

第十二届国际水中机器人大赛

工程项目组比赛说明及裁判规则

1 比赛场地、设备及赛前准备

1.1 基本比赛场地

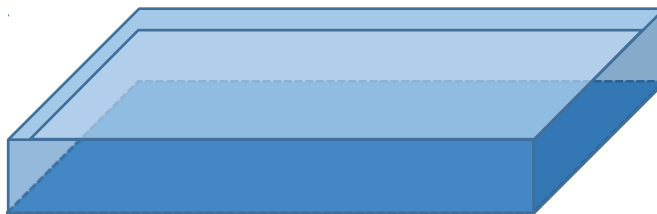


图 1-1 工程项目组比赛场地示意图

工程项目组比赛场地有两种，分别为标准 $3\text{m} \times 2\text{m} \times 0.36\text{m}$ 长方形水池、 $3\text{m} \times 2\text{m} \times 0.5\text{m}$ 长方形水池，水面高度分别为 26cm ， 46cm （如图 1-1 所示）。比赛场地由组委会统一提供。

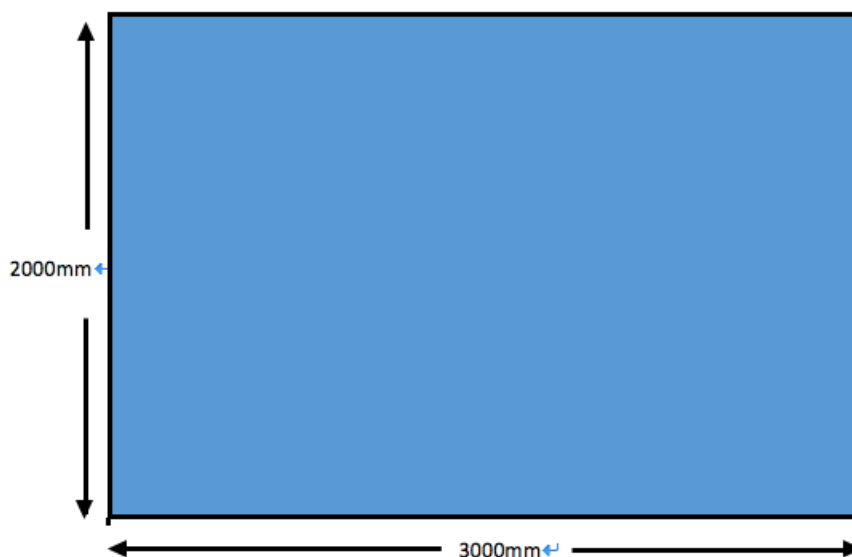


图 1-2 工程项目组比赛场地尺寸

比赛过程中，场地周围 1.5m 范围内除裁判及两名参赛队队员外不得有其他人员围观。除比赛相关设备和参赛机器人（以下称机器鱼）外，比赛场地中不得放入其他任何与比赛无关的设施（物品）或干扰物。场地附近配置机器鱼存放货架或台面。

1.2 管道

比赛用管道为白色 PVC 直径 75mm 管道，拐角处使用标准 90° PVC 管连接拐角。比赛用管道由组委会统一提供。

1.3 区域分界线

使用黑色胶带作为比赛场地分界线，用于标定起点区和终点区的正上方。

1.4 计算机

比赛现场不提供专用计算机，如需效果展示、远程控制启动等，请自带便携式笔记本电脑。

1.5 参赛方

1.5.1 机器鱼

比赛所用机器鱼需要基于单关节仿生机器人平台（为确保比赛公平，单关节必须为 Smart tuna 或单关节基础版、创新版，动力部分为尾鳍及舵机，电压不得高于 12 伏且不得使用升压装置）进行组装和改装。机器鱼长度不得超过 500mm；机器鱼宽度不得超过 300mm；并且机器鱼置于水中时，机器鱼结构的最低点与管道顶部的距离大于等于 5MM（也就是说不允许机器鱼卡管运行）。说明：机器鱼放入水中，以机器鱼游动前进方向的长度定义为机器鱼长度，以水平面内垂直于长度的方向的长度定义为机器鱼的宽度，垂直于水平面方向的机器鱼长度定义为高度。机器鱼必须保证不会有任何尖锐结构会触碰到水池。参赛队伍机器鱼需通过赛会技术委员会检测和批准，符合标准者方可参赛。最终解释权归大赛组委会。（注意：大赛要求机器鱼动力方式为尾鳍推动，不得使用螺旋桨等非仿生结构推进）

1.5.2 参赛队伍

各参赛队有最多 2 名指导教师和 4 名队员组成（其中一名为队长）。比赛开始，机器鱼启动后，队长和队员禁止接触比赛中的机器鱼。

1.6 裁判

裁判由组委会指定，其中主裁 1 人，副裁 2 人。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。

1.6.1 主裁职责

1) 赛前宣布比赛规则，检查场地设置，复查参赛者的机器鱼（尺寸与结构）是否符合规定。

2) 宣布开始、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) 按比赛项目规则记录比赛时间。

5) 按比赛项目规则记录和计算比赛队伍获得的成绩。

6) 如果比赛中出现机械或其他故障，参赛队伍可以向主裁提出申请，由主裁进行裁决，或者中断比赛，或者继续比赛。

7) 在比赛期间，主裁享有最终裁定权。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。

8) 比赛结束后，监督各队队长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。

1.6.2 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鱼。

1.7 机器鱼控制平台

该竞赛项目属于非对抗类比赛项目，起始控制指令由裁判发出，开始比赛后不允许使用其他平台进行控制，比赛控制平台由大赛组委会提供。

1.8 机器鱼编程及改装说明

1.8.1 结构改装要求

本赛项允许对机器鱼进行结构改装。改装要求需满足：机器鱼的长、宽、高尺寸符合 1.5.1 中的规定；机器鱼在比赛过程中不能依靠物理接触管道方式寻迹；机器鱼改装后的结构件尖锐处需做好保护，以防损害比赛专用水池。

1.8.2 编程要求

本赛项需要进行底层软件编程，要求使用水下机器鱼创新平台自带的 ATmega128 芯片、STM32 芯片、WRTnode 等主板进行程序开发，程序基于组委会提供基于最新版基础程序进行拓展编程。

1.9 赛前准备

为确保机器鱼符合比赛要求，赛前将由裁判长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。比赛前组织方会公布比赛赛程，并为每个参赛队伍提供调试的时间。检录后，所有参赛机器鱼上交裁判组拍照记录留存底案，竞赛期间自行保管。

1.10 迟到处罚

检录或比赛时未按规定时间到达检录地点或竞赛场地，视为迟到。参赛队伍迟到 5 分钟及以上者，取消参赛资格。

2 输油管巡检技术挑战赛(浅水)

2.1 比赛项目场地设置

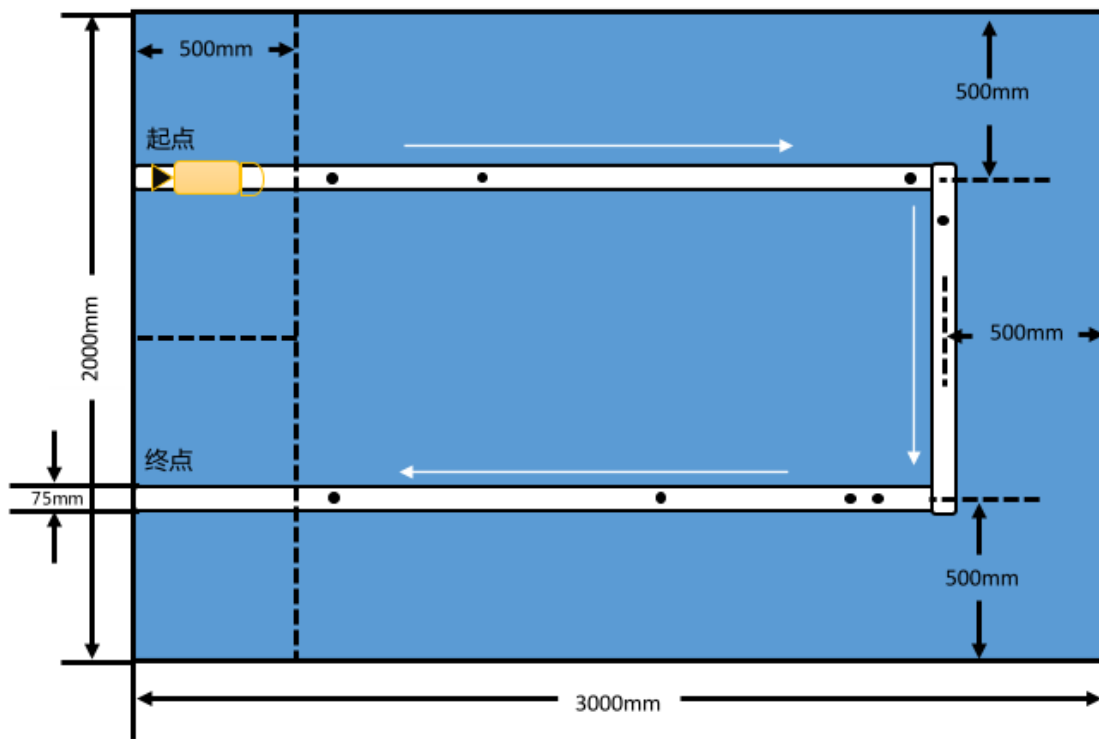


图 2-1 输油管巡检技术挑战赛场地图

用直径 75mm 白色 PVC 管铺设模拟输油管线，PVC 管铺入水池底部，管线布局如图 2-1 所示。用直径 3cm 圆形实心黑色标记表示漏油处，共设置 8 个漏油处，随机分布在输油管正上方。场地图标识起点和终点所处的虚线方框内分别为起点区和终点区，起点区和终点区用黑色胶带标记规划范围。

2.2 比赛内容

输油管巡检技术挑战赛(浅水)是水中机器人面向工程应用方向的非对抗性技术挑战比赛。比赛使用基于水下机器人创新平台而搭建出的水下输油管检测机器鱼，能够激发学生对工程应用机器鱼的兴趣，提高学生在机器人结构、电路、软件等方面的知识技术水平。参赛队各派一条由水下机器人创新平台搭建的单关节尾鳍摆动推进方式的机器鱼参加比赛。

2.3 比赛过程

1) 比赛开始前机器鱼位于起点分隔线框内，不得超过分隔线。裁判吹哨示意比赛开始，启动机器鱼，当机器鱼头部最前端抵达分隔线，比赛计时开始，启动后不允许再对机器鱼进行任何操作。

2) 机器鱼沿着输油管线按照白色箭头指示方向游动，不得偏离管线，从正上方观察若机器鱼在水平面上的投影与管线在水平面上的投影没有重叠则比赛停止，计时结束。

3) 游动的同时检测管线上标记的漏油处,检测到漏油处时通过一定的效果明显的方式,现场告知裁判及观众,可以是声音、光、回传PC机数据等。

4) 机器鱼全身进入终点区比赛结束,计时停止。

2.4 比赛时间

比赛时间为100秒,100秒仍未到达终点区则比赛结束,比赛过程中不得暂停。机器鱼抵达终点后,继续由裁判组统一保管。比赛分为两轮进行,两轮之间不设置调试时间,取两轮竞赛得分的最高分为参赛队伍的竞赛得分。

2.5 计分规则

竞赛计分由漏油检测分、完成比赛分和计时分三部分成。

漏油检测分:正确检测到一个漏油处加10分,正确检测要求从正上方观测机器鱼与漏油处有重合,并且同时以明确明显的方式报告检测到漏油处。机器鱼在未遇到漏油处时有报告则为误报,扣10分,满分80分。

完成比赛分:在100秒内,机器鱼不偏离管线(判断标准以比赛过程描述为准)到达终点处完成比赛,加20分。

计时分:在100秒内完成比赛,比赛用时为 T ,获得 $(100-T)/2$ 分。

上述三项分数之和是参赛队伍的竞赛得分。

3 输油管巡检技术挑战赛（深水）

3.1 比赛项目场地设置

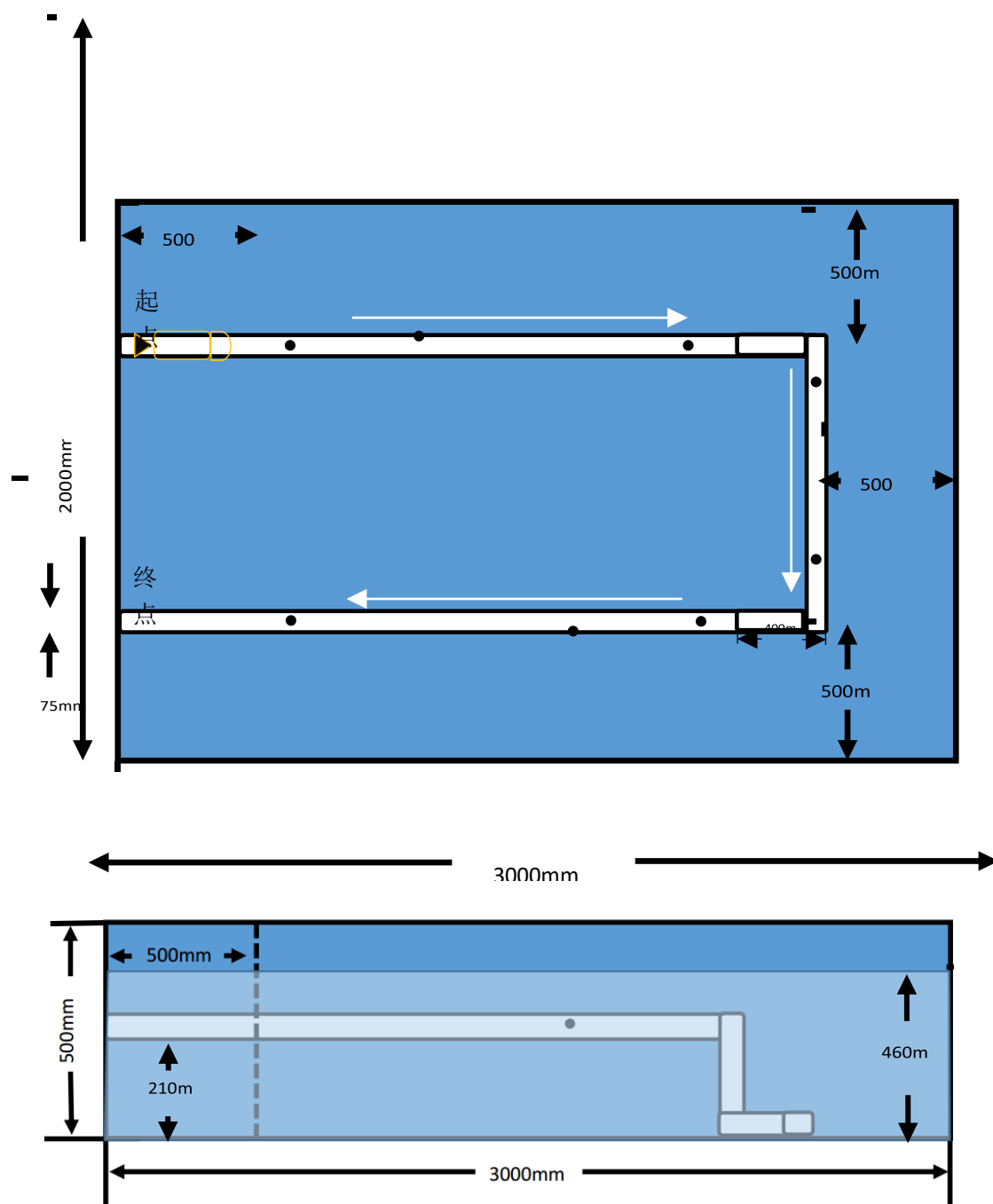


图 3-1 输油管巡检技术挑战赛场地图及侧视图

用直径75mm白色 PVC 管铺设模拟输油管线，PVC管铺入水池底部，管线如场地图所示。用直径1-3cm圆形实心黑色标记表示漏油处，共设置10个漏油处，随机分布在输油管线各处，

可以位于管道横截面的任意位置。场地图标识起点和终点所处的虚线方框内分别为起点区和终点区，起点区和终点区用黑色胶带标记规划范围。

3.2 比赛内容

输油管检测技术挑战赛（深水）是面向机器鱼实际应用方向的非对抗技术挑战比赛。比赛使用水下机器人创新平台基础版搭建水下输油管检测机器鱼，赛项的设置是对机器人工程项目的模拟应用，能够激发学生对机器人的兴趣，提高学生在机器人结构、电路、软件等方面的知识技术水平。参赛队各派一条由水下机器人创新平台基础版搭建的单关节摆动推动机器鱼参加比赛。

3.3 比赛过程：

1) 比赛开始前机器鱼位于起点分隔线框内，不得超过分隔线。裁判吹哨示意比赛开始，启动机器鱼，当机器鱼头部最前端抵达分隔线，比赛计时开始，启动后不允许再对机器鱼进行任何操作。

2) 机器鱼沿着输油管线按照白色箭头指示方向游动，不得偏离管线，从正上方观察若机器鱼在水平面上的投影与管线在水平面上的投影没有重叠则比赛停止，计时结束。

3) 游动的同时检测管线上标记的漏油处，检测到漏油处时通过一定的效果明显的方式，现场告知裁判及观众，可以是声音、光、回传PC机数据等。

4) 机器鱼全身进入终点区比赛结束，计时停止。

3.4 比赛时间

比赛时间为 100 秒，100 秒仍未到达终点区则比赛停止，比赛过程中不得暂停。机器鱼抵达终点后，继续由队员统一保管。比赛分为两轮进行，两轮之间不设置调试时间，取两轮竞赛得分中的高分为参赛队伍的竞赛得分。

3.5 计分规则

竞赛计分由漏油检测分、完成比赛分和计时分三部分组成。

漏油检测分：正确检测到一个漏油处加10分，正确检测要求从正上方观测机器鱼与漏油处有重合，并且同时以明确明显的方式报告检测到漏油处。机器鱼在未遇到漏油处时有报告则为误报，扣10分，满分100分。

完成比赛分：在100秒内，机器鱼不偏离管线(判断标准以比赛过程描述为准)到达终点处完成比赛，加20分。

计时分：在100秒内完成比赛，比赛用时为T，获得 $(100-T)/2$ 分。

上述三项分数之和是参赛队伍的竞赛得分。

4 水中机器人协同竞技

4.1 竞赛环境

- 1) 建议编程系统：KenFish 图形化编程平台。
- 2) 编程电脑：选手自带。
- 3) 禁带设备：手机、U 盘、平板电脑、对讲机等。

4.2 竞赛场地

下图仅为示意图，实际场地以比赛现场公布为准。

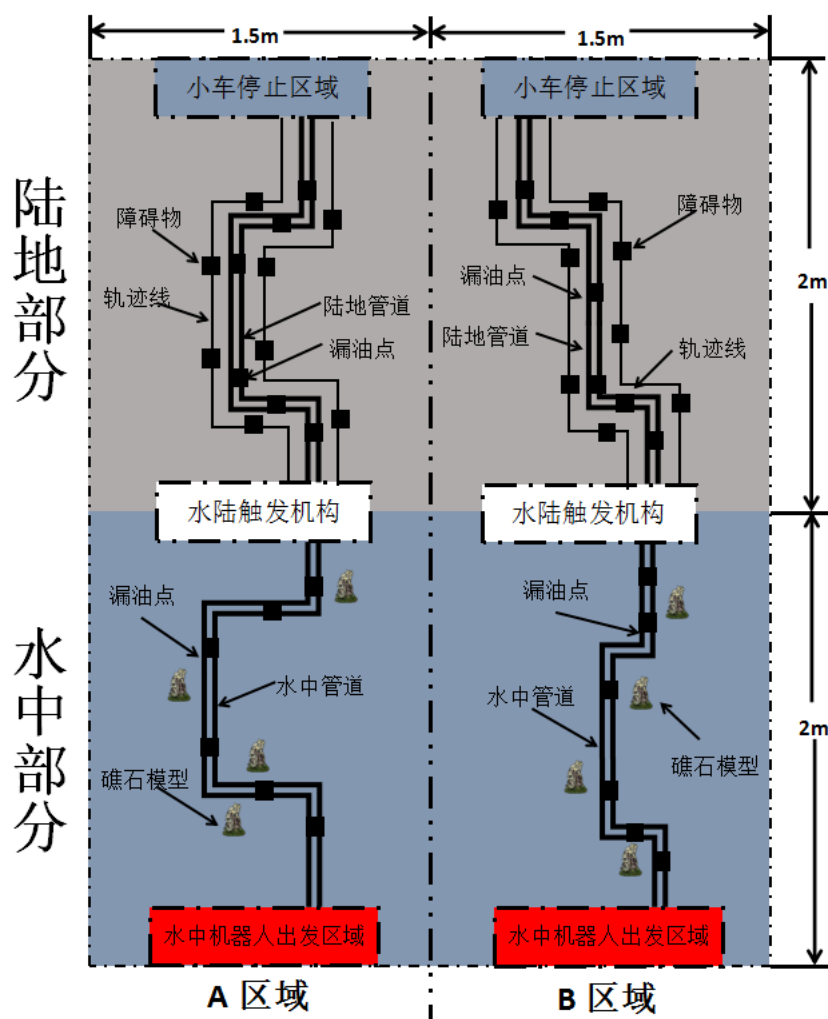


图 4-1 场地示意图

- 1) 场地尺寸：长 400cm，宽 300cm。其中水池部分长 300cm，宽 200cm。
- 2) 场地：以组委会提供的标准场地为准，其中水池场地四周为铝型材，可以安装水陆触发装置。
- 3) 石油管道：直径 75mm 白色 PVC 管，水中部分紧贴水池底面铺设，陆地部分紧贴陆地地面铺设。

水中和陆地的石油管道均有四种规格的弯道模式：45 度弯道模式、90 度弯道模式。所

铺设的石油管道形状在比赛现场公布。

4) 水池水深: 26cm。

5) 起点: A、B 区域水中机器人出发区域; 终点: A、B 区域小车停止区域。

6) 漏油点:

① 直径 3cm 的圆环, 黑色不反光, 随机分布在管道一圈, 摆放位置在比赛现场公布;

② 3cm×3cm 的正方形, 黑色不反光, 随机分布在管道上方, 具体位置在比赛现场公布;

③ 3cm×3cm 的正方形, 其他标准颜色 (包括但不限于红色、黄色、蓝色、绿色) 不反光, 随机分布在管道上方, 具体颜色和位置在比赛现场公布。

7) 礁石: 随机摆放在水中管道两侧, 距离直管道 10cm 处, 距离转弯 15cm 处。礁石放置位置在比赛现场公布。



8) 障碍物: 3cm*3cm*cm, 随机放置在陆地小车循线的道路上。障碍物放置位置在比赛现场公布。



9) 轨迹线

轨迹线在管道两侧都有设置, 参赛队伍可在 A 或 B 区域选择一条轨迹线进行循迹。具体轨迹线分布在比赛现场公布。

4.3 竞赛规则

4.3.1 机器人要求

1) 水中机器人

比赛所用水中机器人必须基于 KenFish 单关节进行组装和改装。改装后的水中机器人长

度不得超过 50cm，宽度不得超过 30cm，并且水中机器人置于水中时，水中机器人结构的最低点与水池底部的距离不小于 75mm。

水中机器人长度定义：水中机器人放入水中，其游动前进的方向为水中机器人长度。

水中机器人宽度定义：在水平面内，垂直于水中机器人长度的方向为水中机器人宽度。

水中机器人距离水池底部最低高度定义：在竖直平面内，垂直于水中机器人长度的方向，水中机器人置于水中时，水中机器人结构的最低点与水池底部的距离。

2. 陆地小车

比赛所用陆地小车需要根据比赛规则自行组装。例如：通过添加传感器识别管道上的漏油点。

4.3.2 竞赛任务

1. 设计 2 台机器人：1 台水中机器人，1 台陆地小车。

2. 水中机器人从管道起点出发，沿管道行走，遇到漏油点进行识别，并执行修复动作（修复动作自行设定，例如：点亮 LED 灯进行提醒和控制舵机等，但不限于上述动作），然后继续前进；遇到弯道时，水中机器人应该调整姿态通过弯道，然后继续前进；水中部分放置礁石模型若干，设置漏油点若干和弯道若干（机器人需要具备转弯循管道能力），水中机器人在游动和转弯时应避免碰撞到礁石模型，最终水中机器人在水中管道末端触动触发机构，水中循检任务完成。

3. 陆地小车被触发机构触发（触发方式自行设计，例如红外、触碰开关等，但不限于上述触发方式）后出发，沿着管道循检，检测到管道上的漏油点时，执行修复动作（修复动作自行设定，例如：点亮 LED 灯进行提醒和控制舵机等，但不限于上述动作），然后继续前进，沿途在小车行驶的道路上会有障碍物，需要陆地小车清除障碍物，转弯处应调节小车姿态；陆地部分设置障碍物若干、漏油点若干和弯道若干（机器人应具备转弯循管道能力），小车循检完到达管道末端终点处，小车停止，并有显著停止信号（声、光、电效果均可，但不局限于上述效果）发出，比赛完成。

4.3.3 竞赛时长

1) 现场编程、程序调试：90 分钟/组别（可提前拼装模型）。

2) 任务完成规定用时：3 分钟

4.3.4 比赛要求

1) 机器人于起点区域启动之前须静止，允许采用按下开关的方式进行启动。

2) 水中机器人和陆地小车须使用传感及编程自主运行。

3) 在任务完成所限定的时间内无暂停。

4) 比赛过程中，如果出现机器人失去控制并有可能损坏竞赛场地的情况，裁判应及时

取出水中机器人或陆地小车，参赛队伍本次比赛随即结束。

5) 在任务完成所限定的时间内，参赛机器人如发生结构脱落，在不影响机器人正常运动的情况下，参赛选手可请求裁判帮助取回脱落件。

6) 比赛过程中不得更换机器人，不可以对机器人软硬件进行变更。

7) 参赛队伍可选择 A 场地或 B 场地进行比赛，每支队伍共有两次比赛机会。

4.3.5 比赛结束

1) 规定时间内完成任务视为比赛结束。

2) 规定时间内未完成任务，比赛结束。

3) 水中机器人和陆地小车偏离管道 5 秒，比赛结束。

4.3.6 取消比赛资格

1. 参赛团队迟到 5 分钟及以上。

2. 比赛过程中故意触碰礁石模型、障碍物、场地管道等，以及参赛的水中机器人和陆地小车。

3. 不听从裁判的指示。

4.4 评分标准

4.4.1 评分细则

任务	得分
水中机器人顺利循管道到达触发机构位置	20 分
水中机器人顺利识别漏油点并进行修复	7.5 分/个
修复部分设计的创意和复杂度 ①机械运动修复 2-4 分 ②语音修复提示 3 分 ③声音或光提示修复 0-3 分	0-10 分
水中机器人顺利避开礁石模型	3 分/个
水中机器人碰撞到礁石模型	-1 分/次
水中机器人碰倒礁石模型	-3 分/次
水中机器人顺利通过触发机构启动陆地小车	9 分
水中机器人漏油点误报	-5 分/次
陆地小车顺利循管道到达终点	20 分

陆地小车顺利识别漏油点并进行修复	3分/个
修复部分设计的创意和复杂度 ①机械运动修复 2-4分 ②语音修复提示 3分 ③声音或光提示修复 0-3分	0-10分
陆地小车顺利清除障碍物	4分/个
触发机构设计的创意及复杂度 ①机械接触式成功触发 0-5分 ②含有无线传感并成功触发 5-10分	0-10分
陆地小车到达终点处顺利停止	8分
陆地小车通过循轨迹线方式完成任务	-10分
陆地小车漏油点误报	-5分/次

4.4.2 最终比赛得分

每支参赛队伍有两次比赛机会，取两次比赛中最好的成绩为最终比赛得分。参赛队伍依据最终得分排名，如果得分相同，则用时短的队伍排名靠前。

4.5 相关说明

1. 每位选手限参加一个赛项，严禁重复、虚假报名，一经发现或举报，将取消比赛资格。
2. 未在竞赛时间内参加比赛的视为弃权。
3. 比赛期间，凡是规则中没有说明的事项由裁判组决定。

4. 本规则是实施裁判工作的依据，在竞赛过程中裁判有最终裁定权。组委会对本规则具有最终解释权。