

附件 2

2022年湖南省大学生工程实践和创新能力大赛

“智能+”赛道命题与运行

一、智能物料搬运机器人赛项

1. 对参赛作品/内容的要求

以“绿色低碳，红色中国”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）。（决赛同时有两台机器人协作完成比赛）。

本赛项模拟群众运输物资支援前线的流程，彰显军民一家亲。

该机器人能够通过扫描二维码或通信等方式领取搬运任务，在指定的场景内行走与避障，并按任务要求将物料搬运至指定地点并精准摆放和挂放。

1.1 功能要求

机器人应具有定位、移动、读取二维码、颜色识别、无线通讯（发送和接收信息）、物料抓取、载运、准确放置物料、避障、路径规划等功能；竞赛过程机器人需要自主运行（在无法自主运行的情况下，可采用无线人机交互手段操作）。

1.2 电控与驱动要求

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，采用指定的充电电池供电，驱动物料机器人行走。对现场初赛，各参赛队必须提供两块同规格锂电池（注：两次运行使用，在电池上标注编号 1 和 2）（不含调试和试车使用的太阳能充电的锂电池）。总额定电压： $\leq 12.6V$ ，总额定容量： $\leq 3200mAh$ 。决赛也需自行准备两块和初赛要求一致的提供的锂电池，作为能量源。

1.3 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（必做）及机械臂（根据任务要求选做）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。

1.4 外形尺寸要求

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 运行模式

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 运行时间

每个参赛队现场有 5 分钟调试时间（可由参赛队示意评委提前结束），调试结束之后正式比赛。正式比赛总时间为 10 分钟。每队有两次机会（第二次不启动命令，由参赛队自行决定，所有时间计算在内，总时间不超过 10 分钟），取两次得分中的最好成绩。

2.3 赛程

机器人初赛由场景设置与任务命题文档（简称：任务命题文档）、机器人现场初赛两个环节组成，机器人决赛由现场实践与考评、机器人现场决赛两个环节组成。机器人初赛形成参赛队初赛成绩，取排名前 60%左右的参赛队进入决赛，初赛成绩不带入决赛。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 智能机器人赛项各环节

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
初赛总分				100
说明：产生决赛名单并发布决赛任务命题				
3	第三环节	决赛	现场实践与考评	20
4	第四环节		现场决赛	80
决赛总分				100

3. 对运行环境的要求

3.1 运行场地

3.1.1 初赛场地说明

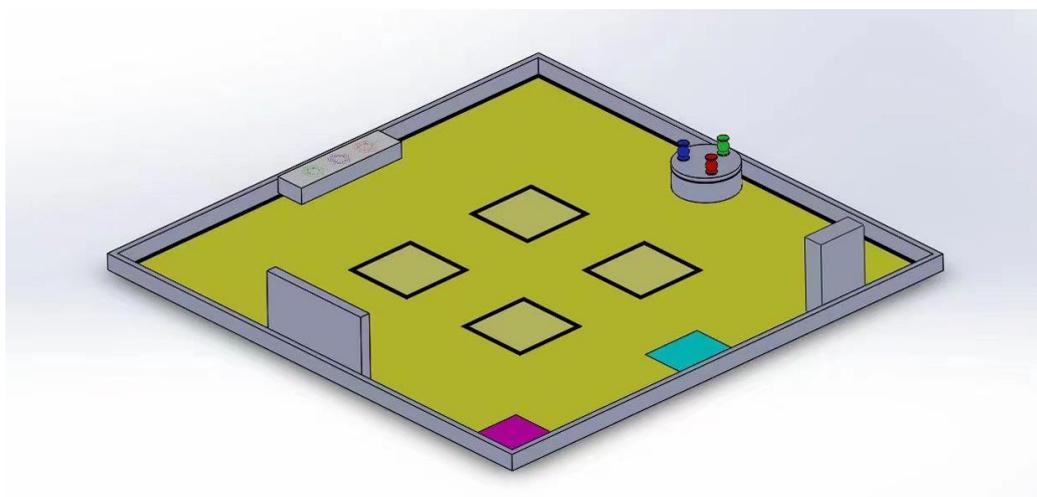
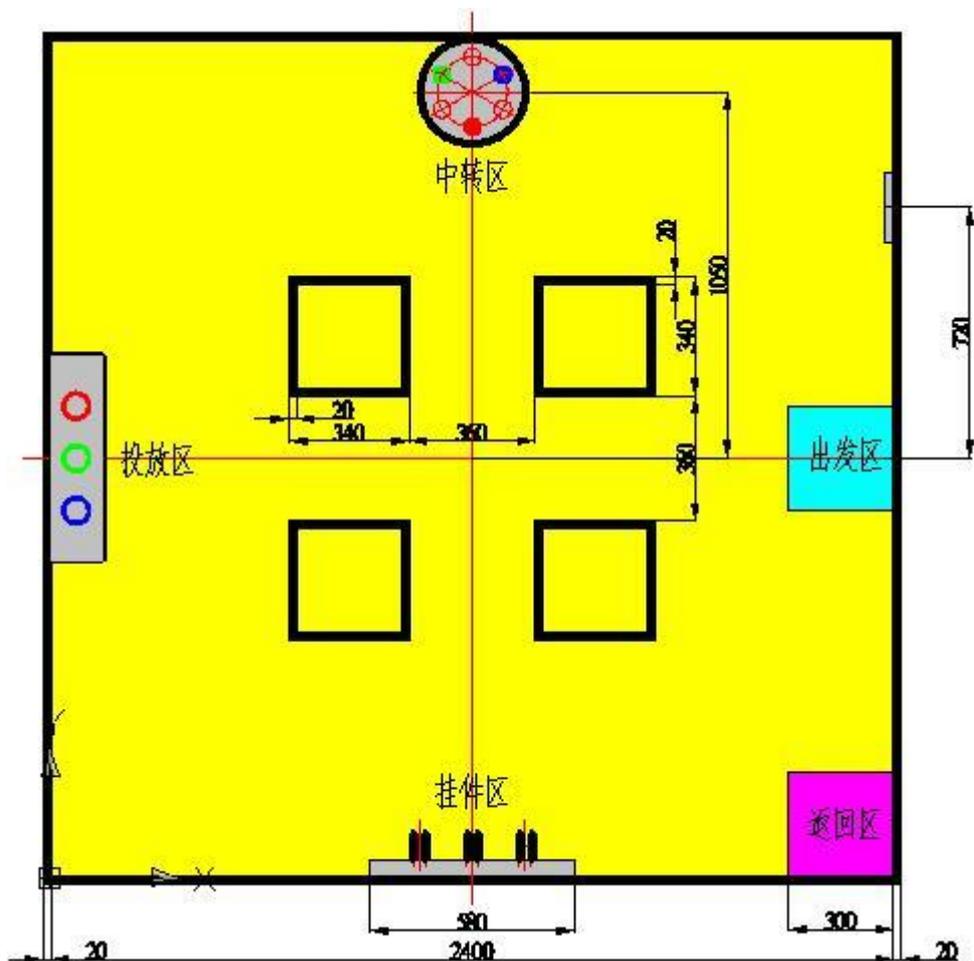


图1 机器人初赛赛场示意图

水平铺设的赛场尺寸为 2400×2400（mm）正方形平面区域（如图 1 所示，两条红色的中心线，实际上没有），赛场周围安装 80 mm 高的亚光白色挡板，仅作为场地边界标识，不宜作为寻边、定位等其它任何用途。赛道地面为浅黄色，地面图案中央设有 4 块 340×340（mm）黑色方框，为机器人不能进入区域，线宽（方框内侧）为 20mm。在比赛场地内，设置出发区、返回区、中转区、物料投放区（前线）、挂件区（后方）。其中机器人初赛自主规划路径，完成战争物资的搬运过程，取货（中转区），运送前线（物料投放区），胜利后挂奖章（挂件区）；机器人决赛，两台机器人传递情报（出发区），飞车夺物（中转区），敌后安装炸弹爆破（物料投放区），胜利会师（挂件区）。出发区和返回区的尺寸均为 300×300（mm），颜色分别为青色和紫色。

中转区为直径为 $\phi 300\text{mm}$ ，总高为 120mm 的圆柱体，由白色亚光的 $\phi 300\times 20\text{mm}$ 转盘和 $\phi 300\times 95\text{mm}$ 转台底座组成，两者之间有 5mm 的间隙，如图 2 所示，转盘速度可调，转盘匀速旋转一圈（不包括停顿时间）控制在 15 秒内；初赛时 3 个物料均布在 $\phi 200\text{mm}$ 的圆周上，转盘停顿 3~5 秒（初赛统一为 4 秒，决赛抽签决定停顿时间），初赛转盘转一圈停顿 3 次，决赛旋转一圈停顿 6 次；比赛开始，启动转盘旋转按钮，转盘旋转；停顿期间，机器人实现识别和抓取过程。转盘转一圈没有抓取到所有三个物件，可以继续抓取，但是连续计算时间。

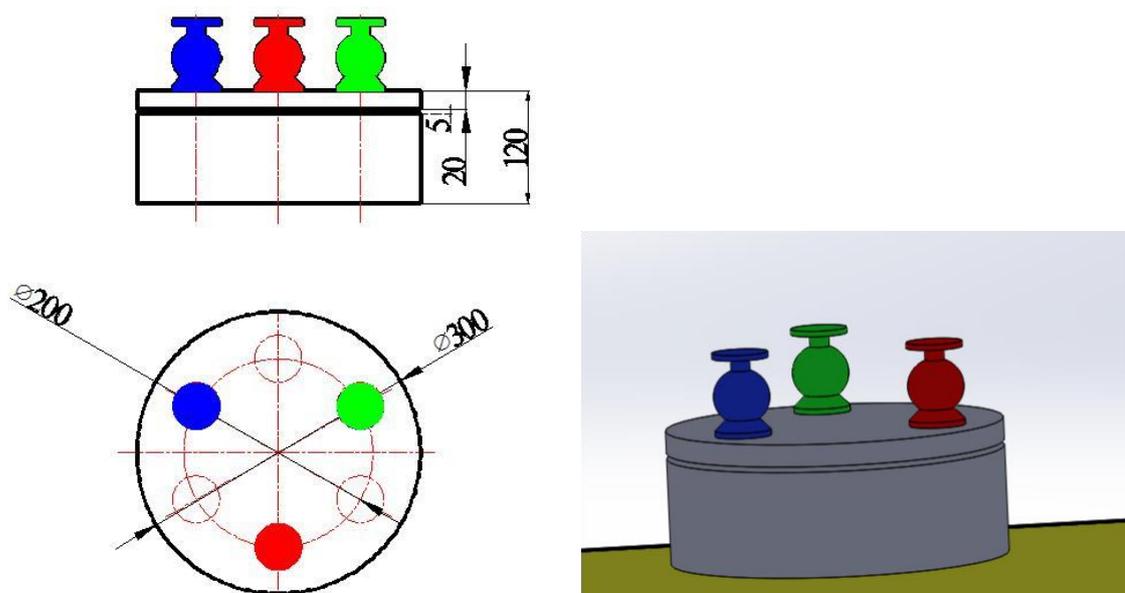


图 2 中转区示意图

物料投放区（前线）为一个白色亚光的（长×宽×高）为 580×145×80（mm）

的平台；顶面上有用于测量物料摆放位置准确程度的色环；色环尺寸如表 2 和图 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。除标注的尺寸的色环外，其余色环的直径差为 10mm。物料投放区顶面有外径为 ϕ （物料直径）+15 的圆形区域，用于确定物料是否摆放到位。

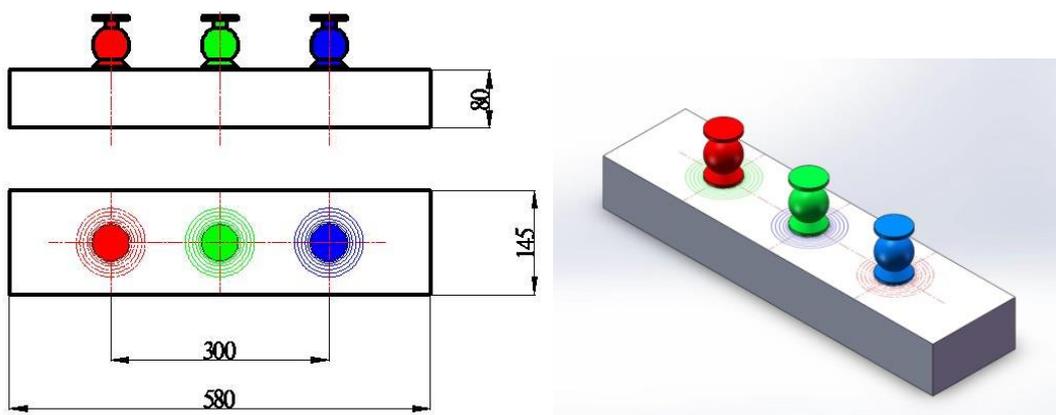


图 3 投放区示意图

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

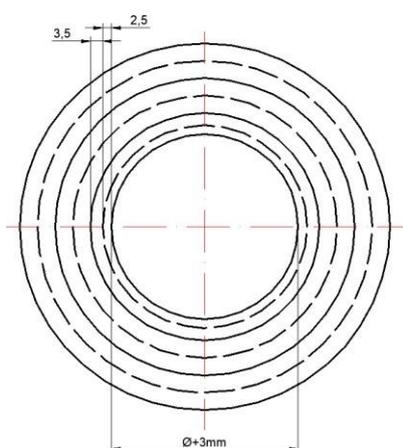


图 4 色环的尺寸

挂件区为（长×宽×高）580×360×50（mm）的长方体（竖直摆放）区域（如图5所示），用于挂物件。挂一个物件，采用图示安装在长方体上面的一对杆（间距为33mm，直径为 $\phi 6\text{mm}$ ），挂件杆上面贴有条形码（距离垂直方向中心线25mm），用于确定挂放不同颜色的物件；挂放顺序与投放区域的顺序相同；机器人没有挂上物件或挂上又掉下来，此环节不计分；稳定挂上就可计分，并根据挂放的准确度分成三个等级（两根杆上以杆中点向两端标有5mm间距的刻度，两杆中间物料台墙面以两根挂件杆对称线向外侧标有2.5mm间距的刻度），如图5放大图所示，在横向和纵向方向都处于中间位置（横向误差在 $\pm 2.5\text{mm}$ 范围内，纵向误差在 $\pm 5\text{mm}$ 范围内），是1级，在横向和纵向方向，有一个方向处于中间位置，为2级，在横向和纵向方向，均不在中间位置，为3级。

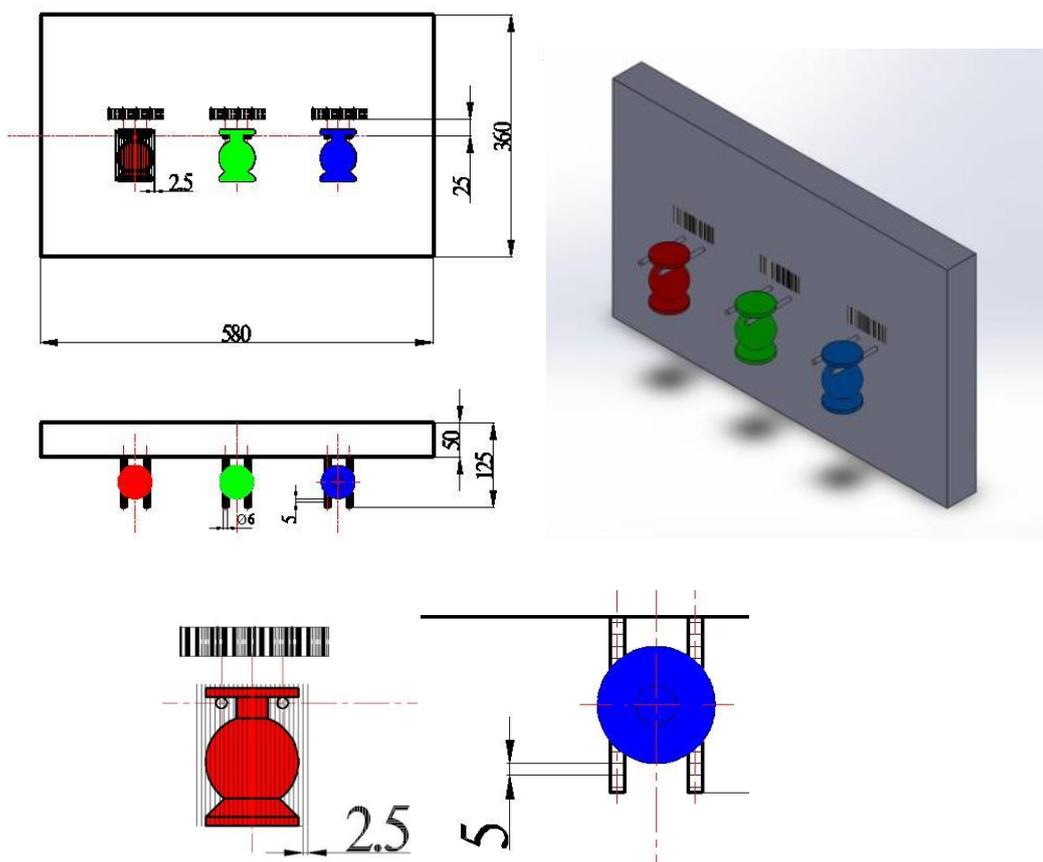


图5 挂件区挂物件的位置

3.1.2 决赛运行场地

机器人决赛时，仍然是2400mm×2400mm的正方形场地，如图6所示，出发区、中转区、投放区、挂件区、返回区的位置与初赛不同。机器人决赛需要两

支不同学校的参赛队协作完成任务，两台机器人从场地一边的两个角同时出发比赛，并最后各自返回对角的返回区，出发区和返回区分别为青色和紫色。

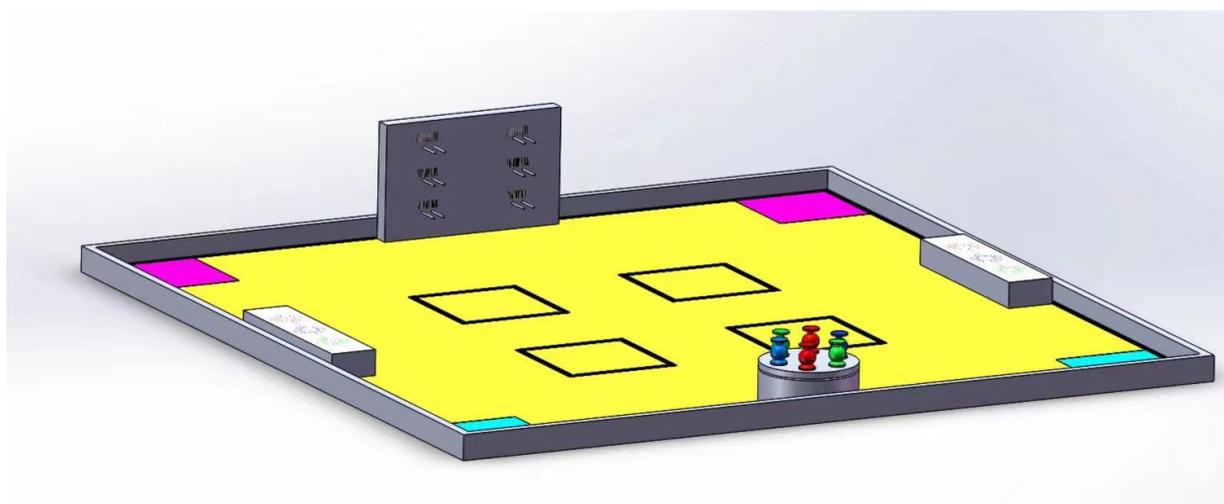
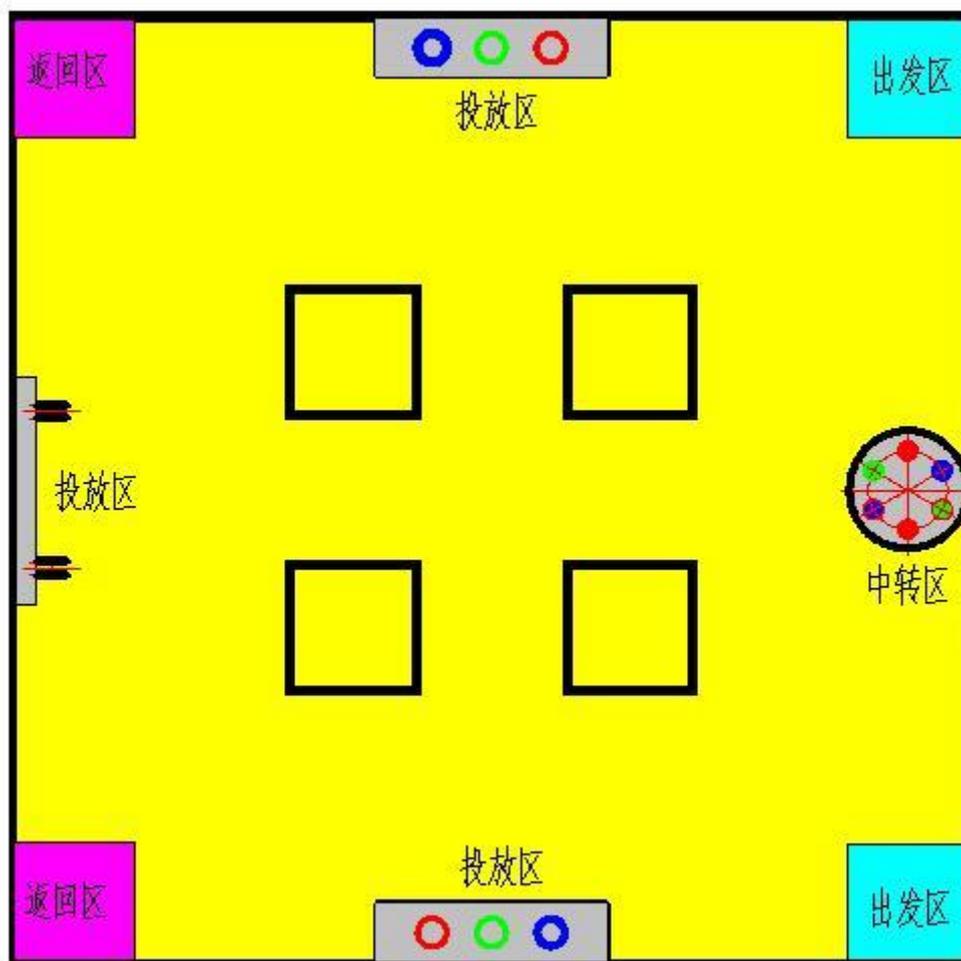


图 6 决赛场地
7 / 22

两台机器人出发前互发任务信号（传递情报），任意一方机器人接受对方信息后，然后按照双方协商的路径（机器人不能相互接触和碰撞），开始从出发区出发，从中转区（转盘和转台和初赛一致，但是均布 6 个物件，红、蓝、绿三色各有两个物件，交叉放置）转盘六个物件中按任务顺序分别抓取红、蓝、绿三个物件（飞车夺物），放到各自的机器人上，在投放区按顺序投放（安装炸弹），之后又带回三个物件到挂件区（胜利会师），最后回到各自出发区对角的返回区。挂件区的 6 对挂件杆的布置如图 7 所示。要求每一个机器人的三个挂件在同一列，挂件杆上方有可供识别的条形码，用于确定挂放不同颜色的物件。

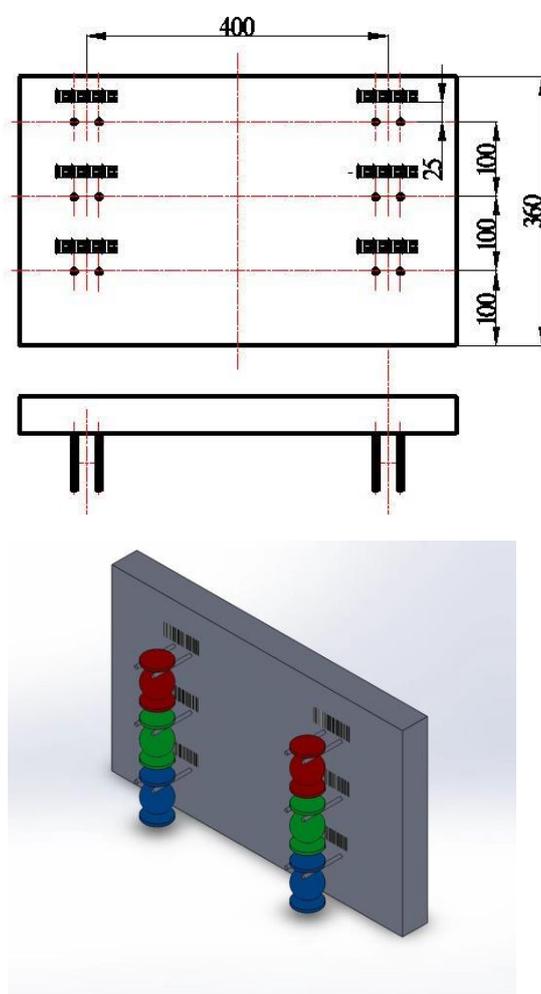


图 7 决赛挂件位置

3.2 搬运的货物

机器人初赛时待搬运的物料形状包络在直径为 50mm、高度为 75mm、重

约为 50g 的圆柱体中（如图 8 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））。如图 2 所示，三种不同颜色的物料随机放置在中转区转盘上（ $\phi 200\text{mm}$ 圆周均布）。

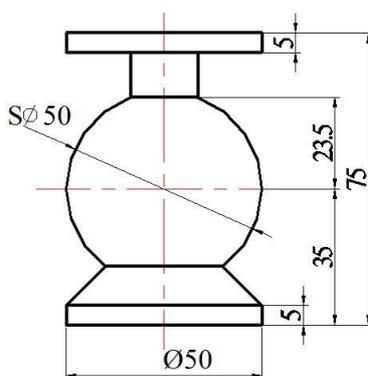


图 8 机器人初赛物料形状

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，夹持部位的形状由球体改为圆柱体或长方体，物料的锥形底座和用于挂件的圆盘头部不变，圆柱体的直径为 40~50mm，长方体的横截面为边长 40mm 的正方形，物料总高度控制在 75mm 以内，两种形状的重量约为 50g，具体形状由选手现场抽签决定。

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三位数组成，机器人初赛表示从中转区到投放区再到挂件区（挂件区的三个条形码的放置顺序和投放台物件的放置顺序一致）整个搬运过程的顺序，机器人决赛只表示从中转区到投放区的顺序。

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 80×80（mm），用于显示给机器人读取的任务编码（编码组合由现场抽签得到）；机器人决赛中，物料在挂件区的放置位置通过扫描挂件杆上方的条形码获得（条形码放置顺序由现场抽签得到）。

4. 初赛

4.1 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。根据命题和决赛的任务命题文档模版要求，给出两支机器人参赛队的组队方法，策划决赛场景和规划决赛场地（包括出发区、返回区、中转区、投放区、挂件区的位置），给出物料的形状和尺寸以及零件图（工程图和三维图），其规划的物料要保证在现场实践与考评环节必须进行机器人手爪的设计及制造，以及对竞赛过程的设想（包括运行时间、规划两台机器人运行路线、物料脱落处理办法、两台机器人碰撞处理办法等方面），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。

4.2 现场初赛

4.2.1 现场运行

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号。

进入竞赛场地之后，每个参赛队现场有 5 分钟调试时间（可由参赛队示意评委提前结束），调试结束之后正式比赛。

正式比赛时，参赛队将其机器人放置在指定出发位置（如图 1 所示青色区域），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，获得所需要搬运物料的搬运顺序。然后机器人移动到中转区按任务规定的顺序，先将转盘上三个物件依次抓取放置到机器人上，再移动到投放区，按任务规定的顺序依次投放在对应的颜色区域内；之后，机器人再将投放区的三个物件依次抓取放置到机器人上，机器人将物料搬运至挂件区，按任务规定的顺序，识别挂件杆上方的条形码，依次将机器人上的物件挂放在对应的挂件杆上，完成任务后机器人回到返回区。投放区物料的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，挂件区物料的挂放，以是否平稳挂放来计分，并按照物件挂放位置与挂放的中心来比较，分为三个等级计分。

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为 3 个。

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，投放区的平面放置准确程度，挂件区的物件是否稳定挂放以及挂放准确程度、是否按时回到返回区、完成任务时间等计算成绩。

正式比赛总时间为 10 分钟。每个参赛队有两轮运行机会（第二次运行不发送启动命令，由参赛队自行决定，所有时间计算在内，总时间不超过 10 分钟），取两次成绩中的最好成绩。以初赛总成绩排名选出 60%左右的参赛队参加决赛。

5. 现场决赛

5.1 现场抽签

现场抽签确定两个参赛队组队的组号，以及比赛的顺序号，抓取物料的相关参数。

5.2 现场实践与考评

1) 机器人手爪设计与制作环节

每支参赛队需对机器人手爪进行设计。参赛队员需自带笔记本电脑和自装设计软件，设计完成之后在 3D 打印机上完成机器人手爪的制作，本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

2) 协商和联调环节

每组参赛队的双方根据决赛场景和决赛场地，协商有以下几点：（1）双方的出发区和返回区，任意一方的出发区和返回区必须是对角；（2）在中转区（上面有 6 个物料），机器人抓取时所处的位置；（3）两个投放区的选择；（4）挂件区挂件时两个机器人所处的位置；（5）规划两台机器人运行路线、运行时间，物料在运行时脱落的处理办法；（6）两台机器人碰撞处理办法。

联调环节如下：（1）各队 3 名队员一起，将原来参赛机器人的手爪拆下交给裁判员，领回新加工的手爪安装到参赛机器人上，并完成调试。本项内容在裁定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分。如果新制作的手爪有问题，可申请使用原来的手爪，按评分标准扣分；联调无法完成者不能进入后续比赛。（2）每组的两队，还必须调试无线通讯功能，如果有一方不能发出任务信号，比赛时可以由组委会发出信号给另外一方，保证后续比赛的进行。

5.3 现场运行

现场抽签决定各组参赛队比赛的场地和赛位号。

进入竞赛场地之后，每组参赛队现场有 5 分钟调试时间（可由参赛队示意评

委提前结束)。

正式比赛前,组委会测试各队自行准备电池的电量,并记录。参赛队抽取挂件区条形码顺序,由工作人员放置到挂件区。

准备工作做好后,比赛开始。

首先,机器人相互向对方发送信号,如一方不能发送,对方的信号由组委会发送。机器人通过接受对方发出的信号(这个事先已经由双方商量好,并报告给组委会,这里只是验证机器人是否能接受到信号),获得所需要搬运物料的搬运顺序。然后机器人从出发区移动到中转区依次抓取3个物料放到机器人上,机器人将其搬运至投放区投放在对应的区域,然后再将3个物料抓取放到机器人上,搬运至挂件区,扫描条形码确定物料挂放位置,挂件完成后,各自返回出发区对角的返回区。

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为3个。比赛结束时,需要测试剩余电量,并记录。

在决赛时,两台机器人同时进入上述场地并按双方协商的区域内定位和运行。一方机器人出现越界情形但未影响对方机器人运行时,需要扣分;出现机器人碰撞和接触的情况,但不影响任务完成的,比赛继续,但需要扣分;出现机器人不能完成碰撞后任务的情况,可以和裁判协商,再给予一次比赛机会和多加运行时间5分钟,但需要扣分。

在规定的时间内,根据接收信号的正确性、物料提取顺序和物料放置顺序的正确数量,投放区的平面放置准确程度,挂件区条形码读取的正确性,物料的挂放的准确程度、完成任务的时间、电池的使用电量等计算成绩。

正式比赛运行总时间为10分钟。每个参赛队有两轮运行机会(第二次运行不发启动命令,由参赛队自行决定,所有时间计算在内,总时间不超过10分钟),取两次成绩中的最好成绩。

以决赛总成绩排名选出参加国赛的参赛队,若出现参赛队总成绩相同,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,则用时少者优先。

二、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,根据给定任务自主设计并制作一款外形精致美观、标识清晰明了的生活垃圾智能分类装置。该装置能够实现“可回收垃圾、有害垃圾、厨余垃圾和其他垃圾”等四类城市生活垃圾的智能判别、分类与储存,并能实现对可回收垃圾的压缩以及对厨余垃圾的粉碎处理。

1.1 功能要求

生活垃圾智能分类装置对投入的垃圾具有自主判别、分类、投入到相应的垃圾桶、压缩、粉碎、满载报警、播放自主设计制作的垃圾分类宣传片等功能。不允许采用任何交互手段与装置外进行通信及控制比赛装置。

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,所用控制系统种类不限,控制系统必须安装在比赛装置中,不能具有无线通讯功能。在该装置的顶面需安装有一块仅具有显示功能的高亮显示屏,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、本次投入该类垃圾的数量、满载情况、任务完成提示等。该装置各机构只能使用电池供电(铅酸类等蓄电池除外),供电电池必须安装在该装置上,供电电压不大于 24 ± 0.3 伏,电池应方便检录时进行电压测量。所用的识别、分类等传感器不能安装在装置的外面。

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。

1.4 尺寸要求

生活垃圾智能分类装置外形尺寸(长×宽×高)限制在 $500\times 500\times 850$ (mm) 内方可参加比赛。生活垃圾智能分类装置有四个单独的垃圾桶,垃圾桶尺寸为:
① 存放电池的垃圾桶尺寸如下:尺寸和容积不小于 $\Phi 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ (高);
② 其余三个垃圾桶尺寸如下:尺寸和容积不小于 $\Phi 200\text{mm}\times 300\text{mm}$ (高)。

垃圾桶形状自行确定,每个垃圾桶至少朝外的面要透明,能看清楚该桶内的垃圾。该装置上应设有一个独立的垃圾投入口,初赛投入口的尺寸为 200×200

(mm)，决赛垃圾投入口的尺寸现场公布（参赛队应考虑如何方便进行投入口的更换）。选手将垃圾根据现场裁判的要求或使用现场投放装置从该投入口投入到垃圾分类装置中（手不能进入垃圾投放口），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（每个垃圾桶必须贴有显示垃圾类别的标签）。

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×宽）为 500×500（mm）正方形平面区域内。

2.2 投放的物料

初赛时待识别的四类垃圾主要为有害垃圾：电池（1 号、2 号、5 号）；可回收垃圾：易拉罐、小号矿泉水瓶、纸团；厨余垃圾：切过的白萝卜、胡萝卜（尺寸为 5 号电池大小）、小土豆（尺寸不大于乒乓球）；其他垃圾：瓷片、鹅卵石（尺寸不大于乒乓球）等。

决赛时生活垃圾智能分类装置待识别的四类垃圾的种类、形状、重量（不超过 150 克）将通过现场抽签决定，决赛时同时投入的垃圾数量为 2-5 个。

3. 赛程安排

生活垃圾智能分类赛项由生活垃圾智能分类初赛（简称：初赛）和生活垃圾智能分类决赛（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 60%左右的参赛队进入决赛，初赛成绩不带入决赛。

各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 生活垃圾智能分类赛项各环节

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：产生决赛名单并发布决赛任务命题				
3	第三环节	决赛	现场实践与考核	20
4	第四环节		现场决赛	80

4. 赛项评审具体要求

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，给出所策划垃圾投放任务，包括垃圾数量、四类垃圾的种类、投放顺序、全部垃圾的投放时间，每次同时放置垃圾到垃圾投放口的件数、垃圾投放口的尺寸、在垃圾投放口垃圾投入的位置、不同类垃圾的投入顺序和同类垃圾的投放策略，以及垃圾桶满载检测等，各队该项得分计入其初赛成绩。

决赛的任务命题文档总分 20 分，不仅包括任务命题文档的内容符合命题规则的程度（15 分），也包括文档的排版规范（5 分），任务命题文档成绩记为 A。

$A=20-\text{扣分}$ （任务命题文档总分不得高于现场初赛得分）

4.1.2 现场初赛

现场初赛包括垃圾分类和满载检测两个环节，现场初赛成绩为两个环节成绩之和。每个环节有两次运行机会，取两次中的最好成绩作为该环节的最终成绩，具体如下：

垃圾分类环节

任务 1：开启电源，使设备处于待机模式，实现“垃圾分类宣传视频”循环播放功能（能自主播放得 2.5 分，能循环播放得 2.5 分）。

任务 2：现场抽签确定各参赛队投放的十个垃圾（其中至少包含有三个可压缩垃圾）并随机摆放投放次序；随后由参赛队在规定的时间内（3 分钟）内，按给定投放次序逐件将垃圾投入垃圾分类装置内，完成对所有垃圾的分类，并完成对可回收垃圾的压缩及厨余垃圾的粉碎处理，压缩、粉碎处理时机不做限定，但其所用时间计入比赛时间。（正确分类并投放每个得 5 分，将所有可回收垃圾体积压缩至原体积的一半以下得 5 分，将所有厨余垃圾粉碎成最大截面积不大于 $10*10\text{mm}$ 的颗粒小块得 5 分）。

任务 3：正确分类并投放后，装置能正确显示垃圾对应的分类信息（格式为：“序号、垃圾种类，数量、分类成功与否等，如：1 有害垃圾 1 OK!），（每个得 1 分，上述信息出现任何错误不得分）。

如果没有经过分类装置进行分类，直接将垃圾投入对应的垃圾桶不得分；投

入垃圾时，手进入垃圾投入口进行投放，该垃圾分类不得分。每次运行过程中有以下情形之一，该场比赛结束：总时间超过规定的时间（3 分钟），比赛结束；比赛开始后，参赛队员再次操作比赛装置，比赛结束；比赛开始后任何时间停顿超过 20 秒没有任何动作，比赛结束；发现其他违规现象（如无线通讯等），比赛结束。

满载检测环节

随机确定一个种类垃圾，由参赛队在规定的时间内（2 分钟）内完成“满载检测与提示功能”的测试。垃圾箱里存放的实际垃圾数量应超过垃圾箱容量的 75% 时满载检测提示有效，同时“满载”提示显示正确。

（满载检测正确得 5 分；“满载提示”显示正确得 1 分）

现场运行的总成绩记为 $C_{初}$ ，计算方法为：

$$C_{初} = 80 \times \frac{\text{本队得分}}{\text{现场初赛参赛队最高得分}}$$

初赛总成绩统计： $P_{初} = A + C_{初}$

如果控制系统独立在生活垃圾智能分类装置外、有无线通讯功能、没有高亮显示屏、高亮显示屏不在该装置的顶面、电池没有安装在该装置上、电池不方便电压测量、供电电压大于 24+0.3 伏、没有独立的垃圾投入口、垃圾投入口尺寸不符合要求、手进入垃圾投放口，取消比赛资格。垃圾桶及垃圾要能方便取出，否则扣除初赛总成绩的 20%。

按初赛总成绩排名选出参加决赛的参赛队，若出现参赛队初赛总成绩相同，则按现场初赛成绩、分类完成时间的顺序进行排序，分高、时间少者排在前面，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

4.2 决赛

4.2.1 现场实践与考评

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。

现场实践与考评：该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，各参赛队按照该决赛任务命题必须采用现场

提供的装备和材料，完成所需系统设计、材料采购、加工制造、安装调试、开发调试、技术交易、公益服务、宣传报道等活动。参赛队需按规定完成相关零件的设计和制作，并替换原有的零件安装在作品上并调试，其他零件不做任何限制；若参赛队没有按规定完成相关零件的制作，取消比赛资格；未将新加工的规定完成相关零件更换到垃圾分类装置上完成调试和后续现场运行，扣除决赛总成绩的50%。

4.2.2 现场决赛

垃圾分类：参照现场初赛流程，各参赛队按照现场发布的决赛任务完成垃圾分类，每个参赛队有两次运行机会，取两次成绩中的最好成绩作为现场决赛成绩。

现场决赛垃圾分类总成绩记为 $C_{决}$ ，计算方法为：

$$C_{决} = 80 \times \frac{\text{本队得分}}{\text{现场决赛参赛队最高得分}}$$

能耗评价：各参赛队在决赛开始后，应配合工作人员对蓄电池电量进行检测。各参赛队在完成所有任务后，应配合工作人员检测蓄电池剩余电量，根据消耗电量多少进行评价。

现场决赛能耗评价总成绩记为 E ，计算方法为：

$$E = 20 \times \frac{\text{消耗能量最少参赛队消耗的电量}}{\text{本队消耗的电量}}$$

决赛总成绩统计： $P_{决} = C_{决} + E$

按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、分类完成时间的顺序进行排序，分高、时间少者排在前面，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

三、智能配送无人机赛项

1. 对参赛作品/内容的要求

以未来智能无人机洪水场景下救援配送为主题，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、在固定平台、移动平台上投放货物”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、货物搬运与投放等功能，无人机须具备遥控功能，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（铅酸类蓄电池除外），供电电压不高于 $17V+0.3V$ ，电池随无人机装载，电池应方便检录时进行电压、电量测量（测量工具为库仑计），如无法测量，将不能参加比赛。每轮比赛过程中不能更换。无人机不允许与外界进行任何方式的通讯。

1.3 机械结构要求

自主设计并制造无人机的机械部分，不允许使用购买的成品参加比赛，无人机必须有单独的货仓临时储存货物。

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 $450\text{mm}+5\text{mm}$ 。

如果没有一键降落、一键锁桨的安全防护功能、供电电压高于 $17V+0.3V$ 、无人机对角线方向旋翼转轴间距超出规定，取消比赛资格。

2. 赛程安排

2.1 运行模式

无人机比赛中为自主运行。

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）。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 60%左右的参赛队进入决赛，初赛成绩不带入决赛。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1 智能配送无人机赛项各环节

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：产生决赛名单并发布决赛任务命题				
3	第三环节	决 赛	现场实践与考评	20
4	第四环节		现场决赛	80

3. 对运行环境的要求

3.1 运行场地

赛场尺寸为 4000×4000（长×宽），场地边缘有宽度为 100mm 的黑色边界，赛场地面为哑光白色、浅黄色等浅色底色，距离比赛场地边界约 500mm 外设置安全隔离网尺寸为 5000×5000×4000mm（长×宽×高）。

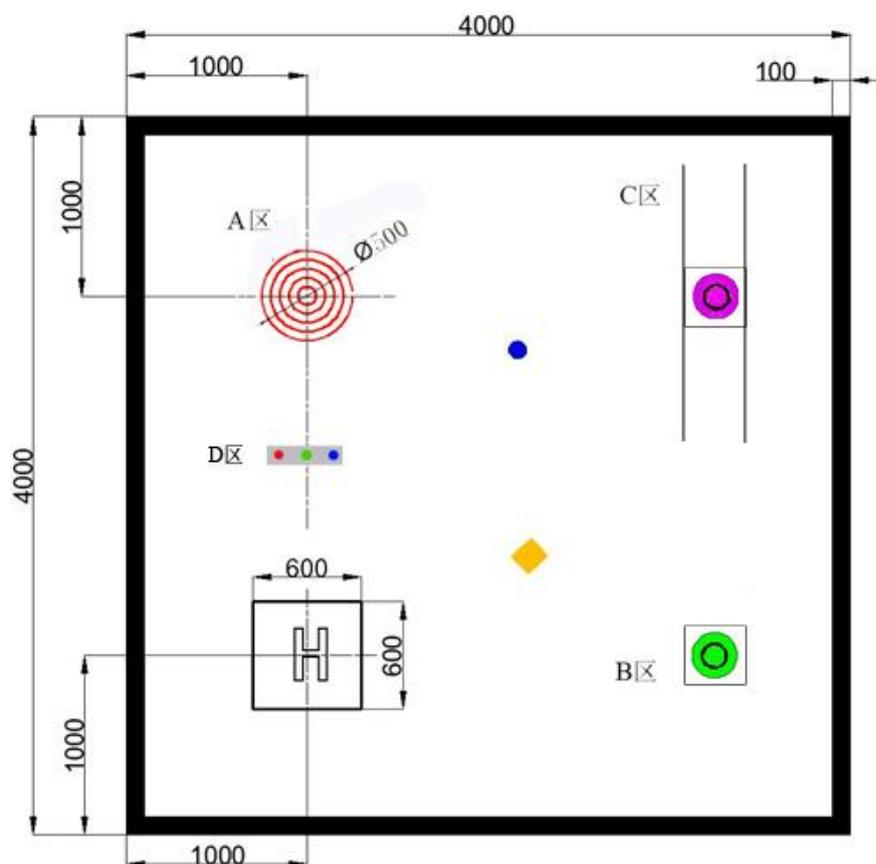


图 1 初赛赛场示意图

如图 1 所示，场地内设起降区（H 区）、货物存放区 D、三个货物放置区 A（平面）、B（高台）、C（移动），以及障碍物（建筑物、树木等）若干。起降区 H 尺寸为 600×600mm，其中心点距场地两个边沿的尺寸为 1000mm；货物存放区的尺寸为 450×100（长×宽），用于放置待运送的货物，位于起降区 H 和 A 区连线的中点；A 区中心点距场地边界的尺寸为 1000mm，A 区为线宽 5mm 的标靶（如表 2 所示）；货物放置区 B、C 的尺寸为 200×200×200mm（长×宽×高），表面有外径为 100mm 及 150mm、线宽为 5mm 的两个靶环；C 区为移动放置区，移动距离 1500mm，B 区、C 区中心位于距边界 1000~1200mm 之间，现场抽签确定。B 区的颜色为绿色，C 区颜色为粉色。D 区与 B 区之间有建筑物，建筑物尺寸为 150×150×2000mm（长×宽×高），位于 D 区与 B 区中心连线中点的±250mm 范围内（“+”为向 D 区移动，“-”为向 A 区移动），现场抽签决定。D 区与 C 区之间有树木，树木的尺寸为 100×2000mm（直径×高），位于 D 区与 C 区中心连线中点±150mm 范围内（“+”为向 C 区移动，“-”为向 B 区移动），现场抽签决定。

决赛时，三个货物放置区 A、B、C 的特征和位置、障碍物的具体位置以及任务顺序等根据现场发布的任务确定。

表 2 标靶的环号及环尺寸对照表

环号	1 环	2 环	3 环	4 环	5 环
外径尺寸	100	200	300	400	500

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 200g 左右，为 ABS 材料 3D 打印件，黄色。

决赛时，待搬运的货物形状、颜色、重量、尺寸等现场决定，形状如球体（球体一处削Φ20mm 平面）、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 200g 左右。

4. 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。根据命题和决赛的任务命题文档模版等要求，策划竞赛场地的布置（起落区 H、货物存放区、货物投放区 B、C 以及障碍物（建筑物、树木等），给出货物配送任务策略（投放货物的形状、尺寸、颜色、投放顺序，以及零件图（工程图和三维图）等），任务方案要与初赛有明显差异；在此基础上，对竞赛过程进行详细描述（可以从放无人机及货物准备时间、起飞要求、飞行路径，传动机构计算方法等），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

现场抽签决定各参赛队比赛的场地号、障碍物的位置，初赛时货物的投放的顺序为 A、B、C 货物投放区。

参赛队进入比赛场地进行调试，调试时间结束，各参赛队将无人机放置在起降区等待出发，现场裁判发出统一指令启动无人机，计时开始。在规定的时间内，无人机从起降区起飞至货物存放区 D，每次抓取一个货物，分别按照规定投放顺序将货物投放到 A、B、C 区，每个货物仅有一次投放机会，投放方式不限，但货物必须竖直放置在各个区域内，无人机或货物一旦与投放区接触，此次放置结束，如果再次移动及放置，该区域放置不得分。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（障碍物必须在无人机的铅垂投影内，且最低点必须高于障碍物）。当无人机完成各区的投放任务后，返航降落到起降区时停止计时。返回起降区时，无人机一旦着地，比赛结束，无人机旋翼的电机轴必须位于起降区内。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。

每个参赛队有两次运行机会，取其中最好成绩。

按初赛总成绩排名选出参加决赛的参赛队，若出现参赛队初赛总成绩相同，则按现场初赛成绩、完成时间的顺序排序，分高、时间少者排在前，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

4.2 决赛

4.2.1 现场实践与考评

A. 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。

B. 现场实践与考评

现场实践与考评环节在竞赛社区环境下进行。在规定时间内，各参赛队按照该决赛任务命题必须采用现场提供的装备和材料，完成所需系统设计、零部件加工制造与安装调试等活动。竞赛社区对参赛队的技术能力、工程知识、协作意识等方面进行评价，给该环节最终成绩。

参赛队需按规定完成相关零件（如投放机构）的设计和制作，并替换原有的零件安装在作品上并调试，其他零件不做任何限制；若参赛队没有按规定完成相关零件的制作，取消比赛资格；未按规定完成相关新加工零件更换作品上完成调试和后续现场运行，扣除决赛总成绩的 50%。

自带拆装工具和调试工具等，有安全隐患的物品以及不允许带的物品不能带入竞赛社区，否则取消比赛资格。

有关竞赛社区的相关要求参见“竞赛社区说明”。

4.2.2 现场决赛

(1) 货物投放

参照现场初赛流程，各参赛队按照现场发布的决赛任务完成货物投放任务。每个参赛队有两次运行机会，取其中最好成绩。

(2) 能耗评级

各参赛队在决赛开始后，应配合工作人员对蓄电池电量进行检测。

各参赛队在完成所有任务后，应配合工作人员检测蓄电池剩余电量，根据消耗电量多少进行评级。

按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、分类完成时间的顺序进行排序，分高、能耗低、时间少者排在前面，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。