中国大学生方程式汽车大赛规则

（2024v2.1）

李理光 主编译

中国汽车工程学会

中国大学生方程式汽车大赛规则委员会

主　　任： 李理光

副 主 任： （按姓氏笔画排序）

王　达	李巍华	陈　刚	陈　骞
汪怡平	张代胜	张　屹	杨福源
林海英	胡纪滨	殷兴吉	谢　辉
邓俊（油车）	王震坡（电车）	王剑锋（无人）	

委　　员： （按姓氏笔画排序）

王　达	王剑锋	王　海	王震坡
邓　俊	孙胜利	李　刚	李理光
李巍华	李耀平	吴志军	陈　刚
陈　骞	汪怡平	张代胜	张　屹
杨正才	杨福源	郑　玲	范健文
林海英	洪汉池	胡纪滨	查云飞
唐先智	唐　岚	殷兴吉	谢　辉

秘 书 长： 吴志军　　**秘　　书：** 邓　俊

2024 版序言

本版规则由中国大学生方程式大赛规则委员会（以下简称“规则委员会”）根据国际（美国）汽车工程学会大学生方程式赛事规则，并参考其他国家相关规则编译撰写。本规则用于指导参加中国大学生方程式汽车大赛的车队成员，使其了解制造赛车及参加比赛的过程。大学生方程式汽车大赛是一项非常有意义的赛事，经过了九年的发展，越来越多的高校参与其中。通过制造一辆赛车，大赛可以培养及提高学生动手能力、创新能力及团队协作精神，同时还能够紧密结合汽车工业最先进的科学技术，让广大学生把最前沿的工程技术与课本知识有效地结合起来。

2024年FSAE国际赛和德国赛规则有所变动，大赛规则仍坚持以国际规则为基础，结合德国赛规则，融入本土特色。

本规则共分七章。第1章介绍了管理规定，内容包括大赛宗旨、政策、参赛资格和注册；第2章介绍了通用技术规范，指对油车和电车通用的技术规范，内容涉及赛车的设计和制造的要求以及限制；第3章介绍了有关替代车架的规则要求；第4章介绍了针对油车其他技术规范，着重介绍了油车动力部分和电控部分的规则要求和限制；第5章介绍了针对电车的其他技术规范；第6章介绍了静态项目规则，内容涉及赛车的技术检查、成本、设计和商业报告等；第7章介绍了动态项目规则，包括直线加速测试、8字绕环测试、高速避障测试、耐久测试及效率测试等。

此版本规则由中国汽车工程学会发布和版权拥有，本规则的解释和修改权属于规则委员会。本规则只限于本项赛事定义的活动范围内使用。本规则将根据赛事活动的开展，不断完善。

本规则的草案经大赛规则委员会讨论修改后通过，并由赛事组委会单位中国汽车工程学会颁布正式版。

参加本规则草案工作的主要成员如下：

主编译：李理光

参编人员（排名不分先后）：邓俊，樊一鸣，胡锡华，辛亚行，邢萍，何子航，罗桓，陈流旸，陈安祥，刘人赫，王达，郑浩。

第5章电车规则参编人员（排名不分先后）：王震坡，刘鹏，张雷，曾奕凯，李博文，高小栋，王冀恒，张正熠，周勇，李诺然。

第6章无人车规则参编人员：王剑锋，贾永凯，赵金鑫。

统稿：樊一鸣。审订：邓俊。

感谢大赛裁判委员会与组委会提供的诸多宝贵意见。

感谢所有参与规则讨论、对规则现存问题提出质疑、对规则修订提出建议的车队队员。

感谢国际汽车工程学会（SAE International）及所有参与编译撰写的人员。

编者

2024 年 4 月

目 录

2024 版序言 I

2024 中国大学生方程式汽车大赛规则简介 i

第一章–管理规定 1

第一节 中国大学生方程式汽车大赛宗旨 1

第二节 2024 中国大学生方程式汽车大赛概述 2

第三节 中国大学生方程式汽车大赛规则及主办方权限 3

第四节 参赛者资格 4

第五节 指导教师、电气系统安全员和安全责任人 5

第六节 赛车合格性 6

第七节 注册及参赛 8

第八节 赛车文件、截止日期与处罚 8

第九节 抗议 11

第十节 总体处罚 11

第十一节 车辆状态视频 11

第十二节 关于中国大学生方程式汽车大赛规则的问题 12

附录 S- SAE 技术标准 13

第二章–通用技术规范 15

第一节 赛车的要求和限制 15

第二节 总体的设计要求 15

第三节 驾驶员单元 17

第四节 驾驶舱 41

第五节 车手安全设备（安全带和驾驶舱防护包裹物） 45

第六节 底盘基本规则 50

第七节 制动系统 52

第八节 动力系统 55

第九节 车身与空气动力学装置 57

第十节 压缩气体系统和高压液压系统 59

第十一节 紧固件 60

第十二节 电气系统 61

第十三节 无线电信号收发器 66

第十四节 赛车识别 67

第十五节 装备要求 68
附录 T-1 结构等同性表格(SES) 70
附录 T-2 前端缓冲结构数据(IAD) 70
附录 T-3 标准前端缓冲结构-1 71
附录 T-3 标准前端缓冲结构-2 72
第三章 替代车架规则 73
第一节 一般要求 73
第二节 结构要求认证表（SRCF） 73
第三节 定义 73
第四节 结构要求 74
第五节 一般分析要求 76
第六节 侵入体防范 77
第七节 不适用规则: 底盘/车架 77
第四章 内燃机车规则 79
第一节 内燃机车动力系统 79
第二节 燃料和燃料系统 86
第三节 排气系统和噪音控制 89
第四节 电气系统和熄火系统 90
第五节 混合动力规则 91
第五章 电车规则 94
第一节 定义 94
第二节 电气动力总成 94
第三节 通用要求 94
第四节 低压系统（LVS） 95
第五节 驱动系统（TS） 95
第六节 驱动系统—能量储存 101
第七节 安全回路和系统 106
第八节 充电机 109
第九节 驱动系统操作和工具 109
第十节 电气系统表 111
第六章 无人车规则 112
第一节 赛车要求与约束 112

第二节 无人驾驶系统（AS） 114
第三节 紧急制动系统 118
第四节 传感器 119
第五节 无人驾驶系统驱动 120
第七章–静态项目规则 121
第一节 静态项目和最高得分 121
第二节 技术检查 121
第三节 商业逻辑方案 123
第四节 成本与制造分析项目 124
第五节 商业报告项目 133
第六节 赛车设计项目 134
附录 S–1 成本模型及成本计算法 139
附录 S–2 标准件编码 143
附录 S–3 系统和装配组织表 143
附录 S–4 动力工具包 143
附录 S–5 中国大学生方程式汽车大赛成本项目附录 144
附录 S–6 商业报告评分表 145
附录 S－7 设计项目评分表 146
附录 S-8 无人设计项目评分表 147
第八章–动态项目规则 150
第一节 动态项目和最高得分 150
第二节 天气状况 152
第三节 雨中赛事 152
第四节 车手限制 154
第五节 直线加速测试 154
第六节 8 字绕环测试 157
第七节 高速避障测试 160
第八节 耐久测试和效率测试比赛 163
第九节 高速循迹测试 172
第十节 赛旗 174
第十一节 行为准则 175
第十二节 通用规则 176

第十三节 装备区规则 178
第十四节 驾驶规则 180
第十五节 定义 182

2024 中国大学生方程式汽车大赛规则简介

大学生方程式汽车大赛国际规则以两年为一周期，通常只在奇数年做主要改动。2024年中国方程式汽车大赛规则仍坚持以国际规则为主体并适当同步，同时部分参照德国规则；涉及安全，对比国际规则与德国规则而从严要求。此外，本规则中小部分内容根据中国赛的具体情况作了一些适当的调整。

如有必要，规则委员会有权在任何年份对规则进行修改。在2024年的规则中，较2023年规则，删除项不标注，增加项或修改项用*斜体字*标注。此版本为2024年中国赛规则第二版，对于一些翻译不当，表述不当部分进行了完善，对于啰嗦重复部分进行了适当删减，对于前后矛盾部分进行了统一。由于规则改动较多，又面临诸多取舍，难免存在分歧与疏漏，欢迎各位同仁提出宝贵意见建议。

敬告–请注意，本简介中规则变动条目的总结和规则正文中规则变动部分的标注都只是善意的说明或提示，可能并未涵盖所有变动。大学生方程式的所有参赛车队及赛事参与者有责任仔细阅读规则，并严格遵从规则要求。请勿试图依据你所记得的部分规则来设计赛车。

下表列出了部分本次规则变动中对赛车设计、车检、动静态项目执裁等影响较大的条目，以供参阅：

第一章

1.4.2 添加更改了无人车静态项目与动态项目分数
5.2.9 添加了对赛车在高压下操作、电池箱操作以及其他电气系统操作的要求
5.4 添加了对无人驾驶系统负责人的规则要求
6.6.4 添加了无人驾驶赛车第一年参赛车的规则要求
6.7.3 添加了无人驾驶赛车第二年参赛车的规则要求
6.7.4 添加了无人驾驶赛车第二年参赛车文件提交的规则要求
6.9 添加了无人驾驶赛车基础车型的规则要求
8.1.1 添加了无人驾驶赛车文件提交规则要求
8.4.1 添加了无人驾驶赛车迟交处罚的规则
第10节添加了总体处罚相关内容
第11节增加了车辆状态视频相关要求

第二章

2.2.2 添加了封闭式车架排水孔的要求
2.2.3 添加了与行人接触边缘的圆角的限制
3.3 完善防滚架保护包络面的描述
3.3 车身的所有部分必须没有外部凹曲率半径（已删除）
3.4.1 修改了基准钢铁材料的尺寸要求
3.7.4 删除钛管和镁管作为替代管材的内容
3.12.7 增加非钢制前环技术检查要求
3.23 增加前端防撞部件要求（明确了不可挤压部件）
3.24.2 增加防侵平板粘合剂限制
3.24.2 增加标准蜂窝缓冲结构与防侵平板之间粘合剂的强度要求
3.24.10 修改防撞块位置要求
3.24.11 增加防撞块朝向要求

3.25.3 增加前端缓冲结构测试补充说明
3.28.4 不允许车架底部管件作为侧边防撞杆
3.28.6 增加侧边防撞结构最低点高度限制
3.29 增加其他防撞结构的要求
3.32.7 增加复合结构非对称铺层的限制
3.33 单体壳低应力区域要求留检查孔
3.35.3 增加SES和单体壳层压材料测试要求
3.38.1 修改单体壳侧面防撞区域要求
3.40 修改前环和单体壳之间的连接要求
3.40.3 层压至单体壳的前环留有缝隙
3.44.8 修改连接点规则的适用范围
5.2.2 增加安全带固定环要求
5.4.2 增加肩带安装方式要求
5.4.4 要求在SES中提交肩带安装杆以及其支撑管的强度证明
5.4.6 限制肩带安装杆负载来源
5.5.1 增加反潜带安装要求
6.2 增加主动悬架的离地间隙测量要求
6.5.2 增加无人驾驶对于线控转向与电控转向的要求
6.5.5 要求转向齿条的固定部件必须在防滚包络面内
6.7 举升装置不得超出车辆投影面积（对投影方向进行了具体说明）
6.7.3 技术检查期间必须出示举升器
7.1.5 增加对于有人驾驶方程式赛车，线控制动是严格禁止的要求,无人驾驶赛车手动模式下规则第二章7.1.1仍然适用。对于无人驾驶系统与赛车无人驾驶模式下，允许使用线控制动，详见规则第六章。
7.1.11 增加制动踏板的踏板面材料要求
7.2.4 增加了电车无人车制动灯的要求
7.2.5 增加了制动测试启动鸣笛的要求
7.2.6 增加了EBS测试的要求
7.3.3 修改制动超程开关相关表述
7.4 修改制动灯定义和要求
7.4.2 修改制动灯安装相关规则表述
7.5 增加了无人驾驶赛车紧急制动测试规则
8.3.3 增加了无人驾驶赛车传动的要求
8.4.8 修改手指护罩的适用范围
8.4.9 增加了包裹电机防护罩的限制
10.1 修改气瓶材料要求
12.1.1 增加了低压系统的定义
12.1.4 增加了低压系统接线规则
12.1.5 增加了低压接地的限制
12.3.1 增加了电车、无人车的低压系统开关要求
12.4 增加了电车无人车的急停开关的相关表述
12.5.4 要求惯性开关需按照规格固定
12.6.1 增加电车、无人车制动系统可信度装置要求
12.6.8 增加了无人车需要遵守的规则
12.7.1 增加了防水的国标
12.8 增加了低压动力能量存储系统（LVPES）

12.9.8 增加了无人车的相关要求
12.9.12 增加了无人车的相关要求
12.10.3 增加了无人车的相关要求
12.11 增加系统状态指示灯相关要求
14.1.5 增加了无人车车号的相关要求

第三章
4.8 增加了无人车电池箱的要求

第四章
1.8.2 要求油路能够承受至少120摄氏度的高温
5 增加混合动力相关规则
5.3.3 修订了混合动力系统部件的安装定位要求

第五章
1.2.1 增加工作电压要求（有数据手册）
2.3 整体删除（与第二章内容重复）
3.1.1 驱动系统外壳接地新增要求
3.1.2 新增并明确接地点
3.2.5 删除“未经改装的市售”（自制控制器也支持使用可编程逻辑实现过流保护）
5.3.5 删除集成器件可以不满足隔离间距的规则
5.4.4&5.4.5 删除，内容重复
5.5.2&5.5.3 改换说法
5.5.13 新增驱动系统外连接器的要求
5.7.7 明确连接方式需要满足的要求
5.8 HVD位置和拆卸要求更新
5.10.12 TSAL规则细化

第六章
添加了无人车规则
1.1.2 针对低压驱动的无人驾驶赛车增设了补充规则

第七章
1.1.1 增加了无人车静态赛得分
2.7.1 增加了无人车第一车检需要无人检查的要求
4.11.6 自制的紧固件被视为零部件
5.1.1 修订了商业报告的定义
5.1.2 修订了商业报告裁判的角色
5.1.3 删除
5.1.5 删除
5.1.6 删除
5.4 删除
5.5.5 增加商业模式相关要求
6.1.4 增加了无人车设计报告的依据
6.2 增加了对无人驾驶系统设计报告的要求
6.5.1 增加了无人驾驶系统设计报告的格式要求
6.5.5 增加了无人驾驶系统设计报告的书写格式

6.7 增加了无人车无人驾驶跑动视频的提交要求
6.8.1 增加了无人驾驶系统设计报告和跑动视频组成“无人驾驶系统设计文件”的要求
6.9 增加了无人驾驶系统设计报告和跑动视频组成“无人驾驶系统设计文件”的要求
6.10.2 增加了无人车不合格提交扣分的规则
6.11.5 增加无人车可以携带赛车测试与比赛数据/视频/图片来证明赛车无人驾驶系统的功能工作状态和完整程度的规则要求
6.13.1增加了无人车设计报告得分
附录S-7 修改了设计项目评分表
附录S-8 增加了无人设计项目评分表

第八章
1.2 新增重新比赛相关规则
1.4 增加了动态赛区域定义
4.1.2 增加了无人车车手数量限制
5.2 增加了直线赛道示意图及摆放规则
5.2.6 增加了无人车直线加速程序
5.2.7 增加了无人车完成任务状态的要求
5.3.4 增加了无人车首次测试的团队将获得优先权的规则
5.9 增加了无人车直线成绩计算规则
6.3.2 增加了无人车首次测试的团队将获得优先权的规则
6.4.2 增加了桩桶摆放规则
6.4.3 增加了黄色高桩桶摆放规则
6.6.4 增加了无人车8字跑动次数限制
6.6.5 增加了无人车8字程序启动
6.6.6 增加了无人车8字赛项完成标准
6.9 增加了无人车8字成绩计算规则
7.2.1 定义了无人车有人驾驶高速避障要求
7.3.10 增加了无人车发车前无人系统检查的规则要求
7.9 增加了无人车操控性测试成绩计算规则
8.15 修改了车速太慢的标准
8.16.2 若油箱存在潜在损坏时，不会给油箱加油
8.18.8 修改爆胎不罚时的条件
第九节 增加无人车动态赛高速循迹规则
10.3.9 增加无人车红旗指令旗的说明
12.8.3 增加了无人车禁止使用辅助设备启动的规则
13.1 增加了电车、无人车赛车移动的要求
13.8.4 增加了无人车动态项目不能使用外部设备选择人为的限制
13.5 增加了电机运转要求的规则
14.4 添加车辆启动条件
14.6 增加了无人车启动程序的规则要求
14.7 增加了赛车故障与遥控急停系统的使用要求
14.8 增加无人车动态赛事跑动次数与成绩排名规则
14.9 增加无人车动态赛事完成流程
15.6 增加了无人车不安全停止的定义
15.7 增加了动态赛惩罚措施汇总表

第一章–管理规定

第一节 中国大学生方程式汽车大赛宗旨

1.1 中国大学生方程式汽车大赛宗旨

1.1.1 中国大学生方程式汽车大赛（包含 FSCC、FSEC 与 FSAC）旨在由各高等院校车队的在校生构想、设计、制造、开发并完成一辆小型方程式赛车并参加比赛。

1.1.2 为了给予参赛车队最大的设计灵活性和自由度以表达其创造力和想象力，赛事对于赛车的整体设计只有很少的限制。参赛队所面临的挑战在于要制作出一辆能够顺利完成规则中所提及的所有条目的赛车。比赛本身给了参赛车队一个同来自各地大学的车队同场竞技的机会，以展示和证明队员的创造力和工程技术水平。

1.1.3 通过解决一些现实中的工程应用问题，来锻炼学生的能力，使其适应将来在相关行业的就业。在工程设计过程中，需要的素质可能包括但不限于：

- 项目管理，预算，沟通和资源管理能力
- 团队合作
- 对于行业规则和规定的适用
- 设计，制造和测试真实车辆的性能
- 与来自世界各地的其他学生互动并竞争
- 撰写和准备技术文档

学生还将获得与相关行业的专业人士的交流合作机会，以此来提高学生的认识与能力，建立互利互惠的关系并在一定程度上解决学生们毕业后的就业问题。

1.2 赛车设计宗旨

1.2.1 为了达到赛事宗旨，假定参赛车队在为一家设计公司设计、制造、测试并展示一辆目标市场为业余周末休闲赛车的原型车。

1.2.2 赛车必须在加速、制动和操控性方面具有非常优异的表现，同时又必须具有足够的耐久性以顺利完成规则中提及的及比赛现场进行的所有项目。

1.2.3 赛车必须适合从第 5 百分位的女性到第 95 百分位的男性车手驾驶，同时要满足中国大学生方程式汽车大赛规则中的要求。

1.2.4 其它附加的设计因素也需要予以考虑：美学、成本、人体工程学、可维护性、工艺性和可靠性。

1.2.5 在完成车辆并进行测试后，设计团队应努力向有意生产该赛车的公司“销售”该设计。对于车队来说，其挑战在于开发一辆能最大程度满足中国 FSCC、FSEC、FSAC 赛车的设计目标且具有市场前景的样品车。

1.2.6 每辆赛车的设计都将与其它的赛车进行对比评价，以评定出最优秀的设计。

1.3 良好的工程实践

1.3.1 参赛车辆应按照良好的工程实践惯例进行设计和制造。

1.4 测评内容

1.4.1 参赛车辆将在一系列的静态和动态项目中进行测评，其中包括：技术检查、成本与制造分析、商业报告、赛车设计、单项性能测试和良好的赛道耐久性。

1.4.2 动态项目通过计分来评定赛车的表现。每个动态项目都指定了性能等级下限，并在得分的计算公式中得以反映。

以下为各项分数：

表 1.1 2024 中国方程式汽车大赛比赛项目分值

		油车&电车	无人车
静态项目			
	商业报告	75	-
	赛车设计	150	300
	成本与制造分析	100	-
动态项目			
	直线加速测试	75	100
	8 字绕环测试	50	150
	高速避障测试	150	125
	耐久测试	300	-
	高速循迹测试	-	325
	效率测试	100	-
总分		**1,000**	**1,000**

第二节 2024 中国大学生方程式汽车大赛概述

2.1 官方注册

2.1.1 中国大学生方程式汽车大赛遵循官方注册的原则并接受中国任何大学的代表车队注册。每支车队参赛总注册队员人数（不包括指导教师和 1 名新闻官）不得超过 29 人，注册指导老师人数不超过 5 人，车队新闻官由赛事组委会秘书处负责考核及认证。各高校只允许派 1 支同类（油车或电车）车队参加比赛。全面对境外车队开放，不限制境外参赛车队数量。

2.2 规则变动

2.2.1 每一年中国大学生方程式汽车大赛主办方将根据比赛的实际发展情况对规则进行相应变动，任何规则变动会在官方网站上公布。

2.3 官方声明及赛事信息

2.3.1 参赛车队须阅读由中国大学生方程式汽车大赛组委会及规则委员会出版的公告，并且熟悉所有官方公告，包括由中国大学生方程式汽车大赛规则委员会发布的赛事规则解释。

中国大学生方程式汽车大赛官方网站：
http://www.formulastudent.com.cn/ （中国汽车工程学会官网 http://www.sae-china.org)。

2.4 官方语言

2.4.1 中国大学生方程式汽车大赛的官方语言为中文。官方规定使用中文进行文件递交、报告陈述及讨论。

2.4.2 已提交申请参加中国大学生方程式汽车大赛的国外车队及其成员可与指定的裁判和官员使用英语进行报告陈述及讨论，可以提交英文文件。

2.5 赛事代码

2.5.1 在以电子文档的方式递交各种文件和资料时，文件名都必须带有该赛事的代码，具体赛事代码为：

油车：FSCC，即 Formula Student Combustion China

电车：FSEC，即 Formula Student Electric China

无人驾驶方程式大赛：FSAC，即 Formula Student Autonomous China

第三节 中国大学生方程式汽车大赛规则及主办方权限

3.1 规则权限

3.1.1 中国大学生方程式汽车大赛规则由中国大学生方程式汽车大赛规则委员会负责制订及解释，并由中国大学生方程式汽车大赛组委会公布和授权出版。

3.1.2 中国大学生方程式汽车大赛规则委员会、中国大学生方程式汽车大赛组委会发布的官方公告同本规则具有相同的效力。如公告内容与规则冲突，则以本规则为准。

3.1.3 如对于规则条款内容或目的不明确或有疑问的，可与中国大学生方程式汽车大赛规则委员会秘书处联系。（参见官网）

3.2 规则时效

3.2.1 公布在中国大学生方程式汽车大赛网站上的本年份版本的中国大学生方程式汽车大赛规则为比赛的有效规则。

3.2.2 大学生方程式可能会在赛季当中修改或更新规则。车队有责任遵守最新版本的规则。请车队经常检查赛事官网以确保自己使用的是最新版本的规则。

3.3 规则遵守

3.3.1 加入中国大学生方程式汽车大赛的车队、车队成员、指导教师和大学其它相关个人必须同意遵守由中国大学生方程式汽车大赛规则委员会和相关赛事组织者发布或宣布的规则和所有规则解释。

3.3.2 任何由个人或团体制定的、有关比赛场地使用的规则或要求并且是被公示或以其他形式公开发布的，都将纳入 FSC 的规则中以供参考。例如，所有比赛场地的免责要求、限速、停车场及其他设施的使用规则对所有参赛成员都适用。

3.3.3 所有车队成员、指导教师、安全责任人和其他大学代表都必须配合和遵循赛事组织者、官员和裁判的指导。

3.3.4 本规则作为赛事官方公布的唯一有效规则，适用于参加中国大学生方程式汽车大赛的所有中国车队。对于国外车队来华参赛的，中国大学生方程式汽车大赛遵从规则互认原则，即认同该车队所在国家大学生方程式所采用的规则版本。

3.4 规则理解

3.4.1 所有车队、车队成员和指导教师必须阅读和理解所参加赛事的有效规则。

3.4.2 图片和说明仅作为指导参考，只有在引用规则的文本时才属于规则的一部分。

3.5 参加比赛

3.5.1 从到达比赛现场直到赛事结束离开站点或提前退出，在现场的所有车队成员、指导教师、安全责任人和其他已登记大学的参赛代表将被视为“参赛”状态。

3.6 蓄谋犯规
3.6.1 有触犯条款的企图就被认为是触犯条款本身，并将受到相应处罚。

3.6.2 如果对于规则的内容或意义有疑问，可以询问中国大学生方程式汽车大赛规则委员会或相应赛事的组织者（见规则第一章第八节）。

3.7 赛车控制权
3.7.1 中国大学生方程式汽车大赛和其它赛事组织者在赛事进行期间保留对任何登记在案的在场赛车进行控制，以及由组织者、官员和技术检查人员进行检查和测试的权力。

3.8 标题
3.8.1 这些规则中的章节段落的标题仅供参考，仅为便于阅读，以段落中陈述的规则含义为准。

3.9 保留权限
3.9.1 中国大学生方程式汽车大赛和赛事组织者保留对任何赛事计划进行修订，以及在任何时候因赛事需要对赛事规则进行单方面解释和修改的权力。

第四节 参赛者资格

4.1 资格限制
4.1.1 为了确保中国大学生方程式汽车大赛作为一项工程技术赛事而非纯粹的竞速赛，只限在校全日制高等院校学生参赛。

4.2 学生身份
4.2.1 车队成员必须是本科院校的注册在校本科生和和全日制研究生，到比赛时毕业不超过 7 个月的应届毕业生仍具备参赛的资格。每个车队研究生人数不超过 3 名，本科大三及大三以下学生人数不少于 3 名。考虑到纯电动赛车的制作可行性及安全问题，在人员上允许高校所有在校注册的全日制学生参加比赛，其中博士生不得超过 3 人。以报名提交日的学生身份为准。

注：由两个或两个以上大学组成的队伍被视为一支队伍。一个在这个队伍中任何一所大学的学生可以参加这支队伍参加的任意一场比赛。这些大学则将被视为一所由两个分校组成的大学且要求满足所有参赛条件（一辆车参加一个赛种，一个注册时段等等）。

4.3 学会成员
4.3.1 各个车队成员所属院校需是中国汽车工程学会团体会员单位或在注册比赛后两个月内成为中国汽车工程学会团体会员单位。

4.4 年龄
4.4.1 车队成员必须年满 18 周岁。

4.5 驾照
4.5.1 车队中负责驾驶赛车的队员，在比赛的任何时间内都必须持有有效的汽车驾驶执照。

4.6 免责条款
4.6.1 所有在场的参赛者，包括学生、指导教师和志愿者都要求在现场注册时签署一份事故安全免责条款。

4.7 医疗保险
4.7.1 个人医疗保险责任由参赛者本人承担。主办方将推荐保险营销单位，参赛者可自行决定是否投

保。

4.8 中国赛事的个人注册条件-行动须知

4.8.1 每位参赛者，包括指导老师，必须在赛事规定的提交的时间前注册，并填写中国大学生方程式汽车大赛网站注册页面上的相关信息，包括：

-医疗保险证明；

-驾驶证；

-紧急联系信息（联系人、关系（父母/监护人、配偶等）、电话号码）。

4.9 现场报名要求

4.9.1 所有组员和指导老师需要现场报名。

-带上政府颁发的驾照或者护照，以及医保卡或者证明文件来现场报名。

第五节 指导教师、电气系统安全员和安全责任人

5.1 指导教师

5.1.1 每支车队须有*至少一个且不多于五个*、由该校方任命的指导教师。指导教师须陪同车队参加比赛并会被赛事官方默认为其大学的官方代表。

5.1.2 指导教师可以指导车队一些常规的工程技术和工程项目经营管理的理论。

5.1.3 指导教师不能设计赛车的任何部分或直接参与文档编写和报告陈述。

5.1.4 指导教师不能制造、装配零部件以及在准备、维护、测试、操作赛车的过程中提供任何帮助。

简单地说，指导教师不能设计、制造、修理赛车的任何部分。

5.2 电气系统安全员（仅限电车、无人车）

5.2.1 每支参赛队伍都必须指定至少一名电气系统安全员（ESO），负责比赛期间赛车的所有电气操作。

5.2.2 安全专员对比赛期间在车上的所有工作负责。

5.2.3 安全员是车队唯一有权声明车辆电气方面安全的人，如此车队才可对各系统进行操作。

5.2.4 安全员必须是车队的有效成员之一，因此其必须具有学生状态，见第一章 4.2。

5.2.5 大赛期间，安全员应保持电话畅通。

5.2.6 比赛期间，当需要对赛车进行操作或在赛场移动赛车时，安全员应紧跟赛车。

5.2.7 若车队没有另一名非车手的安全员，则唯一的安全员不得担任车手。

5.2.8 安全员须取得相应的资格。

安全员须证明或取得对汽车高电压系统进行操作的正式或非正式的实际操作培训。安全员/安全责任人训练或培训的细节须通过“电气安全员/电气顾问”表格申报组委会以获得批准。

5.2.9 当车队对赛车在高压下操作、电池箱操作以及其他电气系统操作时，车队至少一名 ESO 需要出现在操作区域，对操作进行指挥与指导。

5.3 电气系统顾问（仅限电车、无人车）

5.3.1 电气系统顾问应由参赛队员提名，具有专业能力，并能对车辆上可能使用的电气和控制系统提出建议。如果满足以下条件，电气系统顾问可由车队指导老师担任。

5.3.2 电气顾问必须在“电气专员/电气顾问”表格上提供有关其电气和/或电子控制工程经验的细节以获得赛会组织方批准。电气顾问可能是一名注册工程师或具有相同资质者。

5.3.3 电气顾问必须对赛车上开发和采用的技术或其他涉及安全的关键系统具有足够的经验才能够对车队提出的电气、电控设计进行建议和指导。
备注：可能需要一人以上来满足这一要求。

5.3.4 电气顾问在指导车队时，应使任何相关工程方案的优点都能在最终实施以前得到讨论、质疑和通过。

5.3.5 电气顾问应指导学生进行必要的培训以保证其能胜任将对赛车系统进行的工作。

5.3.6 电气顾问必须审核电气系统表格和 FMEA 文件并签字以确认赛车在原则上采用了好的工程惯例。

5.3.7 电气顾问必须保证车队与规则委员会讨论任何设计上的异常方面以减少被禁止参赛或为了通过车检而进行大幅修改的风险。

5.4 无人驾驶系统负责人（仅限无人车）

5.4.1 每一个参赛队必须至少指定 1 名，至多 2 名无人驾驶系统负责人（ASR），负责人是车队唯一负责对无人驾驶系统进行操作（包括比赛与测试中的任何操作）的人。

5.4.2 负责人是队中唯一被允许宣布无人驾驶系统安全的人，之后对于系统的任何操作才被允许，以及可以进行手动或无人驾驶模式下的操作。

5.4.3 负责人必须是有效队员，这意味着必须是学生身份，见第一章 4.2。

5.4.4 当赛车需要操作和移动时，负责人应紧跟赛车。

5.4.5 负责人必须经过训练以有资格操作无人驾驶系统以及理解和处理相关问题与失效情况。赛事开始前会进行统一的培训和相关讲解，若未按照要求进行出席，组委会及有权取消车队无人驾驶系统负责人的资格。

5.4.6 当车队对赛车无人驾驶系统进行操作时，车队至少一名 ASR 与至少一名 ESO 需要同时出现在操作区域，对操作进行指挥与指导。

5.4.7 注册的 ASR 和 ESO 的总和不得超过四人。

第六节 赛车合格性

6.1 由学生研制完成

6.1.1 参加中国大学生方程式汽车大赛比赛的赛车必须由学生车队成员自行构思、设计、制造和维修，这些过程中不能有专业的机械工程师、汽车工程师、赛车手、机械师或相关的专业人员直接参与。

6.2 信息来源

6.2.1 学生车队可以利用任何有关汽车设计的文献或知识，以及任何出自专业人士或学术的信息，只

要该信息发布的目的是供讨论研究的。

6.3 专业协助

6.3.1 专业人士不得做设计决策以及亲自制图，指导教师必须签署一份服从该约束的声明。

6.4 学生制造

6.4.1 中国大学生方程式汽车大赛系列赛事的宗旨是向学生提供直接的、第一手经验。因此，只要可能，学生要完成所有的制造任务。

6.5 中国大学生方程式汽车大赛参赛年-第一年参赛车

6.5.1 为了区别第一年、第二年和第三年的参赛车，一个“参赛年”包括了从赛车参加第一站比赛开始计算的大致 12 个月内举办的系列赛事中的任何比赛，如中国大学生方程式汽车大赛、FSAE Michigan、FSAE Lincoln、 Formula Student、 Formula Student Austria、 Formula Student Germany、 FSAE Italy、FSAE BRASIL、Formula Student Japan 和 FSAE Australia。比如说，一辆赛车首次参加的是 FSAE Australia 比赛，那么它在下一届 FSAE Australia 比赛开赛前都将被视为“第一年参赛车”。

备注：请各车队注意参赛车必须遵守所参加的各个赛事的有效规则。

6.6 第一年参赛车

6.6.1 第一年参赛车可以参加中国大学生方程式汽车大赛比赛。

6.6.2 被视为“第一年参赛车”的赛车必须至少使用的是全新设计的车架，照片或其它证据都可以用于判断其车架是否是新的。

6.6.3 如果对于参赛车的“第一年参赛车”资格有任何疑问，赛事组织者或裁判可以要求履行提交相应证据的义务。

6.6.4 [仅限无人车] 被视为“第一年参赛车”的赛车必须至少使用的是未进行过无人驾驶系统改造，并提供相关文件进行审核。

6.7 第二年参赛车

6.7.1 “第二年参赛车”不得参加任何一场中国大学生方程式赛车比赛，除非赛事主办单位同意。

6.7.2 对于重新设计或信息不够充分的车队在设计评定项目将会受到扣分的处罚，详见第六章 5.15“对于不够充分的再设计的扣分”。

6.7.3 [仅限无人车]对于所有参赛的无人驾驶赛车，都必须完全符合最新版规则。

6.7.4 [仅限无人车]允许提交之前已经被大赛组委会审核通过的文件（SES，IAD，ESF 等），但必须要符合参赛年的最新版规则。如果原文件内未包括赛车上新的无人化改造部分，那么必须重新修改文件再次提交。

6.8 第三年参赛车-严禁参赛

6.8.1 曾在过去两个 SAE 参赛年中比赛过的赛车严禁参加中国大学生方程式汽车大赛比赛。

6.8.2 任何被发现违反本条例参赛的车队将会被取消参赛资格。此外，该车队如注册将来比赛须提前递交一些文件，作为组织者可能需要用来判断接受与否的依据。

6.9 基础车型（仅限无人车）

6.9.1 参赛赛车必须是满足大学生电动方程式大赛（FSEC）技术规则及第六章 6.1 规则的纯电动方程

式赛车，进行无人化改造与设计。

第七节 注册及参赛

7.1 注册
7.1.1 在中国举办的中国大学生方程式汽车大赛比赛的注册必须在赛事管理系统上完成。

7.2 一校一队
7.2.1 每所大学每次参加中国大学生方程式汽车大赛的一项赛事只能注册一支同类（油车或电车或无人车）车队。

7.2.2 一名队员只能选择参加一支车队，不可重复报名。当油车和电车同期同地比赛的情况下，赛车手不可同时参加两支车队的耐久赛。

7.3 注册限制
7.3.1 注册参加中国大学生方程式汽车大赛赛事的参赛车队数量不做限制。

7.4 注册日期
7.4.1 中国大学生方程式汽车大赛赛事的注册通道见赛事管理系统（*中文官网：www.formulastudent.com.cn；英文官网：formulastudent.sae-china.org*）。注册单位均为学校，包括如下信息：大学名称、车队名、队长、指导教师、联系人及通信信息。

7.5 注册费用
7.5.1 中国站注册费用为 5000 元人民币（或 800 美元），费用必须在截止日期前汇给组织者，截止日期在相关赛事网站上会有详细说明。

7.5.2 注册费用一律不退还。

7.6 退赛
7.6.1 注册车队如果发现无法出席比赛，需在赛前提前至少一个月的时间以文本方式通知组委会其正式退出。组委会联系邮箱为：*zhenghao@sae-china.org*。

7.7 赛车运输
7.7.1 通过商业运输公司的车辆运输必须遵守运出和运入国的法律和条例。建议车队咨询其承运公司来确保他们的运输符合所有相关部门、海关、进出口以及航空运输要求。

7.7.2 货物必须以运输的车队或者学校作为接收方，赛事组织者和赛事场地不可被列为接收方。

7.8 现场注册
7.8.1 所有车队成员和指导教师必须在到达比赛地点后立即完成现场注册手续。

7.9 赛场秩序
7.9.1 组委会有权对违反安全规则的行为主体（如车队/人员）进行处罚，如违反用电安全、用油安全、赛场内抽烟等行为。相关处罚标准见赛事手册。

第八节 赛车文件、截止日期与处罚

8.1 要求文档及表格
8.1.1 以下用于支持车辆设计的文档必须在赛事官网上或赛事主办方以其他方式公布的行动期限前

提交。

第一章 5. “电气系统安全员与电气系统指导教师表格”–使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第一章 11“车辆状态视频” - 文件必须符合车辆状态视频相关规则。

第二章 3.9 “结构等同性表格”和附件 B-1 – 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格或第三章 2 “结构要求证明表” – 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；
备注–除非按照替代车架规则使用“结构要求证明表”，车队必须提交“结构等同性表格”。请按要求提交“结构要求证明表”或“结构等同性表格”但不需都提交。

第二章 3.25 “前端缓冲结构数据要求” – 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第四章 2.1 某些比赛要求“燃料类型预定” – 具体参见相关赛事网站；

第四章 5.6 [仅混合动力]“混合动力系统申报书” - 文件必须符合混合动力系统表格相关规则。

第五章 10.1 [仅电车、无人车]“电气系统表格” - 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第五章 9.2 对于电车、无人车和采用电子节气门的内燃机车，“失效模式及影响分析” - 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第六章 2.8 [仅无人车]“无人驾驶系统表格” - 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第七章 3“商业逻辑方案” – 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第七章 4 “成本报告” – 成本报告必须符合成本报告项目相关规则。只需提交电子版；

第七章 6.2 “设计报告” – 设计报告必须符合设计报告项目相关规则；

第七章 6.3“设计参数表” – 使用 www.formulastudent.com.cn 网站上要求的表格；

第七章 7.2 [仅无人车]“无人驾驶系统设计报告” - 无人驾驶系统设计报告必须符合无人驾驶系统设计项目相关规则；

第七章 7.5 [仅无人车]“无人驾驶跑动视频” - 文件必须符合无人驾驶跑动视频相关规则。

8.2 截止日期

8.2.1 无偿参与的裁判将对所有要求提交的文档进行评估因此保证他们有足够的时间完成其工作非常重要。文档提交的截止日期没有例外并且延迟提交将导致扣分。请注意不同文档和提交物可能有不同的截止日期，具体参见赛事官网。

8.3 提交地址和格式

8.3.1 提交文档的程序以及各类文档需发送至的网站和/或地址会被公布在赛事官网上或由赛事主办方通过其他方式公布。大部分要求的文档必须按照某一由具体规则指定的格式或预制的表格提交。未能按适当的格式提交表格或以错误的文件名提交将被视为“未提交”。请仔细阅读赛事规则并跟进赛事官网。

提示–如果某一文档未正确提交，车队将不会收到通知。各车队将自己负责确认其文档已被正确上传并在截止日期以内。我们将不会发送电子邮件与车队确认。

8.4 迟交处罚

8.4.1 在最后期限提交文件或者提交文件非常不完整的将受到处罚，每天或不足 1 天将扣除 10 分，之后将标出处罚的极限及例外。此外，若提交文件遭组委会驳回修改，那么必须在规定的时间内提交修改后的文件。迟交修改后的文件也将受到处罚，每天或不足 1 天将扣除 10 分。若再次提交的文件继续遭到驳回，那么每次驳回车队将受到 10 分的处罚。

第一章 5 电气系统安全员与指导教师表格—迟交两表格的处罚上限为 50 分。

第二章 3.9.5 结构等同性表格（SES）或第三章第二节 结构要求证明表（SRCF）—迟交两表格的处罚上限为 50 分。

然而，建议车队按照要求提交 SES/SRCF 而迟交文件将最后审核。迟交 SES/SRCF 的认可可能拖延赛车参加比赛。我们强烈建议尽早提交 SES/SRCF。

第二章 3.25 前端缓冲结构数据报告-迟交前端缓冲结构数据报告的处罚上限为 50 分。

第四章 1.17 电子节气门（ETC）—意向申明- 检查相关网站。

第四章 1.18 电子节气门（ETC）—失效模式及影响分析（FMEA）。

第五章 9.1 [仅电车、无人车] “电气安全表 —对于 ESF 延迟提交的处罚最高罚分 50 分。如果电气系统表在提交截止时间 10 天之后被组委会收到将被视为“未提交”则该车将不能进行车检且不被准许参赛。

第五章 9.2 [仅电车、无人车] “失效模式和影响分析”（FMEA）—对于过期提交“失效模式和影响分析”的处罚最多不超过 50 分。如果“失效模式和影响分析”超过预定期限十天才被收到，将被视为“未提交”。赛车将不能进行车检且不准许参赛。

第六章 2.8 [仅无人车]“无人驾驶系统表” - 对于 ASF 延迟提交的处罚最高罚分 50 分。如果无人驾驶系统表在提交截止时间 10 天之后被组委会受到将被视为“未提交”则该车不能进行车检且不被准许参赛。

第七章 3 商业逻辑报告-商业逻辑报告的迟交处罚上限为 50 分。

第七章 4.16 成本报告延迟提交-对于在提交截止时间之后提交成本报告的车队，处于每天 10 分、最高 80 分的罚分。

第七章 6.8 延迟提交和未提交的处罚-设计报告和设计参数表共同组成了“设计文件”。设计文件延迟提交和全部未提交或者任何一份未提交将被处以每天扣 10 分的处罚直至扣完 100 分。

第七章 7.8 [仅无人车]延迟提交和未提交的处罚 - 无人驾驶系统设计报告和无人驾驶跑动视频共同组成了“无人驾驶系统设计文件”。无人驾驶系统设计文件延迟提交和全部未提交或者任何一份未提交将被处以每天扣 10 分的处罚直至扣完 100 分。如果设计文件在提交截止时间 10 天之后才被组委会收到将被认为是“未提交”并且该车队将无法参加设计报告环节，而且该车队在设计报告该项目环节中将得到 0 分。

8.4.2 超过截止日期 10 天后提交所需的商业逻辑报告、成本、设计或技术文件的车队，将会被自动取消参赛资格。超过截止日期 9 天后仍未提交的车队，将会得到组委会通知“我们没有收到你们车队的文件，如果截止日期 10 天后仍未提交，则将取消车队的注册，并且不会退还任何费用”。此规则适用于每一轮所需文件的截止日期后。

第九节 抗议

9.1 不容置疑—车队为赛车付出了很多，有权享有他们能获得的所有得分。赛事主办方承认对于规则的理解、处罚的使用和规程的理解存在不同之处，并将尽最大努力迅速而公平地复审所有问题并解决问题。

9.2 复审要求 – 任何想要对规则、得分、裁判的决定或任何比赛的其它方面提出抗议的车队须将问题提交至中国大学生方程式汽车大赛官方组织接受讨论，并在抗议归档之前提出可行的解决方案。

9.3 抗议的理由 – 车队可抗议已对自身造成实际的、重大的伤害或对本队分数有实质性影响的任何规则释译、计分或官方行为（除非被特别排除在容许抗议范围之外的）。但车队不可以针对未造成车队实质性伤害的规则释译或行为进行抗议。

9.4 抗议形式和罚分 – 抗议必须以书面形式提交给指定的赛事组织者或中国大学生方程式汽车大赛官方组织。抗议队伍必须抵押其已得分值中的 25 分，作为抗议被驳回时的扣分。

9.5 抗议的时间 – 抗议必须在所抗议的行为发生或涉及到抗议项目的分数公布后的半小时（30 分钟）内进行申诉。

9.6 决定 – 官方对于任何抗议的决定都是最终的。

9.7 举报属于一种抗议行为。

第十节 总体处罚

10.1 *除非另有明确规定，否则违反规则至少会被扣 20 分。罚分将从该队的总分中扣除。*

10.2 *总体处罚适用于内燃机车、电动车和无人车比赛成绩，且非相应比赛类别的处罚不包含在内。*

第十一节 车辆状态视频

11.1 *所有车队必须在比赛前提交一份赛车驾驶的视频。视频必须在大赛官网的截止日期之前提交。*

11.2 *视频内容必须按以下顺序拍摄：*

- *静止不动*
- *环绕车 360° 拍摄一周（特写，可与以下三个要点重叠）*
- *（仅电车）启动驱动系统（TS）*
- *（仅油车）启动发动机*
- *（仅无人车）执行操作流程并进入无人驾驶准备状态（“AS Ready”）*
- *（仅油车、电车）车手驾驶车辆以不低于 10km/h 速度直线行驶不少于 30m*
- *（仅油车、电车）制动至车辆完全停下*
- *（仅油车、电车）180° 转弯*
- *（仅油车、电车）车手驾驶车辆以不低于 10km/h 速度直线开回起点*
- *（仅油车、电车）车辆恢复静止状态*

●（仅无人车）直线行驶，180°转弯，掉头
●（仅无人车）直线行驶回到初始位置（或其同一水平线位置，即 U 型赛道满足要求）
●（仅无人车）停车，静止放置

11.3 *视频必须符合以下标准：*
●视频保持原始录制状态，不要进行参数改变（播放速度、遮挡、动画特效等）
●第三人称视角的连续、无拼接拍摄
*●（仅无人车）需要分窗格展示赛车行驶的第三视角，第一视角以及赛车环境感知与路径规划虚拟视角的三方面连续性视频。**注意！三个视角的视频必须保证时间同步。***
●车辆必须清晰可见（光线、视频清晰度、帧率和画面）
●车辆必须依靠其自身动力行驶
●车辆必须是可以比赛的状态
●在驱动系统（TS）或发动机启动后，不可从车前方穿越车辆
●刹车灯和（仅电车、无人车）驱动系统指示灯必须在视频中清晰可见
●（仅电车、无人车）必须能在视频中听见待驶鸣笛
●（仅无人车）赛车不能够由车手驾驶，完全无人驾驶模式进行行驶
●（仅无人车）主环灯与无人驾驶系统状态指示灯必须在视频中清晰可见
●（仅无人车）在跑动视频的最后，赛车必须通过紧急制动操作进行停车
●视频总长不得超过 60 秒。文件的大小可能受到限制，具体参见大赛官网

11.4 *如果一支车队的车辆状态视频被认为“不通过”，则会被认为跑动视频未提交。车队可以之后再次提交视频。*

11.5 *如果参赛队上传的车辆状态视频是前一年的视频，则将被取消参赛资格。*

11.6 *（仅无人车）该文件会被评入无人驾驶系统设计项目分数。*

第十二节 关于中国大学生方程式汽车大赛规则的问题

12.1 问题公布
在向中国大学生方程式汽车大赛规则委员会或赛事主办方提交问题的同时，意味着你和你的团队同意可以由赛事官方将你的问题及官方回复予以公布。

12.2 问题类型
规则委员会将回答在赛事规则、常见问题中没有提到的问题或者需要新增的规则注释的问题。规则委员会将不回复已经在规则中提到的问题。比如，如果一条规则指定了一个零件的最小尺寸，那么对于是否可以使用更小的尺寸的问题，规则委员会将不予回答。

12.3 常见的问题
常见问题可关注中国大学生方程式汽车大赛官网、官方微博和官方微信公众账号。

12.4 问题提交格式
12.4.1 所有的规则问题都必须包括 (1)提问学生的全名和电子邮件地址；(2)大学名称（不得使用缩写）；(3)有疑问的规则的代码。

12.4.2 向规则委员会所提的问题有以下限制 (1)任何图片、图画或其它附件的大小不得超过 100kb；(2)任何问题连同附件的总大小不得超过 1Mb。

12.5 回复时间

12.5.1 一般在两周的时间内给与回复，规则委员会将尽可能迅速地对问题做出回答，但是对于存在新的争议的或非常复杂的问题，可能要多于两周时间。

12.5.2 请不要重复提交问题。

12.6 提交地址
中国大学生方程式汽车大赛组委员会官网，规则委员会秘书处邮箱：eagledeng@tongji.edu.cn

附录 S- SAE 技术标准

下列所述所有的 SAE 技术标准，都在 SAE 技术标准论坛（TSB）网站上提供免费下载和使用。此论坛由大学生设计团队搭建。在所有的工程领域，标准都是十分重要的，我们强烈建议您浏览这些文档，并熟悉它们的内容和用途。

下列技术文档包括两个部分：（1）在规则中确定的标准，（2）TSB 和其它规则委员会认为有价值的参考文档或在未来的规则中可能提到的内容。

包括在 CDS 规则中的 SAE 技术标准：

SAE 越野车竞赛（Baja SAE）
J586 – 总宽度小于 2032mm 的机动车用制动灯
J759 – 灯光识别代码
J994 – 倒车电子警报装置性能试验
J1741 – 预备报警系统

SAE 雪地车挑战赛（Clean Snowmobile Challenge）
J192 – 雪地车外部噪声等级
J1161 – 雪地运动车运行噪声测量规程

大学生方程式混合动力汽车大赛（Formula SAE Hybrid）
J1318 – 允许的应急、保养和维修的车辆用气态放电报警灯
J1673 – 汽车高压电线系统

大学生方程式汽车大赛（Formula SAE）
SAE 4130 钢是参考的但没有特定的标准
SAE 5 级螺栓是必须但没有特定的标准

Supermileage
J586 - 总宽度小于 2032mm 的机动车用制动灯

电气标准（Electric Standards）
用于补充的 SAE 技术标准
与 SAE 越野车竞赛（Baja SAE）相关的标准
J98 – 通用工业机械人员防护
J183 – 发动机油性能和发动机维修分类
J306 – 汽车齿轮润滑剂黏度分级
J429 – 外螺纹紧固件机械性能和材料要求
J512 – 汽车管接头
J517 – 液压软管

J1166 – 非公路自驱式机械操作者工作循环噪声测量
J1194 – 轮式农用拖拉机翻转防护结构（ROPS）
J1362 – 非公路自走式工作机械操作者控制件及显示器的图形标志
J1614 – 建筑、农业及非道路机械电线布置
J1703 – 机动车制动液
J2030 – 大功率电器连接标准
J2402 – 道路车辆—指示器、控制器和信号装置的符号

与雪地车挑战赛（Clean Snowmobile Challenge）相关的标准
J44 – 雪地车行车制动系统性能要求
J45 – 雪地车制动系统试验规程
J68 – 雪地车开关装置和部件试验
J89 – 雪地车坐椅动态缓冲性能标准
J92 – 雪地车节气门控制系统
J192 – 雪地车外部噪声等级
J288 – 雪地车燃油箱
J1161 – 雪地运动车运行噪声测量规程
J1222 – 雪地运动车车速控制保险
J1279 – 雪地运动车驱动结构
J1282 – 雪地运动车制动结构
J2567 – 雪地车静止状态下排气管噪音等级测量

与大学生方程式汽车大赛（ Formula SAE）相关的标准
FSC001-2015 发动机油技术标准
J183 – 发动机油性能和发动机维修分类
J306 – 汽车齿轮润滑剂黏度分级
J429 – 外螺纹紧固件机械性能和材料要求
J452 – SAE 铸铝合金的一般信息—化学组成，机械和物理性能
J512 – 汽车管接头
J517 – 液压软管
J637 – 汽车 V 型皮带传动
J829 – 油箱加注口盖和盖保持器
J1153 – 汽车制动器液力主缸试验规程
J1154 – 汽车制动器液力主缸性能要求
J1703 – 机动车制动液
J2045 – 燃油管总成性能要求
J2053 – 道路车辆制动主缸塑料储存罐

与大学生方程式混合动力汽车大赛（Formula Hybrid）相关的标准
J1772 – SAE 电动汽车传导充电系统连接

与所有 CDS 竞赛相关的标准
J1739 – 设计和制造装配过程中潜在失效模式及影响分析手册

第二章–通用技术规范

第一节 赛车的要求和限制

1.1 技术检查

1.1.1 下面的要求和限制将在技术检查过程中强制执行。违反要求的地方必须加以更正，在通过复检之前，不允许启动赛车的动力系统。

1.2 修改和修理

1.2.1 当赛车参加成本或者设计报告的展示，或是参加静态技术检查后，以及在赛车被允许参加动态项目之前（即赛车得到了所有的静查合格标签），只能对车检裁判指出的并且要在检查表格上注明的地方做修改。

1.2.2 一旦赛车被允许参加动态项目比赛，赛车将只被允许进行下列修改工作（该规定也涉及本规则第七章中的静态项目比赛）：

a） 皮带、链条和离合器的调整；
b） 制动力分配的调整；
c） 安全带，头枕，座椅和踏板的调整；
d） 为适应不同驾驶员的身材而对头枕和座椅辅助靠垫的更换；
e） 发动机工作参数调整，例如对燃料混合气浓度和点火正时的调整，以及任何软件标定的调整；
f） 后视镜调节；
g） 除弹簧、横向稳定杆摇臂和垫片可以更换外，对悬架系统进行调整时不能更换其他零件；
h） 胎压的调整；
i） 定风翼的角度调整，但其装配位置不可调整；
j） 燃料、机油及冷却液等的补充；
k） 旧轮胎或刹车片的更换。更换的轮胎和刹车片必须与技术检查时呈示并通过的，在材料，成分和尺寸上一致；
l） 干胎、雨胎的更换必须基于中国大学生汽车大赛规则第八章动态项目规则中规定的赛道状况；
m） 低电压电池充电；
n） 高压蓄电池充电；
o） 如果技术检查期间获得批准，则可安装或拆除传感器保护罩。

1.2.3 在整个比赛过程中，赛车必须保持被要求的规格，例如，离地间隙、悬架跳动行程、制动能力（刹车片材料、成分）、噪音水平以及定风翼的位置。

1.2.4 一旦赛车被允许参加比赛，任何需要维修的故障，例如撞击损害、电子或机械故障，都将使检查合格认可失效。在完成维修再次进入任何动态比赛之前赛车必须由首席技术检查员进行复检，以获得合格认可。

第二节 总体的设计要求

2.1 赛车式样

2.1.1 赛车必须车轮外露和座舱敞开（方程式赛车式样），并且四个车轮不能在一条直线上。

2.1.2 对“车轮外露”的定义-车轮外露即须满足以下要求：

1）从垂直车轮上方看，前后车轮上半部分（上半 180°）不允许被遮挡。

2）从侧面看，前后车轮不允许被遮挡。

3）在转向轮指向正前方时，赛车的任何部分都不能进入排除区。从赛车侧面看，排除区长边界由车轮前后各 75mm 的竖直延伸的两条线组成，宽边界为从轮胎外侧平面到轮胎内侧平面。“排除区”见图 2.1。

4）必须同时符合第二章第九节空气动力学装置的尺寸和要求。

备注:所有的检测都使用干胎。

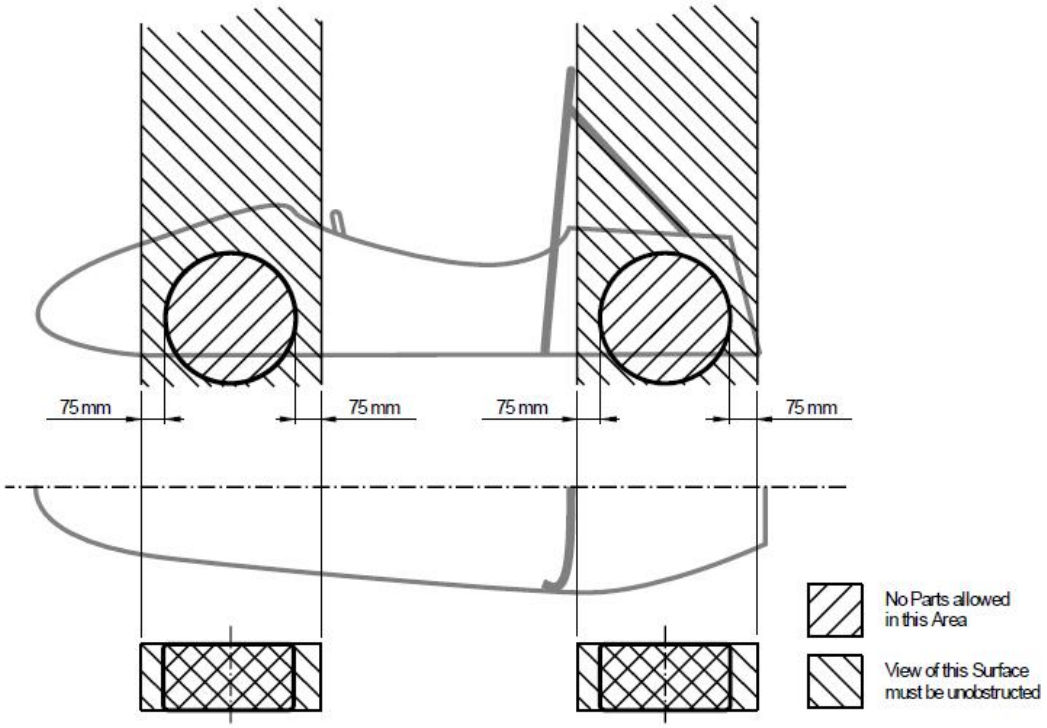


图 2.1 车轮周围排除区

2.2 车身

2.2.1 除了驾驶舱必须开口以外，从赛车最前端到主防滚架（或者防火墙）的这段空间里，不允许车身上有深入驾驶舱的开口。允许在前悬架的零件处有微小的开口。

2.2.2 [仅电车、无人车]封闭式车架结构与车架和地面之间的结构必须在结构最低部分有足够的合适大小排水孔，以防止液体积聚。当结构中存在多个局部最低部分时，需要附加的孔。

2.2.3 可能与行人接触的车身边缘必须具有至少 1mm 的圆角。

2.3 轴距

2.3.1 赛车的轴距至少为 1525mm（60 英寸）。轴距是指在车轮指向正前方时前后车轴轴线在地面上的投影之间的距离。

2.4 轮距

2.4.1 赛车较小的轮距（前轮或后轮）必须不小于较大轮距的 75%。轮距和重心必须结合起来以提供足够的侧翻稳定性。

2.5 可视性

2.5.1 技术检查表格上的所有条目必须在不借助工具（比如内窥镜或是镜子）的情况下清楚地呈现给技术检查官。呈示时可以通过拆卸或移动车身板件来实现。

第三节 驾驶员单元

3.1 赛车结构 – 两种可选方案

车队能够自行选择设计他们赛车满足下面任何 2 个独立、又有相关性的要求和限制。具体来说，车队能选择满足如下任一要求：

1）如下第二章第三节驾驶员单元定义；

2）第三章“替代车架结构”（见第三章及 FSC 网站）。

3.1.1 需要注意——如车队打算使用第三章替代车架结构规则，必须在 FSC 网站指定的时间之前向组委会提交申请，关于申请的要求详见第三章。裁判委员会将检查车队提交的报告，并且告知车队他们的设计请求是否通过。第三章有众多的数据分析性的需求，由于这些技术还处于研究发展阶段，车队提交的申请报告可以确保裁判委员会能够掌握车队进行这项工作的工作量并且给予车队一些技术支持（可能需要车队提供一些证明材料），同时确定车队是否有技术能力去分析他们的设计并且证明符合第三章的规则。

3.1.2 使用第三章替代车架规则，需要提交结构要求认证表（SRCF）以代替 SES。

车队若提交了 SRCF 则不需提交 SES 结构等同表格。

3.2 总体要求

3.2.1 赛车的结构必须包括两个带有支撑的防滚架、有支撑结构和缓冲结构的前隔板、以及侧边防撞结构。

3.3 名词解释

下列定义在整个规则资料中应用：

●*车架（即底盘，Chassis）*——支持所有功能车辆系统的组装结构。这种组合可以是单个组合结构、多个组合结构或复合结构和焊接结构的组合。

●单体壳——一种由外部板承受载荷的底盘结构。

●主环——位于车手旁边或是身后的一个防滚架。

●前环——位于车手双腿之上，接近方向盘的防滚架。

●防滚架——主环、前环均被归为防滚架。

●防滚架斜撑支撑——从主、前环支承的末端引出到主、前环上的结构。

●车架单元——最短的未切割的、连续的单个管件。

●*车身（Bodywork）——底盘，或者任何整流罩部件和遮盖部分的外表面。*

●基本结构——基本结构包括以下车架部件：

1）前隔板和前隔板支撑系统；

2）前环，主环，防滚架斜撑及其支撑结构；

3）侧边防撞结构；

4）（仅电车，无人车）动力系统保护结构和后部碰撞保护结构；

5）所有的能将车手束缚系统的负荷传递到基本结构的车架单元。

●基本结构包络面——被多个平面所包围的空间。“平面”为与所有车架基本结构单元的最外面相切的平面。

●车架主体结构——已定义的车架基本结构所包围的车架部分为车架主体结构。主环上部在上侧边防撞杆顶端做一水平面，主环高于此平面的部分和主环斜撑不包括在该定义中。

●前隔板——车架主体结构前端的一个平面结构。其功能是保护车手双脚。

●前端缓冲结构——位于前隔板前方的可变形的吸能装置。
●侧边防撞区域——座舱内部车架的最低点往上 240mm 到 320mm，从前环到主环间的车辆侧面区域。详见第二章 3.25.及第二章 3.35 的要求。
●防滚架保护包络面*由以下共同构成：*

1）基本结构和固定在基本结构上的任何符合第二章 3.4 中最低要求，或同等规定的附加结构

2）从主环顶部到前环顶部的平面

3）从主环的顶部到符合第二章 3.4 的车辆最后部的结构，或同等规定的结构的平面

*如果没有三角结构在主环后部区域，则防滚架保护包络面到主环后平面为止。（如图 2.2）

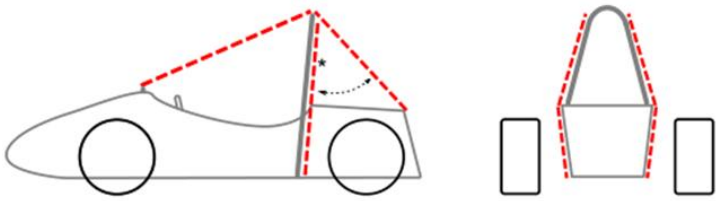


图 2.2 防滚架包络面示意图

●轮胎包络面——主环与四个轮胎中每个轮胎的外边缘之间的切线所围成的体积。（如图 2.3）

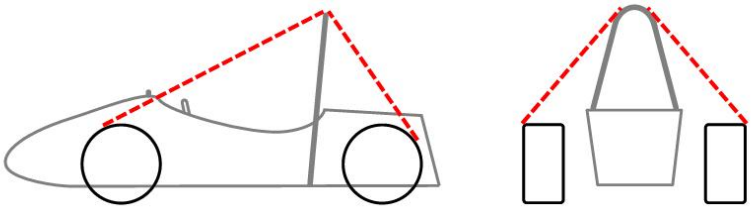


图 2.3 轮胎包络面示意图

●部件包络面——从主环顶端到前隔板顶端的平面和从主环顶端到三角管结构最后面或单体壳最后平面内区域。（如图 2.4）*参考防滚架保护包络面的备注

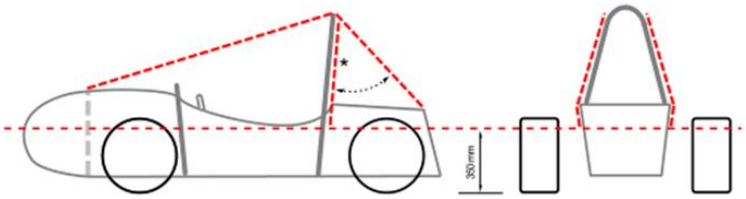


图 2.4 部件包络面示意图

●点对点三角结构——将车架结构投影到一个面上，在此平面内施加一个任意方向的载荷到任意节点，将只会导致车架管件受到拉伸力或是压缩力。也即“正确的三角结构”，见图 2.5。

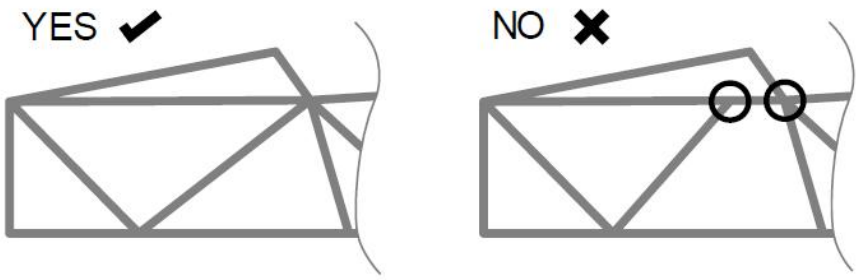


图 2.5 三角结构示例

3.4 材料的最低要求

3.4.1 基准钢铁材料

赛车的基本结构必须为由以下材料之一制作：

（1）低碳钢或合金钢（含碳量至少为 0.1%）制造的圆管（最小尺寸规格要求如下表，*每种管材必须满足表格中所有四项要求*）；

（2）第二章 3.5，3.6，3.7 中允许的替代材料。

表 2.1 基准钢铁材料要求

部件或用途	***最小截面积惯性矩***	***最小横截面积***	***最小外径或宽度***	***最小壁厚***
前环、主环、肩带安装杆	*11320mm^4*	*173mm^2*	*25.0mm*	*2.0mm*
前环支撑、前隔板、侧边防撞结构、主环斜撑、安全带固定装置、（仅电车，无人车）动力电池保护结构	*8509mm^4*	*114mm^2*	*25.0mm*	*1.2mm*
前隔板支撑、主环斜撑支撑、肩带安装杆支撑、结构保护件、结构管件、（仅电车，无人车）传动系统部件	*6695mm^4*	*91mm^2*	*25.0mm*	*1.2mm*
弯曲或多段的侧边防撞结构顶部管件	*18015mm^4*	*126mm^2*	*35.0mm*	*1.2mm*

备注 1：*管件存在尺寸公差*是规则所允许的：

备注 2：在 SES 中提交的用于计算钢材性能的最低标准不能低于以下值：

弯曲和屈服强度计算：

杨氏模量 (E) = 200 GPa (29,000 ksi)；

屈服强度(Sy) = 305 MPa (44.2 ksi)；

极限强度(Su) = 365 MPa (52.9 ksi)。

焊接单体壳连接点或焊接钢管焊点计算：

屈服强度(Sy) = 180 MPa (26ksi)；

极限强度(Su) = 300 MPa (43.5 ksi)。

当管件需要焊接加强时（如用于加强位于管件上的螺栓孔的焊接材料，或用于加强悬架安装切口的焊接材料），原管件应使用原有的冷轧强度计算，焊接加强材料应使用焊点材料强度计算，*且焊接管件和加强件必须在 SES 的原始非焊接管部分进行说明*。

备注 3：所有外径小于 25.0mm 或壁厚小于 1.2mm（0.047 英寸）的钢管不认为具有结构性，在评定是否符合规则时不予考虑

备注 4：当管件需要焊接加强时（如用于加强位于管件上的螺栓孔的焊接材料，或用于加强悬架安装切口的焊接材料），原管件应使用原有的冷轧强度计算，焊接加强材料应使用焊点材料强度计算

3.5 替代管件和材料 – 基本要求

3.5.1 除主环和主环斜撑必须使用钢材以外，其他管件均可使用替代尺寸规格和材料。铝制、镁制或钛制的管件以及复合材料在主环和主环斜撑上禁止使用。

3.5.2 焊接过的钛制或镁制管材禁止在基本结构中使用，禁用范围包括基本结构管件与车架结构的连接件，以及基本结构管件与其他部件的连接件。

3.5.3 如果参赛车队选用替代管件或材料，则必须提交《结构等同性表格》（3.9 条）。参赛车队必

须提交他们所选材料的计算结果，来证明所选材料与第二章 3.4.1 中的最小尺寸规格的钢材在弯曲、扭转、拉伸时有相同的屈服强度和极限强度，也有相同的抗弯刚度和吸能能力。（抗弯刚度被定义为 EI，其中 E=弹性模量，I=最脆弱轴处的惯性矩。）

3.5.4 管件壁厚不得小于第二章 3.6 和 3.7 中的规定。

3.5.5 如果使用了弯管（或者是由不在一条直线上的多个管件组成）：在管中心线测量的任何弯曲的最小半径，必须至少是管外径的三倍。2）弯管必须是光滑的，连续的，没有卷曲或壁破裂的迹象。3）如果在基本结构（主环前环除外）中使用，则必须使用额外的管件与其相连作为支承。并且满足以下要求：

a.连接点必须是弯管上与其两端连线偏离最远的点。

b.支撑管件必须与弯管有同样的直径和厚度，其另一端要必须连接在车架的节点上，且与弯管平面的角度不能超过 30 度。

c.与上侧边防撞杆相连接的斜撑不需要满足与弯管平面夹角小于 30 度的要求。

3.5.6 任何采用桁架结构加单体壳的底盘设计，都必须符合所有相关规定的要求，例如采用夹层平板的防撞结构必须符合规则第二章 3.28、3.29、3.30、3.32 和 3.35。

备注：允许使用管与平板相结合的办法来证明等同性。例如，对于由一个依据规则 T3.4 的管及一块薄板组成的侧面防撞结构，该薄板只需要等同于两个侧面防撞管。

3.5.7 如果使用了任何替代材料，则 SES 必须包含材料的制造技术和制造过程的细节。

3.6 替代钢管

最小壁厚要求：

表 2.2 替代钢管最小壁厚要求

材料和用途	最小壁厚
钢管，用于：前环、主环、肩带安装杆	2.0mm(0.079 英寸)
钢管，用于：防滚架斜撑、主环斜撑支撑、前隔板和侧边防撞结构、前隔板支撑钢管、安全带固定杆（不包括上述部分）、高压蓄电池保护、高压驱动系统保护	1.2mm(0.047 英寸)

符合物理测试要求的车队的最小壁厚要求：

表 2.3 替代钢管最小壁厚要求（符合物理测试要求的车队）

材料和用途	最小壁厚
钢管，用于：前环、主环、肩带安装杆	1.6mm(0.065 英寸)
钢管，用于：防滚架斜撑、主环斜撑支撑、前隔板和侧边防撞结构、前隔板支撑钢管、安全带固定杆（不包括上述部分）、高压蓄电池保护、高压驱动系统保护	0.9mm(0.035 英寸)

备注 1：所有的钢材必须同等处理——不允许合金钢管件的壁厚，如 SAE4130，比所用的低碳钢的

壁厚更薄。
备注 2：当采用了比第二章 3.4.1 中指定规格壁厚更薄的钢管，为了保证 EI 相同，外径必须增加。
备注 3：为了保持相同的屈服强度和极限抗拉强度，替代管件**必须**保持与第二章 3.4.1 中规定的规格有相同的横截面面积。
备注 4：采用替代车架规则的队伍必须符合规则第二章 3.6。

3.6.1 代表赛车基本结构连接方法的测试样件必须由车队自制，并且通过拉力测试以确保连接强度与质量。

3.6.2 测试样件必须用两个长 203mm（8 英寸），中心线相距 38mm（1.5 英寸）的平行长管构造成“H”型。连接管必须垂直于平行管，离一管顶端和另一管末端均 50mm（2 英寸）

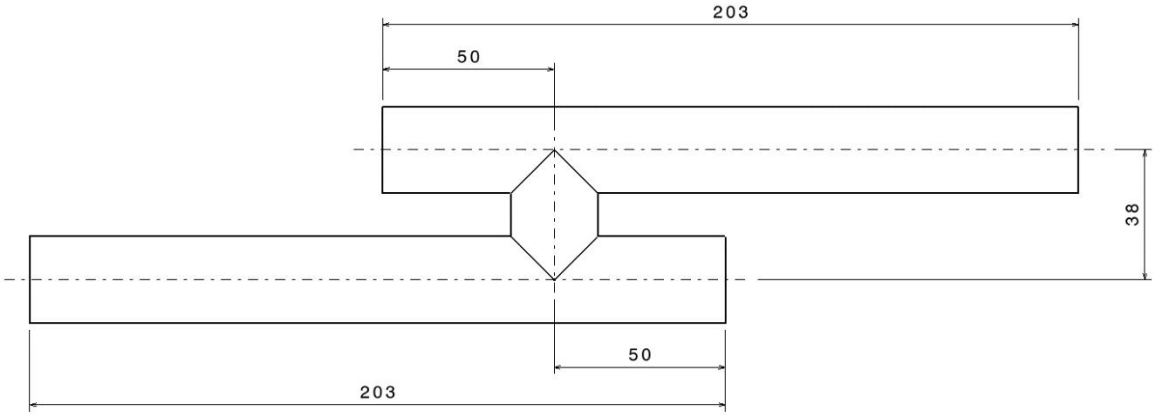


图 2.6 测试样管示意图

3.6.3 测试样件必须满足以下要求：

a.测试样件必须使用和构造底盘时相同的低碳钢或合金钢。

b.在赛车设计中每使用一种替换管件，都要进行对替换管和基准管件进行测试和对比。

c.同等材料等效认可原则。如果替代管件是同一种材料，那么只需对同一种尺寸进行测试。此原则可以推广到其他本规则允许的替换件测试及证明中。

d.每个接合处的两个样品都要制作并测试，每个基准管两个样品，每个替换管两个样品。备注：这意味着测试时最少测试四个。

e.最小壁厚管必须是平行管之间的短垂直管。

f.为了安装至拉力试验机，可以在测试样件的端部修改或添加材料。所有测试样件安装端的修改必须一致。

g.所有测试样件和真实赛车车架上的所有焊后热处理（如退火）必须一致。不允许改变焊缝形状（不能研磨）。

表 2.4 测试样件要求

基准连接处		替换管连接处	
英寸	标准	英寸	标准
1.0*0.095 至 1.0*0.049	25.4mm*2.4mm 至 25.4mm*1.2mm	1.0*0.095 至 1.375*0.035	25.4mm*2.4mm 至 34.9mm*0.9mm

1.0*0.063 至 1.0*0.049	25.4mm*1.6mm 至 25.4mm*1.2mm	1.0*0.063 至 1.375*0.035	25.4mm*1.6mm 至 34.9mm*0.9mm
1.0*0.049 至 1.0*0.049	25.4mm*1.2mm 至 25.4mm*1.2mm	1.0*0.049 至 1.375*0.035	25.4mm*1.2mm 至 34.9mm*0.9mm
1.0*0.049 至 1.0*0.049	25.4mm*1.2mm 至 25.4mm*1.2mm	1.375*0.035 至 1.375*0.035	34.9mm*0.9mm 至 34.9mm*0.9mm

3.6.4 测试样件在拉力测试中必须测试到失效为止。在 SES 中必须提交所有样件的力与变形曲线进行审查。如果替换管测试样件的最小失效载荷在相应的基准管测试样件的 95%以内，即认为通过物理测试要求。测试结果必须记录在 SES 或 SRCF。在比赛时测试样件必须能够提供给技术检查员。

3.7 其他材料的替代管件

3.7.1 其他材料的替代管件只能在 3.5 的允许范围内使用

3.7.2 如果使用了任何其他材料的替代管件，SES 中必须包括材料类型文件，（购买发票、运输文件或赞助证明）和材料性能

3.7.3 铝管

a. 最小壁厚：
非焊接 2.0 mm
焊接 3.0 mm
b. 铝合金 6061-T6 的非焊接性能在 SES 中的计算必须是：
杨氏模量 (E) = 69 GPa (10,000 ksi)
屈服强度 (Sy) = 240 MPa (34.8 ksi)
极限强度 (Su) = 290 MPa (42.1 ksi)
c. 用于 SES 计算的 6061-T6 铝合金的焊接性能必须为：
屈服强度 (Sy) = 115 MPa (16.7 ksi)
极限强度 (Su) = 175 MPa (25.4 ksi)
d. 除非参赛车队有证据证明其车架已经经过适当的热处理和人工时效处理，且在车队制造过程中不受加热的影响，否则必须在“已经焊接”的情况下考虑铝管结构的屈服强度。（参考：铝合金协会出版的最新版《铝焊接》，或由美国焊接协会主编的《焊接手册》第七版第四卷）。
e. 如果铝管在焊接后经过了热处理和时效处理来提高其焊接后的强度，车队必须出示充分的文件来说明整个处理过程，其中包括（但不仅限于）所用的热处理设备、采用的过程，以及装夹方法。

3.7.4 如果铝管在焊接后经过了热处理和时效处理来提高其焊接后的强度，车队必须出示充分的文件来说明整个处理过程，其中包括（但不仅限于）所用的热处理设备、采用的过程，以及装夹方法。

3.8 复合材料

3.8.1 如果使用复合材料或其他材料，车队必须提供材料类型文件，例如：购买发票，运输单据或者捐献信，以及材料的特性。复合材料的层布技术细节和使用过的结构材料（材料类型，重量，树脂类型，层数，核心材料，表面材料（金属））的说明文件必须提交。车队必须提交相关计算过程，以证明所用的复合材料结构与符合第二章 3.4.1 最低要求的钢管构成的类似结构等同。等同计算结果中必须包括能源耗散量和在弯曲、扭转和拉伸时的屈服强度和极限强度。提交完成的《结构等同性

表格》，参见第二章 3.9。

3.8.2 复合材料不允许在主环和前环中使用。

3.8.3 如果在车架基本结构和牵引系统蓄电池壳中使用了复合材料，那么此结构的抗弯刚度(EI)的计算必须用一个使用相同成分的平板对其中性轴计算。平板的曲率和单体壳的几何截面在计算中必须忽略。

3.8.4 车队需要提供测试板和单体壳的制造日期，以及所使用材料大约的使用年限。
目的是让测试板使用和单体壳相同的材料批次，材料年限，材料储存以及学生制作铺层的质量。

3.9 结构相关文件（SES 或 SRCF 报告）
所有的等同性计算必须证明车队所使用的材料与 SAE/AISI 1010 中钢材的特性等同。

3.9.1 所有车队须提交一份结构等同性表格（SES）和一份结构等同性 3D 模型（SE3D）。结构等同性 3D 模型（SE3D）必须包含一个桁架结构/单体壳的 3D 模型，模型需要包含所有主体结构、所有防滚架及防滚架斜撑机械连接点细节，并以 IGES 格式提交，文件小于 40MB。

遵从第三章“替代车架规则”的队伍必须提交一份结构要求认证表（SRCF）。（参见第三章第二节。）

3.9.2 如果替代材料或者管件尺寸在通过技术检查，比如 3.4.1 中所述材料拥有相同或更好的性能，则可被允许替代表 3.4.1 的“基准钢材料”。

3.9.3 替代材料或管件尺寸的使用许可必须基于工程判断和车检组裁判长或其委任人的经验。

3.9.4 车架的技术检查从完成 SES 开始，SES 应使用附录 T-1 所给出的格式填写。

3.9.5 结构等同性表格的提交
a) 提交地址——结构等同性表格必须提交至中国大学生方程式汽车大赛官方指定的地址（见附件或官网）。
b) 截止日期——结构等同性表格必须在官方指定的截止日期（见官网）前提交。在截止日期之后提交报告的车队，将会在车队总分中被处以每天 10 分的惩罚，上限 50 分。
c) 确认——车队提交的结构等同性表格将通过官方回执得到确认。不要重复提交 SES（结构等同性表格）。

除非官方要求，请勿重复提交 SES。

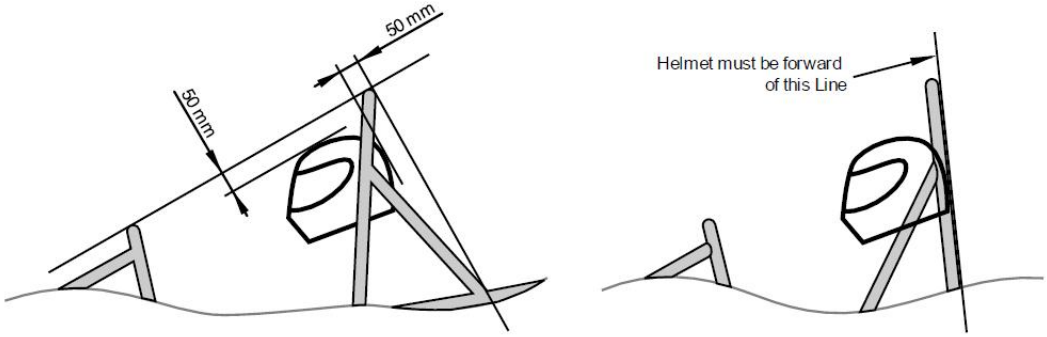
3.9.6 车队提交的 SES 被审核通过后，赛车必须根据结构等同性表格上所描述的材料和过程进行制造。

3.9.7 车队必须打印审核通过的结构等同性表格，并携带至技术检查现场。

备注：我们极其不鼓励重新提交前一年比赛中撰写并提交的 SES。各车队都应该自己实验并依据其原始成果撰写并提交 SES。理解证实结构等同性的工程原理对于在比赛中与裁判交流车队的设计成果非常重要。

3.9.8 如果在车架基本结构和牵引系统蓄电池壳中使用了复合材料，那么 SES 表格必须包括：
a) 材料种类
b) 织物的重量
c) 树脂种类
d) 纤维方向

e) 层数
f) 核心材料
g) 铺层方式
h) 三点弯曲和剪切实验数据



a b

图 2.7 防滚架位置要求

3.10 主环和前环 – 常规要求

3.10.1 前环和主环必须采用正确的三角结构安全可靠地与主体结构连接。

3.10.2 当赛车发生翻车事故时，车手的头部和手部不能与地面接触。

3.10.3 车架必须包括图 2.7 中显示的一个主环和一个前环。

3.10.4 从侧视图上看，三角结构必须连接到如下节点:

a) 侧视图中侧边防撞结构的弯折点；
b) 前视图中低于侧边防撞结构的最高弯折点。见第二章 3.28，3.38。

3.10.5 在正常乘坐并系好安全带的情况下，所有车手的头盔和男性第 95 百分位模板的头部必须符合下列要求：

a）必须与前环顶端和主环顶端的连线有至少 50.8mm(2 英寸)的距离（图 2.7a）；
b) 如果主环斜撑后置，主环顶端和主环斜撑底端的连线与头盔必须至少有 50.8mm 的距离（图 2.4a）；
c) 如果主环斜撑前置，头盔向后方不可以超过主环后平面（图 2.7b）。

表 2.5 男性第 95 百分位模板

男性第 95 百分位模板
男性第 95 百分位二维模板的尺寸如下： ●用直径为 200mm(7.87 英寸)的圆代表髋部和臀部 ●用直径为 200mm(7.87 英寸)的圆代表肩膀及颈部区域 ●用直径为 300mm(11.81 英寸)的圆代表佩戴有头盔的头部 ●用一条长为 490mm(19.29 英寸)的直线连接两个直径为 200mm 圆的圆心 ●用一条 280mm(11.02 英寸)的直线连接位于上方的直径为 200mm 和 300mm 的头部圆的圆心

3.10.6 男性第 95 百分位模板将按照如下方法放置（*图 2.8*）：

●将座椅调整到最靠后的位置；
●将踏板调整到最靠前的位置；

●将底部直径为 200mm 的圆放置到座椅底部以使得该圆圆心到踏板最后端面的距离不少于 915mm（36 英寸）；
●若踏板前放置了无人驾驶系统的转向、制动等驱动器的情况下，允许这条规则的距离减少为 865mm，但当拆除无人驾驶系统驱动器时，则要满足这条规则原电动方程式赛车的标准（915mm）的描述；
●将中部直径为 200mm 的圆，代表肩部，放置到椅背上；
●将上部直径为 300mm 的圆放置在距离头枕不超过 25.4mm(1 英寸)的位置，即通常情况下车手头盔所处的位置。

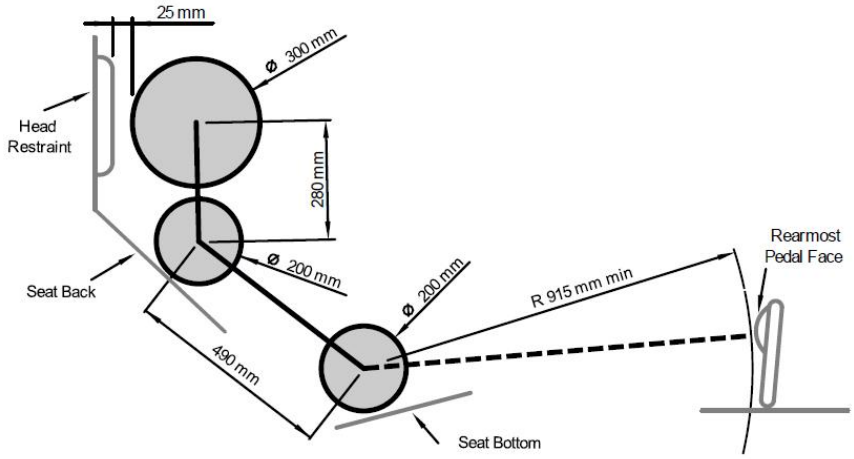


图 2.8 男性第 95 百分位模板位置

3.10.7 若男性第 95 百分位模板不能满足第二章 3.10.4 的规定，赛车不会得到静态项目通过标签，也不可以参加动态项目的比赛。

3.10.8 不满足第二章 3.10.3 规定的车手将不允许参加动态项目的比赛。

3.10.9 管件弯曲处的最小弯曲半径（从管件中心线处计量），必须至少是管件外径的三倍。弯曲处必须光滑连续，并且没有任何褶皱或壁面损坏。

3.10.10 前环和主环必须用正确的三角结构安全可靠地与主体结构连接在一起。

3.11 主环

3.11.1 主环必须由一根未切割的、连续的、截面形状封闭的钢管构成（见第二章 3.4.1）。

3.11.2 禁止使用铝合金、钛合金或其他复合材料制作主环。

3.11.3 主环必须从车架一侧的最低处向上延伸，越过车架，再到达另一侧的车架最低处。

3.11.4 从车的侧视图看，主环位于车架主体结构的安装点（连接侧边防撞结构上管件安装点）以上的部分与竖直方向所成倾斜角必须在 10°范围以内。

3.11.5 在车辆的侧视图看，主环上任何高于其与车架基本结构连接点的弯折都必须用管件支撑到一个焊接节点或连接点上，同时该支撑管件必须满足第三章 3.4.1 和 3.13.4 的要求。

3.11.6 在上述情况下，从车的侧视图看，主环位于侧边防撞结构上管件安装点以下时，1）前倾角度不限；或 2）后倾角度必须小于 10°。

3.11.7 正视图中，主环与车架主体结构两侧连接处的内侧距离至少为 380mm(15 英寸)。

3.12 前环

3.12.1 前环必须由截面形状封闭的金属管件构成，见第二章 3.4.1。

3.12.2 前环必须从车架一侧的最低处向上延伸，越过车架，再到达另一侧的车架最低处。

3.12.3 若采用合适的三角结构，允许前环由多段组合的管件制成。

3.12.4 方向盘在任何转角下的最高点都必须低于前环最高点。

3.12.5 前环与方向盘前的距离不得超过 250mm(9.8 英寸)。该距离是沿赛车中心线、从前环后端到方向盘前端水平测量得到，方向盘处于任何位置均需满足。

3.12.6 侧视图时，前环的任何一个高于侧边防撞结构的部分与垂直方向所成的角度不得超过 20°。

3.12.7 非钢制前环必须在可触及的位置预先钻一个 4 mm 的孔，以便进行技术检查。

3.13 主环斜撑和头枕保护装置

3.13.1 主环支架必须由封闭的钢制管件构成，参见第二章 3.4.1。

3.13.2 主环必须由两个在主环两侧并且向前或向后延伸的斜撑支撑。

3.13.3 从侧视图上看，主环和主环斜撑禁止布置在过主环顶端垂线的同侧。也就是说，若主环前倾，斜撑必须在主环之前；若主环后倾，斜撑必须在主环之后。

3.13.4 主环斜撑和主环的连接点应尽量接近主环顶端，连接点低于主环顶端的距离不得超过 160mm(6.3 英寸)。主环和主环斜撑所成夹角至少为 30°。（图 2.9）

3.13.5 主环斜撑必须是直的，即没有任何弯曲。

3.13.6 主环斜撑必须安全地连接到车架上，并且能够成功地把所有来自主环的载荷传递到主体结构上。

3.13.7 主环斜撑底端必须在赛车每边使用至少两个车架构件来支撑回到主环，上方构件和下方构件要采用合适的三角结构。

a.上支撑构件必须连接到主环与上侧防撞构件的连接点上。

b.下支撑构件必须连接到主环与下侧防撞构件的连接点上。

备注：上述构件可以是满足规则第二章 3.5.5 的多根管或弯管。

3.13.8 上述主环斜撑支撑系统的所有车架构件必须是满足规则第二章 3.4.1 的截面封闭的管件。

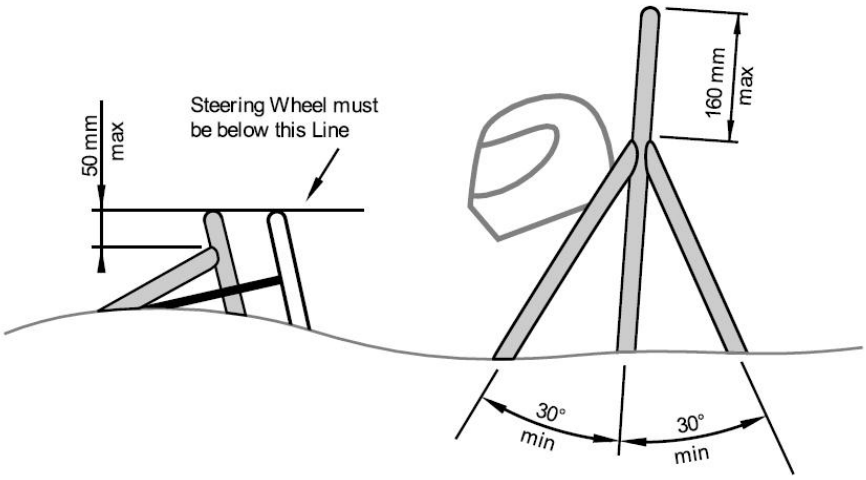


图 2.9 防滚架位置要求

3.13.9 头枕保护装置根据 5.6.4 的要求，可以增加一个额外的框架结构。

3.13.10 如果使用了头枕保护装置其构件必须:

a.连接到主环斜撑与主环的连接点；

b.由与主环斜撑相同钢管尺寸要求的单根未切割、连续、封闭截面钢管制成；

c.满足 3.5.5 的 1)和 2）的弯管（如适用）（无需满足 3.5.5.3）。

3.14 前环斜撑

3.14.1 前环斜撑必须由第二章 3.4.1 中规定的材料构成。

3.14.2 前环必须由两个分别位于前环两侧的向前延伸的斜撑支撑。

3.14.3 赛车必须装有前环斜撑结构。前环斜撑必须延伸至车手脚部之前，其作用是保护车手腿部。

3.14.4 前环斜撑和前环的连接点应尽量接近前环顶端，连接点低于前环顶端的距离不得超过 50mm(2 英寸)。（图 2.9）

3.14.5 如果前环在垂直方向上向后倾斜超过了 10°，在前环后方必须用另外的斜撑支撑，斜撑的材料见第二章 3.4.1。

3.14.6 车手的双脚及腿必须完全包裹在车架的主体结构之中。当车手的脚接触踏板时，从赛车侧面和前面看，车手的脚或腿部都不准伸出或高于车架主体结构之外。

3.14.7 前环斜撑必须是直的，也就是不能有任何弯曲。

3.15 外部附件

3.15.1 符合以下三个条件的任何管件：

●位于部件包络面的外部；

●距地面 350 毫米以上；

●可以通过防滚架传力到*基本结构*上。

3.15.2 外部附件必须满足以下两个条件之一：

●安装在防滚架和斜撑的节点或者一个完全三角结构的节点，而不能在节点上产生力矩

●如果不在上述的节点位置，那么需要满足：

必须增加尺寸为 25.4*1.2mm 或同等规格及以上的支撑结构，以防止弯矩；
必须进行额外的计算，以表明即使没有支撑，构件也不会在弯曲或剪切中失效。

3.15.3 外部附件不应指向车手。

3.16 斜撑的其他要求

3.16.1 若斜撑没有使用焊接方式与车架连接，斜撑必须安全可靠地使用公制 8.8 级 M8（5/16 英寸 SAE 5 级）或更高级别的螺栓与车架连接。焊接在防滚架斜撑上的安装板必须至少为厚度为 2.0mm（0.08 英寸）厚钢板。

3.17 转向保护

3.17.1 超出*基本结构*的 (*竖直方向上的*上面或下面)转向系统支架或零部件须得到有效保护以防止正面冲击。保护结构必须：

a. 满足第二章 3.19
b. 纵向为转向部件垂直极限
c. 横向为底盘的局部宽度

3.18 其它侧管要求

3.18.1 如果在车手旁边有防滚架斜撑或其他的车架管件，在车队任一车手的颈部高度位置，必须在车架上牢固地安装金属板或金属管，以防止车手的肩膀穿入到车架结构中而导致车架撞伤车手颈部。

3.19 部件保护

3.19.1 指定部件必须受以下一项或两项保护：

a. 尺寸为 25.4*1.2mm 或同等规格及以上的完全三角结构
b. 根据 SES 确定的与上述等效的结构

3.20 基本结构的连接

3.20.1 防滚架斜撑可以机械连接。

3.20.2 斜撑两端的非永久性连接点必须使用双耳连接（如图 2.10、2.11 所示）或是套管连接（如图 2.12 所示）。

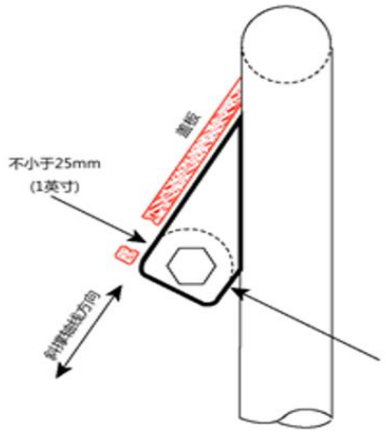


图 2.10 双耳连接

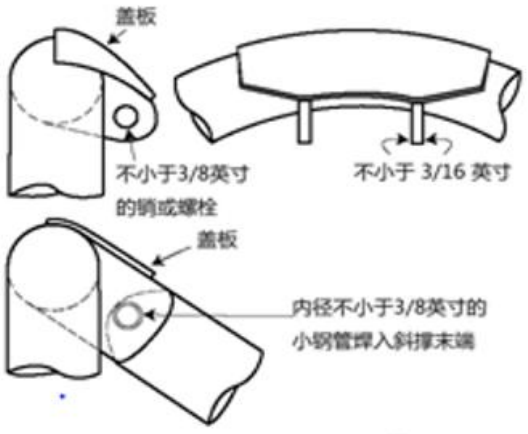


图 2.11 双耳连接

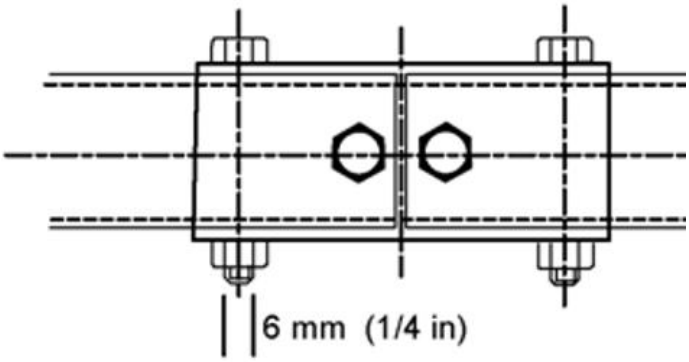


图 2.12 套管链接

3.20.3 用来固定非永久性连接的螺纹紧固件为重要紧固件，必须符合第二章第 11 节的要求。

3.20.4 不允许使用杆端关节轴承。

3.20.5 双耳连接的连接耳必须使用至少 4.5mm(0.177 英寸)厚的钢板制成，且垂直于斜撑轴线方向的长度至少为 25mm(1 英寸)，并在沿斜撑轴线方向应该尽量短。

3.20.6 所有平行或垂直于斜撑轴线的双耳连接都必须有盖板覆盖。（图 2.10 和 2.11）

3.20.7 双耳连接必须使用至少为公制 9.8 级 M10（3/8 英寸 SAE 8 级）的销或螺栓进行连接。安装孔与销或螺栓必须为紧配合。

3.20.8 套管连接的套管长度至少为 75mm，连接点两边的长度都至少为 37.5mm，并且必须和所连接管材为紧配合。套管的壁厚不能小于所连接管材。且必须使用至少为公制 9.8 级 M6（1/4 英寸，SAE 8 级）的螺栓进行连接。安装孔与螺栓必须为紧配合。

3.20.9 基本结构内禁止使用粘合/盲螺母和螺栓。这些部分必须使用可拆卸螺栓和螺母。

3.20.10 基本结构中使用的螺纹紧固件是关键紧固件。

3.20.11 规定结构中的粘结

a.使用的粘合剂和参考粘结强度必须适用于两种基板类型。

b.记录粘合剂选择、*寿命和失效日期*、基板制备以及在 SES 中粘结接头的等效性。

c. SES 将使参考或测试的胶粘剂值降低 50%。

3.21 前隔板

3.21.1 前隔板必须由截面形状封闭的管件构成，见第二章 3.4.1。

3.21.2 当车手脚部接触但没有踩下踏板时（可调节的踏板须位于最靠前的位置），前隔板平面（前隔板管件最前端表面所构成的一个平面）必须位于车手脚底之前。

3.22 前隔板支撑

3.22.1 前隔板必须安全可靠地整合在车架中。

3.22.2 在赛车的每一侧，前隔板都必须使用至少 3 个车架单元来向后支撑到前环，一个位于顶部，一个位于底部，以及一个用来形成三角结构。

a.上支撑构件必须连接在距离前隔板顶端 50mm（2inch）范围内，连接到前环上距离上侧边防撞构件以上 100mm（4inch）或以下 50mm（2inch）的区域内。如果上支撑构件连接在高于上侧边

防撞构件 100mm 的区域，那么需要合适的三角结构，把载荷转移到主环，可以通过上侧边防撞杆，或者另外增加符合 T3.4 尺寸要求的杆件，来传递前隔板支撑上支撑构件与前环连接点处的载荷。

b.下支撑构件必须连接前隔板的底部和前环的底部。

c.斜撑必须在上、下支撑构件中形成正确的三角结构。

备注：在满足第二章 3.5.5 的要求的前提下，上述的所有构件可以是多根管或者弯管。

3.22.3 上述前隔板支撑系统的所有车架单元都必须由截面形状封闭的管件构成，见第二章 3.4.1。

3.23 前端防撞部件

3.23.1 在前视图中，防侵平板前方允许放置的物品只有防撞块、紧固件头和非承载车身或鼻头（对于无人赛车，允许放置传感器）。紧固件的螺母应朝向后方。

3.23.2 前翼和车身附件（含无人赛车传感器）：

a. 前翼和前翼固定装置必须能够完全移到防侵平板的后方，并且在正面撞击时不会接触到前隔板；

b. 前翼和车身固定装置的连接点应位于防侵平板后方；

c. 翼片和车身固定装置的连接点不得超出防侵平板前方 25 毫米。

3.23.3 踏板在最大行程和调整时必须与下列结构至少保留 25mm 间隙：

a. 防侵平板的后端面；

b. 所有前隔板结构，参考第二章 3.21 及第二章 3.24.12；

c. 基本结构内的所有不可挤压的部件。不可挤压的部件包括但不限于：电池、制动主缸缸体、液压系统储液罐等。

3.24 缓冲结构

3.24.1 在前隔板之前必须安装缓冲部件，包括缓冲结构和防侵平板。
缓冲块和防侵板以及防侵板和前隔板的所有的连接方式都必须能在受到偏轴撞击下能提供适当的横向和垂直载荷传递路径。

3.24.2 防侵平板必须满足以下要求：

a. 厚度为 1.5mm(0.060 英寸)的钢板，或厚度为 4.0mm(0.157 英寸)的铝板，或符合复合材料防侵平板要求且被批准的替代件;

b. 安全地直接连接到前隔板

c. 满足 3.21.3 对于外轮廓的要求。

d. 使用粘合剂的部件在任何方向上都必须能承受至少 60kN 的荷载。

e. 用于将标准蜂窝缓冲结构安装到防侵平板上的粘合剂必须具备至少 24MPa 的剪切强度。

3.24.3 防侵平板外轮廓与其连接到前隔板的方式有关：

●如果缓冲部件是焊接在前隔板上的，那么它们必须越过各个方向上的前隔板管件的轴线。

●如果缓冲部件是通过螺栓连接、粘合、层压至前隔板，则必须*大于或*和前隔板的外轮廓尺寸完全相同。

3.24.4 对于钢管车架前隔板。防侵平板与前隔板的连接方式必须写入车队提交的结构等同性报告中。可以接受的连接方式如下：

a. 焊接，焊缝可以是连续的或间断的。如果焊缝是间断的，那么焊缝/未焊接长度比至少为1:1。每条焊缝长度都要大于25mm(1英寸)；

b. 螺栓连接，使用至少8个有效防松的公制8.8级M8（5/16英寸 SAE 5级）螺栓。任意两螺栓中

心距不得少于50mm(2英寸)。

c. 每个螺栓连接点必须具有15kN的抗拉伸、断裂和弯曲能力。

d. 粘合，前隔板必须没有开口，且防侵平板的整个表面必须被粘合，其剪切和剥离强度应大于120kN。

e. 层压，防侵平板必须在前隔板的外表面之前，且层压板必须完全包围防侵平板，其抗剪能力大于120kN。

3.24.5 主体结构内所有不可挤压部件与下列结构至少保留25mm间隙：

a. 防侵平板的后表面；

b. 前隔板最后方的表面；

c. 调整至最前位置并踏至最大行程的踏板。

不可挤压包括但不限于：电池、制动主缸缸体、液压系统储液罐等。

3.24.6 对于单体壳结构前隔板，防侵平板与单体壳结构的连接方式必须写入车队提交的结构等同性报告中，在报告中车队必须证明所采用的连接方式等同于上述 3.24.4 规定的螺栓连接，且这些螺栓连接会在单体壳任何其他部分失效前失效。

3.24.7 缓冲结构必须满足以下要求：

a. 沿赛车前后方向至少长 200mm(7.8 英寸) ；

b. 在前隔板之前 200mm(7.8 英寸)范围内，至少高 100mm(3.9 英寸)，宽 200mm(7.8 英寸) ；

c. 缓冲结构安全地与防侵平板相连，或直接连接在前隔板上。

多块的泡沫缓冲结构必须使所有分块相连接以防止其滑移或产生平行四边形变形。

3.24.8 缓冲部件和防侵板的连接方式必须包含在车队提交的IAD中。不同防撞块允许的连接方式如表2.6所示：

表 2.6 允许的防撞块连接方式

防撞块类型	结构	连接方法
标准或定制	泡沫防撞块、蜂窝防撞块	粘合
定制	其他	粘合、焊接、螺栓连接

3.24.9 连接要求：

a. 焊接，焊缝可以是连续的或间断的。如果焊缝是间断的，那么焊缝/未焊接长度比至少为1:1。每条焊缝长度都要大于25mm(1英寸)；

b. 螺栓连接，使用至少8个有效防松的公制8.8级M8（5/16英寸 SAE 5级）螺栓。任意两螺栓中心距不得少于50mm(2英寸)，且必须直接用螺栓固定在基本结构上；

c. 当防撞块通过粘合连接时：

粘合连接必须满足3.19.11的要求

粘合连接的剪切强度必须大于：

●95kN--泡沫防撞块

●38.5 kN--蜂窝防撞块

●特制防撞块的最大压力

泡沫防撞块的整个表面都必须粘合，只有蜂窝防撞块的预破碎区域可以用于等效粘合。

3.24.10 防撞块位置：

a. 所有防撞块必须安装在其底部前缘不高于侧边防撞结构下管件上表面最低点 220 毫米处；

b. 自制防撞块必须和平行于地面且不高于侧边防撞结构下管件上表面最低点 220 毫米的平面相交，且最大的相交平面长、宽均不小于 200 毫米。

3.24.11 防撞块朝向（不涉及标准碳纤维防撞块）：

a. 防撞块必须位于前隔板的横向中心位置；
b. 标准泡沫可横向或垂直安装。

3.24.12 如果前隔板的外部轮廓大于 400mm × 350mm，或车队使用标准蜂窝缓冲结构，则必须满足以下条件之一：

a. 有 25mm*1.2mm 的钢管或者满足第二章 3.5 中的等效管件制成的斜撑或交叉支撑，对于单体壳可使用 SES 中定义的等效前隔板结构（包括一体或装配式的前隔板）。该结构必须完整覆盖整个前隔板开口对角线，且两端的连接点必须能在任何方向上承受至少 30kN 的载荷。

b. 如果采用的标准缓冲结构不满足第二章 3.24.5 中的边缘超程限制，而又没有添加斜撑，那么车队必须进行物理测试来证明防侵平板永久变形不超过 25mm。

3.25 前端缓冲结构数据要求

3.25.1 无论是采用自主设计的缓冲结构或者官方认证的标准缓冲结构，所有的车队都必须按照缓冲结构数据模板，上交一份缓冲结构数据报告。（模板可以在官网下载）

3.25.2 参赛车队必须提交实验数据来说明其前端缓冲结构满足以下要求：当前端缓冲安装在总重量为 300kg(661 lbs)的赛车上，并以 7.0m/s(23.0ft/sec)的初速度与刚性障碍物发生碰撞时，整车的平均减速度不能超过 20g，最大减速度不能超过 40g，总吸收能量必须达到 7350 焦耳。

3.25.3 等效（或更高）的测试速度只被允许应用于更低的总测试质量上，同时吸收的能量应达到或超过 7350 焦耳。如果不能满足这些要求，则参赛队必须使用标准的前端缓冲结构。

备注 1：以上是缓冲块的功能要求，而不是实验要求。准静态实验是允许的。如何得到总吸收能量、平均减速度、最大减速度等数据的试验方法和计算过程必须包含在所提交的报告和附加说明中。

备注 2：以下从测试中得出值的计算过程必须附在报告模板中：能量吸收值，平均减速度值和最高减速度值。

备注 3： 不使用标准缓冲结构时缓冲结构数据报告必须包括：a) 测试数据证明缓冲结构部件符合功能要求。b) 计算显示报告的吸收能量和减速量是如何得出的。c)测试方法的示意图。d)缓冲结构的照片，在测试之前和之后用缓冲结构的高度注释。

3.25.3 当提交的数据为加速度数据时，平均减速度必须基于原始实验数据计算。最大减速度能够基于原始实验数据评定。如果实验数据中最大减速度明显高于 40g，则可使用下列两种滤波方式对原始实验数据进行处理：CFC（Channel Filter Class）60（100 Hz）详见 SAE Recommended Practice J211 “Instrumentation for Impact Test”，或 100Hz、3 阶低通巴特沃斯(Butterworth)滤波器（每 100Hz 衰减 3 分贝）。

3.25.4 必须提供实验方法的概要，并附有实验前和实验后标注有缓冲结构高度的照片。

3.25.5 在技术检查时要呈现一块实验后的前端缓冲结构的测试件，以对照前端缓冲结构的实验照片和安装在赛车上前端缓冲结构。

3.25.6 实验数据和计算结果必须以 PDF 格式在规定时间内提交到指定的地址。所有要提交的文本、图纸和实验数据等都必须包括在单个文件中。

3.25.7 前端缓冲结构数据（IAD）必须按照如下方式命名：车号_校名_赛事代码_IAD.pdf。（请用组委会指定的车号、学校全名和赛事代码）

示例：87_中国大学_FSC_IAD.pdf

赛事代码在规则第一章 2.6 中列出。

3.25.8 在截止日期之后提交前端缓冲结构数据报告的车队，将会在车队总分中被处以每天 10 分的惩罚，上限 50 分。

3.25.9 前端缓冲结构数据报告将由裁判评估等级，赛车设计项目的裁判将根据该等级在赛车设计项目中评分。

3.25.10 在缓冲结构测试过程中，须使用与实车固定方式相同的方式将缓冲结构固定在防侵平板上。防侵平板与其后部的刚性平面必须至少有 50mm(2 英寸)的距离。在碰撞后，防侵平板的任何一部分的向后的塑性变形都不能超过 25mm(1 英寸)。防侵平板必须连接在一个具有代表性的结构上，这一结构必须能代表车架在前隔板后至少 50mm(2 英寸)内的结构。

备注 1：25mm 的间隔代表了前隔板支撑并且保证防侵平板不能穿透到座舱。
备注 2：一个制成前隔板形状的固体块件不能认为具有结构代表性。一个具有结构代表性的夹具应该与实际的前隔板具有相同的截面惯性矩。

3.25.11 复合材料防撞块必须经过动态测试，其他防撞块结构可以进行动态测试或准静态测试。缓冲结构的动态测试（如重锤台，摆锤设施，落塔等）必须在专用的测试设备上完成。测试设备可以是大学拥有的，但是必须是由专业人员或者大学教师监管的。车队不允许建造自己的动态测试设备。准静态测试可使用大学内的设备/设施进行准静态测试，但建议车队做所有测试时须谨慎小心。

3.25.12 标准缓冲结构-官方认证的缓冲结构包括 FSAE 标准防撞块和北京固睿科技有限公司生产的 GRIP TECHTM CF-01 FSAE 专用标准防撞块，详见附录 3-1 和附录 3-2。选择使用官方认证的标准缓冲结构和相应的连接细节设计的车队，不用在 IAD 报告中提交缓冲结构测试数据。但是 IAD 报告的其他的部分仍需提交，包括，但不仅限于车队缓冲结构的照片，来证明其符合网站上给出的设计标准。

a.标准缓冲结构数据报表的使用；
b.车队缓冲结构的照片，来证明其符合附录 T-3-1/ T-3-2 的设计标准，例如供应商的收据和装箱单；
c.缓冲结构防侵入板的尺寸；
d.车队是否会使用前翼，使用的需要提交合乎第二章 3.24.3 中前翼支座强度的计算过程；
e.缓冲部件和防侵板的连接方式等。

3.26 不可挤压的部件

3.26.1 缓冲结构总成和作用于其他位于防侵平板之前的物件使之压溃或分离的力，其组合的减速度不能超过 3.24.2 规定中规定的峰值减速度。忽略轻型车体、轻型鼻头和外侧车轮总成。

3.26.2 缓冲结构类型的峰值负载：

- ●标准泡沫缓冲结构 95 kN
- ●标准蜂窝缓冲结构 60 kN
- ●测得的缓冲结构峰值

3.26.3 使用试验方法或计算方法证明其满足 3.25.11 力学要求。

3.26.4 试验方法

从缓冲结构和任何不可压碎物体的物理测试中获得峰值载荷，采用以下两种办法之一：

a.与缓冲结构一起测试。参见 fsaeonline.com FAQs 的关于包括了翼与翼支撑的结构样例。
b.在未连接缓冲结构的情况下进行试验，并添加 3.26.2 中的峰值负载

3.26.5 计算方法

a. 通过紧固件剪切、撕裂和/或连杆屈曲计算不可压碎物体安装的失效载荷

b 添加 3.26.2 中的峰值衰减器负载

3.26.6 前翼和前翼安装件必须能够完全移动到防侵平板之后，并且在正面碰撞的情况下不接触底盘结构。

3.27 车身前部

3.27.1 禁止车身前部有锐边或其它突出的部件。

3.27.2 车身前部所有可能触碰车外人员身体的边缘，如车鼻等，都必须为半径至少为 38mm（1.5 英寸）的圆角。该圆角的圆心角必须至少 45°（从正前方向顶部、底部和侧面等全部有影响的方向测量）。

3.28 桁架式车架的侧边防撞结构

侧边防撞结构必须符合下列要求：

3.28.1 侧边防撞结构的框架部件必须由符合第二章 3.4.1（如适用）的封闭型管材构成。

3.28.2 桁架式车架的侧边防撞结构必须由车手（车手以正常驾驶姿势乘坐）两侧各至少 3 根管件构成，如图 2.13 所示。

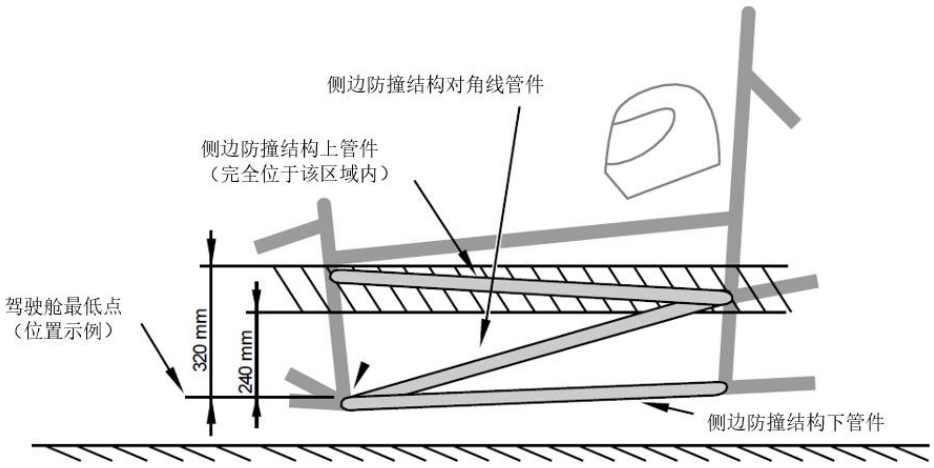


图 2.13 桁架式车架的侧边防撞结构

3.28.3 上述三根管件必须由第二章 3.4 所要求的材料制成。

3.28.4 上述三根管件的位置如下：

●上部的侧边防撞杆必须和主环及前环相连接。当体重为 77kg 的车手以正常姿势乘坐时，该防撞杆在前环和主环间必须位于座舱内部的最低点往上 240mm 到 320mm 之间的区域内；如果上部的车架管件满足高度、直径和壁厚的要求，可作为上部侧边防撞杆。

●底部的侧边防撞杆必须和主环底部以及前环底部相连接。

●对角侧边防撞杆必须连接主环前部和前环后部，以及上部和底部的侧边防撞杆。 并且侧边防撞结构的上部、下部侧面碰撞构件创建的区域必须严格是三角形的。

3.28.5 在正确的三角结构下，可以使用多根管件代替一根侧边防撞杆。

3.28.6 侧边防撞结构（见第二章 3.28.4、第二章 3.38.1）的最低点与地面的距离应不超过 75mm。

3.29 其他防撞结构

其他防撞结构（见第四章 1.4.2、第五章 5.4.2）必须是三角结构，且至少由三根钢管（见第二章 3.4）组成，分别位于需要保护的部件的两侧和后方。

- *如果部件从防滚架向侧面伸出，则部件的前部也必须受到保护。*
- *顶部的管件不得高于前环和主环之间的底盘内最低点 320 毫米。*

3.30 孔与开口

3.30.1 任何有尺寸规格要求的管件上的任何孔(除了检查孔)都必须在 SES 上注明。

3.30.2 技术检查官可能会检查所有有尺寸规格要求的管件。检查将使用超声波检测设备或者在检查官的要求下钻附加的检查孔。

3.30.3 *除下端敞开的防滚架外，任意有尺寸规格要求的管件必须使用焊接的盖子，或金属塞封闭。*

3.31 复合材料的空间桁架结构车架

复合材料空间桁架可以在比赛中使用，但是任何想要制造复合材料空间桁架的车队必须得到组委会批准。该车队至少要提供桁架中实际连接点的测试数据。这些测试必须包括车架各位置代表性工况的静态强度测试。各连接点承受循环载荷的能力也必须加以评估。这些信息必须包含在结构等同性表格或结构要求认证表中。

注意：鉴于复合材料空间桁架的复杂性和所需的详细审查过程，鼓励车队在截止日期期限前尽早提交所需文件，并且在获得批准后再开始进行赛车的制造。

3.32 单体壳一般要求

所有等效计算必须证明其对于强度等级为 SAE/AISI 1010 的钢的相对等效性。

3.32.1 所有规则都适用于单体壳结构，除了补充或取代其他部分的规则。

3.32.2 单体壳结构须提交一份结构等同性表格，见第二章 3.9。报告必须证明其设计在碰撞吸收能量、拉伸、弯曲状态下的屈服和极限强度等同于焊接的车架。其中必须包括：材料类型、纤维布质量、树脂类型、纤维布方向、层数、夹层材料和成型技术。3 点弯曲测试和剪切测试数据和图片也须包含在内（第二章 3.33）。结构等同性必须阐述以上各条。
强度和刚度计算必须用从层压材料测试报告中得到的数据作为基础。

3.32.3 复合材料和金属构成的单体壳适用同样的规则。

3.32.4 适用于结构等同性要求的单体壳面板之间的转角必须包含芯材。

3.32.5 复合材料制作的单体壳必须满足规则第二章 3.8 对复合材料的要求。

3.32.6 准各向同性铺层定义为：每个蒙皮在+/- 45 或 0/90 方向上相等分布的情况下，偏离方向层数不超过两层的铺层。

3.32.7 如果非对称的铺层应用于基本结构，那么较薄表面厚度至少为较厚表面的 40%。

3.33 单体壳检查

由于单体壳规则的限制以及单体壳制造技术的复杂性，在技术检查中对单体壳的检查不能总是做到面面俱到。在裁判无法检查到的地方，车队有责任提供相应的文件说明证明他们的车符合技术

要求（以图片或文字的形式，或两者皆有）。一般来说裁判需要确认以下项目符合技术规范：

a. 检查暴露在单体壳之外的主环部分的外径和厚度
b. 检查主环是否延伸到单体壳的底部。由于钢管允许被整合到单体壳层合板中，这项检查或许有些困难，但是一般来说，钢管的轮廓是可见的。
c. 检查主环和单体壳所有在SES上说明的机械连接点。
d. 检查前环是否安装。检查SES上说明的机械连接点（如果有的话）。

像前环尺寸与材料这种条目，如果前环完全包裹在单体壳中，那么车队必须在 SES 中说明前环管件的尺寸并附上图片，而且必须体现其与本章 3.44 要求的四个连接点的等同性。如果车队被查实其阐述单体壳制造过程的文档不属实，在至少在之后一年的比赛中该车队禁止使用单体壳。

在 SES 表中不同单体壳区域的低应力位置必须钻一个直径大约 4mm 的检查孔。这个检查孔在垂直侧边防撞结构（见第二章 3.38.3 所示）中不做要求。

3.34 单体壳抗弯刚度 – 等效平板计算

本规则中提及的单体壳的抗弯刚度（EI）都以具有相同结构的等效平板的关于其中性轴的抗弯刚度（EI）计算。计算过程中忽略平板的曲率和单体壳的具体横截面形状。

备注：不依照第二章 3.32 计算的 EI 时，可考虑按照单体壳实际几何形状计算。

3.35 单体壳层压材料测试

3.35.1 任何测试样品必须刻有施工日期、样品名称以及峰值测试力。

3.35.2 同一套测试结果不能用于不同年份的单体壳。目的是让测试板使用和单体壳相同的材料批次，材料年限，材料储存以及学生制作铺层的质量。

3.35.3 侧防撞压层材料——车队须做一个具有代表性的测试板件，其应当具有与单体壳侧边防撞区域（第二章 3.36 中定义）相同的设计、压层材料和制造方法，并在该板上做 3 点弯曲测试。

a.实验板必须为 500*275mm 或 500*138mm
b.实支撑跨距必须为 400mm
c.实验板两侧蒙皮必须拥有相同面积
d.试验件边缘不可以有蒙皮来承受剪切应力，即边缘必须裸露
e.实验数据和实验照片必须包含在 SES 中
f.试验件和实验设置的照片必须包含在 SES 中，照片需显示支撑跨距
g.试验件必须呈现给技术检查裁判
h. 实验板必须使用与每层表皮层相关的最厚芯材。设计可使用的芯材厚度为与每层表皮层相关的实验板芯材厚度的 50%-100%
i. 计算衍生特性时，必须使用挠度为 50 毫米或更小的测试数据部分
j. 吸收能量的计算必须使用力乘位移的积分

3.35.4 车队需要使用两根侧防撞基准钢管（SAE/AISI 1010）做一个等同性试验以说明测试结果可信，并得出一个基准管的能量吸收值。基准管件须做一个最小位移为 19mm 的测试。能量的吸收将通过力·位移的从初始位置到 19mm 的积分来计算。

3.35.5 对于用于不同的底盘规定区域的铺层，参赛队都必须为其制造新的有代表性的测试面板，并进行 3 点弯曲试验：如果基本结构中有多个部位运用了除夹层厚度外完全相同的层压板设计，则可以使用一个试验件导出的力学性能数据。

a.实验板必须为 500*275mm 或 500*138mm
b.实支撑跨距必须为 400mm
c.实验板两侧蒙皮必须拥有相同面积
d.试验件边缘不可以有蒙皮来承受剪切应力，即边缘必须裸露
e.实验数据和实验照片必须包含在 SES 中
f.试验件和实验设置的照片必须包含在 SES 中，照片需彰显支撑跨距
g.通过 SES 中的方程，实验数据被用来导出刚度、屈服强度、极限强度和耗散能，以证明未使 用侧防铺层的层合板对车架基本结构相应部位的等效性
h.试验件必须呈现给技术检查裁判

3.35.6 根据第二章 3.35.1、3.35.2，或者 3.35.3 的要求用于测试任何平板或者管件的压力施加件，必须是金属的，并且半径为 50mm(2")。为防止边缘荷载，载荷施加件必须伸出测试物件。严禁在试验件和压力施加件之间添加任何其他材料。（图 2.14）

3.35.7 必须通过测量将一个直径为 25mm 的平冲头穿过一块碳纤维层压板样件需要的拉力或压力以进行圆周剪切测试。该样件尺寸至少为 100mm*100mm，并且在夹芯材料厚度和表层厚度方面与实际单体壳完全相同而且有相同的材料和铺层工艺。除允许留有一个直径 32mm 与冲头同心的区域外，样件的夹具必须支撑整个样板且不能夹紧。SES 中必须包括试验的力-位移数据和测试设置照片。剪切强度极限由载荷-挠度曲线的第一个峰值对应剪力确定，该强度极限可能小于 3.37.3/3.37.4 规定的剪力强度最小值。被记录的力的最大值必须满足规则 3.37.3/3.37.4 要求。
备注：冲头的边缘和固定装置的孔允许有半径不大于 1mm 的圆角。

3.35.8 额外测试
a. 三点弯曲试验结果根据 0 度铺层方向
b. 必须有垂直于 SES 中等价截面的铺层方向，并且铺层要在垂直于截面的方向的角度许可范围内
c. 所有在最弱方向的材料属性必须至少为最强侧方向的材料属性的 50%

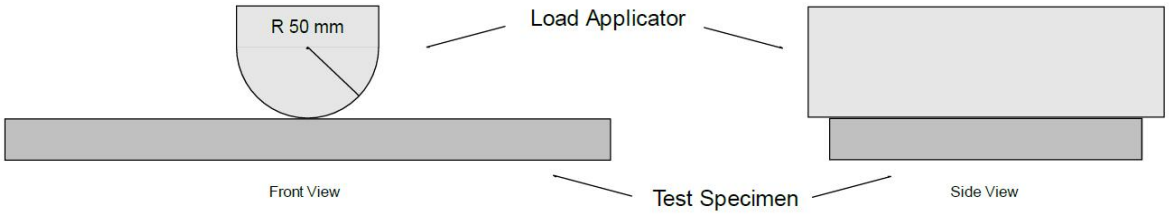


图 2.14 三点弯曲试验

3.35.9 搭接实验
搭接接头试验测量拉开由两个粘合在一起的层压板样品组成的接头所需的力。
a. 对粘接接头的不同方向进行两次单独的拉伸试验：
●与拉伸方向平行，粘接接头处于纯剪切状态
●垂直于拉动方向，粘接接头处于张紧状态
b. 使用的样品必须：
●蒙皮厚度与实际单体壳中使用的蒙皮厚度相同
●使用相同的材料和工艺制造
●与规定结构中使用的重叠相同。不允许进行缩放。
c. 试验装置的力和位移数据和照片必须包含在 SES 中。
d. 粘结的剪切强度必须大于蒙皮的 UTS。

3.36 单体壳前隔板

3.36.1 参照第二章 3.32 单体壳所有部分适用的一般要求。此外，当按照“L”形截面建模计算时，前隔板关于竖向和横向中性轴的抗弯刚度必须等同于第二章 3.19 所规定的前隔板基准钢管的抗弯刚度。这部分到前隔板的垂直长度最多 25mm（从前隔板的最后面的面算起）。

并且，所有用于支撑缓冲结构防侵入板的前隔板，其必须具有与 1.5mm 厚度的钢板等效的周向剪切强度。

3.37 单体壳前隔板支承

3.37.1 除了必须证明单体壳有足够的强度，还必须证明单体壳的抗弯刚度等效于其替代的 6 根基准钢管。

3.37.2 当根据第二章 3.34 单体壳抗弯刚度计算时，前隔板支承的垂向抗弯刚度必须至少等效于 1 根其替代的基准钢管的抗弯刚度。

3.37.3 在直径为 25mm(1 英寸)的单体壳前隔板支承的层压材料上必须能够承受至少 4kN（880 磅）的周向剪切强度。这项能力必须通过在直径 25mm(1 英寸)的层压材料样件上加载所需的拉压力测试证明，并且将结果写入 SES。

3.38 *复合结构*防撞区域

3.38.1 如果侧边防撞结构不是由管件制成，那板材必须包裹赛车长度方向上主环与前环之间、竖直方向上从单体壳底板内表面最低点到该点往上 320mm 之间的区域。（图 2.15）

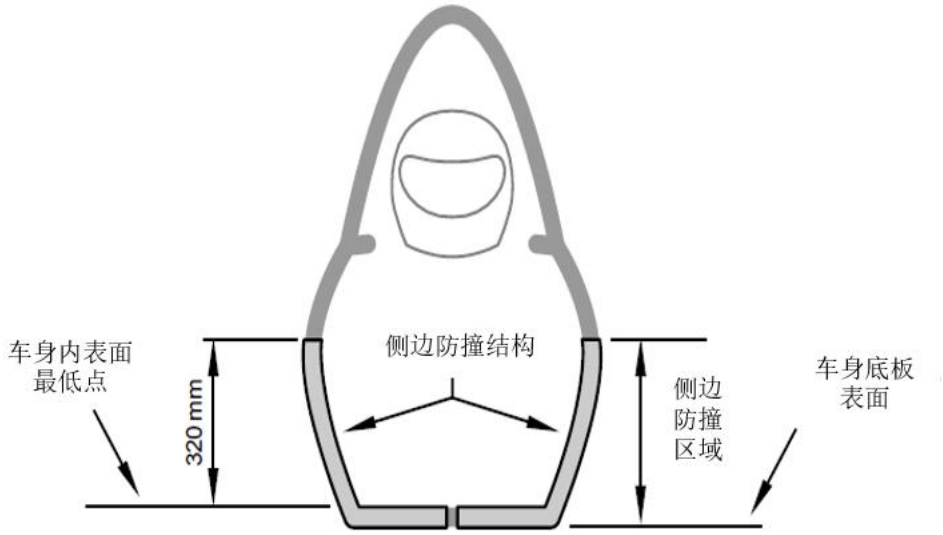


图 2.15 单体壳侧边防撞区域

3.38.2 侧边防撞区域的强度必须与三根符合第二章 3.4.1 规定的焊接的钢管强度相同。

3.38.3 当根据第二章 3.32 单体壳抗弯刚度计算时，单体壳在单体壳底板内表面最低点到该点往上 320mm 之间的垂直侧防撞区域的抗弯刚度（EI）须等效于两根基准钢管，同时水平底板的抗弯刚度(EI)须等效于一根基准钢管。

3.38.4 单体壳底板内表面最低点到该点往上 320mm 之间的垂直侧防撞栏区域*必须具有：*

a) 相当于第二章 3.34 中至少两 (2) 根钢管，参考第二章 3.4.1；

b) 在侧视图中前环和主环之间没有开口；

c) 能量吸收值须等效于两根基准钢管，且大于 65J。

3.38.5 对于一个直径为 25mm(1 英寸)的区域来说，单体壳层压材料的周向剪切强度至少为 7.5kN(1700 磅)。这必须通过拉伸或者压缩直径为 25mm(1 英寸)的层压材料样件的强度测试来测量，并且将结果写入 SES。

3.39 单体壳主环

3.39.1 主环必须由一根第二章 3.4.1 要求的钢管所弯折或弯曲而成，其必须是一根未经切割的（除了钢管两端）、连续的封闭的钢管，并且从单体壳左半侧的最底面延伸到右半侧的最底面。

3.39.2 主环须通过可靠的机械结构和单体壳的最底端、最高点和中间部位连接，以达到结构等同性的要求：

a) 焊接在防滚架上的连接法兰盘的材料必须是至少 2.0mm(0.08 英寸)厚的钢板。

b) 主环必须用与管子表面相切的最小厚度为 2.0 毫米的钢板与安装面面两侧和主环之间通过加强筋连接。

3.39.3 主环和单体壳的连接方式必须遵照第二章 3.44。

a) 如果每侧使用三个连接点，则它们必须位于底部，顶部和与 3.28.3 中定义的上部侧面防撞结构相对应的中间位置。每个连接点必须满足 3.44.1 中规定的负载要求。

b) 包含了在单体壳顶部的连接和上部侧面防撞区域的连接的设计，对于每侧上下组合连接都必须展示连接点能在所有方向承载 45kN（3.41.1 要求的 1.5 倍）

3.40 单体壳结构的前环

3.40.1 前环不允许使用复合材料,并且必须使用闭合截面金属管。参照第二章 3.32 单体壳所有部分适用的一般要求。

3.40.2 前环必须机械连接在单体壳结构的顶部和底部，并且位于以上侧防撞结构相对应的中间位置，如同 3.26.3 中所定义，*且满足：*

a) 前环安装板必须为前环最薄区域，参照规则第二章 3.4.1；

b) 前环管件必须与前环安装板机械连接，安装板需要与前环管件两侧平行，前环管件的角撑需要沿着安装板两侧进行布置。

3.40.3 允许完全将前环层压*或粘接*到单体壳内，但必须满足：

a) 完全层压意味着用合适数量和顺序的铺层将前环封装；

b) 等效于至少 6 个 3.41 中规定的连接点，并在 SES 中展示

c) 在层压板中预留一条切口（大约 25 毫米）以供前环检查。

3.41 单体壳前环和主环斜撑

3.41.1 参照第二章 3.34 单体壳所有部分适用的一般要求。

3.41.2 管状的前环斜撑和主环斜撑与单体壳的连接方式必须遵照第二章 3.44。

3.42 单体壳前端缓冲结构的连接

前端缓冲结构与单体壳结构的连接需满足第二章 3.9《结构等同性表格》的要求，并说明其等效于 8 个公制 8.8 级 M8（5/16 英寸 SAE 5 级）螺栓的连接。

3.43 复合材料防防侵平板

a.不得在正面碰撞中失效

b 必须能承受分布在 200 mm x 100 mm 最小缓冲结构区域上的 120 kN 最小静载荷

3.43.1 复合防侵入板的强度必须通过以下两种方法之一进行验证：

a. 连接至预期底盘结构代表部分的防侵平板的物理测试
   - ●试验夹具的强度和刚度必须与前隔板的基准面等效，或者必须与底盘的前 50 mm 相同
   - ●测试数据仅在一个比赛年内有效

b. 3.34 中的层压板材料实验以及三点弯曲和周向剪切的计算

3.44 单体壳连接

3.44.1 单体壳或复合板与其他*基本结构*之间的每个连接点，在任何方向上必须至少能够承受 30kN 的载荷。

3.44.2 如果管架与单体壳通过螺栓连接，那么连接处需满足以下条件中的任意一条：

a) 平行吊耳需连接到主环的两侧和侧边防撞结构的两侧。
b) 两个基本垂直的吊耳连接到主环、单体壳的侧面及背面。

3.44.3 层压材料、安装板、垫板和嵌入体必须有充分的剪切面积、焊接面积和强度，可以承受任何方向的 30kN 的载荷。从层压板周围剪切强度测试（第二章 3.38.3）中得到的数据，必须用以证明已提供足够的剪切面积。

3.44.4 每个连接点至少需要 2 个公制 8.8 级 M8（5/16 英寸 SAE 5 级）的螺栓固定。

3.44.5 每个连接点需要至少为 2mm 厚的钢垫板。也可使用已证明有相等强度的替代材料。

3.44.6 作为第二章 3.45.3 的替代，若与图 2.16 相似，固定螺栓在管件中心线上，那么前环斜撑、主环斜撑和主环斜撑支撑可只使用 1 个公制 8.8 级 M10（3/8 英寸，等级 5）的螺栓。

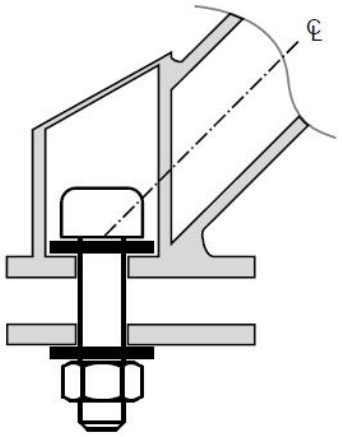


图 2.16 固定螺栓在管件中心线上

3.44.7 若主环斜撑连接到单体壳（如不焊在后部的副车架上）被认为是机械连接，必须符合第二章 3.20。

3.44.8 每个*防滚架或蓄能器容器到车架的*连接点必须包含以下两者中的一个：

a) 一个完全被内表面和外表面包围的预埋件。
b) 局部消除内表面和外表面之间的任何缝隙，无论是否有重复多余的层数。

3.45 单体壳驾驶员安全带连接点

3.45.1 对于单体壳肩带安装点，要求在两个肩带上分布 30kN 的力情况下，肩带的每个安装点必须能够承受最小 15kN 的载荷而不失效。

3.45.2 单体壳腿部安全带的每个连接点必须能承受至少 15kN 的载荷。

3.45.3 单体壳反潜带的每个连接点必须能承受至少 15kN 的载荷。

3.45.4 如果腿部安全带连接点和反潜带连接距离小于 125mm，或者固定在同一点上，则该点必须能承受 30kN 的载荷。

3.45.5 腿部安全带、肩部安全带和反潜带的连接点强度必须通过物理测试证明。测试需要将要求载荷加载到一个典型的连接点，可以是接头也可以是连接支架。

a) 支撑样本的夹具边缘到载荷点（施加载荷方向矢量确定的平面）的距离至少为 125mm（5 英尺）。
b) 肩部安全带样本的宽度不能宽于等价于肩部安全带安装钢管的“吊耳高度”（参见 SES），“吊耳高度”是用来展示肩带安装杆等同性。
c) 有近无约束边缘的连接点的设计，在测试中可以不支撑该边缘。安全带荷载必须满足第二章 5.3.5 和第二章 5.4.4 中所述角度范围内的极端情况的测试。
d) 实验载荷施加必须垂直于样件的平面
e) 肩带安装点的测试样件不能比实际制造的单体壳上该部分截面大。
f) 肩带载荷测试必须满足以下条件：

肩带安装角度：	载荷施加角度须为：	应该为：
90° 与 45° 之间	90° 与肩带安装角度之间	90°
45° 与 0° 之间	90° 与 45° 之间	90°

角度从测试样品的平面测量得出（90° 是测试样品的法线，0° 是与测试样品平行的角度）

备注：这些细则是为了使测试更大程度上贴近比赛中赛车的真实情况而设的。车队应该在尽可能接近于实车的情况下测试吊耳。

第四节 驾驶舱

4.1 驾驶舱开口

4.1.1 为了保证驾驶舱的开口有足够的尺寸，图 2.17 所示的模板将被放入驾驶舱内来测试其开口的尺寸。模板须保持以水平姿态竖直地向下放入驾驶舱，直至通过上部侧边防撞杆的最低点以下的 25mm 处，（或者直至单体壳座舱最低点向上 320mm 的高度）。模板的前后移动在测试中是允许的。

4.1.2 在该项测试中，方向盘、转向柱、座椅和全部防护包裹物都可被拆除。换挡或换挡机构不能移除，除非它和方向盘整合在一起，并且能随其被移除。防火墙不能移动也不能拆除。

备注：在实际检查中，转向柱不会被拆除。技术裁判会在转向柱轴（而不是转向柱支撑）周围用检测板检查。为了易于检测，检测板可在转向柱可穿过的前中央处包含一个凹槽。

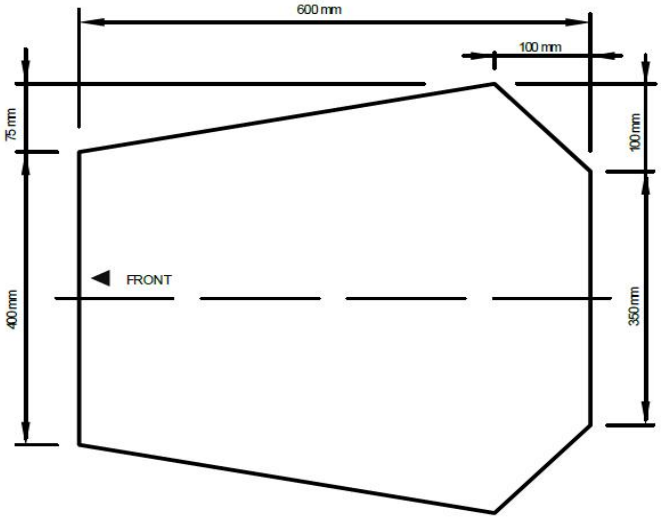


图 2.17 座舱检测板

4.2 驾驶舱内部横截面

4.2.1 要求

a)驾驶舱内必须有足够的横截面尺寸；

b)技术图例图 2.18 所示的模板必须能够通过驾驶舱内；

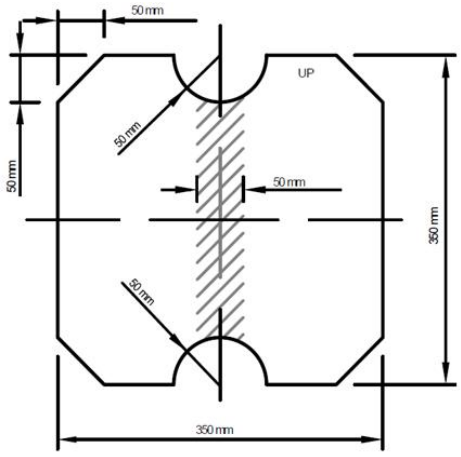
c)[仅限无人车]为了能够通过无人驾驶系统的驱动器，可以使用高度减少 50mm 的模板在一段 200mm 空间内代替原电动方程式赛车标准模板。

模板将以竖直的姿态沿水平方向放入驾驶舱，直至到达距离踏板后端面（可调节的踏板必须位于车头最前端的位置，且踏板未被踩踏）之后 100mm(4 英寸)处的位置。

备注：转向柱和有关部件可以穿过检测板的 50 毫米宽的中心带。

为了便于检测，检测板可以在图中的阴影区域中包含完整或部分的凹槽。

对于无人驾驶赛车，仅在一段 200mm 空间内可以使用减少高度的模板，以保证车手的操作空间与驾驶舱内部安全。200mm 以外的空间需要符合原电动方程式标准模板与规定。仅在一段 200mm 空间内可以使用减少高度的模板，以保证车手的操作空间与驾驶舱内部安全。200mm 以外的空间需要符合原电动方程式标准模板与规定。



前舱检测板最大厚度：7mm

图 2.18 前舱检测板

4.2.2 检测板可被从转向柱最后部分后方，竖直地插入座舱。在检测过程中模板的上下沿垂直方向移动是允许的。

4.2.3 该测试中，允许拆除的部件仅包括方向盘和规则第二章 5.8“车手腿部保护”中规定的包裹物，并且该包裹物应能在车手在驾驶舱内的情况下不借助工具轻松被拆除。不得拆除座椅。

4.2.4 线缆、电线、软管和管件不能妨碍第二章 4.1 和第二章 4.2 中驾驶舱内部横截面要求。

4.2.5[仅限无人车]第二章 3.10.6 和第二章 4.2.1 允许的额外空间只能被无人驾驶系统的转向、制动驱动器或执行器所使用，一旦拆除驱动器或执行器，原电动方程式赛车标准模板必须可以通过。

4.3 车手座椅

4.3.1 车手座椅的最低点必须不低于车架底部管件*或同等部件*的下表面，或有满足侧边防撞杆要求的纵置管件从座椅的最低点下通过。

4.3.2 当车手坐在正常的驾驶位置时，必须采取适当的隔热措施，以确保车手不会接触到任何表面温度可能升至 60℃以上的金属或者其他材料。此隔热材料可在座舱外部或与车手座椅、防火墙制成一体。隔热措施的设计必须能隔绝热源（如排气管、冷却水管）与车手可接触到的面板（如座椅、驾驶舱底板）之间的全部三种热传递方式（传导，对流和辐射）：

a.热传导隔离（二选一）：

i.热源和面板没有直接接触；

ii.热源与面板之间至少有 8mm（0.3 英寸）厚的的耐热、隔热材料。

b.热对流隔离：热源与接触面板之间至少 25mm（1 英寸）厚的空气层。

c.热辐射隔离（二选一）：

i. 至少 0.4mm（0.015 英寸）厚的固体金属热屏蔽；

ii. 在前述 a.ii 的基础上加上反射金属薄片或胶带。

4.4 驾驶舱底板

4.4.1 驾驶舱底部必须装有由一个或多个平板构成的底板。其作用是隔开车手和路面，且防止路面的碎石、碎片进入车内。

4.4.2 底板必须从车手脚部区域延伸到防火墙，且必须使用固体的不易碎的材料制成。

4.4.3 如果底板使用多块板材拼接制成，则板材间的间隙不得超过 3mm（1/8 英寸）。

4.5 防火墙

4.5.1 赛车防火墙必须能隔开驾驶舱与发动机供油系统、润滑系统、液压油，易燃液体，低压电池以及高电压系统（详见第五章 1.1）。防火墙必须足够高或靠后，以使从最高车手头盔底部以上 100mm（4 英寸）的高度范围内，都不能直接看到发动机的供油系统、冷却系统（含中冷器）及润滑系统。安全带不能穿过防火墙。

4.5.2 防火墙必须由符合 UL94-V0，FAR25，或者等同标准的硬质非渗透性的防火材料制成，其必须刚性地与赛车结构相连接。

4.5.3 防火墙须完全密封而不能允许液体通过，包括防火墙本身、防火墙边缘和驾驶舱底板。

4.5.4 允许赛车的线束、拉索等穿过防火墙，但穿孔处必须使用护套密封。由多层板组成的防火墙必须重叠，并在接缝处密封，防火墙之间的密封部分不能作为防火墙的受力部分。以下规则只对电车、无人车适用：

防火墙必须将车手区域与驱动系统完全隔离（包括高压线）。
驱动系统防火墙必须由两层构成并满足以下要求：

a. 近驱动系统的一层必须由 0.5 至 0.7 毫米厚的铝制成，并且根据第五章 6.5 的规定布置。

b. 第二层，即近车手的一层必须由绝缘材料制成。该材料须符合 UL94-V0、FAR25 以及相关规定，且不能使用 CFRP 作为材料。

c. 第二层必须足够厚，能够防止 4mm 宽的螺丝刀以 250N 的力将它穿透。防火墙必须牢固地安装。

4.5.5 在技术检查中，必须提供驱动系统防火墙的样本。其他部分（除底盘）可能不会穿过防火墙，但必须确保绝缘。

4.5.6 防火墙使用的任何密封件或粘合剂必须符合应用环境的等级。

4.6 *车辆控制*

4.6.1 加速踏板

a. 动力输出必须通过加速踏板实现；

b. 踏板的行程是指踏板从完全释放位置到完全压下位置的行程的百分比。0%代表完全释放，100%代表完全压下；

c. 加速踏板必须满足以下要求：

- *没有外力施加时自动回到完全释放位置；*
- *设有限位装置，以防止任何拉线、动力系统以及传感器损坏或者过载。*

备注：有且仅有无人驾驶赛车的无人驾驶模式可以通过工控机实现车辆的纵向控制

4.6.2 如果油门系统中包含任何可以被卡住的机构，比如一个齿轮机构，那么这些机构必须被覆盖住，以免任何碎片进入。

4.6.3 赛车所有的操纵机构和控制开关必须能够在驾驶舱内操作。车手在操作时，其身体的任何部分（如手、胳膊或肘部）都不能伸出侧边防撞结构（第二章 3.25、3.35）所在平面之外或者平行于底盘中心线的两个纵向垂直平面接触侧面碰撞结构的最高管件。

4.6.4 全部车辆操纵机构在任何运转位置下，位置必须低于前环的最高表面。

4.7 车手视野

4.7.1 基本要求

车手在驾驶时，其前方和侧方必须具有良好的视野。当车手以正常姿势乘坐时，他的视野范围至少为 200°（左右各 100°）。车手可通过扭头或后视镜达到该视野范围。

4.7.2 后视镜

如果必须使用后视镜才能满足第二章 4.7.1 的规定，那么后视镜必须在所有动态项目比赛中安装，且必须在所有动态项目比赛中都满足规则要求。

4.8 车手逃生

4.8.1 所有车手必须能够在 5 秒钟内从车的一边逃出赛车。车手以正常驾驶姿势坐入赛车，装备好整套安全装备，双手以正常驾驶方式握住方向盘，方向盘安装到位，方可开始计算逃生时间。当车手双脚完全着地时，逃生时间的计时停止。逃生时间包括驾驶员模拟拍停驾驶舱中的主开关的时间。

第五节 车手安全设备（安全带和驾驶舱防护包裹物）

5.1 安全带——基本要求

5.1.1 定义

a. 5 点式安全带由两条 76mm（3 英寸）宽的腰带，两条宽约 76mm（3 英寸）的肩带，以及一条宽约 51mm（2 英寸）的反潜带（防止车手滑入驾驶舱前部）组成。反潜带必须由同一个金属对金属的快速松开式插扣与所有的腰带及肩带连接。

b. 6 点式安全带由两条最小宽度为 50mm 宽的腰带，两条最小宽度为 75mm 的肩带，以及两条最小宽度为 50mm 的反潜带（腿带）组成。

c. 7 点式安全带与 306 点式安全带基本相同，不同之处是 7 点式安全带有三条反潜带，其中两条与 6 点式安全带的反潜带相同，而另一条与 5 点式安全带的反潜带相同。腰带宽约 51mm（2 英寸）的 6 点或 7 点式安全带，若通过 FIA 8853/98 认证，则可以使用。

d. “直立驾驶姿势”定义：座椅靠背与竖直方向所成夹角不超过 30 度。（通过第二章 3.10.3 中定义的第 95 百分位人体模型测定，坐姿参照第二章 3.10.4）

e. “斜躺驾驶姿势”定义：座椅靠背与垂直方向所成夹角大于三十度。（通过第二章 3.10.3 中定义的第 95 百分位人体模型测定，坐姿参照第二章 3.10.4）

f. “胸腹线”定义：在侧视方向上，沿肩带从胸部到安全带快拆插扣的直线。

5.1.2 所有车手必须使用满足以下要求的 5 点、6 点或 7 点式安全带：

a. 所有车手约束系统都必须满足 SFI 规范 16.1，SFI 规范 16.5 或 FIA 规范 8853/98 或 FIA 规范 8853/2016 的要求；

b. 安全带必须带有许用期限标签，且不能超出许用期限；

c. 所有带的材料必须有良好的状态；

d. 腰带和肩带必须使用同一个“金属-金属”连接的快速松开式插扣；

e. 为了方便不同体型的车手，所有腰带必须包含倾斜固定调整扣（快速调整扣）。相比压拉式调整扣，更推荐使用拉起式调整扣。

f. 具有“斜躺驾驶姿势”（见 5.1.1）的赛车必须使用一个 6 点或 7 点式的安全带并且其反潜带须具有倾斜固定调整扣（快速调整扣）或安装两套反潜带。

g. 肩带必须为越肩式。两根肩带必须互相独立，即 Y 型肩带不被允许。允许使用 H 型肩带。

h. 除了下条中列出的情况，肩带在跨过肩膀处必须为 76mm（3 英寸）宽。肩带必须穿过一个“日”字型的调整扣，其具体穿法必须依照制造商的说明。

i. 当车手使用头颈保护系统（HANS）时，允许使用 FIA 认证的 51mm（2 英寸）宽的肩带。一旦车手没有使用头颈保护系统（HANS），则必须使用 76mm（3 英寸）宽的肩带。

5.1.3 安全带更换

SFI 认证安全带在生产日期之后的第 5 年 12 月 31 日之后必须更换。FIA 认证安全带在标识年份（该日期通常为有效截止日期）的 12 月 31 日之后必须更换（注：FIA 认证安全带的有效日期通常为五年）。

5.1.4 在比赛中的任何时候，安全带都必须系紧。

5.2 安全带的安装——基本要求

5.2.1 腰带、肩带及反潜带必须安全可靠地安装在车架基本结构上，用于安装安全带的结构必须满足第二章 3.4.1 的要求。

备注：安全带安装杆如果是弯曲的，必须参考第二章 3.5.5 增加支撑结构。

5.2.2 安全带固定环必须满足：

a. 最小横截面积为 60mm^2（0.093 平方英寸）的钢材，在任意位置受剪切力与拉应力都不会失 效

b. 最小厚度为 1.6mm(0.063 英寸)
c. *在失效之前能承受的最小拉力以及负载：*
   - *如果仅有一根安全带连接在卡口或支架上 ，则为 15kN*
   - *如果有两根安全带连接在卡口或支架上，则为 30kN。*
d. 固定支架与底盘的固定处，必须使用两个公制 8.8 级 M6 螺栓或强度更好的螺栓
e. 单剪吊耳与车架焊接的地方，吊耳必须是底部两侧都焊接到管子上
f. 与其相连的安全带在受到载荷时不会弯曲

备注：推荐使用双剪安装方式。如果可行，双剪的固定环和支架也应该是底部两侧都焊接到管子上两面焊接。

5.2.3 肩带、腰带和腿部安全带不能穿过防火墙，即所有安全带的连接点，必须在防火墙的靠近驾驶员的一侧。

5.2.4 安全带和单体壳的连接，必须通过结构等同性表格得到审核批准（见第二章 3.9）。

5.2.5 安全带的安装是否符合规则，由技术检查裁判长裁定。

5.3 腰带的安装

5.3.1 腰带必须绕在车手髋骨以下的骨盆区域。任何情况下都不允许腰带高于车手的腹部。

5.3.2 腰带的安装必须从固定点沿直线延伸，一直到其接触车手的身体，而不接触座椅上的任何孔或中间的任何其他结构。

5.3.3 当安全带穿过座椅的孔时，座椅必须翻边或包边以防止安全带磨损。

5.3.4 为了适应不同车手的体形，从侧面看，腰带必须使用带肩螺栓或环首螺栓安装，以便能够自由旋转。不允许采用将腰带缠绕在车架管件上的安装方式。

5.3.5 对于“直立驾驶姿势”，从侧面看，腰带与水平线的夹角必须在 45°至 65°之间。腰带中心线与坐垫的交点必须在靠背和坐垫的接缝前 0 至 76mm 的范围内处。（见图 2.19）

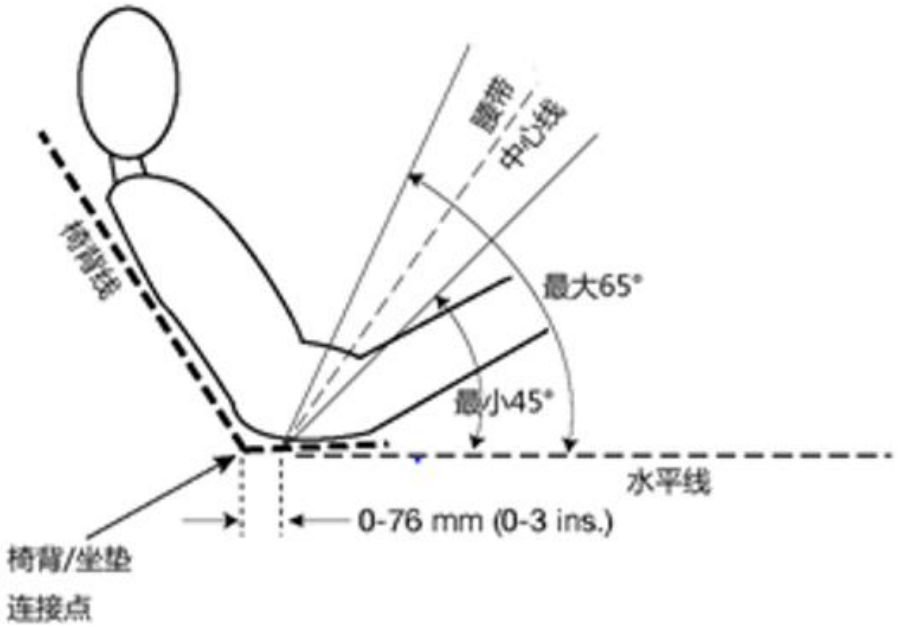


图 2.19 腰带的角度

5.3.6 对于斜躺驾驶姿势，从侧面看，腰带在与水平面呈 60 到 80 度。

5.3.7 所有固定腰带的螺栓，不管是直接固定在车架上还是吊耳上，都必须至少为公制8.8级M10螺栓（3/8 英寸 SAE 5级）。

5.4 肩带

5.4.1 肩带必须安装在车手后方满足并第二章 3.4.1 要求。然而，在没有其他支承防止载荷传递到主环斜撑上的情况下，不允许将肩带安装在主环斜撑或其附属结构上。

5.4.2 肩带必须使用以下四种方式之一进行安装：

a. 环绕肩带安装杆；
b. 螺栓穿过焊接管插件或经过测试的单体壳连接件，见第二章 3.45；
c. 用螺栓或夹子固定到肩带安装杆上的卡口或支架，且满足第二章 5.2.2 的要求；
d. 缠绕在单体壳上经过物理测试的硬件上。

5.4.3 如果肩带被安装到一根非直管件上，该管件和车架的连接处必须使用三角结构加强（从侧面看），以防止该管件发生扭转。肩带安装杆斜撑所用钢管规格需满足第二章 3.4.1 中“肩带安装杆及其斜撑”的要求。从侧面看，肩带安装杆斜撑与肩带安装杆所在平面的夹角不得小于 30 度。

5.4.4 SES 报告中需提交肩带安装杆*和*支撑管的强度证明。

5.4.5 从中点到中点测量，肩带安装点间距必须在 175mm 到 235m 之间。（图 2.20）

5.4.6 肩带安装杆允许的负载有且仅有肩带。头枕、防火墙、座椅以及非承载车身部分可以安装在肩带安装杆上。

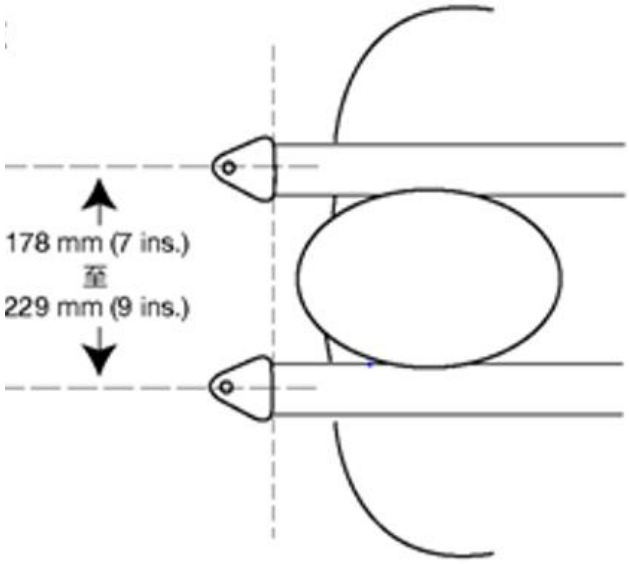


图 2.20 肩带安装点

5.4.7 在车手肩部向后至安装点的范围内，肩带与水平线所成夹角，必须在高于水平线 10°到低于水平线 20°之间。（图 2.21）

5.4.8 所有固定肩带的螺栓，不管是直接固定在车架上还是吊耳上，都必须至少为公制 8.8 级 M10 螺栓（3/8 英寸 SAE 5 级）。

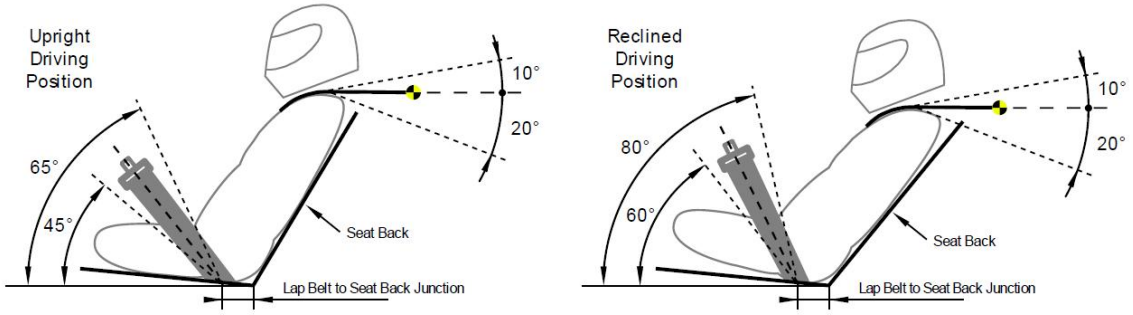


图 2.21 肩带安装角

5.5 反潜带固定

5.5.1 反潜带必须使用以下三种方式之一进行安装：

a. 螺栓或吊环螺栓穿过焊接管插件或经过测试的单体壳连接件，见第二章 3.44；

b. 用螺栓或夹子固定到管架上的卡口或支架 ，且满足第二章 5.2.2 的要求；

c. 缠绕在符合第二章 3.4.1 且连接符合第二章 3.27.4 的底部侧边防撞杆的管上，同时反潜带不得接触地面。

5.5.2 五点式安全带的反潜带在安装时，安装点必须与车手胸部-腹股沟成一条直线，或者略向前倾斜（最多 20 度），如图 2.22。

所有的反潜带被安装时，必须满足：当它们与安装点成一条直线到达以下结构之前，不与任何座椅孔或者其他中间结构接触：

- 按照 T5.5.2 的五点式安全带释放扣；
- 按照 T5.5.3a 或者 T5.5.3b 的六点式安全带接触车手的第一点。

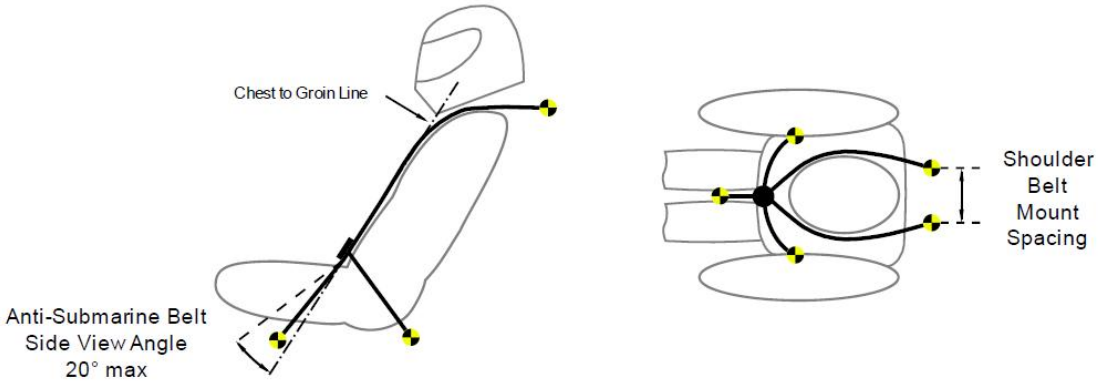


图 2.22 五点式安全带的反潜带安装图

5.5.3 六点式安全带的反潜带必须用以下两种方式中的一种固定：

a. 安全带从腹股沟垂直向下，或者与之向后夹角不超过 20°。固定端相距应该大约 100mm(4inch)；

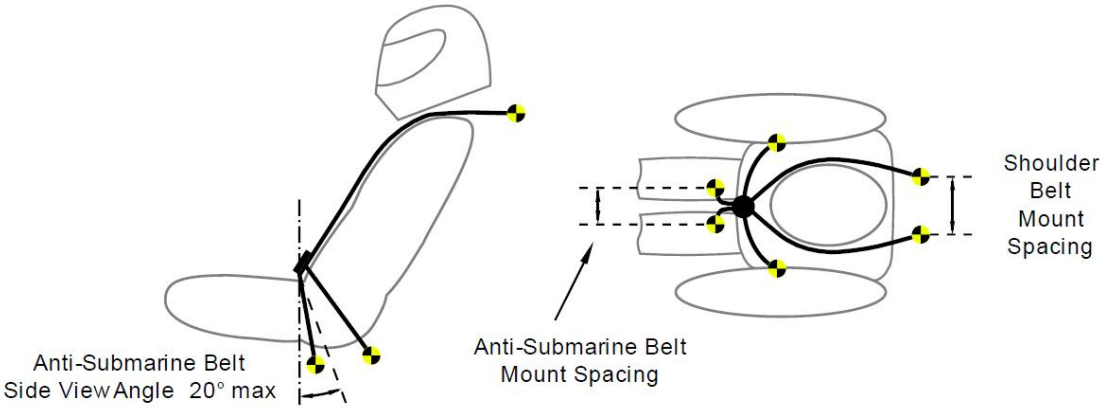


图 2.23 六点式安全带的反潜带安装方式 a

b. 基本结构上的反潜带固定点与腰带固定点重合或接近时，车手坐在反潜带上，反潜带向上穿过腹股沟和插口相连。

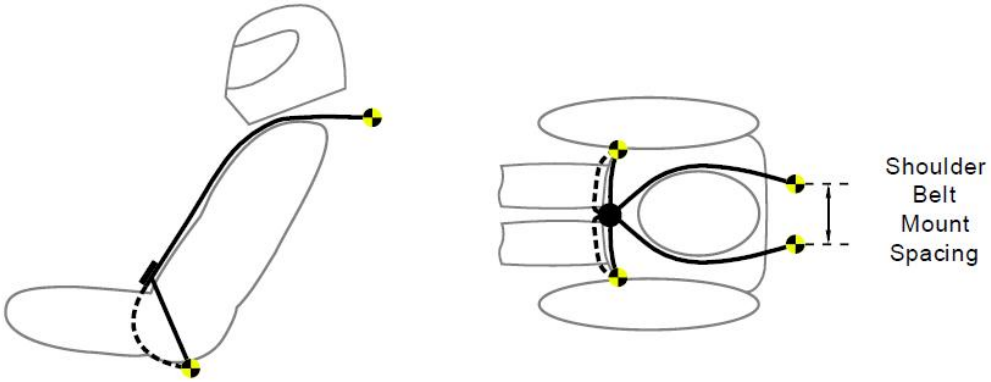


图 2.24 六点式安全带的反潜带安装方式 b

5.5.4 所有固定反潜带的螺栓，不管是直接固定在车架上还是吊耳上，都必须至少为公制 8.8 级 M8 螺栓（5/16 英寸 SAE 5 级）。

5.6 头枕

5.6.1 赛车必须装有头枕，以限制车手头部向后的运动。

5.6.2 头枕必须满足以下要求：

●从侧面看，头枕必须垂直或接近垂直；

●填充满足 SFI 45.2 标准或者作为单座赛车 B 类材料或列在 FIA No.17 技术列表里的吸能材料，

●比如 CONFORTM foam CF-42 (blue) or CF-42M (blue) or CF-42AC (blue)。允许车队使用性能相

●等的材料，但必须进行试验测试或提供相关证明材料。

●厚度至少为 40mm；

●宽度至少为 15cm；

●面积至少为 235cm^2，且至少有 17.5cm（7 英寸）的高度可调范围；或高度至少为 28cm（11 英寸）；

●头枕的位置要求如下：

– 车手在正常坐姿下，头枕在非挤压状态下距离头盔后部不超过 25mm(1 英寸)；

– 头盔后部与头枕的接触点，离头枕的边缘不小于 50mm；

备注:（1）头枕可以更换以适合不同的车手（见第二章 1.2.2）。

（2）头枕必须在所有车手乘坐时都满足要求。

（3）大约 100mm（4 英寸）的纵向可调是为了适应从第 5 百分位至第 95 百分位的车手。这不是一个特定的规则要求，但是各车队必须设计足够的纵向可调或者厚度可替换的头枕，以使所有的车手满足上述要求。

5.6.3 头枕安装必须牢固，使其足以承受最小
a. 向后 900N 的力；
b. 轴向或垂向 300N 的力。

5.6.4 头枕的所有材料和结构都要在以下一个或两者之内
a. 防滚架包络面内；
b. 头枕保护装置（如果有）。

5.7 防滚架包裹物
防滚架、防滚架斜撑、以及车架的任何可能接触到车手头盔的部分，都必须包裹一层至少 12mm（0.5 英寸）厚的包裹物，该包裹物要满足 SFI 45.1 或 FIA 8857-2001 的要求。

5.8 车手腿部的保护
5.8.1 为了避免驾驶舱内可运动的及尖锐的零部件伤及车手的腿部，在驾驶舱内部，距离踏板后端 100mm (4 英寸)的垂直平面至前环的范围内，所有可移动的悬架和转向零部件，以及其它有锐边的零部件，必须使用固体材料掩盖。可运动的零部件包括但不仅限于：弹簧、减震器，摇臂、横向稳定杆、转向齿条和转向柱等速万向节。

5.8.2 悬架及转向零部件的掩盖物必须可拆卸，以便于对其安装点进行检查。

第六节 底盘基本规则

6.1 悬架
6.1.1 赛车所有车轮必须安装有功能完善的、带有减震器的悬架。在有车手乘坐的情况下，轮胎的跳动行程至少为 50mm。如果赛车没能表现出适合比赛的操控能力，或是没有经过认真的设计，裁判有权取消赛车的参赛资格。

6.1.2 在技术检查中，悬架的所有的安装点必须可以被呈示给裁判，无论是可以直接看到或是通过移除覆盖件来实现。

6.2 离地间隙
6.2.1 赛车在有车手时，赛车除轮胎外的任何部分的最小静态离地间隙不得小于 30mm。*如果安装了主动悬架系统，则在测量离地间隙时需处于最低位置。*扩散器或其他通过设计、制造或赛车运动产生的空气动力学装置与赛道表面的接触都是不允许的。若有违反则会被黑旗挥停。

说明：在动态赛或等候区出口,离地间隙随时会被检测，若有违规，则检测前的前一次动态赛成绩将会被判为 DNF。

6.3 轮辋
6.3.1 赛车轮辋直径必须至少为 203.2mm（8.0 英寸）。

6.3.2 任何只使用一个安装螺母的车轮安装系统必须配有防松装置，用来固定安装螺母。当安装螺母松动时，该装置还可以固定车轮。双螺母防松不符合该项规定。

6.3.3 标准车轮螺栓、*传动销*必须是钢制的，经过了充分的工程设计。任何对这种螺栓的改造都需在技术检查中进行严格的审查。车队如果使用改造的标准车轮螺栓或定制设计的车轮螺栓，需提供相关材料以证明该设计符合良好的工程实践。

6.3.4 铝合金轮毂螺母可以被使用，但要求必须硬质氧化至未被腐蚀烧坏状态。

6.4 轮胎

- 6.4.1 赛车可使用以下两种轮胎：干胎——在技术检查时安装在赛车上的轮胎被定义为干胎。干胎的尺寸和型号不限，可以是光　头胎，也可是花纹胎；雨胎——雨胎可以是符合以下规定的任意尺寸和型号的有花纹或沟槽的轮胎：

1）花纹或沟槽可以由轮胎生产商使用模具成型，或由轮胎生产商（或其指定的机构）切割成型。任何使用刀具刻制的轮胎花纹或沟槽，必须有文件证明其符合本条规则的规定。

2）花纹或沟槽的深度至少 2.4mm（3/32 英寸）。

备注：禁止车队手工刻制和修改轮胎的花纹和沟槽。

6.4.2 静态项目比赛开始后，两种轮胎的型号和尺寸、轮辋的型号和尺寸都不得改变，其中前轴或者后轴上的轮胎必须是相同制造商，同一尺寸和配方的轮胎。在比赛现场时不得采用任何提升轮胎附着力的方法。禁止使用暖胎器。

6.5 转向

6.5.1 方向盘必须与前轮机械连接。

6.5.2 *对于无人驾驶系统与赛车无人驾驶模式下，前轮允许使用线控转向或电控转向。赛车手动驾驶模式下，禁止采用线控或电控转向。*

6.5.3 转向系统必须安装有效的转向限位块，以防止转向连杆结构反转（四杆机构在一个节点处发生反转）。限位块可安装在转向立柱或齿条上，并且必须防止轮辋及轮胎在转向行驶时接触悬架、车身或车架部件。在静止状态下必须能够进行转向操作，即静止时能够在原地把方向盘左右打到底。

6.5.4 转向系统的自由行程不得超过 7°（在方向盘上测量）。

6.5.5 转向齿条必须机械连接到底盘，*且所有固定部件必须在防滚包络面内，*详见第二章 3.17（转向保护）。

6.5.6 方向盘必须通过快拆器安装在转向柱上，必须保证车手在正常驾驶坐姿并配戴手套时可以操作快拆器。

6.5.7 允许后轮转向（可采用电控转向方式），但后轮的角位移需要被机械限位装置限制在最大 6 度范围内时。在技术检查中，车手必须坐在赛车中演示，并且车队必须提供设备证明转向的角度范围。

6.5.8 方向盘轮廓必须为连续闭合的近圆形或近椭圆形。例如：方向盘的外轮廓可以有一些部分趋向直线，但不可以有内凹的部分。禁止使用 H 形、8 型或外轮廓有开口的方向盘。

6.5.9 方向盘在任何角度的所有操作下，其上端必须低于前环的上端，见图 2.9。

6.5.10 禁止使用拉线或带传动。

6.5.12 转向器必须与车架机械连接。如使用螺栓，必须满足规则第二章 11.2 中的要求。

6.5.12 连接方向盘和转向齿条的连接件必须通过机械连接，并且在技术检查中可见。不允许使用没有机械支撑的粘接方式。且该机械支撑必须被设计为能独立支撑转向系统功能的实现。

6.6 举升点

6.6.1 在车辆的两侧，举升点必须用橙色三角形表示。

对故障车的备注：赛事主办方和规则委员会提醒所有车队注意：故障车必须尽快推离赛场。将使用到包括快速举升器、不同型号的推车、拖绳，有时甚至会使用平板将事故车辆移走。我们希望参赛车辆足够坚固使得其能在不破坏的情况下轻松推动。迅速清理事故现场是很重要的，因此，尽管赛道工作人员在移动故障车辆时会尽可能小心，移动过程也可能使得赛车部分受损。赛会主办方不对任何在移动故障车过程中的损失负责。故障车将被抬升、吊起、搬运或推动，作用点将被定在任何一个最早起作用的地方。据此，我们建议所有参赛队伍在设计过程中考虑提升点、起吊点或拖动点的强度和安放位置。

6.7**举升器**

6.7.1 必须将大学名称写在举升器上。字迹必须清晰可见，并置于高对比度的背景上。
每个车队必须有一个或两个可移动的设备(称为举升器），可以抬升车辆，使所有驱动轮离地面至少100mm，并且车辆得到充分支撑。举升器的定位必须安全稳固（例如，必须机械的约束水平方向移动）。定位时操作人员不得处于车辆下方。
在举升位置：

- ●车辆必须得到充分且牢固地支撑
- ●驾驶员必须可以安全地进出车辆
- ●*宽度方向上，举升装置不得超出车辆的俯视投影面积*

6.7.2 举升装置必须为红色。

6.7.3 技术检查期间必须出示举升器。

6.7.4 [仅限无人车]无人车无论驱动轮数量都必须实现四轮举升。

6.8 侧倾稳定

6.8.1 轮距与车重力中心必须联合起来以提供充足的侧倾稳定性。

6.8.2 赛车须通过斜台测试以证明其具有足够的侧倾稳定性。测试时，赛车必须能够在侧向倾斜 60°（相当于承受 1.7G 的侧向加速度）时，不发生侧翻。侧倾测试时，要求身高最高的车手以标准驾驶姿势进行。

第七节 制动系统

7.1 制动系统 – 基本要求

7.1.1 赛车必须安装有制动系统。制动系统必须作用于所有四个车轮上，并且通过单一的控制机构控制。

7.1.2 制动系统必须有两套独立的液压制动回路，当某一条回路系统泄漏或失效时，另一条回路至少还可以保证有两个车轮可以维持有效的制动力。每个液压制动回路必须有其专用的储液罐（可以使用独立的储液罐，也可以使用厂家生产的储液罐） 。

7.1.3 安装有限滑差速器的车桥，可以仅在差速器单侧使用单个制动器。

7.1.4 制动系统必须在后述的测试中，能够抱死所有四个车轮。

7.1.5 对于有人驾驶方程式赛车，线控制动是严格禁止的，即无人驾驶赛车手动模式下规则第二章 7.1.1 仍然适用。[仅限无人车]对于无人驾驶系统与赛车无人驾驶模式下，允许使用线控制动，详见规则第六章。

7.1.6 禁止使用没有保护的塑料制动管路。

7.1.7 制动系统必须被碎片护罩保护，以防传动系失效、接触任何可移动部件或小碰撞引起的碎片破坏制动系统。

7.1.8 从侧面看，安装在赛车簧上部分上的制动系统的任何部分都不可以低于车架或者单体壳的下表面。

7.1.9 制动踏板以及相关系统组件必须设计能承受至少 2000N 的力而不损坏制动系统、踏板机构、踏板调整机构，且保证除制动系统外的底盘其余部分的完整不损坏。

7.1.10 制动系统或踏板机构中不直接参与产生制动力的部件，其故障不能影响制动踏板的功能以及刹车系统的工作。

7.1.11 制动踏板，*包括踏板面，*必须由铝合金，钢或者钛加工而成。

7.1.12 [仅限电车、无人车]前 90%的制动踏板行程可用于回收制动能量而不驱动液压制动系统。剩下的制动踏板行程则必须直接驱动液压制动系统，但制动能量回收可保持激活。
任何在滑行或制动同时的能量回收都必须被FMEA涵盖。

7.2 制动测试

7.2.1 赛车的制动系统将被进行动态测试，测试时，赛车将首先在制动测试裁判规定的直道上加速，在直道末端，赛车必须制动至静止，并要求四轮抱死且不跑偏。

7.2.2 [仅限油车]加速到指定区域(通常需进入 2 档)后，车手用力踩刹车，当所有四个轮子都已同时抱死不跑偏且发动机仍处于运行状态时，则通过制动测试。

7.2.3 [仅限电车、无人车]在加速后，车手必须关闭驱动系统，并在制动时抱死四个车轮。如果在驱动系统关闭的情况下，四个车轮同时抱死，则通过制动测试。
备注：由于放电回路可能最多需要 5 秒来将驱动系统电压降低，因此驱动系统指示灯可以在车完全停止，*短时间内变为绿色被认为是可接受的。*

7.2.4 [仅限电车、无人车]制动灯和 TSAL 可视性会被裁判检查来确保是否其可视性在外界环境观察下满足要求。

7.2.5 [仅限电车、无人车]启动鸣笛会被裁判检查来确保是否声音等级满足要求。

7.2.6 [仅限无人车] EBS 测试必须在第二章 7.2 中所有项目通过后来执行。

7.3 制动超程开关（BOTS）

7.3.1 赛车必须装有制动踏板超程开关作为熄火系统的一部分，并且必须与熄火按钮串联。当制动系统一根或两根制动油路都失效，以致于引起制动踏板的行程超出正常范围时，该开关必须能够触发熄火系统，并控制那些在第四章第 4 节（油车）和第五章 5.4（电车）中定义的系统。该开关必须对用于驾驶车辆的所有制动踏板和制动平衡设置起作用，并且不会损坏车辆其他部分。

7.3.2 重复触发该开关不能恢复上述系统的供电。并且该开关必须设计成不能被车手复位。

7.3.3 制动超程开关必须是一个如图2.25所示的*按/拉式、按/旋转式或者拨动式机械开关*，它可由串联开关组成。

图2.25 制动超程开关

7.4 制动灯

7.4.1 赛车必须配备一个红色制动灯。制动灯必须：

- *是红色的；*
- *从后方清晰可见；*
- *并且符合第二章 12.11 要求。*

7.4.2 *从侧面看，制动灯发光表面必须相对地面完全垂直，且安装位置必须在车轮中心线和车手肩膀高度之间，从车辆后方看必须在横向上接近赛车轴线。*

7.4.3 当且仅当制动系统被使用到时，制动灯才能亮起。

7.5 [仅限无人车]紧急制动测试（EBS）

7.5.1 EBS 将进行动态测试并必须能够满足规则第二章 7.5.3 中描述的动作要求。

7.5.2 EBS 测试赛道的锥桶摆放与直线加速测试类似，如图 2.26 所示：

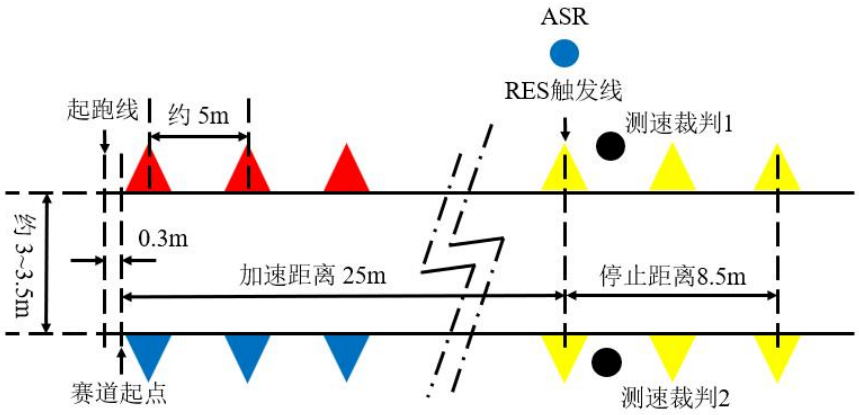


图 2.26 EBS 测试赛道图

7.5.3 当赛车减速时，必须保证是稳定的行驶过程（例如，不能出现不期望的横摆动作）。这既可以通过受控制的减速（转向与制动控制都处于激活状态），也可以通过四轮同时抱死来保证直线上的稳定制动。

7.5.4 如果测试时赛道较为潮湿，安全停止距离将根据裁判对现场路面的摩擦力等级进行判断与测量。

7.5.5 紧急制动测试过程

a. 赛车置于测试赛到起点线后 0.3m，一名 ESO 与一名 ASR 对赛车进行操作，赛车进入“无人驾驶准备”（AS Ready）状态，通过 AMI 选择驾驶任务，裁判对赛车状态进行检查与判断，满足规则第六章 2.4 中描述。

b. ASR 通过 RES 给出“Go”信号，赛车加速至赛道 25m 的标记锥桶处按下 RES 急停按钮，赛车按照规则第二章 7.5.3 中的描述进行制动减速。赛道两侧站有测速裁判，通过手持测速仪对赛车进行测速，赛事使用测速仪如图 2.27 所示。

c. 赛车完全停止后，裁判检查赛车状态进入“紧急制动”（Emergency）状态，并测量安全停止距离。测速仪加速 25m 时速度至少为 40km/h（两侧裁判取最大值为有效测速成绩）且赛车制动距离小于等于 8.5m，则测试通过。

图2.27 手持测速仪示意图

第八节 动力系统

8.1 冷却液限制

8.1.1 水冷发动机必须使用水作为冷却液。电动机、电池或者高压电子设备仅可以使用水或油作冷却液。严禁使用乙二醇防冻剂、水箱保护剂、任何形式的水泵润滑剂、以及其他任何添加剂。

8.2 系统密封与保护

8.2.1 冷却系统和润滑系统必须密封以防泄漏。

8.2.2 必须使用独立的溢流罐来贮存从冷却系统或发动机润滑系统溢出的除水以外液体，每个罐子的容积必须至少为系统所含液体的 10%且至少 0.9L，即取较大者。

备注：整体的摩托车发动机/变速箱必须满足规则第二章 8.2.2。

8.2.3 任何含有液体润滑剂的其他系统（如差速器或变速箱）的开口，必须安装溢流罐，溢流罐的容积至少为所含液体的 10%且至少 100ml，即取较大者。

8.2.4 溢流罐必须能够贮存沸水而不变形，位于防火墙之后、车手肩膀高度以下，牢固安装在底盘上，

如不得使用扎带或用带子捆扎。其固定件、配件和管子必须能够承受至少 120℃的温度。

8.2.5 所有冷却系统的溢流罐出口端须通过一段内径至少为 3mm（1/8 英寸）的导管通过底盘底部通向车外。

8.2.6 任何润滑系统的最低点必须不低于主环最低点与润滑系统后方最低的车架或单体壳的连线。如润滑系统的任何部分低于这条连线，则必须被一个与底盘固连的结构所保护。

8.2.7 使用纯水的冷却系统必须有刚性且刚性安装的隔热盖板，该盖板必须符合满足：（1）能持续承受至少 100℃以上的高温。（2）符合第二章 4.5.1 中“防火墙必须足够高或靠后，以使从最高车手头盔底部以上 100mm（4 英寸）的高度范围内，都不能直接看到发动机的供油系统、冷却系统（含中冷器）及润滑系统。”的表述。

8.2.8 任何含有水的系统的开口，必须安装溢流罐，溢流罐的容积至少为所含液体的 10%且至少 100mL，即取较大者。

8.3 变速器及传动

8.3.1 可以使用任何传动变速装置。

8.3.2 在车内无车手且主开关关闭时，赛车也必须可以被推动。

8.3.3 [仅限无人车] 没有人在赛车内部且主开关处于Off状态时，赛车必须可以保证移动。

8.4 传动系统防护罩及保护装置

8.4.1 暴露在外的高速旋转的主减速器部件，如 CVT、链轮、齿轮、皮带轮、变扭器、离合器、传动带、离合器传动、电机，都必须安装防护罩以防其*径向*失效。主减速器防护罩必须：

- ●覆盖链条（传动带），从主动链轮（带轮）到从动链轮（带轮）；
- ●主减速器防护罩开始和结束的位置必须不高于与链轮/皮带/带轮的最低处平行的位置（见图 2.28）；
- ●车身覆盖件或其他盖板不能作为防护罩，除非其构成材料满足规则第二章 8.4.3 和第二章 8.4.4。
- ●*当燃料、制动管路（见第二章 7.1.6）、控制元件、高压器件或电气部件位于下方时，保护罩应盖住链条或皮带或旋转部件的底部。*

备注：如果发动机原本安装有链齿保护罩，那么其可作为分体式保护罩的一部分。

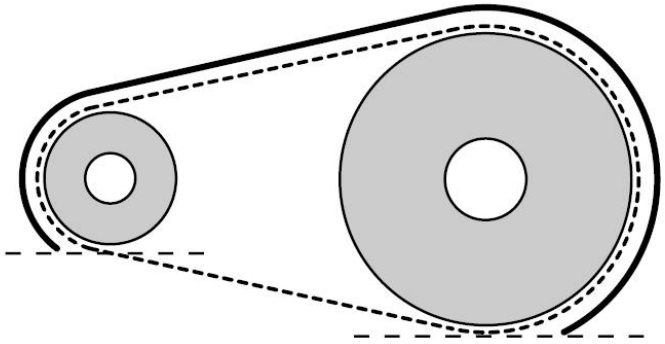


图 2.28 链轮保护罩

8.4.2 传动链和传动带的防护罩不允许使用有通孔的材料。

8.4.3 超过保护罩材料要求的车架构件或现有组件可用作保护罩的一部分。

8.4.4 保护罩可以由多个部分组成，彼此间隙需小于 3mm。

8.4.5 传动链的防护罩必须使用厚度至少为 2.66mm（0.105 英寸）的钢板制成，其宽度至少为链条最宽处宽度的三倍。且链条在链条中心线向左和向右各 1.5 倍链条宽度范围内，都能被防护罩防护。

8.4.6 非金属传动带的防护罩必须使用厚度至少为 3.0mm（0.120 英寸）的 6061-T6 铝合金制成，其宽度至少为传动带宽度的 1.7 倍，且传动带在传动带中心线向左和向右各 0.85 倍传动带宽度范围内，都能被防护罩防护。

8.4.7 安装用紧固件——防护罩必须使用至少公制 8.8 级 M6 螺栓安装。用于防护罩及保护装置安装的紧固件被视为属于关键紧固件 并且必须遵照第二章第 11.1 节的相关规定。

8.4.8 手指护罩——所有当发动机运转而车辆保持静止时旋转的*任何*零部件都要求用手指护罩遮挡。手指护罩可以用轻质材料制成，但需足够抵抗手指施加的力。可以使用网状或者多孔的材料，但是必须保证 12mm（1/2 英寸）直径的物体无法通过该护罩。

备注：手指护罩是为了防止手指在赛车怠速时意外插入旋转部件。

8.4.9 牵引电机必须有一个外壳或独立的防护罩，防护罩由 2mm 无孔铝合金 6061-T6 或同等材料制成。防护罩可分为两个等效的部分，每个厚度为 1 毫米。

8.5 燃料系统测试——倾斜测试

8.5.1 倾斜测试——燃料及液体
在技术检查时，赛车必须能够在侧倾 45°时，不发生燃油或其他任何液体的泄漏。

8.5.2 在斜台测试时，赛车必须加满燃油、冷却液等所有液体。

第九节 车身与空气动力学装置

9.1 空气动力学装置定义

9.1.1 空气动力学装置是安装在赛车上用来引导车边气流，从而增加下压力并/或降低阻力的特殊设计的结构，包括但不限于翼片、扩散器、分离器、端板等。

9.1.2 禁止使用有动力驱动的可以控制空气流动的装置，专为散热的风扇除外。禁止使用动力地面效应装置。

9.1.3 所有空气动力装置的设计必须使空气动力装置在静态条件下提供足够的刚性，并且使空气动力装置在车辆移动时不会产生剧烈的振动或过度形变。所有空气动力学装置必须能够承受在最小面积 225cm^2 上施加的 200N 的力并且在加载方向上变形不能超过 10mm。所有空气动力学装置必须能够承受在任意一点的任何方向上施加的 50N 的力并且变形不能超过 25mm。

备注：若赛道上赛车的空气动力学套件有肉眼可见的大幅度、失控的运动，裁判将出示黑旗示意该赛车中止比赛，直到所有问题得到妥善修复。

9.1.4 所有朝前的并且可能接触到行人的定风翼（包括翼片、端板、格尼襟翼及扩散器）的水平边缘的圆角半径不得小于 5mm（0.2 英寸），竖直边缘的圆角半径不得小于 3mm（0.12 英寸）。3mm 和 5mm 的半径可以是翼片本身的半径，也可以是由永久固定的部件通过特殊设计来实现的。
例如，使用割开的管子按进（空气动力学套件的）边缘，仅依靠摩擦力来固定，这不是一种良好的

工程实践的处理方法。

9.1.5 其它的人可能碰到的定风翼边缘不能太锋利。

9.1.6 任何部分的车身与空气动力学装置必须满足第二章 2.1 和第二章 6.2 的要求。

9.2 车身

9.2.1 常规设计的车身或鼻锥不视为空气动力学装置。

9.2.2 车身、鼻锥或其他安装在车辆上的部件如果被设计成或可能由于空气动力效应而产生气动效应的应被看做为空气动力学装置。

9.2.3 除了驾驶舱必须开口以外，从赛车最前端到主防滚架（或者防火墙）的这段空间里，不允许车身上有深入驾驶舱的开口。允许在前悬架的零件处有微小的开口。

9.2.4 车身前部所有可能触碰车外人员身体的边缘，如车鼻等，都必须为半径至少为 38mm（1.5 英寸）的圆角。该圆角的圆心角必须至少 45°（从正前方向顶部、底部和侧面等全部有影响的方向测量）。

9.3 基本测量要求

9.3.1 所有的空气动力学装置的尺寸边界在测量时需保证：

a、车轮指向前方

b、在赛车内没有车手的情况下测量

除另有规定外，此项规则在任何时候都适用于测量检测。

9.3.2 头枕平面：如果头枕可调，则调整至最靠后位置后，空气动力学装置（不包括底板）不可以超过头枕支撑正面最后位置所在的竖直平面，不包括任何衬垫。

9.4 长度测量要求

从俯视图看，任何空气动力学装置（如，负升力翼、底部导流板或分流片）都必须满足以下要求：

a、不可超出前轮胎前端 700mm

b、不可超出后轮胎后端 250mm

9.5 宽度测量要求

从俯视图看，任何空气动力学装置（如，负升力翼、底部导流板或分流片）都必须满足以下要求：

9.5.1 在前轮中心轴线以前，不得超过通过轮心高度处的前轮轮胎最外侧且与车辆底盘中心线平行的竖直平面。

9.5.2 在前轮中心轴线以后、后轮中心轴线以前的区间，不得超过通过轮心高度处的前轮轮胎最外侧且与车辆底盘中心线平行的竖直平面与通过轮心高度处的后轮轮胎最外侧且与车辆底盘中心线平行的竖直平面的连线。

9.5.3 在后轮中心轴线以后，不得超过通过轮心高度处的后轮轮胎最内侧且与车辆底盘中心线平行的竖直平面。

9.6 高度测量要求

9.6.1 任何空气动力学装置需要位于：

a、头枕平面以后的位置不得高于地面以上 1200mm 处；

b、头枕平面以前不得高于地面以上 500mm 处；

c、前轮中心轴线以前和通过轮心高度处的前轮轮胎最内侧以外围成的区域不得高于地面以上250mm 处。

9.6.2 当满足以下条件的车身部件被固定时，其高度不受限制：

a、位于前后轴中心线的横向垂直面之间；

b、在两侧距中心线 400mm 的竖直平面之内。

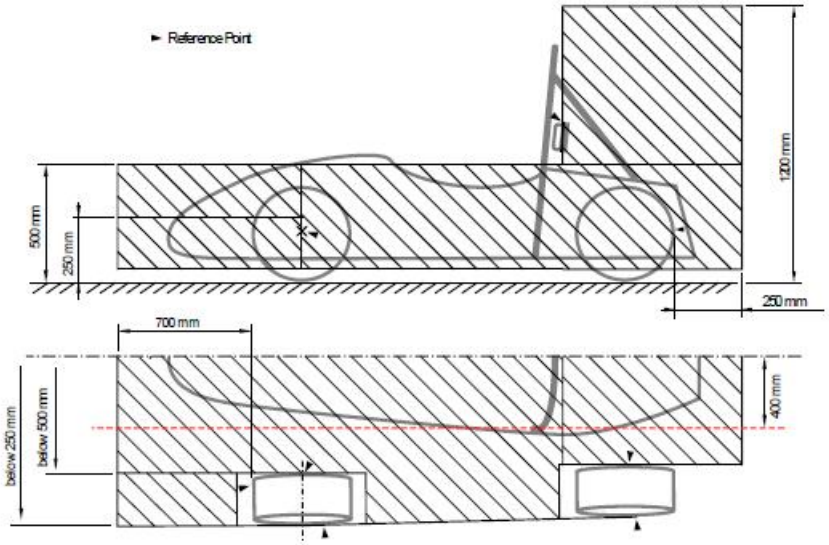


图2.29 空气动力学区域

第十节 压缩气体系统和高压液压系统

10.1 压缩气瓶及输气管

10.1.1 赛车上任何使用压缩气体作为驱动介质的系统必须满足以下要求：

a. 工作气体——工作气体必须不可燃烧：如空气、氮气、二氧化碳。

b. 气瓶认证——气瓶/气罐及其调压阀必须是：专门生产的，为所使用的压力情况所设计与制造的，由原产地国家的官方承认的测试机构颁发认证的，并且有合适的标签或者钢印。

c. 压力调节——调压阀必须直接安装在气瓶/气罐上。

d. 保护措施——气瓶/气罐及输气管必须施以保护，以防止因侧翻、任意方向的碰撞及旋转部件故障而造成损坏。

e. 气瓶位置——气瓶/气罐及调压阀必须安装在主环以后，并且必须位于防滚架保护包络面之内（见规则第二章 3.3），气瓶/气罐及其调压阀必须与驾驶员隔离。遮挡物材料必须为钢或铝，最小厚度为 1 毫米。

f. 气瓶安装——气瓶/气罐必须安全地安装在底盘上。

g. 气瓶轴线——气瓶/气罐的轴线不得指向车手。

h. 隔热——气瓶/气罐必须与任何可能的热源隔离，如排气系统。

i. 输气管和配件——输气管和配件必须适用于系统可能的最大工作压力。

j. 气瓶和调压阀——必须保护车手免受气瓶/气罐和调压阀的损坏造成的伤害。

k. 气瓶材料--距离排气系统不足 150 毫米的气瓶/气罐必须由金属制成，*或满足第二章 4.3.2 的要求*。

10.2 高压液力泵及液压管路

10.2.1 任何压力不低于300psi(2100kPa)的液力泵和液压管路必须使用至少1mm（0.039英寸）厚的钢板或铝板将高压油泵及液压管路与车手及所有车外人员隔开。制动管路除外。

备注：制动管路并不归类为“液压泵线”因此这种制动管路不包括在第二章 10.2 中。

第十一节 紧固件

11.1 紧固件等级要求

11.1.1 车架座舱部分，转向、制动、安全带、悬架系统以及连接进气歧管、燃油油轨等关键紧固件必须至少为公制8.8级、SAE5级、或AN/MS规格、相当于或优先于上述，并由规则提问官员批准或在技术检查时批准。

11.1.2 所有带螺纹的关键紧固件必须满足下列要求之一：

a)外六角头(ISO 4017, ISO 4014)

b)内六角头(ISO 4762, DIN 7984, ISO 7379)

禁止在以下系统任何部位使用圆头帽、大柱头、沉头、平头、圆头螺栓或螺钉。内六角螺钉或螺栓是允许的。

a) 车架基本结构连接点
b) 缓冲结构连接点
c) 安全带固定点
d) 转向系统
e) 制动系统
f) 悬架系统
g) 进气歧管连接
h) 燃油油轨连接

11.1.3 在车架基本结构中使用螺栓连接的耳片或支架，必须满足其边距比例e/D大于等于1.5。D为孔直径，e为孔的中心线到最近的自由边缘的距离。

备注：用于将悬挂连接至基本结构的耳片不需要满足这一要求。

11.1.4 对于转向和悬挂系统，如果能证明与第二章11.1.1和第二章11.1.2等效，则允许使用替代紧固件。

11.2 紧固件的防松

11.2.1 所有重要的螺栓和螺母，以及安装在转向、制动、安全带、悬架系统以及连接进气歧管、燃油油轨的螺栓和螺母，必须使用有效的锁紧机构防止紧固件松脱。有效锁紧机构被定义如下：

a. 技术检查员（和车队队员）可以看见装置或系统。
b. 有效的锁紧机构不是依靠夹紧力来实现锁紧或者防振。换句话说，如果略微松动，该机构依然可以防止螺栓和螺母完全松开。

有效锁紧机构包括：

a. 正确安装的锁紧线
b. 开口销
c. 尼龙防松螺母(除非处在温度很高的位置，在那里尼龙可能会在 80 摄氏度以上的高温中失效）
d. 预置扭矩式螺母（即金属防松螺母）
e. 锁紧片
f. 带耳止动垫圈。

备注：防松垫圈，尼龙放松螺栓和螺纹防松粘合剂如 Loctite®，不满足有效锁紧要求。

11.2.2 符合DIN 471、DIN 472或同等标准的卡环或挡圈在OEM应用中是允许的，用于固定轴承和弹簧，因为它们在正常行驶条件下不承受任何负荷。

11.2.3 至少有两圈完整的螺纹拧出防松螺母。

11.2.4 所有悬架或转向部件的杆端关节轴承和向心关节轴承必须使用双剪型支架安装或使用外径大于轴承外圈内径的垫片/螺栓头的固定。

11.2.5 可调节的、安装在杆件上的杆端关节轴承，必须使用锁紧螺母防松。

第十二节 电气系统

12.1 低压系统（LVS）
12.1.1 低压系统定义为
[仅限燃油车]车辆所有的电路。
[仅限电车、无人车] 每个不属于 TS 的电气部件，参见第五章 1.1.1。

12.1.2 在低压系统中，任意两点电气连接的最大允许电压为 60V DC 或者 50V AC RMS。

12.1.3 [仅限燃油车]以下系统不受低压系统的电压限制：
·点火的高压系统
·喷油器的高压系统
·输出电压 ＜60V DC 的 OEM 产品的内部充电系统的电压。

12.1.4 LVS 不得使用橙色接线或导管。

12.1.5 LVS 必须接地到车架。

12.2 主开关
12.2.1 主开关，（见第四章 4.2 节，第五章 7.2 节，第六章 2.2 节），必须是机械旋转式的，并且带有红色的可移除的把手。把手必须至少 50 毫米宽并且只允许在开关断开时移除。开关必须直接控制电流，也就是说禁止使用继电器或者逻辑电路间接控制。

12.2.2 主开关必须位于赛车右侧，主环附近，并且高度大约在 95 分位男性模型肩高处，见第二章 3.10 节。必须能够在车旁容易地操作主开关。

主开关不能低于第二章 3.10 节所提到的模板的中间圆心据地面高度的 0.8 倍。

12.2.3 主开关的“ON”位置必须水平并且被标明。主开关的“OFF”位置也需要被标明。

12.2.4 主开关必须牢固地固定在车辆上，而且在车辆维护过程中不能被移动。

12.2.5 [仅限电车和无人车]主开关必须相互邻近。

12.3 低压系统主开关（LVMS）
12.3.1 低压系统主开关必须完全能够：
[仅限燃油车] 低压电池和整流器到低压系统的供电。
[仅限电车、无人车] 低压系统主开关必须能完全切断低压系统的电源。

12.3.2 低压系统主开关必须安装在一个直径 ＞50mm，背景颜色对比强烈的红色圆形区域的中心。

12.3.3 低压系统主开关必须用“LV”和一个蓝底白边红色闪电的三角形国际电气标志标注。

12.4 熄火按钮或急停开关
12.4.1 车辆上必须安装三个熄火按钮，*对于电车、无人车为急停开关（下同）。*

12.4.2 熄火按钮/急停开关必须为按/拉式或按/旋转式紧急开关，当按下熄火按钮时，能够断开熄火电路，当按下急停开关时，能够断开安全回路。

12.4.3 车手座舱的后方，大概头部高度位置，两边各需要安装一个熄火按钮/急停开关。这两个按钮的最小允许直径为 40mm。它们必须能够容易在车外被触碰到。

12.4.4 一个熄火按钮/急停开关必须作为驾驶舱熄火按钮/急停开关。这个驾驶舱熄火按钮必须
a. 最小直径为 24 毫米。
b. 安装在车手处于紧急状况下或慌乱下也能易于操控的位置。
c. 必须安装在车手系紧安全带时仍然可轻易碰到的位置。
d. 靠近方向盘，但不可被方向盘或赛车其它部分遮挡。

12.4.5 在每一个熄火按钮/急停开关附近必须贴有一个蓝底白边红色闪电的三角形国际电气标志。

12.4.6 熄火按钮/急停开关必须牢固地固定在车辆上，而且在车辆维护过程中不能被移动。

12.4.7 熄火按钮/急停开关必须为红色。

12.5 惯性开关

12.5.1 所有的赛车都必须配有惯性开关。必须是 Sensata 可复位撞击传感器或等效产品。

12.5.2 惯性开关必须是安全回路/熄火回路的一部分，以保证*纵向*撞击可以断开上述回路。惯性开关必须保持故障状态直到手动复位。

12.5.3 惯性开关必须能够被赛车水平任何方向的≤8g 的≥50ms 的半正弦冲击加速度测试到≤13g 的≥20ms 的半正弦冲击加速度测试所触发。Sensata 的产品应当能够满足上述的要求。

12.5.4 惯性开关必须能够*按照制造商的规格*被稳固地固定在车上。然而，其必须能够被拆下以通过摇晃的方式检查功能。

12.6 制动系统可信度检测装置（BSPD）

12.6.1 一个独立的非编程电路，BSPD，必须断开熄火电路，当紧急制动发生，同时
[仅限于油车]节气门的位置超过怠速开度 25%。
熄火电路必须保持断开状态直到对低压系统主开关重新上电，或者 BPSD 可以在上述断开条件消失且持续 10s 以上时自行复位。
[仅限电车、无人车] 当用力制动（车轮未抱死）且输出到电机的功率≥5kW 时，独立的不可编程电路 BSPD 必须断开安全回路，参见第五章 7.1。安全回路必须保持断开，直到 LVMS 或 BSPD 的电源重置，或者是冲突消失超过 10 秒，则 BSPD 可自行复位。

12.6.2 在不可信信号持续 500ms 以上时，断开熄火电路/安全回路这一操作必须马上被执行。

12.6.3 BSPD 必须由低压系统主开关直接供电。

12.6.4 独立定义为：在这一块印刷电路板上，没有额外的功能被应用。BSPD 的接口必须被精简到只剩必要的信号，例如，供电，要求的传感器和熄火电路。供电和传感器信号不能在进入 BSPD 之前经过任何其他设备。

12.6.5 为了检测紧急制动，必须安装一个制动系统压力传感器。阈值的选择必须是没有车轮锁死或者制动压力 <= 30bar。

12.6.6 必须能够分别断开相关传感器的信号线，以便于技术检查。

12.6.7 所有的必要信号都是系统关键信号。

12.6.8 [仅限电车、无人车] 电车需要遵守的规则见第五章 7.5。

12.7 低压电池

12.7.1 低压电池是指赛车除驱动系统电池以外的所有电池。

12.7.2 所有低压电池和车载电源必须被牢固地固定在底盘上，*且低于肩带安装高度，见第二章 5.4*。

12.7.3 低压电池必须位于防滚架保护包络面以内，见第二章 3.3。

12.7.4 任何安装在驾驶舱内的含有电解液的电池必须放在绝缘的、防水的（根据 IPX7 或更高标准，*GB 4208-2008 或* IEC60529）以及耐酸的、包住四周和底部的电池盒或与其类似的容器内。

12.7.5 低压电池壳体必须是坚固的。

12.7.6 裸露电池正极必须妥善绝缘处理。

12.7.7 低压电池必须有短路保护，短路保护元件离电池正极的电线长度必须小于 100mm。

12.7.8 任何除了磷酸铁锂电池以外的锂化学电池都必须满足下列要求：

a. 必须包括过流保护，确保电池的最大放电电流达到或低于规定值；

b. 必须有一个根据 UL94-V0，FAR25 或同等级别阻燃的外壳，车队可自行进行实验测试以证明其满足规则要求；若其与防火墙使用相同材料，则只需要提交一份实验证明材料。

c.必须均匀监测至少 30%的电芯温度，确保其低于规定的最大电池温度或 60℃（以较低者为准），否则断开电池。

d. 所有电芯电压都必须被监视并带有电压保护，电压保护必须使电芯电压处于说明书允许的范围内，并且能够将电池从系统中断开。

e. 信号需要满足第二章 12.4 系统重要信号的要求。

12.7.9 任何基于锂元素的化学电池必须满足下列要求之一:

a. 有一个使用防火材料制成的坚硬、结实的外壳；

b. 使用商用的 OEM 样式电池作为替代。

12.8 低压动力能量存储系统（LVPES）

12.8.1 LVPES 是指用于存储赛车驱动系统能量的电池或超级电容器等纯电能存储系统，可用于混合动力赛车或无人驾驶赛车；包括飞轮或压缩空气储能在内的其他储能形式是被禁止的。

12.8.2 LVPES 的最大允许电压为 60V DC 或 50V AC RMS，且系统所有零部件设计均满足第二章第 12 节中的要求。

12.8.3 OEM 样式的电池，是指由正规厂家批量生产并投放市场、符合有关标准（如 GB/T 36672-2018）或生产企业可提供检验报告、且出厂时已经密封完好的电池。车队不得对 OEM 电池进行任何拆解、组装或改造。使用 OEM 样式的电池可以豁免第二章 12.7.8(b)~12.7.8(e)。

12.8.4 LVPES 必须满足第二章 12.7，且无论任何化学类型，其必须满足第二章 12.7.8。

12.8.5 对于非 OEM 样式的 LVPES，断开机构必须设计成 AIR，且满足：
- 在 LVPES 内部；
- 作用时，断开 LVPES 的正极；
- AIR 线圈一端直接受控于熄火/安全回路，另一端直接受控于电池管理系统；
- 满足第五章 6.6.3。

12.8.6 若使用 OEM 样式的 LVPES，需满足：
- LVPES 内部具有保护电路；
- 车队不允许对 OEM 样式的 LVPES 内部进行任何修改或改装；
- 车队需证明 OEM 样式的 LVPES 具备过压、欠压、过流、过热的保护功能，保护功能触发时，保护电路至少可以断开 LVPES 的一极；
- 车队需在 LVPES 外部安装满足第五章 6.6.3 要求的 AIR。

12.8.7 LVPES 必须可以从车上拆卸，以便进行技术检查。

12.8.8 LVPES 所有电气部件通电时必须满足 IPxxB 标准，即“直径 12mm 以上的圆柱形指状探测棒不得直接触及带电导体”。

12.8.9 从不同的电力存储系统向 LVPES 移动能量是被禁止的（如 12V 低压电池）。

12.8.10 LVPES 必须被固定在基本结构上，见第二章 3.3，且满足第五章 6.5.9。

12.8.11 LVPES 提供的电流无需通过 LVMS。

12.9 加速踏板位置传感器（APPS）

12.9.1 只适用于电车或者是适用电子节气门控制的油车。

12.9.2 加速踏板位置传感器仅能被踏板驱动。

12.9.3 踏板行程的定义是：完全放开时认为处于 0%位置，完全按压时认为处于 100%位置。

12.9.4 踏板在释放时必须返回 0%位置。踏板必须有挡块以防止超程或者损坏传感器。必须装有两根能够独立地使踏板返回 0%位置的回位弹簧。加速踏板位置传感器自带的弹簧不被视为是回位弹簧。

12.9.5 至少有两个独立的加速踏板位置传感器，允许使用一个壳体内拥有两个独立传感器的 OEM 的 APPS。独立被定义为不共享电源线和信号线。

12.9.6 如果使用的是模拟信号传感器，它们必须具有不同的、不相交的传递函数。这能保证当两个传感器信号线短路的时候，只有 0%的踏板行程可能被认为是可靠的。

12.9.7 加速踏板位置传感器信号是系统关键信号，见第二章 12.10。

12.9.8 如果加速踏板位置传感器的信号出现不可靠信号超过 100ms：
[仅限电车、无人车] 输向电机的动力必须被完全切断。不必完全关闭驱动系统，电机控制器切断电机的输出就被认为是有效的。
[仅限油车] 电子节气门必须完全关闭。

12.9.9 不可靠信号的定义是两个传感器的信号反馈的踏板行程差异超过 10%或者任何第二章 12.4 种描述的故障情况。

12.9.10 如果使用了三个传感器，当三个加速踏板位置传感器的信号不可靠时，只要任意两个传感器的信号是可靠的，就可以被用来决定转矩命令而第三个传感器可以被忽略。

12.9.11 每个加速踏板位置传感器都必须带有一个独立可切断的接插件以用来车检。或者在车检时能够提供能够独立切断每个传感器信号的接线线盒。

12.9.12 完全放开的加速踏板必须能够使：
[仅限电车、无人车] 轮上扭矩≤0Nm。
[仅限油车] 怠速或者是更低的节气门开度。仅允许在换挡时超过此开度并持续不超过 500ms。

12.10 系统关键信号（SCS）

12.10.1 系统关键信号被定义为满足下列任意要求的电子信号：

a. 影响安全回路（第五章 7.1）/熄火电路（第四章 4.1）。

b. 影响输出扭矩。

c. [仅限电车、无人车] 影响 TSAL，驾驶舱 AMS 指示灯，IMD 指示灯的信号，见五章 5.10，第五章 6.8.8 和第五章 7.4.5。

12.10.2 以下任何 SCS 信号的单点故障必须导致所有连接系统的安全状态：

a）线束传输的信号失效：

- ●开路
- ●与地短路

b）线束传输的模拟量传感器信号故障：

- ●与供电正短路

c）用于编程逻辑的传感器信号故障：

- ●超程不可靠故障，比如角度传感器反馈了达到了一个机械上不可能达到的角度

d）无线或者线束传播的数字信号：

- ●数据损坏（比如，通过校验和检查）
- ●信息延迟或丢失（比如，通过传输超时检验检查）

一个信号可能满足上述的多种情况，比如线束传输的模拟信号就同时属于(a)，(b)和(c)的适用范围。如果信号错误是可以被纠正的，比如有冗余的信号保护，车辆可以暂时不进入安全状态。

12.10.3 安全状态被定义为如果如下信号出现问题就必须进入后续描述的状态：

a. 指示器：变化到指示自身故障或者相关系统报警的状态。

b. 低压电池：将低压电池从系统中切除。

c. [仅限电车、无人车]其他部分：断开安全回来并且断开 AIR。

d. [油车]其他部分：断开安全回路并且熄火。

12.10.4 规则第二章 12.4.1 提到的需要能够进入安全状态的指示器都必须在低压主开关开启时点亮 1 到 3s 进行可视性检查。

12.10.5 必须根据延迟消息对连接系统的影响来选择符合 12.10.2.d 的消息的最大允许延迟，但不得超过 500ms。

12.10.6 直接连接–如果未通过任何常见的 PCB 布线，并且不包括除过电流保护以外的任何设备或功能，直接连接的两个设备或电路。

12.11 系统状态指示灯

任何系统状态指示灯（见第二章 7.4、第六章 2.6，但 TSAL 除外）都必须符合以下要求：

- *黑色背景。*
- *矩形、三角形或近似圆形。*
- *最小照明面积为 15 平方厘米，发光强度均匀。*
- *在非常明亮的阳光下清晰可见。*
- *如果使用无扩散器的 LED 灯，它们之间的间距不得超过 20 毫米。*
- *如果使用单排 LED 灯，最小长度为 150 毫米。*

第十三节 无线电信号收发器

13.1 无线电信号收发器

13.1.1 在 FSC 比赛中，无线电信号收发器（如图 2.30 所示）将作为动态比赛计时系统的一部分。

13.1.2 因为该无线电信号收发器用于比赛计时，所以未安装规定型号无线电信号收发器的赛车将不允许参加动态比赛。

备注：对于电车与无人车，车队需确保电动机的电子干扰不会停止收发机的运作。

图 2.30 无线电信号收发器

13.2 无线电信号收发器——FSC 序列赛事

13.2.1 在中国大学生方程式序列赛事中，无线电信号收发器由主办方提供。第二章 13.1 中提到的大学生方程式汽车大赛专用无线电信号转发器，也许不能与参加其它赛事的系统兼容。车队应到各大赛网站上去了解进一步情况。

13.3 无线电信号收发器的安装

13.3.1 无线电信号收发器的安装要求如下：

a. 方向——无线电信号收发器必须竖直安装，以便数字可以从正面读出。

b. 位置——无线电信号收发器应放在车手右侧，前环前部。无线电信号收发器的离地高度不得高于 600mm(24 英寸)。

c. 障碍物——无线电信号收发器底部的天线和地面之间必须是开放式、无阻碍。金属和碳纤维材料可能影响信号传送，而玻璃纤维和塑料一般不会影响信号传送。如果信号被金属或碳纤维材料阻隔，需在阻隔材料上留有一直径 102mm(4 英寸)的开口，无线电信号转发器直接与这个口相连安置，并且这个开口需用对信号无阻碍的材料遮盖。

d. 保护——把无线电信号收发器安装在可以避开障碍物的地方。

备注：具体安装方式会根据比赛的不同需要进行调整，车队需根据比赛现场对无线信号收发器的安装要求进行安装。

13.4 无线电信号收发器基座的安装

13.4.1 赛车车身前部外部指定区域必须留有无线计时模块的标准安装基座，该基座需确保两端固定计时模块的结构自身形状尺寸与相对位置与图示相同，以保证计时模块的正确安装。一种建议的基座如图 2.31：

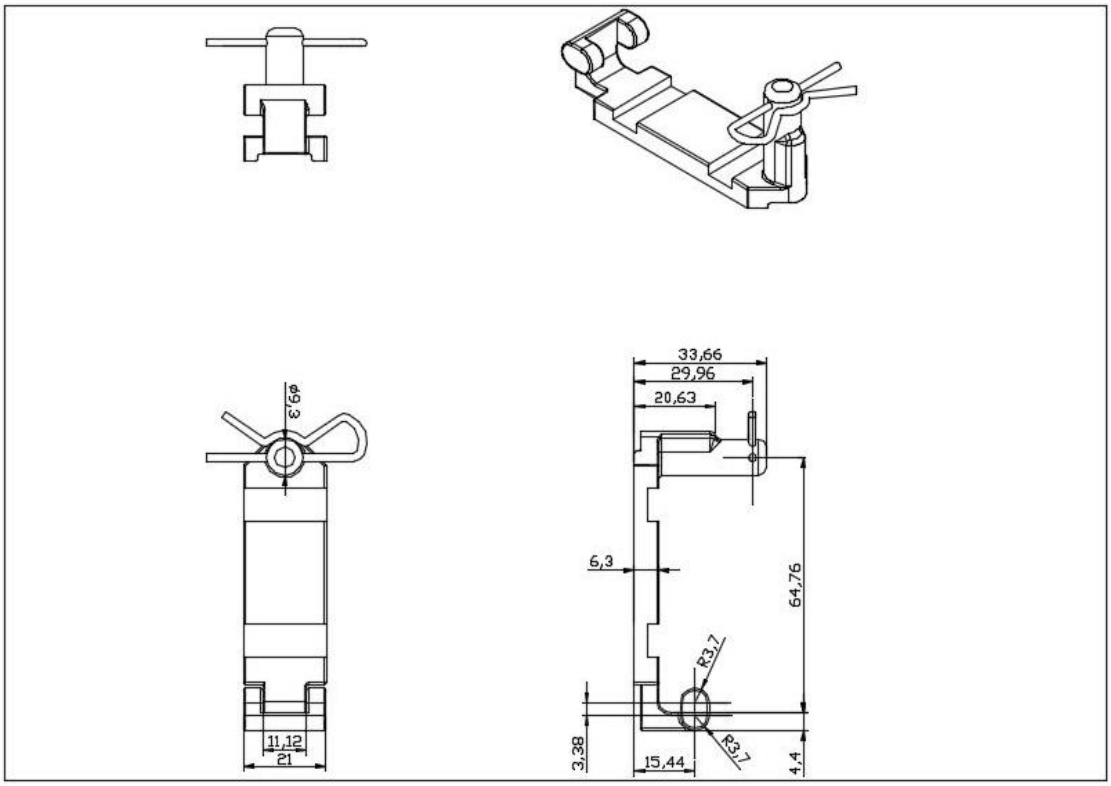


图 2.31 无线计时模块安装基座

第十四节 赛车识别

14.1 赛车号码

14.1.1 赛车在进入比赛时，都会获得一个赛车号码。

14.1.2 赛车号码需要在赛车前方和两侧共 3 个位置处标记

a. 高度：字体的高度至少为 150mm

b. 字体：必须使用实心字体（如无衬线字体）。禁止使用斜体、轮廓线、衬线字体、阴影或草体。

c. 比划宽度和字间距：至少为 18mm(3/4 英寸)。

d. 颜色：只允许使用黑底白字或白底黑字，禁止使用其它颜色组合。

备注：对于电车，若使用绿底白字可省略车号中的字母"E"，若使用白底或黑底，车号中必须包含字母“E”。

e. 背景形状：数字的背景形状必须为下列的某一种形状：圆形、椭圆形、方型或矩形。数字边缘与背景边缘至少相距 25mm(1 英寸)。

f. 清晰可见：赛车号码不可被赛车的任何零部件遮挡，如车轮、车身侧箱、排气系统等。

14.1.3 已报名参加中国大学生方程式汽车大赛比赛的车队，可在中国大学生方程式汽车大赛官方网站查询自己的参赛赛车号码。

说明：请使赛车的赛车号码易于观察，以便于赛道上的裁判在赛车行驶时，能够快速识别赛车的赛车号码。如图 2.32：

图2.32 赛车号码示例图

14.1.4 电车-在FSEC注册的电车车号必须在之前加上与车号数字的字体和大小相同的大写字母“E”。如：E219

14.1.5 无人车-在FSAC注册的无人驾驶车车号必须在之前加上与车号数字的字体和大小相同的大写字母“A”。如：A219。

14.2 学校名称

14.2.1 每辆车必须清楚地在车两边、用高度至少 50mm(2 英寸)的中文标出学校名称或学校名称缩写（如果缩写很独特并被广泛接受）。标志应使用与字体成高对比度的颜色背景，并置于轻易可见位置。

14.2.2 学校名称也可以使用非中文汉字，但必须同时标有中文版的学校名称，并置于最上方。

14.3 中国汽车工程学会标志

14.3.1 赛车前部或两侧明显位置必须标有中国 SAE 标志。中国 SAE 标识的贴纸将在比赛现场提供给车队。

14.4 技术检查合格标签粘贴位置

14.4.1 技术检查合格标签将粘贴在赛车车鼻上方。赛车必须在车鼻上表面沿中心线处，留有至少 25cm 宽×20cm 高的区域，且该区域不能被赛车其他零部件遮挡。

14.4.2 参加多个 FSAE 比赛的赛车，必须为所有比赛留有足够的区域以粘贴技术检查合格标签。

第十五节 装备要求

15.1 车手装备

15.1.1 当发动机启动或电车的驱动系统处于激活状态时，以及从比赛开始到完成或退出动态赛这段时间内，乘坐在驾驶舱内的车手必须穿着及佩戴以下装备，车手脱下任何装备都会导致取消比赛资格。

15.2 头盔

15.2.1 一个尺码合适，脸部封闭,能有效固定下巴的头盔，并包含和头盔一起提供的一体化遮阳板/面罩。头盔需通过以下任一认证，并带有相应认证标志：
-Snell K2005, K2010, K2015, M2005, M2010, M2015, SA2005, SA2010, SAH2010, SA2015, EA2016
- SFI 31.1/2005, 31.1/2010, 31.1/2015, 41.1/2005, 41.1/2010, 41.1/2015
- FIA 8860-2004, , FIA 8860-2010, FIA 8859-2015，FIA8860-2010

15.2.2 不可使用半盔或越野头盔（没有集成一体的护目镜）。

15.2.3 所有比赛中使用的头盔都必须通过技术检查并贴上标签。组委会有权没收未通过技术检查的头盔，直至比赛结束。

15.3 防火头套

15.3.1 一个由第二章 14.12 中描述的防火材料制成的覆盖车手头部、头发、颈部的防火头套，或一个

由防火材料制成头盔裙边。该防火头套适用于不同性别、不同头发长度的车手。

15.4 护目用具
15.4.1 抗冲击材料制成的面罩。符合第二章 15.2 的头盔将带有符合本规则的面罩。

15.5 赛服
15.5.1 一件防火连体式赛车服，有至少两层防火材料制成，覆盖从车手颈部到脚踝及手腕的部位。该赛车服必须通过以下至少一种认证（见下图），并带有以下认证标记：
- SFI 3.2A / 5（或更高的 ex：/ 10，/ 15，/ 20）
- SFI 3.4 / 5（或更高的 ex：/ 10，/ 15，/ 20）
- FIA Standard 1986
- FIA Standard 8856-2000
- FIA Standard 8856-2018

15.5.2 防火服的使用年限不得超过 10 年，若无国际汽联的全息图标签亦可辨别。

15.6 内衣
15.6.1 强烈建议所有车手在车手服内穿着防火内衣（长裤和长 T 恤）。这种防火服必须用可靠的防火材料制成（材料在第二章 15.12 中列出），并必须完全包裹车手的身体，从颈部到脚踝、手腕。

备注：若车手未穿防火内衣，强烈建议在车手服下穿棉质内衣（长裤和长 T 恤）。

15.7 袜子
15.7.1 袜子要由可接受的防火材料制成，例如，用 15.12 中定义的材料遮盖赛服和靴子或鞋子之间暴露的皮肤。

15.8 车手鞋
15.8.1 车手鞋必须由第二章 15.12 中认可的防火材料制成。车手鞋须通过以下认证并带有相应认证标志：
- SFI 3.3
- FIA 8856-2000
- FIA Standard 8856-2018

15.9 手套
15.9.1 手套必须为第二章 15.12 中认可的防火材料制成，禁止使用全皮质手套。禁止使用带有皮质掌垫而掌垫下没有防火材料隔层的防火手套。

15.10 手臂束缚带
15.10.1 无论赛车处于什么姿态，都要求车手佩戴有手臂束缚带并可以不借助外界帮助将其松开并逃出赛车。手臂束缚带必须由商业化大规模生产。注意：通过 SFI 3.3 认证并带有认证标志的手臂束缚带符合这一要求。

15.11 车手装备状态
15.11.1 所有在本节中提到的车手装备必须保持完好。具体来说，车手装备不能有任何撕裂、裂口、开缝、明显的磨损或污渍等有可能降低防火性能的地方。车手装备必须合身，且可能会在任何时候接受检查。

15.12 防火材料
15.12.1 本节规则认可的防火材料如下（但不仅限于）：
Carbon X，Indura，诺梅克斯纤维（Nomex），聚苯并咪唑（PBI）和普鲁班（Proban）。

15.13 禁用的合成材料
15.13.1 不允许穿着由尼龙或其他在高温下会融化的合成材料制成的 T 恤、袜子或者贴身衣物（不仅是防火内衣）。

15.14 灭火器
每个车队必须至少有 2 个 0.9kg(2lb)化学/干粉灭火器或 1.75 升泡沫灭火器。

15.14.1 符合下列最低规格要求的灭火器，都可以在中国大学生方程式汽车大赛比赛中使用。
- USA、Canada & Brazil: 10BC or 1A 10BC
- UK、Italy & Europe: 34B or 5A 34B
- Australia: 20BE or 1A 10BE
- GB4351.1-2005

注意:禁止使用水成膜泡沫(AFFF)灭火器。

15.14.2 所有灭火器都必须带有生产厂家安装的压力表。

15.14.3 车队在围场内必须备有一个灭火器，而另一个灭火器必须始终跟随赛车。（在技术检查时，两个灭火器需带至检查现场接受检查，通过检查后，灭火器必须按照上述规定安置。）

15.14.4 推荐使用车载灭火系统代替始终跟随赛车的灭火器。

15.14.5 禁止将手提式灭火器安装在赛车上。

备注：禁止使用以卤化物为灭火剂的灭火器或灭火系统。
备注：禁止使用 AFFF 灭火器。

15.15 车载摄像机的安装
15.15.1 车载摄影/摄像机的固定支架必须安全可靠。

15.15.2 所有摄影/摄像机的安装必须通过技术检查。

15.15.3 不得使用与头盔一体式安装的摄影/摄像机，也不得将摄影/摄像机安装在头盔上。

15.15.4 摄影/摄像设备的重量如果大于 0.25kg(9 oz)，则必须用两个不同方向的固定点安装。

15.15.5 如果用绳带固定摄影摄像设备，则绳带的长度不能过长，以防止摄影摄像设备接触车手。
注意：大部分 GoPro 运动摄像机（或类似产品）的重量小于 0.25kg(9oz)。

15.15.6 [仅限无人车]用作无人驾驶赛车的输入传感器的摄像机免除此限制，且必须采用第六章第四节相关规定。

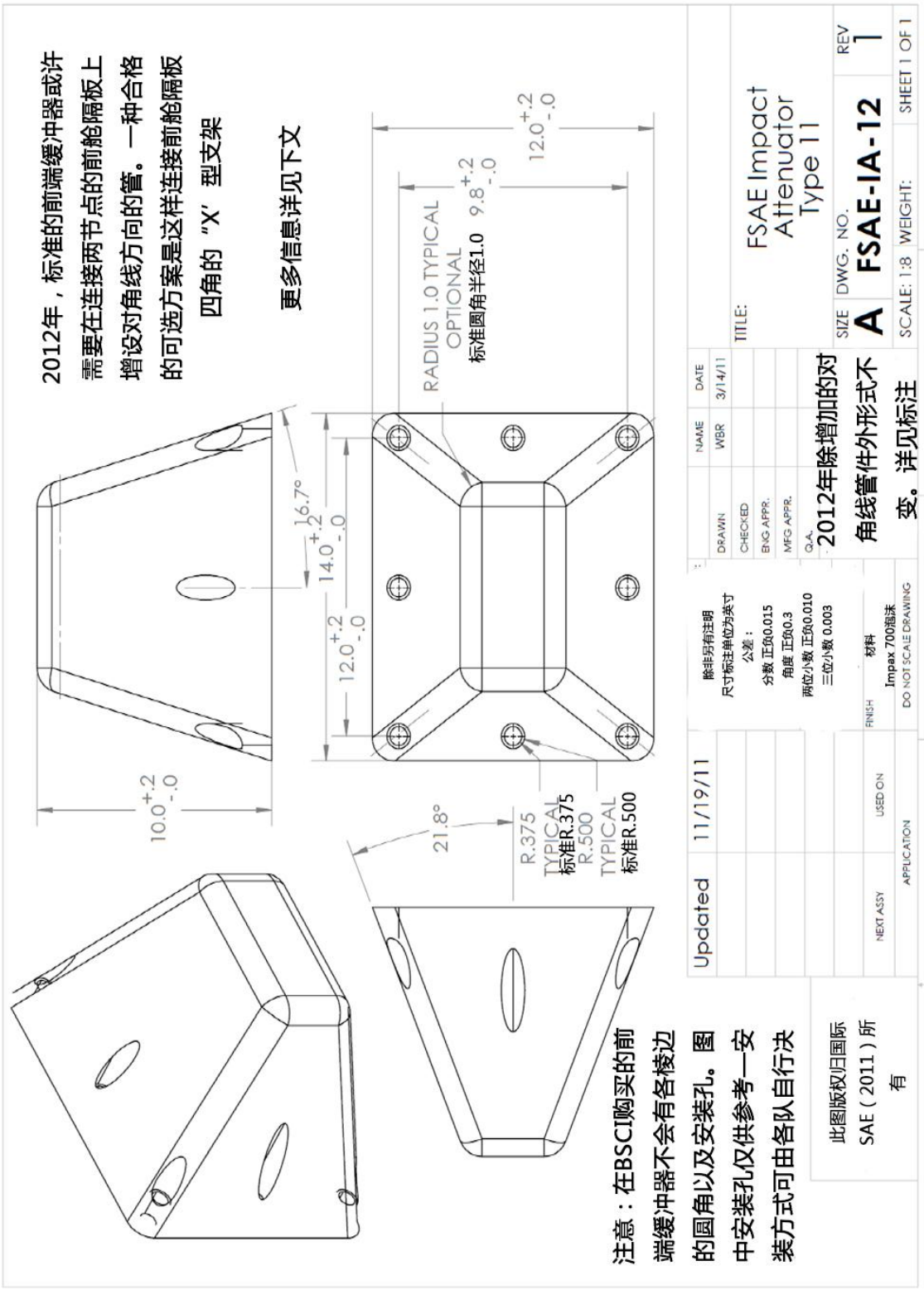
附录 T-1 结构等同性表格(SES)

附录 T-1 将在 FSC 官网发布。

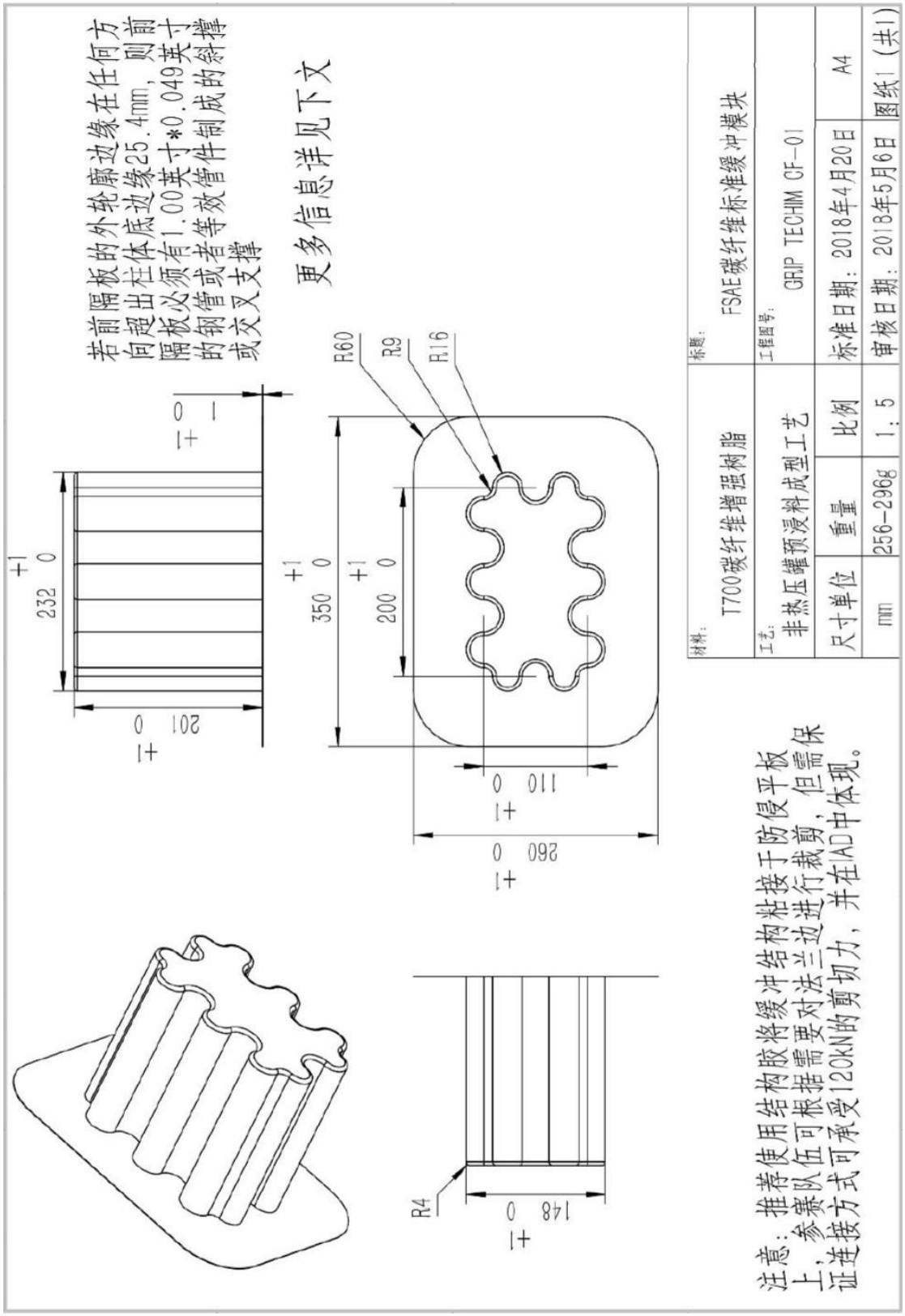
附录 T-2 前端缓冲结构数据(IAD)

附录 T-2 将在 FSC 官网发布。

附录 T-3 标准前端缓冲结构-1



附录 T-3 标准前端缓冲结构-2



第三章 替代车架规则

第一节 一般要求

这些替代结构车架规则旨在为车队提供一种对现有规则的替代方法。这些替代规则的目的在于为单体壳的替代结构提供一个更简单的替代方案，并为空间桁架车架和单体壳提供更大的自由设计空间。其目的并非改变允许的结构，而是提供了另一种满足规则的结构要求。

备注：一些双重参考的替代车架，规则中使用通用国际单位。

1.1 所有未在第三章第七节和第八节“非适用规则”部分下列举出来的规则要求，都适用于这些替代规则要求。

1.2 第三章规则目前还是一项进展中的工作。正因为如此，规则委员会和 SRCF 的检查员可以在任何时候修改和澄清这些规则，以保证达到他们制定这些规则的目的和解决任何可能出现的意外漏洞。

1.3 这些规则将被推荐给曾有过设计、制造和比赛经验的车队。但使用该规则没有经验的限制。

1.4 规则委员会将与使用替代车架规则的车队保持联系并帮助他们发展和制作车架文件并把这些文件反馈给规则委员会来完善第三章规则。

第二节 结构要求认证表（SRCF）

因为在这份替代规则设置中没有基准钢材设计，车队必须证明车架设计能够满足结构功能性要求。当车队使用替代车架规则时， SRCF 取代了 SES，因此不需要提交 SES。

2.1 SRCF – 提交流程
2.1.1 提交地址 –需要提交 SRCF 的车队必须将 SRCF 提交给你所参加的比赛的官方人员，联系地址为中国赛组委会。
2.1.2 截止日期和延迟提交惩罚 –提交 SRCF 必须不晚于赛会规定的截止时间。车队若未能按时提交 SRCF，每迟交一天在总成绩中扣除 10 分，最高扣除 50 分。

第三节 定义

接下来的附加定义适用于所有规则文件，除了那些列在第二章 3.2 中的部分。
· 失效形式——拉伸，压缩，剪切和屈服极限载荷低于指定载荷。所有失效形式必须考虑每种载荷工况。
· 方向——使用图 3.1 的坐标系统和命名规则。
纵向(X)
横向(Y)
垂直(Z)

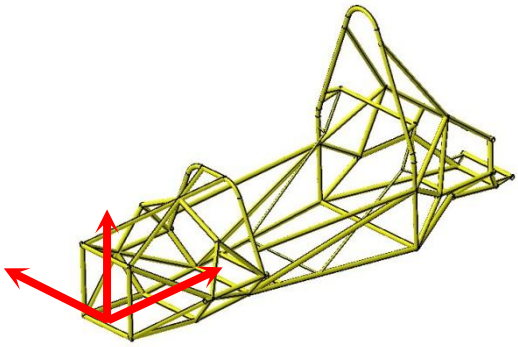


图 3.1

第四节 结构要求

4.1 主环、主环斜撑和主环斜撑支撑

4.1.1 预加载荷：Fx = 6.0 kN、Fy = 5.0 kN、Fz = -9.0 kN。

4.1.2 应用点：主环顶端。

4.1.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

4.1.4 最大允许挠度：25mm

4.1.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.2 前环

4.2.1 预加载荷：Fx = 6.0 kN、Fy = 5.0 kN、Fz = -9.0 kN。

4.2.2 应用点：前环顶端。

4.2.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

4.2.4 最大允许挠度：25mm。

4.2.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.3 侧防撞结构

4.3.1 预加载荷：Fx = 0 kN、Fy = 7 kN、Fz = 0 kN，横向载荷方向是朝着车手的。

4.3.2 应用点：从前环到主环之间的所有结构（同时也是被第三章 6.4（侵入体防护）要求的）。载荷可由碰撞区域传递至所有结构部分。在 Nasrtan 软件中，最好的实现方式是通过在圆心处用 RBE3（零刚度多点约束）建立非自由节点，在其余 5 英寸（127mm）半径内建立自由节点。大多数此类求解器也具有类似功能。此分析结果可能仅显示最恶劣的情况，但需要解释为什么选择这个点是最恶劣的。

4.3.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

4.3.4 最大允许挠度：25mm。

4.3.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.3.6 动力电池侧边防撞结构（仅适用于电车）需要使用规则第三章 4.3 来满足规则第五章 6.5。

4.4 前隔板和前隔板支承

4.4.1 预加载荷：Fx =120kN、Fy = 0 kN、Fz = 0 kN。

4.4.2 应用点: 使用实际缓冲结构和前隔板之间的安装点。

4.4.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点和主环与安装肩部安全带的管件连接的地方的旋转不加以约束。单体壳需要使用主环底部两侧和主环和单体壳之间更高的两侧连接点。

4.4.4 最大允许挠度：25mm。

4.4.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.5 肩部安全带连接

4.5.1 预加载荷：单体壳 13KN，或空间钢桁架 7KN，按规则第二章 5.4.5 中角度范围内的最坏情况，加载于每个安全带连接点上。

4.5.2 应用点：同时使用两个连接点。

4.5.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

4.5.4 最大允许挠度：25mm。

4.5.5 任何一个结构部分不能出现 失效。

4.6 安全带连接

4.6.1 预加载荷： 13KN 的力按规则第二章 5.3.5 中角度范围内最坏的情况，加载于每个腰带连接点。6.5KN 的力按规则第二章 5.3.5 中角度范围内最坏的情况，加载于每个反潜带连接点。如果腰带与反潜带共用同一连接点，那么应按照规则第二章 5.3.5 中角度范围内最坏的情况，施加 19.5KN 的力于每个连接点。

4.6.2 应用点: 在同样的载荷下，所有连接点同时使用。

4.6.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

4.6.4 最大允许挠度：25mm。

4.6.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.7 前隔板和前隔板支撑偏置

4.7.1 预加载荷：Fx = 120 kN、Fy = 10.5 kN、Fz = 0 kN。

4.7.2 应用点: 在前隔板平面中心前方创建载荷应用点。载荷应用点需硬性连接到前隔板和缓冲结构的连接点。

4.7.3 边界条件：约束位移（x、y、z），但对于主环与前环两侧底部节点和主环与安装肩部安全带的管件连接的地方的旋转不加以约束单体壳需要使用主环两侧底部和主环与单体壳之间更高的两侧

连接点。

4.7.4 最大允许挠度：25mm。

4.7.5 任何一个结构部分不能出现失效。

4.8 电池箱（电车、无人车）

4.8.1 在分析时，电池箱结构的受力施加在模块或单体电池重心的位置。其受力大小为（该模块/单体的质量）乘以（规则要求的）加速度。

4.8.2 对于将电池与驾驶员通过等效于侧边防撞结构隔开的电池箱分析时采用以下的加速度工况：
a. 车辆纵向方向 20g（前后都需要）
b. 车辆侧向方向 20g（左右都需要）
c. 车辆垂直方向 20g（上下都需要）

4.8.3 对于通过侧边防撞结构将驾驶员与电池箱分离的车架/单体壳结构，必须使用一个直径与电池箱的宽度或高度二者的最小值相等的碰撞检测圆来检测。
注：检测圆是用来定义侧边防撞结构允许的最大间隙以及是否能够有效分散侧边防撞力。
第三章 4.8.3 只适用于处于电池箱与驾驶员之间的侧边防撞结构。

4.8.4 对于未将电池与驾驶员通过等效于侧边防撞结构隔开的电池箱分析时采用以下的加速度工况：
a. 车辆纵向方向 40g（前后都需要）
b. 车辆侧向方向 40g（左右都需要）
c. 车辆垂直方向 20g（上下都需要）

4.8.5 边界条件：约束位移（x，y，z），但对于主环与前环两侧底部节点的旋转不加以约束。

第五节 一般分析要求

以下要求适用于提交结构认证流程。

5.1 合格的分析实例必须采用所有与结构要求认证过程中近似的假设条件和模型。分析实例应包含但不限于对机械结构、网格尺寸以及网格质量的要求。

5.2 Ansys 或 Nastran 的电子版分析文件和支持文件必须与 SRCF 和《意向声明》一并提交。不强制使用 Nastran 软件来做分析，但要求是组委会审核分析所需要的格式。

5.3 壁厚小于 1.25mm（0.049 英寸)的钢管（或者规则第二章 3.5，3.6，3.7 中提到的被证明的等效管件）不包含在分析中。

5.4 整体车架/单体壳模型的分析结果中可忽略管件上的孔。然而，对于单个受力元件来说，该受力元件必须划分为带有孔或者带有切口的壳体或实体的有限元模型进行仿真。管件的孔和切口周围不能出现失效。

5.5 在节点上管件间的偏移量需详细分析，类似于 5.3，以实际的连接为模板，从整车模型中使用末端约束。必须使用壳单元或者固体单元模型。

5.6 下列替代边界条件适用于所有结构要求。另一种方法是不包括节点约束而是使用惯性释放模板。在这种情况下，车辆的质量分配必须非常接近预期的实际质量分布。必须提供使用在模板中的能够支持质量分布的证据。必须使用一名体重 77kg 的车手和一辆最小质量 300kg 的赛车进行仿真，即使

预期的赛车实际质量不同于该数值，也要按照该质量计算。

第六节 侵入体防范

因为侵入物体的形式在规则中没有明确指出，这份规则拟限制能侵入座舱的物体大小。

6.1 检测板定义为直径为 254mm (10 英寸)的圆盘，其厚度没有要求，但是在车检时厚度一般在 2mm(0.080 英寸)左右。

6.2 检测板不能侵入前隔板和主环之间的基本结构内。

6.3 在试图将检测板通过车架上某个结构时，该结构必须至少有三个点接触这个检测板。这不是投影的要求，而是一个完整的三维要求。

检测板检测—不能通过前隔板和主环之间的任何点—在侧面投影上处处和三个点接触，如图 3.2

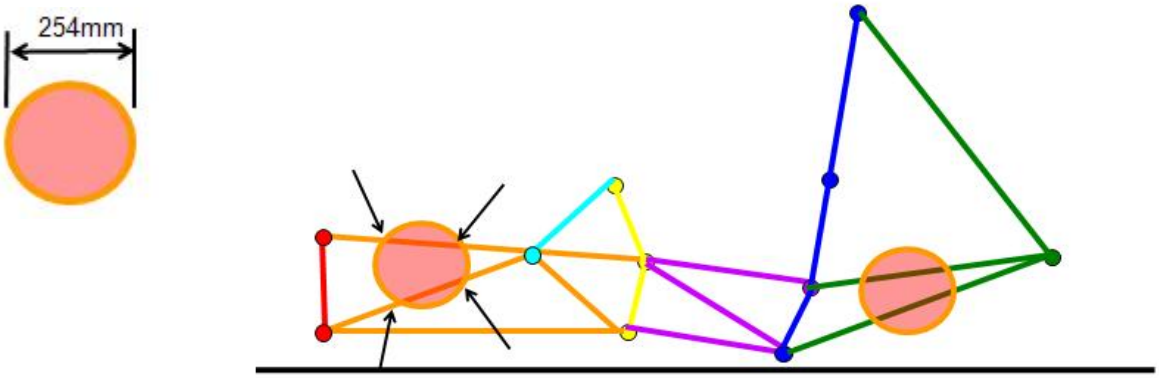


图 3.2

6.4 检测板是一个三维立体的要求。它适用于结构的所有平面，包括正面、侧面、顶部、底部和后部，但是不包括第二章 4.1.1 所定义敞开的座舱。如果车手完全坐在主环的前方，那么将不需要检测主环后方。如果车手有部位或者全身位于主环后方，那么将检测主环斜撑末端之前的区域。完全处于地平面以上 350mm 的开口及间隙，不需经检测板检测。

第七节 不适用规则：底盘/车架

使用这份替代规则来设计车架时，以下规则将不适用。

7.1 第二章 3.11.4，从车的侧视图看，主环位于车架主体结构的安装点以上的部分必须在与竖直方向上的倾斜角在 10°的范围以内。

7.2 第二章 3.12.6，侧视图时，前环的任何一个部分与垂直方向所成的角度不得超过 20°。

7.3 第二章 3.13.3，从侧视图看，主环和主环斜撑禁止布置在过主环顶端垂线的同侧。也就是说，若主环前倾，斜撑必须在主环之前，若主环后倾，斜撑必须在主环之后。

7.4 第二章 3.13.4，主环斜撑和主环的连接点应尽量接近主环顶端，连接点低于主环顶端的距离不得超过 160mm(6.3 英寸)。主环和主环斜撑所成夹角至少为 30°。(见技术图样，图 2.9)

7.5 第二章 3.13.6，主环斜撑必须安全地连接到车架上，并且能够成功地把所有来自主环的载荷传递到主体结构上。

7.6 第二章 3.13.7 主环斜撑底端必须在赛车每边使用至少两个车架构件来支撑回到主环，上方构件和下方构件要采 用合适的三角结构。

a.上支撑构件必须连接到主环与上侧防撞构件的连接点上。

b.下支撑构件必须连接到主环与下侧防撞构件的连接点上。

备注：上述构件可以是满足规则第二章 3.5.5 的多根管或弯管。

7.7 第二章 3.14.4，前环斜撑和前环的连接点应尽量接近前环顶端，连接点低于前环顶端的距离不得超过 50.8mm(2 英寸)。(见技术图样，图 2.9)

7.8 第二章 3.14.5，如果前环向后倾斜与地面垂直面角度超过 10°，它必须加装后部的额外支撑。这个支撑必须由第二章 3.3.1 中的材料构成。

7.9 第二章 3.19.1，前隔板必须安全可靠地整合在车架中。

7.10 第二章 3.19.2，在赛车的每一侧，前隔板都必须使用至少 3 个车架单元来向后支撑到前环，一个位于顶部（与顶端距离不超过 50.8mm（2 英寸）），一个在底部，以及一个用来形成三角结构的斜撑。

7.11 第二章 3.25.4，若使用适当的角板或者三角结构，可以使用多跟管件代替一根侧边防撞杆。

7.12 第二章 3.34 单体壳前隔板支承。

7.13 第二章 3.34.1 除了必须证明单体壳有足够的强度，还必须证明单体壳的抗弯刚度等效于其替代的 6 根基准钢管。

7.14 第二章 3.34.2 当根据第二章 3.30 单体壳抗弯刚度计算时，前隔板支承的垂向抗弯刚度必须至少等效于 1 根其替代的基准钢管的抗弯刚度。

7.15 第二章 3.35.1 在主环和前环之间，座舱内部最低点至该点往上 320mm 的区域，单体壳侧面的抗弯刚度（EI）必须等同于它所替代的 3 根标准钢管的抗弯刚度。

7.16 第二章 3.35.2 当根据第二章 3.30 单体壳抗弯刚度计算时，单体壳在座舱内部最低点至离地往上 350mm 之间的垂直侧防撞区域的抗弯刚度（EI）须等效于两根基准钢管，同时水平底板的抗弯刚度(EI)须等效于一根基准钢管。

7.17 第二章 3.35.3 在座舱内部最低点至离地往上 350mm 之间的垂直侧防撞区域的单体壳，其能量吸收值须等效于两根基准钢管。等效能量吸收值的证明由第二章 3.32.2 和 3.32.3 的物理测试确定。

7.18 第二章 3.39 单体壳前环和主环支承。

第四章 内燃机车规则

第一节 内燃机车动力系统

1.1 发动机限制

1.1.1 驱动赛车的发动机必须为四冲程、排量 710cc 以下的活塞式发动机。

备注：所有来自初级热循环的废气或余热可以被再利用。转化的方法不局限于四冲程循环。

1.1.2 可以在规则的限制范围内改造发动机。

1.1.3 如果使用多个发动机，则总排量不得超过 710cc，且所有进气气流必须流经同一个进气限流阀。（见第四章 1.6）

1.2 发动机检查

裁判将会测量发动机的排量，如果有必要，甚至可能拆卸某些发动机，以便于测量其排量。初步排量检查将使用测量精度为 1%的测量工具，并从火花塞安装孔处测量。该工具长 381mm，直径 30mm。车队可以选择在设计时为每个火花塞孔上方预留足够的空间，以缩减赛车检查的时间。

1.3 起动机

赛车必须安装车载起动机，并能在比赛中，在任何时候都能启动赛车。禁止使用推行启动，或者远程启动。

1.4 进气系统

1.4.1 进气系统位置

发动机进气系统与供油系统的所有零部件（包括节气门或化油器，以及整个进气系统：包括空气滤清器和气室）必须安装在外框内。（外框定义：由主环顶端以及四轮轮廓所构成的包络面，图4.1）

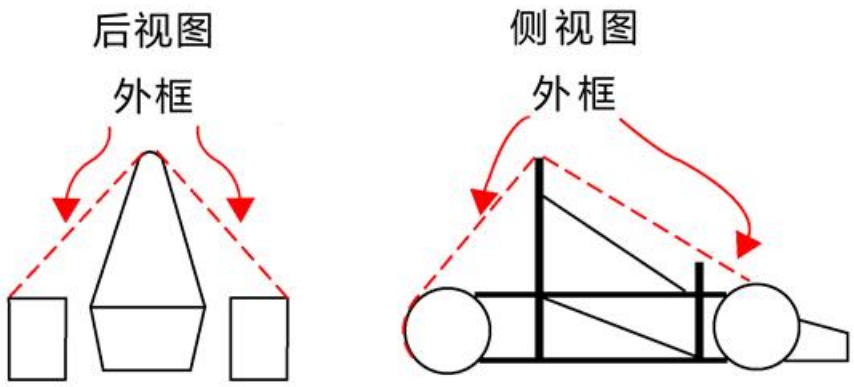


图 4.1 外框

1.4.2 进气系统的任何部分若离地高度小于 350mm（13.8 英寸），必须按照第二章 3.28 或者 3.38 中的要求安装保护罩，以抵挡来自侧面或背面的碰撞。

1.4.3 进气歧管-进气歧管必须使用支架或者机械连接，牢固地固定在发动机体或者气缸盖。不允许使用钳夹，塑料扎带或者安全绳等。可以使用橡胶套管或者软管以实现气密，但是不允许将其用于结构固定。用于确保进气歧管安全的螺纹紧固件被认为是关键紧固件且必须满足第二章11节的相关

规定。

1.4.4 在气缸顶有大质量或者悬臂结构的进气系统，必须配备有效支撑防止对进气系统的施压。支撑结构必须可靠稳固。和发动机的连接必须为刚性。和底盘的连接必须做隔振处理，以允许发动机的移动和底盘的变形。

1.5 节气门和节气门控制

1.5.1 化油器/节气门

赛车必须装有且仅有一个化油器或有且仅有一个节气门。化油器或节气门的设计及尺寸不限。

1.5.2 节气门控制

节气门必须为机械控制，如通过拉线或连杆系统。如使用电子节气门请参照第四章 1.11-第四章 1.16。这些规则可以替代剩下的第四章 1.5 的规则。

1.5.3 油门拉线或连杆必须运动平顺，不能有任何的阻滞。

1.5.4 节气门控制系统必须至少有两个复位弹簧位于节气门体。使节气门系统的某部分出现故障时，节气门依然可以回到闭合位置。

备注：节气门位置传感器不被视为复位弹簧。

1.5.5 油门拉线与排气系统部件必须至少相距 50mm，并且远离排气气流。

1.5.6 油门踏板必须安装有限位块，以防止油门拉线或节气门控制系统超载。

1.5.7 当驾驶员进入或离开车辆时，或者当驾驶员踩油门的时候，油门踏板拉线不会被踩得弯曲或者扭曲。

1.5.8 化油器不得用于增压发动机。

1.6 进气系统限流阀

1.6.1 为限制发动机功率，必须在进气系统中安装一个圆环形的限流阀，并且所有发动机的进气气流都应流经此限流阀。零部件只许按以下两种顺序安装：

a.对于自然吸气发动机，顺序必须为：节气门、限流阀、发动机（见图 4.2）；

b.对于涡轮增压发动机和机械增压发动机，顺序必须为：限流阀、压气机、节气门、发动机（见图 4.3）；

1.6.2 限流阀内部截面的最大直径（比赛期间任何时间都应遵守）为：

－使用汽油燃料——20.0mm（0.7874 英寸）

－使用 E85 燃料——19.0mm（0.7480 英寸）

1.6.3 *限流阀*必须安放在便于技术检查时测量的位置。

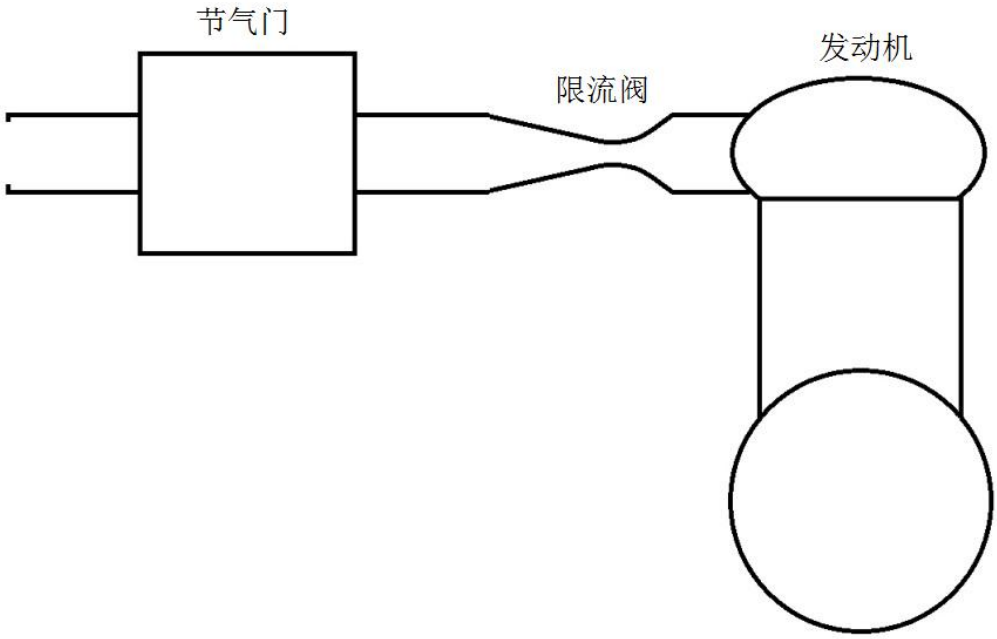


图 4.2 自然吸气发动机进气顺序

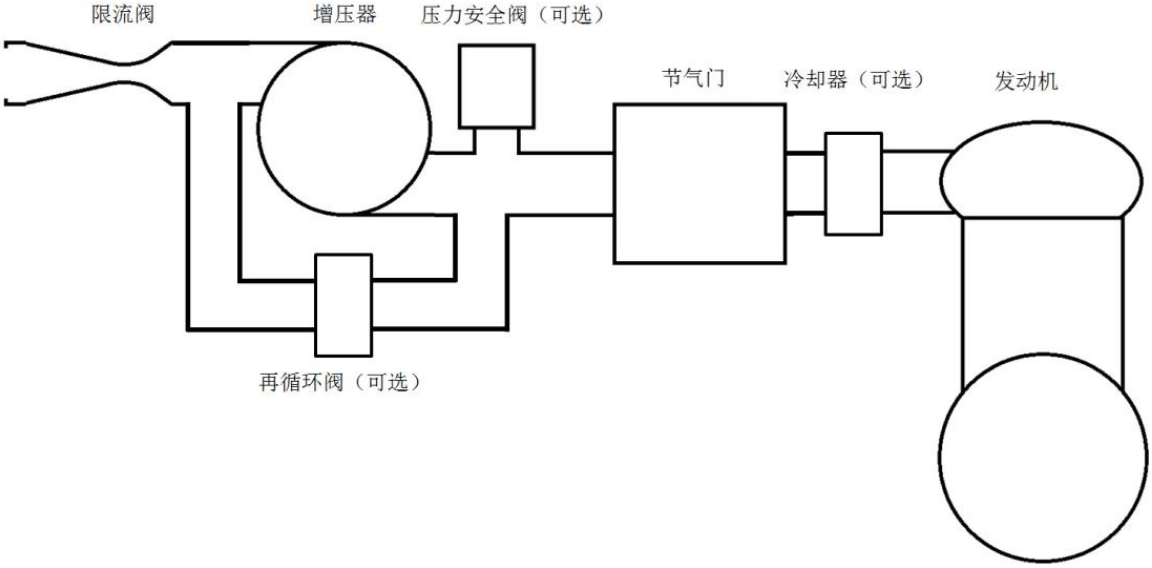


图 4.3 增压发动机进气顺序

1.6.4 任何情况下，限流阀的内部截面都不能发生变化（例如限流阀不能作为节气门可动部件的一部分）。

1.6.5 如果使用了多台发动机，所有发动机的进气气流都必须流经限流阀。

1.7 涡轮增压和机械增压

1.7.1 限流阀必须安装在增压设备的上游，节气门体必须安装在增压设备的下游。因此，唯一允许的顺序为：限流阀、增压设备、节气门、发动机。如 第四章 1.6.1(b)中所述。

1.7.2 进气流可以使用中冷器冷却，只可使用环境空气给中冷器降温。允许使用空-空和空-水中冷器。空-水中冷系统的冷却剂必须满足规则第二章 8.1。

1.7.3 当压力安全阀、再循环阀或冷却器（中冷器）被使用时，其只能按照第四章 1.6.1 图 4.3 所示布置在进气系统中。

1.7.4 节气门体上游任何位置不能安装放大装置。为了更清晰的定义，“放大装置”是指任何能显著增大常规进气管道系统的箱体或容器。鼓励各参赛队伍在比赛前将他们的设计提交至规则委员会，以对他们所设计的系统进行合法性检查。

1.7.5 限流器和节气门之间的进气系统管路，最大内径不得超过 60mm，如果此处管路截面不是圆形，则所有管路总截面积不得超过等效面积（2825mm^2）。

1.7.6 如果使用了中冷器/后冷器，必须安装在节气门下游。

1.8 油路

1.8.1 禁止使用塑料的油管来连接油箱和发动机（输油与回油）。

1.8.2 如果使用橡胶管或软管作为油路，用于夹紧油路的软管夹必需有环形圈或锁紧带来固定软管。也可以使用专为油管设计的软管夹。这些软管夹必须有四个重要的特性：

a. 360°全包围。
b. 用螺母和螺栓紧固。
c. 为防止软管夹切入软管，软管夹边缘必须为卷边。蜗杆型的软管夹不允许使用在任何油管上。
d. *能够承受至少 120 摄氏度的高温。*

1.8.3 油管必须安全地安装在赛车上或者发动机上。

1.8.4 所有的油管必须被安全遮罩，以防任何旋转件失效或撞击损坏。

1.9 喷油系统

喷油系统必须符合以下要求：

1.9.1 低压喷射

工作压力低于 1MPa 的燃油喷射系统为低压喷射系统。多数气道喷射(PFI)为低压喷射。

a. **油管**——柔性的油管必须符合以下要求：(i)带有褶皱或可再利用螺纹接头的金属编织管，或(ii)使用含有抗磨损成份的加强橡胶软管，并附有软管夹（第四章 1.8.2）。

备注：禁止在金属编织软管上使用软管夹。

b. **油轨**——油轨必须用支架和机械紧固件可靠地与发动机气缸体、气缸盖或进气歧管相连。禁止使用软管夹、塑料扎带或金属丝连接。用于确保油轨安全的螺纹紧固件被视为关键紧固件并且必须遵照第二章第十一节的相关规定。禁止使用塑料、碳纤维或快速成型的易燃材料制成的油轨。但若是以上材料的油轨是由原厂生产且未经修改的，则允许使用。

c. **进气歧管**——在气道喷射的发动机上，进气歧管必须牢靠地固定在缸体或汽缸盖上。

1.9.2 高压喷射(HPI)/直喷(DI)

工作压力大于或等于 1MPa 的燃油喷射系统为高压喷射系统。燃油直喷系统的喷射直接发生在燃烧室。直喷系统常利用一个电子低压油泵和一个发动机驱动的机械高压油泵。高压油路指高压油泵和喷油嘴之间的燃油管路。低压油路指电子供油泵和高压油泵之间的燃油管路。（图 4.4）

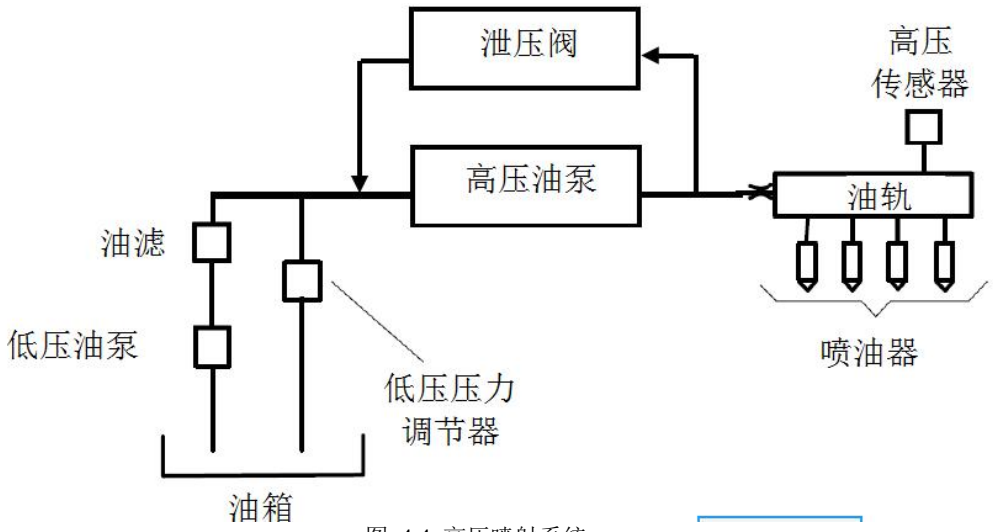


图 4.4 高压喷射系统

a. **高压油路**——所有的高压油路，通常即直喷系统的高压油泵输出管路，必须是不锈钢刚性管路或者经不锈钢加强保护并具有 Nomex 编制的 Aeroquip FC807 光滑孔聚四氟乙烯软管，此外可以使用通过规则委员会提前审批的等同性产品。禁止使用弹性密封。油路必须每 100mm 被机械紧固在发动机结构件上，比如汽缸盖和发动机缸体。

b. **低压油路**——在低压油路中，通常即高压油泵的输入管路，柔性的油管必须符合以下要求：(i)带有褶皱或可再利用螺纹接头的金属编织管，或(ii)使用含有抗磨损成份的加强橡胶软管，并附有软管夹（第四章 1.8.2）。
备注：禁止在金属编织软管上使用软管夹。

c. **油轨**——油轨必须用支架和机械紧固件可靠地与发动机气缸体、气缸盖或进气歧管相连。禁止使用软管夹、塑料扎带或金属丝连接。紧固方式必须在忽略缸内压力作用于喷油器端部影响的情况下，能够在最大规定压力作用于在喷油器内部时使油轨不动。用于确保油轨安全的螺纹紧固件被视为关键紧固件并且必须遵照第二章第十一节的相关规定。

d. **高压油泵**——燃油泵必须牢靠地安装在气缸盖或发动机缸体等结构件上。

e. **压力调节器**——燃油压力调节器必须安装在燃油系统的高压与低压侧之间，与直喷增压泵并联。外部调节器必须使用，即使直喷增压泵配备一个内部调节器。

f. **所需测试**——倾斜试验前，配备了机械式燃油泵的发动机必须运行高压油泵的下游系统。

1.10 曲轴箱与发动机润滑系统通风

1.10.1 任何与发动机进气系统相连的曲轴箱或发动机润滑系统的通风口，必须连接在进气系统限流阀的上游处。

1.10.2 曲轴箱通风系统通过机油罐与排气系统相连、真空系统与排气系统直接相连都是被禁止的。

1.11 电子节气门控制系统—ETC

1.11.1 若在赛前提交一份对系统的技术描述以及《失效模式与影响分析》（FMEA），则允许使用电子节气门控制系统（线控）来控制节气门的位置。这份FMEA描述了预期的失效模式以及如何检测并应对这些失效模式。这样做的目的是为了表明良好的工程实践被应用到了电子节气门控制系统中去。如果没有提交充分的FMEA，那么车队将被要求改用机械式的节气门。如果使用了电子节气门，则

无论如何都要遵守规则第四章第一节1.11~1.16。任何希望服从电子节气门管理规则的车队都必须提交一份《意向申明》。关于材料提交的要求，请参见规则第四章第一节1.17、1.18。

1.11.2 商业上可用，但不符合规定的电子节气门控制系统也可被赛事组委会批准使用。车队必须：
1) 向赛事组委会提交使用此电子节气门控制系统的申请；
2) 指出此电子节气门控制系统违背的具体规则；
3) 提供此系统与规则差别的具体技术细节以使申请通过。

1.11.3 供电移除后，电子节气门必须关至怠速位置附近 5%；允许在 1 秒内关闭，否则必须立即切断喷油、点火和燃油泵供电。这个动作必须保持有效直到 TPS 显示节气门回到规定位置持续至少 1 秒。

1.11.4 电子节气门必须至少要有两个足以使节气门回到怠速位置的能量来源。其中一个来源可以是通常用来驱动节气门的装置，如直流电机。但另一个来源必须是一个节气门回位弹簧，这个回位弹簧必须在断电的情况下也能使节气门回到怠速位置。
备注：TPS（节气门位置传感器）内的弹簧不可视为回位弹簧。

1.11.5 当节气门实际位置与目标位置差值超过10%持续500ms以上时，电子节气门的供电必须被马上移除。
1.11.6 车队必须演示电子节气门所有的安全措施和故障诊断功能，参见第六章技术检测章节。

1.11.7 如果控制策略和可能的失效模式在 FMEA 中合适地记录，ETC 系统允许在降档时补油。

1.11.8所有ETC信号都是系统重要传感器信号（SCSs），参见第二章12.4。

1.12 节气门位置传感器—TPS
1.12.1 TPS必须能够测量节气门或者节气门执行机构的位置。节气门位置用节气门从完全关闭到完全打开的行程的百分比来定义，完全关闭为0%，完全打开为100%。

1.12.2 必须至少使用两个独立的TPS。只有当电源线和/或电压参考线的电压偏移能够被检测到时，两个TPS才可以共用电源线和电压参考线。

1.12.3如果两个TPS出现可疑（不匹配）信号并持续超过100毫秒，那么电子节气门的电源必须立刻被完全切断。

1.12.4 可疑（不匹配）是指两个TPS信号的差值超过10%节气门开度或在第四章1.12中定义的其它形式的失效。若采用更大的节气门开度差值来定义可疑（不匹配）信号，则需要根据具体情况来裁决，并需要在FEMA中证明其是合适的。

1.12.5 如果使用三个TPS，则当一个TPS失效的时候，任意两个差值在10%节气门开度以内的传感器都可以被用来定义节气门开度，而第三个传感器可以被忽略。

1.12.6 每个TPS都必须有一个独立的可拔除的接插件，可以在技术检查时拔除一个接插件来检查上述功能。否则，在技术检测时，需要在线路中接一个可切换的接线盒，这个接线盒可用于切断任何一路TPS信号。

1.12.7 TPS的信号必须直接用模拟信号或者通过数字通讯总线发送到节气门控制器，比如：CAN总线或者FlexRay。任何TPS及其线束连接的失效都必须能被控制器检测到，并且必须被视作可疑（不匹配）信号。

1.12.8 使用模拟信号时，比如使用参考电压为5V的传感器，当TPS检测到开路或者短路，将认为它

们已失效了。开路或者短路会产生一个超出正常运转范围的信号，比如小于0.5V或者大于4.5V。用于检测传感器的电路必须使用下拉或者上拉电阻来保证开路信号导致的失效能够被检测到。

1.12.9 不管使用何种数字通讯方式来传输TPS信号，《失效模式与影响分析》都必须详细描述所有可能发生的失效、用来检测这些失效的策略以及所有做过的用来证明这个检测策略能起作用的测试。要考虑到的失效包括但不限于：TPS的失效、TPS的信号超出正常范围、报文的损坏与丢失以及相关的超时。

1.13 油门踏板位置传感器——APPS

1.13.1 加速踏板位置传感器要求见第二章 12.9 所述。

1.14 制动系统编码器—BSE

1.14.1 BSE必须有一个可拔插的接插件，这个接插件可以在电气技术检查中拔出，用于检测错误状态以及ECU的响应。否则，在技术检查时，需要在线路中接一个可切换的接线盒，这个接线盒可用于切断任何一路BSE信号。

1.14.2 赛车必须有一个传感器或开关来测量制动踏板的位置或制动系统压力。

1.14.3 BSE的信号必须直接用模拟信号或者通过数字通讯总线直接发送到节气门控制器，比如：CAN总线或者FlexRay。任何BSE及其线束连接的持续超过100ms的失效都必须能被控制器检测到，并且必须被视作可疑（不匹配）信号，这样电子节气门的电源就立刻被完全切断。

1.14.4 当使用模拟信号时，比如参考电压为5V的传感器，若BSE检测到开路或者短路，则认为它们失效了。开路或者短路会产生一个超出正常运转范围的信号，比如小于0.5V或者大于4.5V。用于检测传感器的电路必须使用下拉或者上拉电阻来保证开路信号导致的失效能够被检测到。

1.14.5 无论使用何种数字通讯方式来传输BSE信号，《失效模式与影响分析》必须详细地描述所有可能发生的失效，用来检测这些失效的策略以及所有做过的用来证明这个检测策略能起作用的测试。要考虑到的失效包括但不限于：BSE的失效、BSE的信号超出正常范围、报文的损坏与丢失以及相关的超时。

1.15 电子节气门控制系统的可信度检测

1.15.1 如果机械式的制动系统被驱动，且TPS表示的节气门开度超过一个许可的开度并持续1秒以上，则电子节气门的电源必须立即被完全切断。切断后，节气门有1秒的时间来关闭（回到怠速状态），若没能在要求的时间内做到，必须立即关闭喷油器和点火系统电源。BSE和TPS之间被允许的开度的关系可以由车队用一个表格来定义，但是必须在技术检查中展示这个功能。

1.15.2 在切断电子节气门电源后1秒钟内，节气门位置和目标TPS之间的差值必须减小到10%以内，若没能在要求的时间内做到，必须立即关闭喷油器和点火系统的电源。在技术检查中，TPS位置错误及其导致的电源切断现象需要被演示。
切断电子节气门和油泵的电源的动作必须保持到TPS信号表明节气门已经位于或小于无动力默认位置至少1s。

1.16 电子节气门控制系统—《意向申明》

1.16.1 意向申明——计划遵从规则第四章1.11—1.15制造电子节气门来参加比赛的车队必须在指定的截止期限前通知规则委员会他们的意向。包括用短文列举你们车队的设计概要并体现你们有设计电子节气门控制系统的能力。你们的《意向申明》应当包含一些队员的邮箱地址和电话号码，他们要能够回答委员会对你们的方案提出的任何问题。

1.16.2 没能在截止期限前提交《意向申明》则意味着车队只能用机械式节气门比赛。

1.16.3 大赛可能选择限制使用电子节气门控制系统的车队的数量，这样的话《意向申明》可能被用于筛选许可在一定的监管下制作电子节气门控制系统的车队。

1.17 失效模式与影响分析（FMEA）

1.17.1 假设《意向申明》得到认可，车队必须在赛前提交一份完整的关于电子节气门控制系统的《失效模式与影响分析》，其中包括对系统的描述。

1.17.2 一份包括需要描述的失效情况的模板会在网上公布——更多细节请参见大赛官网。
不要修改模板的格式。在FMEA中引用的图片，电路原理图以及数据手册必须包含在FMEA的附加的表格页面上。

1.17.3 FMEA的提交
《失效模式与影响分析》的提交必须遵从所参赛事网站上所公布的程序与截止日期。

1.17.4 对迟交或未交FEMA的处罚
迟交FMEA的车队必须改用机械式节气门。

第二节 燃料和燃料系统

2.1 燃料

比赛用的基本燃料是无铅汽油。然而，基本燃料可能依组委会决定而有所改变。其他类型的燃料将由组委会决定是否提供。

2.1.1 除有特别声明，比赛燃料全部由中国大学生方程式汽车大赛比赛组委会提供。

2.1.2 在比赛中，赛车必须使用比赛组委会提供的燃料进行比赛。

2.1.3 禁止在比赛组委会提供的燃料中添加任何物质。包括氮氧化合物或其它氧化剂。

备注：中国供应的燃料因不同的地区而异，所以可能会含有最高 10%的乙醇。燃料确切的化学成份和物理性质，在赛前是不知道的。

请在赛事官方网站了解油品和其它讯息。

2.2 燃料添加剂——禁止

2.2.1 除燃料和空气以外，禁止任何添加剂进入发动机燃烧室，违反本条规则的赛车将被取消比赛资格。

2.2.2 组委会有权检查燃油。

2.3 通风系统

2.3.1油箱和化油器输油系统必须有能力防止车辆在急弯和急加减速时燃油溢出（因为摩托车的化油器通常不设计成应对侧向加速度的，所以这一直是一个值得考虑的问题）。

2.3.2 所有的泄油管必须配置有一个止回阀，当油箱倒置时来防止漏油。所有的泄油管必须通至车体外部。

2.4 油箱

2.4.1 油箱是用来直接盛装燃油的容器部件。可以使用硬质材料也可以使用柔性材料制作油箱。

2.4.2 硬质材料制作的油箱不能用于承载结构载荷，例如来自防滚架、悬架、发动机或者变速箱支架的载荷。并且硬质油箱必须使用具有一定柔性的支架安全地安装在车架上，避免车架弹性变形引起的载荷传递至油箱。

2.4.3 任何用柔性材料（例如用汽油微囊或者汽油存储包）制作的油箱必须外包有一个安全安装在车架结构上的硬质油箱。油箱硬质外壳（内含有弹性材料油箱）可以承受荷载。 任何时候，油箱都不得接触（除了其支撑和供油系统的部分以外）车辆的任何部分。

2.4.4 油箱尺寸不限。

2.4.5 油箱必须装有放油机构。在必要的情况下，油箱必须能够放空。

2.4.6 所设计的油箱，禁止具备可变容量的能力。

2.5 燃料系统安装位置要求

2.5.1 所有储油系统及供油系统必须安装在外框内。（外框定义：从主防滚架顶部到四个轮胎的外缘的连线，见图 4.1）在侧视图中，燃油系统的任何部分也不能被布置得比车架或单体壳下表面更低。

2.5.2 油箱必须配有护罩以防护来自侧面和后面的撞击。所有安装于侧边防撞结构（第二章 3.25 或 3.35）之外的油箱，必须安装有符合第二章 3.3 或 3.35 要求的防护罩。低于地面以上 350mm（13.8 英寸）的任意部分燃料系统必须要在车架*基本结构*以内。

2.5.3 根据第二章 4.5，必须有防火墙隔开油箱与车手及所有热源。
燃油存储和供给系统的所有部分必须被足够地保护以隔离排气任何部分的热源，同时距离排气任何部分至少 50mm。 若无法保证燃油存储与供给系统与排气管道之间 50mm 的距离，应添加有与防火墙相当的耐火性的隔热板以使行驶中的燃油温度不超过 50%蒸馏温度。同时需确保汽油无法从隔热板底部或周围泄漏。参赛车队需提交相关证明。

2.6 油箱加油颈及视油管

2.6.1 油箱必须装有满足以下条件的加油颈：
(a) 加油颈内径至少 35mm(1.375 英寸)；
(b) 竖直高度至少 125mm(4.9 英寸)；
(c) 加油口以下竖直高度为 125mm（4.9 英寸）的部分，与竖直方向的夹角不超过 30°。

2.6.2 加油颈必须在竖直方向上高出油箱的最高点至少 125mm，并且必须安装有防油材料制成的视油管，以便于观察油面高度。（见图 4.5）

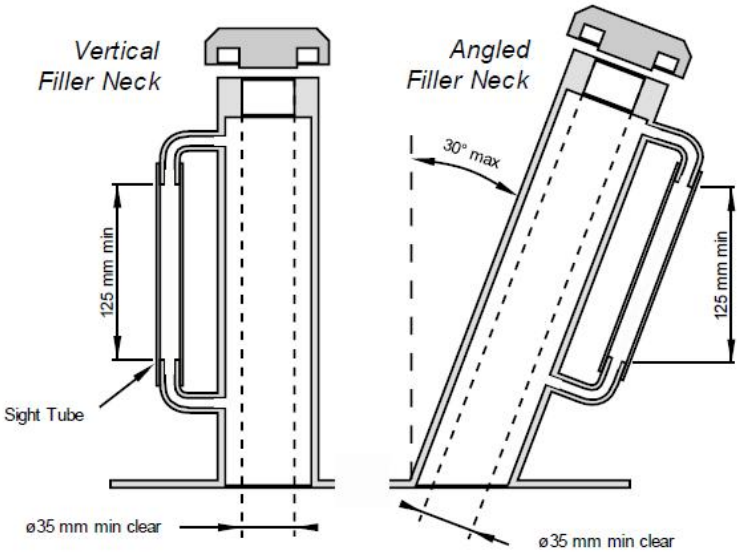


图 4.5 加油颈示意图

2.6.3 视油管的可视竖直高度必须至少为 125mm（4.9 英寸），内径至少为 6mm(0.25 英寸)。

2.6.4 视油管不得低于油箱最高平面。

2.6.5 经规则委员会或技术检查裁判批准，可使用透明加油颈作为油面观察管。

2.6.6 油面观察管上必须设置一条永久的、不可移除的燃料刻度线。其高度位于油面观察管可视部分的顶端下方 12mm 至 25mm(0.5 英寸至 1 英寸)的范围内。该刻度线将在斜台测试中做为装满燃料的刻度线。并以此来测量耐久比赛中的燃油消耗量。

2.6.7 所有油箱的加油颈必须使用在低于120℃时不会变形、融化或者破损的材料制作。

图 4.6 标准油罐

2.6.8 视油管和燃料刻度线必须可以让两个人（这两个人包括加油人员和检查加油的人员）在无任何辅助（包括人工照明，用放大镜等）并且无需拆除任何零件（包括车身面板等）的情况下清晰看到。

2.6.9 在油箱加油口必须留有足够的空间，能让加油人员独立的使用一个两加仑（7.57 升）汽油罐（标准油罐尺寸见图 4.6）直接完全接触加油口进行加油。

2.6.10 加油颈必须有可以防止强烈震动或高压以及任何可能在翻转事故中可能发生的情况的油箱盖。

2.7 加油要求

2.7.1 油箱必须能够在不对整车和油箱采取任何操作的情况下顺利加注到其额定容量。在水平地面加油，而由于空气或者其他因素，使得在移动或者操作车之后（除了正常燃油消耗），视油管液面下降的，这样的燃油系统是被严格禁止的。加油/补油的原则与方法由加油人员和工作人员自行决定。

2.7.2 供油系统必须设计成当加油时，溢出的油不会接触到车手区域、排气系统、热的发动机部件或点火系统。

2.7.3 车身结构或集油盘必须有卸油结构以避免易燃液体、蒸汽或其他泄漏物聚集。在以下两个位置必须提供两个孔，每个孔的最小直径为25毫米，以避免蒸发性液体或气体的聚集：

a. 底盘的最低点。
b. 驾驶员位置的后方，油箱或其他液体源的前方
c. 如果底盘最低点符合2.7.3.b，则只需要一种类型的孔2.7.3.a

第三节 排气系统和噪音控制

3.1 排气系统基本要求

3.1.1 排气口

尾气出口必须要合理布置，使赛车以任何速度行驶时，车手都不会遭受尾气污染。

3.1.2 排气口不得处于后轴中心线 450mm（17.7 英寸）之后的位置，离地距离不得高于 600mm (23.6 英寸)。

3.1.3 如果排气系统的零部件从车身两侧延伸到主环以前，那么这些零部件必须有护罩遮盖，以防车手或其他人员烫伤。（遮罩）外表面的温度必须不对触碰它的人产生伤害。

3.1.4 在包含发动机、传动系统、排气系统和燃油系统的舱室内，禁止使用吸附性材料和开放式收集装置(不论材料如何)。

3.2 噪音检测程序

3.2.1 赛车的噪音等级将使用静态方法测定。测试时，自由场测量麦克风的探头将位于尾气出口后方 0.5m（19.68 英寸）处，与排气口水平，并与气流流动方向夹角成 45°。变速箱处于空挡且发动机处于指定转速。如果使用了多个排气口，检测将测量各排气口的噪音等级，取最高读数为最终测量值。

3.2.2 赛车发动机转速必须遵从如下所说的测试转速。

3.2.3 如果排放装置带有可调节或节流装置，那么在测试时，这些装置必须处在最大开口位置。手动调节的装置必须需要工具来改动且不可在通过噪音测试之后移动或者改动。这些装置的开口位置必须能让测试官员看到，并且测试官员能够直接手动对装置进行调节。

3.2.4 测试速度

发动机的最大测试转速通过下列方法计算。

汽车或摩托发动机在活塞平均速度为 914.4m/min 的转速下进行噪音测试，“工业发动机”在活塞平均速度为 731.5m/min 的转速下进行噪音测试，上述方法计算所得转速取整后（以 500r/min 为变化单位，取最接近值）即为实际测试转速。组委会将公布常用发动机的测试转速。

发动机的怠速速度测试由队员测定并取决于所调校的怠速速度。如果怠速速度不稳定，则该车需由队员在自己确定的范围内测量怠速速度。

“工业发动机”必须在根据制造商的描述并且未安装限流阀时每100cc排量不得提供超过5匹马力。若使用“工业发动机”，必须经过大赛组委会委员的同意。

3.3 噪音等级上限
怠速时噪音等级上限为 C 加权 103 分贝（快速加权 Fast Weighting）。其他速度时噪音等级上限为 C 加权 110 分贝（快速加权 Fast Weighting）。

3.4 噪音复检
组委会有权在比赛中任何时候检测赛车的噪音等级。如果赛车未通过噪音测试，赛车必须退出比赛，直至修改并再次通过噪音测试。

第四节 电气系统和熄火系统

4.1 熄火电路
4.1.1 熄火电路直接控制所有的点火、喷油和燃油泵。熄火电路必须由至少两个机械继电器执行。一个继电器控制燃油泵，至少一个继电器控制喷油器和点火系统。
示例原理图如下：

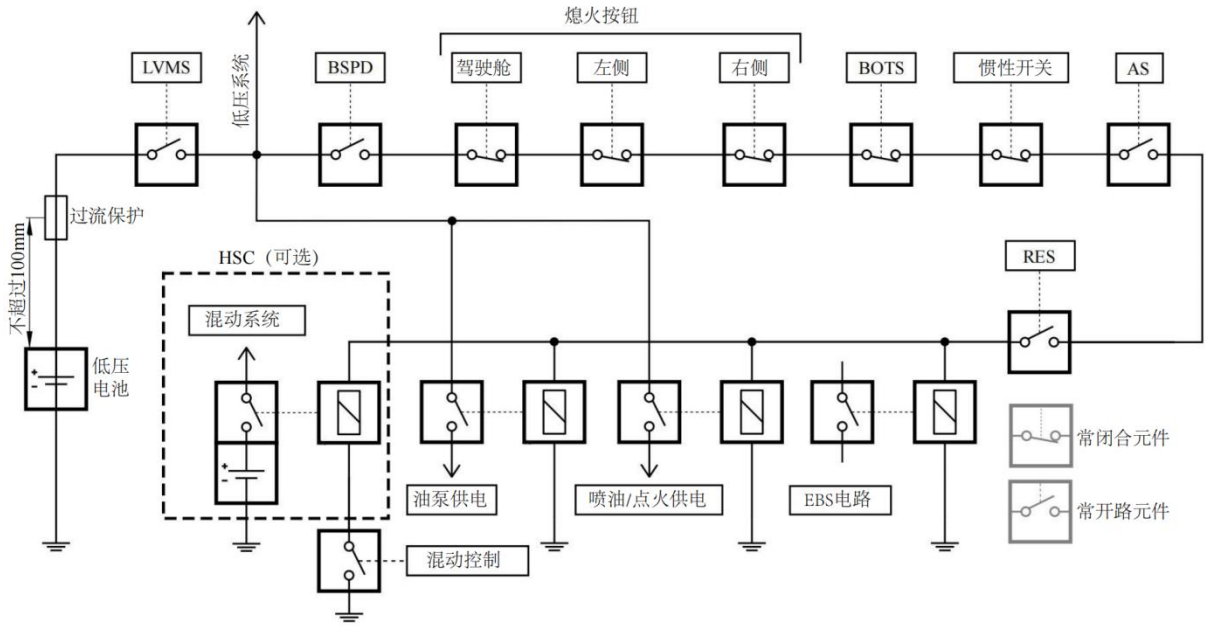


图 4.7 熄火电路示例原理图

4.1.2 熄火电路至少由熄火按钮、制动超程开关(第二章 7.3)和惯性开关（第二章 12.5）串联而成。

4.1.3 任何作为熄火电路一部分的电路，必须按以下方式设计：
在未被激励或断开连接时，断开熄火电路。

4.2 主开关
4.2.1 赛车必须有一个符合第二章 12.1 要求的主开关。

4.2.2 主开关必须可以切断所有电路的电源，包括电池，交流发电机，车灯，燃油泵，点火装置和电控装置。

4.2.3 主开关必须安装在一个全红的直径大于 50mm 的圆形区域的正中间，如下图所示。

4.2.4 主开关必须由一个蓝底白边红色闪电的三角形标志表示出来。

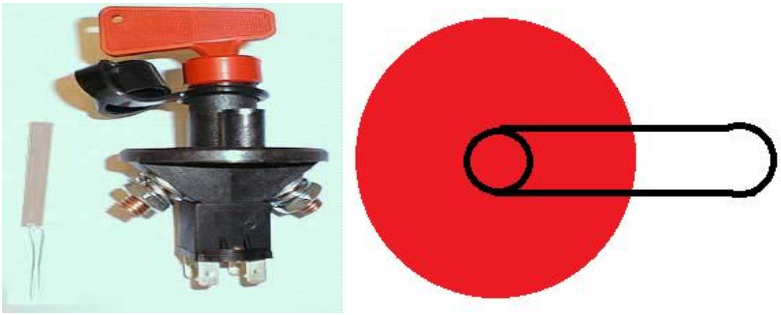


图4.8 第一主开关示意图

4.3 熄火按钮

4.3.1 熄火按钮必须为按/拉式或按/旋转式紧急开关，当按下熄火按钮时，能够断开熄火电路（第四章 4.1）。

4.3.2 一个熄火按钮必须作为驾驶舱熄火按钮。这个驾驶舱熄火按钮必须：

a) 最小直径为 24 毫米。
b) 在按钮附近必须贴有一个蓝底白边红色闪电的三角形国际电气标志。
c) 安装在车手处于紧急状况下或慌乱下也能易于操控的位置。
d) 必须安装在车手系紧安全带时仍然可轻易碰到的位置。
e) 靠近方向盘，但不可被方向盘或赛车其它部分遮挡。

典型的满足要求的开关见下图。

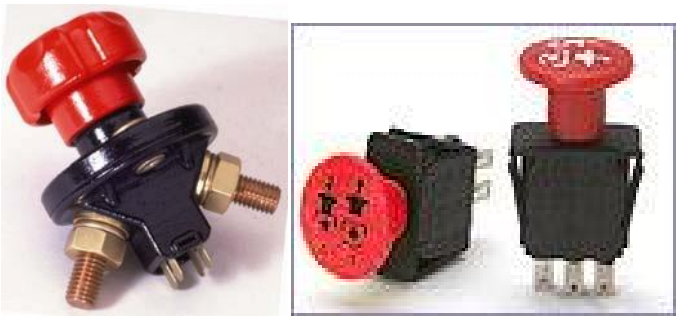


图 4.9 熄火按钮示意图

4.4 制动超程开关

制动超程开关构成熄火电路的一部分，按照第二章 7.3 的定义，必须能够使发动机熄火并切断油泵和点火系统的电源。

第五节 混合动力规则

5.1 资格

5.1.1 混合动力规则是普通内燃机赛车规则的延伸。

5.1.2 混合动力赛车将与普通内燃机赛车同组竞争。

5.1.3 未经改装的普通内燃机赛车依然有资格在混合动力规则下竞赛。

5.2 定义

5.2.1 下列缩写在混合动力相关规则中应用：

- *HSC（Hybrid Storage Container）：混合动力系统储能装置*
- *HMS（Hybrid Monitoring System）：混合动力监控系统，一般为HSC 的电池管理系统或电池保护电路*
- *HSF（Hybrid System Form）：混合动力系统申报书*

5.2.2 混合动力系统必须是不高于DC60V 的低压系统，且系统所有零部件设计均满足第二章第12 节中的要求。

5.2.3 如果第二章第12 节中的规则与混合动力规则存在冲突，则以混合动力规则为准。

5.2.4 能量只能存储在如电池或超级电容器等纯电能存储系统中，包括飞轮或压缩空气储能在内的其他储能形式是被禁止的。

5.2.5 HSC 被定义为5.2.3（包含AIR 和过流保护）可用于向动力系统提供能量的储能系统。

5.2.6 对于第二章12.1.3 的例外条件：电机控制器/逆变器内部低功率控制信号允许的最大电压为75V DC。

5.3 附加技术规则

5.3.1 在HSC 和油箱、驾驶舱、发动机之间，必须设置防火墙。

5.3.2 混合动力赛车必须通过额外标记来识别，该标记必须：

- *所有三个车号旁边均有标记；*
- *至少75mm 高，且背景为红色；*
- *使用白色罗马无衬线字体标注大写字母“HY”。*

5.3.3 低压蓄电池以外的混合动力元件（如电机、电机控制器等）必须定位在轮胎包络面或外框包络面内，见第二章3.3，如图4.10。

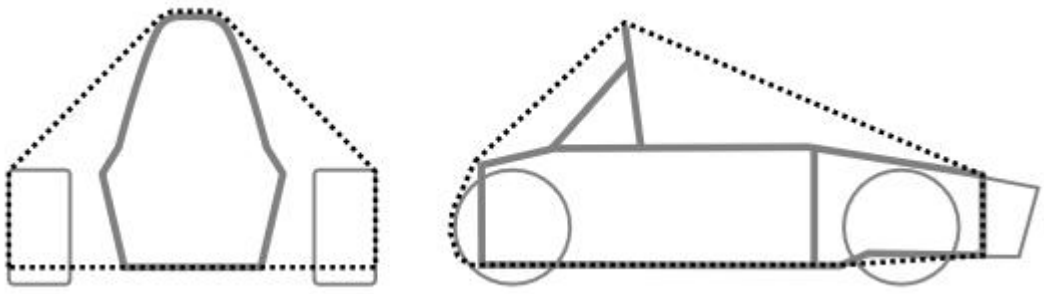


图4.10 混合动力元件允许布置的区域

5.3.4 规则第二章7.1.11 也适用于混合动力赛车。

5.3.5 规则第二章8.1 也适用于混动系统部件。

5.3.6 混动系统的高压大电流路径必须满足第五章5.5.15。

5.4 附加内燃机车规则

5.4.1 所有内燃机赛车规则均适用于混合动力系统。

5.4.2 混合动力系统需包含进熄火电路中。

5.4.3 HSC 必须具有至少一个电池隔离继电器（AIR），并满足：

- *AIR 可断开 HSC 的正极；*
- *AIR 线圈的一侧直接受控于熄火回路；*
- *满足第五章 6.6.3。*

5.4.4 允许使用预充电电路。

5.4.5 规则第五章 2.1 也适用于混合动力赛车。

5.4.6 混合动力系统只有在内燃机运行或启动按钮被按下时才能启动。

5.5 HSC 规则

5.5.1 HSC 必须满足第二章 12.8。

5.5.2 HSC 内的储能物质最大重量为 6kg；若使用 OEM 样式的 HSC，则 HSC 整体最大重量为 6kg。。

5.5.3 HSC 内的储能物质被定义为用于存储电能的元件，例如电池或超级电容，包括所有它们的组成部分的外壳和标签。

5.5.4 HSC 内的储能物质最大重量为 6kg；若使用 OEM 样式的 HSC，则 HSC 整体最大重量为 6kg。

5.5.5 如果使用多个 HSC，它们所含的储能物质总重量须不大于 6kg；若使用多个 OEM 样式的 HSC，则 HSC 整体的总重量不得大于 6kg。

5.5.6 HSC 必须可以从车上拆卸，以便在技术检查时称重。

5.6 技术文档

5.6.1 团队必须提交一份 HSF，其中包含：

- *混合动力系统原理图;*
- *电池箱结构示意图;*
- *使用的电机位置、规格书、功率以及转速限制。*

5.6.2 ***HSF 必须提交并且经过批准。****文件提交截止日期与 ESF 的截止日期相同。*

5.6.3 如果没有提交 HSF，则车队不允许在比赛过程中使用混动系统。

5.7 附加技术检查规则

5.7.1 混合动力赛车需要通过内燃机赛车技术检查程序。

5.7.2 混合动力赛车将在动力系统车检过程中进行额外的 HSC 和 HSF 检查。

5.7.3 HSC 将会被检查和密封，且只有密封的 HSC 才能在动态赛中使用。

5.7.4 在检验过程中，必须能够容易地确定 HSC 内储能物质的重量。例如：提供一个电芯用于称重，且必须能够确定 HSC 中电芯的数量。

第五章 电车规则

注：该电车部分规则旨在 FSAE 框架内发展纯电动汽车。这些规则以 FS 及 FSG 制定的电车规则为基础，并且包含了混合动力方程式赛车规则的一些元素。

第一节 定义

1.1 驱动系统（TS）

1.1.1 驱动系统（TS）：所有与电机和驱动系统电池箱电气连接的部分。
1.1.2 驱动系统外壳 – 所有内含驱动系统部件的外壳。

1.2 电气

1.2.1 电气隔离：如果满足以下所有条件，则认为两电路之间是电气隔离的。

- 在赛车电气系统的最高驱动电压或 250V（取最大值）测试下，回路之间电阻大于 500Ω/V；
- 回路之间的耐压应超过最高驱动电压的三倍或 750V（取最大值）。
- *如果绝缘隔离物有数据手册，其指定的工作电压要高于最大驱动系统电压。*

第二节 电气动力总成

2.1 电机

2.1.1 只允许使用电动机。

2.1.2 电机安装连接点必须遵循规则第二章第十一节。

2.1.3 电机外壳必须遵循规则第二章 8.4。

2.1.4 电机必须通过电机控制器和电池箱相连接。

2.2 功率限制

2.2.1 电池箱输出的最大驱动功率不得超过 80 kW。

2.2.2 能量回收是被允许且无限制的。

2.2.3 车轮不能反转。

第三节 通用要求

3.1 接地

3.1.1 驱动系统外壳（见第五章 1.1.2）必须由

- 至少 0.5mm 厚的*实心*导电材料（铝或更好）制成的接地层组成，对 LVS 地电阻低于 300mΩ（测量电流为 1 A），并能持续承载至少 10%的驱动系统主保险丝额定电流，
- 或完全由绝缘电阻至少为 2 MΩ（测量电压为 500 V）的绝缘材料制成。外壳必须是硬质的，并且必须防止可能的机械刺穿。凸出的导电部件，*比如紧固件或连接件，*必须符合第五章 3.1.2。

电池箱外壳可以使用至少 0.9mm 厚的金属层作为接地层。

3.1.2 赛车的导电部件（例如钢制零件、（阳极氧化的）铝、任何其他金属的零件）

- 车手肩带安装点
- 座椅安装点

- 防火墙安装点
- 驱动系统防火墙*的铝层*
- *低压测量点*

对 LVS 地的电阻必须小于 300mΩ（测量电流 1A）并且能够持续承载驱动系统电池箱主熔断器至少 10%的额定电流。

3.1.3 赛车上可能导电的部件（如完全涂层包裹的金属零件、碳纤维零件等），且在距离驱动系统的任何部件 100mm 及以内的距离，必须对 LVS 地电阻低于 100Ω。

3.1.4 轮边系统的旋转部件可以不接地。

3.2 过流保护

3.2.1 所有电气系统（低压和高压）必须具有适当的过流保护。

3.2.2 过流保护装置的额定持续电流值不得大于所保护的电气系统的额定持续电流值。例如线缆、母线或它所保护的其他导体。如果使用连接器的多个引脚并联承载电流，则每个引脚都必须有恰当的过流保护装置。

3.2.3 所有过流保护装置的额定分断电流必须高于其保护的系统的理论短路电流。

3.2.4 所有过流保护装置的额定电压不小于其所保护的系统的最高电压。用于直流的熔断器其直流额定电压要与系统电压相等或更高。所有的器件参数仅以直流为准。

3.2.5 驱动系统的过流保护装置不能使用可编程逻辑电路实现。电机控制器的过流保护功能可以依赖于可编程逻辑。

3.2.6 过流保护装置必须根据实际温度设计，至少应满足 0℃~85℃的使用范围。

3.2.7 驱动系统中经过动力蓄电池的大电流电路必须采用熔断器作为其过流保护装置。

第四节 低压系统（LVS）

4.1 通用要求

4.1.1 低压系统（LVS）定义为每个不属于 TS 的电气部件，参见第五章 1.1.1。

4.1.2 低压系统（LVS）中任何两个电气连接之间允许出现的最大电压为 60 VDC 或 50V AC RMS。

4.1.3 低压系统（LVS）禁止使用橙色线和橙色导线管。

4.1.4 低压系统（LVS）必须接地到车架。

第五节 驱动系统（TS）

5.1 总体要求

5.1.1 在任意两个电气连接处的最大允许电压为 600V DC，电机控制器内部的低能量控制信号的最大电压为 630V DC。

5.1.2 所有驱动系统中的部件的额定电压必须大于等于驱动系统最高电压。印刷电路板（PCB）的驱动系统区域（见第五章 5.3.5）也遵守这条规则。所有连接至驱动系统的 PCB 板输入口额定电压都必

须大于等于驱动系统的最高电压。

5.1.3 所有的驱动系统部件的额定温度都必须大于等于使用中可能出现的最高温度。

5.2 驱动系统外壳

5.2.1 所有内含驱动系统部件的外壳（电机外壳除外）都要有：

- 根据“ISO 7010-W012”标准（黑色闪电在黄底三角型背景中）制作的合理尺寸的提示标签
- 若内部电压高于 60V DC 或 50V AC RMS，则标签中还应包含“高压”或“High Voltage”等类似提示文字；

5.3 驱动系统（TS）与低压系统（LVS）的隔离

5.3.1 整个驱动系统和低压系统必须完全的电气隔离。见第五章 1.2.1。
测量驱动系统和低压系统之间的绝缘电阻，当赛车的驱动系统最高电压不大于 250V 时，用 250V 量程测量，大于 250V 则用 500V 测量。为了通过绝缘检测，测量的绝缘电阻值至少为驱动系统（TS）最高电压 x500Ω/V。

5.3.2 驱动系统（TS）和低压系统（LVS）电路必须物理隔离，除互锁连接外，它们不得通过同一个导线管或连接器。

5.3.3 如果驱动系统（TS）和低压系统（LVS）同时存在于一个壳体中，则它们之间必须用防潮绝缘材料（UL 认证或同等的绝缘材料，其额定值为 150℃或更高，如基于 Nomex 的电气绝缘材料）隔开或保持下述间距通过空气隔开，或通过表面隔开（和 UL1741 中的定义相似）：

电压	隔离距离
U＜100 V DC	10 mm
100 V DC＜U＜200 V DC	20 mm
U＞200 V DC	30 mm

5.3.4 间距必须明确定义，可动部件或电缆必须完全约束保持间距。

5.3.5 如果驱动系统和低压系统共存于同一个电路板，那么它们在板子上的区域必须被明确定义并标识的隔离区域隔开。此外，“TS”和“LVS”区域要在 PCB 板上明确标示出。隔离区域的轮廓必须被明确标明。

所需间距如下表所示：

电压	表面部件	通过空气（板中开槽）	PCB 三防胶覆盖
0 VDC to 50 VDC	1.6 mm	1.6 mm	1.0 mm
50 VDC to 150 VDC	6.4 mm	3.2 mm	2.0 mm
150 VDC to 300 VDC	9.5 mm	6.4 mm	3.0 mm
300 VDC to 600 VDC	12.7 mm	9.5 mm	4.0 mm

“PCB 三防胶”指喷涂式的绝缘材料，阻焊层不被认为是有效绝缘。

5.3.6 车队要准备好向裁判展示自制设备上的间距是否符合规定。对于无法目视的电路，车队必须提供完整组装的备件。

5.3.7 所有与外部设备的连接，如驱动系统的元件与笔记本的连接，必须有电气隔离（见第五章 1.2.1）。

5.4 驱动系统零件定位

5.4.1 除了规则第五章 5.4.3 中允许的范围外，所有驱动系统部件（包括电机、电缆、电线等，不含传动系统机械结构零件）都要在防滚架保护包络面之内，见第二章 3.3。
“部件”指整个设备，如完整的 HVD。

5.4.2 所有离地间隙小于 350mm 的驱动部件必须根据第二章 3.37 的结构防止侧面碰撞或后面碰撞。在前环前方的驱动系统线缆也可以由前隔板支撑结构保护（见第二章 3.36）。

5.4.3 若满足以下条件，则可以使用轮毂电机：

- 互锁沿驱动系统布置，若驱动系统线路损坏，互锁电路可以断开安全回路 (见第五章第七节)
- 互锁沿着悬架构件布线，以便悬架发生故障时，互锁电路可以断开安全回路（见第五章第七节）
- 驱动系统线束无论在哪里断开都不能触及到驾驶舱开口或驾驶员处；
- 在防滚架保护包络面（详见第二章 3.3）之外的线缆满足下方最小长度的定义；
- 在侧防撞结构或前隔板之外的驱动系统线缆必须满足下方最小长度的定义（见第五章 5.4.2）；
- 最小长度的定义为：从侧防撞结构或前隔板支撑结构到轮毂电机的最短距离加上线缆弯曲所需要的长度。

5.5 驱动系统绝缘、线缆和导线管

5.5.1 驱动系统的所有部件，尤其是通电导线、触体等都要用绝缘材料或盖子隔离起来防止被接触。当驱动系统覆盖物安装好后，任何驱动系统连接点都将使用直径 6mm，长 100mm 的绝缘检测探针进行测试。

5.5.2 必须使用额定电压大于等于最大的驱动系统电压的绝缘材料，禁止只使用绝缘胶带或者橡胶类涂料进行绝缘。

5.5.3 驱动系统电线、连接器和绝缘材料的额定温度*必须适宜预期的环境温度，但*最低不能低于 85℃。

5.5.4 驱动系统部件和壳体需要防潮，以应对下雨、雾气和水坑。（见技术检查表淋雨测试）

5.5.5 驱动系统中所用的所有电缆、接线端子及其它导体都必须采用合适的尺寸满足驱动系统持续电流需求。电缆上要标出线规、额定温度及额定绝缘电压。电缆的参数可用印在电缆上的序列号或采用的标准来代替，但序列号或标准要明确表明电缆的特征参数，比如可用一个数据表列出电缆参数。可以使用方均根（RMS）或平均电流的方式计算驱动系统持续电流和参赛期间预期的最大电流使用时间来确定导体尺寸。

5.5.6 所有驱动系统电线必须使用专业标准制造并配有合适尺寸的导体及接线端子，此外还需考虑足够的应力消除及防止振动松脱等。

5.5.7 驱动系统电缆要被保护起来以防旋转或运动部件造成的损伤，不能位于可能被刮破损坏的地方。

5.5.8 所有处于电气外壳防护外的驱动系统电线必须满足下列要求：

- 使用单独的橙色绝缘导线管包裹或使用橙色的屏蔽线。导线管的两端也应安全地固定在车上，至少两端固定，而不是固定在电线上。
- 必须至少安全地固定线缆两端，使其能够承受 200N 的力并且线缆尾端不卷曲、过度拉紧。

备注：车身不满足此要求所需求的包裹。

5.5.9 所有屏蔽线的屏蔽层必须接地。

5.5.10 所有不在外壳内的驱动系统连接器都必须有一个连接到安全回路中的互锁回路。不能仅为了

不使用互锁回路而使用外壳。

5.5.11 所有的驱动系统连接点都要设计得使它们有意的电流路径通过导体，如铜、铝等。不能用螺栓作为重要的导体。

5.5.12 所有的驱动系统的电气连接点都不得包含可压缩的材料，如堆叠的塑料，也不允许再驱动系统电气连接点使用上述材料制成的紧固件。允许使用满足 FR-4 标准的玻纤板。

5.5.13 驱动系统外壳外的高压连接器应该被设计成不以设计意图的方式连接时不能激活驱动系统。

5.5.14 所有驱动系统的高压电流路径上的电气连接点（包括螺栓、螺母和其他紧固件）都必须使用能耐高温的主动锁紧机构防止意外松脱，例如使用防松螺母，详见第二章 11.2。
汽车级产品，如逆变器可以豁免使用主动锁紧机构，但前提是完全满足产品使用手册中所要求的连接需求并且不能添加额外的主动锁紧机构。

5.5.15 车队需要能够在车检中展示主动锁紧。对于不可目视的连接，必须提供合适的照片进行证明。

5.5.16 高压大电流路径上的锡焊连接必须满足以下所有条件：
- 在 PCB 上焊接；
- 连接的设备不是电池单体或线缆；
- 设备有额外的机械结构防止松脱。

5.6 数据记录仪
5.6.1 一个经过校准的数据记录仪将由官方提供，并且必须在比赛中使用。数据记录器测量 TS 电压和 TS 电流。

5.6.2 数据记录器必须位于易于获取的位置，以便在 15 分钟内被安装，移出以及更换在一辆比赛状态的赛车上。

5.6.3 数据记录仪禁止安装在电池箱内。

5.6.4 所有用于驱动系统的电流都必须流经数据记录仪。数据记录仪必须安装在最负侧的电池箱隔离继电器和逆变器之间。

5.6.5 电压检测线必须被直接连接（见第二章 12.10.6）到最正侧的电池箱隔离继电器的靠近车辆一侧。

5.6.6 数据记录仪必须由低压系统主开关直接供电（见第二章 12.10.6）。

5.6.7 所使用数据记录仪的详细信息将会公示于官方网站。

5.7 驱动系统测量点（TSMP）
5.7.1 要在主开关旁边安装两个驱动系统电压测量点，见第五章 7.2。

5.7.2 驱动系统测量点必须要直接连接（见第二章 12.10.6）至电机控制器/逆变器的正极和负极供应线路上。即便已经移除了 HVD 或者断开了驱动系统电池箱的连接，也一定要连接到中间回路的电容。

5.7.3 驱动系统测量点应采用具有达到 CATIII-1000V 标准或更高标准的非黑色 4mm 电气专业绝缘香蕉插座。

5.7.4 驱动系统测量点必须标记为“TS+”和“TS-”，并且只能安装在橙色背景上。

5.7.5 驱动系统测量点必须被不需要使用工具就能打开的绝缘*保护罩*保护，且该*保护罩*必须机械固定在车身上。

5.7.6 每个驱动系统测量点都必须用根据下表用限流电阻保护起来。禁止用保险丝保护驱动系统测量点。电阻的额定功率的选择必须能够承受当两个驱动系统测量点短路时的电流。

最大驱动系统电压	电阻阻值
Umax＜200 V DC	5 kΩ
200 V DC＜Umax≤400 V DC	10 kΩ
400 V DC＜Umax≤600 V DC	15 kΩ

5.7.7 驱动系统测量点的所有电气连接，包括螺栓螺母及其他紧固件，必须有主动防松锁紧装置。*如果采用螺栓固定连接，必须遵循第二章第十一节，如果采用焊接固定连接，必须遵循第五章 5.5.16。*

5.7.8 在驱动系统测量点旁边必须安装一个 LVS 接地测量点，且满足：
- 连接到 LVS 地上；
- 在驱动系统测量点（TSMP）旁边，见第五章 5.7；
- 4 毫米带绝缘覆盖物的香蕉插座；
- 颜色：黑色；
- 标记为“GND”。

5.8 高压断开装置（HVD）

5.8.1 高压断开装置（HVD）要满足，
- 要保证能通过快速移除一个不受阻挡、可直接接触到的元件（熔断器或连接器）的方式来断开驱动系统电池的至少一极；
- 移除 HVD 的过程不能包含移除任何车身部件；
- 必须离地 350mm；
- 需要直接操作。通过一个长把手、绳索或电线来远程开关 HVD 是不允许的。

5.8.2 当赛车在比赛状况（完整装配）条件下，*所有电气安全员（ESO）*必须能在 10s 内移除 HVD。

5.8.3 即使移除 HVD，车辆也必须满足第五章 5.5，因此需要准备一个空接插件或者其他类似的装置来保证整体绝缘，该空插接件在不使用的情况下，必须连接在推车杆上（见第八章 13.2）。

5.8.4 HVD 必须清晰地标明“HVD”。

5.8.5 必须能够徒手移除 HVD。一个互锁应当在 HVD 被移除的时候断开安全回路（见第五章 5.5.10）。

5.9 放电回路

5.9.1 如果为了满足 第五章 7.1.5 需要使用放电回路，该回路必须能够永久地承受最大驱动系统电压。如果在 15s 内的连续三个放电过程之后，第五章 7.1.5 所要求的放电时间可能已经超出但是仍然没有完成放电。必须要等待足够长的时间才能接触赛车，以保证在放电回路失效的情况下放电过程完成。

5.9.2 无论何时只要安全回路断开，放电回路必须接通。此外，放电回路必须是故障自动保护的，即

使 HVD 被断开或电池箱移除，放电电路依旧能为中间回路的电容放电。

5.9.3 放电回路的主回路禁止熔断。

5.10 驱动系统指示灯（TSAL）

5.10.1 赛车必须有一个 TSAL 用于指示驱动系统（TS）状态。TSAL 不允许执行其他的功能。允许在一个 TSAL 的外壳内包含多个 LED 灯。

5.10.2 TSAL 本身必须有红灯，以 2~5 Hz 的频率和 50%的占空比连续闪烁，当且仅当 LVS 激活且任何直流链路电容器两端的电压超过（以下较低者为准）

- 60 V DC 或 50 V AC RMS
- 标称 TS 电压的一半时才激活。

5.10.3 TSAL 必须有绿灯，保持常亮，当且仅当 LVS 激活且以下全部条件都成立时：

- 全部的电池箱绝缘继电器（AIR）断开；
- 预充继电器，见第五章 6.7.3，断开；
- 电池箱壳体内部的电压不超过 60 V DC 或者 50 V AC RMS

5.10.4 上述电压检测必须在相应的驱动系统的外壳内部进行。

5.10.5 上述规则提及的继电器状态（断开/闭合）都是指其实际的机械状态。机械状态可能与意向的目标状态不同。例如继电器被卡住。任何检测机械状态的电路必须符合第五章 6.6.2。

5.10.6 红灯的电压检测回路与绿灯的电压检测回路和继电器状态检测电路必须独立：不允许进行任何两个灯之间的合理性检查、禁止采用可以抑制 TSAL 两个灯同时激活的设计。

5.10.7 TSAL 的安装位置必须满足以下特性：

- 包含其本身、安装点、安装结构均要低于赛车主环最高点且在翻滚包络范围内，见第二章 3.3；
- 不低于赛车主环最高点下方 75mm 的位置；
- 在任何情况下都不能够与车手的头盔接触。

5.10.8 TSAL 整个的发光表面必须在以下条件下清晰可见（站立时水平可见，不考虑主环的遮挡）：

- 除了被主环挡住的小于 10°的角度外，从每个水平方向；
- 与地面垂直高度为 1.6m，水平方向在以 TSAL 为圆心，半径为 3m 的范围内；
- 在阳光直射下。

5.10.9 TSAL 及其全部所需的电路必须是由硬件电子装置直接控制、非可编程的。禁止使用软件控制。

5.10.10 在座舱内需要有一个绿色指示灯，即便在明亮的阳光下也很容易看到，在 TSAL 绿灯点亮时必须点亮，见 5.10.3，要清楚地地标上“TS off”。

5.10.11 根据 5.10.9，影响 TSAL 及其指示器的信号是系统关键信号（SCS），见第二章 12.10。每种 TSAL 指示灯的安全状态被定义为 TSAL 不发光。TSAL 不需要点亮进行可视性检查，因为 TSAL 主动指示了没有故障的情况（持续的绿色照明），见第二章 12.10.4。

5.10.12 TSAL 红灯的电压检测回路（见第五章 5.10.2），不需要按照第二章 12.10 的要求检测是否开路（SCS 开路检测），不得对其实施可靠性检查。

5.10.13 TSAL 绿灯的继电器状态检测回路（见第五章 5.10.3），当使用的触点（辅助触点）意向的目标状态是断开时，不需要按照第二章 12.10 的要求检测是否开路（SCS 开路检测）。通过继电器意向

的目标状态进行的可靠性检查，必须以 TSAL 的绿灯在检测到继电器状态检测电路开路后保持熄灭这样的方式来进行。

5.10.14 TSAL 绿灯的电压检测电路（见第五章 5.10.3），当不存在电压时，不需要按照第二章 12.10 的要求检测开路（SCS 开路检测）。通过继电器意向的目标状态进行的可靠性检查，必须以 TSAL 的绿灯在检测到电压检测电路开路后保持熄灭这样的方式来进行。

5.10.15 第五章 5.10.13 和第五章 5.10.14 要求的信号锁存在正常运行条件下不得触发，只有重新启动低压系统才能重置。

5.11 激活驱动系统

5.11.1 车手必须能在没有任何其他人帮助的情况下在座舱内激活或关闭驱动系统（见第五章 1.1.1）。

5.11.2 通过第五章 7.1.2 中定义的任何部件闭合安全回路不得（重新）激活驱动系统。必须采取额外的操作激活驱动系统。

5.11.3 电机能对加速踏板信号做出响应的状态即视为进入待驶状态。

5.11.4 在驱动系统被激活后，车手需要做出额外的动作使赛车进入待驶状态。例如，踩下制动踏板的同时按一个专用的启动按钮。进入待驶状态只能通过在踩下制动踏板的同时，采取额外的动作。

5.11.5 当安全回路断开时，必须立即退出待驶状态模式。

5.12 待驶鸣笛

5.12.1 当赛车进入待驶状态后必须发出有特点的声音，持续时间至少 1 秒最大 3 秒。

5.12.2 开启鸣笛的声音强度必须至少为 80 分贝，最大为 90 分贝，采用快速加权测量。声音强度会在一个没有遮挡的空地中，距离赛车 2m 距离进行测量。

5.12.3 所使用的声音必须易于辨识。不允许使用动物叫声，歌曲节选或冒犯性响声。

5.12.4 车辆不允许发出与待驶鸣笛相似的其他声音。

第六节 驱动系统—能量储存

6.1 通用定义

6.1.1 单体：电池单体或者超级电容。

6.1.2 单体能量：单体最大电压乘以标称容量。

6.1.3 驱动系统能量存储装置（电池箱）：所有用于储存驱动系统所用电能的所有单体电池或超级电容。

6.1.4 驱动系统能量存储装置容器（电池箱箱体）：箱体本身，装有驱动系统电池。

6.1.5 驱动系统能量存储装置模组（电池模组 segment）：驱动系统电池的子模块。电池组是电池的子模块，将电池分为子模块是为了减小操作的危险性。

6.2 允许使用的驱动系统电池

6.2.1 可用任何类型的电池作为能量存储装置（例如动力蓄电池，超级电容等），熔盐电池和热电池

除外。

6.2.2 禁止使用燃料电池。

6.3 驱动系统电池箱—总体要求

6.3.1 所有储存驱动系统能量的电芯或超级电容都要做成电池组，并且要置于电池箱中。

6.3.2 每个电池组必须：

- 最高电压不超过 120VDC；
- 最大能量不超过 6MJ（1.67kWh），能量计算方法见第五章 6.1.2；
- 最大重量不得超过 12kg。

6.3.3 如需使用备用电池，则其尺寸、重量及类型要和赛车上所用电池相同.

6.3.4 备用电芯要存放在绝缘，阻燃的容器里，要满足 UL94-V0,FAR25 或与之等价的标准。容器要按第五章 6.3.6 贴标签。

6.3.5 备用电池箱与备用电池单体必须在电气技术检查中呈现。

6.3.6 在电气技术检查中，必须能够实现电池箱开盖检查。

6.3.7 每个电池箱必须可从赛车上拆卸。当电池箱从车上拆下后，仍然符合规则要求而无需安装额外的部件。可以使用空连接器或类似物来恢复系统的隔离，参见第五章 5.5。

6.3.8 车号，大学名称和电气安全员（ESO）电话号码必须在每个电池箱盖上以至少 25 毫米高的无衬线字体显示和书写。字符必须清晰可见，并置于高对比度背景下。

6.4 驱动系统电池箱—电气配置

6.4.1 如果电池箱体由导电材料制成，那么电池单体及电池组的正负极必须用额定值符合最大驱动系统电压的绝缘材料与电池箱内壁隔离。要多加注意（比如安装硬件）防止导体侵入电池箱将绝缘屏障刺穿。

6.4.2 每个电池箱中都至少有一个熔断器和两个电池绝缘继电器，见第五章 3.2.7 和第五章 6.6。

6.4.3 除了不可或缺的器件外，电池箱中不得包含低压系统。 例外包括电池箱隔离继电器（AIR），高压 DC / DC 转换器，电池管理系统（AMS），绝缘检测装置（IMD）和冷却风扇。

6.4.4 要使用维护插头使内部电池组在电气上分离。电池箱内所有电池模组（见第五章 6.3.2）的正负极都必须可以实现分离，包括第一个和最后一个电池组在内的所有电池模组的两极。

6.4.5 维护插头必须满足：

- 拆装时不需要工具。
- 维护插头表面必须绝缘防止产生其他电气连接。
- 维护插头必须有主动锁紧功能，以防止插头无意间松动。
- 除了设计的结构之外，不能有其他物理上连接维护插头的方法。
- 维护插头必须可以清晰地分辨出来是否连接，不能使用电子控制开关。

6.4.6 每个电池模组之间必须使用合适的刚性阻燃材料实现绝缘（满足 UL94-V0,FAR25 或与之等价的标准），要使用合适的材料放在电池组之间或电池组上方使其在电气上隔离，以防止内部电池组短路或维护过程中的零部件及工具的意外掉落导致产生电弧。

6.4.7 任何电池箱所用的线，不论是低压系统还是驱动系统的一部分，额定电压都必须大于等于驱动系统最大电压。

6.4.8 每个电池箱都必须有一个明显的指示器，可以是电压表或红色 LED 指示灯。指示灯要求在电池箱正负极的电池绝缘继电器输出端电压高于 60VDC 或驱动系统最大电压值的一半（取较低值）时发亮，且在强光下清晰可见。

6.4.9 指示器必须：
- 无论电池箱插接件是否连接始终清晰可见；
- 有清楚的“电压指示器”或“Voltage Indicator”的标识。

6.4.10 作用在连接器上的电压指示器必须能直接硬件控制指示器，而不能用软件控制。 电池箱电压指示器必须由驱动系统直接供电且能一直工作（例如把电池箱与低压系统断开连接，或是把电池箱从赛车上拆下搬走）。

6.5 驱动系统电池箱—机械规范

6.5.1 所有电池箱都必须在车架基本结构之内，或满足第二章 3.4.1 表格要求的附加结构之内，且不可高于侧防撞结构顶面。见第二章 3.3。

6.5.2 电池箱必须受到保护以防止受到侧向或背部的冲击，实现保护功能所采取的结构要符合第二章 3.4。电池箱不能是该防撞结构的一部分。

6.5.3 制作电池箱体的材料以及所有结构部件必须满足 UL94-V0，FAR25 或与之等价的标准。

6.5.4 电池箱必须按照下述结构用钢片（板）或者铝片（板）造型：
- 电池箱底部必须采用至少 1.25mm 厚的钢或者 3.2mm 厚的铝。
- 电池箱外围垂直侧面（前、后、左、右）、内部隔板及电池箱盖必须采用至少 0.9mm 厚的钢或者 2.3mm 的铝。

允许使用其他材料，但必须根据规则第二章 3.5 开具材料等同性证明（复合材料参照规则第五章 6.5.5）。等同性证明材料必须在 SES 中加以证明。当使用了替代材料时，其测试样品必须在比赛的电气检查中加以展示。

6.5.5 复合材料电池箱必须满足以下要求：
- 从层压板圆周剪切强度测试以及三点弯曲测试中获得的数据必须被用来证明电池箱可以提供足够的强度
- 每一个附着点需要用至少 2mm 厚的钢制支撑板。可以使用（符合最小材料等效要求）的等价替代材料。
- SES 中必须有相关的计算检验及物理实验的测试结果。

6.5.6 电池箱底板与侧板的连接方式必须为焊接、粘接和使用紧固件（一种或多种）。

6.5.7 必须用内部电绝缘的垂直隔板对电池箱进行分区，任何一个区域的质量不得超过 12kg。内部隔板的高度不得低于外部隔板的 75%。

6.5.8 电池箱中每一个电池组之间必须使用电绝缘且防火等级符合或等价于 UL94-V0、FAR25 的隔离材料进行隔离。

6.5.9 电池箱、电池箱固定以及单体的固定设计指导方针的提出是为了形成一个能够实现下属要求的电池箱结构：

- 在纵向（前后方向）可以承受 40g。
- 在侧向（左右方向）可以承受 40g。
- 在垂直方向（上下方向）可以承受 20g。

计算和/或测试必须记录在 SES 中。所有被认为是驱动系统电池箱的附着点都要符合第五章 6.5.13，第五章 6.5.5 和 6.5.6 提及到的驱动系统电池箱体的材料可能需要进一步加固去实现这条规则。

6.5.10 软包电池单体极耳严禁承受机械负载。软包电池单体只能在大的表面积上承受机械负载。

6.5.11 所有在电池箱内或安装电池箱所使用的紧固件必须满足规则第二章第 11 节。电池箱内部非结构件（例如 PCB 板的固定等）所使用的紧固件中，若紧固件是由电气非导电材料制成，则不用必须满足规则第二章第 11 节。

6.5.12 电池箱隔离继电器和主熔断器必须用绝缘防火等级达到 UL94-V0 的材料与电池箱的其他部分隔离。在这种情况下，空气不被认为是合适的绝缘材料。

6.5.13 电池箱与车体基本结构之间的固定支架必须使用至少 1.6mm 厚的钢或 4mm 厚的铝。支架上必须有角板以承受弯曲载荷。每个连接处（包括支撑板，固定板及内部嵌入物）在任何方向都必须能够承受 20kN 的力。

6.5.14 电池箱内部以及外部只允许有为线束进出、通风设备、冷却或紧固件而打的孔。电池箱体必须始终满足尤其是结构要求在内的所有规则。电池箱外部的孔必须按照第五章 5.5 要求的方法进行密封。用于冷却和连接的冷却管道的开口不得对着车手。如果驱动系统电池箱不在车内时，也不能对着电池箱手推车的操作人员。

6.5.15 每个电池箱都必须贴有：
- 一个边长至少为 100mm 的三角形标签（符合 ISO 7010-W012 标准）。标签样式为黄底、黑色闪电；
- “Always Energized”的文字标识；
- 当电压高于 60VDC 或 50V AC RMS 时标签还必须有“高压”或“High Voltage”的文字标识。

6.5.16 任何可能排放爆炸性气体的电池箱必须具有通风系统，以防止排出的气体达到爆炸性浓度。

6.5.17 任何完全密封的电池箱都必须设计压力释放阀门以防止电池箱内产生高气压。

6.5.18 电池箱的设计必须在 SES 中用文件加以证明。证明材料包括所使用的材料、图纸、图片、紧固件位置、电池组重量、电池单体及电池组的位置。

6.6 电池箱隔离继电器（AIR）

6.6.1 每个电池箱中都必须至少有两个电池箱隔离继电器。

6.6.2 电池箱隔离继电器必须断开电池两级。如果这些继电器处于断开状态，电池箱外就不应有高压存在。继电器的输入、输出端必须满足电气隔离（见第五章 1.2.1）。

6.6.3 电池箱隔离继电器必须为“常开”型，机械式继电器，禁止使用固态式继电器。

6.6.4 保护电池箱驱动系统电路的主熔断器其额定电流必须小于继电器的最大分断电流。

6.6.5 电池箱隔离继电器不含水银。

6.7 预充回路

6.7.1 需要设计电路保证在闭合第二个电池箱绝缘继电器之前，中间回路电容的电压值达到了电池箱电压的 95%。因此中间回路电容的电压必须被测量。

6.7.2 任何预充电电路的供电必须来自安全回路，且必须由 TSMS 来直接控制。预充电电路在安全回路断开后必须失效（第五章第 7 节）。

6.7.3 预充回路必须使用机械式常开继电器。所有预充电电流都必须经过这个继电器。

6.8 电池管理系统（AMS）

6.8.1 电池箱必须被电池管理系统监控，当：

- 低压系统激活时；
- 电池箱连接到充电机时。

6.8.2 每个电池箱必须包含其完整的 AMS，包括其自身以及检测 AMS 信号的安全回路部分，参见第五章 7.1。

6.8.3 电池管理系统必须持续监测：

- 每块电池单体的电压
- 驱动系统的电流
- 电池典型点的温度
- 若所用电池为锂电池，则电池管理系统要监测至少 30%的电池温度，并且被监测的电池要在电池箱内均匀分布

6.8.4 电池温度必须在各单体的负极来测量，并且温度传感器必须与以下任意一个位置直接接触：

- 与负极直接接触；
- 与在负极的母排上距离负极 10mm 以内的位置直接接触。

如果一个温度传感器与多个单体电池满足上述的布置位置要求，就可用该传感器监测多个电池。

6.8.5 必须保证电池温度低于电池参数表中规定的温度范围和 60℃中较小的一个。

6.8.6 如果电压，温度和电流数据超过规则或者说明书限制达到如下时间，电池管理系统必须通过安全回路关闭驱动系统：

- 电压和电流数据超限 500ms
- 温度超限 1s

精确度和传感器噪声必须被考虑到阈值设定中。

6.8.7 如果团队已经通过电气系统表格（ESF）中的计算证明电池管理系统电池电压测量输入接插件，温度测量输入接插件和分布式电池管理系统内部的低压接插件的额定电压可以低于最大 TS 电压，参见第五章第十节，则接插件的输入电压的额定值是合理选择。

6.8.8 当且仅当电池管理系统断开了安全回路时，那么，需要点亮驾驶员座舱中的 AMS 指示灯。AMS 指示灯必须：

- 颜色：红色；
- 在强烈阳光照射下，从座舱外和座舱内都清晰可见；
- 明显标有“AMS”字样；
- 指示灯必须保持发亮状态直至错误状态被手动重置（见第五章 7.1.6）。

控制该指示灯的信号属于系统关键信号，需满足规则第二章 12.10。

6.8.9 电池管理系统信号属于系统关键信号，需符合规则第二章 12.10。

6.8.10 电检时必须能够单独断开使用了电线的电流传感器、温度传感器、电压测量线。其中，温度测量线、电压测量线断开任意一个即可。

6.8.11 电池管理系统必须能够读取并显示所有监测的值（见第五章 6.8.2），可通过连接笔记本电脑或显示屏到 AMS 来观察和检验。

第七节 安全回路和系统

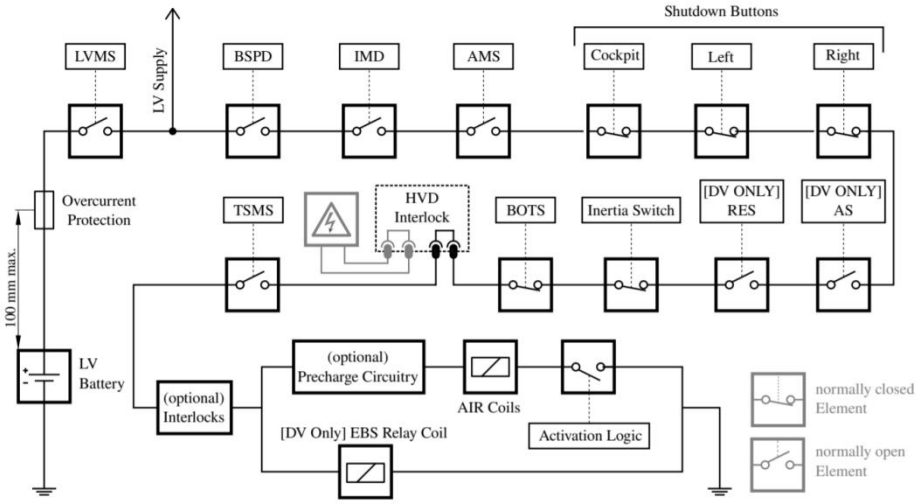
7.1 安全回路

7.1.1 安全回路必须直接承载驱动电池箱隔离继电器（见第五章 6.6）线圈的电流和预充回路（第五章 6.7）的电流。

7.1.2 安全回路由以下部件串联连接组成：

- 电池管理系统（见第五章 6.8）
- 绝缘检测装置（IMD）（见第五章 7.4）
- 制动系统可信度检测装置（BSPD）（见第二章 12.6）
- 惯性开关（见第二章 12.5）
- 所有所需的互锁回路
- 两个主开关（LVMS, TSMS）（见第五章 7.2）
- 三个急停开关（见第五章 7.3）
- 制动超行程开关（BOTS）（见第二章 7.3）

除了任何可能的互锁电路之外，所需安全回路的解释性示意图如下图所示。



7.1.3 安全回路的所有部分（见第五章 7.1.2）必须位于电池箱隔离继电器的线圈和预充回路高侧（靠近电源正极）。

7.1.4 驱动系统主开关（TSMS）（见第五章 7.2）必须是除了预充电回路和高压互锁以外电池箱隔离继电器（AIRs）前的最后一个开关

7.1.5 如果安全回路断开，则驱动系统必须通过断开所有电池箱绝缘继电器来断开驱动系统，并且驱动系统电压必须在安全回路断开 5s 内降至 60V DC 或 50V AC RMS 以下。所有动力电池电流必须立刻停止。

断开 AIRs 的动作可以有≤250ms 的延迟以用来在 AIRs 断开前向电机控制器发出降低 TS 电流的信号。在达到 AIR 最低供应电压之前，AIR 的电源必须被立即切断，以防止继电器粘连。

7.1.6 如果安全回路被电池管理系统（AMS）或绝缘检测装置（IMD）断开，安全回路必须保持被断开的状态直到被除车手以外的人手动重置。这个逻辑的实现不允许使用可编程电路。
例如：在 TS+和 LVS 接地之间施加 IMD 测试电阻必须断开安全回路。移开测试电阻不得重新激活系统。

7.1.7 安全回路中的所有电路都必须这样设计：当处于断开状态/断电状态时，这些电路都要断路，使得每个安全回路部件都能切断控制电池箱绝缘继电器的电流。

7.1.8 车队必须可以证明安全回路的所有功能都符合规则要求，包括互锁回路。

7.1.9 每一个被要求开断安全回路的系统都必须有其不可编程的驱动电路来实现。对应的驱动电路需要能够承受安全回路电流，比如说电池箱绝缘继电器（AIR）的线圈冲击电流，当出线故障时，不可能出现向安全回路输入电流的情况发生。

7.1.10 急停开关、制动超行程开关（BOTS）、驱动系统主开关（TSMS）和所有互锁回路必须直接承载电池箱绝缘继电器的电流，不允许通过次级回路驱动。（即必须直接串联在安全回路中）。

7.1.11 所有影响安全回路的信号都是 SCS。（见第二章 12.10）。

7.1.12 当 TSMS 和/或 LVMS 断开，且赛车接触地面时，赛车应易于推动或牵引。

7.2 主开关
7.2.1 每辆赛车都必须有两个主开关，一个低压系统主开关（LVMS），一个驱动系统主开关（TSMS）。

7.2.2 低压系统主开关（LVMS）必须：
- 完全切断低压系统的电源（见第五章第四节）
- 低压系统主开关必须安装在直径≥50mm 的完全红色圆形区域的中间。
- 标注“LV”，以及一个三角形白边蓝底的红色闪电标识

7.2.3 驱动系统主开关（TSMS）必须：
- 断开安全回路（见第五章 7.1）；
- 驱动系统主开关必须安装在直径≥50mm 的完全橙色圆形区域的中间，并置于高对比度的背景上;
- TSMS 必须按照“ISO 7010-W012”（带有黄色背景的黑色闪电的三角形），且标记“TS”和符号；
- 驱动系统主开关必须具有“挂锁/挂牌”功能以防止意外激活驱动系统。 电气安全员（ESO）必须确保在工作结束或没有电气系统安全员存在时将其锁定在关闭位置。

7.2.4 两个主开关必须满足第二章 12.2。

7.3 急停开关
7.3.1 车辆上必须安装三个急停开关，参考第二章 12.4 节。

7.4 绝缘检测装置（IMD）
7.4.1 所有赛车的驱动系统中都必须安装一个绝缘检测装置。

7.4.2 绝缘检测装置要为 Bender A-ISOMETER ® iso-F1 IR155-3203 或 -3204 或同等用于汽车的 IMD。等同性需要得到规则委员会的批准，该批准是基于以下的标准：对于振动的鲁棒性、运行温度范围、IP 等级、有效的直接输出、能够自检并且不是由其检测的系统来供电。

7.4.3 IMD 响应值应设置为≥500Ω/V，也就是说，当 IMD 检测到绝缘电阻小于该值时触发，其具体值取决于驱动系统最高电压。
例如，TS 最大电压为 400V，IMD 响应值设置为 600Ω/V，当绝缘电阻小于 400V×600Ω/V=240kΩ时，IMD 触发。

7.4.4 IMD 必须连接在 AIR 的赛车侧。

7.4.5 IMD 模块整车接地测量线必须有一条接电池箱，另一条回路应连接主环。每一条回路应相互独立，使用不同的导体，均能承受驱动系统最高电压。

7.4.6 当发生绝缘故障或绝缘检测装置故障时，绝缘检测装置必须断开安全回路。这必须在不受任何逻辑运算（如微控制器）的影响下完成。在绝缘故障发生后再次激活驱动系统的方法见第五章 7.1.6。

7.4.7 当绝缘检测装置检测到一个绝缘故障或自身故障时，座舱内的 IMD 指示灯必须点亮，IMD 指示灯必须满足：

- 颜色：红色；
- 在强烈阳光照射下，从座舱外和座舱内都清晰可见；
- 明显标有“IMD”字样；
- 指示灯需要保持点亮状态直到错误被手动复位。

控制这个指示的信号是系统关键信号（见第二章 12.10）。

7.5 制动系统可信度检测装置（BSPD）

7.5.1 一个独立的非编程电路，BSPD，必须断开安全回路（见第五章 7.1），当紧急制动发生，同时传输到电机中的功率≥5 kW。
安全回路必须保持断开状态直到对低压系统主开关重新上电，或者 BPSD 可以在上述断开条件消失且持续 10s 以上时自行复位。

7.5.2 在不可信信号持续 500ms 以上时，断开安全回路这一操作必须马上被执行。

7.5.3 BSPD 必须由低压系统主开关（见第五章 7.2）直接供电（见第二章 12.10.6）。

7.5.4 独立定义为：在这一块印刷电路板上，没有额外的功能被应用。BSPD 的接口必须被精简到只剩必要的信号，例如，供电，要求的传感器和安全回路。供电和传感器信号不能在进入 BSPD 之前经过任何其他设备。

7.5.5 为了检测紧急制动，必须安装一个制动系统压力传感器。阈值的选择必须是没有车轮锁死或者制动压力≤30bar。

7.5.6 为了测量输出功率，只能使用直流电路电流传感器。对于最高 TS 电压，传感器检测阈值必须选择≤5kW。

7.5.7 必须能够分别断开相关传感器的信号线，以便于技术检查。

7.5.8 所有的必要信号都是系统关键信号。（见第二章 12.10）

7.5.9 在电检中，车队必须通过发送适当的电流信号到不可编程电路来证明制动系统可靠性装置的功能，以便在踩下制动踏板时达到≤5kW。 除了任何市售的电流传感器之外，该测试必须证明完整制动系统可靠性装置的功能。

7.5.10 BSPD 包括所有必需的传感器，不得安装在电池箱内。

第八节 充电机

8.1 充电机通用规则

8.1.1 只有在电气技术检查中通过检查并封存的充电机才被允许使用。充电机的所有连接处都要绝缘并覆盖住，不允许有露出的连接点。

8.1.2 暴露的导电部件和电池箱箱体必须连接到保护地（PE）

8.1.3 所有要与驱动系统连接的部件必须符合公认标准，如 CE。如果是由车队自己制作，充电机必须遵循符合车辆驱动系统的所有电气需求，如第五章 5.3，第五章 5.2 和 第五章 3.1。

8.1.4 高压充电线必须是橙色的。

8.1.5 当充电时，电池管理系统必须能够正常工作，且在检测到错误时能断开充电机。

8.1.6 充电机必须包括一个最小直径为 24mm 的推入式急停开关。此开关必须被清楚标记出来。

8.1.7 在充电时，绝缘检测装置（IMD）（见第五章 7.4）必须正常工作且能够断开充电机。充电机或是电池箱里需要包含一个正常工作的绝缘检测装置（IMD）。充电时，如第五章 7.4
所描述的 IMD 的第二条接地检测回路必须连接在充电机壳体而非主环上。

8.1.8 IMD 指示灯（见第五章 7.4.7）必须在充电时工作。

8.1.9 充电机必须包含驱动系统电压测量点（如第五章 5.7 所述）。除列明的规则之外，高压测量点必须连接至充电机的高压输出口。

8.2 充电安全回路

8.2.1 充电时，安全回路需包含：

- 至少一个急停开关（见第五章 8.1.6）
- 绝缘检测装置（IMD）（见第五章 7.4）
- 电池管理系统（AMS）（见第五章 6.8）。

8.2.2 如果安全回路被电池管理系统或者绝缘检测装置断开，则充电系统必须保持不可用、安全回路保持开路，直至它被手动重置。

8.2.3 安全回路系统必须遵循规则第五章 7.1.1、第五章 7.1.5、第五章 7.1.7、第五章 7.1.9 和第五章 7.1.10。

8.2.4 所有影响充电机安全回路的信号必须是系统关键信号（SCSs）（见第二章 12.10）。

第九节 驱动系统操作和工具

9.1 驱动系统操作

9.1.1 除了电池箱（见第五章 9.2）之外，驱动系统（TS）有关的活动必须在维修区中进行，严格禁止在 P 房内进行一切激活 TS 的操作。

9.1.2 所有在驱动系统的操作进行时，电气安全员（ESO）都必须在场。

9.1.3 对未激活的驱动系统上进行的作业，必须执行以下流程：
- 用隔离带把车辆同不进行该项作业的人隔离；
- 确保驱动系统主开关（TSMS）已被关闭；
- 确保驱动系统不能被除驱动系统主开关（TSMS）外的闭锁或其他附属物重启；
- 检查零电位；
- 在车上悬挂明显标志提示赛车电气上安全，标志牌上写上正在监督这项高压操作的电气安全员的名字。这个电气安全员（ESO）是唯一能取下该标识，解除车辆与外界隔离的人。

9.1.4 对于出于测试目的而在已激活的驱动系统上进行测量，或在维修区对驱动系统激活，必须进行以下措施：
- 用隔离带把车辆同不进行该项作业的人隔离；
- 必须保证车辆被顶起，驱动轮被拆卸；
- 必须至少有一个车队成员准备随时按下急停开关；
- 驱动系统必须且只能在需要的时候才能被激活；
- 当驱动系统部分被暴露时，所有参与的车队成员必须佩戴带侧防护的安全眼镜和合格的安全手套；
- 当驱动系统被激活时，不允许在车辆上进行其他作业；

9.1.5 如果驱动系统激活指示灯呈红色闪烁或处于安全状态，则认为驱动系统处于激活状态。

9.1.6 驱动系统作业期间，必须至少有一名不直接参与作业，但能随时协助处理紧急情况的车队成员在场。

9.2 驱动系统电池箱作业

9.2.1 打开电池箱，或在电池箱上的作业，只允许在充电区的给定位置进行，参见第五章 9.3。

9.2.2 所有在驱动系统电池箱上的作业都必须有电气安全员（ESO）在场。

9.2.3 无论何时，一旦电池箱被打开，电池单元（cell segment）必须用维护插头分开，参见第五章 6.4.4。

9.2.4 必须使用恰当的绝缘工具和设备。

9.2.5 所有参与的车队成员，必须佩戴带侧边防护的安全眼镜和合格的安全手套。

9.2.6 驱动系统电池箱作业期间，必须至少有一名不直接参与电池箱作业，但能随时协助处理紧急情况的车队成员在场。

9.2.7 在赛场上若要移动电池单体或者电池模组，只允许将他们装入一个完全封闭的电池箱内移动。

9.2.8 其他安全措施可能包含在比赛手册中。

9.3 充电

9.3.1 在比赛地点，必须有一个单独的充电区域。对驱动系统电池箱的充电只被允许在这个区域进行。

9.3.2 充电时，电池必须从车上取下，放置到电池箱手推车，参见第五章 9.4。

9.3.3 充电期间，电池箱必须贴有一个包含以下信息的标签：车队名称，电气安全员（ESO）电话号（见第五章 6.3.8）。

9.3.4 在充电区域，不允许进行磨削、钻孔等操作。

9.3.5 充电期间，必须至少有一名熟知充电过程的车队成员待在电池旁边。

9.4 电池箱手推车

9.4.1 在赛场运输电池箱必须使用电池箱手推车。

9.4.2 手推车至少有四个轮子。

9.4.3 手推车必须有刹车，这个刹车当且仅当有人推动把手或进行类似操作时才能被推动。

9.4.4 刹车必须能在电池箱手推车满载时起到停车作用。

9.4.5 手推车必须能承载住电池箱的重量。

9.4.6 手推车必须提供垂直防火墙，以在移动手推车时保护人员。防火墙必须与手推车具有相同的宽度，从手推车的最低点开始，并至少比手推车把手和电池箱高 30cm。

9.4.7 运输过程中，为了保证安全，电池箱必须机械固定在手推车上。

9.4.8 在操作手推车的过程中，一定要保护电池箱免受到震动和冲击，例如通过使用充气轮胎。

9.4.9 电池箱在手推车上面的时候，箱体上的标识或者其他的的标识（第五章 6.3.8）必须可以清楚可见。

9.4.10 手推车满载的占地面积不能超过 1200mmx800mm。如果电池箱大于这个面积，赛前工作人员可以进行额外批准。

第十节 电气系统表

10.1 电气系统表格（ESF）

10.1.1 赛事开始之前，所有车队必须提交整个电气系统表格（包含控制系统和驱动系统）的明确的结构文件。此文件叫做 ESF。

10.1.2 在 ESF 提交日期截止前，车队必须自行在赛事网站上提交 ESF 文档。

10.1.3 ESF 表格不通过的车队将被认为是没有准备好车检，组委会将有权对其车检资格和顺位进行组委会认为合适的处罚性处理。

第六章 无人车规则

第一节 赛车要求与约束

1.1 电气系统规则

1.1.1 电气系统规则同电车规则一致，即无人驾驶赛车是满足所有电车所有规则的一台赛车。

1.1.2 无人驾驶赛车要求相比于电车规则有额外几点补充：

a) 补充规则第六章 1.1 无人驾驶赛车允许使用满足第二章 12.8 规则的低压动力电池作为赛车的驱动储能系统。

b) 补充规则第五章 5.3.1 对于使用低压驱动的无人驾驶赛车，其驱动系统与低压控制系统也必须电气隔离。

c) 补充规则第五章 5.10.2 对于使用低压驱动的无人驾驶赛车，TSAL 本身必须有红灯，当电压超过（以下较低者为准）36V DC 或达到标称 TS 电压的一半时激活。

d) 补充规则第五章 5.10.3 对于使用低压驱动的无人驾驶赛车，TSAL 必须有绿灯保持常亮的条件为电池箱壳体内部的电压不超过 36V DC。

e) 补充规则第五章 5.11 ESO 必须可以使用位于 TSMS 附近的外部激活按钮激活 TS，参见第五章 5.11.2。

f) 补充规则第五章 5.11 无人驾驶系统(AS)不得有（重新）激活 TS 的能力。

g) 补充规则第五章 10.1 在比赛之前，所有车队必须提交失效模式及影响分析表格（FMEA），清晰包含控制系统、驱动系统、无人驾驶线控系统以及紧急制动系统的结构的文档。

h) 补充规则第五章 6.7 对于使用低压驱动的无人驾驶赛车，允许不设置预充回路。

i)补充规则第五章 7.4.1 对于使用低压驱动的无人驾驶赛车，允许不设置 IMD，但必须设置驱动系统测量点，参考第五章 5.7。

j) 补充规则第五章 7.5.1 对于使用低压驱动系统、且最大驱动功率≤5kW 的无人驾驶赛车，BSPD 的触发功率不得高于最大驱动功率。

1.2 无线通讯

1.2.1 动态赛车辆越过起跑线后，在车辆越过终点线之前，禁止通过无线通信方式更改参数、发送命令或进行任何软件更改。允许通过单向遥测接收来自车辆的信息。在动态赛期间，无线通讯可能被限制，或者我们不保证能够提供一个良好可靠的无线连接环境。

1.2.2 规则第六章 1.4 所提到的遥控急停系统（RES）不在此规则的限制中。

1.2.3 允许使用（D）GPS，但是赛场不确保有良好的通讯环境与合适的地点来建立基站。

1.3 数据记录仪 – 无人驾驶功能

1.3.1 官方会提供一个在赛事中任何一辆无人驾驶车必须安装的标准数据记录仪。数据记录仪的进一步说明与软件/硬件接口在后续的官方网站通知中进行公布。

1.3.2 数据记录仪的目的是为了了解并重现失效情况下时系统的状态。这里可能包括了一组规定的基本信号以及来监测 EBS 的赛车独立信号来确保赛车冗余性和失效检测，其后续相关产品说明与使用介绍将通过赛事官网的通知发送。

1.4 遥控急停系统（RES）

1.4.1 每个赛车必须安装一个在规定的 RES。这个系统有两个部分组成：遥控端和赛车模块。

1.4.2 RES 由每个车队自行购买或设计。

a. 不论队伍进行设计或购买，必须至少满足以下功能：

i. 断电触发功能 – 一旦在赛车无人驾驶状态下，RES 发生意外断电，赛车将在 1.5s 内自动触发规则本章 1.5 与第五章 7.1 中定义的无人驾驶赛车安全回路断开。

ii. 电量预警功能 – 当 RES 电量较低时，具有相对应的指示或提醒功能。

iii. 信号丢失保护功能 – 若赛车在行驶过程中，由于距离或干扰导致 RES 遥控端与接受端信号传输异常，则将在 1.5s 内自动触发规则本章 1.5 与第五章 7.1 中定义的无人驾驶赛车安全回路断开。

iv. 信号主动抗干扰功能 – 赛车在运行状态下，若出现信号干扰或信号衰减现象则具有一定的抗干扰动作。例如，自动跳频，多频率可选择模式等。

b. 结构与电气设计上，至少满足以下要求：

i. 遥控端具有可佩戴或可持有机械结构，确保 ASR 对赛车检查与操作时能够完全持有并控制 RES 的可能。这可能会在车检中进行检查。

ii. 遥控端具有吸震、防撞与防水的设计，这可能会在车检与淋雨检查中进行测试。

iii. 遥控端必须具有工作状态指示系统来指明其状态，这可以是显示屏，也可以是指示灯，但要保证阳光下清晰可见。其中，必须要对系统工作（开/关）状态，电池电量状态（预警，如 a）中 ii 所述）进行设计，其他显示功能队伍根据设计可自行定义。

iv. 遥控端触发 RES 的急停按钮直径≥24mm，且急停按钮与其他功能按钮或装置具有明显区别（尺寸/颜色/高度），与其他按钮/开关具有≥15mm 的高度或中心距差距，高度差和中心距差二者至少满足其一。所有装置/按钮必须标注清晰可见，易于理解的标识。

v. 遥控端与赛车模块必须独立封装，操作界面与接口界面具有清晰的标注进行指示。

vi. 赛车模块必须具有良好的连接与固定装置，刚性地与赛车连接。

vii. 赛车模块内必须具有继电器的设计，详见规则第五章 1.4.4。

viii. 赛车模块必须具备额外的接口以保证数据记录仪能够采集其数据，数据记录仪将在赛事官网通知中进行说明。

c) 建议遥控端质量≤1.5kg，尺寸≤200×150×100mm（长×高×宽），以方便 ASR 的操作和携带。

d) 建议信号传输距离范围大于 800m，车队根据第七章动态赛事赛道情况自行确定并进行设计。

e) RES 的通信频段必须处于国内合法频段。

备注：以上设计要求仅代表最低标准，车队可根据安全性、使用便利性等进行多功能设计，但要在 ASF 与技术检查中清晰地解释。如果 RES 为队伍自行设计或购买成品（德国赛 RES 除外），则需要在 ASF 中提交有关通信的详尽的证明材料（包括但不限于通信模块、通信方案以及通信频段）。裁判将通过在技术检查中进行测试，将利用摇晃、淋雨、工作状态下拆除 RES 电源、屏蔽传输信号（金属外壳覆盖天线）以及连续重复触发 RES 等操作来判断其设备稳定性与设计安全性。

1.4.3 RES 具备两个功能：

- 当遥控急停按钮被按下去时，必须能够触发规则第六章 1.5 中描述的无人驾驶车安全回路；
- 赛道控制与赛车之间通讯情况：
  - 赛道控制可以发送给赛车“Go”信号
  - “Go”信号代替了赛事中的发车绿旗

1.4.4 RES 赛车模块必须通过其一个继电器与急停开关的串联直接整合进入赛车安全回路。直接意味着必须电路串联在安全回路中。

1.4.5 在手动驾驶模式时，允许通过一个常闭继电器短接 RES 在安全回路中的继电器。这个继电器必须由 ASMS 直接控制。这个继电器必须是强制导向继电器或者有另一组镜像的常开触点，直接与由 ASMS 供电和提供信号的系统连接。

备注：即短接 RES 继电器的触点与给 AS 供电的触点由硬件保证不能同时闭合。

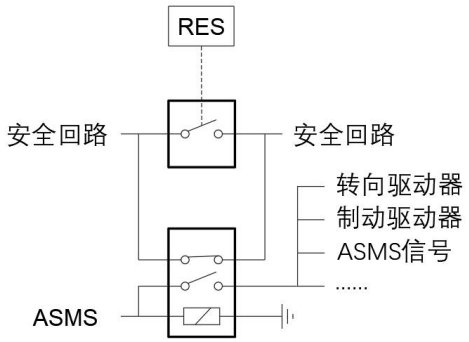


图 4.1 短接 RES 继电器示意图

1.4.6 当赛车在无人驾驶模式下，一名 ASR 必须出现在赛道控制点来操作 RES 遥控端。（详见第一章 5.4 和第六章 1.4）

1.4.7 RES 天线必须在没有遮挡以及互相干扰（例如，其他天线）的合适安装点。

1.5 安全回路（SDC）

1.5.1 安全回路要求既要满足规则第五章第七节的规定，同时要符合本节对无人驾驶部分的要求。

1.5.2 除满足第五章第七节规则要求以外，触发赛车安全回路必须有以下赛车响应动作：

- EBS（详见规则第六章 3.1）必须被激活；
- 当遥控急停按钮触发时，无人驾驶转向系统可以保持激活工作状态；

1.5.3 如果安全回路被无人驾驶系统（AS）或 RES 断开，则必须能够有一个非可编程逻辑进行锁定，只能够通过手动复位（这可以是赛车外部接近 ASMS 的按钮，或者通过 LVMS 重新供电来复位）。

1.5.4 如果满足下列条件，安全回路才可以通过无人驾驶系统来闭合：

- 手动驾驶模式：手动驾驶任务被选择，无人驾驶系统必须检查 EBS 是不可用状态并且 TS 依据规则第五章 5.11.1 和第五章 5.11.2 来激活；
- 无人驾驶模式：无人驾驶任务被选择，ASMS 闭合，EBS 处于“装备”状态并且 TS 通过规则第六章 1.1.2 补充 a)来激活；

第二节 无人驾驶系统（AS）

2.1 信号

2.1.1 任何无人驾驶系统（AS）信号必须为 SCS。

2.2 无人驾驶系统主开关（ASMS）

2.2.1 每辆无人驾驶车必须安装一个 ASMS，详见第二章 12.2。

2.2.2 ASMS 必须安装在一个直径≥50mm 完整的蓝色圆形区域中间，与背景必须有高对比度对比。

2.2.3 ASMS 必须标注“AS”。

2.2.4 转向和制动驱动器的能源必须通过 LVMS 和 ASMS 闭合来提供。

2.2.5 当 ASMS 处于“Off”状态时，下列条件必须满足：

- 没有转向、制动和动力驱动器通过无人驾驶要求进行动作；
- 传感器和处理单元可以保持可操作状态；
- 赛车必须能够可以以规则第八章 12.10 中规定的方式进行移动；
- 必须能够以正常的电车一样进行手动操作。

2.2.6 当有人员在赛车内时，严禁将“ASMS”置于“On”状态。

2.2.7 ASMS 仅能通过一名 ASR 在得到官方允许后进行开关。

2.2.8 在 ASMS 处于“On”状态下，赛车不能立刻开始进行跑动，并且制动必须保持闭合状态（“AS ready”状态，详见图 4.2），直到“Go”信号由 RES 发送（“AS driving”状态，见图 4.2）。

2.2.9 ASMS 必须有“上牌挂锁”能力来防止意外的 AS 激活。无论赛车在动态区外或者在手动驾驶模式下行驶，ASR 必须确保 ASMS 锁定在关闭的位置。

2.3 转向驱动器

2.3.1 转向系统驱动器（动作）仅允许发生在赛车处于待驶状态（R2D）状态。

2.3.2 当赛车在紧急制动时，赛车保持运动行驶期间，转向系统可以仍保持激活状态。

2.3.3 当关闭 ASMS 时，手动转向必须能够在没有手动操作步骤（例如，手动阀操作/连接/断开机械元件等）的情况下操作。

2.4 执行器解耦

2.4.1 不允许在动态赛中拆除任何无人驾驶系统的零部件。

2.4.2 在手动驾驶模式下，满足以下所有条件时可以断开无人驾驶系统的执行器的连接：

- 断开连接不需要移除任何零部件；
- 用于断开连接的机械结构在任何情况下都不能阻碍手动驾驶；
- 用于断开连接的机械结构在连接和断开两种情况下，都必须牢固地固定。

2.5 无人驾驶系统状态定义

2.5.1 AS 必须存在如图 4.2 中的状态和状态转换。

2.5.2 AS 禁止有其他的状态或者转换。

2.5.3 必须检查在 AS 状态机转换时，是按照给定的编号步骤进行转换的（参见图 4.2），不得有状态机之外的其他转换路径。如果满足某一无人驾驶系统状态的所有条件，则赛车必须执行且仅执行转换至该状态的动作。直到转换完成前，ASSI 必须指示转换前的无人驾驶系统（初始）状态。

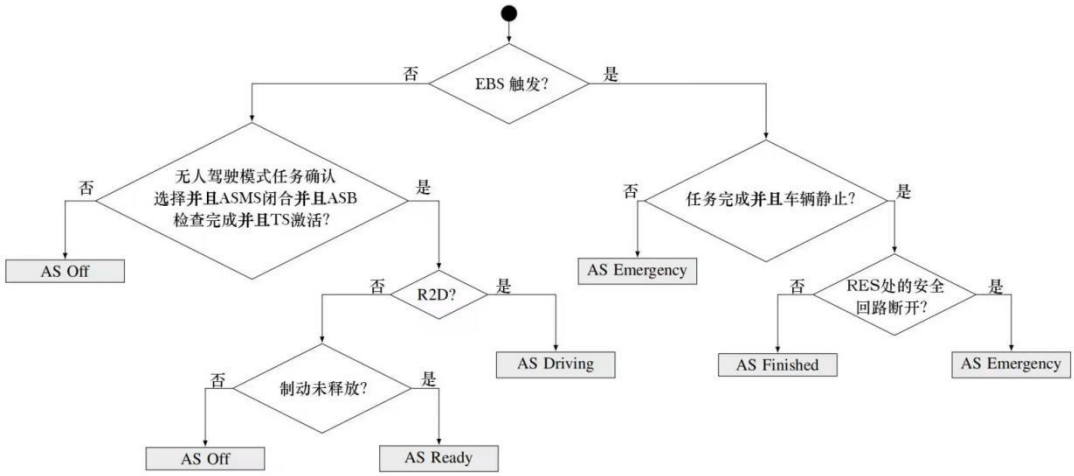


图 4.2　AS 状态机

2.5.4 转向驱动器仅可以存在以下状态：

- “不可用（unavailable）”：驱动器能量供应断开，可以手动转向操作
- “可用（available）”：能量供应连接并听从 AS 的命令迅速响应，满足规则第六章 2.3.1

注意：对于转向驱动器的状态转换，手动操作不被允许。（例如操作手动阀/连接或断开启机械元件）。

2.5.5 赛车制动仅可以存在以下状态：

- “不可用（unavailable）”：驱动器能源供应断开，可以手动制动操作
- “占用（engaged）”：保证赛车在 15%的坡度上不发生滚动
- “可用（available）”：听从 AS 的命令迅速响应

注意：对于制动驱动器的状态转换，手动操作不被允许。（例如，操作手动阀/连接或断开机械元件）。

2.5.6 EBS 仅可以存在以下状态：

- “不可用（unavailable）”：驱动器断开系统/能量储存是不充能，不可能出现紧急制动操作
- “装备/使能（armed）”：如果 SDC 断开或者 LVS 供应受到影响，将会立即触发一个紧急制动动作
- “激活（activated）”：制动闭合并且 EBS 的电源被切断。制动仅可以进行后续手动操作后进行释放

2.6 无人驾驶系统状态指示灯（ASSI）

2.6.1 赛车必须包含三个 ASSI 来指示 AS 状态（详见规则第六章 2.5），具体对应关系如下表所示。ASSI 不允许存在其他状态。

AS OFF	AS READY	AS DRIVING	AS EMERGENCY	AS FINISHED
关闭	黄色常亮	黄色闪烁	蓝色闪烁	蓝色常亮

2.6.2 ASSI 必须指示出规则第六章 2.5 中定义的 AS 状态。

2.6.3 在赛车两侧，车手驾驶舱后部分别要安装两个的 ASSI，在主环顶点 160mm 以下离地高 600mm 以上的区域。第三个 ASSI 必须安装在赛车后侧，赛车中心线上，近乎垂直的在主环顶点 160mm 以下制动灯 100mm 以上的区域内。

2.6.4 每个 ASSI 必须有一个暗色的背景，并且有至少 15cm2 的矩形，三角形或近乎圆形的发光面积。ASSI 必须能够在非常明亮的阳光下清晰可见。当使用没有扩散器的多个 LED 灯，其间距不能够超过 20mm。如果使用单条的 LED 灯，最小长度为 150mm。要保证在赛车的任何位置任何角度至少有一个 ASSI 清晰可见。

2.6.5 “AS Emergency”状态必须通过一个具备下面参数的间歇性蜂鸣来指示：

- 间断频率：1Hz 到 5Hz
- 占空比 50%
- 声压级 80dBA~90dBA，快速加权测量
- 在进入“AS Emergency”状态后持续时间 8s~10s

注意：声音等级要求通过自由场麦克风对置于半径 2m 以内无阻挡的环境中的赛车进行测量。

2.7 无人驾驶任务

2.7.1 AS 必须至少包含下列任务：

- 直线加速测试（Acceleration）
- 八字环绕测试（Skidpad）
- 高速循迹测试（Trackdrive）
- EBS 测试（EBS Test）
- 车检测试（Inspection）
- 操控性测试（手动驾驶模式）（Manual Driving）

2.7.2 车检任务将被使用在技术检查中，赛车将被举升起，所有的轮胎被移除。

2.7.3 车检任务定义：慢速旋转驱动系统并以正弦波形式驱动转向系统。在 25~30s 之后任务完成并切换至“AS Finish”。

2.7.4 选择任务的操作必须通过无人驾驶系统任务指示器来指示（AMI）。

2.7.5 AMI 必须能够容易阅读，它既可以是仪表盘的一部分也可以紧挨着 ASMS 来安装。如果使用电子墨水屏，必须清晰可见地展示任务更新状态。AMI 必须是 SCS！

2.7.6 AMI 将会在每一项动态赛事开始前被检查。

2.8 无人驾驶系统表格（ASF）

2.8.1 在比赛期间，所有队伍必须提交一个他们整个 AS（包括 EBS 和转向系统）清晰结构的文档，这个文档被叫为 ASF。

2.8.2 ASF 必须至少包含下列项目：

- 所有使用的传感器（详见规则第六章第四节）
- 整套 EBS 清晰结构的文档
- 包含 EBS 监视器监督信号的 dbc 文件
- 整套制动系统的结构清晰文档
- 整套转向系统的结构清晰文档

2.8.3 ASF 文件模板从赛事官网 http://www.formulastudent.com.cn 上进行下载。

2.9 无人驾驶系统检查

2.9.1 无人驾驶赛车检查的目的是通过检查项目来证明：

- 所有使用的传感器，包括其安装位置、固定方式，都满足于规则要求；
- RES，ASMS，EBS，ASSI 和数据记录系统等均按照规定进行工作。

2.9.2 无人驾驶系统检中必须携带并展示下列项目：

- 一名 ASR；
- 一名 ESO；
- 赛车必须完全组装，准备比赛的状态包括数据记录仪（Data Logger），详见规则第五章 5.6；

- 所有环境感知传感器的参数表；
- 证明传感器符合当地法律法规的文件；
- RES 遥控端；
- 打印版 ASF；
- 无人驾驶系统检中需要拆装部件的必要工具；
- 如果需要，打印规则的相关问题或疑问。

第三节 紧急制动系统

3.1 技术要求

3.1.1 所有第二章第 7 节规则定义的制动系统要求仍然有效。

3.1.2 赛车必须安装一个由 LSMS，ASMS，RES 提供电源的 EBS，和一个安全回路供电的继电器（与 AIR 并联，但是禁止使用延时继电器）。其结构如图 4.3 所示。

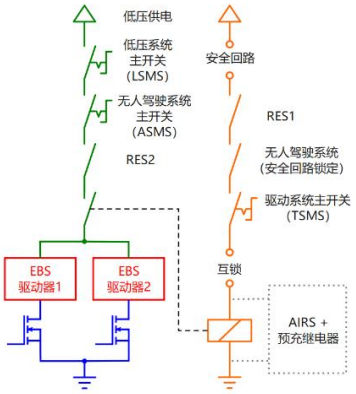


图 4.3 EBS 电气原理图

3.1.3 EBS 仅允许使用机械储能式的被动系统。EBS 电气能源的断开或损失必须直接导致紧急制动。（注意规则第二章 12.3.1 无人车相关规则！）

3.1.4 EBS 可以是制动液压系统的一部分。对于所有没有在规则第二章第 7 节中描述或规定的气动或者液压 EBS 驱动器，要遵循规则第二章第 10 节。

3.1.5 当 EBS 是液压制动系统的一部分时，手动制动驱动器（制动踏板）在无人驾驶时可以断开。

3.1.6 必须设计为一个裁判能够在下轻易释放 EBS 的系统。该系统在没有电力辅助的情况下工作。断开操作点最多有两个，且必须相互紧邻，很容易地不需要使用任何工具/拆除任何车身部位/深入驾驶舱内部就可以接触到。他们必须可以在带着高压绝缘手套时进行操作。

3.1.7 EBS 释放点必须安装在靠近 ASMS 的位置，或安装在靠近车辆中心线的前隔板和前环之间的车辆顶部。可通过最多两个简单的推/拉 和/或 转动操作进行操作，这些操作的顺序和方向必须显示在断开操作点旁边。断开操作点必须为红色。这个点必须被一个长度 100mm，宽 20mm 的红色箭头与前头上带有白色“EBS release”的 文字标注。

3.1.8 禁止在 EBS 的关键气路中使用任何快拆接头，并且任何使用同样能源储存设备并没有合适解耦的系统也禁止使用。

3.2 安全性功能

3.2.1 由于 EBS 的安全关键特性的考虑，系统必须能够保持完整的功能性，也可以在任何一个失效模式下使赛车自动切换进入安全状态。

3.2.2 安全状态是指赛车静止，制动占用以防止赛车移动并且安全回路断开。

3.2.3 确保进入安全状态，赛车必须表现规则第六章 3.3 和第二章 7.5.3 中所描述的无人驾驶制动动作。

3.2.4 在 AS 切换至“AS Ready”前，必须存在一个初始状态检查来保证 EBS 和它的冗余系统可以像期望的一样建立制动压力。

3.2.5 驱动系统不被认为成制动系统。

3.2.6 如果确保存在双向监测，行车制动可以认为是一套冗余系统。

3.2.7 如果 EBS 检测到失效，驾驶舱内必须有个阳光下清晰可见，并带有“EBS”文字标注的红色指示灯亮起。

3.3 EBS 性能

3.3.1 系统响应时间（从进入触发状态到进入减速的时间）不得超过 200ms。

3.3.2 在干燥赛道情况下平均减速度要大于 $10m/s^2$。

3.3.3 减速的同时，赛车必须要保持一个稳定的行驶状态（例如，没有意外的横摆移动）。这既可以通过控制（转向和制动控制是激活的）的减速实现，也可以通过四轮抱死来获得一个直线上的稳定制动。

3.3.4 该系统的表现将在技术检查中被测试，详见第二章第七节。

第四节 传感器

4.1 安装

4.1.1 所有的传感器必须牢固连接。

4.1.2 传感器不能够在任何情况下接触车手头盔。

4.1.3 所有传感器必须安装在由主环最高点以及四轮外边缘定义的曲面内（见图 4.3）。

4.1.4 专用天线可以从图 4.4 定义的包络面中伸出至多 150mm。对于在车手驾驶舱后部的传感器系统，允许超出包络面边界外的体积在其部件的 25%以内。

注意：天线不会针对其使用功能区分无人驾驶系统/非无人驾驶系统。也就是说，所有的安装天线将必须遵循上述规则要求。

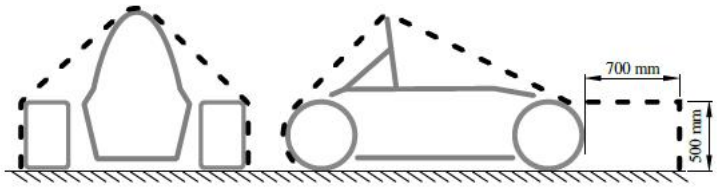


图 4.4 传感器安装位置

4.1.5 另外，传感器可以安装在离地最高 500mm 以下，前轮前边缘向前 700mm 以内（见图 4.4）。传感器不能够超过前轴宽度范围（在轮毂的高度进行测量）。

4.2 法律要求与工作安全性

4.2.1 所有传感器必须满足比赛当地法律要求（例如，激光传感器的人眼防护等级，毫米波雷达的功率限制等等）。

4.2.2 必须通过提交对应传感器的参数表和 ASF 来证明。

4.2.3 如果技术检查期间获得批准，则可以安装和拆卸传感器保护盖。

第五节 无人驾驶系统驱动

5.1.1 无人驾驶系统（AS）有关的活动必须在维修区中进行，严格禁止在 P 房内进行一切激活 AS 的操作。

5.1.2 要求至少一名 ESO 与 ASR 全程参与。

5.1.3 严令禁止除 ASR 以外的任何人员持有或掌管 RES。

5.1.4 在维修区中，如果为了测试目的激活 AS 或在已激活 AS 的状态下进行测量，则必须遵循以下步骤：

- 必须使用阻带禁止未参与工作的任何人进入工作区
- 赛车进行相应动作下，必须顶起赛车并拆下所有车轮
- 一名队员必须准备随时按下急停开关
- 必须仅在必要时激活 AS 与 TS
- 必须使用适当的绝缘工具和设备
- 当 TS/AS 处于激活状态时，不允许对赛车进行其他任何工作

5.1.5 AS 激活状态下，必须至少有一名 ASR 不直接参与工作保持警惕状态持有 RES，以防止出现意外状况时，有能够进行紧急停止处理

第七章–静态项目规则

说明：静态项目形式采用全部线上、全部线下或线上线下相结合方式，具体举行方式由当年赛事主办方根据当年实际情况决定。

第一节 静态项目和最高得分

1.1.1 在静态项目中可能获得的最高分数为：

	油车&电车	无人车
技术检查	不计分	
成本与制造分析	100 分	
商业报告	75 分	
赛车设计	150 分	300 分
总计	325 分	300 分

第二节 技术检查

2.1 技术检查的目的

技术检查的目的是为了确定车辆是否满足中国大学生方程式汽车大赛规则的要求和限制，以及整体上是否与规则的意图相符。

2.1.1 为解释和检查之便，触犯条款的意图即被认为是触犯条款本身。（详见规则第一章 3.6）

2.1.2 技术检查为非计分项目。

2.2 检查与测试要求

每辆车在被允许参加任何动态项目比赛或在练习赛道上行驶之前，都必须通过所有的技术检查与测试，并贴上检查合格标贴。

2.2.1 检查表上的所有项目都必须是技术检查人员清晰可见的，不需要使用内窥镜或镜子等仪器。

2.2.2 可以通过拆卸车身外板或使用活动盖板以使部件可视。

2.2.3 对于较难以拆解才能完整展示的结构，车队应向裁判提供相关证据、视频。

2.3 车队责任

车队有责任在提交赛车进行技术检查申请前确认其赛车及必需器材符合中国大学生方程式汽车大赛规则的要求和限制。

2.3.1 车队开始进行技术检查意味着车队已发布如下声明：车队已对赛车完成自检，且赛车完全符合大赛规则。

2.4 车检项目

以下项目必须携带至技术检查现场：

- 赛车；
- 车检表；
- 干胎和湿胎；
- 车手装备，包括所有车手的手臂束缚带、头盔、车手服、手套、头套、袜子和鞋子；
- 灭火器；
- 推杆；
- 结构等同性表格的复印件或者结构要求认证表的复印件，视车队具体情况而定；
- 缓冲结构报告复印件；
- （仅电车、无人车）电气系统表格；
- （仅电车、无人车）FMEA；
- 车队之前提交的任何问题收到回复答案的复印件；
- 检查时所有车手须到场；

2.5 技术检查程序

技术检查会对中国大学生方程式汽车大赛网站上的检查表中包含的所有项目以及检查员为了确保符合规定而可能想要进行检查的项目进行检查。具体检查程序和检查与测试中使用的工具由车检组裁判长全权决定。

2.5.1 车检组裁判长及车检裁判对于赛车合格性的判断为最终结果，不允许提出申诉。

2.6 检查条件

赛车须在完成的状态下提交进行技术检查，即完成全车装配并整装待发。车检裁判不会对任何尚未完成的赛车进行检查。

备注：即使赛车尚未完成调校和设置，赛车仍可提交技术检查申请。

2.7 检查过程

赛车检查由以下三部分组成：

2.7.1 第一车检-电气、机械和无人驾驶系统检查

- 每辆车都要被检查，以确定其是否符合规则的要求。检查包括检查车手装备（第二章第 15 节）以及测试车手逃生时间（规则第二章 4.8）。
- [仅限电车、无人车]电车必须在被允许参加机械检查前首先通过电气检查。在通过电气检查前，电车只能在断开 HVD 的前提下，在赛场推动。参加任何静态项目都是如此。
- *[仅限无人车]完成电气与机械检查后，需要进行无人驾驶系统检查（规则第六章 2.9）。*
- 必须通过第一车检才能申请参加第二和第三车检。

2.7.2 第二车检-斜台测试

- 每辆车都必须参加测试以确保其满足 45 度燃料和液体倾斜要求（规则第二章 8.5）和 60 度侧翻稳定性要求（规则第二章 6.8.2）。
- 必须通过第一和第二车检才能申请参加第三车检。

2.7.3 第三车检-噪声、主开关、启动鸣笛，雨淋测试和制动测试

- [仅限油车]噪声必须按规定的方式测试（规则第四章 3.2）。如果通过噪声测试即可参加主开关检查（规则第四章 4.1）。
- [仅限电车、无人车]启动鸣笛测试将代替噪声测试和主开关检查。
- 如果车辆通过噪声和主开关测试或者启动鸣笛测试，即可参加雨淋测试，然后按规定的方式进行制动测试（规则第二章 7.2）。

备注：雨淋测试时不允许增加临时性密封装置。

2.8 改正及重新检查

2.8.1 如果赛车有任何部分不符合规则，或被认为可能存在隐患，车队必须改正相关问题并进行重新检查。

2.8.2 裁判和检查员有权在在比赛进行的任意时刻对任何赛车进行重新检查并要求车队对违规部分进行改正。

2.9 检查合格标贴

在每部分的技术检查项目通过之后，车队将被授予检查合格标贴。车队须将标签贴于赛车鼻头上，详见第二章 14.4“技术检查合格标贴位置”。

2.9.1 检查合格标贴的授予与收回将视比赛过程中赛车是否保持符合规定的状态而定。

2.9.2 若赛车违反规则或被要求进行重新检查，检查合格标贴将被移除。

2.10 核准状态

一旦赛车通过检查，除了规则第二章 1.2“调校及修理”中允许的特定行为外，赛车必须在整个比赛过程中保持核准状态并不得改动。

2.11 检查有效性

技术认可仅在特定的中国大学生方程式汽车大赛比赛检查阶段有效。

第三节 商业逻辑方案

3.1 商业逻辑方案的目的是：

a) 让参赛者们了解一个公司在开发和推广新产品时应考虑的因素，它们包括：成本；市场分析和可能的销量；盈利空间；所选车型概念的主要特征以及目标市场大小。
b) 保证车队从一开始设计其车型概念时就能合理地考虑以上所有方面。
c) 保证所有三项静态项目都由同一设计概念指导并以相同的方式呈现给各静态项目裁判。
d) 保证参赛者能从制订商业计划和平衡各种可能的冲突中获得宝贵的经验。

3.2 设计、成本以及商业报告的裁判将用该商业逻辑方案来确认每个静态项目中展示的信息是否与静态项目规则中综述的总体目标一致。

a) 在设计报告项目中，商业逻辑方案将被用于确认车队如何在设计中平衡、取舍赛车的性能与制造工艺、成本，这些要求是如何被考虑的，以及它们是否在最终的车辆中得到实现。
b) 在成本报告项目中，商业逻辑方案将被用于确认在相同设计方案的情况下是否达到了成本目标以及成本控制是如何结合到整车的设计理念和设计的整个过程。
c) 在商业报告项目中，商业逻辑方案将用于确认该商业展示是否适合车队之前确定的市场定位和商业战略。
d) 对于一些 FSAE 赛事，如果报名队伍过多，参赛初选过程中可能包括对车队提交的商业逻辑方案的评估。

3.3 所有车队必须按照适用于当年 FSC 的通用格式“FSC Business Logic Plan 201X” 提交商业逻辑方案。方案必须按照 FSC 网站上提供的模板提交。

该方案必须在截止日期前提交，截止日期通常为**赛前 6~9 个月**。具体日期以赛事官网公布为准。

第四节 成本与制造分析项目

4.1 项目目的

成本与制造分析项目的目的为：

a) 让参赛者们了解成本和预算是任何工程实践中都必须考虑的两个重要因素。
b) 对车队而言要培养在发挥赛车每个零件及*部件*的性能优势的基础上在满意度和成本间进行平衡的能力。
c) 使参赛者获得制作和更新物料清单(BOM)的经验。
d) 使参赛者学习和了解制造和装配设计、精益生产和最小约束设计的原理。

4.2 规则目的

成本与制造分析项目规则的目的为：

a) 为了提供一个合理、简单和高效的规则使学生能够实现该项目的目标。
b) 通过使用标准化的标准表以消除地域性造成的定价不一致，提高比赛的公正性。
c) 尽量减少对收据或报价单等证明文件的需要。但为了让成本分析裁判了解赛车的设计信息以判断成本，工程文件（图纸，加工过程说明等）是必需的。

4.3 项目要求

该项目由三部分组成：

4.3.1 第一部分“成本报告”

书面报告的准备和提交（成本报告）。该报告需在比赛前交给成本分析裁判（详见第六章 4.7）。

4.3.2 第二部分“现场陈述”

现场比赛时与成本分析裁判在赛车边进行的论述。这不仅能评估出车的造价，也可以评估出车队准确估算设计和制造成本的能力。

4.3.3 第三部分“案例分析”

“案例分析”场景：学生们必须回答与赛车成本或制造过程相关的若干问题。

4.4 定义

以下定义适用于整个成本项目的规则：

4.4.1 调整后成本 - 包含加罚成本在内的赛车最终成本。

4.4.2 修正后成本 - 赛车在比赛中提交成本项目附录后的修正成本。

4.4.3 物料清单（BOM） - 赛车所有零件的分级表。物料清单不仅要列出赛车上的每一个物料项目，还要说明这些物料项目之间的关系。例如说明组成一个总成的零件。零部件成本细节表（FCA）包括在制造赛车过程中采购件、原材料及加工过程的成本信息。

4.4.4 类别 - 每张表格都有许多条目用以描述条目的分类。例如有很多种类的卡箍(软管夹)，每个都有不同的成本，那么卡箍的类别就可以是蜗杆式卡箍、恒定拉力卡箍等。

4.4.5 成本 - 材料表上每个项目的成本仅指数量乘以单位成本。

4.4.6 成本报告 - 提交用于评审的所有材料，包括电子版和打印版。

4.4.7 成本得分 - 指在成本项目中所获得的总分，满分为 100 分。

4.4.8 标准表 - 所有列有物料及加工过程成本的表格。

4.4.9 制造和装配设计（DFMA） - 为了便于制造和装配以降低成本而进行的部件设计过程。

4.4.10 紧固件表 - 一份包含了传统的紧固件（如螺栓、螺母和铆钉等）及粘合剂、卡箍和定位环的标准表。

4.4.11 固定成本 - 在生产过程中与产量无关的相关成本。固定成本项目，如成型工具，应换算为可变成本列入成本报告中。

4.4.12 最初成本 - 在成本报告中提交用于最初评审的赛车成本。

4.4.13 精益生产 - 一种强调消除浪费和改进工艺流程的产品生产的方法学，目的在于降低产品成本和提高产品质量。

4.4.14 材料表 - 列出车队用于制造部件的原料及成品件的购买成本的表格。

4.4.15 最小约束设计（MCD） - 一种强调消除零件附件的多余约束的设计方法学。每个零件需要约束 6 个自由度，多余的自由度会使装配变得困难，要求更严格的的公差并增加产品制造成本。

4.4.16 参数 - 用以建立描述对象成本的方程，该方程为所描述对象某些特征的函数。例如，钢铁成本与钢铁的质量（或体积）成正比，在这种情况下，钢材就以质量为参数。橡胶软管可以以直径为参数。方程可以是线性或非线性的，并且一阶和二阶方程都是用于建立标准表的。

4.4.17 加工难度系数 - 修正不同操作的标准成本，以体现各部件在材料及几何特性上的不同。

4.4.18 采购件 - 即购买件。这些部件将在标准表上显示为接近可装配的状态。例如车轮，发动机和涡轮增压器就是购买零件。在某些情况下，采购件可能需要额外的加工处理，然后才能装配到赛车上。例如车轮，并不包含为了与轮毂安装，而进行的机加工。除非在标准表中特别注明，否则采购件中不包含紧固件。

4.4.19 数量 - 物料项目的数量。

4.4.20 原材料 - 用于制造部件的材料，如铝、钢和橡胶管。

4.4.21 工具 - 指用于组装车辆的手动或电动工具。这些工具的支出不包括在标准表中。因为使用组装工具所产生的不同花费可以在加工工序表中体现出来。

4.4.22 成型工具 - 指与部件几何成型相关的制造工艺过程中使用的制造工具。成型工具的支出必须包括在标准表中。例如用于底盘冲膜成型的模具属于成型工具。而用于压印支架的压力机不属于成型工具，它被看作是制造设备，不属于成本项目的一部分。

4.4.23 单位 - 用来为参数定量的度量系统。如毫米和千克是单位。卡箍直径的单位是毫米。
在计算卡箍成本时，车队所使用的计量单位必须同表格中指定的单位相符。例如，某美国车队错误地在计算卡箍成本时将其直径用 1 来表达，因为他们的冷却水管的直径是 1 英寸。他们应该用 25.4mm 来表达其直径，因此他们的成本是错误的。对于这种类型错误的扣分见第六章 4.17。

4.4.24 单位成本 - 指假定数量为 1 的某个项目的成本。该项目的总成本等于项目的数量乘以它的单位成本。

4.4.25 可变成本 - 是一种与车辆生产量成比例的成本。成本报告中所提交的所有成本都是可变成本。

4.5 总体要求

4.5.1 成本分析报告必须：

a) 使用标准表。 该表旨在反映一辆计划年产量为 1000 台的原型车的成本。
b) 列写并计算样车每一部分的成本。这其中包括了比赛中任何时候安装到赛车上的任何设备。唯一的例外如下：按照条目第六章 4.21“成本分析报告豁免条目”中的细则，任何装饰性涂装、车载灭火系统、雨胎、独立数据采集系统、视频或无线电系统无需被列入成本分析报告当中。
c) 建立在对赛车原材料、制造、购买件及装配等各种成本的估计上。成本将按照 “成本计算”中所制定的规则进行估算。
d) 建立在样车上所使用的实际制造工艺上，例如：铸造件部分必须按照铸模工艺的成本来计算，而制造部分则需按照制造的成本来计算。
e) 成本分析中将包括成型工具（例如，除对角焊接等结构复杂不可重复使用的焊接夹具、因零件设计变动需要更换的模具等）的成本。
f) 不包括研发经费和基础设施建设经费（如厂房、机器、手动工具和电动工具）。
g) 2018 年开始，FSCC 和 FSEC 取消成本约束，不再限制总成本金额。

4.5.2 设计标准表的目的如下：

a) 用于成本分析项目中的核查。因为无法区分不同类型的材料（如不同的合金钢材），所以其成本在标准表中不加以区分。
b) 尽可能减小成本对安全设备配置上影响。如车手的安全带的成本并未考虑其款式。
c) 费用较高的一些物品必须真实反映出它们的高价值所在。然而，高成本在成本评分中会有一些损失，所以必须让车队有创新并让赛车有实质的进步。

4.6 计分

成本与制造分析项目的分数将被分成如下几个部分：

$20\times\frac{\left(P_{max}/P_{your}\right)-1}{\left(P_{max}/P_{min}\right)-1}$	20 分	最低成本项目－每个参赛学校将根据其物料清单(BOM)中提供的调整后成本进行排序，并根据左方的公式计算给予 0-20 分的分值。
	40 分	准确性，清晰性。 现场比赛日/目测检查 -赛车将被审查其包含的零部件，制造的可行性和成本信息的准确性。 裁判将针对车队提供的辅助文档的质量、准确性和全面性对其进行评估。 评分范围是 0-40 分。
	40 分	现场比赛日/制造流程－对于赛前公布的“案例分析”题目，车队必须做好详细讨论的准备。 组委会将会发布材料对此项目做更加详细的目标及评分说明。 评分范围是 0-40 分。
总计	100 分	

其中：

P_{your} 是赛车调整后成本（包括加罚成本）（以人民币计算）。

Pmin 是（本届大赛中）最低的调整后赛车成本（以人民币计算）。

Pmax 是（本届大赛中）最高的调整后赛车成本（以人民币计算）。

案例分析最后有决赛环节，每组 1~3 名进入决赛（视当年分组情况而定，具体安排在当年大赛开始

之前公布）。

4.7 成本报告

4.7.1 成本报告必须包含一份完整车辆的物料清单(BOM)，此清单中的成本数据来源于标准表和零部件细节表（FCA）。

成本报告必须以以下形式提交：

a) 电子版——电子版的成本报告必须提交到赛事管理系统，文件提交要求以当年赛事系统或官网发布为准；

b) 打印版——FSCC 和 FSEC 无须提交纸质版成本报告，但建议车队在赛场自行携带纸质版成本报告。

4.7.2 成本报告封面标识：

成本分析报告的封面必须包含以下内容：

(a)学校名称 (b)比赛名称 (c)赛车号码

4.7.3 成本报告中必须包含以下内容：

- 封面页；
- 一份目录（可选）；
- BOM；
- FCA；

4.8 物料清单（BOM）

物料清单是一份罗列车辆各部分零件的清单。它同时也反映了各项间的关系。

4.8.1 在物料清单中时使用以下术语：

- 整车被分解成附录 S-3 定义的 8 大系统；
- 系统由部件组成；
- 部件由零件组成；
- 零件项包括材料，加工工序和紧固件；
- 成型工具是指各种加工工序所需要的制造工具。

4.8.2 一个物料清单的结构示例如下所示：

- 发动机及其传动……系统
  - ■ 发动机……部件
  - ■ 差速器……部件
    - ◆ 外壳……零件
      - ● 铝……材料
      - ● 滚针轴承……材料
      - ● 砂铸……加工工序
        - ■ 四个铸芯合型……成型工具
      - ● 车床加工……加工工序
      - ● 焊接……加工工序
      - ● 8.8 级 M6×1.25 ……紧固件
    - ◆ 内部构件……零件
    - ◆ 端盖……零件

物料清单必须符合以上所给的格式，不得添加或删减任何层级。偏离官方公示的结构的物料清单将按第六章 4.16 节加以扣分。

4.8.3 物料清单中的所有部件、零件及紧固件必须使用附录 S-2 中说明的标准编号规则进行编号。

4.9 标准表

4.9.1 成本报告中的所有成本来自标准表。汇编这些表目的是说明一家制造公司年
产 1000 辆车所需的部件及加工成本。一般说来，表中成品件的成本为制造商建议零售价的一半。原材料，商品和紧固件的成本同样倾向于以公司批量化生产的成本而非大学车队的购买价为标准。

4.9.2 因为世界市场变化或个别车队的购买价而要更改商品成本的请求将不予批准。提供标准表的目的是为了提供一个公平的，不变的（在竞赛年内）零部件价格以减少因区域性价格差异而造成的不公平。所有车队必须使用表中所给出的成本价。如果车队想使用任何不在表中的零部件、加工或材料，必须按照第六章 4.12 的规定提交“增加条目申请”。

4.9.3 标准表以特定的参数来表征成本。
例如，钢材成本按体积（或质量）计算。同样，发动机的成本是根据排量和具体的输出功率计算。

4.9.4 标准表包含以下类型：

- 材料；
- 加工工序；
- 加工难度系数；
- 紧固件；
- 工具；

发动机成本包括变速器（无论是否是一体式的），用于传递发动机与变速器动力的部件以及所有发动机运行所必须的部件，包括火花塞、点火线圈、火花塞线、机油滤清器等，但不包括进气和燃油系统部件。任何变速器输出齿轮或输出轴之后的传动系统部件也不包括在内。成本是按发动机作为制造商收到的产品而非定制零件（例如干式油底壳，曲轴强制通风调整等）来计算。完整的发动机内部修改是不计成本的，但如果气缸盖罩或其他零件被拆除则拆除的加工工序成本必须计算在内。

4.9.5 一般来说，大多数项目的成本可表示为一个参数的函数。如果需要一个以上的参数会在额外类别中列出。例如发动机的功率输出有三个类别，每个类别有不同的计算成本的排量函数参数表达式。在这种情况下单位将是立方厘米。

4.9.6 加工难度系数被用来修正不同操作的标准成本，以体现各部件在材料及几何特性上的不同。对于成本报告中每项加工的加工因数列必须加以检查以确定是否适用，是否影响到成本。

4.9.7 从标准表中选择条目添加到物料清单时，车队应非常仔细地阅读备注项，以了解表中的条目分别包含哪些内容。
例如弹簧包括在阻尼器的成本中吗？火花塞是算在发动机一起的还是一个单独项目？如果备注中的解释不够清楚，请联系规则委员会作出澄清。

4.10 成本模型及成本计算方法

成本模型是一套方法论及等式，其将一个部件或加工过程的最终成本同此部件中使用的各种操作和物料联系在一起。成本模型及其计算方法的详细解释见附录 S-1，车队可以以之作为参考来理解标准表的使用。

4.11 自制或外购

一辆车中的每部分都可归类为“自制件”或“采购件”。
以上这个定义并不一定指车队是否实际购买或制造了零件，它仅表示此部件的成本将如何在标准表中计算。

a) 自制件必须以制造此赛车的企业计划内部生产此部件的方式进行定价，其包含了从原材料的采购、加工直至其成为成品件的全部过程。
b) 采购件必须以制造此赛车的企业计划外包生产此部件的方式进行定价，这类部件将在接近成品件的状态下交至该企业。（参见标准表中相应条目备注中的具体信息）

4.11.1 如此设计标准表是为了兼顾复杂性和公平性。对“自制或购买”做出定义使得某些部件可简化为相对较少的条目。例如一些车队会购买车轴而大部分车队则自行加工。由于车轴被定义为“自制件”，因此采购了车轴的车队必须以自制件的模式从原材料（此例中可能为钢管）开始对其进行定价。自制件因为在标准表里未明确列出或者以“自制件”选项列出，所以是能被区分的。

4.11.2 如果一个车队真正自行制造了一个在标准表上被列为“购买件”的零件，**当且仅当**标准表明文规定该零件除了购买项还有购买件可自制选项时，车队才有可能选择以自制件进行成本计算。例如，在减震器类别下包括“学生自行制造”一条，则该条目必须先以零成本被列入物料清单中，然后该车队必须根据其实际的设计和制造过程计算其成本。

4.11.3 各情况总结如下：

	车队如何获得此部件	
标准表中如何列出	车队自制	车队采购
标准表中，此部件被列为“自制件”或未被列出	以“自制件”计	以“自制件”计
表中列为“购买”	如标准表中没有“车队自制”项，则按“采购件”定价；如标准表中有“采购件”或“车队自制”项，则车队可选择按“自制件”进行定价	以“采购件”计

4.11.4 例如卡环在标准表中没有“车队自制”项。自行制造的车队仍必须使用标准表中以直径为参数的成本来计算，即便他们可以通过购买钢材并加工以减少其成本。

4.11.5 车队必须提交辅助文档，以证明任何通常作为采购件但在标准表中有制造件选项的部件是由车队自行制造的。这份辅助文档需要包括工程图纸，加工图片等。如车队被发现未经允许就将采购件当成自制件来计算成本，将遭到适当的处罚。

4.11.6 自制的紧固件被视为部件。

4.12 增加条目请求

4.12.1 标准表意在涵盖所有车队所需的材料，加工过程及紧固件以准确反映他们车辆的设计、制造及装配过程。然而，增加表中条目来适应个别车队的要求是有必要的。车队要这样做必须向规则委员会提交一份增加条目申请。经过审查的项目将加入更新后的标准表中，并给出与总标准表框架及大赛宗旨相符合的成本。

标准表在整个竞赛年期间会根据需要更新。

4.12.2 车队须完整填写此申请表，并提供必要的说明。车队可能被要求提供一些辅助文档（如收据、网站链接等）。增加条目请求是成本项目中唯一需要收据的部分。

备注：由于所有的车队使用同样的表，一旦一个车队要求表中添加一个项目所有的车队将看到增补条目。任何车队使用新添加的条目将按同样的成本价计算。提出申请的学校身份将不被公布。

4.13 成本分析报告提交及截止日期

a) 成本报告的每个项目必须以指定格式提交。
b) 打印版成本报告必须使用 8.5 英寸×11 英寸或A4 大小的纸张，使用 10 号或更大的字体。
c) 提交地址及截止时间——提交报告的要求，地址及截止时间将附于附录中或发布在相应比赛的网站上。

4.14 有关迟交成本分析报告

给予成本分析裁判足够的时间来对成本报告进行评审是非常必要的。因此，迟于截止日期提交成本报告的车队将受到处罚——每迟一天扣除 10 分，最高将处以扣除 80 分的处罚。超过截止日期 10 天后提交成本报告的车队，将会被自动取消参赛资格。
处罚分值的计算将基于电子版上传至官方的日期。

4.15 附录

4.15.1 任何在提交了成本分析报告之后，针对新的改动及更正的附录都必须在车队抵达比赛现场注册时予以提交。在其它任何时间地点提交都将不予受理。附录文件的格式应按照附录 S-5 中所提供的模板样式。其它格式将不予受理。

4.15.2 附录仅适用于所提交的赛事。如果车队参加多个赛事，则需分别向各赛事提交独立的附录。

4.15.3 任何通过附录增加到成本报告中的条目将以标准表中 1.25 倍的成本值加以计算，而任何通过附录删除的条目将以标准表值的 0.75 倍返还。

备注：设计的后期更改会影响实际成本。因为合同需要改变，商品成本也可能出现变化，还可能会承担取消费，且更改后的信息需提交至供应商。针对附录设计的换算系数将此这些因素考虑在内，同时借此鼓励车队在最初的成本报告中提交完整和准确的信息。

4.16 成本分析报告的评审与处罚过程

4.16.1 将以下列步骤来确定处罚。
1）首先按程序第六章 4.17 计算处罚 A。
2）然后按替代程序第六章 4.18 计算处罚 B。
3）将在成本项目中采用两种处罚中力度较大的一个作为最终处罚。
a.处罚 A 以分值计，将从“准确性”分中扣除。
b.处罚 B 以元计，将增加到赛车修正后成本中。
4）如果没有剩余的分值能够从“准确性”分中扣除，那么处罚将使用方法 B 针对调整后成本进行。

4.16.2 如果使用替代处罚是由于准确性分值已被扣完，那么最高级别的处罚 A 将转换为处罚 B。实际上，处罚计算及扣除的先后顺序对于车队来说并不重要。

4.16.3 任何由车队造成的超额成本错误将不再进一步处罚。例如，车队在编写成本报告时制动盘厚度尚未确定，因此保守估计其厚度为 10mm。而最终制动盘厚度为 8mm，但这在附录上视为未进行改动。那么车队制动盘的价格就高出了实际成本，但这不会遭到处罚。

备注：惩罚制度意在奖励准确性及减少比赛中学生和裁判的工作量。在大多数情况下，标准化扣分将在“准确性”分中扣除。

备注：当出现任何车队的得分由于学生有意无意产生的错误而偏高的情况，这些错误将具体情况具

体分析并最终得到纠正。

4.17 处罚方法 A – 固定分的减扣

4.17.1 成本分析裁判将根据物料清单判定是否所有的零件和加工过程都在报告中得以体现。任何遗漏或错误的情况裁判都将根据物料清单中的物料等级进行不同程度的处罚， 以下是标准化处罚项

- 遗漏/不准确的材料、加工过程、紧固件…… 1 分
- 遗漏/不准确 零件……3 分
- 遗漏/不准确 部件……5 分

备注：每项较高等级的处罚都将取代较低等级的处罚。如果因为遗漏部件而被扣 5 分，那么遗漏的部件在方法 A 中将不再予以处罚。但如使用方法 B，将把这个遗漏部件的成本添加到调整后成本中作为处罚。

4.17.2 不同于以上所列情况的，成本裁判将按其自由裁量权予以扣分。
导致扣分的错误举例：

- 列出 5 个M6 紧固件，实际上用了 6 个……1 分
- 列出 3 千克钢材，实际上用了 4.4 千克……1 分
- 轴承座表面进行了机加工，而机加工未列入……1 分
- 遗漏了安装方向盘的工作量……1 分
- 立柱以铸造计入成本但实际零件毛坯为机加工……3 分
- 气动换档机构未包括在物料清单中……5 分

以上处罚将从成本报告准确性的分数中扣除。

4.18 处罚方法 B – 调整后成本的减扣

替代处罚的计算将使用以下方程：

处罚=2×（标准表中成本 – 车队报告成本）

标准表中成本将参照标准标准表进行计算，这项处罚的计算将等于错误的车队成本和正确成本之差的 2 倍。

如果这项处罚被采纳，将被加到车辆的调整后成本中。

备注：成本报告中所有错误条目都会通过计算列入加罚成本。遗漏部件的成本将包括组成部件的所有部件，材料，加工及紧固件的价格。

4.19 扣分计算实例

例如标准表中不慎遗漏了气动换档机构：作为一个部件，它的标准化扣分为 5 分。在标准表中，所有气动换档机构的部件及加工过程的总成本为 500 元。这意味着总共的罚金为 1000 元。为比较 5 分和 1000 元两者哪个处罚力度更大，处罚 B 的金额将根据成本分数转换公式被转化为分数。

$$\text{分数}=20\times\frac{\left(P_{max}/P_{your}\right)-1}{\left(P_{max}/P_{min}\right)-1}$$

假设你车队的赛车成本（P_{your}）为 14000 元，若计入罚金 1000 元，则被罚后的成本为 15000 元。代入最小车辆成本（P_{min}）为 10000 元，最大车辆成本（P_{max}）为 50000 元，该 1000 元罚金相当于产生

1.19 分罚分，少于标准扣分。这种情况下，将从准确性中扣除 5 分。

如果车队已没有多余的准确分可以扣除，则将在车队的修正后成本中增加 1000 元作为最终成本。

4.20 比赛现场论述

4.20.1 在论述时，成本裁判将会：

a) 复审成本报告中提及的赛车各明细是否与比赛现场的赛车相符。
b) 复审赛车的制造可行性。
c) 对比审查现场的车辆和标准表的信息，对其中遗漏及错误的信息进行处罚评估。

4.20.2 车队必须在指定时间将赛车呈现给成本裁判以便其复审成本分析报告的内容。错过其成本项目的指定复审时间的车队可能会失去当天全部的成本分析项目分数。成本项目时间表将会在注册包或官方网站公布。

4.21 成本报告豁免条目

4.21.1 终饰工序

车将被视为已上漆或已上凝胶涂层的状态进行运输并以此记录成本。任何仅用于美化功能的终饰工序（如喷漆、抛光等）无需计入成本。而意在保护某些零件外观或是功能使其能够保持一段时间（包括劳务及原材料）的保存用终饰工序则须计入成本中。

4.21.2 灭火器及灭火系统

手持式灭火器不被允许安置在赛车上（见第二章 14.14“灭火器”），但若赛车含有车载灭火系统，则允许使用且不被计入成本中。

4.21.3 轮胎和车轮

成本报告中只需包含一组轮胎和车轮的成本。申报为干胎的轮胎和车轮须按照第二章 6.4“轮胎”中的规定计入成本报告，且必须是成本检查项目当天赛车上安装的轮胎和车轮。其它可能会用于比赛的轮胎（如雨胎）则无需计入成本分析报告中。

4.21.4 无线应答器、视频与无线电系统

无线应答器，视频及无线电系统都无需计入成本分析报告。

4.21.5 数据采集系统

数据采集系统必须包括在成本报告中，并参照统一*标准表*算入成本中。这包括显示屏幕，控制模块和所有与之相关的传感器。

那些“独立”的数据采集系统控制模块（例如：被动记录CAN数据的装置）以 0 美元计入成本。具有额外功能的系统必须把这项功能（例如：座舱内显示屏）写入报告，无论这项功能有没有被使用。独立的系统必须是可移除的，并且移除后不会影响到车辆中除了记录数据之外的其他功能。裁判可以在宣布成本报告项目结果之前的任何时刻对这项可移除性进行审核。传感器和线束必须包括在成本报告内，并参照标准表价格计入成本中。

4.22 汇率及单位制度

标准表中货币将以人民币作为单位。由于所有项目在标准表中都有一个成本价，实际货币单位是无关紧要的。

4.22.1 所有标准表均使用公制单位。这个表不区别零件设计是以公制还是美制测量的。例如，1/4 英寸螺栓在表中标为一个 6.35mm 螺栓。壁厚 0.035 英寸油管是以 0.889mm 油管标示的。部件的尺寸（即使尺寸是不标准的）都假定成标准尺寸来计算成本，不添加任何针对尺寸加工的附加成本。例

如一个小组提出了定制 6.112mm 的螺栓，为此花了几个小时的学生工作时间。然而，这种螺栓在标准表中成本还不到 1 元。这里的假设是建立在批量购买批量生产的螺栓的基础上的。

4.22.2 对每种材料、加工及紧固件的注释部分，就学生的判断而言，指的是对当地实际名称的详细说明。例如使用了一个 6.35mm 螺栓，但注释上会说“ 1/4 英寸 A 臂螺栓” 。

第五节 商业报告项目

5.1 商业报告项目的目的 – 商业项目演示

5.1.1 进行商业报告项目评比的目的是评估车队建立和展示综合商业项目的能力。该商业模式必须与团队开发的赛车或赛车组件存在相关性，团队可以将赛车或组件作为产品、也可以提供与赛车有关的服务，从而创造商业利润。在此过程中，团队需要充分考量社会责任与可持续发展。

5.1.2 车队应将裁判们当作潜在投资者或商业合作伙伴。

5.1.3 商业报告将被从内容、组织结构、辅助图表以及呈示者的表达与车队回答提问的能力等几个方面进行评价。

5.1.4 车队需组织团队完成商业推广实践任务，组委会将依据“赛事商业推广实践能力分数计算表”完成对车队商业推广实践能力的考核，此考核占比权重为总分的 20%。

5.1.5 境外车队参与商业答辩时提供额外 2 分钟让车队介绍和展示商业推广实践的相关活动及成果，由裁判依据“赛事商业推广实践能力分数计算表”进行主观打分。

5.1.6 组委会有权对“赛事商业推广实践能力分数计算表”考核指标进行适当调整，最终解释权归赛事组委会所有。

5.1.7 商业报告可能会在不同的情境进行，比如在会议室，小组会议，在线，或与其它静态赛相结合。详细信息会包含于商业报告主题中或被单独沟通传达。

5.1.8 商业报告评审不考虑实际原型车的质量。

5.2 陈述时间安排

5.2.1 商业报告将在静态项目比赛当日进行。陈述时间将由组织者安排，并提前在比赛官网及/或在现场注册时发布。

5.2.2 未能在规定时间内进行商业报告的车队将不能获得此项目的分数。

5.3 商业报告项目的答辩形式

5.3.1 车队中的一人或多人将为裁判作出商业报告。

5.3.2 所有将要进行报告陈述环节或是回答裁判提问的车队成员都必须在陈述开始时站在讲台区域并对裁判们进行自我介绍。作为这一“陈述小组”成员的车队成员，即使未亲自参与陈述环节，也可以回答裁判的问题。

5.3.3 陈述环节的时间限制在 12 分钟以内。商业报告陈述环节为 10 分钟，车队运营理念及典型推广案例阐述为 2 分钟，任何超出 12 分钟时限的陈述将被裁判打断。

5.3.4 时限内的陈述过程本身不会被提问所打断。陈述环节完成后将即刻开始上限5分钟的提问环节。

5.3.5 只有裁判可以进行提问。只有陈述小组的成员才可以回答裁判的问题。

5.4 评估标准

5.4.1 陈述说明将从内容、组织结构、辅助图表以及陈述者的表达与车队回答提问的能力等几个方面进行评价。有关评估标准的细节见附录 S-6 商业报告评分表。

5.4.2 该标准仅适用于车队商业报告项目。在此项目中表现最为突出的车队，无论其赛车本身质量如何，都将赢得此项目。

5.5 计分公式

5.5.1 商业报告项目的得分将以各裁判打分的平均分为准。

5.5.2 商业报告评分表上的满分为 50 分，车队商业推广实践能力考核成绩满分为15分。

商业报告项目实际得分＝60×Pyour/Pmax +PAyour

其中：

"Pmax"为全部车队中裁判依据商业报告评分表给出的最高得分

"Pyour"为本队该项目得分

"PAyour"为车队商业推广实践能力考核成绩，5 分为车队运营理念及典型推广案例主观评分，10分为赛事商业推广实践能力计算分数

备注：2024 赛季 15 分的车队商业推广实践能力考核成绩均为裁判主观评分。

5.5.3 以此方式打分意在使分数分布在 0 至 75 分的区间内，使之有较好的区分度。

5.5.4 商业报告项目的裁判长有权按其自由量裁权给分，以使得不同裁判组之间的评分更加合理化。

5.5.5 如果提交的商业模式与第七章 5.1 中列出的领域无关、将从参赛队的商业报告得分中扣除 15 分。

5.6 没有制造完成的赛车的商业展示

无法将赛车带到赛场的车队仍能参加商业报告项目并得到该项目的分数。

备注：在没有将赛车带到赛场参赛的情况下参加商业展示不会影响仍在制造的赛车的状态。当该赛车完成制造再参加下一比赛时，根据规则第一章 6.6 和 6.8，它仍将被认为是一辆"第一年车辆"。

第六节 赛车设计项目

6.1 项目目的

6.1.1 设置赛车设计项目的目的在于评估各队在设计赛车时在工程层面作出的努力以及从车辆性能和综合价值考虑其工程设计是否符合市场需求。

6.1.2 能够最好地运用工程设计来达到设计目的——性价比高且性能出色的赛车，并且对设计理解最深刻的队伍将会在设计报告项目中取得优胜。

说明：必须提醒车队注意的是中国大学生方程式汽车大赛是一个工程设计类的比赛，在赛车设计项目中，车队是根据其设计来被进行评估的。作为成品而被直接整合入设计之中的零件及系统是无法作为学生设计的部件而被评估的，而仅能看作是车队对该部件选择和应用的能力。例如，车队自行

设计和制造的减震器将从减震器自身设计及在悬架系统中对该减震器的应用两个层面被进行评估。而直接使用购买而来的减震器的车队仅能从悬架系统部件的选用和应用这一个层面被进行评估。

6.1.3 [仅限油车、电车]设计报告裁判可能也会查看之前提交的商业逻辑方案。在设计报告中展示的赛车应该反映出商业逻辑方案中提出的设计概念。

6.1.4 [仅限无人车] 设计报告裁判可能也会查看之前提交的无人驾驶系统设计报告。在设计报告中展示的赛车应该反映出无人驾驶系统改装与优化的设计概念。

6.1.5 [仅限无人车] 对于无人驾驶团队，评估关于赛车自动驾驶的能力与相关系统的开发流程成为这项赛事中的重要部分。因此，所有自动驾驶需要的系统将会被检查和询问；包括对于在无人驾驶系统中所使用全部软件或硬件的讨论。

6.2 设计报告 – 提交要求

6.2.1 设计报告 – 现场比赛开始前，裁判首先要进行设计预审。设计预审评判的最主要依据为所提交的设计报告。

6.2.2 设计报告在包括封面、陈述（包含文本、图表等）、三视图在内不得超过 8 页。

6.2.3 设计报告应包含赛车的简要描述，其中包括赛车设计目标，以及主要设计特点和理念的论述。同时，该报告中还应包括一份各种分析与测试技术细节的清单（有限元分析，发动机测功实验数据，驱动系统实验数据等）。对此分析的证据与支持数据应一并带至赛场，如裁判们要求，需提供给裁判进行评审。

6.2.4 [仅限无人车] 无人车除了赛车设计报告外，还需提交无人驾驶系统设计报告。

6.2.5 [仅限无人车] 无人驾驶系统设计报告不得超过 5 页，包括所有文本内容与图片内容。

6.2.6 [仅限无人车] 无人驾驶系统设计报告应该包含无人驾驶系统的总述，并带有团队设计目标、想法的来源与总结。任何描述、解释或者亮点的设计特征、方案、方法或者主观的向裁判表达无人驾驶系统的价值和性能应该包括在团队的描述中。

6.2.7 [仅限无人车] 无人驾驶系统设计报告文件会被评入无人驾驶系统设计项目分数。

6.2.8 报告中所提到任何信息的证明允许带到比赛中，并认为是有效的，根据要求可提交裁判进行审阅与查看

说明：请将您的设计报告视为本队“赛车的简历”来看待。

6.3 设计参数表 – 提交要求

6.3.1 [仅限油车、电车]设计参数表——车队还需提交一份完整的中国大学生方程式汽车大赛设计参数表。

6.3.2 此中国大学生方程式汽车大赛设计参数表的模板可在中国大学生方程式汽车大赛官网上进行下载：http://www.formulastudent.com.cn。提交时请不要对该模板的格式进行任何变动。

6.3.3 设计裁判们了解最终的设计改进及赛车改造可能会使提交的数据与最终的整车有轻微的差别。对于那些受调校影响的项目，建议车队提供预设的值域。

6.3.4 设计报告与设计参数表虽相互关联，但两者应各自独立提交。为此要求须有两次独立的文件提

交过程。

6.4 赛车图纸

6.4.1 设计报告应包含一份三视图，分别给出赛车的正视图、俯视图及侧视图。

6.4.2 每张图纸应独立构成一页。图纸既可为手工绘制也可由计算机生成。图纸内应包含车辆的主要尺寸，如车整体的长、宽、高，轴距，轮距等。

6.4.3 照片及渲染图片不能被看作为图纸。

6.5 设计报告及设计参数表格式

6.5.1 设计报告/无人驾驶系统设计报告需以Adobe Acrobat®（*.pdf 文件）的格式进行提交。报告必须为单一文件（陈述及图纸应全部包含）。

6.5.2 设计报告/无人驾驶系统设计报告文件必须按照以下格式命名：
赛车号码_学校名称_赛事代码_DR.pdf（需使用中国大学生方程式汽车大赛分配的赛车号码及完整的学校名称），如：

01_中国大学_FSC_DR.pdf

6.5.3 设计参数表需以Microsoft Excel®（*.xls文件）的格式进行提交。设计参数表的格式**不允许**被更改。

6.5.4 与设计报告相似，设计参数表必须按照以下格式命名：
赛车号码_学校名称_specs.xls（需使用中国大学生方程式汽车大赛分配的赛车号码及完整的学校名称），如：

01_中国大学_specs.xls

警告 – 未严格按照以上要求提交的车队可能会失去赛车设计项目的评比资格。若车队提交的文件未能按照要求的格式或是未能正确命名，它们将不会随其他文件提供给设计裁判，其车队也将从该项目中被除名。

6.5.5 [仅限无人车] 无人驾驶系统设计报告不具体限定书写格式，推荐使用科技型论文书写方式。

6.6 对于超出规定大小的设计报告

如果某车队提交的设计报告中有超过 5 页的陈述或超过 3 页的图纸，报告将只有其陈述的前 5 页、图纸的前 3 页得到裁判的审阅及评估。
备注：若有封面及目录，则封面及目录也将被视为陈述页面。

6.7 [仅限无人车]无人驾驶跑动视频（VSV） - 提交要求

6.7.1 按照规则第一章第十一节要求拍摄无人驾驶跑动视频。

6.7.2 视频总体长度不超过 60s。

6.7.3 视频格式必须为常见的通用格式，例如，avi，mpg，mp4，wmv。

6.7.4 无人驾驶跑动视频必须按照以下格式命名：
赛车号码_学校名称_赛事代码_VSV（需使用中国大学生无人驾驶方程式大赛分配的赛车号码及完整的学校名称），如：

A01_中国大学_FSAC_VSV

警告 – 未严格按照以上要求提交的车队可能会失去赛车设计项目的评比资格。若车队提交的文件未能按照要求的格式或是未能正确命名，它们将不会随其他文件提供给设计裁判，其车队也将从该项目中被除名。

6.8 提交截止日期

6.8.1 设计报告和设计参数表组成“设计文件”，无人驾驶系统设计报告和跑动视频组成“无人驾驶系统设计文件”。设计文件需在官网上给出的截止日期前通过指定流程提交。该文件的提交需遵从各次比赛中官网上给出的指示。

6.8.2 设计文件需各自以独立文件的形式提交。

6.8.3 报告成功提交后，车队将通过电子邮件或赛事网站收到确认信息。车队需准备一份该确认信息的打印件用以在比赛出现差错时作为已提交过报告的证据。

6.9 迟交及未提交的扣分

设计报告和设计参数表组成“设计文件”，无人驾驶系统设计报告和跑动视频组成“无人驾驶系统设计文件”。迟交或者漏交全部或任一文件，按每迟交一天扣 10 分处理，最多扣 100 分。若全部或任一设计文件在截至日期超过 10 天后才收到，则按“未提交”处理，该车队将会被自动取消参赛资格。

6.10 不合格提交的扣分

6.10.1 依照裁判判断，提交设计报告及设计参数表被视为与规则第七章 6.2，第七章 6.3 和第七章 6.4 不符的车队也将无法完成赛车设计项目，不过可能会获得 5 分至 20 分的努力分值。

6.10.2 [仅限无人车] 依照裁判判断，提交无人驾驶系统设计报告和跑动视频被视为与规则第七章 6.2 和第七章 6.7 不符的车队也将无法完成无人驾驶系统设计项目，不过可能会获得 5 分至 20 分的努力分值。

6.11 赛车设计项目 – 赛车状态

6.11.1 赛车必须以整车成品的状态进行设计呈示，例如：完全装配，已完成状态的和随时可行驶的状态。

6.11.2 裁判在赛车设计项目中不会对现场任何他们认为处于未完成状态的赛车进行评估。

6.11.3 由于处于未完成状态而被裁判拒绝评判的赛车将设计项目中得零（0）分。

6.11.4 赛车可能会因为明显的准备不足而被给予一定的分数扣分，例如：明显的紧固零件的松动或遗失。

6.11.5 [仅限无人车] 可以携带赛车测试与比赛数据/视频/图片来证明赛车无人驾驶系统的功能工作状态和完整程度

备注：未通过技术检查的赛车也可以在设计评判中进行呈示，即便最终调校及设置仍在进行中。

6.12 评判标准

6.12.1 设计裁判将在车队的设计报告、设计参数表、问答环节以及赛车检查的基础上对其工程成果进行评估。

6.12.2 设计裁判将通过赛车检查来决定设计理念对于其应用性（与规则中提及的目标相关）是否充足及恰当。

6.12.3 如果车队不能充分解释其赛车的工程制造细节，裁判将履行职责对其进行扣分。

6.12.4 设计项目评分表-设计项目评分表可在官网下载。裁判建议所有车队完整阅读该评分表以及发布于该网站上的其他相关资料。

6.13 评判顺序

6.13.1 赛车设计项目的实际形式可能会依大赛组织者的决定在不同比赛和不同年份之间发生变动。

6.13.2 中国大学生方程式汽车大赛组织方有权根据自身情况决定设计项目评判由一、二或是三个阶段组成。

6.13.3 设计评判的三个典型阶段如下：
1）对所有赛车的初评
2）对排名前 1 至前 10（可至前 20）的赛车进行中评
3）对排名前 1 至前 4（可至前 8）的赛车进行终评

6.14 评分

6.14.1 油车与电车该项目的得分范围为 0 分至 150 分，无人车该项目的得分范围为 0 分至 300 分，具体得分依裁判判断决定。会包含等级评定和现场评审。

6.14.2 对于设计项目第一名的车队，裁判有权评定其得分低于最高得分。

6.15 支持性材料

车队在进行设计项目时可携带任何他们认为可用来支持车辆呈示以及对他们的开发过程讨论有益的照片，图片，计划，图表，示例样件或其它材料。

6.16 第二年赛车 – 对于不够充分的再设计的扣分

6.16.1 如果赛车车身及整车的再设计不够充分，在中国大学生方程式汽车大赛比赛中将被扣分。

6.16.2 对于未设计新车架的赛车裁判将扣除其 50 分。若照片或文件未能显示赛车的其余部件发生了明显的改变（例如：进气管歧管明显与前一代相同或旧的悬架直接被安装在新的车架上，或车队中没有成员能够理解各种零件的设计等）那车队将被另外扣 30 分。

6.16.3 如果新车架与去年相似，建议将做出改动的证据（如不妨也带上旧的车架）一并带来。

附录 S–1 成本模型及成本计算法

1 成本模型&成本计算方法

在计算使用的各种工序和商品的最终成本时，成本模型是一系列相关的计算方法和公式。它们在规则发布的一定时间内是准确的。这个模型会随着发展的要求做必要的扩充。

2 原材料

2.1 原材料是指被用来生产的最初材料，就像钢坯机加工或铝锭铸造。除此以外，棒材、板材和管材价格按照原材料的成本计算方法计算。购买的原材料必须包含加工余量。标准加工余量见 4.1，并且必须使用。

2.2 毛重是指原材料的重量，包括所有加工余量。

2.3 净重是指精加工后的零件的重量。

2.4 材料成本基于毛重。例如，一个钢制轮毂是从实心棒材加工得来，它的内部材料被钻削加工去除。轮毂的原材料成本必须包含钻削去除的材料。原材料按照体积计算，按照重量计算的必须使用表格中官方给出的密度。比赛中，任何部件都有可能被称重来检查是否在计算成本时使用了官方密度。

3 装配工时

装配工时模型基于以下参数：

3.1 质量—零件的质量影响装配的时间。小质量零件可以使用一只手装配，大质量零件需要使用两只手装配，超大质量零件需要举升协助装置。在从加工工序标准表中选择合适条目时，这些因素都应该考虑在内。实际的零件质量必须等于或少于选定的质量。例如，一个 300g质量的零件可以选择1kg的装配价格。

3.2 接触面—某个零件跟周围零件接触面越多，装配的时间就越长。依照最小约束设计方法设计的零件，装配成本最少且装配最简单。

3.3 配合类型—有以下三种配合类型：

3.3.1 间隙配合—零件装配时不需要施加力。例如，将带有快拆器的方向盘安装在转向柱上，将某零件的连接支架用螺栓安装在单体壳上。

3.3.2 过渡配合—某个零件跟周围零件的配合尺寸为过渡配合，安装时需要施加一定的力。例如，杆端关节轴承插入U型的安装吊耳，带有花键的半轴插入差速器齿轮等。

3.3.3 过盈配合—采用过盈配合，装配时需要很大的力，甚至需要必要的机械工具。例如，滚动轴承装配到轴孔里。

4 机械加工

机械加工的成本是基于移除材料的体积。实际使用的机加工机器（无论是铣床、车床还是其他方式）都是相同的成本计算方法，除非该机器包含特殊工序，如滚齿。
说明：机加工模型是根据往年模型简化得到的，不区分粗加工和精加工。

4.1 所有机械加工过程零件每个表面至少需要 1mm（0.040 英寸）加工余量的材料被去除。

4.2 在计算总加工过程的工序成本时必须使用原材料的加工难度系数。如果加工工序表中的“系数适用类型”列不为空则需要使用加工难度系数，如果该列是空的则不需要使用。

4.3 当计算机械加工原材料成本时，即使材料是已经被加工成为最终的零件形状，原材料的质量也必须包含加工余量的质量。这里原材料成本表示的是购买原材料的价格。例如，用一块铝坯加工立柱。加工孔时，铣削掉的内部材料必须包含在毛坯质量和成本内。

4.4 机械加工需要考虑把零件装夹到机器上的人工时间。每个零件加工至少需要“机械加工设置，安装，拆卸”工序。这个时间包含拿起，固定，以及加工结束后卸下机器。对于零件加工中途需要变换位置，例如为了加工单夹具固定后无法加工的背面，加工工序“机械加工设置，修改”也是必须的。例如，立柱完全用铣床加工需要加工三个不同的方向，即需要两次“机械设置，修改”和一次“机械设置，安装，拆卸”工序。

4.5 在某种加工情况中，一次装夹加工件的原材料可能加工多个零件。例如，数控机床可以用一根棒料加工出 10 个轮毂。在这种情况下，单个零件“机械加工设置，安装，拆卸”的加工工序数量可以设置成 0.1。

5 成型工具和夹具

在一些加工过程中，成型工具是必须的。这些工具需包含在标准表中，以表明工具的使用。有时，一个操作可以使用多种成型工具，每一个都有其自己的描述和关联过程。如果一个过程可以使用多种工具，车队必须使用最接近实际情况的工具。多数成型工具的成本独立于零件的形状，但前提是：对于较小的零件而言，可以把模具设计成多个型腔，以达到一个最优的成本效率（以铸件为例）。

5.1 零件所有的成型工具成本须先除以生产批量系数PVF，再计入零件的成本。PVF代表成型工具批量生产的能力。

生产批量系数(PVF)

所有未单独列出的零件: 3000

单体壳 (composite tub): 120

下列公式用来计算每个零件的成型工具成本：

$$\text{零件成形成本} = \frac{\text{表中的成形成本}}{PVF \times \text{使用某种工具加工零件的数量}}$$

成型工具成本应该计入物料清单相应零件的成本中，成型工具成本不是独立的部分。

5.2 例如铸造铝制立柱使用了一套两片合模式的沙铸模具。每片模具的成本为￥5000，一共￥10000，该套模具被设计用来制作左右两侧的后立柱，计算成型工具成本应该按照以下计算方法：

$$\text{每个立柱成形工具成本} = \frac{10000}{3000 \times 2} = 1.67$$

该 1.67 元必须计入每个立柱的FCA。

5.3 又例如车队加工了单体壳。单体壳由上下两部分粘接合成。每部分都分别需要一套复合材料制成的两片合模式模具，所有模具的总成本为￥45000。考虑到单体壳加工需要很长时间，所以其成型工具成本的PVF为 120，则该单体壳的成型工具成本为：

$$\text{每个单体壳模具成本} = \frac{45000}{120 \times 1} = 375$$

6 紧固件安装

拧紧和拧松紧固件的成本是基于需要使用工具的直径，长度，和紧固件是否需要辅助工具来抵抗力矩（比如用来固定螺母的扳手）。

6.1 手工紧固—诸如快松紧固件或者手动紧固螺母等不需要工具的操作。“手工紧固，松连接”是指可以用手指完成的动作。如果整个手都在旋转紧固件，应当使用“手工紧固，紧连接”类型。

6.2 螺丝刀—一种可以拿在手里，通过手腕转动进行操作的工具。包含任何类型的螺丝刀头，例如一字，十字等。

6.3 扳手—开口扳手或者套筒扳手或者类似需要手转动的工具。转动一圈后需要拿下扳手，再次安装后转下一圈。

6.4 棘轮紧固—有内部离合器的工具，使用它手可以移动回到起始位置而不用把工具拿下来。兼容任何类型螺栓头，如 6 角、12 角等。

6.5 动力驱动工具—电动，气动或者其他动力驱动的工具。使用动力驱动工具必须满足以下条件：

6.5.1 驱动适合紧固件尺寸的接头（套筒）必须安装在完全固定的位置。

6.5.2 附录S-4 给出最小尺寸的电动工具必须适合接头。

6.5.3 可以延长接头来使用电动工具，但是长度不能超出 0.35 米。

6.6 反作用力工具 – 当单紧固件不能直接固定零件而是需要一个螺母或其他螺纹件与之连接时，就需要使用反应工具。这将作为一条独立的项目出现且每当在螺栓上使用螺母时都将出现在标准表中。

7 复合材料

复合材料制作定义如下:

7.1 层压板 – 一次使用一层来构建层压板。1 Ply是指由单一页材料构成层压板的一层，不管材料是什么或者厚度是多少。例如，1 Ply可能由碳纤维布，单向玻璃纤维，胶膜，蜂窝芯材组成。

7.2 树脂应用 – 用于将树脂添加到非预浸料上。

7.3 固化操作 – 用来获取多层层压板并将其转换为成品复合结构。所有的固化操作的成本包含真空袋成型，弃皮，呼吸布操作，其他耗材及人工。

7.3.1 室温固化 – 适用于使用室温固化树脂系列。

7.3.2 烤箱固化 – 适用于高温固化复合材料，限一个大气压下。

7.3.3 高压釜固化 – 适用于高温高压固化操作。

7.4 需要成型工具的固化工序。必须依照成型工具的实际制作材料计算成本（复合材料，铝材，钢材等）。

7.5 如果所使用的纤维布为多材料混编布，成本要能够反映材料的比例。例如，50%的碳纤维和 50%玻璃纤维混合层压板可以使用两者原材料成本之和的平均值。如果实际使用的比例不明确，那么成本要按照成本最高的那种材料进行计算。

7.6 成本报告中复合材料总质量必须与呈现给裁判的实际总质量匹配。复合材料原材料不管是碳纤维或者其他的也好必须是纤维和树脂的总成本之和。这对于预浸布和干纤维也适用，并且在标准表

的材料表也有进一步说明。每一层的质量都可以调整使得实际成品件和成本报告所写的质量相匹配。确保评判过程中零件可以称重，成本报告中质量必须等于或大于实际零件的质量，即便实际零件的重量包含透明涂层，油漆或其他以美观为目的的表面涂层。

备注：油漆的质量最好包括在成本表中，以避免裁判提出质疑。如果仅仅用于装饰的目的（见第六章 4.21.1），则油漆不需要计算成本，但是油漆的质量必须按照同等质量复合材料的成本计算成本。

8 电子设备和线束

线束的成本是由接头作用决定。电子系统有三种线束类型。

8.1 信号线—输入控制系统，例如轮速，空气流量或者车手拨动开关的位置。

8.2 控制线—控制系统输出。它可以是数字信号，调制或者电压输出。

8.3 电源线—用以分配电流或给执行机构提供电源的线束，包括电池，发动机启动机，电磁阀线圈，电机的线束。

8.4 此外，在标准表中你会使用到以下条目:

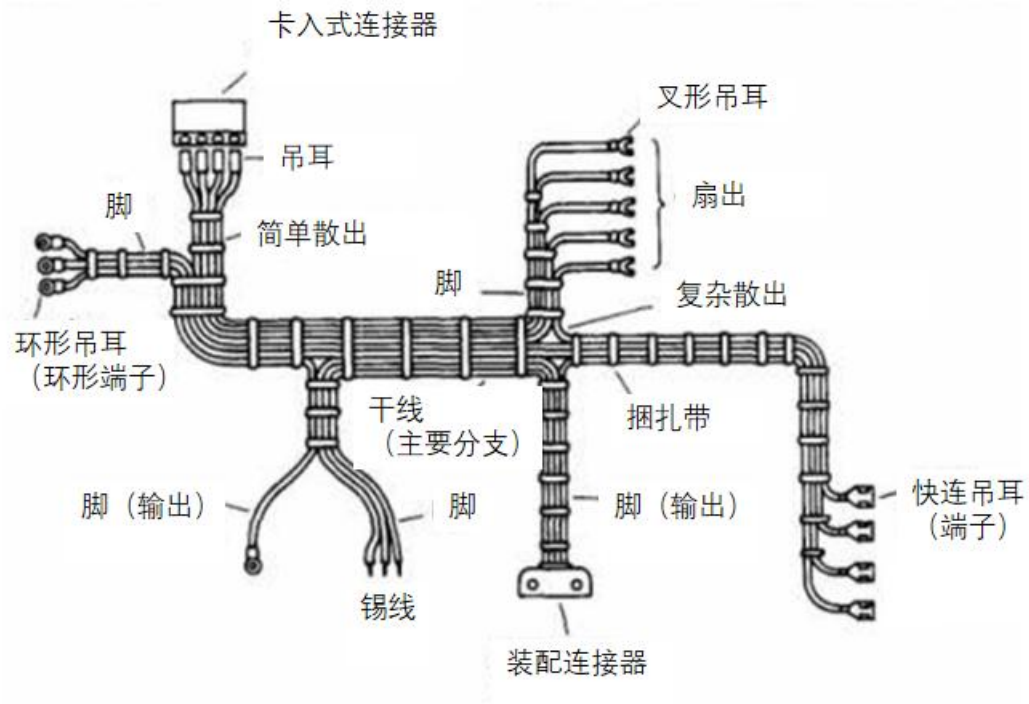


图 7.1 线束示意图

来源于杰弗里·博斯罗伊德的“产品设计制造和组装”，1994。

附录 S–2 标准件编码

附录S-2 详见查阅中国大学生方程式汽车大赛官方网站

1　物料清单中所有的装配件和零件必须使用以下零件编号原则：
赛事代号– 年份代码– 车号– 系统名称– 基数– 后缀

1.1 赛事代号—所参加赛事的代码，参考第一章 2.6。

1.2 年份代码 – 当年比赛年份的后两位。

1.3 车号 – 参赛号码，组委会指定的赛事的数字或字母+数字，具体以当年公布为准。

1.4 系统编号 – 相关系统的两个字母简称，参见附录S-3。

1.5 基数 – 车队自行确定 5 个数字作为基数，对于装配件要求后四位为数字，第一位是字母“A”。

1.6 后缀 – 后缀是为了记录零件等的变化历史。如果需要可以使用“AA”。

1.6.1 第一个字符指的是零件设计修正。

1.6.2 第二个字符指的是零件零件加工过程修正。

1.7 例如，2010 年FSC比赛中某个车号为 27 的车队的底盘零件应当表述为：
FSC – 10– 27 – CH – 00001 – AA

1.8 如果是在设计修改，上述表述会应该变为：
FSC – 10 – 27 – CH – 00001 – BA
差速器作为发动机与动力系统的第三个装配件应该表述为：
FSC– 10 – 27 – EN – A0003 – AA

1.9 在标准表打印版中，零件的赛事代号，年份代号，车号区域可以不打印，但是在提交的电子稿中必须有。在整合文件时，赛事代码和车号是区分标志。

2. 物料清单中所有紧固件必须使用与以上相同的原则。所有紧固件使用系统编号为“FS“，即使紧固件使用在其他系统的零件或者装配件中。

附录 S–3 系统和装配组织表

附录S-3 详见查阅中国大学生方程式汽车大赛官方网站

附录 S–4 动力工具包

附录S-4 详见查阅中国大学生方程式汽车大赛官方网站

附录 S–5 中国大学生方程式汽车大赛成本项目附录

学校:_____ **赛车号码**:_____

(请将减少的成本用括号注明。)

	类别	**原始上报合计**	**新上报合计**	**差额**	**裁判签名**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

整车

￥	￥	￥

改动说明及足够详细的材料成本变化：

1
2
3
4
5
6
7
8

接受人：_____经手人：_____
日期：_____日期/时间：_____

仅在比赛现场报到时接受此附录！

此表格将在成本核算当天上午转交成本审核处。

附录 S–6 商业报告评分表

学校:_____ **赛车号码**:_____

车队的商业报告演讲应该符合提交的商业逻辑报告。由于从项目开始以来状况可能已经发生了变化，这些情况可以被包含在车队的演讲中，比如当意识到商业或技术因素上的改变以及车队经过充分考虑采取的后续行动。
将会从五个类别来进行打分，每个类别按照下数值范围从 0 到 10 分别评分(可以在此范围内的任何分值进行打分)。

0.0 = 不充分或未做尝试
2.5 = 尝试但未能达到要求
5.0 = 平均值或期望值
7.5 = 高于平均值但仍有不足
10 = 完美，完全达到要求

_____**内容:** 是否体现出对最初商业逻辑方案的目标和基本原理？构思是否合适，是否能够充分说明赛车可以满足消费者的要求？是否能生动地展示足够多的技术细节？

_____**组织**: 概念的展示是否遵循从最初的商业逻辑方案逐步发展的逻辑顺序？是否展示出工程设计对商业和功能目标的体现？听众是否能够明白车队打算陈述什么和将要陈述什么？车队是否能够提供明晰的导言、纵览以及摘要和结论？

_____**多媒体**: 车队是否运用多媒体或清楚的可视资料来介绍赛车？这些说明是否能被所有观众看清？

_____**陈述**: 发言人吐词是否清晰？是否在技术方面表现出热情和自信？是否用眼神和观众交流？

_____**提问**: 车队的回答是否能说明车队完全理解了问题？车队是否准确理解答案？车队在对回答提问时是否让人感到完全自信？车队是否无困难的接受评委的问题？是否表现得对问题有所准备？

_____**总计** = 陈述得分（最高 50）

评价：_____
_____
_____
_____
_____

附录 S-7 设计项目评分表

车号：　　学校名称：　　组别：

方向	项目	范围	得分/满分
悬架/转向/制动系统	*设计*制造*验证*理解	如：可以从参考下面几个方向考察： **基本概念、性能与参数设计、结构设计、CAE 仿真、试验验证**	_____/30 分
	工艺性、维护性	便于维修、子系统可及性、零部件互换性、工艺复杂性、标准紧固件选用、拆装维修是否需要特制工具	_____/3 分
	创新性	能够提出有创造性的新思路、新方法、新材料、新设计等。	_____/2 分
空气动力学/造型	*设计*制造*验证*理解	**空气动力学**可以从参考下面几个方向考察： **设计目标、设计方案、设计原理、CAE、实验验证等**	_____/13 分
	工艺性、维护性	便于维修、子系统可及性、零部件互换性、工艺复杂性、标准紧固件选用、拆装维修是否需要特制工具、加工精度如何控制	_____/3 分
	造型、风格	外观美观、整理线条、车身整洁、做工精细、家族式传承、创造性的设计、创意	_____/4 分
动力系统/传动系统/电器系统	*设计*制造*验证*理解	**发动机选型、基本概念、进排气、冷却润滑、燃油系统、电器控制、变速器、差速器、驱动桥、CAE 仿真与试验验证等等**	_____/35 分
	工艺性、维护性	动力总成是否便于维修、零件是否合理、防水防尘、稳定可靠、是否有利于电磁兼容性、管路的布置和连接安全可靠等。	_____/3 分
	创新性	采用了具有创新性的设计理念、开发思路、结构方案、材料工艺或验证手段； 车队独特的设计亮点或技术路线、并在此方向上有所深耕； 能够发现和反思过往比赛和测试中暴露的问题，并提出行之有效的解决方案。	_____/2 分
车体/人机/控制/安全	*设计*制造*验证*理解	**人机、控制、安全、车体车架、CAE 仿真与试验验证等等**	_____/20 分
	工艺性、维护性	便于维修、零部件互换性、工艺复杂性、标准紧固件选用、拆装维修是否需要特制工具、加工精度如何控制，如车架如何实现精准定位、焊接应力及变形是否考虑	_____/3 分
	创新性	创造性的设计、创意	_____/2 分
车队管理、技术把控、实验测试	管理、总装配、工程分析、理解	**团队管理、项目管理、试验测试、是否应用计算机辅助模拟赛道、以及装配干涉等问题**	_____/13 分
	创新性	赛车优化方向的选择，前期期望目标、目标达成情况、车队独特的设计亮点或技术路线、并在此方向上有所深耕、采用了具有创新性的设计理念、开发思路	_____/2 分
设计报告	页数、三视图、尺寸标记	按照规则规定考核设计报告、页数、尺寸、内容、图纸等	_____/15 分

车重：_____kg　　总分：____/150

电池系统/传动系统/电池管理/系统集成	*设计*制造*验证*理解	**关键部件选型及参数匹配、电气及电控系统设计与实现、控制算法设计与实现**	_____/35 分
	工艺性、维护性	动力总成是否便于维修、零部件互换性和工艺复杂性如何；标准件选用是否合理、拆装维修是否需要特制工具；电气线束和接插件是否防水防尘、稳定可靠等；线路的布置和连接安全可靠等。	_____/3 分
	创新性	采用了具有创新性的设计理念、开发思路、结构方案、材料工艺或验证手段； 车队独特的设计亮点或技术路线、并在此方向上有所深耕； 能够发现和反思过往比赛和测试中暴露的问题，并提出行之有效的解决方案。	_____/2 分

评语	*好*	*不好*

附录 S-8 无人设计项目评分表

学校:_____ **赛车号码**:_____

_____**基础车辆功能（0-65）-** 赛车底盘、空气动力学造型、高压传动以及人机工程是否满足赛车的设计要求并能够与无人系统完美融合？

_____**系统设计（0-35）-** 是否基于系统需求设计相关的目标并进行设计？是否考虑了车辆可维护性的要求？是否运用了系统工程工具？软件硬件的选型依据是什么？是否足够多方面的考虑了安全措施？

_____**团队管理及合规性（0-20）-** 团队管理是否清晰？是否有合理的人力安排、日程安排以及成本管控等？是否按照要求提交报告及跑动视频？

_____**软件设计-感知（0-35）-** 对感知的基本认识是否正确？传感器选型依据及数据预处理的方法是什么？考虑的因素是否全面？所采用的感知算法是否先进？

_____**软件设计-决策规划（0-30）-** 针对不同赛项所采用的决策规划算法分别是什么？轨迹误差的来源是什么？失效情况下的容错控制是否有考虑？代码编程是否规范？

_____**软件设计-建图自定位（0-20）-** 所采用的建图方法是什么？建图质量及速度是什么水平？自定位的定位精度及平滑度如何？是否采用了融合的方法避免单一传感器失效？

_____**低压电气及执行器设计（0-35）-** 对赛车执行器的需求理解水平如何？是否可以展示一个优秀的改进？控制器的控制系统的设计质量如何？控制器任务分配是否合理？整车功率统筹是否合理？在执行器设计是否考虑失效与冗余？

_____**测试验证（0-35）-** 测试管理是否合理？是否基于最终成绩目标对赛季进行时间安排？是否理解测试方法以及如何分级？采用的评价测试方法是什么？测试实施与评估是否合乎规范？

_____**车辆动力学及控制（0-15）-** 整车动力学模型如何？整车动力学好坏的评价指标如何？

_____**整车工艺水平（0-10）-** 赛车整车的工艺水平如何？如果不满足相关要求则可能受到扣分。

_____**总计 = 设计得分（满分 300）**

评价：_____
_____
_____
_____
_____

第八章–动态项目规则

第一节 动态项目和最高得分

动态项目的最高分为：

	油车&电车	无人车
直线加速测试	75 分	100 分
8 字绕环测试	50 分	150 分
高速避障测试	150 分	125 分
高速循迹测试	-	325 分
效率测试	100 分	-
耐久测试	300 分	-
总分	675 分	700 分

1.1 赛车完整性和取消资格

1.1.1 在动态项目中，赛车必须保持其机械性能的完整性。

1.1.2 当任何可能影响赛车完整性、影响赛道表面或可能伤及参赛者的赛车状况出现（如悬架、制动或转向机构破坏、漏油、车体触地、车身板件松动或脱落、无法正常工作工作的刹车灯等），大赛官方都将以此为理由要求车队退出比赛，直到车队解决此问题。

备注：若上述情况发生在耐久测试阶段，则意味着整场耐久测试比赛取消资格。

1.2 动态项目的准入和对在动态项目区域车辆的操作

1.2.1 各自的赛事组织者可选择特定的区域，如在动态项目的等候区域，在此区域内只有持有动态区准入证的车队成员才能获得进入，在此区域可能会被使用的工具数目也将被限制。请查阅各自项目的网站或手册以了解赛事具体的限制准则。

1.2.2 各自的赛事组织者可选择特定的区域，如动态项目起点线前的区域，在此区域仅允许已上车的赛车手进入。当出现赛车停转、抛锚的情况时，赛道工作人员可准许车队队员进入此区域恢复赛车，但在此区域内包括辅助点火电池在内的某些工具将可能不被允许使用。请查阅各自项目的网站或手册以了解赛事具体的限制准则。

1.3 重新比赛

1.3.1 以下情况可被准许重新比赛：

- *在高速避障项目中出现黄旗；*
- *出现红旗；*
- *使用 RES 确定赛道的安全条件或参考 D2.7 的 RES 可追踪信号丢失情况；*
- *经过官方决定的技术或组织上的问题。*

1.3.2 车队将通过出口处的标志或通过官员的直接沟通获知是否获准重新比赛。

1.3.3 参赛队可自行决定是否接受重赛。如果接受则必须立即执行，且相应的前一次成绩会被删除。

1.4 [仅限无人车]动态赛区域定义

1.4.1 如图8.1 所示，动态赛项区域所处的动态区将被严格划分为：赛项准备区、赛项排队区、赛项发车区以及赛道区域与缓冲区域。下面将给出各区域定义：

- *赛项准备区：此区域车队队员允许进行对应赛项的准备工作。赛车参加赛项将率先进入该区域。*
- *赛项排队区：该区域完成赛车检录工作，进入等待比赛状态。不得对赛车进行任何改动/调试操作。*
- *赛项发车区：不同赛项赛道中所规定的起跑线前的区域，详见规则第八章。该区域位于赛道区域内。*
- *赛道区域与缓冲区域：动态赛项的对应赛道以及外部的缓冲安全保护区域。*

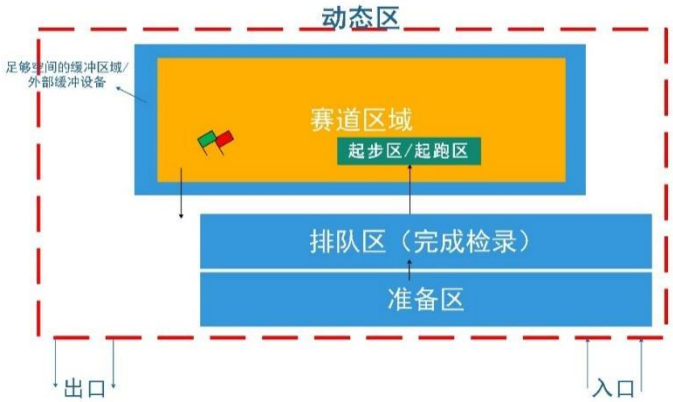


图8.1 动态区域划分示意图

1.4.2 除赛道裁判以外的任何人员不得进入赛道区域内（无人车ASR 除外）。动态区其他队员在获得裁判的允许后，在指挥下可以进入指定区域进行操作。

1.4.3 赛项准备区相关要求如下：

- *区域内仅允许进行赛车程序调试与状态检查操作，赛车部件的维修与整改工作不得进行，若需要进行则必须退出动态区。*
- *区域内允许激活低压系统进行工作，其他任何系统禁止激活或启动。可以保持低压系统的激活状态进入排队区。*
- *赛车若不需要任何调试与准备工作可跳过该区域进入排队区。*
- *动态区中仅有该区域允许建立GPS 基站，但不保证具有足够的空间和良好的环境。*

1.4.4 赛项排队区相关要求如下：

- *进入区域裁判即对车进行检录工作，并完成赛车检录，准备比赛。*

- *进入区域后不得进行赛车的任何其他操作/调试，仅低压系统允许激活。*
- *此区域执行跑动优先权原则，即跑动次数少的车队具有优先发车的权利。*
- *赛项规定结束时间前进入该区域内的赛车，将保留跑动机会，完成跑动。*

1.4.5 赛项发车区相关要求如下：
- *允许以低压系统激活状态进入该区域。*
- *赛车位于区域内进入待驶状态后，除 ASR 以外的人员立即返回赛项准备区进行等待。*
- *发车区操作规定详见规则第八章。*

第二节 天气状况

赛方保留由于天气原因而更改赛程或者得分的权利。

第三节 雨中赛事

3.1 赛道状况
下面是被中国大学生方程式汽车大赛承认的驾驶路况：

3.1.1 干 – 总体赛道表面是干的。

3.1.2 潮湿 – 赛道有大部分的面积是潮湿的。

3.1.3 湿 – 全部赛道都是湿的，且可能存在积水。

3.1.4 天气原因的延迟/取消 – 由于天气原因，导致某项目的部分或全部被延迟，改期，或取消。

3.2 驾驶路况的裁定
比赛中任何时候只有官方认定的驾驶路况才被认为是有效的。

3.3 公告
如果赛方宣布赛道是潮湿或湿的，
i.这个决定将通过播音系统来宣布；
ii.“潮湿”或“湿”的标志会在项目起点线或起点—终点线处及动态区域的入口处醒目地公告出来。

3.4 轮胎要求
运行状况将决定赛车所用轮胎的种类如下：

3.4.1 干 – 除在第八章 3.8.2 中所提及的情况以外，赛车必须用干胎。

3.4.2 潮湿 – 赛车可以自行决定使用干胎或雨胎比赛。

3.4.3 湿 – 赛车必须使用雨胎。

3.5 项目规则

3.5.1 所有项目规则持续有效。

3.6 扣分

3.6.1 所有扣分持续有效。

3.7 计分

3.7.1 大赛官方不会调整在潮湿或湿的赛道状态下进行比赛队伍的计时成绩，但可以酌情调整性能得分的最低性能要求。

3.8 换胎

3.8.1 在直线加速、8 字绕环或高速避障项目中：

在第八章 3.4 规定的范围内，比赛过程中车队可自行决定何时将干胎换成雨胎或将雨胎换成干胎。

3.8.2 在耐久测试中：

当赛车处于动态区域的准备区内时，车队可以在任何时候把干胎换成雨胎或将雨胎换成干胎。

得到绿旗信号比赛开始后，所有换胎必须在车手更换区域进行。

(a) 如果赛道之前是“干”的，且公告为“潮湿”：

- 车队可自行选择使用干胎或雨胎开始比赛。
- 赛道公告为“潮湿”时，若赛车在赛道上，车队可以选择进入车手更换区，根据“在车手更换区进行轮胎更换”条款下规定的相关条例更换雨胎。

(b) 如果赛道公告为“湿”：

- 在起点—终点线处会出示红旗，所有赛车必须进入车手更换区。
- 已经装备了雨胎的赛车可在项目主裁判/动态组裁判长的允许下立即回到赛道上。
- 没有装备雨胎的赛车，将被要求根据“在车手更换区进行轮胎更换”条款下规定的相关条例更换雨胎，然后才能在项目主裁判/动态组裁判长的允许下回到赛道上。

(c) 如果赛道公告由“潮湿”或“湿”变为“干”时:

- 车队可以不换回干胎。

(d) 车队自行决定更换轮胎：

- 在规则第八章 3.4 和第八章 3.8.2(b)的允许范围内，车队可自行决定更换轮胎。
- 如果车队选择从干胎换到雨胎，换胎的时间不会被计入车队的总时间。
- 如果车队选择从雨胎换回干胎，换胎的时间将被计入车队完成这项比赛的总时间，即不会从总比赛用时中扣除换胎时间。在更换车手时，不允许从雨胎更换到干胎。
- 必须按照下面的步骤来更换轮胎：
  - 车队作出决定；
  - 车队携轮胎和设备在车手更换区附近待命；
  - 车队通知项目主裁判/动态组裁判长，表示要召回赛车进行换胎；
  - 大赛官员在格子旗挥旗点通过标志或旗帜通知车手；
  - 车手以正常方式离开赛道并进入车手更换区。

(e)在车手更换区进行轮胎更换：

- 根据第八章 8.12，在车手更换区换胎时不能出现超过三个人，例如一名车手两名队员，或两名车手和一名队员；
- 不允许在换胎过程中对赛车进行其它的操作；
- 车队从干胎换到雨胎，最多不能超过十分钟；
- 如果车队选择在他们原定的更换车手时间进行从干胎换到雨胎，该行为是允许的，且在车手更换区内允许的时间为 13 分钟；
- 在没进行车手更换时，在车手更换区停留少于 10 分钟，或在更换车手的情况下少于 13 分钟，更换时间不计入车队比赛总时间。任何超出的时间将被计入车队比赛总时间。

第四节 车手限制

4.1 参赛项目数量限制

单个队员不能参加超过 3 个项目。

4.1.1 尽管与耐久测试同时进行，效率测试项目仍被视作为一个独立项目。

4.1.2 [仅限无人车]各车队至少要有一名车手，至多 3 名车手。以便完成无人驾驶赛车的技术检查相关项目、制动测试和手动驾驶模式下的测试项目。

4.2 比赛场次限制

同一名车手不得参加同一个项目的两场比赛，车手参加的比赛项目由车队决定。

4.2.1 若一名车手同时参加了单个项目的两场比赛，将取消该车队的该项目成绩。

备注：各车队至少要有四名车手。若油车赛与电车赛同场同期进行，对任一车手，只能选择参加油车赛或电车赛中的一项。

第五节 直线加速测试

5.1 直线加速测试的目的

5.1.1 直线加速测试的目的是评价赛车的平地直线加速能力。

5.2 直线加速测试程序

赛道布局——直线加速赛赛道从起点到终点的直线距离为 75 米，赛道宽度从路标桩桶内边缘计算至少要有 4.9 米。路标锥桶摆放的间隔为 5 米。直线赛道示意图如图 8.2 所示。

备注：直线加速测试开始前，赛事组织者有权根据赛道状况适当调整直线加速测试距离。测试距离一经调整，本场比赛期间内不得改变。

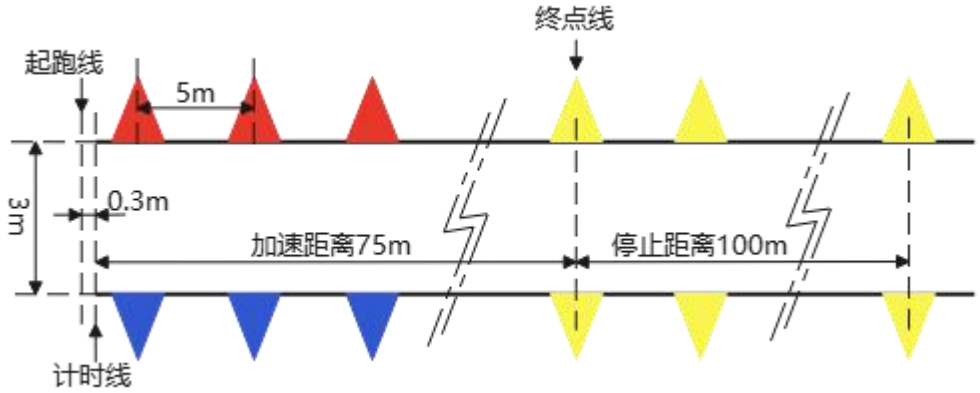


图 8.2 无人直线赛道示意图

5.2.1 准备阶段——赛车的最前端须置于起点线后 0.30m 处。车辆将从静止状态启动加速。

5.2.2 启动阶段——裁判挥舞绿旗表示可以开始比赛，而计时则将在赛车通过起点线后开始。

5.2.3 车手可以选择在第一轮结束后立刻跑第二轮。

5.2.4 如果绿旗扬起后 1 分钟内赛车未能行驶通过起跑线，则视为发车失败。

5.2.5 起跑线定义为起点计时线。

5.2.6 [仅限无人车] 无人车启动来自 RES 的 Go 信号用于指示开始，计时仅在赛车穿过起始线后开始，在穿过终点线后停止。

5.2.7 [仅限无人车] 无人车穿过终点线后，赛车必须在标记的出口车道内 100 m 内完全停止，并进入第六章 2.5 中所述的任务完成状态。

5.3 直线加速测试比赛场次

5.3.1 直线加速测试共有两场比赛。一名车手只得参加一场比赛，每一场比赛每个车手可以跑两轮。

5.3.2 起跑顺序取决于赛车到达比赛场地的顺序。

5.3.3 直线加速第一场比赛与第二场比赛的比赛入口是同时开放（而非在第一场结束之后才开始第二场）的。原则上按照第一车手与第二车手 3:1 的比例发车，第一车手指车队参加该项目的第一个车手，第二车手指车队参加该项目的第二个车手。

5.3.4 [仅限无人车] 无人车首次测试的团队将获得优先权。

5.4 轮胎附着力限制

不允许对轮胎或赛道表面进行特殊的增加轮胎附着力的处理，也不允许“原地烧胎”。

5.5 直线加速测试评分

直线加速测试得分基于修正后总用时，总用时为赛车从通过起点线开始到通过终点线为止的时间。

5.6 直线加速测试罚时

5.6.1 撞倒或撞掉交通锥标（DOO）

赛车每撞倒或撞掉一个交通锥标（包括出入口处的交通锥标），将在车队的本轮计时中增加 2 秒作为罚时。

5.6.2 脱离赛道

赛车四轮整体脱离赛道边界(OC)即被判定为本轮未完赛(DNF)。

5.6.3 违反第五章 2.2.2 规则的单次直线加速视为 DNF，若两次跑动均违规，则该车手整个直线加速比赛项目视为 DNF。

5.7 未参赛

未能在项目结束(时间由赛事主办方决定)前参赛的赛车的成绩会被视为“未完赛”（DNF）。

5.8 油车、电车直线加速测试计算公式

5.8.1 直线加速测试的成绩取决于总用时，为 0-75 分。

5.8.2 以下等式用以裁判项目成绩：

$$\text{加速赛成绩}=71.5\times\frac{\left(T_{max}/T_{your}\right)-1}{\left(T_{max}/T_{min}\right)-1}+3.5$$

其中：

T_{your} 为包括罚时在内的本车队最快修正后总用时。

T_{min} 为（本届大赛中）最快赛车的修正后总用时。

T_{max} 为 T_{min} 的 150%。

5.8.3 在上面的等式中，右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。

DNF = 0 分。

5.8.4 比赛中不会出现负分，即使 Tyour 超过 T_{max}，完赛的赛车也会得到 3.5 分的完成分。

5.9 无人车直线加速测试计算公式

5.9.1 直线加速测试的成绩取决于总用时，为 0-100 分。

5.9.2 以下等式用以裁判项目成绩：

$$\text{无人加速赛成绩}=80\times\frac{\left(T_{max}/T_{your}\right)-1}{\left(T_{max}/T_{min}\right)-1}+20$$

T_{min} 为（本届大赛中）最快赛车的修正后总用时

T_{max} 为 T_{min} 的 150%

T_{your} 为包括罚时在内的本车队最快修正后总用时

5.9.3 在上面的等式中，右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。
DNF = 0 分

5.9.4 比赛中不会出现负分，即使 T_{your} 超过 T_{max} 100%，完赛的赛车也会得到 20 分的完成分。

第六节 8 字绕环测试

6.1 8 字绕环测试目的

6.1.1 8字绕环测试的目的是衡量赛车在平地上做定半径转向时的转向能力。

6.2 8 字绕环测试比赛场次

6.2.1 8 字绕环测试共有两场比赛。一名车手只可参加一场比赛，每一场比赛每个车手可以跑两轮。

6.2.2 可能存在两个分开的8字绕环测试场。若有两个8字绕环测试场，则一名车手须在同一赛场（8字绕环测试场1）完成其两轮驾驶，而另一名车手则在另一赛场（8字绕环测试场2）完成其两轮驾驶。

6.2.3 若只有一个 8 字绕环测试场，则两场比赛都在同一场地进行。

6.3 8 字绕环测试比赛优先权

6.3.1 第一场比赛和第二场比赛没有区别且没有固定发车顺序。比赛中，第一场比赛的车手将优先于第二场比赛的车手出发。未能在项目结束(时间由赛事主办方决定)前参赛的赛车将收到一份该项目未完赛（DNF）的通知。

6.3.2 [仅限无人车] 首次测试的团队将获得优先权。

6.4 8字绕环测试布局图

6.4.1 两个同心圆成八字形排列。两个圆心之间距离为18.25m。内圆直径为15.25m，外圆直径为21.25m。赛道内外圈之间是一个3米的赛道。赛车出入于两圆相切的3.0m宽赛道。

6.4.2 在左右两圆内圈的内侧各布置有16个锥桶，外侧各布置有13个锥桶。如下图所示。

6.4.3 两圆切点处使用黄色高锥桶作为切点处的标识。

6.4.4 两圆心的连线定义为起点-终点线。从起点-终点线出发绕其中一个圆一周再回到起点-终点线，定义为一圈。

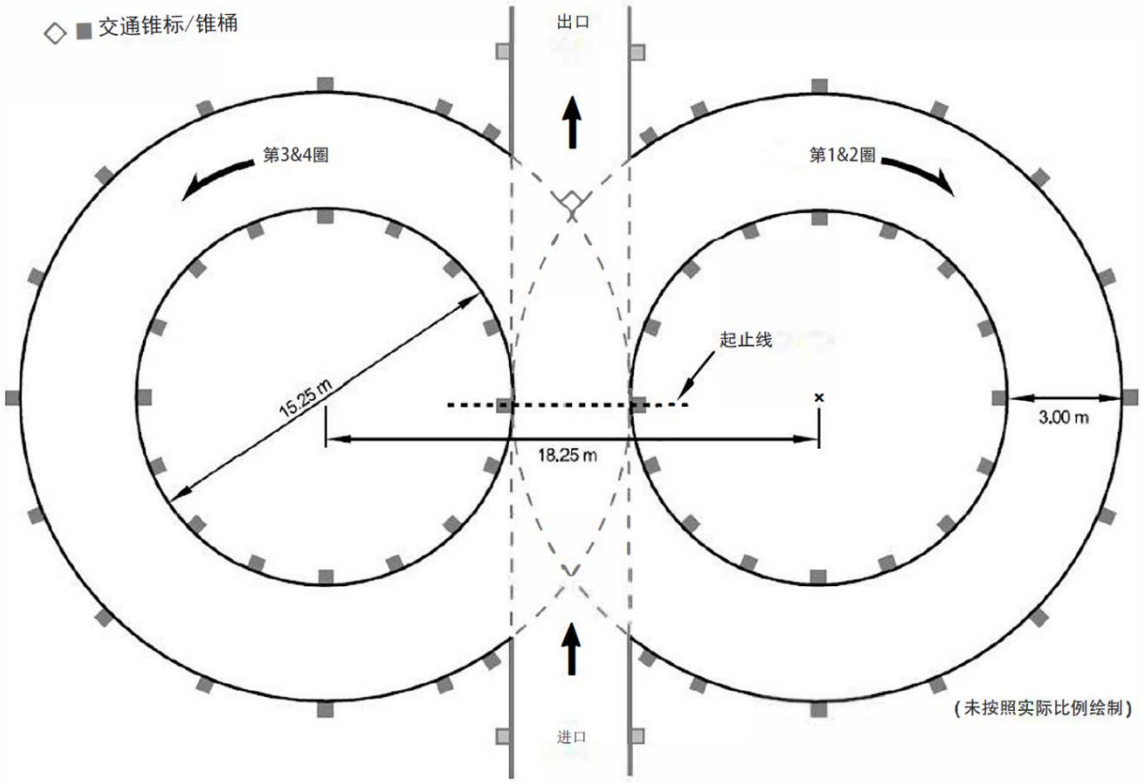


图8.3 八字赛道示意图（图中已移除出中处交通锥标）

6.5 8 字绕环测试布局 – 标记

6.5.1 在左右两圆内圈的内侧和外圈的外侧都将布置 16 个交通锥标。

6.5.2 每个圆都会用粉笔在内圆之内和外圆之外做上记号，而不是在行驶通道一侧。

备注：第八章 图 8.3 中的圆并非路线标识，而是为说明交通锥标如何布置。粉笔线是画在圆锥背面的，而不是在行驶通道这一侧。

6.6 8字绕环测试程序

赛车垂直驶入八字形中，并且绕右圆行驶一圈建立转向。接着的第二圈仍绕右圆，并计时。紧接着，赛车将驶入左圆进行第三圈。第四圈仍绕左圆并计时。完成第四圈后，赛车与进入时同向从交叉点处的出口离开赛道。车手可以选择紧接着立刻开第二轮。

6.6.1 如果绿旗扬起后1分钟内赛车未能行驶通过起跑线，则视为发车失败。

6.6.2 起跑线定义为计时线。

6.6.3　8字绕环发车原则上按照第一车手与第二车手3:1的比例发车，第一车手指车队参加该项目的第一个车手，第二车手指车队参加该项目的第二个车手。

6.6.4 [仅限无人车] 每支车队的跑动次数不做限制。

6.6.5 [仅限无人车] 启动-来自RES的Go信号用于指示开始。

6.6.6 [仅限无人车] 完成第四圈后，赛车与进入时同向从交叉点处的出口离开赛道赛车必须在计时线后25m内停车并进入完成任务状态。

6.7　8 字绕环测试罚时

平均用时：右圈和左圈所花的时间的平均值。

6.7.1 撞倒或撞掉交通锥标（DOO）

赛车每撞倒或撞掉一个交通锥标（包括出入口处的交通锥标），将在平均用时上增加 0.25 秒作为罚时。

6.7.2 脱离赛道

赛车打滑，只要尚未脱离赛道就能继续比赛。赛车四轮整体脱离赛道边界（OC）即被判定为本轮未完赛(DNF)。

6.7.3 跑错圈

若赛车没有按照第四章 6.6 所述驾驶，例如跑错圈数或跑错顺序，都将判为未完赛(DNF)。

6.7.4 违反第五章 2.2.2 规则的单次跑动视为 DNF，若两次跑动均违规，则该车手整个 8 字绕环比赛项目视为 DNF。

6.8　油车、电车 8 字绕环测试评分

6.8.1 8 字绕环测试的分数取决于侧向加速能力。侧向加速度（一般记作 G）以 2.012 直径/时间 ^{2} 计算。假设用直径 17.10 米来计算侧向加速度 G。

6.8.2 如果有两个独立的 8 字绕环测试场，分数取两场中最好一次的 8 字绕环测试成绩。

6.8.3 以下等式用以计算8字绕环测试成绩：

$$8\text{字绕环成绩} \quad = 47.5 \times \frac{\left(\mathrm{T}_{\max} / T_{your}\right)^2 - 1}{\left(\mathrm{T}_{\max} / T_{\min}\right)^2 - 1} + 2.5$$

其中：

T_{your} 是本车队包括罚时在内的左圈和右圈的最好平均成绩。

T_{min} 为（本届大赛中）最快赛车的总用时。

$T_{max} = 125\% \times T_{min}$

6.8.4 等式右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。

6.8.5 比赛中不会出现负分。即完赛的赛车即使每圈超过最快用时（T_{min}）的 125%，也会得到 2.5 分。

6.9 无人车 8 字绕环测试评分

6.9.1 如果有两个独立的 8 字绕环测试场，分数取两场中最好一次的 8 字绕环测试成绩。

6.9.2 以下等式用以计算8字绕环测试成绩：

$$\text{无人8字绕环成绩} = 120 \times \frac{\left(T_{max} / T_{your}\right)^2 - 1}{\left(T_{max} / T_{min}\right)^2 - 1} + 30$$

其中：

T_{your} 是本车队包括罚时在内的左圈和右圈的最好平均成绩。

T_{min} 为（本届大赛中）最快赛车的总用时。

$T_{max} = 150\% \times T_{min}$

6.9.3 等式右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。

6.9.4 比赛中不会出现负分。即完赛的赛车即使每圈超过最快用时（T_{min}）的 150%，也会得到 2.5 分。

第七节 高速避障测试

7.1 高速避障测试目的

7.1.1 高速避障测试的目的是评价赛车在没有其它竞争车辆影响的紧凑赛道上的机动性和操纵性。高速避障测试赛道综合了加速、制动和转向等多种测试性能的特点。

7.2.1 无人车有人操控高速避障测试的目的是考验无人驾驶赛车在有人驾驶的情况下所具备的人机要求和赛车底盘及动力学性能的稳定性与动态响应速度。

注意：该项赛事赛车进行参赛时，禁止拆除任何无人驾驶系统传感器及驱动器，这在发车前裁判将对赛车进行检查。同时，参加该项赛事的赛车必须满足中国大学生纯电动方程式大赛（FSEC）的全部规则：线控转向、线控制动等无人驾驶系统改装程序将在本项比赛中不被允许使用。

7.2 赛道说明和速度

7.2.1 以下赛道标准规范间接说明了赛车在赛道上的理想最高速度。平均速度应在 40 公里/小时到 48 公里/小时。

备注：具体一条赛道上的实际平均速度，将取决于当时的条件和设置赛道的场地，因此，此处引用的速度只能作为一个粗略的指导。

直道：两端为发夹弯的直道长度不超过 60 米（200 英尺），一端为大弯道的直道长度不超过 45 米（150 英尺）。

定半径弯： 直径为 23 米（75 英尺）至 45 米（148 英尺）。
发夹弯： 最小外径为 9 米（29.5 英尺）。
蛇形穿桩： 交通锥标以 7.62 米（25）到 12.19 米（40 英尺）的间隔直线排列。
复合赛道： 减速弯，连续弯，半径渐小弯等。赛道最小宽度为 3.5 米（11.5 英尺）。

7.2.2 每圈约为 0.805 公里（1/2 英里），车手须完成规定的圈数。

7.2.3 赛会组织方保留变更赛道长度的权力。

7.2.4 主办单位有权不遵循规则第八章 7.2 中指定的参数，如果他们根据特定赛场条件认为这是合适的。

7.3 高速避障测试程序
7.3.1 高速避障测试共有两场比赛，每场比赛必须由不同的车手驾驶。在天气和时间允许的情况下，每名车手将跑两轮，取最快圈速作为比赛成绩。

7.3.2 发车顺序将取决于车队到达准备区的时间。

7.3.3 两场比赛不会依次而是同时进行。第一场的车手将较第二场的车手具有更高的优先权。车手可选择在完成该场第一轮后立即跑第二轮。

7.3.4 发车时赛车的前轮必须距离起点线后 6 米。计时只会在赛车通过起点线后开始。

7.3.5 赛会组织方将决定每场比赛赛道上的赛车数量，且保留因为天气和技术的原因而推迟比赛的权力。未在比赛结束前参赛的赛车将被取消比赛资格。

7.3.6 赛车在高速避障测试和耐久测试中出现如逆向行驶等可能存在重大潜在安全隐患驾驶行为时，即可被判为 DNF；但赛车出现如“甩尾”或脱离赛道后“倒车”返回赛道等行为，在保证“赛道安全”的原则上，依据“第八章 7.4.2. b)”判罚。

7.3.7 如果绿旗扬起后 1 分钟内赛车未能行驶通过起跑线，则视为发车失败。

7.3.8 起跑线定义为车头前方大约 1 米处的一条线。

7.3.9 高速避障发车原则上按照第一车手与第二车手 3:1 的比例发车，第一车手指车队参加该项目的第一个车手，第二车手指车队参加该项目的第二个车手。

7.3.10 [仅限无人车] 发车前，裁判将有权进行无人驾驶系统设备的检查，以确保赛车装备所有无人驾驶系统设备完全安装。若发现无人驾驶系统装备不完整，即可取消车队的本项赛事资格，成绩判为 DQ。
其中，检查项目包括但不限于：
a. 无人驾驶系统转向驱动器机械与电气安装状态；

b. 无人驾驶系统制动驱动器机械与电气安装状态；
c. 无人驾驶系统紧急制动系统（EBS）机械与电气安装状态；
d. 无人驾驶系统主开关状态以及无人驾驶系统电气状态；
e. 无人驾驶传感器安装状态。

7.4 高速避障测试罚时

赛车成绩基于修正后总用时（包括罚时）。以下罚时将计入总用时：

7.4.1 撞倒或撞掉交通锥标（DOO）

赛车每撞倒或撞掉一个交通锥标（包括终点线之后的交通锥标），将在车队的本轮计时中增加 2 秒作为罚时。

7.4.2 脱离赛道（OC）

a) 若四轮都离开赛道边界将被判定为脱离赛道，赛道边界由锥筒边缘标记或铺面边缘限定。当赛道上有多种边界指示时，以任意一点最窄的赛道作为判罚“脱离赛道”的标准。

b) 若脱离赛道，车手必须在保证赛道安全（如必须时应首先避让后车）的原则下，在下一可能的入口重新进入赛道。

c) 两轮驶离赛道将不会立即受到处罚，但多次这样的驾驶行为将导致裁判挥黑旗。

d) 为避免发生事故或裁判认可的足够理由而产生的脱离赛道将不会受到处罚。

e) 每次 OC 将受到 20 秒的罚时。

7.4.3 错过蛇形穿桩

错过同一蛇形穿桩赛段内的一个或多个交通锥标将被判为一次“脱离赛道”，每次将受到 20 秒的罚时。

7.4.4 违反第五章 2.2.2 规则的单次跑动视为 DNF，若两次跑动均违规，则该车手整个高速避障比赛项目视为 DNF。

7.5 赛车熄火和无法行驶

7.5.1 如果赛车熄火，并没有外力帮助的情况下不能重新发动，赛车被判为无法行驶。

7.5.2 无法行驶的赛车将在本轮中被视作未完赛（DNF）。

7.5.3 赛道工作人员会将无法行驶的赛车移出赛道。在赛道裁判的指挥下，车队成员可以将赛车退出赛道，但这必须在赛道裁判的指挥下进行。

7.6 修正后总用时

7.6.1 赛车的修正后总用时为在本轮中的总用时加上罚时。

7.6.2 赛车不能以最快车平均速度 69%的速度完成比赛时无法获得表现分，也就是当完成成绩超过最快成绩 145%时，无法获得表现分。

7.7 最好成绩

跑完每圈所用的时间都会被记录，取最快的修正后总用时作为最终成绩。

7.8 油车、电车高速避障测试计分公式

7.8.1 以下公式用以计算高速避障测试成绩：

$$高速避障比赛成绩 = 142.5 \times \frac{\left(T_{\max} / T_{your}\right) - 1}{\left(T_{\max} / T_{\min}\right) - 1} + 7.5$$

其中：

$\mathbf{T_{min}}$ 为（本届大赛中）最快赛车的修正后总用时

$\mathbf{T_{max}}$ 为 $\mathbf{T_{min}}$ 的 145%

$\mathbf{T_{your}}$ 为包括罚时在内的本车队最快修正后总用时。

7.8.2 在上面的等式中，右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。

7.8.3 比赛中不会出现负分。但是，对于完成赛事本项目的赛车将会给予 7.5 分，即使 T_{your} 超过了最快用时的 145%（T_{min}）。

7.9 **无人车高速避障测试计分公式**

7.9.1 以下公式用以计算高速避障测试成绩：

$$无人高速避障比赛成绩 = 120 \times \frac{\left(T_{\max} / T_{your}\right) - 1}{\left(T_{\max} / T_{\min}\right) - 1} + 5$$

其中：

$\mathbf{T_{min}}$ 为（本届大赛中）最快赛车的修正后总用时

$\mathbf{T_{max}}$ 为 $\mathbf{T_{min}}$ 的 145%

$\mathbf{T_{your}}$ 为包括罚时在内的本车队最快修正后总用时。

7.9.2 在上面的等式中，右边第一项是表现分，第二项是完成分，即成功完赛的最低成绩。

7.9.3 比赛中不会出现负分。但是，对于完成赛事本项目的赛车将会给予 5 分，即使 T_{your} 超过了最快用时的 145%（T_{min}）。

第八节 耐久测试和效率测试比赛

8.1 在中国大学生方程式汽车大赛比赛中，耐久测试和效率测试比赛只有一场比赛，中国以外的赛事规则请参考赛事网站。

8.2 车手资格

尽管耐久测试和效率测试项目同时进行，但它们是两个单独的项目。因此，任何参加耐久测试和效率测试项目的车手都将占用其两个项目的份额。（详见第八章 第四节“车手限制”）

8.3 更改比赛程序的权力

第八节包含了开展耐久测试和效率测试比赛的基本原则。但赛会主办方保留根据现场项目的进行而更改相应的程序的权力。所有的程序都会通过电子邮件或相应的中国大学生方程式汽车大赛比赛网站告知车队。

8.4 耐久测试目标——300 分

设计耐久测试的目的是为了评价赛车的总体表现，并且测试赛车的耐久性和可靠性。

8.5 效率测试项目——100 分

赛车的效率测试是与耐久测试相结合进行评价的。在大部分形式的赛车比赛中，竞速状态下的燃油效率都是非常重要的，它同时也体现出赛车是否针对比赛做了较好的调校工作。这是一个折衷的项目，因为效率测试成绩和耐久测试成绩是从同一场比赛中计算得到的。在耐久测试中不允许重新加油。

8.6 耐久测试赛道详细说明和速度

8.6.1 赛道速度可以依据以下赛道标准规范估计出来。平均的速度应当在 48 公里/小时到 57 公里/小时之间。最高时速约为 105 公里/小时。

备注：具体一条赛道上的实际平均速度，将取决于当时的条件和设置赛道的场地，因此，此处引用的速度只能作为一个粗略的指导。

8.6.2 耐久测试的赛道标准规范如下：

直道：两端为发夹弯的直道长度不超过 77 米（252.6 英尺），一端为大弯道的直道长度不超过 61 米（200.1 英尺）。在一些位置会设置超车区域。

定半径弯：直径为 30 米（98.4 英尺）至 54 米（117.2 英尺）。

发夹弯：弯道最小外径为 9 米（29.5 英尺）。

蛇形穿桩：交通锥标以 9.0 米（29.5 英尺）到 15.0（49.2 英尺）米的间隔直线排列。

复合赛道：减速弯，连续弯，半径渐小弯等。标准赛道最小宽度为 4.5 米（14.76 英尺）。

8.6.3 主办单位有权不遵循第八章 8.6 中指定的参数，但他们需提供确定的比赛具体参数。

8.7 耐久测试基本程序

8.7.1 本项目有一场比赛，赛道总长约 22 公里（13.66 英里）。耐久测试为考核赛车耐久性、可靠性的重要项目，在进行总排名时，完赛车队优先排名，然后耐久测试被判 DNF 的车队再按总分顺序进行排序。

8.7.2 在比赛过程中，车队不允许对赛车做任何改动。

8.7.3 在比赛中点时，必须在 3 分钟内更换车手。

8.7.4 禁止“轮追轮”进行比赛。

8.7.5 赛车在耐久测试中出现如逆向行驶等可能存在重大潜在安全隐患驾驶行为时，即可被判为 DNF；

但赛车出现如“甩尾”或脱离赛道后“倒车”返回赛道等行为，在保证“赛道安全”的原则上，依据“7.4.2. b) ”判罚。

8.7.6 超过另一辆赛车必须在特设的超车区域里完成，或在赛道裁判的指挥下超车。

8.7.7 计时从第一个车手进入赛道、赛车经过计时线开始。

8.7.8 第一车手如果在绿旗扬起后 1 分钟内赛车未能行驶通过起跑线，则视为发车失败，并罚退一定位数（油车赛 10 位，电车赛 5 位）重新排队比赛，并罚时 2 分钟计入耐久总时间。第二次排队发车失败，在发车位置基础上再罚退一定位数（油车赛 10 位，电车赛 5 位），同时再罚时 2 分钟计入耐久总时间。第三次排队发车失败，在发车位置基础上再罚退一定位数（油车赛 10 位，电车赛 5 位），同时再罚时 2 分钟计入耐久总时间。第四次发车失败，罚退至该项目队尾，同时再罚时 2 分钟计入耐久总时间，但不能保证在耐久测试项目结束前还有机会参加耐久测试。

8.7.9 起跑线定义为车头前方大约 1 米处的一条线。

8.7.10 车队不得在任何一次罚退之后更换耐久第一车手。

8.7.11 top 车队的罚退，可选择按照 8.7.8 执行，也可选择罚退到 top 车队队尾，每次罚退也都要罚时 2 分钟计入耐久总时间。

8.7.12 耐久第二车手发车执行规则第八章 8.12.3，如果在绿旗扬起后 1 分钟内赛车未能行驶通过起跑线，则视为发车失败，将被判耐久赛 DNF。

8.8 耐久测试发车顺序

8.8.1 建立耐久赛发车秩序，让具有相似速度潜力的赛车一起在跑道上，减少超车的可能

8.8.2 每一场比赛可以为车队建立参加耐久测试的条件。

8.8.3 耐久赛的顺序应该基于高速避障测试的排名，这包括那些没能参加高速避障测试的却有能力参加耐久测试车队。

8.8.4 基于具体情况或特殊事件，组委会可以更改耐久赛的发车顺序。

8.8.5 车队应该随时记录自己的发车顺序并使自己的赛车加满油，准备在轮到时发车。

8.8.6 车队在自己的出发时刻还没有做好出发准备的，将会被被罚时 2 分钟，并由项目负责人允许后才可发车。

8.9 耐久测试的加油 – 油车

赛前每辆赛车都必须在加油站将燃油加满至燃油标记线（见规则第四章 2.6.6“燃油标记线”）。在加油时，一旦加到所标记的线，不允许晃动或倾斜油箱以及燃油系统（包括整车）。

8.10 耐力测试充电 – 电动车

开始比赛之前，车辆可以完全充电，并将安装能量计来测量已经用去的电能。

8.11 耐久测试中车辆的起动和再起动

8.11.1 比赛开始后的任何时刻，赛车都不得依靠外力帮助起动和再起动。无论是在赛车被要求驶向出发线还是已经驶离了定义在第八章 1.2.2 中的区域后，都将被认定为已经启动。

8.11.2 如果赛车在赛道上熄火，允许在紧随其后的赛车行驶一圈的时间里（大约一分钟）重新起动。

8.11.3 如果在更换车手或遭红旗示意后赛车无法重新启动，车队有额外的 2 分钟来起动发动机或激活牵引系统，这 2 分钟将从第一次尝试启动发动机或牵引系统开始计算。这 2 分钟将不记录在耐久赛时间内，也独立于所允许的更换车手的时间。

8.11.4 如果在上述规定的时间内没有完成再起动，赛车将视为无法比赛，而被判为未完赛。

8.12 耐久测试车手更换程序

8.12.1 每支车队允许有 3 分钟的时间更换车手。

8.12.2 只允许包括车手在内的三位车队成员进入车手更换区，并且只有用来调整赛车以适应第二位车手或者更换轮胎的*最少数量*工具允许带入车手更换区（无工具箱等）。进入车手更换区的多余成员将在最后的耐久测试总成绩中扣除 20 分/每人。

8.12.3 对于电动车，三位队员必须由一名电气安全负责人和两名车手组成。

8.12.4 除了更换车手或者根据第八章 3.8.2“更换轮胎”以及操作主开关，车队队员在耐久赛更换车手期间不允许对车辆进行任何形式的工作。

8.12.5 第一位车手会在行驶完约 11 公里后被告知进入车手更换区。

8.12.6 一旦赛车停入车手更换区，第一位车手要关闭内燃机赛车的发动机或电动赛车的驱动系统。

8.12.7 第一位车手离开赛车，然后可以对赛车做必要的调整以适应第二位车手（坐垫，头部约束系统，油门踏板等），然后第二位车手可以安全地进入赛车。

8.12.8 第二位车手继续行驶 11 公里，当赛车完成 22 公里的距离时，计时停止。

8.12.9 对于油车，第二位车手完成比赛后，赛车将直接送至加油区。油箱将被加满至燃油标记线，并记录下使用的油量。

8.12.10 对于电动车，第二位车手完成比赛后，赛车将直接送至电动车数据下载区，数据将在那里被下载，并记录下使用的电量。

8.12.11 在车手更换区的设置将使计时系统把视车手更换为额外的一圈，这圈的时间之后将被扣除。更换车手所用的时间将会被记录。如果车手更换的时间多于三分钟，超出的时间将被计入总成绩。
备注：如果赛场官员认为赛车必须进行调整来适应新车手，这些时间将不会被计入队伍成绩。

8.13 进入赛道
8.13.1 赛车将视赛道上赛车的运行情况被允许进入赛道。

8.13.2 同时在赛道上比赛的赛车数目取决于赛道的长度与设计以及赛道驾驶路况。在驾驶路况为“干”的情况下，通常每公里长的赛道上允许有 5 到 7 辆赛车。包括在车手更换区内的赛车。

8.13.3 由于在比赛中不允许维修及加油，所以不会有任何形式的重新发车的队列。

8.14 故障或熄火
8.14.1 如果赛车发生故障，将被从赛道上移走，并不准再进入赛道。

8.14.2 如果赛车熄火，或被交通锥标卡住等，赛车将被允许重新起动（详见第八章 8.12“耐久测试中车辆的起动和再起动”），并从它离开赛道的位置重新进入赛道，但车队不允许对赛车进行其它任何工作。

8.14.3 如果赛车熄火，在没有外力帮助的情况下无法再起动，赛道工作人员将把赛车推出赛道。在经项目裁判确认后，两名车队成员可在赛道工作人员的指引下退出赛场。

说明：将提醒车队尽管工作人员会小心工作，但组织者不承担在移动故障车过程中造成的任何损坏。请参考规则第二章 6.6“举升点”。

8.15 耐久测试的最低速度要求
8.15.1 *如果根据单圈时间计算，赛车连续两圈的平均速度在干燥条件下低于 8 米/秒，或在潮湿条件下低于 5 米/秒，则*必须立即退出比赛。

8.15.2 赛车是否因未能满足最低速度要求而退赛将由项目裁判长或赛事主管裁定。

8.16 赛后重新加油
赛车离开赛道后必须切断动力，汽油车必须推到加油区域，电动车必须推到数据下载区。

对于汽油车，油泵和燃料阀将被打开，以保证完全加满油。

8.16.1 重新加油后由于某些影响（见第四章 2.7.1）使得燃油液面发生变化的，液面的变化量将被测量。若液面高度变化不超过 1cm，视为正常情况，不做处罚。若液面高度变化超过 1cm，将补充燃油至原液面高度并作如下处罚：如补充的燃油不超过 50ml，将在官方燃油消耗量中增加两倍该变化量；如补充的燃油超过 50ml，则该车队效率测试得分以零分计。

8.16.2 如果存在损坏或潜在的环境危险（例如油箱泄漏），则不会重新加油。

8.17 耐久测试单圈时间

耐久测试的每一圈将被电子设备或手工单独记录下来。最终的比赛时间将从总时间中减去用于车手更换的特别圈的时间以及在黑旗/橙色圆点旗下所有停留花费的时间，再加上所有罚时后计算得出。

8.18 耐久测试罚时

8.18.1 为了避免事故或裁判认为合理的其它原因，可免受罚时。

8.18.2 耐久测试中的有效扣分如下所列。

8.18.3 交通锥标

赛车每撞倒或撞掉一个交通锥标（包括起点线之前和终点线之后的交通锥标），将在车队的本轮计时中增加 2 秒作为罚时。

8.18.4 脱离赛道(OC)

a) 若四轮都离开赛道边界将被判定为脱离赛道，赛道边界由锥筒边缘标记或铺面边缘限定。当赛道上有多种边界指示时，以任意一点最窄的赛道作为判罚“脱离赛道”的标准。

b) 若脱离赛道，车手必须在保证赛道安全（如必须时应首先避让后车）的原则下，在下一可能的入口重新进入赛道。

c) 两轮驶离赛道将不会立即受到处罚，但多次这样的驾驶行为将导致裁判挥黑旗。

d) 每次 OC 将受到 20 秒的罚时。

8.18.5 错过蛇形穿桩

错过同一蛇形穿桩赛段内的一个或多个交通锥标将受到 20 秒的罚时。

8.18.6 违规行驶的罚时

以下是由于违规行驶而将受到的处罚：

a) 未服从旗帜：1 分钟

b) 跑过（在终止行驶的黑旗之后）：1 分钟

c) 车与车碰撞：根据事故的性质处以 2 分钟的罚时至取消资格的不同程度处罚。

8.18.7 发车次序错误

车队未按照先前安排的耐久赛发车顺序发车将被罚时 2 分钟。

8.18.8 机械故障

不做时间扣分。在“黑旗/橙色圆点旗”下进行机械检修所用的时间将被视为官方时间而不计入车队的总时间。然而，如果检查显示车辆故障为机械完整性故障的话，将被取消比赛资格。如果赛车发生爆胎，车队可以需要选择更换一套相同的轮胎和车轮。如是由于路面碎片而不是赛车自身部件失效所导致的爆胎，*如果在没有外力帮助的情况下，车辆依靠自身动力到达车手更换区，则可以换胎，且不会受到时间处罚。*轮胎更换必须在车手更换区域进行。（详见第八章 1.1“赛车完整性和取消资格”）

8.18.9 鲁莽和侵略性驾驶

任何鲁莽和侵略性驾驶行为（如迫使其它车辆驶离赛道、拒绝被超车或者可能导致车辆碰撞的近距离驾驶）都会使该车手受到黑旗警告。当车手收到黑旗的信号，他必须驶入受罚区听取对其驾驶行为的警告。进入受罚区内的时间视车手违规的严重程度而定，从 1 分钟到 4 分钟不等。

如果无法要求赛车停车给予黑旗警告，例如剩余圈数不足，项目裁判可以在车队的总用时中增加适当的罚时。

8.18.10 赛车操控问题

首席裁判或赛事主管可以取消赛车的比赛资格，理由包括车手驾驶不娴熟和机械问题，车手驾驶速度过慢或在项目官员看来不能有效控制赛车。因为操控问题而取消比赛资格将被记为未完赛。

8.18.11 若违反第五章 2.2.2 规则，耐久测试成绩视为 DNF。

8.19 耐久测试评分

8.19.1 耐力项目的得分为耐久测试的时间分与耐久测试的完赛分的总和。

8.19.2 耐久测试的时间分基于车队总用时（包括罚时）与最快车队的比较。

8.19.3 如果车队的总时间（包括罚时）少于或等于最高限定时间，将得到 50 分的耐久测试完赛分。

8.20 耐久测试计分公式

8.20.1 耐久测试的总用时是每个车手在比赛中的用时与罚时之和。

8.20.2 以下等式用来计算耐久测试的分数：

若 $\mathbf{T_{your} \leq T_{max}}$:

$$\text{耐久赛分数} = 250 \times \frac{\left(T_{\max} / T_{your}\right) - 1}{\left(T_{\max} / T_{\min}\right) - 1} + 50$$

若 $\mathbf{T_{your} > T_{max}}$：耐久赛分数=50。

$\mathbf{T_{min}}$ 为（本届大赛中）最快车队的修正后总用时。

$\mathbf{T_{your}}$ 是本车队两位车手的修正后总用时。

$\mathbf{T_{max}}$ 是 $\mathbf{T_{min}}$ 的 1.5 倍。

若**耐久赛未完赛**，则：

$$\text{耐久赛分数} = 20 \times \frac{\text{车队完成圈数}}{\text{耐久赛总圈数}}$$

8.20.3 如果赛事官员认为赛道条件在比赛时变化明显，那么将根据他们的决定，将 $\mathbf{T_{max}}$ 调高。

8.21 效率测试

效率测试所基于的标准是：耐久赛中所用的燃料或者电能，以及单圈所用时间。这些是比赛全程的平均值。

需要注意的是，效率测试的成绩只是基于赛车在耐久测试赛道上行驶的距离得出的。虽然起点线前、终点线后和进入车手更换区的行驶距离会增加赛车在比赛中必须行驶的的实际行程，但这些距离不会影响效率测试的计算。另外不能因为在起点线前、终点线后、进入车手更换或受罚区期间或者任何赛道的事故中发动机保持运转而对油耗量进行调节。

备注：各车队可以参考规则第四章 2.7 关于油箱加油的规定。

8.22 [仅限油车]效率测试计分公式

8.22.1 效率测试在耐久测试的同时进行。

8.22.2 只有耐久赛完赛的赛车可以得到效率分数。

8.22.3 在耐久赛中*无法测量所用燃油/能源或*燃油消耗率超过 26L/100km 的车队将在效率测试中获得 0 分。

8.22.4 即使完赛，未修正用时超过完赛车队中最短未修正用时的 1.333 倍的车队将只能在本项目获得 0 分。

8.22.5 在赛后加油时，为保证油可以完全加满，燃油泵必须运转且压力阀必须开启。

8.22.6 如果车队完赛且不是 8.22.3 和 8.22.4 中的零分情况，其效率分数计算方式如下：

$$\text{效率分数} = 100\left(\frac{\frac{E_{min}}{E_{team}} - 1}{\frac{E_{min}}{E_{max}} - 1}\right)$$

其中，Eteam 是该车队的效率因子；
Emax 是所有效率分数非零车队中最大的效率因子；
Emin 是所有效率分数非零车队中最小的效率因子。

8.22.7 效率因子基于如下公式计算：

$$\text{效率因子} = \frac{T_{min} \times V_{min}}{T_{team} \times V_{team}}$$

其中，Tmin 是所有效率非零分的车队中最短的未修正用时；
Tteam 是该车队的未修正用时；
Vmin 是所有效率非零分车队中修正后最低的燃油消耗体积；
Vteam 是该车队的修正后燃油消耗体积。

8.23 [仅限电车]效率测试计分公式

8.23.1 效率测试在耐久测试的同时进行。

8.23.2 耐久赛所用的能量以能量计记录的电压和电流乘积积分得到。能量回收能量将在乘以 0.9 的效率因子之后从使用的能量中减去。

8.23.3 只有耐久赛完赛的赛车可以得到效率分数。

8.23.4 即使完赛，*无法测量所用能源或*未修正用时超过完赛车队中最短未修正用时的 1.333 倍的车队将只能在本项目获得 0 分。

8.23.5 如果车队完赛且不是 8.25.3 和 8.25.4 中的零分情况，其效率分数计算方式如下：

$$\text{效率分数} = 100\left(\frac{\frac{0.1}{E_{team}} - 1}{\frac{0.1}{E_{max}} - 1}\right)$$

其中 Eteam 是该车队的效率因子，效率因子的下限为 0.1。Emax 是所有效率分数非零车队中最大的效率因子。

8.23.6 效率因子基于如下公式计算：

$$\text{效率因子} = \frac{T_{min} \times EN_{min}{}^2}{T_{team} \times EN_{team}{}^2}$$

其中，Tmin 是所有效率非零分的车队中最短的未修正用时；
Tteam 是该车队的未修正用时；
ENmin 是所有效率非零分车队中修正后最小的能量消耗；
ENteam 是该车队的修正后能量消耗。

8.24 赛后动力系统检查

主办方有权在比赛后立刻扣押任何车辆，来检查发动机的排量（方法由主办方确定）和节气门尺寸。对于电车，需检查能量计的数据，以确定没有超出最大功率和最大电压限制。

8.25 耐久测试 – 驾驶

8.25.1 耐久测试时当赛道上有多辆赛车行驶时，车手必须严格遵守所有规则及驾驶要求。

8.25.2 侵略性驾驶、不遵守赛道旗帜、不按要求让车等驾驶行为将受到黑旗警告并按要求驶入受罚区接受赛道官员的警告。在受罚区内花费的时间由官方决定并记入车队总时间内。进入受罚区既是一种惩戒，也是为了让车手了解自己错误的行为。车手应该意识到在开轮式的比赛中碰撞是特别危险的，因为轮胎接触可能会把一辆赛车抛入空中。

耐久测试是一项计时赛，此时车手唯一的对手就是时间而非其它赛车，侵略性的驾驶风格是毫无必要的。

8.26 耐久测试 – 超车

8.26.1 在耐久测试中只有在指定超车区域并在赛道裁判的指引下才可以超车。

8.26.2 超车区域有两条平行的车道——一条为被超车辆行驶的慢车道以及一条超车车辆行驶的超车道。接近超车区域时前方的慢车将会被示以蓝旗，必须驶入慢车道并减速。后方的快车将随后进入快车道进行超车。被超车的赛车只有在超车区域尾端挥旗手的指示下才可返回比赛线路。

8.26.3 超车时，慢车道既有可能在快车道左边也有可能在其右边，这取决于特定赛道的设计。

8.26.4 上述规则不适用于超过赛道上的故障车或因熄火而没有移动的赛车。当超越故障车或跑离赛道的车时，车手必须将赛车减速，十分小心地驾驶并时刻注意该区域内所有车辆和赛道工作人员。

8.26.5 在正常驾驶且没有超车的情况下，所有赛车都应尽量使用超车道。

8.27 耐久测试 – 车手赛道步行

耐久测试赛道在比赛前将对所有车手开放以供其步行。所有耐久测试车手必须在比赛前进入场地并在赛道上步行。

第九节 高速循迹测试

9.1 高速循迹测试目的

9.1.1 高速循迹追踪测试的目的是考验无人驾驶赛车在路径规划和路径追踪算法上的稳定性与赛车动态的响应速度。赛车高速循迹追踪测试赛道综合了加速、制动和转向等多种测试性能的特点。

9.2 高速循迹赛道布局

9.2.1 高速循迹赛道布局是一个闭环赛道，符合以下标准：（见图 8.4）

- 直线：不超过 80m
- 定半径弯：直径最大 50m
- 发夹弯：最小外径 9m（弯折处）
- 复杂赛道：弯道、多圈、减小半径转弯等
- 最小轨道宽度为 3m

9.2.2 一圈长度约 500m 左右，赛车必须完成规定的圈数（3 圈）。

9.2.3 赛会组织方保留更改赛道长度的权力。

9.2.4 主办单位有权不遵循规则第八章 0 中的指定参数，如果他们根据特定赛场条件认为这是合适的。

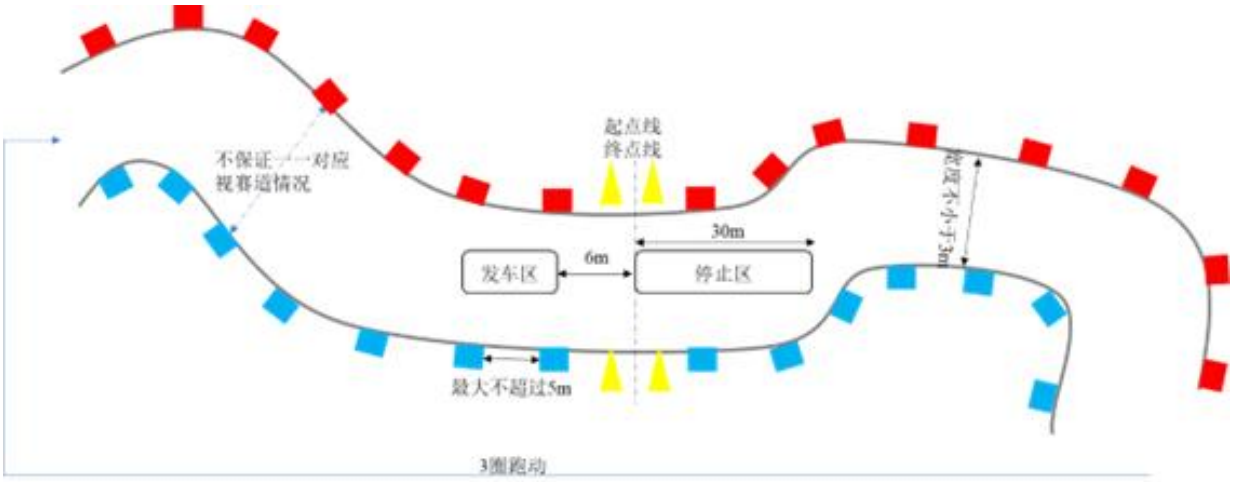


图 8.4：高速循迹测试赛道示意图

9.3 高速循迹测试程序

9.3.1 发车顺序取决于车队到达时间顺序。首次测试的团队将获得优先权。

9.3.2 每支队伍跑动次数不做限制，每次 3 圈。

9.3.3 发车位置-发车时赛车的前轮必须距离起点线后 6 米。

9.3.4 启动-来自 RES 的 Go 信号用于指示开始。赛车越过起跑线后开始计时。

9.3.5 在完成比赛之后，赛车必须在赛道上的终点线后 30 米内完全停止，并进入任务完成状态。

9.3.6 没有最后一圈的任何信号提示，赛车应该自主地计算圈数。

9.4 高速循迹测试评分

9.4.1 如果赛车有超过一次的比赛，那么取最高的循迹综合得分的比赛分数进行评分。

9.4.2 高速循迹比赛的每一圈都是单独计时的。通过添加罚分时间来校正最终完成时间。最终完成时间为完成所有跑动圈数后的总用时。

9.4.3 如果一个团队的校正用时（包括处罚）低于 $T_{\max}$，并且无 DNF 或 DQ，则根据以下公式给出分数：

$$\text{高速循迹测试分数} = 215 \times \frac{(T_{\max} / T_{your}) - 1}{(T_{\max} / T_{\min}) - 1} + 50 + 30 + 30$$

$T_{\min}$ 为（本届大赛中）最快赛车的修正后总用时

$T_{\max}$ 为 $T_{\min}$ 的 150%

T_{your} 为包括罚时在内的本车队最快修正后总用时。

9.4.4 在上面的等式中，右边第一项是赛车完成该赛项后的最终赛道成绩表现分，后三项为单圈完成分，对于完成该项赛事的车队将会获得 110 分，即使 T_{your} 超过了最快用时 $T_{\min}$ 的 150%。

针对由于高速循迹测试中速度低于标准而被要求停止的车队，将获得已完成赛项圈数分数乘以其速度低于标准百分比的惩罚系数。具体计算公式如下：

$$\text{高速循迹测试分数} = \frac{v_{your}}{v_{ref}} \times \text{points}_{your}$$

v_{ref} 为规则中规定的最低平均车速标准

v_{your} 为本车队在赛道中实际完成的车速

points_{your} 为包括罚时在内的本车队修正后按照正常已完成赛项目分的分数。

第十节 赛旗

10.1 旗帜的作用

旗帜信号是比赛的一种指令，不得提出任何异议，必须立即执行。

10.2 旗帜的类型

比赛中有两种旗帜：指令旗和信号旗。

10.2.1 指令旗即为向参赛者发送指令的旗帜，参赛者必须执行且不得提出任何异议。

10.2.2 相反的，信号旗不要求车手对信号做出反馈，但信号旗可以作为附加信息来帮助其发挥出最佳水平。

10.3 指令旗

以下是对于中国比赛中使用的旗帜及其含义的简要描述。

备注：并非所有旗帜都会在每一站比赛中用到，此外一些稍有不同的设计的旗帜有时也会出现。任何对于此旗帜列表的变动都会在车手大会上解释说明。

010.3.1 黑旗 - 驶入车手更换区接受裁判长或涉及到该事件的其他裁判的警告。对于此类事件可能

会处以罚时。

10.3.2 黑旗/橙色圆点旗 - 驶入车手更换区接受技术检查，赛车的某些细节需要近距离检查。

10.3.3 蓝旗 - 驶入特设的超车区以便让另一辆更快的赛车超车。遵从超车区尽头的赛道工作人员的指示重新回到比赛中。

10.3.4 格子旗 - 车队赛程已完成。请在第一时间退出赛道。

10.3.5 绿旗 - 比赛开始，在起跑员的指引下进入赛道。
备注：若赛车熄火，请重新点火并等待下一面绿旗，因为赛道入口可能已经关闭。

10.3.6 红旗-即刻在赛道上安全停车。队员将赛车拖至赛道边以尽可能保持赛道畅通。服从赛道工作人员的指示。

10.3.7 黄旗（静置）- 前方危险，在旗帜信号站后方发生了某些事件，减速并准备好及时避让。除非在赛道工作人员的指引下，否则不准超车。

10.3.8 黄旗（挥动）- 前方极度危险，在旗帜信号站后方发生了某些事件，减速，极可能发生需紧急避让的情况，随时准备停车。除非在赛道工作人员的指引下，否则不准超车。

10.3.9 [仅限无人车] 红旗 – 赛车处于赛项无人驾驶动作中时，ASR 必须立即无条件触发 RES；赛车处于无人驾驶系统完成状态（AS Finish）时，则取消该次跑动成绩，记为 DNF。

10.4 信号旗
10.4.1 红黄条纹旗 - 在赛道上出现了不应出现的物体。务必准备好避让措施以避免将其卷入。（赛道工作人员可能会指出该物是什么及其位置，但并非强制要求。）

10.4.2 白旗 - 在赛道上有一辆车速远小于本赛车的车辆。请在谨慎状态下准备好与之靠近。

第十一节 行为准则

11.1 比赛目标 – 特别提醒
11.1.1 FSCC、FSEC、FSAC®是一项工程设计竞赛，它旨在展示车辆的性能展示而非突出比赛本身。在此我们讲求工程学伦理。公认的是，为了参加中国大学生方程式汽车大赛赛事需要在实验室中付出上百小时的辛勤劳动。这项赛事也被公认为是一项旨在强调“工程教育体验”的赛事，然而它却常常与高风险比赛相混淆。随着比赛进入高潮，参赛者情绪会激动，争论也会出现。我们的官方人员都是经过训练的志愿者，他们将以最人性化的原则来公正、专业地解决这些问题。

11.2 不符合体育精神的行为
11.2.1 若出现任何不符合体育精神的行为，车队将受到官方的警告。若第二次出现不符合体育精神

的行为将导致车队被直接驱逐出比赛。

11.3 官方指示

11.3.1 若任一车队成员未能执行专门针对该车队或该名队员的官方指示或指令，车队将被处以 25 分的扣分。

备注：扣分可以针对车队任一成员。

11.4 与官员争执

11.4.1 与任何官员争执或不服从指示或指令将导致车队从比赛中被除名。车队所有成员将立即被驱逐出比赛场地。

11.5 酒精与非法物品

1.5.1 酒精、非法药物（毒品）、武器或是其它非法物品禁止在比赛期间带入比赛场地。此规则适用于整个比赛过程。

11.5.2 任何车队成员违反此规则都将导致整个车队被驱逐出比赛。此规则适用于所有车队成员及车队指导顾问。

11.5.3 任何吸毒或未成年人饮酒的行为都会被检举通报到当地有关部门。

11.6 禁止吸烟

11.6.1 在任何比赛场地均禁止吸烟。

11.7 聚会

11.7.1 任何可能造成混乱的聚会，无论其是否在比赛现场举行，都应被车队指导顾问阻止。

11.8 垃圾清理

11.8.1 对垃圾及碎屑的清理是车队的责任。车队的工作区应保持清洁。在比赛日的最后，各车队必须清理自己区域内的所有碎屑，保持一个清洁的装备区。

11.8.2 在比赛结束离开现场时，要求车队必须移除自己所有的物品及垃圾。遗弃用具或未清扫装备区即离开的车队将会被要求支付移除或清理费用。

第十二节 通用规则

12.1 测功机的使用

12.1.1 若比赛现场提供有测功机，任何车队均可以使用。将进行测功机测试的赛车需已通过所有技术检查。

12.1.2 允许在测功的区域按规定进行燃料补给、点火及传动系统调整。

12.2 疑问解答

12.2.1 任何在比赛过程中产生的疑问都将在赛会中心得到解答，其结论为最终的。

12.3 不在场弃权

12.3.1 车队有责任在正确的时间出现在正确的地点。

12.3.2 若车队在规定时间内未能出现并准备比赛意味着该车队对此项比赛的弃权。

12.3.3 因车队不在场造成的损失组委会将不再提供补救机会。

12.4 车手会议 – 要求出席

12.4.1 参加某一项目所有的车手都要求出席赛前车手会议。若某一项目的车手未能出席该赛事的车手会议或者赛道步行，该车手将被取消参赛资格。

12.5 私人车辆

12.5.1 私人车辆及拖车必须停放在指定地点。只允许中国大学生方程式汽车大赛比赛赛车进入赛道区域。

12.6 摩托车、自行车、轮滑等 – 禁止

12.6.1 车队成员、观众携带摩托车、四轮车、自行车、踏板车、滑雪板、轮滑或是类似的载人设备至比赛场地的任何位置 – 包括装备区，都是禁止的。

12.7 带有驱动系统的搬运车、工具车等 – 禁止

12.7.1 带有驱动系统的搬运车、工具车、轮胎搬运器或类似的机动设备不得在赛场任何位置使用 – 包括装备区。

12.8 车辆起动

12.8.1 禁止推车启动。

12.8.2 在任何动态项目中，一旦车辆被推到起点线，禁止使用任何辅助电池。

12.8.3 [仅限无人车]无人驾驶模式下，禁止使用任何辅助设备（例如，笔记本电脑、额外的遥控装置或按钮等，RES 除外）。

12.8.4 [仅限无人车]动态项目前必须能够在不使用外部设备的情况下选择任何任务。

12.9 鞋类规定

12.9.1 所有进入动态区域（该区域内赛车能够在其自身动力下移动）的人员必须穿着封闭脚面的鞋。

12.10 赛场工作安全

12.10.1 赛事官方对比赛以外的车辆不承担任何责任。

12.10.2 团队在比赛前、比赛中以及比赛后，对于赛车的工作与操作都应按照常规安全规范流程进行。

12.10.3 赛车禁止参加不适合该车类别的活动，如爬坡、拖拽等。

12.10.4 任何测试与项目中，严令禁止“轮对轮”的竞争。

12.10.5 P 房内禁止进行任何产生垃圾或碎屑的操作，例如碳纤维等材料的切割。

12.10.6 赛场区域进行任何工作，操作人员必须使用相关工作合适的个人防护设备，如护目镜、面罩、隔热手套、绝缘手套等。

12.10.7 举升赛车时，必须使用能满足额定载荷的安全稳定装置进行支撑。

12.10.8 以下列出的要求被认为是测试/操作环境符合安全性的最低要求，但满足这些不能保证在所有情况下的安全性：

- 手动驾驶下，驾驶员必须按照规定第二章 14.3 穿戴全套防护服；
- 工作中的 TSAL，IMD，AMS，ASSI，RES，EBS，APPS/制动踏板合理性检查；
- 符合规则的赛车底盘和完全安装的防撞块；
- 除非将测试/工作区域清楚地隔离划分，否则不得同时在同一场所停放或驾驶其他乘用车，卡车等；
- 禁止在能见度低的环境中进行跑动；
- 禁止以高于典型赛事速度的状态进行跑动；
- 禁止在驾驶员头部高度处可能有障碍物的区域内行驶；

12.10.9 如果参赛团队有不安全驾驶行为或使赛事赞助商以及相关车队的声誉受损，赛事官方具有取消其参赛资格的权力。

第十三节 装备区规则

13.1 赛车移动

13.1.1 除了在练习赛道以及比赛赛道，或者是在赛事主办方的指引下，否则赛车不得依靠自身动力在其它任何地方移动。

13.1.2 在装备区移动电车时必须将其电源关闭；

13.1.3 未在赛道上行驶的车辆必须用由“推杆”（见第八章 13.2）以正常的步行速度在赛场推行，同时赛车座舱中必须坐着一位身着 T12.3.4 要求的防火服的队员且在赛车旁需站着一名队员。只能通过推杆，不能用手推车辆的其他任何部分。

车队可以选择四轮着地推行，或者通过用带滚轮的推杆或其他方法抬起后轮推行，无论哪种方法都要保证坐在赛车中的车手能够完全控制赛车行驶的方向，并且车手能够正常转向和制动。支起赛车后轮带有滚轮的装置，其滚轮不能是万向轮，赛车在推行过程中必须仅依靠其前轮转向。

当推杆连接在赛车上时，发动机必须被关闭。

13.1.4 有定风翼的赛车要求在推行时必须有两名车队成员分别伴随在其两侧行走。

13.1.5 在动态赛中，当比赛气氛十分热烈时，尤其要注意赛车应缓慢地在维修区中推行。

13.1.6 此行走规则为强制性的，如果违反，则每次将处以 25 分的扣分。

13.1.7 [仅电车、无人车]驱动系统主开关（TSMS）的可拆卸手柄或钥匙必须由 ESO 完全拆除并保存。必须使用 TSMS 的上牌挂锁功能。

13.1.8 [仅电车、无人车]如果赛车未通过电气检查，则当赛车在比赛现场移动以及参加静态赛事时，必须断开高压电压连接（HVD）。

13.1.9 [仅无人车]无人驾驶赛车在赛场移动时也必须关闭其无人驾驶系统（参见第四章 2.2 中的定义）。可拆卸手柄或无人系统主开关（ASMS）的钥匙必须完全拆除并由 ASR 保存。必须使用 ASMS 的上牌挂锁功能。

13.2 推杆

13.2.1 每辆赛车必须拥有从车后部连接，用于推动赛车的可拆卸装置，并使两人能直立在车后推动赛车移动。

13.2.2 该装置必须能够能够使赛车减速，及使向前移动的赛车停下或向后拉动赛车。该装置在技术检查时必须陈列，推拉性能也会被检查。

13.2.3 必须以便于取用的方式将一个灭火器安装到推杆上。

13.2.4 推杆必须为红色。

13.2.5 仅电车 – 电车推杆必须固定有灭火器、两双高压绝缘手套和万用电表，以满足快速便捷的取用要求。高压绝缘手套必须被一个类似于盒子的装置保护起来，以防机械损伤、防湿、防日晒。这种类似于盒子的装置必须能够不使用工具就能打开。

13.3 加油与燃油补给

13.3.1 所有加油与燃油补给均须由官方操作。

13.4 发动机运转要求

13.4.1 只有在赛车通过技术检查的第一和第二部分（第六章 2.7）且同时满足下列条件时，发动机才可以在装备区起动：

a. 赛车处于稳固的支架上；
b. 车轮至少离地 102mm(4 英寸)，或驱动车轮已被移除；
c. 有技术检查员颁发许可。

13.5 电机运转要求

13.5.1 只有在赛车通过技术检查的第一和第二部分且同时满足下列条件时，电机才可以在装备区起动：

a. 赛车处于稳固的支架上；

b. 车轮至少离地 102mm(4 英寸)，或驱动车轮已被移除。

第十四节 驾驶规则

14.1 发动赛车进行驾驶

14.1.1 赛车只能在以下情形下依靠自身驱动系统行驶：(a)在比赛中，(b)在练习赛道上，(c)在制动测试中，或(d)其它经组织者授权特许的自行驾驶移动。

14.1.2 其它任何赛车移动必须使用推杆（如第八章 13.2 中定义）以正常的步行速度推行。

14.1.3 赛车未在比赛项目或练习的指定时间范围内驾驶，首次违反将扣罚 200 分，第二次违反将取消比赛资格。

14.2 非赛场驾驶-禁止

非赛场驾驶是被严格禁止的。车队若被发现在比赛期间在非赛场区域驾驶其赛车将被直接驱逐出比赛。

14.3 练习赛道

14.3.1 经大赛组织者同意，用于测试和调整赛车的练习赛道将会开放。练习区域是被严格控制的，只有在规定的练习时间才能使用。

14.3.2 在练习赛道之外的地点进行练习或测试是被严格禁止的。

14.3.3 在规定赛事或规定练习以外驾驶赛车的队伍第一次将被处以 200 分的扣分，第二次违反将被取消比赛资格。

14.3.4 使用练习赛道的赛车必须拥有所有的技术检查合格标签。

14.4 反应意识

14.4.1 车手必须随时保持良好的反应意识以准备应对赛道上可能发生的任何情况及事件。赛道工作人员及官方发出的旗帜信号及手势信号必须立即执行。

14.5 锥桶和标志

14.5.1 所有动态赛事的标识锥桶具备下列特征：

- 所有赛道均使用锥桶进行标记；
- 赛道左侧边界标记为红色锥桶；
- 赛道右侧边界标记为蓝色锥桶；
- 赛道终点计时线后安全停车区标记为两侧黄色锥桶；

- 直线加速测试、紧急制动系统测试、高速循迹追踪测试赛道两侧不存在边界线；
- 8 字环绕赛道两侧存在白色边界线；
- 锥桶下方存在定位框线；
- 除规则中定义相关赛道参数外，同侧锥桶间最大距离为 5m；
- 在转角处，同侧锥桶间的距离会略有缩小，以提供更好的识别效果；
- 在可区分的距离范围及以外，赛道区域内可能会存在（堆叠的）备用锥桶；
- 赛道标识锥桶根据具体情况会进行间距与宽度调整（除规定以外部分），且不保证一一对应的状态。

14.5.2 表 8.1 中展示了赛道中所使用的全部锥桶的基本形式与数据：

表 8.1 赛道标识锥桶信息表格

锥桶图片				
锥桶尺寸	20x20x30（cm）	20x20x30（cm）	20x20x30（cm）	35x35x70（cm）
锥桶颜色	红	黄	蓝	黄
反光带类型	一条/白色	一条/白色	一条/白色	两条/白色

14.5.3 除锥桶上带有印着 “蔚来汽车”、“汽车工程学会”等文字标志以及对应 logo 的反光带以外，所有的赛事使用锥桶上述一致。

14.6 [仅限无人车]启动程序

14.6.1 禁止额外的设备（如笔记本电脑、千斤顶、压力罐等）在发车区周围辅助启动赛车。

14.6.2 如果赛车在上场 3 分钟后没有进入“无人驾驶系统准备”状态，队伍将被裁判带回到动态项目准备区，同时记为使用一次跑动机会，成绩 DNF。

14.6.3 赛车只能以转向系统保持中位的状态放置在发车区前，等候发车。

14.6.4 从项目准备区进入项目发车区的流程与区域内允许的操作，详见规则第八章第一节。

14.6.5 紧急制动系统（EBS）需要在动态项目准备区进入“装备”状态。

14.6.6 无人驾驶系统主开关（ASMS）只能在裁判的允许下，由 ASR 在发车区进行 AS 激活。

14.7 [仅限无人车]赛车故障与遥控急停系统的使用

14.7.1 在动态赛事中因为任何原因电机停转或驱动系统失效会导致 DNF，因为无人驾驶模式下，赛车禁止重新启动引擎/驱动系统。

14.7.2 无论什么原因导致赛车停止行驶，最多等待 30 秒的时间尝试重新行驶。如果赛车无法在 30 秒内重新行驶，裁判将要求操作遥控急停系统，本次成绩记为 DNF。

14.7.3 当赛车处于无人驾驶模式下，ASR 需要在场并随时准备 RES 的操作。

14.7.4 无人驾驶系统负责人或者裁判可以使用遥控急停系统停止赛车在以下任何一个情况：

- 赛车失控（如开出赛道）。
- 赛车机械或电路损坏。
- 高速循迹测试中，第一圈的平均速度（完成第一圈后）低于 0.5m/s 或以后任何一圈的平均速度低于 2m/s。

注意：该项是针对赛车设计标准的要求与赛项时长的控制，以保证参赛队伍在排队状态下具有公平的跑动机会与次数。裁判将根据赛项参赛队伍排队状况以及各队伍的实时表现进行 RES 触发判断。

- 确保赛道上的安全（如人或动物进入赛道）。在这种情况下队伍可以获得一次重新跑动的
机会。

14.7.5 如果赛车故障或者被遥控急停系统进行紧急制动，赛车将从赛道移出，并禁止重新进入赛道，分数记为 DNF（高速循迹测试中，因速度条件不满足而触发除外。

14.7.6 赛道外，车队队员可以进行对故障赛车进行排查。但该项工作只能在裁判指导与指示下进行执行。

14.8 [仅限无人车]动态赛事跑动次数与成绩排名规则

14.8.1 无人驾驶类别的动态赛项不限制跑动次数，但是单项跑动次数较少车队拥有优先发车权。

14.8.2 由于跑动次数的不限制，当出现赛项修正用时/成绩相同时，执行以下单项赛事排名计算原则：完成该相同用时/成绩所使用的跑动次数较小的队伍靠前排名；若完成该成绩的跑动次数仍然相同，则在比赛中先完成该次跑动次数的队伍排名靠前。

14.9 无人车动态赛事完成流程

14.9.1 赛车必须由一名无人驾驶系统负责人收回，得到裁判允许后，可进入 1-3 名车队队员进行协助。

第十五节 定义

15.1 DOO - 交通锥标被“撞倒或撞掉”-如果交通锥标被撞倒或交通锥标的底座完全处于其原位置所标记的方形区域之外。

15.2 DNF - 未完成。

15.3 道门 - 两个交通锥标之间赛车必须通过的路径。两个放置在赛道两边的交通锥标构成一个道门。在蛇形穿桩中两个连续的交通锥标构成一个道门。

15.3.1 入口 - 由交通锥标标识的通道，它构成了赛车驶入赛道所必经的通道。

15.3.2 出口 - 由交通锥标标识的通道，它构成了赛车驶出赛道所必经的通道。

15.4 准备区 - 在比赛某项目的入口前为即将发车的赛车而设置的区域。

15.5 OC - 若赛车未能按照指定方向通过道门则称之为脱离赛道。高速避障测试和耐久测试的更多的 OC 定义请参考这些项目的规则。

15.6 [仅限无人车]不安全停止（USS）被定义为不在指定区域内停止或在停止后 30S 内未进入规则第六章 2.5 中描述的完成状态。

15.7 动态赛惩罚措施汇总表：

	直线加速	**八字环绕**	**操控性测试**	**耐久测试**	**高速循迹**
DOO	2s	0.25	2s	2s	2s
OC	DNF	DNF	20s	20s	10s
USS	DNF	DNF	DNF	DNF	-50 分