

# 退役报废通用武器雷达回收处理级别决策分析

罗龙均<sup>1,2</sup>, 李良春<sup>1</sup>, 宋桂飞<sup>3</sup>, 张易<sup>1</sup>

- (1. 军械工程学院 军械技术研究所, 石家庄 050000;  
2. 中国人民解放军75752部队, 广东 佛山 528100;  
3. 中国空气动力研究与发展中心, 四川 绵阳 622661)

**摘要:**我国退役报废通用武器雷达的回收处理工作任务量大、形势紧迫,可借鉴经验少,尤其在针对不同装备的不同状态选择相应回收处理级别时难以快速决策。通过对退役报废通用武器雷达的回收处理方式与层次进行分析,得到了用于确定其回收处理级别的决策模型,为我国国防物资销毁中心实施回收处理作业提供了理论参考,具有较好的通用性。

**关键词:** 退役; 报废; 通用武器雷达; 回收处理; 决策

**DOI:** 10.7643/issn.1672-9242.2013.03.022

**中图分类号:** TJ089      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2013)03-0091-05

## Decision-making of Recycling Level of Retired and Condemned Common Weapon and Radar

LUO Long-jun<sup>1,2</sup>, LI Liang-chun<sup>1</sup>, SONG Gui-fei<sup>3</sup>, ZHANG Yi<sup>1</sup>

- (1. Ordnance Technology Institute of Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050000, China;  
2. Unit 75752 of PLA, Foshan 528100, China;  
3. China Aerodynamics Research and Development Center, Mianyang 622661, China)

**Abstract:** The recycling of our retired and condemned common weapon and radar faces an urgency situation of burdensome tasks and less experience. It's difficult to make a decision efficiently to select the corresponding recycling level for different types of equipment in different states. With analysis of the recycling ways and gradations of retired and condemned common weapon and radar, a decision-making model of recycling level was put forward. The purpose was to provide theoretical reference for recycling of our retired and condemned common weapon and radar.

**Key words:** retired; condemned; common weapon and radar; recycling; decision-making

退役报废通用武器雷达(简称退役报废武器)包括枪械、榴弹发射器、火炮、光学仪器、防暴器材、冷兵器、配套专用车辆、配套电站、无人机、雷达、指挥仪、射击指挥系统等,专指由于战术技术性能落后,

收稿日期: 2013-01-19

作者简介: 罗龙均(1986—),男,四川广安人,硕士,助理工程师,主要从事武器装备非军事化研究。

材料、结构老化或自身严重损坏不能修复、无修复价值、影响使用安全等原因不宜继续服役的装备<sup>[1]</sup>。现阶段,我国退役报废武器回收处理工作刚刚起步,各处理机构大多仍处于边摸索边实践边总结的阶段,在处理工作中缺乏较为统一的操作指南与处理决策。因此,研究退役报废武器回收处理级别的决策问题,具有较强的现实意义。

## 1 退役报废武器回收类型和层次

### 1.1 处理类型

在退役报废武器回收处理过程中,会出现两种类型的回收系统,即开环回收系统(open-loop recycling)与闭环回收系统(closed-loop recycling)。开环回收系统是指一种装备的零部件经回收后用作另一种装备的零部件或原材料,是一种单向转化的过程。闭环回收系统则是指回收的装备零部件仍然用于原类型装备的生产或维修过程中,是一种侧重于重用的过程。

传统做法中认为武器装备的生命周期是一个开环直线型模式,装备生产出来后进入部队使用,直至其生命终止时将其废弃而改用新的同类型装备,如图1所示。由此一来,必然会有大量退役报废武器被当作无用件甚至废弃物处理。



图1 开环直线型装备生命周期  
Fig. 1 Open-loop linear equipment life cycle

新的回收处理模式则追求退役报废武器的价值最大化,通过有效的回收方式使零部件得到重用或再加工,从而形成闭环型的生命周期。此时,生产厂家能够从部队使用者手中获得可再利用的零部件或材料,经过生产加工后再向部队提供使用。生命周期循环模式如图2所示。

理想模式下的闭环型装备生命周期模式<sup>[2]</sup>为在闭环系统中使用过的产品重新进入制造系统,并作为零部件资源和新材料完全得到再次利用,最终达

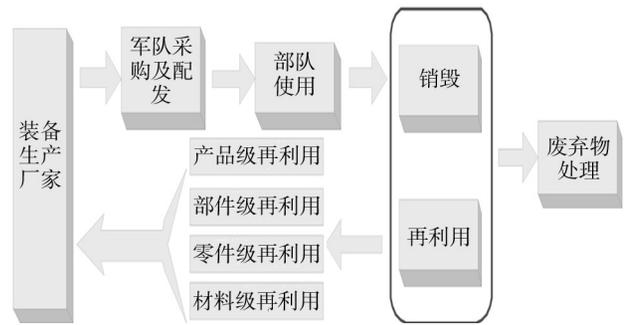


图2 闭环型装备生命周期  
Fig. 2 Closed-loop equipment life cycle

到材料与能量的平衡。与开环型相比,其中增加了回收再利用环节。按照装备的实际情况与处理需要,有的装备可以进行整装利用,有的装备能在部件级经过再制造重用,有的可以在零件级加以翻新或移用;当以上产品级、部件级、零件级都无法进行时才进行材料级回收,并将最终废弃物进行环保型处理。按照这种思路,退役报废装备被逐级分解,经过重用、移用、再生等途径,将最后留下的废弃物数量降至最少,实现经济、社会效益的最大化。

### 1.2 处理层次

退役报废武器的回收处理层次可按两种方式分类,一类是按装备结构顺序进行区分,一类是按回收部分的使用方式来分类。

装备回收按结构顺序区分可分为4个主要层次,即产品层、部件层、零件层、材料层,也可详细分解为产品层、部件层、零件层、材料层、能量层和填埋层<sup>[3]</sup>。其中,产品层在回收层次上级别最高,是指退役报废武器经过不断的升级维护,得以重新使用或作为军援军贸赠予或卖予他国。退役报废武器在被拆卸后,部分零部件经再制造或直接作为零配件进入使用领域。对于无法重新利用或在役装备中已经不需要该型零部件时,才将装备进行材料回收,通过毁形、分选、熔炉等成为可用材料。剩下的一部分材料中可燃物通过焚烧获取能量,其余的残渣将在考虑环保的前提下通过填埋等方式进行处理。

按退役报废武器回收部分的使用方式可将其分为:

- 1) 直接重用(Reuse),即将回收到的零部件直接

用于新装备制造或换件维修中;

2) 再制造(Remanufacture),是指将回收的零部件经过先进表面技术、微纳米涂层机微纳米减摩自修复材料和技术、修复热处理技术、再制造毛坯快速成形技术及过时装备的性能升级技术等对废旧装备进行修复和改造<sup>[4]</sup>;

3) 高级回收(Priority Recycling),是指回收的材料被应用在另一更高价值的装备生产中;

4) 次级回收(Inferiority Recycling),是指将回收到的材料用于较低价值的装备生产中;

5) 低级回收(Elementary Recycling),也称化学分解回收,是指将回收的零部件通过化学方式分解为基本元素或单元体,用于生产其他装备;

6) 末级回收(Energy Recycling),也称能量回收,一般通过燃烧等方式回收能量,如热能发电等;

7) 掩埋处理(Burying),是指将退役报废武器处理后的最终剩余废弃物进行填埋处理。

## 2 地方废旧产品回收处理决策方法

在针对废旧产品回收处理方式进行决策选择的研究上,地方相关企业和研究机构进行了较多的探索。

倪俊芳<sup>[5]</sup>采用马尔可夫链理论和层次分析法对产品使用阶段的不确定性和市场对回收零部件或材料的需求变化这两个影响因素进行了分析和讨论。通过对废旧产品可重用最大价值的层次分析法评估决策模型,最终得到各种方案的优劣排序,以达到回收最佳方案的正确选取。

CM Rose<sup>[6]</sup>将废旧产品的处理策略分为6类,即再使用、维修、再制造、拆卸后的材料回收、粉碎获取材料、废弃物处理。

胡贵彦等<sup>[7]</sup>对国内外报废产品回收拆解有关法律法规、回收方法、拆解及再利用进行了分析讨论,在此基础上提出了回收再利用的改进意见和建议。

刘志峰等<sup>[8-9]</sup>提出了基于回收策略的层次拆卸模型,建立了回收经济性评估模型来定量评估回收收益。将报废产品的回收策略分为零部件回收、材料回收和需经特殊处理的零部件回收,使得拆卸过程中目标性更强,更有针对性,避免了拆卸过程中的非法操作,提高了零部件的回收利用率。同时,根据

废旧产品特点,结合工艺、环境、经济、设备等相关数据和专家知识,建立了废旧产品回收工艺流程评价决策系统,系统采用客户/服务器的数据库结构,结合改进的层次分析法和遗传算法模型实现了回收工艺流程的智能决策,最终生成回收工艺优劣的评价报告。

HC Zhang等<sup>[10-11]</sup>在进行决策分析时主要考虑了3个因素,即环境影响、相关成本和材料可回收性。在结合回收可行性和资源密集度基础上,利用模糊层次分析法将其进行整合分析,得到一般废弃产品的最佳回收决策。

对于退役报废武器而言,研究其回收决策方法,对回收处理具有重要的指导作用,不但能简单化回收处理级别,指导后续的处理过程,还能避免过多的资源浪费与环境污染。

## 3 退役报废武器回收处理级别决策模型

回收处理级别是指根据装备具体情况,确定其整体及零部件的回收处理方式。同时,根据各退役报废武器的实际情况,将各零部件的回收处理方式作为回收处理级别的基本依据。按照从整体到部件,再到材料的顺序,通常将其分为以下6级<sup>[6,12]</sup>:

1) 整体回收,装备整体直接或经维修后重新使用在其他领域;

2) 部件回收,退役报废武器的部件经过维修、再制造等处理后,重新使用;

3) 零件回收,退役报废武器的部分零件,如易损件、通用件、标准件等,经技术鉴定合格后,可通过简单维修或再制造后重新使用;

4) 材料回收,通过破碎、熔炉、分解等方式进行材料回收利用;

5) 能量回收,通过燃烧等方式进行能量回收利用;

6) 环保处理,对最终剩余无用物进行无害化处理。

根据部队反映的退役报废武器拆卸实际情况及回收处理经验,在此确定5个关键指标,分别为功能完整性、拆卸难易程度、有无破坏、有无锈蚀或不可拆、有无污染,来确定退役报废武器的回收级别。

1) 功能完整性:基本功能是否受破坏,是否通

过简单维护即可重新使用。

2) 拆卸难易程度:一般情况下,可通过对某种零部件的拆卸时间来确定其拆卸难易程度,如根据实际情况界定,见表1。

表1 拆卸难易程度确定方法

Table 1 Determination of disassembling difficulty degree

拆卸时间	拆卸需求	难度评定
$T < T_1$	手工拆卸	低
$T_1 \leq T \leq T_2$	通过普通工具拆卸	中
$T > T_2$	使用专用工具拆卸	高

注:  $T_1, T_2$  根据各装备性质进行确定。

3) 有无破坏:退役报废武器的零部件在回收前是否就已损坏或在拆卸过程中能否保持完整状态。对无回收利用价值和按正常方法难以分解的退役报废武器及部件,可采取相应安全、省工的破坏性手段实施拆解。

4) 有无锈蚀:退役报废武器的零部件表面及关键连接点是否生锈腐蚀。

5) 污染性:回收过程中是否会产生难以利用并对环境有害的污染物。

根据这5个指标,就能基本确定退役报废武器回收处理方法并得到决策建议,具体模型如图3所示。

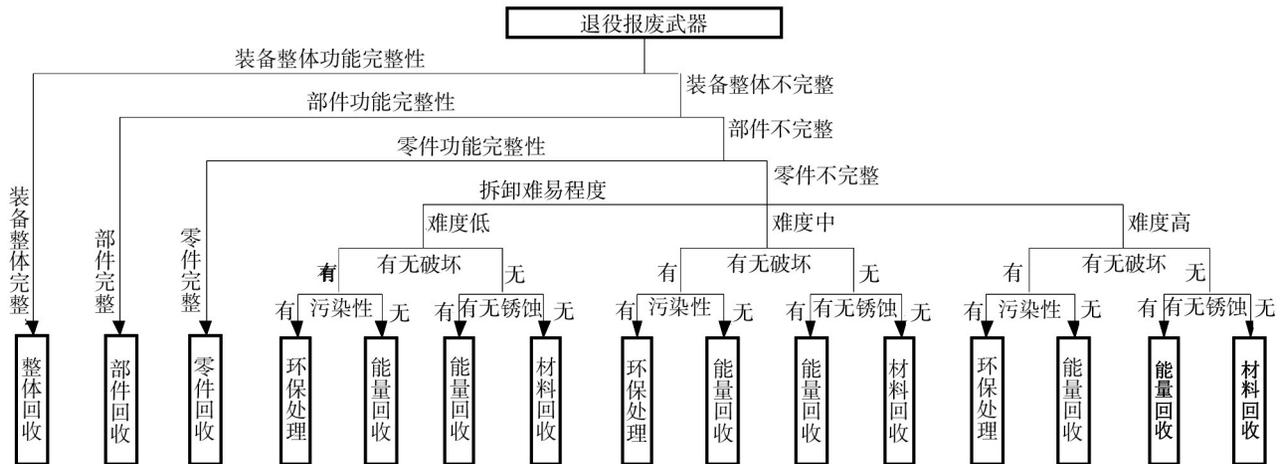


图3 退役报废武器回收处理级别决策模型

Fig. 3 Decision-making model of retired and condemned weapon recycling level

### 4 决策模型的补充改进

军用装备具有明显的特殊性,出于对军事技术的保密及安全等因素考虑,往往会形成一些具有军队特点的回收处理方式。

1) 有秘密载体的退役报废武器必须对相应零部件进行部件回收与零件回收,然后作销密处理。

2) 退役报废武器的毁形处理必须保证不能修复、不能使用、不能拼装、不保原形。因此,对轻武器通常不进行回收利用,在采用烧、砸、拆卸、切割、挤压、焊封等毁形手段破坏其原形后,直接送钢厂熔炼。对火炮、雷达、指挥仪、射击指挥系统、情报指挥系统等重型设备,通常采用大拆大卸的方式破坏其

战术、技术性能,同时主要部件(如炮管、炮门等)采取切割、气焊等手段实施毁形。被毁形的机械部件送钢厂熔炼或卖给国防物资回收中心。

3) 无回收利用价值的枪械小件、散件、残件,必须随部件一起炼钢销毁,不得掩埋或抛弃。已完全退出现役的通用雷达,其零部件和元器件不作部件回收或零件回收。

4) 橡胶和塑料制品不作部件回收或零件回收,仅作材料回收或能量回收。

### 5 结语

一直以来,武器装备的回收处理受到国家和军队的极大关注。军队退役报废武器作为国家生产资

料的重要组成部分,对其进行合理安全的回收处理不仅关系到能源节约和环境保护等社会发展问题,还关系到社会稳定、治安维护的社会安定问题。对退役报废武器进行回收处理过程中,除考虑到其军事用途的属性外,其中包含的枪械类武器更是作为一种容易流入社会的伤人兵器而需要密切监控。总之,退役报废武器的回收处理任重而道远,在这方面的研究还有待进一步发展。

#### 参考文献:

- [1] 全军军事术语管理委员会. 中国人民解放军军语[M]. 北京: 军事科学出版社, 2011: 526.
- [2] 颜海群, 叶胜平. 未来装备技术保障展望[J]. 装备环境工程, 2007, 4(6): 89—91.
- [3] 冯坤. 中国电子线路板的回收状况及其收益评价的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2001.
- [4] 徐滨士. 装备再制造工程的理论与技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 18—19.
- [5] 倪俊芳. 废旧产品的回收决策[J]. 机械科学与技术, 2000, 19(2): 291—294.
- [6] ROSE C M. Design for Environment: A Method for Formulating Product End-of-life Strategies[D]. California: Stanford University, 2000.
- [7] 胡贵彦, 杜志平, 周三元, 等. 中日汽车回收拆解对比研究[J]. 国际物流, 2009, 28(7): 251—252.
- [8] 刘志峰, 张少亭, 宋守许, 等. 报废汽车拆卸回收的经济性分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2009, 32(3): 347—350.
- [9] 刘志峰, 林巨广, 刘光复, 等. 废旧产品回收工艺流程评价决策支持系统研究与开发[J]. 中国机械工程, 2002, 13(20): 1773—1776.
- [10] Zhang H C. A Decision-making Model for Material Management of End-of-life Electronic Product[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2000, 19(2): 94—107.
- [11] 廖静林, 江劲勇, 路桂娥, 等. 废弃火炸药的处理与再利用研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(4): 108—111.
- [12] 刘世伦, 倪明仿, 王生凤, 等. 面向寿命周期的装备资源性设计策略研究[J]. 资源科学, 2011, 33(3): 564—569.

(上接第82页)

箭发射冲击试验条件的确定,某型飞机任务系统振动试验条件确定上进行了应用。根据目前应用情况来看,利用实测数据确定航空武器装备环境试验条件是一种行之有效的方法。所建立的飞机平台环境实测数据库及预计系统在工程应用上得到了初步验证,能为产品研制过程中确定环境和可靠性试验条件提供有力支持。

### 3.2 展望与建议

在航空型号研制过程中大力推行平台环境实测,积累平台环境实测数据,构建平台环境数据库系统,实现数据资源共享是一项基础性工作,对航空装备的研制具有重要的意义。特别是随着型号研制进程的加快,型号项目不断增加,基础数据的积累和充分利用就显得更加重要。然而,这项工作由于跨度大、工作量多、时间周期长,各单位对其重视程度不一,因此目前开展并不理想,不能满足型号研制需要。建议在新型号研制过程中,加强平台环境实测工作,确保型号研制有足够的数据库可用;建立行业共

享、集体受益的基于金航网的基础环境数据库,实现航空系统内厂、所通过网络浏览器进行便捷的远程数据访问、查询、下载、上传和数据分析计算功能,以真正实现航空装备基础数据资源共享,资源最大化利用,使有限的数据库发挥更大的作用;进一步加强飞机平台环境分析预计系统的开发,确保已有环境数据能够得到高效使用。

#### 参考文献:

- [1] 腾永昌. Oracle9i 数据库管理员使用大全[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] THOMAS V C. A Vibroacoustic Database Management Center for Shuttle and Expendable Launch Vehicle Payloads[J]. The Journal of Environmental Sciences, 1987, 30(6): 24—26.
- [3] HEATON P, CZUCHNA J. Prediction of Dynamic Environments for Airborne External Stores during Aircraft Straight and Level Flight[J]. Journal of the Institute of Environmental Sciences, 1996, 39(4): 28—32.
- [4] 钟德均. 飞机振动预计方法研究[J]. 飞行试验, 1999(1). (余不详)