- [33] 王新政, 陈良根, 徐明. 浅谈装备的绿色综合保障[J]. 海军航空工程学院学报, 2010, 31(12): 298—300.
- WANG Xin-zheng, CHEN Liang-gen, XU Ming. Brief Introduction to the Green Comprehensive Support Equipment [J]. Journal of Naval Aeronautical, 2010, 31(12): 298—300.
- [34] 马世宁, 孙晓峰. 装备绿色维修的发展方向[J]. 中国表面工程, 2006, 19(5): 36742.
- MA Shi-ning, SUN Xiao-feng. Development Direction of Equipments Green Maintenance [J]. China Surface Engineering, 2006, 19(5): 36—42.
- [35] 朱旭聰, 李昌定. 绿色维修在装备器材修复中的应用[J]. 中国表面工程, 2006, 19(5): 234—236.
- ZHU Xu-cong, LI Chang-ding. Application of Green Maintenance in Repairing of Navy Equipment [J]. China Surface Engineering, 2006, 19(5): 234—236.
- [36] 马世宁, 孙晓峰. 装备绿色维修的发展[J]. 金属热处理, 2004, 27(4): 49—52.
- MA Shi-ning, SUN Xiao-feng. Development of Equipment Green Maintenance [J]. Heat Treatment of Metals, 2004, 27(4): 49—52.
- [37] 吴建忠, 何海龙, 陈志兵, 等. 维修思想发展综述[J]. 装备指挥技术学院学报, 2003, 14(3): 20—23.
- WU Jian-zhong, HE Hai-long, CHEN Zhi-bing, et al. Summarize the Development of Maintenance Thought [J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2003, 14(3): 20—23.

- [38] 牛跃听,穆希辉. 信息化弹药贮存寿命评估研究展望[J]. 装备环境工程,2013,10(5):94—97.
NIU Yue-ting, MU Xi-hui. Research Prospect of Information Ammunition Storage Life Evaluation[J]. Equipment Environmental Engineering, 2013, 10(5): 94—97.
- [39] 孙传杰,钱立新,胡艳辉,等. 灵巧弹药发展概述[J]. 含能材料,2012,20(6):661—667.
SUN Chuan-jie, QIAN Li-xin, HU Yan-hui, et al. Development of Smart Munitions[J]. Energetic Materials, 2012, 20(6): 661—667.
- [40] 杨绍卿. 灵巧弹药工程[M]. 北京:国防工业出版社,2010:3—7.
YANG Shao-qing. Smart Munition Engineering[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010: 3—7.
- [41] 方向,张卫平,高振儒,等. 武器弹药系统工程与设计[M]. 北京:国防工业出版社,2012.
FANG Xiang, ZHANG Wei-ping, GAO Zhen-ru, et al. System Engineering and Design of Weapon and Ammunition[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2012.
- [42] 总装备部. 弹药检测总论[M]. 北京:国防工业出版社,2000.
Headquarter of General Equipment. Ammunition Testing Pandect[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2000.
- [43] 仲伟君,齐杏林,张有峰. 高价值弹药储存可靠性小子样评估可用信息分析[J]. 四川兵工学报,2011,32(6):52—56.
ZHONG Wei-jun, QI Xing-lin, ZHANG You-feng. Analysis on Useful Information in Small Sample Storage Reliability Evaluation of High Value Ammunition[J]. Sichuan Ordnance Journal, 2011, 32(6): 52—56.
- [44] 范志锋,许良. 信息化弹药的发展及其特点与保障对策[J]. 国防技术基础,2010(9):31—34.
FAN Zhi-feng, XU Liang. Characters of Information Ammunition and Suggestions for Its Support[J]. Technology Foundation of National Defence, 2010(9): 31734.
- [45] 黄晓霞,李荣强,张艳霞. 信息化弹药的研究现状及发展建议[J]. 兵工自动化,2008,27(4):56—58.
HUANG Xiao-xia, LI Rong-qiang, ZHANG Yan-xia. Status and Suggestions of Development on Information Ammunition[J]. Ordnance Industry Automation, 2008, 27(4): 56—58.
- [46] 刘振宇,郝永安,李创新. 浅谈弹药修理存在的问题及对策[C]//中国兵工学会第二届维修专业学术年会论文集. 北京:解放军出版社,2004:645—647.
LIU Zhen-yu, HAO Yong-an, LI Chuang-xin. Discussion of Question in Ammunition Maintenance and its Measures[C]//Essay Collection of the Second Annual Meeting of China Ordnance Society For Maintenance. Beijing: The People's Liberation Army Press, 2004: 645—647.
- [47] 荣明宗. 武器装备全系统全寿命管理的一个首要问题——武器装备全寿命期的阶段划分[J]. 装备指挥技术学院学报,2002,13(2):14—19.
RONG Ming-zong. A First Problem for Management of Total System and Entire Life Cycle of Weapons and Equipments—A View for Phase-divided about Weapons Life Cycle[J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2002, 13(2): 14—19.
- [48] 黄珍贵,刘旭,卿俊. 武器装备全系统全寿命管理探讨. 装备制造技术,2014(1):274—277.
HUANG Zhen-gui, LIU Xu, QING Jun. Discussion on the System of Weapon and Equipment life Cycle Management[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(1): 274—277.
- [49] 总装备部. 弹药质量管理学[M]. 北京:国防工业出版社,2007:204—214.
Headquarter of General Equipment. Management Science of Ammunition Quality[M]. Beijing: Headquarter of General Equipment, 2007: 204—214.
- [50] 总装备部. 新型军械装备军民一体化维修保障[M]. 北京:总装备部,2009.
Headquarter of General Equipment. Civil-Military Integration of Maintenance Support for New Ordnance Equipment[M]. Beijing: Headquarter of General Equipment, 2009.
- [51] 王向阳,孙学锋. 装备的绿色维修[C]//中国兵工学会第二届维修专业学术年会论文集. 北京:解放军出版社,2004:868—873.
WANG Xiang-yang, SUN Xue-feng. Equipment Green Maintenance[C]//Essay Collection of the Second Annual Meeting of China Ordnance Society For Maintenance. Beijing: The People's Liberation Army Press, 2004: 868—873.