



长江中下游高桩码头橡胶护舷的合理选型与布置

金文龙

(中交第二航务工程勘察设计院, 湖北 武汉 430071)

摘要:通过对长江中下游 10 座高桩码头橡胶护舷设计的调查和分析, 指出了以往有的工程护舷配置不尽合理的主要原因, 护舷布置不能片面追求高密度, 而应结合靠泊船型的质量、靠泊速度、船舶线型和各种水位的靠泊情况进行计算分析。建议长江中下游高桩码头排架间距不宜超过竖向护舷水平间距, 力求使竖向护舷承受船舶撞击力和挤靠力, 减少乃至取消 2~4 层水平向护舷, 使码头护舷的配置更趋合理。

关键词:高桩码头; 橡胶护舷; 选型; 布置

中图分类号: TQ336.4+2

文献标识码: A

文章编号: 1004-9592(2002)04-0017-03

1 前言

长江中下游的高桩码头与海港高桩码头相比, 由于水位差较大, 在护舷设计上有 2 个特点: 1) 码头面高, 泥面以上桩的长度大, 码头结构受船舶撞击力影响较大; 2) 码头前沿设 2~4 层系缆平台, 橡胶护舷用量较多。据统计, 橡胶护舷占码头总造价 10% 以上。所以, 护舷的合理选型与布置对改善码头结构的受力状态, 降低工程造价具有很重要的作用。

从统计的 10 座码头橡胶护舷设计中(见表 1) 可以看出: 长江中下游高桩码头橡胶护舷的设计差别较大。本文分析了影响橡胶护舷选型与布置的主要因素, 并提出了护舷合理选型与布置的方法, 希望能对今后的护舷设计工作有所帮助。

2 影响橡胶护舷选型与布置的主要因素

2.1 代表船型及其靠岸速度的确定

2.1.1 代表船型

长江中下游码头靠泊船型多、大小不一, 有海轮、驳船、小货轮等, 其中以驳船组成的船队最为常见。海轮进入长江中游, 洪水期受南京、武汉大桥的净空限制, 枯水期受航道水深影响, 最大的船型一般为 3 000~5 000 t 级。故设计船型按二档划分为宜: ①海轮 3 000 t 级以上; ②驳船 1 000 t 级以上。

2.1.2 船舶靠岸速度的确定

船舶撞击力与设计船型线型、靠泊角度、船体质量、靠岸速度等密切相关。靠岸速度是设计的关键。港口工程荷载规范 JTJ215-98 中对 V_n 建议采用值见表 2, 由表可见: 1) 河船虽没有海船排水量大, 但

表 1 橡胶护舷设计调查统计

工程名称	设计船型/t	水位差/m	排架间距/m	水平分层	水平向护舷型式	水平向布置(个/跨)
沙市盐卡通用码头	3 000 1 500(甲板驳)	13.18	8	一层 二层 三层	GD 型 H280 L1 500	2 无 无
武汉外贸码头	5 000 1 500(甲板驳)	16.83	10	一层 二层 三层 四层	D 型 H300 L1 500	3 无 无 无
杨泗庙码头	5 000 3 000 2 000(驳船)	15.17	7	一层 二层 三层 四层	D 型 H300 L1 500	2 无 无 无
八大家重件码头	1 500	15.79	7	一层 二层 三层 四层	D 型 H300 L1 500	3 无 无 无
黄石外贸码头	5 000 1 500(甲板驳)	15.59	8.1	一层 二层 三层 四层	D 型 H300 L1 500	4 2 2 2
九江外贸码头	5 000 1 500(甲板驳)	13.98	10	一层 二层 三层	D 型 H500 L1 500	3 3 3
芜湖外贸码头	5 000 1 000(驳船)	9.78	10	一层 二层 三层	D 型 H500 L1 500	4 4 4
裕溪口煤码头	3 000	9.78	7	一层 二层 三层	D 型 H300 L1 500	2 无 无
南京上元门码头	5 000 3 000(驳船)	7.66	7	一层 二层	D 型 H300 L1 500	3 3
镇江大港一期	20 000	6.10	12	一层 二层	D 型 H300 L1 500	2 2

注: 除沙市盐卡码头竖向护舷型式为 DA-A 型(H300、L3 000), 护舷竖向为间隔布置外, 其余码头竖向与水平向护舷型式相同, 且护舷竖向布置均为连续布置。

靠岸速度比海船大得多, 由于 E_0 与 V_n 是平方关系, 故 1 500 t 级甲板驳的有效撞击能量大于 3 000 t 级海轮的有效撞击能量。2) 表 2 各档次的 V_n 取值范围比较大, 如果取其上限值和下限值分别计算, E_0 值将差 4 倍甚至更多。为此, V_n 的确定需要设计人员

收稿日期: 2002-06-10



熟悉现场条件, 合理选用。

表 2 船舶靠岸的法定速度

船型	船舶满载排水量 W/t	法向靠岸速度 $V_n/(m \cdot s^{-1})$
海船	$W \leq 1\ 000$	0.20~0.25
	$1\ 000 < W \leq 5\ 000$	0.15~0.20
	$5\ 000 < W \leq 10\ 000$	0.12~0.17
	$10\ 000 < W \leq 30\ 000$	0.10~0.15
河船	$W \leq 1\ 000$	0.30~0.40
	$1\ 000 < W \leq 2\ 000$	0.25~0.35
	$2\ 000 < W \leq 3\ 000$	0.20~0.30

2.2 代表船型的线型考虑

船舶靠岸时, 船体一般与码头之间成一入射角 θ 靠岸而为点接触, 竖向护舷的选型和布置必须保证护舷压缩后, 船舶不会直接碰撞到码头, 要确保船舶在不同水位、不同吃水的情况下都能安全靠泊(见图 1)。故竖向护舷的间距应满足公式:

$$P < 2 \sqrt{2Rh - h^2} \quad (1)$$

式中: P —竖向护舷的水平间距(m); R —船艏纵向最小曲率半径(m); h —护舷被压缩后的高度(m)。

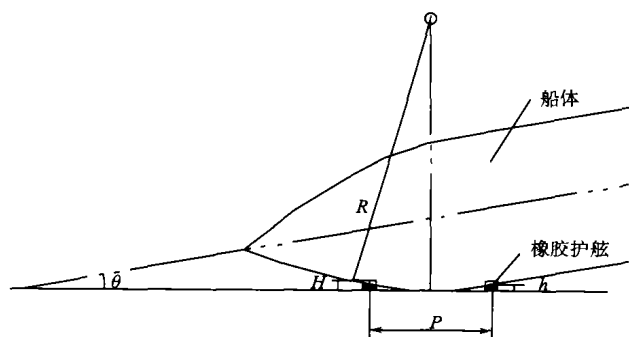


图 1 船舶靠泊示意

船舷在纵向和竖向都呈曲线状。船艏纵向曲线影响到竖向护舷的水平间距(图 1), 而船舷竖向曲线及空载、满载的干舷变化影响到竖向护舷和顶层水平向护舷的布置(图 2), 通过调查分析 笔者认为: 长江中下游高桩码头优选排架间距 L 时, 应以排架间距 L 不超过竖向护舷的水平间距 P 为宜, 这样可使靠船构件上的竖向护舷首先承受船舶靠岸时比较大的撞击力, 并传给码头横向排架承受; 系靠船梁上水平向护舷则承受由风浪引起船舶横摇而产生的比较小的挤靠力。这样, 码头结构受力比较合理。

可见, 收集船舶线型图是非常重要的, 以往常忽略了船舶线型对护舷设计的影响, 误认为高桩码头竖向和水平向的护舷均承受船舶撞击力, 使各层系

缆平台的护舷选型不合理, 护舷布置越来越密。

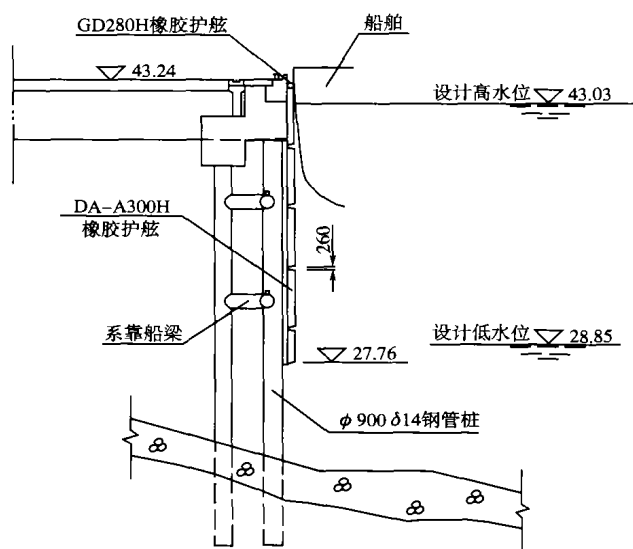


图 2 竖向护舷间隔布置图

3 护舷的合理选型与布置

3.1 竖向护舷

考虑船舶斜靠码头, 船舶的撞击能量由一个竖向护舷吸收, 竖向护舷单个长度应结合船舷竖向曲线和靠泊情况分析确定。

长江中下游高桩码头以往多采用 D 型, 其优点是价格低廉, 缺点是吸能低, 反力大, 单排螺栓固定, 易被剪坏, 仅适用于小型码头。DA 型护舷是基于拱型护舷发展起来的新型产品, 亦称为超级拱型护舷, 它吸能量大, 反力低, 使用寿命长, 采用预埋双排不锈钢螺栓固定, 安装更换方便, 但价格较高, 适用于长江中下游的大中型码头。聚氨酯护舷是一种新型的船舶码头防冲设施。它的特点是: 采用实体构造、结构简单、密度小、重量轻, 可以浮于水面, 安装维修方便; 摩擦因数小, 避免侧向撕裂; 不仅具备较高的缓冲吸能性能, 而且抗老化、耐磨性能优异。对长江中下游大中小型码头均比较适用。

长江中下游各港设计高低水位差在 6~17 m, 护舷的布置应适应在各种水位时船舶均能靠泊作业。护舷的布置方式虽有所不同, 但仍有规则可循。

3.1.1 竖向护舷底高程的控制情况

河船满载干舷高度小, 如 1 500 t 级甲板驳, 型深为 3.5 m, 满载时吃水 2.6 m, 水面以上能顶靠的船体高度很小, 为使船体与护舷有足够的接触长度, 确保码头和船舶的安全, 通常将护舷延伸至设计低水位以下, 考虑到水下安装护舷比较困难, 一般护舷伸入设计低水位以下 0.6~1.0 m。

3.1.2 竖向护舷顶高程的控制情况:



设计高水位要注意靠泊时空载船舶的侧倾问题,如 5 000 t 级海轮,型深为 9.2 m,空载吃水仅有 3.6 m,在设计高水位时,如果护舷顶高程过低,会使船体向岸侧倾斜,容易造成事故。所以,从设置护舷的角度出发,要查明有关船舶的线型,合理确定护舷的高程。

表 1 统计的 10 座码头中有 9 座码头的护舷在竖向是连续布置的,调查表明,有的工程要求设计考虑的靠泊船型较多,吨位、尺度等差异较大,为适应所有来船的靠离作业,担心间隔布置会因船干舷高度低而出现“刮档”现象。

竖向护舷是否一定要连续布置应进行具体分析,以船舷纵向和竖向曲线分别校验在不同装载情况和不同水位情况下船舶是否能够安全地靠泊,并进行装卸作业。我院 1992 年设计的沙市盐卡通用杂货码头,其设计船型为 1 500 t 甲板驳和 3 000 t 级江海轮,竖向橡胶护舷采用间隔布置 4 个 DA—A300H×3 000 和 1 个 DA—A300H×2 000(图 2),护舷竖向间隙为 260 mm,不仅可以节省护舷,而且从受力角度分析,这种布置比较合理。

3.2 水平向护舷

由表 1 可见,统计的 10 座码头中有 5 座码头除顶层设有水平护舷外,以下几层水平护舷均不设。根据设计船型线型图分析计算表明:长江中下游高桩码头排架间距 L 小于竖向护舷间距 P 时,水平护舷除顶层外可不设,因为船舶曲率半径大,正常靠离作

业船舶接触的是码头的竖向护舷。

顶层设水平向橡胶护舷的主要作用是防止设计高水位时船舶横摇时碰到码头。以往习惯将水平向与竖向护舷选用同一型号,多采用 D 型。不仅水平护舷选型不当,而且受力也不合理。对顶层水平向护舷来说,吸能量不是其选型的主要因素,主要应考虑,护舷与船舷之间的摩擦力要小,护舷的安装强度要高。GD 型护舷采用双排螺栓锚固,其安装强度较 D 型护舷提高 2 倍,吸能量约提高 30%,适用于长江中下游大中型码头顶层水平向布置。顶层水平向护舷宜采用间隔布置,设置位置及数量应结合竖向护舷顶高程分析确定。

4 结束语

1) 长江中下游高桩码头橡胶护舷设计必须予以重视。这不仅是因为它占投资的比重很大,而且更由于它在很多理论方面的研究尚不够充分。实践证明,它对码头、船舶的安全却起着决定性的作用。

2) 船舶线型图收集很重要,因为只有结合船舶线型与各种水位的靠泊情况计算分析,使排架间距 L 小于竖向护舷的间距 P ,才能使竖向护舷承受船舶的撞击力,达到取消 2~3 层系缆平台的水平向护舷,使码头橡胶护舷的选型和布置更趋合理。

参考文献

- 1 JTJ215—98. 交通部港口工程荷载规范
- 2 靳庆杰. 海港码头橡胶护舷的配置. 港工技术, 1994, (1)
- 3 郑铁昌. 橡胶护舷的选型设计. 港工技术, 1994, (4)

Type Selection and Layout of Rubber Fenders for High—Pile Wharfs in Middle—and—Lower Reaches of Yangtze River

Jin Weng-long

(The Second Harbour Engineering Investigation & Design Institute,
China Transport Incorporation International, Wuhan 430071)

Abstract: Through investigation and analysis of rubber fenders for 10 high—pile wharfs in mid and lower reaches of Yangtze River, this Paper give the main reasons that selection of rubberfenders for some projects are not most rationalized. Layout of rubber fenders can not focus only on high density. It should be appropriately designed based on investigation and analysis conditions of the berthing vessel, berthing velocity, typical type of vessel and water level of berthing etc. It is proposed that for the high—pile wharfs along the mid—lower reaches of Yangtze River, the spacing of bents (L) shall not exceed the spacing between vertical rubber fenders (P). The vertical rubber fenders shall be so designed to absorb the berthing energy that 2—4 layers of horizontal fenders may be decreased or even deleted to have a more rational layout of the rubber fenders.

Keywords: high—pile wharfs; rubber fenders; type selection; layout