

附件：

第 46 届世界技能大赛天津市选拔赛 移动机器人项目技术文件

一、竞赛技术文件制定标准

机电一体化项目技术文件参照世界技能大赛移动机器人项目技术标准、竞赛规则和竞赛指南制定。

参赛选手需按要求完成以下任务：

1. 移动机器人制作与装配。
2. 移动机器人基础功能测试。
3. 移动机器人手动综合功能测试。
4. 移动机器人自动综合功能测试。
5. 职业素养。

任务一、二、三进行现场编程调试，任务四自动综合功能测试可自带程序调试。选手进入比赛现场前将存储盘（如 U 盘、硬盘）交给裁判长统一封存，选手先进行任务一、二、三程序编程调试，任务一、二、三评分结束后选手可申请取回存储盘进行任务四程序调试，除任务四外，不得使用存储盘，一经发现，取消比赛资格。

二、竞赛技术平台

本次大赛的竞赛平台采用 BNRT-MOB-45 型智能移动机器人，竞赛器材由执委会统一提供。每套设备由上百种零件组成。采用模块化设计，具备通用型接口，可以根据需求组成不同结构形式，能激发学生创新思维，同时能够满足技能竞赛要求，移动机器人设备如图 1 所示。



图 1 BNRT-MOB-45 型移动机器人套件及整车

1. 配置 NI LabVIEW 学生版软件：

编程开发简单：支持用 LabVIEW 或 C/C++对 ARM 进行编程，LabVIEW 中包含大量现成算法函数，同时针对 NI myRIO 上的各种 I/O 接口提供经过优化设计的现成驱动函数，方便快捷调用，甚至比使用数据采集（DAQ）设备还要方便；如果学生需要对 FPGA 进行自定义编程，可采用 LabVIEW 图形化编程方式进行开发。

2. 配置传感器套件：

智能相机 1 套、无线遥控手柄 1 套、超声波测距传感器 2 套、WIFI 增强器模块、X-HUB 模块、图传模块、陀螺仪 1 套、IR 红外传感器 2 套、QTI 传感器 1 套、急停开关 1 套、导线若干。配置带编码器的直流减速电机 4 套，配置 5V 数

字 180° 舵机 3 套， 12V 3000mA 镍氢电池组，带 20 安培保险丝镍氢电池组充电器。

3. 配置 105mm 全向车轮组件 3 套；

4. 支架和结构组件 1 套，机械手爪配件 1 套，配件包含手爪提升机构型材、乙缩醛轴承、铝合金齿轮、6mm 轴毂、铝合金齿轮、D 型钢轴、青铜衬套、钢轴定位环、枢轴轴承、电机轴联轴器、伺服轴联轴器、同步带轮、L 支架、90° 内角支架、齿条和小齿轮、线性滑块包、平垫片、可调角度平板支架、直线导轨和滑块等。

5. 主控制器 1 套，NI myRIO 内嵌 Xilinx Zynq 芯片，如图 2 所示，使学生可以利用双核 ARM Cortex-A9 的实时性能以及 Xilinx FPGA 定制化 I/O，学习从简单嵌入式系统开发到具有一定复杂度的系统设计。直流供电范围为 6V-16V，易于上手使用、编程开发简单，板载资源丰富：共 40 条数字 I/O 线，支持 SPI、PWM 输出、正交编码器输入、UART 和 I2C，以及 8 个单端模拟输入，2 个差分模拟输入，4 个单端模拟输出和 2 个对地参考模拟输出，方便通过编程控制连接各种传感器及外围设备。



图 2 主控制器实物参考图

6. 电机和传感器控制板 2 套，如图 3 所示，包含直流减速电机控制模块、电源模块、舵机模块、传感器模块等；2 路电机驱动输出；3 路舵机驱动输出；3 路数字量传感器输入；3 路模拟量传感器输入；两路编码器输出；单、双电源选择供电；A、B 口全部引出方便扩展使用；双 P34 插针接口等方便控制和连接主控制器。

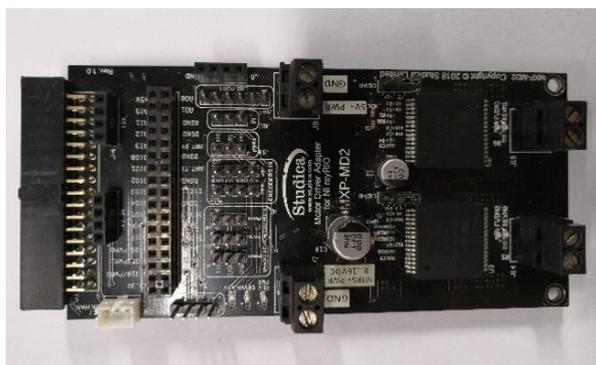
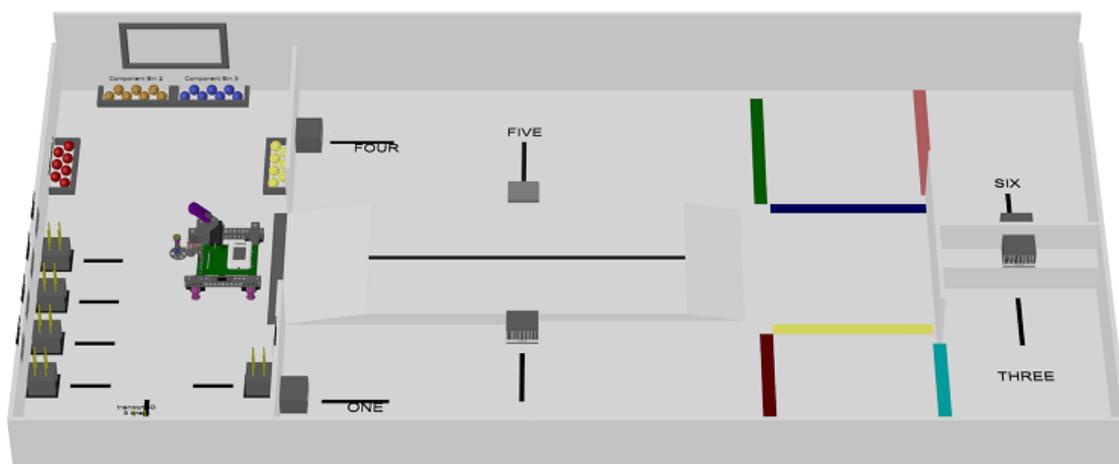


图 3 控制板实物参考图

7. 竞赛场地实物图和尺寸图如图 4 所示。



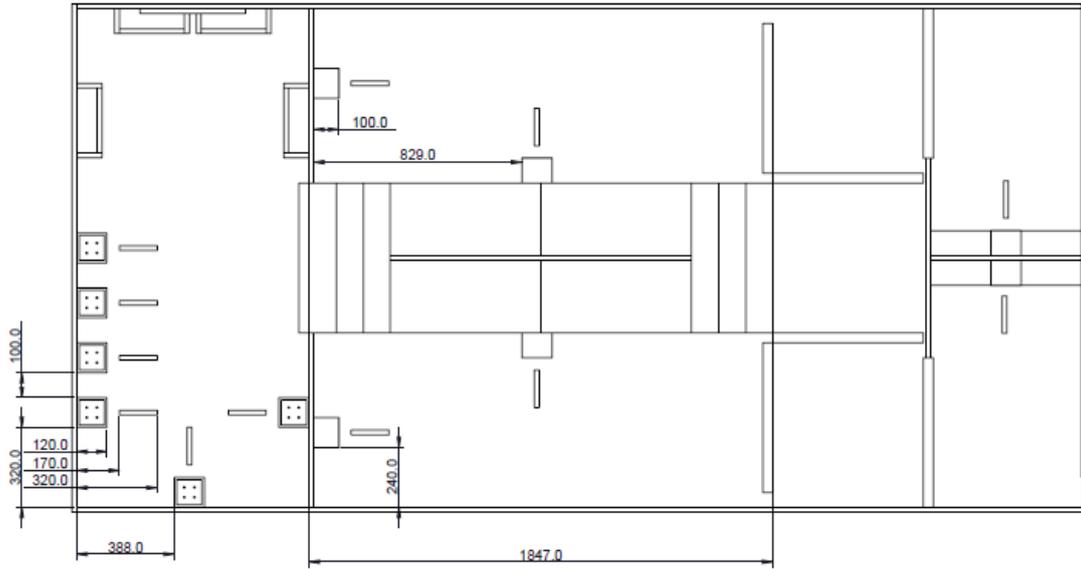


图 4 竞赛场地实物图及尺寸图

三、竞赛任务

表 1 竞赛项目配分表

项目	任务一	任务二	任务三	任务四	职业素养
分值	15	27	24	24	10

表 2 竞赛任务

任务一：移动机器人制作与装配（15分）	
序号	装调任务要求
1	移动平台轮系正确安装，螺钉紧固
2	传感器支架安装与调整
3	手爪舵机的正确装配
4	手爪的安装与调整

5	摄像头舵机的正确装配
6	电气线路的连接
7	网络通信地址设置
任务二：移动机器人基础功能测试（17 题选 10 题，每题只有一次测试机会，27 分）	
序号	在工作台上的机器人性能要求
1	提升电机性能测试 选手用电脑控制机器人升降电机进行上升和下降动作。
2	手爪舵机性能测试 选手用电脑控制手爪张开闭合。
3	直线向前/后退 机器人必须在场地地板上前进/后退 100/90/80/...cm，前后误差±5cm。
4	左右平移 机器人必须在场地地板上向左/向右平移 50cm，距离误差±5cm。
5	旋转 机器人必须在规定的 500mm*500mm 区域内完成 90/180/270° 旋转，误差±15°。
6	QTI 传感器性能测试 将传感器放置在场地上指定区域黑色线条的地方，外接绿色指示灯闪烁，在指定无黑色线条场地上，外接绿色指示灯熄灭。

7	<p>安全灯测试</p> <p>当按下急停之后，外置红色指示灯亮起，当急停按钮弹起时，外置红色指示灯熄灭。</p>
8	<p>距离传感器性能测试</p> <p>一块挡板被放置在超声波/红外测距传感器前，机器人必须做出预定响应，例如后退。</p>
9	<p>摄像头识别蓝色/红色/橙色/黄色高尔夫球</p> <p>将任意高尔夫球放置在摄像头视野内，（由裁判决定放什么球，选手放置）为该颜色的球时外置绿色指示灯点亮，若不为该颜色的球时外置红色指示灯点亮。</p>
10	<p>摄像头识别条形码</p> <p>将指定三个贴有二维码的工作台（413526、362114、422613）分别放置在机器人面前，当无二维码时，指示灯 LED0 点亮，当二维码为 413526 时 LED1 点亮，当二维码为 362114 时 LED2 点亮，当二维码为 422613 时 LED3 点亮。</p>
11	<p>自动控制模式下实现跟踪与避障</p> <p>机器人在自动模式下跟随挡板前进和后退，挡板静止后机器人在距离挡板 30cm 处停止，停止后选手按下急停，进行测量，误差不得超过±5cm。（评分前需和裁判指明停止后距挡板 30cm 处移动机器人上的参照部位。</p>
12	<p>自动控制模式寻找黑线</p> <p>机器人放置在距黑色线条左（右）侧 10cm 外（由裁判决定左右，</p>

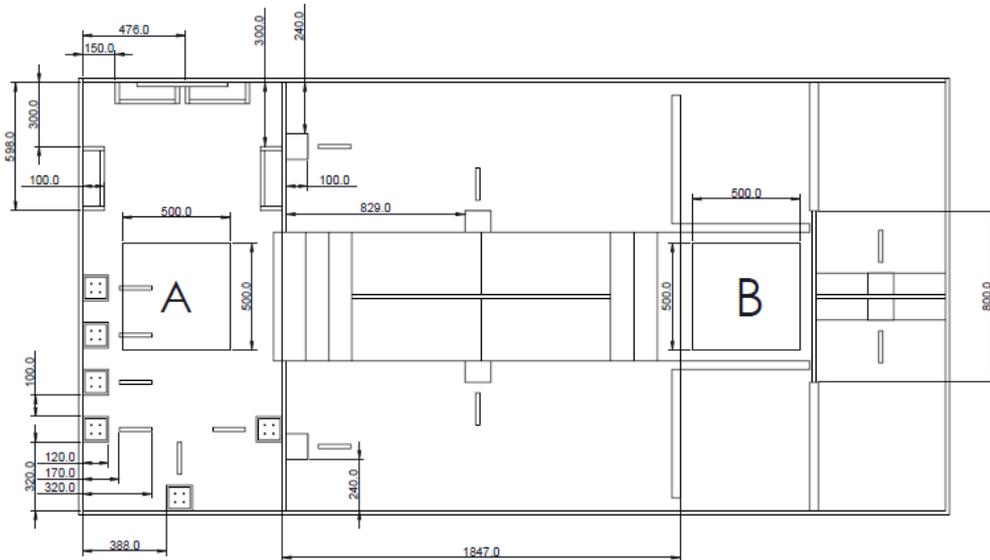
	<p>选手放置)，机器人自动寻线并停止，使 QTI 处于黑色线条正上方，任务完成后绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃或继续等待）。</p>
13	<p>自动控制模式下放球</p> <p>由选手将高尔夫球放置在机器人手爪中，然后将机器人放置在离部件箱>5cm 处，让机器人自动将高尔夫球放入部件箱中，任务完成后使绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败。若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃或继续等待）。</p>
14	<p>自动抓取部件箱并抬起</p> <p>由选手将机器人手爪降低并将部件箱放置在机器人前方（可以为手爪正前方），然后让机器人自动将装载部件的指定部件箱抬起，任务完成后使绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败。若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃或继续等待）。</p>
15	<p>自动控制模式下放置部件箱</p> <p>将装载部件的指定部件箱抬起（部件箱在机器人手爪中）并放到指定的工作台上（工作台在机器人前方>10cm 处），保持装载部件的指定部件箱稳定，任务完成后使绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败。若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃</p>

或继续等待)。

机器人路径测试

机器人被放置在距斜坡正前方 200mm 处的一个 500mm*500mm 的 A 区域内，机器人能够顺利到达另一侧的一个 500mm*500mm 的 B 区域内，任务完成后使绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败。若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃或继续等待）。

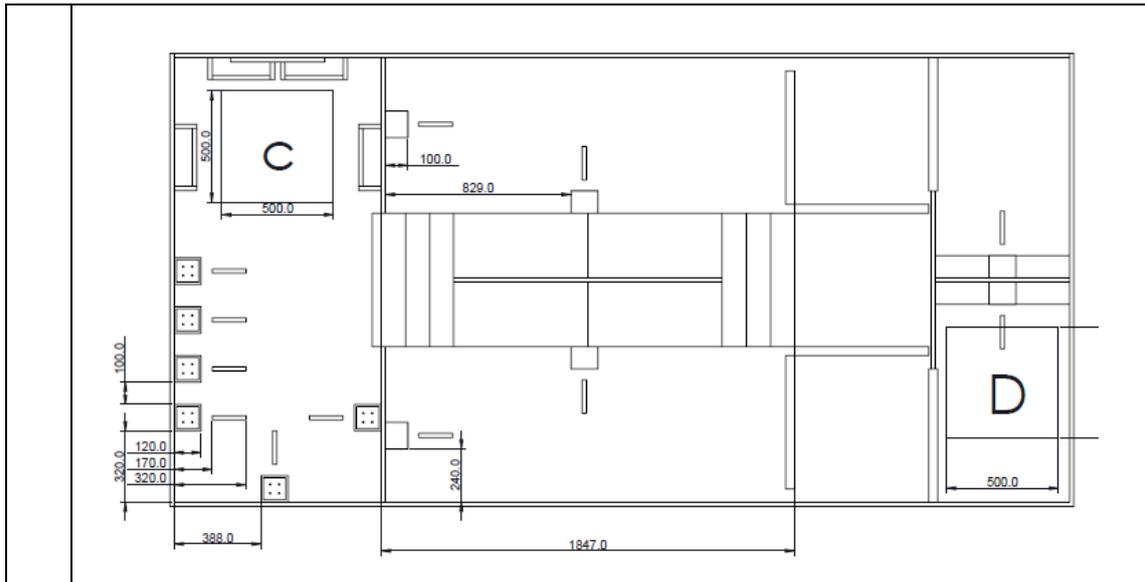
16



机器人路径测试

自动模式下,机器人从起始位置在抓球区背对两个球槽 C 区域内。机器人不允许出现碰撞到达指定的工作站面前的 500mm*500mm 方框 D 区域内，任务完成后使绿色指示灯点亮（绿色指示灯点亮后代表程序展示结束，若机器人还处于运动状态则视为失败。若绿色指示灯未点亮则代表任务未完成，选手可以选择放弃或继续等待）。

17



任务三：移动机器人手动综合功能测试（24）

序号

评分项目

1

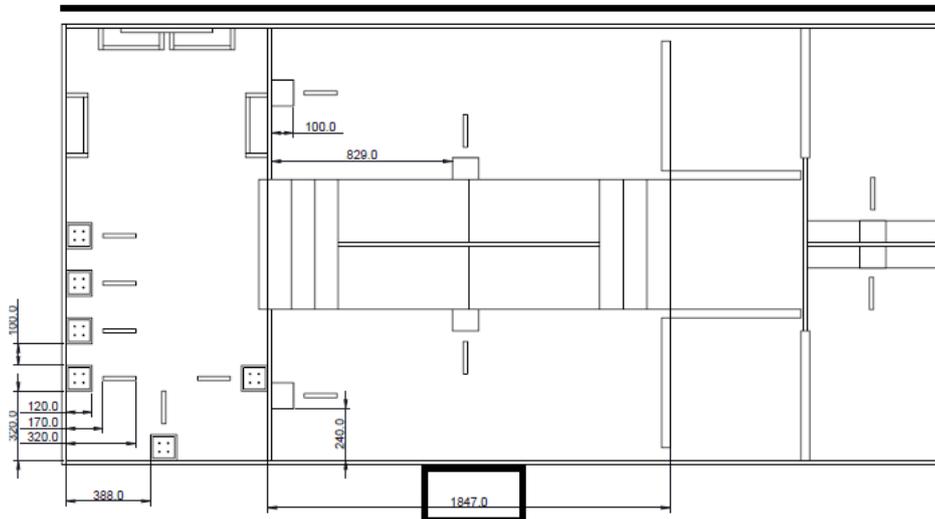
第一视角遥控综合功能测试（建议参赛选手使用独立显示器，用于显示独立摄像头采集的图像，独立显示器的通道设置为推荐的独立通道（参考资料里有说明），如果该通道有问题可向裁判申请更换通道，避免参赛选手使用时出现信号相互干扰、图像模糊卡顿现象的发生）。

两名参赛选手必须背对着场地，可选择通过观看电脑屏幕或独立显示器上显示的图像信息进行任务测试。评分开始后两名选手皆不允许回头观看场地（允许交流），若经发现作扣分处理。评分过程中由任何原因导致机器人无法控制由参赛选手自己承担。（遥控开始后，选手不得触碰机器人，一旦触碰机器人即视为该项测试结束）。

第三视角遥控控制方式：

两名选手面对赛场，操控者站在指定的位置（面对场地，指定贴标识区域），另一名观察员在规定的区域内活动，相互配合操控移动机器人进行任务测试。（遥控开始后，选手不得触碰机器人，一旦触碰机器人即视为该项测试结束）

评分前选手自行选择使用第一视角或第三视角进行操作，需提前向裁判说明，只有一次操作机会，第三视角操作手站在方框的位置，观察手沿黑线进行移动，移动位置参考图如下。



任务流程如下：

机器人必须管理的“组件”（高尔夫球）的数量在三个评估测试项目中是不同的，工作站任务是在三个评估测试项目中由裁判长随机抽取的。

1. 完成工作站 1 任务

将工作站 1 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 1 上。

2. 完成工作站 2 任务

将工作站 2 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 2 上。

3. 完成工作站 3 任务

将工作站 3 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 3 上。

4. 完成工作站 4 任务

将工作站 4 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 4 上。

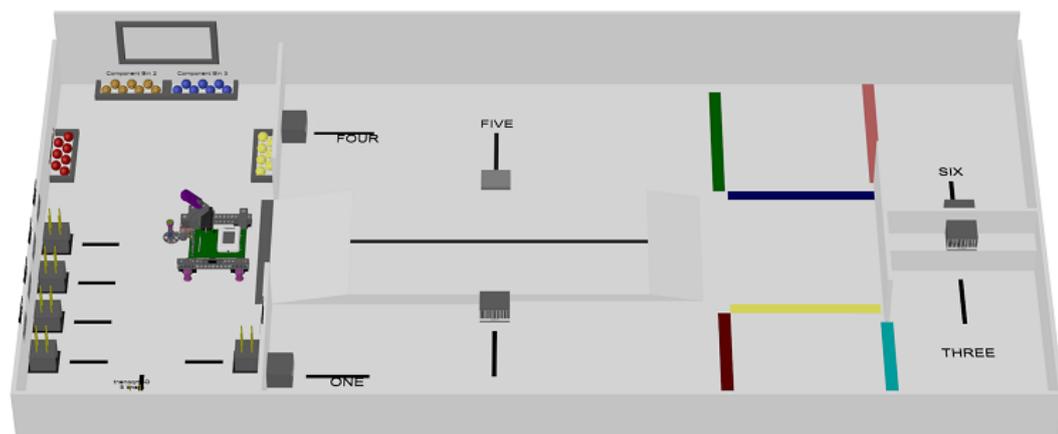
5. 完成工作站 5 任务

将工作站 5 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 5 上。

6. 完成工作站 6 任务

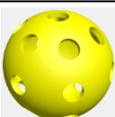
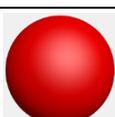
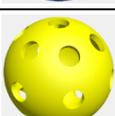
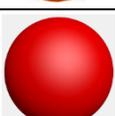
将工作站 6 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 6 上。

机器人起始位置示意图：



机器人起始位置示意图

条形码和高尔夫球对应关系如图 2 所示：

竞赛任务			
 431662			
 422613			
 413526			
 362514			
 362114			
 355241			

条形码和高尔夫球对应图

任务四：移动机器人自动综合功能测试（24 分）

序号

评分项目

1

移动机器人从指定的起始位置出发，自动完成目标球的运送任务。参照条形码图案和高尔夫球对应表如下图所示，一个条形码图案对应一个或多个同色或不同色系高尔夫球，在评估测试项目过程中，参赛者的机器人和电脑之间不允许有任何互动。测试项目是通过选手的电脑按下 Enter 键或机器人上指定的按钮开始的。一旦测试项目执行开始，选手不允许触碰电脑和机器人。（参照条形码和高尔夫球对应表，自动运行开始后，选手不得触碰机

机器人，一旦触碰机器人即视为该项测试结束。每个队有两次展示机会，最终得分取两次得分的最高分）任务流程如下：

机器人必须管理的“组件”（高尔夫球）的数量在三个评估测试项目中是不同的，工作站任务是在三个评估测试项目中由裁判员随机抽取的。如下图所示：

1. 完成工作站 1 任务

将工作站 1 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 1 上。

2. 完成工作站 2 任务

将工作站 2 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 2 上。

3. 完成工作站 3 任务

将工作站 3 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 3 上。

4. 完成工作站 4 任务

将工作站 4 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 4 上。

5. 完成工作站 5 任务

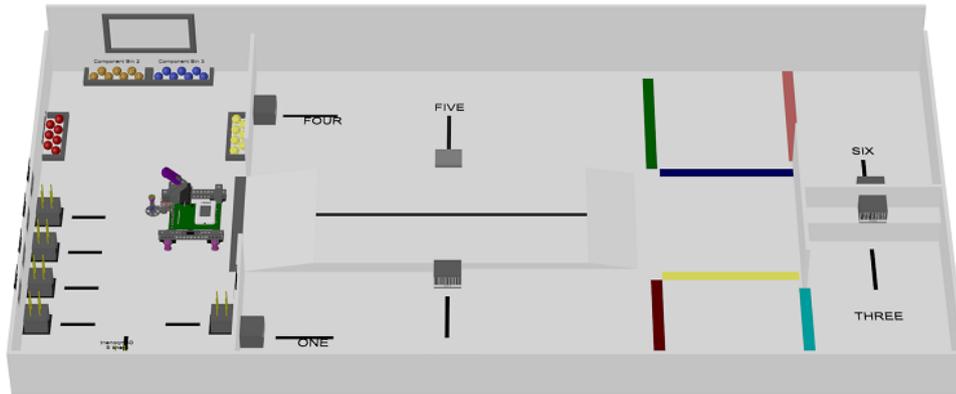
将工作站 5 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件载体架上，并将组件载体架上放至工作站 5 上。

6. 完成工作站 6 任务

将工作站 6 任务指定的“组件”（高尔夫球）放入指定组件

载体架上，并将组件载体架上放至工作站 6 上。

机器人起始位置示意图：



机器人起始位置示意图

条形码和高尔夫球对应关系如图 2 所示：

竞赛任务			
 431662			
 422613			
 413526			
 362514			
 362114			
 355241			

条形码和高尔夫球对应图

任务五：职业素养（满分 10 分）

序	评分项目
---	------

号	
1	公平竞争，遵守赛场纪律
2	操作规范，无事故
3	着装规范整洁，爱护设备，保持竞赛环境清洁有序
4	团队分工合理，冷静、高效，一丝不苟
5	工具的使用符合工业安全