

---

**2013 宁波国际水中机器人大赛  
暨第六届水中机器人技术研讨会  
自主视觉组比赛项目及规则**

中国自动化学会机器鱼竞赛工作委员会

**2013 年 3 月**

---

目录

第 1 章 比赛场地、设备及赛前准备.....	1
1.1 比赛场地 .....	1
1.1.1 场地尺寸.....	1
1.1.2 颜色标注带.....	1
1.1.3 水深度.....	2
1.1.4 颜色.....	2
1.1.5 球门.....	2
1.1.6 发球点.....	3
1.1.7 点球点.....	3
1.1.8 禁区和球门区.....	3
1.1.9 观众及其他.....	3
1.2 水球 .....	3
1.2.1 材料.....	3
1.2.2 更换水球.....	3
1.3 圆筒形支柱 .....	3
1.3.1 材料.....	3
1.3.2 支柱更换.....	4
1.4 参赛者 .....	4
1.4.1 硬件.....	4
1.4.2 球队.....	5
1.5 机器鱼控制平台 .....	5
1.6 无线通信 .....	5
1.6.1 通信模块.....	5
1.6.2 通信频率.....	5
1.6.3 调试频率.....	5
1.7 裁判 .....	5
1.7.1 裁判选择.....	5
1.7.2 主裁职责.....	5
1.7.3 副裁职责.....	6
1.8 赛前准备 .....	6
1.9 迟到处罚 .....	6
1.9.1 对抗比赛迟到处罚.....	6
1.9.2 单项比赛迟到处罚.....	6
第 2 章 自主视觉水球比赛（1VS1） .....	8
2.1 比赛时间 .....	8
2.1.1 时间.....	8
2.1.2 暂停.....	8
2.1.3 补时.....	8
2.1.4 迟到处罚.....	8

---

2.2 比赛过程 .....	8
2.2.1 赛前准备.....	8
2.2.2 场地选择.....	8
2.2.3 开球位置.....	8
2.2.4 开球.....	9
2.2.5 重新开球.....	9
2.2.6 比赛中断.....	9
2.2.7 更换机器鱼机器鱼.....	9
2.2.8 点球.....	10
2.2.9 点球大战.....	10
2.3 计分 .....	10
2.3.1 进球得分.....	10
2.3.2 积分和名次.....	10
2.4 犯规以及处罚 .....	10
2.4.1 犯规.....	10
2.4.2 处罚.....	11
第3章 自主视觉技术挑战.....	12
3.1 比赛内容 .....	12
3.2 比赛时间 .....	12
3.3 计分方法 .....	12
第4章 自主视觉愤怒小鱼.....	14
3.1 比赛内容 .....	14
3.2 比赛时间 .....	14
3.3 计分规则 .....	14

---

# 第 1 章 比赛场地、设备及赛前准备

## 1.1 比赛场地

比赛场地为长方形水池，场地示意图如图 1-1 所示：

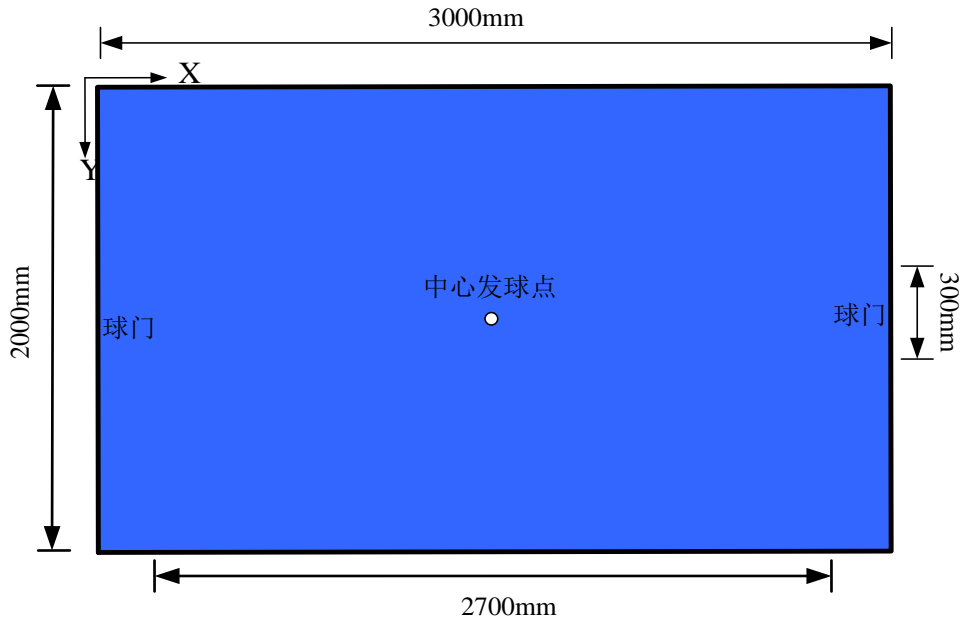


图 1-1：比赛场地示意图（单位：mm）

### 1.1.1 场地尺寸

水池内部的矩形区域为最终的有效比赛场地，不包括水池壁及球门两侧区域，有效比赛场地尺寸为 2700 mm × 2000 mm × 300mm（长×宽×高），如图 1-1 所示。比赛场地由组委会统一提供。

### 1.1.2 颜色标注带

为了让机器鱼实现在场地内的自主定位，场地中布置了六个颜色带，均匀地垂直放置在池壁内侧，如下图 1-2 所示。场地中的六个颜色带从 0 号到 5 号依次为黄红、红绿、黄绿、红黄、绿黄和绿红，其示意图如图 1-3 所示。其中，两个球门位置分别为 0 号和 3 号标注带。每个标注带的包含两个颜色块，每个颜色块的尺寸为 11cm（宽度）\* 12cm（高度），两个颜色块完全没入水下。



图 1-2: 比赛场地及颜色标注带 (单位: mm)

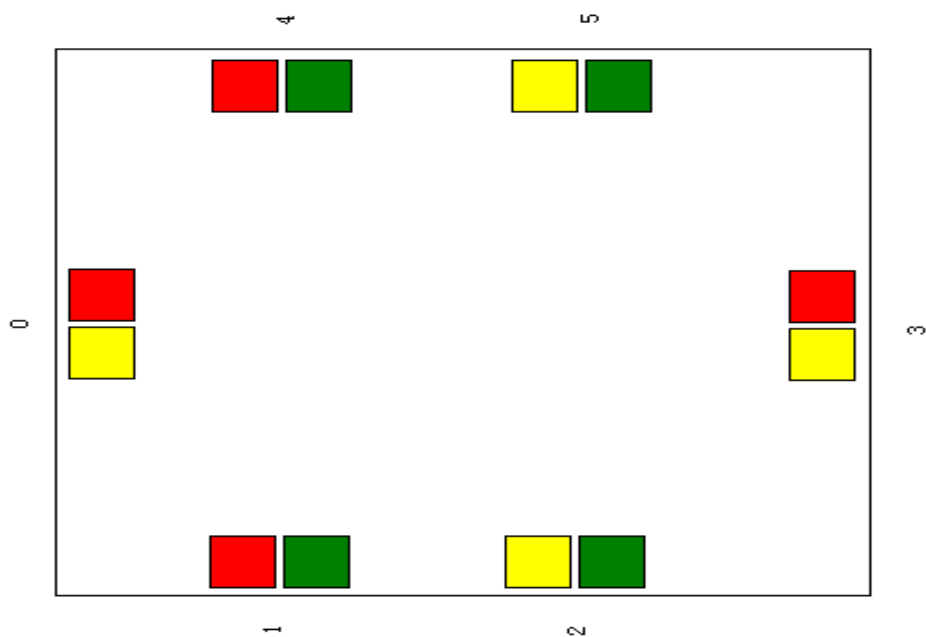


图 1-3: 比赛场地颜色标注带示意图 (单位: mm)

### 1.1.3 水深度

水深为 200--250mm。

### 1.1.4 颜色

池底和池壁为湖蓝色, 球门颜色黄色和绿色 (或者两队自己设定的颜色), 并用相应的颜色纸覆盖图 1-1 所示的球门区域。

### 1.1.5 球门

每个球门由尺寸为 400mm × 150 mm × 300 mm (长×宽×高) 的颜色带组成,

---

球门宽度为 400mm，球门线距离池壁大约 150mm。

### 1.1.6 发球点

比赛只有一个发球点，位于场地中央，称为中心发球点。发球点是裁判在比赛开始或比赛中断重新开始情况下放置水球的位置，为防止水球漂移，主裁可以采用湖蓝色球杆将球轻轻固定直至比赛开始。发球点用白色的小十字叉在池底标示出来。

### 1.1.7 点球点

点球点位于有效场地长边中线分别靠近双方球门线 400mm 处。点球点用白色的小十字交叉在池底标示出来。

### 1.1.8 禁区和球门区

禁区是以球门线左右各延伸 200mm 为长，与中心线平行 400mm 为宽的矩形区域。禁区用白线在池底标示出来；球门区是指球门线、两球门短边、池壁所围成的区域。

### 1.1.9 观众及其他

比赛过程中，场地周围 1 米范围内除裁判外不得有观众或队员围观。除了球门、水球和参赛机器鱼、障碍物外，比赛场地中不得放入与比赛无关的任何设施或干扰物。

## 1.2 水球

### 1.2.1 材料

比赛用水球为塑料制的可充气按摩用健康球，充气后直径大约为 130mm，颜色为深红色，在球中注入一定体积的水，使球悬浮在一个合适的深度（露出约 2/5 直径的高度便于机器鱼触球），水球由组委会统一提供。

### 1.2.2 更换水球

比赛过程中，若水球损坏，则由裁判决定暂停比赛以及更换水球，并确定重新开始时间。没有裁判的许可不得更换比赛用水球。

## 1.3 圆筒形支柱

### 1.3.1 材料

圆筒形支柱(以下简称支柱)由笔筒(直径为  $8\text{cm}\pm 0.5\text{cm}$ ，高度为  $19\text{cm}\pm 1\text{cm}$ )以及圆形 PVC(直径为  $10\pm 1\text{cm}$ ，高度为  $24\text{cm}\pm 1\text{cm}$ )管制成，根据支柱难度分为三个等级，最低难度的支柱由接口不进行固定的两个笔筒叠制而成，中等难度的支柱由接口粘合的两个笔筒叠制而成，最高难度的支柱由笔筒和配重物构成。支柱由组委会统一提供。如图 1-6 所示。



图 1-6 支柱(1、2、3 三个支柱难度分别从易到难，4 为盛放小鱼的水杯)

### 1.3.2 支柱更换

若比赛过程中，支柱损坏以致无法进行比赛，由裁判鉴定更换后继续比赛。

## 1.4 参赛者

### 1.4.1 硬件

硬件系统包括两台比赛电脑、两个具有无线功能的路由器、两根交叉网线和两个无线通信模块以及机器鱼。

机器鱼机器鱼游动方向定义为长度，摆动方向定义为厚度，两者垂直方向定义为高。

鱼体长度：210-250mm

鱼体高度：80-100mm

鱼体厚度：60-80mm

尾鳍长度：80-110mm

尾鳍高度：150-170mm

胸鳍尾鳍材料：采用实木或较硬塑料材料，不得用金属材料，以免在比赛中刮坏。

鱼体顶部颜色分别为队伍颜色：红色或黄色，胸鳍尾鳍颜色为灰色。

---

每条机器鱼重量不得超过 3kg；在不受挤压的情况下，机器鱼必须能够放进一个底面半径为 110mm，高为 450mm 的圆筒里面。

### **1.4.2 球队**

一场比赛由两支球队进行，每支球队颜色由裁判组现场指定，机器鱼所守球门颜色为球队颜色。各队参赛队员最多 3 名，其中一名为队长。比赛开始后，队长和队员禁止接触比赛中的机器鱼。每支球队的参赛机器鱼数目不能多于规定数量。

## **1.5 机器鱼控制平台**

各参赛队伍采用自己的控制平台进行图象识别和处理，采用自己的策略算法进行比赛。

## **1.6 无线通信**

### **1.6.1 通信模块**

机器鱼内置无线通信模块，比赛过程中可以和主机进行无线通信。

### **1.6.2 通信频率**

固定的比赛场地在比赛前已有固定的通讯频率，参赛队伍提前获知，根据自己的参赛项目调整自己的参赛机器鱼，且赛场上的频率调整要听从协调人员的安排。

### **1.6.3 调试频率**

通信频率可调范围要扩充到最大，比赛频率要公开限定在某几个频率上，调试只能用自己的频率。

## **1.7 裁判**

### **1.7.1 裁判选择**

裁判由非本场参赛队伍选派三人担任，其中主裁 1 人，副裁两人。每支队伍必须至少选派一名队员作为主裁或者副裁候选人，这些队员必须熟悉比赛规则。主裁负责控制整个比赛，副裁负责一些辅助任务以帮助主裁使比赛顺利进行。

### **1.7.2 主裁职责**

- 1) 赛前宣布比赛规则，检查场地设置，检查双方的机器鱼是否符合规定。
- 2) 开始、重新开始比赛，暂停、继续、结束比赛，宣布比赛结果。



- 
- 3) 根据比赛规则判断机器鱼是否犯规, 并对犯规机器鱼进行处罚。
  - 4) 记录比赛时间, 进球和比赛中断时暂停计时, 重新开球后恢复计时; 鸣哨罚点球时, 计时不中断。
  - 5) 记录比赛双方成绩。
  - 6) 比赛开始后, 禁止比赛双方远程遥控机器鱼, 违者直接判罚输掉比赛(此时比分小于 0: 5, 则最终比分为 0: 5; 否则此时的比分为最终比分)。
  - 7) 比赛开始后, 禁止参赛队员接触比赛中机器鱼, 违者裁判可以进行适当处罚。
  - 8) 如果比赛中出现机械或其他故障, 参赛队伍可以向裁判提出申请, 由裁判进行裁决, 或中断比赛, 或者继续比赛。
  - 9) 开球时确保水球位于正确的位置上。主裁调整球位置时使用的球杆必须为湖蓝色, 以保证不对比赛双方颜色识别造成干扰。
  - 10) 在比赛期间, 裁判享有最终裁定权。如果队员对裁决有争论, 给予黄牌警告; 如若争论不止, 则出红牌取消其比赛资格。
  - 11) 比赛结束时双方队长必须在计分纸上签字确认。只有在计分出错的情况下, 赛后才允许提出抗议。
  - 12) 当比赛队员在裁判多次催促下仍未开始比赛的, 裁判有权利终止比赛。

### 1.7.3 副裁职责

- 1) 维护比赛秩序。
- 2) 禁止比赛无关人员进入比赛场地。

## 1.8 赛前准备

为确保机器鱼符合比赛要求, 赛前将由赛会的技术委员检查各参赛队的机器鱼。比赛期间机器鱼若有修改, 修改后的机器鱼必须再次接受检查。比赛前赛会必须公布比赛赛程, 指定每场比赛双方的色标颜色, 并为每个参赛队伍提供调试的时间。赛会应尽量安排每轮比赛前至少有 30 分钟的准备时间。比赛用移动硬盘或 U 盘保存自己的程序和数据。

## 1.9 迟到处罚

### 1.9.1 对抗比赛迟到处罚

参赛队伍每迟到 5 分钟(不足 5 分钟时以 5 分钟记算), 敌方球队可获的一个入球; 参赛队伍若在比赛开始 25 分钟后仍未到场的, 则丧失比赛权, 敌方球队以 5: 0 的分数胜出。

### 1.9.2 单项比赛迟到处罚

参赛队伍迟到 5 分钟(不足 5 分钟时以 5 分钟记算), 取消冠军争夺资格; 迟到 10 分钟, 取消冠亚军争夺资格; 迟到 10 分钟以上者, 此项比赛得分为 0 分。

机器鱼机器鱼机器鱼



---

## 第 2 章 自主视觉水球比赛（1VS1）

### 2.1 比赛时间

#### 2.1.1 时间

1:1 水球比赛中，比赛总时间为 5 分钟。比赛使用一个总计时器，除非比赛双方和裁判一致同意更改时间，否则比赛时间不会改变。

#### 2.1.2 暂停

1:1 水球比赛中，每队各有一次暂停权，可暂停 1 分钟。当水球位于己方半场，对方可暂停，己方不能暂停；当水球位于对方半场，己方可暂停，对方不能暂停。

#### 2.1.3 补时

1:1 水球比赛中，比赛过程若由于某种原因而中断，中断的时间统一结束时由裁判给出补时时间，补时时间不得超过 2 分钟。

#### 2.1.4 迟到处罚

参赛队伍迟到时，裁判可执行判罚：该队每迟到五分钟，敌方球队可获的一个入球；参赛队伍若在比赛开始 25 分钟后仍未到场的，则丧失比赛权，敌方球队以 3: 0 的分数胜出。

### 2.2 比赛过程

#### 2.2.1 赛前准备

为确保机器鱼符合比赛要求，赛前将由赛会的技术委员检查各参赛队的机器鱼。比赛期间机器鱼若有修改，修改后的机器鱼必须再次接受检查。比赛前赛会须公布比赛赛程，并为每个参赛队伍提供调试的时间。赛会应尽量安排每轮比赛前至少有 30 分钟的准备时间。比赛用移动硬盘或 U 盘保存自己的程序和数据。

#### 2.2.2 场地选择

开始时，由裁判投掷硬币，由比赛双方队长猜测硬币朝向，猜对的一方首先挑选半场，另一方开球。

#### 2.2.3 开球位置

球的位置都位于场地中心发球点，所有机器鱼必须位于自己的禁区内，机器鱼尾置于底线上，且必须静止不动。

## 2.2.4 开球

裁判鸣哨开球后，所有的机器鱼由各参赛队员手动启动。在裁判哨声前抢先启动的机器鱼将被警告，二次警告后将被移离比赛场地，并当作损坏处理。1:1 水球比赛开球效果图如图 9-1 所示：

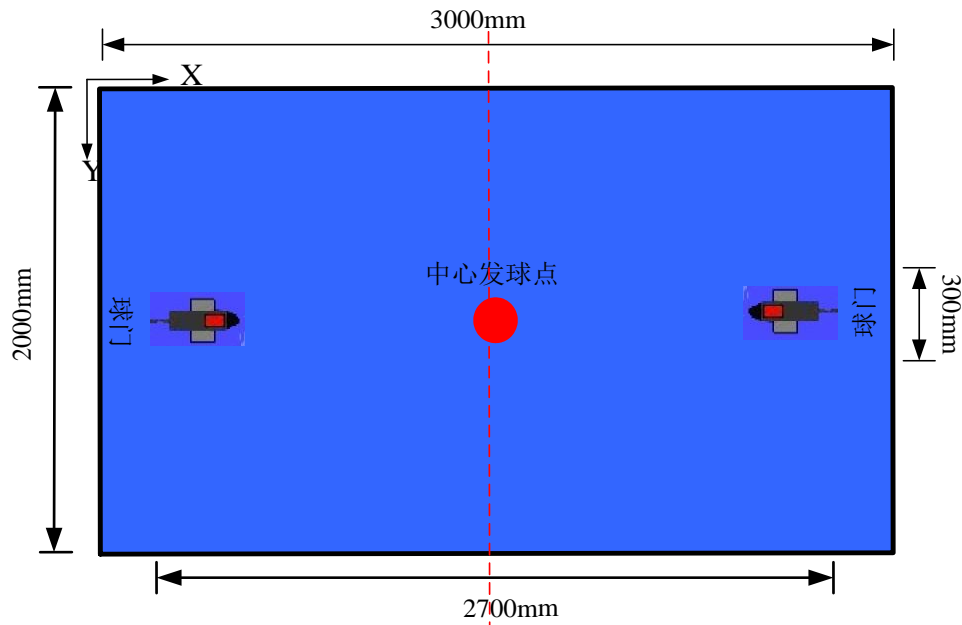


图 2-1：自主视觉 1:1 水球比赛

## 2.2.5 重新开球

下列情况必须重新开球

- 1) 比赛上下半场开始；
- 2) 进球后重新开始；
- 3) 比赛暂停后重新开始；

## 2.2.6 比赛中断

如果双方机器鱼发生碰撞造成故障或发生其他特殊情况时，裁判可以鸣哨中断比赛，但是否继续计时，由裁判决定；裁判鸣哨恢复比赛，所有机器鱼回到自己半场，重新开球。

## 2.2.7 更换机器鱼

比赛过程中，如果一方机器鱼出现故障，可以更换机器鱼，更换过程如下：

- 1) 更换方队长向裁判申请更换机器鱼；
- 2) 裁判同意进行更换机器鱼；
- 3) 裁判将更换后的机器鱼于水池中线靠边缘位置重新放置。

更换的机器鱼必须放置在水池中线靠边缘区域，并且方向不能对其进攻有利，机器鱼更换次数不受限制，被换出的机器鱼可以重新参加比赛。机器鱼更换过程中比赛不暂停。

如果故障是因为和对方机器鱼挤撞造成的，裁判可以决定是否继续比

---

赛或者暂停比赛。比赛暂停和半场结束时，可以更换机器鱼，不需通知裁判。

### 2.2.8 点球

如果一方机器鱼被另一方严重侵犯，那么裁判将判罚点球。点球由一条攻方机器鱼主罚，其他机器鱼必须关闭电源并且离开比赛场地。

罚点球时，水球放在对方半场点球点上，主罚机器鱼放在对方半场禁区线上，不设置守门员。主裁判鸣哨开始罚点球后，点球过程最长为 30 秒。如果进球或者超时，则点球结束。

### 2.2.9 点球大战

如果比赛结果为平局且必须决出胜负，那么比赛双方将进行点球大战。点球大战最初包括两轮，两轮中进球更多的一方获胜。如果其中一方不可能获胜，即落后两球但只剩一轮罚球时，点球大战以另一方提前获胜而结束。如果两轮后仍然不分胜负，则采用金球直到决出胜负。

点球大战时，每轮点球都将主罚左边球门，罚球过程普通点球主罚过程一致。

## 2.3 计分

### 2.3.1 进球得分

在比赛正常进行情况下，如果水球整体越过球龙门线，由裁判鸣哨判定攻方球队进球得分，“乌龙球”视为对方的进球。

### 2.3.2 积分和名次

比赛中进球更多的球队获得比赛胜利，如果进球数相同，则比赛为平局。根据比赛结果球队按照下列规则获得积分：

获胜=3分 平局=1分 输球=0分

小组赛时如果两支球隊积分相同，那么按照下列规则决定球队名次：

- 1) 球队积分；
- 2) 球队净胜球；
- 3) 每场比赛平均进球数；
- 4) 两支球队之间比赛胜负情况。

## 2.4 犯规以及处罚

### 2.4.1 犯规

1:1 水球比赛中，以下情况被认为是犯规：

情形 1) 当水球整体位于禁区时，防守方最多只能有一条机器鱼在禁区内防守，如果守方有多于一个机器鱼进入禁区，则被判犯规；

情形 2) 当水球整体位于禁区时，如果守方机器鱼有任何部分进入球门区，则被判犯规。

---

## 2.4.2 处罚

对于犯规情形 1)，裁判应立即将后进入禁区的机器鱼机器鱼拿出，仅保留最先进入禁区的机器鱼，机器鱼进入禁区前后时间由裁判当场判定，30 秒后于中线位置重新放置，放置过程遵循机器鱼更换过程。

对于犯规情形 2)，裁判应立即将犯规机器鱼机器鱼拿出，于中线位置重新放置，放置过程遵循机器鱼更换过程。

注：

机器鱼进入禁区的界定：机器鱼的任何部分在禁区内

球进入禁区的界定：球的整体在禁区内

进球界定：球整体在球门区内

## 第 3 章 自主视觉技术挑战

水中机器鱼自主视觉技术挑战赛为单鱼顶球，场地和自主视觉水球比赛(1:1)场地相同。技术挑战赛赛前推选一个由各队认可的三人裁判组，负责技术挑战赛的判罚和成绩记录。

### 3.1 比赛内容

机器鱼的起始位置位于中心线靠近池壁、朝向球的位置，水球的位置为中心发球点，目标是将水球顶入己方球门，如图 3-1 所示：

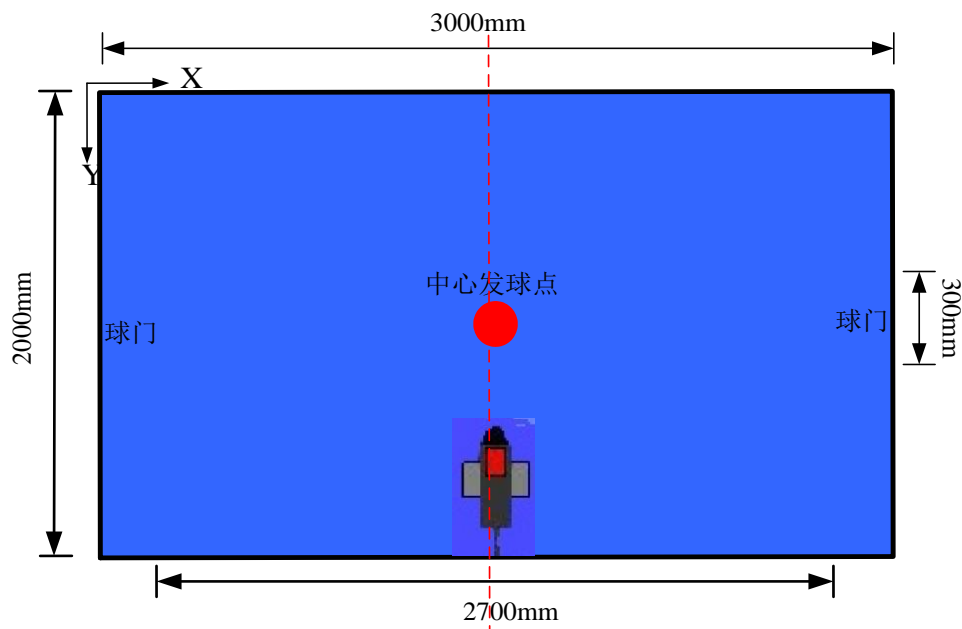


图 3-1 自主视觉单鱼顶球

### 3.2 比赛时间

比赛时间为 5 分钟，比赛只进行一次，过程中不得暂停，不得遥控机器鱼。

### 3.3 计分方法

单鱼顶球项目由主裁进行计分。

- 1) 如若进球，则记录进球所用时间；  
以进球所用时间长短排序，时间最短者获得单鱼顶球项目第一名，得分为  $n$  分， $n$  为参赛队伍总数，第二名为  $n-1$  分，以此类推。
- 2) 若未进球，则进球所用时间和名次都用“ $\infty$ ”表示，得分为 0 分





## 第 4 章 自主视觉愤怒小鱼

### 3.1 比赛内容

参赛队各派一条机器鱼按照抽签顺序参加比赛。比赛水池长 3 米、宽 2 米。水池中安放 5 个圆筒形支柱，其中编号 1 和 3 的支柱为绿色，编号 2 和 4 的支柱为红色，编号 5 的支柱为黄色。每个支柱顶部放置一个装有真鱼的透明盒子，整个盒子代表受困待救的小鱼。支柱的初始位置如图 4-1 所示。机器鱼从水池右侧池壁中心点出发，具体位姿如图 4-1 所示，逐一冲撞支柱，使得支柱顶部的盒子能够落入水中，代表营救受困的小鱼。

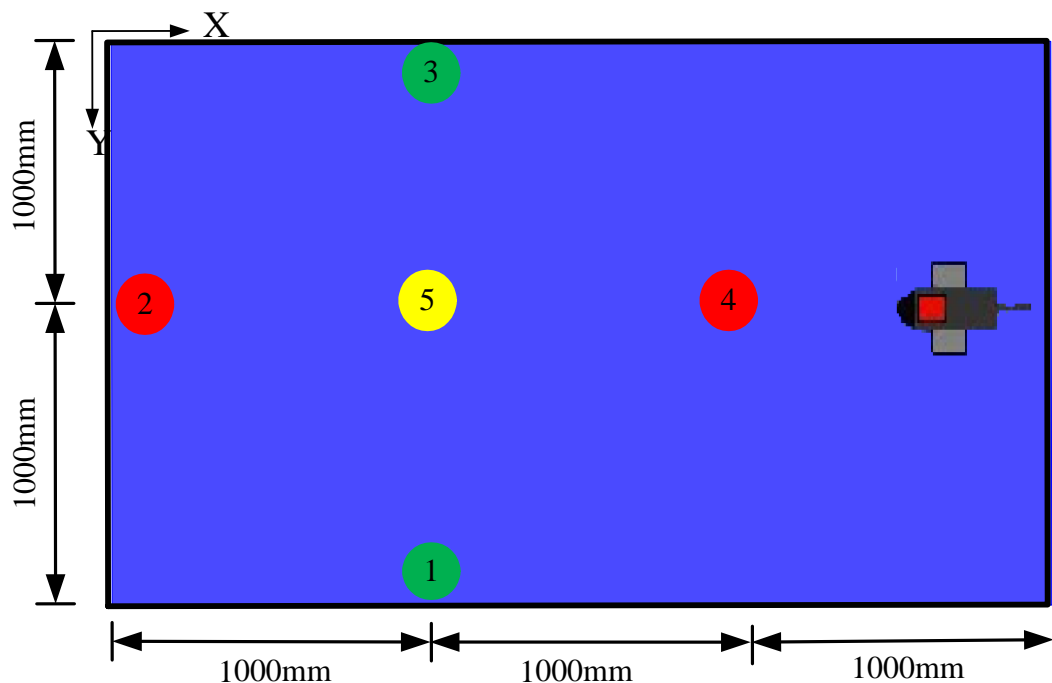


图 4-1 自主视觉愤怒的小鱼示意图

### 3.2 比赛时间

比赛时间为 5 分钟，比赛只进行一次，比赛过程中不得暂停。

### 3.3 计分规则

自主视觉愤怒的小鱼比赛项目由主裁进行计分：

- 1) 比赛前机器鱼必须静止，裁判鸣哨后方能启动机器鱼。不得遥控机器鱼，

---

如果发现手动遥控，则取消其比赛资格。

2) 比赛时间为 5 分钟，采用计分规则。推倒编号 1、2、3 的柱形障碍物分别记 3 分，推倒编号 4 和 5 的柱形障碍物记 2 分。若在 5 分钟内完成比赛，则记录完成比赛所用时间。以所用时间长短排序，时间最短者获得愤怒的小鱼比赛项目第一名，以此类推。

3) 若在 5 分钟内未完成比赛，则比较各队得分高低进行排名。若得分相同，则依据第一个落入水中盒子所用的时间长短计算名次，以此类推。

4) 比赛时间到达 5 分钟时，机器鱼必须自动停止，否则扣 1 分。