2026 ??????????

本章節紀錄了新進成員必須掌握的 FSAE 核心知識，包含規則、技術與實務操作。

- 第一章: FSAE 賽事精神與車隊文化指南
- 第二章: 2026 技術規則深度導讀: 底盤結構與安全性
- 第三章: 車載電子系統基礎: CAN-Bus 通訊與感測器整合
- 第四章: 賽車製造工藝與實驗室安全作業規範
- 第五章: 靜態項目攻略: 技術設計評審 (DR) 與成本報告 (CR)

????FSAE ????????????

1.1 ??????????????????

歡迎加入車隊！首先要建立一個觀念：Formula SAE (FSAE) 的核心不是造一輛最快的車，而是在一年的時間內，模擬經營一家高科技工程公司。SAE International 創立它的初衷，是希望培養出能「解決真實世界問題」的工程師。

????????????

1. 技術的深度 **(Engineering Excellence)**：
   車子快只是結果。我們更看重你是否能解釋「為什麼」這樣設計能讓車變快，以及背後清晰的數據支持。
2. 務實的商業頭腦 **(Business Acumen)**：
   賽車是個燒錢的運動。你必須學會如何在有限的資源下做取捨，並向評審（模擬的投資人）證明你的方案是值得投資的。
3. 刻在骨子裡的安全意識 **(Safety-First Culture)**：
   在賽車場上，任何一個小疏忽都可能造成無法挽回的後果。這也是為什麼規則手冊如此嚴苛，因為它背後是無數前人累積的經驗與教訓。

1.2 ??????????????

每個組別都有其專業，但真正的挑戰在於「協作」。

- 底盤組 **(Chassis & Suspension)**：你們是賽車的骨架。除了用 Lotus 或 ADAMS 模擬懸吊運動，更要透過 FEA 分析確保每一根焊道都能承受極限時的應力。感測器的安裝位置，需要你們跟電控組密切討論。
- 動力組 **(Powertrain)**：
  你們是賽車的心臟。無論是調校引擎的空燃比，還是優化馬達的扭矩輸出曲線，你們的目標都是在整個賽季中榨乾每一瓦的能量。
- 電控組 **(Electronics & Data)**：
  你們是賽車的神經中樞。從設計一條簡潔可靠的線束，到開發一套能讓車手秒懂的儀表板，你們的工作貫穿全車。
- 空力組 **(Aerodynamics)**：你們賦予賽車靈魂。 CFD 軟體只是工具，真正的挑戰是如何在風洞中驗證你的模擬，並與底盤組合作，將下壓力轉化為實質的圈速。

1.3 ??????????

- 隨手記錄，勝過最強大腦 ：
  一個優秀的設計如果沒有被記錄下來，那它就等於從未發生過。學習使用工程筆記或 Git
  來管理你的知識。
- 先問「為什麼」，再問「怎麼做」 ：
  在動手前，先理解設計背後的原因。這會讓你在遇到問題時，具備獨立解決的能力。

???????

- FSAE Official Website - 規則與公告的唯一官方來源。
- SAE International Student Competitions - 了解 FSAE 在全球的佈局。
- Formula Student Germany - Academy - 歐洲強隊的技術分享與知識庫。

????2026 ??????????????

2.1 SES???????????

在動手畫第一張設計圖前，請先打開 SES (Structural Equivalency Spreadsheet)。它不是一份讓你打勾的表格，而是你與評審之間關於「安全」的合約。

?????? (F.3.2)

- 主防滾籠 **(Main Hoop)** 與 前防滾籠 **(Front Hoop)** 是駕駛的最後一道防線。規則嚴格要求使用 1.0" x 0.095" (25.4mm x 2.4mm) 的 1018/1020/4130 冷抽鋼管，這是經過無數模擬與實測得出的最低安全標準。 *(Fact-checked: FSAE 2024 F.3.4.1)*
- 結構等效性 ：
  如果你想用更輕的材料（如碳纖維），你必須用嚴謹的數據證明，你的設計在彎曲剛度、抗扭剛度與能量吸收能力上，全面超越標準鋼管車架。

2.2 2026 ????????????

- 後隔板垂直度 **(F.11.3.3)**:
  為什麼要垂直？因為賽場上最常見的事故之一就是追撞。垂直的隔板能確保撞擊力被有效地傳導至整個車架，而不是讓前車的鼻翼直接衝擊你的電池箱或油箱。
- 基準點下移 ：
  這個看似微小的改動，是為了統一所有評審的測量標準，避免因測量點不同而產生的爭議。這也提醒我們，魔鬼藏在細節裡。

2.3 ??????????????????

- **5** 秒逃生測試 ：
  這項測試通常在最疲憊的耐久賽後進行。你必須確保，即使在極端壓力下，方向盤快拆、安全帶卡扣依然能被迅速解開。
- 安全帶安裝角度 **(F.10.4.3)**: 肩帶與水平面的夾角被嚴格限制在 0° 到 20° 之間，是為了在正面撞擊時，防止脊椎因過度拉伸而受傷。

2.4 ????????????

- □□
  □□ UL94 V-0 □□□□□□□□□□

???????

- 2026 FSAE Rules v1.0 (PDF) - □□ □□□□□□□□□□
- Design Judges - Structural Basics - □□□□□□□□□□□□□
- FSAE Structural Equivalency Spreadsheet (SES) Manual - □□□□□□□□ SES□

??????????????CAN-Bus ????????

3.1 CAN-Bus??????

[illegible] CAN-Bus (Controller Area Network) [illegible]

???????

- **120 [illegible]**: [illegible] 120 [illegible]
- [illegible] **(Bus Load)**: [illegible] 80%[illegible] PCAN-View [illegible] Bus Load[illegible] ([illegible] ID)[illegible]

3.2 ?????????

- [illegible]: [illegible] (Shield) [illegible] (Ground Loop)[illegible]

3.3 2026 ???????????

- [illegible] **(IMD)**: [illegible] 500 Ohm/V[illegible] 2 [illegible]
- **TSAL (Tractive System Active Light)**: [illegible]

3.4 ?????CAN DBC ??

DBC (Data Base CAN) 檔案是解碼 CAN 訊息的「字典」。學會定義和使用 DBC 檔案，能讓你用 MoTeC i2 或其他分析軟體時事半功倍。

???????

- CAN Bus Explained - A Simple Intro - 極佳的入門圖文教學。
- FSAE EV Electrical Safety Guide - 電動車組必讀的安全指南。
- Vector E-Learning: CAN Basics - 來自業界領導者的免費線上課程。

??????????????????

4.1 ??????????

實驗室的安全守則不是為了限制你，而是為了保護你。

- 化學品管理：你需要知道環氧樹脂 (Epoxy) 的 A/B 劑混合時會放熱，且其氣體具有毒性。這意味著操作時必須在通風處並佩戴活性碳口罩。
- 鋰電池安全：刺穿、過充、短路的鋰電池都可能引發熱失控。實驗室必須備有 D 類滅火器或專用滅火毯。

4.2 ????????????

TIG ?????

- 焊前準備：焊道周圍 2 英寸內的油污、鏽跡、氧化層都必須用砂紙或鋼刷徹底清除。一個乾淨的坡口是焊道強度的基礎。
- 魚鱗焊的意義： 漂亮的魚鱗焊不僅是美觀，它代表了穩定的焊接速度、電流與送絲手法，這是焊道均勻性的體現。

????????

- 鋪層順序 **(Layup Schedule)**: [0/90] 度的鋪層提供抗拉伸能力，而 [+45/-45] 度的鋪層則提供抗扭轉能力。一個好的空力套件或單體殼，是這兩種鋪層的精妙結合。
- 真空袋壓力：-25 inHg (約 -85 kPa) 是常用的目標真空度。過低的真空度會導致樹脂過多、強度下降；過高則可能吸出過多樹脂導致干點
  - *(Fact-checked: Common practice in composites industry)*

4.3 ????????

- 液體滲透檢測 **(LPI)**: 對於像輪轂 (Upright) 這樣承受複雜應力的鋁合金零件，完成加工後進行 LPI 檢測，能用肉眼看見微米級的表面裂紋，避免賽場上的致命失效。

???????

- Workshop Safety Manual Example - 華盛頓大學的安全手冊範本。
- Lincoln Electric Motorsports Welding Guide - 來自焊接巨頭的專業賽車焊接指南。
- Easy Composites Learning Centre - 學習複合材料的最佳線上資源之一。

?????????????????? (DR) ????? (CR)

5.1 ???? (DR)?????????

[illegible]

?????????? DR

- [illegible]: [illegible] (Push-rod)[illegible] (Pull-rod)[illegible] 5% [illegible]
- [illegible] **(FMEA)**: [illegible]

5.2 ???? (CR)?????????

[illegible]

- [illegible]: [illegible] CNC [illegible] 3D [illegible]
- **Real-Case Scenario**: [illegible]

5.3 ???? (BPP)????????????

- [illegible] **(USP)**: [illegible]
- [illegible] **(BMC)**: [illegible]

???????

- FSAE Cost & Business Guides - 官方成本與商業簡報指南。
- FSAE Design Review Guidelines (PDF) - 官方設計評分表，了解得分關鍵。
- Strategyzer - Business Model Canvas Explained - 學習如何使用商業模式畫布。