



世界青少年机器人奥林匹克竞赛

未来工程师 无人驾驶

2026 赛季规则

目录

1. 概述.....	3
2. 年龄组别定义.....	4
3. 队伍职责.....	4
4. 比赛文件及规则等级.....	5
5. 比赛介绍及比赛场地.....	5
6. 惊喜规则.....	8
7. 车辆工程文件.....	8
8. 挑战模式.....	9
9. 比赛规则.....	15
10. 计分.....	18
11. 车辆材料及规定.....	20
12. 比赛形式及规则.....	22
13. 比赛赛台及设备.....	23
14. 词汇表.....	25
附录 A. 解释性方案.....	27
附录 B. 全国赛/区域赛比赛场地.....	39
附录 C: 工程日志与文档提交要求.....	41
附录 D: 最小机电组件.....	53

2026 赛季规则更新:

相比 2025 赛季, 2026 赛季规则更新的部分均用黄色标记, 重要的更新见下表:

6.	2026 赛季将启用惊喜规则
7.	技术文档相关的截止日期及评审要求说明。
8. & 10.	仅完成完整回合比赛后, 方可获得停车区起步得分
12. 11.	多日赛期间, 机器人须留存于赛场内过夜。
A. 3.	关于三轮赛事后离开起始区域的相关说明。
C.	文档类新评分标准及补充说明。

请注意, 在赛季期间, WRO 官网的问答版块会对规则进行澄清或补充。这些答案被视为规则的补充。

您可以在此页面上找到 WRO 2026 问答版块:

<https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

重要提示:

本规则是国际总决赛中要使用的规则

本规则可用于世界各地的 WRO 活动, 也是国际赛的评比基础。每个国家的 WRO 组委会有权利对各个国家的比赛进行适当的调整以符合当地的环境。所有参加当地 WRO 比赛的队伍都应遵守各地组委会发布的总则。

1. 概述

介绍

参加 WRO 未来工程师的队伍需要关注工程过程的所有部分。队伍可以通过记录流程和创建公共 GitHub 代码库获得加分。每年的规则都会发生 20%-30% 的改变。具体的挑战将每 4-5 年改变一次。在自动驾驶挑战赛中，车辆需要在每轮随机变化的场地上自动驾驶。

专注的领域

每个 WRO 项目都特别关注机器人的学习。在 WRO 未来工程师项目中，学生将专注于以下领域的发展：

- 使用计算机视觉和传感器融合来估计场地和车辆本身的状态。
- 使用开源硬件（如机电组件和控制器）搭建车辆。
- 具有不同于差速驱动（例如转向）的运动部件和运动学的机器人的行动规划和控制。
- 制定解决任务的最佳策略，包括任务解决的稳定性。
- 团队合作、沟通、解决问题、项目管理、创造力。

对于有兴趣参与这一项目的队伍，国际组委会已经创建了入门指南，详细解释了车辆要求、可能的技术解决方案和错误。在这里，学生可以开始了解如何为本次比赛设置车辆。请看这里的入门指南！

<https://world-robot-olympiad-association.github.io/future-engineers-gs/>

提升了学习的重要性

WRO 希望激发全世界的学生进入 STEM 相关领域进行学习和探究，希望学生在参加竞赛时通过有趣的学习经历培养技能，因此将以下方面作为 WRO 的核心和关键：

- ❖ 老师、家长或其他成人可以帮助、指导或启发队伍，但是不能搭建机器人或编写程序。
- ❖ 队伍、教练和裁判都认可和接受 WRO 的指导原则和道德准则，从而确保为所有人带去公平和有益的比赛体验。
- ❖ 比赛当天，要靠所有队伍、教练和裁判一起维护一个有趣而公平的活动。

更多有关 WRO 道德准则的信息，请点击 link.wro-association.org/Ethics-Code

2. 年龄组别定义

- 2.1. 每支队伍由 2-3 名学生组成
- 2.2. 每支队伍由 1 名教练指导
- 2.3. 1 名队员和 1 名教练不能组成一支队伍参赛
- 2.4. 同一个赛季中，一支队伍只能参加一个比赛项目
- 2.5. 1 名学生只能加入 1 支队伍
- 2.6. 国际比赛中教练的最小年龄为 18 岁
- 2.7. 1 名教练可以指导多支队伍
- 2.8. 本项目的队员年龄要求为 14-22 岁（2026 赛季：2004-2012 年出生）
- 2.9. 所标示的最大年龄代表参赛者在比赛当年的年龄，而非比赛当天的年龄

3. 队伍职责

- 3.1. 队伍应公平竞争，尊重其他队伍、教练、裁判以及赛事组织人员。参加 WRO 竞赛，队伍和教练都应接受 WRO 的道德准则（<https://wro-association.org/wp-content/uploads/2021/08/WRO-Guiding-Principles-and-Ethics-Code-2023.pdf>）。
- 3.2. 每支队伍的教练都需要签署 WRO 道德准则。组委会将决定如何收集队伍的道德准则声明。
- 3.3. 车辆及其结构（如适用）的编码只能由队员完成。教练的任务是在组织上陪同队员，并在出现问题或问题时提前向他们提供支持，但不是自己进行车辆编程及其构造（如适用）。这适用于比赛日和准备日。
- 3.4. 比赛开始后，队伍不允许通过任何方式与场外的人员进行交流。如果有必要交流，应获得裁判的允许，并在裁判的监督下进行交流。
- 3.5. 队员不能携带手机或其他通信设备进去比赛场地使用。
- 3.6. 禁止破坏或篡改比赛场地/桌子、材料或其他队伍的车辆。
- 3.7. 不得使用与 (a) 与在线销售或发布的解决方案相同或过于相似或 (b) 与竞赛中的其他解决方案相同或过于相似的解决方案（硬件和/或软件），并且明显不是队伍自己的作品。这包括来自同一机构和/或国家/地区的队伍的解决方案。由模块化建构套件搭建的机器人车辆将被检查是否抄袭。由于比赛可以使用制造好的车辆，所以检查时不会检查车辆是否有剽窃现象。
- 3.8. 如果对规则 3.3 和 3.7 有怀疑，队伍将接受审查，审查结果可能是 3.9 中提到的任何后果。在适当的情况下，规则 3.9.4 可用于阻止接受调查的队伍进入下一个比赛阶段，即使该队伍可能在已确定存在违规行为的比赛阶段中获胜。
- 3.9. 如果违反了本文件中提到的任何规则，裁判可以决定以下一种或多种后果进行处罚。在做出决定之前，可能会针对队伍或个别队伍成员进行问辩，以了解有关可能违反规则的更多信息。问辩可以包括有关车辆或程序的问题。
 - 3.9.1. 违规队伍可能被取消一轮或多轮的比赛资格，然后参考 9.10.
 - 3.9.2. 违规队伍可能被扣除一轮或多轮比赛得分的 50%
 - 3.9.3. 违规队伍可能被取消晋级下一场比赛的资格
 - 3.9.4. 违规队伍可能被取消参加全国赛或国际的晋级资格

3.9.5. 违规队伍可能被完全取消参赛资格

注意: 我们希望强调一些在以往比赛中因违反而导致处罚的重复规则，请大家牢记这些要点，以避免在比赛中因调整而造成不必要的延误，并防止受到处罚

- 驱动系统：驱动轮必须通过物理方式连接，例如通过变速箱。不允许每侧使用一个电机（见规则 11.3 和 11.5）。
- 启动程序：机器人必须按照规则中概述的启动程序进行操作：一个按钮用于打开机器人电源，另一个按钮用于启动程序。不允许有其他额外操作（见规则 9.10 和 9.11）。
- GitHub 代码库：GitHub 代码库必须在活动结束后至少一年内保持在线且公开可访问。如果不满足此要求，WRO 国际组委会将重新发布该代码库（见第 7 章）。
- 独立开发机器人：每个团队必须独立开发机器人（见第 3 章）。不允许通过微小调整使机器人表面上看似不同而进行联合开发。此类机器人仍将被视为相同。这种行为被视为故意欺骗，并构成违反“道德准则”的行为。

4. 比赛文件及规则等级

- 4.1. WRO 每年都会发布新的总则，包括对无人驾驶的介绍，并适用于所有的 WRO 国际性赛事。
- 4.2. 在一个赛季中，WRO 会发布额外的问答信息，阐释、延伸或重新定义比赛的总则和细则。队伍应在比赛前阅读这些问答信息。
- 4.3. 由于各国组织者的调整不同，比赛总则及问答信息也会有所不同。各队伍要了解本国使用的规则。所有国际性的 WRO 活动都需要使用本文件内容。晋级国际赛的队伍需要了解国际赛与本国比赛的规则区别。比赛当天，会按以下规则等级进行执裁：
 - 4.3.1. 本文件的赛事总则提供了项目的规则基础。
 - 4.3.2. 问答版块的信息可以覆盖总则和细则文件。
 - 4.3.3. 比赛中，裁判对任何决定拥有最终解释权。

5. 比赛介绍及比赛场地

本赛季的自动驾驶车辆挑战赛是时间挑战赛：赛道上不会有多辆车辆同时出现。相反，每次尝试一辆车将尝试通过完全自动驾驶几圈来达到最佳时间。两种挑战模式为以下：

开放式挑战： 随机摆放内部赛道，车辆必须完成 3 圈行驶。

障碍物挑战： 车辆必须在设有随机放置的绿色和红色交通标志的赛道上完成三（3）圈行驶。交通标志指示车辆必须行驶的车道一侧。指示车辆靠车道右侧行驶的交通标志是红色立柱，指示车辆靠车道左侧行驶的交通标志是绿色立柱。车辆不应移动任何交通标志。机器人完成三圈行驶后，必须找到停车场并进行平行停车。

每次比赛，车辆在赛道上行驶的起始方向（顺时针或逆时针）都会不同。车辆的起始区域以及交通标志的数量和位置在每轮比赛前（检查时间后）随机确定。下图是带有比赛障碍物的场地图：

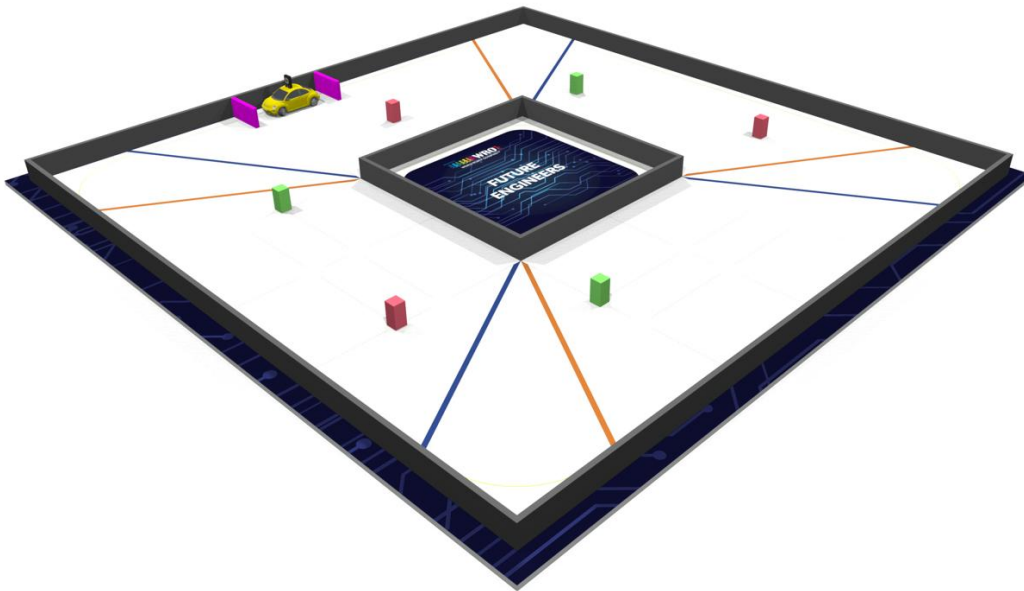


图 1. 比赛场地

比赛场地代表一条赛道，在这里设置了交通标志（由彩色障碍物-支柱表示）。

赛道由八个部分组成：四个转弯路段和四个直行路段。在图 2 中，转弯路段用红色虚线标记。直行路段用蓝色虚线标记。

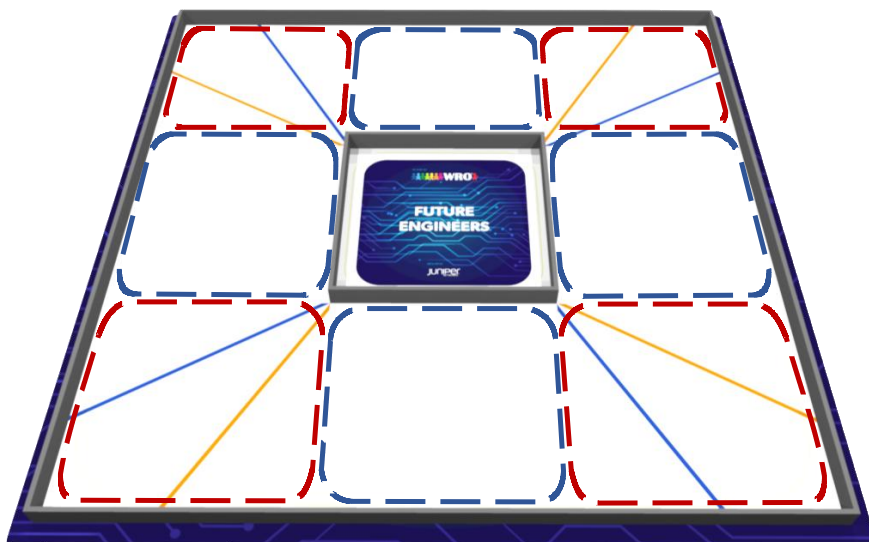


图 2. 比赛场地上的不同区域

每个直行路段里有 6 个区域。该段内的六个内部区域用于设置车辆的起始位置。4 个 T 形交叉口和 2 个 X 形交叉口用于定位交通标志。可以设置交通标志的地方称为交通标志的位置。

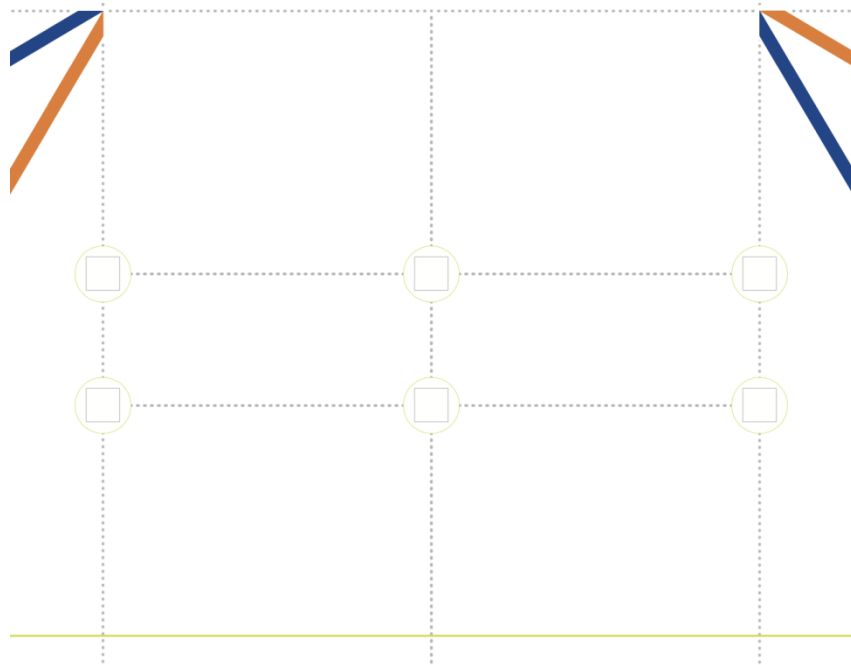


图 3. 直行路段的区域以及交通标志位置

在障碍挑战中，停车位有可能被放在汽车起始位置所在的直行路线上。停车位的宽度始终是 20cm。长度是可变的，是机器人长度的 1.5 倍。

停车位用两个 20 厘米 x 2 厘米 x 10 厘米的红色木块标记。右侧木块正好位于虚线旁边。左侧的位置根据上述规则进行定义。

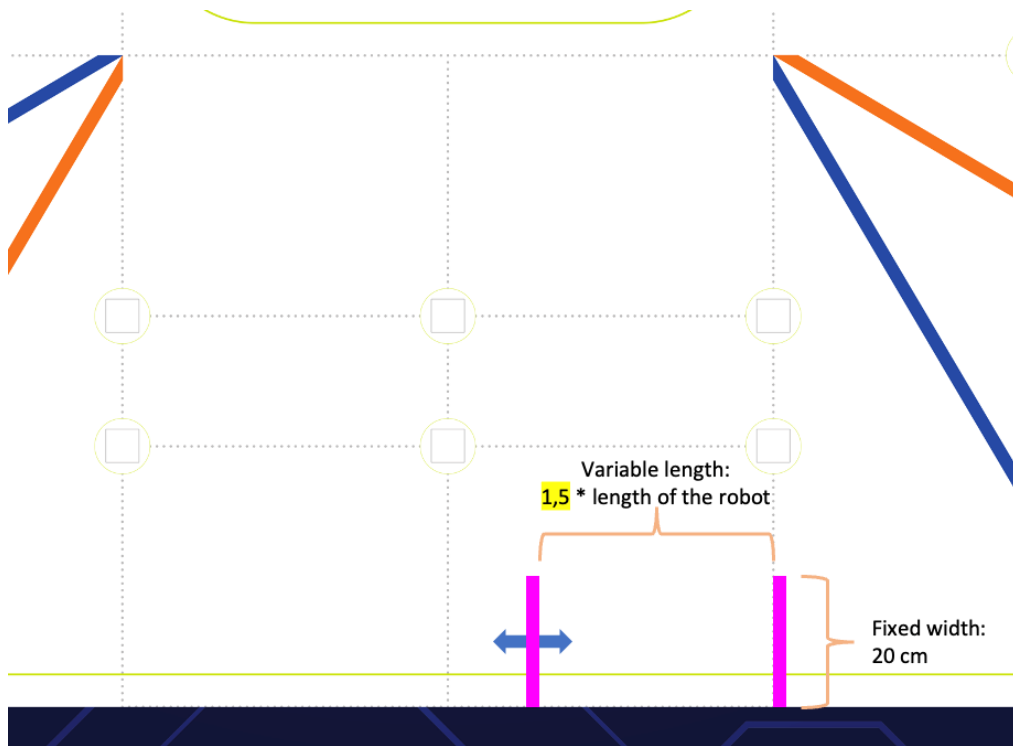


图 4：停车位的大小和位置

6. 惊喜规则

国际赛的惊喜规则可以在比赛开始之前宣布。此规则可以是对现有规则的添加/修改/更改，队伍们将有时间在比赛之前进行准备。

注：以往赛事中，惊喜规则的使用频率较低。2026 赛季的国际赛将正式启用惊喜规则。

7. 车辆工程文件

真正的工程是创造一个解决方案，并与他人交流或分享想法，使整个想法更进一步。除了设计和编程车辆外，团队还必须提供文件，说明其工程进度、最终车辆设计和最终车辆源代码。此文档必须上传到 GitHub 公共代码库，并且必须在国际障碍物挑战上提交硬拷贝。有关文件评分的详细信息，请参见本文件附录 C。参加国际赛的队伍，在 GitHub 公共代码库提交的文件必须是英文的。

每支队伍必须提供：

- 介绍、车辆机动性、动力和感应以及障碍物管理的信息和动机。
- 车辆的照片（每一侧的照片，从上到下）和团队照片
- 显示车辆自动驾驶的 YouTube 网址（应该是公开的或可通过链接访问）。视频中存在驾驶演示的部分必须至少有 30 秒的长度。

- GitHub 公共代码库的链接，其中包含为参加比赛而编程的所有组件的代码。代码库还可以包括 3D 打印机、激光切割机和 CNC 机器用于生产车辆元件的模型的文件。提交的历史记录应至少包含 3 次提交：
 - 第一次提交不迟于比赛前 2 个月，它必须包含不少于最终代码量的 1/5。
 - 第二次提交不能迟于比赛前 1 个月。
 - 第三次提交不能迟于比赛前 2 个星期。

注：本次提交将作为文档评审计分的核心依据，后续更新内容不计入评分范围。请确保所有重要信息均已完整上传至代码库。

- 允许多次提交

代码库必须包含一个 README.md 文件，其中包含所设计解决方案的英文简短描述（不少于 5000 字）。本说明的目的是阐明代码由哪些模块组成，它们与车辆机电部件的关系如何，以及构建/编译/上传代码到车辆控制器的过程是什么。可以点击 <https://github.com/world-robot-olympiad-association/wro2022-fe-template> 查看 GitHub 的模板。

GitHub 代码库链接须于赛前三周内提交，具体截止日期及时间将由组委会另行公布。 储存库必须从提交参加国际赛的那一刻起公开，并且必须在比赛后至少 12 个月保持公开。未来工程师的理念是鼓励新队伍，支持他们找到现有的解决方案，并从中获得灵感。如果某个代码库在活动之前不是公开的，那么队伍的文档将被扣分。WRO 有权随时重新发布代码库。

- GitHub 代码库必须设置为可供公众查看，内容必须是可见的。
- GitHub 和硬盘上提供的代码必须有良好的文档记录，并在代码中添加注释。裁判可能无法使用队伍用于开发代码的特定程序，例如 EV3、Spike 或 Scratch。

注：纸质版材料具有双重用途。其一，可作为 GitHub 代码库无法访问时的备用材料（若出现此情况，参赛队伍或将被扣分）；其二，供裁判在赛事期间对各参赛队伍及其机器人进行统一管理与记录。文档评分的核心依据为 GitHub 代码库。

8. 挑战模式

国际赛将至少有 4 轮挑战，有 2 轮开放式挑战和 2 轮障碍物挑战。每轮比赛开始之前，检录时间之后，会决定车辆行驶方向、起始位置以及跑道的样式。比赛期间，车辆必须移动的方向被定义为该轮比赛行驶方向。

开放式挑战

在开放式挑战中，赛道上不设置交通标志。

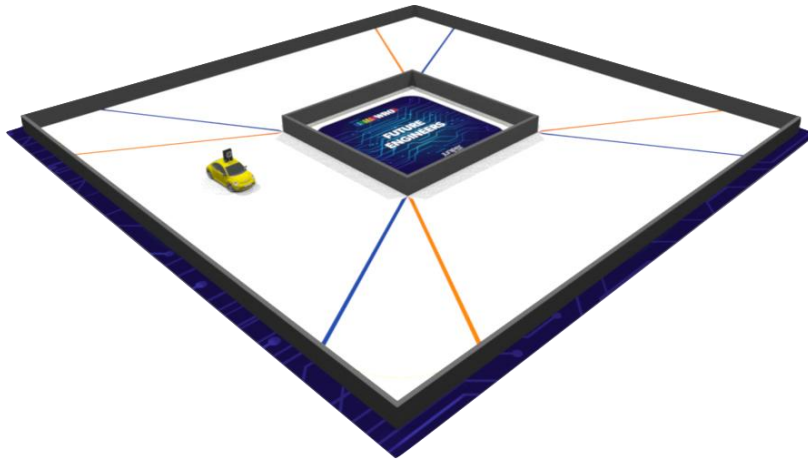


图 5. 开放式挑战的比赛场地

开放式挑战的赛道边界之间的距离可能是 1000 毫米或 600 毫米（国际障碍物挑战场地误差 +/- 100 毫米）。

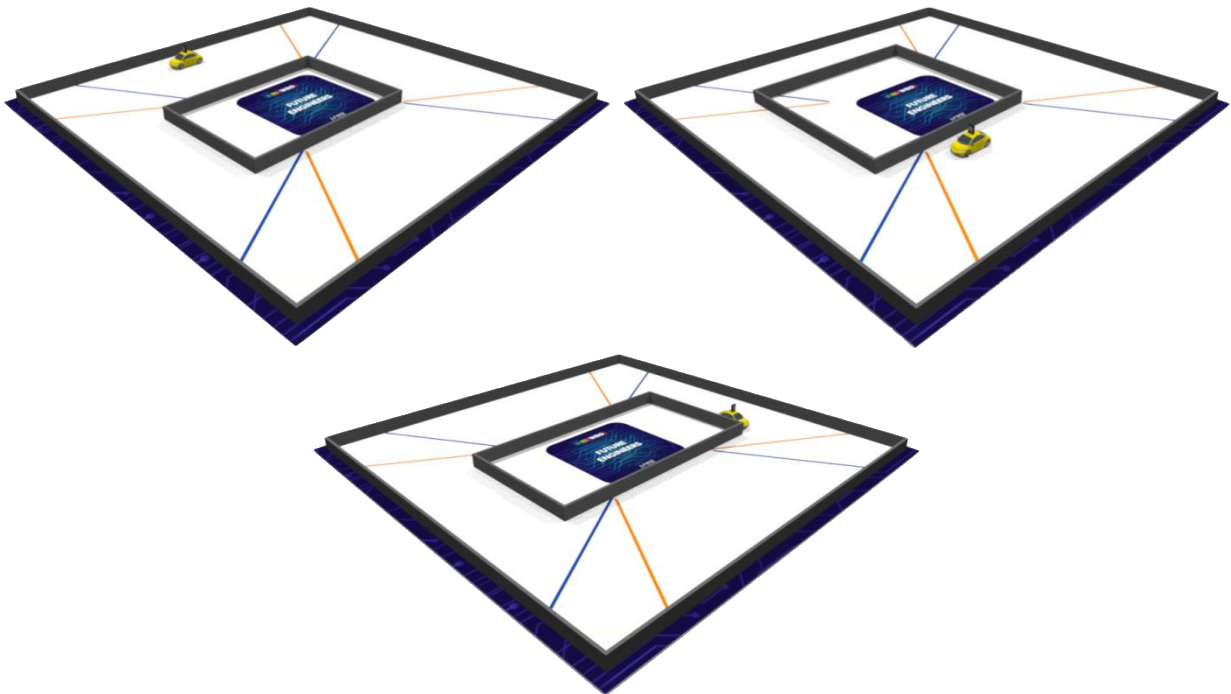


图 6. 开放式挑战比赛场地设置范例

选择赛道行驶方向后，可以使用以下程序来确定车辆的起点以及赛道边界之间的距离：

1. 投掷硬币两次，以确定起始区域。下面的图示显示了哪种投掷组合对应哪个区域（例如，“反&正”意味着第一次投掷是反面，第二次是正面）。

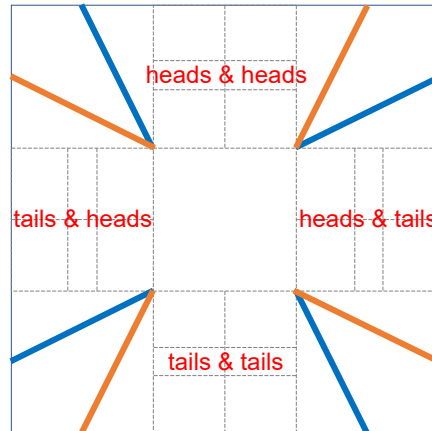


图 7a. 通过投掷硬币组合确定起始区域

2. 投掷硬币四次，以确定哪个区域的赛道边界距离将减小。第一次投掷决定起始区域，第二次投掷决定顺时针方向的下一个区域，以此类推。正面表示宽阔的通道；反面表示狭窄的通道。

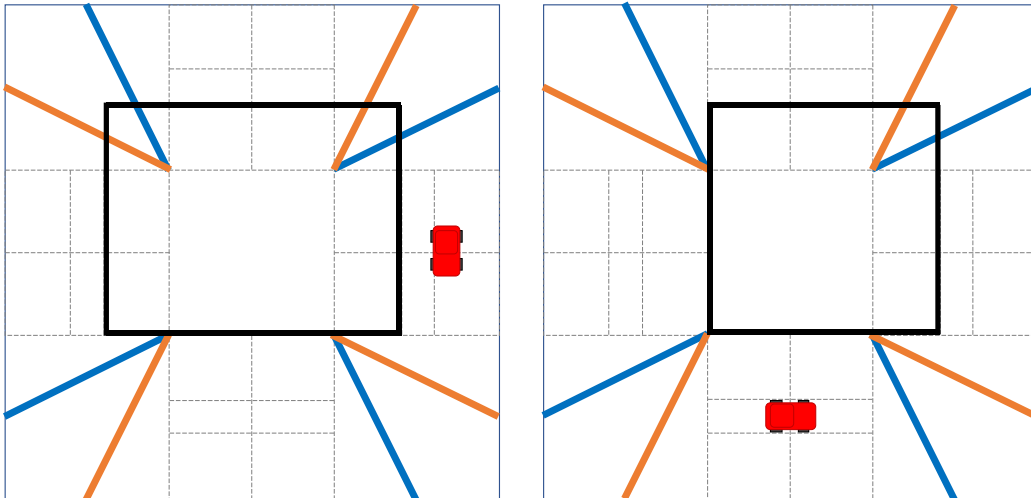


图 7b. 左侧图示对应投掷结果为“反正反反”，右侧图示对应投掷结果为“正正反反”

3. 通过掷骰子来确定具体的起始区域。左上角区域对应数字“1”，右下角区域对应数字“6”。如果掷出的区域位于边界墙内，则需要重新掷骰子。

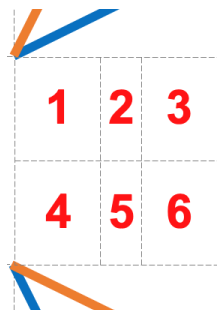


图 7c. 区域与骰子面的对应关系

此程序将在每轮预选赛前的检查时间之后进行，以确保每轮挑战车辆的起始位置和赛道边界之间的距离都不同。

障碍物挑战

在障碍物挑战中，红色及绿色的柱子将设置在赛道上作为交通标志。另外，还会放置 2 快木板来行程一个停车位。赛道边界之间的距离将始终为 1000 毫米（国际障碍物挑战误差为 ± 100 毫米）。

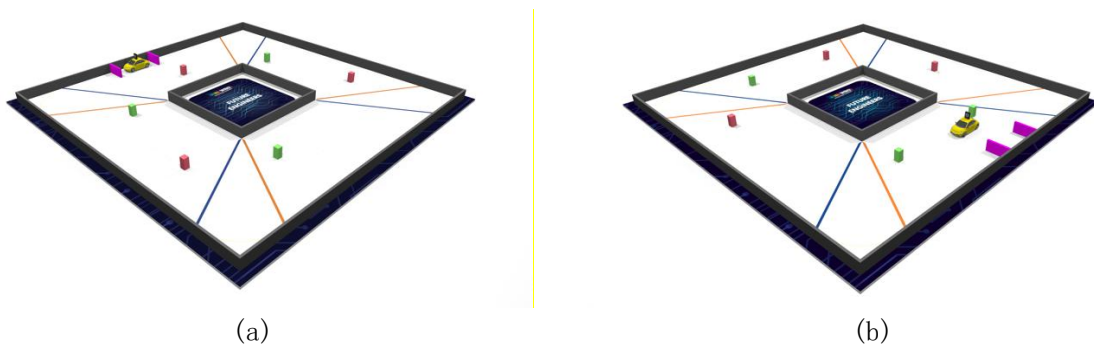


图 8a: 障碍挑战赛中场地的范例

车辆的起始区域、彩色柱子的位置以及停车场的位置可以通过以下程序来选择（假设车辆的行驶方向已经确定）：

1. 投掷硬币两次，以确定单个交通标志所在的位置区域。下面的图示显示了哪种投掷组合对应哪个区域（例如，“反正”意味着第一次投掷是反面，第二次是正面）。

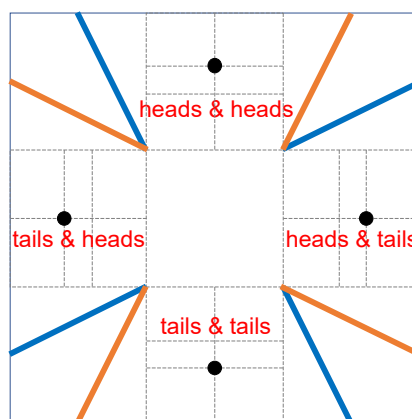


图 8b. 通过投掷硬币组合确定单个交通标志所在区域

2. 投掷硬币一次，以确定上一步骤中确定区域内交通标志的颜色。正面表示绿色标志；反面表示红色标志。

3. 准备 36 张如图 11 所示的卡片，并根据上一步骤选择的标志颜色从卡片组中移除第 9 张或第 10 张卡片：如果选择的是绿色标志，则移除第 9 张卡片；如果选择的是红色标志，则移除第 10 张卡片。将剩下的 35 张卡片放入一个不透明的盒子或袋子中。从盒子中抽取一张卡片——它将决定上一步骤确定区域后（顺时针方向）紧接着的直线段上交通标志的位置。卡片上的粗黑线表示游戏场地的内边界。抽取的卡片不得放回盒子。再次抽取第二张卡片——它将决定下一个直线段上交通标志的位置。对剩余的直线段重复这些操作。

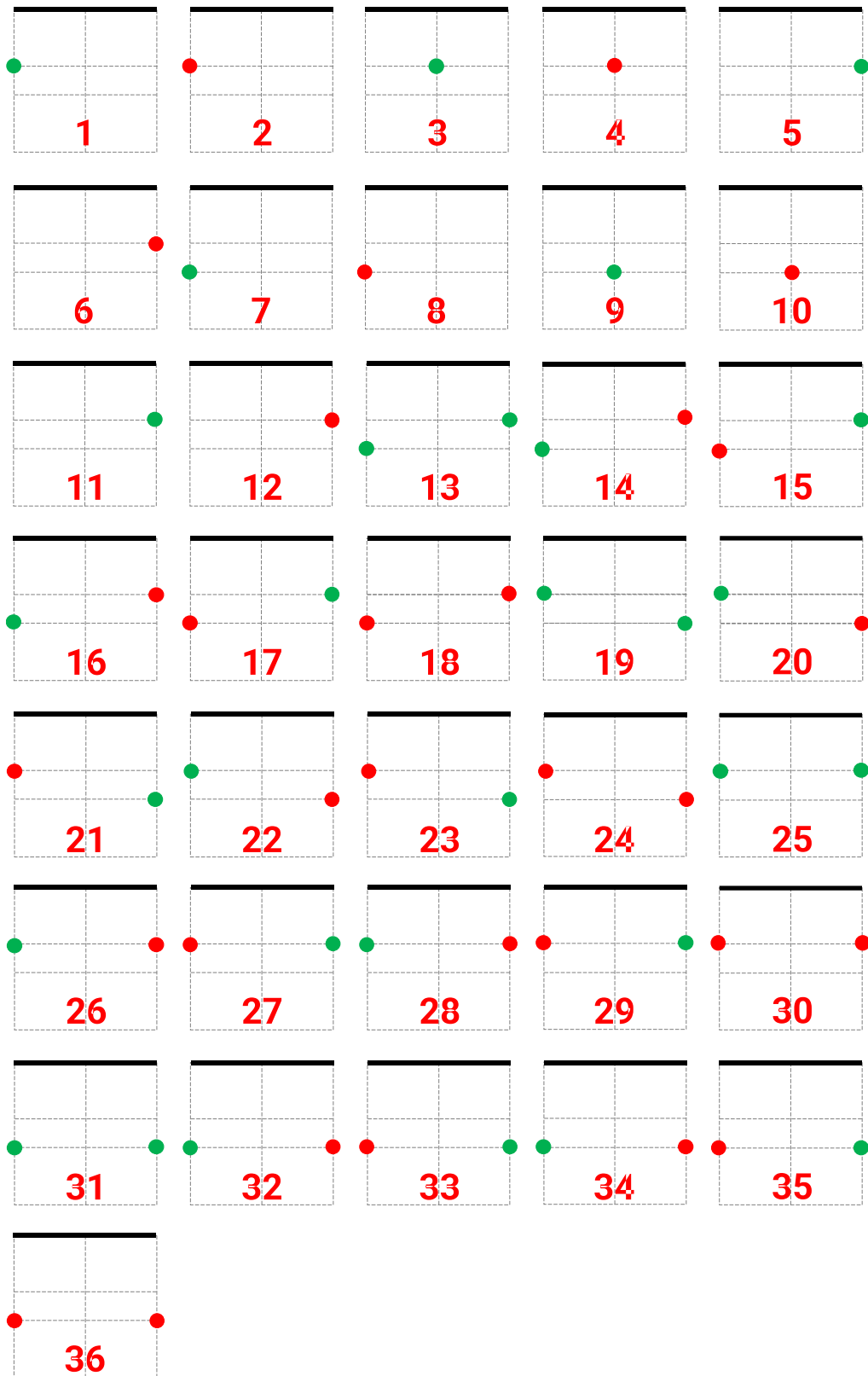


图 8c. 36 张卡片，显示了一个区域内交通标志的位置

***注意：部分卡片重复是故意的。*

4. 停车场将始终设置在起始区域内。通过另一对硬币投掷的结果来确定起始区域（包括停车场）的位置。

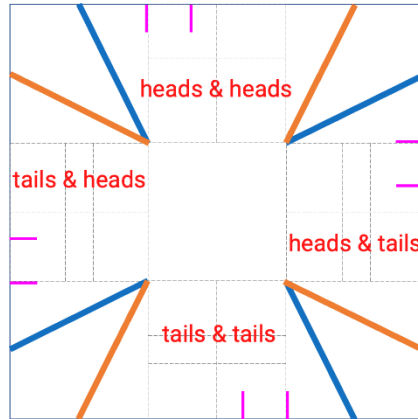


图 8d. 决定停车场位置的硬币投掷

在停车场位置确定后，该区域内的所有交通标志都将被移至靠近内墙的位置。

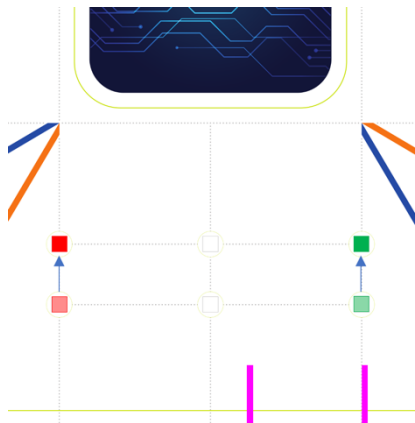


图 8e. 根据停车场位置移动交通标志

参赛队伍需要决定是从停车场内部还是停车场上方的中部区域（见图 8a）启动机器人。从停车场内部启动将额外获得分数。只有当机器人至少完成一圈行驶后，才可以获得加分。

9. 比赛规则

比赛计时

- 9.1. 每轮开放式挑战的时长为三分钟。
- 9.2. 每轮障碍物挑战的时长为三分钟。

起始配置

- 9.3. 在第一场比赛之前，隔离时间之后，赛道的行驶方向是随机选择的。
- 9.4. 每场比赛开始前，隔离时间后将确定车辆的起始位置和场地配置。
- 9.5. 在同一场比赛中，所有队伍的行驶方向、起始位置和场地配置保持不变。

比赛开始

- 9.6. 车辆放在起始位置时必须完全**关闭**。
- 9.7. 车辆位于起始位置时，车体上的所有部分在场地上的投影需要完全在该区域内。
- 9.8. 车辆的方向必须确保前轴上的两个车轮（裁判必须事先询问队伍哪个是前轴）位于比赛行驶方向上更靠近下一个转弯路段的位置，而其他两个车轮位于相反方向上更靠近转弯路段的位置。
- 9.9. 可以进行物理调整（这是准备时间的一部分）。但是，不允许通过改变车辆部件的位置或方向向程序输入数据，也不允许在车辆上进行任何传感器校准。不允许通过更改开关配置（如果有）来输入数据。如果队伍确实通过调整车辆输入数据，将被取消该场比赛的资格。
- 9.10. 然后打开车辆。仅允许使用两个开关打开车辆。例如，可以实现接通，以便首先通过一个开关接通所有子系统控制器（例如电机控制器），然后从第二个开关接通主 SBC/SMB。
- 9.11. 然后，车辆应处于等待状态。等待按下启动按钮。启动按钮可以位于主 SBC/SBM 或单独安装的按钮上。仅允许一个启动按钮。在 EV3 上，仅允许使用一个程序。必须按下运行按钮才能启动 EV3 上运行的最后一个程序。EV3 必须等待按下启动按钮。EV3 上的启动按钮可以是触摸传感器或右箭头按钮。在 Spike 机器人上只能使用 Slot One。必须遵循与 EV3 相同的程序启动。
- 9.12. 队伍有责任检查赛道的布局并确保其正确无误。裁判会询问队伍是否准备好了。参赛队伍必须回答“是”，以表明他们接受赛道布局。如果队伍在车辆起跑后意识到赛道布局不正确，将不允许重新起跑。
- 9.13. 裁判发出启动车辆的信号。然后按下启动按钮，开始尝试的时间。车辆将有足够的时间按照比赛规则完成比赛。
- 9.14. 按下开始按钮将启动车辆操作，以尝试比赛，车辆应开始移动。

额外零件

- 9.15. 不允许车辆在比赛场地上故意留下额外的零件或在比赛中故意留下不可去除的标记（例如油漆）。如果车辆违反此规则，比赛将被停止，并且车辆必须由该队伍的一名成员停车。这场比赛的得分将为零，时间标记将是最大的。如果裁判怀疑队伍违反此条规则，他们有权检查队伍的代码。

比赛期间

- 9.16. 车辆必须按照比赛开始前定义的该轮比赛行驶方向的方向行驶。
- 9.17. 车辆的尺寸不能超过 300x200mm，高度不超过 300mm。

9. 18. 不允许车辆移动围墙（如果它们没有完全固定在场地上）。违反此规则的车辆将被其中一名队员拦下，这场比赛的得分为零，时间标记为最大。如果车辆接触或撞击墙壁，且墙壁未移动，则车辆可继续行驶，且不会受到任何处罚。如果车辆碰撞或触碰墙壁，车辆因碰撞或触碰而停止，则可采取维修措施，并将受到处罚。在开放式挑战中，车辆不允许触碰外围的墙壁。
9. 19. 车辆必须从红色柱子所代表的交通标志的右侧通过（图 13 中的图片（a）），从绿柱所代表的交通标志的左侧通过（图 13 中的图片（b））。附录 A 的第 5 部分定义了如果车辆从错误的一侧通过交通信号时如何计分。

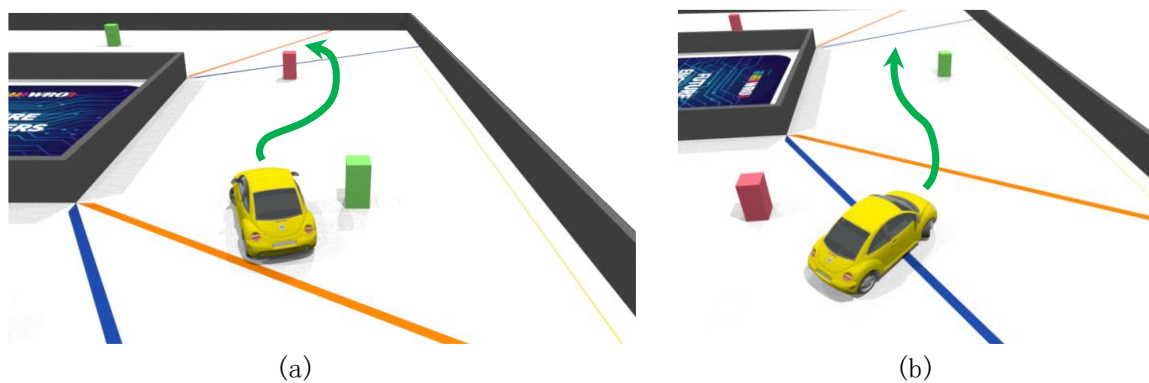


图 9. 通过交通标志的规则

9. 20. 车辆可以接触交通标志（彩色柱子），只要交通标志的投影还在交通标志位置周围绘制的圆圈内。有关更多详细信息，请参阅附录 A，第 1 节。
9. 21. 车辆只允许向与规定行驶方向相反的方向行驶两个路段：改变方向的路段和相邻路段。
9. 22. 车辆必须在行驶三圈后返回起始路段才能获得额外积分。注意：一旦车辆部分离开起始路段，该路段也将成为结束路段。
9. 23. 每场比赛队伍可以请求一次进行维修操作：将车辆取出，修复机械或电子部件的问题，然后将车辆放回车辆被取出部分中央的轨道。取出车辆时必须将其关闭，维修结束放回场地后再通过按下开关开启。比赛计时器不会停止。只有在车辆停止的情况下才能准许队伍进行维修。停止的可能原因是电子/机械问题或因为车辆撞墙并被卡住，或车辆无理由停止运行。如果车辆的任何部件在 5 秒内行驶约 50 毫米，则不会为移动车辆授予许可。如果车辆已经开始第三圈（在上一圈之前完全通过弯道部分），则不会授予许可。维修时，不允许向车辆的任何控制器上传程序。不允许输入任何数据。违反这些规则的队伍将被取消本场比赛的资格：本场比赛的得分为零，时间标记为最大。

比赛结束：

9. 24. 如果出现以下任何一种情况，比赛结束并停止计时：
9. 24. 1. 计时结束。
 9. 24. 2. 在开放式挑战中：完成三圈行驶后，车辆停在结束路段，并且车辆在场地上的投影完全在该区域内。有关更多详细信息，请参阅附录 A，第 2 节。

注 1：车辆必须自主停在结束路段。如果参赛队在车辆在结束区内时使用下述方法之一强行结束比赛，则这不会被视作自动停止，并且不会分配在结束区内的停车点。

注 2：为证明在结束路段完全停止，车辆不得在 15 秒后继续行驶。如果比赛结束后车辆继续行驶，裁判可能会发现车辆的行为有歧义，并且可能不会计算结束路段停车的分数。

- 9.24.3. 在开放式挑战中：完成三圈后，车辆通过结束路段，使其在场地上的投影完全位于比赛行驶方向结束路段旁边的转弯路段内。有关更多详细信息，请参阅附录 A 第 3 节。车辆在与比赛行驶方向相反的方向行驶时两次越过路段边界。有关更多详细信息，请参阅附录 A 第 4 节。
- 9.24.4. 在障碍式挑战中：如果 3 圈都正确行驶并完成，车辆停止，停在正确的位置或停车位里。
- 9.24.5. 在障碍式挑战中：从错误的一侧通过交通标志后，车辆完全越过从内边界到外边界以及该交通标志所在的线。有关更多详细信息，请参阅附录 A 第 5 节。
- 9.24.6. 在障碍挑战赛中，机器人移动将 1 个交通标志移出圆圈。
- 9.24.7. 在障碍挑战赛中，机器人接触到停车位的隔断。
- 9.24.8. 3 分钟的维修时间结束后，车辆的尺寸仍超出限制。
- 9.24.9. 任何队员在未经裁判许可维修的情况下接触车辆。
- 9.24.10. 任何队员在未经裁判许可维修的情况下触摸场地垫和墙壁。
- 9.24.11. 任何队伍成员接触场地比赛元素。
- 9.24.12. 车辆驶出赛道（通过移动围墙）或驶出比赛场地。
- 9.24.13. 车辆或队员损坏了场地或比赛元素。
- 9.25. 请注意，根据上述规则，队伍可以停止他们的尝试（例如，通过接触场地墙或执行上述任何规则）。但是，他们将无法在停止后继续尝试，比赛将结束。
- 9.26. 裁判们将根据规则和公平竞争做出决定。他们在比赛日有最终决定权。如果在任务完成过程中存在任何不确定性，法官会将其决定偏向于情境中可用的最坏结果。

10. 计分

- 10.1. 每场比赛结束时将计算比赛得分。
- 10.2. 最高分数为：
 - 10.2.1. 开放式挑战最高分 30 分 (1.1+1.2+1.3)
 - 10.2.2. 障碍物挑战最高分得 62 分 (1.1 + 1.2 + 1.3 and either 1.4 (or 1.5) or 1.6 (or 1.7) + 1.8)
 - 10.2.3. 车辆文档记录得 30 分
 - 10.2.4. 总分最高 122 分 (≈ 75%车辆比赛得分以及 ≈ 25%车辆文档得分)

	要求	分值	总分
1.	车辆形式		
1.1.	车辆从比赛规定起始路段按照规定方向行驶。这适用于起始路段，但不适用于结束路段和紧随其后的其他区。	1	24

1. 2.	车辆行驶一整圈。按比赛行驶方向顺利通过了 8 个路段。起始路段包含在第一圈的八个部分中。如果车辆完全驶出一圈的最后（转弯）路段，则该圈被视为完成。因此，车辆可以在此之后开始向相反方向移动，第一圈仍视为完成。	1	3
1. 3.	完成三圈后，车辆停在了结束路段。	3	3
	以下适用于障碍物挑战轮：		
	没有完成 3 圈		
1. 4.	1 个或多个交通标志被移动。机器人必须至少完成 1 圈才能得分。	2	2
1. 5.	交通标志没有被移动。机器人必须至少完成 1 圈才能得分。	4	4
	三圈跑完后		
1. 6	三圈完成后，没有移动交通标志。仅适用于障碍物挑战。	8	8
1. 7	车辆完成 3 圈后，没有移动交通标志。	10	10
1. 8. 1	车辆从停车场内部开始启动 并且至少完成一圈形势	7	7
1. 8. 2	成功停车（完全进入停车区域并保持水平）	15	15
1. 8. 3	部分停入停车位或没有保持水平	7	7
2	队伍将车辆带出场地进行维修，即使维修没有成功	队伍总分除以 2	
3	工程日志评分细则详见附录 C。（注：本次评分标准已做重大调整。）		30
	最高分		130

10. 3. 裁判在比赛结束时记录队伍所用的时间，稍后将用于确定最佳比赛。如果队伍或车辆被取消比赛资格，比赛的时间按最长时间（3 分钟）记录。
10. 4. 在每场比赛结束时，由裁判计算分数。如果队伍没有提出抗诉，他们必须在比赛结束后核实并签署计分表。
10. 5. 队伍的开放式挑战排名基于每支队伍在他们成绩最好的开放式挑战中获得的分数。如果一支队伍在两场比赛中的得分相同，那么时间最少的比赛将被选为最佳出线比赛。
10. 6. 参加障碍物挑战的队伍数量可能会受到限制，并将根据开放式挑战后队伍的排名确定。如果数量有限，参加障碍物挑战的队伍数量将在比赛日公布。
10. 7. 队伍的整体比赛排名是根据每个队伍在最佳开放式挑战中获得的积分、在最佳障碍物挑战中获得的积分以及车辆文档中获得的积分来确定的。如果一支队伍在两场障碍物挑战中的得分相同，那么时间最少的比赛将被选为最佳障碍物挑战。
10. 8. 如果两个队伍之间存在平局，将根据以下结果确定排名（列表中的第一个是最高优先级，列表中的最后一个是最优先级）：
- 10. 8. 1. 最佳开放式挑战中的分数、最佳障碍物挑战的分数以及工程日志分数之和
 - 10. 8. 2. 最佳障碍物挑战的得分
 - 10. 8. 3. 最佳障碍物挑战的时间
 - 10. 8. 4. 次佳障碍物挑战的得分
 - 10. 8. 5. 次佳障碍物挑战的时间
 - 10. 8. 6. 工程日志的得分
 - 10. 8. 7. 最佳开放式挑战的得分
 - 10. 8. 8. 次佳开放式挑战的得分

- 10.8.9. 最佳开放式挑战的时间
- 10.8.10. 次佳开放式挑战的时间

11. 车辆材料及规定

- 11.1. 车辆尺寸不得超过 300x200 毫米，高度不得超过 300 毫米。
- 11.2. 车辆重量不得超过 1.5 公斤。
- 11.3. 车辆必须是具有一个驱动轴和一个任何类型的转向致动器的四轮车辆。必须是前轮驱动 (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive)，后轮驱动 (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive) 或四轮驱动 (https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive)。使用差动轮式底座的车辆团队 (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) 将被取消资格。驾驶 - 使车辆前后移动。转向 - 向左或向右转动车辆。
- 11.4. 车辆不得使用任何一种全向轮、球脚轮或球面轮。
- 11.5. 不允许使用每侧配备一个电机的电子差速器（如差速轮式机器人中所使用的）。
- 11.6. 车辆必须是自动驾驶的，可以自行完成“任务”。车辆行驶时不允许使用任何无线电通信、遥控和有线控制系统。违反此规则的队伍将被取消资格。
- 11.7. 参赛者不得在车辆运行（执行“任务”）时干扰或协助车辆。这包括通过在比赛期间向车辆提供视觉、音频或任何其他信号来将数据输入程序。违反此规则的队伍将被取消比赛资格。
- 11.8. 用于车辆的控制器可以是单片机（SBC） (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer) 或单板微控制器（SBM） (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller)，对品牌没有限制。
- 11.9. 车辆上可以有多个 SBC/SBM。
- 11.10. 比赛期间，参赛队不得在其车辆中使用任何类型的射频、蓝牙、Wi-Fi 或任何类型的无线通信组件。如果是内置在控制器上，则必须将其关闭，裁判可以检查代码和车辆，以确认它没有以任何方式使用。
- 11.11. 队伍可以使用他们选择的任何传感器——对使用的传感器的品牌、功能或数量没有限制。相机被认为是传感器。智能手机可以当作相机，并用于处理图像数据。
- 11.12. 队伍可以使用他们选择的任何电机和舵机——对所使用的电机和舵机的品牌或数量没有限制。
- 11.13. 最多可使用两个电机使车辆向前或向后移动（即，驱动机器人，这些是驱动电机）。驱动电机必须全部直接连接到转动车轮的轴上，或通过传动系统间接连接。两个驱动电机不能彼此独立地连接到驱动轮。
- 11.14. 队伍可以使用任何电子元件——没有类型、公司、数量或目的的限制。
- 11.15. 队伍可以使用任何液压、气压设备或电磁阀。
- 11.16. 队伍可以使用他们选择的任何电池——对所用电池的品牌、功能或数量没有限制。
- 11.17. 车辆机电部件之间的通信只允许使用导线连接。
- 11.18. 可以使用 3D 打印元素、用 CNC 机器准备的元素、从亚克力/木材/金属切割的元素或任何材料的任何元素——对用途没有限制。
- 11.19. 以使用任何类型的硬件套件和任何材料制造车辆——对特定类型或特定建构系统没有限制。
- 11.20. 可使用电工胶带、松紧带、电缆包、尼龙扎带（系带）等——任何粘合材料可用于任何目

的。

- 11.21. 参赛队应携带足够的备件。如发生任何事故或设备故障，WRO（和/或组委会）不负责维修或更换。
- 11.22. 可以在比赛前组装好车辆。
- 11.23. 控制软件可以用任何编程语言编写——对特定语言没有限制。
- 11.24. 参赛队可事先编写程序。
- 11.25. 赛队应准备并携带比赛期间所需的所有设备、软件和手提电脑。
- 11.26. 比赛当天，参赛队只允许拥有一辆车辆。不允许有备用车辆。

12. 比赛形式及规则

比赛

本文件解释说明了比赛将如何在国际障碍物挑战中进行。国家和地区比赛可以使用此模式或寻找其他模式。

- 12.1. 比赛由多场比赛组成，中间有维护时间。每次维修后，都会有车辆检录时间（也称为隔离时间），以审查机器人的要求。
- 12.2. 队伍在维修期间必须在指定地点工作，直至检录时间，届时车辆必须放置在指定区域（隔离区）。
- 12.3. 比赛当天，首场比赛开始前至少有 60 分钟的维护时间。
- 12.4. 在宣布维护时间开始前，队伍不得接触指定比赛区。
- 12.5. 在维修期间，参赛选手可以在自己的准备区进行练习，也可以排着队在比赛场地上进行一场练习赛，也可以在不干扰其他队伍练习比赛的情况下在比赛场地内进行测量。队伍可以更改程序或调整车辆机械。
- 12.6. 维修期结束后，所有车辆必须放置在隔离区的检录台上进行预备审查（车辆检查）。车辆的所有控制器必须断电。在此之后，不得修改任何机械结构或程序。
- 12.7. 通过车辆检验合格后方可参加比赛。该检查涉及对车辆和所用材料的要求，如上节所述。
- 12.8. 如果车辆没有通过裁判的检查，裁判可以提供最多 3 分钟的时间来解决发现的问题。每个隔离时间段，裁判只能为队伍提供一次三分钟的时间。
- 12.9. 如果最终车辆没有通过裁判的车辆检查，该车辆不得用于比赛。
- 12.10. 一支队伍因参加某场比赛而被裁判召集后的准备时间不得超过 90 秒，一旦开始，单场比赛不得超过比赛规则规定的比赛时间。
- 12.11. 在多日比赛中，机器人需要放在场地中隔离过夜。

13. 比赛赛台及设备

比赛赛台及场地

- 13.1. 场地垫的尺寸为 3200 x 3200 毫米 (+/- 5 毫米)。内部的正方形是赛道，尺寸为 3000 x 3000 毫米 (+/- 5 毫米)。
- 13.2. 赛道的主要颜色是白色。
- 13.3. 赛道被高 100 毫米的 (外) 墙包围。
- 13.4. 外墙的内部颜色为黑色。墙壁的外部颜色没有定义。
- 13.5. 在轨道的内部还有一层额外的 (内) 墙，高度为 100 毫米。

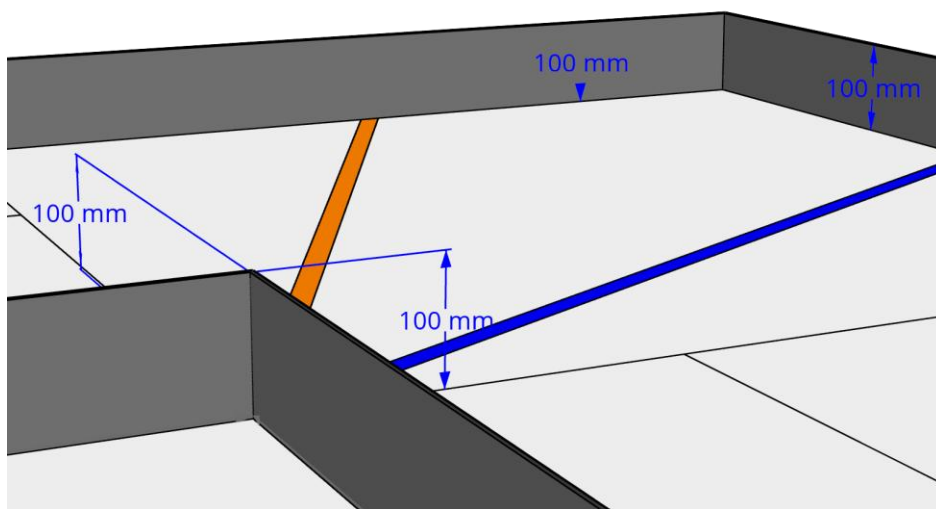


图 10. 内围墙及外墙的高度

- 13.6. 内墙的外部颜色为黑色。墙壁的内部颜色是黑色。墙壁顶部边缘的颜色是黑色。
- 13.7. 外墙和内墙的厚度均未定义。
- 13.8. 外墙和内墙之间的距离取决于比赛类型，并在“比赛种类”部分中指定。
- 13.9. 赛道上有橙色和蓝色线条。线条的粗细为 20 毫米。橙色线条的颜色是 CMYK (0, 60, 100, 0)。蓝线的颜色是 CMYK (100, 80, 0, 0)。
- 13.10. 场地上有 1 毫米粗的虚线来界定车辆的起始区。虚线的颜色是 CMYK (0 0 0 30)。
- 13.11. 每个起始位置的大小为 200 x 500 毫米
- 13.12. 有方块来标识可以放置交通标志的地方。交通信号座的线条粗细为 1mm，线条颜色为 CMYK (0 0 0 30)。
- 13.13. 每个交通标志位置的尺寸为 50x50 毫米。
- 13.14. 评估交通标志是否移动的区域被指定为围绕相应交通标志位置的圆圈。圆线的粗细为 0.5mm。线条的颜色是 CMYK (20 0 100 0)。
- 13.15. 圆形的直径是 85 mm。

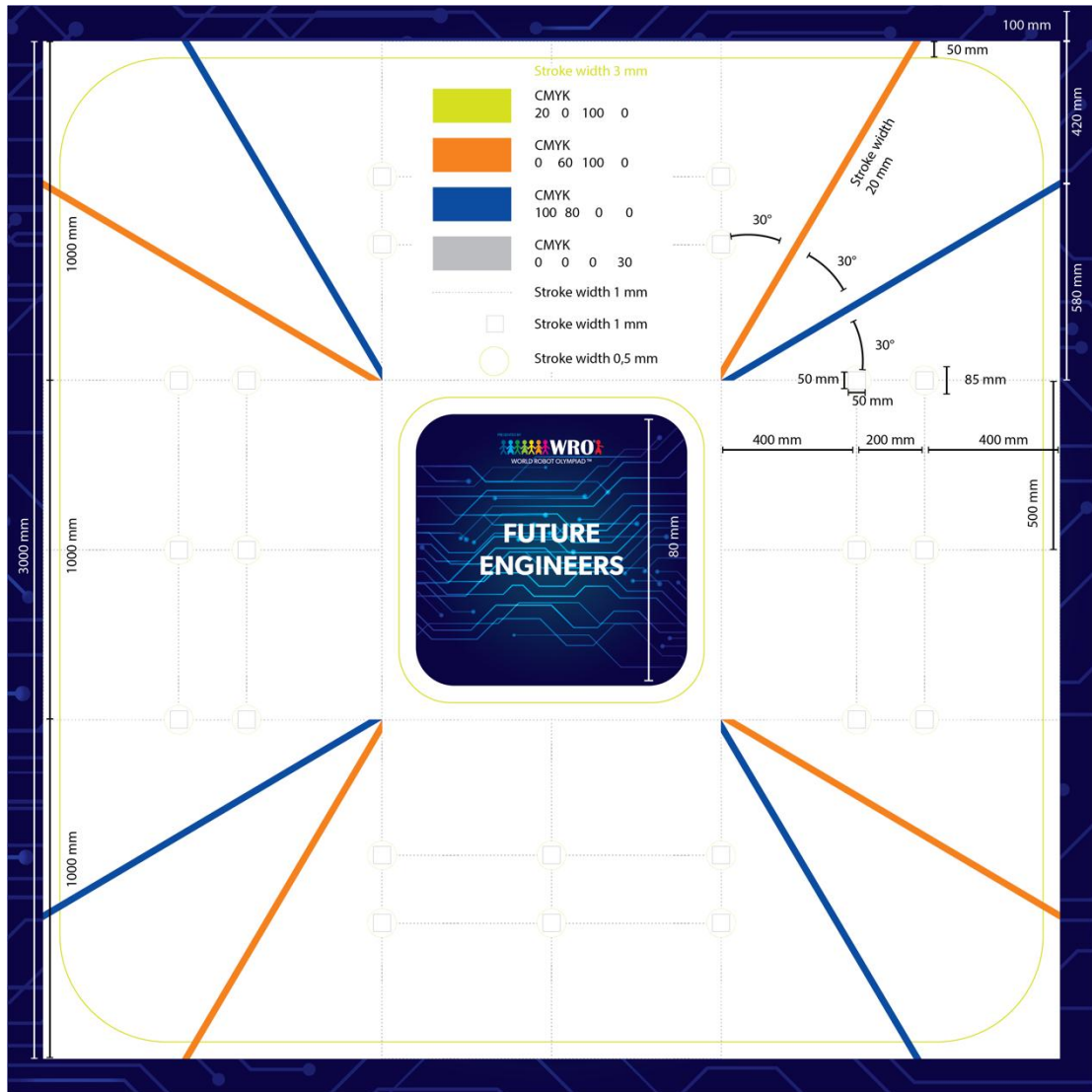


图 11. 地图尺寸

国际赛中场地围墙的配置

- 13.16. 根据图纸，将内部赛道放置为方形或矩形。外墙将固定为方形，在比赛期间不会改变。
- 13.17. 围墙的颜色为黑色。
- 13.18. 尽管组织者将尽一切努力使场地垫和场地物体的颜色尽可能接近 CMYK 规范，但仍可能出现差异。队伍可以在测试时间内根据场地的颜色和现场物体对车辆进行校准和微调。

交通标志

- 13. 19. 每个交通标志都是一个尺寸为 50x50x100 毫米的立方体。
- 13. 20. 根据每场比赛前的随机化过程，可能有：最多 7 个红色立方体和最多 7 个绿色立方体。
- 13. 21. 红色交通标志的颜色是 PANTONE 1795 C, RGB (238, 39, 55)。
- 13. 22. 绿色交通标志的颜色是 PANTONE 802 C, RGB (68, 214, 44)。
- 13. 23. 未定义交通标志的材料。
- 13. 24. 未定义交通标志的重量。

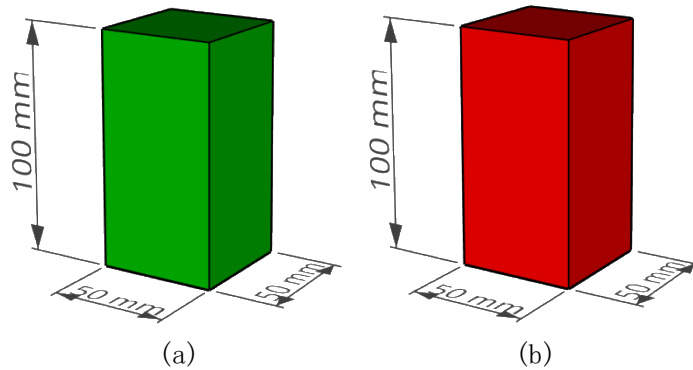


图 12. 交通标志的尺寸

停车位的边界

- 13. 25. 每个停车位边界都是一个尺寸为 200x20x100 mm 的长方体。
- 13. 26. 每轮障碍挑战赛在场地上放一个停车位，包括 2 个边界。
- 13. 27. 停车位边界的颜色是 magenta / RGB (255, 0, 255)。
- 13. 28. 交通标志的材料没有定义。
- 13. 29. 交通标志的重量没有定义。

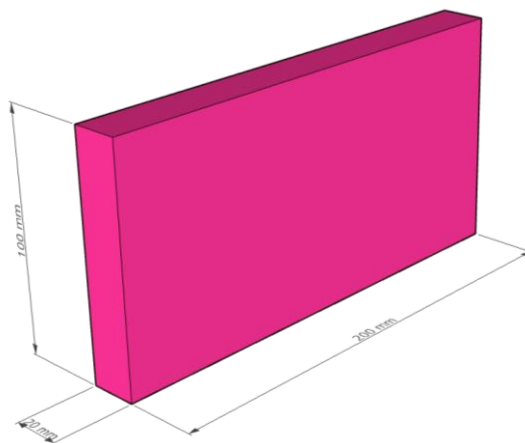


图 13: 停车位边界的尺寸

14. 词汇表

检录时间	在检录时间段里，裁判会查看车辆的尺寸（例如使用立方体测量箱或折叠尺）和其他技术要求（例如是否只有一个程序，蓝牙关闭等）。每场比赛前都需要进行车辆检录。
教练	在参赛过程中协助队伍学习机器人的不同方面、队伍合作、解决问题、时间管理等的成年人。教练的角色不是为队伍赢得比赛，而是引导他们识别问题并寻找解决挑战的方法。
竞赛组委会	赛事组委会是组织队伍参加比赛的实体。这可以是当地的学校、举办全国总障碍物挑战的国家组委会或与 WRO 协会一起举办 WRO 国际总障碍物挑战的主办国。
比赛类型	比赛分为两种类型：开放式挑战和障碍物挑战。开放式挑战结束后表现最好的队伍将参加障碍物挑战。
比赛场地	车辆必须在比赛场地上行驶。根据竞赛要求，该区域可能包含车辆必须与之交互的物体。
GitHub repo	用于存储控制系统管理的程序源代码的存储器。存储由 GitHub 服务提供 (https://github.com/)
每场比赛	队伍的车辆通过自动驾驶完成比赛任务。比赛分数基于车辆在赛场上行驶的圈数。
练习时间	在练习时间中，队伍可以在场地上测试车辆，也可以更改车辆的机械结构或程序。
队伍	在本文档中，队伍一词包括队伍的 2-3 名参与者（学生），而不包括指导队伍的教练。
车辆控制程序	车辆微处理器/微控制器的一组（或多组）指令，用于从传感器读取值并分析此信息和车辆的先前状态，以便为车辆电机提供解决问题的命令。
WRO	在本文档中，WRO 代表 World Robot Olympiad Association Ltd. 这是一个在全球范围内运营 WRO 并制定所有比赛规则的非营利性组织。
行驶方向	在比赛中机器人必须行驶的方向，随机决定。

附录 A. 解释性方案

1. 移动或撞倒交通标志的解释

在以下方案中，交通标志被视为：

- (a) - 没有被移动
- (b) - 被移动了
- (c) - 移动了但比赛不停止
- (d) - 撞倒了但比赛不停止
- (e) - 移动了，比赛将停止
- (f) - 撞倒了，比赛将停止

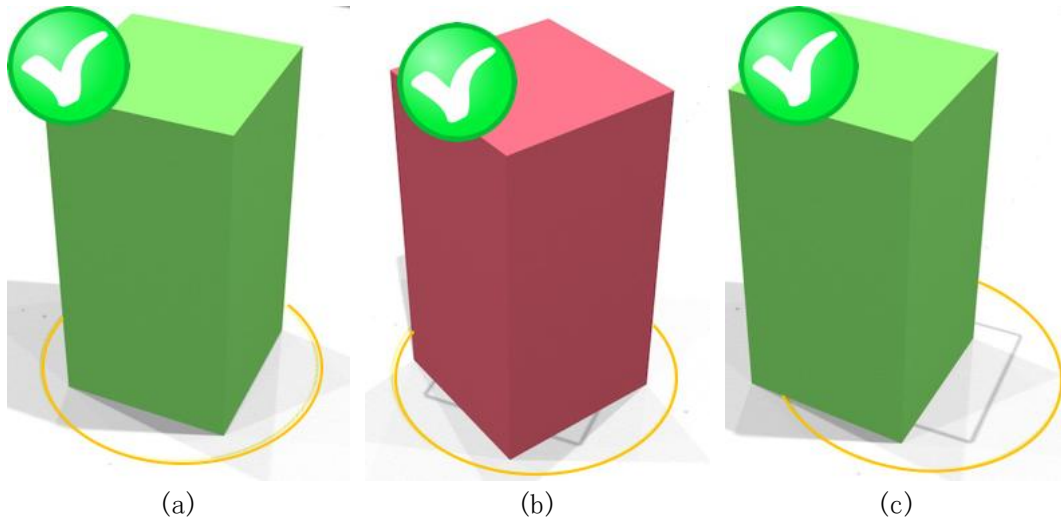
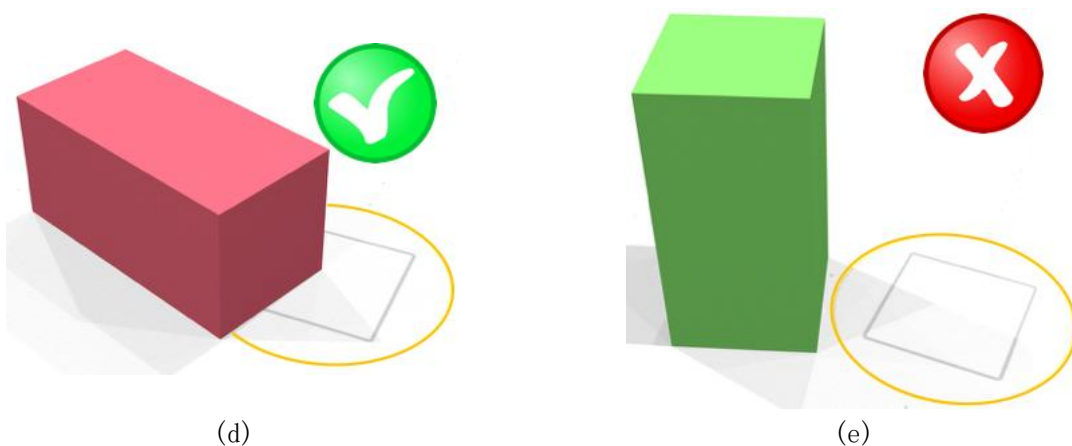
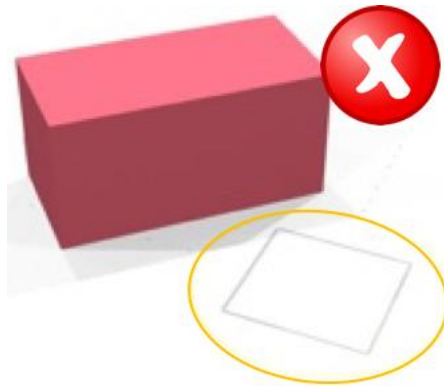


图 14. a) 比赛开始时交通标志的初始位置； b) 交通标志不在位置上，但仍在圆圈内； c) 交通标志部分在圆圈外被视为被移动





(f)

图 15. (d) - 撞倒了标志，部分在圆圈外；(e) - 交通标志完全被移出圆圈外；(d) - 交通标志被撞倒并完全在圆圈外面

2. 在结束路段（起始路段）得分的条件

为了方便识别车辆是否完全停在规定的区域，将以车辆的垂直投影判断。当车辆停止后垂直投影部分在该区外，车辆将视为部分在规定的区域外；反之，如果垂直投影完全在规定的区域内，车辆将视为完全在规定的区域内。

当车辆停止不动超过30秒，裁判才会开始判断车辆是否完全停止在规定区域内。

以下车辆停止的区域是符合规定（绿色打勾）。

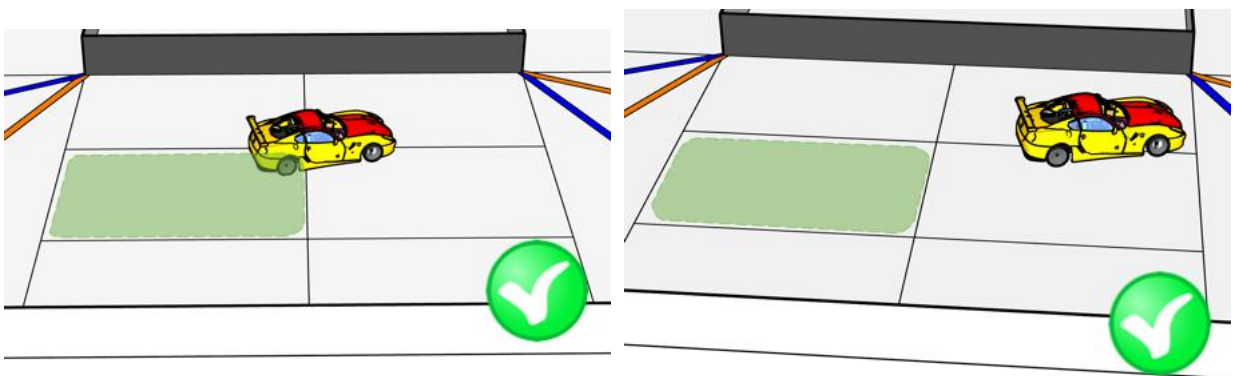


图 16. 车辆完全停止在起始路段内

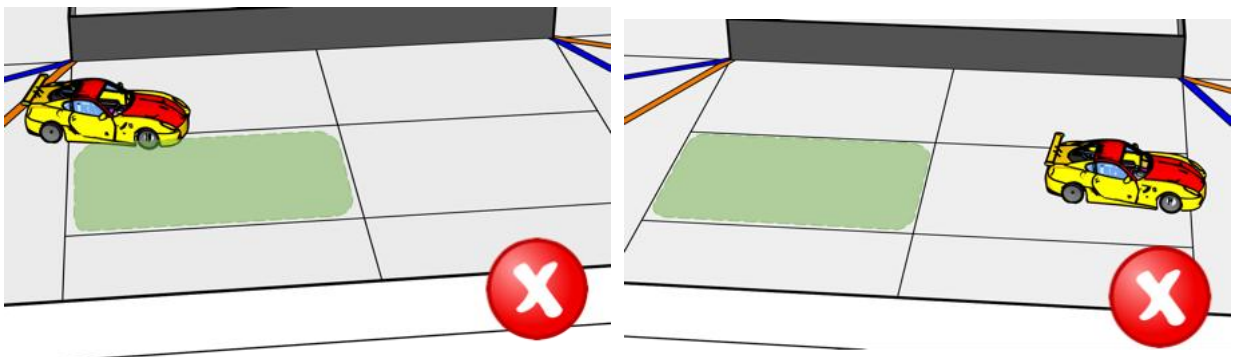


图 17. 车辆停在起始路段外

3. 当车辆完成 3 圈后「通过」起始路段

在开放挑战中，车辆行驶 3 圈后，车辆持续前进而通过起始路段，裁判将立即结束比赛。

以下为判断方式：

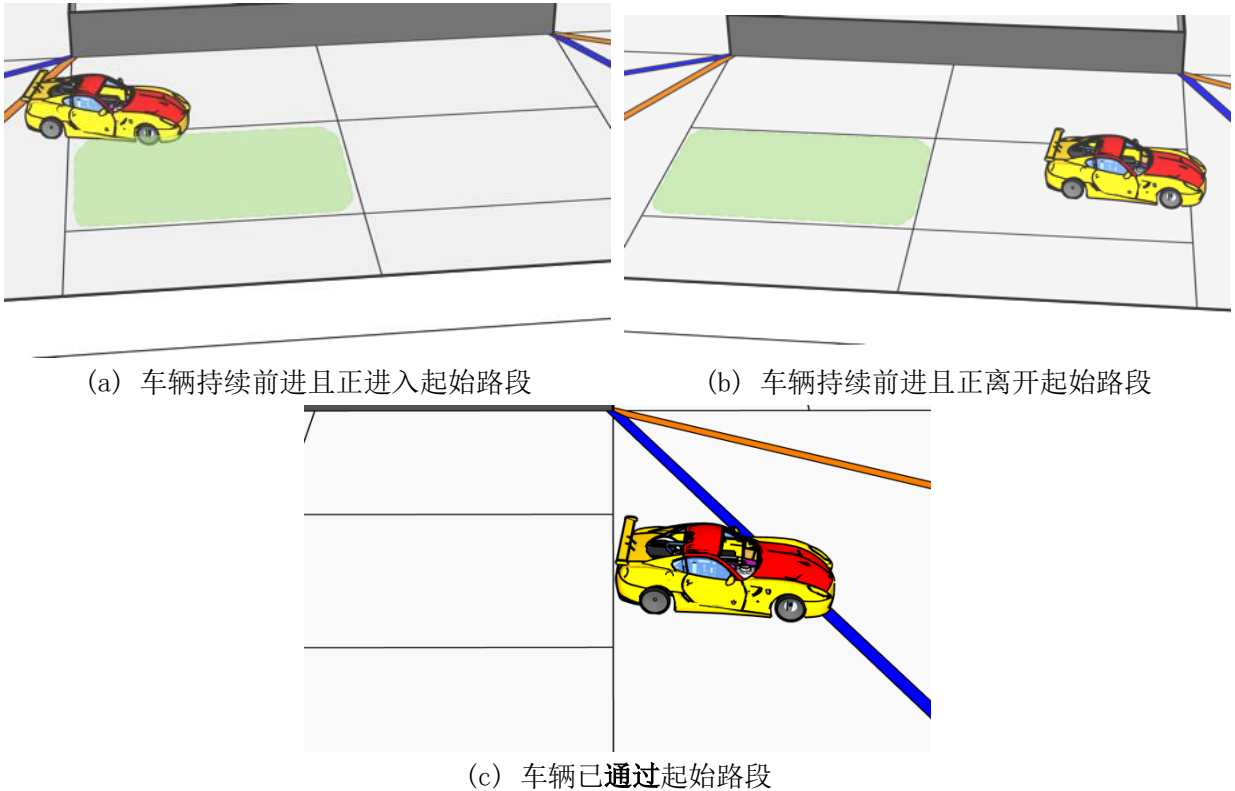
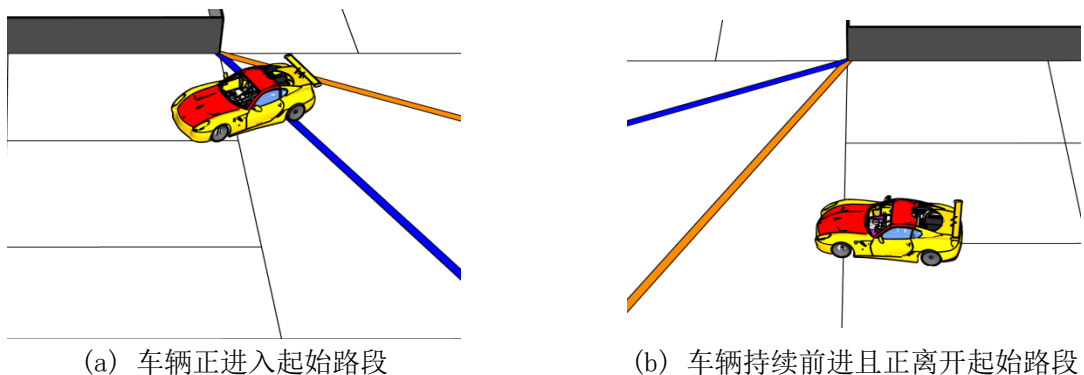
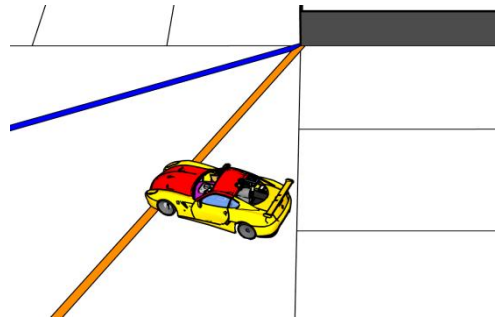


图 18. 车辆逆时针方向通过起始 / 结束路段

如果车辆在行进中，裁判将不会在 (a) 和 (b) 阶段停止计时。但是，当车辆完全进入转弯区 (c) 阶段，裁判将停止秒数，比赛将结束。

同样应用在顺时针。





(c) 车辆已通过起始路段

图 19. 车辆顺时针通过起始 / 结束路段

4. 反方向行驶

比赛期间，车辆只允许在两个路段向与比赛行驶方向相反的方向行驶：改变方向的路段和相邻路段。

考虑以下集中情况：

情况 1： 车辆开始朝相反方向行驶，并在邻近的区域内停止后再持续朝规定方向行驶。

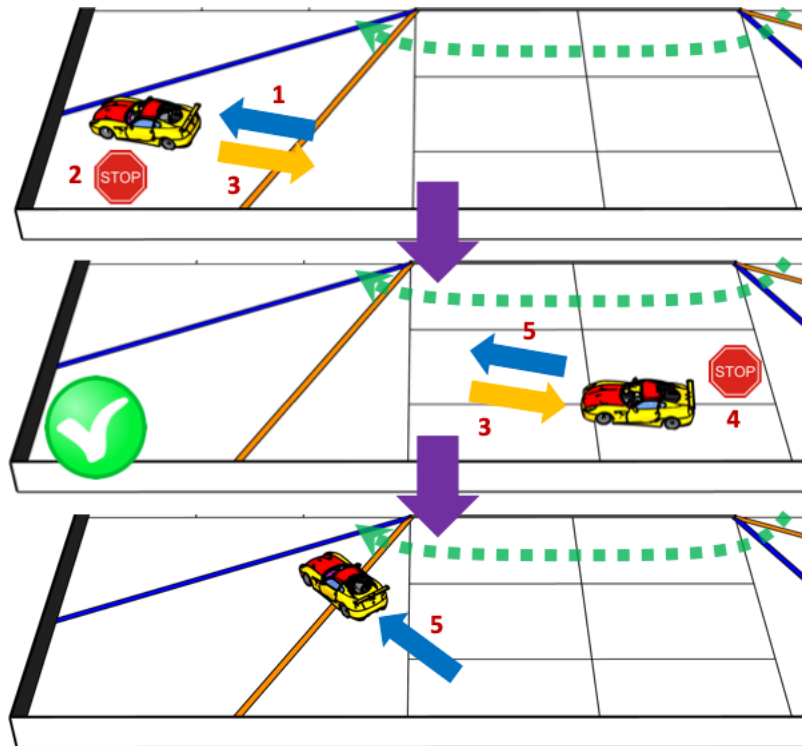


图 20. 在转弯路段允许向反方向行驶

在上图中，比赛行驶方向为顺时针（由靠近墙壁的绿色虚线箭头表示）：

- 阶段1：车辆抵达转弯路段，垂直投影完全在此区域内。
- 阶段2：车辆停止了。
- 阶段3：车辆开始倒退。

- 阶段4: 车辆停在相邻的执行路段，垂直投影完全在此区内且未越过下一个区域。
- 阶段 5: 车辆持续朝着规定的该轮比赛行驶方向行驶。

这些情况是允许的。

情况 2: 车辆开始向相反方向行驶并停在两个路段之间的线上

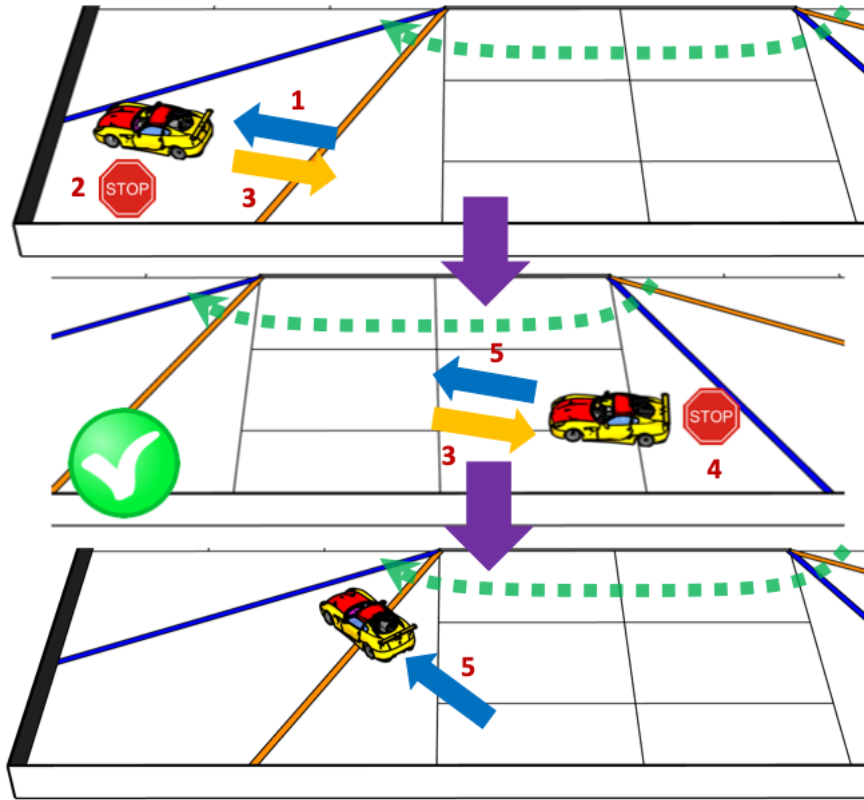


图 21. 车辆开始朝反方向前进，并停在两个区域之间。

在上图中，比赛行驶方向为顺时针（由靠近墙壁的绿色虚线箭头表示）：

- 阶段 1: 车辆到达转弯路段
- 阶段 2: 车辆停止了
- 阶段 3: 车辆开始返回
- 阶段 4: 车辆停在下一段与该段的边界处
- 阶段 5: 继续沿该轮比赛行驶方向行驶

这一系列操作也是允许的。

情况 3: 车辆开始向相反方向行驶并完全移出相邻路段

如果车辆朝反方向行驶，经过相邻区域且车辆完全离开此区，并完全进入相邻的下一个区域，则比赛将停止。

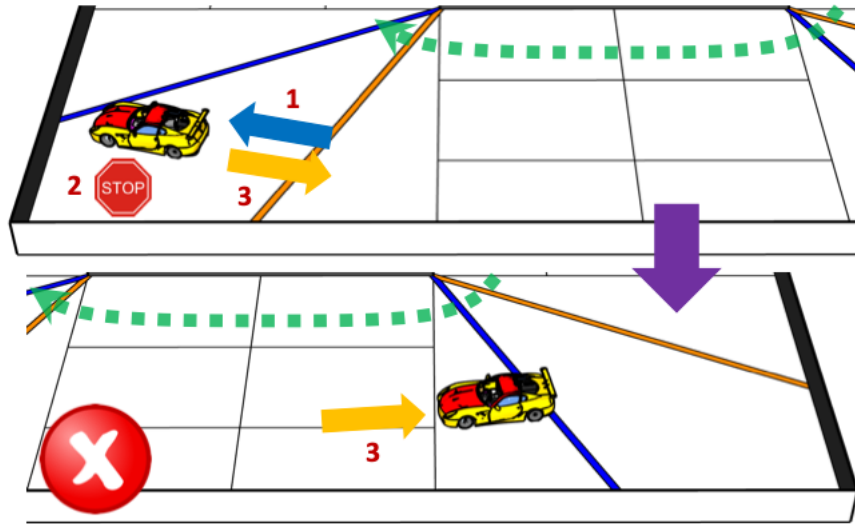


图 22. 不允许在相反方向行驶时完全移出相邻路段

在上图中：

- 阶段 1: 车辆最初沿顺时针方向行驶（由靠近墙壁的绿色虚线箭头表示）
- 阶段 2: 车辆停止了
- 阶段 3: 开始向相反方向行驶并穿过两个路段，因此完全在相邻路段之外。

情况 4: 车辆在两个路段之间的边界上改变了方向

当车辆在两个区域的交界处改变方向，朝着反方向行驶时，则最远仅能行驶到该区与前一个相邻区的交界处。

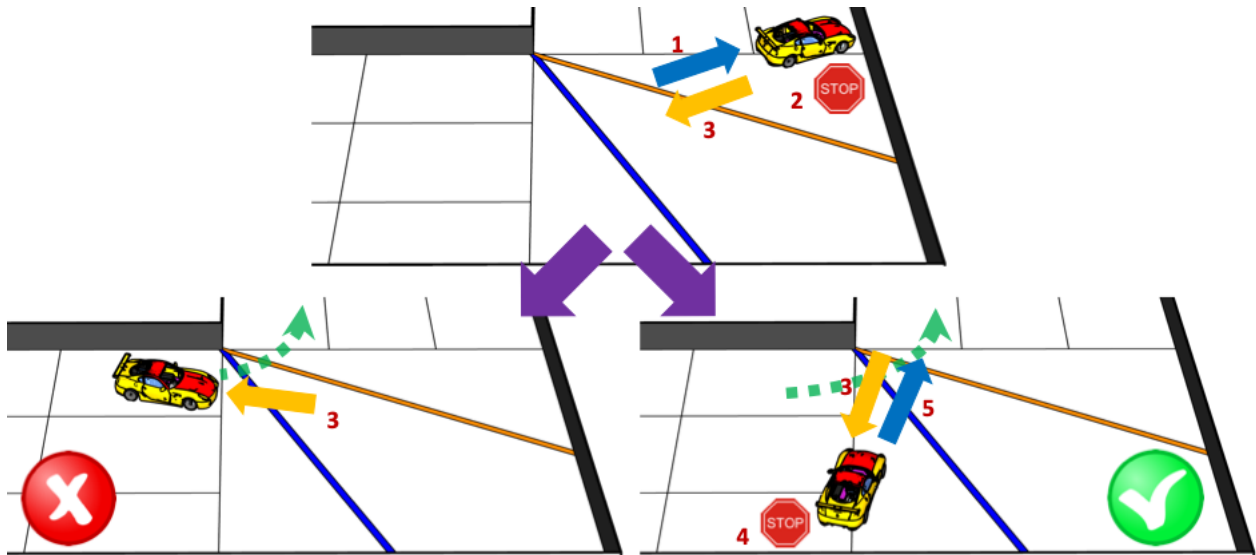


图 23. 车辆部分停在该路段时向相反方向行驶的最远路段

在上图的左侧，考虑了以下场景的最终结果：

- 阶段 1：车辆最初驶过逆时针方向（由靠近墙壁的绿色虚线箭头反映）
- 阶段 2：停在两段之间的线上——比赛行驶方向的前段被认为是改变方向的路段
- 阶段 3：它继续向相反方向行驶并完全通过与改变方向的路段相邻的路段

此类行为将导致比赛立即停止。

比赛可以继续的情况为：

- 阶段 1：车辆最初按逆时针方向行驶（由靠近墙壁的绿色虚线箭头反映）
- 阶段 2：停在两段之间的线上——比赛行驶方向的前段被认为是改变方向的路段
- 阶段 3：车辆改变了方向并开始向相反的方向移动
- 阶段 4：车辆停在两个路段的交界处
- 阶段 5：继续逆时针行驶

由于车辆的投影仍有部分位于相邻区域，因此比赛并未停止。

情况 5：多次改变方向

车辆允许多次改变方向，但需要确定第一次改变方向车辆所在的位置，并依据上述情况来判断车辆允许朝反方向移动的最远距离。

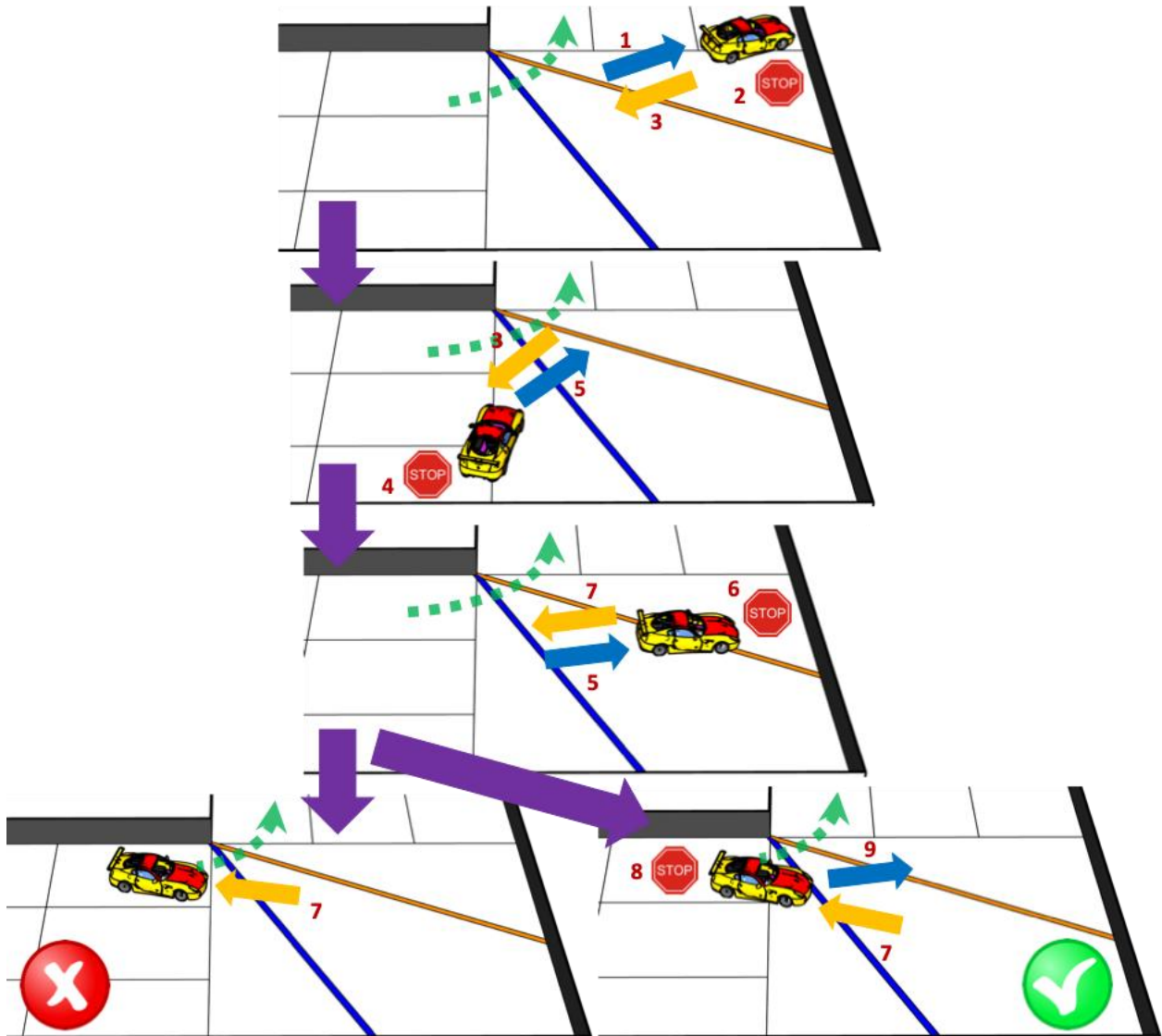


图 24. 允许根据最接近结束路段的部分多次改变方向

如上图说明，允许车辆多次改变方向的情况下：

- 阶段 1：车辆朝向比赛回合行驶方向时逆时针前进（由蓝色箭头为代表）。
- 阶段 2：车辆停止在两区域界线之间并开始后退，视为第一次改变方向。
- 阶段 3：车辆改变方向朝着反方向移动。
- 阶段 4 和 5：车辆部分停在相邻区域边界上，然后延续正确的方向行驶。
- 阶段 6 和 7：车辆再次停止在该区，又朝着反方向移动（第二次改变方向）。
- 如图 28 下左图，车辆完全离开邻近区，则比赛将停止。（以第一次改变方向的位置判定车辆可朝反方向移动的最远距离）
- 如图 28 右下图，车辆仍有部分在邻近的区域内，符合规定，因此比赛将持续不会被停止。

情况 7: 倒着行驶

如果车辆沿比赛行驶方向行驶，则允许从后向向前行驶。

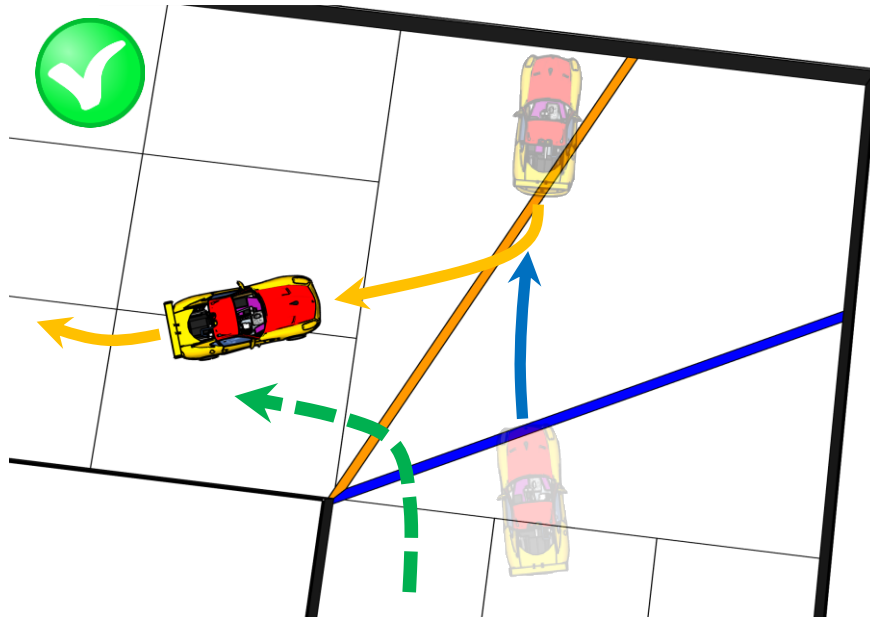


图 25. 按规定方向倒着行驶

在这个方向上，车辆通过交通标志的规则以相同的方式应用于车辆——红色柱必须从右侧通过，绿色柱必须从左侧通过。

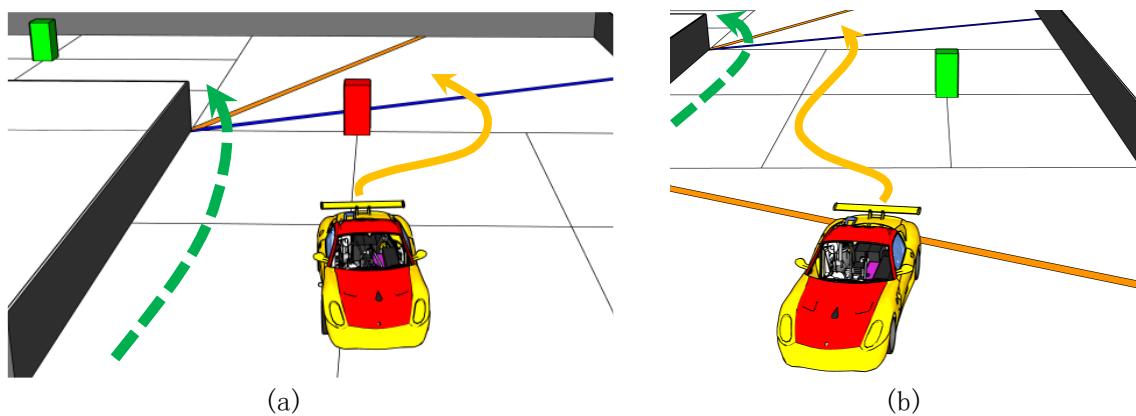


图 26. 倒着行驶时通过交通标志的规则

5. 从错误的一侧通过交通标志

虽然不允许从错误的一侧通过交通标志，但存在一个阈值，车辆可以使用该阈值来识别故障状态并修复行为。

如果车辆开始错误地通过交通标志，而且车辆没有完全通过从内墙到外墙（后来，-半径）和交通标志所在的线，时间将不会停止。

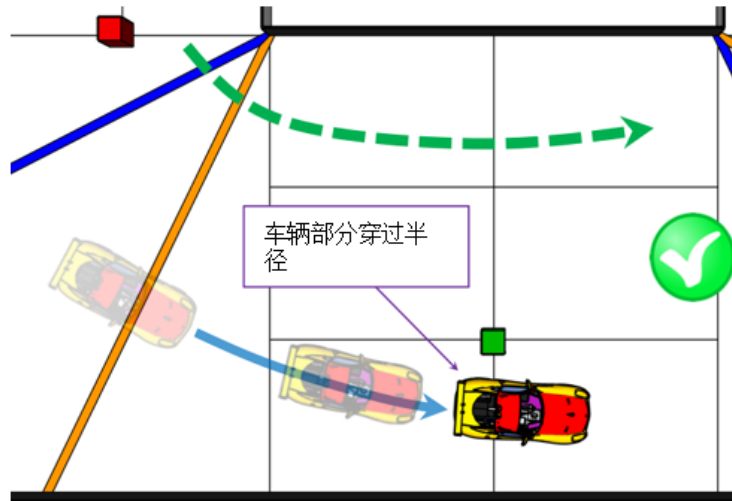


图 27. 车辆从绿柱右侧行驶时未通过半径

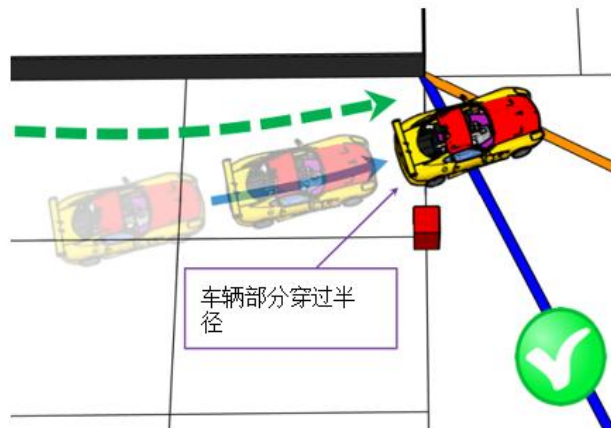


图 28. 车辆从红柱右侧行驶时未通过半径

一旦车辆完全越过半径，裁判将停止比赛

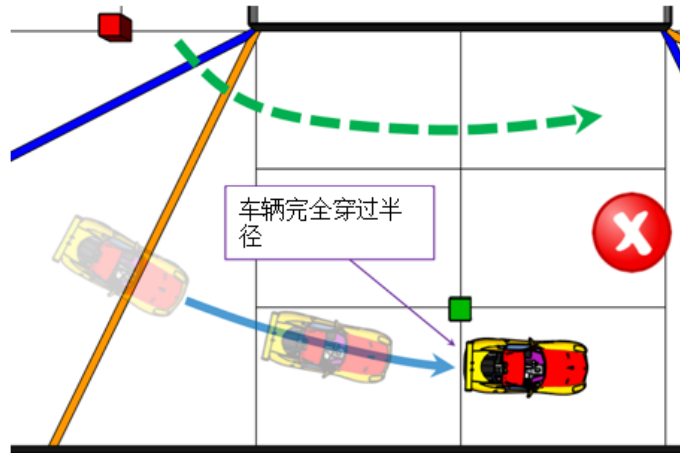


图 29. 车辆从绿柱右侧完全越过半径

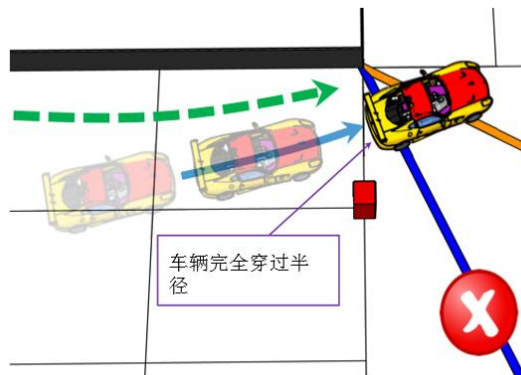


图 30. 车辆从红柱左侧完全越过半径

同样适用于车辆在比赛行驶方向倒着行驶的情况

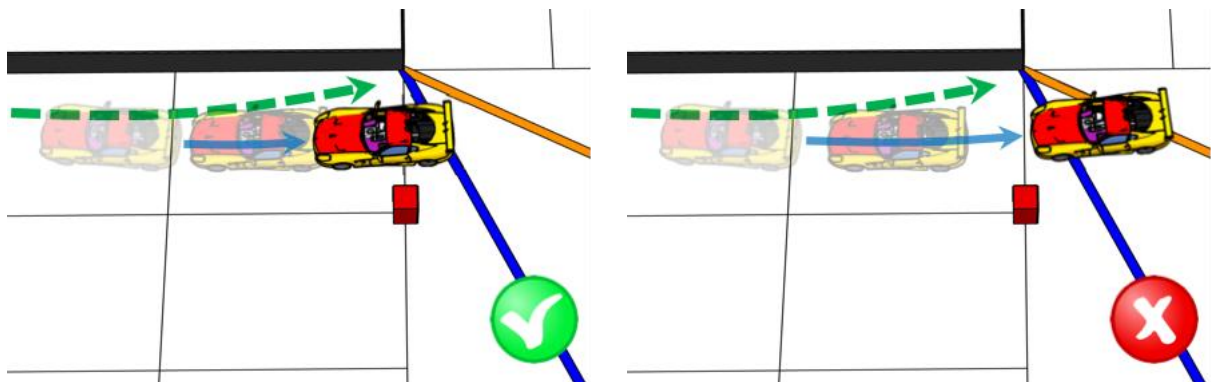


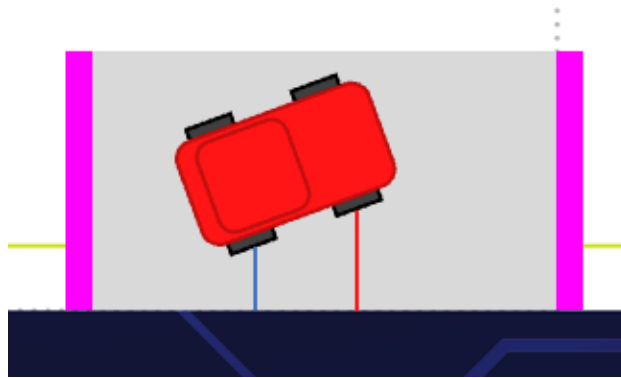
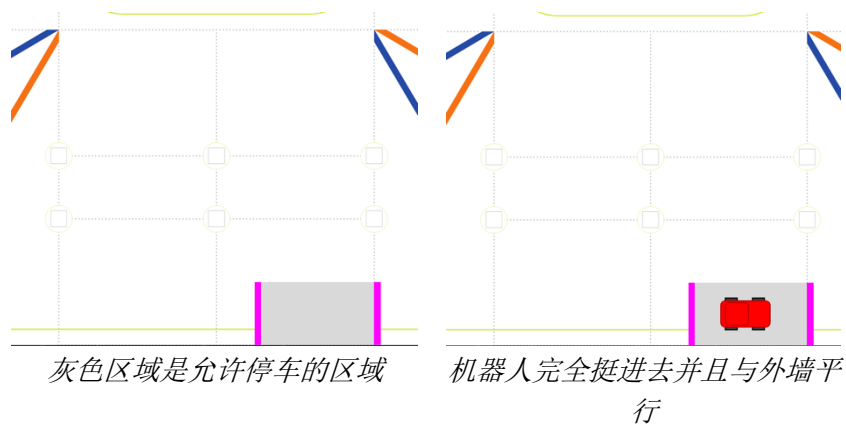
图 31. 车辆倒着行驶时穿过半径

在障碍挑战赛中，只需要在正式的三圈行驶中遵守交通标志的规则。接下来到停车位的路线上，从左侧或右侧通过交通标志都可以。但仍不允许移动交通标志。

6. 在停车位中停车

停车位（在图片中以灰色标记）机器人与场地的墙壁平行停放。如果机器人一侧的两个轮子与墙壁之间的距离相差不超过 2 厘米，则认为机器人是平行的。

提示：通过垂直投影判断车是否完全停进车位



如果无法确定机器人是否已平行停放，则需要测量一侧轮子与墙壁之间的距离。测量将使用两个主要驱动轮进行。如果这两个距离之间的差值大于 2 厘米，则认为机器人没有平行停放。

图 32：完全停进车位的情况

当车辆的投影只有部分在停车位里面时，认为车辆部分停进车位里。

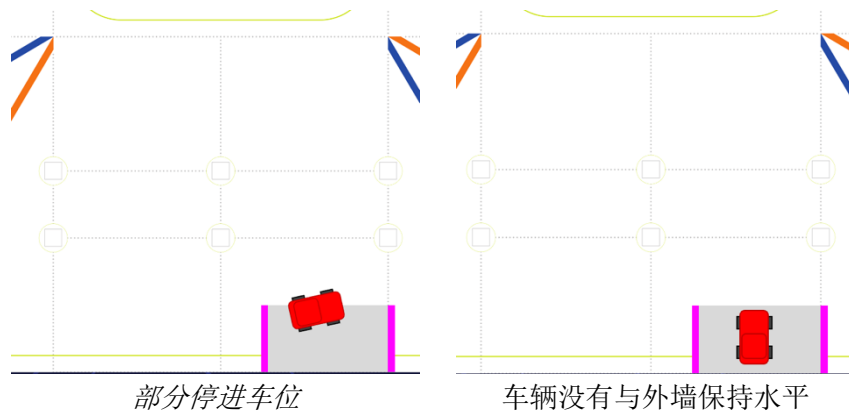


图 33: 部分停进车位的情况

停车位的边界不能被机器人触碰。一旦机器人触碰到边界，则需要停止，且不能获得停车的分数。

附录 B. 全国赛/区域赛比赛场地

国家/地区障碍物挑战的比赛场地准备与国际障碍物挑战的主要区别在于如何建造内墙，因为墙的配置取决于每次开放式挑战前进行的随机设置。

以下是可用于准备内墙部分的建议。

首先，这个建议假设内墙的材料是木材/刨花板/MDF。那么，墙由四部分组成：两个长段和两个短段，每段的厚度相同。这些通过使用确认螺钉或圆顶螺钉和插入螺母固定在一起。每段的高度为 100 毫米。每段的颜色为黑色。

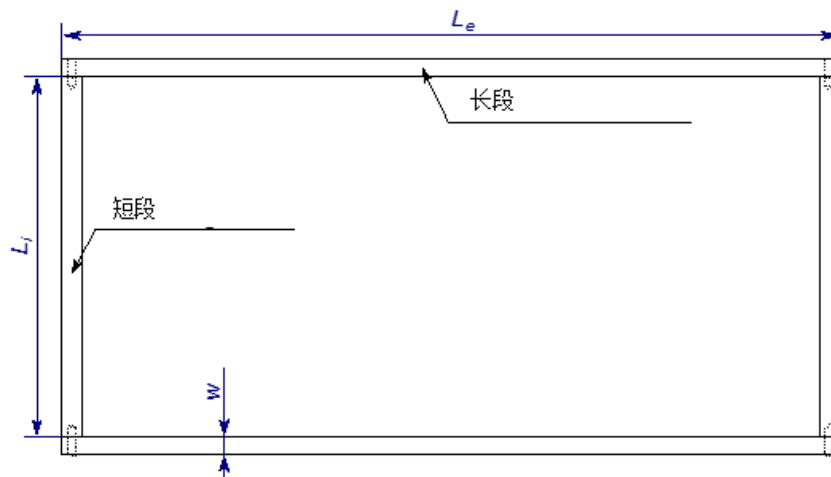


图 34. 内墙的分段设置

因此，准备以下墙壁可以实现内壁的所有可能配置：

长段	短段
2 个长 1000 mm 的墙壁	2 个长 $(1000 - 2w)$ mm 的墙壁
2 个长 1400 mm 的墙壁	2 个长 $(1400 - 2w)$ mm 的墙壁
2 个长 1800 mm 的墙壁	2 个长 $(1800 - 2w)$ mm 的墙壁
	<i>w 代表一个段的厚度</i>

例如，如果墙壁的厚度为 17 毫米，则短段的长度将为 966 毫米、1299 毫米和 1632 毫米。

在比赛前随机化之后，相应的段组合通过螺钉固定在一起并位于场地上。为了使车辆更难移动内墙，可以在墙角的内侧放置一些重物。

附录 C. 工程日志与文档提交要求

C.1 工程日志与 GitHub 代码库的用途

工程日志与 GitHub 代码库共同构成**未来工程师赛项**中，参赛队伍工程实践成果的核心归档材料。

两者需实现四大核心用途：

1. 完整呈现队伍的工程研发过程，而非仅展示机器人成品。
2. 为裁判评判设计决策的合理性与系统思维的完整性提供依据。
3. 文档内容需具备足够详尽度，确保其他队伍可据此复现同款机器人。
4. 当多支队伍的机器人在场馆赛中表现相近时，作为区分队伍实力的关键依据。

文档评审的核心标准**不取决于**排版美观度或篇幅长度，而在于工程论证逻辑的清晰度与深度、测试迭代的完整性，以及系统设计的可复现性。

本评审标准适用于所有年龄段参赛队伍（14-22 岁）。组委会可根据实际情况，增设分年龄段表彰奖项（如青年卓越奖、成年卓越奖、高校卓越奖），但赛事排名与文档评审工作将统一采用本标准。

C.2 文档评审概述

裁判将从五大维度对提交文档进行评审，各维度均采用四级评分制：

1. 移动性能与机械设计
2. 动力与传感器架构
3. 软件架构与障碍应对策略
4. 系统思维与工程决策
5. 可复现性与 GitHub 代码库质量

各维度分值划分为四档：0 分、2 分、4 分、6 分，具体定义如下：

- 0 分：未提供任何有效佐证材料
- 2 分：佐证材料存在明显缺失
- 4 分：工程实践成果达到合格水平
- 6 分：工程实践成果达到先进水平，且论证依据充分

文档评审满分为 **30 分**。

参赛队伍需同时提交以下两类材料：

1. 结构化的工程日志（采用 PDF 或同类可归档格式）

2. 目录清晰的 GitHub 代码库，包含代码文件、计算机辅助设计（CAD）图纸、电路接线说明及其他相关技术文件

裁判仅对规则文件规定的截止日期前提交的文档进行评审。截止日期后，队伍可对代码库进行更新，但更新内容将不计入评审范围。

C.3 评审细则：维度与评分说明

下表为裁判执行评审工作的完整评分细则。

C.3.1 评分标准说明（适用于所有评审维度）

分值	标准	核心解释
6	先进工程实践	设计决策、测试验证、方案取舍及系统思维均具备充分论证依据
4	合格工程实践	工程实践成果完整规范，具备可复现性
2	佐证材料不足	仅提供基础信息，内容不完整或论证依据不充分
0	无有效佐证	材料缺失、内容无关或无法开展有效评审

C.3.2 各维度详细说明

维度 1: 移动性能与机械设计

分值	描述
6	文档包含扭矩与转速的选型论证、设计方案的取舍分析及元器件选型依据；可清晰追溯测试与迭代过程对机械设计的优化作用，及最终对性能提升的影响
4	对底盘结构、驱动及转向系统的说明清晰明确，附带相关设计图纸；其他队伍可依据文档复现同款机械结构
2	仅描述机器人外观形态，未提供设计论证及图纸支撑
0	未提供任何与移动性能及机械设计相关的有效信息，或提供信息不具备关联性

评估要点：

- 底盘设计方案选型依据
- 转向与驱动机构设计
- 扭矩与转速的工程计算及论证
- 机械结构的稳定性与刚度
- 设计方案的论证依据

重点关注：

- 队伍是否理解机械设计对机器人性能的影响机制
- 对驱动与转向方案选型依据的阐述是否清晰
- 是否通过测试验证完成机械设计的迭代优化

维度 2: 动力与传感器架构

分值	描述
6	文档包含动力预算计算、传感器选型取舍分析、基于场地几何特征的传感器布局论证、传感器标定方法、故障点分析，及通过迭代优化提升系统可靠性的佐证材料
4	提供完整电路接线图；对传感器的选型及布局说明清晰；文档内容具备可复现性
2	仅罗列电池及传感器型号，未提供接线图纸或有实际参考价值的说明
0	未提供任何与动力系统及传感器相关的有效信息

评审要点：

- 动力系统架构设计
- 电流消耗测算与配电方案
- 传感器选型与布局设计
- 传感器标定方法
- 电路接线图纸

重点关注：

- 队伍是否完成系统性的配电规划，而非简单的元器件拼接
- 传感器选型及布局的论证依据是否充分
- 是否考虑噪声、干扰、光影等环境因素对系统的影响

维度 3: 软件架构与障碍应对策略

分值	描述
6	文档包含状态机设计及论证依据；对所采用算法（如 PID 控制、计算机视觉算法、惯性测量单元数据融合算法等）的选型理由充分；可有效处理各类边界场景；对测试与参数调优过程的描述完整，包含性能评估所采用的量化指标
4	提供软件流程图；对程序模块及功能的说明清晰；障碍应对逻辑描述明确，具备可复现性
2	对软件及障碍应对策略的描述较为基础，内容缺乏足够细节，且无清晰的架构逻辑
0	仅粘贴代码内容，未附任何说明；或文档内容无法体现机器人的障碍应对策略

评审要点:

- 代码模块化设计与架构逻辑
- 状态机设计或控制流程
- 循线行驶与障碍合规应对策略
- 算法选型说明
- 基础代码注释与文档

重点关注:

- 队伍是否理解软件架构对机器人行为的支撑作用
- 循线行驶、避障及边线合规等核心策略的阐述是否清晰
- 是否通过测试与调优优化代码性能，而非仅提交最终版本代码

维度 4: 系统思维与工程决策

分值	描述
6	文档明确界定设计约束条件；对方案取舍及迭代流程的描述完整；分析潜在风险与故障模式，并提出相应的缓解措施；文档中包含基于实测数据的决策论证，例如“选择方案 X 而非方案 Y 的原因是……”
4	完成各子系统的映射关系梳理，对系统间交互逻辑的说明清晰；对设计约束条件有基础的分析与论述
2	对设计决策有一定的说明，但内容不完整或论证较为浅显
0	未体现任何设计决策过程；文档仅描述最终成品，未说明方案选型的论证过程

评审要点：

- 各子系统（移动、动力、传感、软件、机架）的协同工作机制
- 设计决策的工程论证依据
- 设计约束条件与方案取舍
- 迭代与测试流程
- 风险识别与缓解措施

重点关注：

- 队伍是否具备系统思维，将机器人视为有机整体而非独立部件的组合
- 在动力、重量、算力、时间等约束条件下，设计决策是否合理

维度 5: 可复现性与 GitHub 代码库质量

分值	描述
6	其他队伍可完全依据文档复现同款机器人；GitHub 代码库目录结构清晰，提交说明详实规范，包含完整的测试流程文档，及版本迭代或更新日志
4	代码库说明文档（README）篇幅不少于 5000 字符；包含规定次数的有效提交记录；涵盖计算机辅助设计（CAD）图纸、代码文件及电路接线说明等核心材料；其他队伍可通过合理投入复现同款机器人

分值	描述
2	代码库已建立，但目录结构混乱，核心文件缺失或描述不清，整体可复现性较差
0	未提交 GitHub 代码库、代码库无法访问，或内容残缺导致无法开展评审工作

评审要点：

- GitHub 代码库的目录结构与可读性
- 提交记录（至少包含 3 条有效提交说明）
- 说明文档（README）的内容与结构
- 文件组织规范性
- 计算机辅助设计（CAD）图纸、代码、电路接线说明及相关技术文件的完整性
- 机器人设计的可复现性

重点关注：

- 文档是否具备专业水准与实际应用价值
- 代码库是否完整反映工程研发过程，而非仅上传最终版本代码

C.4 裁判快速参考指南

本节为裁判提供单页评审速查手册，便于评分工作高效开展。

C.4.1 评分细则简表

评审维度	0 分（无有效佐证）	2 分（佐证材料不足）	4 分（合格工程实践）	6 分（先进工程实践）
移动性能与机械设计	无任何机械设计相关信息	仅描述机器人外观形态	机械设计说明清晰，附带图纸，具备可复现性	包含扭矩与转速论证、方案取舍分析、测试验证及完整论证依据
动力与传感器架构	无任何动力或传感器相关信息	仅罗列元器件型号	提供接线图纸，传感器选型及布局说明清晰，具备可复现性	包含动力预算计算、传感器选型取舍、布局论证、标定方法及故障应对方案

软件架构与障碍应对策略	未说明代码功能或障碍应对策略	对软件的描述较为基础	提供流程图，程序模块说明清晰，障碍应对逻辑具备可复现性	算法选型论证充分，包含状态机设计，可处理边界场景，附带量化测试指标
系统思维与工程决策	未体现任何设计决策过程	对设计决策有一定说明，但内容不完整	完成子系统映射，对系统交互逻辑说明清晰	明确约束条件，分析方案取舍与迭代流程，识别风险及缓解措施，提供“选择方案 X 而非 Y”的论证依据
可复现性与 GitHub 代码库质量	代码库缺失或无法访问	目录结构混乱，文件残缺，可复现性差	包含说明文档、设计图纸、接线图及代码，具备可复现性	可完全复现机器人，代码库结构规范，提交记录详实，包含测试流程与版本日志

C. 4.2 推荐评审流程（15-20 分钟）

1. 打开参赛队伍的 GitHub 代码库，定位说明文档（README）及核心文件夹。
2. 浏览工程日志，定位与五大评审维度对应的内容模块。
3. 针对各维度，对照 0 分、2 分、4 分、6 分的评分标准，核查佐证材料。
4. 仅依据提交材料，为各维度评定对应分值。
5. 评分过程中，避免受队伍国籍、年龄、语言表述或主观印象的影响。
6. 记录各维度分值，如需补充说明，可添加简短评语。

文档的语言表达质量不影响评分，除非语言问题导致工程论证逻辑无法被准确理解。

C. 5 队伍自查清单

参赛队伍可在提交文档前，依据本清单完成自查。

C. 5.1 通用要求

- 工程日志完整记录机器人的研发过程，而非仅罗列组装步骤
- GitHub 代码库目录结构清晰，包含所有核心技术文件
- 文档内容重点说明设计决策的论证依据，而非仅描述最终成品

C. 5.2 分维度自查项

移动性能与机械设计

- 已说明底盘与驱动系统的选型依据
- 已附带机械结构布局图纸
- 已描述通过测试优化设计的具体过程

动力与传感器架构

- 已说明动力分配与稳压方案
- 已论证传感器选型及布局的合理性
- 已提供至少一份电路接线图及传感器标定方法说明

软件架构与障碍应对策略

- 已提供软件流程图或状态机设计图
- 已说明循线行驶与障碍应对的核心逻辑
- 已描述代码测试与参数调优的相关内容

系统思维与工程决策

- 已明确界定设计约束条件（如动力、重量、时间、算力限制等）
- 已至少分析一项设计方案的取舍，并说明选型依据
- 已展示设计方案的迭代过程（如 V1.0、V2.0、V3.0 版本演进）

可复现性与 GitHub 代码库质量

- 其他队伍可依据提交文档复现同款机器人
- 说明文档（README）已清晰阐述系统工作原理及机器人搭建流程
- 代码库包含至少 3 条有效提交记录，且提交说明规范详实
- 计算机辅助设计（CAD）图纸、电路接线图及代码文件均已上传至代码库

C.6 青少年队伍术语释义

本术语表专为 14-16 岁参赛队伍编制，同时适用于所有年龄段队伍参考。

- **设计约束：**研发过程中需遵守的限制条件，如机器人最大重量、电池容量限制、预算上限、研发周期等。

- **方案取舍：**在两种或多种设计方案中进行选择，优化某项性能的同时可能导致另一项性能下降（例如提升速度的同时，牺牲控制精度）。
- **扭矩：**电机输出的转动力矩。扭矩越大，越有利于驱动较重负载或爬坡。
- **动力预算：**对机器人各部件的电流及功耗进行估算，判断电池与稳压模块是否可满足系统需求。
- **状态机：**一种描述机器人行为逻辑的方法，将机器人工作模式划分为若干“状态”（如搜索状态、循线状态、避障状态），并定义各状态间的切换规则。
- **标定：**通过调整传感器读数或控制参数，使机器人的测量数据准确可靠，行为符合预期设计。
- **噪声：**传感器读数或电路信号中存在的无用干扰信号，可能导致机器人运行状态不稳定。
- **迭代：**通过重复“规划 – 搭建 – 测试 – 优化”的流程，实现设计方案的持续改进。方案的 V1.0、V2.0、V3.0 版本即为迭代产物。
- **故障模式：**机器人可能出现的失效或性能不佳的情形，例如车轮打滑、传感器受强光干扰无法正常工作等。
- **可复现性：**其他队伍依据提交文档，能够搭建出同款机器人并实现相近性能的能力。

C.7 各维度分值对应示例

- 以下示例内容经过简化提炼，清晰展示 0 分、2 分、4 分、6 分四个等级的核心差异。

C.7.1 移动性能与机械设计

• 6 分示例

我们测试了两种齿轮传动比方案：1:30 和 1:50。采用 1:30 传动比时，机器人速度更快，但在停车线前的制动精度不足；采用 1:50 传动比时，机器人加速能力有所下降，但在急转弯时的操控稳定性显著提升。通过 20 组测试验证，1:50 传动比方案可将单圈成绩的稳定性从 60% 提升至 85%，因此我们最终选定该方案。

• 4 分示例

我们的机器人采用差速驱动方案，搭载两台 12 伏直流电机及全向轮。底盘布局与电机安装方式详见图 3。机器人通过调节左右电机转速差实现转向功能。底盘轴距与轮距尺寸详见附录 A 的尺寸标注图。

• 2 分示例

我们的机器人底盘结构坚固，配备四轮与双电机驱动，在赛道上行驶稳定，操控性能良好。

• 0 分示例

下图为机器人实物照片。（无任何附加说明）

C.7.2 动力与传感器架构

• 6 分示例

机器人在加速峰值阶段，驱动电机的总电流消耗约为 3.2 安培，电子元器件的电流消耗约为 0.8 安培。据此，我们选定 5 安培降压稳压模块。我们对两种相机安装位置进行了测试：初始安装位置易受顶灯强光干扰，随后将相机上移 3 厘米并向下倾斜 10 度，调整后障碍物误检率降低 40%。

• 4 分示例

电路接线图详见图 5。系统采用三芯锂聚合物电池供电，12 伏电压线路为电机供电，5 伏稳压线路为树莓派及各传感器供电。机器人前侧两角各安装一台飞行时间（ToF）传感器，用于检测立柱障碍物，其布局设计可实现机器人两侧区域的全覆盖。

• 2 分示例

我们选用锂聚合物电池作为动力源，搭载的传感器包括两台超声波传感器、一台摄像头及一个惯性测量单元（IMU），所有元器件均连接至电源分配板。

- 0 分示例

未提及任何动力分配方案或传感器布局信息。

C. 7.3 软件架构与障碍应对策略

- 6 分示例

我们的循线算法采用比例控制器，控制参数基于检测到的车道中心线横向偏移量计算得出。前期测试中曾尝试开关控制算法，但该算法在弯道处易出现明显震荡。图 8 为系统有限状态机设计，包含循线、左侧避障、右侧避障三种工作状态。我们通过统计单圈算法干预次数，完成控制器参数调优，实现干预次数的最小化。

- 4 分示例

主程序流程图详见图 7。程序运行逻辑为：首先完成车道检测，计算转向角度，随后检测立柱障碍物并调整行驶路径。流程图中的各功能模块均通过独立 Python 程序模块实现，具体说明详见正文内容。

- 2 分示例

我们编写的程序可读取摄像头与传感器数据，并据此控制电机运行。当机器人检测到障碍物时，会执行转向规避动作。

- 0 分示例

仅粘贴代码内容，未说明代码功能或机器人行为逻辑。

C. 7.4 系统思维与工程决策

- 6 分示例

我们对两种系统架构方案进行了评估：纯机载视觉方案与机器人 – 边缘计算分体式方案。考虑到分体式方案存在通信延迟问题，且对无线信号稳定性依赖较高，我们最终选定纯机载视觉方案。该方案虽会增加中央处理器（CPU）负载，但系统独立性更强。为控制算力消耗，我们将摄像头帧率从 30 帧 / 秒降至 15 帧 / 秒，确保中央处理器（CPU）占用率低于 70%。我们在风险分析表中明确指出，过热是系统主要潜在故障模式，因此增设散热风扇，并通过 15 分钟持续运行测试验证，系统温度可稳定控制在 60 摄氏度以下。

- 4 分示例

系统整体架构框图详见图 2。图中清晰展示驱动、传感、计算、动力四大子系统的连接关系，正文内容对各子系统如何协同完成单圈行驶任务进行了简要说明。

- 2 分示例

赛季研发过程中，我们完成了多项设计调整，例如更换电机型号、调整传感器安装位置等。文档对上述调整内容进行了描述，但未提供详细论证依据。

- **0 分示例**

文档仅描述机器人最终设计方案，未提及任何设计决策过程、方案取舍分析或问题解决措施。

C.7.5 可复现性与 GitHub 代码库质量

- **6 分示例**

我们的 GitHub 代码库包含完整的代码文件、计算机辅助设计 (CAD) 图纸、立体光刻 (STL) 模型文件及电路接线图。说明文档 (README) 提供机器人的分步组装指南。所有重要设计变更均有对应的提交记录，提交说明规范详实，例如“完成 PID 控制器参数调优”“优化立柱障碍物检测算法”等。代码库中的 v1.0 版本对应区域赛参赛机器人，v2.0 版本对应总决赛参赛机器人。测试流程的详细说明详见 tests.md 文件。

- **4 分示例**

代码库包含完整代码包、三维模型文件及电路接线图。说明文档 (README) 详细阐述了软件安装步骤与主程序运行方法。代码库提交记录不少于 3 条，可完整反映研发进度。

- **2 分示例**

我们已将最终版本代码上传至 GitHub 代码库，说明文档 (README) 对机器人进行了简要介绍。

- **0 分示例**

未提交代码库、代码库为空，或代码库无法被裁判正常访问。

附录 D. 最小机电组件

下面的列表表示可用于车辆机电部件的设备列表。这是建议而不是要求。队伍自行决定是否遵循这些建议。

- 单片机：它将用于实时视频处理、分析传感器数据、向电机控制器发送/管理信号
- 单板微控制器+电机屏蔽：这种设备组合接收来自 SBC 的管理信号并与电机相应地运行
- 广角摄像头
- 两个距离传感器
- 两个光传感器
- 伺服电机：控制转向
- 带变速箱的直流电机：控制车辆的速度
- 至少一个编码器：允许车辆测量直流电机的角速度
- IMU（惯性测量单元）——这通常是陀螺仪和加速度计的组合：可用于改进车辆导航
- 两块电池：一块用于 SBC 和 SBM，另一块用于电机
- 稳压器：需要为 SBC/SBM 提供足够的电源
- 两个开关将电池连接到电力消费者：SBC/SBM、电机
- 按钮：它可以用作开始比赛的触发器

车辆配置范例：

- 遥控 (RC) 车辆的底盘
- 主控制器——Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>)，以及用于保存操作系统和程序的 MicroSD 卡
- 带超广角镜头的相机模块 (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>)
- 电机和传感器控制器——Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) 带有原型开发板 ([https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno- 尺寸](https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-尺寸))
- 直流电机控制器 (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>)
- 驱动车辆的直流电机（可以是底盘的一部分）
- 用于转向的伺服电机（可以是底盘的一部分）
- IMU 传感器 (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- 2 个超声波距离传感器 (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
- 2 个模拟线路传感器 (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
- 旋转编码器 (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)
- 带集线器的外部 USB 电池，可在 Raspberry Pi 和 Arduino 之间分配电量
- 适用于为直流电机供电的附加电池（可能是底盘的一部分）