

RS-PFD 激光拍频锁相伺服控制器

用户手册（安装、接线与操作）

武汉锐昱科技有限公司

V1.0 | 2025-12-15

1. 安全信息

RS-PFD 用于激光拍频锁相/锁频实验场景。使用前请确认已接受相关培训，并遵守实验室安全规范。

- 激光安全：避免直视激光束，必要时佩戴对应波长防护眼镜，并设置光束终端与遮挡。
- 射频安全：拍频与参考信号为高频射频信号，连接与插拔射频线缆时建议断电操作，避免热插拔造成器件损坏。
- 电气安全：仅使用 +12 VDC / 2 A 稳压直流电源供电，上电前检查极性与线缆完好。
- 异常处理：如出现异味、发热异常或工作状态异常，请立即断电并联系技术支持。

2. 产品概述

RS-PFD 集成相位频率检测（PFD）、误差信号滤波以及高速快环输出，可用于激光外差拍频的频率/相位锁定。设备提供 Error OUT 与 Fast OUT 双路输出，便于构建“快环 + 慢环”的分层伺服结构，实现高带宽抑制与长期稳定锁定。

产品外观：



3. 开箱与检查

- 检查外观是否有运输损伤，确认面板旋钮与开关工作正常。
- 核对配件：电源适配器、线缆等。
- 首次使用建议在无拍频信号输入的情况下上电，确认设备可正常工作且无异常发热。

4. 安装与接线

建议使用 50 Ω 射频线缆与良好接地，尽量缩短射频连线以降低反射与串扰。

端口与信号说明：

端口/控件	说明
REF IN	参考输入。连接外部参考源（合成器/参考振荡器），用于与拍频信号进行相位-频率比较。
BEAT IN	拍频输入。连接光电探测器拍频信号（必要时先经放大/滤波/限幅）。高频段可启用 $\div 4$ 分频。
Error OUT	误差信号输出（ ± 1 V，高阻，4 MHz 带宽）。用于观测误差。
Fast OUT	快环输出（ ± 5 V，高阻）。用于驱动快致动器，实现高带宽抑制。
Level	快环输出电平（4%–100%）调节。
Gain Sign	反馈极性选择（正/负）。

供电连接：将 +12 VDC 电源接入设备电源口，确认极性与电压正确后上电。

5. 典型系统连接

典型“快环 + 慢环”锁相结构如下：

- 拍频光路：两台激光器输出合束 → 高速光电探测器 → (放大/滤波) → BEAT IN。
- 参考链路：频率合成器/参考源 → REF IN (频率与目标锁定点匹配)。
- 快环：Fast OUT → 快致动器 (如激光电流调制、EOM/AOM、VCO 等)。
- 慢环：Error OUT → 观测：示波器同时监测 Error OUT 与 (必要时) 拍频信号幅度/谱线质量。

6. 快速开始

- 准备参考源与拍频信号：确保 BEAT IN 信号频率与功率落在设备规格范围内 (必要时调整放大器/衰减器)。
- 连接 REF IN 与 BEAT IN：确认频率匹配；如拍频频率高于 1.3 GHz，启用 $\div 4$ 分频 (按出厂配置)。
- 连接输出：将 Fast OUT 连接到快致动器输入；将 Error OUT 连接到示波器。
- 设置初始状态：将 Level 调到较小 (例如 10%–20%) 以避免快致动器饱和；选择一个 Gain Sign 极性。
- 尝试锁定：观察 Error OUT 是否向 0 附近收敛。若误差发散或锁不住，切换 Gain Sign 极性后重试。
- 逐步提升 Level：在锁定稳定的前提下缓慢提高 Level，以获得更高带宽与更低残余误差。

7. 调节建议

- 输入功率不足：若 BEAT IN 功率低于规格下限，误差信噪比会显著变差；建议提高拍频探测功率或增加射频放大。
- 输出饱和：若 Fast OUT 长时间接近 ± 5 V，说明快环增益过大或致动器范围不足；降低 Level 或优化致动器工作点。

8. 常见问题与排查

- 无法锁定：检查 REF IN/BEAT IN 频率是否匹配、信号是否接反、输入功率是否在 -2 dBm ~ $+16$ dBm 范围内；尝试切换 Gain Sign。

- 锁定后不稳定：降低 Level，检查快致动器带宽与相位裕度；检查射频线缆与接地是否良好。
- 误差信号噪声大：提高拍频信号质量（更高 SNR、合适滤波/放大），并尽量缩短射频线缆，避免强射频干扰源耦合。

9. 维护与注意事项

- 避免在上电状态下频繁插拔射频接口与电源接口。
- 保持设备通风散热，避免潮湿环境与强烈机械冲击。
- 如需更换接口形式、频段或机箱尺寸等，请联系锐昱科技进行定制。

10. 技术支持

更多应用笔记、系统搭建建议与更新文档请访问 raysun.tech，或联系锐昱科技（RaySun）技术支持。