

第十六届河北省青少年机器人竞赛

APM 机器人工程挑战赛主题与规则

1. APM工程挑战赛简介

APM 工程挑战赛是一项兼具挑战性和趣味性的科技赛事，旨在激发青少年对科技的兴趣和热爱，培养他们的创新思维和团队协作能力。它将团队协作，问题解决，科学发现等方面以特有的方式相结合，挑战赛纵横天下不仅是为了娱乐，而是作为一个载体，让参与者学习和锻炼如何团队协作，如何充满信心的面对困难和挑战，并运用学到的知识去解决它们。

APM 机器人竞赛的意义并不完全在于竞赛本身，而是给学生们提供一个学习的平台，使其能够掌握一生中所需的解决问题的本领，最终成为未来的领导者。

2. 比赛形式

VRC 挑战赛扭转乾坤在 12' x 12' 的正方形场地上进行，如下图和本手册中的其他图示。

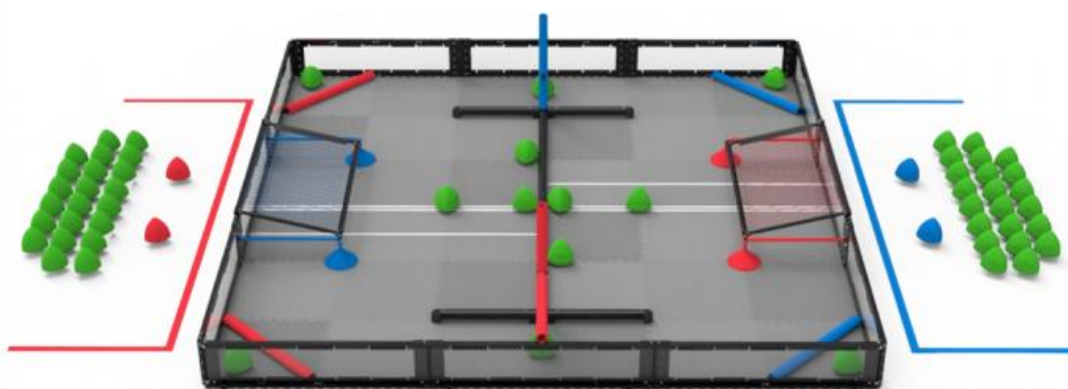
• 联队对抗赛

两支联队(红队和蓝队)各由两支赛队组成，时间为 2 分钟，前 15 秒为自动赛时段和后 1 分 45 秒为手动控制时段。

联队对阵信息由河北省裁判长通过电脑自动生成，赛队根据对阵信息，进行正确的联队占位。

•**自动赛时段** - 这是一局比赛开始时的一个时段，此时机器人的运行和反应只能受传感器输入和学生预先写入机器人主控器的命令的影响。

•**手动控制时段** - 由上场队员通过遥控器控制机器人运行的一个时段。



3. 通用赛局定义与规则

3.1 机器人规则和限制

对于机器人的设计和搭建，具体规则和限制。

<R1> **每支赛队一台机器人。**每支赛队只允许使用一台机器人参加比赛。虽然赛队可以在比赛期间修改这台机器人，但一队只能有一台。

<R2> **多支赛队不得使用相同的机器人。**一旦一台机器人在比赛中被某

个赛队参赛，其他赛队不得在此比赛中使用此机器人参赛。

<R3>机器人须验机合格。每台机器人必须在比赛前的检录通过全面验机并获得验机通过标签。未验机合格的机器人，将不允许比赛。

a. 机器人赛局启动尺寸限制。赛局开始时，每台机器人不得超出 18” (457.2mm) 长、18” (457.2mm) 宽、18” (457.2mm) 高的立体空间。

注意：

无场地要素(如场地围栏)来保持启动尺寸也能通过验机时才可接受。

任何用于维持启动尺寸的约束(如：扎带、橡皮筋等等)，在比赛中都必须一直附着在机器人上。

b. 机器人使用一个主控器。机器人仅能用一个 VEX V5 主控器。任何其他主控器或处理器不允许使用，即使作为非功能性装饰。

c. 电机有限制。一台机器人最多可使用 8 个 V5 智能电机。

d. 气缸有限制。一台机器人可使用最多 2 个 V5 合规的 VEX 储气罐。气动装置的充气压力最大为 100psi。

e. 机器人只使用 1 块 V5 机器人电池为 V5 主控器供电。

f. 每台机器人使用一到两个遥控器。

<R4>验机合格后注意事项。

a. 机器人做了重大改动，它必须被重新验机才能参赛。

b. 赛队可能在赛场被主裁判随机要求抽查。拒绝随机抽查将导致取消资格。如果一台机器人在一场比赛开始前确认违反了某项机器人规则，该机器人将被移出场地，限时 3 分钟整改。整改后重新验机通过才能参赛，否则上场队员可以留在场上，机器人不得使用，该赛队会被判为本场比赛“已参赛”，已完成的赛局不再讨论。

3.2 赛队组成

一支赛队由 2-4 名学生组成的团队。

每个赛队必须包含上场队员、程序员、设计员和搭建员。在整个赛季中，一名学生不能在超过一支赛队中担任这些角色。在赛队中，同一学生可以担任多个角色(如设计员也可以是搭建员、程序员和上场队员)。

3.3 赛局中的注意事项及规则

<G1>尊重每个人。在 APM 挑战赛中，各赛队都应具备可敬和专业的言行。如果一支赛队或其成员(包括学生或与该队相关的任何成人)对竞赛工作人员、志愿者或其他参赛者不尊重或不文明，就可能根据其严重程度，被取消该局或后续赛局的资格。

<G2>比赛是以学生为中心的项目。比赛期间教练不得进入赛场提供任何指导和说明。

<G3>保持机器人的完整。赛局过程中，机器人不得蓄意分离出零件或把机构留置在场上。

注：无意散落的部件属于轻微违规，不再被视为“机器人的一部分”，在任何涉及机器人接触或定位(例如，得分、成对等)或者机器人尺寸的规则时应被忽略。

违规注释：本条的重大违规应该很少，因为机器人不应被设计成故意违反此规则。轻微违规通常是由于机器人在比赛过程中被损坏，例如轮子脱落。

<G4>违规 - 违反竞赛手册中规则的行为。

• **取消资格(DQ)** - 对违反规则的赛队给予的处罚。某赛队被取消资格，则整个联队也被取消资格，获胜分(WP)、自动获胜分，自动环节排名分(AP)、对阵强度分(SP)均为零，输掉该赛局。

- 轻微违规 - 不会导致 DQ 的违规。
 - 意外的、短暂的或其他不影响赛局的违规通常是轻微违规。
 - 轻微违规通常会导致主裁判在赛局期间发出口头警告，这是在违规升级为重大违规之前通知赛队他们正在违规。
- 重大违规 - 导致 DQ 的违规。
 - 除非另有说明，所有影响赛局的违规均为重大违规。
 - 如规则中有相关说明，严重或故意的违规行为也可能是重大违规。
 - 在一场赛局或赛事中的多次轻微违规可能会由主裁判决定升级为重大违规。
- 影响赛局 - 在赛局中改变胜负方的违规。
 - 一场赛局中的多次违规行为可能会逐渐影响赛局。
 - 在评估违规是否影响赛局时，主裁判主要关注与违规直接相关的任何机器人的动作。
 - 只有在赛局结束并计算分数后，才能确定违规是否影响赛局。

要确定违规是否影响赛局，请查看违规的赛队是否赢得或输掉了赛局。如果未赢得赛局，则违规行为不影响赛局，因此可能是轻微违规。

• **罚停** - 对违反规则的赛队给予的处罚。被罚停赛队在赛局剩余时间不得操作其机器人，上场队员必须遥控器应放在地上。

<G5> 不要将机器人锁定在场地上。 机器人不得有意抓住、勾住或附着于任何场地要素。用机械结构同时作用于任一场地要素的多重表面，以图锁定该要素的策略是不允许的。此规定的意图是既防止赛队损坏场地，也防止他们把自己锚固在场上。

<G6> 不接触场地。 赛局中，上场队员不得蓄意接触任何棕球、场地要素或机器人，<G6a>描述的接触除外。

- a. 在手动控制时段，只有机器人完全未动过，上场队员才可以接触其机器人。允许的接触仅限于：
 - i. 开或关机器人。
 - ii. 插上电池。
 - iii. 插上 V5 天线。
 - iv. 触碰 V5 主控器的屏幕，如启动程序。

- b. 赛局中，上场队员不得越过场地围栏边界构成的立面，<G6a>描述的动作除外。
- c. 传导接触，例如接触场地围栏使其与场内的场地要素或粽球接触，可被视为违反本规则。

注：任何对场地要素初始位置的疑问应在赛局开始前向主裁判提出；队员不允许擅自调整粽球场地要素的位置。

<G7>自动及无人介入。在自动赛时段，上场队员不允许直接或间接地与其机器人互动。这包括但不限于：

- 操作其 V5 遥控器上任意操控钮。
- 以任何方式拔掉或干扰场控连接。
- 以任何方式人为地触发传感器(包括视觉传感器)，即使没有接触传感器。

<G8>所有规则适用于自动赛时段。赛队须始终对其机器人的行为负责，包括自动赛时段。自动赛时段的任何影响自动时段奖励分的违规，无论是否影响赛局，都将导致自动时段奖励分将自动给予对方联队。如果双方联队在自动赛时段均有影响自动时段奖励分的违规，则均不获得自动时段奖励分。

违规注释：本规则旨在惩罚自动赛时段不影响赛局的违规行为，这些行为不是重大违规，但确实影响自动时段奖励分的结果。

<G9>不要损坏其他机器人，但要准备好防御。任何旨在毁坏、损伤、翻倒、或纠缠机器人的策略，都不属于 APM 机器人竞赛的理念，所以是不允许的。

- a. APM 挑战赛被设定为具有进攻性的比赛(即赛队应该专注于如何积极得分)。只有防御性或破坏性策略的赛队，将不会受到<G10>的保护。但是，无破坏性或违规策略的防御性行为仍符合此规则的意图。
- b. APM 挑战赛是一项互动性的比赛。某些非犯规的偶然的翻倒、纠缠和损伤可能会发生，这是正常比赛过程的一部分。由主裁判决定互动是否为偶然或蓄意。
- c. 赛队要始终(包括在自动赛时段)对他们机器人的行为负责。这既适用于鲁莽操作机器人和可能造成损伤的赛队，也适用于拥有小尺寸底盘机器人的赛队。赛队应把他们的机器人设计成不至于稍有接触就翻倒或损伤。

违规注释：此规则的重大违规不一定影响赛局。故意和/或严重的倾倒、纠缠或损坏可能被视为重大违规行为，由主裁判决定。

<G10>进攻性机器人为“判罚受益方”。当裁判不得不对防御性机器人和进攻性机器人之间的破坏性互动，或有疑问的违规做出裁决时，他会偏向于进攻性机器人(即，积极得分的机器人)。

<G11>不能迫使对手犯规。不允许蓄意导致对手犯规的策略，此种情况下不会判对方联队犯规。

违规注释：在大多数情况下，如果某个机器人导致对方犯规，主裁判

不会处罚对方，只会将过错方赛队的行为视作轻微违规。但是，如果迫使对方犯规的行为影响赛局而使过错方赛队受益，则该赛队的行为将被视为重大违规。

<G12> 单次牵制不能超过 5 秒。如果一台机器人符合以下任一标准，则视为牵制。

- **围困** - 将对方机器人的动作限制在场上的狭小区域（不大于一块泡沫地板的尺寸），没有逃脱的路径。若某个机器人未试图逃脱，则其不视为被围困。
- **锁定** - 阻止对方机器人接触围栏，场地或竞赛道具，或其他机器人。
- **抬起** - 通过抬高或倾斜对方机器人离开泡沫垫来控制对方的动作。

如果主裁判判定对方机器人没有试图移动或逃脱，则不判定其被锁定或被围困。这种情况通常发生在接收赛局导入物时，或者机器人出现故障并失去移动能力时。抬起不需要遵循此标准，一旦对手被抬起，牵制状态即开始。

在至少满足以下条件之一时，牵制计时结束：

- a. 2 台机器人分开距离 2 英尺（约一个泡沫垫距离）。
- b. 任一机器人离开距离围困或锁定开始计数的位置 2 英尺（约一个泡沫垫的距离）。
 - i. 抬起的情况下，该位置为抬起的机器人被放下的位置，而非抬起开始的位置。
- c. 发起牵制的机器人被另一台机器人围困或锁定。
 - i. 在此情况下，原计数停止，并对新发起牵制的机器人开始计数。
- d. 在围困的情况下，由于赛局环境变化，有了逃脱路径。

牵制计时结束后，该机器人在 5 秒内不得再牵制对方同一台机器人。如果此种情况发生，计数将从之前结束时累计。

<G13>赛队的机器人或上场队员须参加每局比赛。赛队的一台机器人或一名队员须到指定赛局的场地报到，即使机器人不能运行/或未通过验机。如果没有学生上场队员到场地报到，则此赛队将视为“未参赛”，WP, AP 及 SP 均记 0 分。

3.4 安全规则

<S1>安全第一。任何时候，如果机器人的运行或赛队的行为有悖于安全、或对场地要素造成损坏，主裁判可判处违规赛队罚停甚至取消资格。该机器人再次进入场地前必须重新验机。

机器人不允许使用下列机构和零件：

- a. 可能损坏场地要素或粽球。

- b. 可能损坏其它参赛机器人的。
- c. 造成与其他机器人或网纠缠风险的。
 - d. 可能对上场队员、赛事工作人员或其他人员造成潜在安全风险的。

<S2>留在场地内。如果一个机器人完全越出场地边界(处于场地之外), 该机器人将在赛局剩余时间内被罚停。

注: 此规则无意处罚在正常赛局中机械结构碰巧越过场地围栏的机器人。但当与赛局导入区互动时, 反复或故意越过场地围栏, 可被主裁视为违反<S1>。

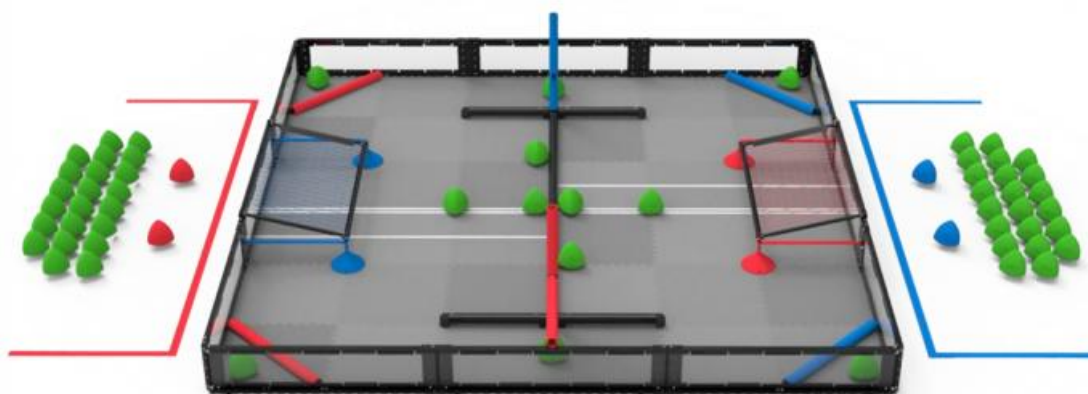
<S3>佩戴护目镜。赛局中联队站位内的所有上场队员必须佩戴护目镜或者带侧护板的眼镜。强烈建议赛队的所有队员在准备区佩戴护目镜。

4. 特定赛局定义与规则

4.1 赛局说明

赛局在如下图所示的场地上进行。两支联队(红队和蓝队)各由两支赛队组成, 在赛局中竞争。赛局目标是通过使用粽球在球门内得分, 在赛局结束时提升机器人, 以获得比对方联队更高的得分。

自动赛时段结束时, 任意联队完成 3 个指定任务, 将获得自动获胜分。在自动赛时段得分最高的联队将获得自动时段奖励分。



4.2 场地概览

APM 挑战赛粽横天下的场地包含如下要素:

- 60 个粽子球
 - 4 个联队粽子球, 双方联队各 2 个, 可作为预装
 - 44 个作为赛局导入物, 双方联队各 22 个
 - 12 个在场地上的初始位置
- 2 组提升杆, 双方联队各 1 个
- 2 个球门, 双方联队各 1 个
- 4 个赛局导入杆/赛局导入区, 双方联队各 2 个

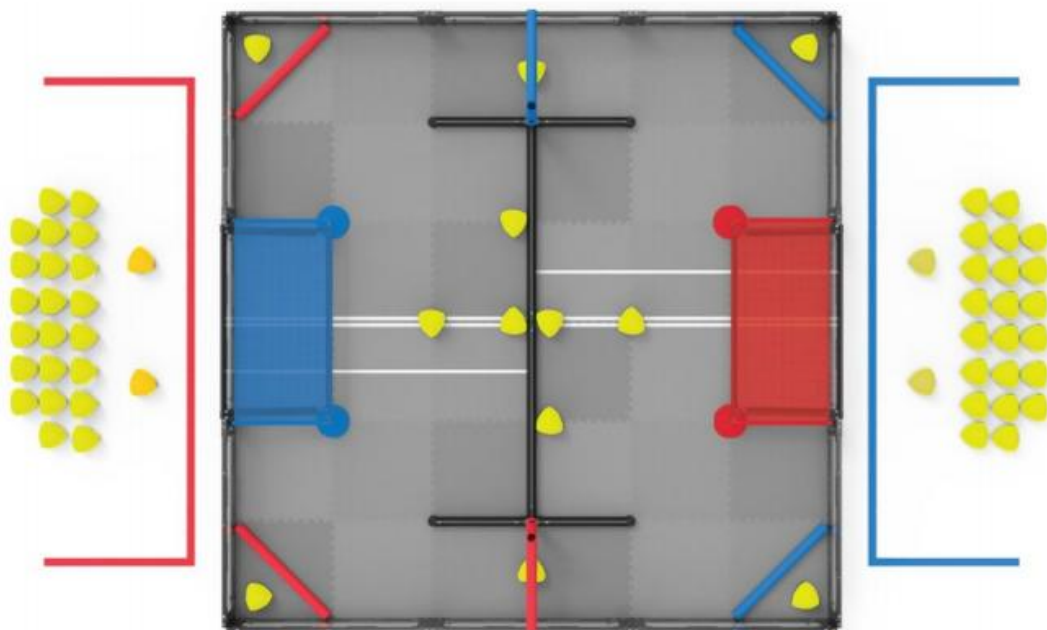


图 1 场地初始布局俯视图，高亮标示粽球（黄色），红方联队球门（红色），蓝方联队球门（蓝色）

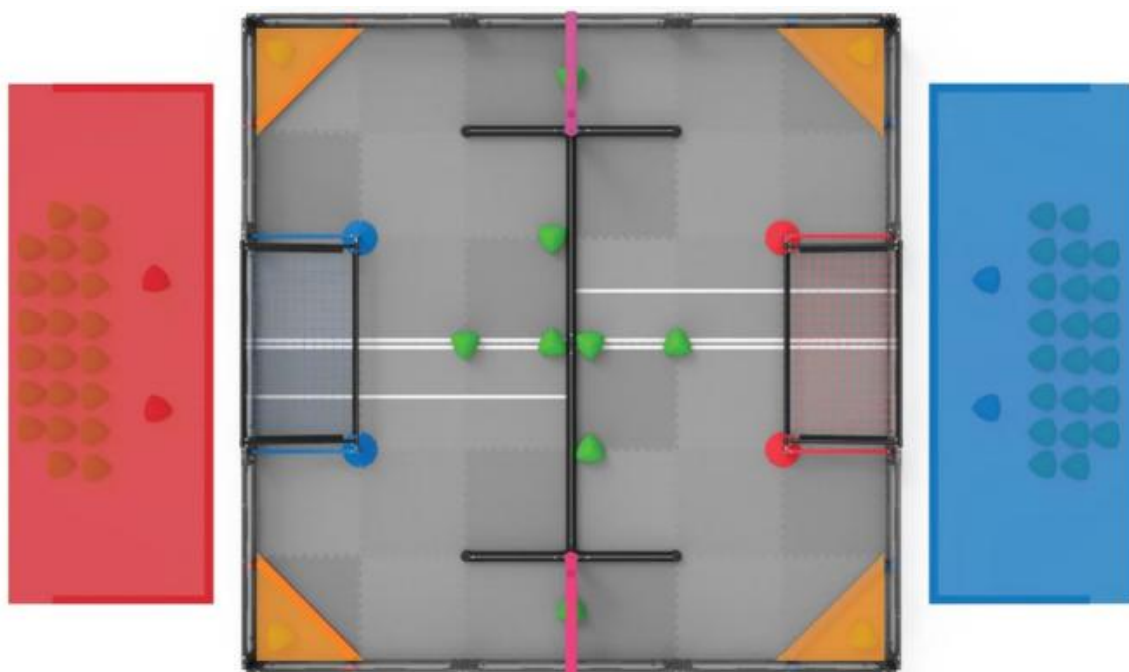


图 2 场地俯视图，高亮标示了提升杆（粉色），赛局导入区（橙色），红方联队站位（红色）和蓝方联队站位（蓝色）

4.3 特定赛局定义

联队粽球 - 4 个粽球之一，双方联队各 2 个，与各自联队的颜色一致，不是绿色。联队粽球可作为预装或赛局导入物。

障碍杆 - 黑色结构，由标称 2” 的 40 PVC 管（外径 2.375”）及相关连接件/硬件，位于场地中间。某些规则中，障碍杆被分为 1 根长杆和 2 根短杆，但它通常统称为“障碍杆”。

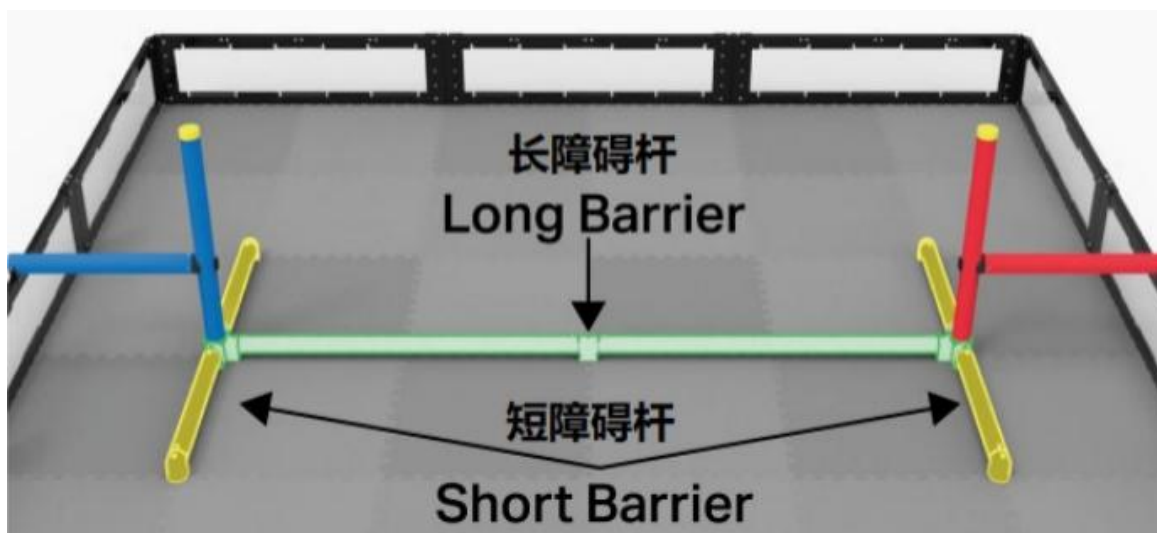


图 3 高亮标示了短障碍杆（黄色）和长障碍杆（绿色）的场地图

成对 - 联队的一种状态。如果联队的 2 台机器人在同一个进攻区内，则该联队符合“成对”的定义。机器人须符合以下标准，才视为此定义中的“在区域内”。

1. 接触区域内的灰色泡沫垫。
2. 不接触长障碍杆。
3. 不接触任何提升杆。

提升 - 机器人的一种状态。如果机器人在赛局结束时符合以下标准，则视为提升。

1. 机器人至少接触以下要素之一：
 - a. 一处或多处本方联队的提升杆；
 - b. 中立区向所属联队一侧的任何障碍杆部分（即，直接与其联队提升杆相连接的三根黑色 PVC 管子）；
 - c. 1 台符合此定义中 1-3 点要求的联队伙伴的机器人。
2. 机器人不接触任何第 1 点所列以外场地要素。这包括灰色泡沫垫、围栏、球门, 对方联队的提升杆等。
 - a. 接触（或持有）粽球与确定机器人的提升状态无关。
3. 机器人不接触黄色的提升杆盖。
4. 机器人不接触一台未提升的联队伙伴机器人。

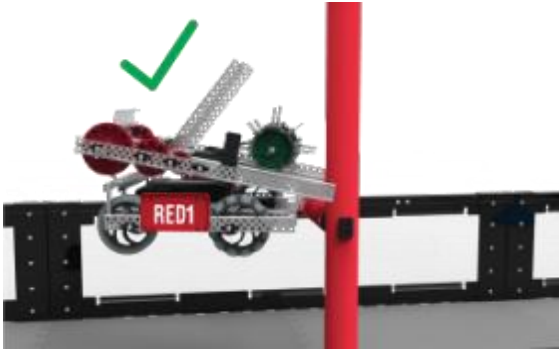


图4 该机器人视为提升，
因为符合上述所有标准

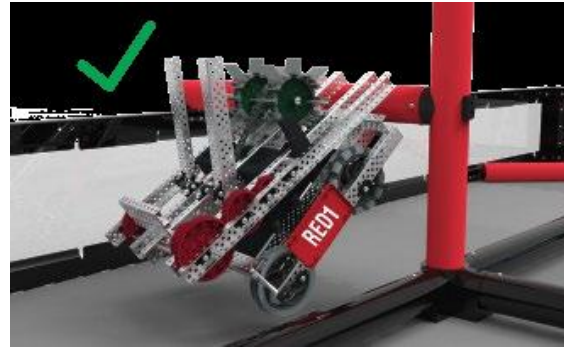


图5 该机器人视为提升，
因为符合上述所有标准

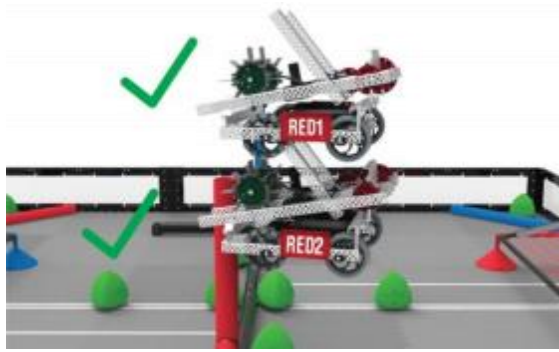


图6 两台机器人均视为提升，
因为它们都符合上述所有标准



图7 该机器人不视为提升
因为它接触了围栏



图8 红方机器人1正接触泡沫垫上的红方
机器人2，因此，它们均不视为提升



图9 该机器人不视为提升，
因为它接触了提升杆盖

提升杆 - 用联队颜色区分的 PVC 管，2 根红色和 2 根蓝色，位于障碍杆的两端。

提升杆盖 - 每组提升杆顶部的黄色塑料片。提升杆盖是独立的场地要素，不视为提升杆的一部分。

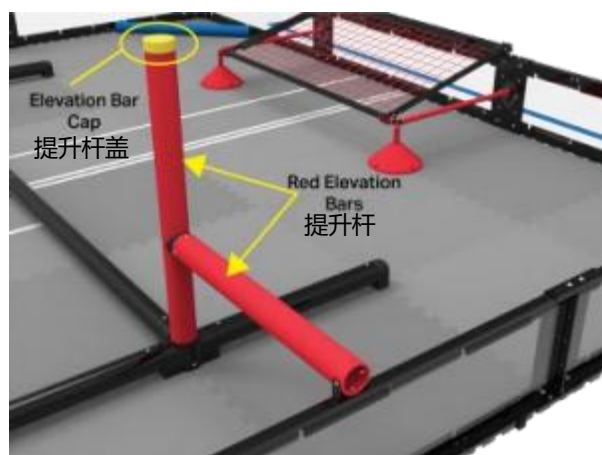


图 10 提升杆和提升杆盖

提升等级 - 赛局结束，一种代表达成提升的机器人离地高度的状态。机器人的提升等级是通过将高度标尺垂直放置在提升的机器人旁，来判断机器人的最低点处在高度标尺上字母标记的哪个区间。高度标尺上的每条白色线视为其正下方字母代表的等级区间的一部分，换言之，机器人必须明显地“在线上”才可计入更高的提升等级。见图 11。

注：没有超出高度标尺范围之上的提升等级。赛局结束时位于高度标尺范围之上的机器人，将视为最高提升等级 J。

注 2：未达成提升的机器人无提升等级。

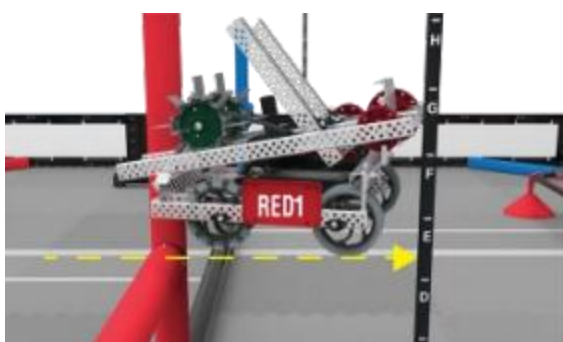


图 11 该机器人视为处在提升等级 E

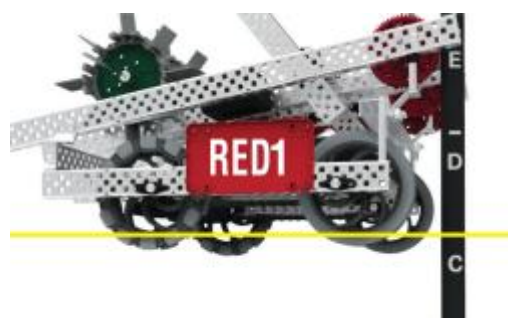


图 12 该机器人不完全在提升等级 E 和 D 之间的白线之上。它视为处在提升等级 C

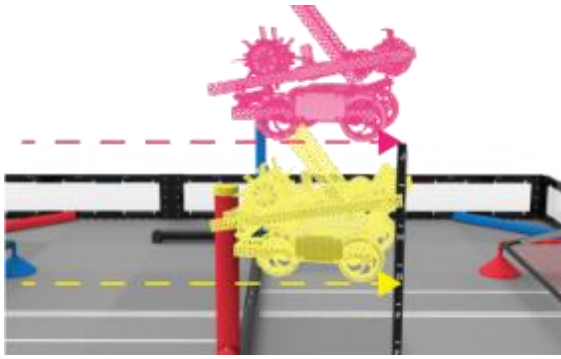


图 13 虽然粉色高亮的机器人比黄色高亮的机器人稍微高一点，但它们均视为处在提升等级 D

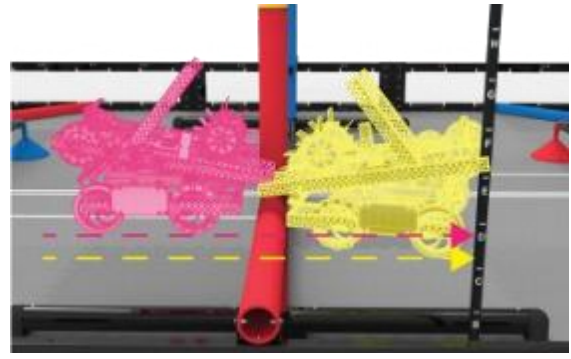


图 14 黄色高亮的机器人视为处在提升等级 G，粉色高亮的机器人视为处在提升等级 J，因为没有更高的等级了

球门 - 场地两边用联队颜色区分的网状结构，红方和蓝方各 1 个，可通过将粽球放入其中得分。

作为场地要素，“球门”包括网和所有支撑结构/硬件（如 PVC 管和塑料底座）。做为一种得分及竞赛道具，“球门”是以其 PVC 管的最外沿的垂直投影面内的场地泡沫垫上方和网的表面下方为边界构成的三维立体空间。



图 15 得分三维外边界用绿色高亮标示的球门

高度标尺 - 直径约 0.84” 长度约 36” 的黑色 PVC 管，用白色字母标示刻度，每段度量区间约 3.6”。赛局结束时，裁判用高度标尺确定提升等级。高度标尺是工具，不是场地要素。

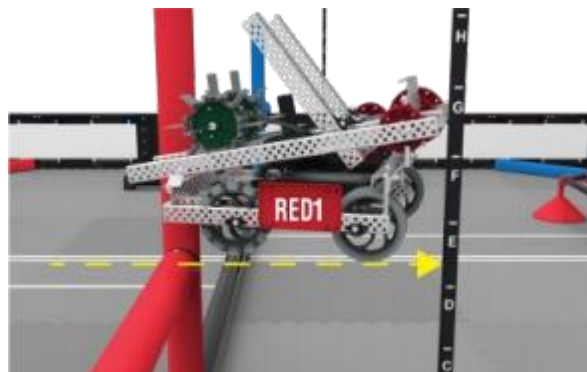


图 16 高度标尺用于确定机器人的提升等级的示例

赛局导入杆 - 用联队颜色区分的结构,由标称 2”的 40 PVC 管(外径 2.375”)及相关连接件/硬件,斜跨连接在场地角落。

赛局导入区 - 赛局导入杆和场地角落内侧围栏构成的边界内的泡沫垫部分。

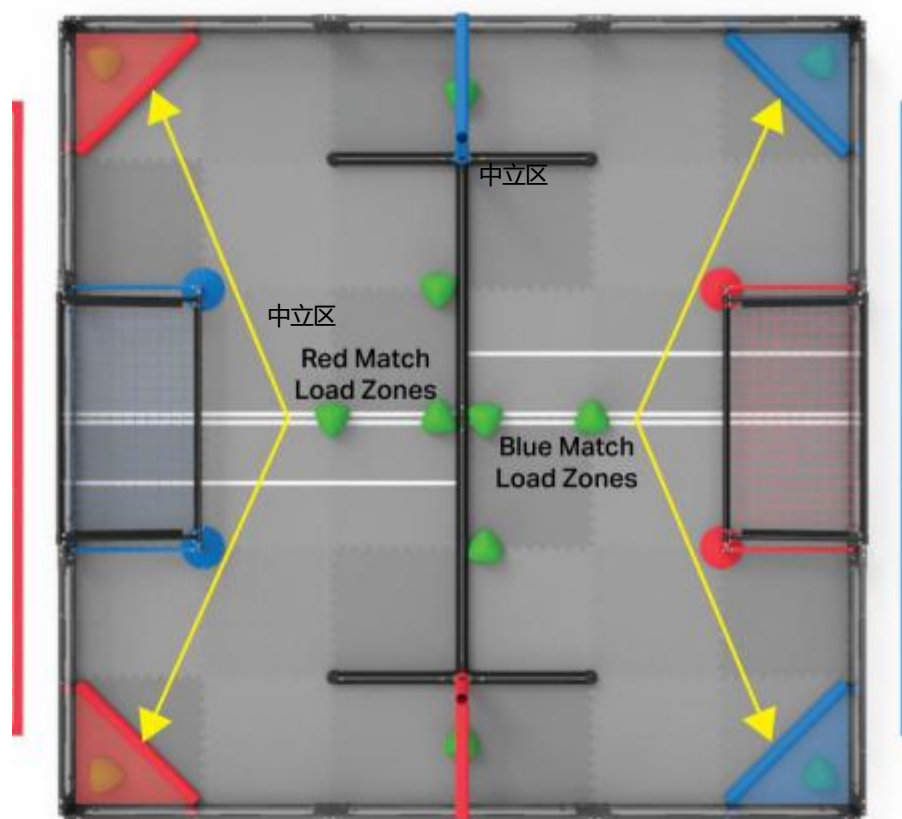


图 17 APM 挑战赛 纵横天下场地上的 4 处赛局导入区

中立区 - 由白色胶带线,障碍杆和围栏为边界构成的 2 个区域之一。中立区是灰色泡沫垫本身;不是三维空间。

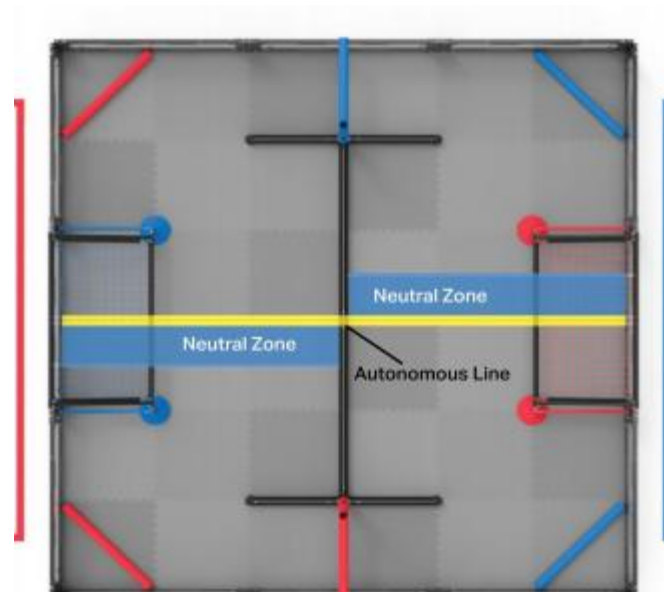


图 18 中立区 (蓝色) 和自动时段分界线 (黄色) 及各自边界的示意图

进攻区 - 场地的两个半场之一,由障碍杆分隔开,见图 19。

- 双方联队各有 1 个进攻区。联队进攻区是离本方联队站位最远和离

本方颜色一致的球门最近的一侧。

- 每个进攻区由障碍杆一侧的灰色泡沫垫构成。它不是三维空间。
- 长障碍杆不属于任何一方的进攻区。
- 赛局导入区不属于任何一方的进攻区。

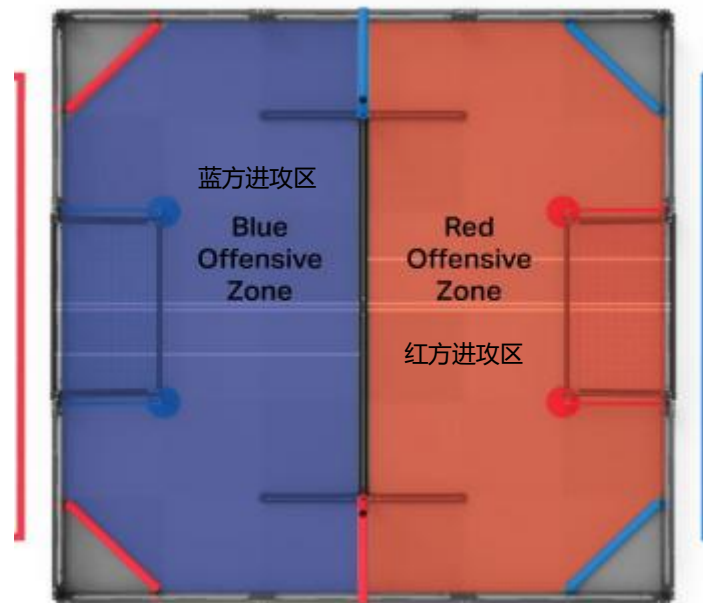


图 19 双方进攻区及各自边界的示意图

碰撞 - 机器/粽球的一种状态。如果机器人有意用其平面或凸面沿首选方向移动粽球，则该机器人被视为碰撞粽球。

持有 - 机器人/粽球的一种状态。如果机器人的方向改变会导致粽球受控运动，则视这台机器人持有该粽球。

通常要求至少满足如下一项：

1. 粽球完全被机器人支撑。
2. 机器人利用其凹面（或在多个机构/面形成的凹角内），沿首选方向移动粽球。

持有和平推之间的区别类似于术语“控制”和“移动”之间的区别。

预装 - 某个联队粽球，赛局开始前装入机器人。见<SG4>。

得分 - 粽球的一种状态，见得分章节。

起始垫 - 灰色泡沫垫之一，这些泡沫垫沿着围栏边缘且位于各自联队站位右侧。见<SG1>。

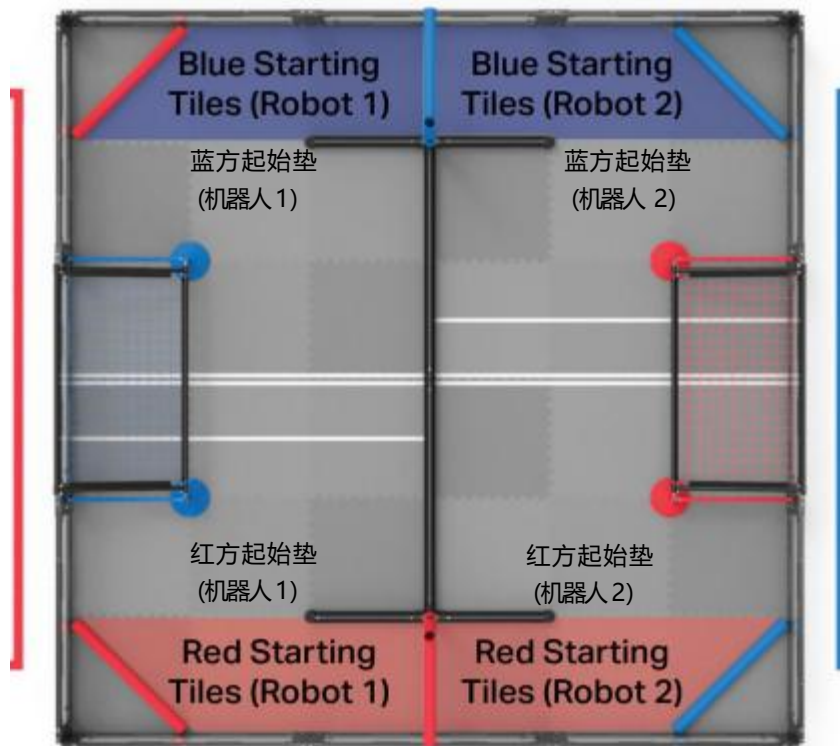


图 20 机器人起始垫及各自边界的示意图

粽球 - 一种绿色、红色或蓝色的塑料得分物，像略带圆弧的金字塔，这种形状被称为勒洛（圆弧）三角形。

每个粽球的高度约 6.18”，重量约 103-138g。



图 21 用于 APM 挑战赛 粽横天下的 3 种颜色的粽子

4.4 记分

自动时段奖励分	8 分
每个在球门内得分的粽子	5 分
每个在进攻区内得分的粽子	2 分
提升 - 最高级	20 分
提升 - 第二级	15 分
提升 - 第三级	10 分
提升 - 第四级	5 分

〈SC1〉 赛局结束后评判所有得分状态。当所有粽子、场地要素和场上的

机器人都停止后立即计算分数。

<SC2> 自动时段结束后(即所有粽球、场地要素和场上的机器人都停止)立即评判自动时段奖励分。

- a. 出于确定自动时段奖励分的目的,联队得分不计算提升等级的分值。
- b. 如果自动时段平局,包括 0 比 0 的平局,每方联队分别获得 4 分自动时段奖励分。

<SC3> 如粽球符合以下标准,则视为在球门内得分:

- a. 不接触与球门同色的机器人。
- b. 至少两个角在球门内(即在网下且穿过构成球门区域的 PVC 管子外沿的立面)。

注: 在球门内得分的粽球则不再考虑其在该球门所在的进攻区内得分。

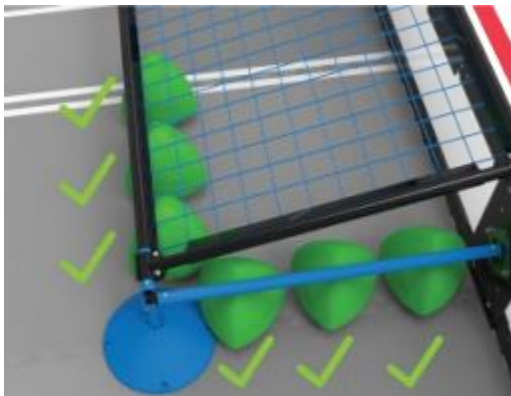


图 22 图中所有的粽球均得分,因为它们有 2 个或更多的角在球门的边界内

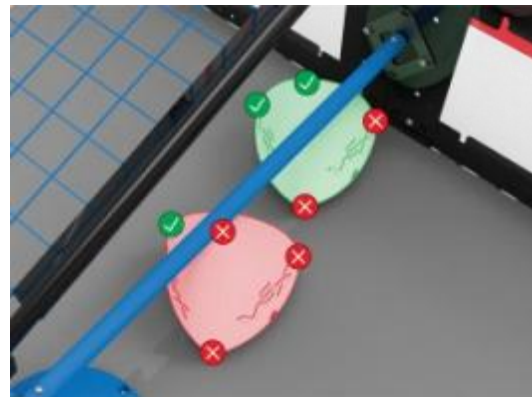


图 23 图中绿色高亮的粽球得分,因为它有两个或更多的角在球门的边界内。红色高亮的粽球不得分,因为它只有一个角在边界内

<SC4> 如粽球符合以下标准,则视为在进攻区内得分:

- a. 不接触与进攻区同色的机器人。
- b. 接触进攻区内的灰色泡沫垫。

注: 进攻区得分是基于接触到每个进攻区内的灰色泡沫垫。在判断任何边界情况时,裁判可以使用“纸张测试”(即,在粽球下缓慢滑动一张纸),以确定其在哪方进攻区得分。如果粽球同时接触双方进攻区,则其在任何一方进攻区内都不得分。见图 24。



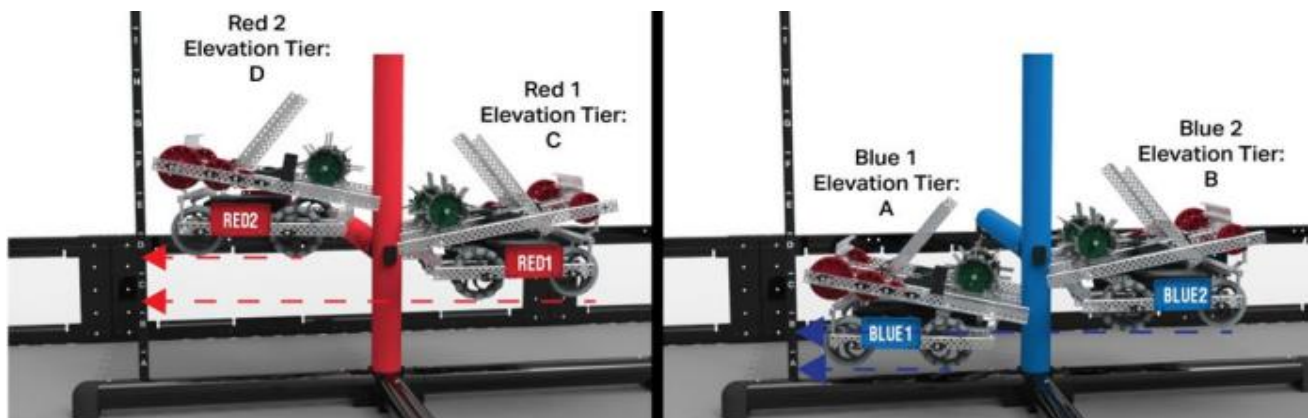
图 24 因为此粽球接触了双方进攻区,它在任何一方进攻区内都不得分

<SC5> 联队粽球可以在任何球门或进攻区内得分，且总是为与其同色的联队得分。例如，一个红方的粽球符合在蓝方球门内得分的定义，则其为红方得 5 分。

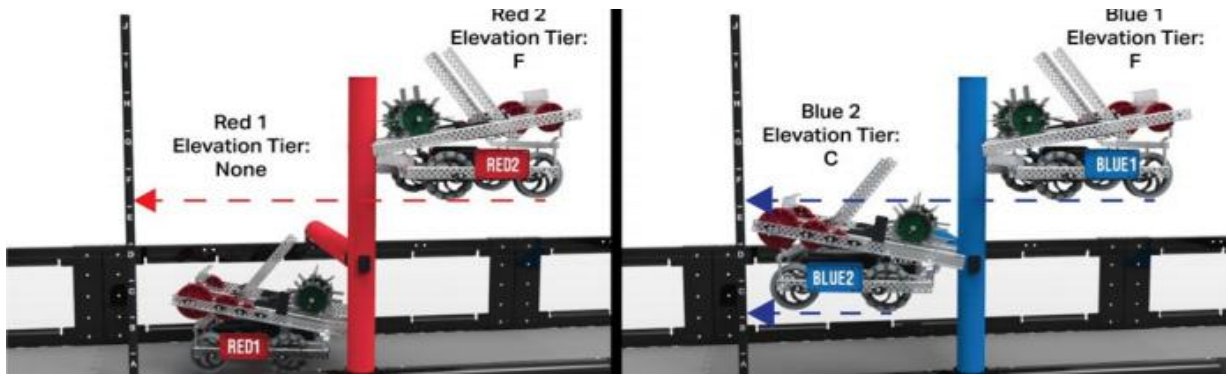
a. 联队粽球不接触同色机器人方可得分。与对方机器人接触则不受影响（即，规则 <SC3a>和<SC4a>不适用于联队粽球）。

<SC6> 提升得分是相对的，根据赛局结束时所有机器人达成的提升等级确定。提升最高的机器人获得最高的提升得分，之后是第二高，等等依次排序。如果多台机器人处在同一提升等级，则获得相同的分值。

示例 1		
机器人	提升等级	分值
红方 1	C	第二级 (15)
红方 2	D	最高级 (20)
蓝方 1	A	第四级 (5)
蓝方 2	B	第三级 (10)



示例 2		
机器人	提升等级	分值
红方 1	无	0
红方 2	F	最高级 (20)
蓝方 1	F	最高级 (20)
蓝方 2	C	第二级 (15)



<SC7> 自动时段结束后，完成所有以下任务的任何联队均获得自动获胜分。

- a. 将粽球从联队的赛局导入区移除，该区域与其起始泡沫垫相邻。例如在图 20 中，红方联队须移除初始位置在左下角赛局导入区内的粽球，该区域与红方机器人 1 的起始垫相邻。
- b. 在本方联队的球门内至少有一个本方联队粽球得分。
- c. 自动时段结束后，至少一台机器人接触其本方的提升杆。
- d. 不违反其他规则。

注：a 点具体指在相关的赛局导入区附近开始赛局的机器人的动作。继续参考图 20 中的例子：如果 2 号蓝方机器人将粽球投入一个已由红方机器人移除了粽球的位于示意图左下角的赛局导入区内，这不会影响红方联队获得自动获胜分的资格。

4.5 特定赛局规则

<SG1> 开始赛局。赛局开始前，机器人须按如下要求放置：

- a. 接触至少 1 块本方联队的起始垫。见图 25。
- b. 不接触与其联队伙伴相同的进攻区内的任何起始垫。一台机器人须在红方进攻区，另一台机器人须在蓝方进攻区。见图 19。
- c. 不接触任何其他灰色场地泡沫垫，包括赛局导入区。
- d. 除最多 1 个预装以外，不接触任何其他粽球。见规则<SG4>。
- e. 不接触其他机器人。
- f. 不接触任何障碍杆或提升杆。
 - i. 可以接触围栏和/或赛局导入杆，但不是必须的。
- g. 完全静止（即，无电机或其他机构处于动作中）

注：在赛局导入区内起始的粽球，必须在赛局起始时接触赛局导入区。但是，在赛前设置过程中，它们可以由使用该赛局导入区附近起始垫的赛队重新放置。例如，在图 25 中，1 号红机器人可以在左下角的赛局导入区内重新放置粽球。

违规注释：赛局在所有场上的机器人符合本规则的条件后开始。如果某台机器人不能及时满足这些条件，该机器人将被从场上移出，规则<R3d>和<T6>将适用，直至情况得到纠正。

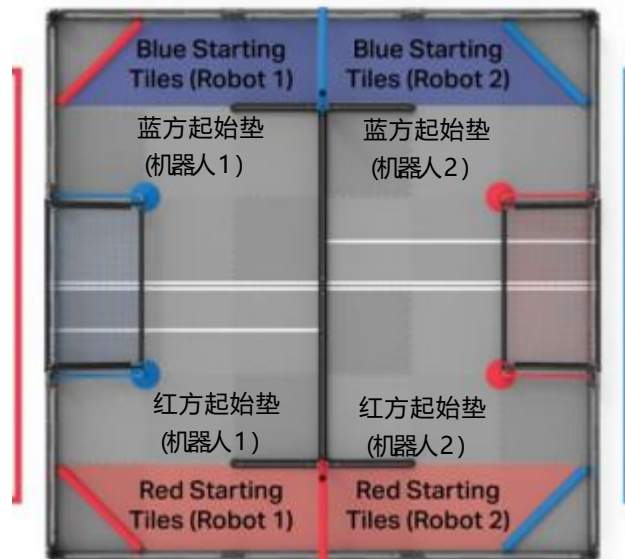


图 25 机器人起始的泡沫垫

<SG2> 水平展开受到限制。一旦赛局开始，机器人可展开，但赛局任意时刻水平尺寸都不得超过 36”（914.4mm）：

- a. 该限制是指以竞赛场地为参照的“水平”展开（即，该限制不“与机器人一起旋转”）。例如，在赛局中翻倒或在提升时改变方向的机器人仍受 36”的水平限制。
- b. 机器人垂直展开没有限制。

主裁判在赛局中做出判罚时，可用场地上的如下要素作为视觉参考：

- 一块泡沫垫的对角线（约 34”）
- 从障碍杆到中立区的单条白色胶带线的距离（约 34.5”）
- 球门底部的宽度（约 39.4”）

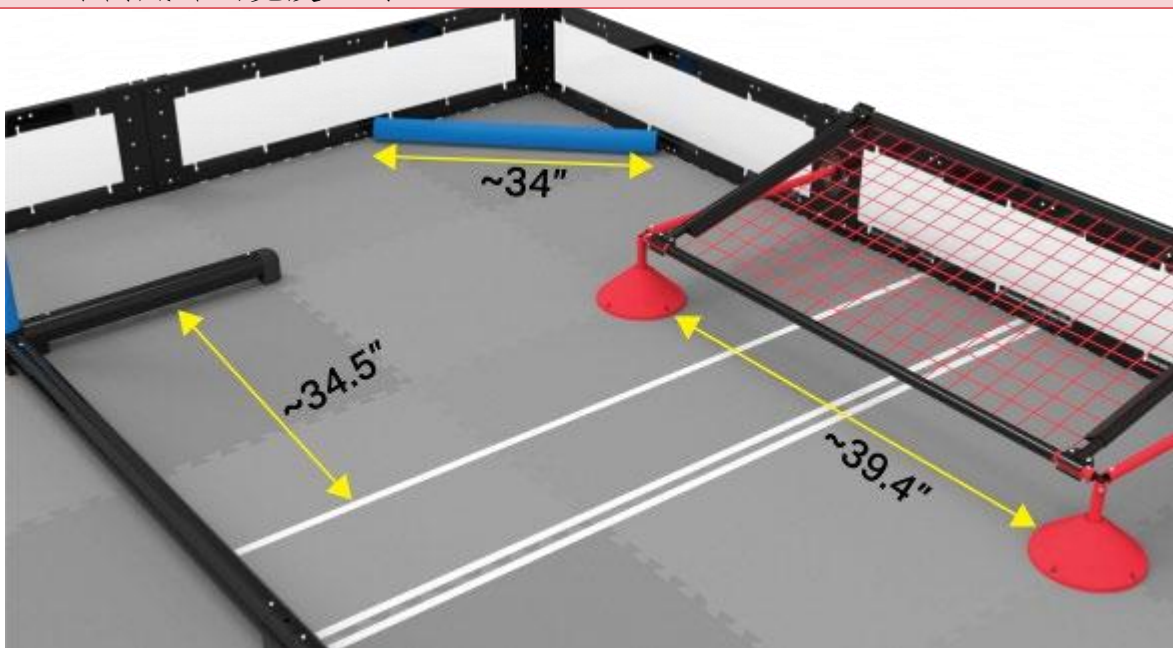


图 26 主裁判的视觉参考，用于判断机器人是否超出最大展开限制

违规注释：

- 此规则的主要目的是限制防御性水平展开。因此，在对方的球门或赛局导入杆的附近水平展开的机器人，可能会受到规则<G14>的约束，且在任何主裁判的判罚中都不会成为“判罚受益方”。
- 由于提升本质上是一种进攻性行为，因此在提升过程中，瞬时/意外的轻微违规，此规则的多数以“判罚受益方”处理。

<SG3> 保持粽球在场地内。 赛队不得蓄意将粽球移出场外。尽管粽球可能会意外移开场地，但故意或重复此行为，则违反此规。

赛局过程中，粽球偶然或被蓄意离开场地，将返回到场地上距离其离开场地处最近的赛局导入区内。

- a. 裁判会在其认为安全的时候，将粽球放回场地。
- b. 此行为不视为“赛局导入”，即规则<SG6>不适用，例如，粽球不得直接放置在机器人上。
- c. 尽管裁判会尽量避免，但仍可能会与已经放置在赛局导入区内的粽球发生意外接触。
- d. 如有必要，可将粽球放置在赛局导入区内的其他粽球之上，例如，粽球已经完全覆盖了整个赛局导入区内的泡沫垫。
- e. 裁判也可以自行决定指示附近的赛队上场队员或其他志愿者将粽球送回特定的赛局导入区。然而，在未得到裁判允许的情况下，上场队员不得自行操作。

注：停在球门上方的粽球可以由站在球门附近操作手站位区内的上场队员取回。粽球则被视为取回该粽球联队的赛局导入物。此类瞬间的交互是<G9>的例外。

<SG4> 每台机器人有 1 个联队粽球作为预装。 赛局开始前，每个联队粽球/预装须按如下要求放置：

- a. 只接触一台与其同色联队的机器人；
- b. 同类预装不接触同一台机器人；
- c. 完全在场地围栏内。

如某赛队不打算使用其预装，或者某台机器人不在赛局现场，则该预装按照<SG6>用作赛局导入粽球。

违规注释：见<SG1>。

<SG5> 远离球门上的网。 与任何球门上的网发生纠缠，将视为违反<S1>和/或<G7>而被罚停。导致对方联队与网纠缠的行为，视为违反<G15>，至少罚停双方相关的两支赛队。

此规则是<G15>的一个特殊例外。通常对于<G15>，被迫违规（例如被推入网中）的机器人不会受到惩罚。然而，可预见球门的周围会有大量的机器人之间的互动，并且纠缠极有可能造成场地损坏，因此无论是哪方的过错，任何发生纠缠的机器人都必须被罚停。赛队应对其机器人的行为和结构设计负责。

如此情况发生在自动时段，主裁判应在自动时段结束后评估纠缠的严重程度。如确定场地损坏的风险很低，可以在手动控制时段开始时给与5秒“宽限期”以解除纠缠。此例外情况仅由主裁判自行决定，并且只能在手动控制时段开始前口头告知上场队员时才有效。如果赛队在5秒后无法解除纠缠，则此规则生效且机器人必须罚停。

注：抬起网，以试图添加或移除粽球，视为违反<SG5>，也可由主裁判判定违反<G7>和/或<S1>。

违规注释：

- 可预见的瞬间或偶然的接触，不会被判定为违规或罚停。只有当机器人与网纠缠并且主裁判希望避免潜在的场地损坏时，才会调用该规则。
- 与此规则相关的罚停不视为重大违规。这是主裁判预防安全问题和/或网损坏的一项措施。
- 故意、策略性或重复的轻微违规和/或罚停可能升级为重大违规，由主裁判决定。
- 罚停将持续到赛局结束，无论导致罚停的情况是否得到解决。

<SG6> 在特定条件下，赛局期间可以安全地引入赛局导入粽球。本规则中，“引入”指的是当赛局导入粽球不再与人接触且穿过场地围栏构成的立面的时刻。

在该过程中，上场队员的手可能会短暂穿过场地围栏的立面。此种瞬时的互动是规则<G9>的例外。引入赛局导入物时过度、不必要或不安全的行为可能被主裁判判定为违反<S1>和/或<G1>。

赛队在任何时候都要对自己机器人的行为负责，包括在与可能被视为不安全的赛局导入策略/机构交互时。对于在验机或练习赛期间能够证明，为最大限度地减少这种风险而采取的预防措施或考量因素的赛队，将成为“判罚受益方”。

赛局导入粽球可由上场队员通过如下两种方式之一导入：

1. 将赛局导入物轻放入赛局导入区。如不违反其他规则，可在手动控制时段内的任何时刻完成。
 - a. 不允许用“投掷”，“滚动”或其他方式向粽球施加能量，使其弹离赛局导入区。
 - b. 请注意，赛局导入区指泡沫垫本身，不是三维空间。只要在不违反任何其他规则的情况下，将新的赛局导入物直接放置在泡沫垫上，则在任何时刻，赛局导入区中粽球的数量没有限制。
2. 从联队站位区将赛局导入物轻放入/放上某台机器人。

- a. 该机器人须接触赛局导入区或赛局导入杆。
- b. 如果机器人仍处于赛局导入杆内侧边缘的立面内，则允许瞬间/意外不接触赛局导入区或赛局导入杆。见图 27。
- c. 规则<S1>和<S2>仍适用与此种互动，在此期间，机器人不得以任何理由展开到场地围栏外。
- d. 以下行为不视为“将赛局导入物轻轻放在机器人上”，是禁止的。下列不恰当的、故意或重复的行为，可由主裁判判定为 <G9>违规。
 - i. “投掷”、“滚动”或以其他方式在释放粽球后向其施加足够的能量，大部分情况下会被判定为“人为”。
 - ii. 与机器人进行物理交互，例如向下推动机构（允许使用传感器感应粽球）。
 - iii. 放置赛局导入物，使其与机器人以外的任何东西接触，例如场地围栏或灰色泡沫垫。

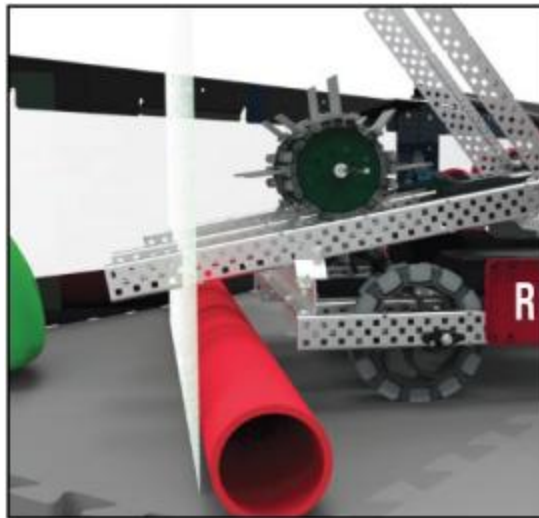


图 27 此机器人没有实际接触赛局导入杆，但它仍然穿过赛局导入杆内侧

2b 的目的是允许赛队在快速引入赛局导入物期间可能发生的偶然违规行为。就本规则而言，“瞬间”是指 2 秒或更短的持续时间。

2a 仍应是机器人设计的主要考虑因素。2b 不允许仅依赖于“穿过立面”但机器人从未接触赛局导入杆的设计。换言之，赛队仍有责任确保主裁判能在比赛中“一目了然”地确定其合规性。

2d 旨在提供一个合理的、有限的禁止赛局导入粽球的操作范围。更多信息，请查看问答系统的帖子。

注 1：只有在手动控制时段开始时，才能引入赛局导入粽球。在自动赛时段以及自动赛与手动控制时段的间歇期，赛局导入粽球不得穿过场地围栏的立面。

注 2：必须每次引入一个赛局导入物到场地上。

违规注释：

a. 为评判是否为影响赛局，每个违规的赛局导入将以 2 分计算分数。这些分数不会加入实际分值。与所有评判赛局影响的计算一样，仅评判获胜方是否反转。

赛局得分	得分差异	违规赛局导入物数量	赛局得分差异	结果
红: 50	+1 (红)	4	+8 (红)	影响赛局
蓝: 49		3		
红: 55	+5 (红)	4	+8 (红)	影响赛局
蓝: 50		3		
红: 62	+12 (红)	3	+6 (红)	不影响赛局
蓝: 50		5		
红: 50	0	4	+8 (红)	影响赛局 (红)
蓝: 50		3	+6 (蓝)	

b. 就本规则而言，在资格赛期间，应使用遵循指南将反复多次的轻微违规升级为重大违规：

1. 在一场资格赛赛局中，有六个或以上的违规赛局导入。
2. 三场或以上至少有一个违规赛局导入的资格赛赛局（如第三场比赛和所有后续有违规的赛局）。

c. 就本规则而言，在淘汰赛期间只应考虑影响赛局的违规行为（即，淘汰赛中反复出现的<SG6>轻微违规不构成重大违规）。

1. B-1 点并不适用于淘汰赛，尽管随着赛局导入数量的增加，违规赛局导入成为“影响赛局”的风险仍会增加。
2. B-2 点不适用于淘汰赛。

<SG7> 最多持有 1 个粽球。 机器人一次持有的粽球不得超过 1 个。违反此规则的机器人须立即停止所有动作，除了试图移除多余的粽球。本规则适用于故意和意外的持有。

此规则的目的不是为了惩罚机器人推动阻拦其行进路线的粽球，也就是说，机器人可以在持有一个粽球的情况下，自由穿越场地上粽球。

违规注释：

- 赢得赛局的联队的任何蓄意违规行为都视为影响赛局。

可能立即升级为重大违规的违规行为，包括但不限于：

- 在赛局的大部分时间中未曾尝试移除多余的粽球而继续比赛（如防御操作，试图提升）
- “意外”持有大量粽球。
- 将“多余”的粽球直接移到赛队自己的球门中。

注：没有规则禁止碰撞多个粽球。然而，采用碰撞策略的机器人应意识到这样做有意外持有的风险，例如在已有一个粽球的情况下，另一个粽球滚入收集机构内。

注 2：当移除多余的粽球时，最安全的策略始终是将其移到对方的进攻区或任何赛局导入区。主裁判可根据比赛的情况和可能导致控球过多的情况，提供更具体的指导。

<SG8> 在对方成对之前，远离对方的球门。当某方联队符合成对定义期间，对方的机器人可以穿过成对联队球门的边界，如移除粽球。

- a. 一旦该联队不再成对（即当一台或两台该联队的机器人回到场地另一侧或接触长障碍杆），此宽限结束。
- b. 禁止在其他任何时间进入对方的球门，这包括在对方结束成对状态后继续留在其球门内。
- c. 本规则适用于蓄意和无意的互动。赛队应对自己机器人的行为负责。
- d. 本规则仅适用于手动控制时段。自动赛时段的任何时间都不允许进入对方的球门。

如果某方联队只有一台机器人上场，则该联队无法满足成对的定义，因此他们的球门不开放与对方的互动。

违规注释：试图从对方的球门中移除粽球是一种有意的和防御性的动作。因此，<G14> 适用于此类互动，在对双方机器人之间互动的临界情况进行判罚时，进攻方联队始终是“判罚受益方”。

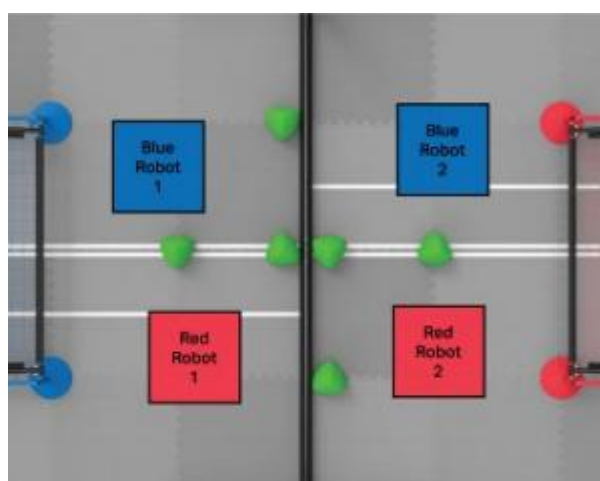


图 28 双方联队各有 1 台机器人在己方进攻区内，双方球门内的粽球都是安全的

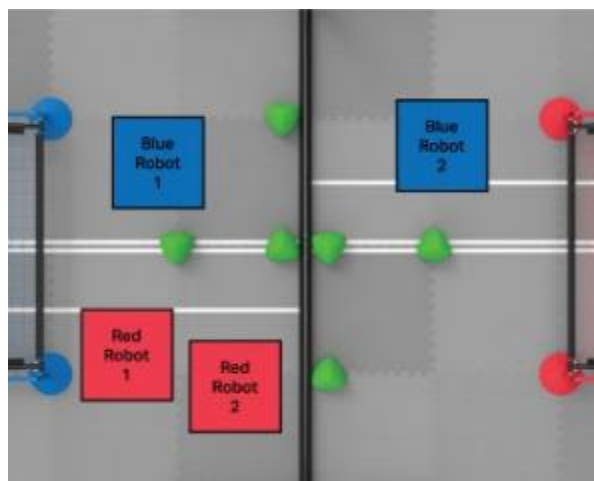


图 29 2 台红方机器人在蓝方进攻区内，红方的球门可被蓝方机器人消分

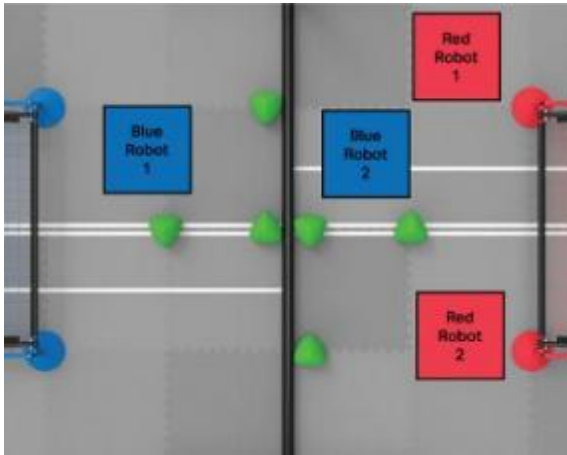


图 30 2 台红方机器人在红方进攻区内，红方的球门可被蓝方机器人消分。

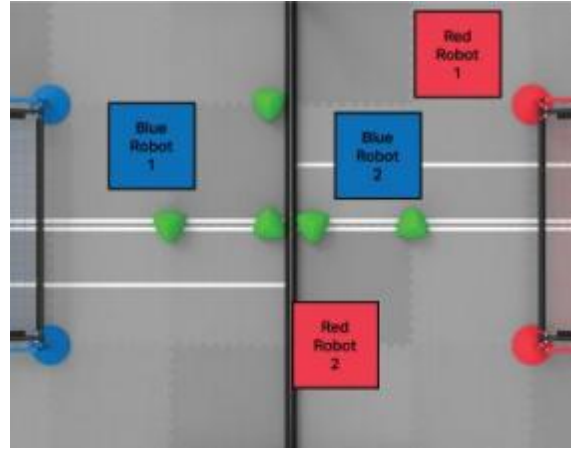


图 31 1 台红方机器人接触长障碍杆，红方联队不是成对状态，因此球门内的粽球是安全的。

<SG9> 自动赛留在己方区域。自动赛时段，机器人不得接触完全处于中立区对方联队侧的泡沫垫、粽球或场地要素，也不能接触其起始赛局时完全位于对方侧的进攻区。

a. <G17>不适用于此规则，除非策略上为获得优势而被过分利用。作为自动赛的一部分，正常发射粽球可能会接触对方场地侧的泡沫垫是可预见的。
违规注释：

- 违反此规则（轻微或重大）将使对方联队获得自动时段奖励分。
- 蓄意的，策略性的或极端的违规，如故意完全越过中立区接触对方机器人，将被视为重大违规。
- 蓄意使用粽球干扰对方用于获得自动获胜分的赛局导入区，可被视为利用<G17>获取战略利益。如果违规发生时对方已经成功取回了其粽球，则此行为将视为<SG9>的轻微违规，并且自动获胜分不受影响（参见<SC7>）。如果对方没有取回其粽球，则此行为视为重大违规。

<SG10> 自动赛期间进入中立区，风险自负。任何在自动赛时段争夺中立区的机器人都应该意识到，对方机器人也可以这样做。根据<G11>和<G12>，赛队在任何时候都要对其机器人的行为负责。

- a. 如果在争夺中立区时双方机器人相互接触，可能导致<G13>的违规（即损坏、纠缠或翻倒），则主裁判将根据<G13>和<G14>的情况做出判罚，如同在手动控制时段内发生此类互动一样。
- b. 在<G14>的情况下，各个区域始终定义为自动赛时段的“进攻”/“防

御”角色。例如，在图 32 中，2 台机器人均位于蓝色进攻区。因此，如果在中立区发生的互动需要主裁判判罚时，蓝方机器人 1（B1）将是“判罚受益方”。

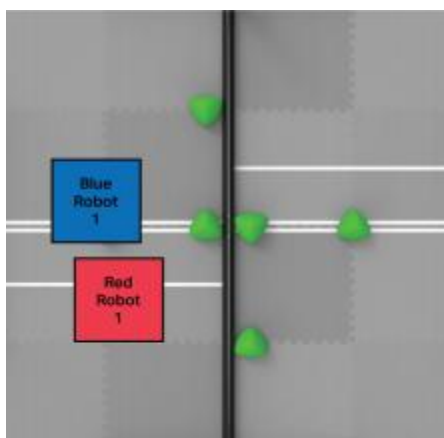


图 32 2 台机器人在中立区内合规的互动

<SG11> 提升的机器人受到保护。在赛局最后 30 秒内，机器人不得接触：

- a. 对方联队的提升杆
- b. 接触对方提升杆的对方机器人
- c. 满足提升定义的对方机器人

在赛局最后 15 秒内，机器人不得接触：

- d. 与对方联队提升杆相邻的短障碍杆

违规注释：

- 根据 a 及 b 点，如对方机器人不处于提升过程中，则大多数偶然或瞬间的接触不太可能影响赛局，只应该视为轻微违规。
- 如严重违规导致对方机器人损坏，或以其他方式严重阻碍对方的提升，如果对方联队在赛局中输了 20 分或更少，则应考虑违规影响赛局。

该规则旨在阻止与正在提升过程中的机器人进行潜在的破坏性防御互动。间接接触根据主裁判的判定，也可能被视为对<G1>、<G13>或<SG11>的轻微或重大违规。这可能包括以下行为：

- 反复击打与对方提升杆相连的围栏
- 反复击打对方提升杆附近的障碍杆
- 向提升的机器人发射粽球

5. 排名与计分表

1. 排名

自动获胜分 - 自动赛时段结束时，完成 <SC7>指定任务的联队，将获得 1 分获胜分 (WP)。如果双方联队均完成该任务，则均可获得此项获胜分。

获胜分 WP - 赛队排名的第一依据。每场资格赛，赛队可能会获得 0 分、1 分、2 分或者 3 分获胜分。除非一支赛队被取消资格，同一联队的两支赛队都将获得同样的获胜分。

- . 完成自动获胜分任务获得 1 分 WP。
- . 资格赛中的获胜联队得 2 分 WP。
- . 资格赛平局则得 1 分 WP。
- . 资格赛中负方得 0 分 WP。

自动环节排名分 AP - 赛队排名的第二依据。在资格赛中获得自动时段奖励分的联队将获得 8 分自动环节排名分。如赛局为平局，双方联队各获得 4 分自动环节排名分。

对阵强度分 SP - 赛队排名的第三依据。对阵强度分与该队在资格赛中所击败之联队的得分相同。当比赛平局，双方联队都将获得与得分相同的 SP。如果联队中两支赛队均被取消资格，那么负方联队中的赛队（非取消资格的赛队）将获得与其在本赛局中得分相同的 SP。

<T1> 赛局对阵表 - 赛事开始前生成的一个赛局列表。赛局对阵表包含每局循环赛对阵的联队，以及这些赛局预计开始的时间。

注：若同一组别只有 2 支参赛队，每支队伍自成一方联队，分别位于红蓝方进行比赛；若同一组别只有 3 支参赛队，在某一方会有 1 支轮空无队友联队，进行至少三场竞赛，保证每支队伍都会遇到轮空情况。

<T2> 排名 - 赛队按以下顺序排名：

- a. 获胜分平均值(即 WP/已参赛场次)
- b. 自动环节排名分平均值(即 AP/已参赛场次)
- c. 对阵强度分平均值(即 SP/已参赛场次)
- d. 最高单场得分
- e. 次高单场得分
- f. 随机电子抽签

2. 计分表

第 16 届河北省青少年机器人竞赛

APM 工程挑战赛计分表

红方联队

参赛队伍

自动比赛时段结束时得分情况

任 务	分 值	数 量	得 分
球门内得分的粽球	5 分/个		
进攻区内得分的粽球	2 分/个		
未按时结束自动比赛时段的扣分	<input type="checkbox"/> -5 分		
自动时段奖励分	<input type="checkbox"/> 自动时段获胜方 (8 分) <input type="checkbox"/> 自动时段平局 (4 分)		
将粽球从联队的赛局导入区移除; 在本方联队的球门内至少有一个本方联队粽球得分; 至少一台机器人接触其本方的提升杆。	<input type="checkbox"/> 自动获胜分 WP 1 分		

手动比赛时段结束时得分情况

任 务	分 值	数 量	得 分
球门内得分的粽球	5 分/个		
在进攻区内得分的粽球	2 分/个		
提升 - 最高级	20 分/台		
提升 - 第二级	15 分/台		
提升 - 第三级	10 分/台		
提升 - 第四级	5 分/台		

得分小计:

参赛队员 _____ 参赛队员 _____

裁判员 _____

蓝方联队

参赛队伍

自动比赛时段结束时得分情况

任 务	分 值	数 量	得 分
球门内得分的粽球	5 分/个		
进攻区内得分的粽球	2 分/个		
未按时结束自动比赛时段的扣分	<input type="checkbox"/> -5 分		
自动时段奖励分	<input type="checkbox"/> 自动时段获胜方 (8 分) <input type="checkbox"/> 自动时段平局 (4 分)		
将粽球从联队的赛局导入区移除; 在本方联队的球门内至少有一个本方联队粽球得分; 至少一台机器人接触其本方的提升杆。	<input type="checkbox"/> 自动获胜分 WP 1 分		

手动比赛时段结束时得分情况

任 务	分 值	数 量	得 分
球门内得分的粽球	5 分/个		
在进攻区内得分的粽球	2 分/个		
提升 - 最高级	20 分/台		
提升 - 第二级	15 分/台		
提升 - 第三级	10 分/台		
提升 - 第四级	5 分/台		

得分小计:

参赛队员 _____ 参赛队员 _____

裁判员 _____

注: 得分小计包括比赛结束时的得分和自动比赛时段奖励分, 不计自动比赛时段得分。