

单向航道散货港口船舶调度优化

Optimization of Ship Dispatch in Bulk Cargo Port with One-way Channel

匡志彬

Zhibin Kuang

国家能源集团神华黄骅港务公司 中国·河北 沧州 061113

National Energy Group Shenhua Huanghua Port Company, Cangzhou City, Hebei Province, 061113, China

摘要: 本文以单向航道散货港口为研究对象,对船舶调度方案展开分析,提出相应的优化措施。希望对相关从业人员提供参考与借鉴。

Abstract: This article takes the one-way channel bulk cargo port as the research object, analyzes the ship dispatching plan, and proposes corresponding optimization measures. Hope to provide reference and reference for relevant practitioners.

关键词: 单向航道;散货港口;船舶调度;优化方案

Key words: one-way channel; bulk cargo port; ship dispatching; optimization plan

DOI: 10.36012/emr.v2i5.2544

1 问题描述

散货港口指的是由多数港池组成的泊位港口,而且以单向运输航道为主,在运输船舶进入港口后,会根据调度计划停靠在目标港池区域内,并且在卸载或装载完毕后起锚出港。由于单向运输航道会对来往船舶的体积尺寸提出要求,为保证来往船舶的顺利进出,需要制定相应的船舶调度计划,并且还要采用 VTS 中心开展实时管控,明确各类船舶的进出港时间与次序,保证散货港口的物流运输效率。本研究为优化单向航道散货港口的运营效率,围绕船舶调度计划的可行性进行计算分析,预设问题如下:在预知进港船舶的泊位、出港时间等相关信息时,对时间段内散货港口内所有船舶的安全航行距离、交替情况进行研究,以此来优化船舶进出港时的数量分配方案与进出港次序,旨在最大程度地保证散货港口的物流运输能力。

2 散货港口船舶调度模型

本研究以单向航道类型的服务台为例,将进出港的船舶作为待服务对象,在对船舶调度计划进行建模分析时,首先

要满足船舶进出港的基本约束条件,其次要对船舶的虚拟起点与虚拟重点进行规划,并且保证各船舶之间的运行线路不会发生大规模冲突,也就是保证所有运输船舶都可以在预计时间内进入泊位,并且在货物卸载与装载后顺利出港,散货港口船舶调度情况具体如图 1 所示。

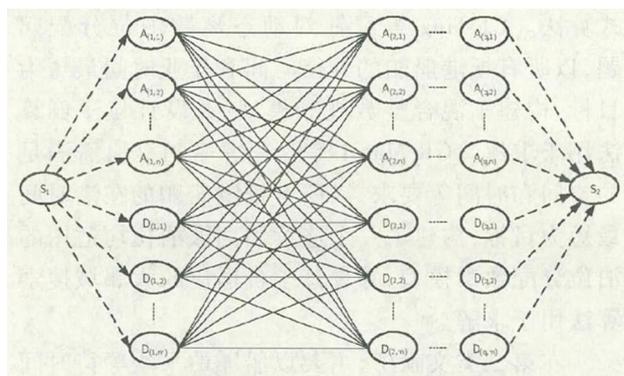


图 1 港口船舶调度

在散货港口船舶的调度模型中,可以将进港船舶的数量设定为 n ,同时将出港船舶的数量设定为 m ,针对进港与出港船舶进行编号为 $1, 2, 3, \dots, n$,进而将出港船舶按完工时刻进

【作者简介】匡志彬(1982~)男,山东日照人,在职研究生,中级经济师,从事运输水路研究。

行编号为 $n+1, n+2, n+m$, 将虚拟起点编号为 $m+n+1$, 将虚拟终点编号为 $n+m+2$ 。这样围绕港口船舶调度情况, 可以将 S_1 设定为虚拟起点, 将 S_2 设定为虚拟终点, 能够清晰了解到各船舶进出港的交叉情况, 最后将散货港口的船舶进出总数设定为 q , 可以得出公式 $q=m+n$ 。

2.1 模型假设

在对船舶调度模型进行构建时, 还要围绕各类假设问题展开分析, 例如将港口的泊位类型设定为离散形式, 而且同一泊位至多对应一艘进港船舶, 同时还要保证航道的水深情况满足船舶的进出港活动, 控制船舶之间的安全距离, 明确各船舶进港、出港以及泊位状态下的所需时间, 以此为基础建立散货港口的船舶调度方案, 对模型建立提供数据支撑^[1]。

2.2 模型构建

将 U 设定为进港船舶的集合数值, 将 V 设定为出港船舶的集合数值, 将 R 设定为进出港船舶的集合节点, 将 W 设定为港池集合船舶的数值。由于港池内的船舶分布情况会影响到调度计划的执行效果, 因此在船舶抵达或离开港口时, 都要对港口内部的船舶数量与次序进行确认, 保证后续船舶的进出港次序与预期计划相同, 如果存在的差异情况较大时, 还要根据实际情况做出相应的调整。此外, 船舶调度模型为:

$$\min T = \sum_{i \in U} Z_i$$

上述公式中, 根据目标函数对进出港的船舶数量进行计算, 将计算结果与预期计划进行对比分析, 通过泊位利用情况对调度计划的完成程度进行计算, 同时当进出船舶的完成时刻与计划时间相同时, 可以对最大泊位率进行转化, 以此来推算港口内部船舶的总体等待时间。

3 船舶调度模型的算法设计

从船舶调度领域来看, 可以将单向航道与港口泊位当作运行“机器”, 并且将船舶的进港与出港当做“工件”, 则单向航道散货港口调度问题可以当作加工时间与作业顺序相互相应的调度问题, 因此可以采用混合算法对船舶调度方案进行验证, 将调度完善方案与预设方案进行对比分析, 从而明确方案的调整方向。

3.1 设计方案

港口船舶调度方案以个体表示方案为准, 采用实数编码方式, 对港口运行中的个体维度进行计算, 保证船舶编号与模型数据信息的对应, 例如将港口中等待出港的船舶设定为 0, 而将准备进行港口的船舶设定为 1, 这样可以得出个体维

度为 $1 \times (m+n)$ 。

3.2 明确进港船舶数量

本研究在对散货港口船舶调度计划进行验证时, 将决策问题设定为船舶运行数量与船舶运行次序, 这样可以将启发式规则为判定基础, 对船舶进出港时产生的交替时间进行分析, 例如船舶出港时要对其他船舶的运行航道作出兼顾, 避免船舶交替中产生的阻碍问题。同时出港时段需要在进港船舶靠近泊位后开始计算, 以此来明确港池内的可出港航道。当进港段仅在上一出港时段内全部船舶出港后才可以开始计算, 这样才能时刻明确港口内部与外部的船舶数量, 而船舶调度计划的调整与优化也可以得到准确的船舶数量依据。

3.3 明确进港船舶次序

考虑到本研究中将港口泊位最大化为调度优化目标, 因此需要对出港船舶次序作出明确, 具体为按照各进港船舶的停靠时间进行规划, 并且采用由大到小的顺序进行排列, 船舶在出港时要保证安全航行距离, 并且遵循最优的出港顺序。反之, 当港口内部的船舶数量无法确定时, 便不能规划出最优的出港次序, 容易引发拥堵现象。因此, 针对任意进港船舶的出港次序进行调度设计, 不仅可以提升船舶的利用率, 而且还能够保证散货港口的运行效率。

3.4 明确出港船舶数量

在围绕港口出港船舶数量进行算法设计时, 本研究将理想状态定义为各类船舶的出港时间与计划相同, 均视为计划期间内完工。同时, 忽略港口内部船舶位置造成的影响, 只针对进港耗时与出港耗时问题进行计算, 仅考虑相关泊位对应的港内外船舶, 使港口内部所有船舶都处于理想状态。此外, 在调度计划的运行过程中, 随机出港一艘船舶, 同时随机进港一艘船舶, 根据港口内部的出入情况可以对部署方案的可行性进行验证, 避免进出港时交替条件造成的影响。

3.5 明确出港船舶次序

最后要明确出港船舶的次序问题, 该问题的运行效率会直接影响到泊位利用率, 只有当泊位利用率处于优化状态时, 才能保证船舶之间的出港次序没有冲突。因此, 本研究中将最小化出港船舶的最迟下线时刻为优化目标, 尽量提前船舶的出港时间, 在此过程中通过对所有出港船舶的运行次序进行调整优化, 以此来缩短时间范围内所有船舶的出港时间, 具体内容如下: (1) 对船舶的运行参数进行初始化设计, 保证船舶进出港数量以及次序信息的准确性, 这样可以自动生成相应的船舶运行路线与调度计划; (2) 根据船舶完工时刻、港池、航道等信息对出港时间进行测算, 得到船舶出港的

准确时刻,也就是说完工时刻与港池内部的出港时刻及航道的出港时刻存在必然联系。(3)在围绕船舶出港次序开展算法设计时,要按照可出港时刻、泊位与航道口的航行时间进行分析,采用由小到大的出港次序来保证各类船舶的安全航行距离。

4 船舶调度优化方案的有效性实验

4.1 调度方案应用实践

根据调查研究可知,目前船舶进出港调度优化方案普遍将时间与效率为优化目标,对于船舶进港活动来说,可进港船舶一次性全部进港,其中进港次序与进港耗时之间的关系由小到大排列;对于出港船舶的全部出港,其中出港次序与出港耗时之间的关系也要由小到大排列,同时还要考虑船舶进出港过程中产生的影响因素,如果延迟时间较长,则会影

响到当前进出港的船舶以及后续船舶。因此,在调度方案的实际执行过程中,一方面要保证港口内部船舶之间的安全航行距离,还要尽量缩短船舶间的航行时间空隙,具体可以划分为两种方案,其中方案1为优先出港的现实调度方案,而方案2为优先进港的现实调度方案。

4.2 调度方案对比分析

为验证本研究提出船舶优化方案的可行性,将本研究方案与方案1及方案2进行对比分析,考虑三种规模数量的港口船舶,具体为20,30,40,将每种规模随机生成3组进行计算。其中进出港船舶的停靠与泊位要根据完工时刻为准,同时研究中以船舶占用泊位的有效时间与泊位利用率为准,方案对比结果如表1。

表1 调度方案对比结果

船舶数量	目标数值			目标优化率		泊位利用率			泊位优化率	
	研究方案	方案1	方案2	OR1	OR2	研究方案	方案1	方案2	OR1	OR2
20	1396	1590	1590	12.22%	12.22%	25.24%	24.57%	24.57%	2.75%	2.75%
20	1238	1648	1391	24.90%	11.08%	25.59%	24.17%	25.06%	5.90%	2.14%
20	1360	1676	1399	18.88%	2.80%	25.11%	24.01%	24.98%	4.58%	0.55%
30	2068	2289	2289	9.67%	9.67%	39.76%	39.00%	39.00%	1.98%	1.98%
30	2288	3126	2518	26.83%	9.15%	40.64%	37.73%	39.84%	7.72%	2.02%
30	2313	2545	2545	9.13%	9.13%	41.07%	40.26%	40.26%	2.01%	2.01%
40	8184	9317	8716	12.17%	6.11%	43.74%	39.81%	41.90%	9.89%	4.42%
40	4076	4431	4431	8.02%	8.02%	53.97%	52.74%	52.74%	2.35%	2.35%
40	5523	6744	5849	18.12%	5.58%	51.79%	47.55%	50.66%	8.93%	2.25%
均值				13.38%	8.70%				6.75%	4.72%

根据表1可以看出,在不同船舶数量的运行规模下,本研究提出的方案相比于方案1与方案2,其平均目标优化率具体为13.38%与8.70%,同时平均泊位优化率具体为6.75%与4.72%,不仅可以减少港口外船舶的等待进港时间,而且可以提升港口内泊位的利用效率。然而,现实调度方案中仅针对较优调度进行参考分析,并未考虑理想状态下对出港船舶数量的影响,需要在调度方案优化工作中进行完善。

5 结语

综上所述,船舶调度计划会直接影响到港口运营效率,为保证船舶运输企业的利润效益,便要从多方面出发,对港

口船舶行驶中的影响因素进行分析,以此对调度计划进行调整与完善。本研究提出的方案相比于方案1与方案2,其平均目标优化率具体为13.38%与8.70%,同时平均泊位优化率具体为6.75%与4.72%,不仅可以减少港口外船舶的等待进港时间,而且可以提升港口内泊位的利用效率,说明本研究提出的港口船舶调度方案具有可行性。

参考文献

- [1] 郑红星,刘保利,张润,等.考虑减载移泊的散货港口船舶调度优化[J].交通运输工程学报,2018,18(05):156-168.