

2021 中国工程机器人大赛暨国际公开赛（RoboWork）

工程越野项目

比赛规则

适用: 1.社会力量组 2.研究生组 3.本科生组 4.职业院校组

2021 年 4 月版本

工程赛官网: www.robotmatch.cn

工程赛官方邮箱: robotatwork@163.com

工程机器人（教师 QQ 群）: 259386217

工程机器人（学生 QQ 一群）: 314935820

工程机器人（学生 QQ 二群）: 539829734

工程机器人（学生 QQ 三群）: 607173573

比赛简介

比赛目的

设计一个小型轮式或履带式机器人，模仿工程车在复杂工程场景中运输搬运物料比赛项目，在比赛场地内完成规则要求的工程越野机器人比赛任务。比赛成绩取决于机器人行进的运输搬运成效和完成时间，比赛排名由机器人搬运的物料和所用时间确定。

比赛项目及任务

一、比赛项目 工程越野机器人比赛

(一) 社会力量组 01

1. 对抗赛 01

2. 竞技赛 02

(二) 研究生组 02

1. 对抗赛 01

2. 竞技赛 02

(三) 本科生组 03

1. 对抗赛 01

2. 竞技赛 02

(四) 职业院校组 04

1. 对抗赛 01

2. 竞技赛 02

二、比赛任务

1. 工程越野项目(10)对抗赛(01): 在比赛场地上，对抗双方掷筛子决定各自的出发去位置（大本营），然后同时出发到物料（炸弹）所在地取得物料（炸弹），首先将物料（炸弹）搬运到对方大本营获胜；如果出现碰撞后一方翻车或运行过程中一方翻车，则另一方获得胜利。

2. 工程越野项目(10)竞技赛(02): 在比赛场地上，比赛前由志愿者掷筛子决定机器人要搬运的物块颜色，机器人站在出发区（起点），比赛开始由裁判启动机器人。机器人按照要求，依次通过各个险境，取到相应物料后，并放置在货栈，按要求回到结束区（终点）完成比赛。

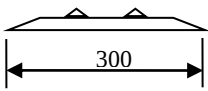
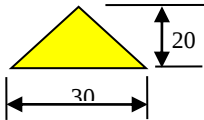
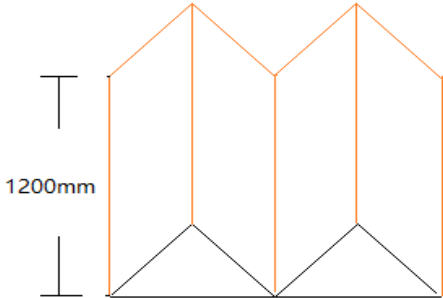
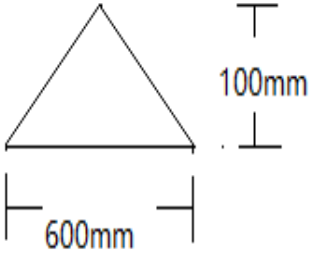
2019 重要变化

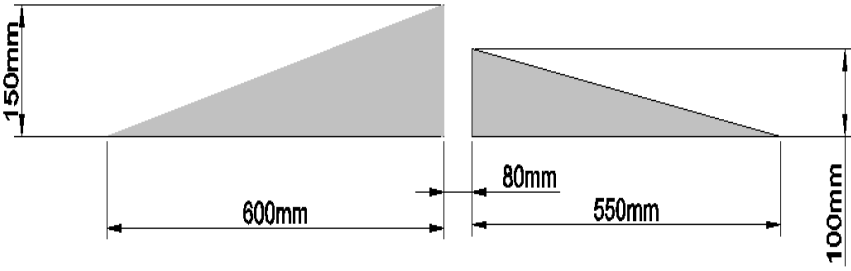
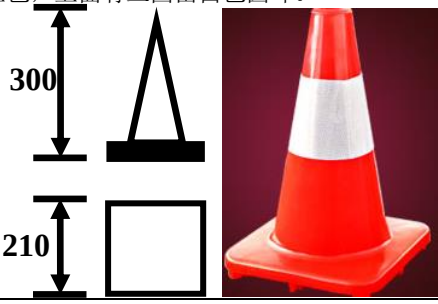
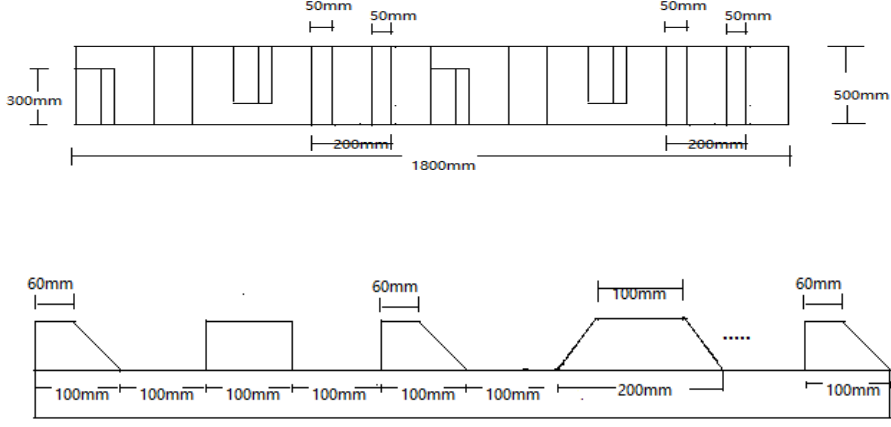
1.非巡线区壁与迷宫壁材料相同，且高度为 200mm。大小为 3000mm*2000mm 的固定区域，墙壁与底座相连且固定虚线为对抗区的边界，如图对抗区其中一侧为半封闭型围栏，其未封闭宽度为 1000mm，擂台区大小为 1000mm*1000mm 为对抗赛抢夺物块区域(物块放置擂台区中心位置)，由 1000mm*1000mm*18mm 的木板平铺在地摊上构成，竞技赛返回的路线，出口入口的宽度皆为 300mm。

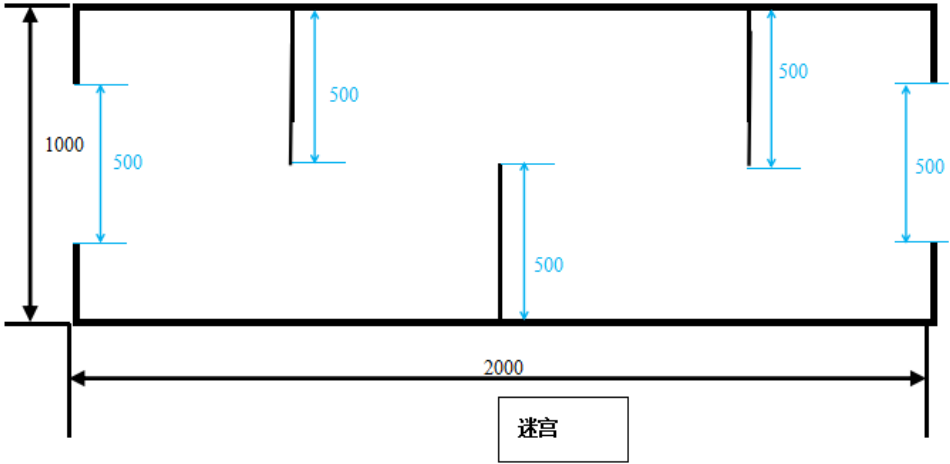
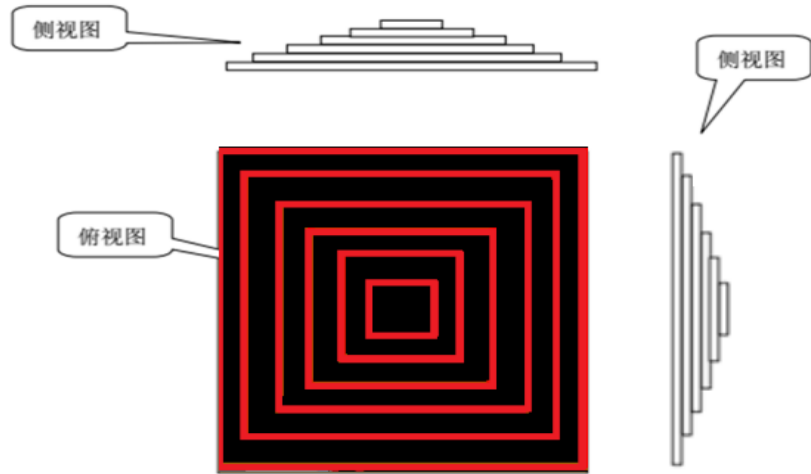
2. 机器人规格：机器人整体重量不超过 4000g；机器人供电电压不超过 21V。

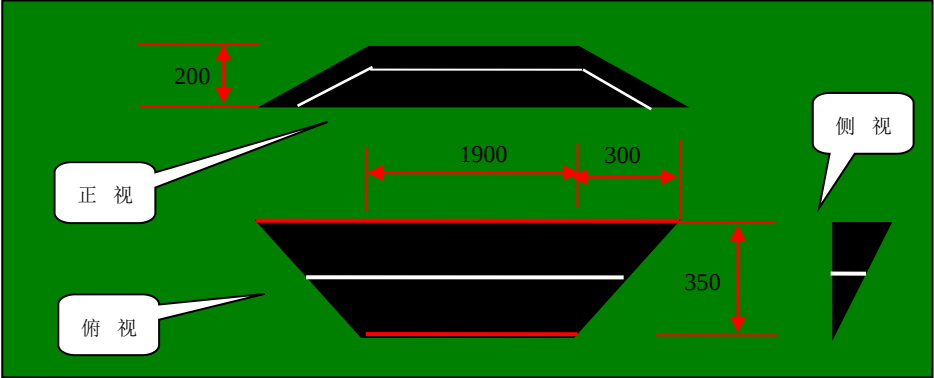
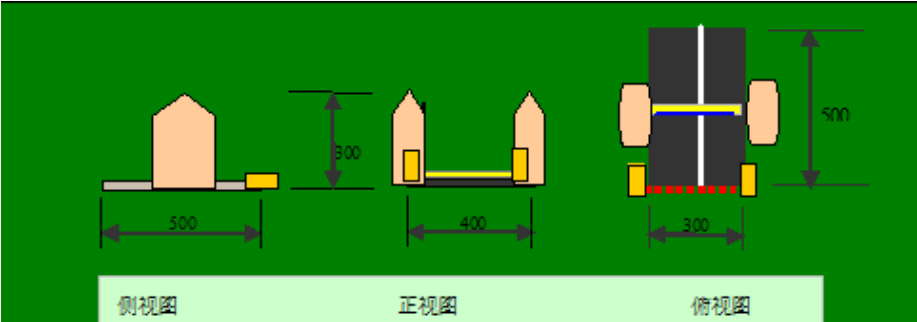
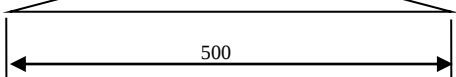
规则一 比赛场地

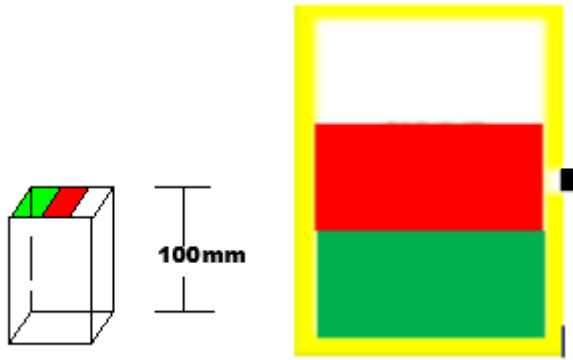
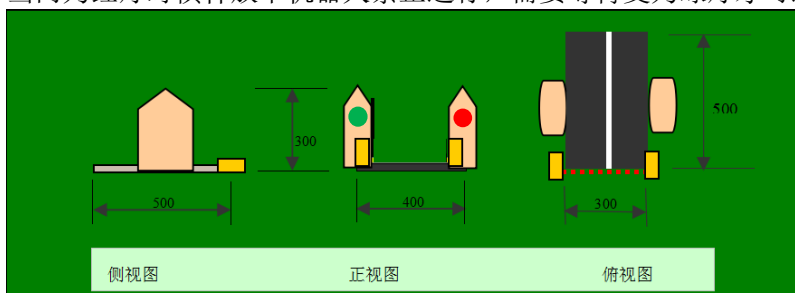
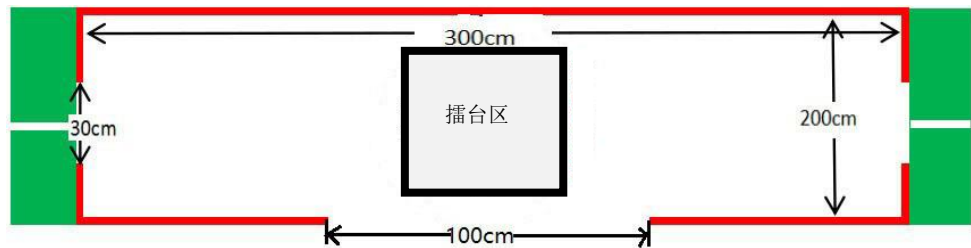
比赛场地	
场地使用	下列比赛项目使用： - 工程越野机器人对抗赛(本科院校组) - 工程越野机器人竞技赛(本科院校组)
场地图纸	图 1 场地尺寸（8000mm×12000mm）
场地尺寸	- 赛场为 8m×12m 长方形，表面铺绿色地毯，周边有 50mm 高围挡。 - 道路的中心有宽度约 24mm 的白色引导线或障碍，用以引导机器人。 - 障碍放置在地毯上面，由颗粒板制作或涂刷油漆，上面不一定有引导线，种类及详细尺寸见分项图。
场地材质	- 场地制作使用 8m×12m 绿色地毯，周边有围挡。 - 场地边线、起跑线和终点线使用 16mm 宽黄色防水电工绝缘胶带。 - 场地引导线采用 24mm 宽米白美纹纸铺设。 - 场地障碍采用白色实木颗粒板制做。 - 路障为塑料材质，呈三角锥形，地面直径为 150mm，高为 200mm，路障基本颜色为红色，上面有三圈由白色圆环。
场地标识	使用 16mm 宽黄色防水电工绝缘胶带贴在白色实木颗粒板上，或 24mm 宽美纹纸铺设在地毯上。

制作方法	1. 建议到当地建材市场购买 $2440 \times 1220 \times 18\text{mm}$ 的白色实木颗粒板进行加工； 2. 建议到当地建材市场购买绿色地毯进行铺设； 3. 使用 16mm 宽黄色防水电工绝缘胶带，按照场地图纸标识尺寸，帖出边线、起跑线和终点线。 4. 使用 24mm 宽米白色美纹纸进行铺设引导线。
物料制作	1. 物料数量：加工制作 9 个直径为 40 毫米、高度为 40 毫米的圆柱形料块，3 个一组，共 3 组，分别为红色组、白色组和绿色组。 2. 制作方法(推荐)：购买外径为 40 毫米的白色 PVC 水管，制作高度为 40 毫米的物料，侧面用三色喷绘不干胶粘贴，并保证物料为空心。
比赛场地	1. 比赛场地以承办方提供的实际场地为准； 2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。
场地障碍 减速板	底板为宽$300 \times$长$300 \times$厚18mm白色实木颗粒板，表面涂刷黑色亚光漆，上有白色引导线；上下有$1:2$斜坡(底板也可用$2\text{--}3\text{mm}$铁板，此时没有上下坡)。 底板上面有2根等腰三角条,长120mm，三角条表面为黄色。三角条截面：高20mm，底边30mm，2根等腰三角条间距100mm。    侧视图 俯视图 三角条截
场地障碍 双驼峰	双驼峰包含两座山峰，两山峰无间距表面涂刷黑色亚光漆，上有白色引导线；山峰宽 1200mm，其横截面为等腰三角形，底边宽 600mm，高 100mm。  
场地障碍 悬崖	悬崖由两个三棱柱形的木块组成，其横截面均为直角三角形，但两直角三角线高度和长度均不同，一个高为150mm，长600mm，另一个高为100mm，长550mm，且两者之间有80mm的间距。悬崖宽1230mm，表面涂刷黑色亚光漆，上有白色引导线。

	
场地障碍 路障	路障为塑料材质（雪糕筒），呈三角锥形，地面为210mm见方，高为300mm，路障基本颜色为红色，上面有三圈由白色圆环。 
场地障碍 减速带	减速带为厚 18mm 白色实木颗粒板制成，底边宽 500mm，长 1800mm，厚 18mm，上面有上底为 60mm,下底为 100mm，高度 18mm，宽度为 300mm 的直角梯形；长 100mm,宽 500mm,高度 18mm 的长方体；上底为 100mm,下底为 200mm，高度 20mm 的等腰梯形；无规律排列，实木颗粒板制成,表面涂刷黑色亚光漆，中间有白色引导线。 

场地障碍 迷宫	迷宫区域宽1000mm，长2000mm，迷宫壁为红色木板做挡板，挡板高150mm，迷宫区域和其他区域相同，均为绿色地毯，但是迷宫区域无引导线，迷宫入口和出口在该面墙壁中央，宽度500mm，中间隔板长度均为500mm，比赛时位置随机，以比现场赛场地为准。 
场地障碍 梯形山	梯形山由6层厚度为18mm，但面积不同的木板组成，表面涂刷黑色亚光漆，上有白色引导线；上下无斜坡，第一层（底层），长1.2米，宽1.2米，第二层，长1.0米，宽1.0米，第三层，长0.8米，宽0.8米，第四层，长0.6米，宽0.6米，第五层，长0.4米，宽0.4米，第六层，长0.2米，宽0.2米 

场地障碍 单边桥或斜坡路	路面涂刷黑色亚光漆，中间有白色引导线，两侧有红色边界线。 
场地障碍 门	门均跨越道路，摆放于所选道路段的中间部位。  底板：门下有一块连接固定用底板，长 500mm×宽 300mm、厚 18mm 的密度板，表面涂刷黑色亚光漆，上有白色引导线；上下有 1:2 斜坡。  门槛：底板中间安放一道门槛，门槛表面为黄色。门槛的截面为：宽 30mm、高 15mm 的矩形。
场地物品 起点、终点	起点、终点均由18mm厚白色颗粒板制作，四周贴有16mm宽黄色防水电工绝缘胶带，起点、终点尺寸为500mm*500mm 
场地物品 物料及货栈	物料取抽到的三个随机紧密排列放置，货栈由厚白色颗粒板制作，四周贴有 16mm 宽黄色防水电工绝缘胶带,货栈尺寸为 500mm*300mm*100mm，货栈中间均分为白、红和绿三个区，物料放置在正确的区域内可得物料分，压线得一半分值，放错不得分。

	
对抗区门	门E与其他障碍门大小相同，没有门槛，但有横杆，具有检测通过功能。当门为红灯时横杆放下机器人禁止通行，需要等待变为绿灯才可通行。  注：对抗区门只有在对抗比赛中才计时开关，竞技比赛中门常开。
非巡线区	非巡线区壁与迷宫壁材料相同，且高度为200mm。大小为3000mm*2000mm的固定区域，墙壁与底座相连且固定虚线为对抗区的边界，如图对抗区其中一侧为半封闭型围栏，其未封闭宽度为1000mm，擂台区大小为1000mm*1000mm为对抗赛抢夺物块区域(物块放置擂台区中心位置)，由1000mm*1000mm*18mm的木板平铺在地摊上构成，竞技赛返回的路线，出口入口的宽度皆为300mm。 

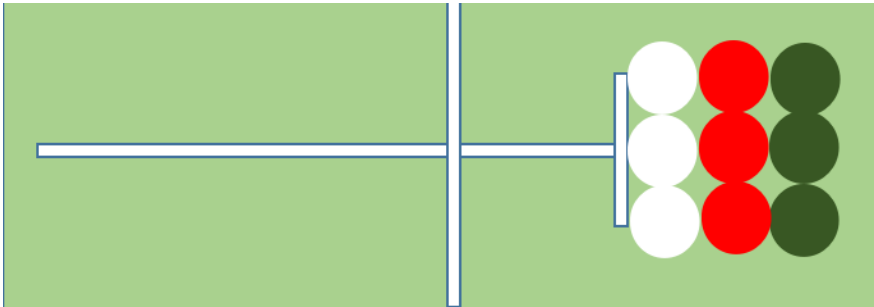
规则二 工程越野项目对抗赛

机器人结构与制作	
机器人结构	1. 外观，无具体限制,通常为轮式或履带式，像一辆工程汽车。但路途中的各类险境制约着机器人的制作。 2. 机器人也无需区分正面和背面。 3. 在对抗时，我们靠的是技术，禁止溜地铲式的设计。

机器人规格	1. 由于场地限制，机器人整体尺寸不超过（长）400mm×（宽）300mm×（高）400mm。面对机器，左右为宽度方向，前后为长度方向，上下为高度方向； 2. 机器人整体重量不超过 4000g； 3. 机器人供电电压不超过 21V。
机器人制作	1. 机器人多个电机或舵机制作完成，要求遥控控制； 2. 参赛机器人可以是参赛队自主设计和手工制作的机器人，也可以是参赛队购买套件组装调试的机器人。即允许这两种情况的机器人同场比赛。
禁止事项	禁止故意伤害场地设置的设计，一经发现，取消比赛资格。
比赛计分标准	
比赛时间	1. 规定比赛时间≤5 分钟；
比赛过程	1. 检录完毕后选手不得再接触机器人。 2. 每次比赛上两台机器人参加比赛，分别以起点和终点为本方大本营。 3. 比赛前由志愿者掷筛子决定机器人大本营的位置。 4. 机器人在大本营准备好，由裁判同一口令遥控起点机器人。机器人由选手遥控按照比赛路线到物料区搬运物料（炸弹）到对方大本营，比赛结束后按积分排名。 5. 比赛过程中只允许选手在对抗区操纵机器人进行冲撞，若发现选手操纵机器人在非对抗区进行恶意冲撞，直接取消比赛资格。 6. 在巡线区域内机器人垂直投影不可以脱离白线，如发生垂直投影偏离赛道的情况，每脱线一次扣除相应分数并就地静止 10 秒钟后继续比赛。 7. 比赛开始时对抗区门 Q 处于禁止通行状态，机器人同时从起点出发，过障碍依次到达对抗区门 Q，当领先的机器人到达门口时，对抗区门 Q 自动计时，10s 后将一直保持通行状态，如果在对抗区门 Q 计时的 10s 内落后机器人赶到对抗区门 Q 处，落后机器人只能在领先机器人后进门，且落后机器人不可恶意碰撞领先机器人，门打开即允许机器人进入对抗区。 8. 对抗门 H 在对抗门 Q 打开后开始计时，计时两分钟后对抗门 H 打开，允许机器人通过； 9. 在擂台区内抢夺物块可以碰撞，若物块被撞出擂台区，两车都不得该物块分；若机器人垂直投影全部出擂台区边界，则对方机器人增加相应分数，此时比赛暂停。参赛双方调整车辆位置和方向，当两车都在擂台区且有相对的安全距离（此过程不应超过 10s，10s 后比赛强制性开始），此时比赛开始。 10. 在比赛过程中如果机器人碰到迷宫壁或障碍物，每碰一次扣除相应分数并就地静止 5 秒钟后继续比赛。 11. 如取到的炸弹在半路掉落，允许帮助机器人重新捡起，但要扣除相应分数。 12. 根据比赛报名最终确认信息决定比赛的具体分组信息。

对抗积分方式		
	正常回到对方出发点	+5 分
	领先回到对方出发点	+15 分
	炸弹成功放到对方大本营	+40 分
	对方翻车后无法继续比赛	+100 分
	对方机器人的垂直投影全部在擂台外	+10 分/次
	对抗区外帮助机器人重新捡起炸弹	-10 分/次
	在巡线区域脱线	-5 分/次
	在迷宫或障碍区撞到迷宫壁或障碍	-3 分/次
未完成赛程	比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛。 (1) 比赛过程中，机器人不按要求路线行驶； (2) 在比赛过程中，机器人出现迷失路线或在原地不动的情况，时间超过 30 秒； (3) 比赛时间超过规定的最长比赛时间； (4) 弃权或不能参赛的机器人视为机器人死亡； (5) 裁判认定的其它结束比赛情况。	
	继续比赛	在对抗区碰撞时发生翻车但能在无人工干预的情况下自行修正，能继续完成比赛的。
中止比赛	比赛过程中出现下列情况之一，中止比赛，不计成绩。即比赛成绩计 0 分。 (1). 裁判按队员说明的方法启动机器人后，机器人在 10 秒内没有启动； (2). 在行进过程中，机器人不按照要求路线行驶； (3). 在比赛过程中，参赛队员触碰机器人； (4). 裁判认定的其它违规情况。	
赛前检查		
检查内容	1. 机器人整体尺寸不超过（长）400mm×（宽）300mm×（高）400mm。 2. 机器人整体重量不超过 4000g； 3. 机器人供电电压不超过 21V。 4. 其它检查：裁判认定需要检查的其它指标。	

规则三 工程越野项目竞技赛

机器人结构与制作	
机器人结构	1. 外观，无具体限制, 通常为轮式或履带式，像一辆工程汽车。但路途中的各类险境制约着机器人的制作。 2. 机器人也无需区分正面和背面。
机器人规格	1. 由于场地限制，机器人整体尺寸不超过（长）400mm×（宽）300mm×（高）400mm。规定机器人前进方向为其宽度方向，机器人正面往前、立正姿势站立时，面正对机器人看去，左右为宽度方向，前后为长度方向，上下为高度方向； 2. 机器人整体重量不超过 5000g； 3. 机器人供电电压不超过 22.2V。
机器人制作	1. 机器人由多个电机或舵机制作完成，允许遥控启动机器人，自主式脱线控制； 2. 参赛机器人可以是参赛队自主设计和手工制作的机器人，也可以是参赛队购买套件组装调试的机器人。即允许这两种情况的机器人同场比赛。
禁止事项	1. 禁止使用指南针传感器或遥控器帮助机器人导航； 2. 禁止伤害场地设置的设计。
比赛计分标准	
比赛时间	1. 规定比赛时间≤5 分钟；
比赛过程	1. 检录完毕后选手不得再接触机器人。<u>（允许启动机器人时参赛选手示范如何启动机器人，但具体启动应由裁判或志愿者启动）</u> 2. 比赛前，由参赛选手抽签，物料共白、红、绿三种颜色计 9 个，比赛时共需抽签两次，第一次抽签决定三种颜色的排列顺序（白、红、绿）（白、绿、红）（红、白、绿）（红、绿、白）（绿、白、红）（绿、红、白），9 个物料 3X3 紧密排练，三种颜色混排，共三排；第二次抽签决定机器人识别要搬运的颜色。例：（白、红、绿）抽签顺序如下图所示：  3. 比赛开始，先由志愿者进行物块识别（物块识别必须进行，并且时间不能超过 1 分钟）。 4. 颜色识别完毕后，志愿者按照参赛者要求触发机器人，开始计时，机器人 按照要求，依次通过各个险境，取到相应物料后，并放置在货栈，按要求回到结束区（终点）。

完成赛程 比赛成绩	1. 机器人站在出发区(起点)，比赛开始由裁判启动机器人，计时系统自动开始计时。机器人垂直投影进入结束区（终点），计时结束。同时由裁判记录计算机人通过险境的个数进行计分，加上正确搬运物料得分，计算出得分。分数越高，则排名越靠前。分数相同时，所用的时间越短，则排名越靠前。 2. 险境得分规则表 <table> <tr><td>梯形山</td><td>10 分</td></tr> <tr><td>双驼峰</td><td>20 分</td></tr> <tr><td>单边桥</td><td>10 分</td></tr> <tr><td>减速带</td><td>10 分</td></tr> <tr><td>迷宫</td><td>20 分</td></tr> <tr><td>障碍路</td><td>20 分</td></tr> <tr><td>悬崖</td><td>20 分</td></tr> <tr><td>搬运物料</td><td>100 分/个（共 3 个）</td></tr> <tr><td>回家</td><td>100 分</td></tr> </table> 3. 扣分规则表 <table> <tr><td>碰障碍物</td><td>-5 分/次</td></tr> <tr><td>碰迷宫壁</td><td>-5 分/次</td></tr> </table>	梯形山	10 分	双驼峰	20 分	单边桥	10 分	减速带	10 分	迷宫	20 分	障碍路	20 分	悬崖	20 分	搬运物料	100 分/个（共 3 个）	回家	100 分	碰障碍物	-5 分/次	碰迷宫壁	-5 分/次
梯形山	10 分																						
双驼峰	20 分																						
单边桥	10 分																						
减速带	10 分																						
迷宫	20 分																						
障碍路	20 分																						
悬崖	20 分																						
搬运物料	100 分/个（共 3 个）																						
回家	100 分																						
碰障碍物	-5 分/次																						
碰迷宫壁	-5 分/次																						
未完成赛程 比赛成绩	1. 比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛，记录“机器人走过的险境数量的得分”，作为没有完成赛程的队伍比赛成绩的排名依据。 (1)比赛过程中，机器人不按要求路线行驶； (2)在比赛过程中，机器人出现迷失路线或在原地不动的情况，时间超过 30 秒； (3)比赛时间超过规定的最长比赛时间； (4)裁判认定的其它结束比赛情况。 (5)没有成功到达终点的机器人计时均按照完成比赛要求的最长时间计时。																						
中止比赛	比赛过程中出现下列情况之一，中止比赛，不计成绩。即比赛成绩计 0 分。 (1)裁判按队员说明的方法启动机器人后，机器人在 10 秒内没有启动； (2)在行进过程中，机器人不再按照要求路线行驶； (3)在比赛过程中，参赛队员触碰到机器人； (4)裁判认定的其它违规情况。																						
赛前检查																							
检查内容	1. 机器人整体尺寸不超过（长）400mm×（宽）300mm×（高）400mm； 2. 机器人整体重量不超过 4000g； 3. 机器人供电电压不超过 21V； 4. 其它检查：裁判认定需要检查的其它指标。																						

规则四 机器人数量

1. 每支参赛队使用 1 个机器人参加比赛。比赛前，各个参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标识。
2. 同一个机器人只能代表一支队伍参加比赛。

3. 违背比赛规则的机器人，取消上场资格。

规则五 裁判工作

1. 由竞赛组委会邀请裁判执行场地比赛裁判工作，裁判在比赛过程中所作的裁决将为比赛权威判定结果。

2. 裁判责任：执行比赛的所有规则。核对参赛队伍的资质。审定比赛场地、机器人等是否符合比赛要求。监督比赛的犯规现象。记录比赛的成绩和时间。

规则六 比赛进程

1. 比赛过程：参赛队以报名注册顺序决定比赛出场顺序。赛制采用一轮比赛、一次上场机会。对于第一轮比赛后没有成绩（得分为 0）的参赛队，才能进行第二轮比赛（第二轮只有一次上场机会）。当一轮比赛全部完成后，将没有成绩的队伍集中起来，按原来比赛顺序依次比赛。

2. 比赛成绩排序：完成赛程的参赛队以比赛时间由小到大依次排序。随后，没有完成赛程的参赛队以机器人走过的路程由大到小排序，当路程相等时以对应的比赛时间由小到大排序。最后参加第二轮比赛的参赛队排序。若出现最终成绩一样的参赛队，则这些参赛队加赛一场。

对抗赛分组规则：

（1）N 支队伍抽签分为 $N/2$ 组(若为奇数队则抽签决定直接晋级)，小组内对抗，并且通过计分排名淘汰后 30%队伍，同时确定中间 40%为三等奖；

（2）前 30%支队伍抽签分组（两队一组），小组内对抗，通过计分排名确定 10%进入半决赛，剩下 20%队伍为二等奖；

（3）进入半决赛队伍，抽签分组对抗，每组胜者进入总决赛，否则为一等奖；

（4）进入总决赛的队伍，循环并累计计分，按分数排名一等奖及特等奖；

（5）特等奖，一等奖，二等奖，三等奖的队伍中，若因队伍分数相同导致无法区分奖项，根据实际情况加赛（加赛只用于确定分数相同的队伍的排名顺序），最终确定参赛队伍所获得的奖项；

具体分组规则按照实际参赛队伍数量决定。