

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.06.002

军事装备发展政策的系统动力学模型仿真

田碧, 李德远, 杜秋, 叶志能
(军事经济学院 军需系, 武汉 430035)

摘要: 为分析军事装备发展政策, 建立了军事装备发展政策系统动力学 (system dynamics, SD) 的优化模型。对军事装备发展政策系统进行了定性和定量分析, 探讨了系统中影响因素相互关系。根据系统关系图和流图, 通过改变不同的外生变量即可得到不同的仿真结果。仿真结果验证了该方法的有效性, 可为军事装备发展政策提供决策支持。

关键词: 军事装备发展; 系统动力学; 仿真研究
中图分类号: N945.12 **文献标志码:** A

System Dynamics Model Simulation of Military Equipment Development Policy

Tian Bi, Li Deyuan, Du Qiu, Ye Zhineng
(Dept. of Quartermaster, Military Economy Academy, Wuhan 430035, China)

Abstract: To analyze the military equipment development policy, the optimization model of system dynamics for military equipment development policy was set up. The military equipment development policy system is analyzed qualitatively and quantitatively, and the interrelation of influence factor in the system was discussed. According to the diagram and flow chart of the military equipment development policy system, different simulation results were received by changing different external variables. And simulation results verified the validity of the method, which provided an availability decision-making sustain for military equipment development policy.

Keywords: military equipment development policy; system dynamics; simulation study

0 引言

现代科学技术的发展, 特别是各种高新技术不断涌现并用于军事领域, 使装备发生了根本性的变化。现代战争是高新技术条件下信息化战争, 军事对抗双方不仅是高新技术装备而且是装备体系与体系的对抗, 从科索沃到阿富汗战争再一次证明了这一点^[1]。对军事装备发展政策的分析是装备体制系统中比较关键的一项, 无论是基于了解现拟制方案存在的问题, 还是基于为决策者提供比较科学、准确的决策依据, 都需要借助数学模型利用计算机进行演算, 对各种备选方案进行准确和直观的判断, 而传统的以定性分析为特征的方法都不具备这种能力^[2]。系统动力学 (system dynamics, SD) 方法可以解决这一复杂的实际问题, 它不是依据数学逻辑的推演而获得答案, 而是依据对系统实际的观测所获得的信息建立动态仿真模型, 并通过计算机的计算实验获得系统未来行为的描述, 这一特点比较符合军事系统内的分析^[3-4]。鉴于此, 笔者运用系统动力学方法对军事装备发展过程仿真, 分析军事装备结构动态特性, 研究结构优化系统的内部反馈结构及其动态行为关系, 寻求改善系统行为的政策与策

略, 找出发展政策方面的问题, 以提供有效决策支持。

1 军事装备发展政策系统分析

一般地, 军事装备发展周期通常需要 10 年以上的的时间, 这期间需要经历装备的采购、研制、生产、替代和退役等多项活动, 这些活动的顺利开展需要有相应的政策、策略与措施予以充分保证。建立起军事装备发展政策的系统动力学模型进行模拟, 评估和优化各种政策、策略和实施方案能够得到的效果^[5-6]。例如, 装备的生产周期、投入系数, 装备的发展和补充速度等是否能够满足装备发展方案的要求。军事装备发展政策优化涉及到新型装备的科研、采购和列装, 现有装备的退役、淘汰和改造, 原型装备的更新, 新型号与旧型号的更替等, 这是一个动态调整过程, 也是一个复杂的决策过程, 需要在—一个时间基线内完成^[7]。

确定系统的界限为: 装备规模差—装备发展速率—装备保有量—装备补充速率—装备实有量—装备规模差, 建立的机制表示装备规模差在外界因子影响下不断趋向军事装备需求, 即于装备规模差逼近于 0 或者一个常数。系统因果关系图如图 1。

收稿日期: 2011-02-25; 修回日期: 2011-03-30

作者简介: 田碧 (1980—), 男, 湖北人, 博士, 从事军需装备研究。

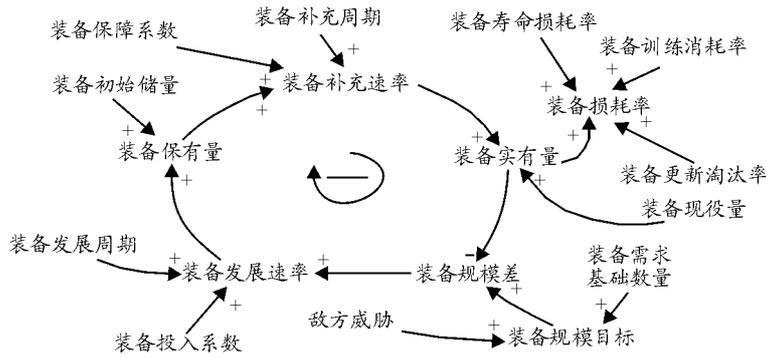


图 1 军事装备发展政策因果关系图

图 1 是一个因果关系负反馈环,具体说明如下: 装备的实有量与装备规模目标相比产生规模差, 规模差值的大小影响发展速率的大小, 发展周期和发展投入也影响发展速率的大小; 发展速率越快, 装备的保有量越多, 初始储量可以看作装备库存, 库存大则保有量达到或恢复到目标值的速度快; 保有量缺口越大越需要加大补充的速度, 补充周期和保障系数也影响补充速率; 补充速率影响实有量, 实有量影响规模目标的速度和装备的损耗率; 规模目标又被装备需求基础数量和敌方威胁所影响, 装备需求基础数量是维持国家国防安全的基本装备数

量, 当敌方威胁增加时, 装备规模目标增加; 装备实有量影响装备损耗率, 装备损耗率又由装备寿命损耗率、装备更新淘汰率和装备训练消耗率。

应用系统动力学原理和建模思想, 建立军事装备发展的动态模型, 研究军事装备发展政策。该模型的建立目标是寻求以优化的策略使实有规模接近目标规模, 优化的策略由敌方威胁、发展周期、补充周期和投入系数等参数值体现。

2 军事装备发展政策动力学模型的建立

根据前面的分析, 应用系统动力学建模软件 Vensim-PLE, 建立模型流如图 2。

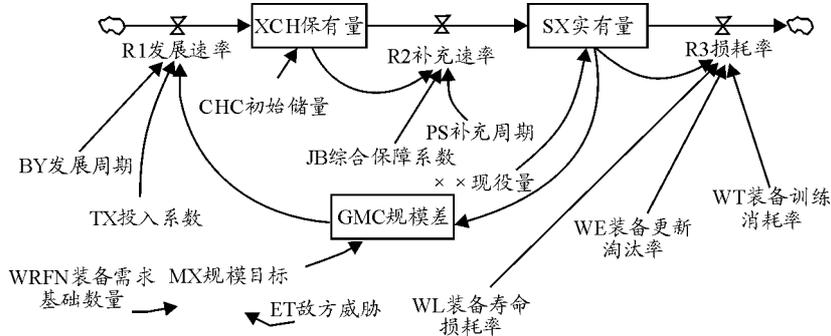


图 2 军事装备发展政策关系流图

图 2 中, 规模差、发展速率、保有量、补充速率和实有量组成一个负反馈回路: XCH 保有量表示经补充得到、尚未调拨的装备总数; SX 实有量表示装备的实有总数; R1 发展速率表示单位时间装备采购与研制的速度; R2 补充速率表示单位时间装备从采购完成到配发部队的速率; R3 损耗率包括 EL 表示装备寿命损耗率、EE 表示装备更新淘汰率、ET 表示装备训练消耗率; GMC 规模差表示期望得到的装备规模与实有装备规模的差; MX 规模目标表示期望得到的装备或规划规模; BY 发展周期表示从采购开始得到装备的时间; TX 投入系数表示对装备的采购、科研投入力度; $\times\times$ 现役量表示装备现编

配数; JB 保障系数表示装备补充影响系数, 如使用培训、装备管理科学化等; PS 补充周期表示从装备储备到装备编配, 形成战斗力时间; CHC 初始储量表示装备形成规模的初始量; ERFN 表示装备需求基础数量; ET 敌方威胁表示近期我国可能面临的现实威胁。

3 军事装备发展政策动力学模型仿真分析

3.1 因子关系及参数设置

系统结构和参数是系统动力学建模中的 2 个关键问题, 一般而言, 系统动力学强调的是系统结构而不是参数的估计。首先, 反馈系统建模的经验早

就表明, 倘若模型的结构是错误的或不完整的, 参数估计的技术再完善也不会产生有用的结论; 其次, 系统动力学模型一般关心系统总的行为趋势及其政策变化的影响等问题, 对参数的精度要求并不太高; 再者, 一个因果关系正确的模型即使仅仅运用近似的参数值, 一般也能产生符合实际的行为。利用上述建立的系统动力学仿真模型, 确定变量的初始条件, 及常数变量的取值, 模型运行时间控制流程如下所示, 以 T 作为一个仿真时间单元, 取 0.5T 作为模型仿真周期, 在 50 年时间内对模型进行调整, 系统内各因子在 Vensim-PLE 中的关系如下:

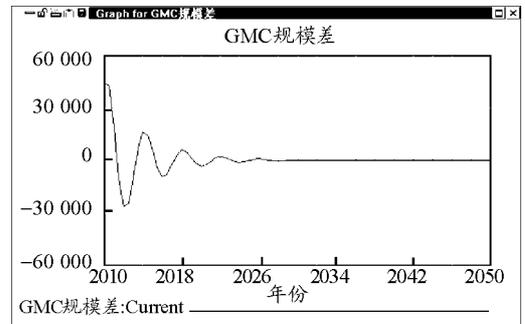
- 1) BY 发展周期=5 Units: **undefined**
- 2) CHC 初始储量=500 Units: **undefined**
- 3) ET 敌方威胁=1.5 Units: **undefined**
- 4) FINAL TIME =2050 Units: Year The final time for the simulation.
- 5) GMC 规模差=MX 规模目标-SX 实有量 Units: **undefined**
- 6) INITIAL TIME=2010 Units: Year The initial time for the simulation.
- 7) JB 综合保障系数=9 Units: **undefined**
- 8) MX 规模目标=ET 敌方威胁*WRFN 装备需求基础数量 Units: **undefined**
- 9) PS 补充周期=6 Units: **undefined**
- 10) R1 发展速率=GMC 规模差*TX 投入系数/BY 发展周期 Units: **undefined**
- 11) R2 补充速率=XCH 保有量*JB 综合保障系数/PS 补充周期 Units: **undefined**
- 12) R3 损耗率=SX 实有量*(WE 装备更新淘汰率+WL 装备寿命损耗率+WT 装备训练消耗率) Units: **undefined**
- 13) SAVEPER=TIME STEP Units: Year [0, ?]The frequency with which output is stored.
- 14) SX 实有量= INTEG (××现役量+(R2 补充速率-R3 损耗率), 1 000)
- 15) TIME STEP = 0.5 Units: Year
- 16) TX 投入系数=7 Units: **undefined**
- 17) WE 装备更新淘汰率=0.02 Units: **undefined**
- 18) WL 装备寿命损耗率=0.02 Units: **undefined**
- 19) WRFN 装备需求基础数量=30 000 Units: **undefined**
- 20) WT 装备训练消耗率=0.01 Units: **undefined**

21) XCH 保有量= INTEG (CHC 初始储量+ (R 发展速率-R2 补充速率), 500) Units: Year

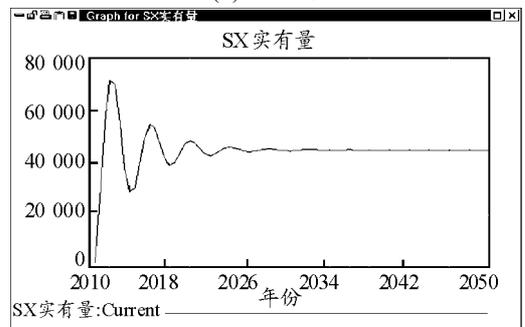
22) ××现役量=1 500 Units: **undefined**

3.2 仿真模拟

对量纲做归一化处理, 可以对军事装备发展政策进行仿真实验研究, 得到如图 3 的曲线走势。



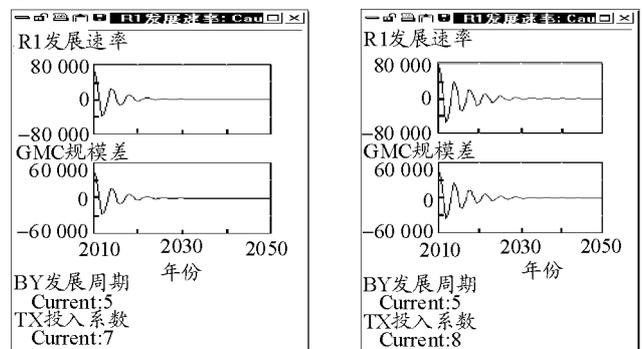
(a) A 曲线



(b) B 曲线

图 3 规模差和实有量与实践关系示意图

曲线 A 和曲线 B 动态分析研究函数摆动范围和由震荡到稳定的轨迹, 通过灵敏度分析找到了能尽快达到稳定实有量的参数值, 当 TX 投入系数从 7 (C 曲线) 改变为 8 (D 曲线) 时, 函数振幅增大, 达到稳定时间延迟, 如图 4, 意味着国家投入装备费用加大, 说明应该减少装备采购量, 加大科研的投入力度, 同时应该减少发展周期才能迅速达到稳定, 如曲线 C、D。



(a) C 曲线

(b) D 曲线

图 4 发展速度与投入系数的关系示意图