

石油公司国际海事论坛

系泊设备指南

宋韶和 傅禄仪 译

王汉苍 刘峻 校

大连船舶设计研究所

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized representation of the characters '王' and '汉'.

前 言

《系泊设备指南》是石油公司国际海事论坛(OCIMF)在原《大型船舶在直码头或岛式码头安全系泊的建议和准则》一书的基础上,于1992年编辑出版的一本颇有价值的指导性文件。

OCIMF是一个世界性的由全球各大石油公司参加的协会组织。它作为IMO和其它政府间组织的权威性咨询机构,所制定的许多建议、规则、指南被航运界作为强制性要求而广泛执行。

该“指南”共分十章,主要包括系泊原则;系泊约束和环境标准;系泊布置和设计;设计载荷、安全系数和强度;结构加强;系泊缆索;绞车性能、刹车制动能力和强度要求;甲板系泊属具;拖曳属具;集管区域的甲板属具等。

另外,在该“指南”的附录A、B、C中,还包括了油船的单点系泊装置和拖曳属具的推荐设计标准;钢缆或纤维缆的使用、检查以及弃用等方面的内容。

该“指南”所涉及内容资料新、覆盖面广,是船舶系泊方面不可多得的综合性技术文件,颇有指导意义。特别适用于船舶设计、船舶航运和船舶检验部门,对港口码头、设备制造厂和有关厂、校也是一本理想的参考资料。

我所根据OCIMF《Mooring Equipment Guidelines》的最新版本(1992年第1版)翻译出版。

该“指南”的序言、第1节至第5节部分和第6节至第10节、附录A部分分别由宋韶和(教授级高级工程师)和傅禄仪(高级工程师)译,王汉苍(教授级高级工程师)校;本书附录B、C、D部分由王汉苍译,傅禄仪校。全书由刘峻(高级工程师)复校。

本书虽经译校者认真审核,但不当之处在所难免,恭请读者批评指正。

大连船舶设计研究所《大连船研》编辑部

一九九三年四月

序 言

在1978年期间,石油公司国际海事论坛(OCIMF)在一次试图获得一种油船安全系泊的统一方法中,编辑出版了“大型船舶在直码头和岛式码头安全系泊的建议和准则”。这个准则涉及到良好系泊的原则、作用在船上的力的大小和缆索中的负荷大小。虽然这些原则原先是为VLCC制定的,但其基本数据也可以推广和应用用于较小型油船的系泊。

如今,遍及于整个世界造船工业的有关系泊惯例、系泊属具和系泊设备有着为数众多的标准、准则和建议。这些不同的规定,缺乏统一和必需的资料,如属具的强度就往往被遗漏掉。例如,船级社规范提供的以经验为根据的缆索指导性表格,但又不作为入级条件,这些是从以排水量和尺度为依据获得的舾装数来导出的。对绞车只能要求遵守适用的国家标准或习惯法规。在船级社规范中,对设计和安装系统柱、带缆桩、导向器或导缆孔所提供的导则很少,而对这些属具或系泊绞车的安全工作负荷、材料强度、结构加强、基座或其连接方法没有给出资料。即使提供了导则,往往也是不充分的,就像在建议缆索的数量和其破断强度时,对系泊绞车的拉力或制动能力又无任何意见,这种不协调就是一例。

其结果可以发现,缆索的数量、系泊设备的类型、绞车能量等等都有着很大的差异。一种极端情况是:对于某些环境状态,系泊系统甚至可能会有内在的不安全因素。很多油船的装货码头处于暴露的位置,而在一些船上现有系泊设备可能不能允许维持船舶于所有常规环境状态中在这些码头安全的系泊。另一种极端情况是:对系泊设备的要求了解不全面,同样能导致一个系统的过量设计和造成不必要的高费用。

航运业总是关心着实际的系泊安全。这种关心的一个主要方面是促使系泊系统的发展,使该系统可以胜任于指定的工作,并最大限度的积累超越油船的各种类型和尺度范围的标准。进而,石油公司国际海事论坛成立了一个工作组,去调查研究现行标准和使用情况,并开发和创立系泊设备的安全、有效的设计和操作的导则。

国际独立油船船东协会(INTERTANKO),国际航运公会(ICS)和国际船级社协会(IACS)也已参加了该工作组的活动。由这个有广泛基础的工作组来制定出一套标准,希望将能得到工业界广泛的承认。

最初的研究集中在油船,但很快就认识到采用的很多原则、设备强度和建议的安装标准都能应用到一些其它类型船舶的系泊中去。因此,这项工作就致力于选取使这些指南的内容能适用于船舶范围内的公约,此处“船舶”一词的使用,要针对规定的船型,已经使用的名词有“油船”和“气体运输船”。

这些指南阐述了众所周知的系泊技术和实践。应认识到,要对现有系泊系统的技术作全面更新往往是不现实的。对现有船舶,当其系泊布置不能满足这些指南中所提的建议时,船只和码头操作者,都应注意系泊系统的局限性,并制订出处理这些问题的应急方案。这些应急方案应包括(但不限于)在停泊、装卸货的故障和离码头时的预定环境极限。

这本出版物试图改进、统一和提高所选择的现行标准,以及增加原先不是被忽略就是不明确的重要资料。它采取了慎重的态度,以保证设备的设计性能得以优化,同时亦未忽略同样重要的操作方便和人员安全的因素。这些指南表示出建议的最小要求,并希望适用于船舶设计者、检验人员以及船舶和码头操作者。本指南并不禁止革新或将来的技术改进。

目 次

1. 系泊原则	(1)
1.1 总则	(1)
1.2 作用于船上的力	(2)
1.2.1 风力和水流力	(2)
1.3 系泊模式	(4)
1.4 缆索的弹性	(7)
1.5 一般系泊准则	(9)
1.6 操作上的考虑	(9)
1.7 缆索的调整	(10)
2. 系泊约束和环境标准	(11)
2.1 一般见解	(11)
2.2 环境标准	(12)
2.3 风和水流组合的环境载荷计算	(12)
2.4 系泊约束的要求	(15)
2.5 决定油船和气体运输船在标准环境条件下系泊约束要求的近似 算法	(15) (15)
2.5.1 作用于船上最大的纵向力和横向力	(15)
2.5.2 对 16,000 DWT 以上油船系泊约束要求	(16)
2.5.2.1 钢索系统	(16)
2.5.2.2 合成纤维缆索系统	(17)
2.5.3 当船舶侧向受风面积未知时, 粗略确定横缆的约束能力	(17) (17)
2.5.4 气体运输船的系泊约束要求	(17)
2.5.5 计算举例	(17)
2.6 操作极限	(19)
3. 系泊布置和设计	(20)

3.1	主要目标	(20)
3.2	在直码头和岛式码头时的要求	(20)
3.2.1	缆索的数量和尺寸	(20)
3.2.2	横缆的布置	(31)
3.2.3	倒缆的布置	(31)
3.2.4	气体运输船的特殊布置	(32)
3.3	单点系泊 (SPM _S) 和应急拖曳的要求	(32)
3.4	多浮筒系泊 (MBM) 的要求	(32)
3.5	拖曳作业的要求	(34)
3.6	驳船系泊要求	(34)
3.7	运河通航要求	(35)
3.8	船对船 (STS) 输送的要求	(35)
3.8.1	取货船的要求	(35)
3.8.2	卸货船的要求	(35)
3.9	应急状态时的增强系泊	(37)
3.9.1	过大的外界力	(37)
3.9.2	防火钢缆	(37)
3.10	不同要求的综合考虑	(38)
3.11	安全和操作上的考虑	(38)
3.12	设备和属具的排列	(38)
4.	设计载荷、安全系数和强度	(39)
4.1	总则	(39)
4.2	基本强度原则	(40)
4.3	现有标准	(40)
4.4	推荐标准	(43)
4.5	系泊装置的强度试验	(43)
4.6	系泊装置的标志	(43)
4.7	对设计者的建议	(47)
4.8	对操作者的建议	(47)
5.	结构加强	(47)

5.1	基本考虑	(47)
5.2	系泊绞车	(47)
5.3	导缆孔和导向器	(48)
5.4	带座架导向器	(54)
5.5	缆桩	(54)
5.6	SPM 和应急拖曳属具	(54)
5.7	特殊考虑	(54)
5.7.1	圆弧舷列板的连接	(54)
5.7.2	复板与嵌入板的比较	(54)
5.7.3	高强度钢装置	(55)
6.	系泊缆索	(55)
6.1	设计阶段的决定	(55)
6.2	系泊钢缆索	(55)
6.2.1	材料	(55)
6.2.2	结构	(56)
6.2.3	抗蚀保护	(56)
6.2.4	弯曲半径	(56)
6.2.5	维护保养、操作和检查	(56)
6.2.6	标准技术规格	(57)
6.2.7	合成纤维缆尾索的应用	(57)
6.3	纤维系泊缆索	(57)
6.3.1	材料	(57)
6.3.2	构造	(61)
6.3.3	弯曲半径	(61)
6.3.4	识别	(63)
6.3.5	带缆作业、维护保养和检验	(64)
6.3.6	标准技术规格	(68)
7.	绞车性能、刹车制动能力和强度要求	(70)
7.1	系泊绞车的功能和类型	(70)
7.2	自动能力绞车与手动绞车	(70)

7.3	绞车卷筒	(71)
7.4	绞车的驱动	(71)
7.4.1	蒸汽驱动	(71)
7.4.2	液压驱动	(71)
7.4.3	电力驱动	(72)
7.5	绞车刹车器	(72)
7.5.1	带式刹车	(72)
7.5.2	圆盘式刹车	(73)
7.5.3	输入端刹车	(73)
7.5.4	绞车刹车的试验	(74)
7.5.5	刹车的制动能力	(75)
7.6	绞车特性	(75)
7.6.1	额定拉力(也叫卷筒负荷或牵引负荷)	(75)
7.6.2	额定速度(也叫公称速度或设计速度)	(75)
7.6.3	松弛缆速(也叫无负荷速度或空载速度)	(76)
7.6.4	失速绞进力(也叫失速负荷)	(76)
7.6.5	卷筒容量	(76)
7.7	强度要求	(76)
7.8	绞车试验	(77)
7.8.1	有关在制造厂试验以提供制造厂和采购方验收的规则	(77)
7.8.2	船上认可试验及检验	(77)
7.9	对建议的小结	(77)
7.9.1	对船舶设计人员的建议	(77)
7.9.2	对船舶操作人员的建议	(78)
8.	甲板系泊属具	(78)
8.1	概述	(78)
8.2	立式带缆桩	(79)
8.3	十字形带缆桩	(79)
8.4	闭式导缆孔和巴拿马型导缆孔	(81)
8.5	滚轮导向器和带座架滚轮导向器	(81)

8.6	万向滚柱导缆器	(82)
8.7	眼板	(86)
8.8	可拆属具	(86)
8.9	属具型式的选择	(86)
9.	拖曳属具	(86)
9.1	概述	(86)
9.2	固定拖船拖曳设备的属具	(87)
9.3	挂接拖曳设备的装置	(87)
10.	集管区域的甲板属具	(87)
10.1	概述	(87)
10.2	属具布置	(88)
10.3	属具细节	(88)
10.3.1	十字形带缆桩	(88)
10.3.2	系泊带缆桩	(88)
10.3.3	巴拿马型导缆孔	(88)
10.3.4	椭圆形眼板	(88)
10.4	减载配置(大于160,000 DWT 船舶)	(91)
10.5	气体运输船的集管属具	(91)
附录A	(91)
1.	对象和使用范围	(91)
2.	对大于150,000 DWT 的所有新建船舶和现有船舶的船首系泊属具的布置	(91)
3.	对20,000~150,000 DWT 的所有新建船舶和现有船舶的船首系泊属具的布置	(93)
4.	对大于150,000 DWT 的所有新建船舶和现有船舶的船尾系泊属具的布置	(93)
5.	导缆孔设计	(93)
6.	掣链器设计	(94)
7.	斯密特系泊座架设计	(97)
8.	支持结构设计	(98)

9. 属具和结构的强度	(98)
10. 焊接工艺	(98)
附录B	(99)
1. 使用	(99)
2. 钢缆检查及弃用的导则	(100)
附录C	(100)
1. 维护和使用	(100)
2. 纤维缆索的检查	(101)
3. 纤维缆索的换新	(101)
附录D	(101)
参考资料	(104)

1. 系泊原则

1.1 总则

“系泊”这一术语，系指把一艘船固定到码头上的系统。对油船而言，最普通的码头是直码头和岛式码头，而其它类型，则包括单点系泊 (SPM_s) 和多浮筒系泊 (MBMs)。除了把船舶固定到码头以外，其它的船舶操作，例如应急拖曳、拖轮操作、驳船系泊、运河通航、减载和锚泊可以分成众多的系泊类别，因而需要专门的属具或设备。锚设备包括在船级社规范之内，所以不包括在这些准则中。参考资料 1 (“大型船舶在直码头和岛式码头安全系泊的建议和准则”，1978年) 提供了对大型船舶在直码头和岛式码头安全系泊的详细准则。由于总的原则适用于各种尺度的船舶，在这里重申重要的建议以备参考。图 1.1 表示在岛式码头的典型系泊模式并详细说明所用的术语。

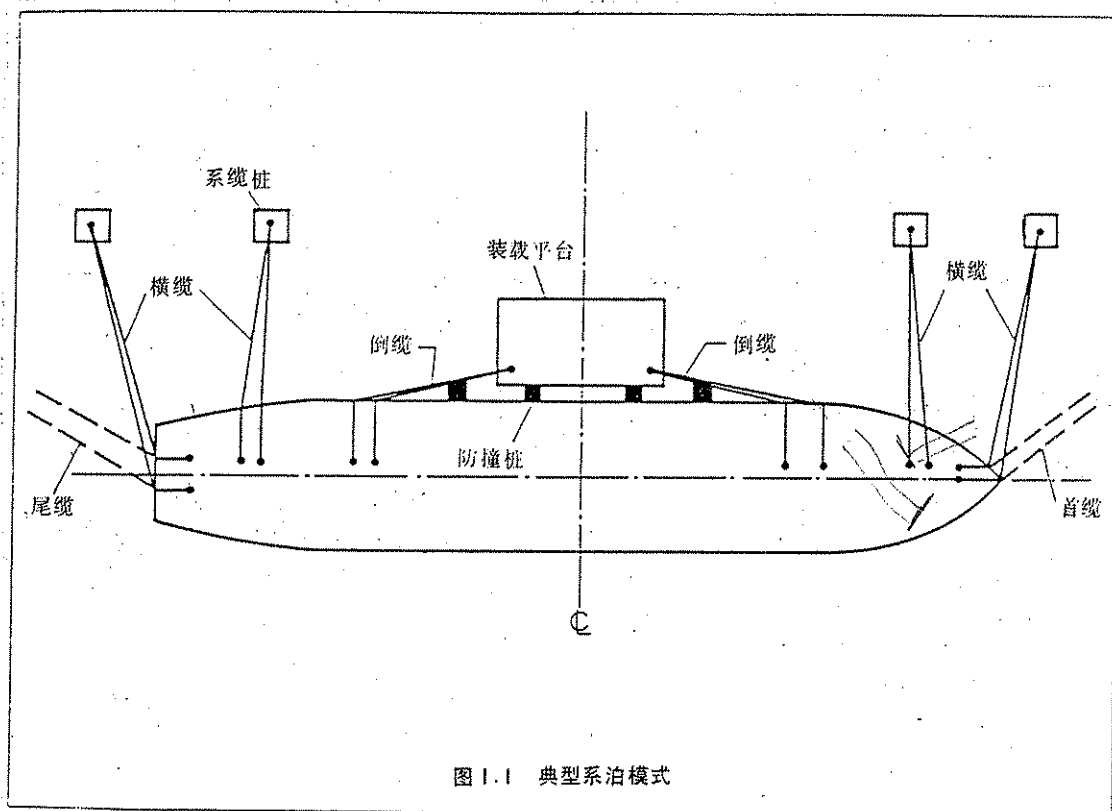


图 1.1 典型系泊模式

一个有效系泊系统的使用，对船舶、船员、码头和环境的安全是很重要的。如何以最佳系泊去抵抗各种力的难题，将通过下列问题给予解答：

- 哪些力作用于船上？
- 用什么原则来决定如何把这些作用力分配到缆索中去？
- 如何能运用上述原则去建立一个好的系泊布置。

由于没有一种系泊设备能具有无限的能力，为了论述这些问题，需要确切地明了一艘船的系泊是要达到什么目的。

由OCIMF颁布的系泊设备准则是严格地建立在下述条件上:

作为世界航行的船舶,应具有能控制船舶在来自任何方向的60节(平均速度30m/s)风速和同时存在下列中的任一种水流下停靠码头的装备:

3 节水流来自前方或后方, 或

2 节水流来自偏离船首或船尾 10° 方向, 或

0.75节水流来自最大横向水流载荷方向。

这些规定原先用于150,000 DWT以上的船舶,同时也考虑到16,000 DWT以上的船舶也是适用的。因为小于150,000 DWT的船舶常常航行到某些港口,这里的水流有可能比那些开敞码头的水流更急,所以当这些小船航行特别灵活时,船舶操纵者可能要考虑利用较高的纵向水流速度作为一种取代岸边系泊布置的方案。

在某些特定的码头,其周围条件往往超出该准则,码头操作者有责任提出补充约束要求。在什么是船只的要求,而什么是码头的要求这种区分提供了一种稳妥的操作方法,防止船上和岸上的设备发生超载危险,也保护人员免遭设备事故的危害。

1.2 作用于船上的力

船舶的系泊设备,必须要能抵抗由于下列诸因素产生的力中的一部分或可能全部:

- 风
- 水流
- 潮汐
- 船舶驶过产生的纵荡
- 波浪/涌浪/静震
- 冰
- 吃水变化

本节主要论述在常规码头设计系泊系统以抵抗风、水流和潮汐作用于船上的力。通常,如果系泊设备布置的设计能承受最大的风力和水流力时,则其储备强度将足够抵抗可能出现的其它较为缓和的力。不管如何,只要在码头上预计存在着纵荡、波浪和结冰的状况,便能产生在系泊中值得考虑的力。这些力是很难分析的,除非通过模型试验、实地测量或借助动力计算程序。船舶停靠在存在着上述特殊状况的码头时,应注意到可能会超出系泊设计准则并需作适当的补充测量。

系泊装置中由于潮汐涨落、装货或卸货造成船舶升降的变化所产生的力,必须由适当调节缆索加以补偿。

1.2.1 风力和水流力

这些力的计算过程,已列于本准则的第2节和参考资料5中(OCIMF发表的“风和水流载荷作用于VLCC的预测”,1977年)。虽然这些计算是针对大船的,对小船进行的补充试验已表明风力系数在很多情况下是没有多大的差异。因此在参考资料5中发表的大船的系数可以用在16,000 DWT以上尾桥楼型的油船上。

图1.2说明作用于船上风的合力随着风速和风向是如何变化的。简单说,作用于船上的风力可以分解为二部分:一部分纵向力,平行作用于船舶纵轴线;另一部分横向力,垂直作用于纵轴线。

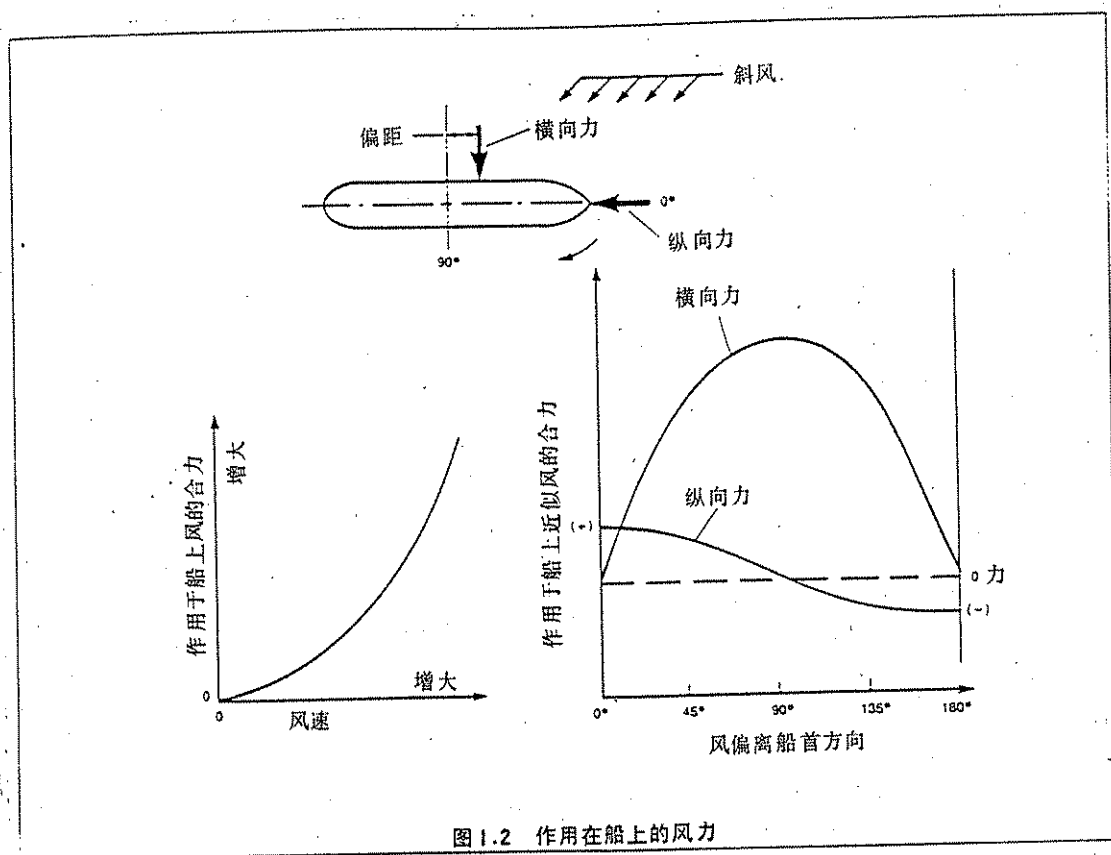


图 1.2 作用在船上的风力

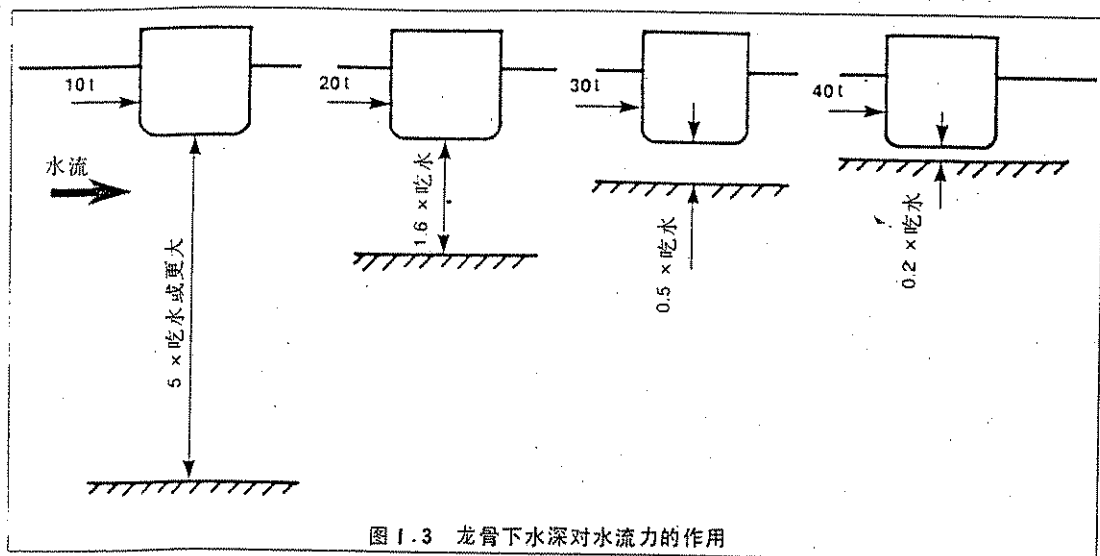
作用于船上的风力，也随船舶的暴露面积而异。由于顶头风只作用在油船全部暴露面积的一小部分上，其纵向力相对较小。而正横风作用在船舶的暴露侧面积上，从而产生非常大的横向力。对一个给定的风速，在一艘 VLCC 上的最大横向风力，大约是其最大纵向风力的 5 倍。对于 50 节风速的风作用在轻载的 250,000 DWT 油船上，其最大横向和纵向力分别约为 320 t 和 60 t。

如果风从正横方向和正前方向之间（或正后方向）1/4 象限内的任何方向吹到船上，将产生横向和纵向二个力，作用于船首（或船尾）和舷侧。对任何给定的风速，在 1/4 象限的风所产生的横向力和纵向力二者将小于由同样风速从正横方向或正前方向吹来的风所产生的相应的力。

除了正前方向、正后方向或正横方向的风外，其它风向的合力与风的角度并不一致。例如在 250,000 DWT 油船上，与船首成 45° 角的风产生的合力与船首成 80°。在这种情况下，力的作用点在横向中心线之前，作用到船上就要产生一个偏转力矩。

当评价一个系泊布置时，水流作用于船上的力必须加到风力上去。一般作用于船上的水流力随流速和流向的变化类似于风力的图形。由于船舶龙骨下面的水深起着极大作用，因此使水流力更为复杂。图 1.3 表示由于龙骨下水深的减小而造成力的增加。多数码头的排列取向大体上要与水流平行，以减小水流作用力。然而，即使水流与船舶纵轴线成一小角度（如 5°），也能产生一个大的横向力，因而必须加以考虑。模型试验显示由 1 节流速的首向水流作用于船底水深为 2 m 的 250,000 DWT 满载油船上，所产生的水流力约为 5 t。反之由 1 节流速

的正横向水流在相同船底水深下, 将产生约 230t 的载荷。



1.3 系泊模式

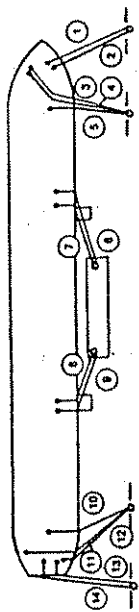
“系泊模式”这一术语是关于船与码头间系泊缆索的几何布置。为了承受任何既定的环境载荷的最有效的缆索方向是把缆索调整到载荷的相同方向。这意味着理论上所有缆索应定向在外力的方向, 并系在船纵向的一个位置上, 这个位置正与合成载荷和约束作用力为同一个位置。但这样的系统是不现实的, 因为它没有灵活性去适应不同方向的外力和不同码头的系泊点。一般应用系泊模式, 必须要能够应付从任何方向来的外力。最好的处理办法是把这些力分解为纵向和横向分力, 然后计算如何最有效地承受这些力, 因此有些缆索应为纵向(倒缆), 而有些缆索为横向(横缆)。这就是一般所采用作为一个有效的系泊模式的指导原则, 然而码头上实际装置的位置将不会永远允许它得以实现。图 1.4 和图 1.5 表示由于偏离最佳导缆位置, 使系泊效果降低(比较图 1.4 中状况 1 和 3, 最大缆索负荷从 57t 增加到 88t)。

设计者必须明了倒缆和横缆功能的基本差别, 操作者亦然。倒缆在二个方向约束船舶(船向前和向后); 横缆仅在一个方向约束船舶(船离开码头), 对着码头方向的约束是依靠碰垫和防撞桩。在一个推离码头的外力作用下, 所有横缆将受力, 向后或向前的倒缆只是一般的受力。由于这个原因, 缆索走向的方法, 在倒缆和横缆间是不同的(如后面所述)。如果预拉紧诸倒缆, 只有对应倒缆中力的差异将可用于船只的纵向约束。这个事实也与第 7 节中提到的恒张力绞车问题有关。

某些系泊模式中具有介于纵向和横向之间的首尾缆, 这些缆索的纵向分力的作用像倒缆, 其横向分力像横缆。在拉伸下, 首尾缆的纵向分力相互对抗, 并趋向抵消, 因此在船只的纵向约束上不起作用。首尾缆索在提供横向约束中仅部分有效, 如图 1.5 所示。如果和横缆混合布置, 它们的效力, 由于有弹性作用而将进一步降低。

系泊缆索的效力受二个角度的影响: 由缆索和直码头地面形成的垂向角以及由缆索和船舷侧并行形成的水平角。排缆较陡峭的缆索, 其承受水平载荷的效果也差。例如, 一根缆索

情况 1
理想的全部钢缆系泊
全部钢缆 $\phi 42 \text{ mm}$
最大断裂负荷 (MBL) 115t

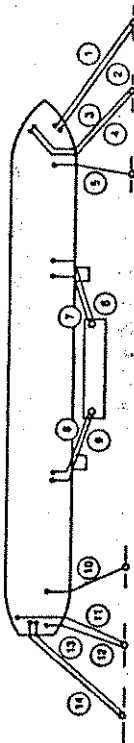


缆 索 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
风速60节首向风	8.6	11.3	0	0	0	0	0	39.0	39.5	0	0	0	0	0
风速60节偏离首45°风	56.7	57.1	34.5	34.9	39.0	5.9	5.9	10.9	11.3	25.9	25.4	34.0	24.9	23.6
风速60节横向风	56.7	56.7	39.5	39.9	44.9	13.2	13.2	6.3	6.3	43.5	42.6	57.1	51.2	47.6

情况 2
理想的混合系泊
系泊布置如上图
仅 2, 4, 11 及 13 为聚丙烯缆索

缆 索 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
风速60节首向风	15.9	5.0	0	4.1	0	0	0	39.4	39.4	0	36	0	2.7	0
风速60节偏离首45°风	91.6	6.8	54.4	5.9	62.6	7.7	7.3	14.5	15.0	37.6	5.4	50.3	5.4	33.6
风速60节横向风	91.2	6.8	61.2	5.9	69.8	17.2	16.8	9.5	9.5	67.1	5.9	88.0	6.3	73.0

情况 3
不理想的全部钢缆系泊



缆 索 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
风速60节首向风	10.4	11.8	5.4	8.2	0	0	0	28.6	28.6	0.9	0	0	0	0
风速60节偏离首45°风	52.6	49.9	48.5	43.5	83.9	19.5	19.0	5.0	5.0	36.7	30.4	40.8	24.9	24.0
风速60节横向风	56.2	54.0	53.1	48.1	88.4	17.7	17.2	11.8	12.2	70.3	49.9	70.3	46.3	45.8

注: 计算机程序假定缆索不屈服或不断裂, 250,000DWT 船的压载特性在参考资料 1 第 11 章中提供。表中所示状态的载荷, 如果风向改变, 如上图所示的原来无载荷缆索将承担若干载荷, 因此在整个系泊时间内要留心所有缆索。

图 1.4 系泊模式分析

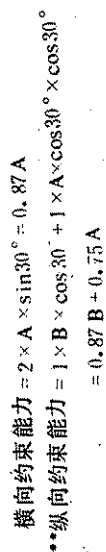


图 1.5 排缆方向对约束能力的影响

定位于垂向角 45° 时, 约束船舶的效果仅为定位于 20° 垂向角缆索的 75%。同样在船只的舷侧和缆索并行之问的水平角愈大, 缆索阻止纵向力的效果也愈差。

1.4 缆索的弹性

系泊缆索的弹性, 是缆索在负荷下伸长能力的量度。在既定负荷下, 弹性缆索要比钢性缆索伸长更多。在系泊系统中, 弹性起着重要作用, 其原因如下:

- 高弹性能吸收较高的动载荷, 根据这个原因, 高弹性正是在船对船输送作业或在易遭受波浪或涌的码头处所要求的。

- 反之, 高弹性意味着船在它的泊位将会有更大的移动, 这会使输油臂或软管发生问题。这一移动, 在系泊系统中也会产生附加动能。

- 第三和更重要的方面是弹性在各缆索中力的散布作用。如在图 1.5 的上部所表示的, 简单的 4 缆索系泊模式对缆索的弹性是不敏感的, 仅适用于艇或小船。由于专用缆索受到尺寸限制, 对比较大的船必须用更多的缆索。最佳约束一般是假如除了倒缆外, 所有缆索受力达到了相同的破断强度的百分数。如果下述原则能被理解, 就能做到良好的负荷分配。

总的原则是, 如果二根不同弹性的缆索系在船上同一处, 刚度较大的一根将往往承担较大部分的负荷(假定绞车在刹车状态), 即使其排列方向是极为相似的。其原因是一双缆索必须以同一个量伸长, 这时刚度较大的缆索就承担负荷的较大部分。负荷间的相对差别将取决于弹性间的不同, 而且可能是非常大的。

系泊缆索的弹性取决于下列因素:

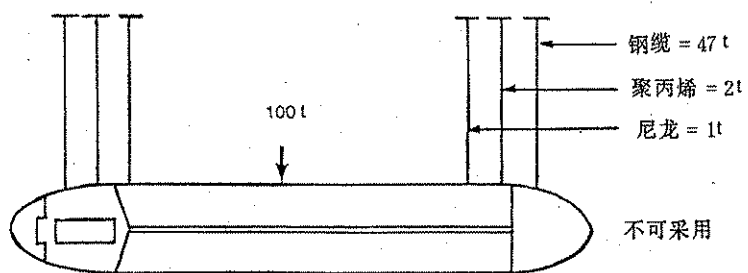
- 材料
- 构造
- 长度
- 直径

图 1.6 证明上述每个因素在负荷分配上的重要性。最重要一点要指出的是在钢缆和纤维索之间弹性的显著差别和缆索长度对弹性的影响。在图 1.6 中情况 A) 和 B) 是系泊布置中应避免的例子, 而情况 C) 表示一个可以接受的系泊布置, 其每根缆索承受各自破断强度的大约相同百分数。

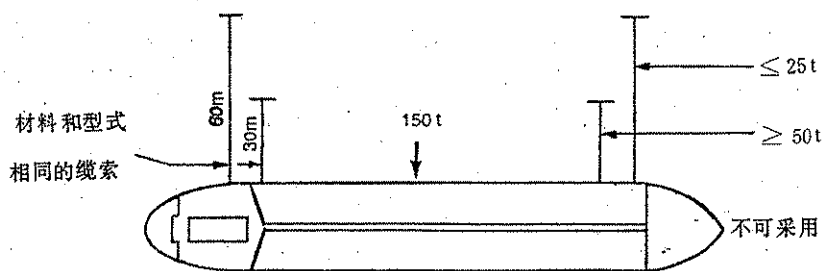
钢索系泊缆是非常刚硬的。对 6×37 结构类型的钢索, 在负荷下其材料开始永久变形时的伸长约为该钢索长度的 1% (更全面的讨论见第 6 节)。在相同的负荷下, 聚丙烯绳索可 10 倍于钢索的伸长。如果一根钢索的走向平行于一根纤维索, 这根钢索将几乎承担全部负荷, 而纤维索实际不承担负荷。在不同类型的纤维索之间其弹性也不同。虽然这差别一般不像纤维索与钢索之间的差别那么大, 但这差别也将影响负荷分配。例如 Aramid 纤维索比其它合成纤维索的弹性要小得多, 如果其走向和普通合成纤维索平行, 则将承受大部分的负荷。

材料在负荷分配中的影响是关键性的, 并且对于同样的作业(如向船首系各倒缆)应避免混合使用各式各样的系泊索。在一些情况下, 纤维索几乎能够不承受负荷, 而同时一些钢索承受的重负荷可能会超过其破断强度。同样, 不同弹性各式各样的纤维索也是这样的, 虽然这种差异一般不会这么大。

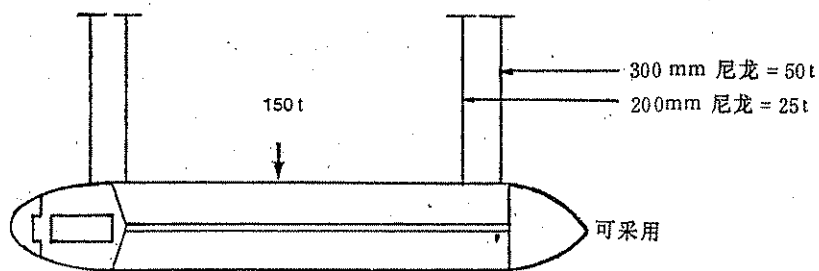
钢缆和合成纤维索混合使用的效果表示在图 1.4 中, 并通过情况 1 和 2 加以比较(注意



A) 缆索材料的影响



B) 缆索长度的影响



C) 缆索尺寸的影响

注：所有负荷均为近似

图 1.6 系泊缆弹性对约束能力的影响

第2, 4, 11和13纤维素中负荷低, 在钢缆中从最大 57 t 增加到最大 88 t)。

缆索长度对负荷分配的影响也必须考虑。缆索弹性变化直接和长度有关, 并对缆索负荷有重大影响。一根 60 m 长钢缆将承受与它毗邻并行的一根长 30 m; 尺寸、构造和材料均相同的缆索负荷的大约一半。

一定型式的缆索的弹性, 同样地随其直径和构造而不同。由于和缆索的强度有关的负荷是一个控制因素而不是绝对负荷, 因此通常这个因素不是主要考虑的。

1.5 一般系泊准则

通过上述负荷分配原则的考虑, 得出下列系泊准则。这些假定是系泊船舶暴露在来自任何方向的强风和水流中。

- 缆索尽可能对称布置于船舯附近位置 (一个对称布置比一个不对称布置能更可靠地保证良好的负荷分配)。

- 横缆尽量垂直于船的纵向中心线并尽可能靠近船尾和船首。

- 倒缆尽可能平行于船的纵向中心线。

首尾缆通常对约束船舶靠向码头并不起多大作用。系泊设备和良好的横缆和倒缆能使船得到最有效的系泊, 即实质上“停在自身船长长度内”。当所用缆索的数量受到限制时, 使用首尾缆则需要二个辅助系缆桩, 就会降低系泊缆布置的整个约束效果。这是由于其长度太长, 产生弹性较高以及不良的方位所致。它们应仅用于需要操纵试验的地方, 或由于当地码头几何形状、波浪力或天气状况的需要。显然, 小船停泊在专为大船设计的码头设施时, 由于码头的几何形状可能要系首尾缆。

- 系泊缆索的垂向角应保持最小。

缆索的角度愈是平坦, 缆索将更有效地承受作用在船上的水平力。

比较图 1.4 中情况 1 和 3, 说明一艘船通常是能够在自身船长长度内更有效的系泊。虽然二者用在每个位置的缆索数量相同, 情况 1 的结果是负荷分配较好, 将任何一个单缆中的负荷减至最小。

- 通常, 尺寸和型式 (材料) 相同的系泊缆可用于所有方位的导缆, 如果由于使用的所有缆索不可能起同样作用的话, 那么横缆、倒缆、首缆等等应具有相同的尺寸和型式。例如所有倒缆是钢缆而所有横缆是合成纤维素。

第一根岸缆可以是合成纤维素, 甚至当主要缆索为钢缆时亦然。只要纤维缆索不计入系统最终的约束能力还是可以接受的, 正如长期以来大家所理解的那样。否则所有缆索材料要相同。

- 如果在钢缆末端使用缆尾索, 则应以相同尺寸和型式的缆尾索用于所有相同任务的缆索上。

合成纤维缆尾索经常用于钢缆的端部, 以便易于操作和增加缆索弹性。附加一个 11 m 长的尼龙缆尾索, 将使 45 m 长的钢缆的弹性增加 5 至 6 倍 (见 6.2.7 节)。

- 布置缆索, 应使作用相同的缆索在船上绞车和岸上系缆桩间的长度大致相同。缆索的弹性直接随长度而变, 较短的缆将会承受较大的负荷。

1.6 操作上的考虑

上述系泊准则是为优化系泊中的负荷分配而定的。实际上, 对在已定码头的系泊模式的