FFB-Bridge
USB FFB JOYSTICK

使用者手冊 / 釋出版本 1.6.5

感受這架飛機。
把差別飛出來。

安裝、硬體設定、飛行檢查、調校、設定檔、模擬器連線與故障排除。



版本 1.6.5

Windows / Linux / macOS

從這裡開始

在力開始輸出之前請先讀這一頁

FFB-Bridge能夠下發真實的機械力。良好的設定從剋制、整潔的桌面和可重複的測試開始，而不是從最大力度開始。

人身安全 用螺栓或夾具把基座牢固固定。讓雙手、線纜、飲料和鬆散物品遠離操縱區。先從保守的「硬體」上限開始。把緊急「解除力回饋」控制放在伸手可及的位置。絕不要在實際飛行中執行引導測試。

安全的設定流程

1. 安裝FFB-Bridge，並連線一台受支援的力回饋裝置。
2. 開啟硬體。確認所選裝置及其物理強度上限。
3. 用飛行檢查在低而可控的力度下驗證俯仰和滾轉方向。
4. 執行單項效果測試，或執行引導式的飛機/直升機序列。
5. 連線模擬器，載入最接近的起始設定檔，只有在座艙周圍無障礙時才啟用力回饋。

本手冊涵蓋內容

本手冊與 FFB-Bridge 1.6.5 適用於 Windows 10/11、現代 Linux 和 Apple-silicon macOS。MSFS 2024/2020 可連線 Windows 和 Linux。X-Plane 11/12 可連線 Windows 和 Linux；macOS 構建適用於 X-Plane 12。

應用介面提供十六種語言。當應用使用的語言與本手冊相同時，本手冊中的控制元件名稱與應用一致。

同時保留線上文件 可下載的PDF是持久的離線指南。如需獲取最新發布說明和更正，請使用https://ffb-bridge.com/zh-hant/docs/manual。

由 Rohsam Inc. 釋出 | 版本 1.6.5 | 2026 年 9 月修訂

導航

目錄

請使用PDF書籤或下方帶連結的目錄。每個主要工作流程都另起一頁，使本指南在螢幕上和列印時都便於閱讀。

在力開始輸出之前請先讀這一頁 . . . 2
目錄 . . . 3
1.6.5 新功能 . . . 4
1. 安裝FFB-Bridge . . . 6
2. 首次啟動 . . . 7
3. 飛行檢查 . . . 8
4. 連線Microsoft Flight Simulator . . . 10
5. 連線X-Plane . . . 12
6. 啟用力回饋與飛行 . . . 13
7. 支援的硬體 . . . 16
8. 效果、限制與校準 . . . 18
9. 直升機操縱 . . . 19
10. MOZA設定 . . . 22
11. 可重複的調校流程 . . . 27
12. 固定翼調校，分階段進行 . . . 28
13. 旋翼機調校 . . . 35
14. 配置庫 . . . 38
15. 航空器庫 . . . 41
下次飛行前值得查閱的資料 . . . 42
無法連線時 . . . 43
16. 儀表板與模擬測試 . . . 44
17. 支援與診斷 . . . 47
18. 設定與更新 . . . 48
19. 以症狀為先的故障排查 . . . 52
20. 匯出證據並尋求幫助 . . . 53
21. 力效果參考 . . . 56
21. 力效果參考 - 續 . . . 57
22. 路徑、隱私與產品邊界 . . . 58
您的離線手冊已準備就緒 . . . 60

1.6.5 新功能

還原了部分內建配置中被關閉的效果，包括 PMDG、iniBuilds、FlightFactor 和 Just Flight 的機型。保留各機型的控制規律和後續調校修正。

改進了 94 個直升機配置，更新旋翼轉速和槳葉數量。振動會回應旋翼載荷和總距變化，包括懸停時；新增六項儀表板指示，並修復 Rotorsim EC135 V5 週期變距桿回中問題。

MSFS：Bridge 在模擬器載入或停留主選單時保持等待中的 SimConnect 連線，避免反覆嘗試耗盡客戶端連線名額。

不支援讀取原生配平開關的 AY210 韌體現在也能開啟；此類韌體仍停用配平輸入補償。

Windows：MOZA 基座在 USB 斷開後重新連線時以解除武裝狀態開啟。需主動武裝才能還原力回饋。

關閉力輸出時顯示正在解除武裝，並忽略狀態變化前的排隊點選，避免意外重新武裝。

清除 force trim 或 beep trim 按鍵繫結時會等待裝置還原；失敗時保留原繫結。

新增 Thranda PC-12 專用抖桿訊號，修正 SWS 和通用 PC-12 Legacy 配置的抖桿預設值。保留已儲存的配置和明確關閉的設定。

大型硬體軌跡以不丟失取樣的方式壓縮後匯出診斷。

Free 1.6.5 要求 Apple silicon Mac 執行 macOS 26 或更高版本。

章節 01

安裝並首次啟動

先取得正確的安裝包，核驗發行者，透過啟動健康檢查，並在開啟模擬器之前驗證力輸出路徑。



1. 安裝FFB-Bridge

FFB-Bridge是按使用者安裝的桌面應用程式。它不需要模擬器外掛；除非您明確提交，否則不會上傳設定檔、診斷資料或遙測資料。

平台	軟體包	安裝
Windows 10/11	帶簽名的x64安裝程式	開啟郵件中的下載連結，確認發行者為Rohsam Inc.或RohsamInc。安裝程式會先詢問語言，然後按使用者安裝到`%LOCALAPPDATA%`下。
現代Linux發行版	x86_64 AppImage	先給檔案加上可執行許可權，然後帶`--install`執行，以新增啟動器和圖示。使用「支援」安裝或重新整理udev規則。
macOS	帶簽名並已公證的DMG	Free 1.6.5 要求 Apple silicon Mac 執行 macOS 26 或更高版本。

Windows 安裝程式啟動時會顯示語言對話方塊，並預先選中您的 Windows 顯示語言。安裝程式的每個介面都提供全部十六種應用介面語言，包括加拿大法語；許可條款保留原始語言。

Windows 安裝程式會檢查 Free 或 Pro 是否正在執行。關閉正在執行的版本（包括系統系統匣中的例項），然後重試。安裝程式不會代您關閉應用或中斷力輸出。

啟動之前

- 把力回饋基座夾緊或用螺栓固定在穩固的檯面上。
- 只連線您打算測試的那一台裝置。之後可以在「硬體」下選擇其他受支援的裝置。
- 使用 MOZA Cockpit 檢查確切基座型號的韌體與校準。韌體版本編號因型號而異；用於 1.5.1 測試的 AY90 報告版本為 1.1.4.5。
- 飛行前無需專用 MOZA Cockpit 預設：基座在啟用前保持自身 Cockpit 手感。啟用前關閉 Cockpit 和其他配置程式。

Linux命令

```
chmod +x FfbBridge-1.6.5-x86_64.AppImage
./FfbBridge-1.6.5-x86_64.AppImage --install
```

更新 Windows、Linux AppImage 和更新後的 macOS 應用會在安裝前驗證下載。確認更新並等待正常結束，設定和配置會保留。舊版 Mac 應用可能需要手動安裝已簽名的 DMG。

2. 首次啟動

啟動窗口出現時，後台仍在偵測裝置。啟用力回饋前請等待裝置就緒結果。如果 Free 提示 Pro 已執行，請關閉 Pro（包括系統匣例項），再用 Free 開啟同一硬體。

首次執行指南從「啟用前須知」開始。固定底座，清空操縱裝置周圍的空間，並閱讀機械力安全注意事項。勾選確認後再繼續。

如果系統顯示語言是十六種介面語言之一，FFB-Bridge 會以該語言啟動，否則使用英語。可隨時在設定 → 常規 → 語言中更改；更改會立即生效。



啟用前須知：確認機械力安全注意事項後繼續設定。

解除力回饋和安全停止	正常停用會停止飛機力回饋。通用裝置返回原生或預設回中；MOZA 返回自身 Cockpit 手感設定，裝置可用時會還原並驗證。失敗會保留還原資料。安全停止將輸出增益歸零、停止活動效果，並鎖定到使用者明確重新啟用為止。

繼續閱讀「歡迎使用 FFB-Bridge」，按提示選擇裝置，然後在「準備開始」完成設定。只會顯示此安裝所需的步驟。完成設定不會啟用裝置的力輸出；飛行前請檢查啟動時發現的問題。

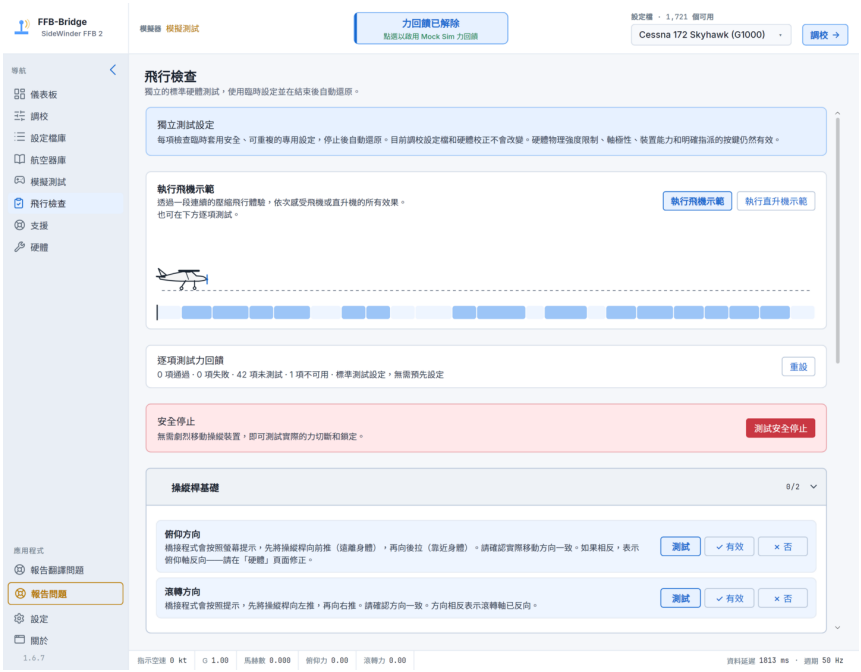
啟動健康檢查

啟動時，FFB-Bridge會在所有平台上靜默檢查裝置後端。在Linux上還會檢查對所選事件節點的讀寫許可權，以及已安裝的udev規則是否覆蓋目前裝置的許可權。

- 如果所有檢查都透過，就不會彈出額外的對話方塊。
- 出現「警告」或「失敗」時，會開啟紅色的FFB-Bridge 需要您的處理對話方塊，逐項列出檢查；立即檢查並修復會開啟「支援」中對應的檢查行。
- 對話方塊開啟期間，自動啟用會保持等待。只有在裝置確屬有意斷開時才選擇暫時關閉。
- 在Linux上完成udev修復後，請重新插拔裝置；當應用提示舊的許可權狀態可能仍然生效時，建議重啟。

3. 飛行檢查

「飛行檢查」是標準的台架測試介面。它會臨時應用已知安全的設定，之後自動還原您目前的設定檔。物理上限、軸極性、裝置能力以及明確指定的按鈕或帽子開關分配始終有效。



「飛行檢查」把引導飛行、單項力檢查、方向檢查和「安全停止」分開。

「飛行檢查」會等到力回饋輸出就緒後再開始單次檢查效果。俯仰回應微弱或沒有回應，不再被視為極性反轉的證據。請僅在實際觀察到反方向移動後更改軸方向。

按順序進行這些檢查

1. 測試俯仰方向：操縱桿先向前、再向後移動。記錄實際動作是否與螢幕提示一致。
2. 測試橫滾方向：確認左右方向。如有需要，在「硬體」下修正極性或俯仰/滾轉互換。
3. 用單項力檢查來驗證渲染器，而不必借用飛機的調校資料。
4. 執行執行飛機演示或執行直升機演示，可在壓縮的時間裡完整體驗整條力輸出鏈路。
5. 按下測試安全停止，確認力立即切斷且沒有劇烈運動。

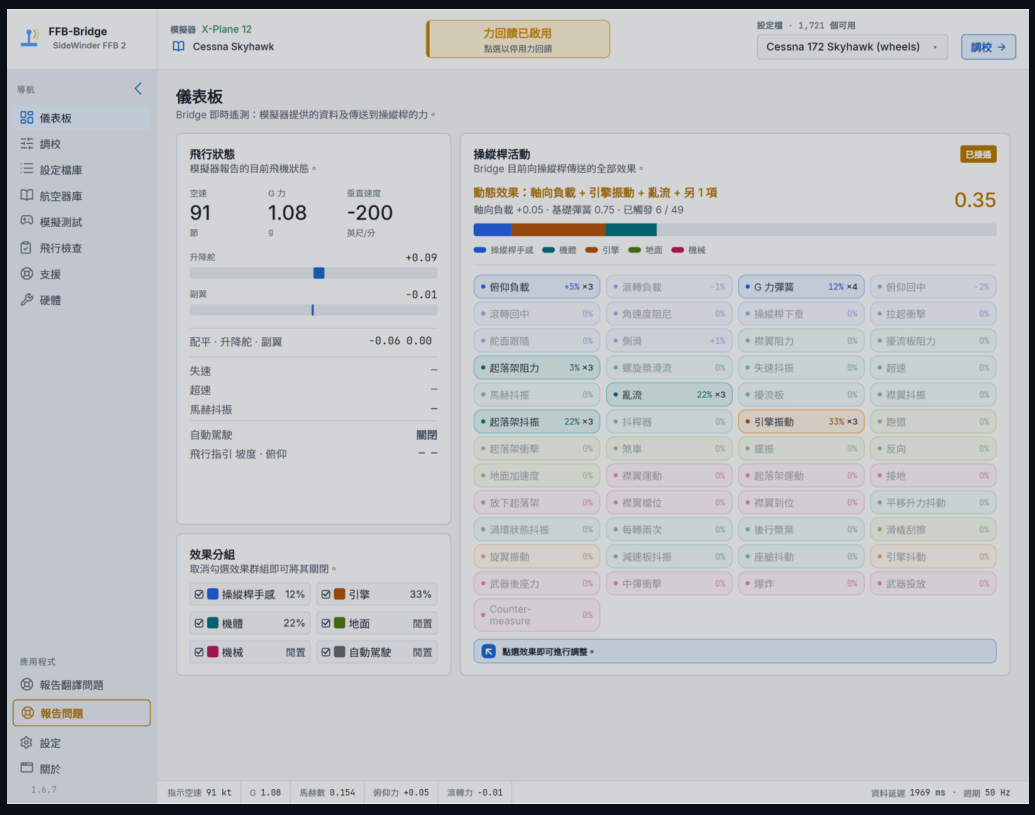
引導速度和 RPM 透過正常管道掃描練習空氣動力學和引擎相關的效果。方向檢查使用他們自己保守的裝置級上限和反轉斜坡。「安全停止」需要裝置接受的 STOPALL 才能完成檢查。

> **僅限台架測試** 不要在實際操控飛機時執行「飛行檢查」。引導測試會有意改用標準的遙測和效果設定。

章節 02

連線並飛行

連線MSFS或X-Plane，看懂就緒狀態條，有意識地啟用力回饋，並用「儀表板」檢視FFB-Bridge正在下發哪些力。



4. 連線Microsoft Flight Simulator

等待模擬器

Bridge 可以先於模擬器啟動。保持開啟，啟動 MSFS 或 X-Plane 並載入飛行；等待期間偵測會繼續。發現程序僅是線索：收到有效模擬器回應後，SIM 才變為已連線。模擬器關閉是正常狀態，不會反覆產生空閒超時警告。

Microsoft Flight Simulator 2020 和 2024 在 Windows 和 Linux/Proton 上透過 SimConnect TCP 連線。啟動模擬器、載入飛行，再檢查 Bridge 中的「模擬器」狀態。如果未連線，請使用「支援 → 執行檢查」。

使用「支援」中的「執行檢查」

1. 啟動MSFS並進入一次飛行。
2. 開啟FFB-Bridge的支援，然後進入執行檢查。
3. 找到MSFS SimConnect 配置那一行。綠色表示對應條目已就緒。琥珀色可能提供帶有偵測到的埠的使用埠。紅色則提供修復…。
4. SimConnect 修復對話方塊顯示目標設定檔、TCP 埠、備份方式和復原方法。選擇「安裝配置」前請檢查。
5. 如果已建立新的伺服器條目，請重啟MSFS，然後重新執行檢查。



SimConnect 修復對話方塊顯示目標設定檔、TCP 埠、備份方式和復原方法。選擇「安裝配置」前請檢查。

連線診斷會區分MSFS 2020和2024的安裝。X-Plane連線可處理更大的遙測資料包，並更可靠地拒絕過時或無效的飛行資料。macOS的裝置發現和結束處理也得到改進。

常見的設定檔位置

安裝	典型SimConnect.xml位置
MSFS 2020 - Steam	`%APPDATA%\Microsoft Flight Simulator\SimConnect.xml`
MSFS 2020 - Store/Xbox	`%LOCALAPPDATA%\Packages\Microsoft.FlightSimulator_8wekyb3d8bbwe\LocalCache\SimConnect.xml`
MSFS 2024 - Steam	`%APPDATA%\Microsoft Flight Simulator 2024\SimConnect.xml`
MSFS 2024 - Store/Xbox	`%LOCALAPPDATA%\Packages\Microsoft.Limitless_8wekyb3d8bbwe\LocalCache\SimConnect.xml`
Linux - Steam/Proton	位於MSFS的compatdata字首內，路徑為`drive_c/users/steamuser/AppData/Roaming`。

經由 Bridge 的 MSFS 2024 俯仰與橫滾

在 Windows 和 Linux 上，受支援的非 MOZA 裝置可以將 MSFS 2024 的俯仰和橫滾輸入經由 Bridge 傳遞。這樣可為具有受支援配平資料的機型提供俯仰配平補償，而橫滾輸入直接傳遞，不進行補償。請在硬體 → 裝置 → MSFS 俯仰與橫滾中完成一次性設定：

1. 在 MSFS 中複製該裝置的常規控制器配置，並將副本命名為FFB-Bridge。保留原配置，以便不使用 Bridge 時飛行。
2. 在副本中移除升降舵和副翼的軸繫結，包括機型專用的覆蓋設定。保留方向舵、油門、配平和按鈕的分配。
3. 為所飛機型選擇該副本。在 Bridge 中確認兩個繫結均已移除，然後選擇啟用俯仰和橫滾。

Bridge 會按裝置記住此選擇，並在裝置與 MSFS 2024 連線後開始傳遞輸入。解除力回饋會停止力輸出，但您的俯仰和橫滾輸入仍會繼續傳遞。如需還原直接向模擬器輸入，請關閉此設定、暫停 MSFS、選擇原來的控制器配置，並在 Bridge 中確認。此設定不適用於 MSFS 2020。

5. 連線X-Plane

等待模擬器

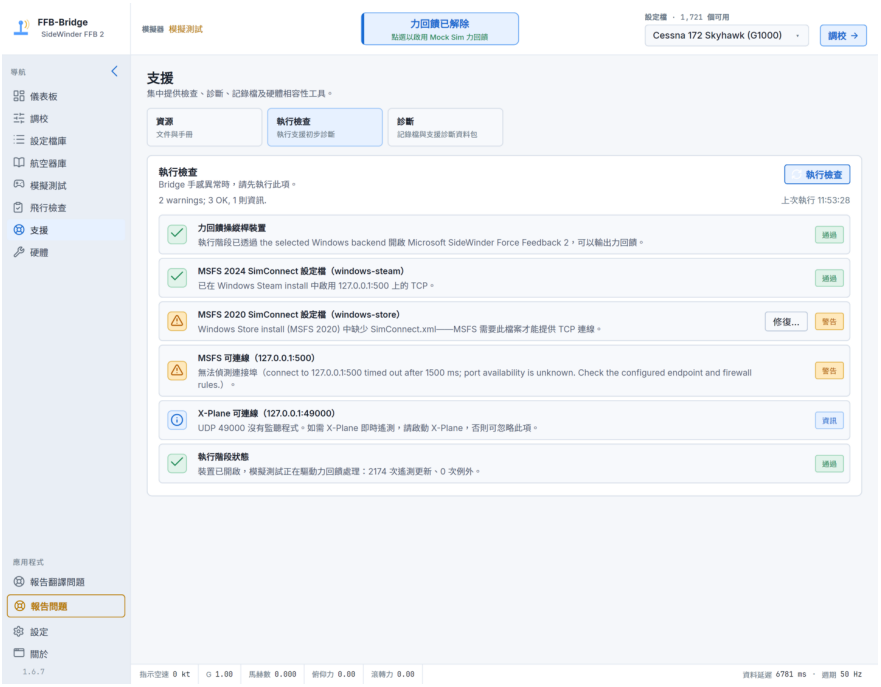
Bridge 可以先於模擬器啟動。保持開啟，啟動 MSFS 或 X-Plane 並載入飛行；等待期間偵測會繼續。發現程序僅是線索：收到有效模擬器回應後，SIM 才變為已連線。模擬器關閉是正常狀態，不會反覆產生空閒超時警告。

X-Plane 11 和 12 使用模擬器內建的 UDP dataref 介面，無須 Bridge 外掛。在同一台電腦上確保 X-Plane 常用的 UDP 埠 49000 可用，開始飛行後檢查 Bridge 中的「模擬器」狀態。

零配置路徑	先啟動X-Plane，載入一架飛機，然後啟動FFB-Bridge。隨著dataref資料到達，「模擬器」指示應轉為就緒。

如果X-Plane始終無法就緒

- 開啟「支援」並執行「執行檢查」。X-Plane UDP那一行會區分未執行、不可達和資料過期三種狀態。
- 確認沒有其他工具把X-Plane的UDP埠改到正常本機端點之外。
- 保持防火牆啟用，同時允許 X-Plane 與 Bridge 之間的本機通訊。
- 約三秒沒有新鮮有效飛行觀測的資料流會被視為過期。僅有機型資訊並不代表即時飛行。載入有效飛行後可自動重新連線。



「支援」中的「執行檢查」會分別報告裝置、模擬器、配置和執行時的就緒情況。

平台範圍

Windows和Linux支援MSFS 2024/2020以及X-Plane 11/12。Apple silicon版macOS構建的適用範圍是X-Plane 12，需搭配受支援的USB力回饋硬體。

如果自動偵測會選擇另一個正在執行的模擬器，可透過「設定 → 工作階段」明確選擇 X-Plane。更改後重啟 Bridge。macOS 支援 X-Plane；MSFS 連線可在 Windows 和 Linux 上使用。

6. 啟用力回饋與飛行

頂部欄在所有頁面顯示 SIM、飛機名稱及書本圖示、中央啟用狀態、裝置就緒和活動配置。「瞭解您的飛機」提示標識該快捷入口；開啟資料不會切換力回饋配置或啟用。裝置就緒顯示在啟用按鈕下方，沒有獨立 DEVICE 或 MODE 指示燈。



「啟用力回饋」控制元件會以不單靠顏色的方式表示「力回饋已解除」、就緒/「力回饋已啟用」和「故障」三種狀態。

每次啟用力回饋之前

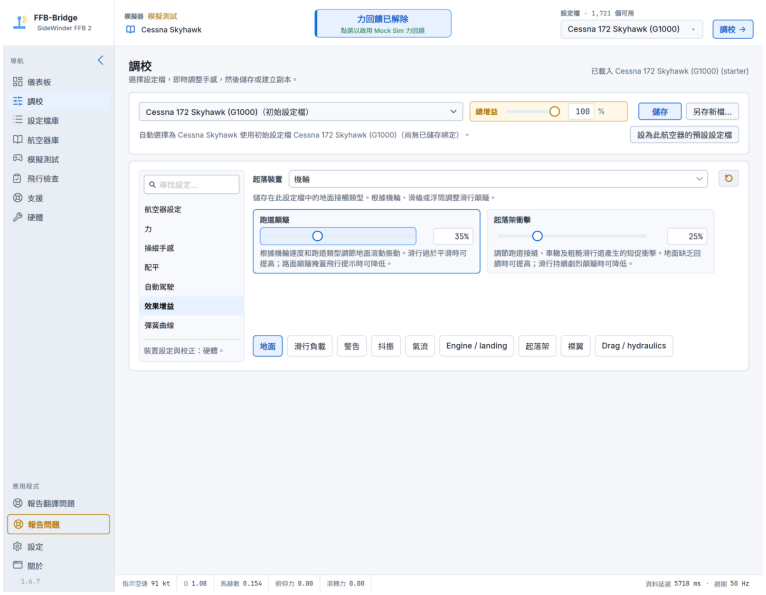
- 基座固定牢靠，操縱裝置行程無阻礙。
- 裝置就緒訊息與「模擬器」連線均已準備好；所選力回饋設定檔與機型相符。
- 「硬體」物理上限與這台基座和目前的安裝方式相稱。
- 初次回中動作時，雙手和線纜都在安全距離之外。

飛行時

「效果組」位於「飛行狀態」下方，採用三行兩列布局。每組都有核取方塊、色塊以及名稱右側的狀態。取消勾選即可關閉該組效果：



力系列條形圖和通道標籤會顯示目前哪些力在起作用，而不是讓桿感成為一個謎。



已連結的儀表板標籤會開啟正確的調校行，並在調整期間保持目標高亮。

強制關閉控制	正常停用可結束飛機力回饋；MOZA 返回自身 Cockpit 設定。出現意外運動時使用安全停止。結束或切換裝置會釋放控制權，裝置可用時還原記錄檔記錄的狀態。未完成還原會保留還原資料。

故障還原

檢視 SIM 旁的訊息。Bridge 區分傳輸故障、內部故障和未知停止。資料流停止會觸發力回饋安全處理，並不允許依靠舊資料繼續飛行。有效資料流可以重新連線，但重新啟用前必須解決裝置還原提示。

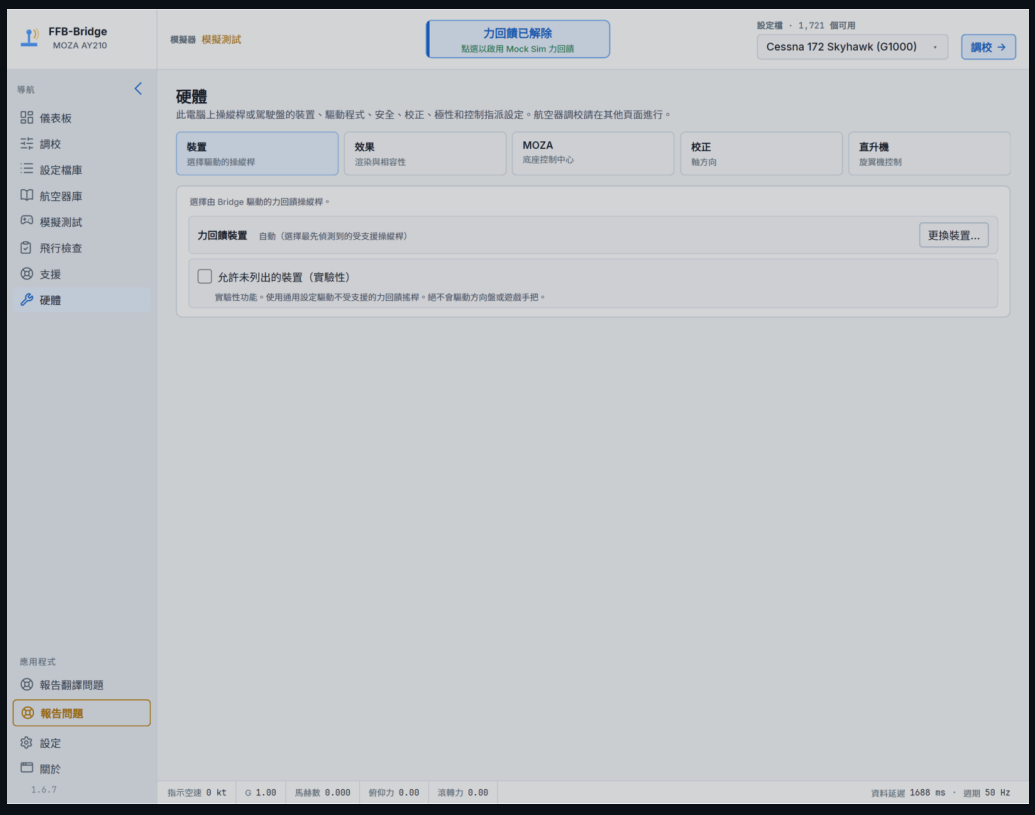
結束時，請等待 Bridge 完成基座還原。視窗在還原期間仍可回應。如果裝置已斷開，Bridge 會保留還原資料，不再反覆嘗試漫長的還原；重新連線同一基座，並在下次啟動時按提示還原。

如果裝置或模擬器的先決條件在已啟動狀態下消失，則強制停止，並且「啟用力回饋」控制元件變為「故障」。還原先決條件，如有需要檢查「診斷」，然後確認故障，並再次有意識地啟用力回饋。在已啟動狀態下，FFB-Bridge還會每秒驗證一次其效果是否仍存在於裝置上，並在其他程式（例如SteamVR）重置裝置時重建它們；有限重試會伴隨解釋資訊鎖定，而不是迴圈。

章節 03

硬體設定

選擇物理裝置，應用有依據的強度上限，校準軸向，並分配直升機操縱控制元件，同時不把硬體狀態混入飛機設定檔。



7. 支援的硬體

下列裝置系列具有各自的支援路徑與測試證據。功能因確切型號、韌體和平台而異；識別成功不代表所有功能均已驗證，也不表示應將輸出上限設為 100%。

裝置系列	平台 / 後端	起始上限
Microsoft SideWinder Force Feedback 2	Windows使用原始HID/PID並可回退到DirectInput；Linux使用evdev；macOS使用原始IOHID/PID	100%消費級裝置預設值
PicoWinder SideWinder Force Feedback Pro adapter	Windows DirectInput與Linux evdev；無需實驗性手動啟用。原始HID/PID仍受門控限制，macOS上的力輸出尚未驗證。	100% SideWinder級預設值
Logitech G940 / Force 3D Pro / WingMan Force 3D	G940 直接透過其在 Windows、Linux 和 macOS 上的自身力協議驅動，具有原生機械彈簧和阻尼，無需 Logitech 驅動；Windows 記憶體完整性阻止 LGS 5.10 的 2010 核心驅動，驅動路徑仍保持自動回退。Force 3D Pro 和 WingMan Force 3D 是經過驗證的消費者 USB FFB 裝置。	100%消費級裝置預設值
MOZA AB6	Windows、Linux 和 macOS；確切身份 346e:1002	35% 高力預設值；遵循飛行驗證
MOZA AB9	Windows、Linux 和 macOS；確切身份 346e:1000	35%高力預設； Follow 和 Force Sensing 已驗證
MOZA AY210	Windows、Linux 和 macOS；確切標識 346e:1001	35%俯仰、50%滾轉；兩個獨立上限反映了該駕駛盤的直線俯仰機構與旋轉滾轉機構
MOZA AY90	Windows、Linux 和 macOS；確切身份 346e:1003	俯仰 35% / 橫滾 50%
Brunner FFB-H / FFB-G	Windows 和 Linux。Bridge 會將基座切換到 DirectX 模式，在力回饋啟用時管理其增益，並在結束時將其還原為 CLS2Sim 模式。不宣稱支援在 macOS 上飛行。	固定為 100%；無力縮放控制元件
符合條件但未列出的操縱桿	需實驗性手動啟用；不含方向盤、遊戲手柄和單軸裝置	20%保守預設值

MOZA AY90 具有獨立的裝置識別、軸對映、彈簧、配平與還原處理。Windows 測試涵蓋 MSFS 2024 Cessna 172 的配平和 自動駕駛跟隨，以及 X-Plane 12 Baron 的配平。X-Plane 自動駕駛跟隨 和其他機型、韌體、平台組合仍需分別測試。

Brunner 的設定會自動完成：沒有 Brunner 索引標籤，也無需手動設定增益。在 Windows 上，當 Bridge 提示時，請關閉 Simux、CLS2Sim 或 USB Config Tool，因為同一時間只能有一個程式控制基座。在 DirectX 模式下，模擬器會將基座識別為新的控制器，因此請檢查其軸繫結；如果裝置在移動而模擬器中的操縱裝置保持不動，Bridge 會發出警告。

選擇裝置

使用 硬體 → 裝置 → 更換裝置… 從已連線的操縱裝置中選擇。確認偵測到的型號與連線，並在提示時重新啟動。裝置選擇與物理限值屬於安裝環境，而非機型設定檔。

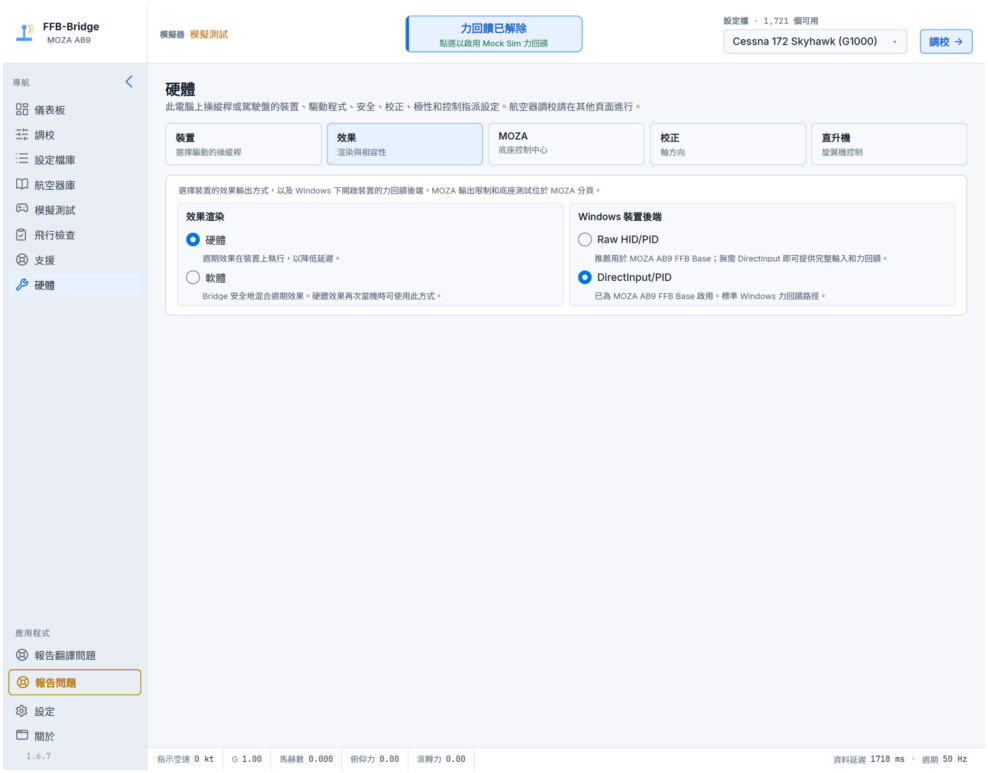


裝置選擇器會列出受支援的裝置，並把實驗性硬體放在明確的手動啟用之後。

未列出的硬體	使用20%的預設值，驗證方向和「安全停止」，並用ffb-probe.com摸清不受支援硬體的特性。切勿把方向盤或遊戲手柄接入飛行操縱桿的力輸出。

8. 效果、限制與校準

「硬體」設定屬於這台電腦和這台物理基座。「調校」設定屬於飛機設定檔。保持這條邊界清晰，可以防止共享的設定檔覆蓋安全的裝置限值或軸向修正。



「硬體 - 效果」中儲存「效果渲染」和「Windows 裝置後端」選項；對於沒有 MOZA 索引標籤的裝置，還儲存物理強度上限。

物理上限

俯仰和滾轉上限分別限制各軸的持續力許可權。「振動與細節」在不改變任一軸上限的情況下，直接將隆隆聲、抖振、震動和瞬態提示限制在裝置指令的 0-100%。未單獨設定時，它跟隨較低的軸上限；設定後，三個值都會按所選裝置儲存。

校準

- 使用引導式的俯仰/滾轉方向檢查，而不要憑模擬器裡的感覺猜測。
- 只在「硬體」下反轉極性或互換俯仰/滾轉。該修正對所有設定檔生效。
- 「飛行檢查」的方向檢查流程在使用標準測試設定的同時，仍保持物理上限有效。
- 更改渲染器相容性選項後，如果應用提示需要重啟，則必須重啟才會生效。

軟體效果渲染	僅當硬體效果探測失敗、偵測到已分類的原生效果當機，或支援人員指示時，才在「效果渲染」下選擇軟體。原生硬體波形通常能保留更清晰的高頻特徵。在驅動程式不渲染週期性波形的搖桿上，即 G940、Force 3D Pro 和 WingMan Force 3D，每次振動、抖振和單次衝擊都會自動合成到恆力通道中。

9. 直升機操縱

使用設定…設定力配平（FTR）、可選的力配平開關和可選的配平復位，使用設定四向控制…設定點動配平。每個嚮導會準備裝置輸入，並只擷取明確選擇的輸入。點動配平可使用一個 POV 帽開關或四個按鈕。分配按裝置儲存；Bridge 不更改模擬器按鍵繫結。



「硬體 - 直升機」頁面負責實體按鈕和帽子開關的分配。

力配平釋放

經典力配平保持擷取的週期變距桿位置。按住分配的 Force Trim Release（FTR）按鈕解除保持，移動操縱桿，再鬆開按鈕擷取新位置。可選的力配平開關分配用於控制該系統。

- 電動週期變距配平透過點動配平移動彈簧保持的中心。它忽略 FTR 和力配平開關，不使用 AFCS 隨動。在「硬體 → 直升機」分配點動配平；仍可使用可選的配平復位按鈕。
- 按住 FTR 會釋放配平保持力。鬆開按鈕會記錄目前週期變距桿位置；點動配平可逐步移動該保持位置。按住 FTR 時，底座阻力、液壓失效阻力以及其他啟用的效果仍可保留。
- 執行引導式分配流程，讓應用學習實際的物理控制，而不是靠猜按鈕編號。
- 在由裝置自身彈簧提供回中的裝置上（包括 Logitech G940），「硬體」中的彈簧中心反轉會作用於記錄的配平位置，以及按鈕和帽開關的配平調整。

AB6的力配平釋放功能現在會在按住FTR時暫停韌體的位置保持，並在重新啟用保持前記錄新位置。釋放功能會解除配平保持；已配置的基礎阻力及其他已啟用效果仍可能被感覺到。

點動配平

在「硬體 → 直升機」選擇「設定四向控制…」，用一個 POV 帽開關或四個按鈕完成方向檢查。無需分配 FTR。啟用受支援的配平模式後，首次配平輸入擷取目前操縱位置，然後移動保持中心。僅啟用力回饋不會建立保持點。

在機型設定檔中調整配平強度並儲存。經典或 AFCS 模式下，按住 FTR 或關閉力配平系統時，點動配平被抑制。停用力回饋會清除擷取的參考位置。硬體基礎阻力及其他已啟用力與配平保持相互獨立。

透過同一個引導流程分配一個四向POV帽子開關或四個按鈕。包括AY210在內的一些裝置會把物理帽子開關報告為四個獨立按鈕；準備步驟對兩種形式都能處理。在分配完成之前，測試保持靜默。



一個引導式的點動配平分配流程，既支援POV帽子開關，也支援四個獨立方向。

配平復位與微調

可選的配平復位按鈕將本機參考位置返回中心。在「硬體 → 直升機」將其與 FTR 和力配平開關分開分配。電動週期變距配平也支援復位。

週期變距桿平衡

硬體 → 直升機 → 週期變距桿平衡可補償會將週期桿向前或向後拉的握把或加長桿。請先關閉模擬器、解除力回饋、裝上您飛行時使用的握把，並完成方向檢查。選擇校準…，在倒計時期間將操縱桿保持在每個高亮顯示的目標位置，然後輕輕鬆開，手不要再接觸操縱桿；Bridge 會測量三個位置並逐一驗證。如果松手過猛影響了某次測量，可以重試同一個點。



「週期變距桿平衡」會先說明準備步驟，再測量三個鬆手位置。

儲存的平衡會在可提供即時位置讀數的受支援基座（包括非 MOZA 裝置）上，自動應用於直升機設定檔和直升機飛行檢查。更換握把、加長桿、配重或安裝方式後，請重新執行校準；移除校準會還原為裝置預設值。

10. MOZA設定

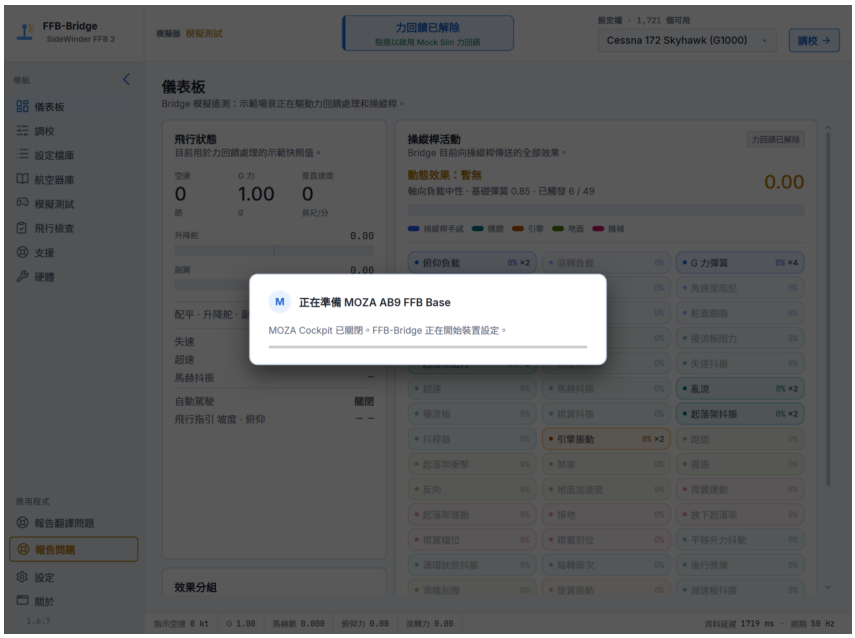
力回饋已解除時，Bridge只觀察裝置狀態，不更改其力回饋設定。啟用力回饋時會記錄目前受支援的設定，應用受管理的力回饋配置並加以驗證，然後才開始輸出航空器力回饋。還原時會保留您設定的零彈簧力。

MOZA設定管理現在也涵蓋保留的動態桿力和原生Airbus鎖定設定。Bridge會記錄受支援的設定，在啟用力回饋時準備並驗證這些設定，然後在解除力回饋或正常結束時還原。啟用前請關閉Cockpit以及其他管理裝置配置的應用。

韌體與校準	使用 MOZA Cockpit 檢查具體型號的韌體與校準。韌體編號因型號而異：用於 1.5.1 測試的 AY90 報告版本為 1.1.4.5，因此不能將舊的 AB9 版本建議套用到所有 MOZA 基座。開始 Bridge 力回饋工作階段前請關閉 Cockpit。如果 Bridge 無法讀取或驗證受支援的配置，請先解決提示的問題，再啟用力回饋。

正常啟動

1. 關閉 MOZA Cockpit 和所有其他可以配置或驅動底座的應用程式。
2. 啟動 FFB-Bridge。「力回饋已解除」時基座保持原有手感。「啟用力回饋」會先記錄受支援的原生設定，再應用並驗證受管理的配置。
3. 先在「硬體」下確認裝置和上限，然後執行「飛行檢查」。
4. 結束時，請等待 Bridge 完成基座還原。視窗在還原期間仍可回應。如果裝置已斷開，Bridge 會保留還原資料，不再反覆嘗試漫長的還原；重新連線同一基座，並在下次啟動時按提示還原。



MOZA設定對話方塊解釋了當操作員啟用力回饋時FFB-Bridge會發生什麼變化。

硬體 - MOZA控制中心

啟用力回饋時，「底座阻力」提供已配置的阻尼、摩擦和慣性最低值。設定檔可在其上增加阻力。按住 FTR 會釋放配平保持力，但不會消除這些最低值。「解除力回饋」和正常結束會還原記錄的基座配置。

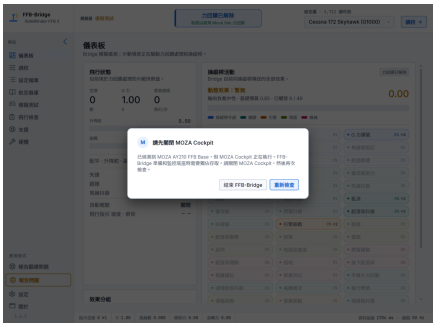
AY210滾轉上限	AY210的自動推薦值是俯仰35%、滾轉50%，因為該駕駛盤的直線俯仰機構與旋轉滾轉機構並不等效。您顯式儲存過的限值絕不會被覆蓋，因此已有的安裝可能仍顯示「橫滾」35%。選擇「還原自動選擇」，或自行把「橫滾」設為50%，即可採用目前推薦值。



MOZA 控制中心將物理輸出包絡與飛機調諧分開。

如果基座被偵測到但處於空閒狀態

- 關閉 MOZA Cockpit 和其他可能擁有基本配置或強制端點的應用程式。
- 在模擬器中測試之前，先重新執行「飛行檢查」。



當MOZA Cockpit的狀態阻斷了預期的力輸出路徑時，衝突警告會直接指向該狀態。

AY210 設定與韌體提示

在 AY210 上，Bridge 還會管理輸入對映、分方向的回應曲線、軸配置和扭矩回應，並與其他設定一起還原。Free 版涵蓋行程和方向、輸出上限、裝置管理、校準和只讀配置狀態；早期 Beta 版本儲存的高階覆蓋設定會保留，但不會應用。

如果基座韌體拒絕可選設定，Bridge 開啟該基座時會在「硬體」頁面將這些功能列為無法使用。如果 Bridge 失去對 MOZA 基座的控制，它會停止力輸出、解除力回饋，並嘗試還原您的設定；無法完成的還原會顯示在「儀表板」上。

啟用力回饋或還原受阻時

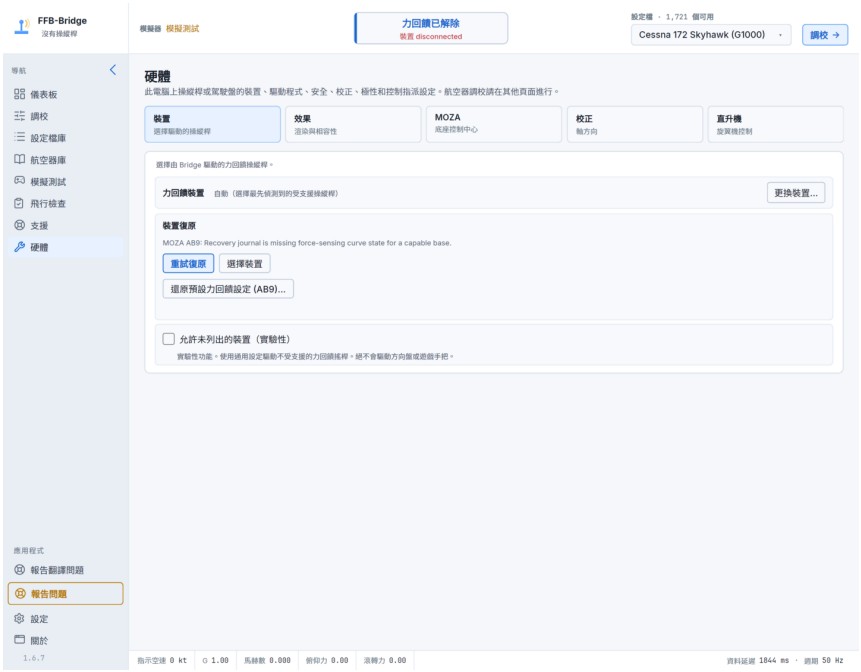
如果無法啟用力回饋，請先閱讀顯示的原因再重試。訊息會指出被拒絕的必需 MOZA 命令；不受支援的可選韌體設定會顯示為無法使用。配置連線中斷後，可在下次主動嘗試啟用時還原。

還原未完成時，Bridge 可在保持力回饋已解除並顯示還原通知的同時重新連線模擬器。它不會自動還原力輸出。請先解決通知指出的問題，再選擇「啟用」。若 Bridge 無法確認力輸出已停止，通知會要求重啟應用。若還原仍受阻，請保留還原記錄檔並匯出支援包。

還原無法開啟的 MOZA 基座

開啟「硬體 → 裝置」並檢視還原原因。重新連線同一基座，檢查 USB 和電源，關閉 MOZA Cockpit 及其他 Free 或 Pro 例項。選擇「重試還原」，確認重啟。Bridge 會重新開啟所選裝置，嘗試還原已儲存的原始設定。

請保留還原檔案。工作階段中斷或裝置斷開後，這些檔案包含將該基座還原至先前狀態所需的原始設定。如果還原仍受阻，請先匯出支援包，再修改設定或嘗試其他工具。

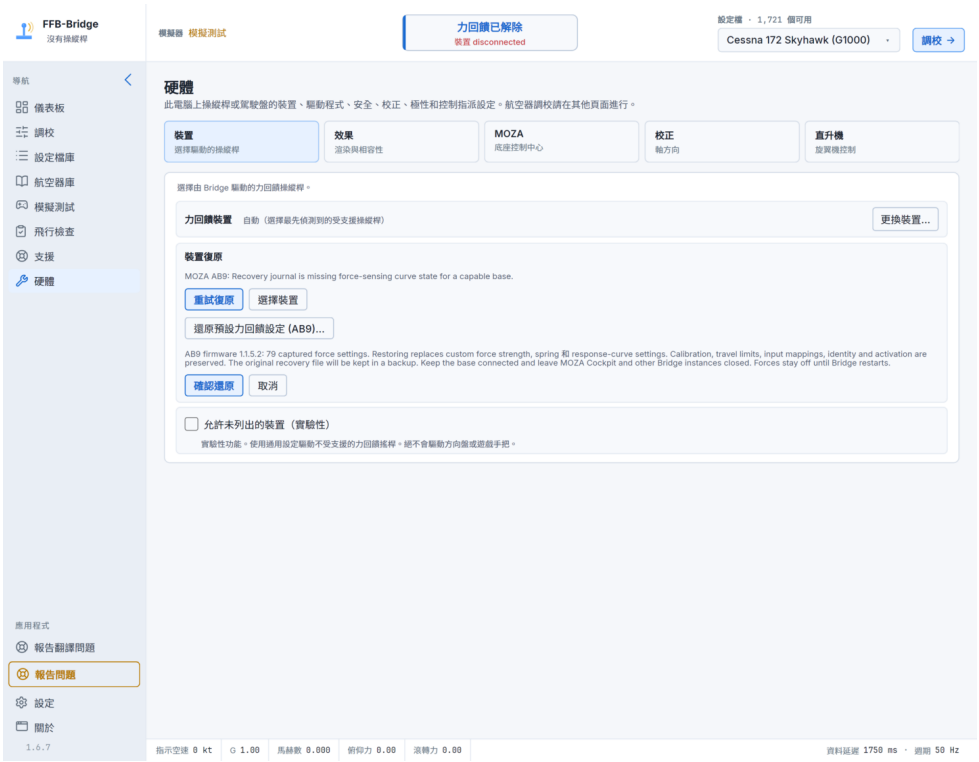


AB9 還原檔案出錯後的「硬體 → 裝置」介面。此演示使用實際還原介面和記憶體中模擬的故障；未重置任何硬體。

還原 AB9 的預設力設定

僅當 AB9 因無法還原已儲存的還原資料而不能開啟時使用。此操作還原力設定，不更新韌體，也不是完整的出廠重置。它會用偵測到的韌體預設值取代自訂力強度、彈簧和力回應曲線。

1. 只連線一台 AB9。保持 Bridge 未啟用力回饋，關閉 MOZA Cockpit 和其他 Bridge 例項，並完成其他硬體操作。Bridge 開啟著物理裝置時無法執行還原。
2. 在「硬體 → 裝置」的還原區域，選擇「還原預設力回饋設定 (AB9)…」。Bridge 會先識別基座和韌體，再顯示確認資訊。
3. 檢視韌體版本及取代警告。選擇「確認還原」繼續，或「取消」以保留現有設定。還原期間保持 USB 和電源連線。
4. 等待「預設力設定已驗證」。結果會顯示原始還原檔案和設定備份的位置。選擇「重啟並重新連線 AB9」並確認重啟；還原操作本身不會啟用基座力回饋。



AB9 確認介面會標明韌體，並在確認還原前說明取代和備份。此為演示狀態，不寫入硬體。

保留的設定與備份

校準、行程限制、輸入對映、身份、啟用和燈光設定都會保留。Bridge 在寫入前備份原始還原檔案及可讀取設定，驗證還原後的力設定，並建立新的還原記錄檔。請勿刪除備份。

韌體與還原限制

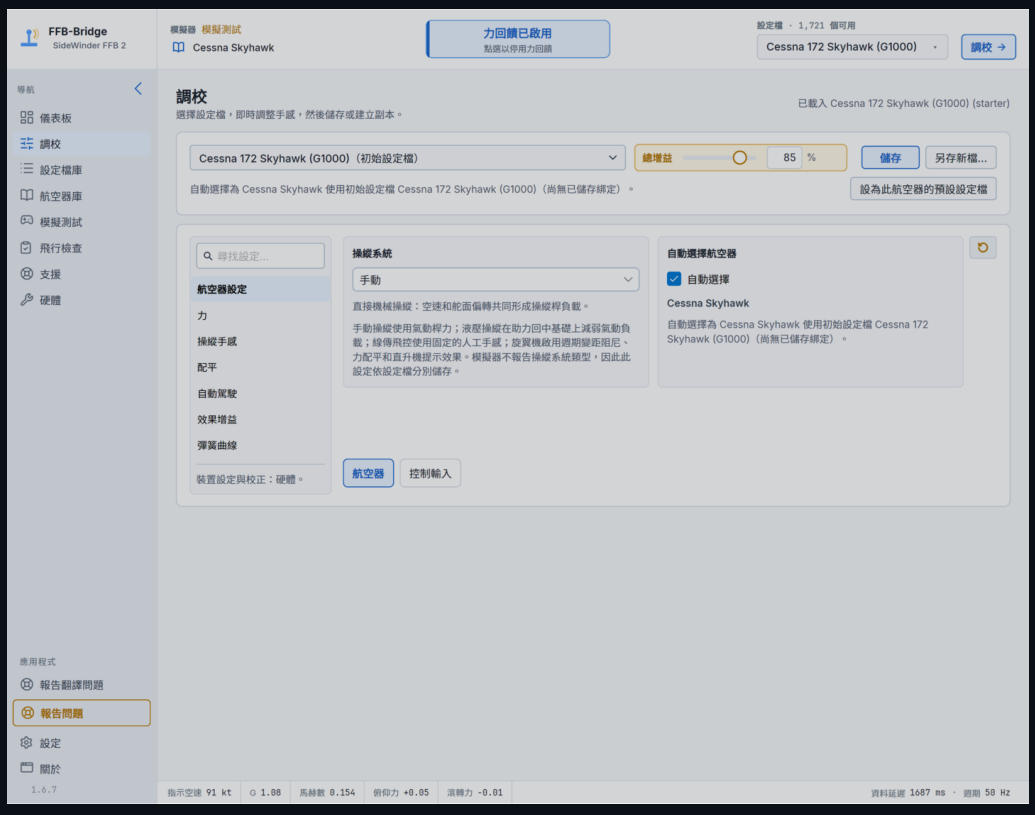
內建預設值適用於韌體 1.1.1.46、1.1.2.5、1.1.2.10、1.1.2.12、1.1.3.4、1.1.4.6 和 1.1.5.2。版本必須完全相符，裝置檢查也必須透過。列入清單不保證舊韌體支援所有必需的讀取操作。不會替用相近版本的預設值。

還原失敗時，保持同一基座連線並閱讀錯誤資訊。原始備份會保留。重試必須使用同一裝置和韌體。若仍受阻，請匯出支援包；預設力還原無法修復所有 USB、韌體或硬體故障。

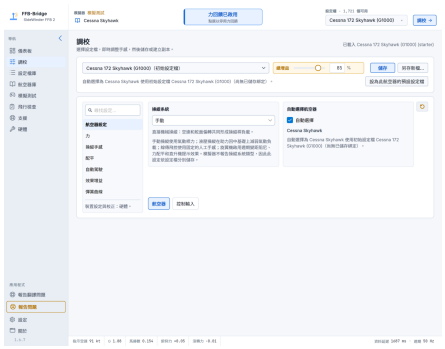
章節 04

調校並儲存設定檔

從最接近的內建機型開始，設定一個安全的總體力度，選擇正確的操縱系統，然後只調整您能夠明確識別的效果。



11. 可重複的調校流程



「調校」頁面頂部保留「總增益」、設定檔及其儲存操作，並在分組側邊欄中歸類所有控制元件。

在動滑塊之前	固定基座，在「飛行檢查」中確認俯仰和滾轉方向，設定保守的「硬體」上限，並複製最接近的內建起始設定檔。調校這份可編輯的副本，讓內建起始設定檔保持原樣作為參考。

每次都用同樣的八個步驟

1. 載入與該機型最接近的內建起始設定檔，再用另存為…建立一份可編輯的副本。
2. 在評判任何一組力之前，請先在航空器設定中選擇操縱系統：手動、液壓、Fly-by-wire或旋翼機（直升機）。
3. 為整個設定檔設定總增益。如果所有力都偏強，先降低它，再去動單個滑塊。
4. 在直線平飛巡航中把基礎回中力和空速載荷力穩定下來。
5. 在一個可重複的機動中檢查G載荷和配平，然後回到相同的速度和姿態。
6. 逐個系列地加入地面、氣動、動力裝置和單次脈衝提示。
7. 只有在主要的力穩定之後，才加入被動機械手感以及「速率阻尼」或「自動駕駛跟隨」等專業控制項。
8. 在A/B對比出現明確改善後儲存，然後在滑行、巡航、機動、進近和著陸中逐一驗證。

零即關閉	增益為零即關閉該項貢獻。重置箭頭會把一行或一個分割槽還原到已載入設定檔的狀態；在您儲存之前，它們不會寫入設定檔。

開啟對應的調校控制元件	通道網格下方的藍色指標提示標出了這一快捷方式。點選已連結的活動通道標籤，即可開啟對應的「調校」行。相應的分組和索引標籤會自動開啟，調整期間目標會保持高亮。旋轉衝擊、舵面跟隨和側滑沒有專用滑塊，因此仍僅用於顯示。

一套好用的測試迴圈

使用相同的飛機、載荷、天氣、速度區間和機動。每次只改一個控制元件，重複相同條件，並在感受結果時檢視對應的儀表板通道。通道活動證明模型請求了提示，但不能證明裝置產生了有用的物理效果。請結合兩者判斷。如果預期通道始終不活動，請先確認模擬器遙測，再提高增益。

- 每次只做小幅改動--通常是2到5個百分點--這樣結果才能分辨得出來。
- 在改動其他任何東西之前，先描述結果：更清晰、更弱、更生硬、有延遲，還是沒有變化。
- 在進入下一組之前，先復原沒有改善或反而更差的調整。
- 存在削波、振盪、安裝鬆動、極性反轉或「安全停止」未經驗證時，不要繼續往下調校。

12. 固定翼調校，分階段進行

控制項	它改變什麼	在以下情況從這裡入手……
總增益	統一縮放全部力輸出	整根操縱桿感覺過強或過弱
彈簧強度	基礎回中許可權	即使在平穩飛行中，中立位手感也不對
升降舵負載 / 副翼負載	隨空速和舵面偏度增長的持續載荷	俯仰或滾轉的操縱力無法自然增長
最大輸出力	硬體上限之前的設定檔級限值	同一台物理基座上，某個設定檔需要更小的許可權
操縱系統	改變氣動和G載荷提示的建模方式	電傳操縱或液壓助力的飛機手感像鋼索操縱飛機
配平	卸除持續握桿力，並移動回中目標位置	只有在您持續施加不必要壓力時，飛機才保持穩定

階段A - 總體力度與回中

1. 在正常巡航狀態下保持直線平飛。鬆開桿，只判斷回中過程。
2. 如果整個力的疊加過強或過弱，請調整「總增益」。不要靠逐個效果去補償。
3. 調整彈簧強度，直到回中明確但不生硬。自持或不斷增強的擺振絕不是可接受的調校結果。
4. 檢查低速飛行和滑行。只有當中立位變得異常鬆散或抖動時，才使用「低速彈簧下限」和「低速死區擴充套件」。



「調校 > 力 > 基礎力」現在分別調整俯仰和橫滾彈簧。範圍均為 0%-200%；100% 保留原配置。裝置限制仍然有效。儲存副本以保留修改。

階段B - 空速載荷、G載荷與配平

1. 巡航時保持適度的俯仰或滾轉偏度。「升降舵負載」和「副翼負載」應讓操縱力隨空速上升，但不會立即觸及上限。
2. 在進近速度以及更高的安全速度下重複。設定巡航空速參考值和空速曲線，讓整個包線的變化都是漸進的。
3. 飛一個可重複的2 G水平盤旋。只有當操縱力與1 G時無法區分，才提高「過載增益」；如果桿變得像灌了鉛，就調低它。
4. 配平解除安裝用於縮放配置對升降舵配平的回應。機械操縱系統可以改變靜止位置；液壓和電傳操縱系統的行為不同。100% 表示配置的完整回應，不保證持桿力降為零。零會關閉解除安裝。模擬器輸入補償是另一項獨立支援的功能。沒有副翼配平的飛機應將副翼配平解除安裝保持為零。
5. 用最大輸出力設定機型專屬的限值。「硬體」物理上限仍然是最終的裝置邊界。

症狀與控制項對照表

症狀	首先檢查的控制項
所有力都過強或過弱	總增益；之後重複完整的一圈航線。
只有持續的俯仰或滾轉載荷不對	升降舵負載或副翼負載；大偏度削波請使用最大輸出力。
中立位抖動、突跳或振盪	先解除力回饋。檢查安裝固定、極性、「硬體」上限、彈簧、死區和被動機械設定。
桿力載荷出現的速度不對	先看巡航空速參考值，然後是空速曲線以及「回中強度與空速」。
某個效果缺失	它的「儀表板」通道、模擬器資料依據、機型適用性、組增益以及裝置能力。
操縱桿運動發黏、遲緩或沉重	解除力回饋，確認物理基礎正常，然後將輪廓摩擦、阻尼或慣性一次減少一個值。
配平後仍有持續壓力	操縱系統、配平遙測，以及升降舵或副翼許可權。
自動駕駛跟隨振盪	關閉自動駕駛跟隨並解除力輸出。重試前檢查模擬器輸入路徑和裝置設定。

如果出現振盪　立即解除力回饋。降低「硬體」上限和「總增益」，然後檢查安裝固定、極性、被動機械設定，以及剛剛改動的那一個效果。不要用無關的增益去掩蓋尚未查明的振盪。

階段C - 效果系列

效果系列	可重複的測試	調校得當時的手感
地面	以10-20 kt滑行，煞車一次，然後做一次正常著陸和一次重著陸。	跑道、煞車、起落架和接地在整個過程中都能各自分辨。
氣動抖振	接近失速，放出擾流板，然後在各自穩定的條件下放下襟翼和起落架。	每個提示都源自各自真實的飛機狀態，強度成比例，而不是持續存在。
動力裝置	怠速、試車、巡航和停車；僅在適用時測試反推或beta槳距。	轉速和振動提供背景紋理，同時不會掩蓋主要的回中力和空速載荷。
機械	把起落架和每一個襟翼卡位各收放一次。	簡短、獨立的確認感，強度與事件相稱。
垂直風	使用可控的上升/下沉或湍流條件。	有界的環境風紋理；在地面、暫停、慢速移動或沒有有效資料時不輸出。

只調校您能夠叫得出名字的提示。如果把它在「儀表板」上的分組靜音之後手感仍在，來源就在別處。測試下一個效果系列之前，請先還原該行。

階段D - 被動機械手感

阻尼、摩擦、慣性和漸進停止描述了飛機，因此這些內容屬於「調校」中的操縱手感。硬體下的 MOZA 頁面提供了基礎飛機俯仰和飛機滾轉的範圍、自動下軸細節上限、阻尼校準和靜止「底座阻力」最小值。摩擦和慣性在 Logitech G940 上無法使用，該協議對它們只有一個共享欄位。

機械特性	預期手感	警示跡象
阻尼	運動越快阻力越大，但不會把操縱裝置拉向中立位。	各種速度下都恆定的阻力，或者會自行驅動操縱裝置的回中力。
摩擦	穩定的脫離力和滑動阻力，基本與運動速度無關。	阻力隨速度急劇上升，或在換向時消失。
慣性	阻礙運動狀態的變化，在起動、停止或換向時最強。	朝某個位置持續施加的彈簧式拉力。
漸進式限位	只在接近設定的行程末端時才升高。	力出現在中立位附近，或者會自行驅動操縱裝置。

MOZA模型邊界

AB9 可以透過定向韌體機制保留獨立的俯仰和橫滾比例。 AY210 使用其經過驗證的獨立 HID/PID 條件。AB6 保留標量區域性力學，直到方向行為透過物理驗證。

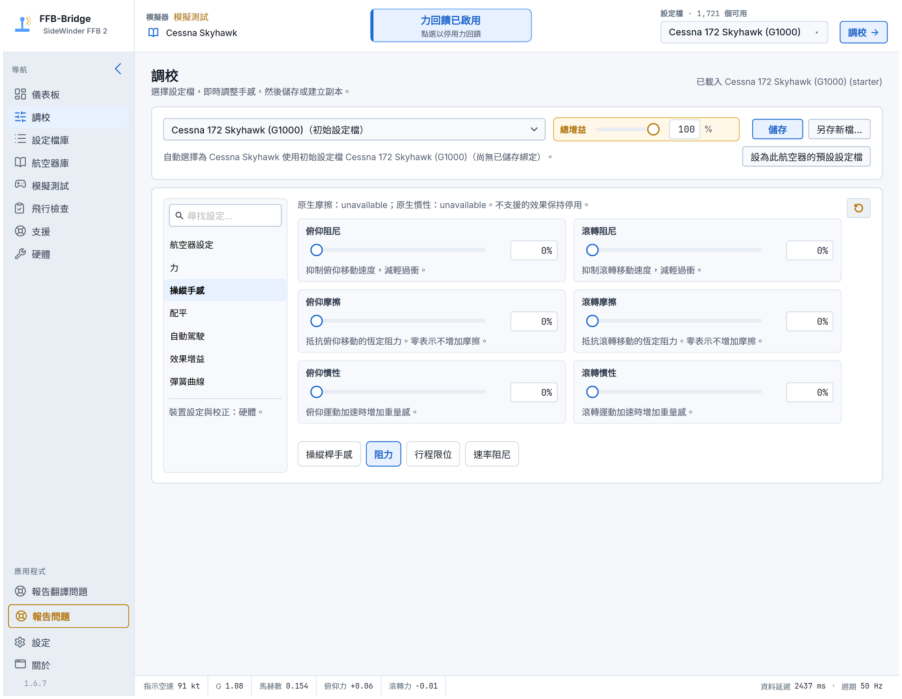
控制輸入

位置/位移（位於「航空器設定 → 控制輸入」）是正常的飛行員輸入模式。經過引導式四向力、死區、行程、回應曲線和齒槽校準後，確切的 AB9 硬體可以使用設定檔擁有的「力感測」。AB6、AY90、AY210 和通用 MOZA 系列覆蓋層保持在位置模式，直到其自身的完整物理行為被允許。

調校分組

分割槽開關（包括失速抖桿、自動駕駛跟隨和曲線啟用開關）位於底部操作行的標籤旁。開關和設定值共同生效；某個效果缺失時，請同時檢查兩者。

使用「查詢控制元件」或分割槽側欄定位設定。配置選擇器、主增益和儲存操作位於編輯器上方。分割槽標籤位於控制元件下方；右上角的還原箭頭可將該分割槽還原為載入時的值。



「操縱手感」將操縱桿手感、阻力、行程限位和速率阻尼分為多個索引標籤。

- 速率阻尼回應飛機的俯仰與滾轉角速率。在彈簧和空速載荷穩定之後再少量加入；加得過多會讓操縱回應顯得遲滯。
- 操縱桿下垂為適用的鋼索操縱飛機模擬升降舵在無氣動載荷時的重力下墜。電傳操縱機型請保持關閉。
- 自動駕駛跟隨會將聯動操縱裝置移向模擬器的自動駕駛指令位置。MOZA 啟用後使用完整許可權和力度；跟隨速度用於調整配平和自動駕駛的移動速度。已儲存的許可權和力度仍供其他裝置使用，並受模擬器和裝置限制。獨立側桿改用自動駕駛中立保持。如出現意外運動，請關閉自動駕駛跟隨並解除力輸出。
- 看門狗位於「設定 - 工作階段 - 高階」下。預設值通常能在短暫的資料包間隙與真正的模擬器斷開之間取得恰當平衡。

配平補償

AY90和AY210的配平補償支援相容的MSFS 2024機型；其他受支援裝置使用第 4 節中的 MSFS 俯仰與橫滾設定。
X-Plane 12.2及更新版本透過模擬器的原生配平支援，為相容機型在各類受支援的FFB裝置上提供配平功能。使用自訂操縱系統的機型可能有不同的表現。

在MSFS中，配平補償啟用時，駕駛艙內駕駛盤動畫可能與實體駕駛盤的位置不同。模擬器的標準輸入無法獨立控煞車畫位置。請透過桿力減輕程度和航空器回應來判斷配平效果，而不要僅依據動畫。

回中凸輪

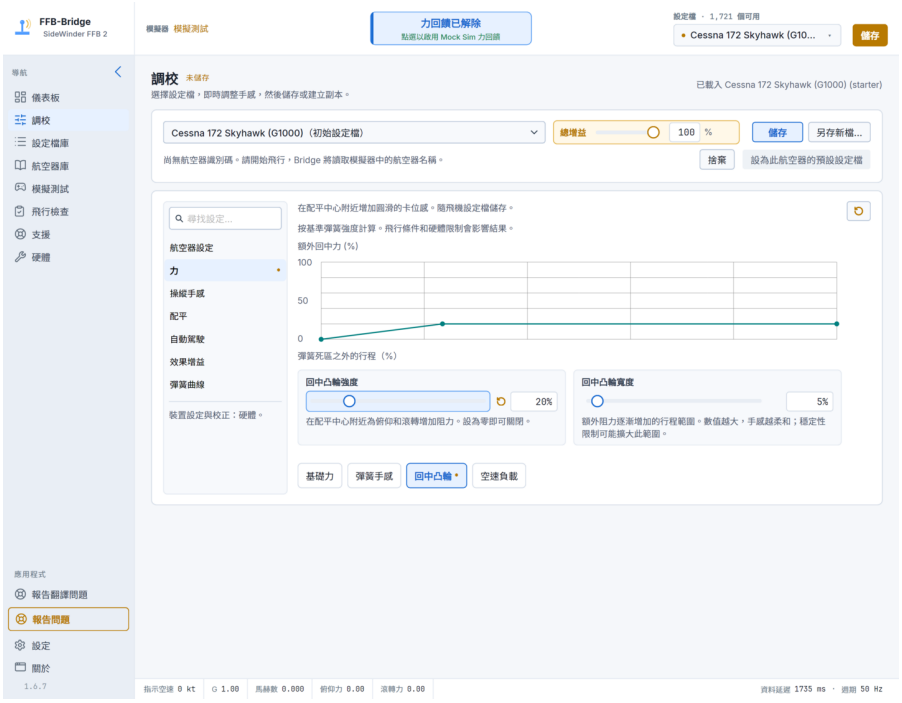
開啟「調校 → 力回饋 → 回中凸輪」，即可在俯仰和橫滾配平中心附近增加圓滑的卡位感。這些控制元件屬於飛機設定檔，在直升機設定檔中隱藏。

回中凸輪強度用於設定中心附近增加的阻力。設為零即可關閉此項。請從較小數值開始，並在相同飛行條件下比較。

回中凸輪寬度用於設定額外阻力逐漸增加的行程範圍。寬度越大，阻力越平緩、手感越柔和。穩定性限制可能擴大過窄的設定變化範圍。

選擇可編輯的設定檔，使用滑塊或輸入精確百分比調整強度和寬度，並比較參考曲線。可將行或分割槽重置為已載入設定檔的值，或放棄未儲存的更改。選擇「儲存」保留設定，或「另存為…」建立單獨設定檔。

圖表顯示計算得出的參考回應，並非握把實測結果。飛行條件、主增益和硬體限制都會影響結果。凸輪跟隨配平彈簧中心；直升機設定檔、力感知輸入、力回饋解除或暫停飛行時不啟用。模擬器遙測過期後效果逐漸淡出。

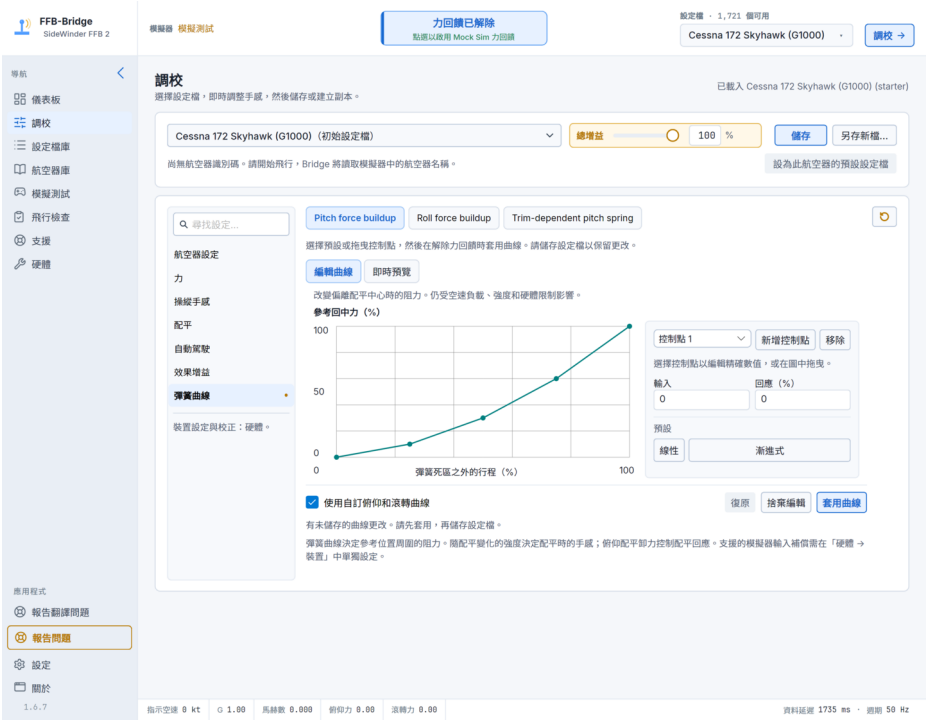


回中凸輪強度和寬度，以及計算出的參考曲線與設定檔儲存控制元件。

彈簧曲線

彈簧曲線包含兩個機型設定檔編輯器。兩者預設關閉，因此現有設定檔會保持原有回應。俯仰力增長和橫滾力增長決定彈簧阻力在偏離配平後的中心時如何增長：「線性」保持參考彈簧，「漸進式」起始更軟。兩個軸各有獨立的曲線，但共用一個開關。隨配平變化的俯仰彈簧會隨配平變化改變俯仰剛度，而不移動彈簧中心；100% 保持機型的參考剛度。

可以拖動點或輸入精確數值，從預設開始，並觀察即時回應。行程曲線保持端點不變，且必須持續上升；配平曲線可以上升也可以下降。在「力回饋已解除」狀態下選擇應用曲線，然後儲存設定檔以保留曲線。放棄更改會還原草稿，復原會還原之前應用的回應。圖表顯示的是計算出的參考回應，並不測量握把上的實際力。



彈簧曲線：各軸的力增長以及隨配平變化的俯仰彈簧，在「力回饋已解除」狀態下應用，並隨設定檔儲存。

對於有自身配平訊號的附加機型，配平曲線可以讀取一個只讀的 X-Plane dataref 或 MSFS 本機變數，而不是普通的升降舵配平。自訂繫結需要正確的機型標題和變數名稱；資料缺失或過期時，會平滑還原到參考剛度，且任何繫結都不會寫入模擬器。行程曲線調整需要原生彈簧定位和軸回饋；由自動駕駛保持的彈簧、力感測和旋翼機會保持現有回應。

Airbus式AP中立位保持

此航空器配置的空客自動駕駛中立保持（位於「自動駕駛 → 中立保持」）可在自動駕駛接通時，讓側桿像Airbus一樣保持居中。它使用Bridge的通用力回饋輸出路徑，因此不侷限於AB9。該功能與驅動操縱裝置移動的自動駕駛跟隨相互獨立，也未實現模擬器自動駕駛斷開閾值。

在MSFS和X-Plane中，螺旋槳滑流可在低空速時增加升降舵操縱阻力。擾流板抖振隨展開程度和空速增大而增強，儲存設定檔時也會保留自動駕駛跟隨的啟用狀態。

由模擬器資料驅動的細化

- 飛機撞擊會把接地單次脈衝提升為更強的、按設定檔縮放的重擊。它在每個撞擊邊沿只觸發一次，並始終受「總增益」、啟用力回饋漸升斜坡、所選俯仰/滾轉硬體上限中較低的一個、裝置能力判定、運動「安全停止」和「解除力回饋」的約束。
- 標準空氣動力失速警告和本機振動器遙測仍然是737振動器的主要手段。當兩者都靜默時，具備振動器功能的空中737配置可能會回退到報告的空氣動力失速攻角的88%的有效攻角；在地面上和低於從飛機設計空氣動力失速速度得出的最小飛行速度時，該回退保持靜默。
- 襟翼行程結合了執行器電路和表面運動的證據，用於運動質感、持續阻力/空氣動力振動，以及單獨的到達衝擊；實際起落架和左右擾流板的展開在可用時替代操縱手柄命令。起落架在運動時，會播放由起落架馬達電路驅動的自身起落架運動控制的過渡振動（在MSFS 2024上）和實際起落架運動的其他部位，而起落架在收回及伸出時都會觸發撞擊聲。
- RPM、燃燒、振動和反向證據彙總了每個已安裝的引擎 - MSFS 引擎 1-4 和 X-Plane 引擎 0-7。「引擎怠速粗糙度」添加了更粗糙的低速紋理，與巡航融為一體。
- 有效的迎角/失速參考和動態紅線資料使失速和超速的起始具有漸進性；馬赫抖振在「效果增益 → 警告」中從抖振起始馬赫數線性上升至達到完整強度的馬赫數，以馬赫抖振強度為最大值；設定檔中的數值是可調整的估計值，儲存的起始值按設定使用。失速抖振在地面上保持靜默。
- 旋翼振動隨著轉子的旋轉而出現，包括風車效應。每轉二次的振動隨轉速變化，每片葉片的振動遵循葉片數量，後退葉片氣動失速的開始依據飛機的最大安全速度(VNE)來調整；模擬器未提供有效 VNE 時，槳葉失速備用 VNE（節）會設定該

參考值。當渦環狀態訊號比模型化的失速起始更強時，渦環狀態提示使用模擬器自身的指示。

- 飛行模型動態壓力驅動 MSFS 和 X-Plane 中的控制載入空速，並以指示空速作為受保護的後備。 X-Plane qbar/Qstatic 值使用即時模擬器的 Pascal 約定進行解釋，並針對舊記錄的單元進行相容性處理。
- MSFS Slew、MSFS 2024主選單以及時間壓縮超過2倍為強制中性狀態；居中保持不變，強制透過正常的arm斜坡返回。飛機更改會清除快取的可選遙測資料，然後強制才能還原。

垂直氣流振動	預設關閉的「垂直氣流振動」通道在MSFS和X-Plane 12中使用飛機所在點的環境風。飛機的爬升率和下降率對它沒有影響。該通道是有界的，在地面上、暫停或慢速移動時，以及可選遙測無法使用時都保持靜默。

更改與重置

修改標記表示尚未儲存的編輯。行內還原操作還原該設定，右上角還原操作還原整個分割槽。「儲存」保留目前配置，「另存為」建立獨立副本。請在可重複的飛行條件下比較更改。

- 未儲存標記表示目前工作副本與已載入的設定檔不一致。
- 重置單獨一行、整個分割槽，或丟棄所有未儲存的更改。
- 切換設定檔可能會丟棄未儲存的工作副本；換機型之前請先儲存。
- 在新的設定檔經受住滑行、巡航、機動、進近和著陸的檢驗之前，請保留上一個可用版本。

儲存前的五項條件

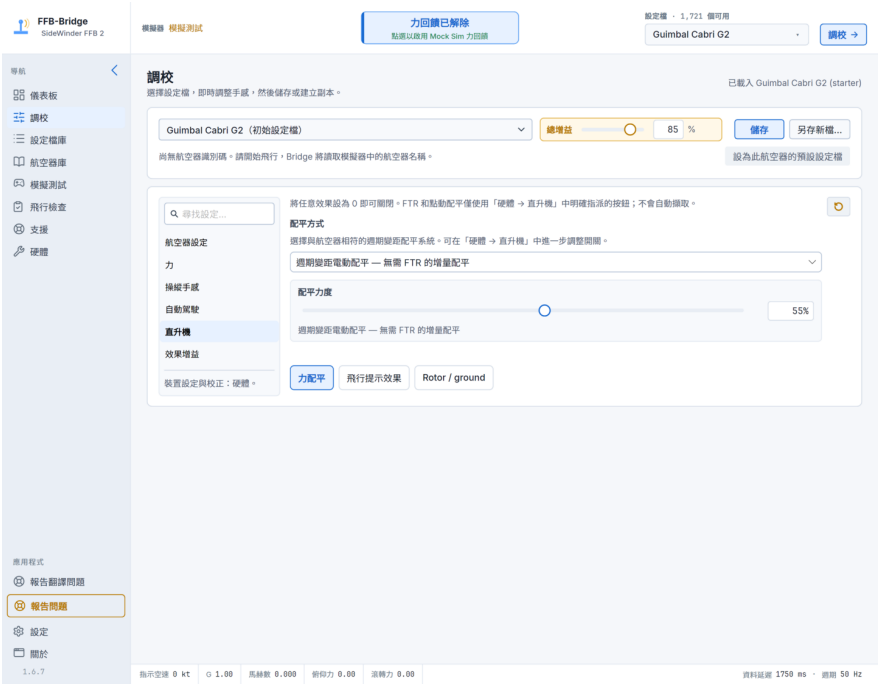
條件	僅在滿足以下條件時才保留該設定檔……
滑行	操縱裝置在中立位附近保持穩定，地面提示可分辨而不是持續存在。
巡航	在正常參考速度下，回中、空速載荷、配平和背景紋理仍然彼此可分辨。
機動	G載荷和角速率提示逐漸增強，沒有削波、延遲或振盪。
進近	在構型變化過程中，低速手感、襟翼、起落架、抖振和配平始終可控。
著陸	接地和煞車都是短暫且強度相稱的提示，隨後操縱桿回到穩定的基線。

13. 旋翼機調校

選擇直升機配平方式

選擇直升機設定檔，開啟「調校 → 直升機 → 力配平 → 配平方式」，選擇該機型使用的系統。更改配平架構會結束目前力回饋工作階段；重新啟用前檢查新模式，並儲存設定檔以保留設定。

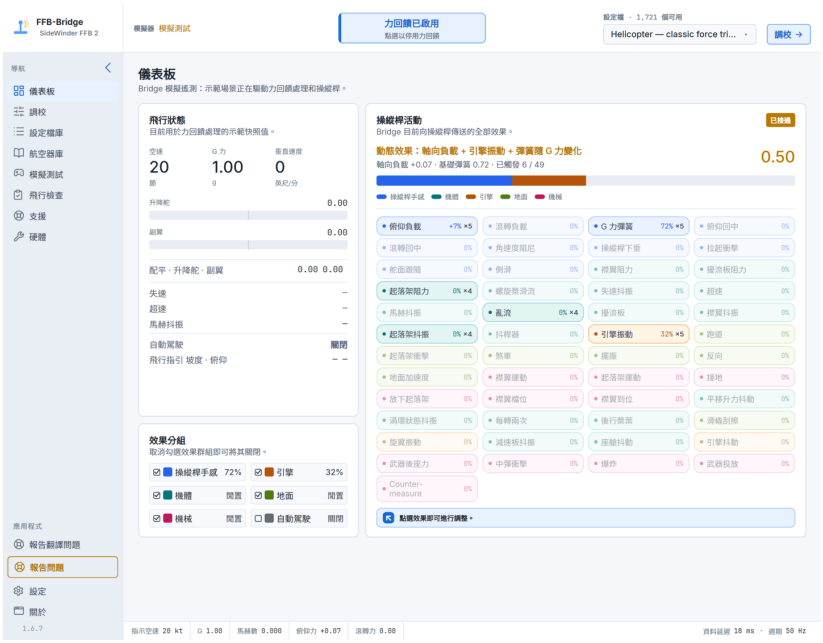
- 經典力配平保持擷取的週期變距桿位置。按住分配的 Force Trim Release（FTR）按鈕解除保持，移動操縱桿，再鬆開按鈕擷取新位置。可選的力配平開關分配用於控制該系統。
- AFCS 配平在釋放並擷取的流程中加入低於 40 kt 時的隨動配平。請使用相符的機型配置。機型專用整合可能接管週期變距參考位置，替代本機配平。
- 電動週期變距配平透過點動配平移動彈簧保持的中心。它忽略 FTR 和力配平開關，不使用 AFCS 隨動。在「硬體 → 直升機」分配點動配平；仍可使用可選的配平復位按鈕。
- 「無力配平」使設定檔沒有可移動的本機配平保持點。對於不使用此係統的機型，選擇該模式，無需分配其控制系統不需要的釋放按鈕。



「調校 → 直升機 → 力配平」中選擇電動週期變距配平。在「硬體」分配四向輸入；此模式無需 FTR。

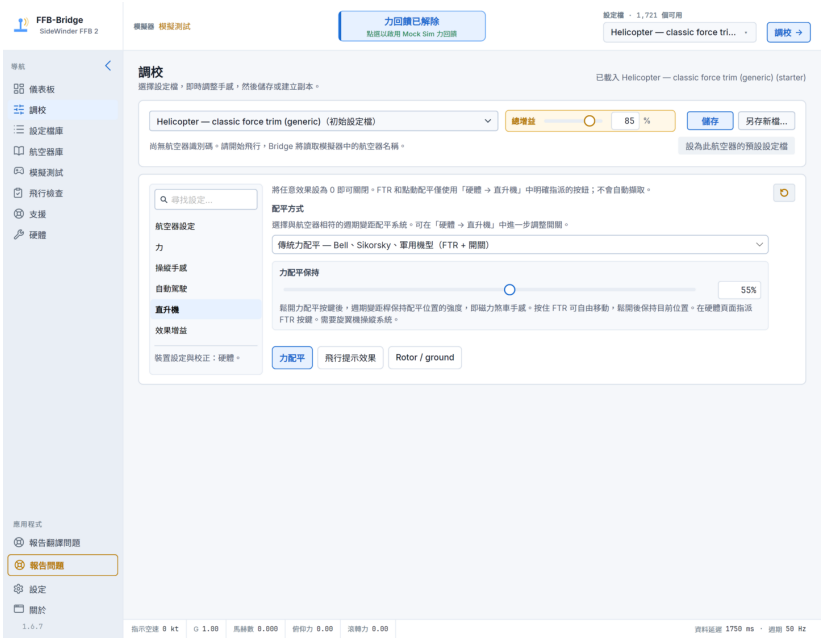
內建 Guimbal Cabri G2 和 VSKYLABS Cabri 配置使用電動週期變距配平。已有的已儲存配置會保留設定。要更新已儲存的 Cabri 配置，請明確選擇電動週期變距配平並儲存。

直升機儀表板顯示 ETL 抖動、渦環狀態抖振、每轉兩次振動、後行槳葉失速、滑橇摩擦及旋翼振動。旋翼載荷、總距、轉速和槳葉數量影響振動回應。這些指示表示發出的效果指令，並非實測物理作用力。



改進了 94 個直升機配置，更新旋翼轉速和槳葉數量。振動會回應旋翼載荷和總距變化，包括懸停時；新增六項儀表板指示，並修復 Rotorsim EC135 V5 週期變距桿回中問題。

旋翼機設定檔使用週期控制模型，而不是假裝直升機是低速飛機。請從旋翼機啟動器設定檔開始，並在「硬體」下配置物理力修剪/嗶聲修剪控制。在MOZA AB6上，啟動直升機設定檔會增加一個測量的反作用力和一個相符的摩擦保持力，以抵消底座自身的前拉力，因此週期控制桿在操作員釋放force trim後會保持原位。其他裝置和固定翼設定檔保持不變。



旋翼機模式會展開週期桿力配平、阻尼器以及旋翼專用的手感控制項。

液壓失效負載

液壓失效負載現在可在地面和懸停時為週期變距桿的移動增加阻力，包括力配平已啟用或按住FTR的情況。該功能需要有效的液壓失效遙測資料，並需在設定檔中啟用相應設定。它增加的是移動阻力，不是靜止時的回中力。目前尚不支援X-Plane的液壓失效偵測。

實用順序

1. 設定保守的「總增益」和物理上限。

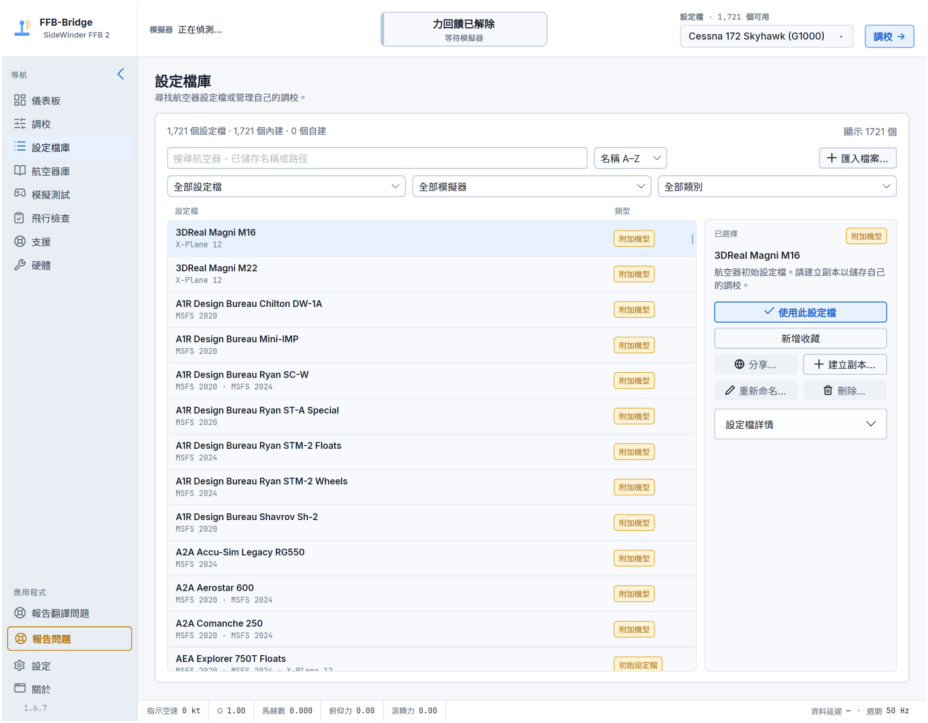
2. 在「飛行檢查」中確認俯仰和滾轉方向。
3. 在穩定懸停中或引導式直升機序列中調校週期桿回中/阻尼。
4. 在「硬體 → 直升機」選擇「設定四向控制…」，用一個 POV 帽開關或四個按鈕完成方向檢查。無需分配 FTR。啟用受支援的配平模式後，首次配平輸入擷取目前操縱位置，然後移動保持中心。僅啟用力回饋不會建立保持點。
5. 只有在那之後，才加入更強的旋翼、渦環狀態和地面/著陸提示。

控制分配歸「硬體」所有	按鈕和帽子開關對映屬於「硬體」，只儲存在這台電腦上。旋翼機的力值屬於飛機設定檔，可以安全共享。

14. 配置庫

設定檔儲存飛機手感、效果增益以及「儀表板」的效果組狀態。它們不包含物理硬體上限、裝置選擇、極性或按鈕分配。

Free 1.6.5 包含 1,716 個配置選項，涵蓋 MSFS 2020、MSFS 2024 和 X-Plane 12 的預設飛機及擴充套件機型。可按集合、模擬器和飛機類別篩選，或按飛機和開發商搜尋。收藏和最近使用的配置也會顯示在配置選擇器中。內建配置只讀；請先複製再編輯。下方列出部分示例。



內建設定檔與已儲存的設定檔共用一個可搜尋清單，並提供合集、模擬器和類別篩選。

設定檔操作

- 使用此配置會立即應用該設定檔，無需先解除力回饋。
- 建立副本…會為內建設定檔或已儲存的設定檔建立一份可編輯的副本。
- 新增收藏可將設定檔保留在設定檔選擇器中，便於隨時選用。
- 「調校」中的另存為…會以新的名稱儲存目前的調校。
- 免費的Profile Library允許任何人瀏覽和下載。釋出則需要明確的會員登入並提交；不會有任何內容被靜默上傳。

自動選擇與機型預設配置

當 MSFS 或 X-Plane 報告的機型與某個內建設定檔相符時，FFB-Bridge 會自動選擇該設定檔。相符會使用模擬器提供的機型標題、開發商、型號、變體和 ICAO 資訊，能處理本地化名稱、塗裝和任務預設，並在機型更換時切換設定檔。模擬器暫時斷開連線時，目前設定檔保持不變。

如需改用您自己的設定檔，請載入機型，在「調校」中選中已儲存或複製的設定檔，然後在設定檔工具欄中選擇設為此航空器的預設配置。按鈕旁的文字會顯示該機型的自動選擇結果。您的選擇在之後的飛行中以及重啟後都優先於內建設定檔；如果「航空器設定」中的自動選擇處於關閉狀態，此操作會將其開啟。它不會儲存滑塊修改；請使用儲存儲存這些修改。預設設定按模擬器分別儲存。

已儲存的飛機預設配置按模擬器和已識別飛機分別儲存。兩個已識別版本即使使用相同機型程式碼，也不會互相繼承或取代預設配置。您主動選擇的精確飛機繫結仍優先，包括最初為另一架飛機建立的設定檔。

為機型變體保留獨立預設配置

在模擬器中載入各個變體，選擇所需的已儲存配置，再選「設為此航空器的預設配置」。對另一變體重複操作。精確飛機名稱優先，因此共享型號程式碼的機型（如標準 C172 和 Bushkit）可保留不同分配。若舊版本已刪除某項，請更新後重新分配。

識別符號相符會區分 R22 和 SR22 等機型。載入變體後請檢查所選配置。含糊的型號程式碼不會隨意選取某個已儲存預設值；必要時明確分配機型。

內建起始設定檔從何而來

內建配置基於可獲得的操縱手感研究和有記錄的估算，是模擬機型與硬體調校的起點，不是對每一種真實飛機力的實測復現。飛機參考資料解釋了來源與侷限。

- 採用直接鋼索或推桿操縱的飛機使用物理的V^2空速載荷定律，因此操縱力會像真機那樣隨動壓增長。
- 回中力會隨速度上升持續變硬，而不是在抬前輪、舵面開始起作用之後就趨於平淡。
- 每個起始設定檔都帶有各自有據可查的俯仰-滾轉操縱協調比，而不是統一的通用比例。

每架飛機背後的研究--來源、力的組合以及標準的起始設定檔基線，並對單項數值給出引用--都發布在飛機庫中：ffb-bridge.com/aircraft。當某個起始設定檔讓您覺得不對時可以查閱它：它會說明在您改動之前，該數值原本要復現的是什麼。

起始設定檔譜系

您儲存的設定檔會記錄它是從哪個起始設定檔派生的。因此，分享到庫中的設定檔可以正確顯示您相對該基線做了哪些改動，從而讓共享設定檔可供審閱，而不是無從判斷。譜系只包含起始設定檔引用和您自己的改動；它不是您飛行方式的記錄。

本機檔案

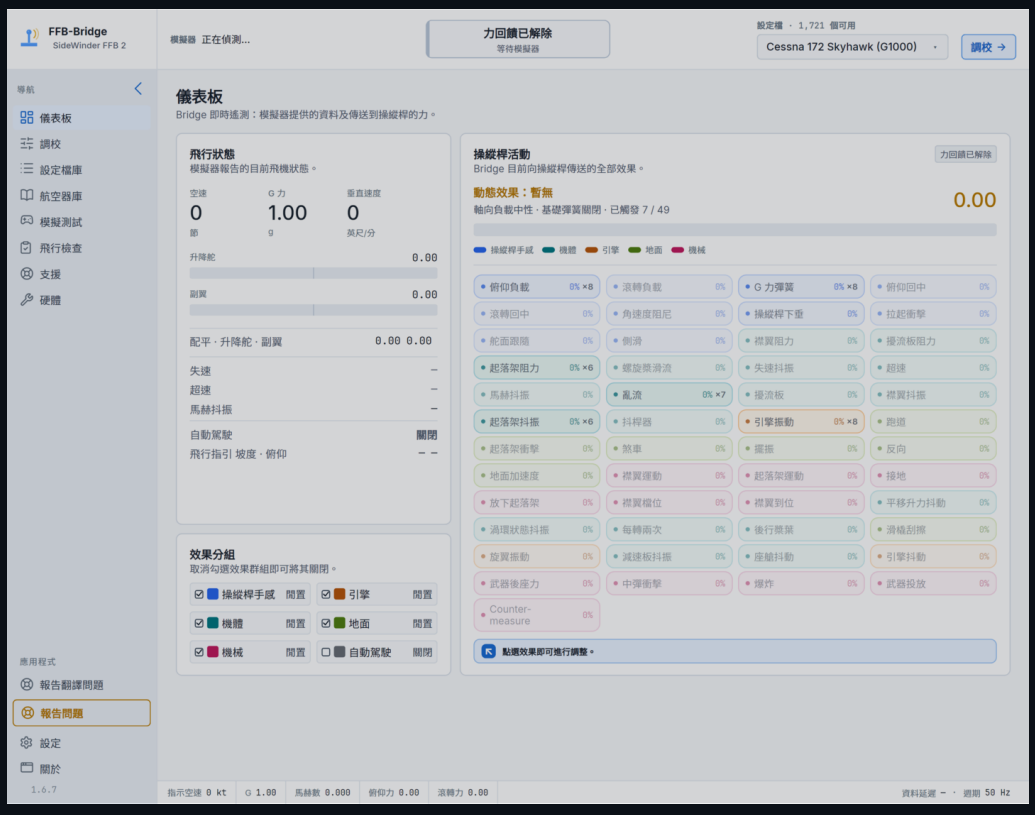
Windows把設定檔存放在`%APPDATA%\ffb-bridge\profiles`。Linux和macOS使用`~/.config/ffb-bridge/profiles`（遵循`$XDG_CONFIG_HOME`）。手動備份時只需複製該JSON檔案。

負責任地分享	請說明飛機、模擬器和硬體環境。接收者仍會使用自己的物理上限和校準，這正是硬體設定被排除在設定檔之外的原因。

章節 05

瞭解這個應用

頂部的座艙狀態條始終保持不變；隨後每個頁面只回答一個操作性問題：正在發生什麼、手感應該有什麼不同，或者哪裡需要修復。

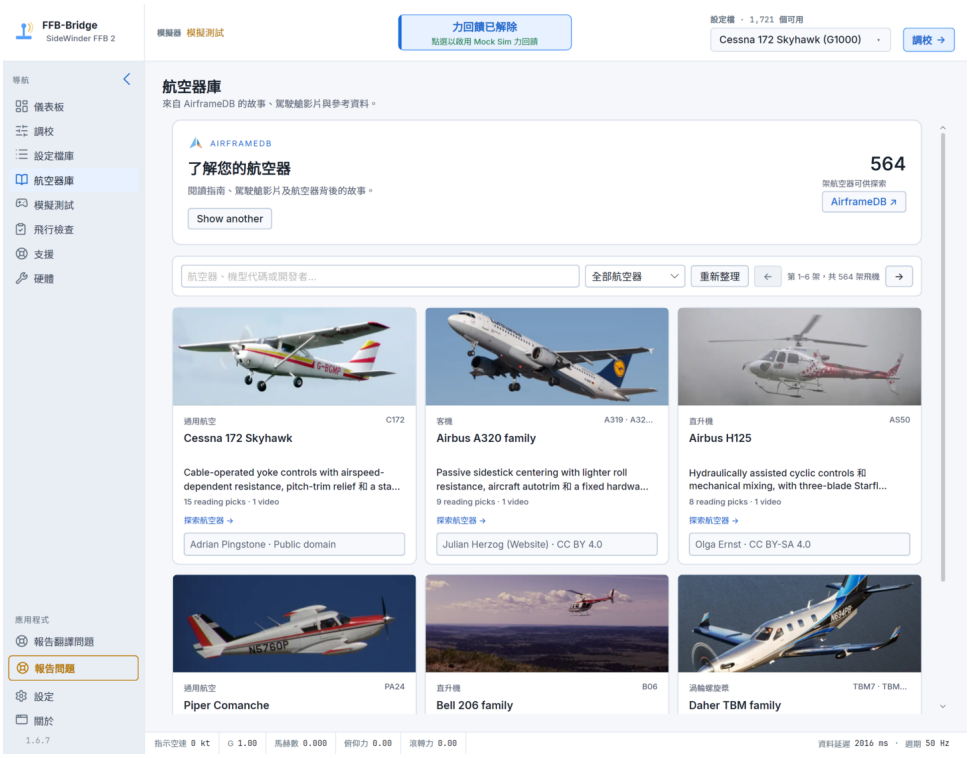


15. 航空器庫

進一步瞭解您駕駛的機型。航空器庫將AirframeDB的背景故事、手冊、飛行員經歷和影片帶入FFB-Bridge，方便您在使用模擬器時查閱。

開啟資料庫

側欄中的「飛機庫」開啟目錄首頁。瀏覽、搜尋或篩選後，選擇飛機即可開啟詳情。模擬器飛機名稱旁的書本圖示開啟對應參考資料。滑鼠後退返回上一庫頁面，前進還原詳情。瀏覽無需執行模擬器。



按名稱或類別瀏覽航空器庫，檢視照片和簡短介紹。

找到正確的機型和版本

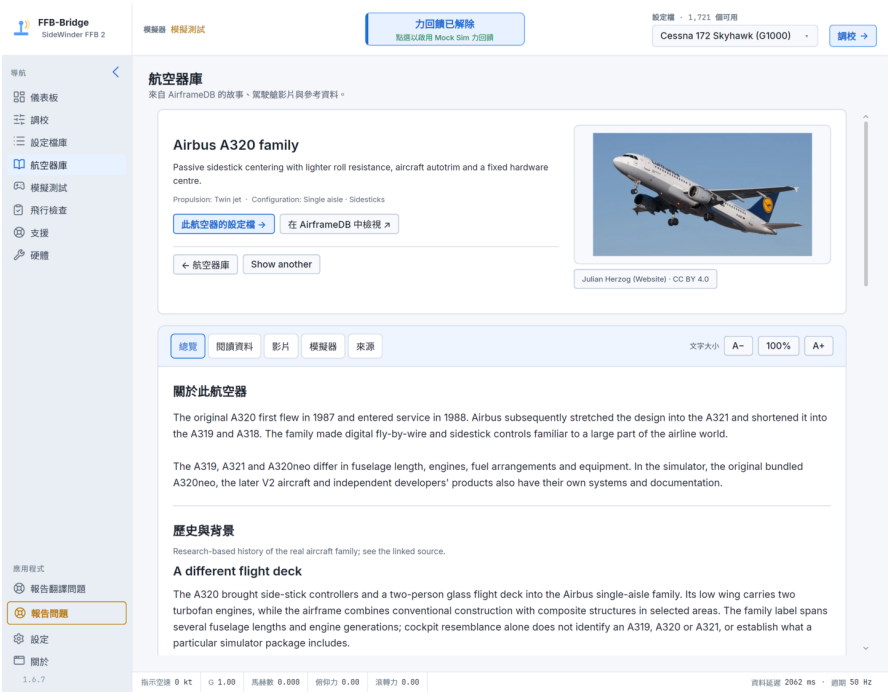
Bridge使用模擬器提供的航空器名稱和機型程式碼，查詢相符的機型系列。如果有多份資料符合條件，請選擇您需要的資料。相符到機型系列並不意味著識別出了已安裝外掛的開發商或版本。

目錄照片： Adrian Pingstone (public domain); Julian Herzog (CC BY 4.0); Olga Ernst and Alan Radecki Akradecki (CC BY-SA 4.0); Matthew Field (CC BY 2.5); Michael Mainiero (CC BY-SA 3.0).

照片來源和許可

下次飛行前值得查閱的資料

使用「您的模擬器版本」選擇您使用的開發商和版本。資料庫隨後會在機型通用資料旁顯示適用的指南和影片。此選擇會儲存在本機上，不會更改您的力回饋設定檔。



選擇您使用的模擬器版本，然後瀏覽機型概況、閱讀資料、影片和來源。

A320 照片: Julian Herzog, CC BY 4.0.

照片來源和許可

「概覽」介紹機型概況。「閱讀資料」彙集手冊和飛行員經歷。「影片」提供演示和駕駛艙實拍影片的連結。「模擬器」說明可用的模擬器版本，「來源」列出資料來源。內容因機型而異；外部網頁和影片會在瀏覽器中開啟。

舒適閱讀

使用章節標籤旁的A-和A+，可將正文文字大小調整為14至22 px。選擇百分比數值可還原預設大小。此選擇儲存在本機上，並且隻影響閱讀區域，其他設定介面仍保持原有大小。

無法連線時

無法連線網路時，可從帶有日期的本機副本檢視以前獲取的參考資料和照片。新資料以及外部影片、手冊仍需要網際網路連線。訪問錯誤、連線錯誤與「未找到機型」會分別提示；如有重試操作，可按提示重試。飛行和力回饋會獨立繼續執行。

找不到您的機型時

請嘗試使用機型的常用名稱搜尋、瀏覽目錄，或重新相符。即使目錄中已有該機型，模擬器中不常見的名稱也可能導致相符失敗。未相符的名稱和機型程式碼可能會記錄到AirframeDB的編輯待完善清單中，以幫助改進目錄和相符效果。

AirframeDB是供模擬飛行使用的參考資料。請核對來源及其描述的版本；真實航空器的資料可能與您的外掛存在差異。閱讀資料絕不會更改Bridge的力回饋設定。

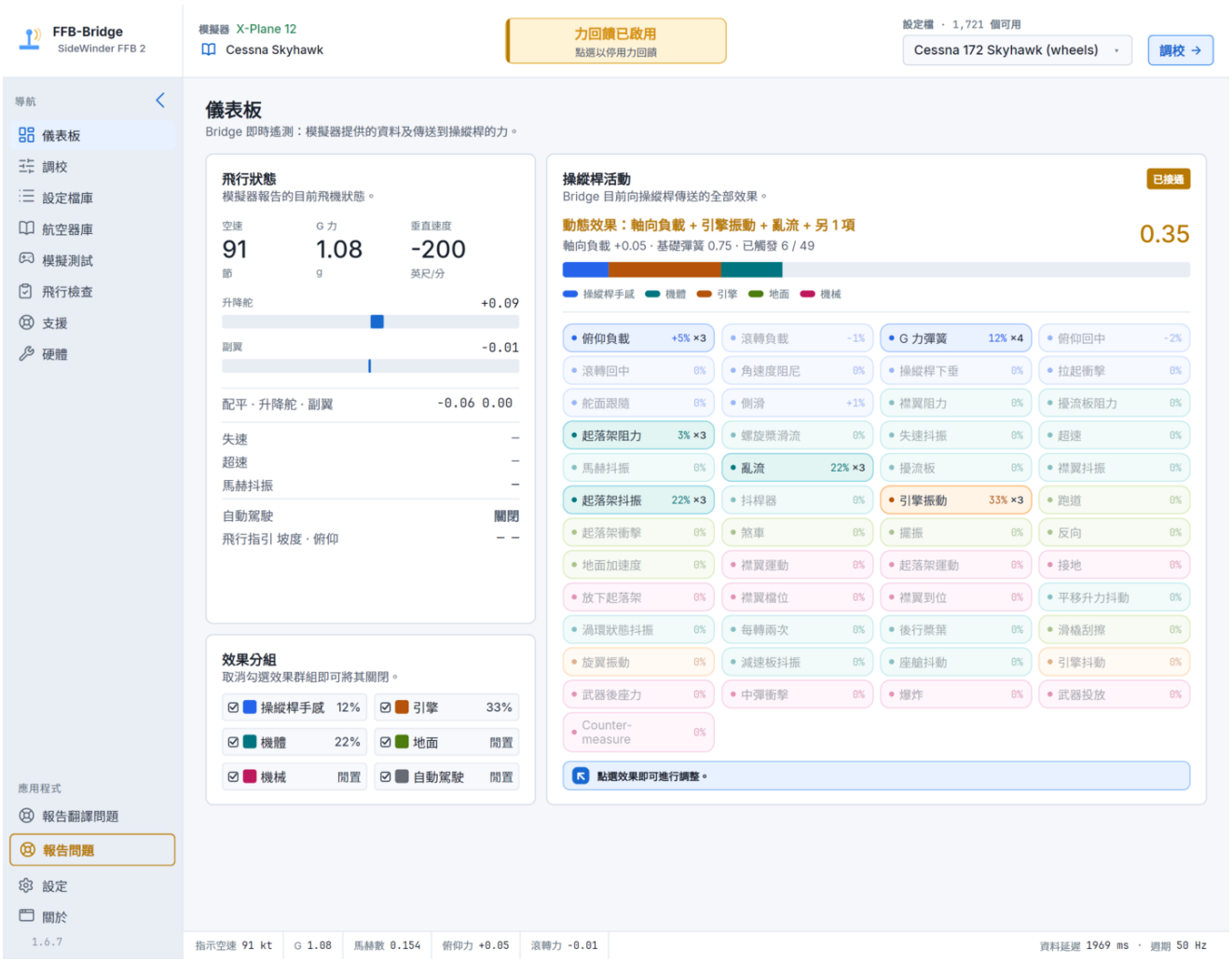
16. 儀表板與模擬測試

側欄的藍色箭頭可將選單和品牌區域收起為圖示；反向箭頭可展開。滑鼠的後退和前進按鈕可還原已訪問的頁面，包括飛機詳情和調校中的子頁面。瀏覽飛機參考資料不會選擇力回饋配置。

儀表板

儀表盤顯示模擬器狀態和指令力，並非手柄處的實測力。

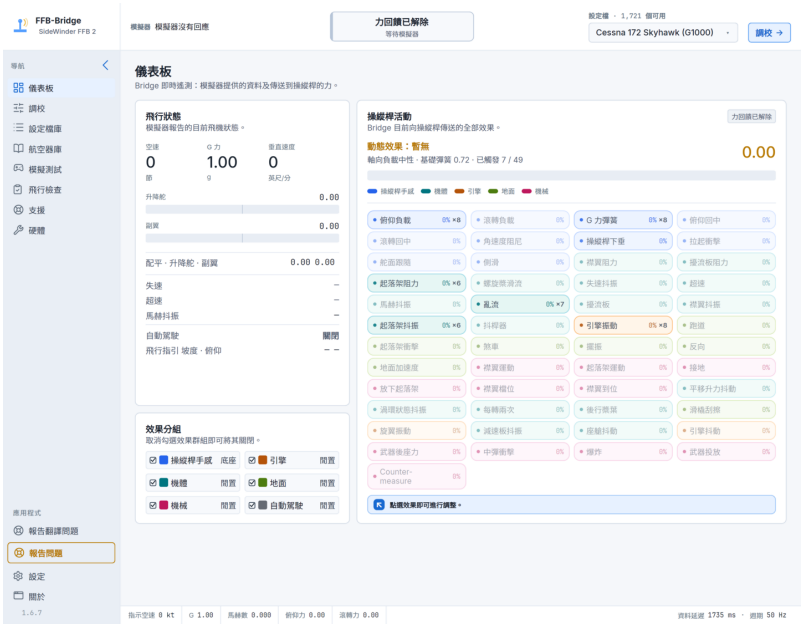
活動通道以適應可用空間的網格顯示。每個標籤採用所屬效果組的顏色，並顯示目前貢獻值。未活動的標籤仍以淡化樣式顯示。選擇帶連結的標籤可開啟對應的調校控制元件。



儀表板：左側是模擬器狀態，右側是目前的力輸出，頂部常駐狀態條顯示執行就緒情況。

遙測停止時

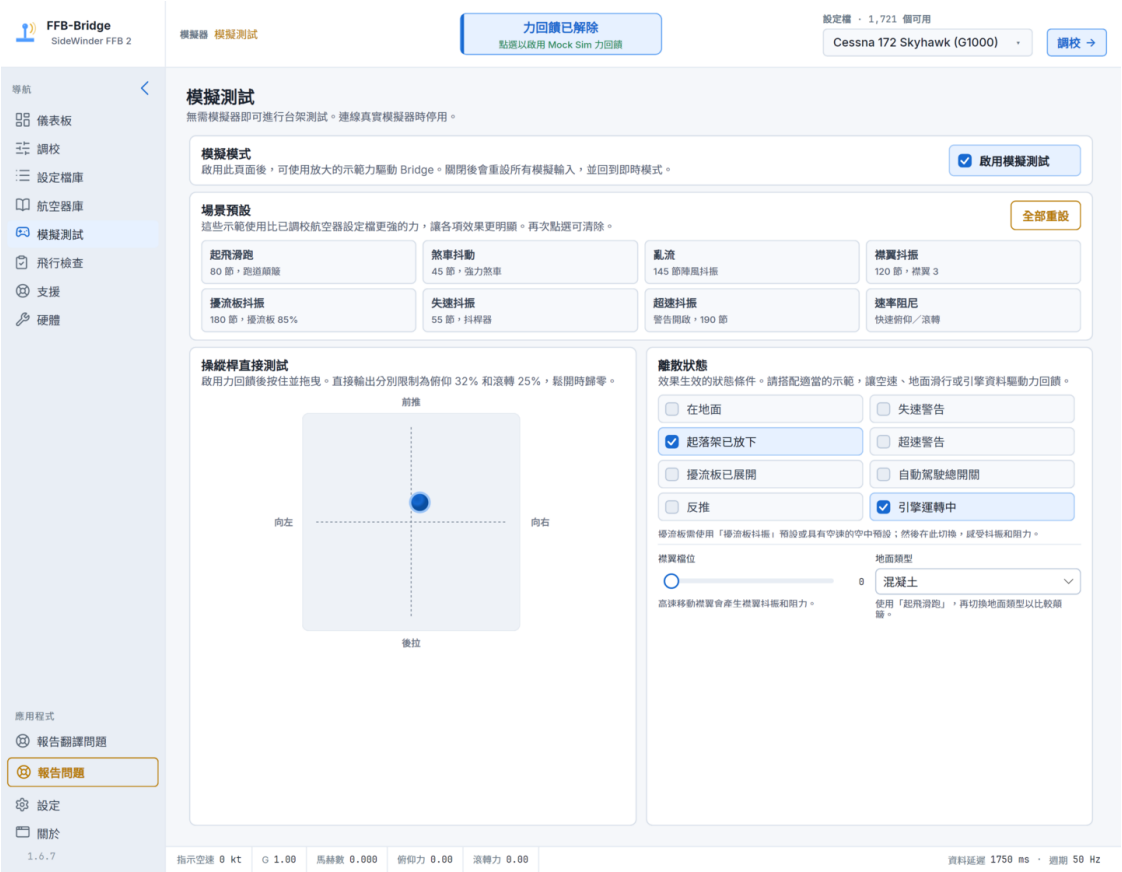
檢視 SIM 旁的訊息。Bridge 區分傳輸故障、內部故障和未知停止。資料流停止會觸發力回饋安全處理，並不允許依靠舊資料繼續飛行。有效資料流可以重新連線，但重新啟用前必須解決裝置還原提示。



SIM 狀態列說明遙測停止的原因。此演示顯示模擬器停止回應；實際原因取決於工作階段。

模擬測試

「模擬測試」是接入正常力計算流程的台架遙測源。它提供起飛滑跑、煞車、湍流、襟翼/擾流板、失速、超速和速率阻尼等場景，另有一項直接的操縱桿測試。當即時模擬器佔用資料來源時，它無法執行。



「模擬測試」可以在不啟動MSFS或X-Plane的情況下驅動可重複的場景。

操縱桿直接測試

「操縱桿直接測試」會在按住並移動觸控區時施加定向恆力指令。「前推」和「後拉」測試俯仰；「向左」和「向右」測試橫滾。它不移動彈簧中心，也不模擬飛機。輸出受測試和硬體限值約束，鬆開觸控區後歸零。更改極性前請測試兩個力方向。

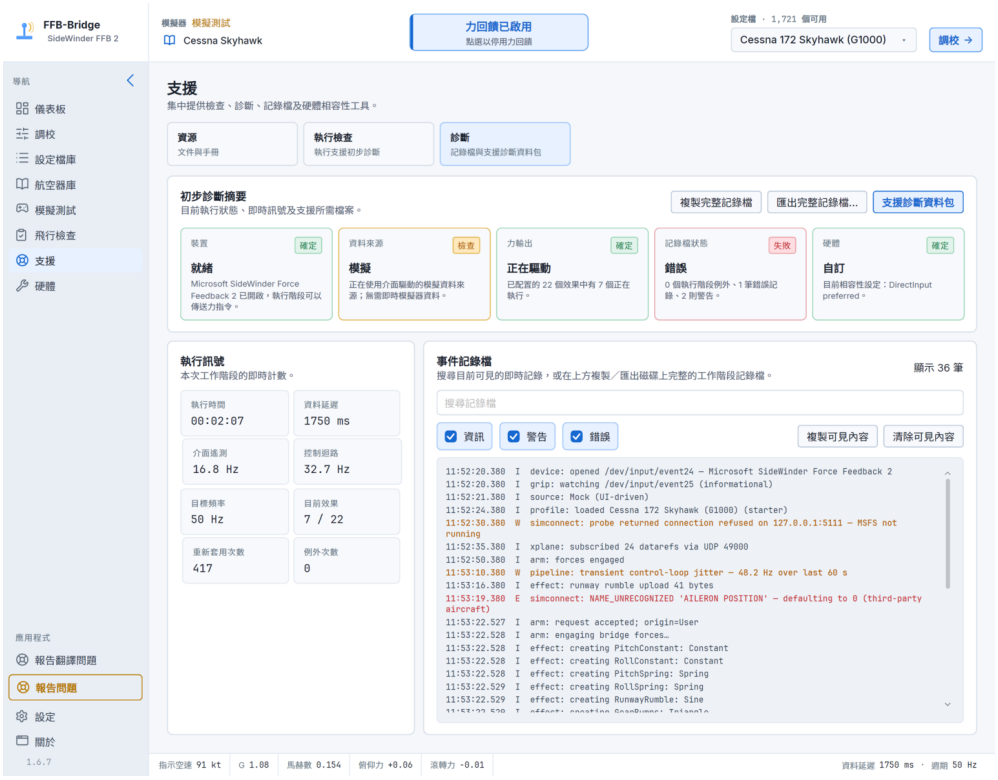
17. 支援與診斷

「支援」預設開啟「資源」，提供官方文件和內建 PDF 連結。無論應用使用哪種語言，這些連結都會開啟英文線上指南和英文 PDF 手冊。「執行檢查」處理設定與連線問題。「診斷」包含執行狀態檢視、記錄檔及支援包匯出。

執行檢查

- 裝置偵測、許可權與硬體相容性。
- SimConnect的配置/可達性，以及X-Plane的可達性。
- 內聯修復會在應用之前預覽具體的改動內容。
- 啟動警告能夠區分有意斷開與真正的設定問題。

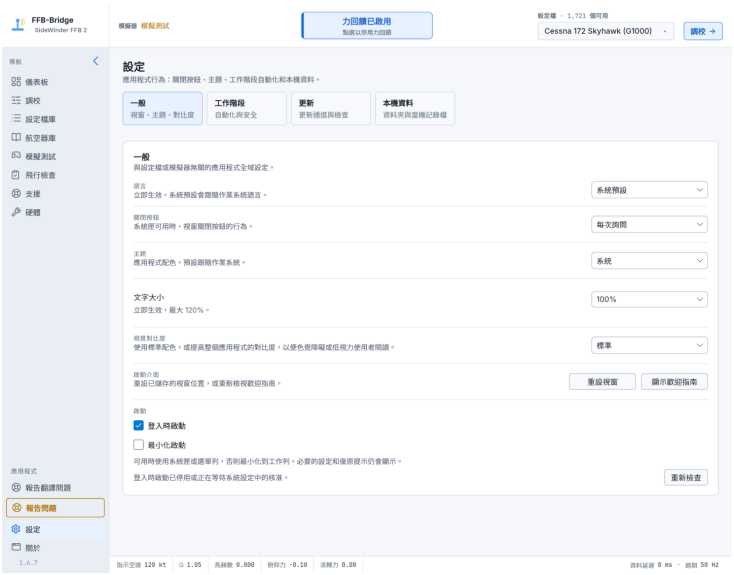
診斷



「診斷」彙總裝置、資料來源、力輸出、記錄檔健康狀況、執行時訊號以及可搜尋的事件記錄檔。

- 篩選「資訊」、「警告」和「錯誤」；按症狀搜尋；複製可見行或匯出完整記錄檔。
- 關注資料時延、介面重新整理率、控制環路頻率、生效效果、重新下發次數和異常計數。
- 提交回饋時請匯出支援包，讓報告包含正確的執行時證據。

18. 設定與更新



「設定」負責全應用範圍的行為和本機資料控制。物理裝置設定位於「硬體」。

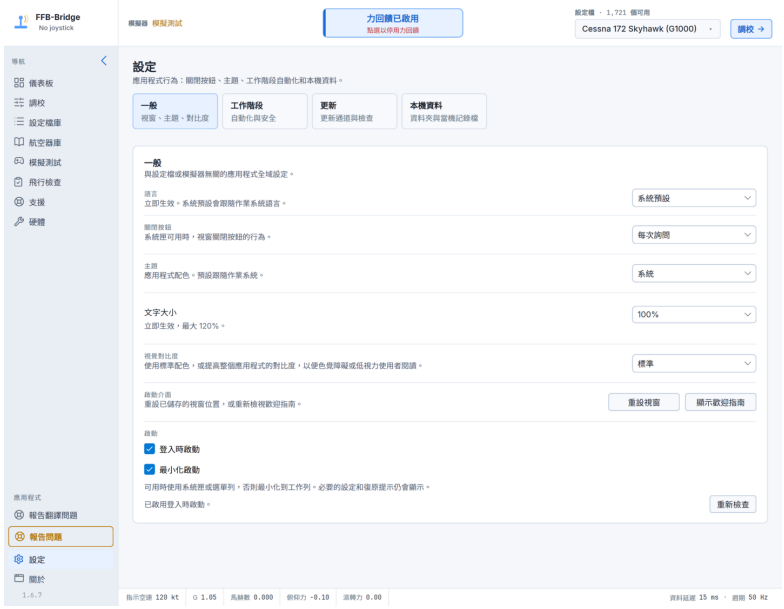
語言

安裝程式包含英文 PDF。網站提供全部 15 種站點語言的手冊；下載前請選擇語言。更改應用語言不會取代隨附手冊。

在常規 → 語言中，可選擇系統預設或十六種語言之一：英語、德語、西班牙語、法語、加拿大法語、義大利語、荷蘭語、波蘭語、巴西葡萄牙語、俄語、孟加拉語、印地語、韓語、日語、簡體中文和繁體中文。每種語言在清單中都以其自身名稱顯示，因此您總能找到切換回來的選項。更改會立即生效，無需重啟，並會在這台電腦上儲存。

「系統預設」會跟隨您的顯示語言；清單中沒有的語言使用英語。機型和裝置名稱、您的配置檔名稱、模擬器識別符號和診斷記錄檔保留原文，數字格式遵循您的區域設定。PDF 手冊、法律檔案、外部機型文章和語音安全警報保留原始語言。

在英語以外的任何語言中，選擇「報告問題」上方的報告翻譯問題，或按 Ctrl+Shift+T，然後點選某個短語，即可檢視其英文原文和目前譯文，並提交修正供稽核。無需帳戶、電子郵件或支援包。按 Esc 可結束修正面板，再按一次 Esc 可結束選擇。十三種語言為初步翻譯，因此歡迎提交修正。



「設定 > 常規」新增登入時啟動和最小化啟動。兩項均可選；啟動應用本身不會啟用力回饋。Linux 需要已安裝的 AppImage。

在設定中選擇 100%、110% 或 120% 的閱讀字號。這隻改變介面文字，不改變力回饋設定。

控制器力回饋啟用／解除快捷操作

在「設定 → 工作階段 → 操縱桿啟用／解除力回饋」中，於「力回饋已解除」狀態下選擇設定…並按下一個空閒的控制器按鈕，然後開啟啟用操縱桿快捷鍵。選擇一種手勢：長按啟用，短按解除、短按啟用或解除或長按啟用或解除。按住類手勢需要連續按住一秒，「長按啟用或解除」會忽略短按。視窗最小化時快捷按鈕也能使用，但不能清除「安全停止」。

行為設定

- 選擇關閉按鈕的行為：「每次詢問」、「最小化到系統匣」或「結束應用」。
- 選擇系統、淺色或深色主題，以及標準或高視覺對比度。
- 「常規」、「工作階段」、「更新」和「本機資料」將語言與外觀、力回饋自動化與安全、釋出策略以及本機檔案分開管理。
- 自動啟用是可選功能，預設關閉；確認模擬器結束後總是會自動解除力回饋。自動運動保護分組在「工作階段」下，並保持裝置感知。
- 可使用「重置視窗」，或選擇「顯示歡迎指南」後重新啟動以再次檢視歡迎指南，不會更改調校。

本機資料

- 在檔案管理器中開啟配置或診斷資料夾。
- 有意識地清除本機當機報告或記錄檔。
- 設定檔、記錄檔和診斷資料都保留在這台電腦上，除非您明確分享或提交。

更新方式

Windows、Linux AppImage 和更新後的 macOS 應用會在安裝前驗證下載。確認更新並等待正常結束，設定和配置會保留。舊版 Mac 應用可能需要手動安裝已簽名的 DMG。

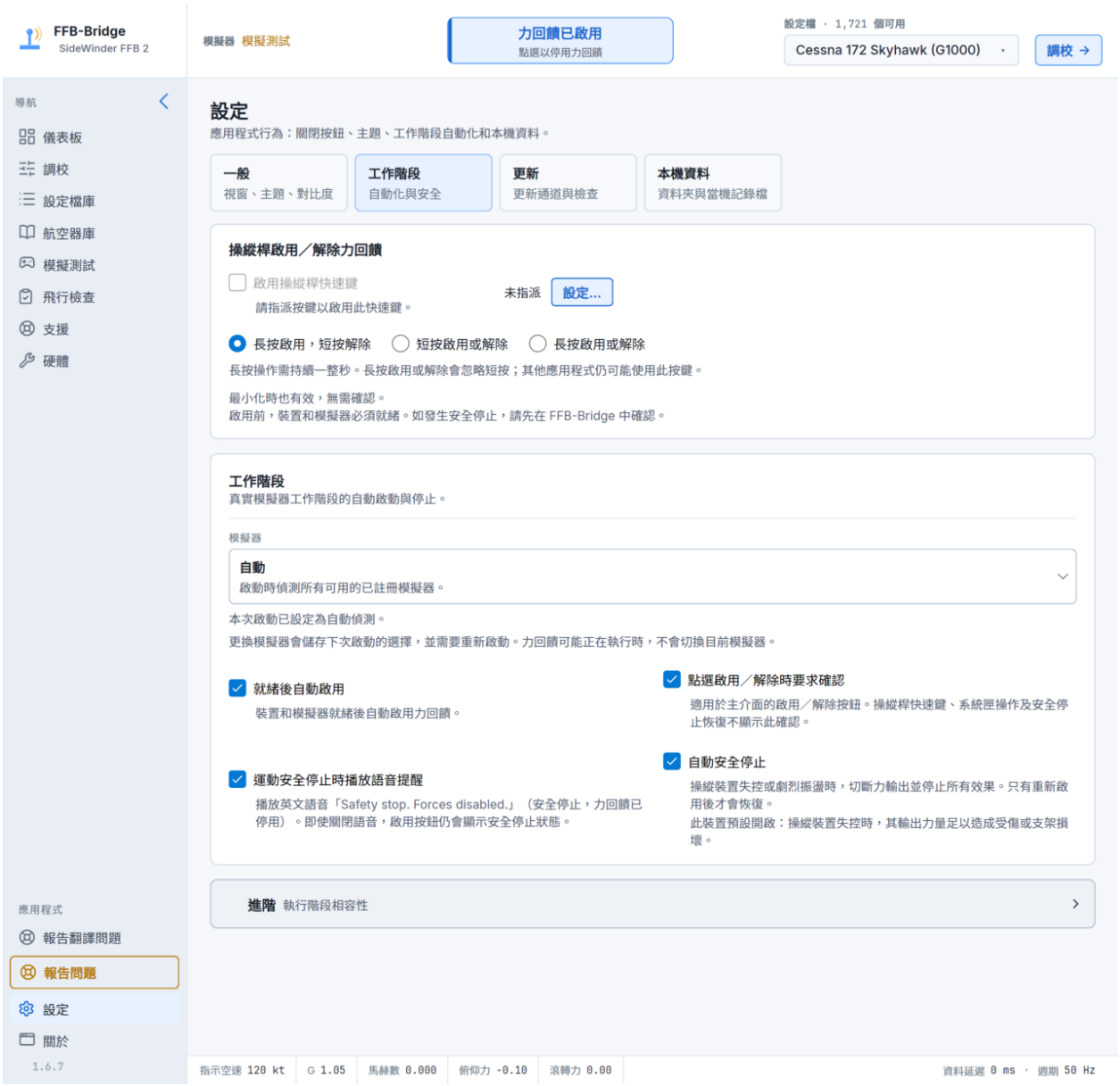
模擬器與工作階段控制

在「工作階段 → 模擬器」中保留自動偵測，或明確選擇一個可用的模擬器。更改會儲存供下次啟動使用，並提示重新啟動。力回饋工作階段期間不會更改目前模擬器連線。安裝了多個受支援的模擬器時，這項設定很有用。「點選啟用／解除時要求確認」控制點選主「啟用力回饋」控制元件時是否需要確認。它不會為搖桿快捷按鈕或系統匣操作增加確認，也不會繞過「安全停止」還原流程。「運動安全停止時播放語音提醒」控制語音警報；關閉聲音後，螢幕仍會顯示「安全停止」狀態。

看門狗時間設定

「工作階段」下的「高階」區域包含「過期閾值」和「衰減時間」，用於控制模擬器遙測中斷時輸出如何逐漸減弱。這些數值仍屬於目前設定檔，因此修改後會將該設定檔標記為未儲存。使用「重置」可將單個數值還原為預設值。

工作階段設定概覽



工作階段設定集中提供模擬器選擇、「啟用力回饋」確認、「安全停止」和搖桿快捷按鈕。

章節 06

解決問題

先檢查狀態列與裝置就緒情況，再檢視「執行檢查」和「診斷」。一次只改一項，清除本機記錄檔前先匯出證據。



19. 以症狀為先的故障排查

症狀	首先檢查	下一步行動
操縱桿不動	「啟用力回饋」狀態、裝置就緒與「模擬器」連線	執行「飛行檢查」。確認物理上限不為零，且沒有其他應用佔用該裝置。
方向不對	飛行檢查俯仰/滾轉方向	極性或俯仰/滾轉互換隻在「硬體」下修正，絕不要在每個飛機設定檔裡改。
MSFS可達但沒有資料	支援 - SimConnect詳情	使用偵測到的埠/配置修復，重啟MSFS，然後重新執行檢查。
X-Plane短暫連線後斷開	飛行資料時效與本機 UDP	檢查所選模擬器、已載入的飛行、UDP 埠和本機防火牆規則。僅有機型資訊的回應、過期或無效的飛行資料都不能證明即時工作階段已建立。
偵測到MOZA但處於空閒狀態	硬體 → 裝置還原原因	開啟「硬體 → 裝置」並檢視還原原因。重新連線同一基座，檢查 USB 和電源，關閉 MOZA Cockpit 及其他 Free 或 Pro 例項。選擇「重試還原」，確認重啟。Bridge 會重新開啟所選裝置，嘗試還原已儲存的原始設定。
所有力都過強	硬體上限與總增益	如果物理上限不安全，請降低「硬體」上限；否則請降低此飛機配置的「總增益」。
某一個效果感覺不對	儀表板通道標籤	可從儀表板上的效果通道標籤直接進入相應控制元件。已連結的標籤會開啟此頁面、顯示所需的高階控制元件、展開分割槽、將對應行居中並高亮。
拔掉裝置/模擬器當機後力會停止	「啟用力回饋」控制元件處於「故障」狀態	還原前提條件，檢視「診斷」，確認故障，然後重新啟用力回饋。
應用當機	下次啟動時的還原與診斷	在清除本機資料之前，先儲存當機報告/記錄檔並提交支援包。
Brunner 基座在動，但飛機不動	模擬器軸繫結	在 DirectX 模式下，模擬器會識別到一個新的控制器。請在模擬器中繫結其軸；如果裝置在移動而模擬器中的操縱裝置保持不動，Bridge 會發出警告。

Windows 上，如 Bridge 提示基座忙或拒絕訪問，請關閉 Simux、CLS2Sim 和 Brunner USB Config Tool。釋放裝置後重新開啟 Bridge。Linux 上執行「支援 → 健康檢查」，按提示修復受支援裝置的許可權。

Linux許可權修復

使用「支援」安裝或重新整理 udev 規則`/etc/udev/rules.d/71-ffb-bridge.rules`。修復後重新插拔裝置。如果應用建議重啟，請在判斷規則失敗之前先重啟。該規則授予 Logitech G940 和 Brunner 基座所需的 hidraw 訪問許可權，並修正部分核心報告的 G940 俯仰和橫滾輸入範圍；「執行檢查」會標記較舊或不完整的規則（包括以前的 99-ffb-bridge.rules），並提供取代規則。修復 G940 後，請重啟模擬器並重新校準 G940 的軸。

硬體效果當機

在「硬體 → 效果」中執行測試硬體…。如果探測失敗，或應用判定為原生效果當機，請在「硬體 → 效果」中將「效果渲染」設為「軟體」並重啟。僅僅出現一次普通的非正常結束，並不足以說明必須更換渲染器。

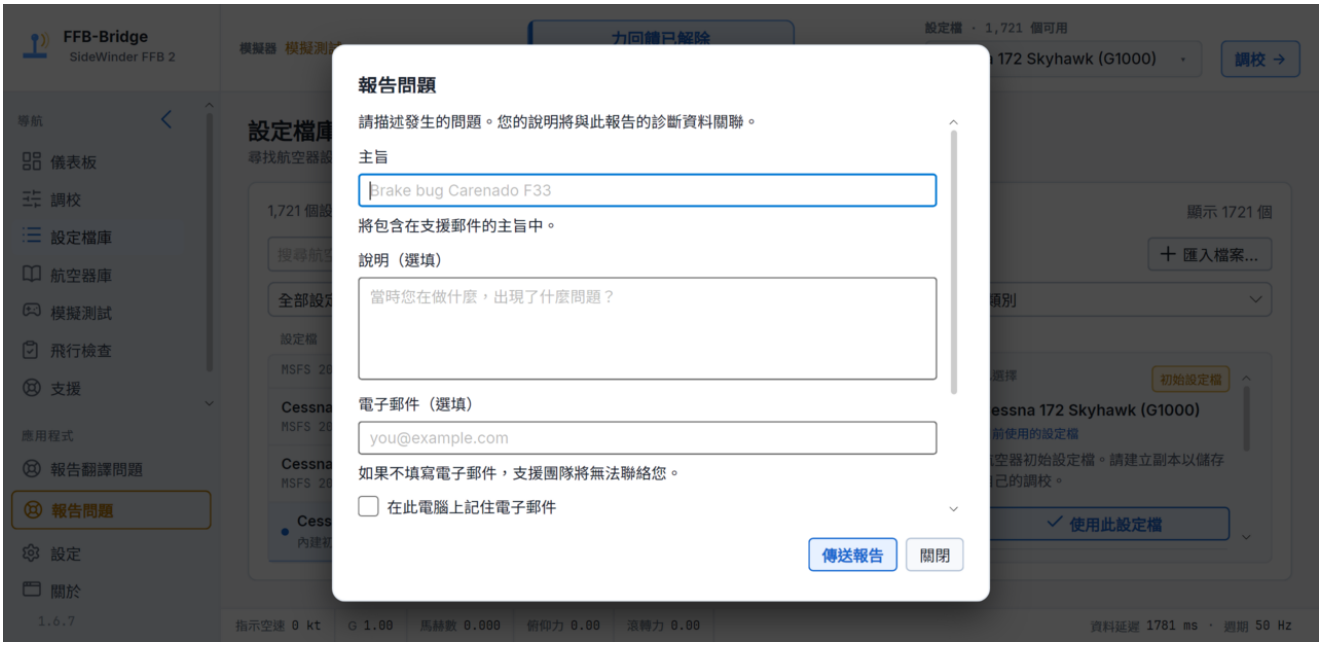
20. 匯出證據並尋求幫助

一份有用的報告應包括您的預期、實際發生的情況、飛機/模擬器/裝置資訊，以及在清除記錄檔之前傳送的受影響工作階段的診斷資訊。

報告問題

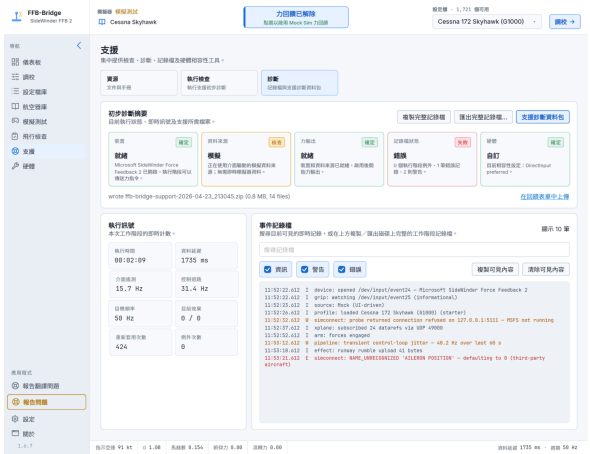
當機後，下次啟動可能顯示已儲存的當機報告。「複製」將文本放入剪貼簿；「報告問題」開啟帶當機上下文的應用內表單。檢查主題和可選詳情，再選「傳送報告」。開啟表單不會上傳支援包，也不會刪除當機證據。

1. 選擇「報告問題」，輸入不超過 160 個字元的簡短主題。開啟表單不會上傳診斷資料。
2. 可選填問題描述；如需回覆，請提供郵箱。檢查內容後選擇「傳送報告」，將診斷資料和這些資訊提交到同一報告。
3. 等待結果。提交失敗時，已輸入內容會保留以便重試。支援回覆使用報告主題。從「診斷」匯出支援包僅建立本機檔案。



提交前的「報告問題」：必填主題、可選描述和郵箱，以及明確的「傳送報告」操作。

電子郵件地址是可選的，但如果不提供，支援人員將無法回覆。在此電腦上記住郵箱預設關閉；勾選後，它會在以後的報告中自動填入您的地址，取消勾選則會刪除已儲存的地址。記住的地址絕不會包含在診斷包中。



「診斷」可匯出一個大小受限的支援ZIP包，並提供直接的回饋路徑。

自行匯出支援包

1. 在安全的前提下，把問題再復現一次。
2. 開啟支援 → 診斷，選擇支援診斷包儲存 ZIP 檔案。
3. 使用頁面上顯示的回饋連結，描述正確的操作順序，並附上ZIP檔案。
4. 請不要編輯該支援包，也不要把完整記錄檔貼到公開論壇帖子裡；它可能包含對技術支援有用的裝置、路徑和系統資訊。

有用連結

- Support與回饋：https://ffb-bridge.com/zh-hant/feedback
- 目前文件：https://ffb-bridge.com/zh-hant/docs
- Profile Library：https://ffb-bridge.com/zh-hant/profiles
- 社群論壇：https://ffb-bridge.com/zh-hant/community

支援包包含的內容

hardware-settings.json 在可用時還包含範圍有限的近期力輸出、自動駕駛和運動安全證據。請提供發生問題的工作階段支援包、機型與模擬器版本、裝置型號與韌體，以及觸發問題的操作。清除記錄檔或更改多個設定前先匯出。 憑據儲存檔案和 AirframeDB 訪問令牌會被排除。明確的平台檢查可能包含 USB/輸入裝置詳情和經過篩選的 Linux 核心訊息。

章節 07

參考

一份緊湊的力模型概覽，涵蓋檔案位置、安全限制和產品邊界，便於快速查閱。



21. 力效果參考

效果系列	效果	手感
操縱桿手感	回中彈簧	基線回中力；在機械拉索連線的飛機上，中央位置隨修剪而變化，而液壓和線控型別保持中性居中。
操縱桿手感	空速俯仰/滾轉載荷	隨空速和偏度增長的持續操縱力。
操縱桿手感	速率阻尼	對飛機角速率的黏滯阻力。
操縱桿手感	操縱桿下垂	適用於傳統操縱系統的低速前向重力偏置。
操縱桿手感	自動駕駛跟隨	自動駕駛跟隨會將聯動操縱裝置移向模擬器的自動駕駛指令位置。MOZA 啟用後使用完整許可權和力度；跟隨速度用於調整配平和自動駕駛的移動速度。已儲存的許可權和力度仍供其他裝置使用，並受模擬器和裝置限制。獨立側桿改用自動駕駛中立保持。如出現意外運動，請關閉自動駕駛跟隨並解除力輸出。
地面	跑道顛簸	隨道面狀況和速度變化的連續紋理。
地面	接地衝擊	模擬器在接觸時鎖定的衝擊速度所縮放的衝擊脈衝。
地面	飛機撞擊	在模擬器撞擊邊沿產生更強的、按設定檔縮放的重擊；每次撞擊只觸發一次，並始終處於所有常規力邊界之內。
地面	煞車抖動	飛機在地面時，煞車抖動隨煞車壓力和地速增加。有車輪滑移遙測時，滑移可增強效果；正常煞車無需發生打滑。將煞車抖動設為零可停用。
地面	起落架衝擊/擺振	離散的滑行顛簸和前輪橫向振動。
地面	加速度提示	地面加速/減速期間的俯仰軸提示。
機體	失速/超速/馬赫抖振	在迎角/紅線資料有效時，失速和超速漸進起始，模擬器警告作為回退方案；馬赫抖振在設定檔的起始馬赫數與完整強度馬赫數之間上升。
機體	擾流板/襟翼/起落架抖振	構型相關振動在可用時依據實際展開量計算。擾流板抖振隨展開量漸強，到達 5% 行程時完全顯現，避免極小表面偏移讀數引起突兀起振，之後隨展開量和空速增加。
機體	湍流/垂直風	在目前G趨勢周圍測量有界擾動紋理，因此操作員自身的平滑操作保持靜默，而真實的顛簸空氣保持不變；垂直風預設關閉，使用飛機點環境風。

21. 力效果參考 - 續

效果系列	效果	手感
機體	失速抖桿器	由模擬器失速警告觸發的持續尖銳蜂鳴。
引擎	引擎振動	彙總所有已安裝引擎的轉速/燃燒/振動資料。
引擎	反推振動	反推力工作時的著陸滑跑振動。
機械	起落架放下單次脈衝	起落架開始移動時會有輕微抖動，無論是收起還是放下。
機械	襟翼行程/到位	連續的實際舵面運動紋理，外加一次單獨的到位頓挫。
構型	襟翼/擾流板/起落架阻力	持續的俯仰偏置，對應為補償構型阻力而進行配平的需要。
構型	螺旋槳滑流俯仰	螺旋槳滑流增加配平位置周圍的升降舵阻力，尤其在低空速、高功率時。它不會新增恆定抬頭力。有受支援的尾部氣流遙測時優先使用，否則根據螺旋槳轉速或渦槳扭矩估算功率。將滑流俯仰增益設為零即可去除此額外載荷。
旋翼機	週期桿回中/阻尼器	旋翼機特有的週期桿保持與阻尼行為。
旋翼機	力配平參考位置	力配平釋放/切換之後擷取的週期桿參考位置。
旋翼機	點動配平	四個方向上對配平參考位置的小幅調整。
安全	暫停/資料過期看門狗	當遙測資料不安全或已過期時，動態力會漸弱或直接切斷。

將 G 載荷增益設為零會停用所有依賴 G 的彈簧變化，包括低 G 和負 G 時的軟化。基礎彈簧、空速載荷及其他已啟用效果仍然保留。

將「接地與衝擊」設為零，會同時停用接地脈衝和輪胎載荷衝擊。其他地面效果有各自的增益。

效果如何組合

俯仰和滾轉上限分別限制各軸的持續力許可權。「振動與細節」在不改變任一軸上限的情況下，直接將隆隆聲、抖振、震動和瞬態提示限制在裝置指令的 0-100%。未單獨設定時，它跟隨較低的軸上限；設定後，三個值都會按所選裝置儲存。

有疑問時 降低「硬體」上限，解除力回饋，並使用「飛行檢查」。不要靠提高無關增益來解決尚未查明的效果問題。

22. 路徑、隱私與產品邊界

本機資料

資料	Windows	Linux / macOS
設定檔	`%APPDATA%\ffb-bridge\profiles`	`~/.config/ffb-bridge/profiles`
配置	從「設定 - 本機資料」開啟	從「設定 - 本機資料」開啟
診斷	從「設定」或「支援」開啟	從「設定」或「支援」開啟
當機/支援證據	在明確提交之前只留在本機	在明確提交之前只留在本機

Free與Pro

完整的力回饋橋接、硬體設定、飛行檢查、調校、設定檔、診斷以及社群設定檔下載，都仍屬於核心產品。Pro增加的是聯網便利功能，例如Cockpit Web、本機Voice Control和設定檔歷史；它不會削弱這裡描述的安全或隱私邊界。

許可與免責宣告

FFB-Bridge 是獨立軟體。它與 MOZA 的硬體合作為非獨家合作。產品和機型名稱用於說明相容性；商標歸各自所有者所有。力回饋硬體在配置錯誤或受到物理阻擋時可能意外移動。操作者負責牢固安裝、採用保守限值並安全使用。

隱私約定

- 模擬器遙測和力的計算都留在本機完成。
- 正常飛行不需要雲端帳戶。
- Profile Library的瀏覽/下載對所有人開放；釋出則是明確的會員操作。
- 支援包和回饋只有在您選擇傳送時才會提交。
- Pro授權帶有簽名並允許離線使用；本機的Pro功能不會把客戶資料送入雲端AI。

開啟航空器庫時，FFB-Bridge會連線AirframeDB，獲取安裝例項的訪問憑據並取得參考資料。此過程無需電子郵箱地址或會員帳戶。憑據用於訪問控制、有效期管理和濫用限制，不是營銷身份標識。開啟外部手冊或影片時，會連線相應網站，並適用該網站自身的隱私政策。

AirframeDB會儲存隨機安裝標識、憑據的雜湊值、應用版本以及憑據生命週期的時間戳，用於管理訪問和復原許可權。註冊限制使用網路地址的帶金鑰雜湊值；這些雜湊值會在滿48小時後的下一次註冊清理任務執行時刪除。憑據記錄會繼續保留，用於訪問控制。執行指標僅彙總請求數和位元組數，不包含機型查詢或安裝標識。這是服務保護機制，不是您的飛行歷史記錄。

機型相符會發送模擬器中的航空器名稱、機型程式碼和模擬器標識。未相符的查詢會歸入非公開的編輯佇列，以便補充缺失資料並修正相符錯誤。佇列中不包含您的帳戶、裝置、IP地址或憑據。資料庫不會上傳飛行遙測資料、調校設定檔或支援記錄檔。

繼續飛行

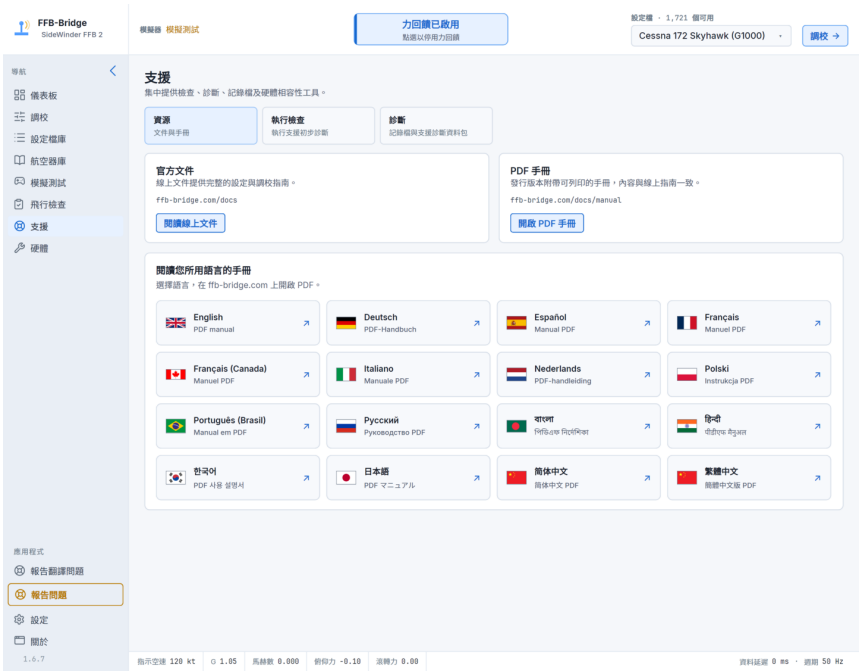
您的離線手冊已準備就緒

這份PDF是可以儲存、列印或與FFB-Bridge一起分發的長期參考資料。網站的手冊頁面始終指向目前穩定的檔名。

下載地址	https://ffb-bridge.com/downloads/FFB-Bridge-User-Manual-zh-hant.pdf

預防大多數問題的三個習慣

- 把物理上限設得保守，把基座固定牢靠。
- 更換硬體、韌體、渲染器或軸設定之後，使用「飛行檢查」。
- 先觀察「儀表板」，然後在清除證據之前匯出支援包。



應用內的幫助頁面把線上文件、這份PDF手冊、設定指引和支援渠道集中在一起。

FFB-BRIDGE / 用於飛行模擬的USB力回饋

版本 1.6.5 | 2026 年 9 月 | Rohsam Inc.