

## 【其他研究】

动力系统模型仿真在军事战争建模中的应用<sup>\*</sup>

刘 杨, 赖 笑

(重庆大学 建设管理与房地产学院, 重庆 400045)

**摘要:**分析并证明了动力系统模型运用于军事战争问题上建模的可行性。通过仿真模拟得到了与历史真实记载一致的结果,从而进一步证明了模型的正确性。另外,通过分析,初始赋值与动力系数是影响动力系统运行的重要因素。

**关键词:**动力系统;仿真;军事战争

**中图分类号:** E8; O21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—0707( 2010) 04—0112—03

战争一直伴随着人类活动并延续至今,由于战争往往对人类造成十分严重的后果,因此各国对待是否进行战争这个问题的态度通常都很谨慎。假设到了迫不得已必须要进行战争的时候,作为任何一方的最高指挥官都必须要对战争的结果进行有效的评估,以确定获胜的几率。在这种情况下,动力系统可以作为一种十分有效的工具对结果进行预测,同时可以根据模拟来选择最优战略进行对战,以获得最佳效果。

## 1 动力系统

### 1.1 动力系统的概念

一般来说,动力系统模型用于描述一个问题从一个周期到下一个周期的变化情况,用数学表达式可以表示为<sup>[1]</sup>:

$$\begin{aligned} A_{n+1} &= f(x) \cdot A_n \\ A_0 &= k \end{aligned} \quad (1)$$

在式(1)中,系统中的后一个周期  $A_{n+1}$  与前一个周期存在一定的关系<sup>[1]</sup>,由于具体问题所表现出来的关系不能确定,因此用  $f(x)$  来表示。另外,为了让系统运算起来,通常情况下都要给出系统的初始赋值  $A_0$ 。

### 1.2 动力系统的类型

根据式(1),用于联系系统后一个周期与前一个周期的关系表达式为  $f(x)$ ,因此动力系统可分为线性动力系统与非线性动力系统。为了简便区分,对于线性动力系统可以写成

$$\begin{aligned} A_{n+1} &= b \cdot A_n \\ A_0 &= k \end{aligned} \quad (2)$$

而非线性动力系统依然用式(1)表达。

## 2 军事战争的特点

军事战争双方代表各自集团的利益,通常情况下,交战双方可能进行一轮或多轮交战。按照逻辑推理,在武器装备相当且忽略士气等主观因素的情况下,兵力多的一方会战胜兵力较少的一方。但是在实际战争中受战略部署、地形等条件的约束,双方往往不能在某一个战场投入全部兵力,而是需要将兵力分别部署,在这种情况下部队将会被分割成一些作战部分,因此战争的结果就会存在变数。所以动力系统在军事战争建模的时候有以下特点:① 战争中忽略由于士气对战争结果造成的影响;② 交战双方武器装备相当;③ 每次战争的损失函数可表达。这里需要说明的是第③点,由于动力系统表达的是下一个周期与前一个周期之间的关系,因此每次交战时必须能够明确对方给自己造成的损失,这样才能够使动力系统得以运行。另外,如果双方武器装备相当,且火力分布均匀,则每次损失率应该为一个常数。

## 3 动力系统建模

动力系统建模主要是根据实际情况,给出交战双方的动力系统模型,根据模拟运算,求出结果并进行比较,比较后选择最优结果,其过程见图 1。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2010—01—30

作者简介:刘杨(1981—),男,博士研究生,主要从事管理学、经济学等方面的研究。

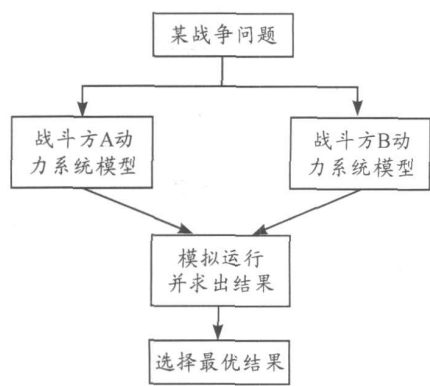


图 1 动力系统建模程序

4 以特拉法尔加海战为例进行分析

特拉法尔加海战是帆船海战史上以少胜多的一场漂亮的歼灭战,也是 19 世纪规模最大的一次海战。1805 年,由拿破仑指挥的法国、西班牙海军联军共有 33 艘战舰,而由英国海军上将纳尔逊指挥的反法联军战舰只有 27 艘,那么纳尔逊指挥的反法联军是如何以少胜多的呢。假设在一次遭遇中每方的战舰损失数量均为对方战舰数量的 10%,设第 n 阶段英军所剩战舰数量为  $X_n$ ,法西联军所剩战舰数量为  $Y_n$ ,则动力系统模型可由下式表达:

$$X_{n+1} = X_n - 0.1Y_n$$
$$Y_{n+1} = Y_n - 0.1X_n$$

假如按照常规战斗方式,对于  $X_0 = 27, Y_0 = 33$  模拟该过程,运行结果如表 1。

为了使结果更加直观,将战斗模拟结果用图 2 表示。

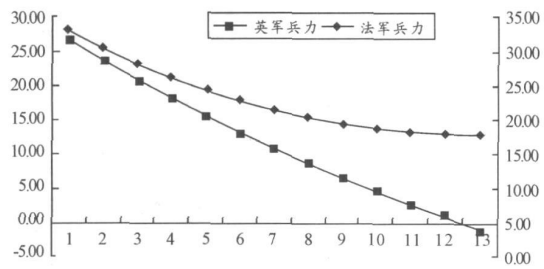


图 2 全部兵力投入情况下战斗模拟结果

由上述结果可知,如果将部队一次性全部投入战斗,根据动力系统模型仿真结果显示,经过 12 次战斗英国舰队只剩下不到 1 艘战舰,第 13 次将会全军覆没,而法军除了

1 艘负伤战舰外尚有 17 艘战舰完好无损。这样,英军将一败涂地。

根据历史资料显示,当时拿破仑指挥的法军联军将 33 艘战舰按如图 3 排列。

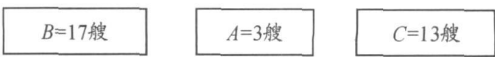


图 3 法军战舰序列示意图

经过长期观察,纳尔逊发现在实际战斗中,每方的战舰损失数量均为对方战舰数量的 5%,则动力系统模型可写成:

$$X_{n+1} = X_n - 0.05Y_n$$
$$Y_{n+1} = Y_n - 0.05X_n$$

纳尔逊上将做出如下策略:在战斗 A 中以 13 艘迎战法军 3 艘;在战斗 B 中将 A 战斗中剩余的战舰连同自己的 14 艘战舰投入战斗;在战斗 C 中将所有剩余的战舰投入战斗,其结果模拟如表 2 和图 4 所示。

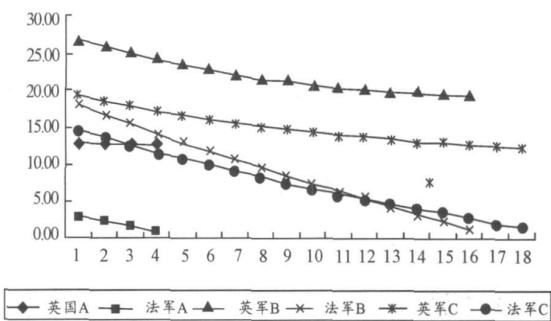


图 4 各阶段战斗模拟结果

由此战略,可以看出在 A 战斗过后,英军以 1 艘负伤的代价使法军 2 艘战舰失去战斗力;B 战斗后,英军剩余 19 艘完好战舰和一艘重伤战舰,而法军则只剩 1 艘完好战舰和 1 艘重伤战舰;最后一站英军以剩余 12 艘完好战舰和 1 艘重伤战舰战胜法军。

根据历史记载,在前两站后,法军将 13 艘战舰撤回了法国,英军取得了彻底的胜利。这与用动力系统模型模拟的结果完全一致<sup>[2-4]</sup>。

通过分析,我们还可以发现,除了各个战斗初始投入兵力是战争成败的关键外,每次战斗的损失率也成为决定战争成败的重要因素。

表 1 全部兵力投入情况下战斗模拟结果

对战方	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
英军兵力	27.00	23.70	20.67	17.88	15.29	12.88	10.63	8.50	6.48	4.55	2.68	0.85	-0.94
法军兵力	33.00	30.30	27.93	25.86	24.08	22.55	21.26	20.20	19.34	18.70	18.24	17.97	17.89

表 2 各阶段战斗模拟结果

阶段	战斗 A		战斗 B		战斗 C	
	英军	法军	英军	法军	英军	法军
1	13. 00	3. 00	26. 65	18. 07	19. 27	14. 44
2	12. 85	2. 35	25. 74	16. 74	18. 55	13. 48
3	12. 73	1. 71	24. 91	15. 45	17. 88	12. 55
4	12. 65	1. 07	24. 13	14. 21	17. 25	11. 66
5			23. 42	13. 00	16. 67	10. 80
6			22. 77	11. 83	16. 13	9. 96
7			22. 18	10. 69	15. 63	9. 16
8			21. 65	9. 58	15. 17	8. 38
9			21. 17	8. 50	14. 75	7. 62
10			20. 74	7. 44	14. 37	6. 88
11			20. 37	6. 40	14. 03	6. 16
12			20. 05	5. 38	13. 72	5. 46
13			19. 78	4. 38	13. 45	4. 77
14			19. 56	3. 39	13. 21	4. 10
15			19. 39	2. 41	13. 00	3. 44
16			19. 27	1. 44	12. 83	2. 79
17					12. 69	2. 15
18					12. 58	1. 51

5 结束语

实践证明,动力系统模型在战争问题上建模完全适用。另外,通过分析,在战争问题上利用动力系统模型建模有 2 个重要因素是决定战争结果的:第一,是动力系统模型的初始赋值;第二,是动力系统的动力系数,或者说是战争损耗率,该系数直接决定了动力系统的运行速度。本文中通过实践证明动力系统模型在战争问题上建模的可行性与正确性,接下来的工作为尝试求解该类问题的优化解。

参考文献:

[ 1 ] Frank R G, Maurice D W, William P F. A First Course

in Mathematical Modeling[ M] . Third Edition. 叶其孝,姜启源,译.北京:机械工业出版社,2006.

[ 2 ] 王金山,任蓓,潘东. 特拉法尔加海战的运筹学分析[ J] . 合肥工业大学学报:自然科学版,2005( 2): 220—222.

[ 3 ] 思凌. 军事建模与仿真技术的新应用[ J] . 自动化博览,1997( 4): 36—39.

[ 4 ] 易伟建,刘翔. 动力系统模型阶次的确定[ J] . 振动与冲击,2008( 11): 12—16.

(责任编辑 刘 舸)