

海港锚地使用环境条件标准研究

谷文强, 谢华东, 覃杰

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 针对海港锚地使用环境条件标准问题, 通过国内外海港锚地的调研分析、国内外规范对比分析和数学模型试验进行综合研究, 数学模型试验采用 Fast-time 模型, 研究风、浪和流作用下的锚泊船舶的走锚情况, 试验中将调研分析成果和国内外规范相关规定的海港锚地使用环境标准条件作为输入参数进行试验, 得出不同类型锚地、不同的锚链和水深比值条件下的使用环境条件标准, 相关研究方法和结论可为海港锚地设计项目提供参考。

关键词: 海港; 锚地; 环境条件; 数学模型试验

中图分类号: U653.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-7874(2020)07-0006-04

doi: 10.7640/zggwjs202007002

Study on the environmental conditions standard for the use of sea port anchorage

GU Wen-qiang, XIE Hua-dong, QIN Jie

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510230, China)

Abstract: Aiming at the standard problems of using environment conditions of seaport anchorage, a comprehensive study was carried out through the research and analysis on the domestic and abroad seaport anchorage, the comparative analysis of domestic and foreign codes, and the mathematical model test. Fast-time model is used in the mathematical model test to study the anchor drag of anchored ships under the action of wind, wave and current. The environmental conditions from the research and analysis results and the relevant provisions of domestic and foreign codes are used as input parameters in the test. The use environmental conditions standard for different types of anchorage and different chain length and water depth ratio are obtained. The relevant research methods and conclusions can be used as reference for the anchorage design project of seaport.

Key words: seaport; anchorage; environmental conditions; mathematical model test

1 海港锚地使用环境条件标准的调研分析

通过走访全国沿海主要港口锚地的使用和管理单位, 对海港锚地的使用环境条件标准进行调研。调研成果如下:

1) 广州港 8 级风以上海事部门启动二级响应, 要求所有船舶离开码头, 船舶具体防台方式由船长决定, 一般 10 级风以上(主要看遮蔽条件)船舶就会选择离开锚地去避台。

2) 上海洋山港区一般规定 10 级风要求所有在港船舶和锚地船舶离开。吴淞口港区则根据不

同等级风提前发出预警, 具体是否离港由船方和港口运营方决定。

3) 宁波港台风期间渔船进江防台, 3 级防台时禁止 250 m 以上船舶进港, 2 级防台 250 m 以上船舶必须离港避台。

4) 宁波港过驳锚地使用环境条件标准为夜间两船不得相靠(但可以过驳)、风速不超过 6 级、流速不超过 2.5 kn(15 万吨级流速可 3 kn)、波浪要求不超过 1.5 m。

5) 舟山港过泊锚地使用环境条件标准为流速不超过 1.5~2 kn, 风速不超过 6 级。

6) 美国洛杉矶港和长滩港规定当风速超过 40 kn(蒲福级 8 级)时船舶应立即备车, 并准备下

收稿日期: 2020-03-20 修回日期: 2020-05-09

作者简介: 谷文强 (1984—), 男, 辽宁海城人, 硕士, 高级工程师, 从事港口与航道工程设计工作。E-mail: guwq@fhdigz.com

另一只锚。

2 国内外规范中海港锚地使用环境条件标准的对比研究

2.1 中国规范海港锚地使用环境条件标准

根据 JTS 165—2013《海港总体设计规范》^[1],航道宽度计算中船舶漂移倍数和风、流压偏角的取值一般都是基于横风 ≤ 7 级,由此可以推断船舶在航道中通航的极限限制风速一般应为 7 级,因此港内锚地中的船舶在大风预警时,如需离开锚地,理论上应在达到 7 级风之前通过航道离开。

根据《海港总体设计规范》^[1],风力 7 级是单锚系泊锚地半径计算的分界点,对于按照风力 ≤ 7 级对应公式计算半径的锚地,则锚地使用的极限风速应为 7 级;按照风力 >7 级的对应公式计算半径的锚地,则锚地使用的极限风速理论上应更高。然而根据《海港总体设计规范》^[1]的对应条文说明,“船舶在锚地的出链长度与当地水深及风力有关。根据我国部分港口锚地船舶抗风实践资料和计算结果表明,8 级以上大风单锚系泊多数发生走锚现象,必须采用八字锚系泊,若风力再大,则需借助船舶顶风开车才能制止走锚。”由此可以看出,按照中国规范,8 级以上大风时仍在锚地锚泊的船舶应采用其他措施防止或制止走锚。

中国规范中对于锚地使用的流速和波浪没有提出具体的限制条件,仅在锚地水深设计时说明波浪累积频率为 4% 的波高超过 2 m 时,尚应增加波浪富裕深度。在《海港工程设计手册》(第二版)^[2]中,当波浪累积频率 4% 的波高超过 2 m 时,波浪富裕深度一般可按 0.5~0.7 倍波高估算。

2.2 日本规范(ROM)海港锚地使用环境条件标准

根据日本 P&I CLUB 规范《Preventing an anchor from dragging》^[3],船舶锚泊时的锚链长度计算如表 1 所示,中国规范中对于单锚系泊锚地尺度的计算方法就是参考日本规范而选取的。需要说明的是,在 20 世纪 90 年代,日本 P&I CLUB 规范中并没有给出表 1 中计算公式的环境限制条件。而中国规范 JTJ 211—99《海港总平面设计规范》在 20 世纪 90 年代编制的时候以 7 级风速作为两个公式的使用分界,在 2014 年发布的《海港总体设计规范》^[1]中关于锚地设计的内容没有变化。

在 2018 年出版的日本 P&I CLUB 规范《Dragging anchor case studies and preventive measures》^[4]中,对于良好环境条件的定义是风速不超过 40 kn

(蒲福风级 8 级),波高不超过 1 m,但是没有关于水流流速的界定,而流速往往是影响锚泊的最关键因素;其中对于恶劣环境条件的定义是风速达到 58 kn(蒲福风级 11 级),波高达到 2 m,但是同样没有关于水流流速的界定;无论良好环境条件界定的波高 1 m,还是恶劣环境条件波高 2 m,显然在开敞式海域很难满足这个波浪条件,都需要有一定的掩护才能达到这些波高要求。此外,对于船舶抛锚的锚链长度计算中的 90 m 和 145 m 也没有给出选取依据。

表 1 船舶锚泊时的锚链长度

Table 1 The length of anchor chain when the ship is anchoring

锚泊方式	锚泊环境	船舶抛锚的锚链长度/m
单锚系泊	良好	$3D+90$
	恶劣	$4D+145$

注: D 为锚地水深, m。

2.3 西班牙规范(ROM)海港锚地使用环境条件标准

西班牙规范 ROM 3.1-99《Recommendations for the design of the maritime configuration of ports, approach channels and harbour basins》^[5]给出的一般锚地常采用的使用环境标准如表 2 所示。表中的风速针对的是普通类型的船舶,对于受风面积较大的船舶(甲烷运输船、集装箱船、汽车滚装船、压载的油轮等),表中的极限风速标准应降低 20%。

表 2 锚地使用的极限环境作业条件(ROM)

Table 2 The limiting environmental condition for anchorage use(ROM)

作业类型			绝对风速 $V_{10.1\text{ min}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	绝对流速 $V_{C,1\text{ min}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	有效波高 H_s/m
船舶进出锚地和抛锚作业			17.0	2.0	2.5
船舶处于锚泊状态	船首抛出 1 支锚		24.0	2.0	3.5
	八字锚系泊(船首抛出 2 支锚)		30.0	2.0	4.5
	同点双锚和船艏双锚系泊	纵向荷载作用	24.0	2.0	3.5
		横向荷载作用	无法锚泊		
装卸作业			取决于装卸设备的性能		
注: ① $V_{10.1\text{ min}}$ 为高于海平面 10 m 处的 1 min 平均风速。 ② $V_{C,1\text{ min}}$ 为 1 min 平均流速。					

注: ① $V_{10,1\text{ min}}$ 为高于海平面 10 m 处的 1 min 平均风速。

② $V_{C,1\text{ min}}$ 为 1 min 平均流速。

国际航运协会(PIANC)规范《Harbour approach channels—design guidelines》^[6]给出的锚地使用环境条

件标准与西班牙规范 ROM 3.1-99 一致。

2.4 国际船级社协会规范(IACS)海港锚地使用环境条件标准

根据国际船级社协会(IACS)规范《Requirements concerning mooring, anchoring and towing》^[7], 船舶锚定设备的设计环境条件如下:

最大风速 48.6 kn, 最大流速 4.9 kn。

可以看出, 即使风速已经达到了 10 级, 但是没有给出波浪的限制条件, 因此上述极限环境条件是针对有掩护的锚地。

实际上, 很多锚地都位于相对开敞的海域, 因此 IACS 规范给出了船长大于 150 m 的船舶的锚定设备能够承受的有波浪影响的锚地极限环境条件如下:

最大风速 21 kn, 最大流速 3 kn; 最大有效波高 2 m。

上述两种针对船舶锚定设备承受极限的环境条件, 均是针对船舶满载状态, 并且船舶在锚地锚泊时间不长的情况。

根据国际船级社协会规范《History files(HF) and technical background (TB) documents for URS concerning mooring and anchoring (URA)》^[8], IACS 规范《Requirements concerning mooring, anchoring and towing》^[4]中给出的极限环境条件是针对良好底质条件的锚地, 并且锚链长度与水深比值不应小于 6。

2.5 国内外规范规定对比分析

各国规范中对于锚地使用的极限环境条件规定差异性较大, 其中西班牙规范给出的极限环境条件均较大, 而国际航运协会规范引用了西班牙规范的规定。国际船级社协会规范给出的极限环境条件明显较小, 但是该极限环境条件是船舶锚定设备设计的基础环境条件, 因此更加具有参考价值。

锚泊船舶所受到的风、浪和流等环境外力荷载, 需要通过船舶锚的抓力和锚链卧底部分的摩擦力来抵消, 如果环境荷载过大会造成走锚现象。锚地使用的环境条件标准在有条件的情况下宜通过数值模型试验确定。

3 海港锚地使用环境条件标准的数学模型试验研究

3.1 试验目的

采用 Fast-time 船舶操纵模拟器对锚泊船舶在

多种试验工况下的锚泊进行了数学模型试验研究, 得出海港锚地的使用环境条件标准。

3.2 试验原理

Fast-time 模拟试验中, 当船舶锚泊时, 除了利用可用的助航设备、助航标志和任何陆上可见参照物监测船的位置之外, 不需要任何人为干预。如果发现走锚, 船员应采取适当的行动。

Fast-time 模拟试验的重点不是有无人为干预或任何可能采取的干预形式, 而是可能导致发生走锚的环境荷载条件。因此, Fast-time 模拟试验是一种检查是否可能发生走锚的适当的方法。在该部分研究中配置了 1 台 HR Wallingford 的船舶模拟器模拟大型近岸锚地水域, 由于不需要引航员, 所以模拟器可以离线使用。

为了使模拟稳定, 对大约 120 min 的实时周期进行模拟。该周期使模拟稳定, 使所有慢速走锚更容易被发现。为了清晰地表示, 航迹图包括圆心位于放锚位置的同心圆, 半径以 250 m 为增量逐渐增加。

3.3 试验工况

Fast-time 模拟试验中采用的试验工况如表 3 所示。在第一阶段进行初步模拟, 根据试验的初步结果再进一步增加试验工况。在第二阶段利用 IACS 规范中给出的有波和无波环境荷载限制条件进行试验模拟。

表 3 锚泊船舶快速仿真模拟试验的工况

Table 3 Test cases of Fast-time ship maneuvering test for anchored ships

项目		数值	工况数量
试验第一阶段	船舶类型	指定试验船型	18
	波浪条件	有效波高/m	2.0~3.5
		平均周期/s	4.6, 6.1, 13.1
	流/kn	2, 4	2
	风/kn	40, 50, 55	3
	水深/m	15, 30, 50	3
试验第二阶段	底质类型	淤泥, 硬黏土, 砂	3
	船舶类型	指定试验船型	5
	波浪条件	有效波高/m	0, 1, 2
		平均周期/s	5.9, 7.7, 15.6
	流/kn	3, 4	2
	风/kn	21, 25, 30, 48.5, 50	5
	锚链长度与水深比值	1, 4, 6, 10, 19	5
	底质类型	淤泥, 硬黏土, 砂	3

3.4 试验结果分析

试验证明船舶在西班牙规范给出的锚地使用极限环境条件下均发生了走锚。国际船级社协会规范(IACS)中给出的锚地使用极限环境条件较为准确,但是国际船级社协会规范给出的第一个标准中,风速很大但却是针对有掩护水域,而第二个标准中有效波高标准为2 m,但是风速标准太小。根据中国沿海港口的调研结果,锚地使用的管理主要是以风速来控制,较小的风速标准不利于锚地的使用,因此在试验中针对试验工况进行了调整,将风速标准增大。

根据模型试验结果,给出了海港锚地使用环境条件标准如下:

1) 普通锚地

①船舶短时间或临时锚泊、锚链长度取值为设计高水位下锚地水深4倍时,海港锚地使用环境条件标准为:风速 ≤ 15 kn,流速 ≤ 2 kn,有效波高 ≤ 2 m。

②在锚地半径计算中当锚链长度取值为6倍水深时,海港锚地使用环境条件标准为:风速 ≤ 25 kn,流速 ≤ 2 kn,有效波高 ≤ 2 m。

③锚链长度取值为设计高水位下锚地水深10倍时,海港锚地使用环境条件标准为:风速 ≤ 30 kn,流速 ≤ 2 kn,有效波高 ≤ 2 m。

2) 过驳锚地

锚链长度取值为设计高水位下锚地水深10倍时,海港锚地使用环境条件标准为:风速 ≤ 25 kn,流速 ≤ 2 kn,有效波高 ≤ 1.5 m。

3) 防台锚地

当风速超过30 kn时,在试验中船舶走锚的情况经常发生,船舶走锚的风险大大增加。这时

船舶宜采取进车顶风等防止走锚的措施,并放出最长锚链长度锚泊。而避风锚地的使用环境条件标准,应根据船舶类型、船舶性能、防台措施等具体研究确定。

4 结语

海港锚地使用环境条件标准的影响因素包括锚地类型、锚泊方式、船舶类型、船舶尺度、船舶受风面积、船舶配置的锚的特性、船舶抛锚链的长度和锚链的特性、底质和安全距离要求等因素。

数学模型试验研究证明国际船级社协会规范给出的海港锚地使用环境条件标准较为合理,但考虑到一般以风速标准来管理锚地使用,因此海港锚地使用环境条件标准也可参照该数模试验的结论。对于流速和波高较大的锚地的使用环境条件标准需通过试验进一步确定。

参考文献:

- [1] JTS 165—2013,海港总体设计规范[S].
JTS 165—2013, Overall design code for sea ports[S].
- [2] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 海港工程设计手册[M]. 北京:人民交通出版社,2018.
CCCC First Harbor Consultants Co., Ltd. Handbook for design of sea harbour[M]. Beijing: China Communications Press, 2018.
- [3] P & I CLUB, Preventing an anchor from dragging[S].
- [4] P & I CLUB, Dragging anchor case studies and preventive measures [S].
- [5] ROM 3.1-99, Recommendations for the design of the maritime configuration of ports, approach channels and harbour basins[S].
- [6] PIANC, Harbour approach channels design guidelines[S].
- [7] IACS, Requirements concerning mooring, anchoring and towing [S].
- [8] IACS, History files (HF) and technical background (TB) documents for URS concerning mooring and anchoring (URA)[S].

欢迎投稿

欢迎订阅