

感受这架飞机。 把差别飞出来。

安装、硬件设置、Flight Check、调校、配置文件、模拟器连接与故障排除。



从这里开始

在力开始输出之前请先读这一页

FFB-Bridge能够下发真实的机械力。良好的设置从克制、整洁的桌面和可重复的测试开始，而不是从最大力度开始。

人身安全

用螺栓或夹具把基座牢固固定。让双手、线缆、饮料和松散物品远离操纵区。先从保守的Hardware上限开始。把紧急Disarm控制放在伸手可及的位置。绝不要在实际飞行中运行引导测试。

安全的设置流程

1. 安装FFB-Bridge，并连接一台受支持的力反馈设备。
2. 打开Hardware。确认所选设备及其物理强度上限。
3. 用Flight Check在低而可控的力度下验证俯仰和滚转方向。
4. 运行单项效果测试，或运行引导式的飞机/直升机序列。
5. 连接模拟器，加载最接近的起始配置文件，只有在座舱周围无障碍时才执行Arm。

本手册涵盖内容

本手册对应适用于Windows 10/11、现代Linux发行版和Apple silicon版macOS的FFB-Bridge 1.4.0。MSFS 2024/2020可在Windows和Linux上连接。X-Plane 11/12可在Windows和Linux上连接；macOS构建的适用范围仅限X-Plane 12。

同时保留在线文档

可下载的PDF是持久的离线指南。如需获取最新发布说明和更正，请使用<https://ffb-bridge.com/zh-hans/docs/manual>。

由 Rohsam Inc. 发行 | 版本 1.4.0 | 2026年7月修订

[导航](#)

目录

请使用PDF书签或下方带链接的目录。每个主要工作流程都另起一页，使本指南在屏幕上和打印时都便于阅读。

在力开始输出之前请先读这一页	2
安全的设置流程	2
本手册涵盖内容	2
目录	3
1. 安装FFB-Bridge	8
启动之前	8
Linux命令	8
2. 首次启动	9
启动健康检查	9
3. Flight Check	10
按顺序进行这些检查	10
4. 连接Microsoft Flight Simulator	12
使用Support的Health checks	12
常见的配置文件位置	12
5. 连接X-Plane	13
如果X-Plane始终无法就绪	13
平台范围	13
6. Arm与飞行	14
每次Arm之前	14
飞行时	14

7. 支持的硬件	16
选择设备	16
8. 效果、限制与校准	17
物理上限	17
校准	17
9. 直升机操纵	18
力配平释放	18
点动配平	18
10. MOZA设置	19
正常启动	19
Hardware - MOZA控制中心	19
如果基座被检测到但处于空闲状态	20
11. 可重复的调校流程	22
每次都使用同样的八个步骤	22
一套好用的测试循环	22
12. 固定翼调校，分阶段进行	23
阶段A - 总体力度与回中	23
阶段B - 空速载荷、G载荷与配平	23
症状与控制项对照表	23
阶段C - 效果系列	24
阶段D - 被动机械手感	25
安全地运行MOZA独立测试	25
高级控制	26
由模拟器数据驱动的细化	26

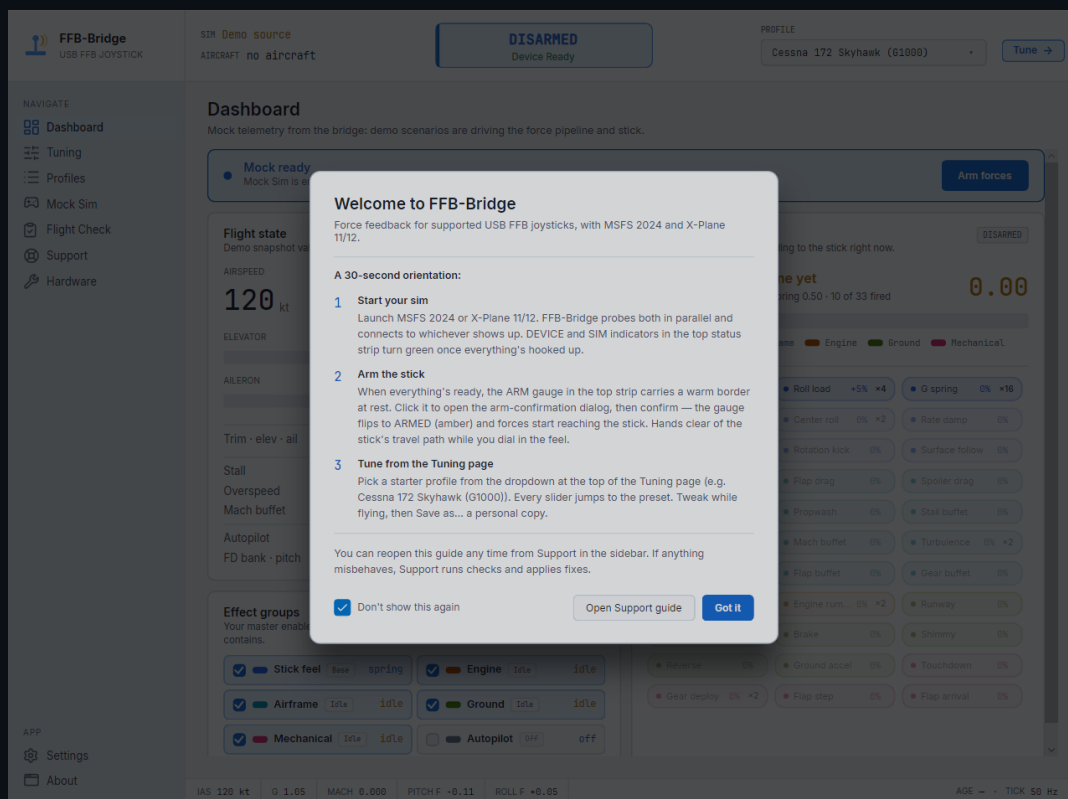
更改与重置	27
保存前的五项条件	27
13. 旋翼机调校	28
实用顺序	28
14. 配置文件	29
配置文件操作	29
内置起始配置文件从何而来	29
1.4.0中值得注意的手感修正	29
起始配置文件谱系	30
本地文件	30
15. Dashboard与Mock Sim	32
Dashboard	32
Mock Sim	32
16. Support与Diagnostics	33
Health checks	33
Diagnostics	33
17. Settings与更新	34
行为设置	34
本地数据	34
更新方式	34
18. 以症状为先的故障排查	36
Linux权限修复	36
硬件效果崩溃	36
19. 导出证据并寻求帮助	37

支持包工作流程	37
有用链接	37
20. 力效果参考	39
20. 力效果参考 - 续	40
效果如何组合	40
21. 路径、隐私与产品边界	41
本地数据	41
隐私约定	41
Free与Pro	41
许可与免责声明	41
您的离线手册已准备就绪	42
预防大多数问题的三个习惯	42

章节 01

安装并首次启动

先取得正确的安装包，核验发行者，通过启动健康检查，并在打开模拟器之前验证力输出路径。



1. 安装FFB-Bridge

FFB-Bridge是按用户安装的桌面应用程序。它不需要模拟器插件；除非您明确提交，否则不会上传配置文件、诊断数据或遥测数据。

平台	软件包	安装
Windows 10/11	带签名的x64安装程序	打开邮件中的下载链接，确认发行者为Rohsam Inc.或RohsamInc，并使用%LOCALAPPDATA%下的每用户默认位置。
现代Linux发行版	x86_64 Appliance	先给文件加上可执行权限，然后带--install运行，以添加启动器和图标。使用Support安装或刷新udev规则。
macOS	带签名并已公证的DMG	仅支持Apple silicon。打开DMG，把FFB-Bridge拖入Applications，然后配合X-Plane 12使用。

启动之前

- 把力反馈基座夹紧或用螺栓固定在稳固的台面上。
- 只连接您打算测试的那一台设备。之后可以在Hardware下选择其他受支持的设备。
- 对于MOZA AB6、AB9或AY210，请把MOZA Cockpit和基座更新到固件1.1.4.6或更高版本，然后重新校准基座。
- 正常使用FFB-Bridge时请不要启用MOZA Cockpit的Telemetry模式；它会让基座在独立测试期间保持空闲。

Linux命令

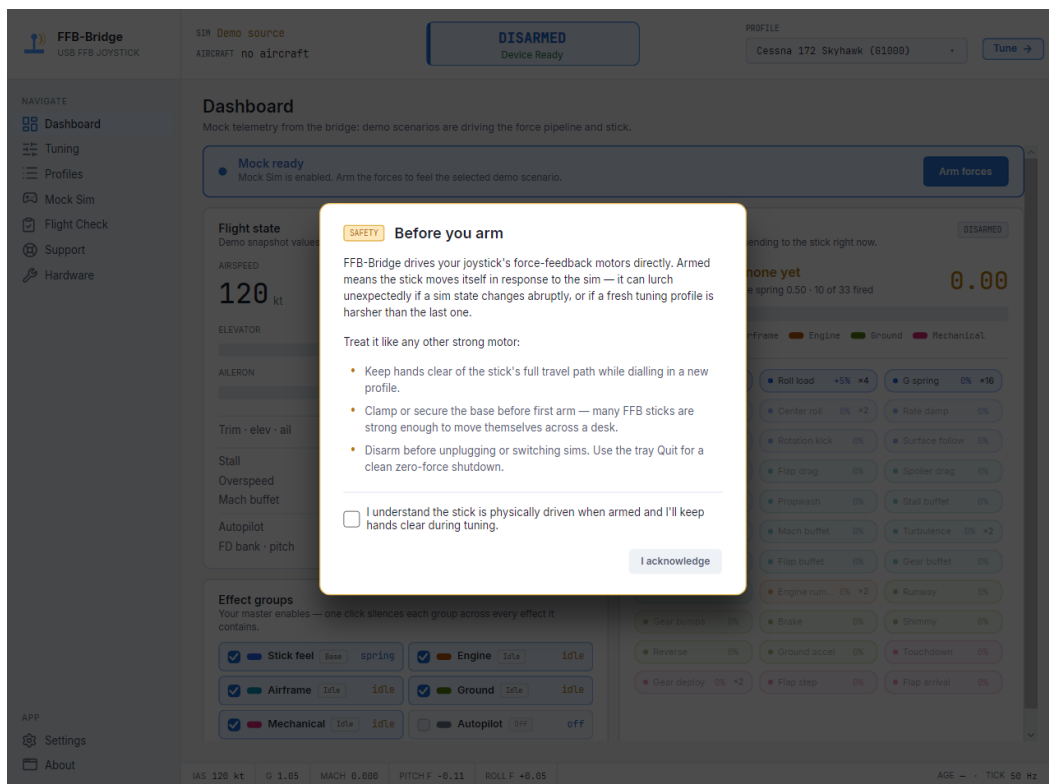
```
chmod +x FfbBridge-1.4.0-x86_64.Appliance ./FfbBridge-1.4.0-x86_64.Appliance --install
```

更新

应用会检查带签名的发布清单。Windows通过常规安装程序完成更新。Linux下载用于替换的Appliance。macOS则打开当前的签名DMG流程。

2. 首次启动

首次启动会在进入任何常规流程之前弹出物理危险确认。请阅读它，清空操纵装置周围的区域，只有在基座固定牢靠后才确认。



在您确认物理力相关的注意事项之前，安全确认会阻止正常使用。

Disarmed即零力输出

FFB-Bridge打开任何设备时都以零增益加STOPALL开始。每一次Disarm都会重复这条物理指令，即使界面已经显示Disarmed，也不会重放任何弹簧或其他效果。启动失败和正常退出同样保持零增益。只有显式的Arm才会启用输出。

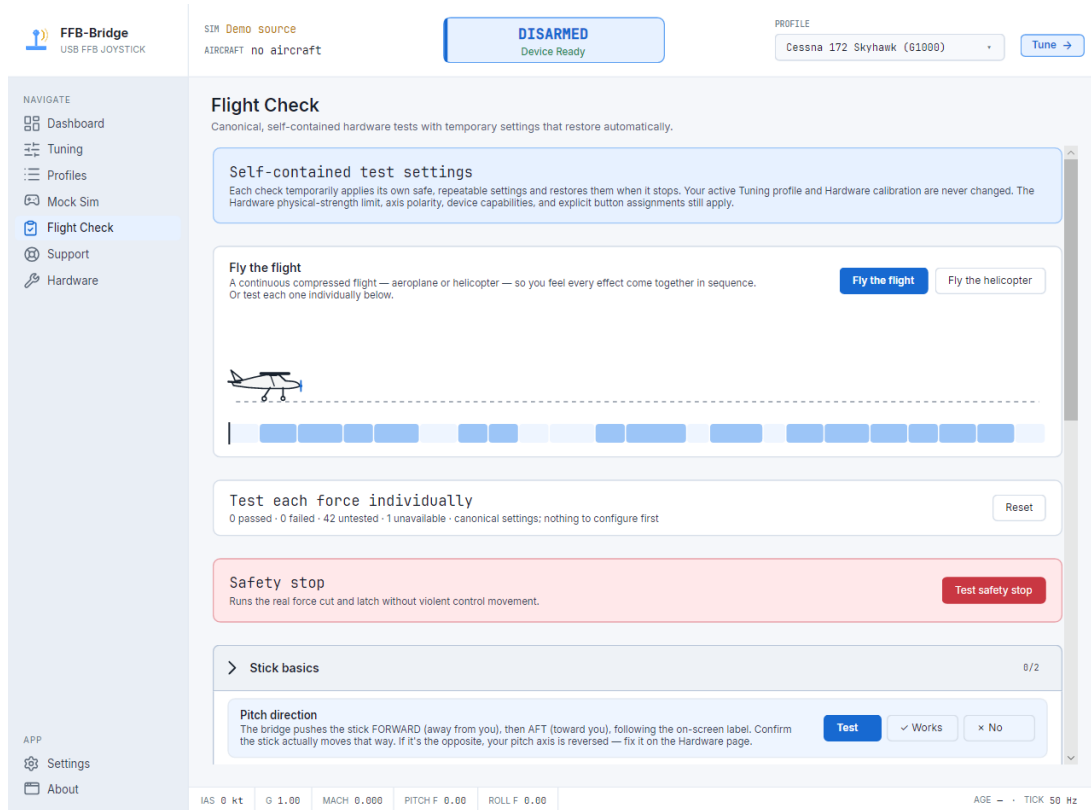
启动健康检查

启动时，FFB-Bridge会在所有平台上静默检查设备后端。在Linux上还会检查对所选事件节点的读写权限，以及已安装的udev规则是否覆盖当前设备的权限。

- 如果所有检查都通过，就不会弹出额外的对话框。
- 出现WARN或FAIL时会生成一个非阻塞的Review and fix横幅，逐条列出问题。
- 健康检查对话框打开期间，自动Arm会保持等待。只有在设备确属有意断开时才关闭该对话框。
- 在Linux上完成udev修复后，请重新插拔设备；当应用提示旧的权限状态可能仍然生效时，建议重启。

3. Flight Check

Flight Check是标准的台架测试界面。它会临时应用已知安全的设置，之后自动恢复您当前的配置文件。物理上限、轴极性、设备能力以及明确指定的按钮或帽子开关分配始终有效。



Flight Check把引导飞行、单项力检查、方向检查和Safety Stop分开。

按顺序进行这些检查

1. 测试Pitch direction：操纵杆先向前、再向后移动。记录实际动作是否与屏幕提示一致。
2. 测试Roll direction：确认左右方向。如有需要，在Hardware下修正极性或俯仰/滚转互换。
3. 用单项力检查来验证渲染器，而不必借用飞机的调校数据。
4. 运行Fly the flight或Fly the helicopter，可在压缩的时间里完整体验整条力输出链路。
5. 按下Test safety stop，确认力立即切断且没有剧烈运动。

独立的自动驾驶跟随检查在台架上最多可移动50%的行程，以便方向一目了然。实时模拟器中的自动驾驶跟随仍被硬限制在8%。Safety Stop要求设备确认接受STOPALL，而不是把收到指令当作物理上已经停止。

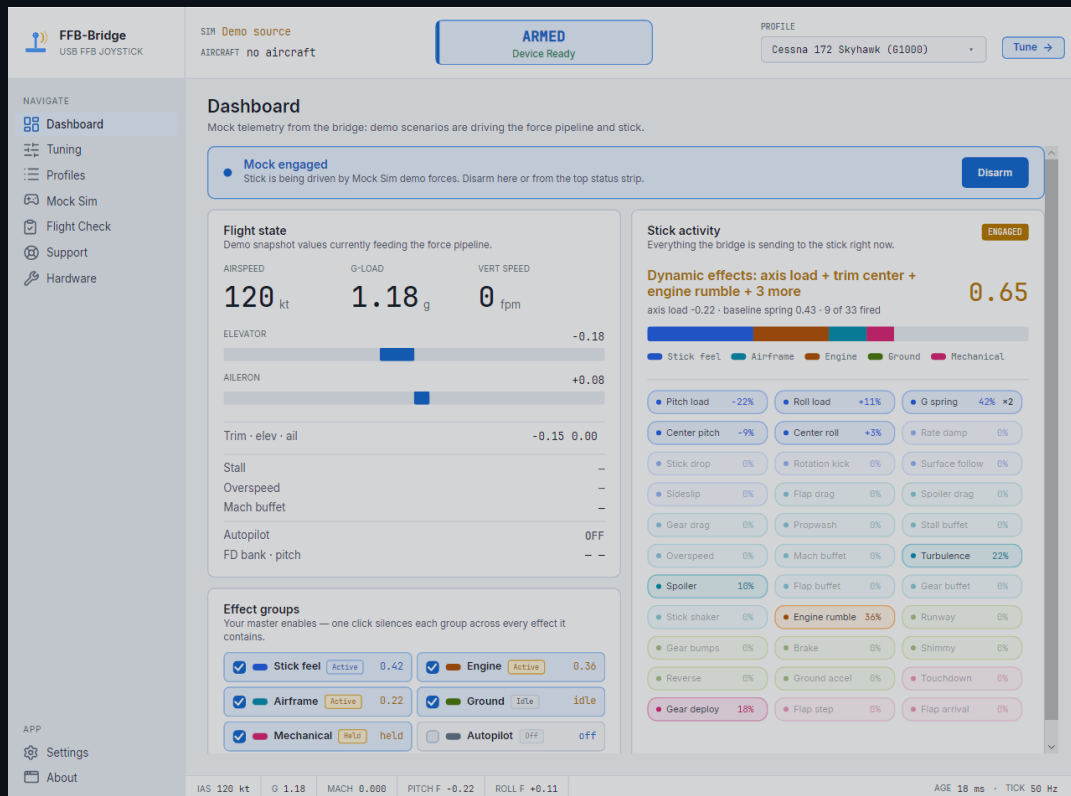
仅限台架测试

不要在实际操控飞机时运行Flight Check。引导测试会有意改用标准的遥测和效果设置。

章节 02

连接并飞行

连接MSFS或X-Plane，看懂就绪状态条，有意识地执行Arm，并用Dashboard查看FFB-Bridge正在下发哪些力。

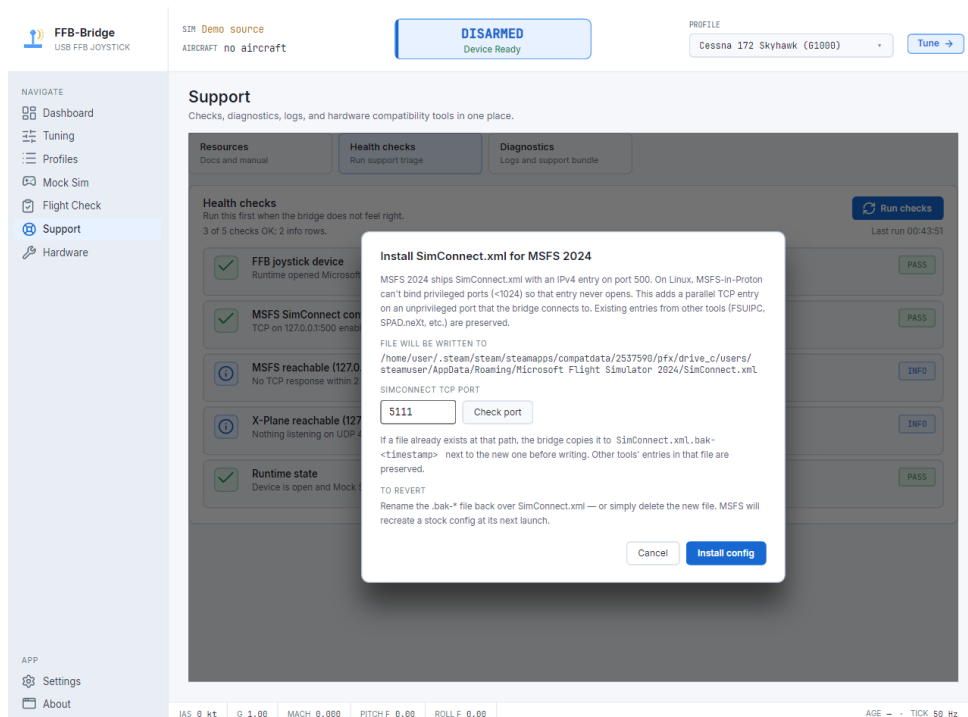


4. 连接Microsoft Flight Simulator

MSFS 2024和2020使用SimConnect TCP。Windows通常无需手动设置即可工作。Linux/Proton需要一个非特权的并行端口，因为默认端口无法在Proton环境内绑定。

使用Support的Health checks

1. 启动MSFS并进入一次飞行。
2. 打开FFB-Bridge的Support，然后进入Health checks。
3. 找到SimConnect那一行。绿色表示对应条目已就绪。琥珀色可能提供Use port :X。红色则提供Fix...。
4. 在确认对话框中查看将要添加的具体XML内容，然后应用。现有条目会被保留；无法解析的文件会先行备份。
5. 如果已创建新的服务器条目，请重启MSFS，然后重新运行检查。



修复对话框会在写入之前显示将要新增的确切SimConnect条目。

常见的配置文件位置

安装	典型SimConnect.xml位置
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	位于MSFS的compatdata前缀内，路径为drive_c/users/steamuser/AppData/Roaming。

5. 连接X-Plane

X-Plane使用本地UDP dataref订阅，通常无需配置。FFB-Bridge通过回环地址订阅X-Plane，并自动选择当前活动的模拟器。

零配置路径

先启动X-Plane，载入一架飞机，然后启动FFB-Bridge。随着dataref数据到达，SIM指示应转为就绪。

如果X-Plane始终无法就绪

- 打开Support并运行Health checks。X-Plane那一行会区分未运行、不可达和数据过期三种状态。
- 确认没有其他工具把X-Plane的UDP端口改到正常本地端点之外。
- 先临时关闭防火墙测试，然后为FFB-Bridge放行本地UDP，而不是一直让防火墙关着。
- 三秒的数据过期看门狗会在数据包停止时把SIM状态置为不可用；重新载入一次飞行通常会自动恢复。

The screenshot shows the FFB-Bridge application interface. At the top, there's a status bar with 'SIM Demo source', 'AIRCRAFT no aircraft', a 'DISARMED Device Ready' button, and a 'PROFILE' dropdown set to 'Cessna 172 Skyhawk (G1000)' with a 'Tune' button. The left sidebar has a 'NAVIGATE' menu with options: Dashboard, Tuning, Profiles, Mock Sim, Flight Check, Support (selected), and Hardware. The main content area is titled 'Support' and contains three tabs: 'Resources', 'Health checks' (active), and 'Diagnostics'. Under 'Health checks', there's a 'Run checks' button and a summary '3 of 5 checks OK; 2 info rows.' The list of checks includes: 'FFB joystick device' (PASS), 'MSFS SimConnect config' (PASS), 'MSFS reachable (127.0.0.1:500)' (INFO), 'X-Plane reachable (127.0.0.1:49000)' (INFO), and 'Runtime state' (PASS). At the bottom, there's a flight data display showing IAS, G, MACH, PITCH, and ROLL values, along with a 'TICK 50 Hz' indicator.

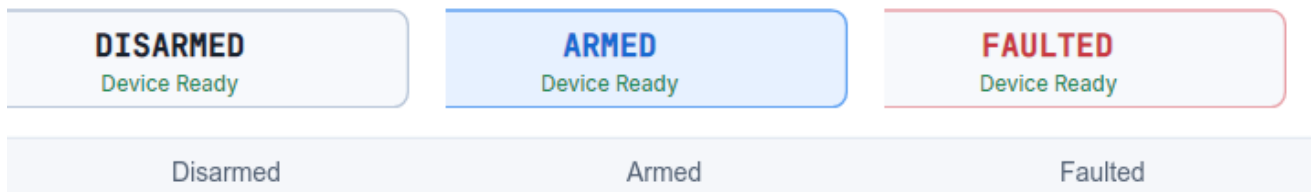
Support的Health checks会分别报告设备、模拟器、配置和运行时的就绪情况。

平台范围

Windows和Linux支持MSFS 2024/2020以及X-Plane 11/12。Apple silicon版macOS构建的适用范围是X-Plane 12，需搭配受支持的USB力反馈硬件。

6. Arm与飞行

顶部状态条就是操作的座舱。它在每个页面上都显示模拟器、设备、Arm状态和当前配置文件。力绝不会仅仅因为应用开着就传到杆上。



ARM控制会以不单靠颜色的方式表示已Disarm、就绪/已Arm和故障三种状态。

每次Arm之前

- 基座固定牢靠，操纵装置行程无阻碍。
- DEVICE和SIM均已就绪；所选配置文件在可行范围内与该机型最为接近。
- Hardware物理上限与这台基座和当前的安装方式相称。
- 初次回中动作时，双手和线缆都在安全距离之外。

飞行时

用Dashboard把基础弹簧和动态效果区分开。左侧说明模拟器状态；右侧显示当前起作用的力系列和通道。效果组开关可以快速做A/B静音，而不改动单个增益。



力系列条形图和通道标签会显示当前哪些力在起作用，而不是让杆感成为一个谜。

Disarm与退出

Disarm始终意味着完全没有任何力。退出程序会下发同样的零增益/STOPALL状态，不会残留任何由FFB-Bridge发出的弹簧、阻尼、摩擦、惯性、恒力、周期力或软限位力。

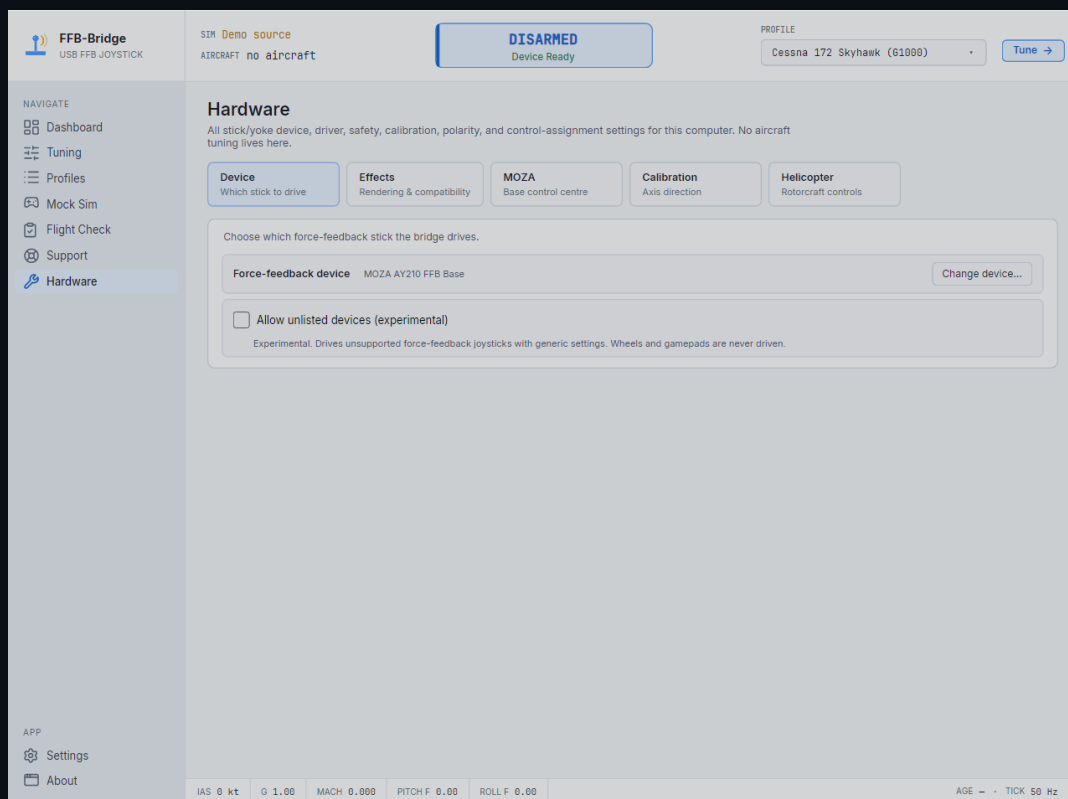
故障恢复

如果在已Arm的状态下设备或模拟器的前提条件消失，力会停止，ARM控制变为FAULTED。恢复该前提条件，必要时查看Diagnostics，然后确认故障并有意识地重新Arm。

章节 03

Hardware设置

选择物理设备，应用有依据的强度上限，校准轴向，并分配直升机操纵控件，同时不把硬件状态混入飞机配置文件。



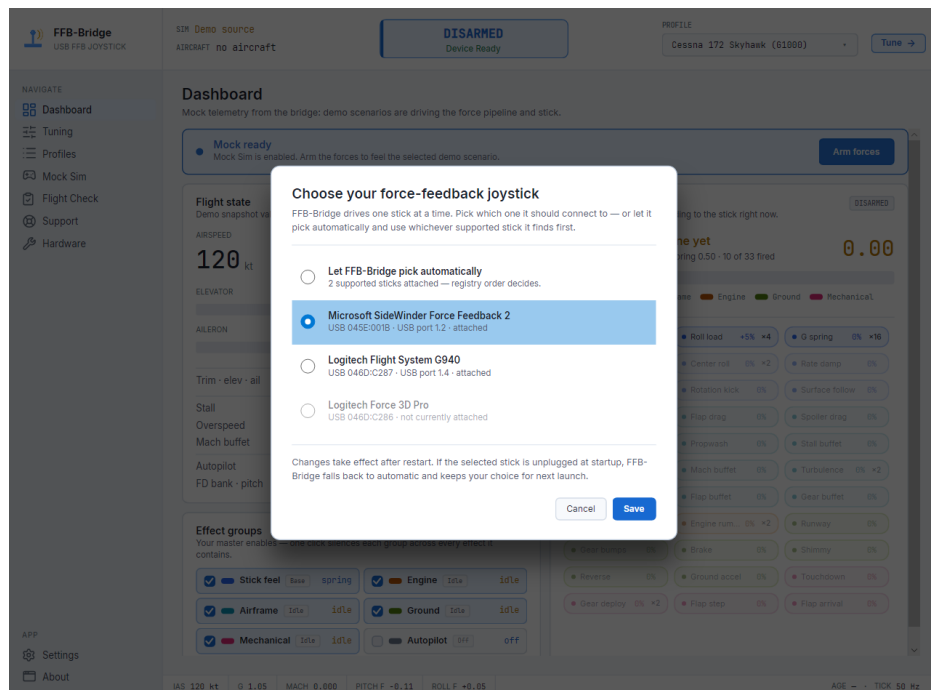
7. 支持的硬件

FFB-Bridge 1.4.0验证了以下设备系列。检测证据和安全默认值因基座类别而异；受支持并不意味着每台设备都应以100%运行。

设备系列	平台 / 后端	起始上限
Microsoft SideWinder Force Feedback 2	Windows使用原始HID/PID并可回退到DirectInput；Linux使用evdev；macOS使用原始IOHID/PID	100%消费级设备默认值
PicoWinder SideWinder Force Feedback Pro adapter	Windows DirectInput与Linux evdev；无需实验性手动启用。原始HID/PID仍受门控限制，macOS上的力输出尚未验证。	100% SideWinder级默认值
Logitech G940 / Force 3D Pro / WingMan Force 3D	经过验证的消费级USB FFB设备	100%消费级设备默认值
MOZA AB6 / AB9	Windows、Linux和macOS；固件1.1.4.6+	35%高力设备默认值
MOZA AY210	Windows、Linux和macOS；固件1.1.4.6+	35%俯仰、50%滚转；两个独立上限反映了该驾驶盘的直线俯仰机构与旋转滚转机构
Brunner FFB-G	经过验证的高力基座系列	35%高力设备默认值
符合条件但未列出的操纵杆	需实验性手动启用；不含方向盘、游戏手柄和单轴设备	20%保守默认值

选择设备

自动选择会选用检测到的第一台受支持的操纵杆。如果连接了多台设备，请使用Hardware - Device - Change device.... 设备选择属于安装级设置，可能需要重启。



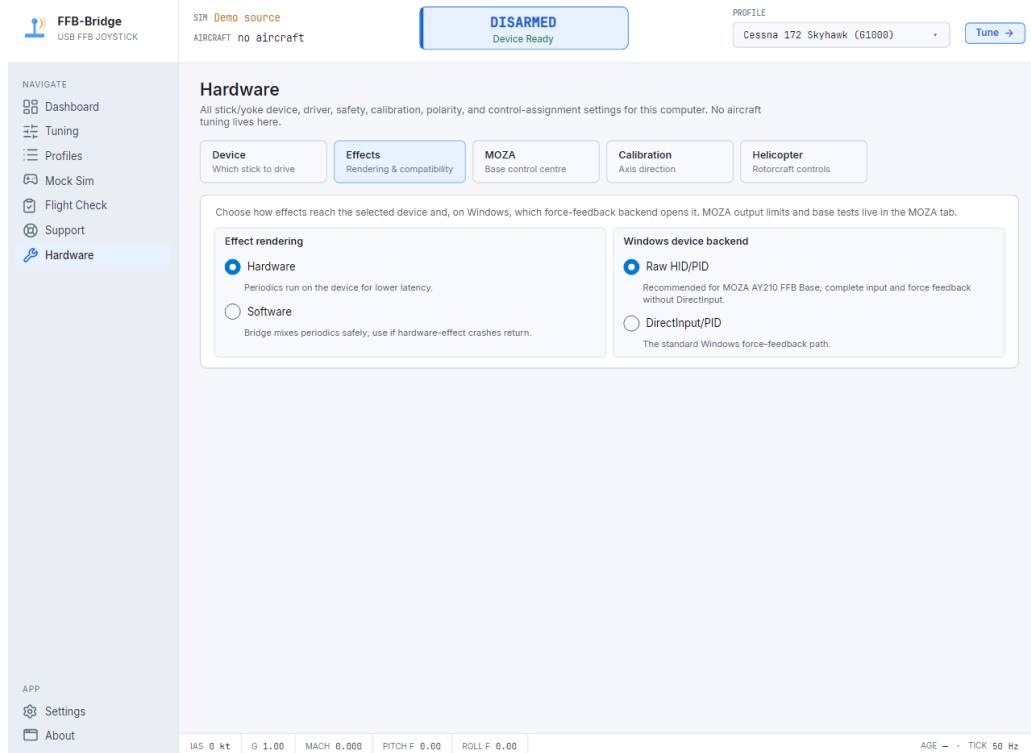
设备选择器会列出受支持的设备，并把实验性硬件放在明确的手动启用之后。

未列出的硬件

使用20%的默认值，验证方向和Safety Stop，并用ffb-probe.com摸清不受支持硬件的特性。切勿把方向盘或游戏手柄接入飞行操纵杆的力输出。

8. 效果、限制与校准

Hardware设置属于这台电脑和这台物理基座。Tuning设置属于飞机配置文件。保持这条边界清晰，可以防止共享的配置文件覆盖安全的设备限值或轴向修正。



Hardware Effects中保存物理强度上限以及渲染器/兼容性选择。

物理上限

该上限会在设备输出的最后一环对所有效果进行限幅。从设备类别的默认值开始；当已安装的设备或飞行员需要更小的力时就调低它。只有在方向、安装固定和紧急停止行为都得到验证之后，才提高它。

校准

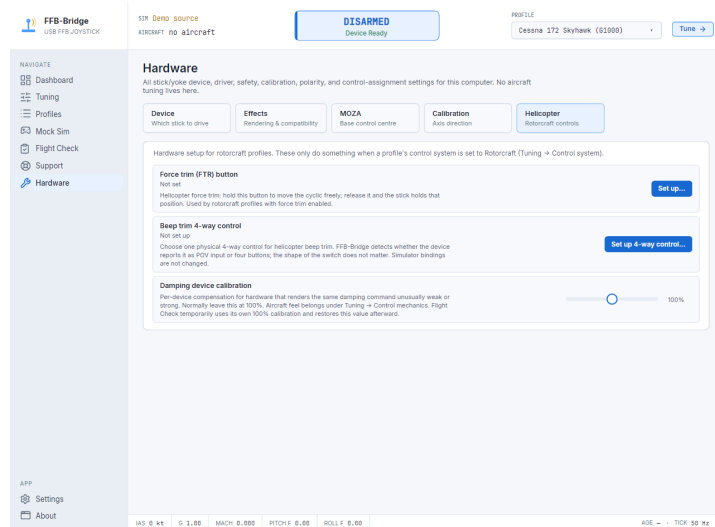
- 使用引导式的俯仰/滚转方向检查，而不要凭模拟器里的感觉猜测。
- 只在Hardware下反转极性或互换俯仰/滚转。该修正对所有配置文件生效。
- Flight Check的方向检查流程在使用标准测试设置的同时，仍保持物理上限有效。
- 更改渲染器兼容性选项后，如果应用提示需要重启，则必须重启才会生效。

软件混合周期效果

只有在硬件效果探测失败、检测到已归类原生效果崩溃，或技术支持要求时，才使用兼容渲染器。原生硬件波形通常能保留更锐利的高频提示。

9. 直升机操纵

直升机操纵分配属于物理设备设置。与具体机型相关的旋翼手感仍保留在配置文件中。FFB-Bridge支持两种互补的操作：力配平释放和点动配平。



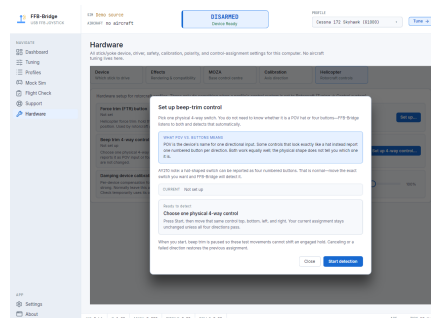
Hardware - Helicopter页面负责实体按钮和帽子开关的分配。

力配平释放

- 分配一个专用按钮，或使用您的操纵设备所支持的引导式力配平切换方式。
- 在按住或切换期间，FFB-Bridge会按配置释放配平参考位置；松开时捕获新的周期杆位置。
- 运行引导式分配流程，让应用学习实际的物理控制，而不是靠猜按钮编号。

点动配平

通过同一个引导流程分配一个四向POV帽子开关或四个按钮。包括AY210在内的一些设备会把物理帽子开关报告为四个独立按钮；准备步骤对两种形式都能处理。在分配完成之前，测试保持静默。



一个引导式的点动配平分配流程，既支持POV帽子开关，也支持四个独立方向。

10. MOZA设置

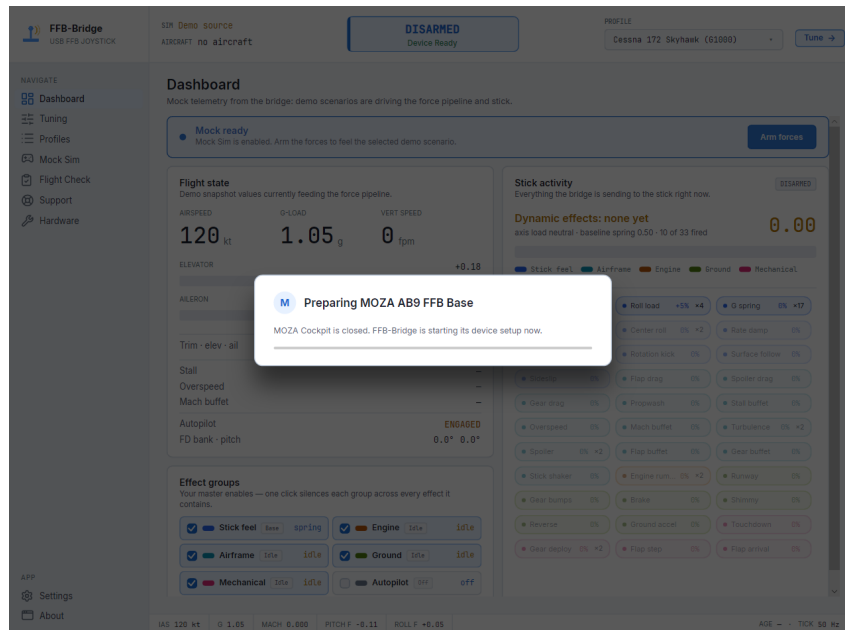
FFB-Bridge在运行期间接管力输出路径。MOZA Cockpit仍然是固件、校准和基座管理工具。

固件要求

把MOZA Cockpit以及所有已连接的AB6、AB9或AY210基座更新到固件1.1.4.6或更高版本。更新后重新校准。

正常启动

1. 关闭任何正在主动下发遥测效果的MOZA Cockpit模式。
2. 启动FFB-Bridge，让预备的启动快照建立基座的初始状态。
3. 先在Hardware下确认设备和上限，然后运行Flight Check。
4. 关闭FFB-Bridge时，请让它的恢复对话框/流程把此前捕获的基座设置还原回去，此时力输出仍处于抑制状态。



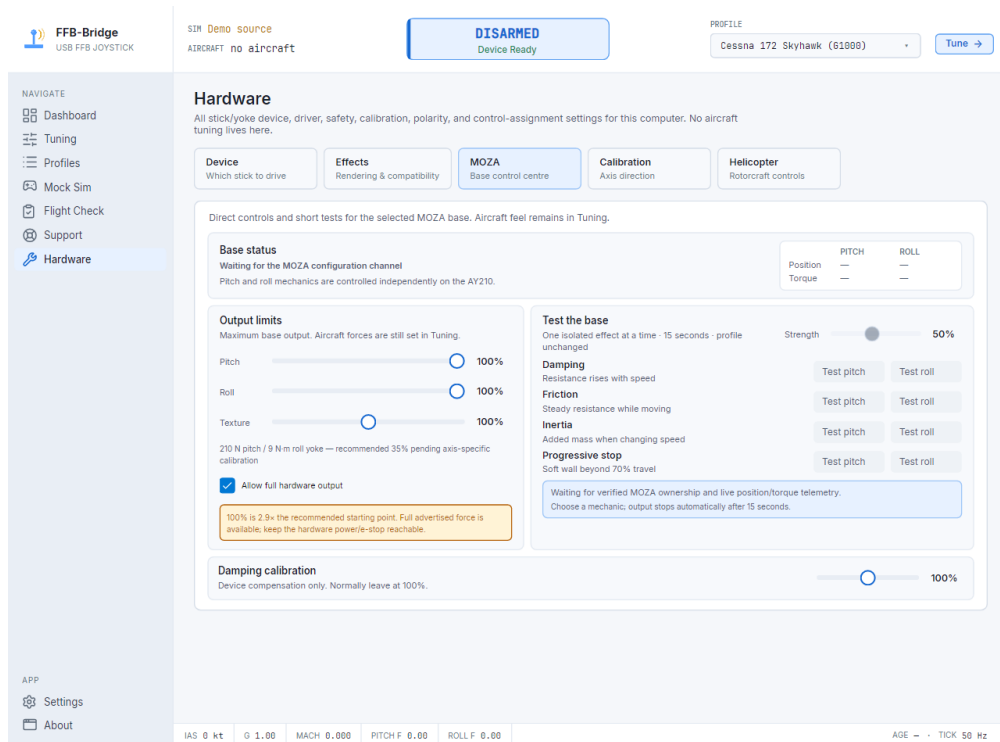
MOZA准备流程会在接管之前说明FFB-Bridge将要改动哪些设置。

Hardware - MOZA控制中心

MOZA标签页负责所选基座的俯仰、滚转和纹理输出限制、健康/所有权状态、实时位置与扭矩数据、阻尼校准，以及独立的阻尼、摩擦、惯性和渐进式限位测试。飞机手感仍归Tuning管理。

AY210滚转上限

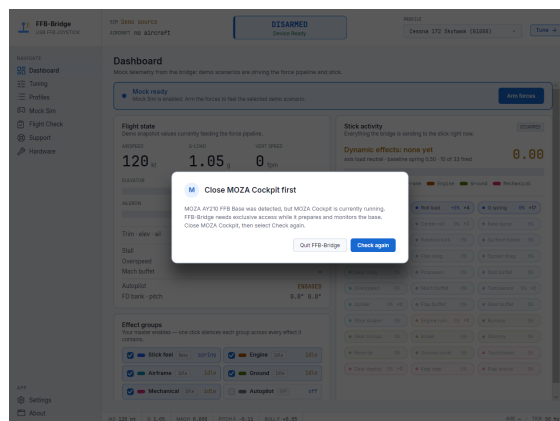
AY210的自动推荐值是俯仰35%、滚转50%，因为该驾驶盘的直线俯仰机构与旋转滚转机构并不等效。您显式保存过的限值绝不会被覆盖，因此已有的安装可能仍显示滚转35%。选择Reset to automatic，或自行把滚转设为50%，即可采用当前推荐值。



MOZA控制中心把基座限值和独立硬件测试与飞机调校分开。

如果基座被检测到但处于空闲状态

- 把MOZA Cockpit从Telemetry模式切回正常/默认模式。
- 关闭可能占用力反馈端点的其他应用。
- 在模拟器中测试之前，先重新运行Flight Check。

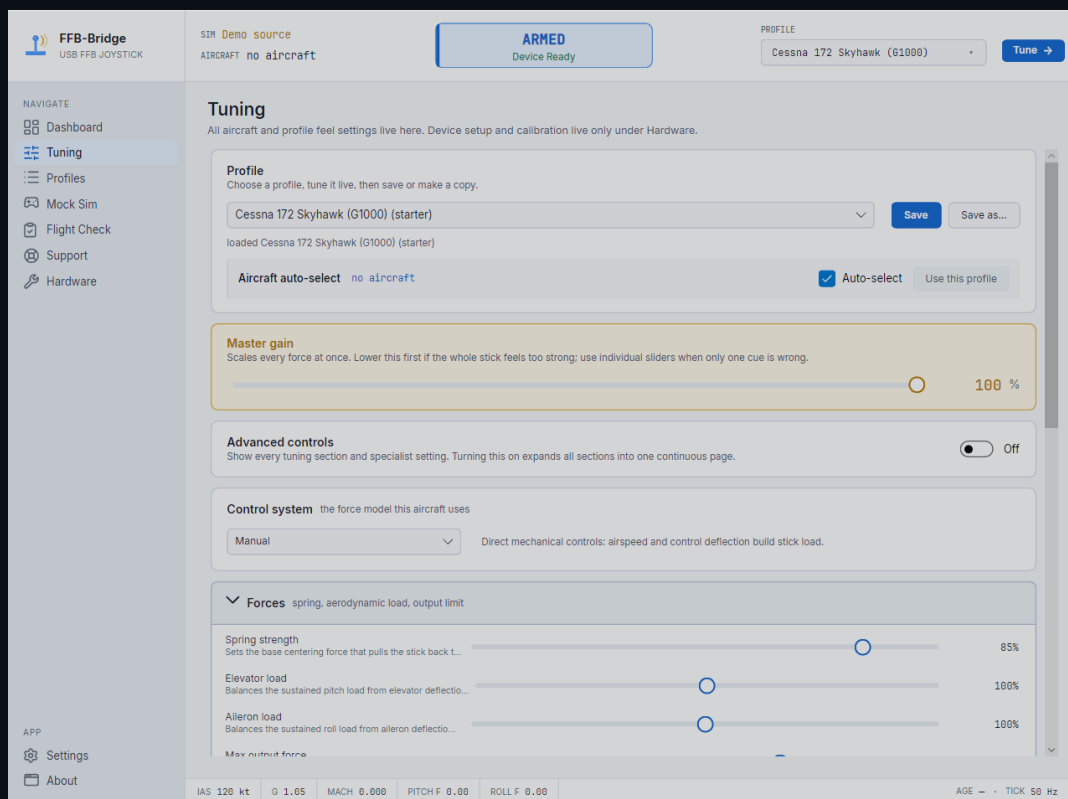


当MOZA Cockpit的状态阻断了预期的力输出路径时，冲突警告会直接指向该状态。

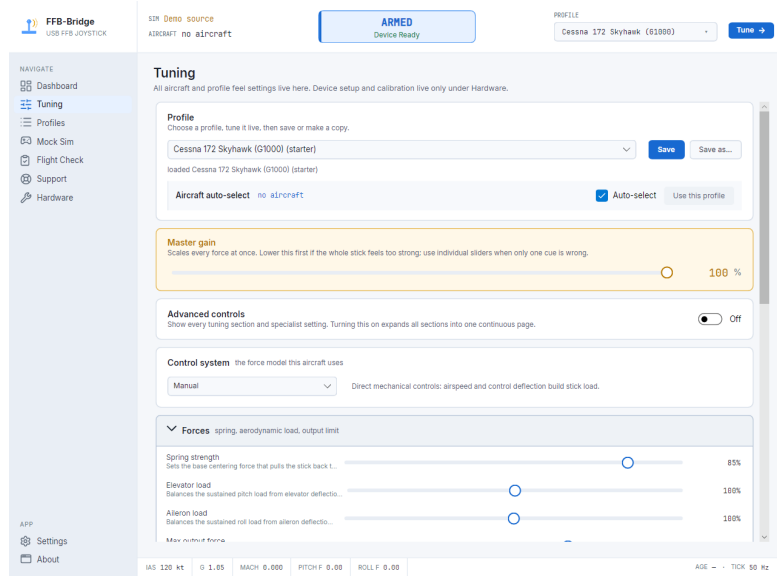
章节 04

调校并保存配置文件

从最接近的内置机型开始，设定一个安全的总体力度，选择正确的操纵系统，然后只调整您能够明确识别的效果。



11. 可重复的调校流程



Tuning页面开头是配置文件、Master gain、高级控制、操纵系统以及几组关键的力。

在动滑块之前

固定基座，在Flight Check中确认俯仰和滚转方向，设置保守的Hardware上限，并复制最接近的内置起始配置文件。调校这份可编辑的副本，让内置起始配置文件保持原样作为参考。

每次都使用同样的八个步骤

1. 加载与该机型最接近的内置起始配置文件，再用Save as...创建一份可编辑的副本。
2. 在评判任何一组力之前，请先选择Manual、Hydraulic-boosted、Fly-by-wire或Rotorcraft。
3. 为整个配置文件设置Master gain。如果所有力都偏强，先降低它，再去动单个滑块。
4. 在直线平飞巡航中把基础回中力和空速载荷力稳定下来。
5. 在一个可重复的机动中检查G载荷和配平，然后回到相同的速度和姿态。
6. 逐个系列地加入地面、气动、动力装置和单次脉冲提示。
7. 只有在主要的力稳定之后，才加入被动机械手感和专门的高级控制项。
8. 在A/B对比出现明确改善后保存，然后在滑行、巡航、机动、进近和着陆中逐一验证。

零即关闭

增益为零即关闭该项贡献。重置箭头会把一行或一个分区恢复到已加载配置文件的状态；在您保存之前，它们不会写入配置文件。

一套好用的测试循环

使用相同的飞机、载重、天气、速度段和机动动作。只改动一个控制项，重复相同的条件，并在感受结果的同时观察对应的Dashboard通道。如果预期的通道始终没有激活，请先确认模拟器遥测数据，再去提高它的增益。

- 每次只做小幅改动--通常是2到5个百分点--这样结果才能分辨得出来。
- 在改动其他任何东西之前，先描述结果：更清晰、更弱、更生硬、有延迟，还是没有变化。
- 在进入下一组之前，先撤销没有改善或反而更差的调整。
- 存在削波、振荡、安装松动、极性反转或Safety Stop未经验证时，不要继续往下调校。

12. 固定翼调校，分阶段进行

控制项	它改变什么	在以下情况从这里入手……
Master gain	统一缩放全部力输出	整根操纵杆感觉过强或过弱
弹簧强度	基础回中权限	即使在平稳飞行中，中立位手感也不对
力增益 / 轴载荷	随空速和舵面偏度增长的持续载荷	俯仰或滚转的操纵力无法自然增长
最大输出力	硬件上限之前的配置文件级限值	同一台物理基座上，某个配置文件需要更小的权限
操纵系统	改变气动和G载荷提示的建模方式	电传操纵或液压助力的飞机手感像钢索操纵飞机
配平	卸除持续握杆力，并移动回中目标位置	只有在您持续施加不必要压力时，飞机才保持稳定

阶段A - 总体力度与回中

1. 在正常巡航状态下保持直线平飞。松开杆，只判断回中过程。
2. 如果整个力的叠加过强或过弱，请调整Master gain。不要靠逐个效果去补偿。
3. 调整弹簧强度，直到回中明确但不生硬。自持或不断增强的摆振绝不是可接受的调校结果。
4. 检查低速飞行和滑行。只有当中立位变得异常松散或抖动时，才使用低速弹簧下限和死区加宽。

阶段B - 空速载荷、G载荷与配平

1. 巡航时保持适度的俯仰或滚转偏度。力增益应让操纵力随空速上升，但不会立即触及上限。
2. 在进近速度以及更高的安全速度下重复。设置巡航参考和空速曲线，让整个包线的变化都是渐进的。
3. 飞一个可重复的2 G水平盘旋。只有当操纵力与1 G时无法区分，才提高G载荷增益；如果杆变得像灌了铅，就调低它。
4. 在稳定状态下配平。需要持续保持的杆力应当卸除，回中目标位置应平顺移动而不会突然跳变。
5. 用最大输出力设置机型专属的限值。Hardware物理上限仍然是最终的设备边界。

症状与控制项对照表

症状	首先检查的控制项
所有力都过强或过弱	Master gain；之后重复完整的一圈航线。
只有持续的俯仰或滚转载荷不对	升降舵载荷或副翼载荷；大偏度削波请使用最大输出力。
中立位抖动、突跳或振荡	先执行Disarm。检查安装固定、极性、Hardware上限、弹簧、死区和被动机械设置。
杆力载荷出现的速度不对	先看巡航参考，然后是空速曲线以及回中硬度随速度的变化。
某个效果缺失	它的Dashboard通道、模拟器数据依据、机型适用性、组增益以及设备能力。
操纵杆运动发黏、迟缓或沉重	先做独立的Hardware测试，然后在配置文件中逐个调整摩擦、阻尼或惯性。
配平后仍有持续压力	操纵系统、配平遥测，以及升降舵或副翼权限。
Autopilot Follow振荡	把权限设为零，验证模拟器的输入路径，然后只重新引入极小的提示量。

如果出现振荡

立即执行Disarm。降低Hardware上限和Master gain，然后检查安装固定、极性、被动机械设置，以及刚刚改动的那一个效果。不要用无关的增益去掩盖尚未查明的振荡。

阶段C - 效果系列

效果系列	可重复的测试	调校得当时的手感
地面	以10-20 kt滑行，刹车一次，然后做一次正常着陆和一次重着陆。	跑道、刹车、起落架和接地在整个过程中都能各自分辨。
气动抖振	接近失速，放出扰流板，然后在各自稳定的条件下放下襟翼和起落架。	每个提示都源自各自真实的飞机状态，强度成比例，而不是持续存在。
动力装置	怠速、试车、巡航和停车；仅在适用时测试反推或beta桨距。	转速和振动提供背景纹理，同时不会掩盖主要的回中力和空速载荷。
机械	把起落架和每一个襟翼卡位各收放一次。	简短、独立的确认感，强度与事件相称。
垂直风	使用可控的上升/下沉或湍流条件。	有界的环境风纹理；在地面、暂停、慢速移动或没有有效数据时不输出。

只调校您能够叫得出名字的提示。如果把它在Dashboard上的分组静音之后手感仍在，来源就在别处。测试下一个效果系列之前，请先恢复该行。

阶段D - 被动机械手感

阻尼、摩擦、惯性和渐进式限位描述的是飞机本身，因此位于Tuning页面。Hardware下的MOZA页面提供独立的验证测试，以及基座级的俯仰、滚转和纹理输出范围。

机械特性	预期手感	警示迹象
阻尼	运动越快阻力越大，但不会把操纵装置拉向中立位。	各种速度下都恒定的阻力，或者会自行驱动操纵装置的回中力。
摩擦	稳定的脱离力和滑动阻力，基本与运动速度无关。	阻力随速度急剧上升，或在换向时消失。
惯性	阻碍运动状态的变化，在起动、停止或换向时最强。	朝某个位置持续施加的弹簧式拉力。
渐进式限位	只在接近设定的行程末端时才升高。	力出现在中立位附近，或者会自行驱动操纵装置。

MOZA模型边界

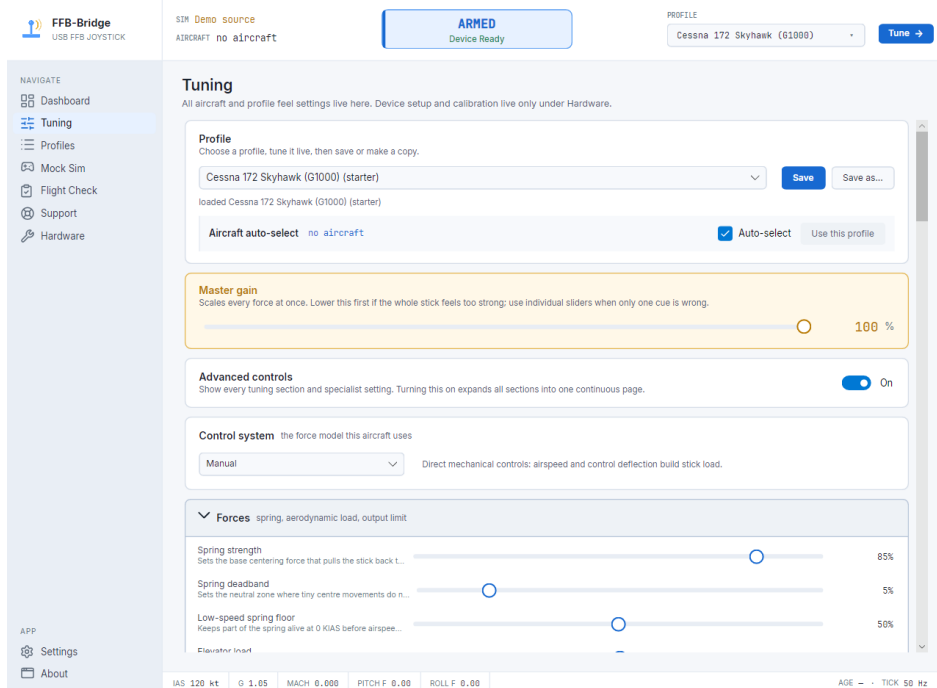
AY210支持按轴设置被动系数。AB6和AB9对每个被动条件只暴露一个固件层面的系数，因此FFB-Bridge采用请求值较强的那个轴。不受支持的原生条件效果保持关闭，而不会被悄悄地近似替代。

安全地运行MOZA独立测试

1. 固定好基座，并让实时模拟器输出保持Disarm状态。
2. 打开Hardware - MOZA，选择一种机械特性，并从低强度开始。
3. 先缓慢移动，再加快速度，并反向移动，以便识别出这种机械特性。
4. 手感清楚之后就立刻按Stop。每次测试最长15秒，并且不会改动飞机配置文件。
5. 回到Tuning，小步调整该机型对应的俯仰和滚转数值。

高级控制

启用高级控制可把所有专业分区展开到同一页面。这些分组涵盖力、配平、杆感、地面效果、气动抖振、动力装置、单次脉冲、被动机械特性和自动驾驶提示。



高级控制会展开完整的效果集合，同时把关键的调校路径保留在页面顶部。

- Rate damping响应飞机的俯仰与滚转角速率。在弹簧和空速载荷稳定之后再少量加入；加得过多会让操纵响应显得迟滞。
- Stick drop为适用的钢索操纵飞机模拟升降舵在无气动载荷时的重力下坠。电传操纵机型请保持关闭。
- Autopilot Follow会把操纵装置带向自动驾驶仪的参考位置。权限归配置文件所有，可在0到50%之间选择；位于其之上的硬件输出限制始终拥有最终决定权。电机驱动的运动会被模拟器视为飞行员输入，因此数值过高可能对抗甚至断开自动驾驶仪。七个机械回驱机型的起始配置文件出厂即启用，运动权限为10%，跟随弹簧为20%；A320以及其他飞行员操纵装置不具备机械回驱的机型出厂为禁用。
- Watchdog timing位于Settings - Advanced下。默认值通常能在短暂的数据包间隙与真正的模拟器断开之间取得恰当平衡。

由模拟器数据驱动的细化

- 飞机撞击会把接地单次脉冲提升为更强的、按配置文件缩放的重击。它在每个撞击边沿只触发一次，并始终受Master gain、Arm渐升斜坡、纹理限制、设备能力判定、运动Safety Stop和Disarm的约束。
- 对于737的抖杆器，标准失速警告和原生抖杆遥测仍是主要来源。当两者都没有信号时，具备抖杆能力且处于空中的737配置文件可以回退到有效迎角，触发点为所报告失速迎角的88%；该回退在地面以及40 KIAS以下保持静默。
- 实际的襟翼面行程驱动运动纹理、持续阻力/抖振以及单独的到位顿挫；在可用时，实际的起落架与左/右扰流板动作会取代手柄指令。
- 转速、燃烧、振动和反推数据会汇总所有已安装的发动机--MSFS的1-4号发动机和X-Plane的0-7号发动机。
- 有效的迎角/失速参考和动态红线数据让失速与超速的起始变得渐进；已有的模拟器警告仍作为回退方案。
- 实测的机轮打滑、原生抖杆强度、道面状况以及X-Plane的旋翼拍击只会细化各自对应的效果。可选数据缺失或数值不合理时，仍保持既定的回退方案。
- MSFS的Slew（慢速移动）是强制的零力状态。更换飞机时会先清除缓存的可选遥测数据，之后力才能恢复。

垂直风振动

默认关闭的垂直风振动通道在MSFS和X-Plane 12中使用飞机所在点的环境风。飞机的爬升率和下降率对它没有影响。该通道是有界的，在地面上、暂停或慢速移动时，以及可选遥测不可用时都保持静默。

更改与重置

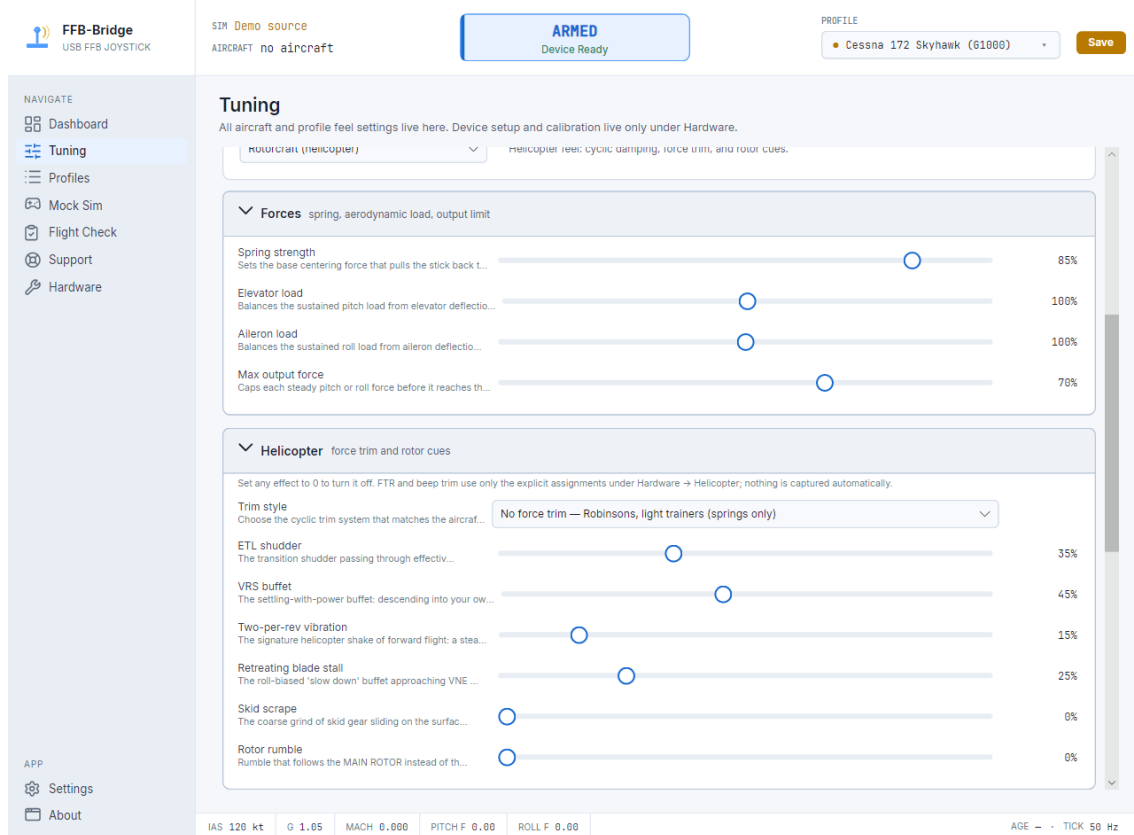
- 未保存标记表示当前工作副本与已加载的配置文件不一致。
- 重置单独一行、整个分区，或丢弃所有未保存的更改。
- 切换配置文件可能会丢弃未保存的工作副本；换机型之前请先保存。
- 在新的配置文件经受住滑行、巡航、机动、进近和着陆的检验之前，请保留上一个可用版本。

保存前的五项条件

条件	仅在满足以下条件时才保留该配置文件……
滑行	操纵装置在中立位附近保持稳定，地面提示可分辨而不是持续存在。
巡航	在正常参考速度下，回中、空速载荷、配平和背景纹理仍然彼此可分辨。
机动	G载荷和角速率提示逐渐增强，没有削波、延迟或振荡。
进近	在构型变化过程中，低速手感、襟翼、起落架、抖振和配平始终可控。
着陆	接地和刹车都是短暂且强度相称的提示，随后操纵杆回到稳定的基线。

13. 旋翼机调校

旋翼机配置文件采用周期杆模型，而不是把直升机当成低速飞机来处理。请从旋翼机起始配置文件开始，并在Hardware下配置实体的力配平/点动配平控制。



旋翼机模式会展开周期杆力配平、阻尼器以及旋翼专用的手感控制项。

实用顺序

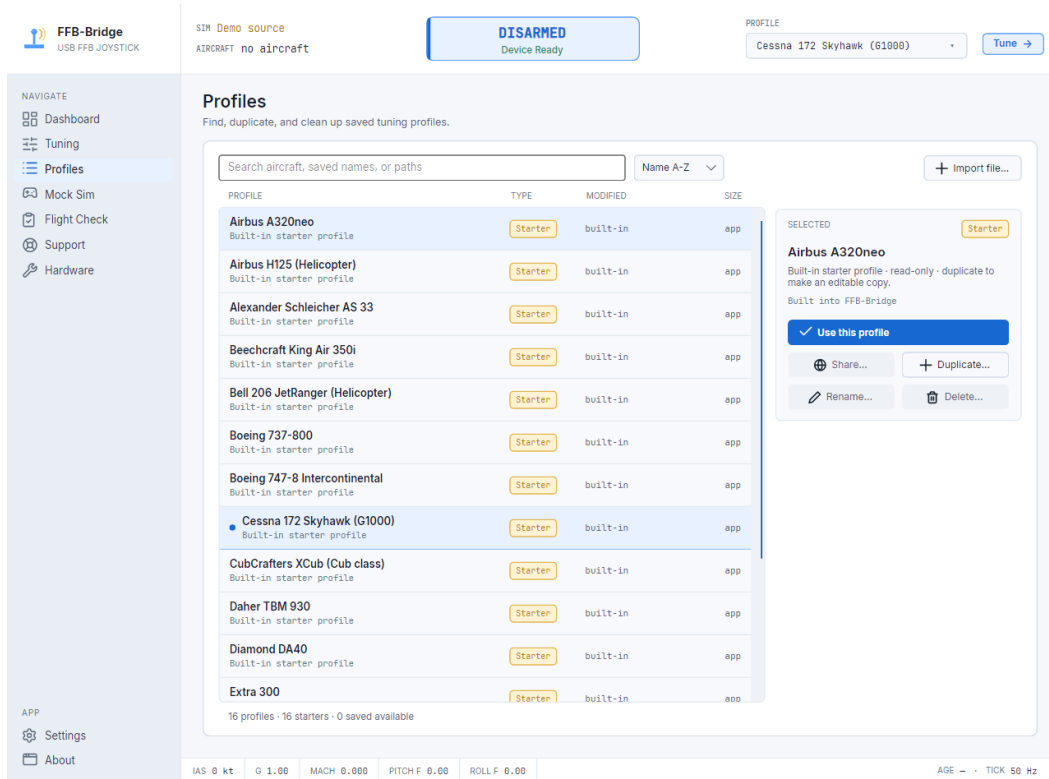
1. 设置保守的Master gain和物理上限。
2. 在Flight Check中确认俯仰和滚转方向。
3. 在稳定悬停中或引导式直升机序列中调校周期杆回中/阻尼。
4. 先分配并测试力配平释放，然后是点动配平。
5. 只有在那之后，才加入更强的旋翼、涡环状态和地面/着陆提示。

控制分配归Hardware所有

按钮和帽子开关映射属于Hardware，只保存在这台电脑上。旋翼机的力值属于飞机配置文件，可以安全共享。

14. 配置文件

配置文件保存飞机手感、效果增益以及Dashboard的效果组状态。它们不包含物理硬件上限、设备选择、极性或按钮分配。



内置起始配置文件与已保存的飞机配置文件共用一个可搜索列表。

配置文件操作

- Use selected profile会立即应用该配置文件，无需先执行Disarm。
- Duplicate会为起始配置文件或已保存的配置文件创建一份可编辑的副本。
- Save as...会以新的名称保存当前的调校。
- 免费的Profile Library允许任何人浏览和下载。发布则需要明确的会员登录并提交；不会有任何内容被静默上传。

内置起始配置文件从何而来

每个内置起始配置文件都在1.4.0中依据有出处的操纵手感研究重建，而不是凭个人口味。每一个力值都可以追溯到公开来源：飞行员试飞、审定数据以及一手实测资料，其中包括P-51D的NACA战时试飞数据和A320的Airbus官方侧杆杆力表。

- 采用直接钢索或推杆操纵的飞机使用物理的 V^2 空速载荷定律，因此操纵力会像真机那样随动压增长。
- 回中力会随速度上升持续变硬，而不是在抬前轮、舵面开始起作用之后就趋于平淡。
- 每个起始配置文件都带有各自有据可查的俯仰-滚转操纵协调比，而不是统一的通用比例。

每架飞机背后的研究--来源、力的组合以及标准的起始配置文件基线，并对单项数值给出引用--都发布在飞机库中：ffb-bridge.com/aircraft。当某个起始配置文件让您觉得不对时可以查阅它：它会说明在您改动之前，该数值原本要复现的是什么。

1.4.0中值得注意的手感修正

- Extra 300现在杆力轻，且几乎不随速度变化。其气动补偿才是有据可查的特性；此前那种随空速强烈增长的杆力是错误的。

- P-51D的单位过载杆力较轻，但杆力会随速度强烈增长。
- C172在各教练机中拥有最重的单位过载驾驶盘力，与真机一致。
- DA40具有明显的失速抖振，整体杆力更轻。
- King Air 350i的失速警告是喇叭。量产机没有抖杆器。
- TBM 930的抖杆器更强，与其有据可查的强烈提示相符。

适应新的手感

本次重调改变的是内置起始配置文件。您已经保存的配置文件仍保持保存时的手感，这正是保存的意义。若要把某架飞机迁移到新基线，请加载重调后的起始配置文件，再在其之上重新应用您自己的改动。

起始配置文件谱系

您保存的配置文件会记录它是从哪个起始配置文件派生的。因此，分享到库中的配置文件可以准确显示您相对该基线做了哪些改动，从而让共享配置文件可供审阅，而不是无从判断。谱系只包含起始配置文件引用和您自己的改动；它不是您飞行方式的记录。

本地文件

Windows把配置文件存放在%APPDATA%\ffbr-bridge\profiles。Linux和macOS使用 ~/.config/ffbr-bridge/profiles（遵循\$XDG_CONFIG_HOME）。手动备份时只需复制该JSON文件。

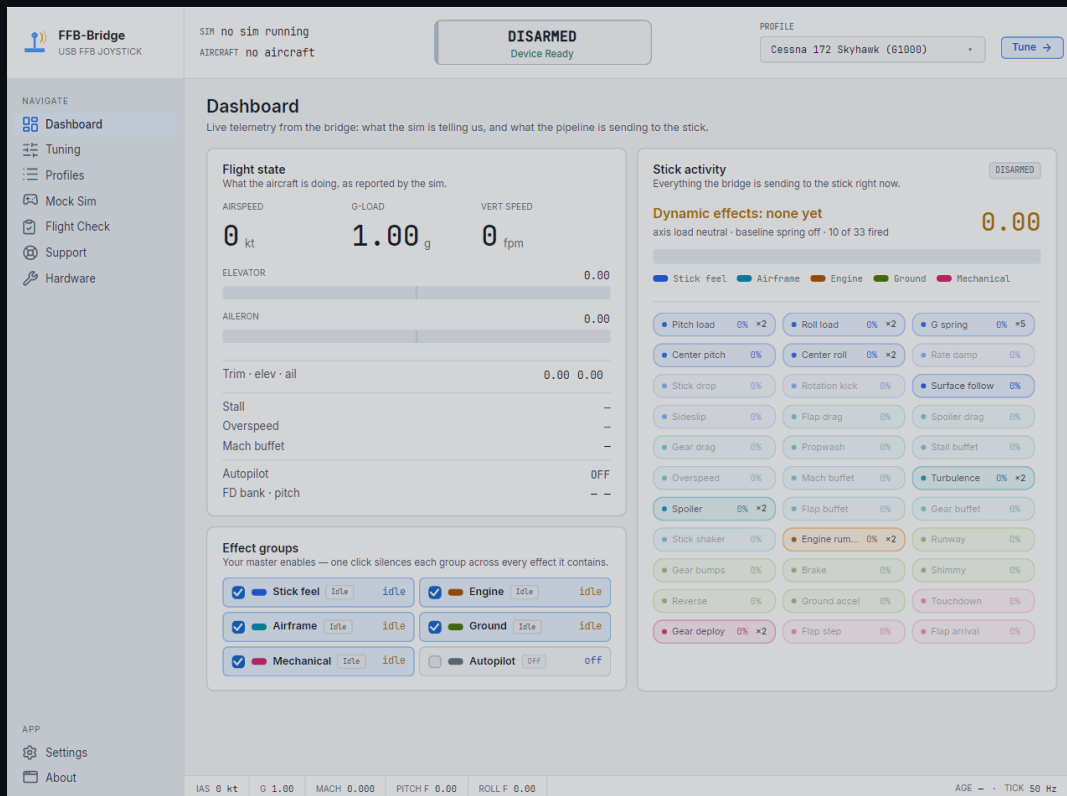
负责任地分享

请说明飞机、模拟器和硬件环境。接收者仍会使用自己的物理上限和校准，这正是硬件设置被排除在配置文件之外的原因。

章节 05

了解这个应用

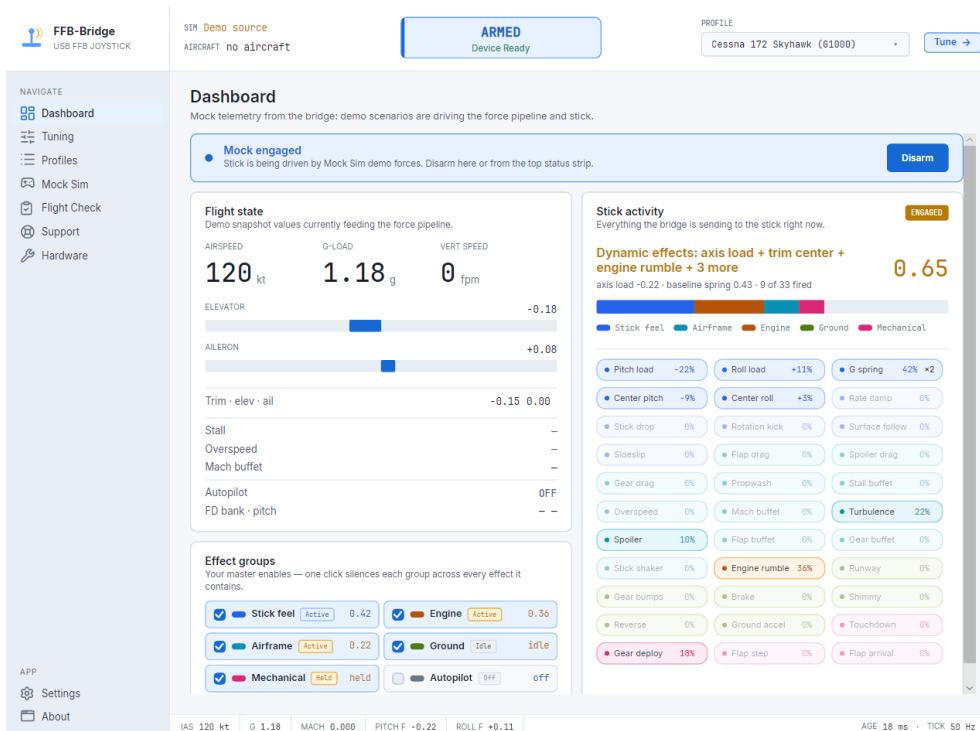
顶部的座舱状态条始终保持不变；随后每个页面只回答一个操作性问题：正在发生什么、手感应该有什么不同，或者哪里需要修复。



15. Dashboard与Mock Sim

Dashboard

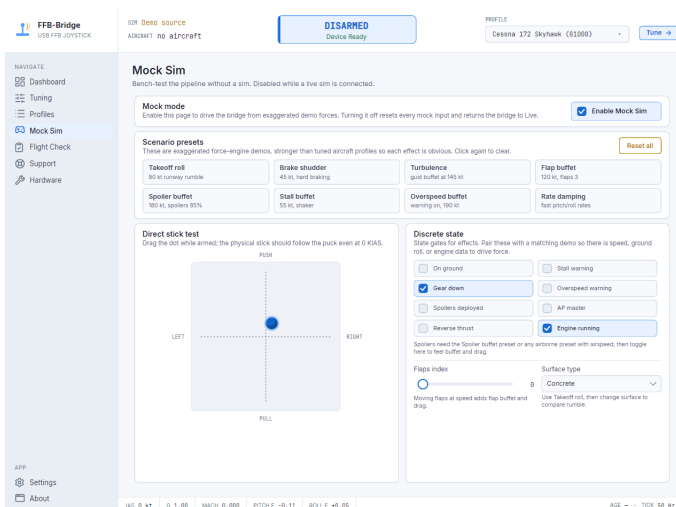
Dashboard说明实时的力输出状态，调校仍在Tuning页面中完成。Dashboard会把飞行状态、效果组开关、动态力系列总量和各个通道标签汇总在一起，方便您确认应用状态与实际手感一致。



Dashboard：左侧是模拟器状态，右侧是当前的力输出，顶部常驻状态条显示运行就绪情况。

Mock Sim

Mock Sim是接入正常力计算流程的台架遥测源。它提供起飞滑跑、刹车、湍流、襟翼/扰流板、失速、超速和速率阻尼等场景，另有一项直接的操纵杆测试。当时模拟器占用数据源时，它无法运行。



Mock Sim可以在不启动MSFS或X-Plane的情况下驱动可重复的场景。

16. Support与Diagnostics

Support默认打开Health checks，用于排查设置和连接问题。Diagnostics则是应用运行之后更深入的运行时视图，用于取证。

Health checks

- 设备检测、权限与硬件兼容性。
- SimConnect的配置/可达性，以及X-Plane的可达性。
- 内联修复会在应用之前预览具体的改动内容。
- 启动警告能够区分有意断开与真正的设置问题。

Diagnostics

The screenshot shows the FFB-Bridge application interface. At the top, there's a header with the FFB-Bridge logo, a status bar showing 'SIM Demo source' and 'AIRCRAFT no aircraft', a blue 'ARMED Device Ready' button, and a 'PROFILE' dropdown set to 'Cessna 172 Skyhawk (61000)' with a 'Tune' button.

The main content area is titled 'Support' and contains several sections:

- Resources:** Docs and manual.
- Health checks:** Run support triage.
- Diagnostics:** Logs and support bundle.

The 'Triage summary' section shows current health, runtime signals, and files needed for support. It includes buttons for 'Copy full log', 'Export full log...', and 'Support bundle'.

Below the triage summary are four status boxes:

- Device:** Ready (OK). Microsoft SideWinder Force Feedback 2 is open and the runtime can send force commands.
- Data source:** Mock (CHECK). Using the UI-driven mock source; live simulator data is not required.
- Force output:** Driving (OK). 2 of 22 allocated effects are active.
- Log health:** Errors (FAIL). 0 runtime exception(s), 1 error log line(s), 2 warning(s).

The 'Runtime signals' section shows live counters for this session:

UPTIME	00:00:28	DATA AGE	—
UI TELEMETRY	24.6 Hz	CONTROL LOOP	30.5 Hz
TARGET RATE	50 Hz	ACTIVE EFFECTS	2 / 22
REASSERTIONS	94	EXCEPTIONS	0

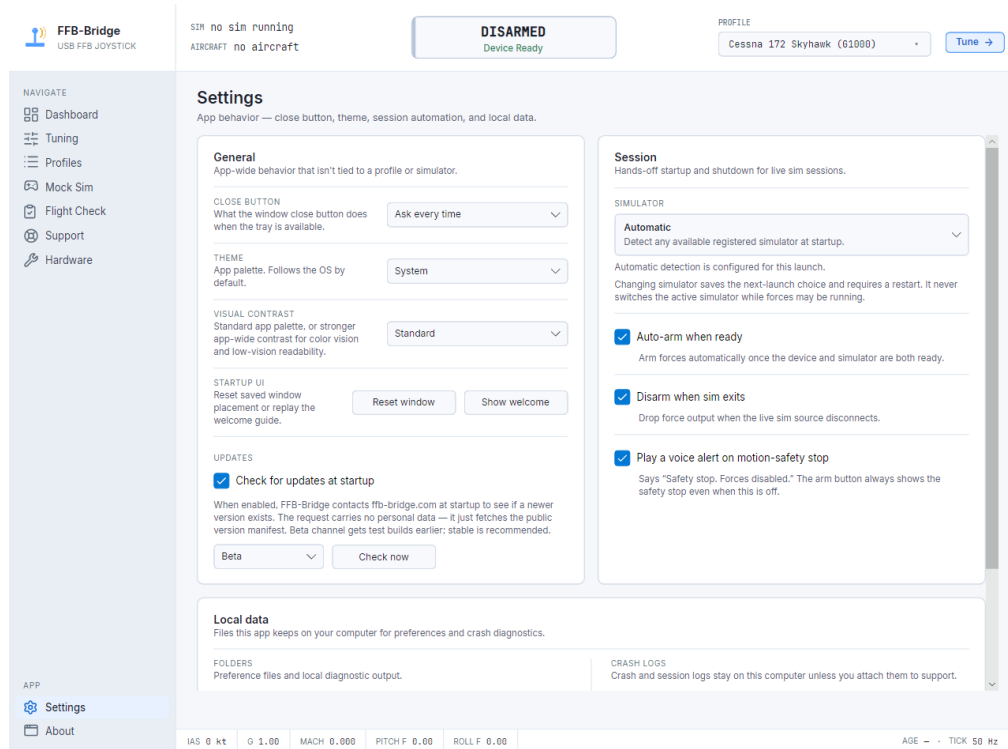
The 'Event log' section shows a search bar and filters for Info, Warn, and Error. It displays a list of log entries, including device opening, grip watching, source loading, profile loading, and various warnings and errors related to the simulation.

At the bottom, there's a status bar showing various flight parameters: IAS 120 kt, G 1.05, MACH 0.000, PITCH F 0.00, ROLL F 0.00, AGE —, and TICK 50 Hz.

Diagnostics汇总设备、数据源、力输出、日志健康状况、运行时信号以及可搜索的事件日志。

- 筛选Info、Warn和Error；按症状搜索；复制可见行或导出完整日志。
- 关注数据时延、界面刷新率、控制环路频率、生效效果、重新下发次数和异常计数。
- 提交反馈时请导出支持包，让报告包含准确的运行时证据。

17. Settings与更新



Settings负责全应用范围的行为和本地数据控制。物理设备设置位于Hardware。

行为设置

- 选择关闭按钮的行为：询问、最小化到托盘，或直接退出。
- 选择系统、浅色或深色主题，以及标准或高视觉对比度。
- 自动Arm以及模拟器退出时自动Disarm都是可选功能，默认关闭。
- 重置窗口位置或重放首次启动界面，而不改动调校。

本地数据

- 在文件管理器中打开配置或诊断文件夹。
- 有意识地清除本地崩溃报告或日志。
- 配置文件、日志和诊断数据都保留在这台电脑上，除非您明确分享或提交。

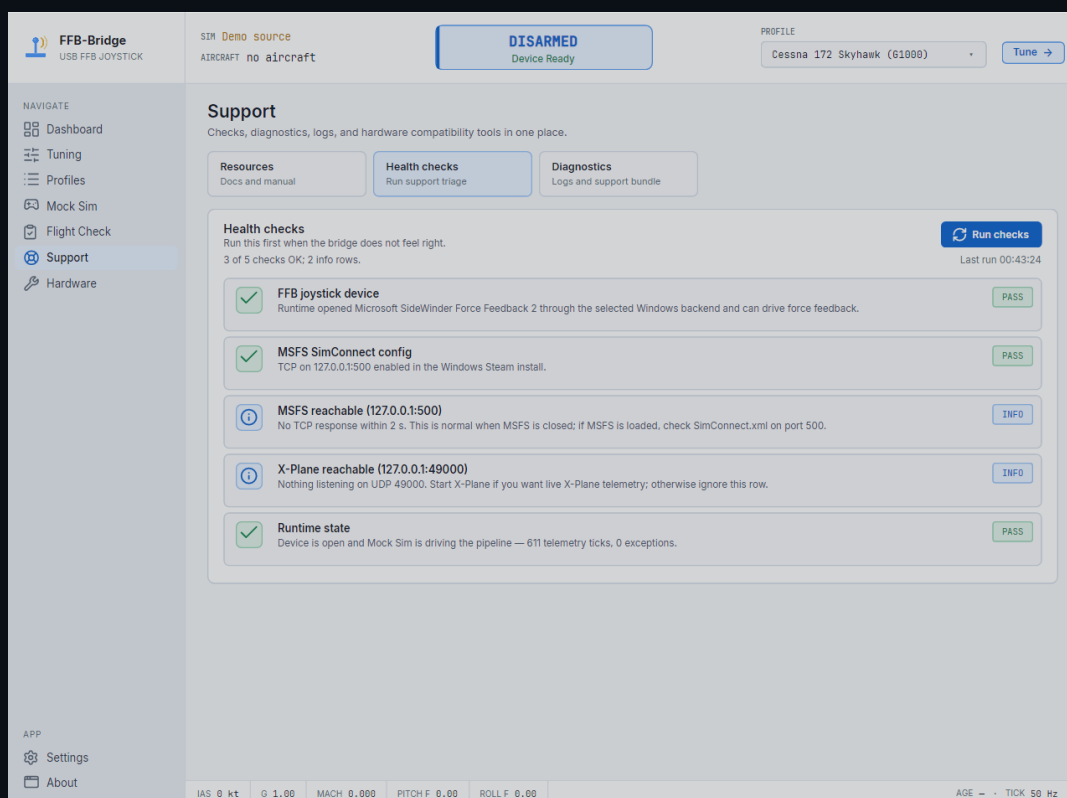
更新方式

使用应用内的更新提示或当前的下载链接。重大升级之前先保存自定义配置文件。配置文件格式向前兼容，但保留一份手动副本仍然稳妥。

章节 06

解决问题

先看状态指示灯，然后是Health checks，再看Diagnostics。每次只改一件事，并在清除本地日志之前导出证据。



18. 以症状为先的故障排查

症状	首先检查	下一步行动
操纵杆不动	ARM状态、DEVICE状态、SIM状态	运行Flight Check。确认物理上限不为零，且没有其他应用占用该设备。
方向不对	Flight Check俯仰/滚转方向	极性或俯仰/滚转互换只在Hardware下修正，绝不要在每个飞机配置文件里改。
MSFS可达但没有数据	Support - SimConnect详情	使用检测到的端口/配置修复，重启MSFS，然后重新运行检查。
X-Plane短暂连接后断开	数据包时延与本地UDP	检查防火墙/端口状态；三秒的数据过期看门狗正在报告数据丢失。
检测到MOZA但处于空闲状态	MOZA Cockpit模式与所有权	把MOZA Cockpit恢复为正常/默认模式，关闭争用力输出的其他应用，重新运行Flight Check。
所有力都过强	Hardware上限与Master gain	为安全起见先降低物理上限，再用Master gain调整配置文件的整体手感。
某一个效果感觉不对	Dashboard通道标签	把它所在的效果组静音做A/B对比，然后只调整已确认的那一行。
拔掉设备/模拟器崩溃后会停止	FAULTED（故障）ARM状态	恢复前提条件，查看Diagnostics，确认故障，然后重新Arm。
应用崩溃	下次启动时的恢复与Diagnostics	在清除本地数据之前，先保存崩溃报告/日志并提交支持包。

Linux权限修复

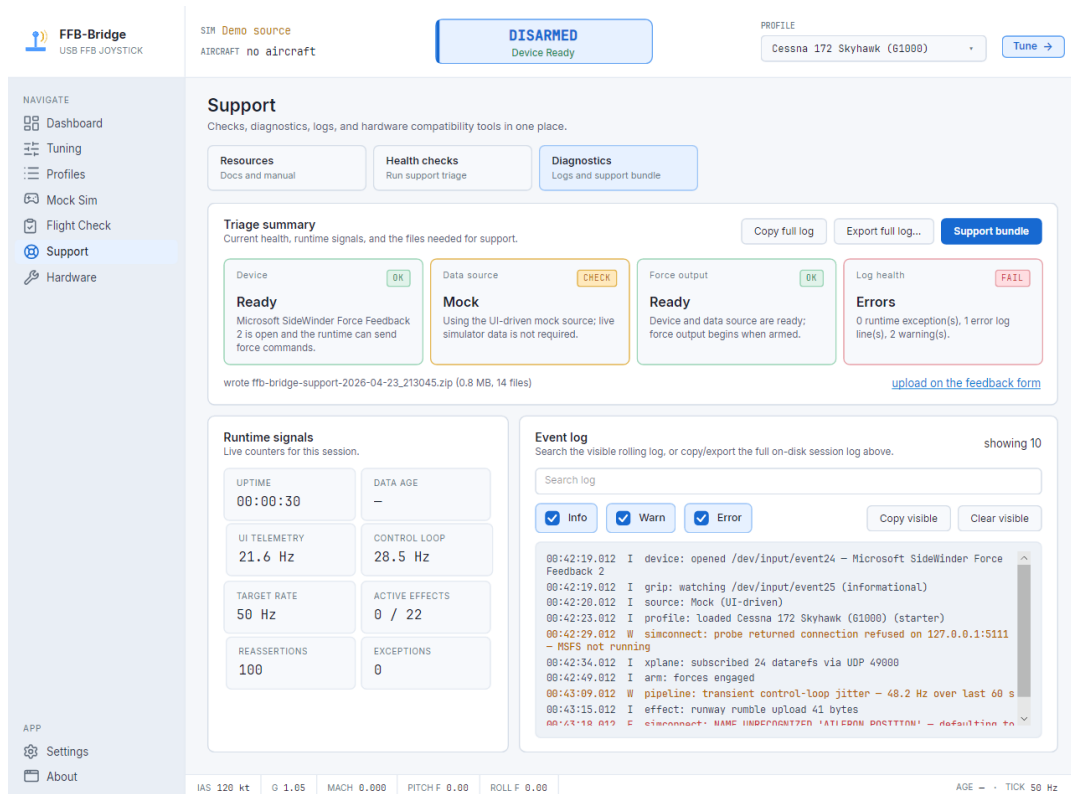
使用Support安装或刷新udev规则。修复后重新插拔设备。如果应用建议重启，请在断定规则失效之前先重启。

硬件效果崩溃

运行Test hardware effects。如果探测失败，或应用判定为原生效果崩溃，请切换到软件混合周期效果并重启。仅仅出现一次普通的非正常退出，并不足以说明必须更换渲染器。

19. 导出证据并寻求帮助

一份有用的报告应包括您的预期、实际发生的情况、飞机/模拟器/设备信息，以及在清除日志之前生成的支持包。



Diagnostics可导出一个大小受限的支持ZIP包，并提供直接的反馈路径。

支持包工作流程

1. 在安全的前提下，把问题再复现一次。
2. 打开Support - Diagnostics并导出支持包。
3. 使用页面上显示的反馈链接，描述准确的操作顺序，并附上ZIP文件。
4. 请不要编辑该支持包，也不要把完整日志贴到公开论坛帖子里；它可能包含对技术支持有用的设备、路径和系统信息。

隐私

导出操作本身不会传输任何内容。支持包会一直留在本地，直到您主动把它附加到反馈表单。

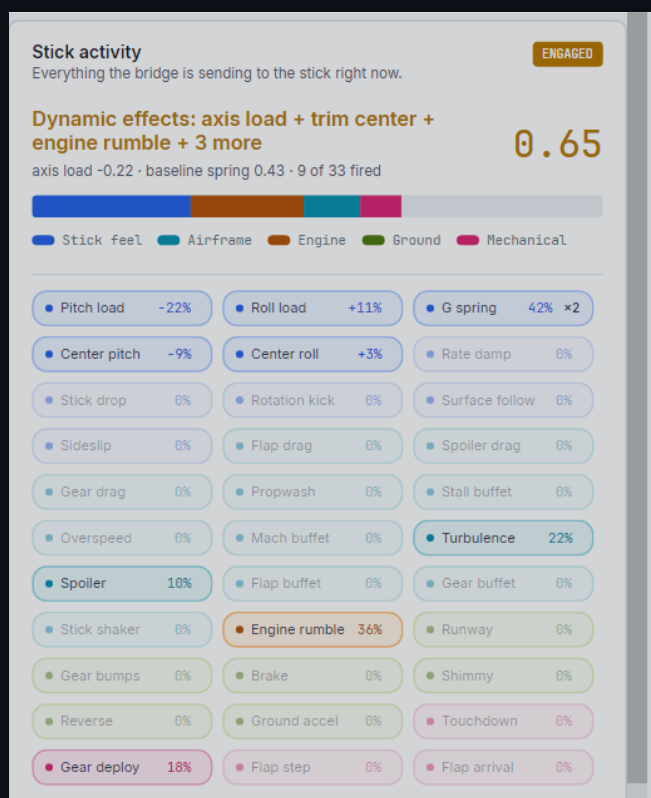
有用链接

- Support与反馈: <https://ffb-bridge.com/zh-hans/feedback>
- 当前文档: <https://ffb-bridge.com/zh-hans/docs>
- Profile Library: <https://ffb-bridge.com/zh-hans/profiles>
- 社区论坛: <https://ffb-bridge.com/zh-hans/community>

章节 07

参考

一份紧凑的力模型概览，涵盖文件位置、安全限制和产品边界，便于快速查阅。



20. 力效果参考

效果系列	效果	手感
杆感	回中弹簧	基础的回中力，随配平和飞机工况变化。
杆感	空速俯仰/滚转载荷	随空速和偏度增长的持续操纵力。
杆感	速率阻尼	对飞机角速率的黏滞阻力。
杆感	Stick drop	适用于传统操纵系统的低速前向重力偏置。
杆感	Autopilot Follow	朝自动驾驶仪参考位置的有界运动；权限归配置文件所有，范围为0到50%。
地面	跑道隆隆震动	随道面状况和速度变化的连续纹理。
地面	接地重击	一次按接地过渡强度缩放的冲击脉冲。
地面	飞机撞击	在模拟器撞击边沿产生更强的、按配置文件缩放的重击；每次撞击只触发一次，并始终处于所有常规力边界之内。
地面	刹车抖动	在可用时，由实测的机轮打滑产生的低频振动，以刹车输入作为触发条件。
地面	起落架颠簸/摆振	离散的滑行颠簸和前轮横向振动。
地面	加速度提示	地面加速/减速期间的俯仰轴提示。
机体	失速/超速/马赫抖振	在迎角/红线数据有效时渐进起始，模拟器警告作为回退方案。
机体	扰流板/襟翼/起落架抖振	与构型相关的振动；在可用时使用实际的收放状态。
机体	湍流/垂直风	有界的扰动纹理；垂直风默认关闭，使用飞机所在点的环境风。

20. 力效果参考 - 续

效果系列	效果	手感
机体	失速抖杆器	由模拟器失速警告触发的持续尖锐蜂鸣。
发动机	发动机隆隆震动	汇总所有已安装发动机的转速/燃烧/振动数据。
发动机	反推隆隆震动	反推力工作时的着陆滑跑振动。
机械	起落架放下单次脉冲	起落架状态变化时的短暂抖动。
机械	襟翼行程/到位	连续的实际舵面运动纹理，外加一次单独的到位顿挫。
构型	襟翼/扰流板/起落架阻力	持续的俯仰偏置，对应为补偿构型阻力而进行配平的需要。
构型	螺旋桨滑流俯仰	适用机型上随功率变化的俯仰偏置。
旋翼机	周期杆回中/阻尼器	旋翼机特有的周期杆保持与阻尼行为。
旋翼机	力配平参考位置	力配平释放/切换之后捕获的周期杆参考位置。
旋翼机	点动配平	四个方向上对配平参考位置的小幅调整。
安全	暂停/数据过期看门狗	当遥测数据不安全或已过期时，动态力会渐弱或直接切断。

效果如何组合

每一项启用的贡献都汇总为俯仰和滚转输出，然后依次通过配置文件级输出限制、Master gain、设备渲染器，以及最终的Hardware物理上限。物理上限始终拥有最后的决定权。

有疑问时

降低Hardware上限，执行Disarm，并使用Flight Check。不要靠提高无关增益来解决尚未查明的效果问题。

21. 路径、隐私与产品边界

本地数据

数据	Windows	Linux / macOS
配置文件	%APPDATA%\ffbr-bridge\profiles	~/.config/ffbr-bridge/profiles
配置	从Settings - Local data打开	从Settings - Local data打开
Diagnostics	从Settings或Support打开	从Settings或Support打开
崩溃/支持证据	在明确提交之前只留在本地	在明确提交之前只留在本地

隐私约定

- 模拟器遥测和力的计算都留在本机完成。
- 正常飞行不需要云端账户。
- Profile Library的浏览/下载对所有人开放；发布则是明确的会员操作。
- 支持包和反馈只有在您选择发送时才会提交。
- Pro授权带有签名并允许离线使用；本地的Pro功能不会把客户数据送入云端AI。

Free与Pro

完整的力反馈桥接、硬件设置、Flight Check、调校、配置文件、诊断以及社区配置文件下载，都仍属于核心产品。Pro增加的是联网便利功能，例如Cockpit Web、本地Voice Tune和配置文件历史；它不会削弱这里描述的安全或隐私边界。

许可与免责声明

FFB-Bridge为独立软件，与Microsoft、Laminar Research、MOZA Racing、Logitech、Brunner以及起始配置文件中提及的飞机制造商均无关联。力反馈硬件若配置不当或受到物理阻挡，可能出现意外运动。操作者应负责牢固安装、保守的限值设置和安全使用。

继续飞行

您的离线手册已准备就绪

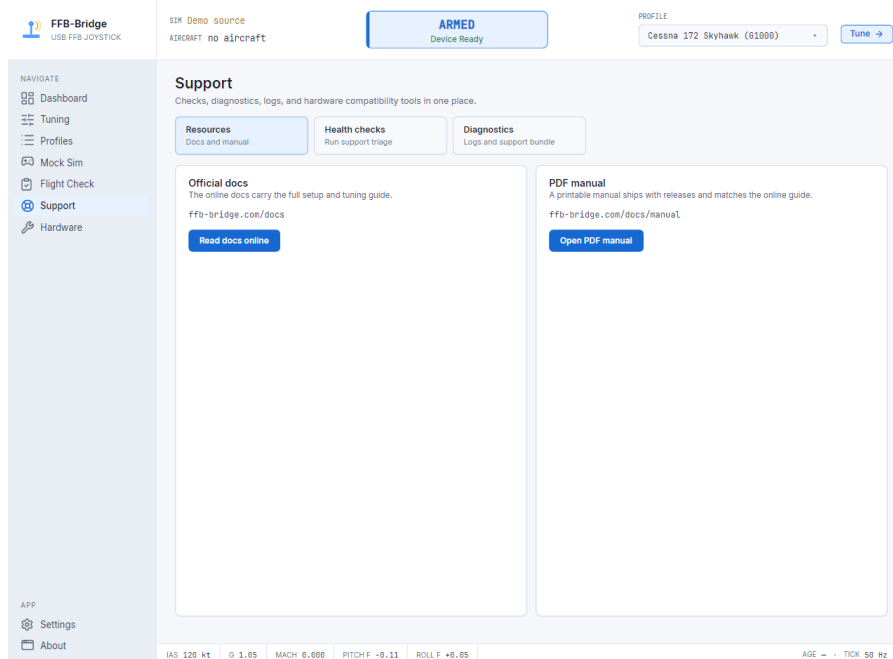
这份PDF是可以保存、打印或与FFB-Bridge一起分发的长期参考资料。网站的手册页面始终指向当前稳定的文件名。

下载地址

<https://ffb-bridge.com/downloads/FFB-Bridge-User-Manual-zh-hans.pdf>

预防大多数问题的三个习惯

- 把物理上限设得保守，把基座固定牢靠。
- 更换硬件、固件、渲染器或轴设置之后，使用Flight Check。
- 先观察Dashboard，然后在清除证据之前导出支持包。



应用内的帮助页面把在线文档、这份PDF手册、设置指引和支持渠道集中在一起。

FFB-BRIDGE / 用于飞行模拟的USB力反馈

版本 1.4.0 | 2026年7月 | Rohsam Inc.