



世界青少年机器人奥林匹克竞赛

未来工程师 智驾飞车

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	特殊规则.....	8
7	GitHub 上的工程文件.....	8
8	比赛轮次.....	9
9	比赛规则.....	13
10	计分.....	15
11	机器人（车辆）.....	17
12	比赛形式及规则.....	19
13	比赛赛台及设备.....	19
14	词汇表.....	22
	附录 A 对一些问题的说明.....	24
	附录 B 全国赛/区域赛的比赛场地.....	36
	附录 C 工程笔记与文档提交要求.....	37
	附录 D 机电部件的最小组成.....	46

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加亮标示，重要的更新见下表:

6	2026 赛季将启用特殊规则
7	关于截止日期及文件审核的说明
8 和 10	只有在完成整轮比赛后，方可获得泊位区启动的得分
12.11	多日赛期间，机器人应一直留存在场馆内
A.3	关于三轮后离开启动区的说明
C.	关于文件评分标准及补充信息

请注意，在本赛季期中，WRO 官网的“问与答”板块会对规则进行说明或增加。这些答复可视为对规则的补充。

在网页 <https://wro-association.org/competition/questions-answers/>上可以找到 WRO 2026 “问与答”版块。

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，也是国际赛的评判依据。各国 WRO 组委会有权对本国比赛进行适当的调整以适应当地环境。所有参加本国 WRO 比赛的队伍都应遵守该国组委会发布的总则。

1 概述

简介

参加 WRO 未来工程师各项比赛的队伍应关注工程流程的所有环节。参赛队可记录整个过程并建立公开的 GitHub 程序库而得分。挑战内容每年会有 20% 到 30% 的变动，每 4 到 5 年，整个挑战都会发生改变。

在自动驾驶汽车挑战赛中，一台机器人在每轮比赛中要能在随机变化的赛道上自主行驶。

关注的范围

每个 WRO 项目都特别强调用机器人进行学习。在 WRO 未来工程师各项比赛中，学生们将着重了解和领悟以下方面：

- 使用计算机视觉和传感器融合来估算场地和车辆自身的状态。
- 采用开源硬件（如机电部件和控制器）组成实用车辆。
- 对具有运动部件且有别于差速驱动（例如转向）运动学的机器人的行动规划与控制。
- 解决问题的最佳策略，包括其稳定性。
- 团队合作、沟通、解决问题、项目管理及创造性。
- 展示工程进展及设计策略的工程笔记。

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/>

学习极其重要

WRO 旨在激励全球范围内与科学、技术、工程和数学相关学科的学生，并希望学生们通过我们竞赛中的趣味性学习来提升自己的技能。因此，以下方面对于我们所有的竞赛项目来说都是至关重要的：

- ❖ 教师、家长或其他成人可以帮助、指导或启发队伍，但是不得构建机器人或编程。
- ❖ 各参赛队、教练和裁判都认同 WRO 基本原则和 WRO 道德准则，这应使我们所有人都明白进行的是一场公平且富有学习意义的竞赛。
- ❖ 比赛当天，各队和教练都会尊重评委所做出的最终决定，并与其他队伍及评委一起努力确保比赛的公平性。

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

2 参赛队及年龄分组

- 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 参赛队员年龄为 14-22 岁（在 2026 赛季，应为 2004-2012 年出生的人）。
- 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 责任及参赛队自身的工作

- 3.1 参赛队应公平竞争，尊重其他队伍、教练、评委及赛事组织人员。参加 WRO 比赛，参赛队和教练均应接受 WRO 的基本原则，这些原则可在 link.wro-association.org/Ethics-Code 中找到。
- 3.2 参赛队和教练均应签署 WRO 道德守则。竞赛组委会将确定收集并签署该守则的方法。
- 3.3 车辆的编程及构建（如适用）只能由参赛队完成。教练的任务是从组织上协助参赛队，并在出现疑问或问题时为其提供支持，但不得亲自进行车辆的编程及构建（如适用）。这也适用于比赛当天及赛前的准备。
- 3.4 比赛开始后，参赛队不得以任何方式与场外人员交流。如有交流的必要时，应获得评委的允许，并应在评委的监督下进行。
- 3.5 比赛场馆内，参赛队员不得携带和使用手机或其它通信设备。
- 3.6 禁止破坏或篡改比赛场地/桌子、材料或其他参赛队的车辆。
- 3.7 不得使用 (a) 与在线销售或发布的解决方案相同或过于相似或 (b) 与竞赛中的其它解决方案相同或过于相似的解决方案（硬件和/或软件），且明显不是参赛队自己的作品。这包括来自同一机构和/或国家/地区的参赛队的解决方案。用模块化套件构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的车辆，所以对这些车辆不会进行剽窃检查。
- 3.8 如果对是否违反规则 3.3 和 3.7 有疑问，参赛队将接受检查，检查结果可能是 3.9 中提到的任何一种。在适当的情况下，规则 3.9.4 可用于阻止接受调查的参赛队进入下一个比赛阶段，即使该队伍可能在已确定存在犯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，评委可以决定以下一种或多种处罚。在做出决定之前，可能会针对参赛队或个别队员进行问辩，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 犯规队可能被取消一轮或多轮的比赛资格。
 - 3.9.2 犯规队可能被扣除一轮或多轮比赛得分的 50%。
 - 3.9.3 犯规队可能被取消晋级下一场比赛的资格。
 - 3.9.4 犯规队可能被取消参加全国赛或国际赛的晋级资格。

3.9.5 犯规队可能被完全取消参赛资格。

请注意：我们要强调一些在往届比赛中导致处罚的反复出现的犯规行为。请牢记这些要点，以避免在竞赛期间出现不必要的延误，并防止受罚：

- 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所述的启动流程操作，一个按钮用于接通机器人电源，另一个按钮用于启动程序。不得有其它额外操作（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可被公众访问。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 节）。
- 独立开发机器人：各参赛队必须独立开发机器人（见第 3 节）。不得联合开发机器人，并仅对机器人进行微小调整以使其在外观上有所不同。此类机器人仍将被视为完全相同。这种行为属于蓄意欺骗，是构成违反“道德守则”的行为。

4 比赛文件及规则层级结构

4.1 WRO 每年都会发布本赛项新的通用规则，包括对自动驾驶比赛规则的具体说明。这些规则是所有国际 WRO 活动的依据。

4.2 在赛季期间，WRO 可能会发布一些额外的问答内容（即“Q&A”），用来阐明、扩展或重新定义比赛规则及通用规则文件中的内容。各参赛队应在赛前阅读这些问答内容。

4.3 不同国家的通用规则和问答内容可能会有所差异，这是因为各国家组委会根据当地情况进行了一些调整。各参赛队应了解本国的规则。对于任何国际级别的 WRO 活动，只有 WRO 发布的信息才是有效的。获得任何国际 WRO 活动参赛资格的队伍应了解与本国规则可能存在的差异。

4.4 比赛当天，将按以下规则层级执裁：

4.4.1 本通用规则为这一比赛规则奠定了基础。

4.4.2 问答版块的信息能够覆盖比赛规则及通用规则中的规定。

4.4.3. 比赛中，主评委有最终裁定权。

5 比赛介绍及比赛场地

本赛季的“智驾飞车”比赛形式为“时间挑战赛”：赛道上不会有多台车辆同时行驶。每次比赛中时，只有一辆车会尝试以完全自动驾驶的方式完成多圈行驶，争取最短用时。有如下两种挑战赛：

竞速赛：车辆必须在赛道围墙内有随机布置的赛道上行驶三圈。

障碍赛：车辆必须在赛道上行驶三圈，赛道上有随机设置绿色和红色立柱作为交通标志。这些交通标志将指示车辆应沿哪一侧行驶。红色立柱表示车辆应沿其右侧行驶。绿色立柱表示车辆应沿其左侧行驶。车辆不得移动任何交通标志。机器人完成三圈行驶后，必须找到泊位，并平行于围墙停车。

每轮比赛，车辆在赛道上的启动方向有所不同（顺时针或逆时针）。车辆的启动区域、交通标志的数量和位置是在每轮比赛前（即计时结束后）抽签随机设定的。下图展示了比赛场地及比赛中的各种物体。

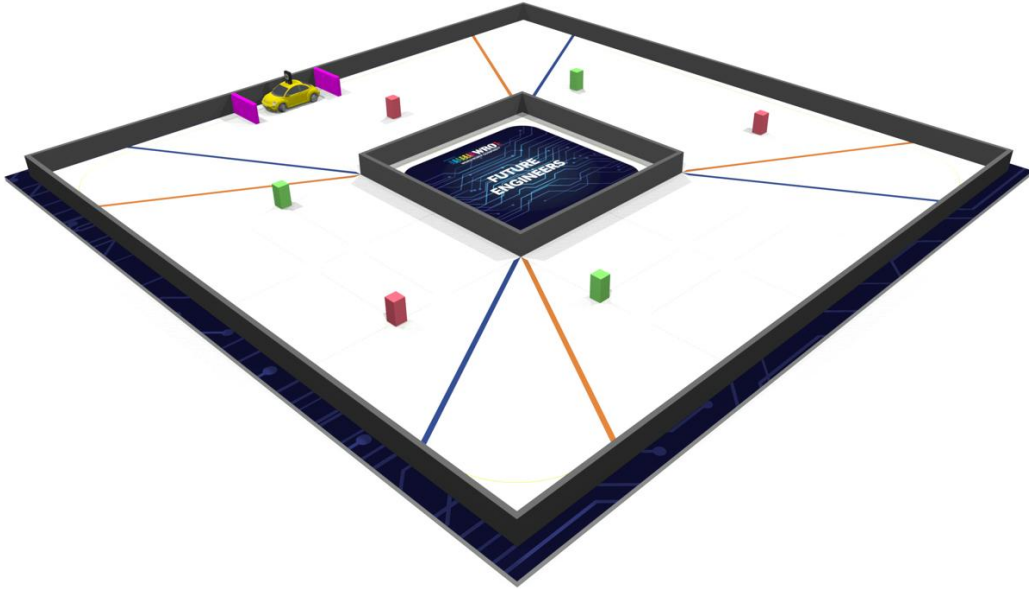


图 1 比赛场地及其上的物品

比赛场地就是一条赛道，其上设置了交通标志（彩色障碍物-立柱）。

赛道由 8 个 1000mm×1000mm 的正方形区域组成：四个弯道区和四个直行区。在图 2 中，弯道区用红色虚线标记。直行区用蓝色虚线标记。这些红、蓝虚线在场地上并未真正画出，如图 1 所示。

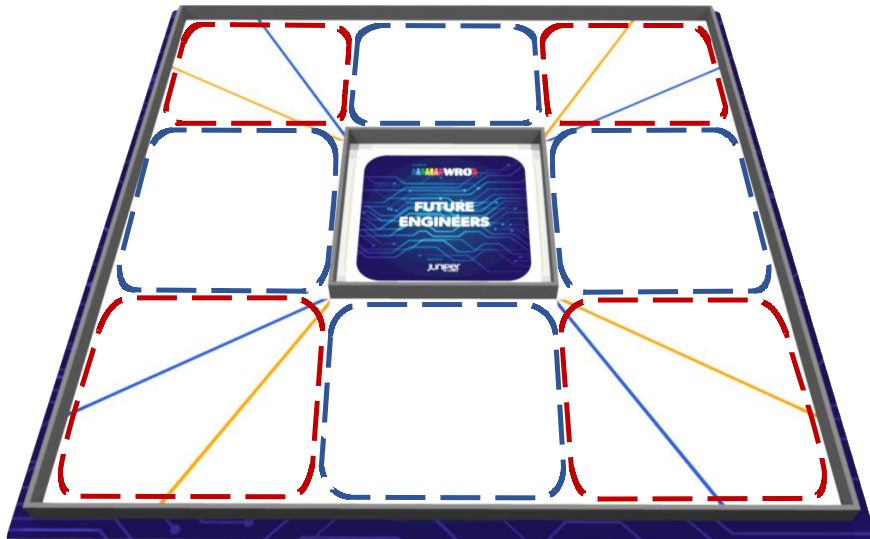


图 2 比赛场地上的不同区域

场地中央与弯道区、直行区相等的区域，四周用木质围栏与赛道隔离。该围栏就是赛道的内边墙，而整个场地四周的围栏是赛道的外边墙。

每个直行区中有 6 个矩形小区，如图 3 所示，用于确定车辆的启动位置。其中 4 个较大的小区尺寸为 500mm×400mm；2 个较小的小区尺寸为 500mm×200mm。4 个 T 形交叉和 2 个十字形交叉用于交通标志的定位。可以放置交通标志的地方称为交通标志位置。

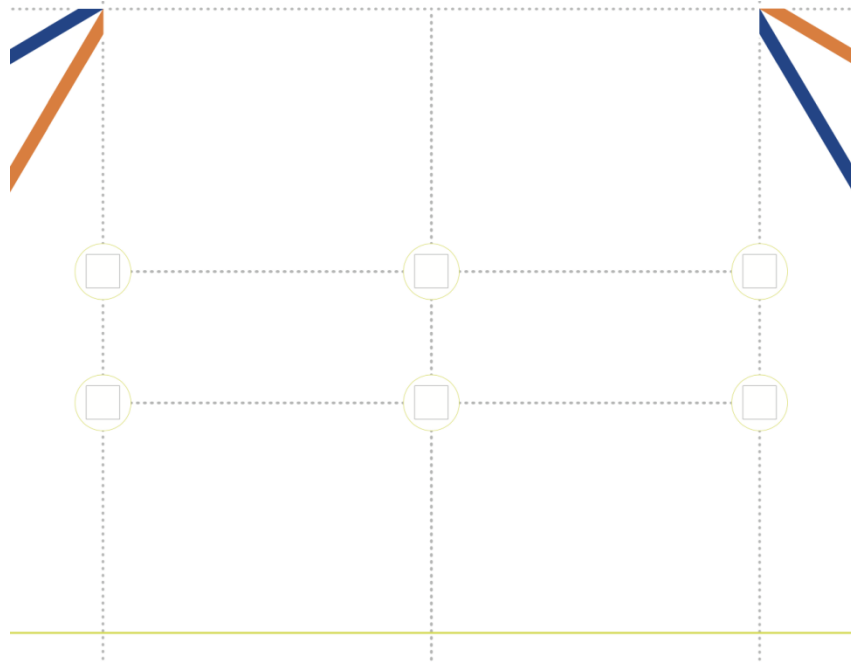


图 3 直行区及交通标志位置

以弯道区与内边墙相接的点为中心，各有一条宽 20mm 的蓝色和棕色射线指向外边墙，全场共 8 条。每个弯道区的两条射线把正方形的一角三等分。这些射线并无特别功能，仅用于判定车辆位置。

在障碍赛中，泊位被放在车辆启动所在的直行区内。泊位的宽度为 200mm。长度可变，是车辆长度的 1.5 倍，如图 4 所示。

泊位用两个 200mm×20mm×100mm 的品红色木板限定。右侧木板放在直行右下角虚边线旁。左侧木板的位置根据上述规定按参赛队的车长调整。

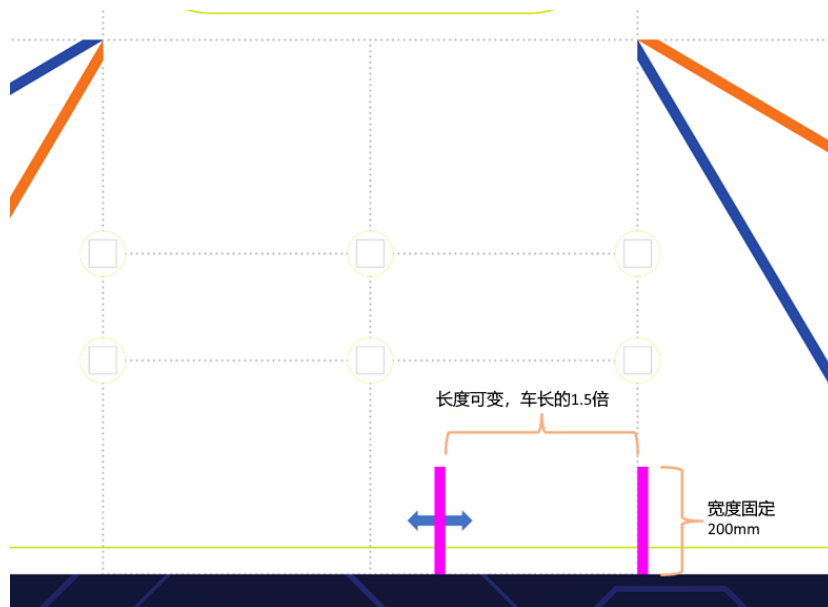


图 4 泊位的大小和位置

6 特殊规则

在国际赛前，可以宣布一项特殊规则。此规则可以对现有规则进行补充、修改或变更，这样参赛队伍就有时间在比赛前做好准备。

注：以往赛事中，特殊规则的不常使用。2026 赛季的国际赛将正式启用特殊规则。

7 GitHub 上的工程文件

真正的工程在于创造解决方案，并与他人交流或分享，使想法更进一步。除设计和编写车辆程序外，参赛队必须提交能展示其工程进展、车辆的最终设计及源程序的文件。这些文件应上传至 GitHub 公共存储库，并在国际赛时提交一份纸质版文件。关于文件评分的详细信息可在本规则的附录 C 中找到。对于国际赛，所有在 GitHub 上的信息和文件都必须用英语完成。

每支参赛队必须提供：

- 关于车辆机动性、动力性能、感知能力以及障碍处理等方面的讨论、相关信息及诱因。
- 车辆的照片（从每一侧、从上到下）和参赛队照片。
- 展示车辆自动行驶画面的 YouTube 网址（应为公开网址或可通过链接访问）。视频中驾驶演示部分的长度必须至少为 30 秒。两个赛项应各提供一段视频。
- GitHub 公共代码库的链接，其中包含为参加比赛而编程的各部分代码。代码库还可以包括 3D 打印机、激光切割机和 CNC 机器用于制作车辆部件的建模文件。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 周。

注：本次提交将作为文件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）。此描述的目的是阐明代码的组成模块，它们与车辆机电部件的关系，以及构建/编译/上传代码到车辆控制器的过程。点击 <https://github.com/world-robot-olympiad-association/wro2022-fe-template> 可以查看 GitHub 的模板。

GitHub 代码库链接应于赛前三周内提交，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时起公开，且应在赛后至少 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，那么该队的文件将被扣分。WRO 有权随时重新发布代码。

- GitHub 代码库必须设置为可供公众查看，内容必须是可见的。
- 在 GitHub 上提供的代码以及纸质版代码都必须有详细的注释。评审人员可能无法获取参赛队用于编写代码的具体程序，例如 EV3、Spike 或 Scratch 等。

注：纸质版材料有两个作用。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，参赛队或将被扣分）。其二，供评委在赛事期间对各参赛队及其机器人进行统一管理并记录。文档评分的核心依据为 GitHub 代码库。

8 比赛轮次

国际赛将进行至少 4 轮比赛，2 轮竞速赛和 2 轮障碍赛。每轮比赛前、检录后，会确定车辆行驶方向、启动位置以及赛道样式。比赛期间，车辆必须移动的方向称为该轮比赛的行驶方向。

每轮比赛前必须随机确定行驶方向、启动区、启动位置、障碍位置等。由于竞速赛和障碍赛的场地布置不同，以下将分别说明。

竞速赛

竞速赛中，赛道上不设置交通标志。

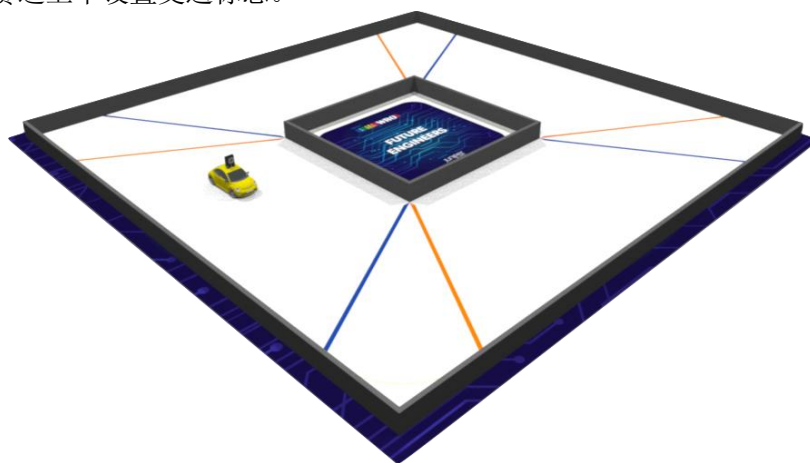


图 5 竞速赛的比赛场地

首先要确定的是车辆的行驶方向。以电子抽签的方式在“顺时针”和“逆时针”两个方向中选择其一。以下所有抽签的方式均为电子抽签。

第二次抽签要确定的是车辆的启动区。比赛场地上的 4 个直行区可以作为车辆启动区的备选位置，而且，一旦确定了启动区，它也成了车辆绕场三周的终点区。4 个直行区分别被命名为 N（北）区、E（东）区、S（南）区和 W（西）区。电子抽签后，计算机屏幕上出现的字符就是车辆的启动区。

接着要确定的是车辆的启动位置。图 6 中的一个直行区中，上方为内边墙，下方为外边墙。由灰色虚线分割出来的 6 个小区被分别命名为 1、2、3、4、5 和 6 小区。电子抽签后，计算机屏幕上出现的数字就是车辆的启动位置的编号。

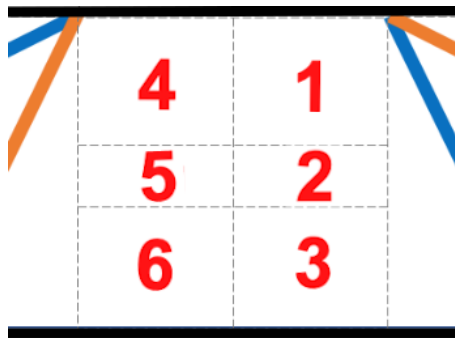


图 6 直行区中六个待选的车辆启动位置

第四次抽签要确定的是竞速赛道内、外边墙间的距离。这个距离的常规尺寸是 1000mm，但也可以定为 600 mm（国际赛的误差为 +/- 100 mm）。内、外边墙各有北、东、南、西四条。所以，要确定四个距离。但是，如果在第三次抽签时已确定启动区中车辆的启动位置是 1 号位或 4 号位。涉及该启动区的内外边墙间距离就肯定是 1000mm，不可变更。

电子抽签结束后，用附录 B 中所述的预先准备的木条组装成内围栏，放到场地上。这样就呈现出宽窄有变化的赛道，如图 7 所示

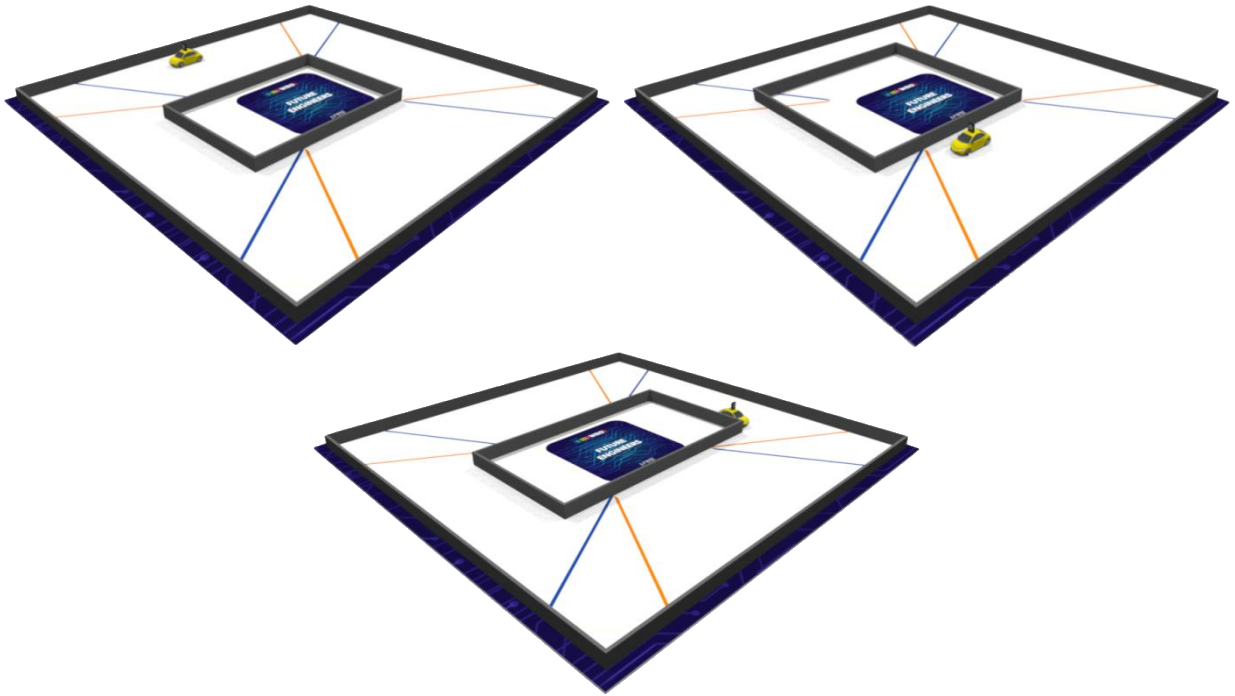


图 7 竞速赛场地变化的示例

抽签后，两个竞速赛道的实例示于图 8。

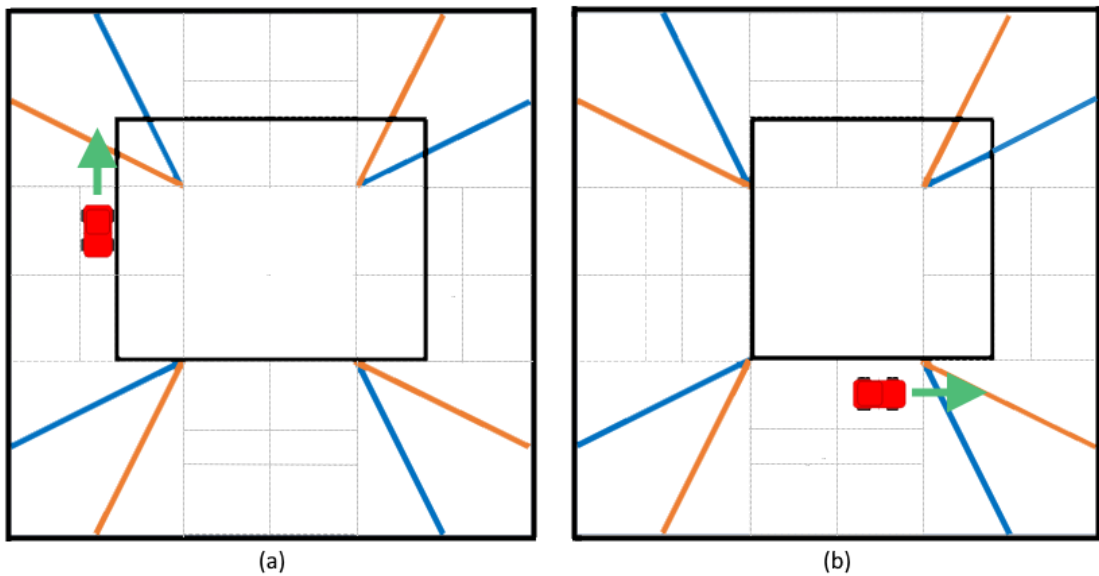


图 8 竞速赛道的两个实例

图 8(a)中，车辆从 W 区 5 号位启动，顺时针方向前行，W、N、E 区赛道宽度均为 600mm，S 区赛道宽度 1000mm。图 8(b)中，车辆从 S 区 1 号位启动，逆时针方向前行，E、N 区赛道宽度均为 600mm，W、S 区赛道宽度均为 1000mm。

这样的抽签流程将在每轮竞速赛前进行，以确保车辆的启动区、启动位置和赛道宽度在两轮比赛中不相同。

障碍赛

障碍赛的场地布局与竞速赛不同，1000mm×1000mm 的内围栏不再变化，内围栏放置在场地中央，红色及绿色立柱将布置在赛道上作为交通标志。另外，还会放置 2 块木质限位板来形成一个泊位。

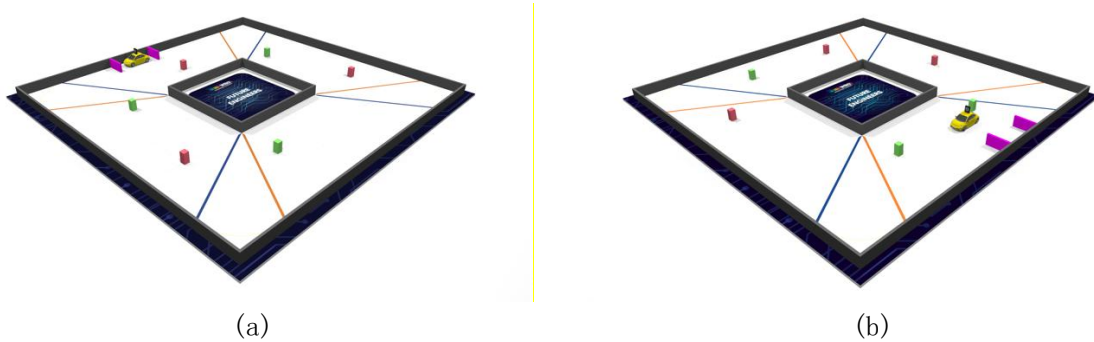


图 9 障碍赛场地布局示例

车辆的行驶方向、启动区、彩色立柱的位置以及泊位的位置在每轮比赛前要用电子抽签的方法确定。与竞速赛不同的是，无需确定启动位置和内、外边墙间的距离。

图 10 中给出了 36 种放置交通标志的方案，图中的黑线是内边墙。其中，1-6 种仅用于启动区，7-36 种用于非启动区。电子抽签将保证在确定启动区中的交通标志位置时不出现 7-36 种方案。

启动区的交通标志放置方案确定后，车辆的启动位置由参赛队自选。参赛队可以在图 6 的 1-6 号位中任选一个四角均无交通标志的号位（例如，图 10 中 1 号方案中的 1、2、3、6 号位）作为车辆的启动位置。

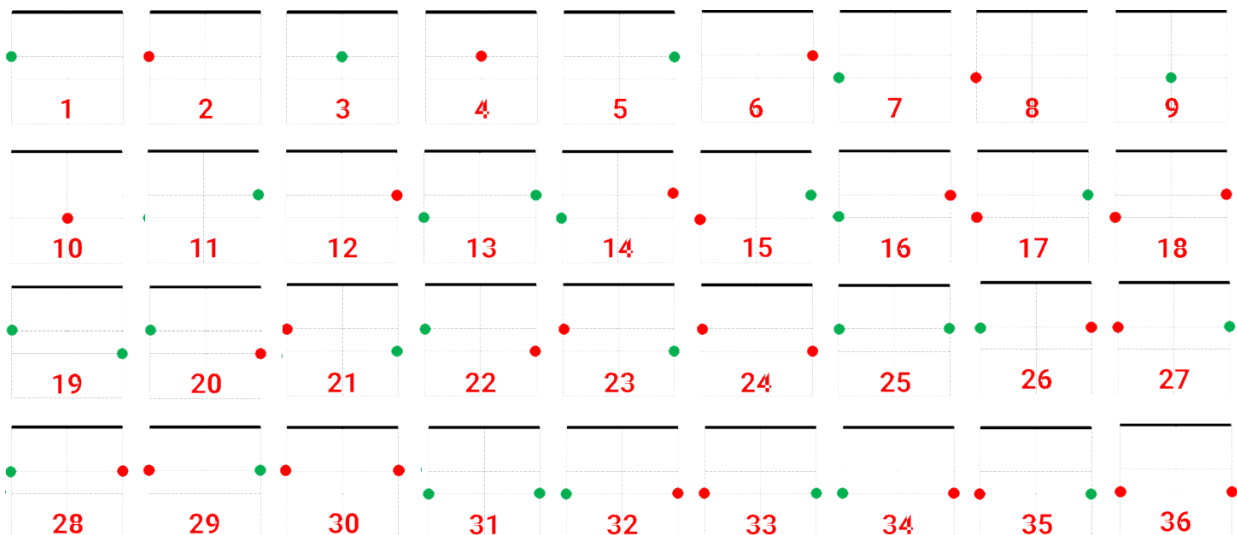


图 10 36 种方案显示了一个区内的交通标志的位置

参赛队也可以选择从泊位内部启动机器人。从泊位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

比赛时间

9.1 每场竞速赛的时长为 3 分钟。

9.2 每场障碍赛的时长为 3 分钟。

启动配置

9.3 每轮比赛前、检录后，随机确定在赛道上的行驶方向。

9.4 每轮比赛前、检录后，确定车辆的启动位置和场地配置。

9.5 在每一轮比赛中，所有参赛队行驶方向、启动位置和场地配置保持不变。

比赛开始

9.6 车辆放在启动位置时必须完全断电。

9.7 车辆位于启动位置时，车体上的所有部件在场地上的投影必须完全在该区域内。

9.8 车辆的朝向必须确保前轴上的两个车轮（裁判必须先询问参赛队哪个是前轴）更靠近行驶方向上下一个弯道区，而其他两个车轮位于更靠近反方向上的弯道区。

9.9 可以进行一些物理调整（这属于准备时间的一部分）。但不允许通过改变车辆部件的位置或方向输入数据，也不允许在车辆上进行任何传感器校准。同样，也不允许通过改变开关配置（如果有）的方式来输入数据。如果参赛队通过物理调整来输入数据，那么在本轮比赛中将被取消资格。

9.10 给车辆上电。只允许用一个开关接通车辆电源。

9.11 车辆上电后，应处于等待状态。等待启动按钮被按下。该启动按钮可以在主 SBC/SBM 上，也可以是一个单独安装的按钮。只允许有一个启动按钮。在 EV3 上，只允许运行一个程序。必须按下运行按钮来启动在 EV3 上运行的最新程序。EV3 必须等待启动按钮被按下。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 1 号槽。必须按与 EV3 相同的程序启动。

9.12 参赛队应检查赛道布局并确认其正确无误。裁判会询问参赛队是否准备就绪。参赛队必须回答“是”，以表明他们接受赛道布局。如果参赛队在车辆启动后才意识到赛道布局不正确，将不允许重新启动。

9.13 裁判发出启动信号。裁判会说“3、2、2，开始”。听到“开始”指令后，参赛队按下启动按钮，计时开始。车辆将有比赛规则所规定的足够时间来完成比赛。

9.14 按下启动按钮后，车辆开始动作和移动。

额外零件

9.15 车辆不得在比赛场地上故意留下零件或无法去除的标记（例如油漆）。如果车辆违反此规则，比赛将被停止，且必须由该队一名队员停车。这场比赛的得分将为零，比赛用时将记为 3 分钟。如果裁判对发生这种情况的原因有疑问，他们有权检查参赛队的程序。

比赛期间

9.16 车辆必须按照比赛开始前确定的该轮比赛行驶方向行驶。

9.17 车辆的尺寸不能超过 300mm×200mm，高度不超过 300mm。

9.18 不允许车辆移动围栏边墙（如果它们没有完全固定在场地上）。违反此规则的车辆将被一名队员拦下，这场比赛的得分为零，比赛用时记为 3 分钟。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，参赛队不会受到任何处罚。如果车辆因碰撞边墙而停止，则可维修，参赛队将受到处罚。在竞速赛中，车辆不允许触碰外边墙。

9.19 车辆必须从红色立柱代表的交通标志的右侧通过（图 13 中的图片（a）），从绿色立柱所代表的交通标志的左侧通过（图 13 中的（b））。附录 A 的第 5 节说明了错误过交通标志的计分方法。

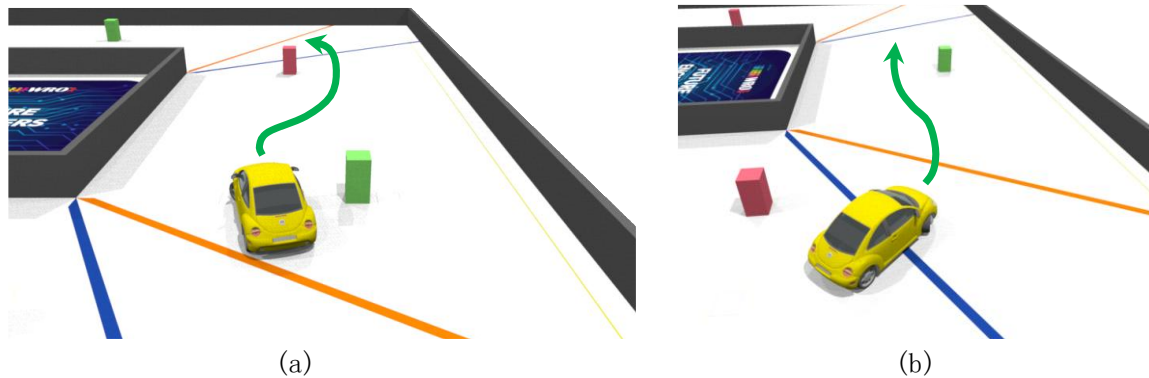


图 9 通过交通标志的规定

9.20 车辆可与交通标志（彩色立柱）接触，但前提是交通标志在地面的正投影仍在交通标志位置外围的圆圈内。详情请参见附录 A 的第 1 节。

9.21 车辆只能向规定行驶方向相反的方向行驶两个区域（直行区/弯道区）：改变方向的区域和相邻区域。

9.22 车辆必须在行驶三圈后返回启动区才能获得额外得分。注意：一旦车辆部分离开启动区，该区域就成为终点区。

9.23 每轮比赛中，参赛队可申请一次维修，将车辆拿出场地，解决机构或电子部件的问题，然后将车辆放回拿出区域的中央。拿出车辆时可以关断电源。车辆放回后可以接通电源。按启动按钮重新启动车辆并使其再次行驶。维修期间计时器不停。只有当车辆完全停止时，才可允许维修。车辆停止的原因可能是电子/机械故障、撞墙卡住或车辆无故停止。如果车辆的任何部件在 5 秒内移动约 50 mm，则不能批准维修。如果车辆已开始第三圈（完全通过上一圈前的弯道区），也不能会批准维修。维修过程中，不允许在车辆的任何控制器上上传程序，不允许输入任何数据。违反这些规则的参赛队将被取消本轮资格，本轮得分记为零，比赛用时记为 3 分钟。

比赛结束

9.24 如果出现以下几种情况之一，比赛立即结束并停止计时。

9.24.1 比赛时间到。

9.24.2 竞速赛中，完成三圈行驶后，车辆停在终点区，且车辆在地面的正投影完全在该区内。详见附录 A 的第 2 节。

注 1：车辆必须在终点区内自主停车。如果参赛队员在车辆处于终点区内时，通过以下任何一种方法强制结束该轮比赛，将不被视为自主停车，在终点区停车的得分不予计算。

注 2: 为表明在终点区完全停止，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，裁判可能会觉得车辆的行为不确定，也可能不会计算终点区停车的得分。

9.24.3 竞速赛中，完成三圈后，车辆通过终点区，使其在场地上的投影完全位于比赛行驶方向终点区旁的弯道区内。详情请见附录 A 第 3 节。车辆在与比赛行驶方向逆向行驶时两次越过区域边界，详情请见附录 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，停在正确的位置或泊位里。

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 障碍赛中，机器人把 1 个交通标志移出圆圈。

9.24.7 障碍赛中，机器人接触到泊位的限位板。

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 在裁判未允许维修的情况下，参赛队员与车辆接触。

9.24.10 在经裁判未允许维修的情况下，参赛队员触摸场地和围栏。

9.24.11 参赛队员与场上物品接触。

9.24.12 通过挪动边墙，车辆驶出赛道或比赛场地。

9.24.13 车辆或参赛队员损坏了场地或场上物品。

9.25 请注意，根据上述规则，参赛队可以停止他们的尝试（例如，通过接触场地边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，比赛也将结束。

9.26 裁判将依据规则和公平竞争原则进行裁决。在比赛当天，他们拥有最终决定权。如果在任务完成过程中出现任何不确定性，裁判会根据具体情况把裁决偏向于最不利结果。

10 计分

10.1 每场比赛结束后记分。

10.2 最高得分为：

10.2.1 竞速赛最高得分，30（下表中的 1.1+1.2+1.3）

10.2.2 障碍赛最高得分，62 (1.1 + 1.2 + 1.3 +1.4 (或 1.5)或 1.6 (或 1.7)二者之一+1.8)

10.2.3 工程笔记文件最高得分，30

10.2.4 最高总分，122（比赛得分约占 75%，文件得分约占 25%）

	要求	分值	满分
1	竞速赛和障碍赛		
1.1	车辆从比赛规定的启动区按照规定方向行驶。这适用于启动区，但不适用于终点区和紧随其后的其他区	3	3
1.2	车辆行驶一整圈。按比赛行驶方向顺利通过了 8 区（4 个直行区和 4 个弯道区）。启动区包含在第一圈的 8 个区中。如果车辆完全驶出一圈的最后弯道区，则该圈被视为完成。车辆在此后向相反方向移动，第一圈仍视为完成	1/区	24
1.3	完成 3 圈后，车辆停在了终点区	3	3

	障碍赛的附加分		
	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
	完成了三圈		
1.6	1 个或多个交通标志被移动	8	8
1.7	交通标志没有被移动	10	10
1.8	泊车		
1.8.1	车辆从泊位内启动 并且至少完成 1 圈行驶	7	7
1.8.2	成功泊车（完全进入泊位并保持水平）	15	15
1.8.3	部分进入泊位或没有保持水平	7	7
2	参赛队把车辆带出场地维修，即使维修没有成功		队伍总分除以 2
3	工程笔记评分细则详见附录 C。（注：本届比赛的评分标准已做重大调整。）		30
	最高分		122

10.3 裁判在比赛结束时记录参赛队所用的时间，稍后将用于确定最佳比赛。如果参赛队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 每场比赛结束时，由裁判计算得分。如果参赛队没有提出异议，应在比赛结束后核实并签署记分表。

10.5 参赛队的竞速赛排名依据各队在两轮比赛中的最好成绩。如果某队在两轮比赛中得分相同，那么，用时最少的比赛将被选定为最佳竞技赛。

10.6 如果某参赛队在两轮障碍赛中的得分相同，那么时间最少的比赛将被选定为最佳障碍赛。参加障碍赛的队伍数量可能会受到限制，并将根据竞速赛后参赛队排名确定。如果数量有限，参加障碍赛的队数量将在比赛日公布。

10.7 参赛队在全部比赛中排名的依据是每队在最佳竞技赛、最佳障碍赛及工程笔记评审中得分之和和文档中获得的积分来确定的。

10.8 将按以下流程确定排名（列表中的第一个是最高优先级，列表中的最后一个是最低优先级）：

10.8.1 最佳竞速赛得分、最佳障碍赛得分及工程日笔记得分之和。

10.8.2 如持平，最佳障碍赛得分的队在前。

10.8.3 如持平，最佳障碍赛用时少的队在前。

10.8.4 次佳障碍赛得分高的队在前。

10.8.5 次佳障碍赛用时少的队在前。

10.8.6 工程笔记得分高的队在前。

10.8.7 最佳竞速赛得分高的队在前。

10.8.8 次佳竞速赛得分高的队在前。

10.8.9 最佳竞速赛用时少的队在前。

10.8.10 次佳竞速赛用时少的队在前。

11 机器人（车辆）

11.1 机器人尺寸不得超过 300mm×200 mm，高度不得超过 300 mm。

11.2 机器人重量不得超过 1.5kg。

11.3 机器人应为有一个驱动轴和一个任何类型的转向器的四轮车辆。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)。使用差动轮式底盘

(https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot)的参赛队将被取消比赛资格。驱动指的是使车

辆前后移动。转向指的是使车辆向左或向右改变方向。

11.4 车辆不得使用任何全向轮、球脚轮或球面轮。

11.5 不得采用每侧各配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 参赛队员不得在车辆运行（执行“任务”）时干扰或协助车辆。包括在比赛期间向车辆提供视觉、音频或任何其他信号将数据输入程序。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 参赛队可使用他们任选的传感器——对所用传感器的品牌、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 参赛队可使用他们任选的电机和舵机——对所用电机和舵机的品牌或数量没有限制。

11.13 最多采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）。驱动电机必须直接连接到车轮的轴上，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 参赛队可采用任何电子元件——没有类型、公司、数量或目的的限制。

11.15 参赛队可采用任何液压、气压设备或电磁阀。

11.16 参赛队可采用他们任选的电池——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。

11.18 可以使用 3D 打印元件、用 CNC 机器制备的元件、从亚克力/木材/金属切割的元件或用其它材料制作的任何元件——对用途没有限制。

11.19 车辆可用任何类型的硬件套材和任何材料来制作。对于特定类型或特定的构建系统没有任何限制。

11.20 可以使用电工胶带、松紧带、电缆槽板、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 参赛队应准备并携带比赛期间所需的设备、软件和便携式计算机。

11.26 比赛日当天，参赛队只能有一台车辆。不允许有备用车辆。

12 比赛模式及规则

本文说明了国际赛的比赛模式。各国和地区的比赛可以采用此模式，也可以根据自身情况对此模式进行调整以用于各自的比赛。

12.1 比赛由数轮挑战赛组成，中间有练习时间。每次练习后，都会有车辆检查时间，以复查机器人是否符合要求。

12.2 各参赛队在练习期间必须在指定地点，直至开始检查。届时车辆必须放置在指定区域（检查区）。

12.3 比赛当天，首轮比赛开始前至少有 60 分钟的练习时间。

12.4 在宣布练习时间开始前，参赛队不得接触指定比赛区。

12.5 练习期间，参赛者可以在自己的准备区练习，也可以排队在比赛场地上进行一场练习赛，也可以在不干扰其它参赛队练习的情况下在比赛场地内进行测量。参赛队可以更改程序或调整车辆机构。

12.6 练习结束后，所有车辆必须放在检查区的台上进行车辆检查。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，机器人必须夜间留置在场馆中。

13 比赛赛台及设备

赛台及场地

13.1 场地的尺寸为 3200mm × 3200mm (+/- 5 mm)。围栏内的正方形是赛道，尺寸为 3000 mm × 3000 mm (+/- 5 mm)。

13.2 赛道的主色是白色。

13.3 赛道被高 100 mm 的外围栏边墙包围。

13.4 外墙内壁为黑色。外壁颜色不确定。

13.5 在赛道内部还有一个内围栏，墙高 100 mm。

13.6 内围栏内、外边墙均为黑色。边墙顶部的颜色也是黑色。

13.7 内、外围栏边墙的厚度均不确定。

13.8 外墙和内墙之间的距离取决于比赛类型，并按地节中的方法确定。

13.9 弯道区内有橙色和蓝色线条。线条的粗细为 20 mm。橙色线条的颜色是 CMYK (0, 60, 100, 0)（对应的 RGB 为 255/102/0）。蓝线的颜色是 CMYK (100, 80, 0, 0)（对应的 RGB 为 0/51/255）。

13.10 场地上有 1 mm 粗的虚线来分割车辆的启动区。虚线的颜色是 CMYK (0 0 0 30)（对应的 RGB 为 191/191/191）。

13.11 每个启动区的大小为 200 mm × 500 mm

13.12 启动区四角是可以放置交通标志的地方。表示交通标志位置的线条粗细为 1mm，线条颜色为 CMYK (0 0 0 30) (对应的 RGB 为 191/191/191)。

13.13 每个交通标志位置的尺寸为 50mm×50mm。

13.14 用围绕交通标志位置的圆圈来判断该位置上的交通标志是否被移动。圆圈线条粗细为 0.5mm。线条颜色是 CMYK (20 0 100 0) (对应的 RGB 为 204/255/0)。

13.15 圆圈的直径为 85 mm。

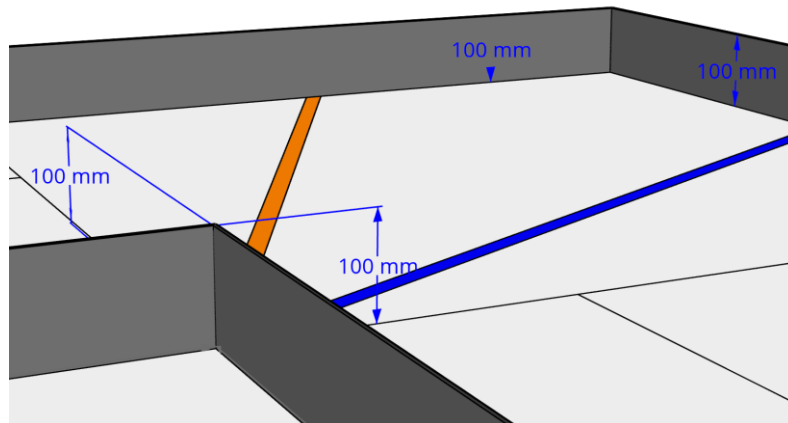


图 10 内、外围栏边墙的高度

国际赛中场地围墙的配置

13.16 根据图纸，将内围栏设置为方形或矩形。外围栏将固定为方形，在比赛期间不会改变。

13.17 围栏边墙的颜色为黑色。

13.18 尽管组织者将尽一切努力使场地和场上物体的颜色尽可能接近 CMYK 标准，但仍可能出现色差。参赛队可在测试时间内根据场地和场上物体的实际颜色对车辆进行校准和微调。

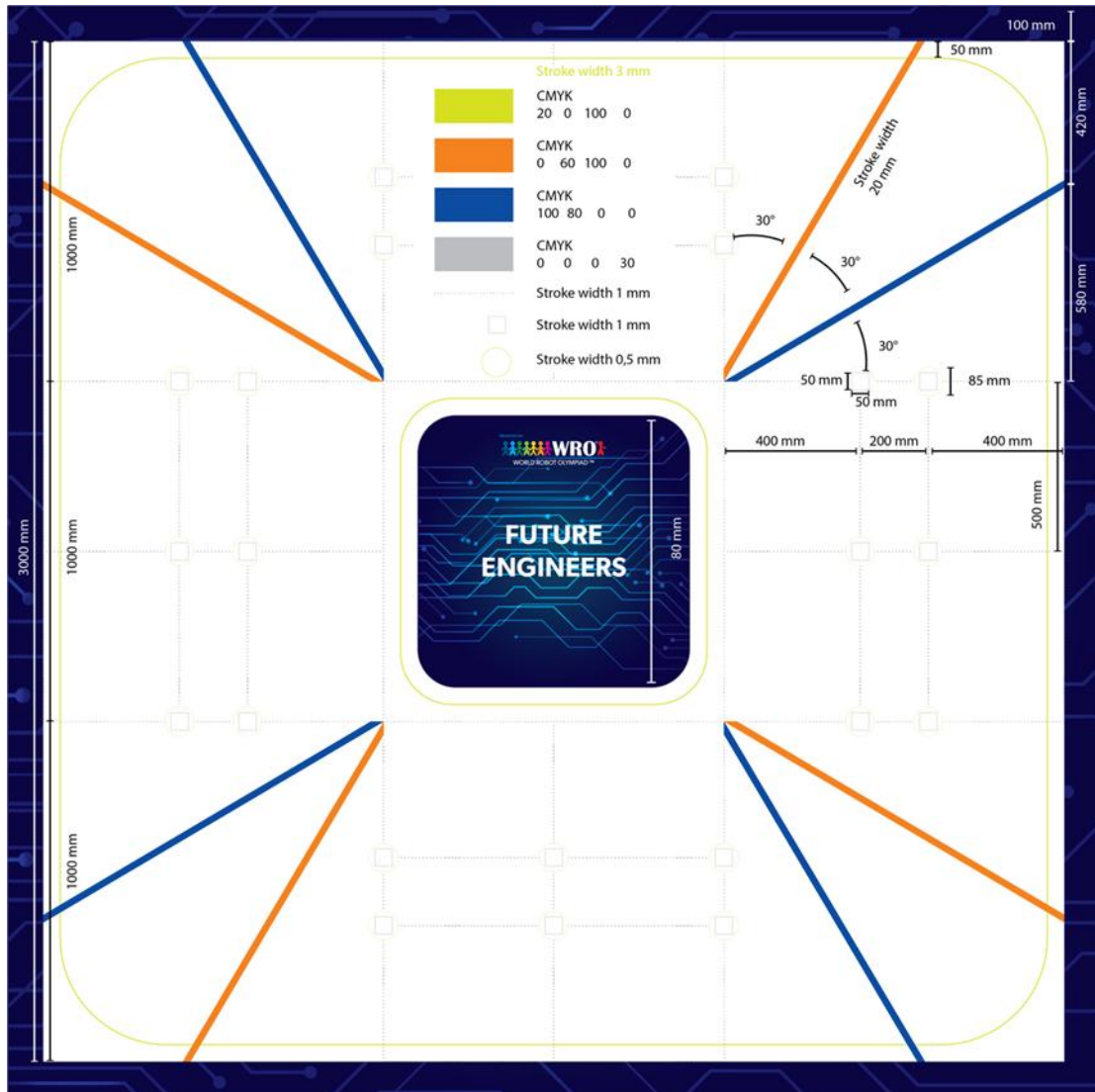


图 11 地图尺寸

交通标志

- 13.19 每个交通标志都是一个尺寸为 50 mm×50 mm×100 mm 的长方体。
- 13.20 按每轮比赛前的随机确定过程，可能有最多 7 个红色长方体和最多 7 个绿色长方体。
- 13.21 红色交通标志的颜色是 PANTONE 1795 C, 对应的 RGB 为 238/39/55。
- 13.22 绿色交通标志的颜色是 PANTONE 802 C, 对应的 RGB 为 68/214/44)。
- 13.23 交通标志的材料未确定。
- 13.24 交通标志的重量未确定。

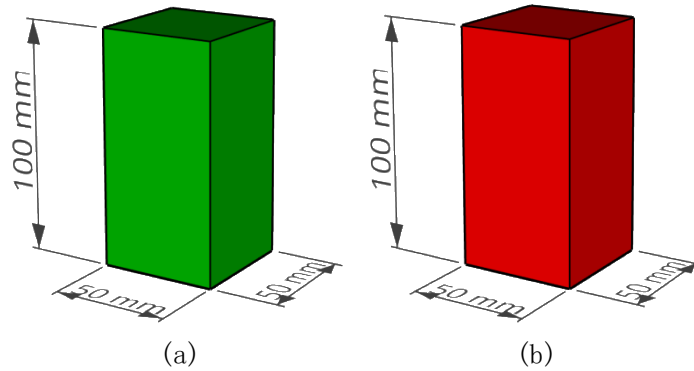


图 12.交通标志的尺寸

泊位的边界

13.25 泊位边界是尺寸为 200 mm×20 mm×100 mm 的长方体。

13.26 每轮障碍赛前要在场地上设置一个泊位，它有 2 个边界。

13.27 泊位边界的颜色是品红，RGB (255, 0, 255)。

13.28 泊位边界的材料没有定义。

13.29 泊位边界的重量没有定义。

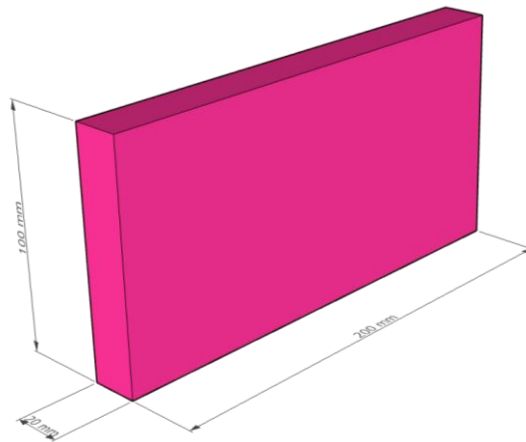


图 13 泊位边界的尺寸

14 术语

<p>检查时间</p>	<p>在检查期间，裁判会查看车辆，并进行测量（例如，用立方体或折叠式量规）及检查其他技术要求。每轮比赛前都要进行一次检查。</p>
<p>教练</p>	<p>在参赛过程中协助参赛队学习机器人技术、团队合作、解决问题、时间管理的成年人。教练的作用不是为参赛队赢得比赛，而是引导他们发现问题并寻找解决问题的方法。</p>
<p>赛事组委会</p>	<p>赛事组委会是主办一些团队参与的比赛的实体。它可以是当地的一所学校、运营全国总决赛的全国组织者，或者是与世界机器人奥林匹克协会共同举办 WRO 总决赛的某个主办国。</p>

比赛	有两种类型的比赛：竞速赛和障碍赛。竞速赛结束后表现好的队伍将参加障碍赛。
比赛场地	车辆必须在其上行驶的一个区域。按照比赛的要求，该区域可能包含车辆必须与之交互的物体。
GitHub repo	这是一个用版本控制系统 Git 管理的存储程序源代码的库。该存储库由 GitHub 服务提供 (https://github.com/)。
每轮比赛	参赛队运行一台自动驾驶车辆完成挑战任务。比赛得分取决于该车在场上的行驶圈数。
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。
参赛队	在本文中，参赛队指的是有 2-3 名参与者（学生）的队伍，不包括指导该队的教练。
车辆控制程序	这是一组或多组指令，供车辆的微处理器/微控制器从传感器中读取数据，并对这些信息及车辆的先前状态进行分析，从而为车辆的电机提供指令，以解决比赛面临的问题。
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遵循的行驶方向，随机决定。

附录 A 对一些问题的说明

1. 对移动或撞倒交通标志的说明

在以下情况下，交通标志

- (a) 未被移动
- (b) 被移动了
- (c) 移动了，但比赛不停止
- (d) 被撞倒了，但比赛不停止
- (e) 移动了，比赛停止
- (f) 被撞出圈外，比赛停止

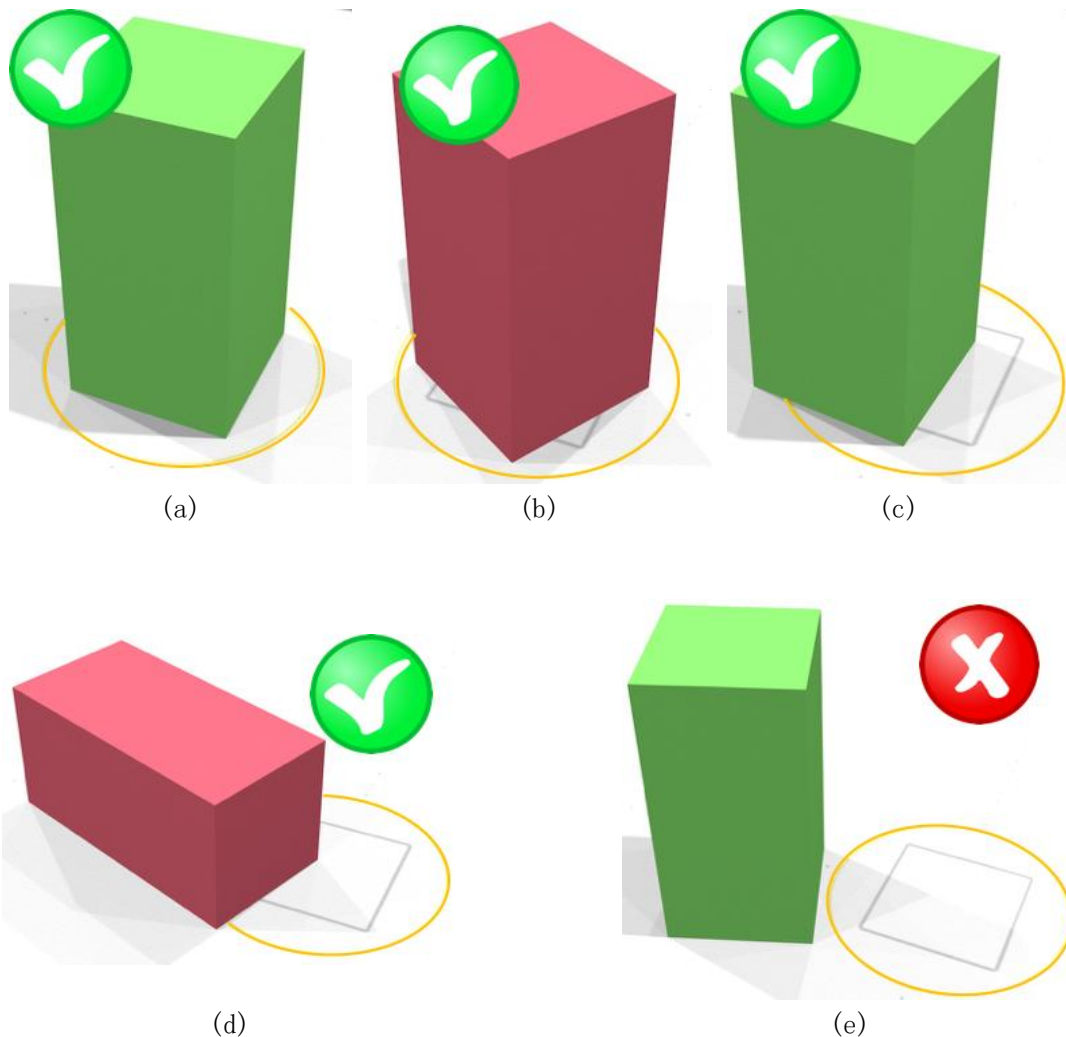
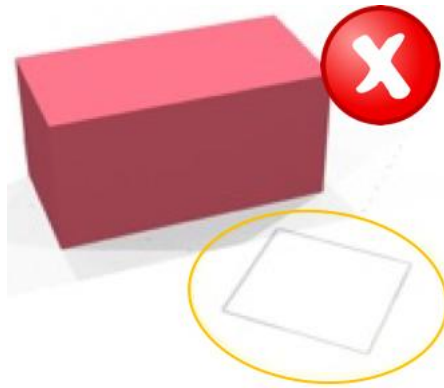


图 14 (a) 比赛开始时交通标志的初始位置，(b) 交通标志不在原位，但仍在圆圈内，(c) 交通标志部分在圆圈外被视为被移动，(d) 标志被撞倒，部分仍在圈内，(e) 标志完全被移出圈外



(f)

图 15 (f) 标志被撞倒且完全在圈外

2. 在终点区（即启动区）停车得分的条件

为了便于鉴别车辆是否完全停在规定的区域，按车辆在地面的正投影判断。如果停车后正投影部分在该区外，该车将被视为部分在规定区域外。反之，如果正投影完全在规定区域内，该车将视为完全在规定区域内。

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的（绿色打勾）。

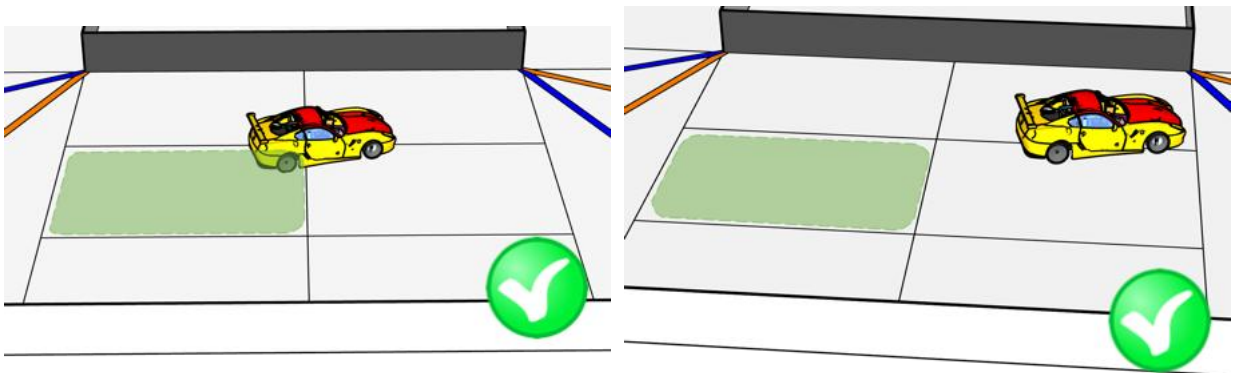


图 16 车辆完全停止在启动区内

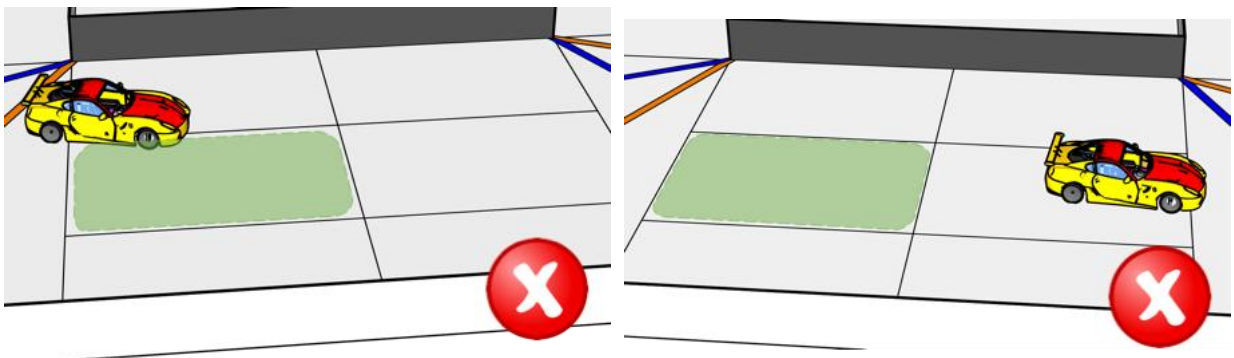


图 17 车辆停在启动区外

3. 当车辆行驶 3 圈后“通过”启动区

在竞速赛中，车辆行驶 3 圈后，如果持续前进而通过启动区，裁判将立即结束比赛。

判断方式如下：

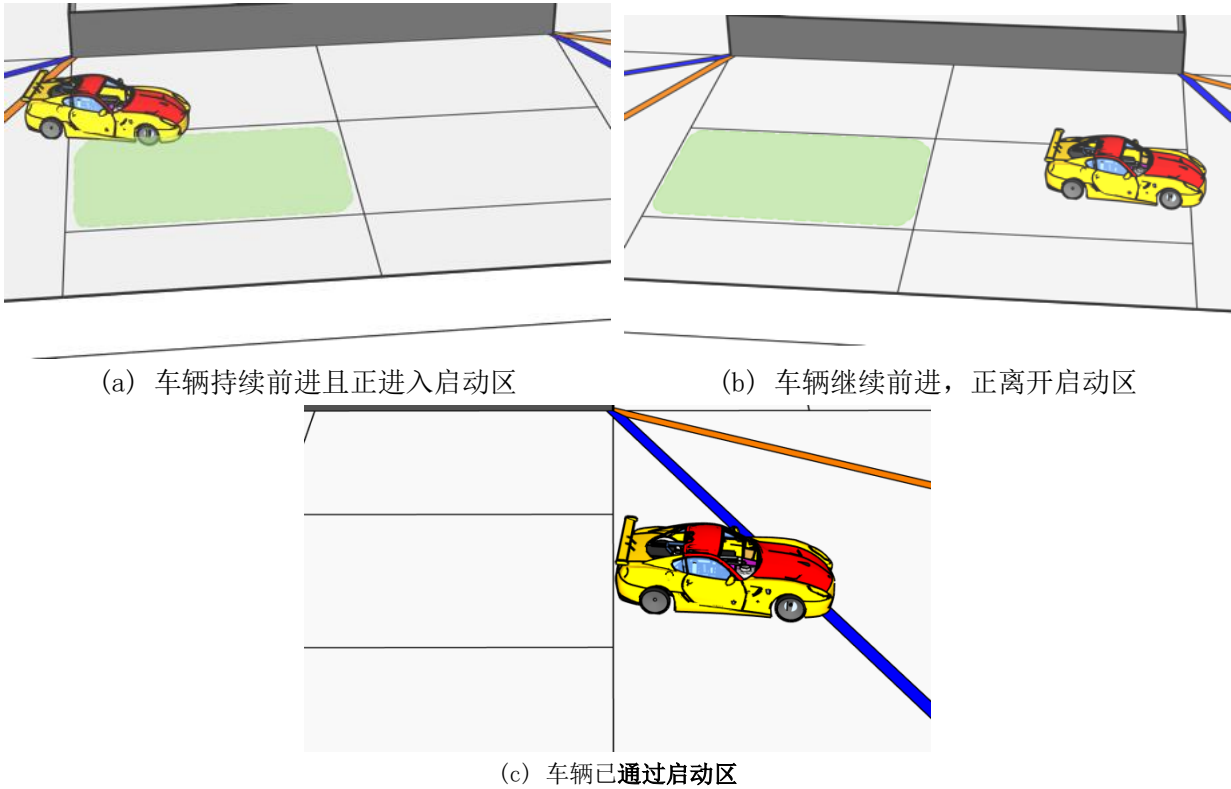
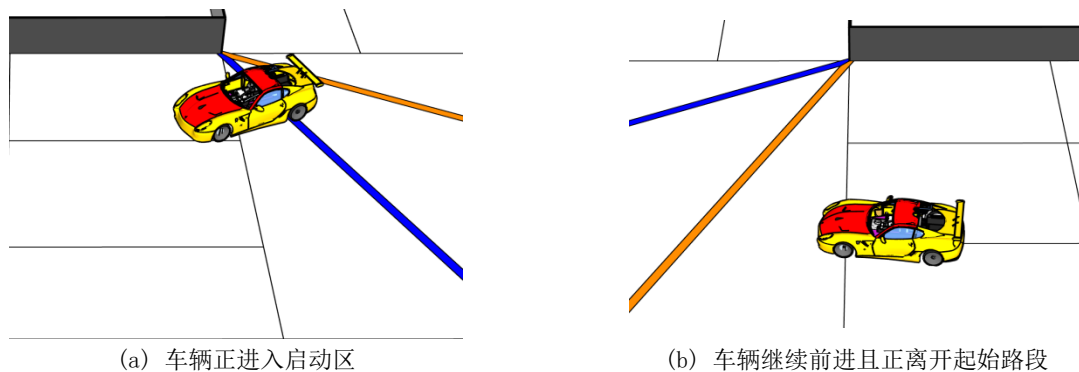
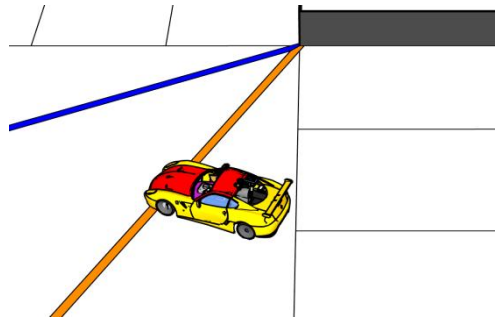


图 18 车辆逆时针方向通过启动/终点区

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，只要车辆完全进入弯道区，即 (c) 阶段，比赛就结束。

顺时针行驶也是一样，如图 19 所示。





(c) 车辆已通过启动区

图 19 车辆顺时针通过启动 / 终点区

4. 逆向行驶

比赛期间，车辆只允许在两个区域与比赛所定行驶方向逆向行驶。这两个区域是，改变方向的区域和相邻区域。

考虑以下几种情况：

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继续朝规定方向行驶。

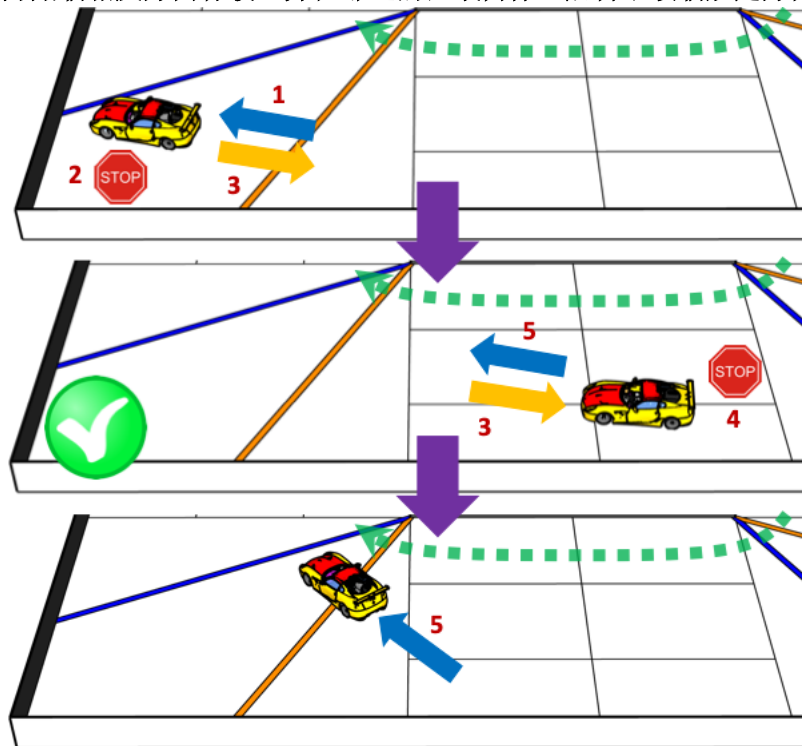


图 20 在弯道区允许逆向行驶

图 20 中，比赛所定的行驶方向为顺时针（以靠近内边墙的绿色虚线箭头表示）：

- 阶段1：车辆抵达弯道区，其正投影完全在此区域内。
- 阶段2：车辆停下了。
- 阶段3：车辆开始倒车。
- 阶段4：车辆停在相邻的直行区，其正投影完全在此区内且未越过下一区域的边界。

- 阶段 5: 车辆继续按规定的行驶方向前进。

这种情况是允许的。

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

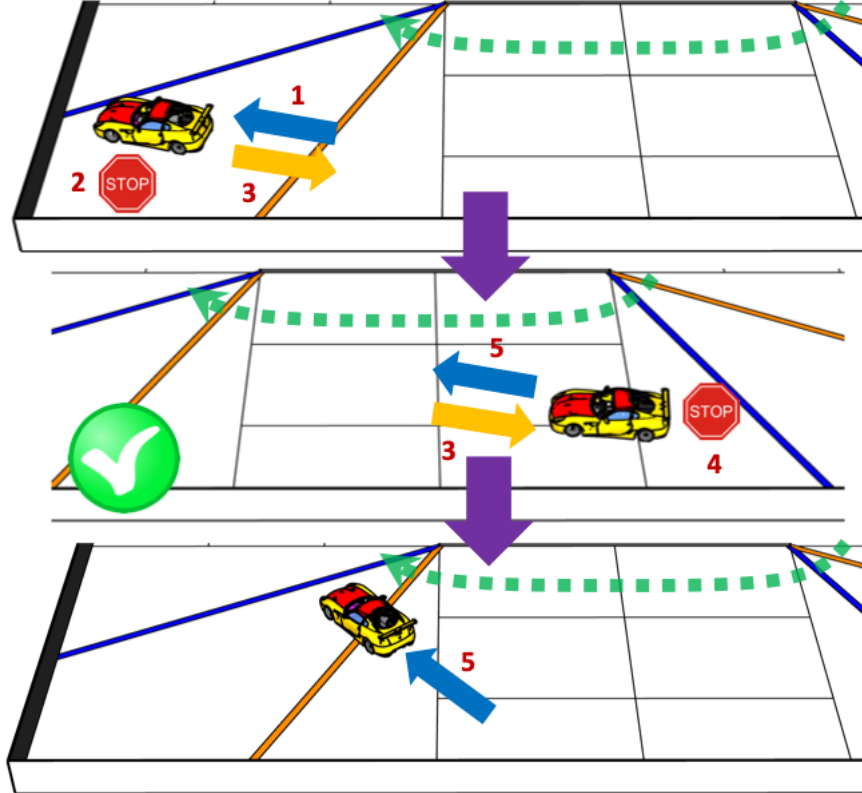


图 21 车辆开始朝反方向前进，并停在两个区域之间。

图 21 中，比赛行驶方向为顺时针（以靠近内边墙的绿色虚线箭头表示）：

- 阶段 1: 车辆到达弯道区
- 阶段 2: 车辆停下了
- 阶段 3: 车辆开始倒车
- 阶段 4: 车辆停在直行区与下一区域边界处
- 阶段 5: 车辆继续按规定的行驶方向前进

这一系列操作也是允许的。

情况 3: 车辆开始逆向行驶并完全移出相邻区域

如果车辆朝逆向行驶，经过相邻区域且完全穿过与下一区域的边界，将停止比赛。

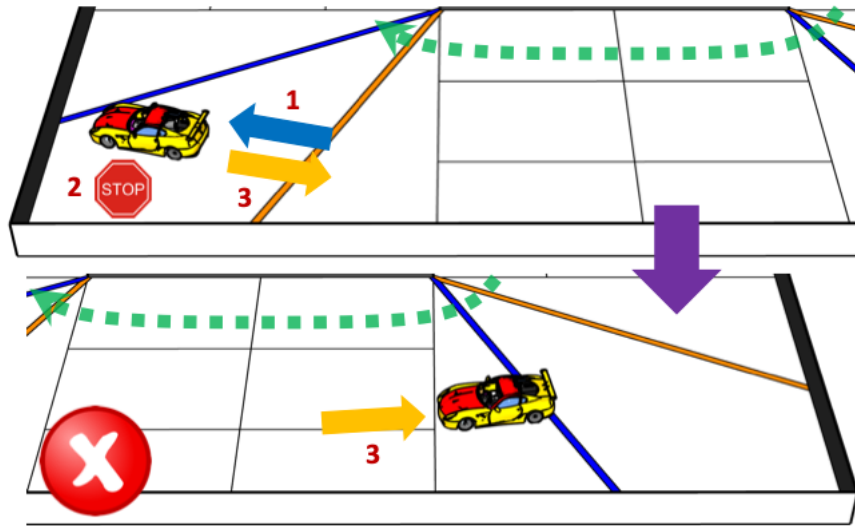


图 22 不允许在逆向行驶时完全移出相邻区域

图 22 中，

- 阶段 1: 车辆最初按顺时针方向行驶（以靠近内边墙的绿色虚线箭头表示）
- 阶段 2: 车辆停下了
- 阶段 3: 开始逆向行驶并完全穿过相邻区域，这是不允许的。

情况 4: 车辆在两个区域间的边界上改变了方向

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

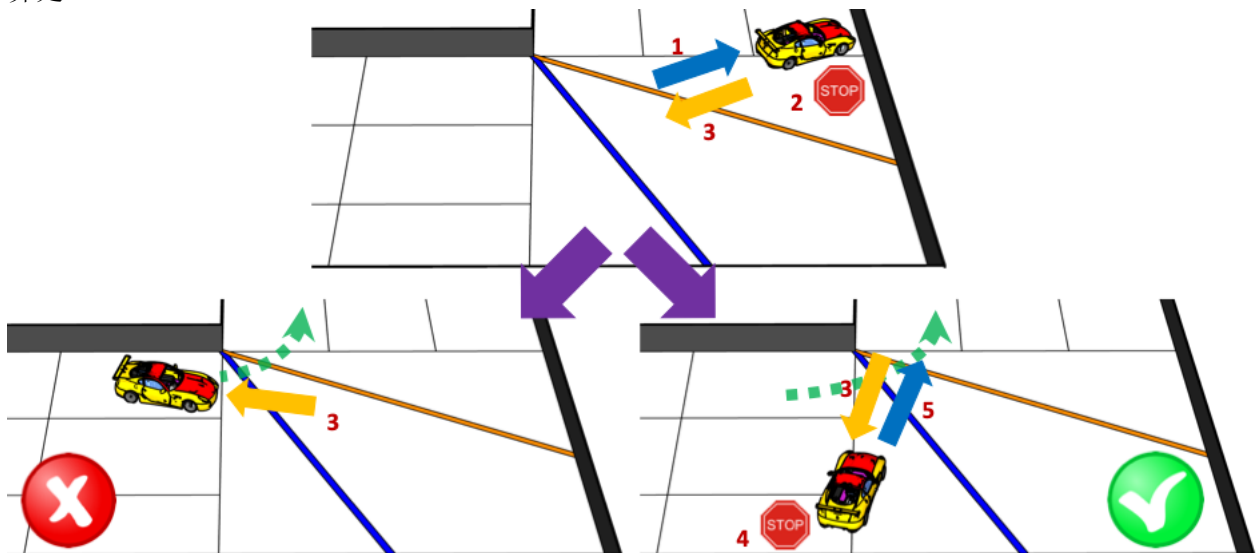


图 23 车辆部分停在该路段时向相反方向行驶的最远路段

图 23 的左侧，考虑了以下场景的最终结果：

- 阶段 1: 车辆最初以逆时针方向（以靠近内边墙的绿色虚线箭头表示）行驶
- 阶段 2: 停在两区之间的边界线上——比赛行驶方向的前一区域被认为是改变方向的区域

- 阶段 3: 它继续逆向行驶并完全进入通过与改变方向的区域相邻的区域, 也就是说, 这辆车经历了三个区域, 这是不允许的
 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: 停在两区之间的边界线上—比赛行驶方向的前一区域被视为改变方向的区域
- 阶段 3: 车辆改变了方向并开始向相反的方向移动
- 阶段 4: 车辆停在两个区域的交界处, 未完全进入第三区域
- 阶段 5: 继续逆时针前行

由于车辆未完全进入第三区域, 因此比赛不停止。

情况 5: 多次改变方向

车辆可以多次改变方向, 但需要确定第一次改变方向时车辆所在的区域, 并据此来判断车辆可以朝反方向移动的最远距离。

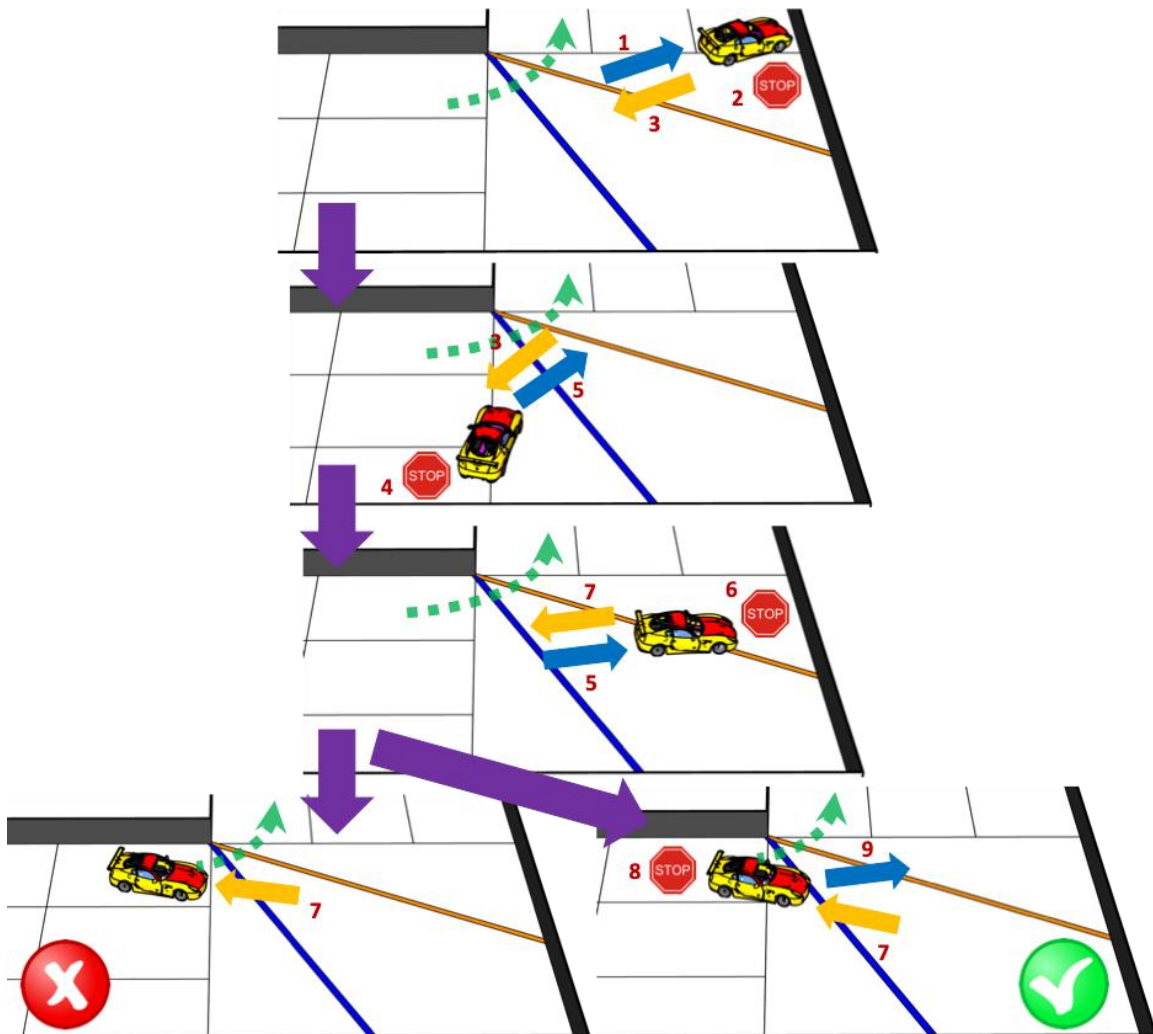


图 24 允许根据最接近终点区的部分多次改变方向

图 24 中，允许车辆多次改变方向的情况下：

- 阶段 1：车辆沿规定的行驶方向逆时针前进（由蓝色箭头表示）。
- 阶段 2：车辆停在了两个区域的交界处—沿比赛行驶方向的前一区域被视为改变方向的区域。
- 阶段 3：车辆改变方向朝着反方向移动。这是第一次改变方向。
- 阶段 4 和 5：车辆停在了相邻区域——就在最初改变行驶方向的那个区域旁边，然后又继续按照正确的方向行驶。
- 阶段 6 和 7：车辆又改变了一次行驶方向，但这一情况未被计入，因为之前一次改变方向的区域更接近终点。
- 如图 24 左下图，车辆完全进入第三个区域，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 24 右下图，车辆仍有部分在第二个区域内，符合规定，因此，比赛将持续不会被停止。

情况 7：倒行

如果车辆沿比赛行驶方向行驶，则允许倒行。

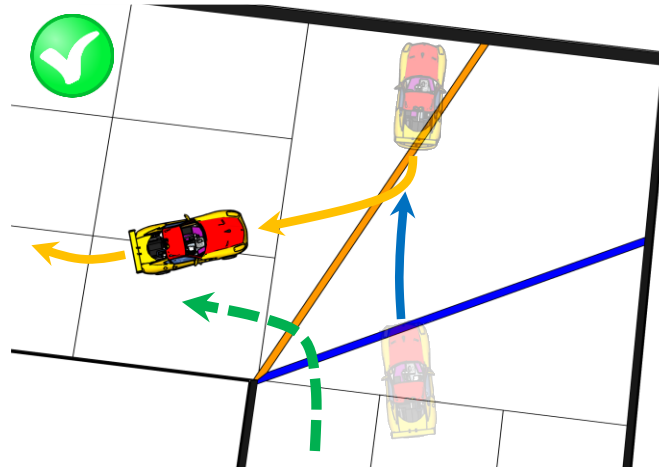


图 25 按规定方向倒行

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—红色立柱必须从右侧通过，绿色立柱必须从左侧通过。

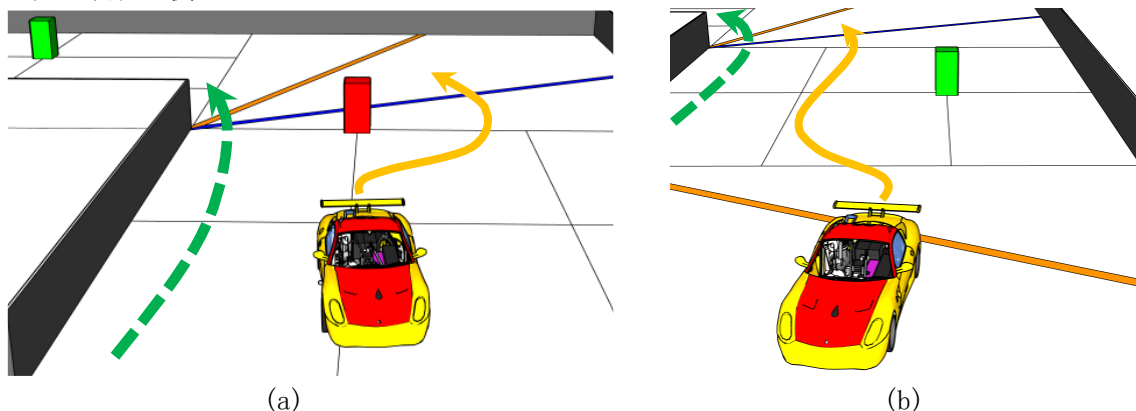


图 26 倒行时通过交通标志的要求

5. 从错误一侧通过交通标志

虽然不允许车辆从错误的一侧通过交通标志，但存在一个“门槛”，车辆可以利用这个门槛来识别故障状态并纠正错误行为。

如果车辆开始不正确地通过交通标志，只要车辆没有完全越过从内边墙到外边墙通过交通标志所在位置的那条线（稍后会提到一界线），那么，比赛和计时就不会停止。

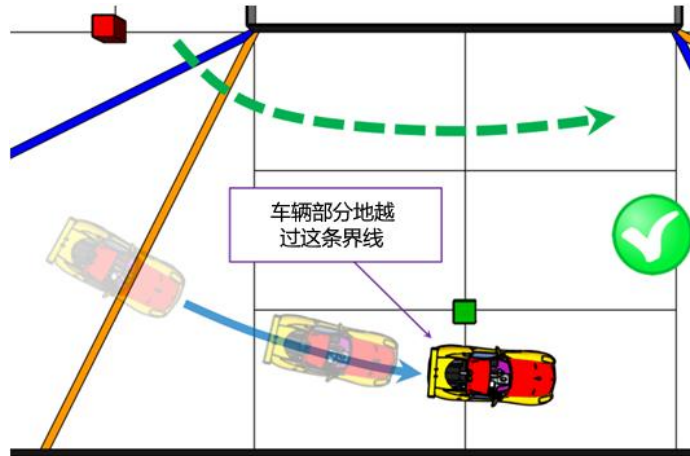


图 27 车辆从绿柱右侧行驶时未完全通过界线

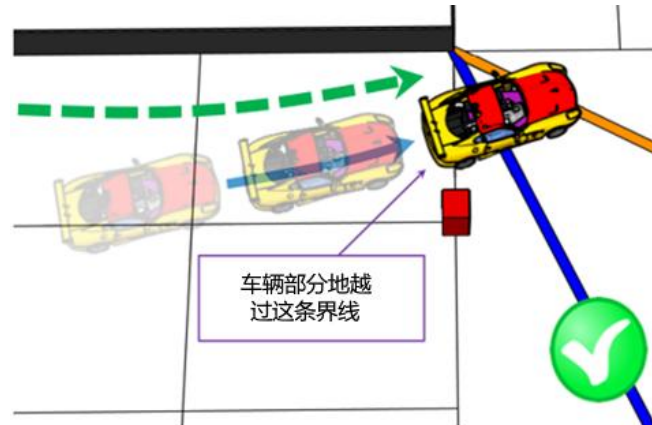


图 28 车辆从红柱右侧行驶时未完全通过界线

一旦车辆完全越过界线，裁判将停止比赛。

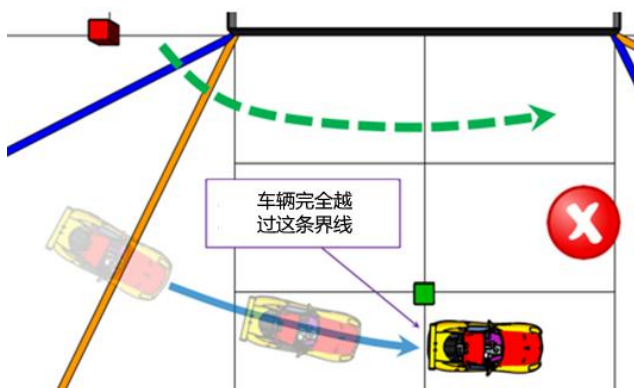


图 29 车辆从绿柱右侧完全越过射线

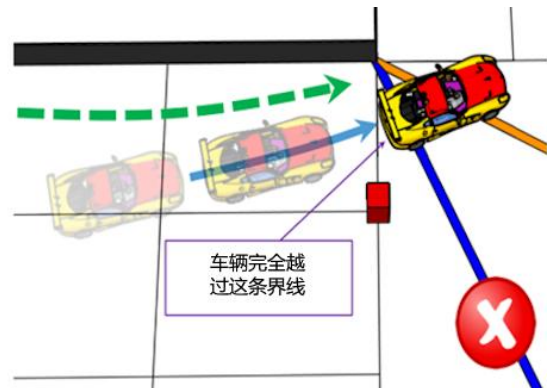


图 30 车辆从红柱左侧完全越过射线

此规定同样适用于车辆在比赛行驶方向倒驶的情况。

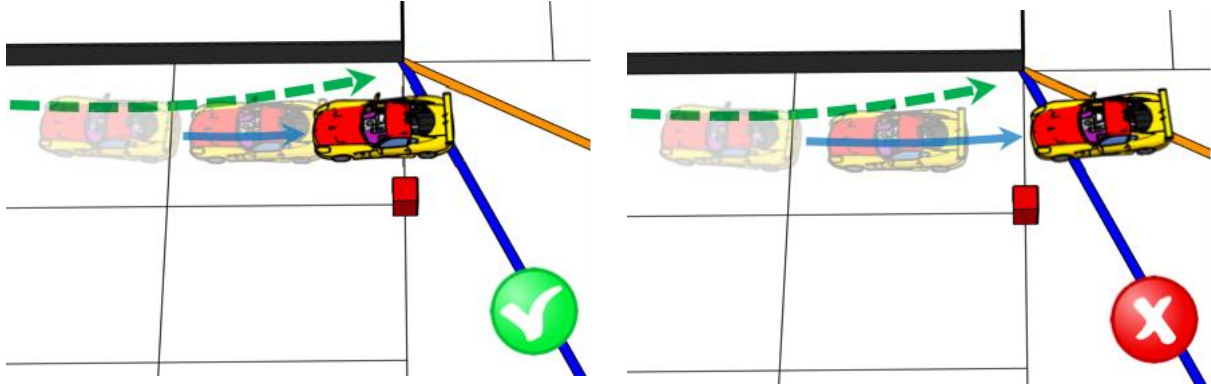


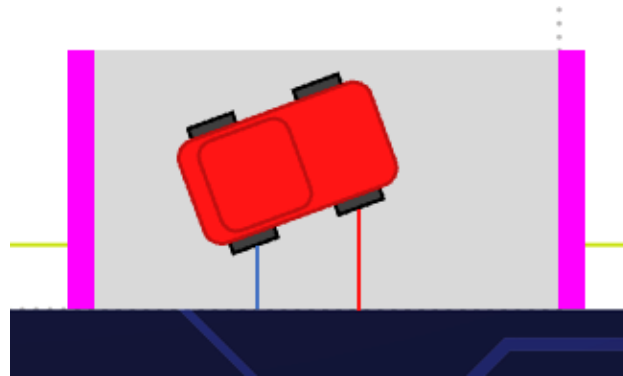
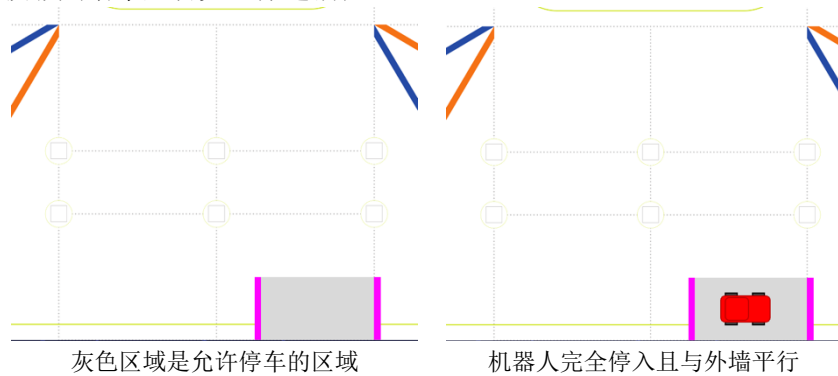
图 31 车辆倒着行驶时部分和完全越过界线

在障碍赛中，只需要在正式的三圈行驶中遵守交通标志的规则。在到泊位的路径上，从左侧或右侧通过交通标志都可以，但仍不得移动交通标志。

6. 在泊位中停车

泊位（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 20mm，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泊位



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边墙之间的距离。
 如果这两个距离之间的差值大于 20mm，则认为机器人没有平行停放。

图 32 完全停进泊位的情况

如果车辆的正投影只有部分在泊位里面时，该车辆就是部分停入泊位。

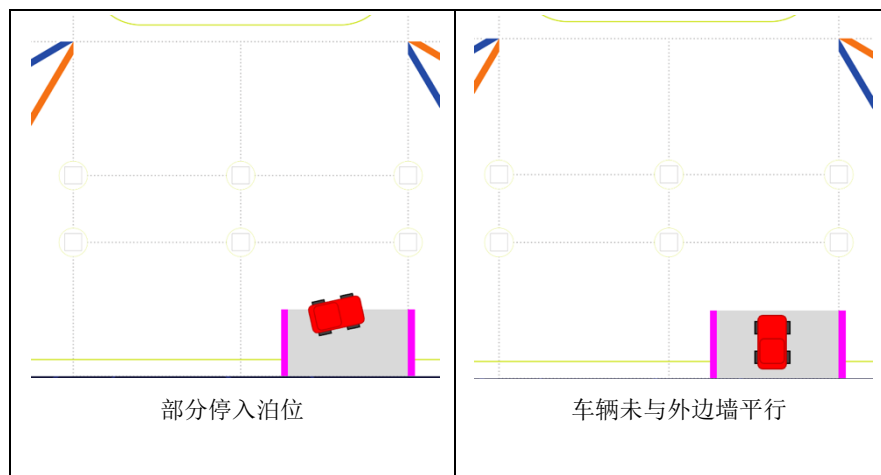


图 33 部分停入泊位的情况

机器人不得与泊位的限位板接触。一旦机器人接触到限位板，比赛就要结束，参赛队不能获得停

车的分数。

附录 B 全国赛/区域赛比赛场地

全国或地区决赛与国际总决赛的比赛场地准备，主要区别在于如何构建内围栏，围栏的构建取决于每轮资格赛前抽签结果。

以下是可用于准备内围栏的建议。

首先，这个建议假设内围栏的材料是木材/刨花板/MDF。那么，围栏由四段边墙组成：两个长段和两个短段，每段的厚度相同。这些墙段用家具螺钉或圆头螺钉与嵌入式螺母固接在一起。每段的高度为 100mm。颜色为黑色。

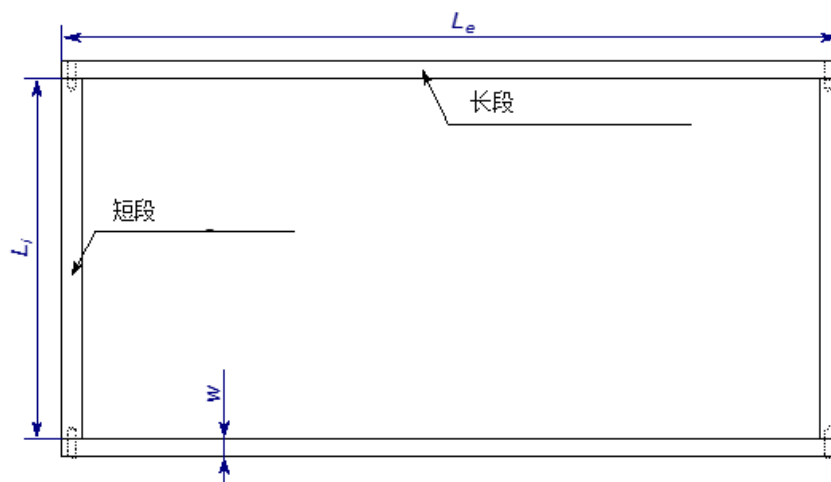


图 34 内围栏的分段

因此，准备以下墙段可以实现场上所需的几种内围栏。

长段	短段
2 个长 1000 mm 的墙段	2 个长 $(1000 - 2W)$ mm 的墙段
2 个长 1400 mm 的墙段	2 个长 $(1400 - 2W)$ mm 的墙段
2 个长 1800 mm 的墙段	2 个长 $(1800 - 2W)$ mm 的墙段
	W 为一个墙段的厚度

例如，如果边墙厚度为 17 mm，则短段的长度应为 966 mm、1299 mm 和 1632 mm。

在赛前抽签后，相应的墙段用螺钉组合在一起并放到场地上。为了使车辆难以移动内围栏，可以在围栏角的内侧放一些重物。

附录 C 工程笔记与文档提交要求

注：附录 C 全部是 2026 赛季规则特别增加的，为避免影响阅读，不使用黄色加亮突出表示。

C.1 工程笔记与 GitHub 代码库的用途

工程笔记与 GitHub 代码库共同构成未来工程师赛中，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. 完整呈现参赛队的工程研发过程，而非只展示机器人成品。
2. 为评委评定设计决策的合理性与系统思维的完整性提供依据。
3. 文档内容应有足够的详尽度，确保其他参赛队伍可据此复现同款机器人。
4. 当各参赛队的机器人在赛场上表现相近时，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。

本评审标准适用于全年龄段（14-22 岁）参赛队。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

评委将从五大维度对提交的文档进行评审，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 0 分、2 分、4 分、6 分共四档，具体定义如下：

- 0 分：未提供任何有效证据材料
- 2 分：证据材料存在明显缺失
- 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。

参赛队应同时提交以下两类材料：

1. 结构化的工程笔记（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。

评委仅对本规则所定的截止日期前提交的文档进行评审。截止日期后，参赛队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

下表为评委评审工作的完整评分细则。

C.3.1 评分标准（适用于所有评审维度）

分值	标准	基本含义
6	先进的工程实践	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	合格的工程实践	工程实践成果完整规范，具备可复现性
2	证据材料不足	仅提供基础信息，内容不完整或论证依据不充分
0	无有效证据	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	包含扭矩与转速的选型论证、设计方案的取舍分析及特定组件选型依据，展示了影响机械设计并提升性能的测试或迭代过程机械设计的优化作用及最终对性能提升的影响等内容
4	对底盘结构、驱动及转向系统的说明清晰明确，附有设计图纸，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
0	未提供任何与移动性能及机械设计相关的有效信息，或提供的信息不具备关联性

评审要点：

- 底盘的设计与选型
- 转向与驱动机构设计
- 扭矩与转速的分析
- 机械结构的稳定性与刚度
- 设计方案的论证依据

重点关注：

- 参赛队是否理解机械设计对性能的影响
- 对特定的驱动和转向方案选择的说明是否清晰
- 是否通过测试来优化机械设计

维度 2: 动力与传感器架构

分值	描述
6	包括功率预算、传感器权衡、基于场地几何形状的布局合理性、校准方法、故障点考虑因素及为提高可靠性而进行迭代改进的证据
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

分值	描述
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

重点关注：

- 参赛队是否对电力分配进行了规划，而不只是简单地连接了各部件
- 对传感器选择及安装位置的合理性做了充分说明
- 是否考虑了噪声、干扰、阴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	包含了对状态机的说明，对所采用算法（如 PID、计算机视觉算法、惯性单元数据融合算法等）做了合理的说明，处理了各类边界场景，描述了测试和参数调优过程，包含了性能评估所采用的指标
4	提供了流程图；对各模块和功能都有清晰的说明，描述了障碍应对逻辑，具有可重复性
2	对软件及障碍应对策略有基本描述，但内容不够详细，也没有清晰的结构
0	仅粘贴了代码，未附任何说明，从文档内容难以理解机器人的策略

评审要点：

- 代码模块化与架构
- 状态机或控制流程
- 道路跟踪与避障策略
- 对所用算法的说明
- 基本代码文档与注释

重点关注：

- 参赛队是否理解软件架构对机器人行为的支撑作用
- 是否有道路跟踪、避障和溜边的明确策略
- 是否有测试和调优的证据，而不仅提交最终的代码

维度 4：系统思维与工程决策

分值	描述
6	界定了明确约束条件，描述了权衡因素和迭代周期，讨论了潜在风险与故障模式，并提出了相应的缓解措施。文档中包含基于实测数据的决策，例如“选择 X 而非 Y 的原因是……”
4	对各子系统进行了映射，并对其相互作用做了说明，也提到了约束条件并从基础层面进行了探讨
2	对决策有一些推理或描述，但内容不完整或过于肤浅
0	没有可见的决策流程，文档描述了所采取的行动，但并未说明原因

评审要点：

- 各子系统（运动、动力、传感器、软件、车辆构架）的协同工作机制
- 决策背后的工程考量
- 约束条件与方案权衡取舍
- 迭代与测试周期
- 风险识别与缓解措施

重点关注：

- 是否有证据表明参赛队把机器人视为一个整体，而不是多个独立部件的组合
- 在动力、重量、处理能力、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	完全可按相关文档复现机器人。GitHub 的项目结构清晰，提交的信息有意义，测试流程有详细记录，并有版本控制或发布说明
4	README 不少于 5000 字符，所需提交的任务已存在，有 CAD 图纸、代码及电路接线说明等材料，其他参赛队可通过合理投入复现该机器人
2	存储库确实存在，但其结构欠佳，文件缺失或内容不清晰，而且可复现性也有限
0	未提交 GitHub 代码库，或代码库无法访问，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 次有意义的提交）
- README 文件的内容与结构
- 文件的组织方式
- 计算机辅助设计、代码、线路图及相关技术文件
- 机器人的可复现性

重点关注：

- 文档是否专业与实用
- 是否有证据表明存储库完整反映了工程研发过程，而非仅上传了最终版本代码

C.4 评委快速参考指南

本节旨在提供一份一页纸的概要，供评委在评审时参考。

C.4.1 评分细则简表

评审维度	0分（无证据）	2分（证据少）	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，有图纸，可复现	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，可复现	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，有障碍应对逻辑，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笔记

C.4.2 推荐评审流程（15-20 分钟）

1. 打开参赛队的 GitHub 代码库，找到 README 及主文件夹。
2. 浏览工程笔记，找出与五大评审维度对应的栏目。
3. 针对各维度，对照 0 分、2 分、4 分、6 分的评分标准，核查证据材料。
4. 仅依据证据，为各维度评定分数。
5. 评分过程中，切勿受参赛队国籍、年龄、语言表述或主观印象的影响。
6. 记录各维度得分，如有必要，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 参赛队自查清单

参赛队可在提交文档前，依据本清单完成自查。

C.5.1 一般要求

- 工程笔记不仅详细介绍了组装步骤，还完整记录机器人的研发过程
- 有一个结构清晰、包含关键文件的 GitHub 代码库
- 文档说明了我们做出决策的原因，而不仅仅是描述我们所采取的行动

C.5.2 分维度自查项

移动性能与机械设计

- 是否已说明选择这种底盘和驱动系统的原因？
- 是否已附带机械结构布局图纸？
- 是否已描述优化设计过程中的测试与变更？

动力与传感器架构

- 是否已说明动力分配与调整？
- 是否已对所选用的传感器及其安装位置进行了合理的说明？
- 是否已提供至少一份电路图及传感器标定方法的说明？

软件架构与障碍应对策略

- 是否已提供软件流程图或状态机设计图？
- 是否已解释了路径跟踪与应对障碍的方法？
- 是否已描述了测试与参数调优的相关内容？

系统思维与工程决策

- 是否已考虑到诸如功率、重量、时间或处理速度等约束条件？
- 是否已至少分析了一个设计上的权衡，并解释了我们的选择？
- 是否已展示设计方案随时间变化的过程（如版本 1、2、3）？

可复现性与 GitHub 代码库质量

- 其他参赛队能否依据我们提交的文档组装出我们这种机器人？
- 我们的 README 是否详细说明了系统的工作原理以及如何进行组装？
- 我们是否至少有三次有意义的、信息清晰明了提交记录？
- 我们的 CAD 图纸、接线图及代码文件是否均已存放在这个存储库中？

C.6 青少年参赛队术语释义

本术语表专为 14-16 岁参赛队编制，也可供所有年龄段参赛队参考。

- **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、预算上限、研发周期等。
- **方案权衡：** 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，越有利于驱动较重载荷或爬坡。
- **动力预算：** 对机器人各部 j 件的电流和功耗进行估算，并判断电池和稳压器是否能够承受这些负荷。
- **状态机：** 一种描述机器人行为的方法，它把机器人的行为视为一系列“状态”（例如搜索、跟踪路径、避开障碍等），并设定相应的规则来规定在何时从一种状态转换到另一种状态。

- **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, 并按照预期方式运行的过程。
- **噪声:** 传感器输出或信号中的不希望有的变化, 可能会导致系统运行不稳定。
- **迭代:** 重复“规划、构建、测试、改进”这一循环过程, 以获得更优的设计。版本 1、2 和 3 就是迭代产物。
- **故障模式:** 机器人可能出现故障或表现不佳的情况, 例如车轮失去抓地力或者传感器被光线遮蔽等。
- **可复现性:** 他人依据你的说明文件按照相同的设计思路制造出性能相似的机器人的可能性。

C.7 各维度得分等级对应的示例

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

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够高; 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 V 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。

- **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**

机器人在加速阶段, 驱动电机的总电流约为 3.2 A, 电子元器件的消耗约为 0.8 A。据此, 我们选定 5A 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 30mm 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, 12V 电压为电机供电, 5V 稳压器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, 其布局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电源，搭载的传感器包括两个超声波传感器、一个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**

我们的路径跟踪算法采用比例控制器，控制参数根据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，包含路径跟踪、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 1 路径检测，计算转向角度，随后检测立柱障碍并调整行驶路径。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**

我们对不同的系统架构进行了评估：纯机载视觉和机器人-边缘计算分体两种方案。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）负担，但系统独立性更强。为控制算力消耗，我们将摄像头帧频从 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°C 以下。

- **4 分示例**

系统整体架构框图详见图 2。图中清晰展示了驱动、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、方案权衡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、CAD 图纸、立体光刻（STL）模型文件及电路图。README 提供了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。提交的说明规范详实，例如“完成 PID 控制器参数调优”、“优化立柱障碍检测算法”等。代码库中的 V1.0 版本对应参加区域赛的机器人，V2.0 版本对应参加总决赛的机器人。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图。README 详细阐述了软件安装步骤及主程序运行方法。代码库提交不少于 3 次，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，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，代码库无法被评委正常访问。

附录 D 机电部件的最小组成

以下所列是可用于车辆机电部件的器件。这只是建议而不是要求。参赛队应自行决定是否采纳这些建议。

- **单片机：**用于实时视频处理、分析传感器数据、发送或管理给电机控制器的信号。
- 单板微控制器+电机扩展板，这种组合能接收主微控制器发出的控制信号，并相应地驱动电机运行。
- 广角摄像头。
- 两个距离传感器。
- 两个光传感器。
- 控制转向的伺服电机。
- 控制车辆速度的带减速器直流电机。
- 至少一个编码器，用于测量直流电机的角速度。
- IMU（惯性测量单元），通常是陀螺仪和加速度计的组合，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，为 SBC/SBM 提供足够的电源。
- 两个开关将电池连接到用电设备（SBC/SBM 和电机）。
- 按钮，作为开始比赛的触发装置。

车辆配置范例：

- 遥控 (RC) 车辆的底盘。
- 主控制器—树莓派 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>)，及用于保存操作系统和程序的 MicroSD 卡。
- 带超广角镜头的摄像头模块 (<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-size>)
- 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 个微型反射物体模拟传感器 (<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，可在树莓派和 Arduino 之间分配电量。
- 适于为直流电机供电的附加电池（可能是底盘的一部分）。