

# 营口港冰期引航风险因素分析与控制

李征

(营口港引航站, 辽宁 营口 125000)

**摘要:** 本文采用 SPSS 和层次分析法测算出影响营口港冰期安全引航的主要风险因素, 详细分析三大主要风险因素的影响, 分别从引航前准备和引航过程中具体操作上提出了营口港冰期风险因素的控制方法, 指出几种突发情况下的应急措施。

**关键词:** 营口港; 冰期; 风险控制

**中图分类号:** U675

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2020) 06—0092—03

## 1 冰期引航风险因素的确定

### 1.1 影响引航的各个因素

经过查阅相关年鉴及统计数据, 确定营口港冰期影响引航安全的因素有: X1 风、X2 浪、X3 横流、X4 冰、X5 降雨、X6 降雪、X7 水位、X8 潮汐、X9 雾、X10 霾、X11 气温。使用软件进行 SPSS 测算和巴特利特的球度检验, 其统计量计算结果为 122.087, 并且相应概率结果为 0.00, 此结果显示相关系数矩阵和单位阵有显著的差异, 可认为两者无关。同时, KMO 的测算值为 0.703, 结果中看出 7 个因子解释了原有变量总方差的 86.741%, 反映了原有变量的绝大部分信息, 这也进一步说明了以上提取的影响因素作为变量比较适合因子分析, 表明此次因子提取成功。

### 1.2 确定主要因素并检验

从负荷上看: X2 和 X3 在第二类因子上负荷较高, 所以可归为一类因子, 代表流因子; X5 和 X6 在第四类因子上负荷较高, 所以可归为一类因子, 代表降水因子; X7 和 X8 在第五类因子上负荷较高, 可合并为潮汐因子; X9 和 X10 在第

六类因子上负荷较高, 可合并为雾(霾)因子。经协方差矩阵检测, 新的 7 个因子无线性相关性, 较为完美地实现了因子分析的设计目标。至此, 确定了 7 大类影响冰期引航安全的因素(大风、水流、冰、降水、潮汐、雾(霾)、气温)。

### 1.3 确定影响因素的权重

采用层次分析法, 设立一级指标, 用专家评判法对各个因素的相互影响作出打分, 进而计算各个因素对引航的影响权重。一级指标对于目标层的判断矩阵及单排序和一致性检验分析见表 2。

B3 (0.36)、B1 (0.22)、B2 (0.18) 的权重最大, 可见冰期对引航安全的影响最大因素分别为冰、流和风。

## 2 冰期引航风险因素分析

### 2.1 冰的影响

冰对引航安全影响体现在三方面: 流冰量、流冰密集度和冰型。同时, 浮冰的漂流方向更因受风力和潮流的共同作用而复杂难测。查阅近十年来营口港水文资料, 大数据表明

表 1 累计贡献率

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.570	23.363	23.363	2.570	23.363	23.363	1.725	15.679	15.679
2	1.743	15.844	39.208	1.743	15.844	39.208	1.611	14.641	30.321
3	1.508	13.709	52.917	1.508	13.709	52.917	1.402	12.747	43.067
4	1.281	11.643	64.559	1.281	11.643	64.559	1.230	11.182	54.249
5	.927	8.430	72.990	.927	8.430	72.990	1.226	11.144	65.393
6	.809	7.354	80.344	.809	7.354	80.344	1.208	10.986	76.379
7	.705	6.411	86.755	.705	6.411	86.755	1.141	10.376	86.755
8	.598	5.434	92.189						
9	.443	4.025	96.214						
10	.267	2.429	98.643						
11	.149	1.357	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

表 2 权重计算结果

A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	$\lambda$	CI	CR	W
B1	1	7/9	7/5	7	7/3	1/3	3	5.35	0.0897	0.08	0.22
B2	9/7	1	9/5	9	3	2	3				0.18
B3	5/7	5/9	1	5	5/3	3	7				0.36
B4	1/7	1/9	1/5	1	1/3	1/2	5				0.02
B5	3/7	1/3	3/5	3	1	1/3	5				0.09
B6	3	1/2	1/3	2	3	1	3				0.12
B7	1/3	1/3	1/7	1/5	1/5	1/3	1				0.01

表 3 冰期引航风险因素分析

因素	具体现象	产生影响
冰	盛冰时节营口港气温最低在零下 20 摄氏度，海面出现大量浮冰，浮冰最厚处可达 30CM；接送引航员的交通船（艇）甲板 and 引航梯易结冰。	受风、流的共同影响，船舶极易偏离航道而发生搁浅；浮冰堵塞海底阀；引航员登船人身安全风险增大。
流	流带动浮冰撞击船舶，船舶的船壳、舵扇及车叶易受损；船舶易吸入冰絮造成冷却水堵塞。	船体受损和阀门堵塞易造成全船断电，主机停止工作，船舶失去动力受风流影响将造成严重的后果。
风	营口港进入冬季后季风主要为偏北风，与航道走向几乎相垂直。	在其他条件相同的情况下，船舶受风面积越大，风力越大，风向越接近正横，风致偏转和风致漂移的现象越严重，引航风险越大。

在营口港正常年份的盛冰期，当流冰量达到 7 级、流冰密集度达到 7 级、流冰厚度达到 15 厘米时，船舶受流冰作用达到最大，但如情况紧急，克服困难仍可通航。超过上述极限数值的情况下不建议船舶通航。

## 2.2 流的影响

横流对船舶的影响最大。航道存在横流时，船舶要保持船位需要预先掌握水文，测算压差角，并一直保持流压差角斜航。此操作的难度在于不仅增加航迹带宽度（超大船舶受限），还增加船舶会遇难度，同时不断根据实际修正角度，对引航员操作水平要求极高。

## 2.3 风的影响

风致偏转和风致漂移是风对引航安全的主要危害。在其他条件相同的情况下，船舶受风面积和风力越大，风向越接近正横，风致偏转和风致漂移的现象越严重，引航风险也就越大。

# 3 冰期引航风险控制

## 3.1 引航前的风险控制

### 3.1.1 港口海事引航部门的风险控制

充分调研，不可轻视浮冰尤其是大型冰块对船舶操纵的影响，对浮冰、流冰等环境因素进行充分分析，必要时可通过申请 VTS、引航服务、拖轮破冰护航等手段保障航行安全。港池、码头前沿及防波堤口门处提前用拖轮破冰，可采用拖轮对顶排冰法排冰；事先通告交通船（艇）和被引领船舶清除甲板冰，做好引航员登船的防滑措施。

### 3.1.2 船舶自身的风险控制

船长在进出港前应对船舶主机、舵机和航海仪器进行彻底检查，尤其是对温度变化反应敏感设备的检查，及时采取措施消除安全隐患。一般情况下，船舶应保持合理压载，宜采用内循环冷却方式（没有内循环设备的船舶应将海底阀换到低位）。吃水小的船舶除保持合理压载外，为防止入水口堵塞，还应及时清理海底阀碎冰。

### 3.1.3 引航员自身的风险控制

（1）技术准备：引航员第一时间掌握冰区最新动态（特别是航道、泊位处浮冰的分布、航标是否发生位移等）；掌握要引航船舶的主要技术参数；预先估算风和流的压差角；计算拖力，合理申请拖轮；冰情严重时，事先申请破冰船。

（2）心理准备：引航员心理素质及心理健康对安全引航

的影响不容忽视。引航前的心理准备作为引航安全的重要因素，一方面来源于引航员自身技术实力的自信，另一方面来源于戒骄戒躁、沉着冷静处理突发问题的心理习惯养成。引航站作为引航员培养和管理机构应该注意加强引航员日常心理健康的疏导。

## 3.2 引航中的风险控制

（1）在拖带船组前面引领破冰作业时，拖轮存在因突然遇厚冰区减速或被冰卡住，存在追尾碰撞风险。因此，作业过程中要留足安全距离，注意高频畅通，发现厚冰难破，立即通知后方大轮减速、停车，甚至倒车。

（2）船舶航行时密切关注冰、流、风的运动方向和速度，尽量让船舶进出港航速适应港区流冰运动、避免流冰、保障船舶安全、顺利进出航道；流冰严重时，进出港船舶在危险地段应有拖轮护航。

（3）浮标可能因风流及冰块托浮产生位移或被冰覆盖，拖轮航行时存在偏离航道、碰撞、损坏螺旋桨等风险。航行时应保持正规瞭望，注意灯浮的位置，并进行校对，发现灯浮移位立即报告船队总指挥。

（4）船舶进入航道前，必须在航道入口外调整好船位和航向，以便船舶在驶入航道后能够行驶在航道中心线上，同时，根据实际情况不断修正预先计算的风流压差角，防止船舶偏离航道。按照最不利的条件考虑，流压差角如果按照航速 6kn 估算，可得：

$$\gamma = \arcsin[0.50 / (6 * 1852 / 3600)] \approx 2.5^\circ$$

进出港按照强风向 WSW 风（7 级平均风速按 15m/s 计算）作用于空载船舶（按航速 6kn 计算），不考虑流的作用，风压差角估算为：

$$\beta = \arctan[15 * \sin 86.5^\circ / 20 * EPX(-0.14 * 6) / (6 * 1852 / 3600)] \approx 6.0^\circ$$

考虑到船舶到达口门段前航道需减速，则流压差角可能比估计更大。船舶在航道中最不利的情况为风流引起漂移方向相同，按照前文风压差角为 6 的估算，航速为 6kn 的极端情况下风流压差角可能达到 7~8 以上，航速降为更低时，风流的压差角将变得更大。相对而言，营口海区潮动力不大。实际运营中有必要对流做出一定的限制，尽可能避免风流一致情况下，急涨急落时段在航道上航行。

（5）靠泊时，当泊位后端尚有余地，可将船舶对准下端靠拢，同时带首缆到距离泊位前段较远的缆桩上，再依次进行绞缆、进车，利用船身自身靠拢将冰排除。如内档仍有浮

# 基于 AHP-模糊理论的锚地引航风险研究

陈海波<sup>1</sup>, 魏天明<sup>2</sup>

(1. 长江引航中心南京引航站, 江苏南京 210000; 2. 南京油运公司, 江苏南京 210000)

**摘要:** 锚地作为重要的港口资源, 其通航安全对港口、航道的发展至关重要。近年来, 随着我国航运的快速发展, 锚地资源紧张, 进出锚地船舶频繁, 锚地引航风险增加。为了把握锚地引航风险, 提早采取应对措施, 有必要对锚地船舶引航安全进行风险研究。本文以太仓港锚地为例进行分析, 基于 AHP 分析指标体系中各指标权重, 并利用模糊理论研究船舶进出锚地的引航风险, 实现对锚地引航风险的定量评价, 以期保障锚地船舶引航安全。

**关键词:** 锚地; AHP; 模糊理论; 引航风险

**中图分类号:** U675

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2020) 06—0094—02

## 1 引言

近年来, 我国港口建设快速发展, 进出港船舶数量越来越多、船型越来越大, 港口通航环境更加复杂。太仓港作为长江岸线重要的亿吨大港, 船舶流量大, 经常出现锚地压船的现象, 锚地资源越来越紧张, 给锚地引航带来很大的风险, 因此, 对锚地水域引航风险进行研究分析十分重要。锚地引航风险系统是一个未知性、模糊性的系统, 传统的研究具有局限性。本文首先结合实际建立锚地引航风险评价指标体系, 然后采用 AHP 计算各个指标的权重, 最后基于模糊理论对锚地引航风险评价系统进行定性分析, 得到太仓港锚地引航风险的准确结果, 以期对锚地引航提供参考。

## 2 太仓港锚地引航风险评价指标体系

在对太仓港锚地引航风险评价过程中, 评价指标体系的建立对研究结果至关重要。因此, 本文通过对太仓港锚地水域进行调研, 参考相关锚地通航风险研究的文献, 结合自身引航工作经验, 从人为因素、船舶因素、自然因素、港口因素四个方面进行分析, 找出与太仓港锚地引航风险有关的指标因子, 并对找出的指标因子进行主成分分析, 剔除部分不

重要的指标因子, 得到安全意识、操船技能、心理素质、船舶种类、船舶船龄、船舶装载情况、风、流、能见度、锚地水深、锚地与航道距离、导助航设施完善率、交通流等 13 项重要指标因子。

根据上述所筛选的指标因子, 建立一个科学合理的太仓港锚地引航风险评价指标体系, 其中一级指标为 {人为因素, 船舶因素, 自然因素, 港口因素}, 二级指标分别为 {安全意识, 操船技能, 心理素质}, {船舶种类, 船舶船龄, 船舶装载情况}, {风, 流, 能见度} 和 {锚地水深、锚地与航道距离、导助航设施完善率、交通流}。建立太仓港锚地引航风险评价指标体系如表 1 所示。

表 1 太仓港锚地引航风险评价指标体系

目标层	一级评价因子	二级评价因子
太仓港锚地引航风险评价指标体系	人为因素 $U_1$	安全意识 $U_{11}$ 操船技能 $U_{12}$ 心理素质 $U_{13}$
	船舶因素 $U_2$	船舶种类 $U_{21}$ 船舶船龄 $U_{22}$ 船舶装载情况 $U_{23}$
	自然因素 $U_3$	风 $U_{31}$ 流 $U_{32}$ 能见度 $U_{33}$
	港口因素 $U_4$	锚地水深 $U_{41}$ 锚地与航道距离 $U_{42}$ 导助航设施完善率 $U_{43}$ 交通流 $U_{44}$

冰存在, 就要在带好前倒缆和尾缆的同时开进车把浮冰排出, 再向泊位靠拢船身。如泊位后端无余地, 应将船艏对准泊位前段插入, 带好首缆、倒缆, 用拖轮将内档的冰绞碎, 然后进车, 将冰排出, 然后将船身靠拢。

(6) 拖轮的速度控制: 冰层厚度在 5cm 以下时, 可按正常车速行驶, 应加强瞭望, 注意局部冰量。冰层厚度在 5cm ~ 10cm 时, 4800 马力以上拖轮航速低于 9 节, 不要超负荷航行。冰层厚度在 10cm ~ 15cm 时, 4800 马力以上拖轮航速低于 7 节, 不要超负荷航行。冰层厚度在 15cm 以上时, 4800 马力以上拖轮航速低于 5 节, 不要超负荷航行。

## 4 冰期引航几种易发生状况的应急措施

### 4.1 断缆应急措施

断缆后, 主拖船及时通过内部高频通知护航拖轮采取措施稳

住被拖船船身, 主拖船重新带好备用缆绳, 通知过往船舶远离本船队。断缆时, 若船长不在驾驶台, 应立即上驾驶台指挥, 必要时, 亲自操纵船舶, 直至备用缆绳带好, 船组正常航行。

### 4.2 发生风暴时应急措施

如遇突发强(阵)风天气, 在和海事部门取得联系后, 选择附近的锚地进行锚泊。锚泊期间, 加强主拖船与被拖船之间实时联系, 加强瞭望和值班管理。条件不允许锚泊, 顶风滞航, 用甚高频 16 频道报告本船队动态, 使他船远离本船组。主拖船要不间断关注被拖船的航行状态。

### 4.3 走锚应急措施

走锚时, 拖轮用 GPS 及雷达对被拖船进行定位, 发现异常及时采取措施, 同时第一时间通知协助拖轮共同控制好船舶。