

2021 年浙江省大学生工程实践与创新能力大赛

“智能+”赛道-智能物流搬运赛项

智能机器人项目命题要求和评分细则

(讨论稿)

1.对参赛作品/内容的要求

1.1 智能机器人

以智能制造的现实和未来发展为主题，自主设计并制作两台按照给定任务完成物料搬运并装配的智能机器人（简称：机器人）。其中一台机器人（简称：机器人1）通过扫描二维码方式领取搬运任务并通过无线通讯告知另一台机器人（简称：机器人2），两台机器人在指定的工业场景内行走，并按任务要求将物料搬运至指定地点进行装配。

（1）功能要求

机器人应具有定位、移动、读取二维码、颜色识别、语音播报、无线通讯、物料抓取、载运、装配和路径规划等功能；竞赛过程中机器人必须自主运行。

（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，机器人需安装语音播报装置，语音播报装置声音必须清晰、响亮。机器人各机构只能使用电驱动，采用电池（不含蓄电池）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。

（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 300（mm）的正方形内，高度不超过 400（mm）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。机器人本身不限制重量，没有载重要求。

2、赛程安排

2.1 运行方式

智能机器人项目由机器人初赛（简称：初赛）和机器人决赛（简称：决赛）组成。智能机器人运行控制方式：自主运行。

2.2 机器人赛程

机器人初赛只有机器人现场初赛一个环节；机器人决赛由现场实践与考评、设计报告评审、机器人现场决赛三个环节组成。其中，通过初赛形成参赛队初赛成绩，取排名前 50% 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 智能机器人项目各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	初赛	现场初赛	100
说明：产生决赛名单并现场发布任务命题				
2	第二环节	决赛	设计报告评审	10
3	第三环节		现场实践与考评	30
4	第四环节		现场决赛	60

3、对运行环境的要求

3.1 机器人运行场地

3.1.1 初赛运行场地

近水平铺设的赛场尺寸为 4800×2400（mm）长方形平面区域（如图 1 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。赛道地面底色为浅黄色，地面图案由线宽为 20（mm）、线中心距为 300×300（mm）的黑色方格组成，物料台紧贴场地黑色内边界线放置。出发区 1 为蓝色，出发区 2 为绿色，出发区 1 和出发区 2 的尺寸均为 300×300（mm）。装配区尺寸为 1200×1200（mm），颜色为白色，两个物料需在装配区内完成装配。

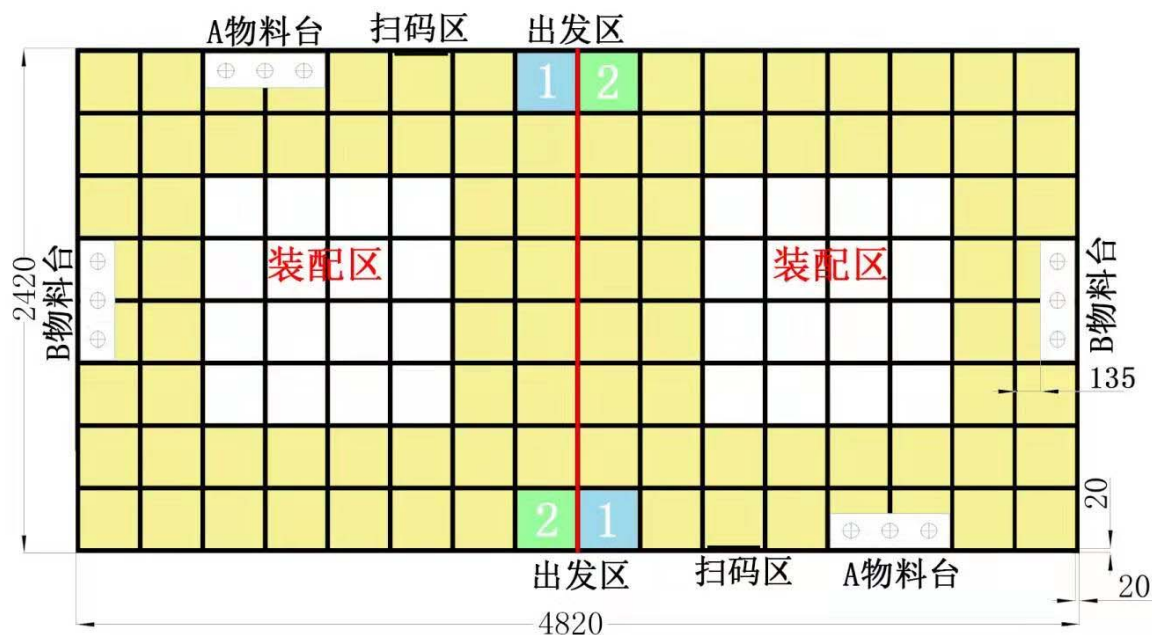


图1 机器人初赛赛场示意图

在初赛比赛场地内，给定出发区1、出发区2、装配区、A物料区、B物料区的具体位置，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。

初赛时，机器人1分别在A物料区和B物料区夹取相应物料后，在装配区与机器人2协同完成物料装配，物料装配体由机器人2运送到出发区2，同时机器人1返回到出发区1，从而完成搬运装配任务。

A物料台的尺寸（长×宽×高）为580×145×100（mm），材质为黑色EVA，用于放置3个A物料，物料间距为150（mm），物料孔直径为30（mm），深度为5（mm），如图2所示。

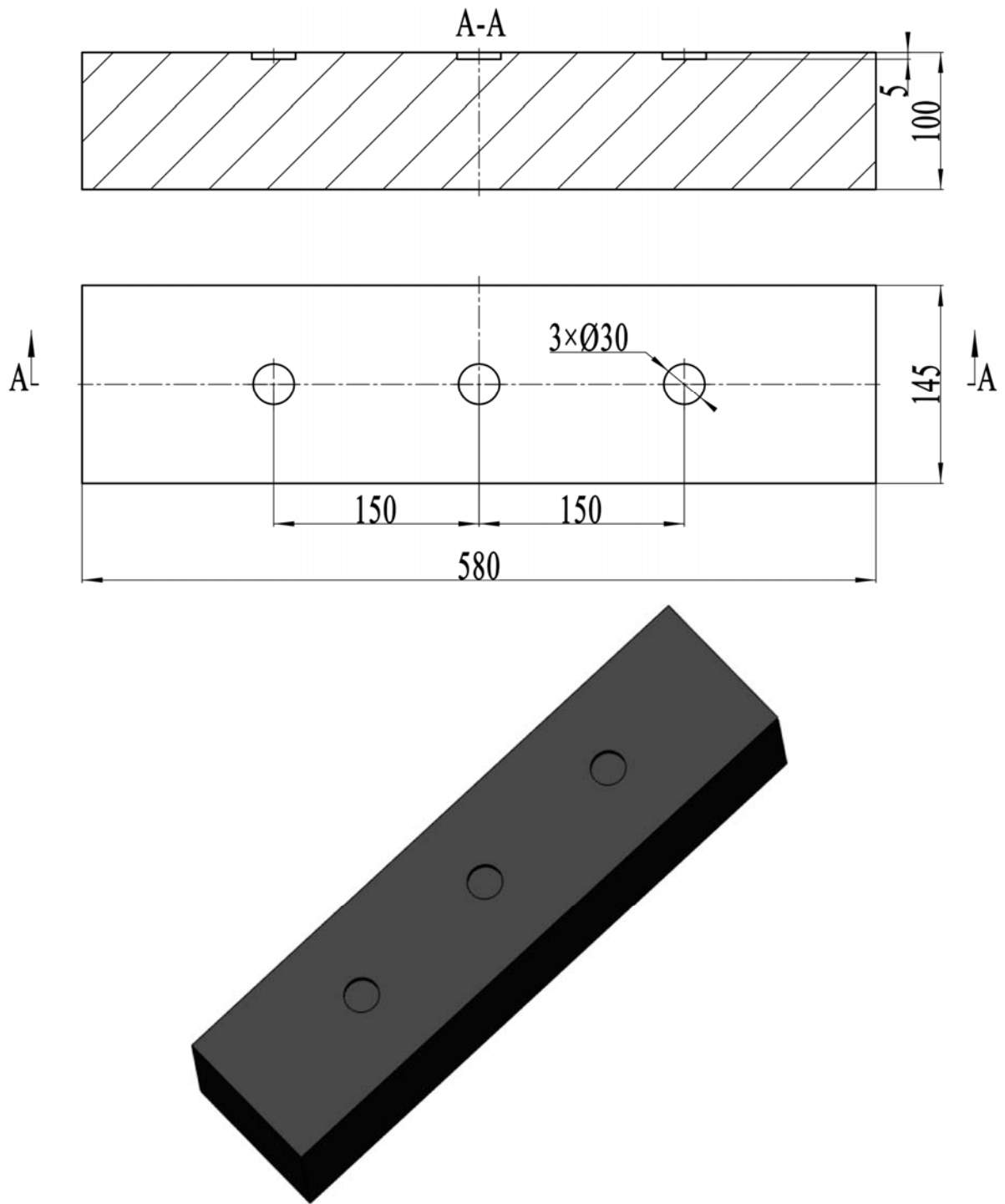


图2 A物料台尺寸图

机器人初赛时，放置在A物料台上的A物料尺寸：直径60（mm）、高度57.5（mm）、重量 $32\text{g} \pm 2\text{g}$ （如图3所示），夹持部分的形状为圆柱体，物料的材料是PLA。物料台上随机摆放红、绿、蓝3个A物料，A物料在物料台上的摆放如图4所示。

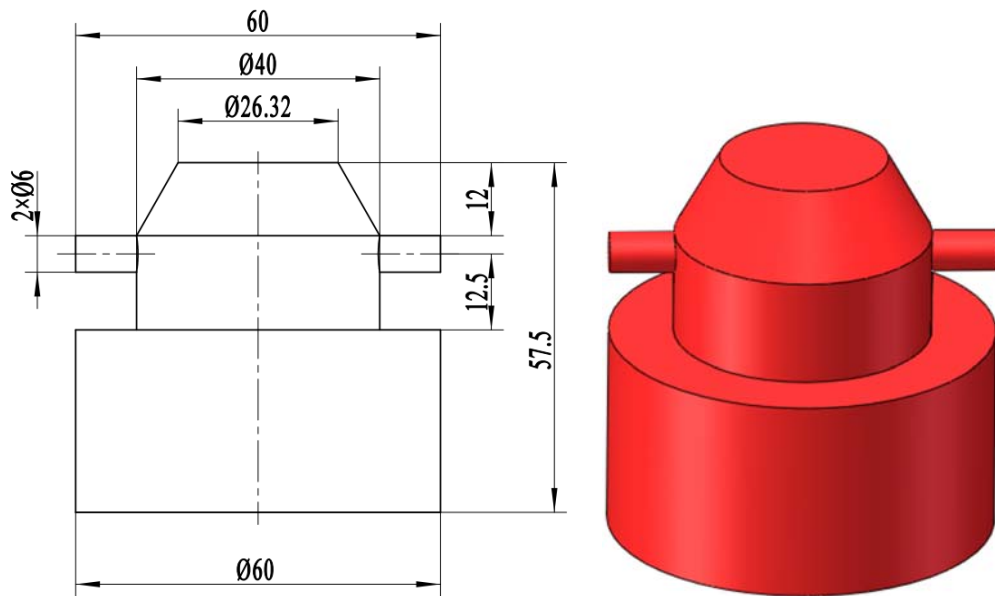


图 3 初赛时 A 物料尺寸图

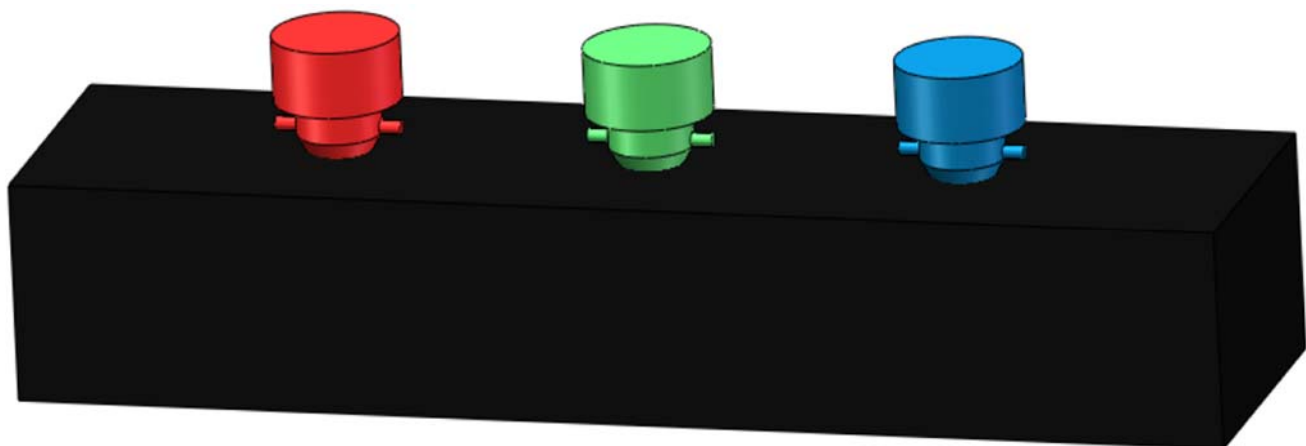


图 4 A 物料摆放示意图

B 物料台的尺寸（长×宽×高）为 580×145×100（mm），材质为黑色 EVA，用于放置 3 个 B 物料，物料孔中心距为 150（mm），物料孔直径为 62（mm），深度为 5（mm），如图 5 所示。

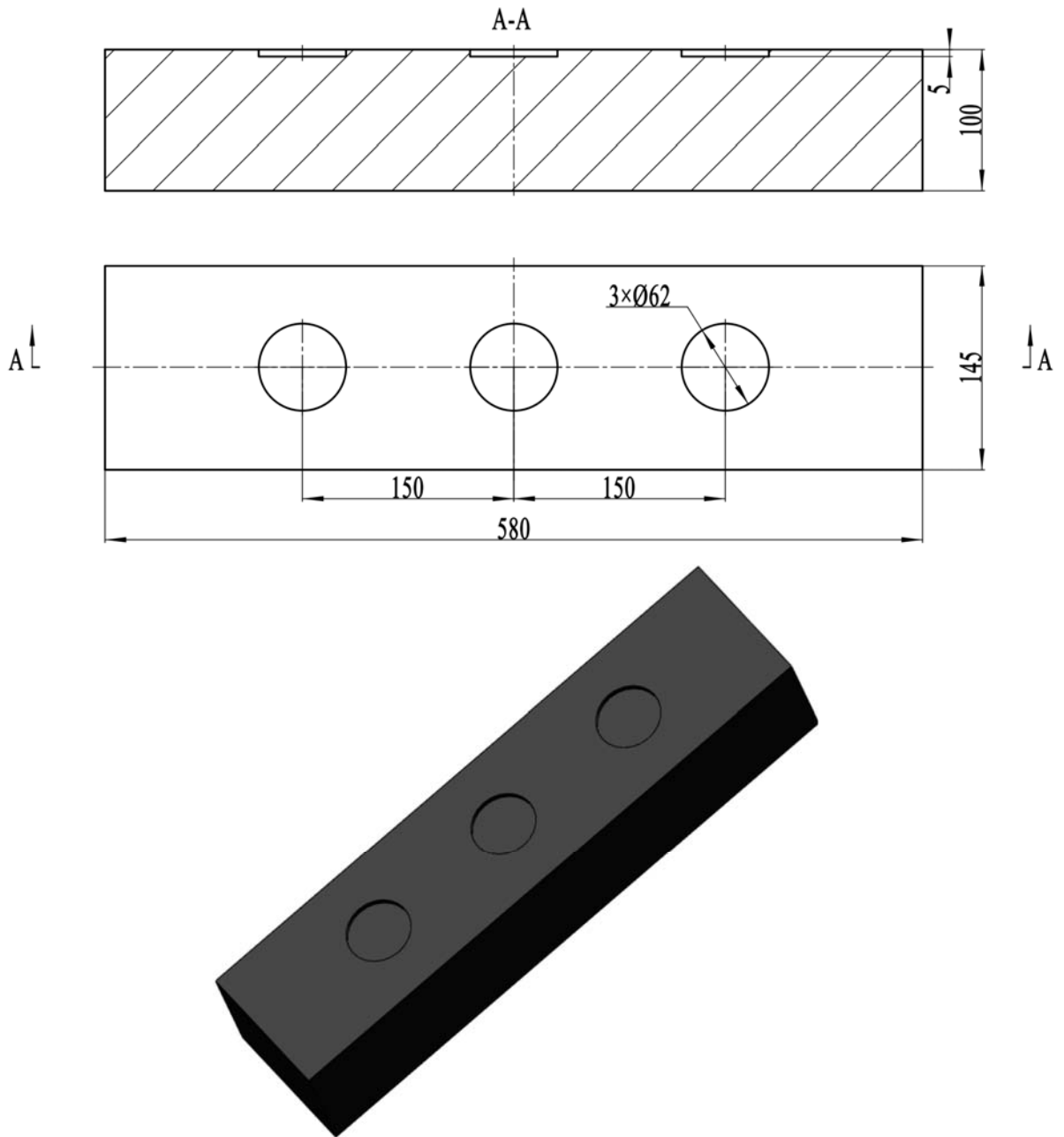


图 5 B 物料台尺寸图

B 物料尺寸：直径 60（mm）、高度 60（mm）、重量 $36g \pm 2g$ 夹持部分的形状为圆柱体，物料的材料是 PLA，如图 6 所示，图中未注圆角半径为 2（mm）。红、蓝、绿三种颜色 B 物料开口槽朝上随机放置在 B 物料台上，如图 7 所示。

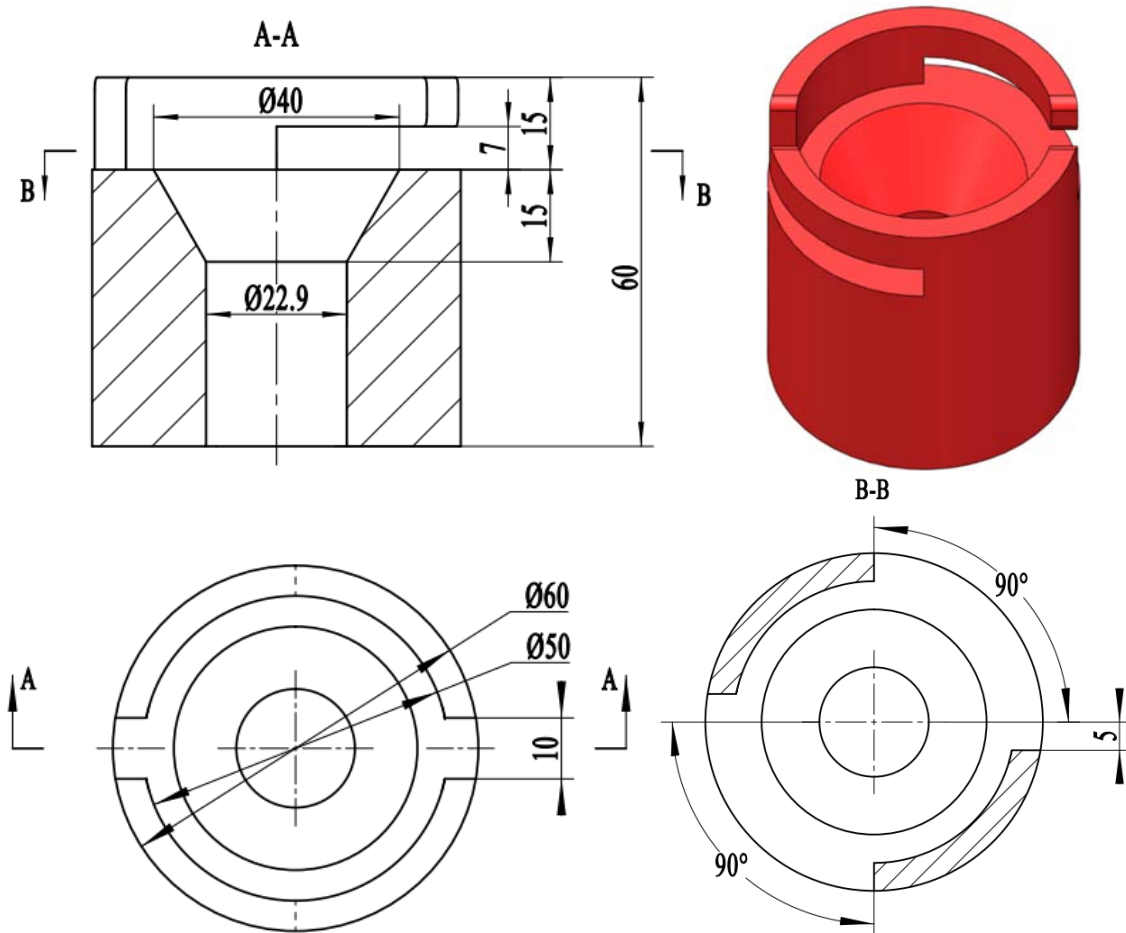


图6 初赛时 B 物料尺寸图

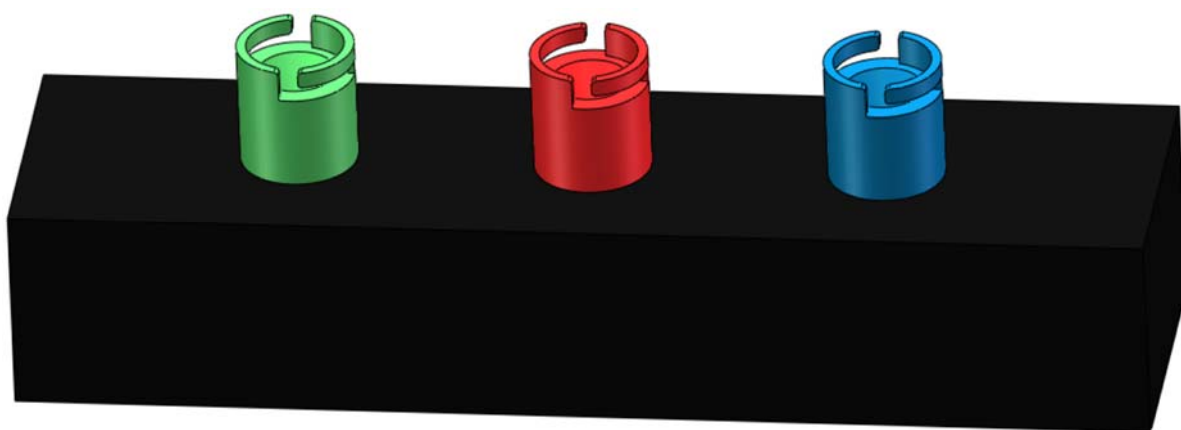


图7 初赛 B 物料摆放示意图

3.1.2 决赛时运行场地

近水平铺设的赛场尺寸为 4800×2400 (mm) 长方形平面区域 (如图 8 所示), 赛场周围设有一定高度的挡板, 并以中间挡板 (仅表示边界) 将场地一分为二, 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。赛道地面底色为浅黄色，地面图案由线宽为 20（mm）、线中心距为 300（mm）的黑色方格组成。出发区 1 为蓝色，出发区 2 为绿色，A、出发区 2 的尺寸均为 300×300（mm），装配区的尺寸（长×宽）为 1200×1200（mm），颜色为白色。

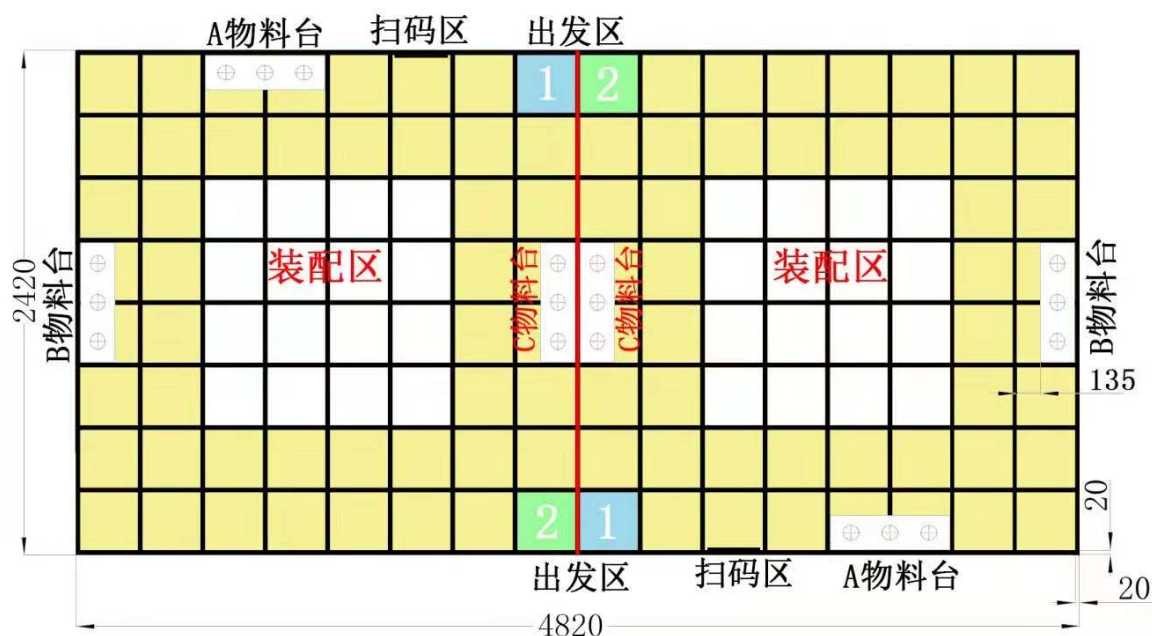
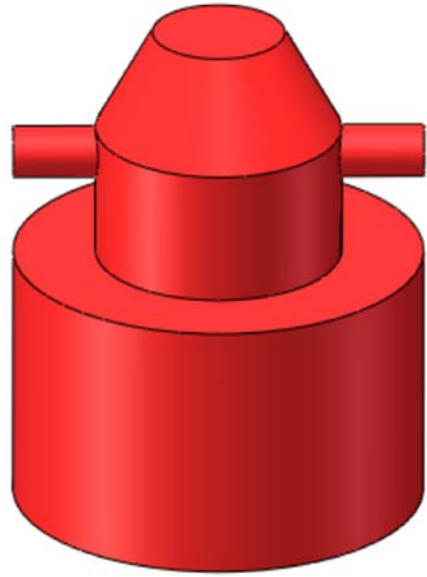
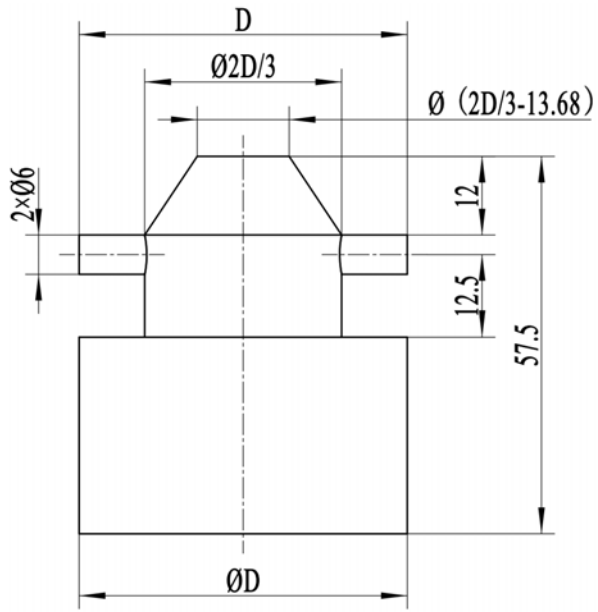


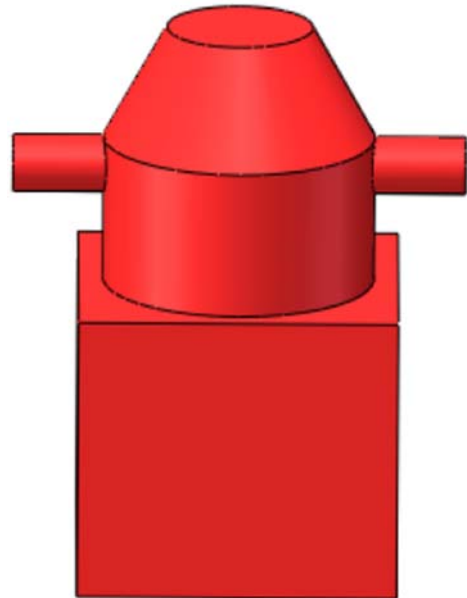
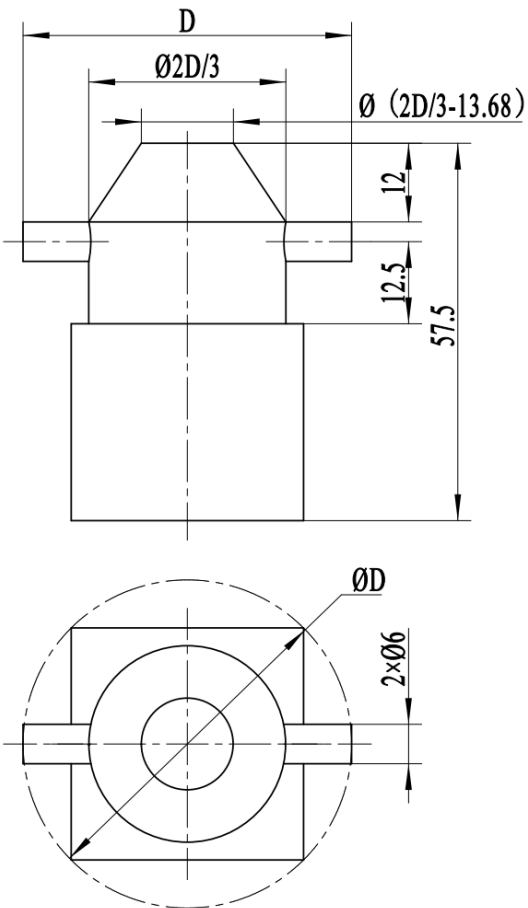
图 8 机器人决赛赛场示意图

在比赛场地内，设置出发区 1、出发区 2、装配区、A 物料台、B 物料台、C 物料台。决赛时，机器人 1 分别从 A 物料台、B 物料台上、以及机器人 1 或者机器人 2 从 C 物料台上夹取所需相应物料后，在装配区内由机器人 1 与机器人 2 在机器人 2 上协同完成三个物料的装配任务，然后由机器人 2 将物料装配体运送回到出发区 2，同时机器人 1 返回到出发区 1，从而完成装配搬运任务。

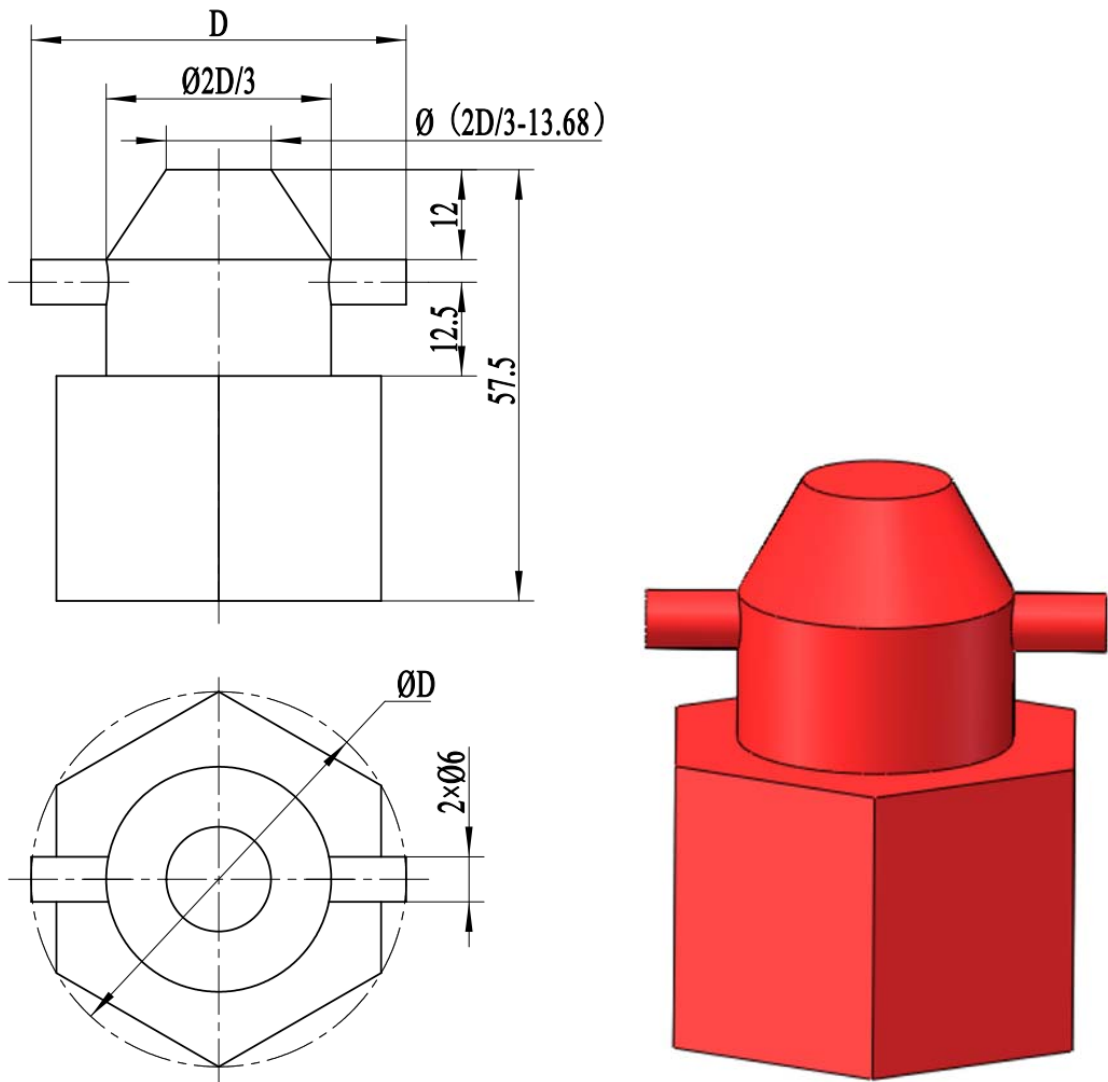
机器人决赛时，A 物料的材料采用 PLA，其夹持部分的形状有圆柱体、四边形柱体、六边形柱体三种，每种形状的材料都有“红”、“绿”、“蓝”3 个，其形状和尺寸如图 9 所示，尺寸参数 D 取值范围为 50~100(mm)，决赛时使用的 A 物料重量不超过 90g，其具体形状和尺寸在选手进入虚拟社区后进行公布。



(a) 夹持部分为圆柱体的 A 物料尺寸图



(b) 夹持部分为四方形柱体的 A 物料尺寸图

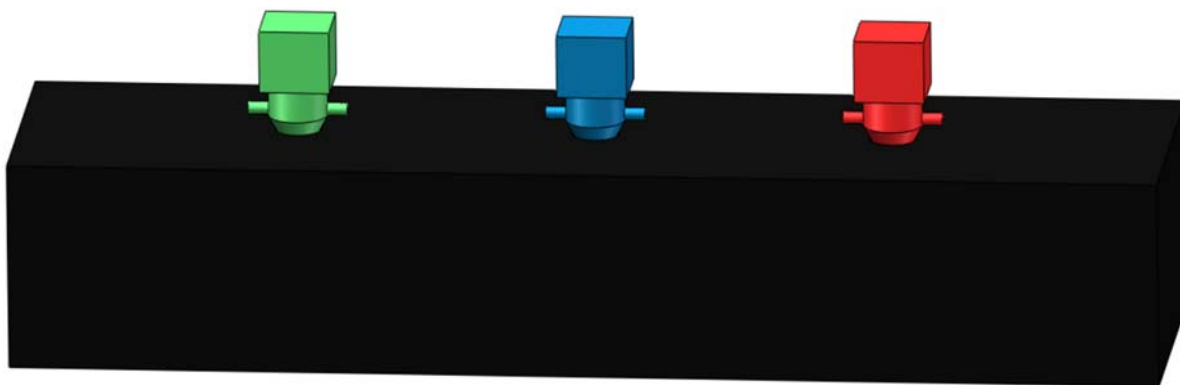


(c) 夹持部分为六方形柱体的 A 物料尺寸图

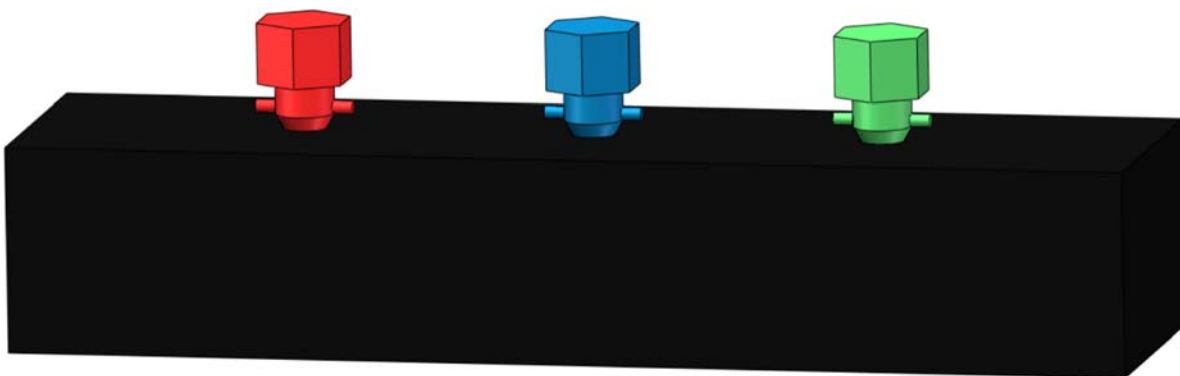
图 9 决赛时 A 物料尺寸图

A 物料台的尺寸（长×宽×高）为 $580 \times 145 \times 100$ （mm），材质为黑色 EVA，用于放置 3 个物料，物料孔直径为 $\text{Ø}2D/3-10$ （mm），深度为 5（mm），物料孔中心距为 150（mm），具体形状可参考图 2。

夹持部分是圆柱体的 A 物料摆放参考图 2，四边形柱体和六边形柱体的 A 物料在 A 物料台上的摆放位置如图 10 所示。



(a) 四边形圆柱体 A 物料摆放示意图



(b) 六边形圆柱体 A 物料摆放示意图

图 10 决赛时 A 物料摆放示意图

B 物料的材料为 PLA，重量不超过 80g，B 物料有红、绿、蓝三种颜色，其形状和尺寸如图 11 所示，图中未注圆角半径为 2 (mm)。

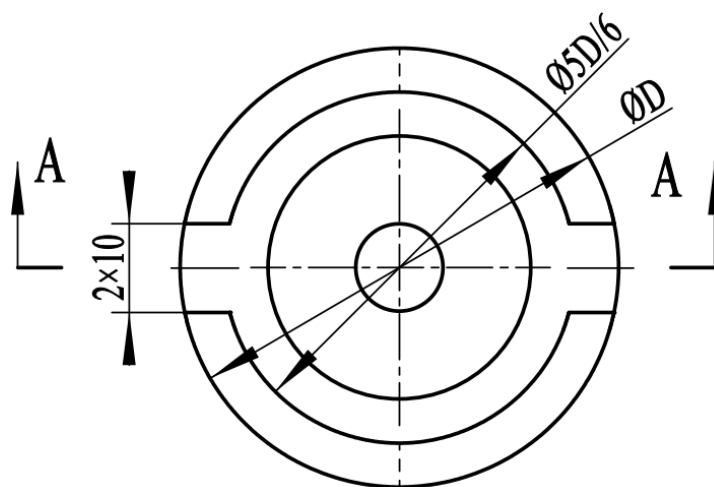
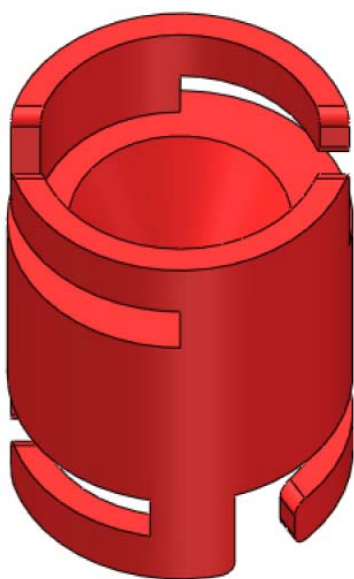
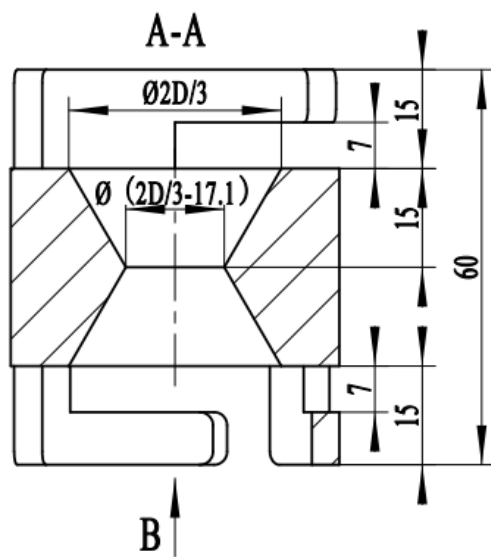
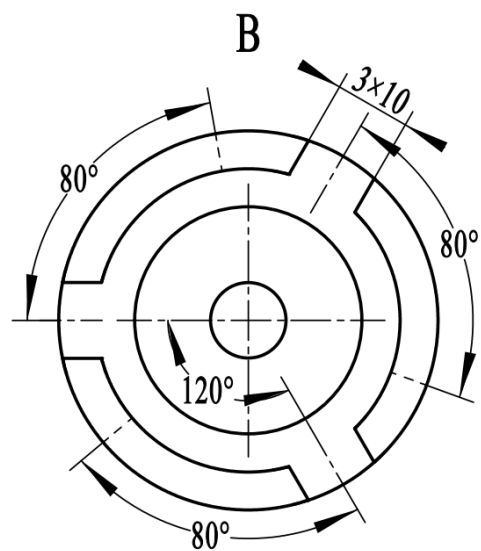
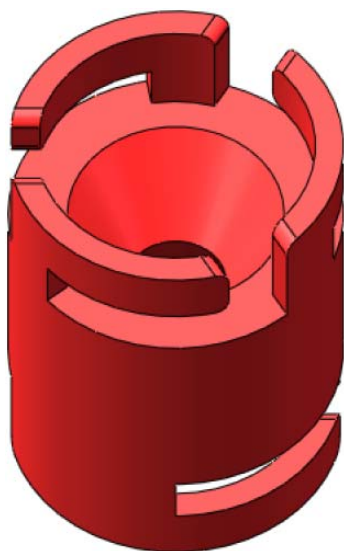


图 11 机器人决赛时 B 物料尺寸图

B 物料台的尺寸（长×宽×高）为 $580 \times 145 \times 100$ （mm），材质为黑色 EVA，用于放置 3 个物料，物料孔中心距为 150（mm），物料孔直径为 $\varnothing D + 2$ （mm），深度为 5（mm），B 物料台的形状可参考图 5。

B 物料双开口槽表面朝上放置在 B 物料台上，B 物料摆放示意图如图 12 所示。

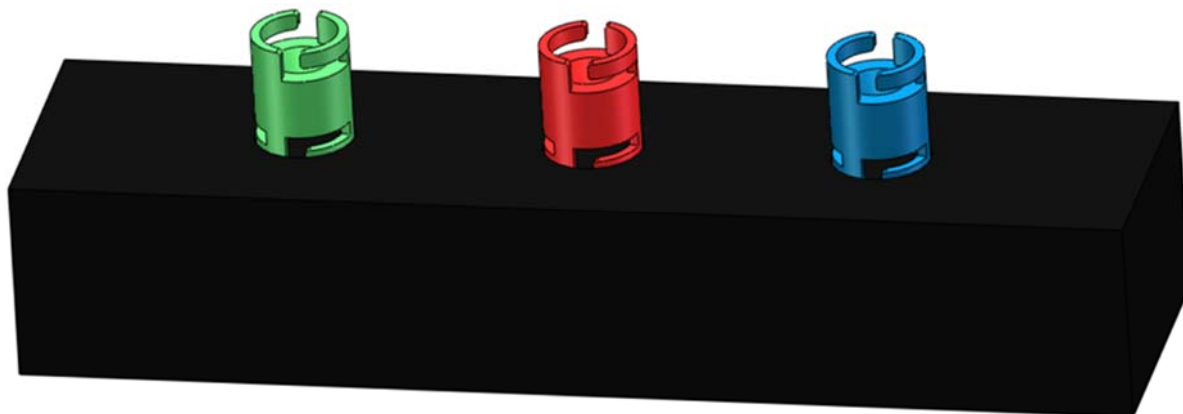
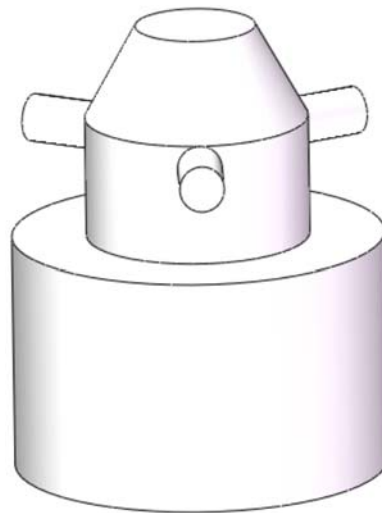
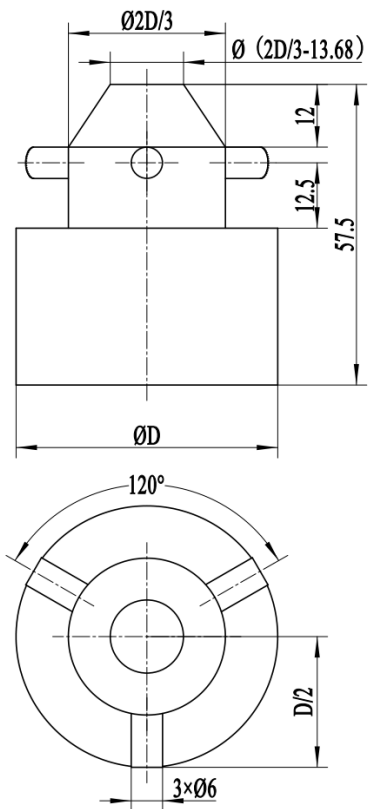


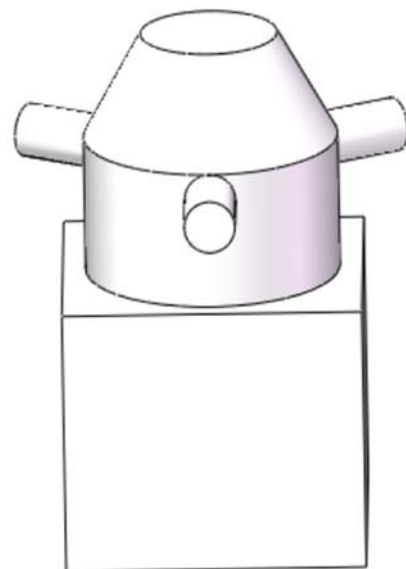
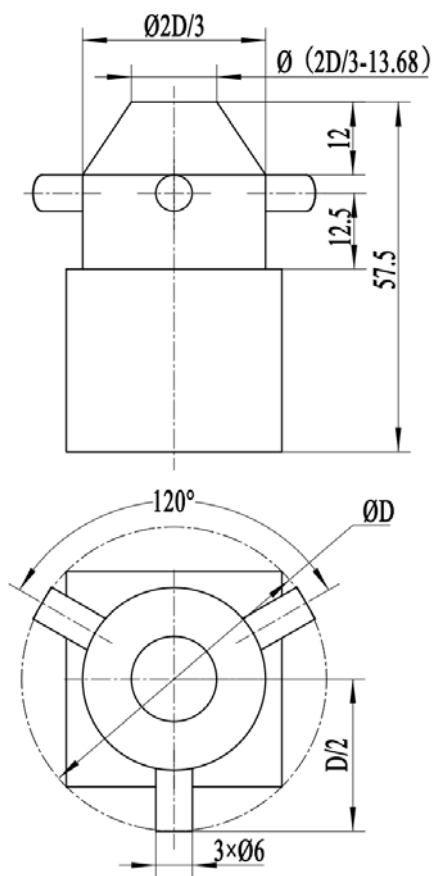
图 12 决赛时 B 物料摆放示意图

C 物料台的尺寸（长×宽×高）为 $80 \times 145 \times 100$ （mm），材质为黑色 EVA，用于放置 3 个 C 物料，物料孔中心距为 150（mm），物料孔直径为 $\varnothing 2D/3 - 10$ （mm），深度为 5（mm），具体形状可参考图 2。

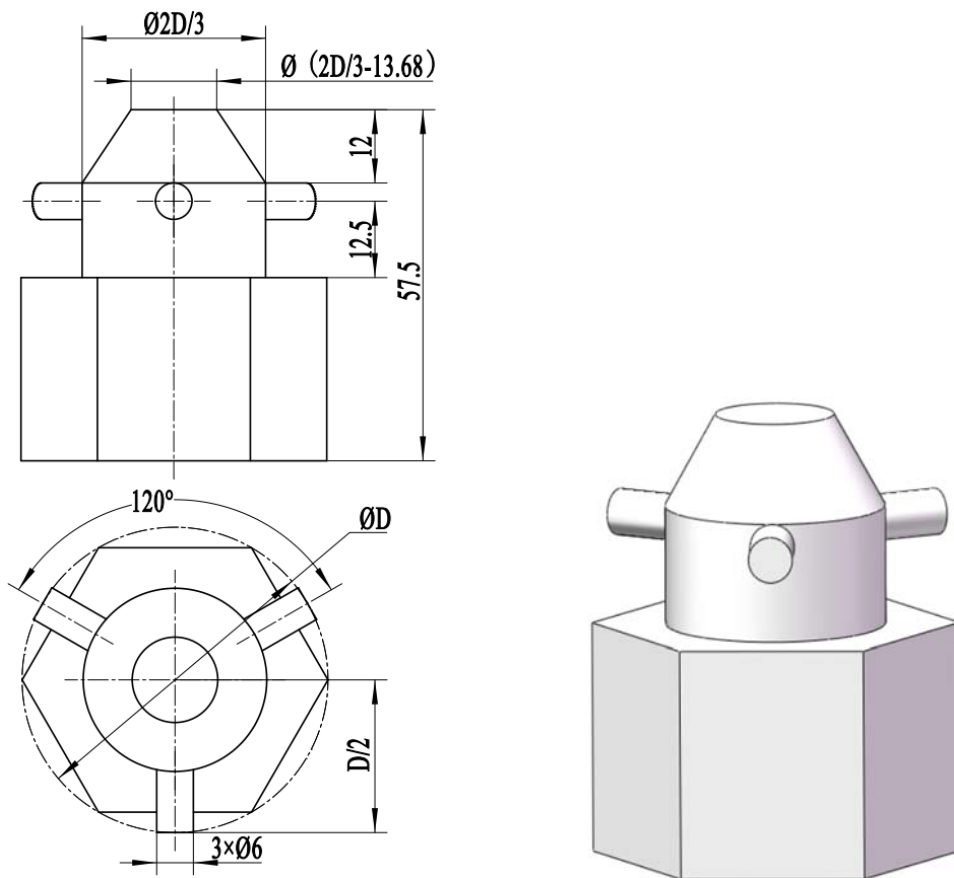
C 物料的材料采用 PLA，物料颜色为白色，其夹持部分的形状有圆柱体、四边形柱体、六边形柱体三种，C 物料的重量不超过 90g，其尺寸和形状如图 13 所示，



(a) 夹持部分为圆柱体的 C 物料尺寸图



(b) 夹持部分为四方形柱体的 C 物料尺寸图



(c) 夹持部分为六边形柱体的 C 物料尺寸图

图 13 机器人决赛时 C 物料尺寸图

C 物料台上有 3 个孔位，但是只随机摆放 2 个物料。C 物料在物料台上的摆放情况如图 14 所示。



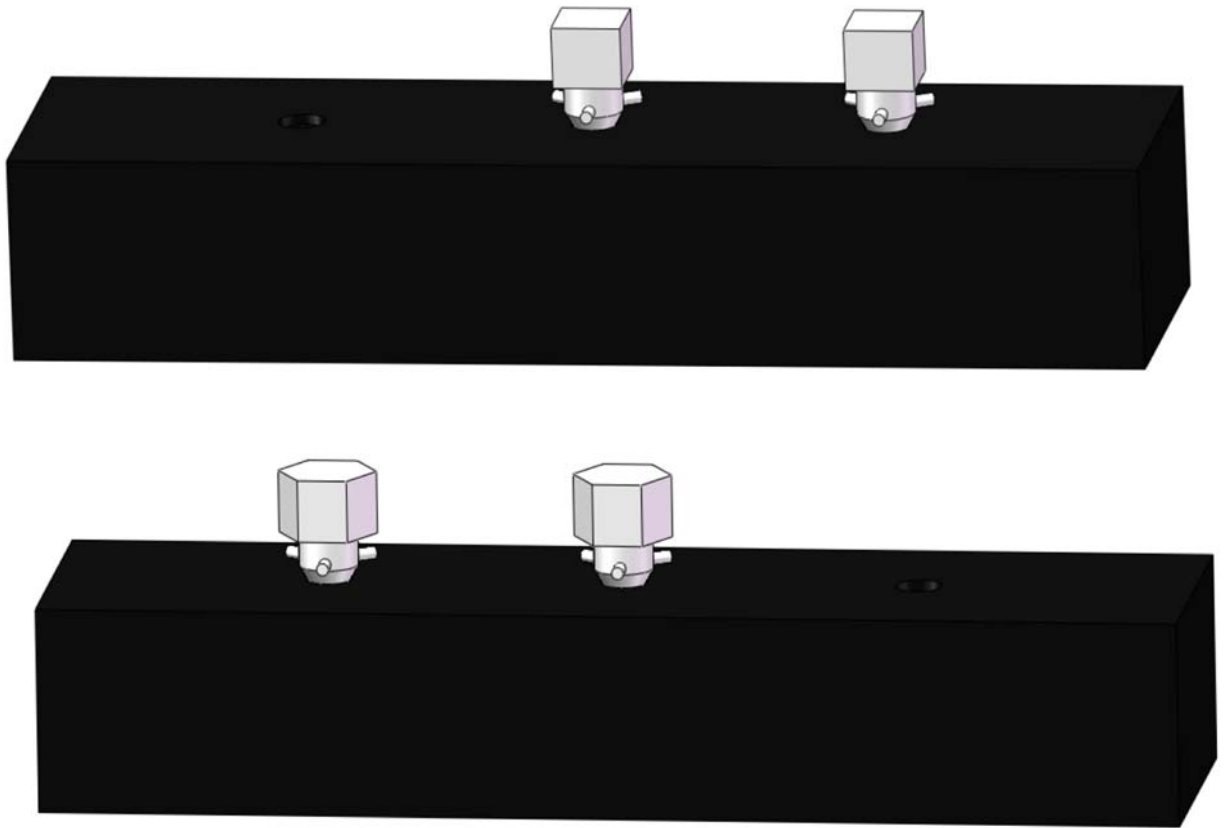


图 14 C 物料摆放示意图

3.2 任务编码

3.2.1 初赛时任务编码

机器人初赛时，扫描二维码获取的任务码是“红色”、“蓝色”和“绿色”三种颜色中的任意两种颜色的随机组合而成的四个汉字，如“红色蓝色”、“绿色红色”等。其中，每种颜色表示夹取物料台上对应物料的颜色。机器人 1 根据扫描二维码获取的物料颜色信息，分别夹取 A、B 物料台上随机摆放的对应颜色的物料，装配时，必须是两个相同颜色的物料进行装配。例如“红色蓝色”表示：机器人 1 分别从 A 物料台和 B 物料台上夹取红色和蓝色的物料，然后在机器人 2 上红色的 A 物料和 B 物料进行装配，蓝色的 A 物料和 B 物料进行装配。

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信息（信息随机产生）。

3.2.2 决赛时任务编码

决赛时的任务编码同初赛时相同，装配时，必须是两个相同颜色的 A 物料和 B 物料与 C 物料进行装配，在有 3 个孔位的 C 物料台上只随机摆放 2 个 C 物料。

机器人决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信息（信息随机产生）。

4、智能机器人赛项具体要求

4.1 智能机器人初赛

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号及竞赛任务（确定夹取的物料信息）。

参赛队将其机器人放置在指定出发位置（图 1 中蓝色区域），按统一指令启动机器人（只能通过一台机器人的启动按钮启动），计时开始。首先，在规定的时间内，机器人 1 从出发区 1 出发，通过扫描显示板上的二维码获取物料信息，同时由机器人 2 语音播报出获得的任务颜色（如“红色蓝色”），机器人 2 从出发区 2 出发后直接移动到装配区内，且机器人 2 只能在装配区内活动。然后，机器人 1 按照任务颜色分别从 A 物料台和 B 物料台上抓取对应颜色的物料并放置到机器人 1 或者机器人 2（已等候在装配区内）的车上。其次，在装配区中，在机器人 1 和机器人 2 的协同作用下，在机器人 2 的车上完成相同颜色物料的装配任务，装配体如图 10 所示。最后，机器人 1 任务完成后返回到出发区 1，机器人 2 将装配好的物料运送到出发区 2，机器人 2 可以一次或者分两次将装配好的物料运送到出发区 2，参赛队员确定机器人 2 停稳后，由参赛队员取走物料。



图 15 初赛时装配体示意图

在规定的时间内，根据读取二维码的正确性、物料装配的正确数量、搬运回出发区的装配体数量、两个机器人是否按时回到对应出发区等计算成绩。

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时，用时少的优先排序。

4.2 智能机器人决赛

由初赛选拔出前 50%的机器人参赛队进入社区进行项目设计，按决赛的总成绩计算排名。

4.2.1 现场实践与考评

1) 现场抽签

经现场抽签产生现场决赛任务，确定物料形状和参数等。

高职高专组决赛物料与初赛相同，在竞赛社区完成对决赛任务（小车拆装等）的调试。

2) 现场实践与考评

现场实践与考评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，必须采用现场提供的装备和材料，完成系统设计、材料采购、加

工制造、开发调试、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，给出该环节最终成绩。

参赛队自带拆装工具和调试工具等，有安全操作隐患的工具不能带入。

4.2.2 设计报告分

参赛队伍根据决赛任务的方案向组委会提交设计报告一式二份纸质版和一份电子版文件，由裁判评审打分。评分主要依据为参赛队在参赛抽签时同时提交的智能物流小车设计报告。设计报告应包含结构设计方案、控制设计方案、加工工艺方案三方面。

4.2.3 现场决赛

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号及竞赛任务（确定夹取的物料信息）。

参赛队将其机器人放置在指定出发位置（图 1 中蓝色区域），按统一指令启动机器人（只能通过一台机器人的启动按钮启动），计时开始。首先，在规定的时间内，机器人 1 从出发区 1 出发，通过扫描显示板上的二维码获取任务码，同时由机器人 2 语音播报出获得的颜色信息。然后，机器人 1 按照任务分别从 A 物料台和 B 物料台上抓取物料，机器人 1 或者机器人 2 从 C 物料台抓取 C 物料，并放置到机器人 1 或者机器人 2（已等候在装配区内）的车上；其次，在装配区中，在机器人 1 和机器人 2 的协同作用下，在机器人 2 的车上完成物料 A、物料 B 和物料 C 的装配任务（同一个装配体中的物料 A 和物料 B 的颜色必须相同），如图 11 所示。最后，机器人 1 完成任务后返回到出发区 1，机器人 2 将装配好的物料运送到出发区 2，机器人 2 可以一次或者两次将装配好的物料运送到出发区 2，参赛队员确定机器人 2 停稳后，由参赛队员取走物料。

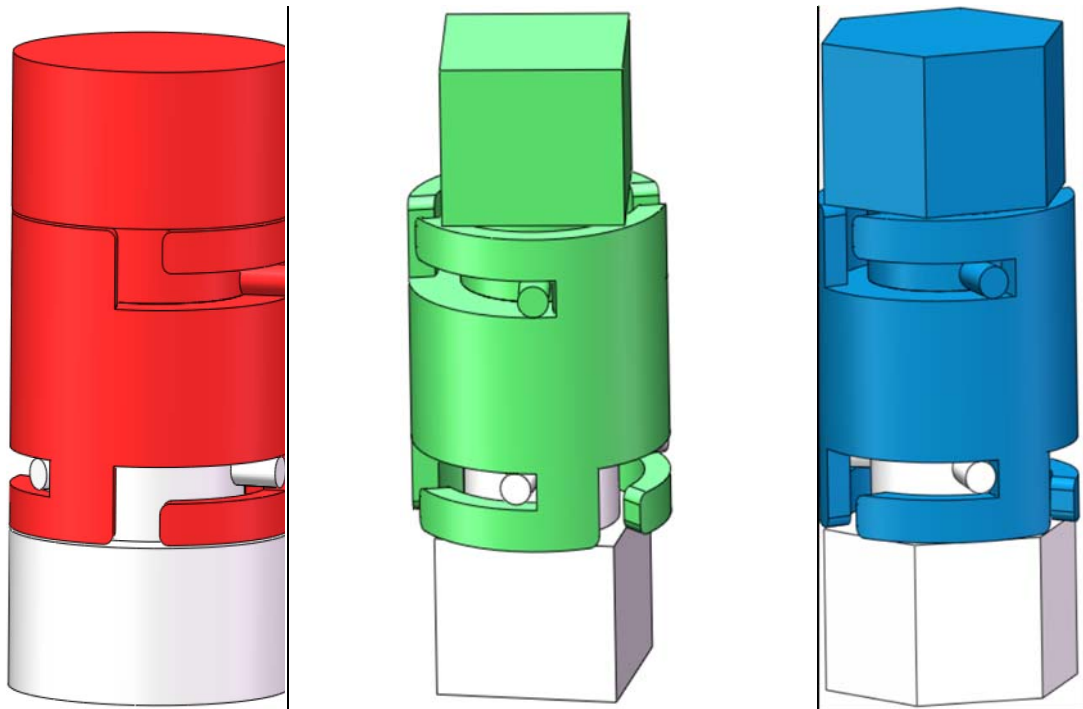


图 16 决赛时装配体示意图

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，则该机器人现场决赛成绩记为 0 分，被干扰的机器人可选择重新开始比赛。

在规定的时间内，根据读取二维码的正确性、物料装配的正确数量、搬运回出发区的装配体数量、两车是否返回对应出发区等计算成绩。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

以参赛队决赛的总成绩进行排名，若出现参赛队决赛总成绩相同的情况，则根据用时少的原则优先排序。

5、智能机器人赛项评分细则

5.1 智能机器人初赛

本科组与高职高专组分别排序。

现场初赛运行时，每组在赛前有 2 分钟准备时间，正式比赛时间 5 分钟，可有两次比赛机会，取两次比赛中的最好成绩。按动作完成度计算各队成绩 D1。

$$C1 = \frac{\text{本队得分 } D1}{\text{现场初赛参赛队最高得分}}$$

C1 是现场初赛运行分。

D1 计算规则如下：

1) 正确读取二维码并语音播报物料颜色信息得 10 分，没有按照要求进行物料颜色播报或无法听清的，得 0 分。

2) 根据读取的物料颜色信息，机器人每正确抓取一个物料，得 5 分，每成功放置一个物料，得 5 分，无夹取顺序要求。

3) 物料 A 和物料 B 的装配任务必须在机器人 2 上且由机器人 1 和机器人 2 协同完成，单个机器人完成的装配任务不得分。每完成一个相同颜色的 A 物料和 B 物料组成的装配得 15 分，装配体中的 A 物料和 B 物料颜色不同，不得分。装配体随着机器人 2 返回到出发区 2 后，每个装配体（拿起装配体上部分时，下部分物料不会脱落）得 5 分，拿起时下部分物料脱落的装配体不得分。

4) 机器人 1 和机器人 2 返回各自出发区后，每个机器人得 5 分。

5) 记录结束时间。

表 3 初赛评分项目表

序号	评分项目	第一次		第二次	
		1	2	1	2
1	语音播报任务码 (10 分)				
2	A 物料区取料 (每个 5 分，共 10 分)				
3	A 物料放到机器人上 (每个 5 分，共 10 分)				
4	B 物料区取料 (每个 5 分，共 10 分)				
5	B 物料放到机器人上 (每个 5 分，共 10 分)				
6	装配区装配 (每个 15 分，共 30 分)				
7	运回出发区 2 (每个 5 分，共 10 分)				
8	回到出发区 (每车 5 分，共 10 分)				
9	得分				

10	时间		
11	本队得分 D1		

5.2 智能机器人决赛

智能机器人决赛包括现场实践与考评、设计报告评审和现场决赛运行。本科组与高职高专组分别排序。

决赛成绩 $P2 = \text{现场实践与考评成绩 } A2 + \text{设计报告评审成绩 } B2 + \text{现场决赛成绩 } C2$

5.2.1 现场实践与考评分 A2

本科组 A2 满分 30 分，由竞赛社区系统计算得到；高职高专组 A2 统一设为 0 分。

5.2.2 设计报告分 B2

参赛队伍向组委会提交设计报告一式二份纸质版和一份电子版文件，由裁判评审打分。评分主要依据为参赛队在参赛抽签时同时提交的智能物流小车设计报告，不提交设计报告的队伍该项得 0 分。设计报告应包含结构设计方案、控制设计方案、加工工艺方案三方面。

设计报告总分 10 分，按下述要求进行评分。完整性要求：

- (1) 作品说明：含作品名称，小车特点简述，独创性说明；
- (2) 结构方案说明：含作品机构装配图，设计思路，创新点；
- (3) 控制方案说明：含控制系统设计思路，程序流程图，关键代码说明；
- (4) 工艺设计方案：小车关键零件（自制件）的工艺设计方案；

正确性要求：机构原理与程序流程描述正确，元器件选择及系统设计合理。

创新性要求：在结构、电子、程序方面有一定的创新设计。

规范性要求：图纸表达完整，标注规范；文字描述准确、清晰。

5.2.3 现场决赛运行分 C2

现场决赛运行时，每组在赛前有 2 分钟准备时间，正式比赛时间 6 分钟，可有两次比赛机会，取两次比赛中的最好成绩。按动作完成度计算各队成绩 D2。

$$C2 = 60 \times \frac{\text{本队得分} D2}{\text{现场决赛参赛队最高得分}}$$

D2 计算规则如下：

1) 正确读取二维码并语音播报夹取顺序得 6 分，没有按照要求配置语音播报装置无法听清的，得 0 分。

2) 机器人每正确抓取一个物料，得 3 分，每将一个物料放置到机器人上，得 3 分。

3) 物料 A 和物料 B 的装配任务必须在机器人 2 上且由机器人 1 和机器人 2 协同完成，单个机器人完成的装配任务不得分。每完成一个由 A 物料、B 物料和 C 物料组成的装配体得 16 分（其中 A 物料和 B 物料的颜色相同），若装配体中的 A 物料和 B 物料颜色不同，不得分；若只完成两个物料的配体得 8 分。

4) 机器人 2 将装配体搬运回到出发区 2 后，由参赛队员抓取装配体最上面的物料竖直拿起装配体，装配体下方的 2 个物料都不脱落时，每个装配体得 8 分，若有一个物料脱落，得 4 分，若 2 个物料都脱落了，则不得分。

5) 机器人 1 和机器人 2 返回各自出发区后，每个机器人得 5 分。

6) 记录结束时间。

表 4 决赛评分项目表

序号	评分项目	第一轮		第二轮	
		1	2	1	2
1	语音播报任务码 (6 分)				
2	A 物料区取料 (每个 3 分，共 6 分)				
3	A 物料放到机器人上 (每个 3 分，共 6 分)				
4	B 物料区取料 (每个 3 分，共 6 分)				
5	B 物料放到机器人上 (每个 3 分，共 6 分)				
6	C 物料区取料 (每个 3 分，共 6 分)				
7	C 物料放到机器人上 (每个 3 分，共 6 分)				
8	物料装配				

	(每套 16 分, 共 32 分)				
9	运回出发区 2 (每套 8 分, 共 16 分)				
10	回到出发区 (每车 5 分, 共 10 分)				
11	得分				
12	时间				
13	本队得分 D2				

5.3 相关要求

机器人的参数必须符合以下要求:

1) 机器人采用“一键式”启动方式。机器人上必须明确标记“启动”按钮, 不能被任何物品遮挡, 且两个机器人只允许有一个启动按钮。

2) 机器人一旦开始运行, 参赛队员不得再次接触机器人, 否则比赛结束。

3) 机器人没有语音播报装置不能参加比赛。其语音播报装置必须播报清晰。

4) 机器人 20 秒没有移动, 本轮比赛结束。

5) 机器人比赛过程中, 参赛队员不得使用任何机器人自身以外的物品对比赛场地进行光线遮挡或补光, 否则取消参赛资格。

6) 竞赛时, 机器人只允许在赛场中间挡板所围区域内活动, 出现撞击挡板并致其偏离位置等情况, 现场成绩记为 0 分。

7) 比赛中, 如果发生机器人原地打滑, 出现损坏比赛场地的危险, 裁判可马上终止比赛, 参赛队本轮成绩以打滑前运行结果计算得分。

6、智能机器人赛项现场比赛流程

6.1 智能机器人现场初赛流程

1) 参赛队提前 10 分钟候场。

2) 参赛队提前 3 分钟进入场地。

3) 准备 2 分钟, 计时结束, 机器人放置于出发区。

4) 比赛开始, 第一次运行, 在机器人上一键启动。运行计时开始。

5) 第一次运行结束, 运行计时暂停。A、B 物料复位, 重新抽取任务码, 机器人回到出发区, 等待启动。

6) 第二次运行开始，在机器人上一键启动。计时恢复。

7) 比赛结束。打分，记录时间。如果到了比赛规定时间还没结束，则比赛终止。

8) 参赛队签字等，取走机器人，等待下一队。

6.2 智能机器人现场决赛流程

1) 参赛队提前 10 分钟候场。

2) 参赛队提前 3 分钟进入场地。

3) 准备 2 分钟，计时结束，机器人放置于出发区。

4) A、B 物料区物料按固定顺序摆放，物块根据机器人行进方向，从左往右按红绿蓝顺序摆放，C 物料区物料无编号区别，抽取任务码。

5) 比赛开始，第一次运行，一键启动。运行计时开始。

6) 第一次运行结束，运行计时暂停。A、B 物料复位，重新抽取任务码，机器人回到出发区，等待启动。

7) 第二次运行开始，一键启动。计时恢复。

8) 比赛结束。打分，记录时间。如果到了比赛规定时间还没结束，则比赛终止。

9) 参赛队签字等，取走机器人，等待下一队。