

军用航材智能化保障的技术构建

张 飏,陈 军,刘瑾洲

(陆军勤务学院油料系,重庆 400000)

摘 要:针对军队航材保障效率较低、反应时间过长等问题,结合国防与军队信息化、智能化建设的实际,提出了军用航材智能化保障模式;通过运用物联网、神经网络、云计算等方法,对智能化保障模式各功能的实现提出支撑技术,航材智能化保障模式各项功能得以实现;通过对军用航材智能化保障进行模式构建,并就该模式下各功能模块的实现提出支撑技术,革新保障方式,有效提高了航材保障的效率。

关键词:军用航材;智能化;云计算;神经网络;军民融合

中图分类号:TJ85;V267

文献标志码:A

从科技发展方向和未来战场环境来看,信息化、智能化是军队发展的必然方向。军用航材保障也必须与部队建设接轨,探索智能化的保障模式。国内外学者从航材保障的各个方面开展了大量的研究,Ghobbar^[1]、Regattieri^[2]、Syntetos^[3]、张永莉^[4]等对航材需求预测进行了研究,分析得出了需求的临界值,找出了较好的需求预测方法。Kilpi^[5]分析了影响航材供应链成员企业之间的因素,并把航材共享作为重要的合作策略。蒋平清^[6]、董健康^[7]、丁晓妮^[8]、宋立明^[9]等对RFID技术在航空维修、航材管理中的应用进行了探讨,开发了航材管理系统客户端应用程序。但是,由于用户需求以及使用环境的差异,这些研究缺乏对军队编制下航材的保障方法及具体保障模式的分析。

着眼实现军用航材保障智能化,本文在构建保障模式的基础上,对智能化保障的实现进行技术构建。

1 军用航材智能化保障的模式构建

智能化是军队未来发展的目标,军用航材智能化保障模式的构建可大致分为:需求的自动感知、资源的实时可见、任务的智能规划、保障的自主运行和配送的聚焦直达。

1.1 需求的自动感知

未来作战,战场情况瞬息万变、战机稍纵即逝,飞机的出动率直接影响着整个战场态势,智能、高效的航材保障对飞机的维修率、出动率有着深刻影响。航材需求信息传递不及时、不对称将严重影响航材的保障效率,实现航材智能化保障的基础是实现航材需求的自动感知。^[10]

1.2 资源的实时可见

资源的实时可见主要实现对航材的定位、分布、运行状态、使用寿命和周期,航材完好率和保养等信息的实时管理,以及对航材保障的宏观监控。在航材供应链中,航材以主动姿态参与保障,并与使用机构、管理机构、供应机构有机结合,进而全面提升航材使用管理、供应保障的效能。

1.3 任务的智能规划

航材保障任务涉及需求申报、库存设计、航材调配、航材供给等各项活动。每年航材需求的申报虽然有一定的规律可循,但影响航材需求的因素繁多,这给基层航材保障人员的工作增加了难度。保障任务智能规划可以协助航材管理部门实现需求规划、库存设计、航材调配以及主动的航材供给。

1.4 保障的自主运行

现阶段各国军队致力于实现智能化、无人化,这也是我军一个大的发展方向。在充分利用现有资源的基础上,建设自主的航材保障系统,简化保障程序、释放保障人员,这是航材保障智能化的必由之路。

1.5 配送的聚焦直达

“兵马未动,粮草先行。”古今中外的任何一场战争,物资都是战争的基础要素。航材作为保障飞行的重要物资,其保障的效率直接影响飞行训练。受困于传统的军事物流手段,航材流通较为迟滞。申请的航材迟迟不到,将导致飞机停飞、限飞,影响飞机完好率、出动率,这一现象在老旧飞机的保障中尤为突出。老旧飞机由于生产线的关闭、航材供应商的调整

等因素,常常会出现一件航材需要在整个战区,甚至全国范围内进行查找调配。实现点对点的精确保障,共享高效的物流配送,将有效压缩航材配送的中间环节,提高配送效率。

2 智能化保障模式的功能实现

在智能化保障模式构建的基础上,将感知技术、定位技术、神经网络技术、云计算技术、军民融合技术、网络安全技术等充分结合军队航材保障的特点,着力于实现各模块功能,对航材智能化保障进行技术构建。

2.1 基于RFID技术的自动感知实现

军用航材自动感知的基础是构建航材供应链所属的环境内“物物相连”的感知网,所有传感器结点就像是其“触角”。通过这些“触角”能够对航材的时间、空间信息实现精确化的感知,从而达到航材使用信息的实时监测、需求信息的实时传输以及智能终端的实时指控。其优点:一是提高了航材需求信息的透明度,破除了使用单位与供应部门“迷雾”,真正意义上实现了“面对面”,避免了需求信息的层层加码;二是提高了航材的保障效率,避免了过量的库存设计和冗长的供应保障链^[1]。

利用以RFID为代表的自动识别技术,采集所有航材的型号、属性等信息,将任一单件物品纳入航材信息管理系统,实现网络覆盖范围内航材可视化。在每件航材上加装RFID标签,将航材信息写入标签,如:航材名称、生产商、生产时间、使用时限等,在各航材库出入库安装标签阅读器,采集航材出入库信息,

将此信息及时输入航材库存管理系统,系统对航材库存数据实时进行更新。

2.2 基于定位查询技术的实时可见实现

航材信息的实时可见主要依赖于物联网技术结构中的定位技术与网络通信技术。北斗卫星导航定位、GIS地理信息系统、RFID传感技术等,能够实现物流运输配送过程中的定位、监控、调度、线路优化,实现智能化调配^[12],网络通信技术则实时更新数据库,及时向用户发布信息。通过每件航材内的电子标签,依托传感器和网络,便可实时查询航材的具体库存位置、运输转运中的物流信息、使用信息,实现航材在整个供应链中的信息透明化。

20世纪初,美军在重大部署行动中,国防部常常受到无法及时“看”到流经后勤渠道物资的困扰,这一现象在海湾战争中尤为突显。当时,美军将约4万个集装箱运往中东战场,但由于标识不清,其中的2万多个集装箱不得不重新打开、登记、封装并再次投入运输。战争结束后,还有8000多个打开的集装箱未能加以利用。因此,为解决物资在请领、运输、分发等环节中存在的现实问题,给作战部队提供快速、准确的物资保障,美国国防部于1992年1月提出了全资产可视性计划。该计划要求美军在军事行动的全过程中,在准确的地点与时间向部队提供数量准确的装备、补给。射频识别的应用帮助美军实现了后勤物资透明化。^[11]

航材管理机构在北斗卫星导航定位,GIS以及数据呈现技术、信息融合技术的支持下,绘制成航材仓库实力分布图。由于这些信息可实时动态更新,管理部门就可随时掌握各级航材仓库实力^[13],如图1所示。

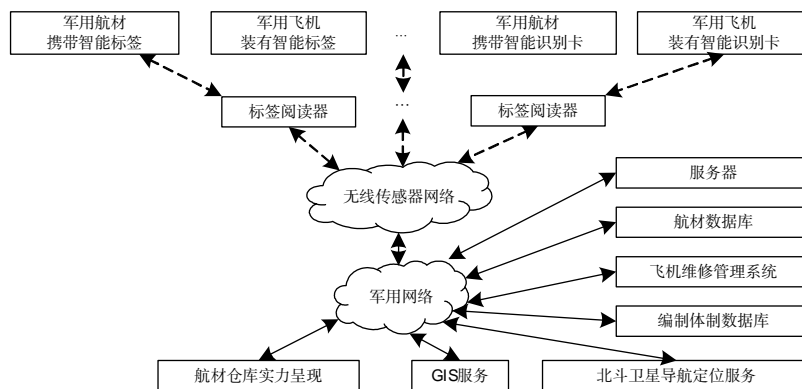


图1 航材库存实时呈现结构图

Fig.1 Real-time presentation structure diagram of aviation material inventory

2.3 基于神经网络的智能规划实现

航材保障任务贯穿航材供应链全过程,包含了航

材的生产、运输、库存和使用等。其中,航材的需求上报以及航材的调配是基层航材人员保障工作中2个重要的组成部分。下面以需求预测为例,对航材保障任

务智能规划的技术支撑作简要阐述。

航材需求的预测通常以历史消耗数据为基础,影响航材消耗的因素较多,部分影响因子很难进行量化,而且影响因子与航材消耗量之间很难找到一种线性的函数关系。所以,须要找到一种非线性的预测方法,对航材消耗的影响因子进行分析,找出航材的消耗规律,对航材需求进行预测,对航材保障工作进行指导,提高保障工作的经济效益。^[14]

结合航材消耗量与影响因子之间的离散性,可采用BP(误差反向传播)神经网络建立消耗预测模型。通过对历史数据进行学习,分析影响航材消耗的因素,选取主要影响因素作为输入信号,把相对应的消耗量作为输出信号,从而对航材需求进行预测,基本原理如图2所示^[14]。

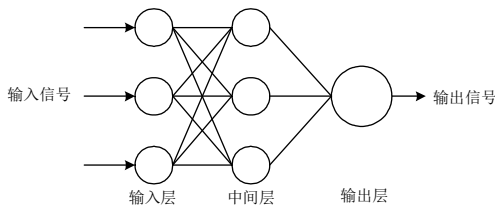


图2 神经网络原理图

Fig.2 Neural network schematic diagram

航材消耗的影响因素较多。其中,飞行时间、起落数、维修人员水平、航材故障率等影响最为突出。根据BP神经网络的原理,建立航材消耗的数学模型。设航材的消耗量为 L /件,飞行时间为 T /h,起落数为 N /次,维修水平可用维修人员考核通过率 R /%表示,航材的故障率 F /(个/10³h)表示, L 为与 T 、 N 、 R 、 F 相关的非线性函数,可表示为 $L=f(T,N,R,F)$ 。以某单位2000—2009年度对某件航材的消耗数据为例,利用BP神经网络对该航材来年的消耗进行预测,见表1,数据来源于文献[15]。

表1 某单位某型航材历史消耗数据

Tab.1 Historical consumption data of a certain type of aviation material in a unit

年度	T /h	N /次	R /%	F /(个/10 ³ h)	L /件
2000	5 362	854	0.911	0.003 4	5
2001	6 548	921	0.898	0.004 5	7
2002	6 209	875	0.904	0.004 1	6
2003	6 859	958	0.871	0.005 0	8
2004	6 925	1 205	0.849	0.006 3	10
2005	6 891	1 181	0.871	0.005 9	9
2006	6 722	973	0.849	0.005 6	8
2007	6 797	1 025	0.871	0.006 4	9
2008	7 132	1 266	0.907	0.007 3	11
2009	8 643	1 526	0.858	0.008 1	13

输入表1中的数据,利用Matlab软件创建BP神经网络,对历史消耗数据进行分析,对网络进行训练, L 的输出值结果如表2所示。

表2 输出值误差分析

Tab.2 Error analysis of output value

年度	期望值	实际值	误差
2000	5	5.146 2	0.146 2
2001	7	6.739 7	-0.260 3
2002	6	5.953 1	-0.046 9
2003	8	7.992 4	-0.007 6
2004	10	9.748 8	-0.251 2
2005	9	9.272 7	0.272 7
2006	8	7.975 3	-0.024 7
2007	9	9.276 0	0.276 0
2008	11	10.865 3	-0.134 7
2009	13	13.030 6	0.030 6

日常的航材保障中, T 、 N 的值可以根据年度的训练计划得出, R 的值可通过维修人员的年度考评得出, F 的值可根据历史数据得出。将这些已知的数据输入该模型,便可对来年的航材消耗(L)进行预测,根据消耗量的预测便可轻松制定上报航材需求。由表2可以看出,实际输出值与期望值之间存在一定的误差,当输入的历史数据和影响因素越多,误差就会越小,预测的进度就会越快。

2.4 基于云计算的自主运行实现

为了各类数据和信息更直观地呈现,更好地协助航材保障任务的执行,人们希望航材保障系统提供更加简单、舒适的操作界面和具备自学习功能,这样就能在保障过程中释放更多的人工。

在物联网应用层通过建立云计算平台,实现统一的数据采集、存储和服务^[16]。通过云计算技术将网络中海量数据和信息进行分析和处理,实现人机交互和辅助决策,将两者应用于航材保障中,可有效提高航材保障全程的可视化程度、精确保障水平及管理保障效能。

云计算将传统的数据中心体系进行信息融合,通过网络进行统一组织,灵活调用各种信息资源,实现大规模分布式计算的信息处理。利用虚拟资源管理等技术,将分散的资源集中起来形成共享的虚拟资源池,并以动态按需和可度量的方式向用户提供服务。^[17]根据云计算基本原理,可将航材保障系统分为4层:用户层、应用层、服务层及数据层。数据层通过对初始数据进行采集,并将初始数据提供给服务层进行储存,应用层通过相关数据的分析为用户呈现服务数据,如图3所示。

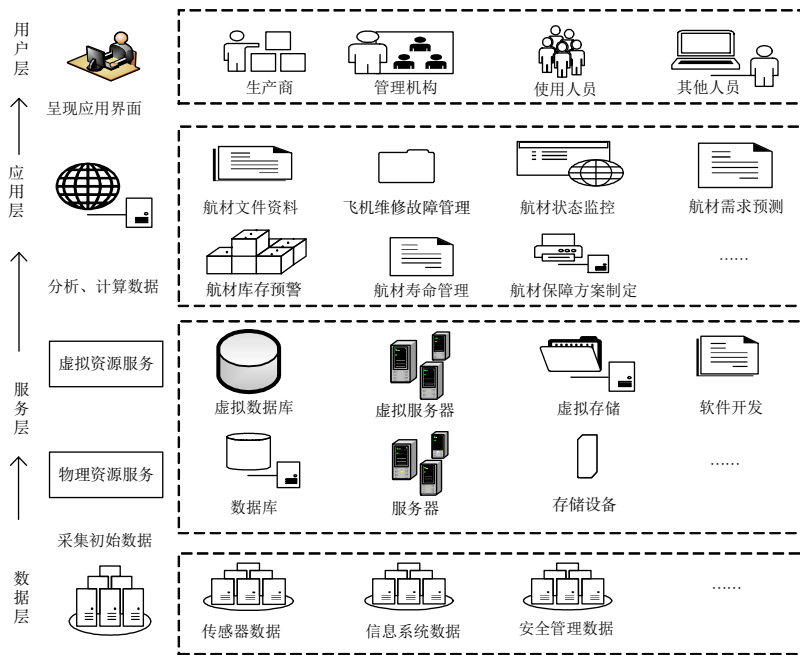


图3 航材保障系统架构设计

Fig.3 Architectural design of aviation material support system

数据层的主要工作是采集初始数据,由各类智能芯片和数据读取发射装置组成,是整个系统的基础。服务层包含物理资源服务和虚拟资源服务2项内容,主要是对数据层的数据进行计算、分析和储存,是整个系统的核心组成部分。其中,物理资源服务包含了服务器、存储设备、数据库等实体,虚拟资源服务则主要依托各类网络和软件等虚拟工具。应用层是数据用于航材保障活动的功能呈现层,开发人员可根据用户需求将特定的数据向特定的人群呈现,例如:为基层仓库管理人员呈现本单位航材需求、库存的动态数据,生成需求信息;为维修人员呈现航材的维修使用信息;为管理机关呈现各仓库库存实力分布,制定调配方案;为供应商呈现航材需求信息等。设计人员可以根据用户的不同需求,充分挖掘数据库信息,开发设计不同软件。用户层则是信息的接受使用层,包括航材供应链中的各类人员和机构,如航材保障人员、机务人员、管理机关、供应商、系统维护人员等。依托云计算技术,可以将采集的航材相关数据更好地呈现,为航材保障活动提供指导和帮助。

2.5 基于融合共享的聚焦直达实现

航材运输配送是保障活动中的一个重要环节,其速度直接影响航材保障的效率。这就要求航材运输需求、供给以及承运单位之间密切联系,合理安排运输工具、配送方式,及时更新物流信息,准确及时地完

成航材配送转运任务。在航材保障过程中充分发挥军队和社会各方优势,统一指挥,简化流程,精简重叠的物流保障机构,集中力量,提高物流保障的统一性和时效性。

海湾战争期间,美军雇佣了26个地方单位对战场物资运输实施应急物流保障,实现了物资的快速筹措。伊拉克战争中,美军临时征用民间企业来实现从工厂到战场的一体化物流保障机制,运输快、占用库存成本少。通过军民融合,实现军民一体化物流保障,已成为各国军队的必然选择。^[18]

2.6 网络安全技术支撑

需求感知、任务规划、保障运行、保障方案、供给配送等信息的处理、传输离不开网络支撑。军事活动的保密性,对航材保障数据库、网络系统安全等提出了更高的要求。

为实现保密性、完整性、认证性、抗抵赖性和可用性,确保用户对系统资源的控制,保障系统安全、稳定、可靠运行,航材保障网络层可以细分为接入层、汇聚层、核心交换层,各层对安全要求的标准不一样,涉及的技术也较为繁多,需要针对各层级要求具体分析。美国国防信息系统安全计划(DISSP)提出的信息系统安全技术体系框架,在分析军物联网整体安全技术架构基础上,针对各层级安全要求,寻求具体的技术支撑,如图4所示^[19]。

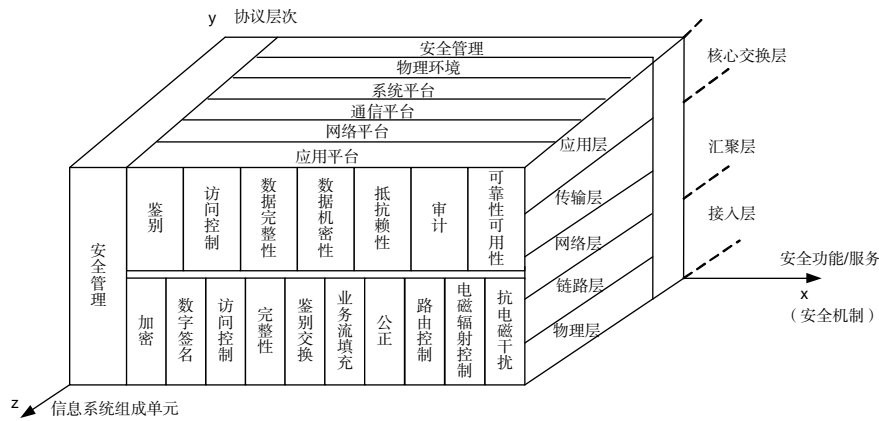


图4 信息系统安全技术体系框架

Fig.4 Information system security technology architecture framework

3 结论

本文通过对军用航材智能化保障模式进行构建，建立了该模式的需求模块。通过分析论证确立了以RFID技术、定位查询技术、神经网络技术、云计算技术、网络安全技术、军民融合等为军用航材智能化保障模式的实现进行技术构建研究。当然，将物联网、云计算等技术运用于军用网络还需要更加广泛深入地研究。只有在与与时俱进地应用前沿科技的同时，充分结合部队实际，才能保证航材保障跟上军队现代化、智能化的步伐，跟上科技进步的步伐。

参考文献：

[1] GHOBBAR A A, FRIEND C H. Sources of intermittent demand for aircraft spare parts within airline operations [J]. Journal of Air Transport Management, 2002, 8(4) : 221-231.

[2] REGATTIERI A, GAMBERI M, GAMBERINI R, et al. Managing lumpy demand for aircraft spare parts[J]. Journal of Air Transport Management, 2005, 11(6) :426-431.

[3] SYNTETOS A A. A note on managing lumpy demand for aircraft spare parts[J]. Journal of Air Transport Management, 2007, 13(3) : 166-167.

[4] 张永莉, 梁京. 航材需求预测方法研究综述及启示[J]. 中国民航大学学报, 2014, 32(1) :92-96.
ZHANG YONGLI, LIANG JING. Review and enlightenment of aviation material demand forecasting methods [J]. Journal of China Civil Aviation University, 2014, 32(1) :92-96. (in Chinese)

[5] KILPI J, TOYLI J, VEPSAIINEN A. Cooperative strategies for the availability service of repairable aircraft com-

ponents[J]. International Journal of Production Economics, 2009, 117(2) :360-370.

[6] 蒋平清. RFID技术在航空维修和航材管理中的应用 [J]. 中国高新技术企业, 2016(2) :53-54.
JIANG PINGQING. Application of RFID technology in aviation maintenance and aviation material management [J]. China High-tech Enterprises, 2016 (2) : 53- 54. (in Chinese)

[7] 董健康, 夏芝伟, 陈静杰. 基于RFID技术的航材智能库存系统设计[J]. 制造业自动化, 2013, 35(12) :43-45.
DONG JIANKANG, XIA ZHIWEI, CHEN JINGJIE. Design of intelligent inventory system for aeronautical materials based on RFID technology[J]. Manufacturing Automation, 2013, 35(12) :43-45. (in Chinese)

[8] 丁晓妮, 李威. 基于物联网技术的智能航材机务管理系统[J]. 科技传播, 2014, 6(15) :221, 229.
DING XIAONI, LI WEI. Intelligent aircraft material management system based on internet of things technology [J]. Science and Technology Communication, 2014, 6(15) :221, 229. (in Chinese)

[9] 宋立明. 基于RFID的航材管理数据库及数据挖掘研究 [D]. 中国民航大学, 2012.
SONG LIMING. Research on aviation material management database and data mining based on RFID[D]. China Civil Aviation University, 2012 (in Chinese).

[10] 张飏, 陈军. 基于需求智能感知的军用航材保障模式研究[J]. 指挥控制与仿真, 2019, 41(3) :76-79.
ZHANG BIAO, CHEN JUN. Research on military aviation material support model based on demand intelligent sensing[J]. Command Control and Simulation, 2019, 41(3) :76-79. (in Chinese)

- [11] 罗曦,李延杰. RFID技术在美军全资产可视系统中的应用及启示[J]. 科技信息:学术研究,2008(29):652.
LUO XI, LI YANJIE. The application of RFID technology in the United States all-asset visual system and its enlightenment[J]. Science and Technology Information: Academic Research, 2008(29): 652. (in Chinese)
- [12] 田向辉. 基于物联网的军事物流智能化系统的设计与实现[D]. 长春:吉林大学,2015.
TIAN XIANGHUI. The design and implementation of the intelligent system of military logistics based on the internet of things[D]. Changchun: Jilin University, 2015. (in Chinese)
- [13] 孙伟峰,王喆,马海燕,等. 物联网关键技术及典型军事应用[J]. 物联网技术,2012,2(4):80-83.
SUN WEIFENG, WANG ZHE, MA HAIYAN, et al. Key technologies and typical military applications of the internet of things[J]. Internet of Things Technology, 2012, 2(4): 80-83. (in Chinese)
- [14] 刘长新,熊励,王炜,等. 基于BP神经网络的航空器材消耗预测[J]. 中国管理科学,2010,18(专辑):104-107.
LIU CHANGXIN, XIONG LI, WANG WEI, et al. Air equipment consumption prediction based on BP neural network[J]. Chinese Journal of Management Science, 2010, 18(S): 104-107. (in Chinese)
- [15] 翟胜路,张作刚,李元奎. 战时航材需求预测[J]. 四川兵工学报,2011,32(10):10-13.
ZHAI SHENGLU, ZHANG ZUOGANG, LI YUANLEI. Time-of-war aircraft demand forecast[J]. Sichuan Journal of Military Engineering, 2011, 32(10): 10-13. (in Chinese)
- [16] 任鑫,刘明政,陈小虎,等. “智慧后勤装备保障体系”构建探析[J]. 四川兵工学报,2015,36(8):78-81.
REN XIN, LIU MINGZHENG, CHEN XIAOHU, et al. An analysis of the construction of intelligent logistics equipment support system[J]. Sichuan Journal of Military Engineering, 2015, 36(8): 78-81. (in Chinese)
- [17] 李泽. 基于云计算的航空维修安全预警系统设计[C]//空天资源的可持续发展——第一届中国空天安全会议论文集. 烟台:中国指挥控制学会空天安全平行系统专业委员会,2015:586-589.
LI ZE. Cloud-based maintenance safety early-warning system design[C]//Space-day resource sustainable development——first china air-day safety conference collection. Yantai: Professional Committee of the Air-day Safety Parallel System of the China Command and Control Institute, 2015: 586-589. (in Chinese)
- [18] 史玉敏,郭峰,李丽. 基于军民融合的航材运输模式研究[J]. 价值工程,2017,36(7):249-250.
SHI YUMIN, GUO FENG, LI LI. Research on air material transportation mode based on military and civil integration[J]. Value Engineering, 2017, 36(7): 249-250. (in Chinese)
- [19] 宋航,李建成,张春华,等. 军事物联网的关键技术[J]. 国防科技,2015,36(6):24-34.
SONG HANG, LI JIANCHENG, ZHANG CHUNHUA, et al. Key technology of military internet of things[J]. National Defense Science and Technology, 2015, 36(6): 24-34. (in Chinese)

Technical Construction of Intelligent Support for Military Aviation Materials

ZHANG Biao, CHEN Jun, LIU Jinzhou

(Department of Petroleum, Army Logistics University of PLA, Chongqing 400000, China)

Abstract: In view of the problems of low efficiency and long reaction time of military aviation material support, combined with the reality of national defense and military informatization and intelligent construction, in this paper, the intelligent support mode of military aviation material was put forward, and the supporting technology for the realization of each function of the intelligent support mode was put forward through the methods of transportation internet of things, neural network, cloud computing and so on, and the functions of the intelligent support mode of aviation material was realized. Through the construction of the intelligent support mode of military aviation materials, the support technology for the realization of each functional module under this mode was put forward, the support mode was innovated, and the efficiency of aviation material support was effectively improved.

Key words: military aviation material; intelligence; cloud computing; neural network; military-civilian fusion