

# 第二十届全国大学生机器人大赛

ROBOCON



2021 全国大学生机器人大赛 山东邹城

## 主题与规则

投壶行觞

—20周年庆典的比赛—

全国大学生机器人大赛组委会

2020年9月

<http://www.cnrobocon.net>

## 比赛主题

### 周年庆典—投壶行觞

#### 背景：

在中国古代，男子二十岁行冠礼，标志着他已成年。在行礼这一天，亲朋好友欢聚一堂，锣鼓喧天，尽情游戏。2021年恰逢全国大学生机器人大赛20岁的生日。让我们用机器人来一场美妙的投壶比赛，祝福 CURC20 周岁，祝福 Robocon 越来越好！

“投壶”是中国古代的一种传统礼仪和游戏。春秋战国时期，诸侯宴请宾客时的礼仪之一就是请客人射箭，名曰“射礼”。那时，主人请客人射箭，客人是不能推辞的。后来，为了使确实不善射箭的客人参与游戏，就用箭投酒壶来代替，以乐嘉宾，以习礼仪。久而久之，投壶就成为宴饮时的一种待客之礼和高雅的比赛活动。投壶几经演变，流传了2000多年。从最初的礼仪性的活动，演变成娱乐性的游戏，其间虽有不少活动方式和规则的变化，但始终没有完全割断与“礼仪”的联系。

机器人在投壶赛场上会有何种表现？我们期待着青年工程师们制作的机器人在赛场上的精彩表现！

比赛在红、蓝两队之间进行。最多持续3分钟。比赛场地如图1和图2所示。

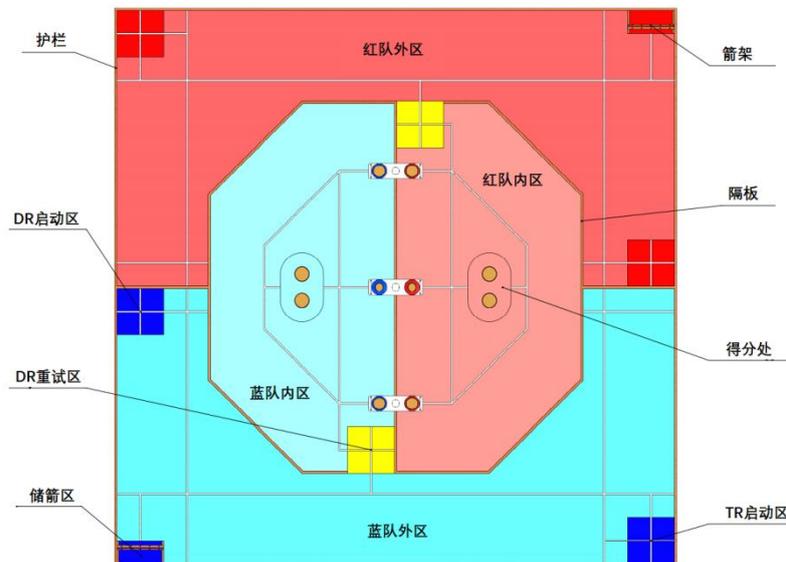


图1 比赛场地及分区

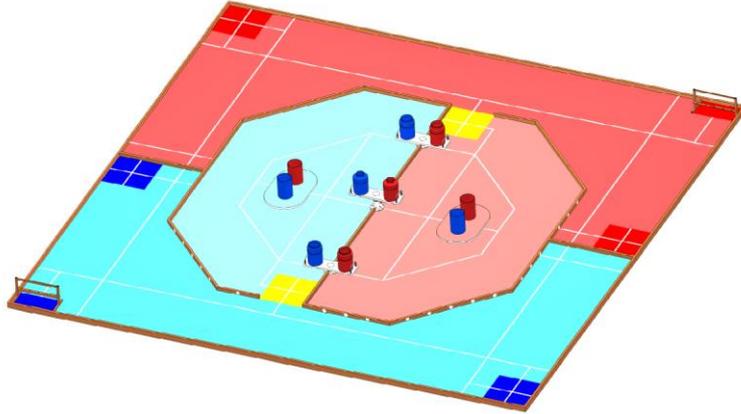


图 2 场地透视图

## 安全的重要性

安全是 Robocon 可持续发展的重要内容之一。

所设计的机器人的安全性对于比赛的安全是最重要的事。作为机器人的设计者，参赛队对其机器人的安全性负有责任。参赛者应与组委会密切合作，以确保比赛最大限度地安全。

安全必须始终是头等大事，所有参与比赛的人（包括参赛者、工作人员和观众）在任何情况下都必须考虑到安全问题。

参赛队在申请参加比赛前，必须充分注意其机器人的安全性。

在视频检查和试运行过程中，所设计的机器人是否满足安全要求必须是可以观察的。

请在机器人上安装硬件急停按钮。队员在比赛和试运行期间必须穿胶底鞋、戴头盔和安全防护镜。

# 比赛规则

## 1 术语和定义

下表给出了本规则所用的术语及定义。

序号	术语	定义
1	机器人 TR	只能在外区射箭入壶的手动或自动机器人。
2	机器人 DR	主要在内区执行防守任务的手动或自动机器人。
3	比赛场地	红、蓝两队机器人运行和完成任务的地方。它是一块 12000mm×12000mm 的正方形场地，周围有高 80mm、厚 50mm 的护栏。场地中央有一个用隔板围成的八边形。它把比赛场地分为内区和外区。
4	内区	只允许机器人 DR 进入的区域。内区中有 5 个得分处。内区开有两个口，分别供两队 DR 进出。DR 的重试区就设在开口处。
5	外区	允许机器人 TR 和 DR 运行的区域。机器人只能在外区中射箭入壶。
6	半场	内区和外区均用隔板分为相等的两部分，分属两支参赛队。某一参赛队的内区和外区统称为该队的半场。内区和外区的中线相互正交。所以，红、蓝两半场是相互交错嵌合在一起的。每个半场的外区中有两个机器人的启动区和一个储箭区。
7	隔板	场地内的所有隔板与比赛场地四周的护栏尺寸一致，高 80mm，宽 50mm。八边形隔板外向侧面上有一些白色标志，可以作为机器人定位的参考点。
8	护栏	比赛场地四周用来限制机器人运动的障碍，高 80mm，宽 50mm。机器人不得接触护栏的顶面和外侧。但它们可以接触护栏内侧和伸入护栏上方空间。
9	得分处和壶架	每个得分处有一对红、蓝壶。两队内区中央各有一个 I 型壶架；两队内区交界处有 3 个壶架，两端是 II 型壶架，中间是 III 型壶架。壶架结构及尺寸详见图册。
10	I 型壶架	设置在内区地面的架子，其上放着红、蓝各一个壶。
11	II 型壶架和 III 型壶架	设置在红、蓝内区交界处的架子，它在外力作用下可以绕自己的垂直轴在 360° 范围内水平转动，其上放着红、蓝各一个壶。
12	壶	容纳投出的箭的圆柱形容器，有红、蓝两种颜色，分别属于红队和蓝队。
13	箭	由箭头、箭杆和箭羽组成的杆状得分物品。比赛所使用的箭由组委会准备。

14	TR 启动区 (TRSZ)	机器人 TR 的启动区，尺寸为 1000mm×1000mm。机器人重试时，它是 TR 的重试区。
15	DR 启动区 (DRSZ)	机器人 DR 的启动区，尺寸为 1000mm×1000mm。它也是在外区活动的 DR 的重试区。
16	DR 重试区	供完全进入内区的 DR 重试的 1000mm×1000mm 正方形区域。
17	储箭区 (SZ)	每个半场外区一角放置储箭架的区域。
18	储箭架	可放置 5 支箭的支架，由组委会提供。
19	支撑	物体间的一种状态。如果物体 A 与物体 B 接触，且移除物体 B 将导致物体 A 的位置或朝向的变化，即认为物体 B 支撑了物体 A。裁判员将会轻轻推开物体 B 来检查物体 A 是否被支撑。
20	成双	某个壶中的一对箭。
21	大胜	满足一定条件后提前结束比赛的一种状态。

## 2 比赛过程及比赛任务

### 2.1 比赛设施和得分物品

a) 本届比赛中，参赛队的得分手段是投箭入壶，而对手却要设法阻止得分，因此比赛过程涉及的主要设施是箭架、壶及支撑壶的壶架，得分物品是箭。

b) 箭的外形如图 3 所示，总长度 640mm，总质量 86g。箭杆直径 12mm，用碳纤维管制成。箭头的材料为硅橡胶，最大直径为 40mm，长约 80mm。箭尾有均布在箭杆周围的四片箭羽，长约 130mm，最大径向宽度约为 25mm。每场比赛中，组委会将为每支参赛队提供 20 支箭。所有箭的结构、外形、主要参数是相同的，参赛队不得随意变更。箭不是参赛队专属的。比赛结束时只按参赛队自己壶中箭的数量记分，与该箭是由哪支参赛队投入的无关。

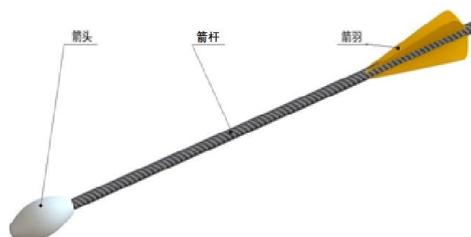


图 3 箭



图 4 壶和壶架

c) 在比赛场地的内区中共有 5 个得分处，每处各有一个壶架，上面放着红壶和蓝壶各一个，如图 4 所示。壶是参赛队专属的，即，红壶属于红队，蓝壶属于蓝队。壶为 PVC 圆形桶，内径 305mm，高度 460mm，底部放置 30mm 厚的海绵作为缓冲垫。壶的纵轴与地面垂直。壶架有 I 型、II 型和 III 型三种。各队内区的一个 I 型壶架上固定着一对红、蓝壶，壶架底座固定在内区地面上，壶口高度为 500mm。在红、蓝内区交界处排列着三个得分处，两个 II 型壶架固定在两边，中间是 III 型壶架。每个架子上装着一对红、蓝壶。每个壶附近，有一个可供机器人抓持的把手。II 型、III 型壶架上的壶形与 I 型壶架稍有不同，它们是有收口壶颈的小口壶。在 II 型壶架上，壶口高度为 600mm，内径为 250mm。在 III 型壶架上，壶口高度为 800mm，内径为 160mm。II 型、III 型壶架的转动阻力矩在 3Nm~7Nm 的范围内。

d) 在储箭区中，有组委会提供的箭架。符合 2.2 b) 中规格的箭均可排列在箭架上。

e) 除重试外，参赛队员在比赛中不得与箭、壶及壶架接触。

## 2.2 比赛开始前

2.2.1 参赛队入场后，将机器人放在比赛场地旁。

2.2.2 每场比赛开始前，参赛队在一分钟的设置时间内设置其机器人。设置时间开始后，参赛队员将机器人放入场内进行必要的设置。

2.2.3 三名队员和最多三名协助队员可以参与设置过程。

2.2.4 如果参赛队在一分钟内没有完成设置，比赛开始后，可以继续设置。一旦设置结束，在裁判的允许下参赛队可以启动其机器人。

2.2.5 一分钟设置时间结束前，双方队员应退出场地。裁判员以哨音和旗语宣布比赛开始。

## 2.3 比赛开始及比赛期间

a) 机器人 TR 必须完全纳入 TR 启动区。机器人 DR 必须纳入 DR 启动区。比赛开始后由此启动。

b) 除启动操作和重试外，所有参赛队员必须在场外。

c) 在箭架上排列着 5 支箭，其余 15 支箭放在场外备用。在一分钟准备时间内，操作手要将场外的 5 支箭装在机器人 TR 或者机器人 DR 上，也可以分别装在两个机器人上。剩余的 10 支箭仍放在场外。

d) 比赛过程中，当箭架全空时，参赛队指定的 1 名队员可以进入箭架附近的场地内把放在场外的备用箭补充到箭架上，每次 5 支，也就是说，在整个比赛过程中只能补放两次。放好后该队员应立即退出场地。

## 2.4 机器人的任务

### 2.4.1 TR 的任务

a) 比赛开始时，TR 从 TR 启动区出发。

b) TR 可以在本队外区内的任何地方向场上的任何一个壶投掷或发射箭，但是，

i. 每次只能投一支箭，在投出的箭入壶或落地之前不得投出下一支箭。

- ii. 向某一壶投中一支箭后，必须立即转向另一壶投箭。
- iii. 落入对方壶中的箭使对方得分。
- c) 只有在 TR 和/或 DR 上预装的 5 支箭用完后，TR 才可以
  - i. 从本队的箭架上取箭；
  - ii. 捡拾落在本队外区地面的箭；
  - iii. 直接接受 DR 递出的箭。
- d) 可以使用对方投出但落在本队半场的箭。
- e) 在比赛中的任何时刻，TR 不得进入对方半场及其上方。它可以短时间地进入护栏外上方空间。

#### 2.4.2 DR 的任务

- a) DR 从 DR 启动区出发后可以直接跨越或跳过隔板进入本队内区，或从内区开口处进入内区。
- b) DR 可以用以下手段完成防守任务：
  - i. 转动II型壶架和III型壶架；
  - ii. 挥箭拦截对方投向II型壶架或III型壶架的箭。“挥箭”时，
    - ① 除箭外，DR 的任何部件在地面的正投影不得与对方半场重叠。
    - ② 箭不得与对方的壶接触。
  - iii. 站在本队内区中的I型壶架旁，以自己的身体或持有的箭阻挡或拦截对方投向该壶架的箭。但是，它必须满足以下条件：
    - ① 任何部件在地面的正投影与任意一个壶在地面的正投影没有重叠；
    - ② 与I型壶架的任何部位没有接触，发现接触后立即主动脱离接触的情况除外。
- c) DR 在转动II型、III型壶架时，只能利用壶架上的把手，不得与壶架或壶的任何部位接触，偶然的接触除外。DR 的任何部件在地面的正投影与任意一个壶在地面的正投影没有重叠。
- d) DR 不得用转动的壶架故意撞击对方的机器人。对于违反此规定但不影响比赛的小过错裁判会给予警告。影响比赛的犯规将导致取消比赛资格。裁判长可决定取消受到多次警告的参赛队的比赛资格。
- e) DR 可以捡拾落在本队内区地面的箭，投放到外区或直接传递给在外区运行的 TR。
- g) DR 不得以任何方式直接将箭从对方的壶中取出。
- f) 进入内区的机器人 DR 不得投壶。但它可以放弃防守，从箭架上取箭，在本队的外区向任何一个壶架上的壶投掷或发射箭。
- g) 在比赛中的任何时刻，DR 不得进入对方半场及其上方。它可以短时间地进入护栏外上方空间。

#### 2.5 机器人的重试

a) 机器人出现故障、任务没有完成好，可以申请重试，只有得到裁判允许后才能进行重试。需要重试的机器人应回到它的启动区。

b) 参赛队犯规时，应按裁判员的指示进行强制性重试。参赛队的两台机器人均应回到它们各自的启动区。

c) 准备重试时，参赛队员必须把要重试的机器人放到指定位置。TR 的重试位置在 TR 启动区。如果 DR 尚未完全进入内区，它的重试位置在其启动区；如果 DR 已进入内区，其重试位置在 DR 重试区。

d) 重试时参赛队员可以调整机器人上所携带的箭的位置。

e) 重试期间参赛队员不得捡拾落在任何地方的箭。

f) 对重试次数没有限制。在裁判员的允许下，按规则进行重试。

## 2.5 记分

2.5.1 比赛结束后，裁判员核查两队的得分。

2.5.2 比赛结束前投出的箭均有可能得分，但只有满足以下所有条件的箭才能得分：

- a) 箭与壶或其它得分的箭接触；
- b) 箭与比赛场地表面或壶架没有接触；
- c) 箭与壶架上的另一壶或壶中的箭没有接触；
- d) 箭不受未得分箭的支撑；
- e) 箭与所在壶同色的参赛队的机器人没有接触。

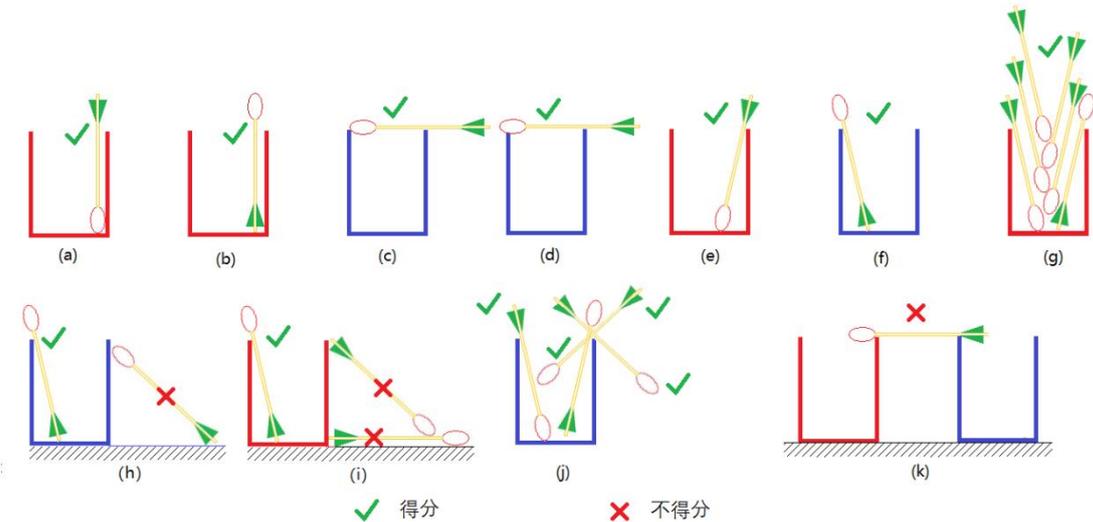


图 5 得分与不得分的一些实例

得分与不得分的一些（并非全部）实例示于图 5。

2.5.3 在某队的任意 1 个壶中有 1 支箭，该队得 1 分；如果在某队的同一个壶中有 2 支箭，则该队实现一个“成双”，得 4 分。

2.5.4 允许一个壶出现多个“成双”。例如，某个壶中有 5 支箭，则有两个“成双”，各记 4 分，单独的那支箭记 1 分，共 9 分。

2.5.5 某队的总分为该队所有壶中得分之和。

## 2.6 比赛结束

2.6.1 比赛中，如果某队在五个得分处的本队壶中均“成双”，则该队实现“大胜”，比赛立即结束。

2.6.2 否则，比赛持续 3 分钟才结束。

## 3 确定获胜队

按以下顺序确定获胜队：

- a) 实现“大胜”的参赛队；
- b) 得分高的参赛队；
- c) 如果得分持平，按以下顺序破平：
  - i. 在II型和III型壶架上得分高的参赛队获胜；
  - ii. 在III型壶架上得分高的参赛队获胜；
  - iii. 机器人总重量轻的参赛队获胜。

## 4 机器人

4.1 每支参赛队最多制作两台机器人。如果某队只有一台机器人，比赛中，它可以是 TR，或 DR，它也可以在 TR 和 DR 之间随时切换。在本规则中，它是 TR 和/或 DR。

4.2 机器人可以是遥控的，也可以是半自主的或是全自主的。

4.3 比赛中每台机器人不得分裂为子单元或用柔软材料连接。

4.4 用于比赛的机器人必须由同一所大学/学院/专科学校的队员动手制作。

4.5 除在比赛场地上运动的机器人外，参赛队不得将任何设备带入或架设在比赛场馆内，备用电池、备件、维修工具除外。

### 4.6 机器人的尺寸

a) 比赛开始时，TR 和 DR 均不得大于 1000mm 宽×1000mm 长，高度不限。

b) 比赛开始后，允许机器人无限制地变形、扩张、伸展或延伸，前提是不违反本规则的其它条款。DR 在内区中运行时，高度不得超过 1000mm。

c) 机器人 DR 只能由站在场外的操作手通过无线操作。机器人 TR 可无线或有线操作。采用有线操作时，线缆的长度不限。参赛队应注意避免线缆与场地设施及比赛用品缠绕。无论无线遥控还是有线操作，操作手均不得跨入比赛场地。

### 4.7 机器人的重量

两台机器人（含比赛中使用的电池）及控制盒的总重不得超过 50kg。参赛队为设置机器人携带的任何其它器具及备份电池、气瓶（与装在机器人上的同类部件相同）除外。

### 4.8 机器人的能源

a) 参赛队自备能源。

- b) 参赛队只能用电池、压缩空气和弹性力作为能源。
- c) 用于机器人、控制盒及比赛过程中使用的其它装置的所有电池的标称电压不得超过 24V。然而，电池串联或并联时，总电压必须是 24V 或更低。
- d) 电路中任意两点间的实测最高电压不得超过 42V。
- e) 使用压缩空气的参赛队必须使用专用容器或原始状态的塑料瓶。气压不得超过 600kPa。
- f) 禁止使用被视为危险的任何能源。

#### 4.9 机器人间的通信

- a) 允许两台机器人以通信的方式相互配合完成任务。
- b) 对通信方式没有限制。
- c) 如果采用射频通信，允许将 Wi-Fi (IEEE 802.11)、Zigbee (IEEE 802.15) 及蓝牙用于控制盒与机器人之间以及两台机器人之间的通信。组委会不会去管理 Wi-Fi、Zigbee 和蓝牙的环境。

4.10 机器人 DR 上不得安装可能有助于箭入壶的部件（包括但不限于漏斗、滑轨等），也不得安装遮挡壶架及壶、有悖公平竞争精神的部件（包括但不限于挡板、网等）。

4.11 赛前试运行期间，裁判将对机器人进行检查。不符合以上要求的机器人将不得参加比赛。

## 5 犯规

参赛队每次犯规要受到一次强制性重试，这种重试不影响未犯规的参赛队。犯规有以下几类：

- a) 任何机器人的任何部件进入不允许的区域。
- b) 任何参赛队员接触机器人的任何部件，机器人的控制器以及本规则允许的情况除外。
- c) 机器人进入对方半场及其上方。
- d) 某一参赛队误启动。
- e) 违反规则而未在取消比赛资格中提及的其它行为被视为犯规。

## 6 取消比赛资格

如果某一参赛队在比赛中有以下行为，该队将被取消比赛资格：

- a) 机器人的设计与制作不符合第 4 节、第 7 节的规定。
- b) 参赛队故意损坏或试图损坏比赛场地、比赛设施、得分物品或对方机器人。
- c) 参赛队做出任何有悖公平竞争精神的行为。
- d) 参赛队不服从裁判的指令或警告。

## 7 安全

7.1 机器人的设计和制作不应为场馆里任何人员造成各种危险。

- 7.2 机器人的设计和制作不应造成对方机器人和比赛场地的损坏。
- 7.3 所有机器人上必须安装急停按钮。
- 7.4 禁用爆炸物、明火或危险化学品。
- 7.5 禁用蓄压器、铅酸蓄电池。
- 7.6 在设计和使用激光或红外光源时，必须充分注意在所有过程中保护场馆内所有人不受伤害。特别是，光束必须是定向的，不得射入观众的眼睛。
- 7.7 如果使用激光，应在 2 级或以下。
- 7.8 如果用射频传输信号，必须设计电路和机构，确保在连接中断时不导致失控或危险运动。
- 7.9 如果有多个供电系统，参赛队必须设计电路和机构，无论失电还是打开电源的顺序都不致失控或发生危险运动。
- 7.10 为了避免因电机堵转等过载而引发火或烟，必须在电源电路上安装适当的限流装置（如断路器）。
- 7.11 电线、接插件、端子等的额定电流应等于或高于假定最大电流。

## 8 参赛队

- 8.1 每所 Robocon 参赛学校只能有一支代表队。
- 8.2 每支参赛队由三名学生队员和一名指导教师组成，他们均应属于同一所大学、学院或专科学校。该队的三名学生有权参加比赛。
- 8.3 此外，三名协助队员可以在准备区工作，把机器人从准备区搬到赛场，参与机器人设置。协助队员也应是来自同一所大学、学院或专科学校的学生。
- 8.4 不允许研究生参赛。

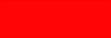
## 9 其它

- 9.1 本规则中未提到的任何行为的合法性由裁判慎重裁决。录像在裁决中不是有效证据。在有争议的情况下，裁判员的裁决是最终裁决。
- 9.2 本规则中所述场地、设施的尺寸、重量等，除非另有说明，误差为±5%。但是，本规则所示的机器人尺寸和重量是最大值，没有允许误差。
- 9.3 竞赛委员会将在官方网站 [www.cnrobocon.net](http://www.cnrobocon.net) 上以“重要通知”的形式发布对本规则的任何修订。
- 9.4 关于主题与规则的问题，请各参赛队指派专人在上述网站的 Q&A 板块中提出。
- 9.5 鼓励所有参赛队在规则允许的范围内以他们自己的方式装饰机器人，以反映各校的文化、审美和风格。所有机器人必须由学生队员自己设计和制作，不允许使用现成的商品机器人。参赛队的机器人和服装应有本校的特色。
- 9.6 如果竞赛组委会需要，将要求各参赛队提交说明参赛机器人结构和运动的资料，包括录像带。在机器人发运前，竞赛组委会将通过观看视频核实参赛的机器人是否符合规则。比赛期间，当某台机器人的安全性有问题时，裁判员可以要求对安全问题作进一步的解释。

9.7 竞赛组委会提供参赛机器人从参赛学校到比赛场馆的免费运输，详情将另行通知。运输参赛机器人前，各队必须考虑到运输服务对电池的限制。

## 附录

### 比赛场地、设施和用品的材料及颜色

项目		颜色	R	G	B	材料	
外区	红队		255	105	105	胶合板, 水性漆	
	蓝队		105	255	255		
内区	红队		255	154	154		
	蓝队		170	255	255		
TR/DR 启动区	红队		255	5	5		
	蓝队		5	5	255		
镞箭区	红队		255	5	5		
	蓝队		5	5	255		
DR 重试区			255	255	5		
护栏			227	134	75		胶合板, 水性漆
隔板			227	134	75	胶合板, 水性漆	
引导线			255	250	245	无光胶带	
箭架			255	207	151	金属/钢, 油性漆	
壶	红		255	5	5	PVC 管和接头	
	蓝		5	5	255		
I型壶架	顶面		255	154	154	胶合板, 水性漆	
			170	255	255		
	侧面		255	250	245		
II、III型壶架			255	250	245	胶合板, 水性漆	
箭	头		255	250	245	硅橡胶	
	杆		0	0	0	碳纤维管	
	羽		255	180	0	硅胶	