

# 2019 年世界机器人帆船锦标赛比赛和规则通知

## 一、简介

2019 年世界机器人帆船锦标赛将于 8 月 25 日至 29 日在中国浙江省宁波市举行。世界机器人帆船锦标赛之后将举行海洋机器人论坛，该论坛将于 8 月 30 日在浙江省宁波市举行。组委会邀请任何组织的团队，包括个人，学校，学院，大学和公司参加比赛。每个队伍应该使用一艘船只进行比赛，允许一人同时加入多个队伍。锦标赛将分为 4 个挑战赛，每个挑战赛暂定分配一天时间。

## 二、类型

世界机器人帆船锦标赛对参赛船只做出的唯一动力限制为不可以使用电力或者燃料作为能源驱动。参赛团队必须能够向竞赛委员会清楚地证明这一点。参赛船可以采用任何类型的船体（单体或多体）和任何类型的索具，可以具有一个或多个柔性或刚性船帆，在挑战之间可以更换帆和附属物。多体船的梁不应超过其船体平行于水线测量的最大长度，船的最大吃水应限制在 2 米。我们允许水翼船参赛。此外今年不会按照船体大小分组。

## 三、责任和安全

在所有活动中，所有帆船机器人必须由指定的人类舵手控制。避免任何碰撞，损坏或人身伤害的责任仅由相应的团队承担。对于参加 WRSC 的团队的任何活动导致的第三方损害，人身伤害或环境污染，主办方不承担任何责任。在活动期间所有团队需对自己的安全负责。在被允许参加比赛之前，每个团队必须注册一名联系人，此联系人将对团队的任何活动（包括其船只的运营）造成的任何物品损害，人身伤害或环境污染负责。

所有帆船都将在该组织提供的支援船的监督下进行。支援船上的所有人员必须听从驾驶员的安全指挥，在水上和水面附近必须穿戴救生衣。我们的期望是每个团队至少有一名成员在支援船上，但组织者保留管理支援船的权力，并且有理由拒绝人员登上支援船。所有团队成员必须遵从比赛组织者、支援船船员和活动中心人员的指示。主办方保留拒绝进入禁区的权力。

## 四、碰撞和通行权

自动帆船拥有比手动帆船更高的通行权。如果发生潜在碰撞，则必须遵循国际海上避碰规则公约 (COLREG) (例如，逆风转向船具有优先权，等等)。但是参赛者必须采取适当行动以避免碰撞，拥有通行优先权并不意味着不需要防止碰撞。当船只无法安全通行的时候，应当遥控以避免即将发生的船只碰撞，或者也可以通过手动扶住船只来防止碰撞，但是在碰撞风险消失之前都要确保船只位置和航向保持不变。如果船只与浮标或任何其他漂浮的碎片 (海藻，绳索，渔网等) 纠缠在一起，在不给船只带来额外便利并且支援船没有更高优先权的任务的情况下，就可以手动辅助船只脱离。

挑战期间的任何远程控制或手动辅助行为都必须在挑战后直接上报给竞赛委员会。

## 五、远程遥控

所有团队都必须能够通过无线连接 (WiFi, RC, ..... ) 遥控他们的船只。相关操作必须遵守有关无线通信的国家规定，例如：不能使用超出允许频域限制的 WiFi。如果竞赛委员会对远程可控性有疑问，可能会要求船只进行演示甚至限制其参与挑战。允许通过遥控将竞争船只运送到挑战区域，但必须在距起始线几米以外切换出遥控模式。

## 六、计分

WRSC 在四天比赛时间中安排了四项对应挑战：三角竞速，定点保持&避障，区域协同搜索和捉迷藏。每项挑战的得分计算基于追踪器上传的实时定位轨迹，从第 1 至第 n (n= 队伍数) 名排序，每项任务中，完成最低挑战目标的队伍第一名该项目排名分 1.0 分，第 2 名排名分 1.2 分，第三名排名分 1.4 分，以此类推，未完成目标队伍和未参加挑战队伍得分为完成任务的末位队伍的排名分+1。各项挑战结果将于比赛后至第二天上午公布。总排名分最小的队伍将获得世界机器人帆船锦标赛的冠军。

## 七、数据记录

### 7.1 测量单位

除了角度和纬度/经度测量之外，所有用于评分的测量数据都需要转换为国际标准单位 (SI)，经纬度应使用角度制的浮点数。

帆船的位置必须能够被追踪和记录，记录格式将在 7.2 节详述。有些挑战中特定的数据记录可带来奖励，具体将在挑战描述中详细说明。

## 7.2 跟踪

每艘船都必须在合适的部位放置追踪器以定位帆船，追踪器的大小大约为 5cm x 3cm x 10cm。此外，竞争船只应该能够向竞赛委员会提供从他们自己的全球导航卫星系统（例如 GPS）记录的跟踪数据，这些数据可能会在官方设备发生故障的情况下使用。每艘船提供的跟踪数据应包括时间戳和纬度/经度坐标，每秒不少于一个跟踪点。该数据可以以 CSV（逗号分隔值文件格式）或二进制格式提供。所有 CSV 格式文件每行必须使用三个十进制整数，表示：时间戳、纬度  $\times 10^7$ 、经度  $\times 10^7$ 。二进制文件格式使用 12 字节记录，以二进制补码形式表示 CSV 格式的三个 32 位有符号整数。存储顺序可以是降序或升序，所选顺序必须由团队指定。允许的数据格式详见表 1

Name	Date format	Example	9h recording filesize
CSV-2s	hhmmssdd ( representing the hour hh, minute mm, second ss and day dd of the month )	Line representing 14:23:34 on the 7 <sup>th</sup> of September (month is not logged!) at lat=41.6887091° (north) and lon=-8.8259850° (west): "14233407,416887091,-88259850"	1Mbyte
CSV-3s	hhmmssdd, using 3 digits for the field representing the seconds, where the third digit (right most) represents the decimal part of seconds	Line representing 14:23:34.8 on the 7 <sup>th</sup> of September at lat=41.6887091° (north) and lon=-8.8259850° (west): "142334807, 416887091,-88259850"	1Mbyte
CSV-ms	GPS_miliseconds-of-the-week, the number of miliseconds since 00:00 last Sunday	Line representing 16:03:29.123 of Wednesday at lat=41.6887091° (north) and lon=-8.8259850° (west): "317009123,416887091,-88259850"	1Mbyte
Binary-2s	Binary file using the CSV-2s format		388Kbyte
Binary-3s	Binary file using the CSV-3s format		388Kbyte
Binary-ms	Binary file using the CSV-ms format		388Kbyte

Table1: Overview of position data formats

## 八、比赛规则

WRSC 设置了四项挑战任务，考察帆船机器人多方面能力。每项挑战的得分计算基于追踪器上传的实时定位轨迹，从第 1 至第 n (n=队伍数) 名排序，每项任务中，完成最低挑战目标的队伍第一名该项目排名分 1.0 分，第 2 名排名分 1.2 分，第三名排名分 1.4 分，以此类推，未完成目标队伍得分为完成队伍末位排名分+1。各项目排名分之总和为队伍最终总排名分。总排名分最小的队伍将获得世界机器人帆船锦标赛的冠军。若因为 GPS 定位误差等因素帆船机器人自身记录的轨迹数据与追踪器数据存在明显差异，队伍可以通过提供自行记录的轨迹数据（格式见标准）进行申诉。

组委会会根据天气预报规划每个比赛日的比赛区域与时间，比赛区域坐标与时间将会在每天早上比赛开始前公布。除协同区域搜索（项目 3）以外的比赛项目视现场时间与气象条件允许队伍进行有限的多次尝试，取最好成绩。视条件可能会在一天内进行多项挑战，每项挑战可能会在多个区域同时进行。

### 0. 水面管理与排序

除协同区域搜索（项目 3）以外的比赛项目，我们对船只的下水时间和顺序进行额外规范和说明：

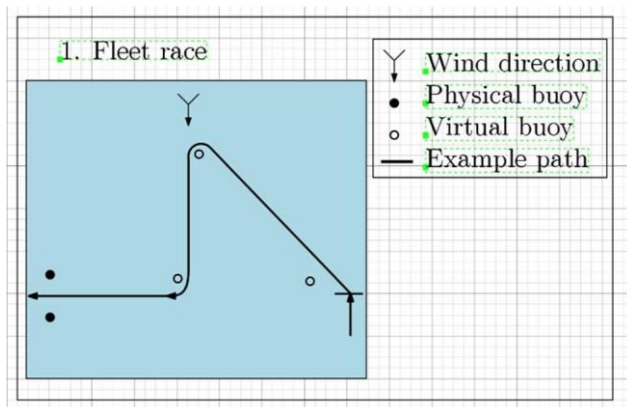
1. 根据现场时间与气象条件允许队伍进行多次尝试，取其中最好成绩。
2. 每个场地最多容纳 8 支队伍同时下水。超过 8 支时按优先级排队。
3. 准备妥善的队伍可进行下水申请，申请会按照优先级排队（队伍下水尝试次数越多，优先级越低；相同优先级的队伍按照预约时间先后排序）。若有队伍放弃或提前完成尝试，其后队伍排序依次向前顺移。
4. 每队每次尝试时长最多 30 分钟。30 分钟内可自由往返岸上与水中，自由进行挑战。

排序规则的解释权归裁判组所有。

## 1. Fleet race – 三角竞速

该挑战基于经典帆船竞速赛，参赛帆船需以 30 秒钟的最小间隔，按顺序依次从启动区开始航行，航行抵达三个目标点并从终点线离场，计时由驶过开始线开始，经过第三个目标点时结束。（虚拟）目标点为比赛日当天发布的 GPS 坐标。

比赛水域分为 A、B 两个区域，两个区域各安排 12 支队伍进行比赛。分区的安排将由比赛前一天晚上 6 点的抽签结果确定。需要注意的是，所有分区最后统一计算成绩与排名。



### 1.1 评分

轨迹进入目标点周围 5m 半径内试做抵达该目标点，抵达的有效目标点个数越多排名越高，目标点个数相等的情况下，耗时越短的队伍排名越高，未按正确顺序抵达的目标点该次抵达无效。

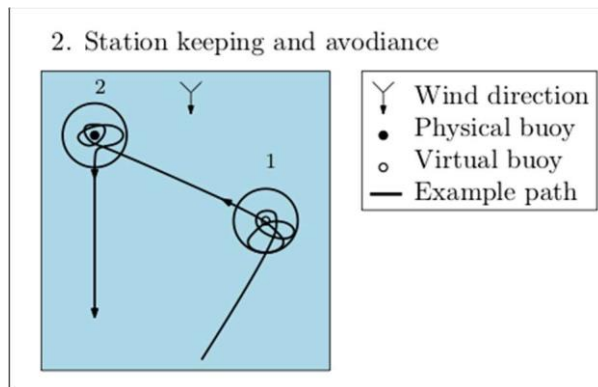
### 1.2 最低挑战目标

参赛船只成功通过启动线并抵达第一个目标点。

## 2. Station keeping and avoidance – 定点保持&避障

定点保持挑战又名虚拟锚定，源于一些实际场景中，船只只需要在一个固定位置锚定或巡航以执行工作。该挑战检验船只对于这种小范围精细任务的控制能力。该项挑战中帆船应尽可能地该挑战由 A 部分和 B 部分组成。有效完成 A 部分挑战的队伍可以前往参与 B 部分挑战(如图所示)。

比赛水域分为 A、B 两个区域，两个区域各安排 12 支队伍进行比赛。分区的安排将由比赛前一天晚上 6 点的抽签结果确定。需要注意的是，所有分区最后统一计算成绩与排名。



### 2.1 A 部分

A 部分挑战时长 5 分钟。帆船在挑战时间内应尽可能靠近虚拟中心点行驶，虚拟锚定点为一个给定的 GPS 坐标。船只将由距离锚定点 30m 的启动区释放，船只第一次进入中心点半径  $R=15m$  的区域时挑战开始，船只从启动区释放 5 分钟后仍未开始挑战则该次尝试无效。在挑战时间内参赛帆船与中心点之间的平均距离（对时间取平均）为评分依据。

#### 2.1.1 A 部分评分

挑战时间内，船只与虚拟中心点的平均距离将作为最终巡航半径。巡航半径越小的队伍排名越高。

#### 2.1.2 A 部分最低挑战目标

进入中心点半径 R=15m 区域，且最终巡航半径小于 15m。

## 2.2 B 部分

B 部分挑战时长 3 分钟。该部分中，挑战区域中心是一个坐标已知的区域内 (10m\*10m) 具体坐标未知的实体浮标，因此需要参赛帆船使用视觉方法获得其确切位置。船只第一次进入中心点半径 R=15m 的区域时挑战开始，船只从启动区释放 5 分钟后仍未开始挑战则该次尝试无效。此外，该项挑战要求船只避让浮标，挑战期间和中心点浮标发生碰撞将受到巡航半径惩罚。碰撞检测由主办方负责。

### 2.2.1 B 部分评分

最终巡航半径由帆船和中心点之间的平均距离及帆船与中心点浮标的碰撞次数得到，半径越小排名越高，计算公式如下：

Cruise radius = (The Average distance)\* $\sqrt{1 + \text{the Collision times}}$

巡航半径 = (平均半径) \* (1 + 碰撞次数)<sup>0.5</sup>

### 2.2.2 B 部分最低挑战目标

进入中心点半径 R=15m 区域，且计算碰撞惩罚前平均半径小于 15m。

## 2.3 总评分

完成两部分挑战的队伍排名高与仅完成 A 部分的队伍。完成两部分的队伍两部分巡航半径的均值越小排名越高，仅完成 A 部分的队伍以 A 部分巡航半径排名。

### 3. Collaborative area scanning – 区域协同搜索

多机器人协同作业是一项兼具实用价值与研究价值的话题，在船只上，多船协作进行高效搜索是一个典型的协同案例。区域协同搜索挑战考察帆船机器人根据协作要求主动调整自身行为的能力。

搜索区尺寸为 50\*50m，网格尺寸为 2.5\*2.5 m。启动区与场地边缘的距离为 5m。

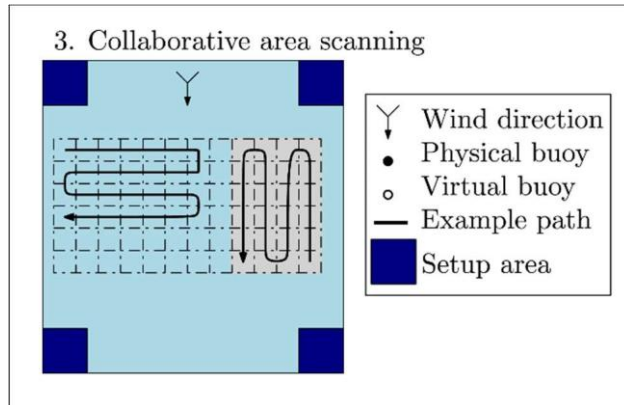
比赛队伍将通过抽签平均分成 4 组，不同组在不同时间段依次下水进行比赛，组与组之间的区域分值互不影响。若因气象风力条件原因当前时间段不适合比赛，允许队伍申请暂停。分组安排于该项目前一天晚上 6 点抽签确定。需要注意的是，最后所有队伍统一计算成绩与排名。

每组每次尝试时间 30 分钟，组与组之间比赛间隔 5 分钟。每支队伍挑战有效时间共 15 分钟。挑战开始后队伍由启动区出发进入搜索区，搜索区被划分为大量的格点，挑战时间内行驶进入该网格则获得该格点对应的分数。

为便于协作，本次比赛规范了“暂停制度”：每队总比赛时间为 30 分钟，所有自主航行时间均视为有效时间。如果队伍需要进行紧急处理，可以申请暂停：向组委会（裁判）进行登记以记录当前时间位置并暂停计时，然后通过支援船或遥控将船只开回。下一次启动需从本次暂停时距离最近的启动区开始，重新启动后，计时继续。

比赛期间，官方 API 会发布所有队伍在搜索区内的有效轨迹，队伍暂停期间的拖拽/遥控轨迹非有效轨迹。API 接口会在后续版本中介绍，如需实时获取信息进行规划，建议安装 4G 模块。





### 3.1 计分

第一支搜索该格点的队伍获得 100% 的分数，第  $n$  支搜索该格点的队伍获得  $1/n * 100\%$  的分数。挑战时间内获得分数越高的队伍排名越高。

### 3.2 最低挑战目标

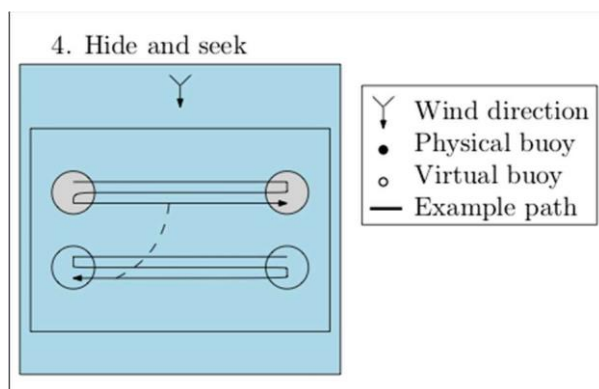
进入搜索区域并搜索至少一个格点。

## 4. Hide and seek – 捉迷藏

捉迷藏挑战旨在引入交互与对抗，识别并追踪特定目标对自动航行是一项复杂的高级任务。在该项挑战中，您的队伍将与排名相近的队伍搭档（由前三项挑战的排名决定，第一名与第二名搭档，第三名与第四名搭档，以此类推），往返航行并尝试“找到”对方。

每支队伍将被分配一对直径 5m 相距 30m 的圆形区域(如图所示)，两支队伍的圆形区域平行布置，间距 15m。帆船在两个区域间往返行驶完成挑战，两队从各自圆形区域不同侧同时启动，挑战时长 15 分钟。我们会放置 2 个不同的 A4 大小二维码 (AprilTag) 在每艘船船帆的明显位置，两侧各一个，供对手检测。

比赛水域分为 A、B 两个区域，两个区域各安排 12 支队伍进行比赛。分区的安排将由比赛前一天晚上 6 点的抽签结果确定。需要注意的是，所有分区统一计算成绩与排名。



#### 4.1 评分

帆船可以选择进行“藏”或“找”，每完成一次往返行驶视作一次“藏”，在一次往返期间每识别到一次同伴队伍的二维码视作一次“找”，每次“藏”获得1分，每次“找”获得3分，一次往返期间若识别出两个不同二维码，则视作“找”两次，若两队全程成功隐藏则结束时额外各得3分。比赛结束后若识别成功，需要队伍提供识别的原始图像与识别时的时间位置记录，若图像中的二维码能够被有效识别，则视作成功（官方将提供AprilTag读取方法案例）。该项目按积分总和进行排名。

#### 4.2 最低挑战目标

完成一次往返航行或成功识别一次对手二维码。