

2020RoboCup 机器人世界杯中国赛比赛规则

RoboCup 足球机器人比赛 小型组

2020 RoboCup 机器人世界杯中国赛
小型组项目技术委员会

2020 年 9 月

目录

一、 项目简介.....	6
二、 技术委员会.....	6
三、 比赛环境.....	7
1. 场地设置.....	7
1.1 尺寸.....	7
1.2 场地表面.....	7
1.3 场地标识.....	8
1.4 球门.....	8
2. 比赛用球.....	9
3. 公用视觉.....	9
4. 机器人.....	10
4.1 机器人数量.....	10
4.2 软件和硬件限制.....	10
4.2.1 安全性.....	10
4.2.2 形状.....	10
4.2.3 运球装置.....	10
4.2.4 视觉图案.....	11
4.2.5 通信要求.....	12
5. 捡球杆.....	12
四、 参赛要求.....	13
五、 赛项说明: 团体对抗赛.....	13
1、 比赛体系.....	13
1.1 公正的角色.....	13
1.1.1 裁判.....	14
1.1.2 助理裁判.....	14
1.1.3 比赛控制操作员.....	15
1.1.4 视觉专家.....	15

1.2 自动裁判盒.....	15
1.3 参赛队.....	16
1.3.1 队长.....	16
1.4 比赛准备.....	16
1.4.1 测试网络.....	16
1.4.2 选择队伍颜色.....	16
1.4.3 选择进攻方向和开球权.....	16
1.4.4 选择守门员机器人车号.....	16
1.5 比赛用时.....	17
1.5.1 概述.....	17
1.5.2 暂停.....	18
1.5.3 比赛提前结束的情况.....	18
1.5.4 比赛结果表.....	18
2、裁判指令.....	18
2.1 停止比赛.....	18
2.1.1 停止 (stop)	18
2.1.2 终止 (halt)	19
2.2 放球 (适用于采用自动放球的比赛)	19
2.3 恢复比赛.....	20
2.3.1 标准开始 (Normal Start)	21
2.3.2 开球 (Kick-Off)	21
2.3.3 直接任意球 (Direct Free Kick)	21
2.3.4 间接任意球 (Indirect Free kick)	22
2.3.5 强制开球 (Force Start)	22
2.3.6 点球 (Penalty Kick)	23
2.4 制裁.....	23
2.4.1 黄牌.....	23
2.4.2 红牌.....	24

2.4.3 强制弃赛.....	24
2.4.4 取消比赛资格.....	24
3、球出界.....	25
3.1 边线出界.....	25
3.1.1 边线球 (<i>Throw-In</i>)	25
3.2 底线出界.....	25
3.2.1 球门球 (<i>Goal Kick</i>)	25
3.2.2 角球.....	26
4、进球.....	26
5、违规行为.....	26
5.1 违例 (<i>MINOR OFFENSES</i>)	27
5.1.1 无意义射门 (<i>aimless kick</i>)	27
5.1.2 超时.....	27
5.1.3 二次触球 (<i>double touch</i>)	27
5.1.4 对方禁区内触球 (<i>Attackers In Defense Area</i>)	28
5.1.5 带球过度 (<i>Excessive Dribbling</i>)	28
5.1.6 球速过快.....	28
5.2 犯规 (<i>FOULS</i>)	28
5.2.1 机器人在对方禁区触碰对方机器人.....	28
5.2.2 机器人到对方禁区距离过短 (<i>Robot Too Close To Opponent Defense Area</i>)	28
5.2.3 干扰放球 (<i>Ball Placement Interference</i>)	29
5.2.4 碰撞 (<i>Crashing</i>)	29
5.2.5 推挤 (<i>Pushing</i>)	29
5.2.6 控球 (<i>Ball Holding</i>)	29
5.2.7 翻倒或掉落零件 (<i>Tipping Over Or Dropping Parts</i>)	29
5.2.8 停止状态机器人速度 (<i>Robot stop Speed</i>)	30
5.2.9 机器人离球过近 (<i>Defender Too close To Ball</i>)	30
5.2.10 非守门员禁区触球 (<i>Multiple Defender</i>)	30

5.3 违反体育精神行为 (UNSPORTING BEHAVIOR)	30
5.3.1 破坏其他机器人 (Damaging Other Robots)	31
5.3.2 破坏场地或比赛用球 (Damaging The Field Or The Ball)	31
5.3.3 不尊重比赛 (Showing Lack of Respect)	31
5.4 同时犯规 (SIMULTANEOUS OFFENSES)	31
5.5 有利规则.....	31
6、机器人替换 (ROBOT SUBSTITUTION)	32
7、点球决胜 (SHOOT-OUT)	33
六、赛项说明：技术挑战赛.....	34
1、挑战赛目标.....	35
2、挑战赛规则.....	35
2.1 考查点.....	35
2.2 裁判盒指令.....	35
2.3 放球成功.....	37
2.4 放球失败.....	37
2.5 阻挡放球.....	37
2.6 自动放球场景.....	38
2.6.1 边线球.....	38
2.6.2 禁区前任意球.....	39
2.6.3 球门球.....	41
2.6.4 角球.....	42
3、挑战赛排名.....	43
七、纪律处罚.....	44
附：小型组足球机器人项目 3 年规划.....	45

一、项目简介

小型组足球机器人比赛是 RoboCup 机器人足球世界杯的主要项目之一。本次比赛有“6VS6 团体对抗赛”和“技术挑战赛”两个项目。

其中“6VS6 团体对抗赛”为主要比赛项目，采用两队各 6 台实物移动机器人在约 6m×9m 的场地上进行机器人足球比赛。规则及赛制均参考“RoboCup 机器人世界杯足球机器人比赛小型组”规则制定。参赛队参赛机器人须采用符合小型组技术要求的标准小型足球机器人，通过编写比赛策略和运动规划算法与代码，两两对抗，以在规定时间内进球数计算胜负。

技术挑战赛主题为：机器人自动放球。每队采用 6 台实物机器人，在接收到自动放球指令后，将球从起始位置放置到指定放球点。根据成功次数、用时、犯规次数综合计算排名。

二、技术委员会

负责人：周春琳，浙江大学，c_zhou@zju.edu.cn，15857167123

成 员：谭彧，中国农业大学

蓝艇，宁波大学

黄金明，曲阜师范大学

黄哲远，浙江大学

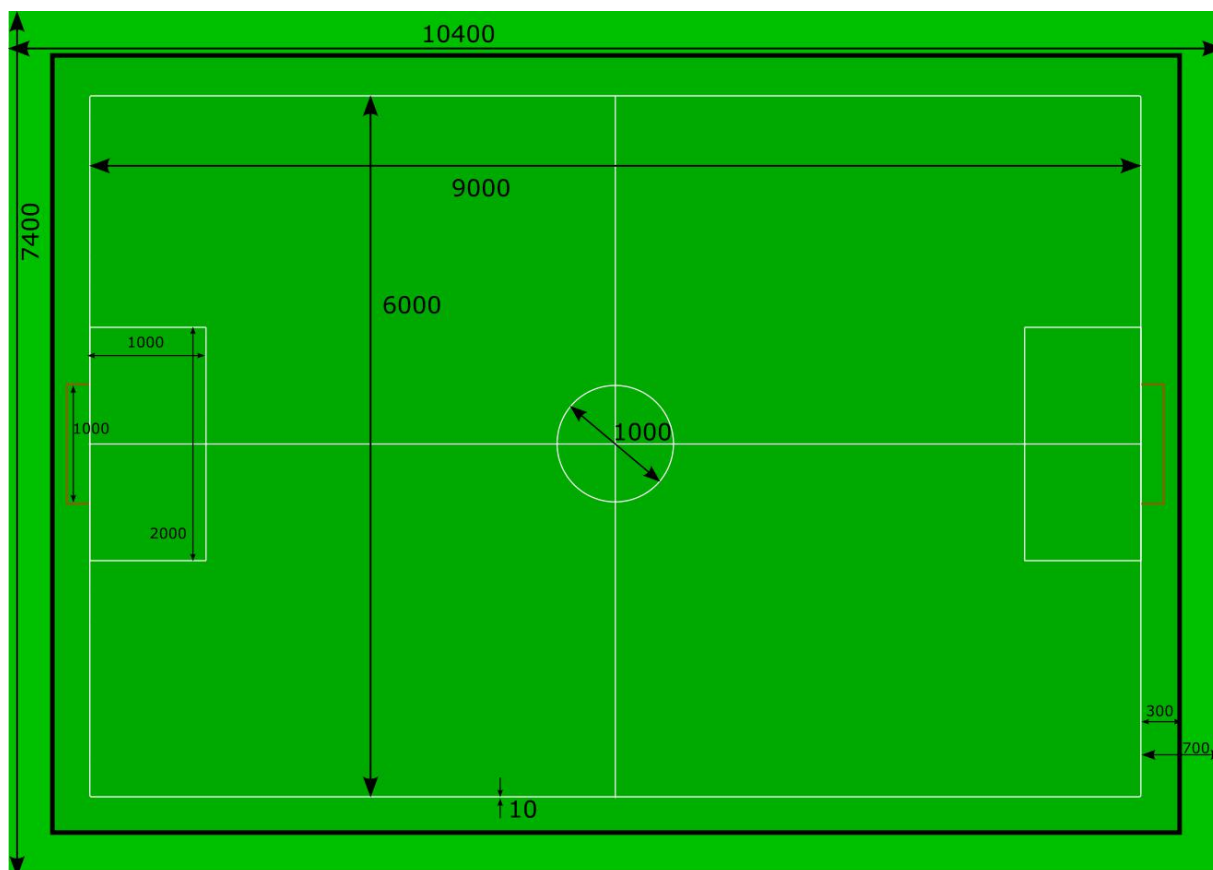
三、比赛环境

1. 场地设置

1.1 尺寸

比赛场地必须为矩形，其具体尺寸如下：10.4m*7.4m 的场地，包含 9m*6m 的比赛区域。

在实际场馆中，场地尺寸及场上标志物的尺寸在各个线性维度上被允许有最多 $\pm 10\%$ 的误差。以下图片展示了比赛场地、球门及特殊区域的尺寸，以毫米为单位。



小型机器人足球赛比赛场地尺寸图

1.2 场地表面

比赛场地表面应以绿色毡垫或者地毯覆盖，下方的地板要求是水平、平坦、坚硬的。场地表面应超出各条边界线 0.7m。其中最外侧的 0.4m 区域由 0.1m 高的隔离板分开，作为裁判和助理裁判的活动区域。

1.3 场地标识

比赛场地应以 0.01m 宽的白线进行标记（可以是刷漆、喷涂、白色地毯或胶带的形式）。

这些白线标志了各个区域的边界。

场地边界线

比赛区域由四条边界线确定，其中较长的两条称为边线，较短的两条称为底线

其他场地线

比赛区域被半场线分为两个半场。半场线横向穿过场地中心并与底线平行。

此外，沿纵向穿过球场中心并与边线平行的纵向中线。纵向中线被用来给视觉软件（vision software）的几何校准提供足够的特征。

中圈

场地中心点被标记在半场线的中点处。中圈以中心点为圆心、直径 1m 的圆。

禁区

禁区是置于球门前、与底线相接并位于底线中央的矩形区域。比赛的禁区尺寸为 2m*1m。

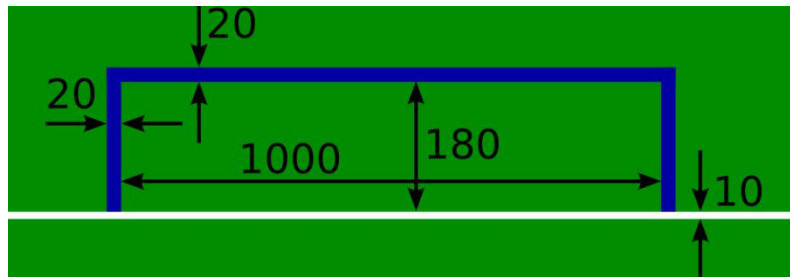
点球点

在两个半场均有一点球点，其与两门柱连线中点相距 1 m，且到两门柱的距离相等，即与禁区边线重合。

1.4 球门

球门应被分别放置在两条底线的中央位置且安全固定在球场表皮上。其由两个 0.16m 高的垂直侧壁连接一个 0.16m 高的垂直后壁组成。球门的内表面应该覆盖如泡沫等能吸收能量的材料，用以吸收球的冲击力和降低偏转速度。球门的墙面、边缘及顶部都应为白色。

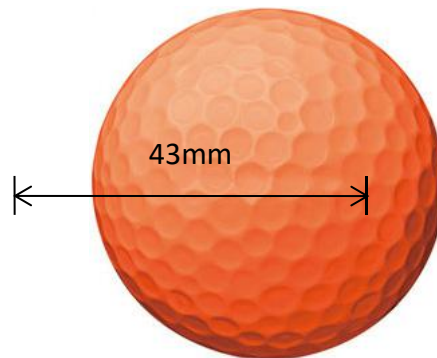
球门侧壁间的距离应为 1m，球门深度为 0.18m，球门墙壁的厚度为 0.02m。球门应与底线相接，但不能与球场边界线重叠或侵占球场区域。



球门局部尺寸图

比赛用球为橘黄色高尔夫球，重 46g，直径 43mm。场地球门高 155mm，深度为 180mm，球门左右两侧及后侧有实木挡板。球门的所有面采用白色喷涂。

2. 比赛用球



比赛用球

比赛用球为标准的橙色高尔夫球。其重量约为 0.046kg，直径约为 0.043m，在官方比赛中，由组委会提供比赛用球。

3. 公用视觉

组委会将在比赛前架设好每个比赛场地的公用视觉(包括一个共享的中央视觉服务器及所需的共享摄像头)

各参赛队伍在比赛开始前可对比赛场地的视觉效果进行调试确认。除视觉服务器崩溃、视觉设备故障之外的其他视觉异常导致的比赛失利，组委会将不承担责任。

4. 机器人

4.1 机器人数量

比赛由两个队进行，每个队由不超过 6 个机器人组成，其中一个可以是守门员。每个机器人必须根据其视觉图案清晰地编号，以便裁判在比赛中识别它。在比赛前必须指定守门员的 ID。

4.2 软件和硬件限制

如果不符合裁判规则，可以强制一队从场地上移除机器人。如果一个团队无法提供至少一个满足规则的机器人，该团队将被强制弃赛。

4.2.1 安全性

机器人不得对自身，其他机器人或人类构成危险。它绝不能破坏比赛用球及比赛场地。如果裁判认为某个机器人存在潜在的安全威胁，他必须强迫该团队将该机器人从现场移走。

4.2.2 形状

任何机器人必须装在 0.18 米宽、0.15 米高的圆筒内。此外，机器人的顶部必须符合标准的图案尺寸和表面约束。

4.2.3 运球装置

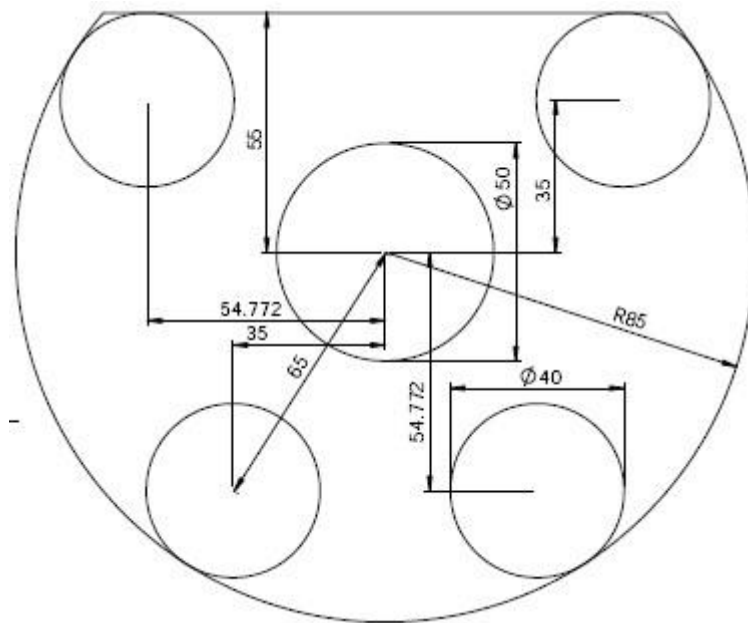
在以下条件下允许安装使球旋转的运球装置，使球与机器人保持接触：

- 运球装置不得将球从地面抬起另一个机器人必须能够用球从机器人中取出球。
- 机器人不得通过移除球的所有自由度来完全控制球。

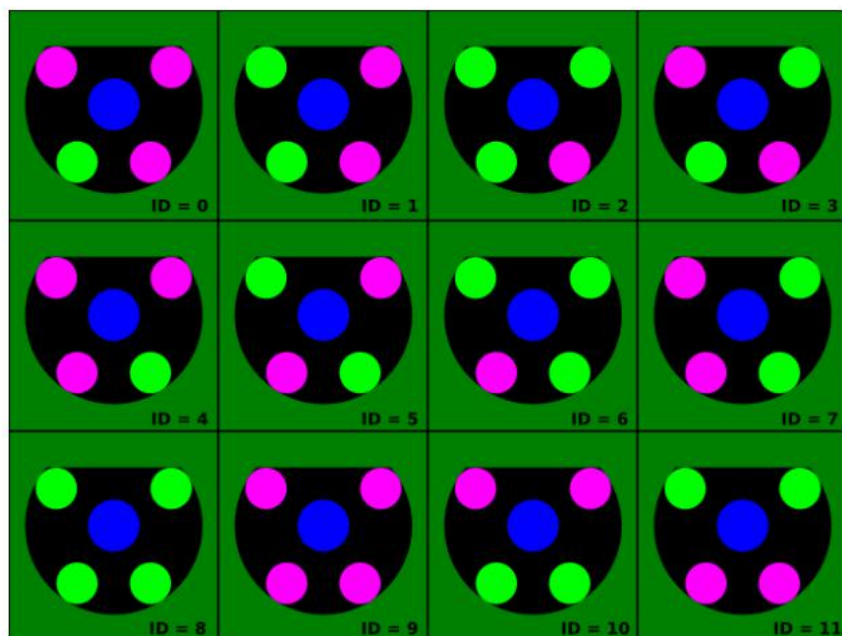
- 任何时刻，从上方看球时，球的 80% 面积必须位于机器人周围的凸包外面。这种限制也适用于所有踢球装置。

4.2.4 视觉图案

所有参赛团队必须遵守公共视觉的既定操作要求。尤其是，团队必需在他们的机器人顶部使用一组标准化的颜色和图案。为确保与公共视觉的标准化模式兼容，所有团队必须确保所有机器人都有一个平坦的表面，顶部有足够的空间。机器人顶部的颜色必须是黑色或深灰色，并具有哑光（无光泽）表面，以减少眩光。标准视觉图案是半径为 0.085 米的圆形，在机器人正面线性切割到距离中心 0.055 米的距离，如下图所示。



所以参赛团队必须确保图案完整出现在他们的机器人顶部。每个机器人的图案都必须是下图所示图案中的一种。



标准色标组合

不允许两个机器人使用同一个图案。

机器人中间的圆点颜色决定队伍的归属，并且颜色要么是蓝色要么是黄色。其他四个圆点颜色编码机器人的 ID。

注：建议参赛团队选择色标组合中 ID 为 0 到 7 的颜色分配，因为他们在实验中被发现更稳定。

4.2.5 通信要求

使用无线通信的队伍必须通知组委会无线通信的方法，电源和频率。比赛前，双方需将各自的策略服务器与组委会提供的视觉服务器接入同一局域网，随后按照裁判的要求对通信进行测试。

如果每个比赛场地配置有固定的队伍频点，参赛队伍不可擅自更换，否则，后果自负。如遇特殊情况，可由裁判指定双方频点。

非场上参赛队伍，不得使用各个场地的固定频点。

5. 捡球杆

比赛过程中裁判会使用一根球杆对“足球”进行操作。球杆由杆部和套环两部分构成。

整体喷涂成黑色或白色。两部分使用类铰链结构连接。



球杆示意图

四、参赛要求

1. 参赛队伍需使用符合比赛要求的小型足球机器人参加比赛；
2. 每个参赛队自行准备比赛用机器人，大赛组委会不提供备用车；

五、赛项说明：团体对抗赛

团体对抗赛：采用 6vs6 实物移动机器人在 6m×9m（有效场地面积）的场地上进行机器人足球对抗比赛。参赛队机器人须采用由比赛组委会指定的标准机器人，通过编写比赛策略和运动规划算法，两两对抗，以在规定时间内进球数计算胜负。赛制为：小组循环赛+淘汰赛。

1、比赛体系

1.1 公正的角色

小型组比赛有 4 个公正的角色：裁判、助理裁判、裁判软件操作员、视觉专家。

通常，这些角色由两个非参赛队伍提任，其中一个队伍提供裁判和裁判软件操作员，另一个队伍提供助理裁判和视觉专家。角色的分配由组和会决定。

1.1.1 裁判

每场比赛由裁判控制。他完全有限执行小型组比赛相关的规则。建议裁判使用场地旁边的指定步和区域。

裁判由自动裁判盒软件协助，裁判可以自行决定是否采纳自动裁判软件的信息，允许裁判覆盖自动裁判盒软件做出的任何决定。

裁判对于比赛有最终的裁决权。裁判只能改变自己认为不正确的判罚，或者由其自行决定更改助理裁判的建议，但一旦比赛结束，裁判不能决定重赛。

裁判不对任何官员或旁观者遭受的任何伤害，任何形式的财产损失或个人、企业、协会或其他机构遭受的任何其他损失承担责任。

参赛队伍的队长是队伍中唯一能和裁判沟通的成员。

裁判职责：

- 裁判确保为参赛的人和机器人提供一个安全的比赛环境；
- 裁判按照比赛规则确保比赛的公平公正原则；
- 裁判确保未经授权的人员或团队成员不会干涉比赛；
- 裁判和助理裁判有权在比赛开球、点球或重启比赛前放置球；
- 裁判确保比赛的开始及停止后的及时恢复。

1.1.2 助理裁判

助理裁判在任何可能的地方支持裁判，并且可以出现在球场相边界区域，协助裁判判观察球场上的情况。

参赛队伍的成员不允许与助理裁判交谈。

助理裁判职责：

- 向裁判反馈其未能察觉的不当行为或任何其他事件；
- 与裁判讨论不能明确裁决的情况；

- 在点球和开球时，裁判或助理裁判放置球；

1.1.3 比赛控制操作员

在比赛中，比赛控制操作员使用比赛控制软件，充当了裁判、自动裁判机和参赛队比赛软件之间的交互。

除了比赛球队队长，其他队员都不能和操作员交谈。

比赛控制操作员职责：

- 在比赛开始前，操作员需要配置好相关软件；
- 在比赛中操作员将裁判指令输入到裁判软件中；
- 操作员需要实时关注比赛中各类情况，比如自动裁判机的检测情况、比赛用时、裁判通报等；

1.1.4 视觉专家

在比赛中，视觉专家主要负责公共视觉系统的的维护。**除了出现视觉问题 (vision problem) ，比赛队员不得和视觉专家进行交谈。**

视觉专家职责：

- 检查视觉硬件并向技术委员会报告出现的任何技术问题；
- 在比赛中，视觉专家实时监测视觉系统，并向裁判及时报告出现的任何问题；
- 在裁判认为必要时，及时重新标定视觉系统；

1.2 自动裁判盒

在本次比赛中将启用自动裁判盒，通过接入视觉信息，重点对球速 ([5.1.6 球速过快](#)) 以及冲撞 ([5.2.4 碰撞](#)) 进行监测，给裁判的判罚提供数据支持。

1.3 参赛队

1.3.1 队长

在每支比赛队伍中，必须指派一名队长，代表全队在比赛中的权利。

队长职责：

- 队长负责比赛前的各项准备工作；
- 队长可以在必要时要求裁判暂停比赛；
- 队长可以请求裁判同意在场边更换机器人；
- 队长可以代表本队与裁判组进行交涉（如视觉问题、网络问题等）

1.4 比赛准备

所有比赛相关人员必须在比赛开始前至少 10 分钟到达场地，并做好以下准备：

1.4.1 测试网络

确保参赛两队能接收到视觉信息（vision data）和裁判指令（reference commands）。

1.4.2 选择队伍颜色

裁判询问两支球队队长，了解他们喜欢的球队颜色（蓝色或黄色）。如果两队喜爱的颜色不同，则颜色将用于整个比赛场地。如果两队喜爱的颜色相同，裁判可随机分配颜色。

1.4.3 选择进攻方向和开球权

裁判可通过抛硬币的方式让两个队长来确定。获胜一方选择进攻方向，另一方则享有开球权。

1.4.4 选择守门员机器人车号

裁判必须询问比赛双方队长守门员机器人车号，并将该车号告诉比赛控制操作员。

1.5 比赛用时

1.5.1 概述

小型组的官方比赛包括以下几个阶段：

比赛阶段	时长
上半场	300 秒
中场休息	300 秒
下半场	300 秒

如果比赛是淘汰赛（比赛结果不可能是平局），并且在正常比赛时间之后比分相同，比赛将进入加时赛，并添加以下比赛阶段：

比赛阶段	时长
加时赛前休息时间	300 秒
加时赛上半场	150 秒
加时赛中场休息	120 秒
加时赛下半场	150 秒

如果加时赛后双方比分仍相等，则添加以下比赛阶段：

比赛阶段	时长
点球大战 (Shoot-Out) 前休息时间	120 秒
点球大战 (Shoot-Out)	无限时时长，直到出结果

说明：实际比赛时因赛程的整体周期安排，比赛时间可能会有所调整，具体比赛时间安排以赛前组委会公布的为准。

1.5.2 暂停

比赛开始后，每支比赛队伍都有 4 次暂停机会，总计 300 秒时间。由比赛控制操作员监督并记录暂停情况。

在加时赛期间，两支球队可以使用 2 次暂停，总时间为 150 秒。

点球大战 (Shoot-Out) 阶段联可能暂停。

说明：实际比赛时因赛程的整体周期安排，暂停时间可能会有所调整，具体比赛时间安排以赛前组委会公布的为准。

1.5.3 比赛提前结束的情况

当比赛中有一支队伍进球 10 次时，则比赛自动终止，无论目前的比赛阶段如何，进球多的一方获胜。

1.5.4 比赛结果表

裁判从组委会获得比赛结果表，比赛结束后，裁判填写最终比分，并收集所需签名（包括比赛双方队长的签名、执裁裁判的签名）

2、裁判指令

2.1 停止比赛

2.1.1 停止 (stop)

➤ 指令定义：

当发出停止指令时，所有机器人都必须与球保持 0.5 米的距离，且必须减速到低于 1.5 米/秒，并且不能去操纵球。

➤ 使用：

停止指令用在如下几种情况，当球越过了边界（包括球门内）、发生犯规、准备开始比赛、终止比赛后恢复、技术暂停和自动放球情况下。

机器人的速度限制和跟球保持的最小距离，可保证裁判或助理裁判没有干扰地安全放球。

2.1.2 终止 (halt)

➤ 定义：

当发出终止指令时，所有的机器人都不允许移动或者操纵球。这里有 2 秒的宽限期给机器人刹车。

➤ 使用：

终止指令允许裁判在比赛中发生突发情况时(如机器人突然失去控制等)立即中断比赛。也用于在比赛中当图像专家认为有必要和裁判同意时重新校准图像,以及替换机器人。此外,裁判可以根据实际情况,按需发出终止指令。

2.2 放球 (适用于采用自动放球的比赛)

➤ 定义：

当在比赛停止后,在比赛停止后,依据发生的事件,球必须被放置在合适的位置。由参赛队伍的机器人完成的没有人工干预的自动放球是把球放在场上指定位置的优先方式。如果无法完成,裁判将人工放球。

球会被认为由机器人成功放置,如果

- 放球指令发出后没有超过 30 秒
- 如果下一个指令是放球队伍的间接任意球或者直接任意球,没有机器人在距离球的 0.05 米范围内

- 如果下一个指令是强制开始，没有机器人在距离球的 0.5米范围内
- 球是静止的
- 球在距离要求位置的 0.15米范围内

比赛控制器不会发出更多的指令，直到自动放球完成。一旦球被成功放置，且在放球指令发出后不早于 2 秒，比赛控制器会让比赛继续。失败的放球会导致对手的一次间接任意球。如果对手也放球失败，球会被裁判放置，且比赛继续之前的指令。非放球的队伍不可以干扰放球。

➤ 使用：

当出现死球时，下列规则决定是否要进行自动放球:

1. 开球和点球时，裁判必须放球
2. 对于间接任意球或者直接任意球，开球的队伍必须放球
3. 对于强制开始，随机决定放球的队伍
4. 在放球开始前，球必须可见和不在场地角落、球门角落或者球门后面
5. 裁判可以在任何时候决定手动放球
6. 裁判可以决定在比赛的剩余时间禁用自动放球。技术委员会/组委会必须同意这个决定
7. 当一个队伍连续五次放球失败，它将不被允许在比赛半场的剩余时间放球。当球出边线时对手将 获得任意球。对于其他违反规则的行为或者当双方队伍都放球失败时，球会被裁判放置
8. 如果没有队伍能够放球，球会被裁判或者助理裁判放置。建议裁判和助理裁判使用放球工具（捡球杆）来放球。

2.3 恢复比赛

当放球后，比赛可以通过以下指令恢复。

2.3.1 标准开始 (Normal Start)

➤ 定义：

这是一个两阶段的裁判指令，当标准开始指令发出时，进攻方机器人可以控制球。比赛不能直接通过 Normal Start 指令恢复。

➤ 使用：

Normal Start 指令可以用在开球 (Kick-Off)、点球 (Penalty Kick)、和点球淘汰 (Shoot-Out)。

2.3.2 开球 (Kick-Off)

➤ 定义：

球必须被被人类裁判放置在场地中心。

当发出开球 (Kick-Off) 指令时，所有机器人必须移动到自己的半场，且不在中场圆圈内。然后，进攻方的一个机器人会被允许进入整个中场圆圈。这个机器人会被为是开球车。其他机器人不允许碰球。

当标准开始指令(Normal Start)发出时，开球车被允许踢球。可以直接通过开球进球。

当球处于活球状态时，开球车不得触球，直到球被其他机器人触碰或者比赛被停止（参见二次触球），同时对于机器人位置的限制将被解除。

➤ 用法:

半场和加时赛（若有）通过开球开始。

另外，在一方进球后，另一方通过开球重新开始比赛。

2.3.3 直接任意球 (Direct Free Kick)

➤ 定义：

任意球放置的位置取决于导致任意球的事件。如果距离所有边线至少 0.2 米和距离对方禁区至少 1 米，则此位置有效。如果一次事件要求将球放置在违反此规则的位置，则必须

将其旋转在最接近的有效位置。

当发现直接任意球指令时，允许进攻方的机器人接近球，而防守方的机器人仍然必须与球保持至少 0.5 米的距离（与停止指令相同的距离）。进攻方的一个机器人被允许踢球，这个机器人将被认为是开球车。直接任意球可以直接进球得分。

当球处于活球状态时，开球车不得触球，直到球被其他机器人触碰或者比赛被停止（参见二次触球），同时对于机器人位置的限制将被解除。

➤ 使用：

在犯规发生后，直接任意球被用来重新开始比赛。此，球门球和角球被认为是直接任意球。

2.3.4 间接任意球 (Indirect Free kick)

➤ 定义：

间接任意球类似于直接任意球，除了：在间接任意球之后，只有在球处于活球状态后，并且在进入防守方的球门之前球触及进攻方的机器人时才算进球。

如果间接任意球发出后未碰到进攻方机器人进入防守方球门，则判给防守方一个球门球；

如果间接任意球发出后进入到进攻方球门（乌龙球），则防守方得分；

➤ 使用：

在发生轻微犯规后，间接任意球用于重新开始比赛。此外，边线球被认为是间接任意球。

2.3.5 强制开球 (Force Start)

➤ 定义：

当强制开球指令发出后，比赛立即恢复，并且允许双方机器人再次接近并操纵球。

➤ 使用：

如果在两队都被允许接近并操纵球的情况下至少 10 秒没有明显的进展，裁判可以发出一个停止指令，然后强制开始。

当比赛必须停止但双方都无犯规情况下时，此指令可用于恢复比赛。

2.3.6 点球 (Penalty Kick)

➤ 定义：

在发出点球指令前，机器人必须在停止 (stop) 指令下且球被人类裁判放置在点球点；

当点球指令发出时，允许一个进攻方机器人接近但不能触球。这个机器人将被称为点球手。防守方守门员必须在球门线上。所有其他机器人必须在点球点往后 0.4 米与球门线平行的线后移动。。

当满足这些条件时，裁判可以发出标准开始 (Normal Start) 指令。

当发生标准开始指令时，允许点球手踢球。点球可以直接射门得分。

当球处于活球状态时，开球车不得触球，直到球被其他机器人触碰或者比赛被停止 (参见二次触球) ，同时对于机器人位置的限制将被解除。

在发点球时，如果进攻方违例，则进球无效；如果防守方违例，未进球则重发。

➤ 使用：

点球一般用在黄牌犯规或者违反体育道德精神犯规的判罚。

2.4 制裁

2.4.1 黄牌

➤ 定义：

黄牌处罚一般在终止指令 (halt) 后给出。

当裁判发现比赛中有一方违反体育道德类的犯规，可以立即中断比赛，给予犯规方一个黄牌警告，并给另一方直接任意球。

受到黄牌的比赛球队，需要罚下一台机器人 120 秒时间，由比赛控制操作员计时。

一支球队每获得第三张牌（无论其颜色如何），对手都会获得一点球。

➤ 使用：

黄牌通常用在一方有严重非技术犯规或违反体育道德犯规。

2.4.2 红牌

➤ 定义：

因红牌被罚下的机器人直到比赛结束都不能上场，其他的判罚规则和黄牌一致。

➤ 使用：

严重干扰机器人自主运行，或者不尊重裁判的行为，都可以判罚红牌。

2.4.3 强制弃赛

➤ 定义：

强制弃赛意味着一支球队立即以 0 比 10 的分数输掉当前比赛。

➤ 使用：

如果参赛队伍无法提供至少一个满足规则的机器人进行比赛，则可能被强制弃赛。

只有在与技术委员会和组委会达成一致的情况下，参赛队伍才能被强制弃赛。

2.4.4 取消比赛资格

➤ 定义：

取消资格意味着一支球队立即退出比赛并排在最后，没有资格获得奖杯或奖状。

➤ 使用：

如果参赛队伍不遵守安全准则，场地规则或几次犯相似的严重违规则行为，则队伍可能被取消比赛资格。

只有在与技术委员会和组委会达成一致的情况下，参赛队伍才能被取消比赛资格。

3、球出界

当球以完全越过场地边线的方式边界，比赛将会停止并且在球被重新放置后继续比赛。

球的放置位置以及继续比赛的方式由上一次碰球的队伍以及出界的位置决定。

3.1 边线出界

当球穿过两侧的场地边线导致出界。

3.1.1 边线球 (Throw-In)

➤ 定义：

球应放置在出界位置垂直于边线 0.2 米处，与底线的位置至少 0.2 米。放置界外球后，应给出界前上次碰球的对手一个间接任意球。

➤ 使用：

放置边线球在球边线出界后继续比赛时使用。

3.2 底线出界

当球穿过球场两底侧的场地边线导致的出界。

3.2.1 球门球 (Goal Kick)

➤ 定义：

球应放置在距离出界最近的边线 0.2 米，距离底线 1 米的位置。放置球后，应给出界前上次碰球的对手一个直接任意球。

➤ 使用：

球门球被用于球穿过非上一次触碰方底线出界时使用。

3.2.2 角球

➤ 定义：

球应放置在距离出界最近的边线距离 0.2m，距离底线 0.2m 的位置。

球在放置后，应给出界前上次碰球的对手一个直接任意球。

➤ 定义：

角球被用于球穿过上一次触碰方底线出界时使用。

4、进球

当球在两球门柱之间进入球门，若该事件之前的比赛中，该队伍没有犯规，则判定进球。

附加条件：当满足以下条件时视为进球有效

- 当球不是从非直接任意球开球直接射入。
- 在上一次进攻者碰球之后，球的高度未超过 0.15m

注意：在点球决胜中，不考虑附加条件。

如果进球被视为无效，比赛将被认为球穿过底线出界。

5、违规行为

根据犯规的严重程度，犯规被分为以下几中：违例（minor offenses），犯规（fouls）和违反体育精神行为（unsporting behavior）。

违例一般是指比赛进行时进攻机器人的违规行为，犯规一般是指防守机器人的违规行为、比赛中断时的违规行为以及对人、机器人或场地造成损害的违规行为。

5.1 违例 (minor offenses)

比赛中，一方发生违例行为后，比赛中断，并在违例发生的地方判给对方一粒间接任意球（具体开球位置参见直接任意球的规则）。所有违例行为如下：

5.1.1 无意义射门 (aimless kick)

满足以下全部条件的行为会被视为无意义射门：

- 球越过中线；
- 球在对方底线出界；
- 对方机器人未触球。

开球不会被视为无意义射门，因为开球位置在中线上，所以球不会越过中线。

5.1.2 超时

以下行为会被视为超时：

- 未在 5 秒内开出直接任意球或间接任意球的；
- 未在 10 秒内完成开球或点球的；
- 守门员未在 10 秒内将球清出己方禁区的。

说明：

如果比赛双方均可控球，则两队均未违例，裁判可以停止比赛并发出强制开始的指令。

如果比赛双方都无法在不违规的情况下使比赛开始，裁判可以用强制开始指令代替另一方的间接任意球指令。

5.1.3 二次触球 (double touch)

开球机器人完成开球、直接任意球、间接任意球或点球使比赛开始后，在对方机器人触球之前再次触碰球的行为被视为二次触球。球在移动超过 0.05 米之后被视为比赛开始。

说明：机器人踢球时，难免会与球发生多次碰撞，这也是用 0.05 米的距离来确定机器人是否犯规的原因。即使球与机器人只发生过一次接触，开球时持球移动超过 0.05 米也被视

为二次触球。

5.1.4 对方禁区内触球 (Attackers In Defense Area)

当机器人位于或部分位于对方的禁区时不允许触球。

说明：当比赛中断时，需要遵守更严格的规则：机器人到对方禁区距离过短。

5.1.5 带球过度 (Excessive Dribbling)

机器人从触球的位置算起，带球距离不能超过一米。机器人与球接触被视为带球开始，机器人与球之间存在可见分离被视为带球结束。

说明：像人类足球运动员前踢带球那样，只要机器人可以周期性的失去对球的控制，那么机器人带球是符合规则的。

5.1.6 球速过快

在三维空间内，机器人不能使球速超过 6.5米/秒。

5.2 犯规 (Fouls)

比赛中，一方发生犯规行为后，比赛中断，并在犯规发生的地方判给对方一粒直接任意球（具体开球位置参见直接任意球）。当犯规发生在比赛中断的情况下，不会判罚任意球。同一支队伍每三次犯规将被判一张黄牌。裁判也可以根据犯规的严重程度判罚黄牌或红牌。

所有犯规行为如下：

5.2.1 机器人在对方禁区触碰对方机器人

当比赛进行时，机器人不能触碰对方禁区内对方的任何机器人。

说明：当比赛中断时，遵循机器人到对方禁区距离过短。

5.2.2 机器人到对方禁区距离过短 (Robot Too Close To Opponent Defense Area)

在比赛处于停止、直接任意球或间接任意球的状态时，所有机器人必须与对方禁区保持

至少 0.2 米的距离。对于已经处在禁区内的机器人，需要在 2 秒内离开。

5.2.3 干扰放球 (Ball Placement Interference)

在比赛处于放球状态时，非放置队伍的所有机器人必须与球与放置位置之间的连线保持至少 0.5 米的距离（该区域形状类似于体育场），对于已经处在该区域内的机器人，需要在 2 秒内离开，否则记一次犯规并重新开始放球。

说明：规则中没有包含所有的干扰放球的行为，所以在非放置队伍有明显的干扰放球行为时，裁判可以记该队一次犯规。

注意：此规则在采用自动放球时有效。

5.2.4 碰撞 (Crashing)

当两个不同队伍的机器人发生碰撞时，记录两个机器人速度矢量在二者连线投影上的差值，如果差值大于 1.5 米/秒，速度较大的机器人所在队伍记一次犯规，如果差异小于 0.3 米/秒，则双方各记一次犯规，但比赛不中断。

5.2.5 推挤 (Pushing)

当双方机器人都与球接触或者彼此接触时，机器人施力使对方机器人在自己朝向移动，这种行为被视为推挤。

说明：当双方机器人都用近似的力推挤对方机器人时，双方都不犯规。

5.2.6 控球 (Ball Holding)

机器人不能将球包裹以至于对方机器人无法拿到球。

5.2.7 翻倒或掉落零件 (Tipping Over Or Dropping Parts)

机器人不得翻倒，爆炸或在场地上掉落对其他机器人有潜在威胁的零件。犯规机器人必须被替换。

说明：金属部件（例如螺钉）以及较大的部件通常构成潜在的威胁，非常小的非金属部件（例如橡胶圈）不会构成威胁。

5.2.8 停止状态机器人速度 (Robot stop Speed)

在停止的状态下机器人车速不能超过 1.5米/秒，对于已超速的，需要在 2 秒内减速。同样的犯规每机器人每状态只记一次。

说明：

此规则不适用于放球状态。

由于停止命令是用于手动放球和机器人替换的，限制机器人速度是为了避免机器人伤到场上人员。

5.2.9 机器人离球过近 (Defender Too close To Ball)

在对方进行开球、直接任意球或间接任意球时，机器人必须与球保持至少 0.5米的距离。犯规后，比赛指令保持与犯规前一致。

说明：在停止状态下，不会自动判定机器人与球的距离，但裁判可以以违反体育精神的行为对不遵守要求距离的队伍一张黄牌。详细参见停止状态。

5.2.10 非守门员禁区触球 (Multiple Defender)

如果非守门员机器人在部分进入己方禁区的情况下触球，比赛停止，记一张黄牌，判给对方一粒直接任意球，犯规次数不增加。

如果非守门员机器人在完全进入己方禁区的情况下触球，比赛停止，判给对方一粒点球，犯规次数不增加。

说明：犯规定义下的判罚不适用于该规则。

5.3 违反体育精神行为 (Unsporting Behavior)

针对违反体育精神的行为，裁判可以根据犯规的严重程度给予黄牌、红牌、点球、直接判负或取消比赛资格的处罚。

说明：如果裁判员不知道如何判罚，可以向技术委员会或者组委会的成员咨询。

下面列举了一些违反体育精神的行为：

5.3.1 破坏其他机器人 (Damaging Other Robots)

比赛队伍不允许破坏或改装其他队伍的机器人。

5.3.2 破坏场地或比赛用球 (Damaging The Field Or The Ball)

比赛队伍不允许破坏或改变场地或比赛用球。

5.3.3 不尊重比赛 (Showing Lack of Respect)

参赛团队成员必须对参与比赛的每一个人表现出适当的尊重。违反本规则的行为包括但不限于：

- 侮辱对手、裁判或其他担任公正角色的人；
- 激怒裁判或其他担任公正角色 的人；
- 不遵守裁判指令；

5.4 同时犯规 (Simultaneous Offenses)

如果比赛中断并且一个队伍被允许恢复比赛，对手的违例和犯规不会影响比赛重新开始的方法与位置，除非对手被判罚点球。

如果一个队伍利用了这个规则，裁判可以记该队一张黄牌来惩罚该队伍的违反体育精神的行为。

说明：该规则旨在防止队伍故意犯规，以便将对手的直接任意球或间接任意球重新定位到更 有利的位置。

5.5 有利规则

在某些情况下，由于犯规而停止比赛可能对对方不利。由于这些情况不容易自动检测到，因此会询问对方是否选择继续比赛。在这种情况下，游戏不会停止，也不会判罚任意球。当比赛中断时，犯规计数器仍然递增，并仍会给出红黄牌。

以下情况被视为符合上述条件：

- 不是两个队都犯规情况下的撞车；
- 机器人在对方禁区触碰对方机器人。

注意：如果队伍没有连接到比赛控制器或在 0.2 秒内没有回复，则队伍的决定默认为停止比赛。

6、机器人替换（Robot Substitution）

➤ 定义：

机器人的替换必须只能由队长完成，其他人员禁止从场中取机器人或将机器人放入场内。

1. 发出机器人替换请求的队伍的队长至少按照指定的顺序执行下列一项操作：

a. 将机器人放入场内。场上机器人的数量不得超过队伍此刻所被允许的最大数量。

b. 将机器人从场上取出。如果取出的机器人离边线和中线的交点不超过 1 米，另一个机器人可以立刻被放入。否则队长必须等待下一个可以进行机器人替换的机会。

2. 如果被取出的机器人是守门员，队长需要告知比赛控制操作员新放入的机器人的号码。

3. 操作完成时队长需要通知裁判。

4. 当两个队伍都完成机器人替换后，裁判通知比赛控制操作员。

5. 比赛控制操作员给出停止指令继续比赛。

➤ 使用：

对机器人替换的原因和次数都不作限制。

当比赛因为某个队伍发出的机器人替换请求进入停止状态时，该队必须执行至少一次机

机器人替换操作。机器人替换请求仅当比赛还没有进入停止状态时才可以被取消。

如果机器人替换的请求在放球之后，比赛正式开始之前，game controller 将自动使比赛停止。

7、点球决胜（Shoot-Out）

➤ 定义：

两队依次执行5轮点球。若在5轮之后两队的进球数相等，那么两队继续按照一样的顺序依次执行，直到两队的进球数不相等。

每个队伍只允许使用一个进攻机器人和一个守门员。在一次点球的尝试中，只有进攻机器人和对方的守门员允许移动和操纵球，其他的机器人不得干预。

一次点球尝试将按以下顺序执行：

1. 球由裁判放置在纵向中线上，点球点的位置。
2. 当点球指令下达后，防守方守门员必须移动至球门线上并保持接触。
3. 当标准开始指令下达后，进攻方允许触球。球在视觉系统中的 x 轴方向上只能向对方球门的方向移动。
4. 与点球罚球不同，当处于活球状态时，防守方守门员可以自由移动。

以下情形将被认为是进球：

- 在标准开始指令给出后 10 秒内，球触碰到防守方球门内壁或球门内的地面。
- 防守方犯规。

以下情形将不被认为是进球：

- 球穿过球门线以外的边界线。

- 防守方守门员碰到球之后，球速方向在二维平面上至少改变了 90 度。
- 进攻方犯规。

说明：

在常规时间中的进球限制在点球决胜中将不被使用，包括 0.15 米的球高度限制，但其他的规则如不能带球过度将仍然被使用。

在点球的尝试之间可以进行机器人的替换，新的机器人可以被立刻放入场内。

说明：

点球决胜的过程中没有暂停。

➤ 使用：

在比赛阶段中两队进球数相等时，为举出胜负时使用。

六、赛项说明：技术挑战赛

技术挑战赛：主题为自动放球。每队采用 3 台实物移动机器人，在接收到自动放球指令后，将球从起始位置放置到指定放球点。整个放球过程，全部由机器人自动完成。参赛队机器人须采用由比赛组委会指定的标准机器人，通过编写放球策略和运动规划算法，完成自动放球。根据成功次数、用时、犯规次数综合计算排名。

1、挑战赛目标

为了更好的促进自动化比赛进程，同时减少比赛的人为活动以及裁判工作量，设立自动放球 (ball placement) 技术挑战赛。

机器人可以对球进行操控，这意味着当球出界或者犯规时，在恢复比赛前球放置的工作可以通过机器人来自动完成 (除特殊位置例如角落或者门后存在死角导致机器人无法碰到球的位置)。本技术挑战赛将针对该放球行为设置场景进行比赛，同时，放球行为将会在未来比赛中出现并作为正常比赛的一部分。因此所有参赛队伍都应具有一定的放球能力。

2、挑战赛规则

2.1 考查点

- 1) 参赛队伍是否具备自动放球的能力；
- 2) 参赛队伍在自动放球过程中是否合理避障，不违反规则；
 - 技术挑战赛共设 5 个场景任务，比赛过程中，每个场景任务执行 2 次。
 - 前 4 个场景任务，针对考查点 1)，由参赛队伍完成自动放球，考察参赛队伍的自动放球能力。
 - 第 5 个场景任务，针对考查点 2)，由官方放球，考察参赛队伍在官司放球过程中是否犯规。
 - 每支队必须有 3 台机器人在球场上。

2.2 裁判盒指令

参赛队应通过接收标准裁判盒指令来完成放球信息的获取，下表展示了 referee 的部分

定义及中文解释，在 `command` 域可解析到相关指令。关于放球指令的 `proto` 定义可参考 [该文件](#)（直接点击，可跳转）

```
enum Command {  
    // 所有机器人应立即停止移动  
    HALT = 0;  
  
    // 机器人以不高于 1.5m/s 的速度进行移动且不得进入球周围 50cm 区域  
    STOP = 1;  
  
    ...  
  
    // 黄队应将球放置在 designated_position BALL_PLACEMENT_YELLOW = 16;  
    // 蓝队应将球放置在 designated_position BALL_PLACEMENT_BLUE = 17;  
}  
  
required Command command = 4;  
  
...  
  
message Point {  
    required float x = 1; required float y  
    = 2;  
}  
  
// 当 command 为放球指令时，该域将存储球应该被放置的位置信息(单位为毫米)  
  
optional Point designated_position = 9;
```

在比赛开始时，会首先发送 stop 指令，在队伍准备好后会进行放球指令的下发，每次放球成功或放球失败后，会发送 stop 指令，由裁判将球放置到下一次放球任务的起始点。

在官方放球过程中，参赛队可以收到球放置的位置，但参赛方不得阻挡放球。

2.3 放球成功

从放球指令下发开始计时，比赛方在 30s 内放置到指定位置误差小于 10cm 持续 15 帧以上，并且周围 50cm 范围内无比赛方机器人则视为放球成功。

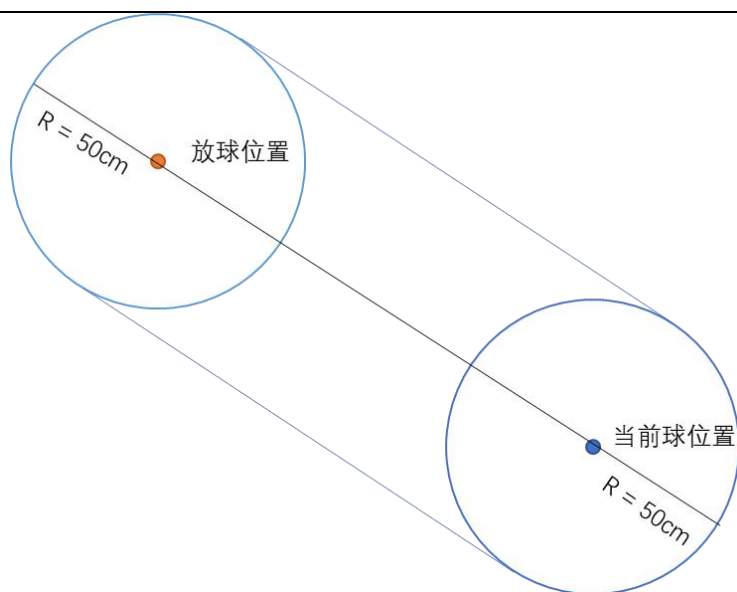
2.4 放球失败

若 30s 内未按照术述 [2.3 的要求](#)放球成功则视为放球失败。

2.5 阻挡放球

在官方进行放球时，若比赛方任意一台机器人出现在放球带区域超过 2s 则视为具有阻挡放球行为的犯规，每犯规则一次，罚时 5s。

放球带：由当前球位置与需要的放球位置连接形成的线段向外扩张 50cm 形成的胶囊区域。



放球带示意图

2.6 自动放球场景

技术挑战赛会从以下场景中选择一个或多个，具体选择哪些任务场景将在现场比赛时公布。注：场景任务中的球的起始点与放球点也在现场比赛时公布。

2.6.1 边线球

适用于比赛过程中，发边线球的场景。边线球定义可参考 [3.1.1 边线球 \(Trow-In\)](#)

将球从界外放至离边线内侧 20cm 的位置；

a、球的初始位置：球在界外，且球离围栏的垂直方向上的直线距离小于 18cm；

b、放球点：边线内侧，离边线 20cm；



边线球放球场景示意图

2.6.2 禁区前任意球

指将球从己方禁区前放至对方禁区前；

- a、球起始位置：己方禁区前，离禁区弧顶的直线距离小于 18cm；
- b、放球点：对方禁区前 100cm；



禁区前任意球放球示意图

2.6.3 球门球

适用于比赛过程中,发球门球的场景。界外球定义可参考 [3.2.1 球门球\(Goal kick \)](#)

指将球从己方前场底线处放至己方后场底线处；

- a、球起始位置：离前场底线及边线均 20cm；
- b、放球点：离后场底线 100cm，离后场边线 20cm；



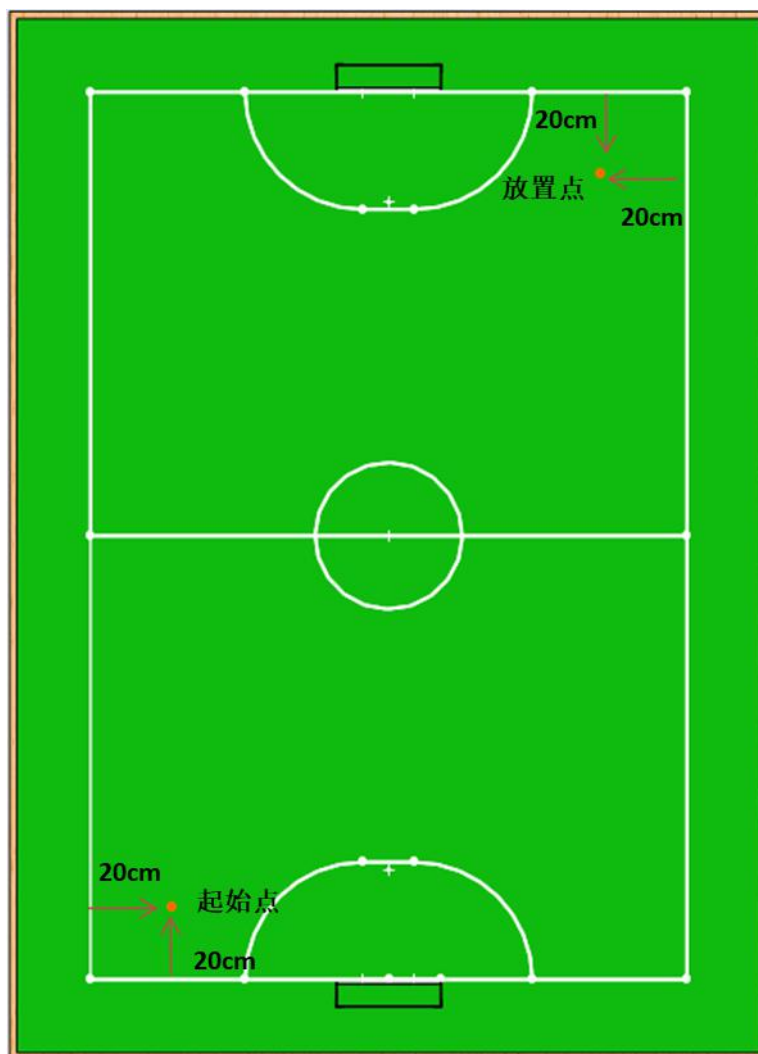
球门球放球示意图

2.6.4 角球

将球从一侧底线处放至另一侧底线处；

a、球起始位置：离一侧底线及边线均 20cm；

b、放球点：离另一侧底线及边线均 20cm；



角球放球示意图

3、挑战赛排名

技术挑战赛共设 5 个场景任务，每个场景任务执行 2 次。

前 4 个场景任务，每个执行 2 次，共 8 次，记录放球成功次数，放球成功按实际用时计时；

最后 1 个场景任务，执行 2 次，由官方放球，记录参赛队伍在官方放球过程中犯规次数，犯规一次罚时 2s，**惩罚时间累计计算。**

成功放球平均用时 = 成功放球总用时 / 成功放球次数

单次平均用时 = 成功放球的平均用时 + 惩罚时间。

排名：先看放球成功次数，成功次数越高，排名越前；成功次数相同，看单次平均用时，用时越短，排名越靠前。

例如：

A 队：前 4 个场景，成功次数为 6，成功放球总用时为 66s（将每次成功用时相加），

后 1 个场景，犯规次数 2，惩罚时间 4s（犯规则次数 * 2s）。

统计成绩：成功次数 6、单次平均用时 $66s / 6 + 4s = 15s$

B 队：前 4 个场景，成功次数为 6，成功放球总用时为 60s（将每次成功用时相加），

后 1 个场景，犯规次数 1，惩罚时间 2s（犯规则次数 * 2s）。

统计成绩：成功次数 6、单次平均用时 $60s / 6 + 2s = 12s$

C 队：前 4 个场景，成功次数为 5，成功放球总用时为 50s（将每次成功用时相加），

后 1 个场景，犯规次数 1，惩罚时间 2s（犯规次数 * 2s）。

统计成绩：成功次数 5、单次平均用时 $50s / 5 + 2s = 12s$

名次	队伍	成功次数	单次平均用时
1	B 队	6	12s
2	A 队	6	15s
3	C 队	5	12s

七、纪律处罚

1、在比赛中，参赛队员、指导老师、教练员、工作人员以指责、诋毁、谩骂、吐唾沫、打手势或其他不文明、不道德方式侮辱、侵犯裁判员、对方参赛队员、指导老师、教练员、工作人员或观众的，视不同情形，分别给予下列处罚：给予警告；驱逐出场；直至取消比赛资格。

2、在比赛违背体育道德，丧失体育精神，恶意操纵比赛明显损害第三方利益的，将被认定为非正常比赛。被认定为非正常比赛的参赛球队及所属学校将取消本项目比赛资格。

3、竞赛委员会保有最终解释权。

附：小型组足球机器人项目 3 年规划

总体目标：与国际赛接轨

年份	团体赛	场地大小	说明
2020	6vs6	有效场地：6m*9m	大调整，扩场地，扩机器人数量。规则上按 2019 年国际赛规则执行；场地大小按 2019 国际赛 B 组执行。
2021	6vs6	有效场地：6m*9m	小调整，规则上加入自动放球
2022	8vs8	有效场地：9m*12m	大调整，扩场地，扩机器人数量