

首闸申报制的技术实现及应用

方泽兴¹ 程达磊² 苏鹏华¹

(1. 浙江数智交院科技股份有限公司 杭州 310030; 2. 杭州恒生芸擎网络科技有限公司 杭州 310051)

[摘要] 首闸申报制是船舶船闸调度系统的关键性环节,为满足首闸申报的管理需求,文章梳理了船舶过闸调度系统的流程,从数据模型和航线算法方面对首闸申报制进行了业务抽象,同时在“浙闸通”智慧过闸系统开展应用实践,有效提升了船闸运行效率。

[关键词] 首闸申报; 过闸调度; 船闸管理

0 引言

随着智慧船闸的建设^[1],数字化方法大幅提高了船闸运行效率^[2],远程申报系统广泛应用于各类船闸运行中^[3-5],特别是在船舶调度问题中,可便于开展船闸排挡^[6]和联合调度^[7]等。首闸申报制是指船舶在首闸申报后,后续次闸无需再次填报的过闸申报方式。首闸申报制为船舶船闸调度系统的关键性环节,系统通过首闸申报,可自动确定过闸路径。精确的航次数据为船闸管理方提供了强有力的数据依据,是精细化过闸调度管理的有力支撑。首闸申报制保障船户一次申报、全程能行,由始发港、目的港的申报数据,精确确定途径船闸的顺序,并在船户的整个航次中确保申报数据的正确性,保障港口路径、经过的船闸在航次中的逻辑连贯性。

1 首闸申报管理要求

船闸公司及港航管理部门对船舶首闸申报制的管理要求如下:

- (1) 船户除了首次上岸处理一些船舶信息的注册业务外,不再需要上岸处理申报业务。
- (2) 船户可以通过 App 完成申报业务的办理,无需上岸。
- (3) 尽可能减少船户在申报过程中的申报数据录入,尤其是重复录入。

(4) 申报数据要求准确、无缺漏,始发港、目的港与船闸路径之间存在准确的对应关系。在首闸申报后,次闸不允许船户随意修改吃水等。

(5) 申报的路径、过闸数据,可以作为货物流向统计分析和各船闸上、下游来船查询的依据。

2 基于首闸申报制的调度流程

2.1 管理原则

船舶首闸申报制的管理准则主要包括:

- (1) 船户首次过闸,需要上岸凭船检本进行船舶注册,后续再过闸便无需上岸。
- (2) 船户可以使用 App 线上办理申报、调度、过闸等业务。
- (3) 船户首闸申报后,次闸不需要重复录入申报资料。
- (4) 在首闸申报时,船户不需要录入需要经过的船闸,仅需要录入始发港、目的港,App 自动显示将要顺序途径的船闸。
- (5) 允许船户终止未完成的航次。

2.2 调度流程

船舶过闸调度流程的设计是基于船舶调度管理的需求开展的,同时在技术支撑基础上做出业务流程的设计。

船舶行驶到远调锚地,在通过锚地检测及

收稿日期: 2021-11-04

作者简介: 方泽兴 (1991-), 男, 工程师, 主要研究方向为港口规划、设计与智慧港航。

违章检测后，船户使用手机 App 在远调锚地报港，分以下两种情况：

1) 在首闸申报时，船户填写始发港、目的港、吃水深度、货种等信息，系统根据始发港、目的港，自动判断需要经过的船闸，并提示船户确认。

2) 在次闸申报时，当船舶到达次闸锚地时，手机 App 提示船户次闸报港确认，船户只需要简单确认后，就可以完成次闸报港，不再需要填写其它报港信息。

总调根据调度情况，发送放船指令给指定船户；船户手机 App 接收总调放船指令后，向总调船闸方向行船；总调向船户手机 App 发送缴费通知；船户使用手机 App 接受缴费通知并缴费；船舶行驶到闸区并已缴费，总调管理员对船舶做总调确认，确定待闸船舶；船闸调度员通知待闸船舶过闸；过闸后船闸调度员进行过闸确认，完成过闸流程。以上过程中，接受放船指令可以在收费前，也可以在收费后。具体调度过程见图 1。

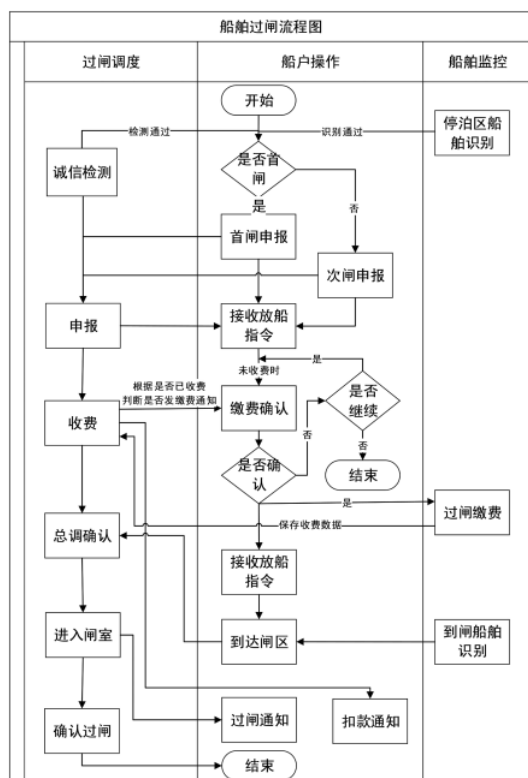


图 1 调度过程信息流

3 业务抽象

3.1 数据模型

3.1.1 停泊区数据模型

按照船闸公司及港航管理部门的要求，船舶的停泊必须停泊在指定的锚地，过闸申报的先决条件是船舶在停泊内。

停泊区一般分为上游停泊区、下游停泊区，上、下游的停泊区可能有多个。停泊区数据属性包括：

(1) 停泊区区域，以经纬度方式描述区域的多边形端点；

(2) 停泊区中心点（经纬度），作为距离计算的依据；

(3) 停泊区所属的船闸；

(4) 停泊区是否启用。

3.1.2 单闸路径数据模型

经过单个船闸时，存在的路径一般会存在上行、下行两条路径，网状分布河流可能存在大于两条路径的情况。单闸路径数据属性包括：

(1) 所要过闸的船舶；

(2) 单闸路径的方向；

(3) 单闸路径经过的停泊区，可能会有多个停泊区；

(4) 各停泊区到闸区的距离。

3.1.3 港口数据模型

用于船户申报中的始发地与目的地，包括内河的港口、码头、货物集散地等。港口数据属性包括：

(1) 港口名称；

(2) 港口的拼音首字母快捷字符串。

3.1.4 航线数据模型

船户在内河航行，一个航次的始发港、目的港唯一决定一条航线，一条航线是由一个或多个单闸路径串连组成的，会经过一个或多个船闸、停泊区。航线数据属性包括：

(1) 航线的始发港；

(2) 航线的目的港；

(3) 航线按顺序所经过的单闸路径；

(4) 航线按顺序所经过的船闸。

3.2 航线分析算法

3.2.1 航线特性

不同的始发港、目的港可能会存在很多相同的航线，造成这种情况的原因有：相邻港口之间不必然存在船闸；跨省际航行时，省外船闸不在调度系统软件的控制范围中，目前还没有实现跨省际的船闸过闸调度。

由内河河流地理分布、连通及船闸在河流上的分布情况，可以按区域对这些港口进行分类，并确定各类之间的连通性，相邻分类之间有且仅有一个需要经过的船闸，也就是仅有一个单闸路径，同一分类的始发港与同一分类的目的港唯一决定相同的航线。

3.2.2 算法分析

如果将相同分类的港口作为同一个图节点来看待，航线算法本质上就可以抽象为一种图的搜索算法，具体来说，就是计算有向图的所有项点的路径，考虑到不应该存在回路，这些路径都应该是简单路径。

遍历图中所有的节点，计算这些节点间的路径，下面介绍使用堆栈法计算任意两个节点间路径的算法：

(1) 将开始节点设置为已访问，并将其入栈。

(2) 查看栈顶节点，查找该节点的下一个节点，并满足如下条件：

- 1) 与栈顶节点可连通；
- 2) 没有从栈顶节点出发访问过的节点；
- 3) 如果有，则将找到的这个节点入栈；
- 4) 如果没有，栈顶节点出栈；
- 5) 当栈顶节点为终点时，设置终点没有被访问过，输出栈中节点，弹出栈顶节点；
- 6) 重复执行 2) 到 5) 步骤，直到栈中元素为空；

7) 如没有输出，则两节点是不可连通的，否则就是可连通的。

3.2.3 数据处理与使用

通过计算获取所有港口分类的连通路程，并记录这些路径所有顺序经过的船闸、单闸路径。

处理所得到的每一条连通路程，包括：获取连通路程的始发港口分类与目的港分类的所

有港口；将两个港口集合做笛卡尔乘积；将集合结果按数据模型存入数据库中。

根据始发港、目的港查询数据库，可以得到的结果包括：是否存在这样的港口路径；该路径中需要顺序经过船闸序列；该路径中需要顺序经过的单闸路径序列。

4 应用实例

“浙闸通”智慧过闸调度系统是应用于浙江省杭金衢绍甬航区 14 座船闸的统一过闸系统，包括船舶过闸系统、船户过闸 App 以及综合信息平台，本文中的首闸申报制相关技术在“浙闸通”系统中开展应用。

船闸申报情况可在两类终端显示，一类为手机 App 端，一类为管理员 PC 端。

当用户输入始发港、目的港后，系统自动判断途径船闸序列，并展示给船户（手机 App 端）及管理人员（管理员 PC 端）



图 2 管理员 PC 端情况



图 3 手机 App 端情况

(下转第 87 页)

江铁路应积极利用出行距离方面的优势,在考虑其他交通方式的票价和出行时间的基础上,制定具有吸引性的票价。

最后,引入反馈机制,充分听取乘客意见,对票制票价不断迭代优化。例如,定时举办高铁票价听证会,对乘客进行满意度调查,吸取来自乘客方面的宝贵建议和意见。

4 结论

浙江与韩国在土地面积、人口数量、资源禀赋、区位条件等方面都十分相似,两者具有很强的可比性。但是,两者在经济发展水平和铁路发展水平等方面也存在一定的差距。经济发展水平方面,浙江全省 GDP 及人均 GDP 均仅为韩国的一半左右。铁路发展水平方面,浙江的铁路营业里程目前仅为韩国的七成,且韩国至少在 80 年代初期即已超过浙江目前的路网规模水平。韩国的铁路发展经验对浙江的启示是:首先,浙江应进一步扩大铁路网规模和密度;其次,浙江铁路将继续发挥对经济发展的拉动作用,但随着时间的推移拉动效应逐渐减弱;最后,浙江应积极探索和制定更为灵活多样的

票制票价,以吸引更多群体类型的旅客选择铁路出行。

参考文献

- [1] 浙江省统计局,国家统计局浙江调查总队. 2019 年浙江省国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. http://tjj.zj.gov.cn/art/2020/3/5/art_1229129205_519875.html
- [2] 浙江省统计局,国家统计局浙江调查总队. 2018 年浙江统计年鉴 [J]. 北京:中国统计出版社,2018.
- [3] 韩国铁道公社. 韩国铁道公社官方网站 [EB/OL]. <http://info.korail.com/mbs/english/index.jsp>
- [4] 世界银行集团. 世界银行中文数据网站 [EB/OL]. <https://data.worldbank.org.cn/>
- [5] 韩国国家统计办公室. 韩国统计信息服务网 [EB/OL]. <http://kosis.kr/eng/>
- [6] 国际铁路联盟. 2017 铁道统计(纲要) [EB/OL]. <https://uic.org/IMG/pdf/uic-statistics-synopsis-2017.pdf>
- [7] 张涛,姜昌远,孙志毅. 韩国铁路运输与社会经济发展关系研究 [J]. 物流技术,2013,32(12):280-282.
- [8] 杨晨宇. 韩国高速铁路对经济发展影响研究 [D]. 延边:延边大学,2017.
- [9] 梁晓红,谭克虎. 韩国发展高铁的做法及经验 [J]. 经济问题探索,2014,8:8-13.

(上接第 69 页)

5 结论与展望

本文阐述了船舶首闸申报制的管理要求,梳理了船舶船闸调度系统的流程,分析了首闸申报制在整体业务流程中的重要性,并从数据模型和航线算法分析两个方面对首闸申报制进行了业务抽象,同时以“浙闸通”智慧过闸调度系统为例,展示了实际应用情况。

随着内河航运过闸业务的不断发展,在首闸申报制的实践过程中,将不断出现新的需求或问题,需要持续完善软件系统。例如,在航线路径算法方面仍有改进的空间,现有的算法是遍历所有港口分类,分别计算路径,该算法在船闸数量不多(不超过 40 座)时尚可使用,若今后有跨省管理需求,船闸数量大幅增加,该算法尚需优化。此外,还有很多不足之处,将在后续工作中逐步完善。

参考文献

- [1] 张加雪,钱江. 智慧船闸 [M]. 东南大学出版社,2018.
- [2] 徐祖亮. 船闸管理技术手段现代化探析 [J]. 中国水运,2011(1):34-35.
- [3] 周引平,王士健,肖圣魁. 基于船舶远程申报系统提高三峡通航效率和安全的实践 [J]. 中国水运,2019,0(11):50-51.
- [4] 李佳恒,李菁. 三峡 GPS 船舶远程过闸申报升级方案 [J]. 中国水运,2011(2):52-53.
- [5] 王晓莉,窦路,陈凯. 北斗在内河船舶过闸申报系统中的应用探究 [J]. 数字通信世界,2016(07):4-6.
- [6] 吴小涛,袁晓辉, Muhammad Adnan Ikram, 等. 基于拟人策略的三峡永久闸室编排新算法 [J]. 水电能源科学,2015,33(05):148-151.
- [7] 王小平,齐欢,肖恒辉,等. 基于串联排队网络的三峡-葛洲坝水利枢纽联合调度模型 [J]. 交通运输工程学报,2006(03):82-86.