

**2012 中国水中机器人大赛暨
首届国际水中机器人公开赛
全局视觉组规则**

北京大学智能控制实验室 2012 年 1 月

目 录

1. 比赛场地及设备	1
1.1. 比赛场地	1
1.1.1. 场地尺寸.....	2
1.1.2. 水深度.....	2
1.1.3. 颜色.....	2
1.1.4. 球门.....	2
1.1.5. 发球点.....	2
1.1.6. 点球点.....	2
1.1.7. 禁区 and 球门区.....	2
1.1.8. 观众及其他.....	2
1.2. 水球	2
1.2.1. 材料.....	2
1.2.2. 更换水球.....	2
1.3. 参赛者	3
1.3.1. 硬件.....	3
1.3.2. 球队.....	3
1.3.3. 守门机器人.....	3
1.3.4. 比赛机器人.....	3
1.4. 裁判	3
1.4.1. 裁判选择.....	3
1.4.2. 主裁职责.....	3
1.4.3. 副裁职责.....	4
1.5. 赛前准备	4
1.6. 迟到处罚	4
1.6.1. 对抗比赛迟到处罚.....	4
1.6.2. 单项比赛迟到处罚.....	4
1.7. 机器人控制平台	4
1.8. 照明以及全局视觉系统	5
1.8.1. 照明.....	5
1.8.2. 摄像机.....	5
1.8.3. 采集卡.....	5
1.9. 无线通信	5
1.9.1. 通信模块.....	5
1.9.2. 通信频率.....	5
1.9.3. 调试频率.....	5
2. 比赛项目	5
2.1. 全局视觉水球(1:1)/全局视觉水球(2:2).....	5
2.1.1. 比赛时间.....	5
2.1.2. 比赛过程.....	6

2.1.3.	<i>计分规则</i>	8
2.2.	全局视觉带球接力	9
2.2.1.	<i>比赛内容</i>	9
2.2.2.	<i>比赛时间</i>	9
2.2.3.	<i>计分规则</i>	9
2.3.	全局视觉带球避障	10
2.3.1.	<i>比赛内容</i>	10
2.3.2.	<i>比赛时间</i>	10
2.3.3.	<i>计分规则</i>	10
2.4.	全局视觉带球环周	10
2.4.1.	<i>比赛内容</i>	10
2.4.2.	<i>比赛时间</i>	11
2.4.3.	<i>计分规则</i>	11
2.5.	全局视觉传球接力	12
2.5.1.	<i>比赛内容</i>	12
2.5.2.	<i>比赛时间</i>	12
2.5.3.	<i>计分规则</i>	12

1. 比赛场地及设备

1.1. 比赛场地

比赛场地为长方形水池，包括两台比赛电脑、一个支架、一个摄像头，两套球门、两个无线通信模块。比赛场地及球门示意图如图 1-1 和图 1-2 所示。

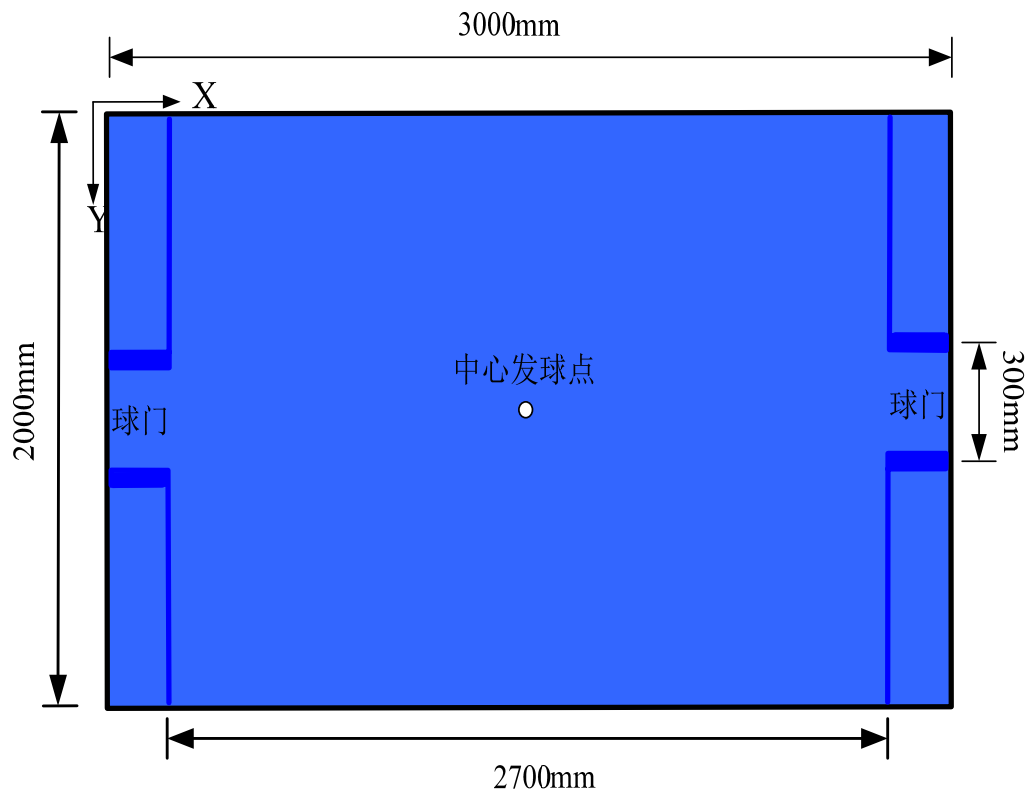


图 1-1 比赛场地示意图

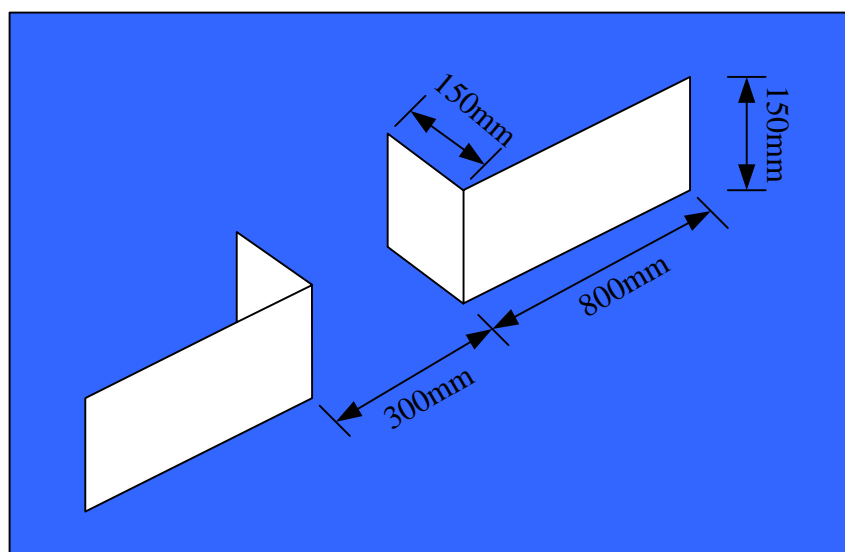


图 1-2 比赛球门示意图

1.1.1. 场地尺寸

水池内部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。球门宽度为 300mm。除了有效比赛场地和球门区域外，机器人禁止进入其它任何区域。比赛场地由组委会统一提供。

1.1.2. 水深度

水深为 200--250mm。

1.1.3. 颜色

池底、池壁均为湖蓝色，球门折板颜色为白色。

1.1.4. 球门

每个球门由两块钢铁折板组成，折板尺寸为 800 mm × 150 mm × 150 mm（长×宽×高），如图 1-2 所示。球门宽度为 300mm，球门线距离池壁大约 150mm。

1.1.5. 发球点

1V1、2V2 的比赛中只有一个发球点，位于场地中央，称为中心发球点。（详情见具体比赛规则）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。

1.1.6. 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 300mm 约 1/8 处。

1.1.7. 禁区和球门区

禁区是以点球点为中心，有效场地长边 1/4 的区域。球门区是指球门线、两球门短边、池壁所围成的区域。

1.1.8. 观众及其他

比赛过程中，场地周围 1.5m 范围内除裁判外不得有观众或队员围观。除了球门、水球和参赛机器人外，比赛场地中不得放入其他任何与比赛无关的设施或干扰物。

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 1/2 直径的高度便于机器人触球），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. 参赛者

1.3.1. 硬件

机器人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度。

头部长度：150-180mm

头部高度：60-90mm

头部厚度：30-50mm

尾部长度（不包括尾鳍）：160-190mm，尾部高度厚度不得超过头部

尾鳍长度：沿长度方向 50-80mm，沿高度方向 90-120mm

胸鳍尾鳍材料：采用较硬塑料材料，不得用金属材料，以免比赛中刮坏

尾部材料：尾部统一使用橡胶皮套

机器鱼颜色为黑色，可以在机器鱼的尾鳍侧面粘贴学校的名称、标志或编号，以区别不同球队的机器鱼。

每个机器人重量不得超过 2kg；在不受挤压的情况下，机器人必须能够放进一个底面半径为 75mm，高为 450mm 的圆筒里面。

参赛队伍机器人需通过赛会技术委员会检测和批准，符合标准者方可参赛。

1.3.2. 球队

各队队员最多 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人。每支球队的参赛机器人数量不能多于规定数量。

1.3.3. 守门机器人

水球比赛中，不固定某个机器人为守门机器人，比赛中最先进入己方禁区视为守门机器人。

1.3.4. 比赛机器人

除守门机器人外，其他机器人为比赛机器人。

1.4. 裁判

1.4.1. 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。

1.4.2. 主裁职责

- 1) 赛前宣布比赛规则，检查场地设置，复查双方的机器人是否符合规定。
- 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人是否犯规，并对犯规机器人进行处罚。

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人, 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人, 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, 或者中断比赛, 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。

1.4.3. 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。

3) 根据主裁指令拿出或者放入机器人。

1.5. 赛前准备

为确保机器人符合比赛要求, 赛前将由赛会的技术委员检查各参赛队的机器人。比赛期间机器人若有修改, 修改后的机器人必须再次接受检查。比赛前赛会必须公布比赛赛程, 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。

1.6. 迟到处罚

1.6.1. 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), 对方球队可获得一个入球; 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, 对方球队以 5: 0 的分数胜出。

1.6.2. 非对抗比赛迟到处罚

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。

1.7. 机器人控制平台

各参赛队伍采用自己的控制平台进行图像处理和目标识别, 采用自己的策略算法进行比赛。

1.8. 照明以及全局视觉系统

1.8.1. 照明

水池上方四角各安装节能照明灯，具体比赛场地情况由主办方统一设置，并提前向各参赛队伍公布。参赛队伍应于比赛前到达比赛场地，调试机器人以便适应场内照明环境。

1.8.2. 摄像机

整个场地一个摄像头位于场地的中心，各队共用这个摄像机，摄像头摄像范围必须能覆盖到整个场地。比赛时，各队分别完成自己的图像处理任务。为了统一标准及公平起见，采用的摄像机必须有相同的性能参数，建议使用组委会推荐的 Sony 公司的 ssc-dc338p 型号，像素：PAL 768H*576V。

1.8.3. 采集卡

使用和摄像机相匹配的图像采集卡大恒 DH-CG400。

1.9. 无线通信

1.9.1. 通信模块

机器人内置无线通信模块，比赛过程中可以和主机进行无线通信。

1.9.2. 通信频率

每个队采用自己的通信频率，如北京大学队采用 444.061MH，南京大学金陵学院队采用 414.995MH。为了不引起相互之间通信干扰，其他参赛队伍必须公布自己的通信频率。

1.9.3. 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。

2. 比赛项目

2.1. 全局视觉水球(1:1) / 全局视觉水球(2:2)

2.1.1. 比赛时间

2.1.1.1. 上下半场时间

上下半场各 5 分钟（不包括暂停时间），整场比赛将持续计时（两个 5 分钟半场）。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。

2.1.1.2. 中场休息

中场休息时间为 5 分钟，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. 比赛过程

2.1.2.1. 赛前准备

为确保机器人符合比赛要求，赛前将由赛会的技术委员检查各参赛队的机器人。比赛期间机器人若有修改，修改后的机器人必须再次接受检查。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有 10 分钟的调试时间。比赛用移动硬盘或 U 盘保存自己的程序和数据。

2.1.2.2. 场地选择

上半场开始时，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；下半场开始时双方互换场地，并由另外一方开球。

2.1.2.3. 开球位置

球的位置都位于场地中心发球点，所有机器人必须位于自己的禁区内，且必须静止不动。

2.1.2.4. 开球

裁判鸣哨开球后，所有的机器人由各参赛队员手动启动。在裁判哨声前抢先启动的机器人将被警告，二次警告后将被移离比赛场地，不得再参加比赛。

水球(1:1)、水球(2:2)比赛开球效果如图 2-1 和图 2-2 所示。

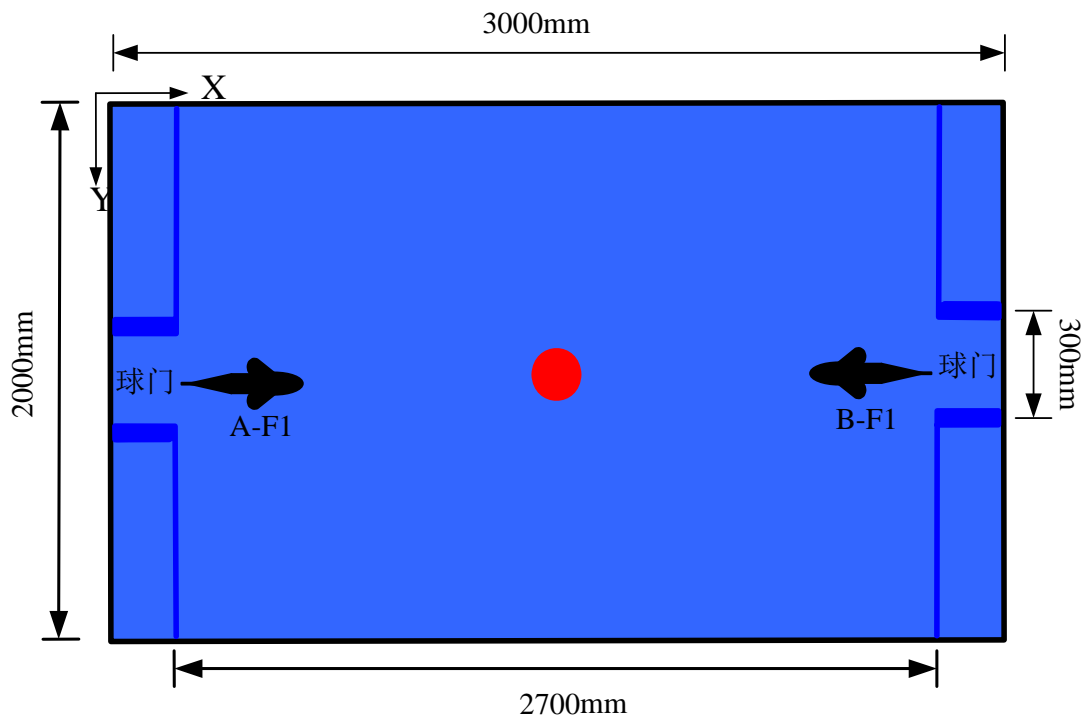


图 2-1 全局视觉水球(1:1)开球效果图

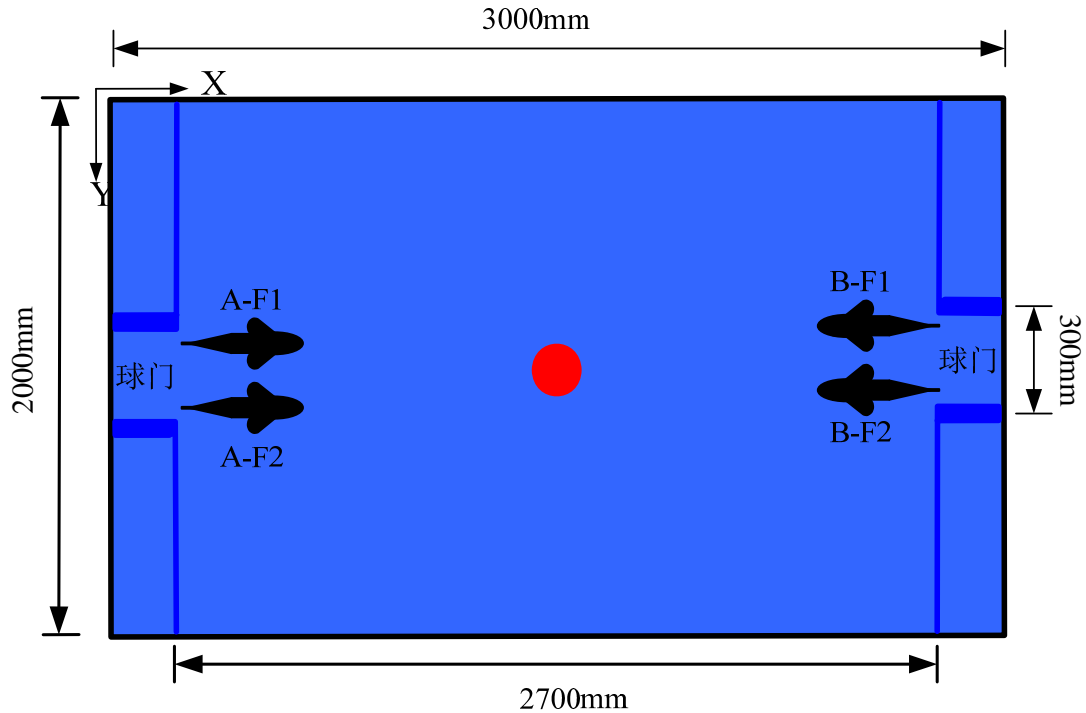


图 2-2 全局视觉水球(2:2)开球效果图

2.1.2.5. 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。

2.1.2.6. 比赛中断

如果双方机器人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, 所有机器人回到自己半场, 重新开球。

2.1.2.7. 更换机器人

比赛过程中, 如果一方机器人出现故障, 可以更换机器人, 更换过程如下:

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

更换的机器人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, 机器人更换次数不受限制, 被换出的机器人可以重新参加比赛。机器人更换过程中比赛不暂停。

如果故障是因为和对方机器人挤撞造成的, 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, 可以更换机器人, 不需通知裁判。

2.1.2.8. 犯规以及处罚

- 1) 犯规

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个机器人在禁区内防守，如果守方有多于一个的机器人进入禁区，则被判犯规；

情形 2：当水球整体位于禁区时，如果守方机器人有任何部分越过球门线进入球门区，则被判犯规。

2) 处罚

对于犯规情形 1：裁判应立即将后进入禁区的机器人拿出，仅保留最先进入禁区的机器人，机器人进入禁区时间由裁判当场判定，犯规机器人拿出 30 秒后于中线位置重新放置，放置过程遵循机器人更换规则。

对于犯规情形 2：裁判应立即将犯规机器人拿出，于中线位置重新放置，放置过程遵循机器人更换规则。

注：

机器人进入禁区的界定：机器人的任何部分在禁区内

水球进入禁区的界定：球的整体位于禁区内

进球界定：水球整体位于球门区内

2.1.2.9. 点球

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。

罚点球时，水球放在对方半场点球点上，主罚机器人放在对方半场禁区线上。点球大战包括两轮：第一轮，对方安排有守门员，时间最多 3 分钟，进球时间短者获胜；若都没有进球或时间相同，进入第二轮，去掉对方守门员，时间最多 2 分钟，进球时间短者获胜。

2.1.3. 计分规则

2.1.3.1. 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。

2.1.3.2. 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队积分相同，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。

2.2. 全局视觉带球接力

2.2.1. 比赛内容

参赛队各派两条机器鱼参加比赛。两条机器鱼起始时刻分别位于水池两侧池壁中心点处，如图 2-3 所示。比赛开始后，A 侧机器鱼 A-F1 带球游向 B 侧；当水球碰到 B 侧池壁后，机器鱼 A-F1 停止运动，B 侧的机器鱼 A-F2 启动，将球带向 A 侧；当水球碰到 A 侧池壁后，机器鱼 A-F2 继续带球返回 B 侧；当水球碰到 B 侧池壁后，机器鱼 A-F2 停止运动，机器鱼 A-F1 再次启动，带球返回 A 侧。当水球再次碰到 A 侧池壁后，比赛任务完成。

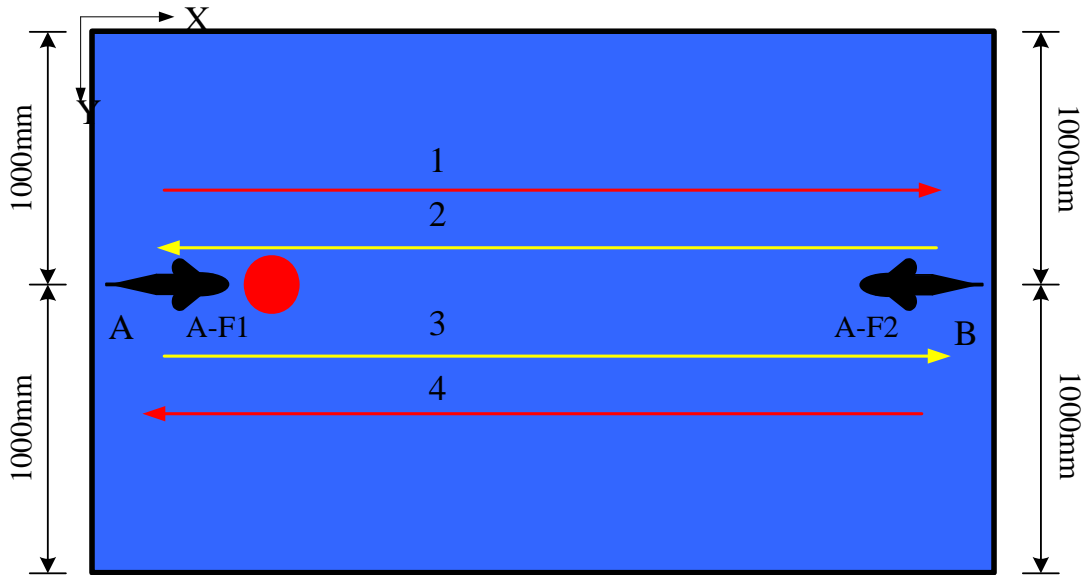


图 2-3 全局视觉带球接力示意图

2.2.2. 比赛时间

比赛时间为 8 分钟，比赛只进行一次，比赛过程中不得暂停。

2.2.3. 计分规则

全局视觉带球接力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) 若在 8 分钟内完成比赛，则记录完成比赛所用时间；比赛完成后，两机器鱼必须自动停止，否则时间加 15s。以所用时间长短排序，时间最短者获得全局视觉带球接力比赛项目第一名，以此类推。

3) 若在 8 分钟内未完成比赛，则记录完成单程数量（总共 4 个单程），以完成单程数量排序。其中单程 1 为机器鱼 A-F1 从 A 侧带球到达 B 侧，并使球碰到 B 侧池壁；单程 2 为机器鱼 A-F2 从 B 侧带球到达 A 侧，并使球碰到 A 侧池壁；单程 3 为机器鱼 A-F2 从 A 侧带球到达 B 侧，并使球碰到 B 侧池壁；单程 4 为机器鱼 A-F1 从 B 侧带球到达 A 侧，并使球碰到 A 侧池壁。

4) 若在规定时间内，未完成该任务，完成单程数量相同，则记录完成第一个单程所用

时间，以完成第一个单程所用时间长短排序，并参照计分规则 2) 计算得分和名次。

2.3. 全局视觉带球避障

2.3.1. 比赛内容

参赛队各派一条机器鱼参加比赛。机器鱼与水球初始时刻分别位于水池两侧池壁的中心点处，障碍物由四个球门组成，如图 2-4 所示。机器鱼 A-F1 首先由 B 侧池壁中心点处出发，依此通过通道 1、通道 2，到达水池 A 侧；然后带球依次通过通道 2、通道 1，带回至水池的 B 侧。当水球碰到水池 B 侧池壁后，比赛任务完成。

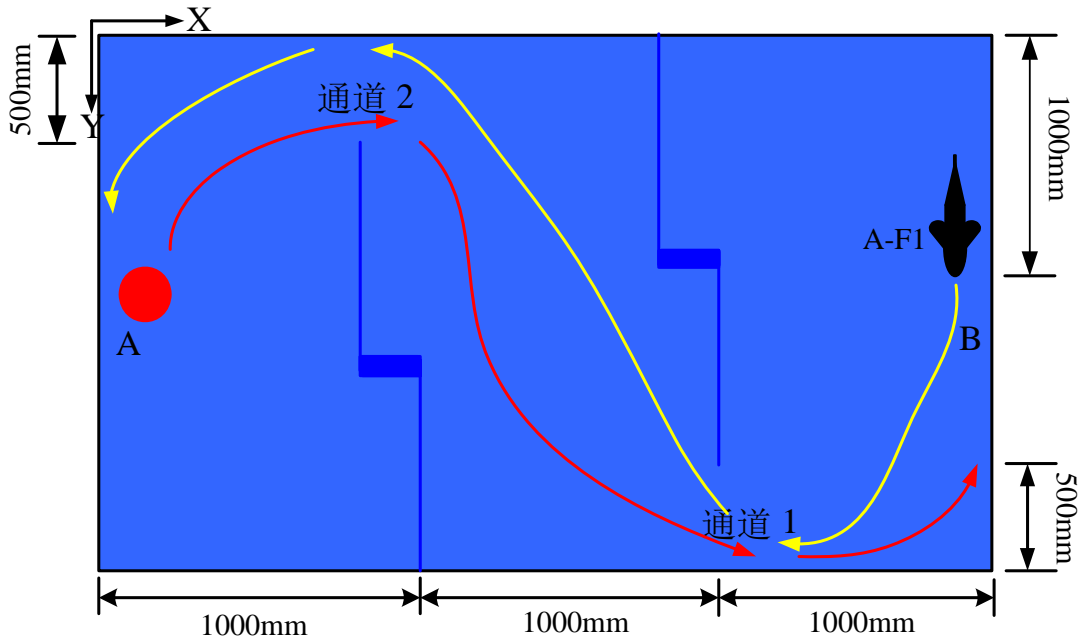


图 2-4 全局视觉带球避障示意图

2.3.2. 比赛时间

比赛时间为 8 分钟，比赛只进行一次，比赛过程中不得暂停。

2.3.3. 计分规则

全局视觉带球避障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) 若在 8 分钟内完成比赛，则记录完成比赛所用时间。比赛完成后，机器鱼必须自动停止，否则时间加 15s。以所用时间长短排序，时间最短者获得全局视觉带球避障比赛项目第一名，以此类推。

3) 若在 8 分钟内未完成比赛，则记录完成单程数量（总共 4 个单程）。其中单程 1 为机器鱼 A-F1 通过通道 1、通道 2 到达水球所在的水池 A 侧；单程 2 为机器鱼 A-F1 带球通过通道 2；单程 3 为机器鱼 A-F1 带球通过通道 1；单程 4 为机器鱼 A-F1 带球，并使水球碰到水池 B 侧池壁。

4) 若在规定时间内，未完成该任务且完成单程的数量相同，则记录完成单程 1 所用时

间，以完成单程 1 所用时间长短排序，计算得分和名次。

2.4. 全局视觉带球环周

2.4.1. 比赛内容

参赛队各派一条机器鱼参加比赛。机器鱼和水球初始时刻位于水池 A 侧池壁中心点处，障碍物由四个球门组成，如图 2-5 所示。机器鱼 A-F1 由 A 侧池壁中心点处出发，带球穿过通道 1；然后带球游向水池 B 侧，并使水球碰到 B 侧池壁；机器鱼 A-F1 带球穿过通道 2；然后将球带回 A 侧池壁处。当水球碰到 A 侧池壁后，比赛任务完成。

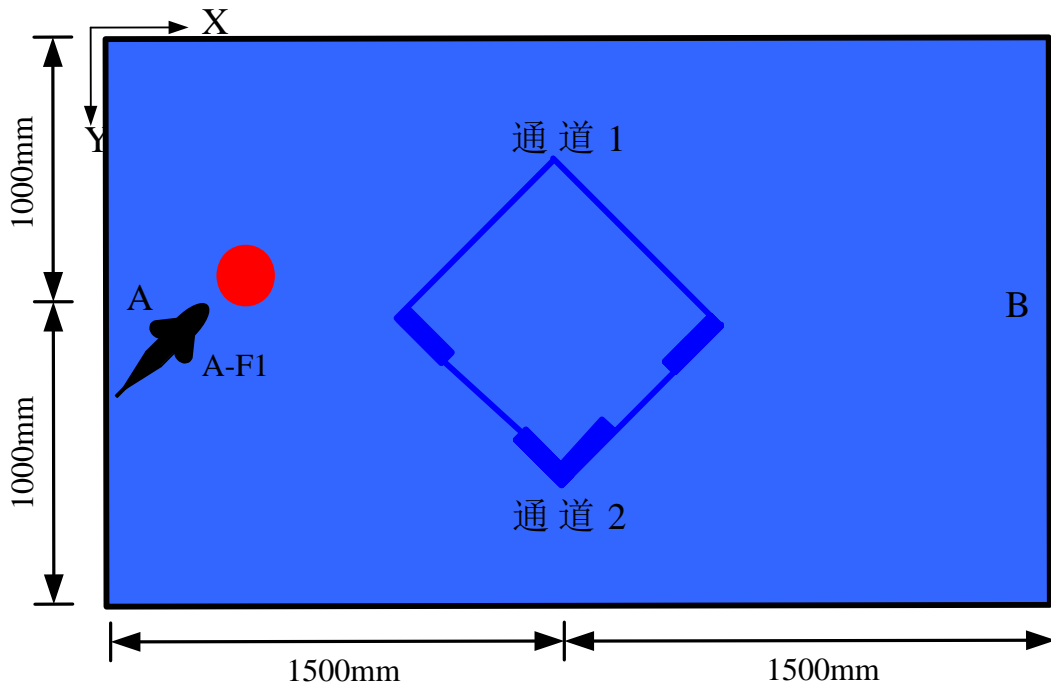


图 2-5 全局视觉带球环周示意图

2.4.2. 比赛时间

比赛时间为 8 分钟，比赛只进行一次，比赛过程中不得暂停。

2.4.3. 计分规则

全局视觉带球环周比赛项目由主裁进行计分：

1) 比赛前机器鱼必须静止，裁判鸣哨后方可启动机器鱼。不得遥控机器鱼，如果发现手动遥控，则取消其比赛资格。

2) 若在 8 分钟内完成比赛，则记录完成比赛所用时间；比赛完成后，机器鱼必须自动停止，否则时间加 15s。以所用时间长短排序，时间最短者获得全局视觉带球环周比赛项目第一名，以此类推。

3) 若在 8 分钟内未完成比赛，则记录完成单程数量（总共 4 个单程），以完成单程数量排序。其中单程 1 为机器鱼 A-F1 从 A 侧带球通过通道 1；单程 2 为机器鱼 A-F1 带球并使球碰到 B 侧池壁；单程 3 为机器鱼 A-F1 从 B 侧带球通过通道 2；单程 4 为机器鱼 A-F1 带

球并使球碰到 A 侧池壁。

4) 若在规定时间内, 未完成该任务, 完成单程数量相同, 则记录完成第一个单程所用时间, 以完成第一个单程所用时间长短排序, 并参照计分规则 2) 计算得分和名次。

2.5. 全局视觉传球接力

2.5.1. 比赛内容

参赛队各派两条机器鱼参加比赛。两条机器鱼初始时刻分别位于水池横向中心线的上下两侧, 水球初始位于机器鱼 A-F1 前, 通道及球门位置如图 2-6 所示。比赛开始后, 机器鱼 A-F1 从水池左下侧出发, 将水球顶过通道 1, 但机器鱼 A-F1 整体不能穿过通道 1; 当水球穿过通道 1 到达机器鱼 A-F2 所在的水池上侧后, 机器鱼 A-F2 启动, 将水球顶过通道 2, 但机器鱼 A-F2 整体不能穿过通道 2; 当水球穿过通道 2 到达机器鱼 A-F1 所在的水池下侧后, 机器鱼 A-F1 再将水球顶入球门, 比赛任务完成。

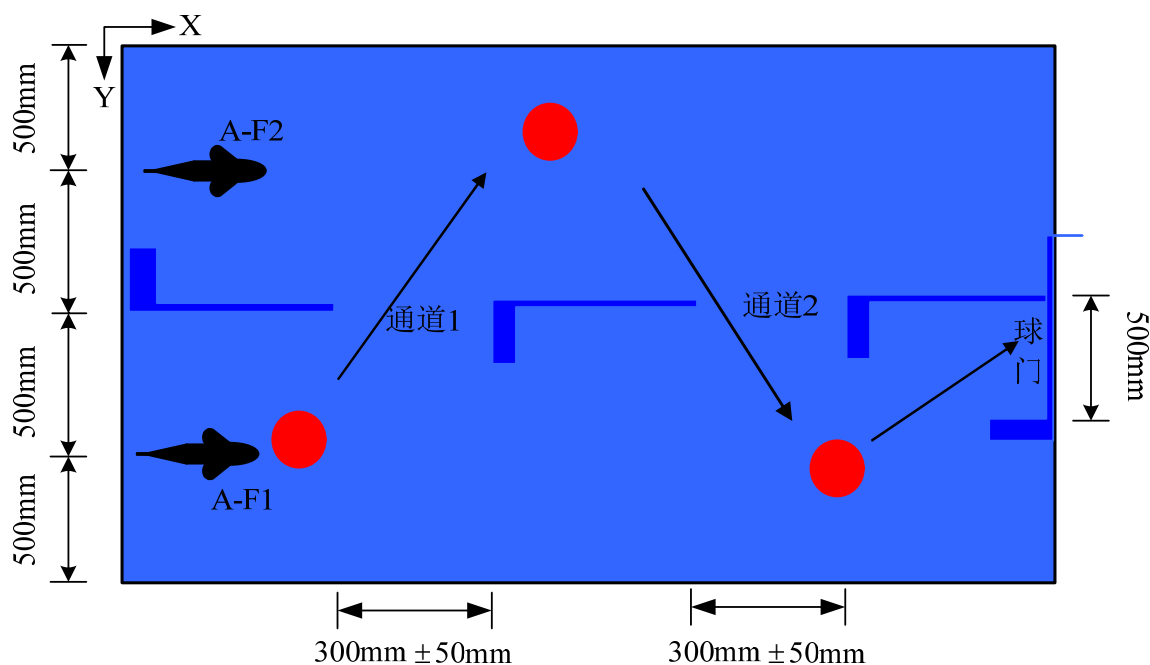


图 2-6 全局视觉传球接力示意图

2.5.2. 比赛时间

比赛时间为 8 分钟, 比赛只进行一次, 比赛过程中不得暂停。

2.5.3. 计分规则

全局视觉传球接力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) 若在 8 分钟内完成比赛, 则记录完成比赛所用时间。其中若机器鱼 A-F1 整体穿过

通道 1，则时间加 15s；若机器鱼 A-F2 整体穿过通道 2，则时间加 15s。比赛完成后，机器鱼必须自动停止，否则时间加 15s。以所用时间长短排序，时间最短者获得全局视觉传球接力比赛项目第一名，以此类推。

3) 若在 8 分钟内未完成比赛，首先记录完成的单程数量（总共 3 个单程），以完成单程的数量排序。其中单程 1 为机器鱼 A-F1 从池壁下侧将球顶过通道 1；单程 2 为机器鱼 A-F2 从池壁上侧将球顶过通道 2；单程 3 为机器鱼 A-F1 将球顶入球门。

4) 若在 8 分钟内未完成比赛，且完成的单程数量相同，则记录完成第一个单程所用时间，以完成第一个单程所用时间长短排序，并参照计分规则 2) 计算得分和名次。