

第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛暨 第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛江西省复赛 竞赛方案

根据《教育部关于印发〈教育部评比评估和竞赛管理暂行办法〉〈教育部评审评估和竞赛清单〉的通知》（教政法〔2018〕7号）、《关于举办第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛的通知》（工训赛字7-01〔2020〕）、江西省教育厅《关于举办2021年江西省大学生科技创新与职业技能竞赛的通知》文件精神，现举办第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛江西省复赛。为了确保竞赛工作顺利开展，特制定本竞赛方案。

一、赛项概览

1. 赛项名称：第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛江西省复赛。

2. 赛事介绍：第七届全国大学生工程训练综合能力大赛由教育部高等教育司主办，教育部高等学校工程训练教学指导委员会举办。大赛主题为“守德崇劳工程创新求卓越，服务社会智造强国勇担当”。面向适应全球可持续发展需求的工程师培养，服务于国家创新驱动与制造强国战略，强化工程伦理意识，坚持基础创新并举、理论与实践融通、学科专业交叉、校企协同创新、理工人文结合，打造具有鲜明中国特色的高端工程创新赛事，建设引领世界工程实践教育发展方向的

精品工程，构建面向工程实际、服务社会需求、校企协同创新的实践育人平台，培养服务制造强国的卓越工程技术后备人才，开启中国大学生工程实践与创新教育新征程。以赛促学、以赛促教、以赛促改、以赛促建，打造具有中国特色、世界一流的工程实践与创新教育体系，全面提升工程人才培养质量，推动建设宏大的知识型、技术型、创新型劳动者大军。大赛重点考察学生利用跨学科基本理论、基本知识，解决面向实际问题的设计、制造与创新能力，强调工程思维、工程创新、工程伦理与团队合作等综合素质，重视挑战性和综合性。大赛面向全国各类本科院校在校大学生，实行校、省(或多省联合形成的区域)、全国三级竞赛制度。

3. 参赛对象：江西省各高校全日制在校本科生。

4. 竞赛方式：以团体形式进行竞赛，每支参赛队由 3~4 名选手组成。赛程包括校赛、省赛两部分。每所高校通过校赛选拔出每个赛项最多 2 支参赛队伍参加省赛（其中“智能物流搬运”赛项含“智能机器人”和“桥梁结构设计”作为 2 个项目）。

5. 竞赛时间：校级初赛要求在 2020 年 12 月底完成，省级复赛定于 2021 年 4 月 9 日~11 日举办，全国总决赛暂定于 2021 年 5 月初至 6 月底择时进行，具体时间由国赛组委会另行通知。

6. 参赛地点：南昌市昌北双港东大街 808 号华东交通大学基础实验与工程实践中心。

7. 竞赛联系人：冯小萍，联系电话：0791-86453350, 18679450508。

8. 竞赛联系 QQ 群：542903371(江西省大学生工程训练综合能力竞

赛)，各学校指派一名联系人入群，否则无法进入大赛报名系统激活校赛，具体事宜会在群里公布。



群名称:江西省大学生工程训练综..
群 号:542tU3371

二、参赛报名与流程

竞赛报名均应由校赛、省赛联系人通过国赛组委会指定的信息化系统提交，具体操作流程在竞赛联系 QQ 群发布。

三、竞赛组织机构

主办单位：江西省教育厅

承办单位：江西省工程训练教学学会

华东交通大学

四、竞赛命题

本届大赛初步设置 4 个赛道 13 个赛项：（1）工程基础赛道，包括：势能驱动车、热能驱动车 2 个赛项；（2）“智能+”赛道，包括：智能搬运机器人、桥梁结构设计、水下管道智能巡检、生活垃圾智能分类和智能配送无人机等 5 个赛项；（3）虚拟仿真赛道，包括：飞行器设计仿真、智能网联汽车设计、工程场景数字化和企业运营仿真等 4 个赛项；（4）工程创客赛道，包括：关键核心技术挑战和未来技术探索等 2 个赛项。具体命题与实施见附件一、二、三。

工程基础和“智能+”赛道，以及虚拟仿真赛道之工程场景数字化赛项相关竞赛要求与实施安排按本通知执行，其余赛道赛项竞赛要求与实施安排另行发文。赛题解析可登录“全国大学生工程训练综合能力竞赛”官网了解（<http://www.gcxl.edu.cn/new/index.html>）。

五、竞赛须知

第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛江西省复赛由江西省教育厅主办、江西省工程训练教学学会协办、华东交通大学承办，组织委员会秘书处设在江西省工程训练教学学会，负责本次比赛的组织领导、协调与宣传工作。

请各有关高等学校认真筹备、精心组织好本校校赛，做好宣传和发动工作，鼓励各校积极组织学生参赛，以赛促学、以赛促教、以赛促改、以赛促建。

六、奖项设置及国赛推荐名额。

1. 奖项设置：按《2021年江西省大学生科技创新与职业技能竞赛实施方案》文件执行。

2. 国赛推荐名额：参加全国总决赛的参赛队由各省级复赛产生，全国总决赛各赛项参赛名额由竞赛组委会根据省赛各赛项现场竞赛参与高校数、参赛队成绩等因素综合确定。竞赛组委会依据《江西省大学生工程训练综合能力竞赛章程》确定参赛队。

七、参赛费用与说明

本大赛不收取参赛费。

各参赛学校学生及指导老师交通、食宿费用自理。

附件 1: 第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛工程基础赛道
命题与运行

附件 2: 第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛“智能+”赛
道命题与运行

附件 3: 第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛虚拟仿真赛道
命题与运行



2021 年 1 月

附件 1:

第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛 工程基础赛道竞赛命题及运行

本赛道重点考察大学生的基础工程知识与基本实践技能，强调大学生思创融合与团队合作等综合素质能力，夯实后备人才的工程基础。

本赛道主要包括势能驱动车、热能驱动车两个赛项。

一、势能驱动车和热能驱动车赛项

1、对参赛作品/内容的要求

1) 势能驱动车

自主设计并制作一台具有方向控制功能的自行走势能驱动车，该车行走过程中必须在指定竞赛场地上与地面接触运行，且完成所有动作所用能量均由重力势能转换而得，不允许使用任何其他形式的能量。重力势能通过自主设计制造的 $1\text{kg} \pm 10\text{g}$ 重物下降 $300 \pm 2\text{mm}$ 高度获得。在势能驱动车行走过程中，重物不允许从势能驱动车上掉落。重物的形状、结构、材料、下降方式及轨迹不限，要求重物方便快捷拆装，以便现场校核重量。

势能驱动车的结构、设计、选材及加工制作均由参赛学生自主完成。

2) 热能驱动车

自主设计并制作一台具有方向控制功能的自行走热能驱动车，该车行走过程中必须在指定竞赛场地上与地面接触运行，且完成所有动作所用能量均由热能转换而得，不允许使用任何其他形式的能量。热能是通过液态乙醇（浓度 95%）燃烧所获得。竞赛时，给每个参赛队配发相同量的液体乙醇燃料，产生热能装置的结构不限，由参赛学生自主完成，但必须保证安全。

热能驱动车的设计、结构、选材及加工制作均由参赛学生自主完成。

以下势能驱动车、热能驱动车简称为驱动车。

2、对运行环境的要求

驱动车场地为 5200mm×2200mm 长方形平面区域（如图 1 所示），驱动车必须在规定的赛场内运行。图中粗实线为边界挡板和中间隔板，两块长 1000mm 的中间隔板位于两条直线段赛道之间，且两块

中间隔板之间有 1000mm 的缺口，缺口处的隔板中心线上可以放一块活动隔板（如图 2 所示），活动隔板和中间隔板的厚度不超过 12mm；赛道上的点画线为赛道中心线，用于计量运行成绩以及判定有效成功绕桩；驱动车必须放置在发车区域内，并在发车线后按照规定的出发方向发车，前行方向为逆时针方向；在赛道中心线上放置有障碍物（桩）（如图 1 所示的圆点），障碍桩为直径 20mm、高 200mm 的圆棒，障碍桩间距指两个障碍桩中心线之间的距离。

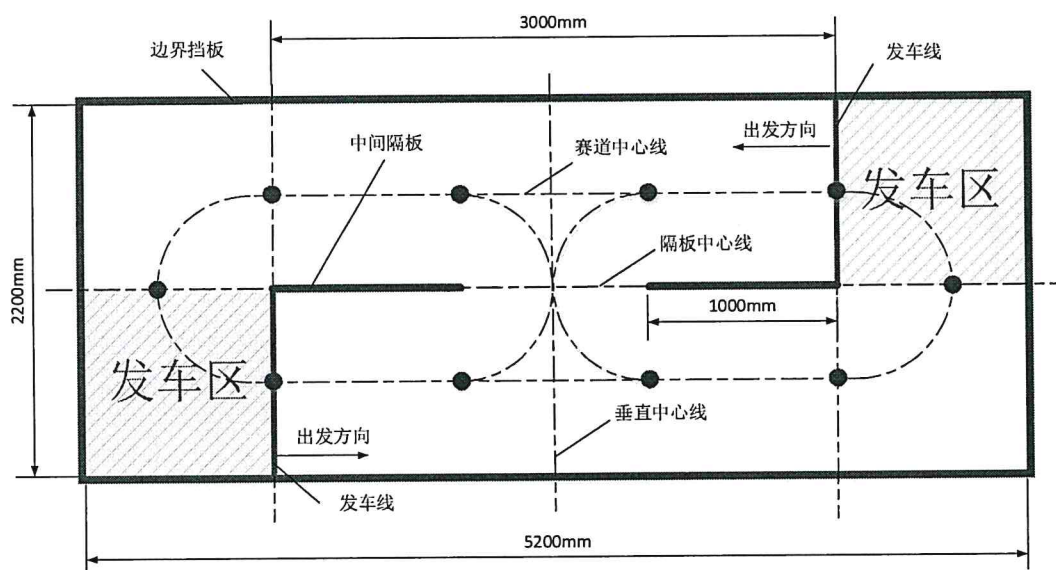


图 1 驱动车赛道示意图（注：赛道上无“发车区”字样和“剖面线”）
（说明：5200mm、2200mm 均为内尺寸）

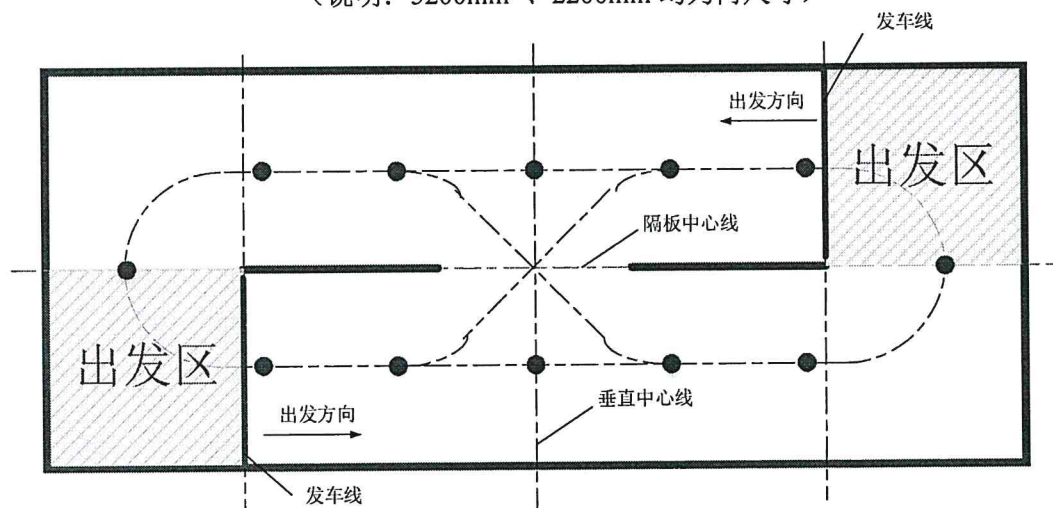
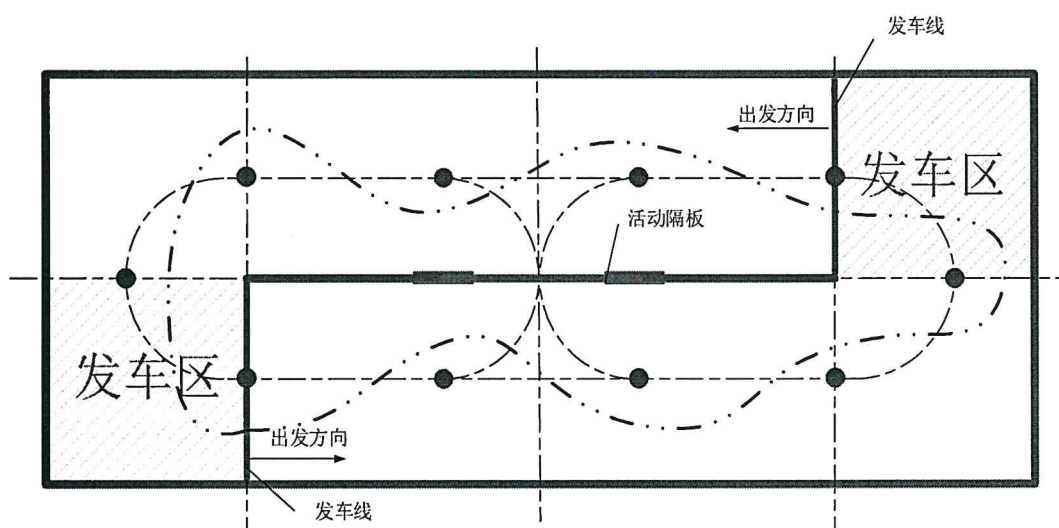


图 2 现场比赛赛道示意图

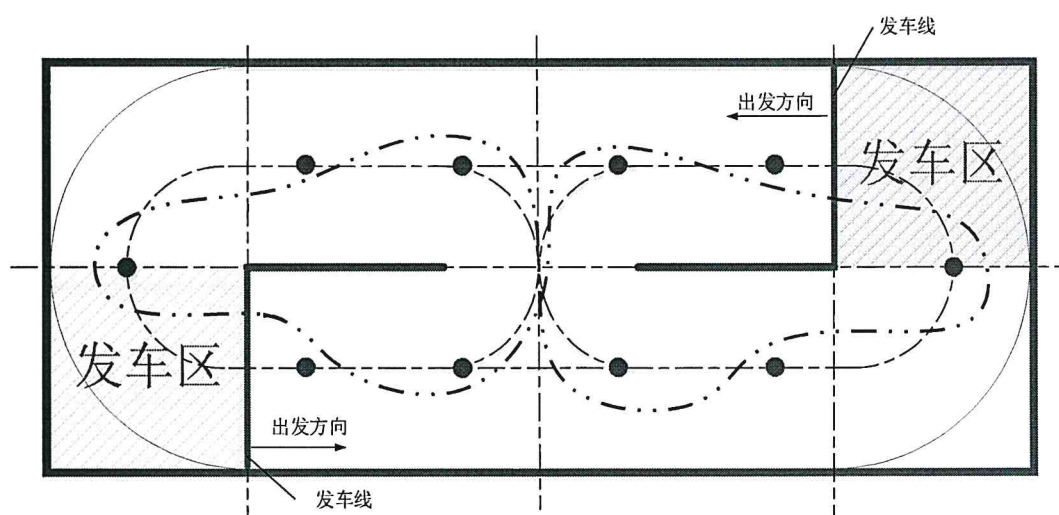
现场比赛时，障碍桩沿直线赛道方向的垂直中心线对称分布并等间距放置 5 个障碍桩（如图 2 所示），障碍桩间距不小于 600mm。比赛时，奇数桩位置不变，偶数桩位置根据现场公开抽签结果，在-200~+200mm 范围内相对于中心桩做相向调整（相对于中心桩，正值远离，负值移近）。

3、赛程安排

1) 运行方式



a) 驱动车的环形运行方式示意图



b) 驱动车的8字运行方式示意图

图3 驱动车赛项运行方式示意图

驱动车有环形、8字和综合三种运行方式，其中环形为在赛道上走S轨迹（如

图 3a 所示), 8 字为在赛道上走 8 字 S 轨迹 (如图 3b 所示), 综合则为在赛道上交替完成环形和 8 字两种运行方式, 次序不限。现场比赛有环形、8 字和综合三种运行方式, 任选其中一种, 不同的运行方式使用不同的难度系数, 对应的难度系数 W 如表 1 所示, 在一圈里不能出现有两种运行方式。

驱动车没有按照实际运行方式或脱离赛道运行, 或停止运行, 均视为比赛结束。

表 1 运行轨迹的难度系数 P 对照表

运行轨迹难度等级	一级	二级	三级
运行方式	环形S	8字S	综合
难度系数 W	1.0	2.0	3.0

2) 驱动车赛程

驱动车赛项由现场制作、现场拆装及调试、现场比赛三个环节组成。各竞赛环节如表 2 所示。

表 2 驱动车赛项各环节

序号	环节	评分项目/赛程内容
1	第一环节	现场制作
2	第二环节	现场拆装及调试
3	第三环节	现场比赛

4、驱动车赛项具体要求

4.1 现场制作

抽签产生现场比赛的障碍桩间距。

参赛队选派 1 名队员参赛。自带预装自己所用 CAD 软件的笔记本电脑, 根据抽根据抽签桩距进行驱动车凸轮的设计, 按机械工程图标准绘制凸轮零件图。设计完毕之后在激光切割机上完成凸轮的制作。若该项凸轮未加工出来, 使用自带凸轮进行比赛, 则扣除总成绩的 15%。

4.2 现场拆装及调试

参赛队选派 2 名队员参加此环节比赛。必须将本队参赛驱动车上安装有齿轮、凸轮、链轮和皮带轮等传动构件的轴（驱动轴、变速轴和转向轴）从驱动车上拆下，以及所有零件从轴上全部拆卸。将拆下来的凸轮上交裁判并同时更换前面现场制作的凸轮，按照抽签结果，装配并调试驱动车。

拆装工具自带，有安全操作隐患的不能带入。如需使用机床加工，可提出申请，经裁判批准，可到车间进行普车、普铣、钻孔等常规加工作业，所需刀具和量具自备，所用时间计入总时间。

4.3 现场比赛

现场抽签决定各参赛队比赛场地和顺序。

势能驱动车采用规定重量和规定高度差的重物驱动，热能驱动车使用统一配置的相同量的液体乙醇燃料燃烧产生的热能驱动。

参赛队在规定调试时间内将其驱动车放在出发区内的位置自行决定，不能压线，按统一指令启动驱动车，沿逆时针方向按环形运行方式自动前行，直至不按其运行方式运行或运行停止。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

以比赛总成绩对参赛队进行排名，若出现参赛队总成绩相同，则按现场比赛成绩排序，分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

附件 2:

第六届江西省大学生工程训练综合能力竞赛 “智能+”赛道竞赛命题与运行

本赛道面向全球可持续发展人才培养的需求，围绕国家制造强国战略，坚持基础创新并举、理论与实践融通、学科专业交叉、校企协同创新，构建面向工程实际、服务社会需求、校企协同创新的实践育人平台，培养服务制造强国的卓越工程技术后备人才。

“智能+”赛道主要包括智能搬运机器人、桥梁结构设计、生活垃圾智能分类、水下管道智能巡检、智能配送无人机等赛项。

一、智能搬运机器人赛项

1、对参赛作品/内容的要求

以智能制造的现实和未来发展为主题，自主设计并制作一台按照给定任务完成物料搬运的智能机器人（简称：机器人）。该机器人能够通过扫描二维码或 Wi-Fi 网络通信等方式领取搬运任务，在指定的工业场景内行走与避障，并按任务要求将物料搬运至指定地点并精准摆放（色环或条形码）。

各参赛队基于竞赛项目要求的机器人功能和环境设置，以智能制造的现实和未来发展为主题，设计一套具有一定难度的物料自动搬运任务及任务工业场景（参考任务设计模板），为机器人决赛阶段的现场任务命题提供参考方案。

（1）功能要求

机器人应具有定位、移动、避障、读取条形码及二维码、Wi-Fi 网络通信、物料位置和颜色识别、物料抓取与载运、上坡和下坡、路径规划等功能；竞赛过程机器人可以自主运行，或采用无线人机交互手段操作。

（2）电控及驱动要求

机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，在机器人的醒目位置安装有任务码显示装置，显示装置必须放置在机器人上部醒目位置，且不被任何物体遮挡，

必须是亮光显示，字体高度不小于 8mm，该装置能够持续显示所有任务信息直至比赛结束，否则成绩无效。机器人各机构只能使用电驱动，采用电池（蓄电池除外）供电，供电电压限制在 12V 以下（含 12V），随车装载，比赛过程中不能更换。

（3）机械结构要求

自主设计并制造机器人的机械部分，除标准件外，非标零件应自主设计和制作，不允许使用购买的成品套件拼装而成。机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制，机器人腕部与手爪的连接结构自行确定。

机器人决赛时，根据决赛题目要求，手爪需要在竞赛现场设计制作，其他均在校内完成，所用材料自定。

（4）外形尺寸及载重要求

机器人（含机械手臂）外形尺寸满足铅垂方向投影在边长为 300mm 的正方形内，高度不超过 400mm 方可参加比赛。允许机器人结构设计为可折叠形式，但出发之后才可自行展开。

2、赛程安排

2.1 运行方式

智能搬运机器人赛项由初赛和决赛组成，智能机器人有两种运行控制方式：自主运行和无线遥控运行，但必须首选自主运行方式，只有在自主运行方式出现故障时才可申请使用无线遥控运行方式。

2.2 搬运机器人赛程

机器人现场初赛形成参赛队初赛成绩，取排名前 60%的参赛队进入决赛。机器人决赛由现场制作及装配、机器人现场决赛两个环节组成。机器人初赛成绩不带入决赛。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 智能搬运机器人项目各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛	现场初赛
说明：产生决赛名单并现场发布任务命题			
2	第二环节	决赛	现场制作及装配
3	第三环节		现场决赛

3、对运行环境的要求

3.1 运行场地

近水平铺设的赛场尺寸为 4800×2400 (mm) 长方形平面区域 (如图 4 所示), 赛场周围设有一定高度的挡板, 仅作为场地边界 (颜色和高度不做任何要求), 不宜作为寻边等其它任何用途。赛道地面为亚光白色或浅黄色等浅色底色, 地面图案由线宽为 20mm、线中心距为 300mm 的黑色方格组成。在比赛场地内, 设置出发区、返回区、原料区、粗加工区、半成品区、精加工区、库存区。其中机器人初赛主要经过原料区、粗加工区和半成品区完成粗加工物料的搬运过程; 机器人决赛主要经过半成品区、精加工区和库存区完成精加工物料的搬运过程。出发区和返回区的尺寸均为 300×300 (mm), 颜色分别为蓝色和褐色; 原料区和库存区的尺寸 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高) 为 $580 \times 145 \times (80-100)$ (mm) 白色亚光的双层货架 (原料区的高度为 100mm, 物料采用颜色识别, 库存区的货架高度在 80-100mm 范围, 采用条形码识别物料放置的位置) (如图 1 所示); 粗加工区和精加工区的尺寸 (长 $\times$ 宽) 为 580×150 (mm); 半成品区的尺寸 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高) 为 $580 \times 150 \times 45$ 及 $580 \times 140 \times 0$ (mm) 的台阶区域 (如图 2 所示); 粗加工区、半成品区、精加工区顶面上均有用于测量物料摆放位置准确程度的色环, 色环尺寸如表 3 和如图 4 所示, 其中 ϕ 为物料最大直径 (单位: mm), $\phi 1-\phi 5$ 为色环 1-5 环的外径, 色环线宽为 1.5mm。除标注尺寸外, 其余色环的直径差为 10mm。库存区顶面有外径为 ϕ (物料直径) +15 的圆形区域, 用于确定物料是否摆放到位。

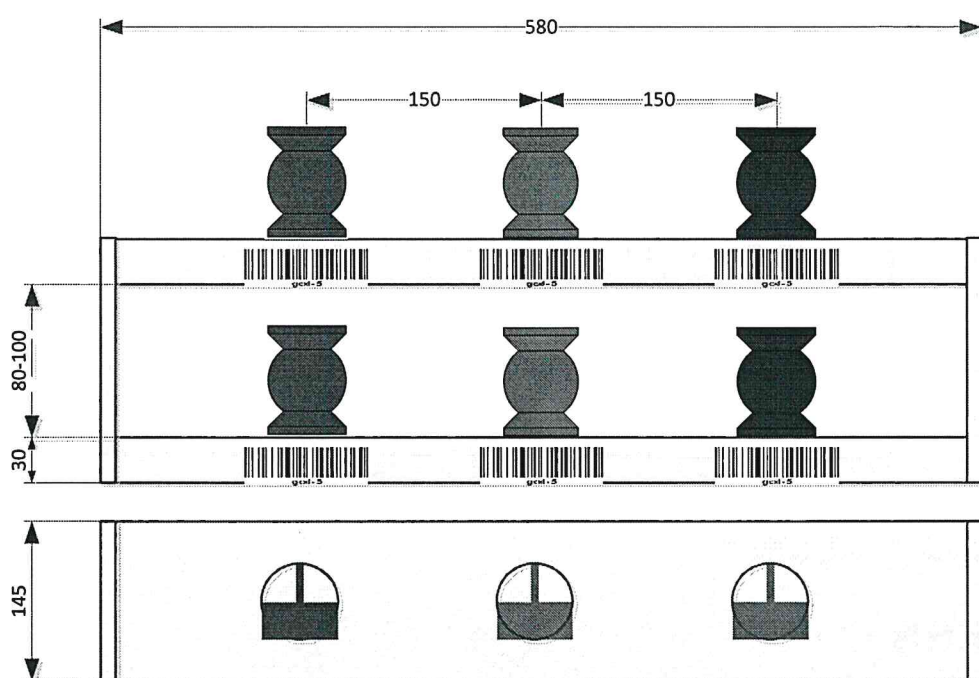


图 1 原料区和库存区示意图

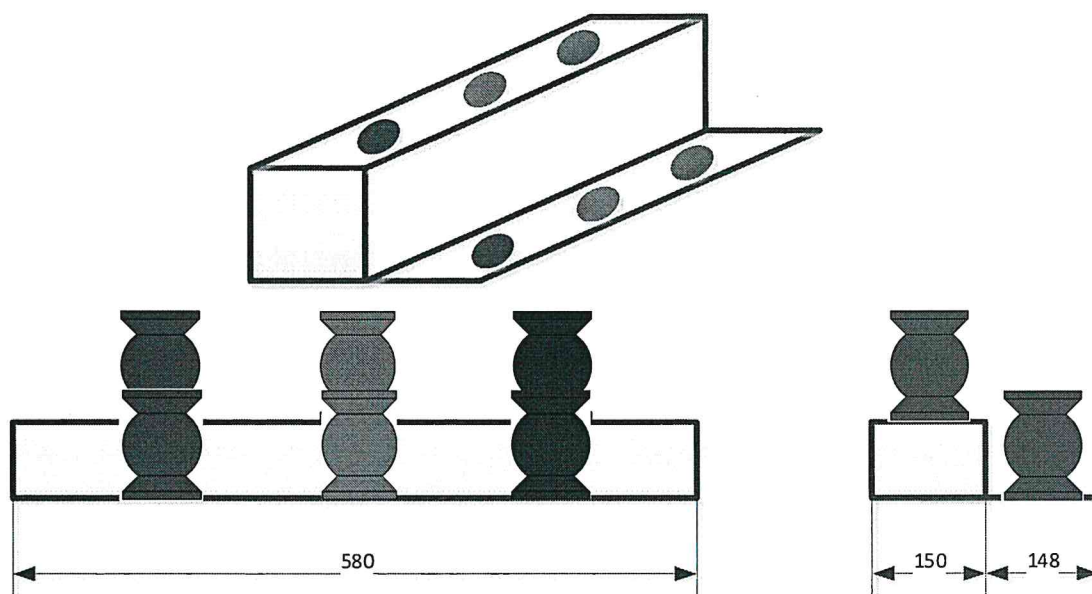


图 2 半成品区示意图

表 2 环号及环尺寸与分数对照表

环号	1 环 (Φ_1)	2 环 (Φ_2)	3 环 (Φ_3)	4 环 (Φ_4)	5 环 (Φ_5)	6 环 (Φ_6)	6 环外及物料倾倒
外径尺寸	$\Phi + 3$	$\Phi_1 + 5$	$\Phi_2 + 7$	$\Phi_3 + 10$	$\Phi_4 + 10$	$\Phi_5 + 10$	
分数	15	10	7	5	3	1	0

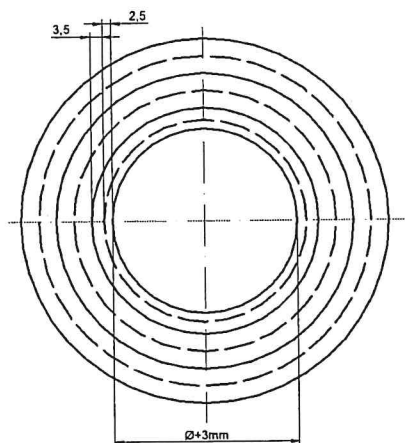


图 3 色环的尺寸

机器人初赛时，竞赛场地内给定原料区、粗加工区和半成品区的具体位置，并以挡板（仅表示边界）将场地一分为二，机器人只能在挡板所围区域内活动，如图 4 所示。

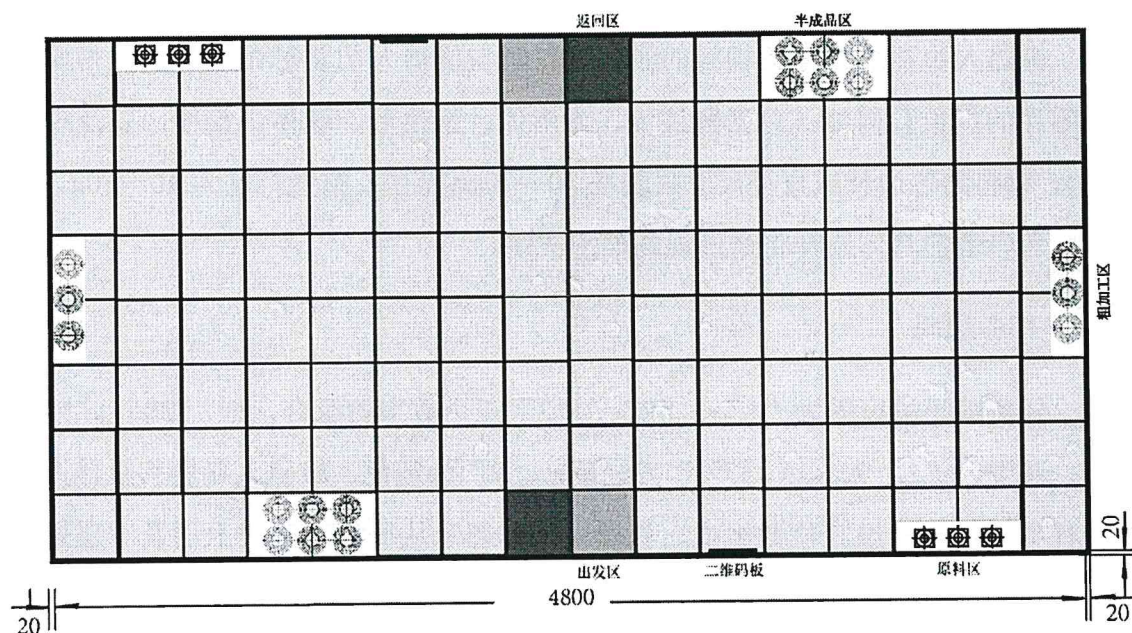


图 4 机器人初赛赛场示意图

机器人决赛时，场地中的挡板去掉，4800mm×2400mm 长方形平面区域内为两个决赛参赛队共用场地，出发区、半成品区、精加工区、库存区的具体位置和尺寸根据现场发布的任务设置。

3.2 机器人搬运的物料

机器人初赛时待搬运的物料形状包络在直径为 50mm、高度为 70mm、重约为 50g 的圆柱体中（如图 5 所示），夹持部分的形状为球体，物料的材料为 3D 打印 ABS，

三种颜色为：红（ABS/Red（C-21-03））、绿（ABS/Green（C-21-06））、蓝（ABS/Blue（C-21-04））。三种不同颜色的物料（每种颜色两个）随机放置在原料区的物料架上（上层及下层红、绿、蓝物料各一个），物料间距为 150mm（如图 1 所示）。

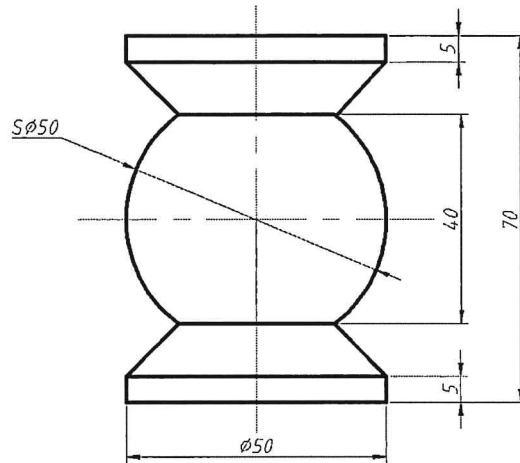


图 5 机器人初赛的物料形状

机器人决赛时待搬运物料的颜色、材料与机器人初赛时相同，形状为简单机械零件的抽象几何体（包括圆柱体、方形体、三角形、球体、锥体，以及组合体等），物料的各边长或直径尺寸限制在 30~70mm 范围，重量范围为 40~80g，以上形状和参数的具体选择将通过现场抽签决定。

3.3 任务编码

任务编码被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，如“123”、“321”等。其中，“1”为红色，“2”为绿色，“3”为蓝色。机器人初赛和机器人决赛的任务码都由两组三位数组成，机器人初赛表示从原料区货架上层及下层搬运到粗加工区的顺序，机器人决赛表示从半成品区的底层和台阶层搬运到精加工区的顺序，两组三位数之间以“+”连接，例如 123+231。

机器人初赛中在每个赛场围挡内侧垂直安装 1 个 A4 大小的二维码显示板（亚光，横放），二维码位于板的中间，尺寸为 80×80mm，用于显示给机器人读取的任务编码（编码随机产生）；机器人决赛中，机器人通过 Wi-Fi 网络通信获取任务编码（同批次上场的参赛队相同），物料在库存区货架的放置位置通过扫描条形码获得。

4、智能搬运机器人赛项具体要求

4.1 智能搬运初赛

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号及竞赛任务。

参赛队将其机器人放置在指定出发位置（如图 4 所示蓝色区域），按统一指令启动机器人，计时开始。在规定的时间内，机器人移动到二维码显示板前读取二维码，获得所需要搬运的三种颜色物料的搬运顺序。然后机器人移动到原料区按任务规定的顺序依次将上层物料准确搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将三种物料搬运至粗加工区后，按照从原料区上层搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半成品区对应的颜色区域，将粗加工区的三个物料搬运至半成品区后，返回原料区，按任务规定的顺序依次将下层物料准确搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将三种物料搬运至粗加工区后，按照从原料区下层搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半成品区，该三个物料在半成品区既可以平面放置，也可以在原来已经放置的物料上进行码垛放置（颜色要一致），二者分数的权重不同，完成任务后机器人回到返回区。粗加工区和半成品区平面正确放置的度量标准均以每级色环外界垂直方向看到该色环外圈来评分，码垛放置以是否平稳放置在已有的物料上来评分。

在搬运过程中，应将物料放置在机器人上，机器人每次装载物料的数量不超过 3 个。

在竞赛时，两台机器人同时进入上述场地并在各自区域内定位和运行。如果出现越界并发生妨碍对方机器人移动或工作的情况，将被人工提起回退至上一工作地点重新运行，所用时间不会从竞赛计时中减除。

在规定的时间内，根据读取二维码的正确性、物料提取顺序和物料放置顺序的正确数量，粗加工区的平面放置准确程度和半成品区物料的平面放置和堆垛准确程度、是否按时回到出发区等计算成绩。

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，参赛队伍的末尾 40%直接淘汰，不再参加决赛。

4.2 智能搬运决赛

4.2.1 搬运机器人手爪的设计及制作

每个参赛队派 1 名队员参与竞赛。自带预装设计软件的笔记本电脑，根据抽取的物料组进行机器人手爪的设计，按机械工程图标准绘制手爪零件图。设计完毕之

后在 3D 打印机上完成机器人手爪的制作。若该项手爪未加工出来，使用自带手爪进行比赛，则扣除总成绩的 15%。

4.2.2 搬运机器人联调

抽签决定机器人决赛现场任务，任务内容包括：出发区、半成品区、精加工区、库存区的具体位置和尺寸。参赛队将原来参赛机器人上的手爪上交裁判，同时领取现场加工的手爪并安装在参赛机器人上，根据抽签任务进行机器人的联调。

参赛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。

4.2.3 现场决赛

用调试完成的机器人进行现场决赛，规则同现场初赛。

以决赛的总成绩进行排名，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。

二、桥梁结构设计赛项

1、对桥梁结构设计的要求

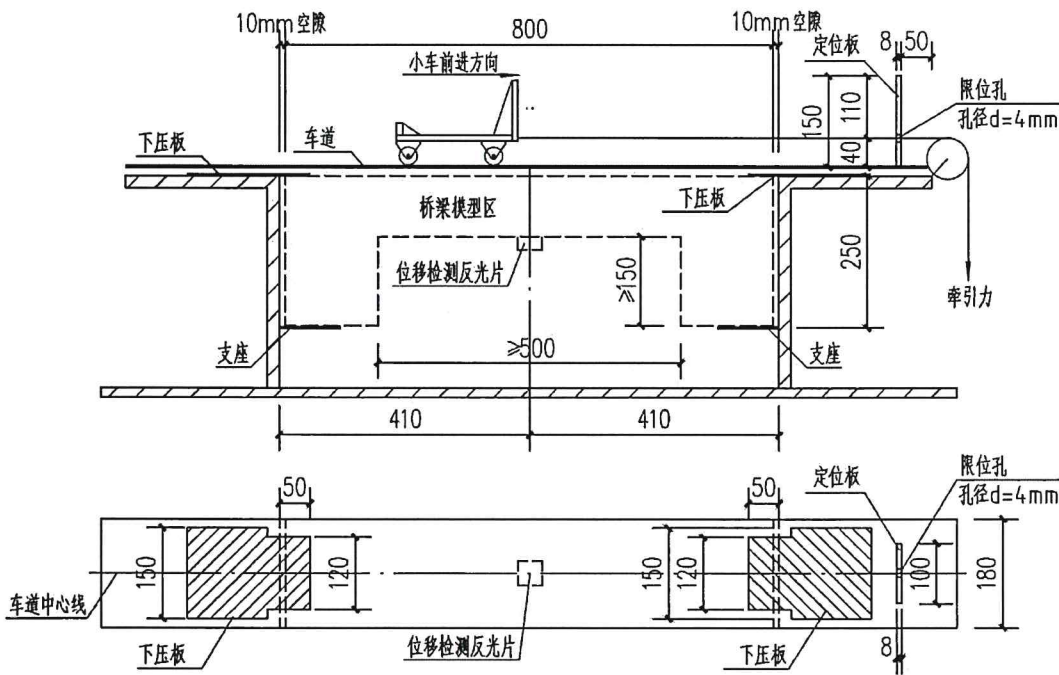


图 6 桥梁区间尺寸示意图

根据如图 6 所示的桥梁区间尺寸，自主设计单跨桥梁，并在校内完成桥梁模型构件的制作，在比赛现场用 3D 打印完成桥梁部分节点的制作，用 502 胶水完成

桥梁模型的粘贴组装。要求桥梁模型材料必须采用本色侧压双层复压竹皮（单张竹皮厚度不大于 0.5mm，其力学性能参考值：弹性模量 $1.0 \times 10^4 \text{MPa}$ ，抗拉强度 60MPa，由组委会统一提供）、502 胶水（制作构件用）。不允许采用颜料对模型作美术装饰，不得使用非组委会指定的其它任何材料，否则取消其参赛资格或比赛成绩。

2、桥梁模型尺寸要求

桥梁模型长度为 800mm，桥梁模型的外轮廓横向宽度为 180mm，桥面铺设专用的车道（桥面由竹条和编织布构成，长 1400mm、宽 180mm，由组委会统一提供），如图 7 所示。

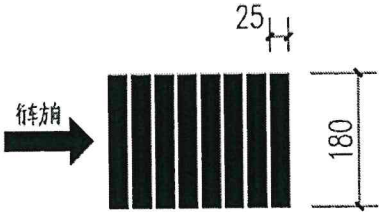


图 7 桥面车道示意图

3、桥梁加载装置要求

桥梁模型构件必须是单个的构件，不能有两构件粘连情况。桥洞需满足如图 6 所示的尺寸，即桥洞长度不少于 500mm、桥洞高度不少于 150mm。桥梁结构形式和桥洞形状自定。模型除与加载装置的支座、专用车道、两端下压板（提供竖直向下压力，长 250mm，宽 180mm，厚 2mm，材料为 Q235 钢，由组委会统一提供）接触外，加载前不能与加载装置的其它部位接触。在垂直桥面中央的最下方结构上必须设置一个与主结构有足够连接刚度的竖向位移检测反光片，尺寸不小于 35mm×35mm 铝片。

4、赛程安排

桥梁比赛赛由桥梁节点制作、结构模型组装、模型加载试验等三个环节组成。如表 3 所示。

表 3 桥梁结构设计项目各环节

序号	环节	评分项目/赛程内容
1	第一环节	桥梁节点制作
2	第二环节	桥梁模型组装

3	第三环节	桥梁现场比赛
---	------	--------

5、桥梁比赛

5.1 桥梁节点制作

每支参赛队派出 1 名队员参与竞赛。选手自带预装设计软件的笔记本电脑，按机械工程图标准绘制桥梁节点零件图。设计完毕之后在 3D 打印机上完成桥梁节点的制作。

5.2 桥梁模型组装

要求参赛队对本队的桥梁模型进行组装并在预留的测量面上粘贴反光片，反光片必须粘接牢固，比赛中反光片脱落由各参赛队自行负责。除桥梁的构件及 3D 打印的桥梁节点外，不允许自带任何备用材料入场，对违反规定的行为按减分法处理。组委会在现场将提供反光片、502 胶水、裁纸刀、剪刀、钢尺等工具，以辅助桥梁模型的组装。

5.3 桥梁现场比赛

(1) 桥梁模型安装至加载装置中（如图 6 所示）后，需进行测量面定位测试。若测量面超出中央位置范围（通过激光位移计定位测试，激光点不落在反光片上），则认定桥梁模型制作不合格，不能参加后续环节。

(2) 桥梁模型加载试验采用标准秤砣铸铁砝码（包括 1kg、2kg 和 5kg）加载。加载分两级，其中第一级加载小车的载重量为 5kg，第二级加载为自定义载重量，载重量在第一次加载的基础上，按照 2 kg 的倍数增加，且不大于 30kg。参赛前需预报自定义加载重量。

(3) 参赛队自行加载。加载小车在桥面上行驶采用参赛队手工牵引方式进行。每次加载过程中，小车行驶至桥梁中央指定位置处必须停止 10 秒钟。小车停止的时间段内激光位移计测量桥梁模型中央测量面位移，记录 10 秒钟小车停止时间段内的最大位移值作为该次加载的桥梁模型跨中竖向位移，10 秒钟后继续行驶，顺利通过桥梁全程的认定为该次加载成功。

(4) 每队只有一次加载机会，进行两级加载。根据各参赛队桥梁的荷重比以及加载时的最大位移计算现场比赛成绩。

加载过程中，如果出现下列任一情况，将视为加载失败，退出加载试验：

- (i) 桥梁模型跨中的最大竖向位移越过规定的限值（20mm）；
- (ii) 因桥梁模型主要构件出现失稳、结构变形过大和破坏等本身原因。

附：加载用的小车由组委会统一提供，由层压板制成。小车整体自重 $300\text{g} \pm 5$ ，具体尺寸如图 8 所示。

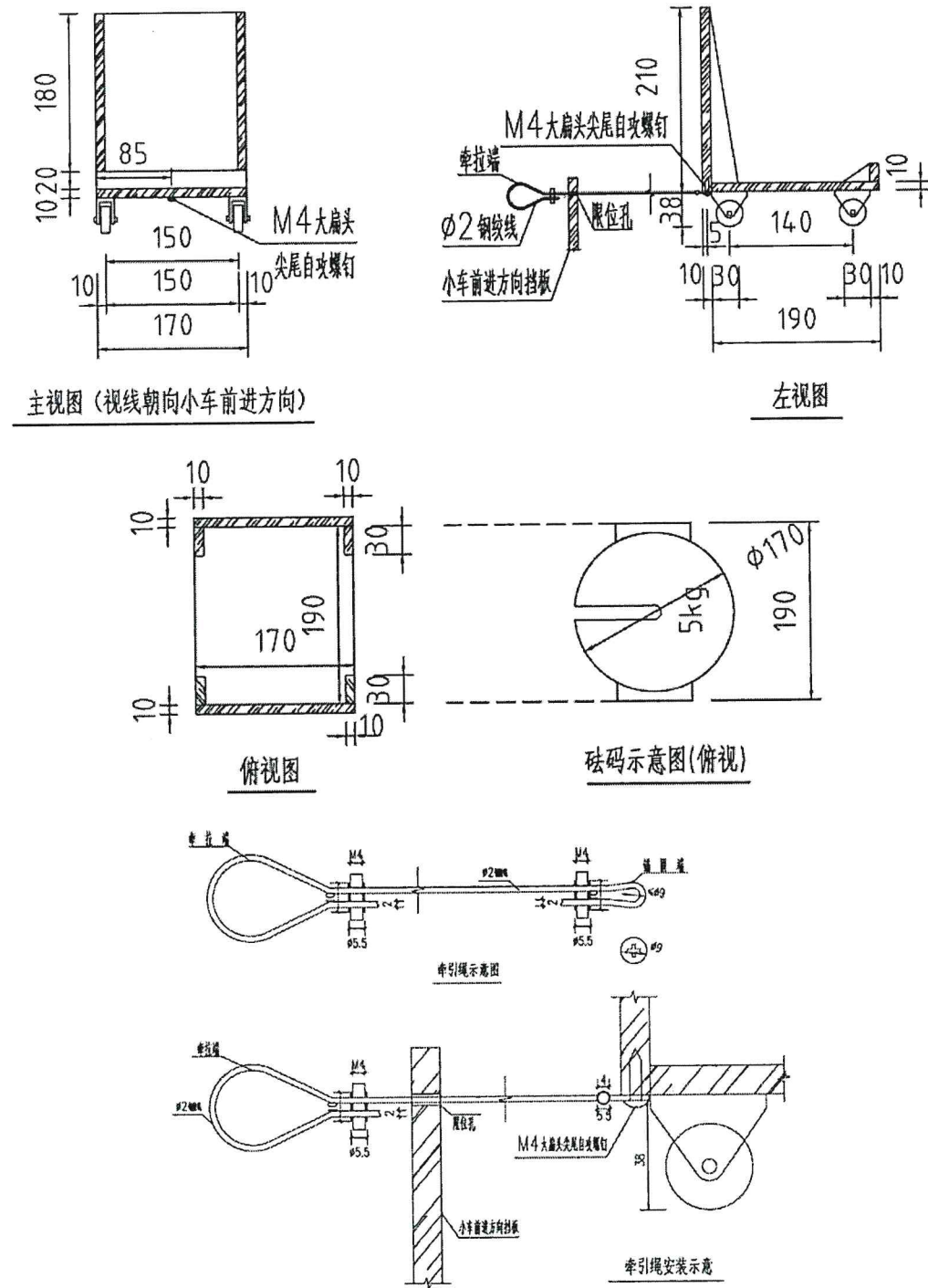


图 8 加载用小车模型

每个参赛队只能有一轮运行机会。

以比赛总成绩进行排名，若出现参赛队总成绩相同，则按现场比赛时首次加载成绩排序，分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

三、生活垃圾智能分类赛项

1、对参赛作品/内容的要求

以日常生活垃圾分类为主题，自主设计并制作一台根据给定任务完成生活垃圾智能分类的装置。该装置能够实现“可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾”等四类城市生活垃圾的智能判别、分类与储存。

1.1 功能要求

（1）采用传感与检测技术，实现垃圾箱对单次单一种类投放垃圾的自动判别与分类，并自动存放到正确的垃圾存放桶。垃圾箱上需设计一个固定区域，用于选手投放垃圾。

（2）每次由一人投放单一种类垃圾到垃圾箱的固定区域，不能以任何方式提示垃圾的种类，只能由智能分类箱自动判别与分类，并自动存放到正确的垃圾存放桶。

（3）对于易拉罐等可压缩垃圾，参赛作品能够对此类型垃圾进行自主判断并完成相应的压缩与分类存放。

（4）作品还具有满载预警功能，当某类垃圾存放桶满载时，作品应发出预警。

（5）为宣传和引导垃圾分类，参赛作品需配有一块高亮显示屏，能够支持各种格式的视频和图片播放，并能够显示箱体内部的各种数据，如投放顺序、垃圾名称、数量、任务完成提示、满载情况等。

（6）设备在待机状态时，显示屏能够循环播放由参赛队自主创作的“垃圾分类宣传视频（时长两分钟）”。

（7）垃圾存放要求使用常用的塑料垃圾袋，并能够方便地实现装满垃圾袋的移除与新垃圾袋的安装。

1.2 电控及驱动要求

生活垃圾智能分类装置所用传感器和电机的种类及数量不限，鼓励采用 AI 技术。在该装置的上方需配有一块高亮显示屏，支持各种格式的视频和图片播放，

并显示该装置内部的各种数据，如投放顺序、垃圾类别名称、数量、任务完成提示、满载情况等。该装置各机构只能使用电驱动，最高电压不大于 24 伏，电池供电（蓄电池除外）。

1.3 机械结构要求

自主设计并制造生活垃圾智能分类装置的机械部分，除标准件外，非标零件应自主设计和制造，不允许使用购买的成品套件拼装而成。每个垃圾桶至少朝外的面要透明，能看清楚该桶内的垃圾，而且该装置上设有一个垃圾投放口，投放口的尺寸为 200×200 (mm)。选手将垃圾放置在该区域，然后由垃圾智能分类装置自动分类和投入到相应的垃圾桶。

1.4 外形尺寸要求

(1) 生活垃圾智能分类装置外形尺寸（长 $\times$ 宽 $\times$ 高）限制在 $500 \times 500 \times 850$ (mm) 内方可参加比赛。

(2) 生活垃圾智能分类装置有四个单独的垃圾桶，垃圾桶为立方体或圆柱体，其中：

- 存放有害垃圾桶尺寸如下：立方体垃圾桶（长 $\times$ 宽 $\times$ 高）不小于： $100 \times 100 \times 200$ (mm)，圆柱体垃圾桶（直径 $\times$ 高）不小于： $\Phi 100 \times 200$ (mm)；

- 其余三个垃圾桶尺寸如下：立方体垃圾桶（长 $\times$ 宽 $\times$ 高）不小于： $200 \times 200 \times 300$ (mm)，圆柱体垃圾桶（直径 $\times$ 高）不小于： $\Phi 200 \times 300$ (mm)。

2、对运行环境的要求

2.1 运行场地

作品所占用场地尺寸（长 $\times$ 宽）为 500×500 (mm) 正方形平面区域内。

2.2 投放的物料

比赛时待生活垃圾智能分类装置识别的四类垃圾主要包括：(1) 有害垃圾：电池（1 号、2 号、5 号）、弃置药品等；(2) 可回收垃圾：易拉罐、小号矿泉水瓶、纸盒（报纸、打印纸、硬纸板、图书、各种包装纸）等；(3) 厨余垃圾：完整或切割过的水果、蔬菜、蛋壳等；(4) 其他垃圾：砖瓦、陶瓷、渣土、烟头等。

3、现场比赛

现场抽签决定各参赛队竞赛任务及“满载检测”的垃圾种类，投放的垃圾总数。

比赛包括垃圾分类和满载检测两环节。每个环节有两次运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

各参赛队按统一指令启动生活垃圾智能分类装置，计时开始。在规定的时间内，指定一名选手（该轮比赛过程中不能换人）每次将一件垃圾按照竞赛要求放到该装置的垃圾投放口，待该装置将垃圾投入到垃圾桶和分类信息显示后再投放下一件垃圾到该装置的垃圾投放口，否则不计分。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。在比赛过程中，“垃圾分类宣传视频”要求能实现循环播放。垃圾分类比赛结束后进行两轮垃圾满载检测，各参赛队必须在规定时间内完成。

以比赛总成绩进行排名，若出现参赛队总成绩相同，则抽签决定。

四、水下管道智能巡检赛项

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无限制。

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。

初赛的吸附物为黑色物体，形状为圆形和方形，尺寸限制在 30~50mm 范围，厚度不大于 50mm，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。各竞赛环节如表 5 所示。

表 4 水下智能管道巡检赛项各环节

序号	环节	评分项目/赛程内容
1	第一环节	现场初赛
2	第二环节	现场制作
3	第三环节	机器人联调
4	第四环节	现场决赛

3、对运行场地的要求

赛场尺寸（长×宽×高）为 3000×2000×600（mm）长方形水池（如图 9 所示），

水面高度 460-530mm。

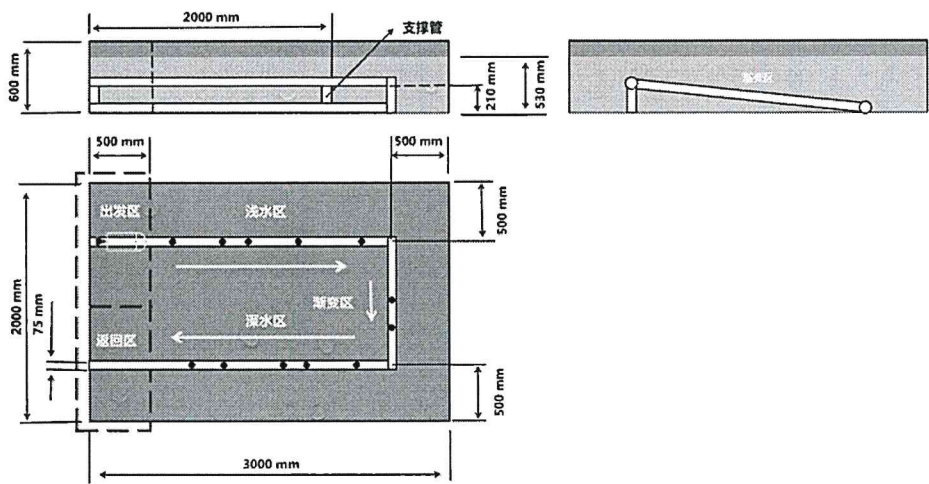


图 9 初赛赛场示意图

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。

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 9 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 10 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。

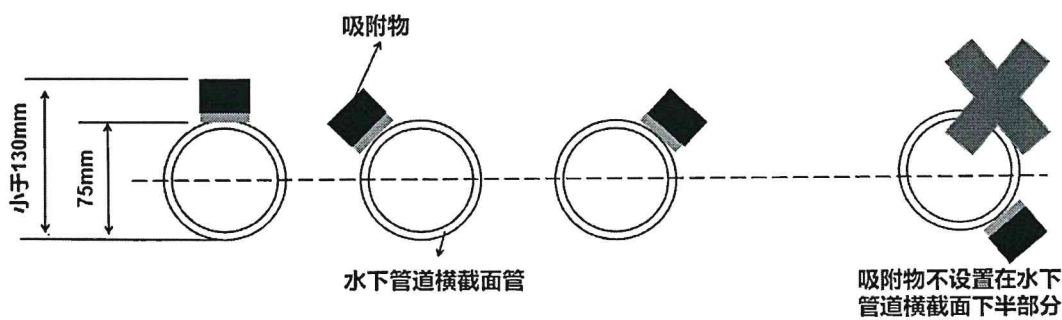


图 10 现场初赛吸附物布置方式示意图

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 11 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）。

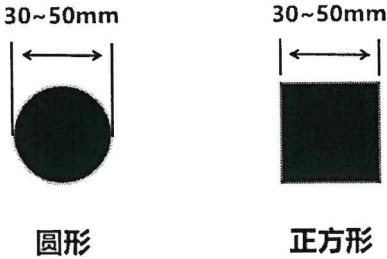


图 11 现场初赛吸附物截面示意图

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 12 所示。

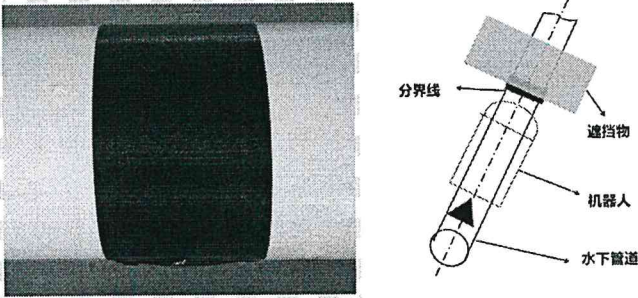


图 12 比赛场地分界线和遮挡物

4、水下管道智能巡检赛项具体要求

4.1 现场初赛

现场抽签确定吸附物在水下管道上的位置，吸附物的间距、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。

4.2 水中机器人手爪的设计及制作

抽签确定决赛需要回收的吸附物形状（方形、圆形、三角形等）及对应的报警颜色。

每个参赛队派 1 名队员参与竞赛。自带预装设计软件的笔记本电脑，根据抽取结果进行机器人手爪的设计，按机械工程图标准绘制手爪零件图。设计完毕之后用激光切割机完成机器人手爪的制作。若该项手爪未加工出来，使用自带手爪进行比赛，则扣除总成绩的 15%。

4.3 水中机器人联调

抽签确定吸附物的位置和间距以及各形状的数量和排序；抽签确定需要回收的那个吸附物的位置（如：第 6 个）。参赛队将原参赛机器人上的手爪上交裁判，同时领取现场加工的手爪并安装在参赛机器人上，根据抽签任务进行机器人的联调。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。

4.4 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。

五、智能配送无人机赛项

1、对参赛作品/内容的要求

以未来智能无人机配送为主题，结合实际应用场景，自主设计并制作一架按照给定任务完成货物配送的多旋翼智能无人机（简称：无人机）。该无人机能够自主或遥控完成“识别货物、搬运货物、越障、投递货物”等任务。

1.1 功能要求

无人机应具备自主定位、路径规划、目标识别、货物搬运与投递等功能，无人机必须具备遥控功能，并具有一键降落、一键锁桨的安全防护功能。

1.2 电控与驱动要求

无人机所用传感器、控制器和电机的种类及数量不限，鼓励采用 AI 技术，无人机只能采用电驱动，电池供电（蓄电池除外），供电电压限制在 17V（含 17V）以下，电池随无人机装载，每轮比赛过程中不能更换。

1.3 机械结构要求

自主设计并制造无人机的机械部分，除标准件外，非标零件应自主设计和制造，不允许使用购买的成品套件拼装而成。

1.4 外形尺寸要求

无人机对角线方向旋翼转轴间距不大于 450 ± 5 (mm)。

2、赛程安排

2.1 运行模式

无人机有自主和遥控两种运行模式。

2.2 赛程

智能配送无人机赛项分为智能配送无人机初赛（简称：初赛）和智能配送无人机决赛（简称：决赛）两个环节组成。

3、对运行环境的要求

3.1 运行场地

赛场尺寸为 4000×4000 mm（长×宽），场地边缘有宽度为 10mm 的黑色边界，距离比赛场地边界约 500mm 外设置安全隔离网尺寸为 $5000 \times 5000 \times 4000$ mm（长×宽×高）。如图 13 所示，场地内设起降区（H 区）、三个货物放置区 A、B、C，以及障碍物（建筑物、灯柱等）若干。起降区 H 尺寸为 600×600 mm，其中心点距场地两个边沿的尺寸为 1000mm，货物放置区 A 的直径为 500mm，A 区中心点距场地边界的尺寸为 1000mm；货物放置区 B、C 的直径为 250mm，B 区、C 区中心位于距边界初赛为 1000mm，决赛为 1000~1500mm 之间现场抽签确定。B 区内有简易图形（如 Z、H、W 等任意一个图形），C 区内放置人、车、房子任意一个贴图。A 区与 B 点之间有建筑物，建筑物尺寸为 $500 \times 350 \times 2000$ mm（长×宽×高），位于 A 区与 B 区中心连线中点的 ± 250 mm 范围内，现场抽签决定。B 区与 C 点之间有灯柱，灯柱尺寸为 100×2000 mm（直径×高），初赛位于 B 与 C 区中心连线中点，决赛位于 B 与 C 区中心连线中点 ± 500 mm 范围内现场抽签决定。

三个货物由人工放置在无人机的货仓内，货仓内应设置有货物固定装置，使

货物在任何方向不能移动。初赛时，A 区为标靶（尺寸如表 7 所示，线宽为 5mm。）、B 区为图形 W、C 区为汽车贴图。

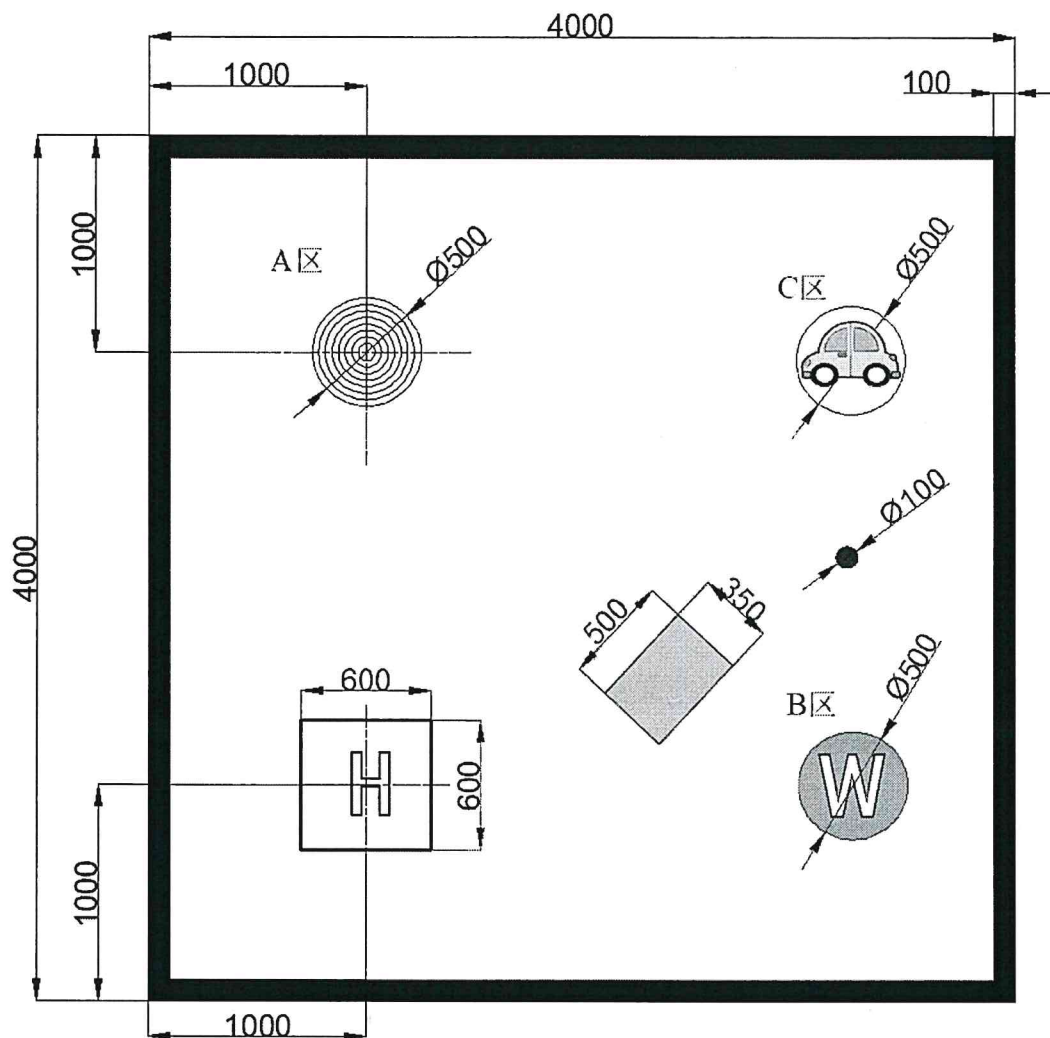


图 13 初赛赛场示意图

表 7 标靶的环号及环尺寸与分数对照表

环号	1 环	2 环	3 环	4 环	5 环	5 环外及物料倾倒
外径尺寸	100	200	300	400	500	
分数	20	15	10	5	1	0

3.2 搬运的货物

初赛时，待搬运的货物为直径 50mm, 高 70mm 的圆柱体，重量不超过 50g，材料为 3D 打印 ABS，其颜色没有要求。

决赛时，待搬运的货物形状、颜色、重量、尺寸等现场抽签决定，形状如球体、圆柱体、正方体、长方体、三棱体等，货物颜色有：红（ABS/Red (C-21-03)）、

绿（ABS/Green（C-21-06））、蓝（ABS/Blue（C-21-04））三种，货物的各边长或直径尺寸不超过 70mm，重量不超过 100g。

4、智能配送无人机赛项具体要求

4.1 现场初赛

现场抽签决定各参赛队比赛的场地号、障碍物和 BC 投放区的位置，以及提交无人机的运行模式，初赛时货物的投放的顺序为 A、B、C 货物放置区。

参赛队将无人机放置在起降区，准备好后举手示意，按统一指令开始比赛，计时开始。在规定的时间内，选手按照要求将货物装载到无人机后，启动无人机，按照规定投放顺序将货物投放到 A、B、C 区，每个货物放置区仅有一次投放机会，投放货物至 B、C 区时，必须越过障碍后到达货物放置区完成投放任务。当无人机完成 C 区的投放任务后，返航降落到起降区时停止计时。在规定的时间内，根据无人机起飞、越障、投放货物准确程度、降落、是否按时回到起飞点等计算成绩。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

4.2 现场决赛

参照现场初赛流程，各参赛队按照现场抽签的要求完成货物投放任务。

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。

附件 3:

第六届全国大学生工程综合能力竞赛 虚拟仿真赛道竞赛命题与运行

一、工程场景数字化赛项

本赛项重点围绕“两化融合”、“数字工匠”、“通专融合”，落实新工科建设与跨学科综合能力培养。以“数字经济”下的工程素养与文化相融为发展宗旨，为高校大学生打造工程实践与创新型互动媒体交叉融合的创新平台，展示数字媒体形态下的工程创新能力，传播工程知识，普及先进技术，促进人才发展。

本赛项重点考察学生制作与工程相关数字媒体的工程实践能力，培养学生虚拟工程开发实践能力、创意及其深度、美术设计等方面的能力。

1、对参赛作品/内容的要求

以工程类为主题，自主设计并开发围绕工程方面的游戏，游戏类型不限。鼓励开发具有独创性、新颖性、合理开脑洞的跨领域、跨学科题材。

1.1 功能要求

游戏作品可用休闲游戏、角色扮演等游戏形式，采用 Demo、幻灯片、视频等方式展示，该作品可在不限于 Windows、Mac OS 等主机端，或 iOS、Android 等移动端的任何一个或多个平台上运行。

游戏作品的设计及制作均由参赛学生自主完成。

1.2 内容要求

其游戏作品可以体现以下工程知识方面的类目：

- (1) 知识科普：工业史、智能制造、机器人、5G、物联网等工程技术科普类；
- (2) 模拟经营：模拟建造、模拟物流、模拟工厂、模拟车间等资源经营类；
- (3) 技能操作：加工模拟、操作模拟、装配模拟等；
- (4) 社会公益：环境保护、生态建设、关怀弱势群体等。

2、对运行环境的要求

2.1 现场运行场地

现场决赛均在会议室进行演讲、演示和试用参赛作品 Demo 等。

2.2 竞赛社区提供的设备

竞赛社区将提供 220V 交流电，以及大屏幕；竞赛所需的笔记本电脑、平板电脑、体验设备、手机、其他智能设备及相关软件等由各参赛队自备。

3、赛程安排

工程场景数字化赛项由工程场景数字化初赛（简称：初赛）和工程场景数字化决赛（简称：决赛）。初赛由场景设置与任务命题文档（简称：任务命题文档）、试玩体验与考评、现场实践与考评三个环节组成；决赛由现场答辩一个环节组成。初赛形成参赛队初赛成绩，取排名前 60%的参赛队进入决赛，初赛成绩带入决赛。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 工程场景数字化赛项各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛	任务命题文档
2	第二环节		试玩体验与考评
3	第三环节		现场实践与考评
说明：产生决赛名单			
4	第四环节	决赛	现场答辩

4、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竞赛任务命题方案。根据命题和决赛的任务命题文档模版要求，基于参赛作品，给出所策划决赛游戏开发任务的相关要求、决赛现场任务的功能设计规划（包括设计理念、功能描述、亮点描述、界面详情）、拟实现功能涉及的工程体系（包括工程知识与游戏内容的匹配机制、所运用的工程知识点）、竞赛过程描述等，各队该项得分计入其总成绩。

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，还包括文档的排版规范。

4.1.2 试玩体验与考评

根据命题要求，各组专家分别独立体验及评价各参赛队的游戏作品，并给出该环节的成绩。

本环节重点考察参赛作品的实际体验，主要包括游戏表现、工程内涵、完成度三个方面。

（1）游戏表现

① 玩法创意：清晰表达核心玩法和创意。相对于同类型游戏，玩法要足够有趣，具有创新，易于理解，富有深度。

② 表现力：美术品质、视觉效果、UI 等；音乐和音效表现力充足。

③ 体验设计：游戏的演出效果、镜头、人物动作、故事等维度，要进行良好的体验设计，引人入胜；游戏要体现足够的内容拓展性，具备持续的用户体验动力。

（2）工程内涵

① 工程知识与游戏主题结合的合理性：工程知识内容与游戏形式相匹配，不牵强。游戏操作方式、交互方式与真实工程场景相似度高。

② 工程知识体系的完整性与准确性：游戏包含的工程知识较为完整地涵盖了某一个领域或专业版块的内容；所涉及的工程知识无明显错误。

（3）完成度

Demo 完成度：Demo 对游戏创意的实现程度，包括以下各方面：

① 将方案上的功能和设计按照计划一一实现出来的程度。若预计实现的功能最后没有实现，则表示版本完成度较低。

② 美术资源的完整程度以及是否达到最终效果。如果有部分美术素材品质明显低于平均水平，或者缺少贴图、缺少效果，甚至视觉表现上有故障，则表示美术完成度较低。

③ 技术上是否存在不完整、有 Bug 的情况。如果有部分功能尚未完成，有缺陷和故障，或者摆在游戏里的按钮却不能按下（或按下没有反应的），则表示技术完成度较低。

④ 缺乏音效、音乐、文字、图片等，则表示技术完成度较低。

4.1.3 现场实践与考评

根据各参赛队提交的游戏作品和决赛的任务命题文档给出现场实践题目。

在竞赛社区环境下，秉持“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，

建立社区运行机制与规则。在规定时间内，通过竞赛社区信息化系统的支持，根据竞赛题目的要求，完成游戏设计、开发调试、答疑服务购买、技术交易、宣传与交流等活动。

社区信息化系统以“财富值”（购买服务等）、“技术能力值”（技术服务能力与项目文档质量）和“综合素质分”（工程知识面与视野、安全意识、公益服务意识、宣传意识与能力等）作为现场实践考评的依据。现场实践考评以参赛队学生现场解决突发问题、复杂问题、未知问题的能力作为重点。通过现场实践过程数据的采集、分析与比较，形成对参赛队知识、能力和素质的相对评价结果，从而最终形成参赛队该环节的成绩。

每队自带电脑等开发工具和调试工具等，有安全操作隐患的不能带入。

以初赛总成绩排名选出参加决赛的参赛队。若出现参赛队总成绩相同的情况，则按试玩体验与考评成绩排序，分高者优先。如仍旧无法区分排序，则按现场实践与考评成绩排序。如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

4.2 决赛

各参赛队抽签确定答辩顺序。在规定时间内各参赛队汇报并展示游戏作品，主要包括作品介绍，现场竞赛任务的设计思路介绍，以及回答专家的提问等。

重点考察参赛作品的设计构思、工程内涵梳理、游戏架构设计、开发过程合理性等综合能力，主要从演讲和提问解答两方面评价。

4.2.1 作品演讲

现场表达具备逻辑性，演讲逻辑易于理解；作品的视频需包含游戏概念来源、完整情节及世界观；PPT 全面介绍作品内容，内容完整；时间观念强，答辩不超时。

4.2.2 提问解答

全面回答所提问题；精准回答提问；回答问题具备逻辑性，易于理解。

以决赛总成绩分别对参加决赛的各参赛队进行排名。若出现参赛队总成绩相同的情况，则按现场答辩成绩排序，分高者优先。如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

二、飞行器设计仿真赛项

1、赛项简介

飞行器设计仿真赛项（简称“飞设赛”）下设平台类（总体设计）和体系类（体系设计）两类项目，分别从面向飞行器总体的多学科综合设计、面向多任务场景的体系设计与运用两个层面，重点考察学生综合运用所学专业知 识，应用虚拟仿真技术解决复杂工程问题的能力，锻炼和提升学生的专业水平、协作意识、创新精神、系统思维以及实践能力等综合素养。

为了充分发挥竞赛“服务国家需求、紧贴课程教学、促进开放交流”的作用，飞设赛将充分联合高校、航空航天工业部门、需求与运用部门等单位共同参与，实现产教融合协同育人。本届飞设赛由教育部高等学校航空航天类专业教学指导委员会、中国航空工业集团成都飞机设计研究所、中国商用飞机有限责任公司北京民用飞机技术研究中心等单位协办，北京航空航天大学、中航出版传媒有限责任公司等单位承办，安世亚太科技股份有限公司、北京开云互动科技有限公司等单位赞助支持虚拟仿真系统。

2、参赛作品/内容要求

平台类项目为先进飞行器总体方案设计，即根据飞行器的航程、速度、装载、经济性等设计要求，开展总体方案设计，包括需求分析、参数选择、总体布局布置、性能分析仿真、综合优化决策等内容，作为选拔晋级总决赛的评审依据；总决赛中需要完成的是给定飞行器方案的改进优化。

体系类项目为基于多场景任务仿真的航空应急救援体系设计与运用。参赛团队需要根据给定的联合搜救虚拟场景和任务要求，基于体系设计评估的基本流程（场景分析-体系构建-推演仿真-效能评估-权衡研究-优选决策），在专用的“体系设计与运用仿真竞赛系统（简称体系仿真竞赛系统）”中，针对航空应急救援任务需求完成装备配置、力量部署、任务规划等工作，设计多机型联合运用的搜救体系方案并进行评估和决策。

为反映新时代大学生的奋斗拼搏风貌，在本赛项中设置“我们的设计之路”微纪录片特别单元（视频长度在 5 分钟以内），鼓励参赛团队（平台类和体系类均可）用微视频的方式记录设计和参赛历程，通过网络投票和评委投票相结合进行评比。

3、参赛方式/运行环境要求

平台类项目的参赛团队在预赛和选拔赛阶段，应自行选择所需的数字样机建模软件、气动及结构强度等计算机辅助工程仿真软件；在决赛阶段，由组委会指定统一的工程仿真软件，进行方案的性能分析。

体系类项目由组委会提供统一的网络化体系仿真竞赛系统；预赛阶段由参赛团队通过互联网接入体系仿真竞赛系统，并网上提交研究报告和体系设计方案；选拔赛和总决赛阶段由组委会提供场地，参赛团队自带满足仿真要求的个人计算机，联网使用竞赛系统完成决赛任务。

4、赛程安排

4.1 平台类项目赛程安排

平台类可选题目为：

(1) 中国航空工业集团有限公司成都飞机设计研究所与组委会联合提出的“协同空战无人机”（军机组）

备注：军机组的预赛与选拔赛题目设计要求详见附件一，决赛题目另行通知。

(2) 中国商用飞机有限责任公司北京民用飞机技术研究中心与组委会联合提出的“350 座级别先进宽体客机”（民机组）

备注：民机组的预赛与选拔赛题目设计要求详见附件二，决赛题目另行通知。

平台类项目赛程安排如表 2 所示。

表 2 平台类项目赛程安排

日期	赛程	备注
2020 年 9 月	第一轮全国选拔赛（邀请赛）	两轮选拔赛中，每轮的前 4 名（军、民机组各取前 4 名）进入总决赛，即总共 16 个组进入总决赛
2021 年 2 月	第二轮全国选拔赛报名截至	
2021 年 3 月中旬	提交第二轮全国选拔赛预赛函评材料	
2021 年 3 月底	公布第二轮全国选拔赛预赛结果	
2021 年 4 月底	第二轮全国选拔赛	
2021 年 5 月-6 月	全国总决赛	

4.2 体系类项目赛程安排

体系类项目的竞赛主题为航空应急救援体系设计与运用。预赛阶段根据参赛队所在省市由系统自动分配到华北、东北、华东、中南、西南、西北六大分赛区（表 3）分别进行选拔，并依据综合评分排名。预赛选拔各赛区的前 12 名，全国共计 72 支参赛队进入全国性的选拔赛，在选拔赛中排名前 32 名的参赛队进入决赛。

表 3 全国分赛区划分

分赛区	包含省市地区
华北	北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区
东北	辽宁省、吉林省、黑龙江省
华东	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省、台湾省
中南	河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省、香港特别行政区、澳门特别行政区
西南	四川省、贵州省、云南省、重庆市、西藏自治区
西北	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区西部

体系类项目赛程安排如表 4 所示。

表 4 体系类项目赛程安排

日期	赛程	备注
2020 年 12 月	体系仿真竞赛系统上线，参赛队备赛（注）	
2021 年 1 月	报名截止，发布预赛任务	
2021 年 2 月	完成预赛，根据各赛区排名决定晋级队伍	
2021 年 3 月	发布选拔赛任务，根据选拔赛总排名决定晋级队伍	选拔赛中排名前 32 名的参赛队进入决赛
2021 年 5 月-6 月	全国总决赛	

注：各参赛队在备赛阶段使用体系仿真竞赛系统进行备赛，即熟悉系统使用，并且用系统内置的练习任务库熟悉装备能力和各类突发事件需求，形成体系设计方案。

5、赛项评分办法与选拔

5.1 平台类赛项

5.1.1 选拔赛预赛（100 分）

总分 100 分，包括科学性与可行性（40 分）、创新性（30 分）、全面性（15 分）、团队协作（10 分）、表现力与规范性（5 分）。对每一方面，由评委按照 5 级评价并折算为得分。

提交预赛函评材料，包括设计方案简介（500-800 字）、图片（作品设计图及参赛团队照片等）、设计报告（应按照网站提供的模板格式要求撰写，涵盖需求分析与设计要求论证、总体参数选择、总体方案描述、性能分析与评估等内容，篇幅在 60-80 页）三部分组成。在供评审的材料中不得出现学校名称和指导教师姓名等信息。

由预赛评委通过函评的方式评选出军机组、民机组的每类前 8 名进入选拔赛。

5.1.2 选拔赛（100 分）

总分 100 分，包括科学性与可行性（40 分）、创新性（30 分）、全面性（15 分）、团队协作（10 分）、展示与答辩（5 分）。对每一方面，由评委按照评分点进行给分或扣分评定。

入围选拔赛的团队可提供更新后的设计报告，并进行数字样机、仿真分析等的演示。

通过答辩，由选拔赛评委评出军机组、民机组每类的前 4 名进入总决赛。

5.1.3 总决赛（100 分）

总分 100 分，根据组委会规定的方案评价指标及综合排序方法进行评分。

军机组评价指标包括但不限于雷达散射截面、航程、最大飞行速度、起飞距离、海平面爬升率、升限、水平加减速性能等。

民机组评价指标包括但不限于每人每百公里油耗、商载航程、起飞平衡场长、进场速度、巡航速度、座椅前后间距、过道宽度、座椅宽度等。

军机组、民机组具体评价指标及综合排序方法以最终总决赛详细任务通知为准。

通过各组方案评价指标综合排序后确定各参赛队排名。

5.2 体系类赛项

5.2.1 选拔赛预赛（100 分）

总分 100 分，包括各参赛队针对预赛任务设计的体系方案报告评分（10 分）和各参赛队使用体系仿真竞赛系统完成的预赛任务推演仿真评分（90 分）。预赛任务为某沿海省的海上搜救体系设计与运用，详细要求及评分细则随体系仿真竞赛系统一并发布。

预赛通过互联网进行，各参赛队使用备赛阶段确定的体系设计方案执行预赛任务。预赛任务为一组突发事件的组合（事件来源系统事件库的随机抽取），难度高于备赛任务。参赛队基于自己的体系设计方案分别针对全部海上搜救任务部署进行推演，系统会根据全部任务执行情况来进行评分。参赛队可多次推演预赛任务，并取最高得分为最终推演仿真评分。

各赛区选拔报告评分和预赛任务推演仿真评分综合排名前 12 位的参赛队进入选拔赛。

5.2.2 选拔赛（100 分）

总分 100 分，为各参赛队使用体系仿真竞赛系统完成的选拔赛任务推演仿真评分。选拔赛任务为某沿海区域（包含多个省市）的海上搜救体系设计与运用。

选拔赛现场进行，各参赛队需在赛前提提交体系设计方案，选拔赛任务为一组突发事件的组合（事件来源系统事件库的随机抽取），难度高于预赛任务。参赛队基于自己的体系设计方案分别针对全部海上搜救任务部署装备进行推演，系统会根据全部任务执行情况进行综合评分。

参赛队的最高得分被计入排名，选拔排名前 32 位的参赛队进入总决赛。

5.2.3 总决赛（100 分）

总分 100 分，为各参赛队使用体系仿真竞赛系统完成的总决赛任务推演仿真评分。决赛任务为某区域的防洪救灾航空应急救援体系设计与运用。

总决赛现场进行。总决赛任务为一组突发事件的组合（事件为总决赛定制、不在事件库内），参赛者须在规定时间内完成基地选址、装备采购、装备部署和指挥推演的全部工作，系统根据任务执行情况评分，参赛者的最高得分被计入排名。

三、企业运营仿真赛项

本赛项重点围绕“产教融合”、“商工结合”、“数字经济”等主题内容展开，落实新工科建设与跨学科综合能力培养。以信息化条件下的现代企业综合运营协同发展为宗旨，为高校大学生打造工程实践与企业管理实践交叉融合的创新平台，展示大数据、智能化环境下的工程创新能力、企业运营管理能力，传播企业运营知识，普及先进技术，促进学生构建在复杂市场环境下如何发现机遇、洞察问题、分析问题、制定决策、执行决策及解决问题的创新思维，促进学生全面发展。

本赛项重点考查学生在虚拟企业运营过程中，充分考虑企业的外部环境和内部运营状况，结合竞争对手情况，制定科学合理的企业运营策略，规避企业运营风险，实现企业运营目标的能力，提升学生独立思考及综合决策等方面的能力，培养学生协作沟通、实践创新能力。

1、竞赛内容和要求

虚拟一家生产制造型企业，参赛选手自主设计工程产品，组建经营团队，团队成员分别担任总经理、财务总监、采购总监、生产总监、市场总监等职务，模拟该企业两年八个季度的经营过程。涉及产品设计、公司筹建、原材料采购、产品生产、市场营销、财务管理等企业相关经营活动。鼓励学生跨学科、跨专业组队参赛。

1.1 能力要求

竞赛中，参赛选手将遇到企业经营中出现的各种典型问题以及市场中变幻莫测的各种情况，运用经济学、管理学等专业知识，包括企业管理、战略管理、人力资源管理、财务会计、市场营销、物流管理、市场调查与分析、统计分析等知识点进行企业运营管理与经营决策。

1.2 内容要求

参赛团队创建企业，初始注册资本统一规定上限值，企业类型为生产制造型企业。各企业市场活动环节分为企业筹建和企业八个季度运营，包括产品设计、市场环境分析、战略制定、预算规划、产品研发、生产设备购买、原材料采购、人员招聘、市场开发、融资策略制定、财务分析等。运营过程需满足以下技术标准：以《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》中经济管理类的“专业标准”、

“课程标准”为基本范围和基本要求；以现行的财经法律、法规和财政部、国家税务总局、人民银行、国家质监局等出台的会计、税务、金融法规、制度和规范性文件为依据。

2、运行环境要求

2.1 设备要求

组委会提供竞赛所需的设备如表 5 所示。

表 5 企业运营仿真赛项设备一览表

设备及软件名称	相关说明
现代企业商务运营虚拟仿真实验平台	企业运营仿真竞赛专用版
服务器	每个赛区两台，配置要求： 内存：8G DDR3；硬盘：180G；CPU：四核
计算机	每支参赛队四台（每个赛场备用 10%的计算机）
支持的操作系统及版本	Windowsxp SP3 32 位 Windows server 2003 32 位/64 位 Windows server 2003 R2 32 位/64 位 Windows server 2008 32 位/64 位 Windows server 2008 R2 32 位/64 位 Windows server 2012 64 位 Win7/XP/Win2003
电源插排	每支参赛队一个
UPS 不间断电源	每个赛区一个，确保服务器及交换机不断电
交换机	每个赛场 3 台，配置要求： 速度：1000Mbps；接口数：24
无线网络	支持 2.4G WiFi/支持 5G WiFi/支持 WiFi Direct

2.2 场地要求

赛场环境要保证光线、通风良好，温湿度适宜。自然通风达不到要求的情况下，应采取强制通风，人员密度较高的情况下，确保赛场环境适宜。

确保计算机正常运行，备有应急供电设备；设有消防逃生通道。

每个赛场提供满足竞赛需求的机位数量，并能按团队组合。

每个赛场要有稳定通畅的网络环境，有防火墙等必要的网络安全设备，保证赛事安全运行。

3、赛程安排

企业运营仿真赛项实行初赛、复赛、决赛三级赛制。初赛（校赛）由各高校自行组织，遴选出优秀团队参加复赛（省赛或区域赛），复赛成绩优秀团队参加全国总决赛。

企业运营仿真赛项遴选环节的具体安排和晋级方式由赛项组委会另行通知。初步赛程安排见表 6。

表 6 企业运营仿真赛项赛程安排

日期	赛程	备注
2020 年 9 月-11 月	师生培训及校内选拔赛	
2020 年 10 月-11 月	省级选拔赛承办单位申请及遴选	
2020 年 12 月-2021 年 4 月	省级选拔赛	
2021 年 5 月	全国总决赛	

企业运营仿真赛项全国总决赛由企业运营仿真初赛、决赛组成。初赛开展两年八个季度虚拟企业运营，初赛成绩不带入决赛，初赛小组成绩前 60%的团队参加决赛。全国总决赛赛程见表 7。

表 7 企业运营仿真赛项全国总决赛赛程

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛（5 个小时）	现场实践与考评/EQVS 运营
说明：按初赛小组成绩前 60%产生决赛队伍			
2	第二环节	决赛（5 个小时）	现场实践与考评/EQVS 运营

4、具体要求

4.1 初赛

分组参赛，现场抽签决定各参赛队赛场分组情况。

虚拟企业运营采用国家级实验教学示范中心联席会经管学科组立项研发的现代企业商务运营虚拟仿真实验平台。参赛选手组建经营团队，创建一家生产制造型企业，模拟该企业两年八个季度的经营过程。在企业运营过程中，竞赛团队应充分考虑企业的外部环境和内部运营状况，结合竞争对手情况，制定科学合理的企业运营策略，规避企业运营风险，实现企业运营目标。

参赛团队在虚拟运营过程中，通过对数据的采集、分析与比较，形成考查参赛队员知识、能力和素质的综合得分作为初赛成绩。现场实践考评重点考查参赛团队在虚拟企业运营中发现机遇、洞察问题、分析问题、制定决策、执行决策及解决问题的能力。

4.2 决赛

初赛小组成绩前 60%的团队参加决赛，现场抽签决定各参赛队赛场分组。

进行新一轮虚拟企业（竞赛背景参数会变化）两年八个季度的经营过程，决赛规则与初赛相同，按决赛小组综合得分进行排名，确定决赛获奖等级。

四、智能网联汽车设计赛项

1、赛项简介

智能网联汽车作为汽车与信息技术两大产业创新融合的代表方向，已成为重要的国家发展战略内容。其中，虚拟仿真环境下对自动驾驶算法进行测试和验证，已成为智能网联汽车高度专业化、自动化、产业化发展的关键实施路径。

为了培养智能网联汽车及相关专业学生的设计与开发能力，尤其是提升其实践能力和创新意识，智能网联汽车设计赛项紧密贴合产业需求，以国家级智能网联测试平台作为竞赛平台，让学生开发特定场景下的决策和控制算法，实现虚拟仿真行驶环境下虚拟车辆的自动行驶，以自动行驶的水平作为竞赛指标。

智能网联汽车设计赛项重点考察学生综合运用所学专业知​​识进行汽车自动驾驶算法设计的能力，并考察其应用虚拟仿真技术解决复杂工程问题的能力，锻炼和提升学生的专业水平、协作意识、创新精神、系统思维以及实践能力等综合素养。

智能网联汽车设计赛项下设 ADAS 组和无人驾驶组两个组别，分别以单一驾驶功能和复杂场景下行驶能力为竞赛内容。

2、参赛作品/内容的要求

参赛团队开发智能网联车辆自动驾驶决策和控制算法，利用虚拟仿真竞赛平台提供的虚拟车载传感器环境感知信息（包括路侧设施信息等），操纵车辆动力学模型在赛事组织方提供的场景工况中进行自动驾驶功能测试。虚拟仿真竞赛中车辆动力学模型和道路及场景环境均由平台统一给定，参赛团队的自动驾驶算法需要按照给定的标准协议与竞赛平台进行连接并运行。

其中，ADAS 组以辅助驾驶类单一功能为竞赛内容，包括若干赛题。针对每一个赛题，参赛团队根据车辆的动力学特性、传感器的感知结果以及功能场景要求等，独立编写决策和控制算法进行测试和比赛。对每一赛题，同一参赛团队可以提供独立算法参赛，而不必由同一算法完成所有单项功能。

无人驾驶组以复杂场景下自动驾驶为竞赛内容。参赛团队需要设计开发综合性自动驾驶决策和控制算法，以应对连续的复杂场景下的所有测试要求。

3、参赛方式/运行环境要求

组委会采用国创中心设计和提供的虚拟仿真竞赛技术平台，平台包括可组态的虚拟仿真道路环境、车辆动力学模型、算法标准接口、竞赛过程记录管理和裁判系统等。

设计开发阶段，参赛团队需要在符合平台要求的自备计算机上开发决策和控制算法。组委会将提供单机版虚拟仿真道路环境、车辆动力学模型等供参赛团队免费下载至本地端进行算法测试和训练。算法开发语言为 Simulink、C++以及 Python，开发环境可以为 windows 或 linux。

竞赛决赛阶段，组委会将统一提供软硬件计算环境、虚拟仿真道路环境、车辆动力学模型、竞赛过程记录管理和裁判系统等，参赛团队需要按要求上传自动驾驶算法及其可能需要的第三方依赖库，在统一平台上完成竞赛。组委会在决赛当天统一对所有参赛团队的参赛作品进行测试和评分，并及时公布竞赛结果（注：根据参赛队伍报名数量，酌情考虑在虚拟仿真自动驾驶竞赛的决赛之前，增加预赛环节）。

4、赛程安排

以后续发布的竞赛细则为准。

5、评分办法与选拔

5.1 ADAS 组（总分 1000 分）

总分 1000 分，其中自动紧急制动系统场景赛题 3 道（300 分），车道保持系统场景 3 道（300 分），自动泊车系统场景 2 道（400 分）；

每道赛题按照评分规则进行得分评估（评分细则以后续发布为准），赛题的得分进行累加后得出总分。

5.2 无人驾驶组类项目（总分 5000 分）：

总分 5000 分，其中标准工况单一场景赛题共 30 道（3000 分），事故工况单一场景赛题 2 道（1000 分），连续场景赛题 1 道（1000 分）；

按照标准工况单一场景赛题、事故工况单一场景赛题以及连续场景赛题分别进行得分评估（评分细则以后续发布为准），得分进行累加后得出无人驾驶组类项目总得分。

6、赛项奖项设置

1) ADAS 组类项目

获奖比例遵循工训大赛统一规定

2) 无人驾驶组类项目

获奖比例遵循工训大赛统一规定

3) 虚拟仿真竞赛总奖项

几项累加进行总分排名，设置综合奖项。

获奖比例遵循工训大赛统一规定

7、竞赛规则及相关要求

1) 各高校参赛队伍数量不受限制。参赛队员不超过 3 人，以本科生为主，最多只能有 1 名研究生参加。每个队伍有一名指导教师。基于鼓励校企合作，每个参赛队伍可以邀请 1 名来自相关企业的校外指导教师。

2) 参赛队应根据赛题，自主完成作品。

3) 参赛队应按照规则要求提交技术报告，并参加答辩。作品存在枪手、抄袭

等作弊行为将取消参赛资格。

4) 参赛作品的知识产权归参赛队所有。参赛队必须对作品中引用的成果和知识产权做出说明，不得侵害他人知识产权。

5) 参赛队同意组委会对参赛作品进行展示和其他宣传用途。

6) 为宣传推广竞赛、帮助专门人才成长和推进校企合作，组委会组织的项目评估、项目孵化和团队孵化等活动中涉及的知识产权事宜，由参赛队、组委会和相关机构共同协商。

7) 参赛队及其作品存在枪手、抄袭等作弊行为和其他违反竞赛精神的行为，将取消其参赛资格。

附件 3-1 :

协同空战无人机设计要求

1、总体要求

根据未来战争使用无人机进行空战的需求，以 2030 年左右投入战场为时间周期约束，突出无人机与战斗机协同空战的能力特征，研究协同空战无人机的战场角色、战术作用和使用方式，结合典型运用场景分析提出战技指标要求。在此基础上，开展协同空战无人机总体方案设计，对包含但不限于的总体布置、气动布局、隐身特性、重量平衡、飞行性能、操稳特性、结构形式、关键系统及重要新技术、成本等方面进行设计和分析，对指标可行性、符合性进行评估、反馈和迭代，最终综合形成一个需求与方案自恰的协同空战无人机装备解决方案。

2、应明确的需求分析

研究 2030 年左右的未来空战中，协同空战无人机可能承担的战场角色、战术作用和使用方式，结合典型运用场景分析提出战技指标要求。

条件包括：

- 1) 以红蓝对抗为基本的空战研究背景；
- 2) 突出无人机与战斗机协同空战的能力特征；
- 3) 红蓝双方可选的战斗机只能是典型的第四代战斗机（按照我国划代方式）；
- 4) 所提出的协同空战无人机使用方式，应以典型运用场景具体展现；
- 5) 典型运用场景分析至少应涉及兵力配置、空中机动、攻击防御等过程的推演和评估；
- 6) 所提出的协同空战无人机战技指标要求应主要来源于典型运用场景分析。需要提出的指标应包括但不限于航程、作战半径、最大飞行速度、巡航速度、巡航高度、实用升限、武器挂载能力、起降距离、隐身指标等。

3、方案要求及参考

基于需求分析成果，开展协同空战无人机总体设计，综合形成一个需求与方

案自恰的装备解决方案。

条件包括：

- 1) 限定为固定翼无人机；
- 2) 避免使用“橡皮”发动机，尽量选用国内外公开资料可见的发动机型号或其预期可改进型（可以根据对已有发动机的特性曲线进行估算）。；
- 3) 避免使用“橡皮”武器、传感器，尽量选用国内外公开资料可见的武器、传感器型号或其预期可改进型；
- 4) 如果方案能够实现以下一个或多个指标将更有参赛竞争优势：
 - A. 最大速度达到超音速；
 - B. 基本航程不低于 3000km；
 - C. 单机采购成本低于典型的轻型三代机；
 - D. 短距起降。

4、设计结果要求

设计结果应以设计报告体现，应包含相关数模、二维图、飞机特征、性能参数、分析过程等。其中至少需要提交以下内容：

- 1) 协同空战无人机需求分析报告及相关支撑材料，包含但不限于未来战场角色、作战概念（战术作用和使用方式）、典型运用场景、战技指标要求等；
- 2) 协同空战无人机方案设计报告及相关支撑材料，包含但不限于总体布置、气动布局、隐身特性、重量平衡、飞行性能、操稳特性、结构形式、关键系统及重要新技术、成本、指标符合性等；
- 3) 飞机设计技术要求，应包含完整的飞机总体指标、气动指标、性能指标、系统指标等要求；
- 4) 飞机的总体设计，应包含完整、全面的三面图（完整的尺寸）、飞机布局设计（机身布局、机翼布局、进气道布局、尾翼布局、起落架布局等）、总体布置设计（武器系统的布置，结构框架的布置以及航电、辅助系统的初步布置等）、气动设计、全机结构设计以及隐身方面的考虑等；
- 5) 飞机的重量、重心核算，着重考虑起降特性、武器投放以及燃油变化等因素影响下的重心包线；
- 6) 飞行性能分析

- ① 典型飞行任务剖面的设计与分析，任务剖面中各典型任务段的空气动力参数和性能参数（包括但不限于升阻比、速度、过载、爬升率、航时、燃料消耗等）；
 - ② 操稳特性分析，包括静稳定性系数，俯仰、滚转和偏航导数等；
 - ③ 飞行包线和起降性能计算。
- 7) 飞机的主要系统设备清单，如航电、机电等；
 - 8) 针对隐身性能进行必要的分析计算；
 - 9) 针对满足结构强度等规范要求的必要说明；
 - 10) 针对设计方案作战效能的必要分析和说明；
 - 11) 针对设计方案使用维护性能的分析及优势说明；
 - 12) 对用于提升典型作战/使用性能的概念进行设想，并针对该设想进行分析与讨论；
 - 13) 其他证明自己方案先进性的分析及资料（文字、PPT、视频等）。

附件 3-2 :

350 座级宽体客机设计要求

1、总体要求

- 1) 先进宽体客机应是一款远程、双发/多发、双/多通道、350 座级宽体客机；
- 2) 飞机应采用低油耗、低排放、低噪音设计技术，在未来 30 年应具有一定先进性；
- 3) 采用先进气动布局设计，以及高气动效率机翼设计技术。例如前缘下垂、变弯度机翼等以实现减阻增效；
- 4) 采用先进材料技术，以降低结构重量和维修成本；
- 5) 采用先进成熟发动机，例如 GEnx 或罗罗 Trent 1000；若选用电推进，则应论证核心技术指标的可行性和合理性；
- 6) 目标投入市场时间 2035 年，从现有技术可行性上加以论证；
- 7) 建议采用基于模型的系统工程（MBSE）研发架构。

2、总体设计要求

- 1) 应识别飞机运行的利益攸关方及用户需要，初步完成对于飞机的顶层设计要求定义，并提出验证方法；
- 2) 提出飞机产品架构，识别关键技术，并提出技术路线；
- 3) 座级：典型三舱客舱布局 350 座级；
- 4) 商载航程：标准旅客商载按每名旅客（含行李）105 公斤计算。标准旅客商载、ISA、无风条件下，设计航程不低于 12000km（应考虑最新适航规章关于备份油规则）；
- 5) 典型巡航马赫数：0.82~0.95；
- 6) 最大使用高度：43100ft (13100m)；初始巡航高度：在 MTOW，ISA+10 °C 条件下起飞，初始巡航高度不小于 35000 ft；
- 7) 操稳特性：在飞行包线内，结冰与非结冰情况下，以及所有重量重心组合下，横航向必须具备静稳定性；闭环特性满足一类操稳品质；
- 8) 场域特性：可覆盖全球 95%以上的国际机场运行；
- 9) 驾驶舱：驾驶舱布局应考虑人机工效、舒适性、可达性等设计以及相关

适航条款的要求；开展驾驶舱新技术的论证以及实施的可行性研究（例如：人机共驾、远程操纵等），并评估新技术所带来的收益；

10) 客舱：客舱尺寸和人机工效设计方面舒适性不低于主流竞争机水平；注意飞行机组的休息区和客舱机组的休息区的设置；客舱压力高度和湿度要求不低于主流竞争机水平或者更高，以保持客舱舒适性竞争水平；开展客舱舒适性水平论证以及实施的可行性研究；

11) 货舱：货舱装载水平不低于同类座级竞争机水平；货舱装卸工作应能与任何其它地面服务项目同时进行；

12) 机场适应性：飞机几何尺寸不应超过 ICAO 附件 14 中 E 类机场要求；在中等强度地基的刚性道面上的 ACN 值不大于 67；允许在 15 kts 尾风的条件下起飞和着陆；

13) 侧风要求：允许在 35 kts 稳定正侧风条件下起飞和着陆；

14) 转场要求：从飞机到达停机坪到下一次起飞所需最短时间不大于 80 分钟；

15) 环境要求：注意最新噪声和排放要求，不低于主流竞争机水平并在未来 30 年具有一定优势裕度。

16) 系列化要求：系列化是宽体客机设计的一个重要方面，应同步考虑系列化设计发展策略，实现系列化设计的最大共通性，以满足不同细分市场的要求。

3、气动设计要求

根据理论外形及三面图计算和评估不同构型下的起降特性和低速下失速特性，飞机的开环操纵特性应满足适航要求。如无法满足，应提出如何用等效安全方法弥补。评估高速升阻特性和基本飞行性能，初步给出不同工况下的载荷分布。所选用的方法不限于工程估算、CFD 等。

4、结构设计要求

需基于载荷设计主结构站位、传力路径、连接形式。选取材料，进行强度校核、重量估算。结构设计应考虑互换性要求等。

5、系统设计要求

应充分分析当前主流竞争机型系统先进技术并进行技术可行性论证。例如：多电技术，载荷减缓技术，5000psi 液压能源技术（或者更高）等。给出飞控系统在闭环条件下应当满足的操稳要求，开展初步的功能失效安全性分析。

6、适航要求

在方案设计中明确适航审定基准，应考虑 CAAC、FAA 和 EASA 的适航规章，并加以满足。初步完成适航条款与各部件和分系统相关性的分解。

7、使用经济性要求

- 1) 识别主要竞争机型，估算单机价格，分析市场规模；
- 2) 每人每百公里油耗不大于 2.8L。

8、设计结果要求

设计结果应以设计报告体现，应包含相关数模、二维图、飞机特征、性能参数、分析过程等。其中至少需要提交以下内容：

- 1) 飞机设计技术要求，应包含飞机总体指标、气动指标、性能指标、系统指标等要求；
- 2) 飞机的总体技术，应包含三面图、飞机布局设计（机身布局、机翼布局、尾翼布局、起落架布局、发动机短舱布局）、总体布置设计（驾驶舱、客舱、货舱布置、全机分舱开口框距布置、系统初步布置等）、气动设计（机头、机翼、小翼、尾段、活动面设计）、全机结构设计、发动机以及主要系统设计、系列化设计考虑（系列化策略、系列化主要设计参数等）等；
- 3) 全机气动选型、权衡设计（高速设计、低速设计、静气弹设计等）以及气动指标分析；
- 4) 结构材料选择、结构设计服役目标（DSG）指标论证、主要结构布局设计和结构传力路线设计分析；
- 5) 发动机选型分析、系统新技术的应用分析；
- 6) 飞机特性分析（包括性能分析、操稳特性分析等）；
- 7) 飞机的主要系统设备清单，如航电、机电等；
- 8) 驾驶舱、客舱的人机工效、舒适性、安全性设计分析；
- 9) 特征重量论证、重量指标分解以及重量、重心的初步分析；
- 10) 经济性、环保性、适应性分析；
- 11) 针对满足适航要求的必要说明；
- 12) 其他证明自己方案先进的分析与论证（文字、PPT、视频等）。

