

第七届浙江省大学生工程训练综合能力竞赛
“智能+”赛道智能物流搬运赛项
水下管道智能巡检赛项命题要求和评分细则

1、对参赛作品/内容的要求

本赛项以水下管道智能检测的现实场景和未来发展为主题，利用智能技术自主设计一台按照给定任务完成水下管道检测的水中机器人（简称：水中机器人），该水中机器人能够沿着水下管道运动，检测管道上的吸附物，并发出警报，并完成移除、回收等任务。任务执行过程中不允许使用包括遥控在内的任何人工交互的手段控制水中机器人及辅助装置。赛项分为初赛和决赛，初赛主要对管道上的吸附物进行检测并报警，决赛除了对管道上的吸附物进行检测报警外，还需要对吸附物进行移除、回收，完成不同的任务其分数的权重不同。

1.1 功能要求

水中机器人应能够实现自主前进、后退、左转、右转、上升、下潜等运动功能，并能够对水下管道上的吸附物进行检测、报警、移除及回收等，竞赛过程中水中机器人应全程自主运行。

1.2 机械结构要求

水中机器人的机械结构自主设计与制作，所用材料自定。除标准件外，不允许使用购买的成品套件拼装或改装而成，水中机器人各部分的机械结构形式均不限制。

1.3 外形尺寸要求

水中机器人初始尺寸（长×宽×高）不得超过 500×400×300（mm）。允许水中机器人结构设计为可折叠形式，但在竞赛开始后才可自行展开。

1.4 电控及驱动要求

控制方式自行确定，鼓励各参赛队采用 AI 及 5G 技术。所使用的电机和传感器的种类及数量不限。水中机器人只能采用电驱动，电池供电（蓄电池除外），供电电压限制在 12V（含 12V）以下，电池随水中机器人装载，比赛过程中不能更换。

1.5 检测报警要求

要求水中机器人检测到吸附物报警时，吸附物必须在水中机器人垂直投影内（即水中机器人的最前端超过该吸附物，或水中机器人最末端没超过吸附物），必须采

用闪光报警方式，对不同形状的吸附物其闪光颜色应可以调整，例如红、蓝、绿、黄等。

初赛的吸附物形状为圆形和方形，对应的报警颜色为红色和绿色。决赛的吸附物形状及对应的报警颜色现场抽签决定。

2、赛程安排

水下管道智能巡检赛项由管道巡检初赛（简称：初赛）和管道巡检决赛（简称：决赛）组成。

初赛由场景设置与任务命题文档（简称：任务命题文档）、现场初赛两个环节组成，决赛由现场实践与考评、现场决赛两个环节组成。

初赛形成参赛队初赛成绩，取排名前 40%的参赛队进入决赛，初赛成绩不带入决赛。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 水下智能管道巡检赛项各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	初赛	任务命题文档	20
2	第二环节		现场初赛	80
说明：产生决赛名单并现场发布任务命题				
3	第三环节	决赛	现场实践与考评	30
4	第四环节		现场决赛	70

3、对运行环境的要求

3.1 运行场地

赛场尺寸（长×宽×高）为 3000×2000×600（mm）长方形水池（如图 1 所示），水面高度 460-530mm。

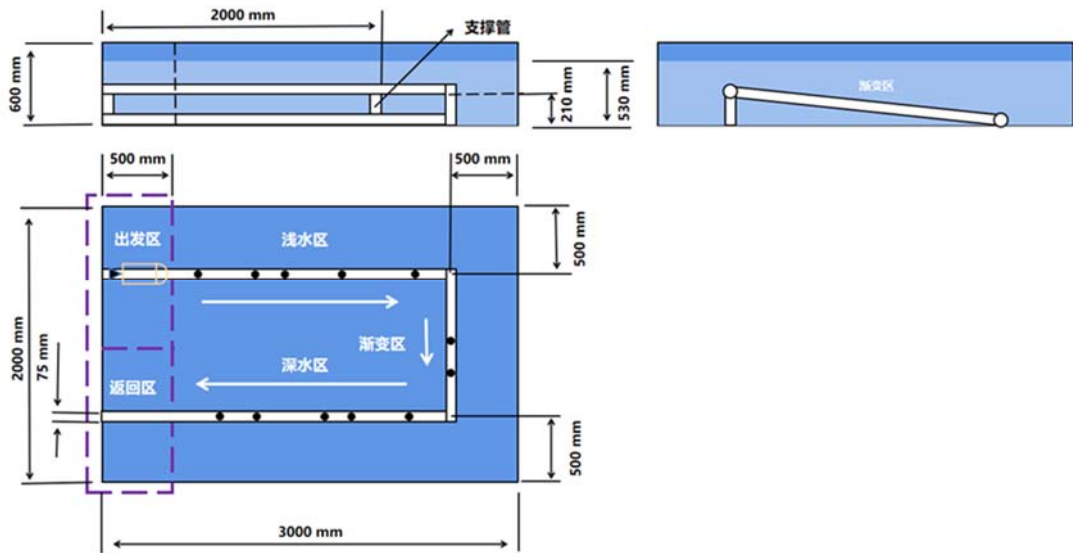


图 1 初赛赛场示意图

用直径 $\phi 75\text{mm}$ 白色 PVC 管铺设模拟的水下管道，水下管道铺设在水池内，分浅水区、渐变区和深水区，即 PVC 管在不同区域的高度不一样。

初赛时，比赛场地左侧虚线方框内分别为出发区和返回区。浅水区的 PVC 管道的底部与水池底面的距离为 210mm，深水区的 PVC 管道的底部与水池底面接触（即 PVC 管道沉于水池底部），渐变区的 PVC 管道一端与浅水区的 PVC 管道相连，一端与深水区的 PVC 管道相连，成倾斜状。浅水区与渐变区管道下部有支撑物，位置不定，如图 1 所示。

决赛时，出发区和返回区的位置，浅水区和深水区的 PVC 管道的位置、管道底部与水池底面的距离现场确定。

在水下管道上共设置 5~15 个吸附物，分布在水下管道各处。初赛时，吸附物全部位于水下管道横截面上半部分的任意位置（如图 2 所示），吸附物的数量和沿管道布置的位置现场抽签确定，吸附物的最小间距为 500mm。决赛时，吸附物位置不限于横截面上半部分，吸附物的数量和沿管道布置的位置现场抽签确定。

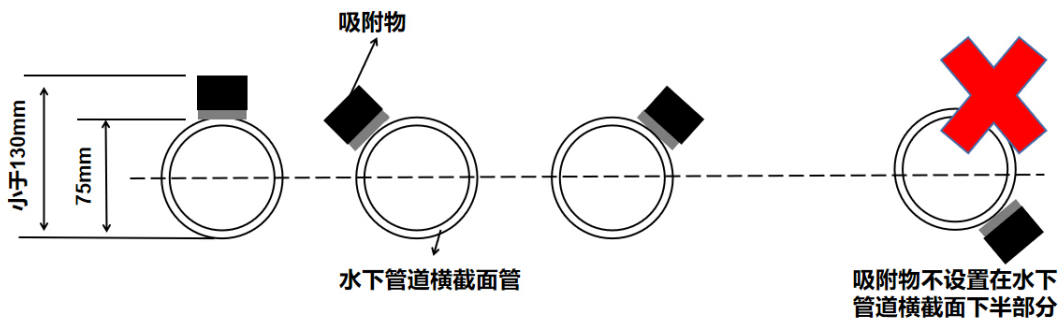


图 2 现场初赛吸附物布置方式示意图

吸附物为黑色物体，其截面为简单形状（正方形、圆形、三角形、环形等），吸附物边长或直径尺寸限制在 30~50mm 范围，厚度不大于 50mm。初赛的吸附物为正方形、圆形两种（如图 3 所示），决赛的吸附物形状将现场决定。吸附物与管道的吸附力不大于 30-40g/cm²（可提供标准件参考）。

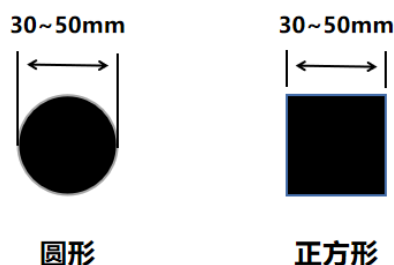


图 3 现场初赛吸附物截面示意图

出发区的水下管道上贴有黑色胶带作为比赛的出发线，如图 4 所示。

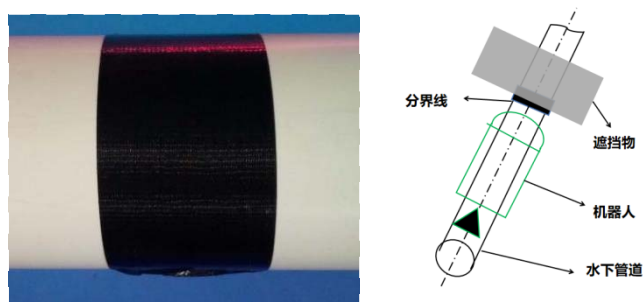


图 4 比赛场地分界线和遮挡物

3.2 竞赛社区提供的设备

竞赛社区将提供 220V 交流电，以及 3D 打印、激光切割等设备。竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件，以及安装调试工具等各参赛队自备。

4、水下管道智能巡检赛项具体要求

4.1 初赛

4.1.1 任务命题文档

参赛队按照决赛的任务命题文档模版提交决赛任务命题方案。根据命题规则和决赛的任务命题文档模版等要求，给出决赛场景策划、管道路线及深浅规划（（出发区、返回区、浅水区和深水区水下管道的布置）、吸附物沿水下管道的分布、吸附物的形状和数量、吸附物的吸附位置（圆周方向和管道轴线方向）、清理、移除及回收的方式、竞赛过程设计（水中机器人准备时间、出发要求、运行时间、吸附

物数量、管道深浅、规划决赛场地等），以及工程管理相关的内容，各队该项得分计入其初赛成绩。

决赛的任务命题文档成绩不仅包括任务命题文档的内容质量符合命题规则的程度，也包括文档的排版规范。

4.1.2 现场初赛

现场抽签确定各参赛队比赛的场地、赛位号。

抽签确定吸附物在水下管道上的位置，吸附物的形状和数量。

参赛队将水中机器人放置在出发区等待出发，裁判将遮挡物放在出发线上。根据现场统一指令，启动机器人，裁判移开遮挡物同时计时开始。

在规定时间内，水中机器人从出发区沿着水下管道游动进入浅水区，然后经过渐变区，再到深水区，在这个过程中进行水下管道吸附物的检测并报警，当检测到吸附物时，按照吸附物的不同形状闪烁不同颜色的灯光。

完成全部任务后，水中机器人回到返回区时计时结束。

在规定时间内，根据水中机器人正确检测到吸附物并正确报警、是否按时回到返回区等计算成绩。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

以初赛成绩排名选出参加决赛的参赛队，若出现参赛队成绩相同，则按现场初赛成绩排序，分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

4.2 决赛

4.2.1 现场实践竞赛环节

1) 现场抽签

由各参赛队提交的任务命题文档优化整合出多套决赛任务命题方案，经现场抽签产生现场决赛任务。

2) 现场实践与考评

现场实践竞赛环节在竞赛社区环境下进行。竞赛社区是完成所有参赛队现场实践能力及综合素质竞赛的信息化支撑平台。所有参赛队均以市场主体的角色进入竞赛社区，在规定时间内借助竞赛社区提供的各类资源，完成吸附物处理装置的设

计、材料采购、加工制造、安装调试、开发高度、技术交易、公益服务、宣传报道等活动。竞赛社区采用虚拟货币体系对参赛队的技术能力、工程知识、诚信意识、协作意识等方面进行评价，给该环节最终成绩。

每队自带拆装工具和调试工具等，有安全操作隐患的不能带入。

4.2.2 现场决赛

参照现场初赛流程，参赛队按照现场抽签比赛场地和顺序，以及现场发布的决赛任务运行。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

以决赛总成绩对参加决赛的参赛队进行排名，若出现参赛队决赛总成绩相同，则按现场决赛成绩排序，分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

5、水下管道智能巡检赛项评分细则

5.1 初赛

水下管道智能巡检初赛包括任务命题文档评审和现场初赛运行。

初赛成绩 $P1 = \text{文档成绩 } A1 + \text{现场初赛成绩 } C1$

5.1.1 任务命题文档（场景设置与任务命题文档）A1（20分）

$A1 = 20 - \text{扣分}$

5.1.2 现场初赛运行分 C1（80分）

现场初赛运行时，每队在赛前有 2 分钟准备时间，可有两轮比赛机会，每轮比赛时间不得超过 4 分钟。取两次比赛中的最好成绩。按动作完成度计算各队成绩 C1。

1) 分值包括：检测报警和返回，其中检测报警为一个动作，检测到但报警灯显示错误不得分。每个吸附物分值相同，每个动作分值相同；

2) 颜色报警时间，需持续 2 秒以上；

3) 时间作为相同分数时进行排序的参考。每轮比赛时间不得超过 4 分钟。

4) 采用赋分制，排名第一的赋分为 80 分，其余采用赋分制公式计算。

5.2 水下管道智能巡检决赛

水下管道智能巡检决赛包括现场实践与考评和现场决赛运行。

决赛成绩 $P2 = \text{现场实践与考评成绩 } A2 + \text{现场决赛成绩 } C2$

5.2.1 现场实践与考评 A2 (30 分)

满分 30 分，由竞赛社区系统计算得到。

5.2.2 现场决赛运行分 C2 (70 分)

现场决赛运行时，每队在赛前有 2 分钟准备时间，可有两轮比赛机会，每轮比赛时间不得超过 10 分钟。取两次比赛中的最好成绩。按动作完成度计算各队成绩 C2。

1) 分值包括：检测报警、移除、回收和返回，其中检测报警为一个动作，检测到但报警灯显示错误不得分。吸附物位于水下管道横截面上半部分与下半部分分值不同，下半部分吸附物检测报警、移除、回收每个环节的分值都是上半部分的 2 倍，下半部分吸附物布置不超过 3 个；

2) 颜色报警时间，持续 2 秒以上；

3) 时间作为相同分数时排序的参考。每轮比赛时间不得超过 10 分钟。

4) 采用赋分制，排名第一的赋分为 70 分，其余采用赋分制公式计算。