

浙江省第五届大学生机器人竞赛

装配机器人邀请赛规则

一、比赛内容简介

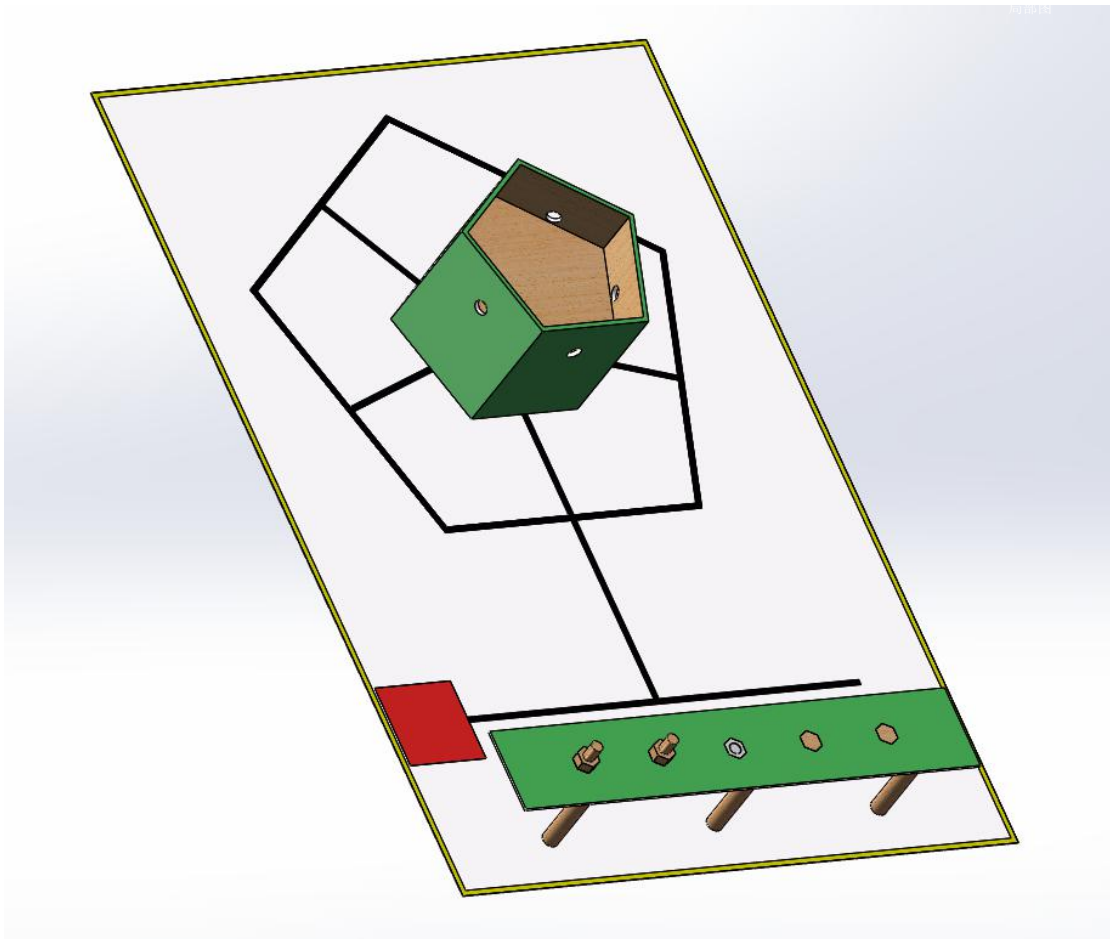
在工厂自动化生产过程中，装配工作是需要机器人完成的一项主要任务。本比赛项目模拟现代工厂的一种物料自动装配和分拣卸料操作，提高参赛选手对机器视觉、智能机器人、路径优化的综合应用能力。比赛项目分为六角螺栓自动装配比赛任务和流水线物料分拣装卸比赛任务两个子项目。每个子项目的详细规则说明如下。

二、六角螺栓自动装配比赛项目规则

2.1 比赛任务简介

比赛场地上有 5 个六角螺栓形零件和 1 个待装配物体。参赛的机器人从发车区域出发，并在 4 分钟的比赛时间内，将场上的零件运送并装配到待装配体的零件孔里面。比赛结束时，根据场上已经安装成功的零件个数以及完成的动作计算得分。

2.2 比赛场地



六角螺栓自动装配项目比赛场地示意图

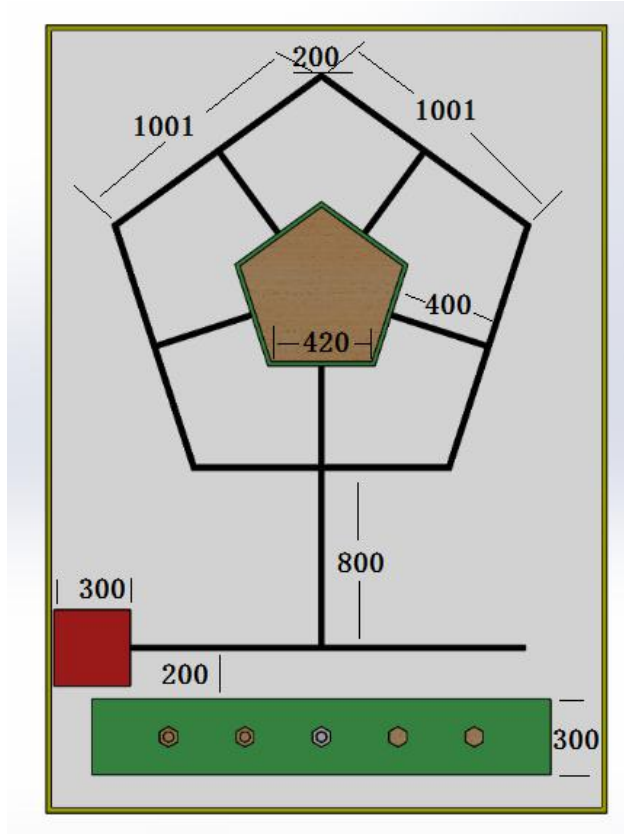
2.2.1 场地布局

比赛场地地面是在水泥地面或瓷砖地面上铺设 2.2m×3.1 m 的白色宝丽布，印刷有黑色引导线，引导黑线宽度约为 20mm。场地地面设有一块红色的 300mm×300mm 的“出发区”。

在场地里面包含 1 个取料工作台，1 个待装配体，共有 5 个六角螺栓形零件。场地里面这些设备的材料都是木板或者铝合金板。具体每部分尺寸详细介绍参考下面分项介绍。

2.2.2 场地路线尺寸

场地的其他尺寸参见“装配机器人比赛场地尺寸图”，最终比赛的实际场地允许存在±3mm 的误差。场地最外围有黄色边界区域。



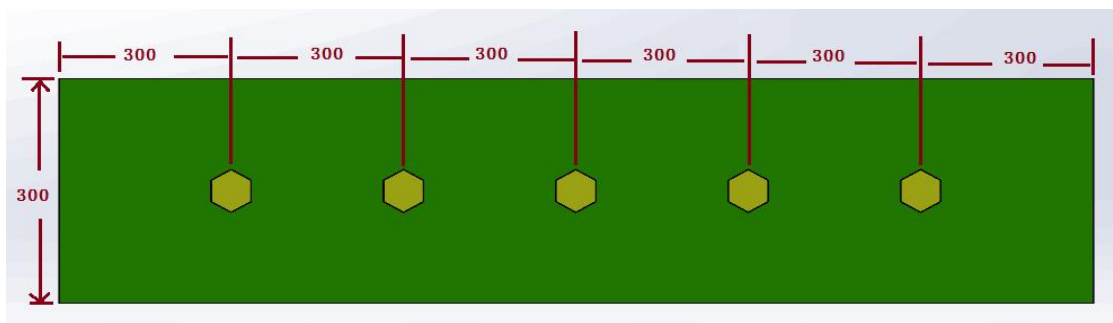
装配机器人比赛场地尺寸图（单位：mm）

2.2.3 出发区域

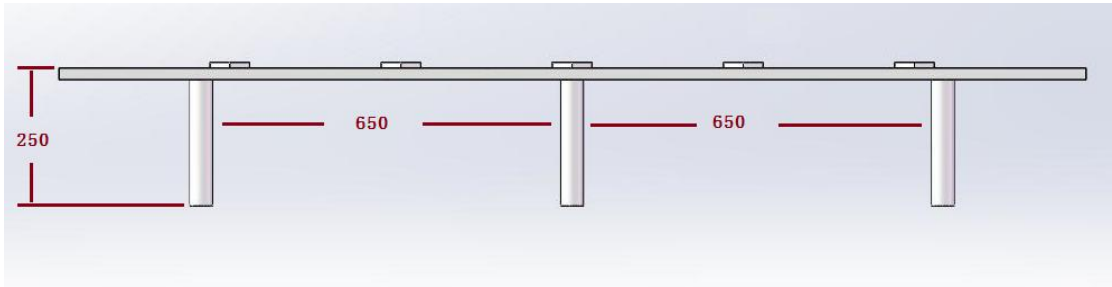
机器人出发区域是一个正方形区域，红色出发区域大小为 300X300mm；裁判员发出开始命令后，机器人从出发区域发车，计时开始。在机器人发车之前，机器人的车身投影不能大于 300X300mm 的发车区域。

2.2.4 取料工作台

在场地里面分别有一个取料工作台，每次工作台上上面有 5 个零件。取料工作台是被放置在场地上的。工作台的表面颜色为深绿色。在工作台上上面每隔 300mm 有一个放置零件的六边形贴纸区域，每次零件被放置在此区域内。



传送带取料台的俯视图（单位：mm）

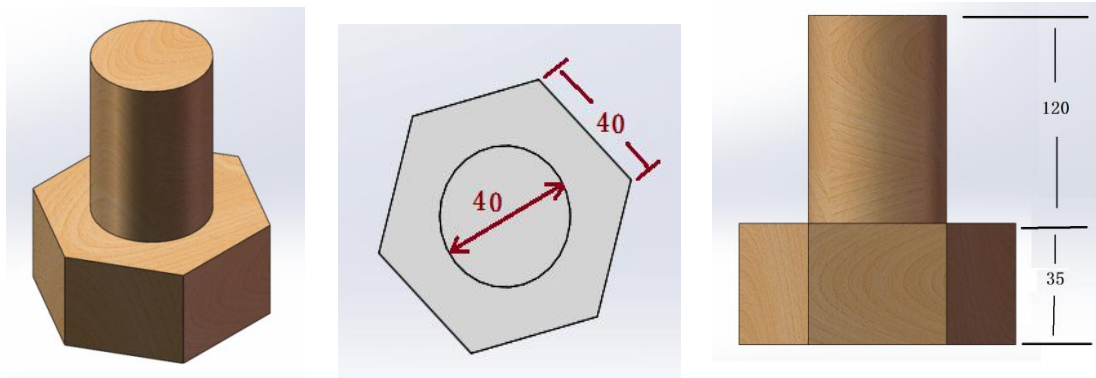


取料工作台的侧视图（单位：mm）

取料工作台的长度 1800mm，宽度 300mm，工作台平面距离地面高 250mm，在取料工作台上每隔 300mm 有一个边长为 40mm 六角形贴纸。每次比赛开始前零件由工作人员放入固定位置。取料工作台下面有间隔 650mm 的六个支撑腿。取料工作台为木工板材质。

2.2.5 零件

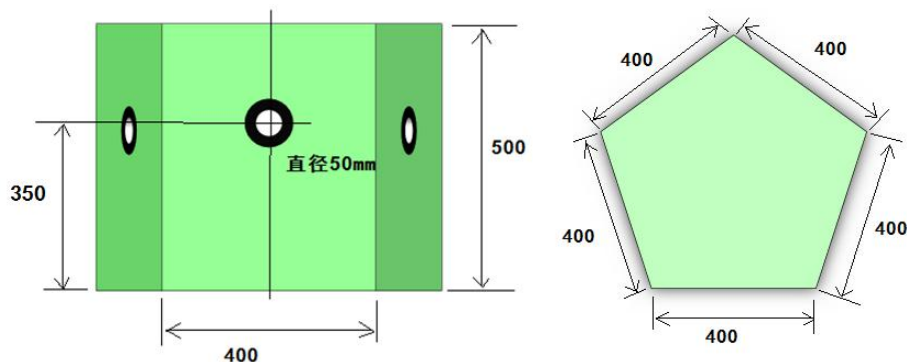
比赛中需要抓取搬运和装配的零件是一个木制的六角形螺栓，六角形的边长为 40mm，整个长度 155mm，六角形部分高度 35mm，螺杆部分为圆柱形木棒长 120mm，表面为原木色。木棒尺寸误差±1mm。



零件尺寸图（单位：mm）

2.2.6 待装配体

在比赛场地中，待装配体是一个五边形柱体，尺寸如下图：



待装配体尺寸图（单位：mm）

在待装配体的五个侧面有 5 个圆形孔，孔的直径是 50mm，孔的深度是 180mm。装配体整体高度 500mm，每个侧面底边 400mm，圆孔中心距离地面 350mm；每个圆孔周围有宽度 10mm 的黑色圆环，待装配体的表面颜色是浅绿色。

2.3 比赛规则及要求

2.3.1 参赛机器人要求:

必须使用由本队队员制作的非遥控自主机器人参赛。如果某队的机器人为“遥控机器人(包含在比赛过程中通过远程方式给机器人传递信息)、购买的机器人整机、能对现场人员的安全造成威胁的机器人、能对比赛场地造成损坏的机器人、明显的以暴力破坏对方机器人为目的而设计制作的机器人中的一种或多种,竞赛委员会有权利取消本代表队的参赛资格。在比赛中开始后,机器人由裁判挥手感应启动,机器人在场地内完全自主自动运行,不能借助任何形式的场外设施或设备。

每场比赛开始前,各队有 40 秒的上场准备时间。上场后出发前机器人的地面投影区必须完全处在本队“启动区”的颜色框内(30cm×30cm)。各队准备好后,应向裁判示意并接受裁判的检查。如果 40 秒准备时间到,没有准备好的队伍视为本场比赛弃权。

2.3.2 比赛计分规则:

每个机器人完成以下动作,得到相应分值:

序号	机器人动作	得分
1	机器人成功将零件从取料台抓取并离开取料台的 竖直投影区域	每个零件记 1 分
2	机器人成功将零件运送到待装配体处,并且零件 与待装配体上的圆孔发生了接触。	每个零件记 1 分
3	成功将零件安装到待装配体的圆孔内,并且在机 器人离开后 10 秒内不掉落	每个零件记 4 分

比赛结束后,根据机器人完成的每个步骤零件个数计算得分,并记录所花时间。

2.3.3 比赛结束规则

每场比赛的比赛时间为 4 分钟。参赛队伍代表听裁判的口令启动本队的机器人并开始计时。比赛过程中发生以下情况之一即认为该队结束本场比赛:(1)比赛 4 分钟时间到;(2)机器人停止后不能行动,参赛队员示意结束比赛;(3)机器人完成 5 个零件的装配任务后,参赛队员示意比赛结束;(4)机器人四个车轮全部处于赛场外圈的黄色边框区域之外的。(5)参赛机器人代表举手示意确认结束本场比赛的。

2.3.4 其他

如果比赛过程中出现有违公平公正的情况,裁判有权利终止、重置、重判本场比赛,并将相关情况及时反映给竞赛委员会处理。参赛队员若对此有异议,可向竞赛委员会提出申诉。

2.4. 比赛赛制

在该子项目每场比赛正式开始前,参赛队将接受竞赛组委会的“资格审查”,对于初步审查出违反竞赛规则要求 2.3.1 的机器人,取消本队的参赛资格。

该子项目比赛分三轮进行。

第一轮预赛。各队根据抽签顺序依次上场比赛,优先根据本队得分高低,其次根据完成装配任务所花时间,依次排出各队名次。预赛时每队依次有两轮上场机会,所得比分和时间累加。根据预赛成绩排名取排名靠前的一定数量队伍参加决赛。成绩和时间综合排名相同的队伍可以要求再比赛一次。

第二轮半决赛。根据预赛成绩排名确定的半决赛名单,每队依次单独上场比赛。半决赛时每队依次有两轮上场机会,所得比分和时间累加。记录每队得分高低,以及完成装配任务所花时间。

通过将参加半决赛队伍的半决赛成绩和预赛成绩的得分按照权重相加,得到“比赛最终

得分”，并优先按照得分高低，其次按照两场比赛的“累积剩余时间”多少来决定半决赛排名，并选取前四队进入总决赛。

比赛得分=第一场预赛比赛得分×80%+第二场半决赛比赛得分×120%

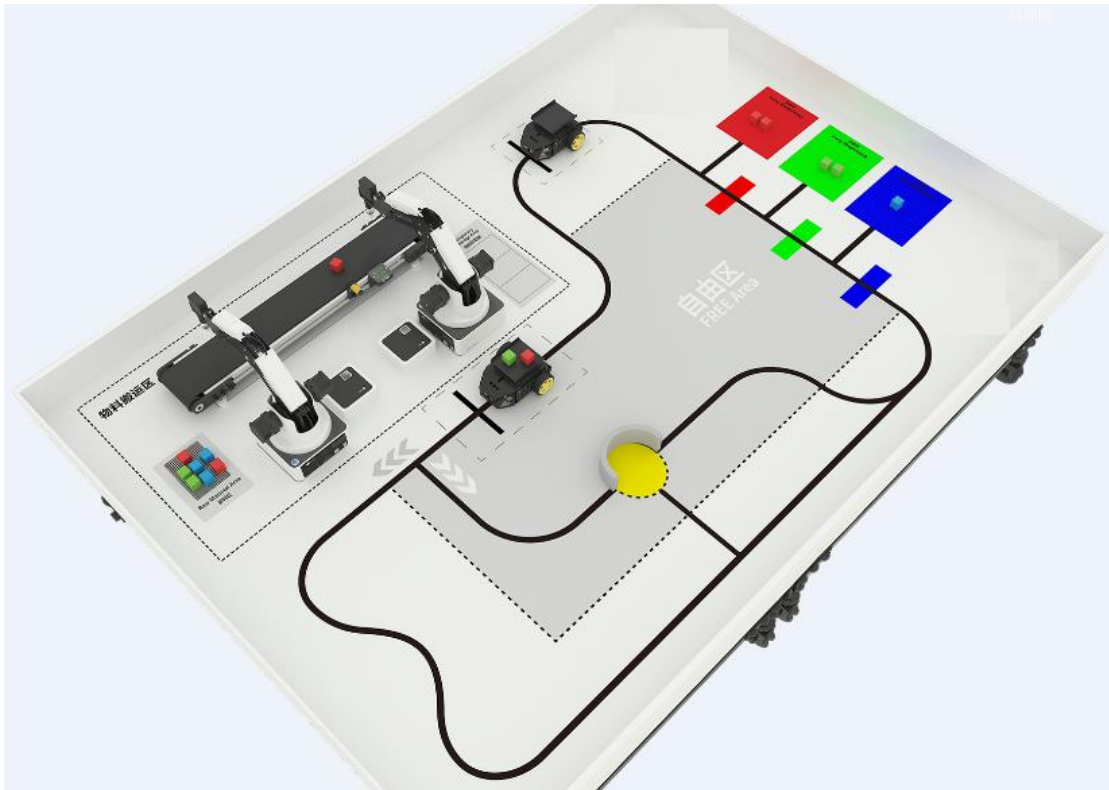
第三轮总决赛。根据预赛和半决赛成绩排名确定的该子项目总决赛名单，每队依次单独上场比赛。总决赛时每队依次有两轮上场机会，所得得分和时间累加。记录每队得分高低，以及完成装配任务所花时间。按照总决赛得分高低，其次按照总决赛比赛的“累积剩余时间”多少来决定该子项目总决赛排名。

三、流水线物料分拣装卸比赛项目规则

3.1 比赛任务简介

在比赛场地的原料区域有 40 个不同颜色的立方体物料，分为三种正常物料和一种问题物料，要求一个机器人机械臂先将物料从原料区搬运到流水线传送带上，然后另一个机器人机械臂将物料从传送带识别抓取到机器人小车上，由机器人小车将不同物料卸载到不同的卸载区域。比赛结束时，根据场上已经成功装载和卸载的各种零件个数以及是否回到停车区域计算得分进行排名。

3.2 比赛场地



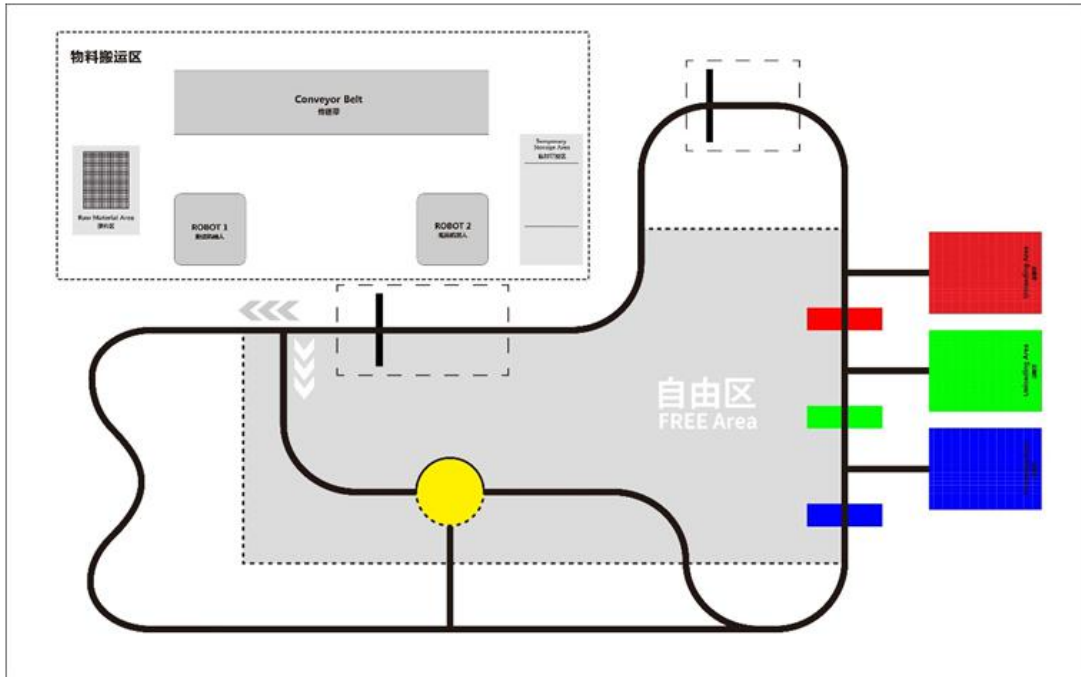
3.2.1 场地布局

比赛场地由两台机械臂、一条迷你传送带、摄像头视觉系统、以及两台机器人小车共同组成，参赛队伍需要编写智能程序控制完成物料的搬运、传送、识别、运输与卸载，在规定的时间内以完成任务计算得分最终判定胜负。具体每部分尺寸详细介绍参考下面分项介绍。

3.2.2 场地路线尺寸

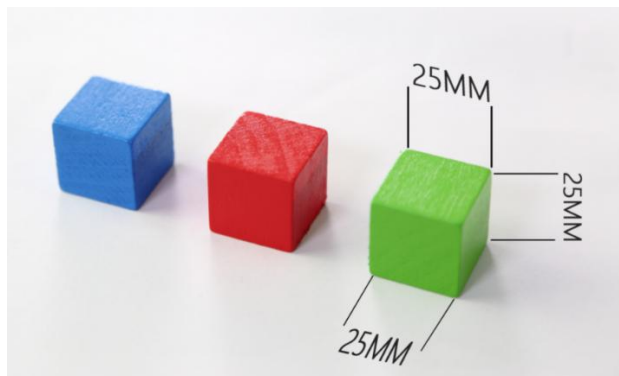
场地长宽为 2400mm×1500mm，场地分为物料搬运区、卸载区、临时存放区、问题物料区。其中物料搬运区域中机器人摆放区域大小为 158mm×158mm，传送带摆放区域为 700mm×150mm，原料区域可以放置的物料为 40 块 2 层（每层 4×5 块）物料。卸载区域的大小为 250mm×180mm。临时存放区大小为 120mm×210mm。问题物料区域的大小（Φ

150mm)。最终比赛的实际场地允许存在±3mm 的误差。



3.2.3 机器人物料规格:

任务物料的大小规格为 $25\text{mm} \times 25\text{mm} \times 25\text{mm}$ ，颜色为红、蓝、绿、黄。其中红、蓝、绿色为正常物料，而黄色为随机出现的问题物料，需要运输放置在指定的问题物料区。具体摆放位置及抓取顺序由赛前抽取任务卡确定。。



物料示意图

3.2.4 机器人工作任务

在场地里面分别有分类卸载区域：三个正常物料的卸载区域以及一个问题物料卸载区域，任务物料需按颜色卸载到对应的卸载区域。

每组参赛机器人需要完成以下任务：

1. 物料搬运：使用搬运机械臂从原料区抓取任务物料，放置到传送带上。再由传送带运输到分拣机械臂区域，分拣机械臂从传送带上抓取物料，同时通过摄像头视觉识别物料颜色后，放置到小车顶部装载区。

2. 物料运输：当任务物料被搬运到小车上后，小车沿着引导线运行到卸载区域。小车运动区域中有一条普通路径和一条捷径，捷径行程更短，但是中间会出现一个圆柱形的人为障碍物。如果参赛队伍选择通过捷径缩短小车运行时间的话，则需要编程控制小车能绕开障碍物运行。

3. 临时存放区：当参赛队伍想一次搬运多个同种颜色物料时，可将已抓取的其他颜色物料码垛在临时存放区。例如，本次小车过来只搬运红色物料，那么机械臂抓到物料经过摄像头视觉识别物料颜色后，识别为红色便放置到车上，识别不是红色便码垛于临时存放区。最后参赛队伍需要将临时存放区识别颜色的物料也进行编程运输及卸载。

4. 物料卸载：小车巡线运行到卸载点，倒车入卸载区后利用翻斗装置将物料卸载到对应颜色的卸载区域且不出边界。物料超出边界将不计相应分值。

5. 起点和终点：小车从起始区出发完成物料装载、卸载任务后回到终点区域停止以结束比赛，可获得停车得分。

3.3 比赛规则及要求

3.3.1 参赛机器人参数标准：

1. 机械臂尺寸

机械臂至少满足四个自由度，底座尺寸不大于 158mm×158mm（长×宽），最大拉伸距离不低于 320mm。

2. 机器人小车尺寸

机器人小车尺寸不大于 195mm×172mm×79mm（长×宽×高）。小车应具备翻斗功能以支持卸载运输物料，翻斗尺寸不大于 120mm×102mm×45mm（长×宽×高）。机器人小车电机空转转速小于 250 转/分钟。提供驱动力的电机只能有两个。

3. 机器人传感器

机械臂传感器需要支持光电传感器以及颜色传感器，禁止使用带危险性传感器，如激光类传感器。小车传感器禁止使用集成类传感器，如循迹卡、灰度卡等。禁止使用带危险性传感器，如激光类传感器。

4. 机器人电源

机械臂电源输出电压不得超过 12V，机器人小车工作电压不得大于 7.4V。

3.3.2 比赛得分规则

1. 装载物料得分

当机械臂每抓取一个物料并成功放置于无人小车上，获得装载得分 5 分。

2. 卸载物料得分

15 分钟的比赛时间一到，若小车还在运动，裁判将强制停止比赛。成功卸载到对应卸载区域的正常物料每个计 10 分；成功卸载到问题物料区的问题物料每个计 20 分。若卸载到错误的卸载区域或物料完全不在卸载区则不计分。

3. 停车得分

15 分钟比赛时间内，搬运完物料之后，小车还需要自动停止在划定的停车区域(第一台小车停车区域为装载区，第二台小车停车区域为起始区)内。每当有一台小车停在指定区域，即可得到停车得分 30 分。

4. 规则补充

除了卸载物料到仓库这一环节需要倒车之外，其它时候小车均不允许反向倒车运行。

3.3.3 比赛实施过程

1. 抽签

比赛开始前各组选手派一名代表进行比赛顺序的抽签，抽签之后会有 1 个小时的调试时间，各组按照抽签的顺序决定各组的比赛区。比如某支队伍抽到顺序 2，则被安排到统一规格标记为 2 号的地图场地进行调试。

搭建机器人、编程与调试可以提前在准备区进行；参赛队伍的参赛选手经检录后方能进入准备区。裁判员有权对参赛队伍携带的器材进行检查，所用器材必须符合大赛组委会相关规定与要求。参赛选手可以携带已搭建的机器人进入准备区。参赛选手不得携带大赛组委会

明令禁止使用的通信器材进场；

参赛队伍应自带便携式计算机、维修工具、替换器件、备用品等，不允许携带手机等通信设备。参赛选手在比赛区不得上网和下载任何程序，不得以任何方式与指导教师或家长联系；

2. 赛前调试

由现场裁判统一计时 1 小时，计时一到。各组选手需离开调试区域，不得再调试，违者将取消比赛资格。各组选手按照抽签顺序在各自的比赛区开始比赛。

调试时间内，参赛选手必须有秩序、有条理地调试机器人及准备，不得通过任何方式接受指导教师的指导。不遵守秩序的参赛队伍可能受到警告或被取消参赛资格。参赛队伍可根据现场环境搭建、修改机器人的结构和编写程序。机器人的任何部分及其在地面的垂直投影不能超出比赛地图指定区域。调试时间结束后，参赛选手需站立在指定赛台附近，不得再调试，违者将取消比赛资格；

3. 比赛

准备上场时，参赛选手携带自己的机器人，在志愿者带领下进入比赛区。正式调试开始 5 分钟后未到场的参赛队伍将被视为弃权；

进入比赛区后，每组都有 10 分钟的就位时间。参赛选手完成机器调试工作后，应向裁判员示意。比赛开始计时后，任何人不得干涉无人驾驶小车以及机械臂的运动，违者将取消比赛资格。

比赛时间为 15 分钟，任务物料数量为 40 个。其中问题物料数量为 4 个。比赛开始计时后，原则上任何人不得人为干涉无人小车以及机械臂，违者将取消比赛资格。当一台无人小车跑出巡线区，若该小车会影响比赛正常进行，则由裁判进场拿走故障小车，保证比赛正常进行；否则不得人为干预。当第二台小车跑出巡线区后，不能正常继续完成比赛，则比赛自动结束。

4. 机器人启动

(1) 裁判员确认参赛队伍已准备好以后，将发出“3、2、1，开始”的倒计时启动口令。随着倒计时开始，参赛选手可以用一只手慢慢靠近机器人，听到“开始”命令的最后一个字起，参赛选手可以触碰按钮或者给传感器一个信号去启动机器人。

(2) 在裁判员发出“开始”命令前启动机器人将被视为“误启动”并受到警告或处罚（计一次重启）；

(3) 机器人一旦启动，就只能受机器人自带的程序控制。除重启的情况外，参赛选手不得接触机器人。

(4) 启动后的机器人如因速度过快或程序错误将所携带的物品抛出场地，该物品不得再回到场上；

(5) 当小车跑出巡线区后，不能正常继续完成比赛，比赛则自动结束。

5. 机器人重启

(1) 当小车或者机械臂在正式比赛启动后 2 分钟内出现故障不能正常完成比赛任务时，可向裁判申请唯一的重启机会，并由裁判决定申请是否通过。重启后任务得分归零，重新计时，从头开始比赛。

(2) 每支参赛队伍仅有一次 10 分钟的重启机会，第 2 次重启时比赛自然结束。

6. 比赛路线捷径

地图设置一条捷径运输路径。参赛队伍可根据自身的能力水平决定是否走这条捷径路线。捷径巡线赛道上会有一个半圆柱的人为障碍物，捷径延伸的区域为自由区。无人小车可以在自由区内巡线；也可以在自由区内不巡线。参赛队伍需要对无人小车进行编程，使无人小车可以绕过障碍物，运输物料到指定卸载区。从而实现有策略性的、高效的智能物流。

7. 比赛结束

- (1) 每场比赛的时间为 15 分钟；
- (2) 参赛队伍在完成一些任务后，如不准备继续比赛或完成所有任务后，应向裁判员举手示意，裁判员据此停止计时，作为比赛用时予以记录，结束比赛。否则，等待裁判员的终场哨音；
- (3) 裁判员吹响终场哨音后，参赛选手应立即停止机器人的程序，不得再与场上的机器人或任何物品接触；
- (4) 裁判员填写记分表并告知参赛选手得分情况；
- (5) 参赛选手将场地恢复到启动前状态，并立即将自己的机器人搬回准备区。

8. 竞赛计分

- (1) 每场比赛结束后，按完成任务的情况计算得分。以裁判计算的有效最终得分，并按得分高低进行比赛排名。若得分相同，比赛时间较短者，排名靠前；
- (2) 完成任务的次序不影响单项任务的得分。
- (3) 单场竞赛总得分=搬运得分+卸载得分+停车得分

具体得分说明如下：

装载物料得分	当机械臂每抓取一个物料并成功放置于无人驾驶小车上，获得装载得分 5 分
卸载物料得分	比赛时间结束时，若小车还在运动，裁判将强制停止比赛，计算最终卸载在正确卸载区内物料的数量，每个有效计分物料得 10 分。若卸载到错误的卸载区域或者物料完全不在卸载区则不计分
停车得分	比赛时间内，搬运完物料之后，小车还能自动停止在规定停车区域内，可获得停车得分 30 分

9. 犯规和取消比赛资格

- (1) 未准时到场的参赛队，如果正式调试开始 5 分钟后仍未到场，该队将被取消比赛资格；
- (2) 参赛选手禁止携带手机、平板等通讯设备进入比赛区，违者将直接被取消比赛资格；
- (3) 比赛开始时第 1 次误启动将受到裁判员的警告，机器人回到起始区再次启动，计时重新开始。第 2 次误启动将被取消比赛资格。
- (4) 机器自动运行过程中，参赛队员擅自接触赛台内的机器是违规行为，将直接被取消比赛资格；
- (5) 比赛过程中，参赛队员不得以言语挑衅、暴力威胁、肢体动作等方式干预其他队伍比赛，情节严重者直接被取消比赛资格；
- (6) 参赛选手不服从裁判员的指示，该参赛队伍将被取消比赛资格。
- (7) 参赛选手在未经裁判长允许的情况下，私自与指导教师或家长联系，该参赛队伍将被取消比赛资格。

10. 其他说明

- (1) 比赛使用的设备由参赛队伍自行携带，比赛队伍之间不得相互借用机器。比赛现场出现设备损坏时，参赛队伍可以向组委会申请使用赛事项目组提供的备用机器，但数量有限；
- (2) 未在规定时间内参加比赛的视为弃权；

(3) 比赛现场提供当地标准电源接口，如果参赛队需要任何电压或者频率的转换器，请参赛队自行准备。距离参赛队最近的电源接口可能距离参赛队的指定调试桌有一定的距离，请参赛队自行准备足够长的电源延长线，同时在现场使用延长线时请注意固定和安全；

(4) 本说明是实施裁判工作的依据，在竞赛过程中裁判员有最终裁定权。凡是说明中没有明确的事项由裁判组决定。

3.4. 比赛赛制

竞赛分两轮，每轮比赛开始前现场抽取该轮比赛任务卡，各参赛队根据任务卡现场编程调试并完成竞赛任务。

各组别成绩按两轮成绩之和高低排名，成绩高者排名靠前。若两轮成绩之和相同则按照两轮比赛总用时排名，总用时少者排名靠前。如果总用时也相同则加赛一场，以最终加赛的成绩为准。

4. 其他参赛事项

4.1 由浙江省同一所大学的在校大学生组成的代表队，且每队的成员人数最多为 3 名，并制作一台机器人参加比赛。

4.2 本邀请赛项目的获奖队伍由浙江省大学生机器人竞赛委员会统一颁发获奖证书。

4.3 实际制作的场地及相关设备与本规则公布的相比，几何尺寸难免有一定误差，可能长度不同；可能交叉角度不同；可能图中为直线，实际有些弯曲；场地表面由于拼接，会有小缝隙和不平整；粘贴引导线也会有缝隙和不平整；颜色有偏差；比赛一段时间后，场地有磨损等等。赛场采用日常照明，参赛选手可以标定传感器，但是大赛组委会不保证现场光照绝对不变。随着比赛的进行，现场的照明情况可能发生变化，对这些变化和未知光线的实际影响，参赛选手应自行适应或克服。

4.4 在准备竞赛过程中，如发现问题，竞赛组织委员会将及时修正规则，并通知参赛队伍。本规则未尽事宜由浙江省第五届大学生机器人竞赛组织委员会解释。

浙江省大学生机器人竞赛委员会秘书处

浙江省第五届大学生机器人组委会

2020 年 12 月 9 日