

航空运输集装箱托盘生命周期的 IDEF0 功能模型

芮茂雨, 安红, 陈思杨
(空军勤务学院, 徐州 221000)

摘要: **目的** 研究航空运输集装箱托盘生命周期的 IDEF0 功能模型, 满足集装箱化航空运输快速发展的需要, 实现航空运输集装箱托盘管理的流程化、精细化和科学化。 **方法** 采用 IDEF0 方法将航空运输集装箱托盘生命周期自上而下地进行分解, 研究航空运输集装箱托盘生命周期在各个层级所包含的活动内容及其纵横关系。 **结果** 模型划分为3层, 第1层 A-0 层定义了航空运输集装箱托盘生命周期功能模型的主题和范围, 第2层 A0 层将 A-0 层进一步展开, 描述了整个模型的运作流程, 第3层将 A0 图中较为复杂的托盘储存模块、托盘使用模块、托盘大修模块细化分解成了功能清晰的子流程 A3, A4, A5。 **结论** 采用 IDEF0 建模方法构建航空运输集装箱托盘生命周期的功能模型, 能够直观表示航空运输集装箱托盘在整个生命周期所经历的各个阶段及其功能。该模型是以航空运输集装箱托盘为中心的货物运行系统的基础架构, 可根据需要扩展提供更多的细节。

关键词: 航空运输; 集装箱托盘; 生命周期; IDEF0; 功能模型

中图分类号: E234 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0222-06

IDEF0 Functional Model for Life Cycle of in Airlifting Container Pallet

RUI Mao-yu, AN Hong, CHEN Si-yang
(Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: The work aims to study IDEF0 functional model for life cycle of airlifting container pallet, so as to meet the rapid development requirements of containerized military air transportation and to streamline, refine and scientize the management of airlifting container pallets. The IDEF0 method was used to resolve the life cycle of airlifting container pallet from top to bottom. Activity contents and their vertical and horizontal relationships at all levels of life cycle of airlifting container pallet were researched. The model was refined into three layers. The first layer A-0 defined the theme and scope of the life cycle functional model of airlifting container pallet. The second layer A0 further expanded itself and described the operation process of the entire model. The more complicated pallet storage module, pallet usage module and pallet overhaul module in Fig. A0 were refined into sub processes A3, A4 and A5 with clear functions by the third layer. The life cycle functional model of airlifting container pallet which was established through the IDEF0 method could visually indicate all phases and their functions experienced by the airlifting container pallet during the entire life cycle. Focused on the airlifting container pallet, the model is the infrastructure for the cargo operation system and it can be extended to provide more details as needed.

KEY WORDS: airlifting; container pallet; life cycle; IDEF0; functional model

随着集装箱化航空运输的快速发展, 航空运输集装箱托盘在整个空运链条中的地位作用日益凸显。它可有效解决货物装载零散、比容差异大、码垛及固定困难等问题, 避免货损货差, 减少劳动强度, 提高装卸效率^[1]。明确航空运输集装箱托盘生命周期, 有利于加强

对托盘的全寿命管理, 实现托盘管理的流程化、精细化和科学化。建立航空运输集装箱托盘生命周期功能模型, 可以直观地表示出托盘在整个生命周期所经历的各个阶段及其功能作用。该模型是以托盘为中心的货物运行系统的基础架构, 可根据需要扩展提供更多的

收稿日期: 2016-06-27

作者简介: 芮茂雨 (1987—), 男, 硕士, 空军勤务学院讲师, 主要研究方向为交通运输勤务与装备。

细节^[2]。

1 IDEF0 方法

IDEF0 是 IDEF 方法族的一员, 由美国空军率先提出并推广应用, 主要用来建立流程的功能模型^[3]。IDEF0 建模方法能够从逻辑关系和内容构成上理清生命周期等系统活动的整体脉络, 将复杂的系统流程自上而下地分解成逻辑清晰、功能鲜明的活动单元, 变无机的离散元素为有机的结构因子, 具有实用性强、应用便捷等优点, 现已成为推进系统流程管理精细化、科学化的最为有力手段之一^[4]。通过 IDEF0 方法建立的功能模型在结构上包括递阶分解结构和活动单元结构 2 部分。递阶分解结构(见图 1)是 IDEF0 功能模型的结构轮廓, 直观体现了系统中各活动单元的逻辑顺序和相互关系, 可以根据需要逐级将活动分解成下一层更小的活动。这种阶梯结构有利于确定模型的范围。通过观察图形, 得到更深入的理解, 防止系统描述中不必要的繁琐和疏漏。活动单元结构(见图 2)是 IDEF0 功能模型的基本元素, 由活动、输入、控制、机制、输出 5 个部分组成, 其中, “活动”用动词表示, 描述了该活动单元所进行的活动特性; “输入、控制、机制、输出”均用名词表示, 分别描述活动所需资源、条件限制、所需人员或设施设备、活动完成结果。采用 IDEF0 方法可以直观有效地描述航空运输集装托盘的生命周期, 对于改进航空运输集装

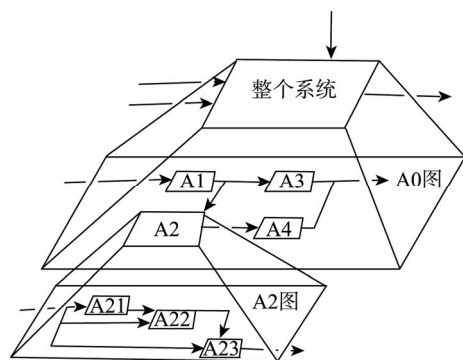


图 1 IDEF0 递阶分解结构

Fig.1 IDEF0 hierarchical decomposition structure

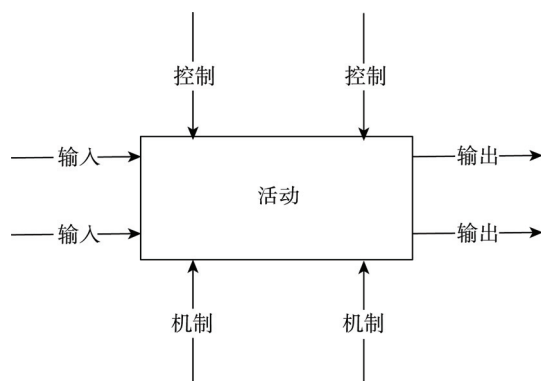


图 2 IDEF0 活动单元结构

Fig.2 IDEF0 active element structure

托盘循环套用模式以及信息化管理手段具有重要的基础性作用^[5]。

2 IDEF0 模型建立

2.1 第 1 层 A-0 图

如图 3 所示的 A-0 图为航空运输集装托盘生命周期的整体功能模型, 其抽象地描述了航空运输集装托盘生命周期的基本功能。其结构与活动单元结构相类似, 活动名称为“用托盘移动货物”。箭头部分包括输入、控制、机制、输出 4 个方面内容^[6]。其中, 输入部分是指对拟要空运的货物, 采取物资转运、优化分配、改变包装等措施, 使之具备使用航空运输集装托盘进行集装化运输的能力。控制部分是指货物通过航空运输集装托盘进行运输, 所需要受到的组织、程序、规则、限制等方面的控制。该部分属于规范性内容, 从系统设计、采购说明、技术指令等方面进行详细规范, 确保航空运输集装托盘应用的科学正规。机制部分主要包括托盘、人员、移动设备、货机等内容, 通过它们配合发生作用, 执行集装化空运的相关操作。输出部分是指对该节点中已经处理过的产品执行下一步操作^[7]。

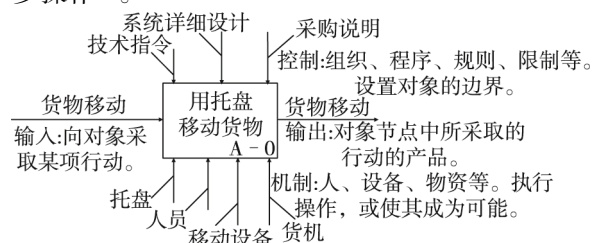


图 3 航空运输集装托盘生命周期功能模型 A-0 图

Fig.3 Life cycle functional model A-0 diagram of airlifting pallet

2.2 第 2 层 A0 图

如图 4 所示的 A0 图表示与 A-0 图相同的信息范畴。A0 图是航空运输集装托盘生命周期功能模型的顶层图, 它从结构上反映了模型的观点, 较为详细和系统地描述了整个航空运输集装托盘生命周期的功能构成和各功能模块之间的关系。内容包括购买托盘、分配托盘、储存托盘、使用托盘、大修托盘、托盘的处理/丢失等 6 个部分^[8]。首先由专人负责购买托盘, 然后将其转入分配托盘环节。进入分配托盘环节的托盘还包括部分使用后回收的托盘以及大修后回收的托盘。在该环节需要投入的工具要素包括托盘、人员以及运输车辆等。托盘在完成分配之后, 连同部分使用或大修过的托盘一并转入储存托盘环节。在该环节对受损托盘进行大修检测, 并与大修托盘环节形成“检测、大修、回收储存”的闭合回路^[9]。新分配的托盘、维修好的托盘将转入使用托盘环节进行装卸应用, 损坏的托盘送去大修, 无法使用的托盘转入托盘

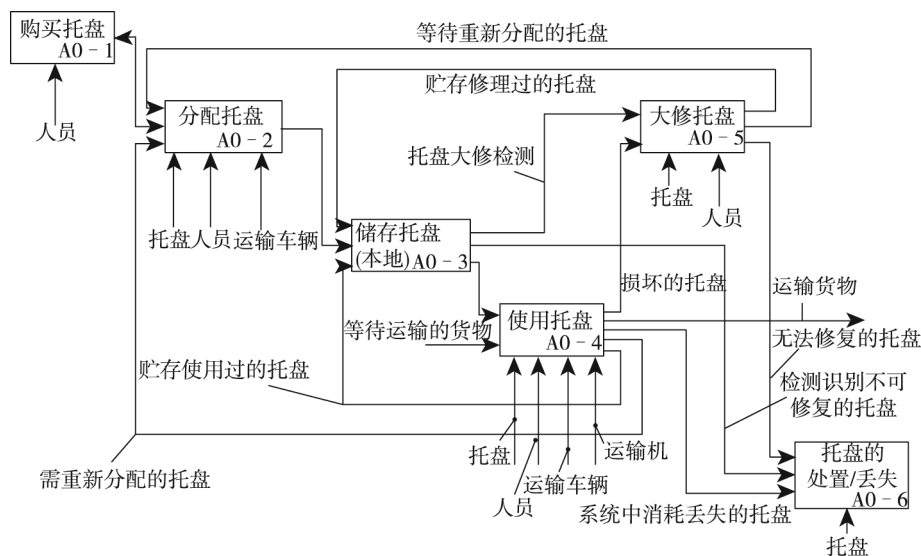


图 4 航空运输集装托盘生命周期功能模型 A0 图

Fig.4 Life cycle functional model A0 diagram of airlifting pallet

的处置/丢失环节进行报废处理。

2.3 第 3 层

将 A0 图中较为复杂的托盘储存模块、托盘使用模块、托盘大修模块分解成低一级的 A3 图、A4 图和 A5 图，见图 5—7，使系统的功能细化，流程更加清晰。

2.3.1 托盘储存模块功能模型 A3 图

A3 图 (图 5) 描述了托盘储备仓库的托盘运行流程，在环节上主要包括接收托盘、检查托盘、维修托盘 (少数)、储存托盘、发送托盘使用、发送托盘大修、发送处理等 7 个部分。首先，仓库对托盘进行检查。接收到仓库的托盘包括新分配的托盘以及部分使用或大修过的托盘。然后，仓库对托盘进行检查。检查合格后，托盘被转入储存托盘环节，并根据需要将托盘发送使用。入库储存的托盘，每隔 6 个月要做一次储存检查。发现托盘有受损问题时，如果情况紧

急，可以将受损托盘进行本地维修，但由于仓库存在技术人员短缺、维修设备缺乏等问题，只能进行少数托盘的维修，并且需要进行复检，复检合格后方可重新转入储存托盘环节^[10]。对于复检不合格的托盘以及多数的受损托盘，需转入发送托盘大修环节进行大修检测，检测发现的损坏问题要详细地记录在技术清单上，供厂家有针对性地掌握托盘受损情况。当损坏的托盘积累到一定数量时，将其运回生产厂家进行维修^[11]。检查发现托盘因损坏严重已经无法使用时，将其转入发送处理环节实施报废。

2.3.2 托盘使用模块功能模型 A4 图

A4 图 (图 6) 主要包括托盘和物资准备、托盘打板、运输托盘和货物、存储部分码垛好的托盘、托盘拆垛、托盘处理等 6 个部分。首先，使用单位从储备仓库获取托盘、网、垫料，将其转入该单位的消耗

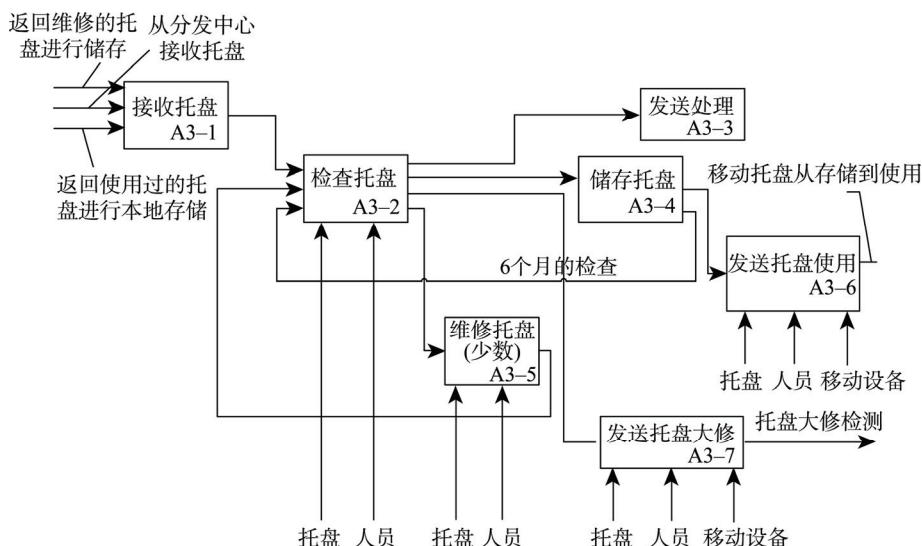


图 5 托盘储存模块功能模型 A3 图

Fig.5 Tray storage module function model A3 diagram

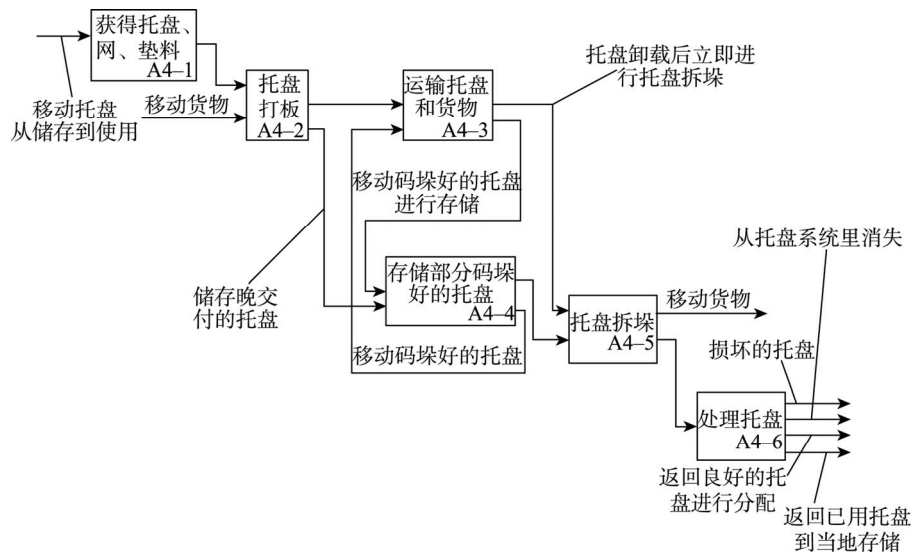


图 6 托盘使用模块功能模型 A4 图

Fig.6 Tray using module function model A4 diagram

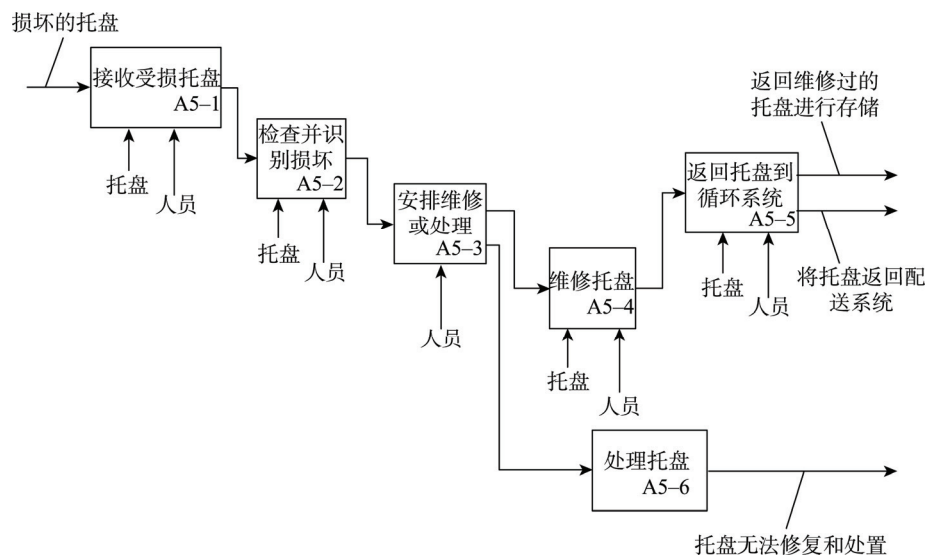


图 7 托盘大修模块功能模型 A5 图

Fig.7 Tray overhaul module function model A5 diagram

仓库，做好使用准备。然后，将货物进行收集归类整理，根据货物的集装化作业方案，将货物打板到托盘上^[12]。码垛好的托盘有 2 个去向：一是直接通过运输发送到任务地点，卸载后立即进行托盘拆垛以转移货物；二是存储或转运到指定单位消耗库，并根据任务需要，采取就近或转运的方式，转入托盘拆垛环节实施货物卸载并转移^[13]。在托盘拆垛环节，从托盘上卸下的货物被移动到使用地域，空托盘则转入处理托盘环节。在托盘处理环节，损坏的托盘被发送大修，使用后状态良好的托盘被重新分配或运往储备仓库^[14]。

2.3.3 托盘大修模块功能模型 A5 图

A5 图（图 7）主要包括接收受损托盘、检查并识别损坏、安排维修或处理、维修托盘、返回托盘到循环系统、处理托盘等 6 个部分。首先，对损坏的托

盘进行接收。然后，检查并识别托盘的损坏情况。托盘损坏最常见的类型是蒙皮分离、划痕、翘曲以及系留环的丢失或损坏^[15]。根据损坏的程度，由专人负责安排托盘下一步去向：无法维修的托盘，转入托盘处理环节作报废处理；维修好的托盘继续返回循环系统使用，重新进入分配托盘环节和存储托盘环节^[16]。

3 实例分析

文中以一个航空运输集装箱托盘（代号 A）从购买到报废的生命周期全过程为例，分析 IDEF0 功能模型的运行原理，为其使用管理单位直观掌握航空运输集装箱托盘的应用环节和要素提供一定的技术理论参考。因为 1 个托盘不可能同时经历所有托盘的生命历程，故托盘生命周期的 IDEF0 功能模型的内涵阐释

依然以第 2, 3 大部分内容为主。现将一个航空运输集装箱托盘(代号 A)的生命周期功能模型分析如下:

1) 托盘被各区域的业务主管单位(下属储备仓库以及甲、乙、丙等 3 个基层单位)派专人统一购买,购买的托盘直接储存进托盘储备仓库进行集中保管。单位甲根据上级下达的分配计划,到托盘储备仓库领取空托盘 A 以及与其相配套的网和垫料进行使用。

2) 单位甲准备好空托盘 A、网和垫料,将货物按照集装箱化要求在空托盘 A 上执行打板作业。集装好的托盘 A 通过机场保障装备装入飞机,经空中输送,到达指定的任务地点。然后进行托盘拆垛,货物被投入任务运用,空托盘 A 则被重新送回储备仓库。

3) 储备仓库对返回的空托盘 A 进行检查,发现存在蒙皮分离、翘曲等故障,遂将损坏问题详细记录在技术清单上,并将其运回生产厂家进行维修。生产厂家根据损坏的程度,认为空托盘 A 依然有使用价值,安排专人维修后将其返回储备仓库进行储存。

4) 单位乙根据上级下达的分配计划,到托盘储备仓库领取空托盘 A 以及与其相配套的网和垫料进行使用。将其完成打板作业后,因同类型托盘物资数量较多,故集装好的托盘 A 被暂时存入该单位消耗库中。随着任务步入尾声,同类型托盘物资已经足以满足需要,集装好的托盘 A 于是被就近执行拆垛,恢复到空盘状态。空托盘 A 重新被运回到储备仓库。

5) 单位丙同样根据计划对其领取使用,在经过以后的数十次空运任务后,在一次储备仓库的 6 个月定期检查中,空托盘 A 被检测出结构性能已经不能再保证集装物资的空运安全,于是放弃维修计划,将其作报废处理。至此,托盘 A 的生命终结。

4 结语

运用 IDEF0 方法,将航空运输集装箱托盘生命周期逐级分解成了 3 个层次的功能模型,理顺了托盘运行各环节的纵横关系。建立航空运输集装箱托盘生命周期的 IDEF0 功能模型,是集装化航空运输快速发展的需要,是实现航空运输集装箱托盘管理流程化、精细化和科学化前提和保证。通过控制航空运输集装箱托盘生命周期的各个过程,便能使托盘管理始终处在受控的状态,进而实现托盘运行质量的持续改进。

参考文献:

[1] 芮茂雨,陈思杨,王建华.航空运输集装箱托盘应用技术研究[J].物流技术(装备版),2015,34(22):207—210.
RUI Mao-yu, CHEN Si-yang, WANG Jian-hua. Study on Application of Container Pallet System in Aviation Transportation[J]. Logistics Technology(Equipment), 2015, 34(22): 207—210.

[2] 张恒铭,张靖,惠笃义.军事航空货物集装化规划方法研究[J].航空科学技术,2014,25(9):40—43.
ZHANG Heng-ming, ZHANG Jing, HUI Du-yi. Research on the Method of Military Air Cargo Containerization Transportation Planning[J]. Aeronautical Science & Technology, 2014, 25(9): 40—43.

[3] 陈禹六. IDEF 建模分析和设计方法[M].北京:清华大学出版社,2000.
CHEN Yu-liu. IDEF Modeling Analysis and Design Method[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000.

[4] SHANG Zhen, QIU Chang-hua, ZHU Shi-fan. A Model of Application System for Man-Machine-Environment System Engineering in Vessels Based on IDEF0[J]. Journal of Marine Science and Application, 2011, 10(3): 347—357.

[5] 张智慧.基于 IDEF0 的装备维修保障系统功能模型的建立[J].军械工程学院学报,2004,16(6):16—19.
ZHANG Zhi-hui. Function Modeling of Materiel Maintenance Support System(MMSS) Based on IDEF0 Method[J]. Journal of Ordnance Engineering College, 2004, 16(6): 16—19.

[6] 杨建文,陈有伟. IDEF0 的末端防空战术数据链信息分发功能[J].火力与指挥控制,2014,39(5):120—123.
YANG Jian-wen, CHEN You-wei. Study on Information Distribute Function Model of Terminal Air Defense Tactical Data Link System(TADTDLS)Based on IDEF0[J]. Fire Control & Command Control, 2014, 39(5): 120—123.

[7] 罗雪山,朱德成,沈雪石. IDEF0 方法在军事综合电子信息系统设计中的应用[J].国防科技大学学报,2001,23(3):88—92.
LUO Xue-shan, ZHU De-cheng, SHEN Xue-shi. Application of IDEF0 Method in Analysis and Design of Military Integrated Information Systems[J]. Journal of National University of Defense Technology, 2001, 23(3): 88—92.

[8] 蒋益良,方志梅.虚拟企业生产物流系统建模仿真[J].宁波大学学报(理工版),2015,28(2):123—127.
JIANG Yi-liang, FANG Zhi-mei. Modeling and Simulation of Virtual Enterprise Production Logistics System[J]. Journal of Ningbo University (Natural Science & Engineering Edition), 2015, 28(2): 123—127.

[9] 张晓东,廖晶静,黄祥钊.基于事件的舰载机出动回收作业流程建模方法[J].中国舰船研究,2014,9(6):1—7.
ZHANG Xiao-dong, LIAO Jing-jing, HUANG Xiang-zhao. A Modeling Approach for the Take off and Recovery Workflow of Carrier-Borne Aircrafts Based on Events[J]. Chinese Journal of Ship Research, 2014, 9(6): 1—7.

[10] 刘晓,刘忠,侯文姝,等.美航母编队网络化反导作战建模[J].火力与指挥控制,2012,37(7):28—30.
LIU Xiao, LIU Zhong, HOU Wen-shu, et al. Modeling of the American Aircraft Carrier Group Networked Anti-missile[J]. Fire Control & Command Control, 2012,

- 37(7): 28—30.
- [11] 陈灿, 马智勇. 典型航空制造企业业务建模与分析[J]. 科技资讯, 2014, 25(12): 37—39.
CHEN Can, MA Zhi-yong. Typical Modeling of Business in Aviation Manufacturing Enterprises[J]. Science & Technology Information, 2014, 25(12): 37—39.
- [12] 李红勋, 李立顺, 孟祥德, 等. 国内外航空集装具发展及启示[J]. 军事交通学院学报, 2013, 15(12): 72—76.
LI Hong-xun, LI Li-shun, MENG Xiang-de, et al. On ULD Development at Home and Abroad and Its Enlightenments[J]. Journal of Academy of Military Transportation, 2013, 15(12): 72—76.
- [13] 张恒铭, 张靖, 程德峰. 航空货物集装化验证方法研究[J]. 航空科学技术, 2013(6): 34—36.
ZHANG Heng-ming, ZHANG Jing, CHENG De-feng. Research on Validating Method of Integration for Aeronautical Cargo[J]. Aeronautical Science and Technology, 2013(6): 34—36.
- [14] 吴清一. 集装单元器具的回收与循环使用——论单元化物流之三[J]. 物流技术与应用, 2013, 18(8): 114—116.
WU Qing-yi. Container Unit Recovery and Recycling of the Three Logistics Unit[J]. Logistics & Material Handling, 2013, 18(8): 114—116.
- [15] 冯春, 于彧洋. 军民融合式应急物流体系运行机制及模式研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2014, 12(4): 8—14.
FENG Chun, YU Yu-yang. Research on the Emergency Logistics System of Civil-military Integration Operation Mechanism[J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2014, 12(4): 8—14.
- [16] 任建伟, 章雪岩. 基于改进托盘共用系统的托盘回收模型[J]. 西南交通大学学报, 2010, 45(3): 482—485.
REN Jian-wei, ZHANG Xue-yan. Pallet Recovery Model Based on Modified Pallet Pool System[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2010, 45(3): 482—485.