

# 2026年智慧农业创新大赛 暨雄安智慧农业技术应用大赛赛道规则 (征求意见稿)

## 赛道1：智能农机作业控制比赛规则

**比赛任务：**农机依托无人驾驶作业控制系统自主完成作业区域识别、路径规划、轨迹跟踪以及机具自适应控制，结合旋耕作业机具在指定区域复现目标几何图形。

### 一、比赛条件

#### (一) 比赛场地

根据参赛队伍情况，设置多块平坦的比赛场地。每个比赛场地占地尺寸120米×150米，作业区域基于比赛场地四边，向里内缩10米（四周预留5米调头距离、5米安全距离），尺寸为100米×130米，如图1-1所示。场地区域及周边无禁飞区域、遮挡物，区域内保证4G/5G信号全覆盖，无任何障碍物阻挡。

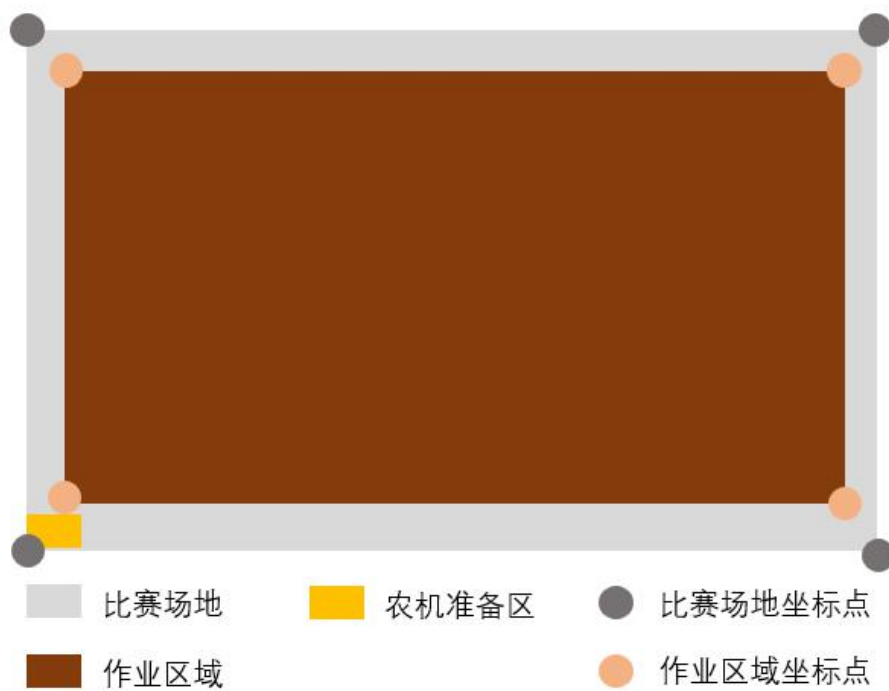


图1-1 场地示意图

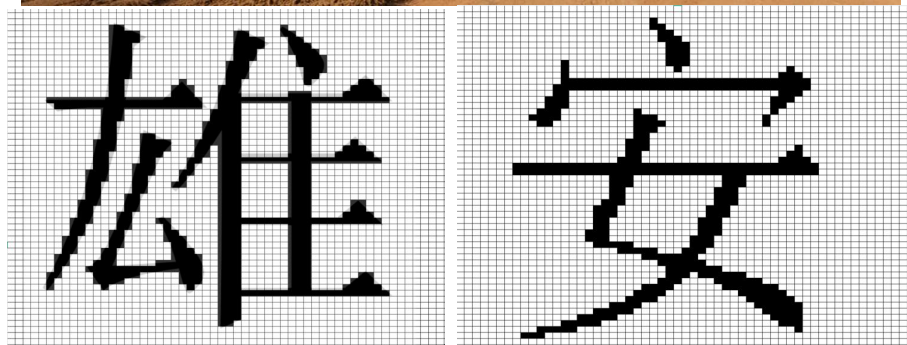


图1-2 效果示意图

比赛前由专家裁判提供场地边界坐标、目标几何图形（矢量图或关键点，坐标皆为精确经纬度坐标）。

## （二）坐标系

采用WGS84大地坐标系和UTM投影坐标系。

## 二、农机及作业方式要求

### （一）农机及机具要求

参赛队伍自行准备参赛农机（配套农具），要求统一挂载幅宽 1.80 米的旋耕机具。

### （二）旋耕作业要求

#### 1.作业系统要求

各参赛队伍需自行开发农机智能作业控制系统。系统应根据作业图形的要求与限制，自动拆分作业区域，实现农机全局作业路径规划、导航跟踪控制及机具升降控制等功能，并复现作业图形（遵循旋耕作业农艺要求，通过控制农机具起降留下的痕迹复现图形）。

#### 2.作业过程要求

比赛过程中，农机可由人工遥控行驶至作业起始点，但田间作业阶段须全程无人化。作业完毕后，农机需自动返回农机准备区，且全程不得超出各自比赛场地的约束范围。

#### 3.作业深度要求

旋耕作业深度必须符合农艺要求，保持在10—15厘米之间。比赛结束后，专家裁判在作业区域随机选取20个点进行测量，测量方法参照标准《GB/T 5668—2017》。

### **三、比赛流程**

#### **（一）赛前准备**

专家裁判为参赛队伍提供农机起始点、场地边界点、作业区域边界点等坐标、作业效果样板图像，并安排调试时间和场地。

#### **（二）提交规划路径**

赛前，各参赛队伍需将农机规划路径文件通过独立U盘拷贝至专家裁判处。文件命名格式为：规划+地块编号+参赛单位全称。

#### **（三）自动作业**

比赛中，农机按照预先设定的规划路径及机具升降控制逻辑自动作业，直至作业结束并返回起始位置。全部作业限时2小时完成。

#### **（四）提交实际路径及计时规则**

比赛结束后，各参赛队伍向专家裁判组提交农机实时作业路径文件，作业完成时间以提交.yaml文件时间为准。

路径文件为由精确经纬度定位坐标（RTK模式下，小数点后保留6位以上）组成的.yaml文件，格式示例如下：

{1: 经度, 纬度, 时间; 2: 经度, 纬度, 时间; 3: 经度, 纬度, 时间; ..... }

提交方式: 使用独立U盘拷贝文件至专家裁判组, 文件名格式为: 实际+地块编号+参赛单位全称。

计时结束后, 参赛队伍不得离开现场更换U盘数据, 否则结束时间将以最后一次提交U盘的时间为准。

#### 四、评分规则

本次比赛根据农机耕作精度、耕作质量、作业效率进行综合计分, 最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下, 由参赛队伍确认签字。具体规则如下:

##### (一) 计分方法

总分为G (满分100分), 计算公式为:

$$G=40\% \times S_1+20\% \times S_2+20\% \times S_3+20\% \times S_4$$

式中:  $S_1$ : 农机耕作精度得分 (满分100分)

$S_2$ : 农机耕作质量 (深度) 得分 (满分100分)

$S_3$ : 农机自主化程度得分 (满分100分)

$S_4$ : 农机耕作时间得分 (满分100分)

$S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 计分规则分别见 (二) (三) (四) (五)。

##### (二) 农机耕作精度 ( $S_1$ )

此项考核农机路径跟踪精度与作业直线度效果。依据各队提供的.yaml文件, 拟合规划轨迹线与实际作业轨迹线, 在

直线作业段随机等间距抽取50个点计算误差（采集方式见图1-3，参考标准《GB/T 46270—2025》）。

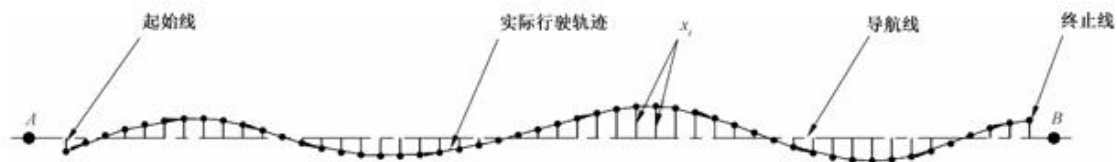


图1-3 直线作业段轨迹跟踪点采集方式示意图

### 1. 计算平均绝对误差

设随机抽取的50个采样点的作业误差（实际轨迹与规划轨迹的横向偏差）分别为 $X_1, X_2, \dots, X_{50}$ （厘米），计算平均绝对误差  $E = (1/50) \times (\sum X_i, i=1, \dots, 50)$ 。

### 2. 计算最终得分

作业允许的跟踪误差范围为2.5厘米，如果 $E \leq 2.5$ 厘米，则此项为100分；如果 $E > 2.5$ 厘米，则每超出1厘米扣5分（不足1厘米按1厘米计），扣完为止。

### （三）农机耕作质量（深度）（ $S_2$ ）

此项考核农机实际作业的耕作深度达标情况。参考标准《GB/T 5668—2017》采样20个点进行测量，并取平均深度值 $h$ （厘米）。计分方式为：

$$S_2 = 100 - (\Delta h \times 10)$$

其中： $\Delta h$ ：平均深度偏离标准范围的绝对值（数值向下取整）

平均深度在10—15厘米范围的得100分；不在此范围的，每超过或减少1厘米扣10分，扣完为止。

#### **(四) 农机自主化程度 (S<sub>3</sub>)**

此项考核机器人作业过程中的自主运行能力与稳定性。比赛要求全程无人工干预、无故障停机。人工参与每次扣10分，扣完为止。计分方式为：

$$S_3=100-(n\times 10)$$

其中：n为专家裁判记录的人工干预或故障停机次数。

#### **(五) 农机耕作效率 (时间) (S<sub>4</sub>)**

此项考核各参赛队伍的作业效率。采用线性归一化算法计分，用时最短的队伍得满分，用时最长的队伍得0分，其余队伍按相对用时比例计算得分。计分公式为：

$$S_4=[(T_{\max}-T)/(T_{\max}-T_{\min})]\times 100$$

式中：T：该队伍完成作业的实际用时（分钟）

T<sub>max</sub>：所有完赛队伍中的最长用时（分钟）

T<sub>min</sub>：所有完赛队伍中的最短用时（分钟）

#### **(六) 总分相同处理**

若出现总分相同的情况，按得分S<sub>1</sub>从高到低排名；若 S<sub>1</sub>仍相同，则按S<sub>2</sub>从高到低排名；依此类推。

## 赛道2：无人机巡田解决方案比赛规则

**比赛任务：**围绕水稻、甘蓝大田监测场景，通过无人机巡田解决方案，完成水稻倒伏监测、甘蓝缺苗识别、杂草监测三项任务。

### 一、比赛条件

#### （一）比赛场地

解决方案实测验证场景，包含两块相邻农田：

1.水稻监测区。边界不规则连片水稻种植区，赛前由专家裁判提供4个经纬度点，矩形范围内用于水稻面积、倒伏面积识别（图2-1）。

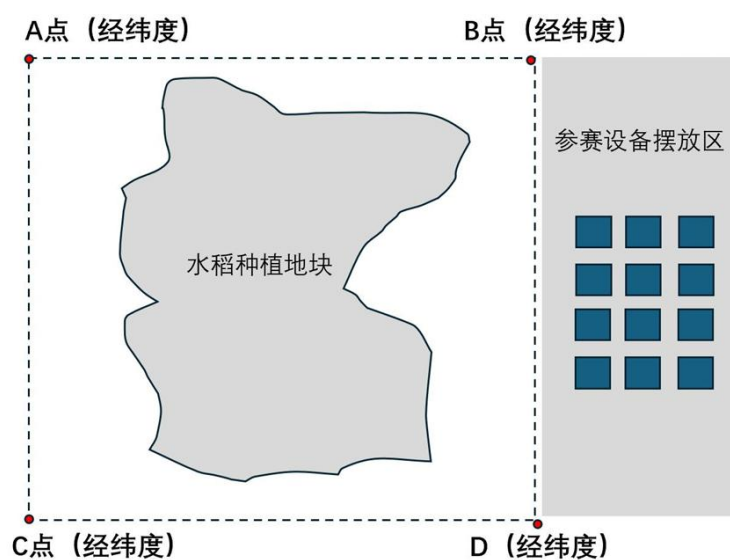


图2-1 水稻种植区场地示意图

2.甘蓝监测区。甘蓝苗期种植区，用于缺苗、杂草点位识别（图2-2）。

整块场地周边无禁飞区域，空中无高大障碍物，田间无低矮障碍物，比赛区域内5G信号全覆盖；参赛队伍需在规定区域摆放设备，区域配备市电接口和有线网络接口。

## （二）坐标系

采用WGS84大地坐标系和UTM投影坐标系。

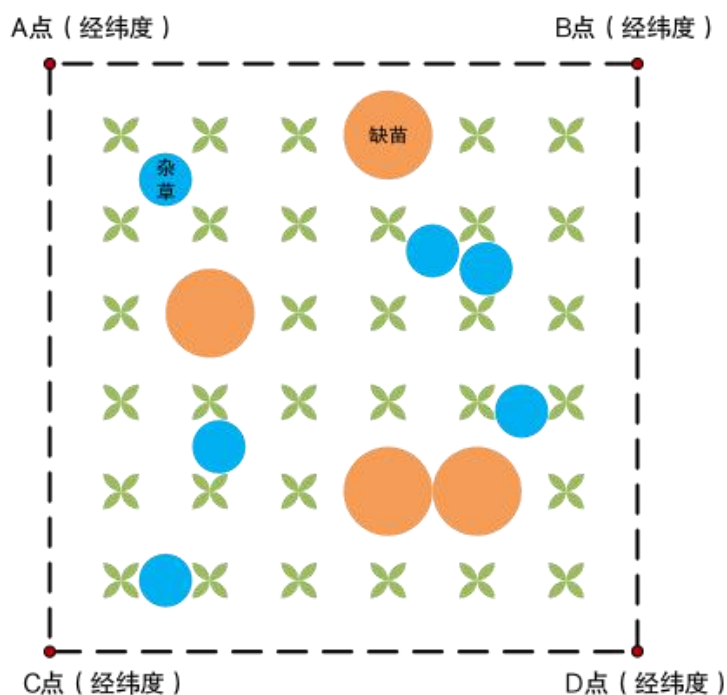


图2-2 甘蓝苗期种植区示意图

## （三）水稻倒伏模拟区

在水稻种植区内不规则布设多处倒伏区域，用于检验解决方案对倒伏区域的识别能力。

## （四）甘蓝缺苗和杂草识别区域

赛前人工设置缺苗点、杂草点，专家裁判实测经纬度；并公布识别容差圆半径，用于评估解决方案点位识别精度。

## **二、解决方案硬件与自主作业要求**

### **（一）解决方案硬件要求**

1.参赛队伍须提供以无人机为核心的巡田解决方案，并配备数据管理与智能分析软件。赛前须提交无人机实名登记证明，未登记者不得参赛。

2.可见光相机与多光谱相机的分辨率不限，由参赛队伍根据解决方案算法与场景需求自主选型。

### **（二）解决方案自主作业要求**

1.需实现航线自主规划、数据自动采集与处理的全流程工作。

2.全流程无人干预：遥控器、手机、PAD等设备仅可用于启动与停止，飞行及作业过程中严禁人工干预。

## **三、比赛流程**

比赛总时长2小时，分为无人机数据采集、数据处理与成果输出两个阶段。其中，无人机飞行时间限制为20分钟，如飞行20分钟内没有返回起降点，后续任务不予计分。

### **（一）赛前检录**

完成检录，领取4个经纬度边界点。

### **（二）抽签开赛**

按抽签顺序依次上场，赛前完成航线规划与解决方案参数配置。

### **（三）第一阶段：无人机自主巡飞**

- 1.起飞：无人机从起降点起飞。
- 2.巡田：在20-120米空域内开展巡田任务。
- 3.降落：完成巡田后，无人机返回起降点。
- 4.计时起点：无人机离开起降点。

### **（四）第二阶段：数据处理与成果输出**

完成数据回传、拼接、解算与分析，输出以下标准化成果，范围为4个经纬度点围成的矩形区域（以下数据涉及面积的单位为亩，须精确到小数点后两位）：

- 1.目标区域的可见光正射影像图（tif格式）。
- 2.目标区域内田块分布数据（shp格式）及总面积（以比赛场地排水沟为边界，计算排水沟以内面积；面积结果为数值）。
- 3.目标区域内水稻种植分布数据（shp格式）及总面积。
- 4.目标区域内水稻倒伏分布数据（shp格式）及面积。
- 5.目标区域内缺苗识别点的坐标分布数据（shp格式）。
- 6.目标区域内杂草识别点的坐标分布数据（shp格式）。

### **（五）成果提交**

各参赛队伍完成任务后，按格式要求将结果使用U盘拷贝至专家裁判处。文件命名格式为：抽签顺序号码+参赛报名单位全称。提交结果的时间将作为参赛队伍完成全部任务的时间点，并据此计算比赛总用时。

#### **四、评分规则**

本次比赛围绕识别准确性和作业效率两大维度对解决方案进行综合评价。最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下，由参赛队伍确认签字。具体规则如下：

##### **（一）计分方法**

总分为G（满分100分）计算公式为：

$$G=70\% \times A+30\% \times B$$

其中：A：识别准确性得分（满分100分）

B：作业效率得分（满分100分）

A、B的计分规则分别见以下（二）（三）。

##### **（二）识别准确性（A）**

考核说明：以赛前专家裁判测量的数据为评分依据，各项指标及评分规则如下：

###### **1.数据完整性（满分10分）**

完成巡田任务后，提交水稻巡田区域的可见光正射影像（由原始图像拼接而成）。影像完全覆盖目标区域无丢失得10分，每丢失1%区域扣1分，扣完为止。

## 2.田块面积测量准确性（满分10分）

基于水稻田块分割IoU，误差在±2%以内得10分，误差每增大1%扣1分，扣完为止。

## 3.种植面积计算准确性（满分20分）

基于水稻种植面积分割IoU，误差在±2%以内得20分，误差每增大1%扣1分，扣完为止。

## 4.倒伏面积计算准确性（满分20分）

基于水稻倒伏分割IoU，误差在±2%以内得20分，误差每增大1%扣1分，扣完为止。

## 5.缺苗识别分析准确性（满分20分）

甘蓝缺苗识别点落在容差圆内视为识别成功，圆外为误报，圆内无识别点为漏报。计算目标区域内缺苗识别的F1 score，不低于98%得20分，每降低1%扣1分，扣完为止。

## 6.杂草识别分析准确性（满分20分）

甘蓝杂草识别点落在容差圆内视为识别成功，圆外为误报，圆内无识别点为漏报。计算目标区域内杂草识别的F1 score，不低于98%得20分，每降低1%扣1分，扣完为止。

## 7.计分公式

$A = \text{数据完整性得分} + \text{田块面积测量准确性得分} + \text{种植面积计算准确性得分} + \text{倒伏面积计算准确性得分} + \text{缺苗识别分析准确性得分} + \text{杂草识别分析准确性得分}$

### **(三) 作业效率 (B)**

#### **1. 核心统计指标**

T为正常完成全部比赛任务的实际用时(秒)。计时范围为：从无人机初次离开起降点起，到携带存有结果的U盘至专家裁判处报到为止。计时结束后，不得更换U盘数据，否则以最后一次提交U盘数据的时间为准。

#### **2. 计分公式**

$$B=[(T_{\max}-T)/(T_{\max}-T_{\min})]\times 50+50$$

其中：T：该队的比赛用时(秒)

$T_{\max}$ ：所有完赛队伍中的最长用时(秒)

$T_{\min}$ ：所有完赛队伍中的最短用时(秒)

未在规定时间内完成作业要求的，此项得0分。

### **(四) 总分相同处理**

若出现总分相同的情况，按得分A从高到低排名；若A仍相同，按B从高到低排名。

## 赛道3：激光除草机器人比赛规则

**比赛任务：**使用激光除草机器人在规定时间和范围内完成真实生产场景下杂草精准识别定位、激光高效清除与作物损伤控制作业。

### 一、比赛条件

#### （一）比赛场地

比赛场地为室外真实农田环境。以机器人轮距内侧宽度的2倍作为单条独立赛道的宽度，各赛道相互独立，相邻赛道间距大于2米。每条赛道的总尺寸按功能划分为三部分：出发区（离场区）、作业区、转向区。各区域四周设有醒目指示牌。此外，另设一块长30米、宽10米的数据采集区。

1.出发区（离场区）：长7米，宽度为单条赛道宽度。用于机器人赛前准备、启动及比赛完成后的离场。

2.作业区：长50米，宽度为机器人轮距内侧2倍。为核心除草作业区域，机器人需在此区域内完成全范围除草任务。

3.转向区：长7米，宽度为单条赛道宽度。用于机器人作业至赛道末端后的掉头转向。

4.数据采集区：长30米、宽10米。该区域内的作物和杂草均比作业区提前3天种植。比赛开始前3天内，参赛队伍允许进入数据采集区采集杂草数据集。

比赛场地简图、各区域尺寸及功能如下：

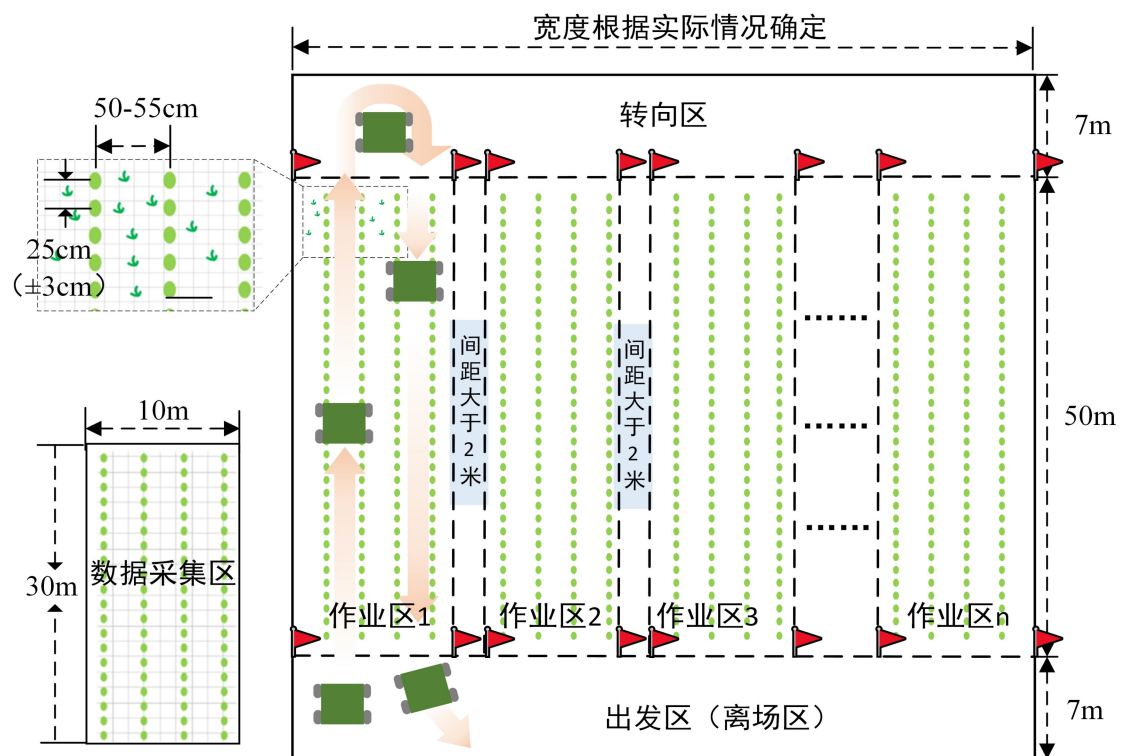


图3-3 比赛场地简图

## (二) 作物区

各赛道作业区全区域均匀种植玉米作物（苗期），平地种植，不垄作。参数大致控制为：作物行距50—55厘米、株距25厘米（±3厘米），作物冠层直径控制在5—8厘米。

## (三) 杂草区

1.杂草种类：选定藜草作为杂草。

2.杂草密度与抽样方式：赛前不设固定标记区，采用全区域网格随机隐蔽抽样法。现场对每个赛道随机抽取5处0.25平方米的抽样方格，对抽样方格的四角做隐形标记并严格保密，每处抽样方格内的杂草数量为10—15株，当场记录初始杂草数量并对抽样区域高清拍照存档。参赛队伍无法获知抽样点的具体位置，以防止针对性减速。整体作业区的杂草密度与抽样方格区域保持大致一致。

3.杂草形态：杂草形态以2—4叶期为主。

## 二、机器人与作业方式要求

### （一）机器人要求

1.机器人支持人工遥控、牵引辅助作业，也可采用全自主导航。激光设备功率须符合国家安全规范。

2.已完成原型机开发，具备“识别—定位—激光清除”全流程核心功能，并至少在1种实际农业场景中开展过实地作业。

3.不允许在作业区内布置基站、标记、磁条、二维码等任何导航辅助装置，但允许提前建图或打点获取位置数据。

4.具备物理急停功能，可快速切断机器人动力及激光模块，以应对突发失控、故障等情况。

5.激光器数量不限，以实际作业效果与效率为准。

### （二）作业方式要求

1.比赛全程，参赛机器人从各自赛道的出发区启动，按照“出发区→作业区→转向区”的路线完成第一垄作业；在转向区完成掉头后，返回作业区继续作业，全部完成后驶回离场区。

2.允许进行重复多轮作业，但总作业时长不超过40分钟。

3.杂草识别、精准定位、激光清除动作须全自主完成，无任何人干预。机器行走方式可选择人工遥控、牵引辅助或自主导航。

4.激光除草有效清除的判定标准：以烧灼成灰或杂草茎尖坏死为判定依据。茎尖坏死即认定为该杂草被有效清除。赛前对抽样区域拍照留存，赛后进行对比。

### 三、比赛流程

1.赛前准备。专家裁判现场对每个赛道随机抽取5处0.25平方米的抽样方格，记录杂草初始数量并拍照，并填写计分表。参赛机器人就位，进行设备检查、开机调试及参数初始化。

2.比赛启动。比赛开始后，参赛队伍启动机器人，比赛过程中可全程遥控，参赛队员可跟随机器人，但不得干预除草作业。

3.故障与维修。比赛一旦开始，机器人不得申请重试。如因设备故障（如关键部件脱落、无法行走/识别/除草、激光

模块失效等)或超出规定的越界线导致无法继续作业,允许两名队员入场维修。维修时间计入比赛用时,直至达到比赛限定时长。

4.失控处理。比赛期间,若机器人失去控制、无法停止或响应操控指令、持续偏离预定轨迹,可能威胁人员安全或破坏场地作物,视为失控。专家裁判有权立即终止该队伍的比赛。

5.赛后核查与确认。比赛结束后,在专家裁判、参赛队代表及公正人员的共同监督下,由工作人员对5处杂草抽样区域逐一核查,统计有效清除的杂草数量,同时核查全作业区的作物损伤数量和碾压作物数量,填写计分表。经参赛队代表现场确认并签字后,报送至专家裁判组。

#### 四、评分规则

比赛将根据除草精准性、作业效率和自主导航运行等三个维度进行综合评比,最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下,由参赛队伍确认签字。具体规则如下:

##### (一) 计分方法

总分为G(满分100分),计算公式为:

$$G=50\% \times A+50\% \times B+C$$

式中:A:除草精准性得分(满分100分)

B:作业效率得分(满分100分)

C: 自主导航运行额外加分（0—10分）

A、B、C的计分规则分别见以下（二）（三）（四）。

## （二）除草精准性（A）

此项考核杂草清除成功率与作物损伤率，以赛前标记的5处0.25平方米区域及全作业区作物为评分依据。

### 1. 核心统计指标

清除成功率=（5处抽样区域内有效清除杂草总数÷5处抽样区域内杂草初始总数）×100%。

作物损伤率=（激光误伤作物数+碾压作物数）÷全作业区作物总株数×100%。

注：误伤作物判别依据为作物芽心被激光器严重烧灼损伤，失去生长能力。碾压损伤作物判别依据为作物茎秆被机器人行走机构碾压断裂、倒伏且无法恢复生长能力。两类损伤均计入作物损伤统计。

### 2. 计分公式

$$A = \text{清除成功率} \times 70 + (1 - \text{作物损伤率}) \times 30$$

## （三）作业效率（B）

此项考核单位面积作业用时，兼顾不同机器人的作业垄宽差异。

### 1. 核心统计指标

T: 机器人完成全部比赛任务的实际用时（秒）。计时范围为：从机身开始驶入作业区，到机身完全驶入离场区的全程时长。

W: 机器人实际作业区宽度(为机器人轮距内侧的2倍宽，由赛前专家裁判实测确认，单位：米)。

S: 机器人总作业面积， $S=W \times 50 \text{米} \times 2$ （往返两趟作业）。

N: 机器人实际开启的激光头数量。

单位面积作业等效用时： $V=T/S \times N$ ，即单个激光头完成每平方米作业所需的时间。

## 2. 计分公式

$$B=[(V_{\max}-V)/(V_{\max}-V_{\min})] \times 50+50$$

式中：V: 该机器人的单位面积等效作业用时（秒/米<sup>2</sup>）

$V_{\max}$ : 所有完赛机器人中最大单位面积等效作业用时（秒/米<sup>2</sup>）

$V_{\min}$ : 所有完赛机器人中最小单位面积等效作业用时（秒/米<sup>2</sup>）

未在规定时间内完成作业要求的，此项得0分。

### （四）自主导航运行额外加分（C）

对于能够全程自主完成所有作业环节的机器人给予额外加分，计算方式为：全程无人工干预、全自主导航运行完成加10分，出现一次人工辅助扣5分（扣分上限为10分）。

注：自主导航运行时，除启动机器人和任务结束后人工接管机器人外，作业区域内全程由机器人自主完成，参赛人员不得跟随或远程遥控。

#### **（五）总分相同处理**

若出现总分相同的情况，按得分A从高到低排名；若A仍相同，按B从高到低排名。

## 赛道4：设施小番茄采摘机器人比赛规则

**比赛任务：**基于采摘机器人的自主感知、导航和操作能力，实现设施小番茄成熟果实识别定位、无损采摘和精确放置。

### 一、场地要求

设施内为串收小番茄种植场景，行宽 1.8 米，比赛行长 30.0 米。采摘作业任务区两侧均有待采摘果串，挂果离地高度为 96—100 厘米。在规定挂果高度范围内，每株至少有一串成熟挂果。赛前对采摘作业任务区的前 1/2 区域进行打叶处理（摘除遮挡果实的叶片），后 1/2 区域不进行打叶处理。

若有轨道，则管径 48.40 毫米、轨道宽度 56 厘米（按两管中心线间距计算），轨道管上沿切平面离地距离 21 厘米。对于不具备轮轨切换功能的机器人，需能够主动移动或被动搬运至作物行间，并在作物行间铺设的路面上自主行驶。

在比赛采摘作业任务区旁设置数据采集区，该区种植方式及参数与采摘作业任务区一致。比赛开始前 3 天，允许参赛队伍按顺序进入该区采集番茄数据集。

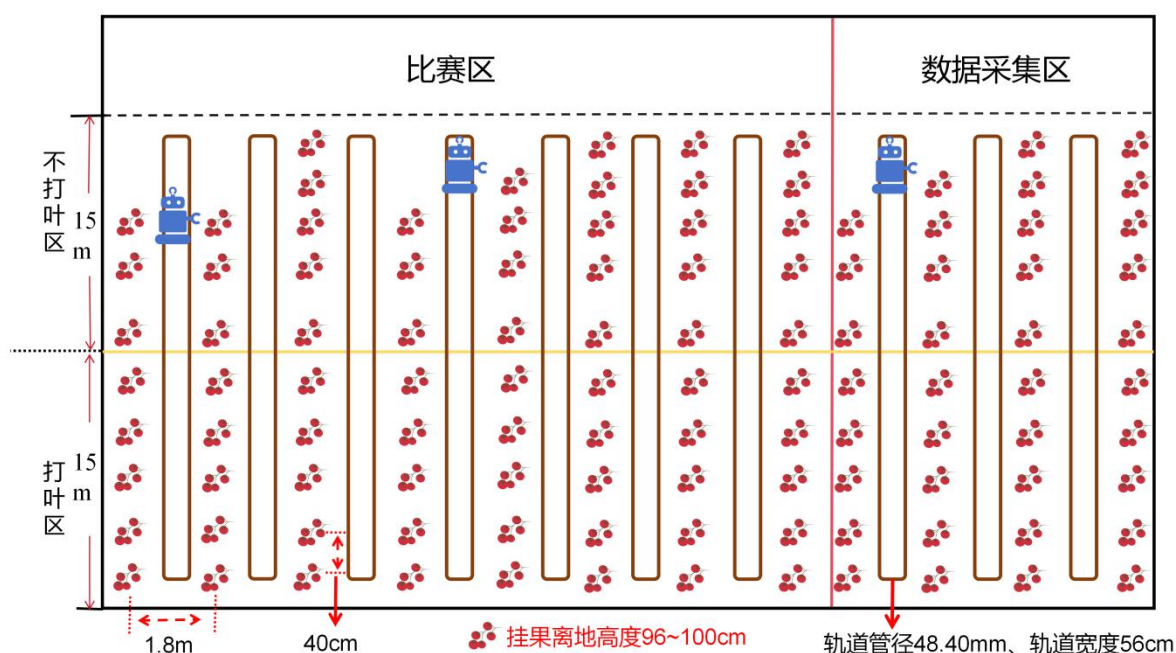


图 4-1 比赛场地示意图

## 二、机器人要求

1. 须具备全自主作业能力，包括自主导航、自主识别、自主定位与自主采摘等功能。
2. 允许使用的导航方式包括但不限于机器视觉、激光雷达、导航辅助工具或导航标志物等。
3. 须采用单臂采摘形式。

## 三、比赛流程

### （一）赛前准备

比赛开始前，参赛队伍按抽签结果确定比赛赛道。每队有5分钟准备时间，可将机器人置于比赛出发区并进行简单调试。期间不得进入作业区，不得对作业区进行图像拍摄、识别等行为，情节严重者将取消比赛资格。

## **(二) 比赛开始与作业过程**

比赛开始，即启动计时，全程限时20分钟。机器人从起始点（作物行一端）出发，进入作物行开始采摘任务，单向前进作业至终点（作物行另一端）。机器人需自主完成直线行走、果串识别、果串定位、果串采摘及果串放置（放入机器人自带容器内）等一系列任务。计时满20分钟或到达终点时，比赛结束。比赛过程中，不允许使用任何形式的遥控装置干预机器人作业。

## **(三) 容器更换**

若在比赛过程中自带容器已满，专家裁判应主动示意参赛队员更换容器。更换时间不计入比赛用时。

## **(四) 人工干预与维修**

若机器人在比赛中发生需要人工干预情况（如被作物阻挡），经专家裁判允许后，可进行简单干预，干预次数将被记录。若出现机器人结构损坏等无法继续完成任务的情况，参赛队伍可申请入场维修，直至比赛计时满20分钟。

## **(五) 场地破坏与违规处理**

若机器人在比赛中对场地造成破坏，如发生碰撞、破坏赛道作物等，除按计分规则扣分外，情节严重者将被终止比赛。

## **四、评分规则**

比赛根据采摘表现和作业效率两个维度进行综合评比，最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下，由参赛队伍确认签字。具体规则如下：

### **（一）总计分规则**

总分为G（满分100分），计算公式为：

$$G=90\% \times A+10\% \times B$$

式中：A：采摘表现得分（满分100分）

B：作业效率得分（满分100分）

A、B的计分规则分别见以下（二）（三）。

### **（二）采摘表现（A）**

此项考核成熟果串采摘成功率与作业失误率，以比赛结束后筐内成熟果串、问题果串数量及作业过程中失误次数为评分依据。

#### **1.核心统计指标**

（1）成功表现分：按采摘成功的果串计分。每串满分4分，满足入筐、成熟、无损条件的每串（X）计4分。

注：按实际生产销售标准，果串中不含纯绿色果实的定义为成熟果串，否则为未成熟果串；受损果串指果粒受损但未脱落的果串。出现未成熟、受损等情况的，每串每种情况（Y）扣2分，每串4分扣完为止。

$$\text{成功表现分为} = 4X - 2Y$$

(2) 失误表现分：按人工干预和作业失误计分。人工干预每次（不含维修，Z）扣8分；碰撞、造成主茎损伤（创口深度大于主茎直径1/3）、碰掉果串等现象（V）每次扣4分。

$$\text{失误表现分}=8Z+4V$$

### (3) 计分公式

首先计算原始得分 $A_1$ ：

$$A_1=\text{成功表现分}-\text{失误表现分}$$

以得分最高的队伍得分 $A_{1(\max)}$ 为标准分100分，对其他队伍的 $A_1$ 分进行线性赋分，得到A。

$$A=100\times A_1/A_{1(\max)}$$

### (三) 作业效率 (B)

此项考核机器人作业用时，计算方式为：

$$B=[(T_{\max}-T)/(T_{\max}-T_{\min})]\times 50+50$$

其中：T：该队的比赛用时（秒）

$T_{\max}$ ：所有完赛队伍中的最长用时（秒）

$T_{\min}$ ：所有完赛队伍中的最短用时（秒）

未在规定时间内完成作业要求的，此项得0分。

### (四) 总分相同处理

若出现总分相同的情况，按得分A从高到低排名；若A仍相同，按B从高到低排名。

## 赛道5：家禽巡检机器人比赛规则

**比赛任务：**标准化叠层笼养蛋鸡养殖环境下，利用家禽巡检机器人自主完成笼内死鸡、绝产鸡的精准识别、笼位定位和自动标记任务。

### 一、比赛条件

#### （一）比赛场地

搭建标准化叠层笼养蛋鸡养殖场景。场地内安装三组笼养架，每组设三层标准蛋鸡笼。场地通道两侧每层各设有10个独立笼位（不巡检的一侧不设笼位），每层共计40个笼位。

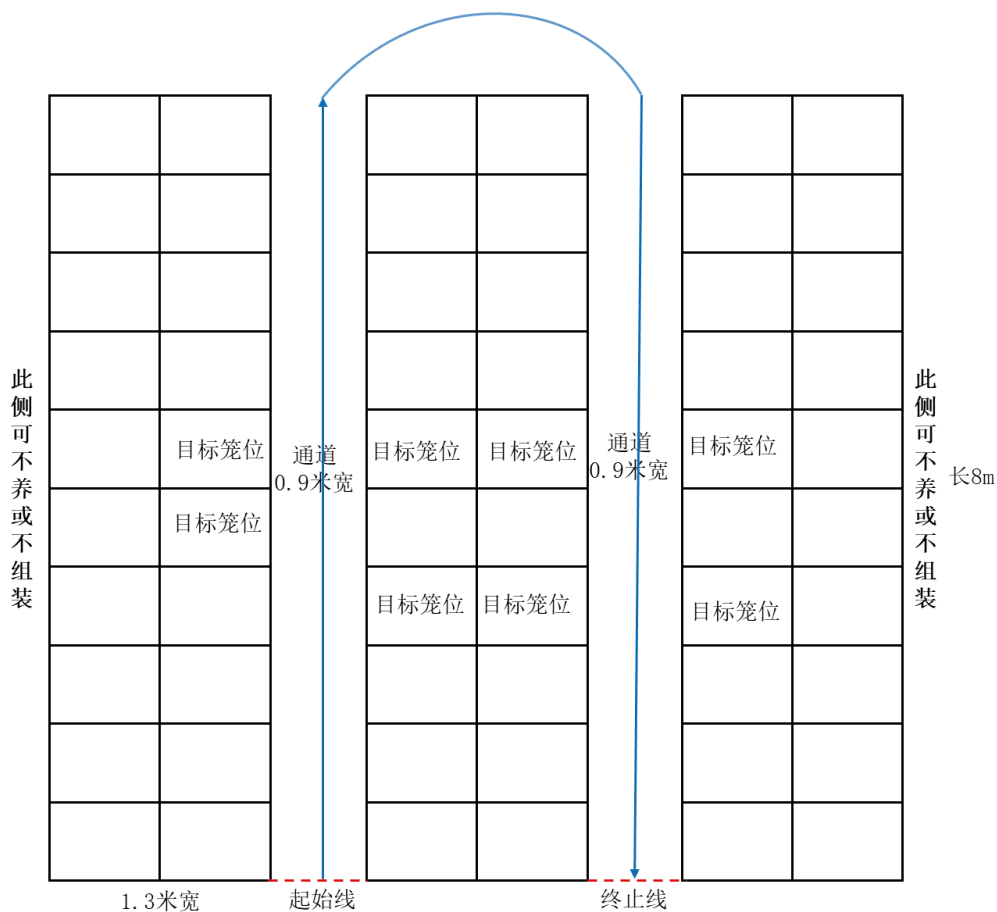
#### 1. 笼位配置

（1）健康笼位：每笼放置9只健康蛋鸡，贴合规模化养殖实际密度。

（2）目标笼位：死鸡笼位，每层的5个目标笼位中，有4个放置8只健康蛋鸡和1只死鸡；另1个放置7只健康蛋鸡和2只死鸡。绝产鸡笼位，每层3个目标笼位，每笼均放置8只健康蛋鸡和1只绝产鸡。

#### 2. 场地尺寸

整体场地长8米、宽5米、高2.8米；标准蛋鸡笼规格为长长0.65米、深0.625米、前高0.475米、后高0.39米。



图

5-1 比赛场地示意图

### 3. 场地设施

(1) 配套设施: 场地内安装简易循环水线与标准化料槽。赛前由专业人员完成饲喂与补水, 除目标笼位中设置的死鸡外, 其余鸡只均处于正常饲养状态。

(2) 功能区域: 设有2条宽0.9米的巡检通道和1条宽1.2米的操作通道。清晰划分起始线(第一通道笼架首部)与终止线(第二通道首部)。单侧预留非养殖/非组装缓冲区, 用于设备调试及人员等候。

### 4. 赛前场地准备

(1) 调试：比赛前开放场地调试；

(2) 笼位：目标笼位具体排列由专家裁判在每支队伍上场前确定，做好记录并严格保密。

## **(二) 比赛用鸡**

### **1. 品种与规格**

选用50—60周龄左右的国产京红1号或海兰褐蛋鸡。所有鸡只统一采购、统一饲养，日龄一致，体重与健康状况无明显差异。须经专业检疫，确保无疫病、无伤残。

### **2. 死鸡处理**

死鸡为比赛日前24小时内人工屠宰，并做无血渍、无明显破损处理，以模拟养殖现场自然死亡鸡只的视觉特征。死鸡姿态（趴卧、侧躺、被健康鸡只部分遮挡等）随机设置于目标笼位，确保符合比赛要求。

### **3. 绝产鸡处理**

绝产鸡为比赛日前15天，由3名专业饲养员通过外观判断与触摸判断相结合的方式，挑选具有明显外观特征的非患病鸡只，单独饲养并进行持续性观察记录。连续15天未产蛋，或15天内累计产蛋数小于3枚/只的鸡只，确认为绝产鸡。按要求布置于目标笼位，布置后由专家裁判现场检查，确保绝产鸡状态符合比赛要求。

### **4. 鸡只管理**

比赛全程由专业养殖人员现场看护，及时处理鸡只突发应激、逃逸等情况。上一支队伍赛完，专家裁判对目标笼位进行调整，观察鸡只并确认其恢复至可测试状态后，再安排下一支队伍入场。

## **二、参赛机器人要求**

机器人必须实现全自主无人化作业，在无任何人工干预的情况下完成以下核心操作，且功能设计需贴合笼养养殖的生产实际需求。

### **（一）自主导航**

能够沿巡检通道精准行走，完成直线行驶、尾部拐弯、通道切换等动作。

### **（二）精准识别**

能够准确区分死鸡、绝产鸡与健康鸡只，有效排除笼体遮挡、鸡只活动、场地光线等环境干扰，识别结果稳定。对死鸡与绝产鸡的识别标记结果生成报告。

### **（三）笼位定位**

能够精准定位死鸡、绝产鸡所在笼位，定位结果与实际笼位无偏差。

### **（四）自动标记**

能够对死鸡、绝产鸡笼位进行清晰且可核验的自动标记（标记方式不限，如灯光常亮、电子标签上传、物理标识投

放等），标记结果应能被专家裁判快速确认。

### **（五）结构与导航要求**

1.导航方式：允许使用机器视觉、激光雷达、惯性导航、SLAM导航、UWB定位等单一或融合导航方式，也可使用导航辅助工具或标志物。所有导航设备不得占用笼位，不得影响巡检通道通行。

2.结构形式：支持单侧、双侧、多层固定、多层可伸缩等形式，机身最大宽度 $\leq 0.85$ 米（适配巡检通道）。多层巡检结构需具备稳定性，作业过程中不得出现脱落或剧烈晃动。

3.尺寸与续航：机器人整机高度需适配笼架高度（ $\leq 2.8$ 米），续航能力需满足单次比赛全程需求（不少于15分钟）。

### **（六）数据记录要求**

机器人需配备作业数据记录模块，实时记录巡检轨迹、死鸡和绝产鸡识别时间、笼位定位结果、标记状态等关键数据。比赛结束后，须立即向专家裁判出具原始数据，作为评分核验的重要依据，数据不得篡改或缺失。

## **三、比赛流程**

### **（一）赛前准备**

每支队伍有10分钟准备时间。将机器人行驶至指定区域并置于起始线后的出发区，可进行开机、调试、参数设置等操作。

## **(二) 比赛开始与计时**

1.比赛开始后，参赛队伍在起始线启动机器人。专家裁判开始计时。

2.机器人从起始点出发，沿巡检通道自主完成所有预设作业动作，包括直线行走、多层巡检、死鸡和绝产鸡识别、笼位定位、死鸡标记、尾部拐弯、通道切换等。

3.比赛全程无人工干预。参赛队员须在指定区域内等候，不得使用任何遥控装置或智能终端干预机器人作业。

## **(三) 比赛结束与计时停止**

1.当机器人尾部完全通过终止线，完成所有笼位巡检及死鸡、绝产鸡的识别与标记后，且向裁判示意后，比赛结束，停止计时。

2.允许进行重复多轮作业，但总作业时长不超过15分钟。

## **(四) 故障与中止处理**

1.机器人运行过程中若发生结构损坏、硬件故障、软件死机或无法行走/识别/定位等情况，参赛队伍可申请入场维修，直至比赛时间用完。

2.专家裁判将记录机器人的故障次数与故障类型，作为评分和排名的依据。

## **(五) 赛后核验与设备回收**

比赛结束后，专家裁判立即对机器人的识别结果、笼位

标记、作业数据进行现场核验，逐一确认目标笼位的识别与标记情况，记录核验结果。

#### **四、评分与排名规则**

比赛将从死鸡识别定位、绝产鸡识别定位、作业时长、作业稳定性等四个维度进行综合评比。最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下，由参赛队伍确认签字。评分规则如下：

##### **（一）计分方法**

总分为G（满分100分），计算公式为：

$$G=A+B+C+D$$

式中：A：死鸡识别定位得分（满分54分）

B：绝产鸡识别定位得分（满分27分）

C：作业时长得分（满分9分）

D：作业能力得分（满分10分）

A、B、C、D的计分规则分别见以下（二）（三）（四）（五）。

##### **（二）死鸡识别定位（A）**

以死鸡精准识别和对应笼位准确标记为双重计分标准，缺一不可。比赛共设15个目标笼位（18只死鸡），每完成1只死鸡的正确识别与笼位精准标记，计3分。以下情况不得分：

- 1.识别到死鸡但笼位标记错误；
- 2.笼位标记正确但未识别出死鸡；

- 3.未识别、未标记目标笼位；
- 4.标记结果模糊、无法被专家裁判核验。

### **(三) 绝产鸡识别定位 (B)**

以绝产鸡精准识别和对应笼位准确标记为双重计分标准，缺一不可。比赛共设9个目标笼位（9只绝产鸡），每完成1只绝产鸡的正确识别与笼位精准标记，计3分。以下情况不得分：

- 1.识别到绝产鸡但笼位标记错误；
- 2.笼位标记正确但未识别出绝产鸡；
- 3.未识别、未标记目标笼位；
- 4.标记结果模糊、无法被专家裁判核验。

### **(四) 作业时长 (C)**

$$C=[(T_{\max}-T)/(T_{\max}-T_{\min})]\times 5+4$$

其中：T：该机器人的实际作业时长（秒）

$T_{\max}$ ：所有完赛队伍中的最长用时（秒）

$T_{\min}$ ：所有完赛队伍中的最短用时（秒）

未在规定时间内完成作业要求的，此项得0分。

### **(五) 作业稳定性 (D)**

比赛过程中，若未出现如下1、2、3中的情况，此项得10分；若出现，则按以下规则进行扣分，扣分上限为10分。

- 1.碰撞：机器人与笼架、水线、料槽等场地设施发生碰

撞，每次碰撞扣2分；

2.越界：机器人超出巡检通道范围、进入非作业区域，每次越界扣2分；

3.数据获取：机器人无法导出作业数据，或数据存在篡改、缺失关键信息，扣5分。

#### **（六）总分相同处理**

若出现总分相同的情况，按得分A从高到低排名；若A仍相同，按B从高到低排名。

## **赛道6：鱼群智能检测设备比赛规则**

**比赛任务：**通过鱼群智能检测设备在水下检测识别鱼群的种类、数量、体长、体宽、体重等生物学参数。

### **一、比赛条件**

#### **(一) 比赛场地**

比赛场地由一组3个圆形标准室内养殖池组成，编号为1号、2号、3号（由小及大）。养殖池间距为2.0米，3号池与赛场边界及隔离壁间距均为2.0米。养殖用水清澈，光照条件适宜，室温保持在28℃以下。场地周边无影响信号接收的强干扰源，比赛区域覆盖稳定的5G/Wi-Fi网络。

设备调试区域提供标准市电接口和有线网络接口。参赛设备需在该区域完成安装、校准和调试，调试时养殖池内无鱼。每组调试时间限定为60分钟。

#### **(二) 比赛目标鱼种**

比赛选用常见养殖鱼类作为识别、计数和测量对象，主要为游泳性养殖鱼类，既包括淡水鱼，也包括海水鱼，如草鱼、加州鲈、花鲈、云龙石斑、珍珠龙胆石斑等。鱼群的种类、数量及大小分布在比赛前随机设定，且严格保密。

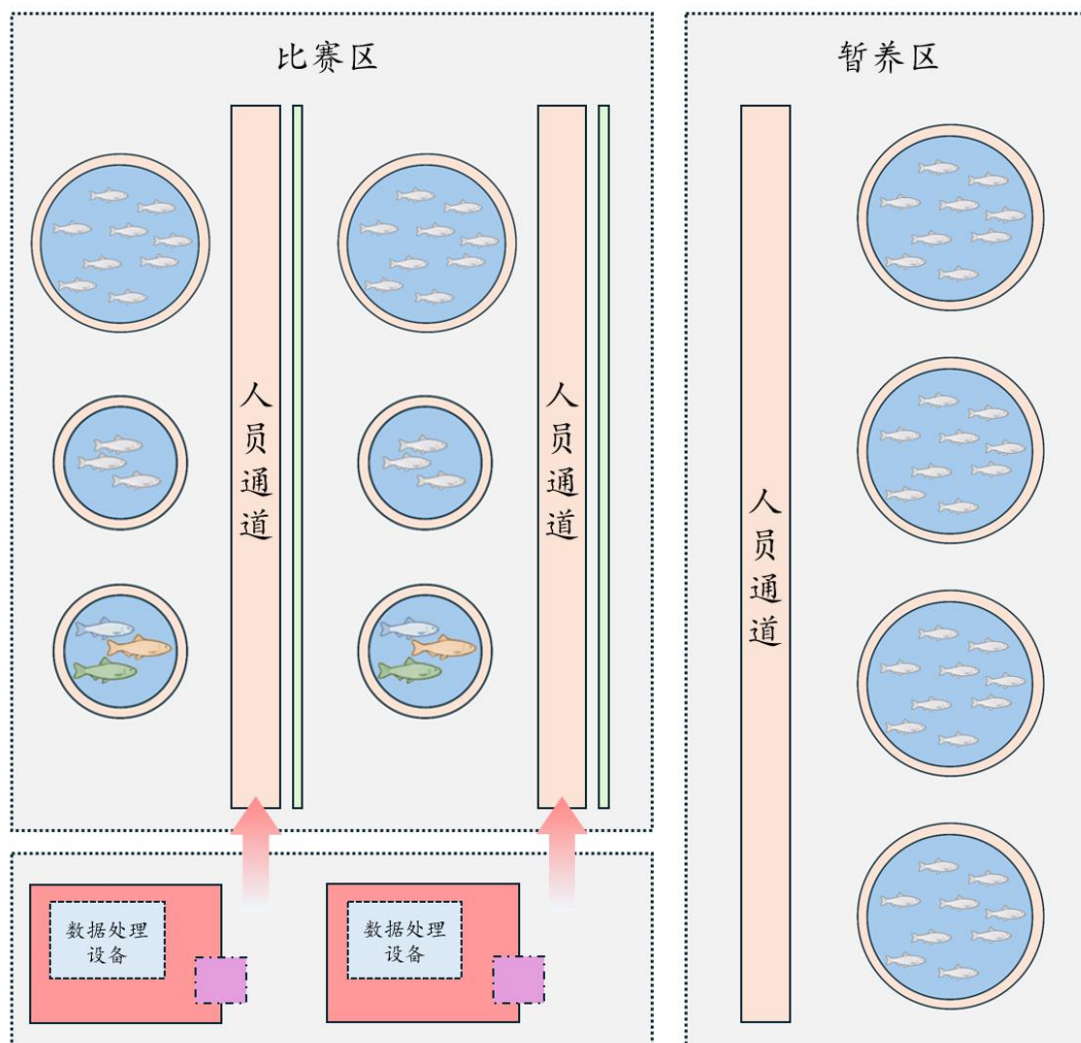


图6-1 比赛场地简图

## 二、设备要求

- 1.设备需能够实现对养殖池内鱼群的动态观测。
- 2.设备应为独立完整的一台（套）系统，允许使用水下摄像头、声纳或其他传感器组合构成。
- 3.设备需能自主完成数据采集，并将采集到的数据传输至处理与分析所需的硬件设备。

4.设备须符合渔业养殖安全标准，不得对水质及鱼类健康造成任何不良影响。

### **三、比赛流程**

#### **（一）赛前状态**

比赛开始前，池内鱼群已适应环境且无应激反应，对池体环境及常规人员活动保持相对稳定状态。

#### **（二）养殖池设置与测试任务**

比赛设置3个由小到大的标准室内养殖池：

1.1号池、2号池直径均为2.0米，3号池直径5.0米，池内水体高度均为1.0米。

2.用于考察同一套设备与算法在不同养殖条件下的适应能力，参赛队伍需依次完成3个养殖池的测试任务。

3.1号池用于鱼群种类识别；1、2、3号池均需开展鱼群计数及体长、体宽、体重识别（见图6-1）。

#### **（三）测试流程**

参赛队伍按抽签顺序入场。单个养殖池的测试分为三个阶段：设备放置、静置、数据采集与处理。

1.计时起点：从设备进入1号池开始计时。

2.设备放置：限时5分钟。参赛队伍在指定区域内完成设备布设及必要标定，随后队员撤出数据采集区，并向专家裁判举手示意（仅此阶段允许人工操作设备）。

3.静置：设备放置结束后，需静置5分钟。若此阶段仍需人工干预设备，可向专家裁判申请，每次干预结束后须重新静置5分钟。

4.数据采集与处理：静置结束后进入该阶段。

5.池间切换：每完成一个养殖池的测量后，向专家裁判示意，并进入下一个养殖池测量。

6.时间限制：单支队伍在单个养殖池的作业时间不超过40分钟；总作业时间（三个养殖池的设备放置、静置、数据采集与处理阶段之和）限时1.5小时。

#### **（四）提交结果**

参赛队伍需提交以下结果文件（均为.csv格式），答案数值不是整数的，结果精确到小数点后两位。

##### **1.鱼种及生物学参数识别结果**

根据1号池识别结果，提交按鱼种汇总的数据表。使用鱼种学名，包含各鱼种的数量、每条鱼的体长（厘米）、体宽（厘米）、体重（克）等字段，

##### **2.鱼群计数结果**

根据2号池和3号池识别结果，提交一个数据表，包含两个养殖池各鱼群的总体数量估计。

##### **3.体长、体宽及体重分析结果**

提交汇总数据表，包含2号、3号池的排序编号、每个池中每条鱼体长（厘米）、体宽（厘米）和体重（克）。

#### **（五）成果提交与计时终止**

完成三个养殖池的全部测量与分析任务后，按要求将结果使用独立U盘拷贝至专家裁判处。结果接收时间即为该队伍完成比赛的时间。计时结束后不得更换U盘数据，否则以最后一次提交U盘数据的时间为准。

#### **（六）恢复观察与下场安排**

同一组养殖池，一支队伍完成测试后，设置不少于10分钟的恢复观察时间。专家裁判根据鱼群活动及空间分布，确认其恢复至可测试状态后，再安排下一支队伍入场。

### **四、评分规则**

根据算法精准度和处理效率两个维度进行综合评比，最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下，由参赛队伍确认签字。具体规则如下：

#### **（一）计分方法**

总分为G（满分100分），计算公式为：

$$G=70\% \times A+30\% \times B$$

式中：A：算法精准度得分（满分100分）

B：处理效率得分（满分100分）

A、B的计分规则分别见以下（二）（三）。

## (二) 算法精准度 (A)

此项考核鱼群种类识别、鱼群计数准确率、体长测量准确率、体宽测量准确率和体重估算准确率，满分100分。

$$A=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$$

其中：A<sub>1</sub>：鱼群种类及对应生物学参数识别得分（满分34分）

A<sub>2</sub>：鱼群计数准确率得分（满分16分）

A<sub>3</sub>：体长测量准确率得分（满分15分）

A<sub>4</sub>：体宽测量准确率得分（满分15分）

A<sub>5</sub>：体重估算准确率得分（满分20分）

**1.鱼群种类识别及对应生物学参数准确率 (A<sub>1</sub>)：**在1号池，准确识别全部鱼种得10分，错误识别鱼种，每1种扣3分，扣完为止。识别每个鱼种的计数、体长、体宽、体重，并以每个鱼种每项指标的平均值分别与标准值对比，每项2分，提交数据的误差在3%以内得2分；每个数据误差每增加1%，扣0.2分，扣完为止。

**2.鱼群计数准确率 (A<sub>2</sub>)：**将测量结果分别与2、3号养殖池的标准值对比。2个提交数据的误差都在±3%以内得16分；每个数据误差每增加1%，扣1分，扣完为止。

**3.体长测量准确率 (A<sub>3</sub>)**：将测量结果分别与2、3号养殖池的标准值对比。2个提交数据的误差在±3%以内得15分；每个数据误差每增加1%，扣1分，扣完为止。

**4.体宽测量准确率 (A<sub>4</sub>)**：将测量结果分别与2、3号养殖池的标准值对比。2个提交数据的误差在±3%以内得15分；每个数据误差每增加1%，扣1分，扣完为止。

**5.体重估算准确率 (A<sub>5</sub>)**：将测量结果分别与2、3号养殖池的标准值对比。2个提交数据的误差在±3%以内得20分；每个数据误差每增加1%，扣1分，扣完为止。

### **(三) 处理效率 (B)**

此项考核数据处理总耗时和设备自动化程度，满分100分。

$$B=B_t+B_a$$

其中：B<sub>t</sub>：数据处理总耗时得分

B<sub>a</sub>：设备自动化程度得分

#### **1.数据处理总耗时B<sub>t</sub>**

$$B_t=[(T_{\max}-T)/(T_{\max}-T_{\min})]\times 30+30$$

其中：T：完成全部任务并提交结果的总用时（秒）

T<sub>max</sub>：所有完赛队伍中的最长用时（秒）

T<sub>min</sub>：所有完赛队伍中的最短用时（秒）

未在规定时间内完成作业要求的，此项得0分。

## **2.设备自动化程度（B<sub>a</sub>）**

全程无人工干预的得40分，静置阶段中需要干预的，每次扣5分，扣完为止。

### **（四）总分相同处理**

若出现总分相同的情况，按得分A从高到低排名；若A仍相同，按B从高到低排名。