

中国港湾建设总公司推荐参考文献



英国标准

海工建筑物

第四分册



护舷和系泊装置设计

中国港湾建设总公司



前 言

英国标准 **BS 6349** 的本分册是在土木工程和建筑结构标准 委员会的指导下编制的。

按照土木工程师协会海工和航道分会的建议,土木工程规范标准委员会设立一个特别小组作进一步的研究。该小组于 1975 年提交的报告结论认为现行英国规范在海工结构的专业方面尚欠充分,因而需要有一本这方面的规范。遂提出一项计划,将此项工作分为两个不同阶段进行。

在起草英国标准的这一部分时,假定条文的执行将委托给具备相称资格和经验的人士。

标准将分为下列七个分册出版:

第一分册 总则

第二分册 码头、栈桥和系靠船墩设计

第三分册 干船坞、船闸、滑道和船台、升船机和坞门及闸门设计

第四分册 护舷和系泊装置设计

第五分册 疏浚和陆地填筑规范

第六分册 近岸区锚泊装置和浮式结构物设计

第七分册 防波堤设计和施工指南

对于本分册特别重要的部分资料(摘自第一分册)重列于附录 A。

系船缆索的资料列于附录 B。

符合英国标准并不免除应负的法律 responsibility。

中译本说明

为参考和利用国际通用标准规范,中国港湾建设总公司组织内部翻译英国标准 **BS 6349**《海工建筑物》第二、三、四、五、六和七分册。第一分册《总则》已由全国水运工程标准技术委员会翻译出版,现统一汇编重印并新增该分册五次修订译文。

中译本的翻译、审校由中国港湾建设总公司负责组织;编辑和印制等工作由第三航务工程勘察设计院统筹办理。

1985年版《护舷和系泊装置设计》是英国标准 **BS 6349**《海工建筑物》的第四分册。

本册翻译: 陈传绪

本册审校: 王汝凯、张杰能

总 审 校: 李棣荣

在翻译印制工作中得到交通部基建司领导和第三航务工程勘察设计院的大力支持;第四航务工程勘察设计院为本分册提供很多帮助,特此致谢。

译文中难免有不妥或谬误之处,恳请指正。

中国港湾建设总公司

目 录

第一章	总论	(1)
1	范围.....	(1)
2	定义.....	(1)
3	符号.....	(1)
第二章	护舷	(3)
4	概论.....	(3)
4.1	护舷的配备	(3)
4.2	靠泊原则	(4)
4.3	总体设计	(4)
4.4	材料和工艺	(6)
4.5	船型	(6)
4.6	靠泊速度	(6)
4.7	靠船能量	(6)
4.8	靠泊反力与受力分布.....	(11)
4.9	安全系数与设计应力.....	(14)
4.10	底座与吊架	(16)
4.11	泊位护舷布置的运用	(16)
5	护舷类型	(20)
5.1	利用弹性装置的护舷.....	(20)
5.2	充气护舷和充泡沫护舷.....	(26)
5.3	柔性靠船墩.....	(29)
5.4	护舷桩.....	(30)
5.5	重力式护舷.....	(30)
5.6	木护舷.....	(31)
5.7	机械护舷.....	(31)
5.8	其它类型护舷.....	(32)
5.9	各类护舷的优缺点.....	(32)
5.10	各类护舷的应用范围	(36)
6	配置护舷方面的特殊考虑	(36)
6.1	具有球形船头的船舶.....	(36)
6.2	小艇护舷材.....	(36)
第三章	系泊设备	(38)
7	良好系泊的原则	(38)
8	系泊模式	(38)
8.1	概述.....	(38)
8.2	横缆.....	(40)

8.3	斜缆	(40)
8.4	首缆与尾缆	(40)
9	作用于系泊船舶上的力	(40)
9.1	概述	(40)
9.2	风和潮流	(40)
9.3	离码头水动力和驶过船舶产生的水动力干扰	(41)
9.4	波浪	(41)
9.5	涨潮和落潮以及由于货运作业引起的吃水或船舶纵倾度的变化	(41)
9.6	冰	(41)
10	作用于系泊点的荷载	(41)
10.1	排水量在 20,000t 以下的船舶	(41)
10.2	排水量在 20,000t 以上的船舶	(41)
11	岸上系泊设备	(43)
11.1	概述	(43)
11.2	材料	(43)
11.3	座架与附件	(43)
11.4	系船柱	(45)
11.5	快速解缆钩	(46)
11.6	系船环	(46)
11.7	绞盘	(46)
11.8	防护措施	(46)

附录

附录 A	总登记吨、总载重吨和排水量	(48)
附录 B	船上系船缆的选用	(49)
附录 C	参考资料和文献	(51)
附录 D	有关出版物	(52)

附表

表 1	泊位位置的典型类别	(3)
表 2	船舶种类的考虑	(5)
表 3	干燥状态下护舷面材料的摩擦系数	(14)
表 4	弹性装置类型和性能	(22)
表 5	充气护舷类型和性能	(27)
表 6	杂货船和散货船系泊点荷载	(43)
表 7	系船柱	(45)
表 8	船舶常用合成系船缆的尺寸及其破断荷载	(49)
表 9	船舶常用镀锌钢丝缆的尺寸及其破断荷载	(50)

附图

图 1	船舶靠泊图示	(7)
图 2	渡轮和滚装船靠泊	(9)

图 3	撞击时船体和护舷的形状	(12)
图 4	撞击时船体和码头前沿的外形平面图	(13)
图 5	带角度护舷平面图	(13)
图 6	连续护舷	(17)
图 7	连续码头护舷布置图	(18)
图 8	单岛式泊位平面图	(18)
图 9	三岛式泊位平面图	(19)
图 10	五岛式泊位平面图	(19)
图 11	导堤布置图	(21)
图 12	带球形船头船舶的外形平面图	(37)
图 13	典型系缆模式	(39)
图 14	岛式油船泊位系缆最佳角度	(39)
图 15	受离岸力影响的船舶	(42)
图 16	潮位升降影响和吃水或纵倾度的变化	(42)
图 17	快速解缆钩	(44)
图 18	系船环	(47)

第一章 总 论

1 范围

英国标准 **BS 6349** 的本分册,系针对护舷的类型、护舷系统和布置、系泊装置和缆索、商船系泊系统的布置给予指导,并根据不同要求和位置提出适当的建议。

本规范主要拟用于商用设备。

注 1. 本规范应用于海军基地时,需向有关海军机构索取有关船体接触容许压力的补充资料(尤其潜水艇),以及有关船舶应离码头的距离、系泊布置的形状和类型。

注 2. 与本标准有关的出版物名称已列于最后。

2 定义

为使用英国标准 **BS 6349** 本分册,适用下列定义。

2.1 弹性护舷部件

弹性护舷部件系由橡胶组成,由于受压、受挠、受剪或所有这些力的组合作用,使其发生弹性变形做功,从而吸收靠船能量。

2.2 充气护舷部件

充气护舷由填充一定压力空气的橡胶袋组成,通过袋中正常压力之上的压缩空气的做功而吸收靠船能量。

2.3 总登记吨(grt)

按登记部门的规定确定的船舶内部容积的总容量,以 $2.83\text{m}^3(100\text{ft}^3)$ 为量测单位。

2.4 总载重吨(dwt)

浸入夏季满载吃水线时,一艘满载船舶的货物、备品、燃料、船员和储备的总质量。

注. 虽然这表示该船的承载能力,但是,这并非货物装载的确切量度。

2.5 排水量

船舶总质量及其容积。

注. 这等于船舶排出的水的体积乘以水的密度。

3 符号

下列符号用于英国标准 **BS 6349** 本分册。

有些符号含意不止一个,在使用这些符号时,按文中具体情况赋予特定的含意。

B 船宽

C 船体与码头面之间的净空

C_h 船体的方形系数

C_c 泊位外形系数
 C_e 偏心率系数
 C_M 流体动力质量系数
 C_s 柔度系数
 D 船舶吃水
 D 护舷直径
 E 靠泊船只的有效动能
 H 护舷可压缩部分的高度
 K 船舶回转半径
 L 平行于靠泊面的护舷长度
 L 船体在垂线之间的长度
 L_s 使用此泊位的最小船舶的长度
 L_L 使用此泊位的最大船舶的长度
 M 船舶质量
 M_D 船舶排水量
 R 护舷的反力
 R 从船体中心至接触点的距离
 V 船舶沿靠泊方向的速度
 V_B 重直于码头面的船舶速度
 α 船舶靠泊角
 γ 在接触点和船体中心连线与船轴法线之间的夹角
 δ 护舷的变形
 Δ 护舷的变形
 μ 摩擦系数

第二章 护 舷

4 概论

4.1 护舷的配备

有些港口除了提供简单的护舷木外,习惯上不配备泊位的护舷,尤其是在这些泊位位于有掩护的地方,例如封闭式港池更是如此。采用较大船舶的倾向,以及将泊位布置于无掩护地带,例如河流的外河段和外海,已导致护舷更为广泛的使用。对泊位设置护舷作出决定乃是政策问题,但在可能情况下,这种政策应在考虑各有关因素后确定。

设计应考虑到拟采用的经营泊位的方法,尤其是要预先考虑是否使用拖船。

设计应足够坚固,可承受在主要设计分析时未估计到的各个方向或位置的相对小的荷载而无损坏。泊位可能要求布置在从很隐蔽到很开敞的范围内。此类范围列于表 1。

还有许多类型的船舶对系泊设备有特殊的要求,这可能要考虑到合适的护舷类型(见表 2)。

表 1 泊位位置的典型类别

类型	护舷设计时应考虑的要素
封闭式港池	接近不变水位 一般对强风可掩护 形成局部波浪的有限风区 可忽略不计的水流 受船闸尺度限制的船舶尺寸的范围 与泊位设备有关的一般典型货物
潮汐港池	较封闭式港池的水位范围大 有限的波浪风区 有限的水流
河口泊位	最大的潮差和潮流 较潮汐港池大的波浪风区 经常是单一等级或单一类型船舶的专用泊位
沿海泊位	充分暴露在风、波浪和潮流的作用下 通常为专业化的贸易:散货、煤、矿砂、油 单一类型的船舶和装卸设备

表 1 所列泊位位置的各种类型包括了可能发生的各种情况,而在进行护舷设计时,该特性表包括了设计人员应考虑各个方面,尤其是水位的变化,需要有适于各种可能发生的水

位的护舷,如水位变位大,就尤为重要。风、波浪和潮流也因泊位的位置而异。最后,对于专业化的贸易,例如:散煤、矿砂、油和石油产品,有特殊要求。因而,护舷的设计需相应考虑特殊的船型和特点。

4.2 靠泊原则

一艘大船在即将靠泊时,应由拖轮(或利用其主机)推至其泊位之前的某一个位置,熄火停车,保持一小距离与泊位成平行。然后开始将系船缆抛至泊位的系缆点。

该船将被缓慢地推向或绞至其泊位,较理想的是能做到船舶与泊位形成一小的角度,和缓地接触。

由于船舶往往是在靠泊时形成一个微小的角度,因而最初仅触碰一个护舷,然后船体转动触碰其它护舷。

拖轮、游艇和其他小船比大船更倾向于直接靠泊。

渡船和滚装船靠泊其泊位的方式又有所不同,这将在第 4.7.6 条予以说明。

在依据本规范设计护舷时,可采用上述靠泊原则。

4.3 总体设计

护舷的功能是用于保护靠船建筑物免受船舶在靠泊时、停泊时或离开泊位时的损害,并将对船体造成的反作用力限制在一个可接受的数值内。

可供选用的护舷包括专利产品类型和定制产品类型的种类广泛,在进行选择时应考虑下列因素:

- (a)靠船建筑物和船体均可承受的反作用力和变形。应特别注意的是设有管线、轨道起重机和装船机的泊位的变形限度;
- (b)船舶的类型和船体形状;
- (c)考虑到泊位位置和靠泊条件及其营运方法,护舷所能吸收的能量;
- (d)潮差和停靠船舶的干弦高度范围;
- (e)船舶系泊后,船边与泊位前沿线之间的距离的可接受限度与输油臂、起重机臂、装船机吊臂和类似设备的外伸臂有关。

护舷的设计应结合泊位结构考虑,因为并非各种类型的护舷均适于各种类型的结构。

表 2 船舶种类的考虑

类型	护舷设计时应考虑的要素
火车和汽车渡轮	迅速调头 端部靠泊 高速度靠船 频繁使用泊位(参见注 1、注 2 和注 4)
滚装船	装卸斜坡道,可旋转或端头装卸台(船载式或岸边式) 端头靠泊(参见注 1 和注 2)
液化天然气、液化石油气船舶	甚至在满载时亦为浅吃水 对船体靠泊压力低 使用专用泊位的单一类型船舶 需防止因激发火花或摩擦而发生火灾(参见注 1 和注 3)
沿海油轮	船舶中段干舷高度很低 频繁使用泊位 需防止因激发火花或摩擦而发生火灾(参见注 3 和注 4)
集装箱船	船舷外倾的快船船头易于碰撞岸边设备(参见注 4)
散货船	需靠近泊位以期装船机的外伸距最小 可能需要沿着泊位绞船,以使装船机变换船仓位 空载和满载的吃水变化大(参见注 1)
客轮	空载和满载的吃水变化小(参见注 1)
油轮	需靠近泊位以减少装船臂的长度 空载和满载的吃水变化大 需防止因激发火花或摩擦而发生火灾(参见注 1)
杂货船	需靠近泊位使岸边起重机和/或船吊外伸距最小 空载和满载的吃水变化大 占用泊位的时间可能长
沿海货船	船体的直线段短(参见注 4)
其它拖船、供应船、驳船、趸船和渔船	对繁重的使用需要很牢固的护舷 通常配备护木(参见注 2 和注 4)
游艇	需要软的护舷,有时由快艇自备
注 1. 船舶可能配有球形船头。 注 2. 船舶可能配有护舷材。 注 3. 在船舶中部不需要设分流接头管。 注 4. 船舶往往毋须拖船的帮助进行靠泊。	

4.4 材料和工艺

护舷使用某些或全部为传统的建筑材料,如钢、铁、混凝土和木材,加上天然橡胶或人造橡胶、尼龙和其它人造纤维,所有这些材料和有关的工艺应符合有关的英国标准或其他相当的国际上承认的标准,以及英国标准 BS 6349 第一分册(1984 年版)的第 56、58、59、60、61、67 和 68 条。

4.5 船型

与满载船舶有关的尺寸、吨位等数据见英国标准 BS 6349 第一分册。

注. 为便于参考,英国标准 BS 6349 第一分册(1984 年版)第 17.2 条已予重印作为附录 A 列入本分册。

船舶在不满载的情况下靠泊,可参考建造者的设计图、载重——排水量曲线或表格,以确定吃水和排水量数值。

对于专门用于装船作业的泊位,设计时仅考虑压舱载或部份装载的情况下进行船舶靠泊,是不慎重的。如这样靠泊,设计人员则应首先考虑如有满载船舶需进行靠泊的风险,同时,满载船舶返回至泊位的可能性亦不应忽略。

4.6 靠泊速度

建议的横向靠泊速度值列于英国标准 BS 6349 第一分册(1984 年版)表 6。如有关于船舶靠泊速度的足够的统计资料并与设计的泊位的条件类似,则靠泊速度即可从这些资料推导,而优先于表列资料。

4.7 靠船能量

4.7.1 概述

运动船舶总能量的确定及其相关的水动力质量见英国标准 BS 6349 第一分册(1984 年版)的第 41 条。

确定护舷吸收总能量 E (以 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 计)时,该值需予修正,且应加上系数 C_E 、 C_S 和 C_C , 公式如下:

$$E = 0.5 C_M M_D (V_B)^2 C_E C_S C_C$$

式中:

C_M 水动力质量系数;

M_D 船舶排水量(以 t 计);

V_B 垂直于泊位的靠船速度(以 m/s 计);

C_E 偏心系数;

C_S 柔性系数;

C_C 泊位形状系数。

每一个护舷的设计均应能吸收上述靠泊能量。为此,护舷可为下列组合中的一种:

- (a) 一个单独的弹性的或充气的装置、靠船墩桩或其他吸收能量装置;
- (b) 若干结合在一起的能量吸收装置,形成一个合成的能量吸收装置;
- (c) 若干个靠得非常近的能量吸收装置,如果位于船舶碰撞的最初位置,可考虑共同发挥作用。

4.7.2 水动力质量系数

水动力质量系数考虑了船舶周围水体的运动,在计算船舶总能量时采用增加整个体系

的质量。水动力质量系数 C_M 可按下式计算(参见[1]):

$$C_M = 1 + \frac{2D}{B}$$

式中:

D 船舶吃水(以 m 计);

B 船宽(以 m 计)。

利用此式, C_M 之值通常在 1.3 至 1.8 范围内。

4.7.3 偏心系数

当碰撞点并非正对着船舶质量中心时, 偏心系数 C_E 考虑了传递至护舷的能量的减少, 可按下式计算:

$$C_E = \frac{K^2 + R^2 \cos^2 \gamma}{K^2 + R^2}$$

式中:

K 船舶回转半径(以 m 计)(通常在 $0.2L$ 和 $0.25L$ 之间, 其中 L 为船长(以 m 计);

R 从质量中心至接触点的距离(以 m 计);

γ 接触点和质量中心的连线与船舶速度矢量的夹角(见图 1)。

假定 $\gamma = 90^\circ$, 上式往往简化为:

$$C_E = \frac{K^2}{K^2 + R^2}$$

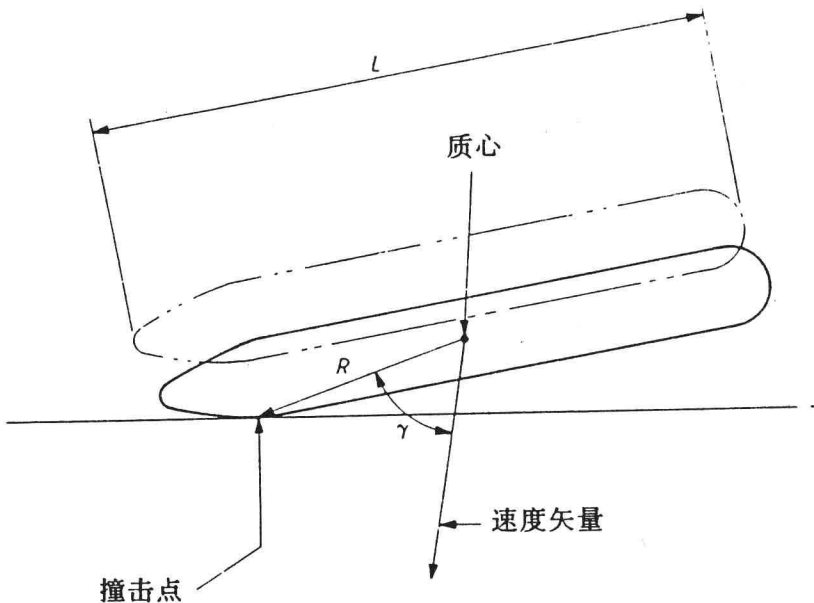


图 1 船舶靠泊图示

4.7.4 柔性系数

柔性系数考虑船体吸收部份碰撞能量。对船体吸收能量的研究较少, C_s 的值取为 0.9~1.0 之间一般可以接受。由于缺乏更可靠的资料, 如为柔性护舷, 建议将 C_s 之值取为 1.0; 如为硬性护舷, 则在 0.9~1.0 之间。硬性护舷是指该设备在受船舶碰撞时的变位, 设计小于 0.15m。在受同样的碰撞情况下, 柔性护舷的变位将大于 0.15m。

4.7.5 泊位形状系数

泊位形状系数考虑船舶的部份能量由船体与岸壁之间的水垫的缓冲作用所吸收。 C_c 的数值受码头结构的类型、从船侧起算的距离、靠泊角度、船体的形状及其龙骨下富余深度等的影响。对于透空式高桩码头, 取 $C_c=1.0$; 而实体岸壁的 C_c 值, 建议采用 0.8~1.0 之间。

4.7.6 渡轮与滚装船的靠泊能量

4.7.6.1 简介

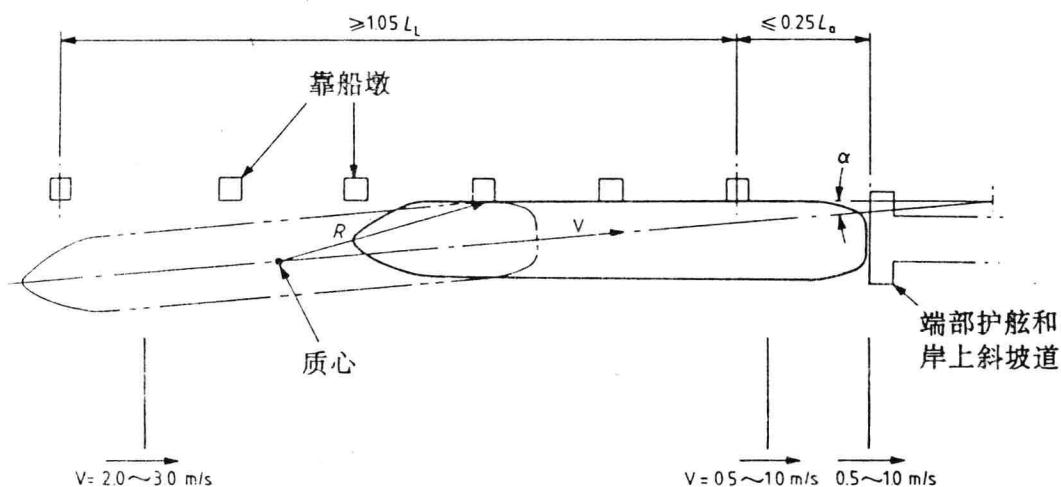
渡轮和滚装船常用的三种靠泊模式如下:

- (a)沿码头横向驶近泊位, 用船舶自备斜坡道供车辆上下;
- (b)横向驶近一排靠船墩, 停车后, 缓慢地纵向地沿泊位移动, 端部靠上岸边的斜坡道结构;
- (c)直接纵向驶近泊位, 端部靠上岸边的斜坡道结构, 但利用岸边靠船墩导向。

对这三种靠泊模式, 在图 2(a)、(b)和图 2(c)中已予说明。

(b)和(c)两种模式的泊位布局相似, 因而, 在同一个泊位两种靠泊类型均可能发生。

大型滚装船用模式(a)较多, 因为这一类的船首和船尾并未对靠泊力作特殊的设计。模式(c)多用于渡轮, 因渡轮的船首或船尾在设计上已考虑端头靠泊。靠泊规定与船舶的特点和驶近的适当方法相一致这一点至关重要。



(c) 靠泊模式(c)

图 2 (续)

4.7.6.2 模式(a)

护舷应设计为足以吸收按第 4.7.1 条计算所得的能量,但在计算 C_E 时所采用的回转半径 K 值则按下式求出:

$$K = (0.19C_b + 0.11)L$$

式中:

L 垂线间的船体长度(以 m 计);

C_b 船体的方形系数(滚装船和渡轮为 0.54~0.63)。

4.7.6.3 模式(b)

4.7.6.3.1 侧面护舷

对侧面护舷的靠泊能量可按模式(a)进行计算。

4.7.6.3.2 端部护舷

端部护舷应设计为可吸收该船的全部能量 E (以 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 计),该能量按下式计算:

$$E = 0.5MV^2$$

式中:

V 船舶沿靠泊方向的速度(以 m/s 计);

M 船体质量(以 t 计)。

注 1. 如缺乏实际资料,取 $V = 0.15 \text{ m/s}$ 。

注 2. C_M 、 C_S 、 C_C 和 C_E 之值可按端部靠泊分别取为 1。

4.7.6.4 模式(c)

4.7.6.4.1 侧面护舷

由侧面护舷吸收的能量 E (以 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 计)按下式计算:

$$E = 0.5 M_D C_M C_S C_C C_E (V \sin \alpha)^2$$

式中:

- M_D 船舶排水量(以 t 计);
- C_M 水动力质量系数;
- C_S 柔性系数;
- C_C 泊位形状系数;
- C_E 按模式(a)计算的偏心系数;
- V 船舶沿靠泊方向的速度(以 m/s 计);
- α 靠船角度(见图 2(c)):

建议 α 最小值为 15° ,如靠泊形状限制船舶以更小的角度靠泊则除外。

鉴于大多数渡轮马力大,调头时间快,运行速度较其他船舶高,因而建议速度 V 之值按下列情况确定(见图 2(c)):

靠外侧的端部靠船墩 $2.0\text{m/s} \sim 3.0\text{m/s}$;

靠内侧的端部靠船墩 $0.5\text{m/s} \sim 1.0\text{m/s}$ 。

4.7.6.4.2 端部护舷

端部护舷应设计为可吸收该船的全部能量 E (以 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 计)。该能量按下式计算:

$$E = 0.5 M (V \cos \alpha)^2$$

式中:

- M 船体质量(以 t 计);
- V 船舶沿靠泊方向的速度(以 m/s 计);
- α 靠泊角度。

注 1. 如为渡轮, V 值在 0.5m/s 至 1m/s 这一范围内。

注 2. C_M 、 C_S 、 C_C 和 C_E 之值可按端部靠泊分别取为 1。

4.8 靠泊反力与受力分布

4.8.1 概述

靠泊反力是靠泊能和护舷设备变形特征的函数。各类护舷的标准反力/变形曲线见第 5 节,靠泊力应按下列方式分布:

- (a)对船体的接触压力保持在允许的范围内;
- (b)避免船体和靠船建筑物之间的直接接触;
- (c)不超过护舷的能力。

4.8.2 船体压力

船体和护舷之间最大的容许接触压力是受许多因数影响的,这包括船舶的类型和尺寸,护舷支承面的性质(刚性或柔性)和接触面积在船体结构中的位置。

液化天然气/液化石油气油轮和特大油轮,其允许接触压力通常在 $15 \sim 20\text{t/m}^2$ 之间。

4.8.3 由于斜向靠泊产生的护舷反力

除非撞击点是作用在与船体的一直线段上,并且在碰撞时与泊位平行,否则护舷装置将承受斜向荷载。因而,遍布撞击区的船体外形应按水平面和垂直面考虑(见图 3 和图 4),以