

# 游艇码头平面设计参数研究

覃杰, 周野, 何文钦, 肖玉芳

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 游艇产业近年来在我国蓬勃发展, 游艇码头建设势头迅猛, 但国内尚未有游艇码头设计可遵循的规范。对游艇码头平面设计的主要参数进行了研究, 参考国外游艇码头的设计标准、规范、指南, 分析了各种参数在国内游艇码头设计中的适用性, 结论可为具体工程设计提供参考。

**关键词:** 游艇; 游艇码头; 游艇港; 浮桥; 平面布置; 设计参数

中图分类号: U 656.1+36

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)04-0091-08

## Research on design parameters of general layout for marinas

QIN Jie, ZHOU Ye, HE Wen-qin, XIAO Yu-fang

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

**Abstract:** In recent years, yacht industry is springing up vigorously in China, and construction of marinas is forging rapidly ahead. However, no domestic design code is available at present. This paper researches the main design parameters of general layout for marinas. Based on the analysis for overseas standards, codes and guidelines, we recommend the appropriate design parameters for domestic marinas. The research conclusion may serve as reference for the engineering design.

**Key words:** yacht; marinas; yacht harbour; pontoon; general layout; design parameters

### 1 概述

游艇休闲娱乐活动在西方发达国家非常普遍, 在我国尚处在发展初期, 游艇码头的设计、建造、验收、运营和管理均需制定完善的标准。本文主要对游艇码头平面设计的主要参数进行了梳理、研究。参照澳大利亚、英国、美国、日本等国的规范、标准和设计指南, 对设计参数进行对比分析, 提出适合我国游艇码头设计的参数取值。

游艇码头通常包括陆域、水域设施两大部分, 其中陆域设施主要包括游艇会所、艇库、露天游艇停放场、停车场、维修和保养场地、体育休闲设施、商业区(如咖啡厅、书报亭、餐馆、洗衣店、零售店等)、环保、消防和卫生配套设施(如

沐浴间、厕所)等, 水域设施主要包括进港航道、防波堤、内航道、支航道、浮桥、游艇停泊水域、游艇上岸下水设施(跨运车平台、斜坡道等)、接岸联系桥等。

游艇船型尺度小、对泊稳的要求高, 当自然条件不满足游艇码头的掩护要求时, 需建造防波堤。按国外惯例, 通常外海至防波堤口门段的水道称为进港航道, 连接进港航道和泊位区之间的水道称为内航道, 内航道与排列泊位之间供船舶航行的水道称为支航道。典型的游艇码头平面布置见图1。

典型游艇码头的水域和陆域面积之比接近1.25:1, 各功能区的大致比例见图2<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2013-07-03

作者简介: 覃杰(1978—), 男, 高级工程师, 从事港口工程设计工作。

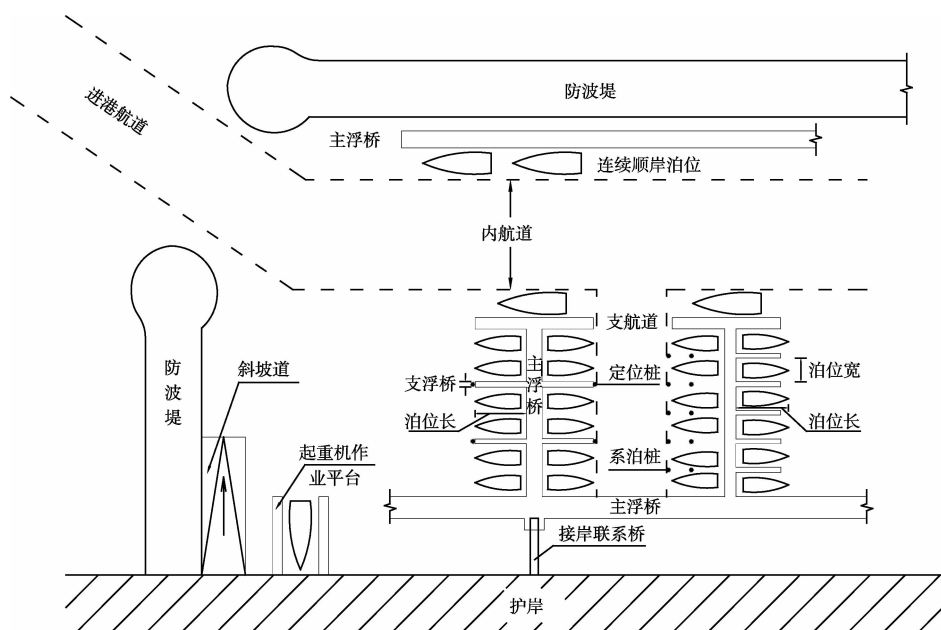


图 1 典型游艇码头平面布置

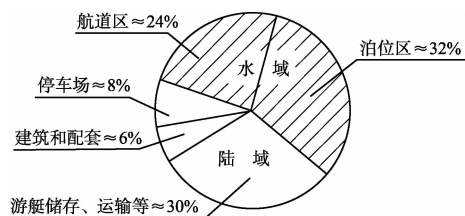


图 2 典型游艇码头功能区面积比

## 2 游艇码头平面设计尺度研究

### 2.1 游艇码头航行水域尺度参数

各国规范、标准对游艇码头航行水域宽度、水深的取值对比分析见表 1 和表 2。

表 1 游艇码头航行水域宽度参数取值对比关系数值

标准类别	进港航道	内航道	支航道
澳大利亚标准 AS 3962 <sup>[2]</sup>	最小宽度取以下 3 种情况的大值: 20 m, $L + 2 m, 5B$ ; 推荐宽度取 30 m 和 $6B$ 中的小值; 为掩护波浪, 防波堤口门处可缩窄至 15 m 和 $3B$ 中的大值	最小宽度取 20 m 和 $1.5L$ 中的大值; 推荐 25 m 和 $1.75L$ 中的大值 (流速大于 0.5 m/s 时, 需适当加大)	最小宽度为 $1.5L$ ; 推荐宽度为 $1.75L$ (水流流速大于 0.5 m/s 时, 需适当加大宽度)
英国海事联合会规程 <sup>[3]</sup>	推荐 30 m, 且不小于以下情况的最大值: $5B, 20 m, L + 2 m$ ; 带水闸的口门例外	最小为 20 m 和 $1.5L$ 中的大值; 有强横风或流增大至 $1.75L$	最小净宽 $1.5L$ ; 全部均为动力艇、不受水流影响的港口可取 $1.3L$ ; 港址有强流或无遮蔽时取 $2L$ 甚至加大至 $2.5L$
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	最小底宽 75 ft (23 m)	最小底宽 75 ft (23 m)	无侧向系泊 $1.75L_b$ ( $L_b$ 为最长泊位长度, 垂直支航道); 有侧向系泊 $1.5L$ (平行支航道)
美国国防部标准 UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	双向航道最小宽度取 100 ft (30 m) 和 $5B$ 中的较大值; 防波堤口门处可缩窄至 75 ft (23 m) 和 $3B$ 中的大值	最小净宽取 $1.5L$ 和 75ft (23 m) 中的大值; 推荐宽度取 $1.75L$ 和 100ft (30 m) 中的大值	最小净宽取 $1.5 L_b$ ( $L_b$ 为最长泊位长度); 推荐净宽取 $1.75L$
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>	双向航道最小宽度取 $6B$ 或者 $0.7L \sim 1.0L$ (超过 300 个泊位的游艇港应考虑交通流适当加宽); 口门流速不应超过 3 kn, 横流不应超过 1.5 kn, 横风不超过 30 kn, 否则最少应加宽 0.3B	最小宽度 = 平均船宽的 5 倍 + (船数 $\times 3\%$ )	最小宽度为 $1.5L$ ; 推荐宽度为 $1.75L$
美国 Tobiasson & Kollmeyer 《游艇及小船港》 <sup>[1]</sup>	最小底宽 75 ft (23 m) 推荐 100 ft (30 m)	同进港航道	不小于 $1.5L$ , 考虑调头 $1.75L$
日本 OCDI <sup>[7]</sup>	双向航道宽度取 $1.0L$		$1.5L \sim 2L$

注:  $L$  为游艇船长 (m),  $B$  为游艇船宽 (m)。

表2 游艇码头航行水域设计水深参数取值

标准类别	进港航道	内航道	支航道
澳大利亚 AS 3962 <sup>[2]</sup>	游艇最大吃水 + 1/2 有效波高 + 备淤深度 + 龙骨下最小富裕深度(龙骨下最小富裕深度;软底质取 0.3 m 和 10% 游艇吃水中的大值;硬底质取 0.5 m)	同进港航道 (波浪富裕深度及备淤可降低)	同进港航道 (波浪富裕深度及备淤可降低)
英国海事联合会规程 <sup>[3]</sup>	游艇最大吃水 + 0.5 m (最低天文潮 LAT 下),并考虑波浪影响以及备淤深度		
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	最小水深取以下两者中的大值(不包括备淤):1) 游艇最大吃水 + 3 ft(0.9 m); 2) 5 ft(1.5 m)	设计低水位下最小水深取以下两者中的大值(不包括备淤):1) 游艇最大吃水 + 2 ft(0.6 m); 2) 4 ft(1.2 m)	同内航道
美国国防部 UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	游艇最大吃水 + 龙骨下最小富裕深度 + 波浪富裕(1/2 有效波高) + 备淤; (龙骨下最小富裕深度:软底质取 0.6 m; 硬底质取 0.9 m)	同进港航道 (波浪富裕深度及备淤根据实际情况确定)	同内航道
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>	游艇最大吃水 + 1.0 m; 典型航道水深 3 ~ 6 m	游艇最大吃水 + 3 ft(0.9 m)	软底质: 游艇最大吃水 + 2 ft(0.6 m); 硬底质: 游艇最大吃水 + 3 ft(0.9 m)
美国 Tobiasson & Kollmeyer 《游艇及小船港》 <sup>[1]</sup>	游艇最大吃水 + 3 ft(0.9 m) + 波浪富裕	游艇最大吃水 + 3 ft(0.9 m)	
日本 OCDF <sup>[7]</sup>	相关因素未能确定时,取游艇最大吃水 + 富裕深度(0.6 ~ 1.0 m)		

由于游艇码头泊位数量通常为几十个至几千个,远多于传统的码头,因此各国规范大多主张进港航道按双向航道考虑。常见的做法是宽度推荐值取 100 ft (约 30 m),最小值不小于 75 ft (约 23 m);或宽度推荐值取“30 m 和 6 倍设计船宽”中的小值,最小值不小于“20 m,设计船长 + 2 m 和 5 倍设计船宽”三者中的大值。

考虑到以下因素:1) 我国目前处于游艇工业及游艇码头发展初期,港内停泊的游艇通常有相当一部分为大型游艇;2) 现阶段我国游艇驾驶人员技术良莠不齐,若航道过窄则易出现险情;3) 随着科技进步,现代游艇船舶大型化明显。因此建议进港航道宽度最小不宜小于 30 m,且至少为 6 倍设计船宽。口门段可视具体情况适当缩窄。

港池内的航道除了要考虑基本的通航要求外,通常也考虑了游艇回旋要求。各国对内航道宽度设计的基本思路也是在进港航道的基础上增加船舶回旋的要求。常见的做法是推荐值为“30 m 和 1.75 倍设计船长”中的较大值,最小值为“23 m 和 1.5 倍设计船长”中的较大值;或推荐值为

“25 m 和 1.75 倍设计船长”中的较大值,最小值为“20 m 和 1.5 倍设计船长”中的较大值。对于港池内泊位较多或有较多调头要求的水域,内航道有效宽度建议取 1.75 倍设计船长,最小值不小于 1.5 倍设计船长。对于港池内泊位较少或无调头要求的水域,内航道有效宽度可取 1.5 倍设计船长。

各国对支航道宽度设计的基本思路与内航道接近,但是鉴于很多支航道两侧浮桥停泊的游艇尺寸较小(常小于 12 m),因此并无对具体最小尺寸的限制。常见的做法是推荐值为 1.75 倍设计船长,最小值为 1.5 倍设计船长,因此建议支航道宽度取 1.5 ~ 1.75 倍设计船长,且设计时根据使用条件预留一定富裕,这样若未来支航道内停泊稍大的游艇导致支浮桥长度小于停泊的游艇长度时(但浮桥长度仍应不小于游艇长度的 80%),支航道宽度也能满足安全要求。符合我国游艇工业及游艇码头处于发展初期、市场的实际发展相较于船型预测可能随时出现较大变化的国情。

各国对航道的设计水深普遍采用最大设计吃水加一定富裕的做法，常见的做法是对于停泊 24 m 以下游艇的码头取设计水深为最大设计吃水加 3 ft (0.9 m)。考虑到游艇船型尺度范围较广，接近 50 m 的游艇或帆船吃水通常达到了 3 ~ 5 m，不宜再简单地采用 0.9 m 富裕水深的做法。因此，建议游艇码头航行水域设计水深的计算在类似澳大利亚标准的方法基础上适当调整，设计水深取游艇最大吃水和以下参数之和：1) 船舶航行时船体下沉值：根据游艇大小可取 0.1 ~ 0.3 m。2) 龙骨下最小富裕深度：软底质建议取 0.4 m，硬底质建议取 0.6 m。3) 波浪富裕深度：进港航道取 1/2 有效波高，内航道和支航道根据情况折减。4) 备

淤深度：按合理的挖泥间歇期内产生的淤积量确定，但备淤过小对一次疏浚来说是不经济的。而且游艇码头建成后，不同锚碇结构遍布港池，疏浚尤为困难，因此游艇码头的备淤深度建议至少取 0.4 m。

### 2.2 游艇码头泊位及浮桥尺度参数

为方便起见，将游艇码头泊位区 (boat slip/dock) 称之为停泊水域，其布置形式和常规码头不同。停泊水域水深、泊位平面尺度、浮桥尺度的参数对比分析见表 3 ~ 5<sup>[8]</sup>。

游艇停泊水域水深原则上应取和支航道相同，实际上，考虑施工的便利性，浮桥下方的水域也宜开挖和泊位区水深一致。

表 3 游艇泊位停泊水域水深参数取值

标准类别	泊位水深		
澳大利亚 AS 3962 <sup>[2]</sup>	游艇最大吃水 + 1/2 有效波高 + 龙骨下最小富裕深度 (龙骨下最小富裕深度: 软底质取 0.3 m 和 10% 游艇吃水中的大值; 硬底质取 0.5 m)		
英国海事联合会规程 <sup>[3]</sup>			
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	泊位长 $L_b$		
	机动艇泊位		
	帆船泊位		
	≤45 ft (13.7 m)	6 ft (1.8 m)	6 ft (1.8 m)
	≤55 ft (16.7 m)	8 ft (2.4 m)	8 ft (2.4 m)
≤65 ft (19.8 m)	8 ft (2.4 m)	10 ft (3.0 m)	
>65 ft (19.8 m)	依港址条件确定		
美国国防部 UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	和支航道相同: 游艇最大吃水 + 龙骨下最小富裕深度 + 波浪富裕 (1/2 有效波高) + 备淤 (龙骨下最小富裕深度: 软底质取 0.6 m; 硬底质取 0.9 m; 波浪富裕深度及备淤根据实际情况确定)		
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>	和支航道相同。平均低水位情况下, 9 ~ 15 m 长的游艇泊位典型水深 2.5 ~ 3.5 m		
美国 Tobiasso, n & Kollmeyer 《游艇及小船港》 <sup>[1]</sup>	船长:	9, 10.6, 12.0, 13.7, 15.0, 16.7, 18.2, 20.0 m	
	机动艇最小水深:	2.1, 2.4, 2.4, 2.4, 2.6, 2.6, 2.7 m	
	帆船最小水深:	2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 4.0, 4.3, 4.4, 4.7 m	
日本 OCDI <sup>[7]</sup>	与航道水深相同 (除非每个泊位特定靠泊单一类型的船舶)		

表 4 游艇泊位尺度参数取值

标准类别	泊位长度	单泊位宽度	双泊位宽度
澳大利亚 AS 3962 <sup>[2]</sup>	浮桥泊位长取和船长一致。顺岸布置泊位船舶最小间距取 0.2L 且不大于 3.0 m	$L \leq 20 \text{ m}, B + 1$	$L \leq 20 \text{ m}, 2B + 1 \text{ m}$
		$L > 20 \text{ m}, B + 1.5$	$L > 20 \text{ m}, 2B + 1.5 \text{ m}$ 多体船可占用一个双泊位或特殊设置的单泊位
英国海事联合会规程 <sup>[3]</sup>	浮桥泊位最小 0.75L	船长 ≤ 20 m; 净宽不小于 (B + 1.5) m 船长 > 21 m; 净宽不小于 (B + 2) m	船长 ≤ 20 m; $B_1 + B_2 + 2 \text{ m}$ 船长 > 21 m; $B_1 + B_2 + 3 \text{ m}$ ( $B_1, B_2$ 为泊位中两条船的最大宽度)
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	无法确定长度时 (如不含支浮桥的连片码头) 可每 12 m 视为一个泊位	机动艇: $(8 \ln L_b - 14) \times 0.3$ 帆船: $(6.5 \ln L_b - 10.5) \times 0.3$ (泊位宽度一般取平均船宽 + 0.6 m)	单泊位宽度 × 2
美国国防部 UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	一般支浮桥泊位长取和船长一致, 且不小于 0.8L	B + 富裕宽度 (富裕宽度一般取 0.91 ~ 2.1 m)	2B + 富裕宽度 (0.91 ~ 2.1 m)

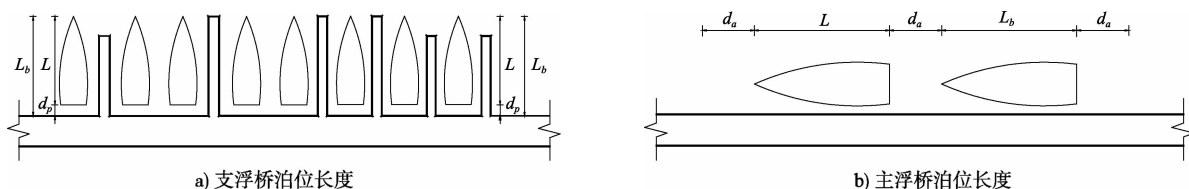
续表

标准类别	泊位长度	单泊位宽度	双泊位宽度
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>		$B + \text{富裕宽度}(0.91 \sim 2.1 \text{ m})$	$2B + \text{富裕宽度}(0.91 \sim 2.1 \text{ m})$
美国Tobiasson & Kollmeyer 《游艇及小船港》 <sup>[1]</sup>	$L + 0.9 \text{ m}$	$B + \text{富裕宽度}$ (富裕宽度一般取 $0.6 \sim 1.2 \text{ m}$ ,条件允许建议取 $1.2 \text{ m}$ )	$2B + \text{富裕宽度}(0.6 \sim 1.2 \text{ m})$
日本OCDI <sup>[7]</sup>	支浮桥形式靠泊: $(0.7 \sim 1.2)L$ ; 地中海形式靠泊: $(1.5 \sim 2.0)L$	支浮桥形式靠泊净宽: $B + (0.3 \sim 0.6 \text{ m})$ ;地中海形式靠泊净宽: $B + (1.0 \sim 2.0 \text{ m})$	净宽: $2B + (1.5 \sim 2.0 \text{ m})$

表5 游艇码头浮桥尺度参数取值

标准类别	主浮桥	支浮桥	边浮桥
澳大利亚 AS 3962 <sup>[2]</sup>	宽度不应小于 $1.5 \text{ m}$ ; 长度超 $100 \text{ m}$ 时,最小取 $1.8 \text{ m}$ 长度超 $200 \text{ m}$ 时,最小取 $2.4 \text{ m}$	长度不应小于 $0.8L$ (端部有系泊桩可 减短或取消); 宽度取 $0.9 \text{ m}$ (最小宽度缩至 $0.6 \text{ m}$ )	
英国海事联合会 规程 <sup>[3]</sup>	最小宽度 $2 \text{ m}$ ,最好取 $2.5 \text{ m}$ (尤其长 超 $120 \text{ m}$ 时); 有高尔夫球车通行时最小宽度 $3.5 \text{ m}$ 甚至取 $4 \text{ m}$	1)浮式支浮桥最小宽度 船长 $\leq 9 \text{ m}$ : $0.65 \text{ m}$ $10 \text{ m} \leq \text{船长} \leq 12 \text{ m}$ : $1 \text{ m}$ $13 \text{ m} \leq \text{船长} \leq 15 \text{ m}$ : $1.4 \text{ m}$ $16 \text{ m} \leq \text{船长} \leq 20 \text{ m}$ : $2 \text{ m}$ 船长 $> 20 \text{ m}$ : $2.5 \text{ m}$ 2)固定式栈桥最小宽度 支栈桥及短主栈桥: $0.6 \text{ m}$ 可能含支栈桥的长栈桥: $0.9 \text{ m}$	靠泊船长小于 $10 \text{ m}$ 的游艇时最 小宽度 $1.5 \text{ m}$ ,最好取 $2.0 \text{ m}$ ;
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	长度 $< 91 \text{ m}$ :最小宽度 $1.8 \text{ m}$ 长度 $\geq 91 \text{ m}$ :最小 $2.4 \text{ m}$  实际应用最大长度 $700 \text{ ft}(213 \text{ m})$	无障碍浮桥:最小宽度 $1.5 \text{ m}$ 长度 $< 6 \text{ m}$ : $0.76 \text{ m}$ 长度 $\geq 6 \text{ m}$ : $0.9 \text{ m}$ 长度 $\geq 11 \text{ m}$ : $1.2 \text{ m}$ 长度 $\geq 18 \text{ m}$ : $1.5 \text{ m}$ 长度 $\geq 24 \text{ m}$ : $1.8 \text{ m}$ 长度 $\geq 36 \text{ m}$ : $2.4 \text{ m}$	长度 $\leq 91 \text{ m}$ :最小宽度 $1.8 \text{ m}$ 长度 $> 91 \text{ m}$ :最小宽度 $2.4 \text{ m}$ 长度 $> 183 \text{ m}$ :最小宽度 $3 \text{ m}$ 长度 $> 244 \text{ m}$ :最小宽度 $3.6 \text{ m}$ 最大长度 $1000 \text{ ft}(305 \text{ m})$
美国国防部, UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	最小净宽 $6 \text{ ft}(1.8 \text{ m})$ ,同时应根据码头 上手推车对遇通行、紧急疏散的需要 设置富裕宽度。 最大长度不应超过 $700 \text{ ft}(213 \text{ m})$	最小净宽为 $0.1L$ 和 $3 \text{ ft}(0.9 \text{ m})$ 中大 值;推荐宽度 $5 \text{ ft}(1.5 \text{ m})$ ;一般支浮桥 长度 $= L$ ,且不应小于 $0.8L$	最小净宽 $8 \text{ ft}(2.4 \text{ m})$ ; 最大长度不应超 $1000 \text{ ft}(300 \text{ m})$
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>	最小净宽 $6 \text{ ft}(1.8 \text{ m})$ ,推荐 $8 \text{ ft}$ $(2.4 \text{ m})$ 。有高尔夫球车通行时宽度 取 $12 \text{ ft}(3.6 \text{ m})$	对应支浮桥不同长度( $9 \sim 60 \text{ m}$ ),宽度 取 $0. \sim 3.6 \text{ m}$	
美国Tobiasson & Kollmeyer《游艇及小 船港》 <sup>[1]</sup>	固定及浮式最小均为 $6 \text{ ft}(1.8 \text{ m})$ ;推 荐 $8 \text{ ft}(2.4 \text{ m})$ 加油码头 $10 \sim 12 \text{ ft}(3 \sim 3.6 \text{ m})$	不小于长度的 $10\%$ ,且最小 $0.9 \text{ m}$	
日本OCDI <sup>[7]</sup>	$1.5 \sim 3 \text{ m}$	$1.0 \sim 1.5 \text{ m}$	

游艇泊位的典型布置形式见图3。



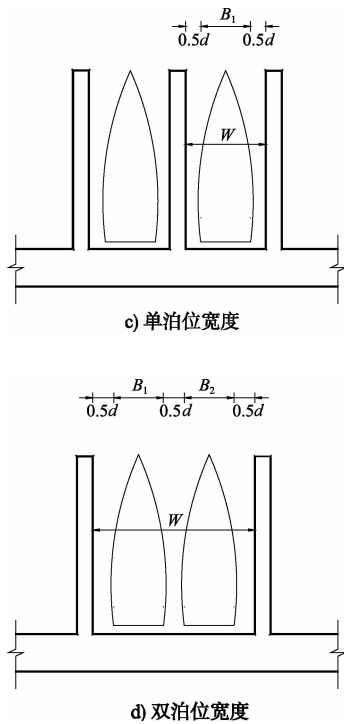


图3 典型游艇泊位布置形式

采用支浮桥形式布置的游艇泊位，泊位长度建议取  $(L + d_p)$ ，其中  $L$  为设计船长， $d_p$  可根据船长情况取  $0.4 \sim 0.6$  m，同时支浮桥长度应不小于  $0.8$  倍船长。采用连续顺岸形式布置的主浮桥单个泊位长度取  $(L + d_a)$ ，其中  $d_a$  可取  $0.15L$ ，当船型复杂、泊位长度难以确定时，单个泊位长度可简化为  $12$  m。

支浮桥单泊位宽度可取  $(B_1 + d)$ ，双泊位宽度取  $(B_1 + B_2 + 1.5d)$ ，其中  $d$  根据船长情况取  $0.8 \sim 2.0$  m。

主浮桥的最小宽度主要由横倾稳定性决定，根据对不同宽度浮桥的小倾角稳性的研究，越宽的浮桥越趋于稳定，当浮桥宽度小于一定值时，结构稳性将不足以满足设计风浪和荷载的要求。结合人流汇集方面因素的考虑，主浮桥宽度建议

根据其长度对应取值，但不应小于表 6 的数值。

表 6 主浮桥最小宽度

主浮桥长度/m	最小宽度/m
<100	2.0
100 ~ 200	2.5
200 ~ 300	3.0
>300 或行走电瓶车	4.0

决定支浮桥最小宽度的是实际使用要求，例如靠泊需要和系缆需要等。小于  $10$  m 的游艇甲板干舷较低，通常水手在船甲板上即可轻松完成系缆工作，这种情况下支浮桥实际上可以不需要承载人的重力。事实上欧美很多游艇码头也采用了窄式支浮桥设计以节约成本，其最窄处甚至不足  $10$  cm。考虑到我国实际，普遍而言，水手和船主可能并不如欧美国家的人员熟练，因此限定一个较大的最低宽度例如  $1.0$  m 是在游艇码头发展初期有一定合理性的。随着游艇尺寸的增加，其甲板干舷高度也不断增加，水手系缆的难度也不断增加，因此，设计较宽的支浮桥以供水手系缆是有必要的。综合分析，支浮桥宽度建议根据泊位长度取值，泊位长度不大于  $10$  m 时，支浮桥宽度取  $1$  m；泊位长度不大于  $20$  m 时，取  $1.5$  m；泊位长度大于  $20$  m 时，取  $2$  m。

### 2.3 接岸联系桥尺度参数

接岸联系桥是从游艇码头陆域通往水域的入口通道，用以衔接后方陆域和浮桥系统，起到进入泊位区的卡口作用，因此常在联系桥的陆域端设门禁系统。

据码头水位差的不同，接岸联系桥长短有别。水位差较大的地方，联系桥可采取“之”字形布置增加长度，以满足放坡的要求。联系桥的坡度、净宽的取值分析见表 7。

表 7 接岸联系桥参数取值

标准类别	坡度	净宽
澳大利亚 AS 3962 <sup>[2]</sup>	最大坡度不超过 1:3.5(私人码头不超过 1:3) 无障碍设置,不超过 1:8	泊位数 < 2: 0.7 m; 泊位数 2 ~ 10: 0.9 m; 泊位数 10 ~ 60: 1.2 m; 泊位数 60 ~ 120: 1.5 m; 泊位数 > 120: 1.8 m
英国海事联合会规程 <sup>[3]</sup>	最大 1:4, 无障碍 1:10	尽可能宽, 以满足手推车及行人双向通行。如有高尔夫球车或其他交通工具尚需另行考虑

续表

标准类别	坡度	净宽
美国加州设计导则 <sup>[4]</sup>	1:2.5~1:3 无障碍设置,不超过1:12	推荐最小净宽36 in(0.91 m);无障碍净宽36 in(0.91 m)
美国国防部 UFC 4-152-07 <sup>[5]</sup>	设计低水下最大坡度1:3	净宽至少为3 ft(0.91 m),长度不应超80 ft(24 m)
美国土木工程师学会 ASCE Manuals No. 50 <sup>[6]</sup>	最大坡度不超过1:3,无障碍设置不超过1:12。 长度不超过24.4 m	净宽至少为36 in(0.91 m),推荐宽度48 in(1.22 m); 交通流较大或通行高尔夫球车时取72 in(1.83 m)
美国Tobiasson & Kollmeyer 《游艇及小船港》 <sup>[1]</sup>	坡度1:12	推荐48 in(1.22 m)
日本OCDF <sup>[7]</sup>	不超过1:4	0.75 m或更大,有无障碍设置要求时需保证安全

联系桥的净宽由出入交通工具及人员流量确定,其宽度可按泊位数量确定,仅考虑人行时净宽可取0.7~1.8 m,考虑通行高尔夫球车或电瓶车时,宽度不应小于2 m。

联系桥的长度设计取决于设计低水位下的最大容许坡度,建议人行坡度取值不超过1:3.5;无障碍通行坡度不超过1:8;电瓶车通行坡度不超过1:12.5。

### 3 典型案例

以深圳七星湾游艇码头为例,其水域面积约12万m<sup>2</sup>,陆域面积约10万m<sup>2</sup>。码头平面布置如图4。

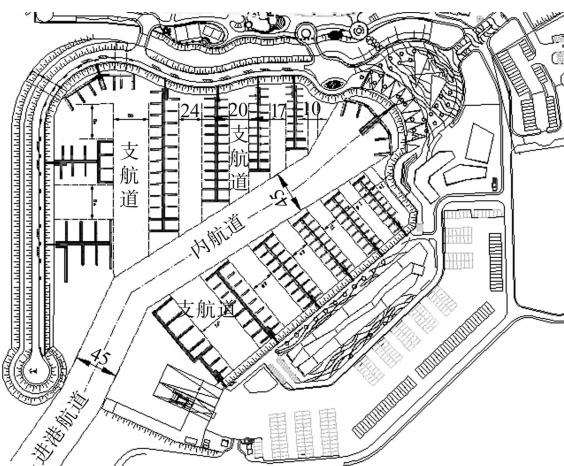


图4 深圳七星湾游艇码头平面布置

深圳七星湾游艇码头除口门处有3个特殊的超过24 m的大型泊位外,其余泊位考虑靠泊的最大游艇船长 $L=24$  m,船宽 $B=6.4$  m,吃水 $T_{\text{游艇}}=2.1$  m, $T_{\text{帆船}}=3.6$  m。码头主要平面参数为:进港

航道宽度45 m(宽度 $\approx 7B$ ,设计低水位时水深为5.5 m),内航道宽度45 m(宽度 $\approx 7B$ ,设计低水位时水深为5.5 m),支航道宽度20 m(按12 m船长控制,宽度 $\approx 1.7L$ ,设计低水位时水深为5.5 m),泊位长度 $1.15L$ (组装式浮桥,模数按8 m或12 m,水深为5.5 m),主浮桥宽度2.5~3.0 m(超级泊位宽3 m,其余泊位宽2.5 m),支浮桥宽度0.7~2.0 m(长 $\approx 0.8L$ ),接岸联系桥坡度1:4(宽度1.5 m)。对比游艇码头主要平面设计参数的推荐值,深圳湾游艇码头的实际取值基本在推荐范围之内。

### 4 结语

本文参照不同国家的规范、标准和设计指南,对游艇码头平面设计的主要参数进行对比分析,对进港航道、内航道和支航道的宽度与设计水深,游艇泊位长度、泊位宽度、主浮桥宽度和支浮桥宽度、接岸联系桥的坡度及净宽等参数的取值给出了建议。

需要特别强调的是,由于不同国家和地区游艇休闲产业发展历史、发展水平、船型特征、当地习惯、船员经验水平等存在较大差异,因此各国的设计标准和指南对游艇码头平面设计参数的规定或推荐值不尽相同,在我国国内参考其他国家的标准设计游艇码头时,设计参数的取值需根据码头的实际使用要求(建设规模、船型、公共或私人性质等),并结合自然条件等因素综合分析确定,必要时也可借助模型试验研究确定。

参考文献:

[1] Tobiasson B O, Kollmeyer R C. *Marinas and Small Craft Harbors* [M]. German: Springer, 1991.

[2] AS 3962-2001 Guidelines for design of marinas [S].

[3] British Marine Federation. *A Code of Practice for the Design, Construction and Operation of Coastal and Inland Marinas and Yacht Harbours* [S].

[4] California Department of Boating and Waterways. *Guidelines for Marina Berthing Facilities* [S].

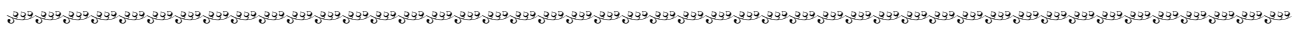
[5] UFC 4-152-07 *Design: Small Craft Berthing Facilities* [S].

[6] ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 50, *Planning and Design Guidelines for Small Craft Harbors* [S].

[7] The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan* [S].

[8] 王葳, 张文玉, 腾明清, 等. 游艇码头平面布置[J]. *水运工程*, 2009(5): 67-71.

(本文编辑 武亚庆)



(上接第 90 页)

5 修复效果

施工期充分考虑了各种不利因素, 合理安排施工流程, 使得修复工作对码头的影响降至最小, 码头未受损分段在除打桩外的施工期间, 基本保证正常运营。

经过各方的努力, 修复工作于 2011 年 4 月完成。采用以上修复加固措施后, 码头结构满足设计荷载的使用要求。经过检测, 码头已恢复至稳定状态, 修复后使用至今, 码头的生产运营安全稳定, 创造了良好的经济效益和社会效益。

6 结语

1) 修复方案不仅要满足原码头的功能使用要求, 还须充分考虑现场的具体施工条件等客观情况, 尽量减少修复施工对码头生产运营的影响。

2) 通常修复工程的工程量较小, 但技术复杂, 施工难度较大, 受外界影响因素多。因此必须合理设计施工方案、严格监理、科学施工, 才能保障修复工程的顺利完成。

3) 一般情况下, 被撞损的高桩梁板式码头的上部结构相对容易修复至受损前的初始状态, 但

对于支撑整个码头平台的水下基桩结构, 不论是检测, 还是修复施工, 难度均较大。因此, 需更加认真严谨地对待基桩的修复。

4) 目前, 在大型码头的上部结构中, 预应力构件已得到较为广泛的使用, 其相对于非预应力构件有构件尺寸小、耐久性好等优点。但若受损, 后者修复较为方便, 而前者的修复措施则远比后者复杂, 修复后的效果和维护也不如前者。本次修复工程中, 受损较大的上部结构构件均为非预应力构件, 因此, 其修复以原样恢复为原则, 取得了较好的修复效果。今后的码头设计中, 可考虑将预应力构件用于轨道梁等所受荷载较大, 但相对不易被船舶等外力损坏的位置, 而边梁等使用过程中易受损构件则建议采用非预应力构件。

参考文献:

[1] JTS 167-1—2010 高桩码头设计与施工规范[S].

[2] JTS 147-1—2010 港口工程地基规范[S].

[3] 应志峰, 陈国森, 黄银水. 高桩梁板式码头的修复设计[R]. 杭州: 浙江省交通规划设计研究院, 2009.

(本文编辑 郭雪珍)