

第十七届中国青少年机器人竞赛

WER 工程创新赛主题与规则

1 简介

WER工程创新赛是中国青少年机器人竞赛项目之一。要求参赛队在现场自行拼装机器人、编制机器人运行程序、调试和操作机器人，完成比赛任务。参赛的机器人是程序控制的，可以在赛前公布的竞赛场地上，按照本规则进行比赛活动。

在中国青少年机器人竞赛中设置WER工程创新赛的目的是检验青少年对机器人技术的理解和掌握程度，激发我国青少年对机器人技术的兴趣，培养动手、动脑的能力。

2 比赛主题

本届WER工程创新赛的主题为“工业时代”。

十八世纪六十年代初，人类进入了科技发展史上极其重要的一个时期：第一次工业革命。蒸汽机的出现让机器开始取代人力，应运而生大型工厂取代个体手工作坊。生产力的急剧增长，刺激了对运输的需求，出现了运河、硬质路面，甚至铁路；煤炭代替木炭使炼铁的成本降低，而钢铁产量的增长又让大型钢铁结构建筑成为可能。

在 WER 工程创新赛中，参赛队设计的机器人将化身为那个时代的矿工、建筑师、工人，开矿、修路、运输、冶炼、建房，甚至帮助瓦特改进蒸汽机，使人类进入工业时代！。

3 比赛场地与环境

3.1 场地

图 1 是比赛场地的示意图，任务模型的位置只是示意，最终位置以赛前公布为准。

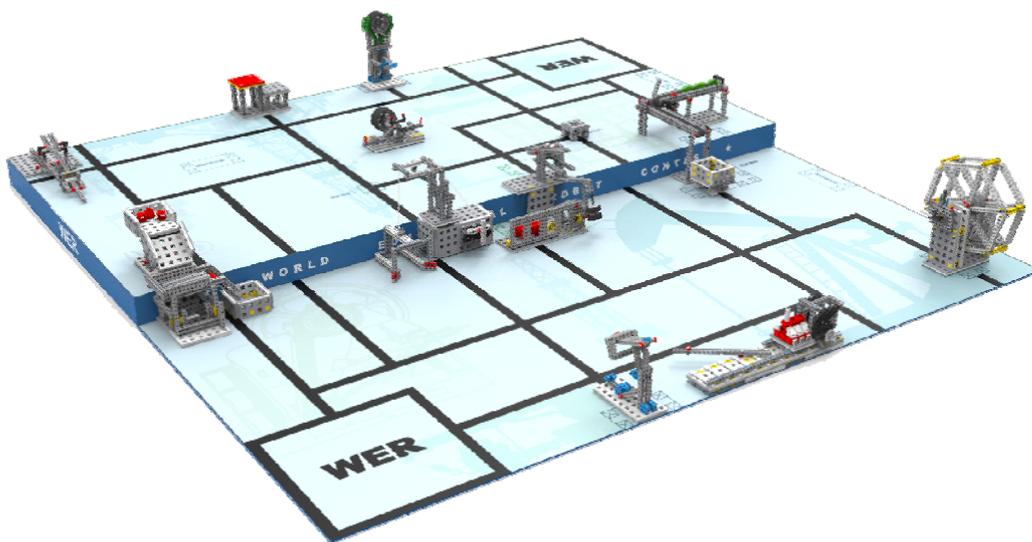
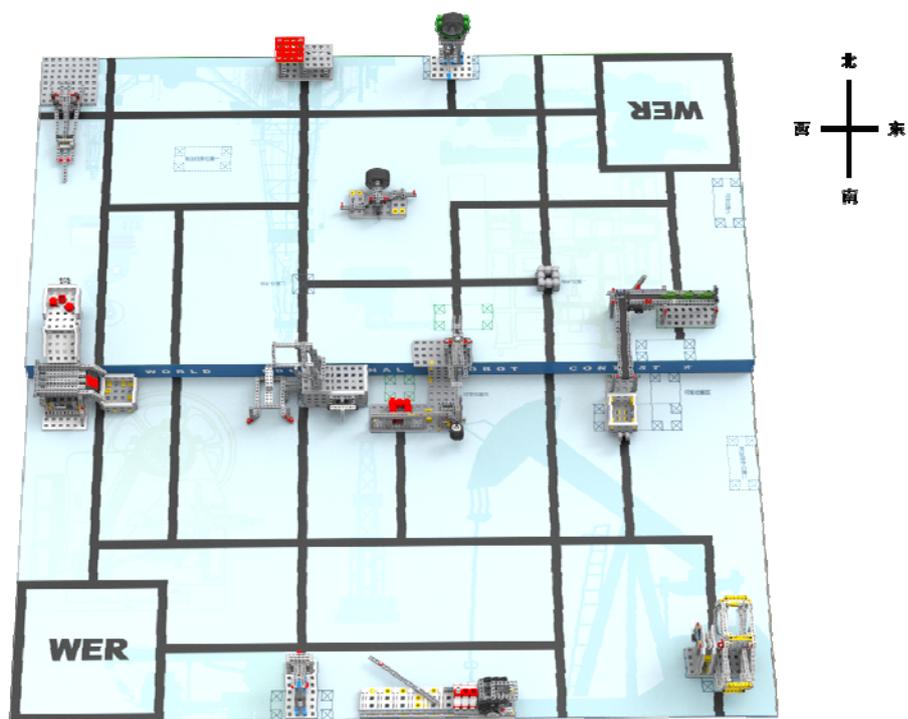


图 1 比赛场地示意图

3.2 赛场规格与要求

3.2.1 机器人比赛场地分上下两层，呈台阶状(如图 1)，两层的垂直高差为 80mm。每层长 2000mm、宽 1000mm。上层场地是用 18mm 厚的细木工板制成的高 80mm、

长 2000mm、宽 1000mm 的平台；下层场地直接利用地面。

3.2.2 上、下层场地各铺一张印有图案的场地膜，上面黑色引导线的宽度为 25-30mm。场地膜标有任务模型摆放的位置，有些任务模型是用子母扣固在场地膜上，但任务模型位置不是绝对的，模型位置、方向是可以变化的。比赛时的模型布置图在赛前准备时公布。场地一经公布，在该组别的整个比赛过程中不再变化。

3.2.3 上、下层场地上各有一个长400mm、宽400mm基地。分别位于下层场地西南角和上层场地东北角。基地是机器人准备、出发及维修的地方。参赛队员可以用手接触完全在基地中的机器人和任务模型。

3.2.4 比赛场地尺寸的允许误差是 $\pm 3\text{mm}$ ，拼装尺寸的允许误差是 $\pm 2\text{mm}$ ，对此，参赛队设计机器人时必须充分考虑。

3.2.5 场地尽可能平整，但接缝处可能有2mm的高低差和2mm的间隙。

3.3 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，边框上有裂缝，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 任务及得分

比赛任务的内容在本规则中公布，但其模型位置、方向是可以变化的，在赛前准备时公布。

以下描述的比赛任务只是对生活中的某些情景的模拟，切勿将它们与真实生活相比。

4.1 穿越时空

4.1.1 机器人必须从一层基地出发，进入二层场地。

4.1.2 只要一台机器人进入二层场地且其正投影完全在二层场地内，得 40 分。

4.2 获取能量块

4.2.1 在一层场地任务模型上放有 3 个能量块，如图 2 所示。

4.2.2 机器人要把能量块从任务模型上取下，并带回一层基地，每块得 15 分。

4.2.3 携带能量块的机器人的正投影只要一进入基地即可记分，此时与机器人没有任何接触的能量块不记分。

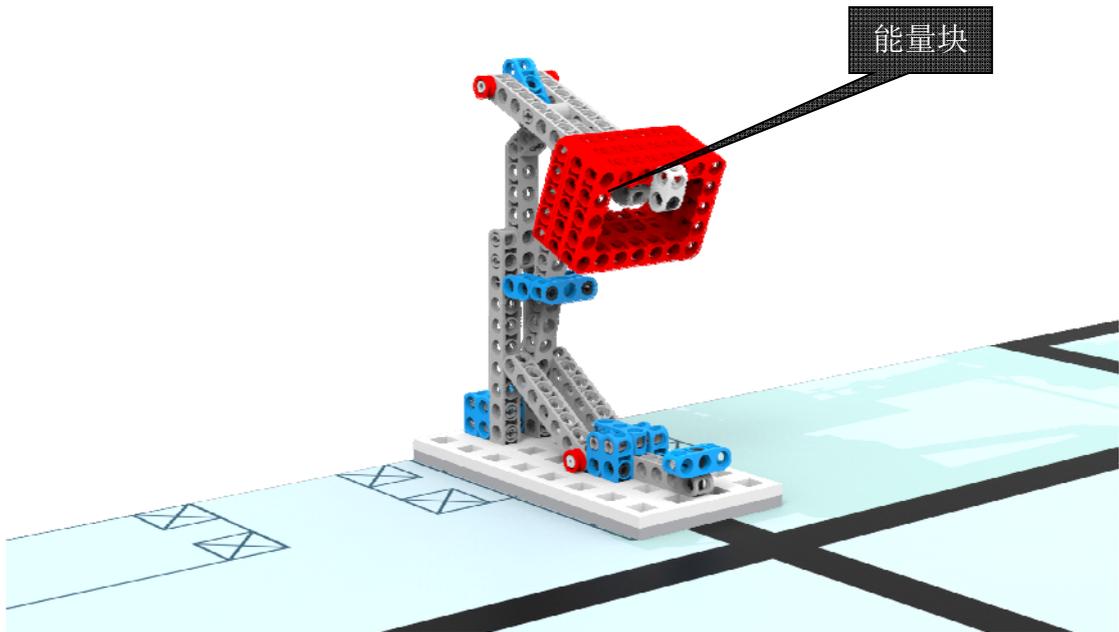


图 2 任务模型上的能量块

4.3 采煤

4.3.1 在一层场地与二层场地中间的任务模型传送带在二层部分一端上放置 3 块煤矿石（彩瓶），如图 3 所示。

4.3.2 机器人要把煤矿石传送到运煤小车内，每块不与场地接触的煤矿石得 15 分。

4.3.3 将运煤小车拉回基地或完成 4.4.3 任务，运煤小车内每块煤矿石加记 10 分。携带煤矿石的机器人的正投影只要一进入基地即可记分。此时与场地接触或不与机器人接触运煤小车内的煤矿石不得分。

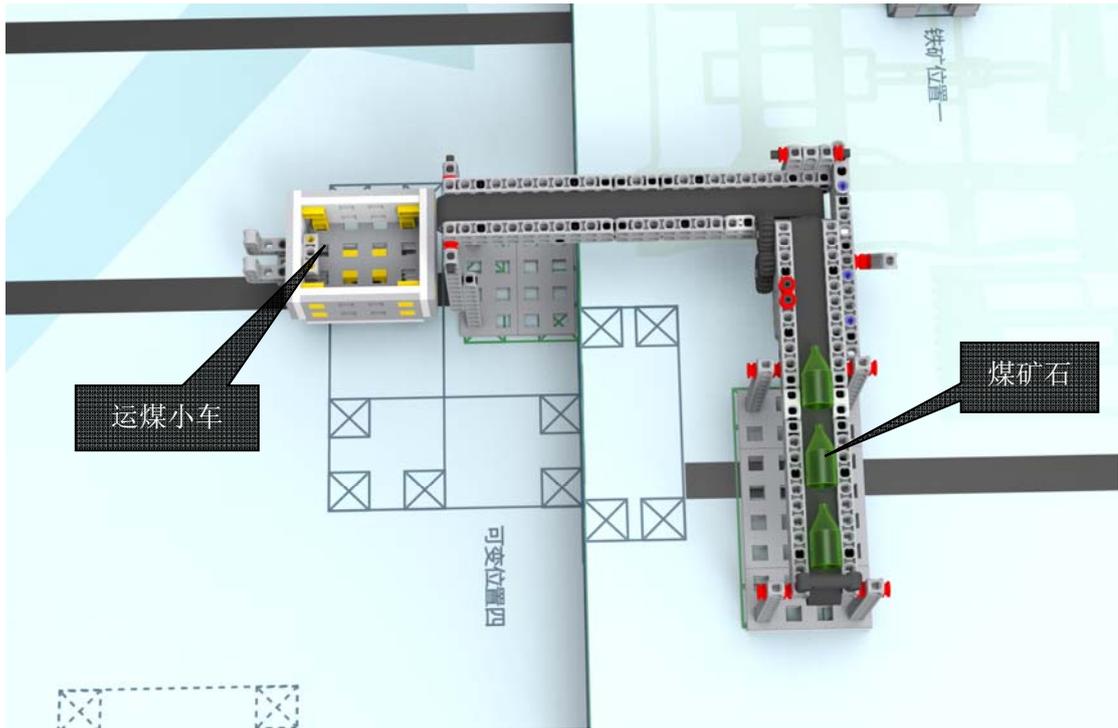


图3 采煤任务模型的初始状态

4.4 运煤

4.4.1 在一层场地上有一个吊塔模型，如图4所示。

4.4.2 机器人需要转动转柄，要把4.3任务中的运煤小车用吊塔运到二层，且运煤小车正投影完全在二层场地内，得40分。

4.4.3 运煤小车内由4.3任务得到的每块煤矿石加记10分。携带煤矿石的运煤小车的正投影只要完全进入二层场地即可记分，此时与二层场地接触的煤矿石不得分。

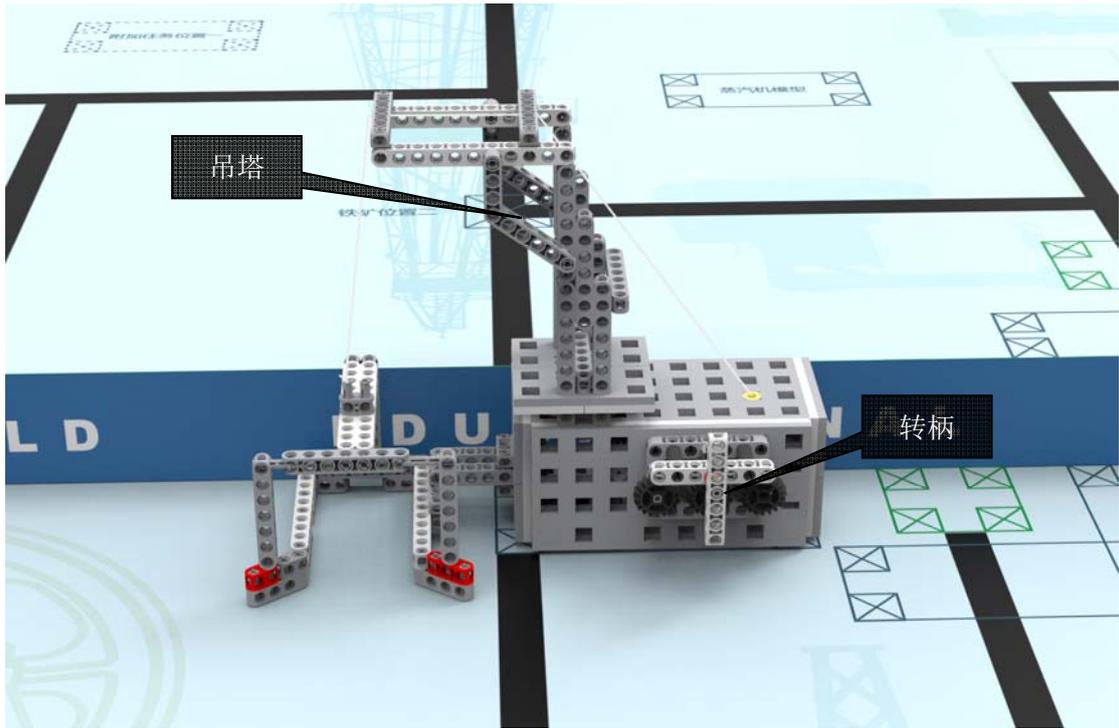


图 4 吊塔模型

4.5 开采铁矿

4.5.1 铁矿任务模型放置在二层场地上，如图 5 所示。

4.5.2 将铁矿石（灰色）运回基地或完成 4.7.2 冶炼金属任务，得 40 分。

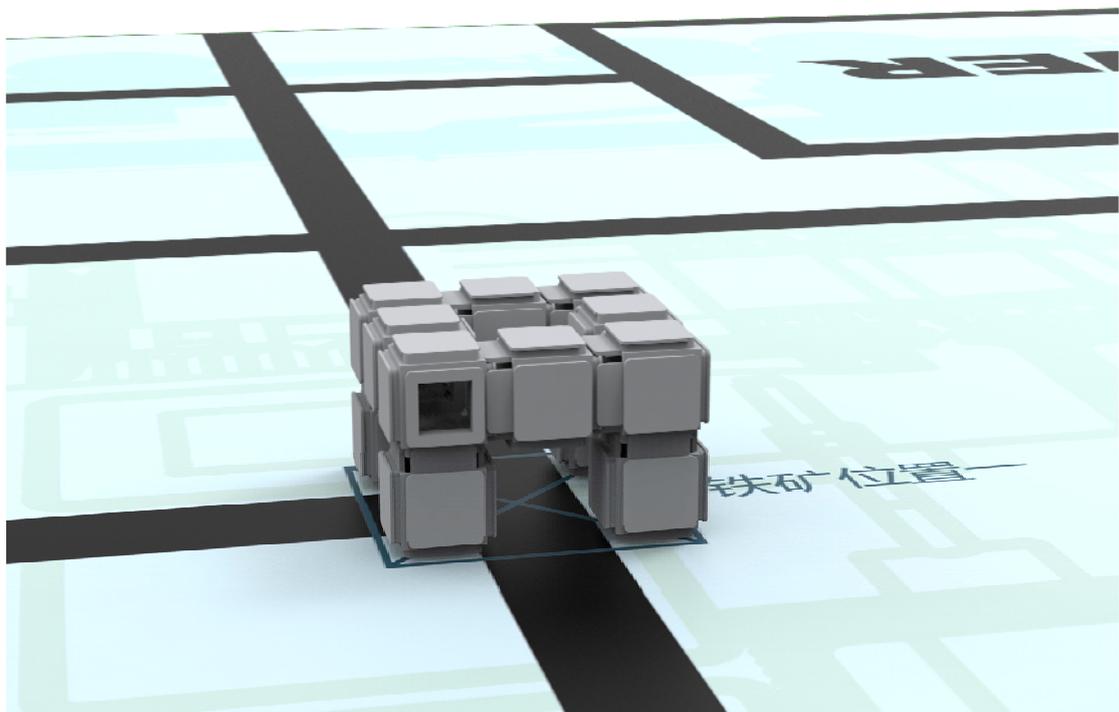


图 5 开采铁矿任务模型

4.6 开采铜矿

4.6.1 铜矿任务模型在一层场地与二层场地中部，铜矿石（红色）在一层场地上，被围栏围起来，如图 6 所示。

4.6.2 机器人将模型上的钢珠向南推落，将围栏的矿山门打开，得 40 分。

4.6.3 机器人将铜矿石运回一层基地，加记 20 分。

4.6.4 或者，机器人将铜矿石运到二层基地，加记 40 分。

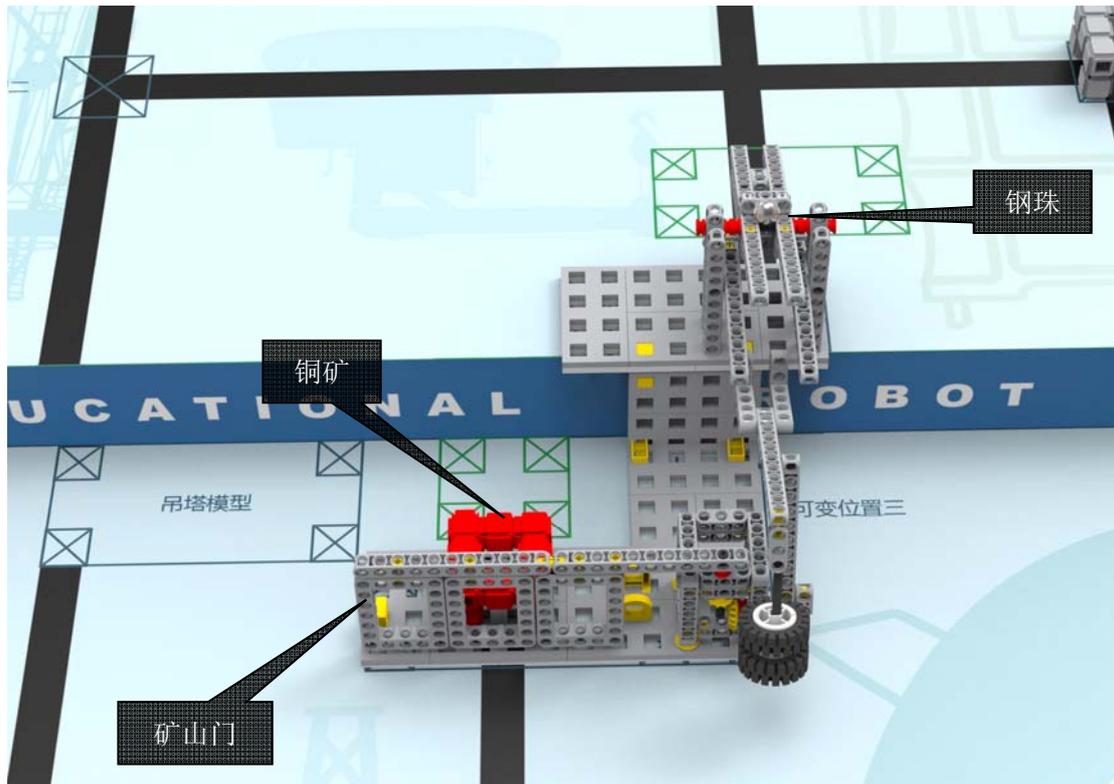


图 6 铜矿任务模型

4.7 冶炼金属

4.7.1 二层场地上的冶炼炉模型上，红色为铜矿炉、灰色为铁矿炉，如图 7 所示。

4.7.2 将铜矿石、铁矿石放到冶炼炉上且不掉下来，每个矿石得 20 分。

4.7.3 将铜矿石、铁矿石分别放到对应的冶炼炉上（即将铜矿石放上红色冶炼炉上，将铁矿石放上灰色冶炼炉上），每个矿石加记 10 分。

4.7.4 铜矿炉、铁矿炉左右位置不固定，在赛前准备时公布。

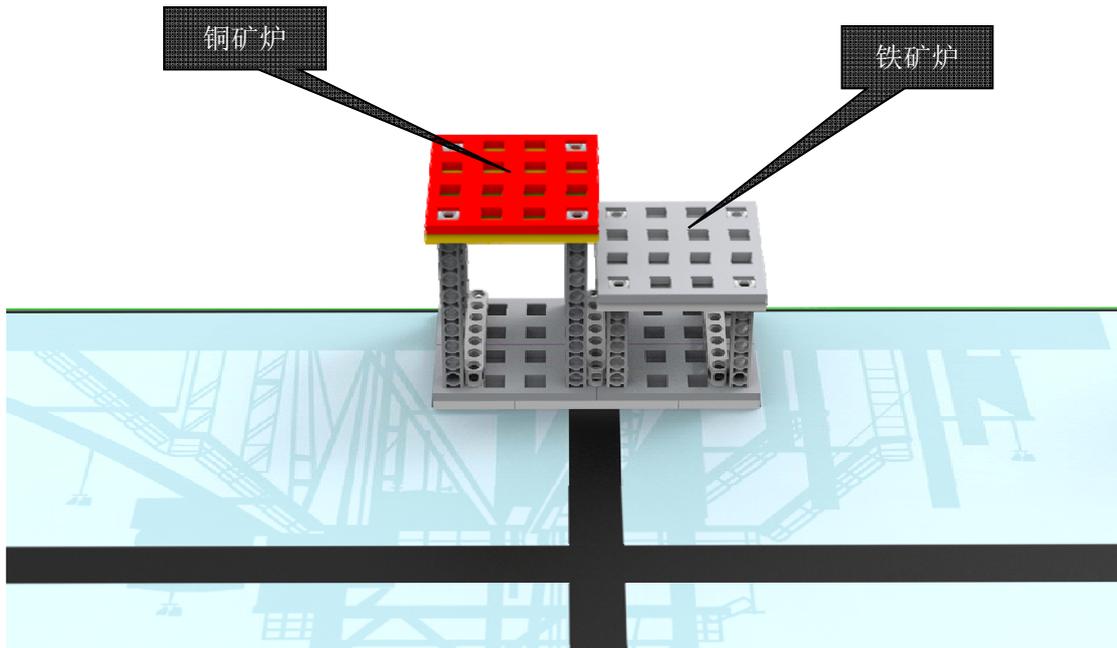


图 7 冶炼炉模型

4.8 改进蒸气机

4.8.1 二层场地上放置一台蒸气机模型，指针初始状态是垂直向下，如图 8 所示。

4.8.2 机器人需推动活塞将指针调到两个红点刻度中间任一位置，得 40 分。

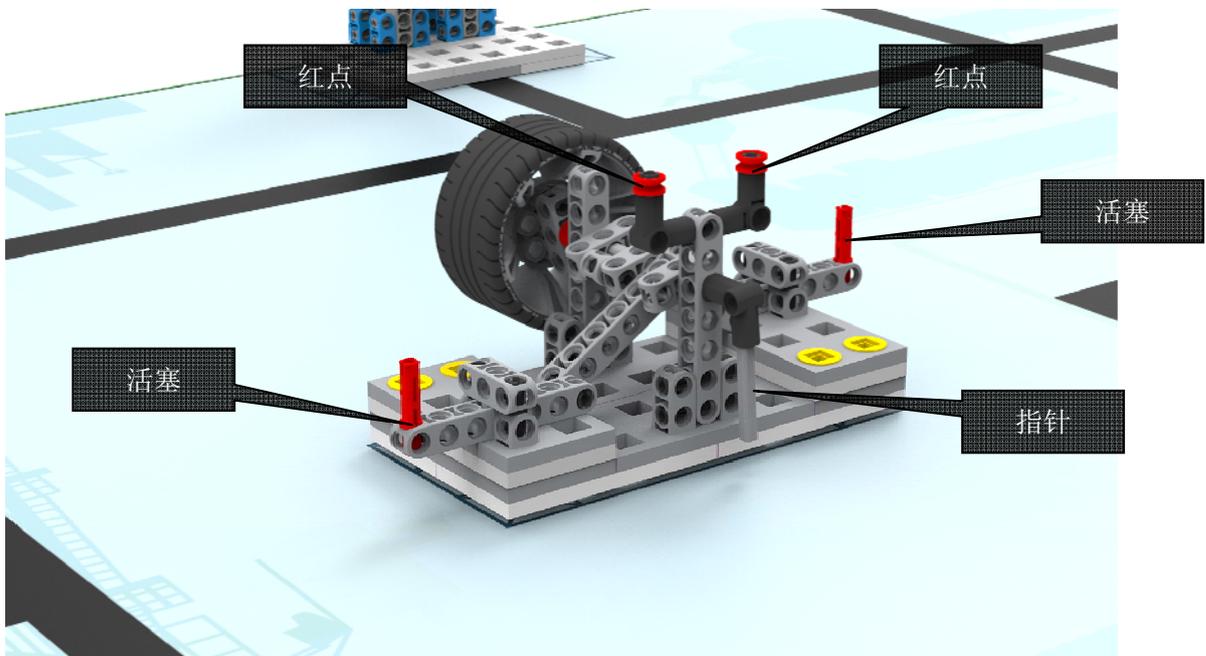


图 8 蒸气机模型

4.9 修建铁路

4.9.1 一层场地上有一段待修建的铁路，如图 9 所示。

4.9.2 机器人要把一边铁轨铺设好且与另一边铁轨平行，得 30 分。

4.9.3 机器人将火车沿铺设好的铁轨推到另一端，火车正投影完全在刚铺设好的铁轨上，加记 30 分。

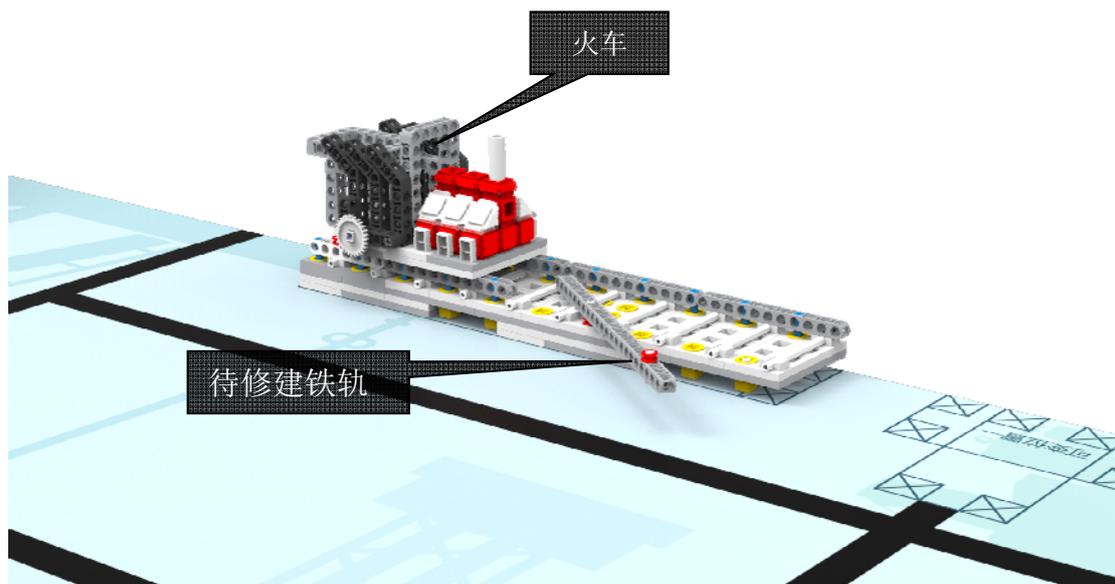


图 9 待建铁路模型

4.10 绽放机器花

4.10.1 二层场地上有一朵绿叶包裹的机器花，如图 10 所示。

4.10.2 机器人需要打开开关，让花朵盛开，使花朵与绿叶间距离 20mm 以上且保持到比赛结束，得 50 分。

4.10.3 花朵从任务模型上掉下来则不得分。

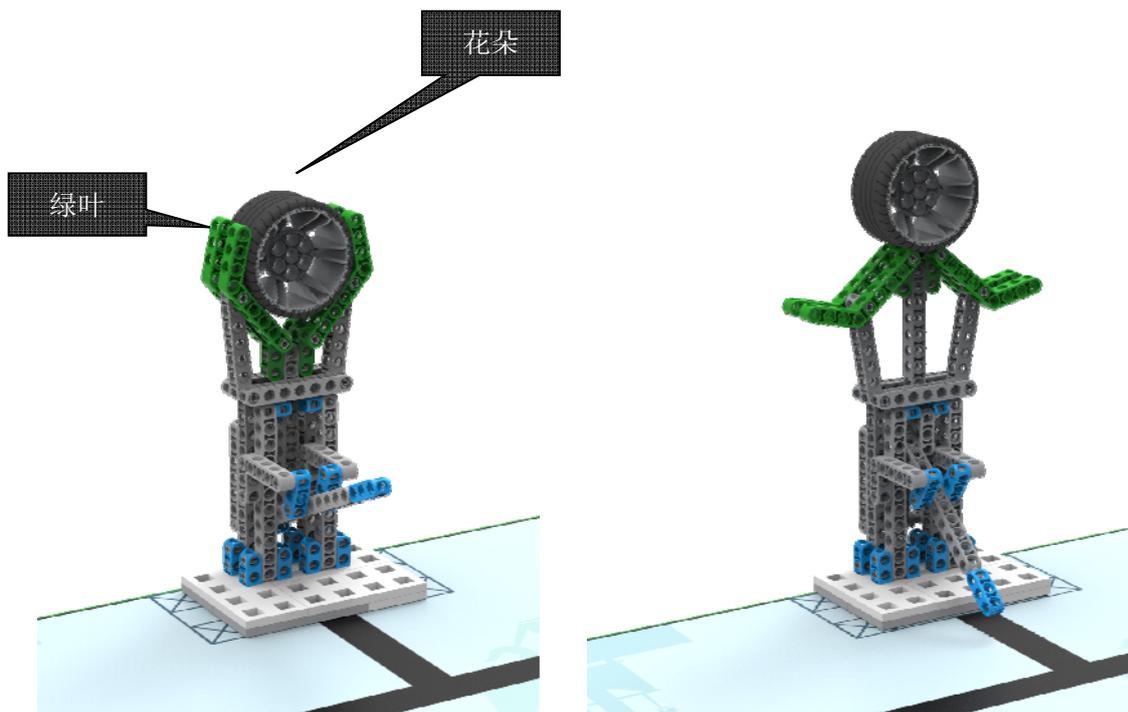


图 10 机器花模型

4.11 建造铁塔

4.11.1 二层场地上的有一个铁塔任务模型，平放在场地上，如图 11 所示。

4.11.2 机器人将铁塔立起，令其垂直于地面且保持到比赛结束，得 50 分。

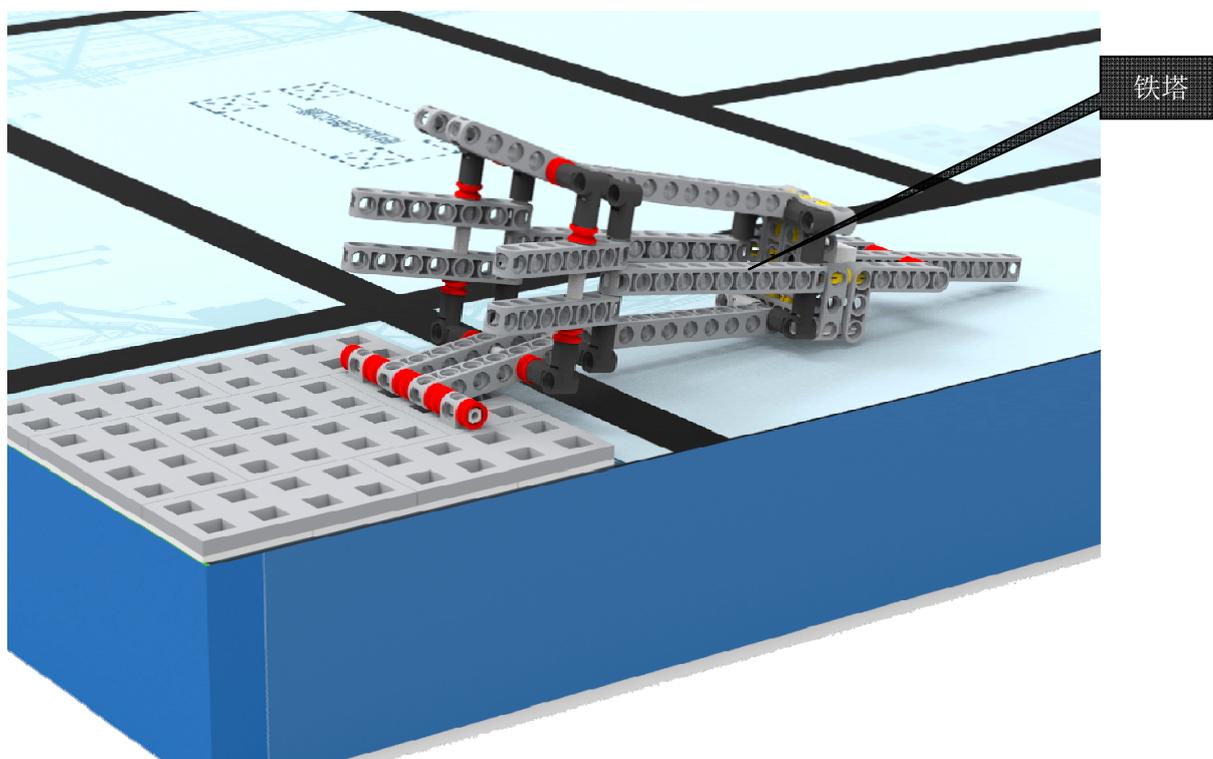


图 11-铁塔模型

4.12 资源再利用

4.12.1 在一层场地与二层场地西部有一座资源再利用工厂，如图 12 所示。

4.12.2 机器人将 3 个可利用资源(立方体)从仓库中取出，但不得与场地接触，每个资源得 15 分。

4.12.3 小学组：机器人启用筛选器，资源筐内每个资源加记 10 分。

初中组：机器人启用筛选器，将资源筐运送到一层基地，资源筐内每个资源加记 10 分。

高中组：机器人启用筛选器，将资源筐运送到二层基地，资源筐内每个资源加记 10 分。

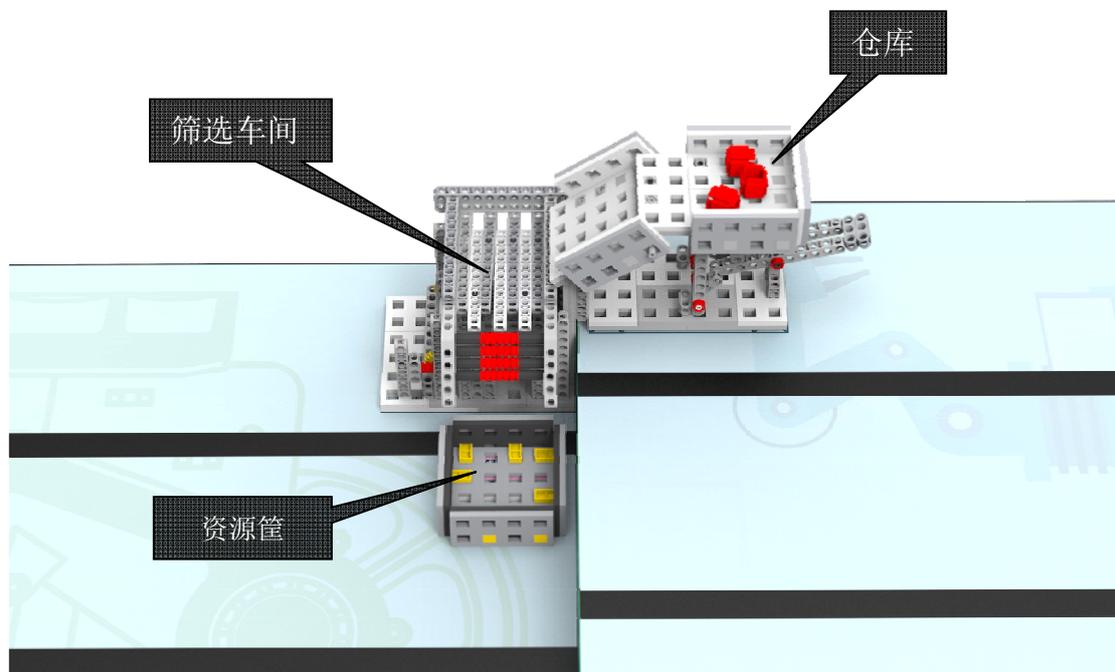


图 12 资源再利用模型

4.13 启动穿梭机

4.13.1 在一层场地有一个时空穿梭机，如图 13 所示。

4.13.2 机器人启动时空穿梭机，机器人拨动转轮使其上的指针从初始的水平状态指向不同刻度。指针指向临界点或临界点与 30 之间，得 30 分；指针指向 30 分刻度或 30 与 40 之间，得 40 分；指针指向 40 分刻度或 40 与 50 之间，得 50 分。

4.13.3 水平的指针可能向左，也可能向右，在赛前准备时公布。

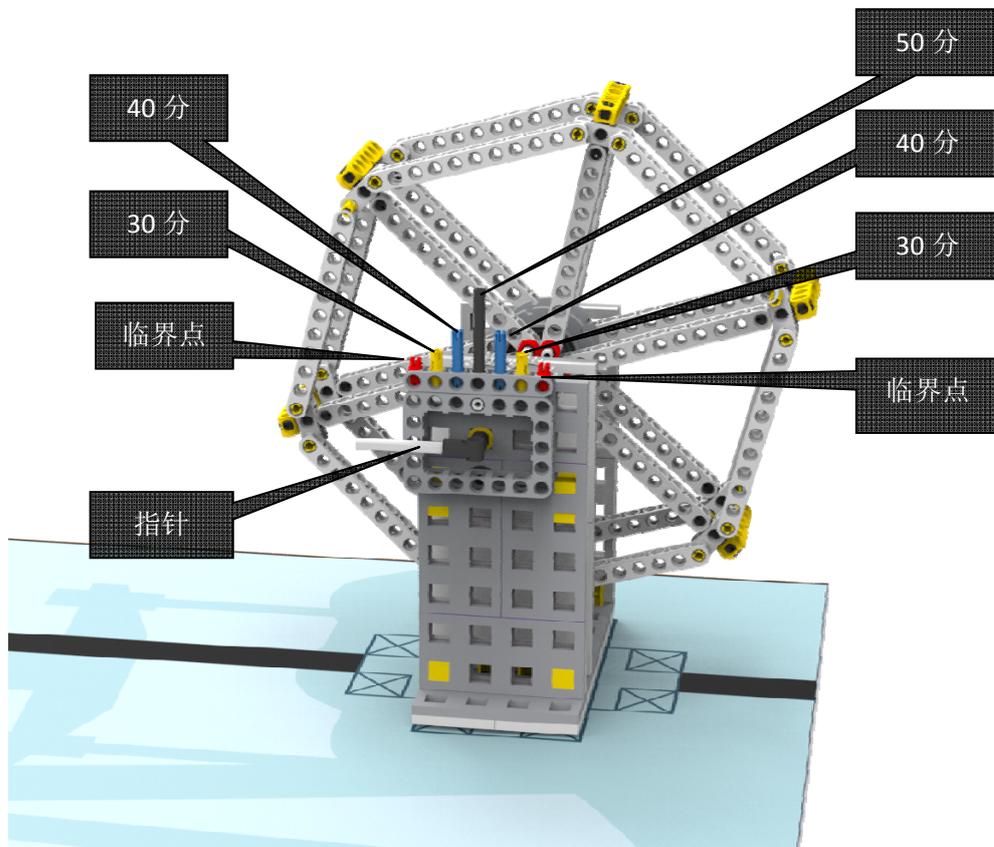


图 13-时空穿梭机模型

4.14 返回

4.14.1 比赛结束前，机器人自主回到基地且静止不动，每台机器人得 20 分。

4.14.2 机器人的任一驱动轮与场地的接触点在基地内即可得分。

4.15 任务模型位置

4.15.1 有些任务模型位置是固定的，但方向是可以变化的；有些任务模型位置是可以变化的。任务模型位置、方向以赛前准备时公布为准。

4.15.2 待建铁路模型、吊塔模型、资源再利用模型、蒸气机模型、铁塔模型在场地上的位置是固定的。铁塔模型、蒸气机模型方向是可以变化的。

4.15.3 能量块模型、时空穿梭机模型位置是可以变化的，会固定在可变位置一或可变位置二。

4.15.4 铜矿任务模型、采煤任务模型位置是可以变化的，会固定在可变位置三或可变位置四。

4.15.5 机器花模型、冶炼炉模型位置是可以变化的，会固定在可变位置五或可变位置六、可变位置七。

4.15.6 铁矿模型位置是可以变化的，会出现在铁矿模型一或铁矿模型二位置，但不固定。

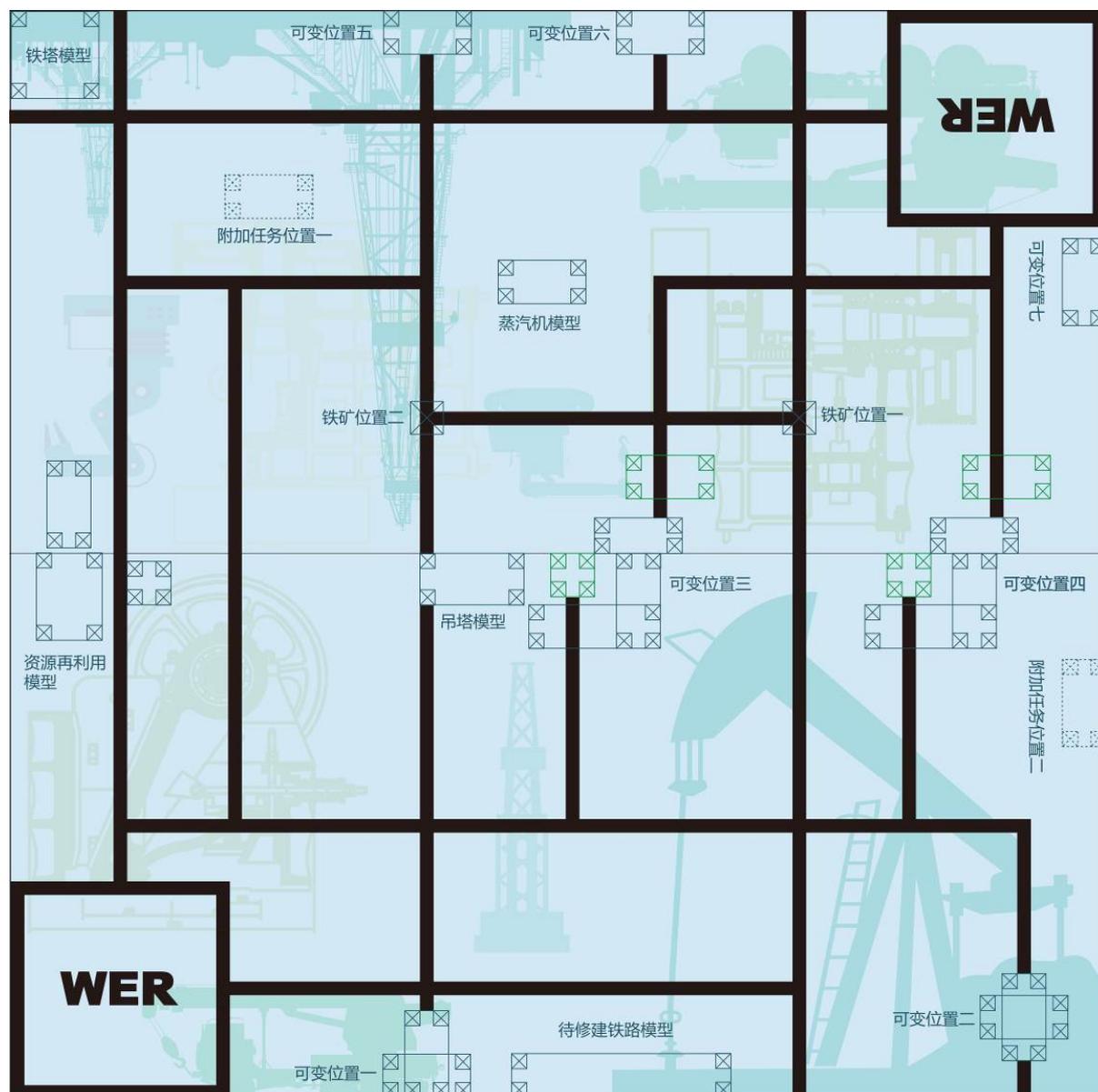


图 14 可能的模型位置

5 机器人

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。参加WER工程创新赛的机器人限用竞赛组委会指定的任何机器人套材。

5.1 每支参赛队最多只能搭建两台机器人，用于本届比赛。

5.2 每次从基地出发前，机器人尺寸不得大于40*40*40cm（长*宽*高）；离开基地后，机器人的机构可以自行伸展。

5.3 在不影响正常比赛的基础上，机器人可进行个性化的装饰，以增强其表现力

和容易被识别。

5.4 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。

5.5 不允许使用有可能损坏竞赛场地的危险元件。

6 比赛

6.1 参赛队

6.1.1 每支参赛队应由2名学生和1名教练员（教师或学生）组成。学生必须是截止到2017年6月仍然在校的学生。

6.1.2 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。

6.2 赛制

6.2.1 WER工程创新赛按小学、初中、高中各组别分别进行。

6.2.2 比赛共进行3轮，不分初赛、复赛。每场比赛时间为150秒。比赛开始、结束时裁判均有哨声，以开始、结束计时。

6.2.3 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。

6.2.4 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。

6.3 比赛过程

6.3.1 搭建机器人与编程

6.3.1.1 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。

6.3.1.2 参赛队的学生队员检录后方能进入准备区。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。

6.3.1.3 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，不得以任何方式与教练员或家长联系。

6.3.1.4 赛前有2小时的准备时间，用于参赛队根据场地环境修改机器人的结构和参数，并进行简单的维修。

6.3.1.5 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。

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。

6.3.2 赛前准备

6.3.2.1 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。

6.3.2.2 每队上场2名学生队员，站立在基地附近。

6.3.2.3 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。

6.3.2.4 到场的参赛队员应抓紧时间（不超过2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。

6.3.3 启动

6.3.3.1 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。

6.3.3.2 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。

6.3.3.3 机器人一旦启动，就只能受自带的控制器中的程序控制。队员一般不得接触机器人（重启的情况除外）。

6.3.3.4 启动后的机器人不得故意分离出部件或把机械零件掉在场上。偶然脱落的机器人零部件，由裁判员随时清出场地。为了策略的需要而分离部件是违规行为。

6.3.3.5 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。

6.3.4 重启

6.3.4.1 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基地重启。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；在这个过程中计时不会暂停。

6.3.4.2 机器人自主运行奖励：在整个比赛过程中，0次重启，则奖励40分；1次重启，则奖励30分；2次重启，则奖励20分；3次重启，则奖励10分；4次及以上重启0分

6.3.4.3 每场比赛重启的次数不限。

6.3.4.4 重启期间计时不停止，也不重新开始计时。

6.3.5 机器人自主返回基地

6.3.5.1 机器人可以多次自主往返基地，不算重启。

6.3.5.2 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。

6.3.5.3 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。

6.3.6 比赛结束

6.3.6.1 每场比赛时间为150秒钟。

6.3.6.2 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。

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

6.3.6.4 裁判员填写记分表并告知参赛队员。

6.3.6.5 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。

7 记分

7.1 每场比赛结束后，按完成任务的情况计算得分。完成任务的记分标准见第4节。

7.2 完成任务的次序不影响单项任务的得分。

7.3 有些任务需要将模型带回基地才得分，其必须同时满足：1、机器人自主返回基地；2、机器人投影与该模型投影部分或完全重合，或机器人与该模型接触。

8 犯规和取消比赛资格

8.1 未准时到场的参赛队，每迟到1分钟则判罚该队10分。如果2分钟后仍未到场，该队将被取消比赛资格。

8.2 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。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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。

8.6 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

8.7 参赛队员在未经裁判长允许的情况下私自与教练员或家长联系，将被取消比赛资格。

9 奖励

参赛队的最终得分为3轮场地任务赛得分总和，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) 3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) 所有场次中完成单项任务(得分为满分)总数多的队在前；
- (4) 机器人重量小的队在前，或由裁判确定。

按照参赛队成绩排名确定获奖等级，前6名获一等奖，颁发金牌和证书，冠军队（第一名）颁发奖杯；其余参赛队伍（上场参赛并获成绩者）的前40%获二等奖，颁发银牌和证书；后60%获三等奖，颁发铜牌和证书。

10 其它

10.1 关于比赛规则的任何修订，将在中国青少年机器人教育在线网站

（<http://robot.xiaoxiaotong.org/>）的Q&A栏目中以“重要通知”的形式发布，关于规则的问题可通过该栏目提出。

10.2 比赛期间，凡是规则中没有说明的事项由裁判委员会决定。竞赛组委会委托裁判委员会对此规则进行解释与修改。

10.3 本规则是实施裁判工作的依据。在竞赛中，裁判有最终裁定权。他们的裁决是最终裁决。裁判不会复查重放的比赛录像。关于裁判的任何问题必须由一名学生代表在两场比赛之间向裁判长提出。组委会不接受教练员或学生家长的投诉。

附录 记分表

第十七届中国青少年机器人竞赛 WER工程创新赛记分表

参赛队：

组别：

事项		分值	数量	得分
穿越时空	一台机器人进入二层场地	40		
获取能量块	将能量块带回基地	15/个		
采煤	煤矿石在到运煤小车内，与场地没有接触	15 个		
	及，拉运煤小车的机器人的正投影进入基地	10/个		
运煤	运煤小车由吊塔运输到二层，且正投影完全在二层场地内	40		
	及，二层运煤小车内与场地不接触的煤矿石	10/个		
开采铁矿	将场地上的铁矿石运回基地或完成 4.7.2 冶炼金属任务	40		
开采铜矿	用钢珠打开将铜矿山之门	40		
	将铜矿运回一层基地	20		
	或，将铜矿运回二层基地	40		
冶炼金属	将铜铁矿石放到冶炼炉上	20/个		
	及，颜色对应	10/个		
改进蒸汽机	指针调到两个红点刻度中的任一位置	40		
修建铁路	铺设好钢轨	30		
	及，机器人将火车推到另一端	30		
绽放机器花	花朵盛开，使花朵与绿叶间距离 20mm 以上且保持到比赛结束	50		
建造铁塔	竖立铁塔，垂直于地面且保持到比赛结束	50		
资源再利用	机器人将 3 个可利用资源(立方体)从仓库中取出，但不得与场地接触	15/个		
	及，资源在资源筐内且不与场地接触（小学）	10/个		
	及，资源筐运送到一层基地（初中）	10/个		
	及，资源筐运送到二层基地（高中）	10/个		
启动穿梭机	指针指向临界点或临界点与 30 分刻度之间	30		
	或，指针指向 30 分刻度或 30 与 40 之间	40		
	或，指针指向 40 分刻度或 40 与 50（含 50）之间	50		
返回	机器人自主返回基地	20/个		
自主运行奖励	40-（重启次数）*10，且大等于 0			
总分				
单轮用时				

关于取消比赛资格的记录：

裁判员：_____ 记分员：_____

参赛队员：_____

裁判长：_____ 数据录入：_____