

护舷设计(续 92 年第 1 期)

刘永绣
(交通部一航院)

U653.2

(二) 橡胶护舷的选型

橡胶护舷的选型必须从技术经济方面作综合的分析后确定。一般应从以下几个方面来考虑:

1. 吸能量满足要求 (包括斜向压缩情况);

2. 反力值的选定因素:

(1) 码头结构情况

① 对于轻型结构的码头, 撞击力的大小对结构尺寸和造价影响较大, 应尽量选择反力低的护舷。单纯追求节省护舷造价而忽视了码头造价的思考方法是不对的。事实上虽选用了反力低的高价护舷, 但能使码头本身造价降低, 在比较多的情况下, 码头总造价反而是低的。因此, 可以说单纯比较护舷本身的造价是无意义的。

② 对于重力式码头、板桩式码头, 护舷反力的大小对结构几无影响, 因此, 对护舷反力可不必作严格的要求。

(2) 面压要求

船体与护舷接触面的压强应小于船体面板的允许压强。但是这个允许压强目前尚无统一的标准, 一般货船侧舷面板的允许压强可取 0.35~0.4MPa, 对于大型油轮可取 0.2~0.4MPa。

3. 适应切向力的能力

实际上, 橡胶护舷的破坏情况多数为承受切向力时被剪坏、撕裂或弯扭破坏, 尤其是竖护舷, 经常要承受船舶斜向驶靠码头时的切向力作用, 故竖护舷的损坏最为严重。

遗憾的是, 目前各厂家提供的护舷样本, 只有正向或斜向受压时的性能资料,

在切向力作用下的应力情况和破坏形态则几无资料, 精确的计算手段也有待于开发。

D 型橡胶护舷系为中部单排锚固, 螺栓抗剪强度往往不够, 实践中被剪断或橡胶护舷螺栓孔口处被撕裂情况较为普遍, 抗剪、弯扭的能力都很差。笔者建议应改为如 V 型护舷那样两侧锚固形式。

V 型护舷损坏亦较严重, 薄弱部位亦在螺栓孔口及其钢胶粘结处。

根据黄埔港的调查统计资料, 对码头采用过的 V 型、D 型、鼓型、园筒型橡胶护舷, 经过多年考验, 以园筒型最为牢固。

根据工程一般情况, 可以认为鼓型、SUC 型、 π 型、DA-B 型、M 型橡胶护舷是比较耐久的。

4. 经济性

橡胶护舷的造价, 一般包括橡胶本体和配件的价钱以及安装费用的总和。

但如上所述, 在比较工程造价时, 应该把护舷和码头结构的总造价作为完整的依据。

经济性的论证, 还应考虑到其他因素, 如: 建成后的维修费用, 因改善靠泊条件而提高装卸效率等因素。

从吸能和反力情况分析, SUC 型、 π 型、DA 型、M 型橡胶护舷比较经济。

5. 使用情况

调查资料证明, 停靠大中型船舶的码头护舷损坏较少, 而停靠小型船舶 (尤其是驳船) 码头的护舷则损坏严重。

应该根据码头的性质、服务对象(船舶)来选择合适的护舷型式。对于停靠小型船

船的码头，宜在竖护舷之外侧设置浮护舷。

以下，对各种橡胶护舷的经济和技术特性进行定量的分析。众所周知，不少型式的橡胶护舷，由于采用了不同的配方，

又分为高反力型、低反力型和标准型。本文作为说明一般的规律性，仅将各种类型橡胶护舷标准型的性能归纳为图 5-2-22 ~ 5-2-25。

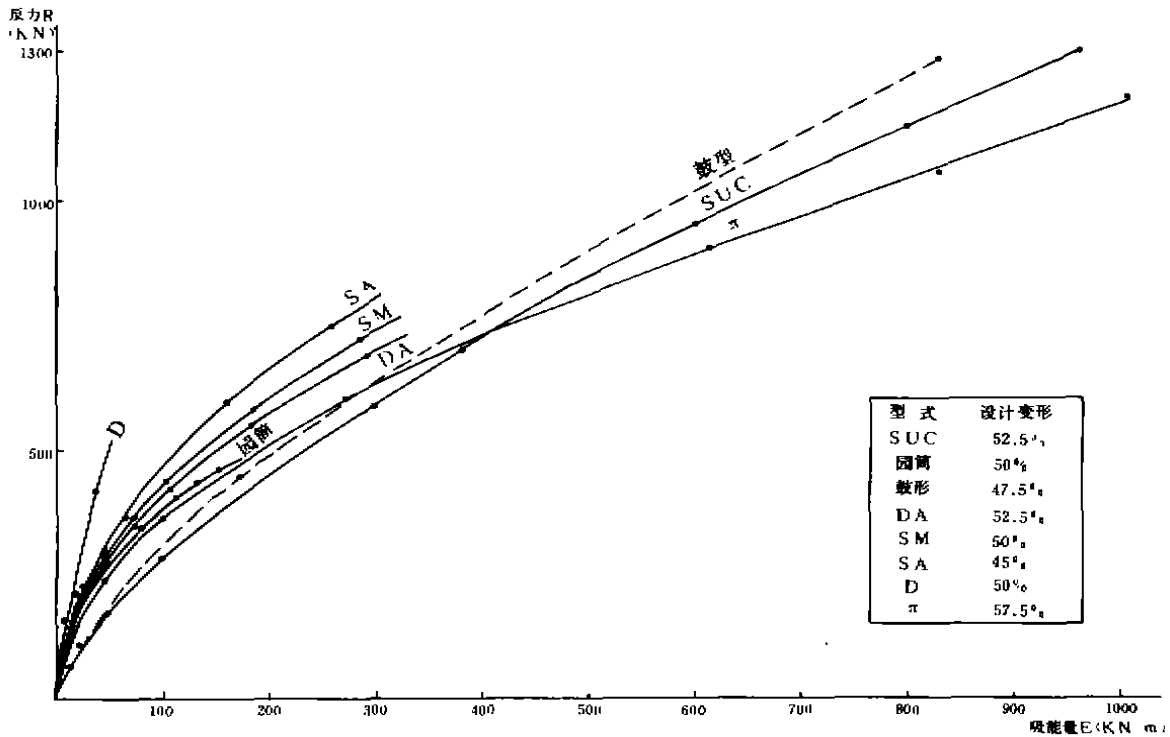


图 5-2-22

由图 5-2-22~5-2-25 可看出如下规律：

(1) 在相同吸能量条件下，SUC 型橡胶护舷的橡胶用量最省，往下依次为 DA 型、M 型、D 型、V 型橡胶护舷。很明显，园筒型橡胶护舷的橡胶用量最多（见图 5-2-24）。

(2) 在相同反力条件下，D 型、DA 型、M 型橡胶护舷的橡胶用量较少，但当反力大于 700kN 时，SUC 型橡胶护舷的橡胶用量比 DA 型、M 型橡胶护舷少（见图 5-2-25），亦即当吸能量大于 400kN·m 时（可由图 5-2-22 可查出当反力为

700kN 时，吸能量约为 380kN·m），SUC 型橡胶护舷的橡胶用量比相同反力的 DA 型、M 型橡胶护舷少，而 M 型、DA 型橡胶护舷的橡胶用量比 V 型、鼓型、园筒型橡胶护舷省。

应该指出的是，SUC 型橡胶护舷的配件较多，护舷的造价应从橡胶和配件的造价总和来比较。

当反力小于 300kN 时，亦即吸能量小于 100kN·m 时，SUC 的橡胶用量比相同反力的 V 型护舷的橡胶用量高，故可认为，当船舶有效撞击能量小于 100kN·m 时，若须获得较小的反力（如对于采用

轻型码头结构的情况), 则不宜选用鼓型和 SUC 型橡胶护舷。

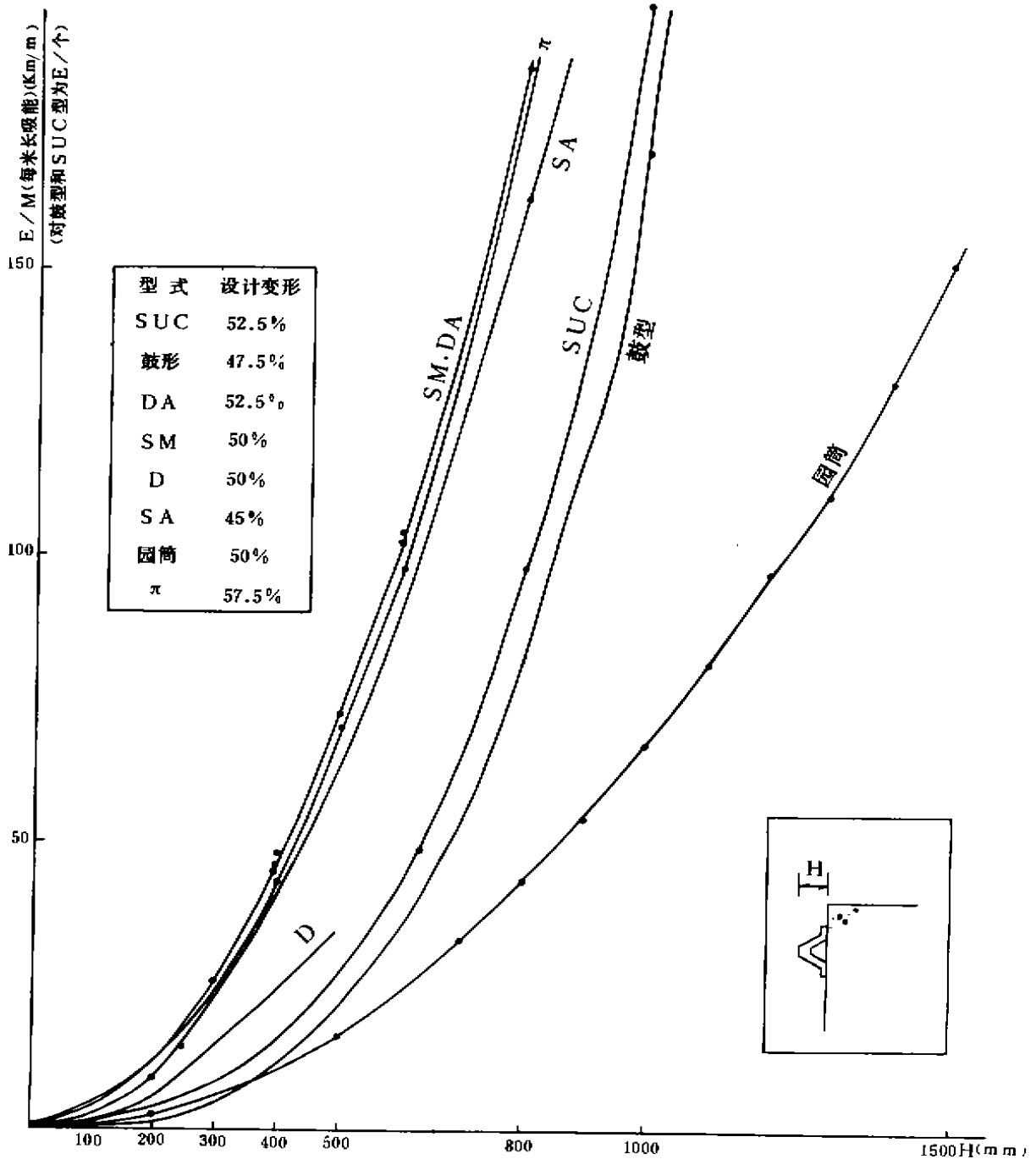


图 5-2-23

(3) 在相同高度 H 条件下, DA 型、M 型、π 型橡胶护舷的吸能量最高, 往下依次为 V 型、D 型、SUC 型、鼓型、园筒型 (见图 5-2-23)。

(4) π 型护舷吸能性能与 SUC 型相近, 当吸能量大于 400KN·m 时, π 型橡胶护舷的反力最低, 当吸能量小于 400KN·m 时, π 型橡胶护舷的反力略高

于 SUC 型而低于鼓型、DA 型、M 型、园筒型、D 型（见图 5-2-22）。

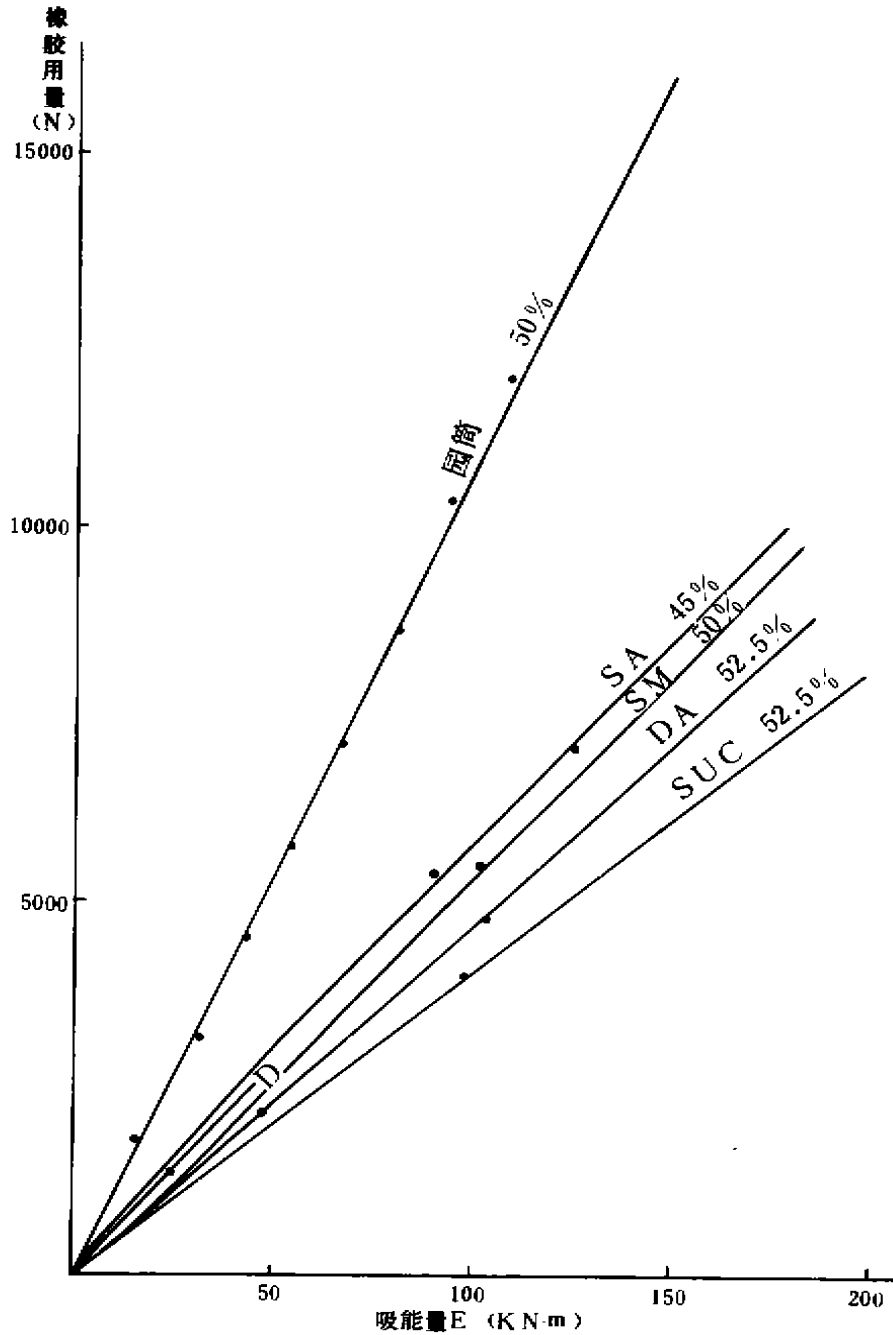


图 5-2-24

(5) SUC 型橡胶护舷与鼓型橡胶护舷性能相近，但各项指标均优于鼓型。

(6) DA 型与 M 型橡胶护舷性能极相近，在相同吸能量条件下，M 型橡胶护舷

的橡胶用量略高于 DA 型(见图 5-2-24)，但抵抗切向力的性能，M 型橡胶护舷略优于 DA-A 型橡胶护舷。DA-B 型护舷由于设置了防冲板，抵抗剪切的能力显著提

高。

(7) DA 型、M 型橡胶护舷的性能优

于 V 型、D 型橡胶护舷，但在满足相同反力的条件下，D 型橡胶护舷最便宜。

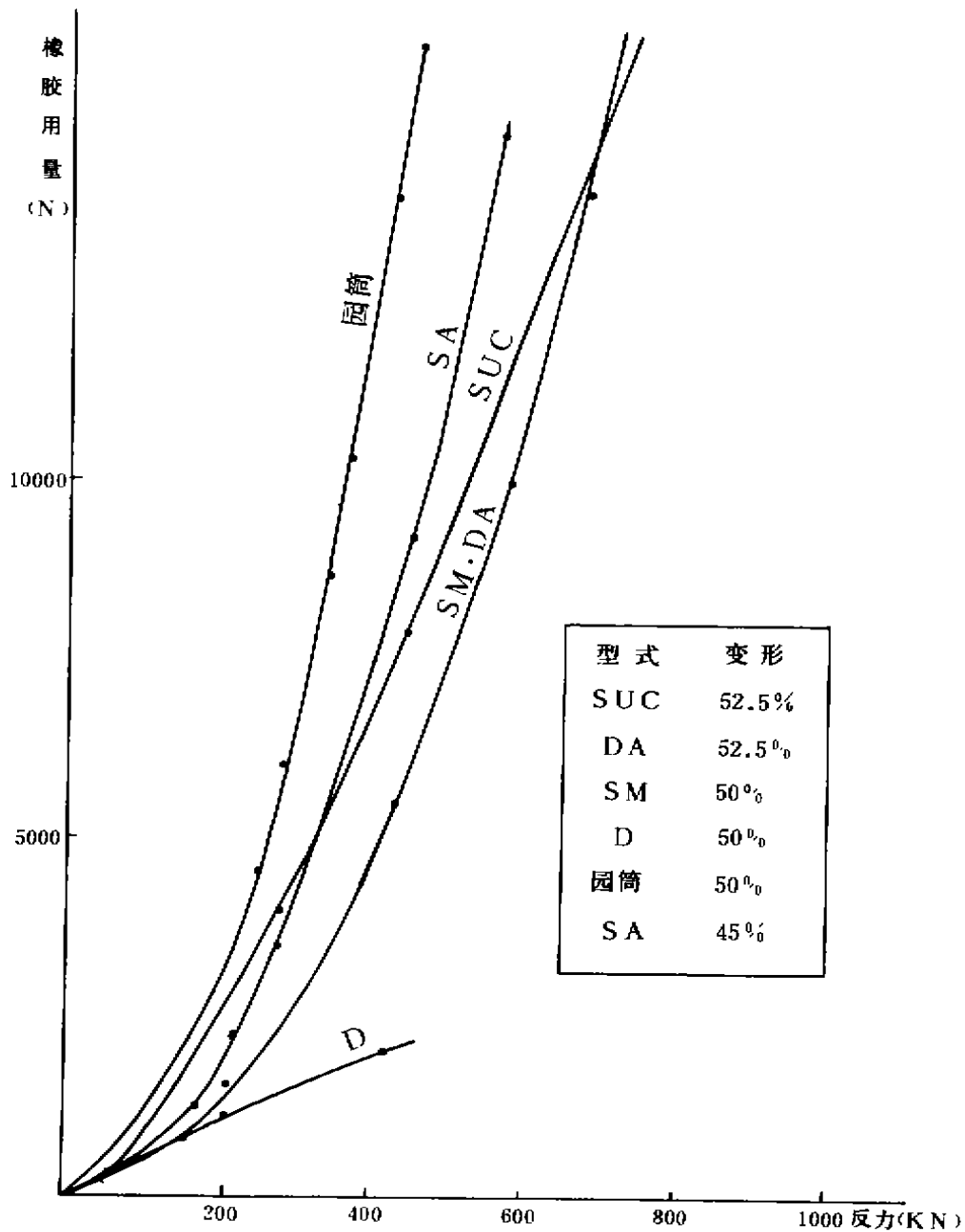


图 5-2-25

(8) 园筒型护舷在相同吸能量和反力的条件下，橡胶用量均最高，高度 H 最大，但具有安装、维修方便及耐久性较好

的优点。在相同吸能量的条件下，反力低于 DA 型、M 型、V 型橡胶护舷而高于 π 型、SUC 型、鼓型橡胶护舷（见图

5-2-22)。

以上各点系各种护舷标准型的主要比较情况,至于其高反力型、低反力型、标准型间的详细比较,其组合情况当有多种,本文不便一一比较。标准型的同步比较当然可以反映出一定的规律性。

(三) 橡胶护舷的技术规格

橡胶护舷招标时,须编写招标技术规格书。技术规格书的编写应包括以下内容:

1. 概述

(1) 项目概况、包括项目地点、归属、性质、规模、码头结构型式、护舷数量等。

(2) 自然条件。

(3) 船舶及使用条件,包括船型、允许作业条件(波浪、风、流)、允许靠泊条件(波浪、风、靠船速度、靠船角度、撞击能量)等。

2. 供货范围

(1) 卖方供货范围,应包括:

① 护舷本体及所有配件,包括其设计、制造及安装指导、性能考核、试验、检验、验收等技术服务;

② 现场安装的专用工具、器具及消耗件等;

③ 全部预埋件及预埋方法、与码头结构有关的尺寸等;

④ 图纸和技术文件。

(2) 不属于卖方的供货范围应包括:

① 设备抵达交货港、检验、验收完成后的再运输及验收费由买方支付;

② 现场安装所需人力由买方负责。

3. 技术规格要求

1. 一般要求

(1) 采用的标准、规范、语言、计量单位及图纸的规格、比例、质量;

(2) 必须考虑设备制造、安装、使用、安装方便、充分考虑零部件的通用性;

(3) 材料、荷载等;

(4) 使用要求:护舷达到设计变形时船体不碰撞码头;应满足设计船型在不同潮位、不同装载情况时的安全靠泊等;

(5) 锚固方式应与码头结构型式相适应;

(6) 吸能量、反力、摩擦系数、自然条件对性能的影响、斜向受压时的性能变化、应力分布、强度、钢胶粘结强度等方面的要求;

(7) 耐蚀、耐油、耐冲击、耐老化、弹性特性等要求;

(8) 耐用期限;

(9) 配件的强度、耐蚀性能;

(10) 检验要求。

包括检验项目、内容、数量、手段等。

2. 技术规格

对橡胶本体、配件及钢胶结合的物理学机械性能、护舷尺寸等提出具体要求和应遵循的规范以及试验、检验方法应依照的标准规范等。

目前,对于橡胶护舷的力学性能,可遵照 GB-7540-87 及其他国标;对于配件的材料、焊接、尺寸、除锈、涂漆、探伤检验等指标,可遵照国标有关规范标准的要求,也可参照国外相应的优于国标要求的标准。

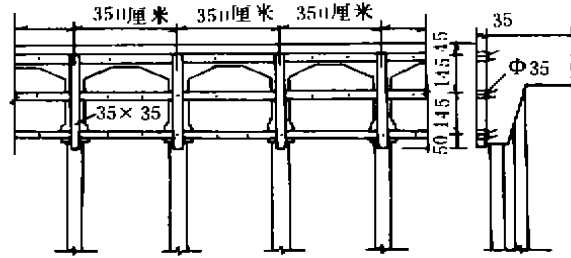
三. 木护舷(护木)

木护舷的特点及适用条件已如前所述。由于木护舷存在一系列缺点及我国木料供不应求的现实情况,近年来,在码头工程中已很少采用。以下仅做简要介绍。

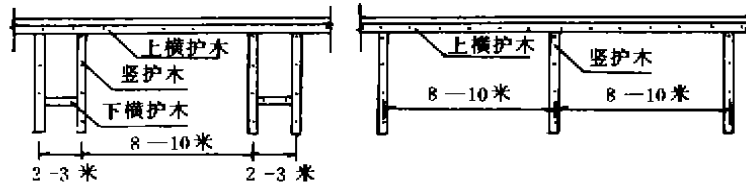
(一) 布置形式

木护舷的布置可分为整片式、分组式、浮式。

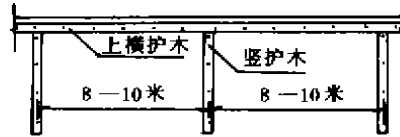
整片式是由连续的木框架式护木组成。其布置形式如图 5-3-1 所示。



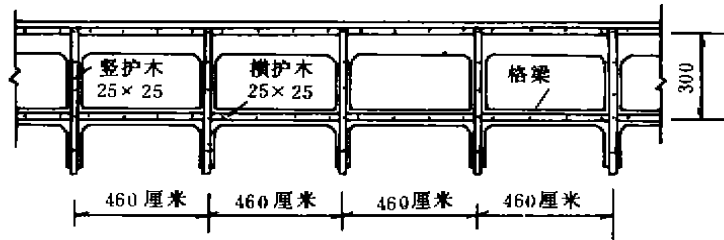
(a) 正片式护木



(b) 护木布置型式之一



(c) 护木布置型式之二



(d) 护木布置型式之三

图 5-3-1

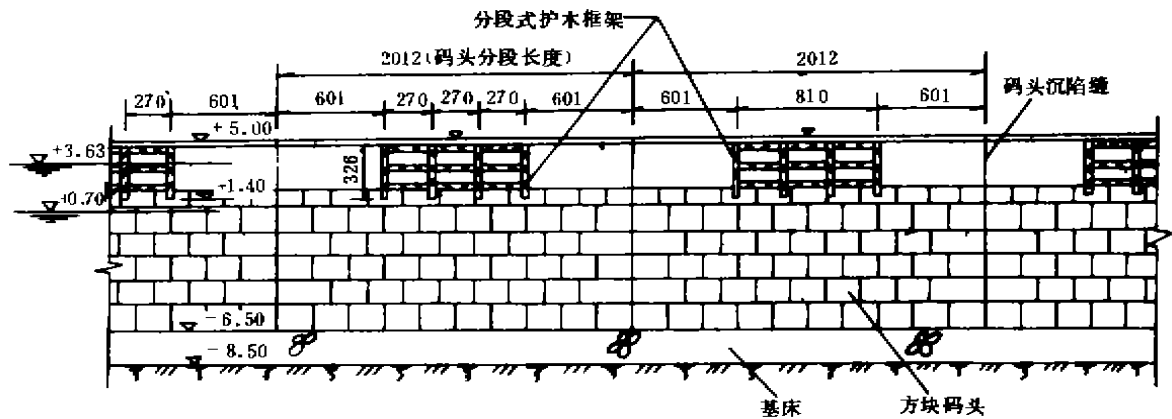


图 5-3-2

分组式是由分离的木框架式护木（见图 5-3-2）组成，各组间距随船型而定，一般每船位应有 3~5 组。采用该种形式的

目的是为了节省木材，但带来的缺点是船舶易碰撞护木组间的码头岸壁；不便于带缆人员沿码头拖曳缆绳（易被护木组挂

注)。

浮护木一般采用园木或方木捆扎而成,用铁链栓挂于码头岸壁。其优点是能随水位而升降,缺点是低水位时,船体支靠点太低,使用不便,岸壁顶部易被船只撞坏,且耗用木料也较多,故一般较少单独使用。对冰凌比较严重的地区,也不宜采用浮护木。目前,浮护木多用于与固定式护木配合使用(如图4-2-2所示),可减少固定护木的损坏。

护木的布置标高、间距等,可按照第四章所述原则设计。

(二) 材料和尺度

护木的材质宜选用弹性好、韧性大、强度高和耐磨损的木材,我国港口多采用柚木、楠木、水曲柳、柞木、黄花松、红松等。护木需做防腐处理,一般作法是涂两道防腐油(克鲁苏油或煤焦油),有条件时,采用沥青蒸煮。对于有食木虫的地区,还应进行防虫处理,我国常用的方法是采用偏亚砷酸铜氨或五氯酚铜氨防蛀剂。

护木的尺度一般采用 $30 \times 30\text{cm} \sim 45 \times 45\text{cm}$,根据船舶撞击力大小选取。

(三) 锚固方法

1. 螺栓锚固法

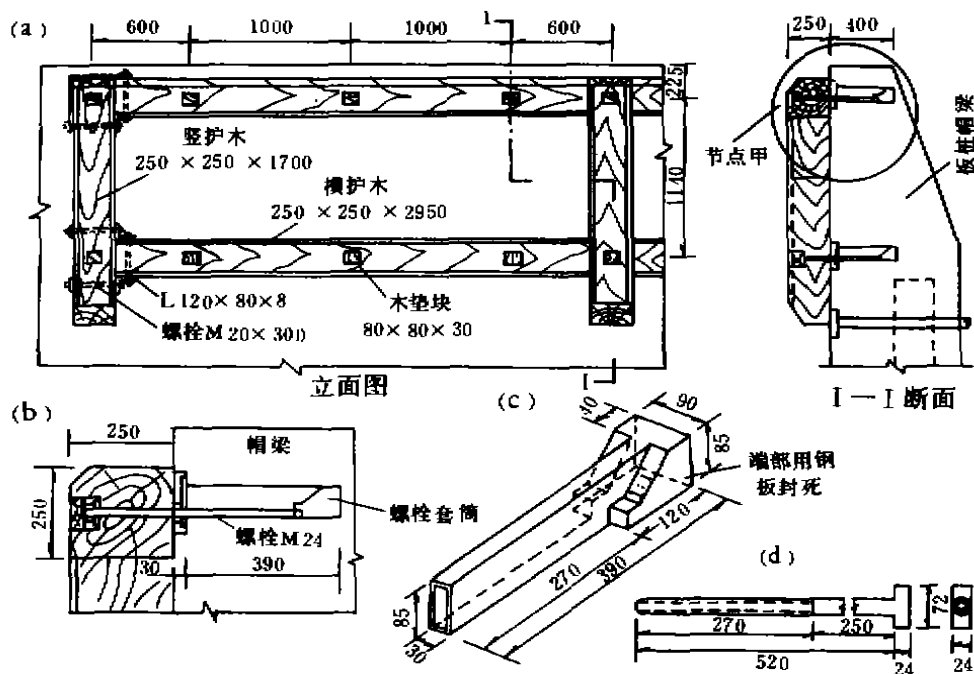


图 5-3-3

该锚固法系直接由螺栓将护木锚固于岸壁上(如图5-3-3所示)。其优点是构造及安装较简单,但缺点较多,一是抵抗切向力及弯扭的能力很差,在船舶撞击磨蹭时极易损坏,尤其是竖护舷更易损坏掉落;二是当护木损坏落后,锚固护舷的螺栓暴露于外,威胁靠岸船舶的安全。

2. 铁箍锚固法

如图5-3-4所示,用铁箍锚固法克服了螺栓锚固的两个缺点,在实际工程中,使用情况良好,是一种较好的锚固方法。

3. 型钢锚固法

如图5-3-5所示,系用角钢(也可采用预埋角钢或槽钢)锚固护木,但缺点是锚固铁件锈蚀后难以更换。

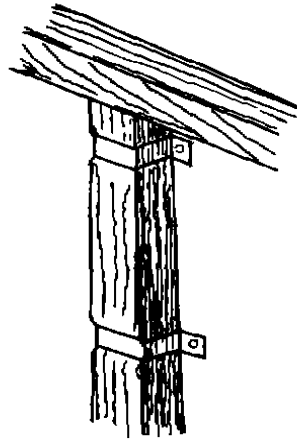


图 5-3-4

型钢锚固法的优点是抗剪抗弯能力较强。

4. 钢筋混凝土托锚固法

如图 5-3-6 所示。此锚固方法牢固、可靠；钢筋混凝土托不存在锈蚀问题，故

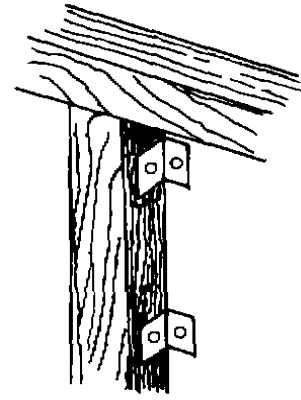


图 5-3-5

耐久性好。但这种锚固方式使码头岸壁前面构造复杂。此外，护木面一般突出钢筋混凝土面以外仅 5~10cm，当护木磨损到一定程度时就不能继续使用，以免船舶直接与钢筋混凝土托碰撞。

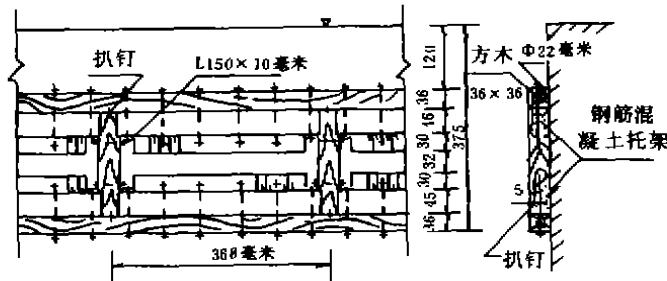


图 5-3-6

5. 浮护木一般采用钢索或铁链与岸壁上的预埋锚固件相连，如图 4-1-4 所示。

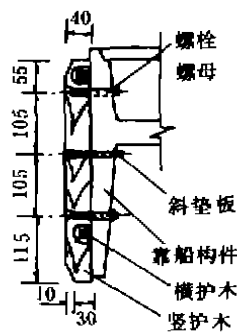


图 5-3-7

以上各种锚固方法所采用的预埋螺

栓，一般多采用以下几种预埋方法。

1. 在靠船构件上预留螺栓孔，螺栓可穿过预留孔固定护木（见图 5-3-7）。拆换护木时可从预留孔中把螺栓退出。此种方法只能用于靠船部分岸壁不太厚的情况。

2. 预埋铸铁螺母法

如图 5-3-8 所示，先将铸铁螺母预埋在岸壁混凝土中，安装护木时，将螺栓旋入该螺母。此种方法，在拆换护木时，可将螺栓旋出，但实际工程中发现，虽铸铁螺母比较耐锈蚀，但螺栓却易生锈，使得螺栓与铸铁螺母锈在一起，螺栓卸不下

来，或断在铸铁螺母内，故最好采用不锈钢螺母。

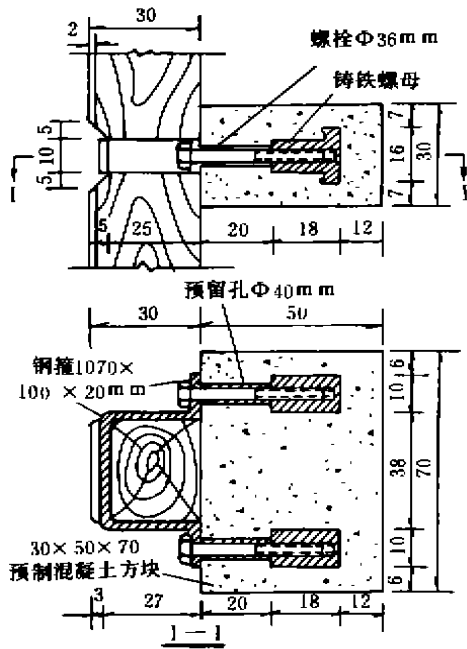


图 5-3-8

3. 预埋螺栓盒法

如图 5-3-3 中 (b)、(c)、(d) 大样所示。螺栓一端为 T 字形，安装时插入预埋螺栓盒内后转 90° 即钩住盒体。螺栓盒可采用白铁皮或薄钢板制成，也可用硬塑料铸成。这种固定护木的方法拆换方便，在工程中应用较多。

4. 预埋钢板法

在岸壁面预埋钢板，螺栓焊在钢板上，拆换时可用气焊将螺栓烧下来再焊上新螺栓。此种方法可靠性较差，预埋钢板易锈蚀，螺栓易在焊口处折断。故一般不宜采用。

四. 钢护舷

(一) 防冲钢桩

如图 5-4-1 所示，其构造是在码头岸壁前打入钢桩，并以橡胶制品垫与码头结构接触，利用钢桩受弯时的弹性及橡胶制品受压的弹性来吸收能量和减小反力。

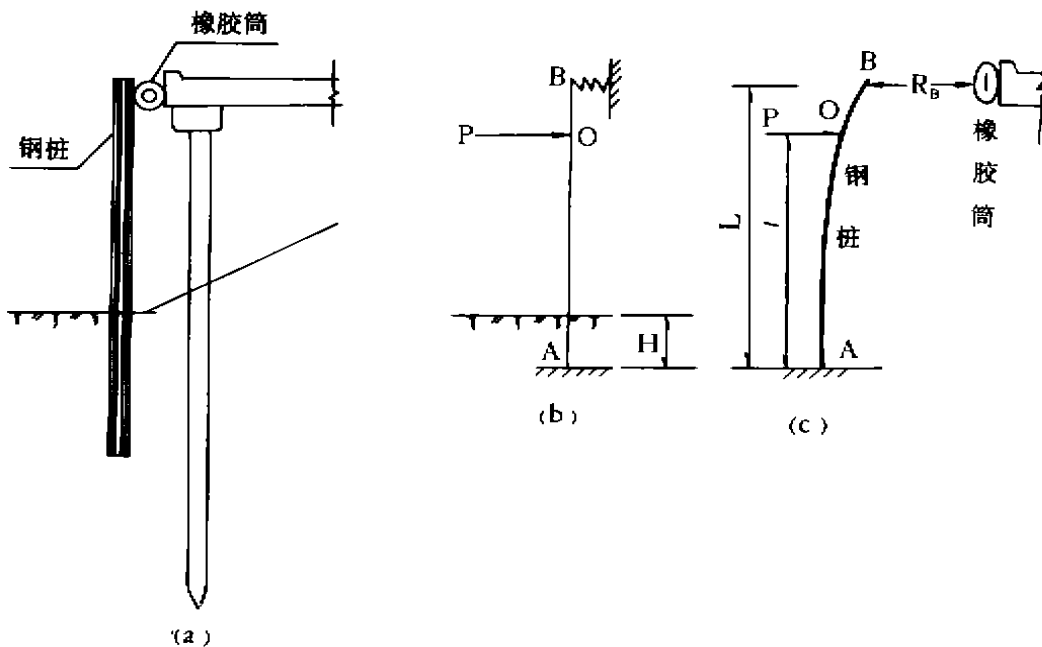


图 5-4-1

钢桩可以采用管桩，槽型钢板桩、大型槽钢或工字钢，也可在钢桩外侧再设置护木

或橡胶护舷。靠船钢桩可按竖向弹性地基梁法（如：K 法，张有龄法，m 法等）计



算，上部橡胶制品垫则为一弹性支点；也可简化为图 5-4-1 (b) 所示的图式计算，嵌固点深度 H 可由计算求得，撞击力 P 作为未知数求解。

(二) 钢框格式钢护舷

钢框格式钢护舷由竖向与横向的钢材焊接而成，钢材多采用 D 型断面，也可采用其他断面。组合而成的钢框格护舷可直接安装在岸壁上；为了减小撞击力，在钢制护舷框架与岸壁间可垫以橡胶筒等缓冲件，如图 4-2-4、图 4-2-5 所示。

参考文献

[1] 交通部《港口工程技术规范》，人

民交通出版社，1988 年 8 月

[2] (日) 港湾协会，《港湾の施設の技术上の基准・同解说》，昭和 54 年 3 月

[3] [英] R. A. B 阿德莱，《引港与系泊》，人民交通出版社，1965 年 4 月

[4] 陈万佳，《港口水工建筑物》，人民交通出版社，1989 年 6 月

[5] [苏] A. Я. 科尔查娜《海港码头的防冲设备》，人民交通出版社，1965 年 12 月 (续完)

.....

(上接第 3 页)

400 米，船舶利用一期煤码头工程的转头水域(加深，加宽后)进行调头作业，然后再由拖轮配合作业，靠离码头是完全可行的。因为一期煤码头 10 万吨级泊位码头前水域设计宽度为 200 米，实际使用证明是完全能满足船舶靠离码头要求的。

根据以上的分析和实际地质条件，认为在 9 号栈桥墩处(方案 3)建设 10 万吨级矿石码头是可行的，甚至可以发展成为 15 万吨级泊位。但在确定采用方案 3 之前，尚应作进一步的勘察工作。

.....

(上接 45 页)

据港口装卸设备能力、物料的批量、泊位能力、皮带机带速、带宽等参数、ISO 国际标准有关自动取制样方面的规定来确定自动取制样系统的能力。同时，根据散状物料的特性确定系统的精度及水分损失。

将会出现许多不合理的设计和施工程序。通常，港内部分的商检用房、用水、用电等将由港口部门无偿提供，在配套工程设计时仅考虑水、电等接点位置即可。但对于自动取制样系统的电气室、控制室等用房应由商检部门自己建设。

自动取制样系统与港口的衔接关系最为密切，所以就要求从设计到施工以及试车的整个过程中要紧密配合，这样才能保证主体工程与配套工程的衔接，否则，无论是从工艺布置还是从施工过程而言，都

总之，为适应不断扩大的外贸发展，要求我们不断积累商检配套工程设计的经验，使商检配套工程能更好地服务于外贸港口，在进出口贸易中把好技术关。