



内河港口岸线利用效率评价指标

袁洪春¹, 谢耀峰²

(1. 江苏省交通规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210014; 2. 东南大学, 江苏 南京 210005)

摘要: 建立合适的岸线利用效率评价指标——岸线利用强度, 对现有挖入式布置形式与顺岸式布置形式进行评价、比较, 并引入该评价指标的相关制约因素: 陆域纵深和陆域配套面积, 实现对于挖入式布置形式岸线利用效率的定量分析, 并将评价指标及制约因素结合到具体工程实例, 最终得出挖入式布置常用形式的岸线利用强度合理范围。

关键词: 内河; 挖入式布置; 顺岸式布置; 岸线利用强度; 陆域纵深; 陆域配套面积

中图分类号: U 656. 135; U 651. 4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-4972(2015)11-0067-05

Evaluation index of inland river port shoreline utilization efficiency

YUAN Hong-chun¹, XIE Yao-feng²

(1. Jiangsu Province Communications Planning and Design Institute Ltd., Co., Nanjing 210014, China;
2. Southeast University, Nanjing 210005, China)

Abstract: The shoreline utilization intensity, the index which can be used to evaluate the shoreline utilization efficiency of excavated-in layout and alongshore layout, is introduced to evaluate and compare the existing excavated-in layout and the alongshore layout. Introducing the restricting factors of the index, i. e. land width and land supporting area to realize the quantitative analysis of the shoreline utilization efficiency of the excavated-in layout. Then the evaluation index is applied to the engineering project, through which, the reasonable numerical scope of shoreline utilization intensity is obtained.

Keywords: inland river; excavated-in layout; alongshore layout; shoreline utilization intensity; land width; land supporting area

港口按平面布置分类一般有顺岸式、挖入式、突堤式和墩式等常用的布置形式, 在工程设计中, 主要根据所建港口的能力, 即码头泊位数、陆域面积、集疏运要求等港口正常运营所必须达到的条件, 以及建港处的水深条件、岸线稳定情况等自然因素综合确定平面布置形式。上述 4 种形式海港中几乎都有应用, 而内河港应用较多的是顺岸式和挖入式, 且多年以来内河中使用较多的为顺岸式布置形式, 挖入式布置形式较少, 近年来由于自然岸线资源的逐渐紧张^[1-2], 对内河平面布置形式造成较大挑战, 根据已有研究成果^[3-6], 挖入式布置形式能够节省天然岸线, 具有易于维护、掩护条件优越、发展相对集中利于管理且易于充

分发挥配套设施作用等优点, 因此所占比重逐年提升, 将成为未来港口建设中解决岸线不足的重要方案之一。

目前国内对内河码头平面布置形式的评价及优化方面的研究较少, 已有研究^[3-6]主要集中在顺岸式或挖入式布置等优缺点的定性描述, 没有形成通用性的定量评价指标, 亦无法将岸线利用情况和码头作业能力相结合, 因此本文考虑选择合适的评价指标, 对现有挖入式布置形式与顺岸式布置形式进行比较、评价, 从岸线利用、码头作业能力等方面对挖入式布置进行定量分析, 并将评价指标结合到具体工程实例。

本次研究主要建立如下岸线利用评价指标:

收稿日期: 2015-04-06

作者简介: 袁洪春 (1983—), 男, 硕士, 工程师, 注册土木工程师 (港航专业), 从事港口总平面设计及运量预测。

岸线利用强度(Q),即泊位长度/占用自然岸线长度,代表岸线的使用强度,采用顺岸式布置时,岸线利用强度为 Q_s ,一般 $Q_s=1$;采用挖入式布置时,岸线利用强度为 Q_w ,一般 $Q_w>1$ 。

另考虑挖入式布置岸线利用强度不可能无限大,受陆域纵深和陆域配套面积的制约,将陆域纵深和陆域配套面积定义为岸线利用强度制约因数。

1 岸线利用强度指标建立

在内河中,特别是京杭运河江苏段,千吨级船舶所占比例较高,具备一定的普遍性,因此本文采用1 000吨级京杭运河散货驳船作为示例进行计算说明。根据交通部编制的《京杭运河运输船舶标准船型主尺度系列》,取1 000吨级驳船船长 $L=56\text{ m}$,船宽 $B=10.8\text{ m}$ 。

1.1 顺岸式布置岸线利用强度 Q_s

根据《河港工程总体设计规范》3.3.1.2,在同一码头前沿线(顺岸式)连续布置多个泊位的泊位长度可按下列公式计算:

$$L_{b1} = L + 1.5d \tag{1}$$

$$L_{b2} = L + d \tag{2}$$

式中: L_{b1} 为端部泊位长度(m); L_{b2} 为中间泊位长度(m); L 为设计船型长度(m); d 为泊位富裕长度(m)。

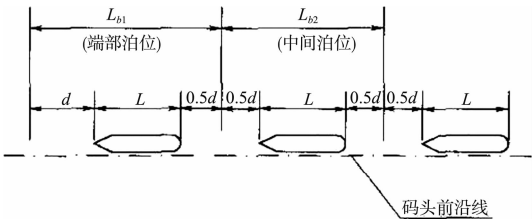


图1 顺岸式多个泊位连续布置

内河1 000吨级船舶长度位于40~85 m,根据《河港工程总体设计规范》3.3.2.1, d 取大值10 m,则 $L_{b1}=L+1.5d=71\text{ m}$, $L_{b2}=L+d=66\text{ m}$,由于顺岸式布置,泊位长度等于占用自然岸线长度,显然岸线利用强度均为1(在实际设计中,由于码头前沿停泊水域不得占用主航道,在多数情况下占用自然岸线长度会稍大于泊位长度,但极

其接近1)。

1.2 挖入式布置岸线利用强度 Q_w

挖入式港池所占自然岸线长度等于港池宽度,根据《河港工程总体设计规范》3.2.4,挖入式港池的尺度应符合下列规定。

1)在港池同一侧布置1个泊位时(图2),港池宽度可按下列式计算:

$$B_c = nB + b \tag{3}$$

式中: B_c 为挖入式港池宽度(m); n 为在同一断面内港池两侧停靠的船舶艘数; B 为设计船型宽度(m); b 为船舶之间或船舶与对侧岸壁间富裕宽度(m),可取2~4 m,本文中取大值4 m。则 $B_c = nB + b \approx 26\text{ m}$,即占用自然岸线长度取26 m。单个泊位长度按照独立布置的单个泊位的泊位长度(图2)公式计算: $L_b = L + 2d = 76\text{ m}$ 。则岸线利用强度 $Q_w = 2L_b/B_c = 5.8$ 。

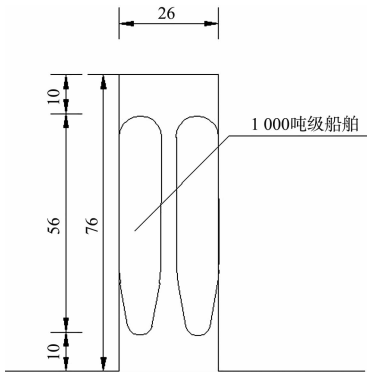


图2 无回旋水域单侧布置1泊位(单位:m,下同)

如果航道较窄,附近无调头水域可用时,需要在在港池内部设置回旋水域(图3),港池宽度需要在式(3)中考虑加入船舶在港池内转头的回旋水域宽度 B_x ,可取1.2~1.5倍设计船型长度,为方便计算,本文统一取1.25倍设计船长,即 $1.25L=70\text{ m}$, $B_c = B + B_x \approx 81\text{ m}$,如果考虑在端头布置泊位,则根据单个泊位的泊位长度公式和码头前沿线相交转折处的富裕长度 d_0 进行计算,根据《河港工程总体设计规范》表3.3.3-1,取 $d_0 = 1.5d$, $L_b = L + 2d_0 = 86\text{ m}$,比不设置端头泊位仅增加5 m,显然设置端头泊位自然岸线利用率更高,因此 B_c 取86 m。综上所述,岸线利用强度 $Q_w = 3L_b/B_c = 2.9$ 。

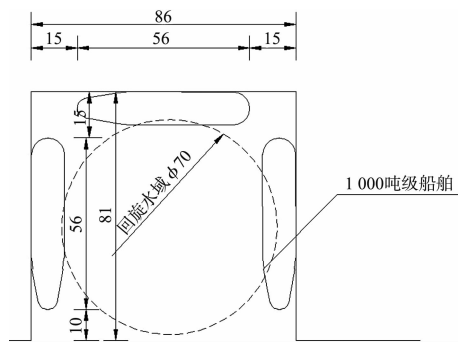


图 3 有回旋水域单侧布置 1 泊位

2) 在港池同一侧布置 2 个或 2 个以上泊位时 (图 4~7), 港池宽度可按下式计算:

$$B_c = (n - 1)B + B_x + B_h \tag{4}$$

式中: B_c 为挖入式港池宽度(m); n 为在同一断面内港池两侧停靠的船舶艘数; B 为设计船型宽度(m); B_x 为船舶在港池内转头的回旋水域宽度(m); B_h 为船舶航行水域宽度(m), 可取 2 倍设计船型宽度; 当港池一侧布置的泊位数小于等于 3 个时, 可不设航行水域。

当在港池同一侧布置 2 个泊位时 (图 4), 可不设航行水域, $B_c \approx 81$ m, 与图 3 情形相同, 设置端头泊位自然岸线占用仅增加 5 m, 故 B_c 取大值 86 m, 岸线利用强度 $Q_w = 5L_b/B_c = 4.4$ 。

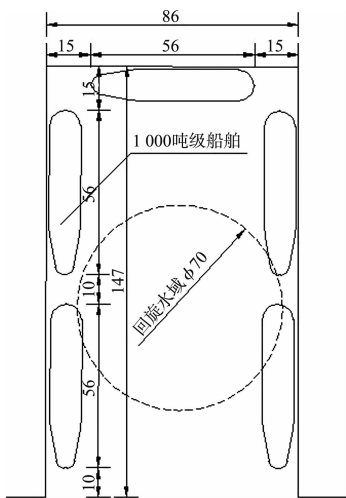


图 4 挖入式单侧布置 2 泊位

当在港池同一侧布置 3 个泊位时 (图 5), 亦可不设航行水域, $B_c \approx 92$ m, 而设置端头泊位仅需 86 m, 故 B_c 取大值 92 m, 岸线利用强度 $Q_w = 7L_b/B_c = 5.6$ 。

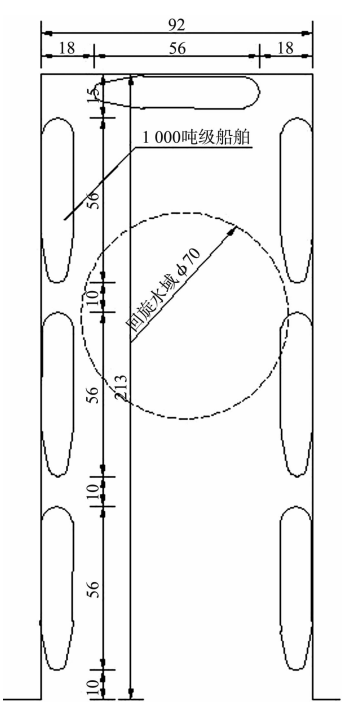


图 5 挖入式单侧布置 3 泊位

当在港池同一侧布置 4 个泊位时 (图 6), 需要设置航行水域, $B_c = (n - 1)B + B_x + B_h = 124$ m, 而设置端头泊位仅需 86 m, 故 B_c 取大值 124 m, 岸线利用强度 $Q_w = 9L_b/B_c = 5.5$ 。

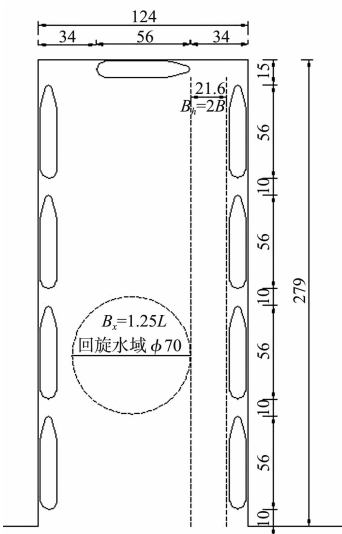


图 6 挖入式单侧布置 4 泊位

当在港池同一侧布置 5 个泊位时 (图 7), 需要设置航行水域, $B_c = (n - 1)B + B_x + B_h \approx 135$ m, 而设置端头泊位仅需 86 m, 故 B_c 取大值 135 m, 岸线利用强度 $Q_w = 11L_b/B_c = 6.1$ 。

各布置形式岸线利用强度数值见图 8。

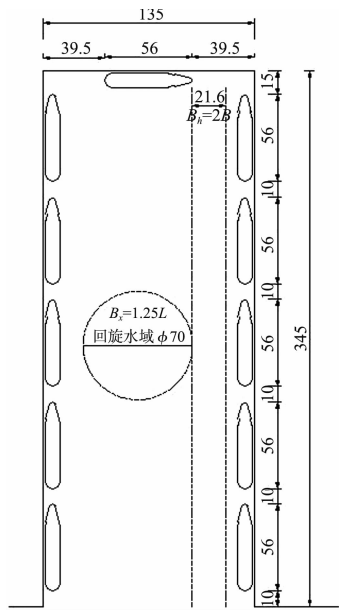


图 7 挖入式单侧布置 5 泊位

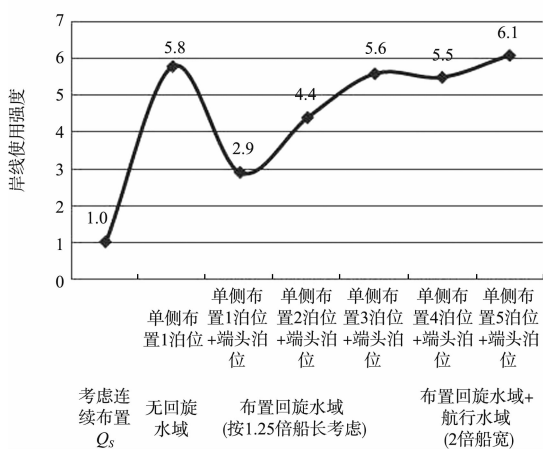


图 8 岸线利用强度

由图 8 数据可以看出，顺岸式布置形式岸线利用强度 Q_s 为 1，挖入式布置形式岸线利用强度均大于 1，即挖入式布置在合理布置下岸线的使用强度均远高于顺岸式布置形式。

挖入式布置形式中岸线利用强度最小为 2.9，为单侧布置 1 泊位且设置回旋水域和端头泊位的方案；如不需设置回旋水域，则岸线利用强度可达到 5.8。其后随着泊位数的增加，岸线利用强度逐渐增加，在单侧布置 2 泊位的情况下达到 4.4，至单侧布置 3 泊位的情况下达到 5.6，考虑港池内必须设置航行水域的影响，单侧布置 4 泊位的情况下岸线利用强度与布置 3 泊位时基本持平，为 5.5，当单侧布置 5 个泊位时继续增长至 6.1。

可以看出，除了最小的 2.9，其余布置形式均可以达到 4.4 以上，较优的布置形式其岸线利用强度位于 5.5 ~ 6.1。因此，应尽量避免岸线利用强度低于 4 的布置形式。

在单侧泊位数大于 5 之后，随着布置泊位的增多，岸线利用强度必然继续增长，但泊位数的增多必然伴随港池长度和面积的增加，港池长度变长导致陆域纵深变大，港池面积增加导致陆域可用面积减少，挖方随之增多，因此岸线利用强度无法无限增长，会受到陆域纵深和陆域配套面积的制约。

2 岸线利用强度指标限制因素

由于岸线是陆域与水域的自然综合体，岸线利用不仅与岸线的长度有关，也与其后方陆域紧密相关联，岸线利用强度在增长的过程中面对的第一个制约因素为陆域纵深，如果挖入式港池纵向长度过长，会对港口陆域及后方的交通道路进行切割，通常内河码头后方为城区或者工业园区，一旦产生分割，会带来很大不便，根据江苏省内相关设计经验，内河陆域纵深突破 600 m 非常困难。因此，由图 7 可见，在单侧布置 5 泊位的情况下，挖入式港池长度本身已挖入 345 m，再考虑端头泊位后方作业长度 200 m，已达到 545 m，如再设置更多泊位则必然突破 600 m，故本文仅讨论至港池一侧布置 5 泊位的情况。

另一个制约因素为陆域面积，泊位作业需要相应配套陆域，包括后方堆场仓库及附属设施，而征地面积往往是有一定限度的，往往泊位数可以增加，但无相应陆域配套，码头亦无法高效率运转；随着挖入式港池面积的增加，码头作业陆域面积将相应减少，需要在所征土地面积和港池面积之间寻找平衡。

据江苏的内河设计经验，一般而言，千吨级散货泊位每泊位需要 1.5 万 ~ 2 万 m^2 陆域配套，件杂货泊位需要 2 万 ~ 3 万 m^2 ，集装箱需要 3 万 m^2 及以上，如果低于此配套数值，在平面布置时会显得局促。

3 岸线利用强度指标及其限制因素在实际中的应用

岸线利用强度的制约因素为泊位陆域纵深和

泊位配套陆域面积。

图 9 为苏南 A 散货作业区, 其泊位布置采用单侧 2 个泊位 + 端头泊位的布置形式, 占用自然岸线 90 m, 其岸线利用强度为 4.3; 陆域纵深约为 222 m, 占用陆域总面积为 6 万 m^2 , 每个泊位平均配套陆域面积为 1.2 万 m^2 , 在实际运行中稍显局促。

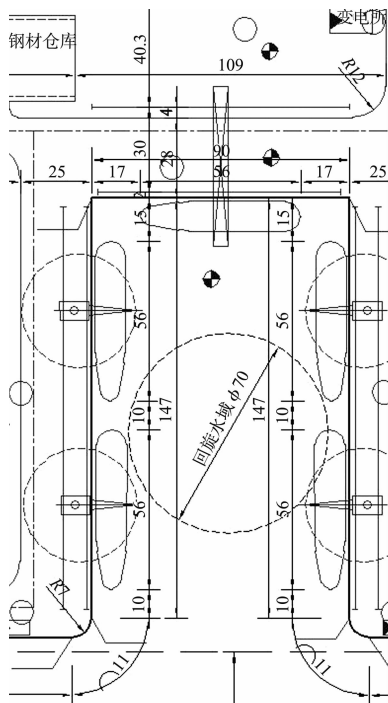


图 9 苏南 A 散货作业区港池布置

图 10 为苏南 B 散货、件杂货作业区, 其泊位布置采用单侧 4 个泊位 + 端头泊位的布置形式, 占用自然岸线 125 m, 其岸线利用强度为 5.6, 陆域纵深约为 560 m, 占用陆域总面积为 30 万 m^2 , 每泊位平均配套陆域面积为 3.3 万 m^2 , 港区布局合理, 运营顺畅。

4 结语

1) 岸线利用强度可以定量地表征自然岸线的实际利用效率, 1 000 吨级泊位岸线利用强度在 5.5 ~ 6.1 时, 其利用效率是比较优异的, 位于 4 ~ 5 则属于可接受的范围, 而低于 4 的布置形式是较差的, 应尽量避免; 挖入式布置形式岸线利用效率相较顺岸式连续布置形式普遍提升了 3 倍及以上, 应在有条件的情况下尽量多采用挖入式布置形式。

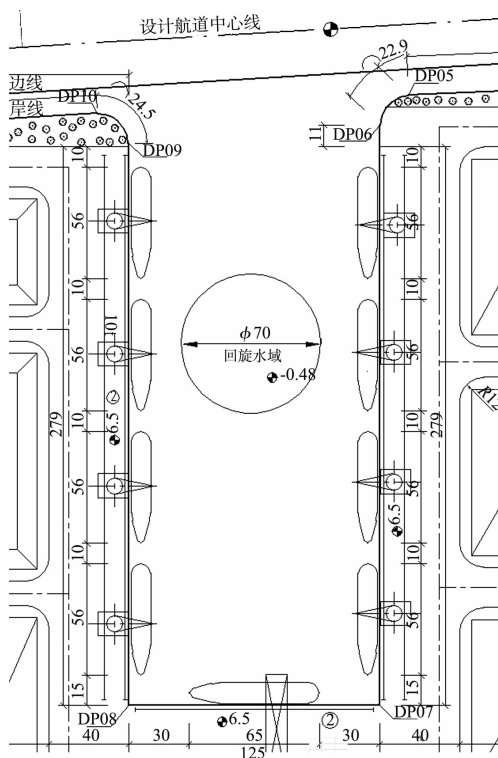


图 10 苏南 B 散、件杂货作业区港池布置

2) 在实际工程设计中, 不可只考虑岸线利用强度, 还需要考虑陆域纵深、陆域配套面积等因素进行核算, 综合分析其岸线利用是否在合理的区间。

3) 对于 500 吨级或者 2 000 吨级泊位, 其岸线利用计算方法与本文类似, 不再赘述。

参考文献:

- [1] 韩时琳, 赵利平, 贺晖. 我国内河挖入式港池现状分析[J]. 水运工程, 2003(4): 43-45.
- [2] 黄家柱. 长江岸线江苏段资源及其合理开发利用[J]. 中国人口资源与环境, 2001(3): 82-84.
- [3] 顾民权. 曹妃甸取沙造地和建设挖入式港池[J]. 港工技术, 2007(6): 12-17.
- [4] 刘铮, 杨玉森, 杨希宏. 南通港吕四港区“挖入式”港池的总体布置[J]. 港工技术, 2013(2): 13-16.
- [5] 黄敬东, 尹长虹, 彭再华. 国内挖入式港池布置研究[J]. 水运工程, 2011(9): 136-140.
- [6] 卢永昌, 周娟, 宓宝勇. 现代化大型临港钢铁产业码头工程平面布局探讨[J]. 水运工程, 2014(2): 68-71.