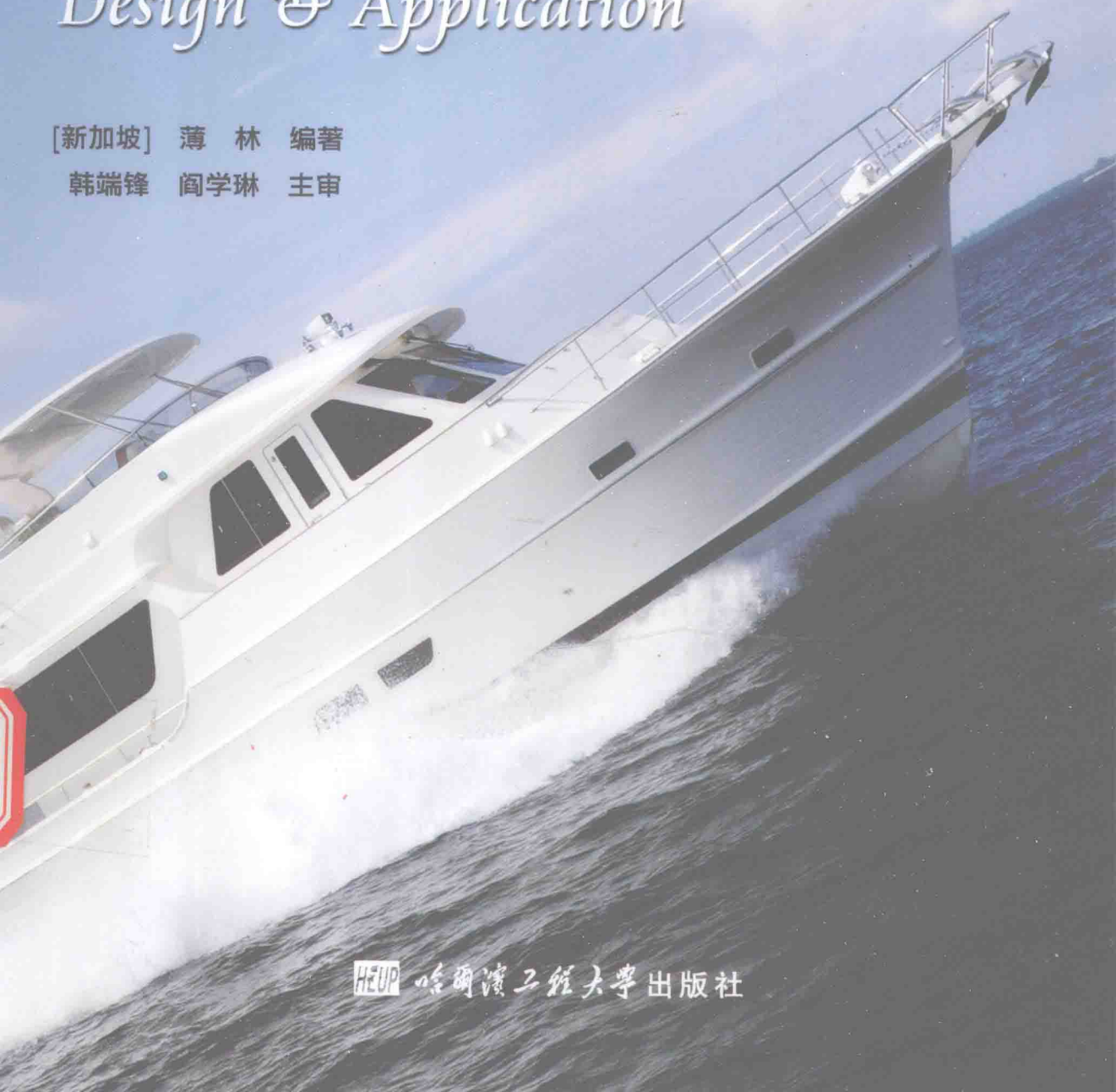


现代游艇 设计和应用

*Modern Yacht
Design & Application*

[新加坡] 薄 林 编著
韩端锋 阎学琳 主审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

现代游艇设计 and 应用

(新加坡) 薄 林 编著
韩端锋 阎学琳 主审

内 容 简 介

本书比较全面、完整、翔实、系统地介绍了现代游艇设计的全过程,其内容主要包括:1. 游艇的分类、设计阶段的划分和各阶段的设计内容;2. 游艇主要参数的选择、艇型的分类和航速的估算、型线的设计、游艇的总布置、机舱和油水箱布置、进排气系统布置等;3. 游艇建造材料的选择、玻璃钢单板和夹层板的性能计算、游艇的结构设计和细节设计;4. 游艇重量的基本分类、初步估算和详细计算以及在建造过程中的控制,游艇在静水和风浪中的稳性校核、中高速下动态不稳定性的分析;5. 游艇性能的估算,包括阻力和有效功率的预测、螺旋桨的设计、艇-机-桨的匹配、适航性的估算以及游艇在随浪中的“甩横”(Broaching)分析;6. 游艇的艏隧道和附体设计,附体主要包括艏舵、防溅条、压浪板(Trim Tab)、阻流板(Interceptor)、桨轴、轴支架、侧推器等。

本书也介绍了游艇设计和建造中常用的几种试验:船模水池试验、倾斜试验、实艇试航以及动态不稳定性试验。此外,还给出了几个附录:ISO 游艇结构建造规范(节选),B系列、高恩(AEW)、高恩-勃立尔(KCA)图谱的数学表达式。

图书在版编目(CIP)数据

·现代游艇设计和应用/(新加坡)薄林编著. —哈尔滨:

哈尔滨工程大学出版社,2016. 1

ISBN 978-7-5661-1182-1

I. ①现… II. ①薄… III. ①游艇-设计
IV. ①U674. 910. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 317041 号

选题策划 史大伟
责任编辑 薛 力
封面设计 恒润设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 24
字 数 615 千字
版 次 2016 年 1 月第 1 版
印 次 2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价 88.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

序

随着我国船业走向国际市场,游艇业也逐步发展起来。近十余年来发展迅速,游艇制造企业约有120家,分布在30个省市,产品在国内外都有销售。以“娱乐船和运动船的建造和修理”项目所进行的统计表明,2003年,规模以上的该类企业有17家,其销售收入为3.78亿元;2013年,企业有54家,销售收入达到49.28亿元,企业数增长了3.2倍,销售收入增了13倍。近几年,在有关政策的支持下及规范的完善,国内游艇的销售呈现大众化趋向,钓鱼艇、摩托艇及中小游艇需求增加。有的游艇制造企业还建造了不少公务艇和边防艇。不同国家和地域对游艇的需求也存在一定差异,美国游艇的销售量全球第一,但以中小型游艇为主;欧洲却偏好大型和豪华型游艇。我国游艇建造业面对国内外地域广大而又多种需求的市场,但游艇的设计和建造水平特别是设计水平与国际先进水平相比仍有不少差距,对游艇进行创新型设计,打造中国品牌,需要造船人的努力,因此我向有志于从事这方面工作的读者推荐这本书。

本书的作者是哈尔滨工程大学(当时叫哈尔滨船舶工程学院)1977级船舶工程专业的学生,毕业后从事船舶工程方面的工作,之后以优异的成绩考取全额奖学金,自费赴英深造,选择游艇作为终身从事的领域,并在新加坡一家美国著名的游艇公司任首席设计师。

作者有着30多年船舶特别是游艇设计和建造方面的经验,参考了大量的国外资料,前后花费6年的时间写成这本《现代游艇设计和应用》,在国内还从未见过类似的书籍,2013年出版的《船舶设计实用手册》只在总体分册中提到3种快艇船型。这本书对游艇的设计和建造具有很高的实用价值,目前,也可以作为游艇设计手册来使用。

全书共分10章,有281个图表、312个公式、136个参考资料、还有6个附录,几乎包含了游艇设计整个过程所需的资料。全书不仅提供了现代游艇设计的一些设计准则,也给出了众多的计算公式和设计图表,还介绍了几种非常有用的试验规程,更为可贵的是书中列举了大量的设计范例,对读者的理解和应用很有参考价值,所留的作业也独具匠心。作者在前言中指出,游艇设计中很重要的外型设计和成本核算在此书中很少涉及,我想,外型设计很大程度上取决于船东,成本核算很大程度上取决于市场形势和船厂,也不算什么瑕疵。

我相信本书将会为我国现代游艇设计再上一个台阶、为我国游艇产业的创新发展做出贡献。



2015年12月

前 言

游艇是一种集航海、运动、娱乐、休闲、商务于一体的水上高级运载工具。随着现代生活的日渐富裕,购买豪华私人游艇的富豪也越来越多,拥有游艇不仅使他们有了一个水上休闲、娱乐、商务、联谊活动的高级场所,而且也成为了一种身份地位的象征。

现代游艇大约起始于20世纪50年代初。在60年代中期,国外游艇的设计和建造发展迅速,80年代走向了它的辉煌时期。此后,随着世界经济的发展和危机,游艇制造业也时起时落。2007年的金融危机对国外游艇工业的打击,直至现在也没有完全恢复过来。

改革开放以来,国内游艇业的发展非常迅速,似乎有一种大跃进的趋势,呈献出一派“欣欣向荣”的景象。其实,与国外游艇业相比,国内游艇业无论是在设计建造、产品质量、售后服务等方面都存在不少问题,特别是在游艇的研制、开发和设计方面,在国际游艇市场上自创的品牌不多,需要走的路还很长。现在,国外人们一提到“中国制造”的游艇,其固有成见就是:虽然便宜,但质量不行。

中国游艇业的出路在哪里?“走出去才有路”。就人均拥有游艇的比例来说,国内市场好像潜力不小,但从国人的生活习惯、游玩文化等考虑,却无法和外国相比,实际上国内的市场并不很大,也不太成熟。而国外游艇市场大多数集中在北美、欧洲、澳洲、中东和日本,其中主要是美国,占世界市场的65%左右,其次是欧洲,约占25%,其他地区占10%。

但如何才能走出去呢?我以为,只要把上述那种成见变成“虽然便宜,但质量还行”就成,进一步,如果能变成“虽然便宜,但质量很棒”则更好。此处的质量指的不仅仅是建造质量,更多是指设计质量。遗憾的是,由于国内缺乏游艇设计和制造方面的高端人才,也少有自己的核心技术,这使得游艇的产业升级换代受到制约,很难跨上一个新的台阶。怎么办?除了短期从国外引进少量的人才和必要的技术外,根本的办法应该是:在国内游艇设计和制造方面培养自己的高端人才,掌握自己的核心技术。本书的撰写目的就在于此。

本书主要是为有志于从事现代游艇设计的大学高年级学生、研究生以及正在从事现代游艇设计的初级设计师编写的,假设读者已具备了足够的基础和专业知识的,本书对此就没有多做介绍。如果读者需要,可参考有关书籍。

虽然本书比较翔实、系统地介绍了现代游艇设计的全过程,但对游艇设计的两项重要内容:外型设计和成本核算却很少提及,这主要是自己在这两方面不擅长之故。另外,书中的有些内容也属于自己的一家之言,不一定正确,如果读者有不同看法,欢迎提出宝贵意见。

编者 薄林

2015年6月

责任编辑电子邮箱:chbjjs@126.com,编者电子邮箱:bolin_007@yahoo.com。

致 谢

不知不觉间,如今已在造船界摸爬滚打了33年,其中有10年时间在国内武汉701研究所从事水面舰艇的设计和研究。1992年,去了英国继续深造。毕业后,来到新加坡一个美国游艇制造公司从事豪华私人游艇的设计和制造工作。说来自已十分幸运,在701所工作时,就受到陈裕师、沈昌炎等研究员的多方关照,受益匪浅。后来,又在美国游艇制造公司有幸和游艇界的两位顶级专家 Bruce 和黄源斌一起共事,又学到了许多。在此谨向以上几位表示衷心的感谢。

另外,还要感谢两位快艇研究和设计大师:唐·布朗特(D. Blount)和丹·沙维斯基(D. Savitsky)。虽然我们素未谋面,但从他们众多的研究报告、学术论文中获得的知识,不仅在本书中得到广泛引用,而且在工作中也解决了许多实际问题。如果本书还有点价值的话,那也是因为他们的成果有价值。

在本书成书的过程中,张启泉研究员级高工、薄利峰工程师、薛力编辑帮助收集了许多宝贵的资料。哈尔滨工程大学韩端锋副校长和某研究所的阎学琳研究员多次审阅全书,其认真负责、一丝不苟的态度,才使本书的质量有了保证。更值得一提的是哈尔滨工程大学副校长魏潋教授,没有他的促成,书稿很可能还躺在抽屉里。难能可贵的是中国船舶重工集团公司前总经理、中国造船工程学会现任理事长黄平涛前辈用点睛之笔为本书作序。对于他们无私的帮助,本人感激不尽。

最后不能忘了感谢自己的家人:夫人 Celia 高、女儿薄婧和子娟,还有女婿 Bevin 和外孙女 Anya(安雅)。正是薄婧和 Bevin 的提议,我才在6年前开始本书的写作。因为白天要工作,只有在晚上、周末、节假日才有自己的支配时间,为此,夫人承担了家里的全部家务和小女儿的学习辅导,使我能全身心地投入到此书的写作上。开心果安雅的笑脸就是最好的充电器,每当累了和她玩玩,疲劳就顿时消失。正是家人背后默默地支持、鼓励和奉献,我才能坚持下来顺利结束这次6年的长征。

编者 薄林

2015年6月

目 录

第 1 章 游艇设计绪论	1
1.1 概述	1
1.2 现代游艇的分类	2
1.3 游艇设计过程	4
1.4 游艇设计资料	7
第 2 章 游艇的艇型设计	9
2.1 概述	9
2.2 主要设计参数	10
2.3 游艇的航速分类和估算	23
2.4 型线设计	30
第 3 章 游艇的总体布局	50
3.1 概述	50
3.2 总体布置	50
3.3 机舱和油水箱布置	69
3.4 进排气系统的设计	76
第 4 章 游艇的结构设计	85
4.1 概述	85
4.2 游艇的建造材料	85
4.3 玻璃钢的性能计算	93
4.4 游艇结构设计	111
第 5 章 游艇的重量重心	124
5.1 概述	124
5.2 重量的基本分类	125
5.3 重量的初步估算	127
5.4 重量、重心的计算和控制	132
5.5 倾斜试验	136
第 6 章 游艇的稳定性能	143
6.1 概述	143
6.2 稳性的基础知识	143
6.3 游艇在风浪中的稳性	151
6.4 游艇的稳性标准(ISO)	153

6.5 动态不稳定性(Dynamic Instability)	162
第7章 游艇的阻力性能	177
7.1 概述	177
7.2 棱柱形滑行艇阻力计算	178
7.3 中高速游艇有效功率预测	194
7.4 中速游艇有效功率预测	206
7.5 船模水池试验	211
第8章 游艇的推进性能	221
8.1 概述	221
8.2 螺旋桨的基本知识	222
8.3 游艇用螺旋桨系列	227
8.4 螺旋桨、主机和游艇的匹配	247
8.5 实艇试航	260
第9章 游艇的适航性能	269
9.1 概述	269
9.2 波浪的基本特征	270
9.3 适航性的计算和分析	274
9.4 在随浪和艏斜浪中的性能	292
第10章 游艇的附体设计	300
10.1 概述	300
10.2 螺旋桨艏隧道(Tunnel)设计	300
10.3 艏舵(Rudder)设计	308
10.4 防溅条(Spray Strip)设计	320
10.5 航行纵倾角调节装置的设计	322
10.6 其他附体的选择	328
附录I 单位对照、换算和常用常数	340
A1.1 单位对照	340
A1.2 单位换算	341
A1.3 书中所用常数	342
附录II 游艇结构设计规范(ISO 12215-5)	343
A2.1 应用范围和基本参数	343
A2.2 设计压力	345
A2.3 外板和结构件的尺寸要求	348
A2.4 外板和结构件的尺寸校核	353
附录III 游艇倾斜试验报告	354

附录 IV B 系列图谱的数学回归	361
A4.1 推力、扭矩系数 ($R_n = 2 \times 10^6$)	361
A4.2 推力、扭矩系数修正 ($R_n > 2 \times 10^6$)	364
附录 V 高恩 (AEW) 图谱的数学回归	365
A5.1 推力系数	365
A5.2 扭矩系数	366
附录 VI 高恩——勃立尔 (KCA) 图谱的数学回归	368
A6.1 推力、扭矩系数 (背空包 $\leq 10\%$)	368
A6.2 推力、扭矩系数修正 (背空泡 $> 10\%$)	369

第1章 游艇设计绪论

1.1 概 述

游艇是一种集航海、运动、娱乐、休闲、商务于一体的水上高级运载工具。随着现代生活的日渐富裕,购买豪华私人游艇的富豪也越来越多,拥有游艇不仅使他们有了一个水上休闲、娱乐、商务、联谊活动的高级场所,而且更是一种身份和地位的象征。

现代游艇大约起始于20世纪50年代初。在20世纪60年代中期,得益于玻璃钢(FRP)复合材料在游艇界的应用,游艇的设计和建造在国外有了质的飞跃。经过近20年的蓬勃发展,游艇工业在20世纪80年代走向了它辉煌的顶峰。此后,随着世界经济的发展和衰退,游艇制造业也开始起起落落。特别是2007年的金融危机给了游艇工业沉重的一击,直至现在才有点起色。但危机之中也可能蕴藏一些转机,在国外游艇业不景气的时候,也许正好能给国内游艇业的发展带来机遇。

的确,前些年,国内游艇业的发展势头很猛,各地纷纷抢占“码头”,特别在沿海、沿江地区更是出现过一股热潮,大有大干一场的架势。但近几年,这种发展势头受到了较大的遏制,目前正处在一个调整阶段。在国内游艇业的发展过程中,从业者一定要保持头脑的清醒,要认识到与国外游艇业相比,国内发展的时间还比较短,仍然处在一个初创的时期,无论是设计建造、产品质量还是售后服务等方面都存在许多问题。另外,国内制造厂家虽然不少,但缺乏有效的行业管理,大部分是各自为战,真正在国际游艇界知名的并不多。特别是在游艇的研制、开发和设计方面,很少有自创的品牌能在国际游艇市场上争雄,国内游艇业需要走的路还很长。希望国内游艇界的同仁不要只在国内市场上争一日之长,更要在国际市场上拼出一片天地,真正改变国外对“中国制造”游艇的固有成见——便宜,但质量不行。

国外游艇市场多数集中在北美、欧洲、大洋洲、中东和日本,其中主要是美国,占世界市场的65%左右,其次是欧洲,约占25%,其他地区占10%。同时,美国也是游艇设计和建造最发达的国家,而欧洲,特别是意大利的游艇在设计 and 造型方面有其独到之处,颇受消费者欢迎。

国内的游艇市场还没有成熟,在国际市场上所占份额也很小。更重要的是缺乏游艇的设计和制造人才,没有自己的核心技术。这极大地制约了游艇行业的发展,很难跨上一个新的台阶。本书就是想在培养游艇的设计和制造人才方面有所献益。

游艇设计的未来会着重于“绿色环保”,最有可能应用于游艇的减碳措施大概会是燃料电池加电力推进。此外,太阳能在游艇上的应用也会更加广泛。

本书的内容主要涉及中小型单体玻璃钢游艇的设计,究其原因,并不是其他种类的游艇不重要,只是因为当今这类游艇应用最为普遍而已。

1.2 现代游艇的分类

现代游艇的用途各异,分布甚广,再加上各种个性化的设计,真可谓百花齐放、种类繁多,要给出一个精确的分类还真不容易。如果一定要分类的话,可按下列几个方面来分:

1.2.1 按尺度大小分类

游艇的大小一般按总长 $L_{\text{总}}$ 来分类,大致可分成:

(1) 小型 ($L_{\text{总}} \leq 12 \text{ m}$)

小型游艇是游艇界的普罗大众,其设计和建造都比较简单,一般都是批量生产,价格也相对便宜。尺寸稍大一些的小型游艇会在甲板下面配备 1~2 个简易住舱和盥洗室,艇主或客人可以在艇上住宿、用餐、娱乐,但尺寸较小的游艇则仅有一些座位,只适用日间游玩。这种小型游艇最受青年或游艇初涉者的欢迎,如图 1-1 所示。

(2) 中型 ($12 \text{ m} < L_{\text{总}} \leq 24 \text{ m}$)

中型游艇是游艇界的中产阶级,也是主力军。这种游艇的设计和建造都比较讲究,装潢华丽,造型漂亮。尺寸小一些的游艇也有批量生产的,但大一点的游艇都会根据客户的要求采用个性化的设计,这种游艇的价格很贵,但其性能优越,装备齐全,有驾驶室、沙龙 (Salon)、飞桥甲板,有的还设置软篷或硬顶 (Hard Top)。艇上一般配备有 2~4 个舒适住舱 (包括主人舱和客舱)、1~3 个盥洗室、1 个厨房,有的还有专用办公室、船员专用舱。这种游艇可以在海上航行较长的时间,是真正“玩家”的最爱,如图 1-2 所示。



图 1-1 Azimut Atlantis 10 m 运动游艇



图 1-2 Ferretti 21 m 豪华游艇

(3) 大型 ($24 \text{ m} < L_{\text{总}} \leq 32 \text{ m}$)

大型游艇是游艇界的贵族。这种游艇的设计和建造都很讲究,一般会根据客户的要求采用个性化的设计,装潢也有专门的室内设计师设计。这种游艇的价格昂贵,其性能更加优越,装备更加高级,一般有两层及以上的上层建筑,有两个驾驶室、多个沙龙或会务室、多层甲板,一般配备有 4 个或以上的豪华住舱和 3 个或以上的盥洗室、多个厨房、专用办公室、船员专用舱。可以长期在全球的海上航行。大型游艇是富豪们显示身份的最佳产品,如图 1-3 所示。

(4) 超大型 ($L_{\text{总}} > 32 \text{ m}$)

如果大型游艇是游艇界的贵族,那么,这种超大型游艇就可称为皇族。超大型游艇的设计和建造都非常讲究,当然其价格也极其昂贵,不是普通人可问津的,在此省略不提,如图1-4所示。



图1-3 Lazzara's LSX 28 m 豪华游艇



图1-4 Arion 37 m 超豪华游艇

1.2.2 按用途分类

如果按游艇的用途来分类,粗略可分成:

(1) 高速运动型

高速运动型游艇包括水上运动快艇、高速赛艇等。其尺度较小、速度很高,为了减小高速航行时的空气阻力,甲板一般为敞篷式,造型呈流线型,让乘客有“飞”的感觉。

(2) 休闲商务型

这型游艇的尺度不一、功能齐全、内装豪华、造型各异,其配套设施根据游艇的豪华程度可按功能或根据客户的需求来设计。这种类型的游艇既可以用作家庭的休闲娱乐,又能作为朋友聚会的地方,还可当作商务联络的场所。其中,休闲型游艇比较在意家庭氛围,配备有豪华的主人舱、客舱、盥洗室、厨房,也有驾驶室、沙龙、飞桥甲板、前后甲板、日光浴,还有电视、音箱、卡拉OK等多种娱乐器材和最先进的科技设备,有的还设置办公室。商务型艇除了与休闲型相似外,更注重设计的品位,配备有专用会客室。

(3) 出海钓鱼型

顾名思义,出海钓鱼型游艇除了有若干舒适的住舱、盥洗室以及必要的航海设备外,还有完整的钓鱼设备,其主要特征是驾驶室处于最高位置便于观测,后甲板高度较低,并离水面很近。

(4) 综合用途型

这型游艇兼具休闲、商务、钓鱼等多种功能。

1.2.3 其他分类

其他分类包括:

(1) 按艇体材料来分有木质材料、金属材料、玻璃钢材料等;

(2) 按推进系统来分有风帆推进、传统轴系推进、Z形传动推进、舷外挂机推进、喷水推进等;

(3)按速度高低来分有低速(排水式)、中低速(高速排水式)、中速(半滑行式)、中高速(滑行式)、高速(全滑行式)等;

(4)按价格档次来分有经济型、中档型、豪华型、超豪华型等;

(5)按艇体数量来分有单体艇(Monohull)、双体艇(Catamaran)(图1-5)、三体艇(Trimaran)(图1-6)等。



图 1-5 双体游艇



图 1-6 三体游艇

1.3 游艇设计过程

1.3.1 简介

“游艇的设计是游艇产业链中非常重要的一环,也是目前我国游艇产业最薄弱的环节之一。我国约有10所高校有船舶设计专业,但到目前为止没有一所高校有游艇设计的课程。这就导致我国游艇设计人才非常匮乏。高校传授的船舶设计和游艇设计有非常大的区别,主要表现在……”

——引自2010年《中投顾问》:“我国游艇产业迎来快速发展期”。

的确,虽然游艇业是造船行业的一个新的分支,但游艇的设计与普通船舶的设计却有很大的差别,主要区别在于普通船舶的重力由浮力来平衡,一般航行在速度较低的排水速度内,其设计多注重经济效益。而游艇多数航行在半滑行或全滑行速度范围内,作用于艇上的力为静浮力和水动力的组合,受力更为复杂,其设计十分讲究,除了要考虑一般的性能外,更注重艇上乘客的舒适性、娱乐性、私密性以及安全性,因此,对控制艇的摇摆运动、振动和噪声更为严格。此外,对艇的外形设计(美观、大方、有特征)和内装设计(舒适、艺术、有特色)也特别重视。

1.3.2 设计要求

客户提出的要求是游艇设计的基础,当设计师接到任务后,首先要评估一下它的可行性,从专业角度给出自己的意见。并不是客户的所有要求都能满足,如果只是一味地迁就他们的某些不尽合理的要求,最后就无法成功地设计出真正优秀的游艇。所以,一个优秀的设计师首先要学会技巧性地说“不”,并要向客户做出合理解释,切忌为了拿到合同什么都答应,不然就得“吃不了兜着走”。另外,游艇的设计不要期望每个方面都能达到“最优”,

重要的是懂得取舍,学会权衡,一个综合性能优异的设计才是“最佳”设计。

游艇的设计要求会因客户个人的喜爱而有很大的区别,有的客户追求时尚,喜欢刺激,有些客户喜欢古典,享受休闲,有些要求功能单一,而另一些则要用途多样,林林总总,不一而足。不管怎样,在游艇的设计要求中都会有下面的几项:

(1) 游艇的总长 $L_{\text{总}}$ (m) 和其他尺度的限制。游艇的总长常由其价格决定,而其他尺度的限制多与航行区域有关,比如与水深有关的最大吃水,与桥高有关的最大艇高等;

(2) 游艇的满载排水量 Δ (kg), 这也是一个决定游艇价格的因素;

(3) 游艇的燃油装载量(L) 和淡水装载量(L);

(4) 游艇的最大速度(kn)、巡航速度(kn) 和经济航速(kn);

(5) 游艇的外形要求和内装要求;

(6) 游艇的舱室要求,包括住舱、盥洗室的数目、厨房、驾驶室、沙龙等;

(7) 游艇的结构设计,建造材料与特殊工艺等;

(8) 游艇的主要设备,如主辅机、舵机、减摇装置、电气电子设备等;

有的游艇客户还会对稳性和适航性提出特别的要求。

1.3.3 设计过程

在游艇设计过程中,设计师常会用到设计螺旋(Design Spiral)。不同的设计师采用的设计螺旋可能不尽相同。图 1-7 是其中一种。

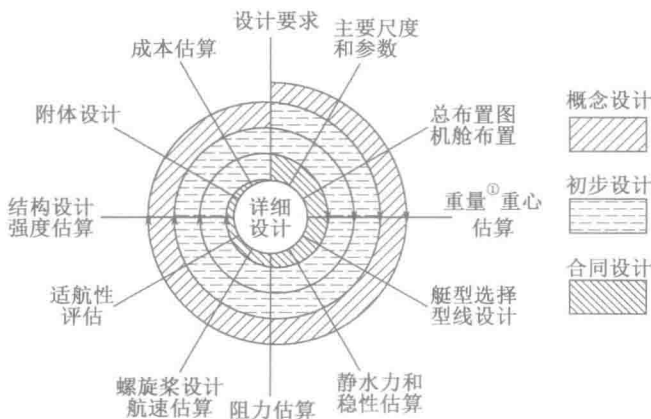


图 1-7 设计螺旋之一

在设计新艇时,并不一定非要严格遵循图 1-7 中的顺序,可以根据不同的要求和不同的设计阶段来灵活调整。如果是旧艇改造,其中的某些步骤也可省略。

从图 1-7 设计螺旋可以看出,在接到游艇的设计要求后,一个设计师通常会按下面 3 (或 4) 个设计阶段来开始游艇的设计。在设计各个阶段,只要发现新艇的任何一项性能不能满足要求,或者是满载排水量离目标太远,就得考虑重新设计或更改客户的要求。

① 这里的“重量”是船舶行业的习惯用法,在此书中“重量”表示“质量”。

1. 概念设计(Concept Design)

在概念设计阶段,游艇设计师需与游艇客户、建造公司共同协商,对所要设计建造一个什么样的游艇达成一个基本的共识。在此阶段如果能选到一条或几条与新艇要求相近的“母型”艇,常常会有事半功倍的效果。

此阶段涉及的内容主要包括:

- (1)参考统计值或“母型”资料初步给出新艇的主尺度、艇型参数和排水量。
- (2)根据客户的要求以及流行趋势绘出几个新艇的侧面外形轮廓、简单的总布置、机舱布置草图,并列出一些主要设备(像主机、发电机等)的清单。
- (3)参照母型艇的资料或用近似公式来初步估算游艇的重量和重心,并要留有足够的设计裕度。
- (4)初步决定艇型,并绘出简单的型线侧面、平面、艏部、艉部剖面草图。
- (5)用一些近似公式或按图表初步估算游艇的基本性能(如阻力、推进、航速、稳性、适航性等),并根据对性能的影响而权衡选取各种参数。
- (6)初选可能的建造材料,绘出简单的结构设计草图。
- (7)粗估建造成本。

此阶段的要点是:

- (1)按初步选择的主尺度、总体布置的草图分配好甲板的面积、内部空间的体积。
- (2)统一权衡艇的建造材料、推进系统、重量重心等以取得最优的组合性能。

实际上此阶段就是把基本的设计框架定下来,防止在以后的阶段出现颠覆性的问题。如果完成一个循环后结果比较满意,而且也得到客户的认可,就可进行下一阶段的设计,但是,若发现达不到客户的要求,就得重复进行。如果经过几次反复后还是无法达到,就得向客户解释清楚,并和他们协商尝试改变设计要求。

2. 初步设计(Primary Design)

这是游艇设计的主要阶段。此阶段首先要把艇体型线、艇体和上层建筑的结构、主机数量、功率、减速比、推进器尺寸、油水箱的尺寸和位置、发电机容量、加热/通风/空调容量、机械设备、电气电子系统、厨房设备、家电等决定下来,然后,进行重量和重心、静水力和稳性计算,以确保新艇有足够的稳性。接着,要预测新艇的性能以确定是否可取得最大的设计航速、巡航速度下的续航力,也要检查新艇的适航性及结构,以确保风浪中艇上人员不会感到不适,游艇本身的强度和刚度也要足够。

此阶段涉及的内容主要包括:

- (1)初步确定新艇的主尺度、艇型参数和排水量。
- (2)初步确定新艇的造型、艇型,绘制比较准确的二维、三维型线图。
- (3)绘制比较准确的侧面外形图、总布置图、纵中剖面图、艏剖面图、机舱、轴系、艉舵、油水箱布置图,并给出比较详细的设备清单。
- (4)按选定船级社的规范进行强度计算和结构设计,绘制比较准确的构建图(Construction Drawing)、FRP铺层图(Lamination Drawing)、结构图等。

(5) 比较详细地计算游艇的重量和重心,并留有一定的设计裕度。

(6) 应用本书所学内容计算新艇的基本性能——阻力、推进、航速、续航力、稳性、适航性等,有些客户还会在此阶段要求进行船模水池试验以验证艇的阻力等性能。

(7) 比较详细地计算建造成本。

此阶段可能需要多个循环才能把设计方案确定下来,一旦得到客户的认证,此后修改的机会就比较少,所以,在此设计阶段一定要充分论证,解决所有重大的技术问题。之后,就可开始进行合同设计和详细设计。

3. 合同/详细设计(Contract/Detail Design)

这是游艇设计的最后阶段。合同设计的对象是客户,而详细设计主要是针对游艇的制造商。如果游艇的设计是由制造商委托,二者可合二为一。在这个阶段,对新艇的基本要求,像艇的性能、建造质量应该有清晰地规定,或在图纸上明确地表现出来。此阶段的设计内容和初步设计的基本相同,只是加了更多的细节并深化而已。除此之外,还要准备一份关于艇体、轮机、电气电子系统、舾装、内装的详细建造说明书和一套详细的施工图纸。

1.3.4 主要计算书和绘图一览表

游艇的设计不是游艇设计师一个人就可以全部完成的,它应有一组专家配合才行,这些专家包括外型设计师、内装设计师、结构工程师、轮机工程师、电气工程师等,但游艇设计师一定是这个组合的核心,他/她除了要有扎实的基础知识,比如静力学、阻力与推进、适航性能、结构力学、噪声与振动等外,还需要有足够的游艇设计经验和很强的分析、解决问题的能力。游艇的设计最终会体现在为客户提供的计算书和绘图资料中。这些资料可能因人而异,下面的内容仅供参考。

1.4 游艇设计资料

1.4.1 计算书(表1-1)

表 1-1 主要计算书

	名称	格式	备注
1	静水力计算和曲线	Excel	用专门软件,像 Maxsurf, Rhino 等
2	形状稳性力臂计算和曲线	Excel	用专门软件,像 Maxsurf, Rhino 等
3	结构和强度计算	Excel	参考第 4 章
4	重量和重心的计算	Excel	参考第 5 章
5	初稳性和纵倾计算	Excel	参考有关资料
6	完整稳性计算	Excel	参考第 6 章
7	艇体阻力和有效功率计算	Excel	参考第 7 章
8	螺旋桨设计和航速计算	Excel	参考第 8 章
9	轴系振动计算		由主机供应商提供
10	破损稳性计算		主要针对大型游艇

1.4.2 设计图(表 1-2)

表 1-2 主要设计图

	名称	格式	备注
1	艇体型线图	2D,3D	2D 型线图包括型值表
2	艏隧道设计图	2D,3D	包括形式、尺寸、位置等
3	上层建筑型线图	2D,3D	包括一些细节,如转角半径等
4	总布置图	2D,3D	包括内部舱室、沙龙、驾驶室布置图
5	外部侧视图、甲板平面图	2D,3D	包括水线以上的侧视图、甲板布置图
6	构建(Construction)图	2D,3D	包括隔舱尺寸、地板高、层高等
7	机舱、油水箱布置图	2D,3D	包括机舱内设备、油水箱设备等
8	舵、轴系布置图	2D,3D	包括舵、桨、轴支架、轴、主机等
9	艇体铺层(Hull lamination)图	2D,3D	包括艇底、艇侧 FRP 铺层等
10	艇体结构图	2D,3D	包括纵向、横向结构尺寸、铺层等
11	上层建筑铺层图	2D,3D	包括甲板室、飞桥甲板的铺层等
12	上层建筑结构图	2D,3D	包括甲板室、飞桥甲板的结构等
13	主机安装图	2D,3D	包括主机的撑脚、固定背板等
14	油水箱设计图	2D,3D	包括油水箱的材料、尺寸等
15	主机舱进排气布置图	2D,3D	包括进气、排气口尺寸,消音器等
16	游艇外部效果图	2D,3D	如艇的甲板和侧面图
17	游艇内装效果图	2D,3D	如艇的甲板室和舱室布置图
18	其他细节图	2D,3D	如甲板和艇侧连接等

1.4.3 试验说明书(表 1-3)

表 1-3 主要试验说明书

	名称	格式	备注
1	倾斜试验	Excel	参考第 5 章
2	船模试验	Excel	参考第 7 章
3	实艇试航	Excel	参考第 8 章