

2023 *FIRST* 机器人竞赛
“疾速填充” 比赛手册

Contents 目录

1	Introduction 介绍	6
1.1	About FIRST® 关于 FIRST	6
1.2	In Memoriam 纪念已故之人	6
1.3	FIRST® Robotics Competition FIRST 机器人竞赛	6
1.4	Gracious Professionalism®, a FIRST Credo 高尚和专业精神, FIRST 信条之一	7
1.5	Coopertition® 互助	8
1.6	Spirit of Volunteering 志愿精神	9
1.7	This Document & Its Conventions 本文档和惯例	10
1.8	Translations & Other Versions 手册翻译和其他版本	11
1.9	Team Updates 团队更新	11
1.10	Question and Answer System 问答系统	12
2	FIRST Season Overview FIRST 赛季概览	13
3	Game Sponsor Recognition 比赛赞助商致辞	14
4	Game Overview 比赛概览	15
5	ARENA 赛场	16
5.1	FIELD 场地	16
5.2	Areas, Zones, and Markings 区域, 区和标记	19
5.3	BARRIER 路障	21
5.4	CHARGE STATION 充电站	21
5.4.1	CHARGE STATION lighting 充电站灯光	23
5.5	GRID 电力网格	24
5.6	SUBSTATIONS 变电站	27
5.6.1	SINGLE SUBSTATION 单变电站	28
5.6.2	DOUBLE SUBSTATION 双变电站	29
5.7	ALLIANCE WALLS 联盟墙	31
5.7.1	DRIVER STATIONS 操作站	32
5.8	GAME PIECES 比赛道具	35
5.8.1	CONE 圆锥	35
5.8.2	CUBE 方块	36
5.8.3	GAME PIECE Holders 比赛道具收纳盘	36

5.9	Vision Targets 视觉目标	37
5.9.1	Reflective Tape 反光条	38
5.9.2	AprilTags 标识	39
5.10	The FIELD Management System 场地控制系统	41
6	MATCH Play 比赛内容	42
6.1	Setup 场地设置	42
6.1.1	GAME PIECES 比赛道具	42
6.1.2	ROBOTS 机器人	42
6.1.3	Humans 人类	43
6.2	Autonomous Period 自动阶段	43
6.3	Teleoperated Period 手动阶段	43
6.4	Scoring 计分	43
6.4.1	GRID Scoring 网格得分	44
6.4.2	CHARGE STATION Scoring 充电站得分	44
6.4.3	Point Values 分值	45
6.5	Rule Violations 犯规判罚	46
6.5.1	Violation Details 判罚细节	46
6.6	DRIVE TEAM 操控组	47
6.7	Other Logistics 场地后勤	48
7	Game Rules: ROBOTS 比赛规则：机器人	49
7.1	ROBOT Restrictions 机器人限制	49
7.2	ROBOT to ROBOT Interaction 机器人之间互动	52
7.3	FIELD Interaction 和场地互动	56
7.4	GAME PIECES 比赛道具	57
8	Game Rules: Humans 比赛规则：人类	58
8.1	General 通用规则	58
8.2	REFEREE Interaction 和裁判互动	60
8.3	Before/After the MATCH 在比赛开始前和结束后	61
8.4	During the MATCH: AUTO 在比赛中的自动阶段	65
8.5	During the MATCH 在比赛中的所有阶段	66
9	ROBOT Construction Rules 机器人搭建规则	67
9.1	General ROBOT Design 通用机器人设计	68

9.2	ROBOT Safety & Damage Prevention 机器人安全和伤害预防	70
9.3	Budget Constraints & Fabrication Schedule 预算限制和制造进度	71
9.4	BUMPER Rules 保险杠规则	74
9.5	Motors & Actuators 电机和推杆	81
9.6	Power Distribution 供电分配	85
9.7	Control, Command & Signals System 控制, 命令和信号系统	92
9.8	Pneumatic System 气动系统	96
9.9	OPERATOR CONSOLE 操作终端	100
10	Inspection & Eligibility Rules 机器人检查和通过规则	101
10.1	Rules 机检规则	101
11	Tournaments 锦标赛赛制	104
11.1	MATCH Schedules 比赛日程	104
11.2	Head REFEREE and FTA Interaction 和主裁判、FIRST 技术顾问互动	104
11.2.1	Question Box 问答区	104
11.2.2	YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚	105
11.2.3	YELLOW and RED CARD application 红黄牌的应用	105
11.2.4	YELLOW and RED CARDS during Playoff MATCHES 淘汰赛中的红黄牌	106
11.3	MATCH Replays 比赛重赛	106
11.4	Measurement 场地测量	107
11.5	Practice MATCHES 练习赛	107
11.5.1	Filler Line 候补线	107
11.6	Qualification MATCHES 资格赛	108
11.6.1	Schedule 资格赛日程	108
11.6.2	MATCH Assignment 比赛安排	108
11.6.3	Qualification Ranking 资格赛排名	108
11.7	Playoff MATCHES 淘汰赛	109
11.7.1	ALLIANCE Selection Process 联盟选择仪式	109
11.7.2	Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵表	110
11.7.3	BACKUP TEAMS 替补队伍	112
11.7.4	LINEUPS 出场阵容	114
11.7.5	Pit Crews 基地区成员	114
11.7.6	Small Event Exceptions 小型赛事的例外情况	114

11.8	Advancement Through the District Model 地方赛晋级模型	115
11.8.1	District Events 地方赛赛事	115
11.8.2	District Championship Eligibility 地方总决赛晋级条件	118
11.8.3	District Championships with Multiple Divisions 分赛区制的地方总决赛	119
11.9	FIRST Championship: Additions and Exceptions FIRST 总决赛: 额外说明和例外情况	120
11.9.1	Advancement to the FIRST Championship FIRST 总决赛晋级条件	121
11.9.2	4 ROBOT ALLIANCES 四机器人联盟	121
11.9.3	FIRST Championship Pit Crews FIRST 总决赛基地区成员	121
11.9.4	FIRST Championship Playoffs FIRST 总决赛淘汰赛	121
12	Glossary 词汇表	123

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, 9-12 年级, 年龄 14-18 岁
- **FIRST® Tech Challenge**——**FIRST** 技术挑战, 7-12 年级, 年龄 12-18 岁
- **FIRST® LEGO® League**——**FIRST** 乐高联赛, 幼儿园入学前到 8 年级, 年龄 4-16 岁
 - **FIRST® LEGO® League Challenge**——**FIRST** 乐高联赛 Challenge, 4-8 年级 (年龄 9-16 岁, 年龄范围因不同国家地区而异)
 - **FIRST® LEGO® League Explore**——**FIRST** 乐高联赛 Explore, 2-4 年级 (年龄 6-10 岁)
 - **FIRST® LEGO® League Discover**——**FIRST** 乐高联赛 Discovery, 学龄前至 1 年级 (年龄 4-6 岁)

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

1.2 In Memoriam 纪念已故之人

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 (图 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

FIRST 机器人竞赛 (简称 **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。

2023 年，FRC 将有 80000 名学生组成的约 3300 支队伍参加。队伍来自全美各州以及全世界。

FRC 队伍将参与到 61 场区域赛（Regional），94 场地方赛（District）和 11 场地方总决赛（District Championship）的比赛中。此外，大约 600 支队伍将有资格参加 2023 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 2023 年 1 月 7 日星期六（美国东部时间）在 2023 FIRST Robotics Competition Kickoff（2023 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：

- 第一时间观看由 Haas 公司呈现的 2023 赛季“疾速填充”（CHARGED UP）的比赛内容揭晓。
- 学习 2023 赛季比赛手册和规则
- 获得开题仪式套件（Kickoff Kit）作为机器人搭建的起点

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疾速填充，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。

1.4 Gracious Professionalism®, a FIRST Credo

高尚和专业精神，FIRST 信条之一

高尚和专业精神是 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。

高尚和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，
- 拥有高尚和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，高尚和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（**Woodie Flowers Award**）是 **FIRST** 声望最高的导师奖。伍迪弗劳尔斯奖获奖者们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”

Woodie Flowers

Kyle Hughes (27)

Andy Baker (3940, 45)

Liz Calef (88)

Bill Beatty (71)

Dave Kelso (131)

Mike Bastoni (23)

Dave Verbrugge
 (5110, 67)

Paul Copioli (3310,
 217)

Ken Patton (51, 65)

Rob Mainieri (812, 64,
498, 2735, 6833)

Dan Green (111)

Mark Breadner (188)

John Novak (16, 323)

Chris Fultz (234)

John Larock (365)

Earl Scime (2614)

Fredi Lajvardi (842)

Lane Matheson (932)

Mark Lawrence (1816)

Eric Stokely (258, 360,
2557, & 5295)

Glenn Lee (359)

Gail Drake (1885)

Allen Gregory (3847)

Lucien Junkin (118)

Matt Fagen (4253)

Christine Sapio (2486)

1.6 Spirit of Volunteering 志愿精神

2023 赛季志愿者精神：各志愿者岗位的志愿者主管传达给 FIRST 社区的信息：

有两个短语可以推动和激励那些志愿投入时间的人：“回馈”和“向前付出”。每年，你都有机会为我们的导师、教练、学生和其他志愿者创造最好的体验。你可以通过在一场 FIRST 赛事中做志愿者来实现这一点。

志愿者工作对任何参与者都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、和家庭成员在每个赛季的相互间的互动中学习和成长。对所有人都有巨大的成长机会。每位志愿者带着他们的经验，加入到 FIRST 的核心价值中，通过志愿者工作下决定“向前付出”。

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。我们希望大家不要忘记“高尚和专业精神”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。我们努力培训每一位志愿者在任何时候都表现出高尚和专业精神——我们希望你们能回报这种行为——并创造一个让所有人都感到受欢迎的环境。

我们忠诚的志愿者们，以及所有正在考虑做志愿者们的人们：我们想邀请你们加入我们的 2023 赛季。志愿活动可以从中获得很多好处，而让它如此有趣的部分原因有：

- 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 理念分享给还不知道的人们
- 把赛事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

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（[great resources](#)）可以让你们在搜索后找到更多的合适时间参与志愿活动！

我们期待和欢迎你们的加入！

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

FIRST 技术顾问主管 *Chief FTAs – James Cerar and Mark McLeod*

比赛场地主管 *Chief Field Supervisors – Scott Goering & Ayla DeLaat*

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

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

1.7 This Document & Its Conventions 本文档和惯例

2023 比赛手册是所有 FRC 队伍获取 2023 赛季和由 Haas 呈现的“疾速填充”比赛相关信息的来源。阅读者会获得以下细节：

- “疾速填充”比赛内容的概览
- “疾速填充”的场地细节
- 如何进行“疾速填充”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 2023 赛季的赛制中晋级以及如何在赛季中晋级

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现场的规则和期望。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。

超链接到本手册其他章节标题，外部文章和规则参考的文本都会用“带有下划线的蓝色字体”显示，比如“[blue underlined text](#)”。

有特殊意义的关键词在 FRC 和疾速填充的段落中出现的话，会在手册最后的词汇表 [Glossary](#) 章节中进行解释，这些关键词会全用大写英文字母显示。

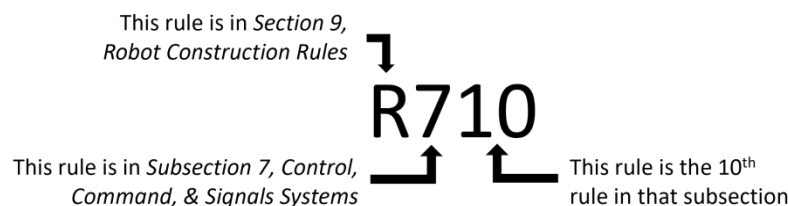
规则编号中的数字代表了所在章节，小节和规则在该章节中的位置。字母代表属于什么类型的章节。

- G 代表规则属于 [Section 7 Game Rules: ROBOTS](#) 比赛规则：机器人
- H 代表规则属于 [Section 8 Game Rules: Humans](#) 比赛规则：人类
- R 代表规则属于 [Section 9 ROBOT Construction Rules](#) 机器人搭建规则
- I 代表规则属于 [Section 10 Inspection & Eligibility Rules](#) 机器人检查和通过规则
- T 代表规则属于 [Section 11 Tournaments](#) 锦标赛赛制

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。

下图 Figure 1-2 中，R710 中的 R 代表属于第 9 章机器人搭建规则，7 代表属于该章第 7 节控制，命令和信号系统，10 代表属于该节第 10 条规则。

Figure 1-2 Rule numbering method



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](https://www.firstrobotics.com).

1.8 Translations & Other Versions 手册翻译和其他版本

“疾速填充”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 [CHARGED UP - 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），或者发布重要赛季新闻：

- 从开题活动之后的第一个周二到第一周赛事举办前的周二，团队更新将于每周二和每周五更新
- 第一周赛事开始后到最后一场地方总决赛之间，团队更新将于每周二更新。

团队更新将发布在“疾速填充”的赛事和赛季资料页面 [CHARGED UP - Season Materials web page](#) 通常会在美国东部时间下午 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。 **举例:** This is an example.

- 被删除内容将被打上删除线。举例: ~~This is an example.~~

1.10 Question and Answer System 问答系统

问答系统 [Question and Answer System \(Q&A\)](#) 是对 2023 疾速填充比赛手册 [2023 CHARGED UP 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 2023 年 1 月 11 日中午 12 点（美国东部时间）。问答系统的细节请参考网站: [CHARGED UP - 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 [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，但对于机器检查和通过规则（[Inspection & Eligibility Rules](#)）和裁判判罚（[REFEREE Interaction](#)）章节的条款，现场裁判和机器人检查员们对其有终级解释权。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 0”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

FIRST **ENERGIZESM**

PRESENTED BY **Qualcomm**

FIRST 本赛季总主题——FIRST ENERGIZE，由高通（Qualcomm）公司呈现

这是个充能创新的时刻。从推动我们前进的机器，到保持可持续性的粮食，到连接我们的无线技术，能源扮演了让世界保持运转的重要角色。在我们的 2022-2023 机器人赛季——由高通公司呈现的 FIRST ENERGIZE 赛季，我们的队伍将重新设想可持续能源的未来和推动他们理念前进的动力。创新不会停下脚步。

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 7（[United Nations Sustainable Development Goal #7](#)）——专注于确保人人获得负担得起的、可靠和可持续的现代能源。通过鼓励 FIRST 的参与者思考未来能源的可持续性，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





PRESENTED BY



The Gene Haas Foundation is proud to be the presenting sponsor of the 2023 *FIRST*® Robotics Competition season.

The Gene Haas Foundation sees the growing need for skilled manufacturing employees industry wide. By expanding access to high-quality manufacturing technology training programs and supporting organizations like *FIRST*®, the Gene Haas Foundation is energizing the future of STEM.

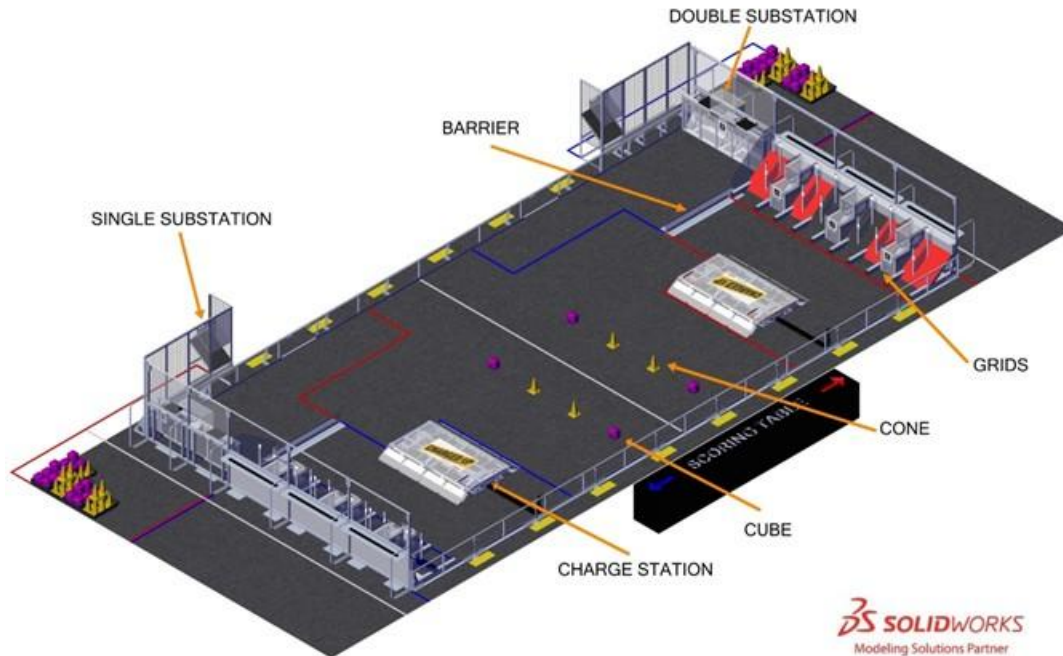
The skills you develop in *FIRST* Robotics Competition are relevant, in demand, and the same skills needed for the future.

How will you power new ideas forward?

Good luck to all the teams this season!

4 GAME OVERVIEW 比赛概览

Figure 4- 1 CHARGED UP field and key elements



在由 Haas 呈现的“疾速填充”比赛中，两个有竞争的联盟受邀处理比赛道具以便把能量带回他们的社区。每个联盟自变电站获得比赛道具，再把道具送进电力网格内得分，为他们的社区填充能量。人类玩家负责在变电站提供比赛道具给机器人。在每场比赛的最终阶段，联盟的机器人疾速停靠或占据他们的充电站！

每场比赛都以 15 秒的自动阶段开始，在此阶段机器人只按照预先编入的自动程序尝试得分，此阶段可得分的项目有：

- 机动离开社区，
- 取得比赛道具放到网格上得分，
- 停靠或占据他们的充电站。

在比赛剩余的 2 分 15 秒中，操作手接管机器人的控制权继续得分，此阶段可得分的项目有：

- 取得比赛道具放到网格上得分，
- 停靠或占据他们的充电站。

在比赛结束时获得最高得分的联盟获胜！



5 ARENA 赛场

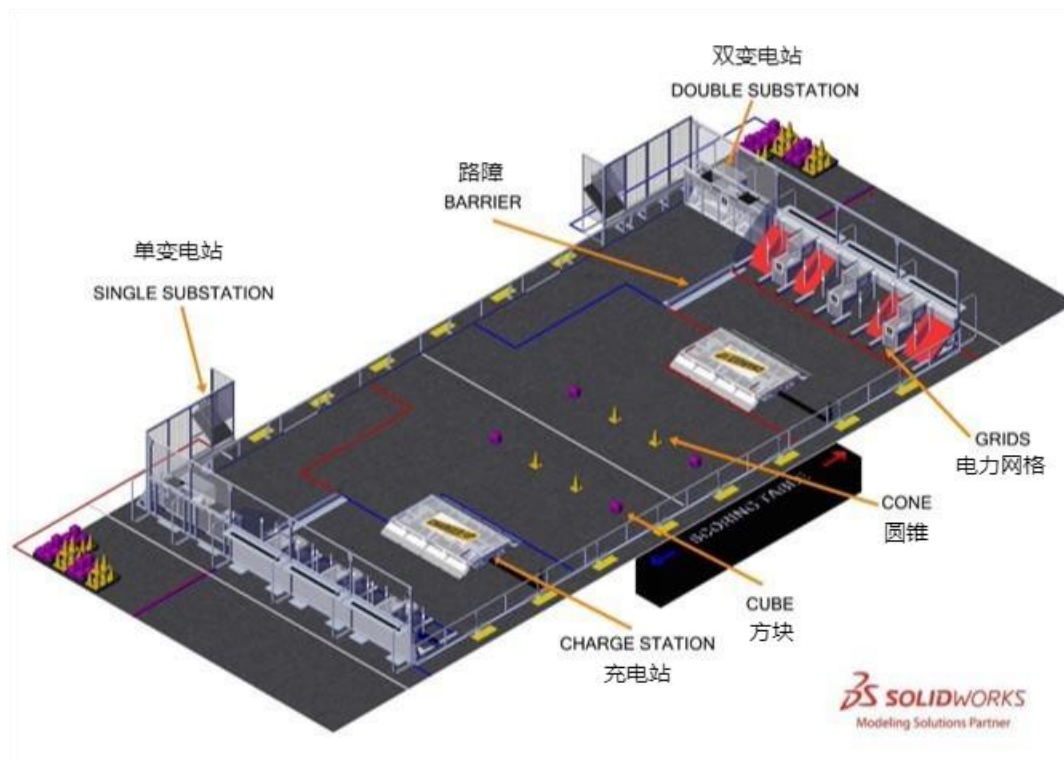
赛场包含所有由 Hass 呈现的“疾速填充”比赛所必要设施的一切：场地，比赛道具，所有场地控制、机器人控制和计分所需的设备。

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“2023 赛场布局 and 标记图 [2023 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“疾速填充”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“疾速填充”的场地廉价版设施的图纸将会发布在 2023 “疾速填充”赛事和赛季资料页面 [CHARGED UP - Playing FIELD web page](#)。

5.1 FIELD 场地

Figure 5- 1: CHARGED UP



每个“疾速填充”比赛的场地是一个 26 英尺 3½ 英寸（约 802 厘米）宽，54 英尺（约 1646 厘米）长，被地毯所覆盖，由内外朝向的护栏，朝向内的联盟墙，朝向内的单变电站（不含出口），双变电站的最外垂直面所围住（不含出口）的区域。

Figure 5- 2 CHARGED UP FIELD boundary

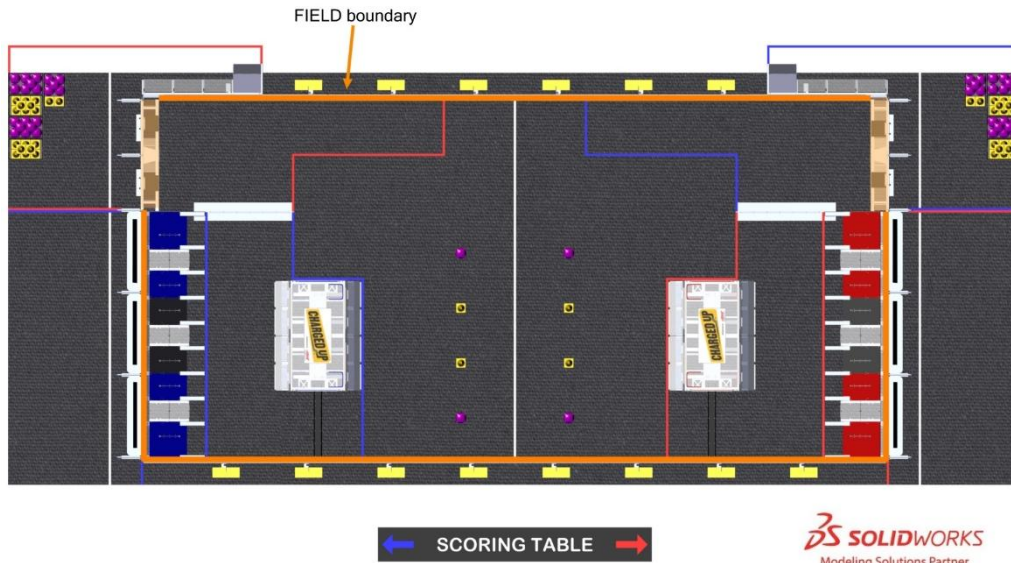
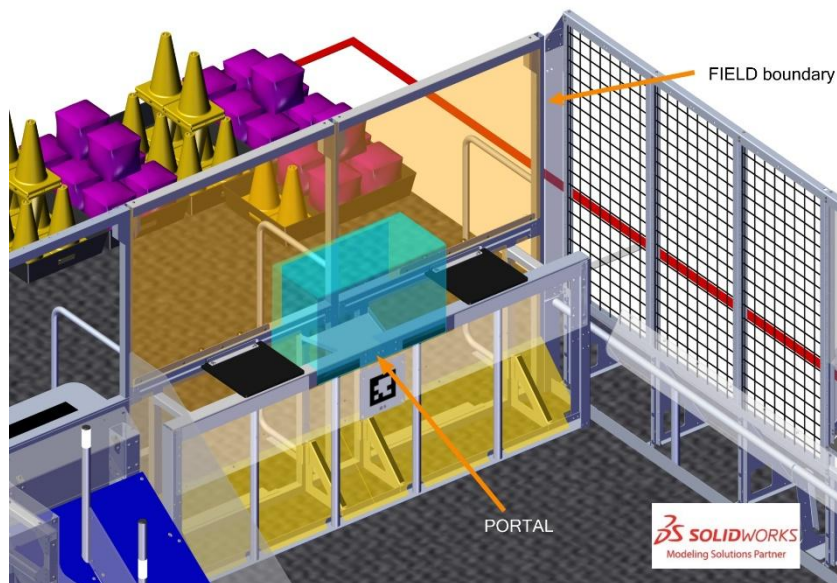


Figure 5- 3 CHARGED UP FIELD boundary at DOUBLE SUBSTATION



场地内由以下比赛设施填充:

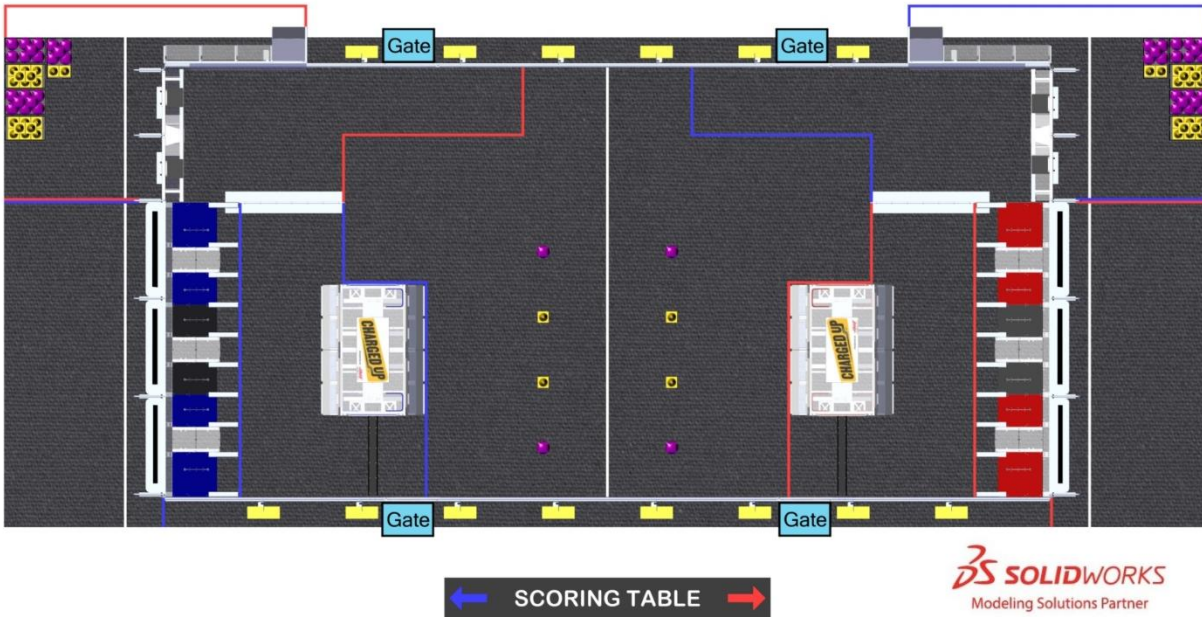
- 3 个红色网格和 3 个蓝色网格, 位于相应的联盟墙前方,
- 1 个红色充电站和 1 个蓝色充电站, 位于相应的社区内,
- 1 个红色单变电站和 1 个蓝色单变电站, 沿着部分场地护栏位于相应的变电站区域,
- 1 个红色双变电站和 1 个蓝色双变电站, 每个都和对方的联盟墙的位置成一线且相邻,
- 2 个路障, 每个都把社区和对方联盟的装载区隔开.

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。

场地两个长边是由护栏构成的。护栏高 1 英尺 8 英寸 (约 51 厘米)，护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)。护栏内总计有四个护栏门 (Gate) 可以打开让人员出入场地以放置或搬走机器人。护栏门打开后，门内可通过的宽度为 3 英尺 2 英寸 (约 97 厘米)。护栏门在比赛中会保持关闭并锁住。

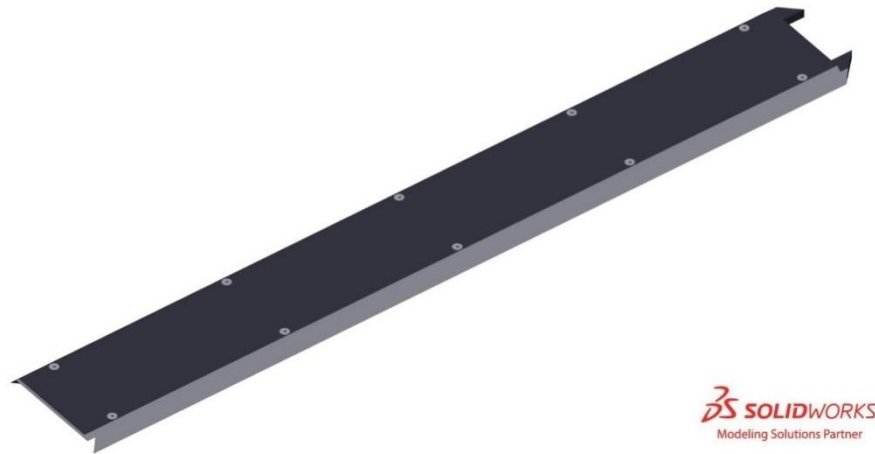
Figure 5-4 Gate locations



本赛季采用两个版本的护栏和操作台。其中一种采用 [2023 Official FIRST Field Drawings & Models](#) 的设计。另一种则由 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护栏处延伸到每个充电站的中心。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 5 英尺 6 英寸 (约 168 厘米)。地面部分 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 19 毫米) 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 $\frac{7}{8}$ 英寸 (约 22 毫米)。出口部分用魔术贴固定在护栏上，有 1 英尺 $8\frac{3}{4}$ 英寸 (约 53 厘米) 高，6 英寸 (约 15 厘米) 宽和深入场地 $1\frac{3}{4}$ 英寸 (约 4 厘米)。

Figure 5- 5 Cable protector segment

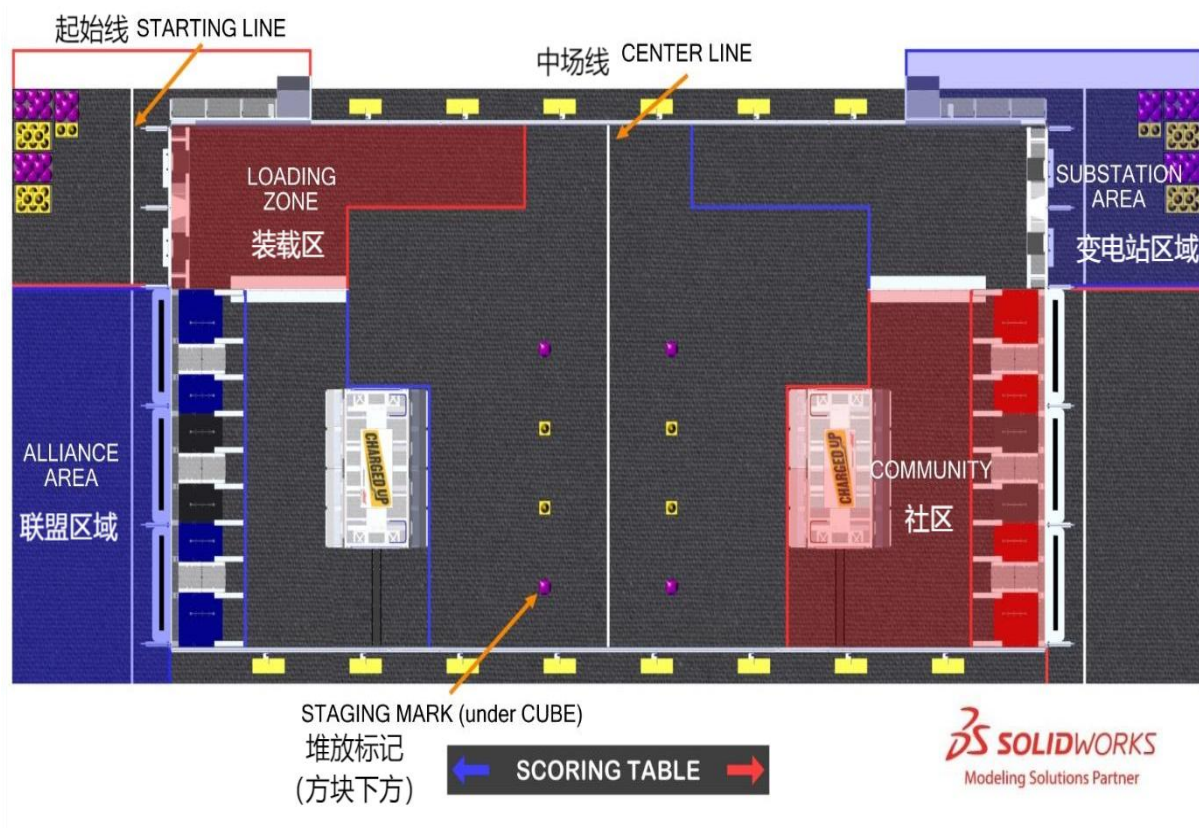


SOLIDWORKS
Modeling Solutions Partner

5.2 Areas, Zones, and Markings 区域，区和标记

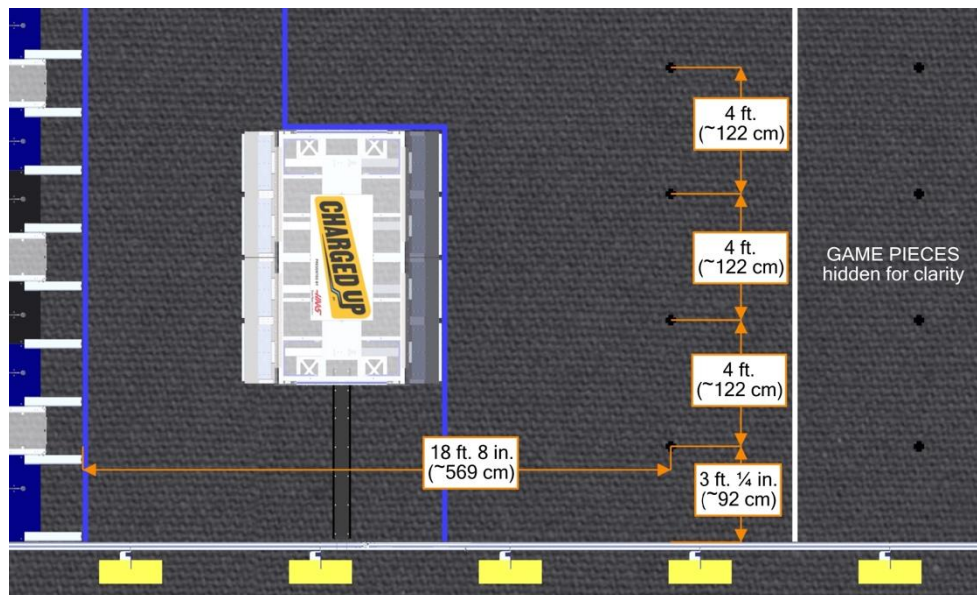
场地中划分的区域，区和标记效果会在本章节中描述。除非有特别指出，不然所有用于标记区域分界线的胶带都是使用 3M 的 [3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape \(GT2\)](#) 或类似的布基胶带来划分的。胶带宽 2 英寸 (约 5 厘米)。

Figure 5- 6 Areas, Zones, and Markings



- 联盟区域（ALLIANCE AREA）：一个 20 英尺（约 609 厘米）宽，9 英尺 10 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 300 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。
- 中场线（CENTER LINE）：一条白线，把场地平分。
- 社区（COMMUNITY）：一个 18 英尺（约 549 厘米）宽，11 英尺 $\frac{3}{4}$ 英寸（约 336 厘米）到 16 英尺 1 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 491 厘米）深，无限高，由联盟墙，路障，联盟颜色胶带和场地护栏围成的区域。胶带在社区范围之内。
- 装载区（LOADING ZONE）：一个 8 英尺 3 英寸（约 252 厘米）宽，11 英寸 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 336 厘米）到 22 英尺 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 671 厘米）深，无限高，由双变电站，路障，场地护栏和联盟颜色胶带围成的区域。胶带在装载区范围之内。
- 堆放标记（STAGING MARK）：用来识别比赛道具起始位置的 8 个标记之一。标记为 4 英寸（约 10 厘米）乘 4 英寸（约 10 厘米）交叉的黑色胶带构成。标记间的间距为 4 英尺（约 122 厘米）。社区内每 4 个 1 组的标记距离相应的网格的胶带的长度为 18 英尺 8 英寸（约 569 厘米）。具体位置见图 [Figure 5-7](#)。

Figure 5- 7 STAGING MARK locations

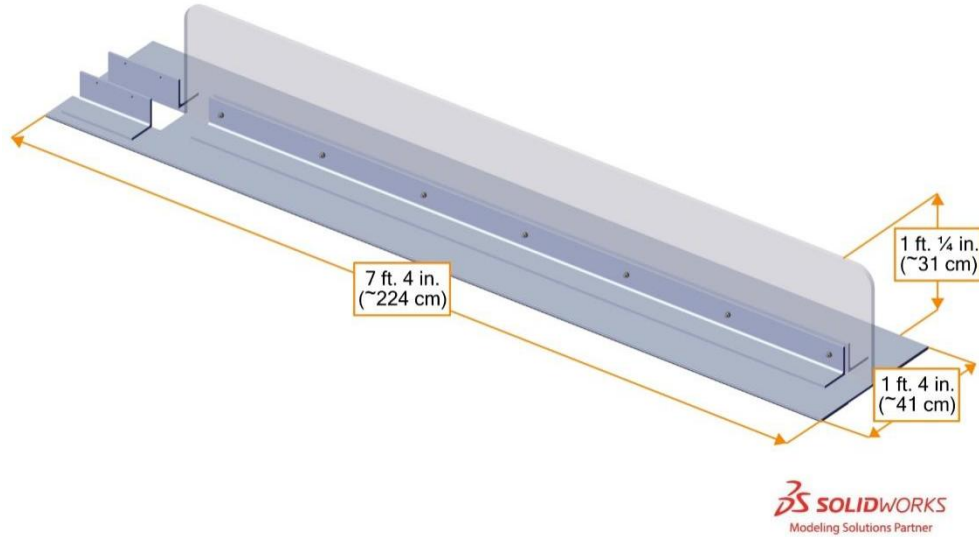


SOLIDWORKS
 Modeling Solutions Partner

- 起始线（STARTING LINE）：在联盟区域和变电站区域内，距离联盟墙 2 英尺 4 英寸（约 71 厘米）的白线。
- 变电站区域（SUBSTATION AREA）：一个 12 英尺（约 366 厘米）宽，18 英尺 7 英寸（约 566 厘米）深，无限高，由双变电站，地毯边缘，场地护栏，单变电站和联盟颜色胶带围成的区域。变电站区域包含出口（PORTAL）和胶带。

5.3 BARRIER 路障

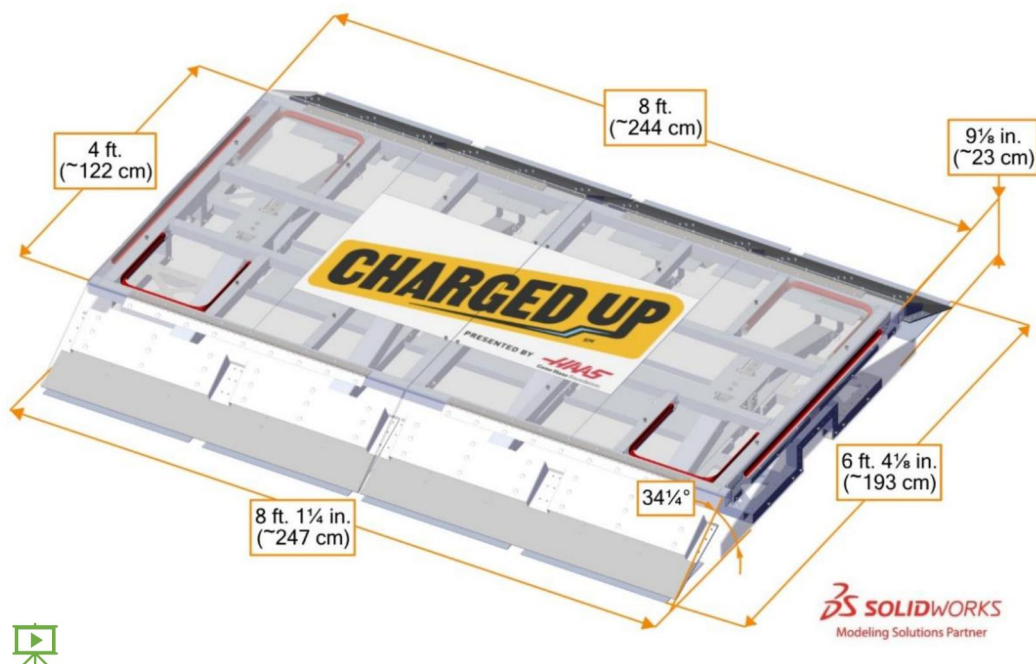
Figure 5- 8: BARRIER



分隔社区和毗邻装载区的 7 英尺 4 英寸（约 224 厘米）长的装配组合。路障有个底座 1 英尺 4 英寸（约 41 厘米）宽，1/4 英寸（约 6 毫米）高。底座支撑着 1 堵 1/2 英寸（约 13 毫米）厚，1 英尺 1/4 英寸（约 31 厘米）高的聚碳酸酯（polycarbonate，以下简称 PC 板）的“墙壁”。

5.4 CHARGE STATION 充电站

Figure 5- 9 LEVEL CHARGE STATION (场地介绍视频: [field tour video](#))

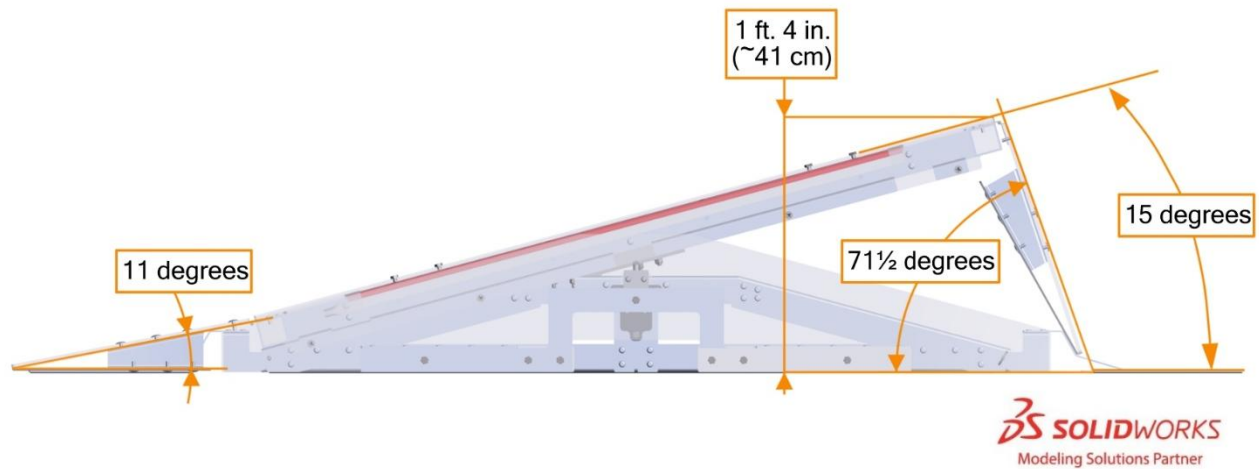


一个 8 英寸 1¼ 英寸（约 247 厘米）宽，6 英尺 4½ 英寸（约 193 厘米）深的结构，座落在社区。其中心距离网格胶带线最远端 8 英尺 ¾ 英寸（约 245 厘米），在社区宽度的中心。每个充电站由主绕轴旋转框架、导引坡道和支撑结构组成。主绕轴旋转框架通过 4 个 1 组的双铰链安装在底座框架上。

充电站的主旋转平台表面 8 英尺（约 244 厘米）宽，4 英尺（约 122 厘米）深。它的长轴的旋转角度为正负 15 度。当平台平行于场地地毯的时候，顶部 PC 板表面如图 [Figure 5-9](#) 所示高于地毯 9¾ 英寸（约 23 厘米）。当旋转角度为 15 度，平台最高的边缘高于地毯 1 英尺 4 英寸（约 41 厘米）。在正常运作的时候，充电站会自然恢复到平衡状态的中位。当充电站和场地地毯平行，角度误差在 2½ 度以内的时候，充电站被认为是处于平衡状态。

有 PC 板斜坡位于每个充电站的长边侧。斜坡 1 英尺 3¾ 英寸（约 39 厘米）长，横跨了整个充电站的宽度。斜坡会绕轴旋转并跟着主旋转平台滑动。当充电站顶部是平衡的，斜坡的倾斜角度是大约 34¼ 度，见图 [Figure 5-9](#)。当充电站完全倾斜，低位斜坡的倾斜角度大约是 11 度，高位斜坡的倾斜角度是 71½ 度，如图 [Figure 5-10](#) 所示。

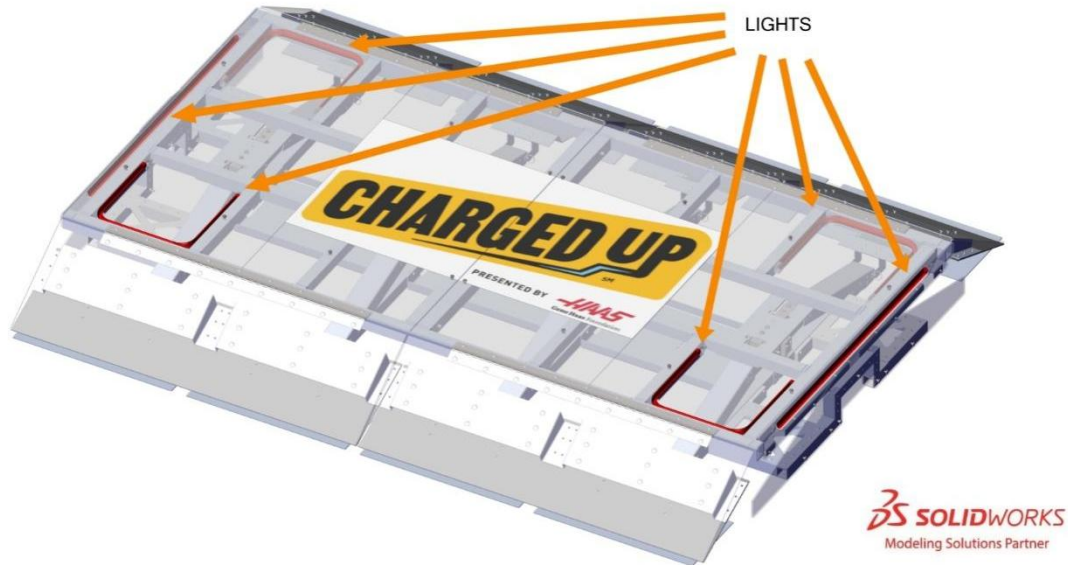
Figure 5- 10 Fully tilted CHARGE STATION



充电站的短边边缘有保护措施，限制了外部进入结构的底部。

5.4.1 CHARGE STATION lighting 充电站灯光

Figure 5- 11 CHARGE STATION LEVEL lighting example



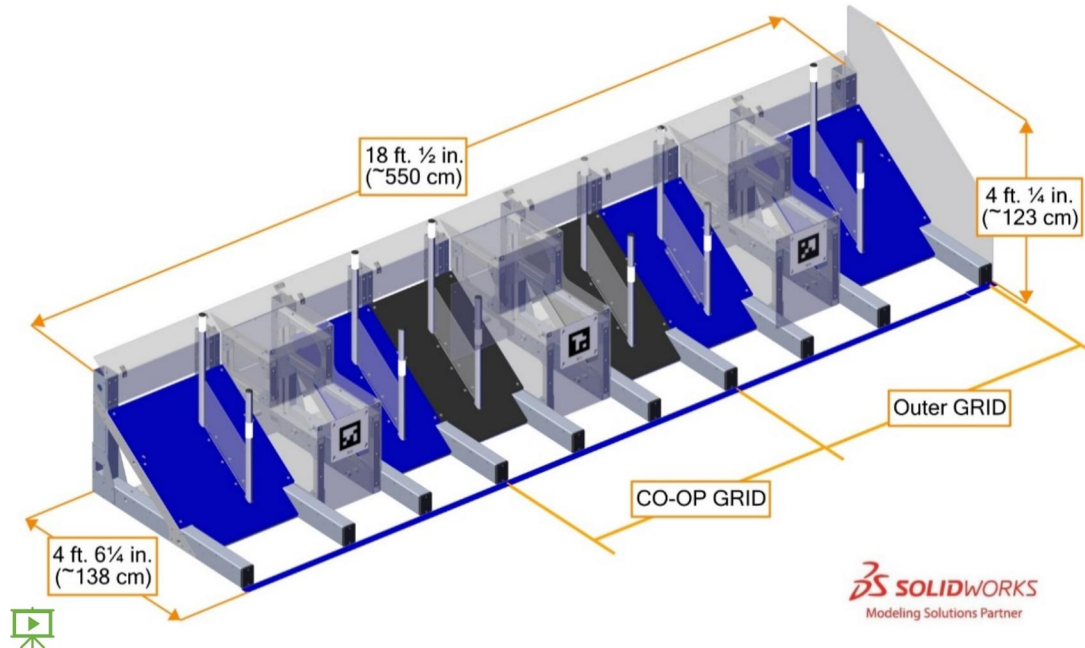
联盟颜色的灯安装在充电站的短边侧和顶部平面的 4 个角落，用来指示充电站是否平衡.

Table 5- 1 ENGAGED light states

灯光状态	状态指示
不亮	非比赛期间 在比赛中不亮: 充电站不平衡
亮联盟的颜色	充电站平衡

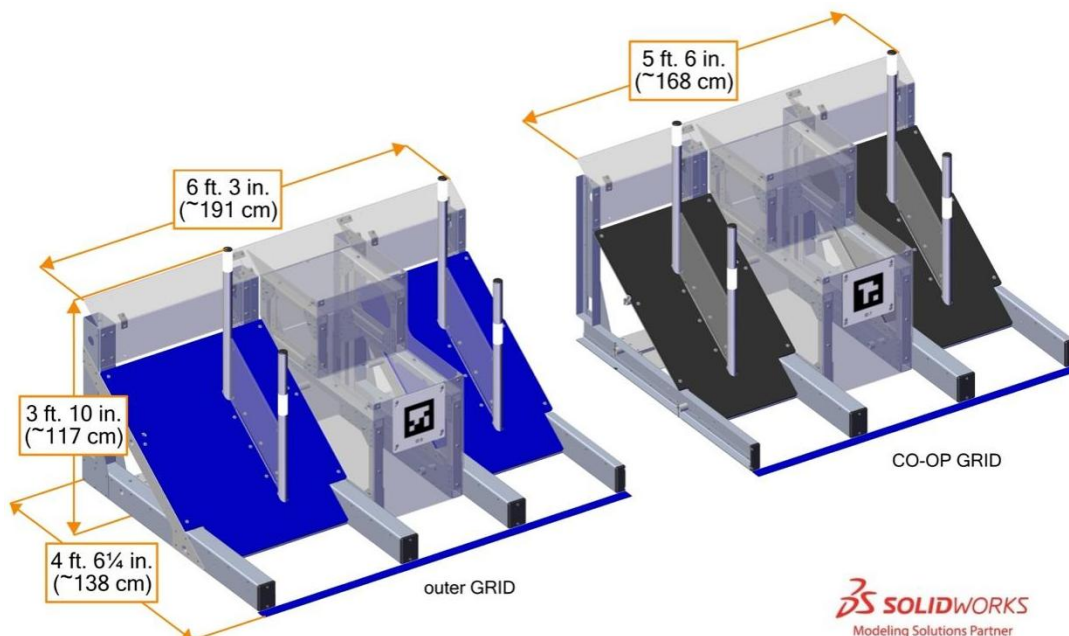
5.5 GRIDS 电力网络

Figure 5- 12 BLUE ALLIANCE GRIDS (场地介绍视频: [field tour video](#))



1 组 3 电力网络的集合包含了 2 个外部网格, 1 个合作网格, 位于每个联盟墙的前方, 与场地护栏和路障相邻。整个构造是 18 英尺½英寸 (约 550 厘米) 宽, 4 英尺¼英寸 (约 123 厘米) 高, 4 英尺 6¼英寸 (约 138 厘米) 深的装配组合。一条联盟颜色的胶带被包含在电力网格内并定义了它的正面。

Figure 5- 13 Individual GRID overall sizing



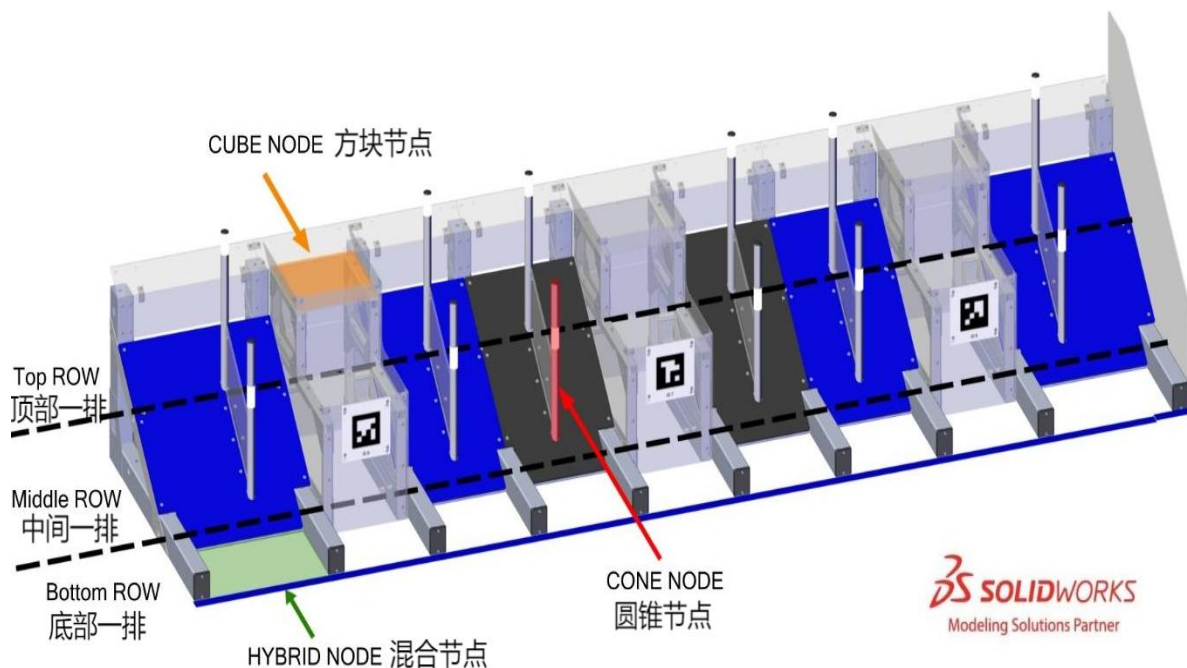
单个网格是一个 3 英尺 10 英寸（约 117 厘米）高，4 英尺 6 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 138 厘米）深的装配组合，包含联盟颜色胶带。外部网格 6 英尺 3 英寸（约 191 厘米）宽。合作网格 5 英尺 6 英寸（约 168 厘米）宽。

每个网格含有 9 个比赛道具可以得分的位置，称为节点（NODE）：

- 3 个混合节点，
- 2 个方块节点，
- 4 个圆锥节点。

每组网格分为 3 排（ROW）。一排是指一系列的 9 个水平毗邻的节点，可以用来让比赛道具获得通常得分。底部一排由 9 个混合节点组成。中间一排和顶部一排每排由 6 个圆锥节点和 3 个方块节点组成。

Figure 5- 14 GRID NODES and ROWS



一个混合节点是网格内的 1 个 1 英尺 4 英寸（约 41 厘米）深，覆盖地毯的表面。网格中两个位于最外侧的混合节点的宽度为 2 英尺 1 $\frac{3}{4}$ 英寸（约 65 厘米），剩余的混合节点的宽度为 1 英尺 6 $\frac{1}{2}$ 英寸（约 47 厘米）。混合节点相互间有 5 英寸（13 厘米）高的分割器隔开。一个场地护栏或路障正好位于电子网格的最外侧，限制外部从最两侧进入外部网格。

每个方块节点是一个 PC 板的架子，1 英尺 6 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 46 厘米）宽和 1 英尺 5 英寸（约 43 厘米）深。方块节点被 3 英寸（约 5 厘米）高的垂直墙围绕着，只有顶部一排方块节点背侧的墙是有角度的。从场地地毯到中间一排方块节点的墙顶的高度为 1 英尺 11 $\frac{1}{2}$ 英寸（约 60 厘米）高。从场地地毯到顶部一排方块节点的墙顶的高度为 2 英尺 11 $\frac{1}{2}$ 英寸（约 90 厘米）高。中间一排方块节点的前面到网格正面的距离是 1 英尺 2 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 36 厘米）。顶部一排方块节点的前面到网格正面的距离是 2 英尺 7 $\frac{1}{2}$ 英寸（约 80 厘米）。

每个圆锥节点是一个 1 $\frac{1}{2}$ 英寸管表号 40（1.66 英寸（约 4 厘米）外径）的铝管，顶部安装有一个塞子，塞子型号为(Caplug part number CCF-RT-13-1)。圆锥节点与场地地毯垂直。中间一排圆锥节点的顶部高于地毯 2 英尺 10 英寸（约 87 厘米）。顶部一排圆锥节点的顶部高于地毯 3 英尺 10 英寸（约 117 厘米）。中间一排圆锥节点的中心到网格正面的距离是 1 英尺 10 $\frac{3}{4}$ 英寸（约 58 厘米）。顶部一排圆锥节点的中心到

网格正面的距离是 3 英尺 3 $\frac{3}{4}$ 英寸（约 101 厘米）。一块鳍状 PC 板安装在中间一排的圆锥节点和与其相邻的顶部一排的圆锥节点之间。圆锥节点下的纹理塑料表面和场地地毯形成的角度约 35 度。

Figure 5- 15 GRID top view dimensions

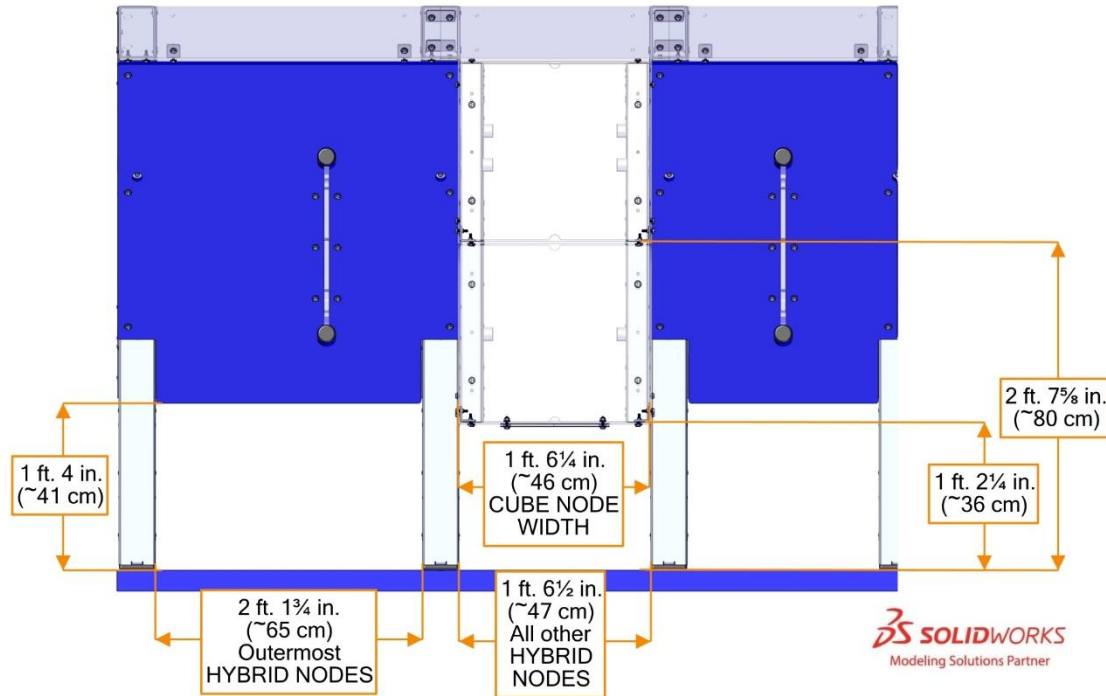
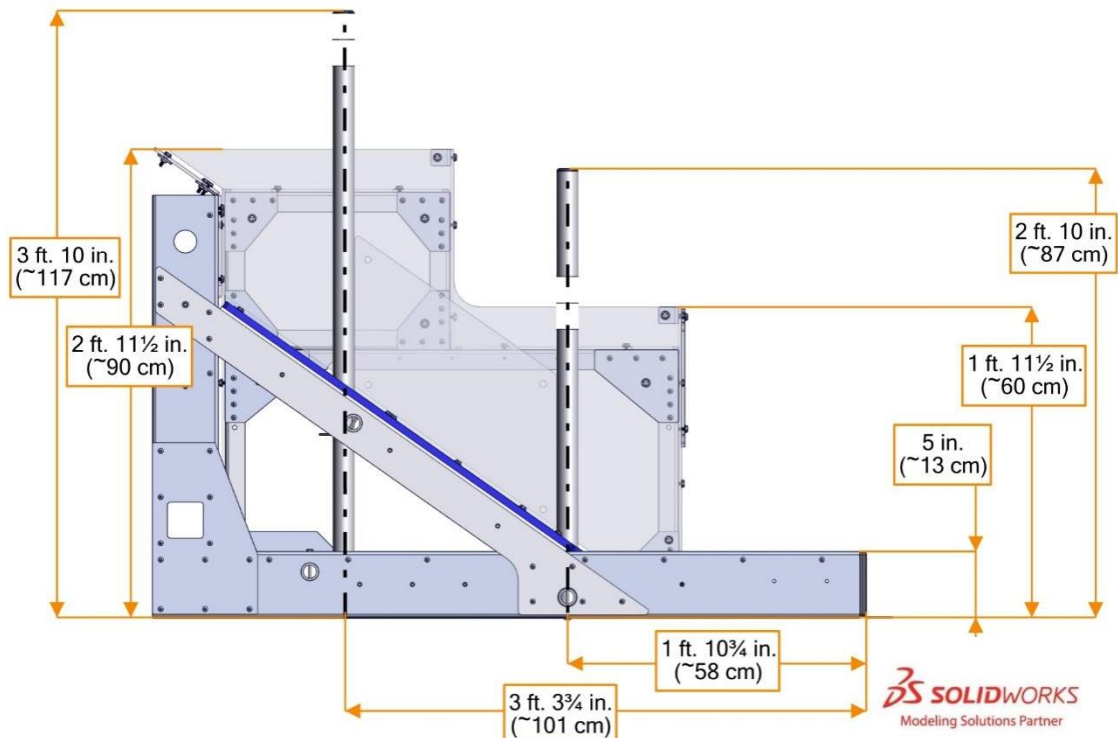


Figure 5- 16 GRID side view dimensions



5.6 SUBSTATIONS 变电站

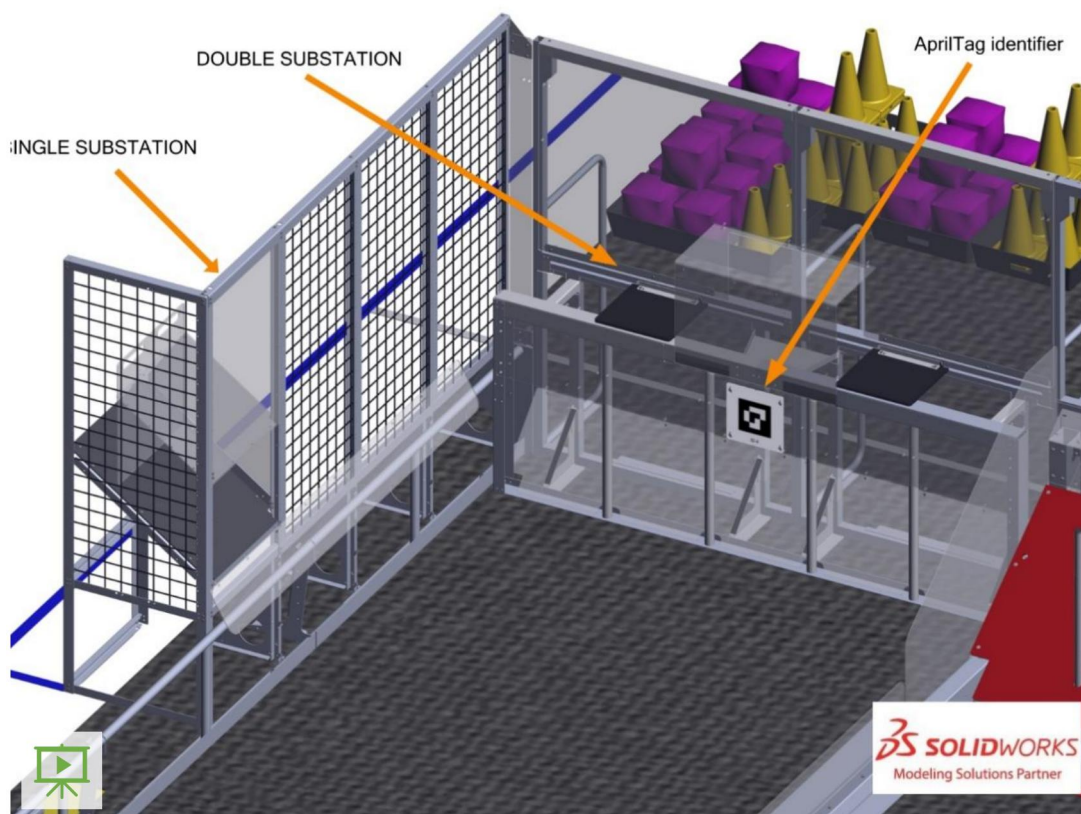
变电站是一个让人类把比赛道具递送给机器人或场地上的装配组合。每个变电站区域有 2 种变电站：1 个单变电站和 1 个双变电站。

每个变电站都含有 1 个出口（PORTAL）——人类用来传递比赛道具给机器人或场地内的三维空间。

我们知道一些个人可能需要一些空间来运用变电站，请查阅 [Section 8 Game Rules: Humans](#) 的开头部分获得更多信息。

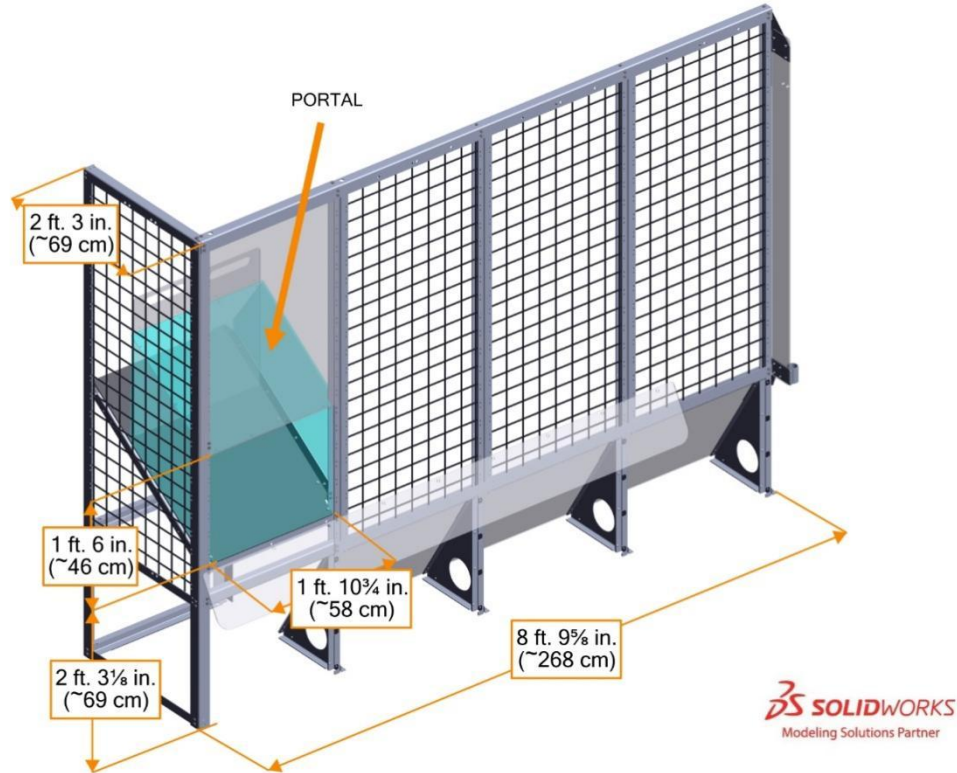
每个联盟的双变电站贴着对方的联盟墙并和联盟墙成一条线。每个单变电站和场地护栏成一条线。

Figure 5- 17 SUBSTATIONS (场地介绍视频: [field tour video](#))



5.6.1 SINGLE SUBSTATION 单变电站

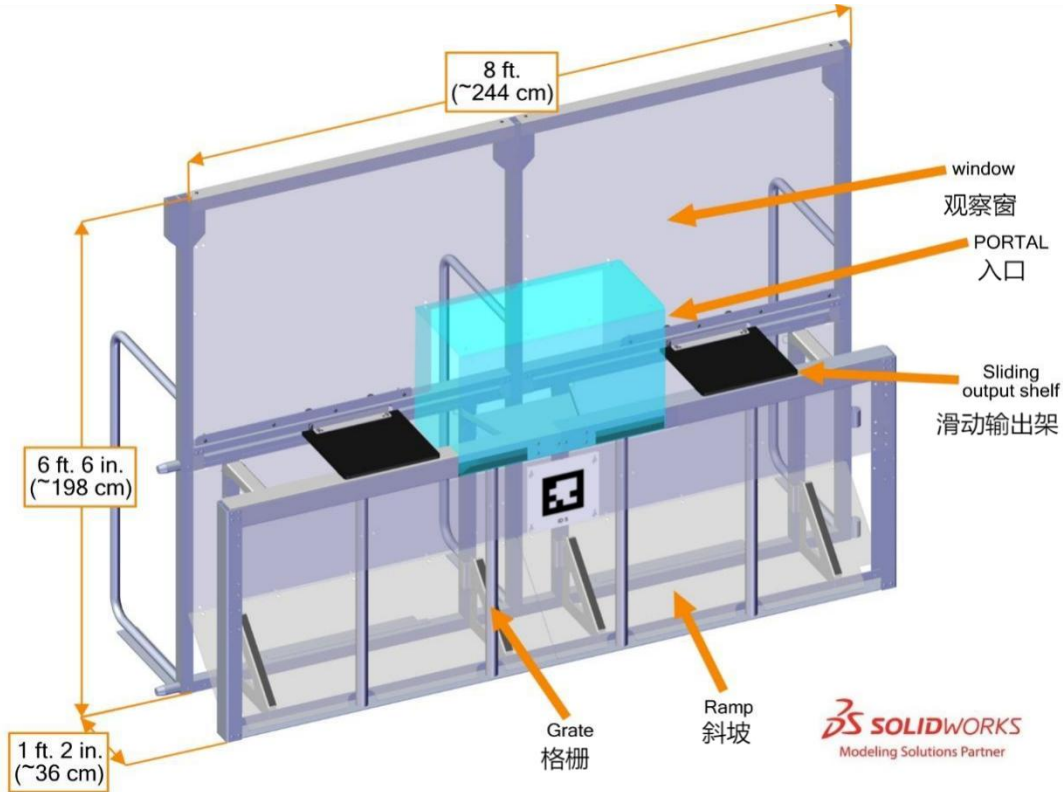
Figure 5- 18 SINGLE SUBSTATION



一个单变电站 8 英尺 9 $\frac{1}{2}$ (约 268 厘米) 宽, 6 英尺 9 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 208 厘米) 高, 2 英尺 3 英寸 (约 69 厘米) 深。单变电站面向场地的墙坐落在传统场地护栏后面距离 3 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 8 厘米) 处, 若是 Andymark 产的场地, 则是护栏后面 4 $\frac{1}{4}$ 英寸 (约 11 厘米) 处。每个单变电站包含若干金属丝网板([Uline H-6277BL](#)), 1 个场地附着点, 和 1 个滑道的装配组合。滑道的装配组合是 1 个倾斜塑料外壳, 可以让比赛道具通过出口进入场地。滑道在场地侧的开口离地 2 英尺 3 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 69 厘米), 开口高度 1 英尺 6 英寸 (约 46 厘米) 高, 开口宽度 1 英尺 10 $\frac{1}{4}$ (约 58 厘米)。每个单变电站都有 1 块插板用来拦住比赛道具直到人类玩家拉开插板。单变电站的出口定义为插板, 单变电站的正面, 滑道的侧面、顶部、底部塑料的组合。

5.6.2 DOUBLE SUBSTATION 双变电站

Figure 5- 19 DOUBLE SUBSTATION



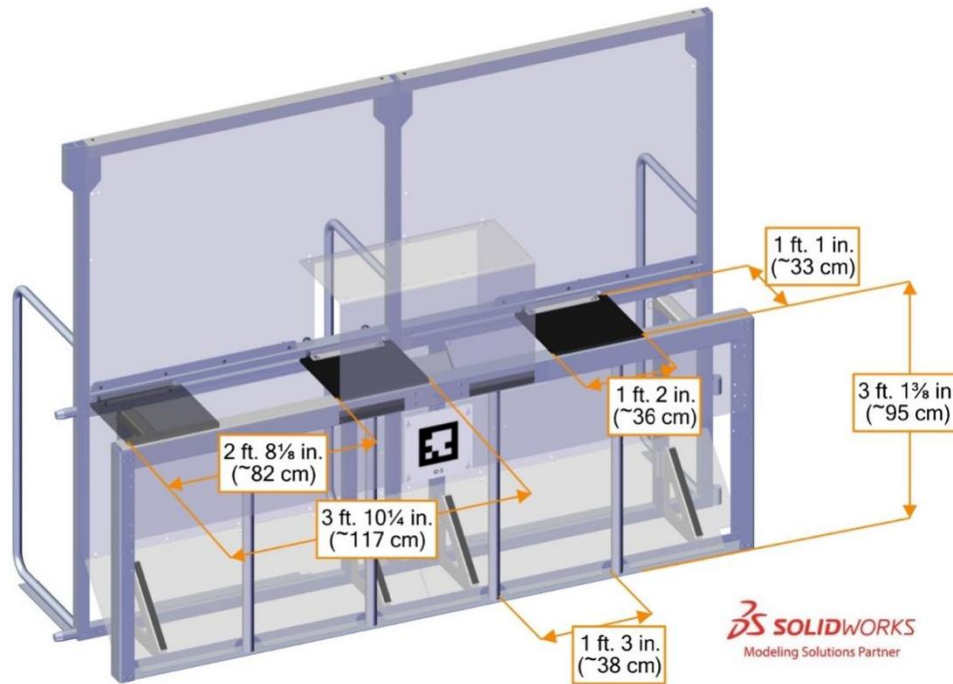
一个双变电站是 1 个 6 英尺 6 英寸（约 198 厘米）高，8 英尺（约 244 厘米）宽的装配组合，伸出 1 英尺 2 英寸（约 36 厘米）进场地。每个双变电站包含 1 个五开口的格栅，1 个斜坡，1 个出口和 2 个滑动输出架。

格栅开口由 1¼ 英寸管表号 40，外径 1.66 英寸（约 4 厘米）的铝管隔开。铝管相互间的距离为 1 英尺 3 英寸（约 38 厘米）。1 个 PC 板斜坡横跨整个双变电站的宽度，斜度在 45 度，从格栅延伸到双变电站背面。

双变电站的出口是包含在观察窗和弯折的 PC 板防护之间的立体空间，如图 Figure 5- 19 所示。

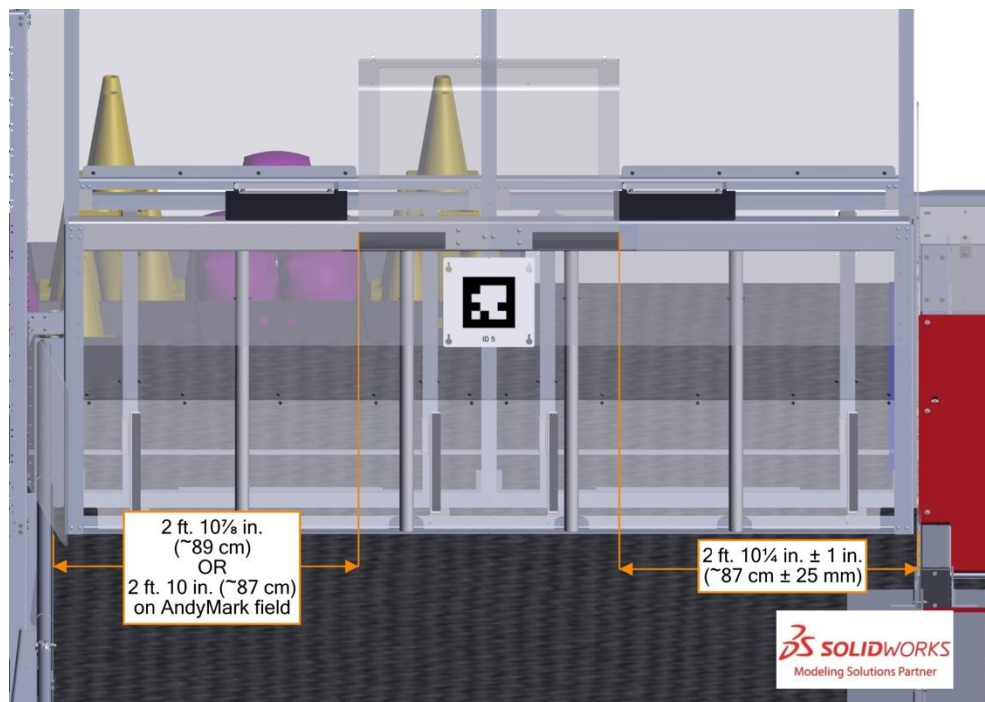
滑动架由 0.5 英寸（约 13 毫米）厚的 HDPE（高密度聚乙烯）材质制成，用来把比赛道具移出出口，使它们可以被机器人获取。滑动架由人类玩家手动控制。滑动架 1 英尺 2 英寸（约 36 厘米）宽，1 英尺 1 英寸（约 33 厘米）深，它们的顶部表面离地毯 3 英尺 1¾ 英寸（约 95 厘米）高。每个滑动架都可以从双变电站的一侧滑到出口处。

Figure 5- 20 Dimensions for DOUBLE SUBSTATION



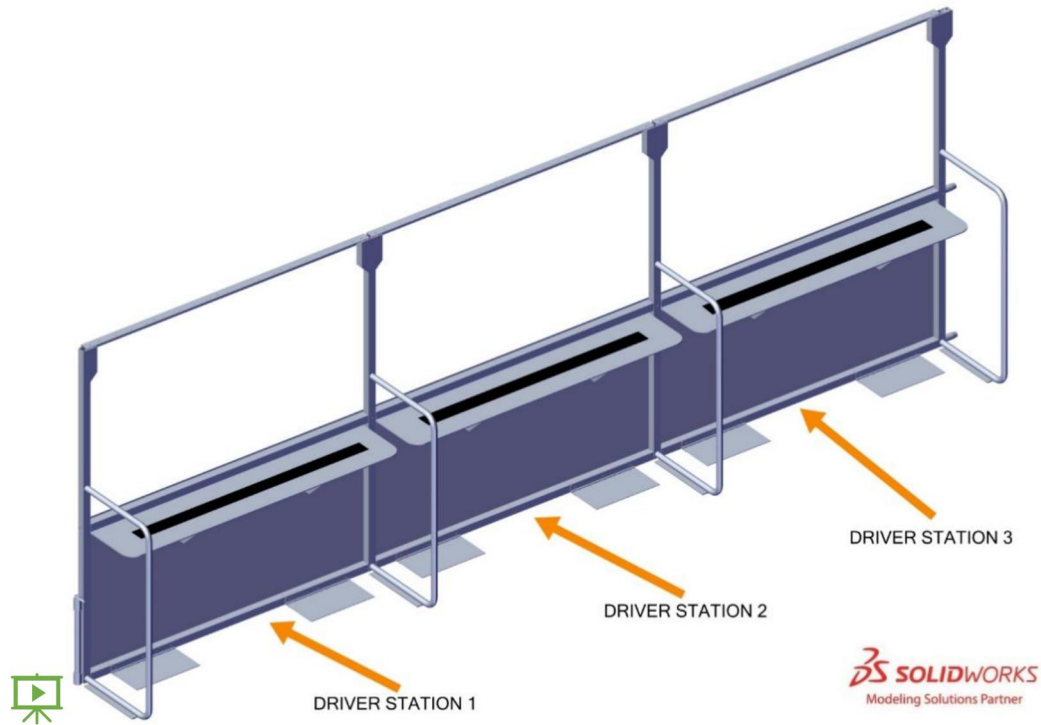
每个双变电站都位于场地护栏和电力网格之间。出口近电力网格的侧面到电力网格的距离是 2 英尺 10 1/4 英寸，误差正/负 1 英寸（约 87 厘米，误差正/负 25 毫米）。出口近场地护栏的侧面到护栏的距离，传统场地是 2 英尺 10 1/8 英寸（约 89 厘米），AndyMark 场地为 2 英尺 10 英寸（约 87 厘米），见图 [Figure 5-21](#).

Figure 5- 21 DOUBLE SUBSTATION distance to neighboring elements



5.7 ALLIANCE Walls 联盟墙

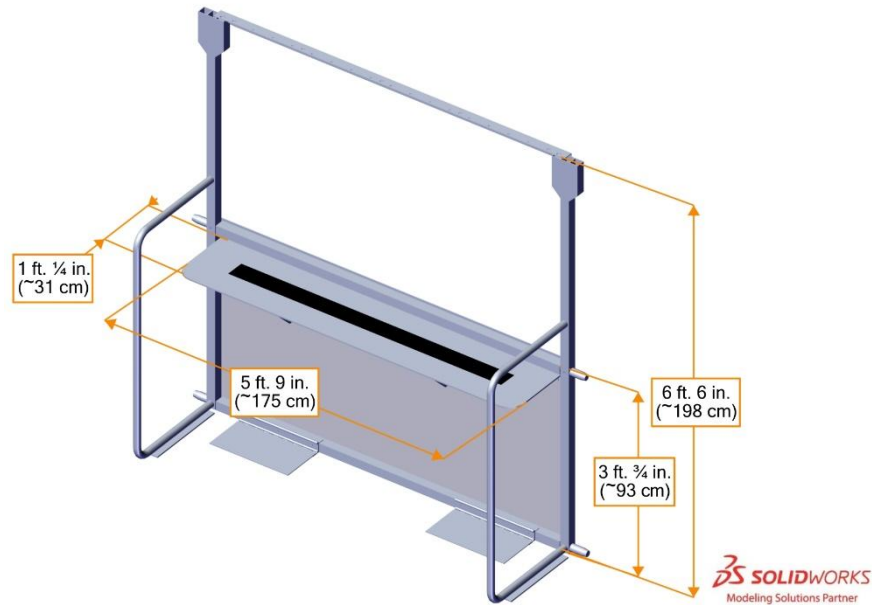
Figure 5- 22 ALLIANCE WALL (场地介绍视频: [field tour video](#))



联盟墙在联盟区域中用来分隔机器人和操控组。联盟墙由 3 个操作站组成。

5.7.1 DRIVER STATIONS 操作站

Figure 5- 23 DRIVER STATION dimensions



操作站（PLAYER STATION）在联盟墙内有 3 个指定位置。操作站是让每个队伍的操作手操作他们的机器人的地方。每个操作站都有高 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站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。

有些赛事或许有斜坡让操控组具备有限的机动性。这是特别设计过, 可以让使用轮椅的人士可以接触到操作站的架子和/或能看到场上; 然而, 这个空间是对任何有访问担忧的人都有用的。队伍应该在比赛开始之前和 FTA 沟通确认队伍每场比赛都可以使用这种便利措施。

这种斜坡在很多区域赛或地方赛赛事中采用。更多问题请练习当地的 PDP (项目传递伙伴) —— [Program Delivery Partner](#)。

每个操作站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: 每个操作站的架子上都有, 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, 所以有些赛事会提供转换插头插在插口上。
- 1 个紧急按钮 (E-Stop): 在操作站的左侧, 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, 安装在操作站的顶部
- 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, 安装在操作站的顶部中央位置。

队伍 LED 堆栈灯包含两个可以识别联盟颜色的 LED 灯，显示在第三个琥珀色的代表紧急按钮的 LED 灯的上方，堆栈灯的 LED 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站。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，机器人处于被忽略状态（BYPASSED），机器人和操作站失去了联络，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 LED 灯：
 - 琥珀色 LED 灯常亮：队伍按下了队伍的紧急按钮，或有人按下了场边的紧急按钮，或计分软件操作员从 FMS 中点击了紧急按钮，导致机器人停机。
 - 不亮：机器人没有被场地停机。
- 1 串 LED 灯条。详细描述见操作站 LED 灯条 [DRIVER STATION LED Strings](#)。
- 1 个计时显示器（仅安装在 2 号操作站）：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 FMS 的硬件和线缆：一般都在 2 号操作站架子下方

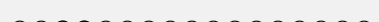
5.7.1.1 DRIVER STATION LED Strings 操作站 LED 灯条

每个操作站观察窗底部框架处安装有一串 LED 节点状灯条。此灯条的作用是传递场地安全信息，比赛状态和网格填充进度。

如果灯条的灯全部亮绿色，表明场地可以安全地让人类进入。

Table 5-2 GRID light states (场地介绍视频：[field tour video](#))

灯条状态	判断条件	举例
全熄灭状态	非比赛进行时：场地已准备就绪 比赛进行时：比赛道具得分条件未满足	
全绿色	主裁判确认场地可以安全地让人类进入	
联盟颜色（从操作站来看是从左向右填充）	连接（LINK）得分（1 个连接等于亮 20% 的灯，2 个连接等于亮 40% 的灯等等）	
两侧的 4 个灯亮黄色	在自动阶段有停靠或占据得分	
中间 5 个灯亮白色，其他灯亮联盟	获得持久奖励的条件已满足	

颜色		
紫红色（从左向右填充，中间的操作站灯条限定）	获得合作奖励的条件已满足	
全白色	3 秒得分评估期	
联盟颜色，左右来回摆动持续 3 秒	比赛最终阶段开始	

整场比赛中，随着联盟得分，灯光样式会层叠。

Figure 5- 24 Blue ALLIANCE example light pattern - 蓝色联盟灯光样式举例

ENGAGED in AUTO with 1 LINK achieved 自动阶段完成占据, 1 个连接

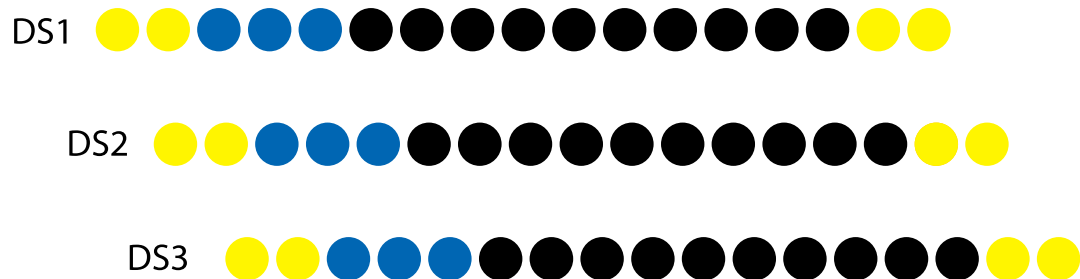
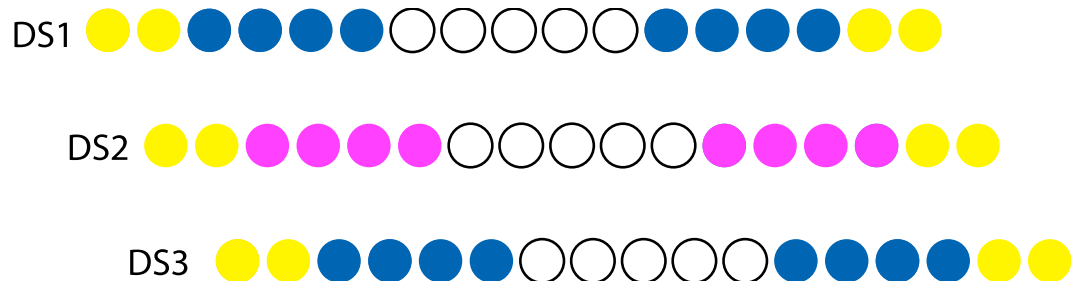


Figure 5- 25 Blue ALLIANCE example light pattern - 蓝色联盟灯光样式举例

ENGAGED in AUTO, 4 LINKS and COOPERTITION BONUS achieved 自动阶段完成占据, 4 个连接, 合作奖励

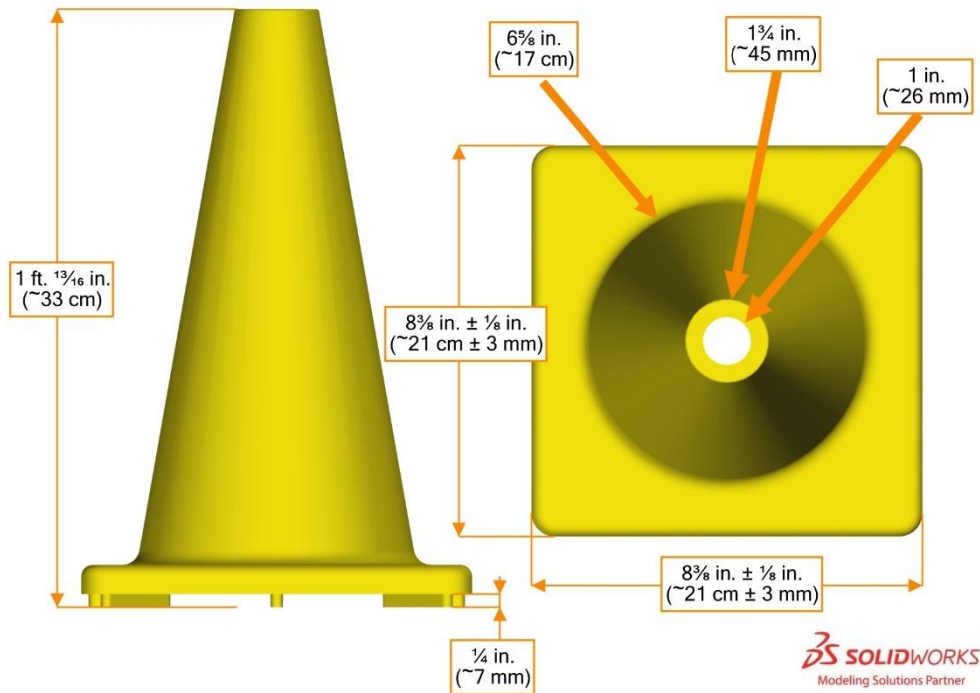


5.8 GAME PIECES 比赛道具

比赛道具具有两种：圆锥和方块。

5.8.1 CONE 圆锥

Figure 5- 26 CONE



每个圆锥是 1 个黄色的 1 英尺¹³/₁₆英寸（约 33 厘米）高的橡胶标记用路锥，重量 1 磅 7 盎司（约 653 克）。每个圆锥有长宽在 8³/₈英寸（约 21 厘米）误差正/负¹/₈英寸（约 3 毫米），附带数个高度¹/₄英寸（约 7 毫米）支撑脚的正方形底座。橡胶标记用路锥由 Flaghouse 公司制造（编号 4158），由 AndyMark 公司销售（编号 am-4700_syc）。

5.8.2 CUBE 方块

Figure 5- 27 CUBE



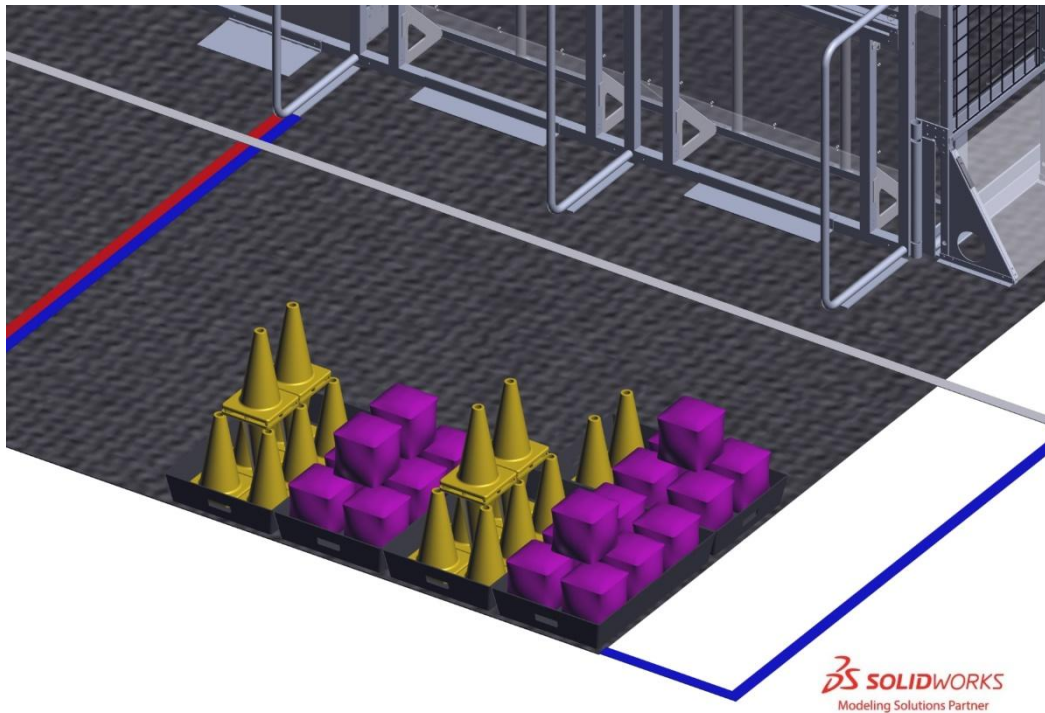
每个方块由紫色 PVC（聚氯乙烯）编织物制成，标有 FIRST 的标志，如图 [Figure 5- 27](#) 所示。一个方块是 1 个类立方体形状的，充气的，每两个面相距 9 ½英寸（约 24 厘米）误差正/负¼英寸（约 6 毫米）的比赛道具。每个方块有圆角，可能没有平整的表面，每侧的长宽高尺寸也可能不相等。A CUBE weighs 2.5 oz (~71 g)一个方块重 2.5 盎司（约 71 克）。可充气的方块是 1 个改造过的版本，由 Flaghouse 公司制造（编号 17810），由 AndyMark 公司销售（编号 am-4700_bpc）。比赛中方块可预期的会经历磨损，出现的小洞可以用电工胶带打补丁。场地工作人员会使用设备确认 1 个方块的尺寸是否符合要求，见此[视频](#)。

请注意 Flaghouse 公司编号 17810 的产品并不和方块完全相同。Flaghouse 公司的产品颜色不同，所有面都包含透明的乙烯基袋子，然而方块没有。

5.8.3 GAME PIECE Holders 比赛道具收纳盘

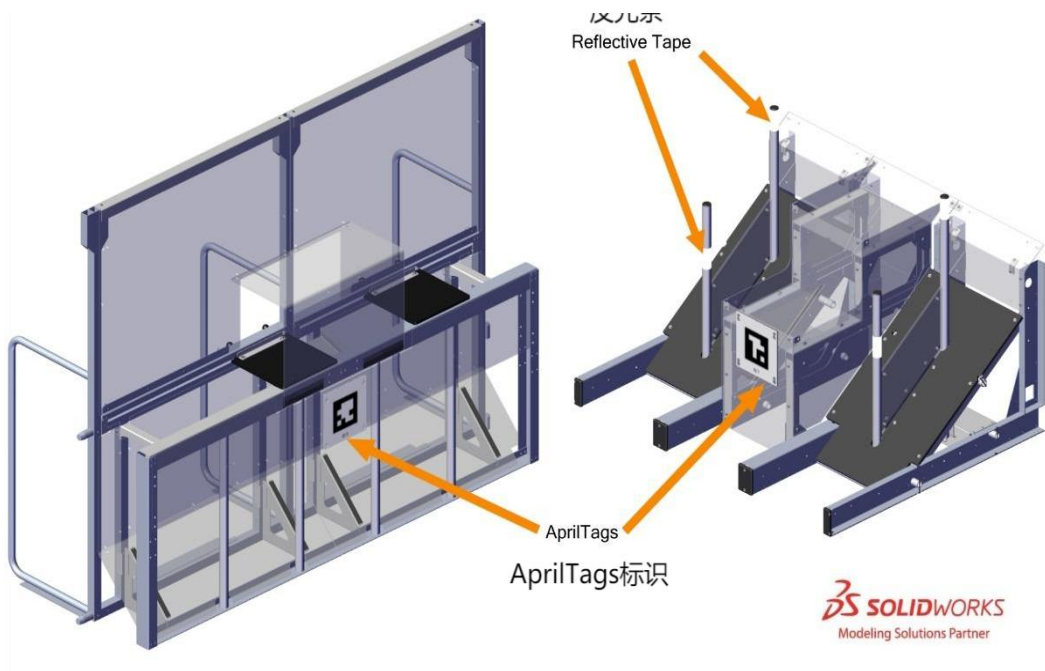
变电站区域的比赛道具在比赛开始的时候是存放在收纳盘中(产品编号 [Uline part number S-24135](#))的。收纳盘沿着每个变电站区域的背面一侧摆放。

Figure 5- 28 GAME PIECE Holders



5.9 Vision Targets 视觉目标

Figure 5- 29: Vision targets on a GRID and DOUBLE SUBSTATION



视觉目标位于每个电力网格和每个双变电站上。一共有两种视觉目标：

- 反光条
- AprilTags 标识（密歇根大学 April 机器人实验室的视觉定位标签）。

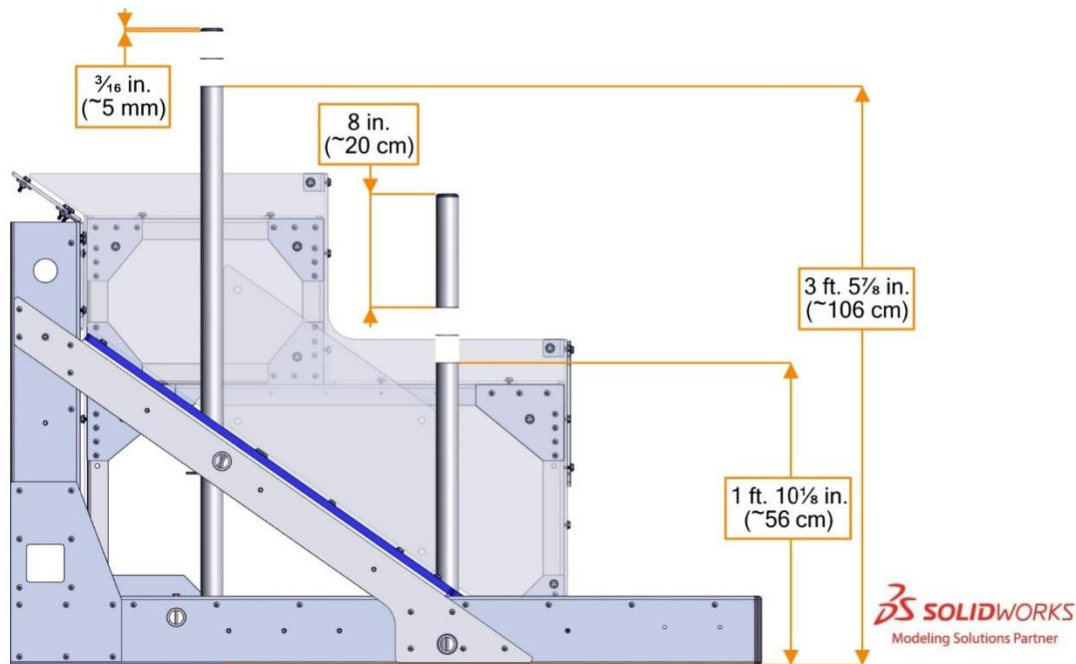
反光条的样本已经放置在每个开题套件中（Kickoff Kit）。

5.9.1 Reflective Tape 反光条

作为视觉目标的反光条由 2 英寸（约 5 厘米）厚的 [3M 973-10 Diamond Grade Flexible Prismatic School Bus Marking Series White](#) 胶带制作，用来高亮每个圆锥节点。

每个圆锥节点都有一个 4 英寸（约 10 厘米）高的部分包裹有反光条。反光条包裹在距离顶部一排圆锥节点顶部 $\frac{3}{16}$ 英寸（约 5 毫米）处，以及包裹在距离中间一排圆锥节点顶部 8 英寸（约 20 厘米）处。这导致视觉目标的底部距离场地地毯高 3 英尺 $5\frac{5}{8}$ 英寸（约 106 厘米）和 1 英尺 $10\frac{1}{8}$ 英寸（约 56 厘米），见图 [Figure 5-30](#)。请注意当有一个圆锥在圆锥节点上的时候，反光条很可能被遮住。

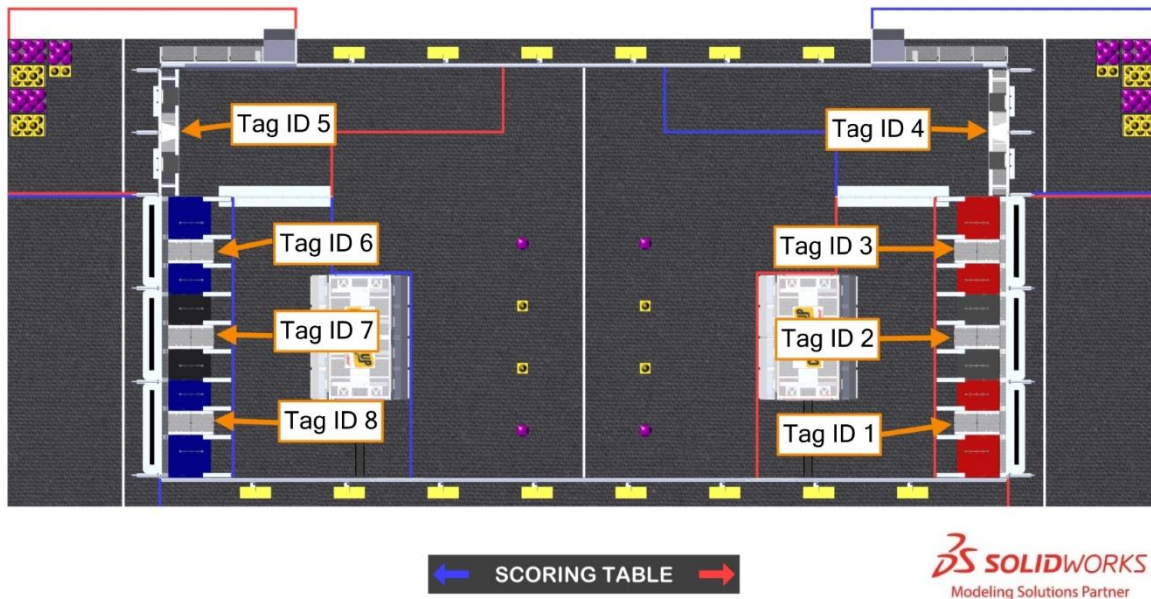
Figure 5-30 GRID retroreflective tape



5.9.2 AprilTags 标识

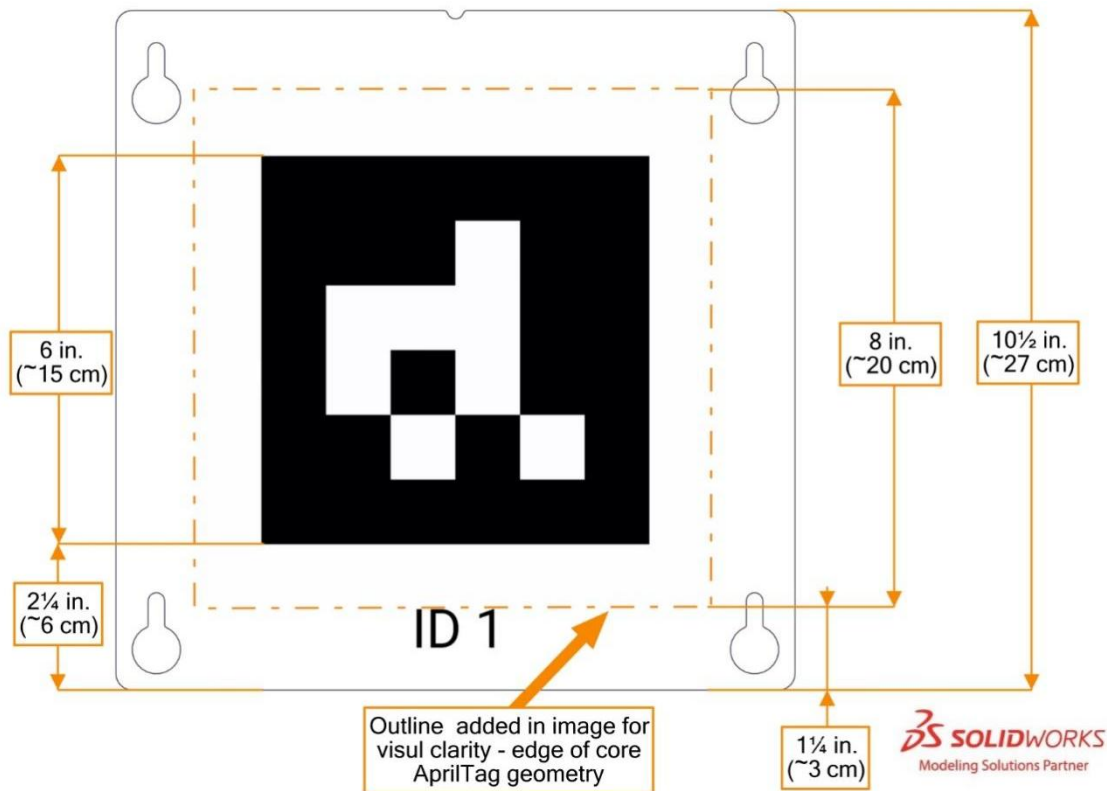
AprilTags 标识是 1 个边长 8 英寸（约 20 厘米）的正方形视觉目标，位于双变电站和电力网络上。场地上总共有 8 个独特的标记（Marker），位置见图 [Figure 5-31](#)。

Figure 5-31 AprilTag locations



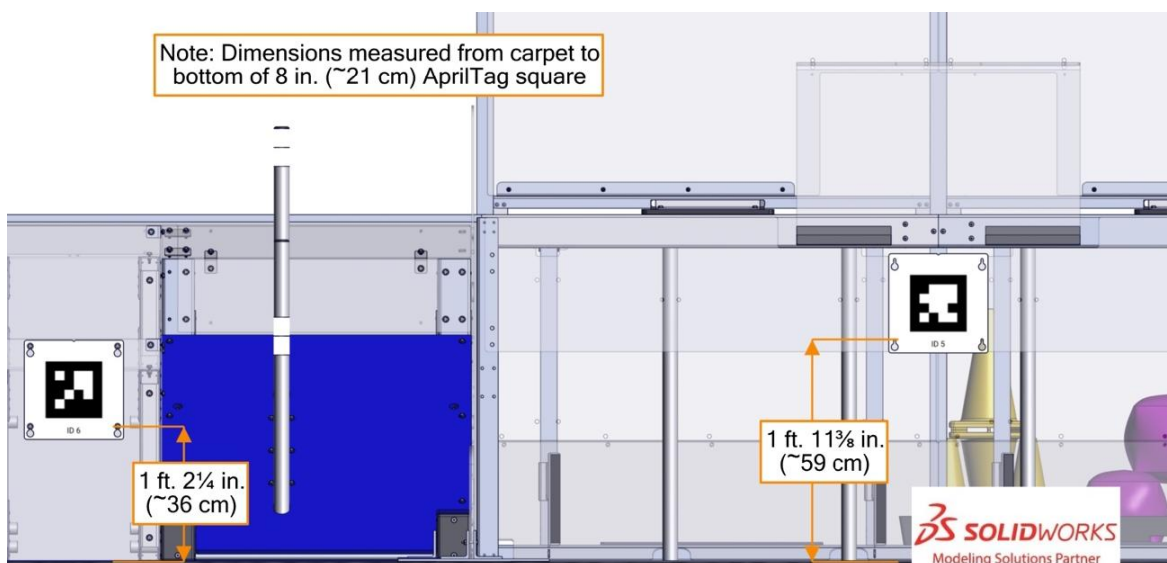
所有标记来自 16h5 标识（Tag）家族，ID 号 1 到 8。AprilTags 标识安装在 1 块边长 10½英寸（约 27 厘米）的正方形 PC 板的中心。8 英寸（约 20 厘米）标识在 PC 板面板的中心，中心的黑色正方形区域的底部和面板的底部相距 2¼英寸（约 6 厘米），8 英寸（约 20 厘米）标识的底部距离面板的底部约 1¼英寸（约 3 厘米），具体见图 [Figure 5-32](#)。每个标记有个 ID 识别标签。

Figure 5- 32 AprilTag sizing



电力网络的 AprilTags 标识在中间一排方块节点的正面的宽度中心，标识的底部距离地毯高 1 英尺 2 1/4 英寸（约 36 厘米）。双变电站的标记位于装配组合的宽度中心，AprilTags 标识安装之后标识底部距离地毯高 1 英尺 11 3/8 英寸（约 59 厘米）。

Figure 5- 33 AprilTag locating dimensions



想获得更多的标记位置信息请参考 2023 赛季赛场布置和标记图——[2023 ARENA Layout and Marking Diagram](#)。可打印的标记参见 2023 赛季练习场地的相关页面——[2023 Playing Field page](#)。

5.10 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。

当位于操作站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 5-3](#)。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 5-3 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”
进入比赛最终阶段	0:30	“火车汽笛声”
比赛结束	0:00	“蜂鸣声”
比赛被中止	n/a	“迷雾号角声”

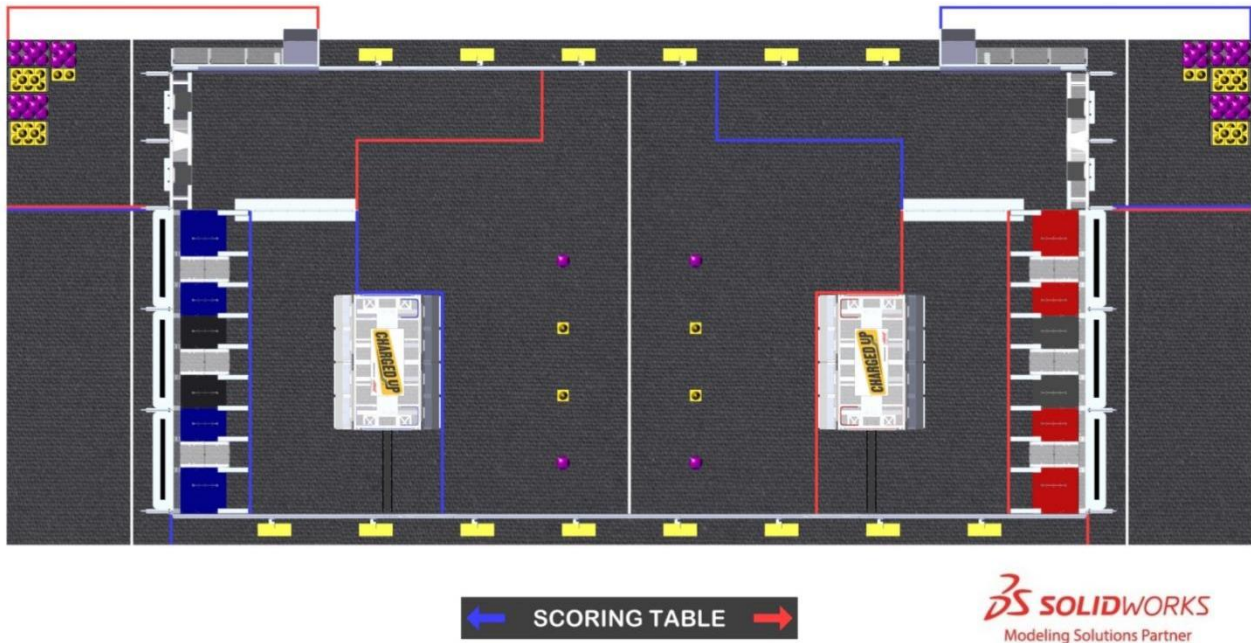


6 MATCH PLAY 比赛内容

在“疾速填充”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 GAME PIECES 比赛道具

54个圆锥和44个方块，均分给两个联盟，堆放位置如下：

- 每个联盟的每个机器人可以选择预载1个圆锥或1个方块，机器人需要完全支撑住比赛道具，
- 每个联盟可以选择指定4个比赛道具放在相应的堆放标记上，标记位置见图 [Figure 6-1](#),
 - 如果没有队伍做出指定，那么方块会被放在2个外侧标记上，圆锥会被放在2个内侧标记上，
- 依据联盟在A和B中做出的选择，剩余的圆锥（20个到27个）和剩余的方块（15个到22个）堆放在相应的联盟变电站区域。

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）完全位于他们的“社区”内，并遵循 [H309](#) 的规定。

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主裁判。主裁判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站的顺序进场摆放：

1. 红方 1 号操作站的机器人
2. 蓝方 1 号操作站的机器人
3. 红方 2 号操作站的机器人
4. 蓝方 2 号操作站的机器人
5. 红方 3 号操作站的机器人
6. 蓝方 3 号操作站的机器人

在淘汰赛中也是相似的顺序，排名低位的联盟（无论所属红蓝方）先放之后再交替放置。

6.1.3 Humans 人类

比赛开始前人类的站位如下：

- A. 操作手和教练站在联盟区域内，起始线后。
- B. 人类玩家站在起始线后，在变电站区域内或在联盟区域内。
- C. 技术员站在赛事指定的靠近场地的区域。

6.2 Autonomous Period 自动阶段

比赛的第一阶段持续 15 秒，称为自动阶段（Autonomous Period，英文简称 AUTO）。在自动阶段期间，机器人的运行不受任何操控组的控制或输入。机器人会尝试在电力网络上得分，离开它们的联盟社区，获得额外的比赛道具，在阶段结束前停靠或占据它们的充电站。自动阶段和手动阶段之间有 3 秒的延迟间隔用来评估自动阶段的得分。

6.3 Teleoperated Period 手动阶段

比赛的第二阶段为剩余的 2 分 15 秒，称为手动阶段（Teleoperated Period，英文简称 TELEOP）。在手动阶段期间，操作手远程控制机器人获得比赛道具并得分。

手动阶段的最后 30 秒称为比赛最终阶段，在这 30 秒内机器人尝试停泊，停靠和/或占据它们的联盟充电站，或继续用比赛道具得分。

6.4 Scoring 计分

联盟们在比赛过程中完成多种多样的动作会获得回报，有展示机动、在网络上用比赛道具得分、完成连接、停靠和/或占据他们的充电站、停泊、打赢或打平比赛。

回报会通过比赛得分或晋级分（Ranking Points，有时缩写为 RP 分，用来在资格赛中衡量队伍排名）来奖励。本章节列出了完成得分动作的标准和相应的得分。

所有的得分都会在整个比赛过程中进行评估和更新，除了以下所列：

- A. 自动阶段结束，赛场倒计时显示为 0 的 3 秒后，开始评估充电站的得分。
- B. 自动阶段结束，赛场倒计时显示为 0 之后，会继续评估网络内的比赛道具得分，持续 3 秒
- C. 手动阶段结束，赛场倒计时显示为 0 的 3 秒后，开始评估充电站的得分。
- D. 手动阶段结束，赛场倒计时显示为 0 之后，会继续评估网络内的比赛道具得分，持续 3 秒。

如果在自动阶段得过分的比赛道具在手动阶段从节点上被移除，那在自动阶段的得分会被扣除。如果 1 个比赛道具在同一个节点上再次得分，那么与最初得过分的比赛道具相关的自动阶段的得分会归还。

所有得分都由人类志愿者评估和计分。鼓励队伍确保机器人或比赛道具清楚明白的满足得分条件。

6.4.1 GRID Scoring 网格得分

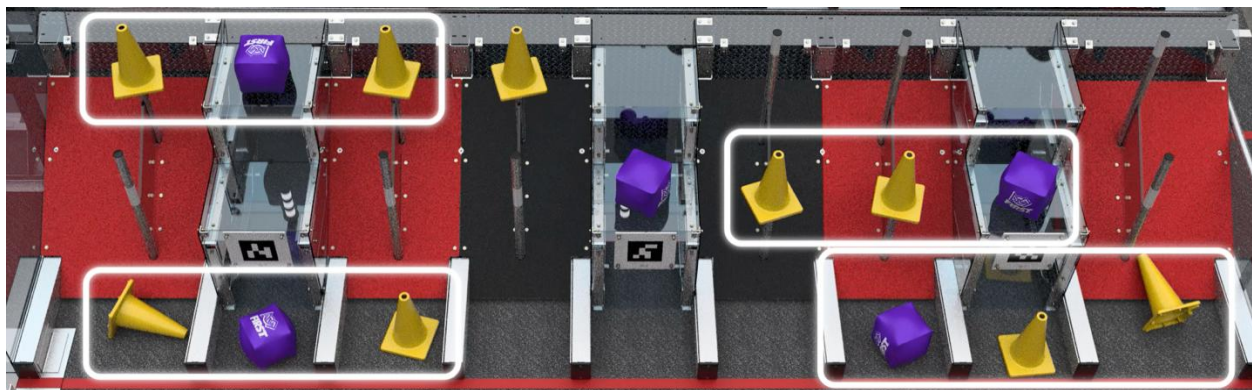
联盟们通过他们的网格上的节点中放置比赛道具来得分。所有放在同一排上的比赛道具获得的分值相同，详情见表 [Table 6-2](#)。

Table 6- 1 GAME PIECE Scoring Criteria

所在排	比赛道具种类	得分条件
底部	圆锥或方块	仅接触到 1 个混合节点内的场地地毯，且完全被网格所包含。
中间或顶部	圆锥	圆锥节点的顶部被包含在圆锥的圆锥表面定义的体积内
中间或顶部	方块	部分或完整的被方块节点支撑（无关膨胀的状态）。

如果同一排 3 个毗邻的节点上各有 1 个得过分的比赛道具，一个联盟会得到 1 个连接（LINK）。一个得分的比赛道具每次只能促成 1 个连接。连接会以一种优化了连接的数量以奖励给联盟的方式来评估。

Figure 6- 2 LINK examples 连接示意图



要被认为得分，1 个比赛道具就不得直接或及物地被 1 个联盟的机器人支撑。

每个节点只计算 1 个比赛道具。

6.4.2 CHARGE STATION Scoring 充电站得分

1 个机器人通过停靠或占据它们的充电站为它所属的联盟得分，如表 [Table 6-2](#) 所述。

如果 1 个机器人只接触到充电站和/或其他零部件也直接或及物地被充电站完全支撑，则判定为停靠。

1 个机器人判定为占据则必须同时满足以下条件：

- A. 充电站处于平衡状态，

B. 所有接触充电站的联盟机器人都处于停靠状态.

6.4.3 Point Values 分值

“疾速填充”的得分任务获得的分值见表 [Table 6-2](#).

Table 6-2 CHARGED UP points

奖励项目	因何而奖励	自动阶段	手动阶段	资格赛	淘汰赛
MOBILITY 机动得分	自动阶段任何时候，每个保险杠完全离开所在社区的机器人	3			
GAME PIECES 比赛道具得分	在底部一排上得分	3	2		
	在中间一排上得分	4	3		
	在顶部一排上得分	6	5		
LINK 连接得分	同一排 3 个毗邻的节点上都有得分的比赛道具.		5		
DOCKED and not ENGAGED 停靠得分	每个停靠的机器人（自动阶段最多计 1 个机器人的分）	8	6		
DOCKED and ENGAGED 停靠加占据得分	每个停靠加占据的机器人（自动阶段最多记 1 个机器人的分）	12	10		
PARK 停泊得分	每个保险杠完全位于社区内，但不满足停靠条件的机器人		2		
SUSTAINABILITY BONUS 持久奖励	至少 5 个连接得分			1 个 RP 分	
COOPERTITION BONUS 合作竞争奖励	每个联盟的合作网格上都至少有 3 个得分的比赛道具	双方联盟的持久奖励门槛降低为 4 个连接			
ACTIVATION BONUS 激活奖励	在自动阶段和/或比赛最终阶段获得的充电站总得分至少 26 分			1 个 RP 分	

Tie 平局	完成一场比赛， 双方获得的比赛得分相同	1 个 RP 分
Win 获胜	完成一场比赛， 比对方获得了更多的比赛得分	2 个 RP 分

一个联盟在一场资格赛中最多可以获得 4 个 RP 分，见表 [Table 6-2](#) 所述。淘汰赛不会获得 RP 分。

6.5 Rule Violations 犯规判罚

在任何违反规则的情况下，除非另有说明，1 项或多项判罚种类请见表 [Table 6-3](#)。

Table 6-3 Rule violations

判罚种类	描述
犯规 (FOUL)	每次犯规给对手加 5 分
技术犯规 (TECH FOUL)	每次技术犯规给对手加 12 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)	有主裁判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做参考。

- “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。

见红黄牌章节 [Section 11.2.2 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- 4 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 1 个额外的比赛道具给一个犯规。如果行为恶意，黄牌	违反时，超过规定数量每多带一个比赛道具就给违反的联盟一个犯规。另外，如果裁判认为队伍行为恶意，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： a) 淘汰赛中，对整个联盟出示一张红牌。 b) 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“疾速填充”中协助机器人。操控组的 5 个人中只允许 1 个人是非学生身份。

定义操控组和操控组相关规则的目的是，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）。

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“队伍基地区”（Pit）的队伍派人来帮忙直到操作手赶到。

Table 6- 5 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	任何队伍成员，必须佩戴“COACH”徽章
技术员（TECHNICIAN）	负责帮忙放置或搬走机器人，对机器人故障排除	1	任何队伍成员，必须佩戴“TECHNICIAN”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”徽章

成员身份	描述	每个操控组 最大人数	判断标准
人类玩家 (HUMAN PLAYER)	比赛道具管理员		TEAM” 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

6.7 Other Logistics 场地后勤

比赛道具如果离开了场地, 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等) 迅速安全简单的放回场地。

机器人不能故意送比赛道具离场 (见规则 [G401](#))。

如果比赛开始后意外发现有损坏的比赛道具, 比赛不会以赛场故障 (ARENA FAULT) 的名义中止比赛。受损的比赛道具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比赛道具, 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 提示灯至绿色, 此时操控组才能进入场地搬走他们的机器人。

在 2 分 30 秒的比赛开始前和结束后, 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 (场地复原组等) 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

7.1 ROBOT Restrictions 机器人限制

G101 *危险的机器人：是禁止的 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，比如比赛道具，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任何角落（定义见 [R401](#)）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。

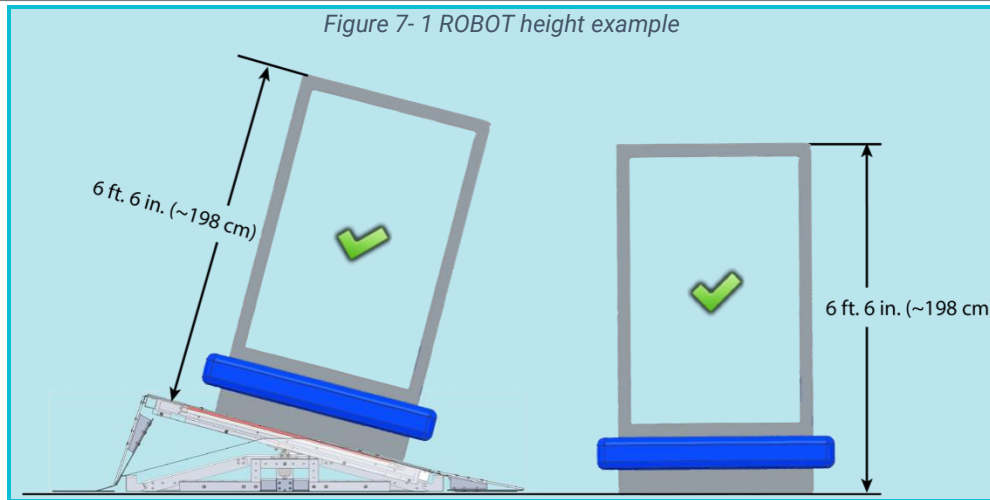
判罚：红牌。

G106 机器人不能超高 Tall ROBOTS not allowed. 机器人的高度，以静止在地面时进行测量。比赛中机器人在地毯上的高度不能超过 6 英尺 6 英寸（约 198 厘米）。

判罚：犯规。

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。

比如，一个机器人以一定角度开上一个平面，其实际高度相对于场地地面的地毯而言是超高的。



G107 不要过度伸展自己 Don't overextend yourself. 机器人不得伸展超过它们的外框架 48 英寸（约 122 厘米）之外。暂时的或无关紧要的超过 48 英寸（约 122 厘米）为本规则的例外。

判罚：犯规。如果过度伸展是为了用比赛道具得分，技术犯规。如果过度伸展导致机器人封堵了所有与某个场地设施互动的可能，红牌。

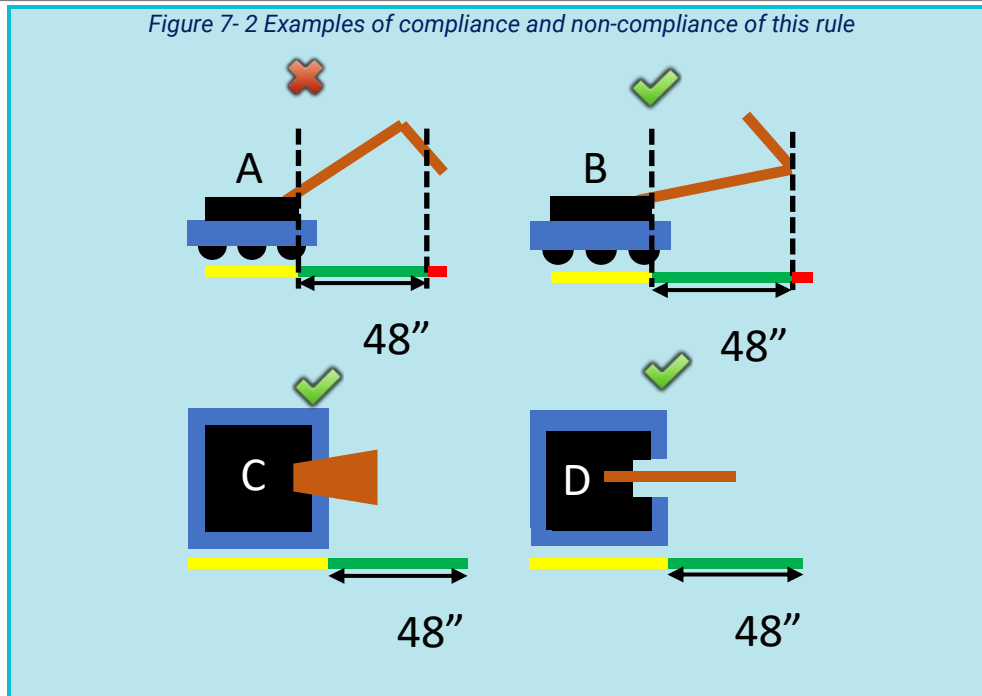
暂时的和无关紧要的伸展包含 1 根线或扎带甩出了外框架，也包含在部署伸展的时候甩出去。

本规则遵守和不遵守的例子见图 [Figure 7- 2](#)。

机器人底下的黄条代表外框架的限制范围，和机器人外框架的相同方向绘制。绿条代表本规则中可伸展超过外框架的允许范围。红条代表已经伸展超出外框架到规则所不允许的范围。

- 机器人 A 伸展过长，违反本规则
- 机器人 B 不违反本规则
- 机器人 C 不违反本规则
- 机器人 D 不违反本规则，因为它的延伸只在一个方向上延伸，尽管边缘不垂直于机器人

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



G108 不得在对方的装载区或社区内伸展 Opponent's zone, no extension. 当机器人的保险杠横穿进对方的装载区或社区时，机器人不得伸出外框架。同时暂时和无关紧要的伸展是本规则的例外。

判罚：犯规。如果重复/累犯，每个实例技术犯规。

暂时和无关紧要的伸展的例子包含 1 根线或扎带甩出了外框架。

G109 不要向多方向伸展 Don't extend in multiple directions. 机器人不得同时在多个方向上（比如在机器人的一侧以上）伸展超过外框架。就本规则而言，拥有圆形的或环形部分的外框架被认为是无限数量的侧面。本规则的例外为：

- A. 暂时和无关紧要的在多方向上伸展
- B. 机器人完全位于它们的装载区或社区内。

判罚：犯规。如果多方向伸展是为了用比赛道具得分，技术犯规。如果多方向伸展导致机器人封堵了所有与某个场地设施互动的可能，红牌。

暂时的和无关紧要的动作包含 1 根线或扎带甩出了外框架，也包含在部署伸展的时候甩出去。

本规则遵守和不遵守的例子见图 [Figure 7-3](#)。

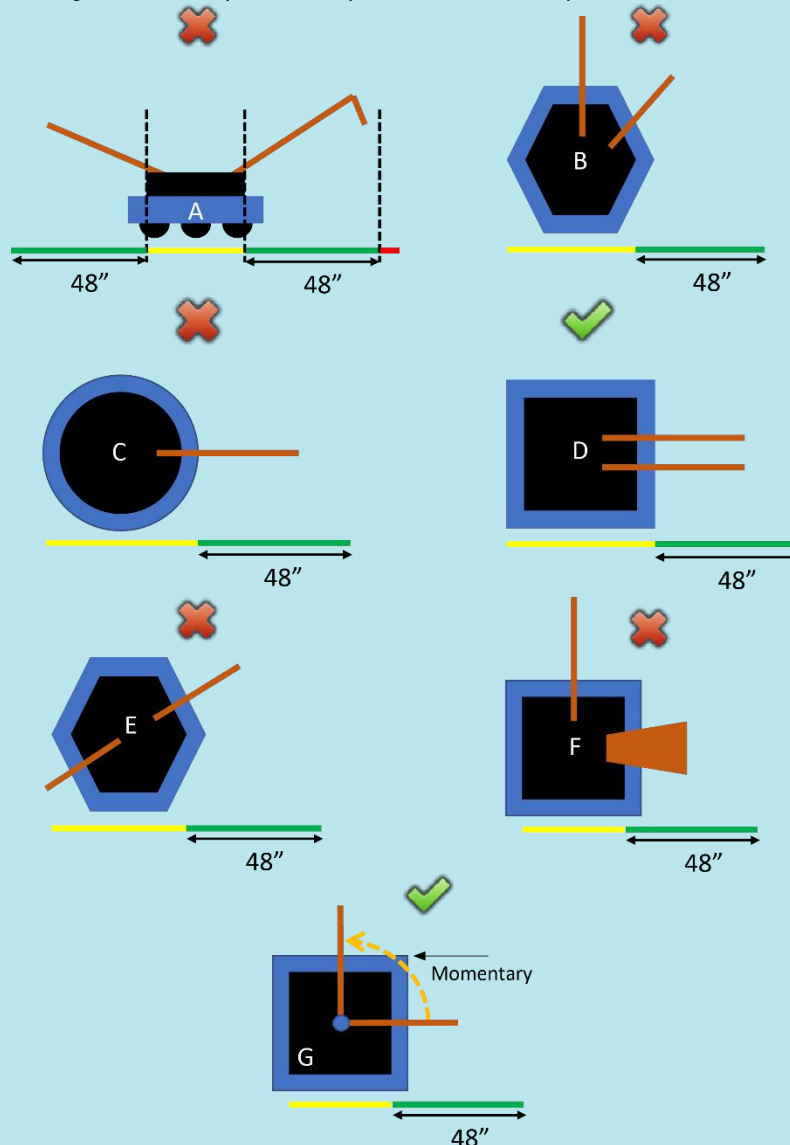
机器人底下的黄条代表外框架的限制范围，和机器人外框架的相同方向绘制。绿条代表本规则中可伸展超过外框架的允许范围。红条代表已经伸展超出外框架到规则所不允许的范围。

所有以下例子若发生在机器人的装载区和社区内，都是合规的。

- 机器人 A 朝多方向伸展，违反本规则
- 机器人 B 朝多方向伸展，违反本规则
- 机器人 C 伸展超过无限侧面，因此任何伸展超过 1 条弧线等于超过多个侧面，违反本规则
- 机器人 D 没有违反本规则

- 机器人 E 伸展超过 1 个方向，违反本规则
- 机器人 F 伸展超过 1 个方向，违反本规则
- 机器人 G 没有违反本规则，因为当定位在保险杠角落上时，只要伸展没超过暂时的定义就不算犯规。

Figure 7-3 Examples of compliance and non-compliance of this rule



7.2 ROBOT to ROBOT Interaction 机器人之间的互动

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，比如在社区的红色联盟的机器人在比赛最后 30 秒内接触蓝色联盟的机器人。

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超过 1 个以上的比赛道具。
- 1 个蓝色联盟的机器人把完全位于蓝色装载区之外的红色联盟机器人推进蓝色装载区。

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（比如顶在场地设施处）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 183 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。如果正在紧贴的机器人被紧贴，初始的紧贴计时终止。否则，如果 1 个机器人重新紧贴同一个机器人，在本规则提到的 3 秒内，裁判的计数会直接从初始的紧贴计时中恢复（和从 0 开始相比）。

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：

- 不让对手获得任何场地上的比赛道具，
- 把所有对手围堵在场地中某一小区域，
- 封堵所有进出装载区的通路，
- 封堵所有进出社区的通路。

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。

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. 机器展现出外围框架的部分不得首先直接接触到对方机器人外围框架的垂直投影内部。与对手的保险杠开口或在保险杠开口上方的空间接触是本规则的例外情况。

判罚：犯规。

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，机器人不得以以下任何方式伤害或瘫痪对手的机器人：

- 被裁判认为是有意的。
- 无论是否有意，首先接触到对方机器人外框架的垂直投影内。我方机器人的保险杠或机器人外框架内的组件和对方保险杠开口处内的组件之间的接触是一个例外。

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-B 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的零部件在这个区域有受到伤害的风险。

包含且不限于的例子有：

- 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。
- 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。
- 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括但不限于：

- 机器人伸展进入后导致对方的气动系统泄压
- 机器人伸展进入后导致对方失去动力。（本项必定给红牌）。

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的判罚。

定义了“首先接触到”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操作，技术犯规和红牌。

包含且不限于的例子有：

- 利用楔状机构弄翻对方的机器人，
- 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，
- 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，是不违反的。

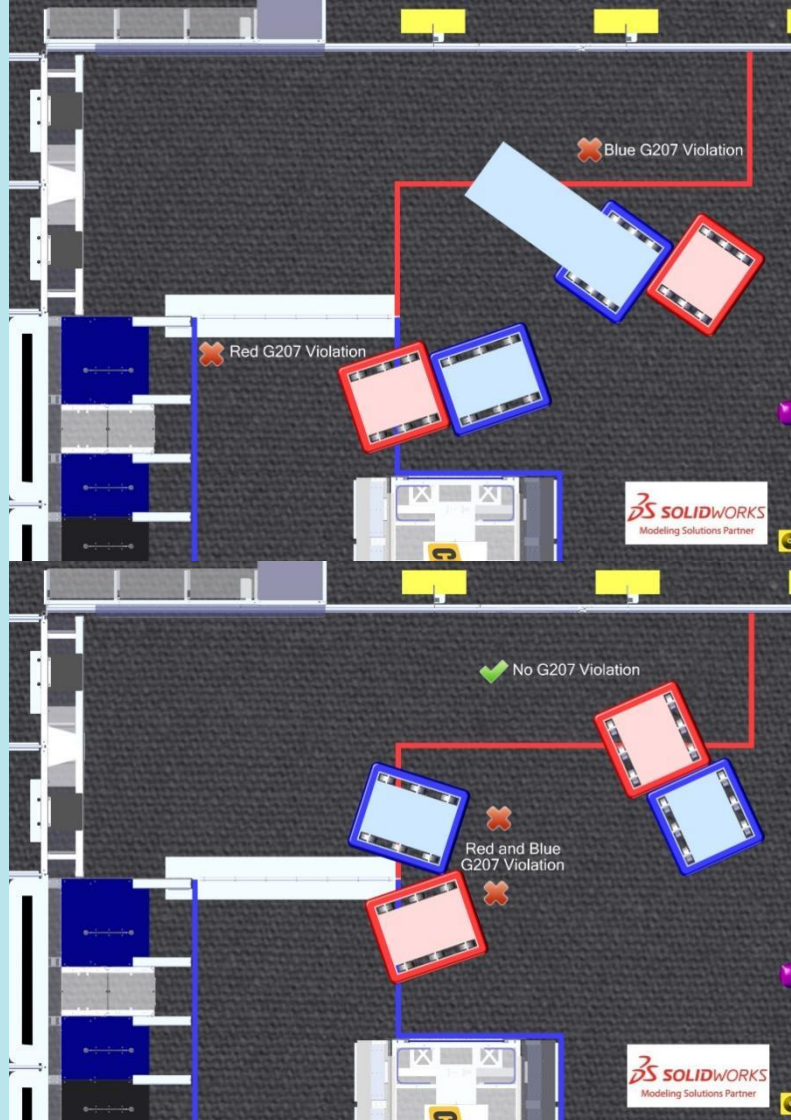
“无法操作”意味着因为事故，操作手不再能驾驶机器人在合理的时间内（通常上的）到达指定地点。比如，如果机器人变得只能转圈移动，或者只能龟速移动，那么可认定机器人无法操作。

G207 道路使用权 Right of way. 机器人的任何部位不得在对方的装载区或社区内接触对方的机器人，无论是谁首先接触到。

判罚：每次接触判一个犯规。

队伍应该清楚当他们选择进入对方的装载区或社区内的时候将面临极高的犯规风险。

Figure 7-4: G207 Examples



图上半部分：右上组机器人，蓝方违反 G207；中间组机器人，红方违反 G207
(右上组蓝方机器人被红方机器人推进红方装载区)

图下半部分：右上组机器人，无机器人违反 G207；中间组机器人，双方都违反 G207

G208 不得叠罗汉（除非在社区内） Don't climb on each other unless in the COMMUNITY. 机器人不得被伙伴机器人完全支撑，除非伙伴机器人的保险杠横跨在它所属的社区。

判罚：每个实例技术犯规。

G209 在比赛最终阶段，不要碰和对方充电站接触中的对方机器人 During the ENDGAME, don't touch ROBOTS touching their CHARGE STATION. 在比赛最终阶段，1 个机器人不得，无论是直接及物的通过 1 个比赛道具，触碰正在接触对方充电站或被对方伙伴机器人支撑着接触对方充电站的对方机器人。1 个正在接触己方的充电站但一部分处在对手的装载区的机器人不受本规则的保护。

判罚：被触碰的对方机器人，和当犯规发生的时候任何正在接触它们的充电站的机器人，和触碰时任何支撑着对方机器人的伙伴机器人，都会被视为获得了停靠加占据的得分。

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-D 项中的对象不包含比赛道具。

- 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, 但不包括在操作站使用魔术贴, 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. 使变形 (deforming),
- E. 变得纠缠不清 (becoming entangled with),
- F. 悬挂于 (suspending from),
- G. 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。

比赛道具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, 撕碎或定期标记比赛道具也是违反本规则的。

G302 自动阶段呆在自己的地盘 Stay on your side in AUTO. 在自动阶段, 1 个机器人不得横跨过场地上中场线所在的无限垂直空间。

判罚: 犯规。如果接触到对方机器人, 技术犯规。如果接触到对方充电站, 对方联盟会被认定 1 个机器人在自动阶段结束时成功获得停靠加占据的得分。

如果 1 个联盟使用 1 个比赛道具防止充电站摆动, 还会适用 G402 的判罚。

G303 在自动阶段不得和对方的比赛道具互动 Do not interfere with opponent GAME PIECES in AUTO. 在自动阶段, 1 个机器人的举动不得导致堆放在对方场地一侧的比赛道具被移出它们的初始位置。

判罚: 每移动 1 个比赛道具 1 个技术犯规。

G304 不要乱动对方的充电站 Don't mess with the opponent's CHARGE STATION. 机器人, 无论直接或间接物地通过 1 个比赛道具, 不得导致或防止对方的充电站摆动。以下所列为例外:

- A. 对方充电站的摆动或被防止摆动是因为 1 个暂时的机器人动作所导致的最小幅度的充电站摆动,
- B. 1 个机器人被 1 个对方的机器人, 无论是直接的或及物地通过 1 个比赛道具或别的机器人, 触碰着而被强迫去接触对方的充电站 (比如机器人被对方联盟有意或无意地楔在充电站下面) .

判罚: 每个实例 1 个犯规。在比赛最终阶段, 当犯规发生的时候, 任何正在接触充电站的对方机器人, 以及任何支撑着该机器人的伙伴机器人, 都将被认定为获得了停靠加占据的得分。

G305 不要戏弄传感器 Don't trick the sensors. 队伍不得干扰自动计分硬件。

判罚: 对整个联盟出示红牌。

7.4 GAME PIECES 比赛道具

G401 *保证比赛道具在场地内 Keep GAME PIECES in bounds. 机器人不能从场内故意弹射对方的比赛道具，（无论直接，或通过场地设施弹跳，或其他机器人）。

判罚：每个比赛道具给一个犯规。

G402 *比赛道具要按照要求使用 GAME PIECES: use as directed. 机器人不能利用比赛道具使比赛难度降低，或利用比赛道具通过场地设施的互动提高对方的挑战难度。

判罚：每个比赛道具给一个技术犯规。

包含且不限于的例子：

- 在充电站下方楔入方块让机器人接触变电站变得更简单。
- 放 1 个圆锥在对方充电站上让对方行驶上去的难度增大。

G403 最多持有 1 个比赛道具（在装载区内、社区内除外） 1 GAME PIECE at a time (except in LOADING ZONE and COMMUNITY). 完全不在己方装载区和社区内的机器人在非“暂时”的情况下，不能一次“控制”1 个以上的比赛道具，无论是直接的还是及物通过其他对象。

1 个机器人“控制”1 个比赛道具的定义是：

- 比赛道具由机器人完全支撑，
- 机器人有目的性的移动比赛道具到某个指定的位置，或者往某个理想的方向。

判罚：每多控制一个比赛道具算一个犯规。如果恶意犯规，黄牌。

移动 1 个比赛道具从而得以进入场地的某个区域（比如充电站）并不为认为是有目的性的移动到指定地点或往理想的方向。

恶意犯规包含且不限于：

- 同时控制 3 个比赛道具
- 持续的控制 2 个以上比赛道具
- “经常”控制 2 个以上比赛道具（经常的定义指在一场比赛中出現超过 3 次）

G404 只有在社区内才能发射比赛道具 Launching GAME PIECES is only okay in the COMMUNITY. 1 个机器人不得发射比赛道具，除非机器人有任何一部分在它的社区内。

判罚：每个比赛道具 1 个技术犯规。重复犯规很可能迅速升级判罚为黄牌或红牌。

如果 1 个比赛道具被射进空中，在地面上被踢飞，或以强力的方式被投掷就认定为被发射。

本规则的目的并不是惩罚比赛道具在联盟社区以外的地方从机器人身上离开一小段距离就停下的典型移动。此类行为可能有但不限于的例子为：

- 反转抓取装置（intake）导致 1 个比赛道具从机器人身上飞出了一小段距离
- 1 个机器人在场地上移动的时候把 1 个比赛道具推开了一小段距离

G405 不要从对方的电力网格内拿走东西 Don't mess with the opponents' GRIDS. 机器人不得从对方的节点内移走一个已经得分的比赛道具。

判罚：犯规。对手获得持久奖励的晋级分。



8 GAME RULES: HUMANS 比赛规则：人类

FIRST 致力于公平、多样性和包容 ([Equity, Diversity, and Inclusion](#))。因此, FIRST 是为要求空间的残障人士提供合理的空间。如果参与者需要活动空间, 请与赛事志愿者交谈或在活动前联系当地主管, 以便他们帮忙确保提供空间。

空间是允许所有残疾人进入大楼和参与比赛的调整。空间条件是合理的, 不会给残障人士造成过度困扰或安全问题。

8.1 General 通用规则

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会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使用攻击性语言或其他不文明的个人言行。

特别令人鄙视的行为很可能会被驱逐出赛场, 包含并不限于:

- a. 袭击 (assault)。比如有意或无意投掷什么东西并击中他人,
- b. 威胁 (threat)。比如说“如果你不回电话, 我会让你后悔的”,
- c. 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,
- d. 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,
- e. 羞辱 (insulting)。比如告诉某人他们不配当操控组成员,
- f. 咒骂 (swearing)。咒骂别人 (低声咒骂或对着咒骂),
- g. 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 2023 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站的 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也适用于 [H201](#), 包含但不限于:

- 推开正在出入口阻挡他人进入的场地复原志愿者后进入场地,
- 无视不得进入场地的警告,
- 比赛进行中走进场地,
- 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护栏 Never step over the guardrail. 队伍成员只能通过护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。跨越护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 *不得为了调整排名而故意输或少得分 Throwing your own match is bad. 队伍不得故意输掉比赛或牺牲一点晋级分以调整队伍得排名或操纵其他队伍的排名。

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）

这条规则的目的不是惩罚那些采用替代策略的队伍，而是确保故意输比赛会对你自己的排名产生负面影响，或者操纵其他队伍的排名（比如故意输掉比赛降低了联盟队友的排名，和/或增加了没有参与该场比赛的其他队伍的排名）。此类行为和 FIRST 价值相违背的，任何队伍都不该这么做。

H108 *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。技术员定义见（DRIVE TEAM），技术员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视为限制进入区，无法防止其指导或使用信号设备，见《赛事现场手册 EVENT RULE MANUAL》的 [E102](#)。

H109 *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。临时让比赛道具变形（比如在给机器人预载比赛道具的时候）是本规则的例外。

- A. 攀爬上或进,
- B. 悬挂,
- C. 使变形,
- D. 损坏.

判罚：口头警告。赛事中再犯，黄牌。

H110 不要乱改比赛道具 Don't mess with GAME PIECES. 队伍不得改造比赛道具，任何方式都不行。暂时的使其变形（比如为了预载到机器人身上）是本规则的例外。

判罚：口头警告。如果接下来在赛事中的任何时候再犯，黄牌。

在比赛道具上标记或站在比赛道具上是违反本规则的例子之一。[H109](#) 或 [H110](#) 的恶意违反，比如切割或故意使比赛道具漏气，都违反 [H201](#)。

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](#)。

请在红黄牌部分 [Section 11.2.2 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,
- c. [H103](#) 蓝框中列举的行为,
- d. 紧贴对方机器人超过 15 秒,
- e. 利用比赛后的 3 秒得分评估周期来避免违反规则（例如，触发过度扩展获得网格得分，或使用机器人的剩余能量冲击对手充电站上的机器人）。

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。

请查看和主裁判，FTA 互动的章节 [Section 11.2 Head REFEREE and FTA Interaction](#) 以获取更多过程及细节。注意有些赛事会限制操控组的成员出入赛场。

8.3 Before/After the MATCH 在比赛开始前和结束后

H301 *迅速行动 Be prompt. 操控组不得严重耽误比赛的开始。严重耽误的定义需要同时满足以下条件：

A. 即将开打的比赛开始时间已过，

赛事志愿者会尽其所能与队伍沟通进度的延误。基地区的显示器（Pit Display，通常位于基地区管理处的桌子附近）显示任何赛事的计时延迟。场地上和基地区的广播公告也会提供有关延误的信息，任何不确定何时排队参加比赛的队伍都应该与负责排队管理的志愿者进行沟通。

在资格赛中，比赛的预期开始时间是比赛时间表上指示的时间或距离上一场比赛结束后已有 4 分钟（反映在基地区显示器显示的时间表上），以较晚者为准。

在淘汰赛中，比赛的预期开始时间是比赛时间表上标明的时间，或者是任意联盟前一场场比赛结束后的第 15 分钟，以较晚者为准。

B. 操控组既没有准备开始比赛，也没有做真诚的努力，是否真诚由主裁判来认定，以迅速准备好比赛开始。

队伍已经违反了 [H305](#) 或者有 1 位操控组成员已位于现场并已经通知过赛事工作人员，他们队伍的机器人将不能参加该场比赛。此种情况视为比赛已经准备好开始，并不违反本规则。

判罚：口头警告，或者如果是在比赛阶段违反（比如资格赛或淘汰赛），给队伍即将到来的比赛判技术犯规。如果操控组在给了口头警告或技术犯规后 2 分钟内依然无法准备好参赛。主裁判将认定队伍没有通过真诚的努力以迅速准备好比赛开始，机器人判停机。

规则的目的是为两个联盟提供一个公平的时间来为每场比赛做准备，并在导致他们情有可原的迟到的情况下给予操控组恩惠。

一旦发出口头警告/技术犯规，主裁判就会开始一个 2 分钟的倒计时，并真诚地努力与延误的操控组分享倒计时的状态。

“比赛准备开始”的状态需要机器人已放置在场内，处于起始状态，且电源已开启。另外，操控组成员必须位于其起始位置。

通常而言，真诚的努力以迅速准备好比赛开始的定义是全力将机器人转换到可以开始比赛的状态（而不是视图显著改变机器人的能力），以下真诚的努力的例子包含并不限于：

- 队伍带着机器人安全的送入场地，且队伍并没有在积极修改机器人，
- 为了满足机器人的起始状态而迅速做一些使用胶带或扎带的小修改，
- 等待操作终端开机，
- 与场地工作人员合作让机器人连接上场地。

不被认为是做出了真诚的努力的例子包含并不限于：

- 机器人没有送往场地，
- 机器人正送往场地，但一边还在积极修改，
- 当比赛准备好开始时（指示比赛可以开始的绿色 LED 指示灯已经熄灭），仍有 1 名操控组成员留在场内，
- 在场地内安装保险杠，给气动系统充气，以及其他任何不符合 **b** 项的机器人维护行为，
- 耗时地使用机器人外部的对准设备（比如操控组可以带入和使用测量用的胶带，只要这样做不会延误比赛）。

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。

- 操作终端，
- 无动力信号装置，
- 合理的装饰物，
- 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) .

B-G 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 **B** 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, 智慧手机, 蓝牙通讯和 Wi-Fi.

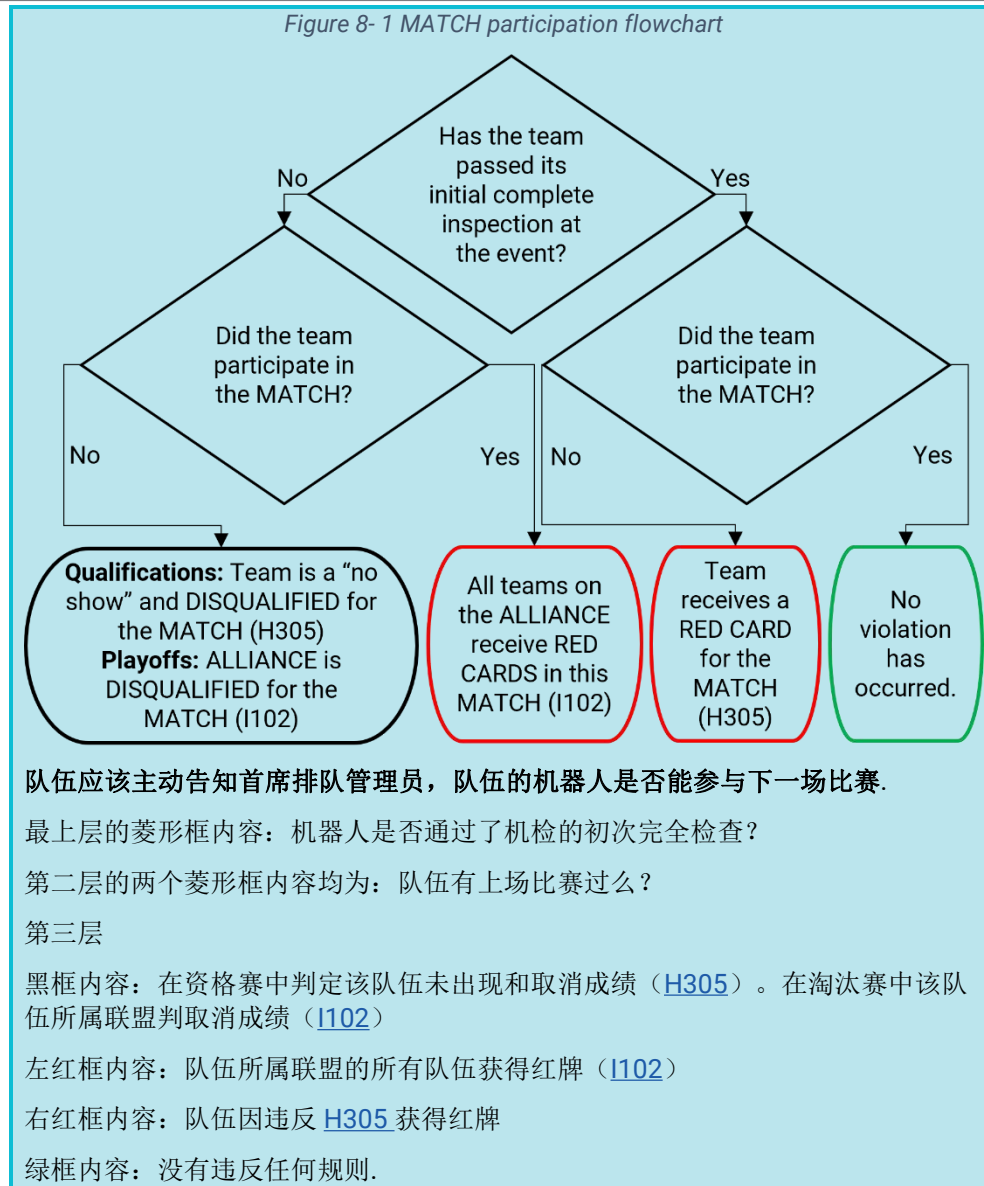
H304 *非请勿入 **By invitation only**. 只有操控组成员且是参加该场比赛的操控组成员才被允许进入相应的联盟区域和变电站区域.

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, 出席队伍应该参加的当前资格赛或淘汰赛.

判罚: 红牌.

Figure 8- 1 MATCH participation flowchart



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. 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站中 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站中。从操作站的队号显示器中可以得知该操作站属于哪个队伍。

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站附近,就不会有任何影响。但是,当操作手距离其操作站大约半个操作站的时候,此举很可能违反本规则。

H308 *禁止击打玻璃。 禁止任何队伍成员敲打操作站的塑料窗。

判罚: 口头警告。如果在之后的比赛中再犯, 黄牌。

H309 知晓你的机器人设置 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, 例如已经通过机器检查 (练习赛可以有例外, 详情见机器人检查和通过规则 [Section 10 Inspection & Eligibility Rules](#) 的章节),
- B. 只有分配给队伍的比赛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. 机器人的位置完全位于社区内,
- E. 不和充电站接触,
- F. 由场地地毯完全支撑,
- G. 完全且独立支撑不超过 1 个比赛道具 (赛场设置 [Section 6.1 Setup](#) 有叙述)。

判罚: 如果预期可以很快修正错误, 那么在修正结束前比赛不会开始。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被忽略状态 (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 知晓操控组所在的位置 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: 在己方联盟区域内, 在起始线之后,
- B. 教练: 在己方联盟区域内, 在起始线之后,
- C. 人类玩家:
 - a. 至少 1 名人类玩家在己方的变电站区域,
 - b. 剩下的人类玩家: 在己方联盟区域内, 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比赛道具 Leave the GAME PIECES alone. 在比赛开始前, 人类玩家不得重新摆放变电站区域内的比赛道具。

判罚: 比赛在犯规纠正后才会开始。

8.4 During the MATCH: AUTO 在比赛中的自动阶段

H401 *站在起始线后 Behind the lines. 在自动阶段, 联盟站起始线和变电站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, 并获得了主裁判和 FTA 的许可。

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站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 *断开或放下控制器 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

8.5 During the MATCH 在比赛中的所有阶段

H501 *同队教练和他队成员不得操控队伍机器人 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，操控组成员不能接触所在区域（例如联盟区域，变电站区域，或技术员所在的地方）之外的任何东西。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，不得触碰比赛道具 COACHES, GAME PIECES are off limits. 教练不得触碰比赛道具，除非是出于安全考虑。

判罚：每个比赛道具给一个犯规。

H504 比赛道具只能通过专用出口进入场地 GAME PIECES through PORTALS only. 比赛道具能进入场地的方式有：

- A. 经由人类玩家之手，
- B. 通过专用出口，
- C. 仅在手动阶段。

判罚：每个比赛道具给一个犯规。

H505 操控组，手不要伸太长 DRIVE TEAMS, watch your reach. 操控组不得长时间（比“暂时”要更长）把任何肢体部位伸进单变电站的出口内。

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疾速填充的机器人上。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（[Section 9.4 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](#)）的可兼容性。KOP 的内容为当前赛季的开题套件，FIRST Choice 提供的本赛季的物品，及来自本赛季的产品捐赠商（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：

- 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。
- 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。
- 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“疾速填充”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。

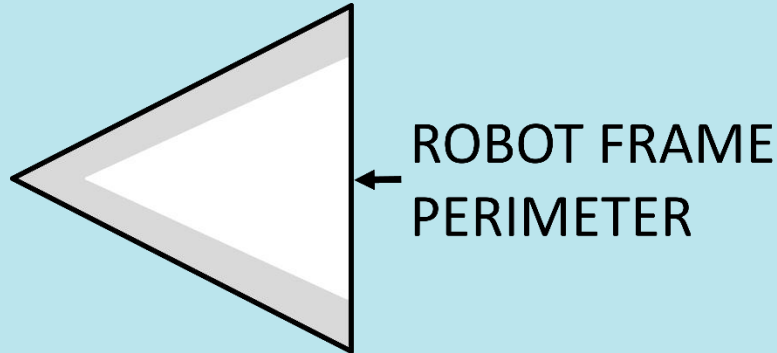
9.1 General ROBOT Design 通用机器人设计

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铰接的结构元件组成。框架四周突出的微小零件只要伸出不超过 $\frac{1}{4}$ 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（图 Figure 9-1 中黑色粗线的部分就是外框架）。

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）。

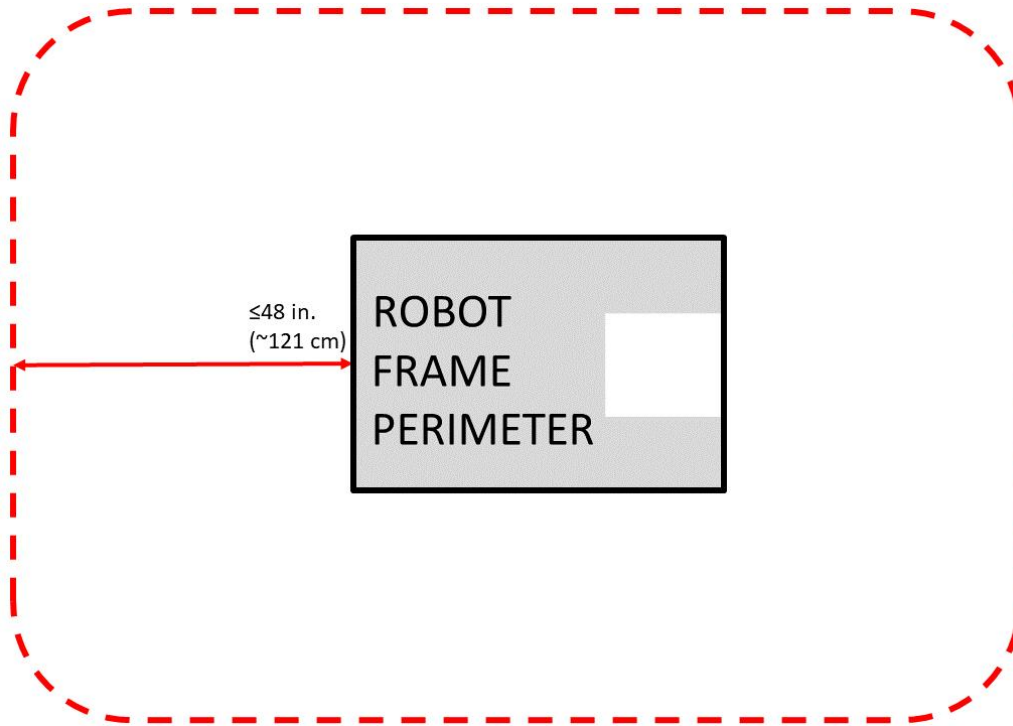
R104 起始状态的最大尺寸 STARTING CONFIGURATION – max size. 机器人在起始状态下，外框架的周长不能超过 120 英寸（约 304 厘米），高度不能高于 4 英尺 6 英寸（约 137 厘米）。

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设计会有额外的限制。

R105 机器人伸展限制 ROBOT extension limit. 机器人的任何部位都不能超出外框架之外 48 英寸 (约 121 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 exposed sharp edges.** 机器人上的突出部及暴露表面不能对场地设施（包含比赛道具）或人类造成伤害.
- R203 *通用安全 General safety.** 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:

- 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，
- 扬声器，汽笛，气喇叭，或其他会导致严重分心的音频设备，
- 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。请参考视觉目标 [Section 5.9 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. 液压机液体或液压物品,
- 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 *比赛道具留在场地内 GAME PIECES stays with the FIELD. 机器人必须在停机和断电时能从机器人中移除比赛道具，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。绝对不能让润滑剂污染场地或其它机器人。

R206 *不得损坏比赛道具 Don't damage GAME PIECES. 机器人身上可能和比赛道具有所接触的部组件不得制作成可以对比赛道具产生危害的效果。

比赛道具在由机器人处理时，可预见的会经历合理数量的磨损，比如抓挠或标记等。刨削/凿、撕扯或常规标记比赛道具都违反了本规则。

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. 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，但它可以是从供应商那里出售，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-B](#),
- 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 品带有以下的改造:
 - 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“疾速填充”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). 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.

功能上等效零件是指在形式和功能上都与 COTS 零件非常相似的项目。功能等效物应使用与 COTS 等效零件相似的材料来制造。

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“疾速填充”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“疾速填充”赛季的机器人。

R304 *参与赛事期间, 只在基地区开放时间内作业 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-c](#) 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,
- b. 比赛期间把机器人零件带回下榻酒店进行改造,
- c. 彻夜开启 3D 打印机或其他自动制造设备生产机器人零件。

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, 请查阅赛事现场手册的 [E108](#) 和 [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 $\frac{1}{4}$ 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 [Figure 9-4](#)。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

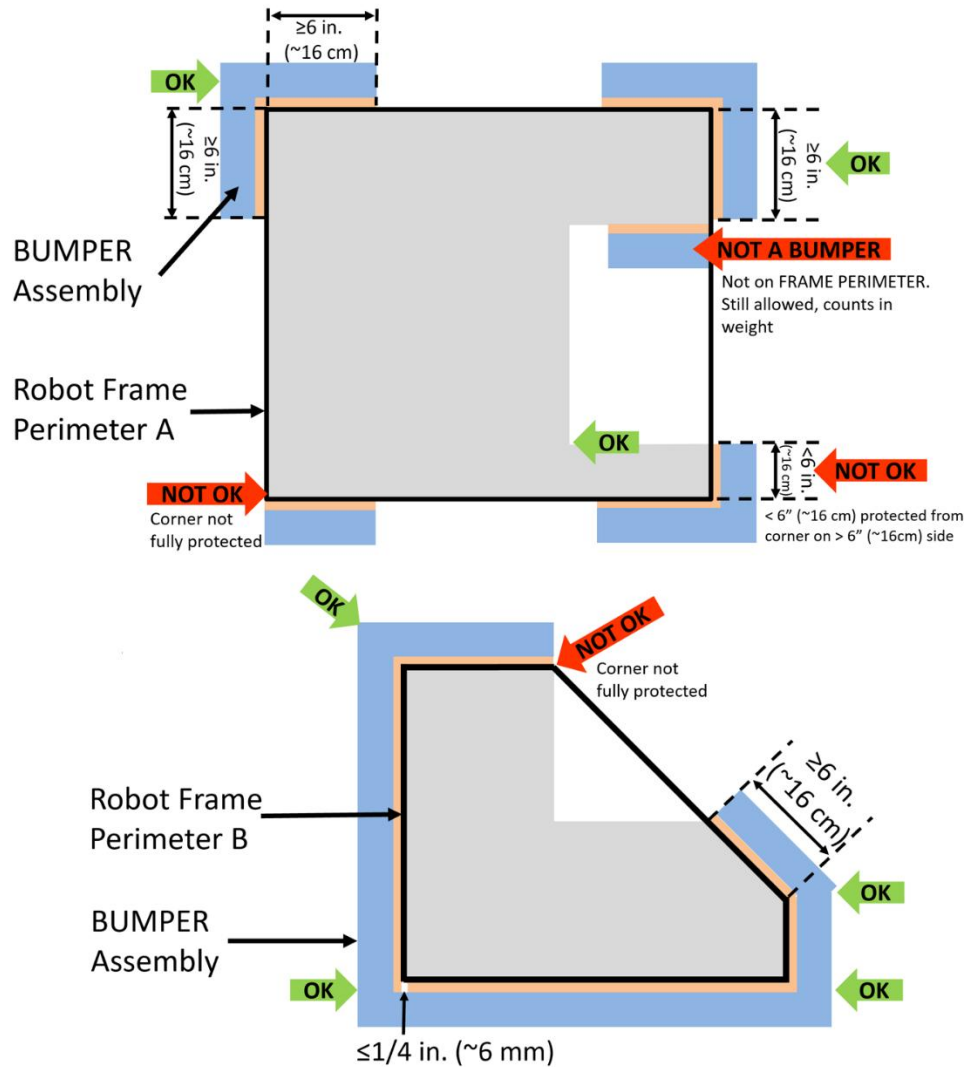
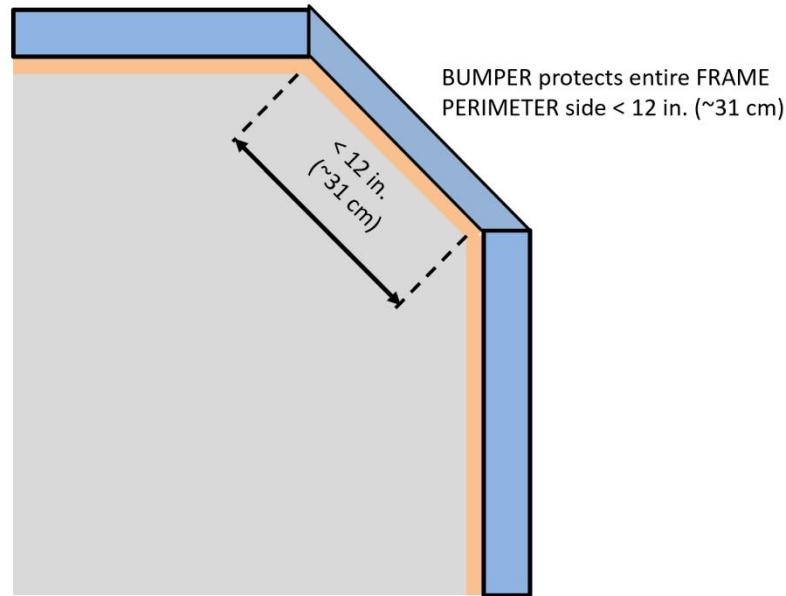


Figure 9- 4 BUMPER around full side/corner



- 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:

- [R406](#) 所要求的,
- 保险杠坚硬部分的钩环紧固件或按扣,
- 实心白色 FIRST 标志, 介于 4¾ 英寸 (约 12 厘米) 和 5¼ 英寸 (约 13 厘米) 宽. 参考“疾速填充”的虚拟套件部分 [CHARGED UP Virtual Kit](#)),
- 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. 由白色阿拉伯数字组成, 数字高度至少为 4 英寸 (约 11 厘米), 宽度至少为 ½ 英寸 (约 13 毫米),

½ 英寸 (约 13 毫米) 的字体元素。如果衬线, 圆形边缘, 小细线或间隙等字体元素小于该尺寸的, 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 度角的部位的两边,
 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 (比如机器人和保险杠上的相扣支架), 那么永久附加在机器人上的物件可以被视为机器的一部分, 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](#)):

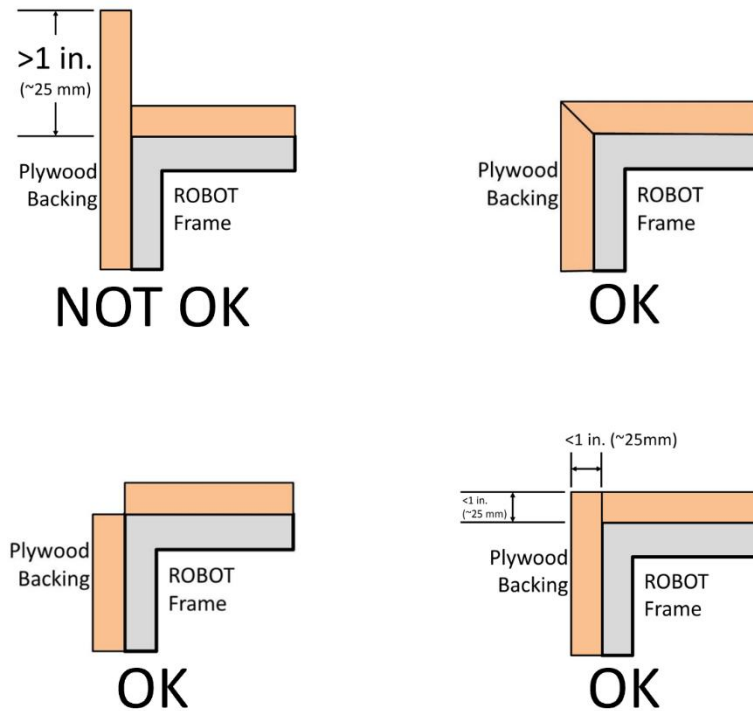
- A. 由 ¾ 英寸 (名义上约 19 毫米) 厚, 5 英寸误差正/负 ½ 英寸 (约 127 毫米误差正/负 12.7 毫米) 高的胶合板, 或定向刨花板 (OSB, Oriented Strand Board) 或实木木材 (轻木除外, balsa) 支撑。符合 [R101](#) 规定, 在木板上允许有小的间隙袋和/或接入孔, 但不能对保险杠的完整性有显著影响。

¾ 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: ¾ 英寸胶合板通常按照实际尺寸 ($23/32$ 英寸) 标注而不是标 ¾ 英寸, 此类 $23/32$ 英寸标注的胶合板也符合 [A](#) 项的要求。

- B. 保险杠的坚硬部分要符合本规则 [A](#) 项, [E](#) 项, [F](#) 项和 [G](#) 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](#) 所示。

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, 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)。根据 [R409](#) 的规定, 缓冲材料可以延伸到胶合板的末端, 以填充一个角落 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)。

“2½英寸(约~63 毫米)游泳条”为直径 2½英寸(约~63 毫米)的游泳条, 或直径介于 2¼ 英寸 (~57 毫米) 和 2¾ 英寸 (~70 毫米)之间。

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 [C](#) 项。

- 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)。

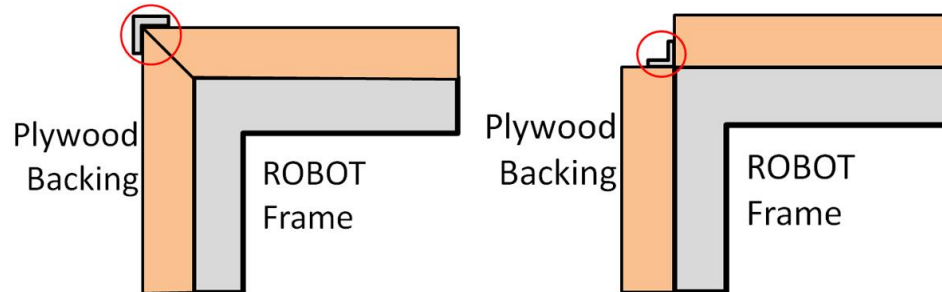
丝绸或被褥不被视作坚固的材料,但 1000D 型过胶尼龙是可以的。和保险杠颜色一样的胶带可以临时用来为小孔打补丁。

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。

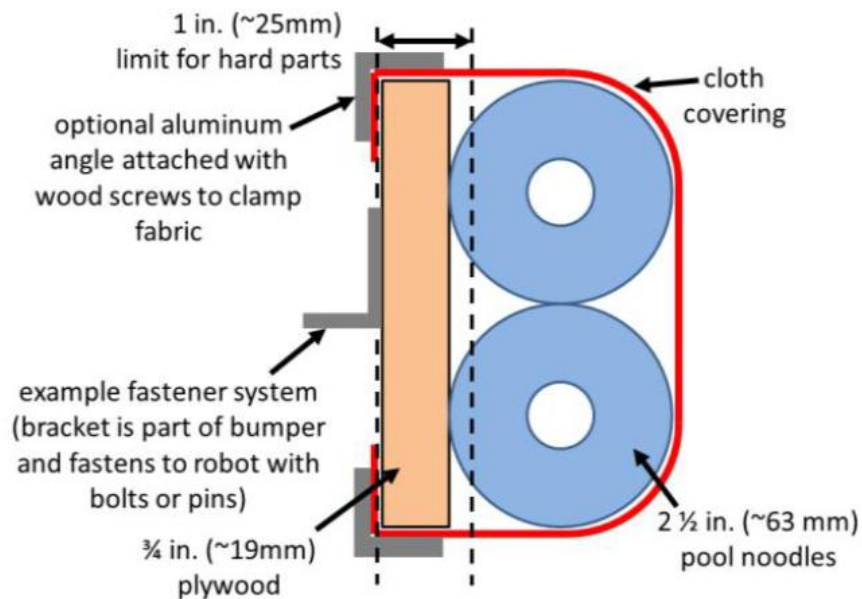
- E. 可选择使用金属角件，如图 [Figure 9-7](#) 或其他紧固件（如钉，螺钉等）夹住布料。
- F. 可选择使用金属支架（即角件或金属板）将保险杠段相互连接（参见图 [Figure 9-6](#)）。

Figure 9-6 Example uses of brackets in BUMPER corners



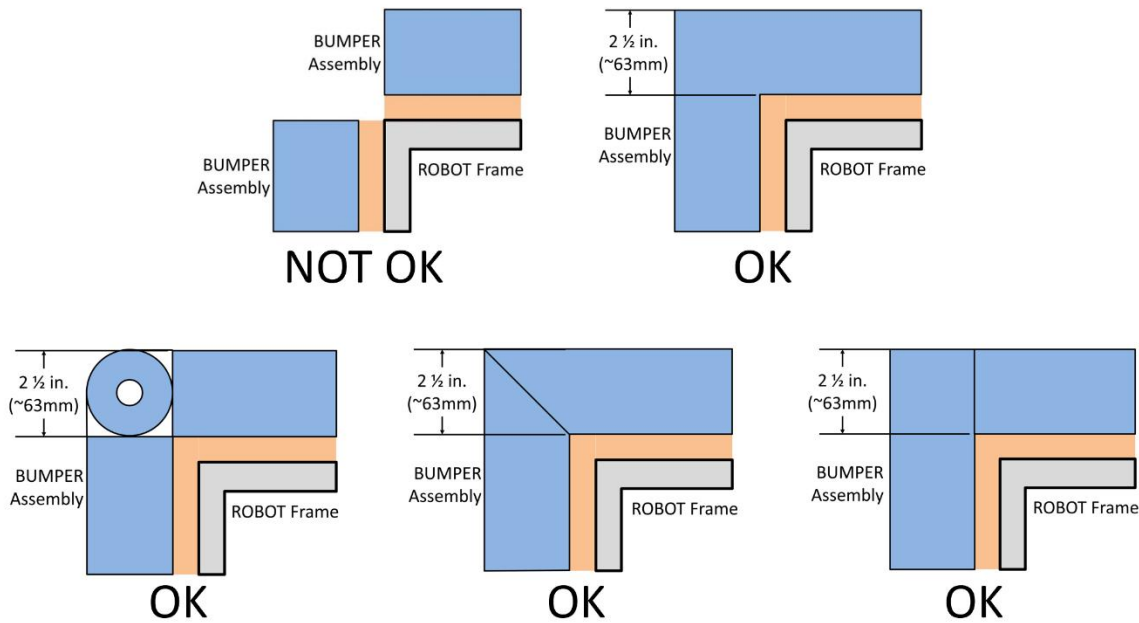
- G. 必须用坚固的紧固系统连接机器周长边界一个在主要结构上的又紧又稳固的连接（例如：不用钩环,胶带或绑带）连接系统的设计必须能承受比赛中剧烈的运动。所有的可移动的紧固件（例如：螺栓、锁紧销、管销等）将会考虑为保险杠的一部分。

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，填充的例子见图 [Figure 9-8](#).

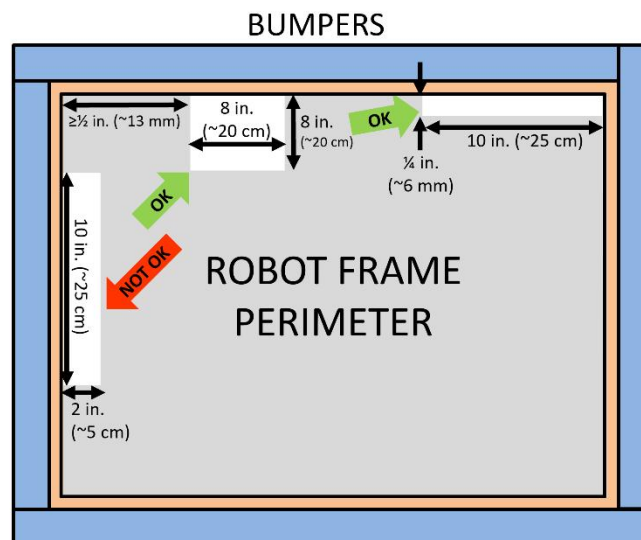
Figure 9- 8 Soft parts of BUMPER corners



R410 *保险杠必须由机器人支撑 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 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米)处必须有有外框架支撑 (小于 $\frac{1}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ 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。柔性的机器人部组件，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 电机和推杆

R501 *规则允许采用的电机 **Allowable motors**. 只允许采用以下型号的马达和推杆（任何数量）：

Table 9- 1 Motor allowances

电机名称	可用的型号	
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
		Johnson Electric JE-PLG-410
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 (v1.0 or v1.1)	
REV Robotics NEO 550	REV-21-1651	
VEX BAG	217-3351	
VEX Mini-CIM	217-3371	

电机名称
可用的型号

West Coast Products RS775 Pro

217-4347

电磁推杆（Electrical solenoid actuators），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），连续工作在 12 伏直流电压（VDC）（如果合规的推杆工作在 24 伏，它必须由生产厂商证明工作在 24 伏）

散热风扇尺寸不能大于 120 毫米（标称），额定电输入功率不大于 10 瓦（W），连续工作在 12 伏直流电压（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 伺服电机，零售价小于 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

线性推杆标称 12 伏，下接 1 个 20 安培或小于 20 安培的保险丝。

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/PDH 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。
- J. 维修后，零件的表现和规格没有变化。

K. 由生产厂商推荐的维护措施.

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. 电机控制器的型号,
 - 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,
 - 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-SSR6M40-DC-200D), and
 - c. Power Distribution Hub (PDH) switched channel (P/N REV-11-1850) for controlling non-actuator CUSTOM CIRCUITS only,
- C. 气动控制器,
 - 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 *不得让电机控制器超载 Don't overload controllers. 每个动力调节装置可以控制一个在表 [Table 9-2](#) 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 REV Robotics NEO 550 VEX Mini-CIM WCP RS775 Pro	Yes	No	No
AndyMark 9015 VEXpro BAG	Yes (每个最多控制 2 个)	No	No
AndyMark PG KOP Automotive Motors NeveRest Snow Blower Motor REV Robotics HD Hex	Yes (每个最多控制 2 个)	Yes	No
Linear Actuator (线性推杆)	Yes (最大 20 安培断路器)	Yes (最大 20 安培断路器)	No
CTR Electronics/VEX Falcon 500 Nidec Dynamo BLDC Motor w/ Controller Playing With Fusion Venom	Yes (仅限集成控制器)	No	No
Compressor (空气压缩机)	No	Yes	Yes
Pneumatic Solenoid Valves (气动电磁阀)	No	Yes (可控制多个)	Yes (每个通道 1 个)
Electric Solenoids (电磁阀)	Yes (可控制多个)	Yes (可控制多个)	Yes (每个通道 1 个)
CUSTOM CIRCUITS (自制电路)	Yes (可控制多个)	Yes (可控制多个)	Yes (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:

- roboRIO 的 PWM 端口,
- WCP Spartan Sensor Board 传感器板上的 PWM 端口 (P/N WCP-0045),
- REV 机器人伺服电源模块 (P/N REV-11-1144).

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 $\pm$.1 英寸，（约 180 毫米 x 76 毫米 x 168 毫米，每个尺寸误差 $\pm$ 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

符合这些标准的电池品牌包括：

- a. Energysys (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 安全手册 [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。

1 个 COTS 计算设备为 1 个非 roboRIO 的设备，用来处理和收集传感器信息（比如 1 个智能闪光灯不是 1 个 COTS 计算设备）

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。

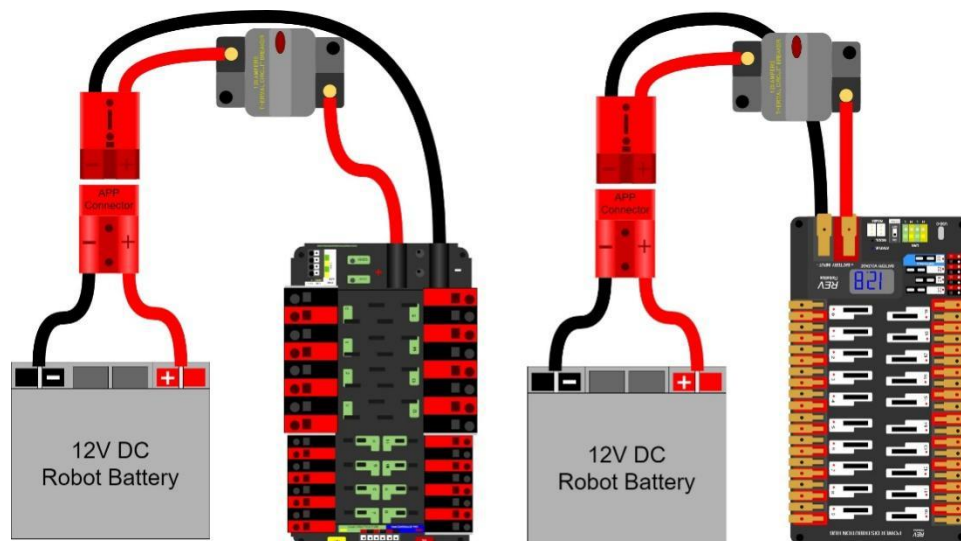
R607 *电池电线连接处绝缘 Insulate battery connections. 在机器人电池,总开关,和连接口的地方(如:接线头,电线末端),应保证电线所有部位都被绝缘。

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“疾速填充”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 [R617](#) 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 120 欧姆的电阻接在正负极之间来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。

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。

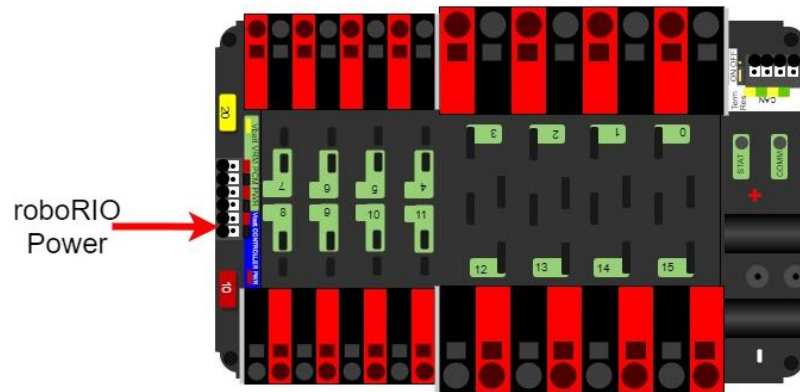
“显眼，易于检查”并不需要电子系统在机器人处于起始状态的时候显眼，队伍能在检查的时候让电子系统可见就行。

R614 *禁止高压 No high voltage allowed. 任何通电的电子元件，除了 [R501](#) 中特殊指定的推杆，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：

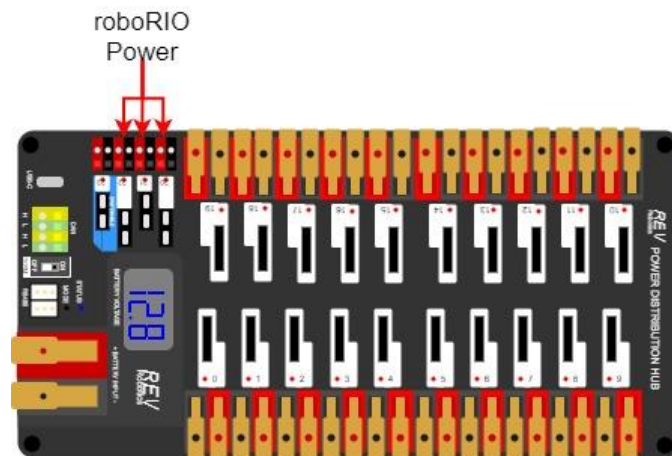
A. PDP 的供电口图 [Figure 9-11](#)：

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。

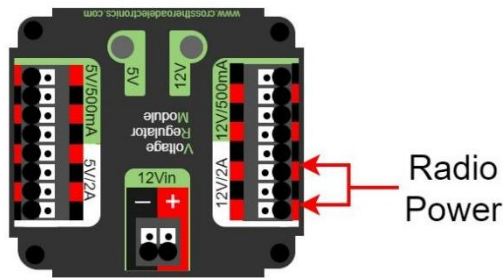
Figure 9- 12 roboRIO power source on a PDH



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



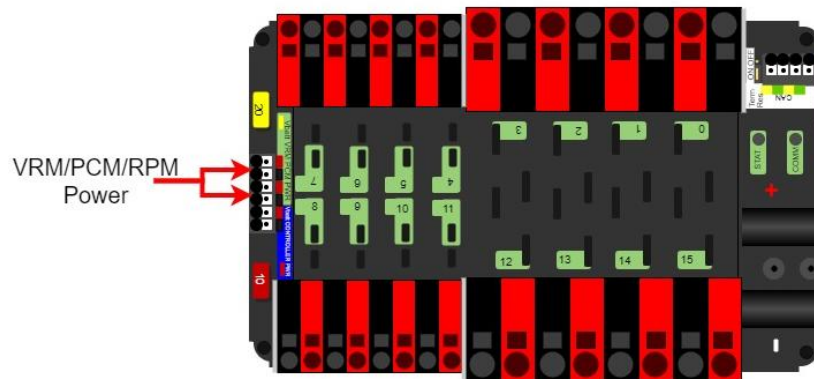
- B. 通过“网线”连接 REV Radio 供电模块（RPM，（P/N REV-11-1856））12 伏 2 安培输出端口和无线桥接设备的“18-24v POE”端口。

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:

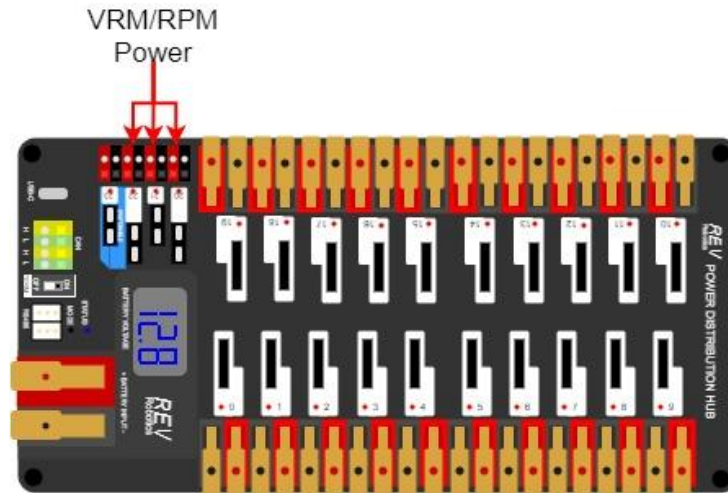
- A. 如图 [Figure 9- 14](#) 中红色箭头所指的输出口，此输出口只能连接 CTRE 的气动控制模块 (PCM, P/N am-2858)或 RPH(PH, P/N REV-11-1852), 其他电子负载不得连接这些 PDP 上的端口。

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.** PDP/PDH 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, 或 AT2-A, 端口类型 F57, 40 安培或更低安培,
- B. Snap Action MX5-A 或 MX5-L Series, 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。除非是为了给 PCM 或 PH 供电而使用 20 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
Motor Controller 电机控制器	最大 40A	1
CUSTOM CIRCUIT 自制电路	最大 40A	无限制

Automation Direct Relay 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 Relay Module	最大 20A	1
Automation Direct Relay 25A (*6M25*)	最大 20A	1
PCM/PH – 带空压机	最大 20A	1
额外的 VRM (无 radio 负载)/额外的 PCM/PH (未接空压机)	最大 20A	最多 3
Automation Direct Relay 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 或 4 平方)
21 – 30 安培断路器保护的电路	14 AWG (16 SWG 或 2.5 平方)
6 – 20 安培断路器保护的电路	18 AWG (19 SWG 或 1 平方)
11-20 安培保险丝保护的电路	
PDP 和 VRM/RPM 或 PCM/PH 之间的连接电路	
PCM/PH 上连接空气压缩机的输出口	
PDH 和 PCM/PH 之间	22 AWG (22 SWG 或 0.5 平方)
PDP/PDH 和 roboRIO 的连接	
PDH 和 VRM/RPM 的连接	
小于等于 5 安培断路器保护的电路	
小于等于 10 安培保险丝保护的电路	
VRM 上 2 安培的电路	24 AWG (24 SWG 或 0.25 平方)
roboRIO PWM 端口输出	26 AWG (27 SWG 或 0.14 平方)
信号级别电路（比如电路的持续电流小于等于 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	28 AWG (29 SWG 或 0.08 平方)

应用场合

最小线径

号, PCM/PH 阀输出, VRM 500 毫安输出和 Arduino 输出)

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本规则的材料 (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. 正级连接线的颜色为红, 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 *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](#)), 电机和推杆 ([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。)
- 电阻可以给提供伺服系统的 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 镜像版本 (image version) 要求为 FRC_roboRIO_2023_v3.1 或更新。

没有任何规定禁止使用协处理器(co-processors)。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（4Mbps/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	Yes
TCP 1735	SmartDashboard 用	Yes
UDP 1130	Dashboard 到机器人的控制数据	Yes
UDP 1140	机器人到 Dashboard 的状态数据	Yes
HTTP 80	摄像头通过交换机连接机器人的所传输的数据	Yes
HTTP 443	摄像头通过交换机连接机器人的所传输的数据 T	Yes
UDP/TCP 554	用于 h.264 编码摄像头即时流传输协议	Yes
UDP/TCP 1250	CTRE 诊断服务器	Yes
UDP/TCP 5800-5810	队伍自用	Yes

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 4Mbps 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/PH 和 VRM/RPM）的位置.

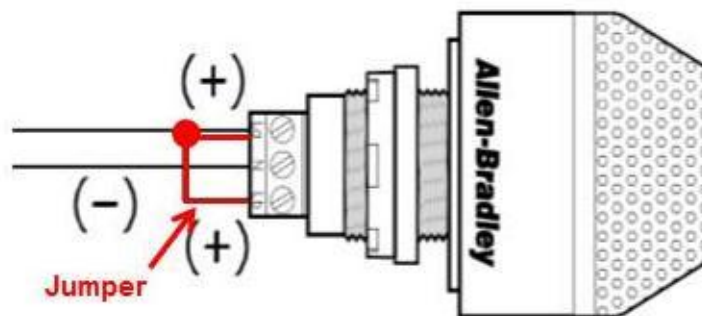
- R709 *机器人必须安装信号灯 ROBOTS must have a signal light.** 机器人必须使用至少 1 个但不超过 2 个的诊断用机器人信号灯（ROBOT Signal Light, 简称 RSL）（型号 P/N: 855PB-B12ME522 和/或 am-3583）.

任何 RSL 必须是:

- 安装在机器人上, 必须可以让观察者在 3 英尺(约 100 厘米)外清晰地看见信号灯指示,
- 连接到 roboRIO 上的“RSL”接口,
- 如果使用型号为 P/N: 855PB-B12ME522 的信号灯。在连接电线时, 请按照图 [Figure 9-16](#) 用跳线（Jumper）的方式连接“La”以及“Lb”端.

细节请参阅如何接线 1 台 FRC 机器人——[How to Wire an FRC Robot](#).

Figure 9- 16 P/N: 855PB-B12ME522 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/PH, 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, MXP 设备（R713-C 所述用来控制推杆）, 继电器模块（R503-B）, 无线桥接设备, 和电池都不得被篡改, 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，自行诊断和修复这样的基础部件会较困难。

有关“Q 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 设备可以控制推杆 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 [B](#) 项使用。

- R714 *CAN 电机控制器需由 roboRIO 控制 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, [R713](#)) 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](#)）。

“直接连接”包含通过任何系列的无源导体（比如通过无源导体进行星形，集线配置是允许的）

- R715 *PCM/PH 需由 roboRIO 控制 Control PCM/PH(S) from roboRIO.** 每个 PCM/PH 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，请参考 [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/PH，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等,
- 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 ⅜ 英寸 (约 3 毫米) 的 NPT, BSPP 或 BSPT 接口或集成快速连接外径 ¼ 英寸 (约 6 毫米) 气管接头,
- D. 附加气动管, 外径最大 ¼ 英寸 (名义上约 6 毫米),
- 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. 气动推杆, 气动线性推杆, 悬摆式推杆,
- 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)。

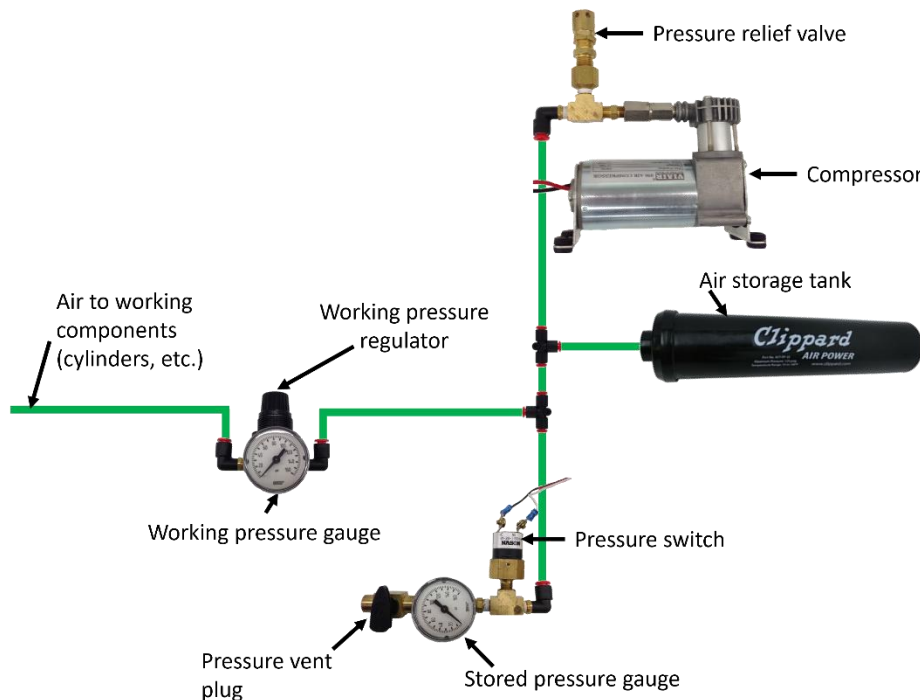
以下设备不被视为气动设备, 不受气动规则的约束 (尽管它们必须满足所有其他规则):

- 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，需要这些气动元件 **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 个主工作气压调节器 ([R808](#)).

Figure 9- 17 Pneumatic circuitry



R806 *压缩空气仅由机器人的空气压缩机提供 **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/秒）流速 @ 12 伏直流电压（VDC），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：Vair 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/PH 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 PH（固件版本 22.0.2 或更新）上。

REV 机器人模拟信号压力传感器只能用在 PH 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 Driver Station 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。软件版本必须为 22.0 或更新。

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站提供的以太网网线和 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站支撑架的中心处，设计用来固定操作终端在架子上，符合 [G301](#)。见操作站部分 ([Section 5.7.1 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。



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。

检查过程可能分块进行，比如机检可能因为队伍的练习赛，因为队伍正好预约了练习场地，因为午餐休息而暂停等。该过程可依据整个过程中各种检查员的可用性而进行。根据队伍的决定，他们可以要求一个不同的检查员或邀请首席机器人检查员参加他们的机器人检查。

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 [1104](#) 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“被忽略状态”（BYPASSED）而“停机”（DISABLED）。依据 [1102](#) 的规定，只要机器人已通过机检，被判“被忽略状态”的机器人依然能在该场资格赛或淘汰赛中获得晋级分和得分。

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。

10.1 Rules 机检规则

1101 *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，比赛道具控制，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/或机械结构等）。

主要机械结构可完成的一些举例包含且不限于：

- 操作比赛道具，
- 操作场地元素/设施，
- 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：

- 一个组装的齿轮箱，
- 一个主要机械结构其中之一的部件或机械结构，
- 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。所有零部件不得超过 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 A 到 E(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。依据 [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：队伍抵达赛事带去的机器人、机构 A、机构 B 的总重量 175 磅（79 公斤），队伍只带了机器人和机构 A 去初检并通过。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，又比了第三场。之后队伍又想换机构 B 并要求重新机检。在这个时候，首席机检员（LRI）会怀疑队伍违反了本规则并与队伍展开讨论，了解正在做出的改变。当队伍揭示了它们已经违反了本规则，那么接下来 LRI 会和队伍合作，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。

机检时，队伍可能会被要求展示这些安全锁。

- I107 *必须有学生参与机器人检查 No STUDENT, no inspection.** 至少 1 位队员要陪同机器人参与检查。

例外：参与宗教节日，参加重要考试，交通延误等导致队伍无队员。



11 TOURNAMENTS 锦标赛赛制

每场 2023 的 FRC 赛事都是以锦标赛（Tournament）的赛制进行。每场赛事包含 3 种比赛类型：练习赛（部分地方赛赛事不安排练习赛），资格赛，淘汰赛。

练习赛（Practice MATCHES）让队伍有机会在资格赛之前操作他们的机器人。

资格赛（Qualification MATCHES）让队伍获得晋级分来确定相互的排名得以参加淘汰赛。

淘汰赛（Playoff MATCHES）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。具体细节在各赛事的比赛日常表上。代打比赛（SURROGATE MATCH）在“比赛安排” [Section 11.6.2 MATCH Assignment](#) 的章节中介绍。

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

MATCH Start Time → Thu 2:30
 MATCH Type → Qualification 1
 MATCH Number → 1
 Asterisk (*) indicates SURROGATE MATCH → 11*, 15*

上图 11-1 中：“ALLIANCE Red or Blue” 为队伍打比赛时所属联盟；

“PLAYER STATION number 1, 2, or 3”：为队伍在该联盟区域中分配到的操作站编号，

“MATCH Start Time”：比赛预定开始时间；“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打比赛。

11.2 Head REFEREE and FTA Interaction 和主裁判，FTA 互动

主裁判（Head REFEREE）在赛场内拥有终级权限，但也会接受他人建议，例如比赛设计师、FIRST 相关人员、FTA（FIRST Technical Advisor, FIRST 技术顾问）、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。

11.2.1 Question Box 问答区

每个联盟在计分台附近都有一个指定的问答区。如果操控组有关于比赛、场地等问题，他们可以派一位操控组成员到他们相应的问答区。根据时机的不同，主裁判或 FTA 可以将任何讨论要求推迟到随后的比赛结束后再进行。

有关现场或机器人操作的技术问题由 FTA 解决，如有必要，将邀请其他队伍成员参与这些对话。如果操控组要求主裁判详细解释判罚，按照 [H202](#) 必须由一位操控组的学生成员在赛场重置信号灯亮起之后找主裁判(比如场地内的指示灯转变为绿色)。

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能全部回忆起队伍犯了什么规，什么时候犯的规以及对谁犯规等细节。

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。

11.2.2 YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚

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

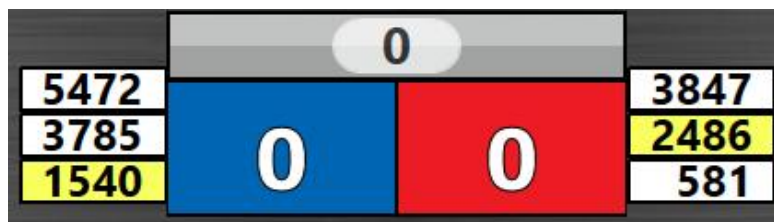
除了在犯规判罚 [Section 6.5 Rule Violations](#) 和 [H201](#) 中所列出的犯规行为外，主裁判也会对在 FRC 赛事中出现的不合适的恶意行为，在比赛中出示黄牌警告，或出示红牌取消资格。

红黄牌的出示方式是主裁判拿着红黄牌向空中出示，同时比赛播音员播报判罚原因。

依据犯规判罚 [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站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，除非出现如下情况。

一旦某支队伍获得了黄牌或是红牌，在后续比赛中，该队伍在观众看的大屏幕上所显示的队伍编号将会带有黄色作为底色（见下图），提示队伍、裁判们、观众们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，分赛区淘汰赛结束之后清除。口头警告在练习赛后会被清除，会从资格赛中持续到随后的比赛阶段。主裁判可能会因为特别恶意的表现而让练习赛得到的口头警告或黄牌保留到资格赛中。

11.2.3 YELLOW and RED CARD application 红黄牌的应用

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:
练习赛开始前	队伍的第一场练习赛
练习赛期间	队伍正在打的（或刚结束）的比赛.
练习赛结束到资格赛开始之间	队伍的第一场资格赛
资格赛期间	队伍正在打的（或刚结束）的比赛。如果队伍正在打的（或刚结束）的比赛是以代打身份上场的，那红黄牌归属队伍的前一场比赛（比如队伍的第二场资格赛）
资格赛结束到淘汰赛开始之间	所属联盟的第一场淘汰赛
淘汰赛期间	所属联盟正在打的（或刚结束）的比赛

红黄牌的应用细节请参考判罚细节 [Section 6.5.1 Violation Details](#).

11.2.4 YELLOW and RED CARDS during Playoff MATCHES 淘汰赛中的红黄牌

在淘汰赛中，给犯规队伍的红黄牌会转为给予所属联盟红黄牌。如果联盟积累了两张黄牌，那么整个联盟会领到红牌，这会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，那么先领到红牌的联盟取消资格并判负。

11.3 MATCH Replays 比赛重赛

在锦标赛赛制发生过程中，某些场次可能有必要重赛一场。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，或者人员会受伤，又或者赛场发生了故障而中止比赛。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了场上其他机器人的得分，

机器人损坏的场地设施如果只影响了所属联盟的机器人得分，则不算作赛场故障。

- B. 场地供电故障（误触导致操作站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（场地后勤部分 [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得分的，并且受影响的联盟中的任意队伍表示愿意重新比赛的，可以进行重赛。FIRST 总部保留，在与主裁判和 FTA 咨询后，当赛场故障影响了赛事的得分输出后进行重赛的权利。

比赛得分受到的影响是指，在主裁判的判断下，这个故障会改变某个联盟赢下比赛和/或获得晋级分。

赛事得分受到的影响是指，在 FIRST 总部的判断下，这个故障会改变晋级分的获得或者对获得晋级分的得分标准有戏剧性的影响。

请注意，当主裁判判断不会影响比赛得分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：

- c. 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，这是不会影响比赛得分的,
- d. 赛场音效的延迟播放,
- e. 赛场计时屏的时间与观众屏幕显示的时间不一致,
- f. 任何调整过时机或延迟发出的判罚（包括在比赛之后作出的判罚）。

T301 *重赛的环境也是还原的 *Replays will be the same.* 当因为赛场故障或场地损害而重赛的时候，将进行所有合理的努力来创造重赛的原本环境。这意味着，举例而言，1 支队伍在比赛开始前是处于被忽略状态（BYPASSED），那么重赛的时候，该队也是处于被忽略状态。机器人和操控组的起始位置则没有必要在重赛的时候还原。

判罚：比赛不会开始，直到情况被纠正。

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，但不能驾驶，不得伸出外框架，也不能与诸如比赛道具，充电站，网格及其他场地设施互动（比如得分，推拉，捡拾等）。

判罚：口头警告。赛事中再犯或恶意犯规，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。

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 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 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每支队伍和 2 个联盟队友出战, 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. 队伍被指派参加代打赛 (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站的次数相同

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打赛 (SURROGATE MATCH)。如果 1 支队伍被安排了代打赛, 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。代打赛的胜负对作为代打出场的队伍的排名没有影响, 但在代打赛中队伍获到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, 简称 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 6-2](#)。

以下情况不会获得 RP 分:

- A. 作为代打参加代打赛获得 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](#))。比赛开始后队伍的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的总和除以队伍已参加的资格赛场次数（需要减去代打赛的场次数），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
1st	排名分（Ranking Score）
2nd	联盟在比赛中得分的平均分（不含因对方犯规而得的分）
3rd	联盟在充电站得分的平均分
4th	联盟在自动阶段得分的平均分
5th	由 FMS 随机排序

11.7 Playoff MATCHES 淘汰赛

资格赛之后是淘汰赛。在淘汰赛中，队伍以固定的联盟打比赛，在联盟选择中选择联盟伙伴，并在双败淘汰赛的赛制中晋级。队伍不会获得晋级分；他们只基于胜、负或平局的结果而晋级。

11.7.1 ALLIANCE Selection Process 联盟选择仪式

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（**ALLIANCE Lead**），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（**ALLIANCE Lead**）需要从参赛队伍中选出 2 支队伍加入自己的联盟。

T701 *必须派 1 位学生作为代表出席 Send a STUDENT representative. 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。八大联盟的联盟队长队（**ALLIANCE Lead**）的学生代表在淘汰赛中担任联盟队长（**ALLIANCE CAPTAIN**）。这位代表在联盟选择和淘汰赛比赛之间可以更换。

判罚：如果违反则队伍没有资格参加淘汰赛阶段的比赛。

如果缺席的队伍成为了联盟队长队之一，那么排名下位的联盟队长队各自晋升一位递补，第八联盟队长队的空缺则由接下来排名最高的队伍获得。

联盟选择仪式由两轮组成，每轮联盟队长都会邀请 1 支排名比自己低的队伍加入自己的联盟。

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。受邀队伍的代表出列，回答是否接受邀请。

队伍如果接受邀请就会成为该联盟的一员。若八大联盟的队长队向排名比自己低的其他八大联盟的队长队发出邀请并被接受，那么所有比受邀队伍排名下位的联盟队长队的排名自动晋升 1 位。排名最高的尚未被选择的队伍就会成为第八联盟的联盟队长队。

第 2 轮: 和第 1 轮一样的选择方式, 只不过各联盟队长选的第二支队伍的顺序是反的, 第八联盟先选, 最后才是第一联盟选。这个流程将让八大联盟都有 3 支队伍。

T702 *拒绝邀请后会丧失受邀资格 Declining teams can't be picked. 联盟队长无法邀请已经拒绝了其他联盟队长邀请的队伍。拒绝了邀请的队伍也没有资格成为替补队伍 (BACKUP TEAM)。

判罚: 联盟队长必须做出别的选择。

拒绝了其他联盟队长邀请的联盟队长队可以邀请其他队伍加入自己的联盟, 但是无法再被其他联盟队长邀请。

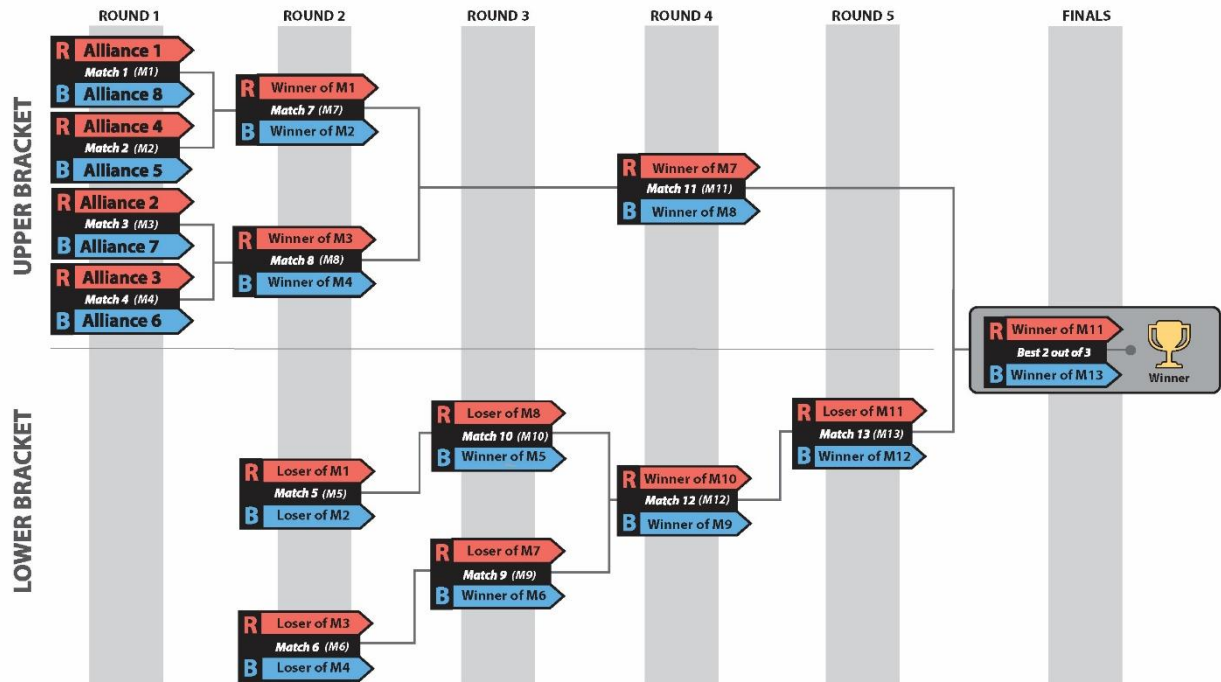
联盟选择结束后, 排名最高的未被选择的队伍有资格成为替补队伍, 详见 [Section 11.7.3 BACKUP TEAMS](#)。

11.7.2 Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵表

双败淘汰赛的比赛由胜者组半区 (UPPER) 和败者组半区 (LOWER) 两个对阵表组成, 见图 [Figure 11-3](#)。每个联盟在最开始的时候都在胜者组有一个位置。如果 1 个联盟赢了 1 场比赛, 那么就会留在胜者组。如果 1 个联盟在胜者组输了 1 场比赛, 那么该联盟就会落到败者组。落入败者组的联盟必须赢下接下来的所有比赛 (决赛除外), 才能继续留在淘汰赛中。落败一场之后一旦再败一场就会遭到淘汰。

在第 1 轮的比赛中, 排位更高的联盟被指定为红色联盟。接下来的各轮比赛中, 各联盟的指定颜色见图 [Figure 11-3](#), 此时联盟颜色和联盟最开始的排名无关。

Figure 11-3 Playoff MATCH bracket (Red ALLIANCE tops each pairing)



如图 [Figure 11-3](#) 和表 [Table 11-3](#) 中所示, 淘汰赛的比赛中, 每轮比赛之间有暂停, 决赛每场比赛之间有暂停, 总计 6 轮暂停。暂停开始于上一场比赛的场地清空之后。表中有蓝色和红色间隔的列指示每个联盟的每场比赛之间大致的时间间隔。最理想的比赛开始时间为比赛时间表上所示或联盟的上一场比赛之后的第 15 分钟, 以较晚的时间为准。

Table 11- 3 Typical Playoff MATCH Schedule

比赛	蓝色联盟	红色联盟	蓝色间隔 (分钟)	红色间隔 (分钟)	胜者去到	败者去到
胜者组 - 第 1 轮 - 比赛 1	第 8 联盟	第 1 联盟			红色 - 比赛 7	红色 - 比赛 5
胜者组 - 第 1 轮 - 比赛 2	第 5 联盟	第 4 联盟			蓝色 - 比赛 7	蓝色 - 比赛 5
胜者组 - 第 1 轮 - 比赛 3	第 7 联盟	第 2 联盟			红色 - 比赛 8	红色 - 比赛 6
胜者组 - 第 1 轮 - 比赛 4	第 6 联盟	第 3 联盟			蓝色 - 比赛 8	蓝色 - 比赛 6
8 分钟暂停						
败者组 - 第 2 轮 - 比赛 5	比赛 2 败者	比赛 1 败者	24m	31m	蓝色 - 比赛 10	
败者组 - 第 2 轮 - 比赛 6	比赛 4 败者	比赛 3 败者	17m	24m	蓝色 - 比赛 9	
胜者组 - 第 2 轮 - 比赛 7	比赛 2 胜者	比赛 1 胜者	38m	45m	红色 - 比赛 11	红色 - 比赛 9
胜者组 - 第 2 轮 - 比赛 8	比赛 4 胜者	比赛 3 胜者	31m	38m	蓝色 - 比赛 11	红色 - 比赛 10
8 分钟暂停						
败者组 - 第 3 轮 - 比赛 9	比赛 6 胜者	比赛 7 败者	24m	17m	红色 - 比赛 12	
败者组 - 第 3 轮 - 比赛 10	比赛 5 胜者	比赛 8 败者	38m	17m	蓝色 - 比赛 12	
8 分钟暂停						
胜者组 - 第 4 轮 - 比赛 11	比赛 8 胜者	比赛 7 胜者	30m	37m	红色 - 比赛 14	红色 - 比赛 13
败者组 - 第 4 轮 - 比赛 12	比赛 10 胜者	比赛 9 胜者	17m	24m	蓝色 - 比赛 13	
15 分钟颁奖暂停						
败者组 - 第 5 轮 - 比赛 13	比赛 12 胜者	比赛 11 败者	24m	17m	蓝色 - 比赛 14	
15 分钟颁奖暂停						
决赛 - 比赛 14	比赛 13 胜者	比赛 11 胜者	17m	37m	比赛 15	比赛 15
15 分钟颁奖暂停						
决赛 - 比赛 15	比赛 13 胜者	比赛 11 胜者	17m	17m	比赛 16*	比赛 16*
15 分钟颁奖暂停 *						
决赛 - 比赛 16 *	比赛 13 胜者	比赛 11 胜者	17m	17m		

*如果有必要打

11.7.2.1 Playoff MATCH ties 淘汰赛平局

如果比赛出现平局，那么依据表 [Table 11-4](#) 判符合标准的联盟获胜。

Table 11-4 Playoff MATCH Tiebreaker Criteria

顺序	依据标准
1 st	因对方技术犯规而获得的得分
2 nd	联盟的充电站得分
3 rd	联盟的自动阶段得分
4 th	比赛重赛

11.7.2.2 Playoff Finals 淘汰赛的决赛

一旦胜者组和败者组都只剩下 1 个联盟，这两个联盟都晋级决赛。决赛先胜 2 场的联盟成为赛事冠军。

如果决赛的某场比赛打成平局，则不会依据表 [Table 11-4](#) 判符合标准的联盟获胜。当没有任何联盟在 3 场决赛中获得两胜（因为有平局比赛），淘汰赛会增加最多 3 场决赛，称为加赛，直到有联盟先获得两胜。如果加赛也是一场平局，则依据表 [Table 11-4](#) 判符合标准的联盟获胜。

如果一场淘汰赛比赛依据比赛重赛的章节 [Section 11.3 MATCH Replays](#) 所述需要重赛。队伍会被告知什么时候开始重赛。1 个最少 10 分钟的延迟会让队伍在重赛前重置他们的机器人，除非双方很快就准备就绪。受影响的比赛必须在下一轮比赛开始前重赛。

11.7.3 BACKUP TEAMS 替补队伍

在淘汰赛期间，一个联盟可能因为机械或软件问题使其中一台机器人无法有效参赛而选择更换这台机器人。淘汰赛期间用机器人和操控组替换联盟中另一组机器人和操控组的队伍称为替补队伍。

在这种情况下，联盟队长可以选择替补池中排名最高的队伍加入联盟参加接下来的比赛。该联盟成为了拥有 4 支队伍的联盟。

联盟每场淘汰赛提交的阵容（见 [Section 11.7.4 LINEUPS](#)），在替补队伍参加的第一场淘汰赛结束之后，需要提交包含联盟 4 支队伍中任意 3 支上场的阵容。

11.7.3.1 BACKUP TEAM Coupons 替补队伍券

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，联盟中第二台机器人出现了故障，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 队打下一场。A, B, C, 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。

如果替补队伍券的提交者不是联盟队长，那么主裁判不会认可队伍替换。替补队伍券一旦提交成功，是不能撤回的。

T703 *重赛的队伍不得被替换 No BACKUP TEAM for replayed MATCHES. 联盟不得在重赛的时候要求替补队伍上场。唯一的例外是，根据主裁判的判断，重赛是由于赛场故障导致联盟的机器人无法操作而引发的。

判罚：替换要求被拒绝。

T704 *联盟的第 1 场淘汰赛不得要求替换队伍 No BACKUP TEAMS for 1st match. 直到第一场淘汰赛结束之前，联盟都不得要求替补队伍上场。

判罚：替换要求被拒绝。

T705 *替补队伍必须立刻上场比赛 BACKUP TEAMS play when called. 在被招募之后，替补队伍必须包含在联盟下一场比赛的阵容中。

判罚：替换阵容被拒绝。

如果主裁判正忙，也没有指派负责的人，联盟队长留在问答区报告阵容。

T706 *距离比赛开始 2 分钟前提交替补队伍券 BACKUP TEAMS due 2 minutes before the MATCH start time. 替补队伍券必须在替补队伍所要参加的比赛开始 2 分钟之前提交给主裁判（或负责的人）。

判罚：替换要求被拒绝。

如果主裁判正忙，也没有指派负责的人，联盟队长留在问答区提交替补队伍券。

11.7.3.2 BACKUP POOL 替补池

当八大联盟在联盟选择中选出了各自联盟最后的队伍，裁判们集合剩余的合格队伍。以排名顺序，裁判们邀请剩下的队伍接受或拒绝加入替补池。比如，组里的队伍想要且有能力在淘汰赛中加入一个联盟。如果有需要，替补池可以接受 8 支队伍。

T707 *在选择替补池队伍的时候必须到场 Be there to be a BACKUP TEAM. 队伍必须在联盟选择之后依然在现场以接受裁判们的邀请加入替补池。

判罚：队伍失去加入替补池的资格。

T708 *替补队伍必须派代表到场地边 Send a BACKUP TEAM Representative. 替补池中排名前两名的队伍必须派至少 1 位学生代表（可以派 2 位学生或 1 学生 1 导师）在淘汰赛期间到场地边指定的区域待命。

这 2 位代表可以回答问题，也有权限答应联盟队长提出的成为其替补队伍的邀请。如果两支待命队伍的其中之一加入了联盟或借故离开了替补池，那么替补池中下一个排名最高的队伍需要派出代表待命。一旦 1 支替补队伍拒绝了联盟的邀请，那么这支队伍就不再是替补池的成员，不再具备加入一个联盟的资格。

判罚：口头警告。如果在合理的时间内情况得不到改善，那么该队伍从替补池中被去除。

一些赛事会在场边提供可摆放机器人的区域给替补池中排名第 1 和第 2 的队伍，以便被招募的时候可迅速上场。

11.7.4 LINEUPS 出场阵容

每个参加淘汰赛的联盟都可以选择提交出场阵容，阵容列举了参加比赛的队伍和他们选择的操作站。阵容在场地设置之前是保密的，设置的时候阵容才会显示在队伍标识上。

11.7.4.1 LINEUPS for 4-team ALLIANCES 四队伍联盟阵容

如果联盟是由 4 队组成（无论是招募了替补队伍还是在 FIRST 总决赛上），未列在出场阵容中的队伍可以派 1 名代表，必须是队伍操控组成员，作为联盟第 16 人出场，此代表在场上身份只能是“教练”。

11.7.4.2 Default LINEUP 默认阵容

T709 *阵容在比赛开始前 2 分钟之前提交 LINEUPS due 2 minutes before the MATCH. 联盟队长必须在比赛开始前 2 分钟之前提交出场阵容（手写）给主裁判（或指派的负责阵容调整的人）。

判罚：提交的阵容被拒绝，联盟按照上一场的阵容比赛。

如果主裁判正忙，也没有指派负责的人，联盟队长等在问答区报告阵容。

如果还未有上一场的阵容存在，那么联盟队长队安排在操作站 2，联盟挑选的第 1 支队伍安排在操作站 1，挑选的第 2 支队伍安排在操作站 3。如果 3 台机器人的任意 1 台无法参赛，则联盟必须以 2 台（甚至 1 台）机器人参赛。

案例：3 支队伍 A，B，C 队组成联盟进入淘汰赛。在淘汰赛比赛中，C 队的机器人变得无法操作。联盟决定用 D 队来替换 C 队。C 队在修复机器人之后，可以在接下来的淘汰赛中替换 A，B，D 队出场。

T710 *重赛的时候不得改变阵容（大多数情况下）For replays, no changing LINEUPS (mostly). 如果比赛因为赛场故障而重赛，那么重赛的阵容和初始阵容一致。唯一例外的情况是赛场故障的时候直接导致 1 台机器人无法操作，那么阵容可以改变。

判罚：新阵容被拒绝。

11.7.5 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额外 3 名基地区成员帮忙维修机器。

11.7.6 Small Event Exceptions 小型赛事的例外情况

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 支队伍的小型赛事中，背靠背的比赛还是会出现。

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：必定会至少有 1 支替补队伍。（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（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）。

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

比赛对阵表见表 [Figure 11-3](#)，当对阵表上匹配的对手是不存在的联盟在本轮轮空（直接晋级下一轮）。轮空的联盟可以在本应轮空的比赛中受邀打练习赛（虽然这么做不是必须的，且练习赛实质与淘汰赛无关）。

地方赛的选拔顺序接受（Draft Order Acceptance，依据 [Section 11.8.1.2 ALLIANCE Selection Results](#)），会被奖励像满配的联盟被选择一样（比如 3 种子联盟的第 2 选择仍然获得 3 分，无视有多少联盟形成）。

11.8 Advancement Through the District Model 地方赛晋级模型

队伍在赛季中晋级取决于他们参加的是区域赛还是地方赛。本章节会详细介绍地方赛队伍如何从地方资格赛事中晋级到他们的地方总决赛。

11.8.1 District Events 地方赛赛事

地方赛队伍在赛季中的排名基于他们参加过的前 2 场主场地方赛的积分，以及地方总决赛的积分。积分以如下方式给予队伍：

Table 11- 5 District Point Assignment

分类	可得积分
Qualification Round Performance 资格轮的表现	$QualificationPoints(R, N, \alpha) = \left\lceil InvERF\left(\frac{N - 2R + 2}{\alpha N}\right) \left(\frac{10}{InvERF\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \right) + 12 \right\rceil$ (对于典型地方赛赛事，这个公式最小因为资格轮的表现得 4 分，满尺寸的赛事，最大给 22 分)
ALLIANCE CAPTAINS 担任联盟队长	等于 17 减联盟队长数字（比如 14 分，联盟队长 3 号）。
Draft Order Acceptance 选拔顺序接受	等于 17 减去选拔顺序接受号码（比如 12 分，队伍第 5 个接受邀请）。
Playoff Advancement 淘汰赛晋级	积分基于队伍参加的单个淘汰赛轮而获得，以及无论是否联盟晋级，见淘汰赛轮的表现 Section 11.8.1.3 Playoff Round Performance 。
Judged Team Awards 评审类奖项	10 分给 FIRST 最具影响力奖（前身为主席奖） 8 分给工程启发奖和新秀全明星奖 5 分给其他评审类奖项
Team Age 队伍队龄	10 分给 2023 赛季新队 5 分给 2021 和 2022 赛季新队

在地方总决赛的积分会乘以 3 加上地方赛赛事的积分，来确定队伍的最终赛季总积分。

如果赛季中两支队伍总积分相同，使用如下标准来打破平局：

Table 11- 6 District team sort criteria

顺序	依据标准
1 st	总淘汰赛轮表现得分
2 nd	单个赛事的最佳淘汰赛轮结尾分
3 rd	联盟选择结果的总得分
4 th	最高的资格赛论种子排名或选拔顺序接受排名（比如单个赛事的最高联盟选择得分）
5 th	资格赛轮表现的总得分
6 th	最高单场比赛得分，无论是否在资格赛还是淘汰赛获得的
7 th	次高单场比赛得分，无论是否在资格赛还是淘汰赛获得的
8 th	第三高单场比赛得分，无论是否在资格赛还是淘汰赛获得的
9 th	随机选择

11.8.1.1 Qualification Round Performance 资格赛轮的表现

资格赛表现得分使用表 [Table 11- 5](#) 中的公式来计算，这个公式使用了以下变量：

- 变量 **R** – 队伍在赛事结束时的资格赛排名（由 **FMS** 报告）
- 变量 **N** – 在赛事中参加资格赛轮的 **FRC** 队伍数量
- 变量 **Alpha (α)** – 1 个静态值 (1.07) 用来标准化赛事分配的分值

这个公式根据排名产生了一个在资格赛轮赛事中的近似正态分布，大多数队伍获得适度的分数，较少的队伍获得最高或最低的分数。

表 [Table 11- 7](#) 显示在 40 支队伍的比赛中不同排名的队伍的资格赛轮表现得分。该系统将根据参赛队伍的排名和参赛队伍的数量，自动为每个队伍生成适当的分数。

Table 11- 7 Sample Qualification Round point assignments

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

11.8.1.2 ALLIANCE Selection Results 联盟选择结果

这个属性衡量了单个队伍的资格赛轮种子队的表现和同伴的认可。

联盟队长的认可是基于他们的资格轮种子排名。这个等级是比赛规则的结果，这些规则通常包含几个队伍表现属性，旨在消除等级上的平分。非联盟队长会根据同伴的认可来获得奖励。要被邀请加入联盟，队伍的同行已决定该队伍具有令人满意的属性。在联盟选择中给予得分也支持来自排名靠后的队伍。一支通过几场比赛来优化自己表现的球队可能会被种子队伍认为是晚成的队伍，即使这种表现没有反映在排名中，因为早期表现糟糕。这些点也有可能识别出对机器人采用少数策略的队伍。具有独特或不同的机器人能力的队伍，以补充其他联盟成员的优势，可以被选择来填补一个战略定位。

还要注意联盟队长将按照相同的顺序获得相同的分数。例如，第三个联盟队长获得与第三选拔相同的分数。数值分析支持这样一种观点，即联盟队长的机器人性能与同样的选拔队伍一样强。作为一个额外的小好处，给联盟队长同样的分数和同等的选拔润滑了联盟队长之间的选秀提议，这让前 8 名的队伍有机会体验成为联盟队长的经历。

11.8.1.3 Playoff Round Performance 淘汰赛轮的表现

这个属性衡量队伍作为联盟成员的表现。

队伍因为它们在淘汰赛的表现和以及比赛获胜的百分比来获得积分，联盟晋级积分显示在表 [Table 11-8](#) 中。

Table 11-8 District Playoff Round Performance

联盟成绩	联盟晋级积分
冠军	30
亚军	20
第 3 名 (比赛 13 的败者)	13
第 4 名 (比赛 11 的败者)	7

在大多数情况下，除非招募了替补队伍，队伍会 100% 的参与淘汰赛比赛，因此他们的淘汰赛轮表现得分等于他们的联盟晋级积分。如果队伍没有 100% 参与联盟在淘汰赛的比赛，他们的淘汰赛轮表现得分等于他们的联盟晋级积分乘以队伍参与的联盟胜场场次和联盟总胜场之间的百分比。比如，如果队伍 X 的联盟获得赛事优胜，但队伍 X 只参加了 5 场比赛中的 4 场，那么队伍 X 的积分为 $30 \times (4/5)$ 等于 24 分。

11.8.1.4 Awards 奖项积分

这个属性衡量队伍在赛事中获得奖项的表现。

在此系统中，队伍所获得的分数并不打算获取获得奖项的团队的全部价值，或代表 FIRST 奖项的全部价值。在很多方面，队伍被选择获奖的经历，尤其是 FIRST 最具影响力奖，工程启发奖，新秀全明星奖（地方总决赛可选奖项），是跨越衡量，无法完全被任何基于得分的系统所获取。得分在系统中奖励只帮助队伍认知 FIRST 持续的“不只有机器人”的口号，通过强调我们的文化奖项，并协助在排名系统中帮助提升获奖队伍的排名超过非获奖队伍。

队伍只会在赛事中评审过的团队奖项中获得得分。如果获得的奖项不需要被评审（比如新秀最高分奖），或者不评给团队而是给个人（比如迪恩名单奖），或者不是在赛事中评选出来的（比如 UL 赞助的安全动画奖），则没有得分奖励。

11.8.1.5 Team Age 队伍队龄

这个属性认可作为新队或相对新队的参赛难度。

积分奖励给 2021 年、2022 年和 2023 年的新秀队伍，以表彰团队在早期面临的独特挑战，并增加他们进入地区总决赛带着他们的机器人参与竞争的机会。就像我们专门的新秀类奖项一样，这些额外的积分旨在表彰和激励 FIRST 机器人竞赛的新参与者。这些积分将在赛季开始时获得。新秀年是根据第一次承认队伍为新秀的年份来计算的。

11.8.1.6 Regional Participation 区域赛的参与

地方赛队伍不会从他们参加的区域赛赛事中获得积分，也不会获得区域赛的可以晋级 FIRST 总决赛的评审类奖项的晋级名额。然而，如果 1 支地方赛队伍在参加一个区域赛赛事时确实在 FIRST 总决赛中获得了一个名额，那么这个名额将作为该地方赛在本赛季获得的 FIRST 总决赛所分配名额之一。

11.8.2 District Championship Eligibility 地方总决赛晋级条件

1 支队伍晋级他们的地方总决赛必须满足以下所列之一：

- A. 地方赛 FIRST 最具影响力奖,
- B. 地方赛排名（基于队伍参加的前 2 场主场地方赛赛事的总积分，见 [Section 11.8.1 District Events](#)），

队伍不会从第 3 场及之后的地方赛中获得积分，也不会从任何内部地方或区域赛中获得积分。

如果有队伍拒绝了地方总决赛的邀请，那么会向候选列表中排名次高未受邀请的队伍发出邀请，直到地方总决赛名额满为止。

- C. 地方赛工程启发奖（只有资格竞争该奖项），
- D. 地方赛新秀全明星（只有资格竞争该奖项）。

各地方总决赛的参赛名额数量见表 [Table 11-9](#)。每个地方决定参与地方总决赛的队伍的数量。这些限制基于现实但不限于地方上的队伍数量，场馆的容纳上限等。

Table 11- 9 2023 District Championship Capacities

地方总决赛列表	名额
FIRST Chesapeake District Championship	60
FIRST Israel District Championship	40
FIRST Mid-Atlantic District Championship	60
FIRST North Carolina State Championship	36
FIRST Ontario Provincial Championship	80
FIRST in Texas District Championship	80
Indiana State Championship	32
Michigan State Championship	160
New England District Championship	90
Pacific Northwest District Championship	50
Peachtree District State Championship	50

11.8.3 District Championships with Multiple Divisions 分赛区制的地方总决赛

一些地方总决赛有数量众多的队伍，需要分成多于 1 个分赛区来比赛。队伍分配分赛区的流程为密歇根州 FIRST 分部研发。

分配流程使用称作蛮力迭代随机化器（brute force iterative randomizer）的工具，按照以下所列步骤执行：

1. 地方赛队伍按照地方赛累积积分顺序排序，见 [Section 11.8.1 District Events](#).
2. 列表分成四分，基于排名而分（比如第 1 个四分有排位最高的 25% 的队伍）.
3. 分赛区队伍分配是使用每个四分的相等贡献随机产生的.
4. 每个分赛区的计算依据 3 个 标准:
 - a. 平均实力（average strength）：一个分赛区中各队的地方赛得分值的算术平均值
 - b. 实力分布（distribution of strength）：一个分赛区中各队伍的地方赛得分值的信噪比（SNR, the Signal to Noise Ratio）。信噪比的计算方法如下：

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

$\bar{x}$ = 分赛区中地方赛积分的算数平均值

σ = 分赛区中地方赛积分的标准偏差

- c. “名列前茅”队伍的实力分布（distribution of strength for “top” teams）：在一个分赛区的第 1 个四分的队伍的地方赛积分的信噪比
5. 将每个分赛区的 3 标准和其他分赛区比较。如果分赛区的值与任何其他分赛区的值之间的差异超过了表 [Table 11-10](#) 所列的限制，那么标准无法满足。

Table 11- 10 District Championship division Evaluation Limits

	2 个分赛区	4 个分赛区
平均实力	1	2
实力分布	1	2.5
“名列前茅”队伍的实力分布	1.5	2

6. 如果 3 标准都满足，赛事组织方公布分赛区队伍分配。如果任何 1 个标准不满足，分配被拒绝，流程回到第 3 步。

11.8.3.1 District Championship Playoffs 地方总决赛的淘汰赛

在以下这些例子中：

- 分赛区获胜联盟在地方总决赛的淘汰赛中和其他分赛区获胜联盟按照下图的对战表比赛，直到地方总决赛的优胜联盟产生。

Figure 11- 4 4 division District Championship Playoff Bracket

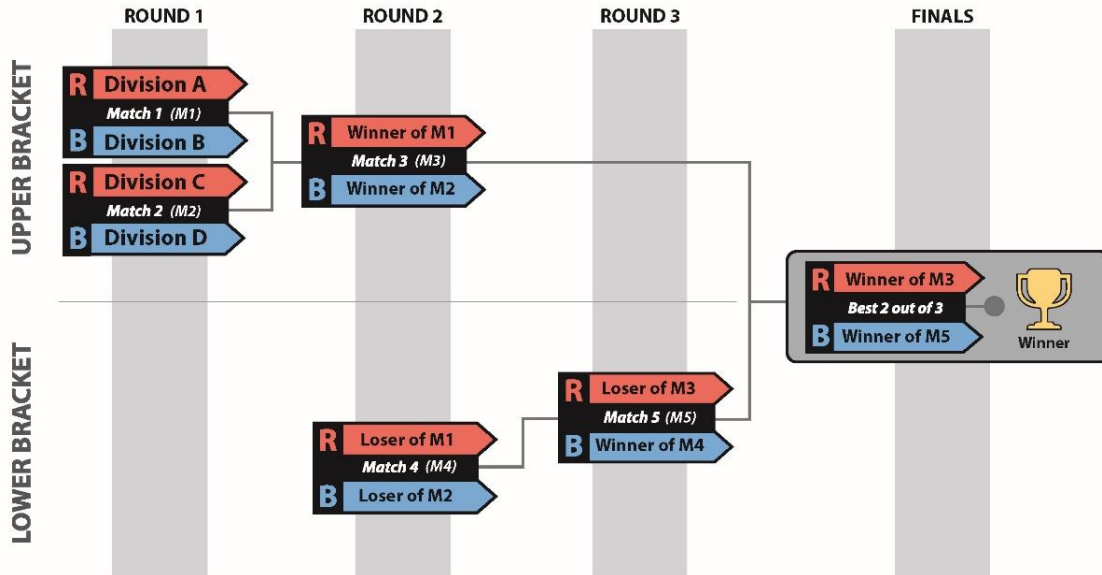
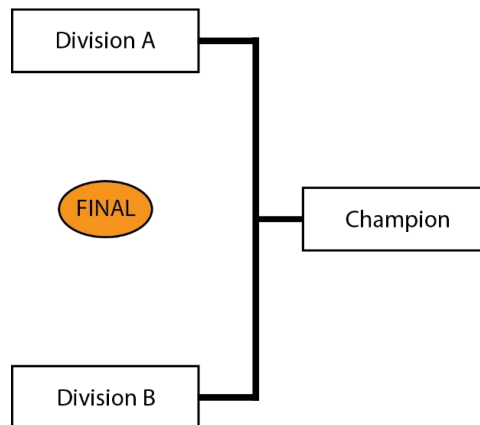


Figure 11- 5 2 division District Championship Playoff Bracket



- 每支在双分区地方总决赛淘汰赛中获胜的冠军联盟队伍获得 10 积分。
- 每支在四分赛区地方总决赛淘汰赛中获胜的冠军联盟队伍获得 20 积分，每支亚军联盟队伍获得 10 积分。
- 如果以上任何联盟都招募了替补队伍，那么这些积分依据淘汰赛轮的表现 [Section 11.8.1.3 Playoff Round Performance](#) 中描述的那样会乘以一定百分比获得。
- 如果 1 个联盟在地方总决赛淘汰赛之前尚未依据替补队伍章节 [Section 11.7.3 BACKUP TEAMS](#) 的规则招募过替补队伍。那么联盟队长需要招募替补队伍的时候只能选择他们所在分赛区的替补池中的排名最高的队伍。

11.9 FIRST Championship: Additions and Exceptions

FIRST 总决赛：额外说明和例外情况

2023 年 FIRST 总决赛，所有队伍分到 8 个分区，每个分区的分配遵循以下原则：

1. 新秀队伍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，某队分到分区 7，某队分到分区 8，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。

每个分区都采用锦标赛赛制，通过资格赛和淘汰赛产生分赛区冠军联盟，见 [Section 11.6 Qualification MATCHES](#) 和 [Section 11.7 Playoff MATCHES](#)。8 个分赛区冠军联盟再参加总决赛的淘汰赛，在爱因斯坦赛场（Einstein FIELDS）上，决出 2023 赛季 FIRST 机器人竞赛总决赛的冠军联盟，见 [Section 11.9.4 FIRST Championship Playoffs](#)。

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，见联盟选择仪式 [Section 11.7.1 ALLIANCE Selection Process](#)，只不过分赛区的联盟选择仪式会进行第 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，联盟队长选择第 3 支队伍直到八个联盟都有 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，上场前，联盟要提交上场阵容，见 [Section 11.7.4 LINEUPS](#)。

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

FIRST 会在分赛区赛场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 *佩戴你的徽章 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。

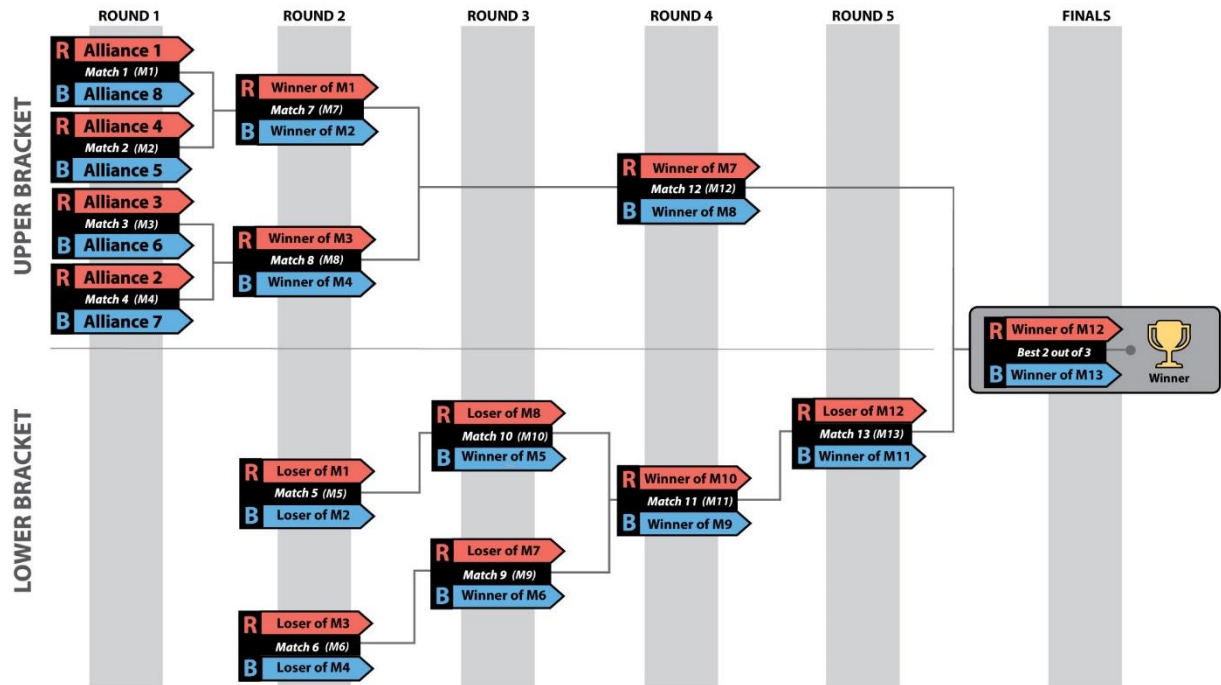
判罚：比赛会在违规纠正后开始。那些无法辨别身份的人员必须离开赛场。

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

8 个分赛区冠军联盟将进行双败淘汰赛（见淘汰赛 [Section 11.7 Playoff MATCHES](#)）来决定 2023 赛季 FRC 总冠军。具体的比赛时间会分发给 FIRST 总决赛的淘汰赛参赛队。联盟之间的对战表见图 [Figure 11-6](#)。

Figure 11- 6 Championship Playoff Bracket



在爱因斯坦场地上举行的决赛，如果双方联盟的比分相同，比赛就会重赛。在这种情况下，队伍阵容可以改变。



12 GLOSSARY 词汇表

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
ACTIVATION BONUS 激活奖励	At least 26 total CHARGE STATION points earned in AUTO and/or ENDGAME 在自动阶段和/或比赛最终阶段中获得至少 26 个充电站得分。
ACTIVE DEVICE 主动设备	any device capable of dynamically controlling and/or converting a source of electrical energy by the application of external electrical stimulus 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	a cooperative of up to 4 FIRST Robotics Competition teams 最多 4 支队伍组成的团队
ALLIANCE CAPTAIN 联盟队长	The designated STUDENT representative from each ALLIANCE Lead 在淘汰赛中担任联盟代表的学生代表
ALLIANCE AREA 联盟区域	a 20 ft. (~609 cm) wide by 9 ft. 10¼ in. (~300 cm) deep infinitely tall volume formed by, and including the ALLIANCE WALL, the edge of the carpet, and ALLIANCE colored tape 一个 20 英尺（约 609 厘米）宽，9 英尺 10¼ 英尺（约 300 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 separates ROBOTS from DRIVE TEAM members in the ALLIANCE AREA. It consists of 3 DRIVER STATIONS. 一个赛场元素，在联盟区域内分隔操纵组和机器人，包含 3 个操作站
ARENA 赛场	a space which includes all elements of the game infrastructure that are required to play CHARGED UP SM presented by Haas: the FIELD, GAME PIECES, and all equipment needed for FIELD control, ROBOT control, and scorekeeping. 一个空间，包含所有由 Haas 呈现的“疾速填充”比赛所需的基础设施元素：场地，比赛道具，所有场地，计分和机器人的管理设备
ARENA FAULT 赛场故障	an error in ARENA operation 赛场运作中出现的错误
AUTO 自动阶段	The first phase of each MATCH is 15 seconds long and called the Autonomous Period (AUTO). During AUTO, ROBOTS operate without any DRIVE TEAM control or input 为时 15 秒的比赛第一阶段，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	The team whose ROBOT and DRIVE TEAM replaces another ROBOT and DRIVE TEAM on an ALLIANCE during the Playoff MATCHES 在淘汰赛用本队机器人和操纵组替换联盟的另一台机器人和操控组的队伍

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
BACKUP POOL 替补池	the group of teams willing and able to join an ALLIANCE during the Playoff MATCHES, if needed, until up to 8 teams accept 愿意和能够加入淘汰赛的联盟的队伍组合，最多接受 8 支队伍
BARRIER 路障	a 7 ft. 4 in. (~224 cm) long assembly that separates each COMMUNITY from its adjacent LOADING ZONE 分隔社区和毗邻装载区的 7 英尺 4 英寸（约 224 厘米）长的装配组合
BUMPER 保险杠	a required assembly which attaches to the ROBOT frame. BUMPERS protect ROBOTS from damaging/being damaged by other ROBOTS and FIELD elements 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	the volume contained between the floor and a virtual horizontal plane 7½ in. (~19 cm) above the floor in reference to the ROBOT standing normally on a flat floor 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 被忽略状态	the state assigned to any ROBOT which is unable or ineligible to participate in that MATCH, as determined by the FTA, LRI, or Head REFEREE 被 FTA，LRI 或主裁判认定无法或不符合资格参加当前比赛的机器人所被设置的状态
CENTER LINE 中场线	a white tape line that bisects the length of the FIELD. 一条白线，把场地平分
CHARGE STATION 充电站	an 8 ft. 1¼ in. (~247 cm) wide, 6 ft. 4⅞ in. (~193 cm) deep structure that is located in each COMMUNITY such that its center is 8 ft. ⅝ in. (~245 cm) from the nearest edge of the GRID'S tape line and centered in the width of the COMMUNITY 1 个 8 英尺 1¼ 英寸（约 247 厘米）宽，6 英尺 4⅞ 英寸（约 193 厘米）深的结构，座落在社区。其中心距离网格胶带线最远端 8 英尺⅝ 英寸（约 245 厘米），在社区宽度的中心
COACH 教练	a guide or advisor 一位指导或顾问
COMMUNITY 社区	an 18 ft. (~549 cm) wide by 11 ft. ⅜ in. (~336 cm) to 16 ft. 1¼ in. (~491 cm) deep infinitely tall volume formed by the ALLIANCE WALL, the plane defined by the BARRIER plastic, ALLIANCE colored tape, and the guardrail. 1 个 18 英尺（约 549 厘米）宽，11 英尺⅜ 英寸（约 336 厘米）到 16 英尺 1¼ 英寸（约 491 厘米）深，无限高，由联盟墙，路障，联盟颜色胶带和场地护栏围成的区域
COMPONENT 部件	any part in its most basic configuration, which cannot be disassembled without damaging or destroying the part or altering its fundamental function

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
CONTINUOUS 持续的	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 describes rule violations that happen for more than approximately 10 seconds 犯规持续 10 秒以上称之为持续的
CONTROL 控制	the state of a GAME PIECES if any of the following are true: A. the GAME PIECES is fully supported by the ROBOT, B. the GAME PIECES travels across the FIELD such that when the ROBOT changes direction, the GAME PIECES travels with the ROBOT, C. the ROBOT is holding GAME PIECES against a FIELD element in attempt to guard or shield it, or D. the ROBOT is preventing a GAME PIECES from leaving a LOWER EXIT. 比赛道具处于以下状态视为控制： A. 比赛道具被机器人完全支撑 B. 比赛道具被机器人带着在场上移动的时候，当机器人改变方向，比赛道具也跟着改变方向 C. 机器人针对场地设施而持有比赛道具，尝试防卫和保护比赛道具 D. 机器人防止比赛道具离开低位出口
CONE 圆锥	a yellow 1 ft. ¹³ / ₁₆ in. (~33 cm) tall rubber marker cone 1 个黄色 1 英尺 ¹³ / ₁₆ 英寸（约 33 厘米）高的橡皮标记用路锥
CONE NODE 圆锥节点	a 1¼ in. Schedule 40 (1.66 in. (~4 cm) outer diameter) aluminum pipe with a plug installed in the top 一个 1¼英寸管表号 40 (1.66 英寸（约 4 厘米）外径)的铝管，顶部安装有一个塞子
COOPERTITION BONUS 合作竞争奖励	At least 3 GAME PIECES scored on each ALLIANCE'S CO-OP GRID 每个联盟的合作网格中至少有 3 个比赛道具得分
COTS 市售商品	an adjective that describes a standard (i.e. not custom order) part commonly available from a VENDOR for all teams for purchase 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	Any active electrical item that is not an actuator (specified in R501) or core control system item (specified in R710) 任何主动电气元件，既不是 R501 规定的推杆，也不是 R710 规定的核心控制元件
CUBE 方块	cube-like shape, inflated to 9 ½ in. (~24 cm) +/- ¼ in. (~6 mm) as measured from face to face 立方体形状，膨胀的，每个面长宽 9½英寸（约 24 厘米）误差正/负 ¼英寸（约 6 毫米）

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
CUBE NODE 方块节点	a polycarbonate shelf that is 1 ft. 6¼ in. (~46 cm) wide and 1 ft. 5 in. (~43 cm) deep. 1 个 PC 板材质的架子，1 英尺 6¼ 英寸（约 46 厘米）长，1 英尺 5 英寸（约 43 厘米）深
DISABLED 停机	the state in which a ROBOT is commanded to deactivate all outputs, rendering the ROBOT inoperable 让机器人停止操作，强制取消所有输出的状态
DISQUALIFIED 取消成绩/资格	the state of a team in which they receive 0 MATCH points and 0 Ranking Points in a Qualification MATCH or causes their ALLIANCE to receive 0 MATCH points in a Playoff MATCH 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
DOCKED 停靠	The state of the ROBOT if the following are true: A. it is fully supported, directly or transitively, by its ALLIANCE'S CHARGE STATION, and B. it is not contacting anything that is not also fully supported by its ALLIANCE'S CHARGE STATION. 如果机器人处于以下状态视为停靠： A. 被所属联盟的充电站完全支撑，直接或及物的， B. 没有接触任何东西，也没有被所属联盟的充电站完全支撑
DOUBLE SUBSTATION 双变电站	A SUBSTATION in-line with their opponent's ALLIANCE WALL. 与对手的联盟墙接壤，连成一线的变电站
DRIVER 操作手	an operator and controller of the ROBOT 机器人的操作者和控制者
DRIVER STATION 操作站	1 of 3 assemblies within an ALLIANCE WALL behind which a DRIVE TEAM operates their ROBOT 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	a set of up to 5 people from the same FIRST Robotics Competition team responsible for team performance for a specific MATCH 1 个由来自同一支 FRC 队伍的 5 人组成的参赛小组
ENGAGED 占据	The state of the ROBOT if the following are true: A. the CHARGE STATION is LEVEL, and B. all ALLIANCE ROBOTS contacting the CHARGE STATION are DOCKED. 如果机器人符合以下条件视为占据充电站： A. 充电站处于平衡状态

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
	B.所有接触充电站的联盟机器人处于停靠状态
FABRICATED ITEM 加工件	any COMPONENT or MECHANISM that has been altered, built, cast, constructed, concocted, created, cut, heat treated, machined, manufactured, modified, painted, produced, surface coated, or conjured partially or completely into the final form in which it will be used on the ROBOT 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	an approximately 26 ft. 3½ in. (~802 cm) by 54 ft. 3¼ in. (~1654 cm) carpeted area bound by and including the inward- and upward-facing surfaces of the guardrails, inward-facing surfaces of the ALLIANCE WALLS, inward-facing surfaces of the SINGLE SUBSTATION (excluding the PORTALS), and the outermost vertical and diagonal polycarbonate surfaces of the DOUBLE SUBSTATION (excluding the PORTALS) 一个 26 英尺 3½ 英寸（约 802 厘米）宽，54 英尺（约 1646 厘米）长，被地毯所覆盖，由内外朝向的护栏，朝向内的联盟墙，朝向内的单变电站（不含出口），双变电站的最外垂直面所围住（不含出口）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	Field Management System 场地控制系统
FOUL 犯规	a credit of 5 points towards the opponent's MATCH 给对方得分加 5 分的行为
FRAME PERIMETER 外框架	fixed, non-articulated structural elements of the ROBOT contained within the BUMPER ZONE 牢固的，非铰接的，被包在保险杠区域内的机器人结构元素
FTA	a FIRST Technical Advisor FIRST 技术顾问
GAME PIECES 比赛道具	CONES and CUBES 复数个圆锥和方块
GRID 电力网格/网格	a 3 ft. 10 in. (~117 cm) tall, 4 ft. 6¼ in. (~138 cm) deep assembly that includes the ALLIANCE colored tape line 1 个 3 英尺 10 英寸（约 117 厘米）高，4 英尺 6¼ 英寸（约 138 厘米）深的装备组合，包含联盟颜色的胶带
HUMAN PLAYER	a GAME PIECE manager

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
人类玩家	比赛道具管理员
HYBRID NODE 混合节点	1 ft. 4 in. (~41 cm) deep carpeted surface contained within the GRID. 1 英尺 4 英寸（约 41 厘米）深，覆盖地毯，被包含在网格内
INSPECTOR 检查员	a volunteer employed to accurately and efficiently assess the legality of a given part 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, the collection of items listed on the current season's Kickoff Kit Checklists, distributed to the team via <i>FIRST</i> Choice in the current season, or paid for completely (except shipping) with a Product Donation Voucher (PDV) from the current season 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 <i>FIRST</i> Choice 分配到队伍手中，或已由本赛季产品捐赠商（PDV）购买
LEVEL 平衡状态	A CHARGE STATION within approximately 2½° of parallel to FIELD carpet 充电站和地面地毯接近平行，角度误差在 2½度内
LINEUP 上场阵容	the list of the 3 teams participating in the MATCH and their selected DRIVER STATIONS 包含上场的 3 支队伍名单和队伍选择的操作站位置
LINK 连接	3 adjacent NODES in a ROW contains a scored GAME PIECE 3 个毗邻节点组成一排，各包含 1 个已得分的比赛道具
LRI	a Lead ROBOT INSPECTOR 首席机器检查员
MAJOR MECHANISM 主要机械结构	a group of COMPONENTS and/or MECHANISMS assembled together to address at least 1 game challenge: ROBOT movement, GAME PIECES manipulation, FIELD element manipulation, or performance of a scorable task without the assistance of another ROBOT 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，比赛道具操纵，场地设施操纵，没有其他机器人帮助的情况下独立完成得分任务）
MATCH 比赛	a two minute and 30 second period of time in which ALLIANCES play CHARGED UP 为时 2 分 30 秒，联盟之间围绕“疾速填充”展开角逐的一段时间
MECHANISM 机械结构	an assembly of COMPONENTS that provide specific functionality on the ROBOT 机器人上提供特定功能的装配组合
MOBILITY 机动得	The award given to a ROBOT whose BUMPERS have completely left its COMMUNITY at any point during AUTO

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
分	在自动阶段，保险杠完全离开所在社区的机器人获得的得分奖励
MOMENTARY 暂时	describes rule violations that happen for fewer than approximately 3 seconds 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
NODE 节点	1 of 9 GAME PIECE scoring locations within a GRID 网格内的 9 个比赛道具可以得分的位置之一
OPERATOR CONSOLE 操作终端	the set of COMPONENTS and MECHANISMS used by the DRIVERS and/or HUMAN PLAYERS to relay commands to the ROBOT 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	any device or circuit whose capability is limited to the conduction and/or static regulation of the electrical energy applied to it (e.g. wire, splices, connectors, printed wiring board, etc.) 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）
PH	a Pneumatic Hub 气动扩展坞
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 is preventing the movement of an opponent ROBOT by contact, either direct or transitive (such as against a FIELD element) 通过接触，直接或间接（比如倚靠场地设施）的防止对方机器人移动的机器人行为
PORTAL 出口	a three-dimensional volume through which humans transfer GAME PIECES to ROBOTS or the FIELD 人类用来传递比赛道具给机器人或场地内的三维空间
RED CARD 红牌	a penalty assessed for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations which results in a team being DISQUALIFIED for the MATCH 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

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
	绩的惩罚
REFEREE 裁判	an official who is certified by <i>FIRST</i> to enforce the rules of CHARGED UP 由 <i>FIRST</i> 认证，执行“疾速填充”规则的官方人士
REPEATED 重复的/累犯	describes rule violations that happen more than once within a MATCH 在一场比赛中犯规超过 1 次
ROBOT 机器人	an electromechanical assembly built by the <i>FIRST</i> Robotics Competition team to play the current season's game and includes all the basic systems required to be an active participant in the game –power, communications, control, BUMPERS, and movement about the FIELD 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）
ROW 排	a series of 9 horizontally adjacent NODES where GAME PIECES can be scored for a common number of points 一系列 9 个水平相邻的节点，用来让比赛道具获得通常得分。
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 排名分
RSL	a ROBOT Signal Light 机器人信号灯
SIGNAL LEVEL 信号级别	circuits which draw $\leq 1A$ continuous and have a source incapable of delivering $>1A$, including but not limited to roboRIO non-PWM outputs, CAN signals, PCM/PH Solenoid outputs, VRM 500mA outputs, RPM outputs, and Arduino outputs) 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）
STAGING MARK 堆放标记	1 of 8 marks used to identify starting locations for GAME PIECES 用来识别比赛道具起始位置的 8 个标记之一
STARTING CONFIGURATION 起始状态	the physical configuration in which a ROBOT starts a MATCH 机器人在比赛刚开始时的物理状态

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
STARTING LINE 起始线	a white tape line spanning the ALLIANCE AREA and SUBSTATION AREA located 2 ft. 4 in. (~71 cm) from the face of THE ALLIANCE WALL to the near edge of the tape. 在联盟区域和变电站区域内，距离联盟墙 2 英尺 4 英寸（约 71 厘米）的白线
STUDENT 学生	a person who has not completed high-school, secondary school, or the comparable level as of September 1 prior to Kickoff 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
SINGLE SUBSTATION 单变电站	a SUBSTATION in-line with the guardrail. 和场地护栏成一条线的变电站
SUBSTATION 变电站	an assembly used to move GAME PIECES from humans to ROBOTS or onto the FIELD. There are 2 types of SUBSTATIONS in each SUBSTATION AREA: a SINGLE SUBSTATION and a DOUBLE SUBSTATION. 让人类把比赛道具递送给机器人或场地上的装配组合。每个变电站区域有 2 种变电站：1 个单变电站和 1 个双变电站
SURROGATE 代打	a team randomly assigned by the FIELD Management System to play an extra Qualification MATCH 被 FMS 指派参加额外的资格赛的队伍
SUSTAINABILITY BONUS 持久奖励	At least 5 LINKS scored. 获得至少 5 个连接得分
TECH FOUL 技术犯规	a credit of 12 points toward the opponent's MATCH 比赛中给对方得分加 12 分的行为
TECHNICIAN 技术员	a resource for ROBOT troubleshooting, setup, and removal from the FIELD 给机器人排除故障，放置机器人到场地内，和把机器人搬出场地的帮手
TELEOP 手动阶段	The second phase of each MATCH, lasting two minutes and fifteen seconds (2:15) during which DRIVERS remotely operate ROBOTS to retrieve and score GAME PIECES 为时 2 分 15 秒，紧接着自动阶段的比赛第二阶段，此阶段操作手远程操作机器人取得比赛道具并得分
VENDOR 供应商	a legitimate business source for COTS items that satisfies all criteria listed in Section 9 ROBOT Construction Rules. 合法提供满足第 9 章机器人搭建规则所有要求的 COTS 物品的商业来源
VRM	a Voltage Regulator Module

术语	定义（英文部分的书签跳转都已失效）
	电压调节模块
YELLOW CARD 黄牌	a warning issued by the Head REFEREE for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations. A subsequent YELLOW CARD within the same tournament phase results in a RED CARD 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换为一张红牌



FIRST®, the *FIRST®* logo, *FIRST®* Robotics Competition, *FIRST®* Tech Challenge, CHARGED UP™, *FIRST* ENERGIZE™, *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. ©2023 *FIRST*. All rights reserved.