



通用泊位设计通过能力不同计算方法比较

朱本飞^{1,2}, 余艳英¹

(1. 中交上海港湾工程设计研究院有限公司, 上海 200032; 2. 武汉理工大学 物流工程学院, 湖北 武汉 430063)

摘要:合理地评估通用泊位的设计通过能力,对最大程度发挥港口生产效益具有重要意义。以《海港总体设计规范》中的两个泊位设计通过能力计算公式为依据,分析了两个计算公式的差异及其转化关系,提出了人为分解作业天数或泊位利用率的算法,以及以吞吐量比例因子的算法。北方某通用泊位工程的实例计算结果表明,规范中的两个计算公式都具有较好的实用性,根据两种计算处理方法得到的通过能力基本吻合。

关键词:通用泊位;设计通过能力;作业天数;计算方法

中图分类号:U 652.7

文献标志码:A

文章编号:1002-4972(2016)06-0067-05

Comparative analysis of different calculation methods of general berth design through capacity

ZHU Ben-fei^{1,2}, YU Yan-ying¹

(1.CCCC Shanghai Harbor Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2.School of Logistics Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract: It is important to assess reasonably the design through capacity of general berth for maximizing the port production efficiency. Based on two designs through capacity calculation formulae of the general berth in the Design Code of General Layout for Sea Ports, we analyze two calculation formulae's differences and their transformation relationships, and put forward two calculation methods, i. e. the calculation method of artificial decomposition work days or the berth utilization ratio and the calculation method of the proportional factor of the throughput. Example calculation results of a general berth project in north China shows that the two calculation formulae in the code are practical, and the designs through capacity according to the two calculation methods are basically consistent.

Keywords: general berth; design through capacity; work day; calculation method

泊位设计通过能力的计算关系到港口规模的确定和装卸设备的配置,对港口生产效益有着较大影响。泊位设计通过能力计算值过大,导致装卸设备与配套设施等配置不足,港口实际装卸作业生产能力偏小,造成靠泊船队的等待时间过长或集疏运车辆的排队时间过长,不能满足港口生产作业的需要。而泊位设计通过能力计算值偏小,则会导致港口装卸设备与港区配套设施过多,港口装卸作业能力过剩,造成港口投资的浪费。因

此,正确计算与评估泊位设计通过能力对于最大程度发挥港口综合效益有较大的作用。

通用泊位是一类兼顾散货和件杂货等货种的装卸作业的泊位。与集装箱泊位、专业散货泊位等专业性泊位不同,通用泊位的装卸货种相对较杂、装卸设备的适用性较低、泊位通过能力相对较小。对于这类泊位,合理地配置装卸设备,准确地计算泊位设计通过能力显得更为重要。

关于泊位设计通过能力的研究,肖钟熙^[1]提

收稿日期:2015-12-31

作者简介:朱本飞(1987—),男,硕士,工程师,从事港口装卸工艺设计与仿真分析研究。

出要重视港口设计通过能力计算方法,刘剑等^[2]分析了集装箱码头泊位实际通过能力核算的问题,范厚明等^[3]从参数的选取、参数的取值和公式结构等方面探讨中韩集装箱码头泊位设计通过能力计算方法的差异,杨孟愚^[4]分析了油品码头泊位设计通过能力计算的相关问题。对于通用泊位的设计通过能力的研究比较少,设计人员一般直接采用相关规范提出的公式,对于计算公式本身与计算方法等关注较少。本文以《海港总体设计规范》^[5]中泊位设计通过能力的两个计算公式为依据,探讨通用泊位的设计通过能力计算的相关问题。

1 通用泊位设计通过能力的计算公式

1.1 泊位设计通过能力的两个计算公式

海港总体设计规范给出了可用于通用泊位设计通过能力的两个计算公式,分别见式(1)~(3)。一般根据港口的实际情况,结合相关参数选取的难易程度及其准确性,选择其中一个公式计算分析。

$$P_t = \frac{T\rho}{\frac{t_z}{t_d - \sum t} + \frac{t_f}{t_d}} \cdot G \quad (1)$$

$$P_t = \frac{T_y}{\frac{t_z}{t_d - \sum t} + \frac{t_f}{t_d}} \cdot \frac{G}{K_B} \quad (2)$$

$$\text{其中} \quad t_z = \frac{G}{p} \quad (3)$$

式中: P_t 为泊位设计通过能力; T 为年日历天数; T_y 为泊位的年可营运天数; ρ 为泊位利用率; K_B 为港口生产不平衡系数; G 为船舶的实际载货量; t_z 为装卸一艘船型所需的时间; t_d 为昼夜小时数; $\sum t$ 为昼夜非生产时间之和; t_f 为船舶的装卸辅助作业、技术作业以及船舶靠泊、离泊时间之和; p 为设计船时效率。

1.2 两个公式的差异及其转换关系

对比式(1)和式(2)可以发现,两个公式的主要区别在两个主要参数选取的差异。式(1)以年日历天数和泊位利用率为基础进行计算,式(2)以年营运天数和港口生产不平衡系数为基础计算。综

合以上两个公式可以得到如下关系式:

$$\rho K_B = \frac{T_y}{T} \quad (4)$$

由关系式(4)可以发现,泊位利用率与港口生产不平衡系数互为倒数关系,二者的乘积等于年营运天数与年日历天数的比值。该关系式可以用来评估参数选取的精确度或推导某些无法直接获取的参数。例如,针对装卸货种为件杂货和粮食的出运泊位,规范没有提供参考的泊位利用率,如果从港口统计资料能获得港口生产不平衡系数,则可以根据该式推导出该泊位的泊位利用率。同理,也可以根据泊位利用率估算港口生产不平衡系数,与从其他渠道获得的港口生产不平衡系数进行比较,以评估泊位利用率参数选取的准确性。

1.3 通用泊位设计通过能力的两种计算处理方法

1.3.1 方法1: 人为分解作业天数或泊位利用率的计算法

当同一通用泊位装卸多个货种时,规范中没有给出明确的计算综合设计通过能力的处理办法。在实际的计算过程中,一般主要有两种处理办法: 1) 人为分解作业天数法。根据各货种的年吞吐量,将该泊位的年日历天数或者年运营天数分摊到各货种上,得到每个货种的年泊位作业天数,使得所有货种的年作业天数的总和等于年日历天数或者年运营天数。2) 人为分解泊位利用率法。根据各货种的年吞吐量,将该泊位总的泊位利用率分摊到各货种,即认为不同货种所占泊位利用率的取值不一样,只要保证在该泊位装卸的全部货种的总泊位利用率的取值在规范给定的合理范围内即可。这两种方法都是将通过能力计算公式中的某个重要参数的取值分解到各个货种上,在实际计算中具有良好的操作性。

下面,主要以人为分解作业天数法为例阐述其计算过程,而人为分解泊位利用率法的计算过程基本相同。人为分解作业天数法的具体步骤如下:

第1步: 以该泊位的各货种的年货运量为依据,按照式(5)将泊位的年日历天数或年营运天数分摊到各个货种上;

第2步: 根据各货种的年作业天数, 按照式(1)或式(2)计算各货种的设计通过能力;

第3步: 按照式(8)将各货种的设计通过能力相加, 汇总得到该泊位总的通过能力。

$$\frac{T_y}{Q_t} = \frac{T_{yi}}{Q_i} \quad (5)$$

其中:

$$Q_t = \sum_{i=1}^m Q_i \quad (6)$$

$$T_y = \sum_{i=1}^m T_{yi} \quad (7)$$

$$P_t = \sum_{i=1}^m P_i \quad (8)$$

式中: T_y 为通用泊位总的年可营运天数; T_{yi} 为货种 i 的年泊位营运天数; Q_t 为该泊位所有货种的年总货运量; Q_i 为货种 i 的年货运量; m 为装卸货种数; P_t 为泊位总通过能力; P_i 为货种 i 的设计通过能力。

如果是按照式(1)计算设计通过能力, 则式中的年营运天数相应地变为年日历天数。在实际的计算过程中, 各货种的年作业天数一般会取整。需要特别指出, 实际计算中要根据各个货种的设计通过能力的计算结果, 对式(5)算出的年作业天数为基础进行适当调整, 以尽可能保证各货种的通过能力能够满足该泊位的年货运量的整体要求。

1.3.2 方法2: 以吞吐量为比例因子的算法

针对通用泊位综合设计通过能力的计算, 除了采用上面介绍的方法计算外, 还可以借鉴河港工程总体设计规范中的计算方法^[6], 该方法以各货种的年吞吐量为比例因子来计算泊位总的设计通过能力。该方法的计算步骤大致如下:

第1步: 根据情况选择式(1)或式(2)计算各单个货种的吞吐量;

第2步: 以各货种的年吞吐量为比例因子, 按照式(7)计算该泊位的年综合通过能力。

$$\frac{1}{P_t} = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_i}{P_i} \quad (9)$$

其中 $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$ 。

第3步: 如果要计算各货种的吞吐量, 可以按照式(10)进行推算。

$$P_i = P_t \alpha_i \quad (10)$$

式中: P_t 为泊位总设计通过能力; P_i 为货种 i 的设计通过能力; α_i 为货种 i 的年装卸作业量占该泊位年装卸总量的百分比; m 为装卸货种数。

1.3.3 两种不同计算方法的主要区别

在计算通用泊位的设计通过能力时, 人为分解作业天数的计算法和以吞吐量为比例因子的计算法的主要区别在于初始计算时每个货种的年作业天数的差异。方法1中的人为分解作业天数的计算法, 将年日历天数或者年运营天数分摊到各单个货种上, 得到各货种的设计通过能力后再汇总得到其综合通过能力; 方法2的计算过程中, 每一个货种的作业天数都是取年日历天数或者年运营天数, 以此计算后, 再根据各货种的年货运量的比例求出泊位的综合通过能力。而方法1中的人为分解作业天数计算法和分解泊位利用率计算法的思路基本类似, 只是分解的参数不一样而已。

2 通过能力计算的关键性参数取值分析

2.1 船舶载货量

船舶实际载货量根据各港口靠泊船舶的实际情况进行选取。如果能够根据周边港口的情况估算出该泊位港口的实际载货量, 则直接利用该数据进行计算。当无法获得较为准确的资料时, 可以根据设计代表船型按照式(11)进行计算。

$$G = G_e \delta \quad (11)$$

式中: G_e 为设计代表船型的载货量; δ 为船舶载货系数。船舶载货系数根据装载的货物种类、货运量的大小、尺寸及包装形式等实际情况确定, 一般设计计算中可以取 0.6~0.95。

2.2 设计船时效率

设计船时效率本质上是一个综合性的参数, 它与装卸机械设备能力有较大的关系, 但是不完全等同于装卸机械设备能力。在港口实际的运作中, 船时效率受到港口年货运量、船舶性能及货

舱大小、装卸机械设备能力、装卸作业线数、港口生产管理等因素的影响^[5]。下面从干散货和件杂货两种情况分析船时效率的取值。

1) 对于干散货类货种, 船时效率可以按照式(12)估算:

$$p = np_e k \quad (12)$$

式中: p 为装卸作业的实际船时效率; n 为同时作业的装卸设备数量; p_e 为装卸设备的额定装卸效率; k 为设备效率系数。

关于设备效率系数的取值, 可以大致按照卸船作业和装船作业进行分析。对于装船作业, 效率系数主要与装船过程中的移舱作业等有关。对于卸船作业, 当装卸设备采用的是抓斗类卸船设备时, 效率系数的取值需要考虑是否满斗、是否有设备干扰、设备移动等相关因素。例如, 当2台门座起重机同时装卸同1艘船时, 要考虑到门机作业过程中的避让和等待时间等, 因此装卸效率要打折。根据相关经验, 当单台设备进行卸船作业时, 效率系数 k 取值一般在0.5~0.7; 如果2台门机同时卸船, 效率系数取值则应略低。

2) 对于件杂货类货种, 船时效率可以参照式(13)进行测算:

$$p = ngck \quad (13)$$

式中: p 为装卸作业的实际船时效率; n 为同时作业的装卸设备数量; g 为装卸作业中平均单次起吊量; c 为单位时间内装卸作业的次数; k 为设备效率系数。

一般来说, 装卸作业的单次起吊质量与货物种类、包装形式、货物尺寸等有关。是否采用成组化运输方式, 会较大程度影响单次起吊量。装卸设备单位时间的起吊次数与装卸设备运行速度、吊装辅助作业效率等有关。件杂货的辅助装卸作业时间既与货物的类别、物件大小、包装形式等有关, 也与工人操作的熟练程度相关。

2.3 泊位利用率分析

泊位利用率是泊位年占用时间与年日历天数的比值, 它受到泊位运量、到港船型、泊位装卸

效率、泊位数、船舶在港费用和港口投资及营运费用等港口实际情况和各类因素综合影响。一般来说, 同类泊位数越多, 泊位利用率的取值就越大。

对于泊位利用率的取值, 规范上给出了参考范围, 计算时可以根据港口的实际情况有针对性地选取。为了避免泊位利用率参数的缺陷性, 规范特别指出, 当年营运天数受自然条件影响较大时, 泊位利用率取较低值, 当同类泊位较多和效率较高时, 泊位利用率取较高值。对于某些没有给出参考范围的情况, 可以采用港口生产不平衡系数计算设计通过能力; 或者是在参考该港口生产部平衡系数的基础上, 根据式(4)反推泊位利用率, 再依泊位利用率计算设计通过能力。

2.4 港口生产不平衡系数

港口生产不平衡系数反映了港口生产的波动性与不均衡性, 它受到港口规模、货源组织、车船运行、自然条件及生产管理等因素影响。对于港口生产不平衡系数的计算, 规范给出如下公式:

$$K_B = \frac{q_{\max}}{\bar{q}} \quad (14)$$

式中: K_B 为港口生产不平衡系数; q_{\max} 为月最大货运量; \bar{q} 为月平均货运量。

由式(14)可以看出, 港口不平衡系数的计算时间分段是以月为单位进行统计的。当无法获得相关的统计数据时, 港口生产不平衡系数的取值可以参考规范给出的数据。对于部分非公用码头, 如与企业生产配套的专业性码头等, 码头的装卸作业是为企业生产服务的, 企业有较大的决定权来影响靠泊船舶的来港时间和频率, 即业主可以较好地控制此类港口的装卸作业节奏, 其生产不平衡系数的取值可以按照企业的生产实际进行调整。

2.5 辅助作业、技术作业以及船舶靠离泊时间

辅助作业和技术作业指不能同装卸作业同时进行的各项作业。除纯装卸作业时间外, 与船舶装卸作业时间相关的时间还包含靠离泊时间、公估时间、联检时间、装卸作业准备时间、结束阶

段时间等。对于那些可以与装卸作业同时进行的作业, 不能计算在此参数内。

3 某通用泊位设计通过能力计算的实例分析

3.1 工程概况

北方某大型水陆中转港口拟新建1个1万吨级通用泊位, 装卸作业货种为12万t钢铁、30万t木材、5万t袋粮以及3万t其它件杂货。装卸工艺方案为船岸作业采用2台25t门座起重机, 堆场作业以木材装载机、轮胎式起重机和叉车等机械为主, 水平运输采用载重汽车或牵引平板车。其他相关的设计参数为: 设计代表船型为1万吨级杂货船, 码头年运营天数为327d, 港口生产不平衡系数分别为木材取1.7、钢铁取1.65、袋粮和其他件杂取1.6, 日工作班制采取三班制。

表1 基于人为分解作业天数法的泊位设计通过能力

| 货种 | T_y/d | G/t | $P/(t/h)$ | t_z/h | K_B | $P_i/万t$ | $P_i/万t$ |
|------|---------|-------|-----------|---------|-------|----------|----------|
| 木材 | 204 | 7 000 | 145 | 48.28 | 1.70 | 32.96 | |
| 钢铁 | 58 | 7 000 | 205 | 34.10 | 1.65 | 13.12 | |
| 袋粮 | 50 | 7 000 | 85 | 82.40 | 1.60 | 5.24 | 54.74 |
| 其他件杂 | 15 | 7 000 | 200 | 35.00 | 1.60 | 3.42 | |

表2 基于以吞吐量比例为因子的计算法的泊位设计通过能力

| 货种 | T_y/d | G/t | $P/(t/h)$ | t_z/h | $P_{i1}/万t$ | 比例 | $P_{i2}/万t$ | $P_i/万t$ |
|------|---------|-------|-----------|---------|-------------|------|-------------|----------|
| 木材 | 327 | 7 000 | 145 | 48.28 | 52.83 | 0.6 | 32.75 | |
| 钢铁 | 327 | 7 000 | 205 | 34.10 | 73.95 | 0.24 | 13.10 | |
| 袋粮 | 327 | 7 000 | 85 | 82.40 | 34.29 | 0.1 | 5.46 | 54.58 |
| 其他件杂 | 327 | 7 000 | 200 | 35.00 | 74.64 | 0.06 | 3.27 | |

从表1、2可以看出, 两种计算方法得到的泊位的设计通过能力分别为54.74万和54.58万t, 木材、钢铁、袋粮以及其他件杂货等吞吐量指标满足要求。对比两种计算方法得到的结果, 方法1与方法2计算出来的设计通过能力基本一致。无论是年综合设计通过能力, 还是各个货种的通过能力均相差不大。因此, 可以认为两种计算方法都具有实用性。

由于在方法1的作业天数分解法的计算过程中, 需要对各个货种的年作业天数的计算结果进行人为的调整和纠偏, 因而不同的人采用该方法计算的结果可能存在微小差异。而根据方法2, 即

3.2 设计通过能力计算与分析

结合该泊位货种的实际情况, 估算钢材类、木材类及袋粮的平均船时效率分别为205、145、85t/h。其他类件杂货, 有可能是机电类和轻工类产品等, 暂不确定, 综合货种取船时效率200t/h。参考该港口及周边码头船舶的载货情况, 船舶载货系数取0.7, 即船舶实际载货量为7000t。辅助作业、技术作业及船舶靠离泊时间之和以及昼夜非生产时间之和参考规范取值。

根据式(1), 分别采用上文所述的方法1中的年作业天数分解法和方法2来计算该泊位设计通过能力, 计算结果见表1、2。其中, 在方法1的计算过程中, 根据式(5)计算各分物料的年运营天数后, 再根据各货种的设计通过能力对作业天数进行适当的调整。

以吞吐量为比例因子的计算法进行计算, 则不存在手动调整参数的过程, 因而只要初始参数确定后, 计算结果是唯一的和确定的。

如果采用式(2)为依据计算该泊位的设计通过能力, 先要大致估算其泊位利用率。即根据木材、钢铁、袋粮以及其他件杂货的港口生产不平衡系数, 以式(5)大致计算各货种的泊位利用率, 再结合规范上的推荐参数综合选取。确定各参数后, 再采用方法1或者方法2进行计算即可, 与以式(1)为依据计算出的结果相差不大。因此, 可以认为式(1)和式(2)都可信并实用, 在实际计算中可以根据需要采用。

(下转第83页)