

WER 能力挑战赛

---“智能仓储”竞赛规则

1 简介

为响应国家十三五期间大力发展人工智能产业计划，推动我国从“制造”大国到“智造”强国的转型，机器人工程实践创新赛是以实际工程为背景，提出工程实际问题，通过模拟设计工业应用中人工智能解决方案，旨在提高学生的分析工程问题能力，工程实践能力，以及创新创造能力，培养新一代理论结合实践的新型高技术人才。

2 竞赛主题

本届比赛以“智能仓储”为主题，包含智能立体仓库，自动化流水线及 AGV 小车工程实例，运用生产自动化、机电一体化，智能控制等技术，实现自动化搬运、装配、仓储等智能控制设备的模型搭建、编程调试。

3 比赛形式

比赛形式分为现场任务赛和工程日志评比两部分组成，现场任务赛占总分 **70%**，工程日志占总分 **30%**。

现场任务赛是在预先搭建好的比赛场地图上进行。比赛场地图上包含材料货架，物块货架，挂件货架及基地等区域，各个区域之间通过黑色线条连接用来辅助机器人巡线、定位。机器人从基地出发，需要分别通过两座桥到达目标区域，并将材料货架上的物块搬运至物块货架上，将挂件搬运至挂件货架上。在规定时间内，以完成任务的具体情况评分。

工程日志是记录各参赛队在比赛前期准备阶段相关的各项工作活动，作为比赛评分项目

之一，体现参赛队准备比赛的真实性，记录各参赛队员的付出和成长。同时，工程日志是帮助学生不断反思学习工作的载体之一，帮助学生在工作中养成总结反思的习惯。记录团队各个阶段的工作情况，包含如机械结构设计讨论过程，实验调试过程，数据分析对比，设计方案的原始资料，程序逻辑算法及原理等等。

4 现场任务赛

4.1 竞赛场地及器材

场地是由 240cmx360cm 喷绘布制作如图 1 所示，赛前准备好的场地如图 2 所示。

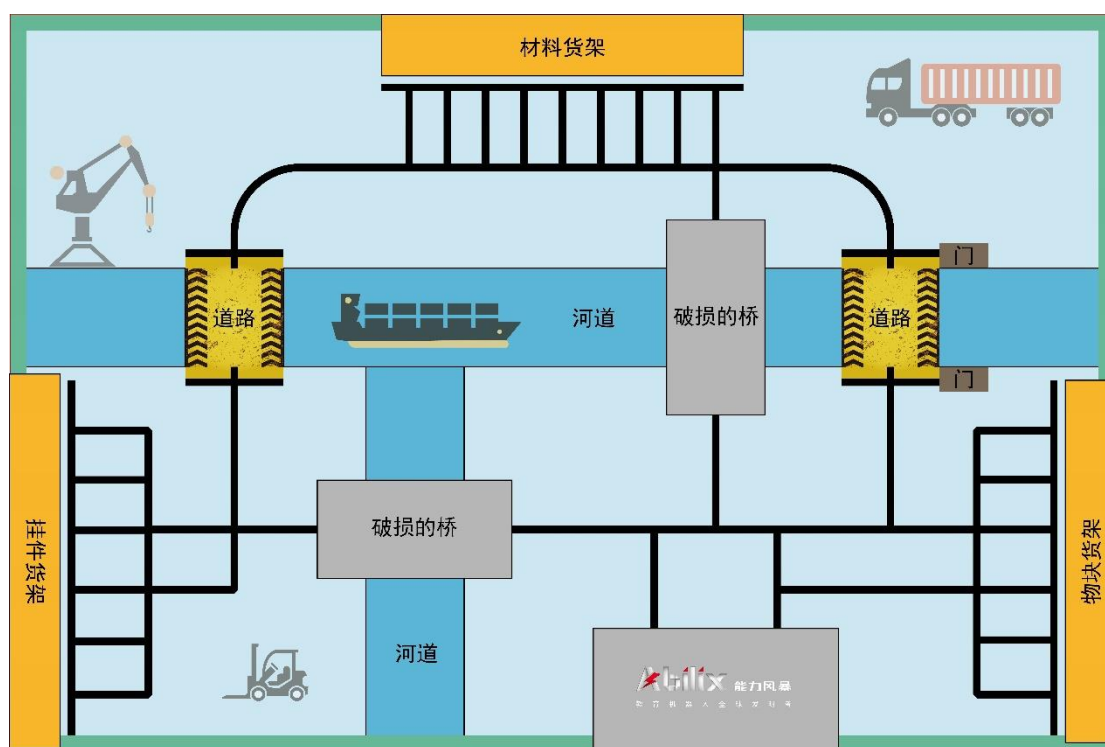


图 1 竞赛场地平面图

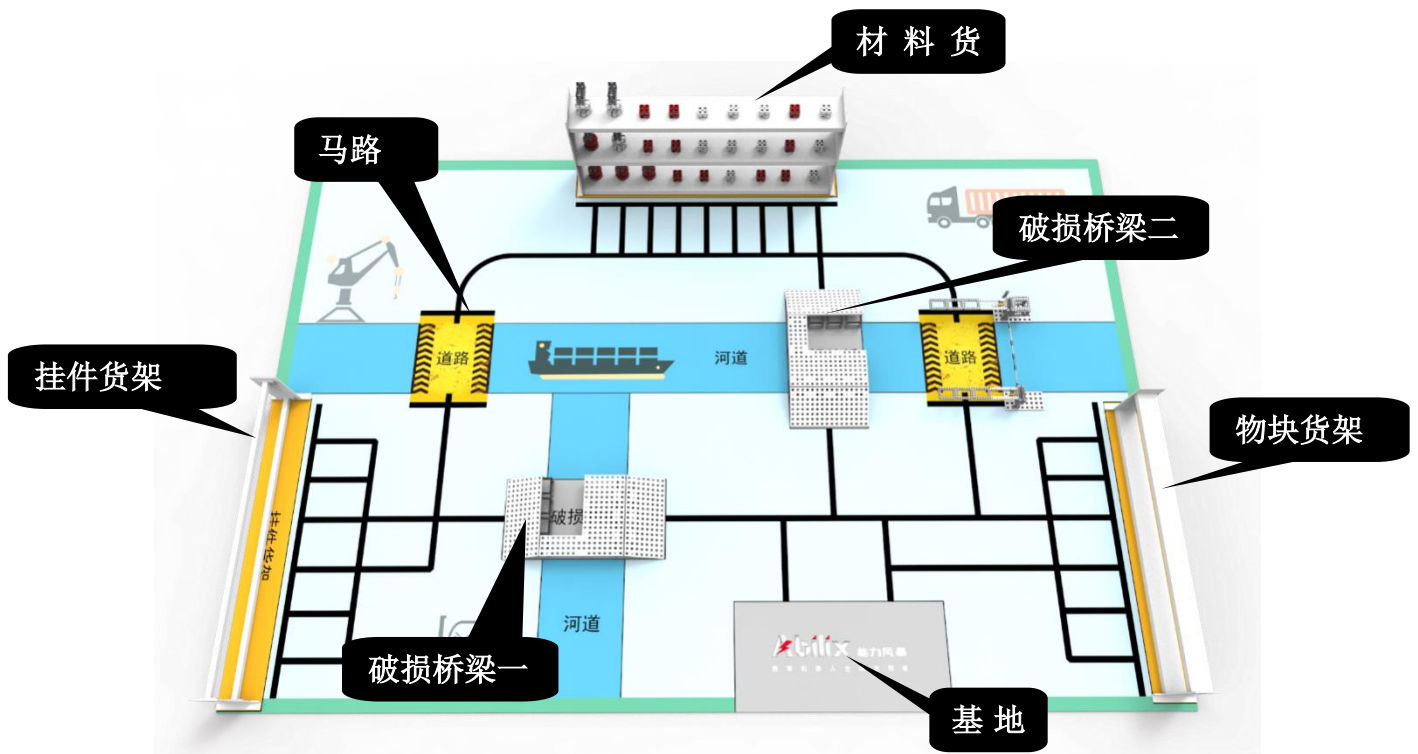


图 2 任务模型摆放实物图

各个场地区域说明如下：

A.基地：80cm×40cm 的长方形区域，是机器人的启动、改装的区域，比赛过程中小车必须从该区域启动出发。

B.材料货架：118cm×17.5cm 的长方形区域，区域内放置材料货架，挂件和物块陈列在货架上，有红白两色。

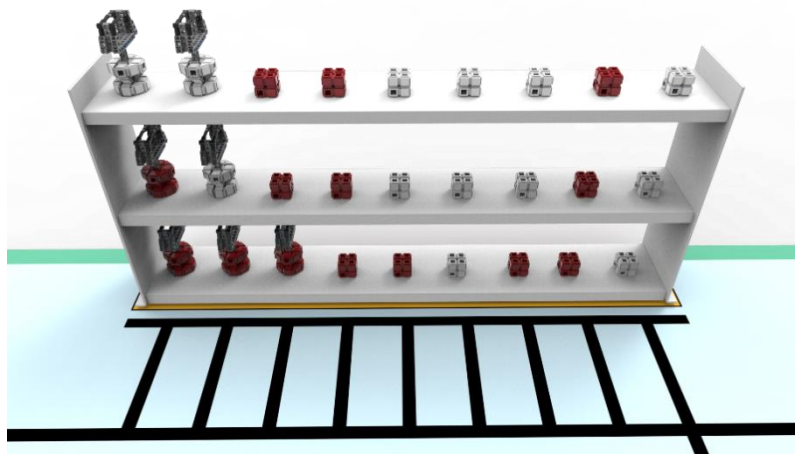


图 3 材料货架

C.物块货架：118cm×16cm 的长方形区域，区域内放置物块货架，需将物块放置在货架上。



图 4 物块货架

D.挂件货架: 118cm×16cm 的长方形区域，区域内放置挂件货架，需将挂件悬挂在货架上。



图 5 挂件货架

E.报废桥梁: 73.5cm×32cm 的长方形区域，区域内放置由平板搭建的桥，桥是破损的，机器人可将桥修补，如图 6 所示。

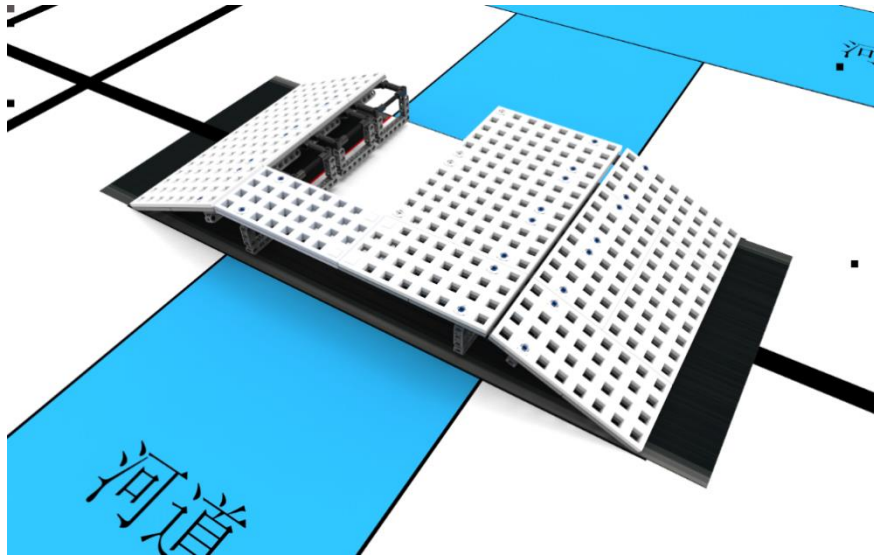


图 6 报废桥梁

F. 河道：地图蓝色区域为河道，机器人不可穿越或者行驶在河道上。

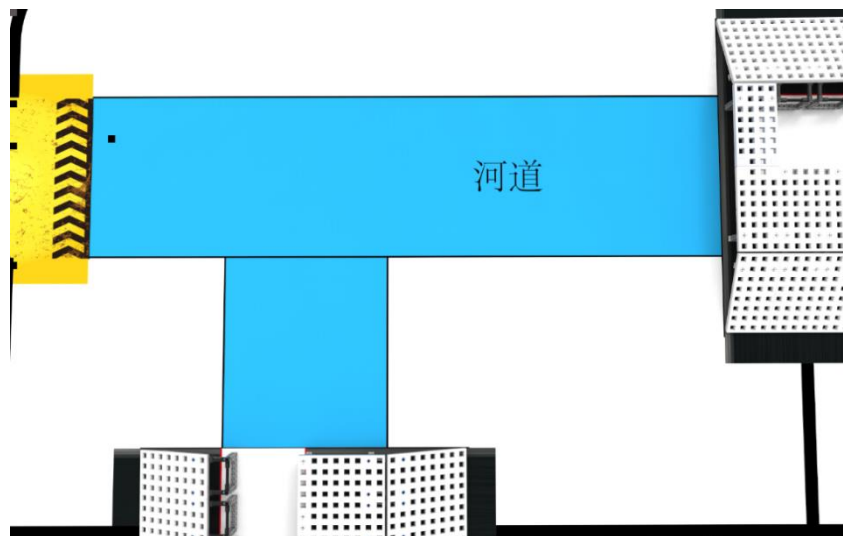


图 7 河道

G. 马路：机器人可沿着马路安全地通过河道。

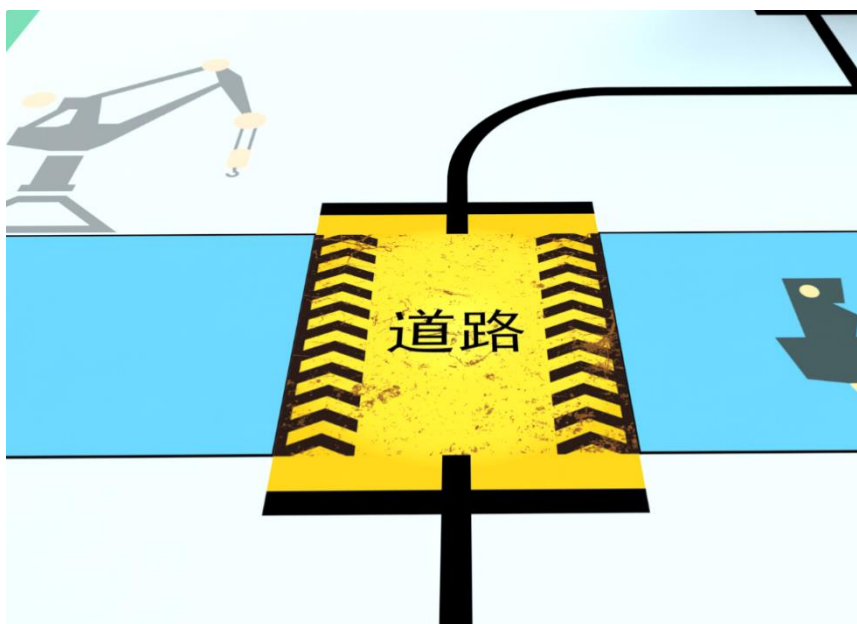


图 8 马路

4.2 赛场环境

机器人比赛场地环境为冷光源、低照度、无磁场干扰。但由于一般赛场环境的不确定因素较多，例如场地表面可能有纹路和不平整，光照条件有变化等等。参赛队在设计机器人时应考虑各种应对措施。

4.3 出发

4.3.1 机器人必须从基地出发。

4.3.2 出发前机器人的正投影必须完全在基地内。

4.4 修补桥梁

4.4.1 场地上有 2 座报废的桥，参赛选手可搭建桥面结构并通过机器人将桥面修补。桥面需贴上图纸。（说明：套装里有提供一张贴纸（地图），大小为所缺桥梁的尺寸；参赛选手可以贴在修补的板子上，把桥梁补齐）

4.4.2 修补面积需大于破损面积的一半（说明：破损面积一半的尺寸参考两个六号板的面积），每座可得 30 分，破损面积如下图 9 红色框所示。

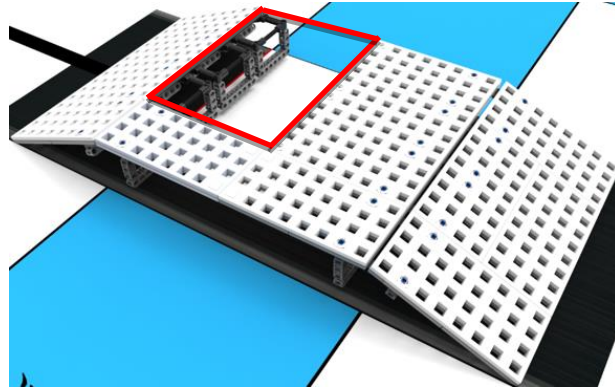


图 9 破损面积示意图

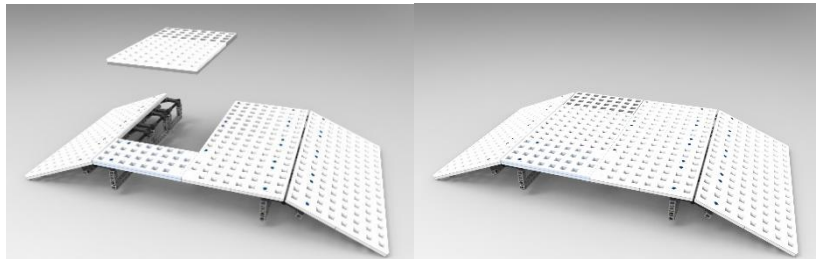


图 10 修补示意图

4.5 开启安全门

4.5.1 任务模型初始状态如图 11，机器人通过转动转柄，使安全门完全打开，即摇臂的旋转角度大于等于 90° 并保持到最终状态。

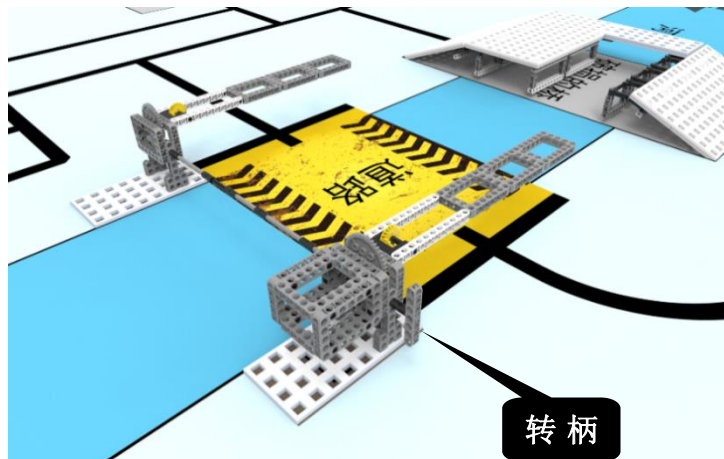


图 11 初始状态示意图

4.6 获取材料

4.6.1 材料分为物块和挂件，放置在材料货架上，如图 12 所示。

4.6.2 材料货架放置有 7 个挂件和 20 个物块，挂件有 3 个是白色的，有 4 个是红色的；物块有 10 个白色小物块和 10 个红色小物块，所有材料摆放方式是固定的，如下图所示，红框内的位置只能放置挂件，蓝框内的位置只能放置物块，但材料的摆放位置（颜色）是随机

的（说明：挂件、物块摆放时中心对准地图黑色线，颜色随机）。摆放位置在比赛调试前公布。物块货架与挂件货架的位置固定。

4.6.3 材料的中心线和黑线中心共线，现场放置允许一定的误差，赛前各参赛队可根据各自需求进行微调，误差范围 $\pm 3\text{mm}$ ，具体标准以现场公布为准。

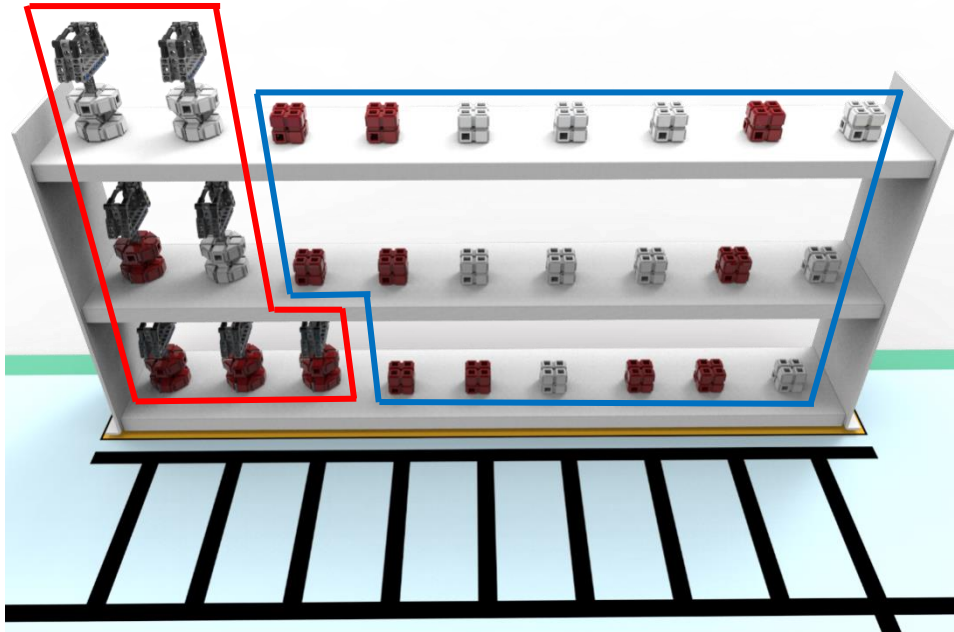


图 12 材料放置方式

4.7 放置材料-物块货架

4.7.1 机器人将物块搬运至物块货架上，可将同色小物块进行堆叠且保持到比赛结束，每个物块组中一层物块可得 5 分，二层物块可得 10 分，三层物块可得 15 分。

4.7.2 每层架子最多放置 5 个物块组，单个物块也算作物块组。加分摆放方式如下图 13 和图 14 所示。

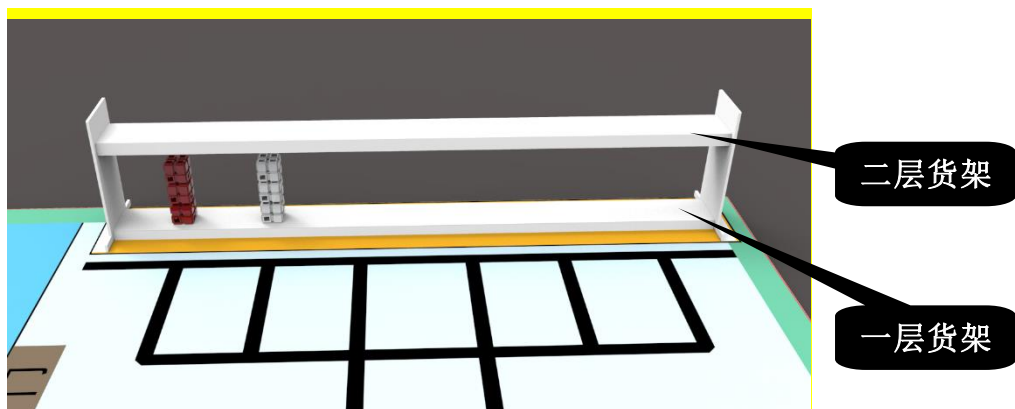


图 13 物块放置示意图

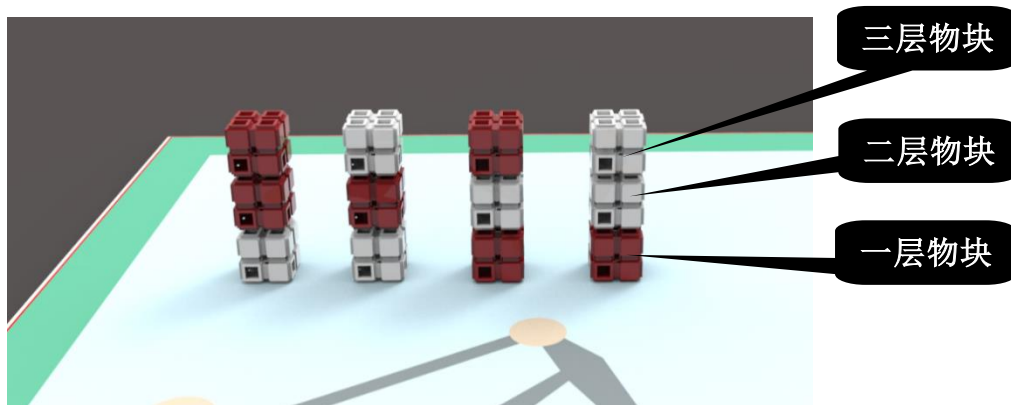


图 14 只有一层物块得分的摆放方式

4.8 放置材料-挂件货架

机器人将挂件搬运至挂件货架上且保持到比赛结束后不掉落，相邻两个挂件颜色必须不同，每个可得 20 分。从货架两端开始计分，直到相邻两个挂件颜色相同为止，最终得分取最高分数（说明：从其中一侧数过来分数最高的，即最高分数）。如下图 15 所示。

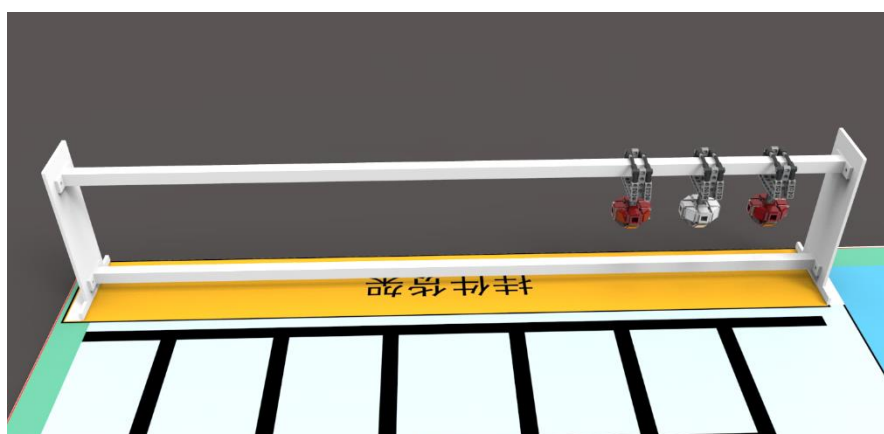


图 15 挂件放置示意图

4.9 跨越河道

4.9.1 机器人可通过桥或者马路跨越河道。

4.9.2 单座桥只能给单个机器人专用，不可互换使用。例如机器人一选择通过桥梁一，则这个机器人将不允许通过桥梁二且机器人二也不允许通过桥梁一。

4.9.3 若机器人轮胎(驱动轮或前置万向轮)与河道接触，则算作重启。重启说明可参考 8.4。

5 机器人要求

本节提供设计和构建机器人的原则和要求。参赛前，所有机器人必须通过检查。为保证

比赛的公平，裁判会在比赛期间随机检查机器人。对不符合要求的机器人，需要按照本规则要求修改，如果机器人仍然不符合要求，将被取消参赛资格。

5.1 每支参赛队最多只能搭建两台机器人，用于材料的搬运。

5.2 每次从基地出发前，机器人的垂直投影不可超出基地（80cm*40cm），高度不得高于80cm；离开基地后，机器人的机构可以自行伸展。

5.3 每台机器人必须自带独立电池，不得连接外部电源，电池电压不得高于9V，不得使用升压、降压、稳压等电路。

5.4 机器人必须使用塑料材质的拼插式结构，仅允许使用电工胶带或绕线管且仅可作为安装束线的辅助连接材料，除此之外的辅助连接材料禁止使用，但可以使用橡皮筋等作为运动机构的部件。

5.5 机器人必须自主运行，不允许对机器人遥控、手动控制或传送数据给机器人（传感器、无线连接、有线连接）。

5.6 禁止机器人以任何方式破坏场地模型。

5.7 主控器控制器：3个，采用U盘方式下载，可同时存储30条以上程序；通过左右按键在程序界面选择不同的程序并运行；界面语种可选择性切换，支持中文、英文两个语种；内置电源电压测量模块、音量测量模块和蜂鸣器；提供12路I/O口RJ11传感器接口（数字/模拟复用），支持AI、DI、DO、RS485和计数功能；提供4路RJ11电机口，包含点阵液晶屏，带背光，可以显示图形和字符；4个按键，通过界面操作可直接在控制器上读取各端口返回值、控制各端口执行器动作，可以设置EEPROM中的数值，还可以设置控制器自身的声音和液晶屏背光板的开关。开发软件支持标准流程图编程和标准C语言编程。流程图模块包含所有端口功能，支持子程序功能，0代码操作即可完成编程，同时流程图中支持嵌入C代码程序段。流程图可自动生成C语言，C语言支持指针、数组、结构体等复杂应用。库函数全开放。

5.8 配件数量及尺寸要求：

1，结构件：设计比例基于标准的10毫米积木，拼插式搭建方式，无螺丝搭建设计。组件数量1606个，组件种类152种。主要元器件包含六面搭建立方体若干、3种点结构、6种面结构、7种线结构、6种轴、2种轴承等。含有160MM、240MM、320MM、400MM、480MM、560MM金属梁；各种类型结构部件还以颜色区分，全套产品颜色多于5种。

2，传动件：19种齿轮齿条163个，包含：六面搭建立方体的5：1减速齿轮箱、1：1转向齿轮箱、1：1带轴转向齿轮箱、丝杠、丝杠（80mm）、52mm转盘齿底盘、52mm转盘齿底盘盖、8mm直齿、12mm锥直齿轮、16mm直齿轮、12mm半高锥齿轮、36mm锥直齿轮、20mm锥直齿轮、24mm直齿、40mm直齿轮、20mm半高锥齿轮、蜗杆、齿条-1，齿条-2。

3，传感器：磁敏开关（可以检测到磁铁等带磁场的物体，测量范围：0-10mm，靠近时显示4095，断开时为0）10个；触碰开关（按下后显示4095，松开后显示0，按键所需压力为3N）4个；光敏传感器（可以感应当前环境光的亮度，显示范围0-4095）6个；旋转计数器（1-2线/周）3个；温度传感器（可以检测当前环境的温度，温度显示范围0-4095）1个；地面灰度传感器（自发射调制光线，抗环境光干扰）12个。

4，执行器：闭环小电机12套；红灯2个、绿灯2个、黄灯2个、蓝灯1个、白灯1个（LED

灯，通电后发光，断电后熄灭）；电磁铁 2 个。舵机 3 套；总线式机器人专用舵机，多个电机之间串联数字式通讯；带温度、位置、速度、加速度、扭矩、电流等反馈功能，支持上位机软件实时读取；带过流、过温保护功能；支持 360° 无限旋转，可作为普通直流电机使用。

5, 能源：锂电池：8.4V 1500MAH，自带保护电路；适配器：8.4V 1A。

6 参赛队

6.1 每支参赛队应由**2-3**名学生和**1**名教练员（教师或学生）组成。学生必须是截止到**2020**年**6**月仍然在校的学生。

6.2 参赛队员应以积极的心态面对和自主地处理在比赛中遇到的所有问题，自尊、自重，友善地对待和尊重队友、对手、志愿者、裁判员和所有为比赛付出辛劳的人，努力把自己培养成为有健全人格和健康心理的人。

7 赛制

7.1 比赛共进行 **2** 轮，不分初赛、复赛。每场比赛时间为 **300** 秒。每轮均记分。

7.2 所有场次的比赛结束后，以每支参赛队各场得分之和作为该队的总成绩，按总成绩对参赛队排名。

7.3 竞赛组委会有可能根据参赛报名和场馆的实际情况变更赛制。

8 比赛过程

8.1 搭建机器人与编程

8.1.1 搭建机器人与编程只能在准备区进行，测试程序可去参赛区。

8.1.2 参赛队的学生队员检录后方可进入准备区。裁判员对参赛队携带的器材进行检查，所有器材必须是组委会规定的器材，可以携带已搭建的机器人进入准备区。队员不得携带**U**盘、光盘、无线路由器、手机、相机等存储和通信器材。

8.1.3 参赛队应自带便携计算机并可携带维修件。参赛选手在准备区不得上网和下载任何程序，不得使用相机等设备拍摄比赛场地，不得以任何方式与指导老师及其他非参赛队员联系。

8.1.4 赛前有 **3** 小时的准备时间，用于参赛队根据现场环境修改机器人的结构和编写程序。

8.1.5 赛场为日常照明，参赛队员可以标定传感器，但是大赛组织方不保证现场光线绝对不变。随着比赛的进行，现场的阳光可能会有变化。现场可能会有照相机或摄像机的闪光灯、补光灯或者其他赛项的未知光线影响，请参赛队员自行解决。

8.1.6 参赛队员必须有秩序地进行调试及准备，并且不得通过任何方式接受教练的干预。不遵守秩序的参赛队可能受到警告或被取消参赛资格。准备时间结束前，各参赛队应把机器人排列在准备区的指定位置，封场。

8.2 赛前准备

8.2.1 准备上场时，队员领取自己的机器人，在引导员带领下进入比赛区。在规定时间内未到场的参赛队将被视为弃权。

8.2.2 上场的3名学生队员，站立在基地附近。

8.2.3 队员将自己的机器人放入基地。机器人的任何部分及其在地面的投影不能超出基地。

8.2.4 到场的参赛队员应抓紧时间（不超过5分钟）做好启动前的准备工作。完成准备工作后，队员应向裁判员示意。

8.3 启动

8.3.1 裁判员确认参赛队已准备好后，将发出“3、2、1，开始”的倒计时启动口令。随着倒计时开始，队员可以用一只手慢慢靠近机器人，听到“开始”命令的第一个字，队员可以触碰按钮或者给传感器一个信号去启动机器人。

8.3.2 在“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。

8.3.3 机器人一旦启动，就只能受机器人自带的程序控制。队员一般不得接触机器人（重启的情况除外）。

8.3.4 启动后偶然脱落的机器人零部件，由裁判员随时清出场地。

8.4 重启

8.4.1 机器人在运行中如果出现故障或未完成某项任务，参赛队员可以自行将机器人拿回对应基地重启，并记录一次“重启”，重启前机器人已完成的任务得分有效，但机器人当时携带的得分模型失效并由裁判代为保管至本轮比赛结束。

8.4.2 机器人自主运行奖励：在整个比赛过程中，机器人自主运行至基地外，即所有驱动轮与场地的接触点在基地外的情况下才可获得自主运行奖励分：0次重启，奖励40分；1次重启，奖励30分；2次重启，奖励20分；3次重启，奖励10分；4次及以上重启，不予奖励。

8.4.3 每场比赛机器人的重启次数不限，但加分奖励依照8.4.2执行。

8.4.4 重启期间计时不停止，也不重新开始计时。

8.4.5 机器人自主返回基地

8.4.5.1 机器人可以多次自主往返基地，不算重启。

8.4.5.2 机器人自主返回基地的标准是机器人的任一驱动轮与场地的接触点在基地内，否则算重启。

8.4.5.3 机器人自主返回基地后，参赛队员可以对机器人的结构做修改或进行维修。

8.5 比赛结束

8.5.1 每场比赛时间为**300**秒钟。

8.5.2 参赛队在完成一些任务后，如不准备继续比赛或完成所有任务后，应向裁判员示意，裁判员据此停止计时，作为单轮用时，结束比赛；否则，等待裁判员的终场哨音。

8.5.3 裁判员吹响终场哨音后，参赛队员除应立即关断控制器的电源外，不得与场上的机器人或任何物品接触。

8.5.4 裁判员填写记分表并告知参赛队员。

8.5.5 参赛队员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。

9 犯规和取消比赛资格

9.1 未准时到场的参赛队，每迟到**1**分钟则判罚该队**5**分。如果**2**分钟后仍未到场，该队将被取消比赛资格。

9.2 第**1**次误启动将受到裁判员的警告，机器人回到待命区再次启动，计时重新开始。第**2**次误启动将被取消比赛资格。

9.3 为了策略的需要而分离部件是犯规行为,视情节严重的程度可能会被取消比赛资格。

9.4 如果任务模型损坏由参赛队员或机器人造成的，不管有意还是无意，将警告一次。该场该任务不得分，即使该任务已完成。

9.5 比赛中，不允许在基地以外接触任务模型；不允许在基地外接触机器人；否则将按“重启”处理。

9.6 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

9.7 参赛队员在未经裁判长允许的情况下私自与教练员及非参赛队员联系，将被取消比赛资格。

10 工程日志

10.1 有效页数

10.1.1 有效页数不得低于**20**页

10.1.2 图片不能超过每页的**50%**

10.2 格式

字体宋体，字号小四号，页面设置为普通（左右边距 2.54 厘米，上下边距 3.18 厘米，行距单倍），工程日志页眉需注明记录日期。比赛前各队将工程日志以电子版 PDF 格式提交。

10.3 内容要求

10.3.1 尽量详细记录学生参加机器人比赛的各项活动（包括软硬件）。

10.3.1 日志内容不得抄袭互联网内容，必须写出自己的学习研究过程，及心得体会。

10.3.1 日志应包括具体工作内容，设计原理图纸，相关设计讨论过程，方案改进过程，改动原因，改进方法和结果，以及相关的测试数据。

10.3.1 参赛队员需自主编写比赛程序，并能够清楚解释程序的用途和原理。

10.4 评分项目

10.4.1 有效页数 10%。

10.4.2 是否符合格式要求 10%。

10.4.3 内容完整性 15%。

10.4.4 学习总结，工作总结，问题总结，后期计划，创新性 65%。

11 排名

参赛队的最终得分为2轮场地任务赛得分和工程日志得分总和，每个组别按总成绩排名，最终得分越高的排名越靠前。如果出现局部并列的排名，按如下顺序决定先后：

<1> 2轮用时总和越少的排名在前；

<2> 重启的次数越少的排名在前；

<3> 机器人重量小的队在前，或由裁判确定。

附录

计分表

参赛队：_____

组别：_____

轮次：_____

事项	分值	数量	得分
修补桥梁	机器人将桥面修补的面积大于破损面积的一半	30	
开启安全门	机器人将安全门完全打开	10	
放置物块	物块组一层物块	5	
	物块组二层物块	10	
	物块组三层物块	15	
放置挂件	机器人将挂件从材料货架搬运至挂件货架且符合得分标准	20	
自主运行奖励	40-（重启次数）*10，且大等于0		
总分			
单轮用时	_____min_____s_____ms		

关于取消比赛资格记录：

裁判员：_____ 记分员：_____

参赛队员：_____

裁判长：_____ 数据录入：_____