

# 第二十三届全国大学生机器人大赛

## ROBOCON

### 机器人排球挑战赛

全国大学生机器人大赛组委会

2023年10月

<http://www.cnrobocon.net>

修订历史		
修订	日期	说明
1	12/10/2023	在 CURC ROBOCON 官网及机器人排球挑战赛 ROBOACE 官网上发布。

# 机器人排球挑战赛

## 1 简介

19世纪末，网球、篮球已很盛行。不过，篮球运动太激烈，而网球运动量又太小，有人想寻求一种运动量适中，又富于趣味性，男女老少咸宜的室内娱乐性项目，于是就把广为流行的网球搬到室内，将网球网挂在篮球场上，用篮球隔网像打网球一样用手打来打去，这就是最初的排球游戏。这样的游戏很受人们喜爱，逐步发展成为一项体育运动——排球（Volleyball，最初称为Mintonette）。自1949年举行第一届世界男子排球锦标赛以来，排球运动有了较大的发展。特别是1964年奥运会把排球运动列入正式竞赛项目后，各国对它普遍重视，技术、战术发展已进入了一个新的阶段。人们为了娱乐、消遣又玩起了沙滩排球。头顶蓝天，沐浴阳光，光着脚板在金色柔软的沙滩上，尽情的跳跃、滚翻、流汗，享受美妙的时光。沙滩排球以自身特有的魅力越来越受人们的青睐，参加的人急剧的增加。



人们在排球和沙滩排球比赛中的精彩表现能由机器人复现吗？没有做不到，只有想不到！当前，机器人技术尚不足以支持机器人能像真人一样打排球，但是，可以让机器人做些准备。为此，机器人排球挑战赛融合了排球和沙滩排球的比赛规则，对比赛场地和设施做了必要的修改，让我们自己设计的机器人先运动起来！比赛的精彩在于参赛队的两台机器人相互协作发球和接球，与另一队的机器人较量。排球场上往复持续得越长，比赛就越好看。击球方式独特的机器人是十分有趣的。如果机器人跳起扣杀，就太吸引观众了。我们期待着在赛场上见证由年轻的未来工程师们制作的机器人的精彩比赛！

人类的体育竞赛中，运动员的体能和技能常常是与比赛规则互动的。比赛规则促使运动员不断提高他们的能力；而运动员能力的提升又推动了比赛规则的修订。机器人排球赛也将以这种方式促进机器人运动员背后的未来工程师们能力的提升。

为了给精彩但难度稍高的机器人排球挑战赛做些准备，本届比赛的主要内容是排球机器人的

基本动作。

比赛在图1所示的场地上进行。场地中央6000mm×11000mm的区域是机器人排球主场地，两队各占一半，以球网相隔，中线处有厚50mm、高80mm的木质隔离护栏。场地上空至少高5米内不得有障碍物。图中标出了比赛场地的几个功能区。其中，无障碍区是机器人在救球时可以进入的区域。无障碍区外环绕一圈厚50mm、内高80mm的木质围栏。围栏外是参赛队员站立和放置参赛队的比赛用品（不得有发动机、发电机、空压机等）的地方。

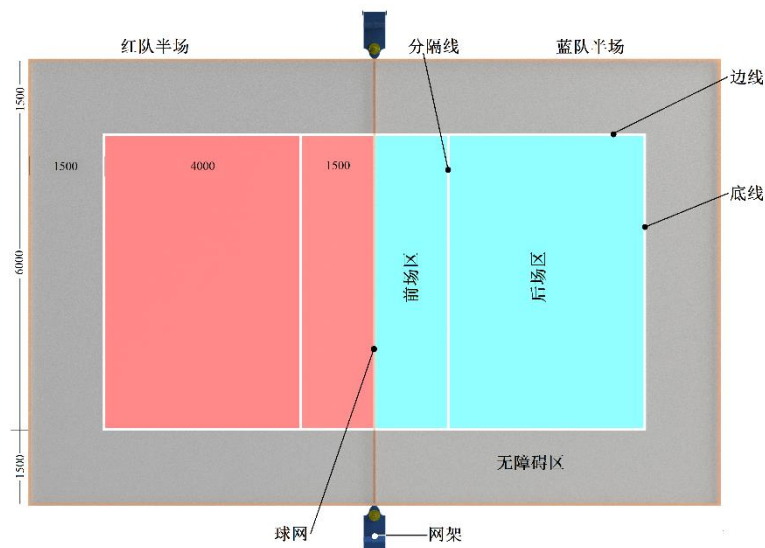


图1 比赛场地的俯视图（涉及尺寸的标注均指向有宽度的护栏、边线等的中心线）

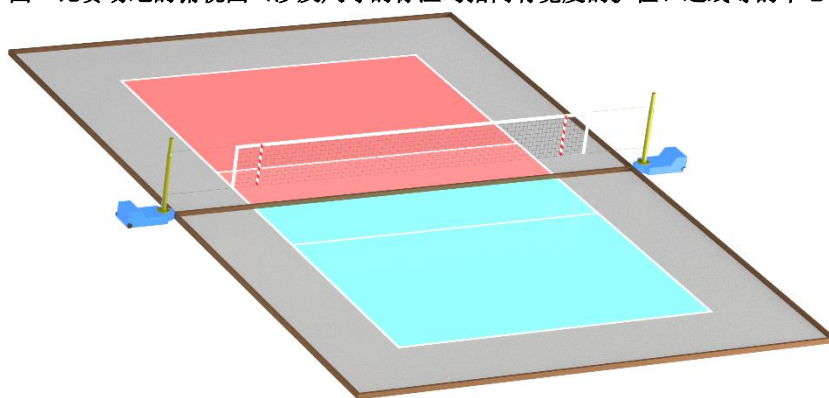


图2 比赛场地的透视图

## 2 术语和定义

编号	术语	定义
2.1	机器人	在比赛场地上运行并通过击打排球得分的装置。不分手动、半自动或自动操作的机器人。
2.2	排球	在比赛中所用的球。它是外径约 240mm、重约 130g 的泡沫软式气排球。
2.3	比赛场地	比赛中，机器人在 9000mm×14000mm 的区域运行，其中 6000mm×11000mm 是机器人运行的主要场所，其上画有宽 50mm 的边

		线、底线、划分两个半场的中线和分隔每个半场前、后场区的分隔线。
2.4	半场	比赛场地用中线划分为两个相等的半场，供红、蓝两队分别使用。每个半场由前场区、后场区和无障碍区构成。
2.5	中线	把比赛场地分割为两个半场的直线，它是场地中央隔离护栏的中心线。
2.6	球网	比赛场地中部隔开两个半场的线网。
2.7	围栏	比赛场地无障碍区四周内高 80mm、厚 50mm 的护栏。
2.8	发球	机器人将排球一击过网到达对方半场的动作。发球可以有多种形式，但必须有机器人上的一个可动部件击打排球。不允许用摩擦轮、抛石机等非击打的形式将排球射出。
2.9	接球	机器人以击球的方式防止排球落地、传球给本队的另一台机器人或使球过网的动作。
2.10	连击	同一台机器人连续触球两次以上的犯规行为。
2.11	击球	机器人以任何部位或专用机构向排球施力使之加速运动的行为。击球时，机器人与球接触的部位必须是凸面或平面，不得采用柔软材料，机器人与球的接触面不得具有抓持或粘接功能，机器人与球的接触时间不得过长（一般，不得超过 0.3 秒）。
2.12	垫球	排球运动基本技术之一。它是在协调用力的基础上通过机构的迎击动作，使来球从垫击面上反弹出去的一项击球技术。常用于接发球、接扣球、接吊球、接拦回球和处理各种难球。
2.13	完整垫球动作	球离开垫球机构后，上升到一定高度后下落再次接触垫球机构，这个过程为一次完整垫球动作。
2.14	持球	机器人抓持、捞起、捧起、推出、甩出、掷出等使排球短暂停留在自己身上的犯规动作，拦网时除外。
2.15	救球	在紧急情况下机器人为防止排球落地所做的动作。
2.16	进攻性击球	把排球直接打向对方场区的动作。
2.17	过网击球	击球点在对方场区上方的犯规行为。
2.18	过中线	机器人任何部件越过中线进入对方场区或伸入其上方空间而影响对方机器人动作的犯规行为。
2.19	拦网	机器人的任何部件在球网上方阻拦对方进攻性击球的行为。
2.20	触网	机器人的任何部位与球网接触的犯规动作。

### 3 比赛场地

3.1 机器人排球比赛场地是一个9000mm×14000mm的矩形区域，用约18mm厚的多层板制成，刷水性乳胶漆。其上印有50mm宽的白色边线、底线和分隔线。

3.2 比赛场地中央6000mm×11000mm的矩形区域是机器人的主要活动场所，四周1500mm宽的灰色无障碍区也是机器人可以进入的区域。

3.3 球网用网架拉紧。在球网两端各有一条50mm宽、红白相间、垂直于地面的标志带。标志带向下指向场地表面上的边线。

3.4 球网中部离地高度为1600mm，场地边线处网高不大于1650mm。

## 4 比赛过程

### 4.1 比赛准备

4.1.1 排球基本动作的比赛是非对抗性的。参赛队可以根据本队机器人的数量和性能选定要完成的比赛任务。

4.1.2 在完成每个比赛任务前，参赛队有一分钟的设置时间。设置时间开始前，机器人驱动系统的电源必须关闭。参赛队可向裁判示意提前结束设置。

4.1.3 参赛队可以在其半场中的任何地方设置自己的机器人。设置时间结束时，每队的机器人应在本队后场区自定的位置上就位。机器人可以上电，但不得有可见的运动。

4.1.4 在设置时间内，允许最多3名参赛队员和3名协助队员参与设置。

4.1.5 每支参赛队有2只供练习的排球。在设置时间内，机器人可练习与完成任务相应的动作。

### 4.2 比赛开始

4.2.1 设置时间结束后，裁判可以吹哨开始比赛。参赛队按照选定的比赛任务逐个完成。

4.2.2 第5节规定的4个基本动作分别在两场中完成。第一场完成发球和垫球一的动作；第二场完成垫球二和传球的动作。

4.2.3 比赛进行两轮，即每支参赛队上场4次。

### 4.3 重试

4.3.1 每场比赛中，参赛队只能申请一次重试。

4.3.2 只有在参赛队向裁判说“重试”并得到裁判批准时方可开始重试。

4.3.3 重试的时间不得超过60秒。

4.7.4 重试期间，参赛队员可进入场地并接触自己的机器人，但不允许更换电池、充电、充气。进场的队员必须在60秒钟结束前离场。

4.7.5 重试结束后裁判吹哨，参赛队应在10秒钟内重新启动机器人。

### 4.4 比赛结束

完成所有选定的任务后，参赛队示意裁判结束比赛。

## 5 比赛任务及记分

### 5.1 发球

5.1.1 发球任务由一台机器人完成。有两台机器人的参赛队，可以两台机器人都能发球，也可以

仅一台能发球。

5.1.2 在排球场地的一个半场上放一块喷绘的1700mm×1700mm靶标。靶标居中是三个直径分别为1500mm、1000mm和500mm的同心圆，每个圆以50mm宽的黑带外缘为界，将靶标分为10分、5分、2分三个区域，如图3所示。

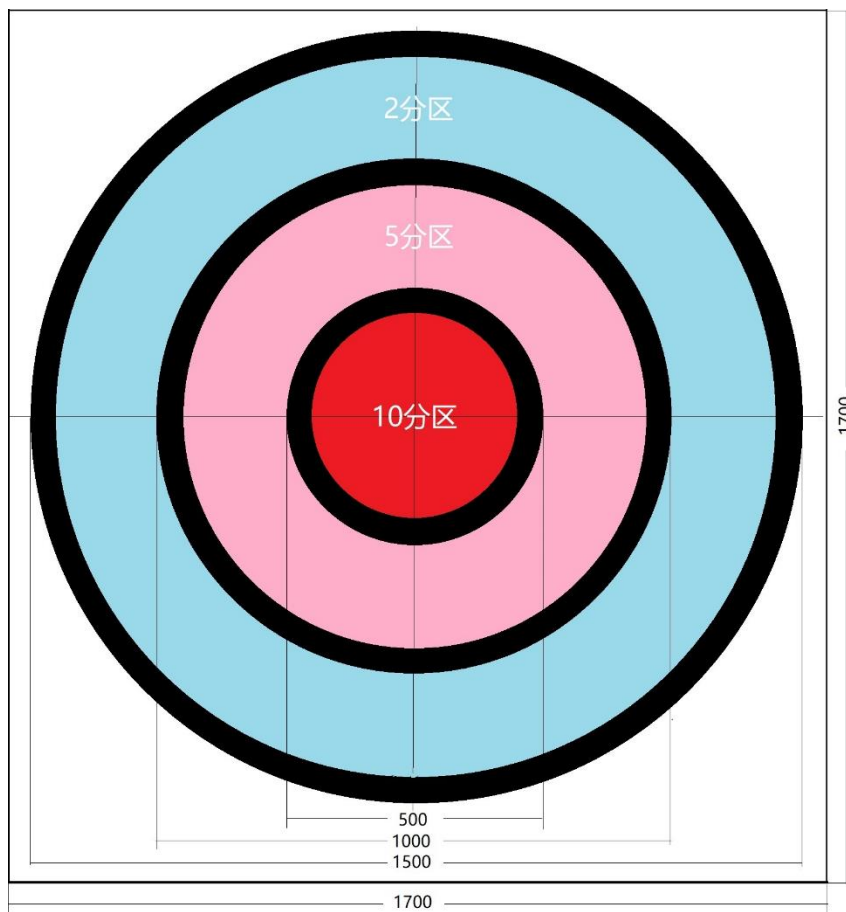


图3 靶标

5.1.3 在不超出场地边线的情况下，靶标可能放在所在半场的任何位置，在整个比赛期间不再变化。在设置时间内，参赛队可以用自制的装置标定靶标的位置。上场的机器人可以在另一半场的任何地方活动。

5.1.4 有多台机器人的参赛队可以自选任何一台通过检查的机器人发球。发球机器人在所在半场底线外就位，其在地面的正投影不得进入后场区（含底线）。

5.1.5 裁判员吹哨后，发球的操作手把排球装到机器人上。球必须在10秒钟内发出。

5.1.6 发球动作要进行5次。发球不超时、符合本规则第2节对“发球”的定义、球在两个向上无限延伸的两条标记条之间飞过球网、球与球网没有接触且球触地点在靶标所在的半场内的任何地方即为有效发球。

5.1.7 每个有效发球记5分。如果球触地点在靶标2分区、5分区或10分区，分别加记2、5或10分。

发球的满分为75分。

## 5.2 垫球一

5.2.1 垫球一的任务由一台机器人完成。机器人可以在半场中的任何位置运动，可以伸入无障碍区上方空间，但不得进入无障碍区与该区的地面接触。

5.2.2 在设置时间内，参赛队员把球装在垫球机构上。完成垫球一任务时，机器人要使球至少上升0.5m再自由落下，完成一次完整垫球动作。

5.2.3 完成一次垫球动作后必须立刻开始下一次垫球，不能持球。

5.2.4 完成垫球一任务的时间为1分钟。1分钟时间到，或不到1分钟球落地，或机器人进入无障碍区，均视为本项任务的终结。记录完成完整垫球动作的次数和完成任务的时间T，作为得分的依据。

5.2.5 每完成一次完整垫球动作记2分。

5.2.6 连续垫球时，有可能某几次球的上升高度不足0.5m。一次完整垫球动作的时间约为0.64秒。如果完成任务的时间为1分钟，只可能有94次完整垫球动作。垫球任务结束后，计算“合格垫球”次数 $N_{reg} = \text{celling}(T/0.64)$ ，其中T为完成垫球任务的总时间，单位为秒， $\text{celling}()$ 为向上取整函数。超出 $N_{reg}$ 的每次垫球均不记分。例如，某队在1分钟内连续垫球80次，

$$N_{reg} = \text{celling}(T/0.64) = \text{celling}(60/0.64) = 94$$

则80次垫球均合格，得分160。另一队在5秒中内垫球13次，

$$N_{reg} = \text{celling}(T/0.64) = \text{celling}(5/0.64) = 8$$

则应扣除5次垫球得分，该队可得16分。

5.2.7 垫球一的满分为188分。

## 5.3 垫球二

5.3.1 垫球二的任务由两台机器人完成。这就是说，有两台机器人的参赛队可以只选垫球一或垫球二，也可以两个任务全选。两台机器人可以在各自半场中的任何位置运动，可以进入无障碍区和伸入该区上方空间。

5.3.2 在设置时间内，两台机器人要分别放在两个半场，位置由参赛队自定。

5.3.3 完成垫球二任务前，一名持球的参赛队员要站在某一台机器人旁以便向该机器人喂球。裁判吹哨开始完成垫球二任务时，该队员将球喂入垫球机构。

5.3.4 球从垫球机构弹出到球接触到球网另一边机器人的垫球机构为一个完整的垫球动作。

5.3.5 完成一次垫球动作后必须立刻开始下一次垫球，不能持球。

5.3.6 完成垫球二任务的时间为1分钟。1分钟时间到，或不到1分钟球落地，均视为本项任务的终结。记录完成完整垫球动作的次数，作为得分的依据。

5.3.7 每完成一次完整垫球动作记10分。



5.2.8 垫球二的满分无上限。

## 5.4 传球

5.4.1 传球的任務必須由兩台機器人完成。兩台機器人可以在同一半場中的任何位置運動，可以進入無障礙區和伸入該區上方空間。

5.4.2 另一半場中的本隊隊員或喂球機向第一台機器人喂球，該機器人接球後不得持球應立即向第二台機器人傳球，後者需將球一擊過網。參賽隊可以根據喂球機的位置和朝向自行決定兩台機器人擔任的角色。

5.4.3 只要球與機器人的任何部位或專用機構接觸一次就是機器人对球的一擊。兩台機器人同時與球接觸，被認為是兩擊。同一台機器人不得連擊。

5.4.4 兩台機器人对喂球機發出的排球最多擊打兩次必須過網。在此過程中及過網時，允許球與球網接觸。兩擊後球從兩條標志線（無限上延）之間過網，無論是否落入另一半場界內為有效的傳球。

5.4.5 完成5次傳球任務或1分鐘時間到，比賽立即結束。

5.4.6 完成一次有效的傳球記20分。一次傳球可以拆分為兩個子任務分別記分。第一台機器人向第二台成功傳球，記12分；第二台機器人擊球過網，記8分。

5.4.7 傳球的滿分為100分。

## 6 成績評定

6.1 每支參賽隊要進行至少兩輪完成自選任務的比賽。

6.2 所有比賽結束後，參賽隊的總成績兩輪中完成的每個動作的最高得分之和。對參賽隊以總成績排名，確定獲獎等級。

## 7 參賽隊

7.1 參賽隊由學生隊員和指導教師組成。他們必須來自同一所大學、學院或專科學校。同一所大學、學院或專科學校可以派出多支參賽隊，但它們的機器人不得高度相似，不得相互借用機器人。

7.2 比賽時只有3名學生隊員可以操作機器人，另有3名隊員可以註冊為協助隊員，在準備區幫助工作，把機器人搬到比賽場地並參與機器人的設置。他們必須像學生隊員一樣是同一所大學、學院或專科學校的學生。

7.3 學生參賽隊員和協助隊員必須是比賽2024年6月前仍在其大學、學院或專科學校註冊就讀的專科生、本科生或研究生。每一名学生只能加入一支參賽隊。

7.4 只允許1名指導教師、3名學生隊員（操作手）和3名協助隊員進入準備區和比賽場地。

7.5 被允许进入准备区和比赛场地的协助队员可以在准备区内调试机器人和比赛设备并把机器人和比赛设备搬到比赛场地。

7.6 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、自强，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。

## 8 机器人

8.1 每支参赛队可以根据机器人要完成的比赛任务确定要制作的机器人的数量，但不得多于三台。所有机器人必须由参赛队员和协助队员设计和制作。

8.2 机器人可以是手动、半自动或自动的，由参赛队随意安排。

8.3 比赛中，单台机器人不能分离成两台以上用软缆连接的机器人，也不能在场地上丢弃任何部件。

8.4 机器人不得使用螺旋桨（或旋翼）跳跃。机器人与球接触的部位不得有尖锐的棱角或部件。

8.5 如果使用光学传感器，参赛队必须考虑到为了录像和播出的需要现场可能非常明亮，另外，场馆内的亮度也可能随室外光照而有所波动。

8.6 机器人的操作

8.6.1 参赛队员只能在比赛场地外操作机器人，在裁判的允许下可以短时间地进入无障碍区。

8.6.2 一台机器人的操作手不得超过2人。

8.7 机器人之间的通信

8.7.1 参赛队的两台机器人之间允许相互通信，参赛队有责任向裁判员说明所采用的通信方法并接受检查。

8.7.2 对于射频通信，参赛队只能采用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。

8.7.3 组委会不为在有干扰情况下的通信提供担保，请自行采取必要抗干扰措施且不得采取蓄意干扰对方的措施，以保证比赛的顺利进行。

8.8 在比赛中的任何时刻，完全伸展后的机器人应能纳入直径1200mm、高1200mm的圆柱。

8.9 每台机器人（含控制器及电池组）的重量不得超过35kg。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。

8.10 机器人及控制器所用电池组的标称电压不得超过36V。

8.11 允许用装在PET等塑料瓶中的压缩空气驱动机器人，但压缩空气的气压不得超过8巴（1bar = 0.1MPa）。

8.12 严禁使用高压、爆炸性气体之类的危险能源。

8.13 应在机器人周围设计橡胶（或类似材料）缓冲器，当它与别的物体碰撞时，缓冲器先与之接触。

## 9 犯规及取消比赛资格

9.1 犯规的参赛队无需强制性重试，但在犯规情况下完成的任务不记分。

9.2 参赛队的以下行为将导致取消比赛资格，得分清零。

- (1) 用尖锐物品刺破排球。
- (2) 损坏了比赛场地。
- (3) 损坏球网、标志线或网架。
- (4) 有悖公平竞争精神的行为（包括但不限于，用风机或压缩空气吹排球）

## 10 关于安全

10.1 所有机器人的设计和制作不应造成排球和比赛场地的损坏。

10.2 所有机器人上必须安装急停按钮，以便在机器人失控的情况下随时关停机器人。

10.3 比赛及试运行，参赛队员必须穿软底鞋、戴头盔和护目镜（均自备）。

10.4 禁用爆炸物、明火或危险化学品。

10.5 禁用蓄压器、铅酸蓄电池。

10.6 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。

10.7 如果使用激光，应在 2 级或以下。激光应按照 IEC60825 分级。1M 及 2M 级是不可接受的。

10.8 参赛队应设计故障安全系统。

10.9 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。

10.10 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）。

10.11 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。

## 11 其它

11.1 裁判有权对本规则没有规定的任何行为做出裁决。在有争议的情况下，这个裁决是最终裁决。

11.2 竞赛委员会将在官方网站[www.cnroboace.net](http://www.cnroboace.net)上以“重要通知”的形式发布对本规则的任何修订。

11.3 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。

11.4 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。

11.5 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，包括录制的视频。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。

11.6 运输参赛的机器人前，各队必须考虑到运输服务对电池的限制。

11.7 为使机器人排球比赛快速发展，除一年一度的全国联赛外，鼓励各参赛队按本规则积极参加校内、校际、地市、省、大区等各种级别的比赛。组委会将考虑建立积分排名机制，并在全国比赛评定成绩时考虑积分的因素。