

2024 *FIRST* 机器人竞赛 “响彻舞台”赛季比赛手册

本赛季比赛内容是入围了 2021 赛季比赛设计挑战最终评选的
1678 队 Citrus Circuits 的“Storm Surge”和 3061 队 Huskie Robotics 的“Operation Radiation”的混音版

Contents 目录

1	Introduction 前言	7
1.1	About FIRST® 关于 FIRST	7
1.2	In Memoriam 缅怀逝者	7
1.3	FIRST® Robotics Competition 什么是 FIRST 机器人竞赛	7
1.4	Gracious Professionalism®, a FIRST Credo "亲切的专业精神", FIRST 信条之一	8
1.5	Coopertition® 合作竞争	9
1.6	Spirit of Volunteering 志愿精神	10
1.7	This Document & Its Conventions 本文档和一些惯例	11
1.8	Translations & Other Versions 比赛手册的翻译和其他版本	12
1.9	Team Updates 团队更新	12
1.10	Question and Answer System 问答系统	13
2	FIRST Season Overview FIRST 赛季总览	15
3	Game Sponsor Recognition 赛事赞助商致辞	17
4	Game Overview 赛事概述	19
5	ARENA 赛场介绍	21
5.1	FIELD 比赛场地	21
5.2	Areas, Zones, & Markings 区域, 区和标记	23
5.3	AMP 扩音器	25
5.4	SOURCE 音源	26
5.5	STAGE 舞台	27
5.6	ALLIANCE WALLS 联盟墙	30
5.6.1	SPEAKER 扬声器	31
5.6.2	DRIVER STATIONS 操作站	32
5.7	GAME PIECES 比赛道具	34
5.8	AprilTags 视觉标识	34
5.9	The FIELD Management System 场地控制系统	39
5.10	FIELD STAFF 场地志愿者	40
6	Game Details 比赛细节	41
6.1	MATCH Overview 比赛概要	41

6.2	DRIVE TEAM 操控组	41
6.3	Setup 场地设置	43
6.3.1	DRIVE TEAMS 操控组位置	43
6.3.2	OPERATOR CONSOLES 操作终端摆放	43
6.3.3	ROBOTS 机器人摆放	43
6.3.4	GAME PIECES 比赛道具摆放	44
6.4	MATCH Phases 比赛阶段	44
6.5	Scoring 比赛计分	45
6.5.1	NOTE Scoring Criteria 音符得分标准	45
6.5.2	ROBOT Scoring Criteria 机器人得分标准	45
6.5.3	AMPLIFICATION 音量放大	46
6.5.4	SPOTLIGHTING 聚光灯	46
6.5.5	Coopertition Bonus 合作竞争奖励	46
6.5.6	Point Values 分值	47
6.6	Violations 犯规判罚	47
6.6.1	YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚	48
6.6.2	YELLOW and RED CARD application 红黄牌的应用场合	48
6.6.3	YELLOW and RED CARDS during Playoff MATCHES 淘汰赛的红黄牌	49
6.6.4	Violation Details 判罚细节	49
6.7	Head REFEREE and FTA Interaction 和主裁判、FIRST 技术顾问的互动方式	50
6.7.1	Question Box 问答区	50
6.8	Other Logistics 场地后勤	50
7	Game Rules 比赛规则	53
7.1	Personal Safety 人身安全	53
7.2	Conduct 行为准则	54
7.3	Pre-MATCH 比赛开始前	58
7.4	In-MATCH 比赛进行中	60
7.4.1	AUTO 自动阶段	60
7.4.2	GAME PIECES 比赛道具	61
7.4.3	ROBOT 机器人	62

7.4.4	Opponent Interaction 和对手互动	65
7.4.5	Human 上场人员	68
7.5	Post-MATCH 比赛结束后	68
8	ROBOT Construction Rules 机器人搭建规则	69
8.1	General ROBOT Design 机器人通用设计	71
8.2	ROBOT Safety & Damage Prevention 机器人安全和伤害预防	72
8.3	Budget Constraints & Fabrication Schedule 预算限制和制造进度	73
8.4	BUMPER Rules 机器人保险杠规则	77
8.5	Motors & Actuators 电机和驱动器	82
8.6	Power Distribution 电力分配	86
8.7	Control, Command & Signals System 控制, 命令和信号系统	94
8.8	Pneumatic System 气动系统	98
8.9	OPERATOR CONSOLE 操作终端	102
9	Inspection & Eligibility 机器人检查和通过资格	103
9.1	Rules 机器人检查规则	103
10	Tournaments 锦标赛赛制	107
10.1	MATCH Schedules 比赛时间表	107
10.2	MATCH Replays 比赛重赛机制	107
10.3	Measurement 场地测量	108
10.4	Practice MATCHES 练习赛	108
10.4.1	Filler Line 练习赛补位线	108
10.5	Qualification MATCHES 资格赛	109
10.5.1	Schedule 资格赛时间表	109
10.5.2	MATCH Assignment 比赛安排	109
10.5.3	Qualification Ranking 资格赛排位	109
10.6	Playoff MATCHES 淘汰赛	110
10.6.1	ALLIANCE Selection Process 联盟选择流程	110
10.6.2	Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵图	111
10.6.3	BACKUP TEAMS 替补队	113
10.6.4	LINEUPS 联盟上场阵容	114

10.6.5	Pit Crews 队伍维修站成员	115
10.6.6	Small Event Exceptions 小型赛事的例外情况	115
11	District Tournaments 地方赛赛制	117
11.1	District Events 地方赛赛事	117
11.1.1	Qualification Round Performance 资格赛回合表现	118
11.1.2	ALLIANCE Selection Results 联盟选择结果	118
11.1.3	Playoff Performance 淘汰赛表现	119
11.1.4	Awards 奖项	119
11.1.5	Team Age 队龄	119
11.1.6	Regional Participation 地方赛队伍的区域赛参与方式	119
11.2	District Championship Eligibility 地方总决赛参加资格	120
11.3	District Championships with Multiple Divisions 含分区的地方总决赛	120
11.4	District Championship Playoffs 地方总决赛的淘汰赛	121
12	FIRST Championship Tournament "FIRST 世界总决赛"赛制	125
12.1	Advancement to the FIRST Championship 晋级 FIRST 总决赛的条件	125
12.2	4-ROBOT ALLIANCES 四机器人联盟	125
12.3	FIRST Championship Pit Crews FIRST 总决赛的队伍维修站成员	125
12.4	FIRST Championship Playoffs FIRST 总决赛的淘汰赛	125
13	Event Rules 赛事现场规则	127
13.1	General Rules 通用规则	127
13.2	Machine Shops 加工间	129
13.3	Wireless Rules 无线通讯规则	130
13.4	Load-In 机器人进场	130
13.5	Pits 队伍维修站	131
13.6	ROBOT Carts 机器人推车	132
13.7	Ceremonies 颁奖仪式	132
13.8	In the Stands 观众看台	133
14	Glossary 词汇表	135

1 Introduction 前言

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，旨在激发青少年对科学技术的兴趣。FIRST 作为一个为青少年未来发展做准备的机器人社区，是全球领先的非营利性青少年服务机构，致力于推进 STEM 教育。30 年来，FIRST 通过各种项目将严谨的科学、技术和工程学习与传统体育运动的乐趣和激情以及来自社区的灵感结合在一起，在课堂内外对学习、兴趣和技能培养带来显著影响。FIRST 提供不同年龄段的以下项目：

- **FIRST® Robotics Competition**——FIRST 机器人竞赛，9-12 年级，年龄 14-18 岁
- **FIRST® Tech Challenge**——FIRST 科技挑战赛，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
 - o **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）
 - o **FIRST® LEGO® League Explore**——FIRST 乐高联赛 Explore，2-4 年级（年龄 6-10 岁）
 - o **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 [the FIRST website](http://theFIRSTwebsite)

1.2 In Memoriam 缅怀逝者

2019 年 10 月，设计和工程教育领域的创新者、FIRST 的杰出顾问和 FIRST 使命的支持者伍迪-弗劳尔斯 (Woodie Flowers) 博士永远离开了我们。世界各地数以千计的人对伍迪先生的去世表示衷心的哀悼。很显然，伍迪的遗产将通过我们社区的高尚品质，随着我们对增强教育工作者的能力和培养全球公民的持续承诺而无限期地流传下去。

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



1.3 FIRST® Robotics Competition 什么是 FIRST 机器人竞赛

FIRST 机器人竞赛（简称 FRC）将体育运动的激情与科学技术的严谨结合在一起。学生组成的队伍面临的挑战是设计、建造和编程工业级尺寸的机器人并角逐奖项，同时他们还要创建队伍形象、筹集资金、磨练团队合作技能，并在当地社区内提高对 STEM 的尊重和欣赏。

具备志愿精神和专业能力的导师们为每个队伍提供时间和才能指导。这是学生最接近真实世界的工程活动。此外，高中生还能获得来自各大专院校和技术项目的独家奖学金机会。

每年一月，在一个名为“开题仪式”(Kickoff)的活动中，都会推出一个新的、具有挑战性的比赛。这些令人兴奋的比赛将科学和技术的实际应用与锦标赛式的体育赛事的乐趣、活力和激情相结合。我们鼓励参赛队伍在比赛中表现出“亲切的专业精神”(Gracious Professionalism®)，帮助其他队伍并进行合作。这就是“合作竞争”(Coopertition®)。

2024 年，FRC 项目将有 90000 名中学生组成的约 3600 支队伍参加。参赛队伍遍布全美以及全世界。

FRC 队伍将参加 61 场区域赛(Regional)，97 场地方赛(District)和 11 场地方总决赛(District Championship)。此外，约有 600 支队伍将有资格参加 2024 年 4 月举行的 FIRST 世界总决赛(FIRST Championship)。

今年的比赛内容和手册将在 2024 年 1 月 6 日星期六（美国东部时间）举办的“2024 赛季 FRC 开题仪式”(2024 FIRST Robotics Competition Kickoff)上呈现给全世界。

在开题仪式上，所有队伍可以：

- 第一时间观看由哈斯 (Haas) 公司赞助呈现的 2024 年“响彻舞台”(CRESCENDOSM) 赛季的比赛内容，
- 了解 2024 赛季比赛的规则和条款，
- 获得一套赛季限定的材料。

1.4 Gracious Professionalism® , a FIRST Credo "亲切的专业精神", FIRST 信条之一

亲切的专业精神(Gracious Professionalism)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。

亲切的专业精神没有明确的定义是有原因的。对每个人来说，它可以也应该有不同的含义。

一些可能的定义包括：

- 亲切的态度和表现是双赢的，
- 亲切的人尊重他人，并将这种尊重体现在行动中，
- 专业人士拥有特别的知识，社会信任他们以负责任的方式使用这些知识，和
- 亲切的专业人士以悦人悦己的方式做出有价值的贡献。

就 FIRST 而言，这意味着所有队伍和参与者都应该：

- 学会成为强有力的竞争者，但在这一过程中也要相互尊重和善待，以及
- 避免让任何人感到自己受到排斥或不被重视。

知识、自豪感和同理心应舒适而真诚地融合在一起。

归根结底，亲切的专业精神是追求有意义生活的一部分。当专业人士以亲切的方式运用知识，以及个人以正直和敏感的态度行事时，每个人都会获益，社会也会受益。

Figure 1- 2 Dr. Woodie Flowers, Gracious Professionalism advocate and exemplar 伍迪弗劳尔斯的照片



"FIRST 精神鼓励以一种让每个人都感到有价值的方式开展高质量的、消息灵通的工作。亲切的专业精神似乎是对 FIRST 部分精神的一个很好的说明。它是让 FIRST 与众不同和美好的一部分"。

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

花时间与队伍一起复习这一概念是个不错的主意，并定期加以强化。我们建议为队伍提供在实践中体现"高尚的专业精神"的真实案例，例如，队伍将有价值的器材或专业知识借给另一支队伍，而这支队伍日后将在比赛中会成为对手。例行强调在活动中展示"亲切的专业精神"的机会，并鼓励队伍成员提出自己和通过外联活动展示这一品质的方法。

1.5 Coopertition® 合作竞争

在 FIRST，面对激烈的竞争，合作竞争(Coopertition®)表现出无条件的善意和尊重。合作竞争建立在这样的理念和哲学基础上：即使在竞争中，队伍之间也可以而且应该互相帮助和合作。合作竞争也包括向队友和导师学习。合作竞争意味着始终竞争，但在力所能及的情况下帮助和扶持他人。

来自伍迪弗劳尔斯奖获奖者的致辞：

伍迪弗劳尔斯奖(Woodie Flowers Award)是 FIRST 最负盛名的导师奖。获奖者为所有参加 FIRST 机器人竞赛的队伍传达了一个重要信息，我们在应对每个赛季时都要考虑到这些。

发挥最佳水平很重要。获胜很重要。这是一场比赛。

然而，更重要的是以亲切的专业精神获胜，并为自己的成就和完成方式感到自豪。FIRST 可以制定几乎涵盖所有场景或情况的规则和判罚措施，但我们更喜欢规则简单易懂的比赛，这样我们就可以在设计中发挥自己的思维和创造力。

我们希望知道，我们的合作伙伴和对手在每场比赛中都能发挥出最佳水平。我们想知道他们的比赛是公平的，没有使用基于可疑行为的策略。

当你们制作自己的机器人和获奖展示，准备赛事和单场比赛，制定和实施比赛策略，以及过好日常生活时，请记住伍迪先生一次又一次说过的话，让我们的所作所为'能让你的祖母感到骄傲'。

Woodie Flowers
 Liz Calef (88)
 Mike Bastoni (23)
 Ken Patton (51, 65)
 Kyle Hughes (27)
 Bill Beatty (71)

Dave Verbrugge (5110, 67)
 Andy Baker (3940, 45)
 Dave Kelso (131)
 Paul Copioli (3310, 217)
 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)
Mark Buckner (4265)*

1.6 Spirit of Volunteering 志愿精神

首席志愿者致辞

有两句话激励着 FIRST 志愿者：“回馈”和“回报”。每年，你都有非凡的机会成为 FIRST 志愿者，帮助我们的志愿者、导师、教练和学生创造有史以来最好的体验。

为什么当志愿者？

见证有能力的学生学习和成长

与其他出色的志愿者建立有意义的友谊

成为将赛事活动变为现实的神奇力量的一部分

与尚不了解 FIRST 的人分享 FIRST 的奇妙之处

将宝贵的赛事经验带回自己的团队

磨练你的沟通技巧，跨越你的常规圈子

致我们的校友

致我们的 FIRST 校友：我们需要你们！你知道 FIRST 对你人生的深远影响以及它所提供的机会。我们请您“回馈”，帮助下一代体验同样的改变人生的机会。FIRST 的页面有一些 [丰富的资源](#) 了解如何参与其中，奉献几小时或更多时间！

谨记亲切的专业精神

致我们的队员和导师：请记住，与您打交道的志愿者们正在奉献他们最宝贵的财富，他们的时间，以确保所有队伍都能度过一个充实、有趣和难忘的比赛。志愿者是 FIRST 的生命线，没有他们就没有 FIRST 的今天。我们呼吁大家牢记，亲切的专业精神是 FIRST 精神的一部分。这是一种鼓励高质量工作、强调他人价值、尊重个人和社区的做事方式。我们努力培训每一位志愿者，让他们在任何时候都表现出亲切的专业精神。我们希望我们能够共同努力，创造一个让所有人都感到安全和受欢迎的环境。

加入我们的 2024 赛季，成为 FIRST 机器人竞赛这一令人难以置信的旅程的一部分！您的参与是我们共同成功的关键。我们期待您的加入。

带着对未来的感激和激动，你们的首席志愿者们：

首席裁判 Chief Referees – *Aidan Browne* 和 *Jon Zawislak*

首席比赛场地主管 Chief FIELD Supervisors – *Scott Goering* 和 *Ayla DeLaat*

首席志愿者协调员 Chief Volunteer Coordinators – *Laurie Shimizu* 和 *Sarah Plemmons*

首席评委顾问 Chief Judge Advisors – *Cindy Stong* 和 *Allen Bancroft*

首席机器人检查员 Chief Robot INSPECTORS - *Al Skierkiewicz* 和 *Chuck Dickerson*

首席计分软件操作员 Chief Scorekeepers – Alex Herreid 和 Andrea “Duckie” Tribo
首席 FIRST 技术顾问 Chief FTAs - James Cerar 和 Mark McLeod

1.7 This Document & Its Conventions 本文档和一些惯例

2024 比赛手册是所有 FRC 队伍获取 2024 赛季和由 Haas 公司赞助的“响彻舞台”比赛相关信息的来源。读者会在手册中找到以下细节：

- “响彻舞台”比赛内容的概览，
- “响彻舞台”比赛场地的细节，
- 如何进行“响彻舞台”比赛的介绍，
- 规则（与安全、行为、比赛、检查、赛事等有关的规则），和
- 说明参赛队伍在 2024 年赛事和整个赛季中的晋级方式。

本手册的本意是文本的含义与其所述内容完全一致。请避免根据对本意、过去规则的执行情况或“现实生活中可能出现的情况的假设来解释文本。本手册没有任何隐藏的要求或限制。如果你已经阅读了所有内容，你就知道了一切。

本手册中使用了特定的方法来突出警告、注意事项、关键词和短语。这些惯例用于提醒读者注意重要信息，旨在帮助队伍以安全的方式搭建符合规则的机器人。

与本手册其他章节标题、外部文章和规则参考的链接以蓝色下划线显示。例如：[blue underlined text.](#)

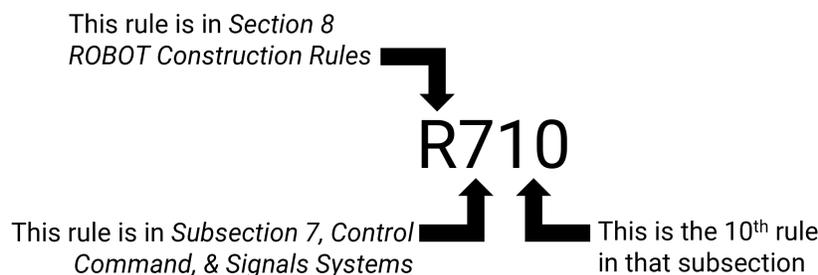
在 FIRST 机器人竞赛和“响彻舞台”中具有特定含义的关键词在第 14 章词汇表([Section 14 Glossary](#))中定义，并在本文档中以大写字母标明。

规则以数字编号的方法表示规则的章节、小节以及在该小节中的位置。字母代表属于哪个发布的章节。

- Q 属于章节 6.7.1 问答区 [Section 6.7.1 Question Box](#)
- G 属于章节 7 比赛规则 [Section 7 Game Rules](#)
- R 属于章节 8 机器人搭建规则 [Section 8 ROBOT Construction Rules](#)
- I 属于章节 9 机器人检查和通过资格 [Section 9 Inspection & Eligibility](#)
- T 属于章节 10 锦标赛赛制 [Section 10 Tournaments](#)
- C 属于章节 12 “FIRST 世界总决赛”赛制 [Section 12 FIRST Championship Tournament](#)
- E 属于章节 13 赛事现场规则 [Section 13 Event Rules](#)

下面的数字表示该规则所在的小节。最后的数字表示该规则在该小节中的位置。图 1-3 中 R710 中 R 代表来自第 8 章机器人搭建规则，7 代表第 7 小节（8.7 控制，命令和信号系统），10 代表 8.7 的第 10 条。

Figure 1-3 Rule numbering method



警告、注意事项和备注显示在蓝色框中。请密切关注它们的内容，因为它们旨在提供规则背后的理由、理解或解释规则的有用信息，和/或在实施受规则影响的系统时可能采取的"最佳实践"。

虽然蓝框内容是手册的一部分，但它们并不具有实际规则的权重（如果规则与其蓝框之间发生意外冲突，则规则取代蓝框中的语言）。

在英制尺寸后面的括号中是可比较的公制尺寸，以便为公制用户提供大致的尺寸、质量等。非规则中的公制换算（如尺寸）四舍五入到最接近的整数单位，如"17 英寸（约 43 厘米）"和"6 英尺 4 英寸（约 193 厘米）"。规则中的公制转换四舍五入到符合规则的公制尺寸（即最大值向下四舍五入，最小值向上四舍五入）。公制换算仅为方便参考而提供，并不推翻或取代本手册和正式图纸中提供的英制尺寸（即尺寸和规则始终以使用英制单位的测量为准）。

规则包括口语化的语言，也称为标题，旨在传达规则或规则集的简略版本。标题格式有两种版本。绿色规则，即在不同赛季中相对不变的规则，用星号标出，规则编号和标题用绿色粗体字标出，比如 **bold green text**。"相对不变"是指规则的总体意图和存在形式在不同赛季之间保持不变，但比赛的具体条款可能会根据需要进行更新（例如，在规定教练员在比赛中不得接触哪些东西的规则中将"能量电池"改为"音符"）。这些规则也是各自章节的开头，因此其规则编号在不同赛季不会发生变化。所有其他规则标题均使用蓝色粗体字，比如 **bold blue text**。规则中使用的特定语言与口语之间的任何分歧都是一种错误，规则中的特定语言是最终的权威。如果你发现不一致之处，请通过以下方式告知我们 firstroboticscompetition@firstinspires.org 我们将会改正错误。

非特定赛季的队伍资源（例如，在赛事中应注意的事项、交流资源、队伍组织建议、机器人运输程序和奖项说明）可在以下网站找到：[FIRST Robotics Competition website](#)。

1.8 Translations & Other Versions 比赛手册的翻译和其他版本

“响彻舞台”赛季比赛手册的官方原始版本是英语版，有时会翻译成其他语言，以方便母语可能不是英语的 FRC 队伍使用。这些资产发布在以下页面：[Translated Manuals page](#)。

基于文本的英文版本仅供使用辅助设备的人士使用，不得再分发。如需了解更多信息，请联系 FIRST 机器人竞赛的队伍经验专家，联系方式如下 frcteamadvocate@firstinspires.org。

如果本手册的其他版本对规则或说明进行了修改，则以“响彻舞台”赛季的资料页面 [CRESCENDO - Season Materials web page](#) 中发布的英语 PDF 文档为准。

1.9 Team Updates 团队更新

团队更新用于通知 FIRST 机器人竞赛社区有关官方赛季文件（如手册、图纸等）的修订或重要的赛季新闻。团队更新发布时间安排如下：

- 团队更新每周二和每周五更新，从开题活动(Kickoff)之后的第一个周二开始，到第 1 周(Week 1) 赛事前的周二结束，
- 从第 1 周开始到最后一场地方总决赛的赛事结束，每周二更新。

团队更新发布在“响彻舞台”赛季的资料页面 [CRESCENDO - 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。比如 **This is an example.**
- 被删除的内容将被打上删除线。比如 ~~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 2024 “响彻舞台” 赛季比赛手册 [2024 CRESCENDO Game Manual](#)，奖项页面 [Awards webpages](#)，官方场地图纸 [official FIELD drawings](#)，和/或 FRC 赛事的区域赛和地方赛页面 [FIRST Robotics Competition District and Regional Events web page](#) 等内容的澄清。队伍可以搜索以前提出的问题 and 答复，也可以提出新问题。问题可以包括示例，以澄清问题或参考多个规则，以了解它们之间的关系和区别。

问答系统开放予 2024 年 1 月 10 日中午 12 点（美国东部时间）。问答系统的细节请访问“响彻舞台”赛季的资料页面 [the CRESCENDO - Season Materials web page](#)。问答结果可能会导致对正式手册中的文本进行修订（修订后的文本将通过 1.9 节“团队更新”中描述的流程进行传达）。

问答系统中的答复并不取代比赛手册中的文本，但会尽力消除两者之间的不一致之处。虽然问答系统中提供的回答可用于帮助每场赛事中的讨论，但对于第 9 章机器人检查和通过资格 [Section 9 Inspection & Eligibility](#) 以及第 6.7 节和主裁判、FIRST 技术顾问的互动方式 [Section 6.7 Head REFEREE and FTA Interaction](#) 这两个章节，现场裁判和机器人检查员是规则的最终权威。如果你对志愿者权威的执法趋势有疑虑，请通过以下方式通知 FIRST：firstroboticscompetition@firstinspires.org。

问答系统并不是对某一事件的发展情况进行准确预测的资源。以下问题将不予解答：

- 对模糊情况的裁决，
- 对过去赛事中做出的决定提出质疑，或
- 对机器人系统的合规性进行设计审查。

薄弱的问题过于宽泛、含糊和/或不包括规则参考。问答系统中不会回答的问题包括：

- 这个部件/设计合规吗？
- 当这一特定情况在比赛中发生时，裁判应如何判罚？
- 重复的问题
- 无意义的问题

好的问题一般会问到部件或设计的特点、比赛场景或规则，并经常在问题中提到一个或多个相关规则。

问答系统中可能会回答的问题包括：

- 我们考虑在机器人上使用的一种设备配有紫色 AWG40 电线，这是否符合 R...和 R...规则？
- 如果蓝色机器人 A 做了 X，红色机器人 B 做了 Y，我们不知道如何解读规则 G？能解释一下吗？
- 如果机器人做了这个特定的动作，它是否在做这个术语定义所描述的事情？

由“FRC 99999”提出的问题代表关键志愿者（如裁判、检查员等）提出的内容，由 FIRST 回答，并被视为与队伍相关。



2 FIRST Season Overview FIRST 赛季总览



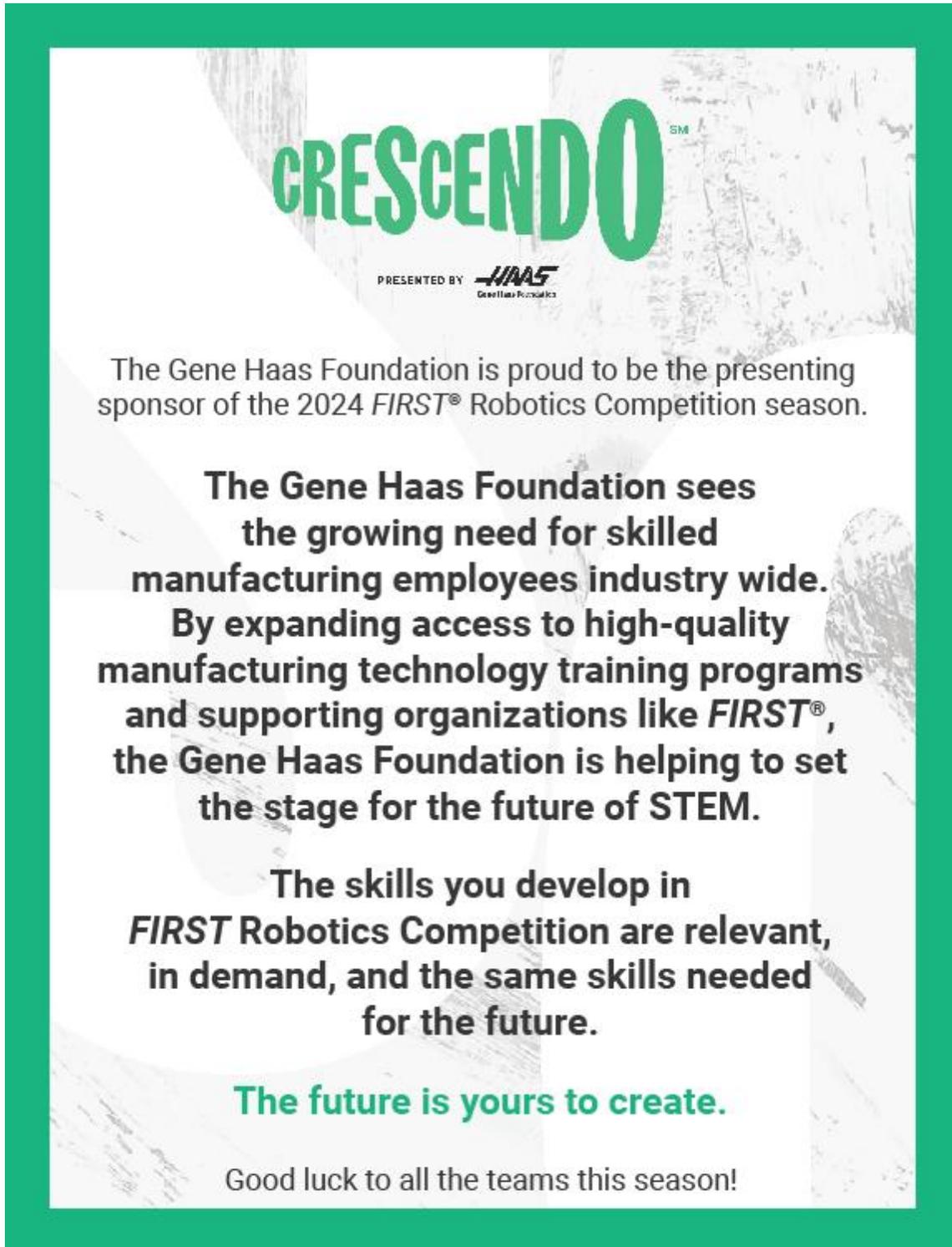
Lights, camera, STEAM! 灯光，摄像机，STEAM!

科学、技术、工程、艺术和数学（STEAM）激发了伟大的想法、大胆的行动和创造力。我们的技能使我们有可能创造出艺术和体验，将我们聚集在一起，为我们带来娱乐，并打动我们。

在高通公司赞助的 2023-2024 FIRST 赛季——“FIRST IN SHOW”赛季中，我们将聚焦 STEM 在艺术中的作用，让年轻人有能力设计和构建一个充满无限可能的世界。未来由您创造



3 Game Sponsor Recognition 赛事赞助商致辞



CRESCENDOSM

PRESENTED BY  **HAAS**
Gene Haas Foundation

The Gene Haas Foundation is proud to be the presenting sponsor of the 2024 *FIRST*[®] Robotics Competition season.

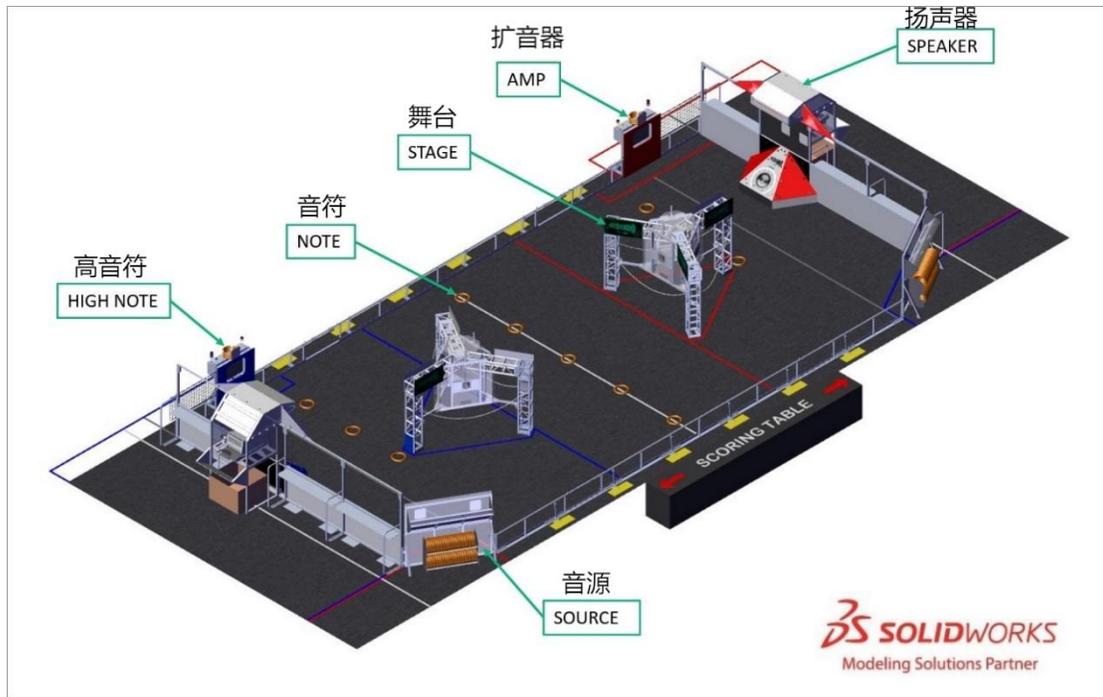
The Gene Haas Foundation sees the growing need for skilled manufacturing employees industry wide. By expanding access to high-quality manufacturing technology training programs and supporting organizations like *FIRST*[®], the Gene Haas Foundation is helping to set the stage for the future of STEM.

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

The future is yours to create.

Good luck to all the teams this season!

4 Game Overview 赛事概述



两个竞争联盟受邀在时间耗尽之前用音符得分、为他们的扬声器扩音、在舞台上和声并成为聚光灯下的焦点。达到特定得分门槛并与对手合作的联盟可获得额外奖励

前 15 秒，机器人处于自动阶段。在没有操作手指导的情况下，机器人离开起始区，通过在扬声器或扩音器中送入音符得分，并收集和送入更多的音符。

在剩下的 2 分 15 秒内，操作手控制自己的机器人。机器人在音源处收集来自人类选手的音符，并送入扩音器和扬声器中得分。每当一个联盟在其扩音器中获得 2 个音符，人类玩家就可以放大其扬声器 10 秒钟。送入扩音中的扬声器的音符比送入未扩音的扬声器中的音符获得更多的得分。

人类玩家可以选择与对手合作，重新利用在其扩音器中获得的音符。如果每个联盟都在手动阶段的前 45 秒内按下合作竞争按钮重新利用一个音符，那么比赛中的所有队伍都会获得 1 个合作竞争分（这会影影响他们在比赛中的排名），同时旋律奖励所需的音符数量也会减少。

随着时间的流逝，机器人争先恐后地登上舞台，并向他们的舞台陷阱区传递音符。和声的机器人（共用一根链条的机器人）可获得额外奖励。如果有人类玩家通过向链条上方的麦克风送上音符来聚焦链条上的机器人，机器人就能获得更多得分。

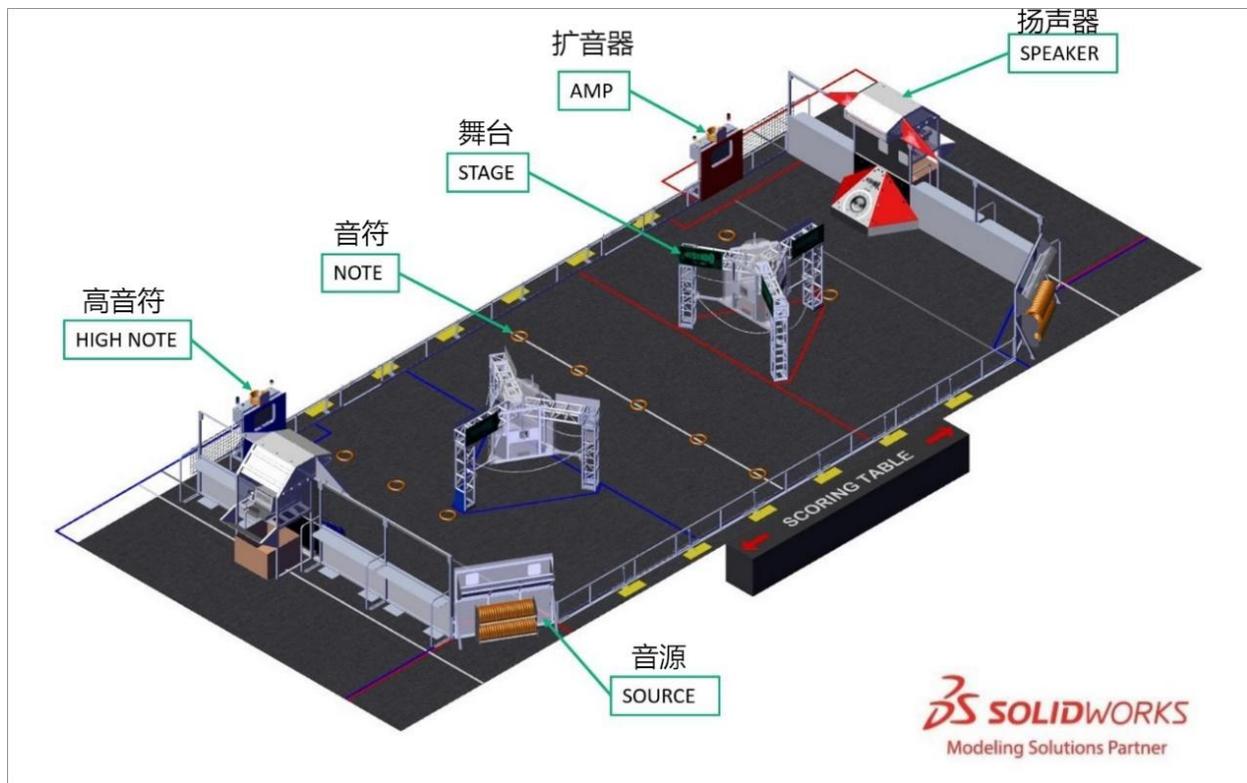
得分最多的联盟赢得比赛！



5 ARENA 赛场介绍

赛场(ARENA)包含哈斯公司呈现的“响彻舞台”比赛所需的所有比赛基础设施要素：场地、比赛道具、排队区域、队伍媒体区域、指定的技术员区域以及场地控制、机器人控制和记分所需的所有设备。

Figure 5- 1 CRESCENDO 赛场 (图中没有排队区域，技术员区域和队伍媒体区域)



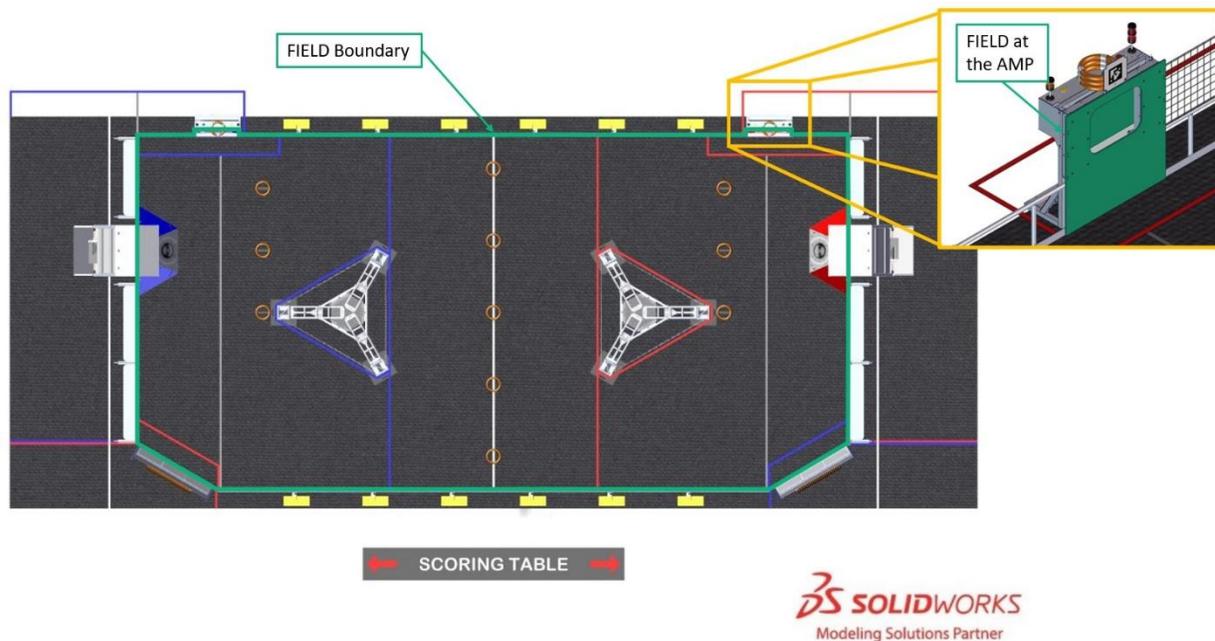
赛场采用模块化设计，在比赛期间可多次组装、使用、拆卸和运输。因此会出现磨损。赛场的设计能够承受激烈的比赛和频繁的运输。我们会尽一切努力确保赛场在每次比赛中都保持一致。但是，赛场是由不同的赛事志愿者在不同的场馆组装的，因此会出现一些微小的差异。有关组装公差的信息，请参阅 [2024 赛场布局和标记图 2024 ARENA Layout and Marking Diagram](#)。成功的队伍会设计出对这些变化不敏感的机器人。

本节中的插图只是为了让读者对“响彻舞台”的赛场有一个总体的直观了解，手册中的尺寸只是名义尺寸。有关精确尺寸、公差和结构细节，请参阅正式图纸。官方图纸、CAD 模型以及“响彻舞台”场地重要设施的低成本版图均发布在 FIRST 网站的场地页面中：[the CRESCENDO Playing FIELD web page](#)。

5.1 FIELD 比赛场地

“响彻舞台”的每个“场地”都是一个约 26 英尺 11¼ 英寸（约 802 厘米）x 54 英尺 3¼ 英寸（约 1654 厘米）的地毯区域，以联盟墙、音源区、扩音区和扩音区口袋墙以及护栏的内向表面为边界。

Figure 5-2 场地边界（绿线表示）



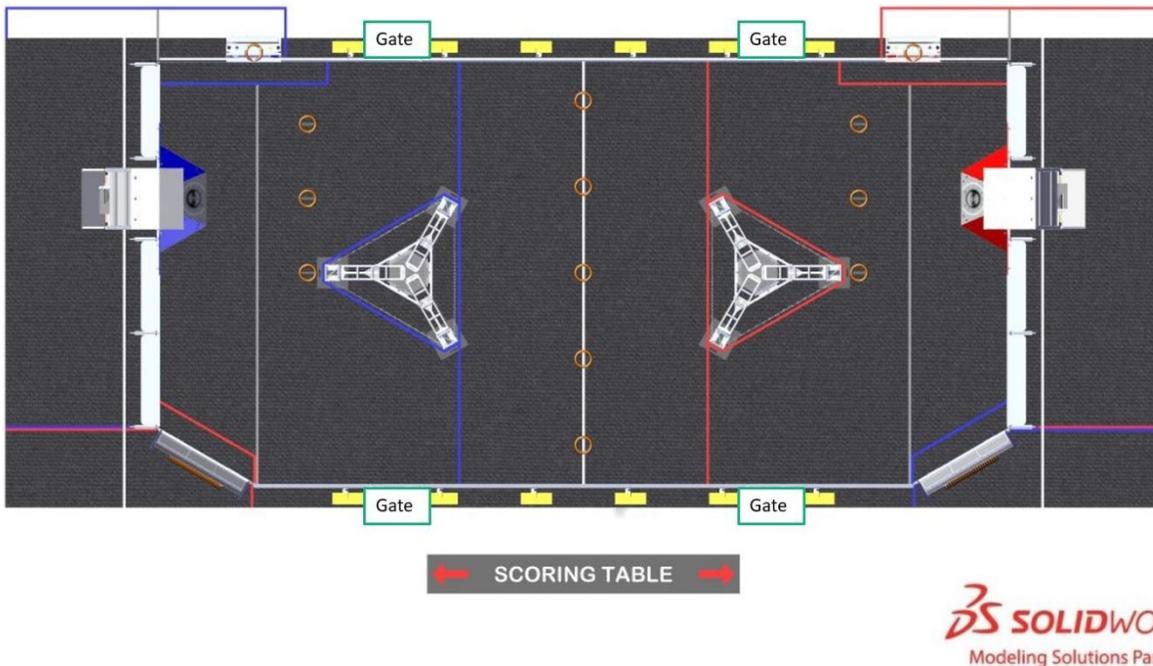
SOLIDWORKS
Modeling Solutions Partner

场地包含以下设施:

- 每个联盟 1 个扩音器,
- 每个联盟 1 个扬声器,
- 每个联盟 1 个音源, 和
- 每个联盟 1 个舞台

场地的表面是低绒地毯, 型号为 Shaw Floors, Philadelphia Commercial, Neyland II 20, "66561 Medallion"。Neyland II 地毯无法购买, 最接近的同类产品是 [Shaw, Philadelphia Brand, Profusion 20, Style 54933](#)。地毯边缘使用 3M 的 [Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape GT2](#) 胶带 或类似的哑光布基胶带(gaffers tape)固定在场馆地板上。护栏构成场地的长边。护栏为 1 英尺 8 英寸 (约 51 厘米) 高的透明聚碳酸酯板 (简称 PC 板), 上下由铝型材支撑。护栏上有 4 道门, 以允许人员进出场地放置和搬走机器人。门打开时通道宽 3 英尺 2 英寸 (约 97 厘米)。在比赛期间, 门是关闭和锁住的。

Figure 5-3 场地出入口（Gate）位置

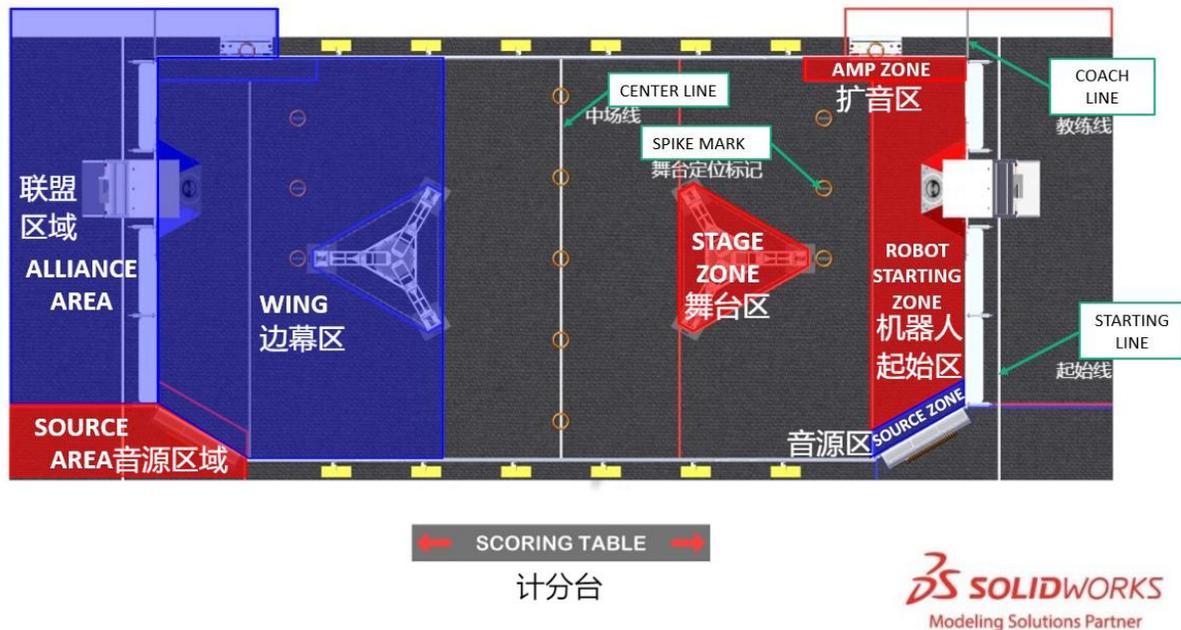


比赛中使用的护栏和操作站有两个版本。其中 1 种设计版本反映在 2024 年 FIRST 官方场地图纸和模型 [2024 Official FIRST FIELD Drawings & Models](#) 中。另一款由 AndyMark 设计和销售。虽然设计略有不同，但除非另有说明，它们之间的关键尺寸、性能和预期用户体验是相同的。AndyMark 设计的详细图纸公布在 AndyMark 网站上 [AndyMark website](#)。本手册中的所有插图显示的都是传统的场地设计版本。

5.2 Areas, Zones, & Markings 区域，区和标记

下面将对场地里的区域(area)、区(zone)和标记(marking)结果进行说明。除非另有说明，在整个场地内标记“线”和“区”的胶带均为 2 英寸宽（约 5 厘米）的 [3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape \(GT2\)](#) 胶带，或 [ProGaff® Premium Professional Grade Gaffer Tape](#) 胶带，或类似的哑光布基胶带。

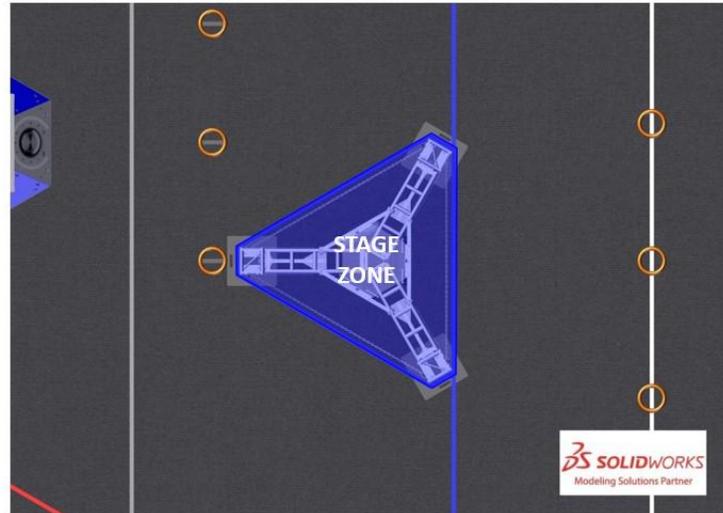
Figure 5-4 Areas, markings, and zones 区域，标记和区



- 联盟区域 (ALLIANCE AREA) : 由联盟墙、地毯边缘、所属联盟的颜色的胶带、护栏和扩音区墙形成的 26 英尺 11 英寸 (约 821 厘米) 宽、9 英尺 10¼ 英寸 (约 300 厘米) 深的无限高空间。
- 扩音区 (AMP ZONE) : 长 10 英尺 10 英寸、宽 1 英尺 5¼ 英寸 (约 330 厘米×约 45 厘米) 的无限高空间，由扩音区墙、护栏、联盟墙和所属联盟的颜色胶带形成。扩音区包括胶带。
- 中场线 (CENTER LINE) : 一条将场地的长度一分为二的白线
- 教练线 (COACH LINE) : 在联盟区域内从联盟墙 (扩音区侧) 末端延伸至联盟区域边缘的黑线
- 机器人起始区 (ROBOT STARTING ZONE) : 一个宽 6 英尺 4 英寸、长 23 英尺 8 英寸 (约 193 厘米×约 721 厘米) 的无限高空间，由联盟墙、扩音区、对手的音源区和黑色胶带围成。机器人起始区包括黑色胶带，不包括扩音区和音源区的胶带。
- 音源区域 (SOURCE AREA) : 宽 5 英尺¾英寸，长 15 英尺 10½ 英寸 (约 154 厘米 x 约 484 厘米) 无限高的空间，以音源区域墙、地毯边缘和所属联盟的颜色胶带为边界。音源区域包括胶带。
- 音源区 (SOURCE ZONE) : 一个无限高的平行四边形空间，由音源区域墙、对手的联盟墙和所属联盟的颜色胶带围成。音源区相对于音源区域墙深 1 英尺 6¼英寸 (约 48 厘米)，包括所属联盟的颜色胶带
- 舞台定位标记 (SPIKE MARK) : 11 个标记中的 1 个标记，用于在比赛前确定音符的摆放位置。每个扬声器前面的 3 个标记用黑色胶带定位，沿中场线的 5 个标记用黑色标记定位。(见图 Figure 6-2).

- 舞台区 (STAGE ZONE): 一个无限高的六边形空间, 围绕着舞台, 以所属联盟的颜色胶带为边界并包括了所属联盟的颜色胶带。

Figure 5- 5 Blue STAGE ZONE 蓝方舞台区



- 起始线 (STARTING LINE): 一条横跨联盟区域和相邻音源区域的白线。该白线平行于联盟墙底部的方管, 方管距离胶带近边缘 2 英尺 (约 61 厘米)。
- 边幕区 (WING): 由联盟墙、对手的音源区域墙、护栏、横跨场地宽度的所属联盟的颜色胶带和扩音区墙围成的无限高的空间。

5.3 AMP 扩音器

Figure 5- 6 AMP 扩音器



扩音器（简称 AMP）是机器人用于向联盟区域传递音符的结构。每个联盟有 1 个扩音器。每个扩音器都有一个深 3¾英寸（约 10 厘米）、高 1 英尺 6 英寸（约 46 厘米）、宽 2 英尺（约 61 厘米）的垂直口袋。口袋底部距离地毯 2 英尺 2 英寸（约 66 厘米）。每个扩音器距最近的联盟墙 4 英尺 1½英寸（约 126 厘米）。

扩音器顶部有两组指示灯；所属联盟的颜色的扩音器指示灯和琥珀色的合作竞争指示灯。扩音器指示灯指示累积的用于音量放大(AMPLIFICATION)或合作竞争的音符数量。合作竞争指示灯指示在合作竞争方面取得的进展。

AMP 指示灯的行为和含义如下：

- 底部指示灯亮起：联盟有 1 个音量放大（或合作竞争）的音符
- 两灯同时亮起：联盟有 2 个音量放大的音符（其中 1 个可用于合作竞争）
- 顶部指示灯以 2 赫兹的频率闪烁：扬声器已放大音量（见图 [Section 6.5.3 AMPLIFICATION](#)）。

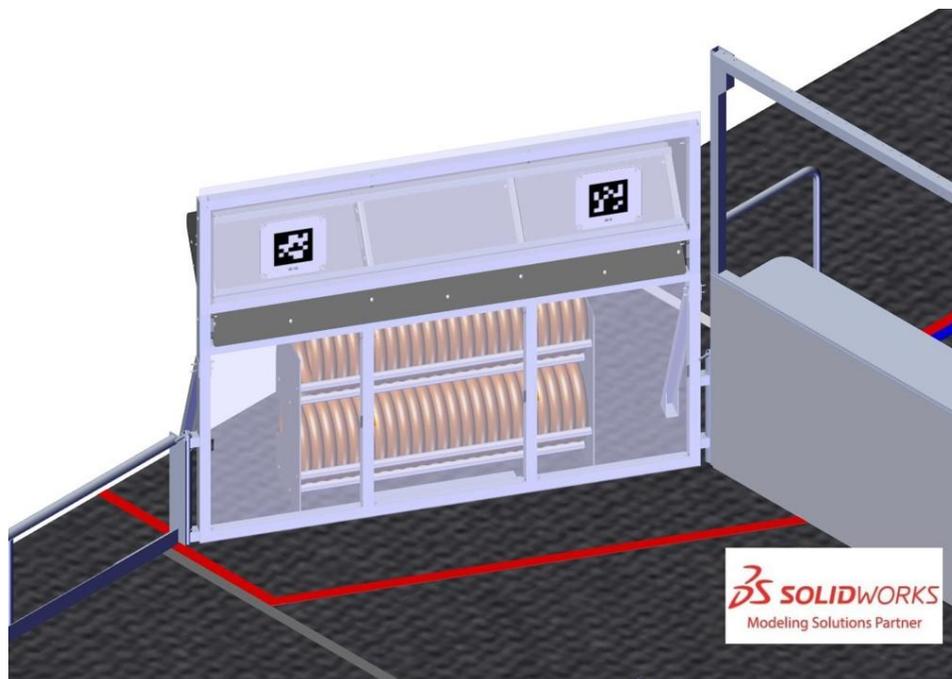
合作竞争指示灯的行为和含义如下：

- 闪烁频率为 1Hz：现在处于自动阶段或手动阶段的前 45 秒，且联盟还未对合作竞争使用音符
- 常亮：
 - o 如果在手动阶段的前 45 秒内，人类玩家使用了用于合作竞争的音符
 - o 如果已经过了手动阶段的前 45 秒，双方联盟都已经使用了用于合作竞争的音符
- 熄灭：合作竞争的窗口期已过，合作竞争没有达成

在护栏顶部和 AMP 与联盟墙之间水平安装了一个导线板([Uline H6277BL](#))。

5.4 SOURCE 音源

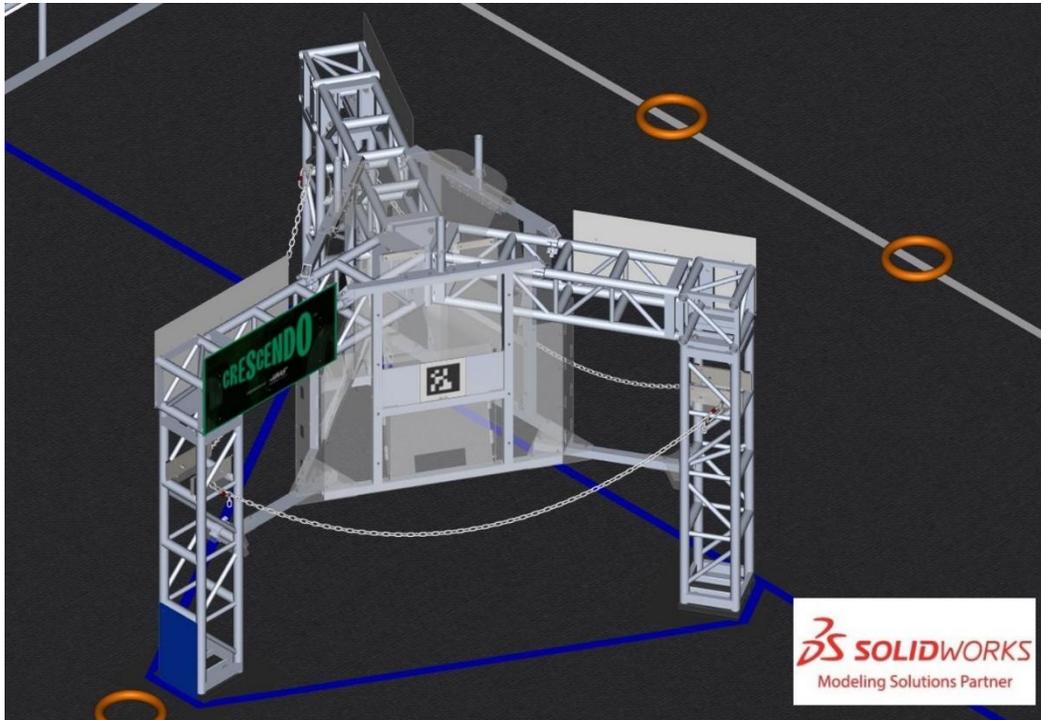
Figure 5-7 SOURCE 音源



音源是一个组装结构，人类玩家通过它将音符送入场地内。音源区域墙，即音源面向场地的一面，将音源区域与音源区隔开。每个音源都有一个宽 6 英尺 3¾英寸（约 191 厘米）、高 6 英寸（约 15 厘米）的开口，音符通过该开口进入场内；开口底部距离地毯 3 英尺¾英寸（约 93 厘米）。一个 50 度倾斜的通道，称为滑道(CHUTE)，通向音源区域墙上的开口。滑道延伸至音源区域，其在音源区域开口的底边距离地毯 4 英尺 4¾英寸（约 134 厘米）。

5.5 STAGE 舞台

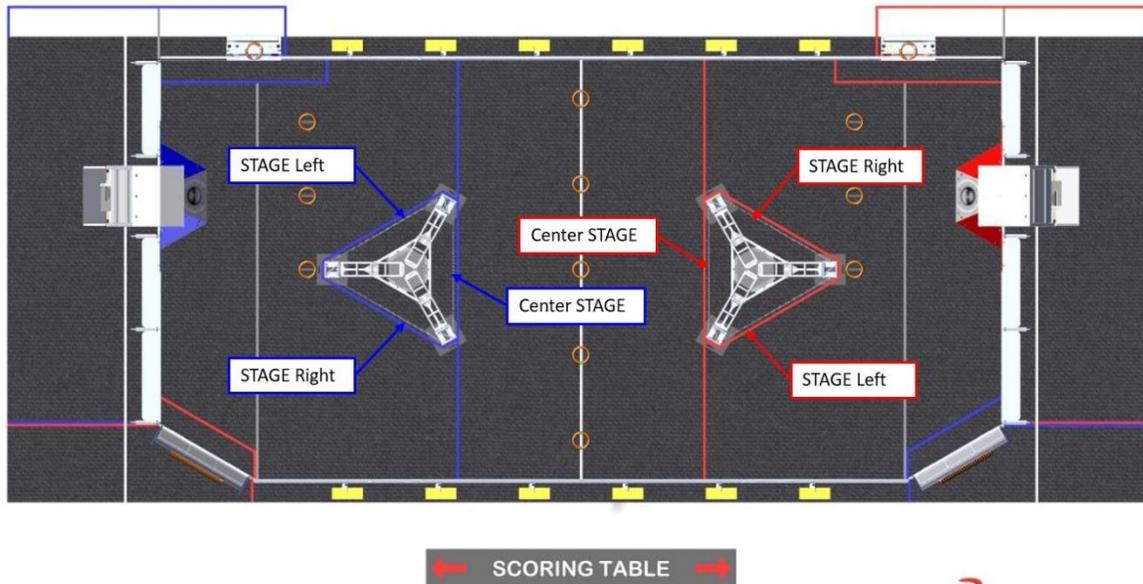
Figure 5- 8 STAGE 舞台



每个舞台都是三角支撑结构，距离相应的联盟墙 10 英尺 1 英寸（约 307 厘米）。每个舞台由桁架脚、桁架段、桁架连接处、铝框架和 PC 板组成。舞台的中央核心悬挂在桁架上，铝制表面距离地毯 2 英尺 4 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 72 厘米）。不过，某些特征会减少舞台核心下的有效间隙。间隙最小的地方是桁架脚上方的聚碳酸酯垫板，实际间隙为 2 英尺 3 $\frac{3}{8}$ 英寸（约 71 厘米）。

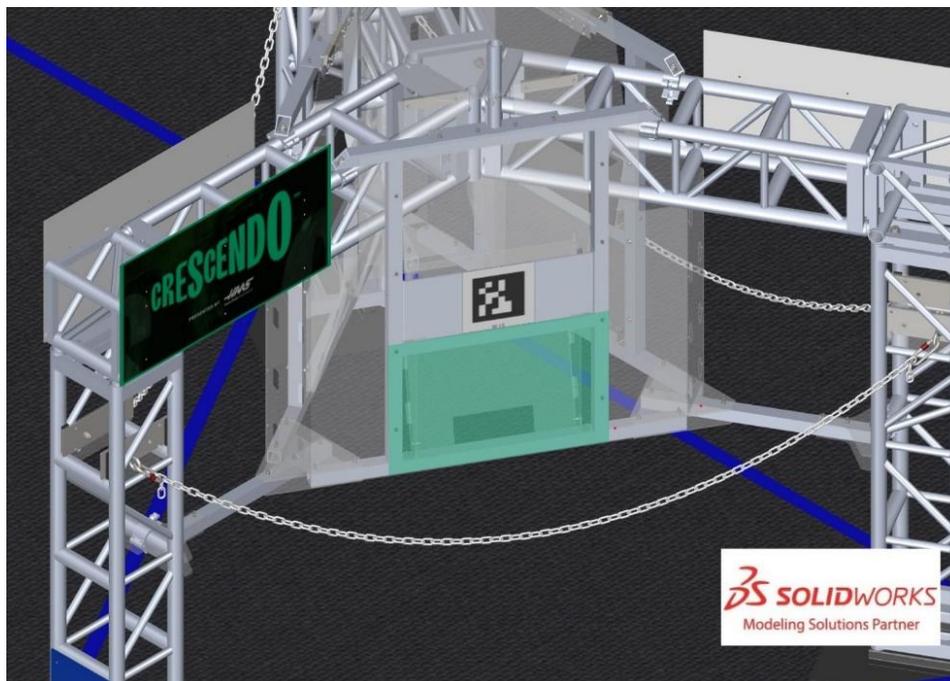
如图 Figure 5- 9 所示，3 条链条分别称为"舞台左"(STAGE Left)、"舞台右"(STAGE Right)和"中央舞台"(Center STAGE)，横跨了每个舞台桁架支柱之间的空间。链条通过一个扣环、吊环螺栓和地毯上方 4 英尺（约 122 厘米）处的垫板连接到每个支柱上。链条下垂使其最低点距离地毯 2 英尺 4 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 72 厘米），链条距离舞台核心面 1 英尺 4 $\frac{5}{8}$ 英寸（约 42 厘米）。链条型号为 [1/4-in. Grade 43 zinc plated chain](#)。

Figure 5-9 Chain designation 链条的名称



舞台的核心结构是一个由聚碳酸酯板的墙壁覆盖的 6 面柱。三面较宽的墙壁各有一个开口，由挡板盖住，通向舞台陷阱区(TRAP)。每个开口的底部距离地毯 4 英尺 8½英寸 (约 144 厘米)。陷阱区是由图 Figure 5-10 中突出显示的 4 个方管段和覆盖该空间前后的塑料板所围成的空间。

Figure 5-10 TRAP highlighted in green 陷阱区用绿色高亮显示



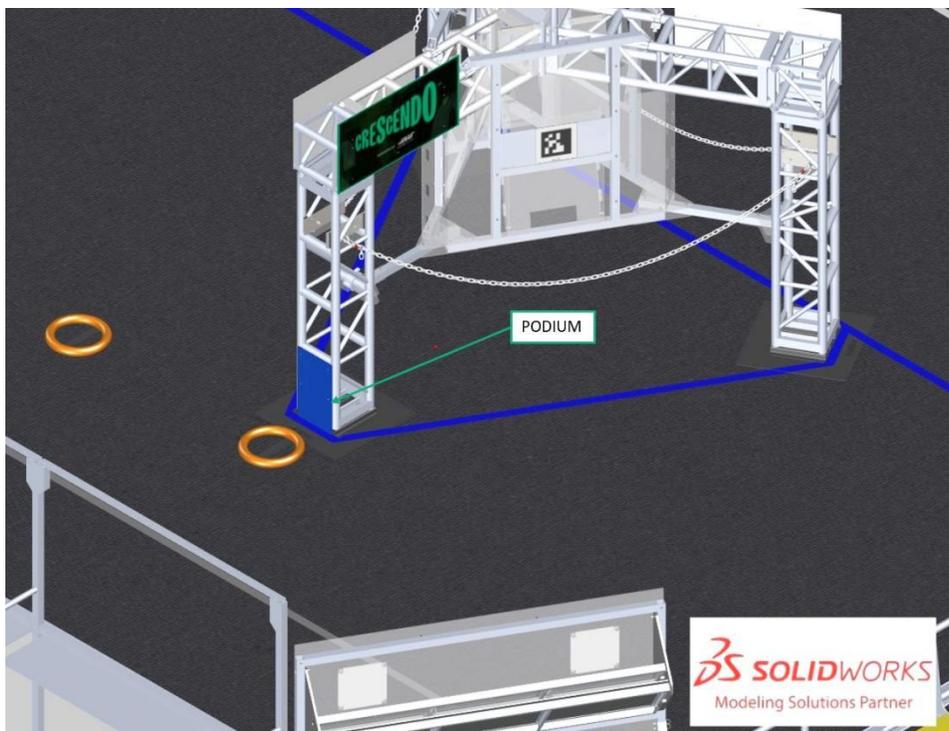
麦克风(MICROPHONE)是一个垂直支柱，位于每个陷阱区上方的中心位置，安装在舞台核心结构的顶部。每个麦克风都是一根 1 英尺（约 30 厘米）高的 1¼英寸壁厚 40（外径 1.66 英寸（约 4 厘米））的铝管。每个麦克风的顶部距离地毯 7 英尺 4¼英寸（约 224 厘米）。

Figure 5- 11 MICROPHONE highlighted in green 麦克风用绿色高亮显示



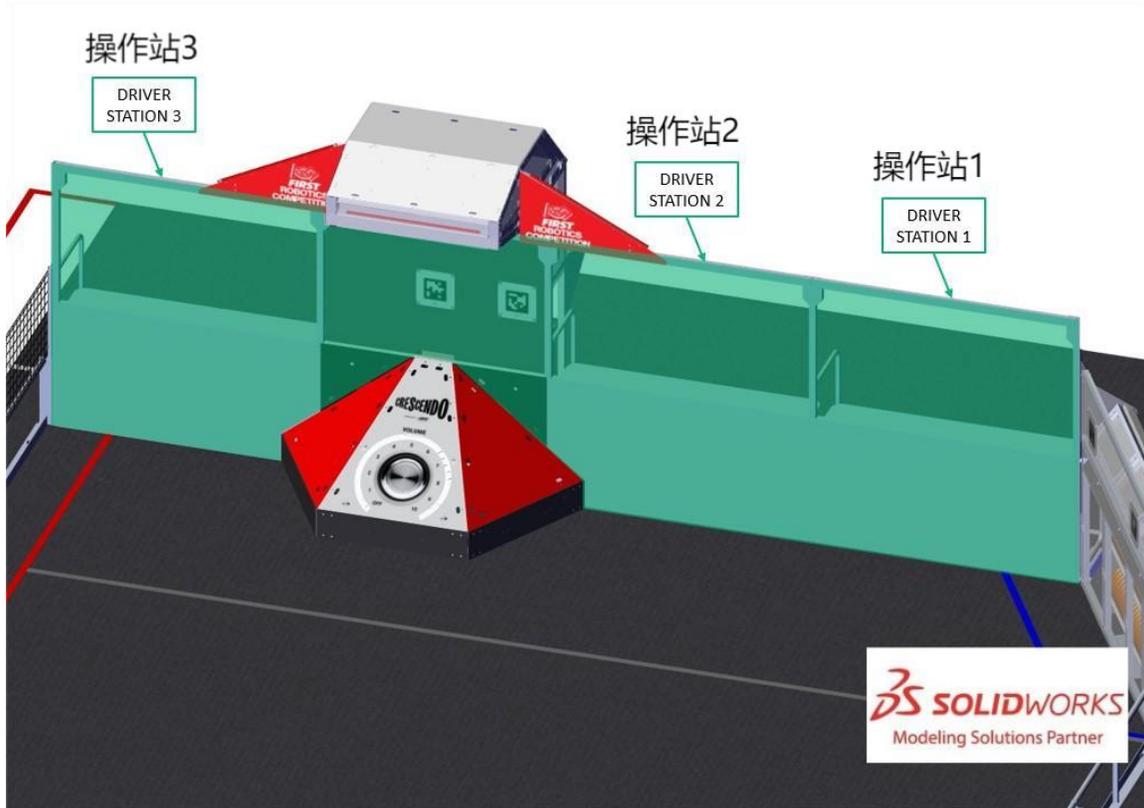
指挥台(PODIUM)是一块涂有所属联盟的颜色的高密度聚乙烯板(HDPE)，安装在面向联盟墙的舞台支柱上。每个指挥台高 1 英尺 5¾英寸，宽 10 英寸（约 45 厘米 x 约 25 厘米），安装在桁架脚顶部的正上方。

Figure 5- 12 PODIUM 指挥台



5.6 ALLIANCE WALLS 联盟墙

Figure 5- 13 Red ALLIANCE WALL highlighted in green 联盟墙以绿色高亮显示



联盟墙(ALLIANCE WALL)将机器人与联盟区域内的操控组成员分隔开。它由 3 个操作站和重低音扬声器 (SUBWOOFER, 以下简称低音炮)后面的垂直表面组成

5.6.1 SPEAKER 扬声器

Figure 5- 14 SPEAKER 扬声器



扬声器由一个低音炮和所有位于联盟墙上方和后方的元件组成。扬声器有一个开口，机器人可通过该开口用音符得分。这个开口由扬声器的零件和联盟墙顶部围成。扬声器开口的最低边缘距离地毯 6 英尺 6 英寸（约 198 厘米），开口的最高边缘距离地毯 6 英尺 10⁷/₈英寸（约 21 厘米）。开口宽 3 英尺 5³/₈英寸（约 105 厘米），并向场地内延伸 1 英尺 16 英寸（约 46 厘米）。开口平面与地毯成 14 度的向上夹角。扬声器内的顶部形成一个凹面，音符会在凹面下反弹。

Figure 5- 15 SUBWOOFER 低音炮

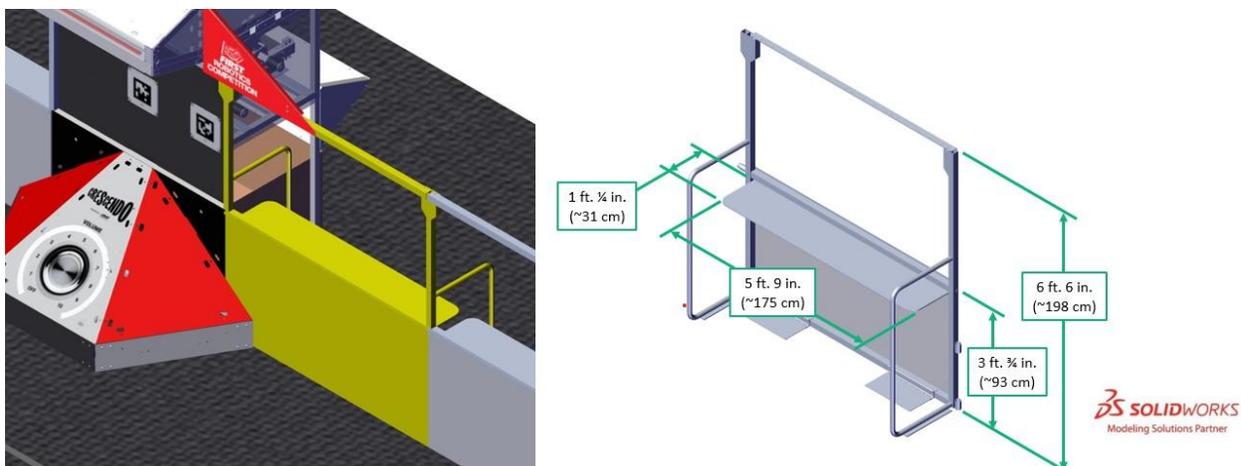


低音炮是一个 6 面元件，位于每个扬声器下方的中心位置，并靠着联盟墙。低音炮高 3 英尺 1 英寸（约 94 厘米），垂直面板高 8 $\frac{3}{8}$ 英寸（约 21 厘米）。低音炮伸出联盟墙 3 英尺 $\frac{1}{8}$ 英寸（约 92 厘米）。垂直面为黑色高密度聚乙烯(HDPE)，侧面倾斜面为涂有所属联盟的颜色的高密度聚乙烯，中间倾斜面板为乙烯基涂层聚碳酸酯 (vinyl-coated polycarbonate)。

指示灯显示扬声器是否处于音量放大状态(AMPLIFIED)。如果是，则指示音量放大还剩余多少时间。扬声器顶部的灯条与所属联盟的颜色相匹配，如果扬声器处于音量放大状态，灯条就会亮起。当音量开始放大时，低音炮中的所属联盟的颜色指示灯会亮起，随着音量放大的进行，指示灯会逐秒消退。

5.6.2 DRIVER STATIONS 操作站

Figure 5- 16 DRIVER STATION 操作站(联盟区域视角和场地视角)



操作站是联盟墙中 3 个组件中的一个，操控组可在其后操作机器人。每个操作站都是由一个 3 英尺 3/4 英寸（约 93 厘米）高的菱形板底座和一个 3 英尺 6 英寸（约 107 厘米）高的透明塑料板及一个顶部导轨组成。每个

操作站都有一个铝制架子，用于支撑操作终端(OPERATOR CONSOLE)。架子宽 5 英尺 9 英寸（约 175 厘米），深 1 英尺 1/4 英寸（约 31 厘米）。支撑架中央有一条长 4 英尺 6 英寸（约 137 厘米）、宽 2 英寸（约 5 厘米，标称值）的钩环胶带（“环”面/毛边朝上），可用于将操作终端固定在支撑架上。

比赛中，可能会为行动不便的操控组提供斜坡。该坡道经过特别设计，允许使用轮椅的人接触到操作站架子和/或看到场地；然而，任何使用轮椅或其他身体残疾导致无法看到场地的人都可以使用该坡道。各队应在比赛开始前与 FTA 联系，以确保每场比赛都能使用该设施。

该坡道可在许多区域赛和地方赛中使用。如有疑问，请联系当地的项目实施合作伙伴（PDP）：[Program Delivery Partner](#)。

每个操作站都包含以下内容供操控组使用：

- 1 根以太网网线：连接到操作终端的以太网端口，提供与场地管理系统 (FMS) 的连接
- 1 个 120 伏交流电 NEMA 5-15R 电源插座（即标准美式插座）：位于每个操作站架子上，由独立的 2 安培断路器保护。可用于为操作终端供电。由于插座中的断路器跳闸并不构成赛场故障 (ARENA FAULT)，因此操控组有责任监控其操作终端的耗电量。对于某些不使用 NEMA 5-15 型插座的区域，赛事组织者可能会安装适当的插头转换器，供整个赛事期间使用。
- 1 个紧急停止 (E-Stop) 按钮：位于操作站架子的左侧，用于在紧急情况下停止机器人。
- 1 个自动阶段停止 (A-Stop) 按钮：位于操作站架子的右侧，用于在自动阶段期间对机器人实施停机 (DISABLE)。
- 1 个队号灯 (team sign)：位于每个操作站的顶部。面向场地的一面用所属联盟的颜色显示队号。面向联盟区域的一面用红色显示以下信息：
 - o 比赛前：队号和机器人连线状态
 - o 比赛中：
 - 达到能获得排名分 (Ranking Point, 缩写 RP) 的进度（淘汰赛期间不适用），
 - 音量放大的剩余时间，和
 - 剩余的比赛阶段时间。
- 1 个计时器 (timer)（仅安装在操作站 2）：在面向场地的一侧（以白色）显示比赛阶段的官方剩余时间，在面向联盟区域的一侧（以红色）显示比赛阶段的官方剩余时间和比赛得分。
- 1 个 LED 堆栈灯：指示所属联盟的颜色、机器人状态、E-Stop 和 A-Stop 状态，位于每个操作站的顶部中央。

堆栈灯包括 2 个相同的所属联盟的颜色的机器人状态 LED 灯，位于第三个琥珀色的指示 A-stop/E-stop 状态的 LED 灯上方。LED 状态如下：

- o 机器人状态 LED 灯
 - 常亮：表示机器人已连接并启动。只有在比赛过程中才会出现。
 - 闪烁：在比赛前表示场地控制系统 (FMS) 已为比赛预设好，但机器人尚未连接；在比赛过程中则表示相应的机器人或处于忽略状态 (BYPASSED)、或失去连接，或被按下 E-stop 键。
 - 熄灭：在比赛前表示机器人已连接，或被停机；比赛结束后，无论机器人连接状态如何，该指示灯必定熄灭。
- o A-Stop/E-stop 状态指示 LED
 - 常亮：有人按下了操作站的队伍 E-stop 按钮、或计分台的场地 E-stop 按钮，或记分员通过 FMS 软件点击了停止按钮导致机器人停机。
 - 闪烁：有人按下了队伍 A-Stop 按钮，机器人在剩余的自动阶段处于停机状态。
 - 熄灭：机器人没有被场地停机。

- FMS 硬件和线路：大部分位于 操作站 2 的架子下面，靠近计分台一侧。

5.7 GAME PIECES 比赛道具

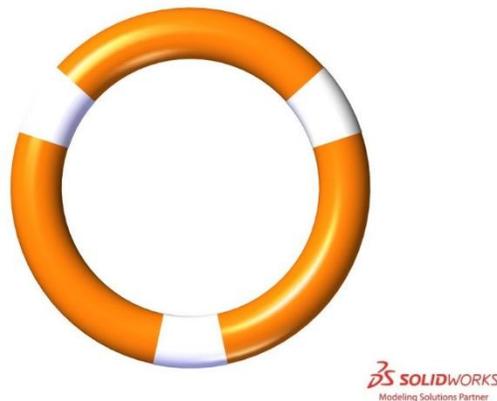
Figure 5- 17 NOTE 音符



音符(NOTE)是一个橙色泡沫圆环，内径 10 英寸（约 25 厘米），外径 1 英尺 2 英寸（约 36 厘米），厚度 2 英寸（约 5 厘米）。1 个音符重 8.3 ± 0.2 盎司（约 235.3 ± 6 克）。可从 AndyMark 购买音符、[am-4999](#)。

高音符(HIGH NOTE)的大小、形状和材料和音符相同，但有 3 条等距的白色布基胶带缠绕在圆形截面上。

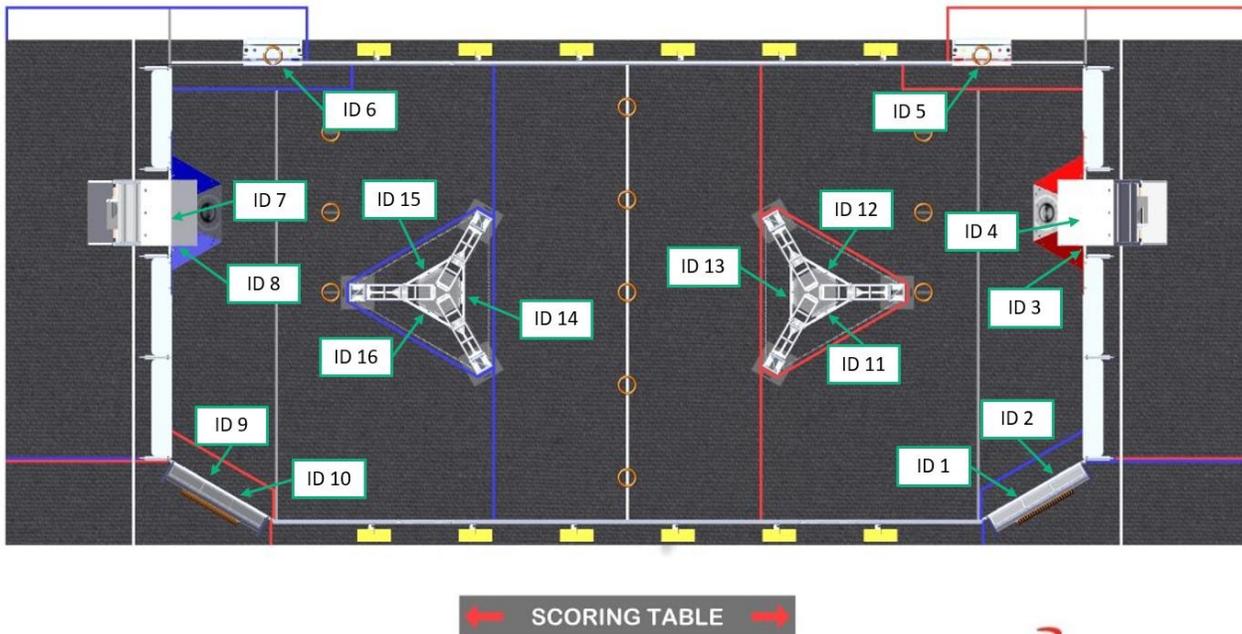
Figure 5- 18 HIGH NOTE 高音符



5.8 AprilTags 视觉标识

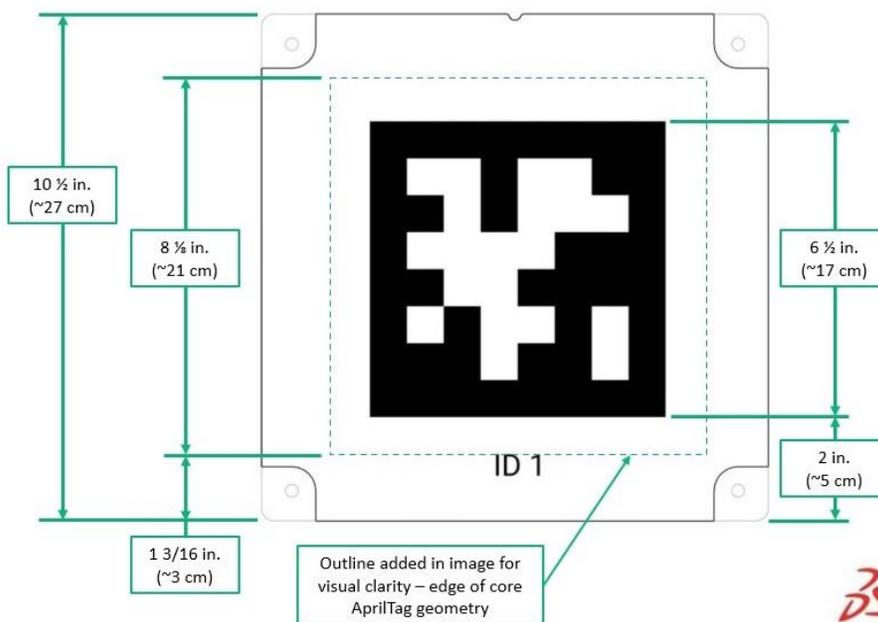
AprilTags 标记是 $8\frac{1}{8}$ 英寸（约 20 厘米）的正方形目标。位于低音炮上方、音源区域墙上、AMP 墙上和陷阱区上方。场上有 16 个互不相同的标记，位置见图 Figure 5- 19。

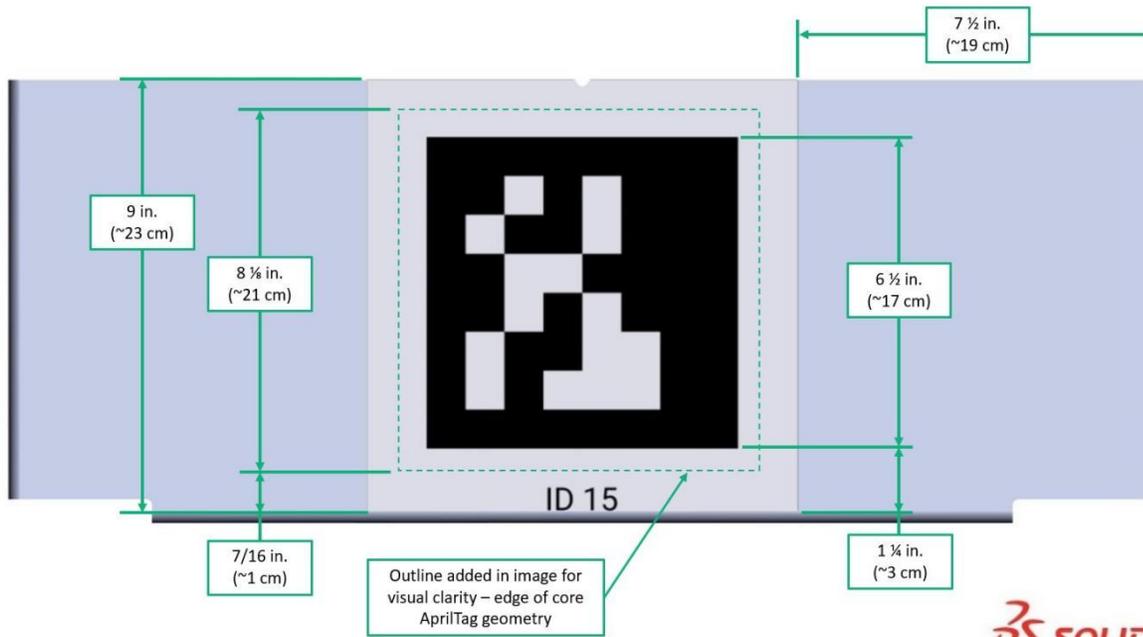
Figure 5-19 AprilTag locations



所有标记都来自 36h11 标签系列，编号为 1-16。AprilTags 1-10 居中安装在 10½英寸（约 27 厘米）正方形的聚碳酸酯板上；AprilTags 11-16 安装在铝板上。每个标记都有一个文字识别标签。如果 AprilTags 在比赛期间出现磨损和涂抹，则用布基胶带进行修复。

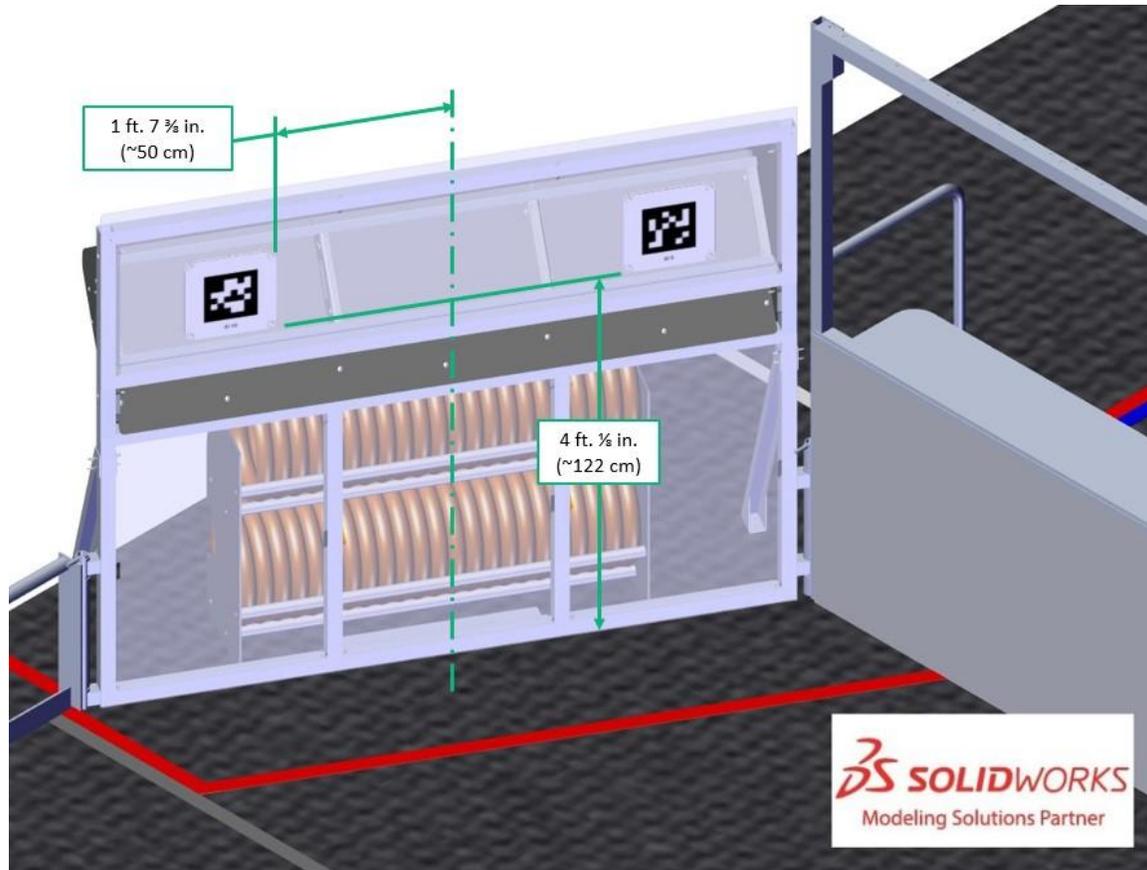
Figure 5-20 AprilTag 尺寸 (上图为安装在塑料上，然后下图为安装在铝板上)





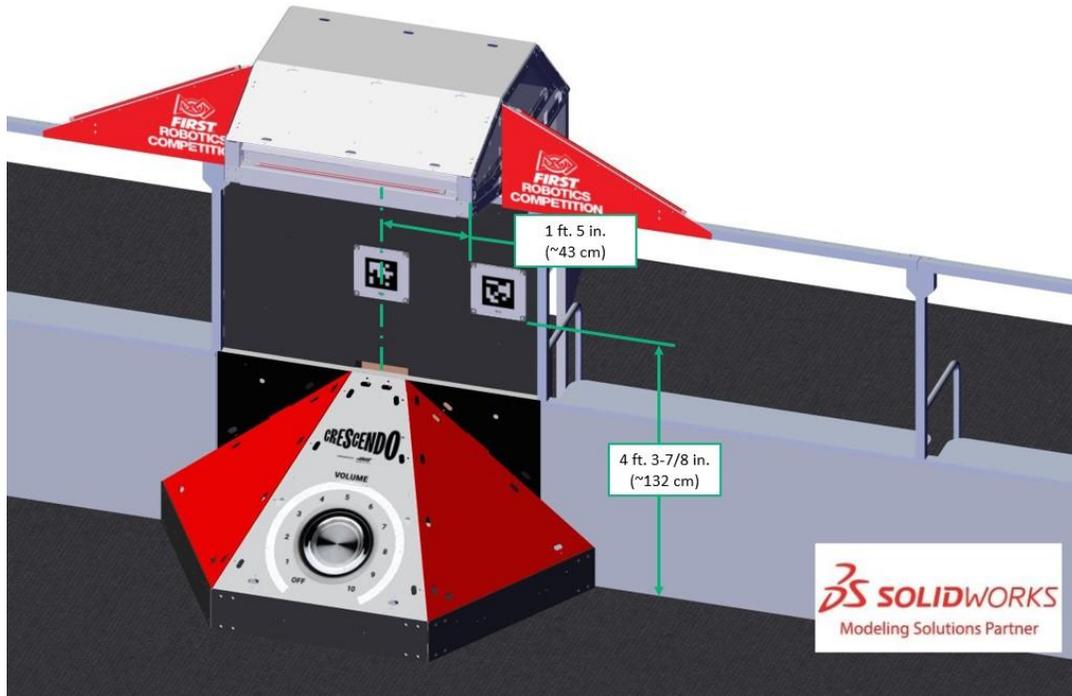
音源的 AprilTags（编号 1、2、9 和 10）安装在音源区域墙上。每个标签面板的底部距离地毯 4 英尺 $\frac{1}{8}$ 英寸（约 122 厘米），距离音源垂直中心的距离为 1 英尺 $7\frac{3}{8}$ 英寸（约 50 厘米）。

Figure 5-21 音源上的 AprilTags



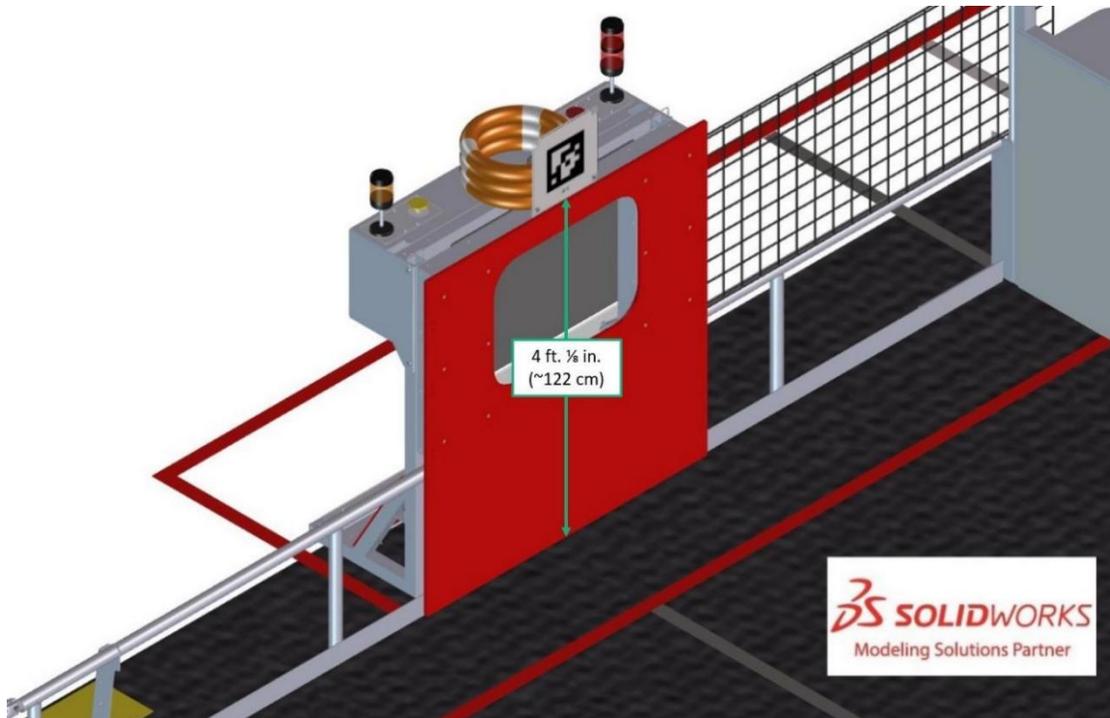
（见下图 5-22）扬声器的 AprilTags（编号 3、4、7 和 8）安装在联盟墙上。每个标签面板的底部距离地毯 4 英尺 $3\frac{3}{8}$ 英寸（约 132 厘米）。1 个标签（编号 4 和 7）垂直居中安装在每个低音炮上方。第 2 个标签（编号 3 和 8）有点靠近操作站 2，其面板边缘距离扬声器的联盟墙的塑料板垂直中心 1 英尺 5 英寸（约 43 厘米）。

Figure 5-22 扬声器的 AprilTags



(见下图 5-23) 扩音器的 AprilTags 面板 (编号 5 和 6) 位于地毯上方 4 英尺 $\frac{1}{8}$ 英寸 (约 122 厘米) 处, 垂直居中于 AMP 墙面。

Figure 5-23 扩音器 AMP AprilTag



舞台的 AprilTag 标签板（编号 11-16）位于地毯上方 3 英尺 11½ 英寸（约 121 厘米）处，垂直居于舞台核心 3 个宽面中的每个面上。这些标签位于 1/4 英寸（约 6 毫米）厚的聚碳酸酯板后面。

Figure 5-24 舞台 AprilTags



有关标记定位的更多信息，请参阅 [2024 ARENA Layout and Marking Diagram](#)。标记的打印版本可在 2024 比赛场地的网页上查阅：[2024 Playing FIELD webpage](#)。

5.9 The FIELD Management System 场地控制系统

场地控制系统（FMS，简称场控）是负责感应和控制 FIRST 机器人竞赛场地的所有电子设备。FMS 覆盖所有场地电子设备，包括计算机、裁判用触摸屏、无线接入点、传感器、堆栈灯、A-Stops 按钮和 E-Stops 按钮等。

当操控组将以太网线从其指定的操作站连接到其操作终端时，作为操作终端的计算机上的 Driver Station 软件将与 FMS 通信。一旦连接上后，可用的开放端口见表 Table 8-5。

Note that ROBOT code cannot be deployed while connected to the FMS. Additional information about the FMS may be found in the [FMS Whitepaper](#). 请注意，连接到 FMS 后将无法部署机器人代码到机器人上。有关 FMS 的更多信息，请参阅 FMS 白皮书 [FMS Whitepaper](#)。

FMS 通过表 Table 5-1 中详述的音频提示来提醒赛事参与者注意现在处于哪个比赛阶段。请注意，音频提示是对参赛者的一种礼貌，而不是正式的比赛标记。如果音频提示与场地计时器不一致，则以场地计时器为准。

Table 5-1 Audio cues 音频提示

事件	计时显示	音频提示
比赛开始	0:15 (自动阶段)	“骑兵冲锋号”

事件	计时显示	音频提示
自动阶段结束	0:00 (自动结算)	“蜂鸣声”
手动阶段开始	2:15	“3 连敲钟声”
比赛结束	0:00	“蜂鸣声”
比赛终止	n/a	“迷雾号角声”

5.10 FIELD STAFF 场地志愿者

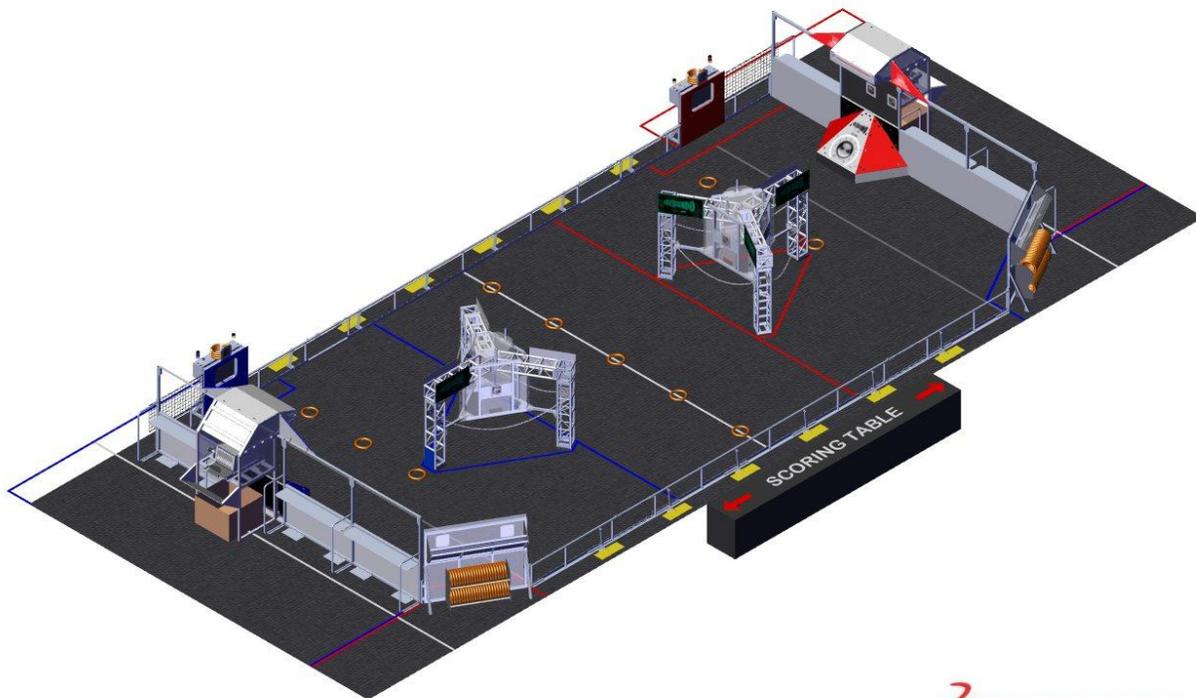
场地志愿者负责确保比赛高效、公平、安全地进行，并发扬合作精神、亲切的专业精神和慷慨的奉献精神。场地志愿者由来自社区的志愿者担任，他们都经过全面的培训和认证，为赛事做好准备。场地内有 3 个关键的志愿者岗位，参赛队伍应熟悉这些岗位，并鼓励参赛队伍将其作为资源，使他们的赛事体验有意义（无论参赛队伍如何定义“意义”(valuable)）。

- 主裁判（Head REFEREE）- 培训、指导和监督裁判。他们与 FIRST 技术顾问(FTA)合作，监督所有计分过程和程序。他们与学生、志愿者和签约/FIRST 工作人员互动。主裁判位于场地和计分台之间，身穿黄色上衣。主裁判对比赛得分、判罚、黄牌和红牌的判定拥有最终决定权。有关更多详情，请参阅主裁判职责说明 [Head REFEREE role description](#)。
- FIRST 技术顾问（FIRST Technical Advisor (FTA)）- 确保赛事顺利、安全地进行，并符合 FIRST 的要求。FTA 在活动中与 FIRST 员工、赛事工作人员和其他赛事志愿者在许多不同领域开展合作。FTA 是 FIRST 总部与赛事之间的联络人，负责处理与场地、机器人和比赛相关的所有事务，是所有参赛队伍的队伍代言人，也是赛事升级和冲突解决的关键点。有关其他详细信息，请参阅 FTA 职责说明 [FTA role description](#)。
- 比赛场地主管（FIELD Supervisor）- 指导场地上的活动，以确保比赛的有效进行、赛事的节奏和比赛的顺利进行。场地主管负责确保赛场完好无损，并领导场地重置小组，负责在每场比赛后重置场地，为下一场比赛做准备。有关更多详情，请参阅“场地主管职责说明”。[FIELD Supervisor role description](#)。



6 Game Details 比赛细节

Figure 6- 1 CRESCENDO “响彻舞台”




 Modeling Solutions Partner

在“响彻舞台”赛季中，2个联盟(ALLIANCE)（联盟是由最多4支FRC队伍组成的合作团体）进行比赛，比赛的设置和实施细节如下所述

6.1 MATCH Overview 比赛概要

比赛轮换周期为7到10分钟，包括比赛前的准备、2分30秒的比赛以及比赛后的复位。

在比赛中，机器人用音符在扬声器或扩音器中得分。人类玩家可以使用获得的音符来增加音符在扬声器中的得分，每次增加持续10秒，还可以和对手开展合作竞争。

机器人在比赛结束时停在自己的舞台区，通过链条登上舞台，和/或在陷阱区中用音符得分

如果联盟产生和声（即有1台以上的机器人通过相同的链条登上舞台）以及人类玩家把聚光灯打在机器人上（即用高音符在麦克风上得分以增加登台机器人的得分），则可获得额外的分数。

6.2 DRIVE TEAM 操控组

操控组是由来自同一支FIRST机器人竞赛队伍的最多5人组成的团队，为特定比赛的队伍表现负责。操控组里有4种指定身份，联盟可使用这些身份协助机器人参加“响彻舞台”比赛。5名操控组成员中至少有4名必须是适龄学生(STUDENT)的身份。

对操控组的定义和操控组相关规则的意图是，除非出现情有可原的情况，操控组应该由到达赛场时隶属于该队伍的人员组成，并对其队伍和机器人在赛场上的表现负责（这意味着一个人可能隶属于一支以上的队伍）。其目的是不允许参赛队伍“引进”(adopt)其他参赛队伍的成员，以使借得人员的队伍、借出人员的队伍和/或其联盟获得战略优势（例如，联盟队长(ALLIANCE CAPTAIN)认为他们队的一名操作手的经验比首选队伍(first pick)的操作手更丰富，双方队伍同意首选队伍“引进”该操作手，使其成为淘汰赛中首选队伍的操控组的成员）。

定义不严格主要有两个原因。第一，避免给参赛队和赛事志愿者带来额外的官僚主义负担（例如，要求参赛队提交正式名册，排队管理必须在允许操控组进入赛场前检查该名册）。其次，为特殊情况提供空间，让参赛队有机会展现亲切的职业精神（例如，巴士延误，有教练没有操作手，而他们的维修站邻居同意提供帮助，借出操作手作为临时队员，直到巴士到达）。

Table 6-1 DRIVE TEAM roles

身份	身份描述	每个操控组允许的最多人数	身份判断标准
COACH 教练	指导或顾问	1	任何队伍成员，必须佩戴教练“COACH”徽章
TECHNICIAN 技术员	机器人故障排除、设置和从场地搬走的资源	1	任何队伍成员，必须佩戴技术员“TECHNICIAN”徽章
DRIVER 操作手	机器人的操作者或控制者	3	学生身份(STUDENT), 必须佩戴操控组“DRIVE TEAM”徽章
HUMAN PLAYER 人类玩家	音符管理员		

学生是指在开题仪式之前的 9 月 1 日尚未完成高中、中专或同等水平学业的人。

技术员为队伍提供技术资源，用于机器人比赛前的设置、机器人连线、操作终端的故障排除以及机器人比赛后的离场搬运。技术员在比赛前的一些职责包括但不限于：

- 机器人无线路由设备的位置、供电连线，并了解其指示灯的含义
- 了解 roboRIO 的位置及其指示灯的含义
- 操作终端的用户名和密码
- 在操作终端上重新启动 Driver Station 和 Dashboard 软件
- 改变带宽利用率（如摄像机分辨率、帧速率等）
- 更换电池
- 给气动系统充气

虽然技术员可能是操控组的主要技术成员，但我们鼓励操控组的所有成员都了解机器人的基本功能，例如主电源开关的位置和操作、从操作终端连接和重置操纵杆或游戏手柄，以及从场地搬走机器人。

如果一个联盟缺少至少 2 名人类玩家，该联盟的其中一支队伍可以仅在该场比赛中用 1 名学生身份的技术员代替人类玩家。在这种情况下

- 主裁判必须知情，
- 所有人类玩家规则现在都适用于该操控组成员，并且
- 在该场比赛中，该操控组成员不再被视为技术员。

6.3 Setup 场地设置

在每场比赛开始前，场地志愿者按照第 6.3.4 节的说明摆放比赛道具(GAME PIECES)，见 [6.3.4 比赛道具摆放](#)。操控组按照第 6.3.3 节的说明摆放机器人（见 [6.3.3 机器人摆放](#)），按照第 6.3.2 节摆放操作终端（见 [6.3.2 操作终端摆放](#)）。然后，操控组按照第 6.3.1 节中的说明就位，见 [6.3.1 操控组位置](#)。

6.3.1 DRIVE TEAMS 操控组位置

操控组在比赛前应根据其在操控组中的身份在适当的区域集结，并表明自己的身份。操控组起始的条件如下，妨碍或延误任何起始条件的操控组都有可能违反规则 [G301](#)。

- 只有被指派参加下一场比赛的操控组成员上场，
- 只有机器人通过初检、全面检查的操控组成员才能上场，
- 音源区域的人类玩家位于起始线后方，
- 联盟区域的操控组成员位于起始线后方，
- 技术员在比赛场地附近的赛事指定区域，
- 操控组成员在腰部上方清楚地展示代表其身份的徽章（教练佩戴"Coach"徽章，操作手和人类玩家佩戴"Drive Team"徽章，技术员佩戴"Technician"徽章），以及
- 如果是在淘汰赛，联盟队长应清楚地展示代表其联盟队长身份的标识（如帽子或臂章）。

6.3.2 OPERATOR CONSOLES 操作终端摆放

前一场比赛的操控组清场后，操控组应立即摆放其操作终端。操作终端必须符合所有相关规则，特别是第 8.9 节的规则，见 [8.9 操作终端](#)。操作终端的插头应插入队号灯指示的属于本队的操作站的插座里。在比赛能开始前，队伍的人类玩家和/或操作手在比赛中佩戴或持有的任何控制设备必须与操作终端断开连接。阻碍或拖延操作终端设置的操控组有违反规则 [G301](#) 的风险。

就 FIRST 机器人竞赛而言，连接到操作终端的任何设备都被视为控制设备，因为不要求裁判区分哪些设备可以或不可以控制机器人。

6.3.3 ROBOTS 机器人摆放

操控组按照规定摆放机器人，见 [G303](#)。妨碍或拖延机器人设置要求的操控组可能会违反规定 [G301](#)。

如果摆放顺序对其中一方或双方联盟有影响，则联盟在该场比赛的准备阶段通知主裁判，主裁判指示联盟交替摆放机器人。在资格赛中，裁判指示机器人按以下顺序放置：

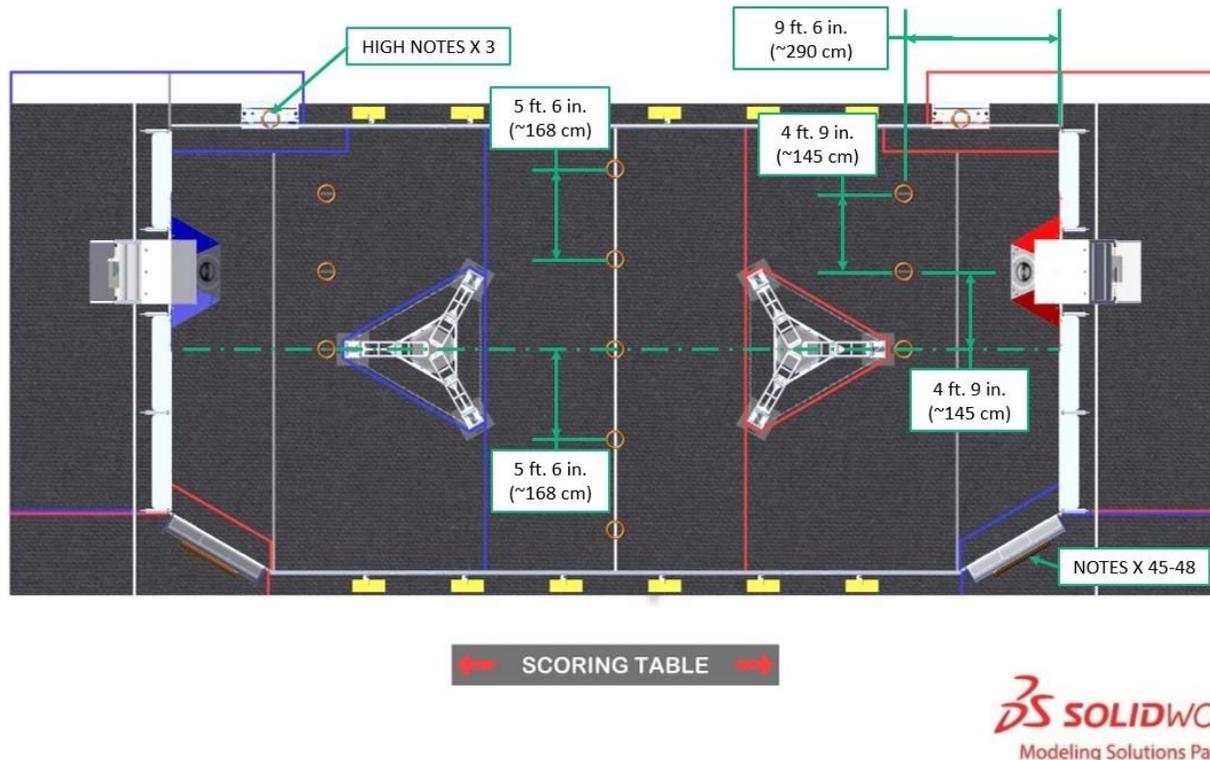
1. 红方操作站 1 的机器人
2. 蓝方操作站 1 的机器人
3. 红方操作站 2 的机器人
4. 蓝方操作站 2 的机器人
5. 红方操作站 3 的机器人
6. 蓝方操作站 3 的机器人

在分区内部的淘汰赛中，采用相同的模式，但不是蓝色联盟排在最后摆放，而是种子队中排名较高的联盟（无论颜色）排在最后。在分区之间的淘汰赛中，由主裁判长掷硬币（真实的或虚拟的硬币）决定最后摆放的联盟，掷出"人头"的结果将邀请红色联盟在最后摆放。

6.3.4 GAME PIECES 比赛道具摆放

每场比赛开始前，场地志愿者都要摆放比赛道具。

Figure 6-2 SPIKE MARK locations and GAME PIECE staging positions 舞台标记位置和比赛道具摆放位置



3 个高音符放在每个 AMP 的顶部

107 个音符在每场比赛中的放置位置如下（参考图 Figure 6-2）：

- 90 个音 放在音源区域（每个音源区域 45 个），
- 6 个音符放在边幕区的舞台标记上（每个边幕区 3 个音符），
- 5 个音符放在中场线的舞台标记上，
- 6 个音符可由机器人的操控组预载在机器人上，每个机器人预载 1 个，并让音符能被机器人完全支撑。未预载在机器人上的音符将和联盟音源区域的音符放在一起。

6.4 MATCH Phases 比赛阶段

每场比赛的第一阶段为时 15 秒，称为自动阶段(AUTO)。在自动阶段期间，机器人在没有任何操控组控制或输入的情况下运行。机器人尝试得分、离开机器人起始区并获取更多音符。根据第 6.5 节中的描述，自动阶段和手动阶段之间有 3 秒钟的延迟，用于比赛计分，见 [6.5 比赛计分](#)。

每场比赛的第二阶段为剩余的 2 分 15 秒（2:15），称为手动阶段(TELEOP)。在手动阶段期间，操作手远程操作机器人取得音符并得分，以及登上舞台。

6.5 Scoring 比赛计分

在比赛过程中，联盟可因完成各种动作而获得奖励，包括离开机器人起始区、在扬声器和扩音器中送音符得分、登上舞台、通过高音符来聚焦舞台上的机器人、与对手合作竞争，以及赢得比赛或追平比分

奖励通过比赛得分、合作竞争得分或排名分（通常缩写为 **RP**，用于提高队伍在资格赛中的排名）获得。

除以下情况外，所有得分都将在整个比赛期间进行计分和更新：

- A. 在自动阶段结束之后，赛场计时器显示 **0:00** 后，扬声器中的音符计分最多持续 **3** 秒钟。
- B. 在手动阶段结束之后，赛场计时器显示 **0:00** 后，扬声器中的音符计分最多持续 **3** 秒钟。
- C. 比赛结束后，当所有机器人都停止行动时，或者当赛场计时器在手动阶段结束显示 **0:00** 后 **5** 秒钟后（上述情况以先发生者为准），开始计算舞台得分。

6.5.1 NOTE Scoring Criteria 音符得分标准

当音符穿过扬声器面向场地的开口并经过传感器阵列时，扬声器中的音符即被计分。

当音符穿过 **AMP** 面向场地的开口并经过传感器阵列时，**AMP** 中的音符即被计分。

如果音符从上方进入陷阱区（即通过 **AprilTag** 上方的切口），则在陷阱区中得分。

6.5.2 ROBOT Scoring Criteria 机器人得分标准

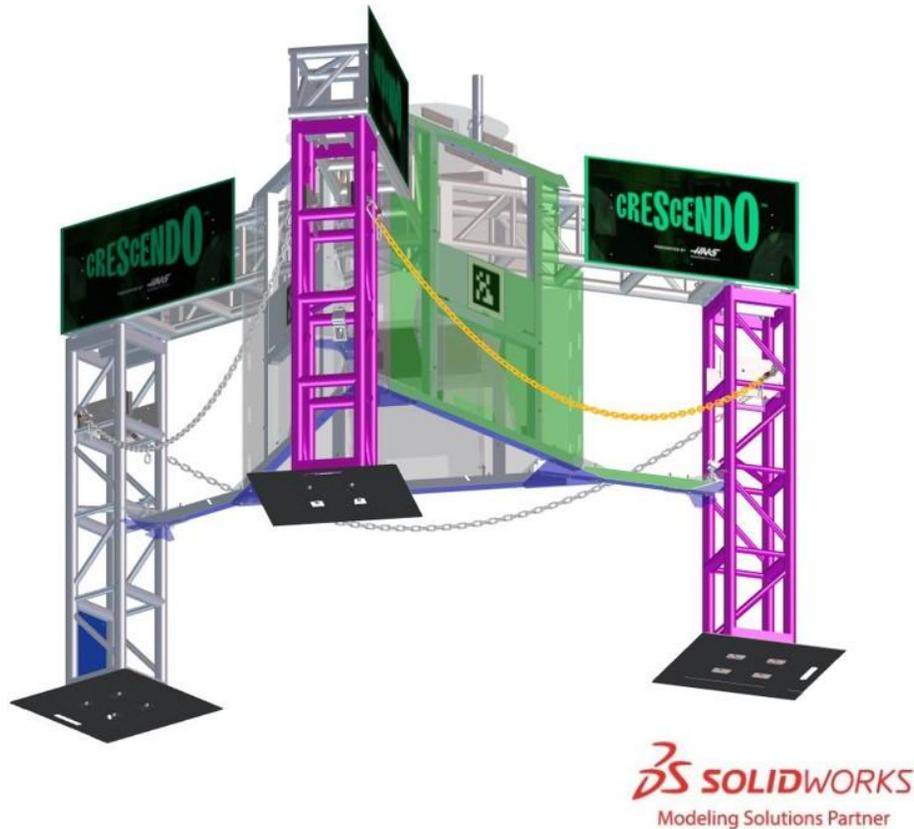
要获得出发(**LEAVE**)得分，机器人的保险杠必须在自动阶段的任何时刻完全离开其机器人起始区。

要获得停留(**PARK**)分，机器人的保险杠必须在比赛结束时部分或完全位于舞台区内（更具体地说，满足第 **6.5** 节 **C** 项所需标准，见 [6.5 比赛计分 C 项](#)），且不符合登台的标准。

要获得登台(**ONSTAGE**)分，机器人只能和以下所列接触：

- A. 通过保险杠接触桁架支柱（图 **6-3** 中粉色部分，见图 **Figure 6-3**），
- B. 比赛道具，
- C. 面向链条的舞台核心的垂直表面（面向登台机器人使用的链条，图 **6-3** 中的绿色部分，见图 **Figure 6-3**），
- D. 舞台核心面向地毯的表面（图 **6-3** 中蓝色部分，见图 **Figure 6-3**），和
- E. 单根舞台链条（图 **6-3** 中橙色部分，见图 **Figure 6-3**），
- F. 另一个有资格获得登台分的机器人，
- G. 另一个因规则 [G424](#) 而被奖励合奏(**ENSEMBLE**)排名分的机器人，和
- H. 一个对手的机器人

Figure 6- 3 Contact points for ONSTAGE scoring eligibility 登台得分有效的资格



如果有超过 1 个机器人通过单根链条的直接或间接支撑登台，则该联盟获得和声(HARMONY)分。和声分，依据表 Table 6-2，每一个机器人算一次。

出发和舞台得分由裁判人工评估和计分。我们鼓励队伍确保机器人明显、清晰地达到得分标准。

6.5.3 AMPLIFICATION 音量放大

根据表 Table 6-2，音量放大增加了音符在扬声器中得分的分值。为了能放大，联盟必须至少有 2 个音符通过其 AMP。满足这一标准后，人类玩家可以按下 AMP 按钮，将其扬声器的音量放大 10 秒钟。由于音符从扩音器开口到传感器阵列之间有传输时间，在按下 AMP 按钮后 10 秒内进入扩音器但尚未计分的音符，将在标称的放大时间结束后有 3 秒延长计分时间。联盟必须在音量放大结束后通过其 AMP 再收集 2 个音符，才能再次放大其扬声器。虽然在音量放大期间送入 AMP 的音符不会对下一次音量放大产生作用，但可以获得比赛得分。

6.5.4 SPOTLIGHTING 聚光灯

所有联盟可通过在麦克风上套高音符来给机器人打聚光灯。一旦在麦克风上获得高音符，与获得高音符的麦克风配对（即麦克风底下）的登台机器人将根据表 Table 6-2 获得更多分数。

6.5.5 Coopertition Bonus 合作竞争奖励

如果双方联盟都在自动阶段的前 45 秒（即剩余比赛时间大于 1:30）内使用其 AMP 中获得的 1 个音符进行合作竞争（按下合作竞争按钮），则所有队伍都将获得合作竞争奖励，并且达成旋律奖励的所需音符将如表 Table 6-2 所述降低。

用于合作竞争的音符不再有资格用于音量放大。

有关合作竞争对资格赛顺位的影响的更多信息，请参见第 10.5.3 节 [10.5.3 资格赛排位](#)。

在淘汰赛中，合作竞争按钮使用无效。

6.5.6 Point Values 分值

每个“响彻舞台”得分任务的分值的细节见表 Table 6-2。

Table 6-2 CRESCENDO point values

		比赛得分		排名分 (RP)	合作竞争分
		自动阶段	手动阶段		
出发 LEAVE		2			
音符 NOTE	扩音器的音符	2	1		
	扬声器的音符（未放大）	5	2		
	扬声器的音符（已放大 AMPLIFIED）		5		
舞台 STAGE	停留 PARK		1		
	登台 ONSTAGE（未打聚光灯）		3		
	登台（打了聚光灯 SPOTLIT）		4		
	和声 HARMONY		2		
	陷阱区的音符（每个陷阱区最多 1 个）		5		
合作竞争奖励 COOPERTITION BONUS					1
旋律奖励 MELODY	扩音器和扬声器的音符总和至少 18 个（触发合作竞争奖励后变为 15 个）*			1	
合奏奖励 ENSEMBLE	舞台得分至少 10 分和至少 2 个登台的机器人*			1	
平局 TIE	以与对手相同的比赛得分完成比赛			1	
获胜 WIN	以高于对手的比赛得分完成比赛			2	

*对于地方总决赛和/或 FIRST 总决赛，对达成旋律奖励和合奏奖励的要求可能会提高。

6.6 Violations 犯规判罚

除非另有说明，否则任何违反规则的行为都将受到表 6-3 中所列的一种或多种判罚，见表 Table 6-3。

Table 6-3 Rule violations 判罚种类

判罚种类	描述
犯规 FOUL	每个犯规给对手加 2 分
技术犯规 TECH FOUL	每个技术犯规给对手加 5 分
黄牌	主裁判对严重违反规则的机器人或队伍成员的行为发出的警告。如果在

判罚种类	描述
YELLOW CARD	同一赛事中再次被黄牌警告，则会直接获得一张红牌
红牌 RED CARD	因机器人或队伍成员恶劣的行为或规则违反而发出的判罚，将导致队伍在比赛中被取消成绩(DISQUALIFIED)。
停机 DISABLED	机器人被命令停止所有输出的状态，使机器人在比赛剩余时间内无法操作。
取消成绩/失格 DISQUALIFIED	队伍在资格赛的单场比赛中获得 0 得分和 0 排名分的状态，或导致其联盟在淘汰赛的单场比赛中获得 0 得分的状态。

6.6.1 YELLOW and RED CARDS 红黄牌判罚

除本档中明确列出的违反规则的行为外，FIRST 机器人竞赛还使用黄牌和红牌来处理不符合 FIRST 使命、价值观和文化的队伍和机器人行为。

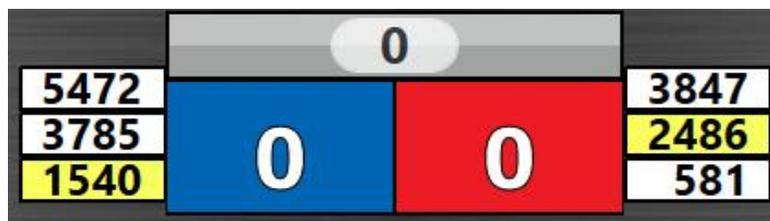
主裁判可给予黄牌警告，或对 FIRST 机器人竞赛赛事中不恰当的恶劣行为给予红牌。

黄牌或红牌由主裁判举着黄牌和/或红牌示意，同时比赛播报员叙述该违规行为。

黄牌是累加的，这意味着第二次黄牌将自动转换为红牌。如果队伍在随后发生的任何事件中获得额外黄牌，包括在单场比赛中再次获得第二次黄牌，则会被处以红牌。比赛结束后，主裁判同时举起黄牌和红牌表示第二次黄牌。获得黄牌或红牌的队伍在以后的比赛中将继续持有黄牌，但以下情况除外

一旦某队收到黄牌或红牌，在随后所有比赛（包括任何重赛）开始时，其队号都会以黄色背景显示在观众屏幕上，以提醒该队、裁判组和观众他们持有黄牌。

Figure 6- 4 Example audience screen graphic showing YELLOW CARD indicators 观众屏幕显示队伍背有黄牌



所有黄牌都将在练习赛、资格赛和分区淘汰赛结束后在 FMS 中清除。口头警告在练习赛结束后清除，并从资格赛持续到随后的锦标赛阶段。对于特别恶劣的行为，主裁判可选择将口头警告或黄牌从练习赛持续到资格赛。

6.6.2 YELLOW and RED CARD application 红黄牌的应用场合

黄牌和红牌的出示基于以下内容:

Table 6- 4 YELLOW and RED CARD application 红黄牌应用

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（或刚打完）的比赛

红黄牌出示时机:	红黄牌归属哪场比赛:
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（或刚打完）的比赛。如果队伍正在打的（或刚打完）的比赛是以代打身份(SURROGATE)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（或刚打完）的比赛

红黄牌的应用举例请参考 [6.6.4 判罚细节](#)。

6.6.3 YELLOW and RED CARDS during Playoff MATCHES 淘汰赛的红黄牌

在淘汰赛期间，黄牌和红牌将分配给犯规队伍所属的整个联盟，而不是只分配给犯规队伍。如果一个联盟收到两张黄牌，则整个联盟将被记红牌，并被取消相关比赛的成绩。如果两个联盟都被记红牌，则按时间顺序，第一个被记红牌的联盟将被取消比赛成绩并输掉比赛。

6.6.4 Violation Details 判罚细节

本手册中使用了多种犯规措辞。下面是一些犯规示例以及对犯规行为评估方式的说明。所示示例并不代表所有可能的犯规行为，而是一组有代表性的组合。

Table 6- 5 Violation examples

犯规举例	扩展解释
犯规	违反规则的联盟将被判罚犯规。
技术犯规加黄牌	违反规则的联盟将被判技术犯规。比赛结束后，主裁判向犯规队伍出示黄牌。
每 1 个额外的音符判 1 个犯规。如情节恶劣，黄牌	一旦犯规，犯规联盟将被判罚与超出允许数量的音符数量相等的犯规。此外，如果裁判认定犯规行为恶劣，主裁判将在赛后向犯规队伍出示黄牌。
技术犯规，如果未纠正则每 5 秒钟判一次技术犯规	一旦犯规，将对犯规联盟判罚 1 个技术犯规且裁判开始读秒。裁判会一直读秒直到满足停止读秒的标准为止，在此期间犯规联盟将每 5 秒钟追加一次技术犯规。一个机器人违反此类规则达 15 秒的话，将被判罚总共 4 次技术犯规（假设没有同时违反其他规则）。
对联盟出示红牌	比赛结束后，主裁判按以下方式向犯规联盟出示红牌： 在淘汰赛中，联盟将被判一张红牌。 在所有其他情况下，联盟中的每支队伍都将获得一张红牌。

6.7 Head REFEREE and FTA Interaction 和主裁判、FIRST 技术顾问的互动方式

赛事期间，主裁判在赛场内拥有最终决定权，但可能会接受来自其他方面的意见，例如比赛设计师、FIRST 工作人员、FTA 及其他赛事工作人员。主裁判的裁决为最终裁决。在任何情况下，包括主裁判在内的任何赛事工作人员都不得查看任何来源的任何比赛视频、照片、艺术效果图等。

6.7.1 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。如果某个操控组对比赛、场地等有疑问，可派一名操控组成员到相应的问答区提问。根据时间安排，主裁判或 FTA 可将任何要求的讨论推迟到下一场比赛结束。

有关场地或机器人操作的技术问题由 FTA 解决，必要时可邀请其他队员参与这些对话。如果某操控组需要澄清判罚或得分，根据 [Q101](#)，操控组的一名学生应在赛场重置信号发出后（如赛场指示灯变绿）向主裁判提出。

虽然 FMS 跟踪了犯规的数量，但 FIRST 指示裁判不要自行跟踪有关犯规和技术犯规的细节；因此，我们不指望裁判能回忆起有关犯规和技术犯规的细节、发生时间以及谁犯规。

任何合理的问题都可以在问答区中提出，主裁判将尽最大努力提供有用的反馈（例如，某些犯规是如何/为何被判罚的，为什么某个特定的机器人可能会因为其设计或比赛玩法而被判罚某些犯规，特定规则是如何被判罚或解释的），但请注意，他们可能无法提供具体细节。

Q101 *仅派一名学生向主裁判质询 1 STUDENT, 1 Head REFEREE. 队伍只能派一名学生向主裁判质询。该学生身边不得有 1 名以上的沉默观察员。

判罚：主裁判将不会和犯规队伍的其他成员或外围人士谈话。

某些赛事可能会限制操控组成员进入赛场。

各州和各国有关谈话录音的法律不尽相同，在某些情况下，未经同意的录音可能是犯罪行为。以证明某人错误的隐含理由来引入谈话录音的想法会使讨论升级，并可能增加讨论的对抗性。有时这样做是合适的，但往往既不合适，也没有建设性。

未经本人同意，请勿对 FIRST 赛事工作人员或赛事中的任何人进行录音，也请勿对拒绝同意录音的决定提出质疑。FIRST 赛事工作人员有权在拒绝同意录音后退出互动。

6.8 Other Logistics 场地后勤

离开场地的音符不会返回到比赛中。

除通过扬声器或 AMP 外，机器人不得故意让音符离开场地 (见 [G407](#))。

对于意外的以损坏的音符开始的比赛，不适用赛场故障（第 10.2 节中描述的赛场故障），见 [10.2 比赛重赛](#)。损坏的音符在下一次赛场重置之前不予更换。比赛开始前，参赛队伍应提醒场地志愿者注意任何丢失或损坏的音符。

比赛结束后，当主裁判确定场地对场地志愿者和参赛队伍安全时，主裁判或其指定人员将场地指示灯变为绿色，参赛队伍可以取回自己的机器人。

在赛场重置期间，赛场会清理刚刚结束的比赛中的机器人和操作终端，接下来的比赛中的机器人和操作终端会被操控组搬入赛场，而场地志愿者会重置赛场设施。

FIRST 机器人竞赛在如何评估规则和违规行为的持续时间和行动方面使用 3 个词。这些词提供了一般指导，用于描述整个项目中使用的基准。裁判无意在这段时间内进行计数。

- 暂时（**MOMENTARY**）表示持续时间小于约 3 秒。
- 持续（**CONTINUOUS**）表示持续时间大于约 10 秒。
- 重复（**REPEATED**）表示在单场比赛中发生超过 1 次。



7 Game Rules 比赛规则

7.1 Personal Safety 人身安全

G101 *绿灯亮起方可入场 Humans, stay off the FIELD until green. 除非裁判或 FTA 有明确指示，否则队员只能在场地指示灯（队号灯和计时器朝向低音炮和场地一侧）为绿色时才能进入场地。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

违反本规则的行为适用于整支队伍，而非任何个人。例如，9999 队的一名队员在第 3 场比赛结束后绿灯亮起之前进入场地，而另一名队员在第 25 场比赛结束后绿灯亮起之前进入场地。该队第一次犯规将受到口头警告，第二次犯规将受到黄牌警告。

G102 *不得跨过场地护栏 Never step over the guardrail. 参赛队员只能从开启的出入口进出赛场。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

鼓励参赛队确保其操控组的所有成员都了解这一规则。这很容易被违反，尤其是当队伍正竭尽全力快速进出赛场时。违反该规则的目的是避免妨害性判罚，但仍要执行场地周围的安全要求。跨越护栏是有可能造成潜在伤害的。

违反本规则的行为适用于整支队伍，而非任何个人。例如，9999 队的一名队员在第 3 场比赛前跨过护栏，而另一名队员在第 25 场比赛前跨过护栏。该队第一次犯规将受到口头警告，第二次犯规将受到黄牌警告。

G103 *注意你的互动对象 Be careful what you interact with. 禁止队伍成员在与赛场设施互动时采取以下行动。

- 爬上或爬进，
- 悬挂，
- 使之变形并令其在没有人工干预的情况下无法恢复原状，以及
- 损坏。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

G104 *队伍不得在场地内启动机器人 Teams may not enable their ROBOTS on the FIELD. 除非在特殊情况下（如开幕式后、比赛立即重赛前等），且得到了 FTA 或裁判的明确许可，否则队伍在场地内不得系留 (tether) 启动机器人。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

鼓励队伍在设计机器人时考虑这一规则。

FMS 在比赛结束后不会启动机器人。

系留 (Tethering) 包括任何用于给机器人通电和/或控制机器人元件的有线或无线连接。场地上机器人和赛场设施附近的参赛队和志愿者的安全至关重要，因此在比赛前后不得以任何方式在赛场上启用机器人或机器人组件。

比赛结束后，机器人需要安全搬离场地并返回维修站，沿途可能会有旁观者、出入口或高度限制。

7.2 Conduct 行为准则

G201 *做个好人 Be a good person. 在 FIRST 机器人竞赛赛事中，所有参赛队都必须礼貌待人，尊重所有队伍和赛事设备。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

不当行为包括但不限于使用攻击性语言或其他不文明行为。

可能导致驱逐出场的特别卑劣的行为包括（但不限于）以下例子：

- A. 袭击（**assault**）例如：扔东西砸到他人（即使是无意的），
- B. 威胁（**threat**）例如：说“如果你不回电话，我会让你后悔的”之类的话，
- C. 骚扰（**harassment**）例如：在做出决定或回答问题之后，没有任何新信息地纠缠别人，
- D. 霸凌（**bullying**）例如：使用肢体语言或口头语言使他人感到自己不够格，
- E. 羞辱（**insulting**）例如：告诉某人他不配加入操控组，
- F. 辱骂（**swearing**）对他人说脏话（而不是暗地里或对自己说脏话），以及
- G. 咆哮（**yelling**）因愤怒或沮丧而对他人大喊大叫。

G202 *不要敲打“玻璃” Don't bang on the glass. 队员不得敲击或撞击操作站的塑料窗户。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

G203 *要求别的队伍放弃比赛，这不道德 Asking other teams to throw a MATCH – not cool. 队伍不得怂恿非其成员的联盟故意降低竞技水平进行比赛。

注意：本规则无意阻止所有队伍都是联盟成员的联盟在特定比赛中计划和/或执行自己的战略。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

例 1：A、B 和 C 队正在进行一场比赛，其中 C 队在 D 队的怂恿下在比赛结束时没有登台，导致 A、B 和 C 队没有获得排名分。D 队这种行为的动机是防止 A 队在赛事中排名上升并对 D 队的排名产生负面影响。D 队违反了此规则

例 2：A、B 和 C 队正在进行一场比赛，其中 A 队被指派为代打队伍。D 队怂恿 A 队不参加比赛，这样 D 队就能获得比 B 队和 C 队更高的名次。A 队违反了此规则

例 3：要求某队在某场比赛中不出场。

FIRST 认为，一个参赛队影响另一个参赛队放弃比赛、故意错失排名分等行为不符合 FIRST 的价值观，任何参赛队都不应采用这种策略。

G204 *受到胁迫而在比赛中放弃比赛，这也是不道德的 Letting someone coerce you into throwing a MATCH – also not cool. 队伍即便受到非所在联盟队伍的怂恿，也不得故意降低竞技水平打比赛

注意：本规则无意阻止所有队伍都是联盟成员的联盟在特定比赛中计划和/或执行自己的战略。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

例 1：A、B 和 C 队正在进行一场比赛。D 队要求 C 队忽略比赛结束时的舞台，导致 A、B 和 C 队无法获得合奏分。C 队接受了 D 队的请求。D 队这样做的动机是防止 A 队在赛事中的排名上升对 D 队的排名产生负面影响。C 队违反了这一规则。

例 2: A、B 和 C 队正在进行一场比赛，其中 A 队被指派作为代打队伍参加比赛。A 队接受了 D 队的请求不参加比赛，这样 D 队的排名就超过了 B 队和 C 队。A 队违反了这一规则

FIRST 认为，一个参赛队影响另一个参赛队放弃比赛、故意错失排名分等行为不符合 FIRST 的价值观，任何参赛队都不应采用这种策略。

G205 *放弃自己的比赛是不好的 Throwing your own MATCH is bad. 参赛队不得故意输掉比赛或牺牲排名分来降低自己的排名或操纵其他参赛队的排名。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

本规则的目的不是要惩罚采用其他策略的队伍，而是要确保清楚地认识到，通过放弃比赛来对自己的排名产生负面影响，或操纵其他队伍的排名（即通过放弃比赛来降低同伴的排名，和/或提高未参加比赛的其他队伍的排名），是不符合 FIRST 价值观的，任何队伍都不应采用这种策略

G206 *不要为了排名分而违反规则 Don't violate rules for RPs. 参赛队或联盟不得与对手串通，故意违反规则，企图为每个联盟赢得一个排名分（RP）。

判罚：黄牌。联盟失去获得旋律和合奏奖励的资格

例如，如果蓝方联盟的队伍 A 与红方联盟的队伍 F 达成一致，向对手的机器人提供音符，以缩短往返时间，提高达成旋律奖励的几率。

G207 *不要滥用赛场出入权限 Don't abuse ARENA access. 获准进入赛场内外的出入限制区（如通过技术员徽章、赛事发放的媒体证等）的队员（操作手、人类玩家和教练除外）不得在比赛期间协助或使用信号设备。在无关紧要的犯规行为和涉及安全的情况下可例外处理。

判罚：黄牌。

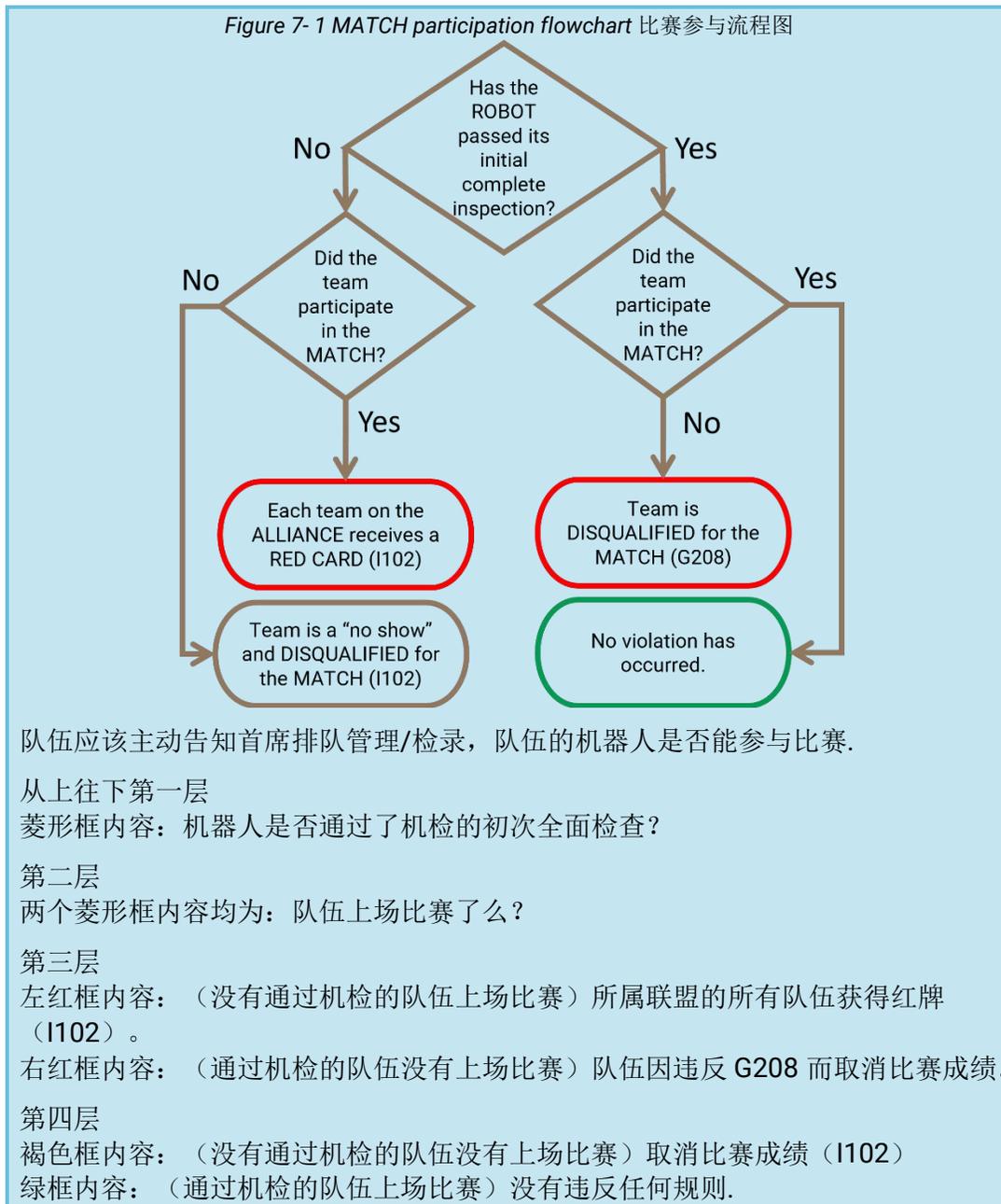
技术员的作用是帮助队伍准备机器人，使其在比赛中充分发挥潜力。除第 6.2 节（见 [6.2 操控组](#)）末尾所述外，技术员不是额外的教练、操作手或人类玩家。

在开放观众席区域的队员不被视为在出入限制区内，也不阻止其协助或使用信号装置。相关详情请参见 [E102](#)。

G208 *轮到比赛时必须派人上场 Show up to your MATCHES. 如果机器人通过了初次全面检查，其操控组中至少有一名成员必须到赛场报到并参加指定的每场资格赛和淘汰赛。

判罚：取消成绩。

Figure 7-1 MATCH participation flowchart 比赛参与流程图



G209 *只用一个机器人参赛 Enter only 1 ROBOT. 每支注册的 FIRST 机器人竞赛队伍只能用一个机器人参加 2024 年 FIRST 机器人竞赛赛事（或称机器，一个类似机器人的组件，配备了大部分传动底盘，比如它的主要机械结构使其能够在场地中移动）。

在 FIRST 机器人竞赛中参赛(Entering)的机器人（或机器）是指将其带入或在赛事中使用，以帮助你的队伍（如作为备用零件、评审材料或练习）。

虽然大部分传动底盘(most of its drive base)是一种主观评价，但就本规则而言，传动底盘中缺少所有轮子/胎面、变速箱和皮带/链条的组件不被视为“机器人”。如果包含了其中任何一个部件，则该组件现在被视为“机器人”。

本规则不禁止参赛队从其他 FIRST 项目中引入机器人用于颁奖或维修站展示。

判罚：口头警告。

G210 *要保持机器人完整 Keep it together. 机器人不得故意脱离或将部件留在场地上。

判罚：红牌

G211 *不要指望通过伤害对方来获益 Don't expect to gain by doing others harm. 明显旨在迫使对方联盟违反规则的策略不符合 FIRST 机器人竞赛的精神，是不允许的。以这种方式迫使对手违反规则不会导致对目标联盟进行判罚。

判罚：犯规。如果重复，技术犯规

本规则不适用于符合标准比赛玩法的策略，例如：

- A. 红色联盟机器人在比赛的最后 20 秒内在其舞台区与蓝色联盟机器人接触。
- B. 一个蓝方机器人试图从红方 AMP 区和红方舞台之间穿过，而附近的一个红方机器人试图通过防御性撞击来阻止它，结果蓝方机器人穿过了红方 AMP 区。
- C. 蓝方机器人试图进入其音源区取回一个音符，并将蓝方音源区外的红方机器人推入了音源区。

该规则要求被罚队伍在有限的或没有机会避免判罚的情况下做出故意行为，例如：

- D. 迫使对手机器人用远超瞬间的时间控制超过 1 个音符。
- E. 已控制 1 个音符的蓝色联盟机器人将红色联盟机器人从完全远离（即超过 4 英尺（约 121 厘米））蓝方音源区的外部推入蓝方音源区，裁判认为蓝方机器人故意使红色机器人违反 [G423](#)。

G212 *恶劣或特殊的违规行为 Egregious or exceptional violations. 禁止超出规则所列范围的恶劣行为，或在赛事期间再次违反任何规则或程序。

除了本手册中明确列出并有裁判目击的违反规则的行为外，主裁判还可在比赛期间的任何时候对恶劣的机器人动作或队员行为给予黄牌或红牌警告。

见 [6.6.1 红黄牌判罚](#) 了解更多详情。

判罚：黄牌或红牌。

本规则旨在为主裁判提供必要的灵活性，以保证赛事顺利进行，并将所有参赛选手的安全放在首位。某些行为会自动导致黄牌或红牌，因为这种行为会给 FIRST 社区带来风险。这些行为包括但不限于以下所列：

- A. [G201](#) 的蓝框中列出的不当行为，
- B. 跳过护栏，
- C. 推开场地重置人员，挡住敞开的进入场地的出入口，
- D. 在比赛中伸手到场地内抓取机器人，
- E. 紧贴(PINNING) 超过 15 秒，
- F. 利用第 6.5 节（见 [6.5 比赛计分](#)）中描述的比赛结束后的 5 秒钟时间窗口避免犯规（例如，触发过度拉伸以获得登台分，或利用机器人的剩余能量撞击对手舞台上的机器人），
- G. 触发计分传感器或以其他方式干扰 FMS 或场地的运作，以及
- H. 爬到舞台顶部。

主裁判可对单次违反规则（如上述例子）或多次违反规则的行为给予黄牌或红牌。各队应注意，本手册中的任何规则都可能升级为黄牌或红牌。主裁判对比赛中的所有规则和违规行为拥有最终决定权。

7.3 Pre-MATCH 比赛开始前

G301 *要迅速行动 Be prompt. 操控组不得对比赛的开始造成重大延误。造成重大延误必须同时满足以下条件:

- A. 预计的比赛开始时间已过，以及

赛事志愿者尽其所能与参赛队沟通赛程延误情况。维修区显示屏（通常位于维修区管理处附近）会显示任何赛事时间延误。场地和维修站内的广播也会提供延误信息，任何不确定何时排队参加比赛的参赛队都应排队与志愿者沟通。

在资格赛期间，比赛的预计开始时间为比赛时间表上显示的时间或距上一场比赛结束（反映在维修区显示屏的时间表上）约 4 分钟的时间，以较晚者为准。

在淘汰赛期间，比赛的预计开始时间为比赛时间表上标明的时间或任何一方联盟上一场比赛的 15 分钟，以较晚者为准。

- B. 操控组已被许可进入场地，但既没有做好比赛准备，也没有让主裁判认为做出了真诚努力(good faith effort)以迅速做好比赛准备。

已经违反了 **G208** 或者派了 1 名操控组成员在场并已通知赛事工作人员他们的机器人将不参加比赛的队伍被视为已做好了比赛准备，不违反本规则。

判罚：口头警告，如果在比赛阶段（即资格赛或淘汰赛）再次违规，则对其即将进行的比赛处以技术犯规。如果在受到口头警告/技术犯规后 2 分钟内，队伍仍未做好比赛准备，主裁判认为参赛队没有真诚努力尽快做好比赛准备，则停机。

本规则的目的是为双方联盟提供公平的时间准备每场比赛，并给予因情有可原的情况而导致迟到的参赛队宽限时间。

一旦发出口头警告/技术犯规，主裁判将启动 2 分钟计时器，并善意地与拖延时间的队伍分享计时器的状态。

做好"比赛准备"的要求是机器人在场地上，处于起始状态(**STARTING CONFIGURATION**)，并已开机。此外，操控组成员必须处于各自的起始位置。

一般而言，为快速做好比赛准备而做出的真诚努力完全是为了将机器人转换到比赛就绪状态（即不试图显著改变机器人的能力）。为快速做好比赛准备而做出的真诚努力包括但不限于:

- A. 在不积极改动机器人的情况下，带着机器人安全地走向场地，
- B. 使用胶带或扎带等快速固定方法，使机器人符合对其起始状态的要求，
- C. 等待作为操作终端的计算机启动，以及
- D. 与场馆工作人员合作，将机器人连线到场地。

为尽快做好比赛准备而做出的不被视为真诚努力的例子包括但不限于:

- E. 机器人没有移动到场地，
- F. 机器人正在移动到场地，但在移动过程中被积极改动，
- G. 当比赛准备就绪（绿色 LED 灯熄灭）后，仍有一名操控组成员留在场地上，
- H. 进入场地后做诸如安装保险杠、为气动系统充气，或任何其他不属于上述 B 项所述的快速修复机器人的维护工作，
- I. 使用耗费时间的机器人外部的对准装置（例如，只要不耽误比赛，操控组可以携带和使用卷尺），以及
- J. 比 B 项所述更重大的维修。

没有任何规定禁止在场地内安装机器人时使用手持工具（包括电池驱动的工具），前提是这些工具不会造成重大延误或引起安全问题。

G302 *你不能想带/用什么，就带/用什么 You can't bring/use anything you want. 仅允许以下所列的设备带入赛场。即便设备已符合以下标准，其使用方式均不得违反任何其他规则、不得带来安全隐患、不得阻碍赛场工作人员或观众的视线、或干扰、或妨碍其他队伍或场地的遥感能力。

- A. 操作终端，
- B. 无动力信号设备，
- C. 合理的装饰品，
- D. 因残障而需要的特殊服装和/或设备，
- E. 在同一指定区域（比如联盟区域）内仅用于规划、追踪和交流战略的设备，
- F. 仅用于记录比赛的设备，以及
- G. 无动力个人防护设备（例如但不限于手套、护目镜和听力保护装置）

根据 B 项-G 项允许的带到赛场的物品必须符合以下所有条件：

- I. 不要连接或附加到控制终端、场地或赛场，
- II. 不要连接或附加到另一个联盟成员（G 类物品除外）
- III. 不要和赛场之外的任何事物或任何人进行通讯，
- IV. 不要和技术员进行通讯
- V. 除医疗所需设备外，不包括任何形式的无线电子通讯，以及，
- VI. 对比赛结果不会产生任何影响，只是允许操控组：
 - a. 计划或追踪战略以便向其他联盟成员交流该战略，或
 - b. 用 B 项所允许的物品和机器人通讯

判罚：在情况得到纠正之前，比赛不会开始。如果在比赛中发现或使用不当，将出示黄牌。

在联盟区域的密闭空间内，可能被视为存在安全隐患的设备包括但不限于阶梯凳或大型信号装置。

遥感能力的例子包括但不限于视觉系统、声波测距仪、声纳和红外近距离传感器。在合理的敏锐观察者看来，使用模仿场地上使用的 AprilTags 的图像违反了本规则。

无线通信的例子包括但不限于无线电、对讲机、手机、蓝牙通信和 Wi-Fi。

G303 *启动你的机器人 Start your ROBOTS. 机器人必须满足以下所有比赛启动要求：

- A. 不会对人类、场地设施或其他机器人造成危害，
- B. 符合所有机器人规则，即已通过机器人检查（有关练习赛的例外情况，见 [10.4 练习赛](#)），
- C. 如果在初检后进行了改动，需符合规则 [I104](#)，
- D. 保险杠完全位于机器人起始区内，
- E. 是场地上唯一留下的由队伍提供的物品，
- F. 不和任何场设施相连、纠缠或悬挂，
- G. 只能处于起始状态（参考 [R102](#) 和 [R104](#)），以及
- H. 完全且仅支撑不超过 1 个音符（如第 [6.3.4](#) 节所述，见 [6.3.4 比赛道具](#)）。

如果机器人在比赛开始前被判忽略(BYPASSED)，则未经主裁判或 FTA 许可，操控组不得将机器人搬出场地。

请注意此规定。队伍必须确保联盟伙伴通过了机检。如果允许未通过机检的伙伴参加比赛，则该联盟将面临被红牌警告的风险。队伍应及早检查其联盟伙伴，并在比赛前帮助他们通过机检。

判罚：如果可以快速补救，则比赛在满足所有要求后方可开始。如果不能快速补救，则停机，并由主裁判决定必须重新检查。如果不符合 **B** 项要求的机器人参赛，其联盟将收到红牌。如果不符合 **C** 项规定的机器人参赛，其所属队伍将收到红牌。

7.4 In-MATCH 比赛进行中

本节中的规则与比赛开始后的比赛规则有关。

7.4.1 AUTO 自动阶段

自动阶段是比赛的前 15 秒，FMS 会阻止任何操作手控制，因此机器人只能按照预先编程的指令运行。本节中的规则仅适用于自动阶段。

G401 *站在起始线后 Behind the lines. 在自动阶段中，除非出于人身或设备安全按下 **E-Stop** 或 **A-Stop** 按钮，或得到主裁判或 FTA 的许可，否则站在起始线后的操控组成员不得接触起始线前的任何物体。

判罚：犯规。

指点、比划或以其他方式越过起始线，但不接触地毯或其他比赛场地设施的话不违反本规则。

出于设备安全的例外情况的一个例子是，如果操作终端开始从操作站架子上掉落或已经掉落。在这种情况下，操控组成员可以上前接住或从地上拾起并放回架子上。

G402 *让机器人自己行动 Let the ROBOT do its thing. 在自动阶段中，除非出于个人安全、操作终端安全或按下 **E-Stop** 或 **A-Stop** 按钮，否则操控组不得直接或间接与机器人或操作终端进行交互。

判罚：犯规和黄牌。

G403 自动阶段一次只拿 1 个音符 1 NOTE at a time. 在自动阶段中，机器人一次不能直接地或间接及物地控制超过 1 个音符。

在下列情况下，机器人可以控制音符：

- A. 音符由机器人完全支撑或
- B. 故意将音符推向所需的位置或偏好的方向（即放牧(herding)）。

与音符进行互动但不算“控制”的例子包括但不限于：

- A. “推土” (bulldozing)（机器人在场地内移动时不慎与音符接触）
- B. “偏转”（被反弹到机器人身上或从机器人身上弹开的音符击中）。

如果音符卡在机器人内或机器人上，则视为由机器人控制。在设计你的机器人时要确保它不会在无意中控制超过上限的音符是很重要的。

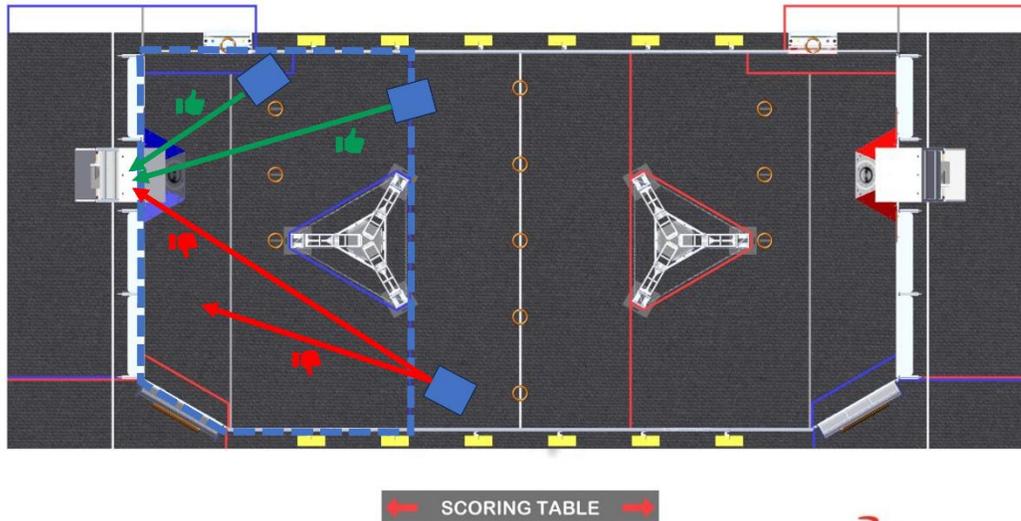
按照第 6.3.4 节（见 6.3.4 比赛道具）中的描述，将一个音符从其放置位置推走的机器人可能按照规则 **G403-B** 项视为放牧该音符。根据本蓝框 **A** 项的规定，机器人推动已不在其放置位置上的音符可能被视为“推土式推倒”该音符。

判罚：每超过 1 个音符给一个技术犯规。

G404 自动阶段只作近距离射击 Only close shots in AUTO. 在自动阶段中，如果机器人的保险杠完全位于边幕区之外，则不能发射音符进入或穿过他们的边幕区。

判罚：技术犯规。

Figure 7-2 NOTE movement limitations in AUTO 自动阶段的音符移动限制（蓝色虚线内为边幕区，红箭头线表示不允许）



G405 自动阶段和对手有限度的互动 Limited AUTO opponent interaction. 在自动阶段中，如果一个机器人的保险杠完全越过了中场线（比如越过了中场线位于对方机器人起始区和中场线之间），则该机器人既不能与对方机器人接触，也不能与对方边幕区中的音符接触。

判罚：技术犯规。

7.4.2 GAME PIECES 比赛道具

G406 *机器人按照要求运用比赛道具 ROBOTS: use GAME PIECES as directed. 机器人不得故意利用比赛道具降低或增加和场地设施相关的挑战难度。

判罚：每 1 个音符给一个技术犯规。

例子包括但不限于：

- A. 对着机器人发射音符，
- B. 使用比赛道具提升机器人高度，试图登上舞台，以及
- C. 安放音符到新位置以阻碍对手获得并送入其 AMP 中。

G407 *保证音符在场内 Keep NOTES in bounds. 除通过扬声器或扩音器外，机器人不得故意将音符弹出场外（无论是直接弹出，还是弹到赛场设施或其他机器人身上后再弹出场外）。

判罚：每 1 个音符给一个技术犯规。

G408 机器人不要管高音符 ROBOTS, no HIGH NOTES. 机器人不得使高音符离开场地（包括通过放大器或扬声器）或进入陷阱区。

判罚：每 1 个高音符给一个技术犯规。

G409 手动阶段一次只拿 1 个音符 1 NOTE at a time. 在手动阶段中，机器人

- A. 既不能在离开其音源区时，控制超过 1 个音符，也
- B. 不能在其音源区以外的地方，用远超过瞬间的时间直接地或间接及物地控制超过 1 个音符。

判罚：每超过 1 个音符给一个犯规。如果犯规过度，黄牌。

过度违反控制数量限制的例子包括但不限于，同时控制 3 个或更多音符、连续得控制 2 个或更多音符、或频繁控制（即在一场比赛中超过两次）2 个或更多音符。

G410 不要滥用比赛道具 Don't abuse GAME PIECES. 机器人和人类玩家不得损坏游戏道具。

判罚：口头警告，如果重复，技术犯规。如果犯规的是机器人，且主裁判认为可能会造成进一步损坏，则停机。在该机器人参加随后的比赛前，可能需要采取纠正措施（如消除尖锐边缘、移除造成损坏的机械结构和/或重新机检）。

音符在机器人操作过程中会有一定程度的磨损，如刮伤或涂抹。经常性地刨开、撕下碎片或在音符上做标记均属违反本规则的行为。

7.4.3 ROBOT 机器人

G411 *机器人必须安全无害 ROBOTS must be safe. 机器人不得以下列方式对人类、赛场设施或其他机器人造成不必要的危害：

- A. 机器人或其控制的任何物体（如音符）与场地外的任何物体发生接触（在滑道内的瞬间接触除外），
- B. 其保险杠固定失效，导致一段保险杠完全脱离，
- C. 其外框架(FRAME PERIMETER)的一个角外露（角的定义见 [R401](#)），
- D. 其队号或联盟颜色不确定，
- E. 其保险杠反复离开保险杠区或离开的时间超过瞬间，或
- F. 其操作或设计是危险或不安全的。

判罚：停机。

可能造成不当危害的危险操作或设计的例子包括但不限于：

- A. 不受控制的运动，且操控组无法阻止，
- B. 机器人部件在场外“乱飞”，
- C. 机器人拖行自己的电池，以及
- D. 一直延伸到场地外的机器人。

请注意在赛场周围工作的裁判和场地志愿者，他们可能会接近你的机器人。

G412 *让保险杠处于低位 Keep your BUMPERS low. 保险杠必须位于保险杠区内（见 [R402](#)）。

判罚：犯规。

G413 扩展限制 Expansion limits. 机器人的扩展/延伸范围不得超出以下任一限制：

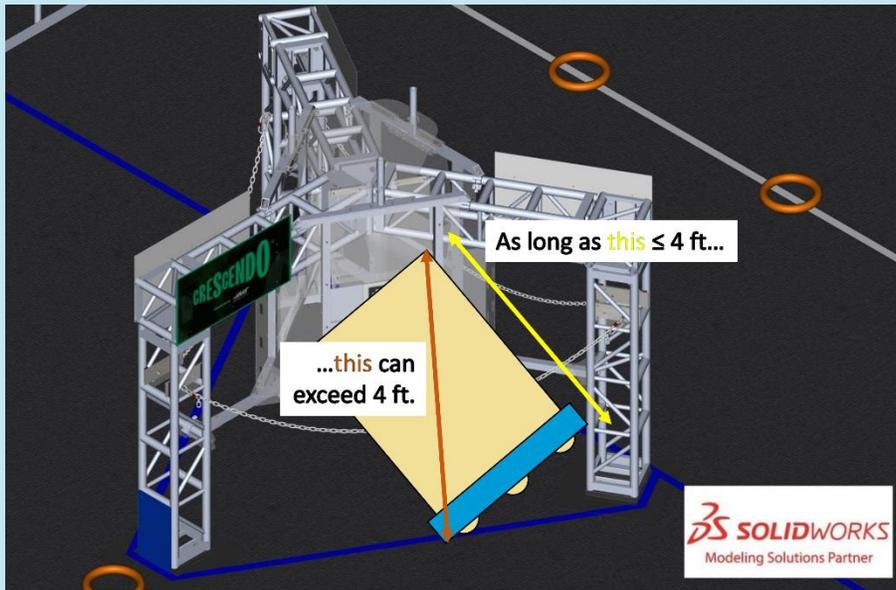
- A. 正常放置在平坦地板上测量时的高度不得超过 4 英尺（约 121 厘米）或
- B. 延伸出其外框架(FRAME PERIMETER)的长度不得超过 1 英尺（约 30 厘米）。

由于损坏而造成的过度扩展/延伸，只要该扩展不是为了战术利益而进行的，属于例外情况。

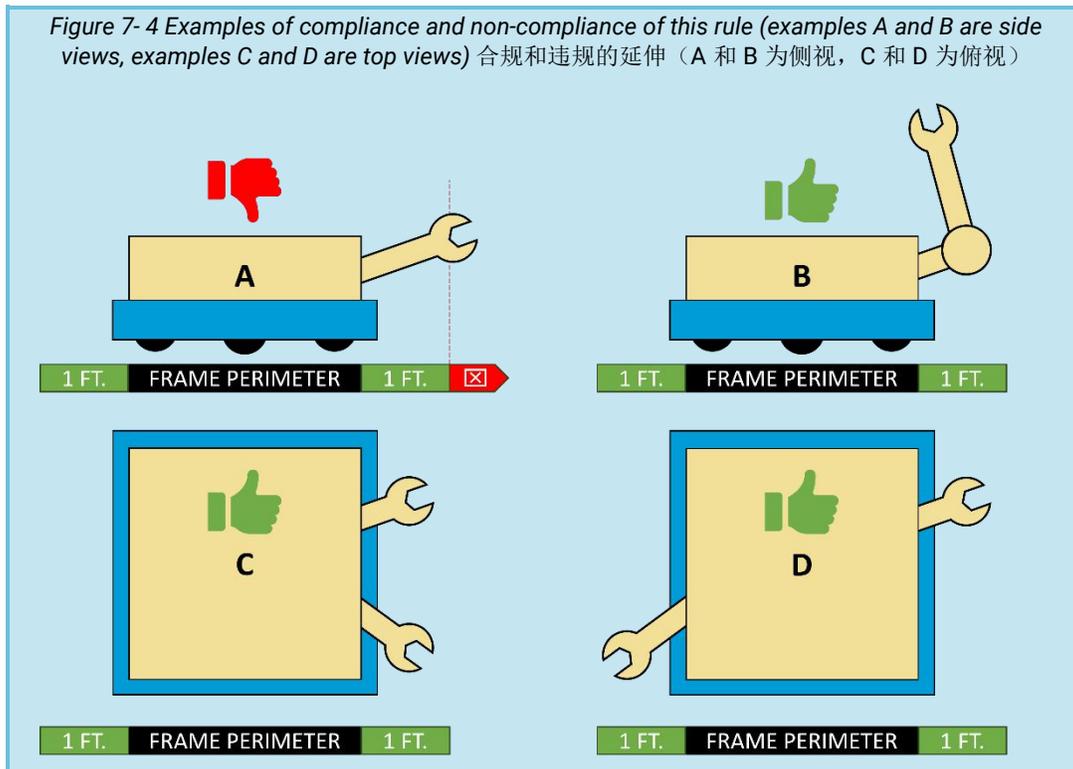
判罚：犯规。如果过度扩展妨碍或促成得分动作，技术犯规。

高度的测量是以机器人停在平地上为基准，而不是以机器人与场地地毯的高度为基准。例如，一个机器人在试图登上舞台时，与场地地毯的距离实际上可能会超过高度限制的。

Figure 7-3 ROBOT height elaboration 高度阐述



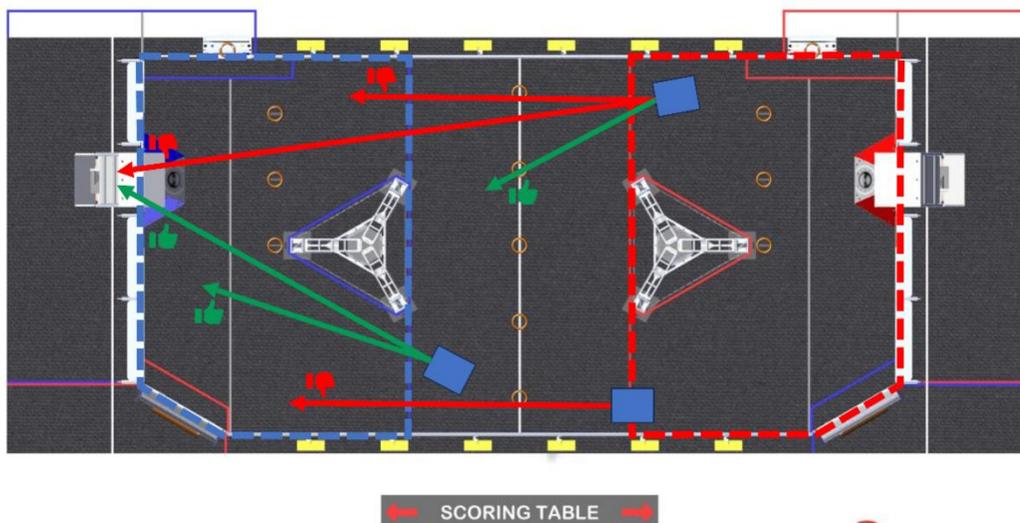
瞬间和无足轻重的延伸包括了电线或扎带从外框架摆出，也包括在延伸展开时。合规和不合规扩展的示例如图 Figure 7-4 所以。机器人 A 违反了这一规则，因为它延伸太长，而机器人 B、C 和 D 没有违反这一规则。



G414 不得跨全场射击 No full-court shots. 如果机器人保险杠的任何部分位于对手的边幕区中，则不能使音符进入或穿过自己的边幕区。

判罚：犯规。如果在比赛中再次犯规，技术犯规。

Figure 7-5 NOTE movement limitations in TELEOP 手动阶段中的音符移动限制 (红箭头线表示不允许)



G415 注意与赛场的互动 Watch your ARENA interaction. 除链条(见 [G416](#))和比赛道具(见 [7.4.2 比赛道具](#))外，禁止机器人与赛场设施进行以下互动。

- A. 抓住 (grabbing) ,
- B. 握住 (grasping) ,
- C. 依附 (attaching to) , 包括使用真空或挂钩紧固件固定到场地地毯上, ,
- D. 纠缠不清 (becoming entangled with) , 和
- E. 悬挂于 (suspending from) 。

判罚：技术犯规。如果重复犯规或犯规时间超过瞬间，黄牌。如果主裁判认为可能会造成损坏，则停机。在机器人获准参加随后的比赛前，可能需要采取纠正措施（如消除锋利边缘、移除造成损坏的机械装置和/或重新机检）。

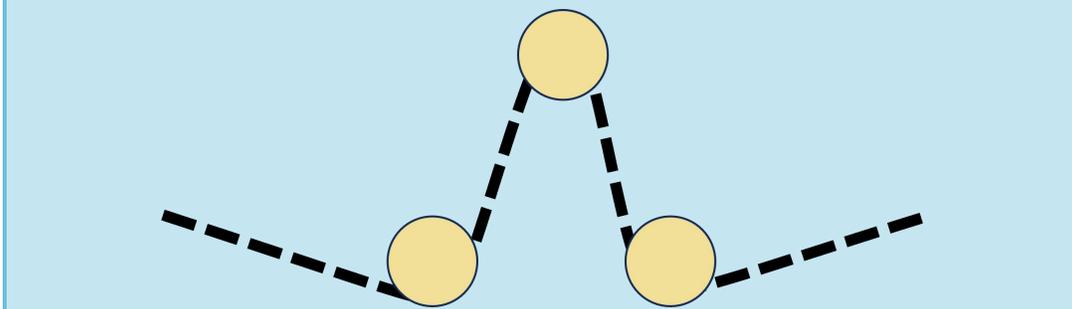
G416 不要噎在链条上 Don't choke up on the chain. 机器人不得缩短链条的工作长度。由于机器人不平衡或机器人与机器人之间的相互作用而造成的轻微扭曲等偶然行为不视为违反本规则。

判罚：2 个技术犯规。以及由主裁判酌情决定，必须重新机检。

该规则的目的是将链条作为刚性杆的动态版本，并限制机器人与链条的互动，就像与一根杆互动一样，即通过 1 个或多个接触点啮合并压下链条以提升机器人。

增加 2 个机器人外接触点之间链条长度的实施方案会减少链条的工作长度，这是禁止的。使用反向的机制来吸收链条的松弛，见图 Figure 7-6。

Figure 7-6 Example of reducing the working length of chain 减少链条工作长度的例子



7.4.4 Opponent Interaction 和对手互动

注意，[G417](#), [G418](#), 和 [G419](#) 是相互排斥的。机器人与机器人之间的单次互动如果违反了其中 1 条以上的规则，就按照判罚最严厉的规则来判，而且只适用最严厉的判罚。

G417 *和其他机器人保持距离 Stay out of other ROBOTS. 机器人不得使用其外框架以外的部件（保险杠除外）在对方机器人外框架的垂直投影内部与对方机器人发生主动接触(Initiate contact)。

判罚：犯规。

在本规则中，“主动接触”(Initiate contact)要求朝向对方机器人移动。

在碰撞中，两个机器人都有可能主动接触对方。

G418 *这不是战斗机器人 This isn't combat robotics. 机器人不得以下列任何一种方式损坏对手机器人或使其功能受损：

- A. 在裁判看来是故意的。

- B. 无论意图如何，通过主动接触，直接地或用机器人控制的音符间接地进入了对方机器人外框架的投影面积内部。

因和翻倒的对手机器人接触而造成的损坏或功能障碍，裁判若认为不是故意的，不违反本规则。

判罚：技术犯规和黄牌，或者如果对方机器人因此无法操控(Unable to drive)，则技术犯规和红牌。

机器人竞赛可能是一场全接触竞赛，并可能包含激烈的比赛。虽然本规则旨在限制对机器人造成严重损坏，但参赛队仍应设计出坚固耐用的机器人。

违反本规定的例子包括但不限于：

- A. 机器人伸出手臂，旋转以改变方向，无意中撞击并损坏了附近对手机器人外框架内的一个部件。
- B. 一个机器人在试图快速调转方向的过程中，单对轮子翻起，落在对手机器人的顶部，并损坏了对手外框架内的一个部件。
- C. 机器人高速冲撞和/或反复撞击对手机器人并造成损坏。裁判推断该机器人故意损坏对手的机器人。

损害其他机器人功能的例子包括但不限于：

- D. 打开对手的泄压阀，使对手的气压下降，以及
- E. 关闭对方机器人的电源（此例显然也会导致红牌，因为机器人已无法行驶）。

在比赛结束时，主裁判可选择目视检查机器人，以确认比赛期间是否有违反本规则的行为，如果无法核实损坏情况，则取消判罚。

在本规则中，“主动接触”要求朝向对方机器人移动。

在碰撞中，两个机器人都有可能主动接触对方。

“无法操控”(Unable to drive)是指由于发生事故，操作手无法再在合理的时间内（一般情况下）将机器人开到所需位置。例如，如果机器人只能绕圈移动，或只能极其缓慢地移动，则该机器人被视为无法操控。

- G419 *不得翻倒或纠缠 Don't tip or entangle.** 在裁判所认为的情况下，机器人不得故意依附、倾倒/翻倒或纠缠对手的机器人。

判罚：技术犯规和黄牌，或者如果持续犯规或对手机器人无法操控，则技术犯规和红牌。

违反本规定的例子包括但不限于：

- A. 使用类似楔子的机械装置来掀翻对手的机器人，
- B. 与之前翻倒后试图扶正的对手机器人进行保险杠与保险杠的接触，并导致其再次倾倒，以及
- C. 在对手机器人开始倾斜后接触该机器人，导致其翻倒，并由裁判判断该接触是可以避免的。

翻倒是机器人与机器人之间正常互动的意外结果，包含裁判认为是单次保险杠与保险杠之间的撞击导致了机器人的翻倒，不违反本规则。

“无法操控”是指由于发生事故，操作手无法再在合理的时间内（一般情况下）将机器人开到所需位置。例如，如果机器人只能绕圈移动，或只能极其缓慢地移动，则该机器人被视为无法操控。

G420 *紧贴会有 5 秒计时 There's a 5-count on PINS. 机器人紧贴(PIN)对手机器人的时间不得超过 5 秒。如果一个机器人通过接触阻止了对手机机器人的移动，无论是直接接触还是间接接触（例如通过 1 个场地道具），则该机器人被认为是在紧贴(PINNING)。一旦满足以下任一条件，紧贴计时即告结束：

- A. 机器人之间分开至少 6 英尺（约 183 厘米），时间超过 5 秒钟，
- B. 机器人从紧贴发生的位置离开 6 英尺超过 5 秒，或
- C. 紧贴的机器人被紧贴了。

在标准 A 和标准 B 中，一旦机器人分开 6 英尺，紧贴计时就会暂停，直到紧贴结束，或紧贴机器人返回 6 英尺范围内，此时紧贴计时就会恢复。

判罚：犯规。如果紧贴没有解除，那么每 5 秒钟一次技术犯规。

在判定机器人是否被紧贴时，不考虑队伍所希望的行进方向是哪个方向。

G421 *不要与伙伴串通，封闭影响比赛进行的主要部分 Don't collude with your partners to shut down major parts of game play. 在裁判看来，2 个或 2 个以上的机器人在一起工作时，不得孤立或封闭影响比赛进行的任何主要设施。

判罚：技术犯规。如果状况没有被纠正，那么每 5 秒钟一次技术犯规。

违反本规定的例子包括但不限于：

- A. 封闭对所有音符的获取，
- B. 将所有对手隔离在场地的一小块区域内，
- C. 阻挡所有进入对方音源区的通道，以及
- D. 阻止所有进入对方 AMP 的通道。

单个机器人阻挡其他机器人入场地的某一区域不违反本规则。

2 个机器人相互独立地防守 2 个对手机器人不违反本规则。

G422 指挥台保护机制 PODIUM protection. Prior to the last 20 seconds of a MATCH, a ROBOT may not contact (either directly or transitively through a NOTE and regardless of who initiates contact) an opponent ROBOT whose BUMPERS are in contact with their PODIUM.在比赛最后 20 秒之前，机器人不得接触（无论是直接接触还是通过音符间接接触，也不论是谁主动接触）保险杠正与指挥台接触的对方机器人。

判罚：技术犯规。

G423 音源区/扩音区保护机制 SOURCE/AMP ZONE protection. 如果一个机器人的保险杠的任何部分位于对方的音源区或 AMP 区内，则该机器人不得与对方机器人接触（无论是直接接触还是通过音符间接接触，也无无论由谁主动接触）。

判罚：技术犯规。

G424 舞台保护机制 STAGE protection. 符合以下任一条件的机器人不得与对方机器人接触（无论是直接接触还是通过音符间接接触，也无无论是谁主动接触）：

- A. 对方机器人未接触地毯，或
- B. 在比赛的最后 20 秒内，任一机器人的保险杠的任何部分位于对手的舞台区内。

判罚：2 个技术犯规，如果是在资格赛期间，对方联盟获得合奏奖励的排位分。

7.4.5 Human 上场人员

G425 *不要游荡 No wandering. 操控组成员必须呆在指定区域，具体如下：

- A. 操作手不得接触他们开始比赛的时候所在的区域（即联盟区域或音源区域）以外的任何物体，
- B. 操作手必须按照队号灯的指示，在指派给他们的操作站内使用操作终端，
- C. 人类玩家不得接触他们开始比赛的时候所在的区域（即联盟区域或音源区域）以外的任何物体，
- D. 教练不得接触联盟区域以外或其教练线前的任何物品，以及
- E. 技术员不得接触其指定区域以外的任何物品。

在涉及安全的情况下，以及在非刻意的、瞬间的和无关紧要的情况下，可以例外。

判罚：犯规。

B 项的目的是防止出现不安全的情况，即操作手在联盟区域内移动时，操作终端的长线会增加绊倒的危险。为了避免因操控组成员走出规定区域而受到判罚，我们倾向于就在联盟区域内使用操作终端的含义提供一般指导。只要操控组成员在其操作站附近，就不会受到任何影响。但是，如果操控组成员在使用操作终端时与自己的操作站之间的距离超过约半个操作站的宽度，则很可能违反了本规则。

G426 *教练和其他队伍不得接手本队的操控 COACHES and other teams: hands off the controls. 机器人只能由所属队伍的操作手和/或人类玩家操作。

判罚：技术犯规，如果操控时间远长于瞬间，红牌。

在比赛前如遇重大冲突，如宗教节日、重大考试、交通问题等，可例外。

G427 *操控组，小心你的手 DRIVE TEAMS, watch your reach. 操控组成员的手不得伸进滑道。

判罚：犯规。

G428 *人类选手：按照要求使用比赛道具 Humans: use GAME PIECES as directed. 操控组成员不得故意使用比赛道具来降低或增加与场地设施相关的挑战难度。

判罚：每 1 个比赛道具给一个技术犯规。

违反此规则的一个例子是，人类玩家使用高音符干扰对手机器人。

G429 *音符递送 NOTE delivery. 音符只能通过音源引入场地内。

判罚：每 1 个音符给一个技术犯规。

G430 高音符递送 HIGH NOTE delivery. 高音符只能在比赛最后 20 秒内由教练线前面的人类玩家引入场地内。

判罚：犯规。

7.5 Post-MATCH 比赛结束后

G501 *迅速离开 Leave promptly. 操控组不得对后续比赛、预定休息内容或其他场地活动的开始造成重大或多次延误。

判罚：口头警告，如果在赛事期间的任何时候再次违反，则给予黄牌警告。



8 ROBOT Construction Rules 机器人搭建规则

以下规则明确规定了合规部件和材料，以及如何在“响彻舞台”机器人上使用这些部件和材料。机器人（ROBOT）是 FIRST 机器人竞赛队伍为参加当季比赛而搭建的机电组件(**electromechanical assembly**)，包括积极参与比赛所需的所有基本系统，如动力、通信、控制、保险杠和场地上的移动。保险杠（BUMPER）是设计用于固定在机器人外部的保护组件，其构造符合第 8.4 节的规定，见 [8.4 机器人保险杠规则](#)。

规则结构的形成有很多原因，包括安全性、可靠性、平等性、创造合理的设计挑战、遵守专业标准、对竞赛的影响以及与 [Kit of Parts \(KOP\)](#) 的兼容性。KOP 是当前赛季的开题套件(Kickoff Kit)清单上所列物品的集合，或在当前赛季通过 FIRST Choice 分发给参赛队，或使用当前赛季的产品捐赠券(PDV)支付全部费用（运费除外）。

这些规则的另一个目的是使机器人上的所有能量来源和有源传动系统（如电池、压缩机、电机、伺服电机、气缸及其控制器）都来自一组明确定义的选项。这是为了确保所有参赛队都能获得相同的传动资源，并确保机器人检查员能够准确、高效地评估特定部件的合规性。

机器人由部件和机构组成。部件是指任何最基本配置的零件，在不损坏或破坏该零件或改变其基本功能的情况下是无法拆卸的。机械结构/装置是提供机器人特定功能的部件组合。机械装置可以在不损坏部件的情况下拆卸（然后重新组装）成单个部件。

本节中的许多规则都提到了商用现成物品（COTS）。COTS 物品必须是所有参赛队均可从供应商处购买的标准件（即非定制件）。要成为 COTS 物品，部件或机构必须处于未改动、未修改的状态（安装或修改任何软件除外）。已不再在市场上销售，但在功能上等同于供应商提供的原始状态的物品被视为 COTS 物品，可以使用。

例 1：某队伍向 RoboHands 公司订购了 2 个机器人抓手，并收到了两件物品。他们将其中一个放入储藏室，计划以后使用。他们在另一个机械手上钻了“减重孔”，以减轻重量。第一个机械手仍归类为 COTS 物品，但第二个机械手由于经过改装，现在归类为加工件/制造物品(FABRICATED)。

例 2：某队伍从 Wheels-R-Us 公司公开获得了一个传动模块的蓝图，并让当地的机械加工厂“We-Make-It, Inc”为他们制作零件的复制品。生产出的部件不属于 COTS 物品，因为它不属于 We-Make-It, Inc.的标准库存。

例 3：某参赛队在赛季前期间从专业刊物上获取了公开的设计图纸，并在开赛后的搭建期间使用这些图纸为其机器人制造了一个变速箱。设计图纸被视为 COTS 物品，可用作制造变速箱的“原材料”。成品变速箱本身属于加工件，而非 COTS 物品。

例 4：添加了非功能性标签标记的 COTS 零件仍被视为 COTS 零件，但添加了特定设备安装孔的 COTS 零件则属于加工件。

例 5：某队伍拥有 COTS 单板处理器 1.0 版，但已无法购买。只能购买 COTS 单板处理器 2.0 版。如果 COTS 单板处理器 1.0 版在功能上等同于其原始状态，则可以使用。

例 6：某队伍有一个已停产的 COTS 变速箱。如果 COTS 变速箱在功能上等同于其原始状态，则可以使用。

供应商是满足以下所有标准的 COTS 物品的合法商业来源：

- A. 拥有联邦税务识别号码。如果供应商不在美国，则必须持有其本国政府颁发的同等形式的注册或执照，以确定和验证其作为合法企业的地位，并获得在该国经营的许可。

- B. 不是 FRC 队伍或队伍集合的“全资子公司”。虽然可能有一些个人同时隶属于参赛队和供应商，但参赛队和供应商的业务和活动必须完全分离。
- C. 供应商应保持足够的库存或生产能力，以便能够在收到有效采购申请后 5 个工作日内发运任何普通（即非 FIRST 独有）产品。我们认识到，某些异常情况（如全球供应链中断和/或 1000 个 FIRST 队伍同时向同一供应商订购同一部件）可能会导致即使是最大的供应商也会因滞销而出现非典型的发货延迟。这种因订单率高于正常水平而造成的延误是可以原谅的。本标准可能不适用于既是供应商又是制造商的定制产品。

例如，供应商可能出售柔性皮带，队伍希望采购柔性皮带作为传动系统的胎面。供应商从通常可用的标准货架上将皮带切割成定制长度，将其焊接成环形，制成胎面，然后将其运送给队伍。制造胎面需要两周时间。这将被视为制造物品，2 周的运输时间是可以接受的。或者，参赛队可以决定自己制作胎面。为满足这一标准，供应商只需在 5 个工作日内从货架库存（即 COTS 物品）中向队伍运送一段皮带，并将切割焊接工作留给队伍。

- D. 向所有 FRC 队伍提供其产品。供应商不得限制供应或仅向少数 FRC 队伍提供产品。

这一定义的目的是尽可能具有包容性，允许所有合法来源使用，同时防止特设组织向有限的队伍提供特殊用途的产品，试图规避成本核算规则。

FIRST 希望允许参赛队尽可能广泛地选择合法来源，并从提供最佳价格和服务水平的来源获得 COTS 物品。同时，参赛队还需要避免因零件供应的长期延误而影响其完成机器人的能力。搭建季是短暂的，因此供应商必须能够及时向参赛队提供产品，尤其是 FIRST 独有的产品。

理想情况下，所选供应商应拥有全国性经销商（如 Home Depot、Lowe's、MSC、McMaster-Carr 等）。请记住，FIRST 机器人竞赛赛事并不总是在自己家附近举行——当零件出现故障时，在当地获得替换材料往往至关重要。

制造物品/加工作件(FABRICATED ITEM)是指经过改造、建造、铸造、构造、调制、创造、切割、热处理、机加工、制造、修改、喷漆、生产、表面涂层或部分或全部变为机器人上使用的最终形态的任何部件或机械装置。

请注意，物品（通常是原材料）有可能既不是 COTS，也不是加工作件。例如，一段 20 英尺（约 610 厘米）长的铝材被队伍切割成 5 英尺（约 152 厘米）长的小块，以便储存或运输，但这既不是 COTS（不是从供应商处收到的状态），也不是加工作件（切割并不是为了将部件加工成在机器人上的最终形态）。

在检查过程中，如果规则规定了合规部件的限制（例如气动项目、电流限制、COTS 电子设备等），则可能会要求参赛队提供文件证明非“响彻舞台”KOP 物品的合规性。

其中一些规则对零部件使用了英文单位要求。如果队伍对公制零件的合规性有疑问，请将问题通过电子邮件发送给 FRC 零件 KOP 团队 frcparts@firstinspires.org，以获得正式裁决。如需在未来的 FIRST 机器人竞赛赛季中使用替代装置，请联系 KOP 团队 frcparts@firstinspires.org，并提供物品规格。

参赛队应适当展示学校和赞助商的名称和/或徽标（或支持青年组织的名称，如适用），以感谢企业赞助商和导师提供的支持。

FIRST 机器人竞赛可以是一场全面接触的竞赛，可能包括激烈的比赛。虽然比赛规则旨在限制对机器人造成严重损坏，但参赛队仍应设计出坚固耐用的机器人。

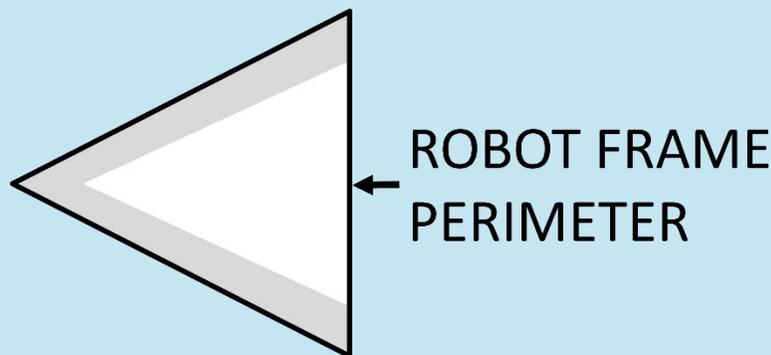
8.1 General ROBOT Design 机器人通用设计

- R101 *机器人外框架必须固定 FRAME PERIMETER must be fixed.** 机器人（不包括保险杠）必须有一个外框架（FRAME PERIMETER），且应被包裹在保险杠内，并在机器人起始状态下被确认，该框架由机器人的固定的、非铰接结构件组成。不超过 $\frac{1}{4}$ 英寸（约 6 毫米）的微小突起，如螺栓头、紧固件末端、焊珠和铆钉，不视为外框架的一部分。

要确认外框架，请在 [R402](#) 中所述的保险杠区处用一根绳子缠绕机器人（不包括保险杠）并拉紧。绳子将勾勒出外框架周长。

举例：一个机器人的底盘形状像字母“V”，在机器人前部的底盘元件之间有很大的间隙。当把一根绷紧的绳子缠绕在底盘上时，绳子会穿过间隙，由此产生的外框架是一个有三条边的三角形。

Figure 8-1 FRAME PERIMETER example 外框架举例



- R102 *机器人起始状态，没有伸展 STARTING CONFIGURATION – no overhang.** 在起始状态（STARTING CONFIGURATION，机器人开始比赛时的物理状态）中，机器人的任何部分都不得超出外框架的垂直投影范围，但其保险杠和小突起物（如螺栓头、紧固件末端、铆钉、扎带等）除外。

如果机器人的设计符合预期，并且每一面都被推到垂直的墙壁上（在起始状态下，并去掉保险杠），则只有外框架（或小突起）会与墙壁接触。

本规则允许的微小突起是指从外框架和横截面积上看都很小的突起。

如果机器人根据 [I103](#) 使用可互换的机械装置，参赛队应准备好在所有配置中展示对该规则和 [R105](#) 的遵守情况。

- R103 *机器人重量限制 ROBOT weight limit.** 机器人重量不得超过 125 磅（约 56 千克）。在确定重量时，应将机器人的基本结构和可能用于机器人单一配置的所有附加机械装置的所有元件一起称重（见 [I103](#)）。

为确定是否符合重量限制，以下物品不包括在内：

- 机器人保险杠，
- 机器人电池和与电池相连的安德森电线快速连接/断开头的一半（包括每根不超过 12 英寸（约 30 厘米）的电线、相关的电线接线片、连接螺栓和绝缘材料），以及
- 用于位置检测系统的标签（如果赛事提供）。

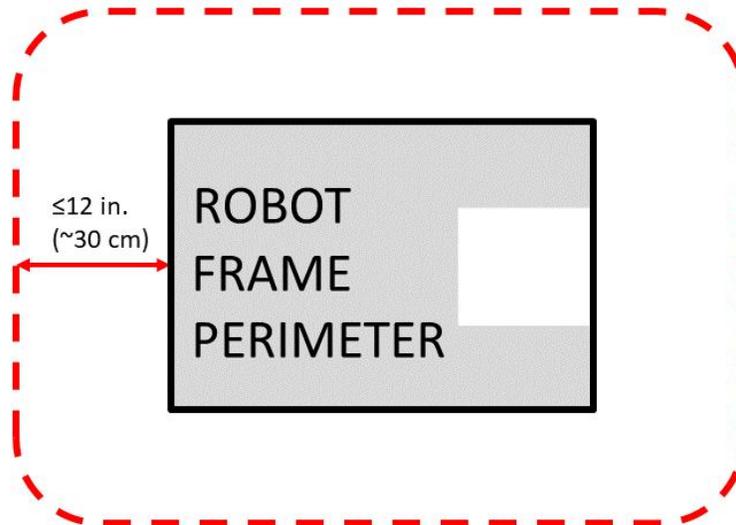
- R104 起始状态下的最大尺寸 STARTING CONFIGURATION – max size.** 机器人起始状态的外框架的周长不得超过 120 英寸（约 304 厘米），高度不得超过 4 英尺（约 121 厘米）。

请务必考虑机器人在推车上的尺寸，以确保其可以穿过场馆的门。还要考虑机器人的尺寸，以确保它可以装入运输箱、车辆等。

请注意，第 8.4 节 [8.4 机器人保险杠规则](#) 中包含的规则可能会对机器人的设计施加额外的限制。

R105 机器人伸展限制 ROBOT extension limit. 机器人伸出外框架外的距离不得超过 12 英寸（约 30 厘米）。

Figure 8-2 FRAME PERIMETER extension 外框架伸展范围



在检查过程中，参赛队应展示机器人自我伸展约束的能力。约束可以通过硬件或软件实现。

见 [7.4.3 机器人](#) 以了解场地各区域的高度和延伸限制。

R106 机器人不能噎在链条上 ROBOTS can't choke up on chain. 机器人不得含有用于减少链条工作长度的机械装置（或机械装置组合）的设计。

有关其他信息，请参见 [G416](#)。有关违反此规则的设计示例，请参见图 [Figure 7-6](#)。

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

R201 *不要钻穿地毯 No digging into carpet. 牵引装置不得具有有可能损坏场馆的表面特征（例如金属、砂纸、硬塑料钉、夹板、钩环紧固件或类似附件）。牵引装置包括机器人上所有用于在机器人和场地地毯之间传递推进力和/或制动力的部件。

R202 *没有尖锐物 No exposed sharp edges. 机器人的突出部分和机器人的裸露表面不得对赛场设施（包括音符）或人员造成危害。

R203 *通用安全守则 General safety. 机器人部件不得由危险材料制成，有安全隐患、造成不安全状况或干扰其他机器人的操作。

违反本规定的物品包括（但不限于）：

- A. 遮挡物、帘幕或任何其他装置或材料，其设计或使用目的是阻挡或限制任何操控组成员的视线和/或干扰其安全控制机器人的能力，
- B. 扬声器、警报器、气喇叭或其他产生的声音足以分散注意力的音频设备，

- C. 任何专门用于干扰或干扰其他机器人遥感能力的装置或装饰，包括视觉系统、声波测距仪、声纳、红外近距离探测器等（例如，包括你的机器人上使用或逼真模仿 36h11 系列 AprilTags 的图像），
- D. 发射 I 级以上激光的激光器，
- E. 易燃气体，
- F. 任何用于产生火焰或烟火的装置，
- G. 液压油或液压物品，
- H. 含液态汞的开关或触点，
- I. 用于产生超过 24 伏电压的电路，
- J. 任何未充分固定的压载物，包括松散的压载物，如沙子、滚珠轴承等，在比赛中可能会松动，
- K. 机器人上使用的暴露在外、未经处理的危险材料（如铅块）。如果对这些材料进行喷漆、封装或其他密封处理以防止接触，则可允许使用。在比赛中不得以任何方式对这些材料进行加工。
- L. 轮胎密封剂，以及
- M. 机器人上使用的高强度光源（例如，市场上标为“军用级”或“自卫级”的超亮 LED 光源）可能只会在瞄准时短暂发光，并可能需要遮罩以防止对参与者造成任何照射。对于使用此类光源的投诉，将进行重新检查，并可能禁用该装置。

R204 *把音符留在场地内 NOTES stay with the FIELD. 机器人必须可以在停机和断电状态下从机器人上取下音符，以及从场地设施上取下机器人。

比赛结束后，机器人将无法重新启动，因此参赛队必须确保能够快速、简单、安全地移除音符和机器人。

鼓励参赛队在开发机器人时考虑 [G501](#)。

R205 *不要污染场地 Don't contaminate the FIELD. 润滑剂只能用于减少机器人内部的摩擦。润滑剂不得污染场地或其他机器人。

R206 *不要损坏音符 Don't damage NOTES. 可能与音符接触的机器人元件不得对音符构成重大危害。

机器人在处理音符时，音符会受到一定程度的磨损，如刮伤或涂抹。刨削、撕下碎片或经常在音符上做标记都是违反本规则的行为。

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

R301 *单个物品的成本上限 Individual item cost limit. 任何单个非 KOP 物品或软件的公平市场价(FMV, Fair Market Value)不得超过 600 美元。只要单个元件的成本不超过 600 美元，批量购买的元件总成本可超过 600 美元。

参赛队应准备好向检查员出示任何似乎在 600 美元限额范围内的部件的 FMV 文件。

Analog Devices IMU MXP Breakout Board (P/N ADIS16448) 没有公布 FMV。无论其真实 FMV 如何，该设备均被视为符合本规则。

COTS 物品的 FMV 是由供应商确定的该部件或相同功能替代品的价格。所有 FRC 队伍在整个搭建和比赛季中都必须能普遍获得该价格（即短期销售价格或优惠券不反映 FMV），但队伍只需尽力确定物品价格，无需在整个赛季中监控机器人物品

的价格。FMV 是物品本身的成本，不包括任何税、税款、关税、运费或其他可能因地而异的费用。

COTS 软件的 FMV 是由供应商设定的价格，用于许可从开赛到 FIRST 总决赛结束期间在机器人上运行的软件（或软件的一部分）。免费授权在机器人上使用的软件（包括通过虚拟 KOP 授权的软件）的 FMV 为 0 美元。

除了由参赛队成员（包括作为参赛队成员的赞助商员工）、其他参赛队成员和/或赛事提供的机加工车间提供的劳动力外，加工过的零件的 FMV 是材料和/或劳动力的价值。材料成本是指可用于制造单个零件的任何可购买数量的成本（即可购买的原材料大于加工过的零件）。

例 1：某队订购了某公司按照该队规格定制的支架。该公司的材料成本和正常收取的人工费适用。

例 2：一个队伍收到一个捐赠的传感器。该公司通常会以 450 美元的价格出售该物品，因此这就是其 FMV。

例 3：某参赛队以 400 美元的价格购买了钛管，并由当地一家机械加工厂进行加工。该机械加工厂不被视为队伍赞助商，但还是捐赠了 2 个小时的劳务费。参赛队必须计入估计的正常人工成本，就像支付给机械加工厂一样，并将其加到 400 美元上。

例 4：某参赛队以 400 美元的价格购买了钛管，并由当地的一家机械加工厂加工，该加工厂是参赛队的公认赞助商。如果机械师被视为队伍成员，则其人工成本不适用。该零件的适用总成本为 400 美元。

与尽可能多的组织建立关系符合参赛队和 FIRST 的最佳利益。我们鼓励将支持公司作为队伍的赞助商和成员，即使赞助商的参与仅仅是通过捐赠制造劳动力。

例 5：某队伍以 400 美元的价格购买了钛管，并由另一队伍进行加工。该零件的适用总成本为 400 美元。

例 6：一个队伍在旧货市场或网上拍卖会上以 300 美元的价格购买了一个小工具，但是供应商以 700 美元的价格出售该小工具。FMV 为 700 美元。

如果 COTS 物品是模块化系统的一部分，可以组装成多种可能的配置，那么每个模块都必须符合本规则规定的价格限制。

如果模块的设计是为了组装成一个单一的配置，并且该组件只能在该配置下使用，那么包括所有模块在内的完整组件的总成本必须符合本规则规定的价格限制。

总之，如果供应商出售一个系统或套件，参赛队必须使用整个系统/套件的 FMV，而不是其组成部分的价值。

例 7：供应商 A 出售的变速箱可与多种不同的齿轮组配合使用，并可与他们出售的 2 个不同的电机配合使用。一个队伍购买了变速箱、齿轮组和电机，然后将它们组装在一起。在确定 FMV 时，每个部件都要单独处理，因为所购买的每个部件都可以用于不同的配置。

例 8：供应商 B 出售了一个机械臂组件，一个队伍想使用该组件。但是，它的价格为 630 美元，因此他们无法使用。供应商将“手”、“腕”和“臂”作为单独的组件出售，每个组件售价 210 美元。一个队伍希望单独购买这 3 件物品，然后重新组

装。这是不合规的，因为他们实际上是在购买和使用整个组件，其公平市场价为 630 美元。

例 9：供应商 C 出售一套车轮或车轮模块，通常 4 个为一组。某队购买了 4 个，并以最常用的配置使用。在确定 FMV 时，每个部件都要单独处理，因为所购买的部件可用于各种配置。

R302 *定制零件通常限定本年度制造 Custom parts, generally from this year only. 在开题仪式(Kickoff)前制作的制造物品是不允许使用的。例外情况包括：

- A. 操作终端，
- B. 保险杠，
- C. [R103-B](#) 中所述的电池组件，
- D. 由 1 个 COTS 电气设备（如电机或电机控制器）和下列任何改装相关的附属部件组成的制造物品：
 - a. 为便于与机器人连接而修改的导线（包括拆除现有连接器），
 - b. 连接器以及用于固定和绝缘这些连接器的任何材料（注：无源印刷电路板，如用于将电机端子连接到连接器的印刷电路板，也被视为连接器），
 - c. 修改电机轴和/或增加齿轮、滑轮或链轮，以及
 - d. 如 [R625](#) 下方蓝色方框所述，用滤波电容器对电机进行改装。
- E. 经以下任何改造的 COTS 物品或功能等同的物品：
 - a. 非功能性装饰或标签，
 - b. 按照制造商的规格组装的 COTS 物品，除非其结果构成 [I101](#) 中定义的主要机构，以及
 - c. 使用手持工具可在 30 分钟内合理完成的工作（如在 COTS 部件上钻少量的孔）。

请注意，这意味着以前参加过 FIRST 比赛的机器人上的部件不得在“响彻舞台”FIRST 机器人竞赛的机器人上使用（[R302-B](#) 至 [-E](#) 所允许的部件除外）。在搭建季正式开始之前，我们鼓励参赛队尽情考虑他们的机器人。他们可以开发原型、制作概念验证模型并进行设计练习。参赛队可以收集他们想要的所有原材料和 COTS 部件

功能等同的物品是指在外形和功能上都与现成物品非常相似的物品。功能等同物应使用与 COTS 等同物类似的材料制造。

具有精密机械加工（铣床、数控机床等）特征的零件，如果在规定的限制范围内可以合理地制造出功能等同的特征，则仍可符合本规则第 I 和 L 项部分的要求。

例 1：一支队伍在秋季设计并制作了一个双速变速箱作为训练。开赛后，他们利用在秋季学到的所有设计原则设计机器人。为了优化机器人的变速器设计，他们改变了变速器的齿轮比，缩小了体积，并制作了两个新的变速器，将其安装在机器人上。这一过程的所有部分都是允许的活动。

例 2：参赛队重新使用以前机器人上的在“响彻舞台”赛季中合规的电机，但在电线上增加了连接器。根据例外情况 D，这是允许的，因为该电机是一个 COTS 电子部件。

例 3：某队伍重新使用了以前的机器人上的一段铝管，该铝管上有一个精密加工的轴承孔。在当前的机器人上，轴承孔没有被使用。由于目前的机器人上的孔的唯一功能是材料去除，不需要精确的公差，因此用手电钻在 30 分钟内就能打出功能相当的孔。零件是允许的，根据 E.c 项。

R303 *创建新设计和软件，除非是公开的设计和软件 Create new designs and software, unless they're public. 只有源文件（足以生成设计的完整信息）在 Kickoff 之前公开获得的情况下，才允许使用在 Kickoff 之前创建的机器人软件和设计。

例 1：某队伍发现秋季设计和制造的变速器完全符合他们对驱动机器人手臂的变速器的需求。他们根据原始设计图制造了一个完全相同的变速器，并用螺栓将其固定在机器人上。这种做法是被禁止的，因为变速器虽然是在比赛期间制造的，但却是根据开赛前的详细设计制造的。

例 2：某队伍为 2019 年的比赛开发了一套全向传动系统。2019 年 7 月，他们改进并完善了用 C++ 编写的控制软件，增加了更高的精度和功能。他们决定在“响彻舞台”比赛中使用类似的系统。他们将大段未修改的代码复制到同样用 C++ 编写的新机器人的控制软件中。这违反了进度限制，是不允许的。

例 3：同一个队伍决定使用 LabVIEW 作为“响彻舞台”的软件环境。在 Kickoff 之后，他们使用以前开发的 C++ 代码作为实现全方位控制解决方案所需的算法和计算的参考。由于他们在移植算法时开发了新的 LabVIEW 代码，因此这是被允许的。

例 4：另一支参赛队在秋季开发了一个类似的解决方案，并计划在他们的比赛机器人上使用所开发的软件。软件完成后，他们将其发布在一个可普遍访问的公共论坛上，并向所有参赛队提供代码。由于他们在开赛前已将软件公开，因此可以在其机器人上使用该软件。

例 5：一支队伍在 Kickoff 之前开发了一个驱动器。项目完成后，他们将 CAD 文件发布在一个可普遍访问的公共论坛上，并提供给所有团队。由于他们在 Kickoff 之前就公开了设计，因此他们可以在 Kickoff 之后使用该设计制作一个完全相同的变速器，并在他们的“响彻舞台”机器人上使用。

R304 *赛事期间，只在维修区开放时间内作业 During an event, only work during pit hours. 在队伍参赛期间（无论参赛队是否在赛事现场），参赛队不得在维修区（Pit 区）开放时间之外对其机器人或机器人元件进行作业或练习，但以下情况除外：

- A. [R302](#) 中列出的例外情况，[R302-E.c](#) 项除外，
- B. 软件开发，以及
- C. 给电池充电。

在本规则中，官方赛事的开始时间如下：

- 区域赛、地方总决赛和 FIRST 总决赛：根据公开的时间表，在第一个指定的报到时间段开始时进行。如果没有公开的日程表或没有指定报到时间，则比赛在维修区开放前一天下午 4 点开始。
- 地方赛：维修区开放时间

本规则禁止的活动包括：

- A. 已到赛事搬入机器人进场的时间，在队伍的车间里对机器人作业，
- B. 晚上在队伍下榻的酒店对机器人部件作业，以及
- C. 在彻夜运行 3D 打印机或其他自动化制造流程，生产机器人部件。

请注意，[E108](#) 和 [E401](#) 对参加赛事时在机器人或机器人材料上进行的作业施加了额外限制。

此规则旨在增加前往比赛地点路途遥远的参赛队与赛事举办地附近的参赛队之间的公平性（否则，距离近的参赛队会因为可以在自己的工作间里搭建机器人直到赛事开始而占据优势）。

8.4 BUMPER Rules 机器人保险杠规则

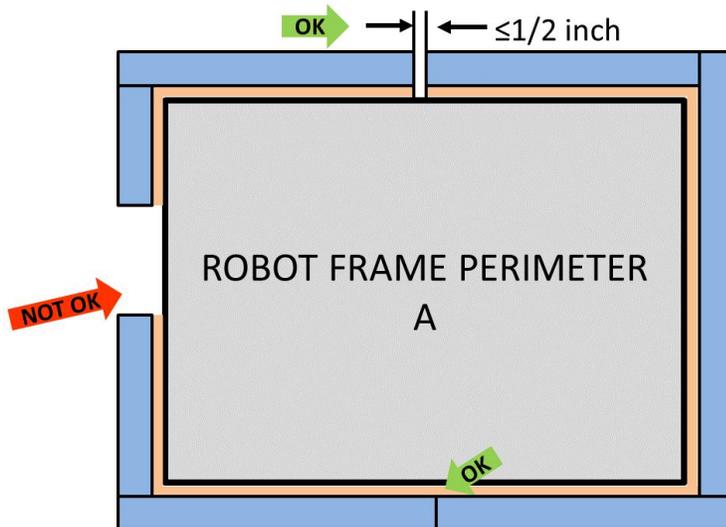
保险杠（BUMPER）是连接机器人框架的必要组件。保险杠保护机器人免受其他机器人和场地设施的损坏。编写这些规则的标准包括以下内容：

- 最大限度减少各种保险杠的种类数量，使各队能保持一致，
- 最大限度地减少设计保险杠的难度，
- 最大限度地降低保险杠材料的成本，以及
- 最大限度地利用相对普遍的材料。

在技术资源页面 [Technical Resources page](#) 的“机械资源”部分，还可以找到其他有助于安装保险杠的资源，包括保险杠指南和教学视频。

R401 *四周都有保险杠 BUMPERS all around. 机器人必须使用保险杠保护整个外框架。只要按照 [R409](#) 的标准填充所有边角，保险杠相邻部分之间的间隙可以小于 $\frac{1}{2}$ 英寸。

Figure 8-3 BUMPER coverage requirements 保险杠覆盖要求



R402 *保险杠必须在低位 BUMPERS must stay low. 保险杠必须完全位于保险杠区内，保险杠区(BUMPER ZONE)是指地面与高于地面 $7\frac{1}{2}$ 英寸（约 19 厘米）的虚拟水平面之间的空间，以机器人正常站立在平整的地面上为参照。保险杠不必与地面平行。

该测量是在机器人静止在平地上的情况下进行的（不改变机器人的配置），而不是相对于机器人与场地地毯的高度。例如：

例 1：一个机器人在场地内移动时，其保险杠位于保险杠区之外，如果将该机器人实质上移置到平地上，且其保险杠位于保险杠区内，则符合本规则的要求。

例 2：机器人安装了一种机械装置，可将保险杠抬起到保险杠区之外（当该机器人实际上移置到平地上）。这违反了本规则。

R403 *保险杠不能松动 BUMPERS shouldn't move. 相对于外框架，保险杠不得铰接。

R404 *保险杠必须易于拆卸 BUMPERS must come off. 保险杠的设计必须便于快速安装和拆卸，以便于检查和称重。

作为指导原则，保险杠应能在 5 分钟内由两人安装或拆除。

R405 *保险杠指示你所属的联盟 BUMPERS indicate your ALLIANCE. 每个机器人安装必须能够显示红色或蓝色的保险杠，以反映其联盟颜色，这在赛事举办时分发的比赛时间表中有所指定（如 [10.1 比赛时间表](#)）。除以下标识外，禁止在机器人上安装其他可见的保险杠标识：

- A. [R406](#) 所要求的，
- B. 钩环胶带、按扣或由保险杠硬部件支撑的功能等同物，
- C. 纯白色 FIRST 徽标，宽度在 4¾英寸（约 12 厘米）和 5¼英寸（约 13 厘米）之间（即与“响彻舞台”虚拟套件中的徽标相当）。以及
- D. 在接缝、角落或褶皱处露出下层织物的狭窄区域。

保险杠的外框架朝向表面没有被“显示”，因此本规则不适用。

R406 *保险杠上必须有队伍编号 Team number on BUMPERS. 队伍编号数字（简称队号）必须显示在保险杠上并贴在适当位置，以便在机器人周围行走的观察者可以从任何角度，最远从大约 60 英尺（1829 毫米）处清楚地分辨出参赛队的号码，并符合以下附加标准：

- A. 只有白色阿拉伯数字，高度至少 4 英寸（约 11 厘米），笔画宽度至少 ½英寸（约 13 毫米），

½英寸（约 13 毫米）的笔画宽度要求适用于大部分笔画。小于 ½英寸（约 13 毫米）的字体元素，如衬线、圆边、小发散线或间隙等是允许的，只要大部分笔画符合尺寸要求，且数字明确无误即可。

- B. 不得绕过外框的尖角（小于 160 度）、
- C. 单个数字之间的距离不得超过 2 英寸（约 5 厘米），以及
- D. 不得用徽标或图标代替数字。

并不禁止将队号分割显示到保险杠的不同部分。这样做的目的是使队号清晰可见，以便评委、裁判、播音员和其他参赛队能够轻松识别参赛机器人。

此标记仅用于显示队号，而非故意改变保险杠的表面特征。过度使用材料作为任何队号标记的一部分，都会招致严格的审查。

R407 *保险杠重量限制 BUMPER weight limit. 每套保险杠（包括将其固定在机器人上的任何紧固件和/或结构）的重量不得超过 15 磅（约 6 千克）。

如果使用的是多部件连接系统（例如机器人和保险杠上的互锁支架），则永久连接在机器人上的部件将被视为机器人的一部分，而连接在保险杠上的部件将被视为保险杠的一部分。每个元件都必须符合相关系统的所有适用规则。

R408 *保险杠制作要求 BUMPER construction. 保险杠的构造必须如下，使其横截面如图 [Figure 8- 6](#) 所示：

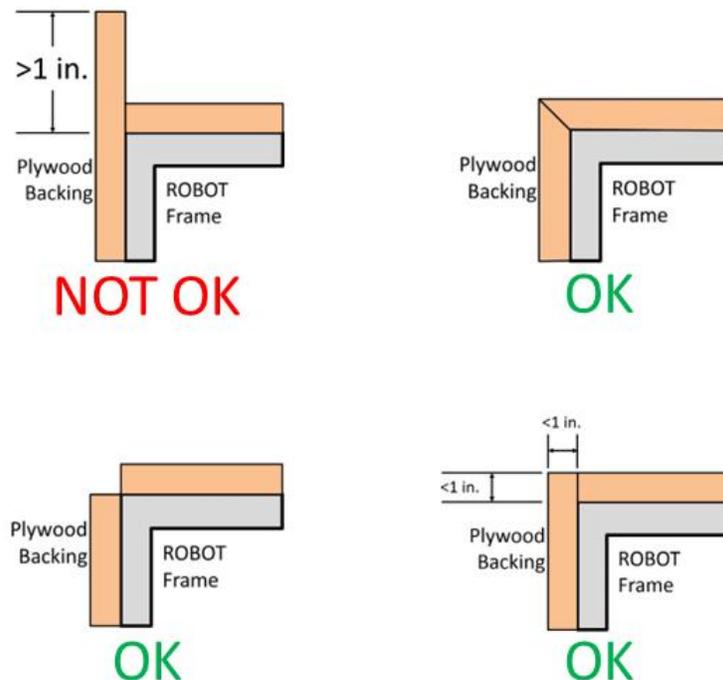
- A. 5 英寸±½英寸（约 127 毫米±12.7 毫米）高的胶合板、定向刨花板(OSB)或实木（轻木/balsa 除外）。只要不对保险杠的结构完整性造成重大影响，允许在木质底板上留出小间隙以容纳 [R101](#) 所允许的微小突起和/或安装硬件所需的孔洞。

¾英寸胶合板和定向刨花板指的是供应商出售的材料和厚度，参赛队不得自行制作胶合板或定向刨花板。其他工程木材（如纤维板或刨花板）不可能在 FIRST 机器人竞赛的严酷比赛中经受住考验，因此根据 A 项不允许使用。

注意：¾英寸胶合板通常按照实际尺寸（ $\frac{23}{32}$ 英寸）而不是标称尺寸标注。以 $\frac{23}{32}$ 英寸出售的胶合板符合 A 项标准的要求。

- B. A、E、F 和 G 项允许的硬保险杠部件不得超出外框架 1 英寸（约 25 毫米），如图 Figure 8-4。

Figure 8-4 Hard parts of BUMPER corners 四角的硬部件



- C. 使用一对叠放的 2½英寸（约 63 毫米）圆形、花瓣形或六角形"泳池面条"（实心或空心）作为缓冲材料（见图 Figure 8-6）。保险杠套件（如红色保险杠套件）中使用的所有泳池面条均不得改装（根据 R409 的要求切成一定长度或切成便于在四角配对的泳池面条除外）或变形，且必须具有相同的直径、横截面和密度（如全圆形空心或全六角形实心）。根据 R409 的要求，缓冲材料可以超出胶合板的末端，以填充角落（见图 Figure 8-7）。为了帮助铺设织物覆盖层，只要图 Figure 8-6 中的横截面没有明显改变（如胶带压紧泳池面条），就可以使用软扣件将泳池面条固定在木质底板上。

"2½英寸（约 63 毫米）泳池面条"是指以 2½英寸（约 63 毫米）直径出售的泳池面条，或直径在 2½英寸（约 54 毫米）和 2¾英寸（约 70 毫米）之间的泳池面条。

机器人上使用的所有泳池面条必须相同，以保持机器人之间在保险杠与保险杠接触时的理想互动效果。含有不同结构泳池面条的机器人在与其他机器人接触时可能会产生"斜坡"效应。

因压平底板面料或使外框架变圆而造成的轻微面条压缩不视为变形。超出这一范围的任何压缩，例如为压平泳池面条而进行的压缩，都属于变形，违反了 C 的规定。

- D. 除了所允许的保险杠标记外，队伍不得使用任何额外涂层（如果需要适应规则 [R405](#) 和/或 [R406](#) 允许使用多层布和接缝，前提是图 Figure 8-6 中的横截面没有明显改变）。

丝绸和床上用品不属于坚固布料，但 1000D Cordura 属于坚固布料。允许使用与保险杠颜色相匹配的胶带（如胶带）临时修补小洞。

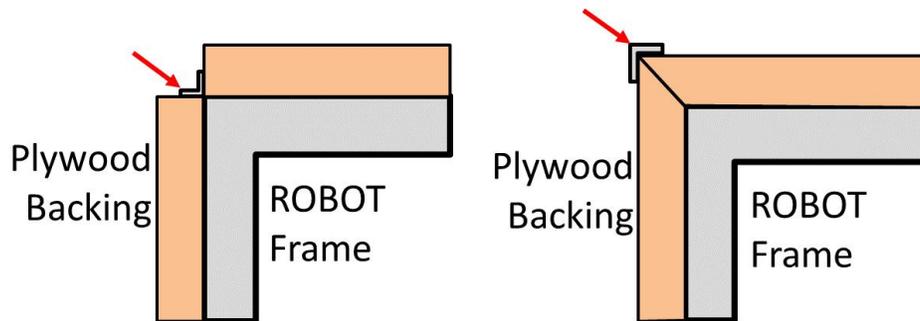
预计可能会有多层布料，因为布料被折叠以适应保险杠的边角和接缝。

皮革或褶皱皮革等非织造材料不属于布料。

当保险杠安装在机器人上时，布料必须完全包裹木头和游泳面条材料的所有外表面。覆盖缓冲垫的织物必须是纯色的。

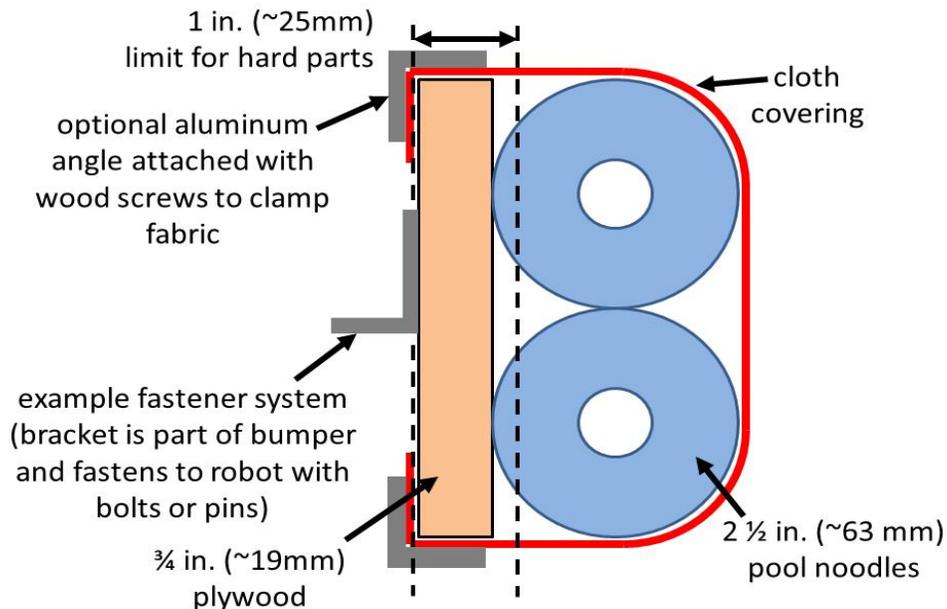
- E. 如图 Figure 8-6 所示，可选择使用金属角钢或其他紧固件（如订书钉、螺钉、粘合剂等）夹住布。
- F. 可选择使用金属支架（如角钢或金属板）或其他紧固件（如订书钉、螺钉、粘合剂等）将保险杠分段相互连接在一起（见图 Figure 8-5）。

Figure 8-5 Example uses of brackets in BUMPER corners 保险杠四角的支架使用示例



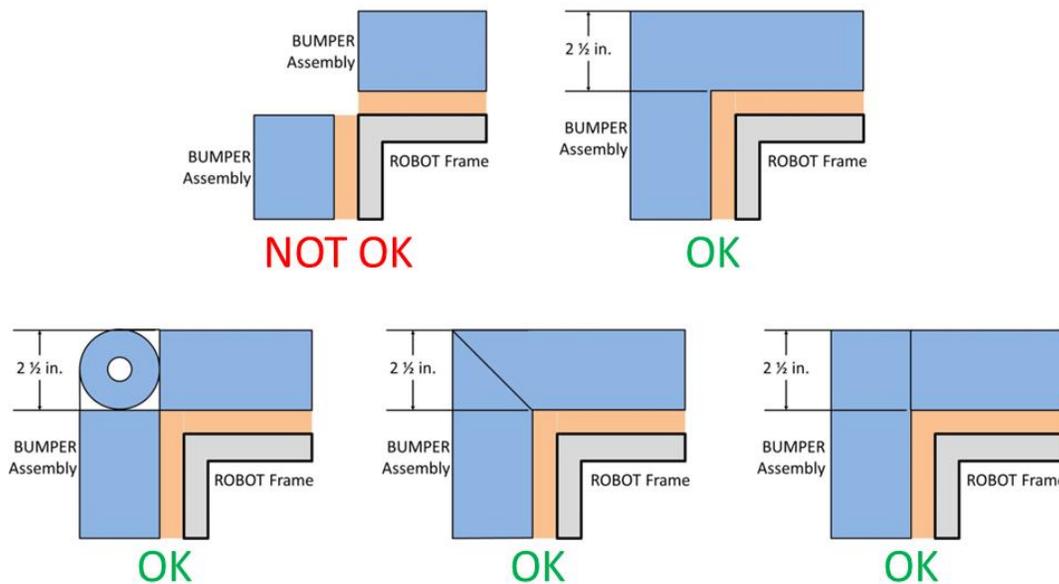
- G. 必须使用坚固的紧固系统连接到机器人的外框架，以便与主结构/框架形成紧密、坚固的连接（例如，不得使用钩环胶带、胶带或扎带连接）。固定系统的设计必须能够承受激烈的比赛。所有可拆卸的紧固件（如螺栓、锁销、管销等）都将被视为保险杠的一部分。

Figure 8-6 BUMPER vertical cross section 保险杠横截面



R409 *保险杠边角需要填充 **Fill BUMPER corners.** 保险杠之间的角接缝必须用游泳面条材料填充。实施示例见图 Figure 8-7。

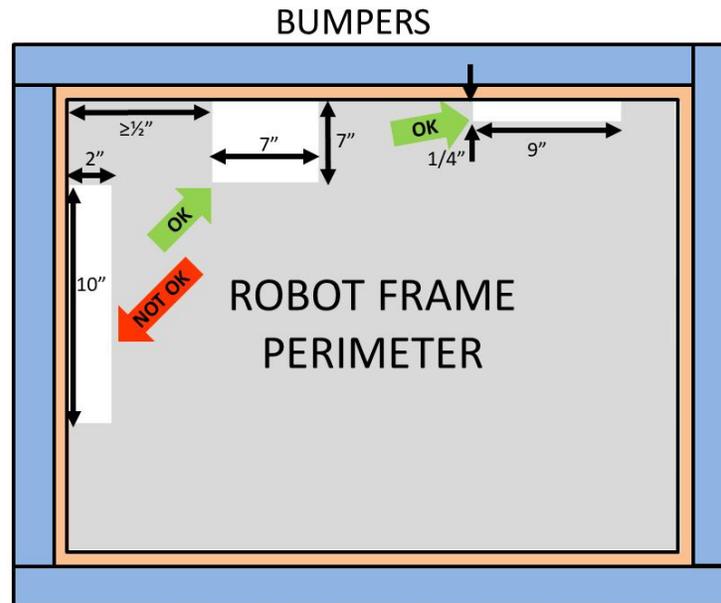
Figure 8-7 Soft parts of BUMPER corners 保险杠边角填充示例



R410 *保险杠必须被机器人支撑 **BUMPERS must be supported.** 保险杠必须由机器人的结构/框架支撑（见图 Figure 8-8）。每个保险杠木质段的两端至少有½英寸（约 13 毫米）必须有外框架（间隙小于等于¼英寸，约 6 毫米）作为支撑。“末端”不包括超出 R408-B 所允许的外框架间距的坚硬保险杠部件。此外，背衬材料与框架之间的任何间隙都：

- A. 深度不得大于¼英寸（约 6 毫米），或
- B. 宽度不超过 8 英寸（约 20 厘米）

Figure 8- 8 BUMPER support examples 保险杠支撑示例



本规则的目的是确保保险杠有适当的支撑，以尽量减少撞击时断裂的可能性。柔性机器人元件（如薄塑料）不能实现这一目的，也不被视为机器人的“结构/框架”。

8.5 Motors & Actuators 电机和驱动器

R501 *规则许可使用的电机 **Allowable motors**. 仅许可以下型号的电机和驱动器的使用（数量不限）：

Table 8- 1 Motor allowances 许可的电机

电机名称	可用的型号	
AndyMark 9015	am-0912	AndyMark 9015
AndyMark NeveRest	am-3104	
AndyMark PG	am-2161 (或 PN am-2765)	am-2194 (或 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

电机名称	可用的型号	
	M4-R0062-12 AM802-001A 217-2000 PM25R-44F-1005	PM25R-45F-1003 PMR25R-45F-1003 PMR25R-44F-1005 am-0255
CTR Electronics/VEX Robotics Falcon 500	217-6515 am-6515	19-708850 am-6515_Short
Current/former KOP automotive motors	Denso AE235100-0160 Denso 5-163800-RC1 Denso 262100-3030	Denso 262100-3040 Bosch 6 004 RA3 194-06 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)	am-4258 am-4258a
REV Robotics NEO 550	REV-21-1651	am-4259
REV Robotics NEO Vortex	REV-21-1652	am-5275
VEX BAG	217-3351	
VEX Mini-CIM	217-3371	
West Coast Products Kraken x60	WCP-0940	am-5274
West Coast Products RS775 Pro	217-4347	
额定输入功率不超过 50 瓦(W)且在 12 伏直流电压(VDC)下连续工作的电磁阀或电磁铁（如果合格的推杆在 24 伏电压下使用，则必须经制造商批准在 24 伏电压下使用）		
风扇，标称尺寸不超过 120 毫米，额定输入功率不超过 10 瓦(W)（12 伏直流电压下的连续工作）		
合规 COTS 计算设备的硬盘电机部件		
在 COTS 计算设备中的出厂安装的振动和自动对焦电机（例如智能手机中的震动电机）。		
接口的 COTS 伺服电机，零售价小于 75 美元。		
与 COTS 传感器（如激光雷达 LIDAR、扫描声纳等）连为一体的电机，条件是除便于安装外，不对设备进行改装		
符合 R806 标准的压缩机，用于压缩机器人气动系统的空气		

电机名称
可用的型号

额定电压为 12V 的线性推杆，下游接线为 20A 或更小的断路器/保险丝

对于伺服电机，请注意 roboRIO 的 6V 轨最大电流输出限制为 2.2A（输入功率为 12.4W）。参赛队应确保伺服电机的总功率始终低于此限制。

鉴于机器人允许使用大量电机，因此鼓励参赛队在设计和制作机器人时考虑机器人电池的总功率。同时从多个电机汲取大量电流可能会导致机器人电池电压下降，从而导致主断路器/总开关跳闸或触发 roboRIO 的断电保护。有关 roboRIO 断电保护和使用 PDP/PDH 测量电流消耗的详细信息，请参阅 roboRIO 断电和了解电流消耗（[roboRIO Brownout and Understanding Current Draw](#)）。

AndyMark PG 齿轮减速电机在销售时根据整个组件进行标注。标有 am-3651 至 am-3656 的组件包含表 Table 8-1 中规定的合规电机。这些电机可以与所提供的齿轮箱一起使用，也可以不与齿轮箱一起使用。

R502 *仅用 4 个推进电机 Only 4 propulsion motors. 机器人的推进电机不得超过 4 个。推进电机(propulsion motor)是指能使机器人在场地表面移动的电机。作为辅助或附带功能产生少量推力的电机不被视为推进电机。

不属于推进电机的例子包括:

- A. 主要改变与场地表面接触的车轮定位的电机（如转向电机(swerve steering motor)），
- B. 运行机械轮（例如用于音符操作）的电机，偶尔会接触到地毯，但没有足够的力量产生明显的推力，以及
- C. 使用变速机械装置改变驱动轮速度而不对推进力产生重大影响的电机。

R503 *不要改装电机（大部分） Don't modify motors (mostly). 不得改装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(electric solenoid)不得进行任何改动，但以下情况除外:

- A. 可对安装支架和/或输出轴/接口进行修改，以方便电机与机器人和被驱动部件的物理连接。
- B. 可根据需要修剪电气导线的长度，并添加连接器或接头以连接其他线路。
- C. 可以卸下车窗电机（P/N 262100-3030 和 262100-3040）上的锁销。
- D. 表 Table 8-1 所列 KOP 汽车电机上的连接器外壳可进行改装，以方便引线连接。
- E. 伺服电机可根据制造商的规定进行改装（如重新编程或改装为连续旋转）。
- F. Nidec Dynamo BLDC 电机的线束可根据 FIRST 在《带控制器的 Nidec Dynamo BLDC 电机》中的说明进行修改，见 [Nidec Dynamo BLDC Motor with Controller](#)。
- G. 可使用最低限度的标签来标明设备用途、连接性、功能性能等。
- H. 可以从 Falcon 500 上卸下任意数量的 #10-32 插头螺钉。
- I. 可在接线端子上进行绝缘处理。
- J. 维修，但须保持原有性能和规格不变。
- K. 制造商建议的维护。

该规则的目的是允许参赛队修改安装片等，而不是通过可能损害任何电机结构完整性来减轻重量。

R504 *使用许可的设备对（大多数）驱动器供电 Power (most) actuators off of approved devices. 除了 [R501](#) 中允许的伺服电机、风扇或与 COTS 计算设备传感器一体的电机之外，每个驱动器都必须由功率调节装置控制。机器人上唯一允许使用的驱动器功率调节装置包括：

- A. 电机控制器(motor controller), :
 - 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) 仅连接 PWM 口
 - c. Nidec Dynamo, BLDC Motor 附带的控制器，仅控制整体式驱动器 (P/N 840205-000, am-3740)
 - d. SD540 Motor Controller (P/N SD540x1, SD540x2, SD540x4, SD540Bx1, SD540Bx2, SD540Bx4, SD540C),
 - e. Spark Flex Motor Controller (P/N REV-11-2159, am-5276)
 - f. Spark Motor Controller (P/N REV-11-1200, am-4260),
 - g. Spark MAX Motor Controller (P/N REV-11-2158, am-4261),
 - h. Talon FX Motor Controller (P/N 217-6515, 19-708850, am-6515, am-6515_Short, WCP-0940),仅用于控制整体 Falcon 500 或 Kraken X60、
 - i. Talon Motor Controller (P/N CTRE_Talon, CTRE_Talon_SR, and am-2195),
 - j. Talon SRX Motor Controller (P/N 217-8080, am-2854, 14-838288),
 - k. Venom Motor with Controller (P/N BDC-10001) 仅用于控制整体式电机，
 - l. Victor 884 Motor Controller (P/N VICTOR-884-12/12),
 - m. Victor 888 Motor Controller (P/N 217-2769),
 - n. Victor SP Motor Controller (P/N 217-9090, am-2855, 14-868380), 和
 - o. Victor SPX Motor Controller (P/N 217-9191, 17-868388, am-3748),
- B. 继电器模块(relay modules),
 - a. Spike H-Bridge Relay (P/N 217-0220 and SPIKE-RELAY-H),
 - b. Automation Direct Relay (P/N AD-SSR6M12-DC-200D, AD-SSRM6M25-DC-200D, AD-SSR6M40-DC-200D), 和
 - c. Power Distribution Hub (PDH) 交换通道 (P/N REV-11-1850) 仅用于控制非驱动器的定制电路(CUSTOM CIRCUITS),
- C. 气动控制器(pneumatics controllers),
 - a. Pneumatics Control Module (P/N am-2858, 217-4243) 和
 - b. Pneumatic Hub (PH) (P/N REV-11-1852).

注意：Automation Direct Relays 是单向的。根据 [R504](#) 的规定，不得将它们连接在一起试图提供双向控制。

R505 *不要超载控制器 Don't overload controllers. 每个功率调节装置可控制 Table 8-2 所列的电气负载。除非另有说明，否则每个功率调节装置只能控制一个电气负载。

Table 8-2 Power regulating device allotments 功率调节装置分配

电力负载	电机 控制器	继电器 模块	气动控制器
AndyMark RedLine Motor			
Banebots	Yes	No	No
CIM			
REV Robotics NEO Brushless			

电力负载	电机 控制器	继电器 模块	气动控制器
REV Robotics NEO 550 REV Robotics NEO Vortex VEX Mini-CIM WCP Kraken X60 WCP RS775 Pro			
AndyMark 9015 VEXpro BAG	Yes (每个控制器 最多 2 个)	No	No
AndyMark PG KOP Automotive Motors NeveRest Snow Blower Motor REV Robotics HD Hex	Yes (每个控制器 最多 2 个)	Yes	No
Linear Actuator 线性推杆	Yes (最大 20A 断路器)	Yes (最大 20A 断路 器)	No
CTR Electronics/VEX Falcon 500 Nidec Dynamo BLDC Motor 带控制器 Fusion Venom	Yes (仅集成控制 器)	No	No
Compressor 压缩机	No	Yes	Yes
Pneumatic Solenoid Valves 气动电磁阀	No	Yes (多个)	Yes (每个通道 1 个)
Electric Solenoids 电磁阀	Yes (多个)	Yes (多个)	Yes (每个通道 1 个)
CUSTOM CIRCUITS 定制电路	Yes (多个)	Yes (多个)	Yes (多个)

R506 *安全地控制伺服电机 **Control servos safely.** 伺服电机必须且只能与下列其中一个连接:

- roboRIO 上的 PWM 端口,
- WCP Spartan 传感器板 (P/N WCP-0045) 上的 PWM 端口, 或
- REV Robotics 伺服电源模块 (P/N REV-11-1144)。

8.6 Power Distribution 电力分配

为了确保安全, 本节中的规则适用于比赛期间的所有时间, 而不仅仅限定机器人在场地上进行比赛的时候。

R601 *电池限制--每个机器人的动力来源相同 Battery limit – everyone has the same power. 比赛期间机器人唯一合规的电能来源，即机器人电池，必须是 1 块且仅 1 块的不可溢出的密封铅酸(SLA)电池，其规格如下：

- A. 额定电压：12 伏
- B. 20 小时放电率下的标称容量：最小 17Ah，最大 18.2Ah
- C. 形状：长方形
- D. 标称尺寸：7.1 英寸 x 3 英寸 x 6.6 英寸，每个尺寸 +/- 0.1 英寸（约 180 毫米 x 76 毫米 x 168 毫米，每个尺寸 +/- 2.5 毫米）
- E. 标称重量：11 磅至 14.5 磅（约 5 千克至 6.5 千克）
- F. 端子：螺母和螺栓式

符合这些标准的电池包括：

- A. Enersys (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).

参赛队应注意，他们可能会被要求提供以上未列出的任何电池的规格文件。

电池应按照制造商的规格进行充电。（更多信息请参阅《FIRST 安全手册》[FIRST Safety Manual](#)）

R602 *其他电池仅用于摄像头和计算设备 Other batteries for cameras or computers only. 容量为 100Wh 或以下（5V 时为 20000mAh）、每个端口最大输出电压为 5 伏、5 安培的 COTS USB 电池组、与 COTS 计算设备或独立相机（如笔记本电脑电池、GoPro 型相机等）不可分割的一部分电池或用于为 CMOS/RTC 功能供电的纽扣电池可用于为 COTS 计算设备以及与 COTS 计算设备连接的任何外围 COTS 输入或输出设备供电，但它们必须符合以下条件：

- A. 牢牢固定在机器人上，
- B. 仅使用未经修改的 COTS 电线连接，以及
- C. 根据制造商的建议进行充电。

COTS 计算设备是指用于处理或收集传感器信息的非 roboRIO 设备（例如，“智能手电筒”不属于 COTS 计算设备）。

R603 *使用安全连接器为电池充电 Charge batteries with safe connectors. 任何用于给机器人电池充电的充电器都必须安装相应的安德森 SB 连接器/接口（Anderson SB type connectors）。

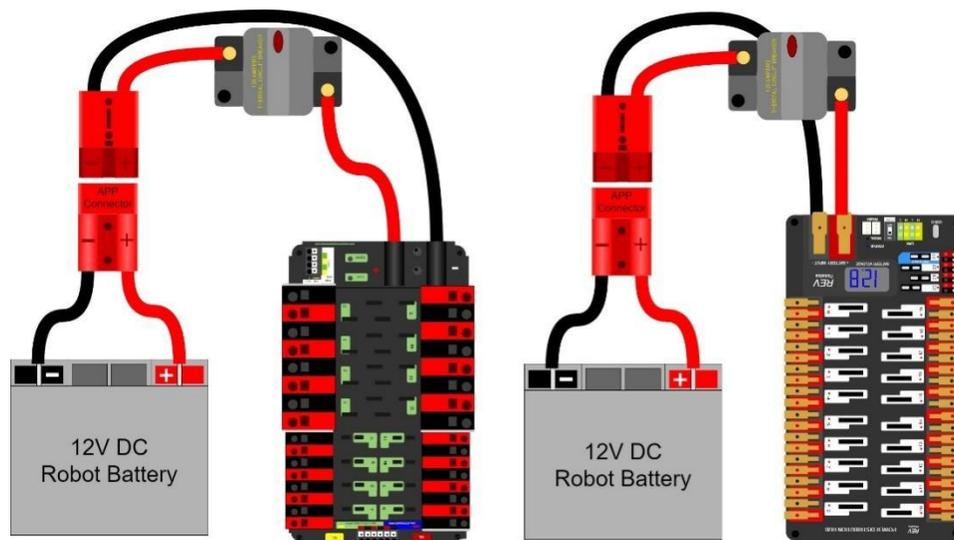
R604 *以安全的电流为电池充电 Charge batteries at a safe rate. 任何用于为机器人电池充电的充电器的平均充电电流不得超过 6 安培。

R605 *电池不是压舱物 Batteries are not ballast. 除 [R601](#) 和 [R602](#) 允许使用的电池外，机器人上不得使用其他电池，无论其是否用于供电。

例如，参赛队不得使用额外的电池作为机器人的额外重量。

- R606 *固定好电池 Secure the battery.** 机器人电池必须固定牢靠，以免在与机器人进行剧烈互动时脱落，包括在机器人被翻转或任意放置的情况下。
- R607 *电池连接绝缘 Insulate battery connections.** 机器人电池、主断路器上的每个电气端子及其与电线的连接（接线片、剥线端等）必须始终完全绝缘。
- R608 *限制非电池能源 Limit non-battery energy.** 机器人使用的非电能源（即在比赛开始时储存的能量）只能来自以下来源：
- 气动系统中储存的压缩空气，其充气符合 [R806](#) 和 [R807](#) 标准，
 - 机器人重心高度的变化，
 - 通过机器人部件的变形实现存储，
 - 闭环 COTS 气动（气体）减震器，或
 - 充气（气动）轮。
- R609 *确保安全连接主电源 Connect main power safely.** 1 块机器人电池、1 对 Anderson Power Products（或 APP）2 极 SB 型连接器、1 个 120 安培(120A)主表面贴装断路器（Cooper Bussman P/N CB185-120、CB185F-120、CB285-120、CB285F-120、CB285120F 或 Optifuse P/N 153120、253120）和 1 个配电装置（CTR Electronics Power Distribution Panel，简称 PDP，P/N am-2856、217-4244、14-806880 或 REV Robotics Power Distribution Hub，简称 PDH，REV-11-1850）应使用 6 AWG（7 SWG 或 16 平方）或更大规格的铜线连接，不得使用其他设备或进行修改（[R625](#) 允许的监控电路除外），如图 Figure 8-9。

Figure 8-9 Electrical connection diagram 电池连接图壁厢，左面电池连的是 PDP，右面电池连的是 PDH



"SB 型"仅指 SB 类型（如 SB-50、SB-120 等），而非 SBS 或任何其他以 SB 开头的部件类型。FIRST 提供的所有电池（如备件电池和国际电池）都安装有红色或粉红色的 SB50 连接器，不得取下。

“响彻舞台” KOP 中的粉红色连接器可与红色 SB50 连接器配合使用。

R610 *每个电路 1 个断路器 1 breaker per circuit. 除 [R615](#) 和 [R617](#) 所列电路外，所有电路都必须连接到 PDP/PDH 的单个受保护 12VDC 的一对 WAGO 连接端子（即负载端子，如图 [Figure 8-9](#) 所示），并仅由该连接器供电，而不是由 M6 盖形螺钉供电。

R611 *机器人框架不能导电 The ROBOT frame is not a wire. 所有布线和电气设备均应与机器人框架电气隔离。机器人框架不得用于承载电流。

通过观察连接到 PDP/PDH 的 APP 连接器内的(+)级或(-)级柱与机器人上任何一点之间的电阻是否大于 120 Ω 来检查是否符合本规则。

所有带金属外壳的合规电机控制器都是电气隔离的。它们可直接安装在机器人框架部件上。

请注意，某些摄像头、装饰灯和传感器（如某些编码器、某些红外传感器等）的外壳接地或使用导电塑料制造。这些设备必须与机器人框架电气隔离，以确保符合本规则。

R612 *必须可以安全启动/关闭机器人 Must be able to turn ROBOT on and off safely. 120A 断路器必须能从机器人外部快速安全地触及。这是机器人上唯一允许使用的 120A 断路器。

被认为不能“快速、安全地接触”的断路器包含被检修面板或门遮住的断路器，或安装在可移动部件上、下或紧邻移动部件的断路器。

强烈建议在 120A 断路器的位置贴上清晰明显的标签，以便现场工作人员在需要时可以轻松找到。

虽然主断路器必须是可触及的，但应考虑其安装位置或做屏蔽措施，以防止意外触动（例如，在比赛过程中不太可能被音符打中）。

R613 *电气系统必须易于检查 Electrical system must be inspectable. PDP/PDH、相关线路和所有断路器，必须检查时可见(Visible for inspection)。

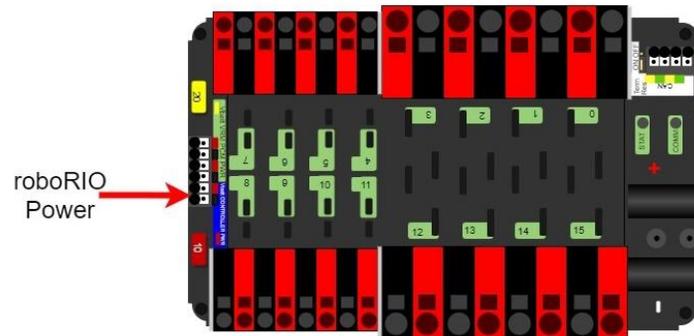
“检查时可见”并不要求机器人处于起始状态时就能看到这些设备，但队伍必须能在检查过程中让这些设备可见。

R614 *禁止高压电 No high voltage allowed. 任何非驱动器的（[R501](#) 中规定）或非核心控制系统（[R710](#) 中规定）的有源电气设备均被视为定制电路(CUSTOM CIRCUIT)。定制电路产生的电压不得超过 24V。

R615 *按规定给 roboRIO 供电 Power roboRIO as specified. 机器人的电源输入必须连接到以下任一设备上：

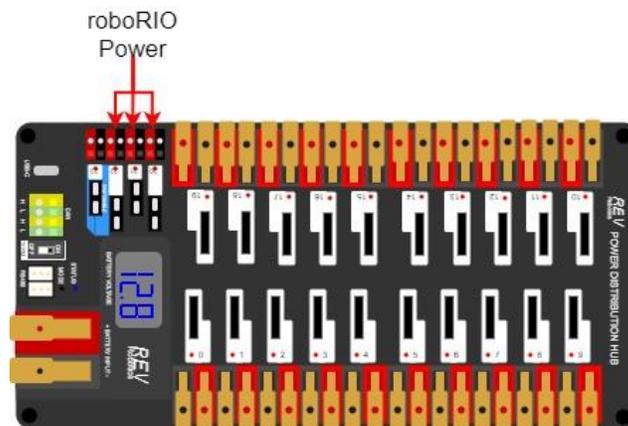
A. 图 [Figure 8-10](#) 所示的 PDP 上的专用供电端子或

Figure 8- 10 roboRIO power source on a PDP



- B. 在 PDH（20、21、22）上的 1 个不可切换熔断器/保险丝通道的端子上安装 10A 熔断器，熔断器安装在相关的熔断器座中。

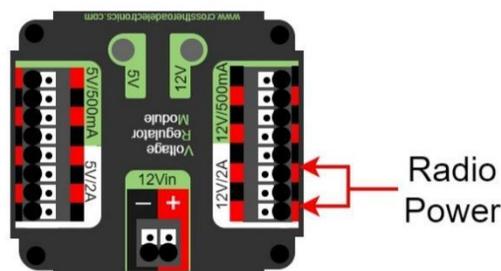
Figure 8- 11 roboRIO power source on a PDH



R616 *按规定给 radio 供电（一） **Power radio as specified – Part 1.** 无线网桥（radio）的电源必须由以下任一设备提供:

- A. 如图 Figure 8- 12 所示，与 CTR 电压调节模块（VRM，Electronics Voltage Regulator Module）（P/N am-2857，217-4245）的 12V2A 的输出相连，并且必须是连接到这些端子的唯一负载。或者

Figure 8- 12 Radio power source from a VRM



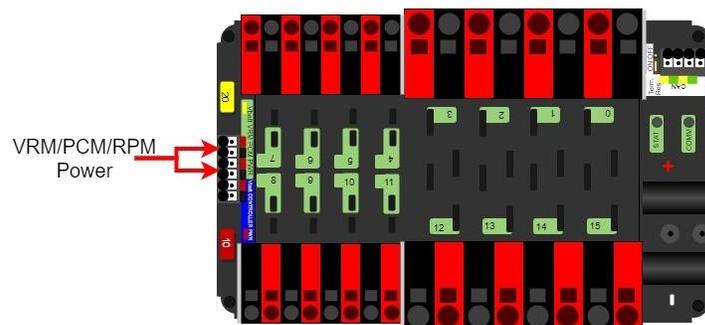
- B. 在 REV Radio 供电模块 (RPM, Radio Power Module) (P/N REV-11-1856) 和无线网桥上的"18-24v POE"以太网端口之间使用以太网网线。

请注意，这禁止使用任何其他有源 POE 供电设备为 radio 供电，但并不禁止使用任何无源导体(PASSIVE CONDUCTORS)将 VRM 电源注入到已插入 radio 上标有"18-24v POE"端口的以太网电缆中。

- R617 *按规定给 radio 供电 (二) Power radio as specified – Part 2.** 根据 [R616](#) 为无线网桥供电的设备必须连接到以下任一设备上:

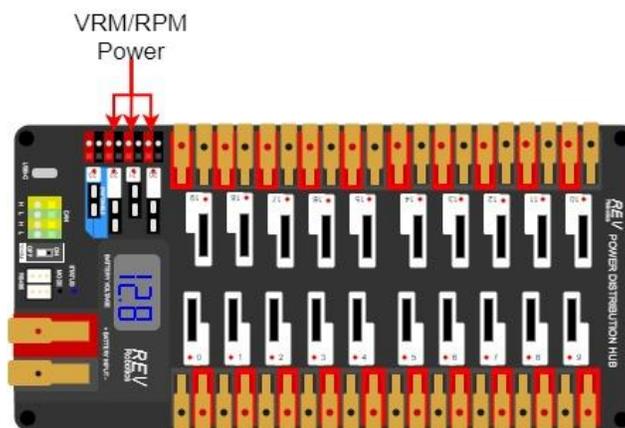
- A. 如图 Figure 8- 13 所示，在 PDP 末端的指定电源端子上接线。除了单个 CTR Electronics 气动控制模块(PCM, Pneumatics Control Module, P/N am-2858)或 REV Robotics 气动坞(PH, Pneumatic Hub, P/N REV-11-1852)外，不得将任何其他电气负载连接到这些 PDP 端子上。

Figure 8- 13 VRM, PCM, and RPM power source on a PDP



- B. 在 PDH 的 1 个不可切换熔断器通道 (20、21、22) 的端子上安装 10A 熔断器，并将其安装在相关的熔断器座中。该通道不得连接任何其他电气负载。

Figure 8- 14 VRM and RPM power source on a PDH



有关无线网桥的布线信息，请参阅《如何为 FRC 机器人布线》[How to Wire an FRC ROBOT](#)。

- R618 *PDP/PDH 要按照设计要求使用 Use PDP/PDH terminals as designed.** PDP/PDH 上的每个端子只能连接一根导线。

如果需要多点分配电路电源（例如从 1 个 20A 电路向多个 PCM 和/或 VRM 供电），则可将所有进线适当地拼接到主导线上（例如使用绝缘接线端子、压接或焊接导线拼接），然后将单根主导线插入端子，为电路供电。

R619 *给 PDP/PDH 使用指定断路器 Only use specified circuit breakers in PDP/PDH. PDP/PDH 中唯一允许使用的断路器是：

- A. Snap Action VB3-A 系列或 AT2-A，端子样式 F57，额定电流 40A 或更低，
- B. Snap Action MX5-A 或 MX5-L 系列，额定电流 40A 或更低，以及
- C. REV Robotics ATO 自动复位断路器，额定电流 40A 或更低。

R620 *给 PDP/PDH 使用指定的熔断器/保险丝 Only use specified fuses in PDP/PDH. PDP/PDH 中唯一允许使用的保险丝是微型汽车刀片保险丝（ATM 型），其值如下：

- A. 对于 PDP 来说，与设备相应保险丝座上印制的值相匹配的值和
- B. 对于 PDH 来说，保险丝为 15A 或更低，但为 PCM 或 PH 供电的单个 20A 保险丝除外。

请注意，这些保险丝必须压紧才能正确就位。安装不当会导致设备在受到冲击时重新启动。

R621 *用适当的断路器保护电路 Protect circuits with appropriate circuit breakers. 根据表 Table 8-3，每个分支电路必须由 PDP/PDH 上的一个且仅一个断路器或保险丝保护。除了 Kraken X60 接线柱转接板(WCP-1380)下游的设备外，断路器或保险丝不能连接任何其他电气负载。

Table 8-3 Branch circuit protection requirements 分支电路保护要求

分支电路	断路器值	每个断路器允许的数量
Motor Controller （电机控制器）	最大 40A	1
CUSTOM CIRCUIT （定制电路）	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 （继电器模块）	最大 20A	1
Automation Direct Relay 25A (*6M25*)	最大 20A	1
PCM/PH – 带压缩机	最大 20A	1
额外的 VRM (无 radio 负载)/额外的 PCM/PH (无压缩机负载)	最大 20A	最多 3 个
Automation Direct Relay 12A (*6M12*)	最大 10A	1

本规则并不禁止在 PDP/PDH 中使用较小值的断路器或在专用电路中使用任何保险丝或断路器来提供额外保护。

R622 *使用适当线径的导线 **Use appropriately sized wire.** 所有电路均应使用适当规格的绝缘铜线布线（信号线不必使用铜线）。：

Table 8- 4 Breaker and wire sizing

应用场合	最小导线尺寸
31 – 40A 断路器保护的电路	12 AWG (13 SWG or 4 平方)
21 – 30A 断路器保护的电路	14 AWG (16 SWG or 2.5 平方)
6 – 20A 断路器保护的电路	18 AWG (19 SWG or 1 平方)
11-20A 保险丝保护的电路	
PDP 专用端子与 VRM/RPM 或 PCM/PH 之间	
来自 PCM/PH 的压缩机输出	
PDH 和 PCM/PH 之间	22 AWG (22 SWG or 0.5 平方)
在 PDP/PDH 和 roboRIO 之间	
在 PDH 和 VRM/RPM 之间	
Kraken x60 接线柱转接板保护的电路	
≤5A 断路器保护的电路	24 AWG (24 SWG or .25 平方)
≤10A 保险丝保护的电路	
VRM 2A 电路	26 AWG (27 SWG or 0.14 平方)
roboRIO PWM 端口输出	28 AWG (29 SWG or .08 平方)
信号级电路（即连续电流≤1A 且信号源无法提供 >1A 电流的电路，包括但不限于 roboRIO 非 PWM 输出、CAN 信号、PCM/PH 电磁阀输出、VRM 500mA 输出、RPM 输出和 Arduino 输出）。	

设备制造商推荐使用的电线或最初连接在合规设备上的电线被视为设备的一部分，默认为合规电线。此类导线不受本规则约束。

为证明符合这些规则，参赛队应尽可能使用明确标注尺寸的电线。如果使用无标签的电线，参赛队应准备好证明所使用的电线符合本规则的要求（例如，电线样品和证明电线尺寸符合要求的证据）。

R623 *使用合适的连接头 Use only appropriate connectors. 分支电路可包括 COTS 连接器、接头、COTS 柔性/滚动/滑动触头和 COTS 滑环等中间元件，只要整个电气通路是通过适当规格/额定值的元件。

根据 [R203](#)，禁止使用含汞的滑环。

R624 *使用指定的导线颜色（大部分） Use specified wire colors (mostly). 所有极性不变的非信号级接线（即继电器模块、电机控制器或传感器的输出端除外）应在其整个长度上由生产商用以下颜色标记：

- A. 正极（如 +24VDC、+12VDC、+5VDC 等）连接上有红色、黄色、白色、棕色或黑色条纹
- B. 黑色或蓝色表示连接的公共端或负极(-)

本规则的例外情况包括：

- C. 最初连接到合规设备上的电线以及这些电线的任何延伸部分均使用与制造商相同的颜色
- D. POE 电线中使用的以太网网线

R625 *不要更改关键电源路径 Don't modify critical power paths. 定制电路不得直接改变机器人电池、PDP/PDH、电机控制器、继电器（根据 [R504-B](#)）、电机和驱动器（根据 [R501](#)）、气动电磁阀或机器人控制系统其他元件（[R701](#) 中明确提及的项目）之间的电源通路。如果对机器人输出的影响不大，则可以接受连接到机器人电气系统的定制高阻抗电压监控或低阻抗电流监控电路。

噪声滤波器可跨电机引线或 PWM 引线连接。此类滤波器不属于定制电路，既不违反本规定，也不违反 [R712](#)。

可接受的信号滤波器必须是完全绝缘的，并且必须符合以下条件之一：

- 可将 1 微法(1 μ F)或更小的非极化电容器横跨机器人上任何电机的电源引线（尽可能靠近实际电机引线），或
- 电阻器可用作输送伺服电机的 PWM 控制信号的并联负载。

8.7 Control, Command & Signals System 控制，命令和信号系统

R701 *用 roboRIO 控制机器人 Control the ROBOT with a roboRIO. 机器人必须通过 1 个可编程的 NI roboRIO 或 roboRIO 2.0（P/N am3000 或 am3000a，两种版本在本手册中均称为 "roboRIO"）进行控制，镜像文件(image)版本为 2024_v3.1 或更高版本。

没有任何规定禁止使用协处理器(co-processors)，前提是所有功率调节设备的启用和禁用命令都必须来自于 roboRIO。这包括合规连接到 CAN 总线的电机控制器。

R702 *使用指定的 radio 和机器人通讯 Communicate with the ROBOT with the specified radio. 1 个 OpenMesh 无线网桥（P/N: OM5P-AN 或 OM5P-AC），已在每次比赛中为你的队号配置了适当的加密密钥，是比赛期间与机器人进行通信的唯一允许设备。

R703 *为 roboRIO 使用指定的以太网口 Use specific Ethernet port for roboRIO. roboRIO 以太网端口必须连接到标有 "18-24 vPOE" 的无线网桥端口（可直接连接、通过网络交换机连接、通过 RPM 连接或通过 CAT5 以太网尾纤连接）。

注意：在 radio 和机器人之间放置开关可能会妨碍场地志愿者在赛场上排解机器人连接问题的能力。作为故障排除工作的一部分，可能会要求参赛队直接连接 radio 和 roboRIO。

R704 *和机器人通讯使用指定端口和带宽 Only use allowed ports and bandwidth to communicate with the ROBOT. 机器人与操作终端之间的通信速度不得超过 4 Mbits/秒，且仅限于表 Table 8- 5 中列出的网络端口。

Table 8- 5 Open FMS ports 开放的 FMS 端口

端口	用途	是否双向?
UDP/TCP 1180-1190	通过 USB 将摄像头连接到 roboRIO 时，从 roboRIO 向 Dashboard 软件发送摄像头数据	Yes
TCP 1735	SmartDashboard 软件用	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	通过机器人的交换机连接摄像头	Yes
HTTP 443	通过机器人的交换机连接摄像头	Yes
UDP/TCP 554	用于 h.264 摄像机流的实时流协议	Yes
UDP/TCP 1250	CTRE 诊断服务器	Yes
UDP/TCP 5800-5810	队伍自用	Yes

如果不使用上述端口，参赛队可随意使用这些端口（例如，如果参赛队选择不使用 USB 摄像头，则可使用 TCP 1180 在机器人和 Driver Station 软件之间来回传递数据）。

请注意，无线网桥将严格执行 4 Mbit 带宽限制。

FMS 白皮书，见 [FMS Whitepaper](#) 有更多关于如何检查和优化带宽使用的详细信息。

虽然 FIRST 会尽一切努力提供无线环境，允许参赛队使用 4 Mbits/ 秒的数据传输速率（其中约 100 Kbit 用于机器人控制和状态），但在某些赛事中，无线条件可能无法满足这一要求。

R705 *给设备配置你的队号 Configure devices for your team number. 必须根据《FIRST 机器人竞赛控制系统文件》中规定的程序，配置 roboRIO、Driver Station 软件和无线网桥，以对应正确的队伍编号，见 [FIRST Robotics Competition Control System documentation](#)。

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

R707 *禁止其他无线通讯 No other wireless allowed. 除 [R702](#), [R706](#) 所要求的无线通信以及赛事提供的用于位置探测系统的标签外，任何形式的无线通信均不得用于与机器人之间、机器人内部或机器人与外界之间的通信。

采用视觉频谱信号的设备（如照相机）和不接收人类指令的非射频传感器（如机器人上用于检测场地设施的“光束中断”传感器或红外传感器）不属于无线通信设备，因此本规则不适用。

R708 *无线网桥必须可见 Wireless bridge must be visible. 无线网桥必须安装在机器人上，以便现场工作人员可以看到诊断灯。

鼓励参赛队将无线网桥安装在远离产生噪音的设备（如电机、PCM/PH 和 VRM/RPM）的地方。

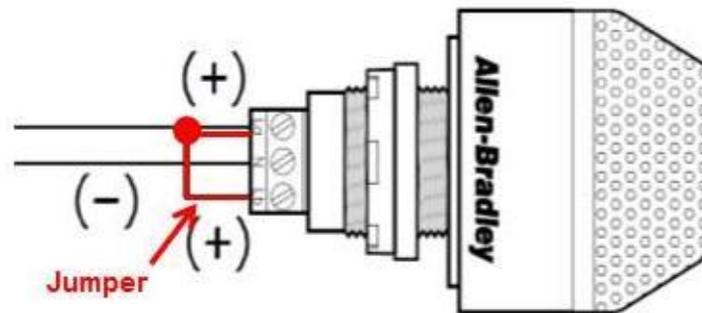
R709 *机器人必须安装信号灯 ROBOTS must have a signal light. 机器人必须使用至少 1 个但不超过 2 个诊断型机器人信号灯 (RSL) (P/N 855PB-B12ME522 和/或 am-3583)。

任何 RSL 都必须:

- 安装在机器人上，使其站在距离机器人某一侧至少 3 英尺（约 100 厘米）远的地方也能轻易看到，
- 连接至 roboRIO 上的 "RSL" 供电端子，以及
- 接线方式为实心灯操作，则按照图 [Figure 8- 15](#) 在灯的 "La" 和 "Lb" 端子之间放置一个跳线。

请参见 [How to Wire an FRC ROBOT](#) 了解连接详情。

Figure 8- 15 855PB-B12ME522 jumper wiring 跳线



R710 *只允许对控制系统装置进行指定的修改 Only specified modifications to control system devices permitted. 对 Driver Station 软件、roboRIO、PDP/PDH、PCM/PH、VRM/RPM、RSL、120A 断路器、电机控制器、用于控制驱动器（根据 [R713-C](#)）的 MXP 设备、继电器模块（根据 [R504-B](#)）、无线网桥、PDH/PDP 断路器和保险丝、以及电池不得以任何方式进行篡改、修改或调整（篡改包括钻孔、切割、机加工、重新布线、拆卸、喷漆等），但以下情况除外:

请注意，Driver Station 软件是一个独立于 Dashboard 的应用程序。不得修改 Driver Station 软件，但参赛队可定制其 Dashboard 软件的代码。

- 用户可自定义 roboRIO 中的可编程代码。
- 电机控制器可按照用户手册中的说明进行校准。
- 风扇可连接到电机控制器上，并由电源输入端子的供电。
- 如果为压缩机供电，斯派克 H 桥继电器（Bridge Relay）上的保险丝可用 1 个 VB3A-20A 速断断路器代替。

- E. 电线、电缆和信号线可通过设备上提供的标准连接点进行连接。
- F. 可使用紧固件（包括粘合剂）将设备固定到操作终端或机器人上，或将电缆固定到设备上。
- G. 热界面材料可用于改善热传导。
- H. 标签可用于标明设备用途、连接性、功能性能等。
- I. 可以更改跳线的默认位置。
- J. 可从 Jaguar 电机控制器上拆下限位开关跳线，用定制的限位开关电路代替。
- K. 可使用制造商提供的固件更新设备固件。
- L. 电机控制器上的整体导线可以剪断、剥离和/或连接。
- M. 只要维修后设备的性能和规格与维修前完全相同，就可以对设备进行维修。
- N. 可以从 Talon SRX 数据端口取下盖子。
- O. 可在无线网桥内部的铝板上粘贴电工胶带。
- 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 SD 卡可以更换为任何容量的 SD 卡。
- R. 在 PDH/PDP 断路器和熔断器的裸露导体上添加绝缘材料。
- S. 用功能等同的接线端子替换控制系统电源接线端子（如 RSL 电源连接器）。

请注意，虽然允许维修，但该修补与任何制造商的保修无关。参赛队自行承担维修风险，并应假定放弃任何保修或退货选择。请注意，诊断和维修此类部件可能非常困难。

有关修改 O 项的更多信息，请参阅 [this OM5P-AC Radio Modification article](#).

- R711 *电机输出不能直连 roboRIO Don't connect motor outputs to roboRIO.** 除指定的 12VDC 输入外，12VDC 电源、继电器模块或电机控制器输出均不得直接连接至 roboRIO。
- R712 *从 roboRIO 控制 PWM 控制器 Control PWM controllers from the roboRIO.** 每个继电器模块（根据 [R504-B](#)）、伺服电机控制器和 PWM 电机控制器均应连接至 roboRIO 上的相应端口（继电器连接至继电器端口，伺服电机控制器和 PWM 控制器连接至 PWM 端口），可直接连接或通过 WCP Spartan 传感器板连接，或通过合规的 MXP 连接（根据 [R713](#)）。除 Nidec Dynamo 马达控制器外，它们不得受任何其他信号源的控制，该控制器也必须连接至 roboRIO 数字输入/输出接口(Digital I/O)。
- R713 *只有许可的 MXP 设备才能控制驱动器 Only approved MXP devices can control actuators.** 如果通过 MXP 控制电机，其功率调节装置必须通过以下一种方法连接：
- 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 CONDUCTOR）网络，或
 - C. 通过 1 个已许可的有源器件(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

无源导体是指其功能仅限于传导和/或静态调节施加于其上的电能的任何设备或电路（如导线、接头、连接器、印刷电路板等）。

有源器件/有源设备是指任何能够通过外部电刺激动态控制和/或转换电能源的设备。

无源导体网络仅适用于向电机或伺服电机输出的 PWM 的引脚。这意味着，将传感器等有源设备连接到一个 MXP 引脚，并不会妨碍其他 MXP 引脚按照以下规定使用 B 项。

- R714 *从 roboRIO 控制 CAN 电机控制器 Control CAN motor controllers from the roboRIO.** 每个 CAN 电机控制器都必须使用来自 roboRIO 的信号输入进行控制，并通过 PWM（根据 [R713](#) 布线）或 CAN 总线（直接或通过另一个 CAN 总线设备菊花链）信号传递，但这两种信号不得在同一设备上同时布线。

只要 CAN 总线的接线合规，能够保持来自 roboRIO 的心跳，就可以使用 CAN 电机控制器的所有闭环控制功能。（也就是说，从 roboRIO 发出的配置、启用和指定所有 CAN 电机控制器闭环模式操作点的命令都符合 [R701](#) 的要求）。

"直接连线"(Wired directly)包括通过任何一系列无源导线（即只允许使用无源导线的星形或集线器配置）。

- R715 *从 roboRIO 控制 PCM/PH Control PCM/PH(S) from roboRIO.** 每个 PCM/PH 都必须由来自 roboRIO 的信号输入控制，并通过与 roboRIO 内置 CAN 的 CAN 总线连接（直接连接或通过另一个 CAN 总线设备菊花链连接）。

- R716 *连接 PDP/PDH 到 roboRIO 的 CAN 总线 Connect the PDP/PDH to the roboRIO CAN bus.** PDP/PDH CAN 接口必须连接到 roboRIO 的内置 CAN 总线（直接连接或通过另一个 CAN 总线设备菊花链连接）。

有关 CAN 总线连接接线方法的文档，请参见 [How to Wire an FRC ROBOT](#).

- R717 *不要更改 CAN 总线 Don't alter the CAN bus.** 不允许使用任何干扰、改变或阻断 roboRIO 与总线上的 PDP/PDH、PCM/PH 和/或 CAN 电机控制器之间通信的设备。

每个 Weidmuller CAN 连接器端子上只能插入一根导线。有关 CAN 总线连接的接线方法，请参阅 [How to Wire an FRC ROBOT](#).

- R718 *允许使用 USB 转 CAN 的转接器 USB to CAN adapter permitted.** 使用 CTR Electronics CANivore™ (P/N 21-678682) USB-CAN 适配器/转接器，可为 roboRIO 添加额外的 CAN 总线连接。

以这种方式添加的任何额外 CAN 总线都符合 [R714](#) 的要求（即可以将电机控制器连接到该额外总线上）。

8.8 Pneumatic System 气动系统

为了确保安全，本节中的规则适用于赛事期间的所有时间，而不仅仅是机器人在赛场上进行比赛的时候。

- R801 *仅使用明确许可的气动部件 Only use explicitly permitted pneumatic parts.** 为满足与安全、一致性、检查和建设性创新有关的多重限制，除本节明确允许的部件外，机器人不得使用其他气动部件。

- R802 *无定制气动装置，符合最低压力额定值 No custom pneumatics and meet minimum pressure ratings.** 所有气动设备必须是 COTS 气动设备，并且必须满足以下任一条件：

- 制造商额定压力至少为 125psi (约 862 kPa(千帕斯卡), 8.6 Bar) 或
- 安装在主泄压调节器（参见 [R809](#)）的下游，额定压力至少为 70psi (~483 kPa, 4.8 Bar)。

任何压力规格，如 "工作压力"、"运行压力"、"最大压力"等，均可用于满足本规则的要求。

It is recommended that all pneumatic items be rated by their manufacturers for a working pressure of at least 60 psi (~414 kPa, 4.1 Bar).

R803 *不要改装气动装置 Don't modify pneumatics. 所有气动元件必须在原装、未经改动的状态下使用。例外情况如下:

- A. 输气管可切割,
- B. 气动装置的接线可进行修改, 以便与控制系统连接,
- C. 使用现有螺纹、安装支架、快速接头等组装和连接气动元件,
- D. 从气动缸上拆下安装销, 但气动缸本身不得改动, 以及
- E. 用于标明设备用途、连接性、功能性能等的标签。

例如, 不得对气动元件的任何部件进行喷漆、锉磨、机械加工或研磨 - 这将导致该部件成为违禁品。

R804 *只能使用特定的气动装置 Only use specific pneumatic devices. 机器人上唯一允许使用的气动系统包括以下项目:

- A. 气动泄压旋塞阀, 其功能与 KOP 提供的气动泄压旋塞阀相同,

可接受的阀门包括 Parker PV609-2 或 MV709-2。

- B. 泄压阀与 KOP 提供的泄压阀功能相同,

可接受的阀门包括 Norgren 16-004-011、16-004-003 或 McMaster-Carr 48435K714。

阀门必须预设或可调至 125 psi (~862 kPa, 8.6 Bar), 并能释放至少 1 scfm (~472 cm³/s), 才能被视为功能等同。

- C. 电磁阀, 最大端口直径为 1/8 英寸 (公称直径约 3 毫米) 的 NPT、BSPP 或 BSPT 端口, 或外径为 1/4 英寸 (公称直径约 6 毫米) 的集成快速连接管连接,
- D. 额外的气动管道, 最大外径为 1/4 英寸 (标称直径, 约 6 毫米),
- E. 压力传感器、压力表、无源流量控制阀 (特别是 "针阀")、歧管和连接配件 (包括 COTS 气动 U 型管),
- F. 单向阀和快速排气阀, 但仍须满足 R813 的要求。
- G. 关闭时可将下游压力释放到大气中的截止阀 (也可称为三通或三通排气阀),
- H. 压力调节器的最大出口压力调至不超过 60 psi (~413 kPa, 4.1 Bar),
- I. 气缸、气动线性推杆和旋转推杆,
- J. 气动储气罐 (白色的 Clippard 储气罐 P/N AVT-PP-41 除外),
- K. 1 台符合 R806 标准的压缩机,
- L. 碎片或凝聚 (水) 过滤器, 以及碎片或凝聚 (水) 过滤器, 以及
- M. 文丘里阀 (注: 文丘里阀的高压侧被视为气动设备, 必须遵守所有气动规则。根据下面蓝框中的 A 项, 文丘里阀的真空侧不受气动规则的限制)。

以下设备不属于气动设备, 不受气动规则的限制 (但必须符合所有其他规则的要求):

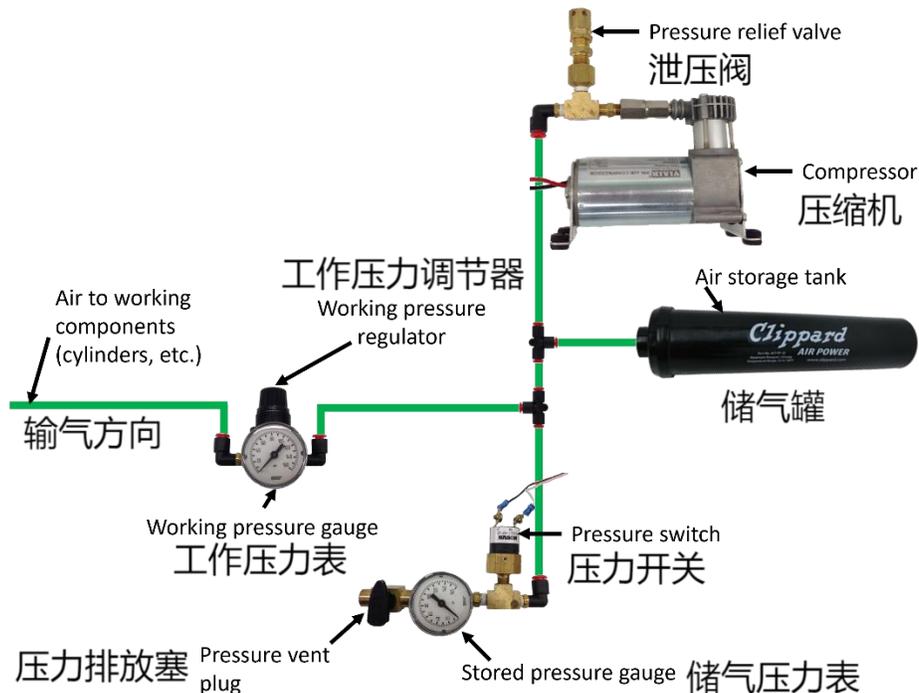
- A. 产生真空的装置,
- B. 闭环 COTS 气动 (气体) 减震器,
- C. 充气 (气动) 车轮, 以及

D. 不作为气动系统的一部分使用的气动装置（即使用方式不允许其包含加压空气）。

R805 *如果使用气动装置，需要这些部件 If using pneumatics, these parts are required. 如果使用气动部件，则以下项目必须作为气动回路的一部分，并且必须按照本节的要求使用。见图 Figure 8- 16。

- A. 1 台 FIRST 机器人竞赛的合规压缩机（根据 R806），
- B. 泄压/溢流阀已连接（根据 R804-B）并已校准（根据 R811），
- C. 一个 Nason 压力开关（P/N SM-2B-115R/443）和/或 REV Robotics 模拟压力传感器（P/N REV-11-1107），按照 R812 进行连接和接线，
- D. 至少 1 个管道式压力排放/排气塞（根据 R813），
- E. 储气/储存压力表和工作压力表（根据 R810），以及
- F. 1 个主要工作压力调节器（根据 R808）。

Figure 8- 16 Pneumatic circuitry 气动回路



R806 *仅限机器人压缩机提供的压缩空气 Compressed air from ROBOT compressor only. 在整个赛事过程中，机器人上的压缩空气必须仅由其 1 台机载压缩机提供。压缩机的规格在任何压力下都不得超过 12VDC 下 1.1 立方英尺/分（约 519 立方厘米/秒）的标称流量。

机器人的压缩机可以由其他压缩机替代，但机器人一次只能有一个指定的压缩机，机器人上的所有压缩空气必须来自一个压缩机。

注：Vlair C 系列压缩机的最大工作压力为 120 PSI，额定间歇压力大于 125 PSI，因此符合本规则的要求。

R807 *储气压力上限 Air storage pressure limit. 机器人上的存储气压不得大于 120 psi (~827 kPa, 8.2 Bar)。不得将用于机器人的存储气压放置在机器人外。

R808 *工作气压上限 Working air pressure limit. 机器人上的工作气压（用于驱动设备的气压）不得大于 60 psi (~413 kPa, 4.1 Bar)，并且必须通过单个主可调节、泄压式压力调节器提供。其他调节器可位于单个主调节器的下游。

可接受的阀门包括 Norgren 调节器 P/N R07-100-RNEA 和 Monnier P/N 101-3002-1。

R809 *高压处的设备限制 Limited devices at high pressure. 只有压缩机、泄压阀、压力开关、压力排放塞、压力表、储气罐、管道、压力传感器、过滤器和连接配件可以位于调节器上游的高压气动回路中。

建议调节器上游高压气动回路中的所有元件的额定工作压力至少为 115 psi (~793 kPa, 7.9 Bar)。

R810 *压力表必须可见 Pressure gauges must be visible. 压力表必须安装在调压器上游和下游容易看到的位置，分别显示储存压力和工作压力。压力表必须以 psi、kPa 或 Bar 为单位显示压力。

R811 *泄压阀要求 Relief valve requirements. 泄压阀必须直接连接到压缩机上，或通过连接到压缩机输出出口的合规硬配件（如黄铜、尼龙等）连接。

参赛队必须检查和/或调节泄压阀，使其在 125 psi (~862 kPa, 7.9 Bar) 压力下释放空气。阀门在提供给参赛队之前可能已经校准，也可能尚未校准。

调节泄压阀的说明可参阅《气动手册》[Pneumatics Manual](#)。

R812 *压力开关要求 Pressure switch requirements. 压力开关必须连接到气动回路的高压侧（即压力调节器之前），以感知回路的存储压力。

它必须是：

A. Nason P/N SM-2B-115R/443（如上所述接线）和/或

压力开关的 2 根导线必须直接连接到控制压缩机的 PCM/PH 的压力开关输入端，如果使用 roboRIO 和继电器控制，则连接到 roboRIO。如果连接到 roboRIO，则必须对 roboRIO 进行编程，以感知开关状态并操作为压缩机供电的继电器模块，防止系统压力过高。

B. REV Robotics P/N: REV-11-1107（如上所述接线）

传感器的模拟输出必须直接连接到控制压缩机的 PH（固件版本为 22.0.2 或更新）的模拟输入口 0。

REV Robotics 模拟压力传感器只能用于 PH 压缩机控制，不能用于 PCM 压缩机控制。

R813 *排气塞要求 Vent plug requirements. 任何压力排放塞都必须：

- A. 与气动回路连接，以便在手动操作时，能在合理的时间内向大气排气，以释放所有储存的压力，以及
- B. 放置在机器人上，使其清晰可见，方便使用。

R814 *不要将电磁阀输出端连接在一起 Don't connect solenoid outputs together. 多个电磁阀的输出空气不得合并。

歧管、梭阀和其他不合并输出气流的装置，即使气流可能通过管道进入同一装置，也不违反本规则。

8.9 OPERATOR CONSOLE 操作终端

R901 *使用指定的 Driver Station 软件 Use the specified Driver Station Software. National Instruments 提供的 Driver S 软件 ([安装说明可在此处找到](#)) 是唯一允许指定并向机器人发送运行模式 (即自动阶段/手动阶段) 和运行状态 (启动/停机) 的应用程序。Driver Station 软件必须是 24.1 或更新版本。

允许参赛队在参加比赛时使用自己选择的便携式计算设备 (笔记本电脑、平板电脑等) 并装有 Driver Station 软件。

R902 *操作终端必须有可视显示屏 The OPERATOR CONSOLE must have a visible display. 操作终端是一套由操作手和/或人类玩家用于向机器人传达指令的组件和机械装置, 必须包括一个图形显示屏, 用于显示 Driver Station 软件的诊断信息。该显示屏必须安装在操作终端内, 以便在机检和比赛时可以清楚地看到屏幕显示。

R903 *将 FMS 的以太网直接连接至操作终端 Connect FMS Ethernet directly to the OPERATOR CONSOLE. 装有 Driver Station 软件的设备只能通过操作站提供的以太网网线与 FMS 连接 (例如, 不能通过交换机)。参赛队可通过以太网尾纤或单端口以太网转换器 (如扩展坞、USB 以太网口转换器、Thunderbolt 以太网口转换器等)。操作终端上的以太网端口必须便于快速插拔。

强烈建议参赛队在用于连接 FMS 的以太网端口上使用尾纤。这种尾纤可减少设备端口的磨损, 并通过适当的应力消除保护端口免受意外损坏。

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

- A. 长于 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持持有或佩戴的任何物品),
- C. 离地面超过 6 英尺 6 英寸 (约 198 厘米), 或
- D. 依附到场地上 (第 5.6.2 节所述的钩环胶带除外, 见 [5.6.2 操作站](#))。

操作站支撑架中央有一条长 4 英尺 6 英寸 (约 137 厘米)、宽 2 英寸 (标称值) 的钩环胶带 ("环"面), 用于将操作终端固定在支撑架上。见 [5.6.2 操作站](#) 获得更多细节。

请注意, 虽然没有硬性重量限制, 但重量超过 30 磅 (约 13 千克) 的操作终端会受到额外的检查, 因为它们很可能会造成不安全的情况。

R905 *仅使用场地无线通信 FIELD wireless only. 除场地提供的系统外, 不得使用任何其他形式的无线通信与操作终端进行通信、从操作终端获得通信、和在操作终端内部通信。

禁止使用的无线系统包括但不限于激活的无线网卡和蓝牙设备。在 FIRST 机器人竞赛中, 动作感应输入设备 (如微软的 Kinect) 不属于无线通信设备, 允许使用。

R906 *禁用不安全的操作终端 No unsafe OPERATOR CONSOLES. 操作员主机不得使用危险材料制造, 不得有安全隐患, 不得造成不安全状况, 不得干扰其他操控组或其他机器人的运行。



9 Inspection & Eligibility 机器人检查和通过资格

本节介绍有关参加比赛的规则。在比赛开始时，无论机器人在不在场地上，只要有任何一名队员出现在联盟区域内，该队就参加了比赛。

在每次比赛中，首席机器人检查员 (LRI) 对任何部件、机械装置或机器人的合规性拥有最终决定权。检查员可随时重新检查机器人，以确保其符合规则。如果参赛队对机器人的合规性或如何使机器人合规化有任何疑问，请咨询检查员或 LRI。

检查过程可以分段进行，即可能会因为队伍的练习赛、练习场上的空档、午休时间等而暂停。在整个过程中，可能会根据空闲时间聘用不同的检查员。参赛队可自行决定要求不同的检查员或邀请首席机器人检查员参与其机器人的检查。

虽然在淘汰赛前没有对参赛队进行复检的具体规定程序，但通常情况下，检查员会利用上述复检自由裁量权，在资格赛即将结束或淘汰赛即将开始时，对所有机器人进行有限的复检，以帮助确认依据 [1104](#) 需要进行复检的任何改装。

在通过检查之前，允许机器人参加预定的练习赛。但是，FTA、LRI 或主裁判可随时判定机器人不安全，并禁止其继续参加练习赛，直到情况得到纠正和/或机器人通过检查。1 个安全的机器人具有功能性保险杠，保险杠的覆盖范围 ([R401](#))、高度 ([R402](#)) 和横截面 ([R408](#)) 大致符合要求。

在比赛开始前，任何由 FTA、LRI 或主裁判判定无法或不符合参赛资格的机器人将被宣布为“忽略”(BYPASSED) 状态并停机。根据 [1102](#)，机器人通过机检被判忽略的队伍仍有资格获得资格赛排名分或淘汰赛得分。

机检表 Inspection Checklist (翻译的时候尚未公布 2024 年机检表) 可帮助参赛队在赛前对其机器人进行自我检查。强烈建议参赛队在赛前进行自我检查。

9.1 Rules 机器人检查规则

1101 *这是你自己队伍的机器人 It's your team's ROBOT. 机器人及其主要机械装置/主要机构(MAJOR MECHANISM)必须由 FIRST 机器人竞赛队伍制造。

主要机械装置是一组部件和/或机械装置组合在一起，用于应对至少一项比赛挑战：机器人移动、音符操作、场地设施操作，或在没有其他机器人协助的情况下执行一项可完成的任务。

本规则要求机器人及其主要机械装置由其队伍制造，但并不禁止或不鼓励其他队伍提供协助（例如，制造元件、帮忙搭建、编写软件、制定比赛策略、提供部件和/或机械装置等）。

主要机械装置的例子包括但不限于以下用途：

- A. 操作音符，
- B. 操作场地元素，以及
- C. 在场地内移动机器人。

一般不被视为主要机械装置，因此可能不受本规则约束的例子包括（但不限于）以下内容：

- A. 齿轮箱组件，
- B. 属于主要机构一部分的部件或机构，以及
- C. COTS 物品。

无论是本规则还是蓝框中的文字，都没有规定具体的完成度，即主要机械装置有多少必须是参赛队的努力成果。本规则期望并要求参赛队诚实地评估他们是否建造了机器人的主要机械装置。

企图利用主要机械装置定义中的漏洞绕过这一要求，既不符合本规则的精神，也不符合 FIRST 机器人竞赛的精神。钻空子的例子包括：

- A. 组装其他队伍提供的主要机械装置，COTS 套件除外，和
- B. 从其他队伍获得基本完整的主要机构，自己则提供一小部分。

I102 *在参加资格赛/淘汰赛之前通过机检 Get inspected before playing a Qualification/Playoff MATCH. 只有当参赛队的机器人通过完整的初步检查后，才允许参加资格赛或淘汰赛，并获得排名分或比赛得分。

判罚：如果在比赛开始前发现，该队被取消成绩，没有资格参加该场比赛。如果在比赛开始后发现，整个联盟在该场比赛中被判红牌。

请注意此规定。FIRST 机器人竞赛队伍必须确保其联盟伙伴通过检查。如果允许未通过检查的伙伴参赛，则联盟有可能被红牌警告。参赛队应及早检查其联盟伙伴，并在比赛前帮助他们通过检查。

I103 *把所有东西都带去机检 Bring it all to inspection. 在检查时，操作终端和机器人必须呈上机器人将在比赛中使用的所有机械装置（包括每个机械装置的所有部件）、配置和装饰，而无需重新检查（根据 [I104](#)），且重量不得超过 150 磅（约 68 千克）。（注意，虽然最多可同时检查 150 磅（约 68 千克）的机器人机械装置，但在比赛中使用的机器人配置不得违反 [R103](#)）。操作终端和 [R103](#) 中列出的例外情况不包括在此重量内。

I104 *除非是以下所列的更改，否则机器人的任何更改都必须重新接受检查 Unless the change is listed below, any change to a ROBOT must get re-inspected. 如果重新配置的机器人仍然符合所有机器人结构规则，则机器人可以使用检查时呈上的机械装置的子集进行比赛。只有检查时存在的机械装置可以在两次比赛之间添加、移除或重新配置，而无需根据本规则重新检查。如果机器人在最近一次通过检查后进行了改装，则必须重新接受检查后才有资格参加比赛。

例外情况列于 A 至 F 部分（除非会导致机器人的尺寸、重量、合规性或安全性发生重大变化）。

- A. 增加、重新定位或拆除紧固件（如扎带、胶带和铆钉），
- B. 标签或标记的增加、移动或删除，
- C. 修订机器人代码，
- D. 用相同的 COTS 部件替换 COTS 部件、
- E. 用相同的机械装置（尺寸、重量、材料）替换机械装置，以及
- F. 增加、拆除或重新配置已按 [I103](#) 检验过的机械装置子集的机器人。

I105 *不要钻重新检查的空子 Don't exploit re-inspection. 参赛队不得利用 [I104](#) 中的复检程序来规避 [I103](#) 中的重量限制。

此限制无意阻止参赛队返回以前的配置（例如，由于升级不成功或新组件故障）。如果认为某支参赛队违反了这一规则，LRI 将与该参赛队讨论情况，以了解其变化，并在适当的情况下，LRI 将与该参赛队一起选择一种单一配置，该参赛队将在赛事期间使用该配置参赛。

例 1：一台机器人通过了初步检查（包括机械装置 A）。然后，它的队伍决定使用未经检验的机械装置 B。机器人、A 和 B 的重量小于 [I103](#) 的重量限制，但大于

R103 的重量限制。根据 **I104** 要求重新检查机器人，本规则允许对机器人、A 和 B 进行集体检查。如果通过，机器人可与 A 或 B 一起参加随后的比赛。

例 2：一台机器人通过了初步检查（包括机械装置 A）。然后，其队伍决定使用未经检验的机械装置 B。机器人、A 和 B 的重量超过了 **I103** 中的重量限制。这就需要按照 **I104** 重新检查，并将 A 排除在外，以满足 **I103** 的要求。当 B 坏了，该队决定换回 A。机器人必须按照 **I104** 重新检查，该队没有违反本规则。

例 3：某参赛队携带机器人、机械装置 A 和机械装置 B 参加比赛，它们的总重量为 175 磅（79 千克）。机器人通过了 A 的初步检查并进行了比赛。队伍换到 B，重新接受检查，并再次进行比赛。队伍换回 A，重新接受检查，并再次进行比赛。队伍换回 B，要求重新检查。此时，LRI 怀疑该队可能违反了这一规则，并与该队进行了讨论，以了解正在做出的改变。该队承认违反了这一规则，LRI 会与他们一起选择 A 或 B，以便在剩余的比赛使用。

I106 ***机器人必须关机进行检查（大部分情况） ROBOTs are off for inspection (mostly).** 为了所有相关人员的安全，机器人必须在断电、气动装置未加压、弹簧或其他储能装置处于最低势能状态（如拆除电池）的情况下接受检查。

只有在绝对需要验证某些系统功能和是否符合特定规则（固件检查等）的检测过程中，才可启用机器人的电源和气压。如果符合以下两个标准，检查员可允许机器人的供电超出上述参数范围：

- A. 机器人设计需要电源或充电储能装置，以确认机器人符合体积要求，以及
- B. 该队伍还加入了安全联锁装置，以减少意外释放这种储存的能量。

在检查过程中，可能会要求检查组演示这些联锁措施。

I107 ***机器人检查必须有学生参与 No STUDENT, no inspection.** 任何检查工作都必须至少有一名学生队伍成员陪同机器人进行。

如有重大冲突，如宗教节日、重大考试、交通问题等，则可例外。



10 Tournaments 锦标赛赛制

2024 年 FIRST 机器人竞赛的每项赛事都以锦标赛的形式进行。每场比赛包括 3 种类型的比赛：练习赛（Practice MATCHES，不一定在所有地方赛(District)赛事中进行）、资格赛(Qualification MATCHES)和淘汰赛（Playoff MATCHES）。

在资格赛开始之前，练习赛为每个参赛队提供在场地上操作机器人的机会。

资格赛允许各队获得排名分(Ranking Points)，排名分将决定他们的种子队(seeding position)位置，并可能使他们获得参加淘汰赛的资格。

淘汰赛决出赛事冠军。

10.1 MATCH Schedules 比赛时间表

比赛时间表用于协调赛事中的比赛。图 Figure 10-1 介绍了时间表上的细节信息。[Section 10.5.2 比赛安排](#)描述了什么是代理赛(SURROGATE MATCHES)。

Figure 10-1 Sample MATCH schedule 比赛时间表举例

队伍的比赛数量		Event Name						
Matches Per Team		10	ALLIANCE Red or Blue					
			DRIVER STATION number 1, 2, or 3					
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 比赛开始时间
 MATCH Type 比赛类型和场次
 MATCH Number 比赛场次编号
 Asterisk (*) indicates SURROGATE MATCH *号代表该队伍打的是代理赛

10.2 MATCH Replays 比赛重赛机制

在比赛过程中，可能需要对比赛进行重赛。重赛的典型原因是淘汰赛期间以平局告终的比赛、因场地志愿者预计场地损坏或人身伤害而停止的比赛，或出现赛场故障。赛场故障(ARENA FAULT)是指赛场运行中的错误，包括但不限于：

- A. 由于以下原因，场地设施被破坏
 - a. 正常的、预期的比赛玩法或
 - b. 机器人滥用场地设施，影响对手的比赛结果，

因机器人滥用场地设施而造成的损坏，影响的如果是该机器人所在联盟的比赛结果，则不属于赛场故障。

- B. 部分场地断电（操作站的断路器跳闸不视为断电），
- C. FMS 激活不当，
- D. 场地志愿者的差错（[6.8 场地后勤](#)中列出的除外），以及
- E. 机器人的 radio 断开，影响场内其他机器人操作超过 8 秒钟。

如果根据主裁判的判断，发生了影响比赛结果的赛场故障，且受影响联盟的任何队伍希望重赛，则比赛将重赛。FIRST 总部保留在与主裁判和 FTA 协商后，对发生影响比赛结果的赛场故障的比赛进行重赛的权利。

如果出现故障，经主裁判判断，改变了哪个联盟本应赢得比赛和/或排名分的分配，则比赛结果将受到影响。

如果出现 FIRST 总部认为会改变排名分分配或对于排名标准的得分产生巨大影响的错误，则比赛结果将受到影响。

请注意，根据主裁判的判断，不影响比赛结果的赛场故障不会导致比赛重赛。例子包括但不限于：

- A. 一块场地塑料掉入场地，远离任何人类或机器人活动，并且不会影响比赛结果，
- B. 赛场声音的延迟播放，
- C. 观众屏幕上的计时器与赛场计时器不匹配，
- D. 对判罚的任何调整或延迟（包括在比赛之后做出的），以及
- E. 在比赛最后 20 秒之前出现 G 情景。

T201 *重赛的环境需要还原 Replays will be the same. 在重赛因赛场故障或场地损坏造成的比赛时，应尽一切合理努力创造相同的条件。举例来说，这意味着在重赛开始前机器人被忽略的队伍在重赛中也被忽略。不过机器人和操控组成员的起始位置在重打比赛时无需复制。

判罚：在情况得到纠正之前，比赛不会开始

10.3 Measurement 场地测量

在每个赛事中，场地将在资格赛开始前至少开放 30 分钟，在此期间，参赛队可以勘察和/或测量场地，并将机器人带入场地进行传感器校准。赛场开放的具体时间将在比赛时通知参赛队。参赛队可向 FTA 提出具体问题或意见。

T301 *机器人只能原地不动 Freeze, ROBOT. 在场地开放测量期间，机器人可以启动，但既不能移动，不能伸展超出其外围框架，也不能与音符、舞台、低音炮、放大器或其他场地设施发生互动（例如：尝试得分、推动、拾取等）。

判罚：口头警告，如果在赛事期间的任何时候再次违规或情节恶劣，黄牌警告。

10.4 Practice MATCHES 练习赛

练习赛在资格赛之前进行。练习赛赛程表将尽快公布，但不得晚于练习赛开始前。对于区域赛(Regional)，除特殊情况外，该赛程表还将在 [FIRST Robotics Competition Event Results site](#) 上公布和在线提供。练习赛是随机分配的，参赛队不得调换已安排的练习赛。除非参赛队数量乘以练习赛数量不能被 6 整除，否则每支参赛队都会被分配到相同数量的练习赛。在这种情况下，FMS 会随机选择一些参赛队进行额外的练习赛。

由于赛事日程安排的限制，不保证在地方赛赛事中进行练习赛。

10.4.1 Filler Line 练习赛补位线

补位线用于填补已安排的练习赛的空位，或填补已安排练习赛的赛事的所有空位。补位线上的参赛队按照先到先得的原则，填补其他未报到队列的参赛队在练习赛中留下的空位。补位线队伍的数量取决于场馆的空间。

只有满足以下所有条件的团队才有资格进入补位线：

- A. 补位线内的机器人必须通过检查（对于开放的练习赛时间表的赛事，可免除此要求），
- B. 操控组必须与机器人一起加入补位线等候，

- C. 在补位线内，参赛队不得对其机器人进行作业，
- D. 参赛队在补位线所占位置不得超过 1 个，以及
- E. 如果参赛队正在排队参加练习赛，则不得同时加入补位线。

10.5 Qualification MATCHES 资格赛

10.5.1 Schedule 资格赛时间表

资格赛时间表/赛程表将尽快公布，但不得晚于资格赛开始前 30 分钟。除特殊情况外，参赛队会收到一份纸质副本，也可在 [FIRST Robotics Competition Event Results site](#) 上查阅。每个资格赛赛程由一系列回合组成，每队每回合进行一场比赛。

10.5.2 MATCH Assignment 比赛安排

FMS 使用预定义算法为每个参赛队的每场资格赛分配 2 个联盟伙伴，参赛队不得调换资格赛分配。该算法采用以下按优先顺序排列的标准：

1. 队伍两场比赛之间的间隔大于规定的最短比赛间隔时间（因赛事规模而异）
2. 队伍与相同队伍组成联盟的次数最小化
3. 队伍遇见相同对手的次数最小化
4. 队伍被指派参加代理赛（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均等
6. 队伍被分到每个操作站的次数均等

有关比赛赛程表算法的更多信息，请访问网页 [Idle Loop software's website](#).

在参赛队少于 24 支的赛事中，标准类似，但标准 5 有所改变，以尽量减少参赛队在蓝色和红色联盟之间交换的次数，而不是平均分配。

所有队伍的资格赛场数与轮数相同，除非队伍数乘以比赛场数不能被 6 整除。在这种情况下，FMS 会随机选择一些队伍进行额外的比赛。为了计算种子队排名，这些队伍被指定为额外比赛的代理赛。如果某队作为代理赛参赛，则会在赛程表上注明，该场比赛始终是他们的第三场资格赛，比赛结果对该队的排名没有影响。不过，在代理赛中吃到的黄牌和红牌将记入随后的比赛。

10.5.3 Qualification Ranking 资格赛排位

排名分是根据参赛队所属联盟在资格赛中的表现计入参赛队的单位。每场资格赛结束后，将向每支符合资格的队伍授予排名分，见表 Table 6-2。

排名分分配的例外情况如下：

- A. 队伍的代理赛给 0 排名分。
- B. 被主裁判判定为取消成绩的队伍将获得 0 排名分。
- C. 缺席(no-show)的队伍将被取消该场比赛的成绩或被罚红牌（G208）。如果比赛开始时，没有操控组成员出现在联盟区域，则该队被宣布为缺席队伍。

一支队伍在资格赛中获得的排名分总分除以他们已打完的比赛场次（减去任何代理赛），然后截断到小数点后两位，就是他们的排位分（RS, Ranking Score）。

所有参加资格赛的队伍均按排位分进行排名。如果参赛队伍数量为“n”，则按“1”至“n”排名，“1”为排位分最高的队，“n”为排位分最低的队。

使用表 10-1 中定义的排序标准，对参赛队进行排序，见 Table 10-1。

Table 10- 1 Qualification MATCH ranking criteria 资格赛排名标准

顺序	标准
1 st	排位分 (Ranking Score)
2 nd	平均合作竞争分
3 rd	联盟比赛平均得分, 不包括犯规和技术犯规
4 th	联盟的出发分加上自动阶段音符得分的平均分
5 th	联盟的停留分, 登台分和陷阱区的音符得分的平均分
6 th	FMS 的随机排序

10.6 Playoff MATCHES 淘汰赛

淘汰赛在资格赛之后进行。在淘汰赛中, 参赛队在联盟选择的时候选队伍组成固定联盟中进行比赛, 并通过双败淘汰赛晋级。参赛队不获得排名分; 他们根据比赛的胜、负或平局结果获得晋级。

由主裁判判定取消资格的队伍将导致其联盟在淘汰赛比赛中获得 0 分。

10.6.1 ALLIANCE Selection Process 联盟选择流程

资格赛结束后, 排名前 8 位的队伍将成为联盟领队(Lead)。排名靠前的联盟依次为联盟 1、联盟 2 等, 直至联盟 8。通过本节所述的联盟选择过程, 每个联盟领队选择另外 2 支队伍加入他们的联盟。

T601 *必须派 1 名学生身份的队伍代表出席联盟选择 Send a STUDENT representative. 每支参赛队必须在指定的联盟选择时间 (通常是比赛最后一天的午休时间之前) 选派一名学生身份的队伍代表前往赛场。每个联盟指定的学生代表称为 联盟队长(ALLIANCE CAPTAIN)。在联盟选择和淘汰赛之间, 该代表可能会发生变化。

判罚: 无人出席的队伍没有资格参加淘汰赛

如果缺席的队本来是联盟领队, 则所有排名较低的联盟领队都会晋升一位。排名次高的队伍晋升为联盟 8 领队。

联盟选择过程包括两轮, 在这两轮中, 每个联盟队长都会邀请一支排名低于自己的队伍加入自己的联盟。

第 1 轮: 按照降序 (联盟 1 到联盟 8), 每个联盟队长邀请一支队伍加入他们的联盟。受邀队伍的代表上前接受或拒绝邀请。

如果队伍接受邀请, 则成为该联盟的成员。如果接受了前八联盟向另一个联盟领队发出的邀请, 则所有排名较低的联盟领队都将晋升 1 位。排名最高且未被选中的队伍成为第 8 联盟领队。

第 2 轮: 同样的方法用于每个联盟队长的第二选择, 但选择顺序颠倒, 联盟 8 先选, 联盟 1 最后选。这一过程的结果是八个联盟都 3 支队伍。

T602 *拒绝邀请会丧失被邀请资格 Declining teams can't be picked. 联盟队长不得邀请已拒绝其他联盟邀请的队伍参加淘汰赛。拒绝邀请的队伍没有资格成为替补队(BACKUP TEAM)。

判罚: 联盟队长必须做出别的选择

拒绝其他联盟邀请的联盟领队可以邀请队伍加入自己的联盟, 但不能被邀请加入其他联盟。

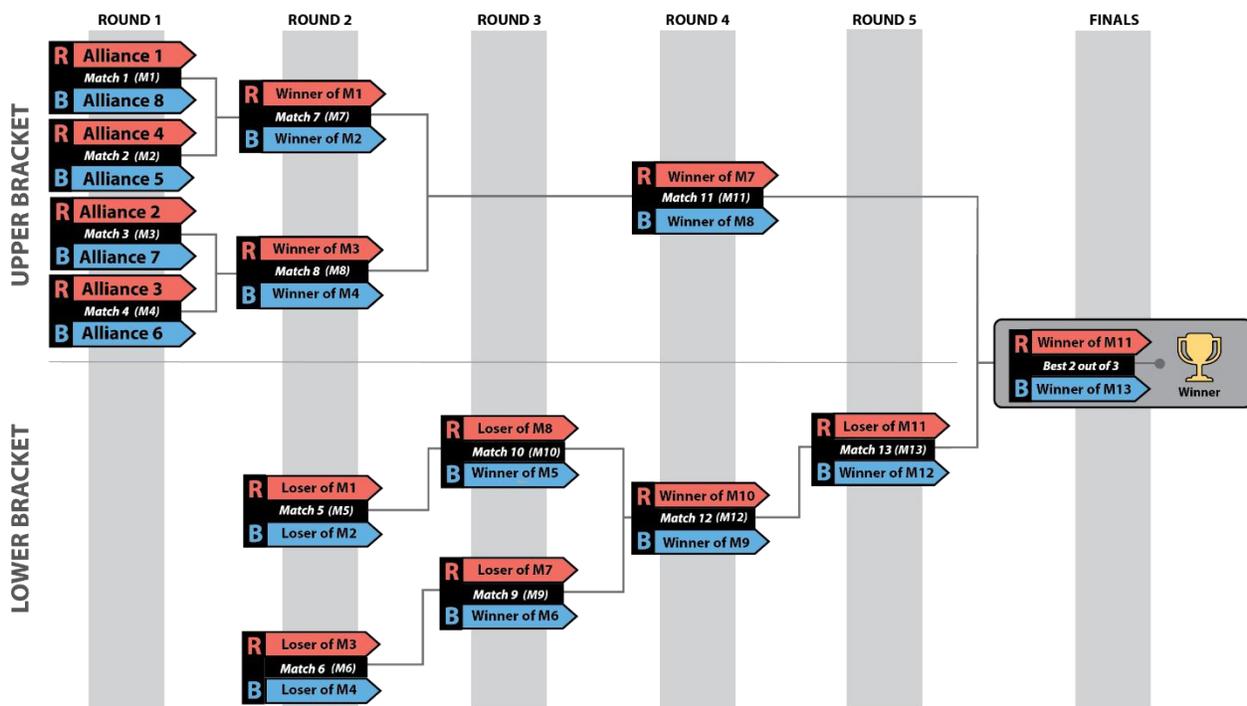
在联盟选择结束后，排名最高的未入选队伍有资格成为替补队，见 [Section 10.6.3 替补队](#)。

10.6.2 Playoff MATCH Bracket 淘汰赛对阵图

如图 Figure 10-2 所示，双败淘汰赛包括上半区和下半区。每个联盟一开始都有一个上半区的名额。如果一个联盟在上半区中赢得一场比赛，他们就会留在上半区中。如果联盟在上半区中输掉一场比赛，则转入下半区（又称败者组）。下半区的联盟必须赢得随后的比赛（决赛除外）才能继续参加比赛，也就是说，一旦在下半区输掉比赛，他们就会被淘汰出局。

在第 1 轮，排名较高的联盟被分配到红色联盟。在随后的比赛中，无论联盟在淘汰赛开始时的排名如何，联盟颜色的分配如图 Figure 10-2 所示。

Figure 10-2 Playoff MATCH bracket (红色联盟在每个配对中排上方)



如图 Figure 10-2 和表 Table 10-2 所示，淘汰赛由 6 轮比赛组成，后面几轮比赛和决赛之间有间歇。休息时间从上一场比赛场地清场后开始。蓝色和红色间隙栏表示每场联盟比赛之间的大致间隔时间。预定比赛的预计开始时间是比赛时间表上标明的时间或前一场比赛结束后 15 分钟，以较晚者为准。

如果淘汰赛比赛需要按照 [10.2 比赛重赛机制](#) 的规定进行重赛，则会通知各队重赛的时间。在重赛之前，除非所有参赛队都提前准备好，否则至少要延迟 10 分钟让参赛队重新设置机器人。受影响的比赛必须在下一轮比赛开始前重赛。

Table 10-2 Typical Playoff MATCH schedule 典型的淘汰赛赛程表

轮数	比赛场次	上半区/ 下半区	间隙 (分钟)				下一场比赛 (比赛场次 (联盟颜色))	
			Blue	Red	Blue	Red	Winner	Loser
1	1	上半区	8	1			M7 (红)	M5 (红)
	2	上半区	5	4			M7 (蓝)	M5 (蓝)
	3	上半区	7	2			M8 (红)	M6 (红)
	4	上半区	6	3			M8 (蓝)	M6 (蓝)
2	5	下半区	L2	L1	0:24	0:33	M10 (蓝)	
	6	下半区	L4	L3	0:15	0:24	M9 (蓝)	
	7	上半区	W2	W1	0:42	0:51	M11 (红)	M9 (红)
	8	上半区	W4	W3	0:33	0:42	M11 (蓝)	M10 (红)
3	9	下半区	W6	L7	0:24	0:15	M12 (蓝)	
	10	下半区	W5	L8	0:42	0:15	M12 (红)	
休息 6 分钟								
4	11	上半区	W8	W7	0:27	0:36	M14 (红)	M13 (红)
	12	下半区	W9	W10	0:27	0:18	M13 (蓝)	
15 分钟颁奖休息时间：最佳印象、最佳风尚、团队精神和新秀启发奖								
5	13	下半区	W12	L11	0:18	0:27	M14 (蓝)	
15 分钟颁奖休息时间：自动编程、最佳创意、最佳质量和工业设计奖								
决赛	14		W13	W11	0:18	0:48	M15	M15
15 分钟颁奖休息时间：控制创新、卓越工程、团队可持续发展和评委奖								
决赛	15		W13	W11	0:18	0:18	M16*	M16*
15 分钟颁奖休息时间：新秀全明星、迪恩名单、工程启发奖**								
决赛	16*		W13	W11	0:18	0:18		
奖项颁发：剩余奖项、亚军、冠军和 FIRST 最具影响力奖								

* 如果需要

** PDP 可选择将这些奖项保留到所有比赛完成之后颁发。

10.6.2.1 Playoff MATCH ties 淘汰赛打平后的胜负判断

如果两个联盟的最终比赛得分相同，则根据表 10-3 中列出的标准，将胜利判给符合标准的联盟，见 Table 10-3。

Table 10-3 Playoff MATCH Tiebreaker Criteria 决胜标准

顺序	标准
1 st	因对手违反规则造成的累计技术犯规得分

顺序	标准
2 nd	联盟自动阶段得分
3 rd	联盟的停留分，登台分和陷阱区的音符得分
4 th	比赛重赛

10.6.2.2 Playoff Finals 淘汰赛的决赛

一旦每个上半区和下半区中只剩下一个联盟，这些联盟将进入决赛。在决赛中最先赢得两场比赛的联盟将成为本次赛事的冠军。

如果一场决赛以平局结束，平局不能用表 Table 10-3 中的标准判断胜负，比赛仍为平局。如果一个联盟在 3 场比赛后仍未赢得 2 场比赛（因为打平），淘汰赛将继续进行最多 3 场附加决赛，称为加时赛，直到一个联盟赢得 2 场决赛为止。如果两个联盟的加时赛得分相同，则根据表 Table 10-3 的标准决定加时赛的胜负。

10.6.3 BACKUP TEAMS 替补队

在淘汰赛期间，联盟可选择替换因机械或软件问题而无法有效比赛的机器人。在淘汰赛期间，由其机器人和操控组替换联盟中另一机器人和操控队的队伍称为替补队。

在这种情况下，联盟队长可以选择从可用队伍中挑选一支排名最高的队伍加入其联盟，参加下一场比赛。由此产生的联盟由 4 支队伍组成。

联盟为每场淘汰赛提交阵容（如 10.6.4 联盟上场阵容所述）。在替补队的第一场淘汰赛比赛之后，联盟的上场阵容可以由联盟 4 支队伍中的任何 3 支队伍组成。

10.6.3.1 BACKUP TEAM Coupons 替补券

在淘汰赛期间，每个联盟可获得 1 张替补券。如果联盟的第二个机器人无法使用，则联盟必须在接下来的比赛中只使用 2 个（甚至 1 个）机器人上场比赛。

举例：A、B、C 三支队伍组成联盟进入淘汰赛。在其中一场淘汰赛中，C 队的机器人机械臂受损。联盟队长决定让 D 队代替 C 队参加下一场比赛。A 队、B 队、C 队和 D 队的新联盟成功晋级决赛并赢得了比赛。A 队、B 队、C 队和 D 队都被认定为冠军联盟成员并获得奖励。

除非票上列明了被替换机器人所在队的队号，并由联盟队长提交，不然主裁判将不接受替补队票。一旦提交的替补券被主裁判接受，联盟不得撤回替补券。

T603 *重赛不能替换队伍 No BACKUP TEAM for replayed MATCHES. 联盟不得要求替补队参加重赛。唯一的例外情况是，根据裁判长的判断，重赛是由于赛场故障导致联盟的机器人无法工作而引起的。

判罚：替换申请被拒绝。

T604 *淘汰赛第一场不得替换队伍 No BACKUP TEAMS for 1st MATCH. 在第一场淘汰赛之前，联盟不得申请替补队。

判罚：替换申请被拒绝。

T605 *替补队应要求上场 BACKUP TEAMS play when called. 替补队必须包含在被联盟招募后的下一场比赛的阵容中。

判罚：上场阵容被拒绝。

如果主裁判正忙，且没有指定人员，则由联盟队长留在问答区内报告上场阵容情况。

T606 *替补券应在比赛开始前 2 分钟提交 BACKUP TEAMS due 2 minutes before the MATCH start time. 替补券必须由联盟队长在替补队预定上场的比赛开始时间前 2 分钟提交给主裁判（或其指定人员）。

判罚：替换申请被拒绝。

如果主裁判正忙，且没有指定人员，则由联盟队长留在问答区内提交替补券。

10.6.3.2 BACKUP POOL 替补池

在联盟选择期间，排名第一的联盟做出最终选择后，裁判对其余符合条件的队伍进行调查。根据排名顺序，裁判邀请剩余队伍接受或拒绝加入替补池，即愿意并能够在必要时在淘汰赛期间加入联盟的队伍，直到最多有 8 支队伍接受为止。

T607 *必须在场才能成为替补队 Be there to be a BACKUP TEAM. 队伍必须在联盟选择之后在场，才能接受裁判的邀请加入替补池。

判罚：队伍失去成为替补队的资格。

T608 *替补队派一名代表到场地边 Send a BACKUP TEAM Representative. 排名前 2 的替补队必须在淘汰赛期间派出至少 1 名学生代表（也可另派 1 名学生或辅导员）到场地附近的指定区域。

这 2 名代表可回答问题并接受联盟队长的替补队邀请。如果这两支队伍中的一支加入了联盟或退出了替补池，替补队中排名次高的队伍必须派出其代表。一旦替补队拒绝了加入联盟的邀请，就不再是替补池成员，也没有资格加入其他联盟。

判罚：口头警告，另外，如果在合理的时间内无法纠正这种情况，则将该队从替补池中除名。

有些赛事可能会在场地附近提供一块区域，供替补池中排名前 1 或前 2 的队伍选择放置机器人，以便在被招募时快速、方便地进入场地。

10.6.4 LINEUPS 联盟上场阵容

参加淘汰赛的每个联盟都可以选择提交一份上场阵容，其中列出参加比赛的 3 支队伍及其选定的操作站。

在比赛场地准备就绪之前，阵容是保密的，届时每个联盟的阵容都会出现在队号灯上。

10.6.4.1 LINEUPS for 4-team ALLIANCES 四队联盟的上场阵容

如果一个联盟有 4 名成员（因为一个 3 队联盟召集了一支替补队或该赛事是 FIRST 总决赛），则允许从未列在上场阵容中的队伍中选出一名代表作为第 16 名联盟成员，但该代表必须是该队的操控组成员。该额外代表在比赛中只能担任教练。

10.6.4.2 Default LINEUP 默认阵容

T609 *阵容应在比赛开始前 2 分钟提交 LINEUPS due 2 minutes before the MATCH. 联盟队长必须在预计比赛开始时间 2 分钟前，以书面形式向主裁判（或其指定人员）提交其阵容。

判罚：逾期提交的阵容将被拒绝，并应用联盟的最近的阵容。

如果主裁判正忙，且没有指定人员，则由联盟队长留在问答区内报告上场阵容情况。

如果没有先前的阵容，联盟领队将被分配到操作站 2，联盟首选队伍将被分配到操作站 1，次选队伍将被分配到操作站 3。如果这 3 个机器人中的任何一个无法参加比赛，联盟必须只用 2 个（甚至 1 个）机器人参加比赛。

举例：A、B、C 三支队伍组成联盟进入淘汰赛。在其中一场淘汰赛中，C 队的机器人失灵。联盟决定让 D 队代替 C 队。C 队修复了机器人，可以代替 A、B 或 D 队参加随后的淘汰赛。

如果接受了替补券，但未提交下一场比赛的阵容，或者该阵容中遗漏了替补队，则使用联盟最近的用了替补队的阵容，并将替补队安排在其替补的队伍的位置上。

T610 *重赛的时候不得改编阵容（大多数情况） For replays, no changing LINEUPS (mostly). 如果比赛因赛场故障而必须重赛，重赛的阵容应与原比赛相同。唯一的例外情况是，如果主裁判认为赛场故障导致机器人无法使用，则可更改阵容。

判罚：新的阵容被拒绝

10.6.5 Pit Crews 队伍维修站成员

在淘汰赛期间，由于赛场与维修区之间的距离较远，可能需要额外的队员在比赛间隙对机器人进行维护。每队最多允许增加 3 名维修人员，以帮助进行必要的机器人维修/维护。

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

[10.5.2 比赛安排](#) 中描述的编排算法可以尽量减少队伍背靠背比赛。但是，在少于 24 支队伍的赛事中，可能会出现背靠背比赛。

24 支或更少的多日赛事采用修改后的淘汰赛模式。相对于八联盟淘汰赛，这些赛事将通过联盟选择和淘汰赛进行，组成最大数量的完整 3 队联盟，同时至少留下 1 个后备队（例如，24 队赛事可创建 7 个联盟，20 队赛事可创建 6 个联盟）。

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

淘汰赛分组如图 Figure 10-2 所示任何与不存在的联盟的对决都会导致补赛（即自动晋级下一轮）。被分配到补赛的联盟会被邀请（但不是必须）在淘汰赛赛程的指定时间内进行空对战（即对淘汰赛没有影响）。

选秀顺序认可（Draft Order Acceptance）的地方赛点数（根据 [11.1.2 联盟选择结果](#)）的获得与全套联盟的得分相同（即无论组成多少个联盟，第 2 个被选中的 3 种子队联盟仍可获得 3 分）。



11 District Tournaments 地方赛赛制

参赛队在赛季中的晋级方式取决于他们参加的赛事：区域赛（Regional）或地方赛（District）。本节详细介绍了地方赛队伍如何从地方资格赛事中晋级到地方总决赛。

11.1 District Events 地方赛赛事

地方赛队伍在整个赛季中的排名取决于他们在前两个当地地方赛以及地方总决赛中获得的积分。各队的得分情况如下：

Table 11- 1 District Point Assignment

分类	得分
资格赛表现	$QualificationPoints(R, N, \alpha) = \left\lceil InvERF\left(\frac{N - 2R + 2}{\alpha N}\right) \left(\frac{10}{InvERF\left(\frac{1}{\alpha}\right)}\right) + 12 \right\rceil$ <p>(对于一般规模的地方赛而言，资格赛的表现至少可获得 4 分。对于各种规模的赛事，最多可获得 22 分。)</p>
联盟队长	等于 17 减去联盟队长号码（例如，14 分代表联盟 3 号队长）。
选秀顺序认可	等于 17 减去选秀顺序认可数（例如，第五个接受邀请的队得 12 分）。
淘汰赛晋级	根据各队参加个人淘汰赛的情况以及联盟是否晋级计分。详见 Section 11.1.3 Playoff Performance 。
队伍评审类奖项	FIRST 最具影响力奖（前主席奖）10 分 工程启发奖和新秀全明星奖各 8 分 所有其他评出的队伍评审类奖项各得 5 分
队龄	2024 年新队，10 分 2023 年新队，5 分

将在地方总决赛中获得的积分乘以 3，然后与在地方赛中获得的积分相加，得出队伍的最终赛季总积分。

如果队与队之间的赛季总积分相同，则按以下排序标准进行排序：

Table 11- 2 District team sort criteria

顺序	标准
1 st	淘汰赛表现总得分
2 nd	单项赛事最佳淘汰赛成绩

顺序	标准
3 rd	联盟评选结果总分
4 th	最高资格赛种子选手或选秀顺序认可（即单项赛事最高联盟选择积分）。
5 th	资格赛表现总分
6 th	单场比赛最高得分，无论该得分发生在资格赛还是淘汰赛中
7 th	单场比赛次高得分，无论该得分发生在资格赛还是淘汰赛中
8 th	单场比赛第三高得分，无论该得分发生在资格赛还是淘汰赛中
9 th	随机选择

11.1.1 Qualification Round Performance 资格赛回合表现

合格成绩点数的计算采用表 Table 11-1. 中的等式（反误差函数）。该等式利用了以下变量：

- R – 在资格赛结束时，参赛队在赛事中的资格排名（由 FMS 报告）。
- N – 参加该赛事资格赛的 FIRST 机器人竞赛队的数量
- Alpha (α) – 静态值 (1.07)，用于规范事件点的分布

根据这一公式，在一项赛事中，资格赛成绩积分会按名次呈现近似正态分布，大多数参赛队的积分适中，而获得最高或最低积分的参赛队较少。

表 Table 11-3 显示了由 40 支队伍参加的赛事中不同排名队伍的资格赛表现积分示例。系统将根据每个参赛队的排名和参赛队数量自动生成相应的积分。

Table 11-3 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

11.1.2 联盟 Selection Results 联盟选择结果

这一属性既衡量单个队伍资格赛种子队的表现，也衡量同行的认可度。

联盟队长根据其资格赛种子队排名获得认可。该排名是比赛规则的结果，通常包含多个团队表现属性，旨在消除排名并列情况。非联盟队长的奖励基于同行认可。要受邀加入联盟，团队的同伴必须认为该团队具有理想的属性。为联盟的入选加分也是对落后队伍的一种支持。一支队伍通过几场比赛来优化自己的表现，可能会被头号种子队视为后来者，即使这种表现由于在早期比赛中表现不佳而没有反映在排名中。这些积分也有可能表彰采用少数人机器人战略的团队。拥有独特或不同机器人能力的参赛队可能会被选中，以补充其他其他成员的优势，从而填补战略空白。

还需注意的是，联盟队长获得的积分与同顺序征召的队伍积分相同。例如，第三名联盟队长获得的积分与第三届选拔赛的积分相同。数值分析支持这样的观点，即联盟队长在机器人性能方面的表现与同等阵容的队伍差不多。另外一个小小的好处是，为联盟队长和同等选拔赛颁发相同的积分，可以促进联盟队长之间接受选拔赛的邀请，从而让前 8 名之外的队伍有机会亲身体验成为联盟队长的感觉。

11.1.3 Playoff Performance 淘汰赛表现

该属性衡量作为联盟一部分的队伍表现。

队伍获得积分的依据是其联盟在淘汰赛中的晋级程度以及队伍参加比赛（即进入该场比赛的阵容）的获胜百分比。联盟晋级积分如表 Table 11- 4.

Table 11- 4 District Playoff Performance

联盟成绩	联盟晋级分
决赛胜场	5
亚军	20
第 3 名（比赛 13 的败者）	13
第 4 名（比赛 14 的败者）	7

在大多数情况下，除非招募了一名后备队员，否则一支队伍会参加其联盟所赢得的 100% 的淘汰赛，因此其淘汰赛表现积分就等于其联盟晋级积分。如果一支队伍没有 100% 参加其联盟赢得的淘汰赛比赛，则其淘汰赛表现积分等于其在淘汰赛双败淘汰赛部分（即 1-13 场比赛）获得的联盟晋级积分乘以该队参加的联盟赢得的淘汰赛比赛百分比，再加上每场决胜赛赢得的积分。例如，如果 X 队的联盟赢得了比赛，但 X 队只参加了其联盟赢得的 2 场比赛，即比赛 13 和决赛 1，则 X 队的淘汰赛表现积分为 $20 * (1/5) + 5 = 9$ 分。如果结果不是整数，则四舍五入到最接近的整数。队伍可获得的联盟晋级积分上限为 30 分（双败淘汰赛 20 分 + 决赛 10 分）。

11.1.4 Awards 奖项

该属性衡量团队在活动中评出的团队奖项方面的表现。

在此系统中，团队获奖所获得的分数并不代表获奖团队所获奖项的全部价值，也不代表 FIRST 所获奖项的全部价值。在许多方面，团队被选中获奖的经历，尤其是 FIRST 影响奖、工程激励奖和新秀全明星奖（地方赛冠军赛可选择该奖项），是无法衡量的，任何基于积分的系统都无法完全反映其全部价值。在此系统中为奖项分配分数，只是为了帮助参赛队认识到 FIRST 将继续“超越机器人®”，强调我们的文化奖项，并协助在排名系统中将获奖参赛队提升到非获奖参赛队之上。

参赛队只能获得在比赛中评出的团队奖项的分数。如果未评出奖项（如“新秀最高种子奖”）、非团队奖项（如“院长奖”）或未在比赛中评出奖项（如 UL 赞助的“安全动画奖”），则不得分。

11.1.5 Team Age 队龄

这一属性承认了新秀或相对较新的团队所面临的困难。

为 2023 年和 2024 年的新秀团队颁发积分，以表彰他们在最初几年所面临的独特挑战，并增加他们与自己的机器人一起参加地方赛冠军赛的机会。与我们专门设立的新秀奖一样，这些附加分旨在表彰和激励 FIRST 机器人竞赛的新参赛者。这些积分在赛季开始时颁发一次。新秀年根据 FIRST 承认参赛队为新秀的年份计算。

11.1.6 Regional Participation 地方赛队伍的区域赛参与方式

地方赛参赛队在任何区域赛中的表现都不会获得积分，也没有资格在该区域赛中获得任何 FIRST 总决赛资格福利（奖励、野卡等）。如果地方赛参赛队属于获胜的联盟，则野卡将颁发给下一个符合资格的参赛队。如果他们在入围联盟中，并将获得一张野卡，他们将被跳过。

11.2 District Championship Eligibility 地方总决赛参加资格

参加地方赛的团队满足以下标准中的一项即可获得地方总决赛晋级资格：

- A. 地方赛 **FIRST** 最具影响力奖，
- B. 地方赛排名排名（基于在前 2 个主场地方赛中获得的总分，详见 [Section 11.1 地方赛赛事](#)），

参赛队在赛季中参加的第三次或以后的地方赛，以及任何地方赛或地区赛都不会获得积分。

如果一支队伍拒绝接受邀请参加地方赛，则会邀请名单上排名次高的未受邀队伍，依此类推，直到赛事满额为止。

- C. 地方赛工程启发奖获得者（仅有资格角逐该奖项），以及
- D. 地方赛新秀全明星赛获得者（仅有资格角逐该奖项）。

每个地方总决赛的容量如表 **Table 11-5** 所示。每个地方赛决定有资格参加其地方总决赛的队伍数量。这些限制基于各种因素，包括但不限于地方赛的参赛队总数、可用场地容量等。

Table 11-5 2024 District Championship Capacities

地方总决赛	容量	分区
FIRST Chesapeake 地方总决赛	64	1
FIRST Israel 地方总决赛	40	1
FIRST Mid-Atlantic 地方总决赛	60	1
FIRST North Carolina 州总决赛	40	1
FIRST Ontario 省总决赛	100	2
FIRST in Texas 地方总决赛	86	2
Indiana 州总决赛	32	1
Michigan 州总决赛	160	4
New England 地方总决赛	96	2
Pacific Northwest 地方总决赛	50	1
Peachtree District 州总决赛	50	1

11.3 District Championships with Multiple Divisions 含分区的地方总决赛

如果一个地方总决赛的参赛队太多，无法让所有参赛队都参加 12 场资格赛，那么该赛事就会举办多个分区赛。这些赛事有 2 个或 4 个分区（根据参赛队数量而定，见表 **Table 11-5**），每个分区约有 40-60 支参赛队。FIRST 采用密歇根州 FIRST 开发的程序为参赛队分配分区。

该过程采用“蛮力迭代随机器”，执行过程如下：

1. 地方赛参赛队名单按累计获得的地方赛积分排序，具体排序见 [11.1 地方赛赛事](#)。
2. 名单根据排名分为四分位（例如，第一四分位是排名前 25% 的队伍）。

3. 分区分配是根据每个四分位数的等额贡献随机产生的。
4. 每个分区计算 3 项标准:
 - a. 平均实力: 分区队伍的地方赛积分的算术平均数
 - b. 实力分布: 分区中各队的地方赛点值的信噪比 (SNR)。信噪比的计算方法如下:

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

\bar{x} = 分区地方赛积分的算术平均数

σ = 分区地方赛积分的标准差

- c. 顶级队伍的實力分布: 分区第一四分位数队伍的地方赛点值的 SNR
5. 每个分区的 3 项标准与其他分区的标准进行比较。如果该分部的值与任何其他分部的值之差超过表 Table 11-6 中的限制, 则不符合标准。

Table 11-6 District Championship division evaluation limits

	2 分区	4 分区
平均强度	1	2
强度分布	1	2.5
顶级队伍的實力分布	1.5	2

6. 如果 3 项标准都符合, 赛事组织者就会发布任务。如果不符合 3 项标准中的任何一项, 则指派会被拒绝, 流程返回步骤 3。

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

在这些情况下:

- 分区冠军联盟在地方总决赛淘汰赛中相互对阵, 采用图 Figure 11-1 和图 Figure 11-2 中所示 (并在表 Table 11-7 中详细说明) 与其地方赛相对应的托架, 直到确定赛事的获胜联盟。

Figure 11- 1 4-division District Championship Playoff Bracket 地方总决赛分区的淘汰赛

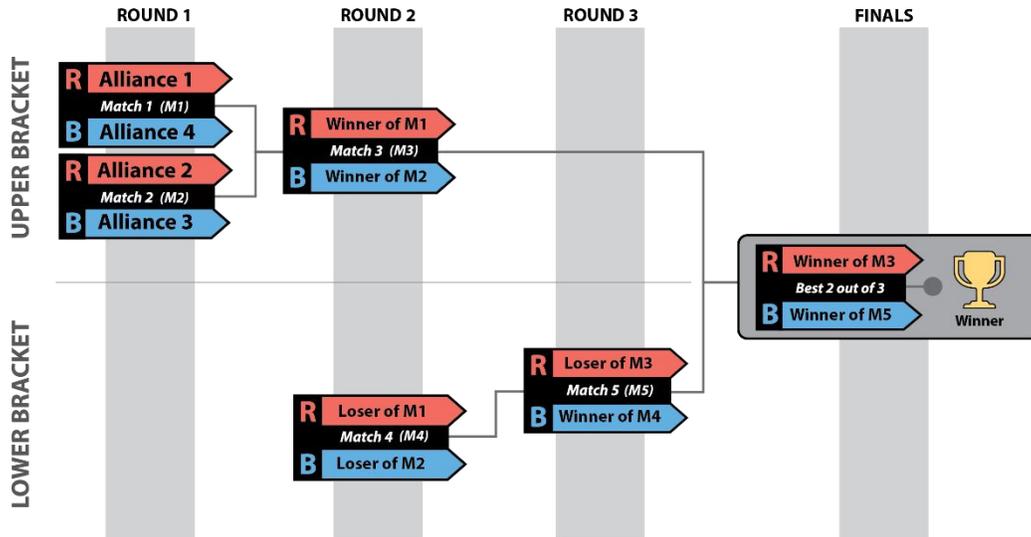


Figure 11- 2 2-division District Championship Playoff Bracket 地方总决赛的分区冠军的淘汰赛

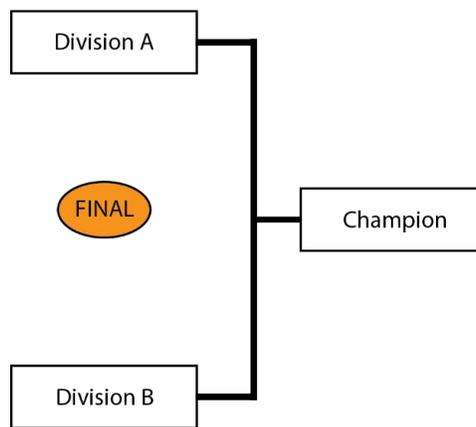


Table 11- 7 District Championship 4-ALLIANCE Playoff MATCH schedule 地方总决赛 4 队联盟的淘汰赛赛程表

轮数	比赛场次	上半区/ 下半区	蓝	红	间隙 (分钟)		下一场 (比赛场次 (联盟颜色))		
			Blue	Red	Blue	Red	Winner	Loser	
1	1	上半区	B	A			M3 (红)	M4 (红)	
	2	上半区	D	C			M3 (蓝)	M4 (蓝)	
15 分钟休息									
2	3	上半区	W2	W1	17m	24m	M6 (红)	M5 (红)	
	4	下半区	L2	L1	24m	31m	M5 (蓝)		
15 分钟休息									
3	5	下半区	W4	L3	17m	24m	M6 (蓝)		

轮数	场比赛	上半区/ 下半区	蓝	红	间隙 (分钟)		下一场 (比赛场次 (联盟颜色))	
15 分钟休息								
决赛	6		W5	W3	17m	44m	M7	M7
15 分钟休息								
决赛	7		W5	W3	17m	17m	M8*	M8*
15 分钟休息								
决赛	8*		W5	W3	17m	17m		

* 如果需要

- 每支参加 2 分区地方总决赛淘汰赛冠军联盟的队伍可获得 10 分。
- 对于 4 分区地方总决赛淘汰赛，冠军联盟的每支队伍可获得 20 分，亚军联盟的每支队伍可获得 10 分。
- 如果其中任何一个联盟招募了一支替补队，这些积分将按照淘汰赛表现在各队之间进行分配，见 [11.1.3 淘汰赛表现](#)
- 如果地方总决赛淘汰赛联盟尚未根据 [10.6.3 替补队](#) 招募替补队，则联盟队长只能从其分区的后备队名单中招募排名最高的队伍加入其联盟。



12 FIRST Championship Tournament "FIRST 世界总决赛"赛制

在 BAE 系统公司主办的 2024 年 FIRST 世界总决赛 (FIRST Championship) 中, 参赛队被分成 8 个分区。分配参赛队所属分区的流程如下:

1. 新秀们将被随机分配到各分区, 依次为第一分区、第二分区、第三分区、第四分区、第五分区、第六分区、第七分区、第八分区, 然后再回到第一分区, 直至新秀们全部分配到一个分区。
2. 老队伍重复步骤 1。

每个分区将按照 [10.5 资格赛](#) 和 [10.6 淘汰赛](#) 的规定进行标准比赛, 以产生分区冠军。再根据 [12.4 FIRST 总决赛的淘汰赛](#) 的规则, 这 8 个分赛区的冠军将进入在爱因斯坦赛场(Einstein FIELDS)举行的冠军淘汰赛, 以决出 2024 年 FIRST 机器人竞赛(FRC)的世界冠军。

12.1 Advancement to the FIRST Championship 晋级 FIRST 总决赛的条件

有关参赛队如何获得参加 FIRST 总决赛资格的详细信息, 请访问 FIRST 总决赛资格网页: [FIRST Championship eligibility webpage](#).

12.2 4-ROBOT ALLIANCES 四机器人联盟

FIRST 总决赛不设替补队。

取而代之的是, 在每场分区淘汰赛之前, 按照 [10.6.1 联盟选择流程](#) 所述的联盟选择流程选择联盟, 但该流程会继续进行第三轮选择, 具体如下。

第 3 轮: 每个联盟队长的第三选择也采用同样的方法, 只是选择顺序再次颠倒, 联盟 1 先选, 联盟 8 最后选。这样就产生了 8 个联盟, 每个联盟 4 个队。

在分区淘汰赛和冠军淘汰赛期间, 联盟队伍可以从其联盟的 4 个机器人中的选择任意 3 个开始比赛。联盟队伍按照 [10.6.4 联盟上场阵容](#) 的规定提交比赛阵容。

12.3 FIRST Championship Pit Crews FIRST 总决赛的队伍维修站成员

在分赛区场地内举行的联盟队长会议期间, FIRST 会向联盟队长分发徽章。这些徽章为维修站人员提供了进入赛场的必要通行许可。

C301 *佩戴你的身份徽章 Wear your buttons. 在分区赛和淘汰赛期间, 只有佩戴合适徽章的队员才能进入赛场。

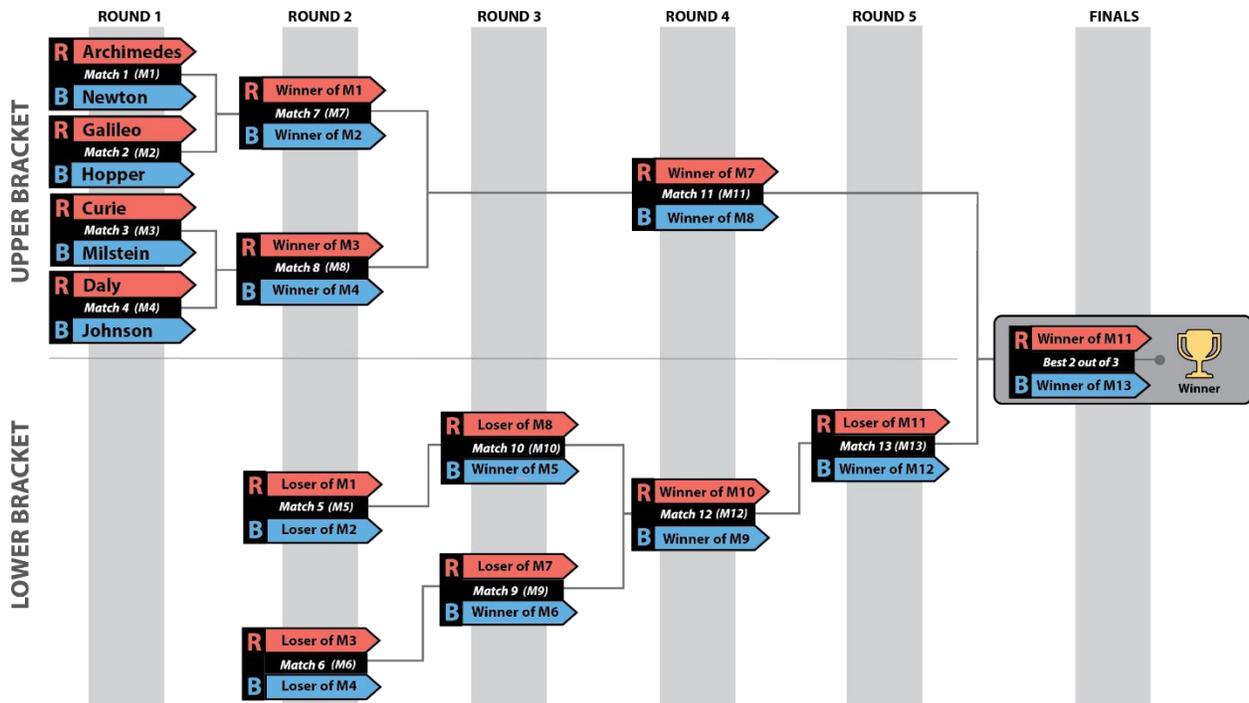
判罚: 在情况纠正之前, 比赛不会开始。无法辨别身份的人必须离开赛场。

队伍应假定他们可能会被选中参加联盟, 并在联盟选择过程之前考虑好分发徽章的后勤工作并制定计划。每位联盟队长都有责任向其维修站成员分发徽章。

12.4 FIRST Championship Playoffs FIRST 总决赛的淘汰赛

8 个分赛区的冠军联盟将按照 [10.6 淘汰赛](#) 的规定进行双败淘汰赛, 以决出 2024 年 FIRST 机器人竞赛的世界冠军。参加 FIRST 总决赛的冠军淘汰赛的队伍将获得比赛的准备时间。联盟配对表如图 Figure 12-1 所示。

Figure 12- 1 FIRST Championship playoff bracket FIRST 总决赛冠军淘汰赛对阵表



在爱因斯坦决赛期间，如果每个联盟的比赛得分相同，则重新进行比赛。在这种情况下，可以更改上场阵容。



13 Event Rules 赛事现场规则

FIRST 致力于实现公平、多样性和包容性，因此，FIRST 会为要求提供便利的残障人士提供合理便利。如果参赛者需要在活动中提供便利，请与赛事现场的志愿者沟通，或在赛事前联系当地赛事主管，以便他们帮助确保提供便利。如果例外情况不会造成不必要的困难或引起安全问题，当地赛事主管可能会对赛事规则做出例外规定，以便提供合理的便利。

安全始终是第一位的，许多规则都是为了在每项赛事中建立规范，以降低所有参与者的受伤风险。

赛事工作人员对场地内所有与安全相关的问题拥有最终决定权。

13.1 General Rules 通用规则

以下规则适用于整个赛事，即从机器人进场馆开始到机器人出场馆结束。

通用判罚说明：违反任何赛事现场规则都将受到口头警告。严重或多次违规将由主裁判、首席机器人检查员（LRI）和/或赛事管理部门处理。参赛队应注意，严重和频繁的违规行为可能会被告知评委顾问，从而导致取消获奖资格。

其他违反特定规则的行为（如适用）与相应规则一并列出。

E101 *个人安全第一 Personal safety comes first. 所有队员必须在整个赛事期间遵守以下安全规范：

- A. 在场地内外和维修区佩戴安全眼镜（仅限 ANSI 认证、UL 认证、CE EN166 认证、AS/NZS 认证或 CSA 认证的非遮光眼镜）。允许佩戴浅色镜片，但他人必须能清楚地看到眼睛，禁止佩戴反光镜片。将为需要有色安全眼镜的参赛者提供便利。唯一的例外情况是，参赛队在进场馆后的前 10 分钟内，以及在赛事当天维修站开放后的前 10 分钟内，只要他们不在操作机器人或设置维修站。
- B. 穿不露脚趾有跟的鞋
- C. 在机器人或与机器人相关的材料上或周围工作时，将长发束起。
- D. 穿合适的服装。
- E. 场馆只能行走
- F. 遵守赛事的健康和安全要求（如佩戴口罩）。

有关 FIRST 机器人竞赛赛事安全的更多信息，请参阅《安全手册》[Safety Manual](#)。

E102 *友善 Be nice. 在参加 FIRST 机器人竞赛赛事期间，所有参赛者必须始终保持亲切的专业的态度。决不允许对任何参赛者做出不文明行为。

不当行为的例子包括但不限于

- A. 使用攻击性语言或其他不文明行为，
- B. 故意长时间遮挡其他参赛者或观众的视线（队员在直接支持本队时瞬间举起队伍标志物不被视为违反本规则），以及
- C. 在开放的观众席区域干扰或干扰机器人或赛场的遥感能力。

遥感能力的例子包括但不限于视觉系统、声波测距仪、声纳和红外近距离传感器。

在合理的敏锐观察者看来，使用模仿赛场上使用的 **AprilTags** 的图像违反了本规则。

可能导致被逐出赛事现场的特别卑劣行为包括（但不限于）以下方面：

- A. 袭击，例如扔东西砸到他人（即使是无意的）、
- B. 威胁，比如说“如果你不撤销通话，我会让你后悔的”之类的话。
- C. 骚扰，例如，在做出决定或回答问题后，在没有新信息的情况下纠缠别人、
- D. 霸凌，例如使用肢体语言或口头语言让他人感觉自己不够格、
- E. 羞辱，例如，告诉某人他不配加入某个团队、
- F. 对他人说脏话（相对于口中或对自己说脏话），以及
- G. 因愤怒或沮丧而对他人大喊大叫。

在合理的敏锐观察者看来，使用模仿赛场上使用的 AprilTags 的图像也会因违反本规则而被赶出场。

- E103 *儿童必须有大人陪同 Children with adults, please.** 12 岁以下儿童必须始终由成人陪同进入维修站。
- E104 *尊重场馆方 Respect the venue.** 参赛队不得以任何方式损坏场馆的场地，包括但不限于看台、地板、墙壁、栏杆等。
- E105 *队伍必须签到 Teams must check in.** 队伍的成年人成员必须不晚于资格赛开始前 90 分钟到维修区管理站(Pit Administration, 俗称 Pit admin)签到。

判罚：各队将在各自的维修站得到联系去签到。未签到的队伍可能无法参加赛事。

赛事报到在每场赛事的前一天晚上和/或第一天早上在维修区管理站进行。

一旦参赛队在维修区管理站提交了《知情同意书和免责条款》（consent and release forms），每支参赛队都将收到他们的操控组和安全队长徽章。

- E106 *一些赛事资源仅供赛事队伍使用 Some event resources for event teams only.** 只有注册参加该赛事的参赛队才能使用该赛事的比赛场地、练习场、备件、机械加工车间(machine shop)和检查。提供练习场地和/或机械加工车间资源的当地队伍可以使用这些资源，但注册参加该赛事的队伍必须获得优先权。
- E107 *尽在允许的地方和允许的的时间内练习 Practice only when/where permitted.** 参赛队只能在自己的维修区、指定的赛事练习区或练习赛中使用机器人进行练习。

参赛队不得在维修站外设置自己的练习设备。在维修站内练习时，必须将安全放在首位。如果赛事管理部门认为维修站内的练习设置不安全或干扰了邻近维修站或过道的活动，则参赛队必须停止该活动。

- E108 *仅在指定的区域作业 Work in designated areas only.** 在比赛场地，参赛队只能制作以下加工件：
 - A. 在他们的维修区、
 - B. 在获得另一参赛队允许的情况下，在该参赛队的维修区内
 - C. 在比赛场地或练习场排队时（由于场地有限，需要格外注意安全）、
 - D. 赛事工作人员指定的任何区域（如淘汰赛维修区等），或
 - E. 在所有参赛队都可使用的机械加工车间内进行。
- E109 *有些东西不应该出现在赛事中 Some things don't belong at events.** 请勿携带或使用以下物品：
 - A. 滑板
 - B. 漂浮滑板（hoverboard）
 - C. 无人机
 - D. 瓶装气罐（如氦气罐）
 - E. 喧闹设备或噪音制造者，如踩踏器、口哨和/或气笛

- F. 步话机
- G. 代步车(scooter)，但行动不便人士的代步车除外

- E110 *不要安排额外的公用事业连接 Don't arrange for additional utilities.** 不要从场馆服务提供商处安排电源、互联网接入或电话线路，也不要试图使用为赛事目的预留的场馆互联网连接（如 FMS 或网络转播）。
- E111 *不要售卖物品 Don't sell stuff.** 参赛队不得在赛事中进行销售。这包括但不限于抽奖券、食品、帽子、T恤、糖果、水、软饮料、水果或任何促销产品。
- E112 *不要分发食物 Don't give out food.** 参赛队不得在赛事中向他人分发食物。
- E113 *让 FIRST 响亮，但有限制 Make FIRST loud, but with restrictions.** 不要邀请或带来现场乐队在观众席演奏。不要大声播放音乐。
- E114 *小心悬挂横幅 Hang banners with care.** 悬挂横幅时要尊重他人。
- A. 不得覆盖或移动已设置的其他队伍或赞助商的标志。
 - B. 与其他队伍公平分享可用空间。
 - C. 不要阻挡观众的视线。
 - D. 在维修站外悬挂横幅之前，请先征得赛事协调员的同意。
 - E. 以安全的方式悬挂标志和横幅。
 - F. 悬挂在队伍维修站外的横幅不得超过 25 平方英尺（2.3 平方米）。

我们鼓励参赛队携带队旗和/或标志，以便在各自的维修站和/或场地区域展示。

如需寻找您的赛事协调员，请向维修区管理站咨询。

遵守办赛场馆关于标牌位置和悬挂方法的具体规定。赛事结束时，安全拆除所有标牌和用于悬挂标牌的任何物品（胶带、绳子等）。

- E115 *限制旗帜和旗杆尺寸 Limit flag and flagpole size.** 旗帜和旗杆不得有不合理的尺寸和重量。

作为指导原则，合理的旗帜尺寸小于 3 英尺 x 5 英尺（约 91 厘米 x 152 厘米），重量小于 2 磅（约 907 克）。合理的旗杆长度不得超过 8 英尺（约 243 厘米），重量不超过 3 磅（约 1360 克）。

- E116 *禁止使用枪支 No firearms.** 禁止在所有 FIRST 项目的所有 FIRST 赛事中使用枪支，包括但不限于在此发布的所有正式 FIRST 活动([all official FIRST Events posted here](#))。本政策不适用于执法人员或场馆保安人员。
- E117 *使用练习场之前需要通过机检 Inspection for Practice Fields.** 参赛队只能让通过了初步全面检查的机器人使用练习场。

13.2 Machine Shops 机械加工车间

有些赛事设有机械加工车间，在特定时间内开放（参见赛事日程表），帮助参赛队修理和制作机器人。机械加工车间通常由 NASA 或当地组织赞助。虽然机械加工车间的情况各不相同，但 FIRST 努力在所有活动中提供焊接和各种高功率工具。

在大多数情况下，机械加工车间都在现场，所有参赛队都可以随时进入。如果参赛队参加的赛事中机械加工车间不在现场，则会有志愿者负责将机器人或零件运送到机械加工车间。在这种情况下，参赛队应填写一份《机械车间申请表》，随机器人或部件一起运送，以便机械车间的工作人员和志愿者能够按照他们的指示进行操作。赛事应在场馆和场外机械加工车间之间建立沟通方式，以防出现任何问题。

E201 *机器人独自前往异地加工车间 The ROBOT goes alone to off-site machine shops. 队伍成员不得陪同志愿者运输的机器人一起前往场外的机械加工厂。

参赛队可自行步行或乘车前往场外的机械车间，但所有学生队员必须始终有一名成人陪同。根据 FIRST 青少年保护计划的指导原则 [the FIRST Youth Protection Program guidelines](#)，参赛队应积极考虑增加第三名队员。

13.3 Wireless Rules 无线通讯规则

E301 *不得设置无线通讯 No wireless communication. 参赛队不得在场馆内自行设置 802.11a/b/g/n/ac/ax/be 无线通信（如接入点或 ad-hoc 网络）。

由蜂窝设备、摄像头、智能电视等创建的无线热点被视为接入点。

某些智能电视的出厂默认设置已启用接入点。请确保带到赛事现场的任何电视都已禁用该功能。

E302 *不要干扰无线网络 Don't interfere with wireless networks. 参赛选手不得干扰、试图干扰或试图连接任何其他参赛队或 FIRST 无线通信，但为在赛场或练习场上与本队机器人进行通信而明确允许的情况除外。

鼓励参赛队向 FIRST 技术顾问 (FTA) 报告可疑的无线安全漏洞（如果在赛事现场），或通过以下方式向 FIRST 报告 firstroboticscompetition@firstinspires.org。

判罚：如再次违反，可能会被驱逐出赛事和/或根据适用法律采取法律行动。

E303 *在场地/练习场外进行系留操作 Tethered operation outside FIELDS/Practice Fields. 机器人在场地或练习场外只能通过系绳（有线连接）操作。

E304 *练习场仅通过赛事无线路由进行无线通信 Practice Field wireless via event radios only. 如果在练习场上进行无线操作，机器人必须使用现场提供的一个练习场无线路由进行通信。

13.4 Load-In 机器人进场

赛事设置了具体的时间框架，公布在赛事日程表上，邀请参赛队在维修区正式开放前将其机器人和设备搬入维修区。

对于队伍和志愿者来说，进场可能会带来压力，但通过准备和计划可以减轻压力。交通或天气等意外因素可能会改变队伍的预定到达时间，从而使整个过程变得困难。队伍应牢记的最重要的事情是安全、亲切和专业。我们鼓励那些顺利、轻松完成装载进场的队伍与其他人联系，看看他们是否可以提供帮助，并尽可能使他们的经历更加积极。

E401 *在进场的时间进场 Load in during Load-In. 参赛队不得在指定的进场时间之后将机器人或机器人元件带入赛场。例外情况如下：

- A. [R302](#) 中列出的例外情况
- B. 原材料
- C. COTS 物品
- D. 与相关电机相连的齿轮箱
- E. 组装好的轮子
- F. 在特殊情况下，参赛队无法按时入场，并已与赛事管理部门做出安排。

没有任何规则明确限制在指定的进场时间内可带入场馆的物品。

如果赛事的公开赛程表上没有指定入场时间，则指定入场时间从维修站开放时开始，到开幕式开始时结束。

在进场过程中，队伍不局限于一次完成，我们鼓励队伍尽可能提高效率和安全。

判罚：物品不得带入场馆。

E402 *进场队员限制 5 人 Load-In person limit is 5. 在维修站开放前的任何进场时间，维修区内每支队伍只能有 5 名队员（其中一名必须是成人）。

判罚：额外的队伍成员必须离开场馆。

E403 *进场目的地仅限自己的维修站 Load-In to your pit only. 参赛队只能将材料带入并留在维修区。

判罚：队伍会被要求离开维修区。

E404 *维修站必须处于安全状态 Pit must be left in a safe state. 在维修站关闭时，参赛队必须将维修站置于安全状态（即使有些任务尚未完成）。

E405 *一旦进场完毕，立刻离开 Once done, head out. 除非按照本节的介绍性语言协助其他参赛队，否则参赛队必须在完成材料进场后（或在提前布置维修站的情况下，在布置完成后）离开场馆。

如果赛事在维修区正式开放前的前一天晚上和早上都指定了提前布置维修站的时间，则参赛队可在这两个时间段内进场和布置，但根据本规则，必须在维修站设置完成后离开。

判罚：队伍会被要求离开维修区。

13.5 Pits 队伍维修站

队伍维修站是指定的空间，通常为 10 英尺 x 10 英尺 x 10 英尺（约 3 米 x 3 米 x 3 米），队伍可在此对其机器人进行维修。每个参赛队都有一个标有队号的场地。这有助于队伍成员、裁判和参观者轻松找到队伍。每支队伍的维修站都有一张桌子和电源插座。

参赛队、志愿者、FIRST 工作人员和嘉宾会在维修站花费大量时间。在力所能及的情况下，结识其他队伍并互相帮助。时间紧迫，而帮助往往就正好在隔壁队伍的维修站。

允许在队伍维修站内使用有适当防护装置的台式小型机械。小型机械是指一个人可以轻松抬起的机械，包括但不限于小型带锯、钻床、台式数控铣床和打磨机。

E501 *维修区在关闭的时段无法使用 Pits are unavailable if closed. 在指定的维修区开放时间之外，参赛队不得留在自己的维修站内。

E502 *所有东西都放在维修站内 Stay in your pit. 参赛队不得将其材料扩展到本队维修站之外（包括将本队维修站的电源线或网络线延伸到任何其他区域），不得与其他参赛队交换维修站，也不得将自己移动到空的维修站。

E503 *保持通道畅通 Keep aisles clear. 过道必须保持畅通。

E504 *没有火花 No sparks. 禁止使用会产生火花或明火的工具。

违反此规定的工具包括但不限于电焊机、砂轮机、角磨机、气枪等。

E505 *禁止大型工具 Nothing too big. 禁止使用落地式电动工具。

例子包括但不限于全尺寸钻床、带锯和台锯。

判罚：将要求参赛队移除或不携带落地式电动工具。任何被 **FIRST** 工作人员、赛事管理部门和/或当地委员会成员认为不安全或不符合规格的物品都必须移除。

E506 *无钎焊或焊接 No brazing or welding. 禁止钎焊/焊接。

判罚：将要求参赛队移除或不携带钎焊/焊接工具。任何被 **FIRST** 工作人员、赛事管理部门和/或当地委员会成员视为不安全或不符合规格的物品都必须移除。

E507 *只能使用特定工具进行焊接 Solder with specific tools only. 焊接只能使用电烙铁/电烙铁枪。

判罚：任何被 **FIRST** 工作人员、赛事管理部门和/或当地委员会成员视为不安全或不符合规格的物品都必须移除。

E508 *结构必须安全 Structures must be safe. 队伍不得在头顶上建造任何支撑人员或存放物品的结构。

判罚：任何被 **FIRST** 工作人员、赛事管理部门和/或当地委员会成员认为不安全或不符合规范的维修站结构都必须拆除。

E509 *确保队伍识别资产安全 Secure team identification assets. 队伍标志、旗帜和展示架必须牢固地安装在维修站结构上。

判罚：任何被 **FIRST** 工作人员、赛事管理部门和/或当地委员会成员认为不安全或不符合规范的维修站结构都必须拆除。

13.6 ROBOT Carts 机器人推车

大多数参赛队在整个比赛过程中使用推车运送机器人。推车不是必需的，但强烈建议使用（以尽量减少肌肉拉伤、机器人掉落和其他危险）。除了下面列出的规则外，我们还强烈建议参赛队在推车上标明参赛队的编号，参考《FIRST 安全手册》[FIRST Safety Manual](#) 中有关机器人搬运技术的内容，并练习将机器人搬上、搬下推车，以形成一套安全、快速、流畅的程序。

E601 *推车必须安全和易于使用 Carts must be safe and easy to use. 推车必须易于控制和操作，并且不会对旁观者造成危险。

E602 *推车尺寸不应过大 Carts shouldn't be too big. 推车必须能通过 30 英寸的标准门。

E603 *推车不能乱停放 Carts can't park anywhere. 在不使用推车时，推车必须留在队伍维修站（如果在比赛期间，则留在推车停放区）。

E604 *推车不能制造噪音 No noisy carts. 推车不得配备音乐播放器或其他发声装置，但出于安全目的而使用的音量合理的装置除外（例如，让附近的其他人知道机器人正在移动）。

E605 *推车只能手推 No motor driven carts. 机器人推车不得使用动力推进。

E606 *允许小型机器人推车进入场地 Small ROBOT carts are allowed on the FIELD. 可将小于 2 英尺 6 英寸（约 76 厘米）x 3 英尺（约 91 厘米）的机器人推车带入赛场，以协助机器人的停放和回收，但不得无人看管，也不得构成任何其他安全隐患。

13.7 Ceremonies 颁奖仪式

每个赛事都会举行开幕式和闭幕式，以表达对代表国家、赞助商、队伍、导师、志愿者和获奖者的尊敬和敬意。典礼让所有人有机会共同为所有参赛者的成功喝彩。闭幕式还让参赛队有机会“认识”志愿者、其他相关人员和赞助商。赛事结束时的闭幕式元素将融入并展现在淘汰赛比赛之间。

在颁奖仪式上，FIRST 将向表现出色的队伍颁发奖杯和奖章。我们鼓励所有队伍成员准时出席颁奖仪式，并向为赛事提供服务的志愿者表示感谢。

E701 *如果颁奖仪式时在维修站，请保持安静 If in the pits during Ceremonies, shhhhhh. 在淘汰赛以外举行颁奖仪式时，维修站的队员不得：

- A. 使用电动工具
- B. 使用响声大的手动工具（锤子、锯子等）
- C. 大喊大叫或高声喧哗，除非是在仪式活动中表示赞同。

E702 *颁奖仪式期间，维修站的人数限制为 5 人 Pit person limit during Ceremonies is 5. 在淘汰赛以外举行颁奖仪式时，维修站内不得超过 5 名队员。

E703 *奏国歌时保持尊重 Be respectful during anthems. 在奏唱所有国歌时，队员（包括留在维修区的队员）应表现平和。按照传统，在奏响所有国家的国歌时，参赛队员应面向国旗起立、脱帽、跟唱或保持肃静。如果队员希望弃权，他们有权这样做，只要保持沉默且不制造混乱即可。

13.8 In the Stands 观众看台

E801 *不存在保留座位 No saving seats. 参赛队不得为未到场的队员保留或指定座位。

参赛队不得悬挂横幅或彩带或以其他方式指定座位。（赛事工作人员将拆除并丢弃任何用于指定座位的横幅、绳索等）。如果座位有限，请轮流坐在露天看台/看台上。如果出现拥挤问题，请您在自己的队伍比赛结束后离开，并尽可能稍后再返回看台。

赛事管理部门可为行动不便的赛事参与者预留座位。

E802 *不要从看台上扔东西 Don't throw items from the stands. 不得从观众席上投掷物品。



14 Glossary 词汇表（中英对照）

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
ACTIVE DEVICE 有源器件	any device capable of dynamically controlling and/or converting a source of electrical energy by the application of external electrical stimulus 任何能够通过外部电刺激动态控制和/或转换电能源的装置
ALLIANCE 联盟	a cooperative of up to 4 FIRST Robotics Competition teams 最多由 4 个 FIRST 机器人竞赛队伍组成的合作组织
ALLIANCE AREA 联盟区域	a 26 ft. 11½ in. wide by 9 ft. 10¼ in. deep (~821 cm by ~300 cm) infinitely tall volume formed by, and including the ALLIANCE WALL, the edge of the carpet, 联盟 colored tape, guardrail, and the AMP wall 一个宽 26 英尺 11 英寸、深 9 英尺 10¼ 英寸（约 821 厘米 x 约 300 厘米）的无限高的空间，由联盟墙、地毯边缘、所属联盟的颜色胶带、护栏和扩音区墙形成，并包括这些部分
ALLIANCE CAPTAIN 联盟队长	The designated STUDENT representative from each ALLIANCE Lead 各联盟领队指定的学生代表
ALLIANCE WALL 联盟墙	separates ROBOTS from DRIVE TEAM members in the ALLIANCE AREA 在联盟区域内将机器人与操控组成员分开
AMP 扩音器	a structure used by ROBOTS to pass NOTES to the ALLIANCE AREA 机器人用于将音符传递到联盟区域的结构
AMP ZONE 扩音区	a 10 ft. 10 in. long by 1 ft. 5¾ in. wide (~330 cm by ~45 cm) infinitely tall volume defined by the AMP wall, guardrail, ALLIANCE WALL, and ALLIANCE-colored tape. The AMP ZONE includes the tape. 一个长 10 英尺 10 英寸、宽 1 英尺 5¾ 英寸（约 330 厘米 x 约 45 厘米）的无限高的空间，由扩音区墙、护栏、联盟墙和所属联盟的颜色胶带定义。扩音区包括胶带。
AMPLIFIED 音量放大	the state in which FMS increases the number of MATCH points awarded for NOTES scored in a SPEAKER per Table 6-2 在这种情况下，FMS 将根据表 6-2 增加在扩音器中得分的音符的比赛得分
ARENA 赛场	includes all elements of the game infrastructure that are required to play CRESCENDO SM presented by Haas: the FIELD, GAME PIECES, queue area, team media area, designated TECHNICIAN area, and all equipment needed for FIELD control, ROBOT control, and scorekeeping 包含哈斯 Haas 公司呈现的“响彻舞台”比赛所需的所有比赛基础设施元素：场地、比赛道具、排队区、队伍媒体区、指定的技术员区，以及

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	场地控制、机器人控制和记分所需的所有设备
ARENA FAULT 赛场故障	an error in ARENA operation 赛场运作出错
AUTO 自动阶段	the first 15 seconds of the MATCH, and the FMS blocks any DRIVER control, so ROBOTS operate with only their pre-programmed instructions 在比赛的 前 15 秒，FMS 会阻止任何操作手控制，因此机器人只能按照预先编程的指令运行
BACKUP POOL 替补池	the group of teams willing and able to join an ALLIANCE during the Playoff MATCHES, if needed 在必要时，愿意并能够在淘汰赛期间加入联盟的队伍集团
BACKUP TEAM 替补队	The team whose ROBOT and DRIVE TEAM replaces another ROBOT and DRIVE TEAM on an ALLIANCE during the Playoff MATCHES 在淘汰赛期间，其机器人和操控组取代联盟中另一个机器人和操控组的队
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. 是连接机器人框架的必要组件。保险杠可保护机器人免受其他机器人和场地设施的损坏。
BUMPER ZONE 保险杠区	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. 地面与地面上方 7½ 英寸（约 19 厘米）的虚拟水平面之间所包含的体积，以机器人正常站立在平地上为参照。
BYPASSED 忽略	a state applied to any ROBOT which is unable or ineligible to participate in that MATCH, as determined by the FTA, LRI, or Head REFEREE 根据 FTA、LRI 或主裁判的决定，适用于无法或无资格参加该比赛的任何机器人的状态
CENTER LINE 中场线	a white line that bisects the length of the FIELD 一条白线，将场地的长度一分为二
COACH 教练	a guide or advisor 指导或顾问
COACH LINE 教练线	a black line in the ALLIANCE AREA that extends from the end of the ALLIANCE WALL (AMP side) to the edge of the ALLIANCE AREA 在联盟区域内从联盟墙（扩音器侧）末端延伸至联盟区域边缘的黑线
COMPONENT 组件	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（英文部分的跳转都已失效）
	任何部件的最基本结构，拆卸时不会损坏或破坏该部件或改变其基本功能
CONTINUOUS 持续的	describes durations that are more than approximately 10 seconds 形容超过约 10 秒的持续时间
CONTROL 控制	an action by a ROBOT in which the NOTE is fully supported by the ROBOT or it intentionally pushes a NOTE to a desired location or in a preferred direction (i.e. herding) 机器人的动作，在该动作中，机器人完全支撑音符，或有意将音符推至所需位置或偏好的方向（即放牧）。
COTS 商业现成品	a standard (i.e. not custom order) part commonly available from a VENDOR for all teams for purchase 所有参赛队均可从供应商处购买的标准（即非定制）部件
CUSTOM CIRCUIT 定制电路	Any active electrical item that is not an actuator (specified in R501) or core control system item (specified in R710) 不属于驱动器（R501 中所述）或核心控制系统项目（R710 中所述）的任何有源电气项目
DISABLED 停机	the state in which a ROBOT is commanded to deactivate all outputs, rendering the ROBOT inoperable for the remainder of the MATCH 指令机器人停用所有输出的状态，使机器人在比赛剩余时间内无法操作
DISQUALIFIED 取消成绩	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 队伍在资格赛中获得 0 比赛得分和 0 排名分的状态，或导致其联盟在淘汰赛中获得 0 比赛得分的状态。
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 同一 FIRST 机器人竞赛队伍中最多 5 人组成的小组，负责特定比赛的队伍表现
DRIVER 操作手	an operator and controller of the ROBOT 机器人的操作员和控制者
DRIVER STATION 操作站	1 of 3 assemblies within an ALLIANCE WALL behind which a DRIVE TEAM operates their ROBOT 联盟墙内 3 个构造中的 1 个，操控组在其后操作机器人
ENSEMBLE 合奏奖励	a scoring achievement in which an ALLIANCE has at least 10 STAGE points and at least 2 ONSTAGE ROBOTS 一个联盟至少获得 10 个舞台分和至少 2 个机器人登台的得分成就
FABRICATED ITEM 制造物品	any COMPONENT or MECHANISM that has been altered, built, cast, constructed, concocted, created, cut, heat treated, machined,

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	<p>manufactured, modified, painted, produced, surface coated, or conjured partially or completely into the final form in which it will be used on the ROBOT</p> <p>任何经过改造、建造、铸造、构造、调制、创造、切割、热处理、机加工、制造、修改、喷漆、生产、表面涂层或部分或全部变为机器人最终使用形态的部件或机械装置</p>
FIELD 场地	<p>an approximately 26 ft. 11¼ in. (~802 cm) by 54 ft. 3¼ in. (~1654 cm) carpeted area bounded by inward facing surfaces of the ALLIANCE WALLS, SOURCES, AMPS and AMP pocket walls, and guardrails</p> <p>一个约 26 英尺 11¼ 英寸（约 802 厘米）乘 54 英尺 3¼ 英寸（约 1654 厘米）的地毯区域，以联盟墙、音源、扩音器和扩音区口袋墙的内侧表面以及护栏为界</p>
FIELD STAFF 场地志愿者	<p>the collective group of people working on or near the FIELD responsible for making sure the MATCHES are cycled through efficiently, fairly, safely, and with a spirit of cooperation, Gracious Professionalism, and generosity of spirit</p> <p>在场地上或场地附近工作的人员群体，他们负责确保比赛高效、公平、安全地进行，并具有合作精神、亲切的专业精神和慷慨精神</p>
FMS	the FIELD Management System 场地控制系统
FOUL 犯规	a credit of 2 points towards the opponent's MATCH point total 给对手加 2 分比赛得分
FRAME PERIMETER 外框架	<p>the part of a ROBOT contained within the BUMPER ZONE and established while in the ROBOT'S STARTING CONFIGURATION, that is comprised of fixed, non-articulated structural elements of the ROBOT</p> <p>在机器人起始状态下，由固定的、非关节化的机器人结构件组成的、位于机器人底部区域内的机器人部分。</p>
FTA	FIRST Technical Advisor FIRST 技术顾问
GAME PIECE 比赛道具	音符或高音符
HARMONY 和声	a state when more than 1 ROBOT is ONSTAGE via the same chain 当多个机器人通过同一根链条登台时的状态
HIGH NOTE 高音符	<p>the same size, shape, and material as a NOTE but also has 3 equidistant pieces of white gaffers tape that wrap around the circular cross-section</p> <p>与音符的尺寸、形状和材料相同，但有 3 条等距的白色胶带缠绕在圆形横截面上</p>
HUMAN PLAYER 人类玩家	a NOTE manager 音符管理员
INSPECTOR 机器人检查员	a person determined by FIRST to accurately and efficiently assess the legality of a given part of a ROBOT

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	由 FIRST 确定的能够准确有效地评估机器人特定部分合规性的人员
KOP	the Kit of Parts (KOP) 部件包
LINEUP 上场阵容	the 3 teams participating in the MATCH and their selected DRIVER STATIONS 参加比赛的 3 支队伍及其选定的操作站
LEAVE 出发	a scoring accomplishment in which a ROBOT'S BUMPERS must completely clear its ROBOT STARTING ZONE at any point during AUTO 机器人的保险杠在自动阶段中的任何时候必须完全离开其机器人起始区能获得的得分成绩。
LRI	the Lead ROBOT INSPECTOR 首席机器人检查员
MAJOR MECHANISM 主要机械装置	a group of COMPONENTS and/or MECHANISMS assembled together to address at least 1 game challenge: ROBOT movement, NOTE manipulation, FIELD element manipulation, or performance of a scorable task without the assistance of another ROBOT. 一组组合在一起的部件和/或机械装置，用于应对至少一项比赛挑战：机器人移动、音符操作、场地设施操作，或在没有其他机器人协助的情况下完成一项可完成的任务。
MATCH 比赛	the 2-minute and 30-second in which a ROBOT is enabled to play CRESCENDO 在 2 分 30 秒的时间内，机器人尝试“响彻舞台”。
MECHANISM 机械装置	an assembly of COMPONENTS that provide specific functionality on the ROBOT. A MECHANISM can be disassembled (and then reassembled) into individual COMPONENTS without damage to the parts. 提供机器人特定功能的部件组合。机械装置可拆卸（然后重新组装）成单个部件，而不会损坏部件。
MELODY 旋律奖励	a scoring achievement in which an ALLIANCE has at least 18 (15 if Coopertition Bonus) AMP & SPEAKER NOTES 一个联盟至少有 18 个（如有合作竞争奖励，则为 15 个）的扩音器或扬声器音符的得分成绩。
MOMENTARY 瞬间	describes durations that are fewer than approximately 3 seconds 形容少于约 3 秒的持续时间
MPX	myRIO Expansion port, the expansion port on the roboRIO myRIO 扩展端口，roboRIO 上的扩展端口
NOTE 音符	an orange foam torus with a 10 in. (~25 cm) inside diameter, 1 ft. 2 in. (~36 cm) outside diameter, and 2-in. (~5 cm) thickness 橙色泡沫圆环，内径 10 英寸（约 25 厘米），外径 1 英尺 2 英寸（约 36 厘米），厚度 2 英寸（约 5 厘米）

术语	
ONSTAGE 登台	<p>定义（英文部分的跳转都已失效）</p> <p>The state of a ROBOT at the end of a MATCH provided it's only contacting:</p> <ul style="list-style-type: none"> D. truss legs (pink shaded elements in Figure 6- 3) via ROBOT BUMPERS, E. GAME PIECES, F. chain-facing vertical surfaces of the core (with regards to the chain used by the ONSTAGE ROBOT, green shaded elements in Figure 6- 3), G. carpet facing surfaces of the core (blue shaded elements in Figure 6- 3), and H. a single STAGE chain (highlighted in orange in in Figure 6- 3), I. another ROBOT qualified for ONSTAGE points, J. another ROBOT awarded the ENSEMBLE RP because of a G424 infraction, and <p>an opponent ROBOT. 机器人在比赛结束时的状态，前提是它只与以下物体接触：</p> <ul style="list-style-type: none"> D. 通过机器人保险杠接触桁架腿（图 6-3 中的粉色阴影部分）、 E. 比赛道具 F. 舞台核心的链条垂直面（与登台机器人使用的链条有关，图 6-3 中绿色阴影部分）、 G. 核心面向地毯的表面（图 6-3 中蓝色阴影部分），以及 H. 单个舞台链条（图 6-3 中用橙色标出）、 I. 另一个获得登台得分资格的机器人、 J. 因 G424 违规而获得合奏排名分的另一个机器人，以及一个对手机器人。
OPERATOR CONSOLE 操作终端	<p>the set of COMPONENTS and MECHANISMS used by the DRIVERS and/or HUMAN PLAYERS to relay commands to the ROBOT 操作手和/或人类玩家用来向机器人传达指令的一系列部件和机械装置</p>
PARK 停留	<p>a state in which a ROBOT'S BUMPERS must be partially or completely contained in the STAGE ZONE at the end of the MATCH (more specifically, per criteria described in item C of Section 6.5 Scoring) and does not meet the criteria for ONSTAGE 在比赛结束时，机器人的保险杠必须部分或全部位于舞台区内的状态（更具体地说，根据第 6.5 节 C 项所述标准），且不符合登台的标准。</p>
PASSIVE CONDUCTOR 无源导体	<p>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.)</p>

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	其功能仅限于传导和/或静态调节应用于其上的电能的任何设备或电路（如导线、接头、连接器、印刷线路板等）。
PCM	Pneumatics Control Module 气动控制模块
PDH	Power Distribution Hub 配电坞
PDP	Power Distribution Panel 配电板
PH	Pneumatic Hub 气动坞
PIN 紧贴	<p>an action by a ROBOT that is preventing the movement of an opponent ROBOT by contact, either direct or transitive (such as against a FIELD element)</p> <p>一个机器人通过直接的或间接的接触（如与一个场地设施接触）阻止对方机器人移动的动作</p>
PODIUM 指挥台	<p>an ALLIANCE colored HDPE panel attached to the STAGE leg facing the ALLIANCE WALL</p> <p>一块涂有所属联盟颜色的高密度聚乙烯板，安装在舞台支腿上，面向联盟墙</p>
RED CARD 红牌	<p>a penalty assessed for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations which results in a team being DISQUALIFIED for the MATCH.</p> <p>对恶劣的机器人或队员的行为或犯规的判罚，导致参赛队被取消比赛成绩。</p>
REFEREE 裁判	<p>an official who is certified by FIRST to enforce the rules of CRESCENDO</p> <p>由 FIRST 认证的执行“响彻舞台”规则的官方人士</p>
REPEATED 重复的	<p>describes actions that happen more than once within a MATCH</p> <p>形容在一个比赛中发生多次的行为</p>
ROBOT 机器人	<p>an electromechanical assembly built by the FIRST 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</p> <p>由 FIRST 机器人竞赛队伍制作的机电组件，用于进行本赛季的比赛，包括积极参与比赛所需的所有基本系统--电源、通信、控制、保险杠和在场地上的移动</p>
ROBOT STARTING ZONE 机器人起始区	<p>a 6 ft. 4½ in.-wide by 23 ft. 8½ in.-long (~193 cm by ~721 cm) infinitely tall volume bounded by the ALLIANCE WALL, AMP ZONE, opponent's SOURCE ZONE, and black tape. The ROBOT STARTING ZONE includes the black tape and excludes the AMP ZONE and SOURCE ZONE tape.</p>

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	一个宽 6 英尺 4 英寸、长 23 英尺 8 英寸（约 193 厘米×约 721 厘米）的无限高体积，由联盟墙、“扩音区”、对手的音源区和黑色胶带围成。机器人起始区包括黑色胶带，不包括扩音区和音源区的胶带。
RP	Ranking Points 排名分
RPM	Radio Power Module Radio/无线路由供电模块
RS	Ranking Score 排位分
RSL	ROBOT Signal Light 机器人信号灯
SIGNAL LEVEL 信号等级	a term used to characterize 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 用于描述连续电流 $\leq 1A$ 且电源无法提供 $>1A$ 电流的电路，包括但不限于 roboRIO 非 PWM 输出、CAN 信号、PCM/PH 电磁阀输出、VRM 500mA 输出、RPM 输出和 Arduino 输出。
SOURCE 音源	an assembly through which HUMAN PLAYERS feed NOTES into the FIELD 一个构造，通过它，人类玩家将音符送入场地
SOURCE AREA 音源区域	a 5 ft. $\frac{3}{4}$ in. wide by 15 ft. $10\frac{1}{2}$ in. long (~154 cm by ~484 cm) infinitely tall volume bounded by the SOURCE wall, the edge of the carpet, and ALLIANCE-colored tape. The SOURCE AREA includes the tape. 一个 5 英尺宽、15 英尺长（约 154 厘米×约 484 厘米）的无限高体积，以音源墙、地毯边缘和所属联盟的颜色胶带为界。音源区域包括胶带。
SOURCE ZONE 音源区	a infinitely tall parallelogram shaped volume bounded by the SOURCE wall, the opponent's ALLIANCE WALL, and ALLIANCE-colored tape. The SOURCE ZONE is 1 ft. $6\frac{3}{4}$ in. deep (~48 cm) with respect to the SOURCE wall and includes the ALLIANCE-colored tape. 一个无限高的平行四边形体积，由音源墙、对手的联盟墙和所属联盟的颜色胶带围成。音源区相对于音源墙深 1 英尺 $6\frac{3}{4}$ 英寸（约 48 厘米），包括所属联盟的颜色胶带。
SPEAKER 扬声器	consists of a SUBWOOFER and all elements above and behind the ALLIANCE WALL 由一个超重低音扬声器和联盟墙上面和后面的所有元件组成
SPIKE MARK 舞台定位标记	1 of 11 marks used to identify placement of NOTES before the MATCH. 11 个标记，用于确定比赛前音符的放置位置
SPOTLIGHT 聚光灯	a scoring achievement for a HIGH NOTE on a MICROPHONE 在麦克风上放上高音符的得分成绩

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
STAGE 舞台	a 3-legged structure and 10 ft. 1 in. (~307 cm) from its corresponding ALLIANCE WALL. Each STAGE consists of truss feet, truss segments, truss junctions, aluminum framing, and polycarbonate sheets. 三脚结构，距离相应的联盟墙 10 英尺 1 英寸（约 307 厘米）。每个阶段由桁架脚、桁架支柱、桁架连接处、铝框架和聚碳酸酯板组成。
STAGE ZONE 舞台区	an infinitely tall 6-sided volume surrounding the STAGE bounded by and including the ALLIANCE-colored tape 一个无限高的 6 面体，围绕着以所属联盟的颜色胶带为边界并包括颜色胶带在内的舞台
STARTING CONFIGURATION 起始状态	the physical configuration in which a ROBOT starts a MATCH 机器人开始比赛时的物理状态
STARTING LINE 起始线	a white line spanning the ALLIANCE AREA and adjacent SOURCE AREA that is parallel to and located 2 ft. (~61 cm) from the bottom square tube of the ALLIANCE WALL to the near edge of the tape. 一条横跨联盟区域和相邻音源区域的白线，白线平行于联盟墙底部方管至胶带近边缘 2 英尺（约 61 厘米）处。
STUDENT 学生	a person who has not completed high-school, secondary school, or the comparable level as of September 1 prior to Kickoff 在开题仪式前的 9 月 1 日尚未完成高中、中专或同等学历者
SURROGATE 代理赛	a team randomly assigned by the FMS to play an extra Qualification MATCH 由 FMS 随机指派进行资格赛附加赛的队伍
TECH FOUL 技术犯规	a credit of 5 points towards the opponent's MATCH point total 比赛中给对手加 5 分得分
TECHNICIAN 技术员	a resource for ROBOT troubleshooting, setup, and removal from the FIELD 机器人故障排除、设置和从现场移除的资源
TELEOP 手动阶段	the Teleoperated Period 远程操作阶段
TRAP 陷阱区	the volume bounded by the 4 square tube segments highlighted in Figure 5- 10 and the plastic panels covering the volume's front and back 由图 5-10 中标出的 4 个方形管段和覆盖在箱体前后的塑料板所围成的箱体
VENDOR 供应商	a legitimate business source for COTS items that satisfies criteria defined in Section 8 ROBOT Construction Rules 符合第 8 章所定义标准的 COTS 物品的合法商业来源
VRM	Voltage Regulator Module 电压调节模块
WING 边幕区	an infinitely tall volume bounded by the ALLIANCE WALL, opponent's SOURCE wall, guardrail, the ALLIANCE colored line that spans the

术语	定义（英文部分的跳转都已失效）
	<p>width of the FIELD, and AMP wall. 由联盟墙、对手的音源墙、护栏、横跨场地宽度的所属联盟的颜色胶带和扩音区墙围成的无限高的空间。</p>
YELLOW CARD 黄牌	<p>a warning issued by the Head REFEREE for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations 主裁判对恶劣的机器人或队员行为或犯规行为发出的警告</p>

