

中文翻译: 电气系统概览与最佳实践(FRC 2025 更新版)

1. 引言

欢迎！今天我们将回顾 FRC 2025 的机器人电气系统, 重点包括：

- 各个部件的功能理解
 - 布线布局最佳实践
 - 压接与连接技巧
 - 常见错误及避免方法
-

2. 系统概览

RoboRIO / 控制中枢

- RoboRIO 是机器人的大脑／中央控制器。
 - 其代码通过 WiFi、以太网或 USB 下载。(虽然新型 RoboRIO 支持通过 microSD 卡下载, 但这种方式很少见。)
 - 提供数字 I/O、PWM 输出、CAN 总线、USB、以太网端口等。
-

3. 电源系统

电源来源与流程

- 主电源是一个 12V 电池。电池先连到 主断路器(120 安培), 然后连到电源分配板或电源分配中心(PDP / PDP2.0 / PDH)。
- 从 PDH/PDP 分配电力到马达控制器 (Motor Controllers)、电压调节模块 (VRM)、电台 (radio)、传感器等。

- 每支线路电路必须有正确的断路器或保险丝保护，符合规则要求。

电压调节

- 在负载下电池电压可能大幅下降(例如 12V 在强负载下可能降到更低电压)。
 - 对于敏感电子(如摄像头、电台、主控板等)使用 VRM, 保证稳定的 5V 或 12V 电源。
-

4. 马达控制

PWM vs CAN 总线

- **PWM**: 传统方式, 有信号线 + 电源正负极三线。布线多、结构简单。
 - **CAN**: 两个线串联(级联)连接多个支持 CAN 的设备。双向通信。适合多个马达控制器 + 其他设备, 布线整洁、抗干扰能力强。
-

5. 气动控制

- 使用气动控制模块/气动集线器 (Pneumatics Control Module / Hub), 2025 年规则中这些通过 CAN 控制。
 - 电磁阀可为单作用(single-acting)或双作用(double-acting)。确保压缩空气、安全阀门与电线正确连接与检查。
-

6. 通信

- Driver Station(笔记本电脑)通过指定 WiFi 路由器/桥接器或通过以太网线连接。
 - 每个机器人必须有唯一 ID。
 - 比赛中需要注意无线干扰;规则限制 WiFi 信道与网络设置以减少干扰。
-

7. 布局与设计考虑

布局规划

- 电池 – 主断路器 – PDP/PDP2.0/PDH 应尽可能靠近，减少高电流线的长度。
- 马达控制器应靠近它所控制的马达，减少电缆长度与压降。
- 信号线 (CAN、PWM、传感器线) 应与高电流线分隔布置，以减少电磁干扰和电压降。

常见问题

- 不易接触：如果要拆开或拆卸很多部件才能接触断路器或端子，非常不利于维护或者紧急处理。
 - 电线过长或粗重，会增加重量，也会导致电压掉落、效率降低。
 - 信号线与电源线交叉、紧密并束会产生噪声／干扰。
-

8. 可维护性

良好实践

- 必要组件 (PDH/PDP、断路器／保险丝) 应易于接近。根据规则 R612, 120 A 主断路器必须从机器人外部快速且安全地访问。firstfrc.blob.core.windows.net
 - 电线两端清楚标识 (例如“右前马达”或“左后驱动”)。
 - 使用线束、线槽、扎带等整理布线，减轻张力、防止磨损、便于故障诊断。
-

9. 线材类型与尺寸

线径 (Wire Gauge)

- 2025 年规则明确规定不同电流负载所需的最小线径 (规则 R622)。
firstfrc.blob.core.windows.net+1

- 示例：
 - 31-40A 断路器保护电路 → 至少 **12 AWG**。firstfrc.blob.core.windows.net+1
 - 21-30A 断路器保护电路 → **14 AWG**。firstfrc.blob.core.windows.net+1
 - 6-20A 断路器保护电路 → **18 AWG**。firstfrc.blob.core.windows.net+1
 - 较低电流(例如 $\leq 2A$)或信号线回路, 在规则允许下, 可使用 22、24、26 AWG 等较细线径。[Chief Delphi+1](#)
-

10. 压接与连接技巧

- 使用高质量工具: 齿轮式/棘轮式压接钳, 好剥线钳/自动剥线器。
 - 剥线要整齐, 不要割伤或削损导线的线芯。
 - 使用与导线匹配的接线端子/压接管/绝缘套管/铁螺母等。必要时用端帽(ferrule)来稳定绞股线端。
 - 做拉力测试, 确认连接牢靠。
-

11. 标记与文件记录

- 所有线、接头、连接器应有标识。
 - 电线两端都标记用途/位置/极性。
 - 做电路图与布线架构图, 并保存, 以便调试或修改。
 - 颜色标准化: 正极用红/黄色/白/带条纹色等; 负极或公共线用黑/蓝或标准负极色。
-

12. 构造中的可做与不可做

可做(Do)

- 在布局阶段就考虑电源流向与安全认证要求优先。
- 在最终固定之前先做原型布局或装配试验。
- 电气团队与机械／CAD 团队合作验证能否访问断路器、检查点、电线走向等。

不可做 (Don't)

- 将关键断路器 (120A 主断路器) 隐藏在活动部件下面或用面板覆盖, 使外部不可快速访问。违反规则 R612。firstfrc.blob.core.windows.net
 - 在同一个端子混用不同线径, 除非规则明确允许。
 - 不装断路器／保险丝保护或使用不合规格的断路器／保险丝。
-

13. 重要 FRC 2025 规则须知

- **R612:** 主 120A 电路断路器必须从机器人外部快速且安全地访问。
firstfrc.blob.core.windows.net
- **R613:** 电气系统必须可被检验; PDP/PDP2.0/PDH 与所有断路器必须在检查中可见。
firstfrc.blob.core.windows.net
- **R615–R617:** 关于 RoboRIO、电台 (VH-109) 的电源供应方式的具体要求, 以及哪些端口／保险插槽／断路器必须用 10A、哪些通道。firstfrc.blob.core.windows.net
- **R619-R622:** 指定哪些断路器／保险丝型号是允许的; 最小线径规则; 每个 PDP／PDH 端子只能接一根线; 对 Custom Circuits 与电压上限的规定。firstfrc.blob.core.windows.net+1