



航海模型 F1E 艇、ECO 艇竞赛特点和艇型设计

周建明

摘要: 航海模型竞赛项目中的竞速艇 F1E 艇和 ECO 艇是同一种类型的滑艇,由于它们的比赛规则不同,所以艇型设计也有所差异。为了提高航海模型 F1E、ECO 项目的运动技术水平,本文从研究当今世界航海模型发展趋势、项目特点出发,对 F1E 艇和 ECO 艇竞赛特点及艇型特性进行了分析研究,提出了新的艇型设计方向。

关键词: 航海模型 F1E、航海模型 ECO;设计;特点

中图分类号: G808.3 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2016)02-0090-04

Competition Characteristics and Boat Type Design of F1E Boat & ECO Boat of Marine Model Ships

ZHOU Jianming

(Military Sports Club of Shanghai, Shanghai 200083, China)

Abstract: F1E boat and ECO boat are the same kind of planing boats in the competition items of marine model ship sport. Due to their different competition rules, the designs of the boats are different. In order to improve the technical level of F1E and ECO boats, the article analyzes the competition characteristics and the specialties of the boat types of F1E and ECO boats and suggests a new way for boat type design.

Key Words: marine model ship F1E; Marine model ship ECO; design; characteristics

航海模型竞赛项目中的竞速艇 F1E 艇(无线电遥控电动三角绕标竞速赛)和 ECO 艇(无线电遥控无限级制电动三角绕标追逐赛)是同一种类型的滑艇,但由于它们的比赛规则不同,各自的竞赛特点也不一样,所以它们的艇型设计也应有所差异,目前国内外尚无对这两种竞速艇竞赛特点和艇型进行分析对比的理论研究文章。为了更好地提高我国航海模型 F1E、ECO 项目的运动技术水平,在世界锦标赛上不断夺取优异成绩,本文从研究当今世界航海模型发展趋势、项目特点出发,对 F1E 艇和 ECO 艇竞赛特点及艇型特性进行了分析研究,提出了新的艇型设计方向,旨在为提高我国航海模型运动成绩贡献一份力量。

1 当今世界航海模型发展趋势和项目特点

世界航海模型竞赛项目分为 5 大类(仿真模型、帆船模型、动力艇模型、耐久模型、仿真航行模型),有 40 余个单项比赛,比赛形式有单艇(艘)模型绕标和多艇模型追逐竞赛等,模型动力除了帆船模型是靠自然风力外,还有电动机、蒸汽机、甲醇内燃机、汽油内燃机等。

当前,在世界的各个领域(包括体育项目)中,环保是一个人们关注的问题,世界航海模型联合会(NAVIGA,我国唯一参加的航海模型世界性组织)的首脑们在项目设置上动足了脑筋,想让航海模型各个项目更环保、竞争更激烈,以获取各国政府、航海模型协会及广大运动员的支持,使观看航海模型比赛的观众兴趣更高,从而扩大航海模型项目在世界上的影响。于是,以蒸汽机动力模型被淘汰(观赏性

差),甲醇内燃机和汽油内燃机动力模型比赛项目逐渐减少或合并(有噪音、略有污染),而帆船模型和使用电动机、锂电池的环保项目得到越来越多的重视,竞争激烈的多艇(无刷电机动力竞速艇)同场追逐竞赛的项目陆续推出。

在航海模型 F1E 和 ECO 项目竞赛的小范围中,F1E 艇和 ECO 艇的艇型区别目前还比较模糊。因为我国运动员 F1E 项目的成绩一直处于世界领先地位,艇的速度快,回转性能好,因此,世界锦标赛中,国内外国许多运动员模仿我国的 F1E 艇艇型设计制作了竞速艇模型参加 ECO 项目竞赛(竞赛规则只限制锂电池的电压、重量,不规定艇型),由于竞赛形式不同,成绩并不理想。现在,大家已经意识到了这一点,开始改进艇型,但由于缺乏理论指导,设计的艇型各不相同,比赛成绩也有好有差。要提高运动成绩,设计一个适合 ECO 项目多艇航行竞赛的艇型已经不容延误了。

2 F1E 艇和 ECO 艇的竞赛特点以及艇型特性分析

世界航海模型联合会曾经设置了许多单艇模型竞赛的项目,这些项目至今仍是世界锦标赛的竞赛项目,F1E 艇竞赛就是其中的一项。几年前,新设置了一些多艇模型追逐竞赛的项目,ECO 项目就是其中之一。

航海模型竞速艇项目比赛的三角形场地(标准竞赛场地是边长 30 m 的等边三角形),可以进行这两种不同类型模型的比赛:F1E 竞速艇项目(单艇航行竞赛)和 ECO 竞速艇项目(多艇航行竞赛)。

收稿日期: 2015-12-28

作者简介: 周建明,男,中级教练员,上海市军事体育俱乐部海建模运动管理部主任。主要研究方向:运动训练。E-mail: zjm86@hotmail.com。

作者单位: 上海市军事体育俱乐部,上海 200083。

F1E 竞速艇竞赛是一艘竞速艇在水池里按规定航线航行比赛,记时,航行结束后,第二艘艇再下水比赛,F1E 艇惊人的速度,让观看者惊叹不已。图 1 是 F1E 竞赛航行路线图。

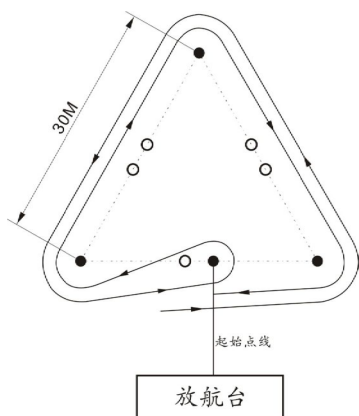


图 1 F1E 竞赛航行路线图

Figure 1 Navigation Map of F1E Competition

ECO 竞速艇竞赛是同时有 6~8 艘艇在水池里进行追逐航行比赛,在 6 min 规定时间内看哪一艘艇航行圈数最多。图 2 是 ECO 竞赛航行路线图。

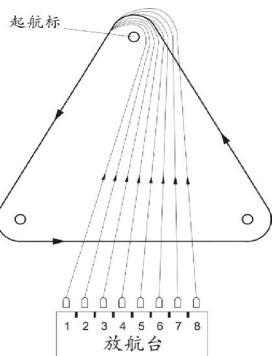


图 2 ECO 竞赛航行路线图

Figure 2 Navigation Map of ECO Competition

2.1 F1E 竞速艇竞赛的特点

2.1.1 “快”是 F1E 竞速艇最大的特点

单艇航行竞赛更能体现运动员个人的技术水平和能力,运动员用无线电遥控操纵模型的技术可以发挥到极致。因为竞速艇模型都是运动员自己设计、制作的,只有各种技术、技能都十分出众的运动员,才有可能制作出一艘艇型、电动机、动力装置等综合性能都达到极高水平的竞速艇模型,再加上运动员完美的操纵技术和稳定的心理素质,最终取得优异成绩。现在单艇航行竞赛的水平越来越高,航行速度越来越快。例如:从 F1-E1KG 艇的竞赛成绩看,3 年前的成绩是 10.73 s,今年就达到了 9.35 s。现在,单艇航行竞赛的竞速艇模型世界纪录(共 7 项)都是由我国运动员保持的。

F1E 竞速艇的速度相当快,光从单位时间的直线速度来看,已经达到 110 km/h 以上。但一艘滑行艇的速度究竟有多快,并不是看它的时速,而是依据一个滑行艇的速度参数傅汝德数($F_{N\triangledown}$)的计算结果来判定的。

由于滑行艇的排水体积是随着航速的变化而变化的。

因此,艇的速度参数一般用排水体积傅汝德数($F_{N\triangledown}$)表示^[1]。

$$F_{N\triangledown} = \frac{v}{\sqrt{g\triangledown^{1/3}}}$$

式中: v 为航速,单位:m/s; \triangledown 为艇静浮时的排水体积,单位: m^3 ; g 为重力加速度,单位: $9.8 m/s^2$ 。

根据速度参数公式 $F_{N\triangledown} = \frac{v}{\sqrt{g\triangledown^{1/3}}}$ 计算,一艘时速为 54 节(100 km/h)的导弹艇,其 $F_{N\triangledown}$ 为 5.9;时速为 250 km/h 的 F1 摩托艇, $F_{N\triangledown}$ 为 14.8(导弹艇和摩托艇都是滑行艇);而 F1-E1KG 竞速艇模型的 $F_{N\triangledown}$ 高达 18 以上。可见,F1 竞速艇模型速度之快超过了世界上速度最快的滑行艇。

2.1.2 良好的迴转性能

从 F1E 的竞赛航行路线图可以看到,整个航程有 7 个标需要急速转向通过。所以,F1E 艇还应该具有良好的迴转性能,而且要在转向时基本不减速,这样才能取得好成绩。试想如果每个转弯增加 0.1 s,7 个转弯就增加了 0.7 s。

2.2 ECO 竞速艇竞赛的特点

2.2.1 较快的航行速度

ECO 竞速艇的速度也很快,虽然比 F1E 艇要慢一点,但也大大高于普通竞速艇。

2.2.2 特别好的加减速性能

6~8 艘艇同时竞赛和 1 艘艇单独航行的情景是完全不同的。在比赛时,由于受到其它艇航行的追逐和干扰,赛艇不可能一直保持极高速航行,需要经常变速航行,所以,ECO 艇要有特别好的起动、加减速性能。

2.2.3 极好的迴转性能

赛艇在竞赛中为了避让其它艇,还需要经常改变艇的航向。所以,要求艇的迴转性能比 F1E 艇还要灵活一些,对运动员的操纵反应能力要求也更高。

2.2.4 良好的耐浪性能

由于 6~8 艘多艇同时航行竞赛,水池里被掀起的波涛、回浪会很大,这叫“无风也起浪”,所以艇的耐浪性能要好。

3 新的 F1E 艇和 ECO 艇艇型设计方案

3.1 F1E 艇艇型设计

3.1.1 艇底 V 型角设计

滑行艇之所以速度比普通排水型船舶快,就在于它能够在水面上滑行。滑行艇滑行时艇底湿水面积比普通船舶水线以下全部浸在水里航行的湿水面积要小许多,所以滑行艇的航行阻力就很小,航行速度很快。滑行艇之所以能够滑行的关键在于,除了滑行艇的动力配置功率相对较大外,滑行艇艇底的形状呈 V 型角是一个不可或缺的因素。有关滑行艇滑行原理的资料表明,滑行艇艇底 V 型角越小,滑行时水流对其产生的升力越大^[2],艇体抬出水面就越高,艇底的湿水面积就越少,航行阻力就越小,艇的直线



航行速度就越快。F1E 艇不但需要直线航行时的高速度,还必须要有良好的迴转性能,如果艇底 V 型角太小,艇体腾得太高,就有可能失去了艇迴转的依托——艇底水下侧向投影面积。滑艇迴转时需要有一个迴转力矩,这个力矩的大小在于从艇的舵轴中心到艇水下横阻投影面积中心的距离长短(艇水下横阻投影面积是:艇在滑行时的水下湿水面积的侧向投影、轴套管和螺旋桨转动时的侧面投影、舵面积的侧向投影之和),距离短(A 点),力矩小,迴转半径大;距离长(B 点),力矩大,迴转半径就会小(见图 3)。

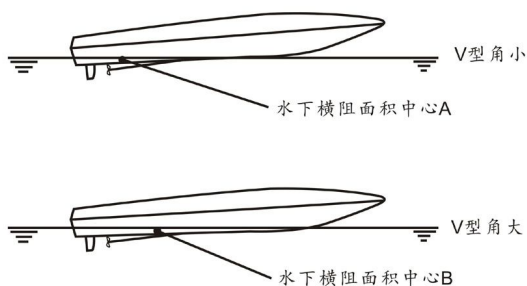


图 3 水下横阻面积中心示意图

Figure 3 Underwater Horizontal Resistance Area Center

所以, F1E 艇艇底艉部和舳部 V 型角的大小要适当,以满足艇的高速航行,而艉部 V 型角的大小,与艇的操纵性和航行状态关系较大。V 型角太小,则艉部排水量太大,会由于艇高速行驶时迎风下压力太大,造成“飞艇”事故; V 型角如果太大,则艉部排水量太小,会引起转弯低头甚至钻水。

F1E 艇新艇和老艇的艇底 V 型角基本不变, 艉部 V 型角 $15\sim 17^\circ$, 舳部 V 型角 $24\sim 26^\circ$, 艉部 V 型角 $42\sim 44^\circ$ 。

3.1.2 小平底滑行面设计

根据 V 型角越小升力越大的原理,既要满足 F1E 竞速艇快速性好,又要满足操作性好的特点。在 F1E 竞速艇艇底纵向中段(舳部至艉部)新设计了一个有 V 型角过度到微凹的小平底滑行面(见图 4),它的平底滑行面的宽度约占艇宽的 $1/3$ 左右,这种平底与 V 型相结合的艇型既有平底滑行艇流体动力升力大,又有 V 型艇操作性好的特点,有利于提高艇的直线速度和迴转性能。

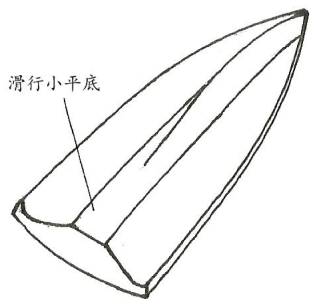


图 4 小平底滑行面示意图

Figure 4 Small Flat Planing Surface

3.1.3 两舷侧下舳弯设计

船体阻力如按船舶周围流动现象和产生的原因来分析,则有兴波阻力、摩擦阻力和粘压阻力^[1](漩涡阻力)。而 F1E 竞速艇高速滑行时的阻力还有滑行产生的飞溅阻力(主飞溅和须状飞溅损耗的能量)如图 5 所示^[1]。是否能将这飞溅损耗的能量挖掘出来,变为帮助提高艇速的能量?笔者在艇的两舷侧舳部设计一个下舳弯,以压制飞溅的喷射,从而减少了飞溅引起的能量消耗,并把飞溅导向水面,变为托起艇体升力作用的能量(见图 6)。设计时应注意:下舳弯的高度在 $4\sim 6\text{ mm}$, 舳弯圆角半径在 $9\sim 11\text{ mm}$ 。圆角太小,太垂直,会使飞溅撞击力增加,消耗能量;圆角太大,又使飞溅溢出,防溅效率降低。

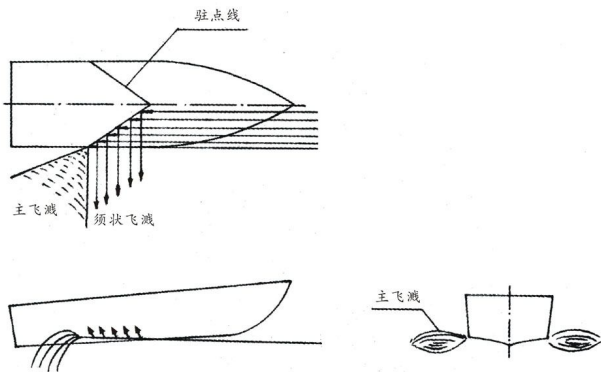


图 5 滑艇的飞溅流动示意图

Figure 5 Splash Flow of the Planing Boats

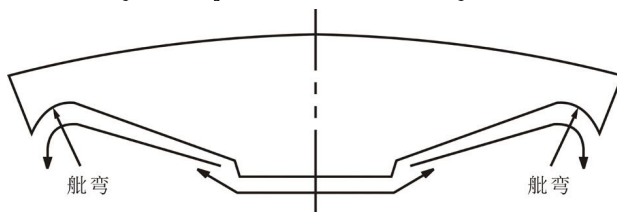


图 6 两舷舳弯示意图

Figure 6 Bilges of the Two Sides of the Boats

3.1.4 艇的长宽比设计

F1E 艇的长宽比可以适当大一些,瘦长型的艇型有利于艇的高速航行。但以前我们过于考虑艇的速度要求,设计制作的艇的长宽比太大,主尺度偏小,虽然直线速度快了,迴转时却常有侧翻的现象。因此,新艇在主尺度上加了一点。

老艇的长宽比是 $1:3.09$, 长度 480 mm , 宽度 155 mm ;
新艇的长宽比是 $1:2.89$, 长度 520 mm , 宽度 180 mm 。

3.2 ECO 艇艇型设计

3.2.1 ECO 艇 V 型角设计

ECO 竞速艇的速度相对于 F1E 竞速艇要稍慢一些。我们在设计时除了要考虑 F1E 竞速艇的一些性能要求,更要考虑 ECO 竞速艇的加减速、转向灵活性及抗浪性的特殊性能要求。所以,艇底(主艇体)舳部、舳部和舳部的 V 型角可以适当小一些,这样艇的起滑性能就会更好,有利于艇加速时能迅速达到高速航行的要求。

ECO 竞速艇新艇和老艇的艇底 V 型角基本不变, 舳

部 V 型角 13~15° , 艏部 V 型角 22~24° , 艄部 V 型角 39~41° 。

3.2.2 特殊的后掠翼艇底设计

为了满足 ECO 竞速艇的加减速、转向灵活性及抗浪性的要求,设计了一种较为特殊的后掠翼艇底艇型(见图 7)。

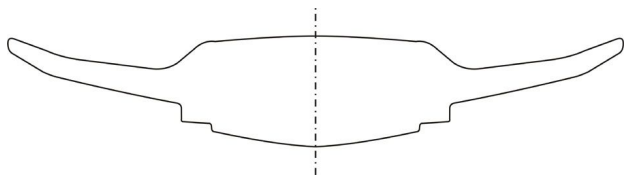


图 7 ECO 艇后掠翼艇底形状示意图

Figure 7 Sweepback Wing Shape of the Bottom of ECO Boat

这种 ECO 竞速艇艇底形状向下凸出部分就是艇的主艇体,主艇体的宽度比 F1E 艇要小一些。直线航行时,艇底凸出部分接触水面,阻力很小,而两边像飞机后掠翼一样的“艇翼”起到的作用是当艇为避让其它艇而突然减速艇体失速下沉时,增加了艇体浮力和滑行面宽度,使艇随后的起滑、加速更为容易;而且艇在转向时艇体会向侧倾斜,艇在左右转向躲避其它艇时,“艇翼”会将艇倾斜的一侧“托”起在水面上,使其迅速回正航行。“艇翼”能使 ECO 艇起滑性能和迴转性能大为提高。

单侧“艇翼”的宽度是 78 mm,主艇体宽度是 102 mm,艇体总宽度为 610 mm。

3.2.3 艇的长宽比设计

现在 ECO 艇的动力都用无刷电机和锂电池(以前使用镍氢电池)。考虑到 ECO 艇需要快速起滑及对迴转性能的特殊要求,艇要设计得宽一点,即长宽比小一些。

老艇的长宽比是 1:2.46,长度 565 mm,宽度 230 mm。

新艇的长宽比是 1:2.44,长度 610 mm,宽度 250 mm。

4 新 F1E 艇和 ECO 艇设计方案的创新点

4.1 新 F1E 艇的创新点

小平底滑行面和两舷侧下舦弯是新 F1E 艇的设计创新点,这两个新设计使艇的直线航行速度明显提高,原先从艇舷两侧飞溅而出的水花减少了许多,艇的航行状态显得非常轻松。

4.2 新 ECO 艇的创新点

“艇翼”是新 ECO 艇的设计新思路,增加了“艇翼”,艇的起滑性能得到明显改善,加减速需要的时间缩短了许多,艇在迴转时更为灵活,即使在突然转向时,艇也不会侧翻。

5 小结

F1E 艇和 ECO 艇的新设计是成功的,这些新设计源于对 F1E 项目和 ECO 项目竞赛特点的正确分析,是多年来实践经验的总结。在今后的训练和比赛中,要继续不断总结、完善 F1E 艇和 ECO 艇的设计,提高这两个项目的运动成绩,并且把这样的分析和设计方法融合到其它项目中去,改善其它项目的设计,使我国航海模型运动的整体水平迈上一个新的台阶。

参考文献:

- [1] 姜次平,邵世明.船舶阻力[M].上海:上海交通大学出版社,1986.
- [2] 俞进学.快艇动力学[M].武汉:武汉水运工程学院成人教育部出版,1987.

(责任编辑:何聪)