

2025 中国大学生电动方程式、无人驾驶方程式技术检查表一

Part1：Accumulator Inspection 电池箱检查

电池包信息（车队填写）			
车号		院校名称	
电芯最高电压		电池包最高电压	
电芯最低电压		电池包最低电压	
电芯数量		电芯串并联关系	
充电桩最大功率		充电桩最高电压	
身体保护电阻阻值 (BPR)		身体保护电阻功率	

这部分检查的时间限制是 90 分钟。重新申请后可以继续检查。在技术检查期间，对电池箱的所有操作都必须经过车检裁判的批准。

相关符号含义

- 表示要注意的信息
- 表示裁判进行的检查
- ▶ 表示要执行的动作
- △ 表示车队进行的自检

电气安全表格 ESF 通过情况

ESF 已通过 ESF 未通过

未通过项: 规格书; 原理图; 电池箱; 安全回路; 充电; 其他_____;

车检状态更新

- ▶ 当前日期及时间: ___月___日___时___分

必要材料及资源

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> 一名 ESO 必须参加 | 面或者在电脑中，妥善排序整理，禁止使用手机展示) |
| ● 所有在比赛中可能使用的电池箱 | ● 电池箱内部所有使用线束的样例 |
| ● 电池箱手推车 | ● 所有电池箱体材料的样例 |
| ● 充电机及充电设备 | ● 驱动系统中使用的不易接触到的 PCB 板，要求完全组装 |
| ● 需要拆装电池箱的所有工具 | ● 用于展示 AMS 数据的电脑及其线缆 |
| ● 如果需要，打印或电子版的规则相关问题 | |
| ● 如果需要，电池箱内部的图片 | |
| ● 所有线束，绝缘材料和驱动系统部件的说明书(纸 | |

安全须知

- 不准穿戴珠宝首饰、戒指等
- 禁止穿纤维制衣物
- 不允许携带手机
- 穿戴护目镜
- 禁止颈挂身份牌/项链
- 穿戴绝缘手套
- 禁止携带分散注意力的物品

高压操作基础设备与工具

- 2. 绝缘电缆剪
- 5. 带有保护尖端探针的电压表
- 3. 绝缘六角/螺丝刀
- 6. 两个 4mm 香蕉插头测试引线 (600V CAT III)
- 4. 绝缘扳手 (除非证明驱动系统安装不需要)

安全装备

- 7. 防护面罩
- 10. 高压绝缘毯 (两块) (各至少 1 平方米) 带有其标签或序列号并附有参数表
- 8. 护目镜 (至少三副)
- 9. 高压绝缘手套 (至少两双)

自主开发 PCB

- ▶ 向车队索要完整组装的电池箱内部 PCB 板
- 11. 根据赛车电压等级, 电路板不同系统之间有足够的电气间隙和爬电距离
- 12. 如果电路板使用绝缘喷漆, 提供说明书, 确定电压绝缘等级, 温度参数等正确
- 13. 喷漆工艺操作正确

充电机

- 14. 充电机完全密闭 (允许有散热孔), 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。 (使用 100mm 长, 6mm 直径的绝缘测试针测试)
 - 15. 充电机的连接器必须包含互锁
 - 16. 集成有驱动测量点
 - 17. 充电机必须包括急停开关
 - 18. 高压充电线必须是橙色的, 且标记: 额定温度 (大于 85 摄氏度) 和额定电压
 - ▶ 将充电机与电池箱连接 (不要激活充电机), 保证 AIRs 断开
 - 19. 充电时, 充电机和电池箱的导电部分必须接地处理。 (充电机、充电盒子、充电器、电池箱上的金属开关/接插件都要接地)
- △ 急停开关最小直径为 24mm

放电回路和身体保护电阻

- ▶ 测量 TS+ 及 TS- 之间的电阻, 测量阻值为

$R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega$

- 20. 阻值等于 2*身体保护电阻+放电电阻阻值
- 21. 身体保护电阻额定功率大于 TS+ 与 TS- 直接短路产生的功率
- 22. 放电电阻需要能够持续承受驱动系统电压 (额定功率足够)

绝缘测试

- 23. 测量低压地测试点和 PE/壳体之间电阻极低
- ▶ 根据驱动系统最大电压 U_{max} 选择测量电压 U_{test} ,
 $U_{max} \leq 250\text{VDC}$ 时, $U_{test} = 250\text{VDC}$; $U_{max} \geq 250\text{VDC}$ 时,
 $U_{test} = 500\text{VDC}$
- ▶ 将绝缘测试仪连接到 TS+ 和 LV GND
- ▶ 测量绝缘电阻为 $R_{iso} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega$
- 25. 阻值远大于驱动系统最大电压 * 500Ω / V+BPR
- 26. 阻值大致相等
- ▶ 打开电池箱外壳, 移除维护插头
- ▶ 测量 AIR 内侧, 确认不存在电压
- 24. 阻值远大于驱动系统最大电压 * 500Ω / V+BPR

电池箱装配

- 27. 电池箱内外的一切部件都需要牢固固定
- 28. 所有使用的紧固件必须用防松措施，除非他们是非导电或者非结构固定的
- 29. 如果电池箱体由导电材料制成，那么电池箱内部高压必须与电池箱体内表面绝缘
- 30. 电芯正负极不能承受机械载荷
- 31. 电池模组结构合理，不会造成电芯损坏
- 32. (如果有) 高压大电流路径上的锡焊连接，必须满足以下所有条件：
 - 1) 在 PCB 上焊接；
 - 2) 连接的设备不是电池单体或线缆；
 - 3) 设备有额外的机械结构防止松脱。
- 33. 每个电池箱中都至少有一个合适尺寸和等级的熔断器
- 检查保险丝、主线和电池的数据表，并与 ESF 进行比较
- 34. 每个电池箱中都至少有两个合适尺寸和等级的绝缘继电器
- 35. 必须用绝缘防火(防护等级达到 UL94-V0,FAR25 或等效材料)材料使电池绝缘继电器 (AIR) 和主熔断器与电池箱其它部分隔离
- 36. 预充电继电器是机械式的，具有适当的额定电压。
- 检查预充电继电器的数据表，并与 ESF 进行比较
- 37. 必须使用维护插头来分离每个电池模块的正负极（包括第一组和最后一组）
- 38. 维护插头可以在不使用工具的情况下移除
- 39. 维护插头必须具有主动锁紧功能
- 40. 维护插头不能无意中产生电流或短路，具有防误插功能。
- 41. 由维护插头分离的电池组最高电压≤120V
- 42. 由维护插头分离的电池组最大能量≤1. 67KWh (6MJ)
- 43. 要采用合适的绝缘材料(防护等级达到 UL94-V0, FAR25) 放在电池组之间或电池组上方使其在电气上绝缘和隔离。
- 44. 电池箱内部以及外部只允许有为线束进出、通风设备、冷却或者紧固件而打的孔，且每个面开孔面积不能超过表面积的 25%。
- 45. 电池箱的所有连接处都要绝缘并覆盖住，不允许有露出的连接点（使用 100mm 长，6mm 直径的绝缘测试针测试）
- 46. 任何完全密封的电池箱都必须设计压力释放阀以防止电池箱内产生高气压
- 47. 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

电池箱线束

- 48. 驱动系统电缆必须有熔断保护（电流过大或线路故障）
- 49. 非驱动系统电缆不得为橙色
- 50. 驱动系统电缆必须安全地固定，驱动系统壳体外的线束能够承受 200N 的力而不损坏或卷曲
- 51. 驱动系统线缆远离任何可能的刺伤或损坏
- 52. 驱动系统线路和低压电路要在物理上分隔开，因此它们不能通过相同的导线管，互锁电路除外
- 53. 任何电池箱所用的线，不论是控制系统还是驱动系统的一部分，额定电压应大于等于驱动系统最大电压。
- 驱动系统电缆上标出线规、额定温度>85° C 及额定绝缘电压
- 55. 每个螺纹连接处都需要有主动锁紧机构（所有不能看到的地方均要有照片证明），其中高压大电流路径中的主动锁紧机构还应适用于高温（所使用的防松螺母需金属防松螺母）。如果不可实现规则要求的锁紧，可以接受使用车规级产品，但需要按照说明书要求使用。
- 检查需要的进行拆装对应部分的绝缘工具是否合

适并可以使用

缘。

56. 禁止只采用绝缘胶带或类似橡胶的漆来实现绝

指示灯或电压表

57. 每个电池箱中都必须有一个红色指示灯或电压表

58. 标记“Voltage Indicator”或“电压指示灯/表”

59. 当插拔电池插头时仍然可以看见

60. 由驱动系统硬件线束电气连接，不能够使用软件控制

- ▶ 向电池箱连接器输入 60V 或 TS 最高电压的一半(取较低值) 的电压。使用合适的插头，禁止手持表笔、裸线头等可能产生危险的方式。

61. 电池箱指示灯亮起或者电压表实时显示驱动系统电压。

62. 阳光下清晰可见

电池管理系统

63. AMS 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

64. 电池温度必须在各块电池的负极来测量，并且传感器必须与负极直接相连或者离各自总线 10mm 以内的地方

- ▶ 安装维护插头

- ▶ 将充电机连接到电池上，开始充电程序，如果车队可以在不开始充电(无电流但 AIR 闭合)的情况下展示，也可以接受。

- ▶ 断开 AMS 电流传感器连接器

65. AMS 必须在 0.5 秒内断开安全回路

- ▶ 断开任何其他 AMS 内部连接器

66. AMS 必须在 1 秒内断开安全回路

- ▶ 请车队将笔记本电脑或其他设备连接到 AMS。

67. 可以显示电池电压。

68. 可以显示电池单体温度。

69. 可以正确显示蓄电池电流。

- ▶ 断开一根单独的电压采集线

70. AMS 必须在 0.5 秒内断开安全回路

- ▶ 断开一根单独的温度采集线

71. AMS 必须在 1 秒内断开安全回路

充电桩安全回路

72. 要么充电桩本身包含一个正常工作的 IMD，要么电池箱里面需要有一个正常工作的 IMD

- ▶ 将充电桩连接至电池组，开始充电程序，如果车队可以在不开始充电(无电流但 AIR 闭合)的情况下展示，也可以接受。

73. 电池箱指示灯亮起，指示高压存在

- ▶ 充电过程中，按下充电桩急停开关

74. AIR 断开

75. 电池箱指示灯熄灭，指示电压 < 60V

- ▶ 开始充电，在充电过程中拔掉高压电池连接

76. AIR 断开

77. 充电机停止输出，充电桩连接器无电压

绝缘监测设备

78. 一条 IMD 接地检测线连接到电池箱体，再通过另一条单独导线连接充电桩。

- ▶ 测试电阻为驱动系统最高电压 * 250Ω / V-BPR (需队员自己准备)

- ▶ 测试电阻阻值 $R_{test} = \text{_____} k\Omega$

- ▶ 启动充电桩，输出电源，将测试电阻连接到 TS+ 和 LV GND 之间

79. 安全回路在 30s 内断开

80. 在安全回路断开之后 5s 内电压下降到 60V 以下

81. 无法再次激活充电桩输出

- ▶ 如果按下复位开关（如果有）
- 82. 无法再次激活充电桩输出
- ▶ 移除测试电阻，等待大概 40s 直到 IMD 的状态输出复原
- 83. 无法再次激活充电桩输出
- ▶ 激活驱动系统，将测试电阻连接到 TS- 和 LV GND 之间
- 84. 安全回路在 30s 内断开

电池箱箱体

- ▶ 车队必须出示通过的电池箱箱体 SES
- ▶ 如果箱体使用了替代材料，车队必须出示测试样件
- △ 箱体外壳由导电材料制成，则需要设置 0.5mm 厚的铝或更佳导电率的导电接地层
- 85. 电池箱箱体的加工制作与 SES 一致
- 86. 内部垂直隔板必须牢固安装在箱体上。高度至少为侧壁的 75%。隔板分开的每部分电池最大重量 12kg。
- 87. 单体在三个方向 (XYZ 三轴) 均有效固定
- 88. 所有承受机械负载的部件都要达到 UL94-V0, FAR25 等效或以上的防火标准
- 89. 用于冷却和连接的冷却管道的开口不得对着车手。
- 90. 车号、大学名字和 ESO 的联系方式写在高对比度背景上
- △ 文字至少 20mm 高
- 91. 警示标志贴纸边长至少 100mm, 文字为 “Always Energized” 和 “High Voltage” (TS>60V DC 或 50V AC 时需要) 的警告贴纸和文字 (三角形的黑色字体和黄色背景)
- 92. 封闭电池箱，检查外壳各部件或盖子是否紧固

手推车

- 93. 手推车有四个轮子，手推车最大尺寸为 1200mm*800mm
- 94. 有松手即停止的刹车
- 95. 电池箱箱体在手推车上时，蓄电池必须机械地固定在手推车上
- 96. 手推车上有合适的防振动冲击装置
- 97. 在手推车上时，电池上的文字和贴纸仍清晰可见
- 98. 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

电池箱称重

- ▶ 称量每个使用电池箱的重量: _____ kg

箱体密封

- ▶ 成功通过所有检查测试后，对电池箱粘贴易碎贴:
- 99. 电池箱，包括备用电池箱
- 100. 充电机
- 101. 附加部分:
- 102. 附加部分:

车检状态更新

- ▶ 在车检表中记录时间、签字并在赛事系统中更新车检状态



2025 中国大学生方程式系列赛事
FORMULA STUDENT CHINA

电池箱第一次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电池箱第二次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电池箱第三次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电池箱第四次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电池箱检查通过

裁判签字: _____

日期时间: ____月____日____时____分

车检通过标签:



Part2：Electrical Inspection 电气检查

赛车电气信息表			
车号		院校名称	
电机品牌		电机型号	
电机额定功率		电机峰值功率	
电池品牌		电池类型	
电量容量		电池单体电压	
电池箱电压		电池最大放电电流	

这部分检查的时间限制是 120 分钟。重新申请后可以继续检查。在技术检查期间，对车辆的所有操作都必须经过车检裁判的批准。

车检状态更新

- ▶ 当前日期及时间: ____月____日____时____分

必要材料及资源

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 103. <input type="checkbox"/> 一名 ESO 必须参加 | 焊接完备。 |
| ● 低压电池或电池参数表 | ● 在移除 HVD 后，短接 HVD 的安全回路时，用于安全短接的连接器 |
| ● 如果是车队开发的低压电池，则需要携带已开箱的低压电池，笔记本电脑和电缆显示 AMS 的数据 | ● 在电池箱未安装时，用于为驱动系统安全供电的（输入 60V）连接器。 |
| ● 所使用的线缆、绝缘材料和驱动系统零件的参数表（纸面或者在电脑中，妥善排序整理，禁止使用手机展示） | ● 所有不可见的驱动系统连接点照片（禁止使用手机展示） |
| ● 驱动系统的所有线缆样品（每种至少 10cm 长） | ● 用于展示 AMS 数据的电脑及其线缆 |
| ● 所有电池箱外不可见的驱动系统的电路板，且元件 | |

车辆移动

- ▶ 在未激活驱动系统时移动赛车

- 104. 车辆可以移动

低压电池

- | | |
|--|--|
| 105. <input type="checkbox"/> 电压≤60VDC | 113. <input type="checkbox"/> 电池整体（包括壳体）位于防滚包络以内 |
| 106. <input type="checkbox"/> 坚固的刚性壳体 | ● 以下检查仅用于锂电池（磷酸铁锂电池除外，自带 |
| 107. <input type="checkbox"/> （仅用于含有电解液的电池）如果电池安装在驾驶舱内，需要有 IPX7 级防水以及耐酸的壳体 | 有电芯保护功能的电池整包在裁判检查参数后可以例外） |
| 108. <input type="checkbox"/> 防火墙将低压电池与驾驶员隔离开 | 114. <input type="checkbox"/> 壳体最薄处也需要达到 UL94-V0 防火标准，或 FAR25 及其他等效标准。 |
| 109. <input type="checkbox"/> 有短路保护（例如保险丝），且距离正极不超过 100mm | 115. <input type="checkbox"/> 过流保护的电流值低于电池最大放电电流 |
| 110. <input type="checkbox"/> 负极连接到车架/单体壳 | 116. <input type="checkbox"/> 至少对 30% 的电池单体有过温保护（60℃ 和参数表中所要求的温度取较低温度） |
| 111. <input type="checkbox"/> 壳体内部连接妥善且有充分的绝缘处理 | |
| 112. <input type="checkbox"/> 电芯安装合理 | 117. <input type="checkbox"/> 所有电池有电压保护 |

118. 信号故障/超过阈值将会导致低压电池断开负载（系统关键信号）

► 车队成员连接低压电池 AMS 与电脑（或其他设备）

自主开发 PCB

► 向车队索要完整组装的电池箱以外的含有驱动系统部件的 PCB 板

121. 根据赛车电压等级，电路板不同系统之间有足够的电气间隙和爬电距离

122. 如果电路板使用绝缘喷漆，提供说明书，确定电压绝缘等级，温度参数等正确

119. 可以显示电池单体电压

120. 可以显示电池单体温度

123. 喷漆工艺操作正确

124. BSPD 的 PCB 是独立的，且接口数量不超过必须的信号数量

125. BSPD 的供电直接来自低压主开关

► **如果 BSPD 电流传感器为自制，其辅助绕组终端必须是绝缘的。**

主开关

126. 驱动系统主开关 (TSMS) 和控制系统控制主开关 (LVMS) 安装在车辆右侧并彼此邻近

△ 所有主开关必须大概位于车手肩高 80%

127. 未安装在车身的可拆卸部位

128. 必须为可移除把手的旋转式开关

△ 把手长度至少为 50mm

129. 所有主开关 “ON” 的标记必须在水平位置

130. 所有主开关必须有 “ON” “OFF” 标记

131. TSMS 在 “OFF” 状态下具有锁定机构（上牌挂锁）

132. LVMS 应标有 “LV” 字样和白色边缘蓝色三角形背景的红色闪电箭头图案

133. LVMS 应装在一个红色圆形区域内且和背景色对比鲜明

△ 圆形区域直径 $\geq 50\text{mm}$

134. TSMS 应标有 “TS” 字样和黄色三角形背景的黑色闪电箭头图案

135. TSMS 应装在一个橙色圆形区域内且和背景色对比鲜明

△ 圆形区域直径 $\geq 50\text{mm}$

测量点

136. 应安装两个橙色背景下的非黑色电压测量点

137. 应安装一个黑色的 GLVS 接地测量点

138. 应安装在主开关附近

139. 使用 4mm 香蕉插头

140. 绝缘覆盖物包裹

141. 覆盖物可以不使用工具拆卸

142. 正确标记 (TS+, TS-, GND)

驱动系统急停装置

143. 主环上必须安装两个急停开关，且必须是红色

144. 急停开关必须安装在车手头部高度附近两侧

145. 推拉式或推-旋转-拉式

△ 直径 $\geq 39\text{mm}$

146. 此开关使用红色闪电贴纸标记

147. 驾驶舱内必须安装一个急停开关，且必须是红色

148. 推拉式或推-旋转-拉式

149. 使用红色闪电贴纸标记

150. 应放置在车手易于操控的位置

△ 直径 $\geq 24\text{mm}$

151. 惯性开关必须刚性直立安装在赛车车架/单体壳上且可拆卸用于检查性能

► 检查互锁

152. 高压电池箱

153. 电机控制器

154. HVD
155. 电力分配箱
156. 能量计壳体
- 包络外电机应当有
157. 一条沿着高压驱动线缆走线的安全回路互锁
- 线, 该互锁线应当在驱动系统线束断裂或者端子拔出之前断开安全回路。
158. 一条沿着悬架其中一根杆件走线的互锁线路, 该互锁线应当在悬架部件失效前断开安全回路。
159. 所有插件互锁, 均可被断开展示

驾驶舱指示灯

- AMS 指示灯应当
160. 处于驾驶舱内部且标识有“AMS”
161. 在阳光下, 从车外侧清晰可见
162. 处于驾驶员可以观察到为位置
- IMD 指示灯应当
163. 处于驾驶舱内部且标识有“IMD”
164. 在阳光下, 从车外侧清晰可见
165. 处于驾驶员可以观察到为位置
- TS Off 指示灯应当
166. 处于驾驶舱内部且标识有“TS Off”
167. 在阳光下, 从车外侧清晰可见
168. 处于驾驶员可以观察到为位置

驱动系统电压

- 在驱动系统测量点测量电压
169. 等于或小于 60VDC

放电电路和身体保护电阻

- 关闭低压系统主开关, 测量 TS+ 和 TS- 间电阻, 测量值为 $R = \underline{\hspace{2cm}} \text{k}\Omega$
170. 电阻等于人体保护电阻 $\times 2 +$ 放电电阻
171. 身体保护电阻功率大于等于短路 TS+ 和 TS- 时的功率
172. 放电功率对于持续放电是足够的(额定功率足够大)

驱动系统线束

173. 所有的驱动系统线缆和部件都位于防滚包络内, (侧边) 防撞结构保护之后。(轮边电机除外)
174. 驱动系统壳体外的所有驱动系统接插件如果误插到对应接插件以外的位置, 无法激活驱动系统
175. 轮毂电机的驱动系统线缆在断开时不得接近驾驶舱开口, (侧边) 防撞区域的以外驱动系统线缆应当尽量得短
176. 所有的驱动系统线缆和接插件都应有适当的过流保护
177. 壳体以外的驱动系统线缆应为橙色
178. 非驱动系统线缆不得为橙色
179. 驱动线路的电路必须使用绝缘导线管包裹或使用橙色的屏蔽电缆
180. 车壳外的驱动系统线缆必须紧固且能承受至少 200N 的力
181. 驱动系统线缆远离任何可能的刺伤或损坏
182. 保护电缆远离旋转的/移动的部件
183. 没有驱动系统电缆低于车架
184. 驱动系统电缆和低压系统电缆物理上相互隔开(互锁例外)
185. 电线额定温度 > 85 摄氏度, 额定电压 \geq 驱动系统最高电压
186. 额定温度合理
187. TSMP 和每个螺纹连接处都需要有主动锁紧机构(所有不能看到的地方均要有照片证明)
188. 禁止只采用绝缘胶带或类似橡胶的涂料来实现绝缘

高压警告标签

- ▶ 检查高压容器外壳上是否有高压警示标识（黄色三角形背景下的黑色闪电标识）
- 189. 电机控制器
- 190. 电机
- 191. 电力分配箱
- 192. 能量计壳体
- 193. 其他含有高压系统的外壳

驱动系统保护

- ▶ 检查驱动系统覆盖物开口，使用直径 6mm，长 100mm 的绝缘检测探针接触高压连接点
- 194. 无法接触到任何高压连接点
- 195. 驱动系统部件和箱体要防潮

高压断开装置 (HVD)

- 196. HVD 要明确地用“HVD”标示出
- △ 必须离地 350mm 以上
- 197. 高压断开必须位于防滚保护范围内
- 198. 不得远程操控 HVD（比如通过线缆）
- 199. 集成有互锁
- ▶ 站在车旁，安装 HVD，移除 HVD
- 200. 10s 内不借助工具可以移除
- 201. 驱动系统保护仍有效（绝缘检测探针），如果加上了盖子/空连接器，则需将之存放在推杆之内
- 202. 空接插件要在颜色等外观上和 HVD 有明显区分

驱动系统激活指示灯 (TSAL)

- 203. 驱动系统指示灯位于主环最高点下且位于防滚保护范围内且整体位于主环最高点下 75mm 的范围内
- △ 指示灯 3 米外阳光下清晰可见（视角高度 1.6 米）

数据记录仪 (DATA Logger)

- 204. 数据记录仪必须有外壳保护并牢固固定
- 205. 所有来自电池箱的驱动系统电能必须经过数
- 据记录仪

防火墙

- 将驾驶员的任何部位（头盔最高点的 100mm 以下）与以下区域的高压部件（包括高压线缆，但轮边电机除外）隔开
- 206. 驾驶员背部
- 207. 驾驶员体侧
- 208. 车辆前端
- 209. 第一层，朝向驱动系统，使用至少 0.5mm 厚的铝
- 210. 第二层，朝向车手，使用绝缘材料（不允许使用碳纤维）
- 211. 即使是最薄弱处，材料也要符合 UL94-V0、FAR25 或等同标准
- 212. 即使位于防火墙后，电池箱的冷却出风口也不应当指向车手

加速踏板传感器 (APPS)

- 213. 当未被按压时，加速踏板必须回到初始位置
- 214. 至少安装两个不同的、不相交传递函数的传感器（对于数字传感器，则必须有校验位）
- 215. 传感器不允许共用电源线和信号线
- 216. 加速踏板有限位器，防止传感器受损或过压
- 217. 踏板上至少安装两个弹簧
- 218. 其中一个弹簧失效时另一个弹簧能单独工作使踏板回到初始位置（加速踏板传感器中的弹簧

不可视为回位弹簧)

制动灯

- 219. 车辆有且只能有一个红色的制动灯
- 220. 制动灯在车辆后方清晰可见
- 221. 在非常明亮的阳光下清晰可见
- 222. 必须安装在车辆中线上
- 223. 高度必须位于车轮中心和车手肩部中间
- 224. 形状为黑色背景的圆形或三角形或矩形
 - 发光面积 $\geq 15\text{cm}^2$
 - 如使用单排 LED 灯带, 总长度 $\geq 150\text{mm}$
 - 如使用无扩散器的灯珠, 灯珠间距 $\leq 20\text{mm}$

电池管理系统

- 断开驱动系统电池的低压连接
- 225. AMS 指示灯亮起且是红色的
- 车队连接 AMS 上位机
- 226. 可以展示相关电池读数

接地检查

- 包含驱动系统壳体的接地应当符合下列两种要求其中之一, 1) 包含有至少 0.5mm 厚的导电层专门用于接地, 2) 完全绝缘。既有导电部分又有绝缘部分的壳体可以分别适用于上述两个要求, 只要其内部是隔开的。
- 导电的驾驶员座位, 安全带安装点, 导电的防火墙固定点, 防火墙导电面, 以及从驱动系统壳体内部延伸出的金属部件都需要妥善接地。妥善接地被定义为在 1A 的测量电流下对地电阻不大于 $300\text{m}\Omega$, 且使用的接地线的额定电流应当不小于 10% 的主保险丝额定电流。
 - 检查所有的驱动系统壳体
 - 227. 驱动系统壳体使用的材料如果具有不小于 $200\text{M}\Omega @500\text{V}$ 的绝缘值(最薄弱处的电阻, 分隔内部高压和外部的电阻), 则适用于规则 2), 不需要接地层
 - 228. 上述绝缘壳体上的导电的紧固件, 接插件和背板等, 如果使用了妥善的绝缘材料将其与驱动系统部件分隔, 可以不设有规则 1) 要求的接地层, 但是所有延伸出的金属部件都需要妥善接地
 - 229. 驱动系统壳体任意一处材料不满足 $200\text{M}\Omega @500\text{V}$ 要求的, 则适用规则 1), 需设置 0.5mm 厚的铝或更佳导电率的导电接地层
 - 230. 如果驱动系统电池箱适用于导电层要求, 且使用钢材料, 厚度需要达到至少 0.9mm
 - 使用 TSMP 旁的接地检查点对于上述要求的接地点及其他要求接地的部位进行测量(@ 1A , 电阻不大于 $300\text{m}\Omega$)
 - 231. 主环
 - 232. 座椅安装点
 - 233. 安全带安装点
 - 234. 防火墙安装点
 - 235. 防火墙
 - 236. 驱动系统电池箱
 - 237. 驱动系统壳体(导电层)
 - 238. 驱动系统壳体金属延伸
 - 239. 上述接地使用的接地线额定电流不小于 10% 驱动系统主保险丝额定电流
 - 对下列部件测量对地电阻, 要求不大于 $100\Omega @0\text{A}$
 - 240. 驱动系统部件附近 10cm 以内的碳纤维部件
 - 241. 左前和右前的碳纤维悬架部件
 - 242. 左后和右后的碳纤维悬架部件

绝缘检查

- ▶ 根据驱动系统最大电压 U_{max} 选择测量电压 U_{test} ,
 $U_{max} \leq 250VDC$ 时, $U_{test}=250VDC$; $U_{max} \geq 250VDC$ 时,
 $U_{test}=500VDC$
 - ▶ 将绝缘监测仪连接至 TS+ 和 LV GND
 - ▶ 测量绝缘电阻为 $R_{iso}=_____k\Omega$
243. 阻值远大于驱动系统最大电压*500Ω /V+身体
保护电阻
- ▶ 将绝缘监测仪连接至 TS- 和 LV GND
 - ▶ 测量绝缘电阻为 $R_{iso}=_____k\Omega$
244. 阻值远大于驱动系统最大电压*500Ω /V+身体
保护电阻
245. 两次测量的电阻值近似相等

！！以下检查在高压下进行！！

驱动系统启动

- ▶ 将驱动轮抬升并离开地面，移除驱动轮
 - ▶ 安装 HVD
 - ▶ 在 TS+和 TS-间连接电压表
 - ▶ 闭合 TSMS，同时 LVMS 保持断开
 - 246. 高压测量点电压≤60VDC
 - ▶ 闭合 LVMS，同时 TSMS 保持断开
 - 247. IMD、AMS 指示灯亮起 1-3s 进行可视性检查
 - 248. 高压测量点电压≤60VDC
 - ▶ 闭合 TSMS 和所有急停开关
 - ▶ 复位 IMD 或 AMS 的报警
 - 249. 驱动系统未激活
 - ▶ 激活驱动系统，在驱动系统启动时测量驱动系统电压，使用车队所提供的万用表和测试引线，建议将万用表置于手动挡。
250. 在第二个 AIR 闭合之前驱动系统正在预充
- ▶ 断开 TSMS
 - 251. 驱动系统电压在 5s 内降到 60VDC 以下
 - ▶ 保持 TSMS 断开，尝试激活驱动系统
 - 252. 驱动系统未激活
 - ▶ 闭合驱动系统总开关
 - 253. 驱动系统未激活

驱动系统急停

- ▶ 在 TS+和 TS-间连接万用表
- ▶ 检查以下全部开关，任意开关失效都会导致驱动系统关闭，且驱动系统电压在 5s 内降到 60VDC 以下
- 254. 控制系统主开关
- 255. 左侧急停开关
- 256. 右侧急停开关
- 257. 驾驶舱急停开关
- 258. 惯性开关
- 259. 制动超程开关
- ▶ 展示驱动系统所有互锁（出示 ESF）
- 260. 全部互锁电路

驱动系统激活指示灯

- ▶ 激活低压系统
- 261. 主环灯和 TS OFF 指示灯都为绿色
- ▶ 激活驱动系统
- 262. 主环灯闪烁红色，频率为 2 Hz -5 Hz，TS OFF 指示灯关闭
- 263. 主环灯在阳光下清晰可见（水平位置，整个发光表面）
- ▶ 关闭驱动系统，切断一根单独的**电池箱状态检测电路的接插件**，激活驱动系统（**如果断开电池箱状态检测电路，安全回路同步断开，跳过下方两项** 检查）
- 264. 主环灯红色闪烁且 TS OFF 指示灯熄灭
- ▶ 连接电池箱状态检测电路接插件
- 265. 主环灯红色闪烁且 TS OFF 指示灯熄灭
- ▶ 关闭驱动系统
- 266. 主环灯和 TS OFF 指示灯熄灭
- ▶ 关闭低压系统，断开电池箱主接插件，将≥60 Vdc 电源连接到驱动系统（使用合适的插头，禁止手持表笔、裸线头等可能产生危险的方式，禁止使用 TSMP 连接）
- ▶ 激活低压系统
- 267. 主环灯同时红色闪烁和绿色常亮，TS OFF 指示灯亮起
- ▶ 断开电源，移除 HVD，短接 HVD 互锁（！！此时应使用空插接件或绝缘物可靠遮挡住高压连接点！！），激活驱动系统
- 268. 主环灯和 TS OFF 指示灯是熄灭的

绝缘检测装置

- 269. 一条 IMD 接地线与电池箱体连接, 另一条接地线通过单独的导线与主环连接
- ▶ 测试电阻大小计算 $R_{test} = (\text{最大驱动系统电压} * 250 \Omega / V) - BPR = \underline{\hspace{2cm}} k\Omega$
- ▶ 激活驱动系统, 在 TS+ 和 LV GND 间连接电阻 R_{test}
- 270. 30s 内安全回路断开
- 271. IMD 状态指示灯亮起
- 272. 驱动系统电压在安全回路断开后 5s 内降低至 60VDC 以下
- ▶ 尝试通过所需的附加动作来激活驱动系统
- 273. 无法重新启动驱动系统
- ▶ 如果有驾驶员触碰不到的复位按钮, 按下此按钮
- 274. 无法重新启动驱动系统
- ▶ 移除测试电阻等待 40s 直到 IMD 重置输出状态
- 275. 无法重新启动驱动系统
- ▶ 按压驾驶舱内的所有重置按钮
- 276. 无法重新启动驱动系统
- ▶ 如果有驾驶员触碰不到的 IMD 复位按钮, 按下此按钮
- 277. 可以重新启动驱动系统
- ▶ 如果有驾驶员触碰不到的复位按钮, 保持按下此按钮, 在 TS- 和 LV GND 间连接电阻 R_{test}
- 278. 30s 内安全回路断开
- 279. IMD 状态指示灯亮起
- ▶ 激活驱动系统, 在 TS- 和 LV GND 间连接电阻 R_{test}
- 280. 30s 内安全回路断开

待驶状态激活程序

- ▶ 激活驱动系统, 按压加速踏板
- 281. 电机不转动
- ▶ 车队将车辆设置为待驶状态
- 282. 在进入待驶模式的时刻必须正在按下制动踏板
- ▶ 重复激活过程, 但是在按下进入待驶程序按钮之前踩一次刹车并放开
- 283. 不能开启待驶模式
- ▶ 断开制动传感器
- 284. 不能开启待驶模式
- 285. (根据之前的鸣笛) 待驶提示音持续 1-3s
- △ 待驶提示音至少为 80dBA (车辆 2m 内)
- 286. 待驶提示音易于察觉且不能是动物叫声或歌曲片段

APPS 和 BSPD

- ▶ 将赛车设置为待驶状态
- ▶ 断开 ≥ 50% 的加速踏板传感器
- ▶ 全行程按压加速踏板
- 287. 电机不转动
- ▶ 断开所有加速踏板传感器
- ▶ 全行程按压加速踏板
- 288. 电机不转动
- ▶ 重新连接所有加速踏板传感器, 在电机旋转时断开在加速踏板传感器和电机控制器之间的任一信号线 (CAN 线)
- 289. 电机停止旋转
- ▶ 车队模拟 5kW 功率连接到 BSPD 上, 用力压制制动踏板 (按压超过 0.5s) (以驱动系统额定电压计算 5kW 电流)
- 290. 驱动系统关闭
- ▶ 重新启动 TS. 断开电流传感器, 将制动踏板压到某一位置或用力压踏板 (按压超过 0.5s)。
- 291. 驱动系统关闭 (如果不需要刹车, 仅切断电流传感器就导致驱动系统关闭, 则本条自动通过, 不允许通过互锁的方式实现)
- 292. 只有在 10 秒后才有可能重新激活驱动系统 (故障移除, 10s 内尝试一次激活驱动系统, 10s 后再进行一次尝试)

部件密封

- ▶ 在所有测试成功通过后, 检查以下驱动系统外壳密封并贴易碎贴
- 293. 电机控制器外壳密封
- 294. 能量计外壳密封
- 295. IMD 外壳密封
- 296. TSAL 电路外壳密封
- 297. BSPD 外壳/BSPD 阈值调节密封
- 298. 其他部件密封:
- 299. 其他部件密封:

数据记录仪

- △ 检查数据记录仪的功能和连接

车检状态更新

- ▶ 在车检表中记录时间、签字并在赛事系统中更新车检状态



2025 中国大学生方程式系列赛事
FORMULA STUDENT CHINA

电气检查第一次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电气检查第二次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电气检查第三次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电气检查第四次检查

推入时间: ____月____日____时____分 推出时间: ____月____日____时____分

检查裁判: _____

问题记录:

电气检查通过

裁判签字: _____

日期时间: ____月____日____时____分

车检通过标签:



Part3: Autonomous System Inspection 无人系统检查

车检通过标签

无人驾驶系统信息表			
车号		院校名称	
传感器类型及数量	<input type="checkbox"/> 激光雷达,	RES 来源	<input type="checkbox"/> 自制
	<input type="checkbox"/> 摄像头,		<input type="checkbox"/> 购买, 型号:
	<input type="checkbox"/> 组合导航,	RES 有效距离	
	<input type="checkbox"/> 其他,	RES 工作频段	
EBS 储能形式		EBS 冗余形势	<input type="checkbox"/> 冗余 EBS/ <input type="checkbox"/> 双向监测行车制动

这部分检查的时间限制是 90 分钟。重新申请后可以继续检查。在技术检查期间，对车辆的所有操作都必须经过车检裁判的批准。

车检状态更新

- ▶ 当前日期及时间: ___月___日___时___分

必要材料及资源

- | | |
|--|--|
| 300. <input type="checkbox"/> 一名 ESO 必须参加
301. <input type="checkbox"/> 一名 ASR 必须参加
● RES 遥控器 | <ul style="list-style-type: none"> ● 使能 EBS 所需的工具或装备 ● ASF 打印版 ● FMEA 打印版 |
|--|--|

无人驾驶系统传感器

- | | |
|---|---|
| 302. <input type="checkbox"/> 传感器检查 - 检查是否所有的传感器都在 ASF 中描述 (如果有额外的传感器, datasheet 必须由车队提供并由裁判审核) | 线等) 不得遮挡车手视野 (包围面: 主环顶点至四个轮胎外边缘切线, 以及离地高 500mm, 距离前轮前边缘 700mm 所构成的空间曲面, 不得超过前轮边距的宽度。) |
| 303. <input type="checkbox"/> 无人驾驶系统传感器 - 正常坐姿时, 传感器不能接触到车手的头盔 | 305. <input type="checkbox"/> 传感器安装 - 传感器必须安全地刚性连接在赛车结构上 |
| 304. <input type="checkbox"/> 传感器位置 - 传感器必须安装在规定的包围面内 (相关设备天线除外), 任何部分 (包含天 | ▶ 传感器标记 - 标记所有传感器 |

无人驾驶系统状态指示灯 (ASSI)

- | | |
|--|---|
| 306. <input type="checkbox"/> 两侧的 ASSI 安装在车手后侧, 主环顶点 160mm 以下, 地面 600mm 以上的范围内 | 的范围内 |
| 307. <input type="checkbox"/> 后侧的 ASSI 安装在车辆中线上, 与中线垂直, 安装在主环顶点 160mm 以下, 制动灯 100mm 以上 | 308. <input type="checkbox"/> 黑色背景的圆形, 三角形或者矩形 |
| | △ 发光面积 $\geq 15\text{cm}^2$, 若使用 LED 灯带的话, 灯珠间距 $< 20\text{mm}$ 且发光长度 $> 150\text{mm}$ |

遥控急停系统 (RES)

- | | |
|---|--|
| 309. <input type="checkbox"/> RES 与 ASF 中描述完全一致 | 关有明显区别 |
| 310. <input type="checkbox"/> RES 遥控端可佩戴或有手持把手 | 311. <input type="checkbox"/> RES 遥控端急停按钮与其他按钮开关有 $\geq 15\text{mm}$ 的高度差或中心距差 |
| △ RES 遥控端急停按钮直径 $\geq 24\text{mm}$, 且与其他按钮开 | |

312. RES 遥控端可防雨淋

313. RES 接收端牢固的安装在车辆中

- RES 具有以下功能。车队必须能够完全解释其方案与原理或展示相关产品说明书/参数表

314. 低电量警示

315. 断电保护

316. 信号丢失保护

紧急制动系统 (EBS)

- ▶ 向车队索要完整组装的 EBS PCB 板

317. PCB 板安装位置与车辆高压系统有可靠隔离

318. 如使用绝缘漆，应具有足够的绝缘等级和温度等级，使用数据表证明

319. 绝缘漆的工艺满足数据表要求的涂装工艺

320. 紧急制动系统与 ASF 中所描述的必须一致

321. 紧急制动系统的所有部件必须完全安装，没有遗漏

322. 没有使用快拆式（液压、气动等）接头

323. 如果 ASMS 关闭的话，EBS 不能被触发。车队需要向裁判解释原理

324. 如果 EBS 触发后需要手动释放的话，在 ASMS 附近有 EBS 释放点的图形描述

325. 手动释放点标记有红色箭头，上面写有白色的“EBS 释放/EBS release”

326. 箭头的长度为 100mm，宽度为 20mm

327. 所有释放点彼此接近，无需工具/移除任何车身部位/过度弯曲进入驾驶舱即可轻松触及

无人驾驶系统测试

- ▶ 将所有车轮抬升并离开地面，移除驱动轮

- ▶ 闭合 LVMS，在无人驾驶任务指示器 (AMI) 中选择车检任务

328. ASSI 关闭

- ▶ 闭合 ASMS 和 TSMS

329. 使用驾驶舱的激活按钮无法启动驱动系统

- ▶ 使用外部的激活按钮激活驱动系统

330. 在自检后，ASSI 黄色常亮 (AS ready)

- ▶ 在 AS ready 后 5s 内按下 RES “Go” 按钮

331. 没有进入无人驾驶系统行驶状态 (AS Driving)

(ASSI 黄灯闪烁)

332. 没有进入待驶状态 (R2D)

333. AMI 的功能和可视性保持正常

334. 3 个 ASSI 在强烈的日光下均清晰可见。从车

辆的任意角度看至少能看到一个 ASSI

335. 制动系统使能

- ▶ 按下 RES “Go” 按钮

- !!! 警告：车轮和转向将会运动！！

336. 系统状态从无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)

切换至无人驾驶系统行驶状态 (AS Driving)，

ASSI 黄灯闪烁

337. 驱动轮缓慢旋转，转向系统以正弦输入方式进行动作

- ▶ 等待从无人驾驶系统行驶状态 (AS Driving) 切换至无人驾驶系统完成状态 (AS Finished)

338. 在 25~30 秒内完成转换，ASSI 蓝灯常亮，触发紧急制动

339. ASSI 在强烈的日光下清晰可见

340. TS 关闭

- ▶ 关闭 ASMS，释放 EBS (可能需要进行手动操作)

341. 制动不使能，可以手动转向，ASSI 关闭

- ▶ 尝试再次激活驱动系统，进入无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)

342. TS 不能被激活，无法进入无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)

- ▶ 关闭 LV 再开启，进入无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)

- ▶ 当处于无人驾驶系统准备状态 (AS Ready) 时按下一个急停按钮

343. 系统状态切换至紧急制动状态 (AS

Emergency), ASSI 蓝灯闪烁

344. 触发 EBS

345. EBS 报警声持续 8~10s, 1Hz~5Hz, 占空比 50%。

EBS 报警声应与 R2D 鸣笛有所区分。

346. EBS 故障灯关闭

347. TS 关闭

- ▶ 关闭 ASMS, 重置 EBS (可能需要进行手动操作)
- ▶ 在下列每一项检查之前重置 EBS, 关闭 LV 再开启, 选择车检任务, 进入无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)
- ▶ 按下 RES (裁判规定距离下的连续 3 次) / 突然拆除 RES 电源/屏蔽 RES 传输信号/任意一个急停按钮/关闭 ASMS (对于每一项测试都重复关闭 LV 再开启的动作)

348. TS 关闭

349. 系统状态切换至紧急制动状态 (AS Emergency), ASSI 蓝灯闪烁, 触发 EBS, 发出

EBS 报警声

350. EBS 故障灯关闭

- ▶ 测试所有操作错误 (例如手动释放阀未关闭) 以及 EBS 失效模式 (例如断开传感器、断开供电、气动元件失效、液压元件失效等等。根据车队 FMEA 进行随机选择 3 至 5 项)

351. 系统检查到了失效

352. EBS 故障灯亮起

353. 当系统状态是无人驾驶系统准备 (AS Ready) 或无人驾驶系统行驶 (AS Driving) 时, 应切换至紧急制动状态 (AS Emergency), EBS 的冗余系统或相互监控的行车制动进行制动

354. 当系统状态转换到无人驾驶系统关闭 (AS OFF) 时, 不关闭 LV 再开启, 无法通过闭合 ASMS 以及激活 TS 再次转换至无人驾驶系统准备状态 (AS Ready)

部件密封

- ▶ 在所有测试成功通过后, 对以下系统粘贴易碎贴:

355. 能量计外壳密封

356. EBS 电路板密封

357. RES 外壳密封

358. 其他部件:

数据记录仪

- △ 检查数据记录仪的功能和连接

车检状态更新

- ▶ 在车检表中记录时间、签字并在赛事系统中更新车检状态