

FIRST



FORWARDSM

PRESENTED BY **Qualcomm**



PRESENTED BY



2022 赛季 *FIRST* 机器人竞赛 比赛手册

目录

1	Introduction 介绍	7
1.1	About <i>FIRST</i> ® 关于 <i>FIRST</i>	7
1.2	In Memoriam 纪念故人	7
1.3	<i>FIRST</i> ® Robotics Competition <i>FIRST</i> 机器人竞赛	8
1.4	<i>Gracious Professionalism</i> ®, a <i>FIRST</i> Credo 高尚和专业精神, <i>FIRST</i> 信条之一	8
1.5	<i>Coopertition</i> ® 互助	9
1.6	Spirit of Volunteering 志愿精神	10
1.7	This Document & Its Conventions 本文档和惯例	11
1.8	Translations & Other Versions 手册翻译和其他版本	12
1.9	Team Updates 团队更新	13
1.10	Question and Answer System 问答系统	13
2	<i>FIRST</i> Season Overview <i>FIRST</i> 赛季概览	15
3	Game Sponsor Recognition 比赛赞助商致辞	17
4	Game Overview 比赛概览	19
5	ARENA 赛场	21
5.1	FIELD 场地	21
5.2	Zones and Markings 区域和标记	23
5.3	HUB 枢纽	27
5.3.1	UPPER HUB and LOWER HUB 枢纽上层和枢纽下层	28
5.3.2	Fenders 挡板	29
5.4	HANGARS 机库	31
5.4.1	Truss Structure 桁架结构	32
5.4.2	Rungs 横档	33
5.4.3	Floor Protection 地板保护	34
5.4.4	LAUNCH PADS 发射板	35
5.5	TERMINALS 航站楼	36
5.6	ALLIANCE WALLS 联盟墙	38
5.6.1	DRIVER STATIONS 操作站	39
5.6.2	HANGAR WALLS 机库墙	41
5.7	CARGO 货物	41

5.8	Vision Targets 视觉目标	42
5.9	The FIELD Management System 场地控制系统	42
6	MATCH Play 比赛内容.....	45
6.1	Setup 场地设置.....	45
6.1.1	CARGO 货物	45
6.1.2	ROBOTS 机器人.....	46
6.1.3	Humans 人类.....	46
6.2	Autonomous Period 自动阶段	47
6.3	Teleoperated Period 手动阶段	47
6.4	Scoring 计分	47
6.4.1	Point Values 分值.....	47
6.5	Rule Violations 犯规判罚	48
6.5.1	Violation Details 判罚细节.....	49
6.6	DRIVE TEAM 操控组.....	49
6.7	Other Logistics 场地后勤	50
7	Game Rules: ROBOTS 比赛规则： 机器人	53
7.1	ROBOT Restrictions 机器人限制.....	53
7.2	ROBOT to ROBOT Interaction 机器人之间互动	55
7.3	FIELD Interaction 和场地互动.....	57
7.4	CARGO 货物.....	57
8	Game Rules: Humans 比赛规则： 人类	59
8.1	General 通用	59
8.2	REFEREE Interaction 和裁判互动	61
8.3	Before/After the MATCH 比赛开始前和结束后	62
8.4	During the MATCH: AUTO 比赛中的自动阶段	65
8.5	During the MATCH 比赛中的所有阶段.....	66
9	ROBOT Construction Rules 机器人搭建规则	69
9.1	General ROBOT Design 通用机器人设计.....	70
9.2	ROBOT Safety & Damage Prevention 机器人安全和伤害预防	72
9.3	Budget Constraints & Fabrication Schedule 预算限制和制造进度.....	73
9.4	BUMPER Rules 保险杠规则	77
9.5	Motors & Actuators 电机和促动器	84
9.6	Power Distribution 供电分配	87

9.7	Control, Command & Signals System 控制, 命令和信号系统	96
9.8	Pneumatic System 气动系统	100
9.9	OPERATOR CONSOLE 操作终端	104
10	Inspection & Eligibility Rules 机器人检查和通过规则	107
10.1	Rules 规则	107
11	Tournaments 比赛赛制	111
11.1	MATCH Schedules 比赛日程	111
11.2	REFEREE Interaction 和裁判互动	111
11.2.1	YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚	112
11.3	MATCH Replays 比赛重赛	113
11.4	Measurement 场地测量	113
11.5	Practice MATCHES 练习赛	114
11.5.1	Filler Line 练习赛候补线	114
11.6	Qualification MATCHES 资格赛	114
11.6.1	Schedule 资格赛日程	114
11.6.2	MATCH Assignment 比赛安排	114
11.6.3	Qualification Ranking 资格赛排名	115
11.7	Playoff MATCHES 淘汰赛	116
11.7.1	ALLIANCE Selection Process 联盟选择过程	116
11.7.2	Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵表	117
11.7.3	Pit Crews 基地区成员	118
11.7.4	TIMEOUTS 比赛暂停	118
11.7.5	BACKUP TEAMS 替补队伍	119
11.7.6	Small Event Exceptions 小型赛事例外情况	120
11.7.7	Single-Day Event Exceptions 单日赛事例外情况	121
11.8	Advancement Through the District Model 地方赛晋级模型 (11.8 章不翻译)	122
11.8.1	District Events 地方赛赛事	122
11.8.2	District Championship Eligibility 地方总决赛晋级条件	125
11.8.3	District Championships with Multiple Divisions 分赛区制地方总决赛	126
11.9	FIRST Championship: Additions and Exceptions FIRST 总决赛:额外说明和例外情况	128
11.9.1	Advancement to the FIRST Championship FIRST 总决赛晋级条件	128
11.9.2	4 ROBOT ALLIANCES 四机器人联盟	128
11.9.3	FIRST Championship Pit Crews FIRST 总决赛基地区成员	129



11.9.4	FIRST Championship Playoffs FIRST 总决赛淘汰赛.....	129
11.9.5	FIRST Championship TIMEOUTS FIRST 总决赛比赛暂停.....	130
12	Glossary 词汇表.....	131

1 INTRODUCTION 介绍

1.1 About FIRST® 关于 FIRST

FIRST® (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) 由发明家迪恩-卡门 (Dean Kamen) 创立, 旨在激发青少年们对科学和技术产生兴趣。作为一个为青少年未来而准备的机器人社区, FIRST 是世界领先且不断前行的的服务青少年的非盈利 STEM 教育。30 年来, FIRST 通过 FIRST 项目把严谨的 STEM 教育和快乐, 和传统竞技的兴奋, 和来自社区的激励结合了起来, 给课内外教学中的学习, 兴趣培养, 技能磨练带来了显著的影响。FIRST 提供了很多涵盖各种年龄范围的项目:

- FIRST Robotics Competition, FIRST 机器人竞赛 (FRC), 9-12 年级, 年龄 14-18
- FIRST Tech Challenge, FIRST 技术挑战 (FTC), 7-12 年级, 年龄 12-18
- FIRST LEGO League, FIRST 乐高联赛 (FLL), 幼儿园入学前到 8 年级, 年龄 4-16
 - FIRST 乐高联赛 Challenge, 4-8 年级 (年龄 9-16, 年龄范围因不同国家地区而异)
 - FIRST 乐高联赛 Explore, 2-4 年级 (年龄 6-10)
 - FIRST 乐高联赛 Discovery, 学龄前至 1 年级 (年龄 4-6)

想获取更多关于 FIRST 和 FIRST 旗下项目的信息请访问: [the FIRST website](https://www.firstrobotics.com)

1.2 In Memoriam 纪念故人

2019 年 10 月, 伍迪-弗劳尔斯博士 (Dr. Woodie Flowers), 一位设计学及工程学教育的创新者, 无与伦比的 FIRST 顾问以及 FIRST 使命的支持者 (Figure 1-1) 永远离开了我们。来自全世界成千上万对伍迪先生的去世表示衷心的哀悼的纷涌而至, 他的遗产将显而易见的通过我们社区所秉持的高尚品质及我们持续承诺强化教育工作者和打造全球化而延续下去。

Figure 1-1 Dr. Woodie Flowers, 1943-2019



1.3 **FIRST® Robotics Competition FIRST 机器人竞赛**

FRC 把竞技的刺激和科技的严谨结合在了一起。学生组成的队伍接受挑战，设计搭建和编程工业级尺寸的机器人，并带去争夺奖项，与此同时他们也需要宣传队伍，筹集资金，在团队合作下磨练技能，赢得所在社区对 STEM 的尊重和感谢。

具备志愿精神和专业能力的导师奉献他们的时间运用他们的天赋去指导每支队伍。学生能接触到贴近现实的工程学。此外，高中生还会获得来自大学，学院以及科技项目的独有的奖学金机会。

每年一月初的开题仪式（Kickoff）都会介绍新的具有挑战性比赛内容。这些令人兴奋的竞赛都会把科学技术的实践应用和欢乐，激烈的能量，类似锦标赛赛事的刺激结合到一起。鼓励队伍展现高尚的专业精神帮助其他队伍，在比拼中合作，这就是互助。

2022 年，将有 55000 所高中和 81000 名学生组成的约 3200 支队伍参加 FRC。队伍来自全美各州以及全世界。

FRC 队伍将参与 59 个区域赛（Regional），106 个地方赛（District）和 11 个地方总决赛（District Championship）。此外，会有大约 450 支队伍将有资格参加 2022 年 4 月举行的 FIRST 世界总决赛（FIRST Championship）。

本年度的比赛内容和本手册将在 2022 年 1 月 8 日星期六（美国东部时间）在 2022 FIRST Robotics Competition Kickoff（2022 赛季 FRC 开题仪式）上呈现给全世界。

在开题仪式上，所有队伍可以：

- 第一时间观看 2022 赛季比赛内容的揭晓，FRC 本赛季主题“快速反应”（RAPID REACT）由波音公司呈现
- 学习 2022 赛季比赛手册和规则

安全第一，许多规则的制定是为了在每场赛事中降低所有参与者的受伤风险。

赛事工作人员对场馆内的所有安全相关的问题有最终决定权

请通过 FRC 地方赛和区域赛赛事页面 [FIRST Robotics Competition District and Regional Event web page](#) 查看关于安全和组织方面的赛事现场规则，这些赛事现场规则不但适用于快速反应，也适用于比赛中。和本文档记录的判罚一起，任何赛事现场规则的违反都会导致获得潜在的红黄牌。

- 获得开题仪式套件作为机器人搭建的起点

1.4 **Gracious Professionalism®**, a FIRST Credo 高尚和专业精神，FIRST 信条之一

高尚的专业精神是 FIRST 信条的一部分。鼓励高质量工作，注重其他人的价值，尊重个人和社区

高尚的专业精神没有明确的文字定义，对每个人来说都有不同的定义。

一些可能的定义包含：

- 高尚的态度和表现是双赢的

- 高尚的人尊重他人并在一举一动中展现出来
- 专业精神拥有特别的知识，由社会信赖而负责任的使用这些知识
- 拥有高尚的专业精神的人们以各种方式做出价值贡献，让他人及自己感到愉悦

在 FIRST 的理念中，所有的队伍及参与者应该：

- 在过程中学会成为一个强有力的竞争者，但是依然尊重他人，对他人友善
- 避免让他人感觉到被排除在外以及不受欢迎

知识，自豪，共情应该舒适且真正的混合在一起

最后，高尚的专业精神追求有意义的人生。当专业精神以高尚的方式体现出来后，所有人收益，社会得益。



The FIRST spirit encourages doing high-quality, well-informed work in a manner that leaves everyone feeling valued. Gracious Professionalism seems to be a good descriptor for part of the ethos of FIRST. It is part of what makes FIRST different and wonderful.

*- Dr. Woodie Flowers, (1943 – 2019)
Distinguished Advisor to FIRST*

经常花时间和你的队伍温习和强化认识这个理念是个不错的主意。我们推荐给你的队伍举一些关于高尚和专业精神的真实案例，比如某些队伍把有用的材料或自身专长出借或教授给别的队伍，而那支队伍必定会作为对手出现在赛场上。在赛事中习惯性凸显机会展现高尚和专业精神，并鼓励队伍成员提出各种可以通过外联活动来宣传这种品质的方法。

1.5 Coopertition® 互助

在 FIRST，互助（Coopertition®）是在面对激烈的竞赛中表现出的纯粹的好意和尊重。互助是建立在队伍间即使是竞争对手依然能且应该相互帮助，相互合作的理念和哲学之上的。互助包含从队友及导师那里学习。互助意味着在竞争中也要在可以的情况下协助或帮助他人。

来自伍迪弗劳尔斯奖获奖者们的留言：

伍迪弗劳尔斯奖是 FIRST 声望最高的导师奖。2015 年 FIRST 总决赛的伍迪弗劳尔斯奖获奖者把一份重要的获奖感言留给了所有 FRC 队伍在面对每个赛季的时候去思考。

以最佳状态来表现是重要的，获取胜利是重要的。因为这是一场竞赛。

然而，以公平的方式获取胜利，为自己能达成目标感到自豪及如何达成目标是更重要的。FIRST 可以制定规则和惩罚来涵盖几乎任何场景和状况，但我们更喜欢一个有着更简单的规则，易于理解的比赛，这允许我们在设计中可以思考更多，更具有创造性。我们想知道我们的伙伴和对手正以最佳状态参与到每场比赛中。我们想知道他们是在公平公正的参与比赛而不是采取一些有着受质疑行为的比赛策略。

当在制作机器人或在写奖项陈述，在为竞赛或每场比赛做准备，在制定或实施比赛策略，在过好每一天生活的时候，别忘了伍迪博士重复过的话语，让“我们的长辈感到自豪”

<i>Woodie Flowers</i>	<i>Paul Copioli (3310, 217)</i>	<i>Lane Matheson (932)</i>
<i>Liz Calef (88)</i>	<i>Rob Mainieri (812, 64, 498, 2735, 6833)</i>	<i>Mark Lawrence (1816)</i>
<i>Mike Bastoni (23)</i>	<i>Dan Green (111)</i>	<i>Eric Stokely (258, 360, 2557, & 5295)</i>
<i>Ken Patton (51, 65)</i>	<i>Mark Breadner (188)</i>	<i>Glenn Lee (359)</i>
<i>Kyle Hughes (27)</i>	<i>John Novak (16, 323)</i>	<i>Gail Drake (1885)</i>
<i>Bill Beatty (71)</i>	<i>Chris Fultz (234)</i>	<i>Allen Gregory (3847)</i>
<i>Dave Verbrugge (5110, 67)</i>	<i>John Larock (365)</i>	<i>Lucien Junkin (118)</i>
<i>Andy Baker (3940, 45)</i>	<i>Earl Scime (2614)</i>	<i>Matt Fagen (4253)</i>
<i>Dave Kelso (131)</i>	<i>Fredi Lajvardi (842)</i>	

1.6 Spirit of Volunteering 志愿精神

2022 赛季志愿者精神：各志愿者岗位的主管志愿者传达给 FIRST 社区的信息

我们知道志愿者工作，无论是在赛场上还是和 1 支队伍，都对任何参与者有着巨大且终身的影响。每位学生，教师，赛事志愿者，导师，教练，和家庭成员都在每个赛季相互间的互动中学习和成长。当你们参加赛事与志愿者互动的时候，记住他们正在放弃他们最宝贵的财富“时间”来确保每支队伍都能有个充实，充满乐趣和回忆的比赛。志愿者们是 FIRST 的命脉。没有他们 FIRST 就不会取得现在的成就和地位。我们期望大家不要忘记“高尚和专业精神”（Gracious Professionalism®）是 FIRST 精神的一部分，是一种做事的方式，鼓励高质量的工作，认可他人的价值，尊重个人和社区。“在你们的下一场赛事中，给志愿者一个击掌或击拳，并说句“谢谢”。赛事志愿活动是一项有益的体验，我们欢迎每个人在生活的磨练中能休息片刻，加入到我们中来。

- 看着有才干的学生们学习和成长
- 和很棒的志愿者们结交新朋友
- 成为赛事成功举办的一份子
- 把 FIRST 理念传递给还不知道的人们
- 把赛事志愿经验带回到自己的队伍中

- [学习如何和你社交圈外的人们沟通](#)

就像近几年我们生活中的其他情况一样，在 2022 年参加 FRC 志愿活动会有点不同。我们都知道总有一天我们会把病毒抛在身后。我们知道在一起我们会相互包容，保持连接，参与到队伍中，持续行进#FIRSTFORWARD

我们的 FIRST 校友们 - 我们需要你们！你们知道 FIRST 对你们人生的影响和给你们的机会。我们希望你们注意和帮助下一代人获得一样的机会。FIRST 的官方网站有很多资源可以让你们在搜索后找到更多的时间参与志愿活动。

我们期待和欢迎你们的加入！

裁判主管 *Chief Referees – Aidan Browne & Jon Zawislak*

评委顾问主管 *Chief Judge Advisors – Cindy Stong & Allen Bancroft*

志愿者协调主管 *Chief Volunteer Coordinators – Laurie Shimizu & Sarah Plemmons*

机器检查主管 *Chief Robot Inspectors - Al Skierkiewicz & Chuck Dickerson*

场地管理主管 *Chief Field Supervisors – Scott Goering & Ayla DeLaat*

1.7 This Document & Its Conventions 本文档及惯例

2022 比赛手册是所有 FRC 队伍获取 2022 赛季和快速反应比赛相关信息的来源。阅读者会获得以下细节：

- “快速反应” 比赛内容的概览
- “快速反应” 的场地细节
- 如何进行“快速反应” 比赛
- 比赛规则（与安全，组织，比赛进行和检查等相关）
- 队伍如何在 2022 的比赛中晋级以及在赛季中晋级

所有赛事参与者应研读赛事现场规则手册 [Event Rules Manual](#)，它详细记述了不随赛季改变的赛事规则和期盼。现场规则手册和本文档同等重要

本手册的内容如字面意义的说明，请不要基于内容的假设而口译，用过去的规则来执行，或者设想在现实中是如何实现的。本手册没有隐藏任何需求或限制的描述。阅读本手册之后，就应该对本赛季的一切都了如指掌了。

贯穿本章节的特殊方法的使用都会高亮相关的警告，注意，关键词或关键句。这些惯例用来提醒读者那是重要信息，同时也是出于帮助队伍以安全的方式来开发应对挑战的环境，以及按照规则建造机器人。

连接其他章节的文本是蓝色的并带有下划线（[blue underlined text](#)）。所有和某项规则有关的文本会超链接到相关的条文中，但不会是蓝色的，没有下划线。

有特殊意义的关键词在 FRC 和本地挑战的段落中出现的话，会在手册最后的词汇表 [Section 12 Glossary](#) 中进行解释（并用全大写英文字母标明）

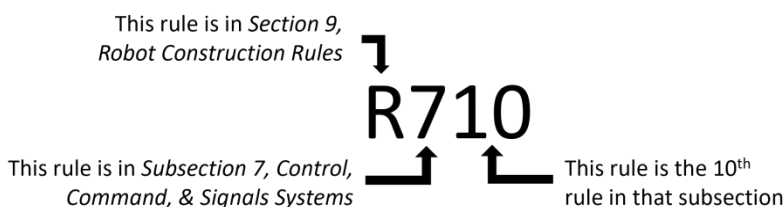
规则编号中的数字代表了所在章节，小节和规则在该章节中的位置。字母代表属于什么类型的章节

- G 代表规则属于第 7 章比赛规则：机器人 [Section 7 Game Rules: ROBOTS](#)

- H 代表规则属于第 8 章比赛规则：人类 [Section 8 Game Rules: Humans](#)
- R 代表规则属于第 9 章机器人搭建规则 [Section 9 ROBOT Construction Rules](#)
- I 代表规则属于第 10 章机器人检查和通过规则 [Section 10 Inspection and Eligibility Rules](#)
- T 代表规则属于第 11 章比赛赛制 [Section 11 Tournaments](#)

以下编号代表该规则属于什么章节，以及该章节的什么小节，最后两位数字代表该规则在小节中的位置。

Figure 1-2 Rule numbering method



R 代表属于第 9 章，7 代表该章节第 7 小节，10 代表是该小节第 10 条规则

警告，注意，记录性质的信息会出现在蓝框中。请对这些蓝框保持关注，因为蓝框内的内容会告诉诸如对该规则的理解，帮助理解的有用信息，或规则解释，和/或该规则在实际实现过程中的“最佳实践”

蓝框内容作为手册的一部分，它们相对于实际规则是没有什么分量的（如果在规则说明和该规则的蓝框内容之间有些无关紧要的小冲突，那么以规则说明为准。）

英制尺寸后面会用带括号的公制尺寸标注以方便使用公制尺寸的参与者获得大概的尺寸或重量。公制尺寸的换算（比如场地尺寸）会四舍五入到整数，例如“17 英寸(约 43 厘米)”和“6 英尺 4 英寸(约 193 厘米)”。公制转换的四舍五入使公制尺寸符合规则要求（也就是最大值向下取整，最小值向上取整）。但公制转换只是为了提供参考上的便利，无法替代在本手册及场地图纸中的英制尺寸作为官方尺寸的作用（也就是场地尺寸和规则尺寸将通过英制单位来测量）。

一些章节和规则包含了口语，也称为标题，旨在简明扼要的表述该规则或规则集。本手册有两种版本的标题文字。**绿色加粗字体 bold green text** 的规则相对而言不会随着赛季赛题改变而更改。“相对而言”意思是随着赛季的更新，规则是不变的，但以往赛季的比赛术语会替换成和当前赛季相符的术语（比如教练在上赛季是不允许触碰“货物”这条规则在本赛季就会替换成不允许触碰“货物”）。其他规则标题则使用**蓝色加粗字体（bold blue text）**予以区分。规则中使用的特定语句和口语之间产生的任何分歧都是错的。规则中的特定语句具有最高权威性。如果你发现了差异，请通知我们

firstroboticscompetition@firstinspires.org 我们会纠正它。

队伍资源通常因为不随赛季而改变（比如对赛事的期待，一些交流资源，团队组织结构的建议，机器人运输程序和奖项描述等），所以不会出现在手册中，可以访问 [FRC 官网](#) 来获得这些信息 [FIRST Robotics Competition website](#).

1.8 Translations & Other Versions 手册翻译及其他版本

“快速反应”的比赛手册的官方版本是由英语编写，会为了帮助英语不是母语的队伍而翻译成其他语言。

基于文本的英语版本只可提供给利用辅助设备的视力和听力障碍人士使用，不能用作重新分配。想获取这方面更多的消息，请发邮件联络 frcteamadvocate@firstinspires.org.

如果本手册的替代版本中关于赛事的规则或描述有了变动，那么发布在 *FIRST* 赛事和赛季资料页面中 [RAPID REACT - Season Materials web page](#) 的英文版规则手册是最权威版本。（中文版按照英文最初版本翻译且公布后不再更新）

1.9 Team Updates 团队更新

团队更新（TEAM UPDATE）通常用来告知 FRC 社区官方赛季文档有改动（比如比赛手册，图纸等），或者发步重要赛季新闻：

- 从开题日活动当天开始到第一周赛事之前的周二，团队更新将于每周二和每周五更新
- 从第一周赛事开始到最后一场地方总决赛，团队更新将于每周二更新

团队更新将发布在“快速反应”的赛事和赛季资料页面 [RAPID REACT - Season Materials web page](#) 通常会在美国东部时间 EST 下午 5 点前发布。

通常而言，团队更新遵循如下惯例：

- 添加的内容将以黄色高亮显示。 **This is an example.**
- 被删除内容将被打上删除线。 ~~This is an example.~~

1.10 Question and Answer System 问答系统

问答系统 [Question and Answer System](#) 是对 2022 快速反应比赛手册 [2022 RAPID REACT Game Manual](#)，奖项页面 [Awards webpages](#)，官方场地图纸 [official FIELD drawings](#) 和/或 FRC 赛事（区域赛和地方赛）赛程安排页面 [FIRST Robotics Competition District and Regional Events web page](#) 内容的澄清。队伍可以搜索问过的问题和回复，或提出新问题。问题可以通过举例来对于某些规则的意思进行提问。

问答系统开放于 2022 年 1 月 12 日中午 12 点（美国东部时间）。问答系统的细节请参考右侧网站 [RAPID REACT - Season Materials web page](#)。问答系统的问题回答会反映在官方的手册中以团队更新的形式公布（详见团队更新 [Section 1.9 Team Updates](#)）。

虽然问答系统的回复不会取代规则手册里的文字描述，但问答回复致力于减少手册和问答之间的前后矛盾。问答回复虽然可以用于每场赛事中对争议的讨论，但对于机器检查和合规 [Section 10 Inspection & Eligibility Rules](#) 和裁判判罚 [Section 11.2 REFEREE Interaction](#) 章节的条款，现场裁判和机检员们对其有终极解释权。如果你对授权志愿者的执法趋势感到担忧，请致函 FRC 官方邮箱 firstroboticscompetition@firstinspires.org

问答系统不是回答以下问题的地方：

- 模糊不清的场景下的规则问题，
- 对往届赛事中做出的决定提出挑战，
- 对机器人系统上的合规性做出设计评论。

有些问题过于广泛，含糊和/或不和任何规则相关。诸如此类问题我们将不会在问答系统中回复，比如：

- 这个零件，这种设计，合规么？
- 当赛场上发生了特殊状况，此时裁判应该怎么判罚？
- 重复的问题
- 莫名其妙的问题

好问题通常会针对一些零件或设计的特点，设想的比赛场景，或规则，以及对规则解释不明处而提出。比如：

- 我们机器人用的某个设备接的是紫色 AWG40 线，这种线是否遵守了 R 规则的要求
- 我们不知道该怎么解读 G 某规则在蓝方机器人 A 做了 X，红方机器人 B 做了 Y 之后是如何起作用，能解释一下此时如何判罚吗？
- 如果一个机器人做了特别的动作，这个算是完成了这支队伍所要求的动作么？

由“FRC 99999”用户提出的问题表示这是由关键志愿者提出来的问题（比如裁判或机检员），此类问题会由 FIRST 总部回答，这类问题一般都和队伍相关。



2 FIRST SEASON OVERVIEW FIRST 赛季概览

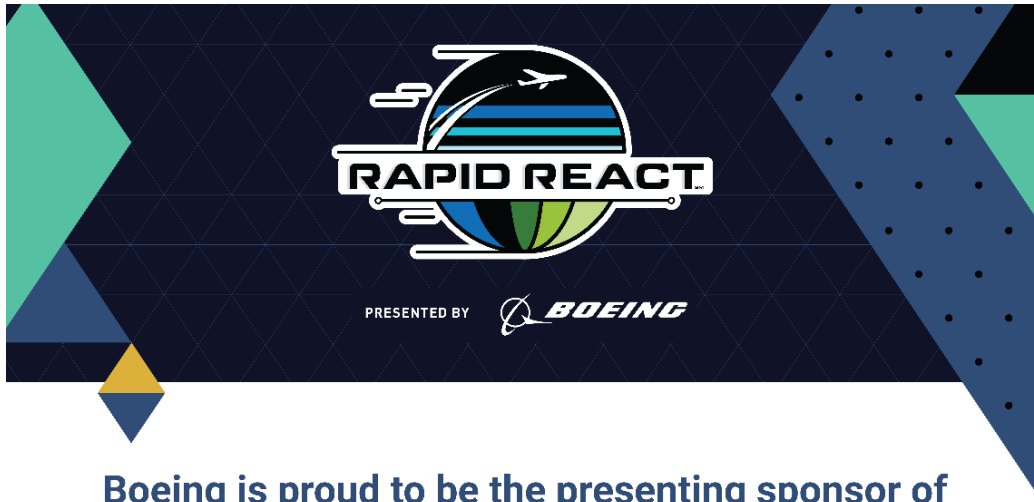


在 2022 赛季，由高通呈现的 [FIRST[®] FORWARDSM](#) 总主题，FIRST 的队伍们开拓运输领域的未来。从在郊区和城区的包裹运送，到救灾和高科技航空运输，队伍将重新设想更快、更可靠、更包容和可持续的交通创新，以更好地连接和发展全世界的社区和经济

今年，FIRST 的队伍们将致力于应对当今的全球挑战，这个挑战和联合国可持续发展目标 9 相关 ([United Nations Sustainable Development Goal #9](#)) ——专注于建设具有适应力的基础设施，促进包容性和可持续的工业化，推动创新。通过鼓励 FIRST 的参与者思考未来交通运输的可持续性，我们也寄希望于他们成为下一代的领导者和创新者，应对世界上最严峻的挑战。



3 GAME SPONSOR RECOGNITION 比赛赞助商致辞



Boeing is proud to be the presenting sponsor of the *FIRST*® Robotics Competition season.

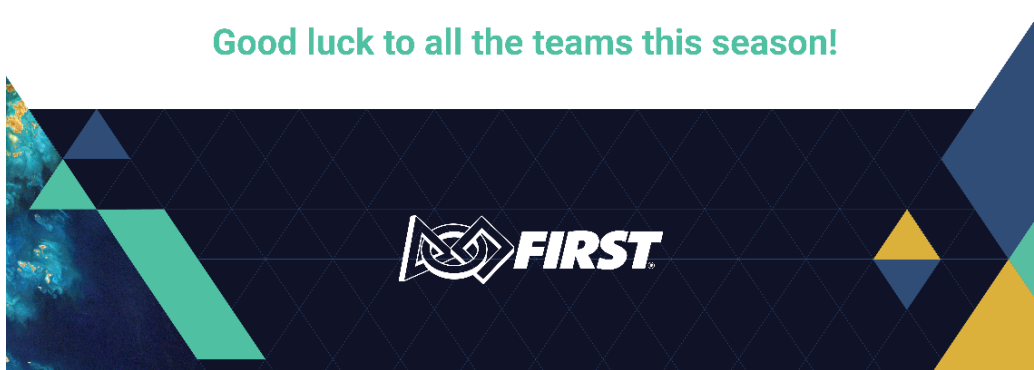
At Boeing, we're innovating today for a better tomorrow. While the future of air travel and air cargo is a sky-high ambition for many; for us, it's a reality.

Boeing teams across the globe continue to transform how we design and build our products so that we can innovate and operate to make the world better for future generations.

The improvements we are making today will help propel humanity forward tomorrow – here on earth and beyond.

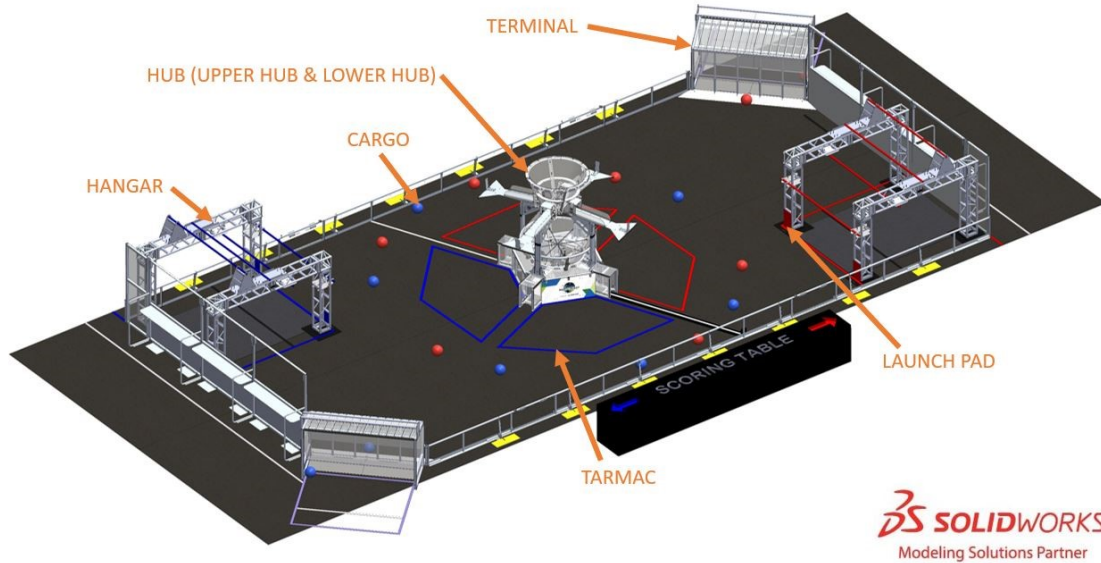
How will you be part of the future of transportation?

Good luck to all the teams this season!



4 GAME OVERVIEW 比赛概览

Figure 4-1 RAPID REACT field and key elements



在波音公司呈现的“快速反应”（RAPID REACT）中，两个相互竞争的联盟受到邀请帮忙搬运货物。每个联盟会被指派处理回收指定颜色的货物（红色或蓝色，依据联盟所属的颜色而定），再送进枢纽得分。人类玩家可以在航站楼内协助货物的运送和得分。每场比赛的最后时刻，联盟的机器人将争先进入各自的机库做好运输准备！

每场比赛开始后先有 15 秒的自动阶段，在此阶段，联盟的机器人由预先编入的程序自动操作尝试得分，此阶段可得分的项目有：

- 滑行离开各自的停机坪
- 回收指定货物并送进枢纽

在比赛结束前的 2 分 15 秒内，操作手将获得机器人的控制权，操控机器人继续尝试得分，此阶段可得分的项目有：

- 继续回收指定货物并送进枢纽
- 和各自的机库互动得分

比赛结束后，本场比赛获得最高得分的联盟赢得胜利！



5 ARENA 赛场

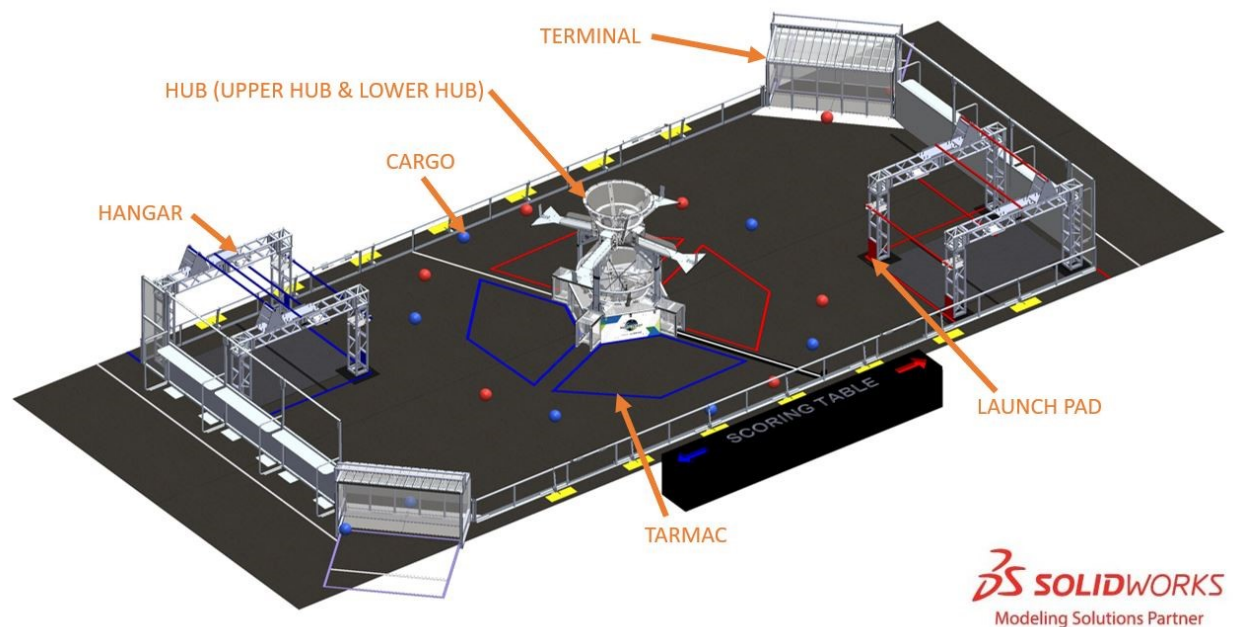
赛场包含所有“快速反应”比赛所必要设施的一切：场地，货物，所有场地和机器人控制所需的设备。

赛场是模块化的，在整个比赛季中可多次组装，使用，拆解和运输。它会经历磨损。赛场被设计为可承受严酷的比赛和经常性的运输。我们会尽一切努力确保赛场在每场赛事中都处于相同的状态。然而赛场会在不同的场馆里由不同的工作人员组装，所以还是会有一些小差异。关于组装上差异的细节，请参考“2022 赛场布局 and 标记图 [2022 ARENA Layout and Marking Diagram](#)。成功的队伍会在设计机器人的时候能适应这些差异。

本章节中的图片可以从视觉上展示**快速反应的赛场**，手册里标注的尺寸是象征性的。赛场实际尺寸请参考官方提供的图纸以获得精准的尺寸，误差和搭建细节。官方图纸，CAD 模型，和**快速反应的场地**廉价版设施的图纸将会发布在 2022 快速反应赛事和赛季资料页面 [RAPID REACT - Season Materials web page](#)

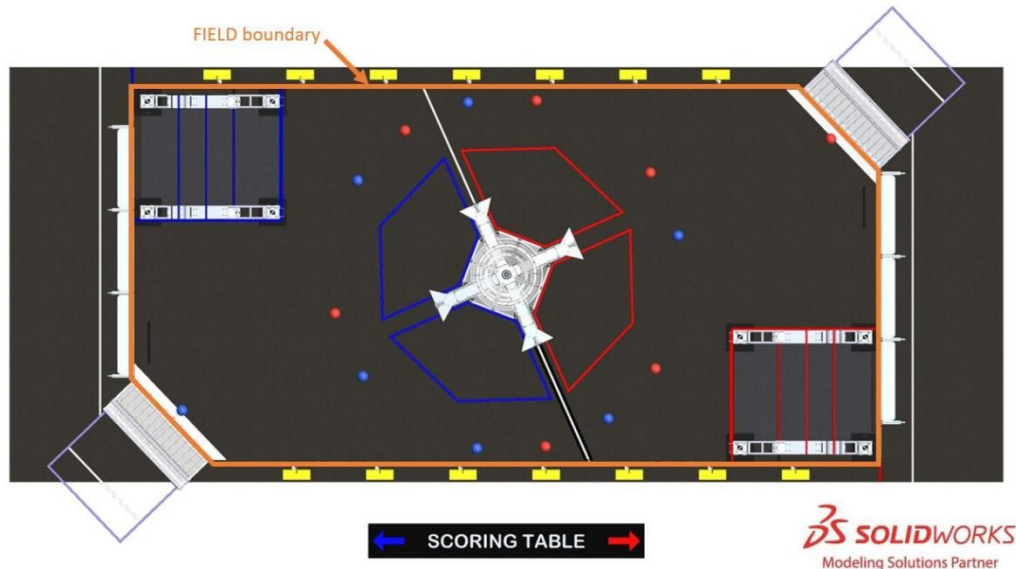
5.1 FIELD 场地

Figure 5-1: RAPID REACT



“快速反应”的场地是一个地面铺有地毯，四周被围栏和联盟墙和航站楼所包围的 27 英尺 (约 823 厘米) 乘 54 英尺 (约 1646 厘米) 的区域。

Figure 5-2 RAPID REACT FIELD boundary



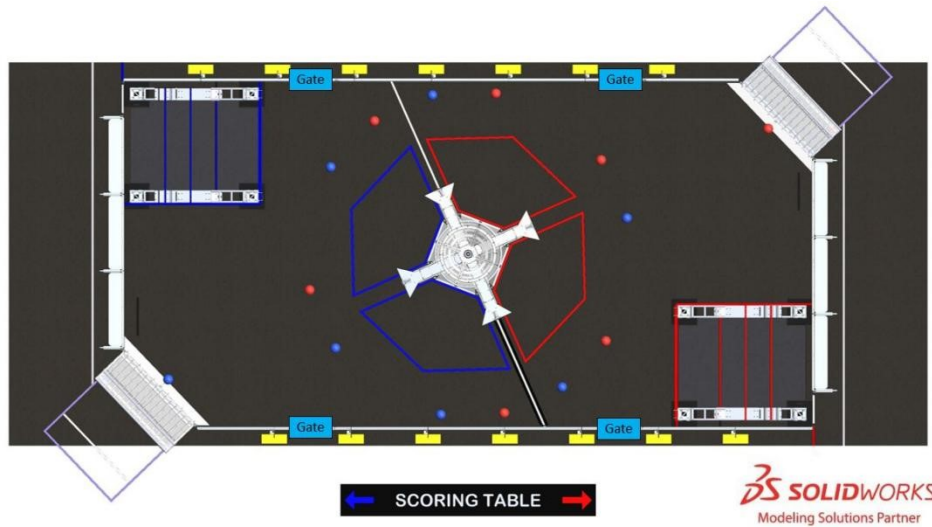
比赛场地内部由以下元素构成:

- 1 个枢纽 (HUB, 枢纽上层和枢纽下层),
- 2 个机库 (HANGAR, 红方和蓝方),
- 2 个航站楼 (TERMINAL, 红方和蓝方)
- 12 个货物定位环 (CARGO RING, 在地面)。

场地表面铺有低绒地毯, 地毯品牌及型号为 Shaw Floors, Philadelphia Commercial, Neyland II 20, “66561 Medallion” (请注意 Neyland II 地毯是不开放给队伍购买的, 作为代替品可以买相近的 [Neyland III](#))。把地毯边缘固定在场馆地面上而使用的地毯胶是 3M 的产品 [3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape GT2](#) 或者差不多的布基胶带。

场地两个长边是由围栏构成的。围栏高 1 英尺 8 英寸 (约 51 厘米), 围栏框架四周由铝材构成支撑, 框架内部安装有聚碳酸酯板 (简称 PC 板)。围栏内总计有四个围栏门可以打开让人员出入场地以放置或搬走机器人。围栏门打开后, 门内可通过的宽度为 3 英尺 2 英寸 (约 97 厘米)。围栏门在比赛中会保持关闭并锁住。见图 Figure 5-3

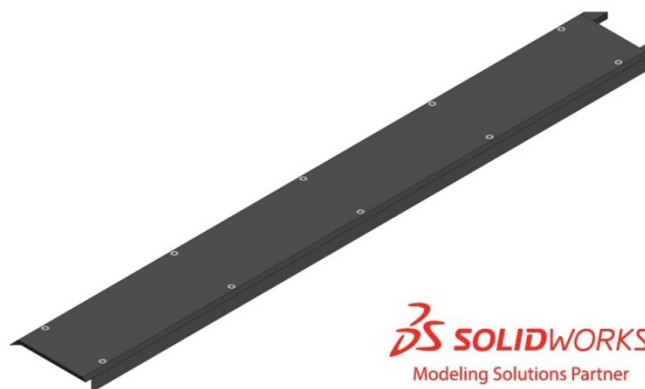
Figure 5-3 Gate locations



本赛季采用两个版本的围栏和操作台。其中 1 种采用 [2022 Official FIRST FIELD Drawings & Models](#) 的设计。另 1 种则由 AndyMark 公司设计和贩卖。虽然两种设计有些微不同，但是尺寸标准，性能，可预期的用户体验是相同的。AndyMark 版的设计公布于 AndyMark 的网站上 [AndyMark website](#)。本手册的所有图片显示的都是传统的场地。

一条黑色 HDPE 材质的线材保护套从靠近计分台的围栏处延伸到最接近围栏的枢纽下层出口，横跨中场线。线材保护套由多个地板部分和一个出口部分所组成。线材保护套全长是 10 英尺 10⁵/₈ 英寸（约 332 厘米）。地面部分 7⁸/₈ 英寸（约 2 厘米）高，7 英寸（约 18 厘米）宽，地面部分的顶部和边缘之间的斜坡的角度约 45 度。地面部分底部被魔术贴固定在地毯上，因此会增高大概 7⁸/₈ 英寸（约 2 厘米）。出口部分用魔术贴固定在围栏上，有 7 英寸（约 18 厘米）高，6⁸/₈ 英寸（约 15 厘米）宽和 1³/₄ 英寸（约 4 厘米）深。见图 Figure 5-4

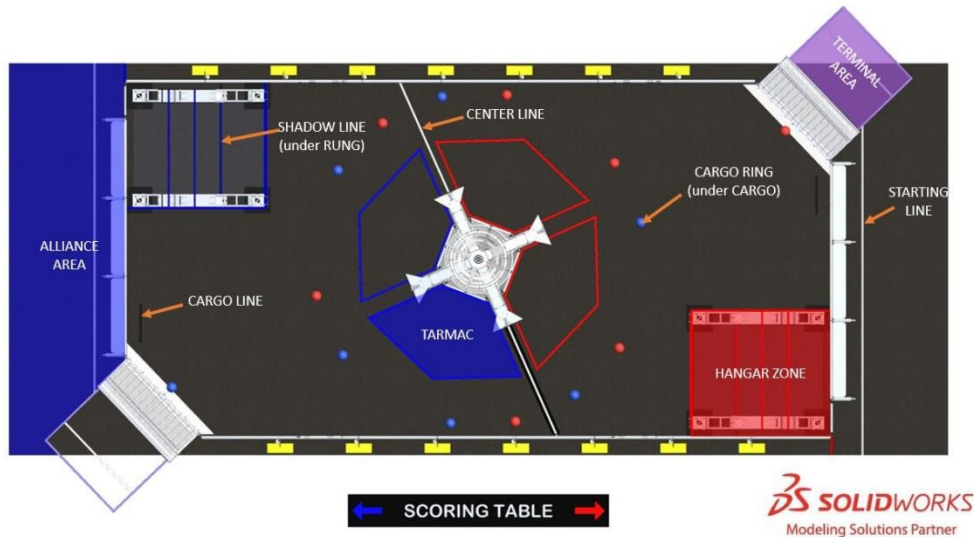
Figure 5-4 Cable protector segment



5.2 Zones and Markings 区域和标记

场地中划分的区域和标记效果会在本章节中描述。除非有特别指出，不然所有用于标记区域分界线的胶带都是使用 3M 的 [3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape \(GT2\)](#) 或类似的布基胶带来划分的。此胶带宽 2 英寸（约 5 厘米）。

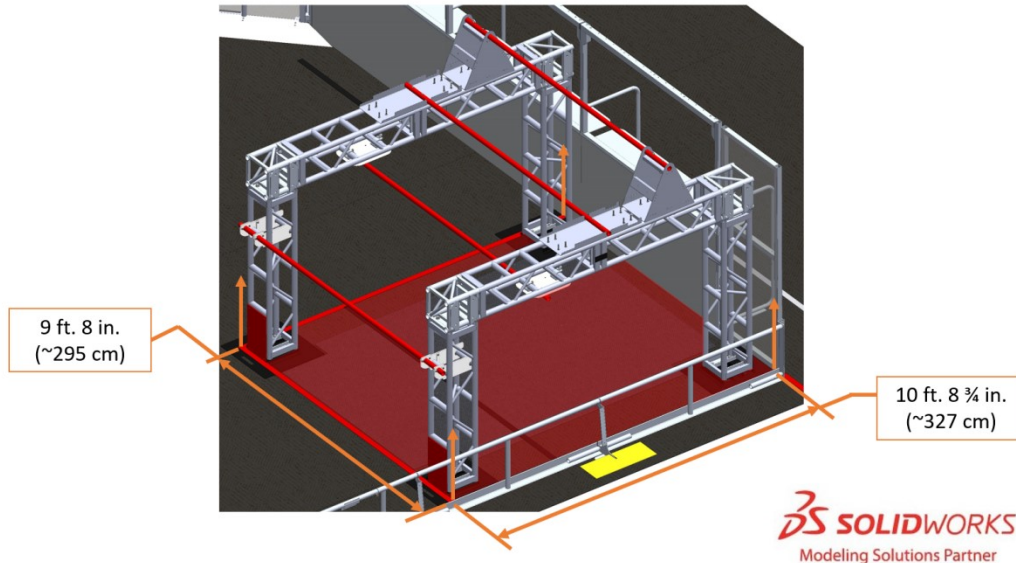
Figure 5-5 Zones and Markings



- 联盟区域 (ALLIANCE AREA) : 一个 30 英尺 (约 914 厘米) 宽, 8 英尺 10 英寸 (约 269 厘米) 深, 无限高, 包含联盟墙和地毯边缘和联盟颜色胶带的区域。联盟区域不包含航站楼区域和航站楼。
- 货物线 (CARGO LINE) : 一条长度 3 英尺 (约 91 厘米) 的黑线, 一端距离航站楼和联盟墙交汇处 1 英尺 (约 30 厘米), 和联盟墙平行, 平行距离 1 英尺 (约 30 厘米)。
- 货物定位环 (CARGO RING) : 14 个小圆环, 作用是让货物在比赛前能稳定摆放在指定位置。圆环是 $\frac{1}{8}$ 英寸 (约 3 毫米) 厚, 直径 $1\frac{3}{4}$ 英寸 (约 4 厘米) 的 O 型环 (McMaster Item#: 9452K63)。12 个环围绕枢纽分布, 另有 2 个环分别位于各自的航站楼前。它们由红色或蓝色的胶带固定在场地地面上, 指示货物的摆放位置。
- 中场线 (CENTER LINE) : 一条白线, 和围栏形成约 66 度夹角, 把场地平分

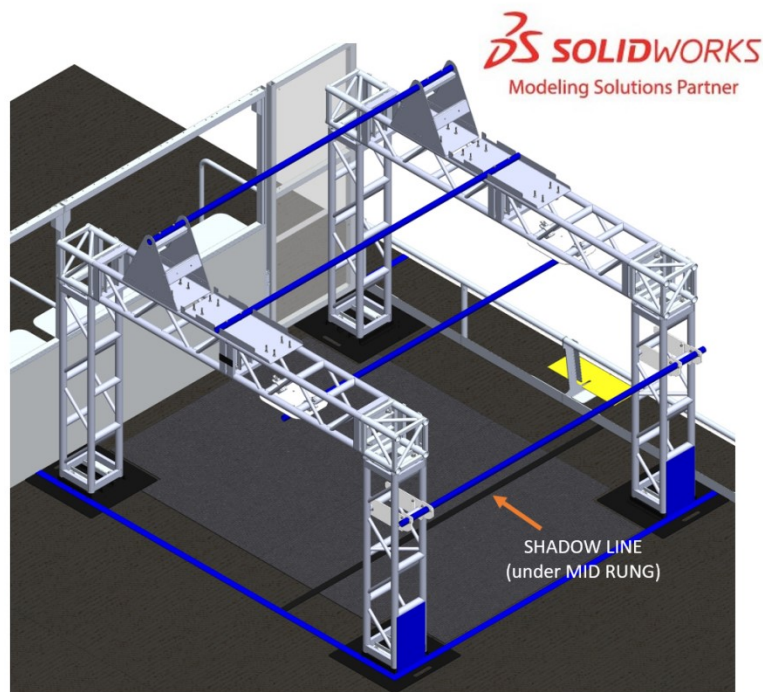
- 机库区 (HANGAR ZONE) : 一个 9 英尺 8 英寸 (约 295 厘米) 宽, 10 英尺 8¾ 英寸 (327 厘米) 宽, 无限高, 由联盟墙和场地围栏和联盟颜色胶带围成的区域。胶带也包含在机库区内。

Figure 5-6 HANGAR ZONE



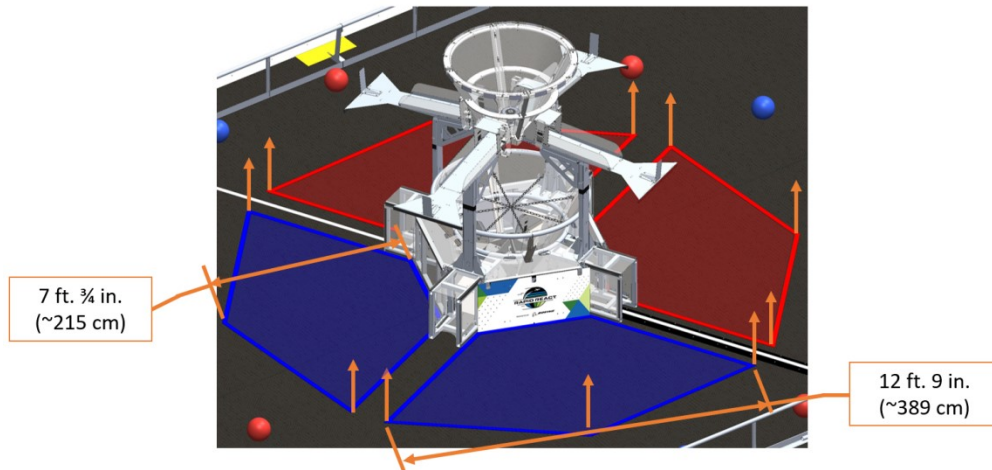
- 阴影线 (SHADOW LINE) : 在中横档正下方的黑线。

Figure 5-7 SHADOW LINE



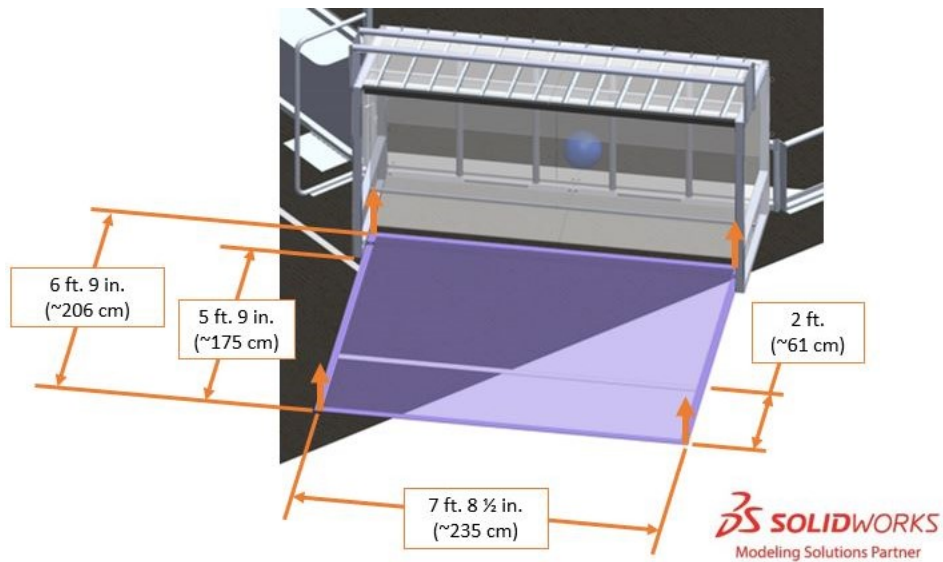
- 起始线 (STARTING LINE) : 距离操作台菱形板 2 英尺 4 英寸 (约 71 厘米) 的白线
- 停机坪 (TARMAC) : 4 个 (红蓝联盟各有 2 个) 每个 12 英尺 9 英寸 (约 389 厘米) 宽, 7 英尺 ¾ 英寸 (约 215 厘米) 深, 无限高, 被联盟颜色的胶带围住 (含胶带) 的立体空间

Figure 5-8 TARMACS



- 航站楼区域 (TERMINAL AREA) : 1 个 7 英尺 8½ 英寸 (约 235 厘米) 宽, 6 英尺 9 英寸 (约 206 厘米) 深, 无限高, 被紫色胶带围住 (含紫色胶带在内) 的立体空间。

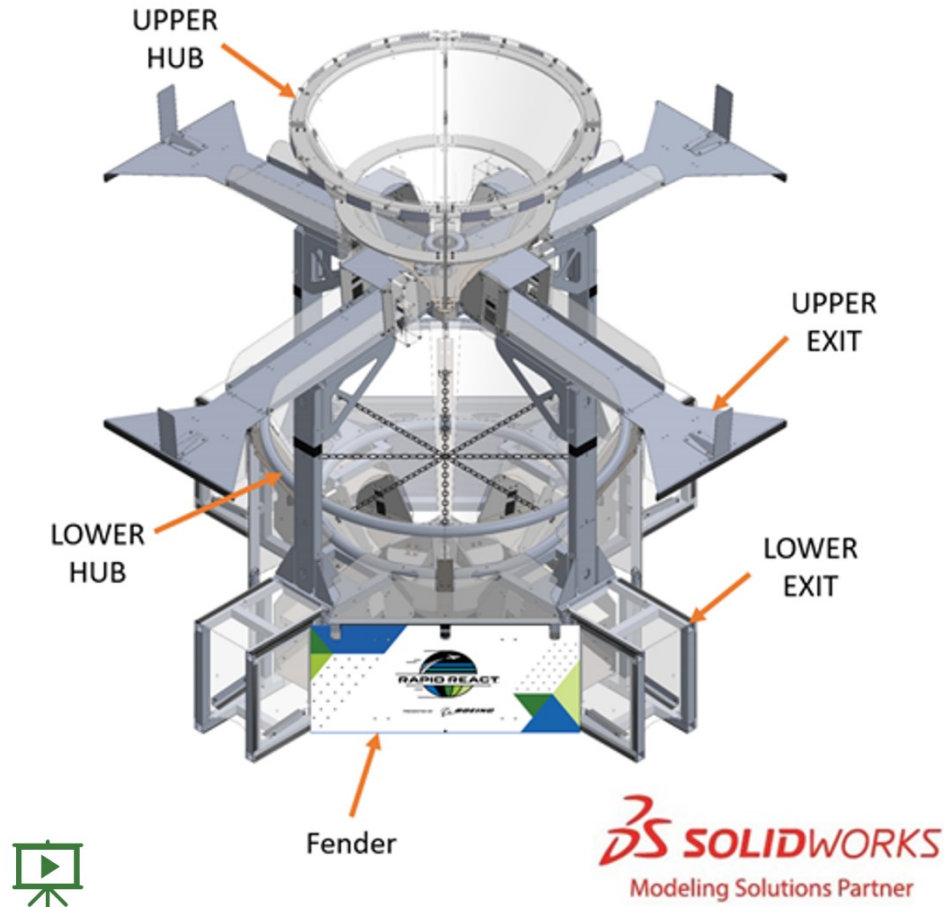
Figure 5-9 TERMINAL AREA



- 航站楼起始线 (TERMINAL STARTING LINE) : 1 条距离航站楼区域外侧 2 英尺 (约 61 厘米) 的白线, 和航站楼区域等宽。

5.3 HUB 枢纽

Figure 5-10 HUB (点击图片观看 Youtube 的场地介绍视频)



一个位于场地中心，双方联盟共享的，由 2 个漏斗状的目标（称为枢纽上层和枢纽下层），上下层的出口，和 4 块挡板共同组成的结构。枢纽的尺寸是 8 英尺 11 英寸（约 272 厘米）宽，8 英尺 11 英寸（约 272 厘米）深，8 英尺 8 英寸（约 264 厘米）高。

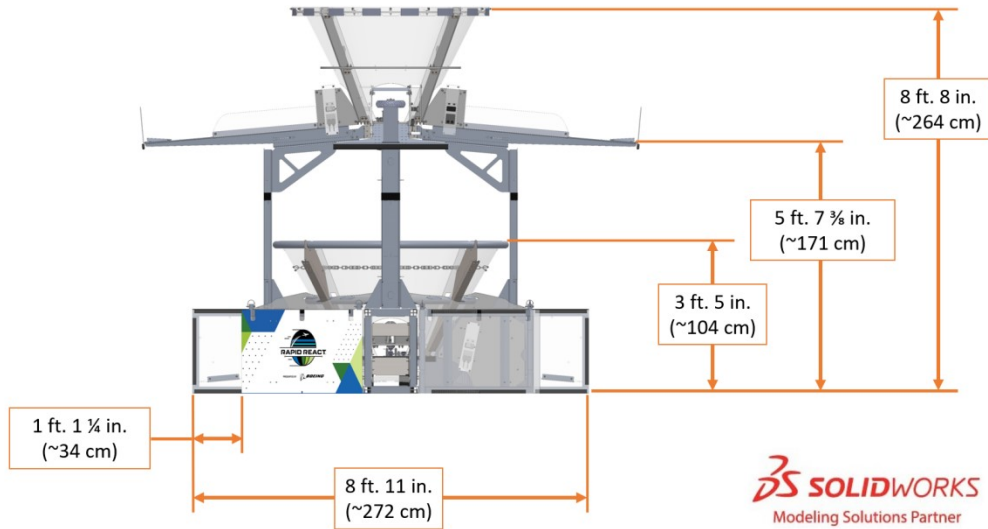
1 个搅拌器向上延伸到每个枢纽的中心并在比赛中持续旋转。通常搅拌器会让单个落进枢纽上层的货物重新进入场地需要约 7 秒，让单个落进枢纽下层的货物重新进入场地则需要约 5 秒。

每个上层出口是货物离开枢纽上层的 4 个伸展物之一。每个下层出口是货物离开枢纽下层的 4 个通道的其中一个。

4 根支撑脚，每根立在每个上层出口的中心处下方，支撑着整个枢纽上层。G106 所规定的机器人最高高度限制用黑色胶带标记在了每个支撑脚上（胶带下侧边缘距离场地地面高度 4 英尺 4 英寸（约 132 厘米））。每个挡板安装在每个下层出口之间。

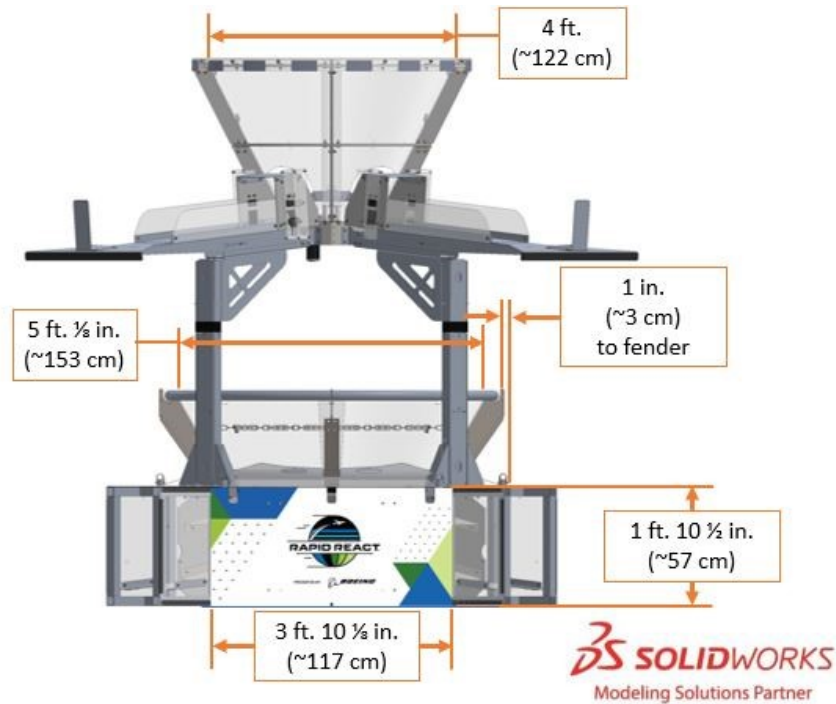
5.3.1 UPPER HUB and LOWER HUB 枢纽上层和枢纽下层

Figure 5-11 HUB with nominal dimensions



枢纽下层的开口部的高度距离场地地面 3 英尺 5 英寸（约 104 厘米），枢纽上层的开口部的高举距离场地地面 8 英尺 8 英寸（约 264 厘米）。1 条 2 号黑色塑料链条悬挂在距离枢纽下层开口部边缘下方 7½ 英寸（约 19 厘米）处。

Figure 5-12 HUB with nominal dimensions

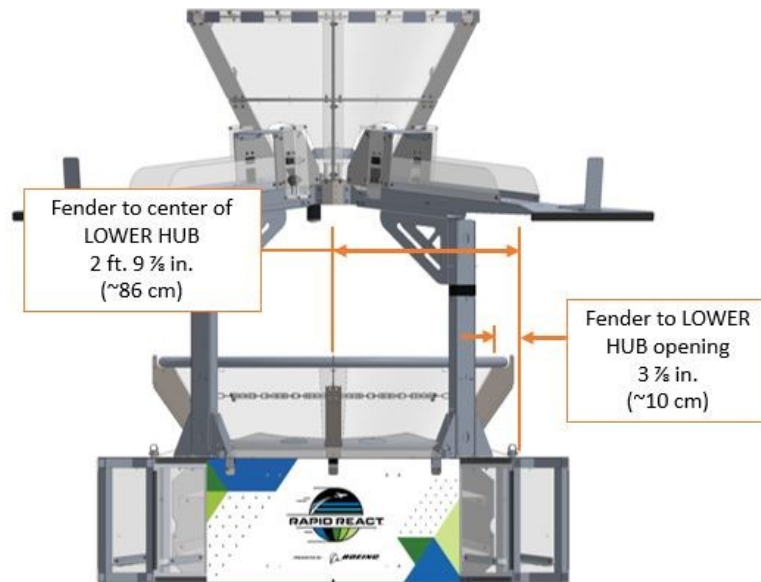


枢纽上层开口部的直径是 4 英尺（约 122 厘米），枢纽下层的开口部的直径是 5 英尺 $\frac{1}{8}$ 英寸（约 153 厘米）。

5.3.2 Fenders 挡板

挡板是 3 英尺 10 $\frac{1}{8}$ 英寸（约 117 厘米）宽，1 英尺 10 $\frac{1}{2}$ 英寸（约 57 厘米）高，装在每个下层出口之间，和地面垂直。挡板高度超过枢纽下层的底部平面高度 1 英寸（约 3 厘米）。挡板的外表面和枢纽下层开口部边缘的最短水平距离为 3 $\frac{3}{8}$ 英寸（约 10 厘米）。挡板的外表面和枢纽下层中心线的最短距离是 2 英尺 9 $\frac{3}{8}$ 英寸（约 86 厘米）。

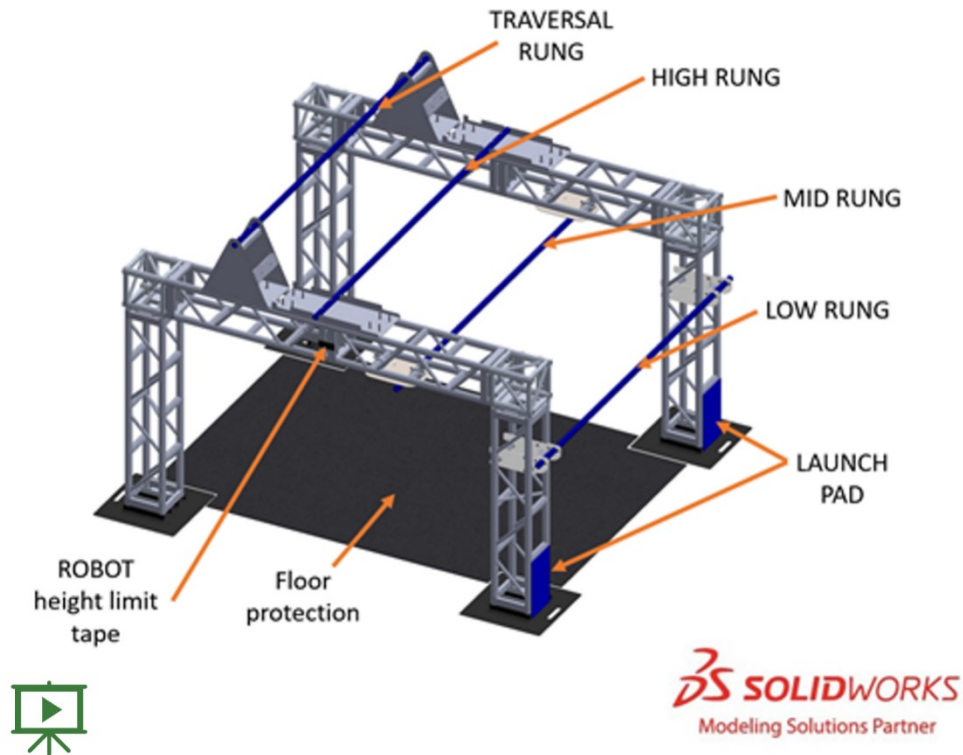
Figure 5-13 Fender geometry



SOLIDWORKS
Modeling Solutions Partner

5.4 HANGARS 机库

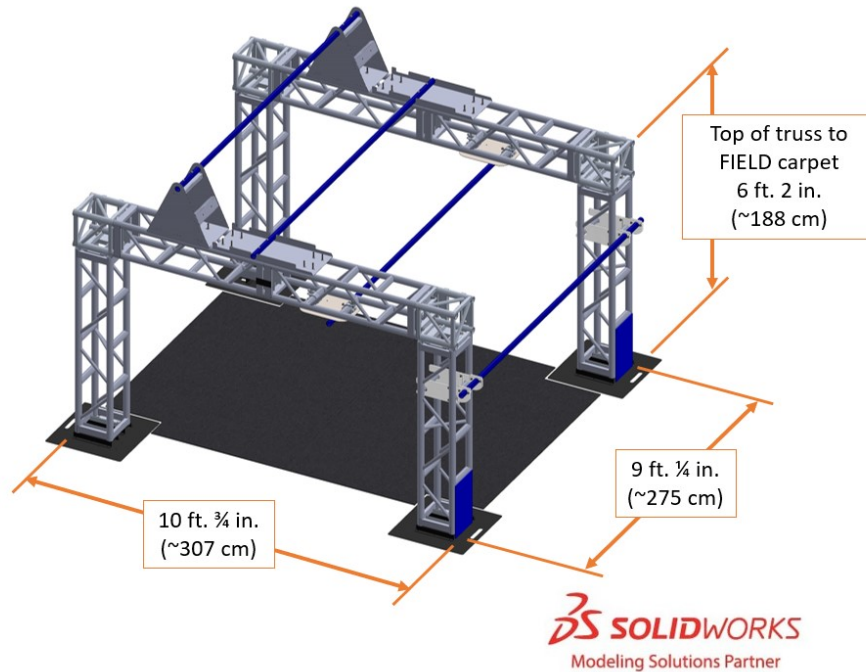
Figure 5-14 Blue HANGAR (点击图片观看 Youtube 的场地介绍视频)



机库位于机库墙和 1 号操作台的前方。机库是由桁架结构，地基，4 个横档，横档安装底座，地面保护，和 2 个发射板组成的赛场设施。G106 规定的机器人的最高高度限制（ROBOT height limit tape）由黑色胶带（ROBOT height limit tape）标示在 4 根水平桁架的中间位置（黑色胶带的下侧边缘高度距离场地地面 5 英尺 6 英寸（约 168 厘米））

5.4.1 Truss Structure 桁架结构

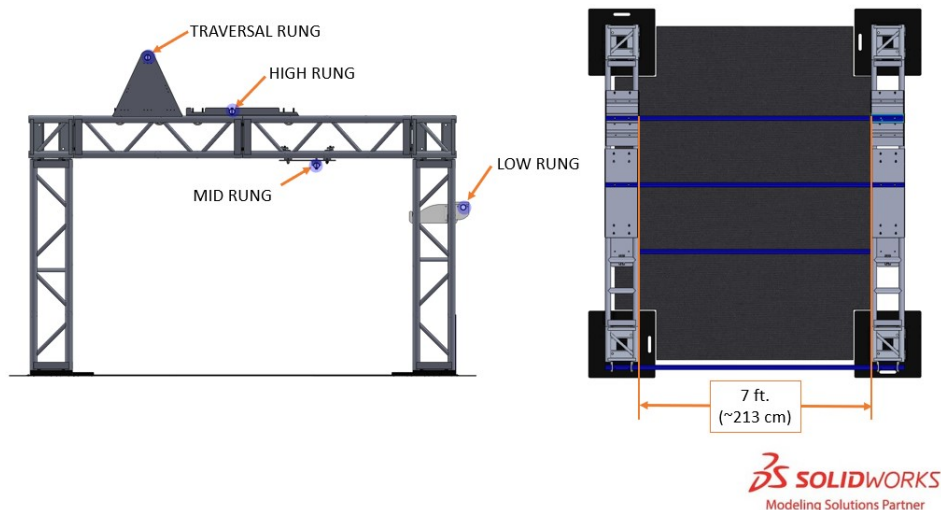
Figure 5-15 HANGAR nominal dimension



机库桁架是 1 英尺 x 1 英尺（约 30 cm x 约 30 厘米）的正方形桁架。桁架结构的尺寸为 9 英尺 ¼ 英寸（约 275 厘米）宽, 10 英尺 ¾ 英寸（约 307 厘米）深, 和 6 英尺 2 英寸（约 188 厘米）高（相对于场地地面）。每个支撑脚都安装在底板上（底板不是桁架结构的一部分）。每个底板相对于各桁架表面延伸出 6 英寸（约 15 厘米），¼ 英寸（约 3 毫米）厚。

5.4.2 Rungs 横档

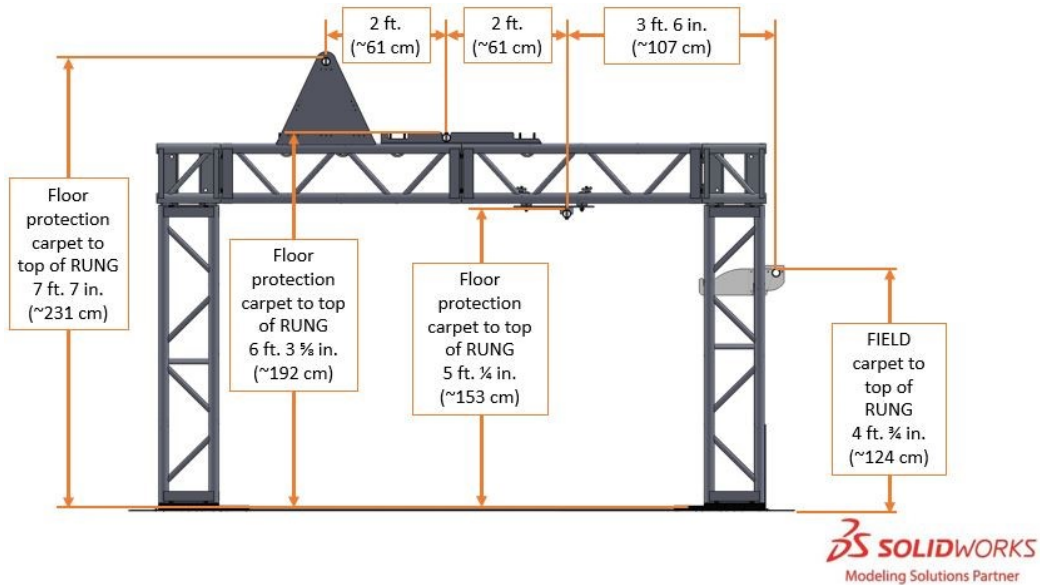
Figure 5-16 Blue HANGAR



每个机库装有 4 根横档，见 Figure 5-16: 分为低 (LOW), 中 (MID), 高 (HIGH), 和顶部 (TRAVERSAL). 横档是 1 根内径 1¼ 英寸 (约 3.175 厘米) 的 Schedule 40 钢管，外径 1.66 英寸 (约 4 厘米)，涂有所属联盟的颜色涂层。横档有 7 英尺 (约 213 厘米) 宽，由桁架和底座固定住 (请注意钢管比桁架宽，并且底座不算作横档的一部分)。

图 Figure 5-17 展示了横档之间的相互距离。低横档 (中心) 的高度是离场地地面 4 英尺¾ 英寸 (约 124 厘米) 高。中横档的高度是 5 英尺¼ 英寸 (约 153 厘米)，距离低横档 3 英尺 6 英寸 (约 107 厘米) 远。高横档距离地面 6 英尺 3⅝ 英寸 (约 192 厘米)，顶部横档距离地面 7 英尺 7 英寸 (约 231 厘米)。高横档和中横档，高横档和顶部横档之间的距离都是 2 英尺 (约 61 厘米)。顶部横档和联盟墙的距离是 3 英尺 3 英寸 (约 99 厘米)。

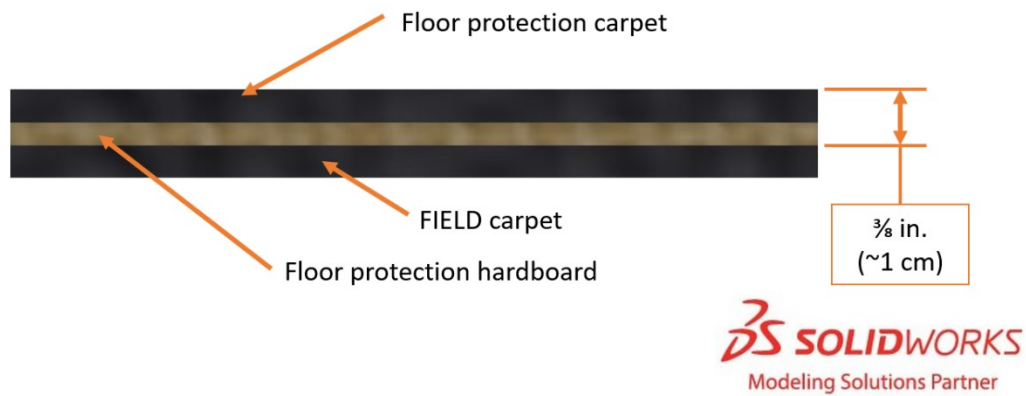
Figure 5-17 RUNG spacing



5.4.3 Floor Protection 地板保护

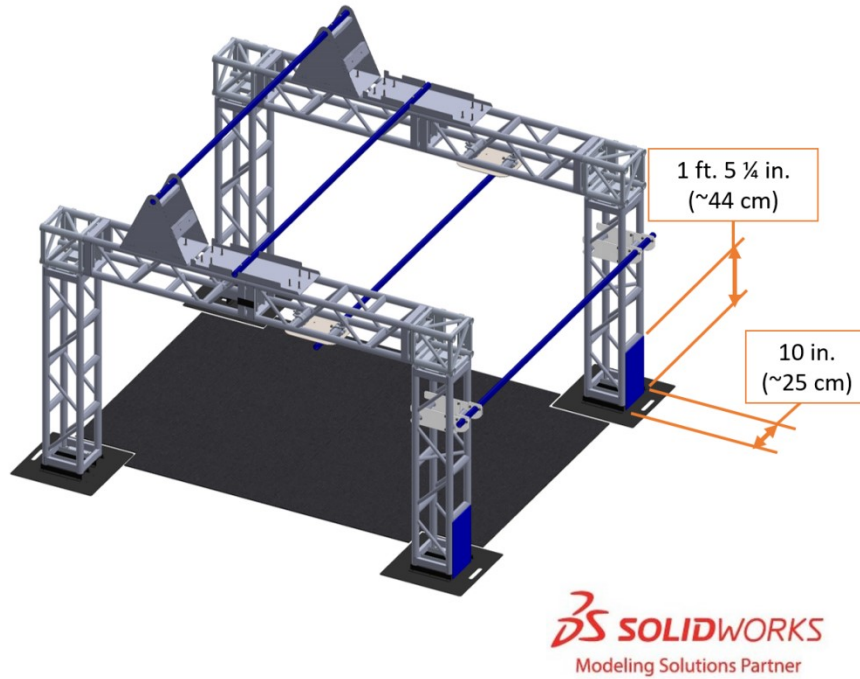
一层 3/8 英寸 (约 3 毫米) 厚的硬板安装在场地的地毯上，并又覆盖了一层地毯来保护场馆地板。这种地板保护措施让机库边界之内的区域又高了大约 1/8 英寸 (约 1 厘米)。

Figure 5-18 Floor protection cross section



5.4.4 LAUNCH PADS 发射板

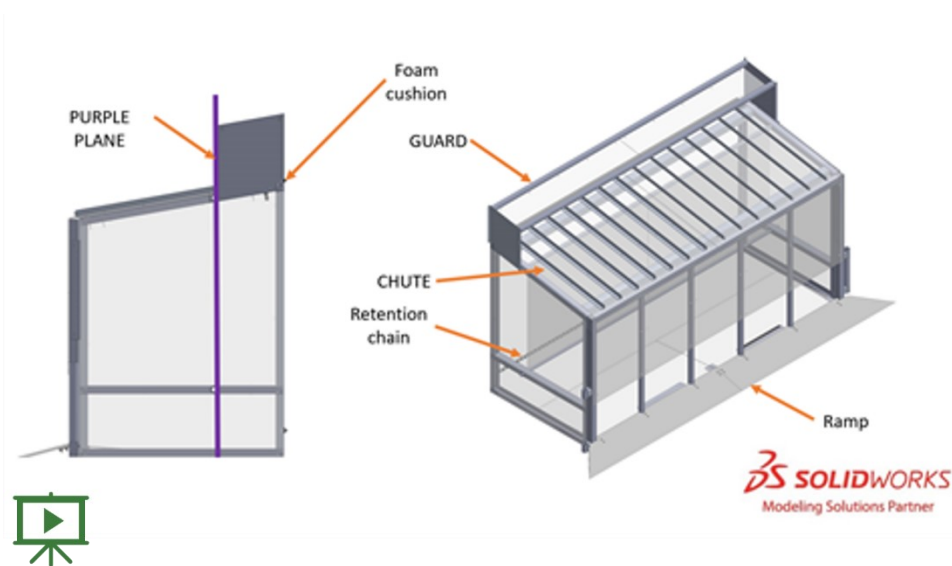
Figure 5-19 LAUNCH PAD locations



发射板安装在两个直立桁架最靠近枢纽的一面，和桁架底部齐平。一块 ¼ 英寸（约 6 毫米）厚，1 英尺 5¼ 英寸（约 44 厘米）高，10 英寸（约 25 厘米）宽，带有联盟颜色的高密度聚乙烯（HDPE）板

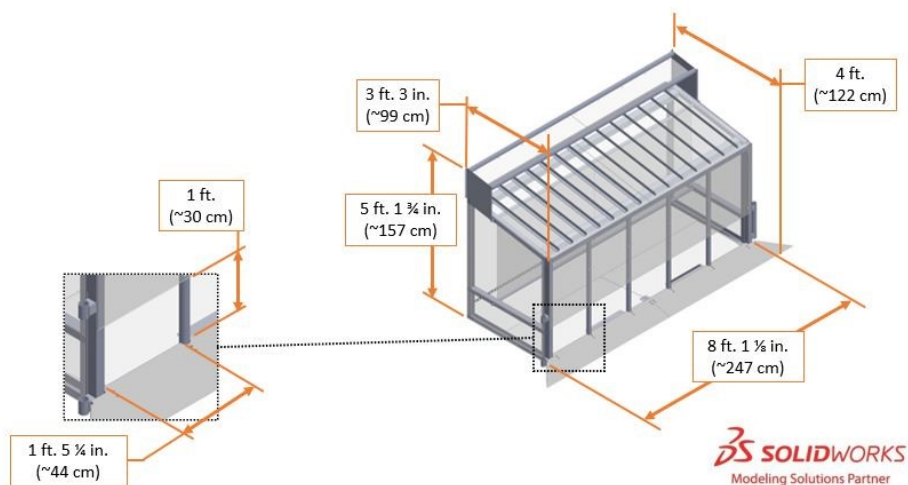
5.5 TERMINALS 航站楼

Figure 5-20 TERMINAL (场地介绍视频制作中)



场地的 2 个角落各有 1 个航站楼。每个航站楼由双方联盟共享。航站楼是由 1 个斜坡, 1 个防护栏, 1 个紫色平面, 1 个斜槽和图 Figure 5-20 中展示的其他结构元素组成的场地设施。每个航站楼有五个货物递送开口可以让机器人传递货物给人类玩家。紫色平面和内部滞留链之间的空间可以保存 10 个货物。

Figure 5-21 TERMINAL details

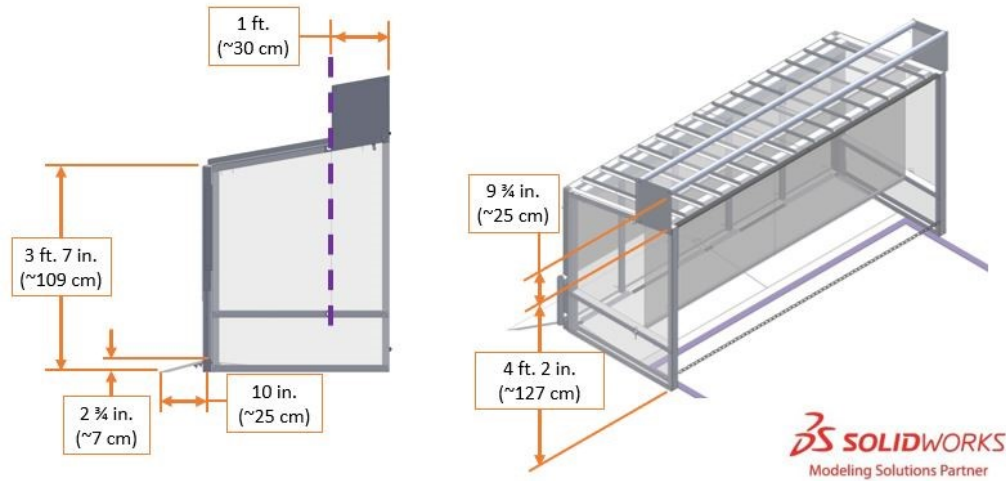


每个航站楼尺寸为 4 英尺 (约 122 厘米) 深, 8 英尺 1 1/4 英寸 (约 247 厘米) 宽 (不包括斜坡的两端突出部分), 5 英尺 1 3/4 英寸 (约 157 厘米) 高

一个 2 3/4 英寸 (约 7 厘米) 高的斜坡安装在 1 英尺 5 8/16 英寸 (约 44 厘米) 宽, 1 英尺 (约 30 厘米) 高的货物递送开口外侧。

斜槽是一块塑料板上带有数个 $1\frac{1}{8}$ 英寸（约 3 厘米）高的铝角，每个铝角间隔为 $6\frac{1}{2}$ 英寸（约 17 厘米），这些间隔形成了各个滑道。斜槽的一侧距离地面 3 英尺 7 英寸（约 109 厘米），靠近人类玩家的一侧高度 4 英尺 2 英寸（约 127 厘米）。较高的一侧填充有黑色泡沫垫。

Figure 5-22 PURPLE PLANE



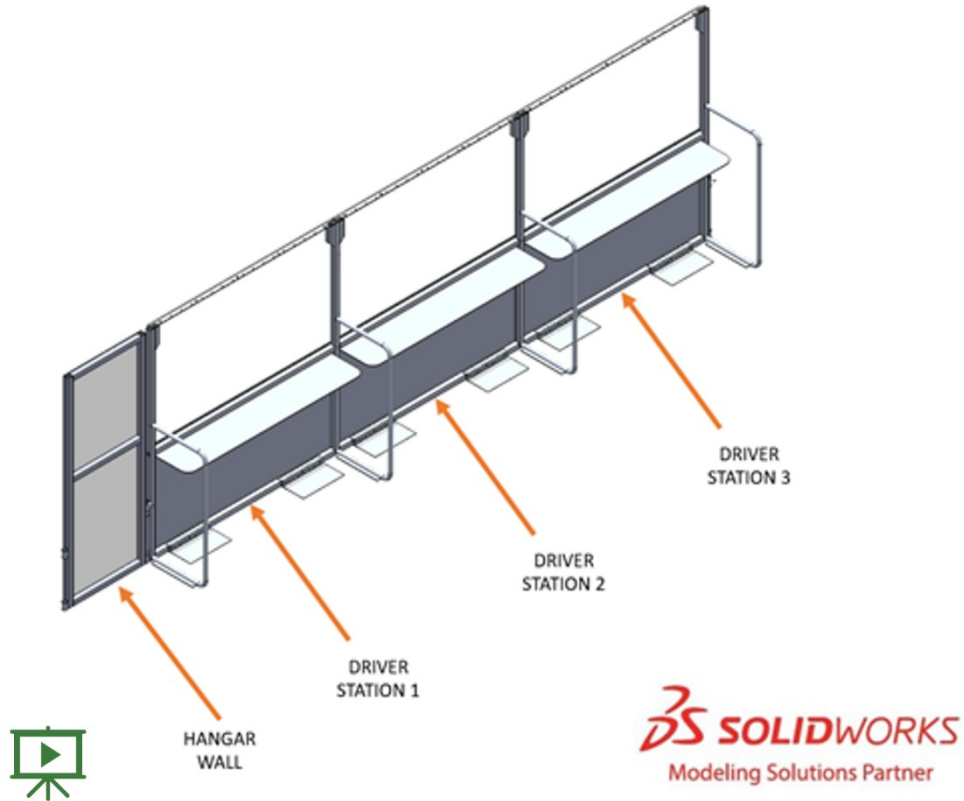
航站楼的斜坡的外部为 HDPE 板，内部为 PC 板，和航站楼等宽，最高处高度 $2\frac{3}{4}$ 英寸（约 7 厘米）。斜坡外部长 10 英寸（约 25 厘米）。一旦推过任何开口处，任何货物都会内部斜坡落下，滚进航站楼区域。

紫色平面是和航站楼有相同的宽度，由防护栏的场地一侧和平行于内部斜坡的紫色胶带所定义的实质边界围成。

防护栏由斜槽之上的航站楼框架所构成，用来让人类玩家投放货物进入场地。防护栏的高处平面和斜槽的平面平行。防护栏有个高 $9\frac{3}{4}$ 英寸（约 25 厘米）的开口，开口下侧高于地面 4 英尺 2 英寸（约 127 厘米）。

5.6 ALLIANCE WALLS 联盟墙

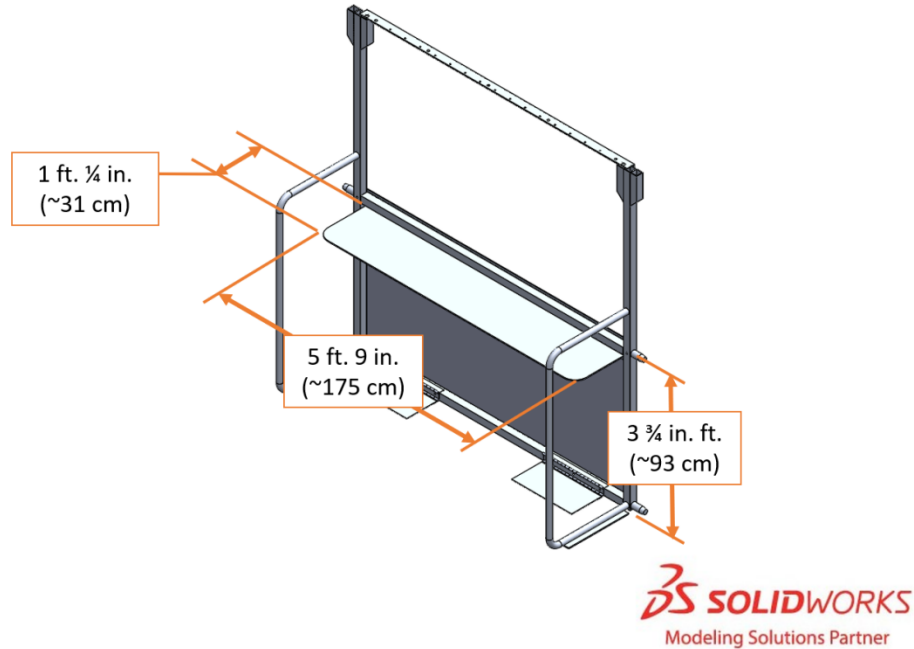
Figure 5-23 ALLIANCE WALL (点击图片观看 Youtube 的场地介绍视频)



一堵联盟墙由 3 个操作台和 1 堵机库墙组成

5.6.1 DRIVER STATIONS 操作台

Figure 5-24 DRIVER STATION dimensions



操作台（PLAYER STATION）在联盟墙内有 3 个指定位置。操作台是让每个队伍的操作手操作他们的机器人的地方。每个操作台都有高 3 英尺 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 93 厘米) 高的菱形板，3 英尺 6 英寸 (约 107 厘米) 高的透明塑料板及顶部横轨组成。一个铝制架子装在操作台处用来摆放操作终端。架子有 5 英尺 9 英寸 (约 175 厘米) 宽, 1 英尺 $\frac{1}{4}$ 英寸 (约 31 厘米) 深。有条 4 英尺 6 英寸 (约 137 厘米) 长, 大约 2 英寸 (5 厘米) 宽的魔术贴贴在了架子上, 毛边朝上, 可以让贴有带勾边的魔术贴的操作终端固定在架子上。

每个操作台给队伍配备了如下装置:

- 1 根以太网网线: 可以插入操作终端的以太网口, 连接场地控制系统 (FMS)
- 1 个 120 伏 NEMA5-15R 型号的美式电源插口: 每个操作台的架子上都有, 内部有 2 安培的断路器。插口可以用来给操作终端供电。队伍需要注意操作终端的电力使用状况, 插口跳闸断电是不会算作赛场故障 (ARENA FAULT)。因为是美式插口, 所以有些赛事会有转换插头插在插口上。
- 1 个紧急按钮 (E-Stop): 在操作台的左侧, 用于在紧急情况下停止机器人的动作
- 1 个队号指示灯: 显示队伍号码, 安装在操作台的顶部
- 1 个队伍 LED 堆栈灯: 可显示所属联盟的颜色, 提示机器人状态, 紧急按钮状态, 安装在操作台的顶部中央位置。

队伍 LED 堆栈灯, 在第三个琥珀色的紧急按钮状态指示灯的上方, 两个可以识别联盟颜色和机器人状态的堆栈灯能显示的状态包含:

- 机器人状态 LED 灯

- 常亮：表示机器人连接着操作台。此状态只在比赛中出现。
 - 闪烁：分两种情况。一种是比赛前，场地控制系统正给比赛做预设置，但机器人没有连上；另一种则是在比赛中，机器人处于忽略状态（BYPASSED），机器人和操作台失去了联络，或者有人按下了紧急按钮
 - 不亮：比赛开始前，机器人已经连上了场地控制系统并处于停机状态。比赛结束后，无论机器人是否连着，LED 灯也不会亮。
- 紧急按钮状态 LED 灯
 - 琥珀色 LED 灯常亮：队伍或场地紧急按钮被按下。
 - 不亮：机器人没有被场地停机。
- 1 串 LED 灯条详细描述见 [Section 5.6.1.1 DRIVER STATION LED Strings](#).
 - 1 个计时显示器（仅安装在 2 号操作台）：显示比赛还有多少时间，或显示暂停还剩多少时间。计时显示器底部贴着白色胶带。
 - 场地控制系统硬件和线缆：一般都在 2 号操作台架子下方

5.6.1.1 DRIVER STATION LED Strings 操作台 LED 灯条

一串 LED 灯条安装在每个操作台观察窗框架的底部。灯条用来告知场地安全状态，比赛状态，和货物得分奖励的完成进度

如果灯条灯光全部为绿色，那么是在告知所有人，场地可以安全进入。

Figure 5-25 FIELD is safe for humans



比赛中，1-4 号灯和 15-17 号灯的颜色，如果是黄色表示比赛处于自动阶段（见图 Figure 5-26），如果是白色表示比赛处于手动阶段（见图 Figure 5-27 和见图 Figure 5-28）。另外中间的 10 个灯，5 到 14 号灯，指示联盟的货物得分奖励进度，显示为联盟颜色。在第 1 个货物得分后，5 号灯点亮。第 2 个货物得分让 5 号灯变暗。第 3 个货物得分让 6 号灯点亮。第 4 个货物让 6 号灯变暗，以此类推（见图 Figure 5-27，图 Figure 5-28 和图 Figure 5-29）

如果联盟得到了一个五重奏（QUINTET，见表 Table 6-1），14 号灯点亮（见图 Figure 5-27），表示获得货物得分奖励所需的货物数量要求减少了。

Figure 5-26 MATCH is in AUTO, red ALLIANCE has scored 3 CARGO



Figure 5-27 MATCH is in TELEOP, red ALLIANCE achieved a QUINTET



Figure 5-28 MATCH is in TELEOP, red ALLIANCE has scored 7 CARGO, but without a QUINTET



如果联盟获得了货物得分奖励，所有 3 个操作台的灯条都会有动画效果，闪烁两次，然后所有灯都变暗（颜色为联盟颜色，见下图）

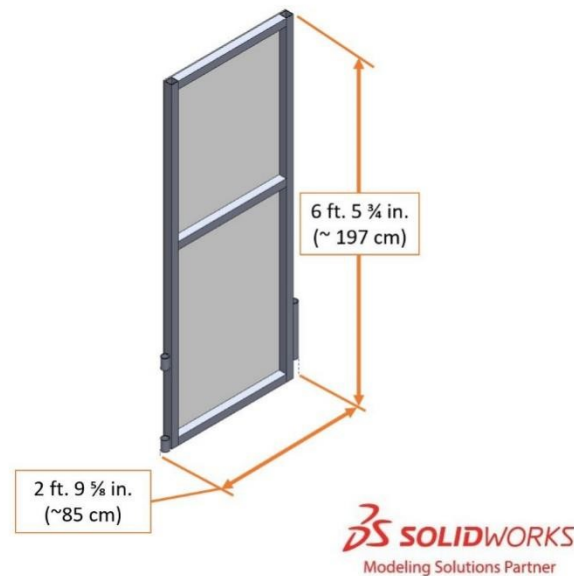
Figure 5-29 Red ALLIANCE has earned the CARGO BONUS



5.6.2 HANGAR WALLS 机库墙

机库墙是一个 2 英尺 9 5/8 英寸（约 85 厘米）宽，6 英尺 5 3/4 英寸（约 197 厘米）高的，安装在 1 号操作台和围栏间的结构。铝制框架，框架内部装有透明 PC 板。

Figure 5-30 HANGAR WALL frame



5.7 CARGO 货物

Figure 5-31: CARGO 货物



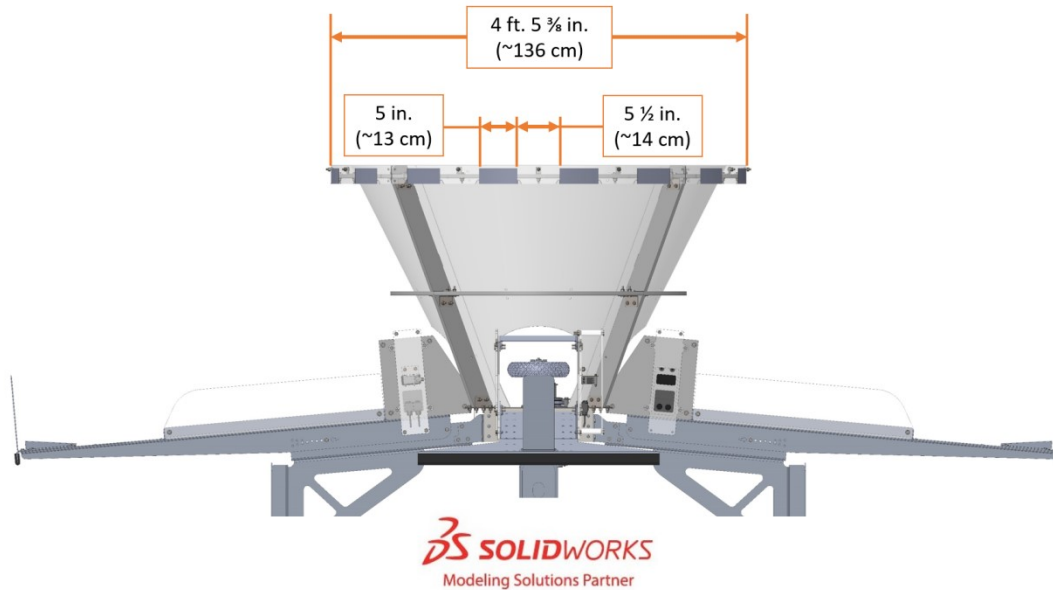
快速反应的得分道具是一些超大尺寸的网球，称为货物，是由 Flaghouse 公司为了 FIRST 而改制的。货物直径 9 1/2 英寸（约 24 厘米），重量 9 1/2 盎司（约 270 g），绒毛表面。货物可充气到 3 1/2 磅每平方英寸。一般而言，货物如果从场地地面上方高 3 英尺处自由掉落，那么回弹高度介于 2 英尺 1 英寸（约 64 厘米）和 2 英尺 6 英寸（约 76 厘米）之间（以球底部的作为基准点）。货物可以在 [AndyMark](#) 买到，编号 am-

4600_blue 和 am-4600_red. 作为货物的超大网球没有以任何严格的公差制造。壁厚，表面起毛，脱落都可能发生。市场上销售的同类球和官方的货物相比会在表现上有所不同。

5.8 Vision Targets 视觉目标

枢纽上层用 5 英寸（约 13 厘米）长，2 英寸（约 5 厘米）宽的反光条组成一个 360 度的视觉目标。反光条的样本已经放置在每个新队的 Kickoff Kit 和 FIRST Choice 中。视觉目标是 1 个直径 4 英尺 5³/₈ 英寸（约 136 厘米）的环，16 根反光条相互间距 5¹/₂ 英寸（约 14 厘米）贴在环上。每个上层出口的中心和环上的一根反光条中心是对齐的。视觉目标离地面高度 8 英尺 8 英寸（约 264 厘米）

Figure 5-32: Vision target



5.9 The FIELD Management System 场地控制系统

场地控制系统（Field Management System，简称 FMS）是负责感知和控制 FRC 场地设施的电子设备核心。FMS 包含所有场地用电子设备，有计算机，裁判用触摸屏，无线 AP，传感器，堆栈灯，紧急按钮等。

当位于操作台的操控组用网线连接操作终端的时候，安装有驾驶站（Driver Station）软件的操作终端会和 FMS 通讯。一旦通讯成功，表 Table 9-5 所列的开放端口将可以使用。

当机器人和 FMS 相连的时候，将无法对机器人部署程序代码。额外的 FMS 信息可以参考 FMS 白皮书页面 [FMS Whitepaper](#)。

FMS 会通过提示音来提醒赛事参与者们比赛处于什么阶段，见表 Table 5-1。请注意提示音只是一种好心提醒，如果提示音响起的时机和场地计时器之间有不一致的时候，以场地计时器显示的剩余时间为准。

Table 5-1 Audio cues

触发事件	倒计时显示	提示音效
比赛开始	0:15 (自动阶段)	“骑兵冲锋号”
自动阶段结束	0:00 (自动阶段)	“蜂鸣声”
手动阶段开始	2:15	连续三次“敲钟声”
HANGAR ZONE protection engaged 机库区保护程序启动	0:Error! Reference source not found.	“火车发车汽笛声”
比赛结束	0:00	“蜂鸣声”
比赛被中止	n/a	“迷雾号角声”
暂停即将结束警告	1:00	“小号声”
暂停结束	0:00	“蜂鸣声”

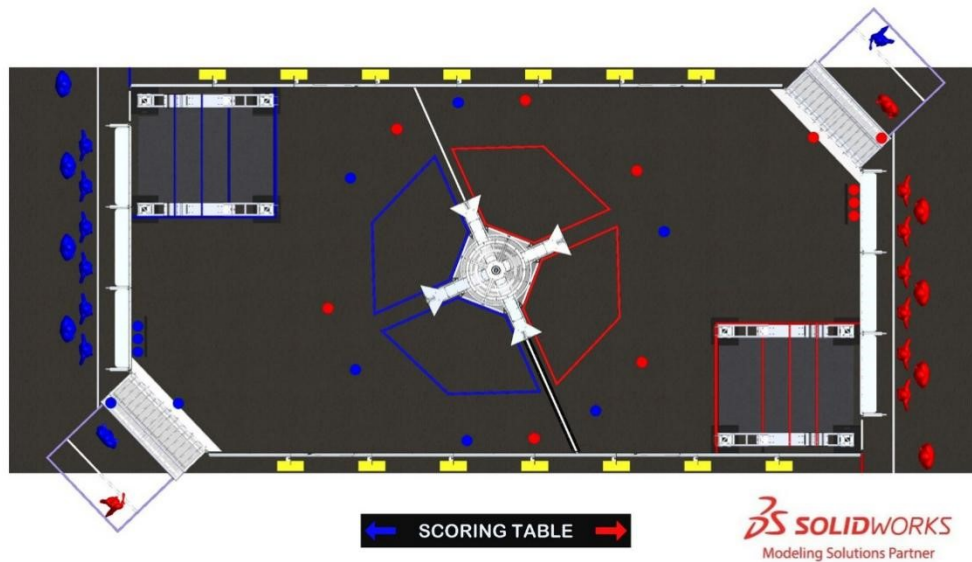


6 MATCH PLAY 比赛内容

在快速反应的比赛中，2 个联盟（1 个联盟由最多 4 支队伍组成）同场竞技，设置和执行以下内容。

6.1 Setup 场地设置

Figure 6-1 MATCH setup

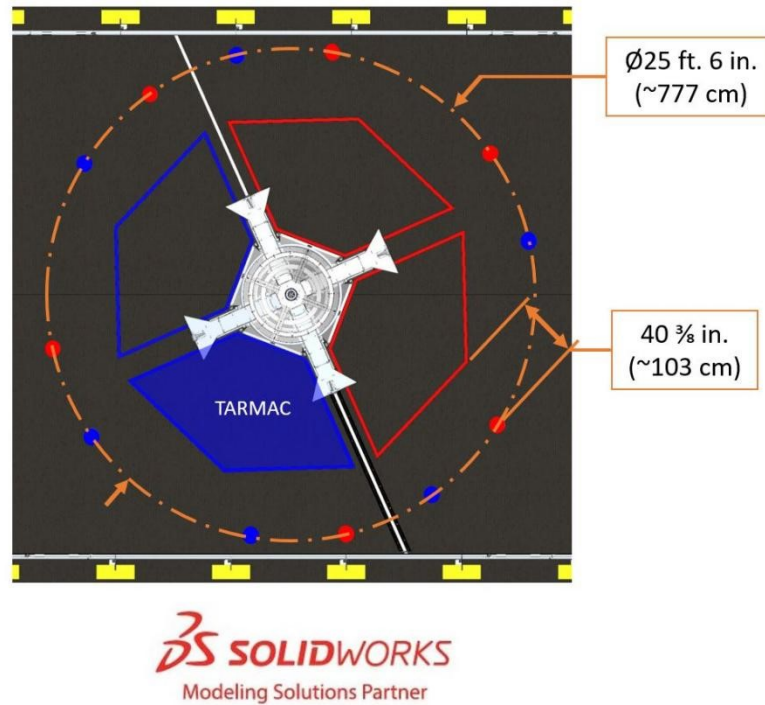


6.1.1 CARGO 货物

22 个货物，11 个红色，11 个蓝色，在每场比赛中如下放置：

- A. 每个操控组预载一个货物在它们的机器人上，货物必须由机器人完全支撑。
 - a. 任何用来给机器人预载的货物（最多 3 个）没有被用来预载的话，放置在对方的联盟墙和邻近的货物线之间？。
- B. 1 个联盟颜色的货物，放置在同颜色联盟区域旁的航站楼内最靠近联盟区域的位置
- C. 1 个联盟颜色的货物，放置在同颜色联盟区域旁的航站楼前方的货物定位环上，定位环中心距离斜坡边 $1\frac{1}{2}$ 英寸（约 4 厘米）。
- D. 12 个货物，6 个红色和 6 个蓝色，放置在图 Figure 6-2 所示的停机坪外的货物定位环上。货物分布在以枢纽中心为圆心直径 25 英尺 6 英寸（约 777 厘米）的圆圈上。请参考 2022 赛场尺寸标记图 [2022 ARENA Layout and Marking Diagram](#) 获得更精确的摆放位置。货物的中心点距离停机坪外侧 $40\frac{3}{8}$ 英寸（102 厘米）。

Figure 6-2 CARGO staging just outside TARMACS



6.1.2 ROBOTS 机器人

每个操控组在摆放机器人的时候，必须让机器人的保险杠（BUMPERS）的完全位于各自联盟的停机坪内。

如果队伍进场摆放机器人的顺序影响到了对方或者两个联盟，当事联盟必须在比赛前放置机器人的阶段通知裁判长。裁判长知情后会要求所有机器人摆放在替代位置。资格赛中，机器人按照队伍所在操作台的顺序进场摆放：

1. 红方 1 号操作台的机器人
2. 蓝方 1 号操作台的机器人
3. 红方 2 号操作台的机器人
4. 蓝方 2 号操作台的机器人
5. 红方 3 号操作台的机器人
6. 蓝方 3 号操作台的机器人

在淘汰赛中也是同样的顺序，但不是蓝方后放，而是排名高位的联盟（无论所属红蓝方）后放

6.1.3 Humans 人类

比赛开始前人类的位置如下：

- A. 每个联盟只能各派 1 位人类玩家进驻每个航站楼
 - a. 在离自己联盟区域最远的航站楼区域内的人类玩家，比赛前需要站在航站楼起始线后面
- B. 操作手们，教练们，剩余的人类玩家们站在自己的联盟区域，比赛前需要站在起始线后
- C. 技术员站在赛事方指定的靠近场地的位置。

6.2 Autonomous Period 自动阶段

比赛的前 15 秒称为自动阶段（AUTO, Autonomous）。在自动阶段，机器人不接受任何操控组的直接控制或指令。机器人将尝试在跑道上滑行离开停机坪，把货物输送进枢纽得分，并回收场地里的其他货物。人类玩家尝试把货物送进枢纽得分。

6.3 Teleoperated Period 手动阶段

比赛剩下的 2 分 15 秒称为手动阶段（TELEOP, Teleoperated Period）。在手动阶段，操作手远程控制机器人回收和输送货物进枢纽得分，在最后进入他们的机库。

6.4 Scoring 计分

联盟会因为在比赛全程中完成各种动作或行为而获得奖励，比如滑行（TAXXING），送入枢纽得分，进入他们的机库，取胜或打平比赛。

奖励种类有比赛得分（MATCH points，存在于资格赛和淘汰赛，获胜关键）或晋级分（Ranking Points，简称 RP 分，存在于资格赛，对队伍排名起关键作用）各种得分行为如何计分，如何判断得分的依据见表 Table 6-1。

所有得分都会在比赛中实时更新，以下项目除外：

- A. 自动阶段结束 5 秒后，货物得分不计入自动阶段得分。
- B. 手动阶段结束 10 秒后，货物得分不计入比赛得分。
- C. 手动阶段结束 5 秒后或者结束后机器人全都停止了动作，开始计算机库得分

滑行得分和机库得分都是由人类裁判来计算和评估的。鼓励队伍确认他们的机器人是否清楚明白的符合得分标准

6.4.1 Point Values 分值

快速反应的得分任务都列在了表 Table 6-1。

货物在枢纽上下层是否得分取决于，是否进入了上下层顶部平面的开口并通过了传感器阵列，分数会在货物通过传感器阵列的时候之后才取得

1 台机器人只能在 1 个横杆上得分。如何判断得分，1 台机器人只能正在接触：

- 在那个高度或更高的横档（比如高度由机器人接触的最低横档决定）
- 桁架结构
- 发射板
- 联盟墙
- 围栏
- 另一台已认定获得机库得分的机器人

Table 6-1: RAPID REACT point values

奖励	奖励原因	分值		晋级分
		自动	手动	

滑行得分	在自动阶段任何时刻，机器人的保险杠完全远离停机坪。	2	
货物得分	把联盟颜色的货物送进枢纽下层。	2	1
	把联盟颜色的货物送进枢纽上层。	4	2
机库得分 (每个机器人)	低横档		4
	中横档		6
	高横档		10
	顶部横档		15
货物得分奖励	当 20 个或更多联盟颜色的货物送入枢纽后得到的奖励。 如果在自动阶段至少有 5 个我方联盟颜色的货物得分，称为五重奏，那么获得奖励的要求降低为 18 个。		1
机库得分奖励	当一个联盟的机库得分获得至少 16 分的奖励		1
平局	比赛结束后，双方得分相同		1
获胜	比赛结束后，我方得分比对手多		2

一个联盟在单场资格赛最多可拿到 4 个晋级分，见表 Table 6-1。在淘汰赛中，没有晋级分，没有机库或货物得分奖励。

6.5 Rule Violations 犯规判罚

判罚种类请见表 Table 6-2

Table 6-2 Rule violations

判罚种类	描述
犯规 (FOUL)	每次犯规给对手加 4 分
技术犯规 (TECH FOUL)	每次技术犯规给对手加 8 分
黄牌 (YELLOW CARD)	主裁判对有犯规表现的队伍成员或机器人出示黄牌警告。同一场赛事中获得第二张黄牌会直接获得一张红牌。
红牌 (RED CARD)	有裁判长针对队伍成员及机器人的表现和违规发出红牌警告。队伍本场比赛“取消成绩” (DISQUALIFIED)
停机 (DISABLED)	机器人被原地停机，无法操控，直到比赛结束。
取消成绩/失格 (DISQUALIFIED)	资格赛中会导致队伍在本场比赛中取得 0 个晋级分，得分为 0。 淘汰赛中会导致联盟在本场比赛得分为 0，直接判负。

FRC 使用 3 个词汇来表述犯规的时间和次数。这些词会给项目提供通用指导。目的不是为了给裁判提供倒计时参考

- “暂时”（MOMENTARY），犯规持续时间小于 3 秒。
- “持续”（CONTINUOUS），犯规持续 10 秒以上称之为持续的。
- “重复的/累犯”（REPEATED），在一场比赛中犯规超过 1 次

见 [Section 章节 11.2.1 YELLOW and RED CARDS](#) 获得更多细节。

6.5.1 Violation Details 判罚细节

本手册有几种对违规方式进行举例。下表是其中的一些例子。这些例子无法包含所有可能的违规方式在内，但也代表了一些违规后的判罚组合

Table 6-3 Violation examples

判罚举例	扩展解释
犯规	违反时，给违反的联盟一个犯规。
技术犯规加黄牌	违反时，给违反的联盟一个技术犯规。比赛结束后，主裁判对犯规的队伍出示一张黄牌。
每多运一个货物给一个犯规。如果行为为恶意，黄牌	违反时，每多携带一个货物就给违反的联盟一个犯规。另外，如果裁判认为队伍行为为恶意，主裁判会在比赛结束后对违反的队伍出示一张黄牌。
技术犯规，再每 5 秒给 1 个技术犯规直到犯规行为被终止	违反时，先给违反的联盟一个技术犯规，然后裁判开始计时。如果犯规行为没有停止，那么每 5 秒给违反的联盟一个技术犯规直到犯规行为被终止。 举例：假设没有其他犯规行为的情况下，机器人持续同一个技术犯规行为长达 15 秒，那么将获得 4 个技术犯规。
对联盟出示红牌	比赛结束后，主裁判对犯规的联盟出示一张红牌，以下为针对不同对象的出示方式： <ol style="list-style-type: none"> 淘汰赛中，对整个联盟出示一张红牌。 其他情况下，对联盟的每支队伍都出示一张红牌。

6.6 DRIVE TEAM 操控组

每场比赛都由操控组（DRIVE TEAM）代表队伍上场比赛。操控组成员来自同 1 支 FRC 队伍，最多 5 人，有 4 种特定身份可以在快速反应中协助机器人。操控组的 5 个人中只允许有 1 个成年人。

定义操控组和操控组相关规则的目的在于，除非有特殊情况，操控组应该是同 1 支队伍中的成员。队伍不能出借或借用其他队伍的操控组的人来获得战术优势。（比如联盟队长相信自己队的操作手之一比他们选上的队伍的操作手更熟练，从而让选上的队伍使用联盟队长队伍的操作手去打淘汰赛）

但在执行上希望大家自觉，原因有二。首先，不想加重队伍和志愿者负担，在上场前一核实操控组成员身份。其次，给队伍有机会展现高尚和专业精神。比如操作手迟到没有及时赶到，隔壁“队伍基地”（Pit）的队伍派人来帮忙直到操作手赶到

Table 6-4 DRIVE TEAM roles

成员身份	描述	每个操控组 最大人数	判断标准
教练 (COACH)	现场指导或顾问	1	学生或成年人导师， 必须佩戴“COACH”徽章
操作手 (DRIVER)	机器人的操控者或控制者	3	学生，必须佩戴“DRIVE TEAM”徽章
人类玩家 (HUMAN PLAYER)	货物管理员		
技术员 (TECHNICIAN)	帮忙放置或搬走机器人，机器人故障排除。	1	学生或成年人导师，必须 佩戴“TECHNICIAN” 徽章

学生 (STUDENT) 的定义是从开题仪式 (Kickoff) 之前的 9 月 1 日开始算起，尚未从高中或同等学历学校毕业的学生。

技术员对比赛开始前对机器人的放置提供技术支援，把运输机器人的小推车推到指定位置，解决机器人连接问题，操作终端的纠错，以及赛后帮忙搬走机器人。以下为比赛前技术员可以做的一些事的举例：

- 知道机器人路由，连线方式，知道路由器指示灯亮灯的意义
- 知道 roboRIO 的位置，知道其指示灯亮灯的意义
- 输入操作终端的用户名和密码
- 重启 Driver Station 软件，重开 DASHBOARD 界面
- 改变网络带宽利用率（比如调整摄像头分辨率，刷新率等等）
- 帮忙换电池
- 帮忙给气动系统充气

技术员一般为操控组的主要技术人员，所有操控组的成员都应该鼓励去学习和熟悉机器人的基本构成，比如电源开关在哪里，如何开关，如果连接和重设手柄控制器，怎么搬机器人进场，放置在什么位置，怎么把机器人搬出去，知道把运送机器人的推车推到哪里。

如果某场比赛一个联盟的人类玩家人数少于 2 人，该联盟其中 1 支队伍必须在这场比赛中按照规则 H310 指派 1 位“学生”技术员来担任人类玩家。这种情况下：

- 必须通知主裁判
- 所有和人类玩家有关的规则将适用于这位操控组成员
- 这位操控组成员在这场比赛中不再被认为是技术员

6.7 Other Logistics 场地后勤

货物如果离开了场地（通过航站楼离开除外），在迅速确认安全之后，会由场地工作人员（裁判，FIRST 技术顾问 (FTA) 及其他场地周围的工作人员，场地主管，场地修复志愿者等）立即放回场地。

机器人不能故意送货物离场 (见 G401).除非是通过航站楼送出。

如果比赛开始后意外发现有损坏的货物，比赛不会以赛场故障 (ARENA FAULT) 的名义中止比赛。受损的货物会在比赛与比赛之间的场地准备阶段更换。操控组如果发现了缺少或损坏的货物，应该在比赛开始前就提醒场地工作人员。

当比赛结束，主裁判认为场地可以让人员安全进出了，会自己或指示专人切换 LED 灯至绿色，此时操控组才能进入场地搬走他们的机器人。

在 2 分 30 秒的比赛前后，也就是比赛和比赛之间，会有一段时间用于赛场复原。赛场复原期间，刚比赛完的操控组要带走他们的操作终端和场地里的机器人；场地工作人员（场地主管，场地复原）则复原场地；下一场的操控组搬入并安放机器人。



7 GAME RULES: ROBOTS 比赛规则：机器人

2022 比赛手册见 [Section 1.7 This Document & Its Conventions](#) 了解新的编号规则

7.1 ROBOT Restrictions 机器人限制

G101 *危险的机器人：是不被允许的 Dangerous ROBOTS: not allowed. 不允许机器人在操作上及设计上具有危险性或有不安全因素。

判罚：如果比赛还未开始，违规的机器人不被允许参加比赛。如果比赛进行中，违规的机器人会被停机

包含但不限于：

- a. 操控组无法停止的不受控制的动作
- b. 机器人零件掉出场外
- c. 机器人拖拽自己的电池
- d. 机器人持续把部位伸出场外。

G102 *机器人，比赛中得留在场地内 ROBOTS, stay on the FIELD during the MATCH. 机器人自身部位以及任何正在由机器人控制的物件，比如货物，都不能接触到场地以外的一切，除非是“暂时”进入航站楼或暂时接触斜槽。

判罚：违规机器人会被停机。

请注意在赛场周围活动的可能会接近机器人的裁判和场地志愿者，以免误伤到他们

G103 *让你的保险杠处于低位 Keep your BUMPERS low. 保险杠的高度在比赛期间必须位于保险杠规定区域范围（BUMPER ZONE）内（见 R402）

判罚：犯规。如果是“重复”的或比“暂时”时间长，停机。

G104 *要保持保险杠完整 Keep your BUMPERS together. 不能让保险杠掉落在场地内从而导致一边的保险杠完全卸除，或者使机器人的外围框架的一侧暴露在外，或者让队号或联盟代表色分辨不清。

判罚：停机。

G105 *要保持机器人完整 Keep it together. 机器人不能故意卸除或丢弃部件在场地内。

判罚：红牌。

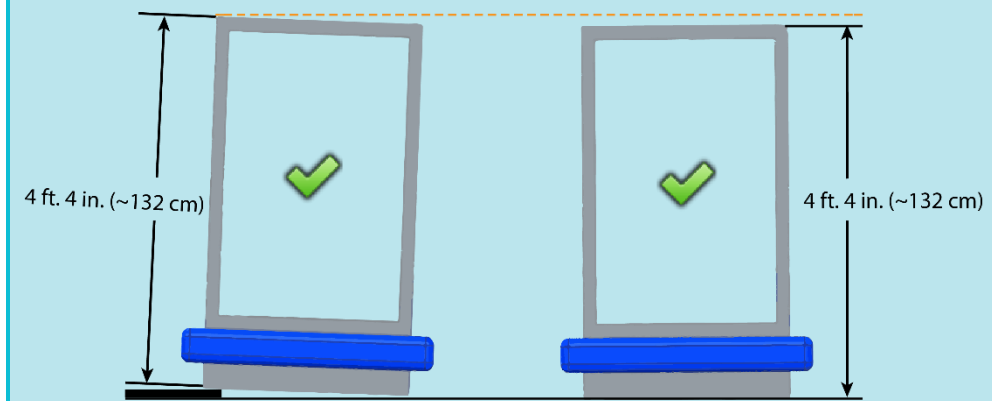
G106 在机库区才可以让机器人变高 Tall ROBOTS in HANGAR ZONE only. 机器人的高度，当静止在地面时不能超过起始状态时候的高度（4 英尺 4 英寸（约 132 厘米）），除非机器人的保险杠位于机库区内，即便如此高度也不得超过 5 英尺 6 英寸（约 167 厘米）

判罚：犯规。如果过度伸高导致阻挡对手发射货物得分，给一个技术犯规。如果过度伸高后成为了从上层出口落下的货物所碰到的第一个对象，给一个技术犯规。如果过度伸高后机器人处于可以获得机库得分的状态，那么机器人不会得到机库得分。

测量高度的时候是在平地上测的，不是在场地内的地毯上测量相对高度。

举个例子，机器人在场地内行进并在边界线上移动的时候，由于一定角度的倾斜（见下图），最高点会变化，实际高度会超过规定高度。

Figure 7-1 ROBOT height example



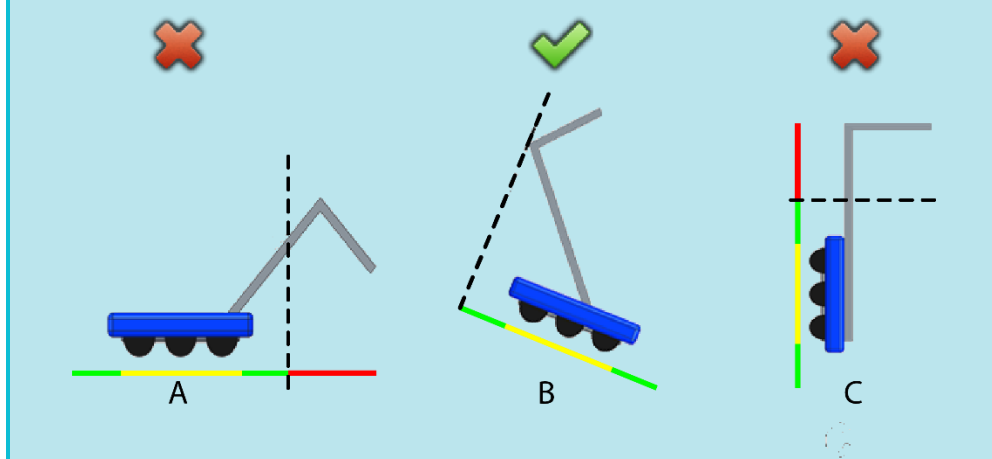
G107 不要过度伸展自己 Don't overextend yourself. 机器人不能伸展过度，超过外围框架 16 英寸 (约 40 厘米) 以外的地方。

判罚：犯规。如果过度伸长导致阻挡对手发射货物得分，给一个技术犯规。如果过度伸长后成为了从上层出口落下的货物所碰到的第一个对象，给一个技术犯规。如果过度伸长后机器人处于可以获得机库得分的状态，那么机器人不会得到机库得分。

是否违反的图例见图 Figure 7-2.

黄线代表一侧外框架的长度，和机器人的行进方向平行，绿线为机器人可伸展出来的长度范围，在此范围内不违反本规则。过度伸长进入红线表示当前图中的机器人违反了。图中机器人 A 和 C 都违反了，机器人 B 没有违反。

Figure 7-2 Examples of compliance and non-compliance of this rule



G108 别太高 Not too high. 机器人不得让保险杠的任何部位高于高横档。

判罚：机器人无法获得任何机库得分

G109 避开紫色平面 Avoid the PURPLE PLANE. 机器人不得伸展超越紫色平面。

判罚：停机

7.2 ROBOT to ROBOT Interaction 机器人之间互动

G201 *不得要挟让对方被迫犯规 Don't expect to gain by doing others harm. 凡是旨在强迫对方犯规的战术策略都不符合 FRC 的精神，是不被允许的。对方因此而犯规的话并不会受到处罚。

判罚：犯规。如果重复的，技术犯规

在比赛中某些策略行为并不适用 G201，比如红色联盟的机器人在红色机库区在比赛最后 30 秒内接触蓝色联盟的机器人。

G201 判罚的依据是队伍实施行为导致对方没有机会或只能采取有限的行动以避免犯规，比如：

- 某方联盟的机器人强迫对方联盟的机器人长时间控制 3 个货物或
- 一个机器人升高一个伸展物接触他们的中横杠但却没有攀爬的意图，只是因为此时对手的机器人即将非故意的碰到他们的机器人。

G202 *紧贴对方会有 5 秒倒计时 (There's a 5-count on PINS). 机器人不能和对手的机器人紧贴在一起超过 5 秒钟。机器人紧贴 (PINNING) 的定义是以直接或及物 (比如项在场地设施处) 的接触方式不让对方移动。机器人结束紧贴状态的定义是相互分开至少 6 英尺远 (约 1.83 厘米) 或远离一开始紧贴的地方。紧贴过的机器人必须再等 3 秒才能再次尝试紧贴同一个机器人。

判罚：犯规，如果紧贴没有解除，那么每过 5 秒就追加一个技术犯规。

当确定机器人是否解除紧贴状态在于看被紧贴的机器人是否行进在计划的路线上。

G203 *不得串通队友阻挠比赛的正常进行 Don't collude with your partners to shut down major parts of game play. 在裁判看来两到三个机器人不能协同工作以隔离或封锁比赛中的主要得分项目。

判罚：技术犯规，当情况持续，每 5 秒追加一个技术犯规。

包含且不限于的例子有：

- 封堵所有进出航站楼的通路
- 不让对手获得任何场地上的货物
- 把所有对手围堵在场地中某一小区域
- 封堵所有对手进出对方机库的通路。

一个机器人封锁场地上特定区域的行为不违反本规则

2 台机器人各自防守对方 1 台对手的机器人不违反本规则，联手的话违反。

注意 G204, G205 和 G206 有共同的排他性。单个机器人和机器人之间的互动违反了数个规则后，只按照 3 个规则中最严厉的判罚去判。

G204 *远离其他机器人的内部结构 Stay out of other ROBOTS. 机器人展现出外围框架的部分不得首先直接接触对方机器人外围框架的垂直投影内部。

判罚：犯规。

G204 定义“首先直接接触到”的对象为犯规前朝着对方机器人行进的机器人。

所以也有可能两个机器人同时“首先直接接触到”对方机器人内部。

G205 *这不是战斗机器人 This isn't combat robotics. 无论是否故意，机器人不得伤害或瘫痪对手的机器人：

- D. 被裁判认为是故意的。
- E. 无论是否有意，机器人保险杠之间的间隙过大导致其他机器人可以完全进入自己的外框架内而不是保险杠内，并不违反本规则。

判罚：技术犯规和黄牌。如果对方机器人无法继续行驶，技术犯规和红牌。

FRC 是个充分接触的竞赛，会有比较激烈的比赛。本规则旨在限制对机器人的伤害，队伍在设计机器人的时候需要设计牢固

G205-E 的例外意味着队伍要自己意识到保险杠有开口间隙会让机器人有在这些区域受到伤害的风险

包含且不限于的例子有：

- a. 机器人伸长一个机械臂，改变了路线，非故意的碰到并损坏了邻近的对手机器人外框架内的部件。
- b. 机器人倒车的过程中，开到了对方机器人身上，损坏了对方外框架内的部件
- c. 机器人高速冲撞和/或重复撞击对手机器人并导致损伤。裁判认定机器人是故意尝试损坏对方机器人

瘫痪对方机器人的功能的例子包含但不限于：

- d. 机器人伸展进入后导致对方的气动系统泄压
- e. 机器人伸展进入后导致对方失去动力。（本例子必定给红牌）

在比赛结束后，主裁判可能会观察受害机器人来确定是否真的造成了伤害，并可能会撤回在比赛中对于违反本规则。

G205 定义了“首先直接接触到”的对象为违规前朝着对方机器人行进的机器人。

所以也有可能两个机器人同时“首先直接接触到”对方机器人内部。

G206 *不得翻倒或纠缠 Don't tip or entangle. 有些机器人行为，由裁判认定，通过贴附，翻倒，纠缠造成对方机器人损坏的行为是不允许的。

判罚：技术犯规和黄牌。如果持续性的，或让对方机器人无法行动，红牌。

包含且不限于的例子有：

- a. 利用楔状机构弄翻对方的机器人，
- b. 通过保险杠撞保险杠的方式让试图恢复平衡的对方机器人再次翻倒
- c. 在对手机器人有翻倒趋势的时候，通过接触对方让翻倒，由裁判认定这个接触是可以避免的。

如果是机器人和机器人之间的正常接触过程中由裁判认定为非故意导致的翻倒，是不违反 G206。

G207 让对方自由发射 Let them shoot. 机器人不得接触（直接或通过货物及物接触，无论谁首先接触）正在用保险杠接触对方发射板的对方机器人。

判罚：犯规。

G208 让对方自由攀爬 Let them climb. 机器人不得接触（直接或通过货物及物接触，无论谁首先接触）：

- A. 正在接触对方的中，高，和/或顶部横档的对方机器人
- B. 在比赛最后的 30 秒内，部分保险杠在对方机库区内的对方机器人

判罚：被接触的对方机器人在比赛结束后获得顶部横档得分

G209 不得叠罗汉 Don't climb on each other. 机器人不得由友队机器人完全支撑。

判罚：技术犯规。如果犯规的时候，其中一台机器人正在接触我方的横档，那么这两台机器人都失去获得机库得分的资格。

G210 自动阶段，没有防守 During AUTO, no defense. 在自动阶段，机器人保险杠的任何部分在对方区域（比如中场线的另一边，对方的停机坪）不得接触到对方的机器人或还在原地的对方货物。

判罚：技术犯规。

7.3 FIELD Interaction 和场地互动

G301 注意你在和什么互动 Be careful what you interact with. 机器人和操作终端和赛场设施进行互动的时候禁止做出以下行为。A-C 项中对象不包含货物。A-E 项中对象不包含横档：

- A. 抓住 (grabbing)
- B. 握住 (grasping)
- C. 依附 (attaching to) 包含使用魔术贴定在场地地面上，但不包括在操作台使用魔术贴，不包括插头插进所分配的电源接口，不包括把网线插入操作终端)，
- D. 变得纠缠不清 (becoming entangled with)
- E. 悬挂于 (suspending from)
- F. 损坏 (damaging)

判罚：比赛前，违规行为得不到纠正就无法开始比赛。如果是在比赛中，技术犯规。如果是在比赛中非“暂时”性的或者再犯的，黄牌。如果违规由机器人造成且主裁判确认还会有二次伤害，那么违规机器人会被停机。纠正的行为（比如去除尖锐部分，移除可造成伤害的机构，和/或重新机检）必须在机器人被允许参加接下来的比赛前做出。

货物在经过机器人处理时会遭受相当程度的磨损，例如刮擦或划痕。挖，撕碎或定期标记货物也是违反本规则的。

G302 远离枢纽下层出口 LOWER EXITS are off limits. 机器人不得把自己伸进或横跨下层出口。暂时伸进或横跨下层出口例外

判罚：技术犯规。如果持续性的或重复的，黄牌

7.4 CARGO 货物

G401 *保证货物在场地内 Keep CARGO in bounds. 机器人不能从场内故意弹射对方的货物，除非是通过航站楼（无论直接，或通过场地设施弹跳，或其他机器人）。

判罚：每个货物给一个犯规

G402 *货物要按照要求使用 CARGO: use as directed. 机器人不能利用货物使比赛难度降低，或利用货物通过场地设施的互动提高对方的挑战难度，比如对方货物放到机库或枢纽顶部。

判罚：每个货物给一个技术犯规

包含且不限于的例子：

- a. 朝着机器人射出货物
- b. 把货物集中在对方机库区

G403 最多持有两个货物 2 CARGO max. 机器人在非“暂时”的情况下，不能一次“控制”2个以上的货物，无论是直接的还是及物通过其他对象。

1个机器人“控制”1个货物的定义是：

- A. 货物由机器人完全支撑，
- B. 机器人带着货物横跨场地，当机器人改变方向，货物也跟着机器人一起走
- C. 机器人抵着一个货物靠在场地设施上以防卫货物
- D. 机器人正在尝试让货物无法离开下层出口

判罚：每多控制一个货物算一个犯规。如果恶意犯规，黄牌

恶意犯规包含且不限于：

- a. 同时控制5个货物
- b. 持续的控制3个以上货物
- c. “经常”控制3个以上货物（经常的定义在一场比赛中出現3次以上

G404 不得囤积对方货物 Don't hoard opposing CARGO. 机器人不得限制对方取得超过3个以上的对方货物，除了在比赛最后30秒内。

判罚：犯规，犯规行为纠正前每5秒给一个技术犯规

限制取得货物的例子包含但不限于：

- a. 已在机器人内部持有2个对方的货物，再阻挡对方获取机器人背后的2个对方货物
- b. 利用G208-A的机库接触保护防止对方合规的接触到在我方机库背后角落的4个对方联盟的货物

如果机器人正在紧贴中（G202），裁判会被要求把注意力放在紧贴上并忽略本规则

G405 不得接住货物 Don't catch CARGO. 机器人不得重复的长时间的控制从上层出口释放出来的货物，直到和除非该货物接触到了该机器人边上的其他东西，或接触到了该机器人控制中的其他货物。

判罚：每个货物给一个犯规

这对于如何设计机器人降低机器人非故意或非刻意的接住从上层出口掉落出来的货物的几率而言很重要。



8 GAME RULES: HUMANS 比赛规则：人类

8.1 General 通用

H101 *做个彬彬有礼的人 Be a good person. 在 FRC 的赛事中，所有队伍必须文明礼貌地对待自己队的队伍成员，其他队的队伍成员，比赛人员，场地相关志愿者，赛事参与者等。

判罚：犯规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能让判罚迅速升级为黄牌或红牌（也就是对于此恶意犯规行为的容忍度很低）

不当言行包含并不限于：

- a. 使用攻击性语言或其他不文明的个人言行
- b. 长时间防止对方人类玩家进入航站楼或接触对方的货物

特别令人鄙视的行为很可能被驱逐出赛场，包含并不限于：

- c. 袭击（assault）。比如有意或无意投掷什么东西并击中他人
- d. 威胁（threat）。比如“如果你不回电话，我会让你后悔的”
- e. 骚扰（harassment）。比如在对方做出决定后或问对方问题得到解答后，在没有异议或没有新问题的情况下，纠缠对方，
- f. 霸凌（bullying）。比如使用肢体或口头语言导致他人感到身心上的不适，
- g. 羞辱（insulting）。比如告诉某人他们不配当操控组成员，
- h. 咒骂（swearing）。咒骂别人（低声咒骂或对着咒骂）
- i. 咆哮（yelling）。在愤怒或沮丧状态下对别人大喊大叫。

H102 *只带一台机器人参赛 Enter only 1 ROBOT. 任何本赛季注册过的 FRC 队伍只能使用一台机器人（机器人的定义是至少有个底盘的机构组合，其主要机能可以让它在场地上来回行动的）参加 2022 FRC 比赛。

一台机器人参加 FRC 比赛意味着字面意义的带或使用机器人以便让队伍参加比赛。（比如备用零件，判断材料或用于练习）。

“至少有个底盘”的定义比较主观，本规则的目的是当所谓底盘没有任何轮子/履带，齿轮箱，皮带/链条，那么这个机构组合就不能称之为机器人。只要包含了上述这些，就能被称之为机器人。

本规则并不禁止队伍把 FIRST 其他比赛项目的机器人带入赛场，但只作展示和观赏用。

判罚：口头警告。赛事期间恶意犯规或再犯都会由主裁判，首席机器检查员，赛事主管单位处理

H103 *绿灯亮起方可入场 Humans, stay off the FIELD until green. 队伍成员只能等待操作台的 LED 灯变成绿色之后才能进入场地，除非被裁判或 FTA 明确指示进入。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

对于本规则的恶意犯规可能 H201 也会包含但不限于：

- a. 推开正在在出入口阻挡他人进入的场地复原志愿者后进入场地，
- b. 对不得进入场地的警告无视，
- c. 比赛进行中走进场地
- d. 比赛进行中进入场地抓住 1 台机器人

违反本规则会判罚给整支队伍，而不是单独个人。例如，队号 9999 的成员在比赛 3 结束后绿灯变亮之前进入了场地，而另一个不同的成员在比赛 25 结束后绿灯变亮之前进入了场地。这支队伍先获得口头警告，再获得一张黄牌

H104 *不得跨过或跳过场地围栏 Never step over the guardrail. 队伍成员只能通过围栏的出入口进出场地。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

队伍应确保任何操控组成员时刻意识到这条规则，因为此规则极易违反，尤其是操控组成员想快速进场或出场的时候。本规则的目的想避免令人讨厌的判罚，但仍执行场地的安全要求。跨越围栏会有潜在的受伤隐患。

违反本规则会判罚给整支队伍，而不是单独个人。例如，队号 9999 的成员在比赛 3 结束后绿灯变亮之前进入了场地，而另一个不同的成员在比赛 25 结束后绿灯变亮之前进入了场地。这支队伍先获得口头警告，再获得一张黄牌

H105 *要求别的队伍打比赛放水，这不道德 Asking other teams to throw a MATCH – not cool. 队伍不能怂恿将要上场比赛的联盟里的队伍故意在比赛中放水。

注意：本规则不适用于当同一个联盟的三支队伍在特定比赛中制定策略后故意放水的情况。

判罚：犯规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能让判罚迅速升级为黄牌或红牌，甚至导致队伍失去当前赛事的参赛资格（也就是对于此恶意犯规行为的容忍度很低）

举例 1：ABC 队为同一个联盟，C 队被 D 队怂恿不进入机库，导致 ABC 队无法获得 RP 分。D 队的目的阻止 A 队获得 RP 分威胁到 D 队的排名。D 队就违反了本规则

举例 2：ABC 队为同一个联盟，A 队是作为代理人上场。D 队怂恿 A 队不得参加本场比赛而让 D 队获得对于 BC 队的排名优势。D 队就违反了本规则

FIRST 对于参赛队伍施加影响于其他队伍以让对方打假赛输掉，或故意损失 RP 分之类的行为是和 FIRST 价值相违背的，任何队伍都不该这么做。

H106 *受到胁迫而在比赛中放水，这也是不道德的 Letting someone coerce you in to throwing a MATCH – also not cool. 队伍不得因受到非我方联盟的队伍的胁迫而故意在比赛中放水。

注意：本规则不适用于当三支队伍都属于同一个联盟在特定比赛中制定策略后故意放水的情况

判罚：犯规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能让判罚迅速升级为黄牌或红牌，甚至导致队伍失去当前赛事的参赛资格（也就是对于此恶意犯规行为的容忍度很低）

举例 1：ABC 队为同一个联盟。D 队要求 C 队在最后 30 秒内故意不进入机库导致 ABC 队无法获得机库得分奖励。C 队答应了要求，而 D 队的动机是防止 A 队获得 RP 分威胁到 D 队的排名。C 队就违反了本规则。

举例 2：ABC 队为同一个联盟，A 队是作为代理人上场。A 队答应了 D 队要 A 队不上场的要求，让 D 队获得对于 BC 队的排名优势。A 队就违反了本规则

FIRST 对于参赛队伍施加影响于其他队伍以让对方打假赛输掉，或故意损失 RP 分之类的行为是和 FIRST 价值相违背的，任何队伍都不该这么做。

H107 *不得滥用赛场权限 Don't abuse ARENA access. 队伍中（除去操作手，人类玩家和教练）有权进入赛场周围限制进入区域的成员（佩戴技术员徽章或佩戴赛事颁发的媒体徽章等）不能在比赛中指导或使用信号装置。不重要的违反和提醒安全的行为不会视为犯规。

判罚：黄牌

技术员帮助队伍准备机器人以最佳状态参与比赛。技术员（[Section 6.6 DRIVE TEAM](#)）不被视为额外的教练，操作手或人类玩家

队伍成员所在的开放观众区不会被限制为限制进入区，无法防止其指导或使用信号设备，见 [E102](#)

H108 *注意你的互动对象 Be careful what you interact with. 操控组禁止以下和赛场设备间的互动行为

- A. 攀爬，
- B. 悬挂，
- C. 使变形
- D. 损坏。

判罚：口头警告。赛事中再犯，黄牌

8.2 REFEREE Interaction 和裁判互动

H201 *恶意及异常犯规 Egregious or exceptional violations. 赛事中超出规则所列的恶意行为，或反复违反任何规则或程序都是禁止的。

除被裁判目击到有本手册所列的明显的犯规行为之外，主裁判会在任何时刻对恶意的机器人动作或个人行为给予黄牌或红牌。这些行为包含了对赛事现场规则的违反，具体可在 [FRC 赛事经历网页](#) 中查看 [FIRST® Robotics Competition District & Regional Events page](#).

请在黄红牌部分 [Section 11.2.1 YELLOW and RED CARDS](#) 获得更多细节。

判罚：主裁判会出示黄牌或红牌

本规则是方便主裁判保证比赛的平稳进行和参与者的安危。某些被认为会让我们的社区陷入危险的特定行为将自动判罚黄红牌。这些行为包含并不限于：

- a. H101 蓝框中所列的不当行为，
- b. 跳过场地边界（比如围栏），
- c. H103 蓝框中列举的行为，
- d. 紧贴对方机器人超过 15 秒
- e. 攀爬枢纽

主裁判在例如 a 到 e 项的犯规单个实例，或单项规则的多个实例出示黄牌或红牌。队伍需要注意对于本手册任何规则的违反可能会依据情况升级到黄牌或红牌。赛事中，主裁判对所有规则和犯规行为具有最终解释和决定权。

H202 *仅派一名学生向主裁判质询 1 STUDENT, 1 Head Referee. 队伍只能指派一名队伍的中学生代表向主裁判交涉。

判罚：主裁判不会理会任何旁人的提问

请查看裁判互动部分 [REFEREE Interaction](#) 以获取更多过程及细节。

8.3 Before/After the MATCH 比赛开始前和结束后

H301 *迅速且安全的上场及离场 Be prompt/safe when coming to and going from the FIELD. 操控组不能长时间或经常性的耽误比赛的进行，比如在比赛开始之前，比赛之后场地重置的时候，以及比赛的暂停刚结束的时候。

判罚：比赛前耽误时间，犯规方的机器人会被停机。比赛后耽误时间则是给黄牌。

操控组摆放机器人以及把机器人带出场地的过程应该安全而迅速，以下犯规例子包含并不限于：

- a. 迟到（包含资格赛比赛开始前，以及在场地或联盟提出暂停后），
- b. 比赛已经准备开始，但人还没离开场地（比赛准备开始的时候，操作台的绿色 LED 会熄灭）
- c. 在场地中安装保险杠，给气动系统充气，以及做其他机器人维护作业
- d. 使用外部校准设备（队伍可以在场上使用卷尺测量距离，但不能耽误比赛）
- e. 没有及时从操作台带走操作终端

在暂停结束前，机器人必须已经部署在场地上，而不是倒计时结束后才搬入。

没有任何规则禁止使用手动工具（包含电池驱动的工具）设置和/或从场地上搬走机器人，只要这些工具不会造成延误或安全问题。

H302 *队伍不能在场地内启动机器人 Teams may not enable their ROBOTS on the FIELD. 机器人在比赛结束后不允许在场地内启动，队伍也不允许系留机器人，除非特殊情况（比赛正在叫暂停，开幕式之后，和比赛将要迅速重赛）或者得到了 FTA 或裁判的允许

判罚：黄牌

鼓励队伍在开发他们的机器人的时候考虑到本规则。

FMS 在比赛结束后不会启动机器人。

系留（Tethering）是指用任何有线或无线连接方式给机器人通电以控制机器人。场地里赛场设施及机器人周围的队伍成员和志愿者的安全是放第一位的，因此当比赛结束后，场地上的机器人禁止以任何方式开机。

机器人需要被安全的搬/抬下场到 Pit 区，可能要注意路上各种各样的障碍或限制。

H303 *你不能想用/带什么就用/带什么 You can't bring/use anything you want. 赛场上允许操控组在比赛中可以用的设备已列在下方。而且即便已列在下方，设备也不能违反其他规则，比如带来安全隐患，阻挡场地工作人员及观众视线，干扰其他队伍远程感知能力等。

- A. 操作终端
- B. 无动力信号装置
- C. 合理的装饰物
- D. 残障人士用特殊衣服和/或设备
- E. 单独使用的用于策划或追踪策略的设备
- F. 单独使用的录像设备
- G. 无动力个人防护设备（例子包含并不限于，手套，防护眼镜，听力保护）

Error! Reference source not found.-Error! Reference source not found. 项被允许带入的物品在使用上还必须满足以下条件:

- I. 不得连接或依附在操作终端, 场地或赛场中
- II. 不得连接或依附在联盟成员身上 (G 项的物品除外)
- III. 不得和赛场外的任何人任务物品通讯
- IV. 不得和技术员通讯
- V. 不包含任何无线电子通讯功能
- VI. 不得用来影响比赛结果, 以下允许操控组成员做的除外
 - a. 和联盟成员交流战术策略用
 - b. 使用 **Error! Reference source not found.** 项允许的道具和机器人通讯

判罚: 比赛在犯规纠正后才会开始。如果在比赛中被发现或被发现有使用在比赛中, 黄牌

带有安全隐患的设备包含且不限于, 踏凳, 大型信号装置

远程感知能力包含且不限于视觉系统, 听觉范围寻找, 声纳, 红外距离传感器

如果视觉上在精明的观察者看来是伪装成场地内部署的视觉目标的话, 就会违反本规则

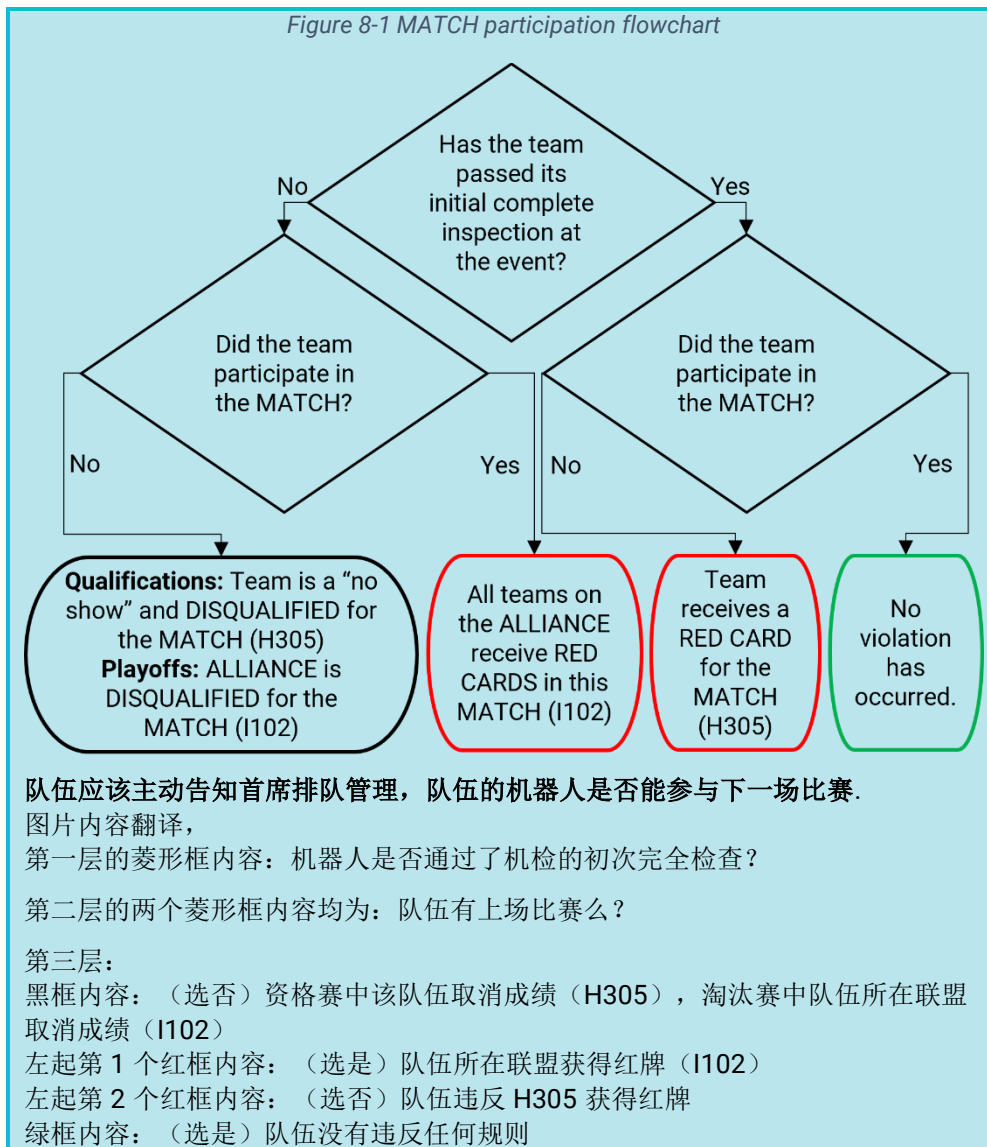
无线通讯设备包含且不限于, 无线电设备, 无线对讲机, 手机, 蓝牙通讯和 Wi-Fi

H304 *非请勿入 By invitation only. 只有当前比赛的操控组成员才允许进入各自的联盟区域或航站楼区域

判罚: 比赛在犯规纠正后才会开始

H305 *必须派人上场比赛 Show up to your MATCHES. 如果队伍的机器人正在进行初检, 或在完成检查中无法上场, 队伍也必须派 1 名操控组成员进入赛场, 出席队伍需要参加的当前的资格赛或淘汰赛。(机器人可以不上场, 但必须有人在操作台)

判罚: 红牌



H306 *表明你的身份 Identify yourself. 操控组在赛场中必须佩戴明显身份标识，正确的身份标识方式有：

- A. 所有操控组成员在赛场内必须佩戴指定徽章，全程佩戴在腰部以上明显可见的部位
- B. 教练佩戴“教练”（COACH）徽章
- C. 操作手和人类玩家佩戴“操控组”（DRIVE TEAM）徽章
- D. 技术员佩戴“技术员”（TECHNICIAN）徽章
- E. 航站楼区域内的“人类玩家”（HUMAN PLAYER）把围裙穿在在腰部上方。

队伍被允许定制他们的围裙（可在 [Kickoff Kit](#) 中可找到），附带的口袋和底部 2 英寸没有被更改。队伍还可以借一个场地围裙，如果他们没有带围裙或带了不被主裁判认可的围裙。

- F. 在淘汰赛中，联盟队长必须清楚展示自己的联盟队长标识（比如帽子或袖标）

判罚：比赛在犯规纠正后才会开始。没有身份标识的人必须离开赛场。

H307 *请把操作终端放在自己的操作台中 Plug in to/be in your DRIVER STATION. 队伍自己的操作终端必须放置在自己的操作台中。从操作台的队号显示器中可以得知该操作台属于哪个队伍。

判罚：比赛在犯规纠正后才会开始。如果在比赛中犯规，机器人会被停机

本规则的目的之一是防止不安全的情况，在这种情况下，随着操作手在联盟站附近移动，和操作终端相连的长网线会增加绊倒的危险。为了避免对操作手跨出规定区域时频繁判罚，我们倾向于提供一般指导方针，说明在联盟站使用操作终端是什么意思。只要操作手在他们的操作台附近，就不会有任何影响。但是，当操作手距离其操作台大约半个操作台的时候，此举很可能违反本规则

H308 *禁止击打玻璃 Don't bang on the glass. 禁止任何队伍成员敲打操作台的塑料窗

判罚：口头警告。如果在之后的比赛中再犯，黄牌

H309 清楚你的机器人设置 Know your ROBOT setup. 当机器人摆放在场地上时，每个都必须：

- A. 符合所有关于机器人的规则 [Section 10 Inspection & Eligibility Rules](#))
- B. 只有分配给队伍的道具才能由操控组留在场地上
- C. 机器人处于起始状态 (STARTING CONFIGURATION) (参考 R102 和 R104)
- D. 保险杠完全位于我方停机坪所在的无限高的空间中
- E. 完全和独立支撑不超过 1 个货物 ([Section 6.1 Setup](#) 有叙述).

判罚：如果预期可以很快修正错误，那么在修正前比赛不会开始。如果不能快速修正，犯规机器人会被停机，并基于主裁判的慎重判断，机器人必须重新接受机检

如果机器人在比赛开始前就处于忽略状态 (BYPASSED)，那么没有主裁判或 FTA 的允许下，机器人是不允许被搬出场地的。

H310 清楚操控组所在的位置 Know your DRIVE TEAM positions. 比赛开始前，操控组和使用任何握持控制设备的人类玩家和操作手必须就位于：

- A. 操作手：在我方联盟区域内和在起始线之后
- B. 教练：在我方联盟区域内和在起始线之后
- C. 人类玩家：
 - a. 每个联盟派 1 位人类玩家进驻距离我方联盟区域最远的航站楼区域，该人类玩家站在航站楼区域的起始线之后，
 - b. 剩余的人类玩家：在我方联盟区域内和在起始线之后
- D. 技术员：在赛事方指定的靠近场地的区域

判罚：比赛在犯规纠正后才会开始

H311 不得擅自移动已就位的货物 Leave the CARGO alone. 在比赛开始前，人类玩家不得拿走航站楼内的货物

判罚：比赛在犯规纠正后才会开始

8.4 During the MATCH: AUTO 比赛中的自动阶段

H401 *站在起始线后 Behind the lines. 在自动阶段，联盟站起始线和航站楼起始线后的操控组成员不能触碰任何放在起始线前方的物品。除非是为了人身或设备安全。

判罚：每接触一个物品给一个犯规。

手指着，做手势或其他超过起始线的姿势，只要没碰到起始线前方的地毯或场地设施，不算犯规。

为了设备安全的例子：操作终端已经从操作台的架子上掉落或者将要滑落，此时操控组成员上前接触设备抓住或拿起设备放回架子是不犯规的。

H402 *断连或放下控制器 Disconnect or set down controllers. 在比赛开始之前，任何由人类玩家或/和操作手持握的控制设备必须和操作终端断开连接。

判罚：比赛在犯规纠正后才会开始

对于 FRC 来说任何连接操作终端的设备会被默认为是控制设备，因为裁判可能无法辨别设备是否能控制机器人。

H403 *让机器人自己行动 Let the ROBOT do its thing. 在自动阶段，操控组不允许和机器人或者操作终端之间有直接或间接的互动，除非是为了人身安全，操作终端安全，或者是去按紧急停止按钮

判罚：犯规加黄牌

H404 自动阶段货物递送 AUTO CARGO delivery. 货物只能被航站楼区域的人类玩家送入场地内。

判罚：每个货物给一个犯规

8.5 During the MATCH 比赛中的所有阶段

H501 *本队教练和他队成员不得操控本队机器人 COACHES and other teams: hands off the controls. 队伍的机器人必须由本队的操作手或人类玩家来控制。

判罚：停机

除非有特殊情况发生才允许同联盟的其他队伍的操作手或人类玩家代打。
例如教练以外的操控组成员在过宗教节日，参加重要考试，因交通延误尚未到场等

H502 不得闲逛 No wandering. 比赛中，操作手，教练和人类玩家不能接触所在区域（例如联盟区域或航站楼区域）以外的任何东西，技术员不能接触指定区域外的任何东西。除非是为了安全而为之，以及做一些非刻意的，暂时的和不重要的动作。

判罚：犯规

H503 *教练们，不得触碰货物 COACHES, CARGO is off limits. 教练不得触碰货物，除非是出于安全考虑

判罚：每个货物给一个犯规

H504 手动阶段货物递送 TELEOP CARGO delivery. 货物能进入场地的方式有：

- A. 经由人类玩家之手
- B. 且通过防护栏

判罚：每个货物给一个犯规

H505 不得触碰对方货物 Opponent CARGO is off limits. 比赛中人类玩家不得触碰对方货物。无关紧要 and 暂时的接触，和/或触碰对方货物但经由裁判认定是在帮对方忙，则不违反本规则。

判罚：每个货物给一个犯规

无关紧要的接触，比如拨开航站楼内对手的货物以回收我方货物，不违反本规则

H506 只递送货物给我方机器人 **Only feed your ALLIANCE ROBOTS.** 人类玩家不得递送我方货物给对方机器人

Violation: FOUL per CARGO.

判罚：每个货物给一个犯规

H507 人类玩家，手不要伸太长 **HUMAN PLAYERS, watch your reach.** 人类玩家不得伸手超过紫色平面。

Violation: FOUL.

判罚：犯规



9 ROBOT CONSTRUCTION RULES 机器人搭建规则

以下规则明确了合法零件和材料，以及这些零件和材料如何应用在快速反应的机器人上。机器人是由 FRC 队伍组装的机电设备以参加当前赛季的比赛，包含了比赛所需要的所有基础系统——动力，通讯，控制，保险杠和场地移动。保险杠是一个安全保护措施的组合，其制造和安装会在保险杠规则中陈述（BUMPER RULES）

搭建规则牵扯到很多方面，包含安全性，可靠性，对等性，挑战合理设计的创造性，对专业标准的坚持，竞争的影响，和 KOP（[Kit of Parts \(KOP\)](#)，套件）的可兼容性。KOP 的内容当前赛季的开题套件，FIRST Choice 提供的本赛季的物品，及来自本赛季产品的捐赠券（Product Donation Voucher, PDV）

另一个制定这些规则的目的让机器人上的所有动力来源和主动驱动系统（比如电池，空压机，电机，伺服电机，推杆及其他控制件）从一组定义明确的选项中得出。这是为了确保所有队伍有相同的驱动资源，也让机检员能精确有效的评估所使用部件的合规性

机器人由“部件”（COMPONENTS）和“机械结构”（MECHANISMS）组成。部件为机器人最基础结构的组成部分，不通过破坏等手段无法拆解或更改其基本功能。机械结构是一个 COTS 或定制组装的部件，给机器人提供特别功能。机械结构不需要破坏就可以被拆解成数个单独的部件，也能再组装起来。

本章节很多规则都提到了“商业现成品”（Commercial-Off-The-Shelf, COTS）物品。COTS 物品必须是向所有队伍公开发售的标准件（不是定制的）。作为一个 COTS 物品，其部件或机械结构必须处于没有改装过，也没有更改的状态（除非是由软件来实现安装或改装的）。物品如果已经不在市面上流通，但其功能和从商家刚寄来时候的初始功能没有任何区别，可以被视为 COTS 来使用。

案例 1： 队伍订购了 2 个 RoboHands 公司的机器人抓手，并收到了这两个物品。他们决定一个放在储存室里备用，另一个在上面挖几个孔减轻重量。第一个仍然是 COTS 物品，而第二个抓手已经变成了“加工件”（FABRICATED ITEM），因为它已经被改造了。

案例 2： 队伍公开获得了某厂生产的驾驶模组的蓝图，让本地的五金店制作复制品。这个复制品不能算作 COTS 物品。因为这不是这家五金店平时贩卖的商品，而是定做的。

案例 3： 队伍赛季前公开获得了专业出版社的可用设计图纸，并在搭建期使用图纸加工出一个变速箱给机器人用。设计图纸被认为是 COTS 物品，是制作变速箱的“原始材料”。但制作出来的变速箱是加工件，不是 COTS 物品。

案例 4： 一个 COTS 零件贴有无法使用的标签仍然是 COTS 零件，但一个 COTS 零件加装了一个特定设备的安装孔就是一个加工件。

案例 5： 队伍有个 COTS 单板处理器 1.0 版本，不再有售。市面上只有 COTS 单板处理器 2.0 版本可以买到。如果 1.0 版本和初始功能一样，就可以使用。

案例 6： 队伍有个 COTS 变速箱已经停止生产，只要和初始功能一样，就可以使用。

供应商/商家（VENDOR）被认为是合法的 COTS 物品供应商必须满足以下判断标准：

- A. 有美国联邦税收识别码，美国以外的地区的商品必须有所在国政府同样的认证确认该商品是合法销售的。
- B. 不属于 FRC 队伍附属公司的性质，队内有人在队伍和商家之间有联系，但队伍的商业活动必须和商家是分开进行的。

- C. 必须能在获得订单后于 5 个工作日内发出物品。可以有例外，比如在 1000 支队伍同时订购同一个商品的时候可以有延误。
- D. 能在赛季中确保充足的货源满足队伍的要求。如果制作商品花了两周，那就是加工件。

案例：供应商贩卖柔性皮带给队伍以用到机器人的传动系统中。供应商从市面販售的商品中取出一件切成指定长度串起来做成皮带轮的皮带并发送给队伍。如果供应商花了两周制做这个皮带，那这个皮带就是加工件。如果是花了两周送货时间，那就不算作加工件。为了满足这个标准，供应商只需要在 5 个工作日内寄送市面販售的商品（COTS 商品）给队伍让队伍自己来改造。

- E. 商品向所有 FRC 队伍出售。商家不能限制供应或向队伍限量提供。

此定义的目的是尽可能地包容所有内容，以允许所有合法来源，同时防止特设组织向有限的队伍提供特殊用途的产品，以规避成本会计规则。

FIRST 希望能让队伍对合法来源能有尽可能广泛的选择，可以以最好的服务和价格获得 COTS 物品。要避免因延误给队伍参与比赛带来影响。商家必须确保他们的商品，尤其是 FIRST 独特物品及时送到队伍手中。

理想情况下，选择遍布全国的商家。但请记住 FRC 赛事并不总是在家乡附近举办，如果拿不到零件，在所参与的赛事的当地获得替换材料是很重要的。

加工件（FABRICATED ITEM）是指任何已经更改过，打造过，铸造过，构造过，调制过，创造过，切过，热处理过，机器加工过，制造过，改装过，喷漆过，生产过，表面处理等各种处理过后的部件或机械结构。以最终形态用在机器人上。

注意一些物品（尤其是原材料）可能既不是 COTS 也不是加工件。比如一个 20 英尺（约 610 厘米）长的铝材被切成 4 段 5 英尺（约 152 厘米）的长度用于储存或运输的话，既不是 COTS 商品（不再是市面販售的状态）也不是加工件（加工后并没有用在机器人身上）。

队伍可能被要求提供文件来证明非“快速反应”KOP 器材的物品的合法性，用来在机检的时候检查是否符合相关规定和限制（比如气动物品，电流限制，COTS 电气设备等）

一些规则对零件使用了英制单位来做要求。如果你的队伍对零件的英制尺寸转成公制后其数值是否精确有疑问的话，请发邮件到 frcparts@firstinspires.org 获得官方的解答。如果对某零件的替代产品将来是否允许用于 FRC 比赛，请在联络的同时把零件的具体规则参数发送到 frcparts@firstinspires.org

对于提供支持和帮助队伍的赞助商和导师，队伍应该在制作宣传品的时候把学校，赞助商的名字印在宣传品或标识上以示感谢。

FRC 比赛是充分接触的竞赛，对抗性会很高。虽然规则旨在限制对机器人的剧烈伤害，但队伍应该在设计机器人的时候考虑更加坚固点。

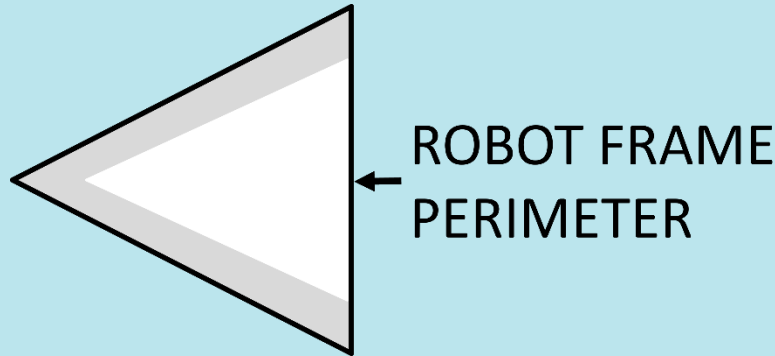
9.1 General ROBOT Design 通用机器人设计

R101 *外框架必须被固定 FRAME PERIMETER must be fixed. 机器人（不含保险杠）必须有外框架（FRAME PERIMETER），被保险杠区域（BUMPER ZONE）包裹住，并在机器人处于起始状态（STARTING CONFIGURATION）时可以被确认。外框架是由机器人的固定的非较接的结构元件组成。框架四周突出的微小零件只要伸出不超过 ¼ 英寸（约 6 毫米）例如螺栓头，紧固件末端，焊缝和铆钉之类的，就不会被认为是外框架的一部分。

如何确认外框架：可以在 R402 所描述的保险杠区域范围内使用一根绳子围住机器人并拉紧，绳子围住的部分就是外框架的范围。

举例：某机器人的底盘形状像字母 V，底盘前方有个开口。用绳子围住拉紧后，外框架就像一个三角形

Figure 9-1 FRAME PERIMETER example



- R102 *起始状态（不得伸展） STARTING CONFIGURATION – no overhang.** 当机器人处于起始状态（比赛才刚开始时机器人所处的状态）的时候，机器人的任何部分或零件都不能伸展超出外框架的垂直投影范围之外。保险杠和机器人相连的部分，还有微小的突出物，例如螺栓头，紧固件末端，焊缝和铆钉，扎带等不算作超出。

如果机器人设计成每条边能紧贴垂直墙壁（在起始状态且去除了保险杠），则只有外框架或微小突出物才能碰到墙壁

本规则中所指的微小突出物是指从外框架及其横截面伸展出来的较小的突起物

如果机器人拥有可内部转换或替换的机械结构（依据 I103），队伍必须展示所有状态以符合本规则和 R105 的要求

- R103 *重量限制 ROBOT weight limit.** 机器人重量不能超过 125 磅 (约 56 公斤). 当称重的时候，机器人的基本结构和所有另外的机械结构的零件在同一个状态下使用的话，必须按照规定一起称重（见 I103）。

以下物品不会被算在总重量内：

- A. 机器人的保险杠
- B. 机器人的电池和电池连接线（连接线不得超过 12 英寸 (约 30 厘米)，包含接线头，连接螺栓和绝缘部分）
- C. 赛事分发的定位探测系统的标签（如果有）。

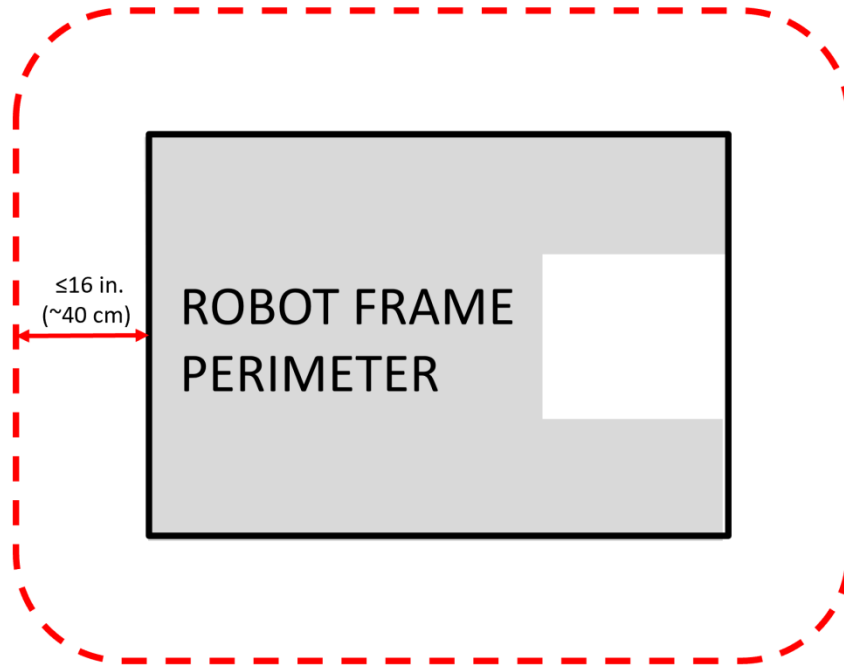
- R104 起始状态（最大尺寸） STARTING CONFIGURATION – max size.** 机器人在起始状态下，外框架的周长不能超过 120 英寸 (约 304 厘米)，高度不能高于 4 英尺 4 英寸 (约 132 厘米)

要考虑放在推车上搬运过程中，会不会卡到进出的门，还要考虑为了运输是否能装进所用的箱子或载具中。

请注意保险杠规则 [Section 9.4 BUMPER Rules](#) 中保险杠的规则对机器人的尺寸会有额外的限制。

R105 伸展限制 ROBOT extension limit. 机器人的任何部位都不能超出外框架以外 16 英寸 (约 40 厘米) 的范围外。

Figure 9-2 FRAME PERIMETER extension



在机检过程中机器人必须展示机器人能伸展或约束到何种程度，演示的时候可以用软件或硬件来实现。

见 [Section 7 Game Rules: ROBOTS](#) 获得场地中不同区域对于机器人高度和伸展限制的规定。

9.2 ROBOT Safety & Damage Prevention 机器人安全和伤害预防

- R201 *不得钻穿地毯 No digging into carpet.** 传动设备的表面不得带有能损坏赛场的特征（比如金属，砂纸，硬塑料钉子，楔子，魔术贴及类似依附物）。传动设备是指机器人设计用来在机器人和场地地面之间传达推进力和/或抑制力的机器人零部件。
- R202 *没有尖锐物 No sharp edges.** 机器人上的突出部及暴露表面不能对场地设施（包含货物）或人类造成伤害
- R203 *通用安全 General safety.** ROBOT parts shall not be made from hazardous materials, be unsafe, cause an unsafe condition, or interfere with the operation of other ROBOTS. 机器人的零部件不得采用有害材料，不得不安全，不得导致不安全的状态，或不得干扰其他机器人的操作。

违反本规则的举例包含且不限于：

- a. 盾牌，帘子或其他设计用来阻挡操作手或教练的视线的材料或设备，或者干扰其他人安全操控的东西
- b. 扬声器，汽笛，气喇叭，或其他会导致严重分心的音频设备

- c. 任何能干扰或妨碍其他机器人的远程感知能力的设备，远程感知能力包含听觉范围寻找，声纳，红外距离传感器。（比如机器人图像识别，对于精明的观察者而言，伪装成场地内部署的视觉目标。参考视觉目标 Vision Targets）
- d. 发射 I 级以上激光的激光装置
- e. 可燃气体
- f. 可产生火焰或烟火的装置
- g. 液压液体或液压物品
- h. 包含液态水银的开关或触体
- i. 能产生超过 24 伏电压的电路
- j. 任何没有完全固定住的负载物，比如沙袋，滚珠轴承，这些都有可能在比赛中变松
- k. 暴露的，未处理过的有害材料（比如铅块）。这些材料必须作喷漆，包裹，或其他封装处理以防止任何人接触到。这些东西不能在赛事期间加工
- l. 轮胎密封胶
- m. 机器人身上的高亮度光源（比如超亮 LED 灯，标注着军用或自我防卫用），只能用来闪很短的时间，且照射对象不能是赛事参与者。如果有人抱怨此类光源的使用，机器人需要重新机检，可能会被要求拆除

R204 *货物留在场地内 CARGO stays with the FIELD. 机器人必须在停机和断电时能从机器人中移除货物，或将机器人从场地设施中移出

比赛结束之后，机器人不会重新启动，因此队伍必须快速，简单，安全地移走比赛道具和搬走机器人

我们鼓励队伍在研发机器人的时候要考虑到规则 H301

R205 *不得污染场地 Don't contaminate the FIELD. 润滑剂仅可用于减少机器人内部摩擦。绝对不能让润滑油污染场地或其它机器人

9.3 Budget Constraints & Fabrication Schedule 预算限制和制造进度

R301 *单个零部件成本上限 Individual item cost limit. No individual, non-KOP item or software shall have a Fair Market Value (FMV) that exceeds \$600 USD. The total cost of COMPONENTS purchased in bulk may exceed \$600 USD as long as the cost of an individual COMPONENT does not exceed \$600 USD.

单个非 KOP 零件的公平市场价值（FMV）不得超过 600 美元。大体积整体购入的部件的总价可以超过 600 美元，但每个单独的部件不超过 600 美元

各队伍应准备好向检查员展示任何在 600 美元限额范围内的零部件的公平市场价值(FMV)文件

模拟设备 IMU MXP 电路板，型号 P/N ADIS 16448 没有公布公平市场价值(FMV)。该装置被认为符合本规则，无论其真正的 FMV 价值

一个 COTS 商品的 FMV 是它的价格，由供应商为零件或相同的功能替换定义。这个价格通常必须提供给所有 FRC 队伍在整个建设和竞争季节(比如 短期销售价格或优惠券不反映 FMV)，但队伍只需在确定项目价格方面作出真诚的努力，而不期望在整个季节监测机器人的价格。该 FMV 是项目本身的成本，不包括任何关税、税收、关税、航运或其他可能因地点而异的成本

COTS 软件的 FMV 是由供应商设定的价格，以授权在机器人上运行的软件（或软件的组件），从开题仪式到 FIRST 总决赛结束。允许免费使用的软件 FMV，包括通过虚拟 KOP，在 ROBOT 上使用，成本为 0.

改装零件的 FMV 是材料和/或劳动力的价值，但队伍成员（包括队伍成员的赞助员工）、其他团队成员和/或活动提供的机器商店提供的劳动力除外。材料成本是作为任何可购买数量的成本，可用于制造个别零件(比如可购买的原材料大于改装部分)。

案例 1：队伍根据队伍的规范订购公司制作的自定义支架。公司的材料成本和正常收取的人工费率适用

案例 2：一个队伍接收捐赠的传感器。该公司通常以 450 美元出售这个设备，因此这是其 FMV

案例 3：一个团队以 400 美元购买钛管库存，并由当地的机器商店加工。机器车间不被认为是一个队伍赞助，但捐赠了两小时的劳动力花费。队伍必须包括估计劳动力的正常成本，假设是支付给机器商店的，并将人力成本在 400 美元的基础上添加

案例 4：一个团队以 400 美元购买钛管库存，并由当地的一家机器商店加工，该商店是该团队的公认赞助商。如果机械师被视为队伍成员，他们的劳动力成本不适用。该部分的适用费用总额将为 400 美元。

和尽可能多的组织建立关系符合队伍和 FIRST 的最佳利益。承认支持公司是该团队的发起人和成员，是鼓励的，即使发起人的参与只是通过捐赠制造劳力

案例 5：一个队伍以 400 美元购买钛管库存，并由另一个队伍加工。该部分的适用费用总额将为 400 美元

案例 6：一个队伍在 300 美元的商店销售或在线拍卖中购买一个小部件，但它可以从供应商那里出售，售价为 700 美元。FMV 为 700 美元

如果 COTS 是模块化系统的一部分，可以在几种可能的配置中组装，那么每个单独的模块必须符合本规则

如果模块设计为组装为单一结构，并且装配只适用于该结构，那么包括所有模块的整个结构的总成本必须符合本规则

总之，如果供应商销售系统或套件，队伍必须使用整个系统/套件公平市场价值而不是其基础部件的价值

案例 7：供应商 A 卖了一个齿轮箱，齿轮箱可用于一系列不同的齿轮规格，也可以匹配两种该供应上卖出的不同的电机。队伍购买了齿轮箱、齿轮组、和一个电机（不以系统或成套用品的形式供应），并把它们组合在一起。每个部分在 BOM 计价中应被独立地计算，因为购买的零件可以简单地在很多种结构中使用

案例 8：供应商 B 销售了一个可组装机机械手臂，有 1 支队伍想要使用。然而，它的花费是 630 美元，所以那支队伍不可以使用。就算这个队伍分别以各 210 美元购买机械臂的不同关节后再组装，这也是犯规的行为。因为机械臂作为一个整体 FMV 为 630 美元。

案例 9：供应商 C 出售了一组轮子，这些轮子通常 4 个一组使用。但是，这些轮子也是可以以其他任何形式使用的。1 支队伍买了 4 个轮子然后以常用方式使用它们。在这种情况下，这些轮子各自作为单独零件计算 FMV

R302 *定制零部件通常只能在本赛季制造 Custom parts, generally from this year only. 不允许使用在 Kickoff 前制作的加工件（FABRICATED ITEMS）。以下为例外：

- A. 操作终端,
- B. 保险杠,
- C. 电池, 符合 R103-Error! Reference source not found.,
- D. 加工件（只含有一种 COTS, 如电机和电机控制器）和所连接的部件有任何下列更改:
 - a. 修改电线以便于连接机器人（包括拆除现有连接器）
 - b. 连接器和任何材料, 以保护和隔离添加的连接器(注意: 被动 PCB 比如用来适配电机端子到连接器的, 视为连接器)
 - c. 改装过的电机轴和/或增加了齿轮, 滑轮或链轮
 - d. 用过滤电容器改装的电机, 如 R625 下面的蓝框所述.
- E. COTS 带有以下的改造:
 - a. 非功能性装饰或标记
 - b. 依据制造商规格组装, 除非组装结果构成了 I101 中提到的主要机械结构
 - c. 可以在 30 分钟内使用手持设备进行改造（在 COTS 零件上打些小孔）

请注意, 这意味着在“快速反应”的 FRC 赛季中不能在机器人上使用来自往届 FRC 机器人的加工件（除非在 R302-B 到-E 的许可范围内）。在搭建正式开始之前, 鼓励队伍尽可能多地考虑他们的机器人。他们可以开发原型, 创建概念验证模型, 并进行设计练习。队伍可以收集他们想要的所有原材料和 COTS 组件

精确加工机器（CNC, 磨床）加工出来的特性, 可能依然满足本规则 E 项 c 小项, 如果这个特性可以在有限指定下做出来

案例 1：某队伍在秋季训练时间建造了一个双速变速箱。在 Kickoff 后他们综合了秋季训练时的设计要点用来设计机器人。为了完善机器人变速箱的设计, 他们改进

了齿轮齿数比并缩小了体积，并且以此为基础又造了两个新的变速器放在了机器人上。以上所有的行为都是允许的

案例 2：队伍重新使用先前赛季的机器人中的合法电机，该电机已将连接器添加到电线。根据例外情况 D，这是允许的，因为电机是 COTS 电气部件。

案例 3：如果队伍重新使用先前赛季的机器人身上钻过轴承孔的铝管，在安装到现在的机器人后，这些轴承孔并没有被用到。因此这些孔对现在的机器人来讲就只是减重孔，可以认为是在 30 分钟内就可以用手枪钻钻出来的孔，依据 E 项 c 小项，此铝管是可用的。

R303 *创造新设计和软件，除非它们是开源的 Create new designs and software, unless they're public. 如果来源（详细到可以按照设计进行生产）是在 Kickoff 之前就已经公布的，那么这些 Kickoff 前创建的软件和设计也是允许使用的。

案例 1：如果一个队发现他们秋季设计的变速器可以正好可以用在本赛季的机械臂上，于是他们重新做一个和原来一样的变速器装在机器人上。这是禁止的，因为这个变速器是他们在 Kickoff 之前就详细设计好的

案例 2：一个队伍为 2019 年的比赛开发了一个全方位的驱动系统。在 2019 年夏天，他们精炼和改进了控制软件（用 C++ 编写），以增加更多的精度和功能。他们决定在 2020 年的比赛中使用类似的系统。他们将大部分未修改的代码复制到控制软件中来编写新的机器人程序（C++）。这将违反规则约束，是不允许的

案例 3：同一队伍决定使用 LabVIEW 作为“快速反应”赛季的软件环境。在 Kickoff 之后，他们参考先前开发的 C++ 代码作为实现其全方位控制解决方案所需的算法和计算。因为他们在移植算法时开发了新的 LabVIEW 代码，所以这是允许的。

案例 4：不同的队伍在秋季期间开发了相似的解决方案，并计划在其机器人上使用开发的软件。完成软件后，他们将其发布在一个普遍可访问的公共论坛中，并将代码提供给所有队伍。因为他们在 Kickoff 之前公开了他们的软件，他们可以在他们的机器人上使用这些代码。

案例 5：队伍在秋季期间开发变速器。完成项目后，他们在一个普遍可访问的公共论坛上发布 CAD 文件，并将其提供给所有队伍。因为他们在 Kickoff 之前将设计公之于众，他们可以使用该设计创建一个相同的变速器，在 Kickoff 之后制造，用于他们“快速反应”赛季的机器人。

R304 *参与赛事期间，只在 Pit 区开放时间内作业 During an event, only work during pit hours. 当队伍参赛期间（无论队伍是不是在比赛场馆中），队伍不得在基地区（以下简称 Pit 区）关闭期间改造机器人或机器人的零部件，也不得在关闭期间调试机器人，除非是：

- A. R302 所列出的除了 R302-E-Error! Reference source not found.小项以外的所有项目
- B. 软件开发
- C. 电池可以在指定时间充电

本规则的目的，官方赛事开始时间定义如下：

- 区域赛，地方总决赛和 FIRST 总决赛：赛事开始于公开的日程表指定的第一个机器人入场时间段（Load-in）。如果公开的日程表未提供，或者日程表未指定机器人入场时间段，则赛事算作开始于 Pit 区开放前一天下午 4 点。
- 地方赛：开始于 Pit 区开放的时刻。

以下是一些本规则禁止的行为：

- a. 在机器人入场时间段已到，赛事已开始，仍在队伍基地中改造机器人，未把机器人搬入 Pit 区。
- b. 比赛期间把机器人零件带回下榻酒店进行改造

请注意，对于正参加赛事的机器人及机器人材料还有额外的 E 系列规则限制（[E108 and E401](#)）

本规则的初衷之一是为了比赛期间的公平。（外地队伍正在赶往比赛地的旅途中时，当地队伍会获得一个巨大优势，能继续在队伍基地里改造机器人直到当地赛事开始）

9.4 BUMPER Rules 保险杠规则

保险杠是连接到机器人框架的必需组件。保险杠非常重要，因为它们可以保护机器人免受其他机器人或场地设施的损毁或损坏。编写这些规则时使用的标准包括以下内容：

- 减少保险杠的种类,这样的可使团队保持一致性
- 在制作保险杠时减少设计挑战的数量
- 最大限度地降低保险杠材料的成本
- 最大限度地利用相对普遍存在的材料

R401 *保险杠能保护所有角落 BUMPERS should protect all corners. 机器人被要求用保险杠来保护其外框架的外部角。为了获得足够的保护，每个外角的每侧必须放置至少 6 英寸（约 16 厘米）的保险杠，见图 Figure 9-3，并且必须延伸到外框架边缘角的 ¼ 英寸（约 6 毫米）。如果外框架一侧短于 12 英寸（约 31 厘米），则整个侧面必须由保险杠保护，见图 **Error! Reference source not found.** 圆形或有圆形边缘的外框架，其圆形边缘的一段被认为具有无限数量的角，因此整个框架或部分圆形边缘必须完全受保险杠保护

本规则定义的尺寸是沿外框架测量的。保险杠超出外框架角落的延伸部分不包括在 6 英寸（约 16 厘米）的要求内。如图 Figure 9-3.

Figure 9-3 BUMPER corner examples

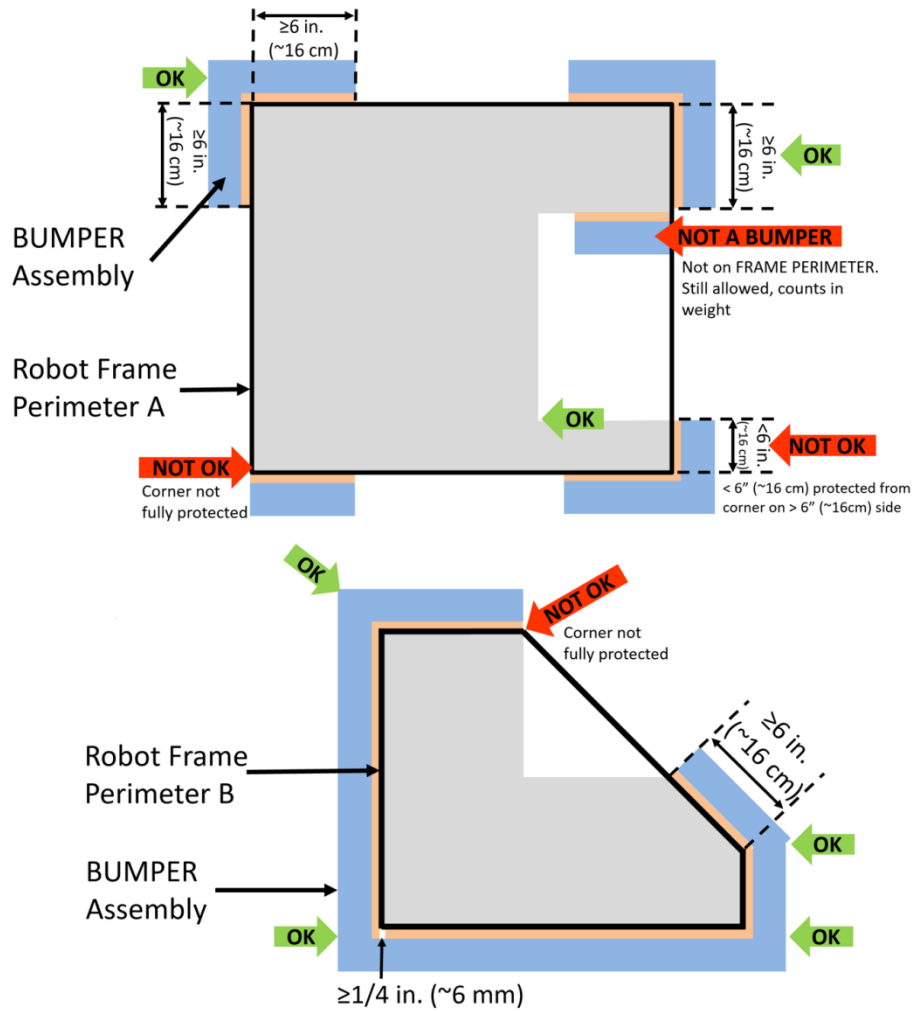
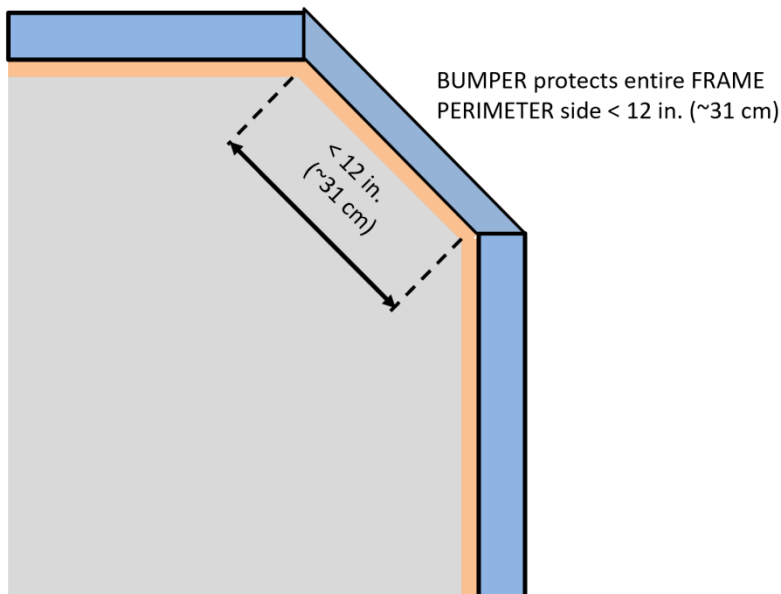


Figure 9-4 BUMPER around full side/corner



R402 *保险杠必须保持低位 BUMPERS must stay low. 保险杠必须完全位于保险杠区域内。保险杠区域 (BUMPER ZONE) 是地面和高于地面 7½ 英寸 (约 19 厘米) 内的立体空间, 当基准面不是地面的时候可以采用一个虚拟水平面作为地面来测算。保险杠不必和地面平行。

测量是从机器人停留在平地的地板上(不改变机器人的状态)开始测量, 而不是于指场地地面到机器人的相对高度。比如:

案例 1: 在通过场地时机器人处于一个角度可能使保险杠在保险杠区域外。如果机器人平移转置到水平平面时保险杠处在保险杠区域内, 则满足本规则

案例 2: 机器人使用机械装置将保险杠抬升到保险杠区域外(当平地地板上可见的调换), 违反本规则

R403 *保险杠不能松动 BUMPERS shouldn't move. 保险杠 (相对于外框架) 不能铰接。

R404 *保险杠必须便于拆装 BUMPERS must come off. 保险杠应该被设计成可以迅速安装移动以方便检查和称重。

原则上, 保险杠能够由 2 人在不到 5 分钟内安装或移除

R405 *保险杠能区分所属联盟 BUMPERS indicate your ALLIANCE. 每台机器人必须用主颜色是红色或蓝色的保险杠来显示他们在比赛时的联盟颜色 (如比赛日程部分所述 [Section 11.1 MATCH Schedules](#)). 保险杠装在机器上时, 标记必须可见, 除以下外其它不可在保险杠上使用:

- A. R406 所要求的
- B. 保险杠坚硬部分的钩环紧固件或按扣

- C. 实心白色 FIRST 标志，介于 $4\frac{3}{4}$ 英寸 (约 12 厘米) 和 $5\frac{1}{4}$ 英寸 (约 13 厘米) 宽。参考快速反应虚拟套件部分 [RAPID REACT Virtual Kit](#)
- D. 在接缝，边角，折叠处曝露出底层织物

外框架面对保险杠的那一面因为无法展现而不适用于 R405

R406 *保险杠上必须有显示队伍编号 Team number on BUMPERS. 队伍编号必须在保险杠上标识,且应使得在机器人周围走动的观察者能从任何角度清晰地知道队伍编号,并符合以下条件:

- A. 由阿拉伯数字组成，数字高度至少为 4 英寸 (约 11 厘米)，宽度为 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米)，颜色为白色或轮廓为白色，轮廓线最细为 $\frac{1}{16}$ 英寸 (约 2 毫米)

$\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米) 的字体元素。如果衬线，圆形边缘，小细线或间隙等小于该尺寸的，只要大部分笔划明确可见即可

- B. 队号的数字不能分散布置在外框架中小于 160° 角的部位的两边
- C. 不得用徽标 (logo) 或图标 (icon) 代替数字。

该规则不禁止对于将队号分布在保险杠不同区域，其真正目的在于使队号能够清晰可见，使裁判、主持人和其它队伍可以轻松辨识正在比赛的机器人

这一标记只需显示队伍编号，而非刻意改变保险杠的表面特征。如果将过度使用材料作为任何队号标记的一部分，都将需要进行密切的检查

R407 *保险杠重量限制 BUMPER weight limit. 每组保险杠，包含将它们连接到机器人的任何紧固件和/或结构，总重量不能超过 15 磅 (约 6 公斤)

如果用到多组件附加物系统 (比如机器和保险杠上的相扣支架)，那么永久附加在机器上的物件可以被视作机器的一部分，保险杠上的也同理。不过每个附加物件必须满足所有相关规则

R408 *保险杠制作要求 BUMPER construction. 保险杠必须按照以下要求构造，(见图 Figure 9-7)：

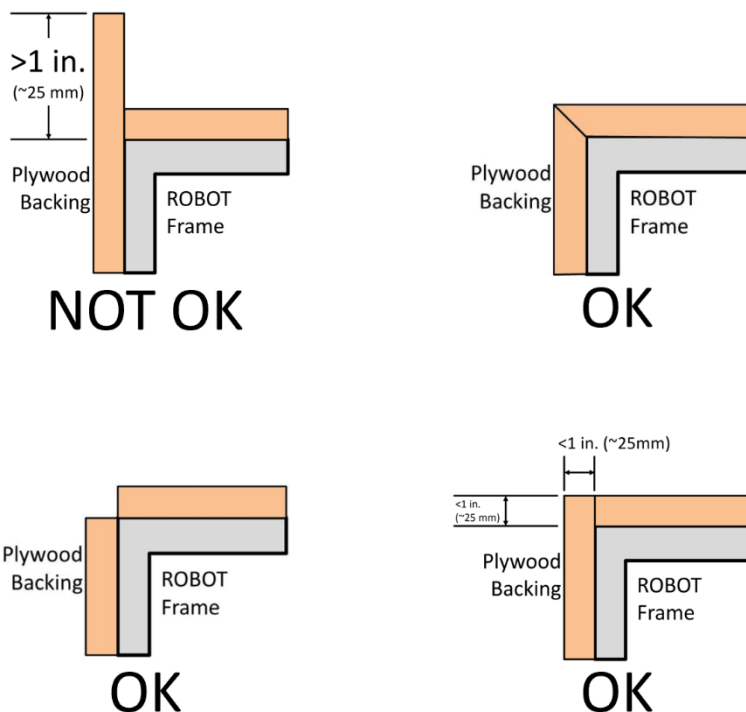
- A. 由 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 19 毫米) 厚，5 英寸 $\pm \frac{1}{2}$ 英寸 (约 127 毫米 ± 12.7 毫米) 高的胶合板，或定向刨花板 (OSB, Oriented Strand Board) 或实心木材 (轻木除外, balsa) 支撑。木板上允许有小的间隙袋和/或接入孔，但不能对保险杠的完整性有显著影响。

$\frac{3}{4}$ 英寸胶合板和 OSB 的参数参考了供应商的标准，队伍不得改造他们的胶合板或 OSB。其它加工过的木材，诸如碎料板或纤维板因不能长久忍耐严峻的 FRC 比赛，所以不符合 A 项的要求。

注意： $\frac{3}{4}$ 英寸胶合板通常按照实际尺寸 ($2^3/_{32}$ 英寸) 标注而不是标 $3/4$ 英寸，此类 $2^3/_{32}$ 英寸标注的胶合板也符合 **Error! Reference source not found.**项的要求

- B. 保险杠的坚硬部分要符合本规则 **Error! Reference source not found.**项, **Error! Reference source not found.**项, 和 **Error! Reference source not found.**项且超过外框架的部分不能超过 1 英寸 (约 25 毫米)，(如图 Figure 9-5)。

Figure 9-5 Hard parts of BUMPER corners



- C. 使用双层叠加后约 2½ 英寸 (约 ~63 毫米), 花瓣形或六边形的面条(Noodle, 俗称海绵条, 游泳条, 空心实心皆可)作为缓冲垫内垫材料见图 Figure 9-7. 机器人身上所用的面条不可被修改 (除非是按照 R409 边角的保险杠规则进行截短和斜切) 或变形且必须直径相同,横截面相同且密度相等(例如全部圆形且空心, 或全部六边形且实心)内垫最多伸出胶合板末 2½ 英寸 (约 63 毫米) 见图 Figure 9-8. 为了更好地应用遮盖的布,选手可选用较软的搭扣来连接面条和木支撑条,只要图 Figure 9-7 中的横截面没有被大幅改动 (例如用胶布压紧面条)

所有的用于机器人上的面条必须是一样的,使得机器在保险杠冲撞的情况下能保持期望的交互。如果保险杠里的面条有很大不同的构造,可能会在和其他保险杠接触时引起斜坡效应

由于试图使保险杠布料变光滑或使周长边界角圆滑而造成的浮挤压不属于变形。其它超出此范围的行为,如刻意使面条变平的行为,属于变形并违反 **Error!**

Reference source not found.

- D. 被粗糙平整的布料遮盖 (允许使用多层布料来满足 R405 和/或 R406, 图 Figure 9-7 中的横截面没有被大幅改动)

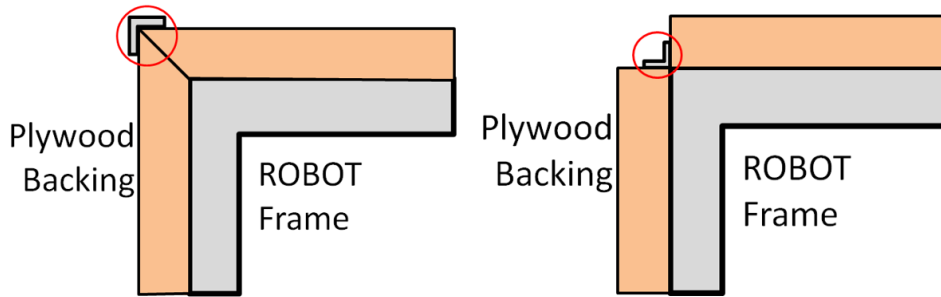
丝绸或被褥不被视作坚固的材料,但 1000D 过胶尼龙是可以的。和保险杠颜色一样的胶带可以临时用来为小孔打补丁

可能会有多层布因为织物被折叠以适应角落和保险杠接缝的情况

当保险杠安装在机器人上时,布料必须完全遮盖所有木块和面条的外部表面。布料的遮盖物颜色必须是实心。

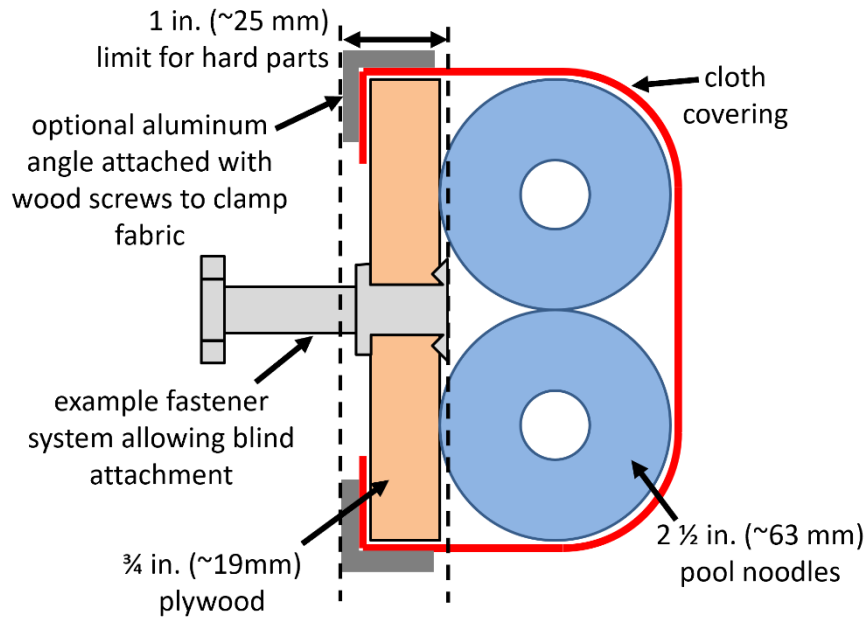
- E. 可选择使用金属角件, 如图 Figure 9-7 或其他紧固件 (如钉, 螺钉等) 夹住布料
- F. 可选择使用金属支架 (即角件或金属板) 将保险杠段相互连接 (参见图 Figure 9-6) .

Figure 9-6 Example uses of brackets in BUMPER corners



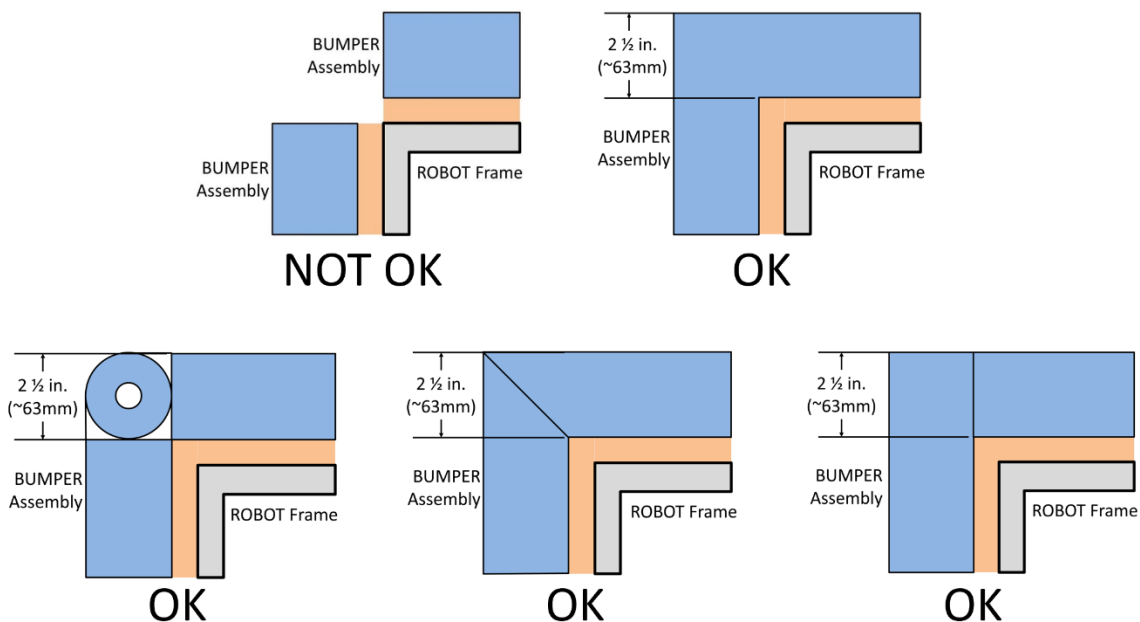
- G. 必须用坚固的紧固系统连接机器周长边界一个在主要结构上的又紧又稳固的连接 (例如: 不用钩环, 胶带或绑带) 连接系统的设计必须能承受比赛中剧烈的运动。所有的可移动的紧固件 (例如: 螺栓、锁紧销、管销等) 将会考虑为保险杠的一部分.

Figure 9-7 BUMPER vertical cross section



R409 *保险杠边角必须有充填 **Fill BUMPER corners**. 保险杠之间的角落连接处必须填充软面条, 见图 Figure 9-8.

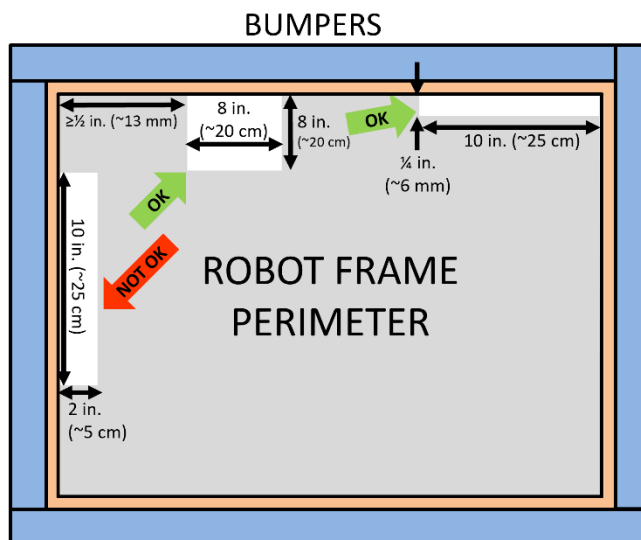
Figure 9-8 Soft parts of BUMPER corners



R410 *BUMPERS must be supported. 保险杠必须由机器人的框架或结构支撑，见图 Figure 9-9。支撑的定义为，保险杠木制部分两端，每端向内大于 1/2 英寸 (约 13 毫米) 处必须有有外框架支撑 (小于 1/4 英寸间隙, 约 6 毫米)。端部 (Ends) 不包括在 R408-B 允许下的超过外框架的保险杠的硬质部分:

- A. 不得大于 1/4 英寸 (约 6 毫米) 深
- B. 宽度不超过 8 英寸 (约 20 厘米)

Figure 9-9 BUMPER support examples



本规则的目的是保证保险杠的木料能正确的支撑来减少各种碰撞影响。柔性的机器人元素，比如厚塑料无法达到此目的，不能算作是结构框架

9.5 Motors & Actuators 电机和促动器

R501 *规则允许采用的电机 **Allowable motors**. 只允许以下型号的马达和促动器（任何数量）：

Table 9-1 Motor allowances

Motor Name	Part Numbers Available	
AndyMark 9015	am-0912	AndyMark 9015
AndyMark NeveRest	am-3104	
AndyMark PG	am-2161 (alt. PN am-2765)	am-2194 (alt. PN am-2766)
AndyMark RedLine Motor	am-3775	am-3775a
AndyMark Snow Blower Motor	am-2235	am-2235a
Banebots	am-3830	M5 – RS550-12
	M7-RS775-18	RS550VC-7527
	RS775WC-8514	RS550
CIM	FR801-001	PM25R-45F-1004
	M4-R0062-12	PM25R-45F-1003
	AM802-001A	PMR25R-45F-1003
	217-2000	PMR25R-44F-1005
	PM25R-44F-1005	am-0255
CTR Electronics/VEX Robotics Falcon 500	217-6515	19-708850
	am-6515	am-6515_Short
Current/former KOP automotive motors	Denso AE235100-0160	Denso 262100-3040
	Denso 5-163800-RC1	Bosch 6 004 RA3 194-06
	Denso 262100-3030	Johnson Electric JE-PLG-149
Nidec Dynamo BLDC Motor	am-3740	DM3012-1063
Playing with Fusion Venom	BDC-10001	
REV Robotics HD Hex	REV-41-1291	
REV Robotics NEO Brushless	REV-21-1650	
REV Robotics NEO 550	REV-21-1651	
VEX BAG	217-3351	
VEX Mini-CIM	217-3371	
West Coast Products RS775 Pro	217-4347	

Motor Name	Part Numbers Available
电磁阀促动器，额定行程不大于 1 英寸（标称），额定电输入功率不大于 10 瓦（W），12 伏连续工作电压（VDC）	
散热风扇不能长于 120 毫米，额定电输入功率不大于 10 瓦（W），12 伏连续工作电压（VDC）	
硬盘电机是合规的 COTS 计算设备	
工厂安装的振动和自动对焦电机收纳于 COTS 计算设备中（例如智能手机中的震动电机）	
PWM COTS servos with a retail cost < \$75. PWM COTS 伺服电机，零售价<75 美元	
集成 COTS 传感器（例如激光雷达，扫描声纳等）的电机不得改装，除非是为了便于安装。	
符合 R806 的空气压缩机 1 台，用于给机器人的气动系统输送压缩空气	

对于伺服电机，需注意的是 roboRIO 在 6 伏电压的情况下允许输出的最大电流是 2.2 安培(就是 12.4 瓦 的电力输入)。所以各队要注意保持伺服电机的总用量一直在限定值以下。

虽然在机器上可以使用多个电机，但在设计和搭建机器时，鼓励各个队伍考虑机器人电池可以输出的总功率（即电机对机器人电池的动力的影响）。同时从过多的电机中同时运转造成的大量电流会导致机器人电池电压的下降，以致于总开关跳闸或是 robotRIO 开启“局部限制暂时用电”保护。关于 robotRIO 的局部限制暂时用电保护器，以及测量使用 PDP 的电流的更多信息，详情请见 [roboRIO Brownout and Understanding Current Draw](#)。

AndyMark 的 PG 齿轮箱电机销售的时候是电机带齿轮箱一起销售的，am-3651 和 am-3656 的商品包含了上表所提到的合法电机型号，这些电机在使用的时候可以选装备或不装备随电机一起购入的齿轮箱。

R502 *不要改装电机（大多数情况下） Don't modify motors (mostly). 不得修改任何电机的整体机械和电气系统。机器人上使用的电机，伺服电机和电磁阀不得以任何方式进行修改，但以下情况除外：

- A. 安装底座和/或输出轴/界面可以改造用来促使电机的物理连接到机器人和促动器零件
- B. 如果需要的话可以加长电线，但必须使用电线连接器
- C. 可以去除车窗电机 (P/N: 262100-3030 and 262100-3040) 上的防松栓。
- D. 表 Table 9-1 中 KOP 汽车电机上的连接器外壳可以修改以促进引线连接
- E. 伺服电机可以按照制造商的规定进行修改（例如重新编程或修改成不间断旋转）
- F. Nidec Dynamo BLDC 电机接线方式可按照以下文件进行修改 [Nidec Dynamo BLDC Motor with Controller](#)。
- G. 贴上有小标签来指示设备用途，连接性和功能性能
- H. Falcon 500 上任何数量#10-32 的螺丝都可以被卸除

I. 电气端子上必须有绝缘保护

本规则的目的是允许队伍修改零部件以方便安装，而不是通过改变电机的构造来减少机器的总重量。任何电机的机械结构和电路不可以被修改

R503 *使用认可的动力设备对促动器供电 Power (most) actuators off of approved devices. 除了伺服电机，风扇或在 R501 规则中被允许的构成 COTS 计算设备的电机，每个促动器都必须由动力调节设备所控制。在机器人上可使用的动力调节设备只允许采用以下所列：

- A. 电机（或马达）控制器（motor controllers）
 - a. DMC 60/DMC 60c Motor Controller (P/N 410-334-1, 410-334-2),
 - b. Jaguar Motor Controller (P/N MDL-BDC, MDL-BDC24, and 217-3367) connected to PWM only,
 - c. Nidec Dynamo, BLDC Motor with Controller to control integral actuator only (P/N 840205-000, am-3740)
 - d. SD540 Motor Controller (P/N SD540x1, SD540x2, SD540x4, SD540Bx1, SD540Bx2, SD540Bx4, SD540C),
 - e. Spark Motor Controller (P/N REV-11-1200),
 - f. Spark MAX Motor Controller (P/N REV-11-2158),
 - g. Talon FX Motor Controller (P/N 217-6515, 19-708850, am-6515, am-6515_Short) for controlling integral Falcon 500 only,
 - h. Talon Motor Controller (P/N CTRE_Talon, CTRE_Talon_SR, and am-2195),
 - i. Talon SRX Motor Controller (P/N 217-8080, am-2854, 14-838288),
 - j. Venom Motor with Controller (P/N BDC-10001) for controlling integral motor only,
 - k. Victor 884 Motor Controller (P/N VICTOR-884-12/12),
 - l. Victor 888 Motor Controller (P/N 217-2769),
 - m. Victor SP Motor Controller (P/N 217-9090, am-2855, 14-868380), and
 - n. Victor SPX Motor Controller (P/N 217-9191, 17-868388, am-3748),
- B. 继电器模块（relay modules）
 - a. Spike H-Bridge Relay (P/N 217-0220 and SPIKE-RELAY-H),
 - b. Automation Direct Relay (P/N AD-SSR6M12-DC-200D, AD-SSRM6M25-DC-200D, AD-SSR6M45-DC-200D), and
 - c. Power Distribution Hub (PDH) switched channel (P/N REV-11-1850),
- C. 气动控制器（pneumatics controllers）
 - a. Pneumatics Control Module (P/N am-2858, 217-4243) and
 - b. Pneumatic Hub (P/N REV-11-1852).

注意：自动导向继电器是单向的。根据 R504 它们不可被连接在一起以试图提供双向控制

R504 *不得让控制器超载 Don't overload controllers. 每个动力调节装置可以控制一个在表 **Error! Reference source not found.** 中列出的电机的电力负载。除非另有说明，每一个功率调节装置应控制一个且仅有一个电路负载

Table 9-2 Power regulating device allotments

电力负载对象	电机控制器	继电器模块	气动控制器
AndyMark RedLine Motor			
Banebots			
CIM			
REV Robotics NEO Brushless	可	不可	不可
REV Robotics NEO 550			
VEX Mini-CIM			
WCP RS775 Pro			
AndyMark 9015	可	不可	不可
VEXpro BAG	(可控制 2 个)		
AndyMark PG			
KOP Automotive Motors	可	可	不可
NeveRest	(可控制 2 个)		
Snow Blower Motor			
CTR Electronics/VEX Falcon 500	可	不可	不可
Nidec Dynamo BLDC Motor w/ Controller	(仅限集成控制)		
Playing With Fusion Venom			
Compressor (空气压缩机)	不可	可	可
Pneumatic Solenoid Valves (气动电磁阀)	不可	可 (可控制多个)	可 (每个通道 1 个)
Electric Solenoids (电磁阀)	可 (可控制多个)	可 (可控制多个)	可 (每个通道 1 个)
CUSTOM CIRCUITS (自制电路)	可 (可控制多个)	可 (可控制多个)	可 (可控制多个)

R505 *安全控制伺服电机 **Control servos safely.** 伺服电动机必须连接到以下:

- A. PWM ports on the roboRIO 的 PWM 端口,
- B. PWM ports on a WCP Spartan Sensor Board 传感器板上的 PWM 端口 (P/N WCP-0045),
- C. REV Robotics Servo Power Module REV 机器人伺服电源模块 (P/N REV-11-1144), or
- D. REV Robotics Servo Hub REV 机器人伺服电机扩展坞(P/N REV-11-1855).

9.6 Power Distribution 供电分配

为了保证安全，本节中的规则在赛事期间始终适用，而不仅仅适用于场地内参加比赛的机器人。

R601 *电池限制（所有机器人都有相同的动力来源） **Battery limit – everyone has the same power.** 作为比赛期间唯一官方认可的机器人动力来源，机器人只能使用一块电池作为动力源，电池必须是符合下列所述规格的密封铅酸蓄电池:

- A. 额定电压 12 伏
- B. 额定容量下在 20 小时后的放电率：最小 17 安培小时（17Ah），最大 18.2 安培小时
- C. 形状：矩形
- D. 标称尺寸 7.1 英寸 x 3 英寸 x 6.6 英寸, 每个尺寸误差+/- .1 英寸，（约 180 毫米 x 76 毫米 x 168 毫米, 每个尺寸误差+/- 2.5 毫米)
- E. 标称重量：11 磅到 14.5 磅（约 5 公斤至 6.5 公斤)
- F. 终端连接方式: 螺母和螺栓

Examples of batteries which meet these criteria include 符合这些标准的电池品牌包括:

- a. Energys (P/N NP18-12, NP18-12B, NP18-12BFR),
- b. MK Battery (P/N ES17-12),
- c. Battery Mart (P/N SLA-12V18),
- d. Sigma (P/N SP12-18),
- e. Universal Battery (P/N UB12180),
- f. Power Patrol (P/N SLA1116),
- g. Werker Battery (P/N WKA12-18NB),
- h. Power Sonic (P/N PS-12180NB),
- i. Yuasa (P/N NP18-12B),
- j. Panasonic (P/N LC-RD-1217),
- k. Interstate Batteries (P/N BSL1116), and
- l. Duracell Ultra Battery (P/N DURA12-18NB).

队伍应知道可能会要求他们提供上面未列出的任何电池规格的文件.

电池应按照制造商的要求进行充电. (请参阅 [FIRST Safety Manual](#) 了解更多信息)

R602 *其他电池只能用于摄像或计算设备的供电 Other batteries for cameras or computers only. COTS 的 USB 电池的最大承载量小于等于 100 瓦小时（电压为 5 伏 时电流为 20000 毫安小时）以及每个终端最大输出量为 2.5 安培 的电池组，或作为一个 COTS 的一部分或摄像机内置的电池（比如手提电脑的电池、GoPro 系列的相机电池等），可用于为 COTS 计算设备和连接到 COTS 计算设备的任何外围 COTS 输入或输出设备供电，这些电池必须:

- A. 牢固地固定在机器人上
- B. 仅使用未经修改的 COTS 电缆连接
- C. 根据制造商的建议充电

R603 *用安全的连接方式充电 Charge batteries with safe connectors. 所有用于机器人电池的电池充电器必须安装符合要求的 Anderson SB 连接器.

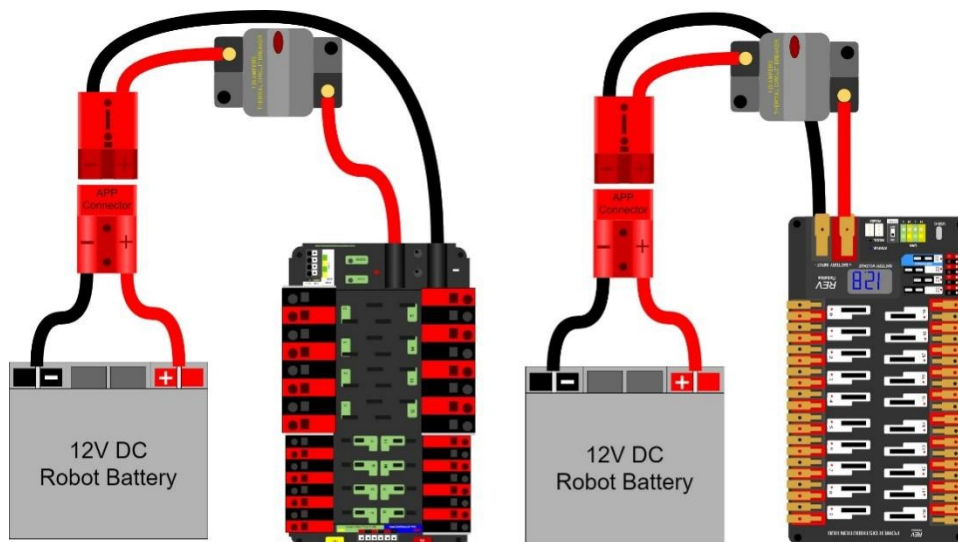
R604 *用安全的电流大小充电 Charge batteries at a safe rate. 所有用于机器人电池的电池充电器输出不能高于 6 安培

R605 *电池不能当作重物使用 Batteries are not ballast. 除了 R601 和 R602 列出的电池以外的任何电池，无论是否用于供电，,都不可以使用在机器人身上.

比如，队伍不得使用额外的电池块作为机器人的额外重量

- R606 *固定住电池 Secure the battery.** 队伍应当确保电池被有效固定，即便在机器人被倒置,或者是在特殊位置的时候都不会掉落出来.
- R607 *电池电线连接处绝缘 Insulate battery connections.** 在机器人电池,总开关,和连接口的地方(如:接头,电线末端),应保证电线所有部位都被绝缘
- R608 *非电池提供的能源限制 Limit non-battery energy.** 机器人所用的非电池供电(比如，在比赛开始时储存的)只能从以下地方获取:
- A. 符合 R806 和 R807 规定的气动系统中的压缩空气的充填
 - B. 机器人重心高度的变化产生的势能
 - C. 通过机器人零件的形变所存储的能量
 - D. 闭合回路的 COTS 气动减震器
 - E. 充气轮胎
- R609 *安全连接主动力来源 Connect main power safely.** 1 块机器人电池，1 对 Anderson Power Products 两极 SB 型连接头，1 个 120 安培断路器开关(Cooper Bussman P/N: CB185-120, CB185F-120, CB285-120)，1 个 CTR Electronics 配电板(PDP, P/N: am-2856, 217-4244, 14-806880)或 REV 机器人配电扩展坞 (REV Robotics Power Distribution Hub, PDH, P/N REV-11-1850)，这些设备相互间的线路连接需要使用 6AWG (7SWG 或 16 “平方”) 铜质导线或更粗的线，线路内无额外设备，也不许改造上述设备，除非是 R625 的用于电路监视的改造。见图 Figure 9-10.

Figure 9-10 Electrical connection diagram



“SB 型”指的是 SB 型号（如：SB-50, SB-120 等），而不是 SBS 或者是其他以 SB 开头的产品。所有 FIRST 提供的电池（如备用电池和非美国产电池）都是用不可拆卸的红色或是粉色的 SB50 连接器连接。

粉色的连接器，包含于“快速反应”KOP中，和红色的SB50连接器是相配的

R610 *每个电路用 1 个断路器 1 breaker per circuit. 除了 R615 和 0 规定的电路外，其他的电路都必须连接到 CTR 配电板（PDP）或 REV 配电坞（PDH）上 12 伏直流的 WAGO 连接器的端口（如图 Figure 9-10），而不是用 M6 螺丝固定。

R611 *机器人框架不能用作导体 The ROBOT frame is not a wire. 所有的接线以及电子设备，包括所有的控制系统中的组件，都必须被绝缘，不能直接接触到机器人的框架。机器人的框架不能用作导体通电。

我们会通过一个大于 3000 欧姆的电阻来检验观察是否违反本规则，我们会将其置于连接到 PDP/PDH 和机器人上任意一点，观察其反应。

所有电机控制器的金属外壳都是绝缘的。它们可以直接装在机器人框架上。

注意有些摄像头，装饰灯和传感器（比如一些编码器，IR 传感器等）有接地外壳或由导电塑料制造，这些设备必须和机器人金属框架绝缘以符合本规则

R612 *必须可以安全的启动和关停机器人 Must be able to turn ROBOT on and off safely. 电路开关应该放置于机器人外部易于触及的地方。一台机器人上只允许安装一个 120 安培断路器。

不能被认为可以“快速安全”开关电路断路器的例子包括：电路断路器被一个开关板或门遮住，或被紧挨着安装在可以活动的基础部件的上下面。

我们强烈建议将 120 安培的电路断路器的放置位置清楚并显眼地标记出来，这样场地工作人员就可以在比赛过程中轻易地找到它。

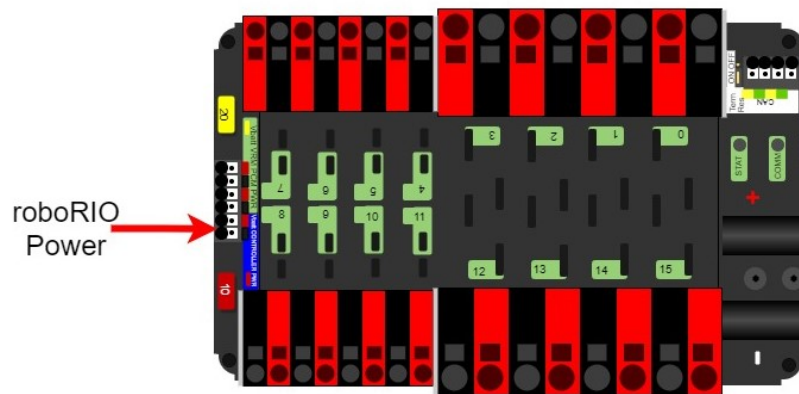
R613 *电子系统必须易于机器检查 Electrical system must be inspectable. PDP/PDH，电路接线，和其他电路开关必须显眼，易于检查

R614 *禁止高压 No high voltage allowed. 任何通电的电子元件，除了 R501 中特殊指定的促动器，或 R710 中指定的核心控制系统元件外，都被认为是自制电路。自制电路不能产生超过额定电压 24 伏的电压。

R615 *机器人控制板的供电端口是指定的 Power roboRIO as specified. roboRIO 的输入端口必须连接至 PDP /PDH 上指定的供电终端：

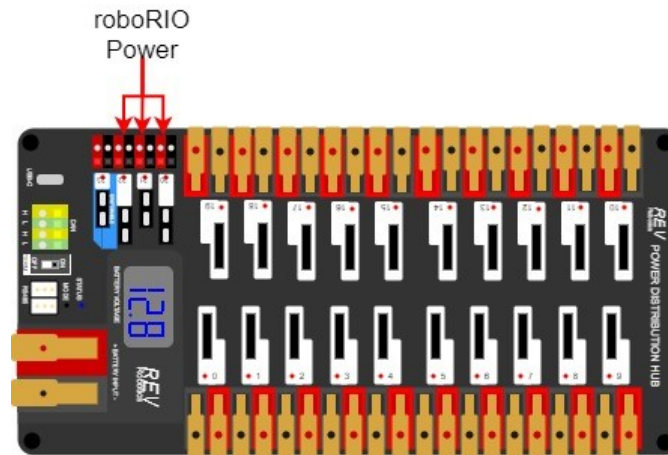
A. PDP 的供电口图 Figure 9-11 所示

Figure 9-11 roboRIO power source on a PDP



- B. PDH 的（20，21，22）三对供电口任意一对连接，连接后必须插上 10 安培的保险丝。任何其他电力负载都不得连接到这三个供电终端上。具体见下图

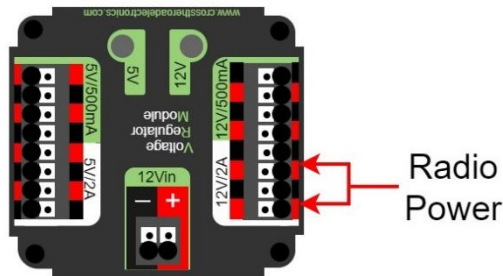
Figure 9-12 roboRIO power source on a PDH



R616 *关于 radio 的供电（第 1 部分）Power radio as specified – Part 1. 无线桥接设备（radio）的供电方式为以下几种：

- A. 只能由 CTRE 生产的电压调节模块（VRM，（P/N am-2857, 217-4245））12 伏 2 安培的输出口供电。见图 Figure 9-13

Figure 9-13 Radio power source from a VRM



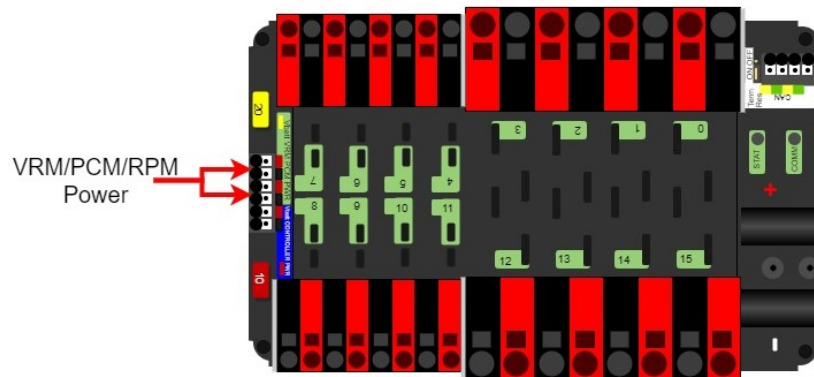
- B. 通过“网线”连接 REV Radio 供电模块（RPM，（P/N REV-11-1856））12 伏 2 安培输出口和无线桥接设备的“18-24v POE”端口，见图 Figure 9-13

注意,禁止使用任何给无线电通信设备供电的 POE 电源供电设备,但比赛并不禁止用无源导体连接 VRM 输出口到以太网的网口,再插入端口“18-24VPOE”。

R617 *关于 radio 供电（第 2 部分）Power radio as specified – Part 2. 符合 R616 规则给无线桥接设备供电的供电设备必须连接到以下任意设备指定的输出口获得电力:

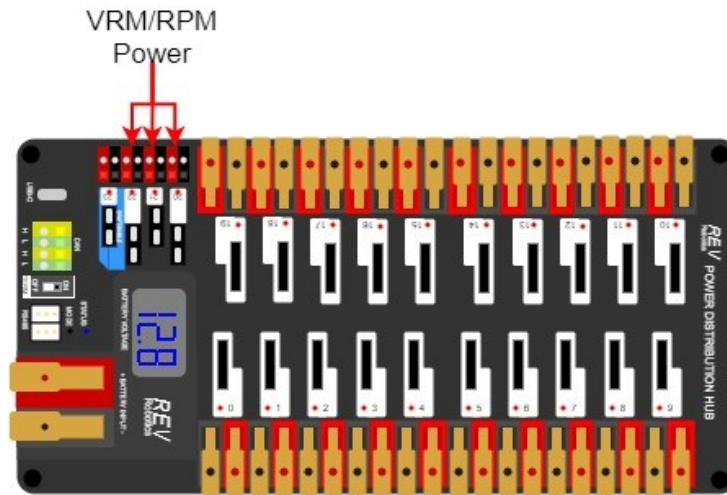
- A. 如图 Figure 9-14 中红色箭头所指的输出口，此输出口只能连接 VRM，CTRE 的气动控制模块 (PCM, P/N am-2858)和 RPM, 其他电子负载不得连接这些端口。

Figure 9-14 VRM, PCM, and RPM power source on a PDP



- B. 如下图所示的 PDH（20，21，22）三对输出口中的任意一对输出口，并插上 10 安培保险丝，其他电子负载不得连接这些端口

Figure 9-15 VRM and RPM power source on a PDH



请参考如何给 FRC 机器人接线 [How to Wire an FRC Robot](#) 以获得更多无线桥接设备的连接方式

- R618** *PDP/PDH 要按照设计要求使用 **Use PDP/PDH terminals as designed.** Only PDP/PD 的每个端口只连接一根电线。

如果需要电路的电源多点分布(例如从一个 20 安培电路中给多个 PCM 或 VPM 提供动力),那么所有进线可以适当拼接到主线(使用绝缘端子,压接接头或焊接导线接头),或将单引线插入连接器给电路供电。

- R619** *PDP/PDH 需使用指定断路器 **Only use specified circuit breakers in PDP/PDH.** 允许在 PDP /PDH 中使用的断路器型号只有:

- A. Snap Action VB3-A 系列, 端口类型 F57,
- B. Snap Action MX5-A 或 MX5-L 系列, 40 安培或更低安培
- C. REV Robotics ATO 自动复位断路器 40 安培或更低安培.

- R620** *PDP/PDH 需使用指定的保险丝 **Only use specified fuses in PDP/PDH.** PDP/PDH 能使用的保险丝为迷你汽车刀片保险丝(ATM 型):

- A. 对于 PDP, 插入的保险丝的安培值需要符合设备所插端口的安培值要求
- B. 对于 PDH, 15 安培或更低安培

保险丝需要插紧插牢, 不然会导致所连接设备在冲撞后重启

- R621** *用合适的断路器保护电路 **Protect circuits with appropriate circuit breakers.** 每个分支电路必须受到一个且仅有一个 PDP/PDH 相连的断路器保护。详情请见表 Table 9-3. 其他的电路都不可以连接到该分支电路的断路器。

Table 9-3 Branch circuit protection requirements

分支电路	断路器值	断路器保护数量
电机控制器	最大 40A	1
自制电路	最大 40A	无限制
Automation Direct 继电器 40A (*6M40*)	最大 40A	1
R501 所允许的风扇，以及还未作为 COTS 零件的计算设备	最大 20A	无限制
Spike 继电器模块	最大 20A	1
Automation Direct 继电器 25A (*6M25*)	最大 20A	1
PCM/PCH – 带空压机	20A	1
额外的 VRM (无 radio) / 额外的 PCM/PCH (未接空压机)	20A	3
Automation Direct 继电器 12A (*6M12*)	最大 10A	1

本规则未禁止 PDP/PDH 中更小值的断路器的使用，也未禁止自制电路内作为额外保护而使用任何保险丝或断路器的使用

R622 *使用合适的电线连接 Use appropriately sized wire. 所有电路均须以适当规格的绝缘铜线连接（信号线不一定是铜的）：

Table 9-4 Breaker and wire sizing

应用场合	最小线径
31 - 40 安培断路器保护的电路	12 AWG (13 SWG or 4 平方)
21 - 30 安培断路器保护的电路	14 AWG (16 SWG or 2.5 平方)
6 - 20 安培断路器保护的电路	
11-15 安培保险丝保护的电路	18 AWG (19 SWG or 1 平方)
PDP 和 VRM/RPM 或 PCM/PCH 之间的连接电路	
PCM/PCH 和空气压缩机输出端之间	
PDP/PDH 和 roboRIO 的连接	
PDH 和 VRM/RPM 的连接	
小于 5 安培断路器保护的电路	22 AWG (22 SWG or 0.5 平方)
小于 10 安培保险丝保护的电路	

应用场合	最小线径
VRM 2 安培电路	24 AWG (24 SWG or .25 平方)
roboRIO PWM 端口输出	26 AWG (27 SWG or 0.14 平方)
信号级别电路 (比如电路的持续电流小于 1 安培, 且供电不大于 1 安培, 包含且不限于 roboRIO, 非 PWM 输出, CAN 信号, PCM/PCH 阀输出, VRM 500 毫安输出和 Arduino 输出)	28 AWG (29 SWG or .08 平方)

设备生产者建议的、或是合法设备原配的电线都被视为设备的一部分, 且被默认为合格品。这是本规则的特例。

为了便于目视即可看出符合规定, 队伍应该尽量使用表皮绝缘层上有明确标识电线线径尺寸的电线。如果使用了没有任何标识的线路, 队伍应该准备好出示该电线符合 **Error! Reference source not found.** 的材料 (比如电线样品和证明其尺寸的证据)。

R623 *使用合适的连接头 Use only appropriate connectors. 分支电路可以包含中间元件如 COTS 连接件, 接合件, COTS 滑动开关和 COTS 滑环 (只要整个电路使用的是标准电路元素)。

带水银的滑环因为 R203 而禁止使用

R624 *使用指定的线材颜色 (大多数情况) Use specified wire colors (mostly). 所有非信号层面的接线 (除继电器、电机控制器或感应器的输出) 并且具有恒定的极性的, 应该在建造时全部用颜色编码, 如下所示:

- A. 正极连接线的颜色为红, 黄, 白色, 棕或黑色带条纹 (例如+ 24VDC, + 12VDC, +5VDC 等)
- B. 负极连接线的颜色为黑或蓝

以下线路作为例外不适用本规则:

- C. 电线出厂时就依附在合规设备上, 而且颜色相同
- D. POE 设备中的网线

R625 *不得改装关键供电路径 Don't modify critical power paths. 自制电路不能直接改变连通机器人电源, PDP/PDH, 电机控制器, 继电器 (R503-B), 电机和促动器 (R501), 气动电磁阀, 或其他是机器人控制系统元素之间的电路 (即 R701 中所提到的)。如果其并没有对机器人的输出有较大影响, 自定义的高阻抗电压检测或低阻抗电压检测连接到机器人的电路系统是可以接受的。

注: 一个噪声滤波器可以被连入电路, 并和电机铅片或 PWM 铅片相连。这样的噪声滤波器将被视为自制电路并且不会触犯本规则或 R717。

可接受的信号滤波器必须完全绝缘, 并且必须是以下之一:

- 1 微法 (1 μ F) 及以下, 非极化的电容可以被用在机器人的任何电机铅片上。(在合理的范围内应和真正的电机铅片尽可能的近。)

- 电阻可以提供伺服系统的 PWM 控制信号用作并联负荷。

9.7 Control, Command & Signals System

控制，命令和信号系统

R701 *使用 roboRIO 控制机器人 Control the ROBOT with a roboRIO. 机器人必须由 1 个可编程的 NI 的 roboRIO 或 roboRIO 2.0 (P/N: am3000 或 am3000a) 来控制（两种型号的 roboRIO 统称为 roboRIO），roboRIO 固件（image）版本要求为 FRC_roboRIO_2022_v2.4 或更新。

没有任何规定禁止使用协处理器。前提是所有的功率调节装置由 roboRIO 发出的指令进行配置、激活并指定所有的活动端口。这也包括了合法连接在 CAN 总线上的电机控制器。

R702 *使用指定 radio 和机器人通讯 Communicate with the ROBOT with the specified radio. OpenMesh 无线桥接设备 (P/N: OM5P-AN or OM5P-AC) 在赛事期间配置了队伍专属的密码后，就成为了比赛时该队唯一可以使用的机器人通讯设备。

R703 *使用指定网口 Use specific Ethernet port for roboRIO. roboRIO 的网口必须和无线桥接设备的“18-24vPOE”的端口相连（无论直接连接，或通过交换机连接，或使用 CAT5 网线的猪尾分叉线连接）

注：在 roboRIO 和 radio 之间放置一个交换机可能会妨碍场地人员对比赛场地上的 roboRIO 连接问题进行故障排除。作为故障排除工作的一部分，可能会要求队伍尝试直接从 radio 连接到 roboRIO。

R704 *使用指定端口和带宽和机器人通讯 Only use allowed ports and bandwidth to communicate with the ROBOT. 机器人和操作终端之间的通讯连接带宽不能超过 4 兆比特/秒（4Mbits/s），限制使用的端口及端口用途见表 Table 9-5。

Table 9-5 Open FMS ports

端口号	用途	是否双向?
UDP/TCP 1180-1190	roboRIO 和 Dashboard 软件之间的摄像头数据，此摄像头是插在 roboRIO 的 USB 口上的	是
TCP 1735	SmartDashboard 用	是
UDP 1130	Dashboard 到机器人的控制数据	是
UDP 1140	ROBOT 到 Dashboard 的状态数据	是
HTTP 80	摄像头通过交换机连接机器人的所传输的数据	是
HTTP 443	摄像头通过交换机连接机器人的所传输的数据	是
UDP/TCP 554	用于 h.264 编码摄像头即时流传输协议	是
UDP/TCP 1250	CTRE 诊断服务器	是

端口号	用途	是否双向?
UDP/TCP 5800-5810	队伍自用	是

如果他们不按上述方式使用这些端口，队伍可以按照自己的意愿使用这些端口（例如，如果队伍选择不在于 USB 上使用摄像头，则可以使用 TCP1180 在机器人和 Driver Station 之间来回传递数据）。

请注意，无线桥接设备将严格执行 4Mbit 带宽限制。

FMS 白皮书 [FMS Whitepaper](#) 详述了有关如何检查和优化带宽使用的更多详细信息。

虽然 FIRST 尽一切努力提供优良的无线传输环境，让队伍获得足够的 4Mbits 每秒数据速率（大约 100Kbit 用于机器人控制和状态），但在某些情况下，某些赛事的无线条件可能无法满足这一要求。

R705 *配置队号 Configure devices for your team number. roboRIO, Driver Station 软件，无线桥接设备都必须配置成相同的正确的队号，配置过程参考“FRC 控制系统文档页面” [FIRST Robotics Competition Control System documentation](#).

R706 *不要绕开赛场网络 Don't bypass the ARENA network. 所有信号必须来自操作终端，并通过赛场的以太网网络传输到机器人。

R707 *禁止其他无线接入 No other wireless allowed. 不得使用任何形式的无线交流方式和机器人进行通讯，或接收来自机器人的通讯，或在机器人内部无线通讯。R702, R706 所允许的设备，赛事提供的定位探测系统除外。

在可见光谱中使用信号的设备（例如相机）和非 RF 传感器不接收人为命令（例如用于检测比赛场地元件的机器人上的“光束中断”传感器或红外传感器）不是无线通信设备，因此这些设备的使用不违反本规则。

R708 *无线桥接设备必须可见 Wireless bridge must be visible. 在安装无线桥接设备时，所安装的位置需要让赛场上的工作人员清晰地看到路由器的状态指示灯。

鼓励队伍将无线桥接设备安装在远离噪声产生设备（如电机，PCM/PCH 和 VRM/RPM）的位置。

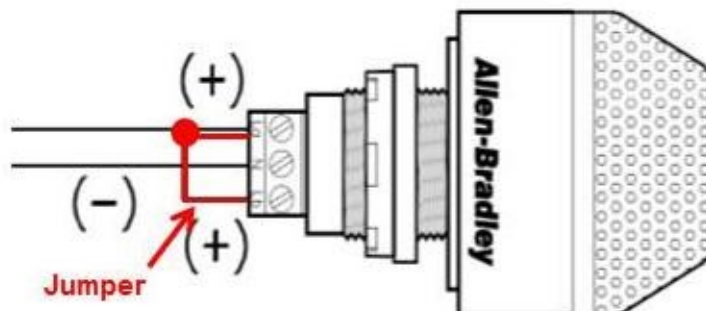
R709 *机器人必须安装信号灯 ROBOTS must have a signal light. 机器人必须使用至少 1 个但不超过 2 个的可诊断机器人信号灯（RSL）（P/N: 855PBB12ME522）

任何 RSL 必须是:

- A. 安装在机器人上，观察者必须可以在 3 英尺 (约 100 厘米) 外清晰地看见信号灯指示
- B. 连接到 roboRIO 上的“RSL”接口
- C. 给信号灯连接电线时，请按照图 Figure 9-16 用跳线（Jumper）的方式连接"La"以及"Lb"端

细节请参阅 [How to Wire an FRC Robot](#)

Figure 9-16 RSL jumper wiring



R710 *仅在允许范围内对控制系统进行特定更改 **Only specified modifications to control system devices permitted.** Driver Station 软件, roboRIO, 配电板 PDP/PDH, 气动控制模块 PCM/PCH, 电压调节模块 VRM/RPM, 机器人信号灯 (RSL), 120 安培断路器, 电机控制器, 继电器模块 (R503-B), 无线桥接设备, 和电池不得被篡改, 修改, 或以任何方式调整 (篡改包括钻孔, 切割, 加工, 重新布线, 拆卸, 涂漆等), 以下情况例外:

请注意, Driver Station 软件是和 Dashboard 应用程序分开执行的。Driver Station 软件不可修改, 但队伍可以依据需求自定义 Dashboard 代码

- A. 可以定制 roboRIO 中的用户可编程代码.
- B. 电机控制器可按照用户手册中的描述进行校准.
- C. 风扇可以连接到电机控制器, 并由电源输入端供电.
- D. 如果为空压机供电, Spike H-Bridge 继电器上的保险丝可以用 20 安培 Snap-Action 断路器替代.
- E. 电线, 电缆和信号线可通过设备上提供的标准连接点连接.
- F. 可以使用紧固件 (包括粘合剂) 将设备连接到控制终端或机器人或将电缆固定到设备上.
- G. 导热材料可用于改善热传导.
- H. 导热材料可用于改善热传导.
- I. 跳线可能会从其默认位置更改.
- J. 限位开关跳线可以从 Jaguar 电机控制器上移除, 并且自定义限位开关电路可以被替换.
- K. 设备固件可以用制造商提供的固件更新.
- L. 电机控制器上的整体电线可能会被切割, 剥离和/或连接.
- M. 设备可能会被修理, 只要修理后设备的性能和规格和修理前相同.
- N. 可以移除 Talon SRX 数据接口上的盖子.
- O. 对于无线桥接设备内部的铝片可以使用绝缘胶.
- P. 可以省略 PDP 的输入端子盖 (不得使用螺纹孔安装其他元件来代替 PDP 端子盖).
- Q. roboRIO 2.0 的 SD 卡可以用任何容量的 SD 卡替代

请注意，虽然允许维修，但修理和任何制造商的保修无关。团队自行承担修理风险，并应承担任何保修或召回风险。请注意，诊断和修复这样的基础部件会很困难。

有关修改“O 项”的更多信息，请参阅此文章 [this OM5P-AC Radio Modification article](#).

R711 *电机输出线和 roboRIO 不能直接相连 Don't connect motor outputs to roboRIO.

12 伏直流电源，或继电器模块，或电机控制器输出都不得直接连接到 roboRIO（指定的 12 伏直流输入除外）。

R712 *从 roboRIO 控制 PWM 控制器 Control PWM controllers from the roboRIO. 任何继电器模块 (R503-B), 伺服电机控制器和 PWM 电机控制器应连接到 roboRIO 上（直接或通过 WCP Spartan 传感器板，或通过合规的 MXP 连接 (R713)）的相应端口（继电器的连接到继电器端口，伺服电机控制器和 PWM 控制器的连接到 PWM 端口）。它们不应受来自任何其他来源的信号控制。Nidec Dynamo 电机控制器除外，该控制器也必须连接到 roboRIO 数据 I/O 端口上。

R713 *只有认可的 MXP 设备可以控制促动器 Only approved MXP devices can control actuators. 如果通过 MXP 控制电机，则必须通过以下任意方式连接其供电调节设备：

- A. 直接连接到任何 PWM 引脚
- B. 通过用于扩展 PWM 引脚的无源导体（PASSIVE CONDUCTORS）网络
- C. 通过认可的主动设备型号（ACTIVE DEVICE）：
 - a. Kauai Labs navX MXP
 - b. Kauai Labs navX2 MXP
 - c. RCAL MXP Daughterboard
 - d. REV Robotics RIOduino
 - e. REV Robotics Digit Board
 - f. West Coast Products Spartan Sensor Board
 - g. Huskie Robotics HUSKIE 2.0 Board

无源导体（PASSIVE CONDUCTOR）是任何设备或电路，其能力被限制在传导和/或施加于其上的电能（例如电线接头，连接器，印刷电路板等）的静态调节。

一个主动设备（ACTIVE DEVICE）是能够通过施加外部电刺激来动态地控制和/或转换电能源的任何设备。

“无源导体网络”仅适用于 PWM 输出用于电机或伺服电机的引脚。这意味着将一个主动设备（如传感器）连接到一个 MXP 引脚不能防止其他 MXP 引脚按照 **Error! Reference source not found.**项使用

R714 *从 roboRIO 控制 CAN 电机控制器 Control CAN motor controllers from the roboRIO. 任何 CAN 电机控制器必须使用来自 roboRIO 的信号输入进行控制，并通过 PWM（有线连接）（R712）或 CAN 总线（直接连接或通过另一个 CAN 总线设备菊花链接）传输信号，但两者不应同时连接在同一设备上。

只要 CAN 总线连接正确，能保证和 roboRIO 连接正常，就可以使用 CAN 电机控制器的所有闭环控制功能。（也就是说，来自 roboRIO 的配置，启用和指定所有 CAN 电机控制器闭环模式的工作点的命令都符合 R701）。

R715 *从 roboRIO 控制 PCM/PCH 和伺服电机扩展坞 Control PCM/PCH(S) and Servo Hubs from roboRIO. 每个 PCM/PCH 必须由来自 roboRIO 的信号输入控制，并通过 CAN 总线连接 roboRIO 内部的 CAN（直接或通过另一个 CAN 总线设备菊花链方式连接）传递

R716 *连接 PDP/PDH 和 roboRIO 的 CAN 总线 Connect the PDP/PDH to the roboRIO CAN bus. PDP/PDH CAN 接口必须和 roboRIO 上的 CAN 总线接口相连（直接或通过另一个 CAN 总线设备以菊花链形式连接）。

有关 CAN 总线的文档 [How to Wire an FRC ROBOT](#).

R717 *不得改变 CAN 总线 Don't alter the CAN bus. 不允许任何设备干扰，改变或阻止 roboRIO 和 CAN 总线上的 PDP/PDH，PCM/PCH，和/或 CAN 电机控制器之间的通信。

每个 Weidmuller CAN 连接器端子只能插入一根电线。有关如何 CAN 总线连接的文档，请参阅 [How to Wire an FRC ROBOT](#).

R718 *USB 转 CAN 的转接器是允许的 USB to CAN adapter permitted. 在 roboRIO 上增加额外的 CAN 总线连接可以使用 CTRE 的 CANivore™ P/N 21-678682 USB 转 CAN 转换器

任何此类额外 CAN 总线的连接必须符合 R714 的规定（比如你可以连接电机控制器到这个额外的总线上）

9.8 Pneumatic System 气动系统

为了保证安全，本节中的规则在赛事期间始终适用，而不仅仅是适用在场地内参加比赛的机器人。

R801 *仅使用认可的气动零部件 Only use explicitly permitted pneumatic parts. 为了满足和安全性，一致性，检查和建设性创新性相关的多种限制，除了在此章节明确允许的部件之外，任何其它气动部件都不可以在机器人上使用

R802 *不得使用自制气动系统且满足最低气压要求 No custom pneumatics and meet minimum pressure ratings. 所有气动部件必须是 COTS 气动装置：

- A. 由制造商标称的压力至少为 125 磅每平方英寸（约 862 千帕）
- B. 安装在主减压阀的下游（见 R809），额定压力至少 70 磅每平方英寸（约 483 千帕）

任何压力规格如“工作”，“运行”，“最大值”等应该满足本规则。

推荐所有制造商标称工作压力调为至少为 60 磅每平方英寸（约 414 千帕）。

R803 *不得改装气动零部件 Don't modify pneumatics. 所有气动元件必须以原始的，未改变的状态使用。例外情况如下：

- A. 气管可以切断
- B. 气动装置的接线可以修改为和控制系统连接
- C. 使用预先存在的螺纹，安装支架，快速连接配件等组装和连接气动元件
- D. 如果气缸本身没有改装，可从气缸上拆下安装销
- E. 标签用于指示设备用途，连接性，功能性能等

例如，不得对气动基础部件的任何部件进行涂漆，锉，机械或磨蚀性去除 - 这会导
致部件成为违禁物品。请考虑气动基础部件的安全。

R804 *仅使用指定气压设备 **Only use specific pneumatic devices.** 机器人所能允许的气动系统物品包含以下项目：

- A. 气动压力排气塞的功能和 KOP 中提供的相同，

可用的有 Parker 阀门 PV609-2 或 MV709-2.

- B. 泄压阀在功能上和 KOP 中提供的相同，

可使用 Norgren 16-004-011,16-004-003 或 McMaster-Carr 48435K714

要被视为“功能相同”，阀门必须预设或可调节至 125 磅每平方英寸（约 862 千帕）并且能够释放至少 1 scfm（约 472 cm³/s）.

- C. 电磁阀附带最大直径 1/8 英寸 (约 3 毫米) 的 NPT, BSPP 或 BSPT 接口或集成快速连接外径 1/4 英寸 (约 6 毫米) 气管接头
- D. 附加气动管，外径最大 1/4 英寸
- E. 压力传感器，压力表，被动流量控制阀（特别是“针阀”），歧管和连接配件（包括 COTS 气动 U 型管）
- F. 满足 R813 的止回阀.
- G. 关闭时可减少下游压力的断流阀（也称为三通排气阀）
- H. 压力调节器，最大出口压力调节至不超过 60 磅每平方英寸（约 413 千帕），
- I. 推杆，气动线性促动器，悬摆式促动器
- J. 储气罐（White Clippard 储气罐 P/N:AVT-PP-41 除外）
- K. 符合 R806 的 1 台空气压缩机
- L. 碎片或聚结（水）过滤器
- M. 文丘里阀（注意：高压侧的文丘里阀被视为气动装置，必须遵守气动规则。文丘里阀的真空侧因属于下方蓝框中的 a 项不受气动规则约束）。

以下设备不被视为气动设备，不受气动规则的约束（尽管它们必须满足所有其他规则）：

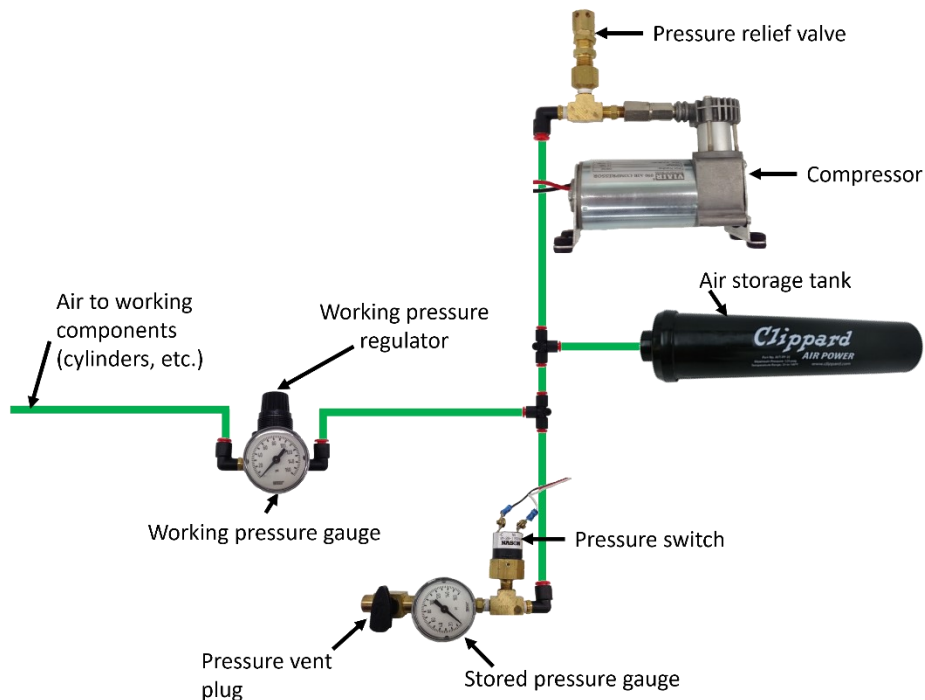
- a. 制造真空的设备
- b. 闭环 COTS 充气减震器
- c. 充气轮胎

d. 不作为气动系统一部分的气动设备（即使用时不容纳压缩空气的方式）

R805 *如果使用气动系统，需要这些元件 If using pneumatics, these parts are required. 如果使用气动元件，则需要以下项目作为气动回路的一部分，并且必须按照本节的规定使用。见图 Figure 9-17.

- A. 1 个符合 FRC 标准的空压机 (R806)
- B. 1 个泄压阀 (R804-B) 连接需要符合 (R811)
- C. 1 个 Nason 压力开关 (P/N SM-2B-115R/443) 或 REV 机器人模拟信号压力传感器 (Robotics Analog Pressure Sensor, P/N REV-11-1107) 连接方法符合 R812
- D. 至少 1 个压力排气塞 (R813)
- E. 储气气压表和工作气压表 (R810)
- F. 1 主工作气压调节器 (R808).

Figure 9-17 Pneumatic circuitry



R806 *压缩空气仅由机器人的空压机提供 Compressed air from ROBOT compressor only. 在整个赛事中，机器人上的压缩空气必须由仅一个台式空压机提供。空压机规格不得超过标称 1.1 cfm（约 519 立方厘米³/秒）流速 @ 12VDC 在任何气压下。

机器人空压机可以用另一台空压机代替，但机器人一次只能由一台指定的空压机提供压缩空气，而机器人上的所有压缩空气必须来自同一台空压机。

注意：Vlair C 系列空压机，最高工作压力为 120 磅每平方英寸，超过 125 磅每平方英寸后会断断续续供气因此满足本规则。

R807 *储存气压限制 Air storage pressure limit. 机器人上存储的空气压力不得大于 120 磅每平方英寸（约 827 千帕）。用于机器人的存储气压不得位于机器人外部。

R808 *工作气压限制 Working air pressure limit. 机器人上的工作气压（用于驱动设备的气压）必须不大于 60 磅每平方英寸（约 413 千帕）并且必须通过一个主要的可调节的气压释放调节器提供。

符合规则的有：Norgren 调节器 P/N R07-100-RNEA 或 Monnier P/N 101-3002-1

R809 *高压处的限制设备 Limited devices at high pressure. 只有空压机，泄压阀，压力开关，压力排气塞，气压表，储气罐，气管，压力传感器，过滤器，连接头才能接入高压气动回路的调节器的上游部分。

推荐所有高压气动回路调节器上游的组件处在至少 115 磅每平方英寸（约 793 千帕）的工作气压

R810 *气压表必须可见 Pressure gauges must be visible. 气压表必须放置在调节器上下游方向易于看见的位置，以显示储存和工作气压。气压表的单位为：磅每平方英寸 或 千帕。

R811 *泄压阀要求 Relief valve requirements. 泄压阀必须直接连接到空压机上，或通过连接到空压机输出端口的合法硬接头（例如黄铜，尼龙等）连接。

需要队伍检查和/或调整泄压阀以释放 125 磅每平方英寸（约 861 千帕）。在供应给队伍之前，阀门可能已经过校准，也可能没有校准过。

泄压阀的调节指导可参考气动手册 [Pneumatics Manual](#)。

R812 *压力开关要求 Pressure switch requirements. 压力开关必须安装在气动回路的高压处（比如在压力调节阀之前）以监测回路中的储存气压。

压力开关的型号必须是：

A. Nason P/N SM-2B-115R/443

压力控制开关两边的电线必须直接连到控制空压机的 PCM/PCM 中；或者如若使用 roboRIO 和继电器,则连在 roboRIO 上。如果连接到 roboRIO 上，必须编程 roboRIO 来感知压力控制开关和提供空压机动力的继电器的状态,以防整个系统过压。

B. REV Robotics P/N REV-11-1107

REV 传感器的模拟信号输出必须直接连接到控制空压机的 PCH 上

REV 机器人模拟信号压力传感器只能用在 PCH 上，不能用在 roboRIO 或 PCM 上

R813 *压力排气塞 Vent plug requirements. 任何排气塞必须能：

- A. 连接到气动回路，当手动操作时，可以在合理的时间内释放所有存储的压力到大气中
- B. 放在机器人易被人接触且方便看到的地方

R814 *不得把电磁阀输出连接在一起 Don't connect solenoid outputs together. 多个电磁阀的输出不得连接在一起。

9.9 OPERATOR CONSOLE 操作终端

R901 *使用指定版本的 DS 软件 Use the specified Driver Station Software. Driver Station 软件，由 National Instruments 提供 (安装指南见 [install instructions found here](#))是唯一指定的用于在自动/手动阶段和机器人通讯，可以影响机器人关停状态的软件。软件版本必须高于 22.0。

允许队伍在参与比赛时使用自选的便携式终端（笔记本电脑，平板电脑等）来运行 Driver Station 软件。

R902 *操作终端必须带有显示屏 The OPERATOR CONSOLE must have a visible display. 操作手和人类玩家操控机器人所使用的操作终端、或机械部件和基础部件的组合必须能以图像的形式显示 Driver Station 的诊断信息。图像显示必须内置于操作终端中，在机器检查和比赛过程中图像必须能够清晰地显示。

R903 *操作终端和 FMS 之间的直接连接只通过以太网 Connect FMS Ethernet directly to the OPERATOR CONSOLE. 运行 Driver Station 软件的设备只能通过操作台提供的以太网网线 and FMS 连接（而不是通过交换机）。队伍可以直接通过以太网网线，或单端口转网口转换器（例如扩展坞，USB 转网口转换器，雷电口转网口转换器等）将 FMS 通过以太网网线直接连接到 Driver Station 设备。必须能够简单快速地访问操作终端上的以太网端口

强烈建议队伍使用提供的网线接头进行链接。这些接头能够提供更牢固的网络连接，并可以有效防止对网口的意外伤害

R904 *操作终端的物理要求 OPERATOR CONSOLE physical requirements. 操作终端不得

- A. 超过 5 英尺（约 152 厘米），
- B. 深度超过 1 英尺 2 英寸（约 35 厘米）（不包括比赛期间操作手握持的任何物品），
- C. 高度高于地面 6 英尺 6 英寸（约 198 厘米）
- D. 依附在场地上 (G301 允许的除外)。

有一个 4 英尺 6 英寸长 (约 137 厘米)，2 英寸宽 (名义上) 的魔术贴的毛边安置在操作台支撑架的中心处，设计用来固定操作终端在架子上，符合 G301。见操作台部分（DRIVER STATION）获取更多细节。

请注意，虽然没有重量限制，但操作终端的重量一旦超过 30 磅（约 13 公斤）将受到额外检查，因为它们可能会有安全隐患。

R905 *只使用场地的无线环境 FIELD wireless only. 除比赛场地提供的无线环境外，不得使用其他形式的无线通信和操作终端之间进行通讯。

禁止的无线通讯系统包含且不限于：激活的无线网卡和蓝牙设备。

对于 FRC 来说，动态识别传感器（比如 Microsoft 的 Kinect）并不算作无线通讯，可以使用

R906 *禁止使用不安全的操作终端 No unsafe OPERATOR CONSOLES. 操作终端不应由危险材料组成，不得造成安全隐患，不能干扰其他操控组或者其他机器人的操作。



RAPID REACT™



10 INSPECTION & ELIGIBILITY RULES

机器人检查和通过规则

本章节描述了比赛的参赛管理。参与队伍在比赛中是否在联盟区域，是否机器人在场地内外，以及比赛开始前。

每场赛事中，首席机器检查员（LRI, Lead Robot Inspector）对任何部件，机械结构或机器人的合规性有最终决定权。机检员需要准备好在任何时刻对机器人重新机检以符合规则要求。鼓励队伍和机检员或首席机检员讨论任何机器人如何合规及如何修改机器人至合规的事。

淘汰赛之前没有特别定义需要重新机检的程序，机检员只需要在资格赛接近尾声，或淘汰赛开始前按照 I104 进行再机检。

在通过机检前，机器人可以被允许参加练习赛。然而，如果 FTA, LRI 或主裁判在任何时候判断该机器人是不安全的话，该机器人将不得参加接下来的练习赛，除非安全问题得到改善或通过了机检

比赛开始之前，如果机器人无法或不符合资格参加当前比赛，会被 FTA, LRI 或主裁判判罚“忽略”（BYPASSED）而“停机”（DISABLED）。依据 I102 得规定，只要机器人已通过机检，被判“忽略”的机器人依然能在该场资格赛或淘汰赛中获得晋级分或得分。

一份机器检查表 [Inspection Checklist](#) 可以帮助队伍在参赛前检查自己的机器人。强烈建议队伍在参赛前对机器人自我检查。

强烈建议参加单日赛事的队伍在参赛前使用 [Inspection Checklist](#) 检查机器人。他们会被要求在机检员使用简易机检表 [Abbreviated Inspection Checklist](#) 做正式检查之前使用机检表 [Inspection Checklist](#) 自我检查。

10.1 Rules 规则

I101 *送检的是队伍自己的机器人 It's your team's ROBOT. 机器人及其主要机械结构必须由 FRC 队伍自己搭建。

主要机械结构（MAJOR MECHANISM）是一组部件和/或机械结构组装后来完成至少一项比赛挑战：机器人移动，货物控制，场地设施的操纵或不在其他机器人的帮助下完成得分项目。

本规则要求机器人及其机械结构由队伍自己搭建，但不禁止或不反对接受其他队伍的协助（比如制造元素，帮忙搭建，编写程序，研究比赛策略，贡献部件和/或机械结构）

主要机械结构可完成的一些举例包含且不限于：

- a. 操纵货物
- b. 在机库就位
- c. 操纵场地元素/设施
- d. 在场地内移动机器人

不认为是主要机械结构的，因此可能并不违反本规则的一些举例，包含且不限于：

- a. 一个组装的齿轮箱
- b. 一个主要机械结构其中之一的部件或机械结构
- c. COTS 物品

本规则或本蓝框内的内容都没有明确主要机械结构的完成度要多少才能被认为是由队伍自己搭建的。本规则希望和要求队伍对机器人或主要机械结构是不是由队伍自己搭建这个问题上要诚恳。

尝试在定义上找漏洞而绕开规则的行为不符合本规则或 FRC 的精神。违反的例子有:

- a. 主要机械结构的零部件由其他队伍提供
- b. 主要机械结构大部分由其他队伍完成，队伍自己做了一小部分

I102 *在参加资格赛或淘汰赛之前通过机检 Get inspected before playing a Qualification/Playoff MATCH. 队伍只有在机器人通过初检，完全检查之后才能被允许参加资格赛或淘汰赛，才能获得相应晋级分或得分。

判罚：比赛之前未通过机检，队伍取消资格不得参加比赛。如果在比赛开始之后发现未通过机检，整个联盟都获得该场比赛的红牌

请重视本规则，对于 FRC 队伍来说检查联盟队友是否通过机检是很重要的，不然就有获得红牌的风险。尽早察觉并帮助队友在比赛前通过机检。

I103 *把所有东西都带去机检 Bring it all to inspection. 在机检期间，队员需要向裁判展示所有在比赛中会用到的机械结构（包括所有结构的所有部件）、构造和装饰则不需要依据(I104)机检。所有零件不得超过 150 磅（约 68 公斤）(请注意，如果部件总重量达到了 150 磅，机器人机械结构需要放在一起检查，机器人在比赛中呈现的各种状态则不能违反 R103)。操作终端以及列在 R103 中的物品不算在此重量内。

I104 *除非做了下方列表提到的改变，任何对机器人做出的更改都需要重新机检 Unless the change is listed below, any change to a ROBOT must get re-inspected. 机器人在比赛的时候可以用某机械结构的替换机构，此替换机构必须在机检的时候一起参与机检，也必须在安装替换机构后再展示机器人的伸缩状态以确定依然符合机检规则。只有在机检的时候通过的机械结构可以在比赛和比赛的间隙增加，去除，或者重新调整状态后，可以不依据本规则重新机检。如果机器人在最近一次机检之后有很大的改动，那么机器人必须重新机检才能参加下一场比赛。机器人在经过改造后没有重新机检就参赛的话，会被 LRI 和主裁判判罚取消资格。

以下所列从 **Error! Reference source not found.** 到 F (除非它们对机器人的尺寸、重量、合规性和安全性有重大影响)为不需要重新机检的例子:

- A. 添加、重新分布或去除紧固带（如缆绳带、胶带和铆钉等）
- B. 添加、重新分布或去除标签或标记
- C. 修改机器人代码
- D. 更换相同的 COTS 部件
- E. 更换相同的机械结构（尺寸、重量和材料相同）
- F. 添加、去除或重新配置符合 I103 规则的机械结构的替换机构

I105 *不得滥用重新机检规则 Don't exploit re-inspection. 队伍不得利用 I104 条款的重新机检过程来规避 I103 中的总重量限制

本限制本意并不是阻止队伍换回原来的配置（比如不成功的升级或新部件不起作用）。如果队伍被认为违反此规则，LRI 会与队伍讨论让队伍了解更改，如果经过确信，LRI 将让队伍在接下来的比赛中只允许使用同一种配置。

案例 1：机器人过检（包含机构 A 过检），比赛中队伍决定使用机构 B（未检）。机器人，机构 A，机构 B 的各自重量低于 I103 的要求，但高于 R103 的规定。I104 要求机器人重新机检，队伍把机器人，机构 A，机构 B 都带去重新机检。机器人，机构 A，机构 B 的集体机检通过后，可用机构 A 或机构 B 来参加随后的比赛。

案例 2：机器人过检（包含机构 A 过检），队伍决定使用机构 B（未检）。机器人，机构 A，机构 B 的总重量高于 I103 的要求。依据 I104 需要机器人重新机检，为了满足 I103 的要求，机构 A 可以不带去机检。之后机构 B 坏了，队伍决定换装机构 A，机器人必须依据 I104 重新机检，不违反本规则。

案例 3：队伍到达后，机器人，机构 A，机构 B 的总重量 175 磅（高于 150 磅），队伍只带了机器人和机构 A 去检查并通过。比了一场之后，队伍改用机构 B 并重新机检并通过。比了第二场之后，队伍又切回了机构 A 再重新机检。比了第三场又想换机构 B 继续比赛。这个节点上，首席机检员将与队伍讨论，告之队伍已经违反了本规则，接下来 LRI 会和队伍沟通，让队伍只能选择机构 A 或机构 B 参加剩下的比赛。

I106 *机器人必须关机接受检查（大多数情况）ROBOTS are off for inspection (mostly). 为了安全，机器人必须在机检的时候关闭电源，气动系统需要把气放光，弹簧之类的储能设备必须处于最低蓄能状态（比如移除了电池）

在特别要求下（比如检测固件版本，额定气压等）才需要打开电源或往系统里充填压缩空气。除此以外机检员要求打开电源的判断依据需要满足：

- A. 让机器人在通电后展开以检查是否符合机器人的相关体积要求
- B. 让队伍展示机器人安装了安全锁来减轻不可预期的储能释放

队伍在机器人安装了安全锁来减轻不可预期的储能释放。

I107 *必须是学生带机器人去机检 No STUDENT, no inspection. 必须由学生把机器人带去指定地点让机检员检查。

例外：参与宗教节日，参加重要考试，交通延误等导致队伍无学生。



11 TOURNAMENTS 比赛赛制

每场 2022 赛季 FRC 赛事都是以锦标赛的赛制进行。每场赛事包含 3 种比赛类型，称为练习赛（单日赛事不会有练习赛，部分地方赛赛事不需要安排练习赛），资格赛，淘汰赛。

练习赛让队伍有机会在资格赛之前操作他们的机器人。

资格赛让队伍获得晋级分来确定相互的排名以参加淘汰赛。

淘汰赛将决出当前赛事的冠军。

11.1 MATCH Schedules 比赛日程

比赛日程表上显示比赛的具体信息，见图 Figure 11-1

Figure 11-1 Sample MATCH schedule

Qualification Match Schedule

Event Name								
Matches Per Team		10	ALLIANCE Red or Blue					
Time	Description	Match	Blue 1	Blue 2	Blue 3	Red 1	Red 2	Red 3
Thu 2:30	Qualification 1	1	1	2	3	4	5	6
Thu 2:37	Qualification 2	2	7	8	9	10	11*	12
Thu 2:44	Qualification 3	3	13	14	15*	16	17	18

PLAYER STATION number 1, 2, or 3

MATCH Start Time MATCH Type MATCH Number Asterisk (*) indicates SURROGATE MATCH

上图中 ALLIANCE Red or Blue 队伍所代表的联盟；
 PLAYER STATION number 1, 2, or 3 队伍在该联盟区域中分配到的操作台的编号，
 MATCH Start Time 比赛开始时间； MATCH Type 比赛类型； MATCH Number 比赛场次；
 Asterisk (*) indicates SURROGATE MATCH 星号代表此队伍参加的是代理人赛

11.2 REFEREE Interaction 和裁判互动

赛事期间在赛场里，主裁判（Head REFEREE）具有终级权限，但也会接受他人建议。例如比赛设计师，FIRST 相关人员，FTA，以及技术人员。主裁判的裁决是最终裁决。在任何情况下，任何赛事工作人员，包括主裁判，都不会回顾或查看任何来源的，任何比赛的视频，照片，艺术渲染物等。

如果操控组要求主裁判详细解释判罚，按照 H202，必须由一位担任操控组成员的“学生”在赛场重置信号灯亮起之后（比如场地内的灯的颜色转变为绿色），站在对应的红/蓝方提问区中向主裁判提出交涉申请。提问区位于记分台的两侧地面，是用红蓝色胶带划出的正方形区域。依据时机，主裁判可以选择推迟交涉直到另一场比赛结束（因此队员可能需要在提问区多站几分钟）。

因为 FMS 只追踪犯规的数量，而且 FIRST 指示裁判不必自我记录犯规细节。因此，我们不会期待裁判们去回忆犯了什么规，什么时候犯的规以及对谁犯规的细节。

任何合理问题都可以在提问区提出，主裁判都会尽力回答（比如怎么犯的规，为什么犯的规，为什么某些机器人基于设计或打法会容易违反某些规则，某些规则的如何判罚），但请知晓，主裁判可能在回答的时候无法提供特定的细节。

11.2.1 YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚

除了本手册所列举的犯规行为，还可以对有违 FIRST 的使命、价值观及文化的队伍和机器人出示红黄牌。

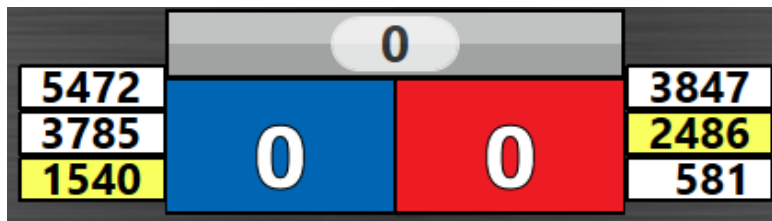
除了在 [Section 6.5 Rule Violations](#) 和 H201 中所列出的犯规行为外，主裁判也会对在 FRC 赛事中出现的不合适的恶意行为，在比赛中出示黄牌警告，或出示红牌取消资格。

红黄牌的出示方式是主裁判站在队伍操作台前，面对操作台举手出示红黄牌。

依据 [Section 6.5 Rule Violations](#) 黄牌是可以累积的，这意味着第二张黄牌将会自动转化为红牌。队伍再次受到黄牌警告时，包括在同一场比赛中第二次收到黄牌警告，会获得红牌警告。主裁判在比赛结束后来到操作台前举起一张红牌或黄牌时，视作对队伍的第二次黄牌警告。获得黄牌或是红牌的队伍会带着处罚进入后续的比赛，除非出现以下情况。

一旦 1 支队伍获得了黄牌或是红牌，在后续比赛中，队伍在观众屏幕上显示的队伍编号将会带有黄色作为底色（见下图），提示所有的在场人员这支队伍正背着一张黄牌。

Figure 11-2 Example audience screen graphic showing YELLOW CARD indicators



所有 FMS 中记录的黄牌都会在练习赛，资格赛，分区淘汰赛之后清除。主裁判可能会因为特别恶意的表现而让练习赛得到的黄牌保留到资格赛中

在淘汰赛中，如果 1 支队伍获得了黄牌警告，那么整个联盟会领到黄牌。如果联盟积累了两张黄牌，那么整个联盟会领到红牌。红牌导致联盟在本场比赛取消资格，直接判负。如果在同一场比赛中的双方联盟都领到了红牌，那么首先领到红牌的队伍判负。

红黄牌出示条件如下：

Table 11-1 YELLOW and RED CARD application

红黄牌出示时机:	红黄牌归属哪场比赛:
资格赛开始前	队伍的第一场资格赛
资格赛期间	队伍正在打的（或刚打完）的比赛。如果队伍正在打的（或刚打完）的比赛是以填补空缺的身份上场的，那红黄牌归属前一场比赛（比如队伍的 second 场资格赛）
资格赛结束后，淘汰赛开始前	联盟的第一场淘汰赛

淘汰赛期间

联盟正在打的（或刚打完）的比赛

参考红黄牌的犯规细节在 [Section 6.5.1 Violation Details](#).

11.3 MATCH Replays 比赛重赛

比赛期间可能会有重赛。重赛的起因可能是淘汰赛打成了平局，也可能是场地工作人员预见到了场地会损坏或人员会受伤而中止比赛，或者赛场故障。赛场故障（ARENA FAULT）的原因包含且不限于：

- A. 损坏的场地设施，起因于
 - a. 正常的，可预期的比赛
 - b. 机器人损坏场地设施影响对手的得分

因机器人损坏的场地设施如果属于机器人所在的联盟，不算作赛场故障。

- B. 场地供电故障（操作台上断路器的断开不算作供电故障）
- C. FMS 导致的非正常激活
- D. 场地工作人员失误（赛场后勤 [Section 6.7 Other Logistics](#) 列举的除外）。

如果由主裁判确认的确有赛场故障影响队伍比赛结果的，并且受影响的联盟中的任意队伍愿意重新比赛的，可以进行重赛。

由主裁判来判断让比赛结果受到影响的这个故障是否可以改变比赛的获胜方和/或晋级分的重新分配。

当决定重赛后，会努力尝试还原比赛而创造相同的条件。这意味着，假如队伍的机器人在比赛前被判罚“忽略”，那么重赛的时候也会是“忽略”状态。不过重赛的时候不需要机器人和操控组的起始位置和之前是相同位置。

注意：当主裁判判断不会影响比赛结果的一些赛场故障出现后，是不会安排重赛。这些包括且不限于：

- a. 场边的塑料板掉落进场地,掉落点远离任何人类和机器人的活动范围，这是不会影响比赛结果的
- b. 赛场音效的延迟播放
- c. 赛场计时屏的时间与观众屏幕显示的时间不一致
- d. 任何调整过或延迟发出的判罚（包括在比赛之后作出的判罚）

11.4 Measurement 场地测量

如果时间允许，场地将在资格赛开始前开放至少 30 分钟，在此期间，队伍可以调查和/或测量场地并在场地上放置机器人以执行传感器校准。比赛场地开放的具体时间和时长将在赛事期间传达给队伍。队伍可以向 FTA 提出具体问题或意见。

T401 *机器人能启动但不能移动 Freeze, ROBOT. 在赛场开放测量期间，机器人可以启动，但不能移动（机器人及机器人内部任何零部件都不能做动作），也不能与诸如货物，枢纽，机库及其他场地设施互动（比如得分，推拉，捡拾等）。

判罚：口头警告。再犯或恶意犯规，黄牌。

11.5 Practice MATCHES 练习赛

练习赛会安排在资格赛前一天。练习赛赛程会尽快公布，不会在练习赛开始后才公布。练习赛赛程也会发布在 [FIRST Robotics Event Results site](#)，练习赛的对战阵容是随机安排的，队伍不能更改自己参加的场次。每个队会有相等数量的练习赛，但如果队伍数量和练习赛的数量乘积不能被六整除，那么 FMS 会随机选择一些队伍多比几场。

单日赛事不会安排练习赛，地方赛因为赛制和日程安排的原因，无法保证是否安排练习赛。

11.5.1 Filler Line 练习赛候补线

候补线的队伍是用来填充练习赛中的空位的。当接下来的练习赛中出现了空缺或应该参加的队伍没有向排队管理志愿者报到的时候，在候补线排队等候的队伍就可以填充这个空位。候补线的队伍采取先到先上的填充方式。候补队的队伍数量由场馆大小决定。

队伍必须满足所有条件才能进入练习赛的候补线：

- A. 机器人必须已经通过机检（本要求也可能因完全开放的练习赛日程而免除）
- B. 操控组必须和机器人一起位于候补线
- C. 队伍不能对位于候补线的机器人做任何调整
- D. 候补线的队伍只能占 1 个位置
- E. 如果队伍正在等候区等候参加练习赛，将不被允许进入候补线

11.6 Qualification MATCHES 资格赛

11.6.1 Schedule 资格赛日程

资格赛的赛程表会尽快给出，最迟在资格赛开始前 1 小时公布（单日赛事在开始前 30 分钟公布）。队伍会收到一份纸质赛程表，还有线上赛程表可供查阅（除非有特殊情况），参见 FRC 赛事安排页面 [FIRST Robotics Competition Event Results site](#)，资格赛赛程表包含很多轮次，每支队伍每轮会有一场比赛。

11.6.2 MATCH Assignment 比赛安排

FMS 会按照预设算法每场比赛安排 2 个联盟对战（每个联盟 3 支队伍），队伍不能改变资格赛的出场顺序。算法遵循以下优先级：

1. 队伍两场比赛之间的间隔最大化
2. 队伍遇见相同对手的次数最小化
3. 队伍与相同队伍组成联盟的次数最小化

4. 队伍被指派参加代理人赛（SURROGATE MATCH）的次数最小化（被 FMS 随机选中进行一场额外的资格赛）
5. 队伍被分到蓝色联盟和红色联盟的次数相同
6. 队伍被分到每个操作台的次数相同

在队伍少于 24 支的赛事中，标准是相似的，但是优先级 5 被更改为最小化团队在蓝色和红色联盟之间交换的次数，而不是次数相同

所有队伍参加资格赛的场次数相同，与比赛轮数相等，除非队伍数量和比赛场次的乘积不能被六整除。在这种情况下，FMS 会随机选择队伍参加一场额外的比赛填补该比赛的空位。为了之后的排名计算，队伍参与的额外场次会被认定为代理人赛（SURROGATE MATCH）。如果 1 支队伍被安排了代理人赛，赛程表中会在队号边上标上星号(*)，被安排参加的场次一般是该队伍的第三场资格赛。代理人赛的胜负对作为代理人出场的队伍的排名没有影响，但在代理人赛中队伍获得的红黄牌会延续到之后的比赛中。

11.6.3 Qualification Ranking 资格赛排名

晋级分（Ranking Points，RP 分）是根据队伍所在联盟在资格赛中的表现而得到的奖励。RP 分获得的标准请见表 Table 6-1.

以下情况不会获得 RP 分：

- A. 作为代理人参加代理人赛获得 RP 分为 0
- B. 被主裁判取消资格的队伍，队伍在资格赛中获得 RP 分为 0，在淘汰赛中则是整个联盟得分为 0
- C. 未出场“no-show”队伍。队伍在该场比赛开始前就被取消资格或获得了该场比赛的红牌（见 H305）。比赛开始后队伍操控组未出现在联盟区域就视为未出场。

队伍在资格赛获得的晋级分（Ranking Point，RP）的总和除以队伍已参加的资格赛场次（需要减去代理人赛的场次），保留 2 位小数后即队伍的排名分（Ranking Score，RS）

所有参加资格赛的队伍会根据排名分来排名。如果有 n 支队伍参赛，就从 1 到 n 的顺序开始排名。1 是第一名，n 是最后一名。

队伍依据以下顺序来决定排名，见表 Table 11-2.

Table 11-2 Qualification MATCH ranking criteria

顺序	依据标准
1 st	排名分（RS）
2 nd	比赛得分的平均分（不含对方犯规而得的分）
3 rd	联盟的机库得分的平均分
4 th	联盟的滑行得分加上自动阶段货物得分后的平均分
5 th	由 FMS 随机排序

11.7 Playoff MATCHES 淘汰赛

在淘汰赛中，比赛只有胜负平，不再依据比赛结果获得 RP 分。在淘汰赛对战表的每条分支中，先获得两场胜利的联盟晋级到下一轮。

当八进四决赛和半决赛中两个联盟的比赛得分相同时，将根据表 Table 11-3 决定哪个联盟获胜。淘汰赛中被主裁判宣布取消成绩的队伍会让所属联盟在比赛中获得的得分为 0 分。

在决赛中，率先赢得两场比赛胜利的联盟为冠军联盟。如果决赛比了三场后仍然没有联盟获得两场胜利（1 胜 1 负 1 平），则将再赛三场，称为加赛（Overtime），直至有一个联盟获得两场胜利。如果加赛中两个联盟的胜负场次仍然相同，那么将会根据表 Table 11-3 决出冠军联盟。

Table 11-3 Playoff MATCH tiebreaker criteria

顺序	依据标准
1 st	因对方犯规和技术犯规而获得的得分
2 nd	联盟的机库得分
3 rd	联盟的滑行得分加上自动阶段的货物得分
4 th	比赛重赛

11.7.1 ALLIANCE Selection Process 联盟选择过程

在资格赛结束后，排名前 8 的 8 个种子队各自变为联盟队长（队伍），形成八大联盟。八大联盟会按照顺序称为第一联盟，第二联盟……第八联盟。每个联盟队长（队伍）需要从参赛队伍中选出 2 支队伍加入自己所在的联盟。

如果队伍拒绝成为联盟队长（队伍）或者缺席联盟选择仪式，那么就失去参加淘汰赛的资格。如果拒绝或缺席的队伍曾是联盟队长（队伍），那么排名比它低的联盟队长（队伍）的排名自动晋升 1 位。排名第 9 名的队伍则成为第八联盟的联盟队长（队伍）。

每支队伍指派一位“学生”作为队伍代表在指定时间（通常是比赛最终日的午休之前）进入赛场出席仪式。八大联盟的学生代表在淘汰赛中担任联盟队长（ALLIANCE CAPTAIN）。

联盟选择仪式由两轮组成，每轮联盟队长都会邀请 1 支比自己排名低的队伍加入自己的联盟。受邀队伍不得是拒绝过其他联盟邀请的队伍。

第 1 轮: 依照从第一联盟到第八联盟的顺序，每位联盟队长邀请 1 支队伍。受邀队伍代表出列回答是否接受邀请。

如果队伍接受邀请，那么就会成为该联盟的一员。如果八大联盟的队伍向排名比自己低的其他八大联盟的队伍发出邀请，且对方接受邀请，那么排名比受邀队伍低的联盟队长（队伍）的排名自动晋升 1 位，排名第 9 名的队伍则成为第八联盟的联盟队长（队伍）。

如果队伍拒绝邀请，那么该队伍将再也无法成为受邀对象，同时也失去了成为替补队伍的资格（见淘汰赛对阵表）。受邀队伍拒绝邀请后，联盟队长将继续向其他队伍发出邀请。如果拒绝邀请的是八大联盟中的

队伍，那么该队作为联盟队长（队伍）依然可以邀请其他队伍，但无法接受比自己排名高的其他联盟队长（队伍）的邀请。

第一轮持续到八大联盟都挑选了 1 支队伍加入自己的联盟后结束。

第 2 轮: 依照从第八联盟到第一联盟的顺序，每位联盟队长再邀请 1 支队伍，直到八大联盟各自都有了 3 支队伍。

第二轮结束后，剩下的队伍按照排名从高到低依次进入替补池成为替补队伍（队伍必须选择是否愿意进入替补池），直到替补池内有 8 支队伍。场地工作人员在第二轮联盟选择结束后会立刻协调替补池的构成。如果队伍无法立刻答复是否进入替补池，即被视为拒绝了邀请。

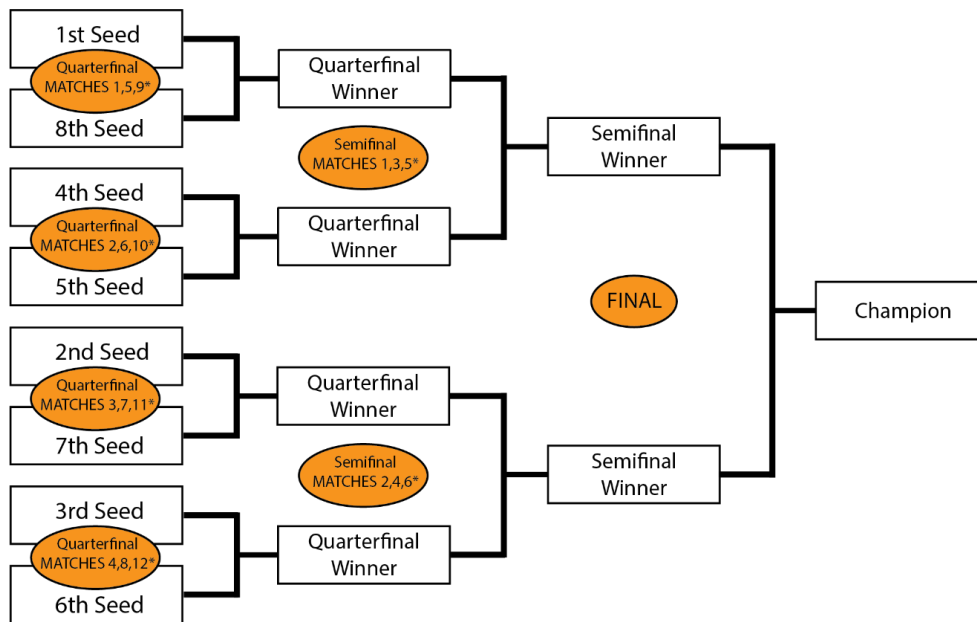
11.7.2 Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵表

淘汰赛会在联盟选择仪式之后进行。淘汰赛的对阵表如图 Figure 11-3

各队伍在联盟站内的位置：联盟队长会被安排到 2 号操作台，第一选择（联盟选择仪式中各联盟队长选择的第 1 支队伍）安排在 1 号操作台，第二选择安排在 3 号操作台。如果有替补队伍参加，他们会被安排在他们所顶替的队伍的操作台。队伍不得改变所在位置。

八进四决赛中，高排位联盟会安排为红色联盟。从半决赛开始，表 Figure 11-3 中对战双方位于上方的联盟会一直安排为红色联盟，无视他们的排名高低。

Figure 11-3 Playoff MATCH bracket



*If necessary

左起第一列为八进四决赛的对阵表，第二列为半决赛，第三列为决赛

为了保证所有联盟在下一场比赛来临之前有充足的准备时间，比赛顺序如下所示：

Table 11-4 Playoff order

八进四决赛 第 1 轮	八进四决赛 第 2 轮	八进四决赛 第 3 轮	半决赛	决赛
八进四决赛 1 (1 vs. 8)	八进四决赛 5 (1 vs. 8)	八进四决赛 决胜局 1 ¹	半决赛 1	决赛 1
八进四决赛 2 (4 vs. 5)	八进四决赛 6 (4 vs. 5)	八进四决赛 决胜局 2 ¹	半决赛 2	场地暂停
八进四决赛 3 (2 vs. 7)	八进四决赛 7 (2 vs. 7)	八进四决赛 决胜局 3 ¹	半决赛 3	决赛 2
八进四决赛 4 (3 vs. 6)	八进四决赛 8 (3 vs. 6)	八进四决赛 决胜局 4 ¹	半决赛 4	场地暂停
	场地暂停 ¹	场地暂停 ¹	半决赛 决胜局 1 ¹	决赛 决胜局 (加赛) ¹
		因平局而重赛 ¹	半决赛 决胜局 2 ¹	因平局而重赛 ¹
			场地暂停 ¹	
				因平局而重赛 ¹

¹ - 如果需要

11.7.3 Pit Crews 基地区成员

在淘汰赛的时候，由于赛场和 Pit 区距离较远，可能需要更多的队员在比赛间隙维修机器人。每队除了操控组外可以允许另外 3 名队伍进赛场帮忙维修机器

11.7.4 TIMEOUTS 比赛暂停

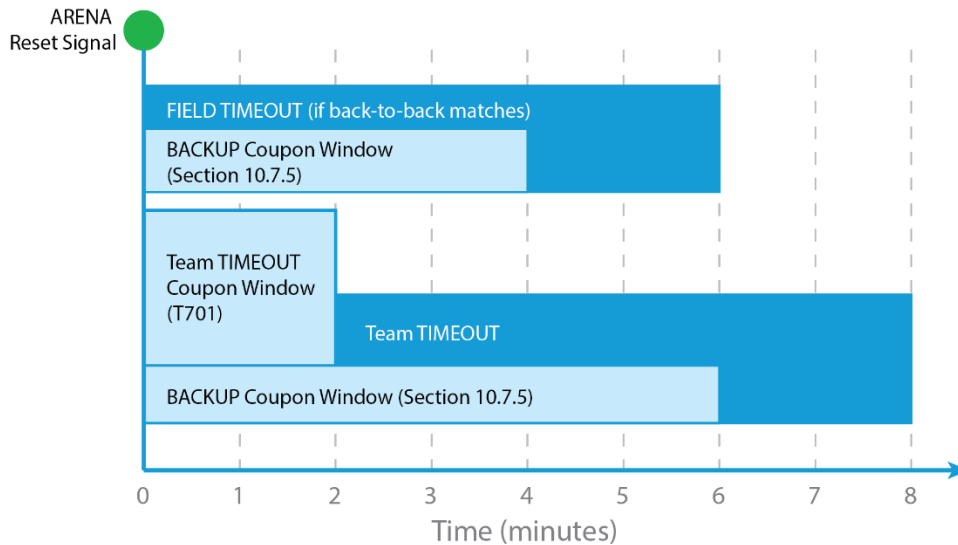
比赛与比赛之间可以有一个最多 6 分钟的暂停时间，用来暂时淘汰赛的比赛进程。

在比赛暂停的时候，赛场计时器将会显示剩余的暂停时间。对阵的两个联盟都可以利用 6 分钟的暂停时间。如果一个联盟在暂停时间结束前完成了整备，我们鼓励该联盟队长主动告知主裁判。如果两个联盟都在暂停时间结束前完成了整备，那么比赛就会立刻开始。

练习赛或资格赛不会有暂停。

如果一个联盟因为赛程原因，将打两场背靠背的淘汰赛的话，那么主裁判将提出“场地暂停”（FIELD TIMEOUT）让队伍们能更好地准备下一场比赛。场地暂停的时间和队伍提出的比赛暂停的时间一样，均为 6 分钟。

Figure 11-4 TIMEOUT timeline



淘汰赛中的每个联盟可提出一次暂停。

在比赛暂停时间结束前，队伍就应该已经把机器人放置在场上了。如果暂停结束后，队伍延误比赛会有违反 H301 的风险

T701 *提交暂停券是有时间窗口的。There’s a window for TIMEOUT coupons. 如果联盟想要提出暂停，只能让担任联盟队长的学生在赛场重置信号灯亮起后的 2 分钟内向主裁判提交暂停券。如果当时没有正在进行的比赛，那么在下场比赛开始前 2 分钟之前提交暂停券。比赛暂停会在赛场重置信号灯亮起 2 分钟之后开始倒计时（比如在提交暂停券的 2 分钟时间窗口关闭后，见图 Figure 11-4）

在时间窗口外提交的暂停券会被拒收。

比赛暂停无法串联，如果联盟在场地暂停期间提出了比赛暂停，那么场地暂停倒计时会在信号灯亮起后 2 分钟内结束，然后联盟提出的比赛暂停开始倒计时。

如果联盟想在场地暂停期间中提出比赛暂停，请依据 T701 的规定在赛场重置信号灯亮起后 2 分钟内提出。

比赛暂停机会和暂停券无法转让给其他联盟使用，只能由持有的联盟使用。提出比赛暂停不需要有明确的目的。

如果比赛因为赛场故障使得某台机器人无法操作而决定重赛，主裁判可以选择是否提出场地暂停。

11.7.5 BACKUP TEAMS 替补队伍

在淘汰赛中，联盟可能会因为出现机器人故障需要更换队伍。机器人故障包含但不限于：

1. 机械损伤
2. 电气问题
3. 软件问题

在这种情况下，联盟队长可以让替补池中排名最高的队伍加入其联盟。在淘汰赛期间，用机器人和操控组顶替联盟中另一个机器人和操控组的队伍称为替补队伍。

该联盟成为了拥有 4 支队伍的联盟。被替换的队伍仍然是该联盟的成员，但即使他们修复了机器人，也无法参加接下来的比赛。

每个联盟在淘汰赛中会得到 1 张替补队伍券。如果在替换过队伍之后，第 2 次出现了机器人故障，那么该联盟只能使用剩下的 2 台（甚至 1 台）机器人继续比赛。

案例：3 支队伍 A, B, C 队组成联盟进入淘汰赛。替补池排名最高的队伍是不在八大联盟中的 D 队。在淘汰赛比赛中，C 队的机器人遭受了机械臂的损坏。联盟队长决定用 D 队来替换 C 队。C 队及其机器人就失去了参加后续任何淘汰赛的资格（除非有 C 队参加的淘汰赛需要重赛）。A, B, D 队组成的新联盟成功晋级决赛并获胜。ABCD 四队都被认可为冠军联盟成员并获得优胜奖

如果替补队伍是冠军或亚军联盟成员之一，那么冠军或亚军联盟由 4 支队伍组成。

如果要在比赛暂停中提出替换队伍，联盟队长必须在暂停倒计时还剩 2 分钟之前提交替补队伍券给主裁判。如果还剩 2 分钟不到的时间暂停就结束了，那么提交无效。

在比赛没有叫暂停的时候，队伍想要提出替换队伍，需要指派担任联盟队长的学生在赛场重置信号灯亮起后 2 分钟内向主裁判提交替换队伍券，如果赛场不需要重置，那么在下场比赛时间开始前 2 分钟之前提交。

假如是联盟队长（队伍）的机器人被替换，那么担任联盟队长的学生可以作为第 16 人留在联盟区域，担当顾问角色，身份识别为教练（COACH），不能作为人类玩家参与比赛。

如果替换队伍券上没写明是哪支队伍需要被替换的话，主裁判可以选择不接受替换。如果提交者不是联盟队长，主裁判也不会接受替换。替换队伍券一旦向主裁判提交成功，是不能退回的。

T702 *如果比赛过早停止，不得提出暂停或替换 No coupons if MATCH stopped prematurely. 淘汰赛中，如果主裁判提前中止了比赛（赛场故障或安全原因）。队伍是不能提交替换或暂停券的。唯一的例外是赛场故障导致机器人无法操作而需要修理。

判罚：在时间窗口外的提交都会被拒绝

如果比赛因为本规则出现的状况而决定重赛，主裁判可以选择是否提出场地暂停。

11.7.6 Small Event Exceptions 小型赛事例外情况

比赛队伍匹配算法见 [Section 11.6.2 MATCH Assignment](#)。算法会让队伍遇到背靠背比赛的几率最小化。然而少于 24 支队伍的小型赛事的背靠背比赛很常见。在小型赛事的资格赛中遇到背靠背的比赛，主裁判会提出场地暂停，除非比赛日程表中对于背靠背比赛之间特别安排了休整时间。比赛暂停的细节见 [Section 11.7.4 TIMEOUTS](#)

24 支或数量更少的队伍参加的多日赛事会采用更改过的淘汰赛公式。相对于 8 个联盟，这些赛事的联盟选择和淘汰赛安排会采用：必定会有 1 支替补队伍，联盟的数量等于队伍数量减去 1 之后再除以 3，再四舍五入。（比如 24 支队伍的赛事会有 7 个联盟，20 支队伍的赛事会有 6 个联盟）公式如下：

$$ALLIANCE\ Count = \frac{Team\ count - 1\ BACKUP\ TEAM}{3}, rounded\ down$$

淘汰赛对战表和图 Figure 11-3 相同，如果对手是不存在的联盟，则自动晋级到下一轮。

（以下这段和地方赛（District）相关，和 11.8 整个章节一样，不做翻译）

District points for Draft Order Acceptance (per [Section 11.8.1.3 Playoff Round Performance](#)) are awarded as if a full set of ALLIANCES was selected (i.e. the second selection of the 3-seed ALLIANCE still receive 3 points regardless of how many ALLIANCES are formed). District points for Playoff performance consider an ALLIANCE that has a bye to have achieved the typical 2 wins for advancing from that round (i.e. the ALLIANCE members earn 10 district points).

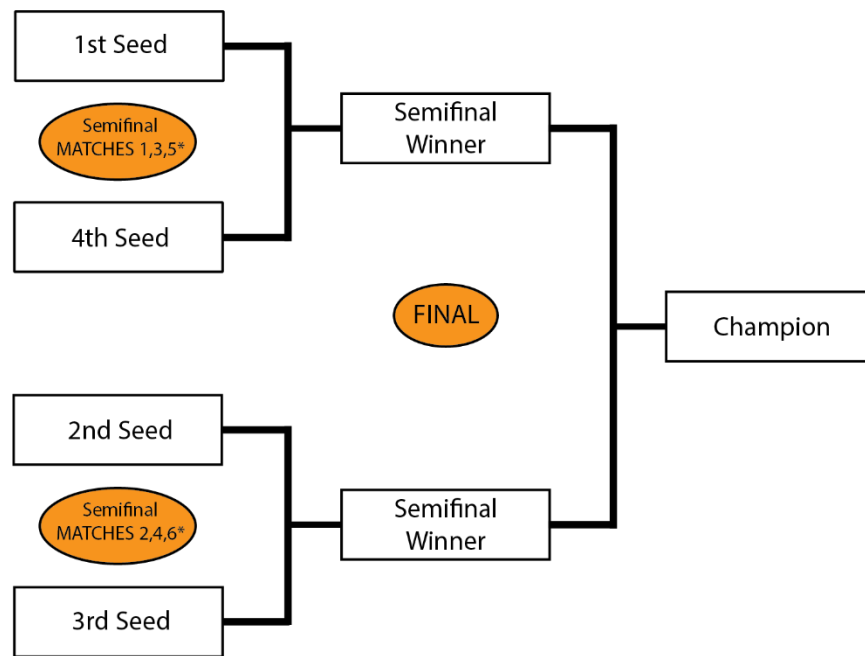
11.7.7 Single-Day Event Exceptions 单日赛事例外情况

一些赛事限制在 1 天内结束，成为单日赛事。单日赛事最少 13 支，最多 24 支队伍

地方赛积分的改变见 [Section 11.8.1 District Events](#).

单日赛事只安排 4 个联盟打淘汰赛，对阵表中只有 4 个联盟，见图 Figure 11-5 (如果单日赛事是地方赛赛事，积分不会给到通过八进四决赛的队伍)。这些比赛遵循同样的半决赛和决赛比赛顺序见表 Table 11-4.

Figure 11-5 Single-Day Event Playoff bracket



*If necessary

联盟选择只产生 4 个联盟，选择方法不变，见 [Section 11.7.1](#)，只不过八大联盟变为了四大联盟

当每天的比赛都是独立的情况下，评审奖项需要在赛事中花一整天（比如队伍第一天和其他队伍打比赛，第二天参与奖项评选）单日赛事的奖项都采用远程方式评审，细节请参考 [2022 Single-Day Event Plan](#)。

11.8 Advancement Through the District Model

地方赛晋级模型

（因国内没有采用地方赛赛制而不翻译相关内容，请直接阅读 [11.9](#)）

Teams advance through the season depending on the events at which they compete: Regional or District. This section details how District teams advance from District qualifying events, to their District Championship.

11.8.1 District Events 地方赛赛事（不作翻译）

District teams are ranked throughout the season based on the points they earn at their first 2 home District events they attend, as well as at their District Championship. Points are awarded to teams as follows:

Table 11-5 District Point Assignment

Category	Points
Qualification Round Performance	$QualificationPoints(R, N, \alpha) = \left[InvERF\left(\frac{N - 2R + 2}{\alpha N}\right) \left(\frac{10}{InvERF\left(\frac{1}{\alpha}\right)}\right) + 12 \right]$ <p>(For a typically sized District event, this will result in a minimum of 4 points being awarded for Qualification round performance. For events of all sizes, a maximum of 22 points will be awarded.)</p>
ALLIANCE CAPTAINS	<p>Equal to 17 minus the ALLIANCE CAPTAIN number (e.g. 14 points for ALLIANCE #3 Captain)</p> <p>For Single-Day Events, ALLIANCE CAPTAINS #1, 2, 3, and 4 receive 16, 14, 12, and 10 points respectively.</p>
Draft Order Acceptance	<p>Equal to 17 minus the Draft Order Acceptance Number (e.g. 12 points for the team that is fifth to accept an invitation)</p> <p>For Single-Day Events, first through eighth picks receive 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4, and 2 points respectively.</p>
Playoff Advancement	<p>Points awarded based on team participation in individual playoff rounds, and whether or not the ALLIANCE advances. See Section 11.8.1.3 for details.</p>
Judged Team Awards	<p>10 points for Chairman’s Award</p> <p>8 points each for Engineering Inspiration and Rookie All Star Awards</p> <p>5 points each for all other judged team awards</p>
Team Age	<p>10 points for 2021 and 2022 rookie teams</p> <p>5 points for 2020 rookie teams</p>

Back-to-Back Play	2 points for teams playing 2 Single-Day Events on 1 weekend, provided the 2 events are the team's first 2 events
--------------------------	--

Points earned at District Championships are multiplied by 3 and then added to points earned at District events, to determine the final season point total for the team.

If there is a tie in the season point total between teams, those items are broken using the following sorting criteria:

Table 11-6 District team sort criteria

Order Sort	Criteria
1 st	Total Playoff Round Performance Points
2 nd	Best Playoff Round Finish at a single event
3 rd	Total ALLIANCE Selection Results Points
4 th	Highest Qualification Round Seed or Draft Order Acceptance (i.e. Highest ALLIANCE Selection points at a single event)
5 th	Total Qualification Round Performance Points
6 th	Highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
7 th	Second highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
8 th	Third highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
9 th	Random Selection

11.8.1.1 Qualification Round Performance

The calculation of Qualification performance points is done using the equation (an inverse error function) in Table 11-5. The equation utilizes the following variables:

- R – the qualification rank of the team at the event at the conclusion of Qualification MATCHES (as reported by FMS)
- N – the number of FIRST Robotics Competition teams participating in the Qualification rounds at the event
- Alpha (α) – a static value (1.07) used to standardize the distribution of points at events

This formula generates an approximately normal distribution of Qualification Round Performance points at an event, based on rank, with most teams getting a moderate number of points, and fewer teams getting the highest or lowest numbers of points available.

Table 11-7 displays sample Qualification Round Performance points for variously ranked teams at a 40-team event. The system will automatically generate the appropriate points for each team based on their rank and the number of teams at the event.

Table 11-7 Sample Qualification Round point assignments

Rank	1	2	3	4	...	19	20	21	...	37	38	39	40
Points	22	21	20	19	...	13	13	12	...	6	6	5	4

11.8.1.2 ALLIANCE Selection Results

This attribute measures both individual team qualification round seeding performance and recognition by peers.

ALLIANCE CAPTAINS are recognized based on their qualification round seeding rank. This rank is a result of the rules of the game, which typically incorporate several team performance attributes, and are designed to eliminate ties in rank. Non-ALLIANCE CAPTAINS are rewarded based on peer recognition. To be invited to join an ALLIANCE, a team’s peers have decided that the team has attributes that are desirable. Giving points for ALLIANCE selection also supports come-from-behind teams. A team taking several MATCHES to optimize their performance may be recognized as a late bloomer by a top seeded team, even if that performance isn’t reflected in the rankings because of poor performance in early MATCHES. These points also have the potential to recognize teams employing a minority strategy with their ROBOT. Teams with unique or divergent ROBOT capabilities that complement the strengths of other ALLIANCE members may be selected to fill a strategic niche.

Note also that ALLIANCE CAPTAINS are given the same number of points as the team drafted in the same sequence. For example, the third ALLIANCE CAPTAIN gets the same number of points as the third draft team. Numerical analysis supports the idea that ALLIANCE CAPTAINS are about as strong in ROBOT performance as equivalently drafted teams. As an additional minor benefit, awarding the same points for ALLIANCE CAPTAINS and equivalent drafts lubricates the acceptance of draft offers between ALLIANCE CAPTAINS, which gives teams out of the top 8 (or 4, if a Single-Day Event) the chance to experience being ALLIANCE CAPTAINS themselves.

11.8.1.3 Playoff Round Performance

This attribute measures team performance as part of an ALLIANCE.

All teams on the ALLIANCE winning a particular playoff series, who participate in MATCHES with their ROBOTS, receive 5 points per MATCH won. In most cases, teams receive 10 points at each of the Quarterfinal, Semifinal, and Final levels, unless a BACKUP ROBOT is called in to play. For Single-Day Events, there is no Quarterfinal level so teams can receive up to 20 points for winning at the Semifinal and Final levels.

11.8.1.4 Awards

This attribute measures team performance with respect to team awards judged at the event.

The points earned for team awards in this system are not intended to capture the full value of the award to the team winning the award, or to represent the full value of the award to FIRST. In many ways, the team’s experience in being selected for awards, especially the Chairman’s Award, the Engineering Inspiration Award, and the Rookie All Star Award, is beyond measure, and could not be fully captured in its entirety by any points-based system. Points are being assigned to awards in this system only to help teams recognize that FIRST continues to be “More than RobotsSM,” with the emphasis on our cultural awards, and to assist in elevating award-winning teams above non-award-winning teams in the ranking system.

Teams only get points for team awards judged at the event. If an award is not judged (e.g. Rookie Highest Seed), is not for a team (e.g. the Dean’s List Award) or is not judged at the event (e.g. Safety Animation Award, sponsored by UL), no points are earned.

11.8.1.5 Team Age

This attribute recognizes the difficulty in being a rookie or relatively new team.

Points are awarded to 2020, 2021, and 2022 rookie teams in recognition of the unique challenges teams face in those early years, and to increase the chance that they will make it to the District Championship to compete with their ROBOTS. Like our dedicated Rookie awards, these additional points are intended to recognize and motivate newer participants in *FIRST* Robotics Competition. These points are awarded once at the beginning of the season. Rookie year is calculated based on the year in which *FIRST* recognizes the team as a rookie.

The assignment of Team Age points is different in 2022 from previous seasons. Please see this [blog post](#) for additional information.

11.8.1.6 Regional Participation

District teams do not earn points for their actions at any Regionals they may attend, nor are eligible for *FIRST* Championship qualifying judged awards at those events. However, if a District team does earn a slot at the *FIRST* Championship while attending a Regional event, that slot does count as part of the total Championship allocation the District is receiving for the season.

11.8.2 District Championship Eligibility 地方总决赛晋级条件（不作翻译）

A team competing in a District qualifies for their District Championship by meeting 1 of the following criteria:

- A. District Chairman’s Award Winner,
- B. District Ranking (based on total points earned at their first 2 home District events as detailed in District Events),

Teams do not earn points at third or subsequent District events, nor at any inter-district or Regional events at which they compete during the season.
If a team declines an invitation to the District Championship, the next highest uninvited team on the list is invited, and so on, until the event capacity is filled.

- C. District Engineering Inspiration winner (qualifies to compete for the award only), and
- D. District Rookie All Star winner (qualifies to compete for the award only).

The capacity of each District Championship is shown in Table 11-8. Each District determines the number of teams that qualify for their District Championship. These limits are based on factors including but not limited to the total number of teams in the District, available venue capacity, etc.

Table 11-8 2022 District Championship Capacities

District Championship	Capacity
FIRST Chesapeake District Championship	60
FIRST Israel District Championship	36
FIRST Mid-Atlantic District Championship	60
FIRST North Carolina State Championship	32
FIRST Ontario Provincial Championship	80

District Championship	Capacity
FIRST in Texas District Championship	80
Indiana State Championship	32
Michigan State Championship	200
New England District Championship	80
Pacific Northwest District Championship	42
Peachtree District State Championship	32

11.8.3 District Championships with Multiple Divisions

分赛区制地方总决赛（不作翻译）

Some District Championships have a sufficient number of teams to justify using more than 1 division. Teams are assigned divisions by *FIRST* using a process developed by *FIRST* in Michigan.

The process employs a “brute force iterative randomizer” and is executed as follows:

1. The district team list is sorted in order of cumulative district points earned as described in District Events.
2. The list is divided into quartiles based on rank (e.g. the first quartile has the top 25% ranked teams).
3. Division assignments are randomly generated using equal contribution from each quartile.
4. 3 criteria are calculated for each division:
 - a. average strength: the arithmetic mean of the district point values of teams in a division
 - b. distribution of strength: the Signal to Noise Ratio (SNR) of the district point values of teams in a division. SNR is calculated as follows:

$$SNR = 10 \left(\log \frac{\bar{x}^2}{\sigma^2} \right)$$

\bar{x} = arithmetic mean of the district points in a division

σ = standard deviation of the district points in a division

- c. distribution of strength for “top” teams: The SNR of the district point values of teams in the first quartile of a division
5. The 3 criteria for each division are compared to the other division(s). If the difference between the division’s value and any other division’s value exceeds the limits in Table 11-9, the criteria is not met.

Table 11-9 District Championship division Evaluation Limits

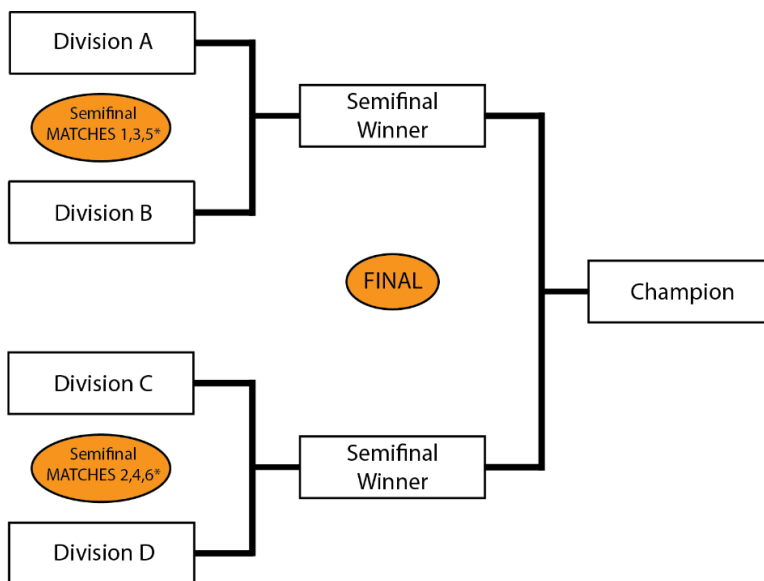
	2 divisions	4 divisions
Average strength	1	2
Distribution of strength	1	2.5
Distribution of strength for “top” teams	1.5	2

6. If all 3 criteria met, event organizers publish the assignments. If any of the 3 criteria are not met, assignments are rejected, and the process returns to Step 3.

In these cases:

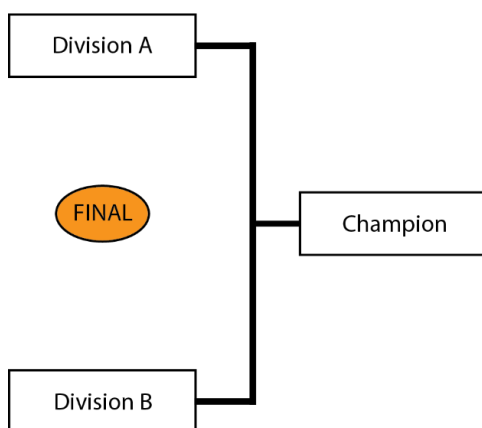
- Division winning ALLIANCES play each other in District Championship Playoffs, employing the bracket below that corresponds to their District, until a winning ALLIANCE for the event is determined.

Figure 11-6 4 division District Championship Playoff Bracket



*If necessary

Figure 11-7 2 division District Championship Playoff Bracket



- Teams participating in District Championship Playoffs earn Playoff round performance District points as described in Playoff Round Performance.
- If an ALLIANCE in a District Championship Playoff has not yet adopted a BACKUP ROBOT per BACKUP TEAMS, the ALLIANCE CAPTAIN may bring in only the highest seeded team from their division's pool of available teams to join its ALLIANCE.

11.9 FIRST Championship: Additions and Exceptions FIRST 总决赛：额外说明和例外情况

2022 年 FIRST 总决赛，所有队伍分到 6 个分区，每个分区的分配遵循以下原则：

1. 新秀队伍（新队，Rookies）随机依次分配到各个分区（分配方式举例：某队分到分区 1，某队分到分区 2，某队分到分区 3，某队分到分区 4，某队分到分区 5，某队分到分区 6，接着某队分到分区 1，如此循环直到新秀队伍分配完毕。
2. 老队分配方法和新队相同。

每个分区都采用标准锦标赛赛制，通过资格赛和淘汰赛产生分赛区冠军联盟。6 个分赛区冠军联盟参加总决赛淘汰赛，在爱因斯坦赛场（Einstein FIELDS）决出 2022 赛季 FRC 总决赛的冠军联盟。

11.9.1 Advancement to the FIRST Championship FIRST 总决赛晋级条件

队伍如何获得晋级或参加总决赛的资格，详细内容请浏览 FIRST 总决赛参赛资格页面 [FIRST Championship eligibility webpage](#)。

11.9.2 4 ROBOT ALLIANCES 四机器人联盟

FIRST 总决赛不设置替补队伍。

在每个分赛区的锦标赛中，联盟选择方式依然不变，见 [Section 11.7.1 ALLIANCE Selection Process](#)，只不过分赛区的联盟选择会进行第 3 轮，详情如下。

第 3 轮：和第 2 轮的顺序相反，依照从第一联盟到第八联盟的顺序，联盟队长（队伍）选择第 3 支队伍直到八个联盟各有 4 支队伍。

在分赛区淘汰赛和总决赛淘汰赛的比赛中，联盟从 4 台机器人中挑选 3 台上场，上场队伍的名单和操作台位置的分配称为上场阵容（LINEUP），不在上场阵容中的第 4 队可派 1 名代表作为第 16 人上场，只能担任顾问角色，身份识别为教练（不得作为人类玩家参与比赛）。

上场阵容在比赛设置场地之前是保密的。比赛开始前才会通过队号显示屏知道对方上场了哪 3 支队伍和他们所选的操作台位置。

如果联盟在他们的第一场分赛区淘汰赛或总决赛淘汰赛的比赛开始之前 2 分钟内没有提交上场阵容，那么这场比赛的上场阵容将会指定为联盟队长（队伍），联盟选择的第 1 支队伍，第 2 支队伍。若此时 3 支队伍中有机器人无法比赛，那么该联盟就不得不在只有 2 台机器人（甚至 1 台）的情形下打这第一场比赛。

如果联盟想要在第一场分赛区淘汰赛或总决赛淘汰赛后变更上场阵容，联盟队长必须向主裁判或指定的受理人报告，且必须在当前的比赛结束之前提交（比如八进四决赛第 2 场的上场阵容必须在八进四决赛第 1 场比赛结束之前提交）。如果主裁判在忙，且没有指定受理人，联盟队长需要等在问答区提交报告。

一旦上场阵容公布，除非有队伍提交暂停或场地暂停，否则是不允许再次更改阵容的。如果有比赛暂停，联盟队长必须在倒计时还有 2 分钟之前提交不同的上场阵容。

案例：4 支来自同一联盟的队伍 A, B, C, D。在某场淘汰赛中，C 的机器人损坏需要时间修理。联盟决定用 D 代替 C 参加剩余比赛。当 C 修好了机器人，那么接下来的比赛中 C 可以随时替代 A, B, D 参赛。4 支队伍所在联盟如果获得了分赛区冠军，4 支队伍都可以继续参加接下来的总决赛淘汰赛。

如果比赛因为赛场故障而重赛，重赛的上场阵容必须和当时比赛的上场阵容一致。如果是赛场故障导致有机器人无法操作，那么可以更改上场阵容。

11.9.3 FIRST Championship Pit Crews FIRST 总决赛基地区成员

FIRST 会在分赛区的联盟队长会议期间分发徽章给各联盟队长，这些徽章是 Pit 区成员进出赛场的必要凭证。

T901 *戴上你们的徽章 Wear your buttons. 只有队伍成员佩戴正确的徽章才会被允许进入分赛区和淘汰赛的比赛赛场。

判罚：比赛会在违规纠正后开始。那些无法辨别身份的人员必须离开赛场。

队伍应该假设他们会被某联盟选上并在联盟选择前事先计划好如何获取和分发徽章。分发徽章给 Pit 区成员是联盟队长的责任。

11.9.4 FIRST Championship Playoffs FIRST 总决赛淘汰赛

6 个分赛区冠军联盟将进行循环淘汰赛来决定 2022 赛季 FRC 总冠军。在这种模式下，每个分赛区冠军都会和其他分赛区冠军打过一场比赛。比赛顺序见表 Table 11-10。

Carver, Turing, Hopper, Newton, Roebing, Galileo 都是分赛区的名称，表中这些名称指代各分赛区冠军。

Table 11-10 FIRST Championship MATCH order

Round	MATCH	Mass		Energy	
		Red	Blue	Red	Blue
1	1	Carver	Turing		
	2			Galileo	Roebing
	3	Hopper	Newton		
2	4			Carver	Roebing
	5	Turing	Newton		
	6			Galileo	Hopper
3	7	Carver	Newton		
	8			Roebing	Hopper
	9	Turing	Galileo		
4	10			Hopper	Carver
	11	Newton	Galileo		
	12			Roebing	Turing
5	13	Galileo	Carver		
	14			Hopper	Turing
	15	Newton	Roebing		

在总决赛淘汰赛中，联盟不会获得 RP 分，而是会获得总决赛积分（简称 CP 分，Championship Point）。CP 分依据联盟在循环淘汰赛中每场比赛的表现而获得。

- A. 获胜联盟获得 2 点 CP 分
- B. 落败联盟获得 0 点 CP 分

C. 平局让双方联盟各获得 1 点 CP 分

A 项到 C 项的例外如下:

D. 当出现取消成绩 (DISQUALIFIED) 的队伍, 这由主裁判认定, 会导致所属联盟获得 0 点 CP 分

CP 分的总分除以联盟被安排参加的循环赛的轮数, 得出的结果为该联盟的总决赛排名分 (CS, Championship Score)

所有参加循环赛的队伍依据总决赛排名分 (CS) 来排位。如果参加的队伍数量为 n , 那么从 1 到 n 来排位。排名第 1 的队伍为总决赛排名分最高的队伍, 排第 n 名的队伍为总决赛排名分最低的队伍。

Table 11-11 Einstein Tournament Ranking Criteria

顺序	依据标准
1 st	总决赛排名分
2 nd	联盟机库得分的平均分
3 rd	联盟滑行得分加上自动阶段货物得分的平均分
4 th	联盟比赛得分 (包含对方犯规的得分) 的平均分
5 th	如果平局影响哪个联盟晋级, 那么受影响的联盟之间会加赛一场决胜赛。 如果平局发生在两个晋级的联盟间, 那么 FMS 随机决定平局队伍的联盟颜色

循环淘汰赛排名第 1 和第 2 的联盟将晋级爱因斯坦决赛 (Einstein Finals)。在爱因斯坦决赛中, 比赛只看胜负和平局, 先获得两场比赛胜利的联盟将成为 2022 赛季 FIRST Robotics Competition 的全球总冠军。

在爱因斯坦决赛中, 如果出现平局, 会安排重赛。在这种情况下, 上场阵容是可以更改的。

11.9.5 FIRST Championship TIMEOUTS FIRST 总决赛比赛暂停

爱因斯坦决赛中队伍无法提出暂停。



12 GLOSSARY 词汇表

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
ACTIVE DEVICE 主动设备	Error! Reference source not found. 任何能够通过施加外部电刺激来动态控制和/或转换电能来源的装置
ALLIANCE 联盟	Error! Reference source not found. 最多 4 支队伍组成的团队
ALLIANCE CAPTAIN 联盟队长	Error! Reference source not found. 在淘汰赛中担任联盟代表的学生。
ALLIANCE AREA 联盟区域	一个 30 英尺（约 914 厘米）宽 · 8 英尺 10 英寸（约 269 厘米）深，无限高，包含联盟墙和地毯边缘和联盟颜色胶带的区域。联盟区域不包含航站楼区域和航站楼一个 30 英尺（约 914 厘米）宽，8 英尺 10 英寸（约 269 厘米）长，无限高的空间，包含了联盟墙，地毯边缘，联盟所属颜色的胶带。
ALLIANCE WALL 联盟墙	an ARENA element that Error! Reference source not found. 一个赛场元素，包含 3 个操作台和 1 面机库墙。
ARENA 赛场	a space which Error! Reference source not found. 一个空间，包含所有“快速反应”比赛所需的基础设施元素：场地，货物，所有场地和机器人的管理设备。
ARENA FAULT 赛场故障	Error! Reference source not found. 赛场操作中出现的错误
AUTO 自动阶段	Error! Reference source not found. in which Error! Reference source not found. 比赛的第一阶段，此阶段机器人脱离操纵组的控制和输入而自动行动。
BACKUP TEAM 替补队伍	Error! Reference source not found. 在淘汰赛顶替一个联盟的另一台机器人和操控组的队伍
BUMPER 保险杠	Error! Reference source not found. 包覆机器人框架的必须组装物。保险杠保护/避免机器人受到其他机器人和场地设施的伤害。
BUMPER ZONE 保险杠区域	Error! Reference source not found. 当机器人放置在平面地板上时，地面和高于地面 7.5 英寸（约 19 厘米）平行面之间的立体空间为保险杠区域
BYPASSED 忽略（状态）	the state assigned to Error! Reference source not found. 被 FTA, LRI 或主裁判认定无法或没有资格参加当前比赛的机器人所设置的状态

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
CARGO 货物	a red or blue oversized tennis ball, 快速反应的得分道具是一些超大尺寸的网球·称为货物·是由 Flaghouse 公司为了 FIRST 而改制的。货物直径 9½ 英寸（约 24 厘米），重量 9½ 盎司（约 270 g), 绒毛表面 一个红色或蓝色的超大尺寸的网球，直径 9 又 2 分之 1 英寸（约 24 厘米），重量 9 又 2 分之 1 盎司（约 270 克），有绒毛表面
CARGO BONUS 货物得分奖励	a reward granted if Error! Reference source not found. 当 20 个或更多联盟颜色的货物送入枢纽后得到的奖励。如果在自动阶段至少有 5 个我方联盟颜色的货物得分，称为五重奏，那么获得奖励的要求降低为 18 个。
CARGO LINE 货物线	一条长度 3 英尺（约 91 厘米）的黑线·一端距离航站楼和联盟墙的交汇处 1 英尺（约 30 厘米），和联盟墙平行·平行距离 1 英尺（约 30 厘米） 一条长度 3 英尺（约 91 厘米）的黑线，一端距离航站楼和联盟墙的交汇处 1 英尺（约 30 厘米），和联盟墙平行，平行距离 1 英尺（约 30 厘米）。
CENTER LINE 中场线	Error! Reference source not found. 一条白线，和围栏形成约 66 度夹角，把场地平分
CHUTE 斜槽	斜槽是一块塑料板上带有数个 1½ 英寸（约 3 厘米）高的铝角·每个铝角间隔为 6½ 英寸（约 17 厘米），这些间隔形成了各个滑道。斜槽的一侧距离地面
COACH 教练	Error! Reference source not found. 一位指导或顾问
COMPONENT 部件	Error! Reference source not found. 任何处于最基本状态的零件，在不损坏零件的情况下，无法被拆解或改变基本功能
CONTINUOUS 持续的	Error! Reference source not found. 犯规持续 10 秒以上称之为持续的
COTS 市售商品	an adjective that describes Error! Reference source not found. 供应商在市面上出售的可供队伍购买使用的（非定制）标准商品的形容。
CUSTOM CIRCUIT 自制电路	Error! Reference source not found. 任何主动电气元件，既不是 R501 规定的促动器，也不是 R710 规定的核心控制元件。
DISABLED 停机	Error! Reference source not found. 让机器人停止操作，强制取消所有输出的状态。
DISQUALIFIED 取消资格	Error! Reference source not found. 在资格赛中让队伍获得 0 得分 0 晋级分，或在淘汰赛中让队伍所在联盟获得 0 得分的状态。
DRIVER 操作手	机器人的操控者或控制者 机器人的操作者和控制者

术语	定义 (本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除, 所以点击后不会跳转)
DRIVER STATION 操作台	Error! Reference source not found. 位于联盟墙内, 让操控组操作他们的机器人的 3 个指定位置之一。
DRIVE TEAM 操控组	Error! Reference source not found. 1 个由来自同一支 FRC 队伍的 5 人组成的参加指定比赛的小组。
FABRICATED ITEM 加工件	Error! Reference source not found. 任何已经被更改, 搭建, 铸造, 重构, 调制, 切割, 热处理, 机械加工, 制造, 改装, 着色, 生产, 表面镀层, 部分改变或完全改变最终形状的用在机器人上的部件或机械结构。
FIELD 场地	Error! Reference source not found. 一个 27 英尺 (约 823 厘米) 宽, 54 英尺 (约 1646 厘米) 长, 被地毯所覆盖, 由内外朝向的围栏, 朝向内的联盟墙, 航站楼的前垂直面所围住的区域。
FIELD STAFF 场地工作人员	REFEREES, FTAs, or other staff working around the FIELD 在场地周围工作的裁判们, FTA 们, 和其他工作人员
FMS 场控	Error! Reference source not found. 场地控制系统
FOUL 犯规	Error! Reference source not found. 给对方得分加 4 分的行为
FRAME PERIMETER 外框架	Error! Reference source not found. contained within the BUMPER ZONE 牢固的, 非铰接的, 在保险杠区域内的, 机器人结构元素。
FTA	a <i>FIRST</i> Technical Advisor FIRST 技术顾问
GUARD 防护栏	Error! Reference source not found. 在斜槽上方的所有属于航站楼的结构。
HANGAR 机库	an ARENA assembly which Error! Reference source not found. 由桁架结构, 地基, 4 个横档, 横档安装底座, 地面保护, 和 2 个发射板组成的赛场设施。
HANGAR BONUS 机库得分奖励	a reward granted if an Error! Reference source not found. 当一个联盟的机库得分获得至少 16 分时获得的奖励
HANGAR WALL 机库墙	Error! Reference source not found. 一个 2 英尺 9 ⁵ / ₈ 英寸 (约 85 厘米) 宽, 6 英尺 5 ³ / ₄ 英寸 (约 197 厘米) 高的, 安装在 1 号操作台和围栏间的结构
HANGAR ZONE 机库区	Error! Reference source not found. 一个 9 英尺 8 英寸 (约 295 厘米) 宽, 10 英尺 8 又 4 分之 3 英寸 (327 厘米) 宽, 无限高, 由联盟墙, 场地围栏和联盟颜色胶带围成的空间。胶带也包含在机库区内。

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
HIGH RUNG 高横档	a RUNG installed on the HANGAR and positioned such that its top 6 英尺 3 ⁵ / ₈ 英寸（约 192 厘米），顶部横档距离地面 一个安装在机库上，高度距离地面保护地毯 6 英尺 3 又 8 分之 5 英寸（约 192 厘米）的横档。
HUB 枢纽	a structure Error! Reference source not found. 一个位于场地中心，双方联盟共享的，由 2 个漏斗状的目标（称为枢纽上层和枢纽下层），上下层的出口，和 4 块挡板共同组成的结构。
HUMAN PLAYER 人类玩家	Error! Reference source not found. 货物管理员
INSPECTOR 检查员	a volunteer employed Error! Reference source not found. or ROBOT 对机器人或零件进行精确和高效评估其是否符合规则的志愿者。
KOP	Kit of Parts, Error! Reference source not found. Kit of Parts 的缩写，其中的物品或列在本赛季开题仪式套件的清单中，或在本赛季通过 FIRST Choice 分配到队伍手中，或已由本赛季产品捐赠供应商（PDV）购买。
LAUNCH PAD 发射板	Error! Reference source not found. 一块 4 分之 1 英寸（约 6 毫米）厚，1 英尺 5 又 4 分之 1 英寸（约 44 厘米）高，10 英寸（约 25 厘米）宽，带有联盟颜色的高密度聚乙烯（HDPE）板
LINEUP 上场阵容	the Error! Reference source not found. 包含上场的 3 支队伍名单和队伍选择的操作台位置
LOWER EXIT 下层出口	Error! Reference source not found. 货物离开枢纽下层的 4 个通道的其中一个
LOWER HUB 枢纽下层	the lower Error! Reference source not found. 2 个漏斗状目标的较低位置的目标
LOW RUNG 低横档	a RUNG installed on the HANGAR and positioned such that its top 离场地地面 4 英尺 ³ / ₄ 英寸（约 124 厘米）高。中横档的高度是 一个安装在机库上，高度距离场地地面 4 英尺 4 分之 3 英寸（约 124 厘米）的横档
LRI 首席机检	a Lead ROBOT INSPECTOR 首席机器检查员
MAJOR MECHANISM 主要机械结构	主要机械结构（Major Mechanism）是一组部件和/或机械结构组装后来完成至少一项比赛挑战： 一组部件和/或机械结构，组装后可以达成至少一个比赛挑战（例如机器人移动，货物操纵，场地设施操纵，没有其他机器人帮助的情况下独自完成得分任务）
MATCH 比赛	a two minute and 30 second period of time in which ALLIANCES play RAPID REACT 为时 2 分 30 秒，联盟之间围绕快速反应展开角逐的时间段

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
MECHANISM 机械结构	Error! Reference source not found. 机器人上提供特定功能的部件组合
MID RUNG 中横档	a RUNG installed on the HANGAR and positioned such that its top 5 英尺¼ 英寸（约 153 厘米），距离低横档 3 英尺 6 英寸（约 107 厘米）远。高横档距离地面一个安装在机库上，高度距离地面保护地毯 5 英尺 4 分之 1 英寸（约 153 厘米），中横档中心距离低横档中心 3 英尺 6 英寸（约 107 厘米）
MOMENTARY 暂时	Error! Reference source not found. 犯规持续时间小于 3 秒
MXP	myRIO Expansion port, the expansion port on the roboRIO roboRIO 上的扩展口，也是 myRIO 上的扩展口。
OPERATOR CONSOLE 操作终端	Error! Reference source not found. 部件和机械机构的组合，让操作手和/或人类玩家操作，把指令转发给机器人
PASSIVE CONDUCTOR 无源导体	Error! Reference source not found. 能力仅限于电能的传导和/或静态调节的任何设备或电路（比如电线，耦合器，连接器，印刷电路板等）
PCH	a Pneumatic Control Hub 气动控制扩展坞
PCM	a Pneumatic Control Module 气动控制模块
PDH	a Power Distribution Hub 电力分配扩展坞
PDP	a Power Distribution Panel 配电板
PIN 紧贴	the act in which a ROBOT Error! Reference source not found. 通过接触，直接或间接（比如依靠场地设施）的防止对方机器人移动的机器人行为
PURPLE PLANE 紫色平面	Error! Reference source not found. 和航站楼有相同的宽度，由防护栏的场地一侧和平行于内部斜坡的紫色胶带所定义的实质边界围成。
QUINTET 五重奏	a scenario in which Error! Reference source not found. 在自动阶段来自同一个联盟的货物得分超过 5 个的情况
RED CARD 红牌	Error! Reference source not found. 对于恶意的机器人或队伍成员的表现或犯规实施的一种会导致队伍取消当前比赛成绩的惩罚。
REFEREE 裁判	an official who is certified by <i>FIRST</i> to enforce the rules of RAPID REACT 由 FIRST 认证，执行快速反应规则的官方人士

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
REPEATED 重复的/累犯	Error! Reference source not found. 在一场比赛中犯规超过 1 次
ROBOT 机器人	Error! Reference source not found. 由 FRC 队伍搭建的电气机械组合体，用来参加当前赛季的比赛，包含所有参与比赛的基本系统（供电，通讯，控制，保险杠，场地游走）
RP RP 分	a Ranking Point 晋级分
RPM	a Radio Power Module 无线桥接设备（radio）供电模块
RS RS 分	the Ranking Score 晋级排名分
RSL	a ROBOT Signal Light 机器人信号灯
RUNG 横档	1 of 4 Error! Reference source not found. 1 根内径 1 又 4 分之 1 英寸（约 3.175 厘米）的 Schedule 40 钢管，外径 1.66 英寸（约 4 厘米），涂有所属联盟的颜色涂层。
SIGNAL LEVEL 信号级别	Error! Reference source not found. 承载小于等于 1 安培的持续电流，无法输送大于 1 安培的有源电路，包含但不限于 roboRIO 的非 PWM 口输出，CAN 信号，PCM/PCH 的电磁阀输出，VRM 的 500 毫安输出，RPM 输出，和 Arduino 板的输出）
SHADOW LINE 阴影线	Error! Reference source not found. 在中横档正下方的黑线。
STARTING CONFIGURATION 起始状态	Error! Reference source not found. 机器人在比赛刚开始时的物理非伸展状态。
STARTING LINE 起始线	Error! Reference source not found. 距离操作台菱形板 2 英尺 4 英寸（约 71 厘米）的白线
STUDENT 学生	Error! Reference source not found. 在开题仪式之前的 9 月 1 日尚未毕业的高中及同等学历的学生
SURROGATE 代理人	a team randomly assigned by the FIELD Management System to play an extra Qualification MATCH 被 FMS 指派参加额外一场资格赛的队伍
TAXI 滑行	the state of a Error! Reference source not found. 在自动阶段的任意时间点，机器人的保险杠从停机坪内的起始点位置全部离开停机坪的状态
TECH FOUL 技术犯规	Error! Reference source not found. 比赛中给对方得分加 8 分的行为

术语	定义（本词汇表中跟踪链接的原文已经被删除，所以点击后不会跳转）
TECHNICIAN 技术员	Error! Reference source not found. 给机器人排除故障，放置机器人到场地内，把机器人搬出场地的帮手
TELEOP 手动阶段	Error! Reference source not found. 每场比赛的第二阶段
TERMINAL AREA 航站楼区域	Error! Reference source not found. 1 个 7 英尺 8 又 2 分之 1 英寸（约 235 厘米）宽，6 英尺 9 英寸（约 206 厘米）深，无限高，被紫色胶带围住（含紫色胶带）的立体空间。
TERMINAL STARTING LINE 航站楼起始线	Error! Reference source not found. 1 条距离航站楼区域外侧 2 英尺（约 61 厘米）的白线，和航站楼区域等宽
TARMAC 停机坪	Error! Reference source not found. 4 个（红蓝联盟各有 2 个）每个 12 英尺 9 英寸（约 389 厘米）宽，7 英尺 4 分之 3 英寸（约 215 厘米）深，无限高，被联盟颜色的胶带围住（含胶带）的立体空间
TERMINAL 航站楼	a FIELD element which Error! Reference source not found. 由 1 个斜坡，1 个防护栏，1 个紫色平面，1 个斜槽和图 5-20 中展示的其他结构元素组成的场地设施。
TRAVERSAL RUNG 顶部横档	a RUNG installed on the HANGAR and positioned such that its top 7 英尺 7 英寸（约 231 厘米）。高横档和中横档，高横档和顶部横档之间的距离都是一个横档安装在机库上，离地高度 7 英尺 7 英寸（约 231 厘米）。TRAVERSAL 有人字梯的意思，对应机库的顶部横档所在的安装底座的结构。
TIMEOUT 比赛暂停	Error! Reference source not found. 在比赛之间用于中止淘汰赛进程的 6 分钟时间。
UPPER EXIT 上层出口	Error! Reference source not found. 货物离开枢纽上层的 4 个伸展物之一
UPPER HUB 枢纽上层	The higher Error! Reference source not found. 2 个漏斗状目标的较高位置的目标
VENDOR 供应商	Error! Reference source not found. criteria listed in Section 9 ROBOT Construction Rules 合法提供满足第 9 章机器人搭建规则的所有要求的 COTS 物品的商业来源
VRM	a Voltage Regulator Module 电压调节模块
YELLOW CARD 黄牌	Error! Reference source not found. 由主裁判出示的针对恶意的机器人或队伍成员的行为或犯规。同赛事中对已经获得黄牌的对象再次出示黄牌会导致对象获得一张红牌。





FIRST®, the *FIRST*® logo, *FIRST*® Robotics Competition, *FIRST*® Tech Challenge, RAPID REACTSM, *FIRST FORWARD*SM, *Gracious Professionalism*®, and *Coopertition*® are trademarks of For Inspiration and Recognition of Science and Technology (*FIRST*). LEGO® is a trademark of the LEGO Group. *FIRST*® LEGO® League is a jointly held trademark of *FIRST* and the LEGO Group. All other trademarks are the property of their respective owners. ©2022 *FIRST*. All rights reserved.