

基于 SD 的装备保障力量需求预测模型

王佳¹, 李良春², 李文生¹, 王鹏³

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 军械技术研究所, 石家庄 050000;

3. 装甲兵工程学院, 北京 110000)

摘要: **目的** 给出一种装备保障力量需求预测的科学方法。**方法** 以系统动力学反馈控制理论为基础, 以数学模型为反映媒介, 以计算机仿真技术为手段, 根据历史数据、实践经验和系统内在的机制关系建立了动态仿真模型。**结果** 在不同参数条件下, 比较了该模型中各变量变化范围的动态演变行为、综合模型结构和各变量之间的因果关系。通过软件调试输入变量“作战任务增加率”取值范围不同时, 输出变量的变换情况。当输入变量取(0.65, 0.73)时, 战略级、战役级和战术级装备保障力量较为合理; 当输入变量取(0.64, 0.7)时, 作战人员与装备保障人员的比例基本上能满足现代化的训练或战争需求。**结论** 通过模型仿真, 考虑装备发展趋势及平时装备保障任务需求, 并参考外军装备保障力量建设经验, 提出了我军装备保障力量建设的政策性建议。

关键词: 装备; 保障力量; 系统动力学; 需求预测; 模型

中图分类号: E92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)21-0132-07

Demand Prediction Model for Equipment Support Force Based on SD

WANG Jia¹, LI Liang-chun², LI Weng-sheng¹, WANG Peng³

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China; 2. Ordnance Engineering Institute, Shijiazhuang 050000, China; 3. Vehicle Engineering College, Beijing 110000, China)

ABSTRACT: **Objective** To propose a scientific method for demand prediction of equipment support force. **Methods** Based on system dynamic feedback control theory, using the mathematical model as the reflecting media, by means of computer simulation technology, a dynamic simulation model was built according to the historical data, the practical experience and the system inherent relationship and mechanism. **Results** Under the condition of different parameters, the dynamic evolution behavior of the change range of variables in the model was compared, and the model structure and the causal relationship among the variables were considered comprehensively. When inputting the value range of the variable "combat mission increase rate", the change of the output variable was debugged by software. When the input variables were (0.65, 0.65), the strategic level, operational level and tactical level equipment support force was relatively reasonable. When the input variables were (0.64, 0.64), the ratio of the operational personnel and equipment support personnel could basically meet the needs of modern training or war. **Conclusion** Through model simulation, considering the development trend of equipment, as well as the usual equipment support mission requirements, and referring to foreign military equipment support force construction experience, policy recommendations were proposed for the construction of equipment support forces in our army.

KEY WORDS: equipment; support force; system dynamics; demand prediction; model

收稿日期: 2014-05-23

作者简介: 王佳(1989—), 女, 山西大同人, 军械工程学院硕士研究生, 主攻通用装备物流工程及其应用。

装备保障力量,是指从事装备保障活动的各种力量的统称^[1],是军队装备保障力量的重要组成部分,也是实施装备保障行动的主体、形成装备保障能力的关键因素和完成装备保障任务的重要基础,对形成、保持和提高战斗力起着根本的保证作用,在装备保障中具有十分重要的地位^[2]。未来战争的胜利,不仅取决于“战”,更取决于对装备保障力量的建设与研究,没有成熟、完善的装备保障力量队伍,就谈不上“战”,更谈不上“胜利”。加强装备保障力量需求预测方法研究,可以有效解决现行装备保障力量的供需矛盾,进一步提高装备保障力量人员构成的科学性、合理性和灵活性,全面提升装备保障能力。

1 装备保障力量存在的问题

由于当前体制编制和其他相关因素的限制与约束,我军装备保障力量在任职数量、专业结构、职称比例和能力素质等方面还存在一些不足,距离形成保障“拳头”^[3]还有一定差距。

第一,装备保障力量体系还不够完善,保障力量还比较薄弱。其中,我军陆军装备保障力量数量偏多,海军、空军、二炮的装备保障力量偏少,特别是机动和伴随保障力量需要加强。

第二,未来大规模作战,参战力量多元、装备型号复杂、保障难度加大,现有保障人员规模与完成平时保障任务不相适应的矛盾凸显。主要表现为维修力量数量及规模偏小,装备指挥保障力量不足,以及重点岗位编制人员少、级别低。

第三,编配结构存在问题。主要表现在部分人员编制及专业组合不合理,以及技术等级设置不合理。

紧密结合我军实际,针对我军现存的具体问题,科学借鉴外军经验,扎实推进我军装备保障力量建设快速发展,实现“平时按专业编组到战时按任务编组向平时按功能编组到战时按任务编组”^[4]转变,这是解决信息化条件下装备保障,尤其是战时装备保障力量适应复杂不确定任务和环境影响问题的出路所在。

2 装备保障力量需求预测模型

鉴于当前装备保障力量建设中存在的问题是动

态、非线性的,且多为冲突性矛盾,这决定了使用系统动力学方法研究该问题的可行性。

2.1 系统边界确定

确定系统边界的目的是确定构成和影响装备保障力量人员数量的主要因素,系统边界所包围的组成部分应该能够表明边界内系统的动态行为。虽然现实系统与外界存在着物质、能量和信息等诸多方面的交流,但在研究期间可视为封闭系统。在这些因素中,有的对系统起主要作用,有的起次要作用。建模时可简化掉次要因素,只选择研究者所关心的指标作为系统构成要素。为此,在装备保障力量人员职称比例构成分析及其数量研究时,将系统边界定义为全军范围内的装备保障力量(只考虑人员力量,不考虑装备力量),在战略、战役和战术等3个层次中的数量以及职称比例所构成的研究系统中,系统内各类保障力量的数量变化是研究的核心。

2.2 模型因果关系分析

装备保障力量系统运行的基础是信息反馈^[6],即系统要素间的相互影响与相互制约关系,可用因果反馈回路来简明扼要地表示,这也是建立系统动力学模型的基础。从战略、战役和战术的总体角度,分析装备保障力量总体规模的主因果关系,见图1。

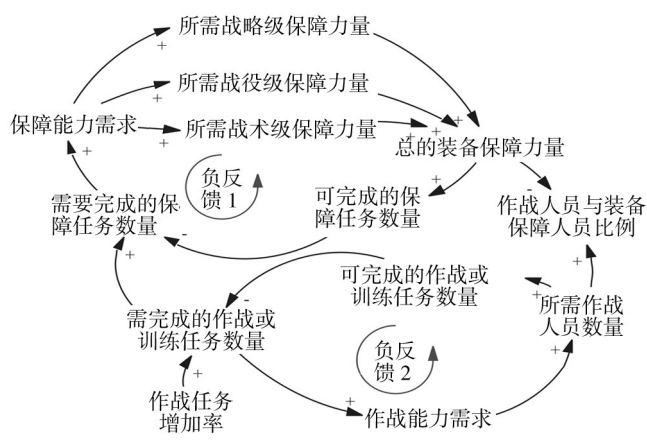


图1 装备保障力量总体因果关系

Fig.1 General causality diagram of equipment support force

图1中的负反馈1主要考虑了保障任务对总装备保障力量的影响。当总装备保障力量增加时,可完成的保障任务数量就越多,则需要完成的保障任务数量

就越少,进而所需总的装备保障力量又会随着保障任务数量的减少而减少。当总的装备保障力量减少时,可完成的保障任务数量也越少,需要完成的保障任务数量相对就会增加,进而所需的总的装备保障力量又会随着装备保障任务的增加而增加。该负反馈回路1确保了总的装备保障力量可以维持一定时期内的稳定规模。

图1中的负反馈2主要考虑了作战或训练任务对作战人员数量和保障人员数量的影响。当作战人员数量增加时,可完成的作战或训练任务数量就越多,则需要完成的作战或训练任务数量就越少,当需要完成的作战或训练任务数量减少时,所需的作战人员数量和保障任务数量就会相应减少;当作战人员和保障人员数量减少时,可完成的作战或训练任务数量也越少,则需要完成的作战或训练任务数量就会相对增多,从而所需的作战人员数量和保障任务数量就越多。该负反馈回路2确保了作战人员数量在一定时期内的稳态变化。

此外,从负反馈1和负反馈2还可以推出作战人员数量与装备保障人员数量比例关系的变化情况。

2.3 模型流图的建立

在确定系统输入输出的各项指标后,对这些指标数据进行收集,从而为模型的计算机仿真建立基础。系统动力学仿真的特点是对数据的精确度要求很低,只要能根据经验或历史统计资料得到所需数据的一个大致范围,即可满足模型的运行条件^[7]。部分实在无法获得的数据可以通过专家评估获得。

通过因果图确定变量以后,便可用系统动力学专用软件建立系统动力学流图,见图2。流图建立后,将收集整理好的数据代入各个变量。在建模中,原始数据的筛选以及相关参数的设置等问题影响着系统整体的综合表达,同时也为最终总体趋势分析的准确度奠定了必要的基础。

模型中设置各主要变量的系统动力学方程如下所述。

1) 状态变量及初值。

作战或训练任务数量=作战任务增加速率-作战任务完成速率,初值为1000。

作战人员=作战人员增员速率-作战人员减员速率,初值为10000。

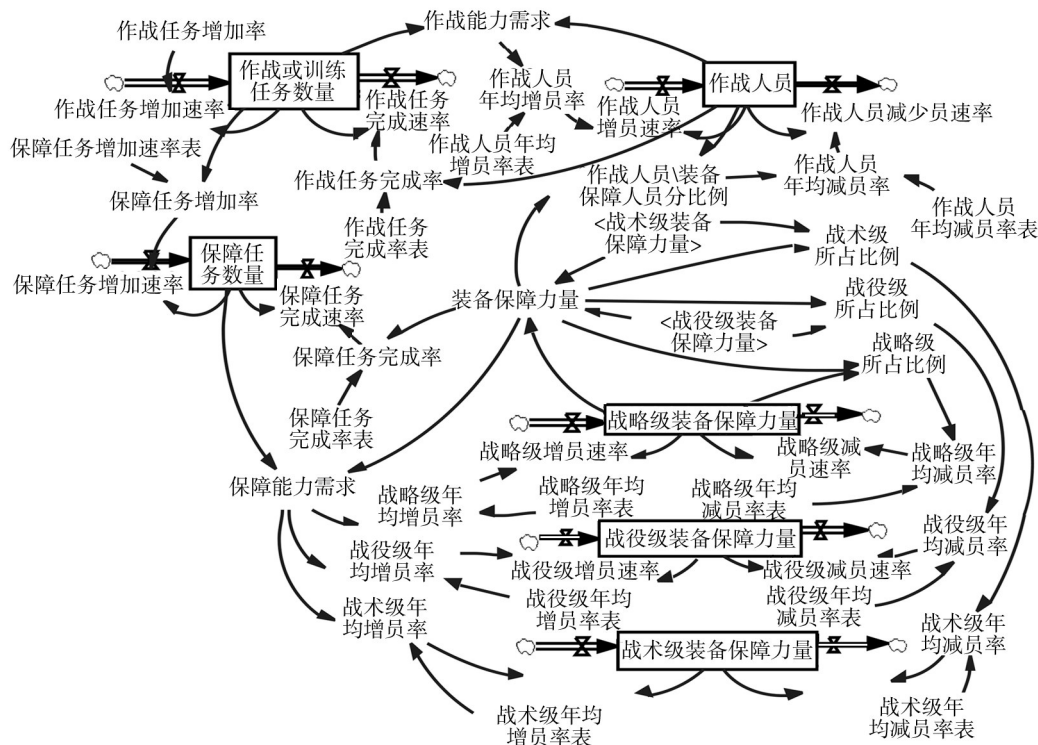


图2 装备保障力量战略、战役、战术层流

Fig.2 Strategic, operational and tactical level laminar flow diagram for equipment support force

保障任务数量=保障任务增加速率-保障任务完成率,初值为5000。

战略级装备保障力量=战略级增员速率-战略级减员速率,初值为30 000。

战役级装备保障力量=战役级增员速率-战役级减员速率,初值为100 000。

战术级装备保障力量=战术级增员速率-战术级减员速率,初值为160 000。

状态变量的初值根据以往作战、训练任务中装备保障任务数量以及装备保障力量的历史数据,并结合专家预估综合得出。

2) 速率变量函数。

战略级增员速率=战略级年均增员率×战略级装备保障力量

战略级减员速率=战略级年均减员率×战略级装备保障力量

战役级增员速率=战役级年均增员率×战役级装备保障力量

战役级减员速率=战役级年均减员率×战役级装备保障力量

战术级增员速率=战术级年均增员率×战术级装备保障力量

战术级减员速率=战术级年均减员率×战术级装备保障力量

3) 辅助变量函数。

作战能力需求=作战或训练任务数量÷作战人员数量

装备保障力量=战略级装备保障力量+战役级装备保障力量+战术级装备保障力量

作战人员、装备保障人员比例=作战人员数量÷装备保障力量

保障能力需求=保障任务数量÷装备保障力量

2.4 系统输入输出分析

这里,主要对装备保障力量人员需求确定方法进行研究,为了验证该方法的可行性,从模型的所有变量中选定对模型整体结构具有较大影响的控制参数“作战任务增加率”为系统输入变量。将战略级、战役级和战术级装备保障力量及各自所占比例,以及作战人员、装备保障人员比例作为输出变量,这也是该研究的关注重点。在模型中,输入变量“作战任务增加

率”的变化将影响整个系统其他变量的变化,因此,可通过对“作战任务增加率”输入不同的取值来寻求各输出变量的合理取值范围,最终确定出合理的、符合现代化训练与作战任务的装备保障人员数量。

2.5 系统流图运行机制

在建立系统流图并输入数据后,便可利用系统动力学专用软件Vensim进行仿真运行,并输出各变量的仿真结果。为对模型的运行机制进行说明,现以输出变量“战略级装备保障力量”为例进行说明。

在该系统中,“战略级装备保障力量”是状态变量,它随战略级年均增员数量的增加而增加,随战略级年均减员数量的减小而减小。战略级年均增员率和减员率又分别受到保障能力需求和战略级所占比例的影响。作战任务增加率作为一个系统输入变量,其变化将会引起系统内所有变量的变化,且所有的辅助变量将通过速率变量最终引起状态变量发生稳态变化。

3 装备保障力量需求预测仿真分析

通过所建立因果关系图和系统动力学流图,用Vensim软件对系统进行仿真,可以更清楚直观地比较对输入变量“作战任务增加率”输入不同值时各输出变量的仿真曲线。输入变量取值根据以往作战、演习和训练经验,并结合国外相关数据选取输入变量取值,以便得出更为合理、更能满足我军现代化训练与作战任务要求的装备保障力量人员需求数量。

3.1 调控试验模式设计

为比较不同参数条件下,该模型中各变量变化范围的动态演变行为,在已经建立起的装备保障力量人员需求模型因果关系图和系统流图基础上,综合模型结构并结合各变量之间的因果关系,通过软件调试发现,若维持输出变量的稳态仿真行为,输入变量“作战任务增加率”需要取不同的取值范围。

1) 对战略级、战役级和战术级所占比例,输入变量取(0,1)。

2) 对战略级、战役级和战术级装备保障力量,输入变量分别取(0,0.65),(0.65,0.73),(0.73,1)。

3) 对作战人员、装备保障人员比例,输入变量分别取(0,0.64),(0.64,0.7),(0.7,0.8),(0.8,1)。

3.2 仿真结果分析

3.2.1 战略级、战役级和战术级装备保障力量仿真分析

输入变量“作战任务增加率”分别取 $(0, 0.65)$, $(0.65, 0.73)$, $(0.73, 1)$, 对系统进行仿真, 结果见图3。

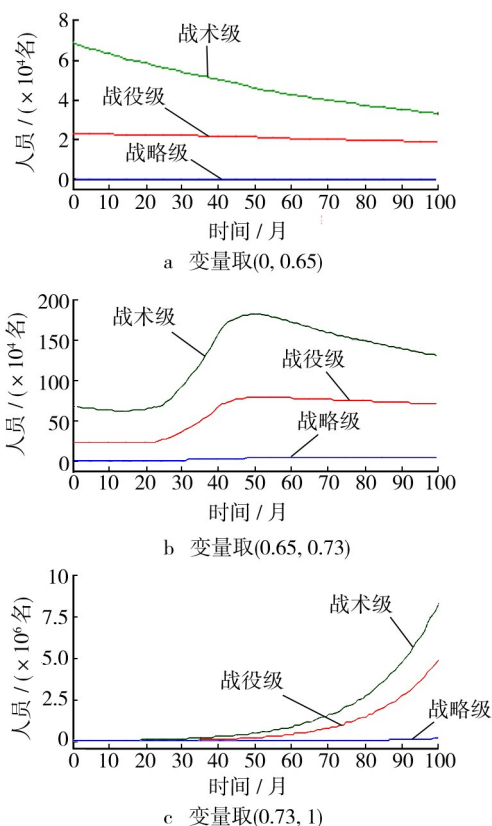


图3 战略级、战役级、战术级装备保障力量仿真结果

Fig.3 The simulation results of strategic level, operational level and tactical level equipment support force

综合3种仿真结果,发现只有当输入变量取 $(0.65, 0.73)$ 时,战略级、战役级、战术级装备保障力量较为合理。

3.2.2 作战人员、装备保障人员比例仿真分析

在该系统中,将输入变量“作战任务增加率”的取值范围分别取 $(0, 0.64)$, $(0.64, 0.7)$, $(0.7, 0.8)$, $(0.8, 1)$, 对系统进行仿真,见图4。

综合4种仿真结果,可以看出在输入变量取 $(0.64, 0.7)$ 时,作战人员与装备保障人员的比例基本上能满足现代化训练或战争的需求。

3.3 输出变量比较

“作战任务增加率”取不同值,对输出变量的仿真结果进行全面分析,不难看出,当输入变量“作战任务

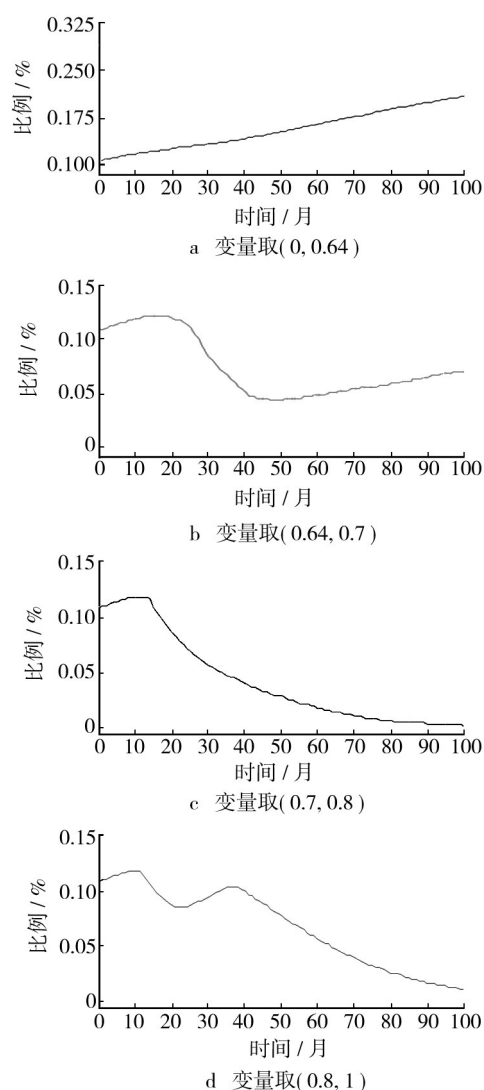


图4 作战人员、装备保障人员比例仿真分析结果

Fig.4 The simulation results of the ratio of the operational personnel to the equipment support personnel

增加率”取 $(0.65, 0.7)$ 时,输出变量的变化幅度相对稳定,其输出结果能够满足模型中所设定的训练或作战需求,见图5—6。

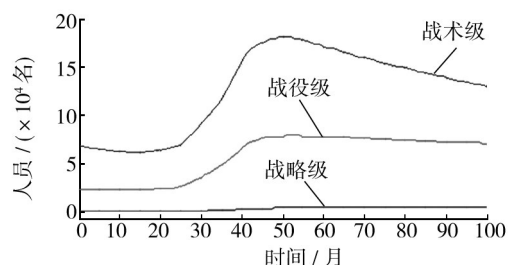


图5 输入变量取 $(0.65, 0.7)$ 时战略级、战役级、战术级装备保障力量仿真结果

Fig.5 Strategic level, operational level, tactical level of equipment support force

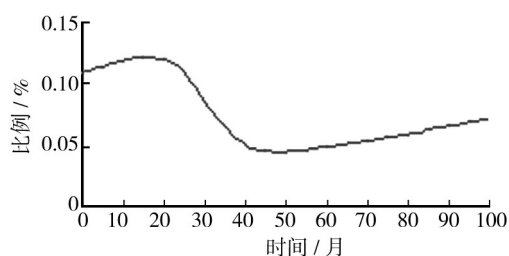


图6 输入变量取(0.65,0.7)时作战人员、装备保障人员比例仿真结果

Fig.6 Ratio of operation personnel and equipment support personnel

4 结语

装备保障力量是保障部队执行战备、训练、执勤、作战等任务的重要基础^[8]。当前,随着军事斗争准备的不断深入和新装备大量配发部队,部队现役装备保障力量不足,以及战略、战役、战术装备保障力量平战结合不紧密等问题日益凸现。着眼于有效履行我军新的历史使命,扎实推进军事斗争准备,必须考虑我军装备保障力量人员供需现状,按照有利于提高装备综合保障能力的要求,坚持平战结合,战略、战役、战术有机衔接的原则,进一步加强装备保障力量建设。

1)调整保障力量规模。服从军队总体规模基本不变的总要求,借鉴世界发达国家军队建设的有益经验,适当调整增加装备保障人员比例,基本达到各级装备保障力量与本级任务相匹配,平时能满足战备训练需求,战时能通过动员扩编和支前保障完成作战装备保障任务。

2)优化装备保障力量层次结构。考虑到军队体制编制调整改革总体员额的控制,大幅度增加员额的可行性不大,应主要通过整合现有力量,减编冗余岗位,增编必须的工种岗位,为新编新建部队编配装备保障力量,调整换装部队装备保障力量等调整优化措施,适当增加装备保障力量员额,初步实现装备保障力量整体员额的合理优化和层次结构的优化。

参考文献:

[1] 许萍,董鹏.战时装备保障力量集中分散部署优选方法[J].物流科技,2011(2):109—111.
XU Ping, DONG Peng. Equipment Support in Wartime Deployment Optimization Method[J]. Power Centralization or Decentralization of Logistics Technology, 2011 (2): 109—111.

[2] 吴秀鹏.装备保障力量模块化设计研究[D].石家庄:军械工程学院,2010.
WU Xiu-peng. Power Equipment Support Modular Design Research[D]. Shijiazhuang: Ordnance Engineering College, 2010.

[3] 向孝礼,叶大海,杨建.一体化联合作战对海军装备保障的新要求[J].海军工程大学学报,2010(6):54—56.
XIANG Xiao-li, YE Da-hai, YANG Jian. Integrated Joint Operations of Naval Equipment Support New Requirements[J]. Journal of Naval Engineering University, 2010 (6): 54—56.

[4] 黄兴家,柳盛波.空军装备保障体系建设研究[J].空军军事学术,2011(2):34—36.
HUANG Xing-jia, LIU Sheng-bo. Air Force Equipment Safeguard System Construction Research[J]. The Air Force Military Academic, 2011(2): 34—36.

[5] 边兰兰.系统动力学结构模型建模方法研究与应用[D].南昌:南昌大学,2010.
BIAN Lan-lan. Research and Application of System Dynamics Structure Model and Method[D]. Nanchang: Nanchang University, 2010.

[6] 莫俊鹏.着眼一体化联合作战需求加强二炮装备体制建设[J].装备,2006(6):44—48.
MO Jun-peng. Focus on the Integrated Joint Operations Needs to Strengthen the Construction of the Second Artillery Equipment System[J]. Journal of Equipment, 2006 (6): 44—48.

[7] 于建成,赵金梁,孙耀.加强装备保障力量建设应把握的问题[J].石家庄机械化步兵学院学报,2011(3):66—69.
YU Jian-cheng, ZHAO Jin-liang, SUN Yao. To Strengthen the Construction of Equipment Support Force Should Grasp the Problem[J]. Journal of ShiJiazhuang Institute of Mechanized Infantry, 2011(3): 66—69.

[8] 越强斌,李凤学,刘树贵.适应武器装备发展创新装备保障体制[J].通用装备保障,2011,97(7):83—85.
YUE Qiang-bin, LI Feng-xue, LIU Shu-gui. Innovation to Adapt to the Weapon Equipment Development Equipment Safeguard System[J]. Journal of General Equipment Support, 2011, 97(7): 83—85.

[9] 吴秀鹏,张春润,刘亚东,等.陆军部队装备保障力量模块化研究[J].装备指挥技术学院学报,2010,3(6):77—81.
WU Xiu-peng, ZHANG Chun-run, LIU Ya-dong, et al. Army Troops Equipment Support Force Modular Study[J]. Journal of Equipment Command Technical College Journal, 2010, 3(6): 77—81.

[10] 邹德华.装备保障指挥学[M].北京:国防大学出版社,

- 2002:119.
- ZOU De-hua. Equipment Support Command Learning[M]. Beijing:National Defense University Press,2002:119.
- [11] 李小东,王桥医.印刷机械传动系统动力学一般模型的建立及其数值仿真[J].包装工程,2003(6):42—44.
- LI Xiao-dong WANG Qiao-yi. Printing the Establishment of the Mechanical Drive System Dynamics Model and its Numerical Simulation[J]. Journal of Packaging Engineering, 2003 (6):42—44.
- [12] 刘学. 发泡聚乙烯包装系统动力学有限元分析[J]. 包装工程,2003,32(7):11—13.
- LIU Xue. Polyethylene Foamed Packaging System Dynamics Finite Element Analysis[J]. Journal of Packaging Engineering, 2003,32 (7) : 11—13.
- [13] FERNANDES S, GRCIOÁ C, RAMOS C. Conductance in Discrete Dynamical Systems[J]. Nonlinear Dynamics, 2010, 61 (3):435—442.
- [14] GALVANTTO U, MAGRI L. On the Use of the Theory of Dynamical Systems Transient Problems[J]. Nonlinear Dynamics, 2013,74(1):373—380.
- [15] ROZIKOV U A. A Multi-Dimensional-Time Dynamical System[J]. Qualitative Theory of Dynamical Systems, 2013 (12) : 361—375.
-
- (上接第117页)
- 版社,2009.
- LIU Wu-hui, HU Geng-sheng, WANG Qi. Graphic Arts Chromatology[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2009.
- [3] 曹从军. 色彩管理关键技术CIE L*a*b*与CMYK变换算法的研究[D]. 西安:西北大学,2008.
- CAO Cong-jun. Research on Color Management Key Technology of Transformation Algorithm from CIE L*a*b* to CMYK [D]. Xi'an:Northwest University,2008.
- [4] 解娴婷. L*a*b*和CMYK色空间的相互转换模型的研究[D]. 南京:南京林业大学,2010.
- XIE Xian-ting. The Study on L*a*b* and CMYK Color Space Transformation Model[D]. Nanjing:Nanjing Forestry University,2010.
- [5] 康一. L*a*b*到CMYK色彩空间转换的研究[D]. 西安:西安理工大学,2006.
- KANG Yi. Research on Equation from L*a*b* to CMYK[D]. Xi'an:Xi'an University of Technology,2006.
- [6] 徐敏,徐锦林.彩色印刷图像平面呈色模型的验证与应用研究[J].包装工程,2004,25(2):34—38.
- XU Min, XU Jin-lin. The Research and Verification of Color Model[J]. Packaging Engineering,2004,25(2):34—38.
- [7] 刘士伟,王辉. L*a*b*到CMY转换方程的研究[J]. 包装工程,2007,28(12):86—88.
- LIU Shi-wei, WANG Hui. Study of the Conversion Equation from L*a*b* to CMY[J]. Packaging Engineering,2007,28(12) : 86—88.
- [8] 周伟. 基于数码打样CMYK与L*a*b*颜色空间转换模型的研究[D]. 西安:西安理工大学,2008.
- ZHOU Yi. Research on the Conversion Model Between CMYK and L*a*b* Color Spaces Based on Digital proofing[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology,2008.
- [9] 刘士伟. L*a*b*到CMYK转换方程的研究[D]. 西安:西安理工大学,2007.
- LIU Shi-wei. The Research of Equation from L*a*b* to CMYK [D]. Xi'an: Xi'an University of Technology,2007.
- [10] 周伟,曹从军. 基于数码打样CMYK到L*a*b*色彩空间转换方法的研究[J]. 包装工程,2007(12):89—90.
- ZHOU Yi, CAO Cong-jun. Study on Color Space Conversion from CMYK to L*a*b* Based on Digital Proofing[J]. Packaging Engineering,2007(12):89—90.
- [11] 梁静,张立辉. 数码打样色彩管理系统的研究[J]. 包装工程,2006,27(6):108—112.
- LIANG Jing, ZHANG Li-hui. Research of Digital Proof Color Management System[J]. Packaging Engineering,2006,27(6) : 108—112.
- [12] 李昕. 基于MATLAB的数字图像处理[J]. 电脑知识与技术,2009,5(8):1979—1980.
- LI Xin. Digital Image Processing Based on MAT LAB[J]. Computer Knowledge and Technology,2009,5(8):1979—1980.
- [13] 苏金明,王永利. MATLAB实用指南[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- SU Jin-ming, WANG Yong-li. A Practical Guide to the MAT LAB[M]. Beijing:Electronic Industry Press,2004.
- [14] 胡细宝,孙洪祥,王丽霞. 概率论/数理统计/随机过程[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2004.
- HU Xi-bao, SUN Hong-xiang, WANG Li-xia. Probability/Statistics/Random Process[M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Publishing House,2004.
- [15] 徐敏. L*a*b*到CMY转换方程的研究[D]. 西安:西安理工大学,2003.
- XU Min. The Research of Equation from L*a*b* to CMYK[D]. Xi'an:Xi'an University of Technology,2003.