

文章编号: 1000-4653(2003)03-0046-02

# 渔船作业安全综合评价方法的研究

任玉清, 姚杰  
(大连水产学院, 辽宁 大连 116023)

**摘要:** 运用模糊集理论建立了渔船作业安全的综合评价模型, 并运用该模型对渔业公司的生产安全状况进行了评价。结果表明, 该模型是合理的, 实用的, 各级安全管理部门可以用来对渔船的生产作业安全状况进行评估。

**关键词:** 水路运输; 评价方法; 研究; 模糊集理论; 综合评价模型; 作业安全

中图分类号: U 698 文献标识码: A

## A Study of Comprehensive Evaluation Method for Fishing Vessel's Operating Safety

REN Yu-qing, YAO Jie  
(Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

**Abstract:** A fuzzy comprehensive evaluation model is set up with fuzzy set theory, which is applied to assess the situation of production safety for some fishery companies. The results indicate that this model is reasonable and can be used to evaluate operating safety of fishing vessels by fishery companies.

**Key words:** Waterway transportation; Evaluation method; Study; Fuzzy set theory; Comprehensive evaluation model; Production safety

海洋捕捞业在我国海洋渔业中一直占有很大的比重。据资料统计<sup>[1]</sup>: 1999年, 我国水产品总产量4 122.43万t, 全社会渔业总产值1 617.41亿元, 占农林牧渔业总产值的11.6%; 其中海洋捕捞产量达1 497.6万t, 占总产量的36.3%。我国的海洋捕捞产量多年来一直雄居世界首位。

然而, 海洋捕捞业也是高度风险的特殊职业。各种各样的生产事故时有发生, 轻者影响生产效率, 重者渔船发生碰撞、倾覆等, 给国家财产、人命安全造成不可挽回的损失。因此, 如何合理评价渔船的生产作业安全、改善生产安全状况一直是各级政府有关部门和渔业公司、水产院校十分关心的课题。

### 1 渔船生产作业安全的评价指标

以往, 各级安全管理部门及渔业公司在进行事故统计时包括事故次数、直接经济损失、死亡人数、受伤人数和船舶全损数5项指标。实际上这5项指标并不能全面地反映渔船生产作业的安全状况, 还应考虑渔船总数、船员总数、生产总值等因素; 而且,

事故统计也不应采取绝对数字, 不考虑船舶数目和船舶活动量的实况及其变化, 简单地比较事故统计数字是不科学的, 也是不合理的, 应该采用相对数字评价渔船的作业安全状况, 即在评价渔船生产作业安全时应考虑事故次数与船舶活动量的比率, 或发生事故的船舶数与从事生产作业船舶数的比率。

通过对有关的安全管理案例进行调研, 在对渔船作业安全状况进行综合评价时, 所选择的指标体系如图1。很显然, 各项指标的取值越大, 渔船生产作业的安全状况越差。

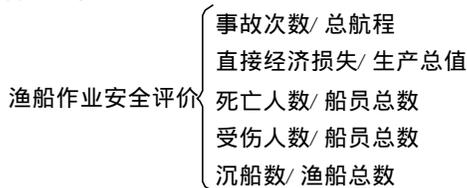


图1 渔船作业安全评价指标体系

### 2 渔船作业安全的模糊综合评价模型

#### 2.1 模糊综合评价方法

模糊集(Fuzzy sets)理论<sup>[2]</sup>是美国加利福尼亚

收稿日期: 2002-08-13

作者简介: 任玉清(1971-), 男, 河北人, 硕士, 讲师, 主要从事渔船航海技术和渔船安全管理的教学与科研工作。

大学 U.C. Berkley 学校的自动控制专家查德(L. A. Zadeh)教授最先提出的。用模糊集合来描述模糊事物的概念,很快为科技工作者所接受。经过短短三十几年的时间,模糊理论已经取得了举世瞩目的进展,其应用遍及工程技术、生态环境、社会经济等领域的许多方面。

### 2.2 模糊综合评价模型

设有需要进行评价的对象组成的集合  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ , 可以是几个渔业公司(或某一公司的不同时段)。  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$  为  $n$  种因素(评价指标)所构成的集合(即因素集或评价指标集)。一般情况下,各因素对评价对象的影响是不一致的。因而,各因素的权重分配为

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (1)$$

其中  $a_i$  表示第  $i$  个因素的权重,是该因素关于评价对象重要程度的度量,它的直观含义是指,评价因素与评价对象具有关系的强度;或评价因素解释评价对象的能力;或评价因素对评价对象的贡献<sup>[3]</sup>。一般总要求评价因素的权重具有可加性,即满足  $\sum a_i = 1$ 。解决权数分配的问题可用层次分析法(AHP)<sup>[4]</sup>。

在评价渔船作业安全状况时,若从第  $i$  个因素  $U_i$  着眼第  $j$  个公司  $X_j$  安全实况的单因素评价值为:

$$r_{ij} = uR(U_i, X_j) = u_{ij} \quad (2)$$

则,得到单因素评价(决策)矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = (r_{ij})_{n \times m} \quad (3)$$

其中,  $r_{ij} \geq 0$ 。

因此,得到模糊综合评价模型

$$B = AoR = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (4)$$

式中:“ $\circ$ ”为合成算子。

在评价渔船作业的安全状况时,应对所有评价指标依权重的大小均衡兼顾,体现整体特性。所以,选择的模糊合成算子“ $\circ$ ”为加权平均型  $M(\circ, \oplus)$ , 即

$$b_j = \sum_{i=1}^n a_i \circ r_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

其中  $a \oplus b = \min(1, a + b)$ ,  $\sum_{i=1}^n$  表示对  $n$  个数在  $\oplus$  运算下求和。

如果  $\sum_{j=1}^m b_j \neq 1$ , 则需要做归一化处理

$$b'_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^m b_j}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

因此,综合评价指标向量为

$$B = (b'_1, b'_2, \dots, b'_m) \quad (7)$$

根据  $B = (b'_1, b'_2, \dots, b'_m)$  就可以对评价对象  $X_1, X_2, \dots, X_m$  进行综合评价、排序。

### 3 评价模型的应用

为检验该模糊综合评价模型是否适用于对渔船作业的安全实况进行评价,作者调查了4家渔业公司2000年度的自然状况和安全(事故)状况,见表1。

表1 2000年度各公司自然状况及事故状况统计

	A公司	B公司	C公司	D公司
渔船总数(单位:艘)	32	28	36	22
船员总数(单位:人)	650	560	730	350
总航程(单位:n mile)	24 560	18 740	32 180	15 420
生产总值(单位:万元)	2 052	1 638	2 580	1 609
事故次数(单位:次)	32	24	35	21
沉船数(单位:艘)	0	0	1	0
受伤人数(单位:人)	9	5	8	9
死亡人数(单位:人)	1	0	1	1
直接经济损失(单位:万元)	21	8	125	19

注:(1)事故次数只统计直接经济损失在1000元以上事故;(2)受伤人数只统计受伤后无法继续参加生产作业的船员人数。

作者对4家渔业公司2000年度的生产安全状况进行评价,即有评价对象集合:

$$X = \{A公司, B公司, C公司, D公司\}$$

根据表1的各公司生产作业事故统计资料,转换为安全评价指标值,运用式(2)得到单因素评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0.001 302 & 0.001 281 & 0.001 088 & 0.001 362 \\ 0.010 23 & 0.004 88 & 0.048 85 & 0.011 81 \\ 0.001 538 & 0 & 0.001 370 & 0.002 857 \\ 0.013 85 & 0.008 93 & 0.010 96 & 0.025 71 \\ 0 & 0 & 0.027 78 & 0 \end{bmatrix}$$

根据大量的安全管理调研资料,运用层次分析法的特征根方法,得出如下权向量:

$$A = \{0.031 9, 0.157 0, 0.363 9, 0.221 5, 0.225 7\}$$

运用模型(4),并且运用式(6)进行归一化处理,得到评价结果,见表2。

图2为各公司安全状况分布图。

(下转第74页)

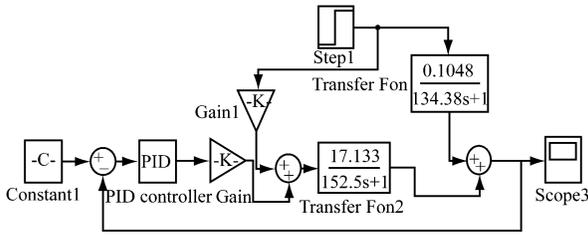


图4 前馈-反馈系统仿真结构图

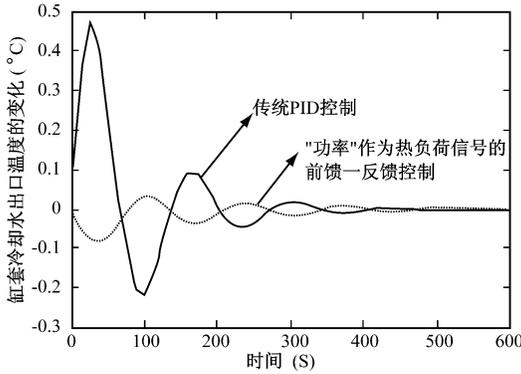


图5 2种控制方法的动态响应

仿真研究,我们可以得出这样的结论:在目前船舶所使用的PID反馈控制的基础上,引入以“功率”作为热负荷信号的前馈控制,可以减小缸套冷却水出口

温度的动态偏差,优化控制性能。至于在船舶上“功率”信号的提取,目前一些新建的船舶可直接提取功率的信号,对于其它船舶,功率信号的提取可以通过油门拉杆的位移或数字调速器的调速信号近似得到。

## 参考文献

- [1] Sun Peiting. Einfluss der Auslegung des Kuehlwasser-systems auf den Verschleiss der Zylinderlaufbushse bei Zwei-Takt-Schiffsdieselmotoren [ D]. Berlin: Verlag oester, 1993: 16—34.
- [2] Dr. A. mamoun. simulation of water cooling system of a marine diesel plant[ J]. maritime research journal, march 1986: 9—16.
- [3] 林叶锦,等.主机缸套水温度控制的改进研究[ J]. 大连海事大学学报, 1998, (5): 31—35.
- [4] 崔庆渝.自适应PID控制器的冷却水温度控制系统[ J]. 上海海运学院学报, 1994, (9): 56—59.
- [5] Project Guide Engine Type L23/30[ M]. MAN & BW, 2001. 24—58.
- [6] 薛定宇.反馈控制系统设计与分析[ M].北京:清华大学出版社, 2000. 203—231.

(上接第47页)

表2 评价结果

	A公司	B公司	C公司	D公司
评价结果	0.156 5	0.082 6	0.501 5	0.259 4
结果排序	②	①	④	③

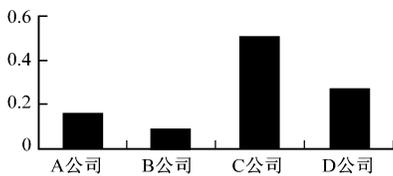


图2 各渔业公司安全实况分布

由此,可以知道,在A, B, C, D 4家渔业公司中, B公司的生产安全状况最好,其次为A公司,再次为D公司,而C公司的生产安全状况最差。这与从事安全管理的专家与学者的主观判断相一致。

## 4 结语

对渔船的生产作业进行安全评价,是一项非常繁杂的工作。在评价渔船的生产作业安全状况时,

用单项指标进行评判是片面的,应采用各单项指标进行综合评价。

我们确定了渔船生产作业安全评价的指标体系,运用模糊集理论,建立综合评价模型,并且运用该模型对4家渔业公司的生产作业安全现状进行了实际评价。经过验证,该模型能客观、正确地评价渔船的生产作业安全状况,可用于各渔业公司的安全管理决策人员及主管机关对渔船作业安全水平评估提供定量化的依据。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部渔业局. 中国渔业年鉴 2000 [ M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [2] 李洪兴, 汪培庄. 模糊数学[ M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
- [3] 查健祿. 模糊积分评价模型[ J]. 大连水产学院学报, 1995, 10(1): 1—9.
- [4] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[ M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1992.