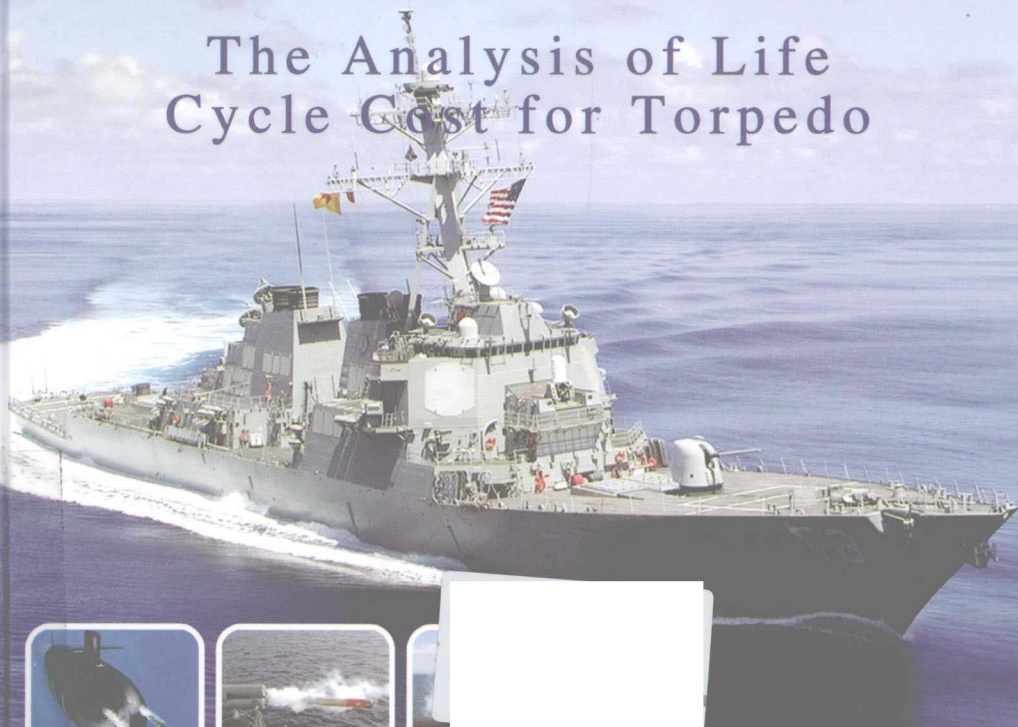




国防科技图书出版基金

鱼雷寿命周期费用分析

The Analysis of Life
Cycle Cost for Torpedo



■ 梁庆卫 等著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



鱼雷寿命周期费用分析

The Analysis of Life
Cycle Cost for Torpedo



付国良 王 博 编



国防工业出版社

地址：北京市海淀区中关村大街22号



国防科技图书出版基金

鱼雷寿命周期费用分析

The Analysis of Life Cycle Cost for Torpedo

梁庆卫 宋保维 潘光 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

鱼雷寿命周期费用分析 / 梁庆卫等著. —北京:
国防工业出版社, 2013. 10

ISBN 978 - 7 - 118 - 08750 - 5

I. ①鱼... II. ①梁... III. ①鱼雷 - 设备时间利用率
- 费用效果分析 IV. ①TJ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 162193 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 169 千字

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 58.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

国防科技图书出版基金 第七届评审委员会组成人员

主任委员 王 峰

副主任委员 吴有生 蔡 镭 杨崇新

秘 书 长 杨崇新

副 秘 书 长 邢海鹰 贺 明

委 员 才鸿年 马伟明 王小谟 王群书
(按姓氏笔画排序)

甘茂治 甘晓华 卢秉恒 巩水利

刘泽金 孙秀冬 陆 军 芮筱亭

李言荣 李德仁 李德毅 杨 伟

肖志力 吴宏鑫 张文栋 张信威

陈良惠 房建成 赵万生 赵凤起

郭云飞 唐志共 陶西平 韩祖南

傅惠民 魏炳波

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。

4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工

作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金

评审委员会

前 言

寿命周期费用理论是涉及各种资源最有效利用的分析方法,是运筹学的一个分支,在军用、民用、公共事业等方面,都有寿命周期费用理论的用武之地。近年来,许多学者在从事寿命周期费用分析方法的研究,各种观点应运而生,大部分都基于数理统计理论,有关寿命周期费用的模糊性、灰色性、模糊灰色性以及寿命周期费用与有关指标的权衡等方面的研究是急需解决的问题。

本书是以作者博士研究期间的工作为基础撰写而成的,研究了鱼雷寿命周期费用若干重要理论和技术问题,建立了相对完整的具有重大工程实用价值的鱼雷寿命周期费用估算体系。研究工作中,在充分总结和吸收已有研究成果的同时,开展了大量创造性研究工作,基于最新的模糊理论、灰色系统理论、优化理论,建立了适用于工程的鱼雷寿命周期费用估算理论体系,为新型产品研制、验收与管理提供了技术支持。

本书共 7 章:第 1 章阐述寿命周期费用的基本概念,寿命周期费用国内外研究现状;第 2 章论述鱼雷研制费用工程模型,鱼雷生产费用工程模型,鱼雷使用保障费用工程模型;第 3 章论述寿命周期费用的时间价值,寿命周期费用参数的模糊聚类分析,基于 Vague 集的研制阶段年度投资强度分配模型,寿命周期费用模糊最小二乘估计模型,基于模糊输出值的寿命周期费用模糊优化模型,寿命周期费用模糊模型的评价;第 4 章论述寿命周期费用参数的灰色关联聚类,寿命周期费用模型敏感参数的灰色识别方法,研制费用的灰色 Verhulst 模型,生产费用与累计产量的灰色 GM(1,2) 模型,寿命周期费用的灰色 GM(1,N) 模型,寿命周期费用灰色模型的评价;第 5 章论述基地级维修时间的模糊灰

色模型,寿命周期费用的模糊灰色主成分估计模型,寿命周期费用的模糊灰色特征值估计模型,寿命周期费用模糊灰色模型的评价;第6章论述鱼雷寿命周期费用与可靠性的权衡,鱼雷使用保障费用与退役时间的权衡,鱼雷备件费用与维修备件量的权衡,鱼雷寿命周期费用与效能的权衡;第7章论述需进一步开展的研究工作。

本书获得了国防科技图书出版基金、教育部博士点基金、西北工业大学博士论文创新基金等的支持,在此表示感谢!

由于作者水平有限,不足之处在所难免,希望读者批评指正。

梁庆卫

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 寿命周期费用的概念	1
1.1.1 寿命周期费用的含义	1
1.1.2 寿命周期费用分析的主要内容和目的	2
1.1.3 寿命周期各阶段对费用的影响	3
1.2 寿命周期费用国内外研究现状	4
1.2.1 国外寿命周期费用研究现状	4
1.2.2 国内寿命周期费用研究现状	7
1.2.3 寿命周期费用的主要模型和分析方法	8
1.3 鱼雷寿命周期费用研究的意义	10
第 2 章 鱼雷寿命周期费用工程模型	15
2.1 鱼雷寿命周期费用数据采集与常用工程模型	16
2.1.1 寿命周期费用数据采集	16
2.1.2 建立费用分解结构时应遵循的原则	17
2.1.3 常用的寿命周期费用工程模型	18
2.2 鱼雷研制费用工程模型	19
2.2.1 研制费用分解结构	19
2.2.2 研制费用工程模型	19
2.3 鱼雷生产费用工程模型	23
2.3.1 生产费用分解结构	23
2.3.2 生产费用工程模型	23

2.4	鱼雷使用保障费用工程模型	26
2.4.1	使用保障费用分解结构	27
2.4.2	使用保障费用工程模型	27
2.5	算例	30
2.5.1	鱼雷 A 研制费用估算	30
2.5.2	鱼雷 A 生产费用估算	31
2.5.3	鱼雷 A 使用保障费用估算	32
2.5.4	鱼雷 A 寿命周期费用估算	33
第 3 章	鱼雷寿命周期费用模糊模型	35
3.1	模糊数学基本理论	36
3.1.1	隶属函数	36
3.1.2	模糊数与贴近度	38
3.1.3	模糊综合评判与模糊聚类分析	40
3.2	鱼雷寿命周期费用模糊数据处理方法	42
3.2.1	寿命周期费用的时间价值	43
3.2.2	寿命周期费用参数的模糊聚类分析	45
3.3	鱼雷寿命周期费用模糊模型	47
3.3.1	基于 Vague 集的研制阶段年度投资强度 分配模型	47
3.3.2	寿命周期费用模糊最小二乘估计模型	51
3.3.3	基于模糊输出值的寿命周期费用模糊 优化模型	55
3.3.4	寿命周期费用模糊模型的评价	58
3.4	算例及寿命周期费用模糊模型的对比分析	59
3.4.1	算例 1——寿命周期费用的时间价值	59
3.4.2	算例 2——寿命周期费用参数的模糊聚类 分析	60
3.4.3	算例 3——基于 Vague 集的研制阶段年度	

投资强度分配模型	61
3.4.4 算例4——寿命周期费用模糊最小二乘估计 模型	63
3.4.5 算例5——基于模糊输出值的寿命周期费用 模糊优化模型	64
3.4.6 寿命周期费用模糊模型的对比分析	67
第4章 鱼雷寿命周期费用灰色模型	69
4.1 灰色系统基本理论	71
4.1.1 基本概念	71
4.1.2 灰色模型及相对误差	76
4.1.3 灰色关联聚类及灰色聚类决策	81
4.2 鱼雷寿命周期费用灰色数据处理方法	82
4.2.1 寿命周期费用参数的灰色关联聚类	83
4.2.2 寿命周期费用模型敏感参数的灰色识别方法	85
4.3 鱼雷寿命周期费用灰色模型	86
4.3.1 研制费用的灰色 Verhulst 模型	86
4.3.2 生产费用与累计产量的灰色 GM(1,2) 模型	88
4.3.3 寿命周期费用的灰色 GM(1,N) 模型	91
4.3.4 寿命周期费用灰色模型的评价	93
4.4 算例及寿命周期费用数据处理方法和模型的对比 分析	94
4.4.1 算例1——寿命周期费用参数的灰色关联 聚类	94
4.4.2 算例2——寿命周期费用模型敏感参数的 灰色识别方法	95
4.4.3 算例3——研制费用的灰色 Verhulst 模型	96
4.4.4 算例4——生产费用与累计产量的灰色 GM(1,2) 模型	97

4.4.5	算例 5——寿命周期费用的灰色 GM(1,N) 模型	99
4.4.6	寿命周期费用数据处理方法和模型的对比分析	101
第 5 章	鱼雷寿命周期费用模糊灰色模型	103
5.1	模糊灰色基本理论	104
5.1.1	模糊灰色集合	104
5.1.2	模糊与灰色的综合方法	105
5.2	鱼雷寿命周期费用模糊灰色模型	106
5.2.1	基地级维修时间的模糊灰色模型	106
5.2.2	寿命周期费用的模糊灰色主成分估计模型	109
5.2.3	寿命周期费用的模糊灰色特征值估计模型	119
5.2.4	寿命周期费用模糊灰色模型的评价	123
5.3	算例及寿命周期费用模糊灰色模型的对比分析	123
5.3.1	算例 1——基地级维修时间的模糊灰色模型	123
5.3.2	算例 2——寿命周期费用的模糊灰色主成分估计模型	125
5.3.3	算例 3——寿命周期费用的模糊灰色特征值估计模型	128
5.3.4	寿命周期费用模糊灰色模型的对比分析	130
第 6 章	鱼雷寿命周期费用与有关指标的权衡	132
6.1	常用的寿命周期费用与有关指标的权衡方法	132
6.1.1	比例分析法	132
6.1.2	基于神经网络方法	135
6.1.3	关联矩阵法	136
6.2	鱼雷寿命周期费用与可靠性的权衡	137

6.2.1	生产费用与可靠度的关系	138
6.2.2	广义维修费用与可靠度的关系	139
6.2.3	寿命周期费用与可靠性的权衡	140
6.2.4	最优约束水平的确定	142
6.3	鱼雷使用保障费用与退役时间的权衡	143
6.3.1	使用保障费用的预测	144
6.3.2	使用保障费用与退役时间的权衡	146
6.4	鱼雷备件费用与维修备件量的权衡	147
6.4.1	用于备件的总费用	147
6.4.2	保障度	148
6.4.3	备件量模糊优化模型	149
6.5	鱼雷寿命周期费用与效能的权衡	151
6.5.1	寿命周期费用与效能权衡的灰色聚类决策	152
6.5.2	寿命周期费用与效能权衡的模糊理想点法	153
6.5.3	寿命周期费用与效能权衡的灰色理想点法	155
6.5.4	寿命周期费用与效能权衡的模糊灰色 理想点法	156
6.6	算例及费用与效能权衡方法的对比分析	157
6.6.1	算例 1——寿命周期费用与可靠性的权衡	157
6.6.2	算例 2——使用保障费用与退役时间的 权衡	159
6.6.3	算例 3——备件费用与维修备件量的权衡	161
6.6.4	算例 4——寿命周期费用与效能权衡的灰色 聚类决策	162
6.6.5	算例 5——寿命周期费用与效能权衡的模糊灰色 理想点法	164
6.6.6	费用与效能权衡方法的对比分析	166
第 7 章	前景与展望	168
参考文献		172

Contents

Chapter 1	Introduction	1
1.1	Concept of life cycle cost	1
1.1.1	Mining of life cycle cost	1
1.1.2	Main content and purpose of life cycle cost analysis	2
1.1.3	Impact on cost of different life cycle stage	3
1.2	Current research status of life cycle cost in China and abroad	4
1.2.1	Current research status of life cycle cost abroad	4
1.2.2	Current research status of life cycle cost in China	7
1.2.3	Main models and analytical method of life cycle cost	8
1.3	Research significance of life cycle cost	10
Chapter 2	Engineering models of life cycle cost for torpedo	15
2.1	Collection of life cycle cost data and common engineering models	16
2.1.1	Collection of life cycle cost data	16
2.1.2	Principles of establishing the cost breakdown structure	17

2.1.3	Common engineering models of life cycle cost	18
2.2	Engineering models of developing cost for torpedo	19
2.2.1	Developing cost breakdown structure	19
2.2.2	Engineering models of developing cost	19
2.3	Engineering models of producing cost for torpedo	23
2.3.1	Producing cost breakdown structure	23
2.3.2	Engineering models of producing cost	23
2.4	Engineering models of maintaining cost for torpedo	26
2.4.1	Maintaining cost breakdown structure	27
2.4.2	Engineering models of maintaining cost	27
2.5	Examples	30
2.5.1	Estimation of developing cost for torpedo A	30
2.5.2	Estimation of producing cost for torpedo A	31
2.5.3	Estimation of maintaining cost for torpedo A	32
2.5.4	Estimation of life cycle cost for torpedo A	33
Chapter 3	Fuzzy models of life cycle cost for torpedo	35
3.1	Basic theories of fuzzy mathematics	36
3.1.1	Membership function	36
3.1.2	Fuzzy number and nearness	38
3.1.3	Fuzzy comprehensive evaluation and fuzzy cluster analysis	40
3.2	Fuzzy data processing method of life cycle cost for torpedo	42
3.2.1	Time value of life cycle cost	43
3.2.2	Fuzzy classification analysis on parameters for life cycle cost	45
3.3	Fuzzy models of life cycle cost for torpedo	47
3.3.1	Distributional model of yearly investment	

based on Vague sets	47
3.3.2 Fuzzy least-squares estimation model of life cycle cost	51
3.3.3 Fuzzy optimization model of life cycle cost based on fuzzy output	55
3.3.4 Evaluation on fuzzy model of life cycle cost	58
3.4 Examples and comparative analysis of fuzzy models of life cycle cost	59
3.4.1 Example 1 time value of life cycle cost	59
3.4.2 Example 2 fuzzy classification analysis on parameters for life cycle cost	60
3.4.3 Example 3 distributional model of yearly investment based on Vague sets	61
3.4.4 Example 4 fuzzy least-squares estimation model of life cycle cost	63
3.4.5 Example 5 fuzzy optimization model of life cycle cost based on fuzzy output	64
3.4.6 Comparative analysis of fuzzy models of life cycle cost	67
Chapter 4 Grey models of life cycle cost for torpedo	69
4.1 Basic theories of grey system theory	71
4.1.1 Basic concepts	71
4.1.2 Grey model and relative error	76
4.1.3 Grey relational clustering and grey clustering decision making	81
4.2 Grey data processing method of life cycle cost for torpedo	82
4.2.1 Grey relational cluster method for	