维普资讯 http://www.cqvip.com

5-10

JS 94—1—02 □学术论文□ 关键词：玻璃钢 游艇 高速船 设计 船舶

小型玻璃钢游艇设计经验

刘 才 法 U674.910.2

近年来随着改革开放进一步深入，国民经济高速发展，特别是旅游业迅速发展，政府各级水上管理机构、旅游部门对游艇、快艇的需求迅速增长。我国玻璃钢游艇、快艇产业应运得到了前所未有的发展。玻璃钢游艇生产厂家如雨后春笋般地崛起，就江苏常州地区已有十余家专业生产厂，每年均有几百条艇生产出来投入使用。产品覆盖了全国各省、市、自治区，产生了良好的经济效益和社会效益。从发展的眼光看，由于我们改革开放所产生的巨大吸引力，结合我国劳动力充裕、廉价的优势，我国生产的玻璃钢游艇可望在不久的将来走出国门，进入世界市场。

根据国内广大游艇、快艇用户的要求，近年来我们设计建造了一系列玻璃钢游艇、快艇。通过这些艇的设计建造，我们认为有以下特点：

- 艇都不大，艇长一般都在10米以下，均属小艇；
- 航速要求都很高，均属滑行快艇范围；
- 采用的动力基本相同，均为舷外汽油挂机或舷内装机舷外驱动方式；
- 使用经济性放在主要位置来考虑：要求载客多，航速快，而配备主机功率要小，价格低廉，既要美观又要实用，这就给设计、制造国内游艇、快艇带来了它的特殊性以及难度。

通过一些艇的设计制造实践，我们认为下面的一些经验可供大家参考。

1. 主尺度的选择

艇长：艇长的选择主要取决于乘员舱的布置。小艇用于载人，乘员舱室长度一般占艇长的55%以上。考虑乘坐舒适及视野，坐椅宜向前顺向排列，坐椅间距不应小于0.75米。根据乘员定额要求，合理布置其舱室后就不难选定合适的艇长。为了保护机器，增强造型美观可增设一定长度的假尾。

艇宽：艇宽的选择主要是满足总体布置及稳性要求。游艇、快艇的安全性十分重要，稳性要求很高。一般初稳性高度值不宜小于0.5米。应根据不同航区要求来决定艇宽。

型深：型深的选取主要取决于稳性、主机的安装空间以及造型的需要。

国内游艇、快艇主尺度比大致如下：

长宽比：$L/B\approx3$ 比值大于国外艇（国外艇 $L/B<2.8$）。选取较大 L/B 值对快速性较为有利，但 L/B 值过大，将影响艇的刚性，增加艇的造价。

长深比：$L/D=7\sim8$ 与国外艇比此值也较大（国外艇 $L/D=6\sim7$）。

宽深比：$B/D\approx2.3$ 此值与国外艇相近。

2. 线型设计

国内玻璃钢游艇、快艇因航速要求都很高，均属滑行艇范围。线型以折角型为主，也有为消

本文选自本会船舶力学及船舶设计专业学组1993年度学术年会论文。作者刘才法1969年毕业于武汉水运工程学院造船系，现任常州玻璃钢造船厂（213002）工程师。

维普资讯 http://www.cqvip.com

除飞溅影响而产生的 W 线型，以及在折角线型基础上增设'隧道'的槽道线型。但无论何种线型都必须确保艇底有足够的升力面使艇产生足够的升力，突破滑行艇阻力峰值使艇进入滑行状态。这对延长机器使用寿命，提高航速，产生良好的营运经济性是必不可少的。如果艇达不到滑行状态，主机长期处于重负荷下工作则有百害而无一利。所以线型设计应以快速性为主，兼顾适航性要求。

2.1 艇底板斜升角

艇底板斜升角的大小对滑行艇升力作用的产生起到决定性的作用。选取合适的艇底板斜升角是线型设计的关键。原则上讲艇底斜升角越小，升力作用越大，滑行效果越明显。但过小的斜升角，滑行艇在波浪中航行时所受的拍击也将加重。首部拍击导致产生严重的纵摇，艇象脱疆的野马，使驾驶员难以驾驶。乘员也不堪承受重力加速度产生的不适。为了解决快速性与适航性这一矛盾，我们认为国内游艇、快艇之艇底板斜升角可取：

艏部：18°～22°　　艉部：10°～16°

以上所选之值均小于国外同类型艇之值。

2.2 艇横剖面型式

艇横剖面型式大致有图 1 所示几种。对于玻璃钢艇，考虑到其材料刚性差的缺点，在设计艇横剖面时应在顾及施工工艺性前提下尽量增加其刚性。一般玻璃钢艇在满足刚度的同时强度则容易满足。艇的破坏一般也都因刚度不足，产生过度变形后发生。因此，玻璃钢艇不象钢质艇那样采用第（1）种标准折角线型，而以第（2）、（3）两种剖面型式较常用。它们的共同点是增加艇底板的折皱，产生数个小滑行平面，在增加滑行效果的同时增加了艇底板的刚性。如果这些小折角线很光顺，对艇阻力增加是可以忽略不计的。

在舷侧板上增设折筋，对增强舷侧刚性效果也是非常理想的。有些国外艇在舷侧不设肋骨，就是采用这一手段，它可使艇内装璜简易可行，值得借鉴。另外，舷侧板应尽量避免大平板式。因为玻璃钢艇通过模具来制作，而大平面对模具制作极为不利，不仅增加制模难度，而且产品在大平面处易产生折痕，影响产品的美观、光顺。因此舷侧板宜带有一定曲度，特别是在艉部。

2.3 几个船型特征参数（参见图 2）

2.3.1 折角线与水线交点距首长度与水线长之比 l/L_{WL}

$l/L_{WL}>20\%$，如此值过小，波浪飞溅可能上甲板。

2.3.2 艇尾板倾角 α

$\alpha\approx12°$可谓标准倾角，它与舷外挂机的安装要求相适应。

2.3.3 最大折角线宽与型宽之比 B_C/B

$B_C/B\approx1.1$

2.3.4 总长与折角线长度之比 L_{OA}/L_C

$L_{OA}/L_C\approx1.05$

2.3.5 重量重心与浮心间距 x 与艇总长之比 x/L_{OA}

$x/L_{OA}<5\%$

如此值过大，初始纵倾角大于 2°。当重心在浮心后时，艇显尾重，艇起滑时间长，所需动力将增大，航速将受影响，滑行前进时昂首过高。当重心在浮心前时，艇将产生沉首现象，特别是停车时沉首幅度很大，航速也将受影响。一般滑行艇在进入滑行状态前有一个沉艉→抬起的过程，正常情况历时 2～3 秒。然后保持一定的艉倾攻角滑行前进，比较理想的艉倾角为 2～3°，此角过大，航速将受影响。

维普资讯 http://www.cqvip.com

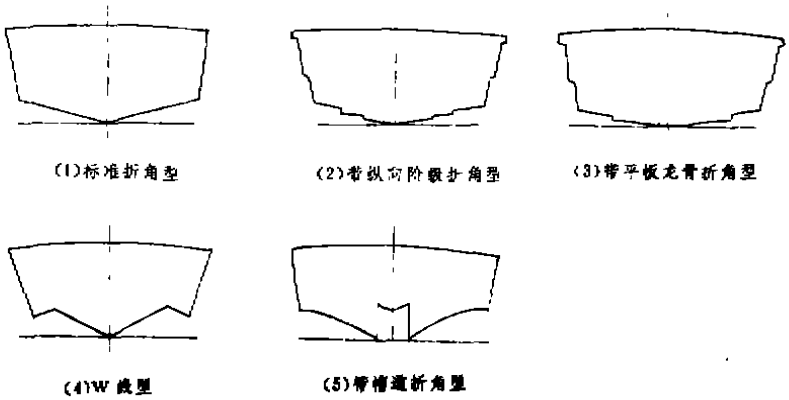

图 1　玻璃钢游艇横剖面型式

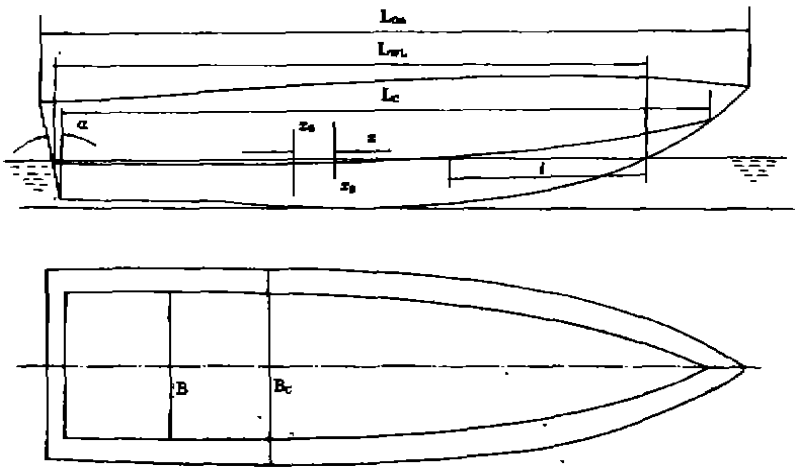

图 2　船型特征参数

3. 造型与总布置

游艇、快艇的造型尤如时装的款式，它具有一定的时效性，因此应不断地根据市场情况研究设计出新颖的艇型。在造型设计中应力求美观、协调、有快速感。设计时可参考些国外游艇公司的产品取其所长为我所用。目前世界上公认美国游艇款式领先，是别国效仿的榜样。

在造型设计中，敞篷艇的挡风玻璃起关键作用。一般挡风玻璃倾角不宜大于 45°。倾角小，迎风阻力小，快速感强。国外艇最小采用 30°，国内艇一般采用 35°和 40°两种。

在艇上拉些彩色线条对造型也有很大帮助。它不仅对艇起美观装饰作用，也增强了艇的快速感。但应注意彩色线条与艇基调相协调，彩条色泽搭配要合理。一般彩条可直接采用胶衣做在产品上，当然要增加一些施工难度。

玻璃钢游艇、快艇的总布置应注意充分利用有限的甲板面积以及空间，并且对主机安装的最小空间尺寸要求十分明确。由于航速要求高，主机均采用进口舷外挂机及舷内机。对于标准轴长的这两种机型其安装要求大致如图 3、图 4 所示。供参阅。

4. 结构

玻璃钢游艇、快艇的结构由于艇在波浪中滑行前进，艇底板受力非常大。一般受力最大区域

维普资讯 http://www.cqvip.com

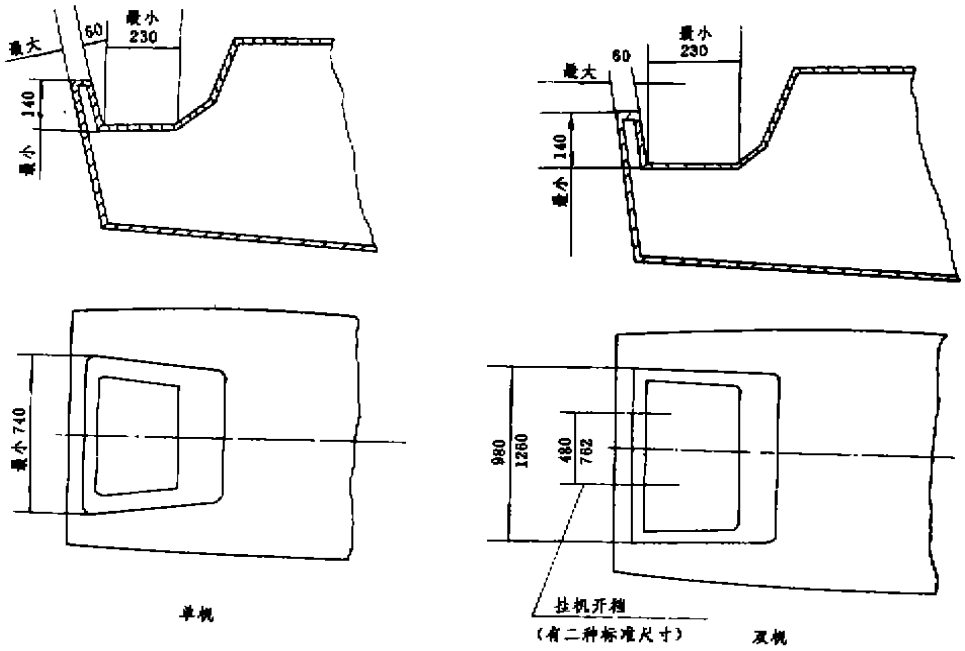

图 3　艇外挂机安装空间尺寸

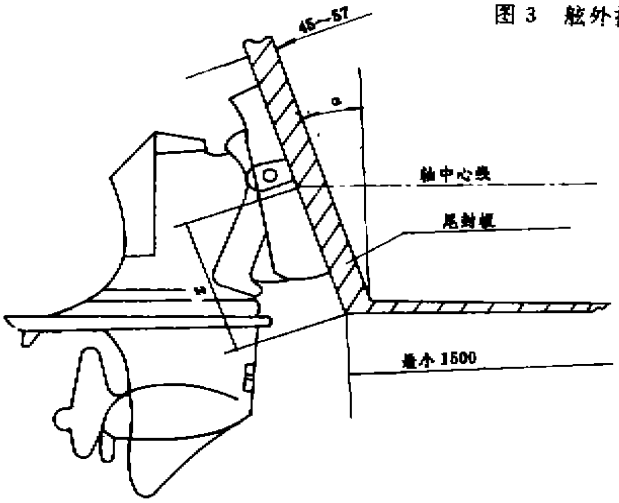

图 4　艇内机外驱动装置安装尺寸

x 值为开孔中心（轴中心）至艇底板之间的距离。根据尾封板倾角 α 值选取如下表：

单　机

α	10°	11°	12°	13°	14°	15°
x	351	354	357	360	363	366

双　机

α	10°	11°	12°	13°	14°	15°
x	339	342	345	348	351	354

为艉封板前 1 米左右以及舯前 1 米左右。前者为滑行水动力作用区，后者为在波浪中受拍击最严重区。艇的破坏也大都发生在这两个区域。因此这两部分艇底板需特别加强。

艉封板是全艇受力最严重的板，它承受主机作用的推力和弯矩，并须以绝对刚性保证动力的传递，一般应采用厚防水胶合板作芯材包复于艉封板玻璃钢中，此胶合板必须有效地与玻璃钢粘合，绝不能产生分层现象。

玻璃钢艇一般设有内底板（地舱板），此板可以采用玻璃钢预制，也可直接在艇内糊制。其高度值应根据总布置要求决定，艇底骨架也应与之相适应，因此产生高实肋板的艇底骨架特点。为了解决骨架高厚比过大而产生失稳的问题，一般实肋板也应采用胶合板或木板为芯材包糊玻璃钢。此时应尽量减轻结构自重。

玻璃钢艇由于滑行时产生纵摇，对艇纵向刚性要求较高，一般骨架宜采用纵骨架式。

附表　玻璃钢艇数据一览表

产品型号	主尺度 总长×甲板宽×型深（米）	吃水（米）	排水量 Δ（吨）	乘员人数	主机功率 P_B（kW）	航速 V（km/h）	航区	上棚形式	线型形式	方形系数	最大折角线宽（米）	艉部艇底斜升角（°）	舯部艇底斜升角（°）	浮心距舯 x_B（米）	重心距舯 x_G（米）	初稳性高 h_0（米）	$\Delta \cdot V/P_B$	浮心重心距与艇长之比 $(x_B-x_G)/L_{OA}$	备注
CJ435	4.35×1.72×0.55	0.28	0.78	7	29.4	46.2	B级	敞棚	折角	0.38	1.46	16°	21°	−0.71	−0.691	0.671	1.22	0.4%	
JN450	4.5×1.76×0.6	0.29	0.841	7	22	43	B级	敞棚	折角	0.37	1.62	16°	20°	−0.69	−0.9	0.875	1.65	4.6%	
CJ468	4.68×1.45×0.55	0.28	0.76	6	35.3	53.3	B级	敞棚	W型	0.4	1.28	17°	20°	−0.24	−0.1	0.76	1.15	3%	
JN538	5.38×1.8×0.75	0.335	1.2	10	35.3	42	B级	敞棚	折角	0.37	1.54	14°	19.5°	−0.8	−0.78	0.685	1.43	0.4%	
CJ550	5.5×2.2×0.98	0.345	1.56	10	62.5	51.7	Ⅱ类海区	敞棚	折角	0.42	1.916	14.4°	20.1°	−0.724	−0.804	1.067	1.29	1.5%	
CJ606	6.06×2.0×0.85	0.36	1.65	10	64.7	56.25	Ⅱ类海区	敞棚	折角	0.38	1.69	14°	18°	−0.72	−0.745	0.859	1.43	0.4%	
				8	62.5	51.7		全棚							−0.71	0.82	1.36	0.17%	
JN608	6.08×2.1×0.9	0.43	1.95	12	62.5	48.7	Ⅱ类海区	敞棚	折角	0.36	1.89	13.5°	20°	−0.68	−0.9	0.77	1.52	3.6%	
		0.42	1.92	8	84.6	60		全棚							−0.81	0.71	1.36	2.1%	
RB620	6.2×2.25×1.0	0.51	1.795	8	128.7	60.07	Ⅱ类海区	敞棚	折角	0.306	2.03	20.42°	27.2°	−2.10	−1.981	1.04	0.84	1.9%	美国引进
BC630	6.3×2.1×0.9	0.4	1.96	12	62.5	43.5	Ⅱ类海区	敞棚	折角	0.35	1.90	13.9°	19°	−0.72	−0.78	0.778	1.36	0.95%	
BC640	6.4×1.9×0.8	0.28	1.31	6	44.1	47	B级	全棚	折角	0.385	1.78	0	10°	−0.43	−0.174	0.86	1.40	4%	
BC908	9.08×2.7×1.25	0.5	4.225	23	147	42	Ⅱ类海区	全棚	折角	0.385	2.34	13.5°	18°	−1.286	−1.05	1.778	1.20	2.6%	
CJ930	9.3×3.05×1.29	0.51	5.31	16	147×2	65.2	Ⅱ类海区	全棚	折角槽道	0.51	2.80	12°	17.8°	−1.41	−1.745	1.74	1.18	3.6%	总后车船研究所设计

维普资讯 http://www.cqvip.com

维普资讯 http://www.cqvip.com

5. 舾装

玻璃钢游艇、快艇的舾装起到画龙点睛的作用，对各种舾装件的要求很高。国外已有专门为游艇配套的专业舾装件厂，而国内还没有这样的专业厂。因此不少舾装件还必须自制。原则上舾装件尺寸大小应与艇相匹配，外形要美观、光洁，一般应用不锈钢、铜、铝合金及工程塑料等材料制作。

6. 使用经济性衡准

如何去衡量一艘游艇、快艇的使用经济性？不同尺度不同功率主机的艇如何进行比较？目前还找不到一个完全合理的标准。我们认为可以以排水量与航速之乘积与装机功率之比值即 $\Delta \cdot V/P_B$ 来表示较为合理。对于国内游艇、快艇的 $\Delta \cdot V/P_B$ 值达到 1 以上即为良好，超过 1.3 可认为优秀。从附表中可以看出国内艇的 $\Delta \cdot V/P_B$ 值均大于国外进口艇。当然对于一定排水量的艇选择功率大小合适的主机是相当必要的。选择主机功率不同，$\Delta \cdot V/P_B$ 值也将有些变化。一般在选择主机功率时应确保艇能达到滑行状态，并留有一定储备功率即可。初估时以每吨排水量 29kW 配套主机。我们不能偏面地追求过高航速而随意增大主机功率，那样使用经济性反而降低。

本会船舶力学及船舶设计学组 '93 学术交流会在宁召开

为迎接'94 国际内河船舶及航运学术会议（ICST' 94 Sept. 15～17，1994 镇江）的召开，交流学术及信息，江苏省造船工程学会船舶力学及船舶设计学组与南京市交通学会船体学组于 1993 年 12 月 24～25 日在金陵船厂联合举办了 1993 年度学术年会。与会代表有 50 多人，参加代表基本上是我省造船界船体专业方面有一定知名度的专家。学术委员会主任委员刘文龙先生、省造船工程学会副秘书长王端生先生、《江苏船舶》主编朱琨虎先生出席了这次会议。学组组长毛立忠先生主持了这次会议。

由孙燕、张希贵、刘文龙合著的论文《南京地区江海直达运输船舶技术经济研究》通过对南京地区进出货物的流量、流向以及货源的分析，依据江海直达运输航运水文气象条件的限制，对所拟开发船型进行技术分析，建立数学模型计算出一系列可行方案，再以内部收益率、投资回收期、净现值和必要运费率等经济指标为目标函数选出优秀船型，并讨论了各种外界因素对经济效益影响的敏感性分析，对南京地区江海直达运输船型的开发作了科学预测，对航运部门的决策有重要参考价值。

由任万通、陈岩、陈健等合著的论文《长江顶推船队专用推轮两项节能新技术——推轮首纵倾和导管前倾的前期研究》结合船模试验对两项新技术的节能效果和机理作了分析。这两项节能技术的推广应用有可能导致一种新船型的诞生。

常州玻璃钢造船厂研究所刘才法的论文《国内玻璃钢游艇快艇设计初探》介绍了玻璃钢快艇的设计特点、参数选择和设计经验。

常州市船检处丁芳源对玻璃钢快艇的结构强度和抗沉性衡准作了探讨，提出了剖面模数计算的公式及满足规范要求的措施。

本次交流会的学术气氛很浓，讨论十分热烈，对每篇论文都进行了深入的探讨，代表们也发表各自的见解，提出了很多宝贵的建议。最后，刘文龙先生作了会议小结，并对学组今后的工作提出了要求。会议在热烈欢快的气氛中结束。（刁红华）