

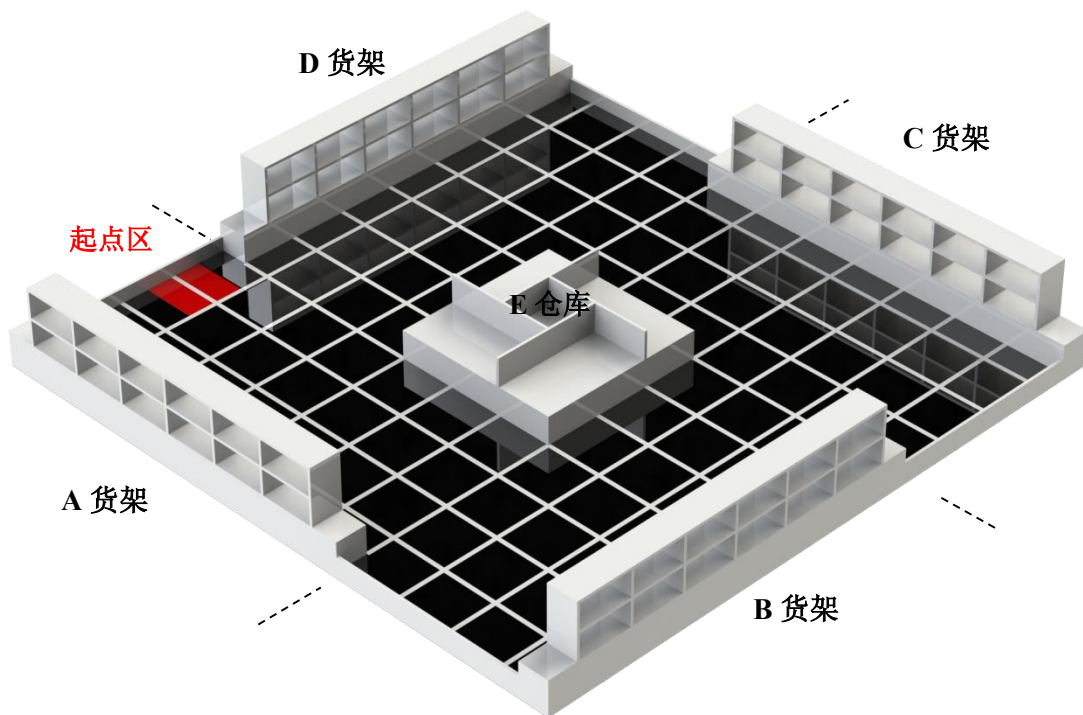
浙江省第 6 届大学生机器人竞赛·创新组

超市机器人挑战赛·规则文档

1. 比赛任务简介

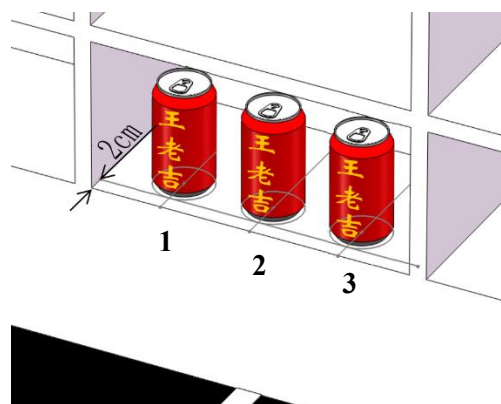
比赛场地模拟了一个超市，A、B、C、D 四个货架上各有 12 个货窗，E 区为仓库区，具有四个可放货物的槽。参赛队需要设计并制作一台自主机器人参加比赛。机器人从场地的红色“起点区”出发，在 10 分钟的比赛时间内，在场上找到“购物清单”中要求的目标货物，送回起点区。

2. 比赛场地



超市机器人挑战赛比赛场地示意图

图中的字母和数字在实际场地中不存在，仅为方便描述。购物车区的蓝色标注在实际场地中不存在。



货架上的货物摆放细节示意图

货窗中物体一定如上图所示分开摆放且主要标识朝外，仓库区的槽中物体不一定分开摆放
比赛场地是由 A、B、C、D 四个超市货架区和中心 E 仓库区构成的方形结构。场地大小

约为 4400×4400 (单位: mm, 下同), 材料为木质。场地在没有货架的边缘部分设有高 100、厚 15 的围栏。场地的“起点区”张贴 400×400 的深红色哑光贴纸。场地的“购物车区”无颜色标注且涂有黑底白线。围栏、货架边框和仓库区的表面均被喷涂成白色。场地的地面喷涂了黑色哑光漆, 并用宽 30 的白线划分成若干边长 400 的正方形区域 (以白线的中心线为测量标准)。

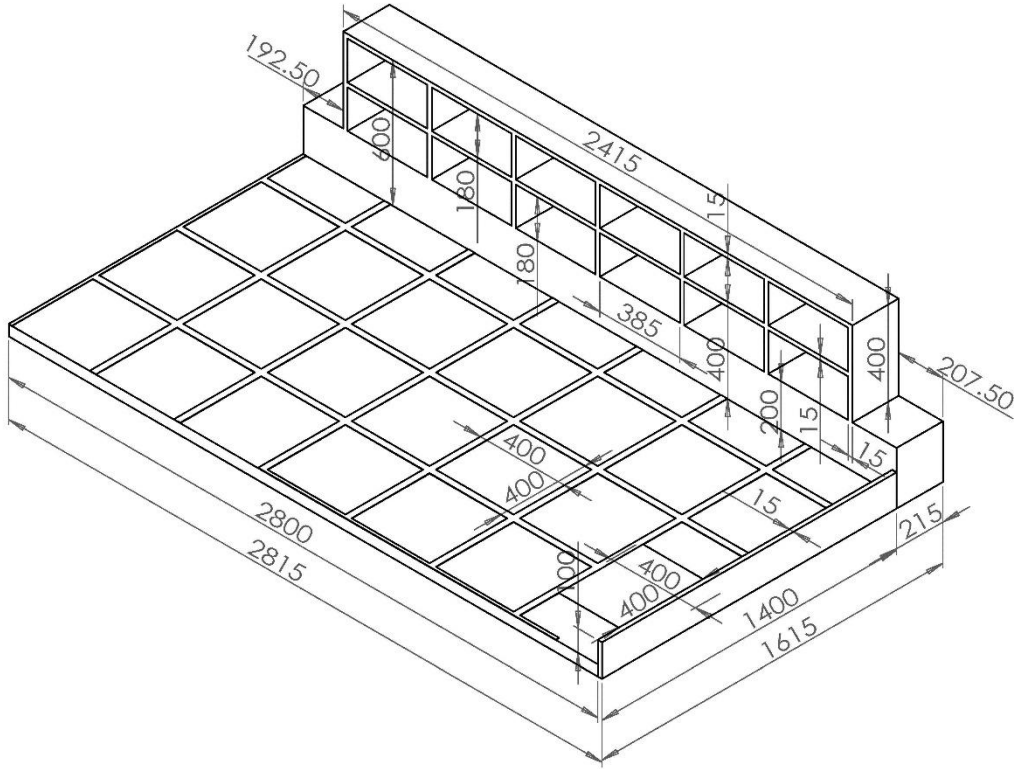
每个货架分两层, 含 12 个独立的货窗, 每个货窗中最多摆放 3 件相同种类的货物。非空货窗可能有 2 号货物, 一定有 1 号货物或/和 3 号货物 (这里的货物号请参见“货架上的货物摆放细节示意图”)。所有货物最外边沿到近场地侧的货窗边沿距离是 20, 主要产品名称和标志图案会面向场地中心一侧。货窗中货物一定不会紧贴摆放。参见“货架上的货物摆放细节示意图”。场地正中心的 E 仓库区是一个长宽 1200×1200 、高 200 的方台, 方台上被高 200、厚 15 的围栏切分成 4 个长方形槽。E 区每个槽的货物数量无限制、摆放无规律。

考虑不平整地形中机器人运动的鲁棒性, 本届比赛的机器人禁止使用各种全向轮 (全向轮是指麦克纳姆轮及其他在大轮子上装小轮子来使得机器人全向移动的轮胎设计)。

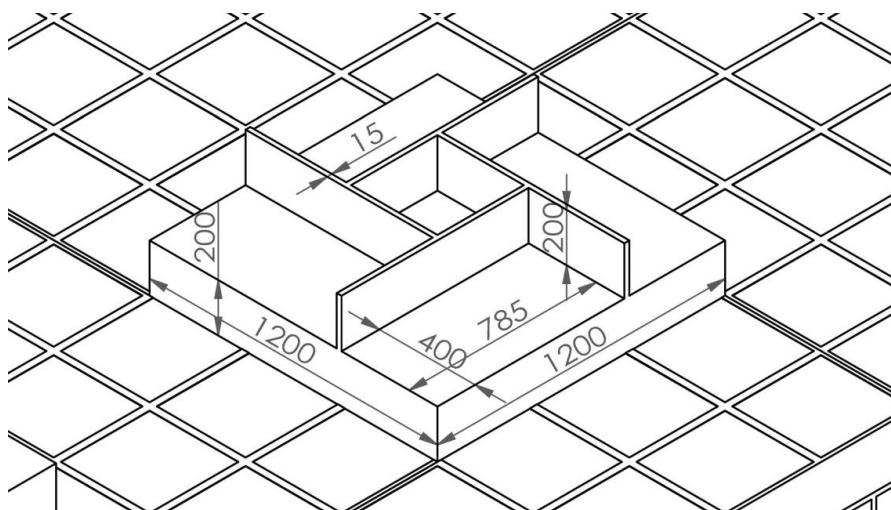
考虑实物场景中机器人的交互需求, 本届比赛不允许使用多机器人, 比赛开始计时后, 机器人需要展开一些机构从而超过最初 $400 \times 400 \times 600$ 尺寸限制时, 只允许将抓取和探测货物相关的功能结构展开。

考虑实际场景中机器人有限的携带能力, 本届比赛中机器人任何时刻同时接触的物品数不能超过两个。若机器人学会使用购物车, 则可一次性携带更多的物品, 提高购物效率。购物车的相关规则详见第 4 条。

比赛场地的其他尺寸参见“A 区尺寸图”和“E 区尺寸图”。最终比赛的实际场地允许存在 $\pm 5\text{mm}$ 的误差, 允许场地接缝处因制作误差出现不平整。



A 区尺寸图 (其他区除无“起点区”和“购物车区”, 外尺寸与 A 区一致)



E 区尺寸图

3. 购物清单

购物清单中列出的货物是机器人需要从超市货架区识别、并抓取带回起点区的目标货物。每种货物可能有多个，所有目标货物总数为 24 个。在每个货窗中只可能出现同一种目标货物或干扰物，仓库区的槽内可能有多种货物或干扰物。同种多个物品计分可以叠加。本届比赛使用的购物清单如下：

货物编号	所需采购的目标货物	可能出现此目标货物的货架区
1	红色方砖（50×50×50 立方体）	A、B 货架
2	被打乱的标准三阶魔方	A、B 货架
3	蓝色方砖（50×50×50 立方体）	A、B 货架
4	雪花啤酒（空）	C、D 货架
5	东鹏特饮（空）	C、D 货架
6	娃哈哈 AD 钙奶（空）	仓库 E

目标货物的选取原则：为了有一个统一的参考标准，超市出售的商品作为货物编码 4-6 的目标货物，可能存在符合描述特征的其他包装与规格的产品，都被认为是正确的目标货物。（如东鹏特饮的罐装、瓶装、盒装都被认为是正确的目标货物）。干扰物的选取没有规律，但其原则是人类消费者可以正常进行辨认的单个物体。

3.1 分数计算方法：

某个物品的得分=Σ 正确与否系数×是否带回物品+是否损坏物品+是否扰乱购物环境

其中参数描述如下：

- （1）正确与否系数：正确物品系数为 1，干扰物系数为-1。
- （2）是否带回物品：带回物品为 5 分，未带回为 0 分。
- （3）是否损坏物品：物计时外形发生明显变化，并且裁判无法徒手将其恢复成原来的状态，视为损坏物品，得分为-5 分，否则为 0 分。
- （4）机器人运行时与任何物品（包括正确物品和干扰物）发生碰撞导致其移动至其它货窗、槽或掉落在地上，视为扰乱购物环境，为-5 分。但若在比赛结束前由机器人自主地摆回原位则不扣分。

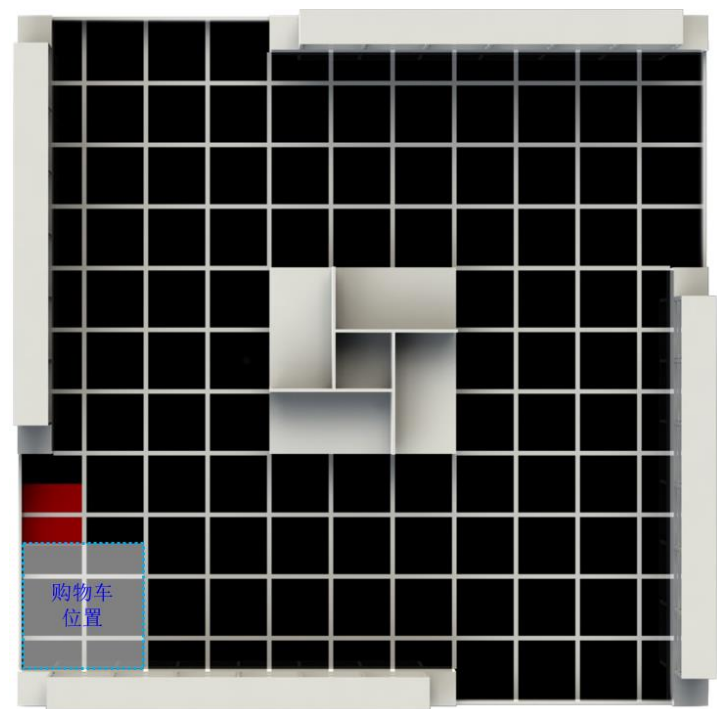
3.2 物品被“带回”的定义：

- (1) 物品与起点区实体接触（仅地面投影重叠不算实体接触，下同）。
- (2) 物品与机器人实体接触，且机器人与起点区实体接触。
- (3) 物品与购物车内部接触，且购物车与购物车区实体接触，且购物车在机器人的 400 距离范围内。物品与购物车区域直接接触不得分。购物车脱离机器人控制时，购物车内物品不得分。比赛结束前，机器人和购物车允许多次进入起点区和购物车区，不会导致比赛提前结束，但是仅按照当场比赛的结束状态进行计分。
- (4) 物品与另一个满足“被带回”条件物品实体接触，则也认为该物品“被带回”。

4. 购物车设计

请参赛队伍自制所用购物车，购物车的制作及使用有如下规则：

- (1) 购物车尺寸不能小于 300×300 ，不得大于 500×500 ，高度不限。
- (2) 除轮子外，购物车不允许连接任何可通电的设备或可活动的结构（包括电机、电池、传感器以及其它例如活页、绳、皮筋等机械部件），必须是刚体。
- (3) 购物车的轮子只能是脚轮（偏心脚轮）、普通轮或它们的组合。在任何时刻，购物车必须可以独立保持自身平衡（不允许独轮购物车和双轮购物车）。购物车必须且仅能通过所有轮子与地面接触，不能被机器人抬起。
- (4) 机器人使用购物车时必须保持对购物车的控制。机器人与购物车要时刻保持不超过 400 的距离，否则购物车中货物会被立刻拿离场地直至比赛结束。失去控制的购物车不会被强制拿回购物车区，而是放在原地，除非参赛队重启机器人。比赛分数统一按照当场比赛结束时的物品状态计分。中途得分不计入排名，仅在同分情况下，作为裁判进行具体排名的参考依据。



购物车区示意图

因起点区和购物车区不相交，比赛开始时机器人和购物车一定是分离的

5. 比赛详细流程和规则要求

5.1 比赛详细流程

比赛开始前，会进行 2 分钟的准备倒计时。如果 2 分钟到，参赛队的机器人没有准备好，视为放弃本场比赛。机器人和购物车由参赛队自行选取摆放姿态，使机器人的地面投影完全在起点区内，购物车地面投影完全在购物车区内。参赛队员若对场上物品有异议，需在 2 分钟倒计时结束后向裁判提出，且不允许接触机器人直至裁判调整好场上物品并宣布比赛开始。机器人启动后必须进入至少 10 秒钟的“启动等待”。在这 10 秒钟内，机器人不能有任何动作，且长宽高不能超过 $400 \times 400 \times 600$ ，同时裁判会将场上货物位置进行随机调整。

每场比赛的时间是 10 分钟，裁判会从机器人开始移动的那一瞬间开始计时。参赛队在比赛开始后的 3 分钟内，拥有一次“重启机器人”的权利，可将机器人撤离场地进行重启。在比赛过程中，参赛队员不申请结束比赛却触碰机器人视为重启，若无重启机会则视为提前终止本场比赛。其它人员在任何时刻不得接触机器人。

参赛队员需要利用重启机会调整自己的机器人和购物车，准备完毕后示意裁判可以继续比赛并进入“启动等待”阶段。**若重启机器人所花时间少于 3 分钟，则会自重启机器人时刻开始罚时 3 分钟继续计时。**另外，如果比赛计时已超过 3 分钟，“重启机器人”的权利将自动失效。重启过程中 10 分钟的比赛计时**不会停表**。起点区的得分和扣分物品仍然有效并不会被拿出场地，但与机器人和购物车接触的物品（也包括前述可得分或扣分物品）会被拿出场地，并且得分不计入总成绩，扣分计入总成绩。重启前已被挪动（掉落在地上或发生显著姿态变化）的物品在“启动等待”阶段不一定会被裁判摆放回原处，但一定会被裁判摆放到符合比赛要求的位置。

比赛时间用尽时，比赛结束。参赛队通过在比赛中接触机器人并提出终止并结束比赛的要求时，比赛提前结束。计算得分时，裁判会重新检查场上的所有货物，确保机器人取得的目标货物来自场上，否则裁判有权判本场比赛无效或取消本队的参赛资格。比赛结束后，裁判除了记录每队的每场得分和本队比赛剩余时间外，如果本队本场得分为 0 分，裁判还会根据比赛过程中的表现记录为“有得失分 0 分”或“无得失分 0 分”，其评判标准如下：

有得失分 0 分：比赛过程中机器人可以移动、并进行了识别和有效的抓取物品，使得最少一个物品被机器人带离货架或仓库，但因为抓取错误或其他扣分导致的 0 分场次。

无得失分 0：因比赛弃权、被罚下场判 0 分、机器人无法移动和/或有效抓取物品（不能将任何物品带离货架或仓库，碰触落下的不算有效抓取）。

5.2 规则要求

（1）必须使用由本队队员亲自制作的单台非遥控自主机器人参赛。若某队的机器人为“子母机”、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、中途整机替换的非本队首场使用的机器人（不包含对本队原参赛机器人的修理和合理改进）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。

（2）每支参赛队伍的机器人必须与其他参赛队的机器人在外观上有明显差异，在比赛现场改进、维修、调试机器人时应该保留这些差异，方便裁判和其他参赛队的辨认，否则，裁判有权利取消本代表队的参赛资格。

（3）正式比赛前，参赛队将接受竞赛组委会的“资格审查”，初步审查出违反竞赛规则要求的机器人。参赛队需展示满足规则要求的机器人完全展开后的最大尺寸（不超过 $500 \times 500 \times 600$ ）。对于有违背竞赛规则的机器人，组委会将要求其进行整改和重新审查或取消参赛资格。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。

6. 比赛排名

比赛共进行两轮。所有参赛队通过抽签的方式决定每轮比赛的出场顺序。每支参赛队共可进行两场比赛，通过将两场比赛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”多少来决定比赛的最终名次。若分数仍然相同，则由裁判组现场决定评判方法。

$$\text{比赛最终得分} = \text{第一场比赛得分} \times 80\% + \text{第二场比赛得分} \times 120\%$$

$$\text{累积剩余时间} = \text{第一场剩余时间} + \text{第二场剩余时间}$$

为保证理论最高得分的公平性，任何一场比赛中每场比赛的货架上可获得的最高分数为一个固定值 120 分（有效货物总数量为固定值），且仓库中的有效货物数量也为一个固定值。

*另外，考虑到比赛中无法得失分数的 0 分队伍在表现上次于有得失分的 0 分队伍和负分队伍，客观上的排名应该按照如下原则统计：

$$\text{正分数} > \text{有得失分的正分数} > \text{有得失分 0 分} > \text{负分数} > \text{无得失分 0 分}$$

为了方便对每场比赛的成绩进行排名，“无得失分 0 分”的**比赛最终得分**会进行修正，修正公式为：

$$\text{每场无得失分 0 分的最终得分} = \text{本场比赛其他队的最低负分} - 1 \text{ 分}$$

7. 参赛要求

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，并制作单台机器人参加比赛。

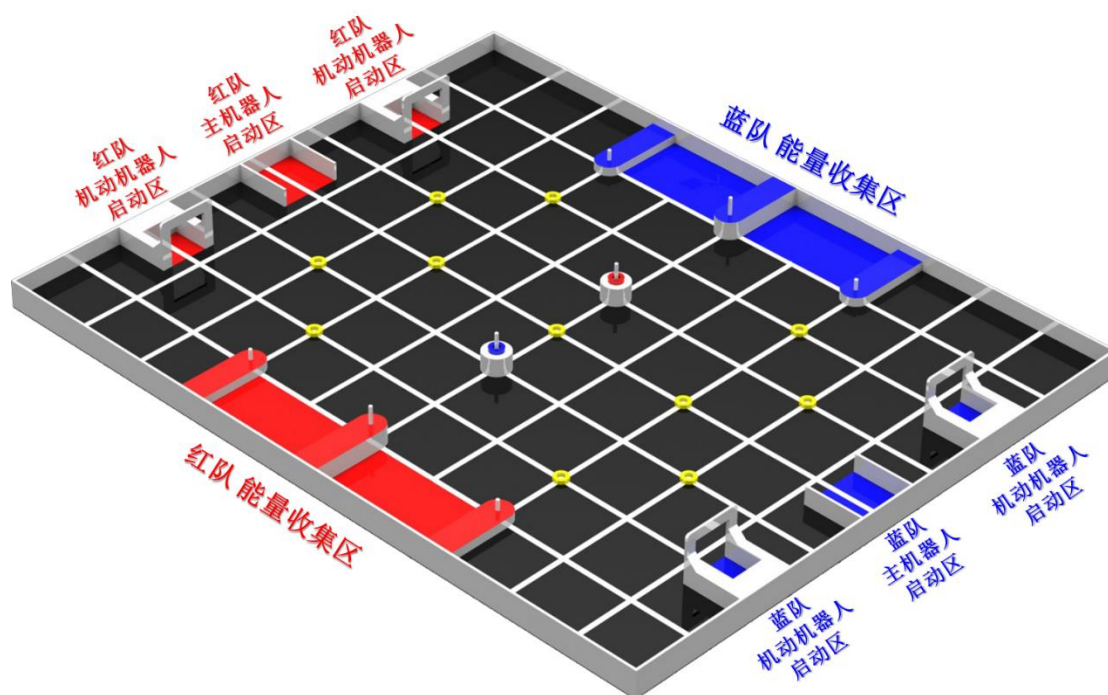
浙江省第6届大学生机器人竞赛·创新组

运输机器人对抗赛·规则文档

1. 比赛任务简介

未来，太空，红蓝两个星际舰队在宇宙的某处争夺一种叫做“能量环”的资源，两个舰队都派出了他们的机器人资源采集船（一台大型的“主机器人”和一台小型的“机动机器人”）。赛场模拟了这场能源收集对抗，场地上有 11 个黄色的能量环、1 个红队的“增益环”和 1 个蓝队的“增益环”。在 4 分钟的比赛时间内，各队需要尽可能多的收集场上的能量环到本队颜色的收集区。每队的能量收集区有五个区域，两侧是两个双倍能量区，可以让能量环产生 2 倍能量，中间是一个三倍能量区，可以让能量环产生 3 倍能量，这三个区域之间是两个标准能量区，在此，每个能量环只可以产生 1 点能量。每个区域都有“能量环最大容量”——每个基本区为 4 个，每个双倍区为 3 个，三倍区为 5 个，区域中多出的能量环不能产生能量。此外，增益环不能产生能量，但当本队颜色的增量环处于本队的能量区，且此能量区里有能量环时，可以让此区能量收益达到最大值（经过简单计算，可知，每个基本区最大值是 4，双倍区是 6，三倍区是 15）。比赛时间用尽前，如果某队在标准区、双倍区、三倍区各收集了最少 2 个有效能量环，那么，这些能量环会产生“能量共鸣”，使得本队直接获得 35 点能量值，比赛强行结束，否则，当比赛时间用光时，比赛结束，并根据场上各队所得的能量值来计算比分。

2. 比赛场地说明（尺寸 mm）



收集对抗比赛场地示意图

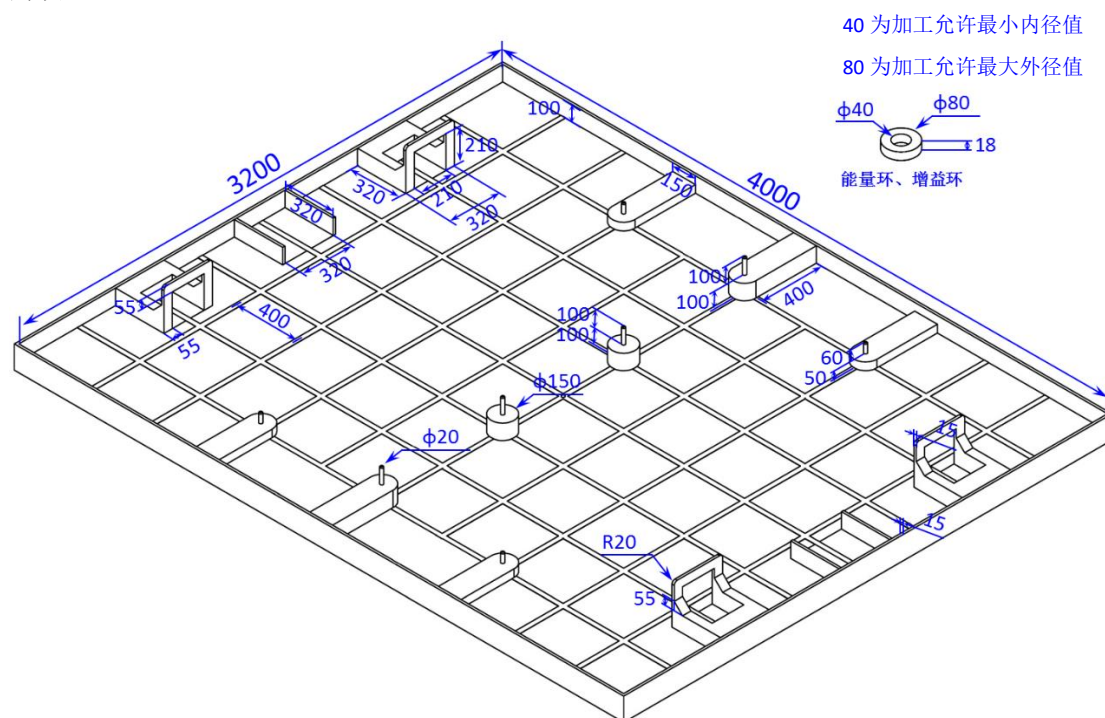
比赛场地为木制，大小为 4000×3200 ，周边有高 100、厚 15 的围栏。

场地地面喷涂了黑色哑光漆，并粘贴了若干宽 30 的白色引导线（引导线围成的基本方格边长是 400）。各队的启动区和收集区表面张贴了代表本队颜色的深色哑光广告贴纸。场地的围栏和其他部分被喷涂成白色。

能量环和增益环的外径 80、内孔径 40、高 18，为木质材料，表面喷涂对应颜色的木工漆或者包裹对应颜色的广告贴纸。

能量收集区的 6 个高台、放置增益环初始位置的 2 个高台、主机器人启动区的左右挡板、机动机器人的启动门、及各种柱体必须被固定在场地上，加工场地时可以设计插接结构或在不影响白线检测的情况下使用角铁加固。

场地的其他尺寸参见“收集对抗比赛场地尺寸图”，最终比赛的实际场地允许存在 ± 5 的误差。



收集对抗比赛场地尺寸图

3. 比赛详细流程和规则要求

- 3.1 至少制作一台*独立的“主机器人”参加比赛，可以选择额外制作一台*“机动机器人”参加比赛（这里*一台指可以完全放入启动区且符合比赛尺寸要求的机器人，允许机器人设计能分离的机构，但这些机构无论大小都属于这一台机器人），所有机器人必须使用由本队队员亲自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，机动机器人启动后与主机器人之间传递信息除外）、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、中途整机替换的非本队首场使用的机器人（不包含对本队原参赛机器人的修理和合理改进）”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。
- 3.2 每支参赛队伍的机器人必须与其他参赛队的机器人在外观上有明显差异，在比赛现场改进、维修、调试机器人时应该保留这些差异性，方便裁判和其他参赛队的辨认，否则，裁判有权利取消本代表队的参赛资格。
- 3.3 每场比赛开始前，双方代表队有 90 秒的上场准备时间，两队代表应在上一场的比赛结束前到场外指定地点抽签，提前决定两方的红、蓝“启动区”。轮到两队上场时，各队代表应携机器人迅速到达对应场地，上场后，主机器人的地面投影区必须完全处

在本队“主机器人启动区”的颜色框内（32cm×32cm），且高度不能超过 50cm；机动机器人可以任选一个本队颜色的“机动机器人启动区”，其投影也必须完全处在启动区的颜色框内（21cm×21cm）。各队准备好后，应向裁判示意并接受裁判的检查。如果 90 秒准备时间到，则没有准备好的队伍视为本场比赛弃权。

- 3.4 每场比赛的比赛时间为 4 分钟。两队代表听裁判的口令同时启动本队的主机器人，启动应能一次性快速完成，裁判下达启动口令后，会给出“请各队代表离开启动区”的启动结束警告，警告之后，依旧接触本队主机器人的，将视为此参赛队提前结束本场比赛。主机器人必须上场，机动机器人可以空缺或在比赛开始后到比赛结束前的任何时间内上场和启动，启动前可以选择本队的任何机动机器人启动区。所有机器人一旦启动结束后，不管“主机器人”是否移动，以及展开/分离的结构是否顺利展开/分离，任何人不能再接触“主机器人”，否则，违规的队伍视为提前结束本场比赛。接触“机动机器人”也一样对待，但本队队员可以利用 3.6 的重启规则，在符合条件的情况下接触机动机器人，不会导致提前结束本队的本场比赛。
- 3.5 如果某队要提前结束本场比赛，请向裁判示意，并在裁判的指示下完全关闭所有机器人的电源，之后，本队可以选择将所有机器人移出场外，也可以选择将所有机器人留在场上。如果选择将所有机器人移出场外，正在被此机器人携带或碰触的“不处在”能量收集区内的能量环或增益环，会被裁判就近且随意的放置在赛场的四个边角格子中。主机器人启动后分离出的子机器人，属于主机器人的一部分；机动机器人启动后分离出的子机器人，属于机动机器人的一部分，在选择关闭电源和重启时，必须保证对应机器人的全部部分都进行同样的操作。
- 3.6 每场比赛的进行过程中，主机器人一旦启动，不能重启。但机动机器人可以无限重启。本队队员大声喊出“重启”后可迅速将本队机动机器人移出场外，并可以在比赛进行的任何时间内放回本队的任意机动机器人启动区内进行重启，除非启动区内有其他机器人，这时必须在场外等待。在任何一次重启中，机动机器人被移出场外前，正在被此机器人携带或碰触的“不处在”能量收集区内的能量环或增益环，会被裁判就近且随意的放置在赛场的四个边角格子中。此外，如果本队的机动机器人正与己方或对方的主机器人接触，则不能重启，如果本队的机动机器人正与对方的机动机器人接触，则必须双方协商一起重启，或保持现状。
- 3.7 比赛场地上，一共有 11 个黄色的木质圆环表示能量环，1 个蓝色和 1 个红色木质圆环表示对应颜色队伍的增益环。每个能量环被放置到本队的任何标准能量收集区可产生 1 点能量，上限为 4；每个能量环被放置（必须插入杆中）到本队的任何双倍能量收集区可产生 2 点能量，每个双倍区上限为 6（放置 3 个环）；每个能量环被放置（必须插入杆中）到本队的三倍能量收集区可产生 3 点能量，上限为 15（放置 5 个环）；增益环放置到任何区中，如果此区内有能量环产生能量（双倍和三倍区必须插入杆中），则可使本区产生的能量直接达到上限。比赛开始时，能量环和增益环的初始位置与“收集对抗比赛场地示意图”所示的情况完全一样。
- 3.8 比赛的时间用尽，或者两队都提前结束比赛，或者某队的标准区、双倍区、三倍区各收集了最少 2 个有效能量环（一共最少 6 个能量环）时，比赛都会结束。最后一种情况叫做“能量共鸣”，且此队的能量值得分会被计为 35 分。比赛结束后，根据比赛结束瞬间各队收集区中的能量值计算比分。计时时，对于标准收集区，只有能量环或增益环的投影完全处于本队收集区的颜色面内（不压线、不压边），接触或通过其他圆环间接接触到收集区的颜色面时，才算“处在”收集区内，在不超过此区能量上限时，即视为有效的收集；对于双倍和三倍区，只要能量环或增益环插入杆中，且不超过本区能量收集上限时，即视为有效的收集。

3.9 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。

4. 比赛赛制

正式比赛前，参赛队将接受竞赛组委会的“资格审查”，初步审查出违反竞赛规则要求 3.1 的机器人，并取消本队的参赛资格。对于有违背竞赛规则要求 3.2 的机器人，会要求其进行整改和重新审查。

正式比赛分三轮进行。

第一轮采用排名赛，各队根据抽签顺序，在没有对手的情况下依次上场比赛，优先根据本队得分高低，其次根据“能量共鸣”队伍剩余时间多少，再次根据抽签号码的先后，依次排出各队名次。

第二轮采用小组赛，按照排名赛的顺序选取排名靠前的一定数量队伍参加（具体队伍数量会考虑参赛队总数和评奖比例在赛前确定）。参赛队伍被分成若干 4 人小组（小组总数为偶数），进行组内循环赛，每个小组优先根据各队胜利场数多少、其次根据平局场数多少、再次根据小组赛中每场比赛的累积得分、最后根据排名赛的排名先后，最终决定出线的 2 只队伍。在小组赛中，如果一方弃权，轮空的另外一方也必需出赛，并根据场上实际得分来决定轮空队和弃权队的胜负，如果双方均弃权，则计为平局。在小组赛中弃权满两次的队伍不能出线。如果最终的出线队伍数不足，则在所有未出线的队伍中选取补足，方法则根据各队在小组赛中每场比赛累积得分的高低依次进行选取补足，若出现同分，则根据排名赛的排名先后选取补足。通过选取补足的方法出线的队伍，代替补足小组的组别和出线名次出线。

第三轮采用淘汰赛，淘汰赛的首轮比赛顺序按照小组赛“第 1 组第一对战最末组第二、第 2 组第一对战倒数第 2 组第二、第 3 组第一对战倒数第 3 组第二……最末组第一对战第 1 组第二”进行。晋级的队伍继续进行 1 对 1 淘汰赛，直到最终决出季殿军和冠亚军。淘汰赛中出现一方弃权，则另外一方直接晋级。淘汰赛中出现平局，则加赛一次，直到双方决出胜负，如果加赛两次依然无法决出胜负，则对机器人整机进行称重，重量轻的机器人获胜，如果依然无法决出胜负，最终采用抛硬币的方式裁决。

5. 参赛要求

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，并至少制作一台*主机器人才能参赛。