

月球基地建造计划主题赛赛项规则

一、比赛背景

随着嫦娥五号月球无人采样任务的顺利完成，中国探月工程“绕、落、回”三步走收官之战取得圆满胜利。探月工程成为继人造地球卫星上天、载人航天飞行之后，中国航天事业的又一个里程碑。嫦娥五号“太空邮差”能够和地面保持联系“不断线”，并且根据地面指令完成任务和传输数据，是依靠测控数传（含天线）和工程图像与测量等一系列通信领域技术实现的。此次任务顺利地完成也为载人登月与月球科研基地建设创造了极为有利的条件。

比赛以未来中国建设月球基地为虚拟背景。中国自主搭建空天通信网络，依托此网络通过自主开发的数传、图像与测量、遥感等技术在基地物资运输，以及宇航员在基地中工作、生活等场景中进行实际应用。比赛希望带动更多青少年讲科学、学科学、爱科学、用科学，教育引导青少年求真理、悟道理、明事理，促进通信、航天等科学的普及，提升青少年创新思维和综合实践能力，激发青少年对通信工程和相关领域的兴趣和热情。

二、比赛主题

比赛采用虚实结合的方式进行，分为虚拟竞技、实物竞技两个环节。实物环节采用实物机器人进行竞技，通过通信领域中图像与测量、测控数传等技术的应用（编写程序使其自动运行），准确地识别和拾取场地内的登月物资，并按照指令将物资运送到指定位置。完成任务可获得启动许可二维码，在进入虚拟场景中，通过数传技术将许可信息自动传回“控制中心”进行数据比对，比对成功后激活对应任务。虚拟环节利用人工智能三维仿真软件，

通过数传、图像识别与测量、遥感等技术操控软件中的机器人，在虚拟场景中完成获取资源、模拟月球基地中关键任务的操作流程。选拔赛任务与国赛任务相同，队伍需在规定时间内完成虚拟竞技与实物竞技任务。

三、参与条件及分组办法

(一) 参赛要求

1. 参赛年龄

2023年7月前，在校小学、初中、高中、中专、职高学生均可参与。

2. 参赛组别

选手根据所在学段将组别分为：小学组、初中组、高中组(中专、职高与高中同组竞技)。

3. 比赛形式

月球基地建造计划主题赛为团队赛，2名选手组成一队（选手需为同一年龄组别）。每支参赛队对应一位指导教师，同一位指导教师可对应多支参赛队。

4. 指导教师

指导教师作为责任人，有责任监督选手并保护选手的人身、财产安全，指导选手制定学习计划，督促选手顺利完成比赛。

(二) 竞技形式

1. 比赛形式

实物竞技与虚拟竞技结合。

2. 比赛总时长

比赛总时长为2小时，实物竞技、虚拟竞技同时开始，不单独设定时长。

3. 实物竞技方式

实物竞技环节中不需要选手现场搭建机器人、编写程序。比赛时间内每支队伍进行两轮竞技，每次竞技时间不超过300秒。队伍出场顺序根据分组排序决定。取两次竞技成绩中的高分作为比赛成绩。

4. 虚拟竞技方式

虚拟竞技环节中需要选手现场搭建机器人、编写程序。比赛时间内选手可进行多次仿真，每次仿真时长为300秒，超过300秒后将不再得分（可提交成绩）。仿真由软件平台自动计时，系统自动计分。

5. 控制方式

- (1) 实物竞技中机器人自动运行。
- (2) 虚拟竞技中机器人由选手手动控制。

(三) 器材及机器人要求

1. 实物竞技

机器人硬件须符合比赛要求，具体如下：

机器人数量：参赛队在比赛中，仅可使用一台机器人；参赛队不得在比赛中交替使用多台机器人；每支参赛队的机器人拥有一个编号作为此参赛队机器人的唯一识别符号，同一台机器人不允许多个赛队使用。

机器人尺寸：机器人处于起始区时外尺寸（含柔性材料）长不得超过30cm，宽不得超过30cm，高度不得超过30cm。机器人竖直投影完全离开启动区后，其最大延展尺寸不做要求。

控制器：一台机器人只允许使用一块 micro:bit 主板；扩展板由 900mAh 及以上锂电池单独供电，至少支持 4 路电机、4 路舵机和 7 路传感器，至少兼容两种及以上主流结构件。

连接方式：为保障机器人线路安全，传感器与扩展板之间需采用 RJ11 防呆防反插连接线。

积木电机：每台机器人的电机数量 ≤ 2 个，在6V电压下最高转速 $\leq 158\text{r/min}$ 。

积木舵机：每台机器人的舵机数量 ≤ 2 个，在6V电压下舵机最大扭矩 $\leq 2\pm 0.2\text{kg}\cdot\text{cm}$ 。

机器人供电：每台机器人供电电压 $\leq 6\text{V}$ 。

无线控制：不允许机器人存在任何形式的无线控制。

结构件：机器人上禁止使用尖锐或锋利的材料、溶液、有害物质。所搭建的机器人需是一个整体，机器人的各子部分、结构连接牢固。禁止机器人存在抛射、弹射等具有危险性的机械结构。

2. 虚拟竞技

软件内含有场景和零件，选手应选择合适的零件搭建机器人并编写控制程序。机器人在启动前需放在场景指定区域中，其最大尺寸必须在 $12\text{cm}\times 12\text{cm}\times 12\text{cm}$ 以内。机器人启动后，对其大小和形状没有限制。

（四）比赛参与方式

1. 报名参赛

参与比赛的选手通过官方页面进行在线报名，详细填写报名比赛、组别等相关信息。

（1）线上选拔

选手需提报实物竞技环节的录制视频。

（2）线下选拔

选手需携带机器人现场参与实物竞技环节。

2. 选拔形式

（1）总成绩为虚拟竞技环节与实物竞技环节的分数之和。

（2）选拔赛的举办时间及方式以组委会公布为准。

(3) 组委会依据选拔赛的成绩，甄选出部分优秀选手入围全国挑战赛。

四、比赛场地环境

(一) 场地尺寸

1. 实物场地

场地尺寸：120cm×240cm。

2. 虚拟场地

场地尺寸：直径为150cm的圆形。

(二) 电脑要求

选手需使用电脑完成虚拟竞技与实物竞技任务。虚拟竞技中，在人工智能三维仿真软件中进入场景完成任务。所需环境要求如下：

1. 软件环境

操作系统：Win7 / Win10的 64位操作系统。

软件平台：人工智能三维仿真软件。

2. 硬件环境

选手应自备计算机，品牌不限，推荐配置如下：

处理器：英特尔酷睿™ I5（2.2GHz 或更高主频）或等效的AMD®处理器及以上（处理器发售日期在2017年后）。

显卡：支持 Microsoft DirectX® 9 及以上、OpenGL3.2及以上的独立显卡、显存2G 及以上（显卡发售日期在2012年后）。

内存：8GB 及以上，虚拟内存2GB 及以上。

硬盘：可用空间不少于10GB的本地硬盘。

五、比赛规则

（一）实物竞技规则介绍

实物竞技模拟的是在火箭发射场为月球基地准备物资的工作场景。在未来该部分的相关工作都由机器人来完成，这需要安全可靠的通信网络。在网络中机器人通过图像与测量技术按照人类的指令准确无误地将物资准备区中的食品物资运送至物资放置区，并将火箭发射所需的两种火箭推进剂安全、稳定地运回起始区与火箭进行组装，组装完毕后再将其一同运送至火箭发射区。

在竞技中，只有机器人位于起始区的时候，选手可手动操控机器人，其余情况一律实行自动控制，机器人需要通过自动巡线完成竞技任务。机器人完成任务的顺序不做限制。

1. 竞技场地

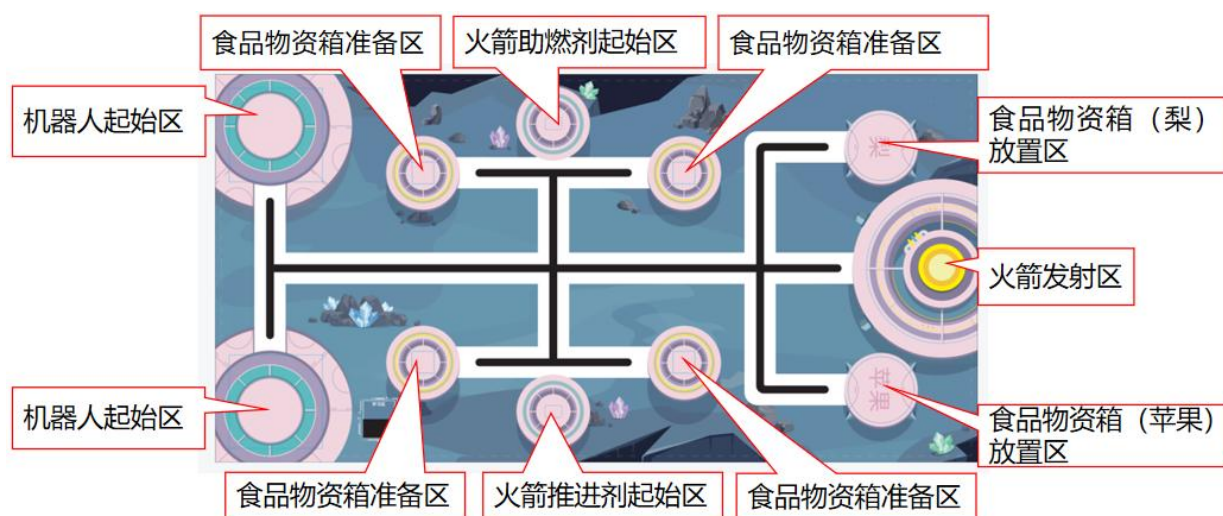


图 1 实物竞技场地

比赛场地由比赛地图、挡板框架、任务道具三部分组成。比赛场地占地尺寸为244cm×124cm。道具位于地图表面上，挡板框架围绕地图放置。比赛场地放置在冷光源，低照度，低磁场干扰环境中。

比赛中，参赛选手设计的机器人过程中需考虑以下情况的出现：

- (1) 赛台在生产、搭建过程中面板可能会有略微不平整；

(2) 地图可能存在轻微褶皱、微小起伏、地图赛道及线框尺寸存在误差；线宽尺寸误差范围在1-2mm左右；

(3) 受天气影响导致的环境光线变化；

(4) 比赛道具尺寸存在误差（误差范围在1-2mm左右）、颜色偏差。

出现以上情况属于正常，同时主办方、协办方也需将影响降到最低，保证比赛公平性。

地图大小为244cm×124cm，含以下功能区域：

机器人起始区：30cm×30cm的区域，共两个。比赛时机器人必须在此区域启动，参赛队伍可以利用碰撞传感器或按键等，触发机器人启动程序，机器人启动时其车身垂直投影必须在此区域内。参赛队伍可以在此区域手动操作机器人和组装火箭装置，但不允许更改机器人结构及程序。

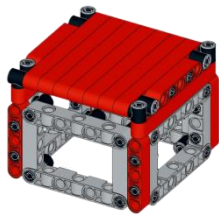
食品物资箱准备区：7cm×7cm的区域，共四个。比赛时由裁判将四个物资箱随机放置到食品物资准备区；

火箭推进剂（红色小球）、火箭助燃剂（蓝色小球）起始区：小球放置在4cm×5.5cm的燃料底托上，燃料底托用无痕胶固定在地图表面上。

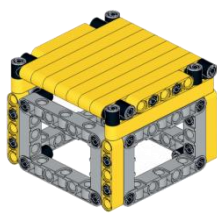
食品物资箱放置区：半径为11cm的圆形区域，以食品物资箱的垂直投影进入放置区的蓝色虚线框内为判定标准。

火箭发射区：半径为25cm的圆形区域。以火箭的垂直投影进入发射区的蓝色虚线框内为判定标准。

2. 实物竞技道具



食品物资箱（苹果）



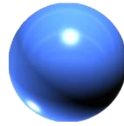
食品物资箱（梨）



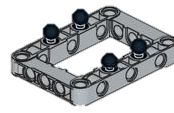
食品检测图片



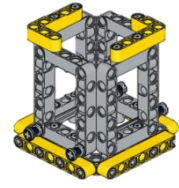
火箭助燃剂燃料



火箭推进剂燃料



燃料底托



火箭

图2 竞技道具

3. 任务道具结构图

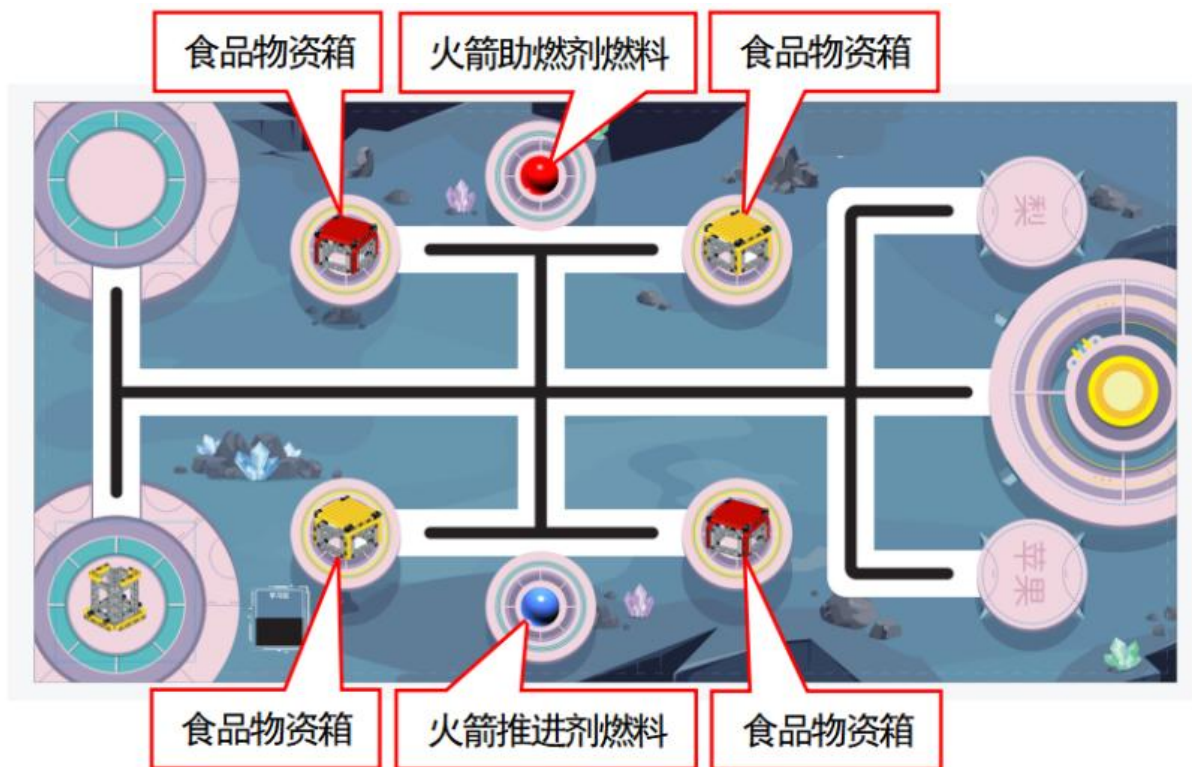


图3 道具位置

(二) 实物竞技任务描述

1. 运送物资

通过图像与测量技术将食品物资准确无误地放置在对应食品物资箱放置区，为月球基地进行物资补充。

(1) 场地中共有两类食品物资如图4所示，每类2个物资箱；

(2) 物资箱上面有图片，机器人通过检测图案判断物资类型，并将食品物资箱放置到对应的食品物资箱放置区，得分状态为物品垂直投影完全进

入;

(3) 机器人将物资箱送入对应种类的食品物资箱放置区, 如图5所示, 将获得20分/个, 物资箱送入错误的放置区将扣除20分/个;

(4) 在放置区堆叠正确的物资箱将额外获得10分/个, 在放置区堆叠了错误的物资箱将扣除10分/个。

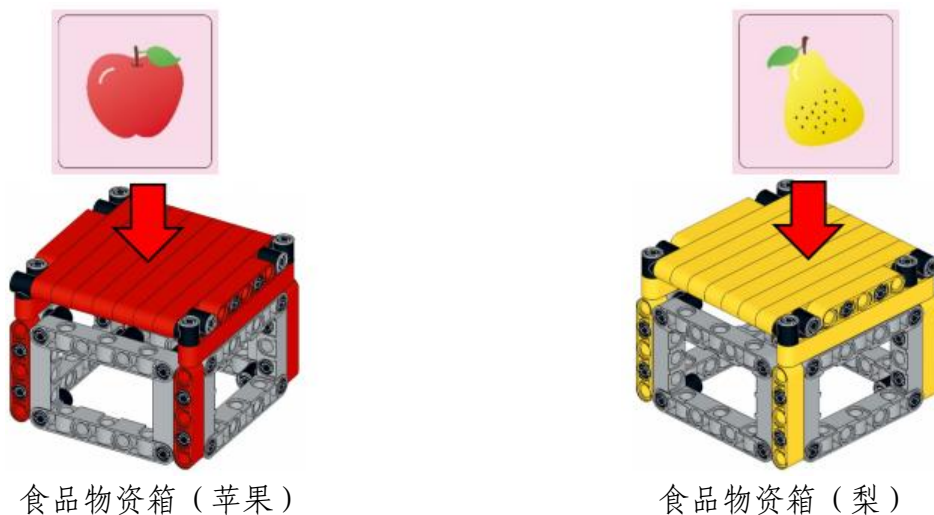


图 4 食品物资箱

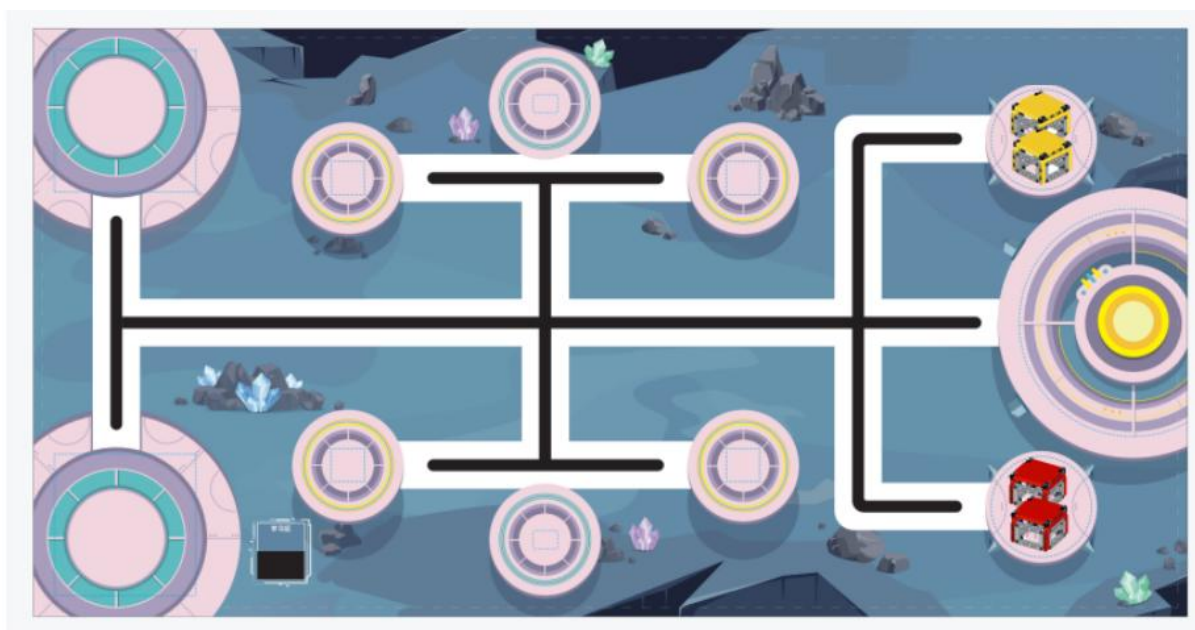


图 5 将物资放置对应种类的食品物资箱放置区

2. 组装调试

模拟火箭组装调试任务。机器人通过测量技术识别和获取场中火箭推进

剂燃料和火箭阻燃剂燃料信息，根据接受的指令将其安全、稳定的运回起始区与火箭进行组装，组装后送至火箭发射区。完成该任务后选手可以使用发放启动许可（二维码），后续在虚拟场景开启对接舱任务中使用。

（1）在场景中放置了火箭推进剂燃料及火箭助燃剂燃料，如图6所示；

（2）将两种燃料运回起始区与火箭进行组装，机器人将两种燃料运回同一个起始区后，可手动将燃料与火箭进行组装。火箭初始放置的区域与机器人小车首次启动的区域保持一致。

（3）组装后送至火箭发射区，在火箭模型中的火箭推进剂燃料及火箭助燃剂燃料都进入火箭发射区视为任务完成，得分状态为物品垂直投影完全进入，将获得40分；

（4）完成该任务后选手可以使用发放的启动许可（二维码），如图7所示，在虚拟竞技任务中使用，规则中展示的二维码为示例图片非竞赛所用。

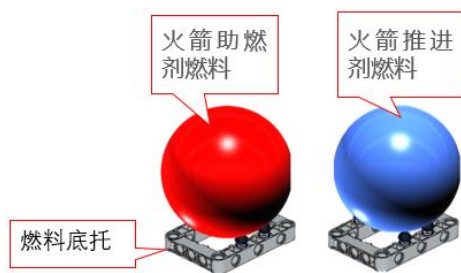


图 6 火箭燃料



图 7 启动许可

3. 极限运输

在规定的时间内尽可能地多运送物资。

（1）每支队伍在竞技时间达到240秒后，裁判将为空出的食品物资箱准备区仅补充一个食品物资箱，机器人可将新的物资运输到对应的食品物资箱放置区；

（2）裁判放置物资箱的顺序为从左到右，从上到下的位置顺序，如图8所示；

（3）得分与运送物资任务相同。

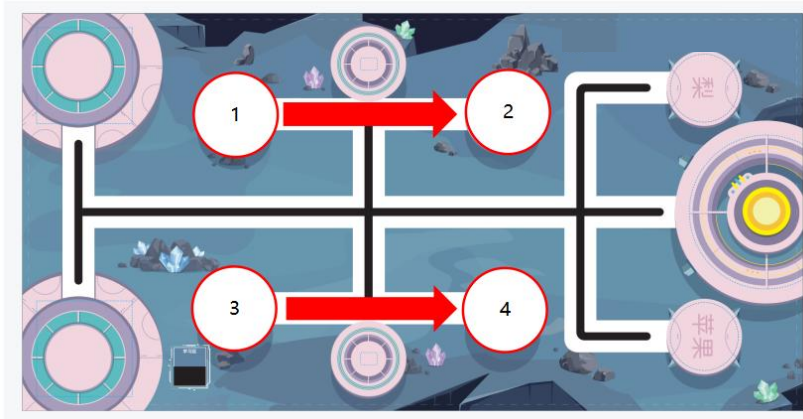


图8 摆放顺序

(三) 虚拟竞技主题介绍

1. 竞技场

进入虚拟的月球基地场景。物资已被运输到月球基地，并存储在对接舱中。通过基地内搭建的空天通信网络，机器人接收到任务指令，需要从起始区出发前往对接舱，将食品物资运回月球基地进行储备。在下一批宇航员进入月球基地前，机器人要对基地进行日常维护，以及模拟开展科研工作。

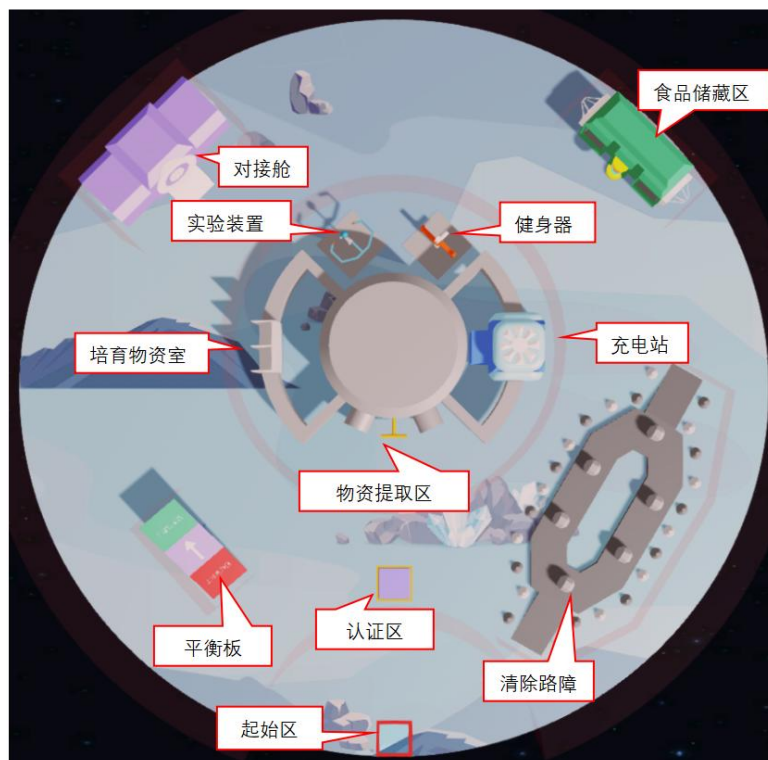


图9 场地任务图

2. 任务道具



ID认证卡



启动许可

图10 任务道具

(四) 虚拟竞技任务描述

1. 取卡认证

机器人通过搭建的通信网络进行数据传输，携带ID认证卡进入认证区，通过数传技术自动将认证卡信息传回“控制中心”进行认证。

(1) 仿真开始前，选手将机器人放置在起始区内，并在机器人上安装ID认证卡；

(2) 机器人出发后携卡进入认证区，停留1秒后即为认证成功，如图11所示，获得20分。

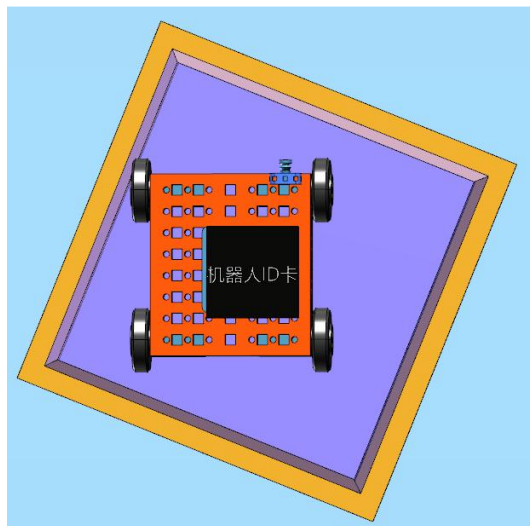


图 11 机器人携机器人 ID 卡进入认证区

2. 漫步环形山

月球基地的建设与空天通信网络的搭建为月球探索打下良好基础，月球表面有很多环形山，为保证机器人在上下坡时不侧翻，特设置平衡板装置，检测机器人结构的稳定性，并通过数传技术将检测结果自动传回“控制中心”，为以后的太空探索打下坚实基础。

- (1) 平衡板板面两端为检录区域；
- (2) 机器人需在上坡检录区停留3秒，如图12所示；
- (3) 通过平衡板来到下坡检录区并停留3秒，如图13所示；
- (4) 完成全部检验任务获得30分。

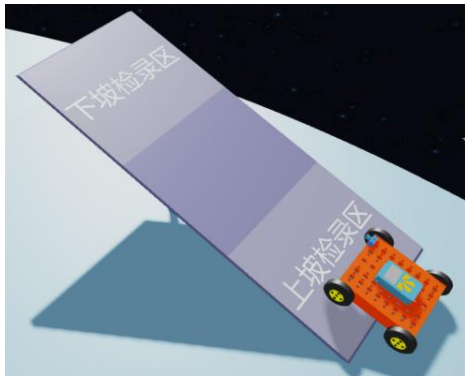


图 12 机器人上坡

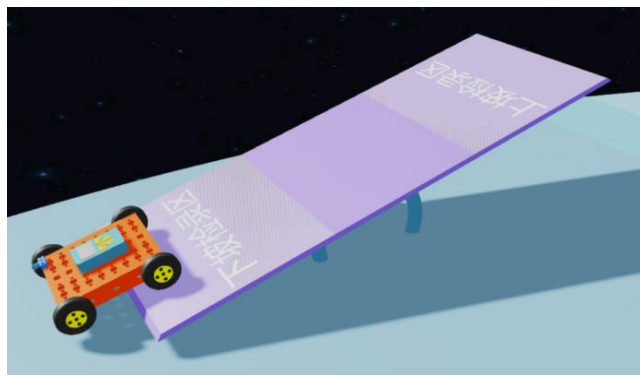
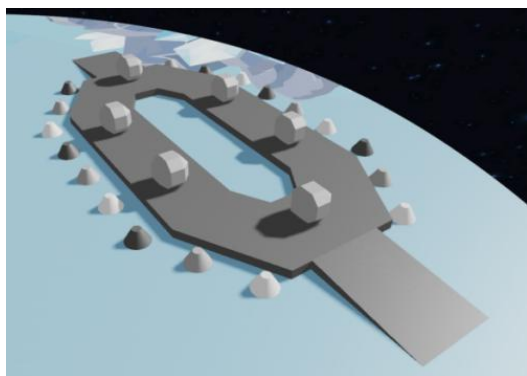


图 13 机器人下坡

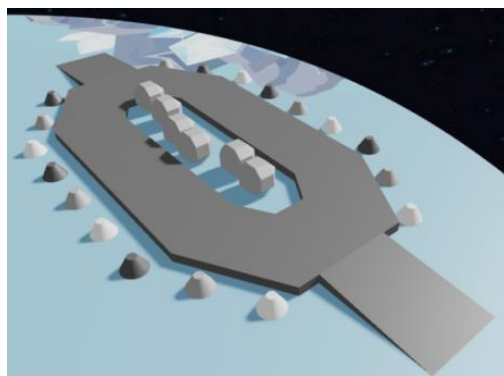
3. 清除路障

在物资抵达月球时，着陆区域溅起了一些碎石，影响周围道路的通行，机器人通过测量技术判断碎石及其所在位置，并将碎石清除，保证道路畅通。

- (1) 碎石总共6块；
- (2) 所有碎石完全处于道路中间区域即为清理完成，如图14所示，获得20分，否则不得分。



碎石清理前



碎石清理后

图 14 机器人清理碎石

4. 激活对接舱

仿真开始后开启信息识别装置持续5秒，选手需要使用在实物竞技环节中获得的启动许可（二维码），通过数传技术自动将启动信息传回“控制中心”进行比对，比对成功后开启舱门。备注：如果在线下竞技中没有完成“组装调试”任务，可以按回车键跳过信息识别环节。

（1）该任务需要通过电脑或其他外部摄像头识别纸质二维码，如图15所示；

（2）当舱门上的识别装置检测到二维码时，舱门将打开，如图16所示。舱内有两个食品物资箱及四个空物资箱，如图17所示；

（3）机器人获取食品物资箱，并运送至月球基地的食品储藏区，如图18所示，成功运送物资箱获得30分/个，如图19所示。



图 15 二维码识别



图 16 舱门打开

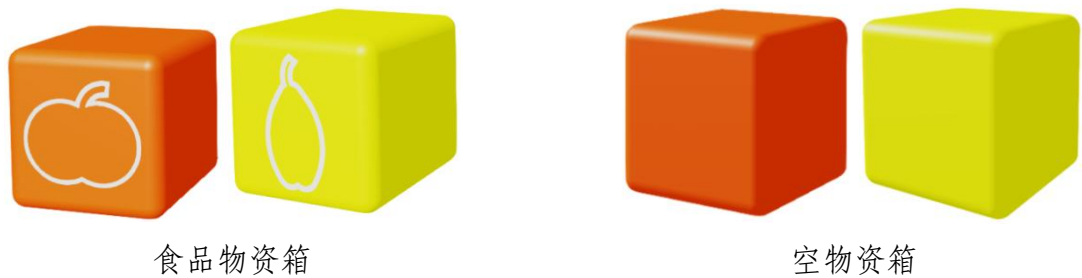


图17 物资箱种类

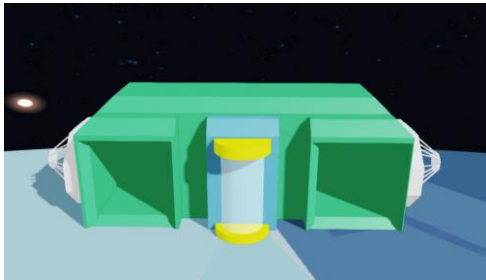


图18 食品储藏区



图19 食物放置到储藏区

5. 获取零件

月球基地还在建设中，在航天员进入基地前，需要通过搭建的通信网络对机器人实时传输指令，引导机器人将获取装置物资，完成运输、安装和调试等工作。

(1) 场地中设有物资提取区，机器人需要到达该区域找到释放物资的拉杆，如图20所示；

(2) 每向下拉动1次拉杆，物资提取区右侧会随机掉出电池或零件；

(3) 机器人从中获取电池及零件两类物资箱，然后携带到指定的位置进行安装。电池安装至电池仓内获得30分，完成后方可激活“补给充能”任务，如图21所示；

(4) 零件安装至健身器材中间的圆轴内获得30分，完成后方可激活“健身器测试”任务，如图22所示。

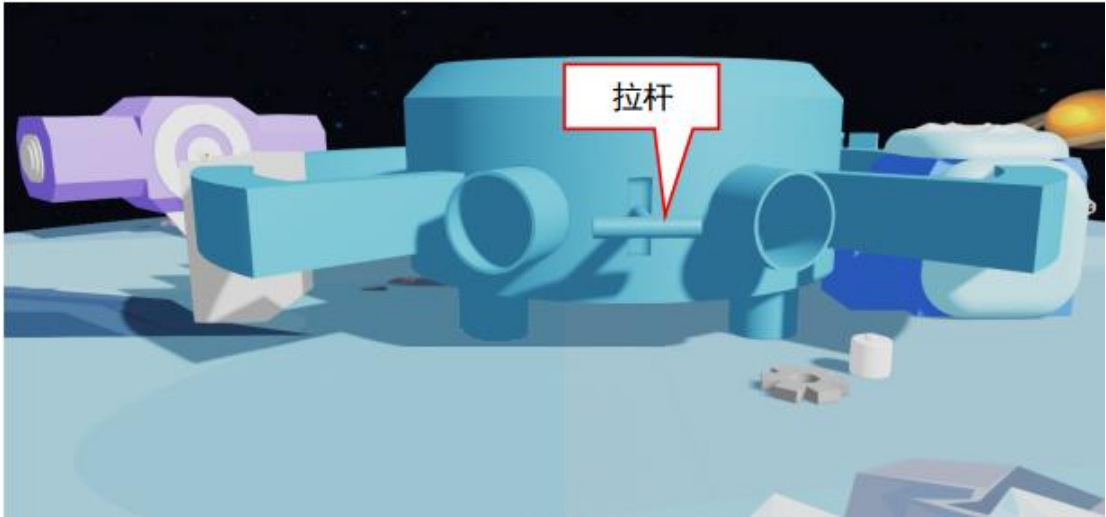


图20 物资提取区

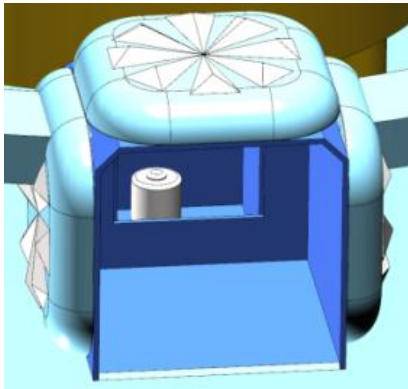


图21 将电池放置到充电站中

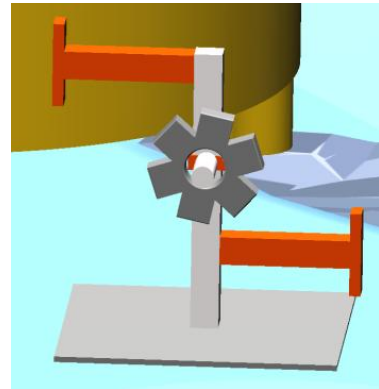


图22 放置零件

6. 补给充能

场地中设有为电池充电的充电站。通过通信网络对机器人下达将电池放置到充电站中的指令，并且机器人必须携带ID认证卡抵达该充电站的指定位置，通过数传技术自动将认证卡信息传回“控制中心”认证，认证成功后电池开始自动充电。

- (1) 将电池放置到充电站中方可启动该任务；
- (2) 场地中的充电站，如图23所示；
- (3) 机器人必须携带ID认证卡抵达该充电站的指定位置进行停留充电，如图24所示，在机器人停留后的0到10秒内，机器人每停留1秒会获得1分；

在第11到30秒内，每停留2秒会获得1分；在第31秒到60秒内，每停留3秒会获得1分。



图23 充电站

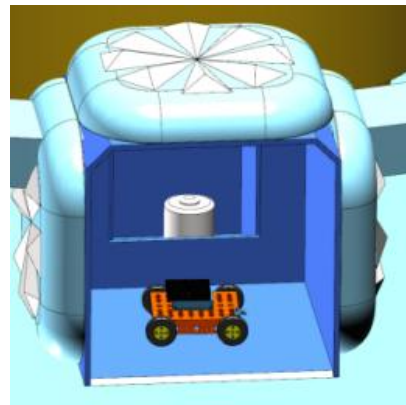


图24 机器人携带认证卡进入充电站

7. 健身器测试

宇航员在基地内除了工作和生活外，身体锻炼也是必不可少的，通过锻炼数据可以掌握宇航员的健康状态，所以基地内设置了建设器材，器材在投入使用之前，需要机器人对器材进行稳定性以及锻炼数据的测试。测试数据通过空天通信网络传回“控制中心”，控制中心后期通过航天员锻炼的情况与原始数据比对，从而判断航天员的健康状况。

- (1) 将零件放置到健身器模型中间的圆轴上方可启动该任务；
- (2) 健身器材左右两侧各设有一个拉杆，如图25所示；
- (3) 机器人需要将两个拉杆推至中间位置如图26所示，任务完成获得50分。

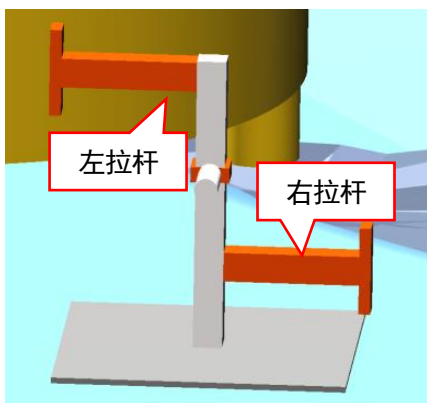


图25 健身器

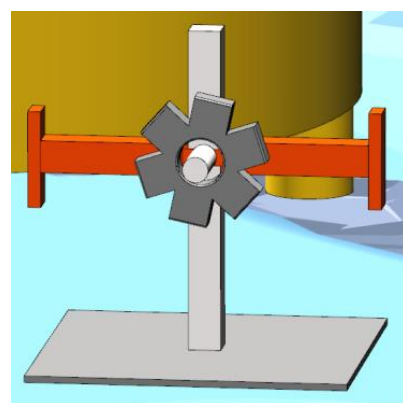


图26 将拉杆调整到指定位置

8. 样品培育

月球基地内设有存储着种子与蚕虫两类实验物资的科学实验柜。机器人需要激活物资提取区装置释放带有特征标识（二维码）的物资箱，通过图像与测量技术，识别特征标识（二维码）获取物品信息。并且通过数传技术将获取的物品信息自动传回“控制中心”进行核实验证。确认物资箱内物品无异常后。机器人需将储存盒放入科学实验柜的对应位置。

（1）场地中设有物资提取区，机器人需要到达该区域找到释放物资的拉杆，如图27所示；

（2）每向上拉动1次拉杆，随机释放1个带有二维码的物资箱，如图28所示；

（3）物资箱分为种子与蚕虫2类，每类2个。通过二维码进行区分；

（4）通过识别二维码获取物品信息。机器人需将物资箱放入科学实验柜的对应位置，如图29所示，每正确摆放一个物资箱获得30分。

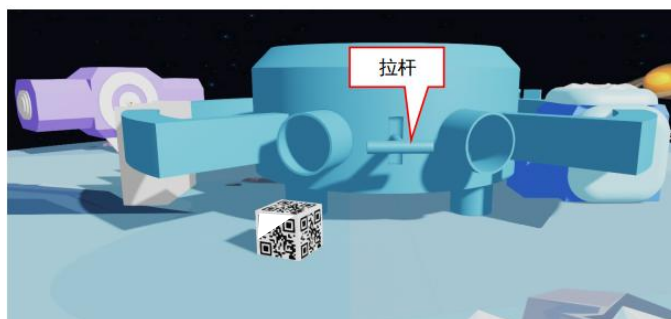


图27 物资提取区



图28 物资箱



图29 正确放入物资的科学实验柜

9. 科普实验

月球基地还承担着科普的作用，所以内设有实验装置，并通过通信网络对全球进行科普直播。本次机器人将进行“点水成冰”（乙酸钠结晶）的冰雪实验。在微重力“无容器”状态下，可以让物体以悬浮状态完成实验，从而让全球青少年观察到不受地球重力、容器影响的材料物性变化。

(1) 机器人需旋转装置下方的转柄，如图30所示；

(2) 指针（乙酸钠粉末棒）对准透明液体球（过饱和乙酸钠溶液），转动位置正确，指针与蓝色透明液体球接触，液体球结晶（变成深蓝色液体球）如图31所示，实验完成获得50分。

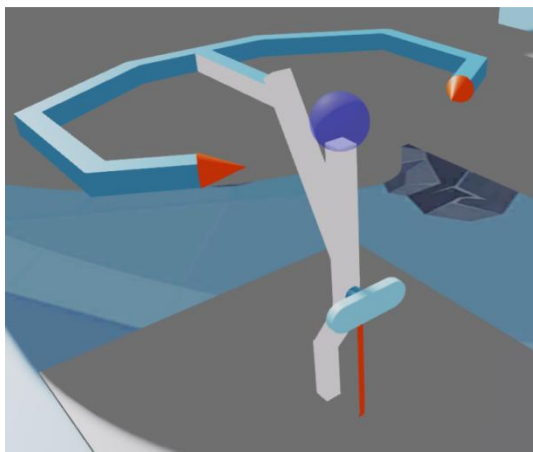


图30 实验装置

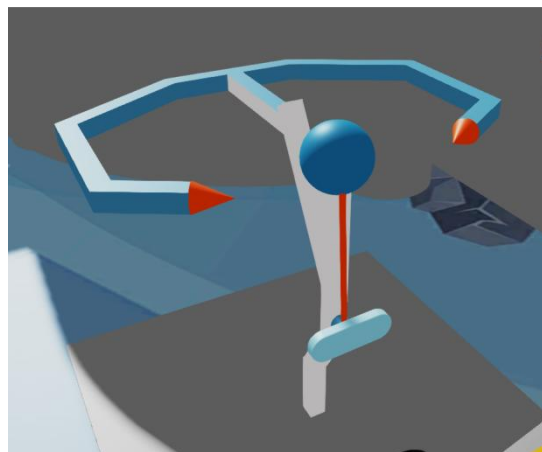


图31 指针对准透明液体球后液体球变成深蓝色

(五) 得分表

实物竞技	任务描述	数量	分值	
运送物资	食品物资箱放置到对应的食品物资放置区	放置	4	20
		堆叠	2	10
组装调试	火箭连同两种推进剂一并运送至火箭发射区	1	40	
极限运输	将新补充的物资运输到食品物资箱放置区	1	20	
虚拟竞技	任务描述	数量	分值	
取卡认证	机器人携带 ID 认证卡在认证区停留 1 秒	1	20	

漫步环形山	机器人经过平衡板，且满足停留时间	1	30
清除路障	机器人清理道路上所有碎石	1	20
激活对接舱	将食品物资箱放置在月球基地的食品储藏区	2	30
获取零件	电池安装至电池仓内	1	30
	零件安装至维修区内	1	30
补给充能	机器人需携带 ID 认证卡抵达充电站并停留，第 0 到 10 秒内，每 1 秒获得		1
	机器人需携带 ID 认证卡抵达充电站并停留，第 11 到 30 秒内，每 2 秒获得		1
	机器人需携带 ID 认证卡抵达充电站并停留，第 31 秒到 60 秒内，每 3 秒获得		1
健身器测试	机器人需要将健身器材上的两个拉杆调至中间位置	1	50
样品培育	机器人需将棉花种子放入科学实验柜中对应位置	2	30
	机器人需将蚕虫，放入科学实验柜中对应位置	2	30
科普实验	机器人激活实验装置完成科普实验	1	50

六、比赛流程

（一）比赛准备

1. 比赛开始前选手需检查计算机、网络设备是否满足比赛需求，是否正常工作。
2. 根据组委会要求，在规定时间内用发放的比赛账号登录人工智能仿真软件，并进入场景。
3. 比赛开始后，每组两名队员进行分工，一名选手携带机器人完成实物竞技任务，另一名选手将完成虚拟竞技任务。
4. 比赛开始前15分钟，虚拟场景开放下载，选手下载并确认虚拟场景无误后开始进行比赛。

（二）比赛期间

1. 在比赛时间内，将设定2轮场地竞技，每组1名队员根据赛前公布的排

序顺序，依次携带机器人进场完成竞技任务，最终选取最高一次成绩。

2. 在比赛时间内，组内另1名队员参加虚拟竞技环节，选手可以搭建机器人、编写程序，任意进入仿真环境进行测试，亦可重复提交仿真结果。

(三) 评审机制

1. 实物竞技环节，裁判员将根据选手在现场完成任务的情况，为选手进行判分。

2. 虚拟竞技环节，选手在软件中提交分数后，系统会自行记录并统计选手得分情况。

3. 比赛将根据实物竞技与虚拟竞技的分数总和进行成绩排名。

4. 选手按成绩排名。如果出现成绩并列，按如下顺序决定先后：

(1) 用时少的选手在前。

(2) 最高成绩提交时间早的选手在前。

七、异常情况处理方法

(一) 实物竞技环节违规操作

1. 机器人在场地中不得破坏场地物品。

2. 机器人不得安装尖锐物品。

3. 比赛开始后，若需要提前结束比赛，选手需向裁判举手示意，经裁判同意后方可触摸机器人，机器人若不在启动区内被选手触摸后本次比赛结束。

4. 比赛开始后，选手不可在机器人运行时触碰任务道具及机器人，违规视为本次比赛结束。

(二) 虚拟竞技环节违规操作

1. 比赛中只允许一个机器人完成任务，且仿真开始时机器人在基地出发，未处于基地的机器人在仿真时不会得分。仿真开始前除基地内，其它地区不

得放置任何零部件。

2. 选手不得在仿真开始前，在场地中预留零件，非机器人获取的分数均为无效得分。

3. 需要模拟真实机器人，在虚拟环境中机器人运行时，零件之间不得出现不相连情况，否则视为违规。

4. 启动后的机器人不得故意分离出部件或把零件掉落在场上，为了得分的需要而分离部件是犯规行为，该任务得分无效。