

某船闸调度控制方式研究与风险度分析

秦云, 李彪

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 某船闸在长江经济带的发展中具有重要的战略地位。随着长江航运高质量发展, 某船闸通流量持续增加, 这对船闸的运行管理提出了更高更新的要求, 所以进行某船闸的调度控制方式研究与风险度分析显得尤为必要。本文主要研究了船闸具有可行性调度控制方式, 并通过层次分析法和模糊综合评价法建立船闸调度控制方式风险度评价模型, 对船闸调度控制方式进行风险度分析。

关键词: 船闸调度; 层次分析法; 模糊综合评价法

中图分类号: X951

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 02—0030—03

某船闸是单级多线船闸, 由分布在两个不同调度水域的三座船闸组成^[1]。目前三座船闸的调度控制方式为各闸独立调度独立操作控制方式, 即各闸的船舶调度与设备操作分别由各闸的调度人员与操作人员予以执行。现执行的船闸调度控制方式存在一定的风险, 须进一步优化, 所以进行某船闸调度控制方式研究与风险度分析意义重大。

1 船闸调度控制方式研究

船闸调度控制方式研究主要分为两个方面进行分析, 一是运行调度一体化研究, 即船舶调度、设备运行由同一人负责, 运行人员的岗位职责相同的情况下研究船闸调度控制方式。二是运行调度分模块研究, 即船舶调度、设备运行由不同的人员执行, 运行人员的职责不完全相同, 在分岗分责的情况下研究调度控制方式^[2]。

1.1 运行调度一体化方式

根据现有的船闸运行调度经验, 若船舶调度与设备运行由同一名运行人员执行, 船闸运行调度一体化控制可行性控制方式可以分为以下几类^[3]:

(1) 运行调度一体化分闸调度控制方式, 即某船闸各闸船舶调度、设备运行操作分别由不同的运行人员执行, 其余运行人员候补, 每 4 小时进行一次轮换。

(2) 运行调度一体化分流域船闸调度控制方式, 即某船闸分大江流域与三江流域进行船舶调度与设备运行操作, 大江流域船闸与三江流域船闸由不同的运行人员进行船舶过闸控制。

1.2 运行调度模块化方式

船舶调度是指运行根据调度计划指挥船舶靠泊、

进闸、出闸等工作内容, 设备运行指运行人员根据闸次状态操作上位机, 使船闸设备运行等工作内容。运行调度模块化方式指船舶调度与设备运行由不同的运行人员执行, 运行人员分船舶调度岗与运行操作岗, 不同岗位职责不同, 根据现有的船闸运行调度经验, 船舶调度可行性方式主要可分为: ①各闸独立调度; ②大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度; ③三座船闸联合调度。

运行操作可行性方式可分为: ①各闸独立操作; ②大江流域船闸独立操作, 三江流域船闸联合操作; ③三座船闸联合操作。

综上所述船闸调度控制方式可分为以下几类:

- (1) 各闸独立调度, 各闸独立操作。
- (2) 各闸独立调度, 大江流域船闸独立操作, 三江流域船闸联合操作。
- (3) 各闸独立调度, 三座船闸联合操作。
- (4) 大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度, 各闸独立操作。
- (5) 大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度, 大江流域船闸独立操作, 三江流域船闸联合操作。
- (6) 大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度, 三座船闸联合操作。
- (7) 三座船闸联合调度, 各闸独立操作。
- (8) 三座船闸联合调度, 大江流域船闸独立操作, 三江流域船闸联合操作。
- (9) 三座船闸联合调度, 联合操作。

综上所述, 根据现有的船闸调度运行的经验, 船闸可行性调度控制方式有 11 种, 依次标记为 S_1-S_{11} 。

2 船闸调度控制方式风险评价指标研究

船闸调度控制方式风险评价指标主要可以分为调度风险，操作风险，应急风险三类。

2.1 调度风险

调度风险主要是指运行人员在调度船舶这一工作出现错误造成的风险。调度中主要存在的风险可以分为指泊错误、排档错误。

(1) 指泊错误：指运行人员调度船舶靠墩过程中出现船舶混调。

(2) 排档错误：运行人员在安排船舶靠泊导航墙里档外档、船舶进闸顺序与位置出现指令错误，导致船舶超闸室长度与宽度。

2.2 操作风险

操作风险主要是指运行人员在操作上位机这一工作时错误操作存在的风险，具体主要可以分为夹船、提前关人字门、错误倒闸、枯水期同时泄水、应急操作不当^[4]。

(1) 夹船：指运行人员在操作设备时，未看清闸室状态，当船舶正在进闸时，进行关闭人字门操作，导致人字门夹船。

(2) 漏船：指运行人员未核实清楚计划船舶数量与闸室船舶数量，在船舶还未进闸时，执行关门操作，提前关闭人字门。

(3) 搁浅：指在枯水期时，大江流域两座船闸运行人员沟通不畅，同时操作设备泄水，可能导致下游船舶搁浅。

(4) 船闸状态调整错误：指运行人员不清楚调度计划错误操作上位机，例上水出完，进下水船舶，运行人员错误操作设备，使下游人字门开终。

(5) 应急操作不当：指在船闸设备出现故障，需应急处理时，运行人员操作不当。

2.3 应急处置风险

应急处置风险主要指运行人员在调度操作的过程中出现设备异常、船舶碰撞设备实施、船舶机械设备异常等突发事件，运行人员监护不到位，应急处置不当造成的风险。具体风险可以分为船舶自身突发故障处理不当、船闸设备故障事件处置不当、恶劣极端天气应急处置不当。

(1) 船舶故障突发事件处置不当：主要是指船舶在某船闸管辖水域突发舵机失灵、船舶碰撞受损等船舶

故障突发事件运行人员未及时发现且处置不当。

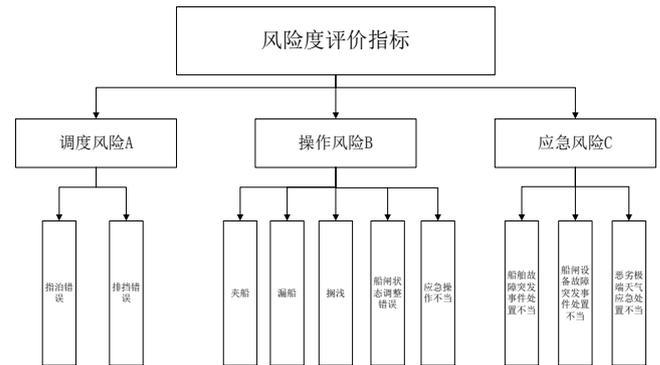
(2) 船闸设备故障事件处置不当：主要指船闸设备突发自身故障，或船舶碰撞设备导致的船闸设备故障事件处置不当。

(3) 恶劣极端天气应急处置不当：主要指在大流量、大风、大雾等极端天气的突发情况下，运行人员未及时启动应急预案，导致处置不当。

3 建立船闸调度控制方式风险度评价模型

通过层次分析法和模糊综合评价法建立船闸调度控制方式风险度评价模型，对船闸调度控制方式进行风险度分析^[5]。

3.1 构建船闸调度风险度评价指标模型



3.2 层次分析法中权重求解步骤

3.2.1 构建判别矩阵

根据指标体系，通过对船闸运行人员调查问卷的方法，让船闸运行人员对一级指标，二级指标在影响船闸运行效率因素中重要程度进行打分，根据打分结果进行归纳总结，根据表 1 构建出判别矩阵。

表 1 船舶过闸效率影响因素 9 个重要性等级的含义

标度	含义
1	Ci 元素和 Cj 元素影响相同
3	Ci 元素比 Cj 元素影响稍强
5	Ci 元素比 Cj 元素影响强
7	Ci 元素和 Cj 元素影响明显强
9	Ci 元素和 Cj 元素影响绝对强
2,4,6,8	Ci 元素比 Cj 元素影响之比在上述两个相邻等级之间
1,1/2,...,1/9	Ci 元素比 Cj 元素影响之比为上面的互反数

3.2.2 层次单排序

根据判别矩阵利用和积法的方法计算各影响因素相对其准则的相对权重、最大特征根值。和积法是指对于一致性的判断矩阵，每一列归一化后就是相应权重；对于非一致性判别矩阵，每一列归一化后近似其相应权重，在这 n 个列向量求取算术平均值作为最后的权重^[4]。

3.2.3 一致性检验

(1) 计算一致性指标 CI

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

(n 为判断矩阵的阶数)

(2) 计算一致性比率 CR, 其中 RI 的取值如表 2 所示

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

表 2 平均随机一致性指标 RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.49

当 $CR < 0.1$ 时, 表示层次总排序的结果具有令人满意的一致性, 当 $CR > 0.1$ 时, 必须适当地调整和校正判断矩阵, 使其结果满足 $CR < 0.1$ 。

(3) 层次总排序

根据目标总权重为目标层权重与所对应准则层权重的积的原理, 计算各二级指标的总权重。

(4) 指标分值确定

船舶过闸调度方式风险度评价采用二级指标评分, 逐级汇总计算的方法, 总分满分为 1000 分。根据各项指标的权重, 进行适度取整, 确定各项指标的分值。

(5) 确定评价等级矩阵

对给定的风险评价指标划分等级来区船闸调度控制方式存在此种风险的可能性, 具体分为, 极大可能、可能、极小可能, 分别标记为 V_1, V_2, V_3 , 对应的分值为 0.8, 0.5, 0.2, 则评价等级矩阵 $V = (0.8, 0.5, 0.2)$ 。

(6) 统计评价结果, 汇总并计算, 排序

将每位专家的评价结果收集起来, 列出单因素评价矩阵

$$B_{hj} = \begin{bmatrix} b_{h1} & b_{h2} & b_{h3} & \dots & b_{h1s} \\ b_{h2} & b_{h2} & b_{h3} & \dots & b_{h2s} \\ b_{h3} & b_{h3} & b_{h3} & \dots & b_{h3s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{hm1} & b_{m2} & b_{m3} & \dots & b_{hms} \end{bmatrix}$$

其中, $\sum_{j=1}^s b_{hj} = N, r = 1, 2, 3, \dots, m$, b_{hj} 表示针对第 h ($h=1, 2, 3, \dots, p$) 个评价对象, 在第 r 个评价指标下统计给出的不同评价等级分值的专家人数。

$$\text{令 } D = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

求出矩阵 $C = (B_{hj}D)/N$, 评定向量 $E = A \cdot C$

4 葛洲坝船闸调度控制方式风险度分析

4.1 指标权重确定

选取了 10 位业内专家, 根据上述算法求得各一二级指标权重那如图 3 所示。假设满分为 1000 分, 根据各项指标的权重, 进行适度取整, 各项指标的分值分配表见下表 4 所示。

表 3 各级指标权重

总目标	准则层	准则层权重	目标层	目标层权重	目标总权重
船舶调度模式风险度评价指标	A	0.31698	A1	0.233453	0.073999932
			A2	0.766547	0.242980068
	B	0.328093	B1	0.382045	0.12534629
			B2	0.085773	0.028141521
			B3	0.236558	0.077613024
			B4	0.079686	0.026144419
			B5	0.21594	0.070848402
	C	0.354928	C1	0.314509	0.11162805
			C2	0.382802	0.135867148
			C3	0.302687	0.107432092

表 4 各级指标分值

总目标	一级指标	分值	二级指标	分值
船舶调度模式风险度评价指标分值	调度风险 A	318	指泊错误 A1	74
			排档错误 A2	244
	操作风险 B	328	夹船 B1	125
			漏船 B2	28
			搁浅 B3	78
			船闸状态调整错误 B4	26
			应急操作不当 B5	71
	应急风险 C	354	船舶故障突发事件处置不当 C1	111
			船闸设备故障突发事件处置不当 C2	136
			恶劣极端天气应急处置不当 C3	107

4.2 评价等级矩阵的确定

根据调查问卷计算得出评价等级矩阵

$$C = \begin{pmatrix} 0.44 & 0.44 & 0.38 & 0.35 & 0.46 & 0.44 & 0.44 & 0.41 & 0.65 & 0.65 & 0.44 \\ 0.26 & 0.47 & 0.35 & 0.32 & 0.29 & 0.44 & 0.44 & 0.38 & 0.62 & 0.59 & 0.59 \\ 0.29 & 0.47 & 0.26 & 0.44 & 0.53 & 0.29 & 0.44 & 0.53 & 0.53 & 0.44 & 0.59 \\ 0.29 & 0.47 & 0.26 & 0.44 & 0.65 & 0.32 & 0.41 & 0.56 & 0.53 & 0.44 & 0.65 \\ 0.47 & 0.32 & 0.53 & 0.44 & 0.47 & 0.35 & 0.29 & 0.35 & 0.38 & 0.35 & 0.38 \\ 0.29 & 0.41 & 0.35 & 0.47 & 0.59 & 0.29 & 0.41 & 0.62 & 0.35 & 0.53 & 0.68 \\ 0.44 & 0.53 & 0.38 & 0.44 & 0.59 & 0.35 & 0.41 & 0.59 & 0.35 & 0.47 & 0.59 \\ 0.38 & 0.59 & 0.38 & 0.41 & 0.35 & 0.47 & 0.44 & 0.44 & 0.5 & 0.47 & 0.56 \\ 0.41 & 0.53 & 0.38 & 0.47 & 0.56 & 0.38 & 0.44 & 0.59 & 0.41 & 0.5 & 0.59 \\ 0.41 & 0.56 & 0.41 & 0.44 & 0.44 & 0.41 & 0.54 & 0.53 & 0.53 & 0.59 & 0.65 \end{pmatrix}$$

上节已得出评价指标

$$A = (A_1, A_2, A_3, \dots, A_{10}) = (74, 244, 125, 28, 78, 26, 71, 111, 136, 107)$$

主动预防型三峡通航安全管理体系概论

梁锴, 王晓春, 孙辉, 齐太顺

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 本文在遵从生产安全事故发生的一般规律的基础上, 结合三峡通航具体实践, 围绕筑牢安全风险防控、隐患排查治理、突发事件应急处置“三道防线”, 系统阐述了主动预防型三峡通航安全管理体系的基本内涵、总体框架和运行机制, 提出了建设主动预防型三峡通航安全管理智能平台的构想, 为三峡通航安全管理提供决策支撑。

关键词: 三峡通航; 主动预防型; 风险管理; 隐患排查治理; 应急管理

中图分类号: X951

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 02—0033—04

三峡通航管理机构负责三峡、葛洲坝水利枢纽通航建筑物运行公益服务和三峡枢纽河段(长江干线庙河至中水门 59 公里通航水域)通航综合行政管理, 管理有一座升船机、两坝船闸、三个港区、四处桥区、六个交通管制区和八处大型锚地。三峡通航安全管理具有政治敏感度高、安全风险度高、民生关联度高、社会关注度高等特点, 事关国家战略安全、物流通道畅通和沿江

百姓民生, 在长江经济带发展中具有举足轻重的地位。三峡枢纽河段自然环境复杂、管理服务对象复杂、航道(通航建筑物)运行管理复杂, 各种潜在的风险问题较为突出且在不同时期表现出不同的特点, 安全管理责任重、压力大。安全管理理论在经历“被动承受”、“亡羊补牢”、海因里希成因理论后, 产生系统的安全管理理论, 提出“一切风险皆可控制”“安全管理的核心理

36,107),

计算出 $D=(D_1, D_2, D_3, \dots, D_{10})=(357.62, 489.89, 368.45, 405.59, 445.23, 392.54, 435.25, 476.09, 512.03, 517.13, 596.63)$ 。

4.3 结果分析

按照风险度评价方法, 数值越高, 船舶过闸调度风险越大, 故这里可得出 3 种风险度较低的调度控制方式。分别为风险值 357.62 对应的运行调度一体化分闸控制方式; 风险值 368.45 对应的各闸独立调度, 独立操作调度控制模式; 风险值 392.54 对应的大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度, 各闸独立操作调度控制模式。

5 结语

上述研究表明, 运行调度一体化分闸调度; 各闸独立调度, 独立操作; 大江流域船闸独立调度, 三江流域船闸联合调度, 各闸独立操作这三种调度方式的风险程度相较于其他调度控制方式低, 且运行调度一体化分

闸调度控制方式比某船闸现执行的各闸独立调度, 独立操作调度控制方式的风险度更低, 这将对某船闸优化闸区船舶过闸调度方式具有重大指导意义。

参考文献:

- [1] 杨珏, 李乐新, 杨冰. 单级船闸运行可靠性分析及提升措施 [J]. 水运工程, 2021(02):17-21.
- [2] 汤毅, 黄树平, 郑贻双. 北江船闸联合调度系统设计与应用 [J]. 珠江水运, 2021.10.30.
- [3] 张冠湘, 刘园园, 蔡文学, 钟慧玲. 基于船舶动态的船闸调度模型 [J]. 物流技术, 2015.08.25.
- [4] 王忠民, 杨全林, 金俊. 三峡船闸通过系统与智能运行模式探讨 [J]. 水运工程, 2020(02).
- [5] 李昱瑾, 赵慧. 基于层次分析法的公路网现状评价体系及应用 [J/OL]. 综合运输, 2021.11.20.