

R5000 DISCOVERY

快速入门指南

射频接收机
1 MHz – 20 GHz
500 MHz 带宽



海得逡捷

HAROGIC

目录

1.	文档定位与适用范围	2
2.	运行环境要求	3
3.	安全与使用前注意事项	4
3.1	供电方式	4
	USB 3.0 总线	4
	PCIe 3.0 x8 总线	4
3.2	射频输入	4
3.1.1	3.3 散热与安装环境	4
3.1.2	4. 开箱与接口速览	5
	4.1 开箱检查	5
	4.2 接口速览	5
	4.3 产品文档资料介绍	6
	5. 首次连接与上电	7
	5.1 最小连接方式	7
	6. 启动软件并连接 R5000 DISCOVERY	8
	6.1 安装驱动 (Windows)	8
	6.2 主机端运行软件	8
	7. 第一次射频信号查看	10
	8. 第一次 IQ 数据采集	11
	8.1 使用 SASTudio4 软件采集 IQ	11
	9. 抽取倍数与 FFT 分析	12
	10. 定位 API 示例程序入口	13
	11. 常见问题与快速排查	14
	11.1 设备不上电	14
	11.2 SASTudio4 软件找不到设备	14
	11.3 GNSS 不锁定	14
	11.4 IQ 采集丢包或速率不达预期	14
	12. 下一步阅读	15

1. 文档定位与适用范围

本文档用于帮助用户完成 R5000 DISCOVERY 射频接收机的首次使用。按照本文档操作，用户应能够完成上电、查看射频信号、采集 IQ 数据、运行 API 示例，并检查 GNSS、PPS、时间戳和触发相关状态。

项目	说明
适用型号	R5000 DISCOVERY
核心任务	30 分钟内完成设备上电、软件连接、射频信号查看和第一个 IQ/API 示例
相关文档	R5000DISCOVERY 产品手册、用户手册、SAStudio4 软件用户指南、HTRA API 编程指南、API 范例使用指南



2. 运行环境要求

R5000 DISCOVERY 可通过 USB 3.0 或 PCIe 3.0 x8 的总线接口进行控制、数据传输以及 API 调用。

SASudio4 软件和 API 客户端运行在上位机。下表为建议运行环境，低于推荐配置的系统请以实际测试结果为准。

表格 1 系统运行环境要求

操作系统	USB 数据接口: Windows 11/10 (x86_64) , Ubuntu 22.04/20.04 (x64、AArch64) PCIe 数据接口: Ubuntu 20.04.6, Linux 内核 5.15.0-139-generic
内存	4 GB 及以上
硬盘	IQ 信号记录需确保硬盘系统连续写入带宽高于 IQ 吞吐数据速率并保有裕量， 建议 SSD 硬盘或者 NVMe 磁盘阵列
数据接口	USB 3.0 接口或 PCIe 3.0 x8 接口，不支持同时使用
显示分辨率	不小于 1280 ×768 像素



3. 安全与使用前注意事项

本章为 R5000 DISCOVERY 快速入门指南，主要包括：安全指导、设备使用、运行软件 and 外部接口说明。

3.1 供电方式

R5000 DISCOVERY 支持 2 种总线形式，USB 3.0 或者 PCIe 3.0 x8。雷电扩展坞选件本质上是 PCIe 3.0 x8 总线的雷电转换。两种总线的供电不能同时使用，即 USB 3.0 或者 PCIe 3.0 x8 二选一。

USB 3.0 总线

- 3.1.1 **适配器选择：**首选原厂配套电源适配器，设备 POWER 接口为 USB Type-C。仅使用随附与铭牌电压/电流及供电协议完全匹配的适配器和线缆。
2. **直流供电要求：**USB Type-C 宽压输入，电压电流规格：15V/3A。

PCIe 3.0 x8 总线

- 3.1.2 将 PCIe 接口插入台式机或者工控机的 PCIe 插槽上即可直接供电，不需要单独电源适配器，具体的供电规格是 12V 5A。

注意：使用不符合规格的供电方式可能导致设备无法启动、异常重启或损坏。

3.2 射频输入

R5000 的 RF 输入为 2.92 mm(F)，阻抗 50 Ω 。连接外部信号前，请确认输入功率、直流分量和外部连接方式不超过产品手册允许范围。最大损毁输入功率 (CW) 和最大直流电压请参阅产品手册，严禁超限。

3.3 散热与安装环境

设备工作时应保持通风，避免覆盖散热面。若设备安装在机箱、背包、测试箱或无人值守节点中，应预留足够风道，并根据现场温度评估散热条件。

4. 开箱与接口速览

4.1 开箱检查

项目	数量	说明
R5000 DISCOVERY 主机	1	具体型号见设备标签
电源适配器	1	PD65W 单 USB Type-C
电源线缆	1	连接电源插头 C 口和 R5000 DISCOVERY 主机的 POWER USB Type-C 端口
USB 3.0 线缆	1	用于连接上位机的 USB 3.0 接口的数据通信线缆
随寄资料 U 盘	1	包含产品手册，用户手册，软件、驱动、SDK 示例程序等

4.2 接口速览

接口	用途	首次使用是否必需
RF IN, 2.92 mm(F)	射频信号输入, 50 Ω	是
GNSS IN, SMA(F)	GNSS 天线输入接口, 50 Ω	否
USB Power	设备供电; USB Type-C 宽压输入, 电压电流: 15V/3A	是
PCIe 3.0x8	PCIe 接口下的供电和数据传输、API 调用。 PCIe 供电时需要电压电流 12V/5A	否
USB DATA	USB 3.0 接口的控制和数据接口	否
RI	外部参考输入, MMCX(F), 幅度 ≥ 1.5 Vpp, 输入阻抗 330 Ω	否
RO	100 MHz, MMCX (F), 幅度 ≥ 0.3 Vpp, 可编程开/关	否
AUXIO	多功能 IO 接口, 支持触发功能, 详细 Pinout 见 R5000 系列用户手册	否
GNSS ANT	GNSS 天线输入, SMA(F)	否

4.3 产品文档资料介绍

文件名	用途
HAROGIC 海得逻辑 R5000 DISCOVERY 射频接收机产品手册	产品的简介、关键特性、应用领域、技术指标信息。
HAROGIC 海得逻辑 R5000 DISCOVERY 射频接收机快速入门 指南	即本文档，帮助用户快速入门，产品到手后的首次使用指南。以 Windows 为例。
HAROGIC 海得逻辑 R5000 DISCOVERY 射频接收机用户手册	R5000 完整用户任务链，包括：接口、供电、网络、桌面软件、IQ、GNSS、触发以及跨硬件/软件故障定位。包含 Windows 和 Ubuntu 系统使用方法。
HAROGIC 海得逻辑 HTRA API 编程指南	HTRA API / SDK 编程指南，用于二次开发的 API 调用方法的详细手册
HAROGIC 海得逻辑 HTRA API 范例使用指南	API 示例应用程序的使用介绍，详细介绍 C/C++/C#, Python, LabVIEW, MATLAB 等例程使用方法。
HAROGIC 海得逻辑 SASudio4 用户指南	R 系列产品随附的硬件配置、验证和 IQ 记录与回放以及频谱预览软件，首次使用有限阅读《HAROGIC 海得逻辑 R5000 DISCOVERY 射频接收机用户手册》。

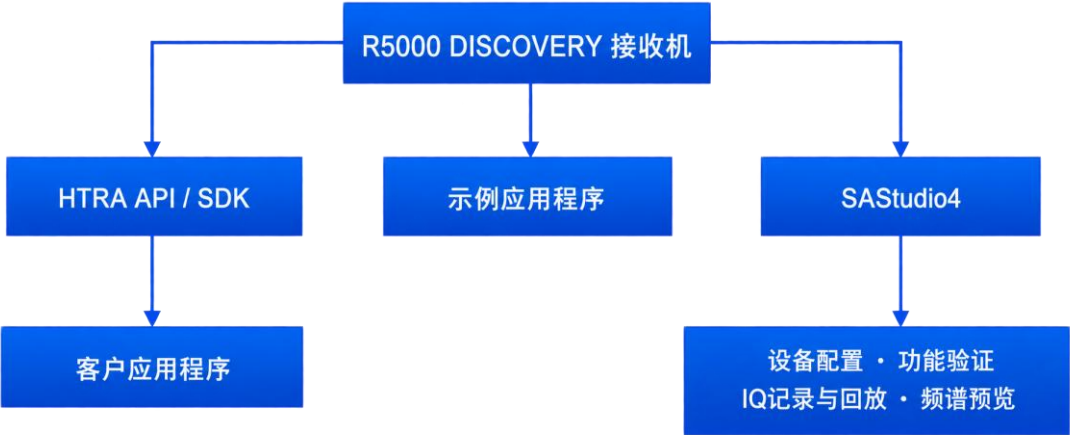


图 4-1 R5000DISCOVERY 接收机的软件和 SDK 关系说明

5. 首次连接与上电

R5000 DISCOVERY 在 USB 3.0 接口下支持 Windows 和 Ubuntu 操作系统, 在 PCIe 总线接口仅支持 Ubuntu 操作系统。在本指南中, 对于首次使用, 建议使用 USB 3.0 接口和 Windows 环境进行快速上手, 其它环境和接口配置请参考用户手册。如下是支持情况说明:

上位机操作系统	架构	USB 接口	PCIE 接口
WINDOWS 10/11	x64	支持	不支持
UBUNTU	x86_64	支持	支持
UBUNTU	AArch64	支持	支持

以下仅展示 Windows 操作系统下, 设备连接、数据接收及信号查看等上手操作。

5.1 最小连接方式

1. 将 R5000 放置在稳定、通风的位置, 将产品附带的电源适配器通过 USB Type-C 线缆连接到 R5000 DISCOVERY 的 POWER 接口并将适配器插入插座。
2. 使用 USB Type-C 线缆将 R5000 DISCOVERY 连接至计算机。
3. 如需 GNSS 或时间同步, 连接 GNSS 天线, 并将天线放置在无遮挡天空 (clear sky) 环境下。
4. 接通电源后, 会听到风扇启动的声音, 随后等待系统启动。



图 5-1 R5000 DISCOVERY 设备连接图

6. 启动软件并连接 R5000 DISCOVERY

R5000 DISCOVERY 支持通过软件 SASStudio4 和 HTRA API 进行控制。

准备 Windows 系统环境，SASStudio4 路径是随产品附带的软件：

SASStudio4\SASStudio4\bin\SASStudio4.exe

6.1 安装驱动（Windows）

下面将以安装 Win10_x64 驱动为例。注：Win10 驱动兼容 Win11 系统。

1. 查看电脑系统信息，确认系统版本和位数；
2. 打开随寄 U 盘中的“Windows\HTRA_Driver\Win10_x64”文件夹；
3. 鼠标右键点击“Install_Driver.bat”文件，选择“以管理员身份运行”安装驱动；

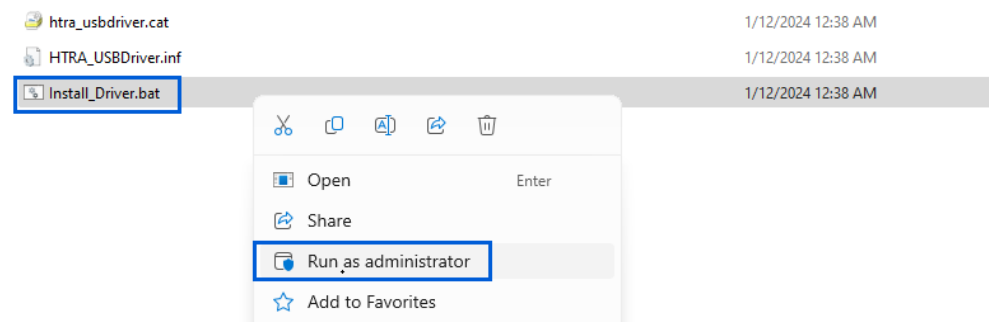


图 6-1 安装驱动

4. 终端出现“USB Driver Installation Succeeded”提示，表示驱动安装成功。

6.2 主机端运行软件

在用户自己的主机 PC 上，可以运行软件 SASStudio4 或者调用 HTRA API 连接并控制 R5000 DISCOVERY，物理接口为 USB 方式。软件启动后，正常运行如下图。



图 6-2 SASTudio4 软件启动后进入 IQ 流模式

点击菜单栏系统-关于，可查看设备型号、序列号、软件版本和硬件版本。

7. 第一次射频信号查看

将已知射频信号源或者天线连接到 R5000 DISCOVERY 的 RF IN，打开 SASudio4，在软件菜单栏中模式选择实时频谱分析模式，可查看射频信号的余辉图。接下来以连接 Wi-Fi 天线为例：

- 设置中心频率，其它参数默认。
- 启动测量并确认软件窗口中显示输入射频信号的频域结果。
- 保存截图或导出数据。

参数	示例值
Center Frequency	2.44 GHz
Span	507.8125MHz
RBW	自动
Reference Level	0dBm

注意：请确认输入信号电平不会损坏设备。



图 7-1 设置为 2.44GHz 中心频率，SMA 端口连接天线的实时频谱分析结果

8. 第一次 IQ 数据采集

R5000 支持 IQ 数据采集与记录。首次使用时应注意区分连续记录、突发记录，以及采样率和分析带宽等概念。

8.1 使用 SASudio4 软件采集 IQ

- 在上方菜单栏的模式中，切换到接收机/IQ 流模式。
- 设置中心频率、带宽、采样率和采集时长。
- 启动 IQ 采集。
- 保存 IQ 文件。
- 查看 IQ 文件路径和格式说明。

项目	参数
原生采样率	600 MSPS
分析带宽	48 MHz
数据格式	默认单路 16 位
扫宽	可自行调节扫宽（Span 大小），抽取倍数 10，采样率：60 MSPS
Record	记录模式为固定时长，记录时长设置 5 秒或者记录模式为手动

点击记录从 off 切换为 on，或者菜单栏上方的记录按钮。



图 8-1 固定时长记录和文件路径

可以在 SASudio4\data 路径下查看记录的数据文件，格式为 wav。

点击回放按钮，可以利用 SASudio4 查看刚才录制的射频信号。

9. 抽取倍数与 FFT 分析

- 在上方菜单栏的模式中，选择接收机 / IQ 流模式。
- 打开 DDC 设置，将通道 1、通道 2、通道 3 状态全部置为 On；分别设置各通道抽取倍数，统一设置中心频率。
- 打开 Display 显示面板，布局选择四分屏 A B / C D；4 个窗口内容依次分配：A:Spectrum-P、B:Spectrum-D1、C:Spectrum-D2、D:Spectrum-D3。
- 设置统一 FFT Size、窗函数、检波器；点击【连续】，启动数据流，四路信号同时显示。

项目	参数
原生采样率	625 MSPS
Spectrum-P（原始物理通道 A）	Decimate=1, 采样率 625 MSPS, 最大分析带宽 500 MHz
DDC-D1 通道（窗口 B）	Decimate=20, 采样率 31.25 MSPS, 最大分析带宽 25 MHz
DDC-D2 通道（窗口 C）	Decimate=1, 采样率 625 MSPS, 最大分析带宽 500 MHz
DDC-D3 通道（窗口 D）	Decimate=2, 采样率 312.5 MSPS, 最大分析带宽 250 MHz



图 9-1 DDC 通道不同抽取倍数对比（外接天线）

设备支持多路 DDC 独立配置大倍数抽取，高抽取倍数可以大幅降低 IQ 数据输出速率，适合窄带信号采集。

10. 定位 API 示例程序入口

API 示例程序应在随寄资料 U 盘提供，并同时提供 API 示例程序开发指南，如需要最新版 API 和示例程序，可以访问官网的下载中心。

运行 IQ 采集示例，API 例程提供 C++、C#、Python、LabVIEW、MATLAB 和 Qt 等例程，接下来以 C++ 为例。

软件选项：HTRA API

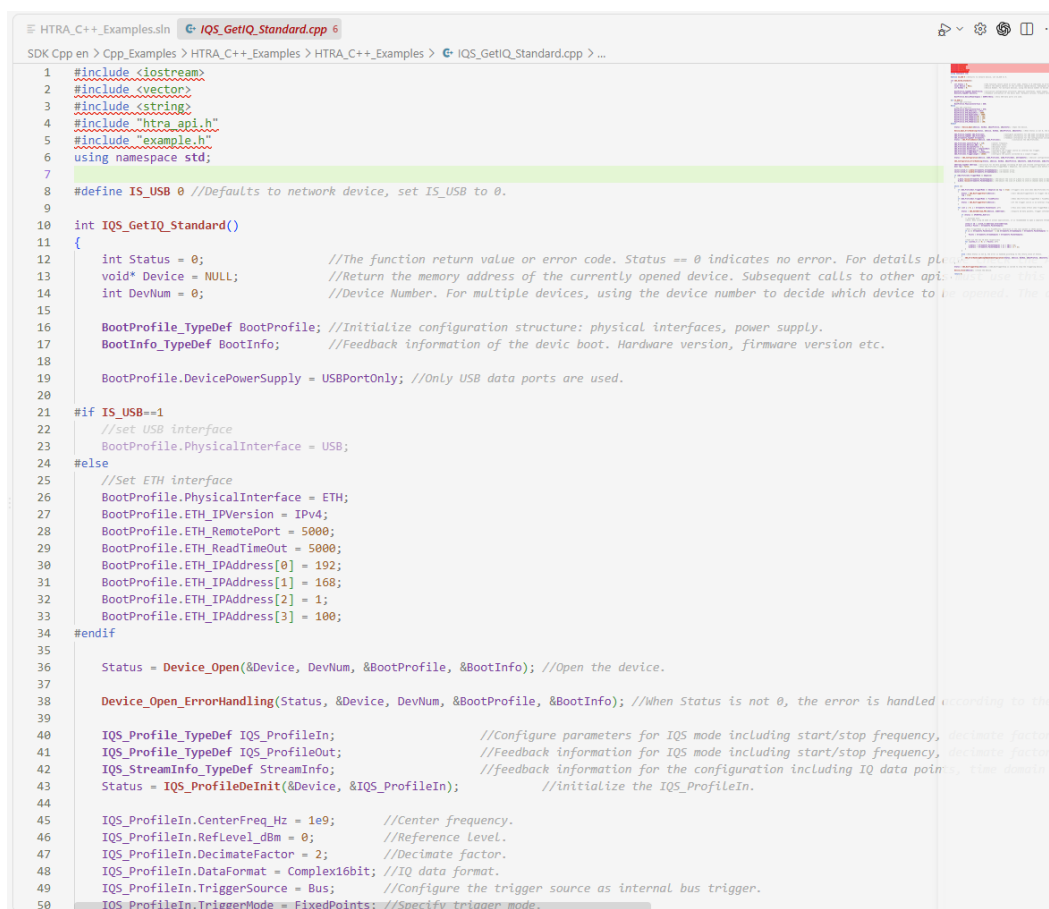
描述：提供用于与接收机系列交互的 API。提供大多数应用所需的标准 CPU 主机操作。

用例：发现设备，配置接收机并接收射频 IQ 信号，完成 IQ 记录和读取等。

位置：

Windows SDK\C++_Examples\C++_Examples\HTRA_C++_Examples\

Windows SDK\C++_Examples\C++_Examples\Htra_RecordingandPlayBack



```
1 #include <iostream>
2 #include <vector>
3 #include <string>
4 #include "htra_api.h"
5 #include "example.h"
6 using namespace std;
7
8 #define IS_USB 0 //Defaults to network device, set IS_USB to 0.
9
10 int IQS_GetIQ_Standard()
11 {
12     int Status = 0; //The function return value or error code. Status == 0 indicates no error. For details please refer to the HTRA API.
13     void* Device = NULL; //Return the memory address of the currently opened device. Subsequent calls to other APIs must use this.
14     int DevNum = 0; //Device Number. For multiple devices, using the device number to decide which device to be opened. The device number is defined in the HTRA API.
15
16     BootProfile_TypeDef BootProfile; //Initialize configuration structure: physical interfaces, power supply.
17     BootInfo_TypeDef BootInfo; //Feedback information of the device boot. Hardware version, firmware version etc.
18
19     BootProfile.DevicePowerSupply = USBPortOnly; //Only USB data ports are used.
20
21     #if IS_USB==1
22         //Set USB interface
23         BootProfile.PhysicalInterface = USB;
24     #else
25         //Set ETH interface
26         BootProfile.PhysicalInterface = ETH;
27         BootProfile.ETH_IPVersion = IPv4;
28         BootProfile.ETH_RemotePort = 5000;
29         BootProfile.ETH_ReadTimeout = 5000;
30         BootProfile.ETH_IPAddress[0] = 192;
31         BootProfile.ETH_IPAddress[1] = 168;
32         BootProfile.ETH_IPAddress[2] = 1;
33         BootProfile.ETH_IPAddress[3] = 100;
34     #endif
35
36     Status = Device_Open(&Device, DevNum, &BootProfile, &BootInfo); //Open the device.
37
38     Device_Open_ErrorHandling(Status, &Device, DevNum, &BootProfile, &BootInfo); //When Status is not 0, the error is handled according to the HTRA API.
39
40     IQS_Profile_TypeDef IQS_ProfileIn; //Configure parameters for IQS mode including start/stop frequency, decimate factor.
41     IQS_Profile_TypeDef IQS_ProfileOut; //Feedback information for IQS mode including start/stop frequency, decimate factor.
42     IQS_StreamInfo_TypeDef StreamInfo; //Feedback information for the configuration including IQ data points, time domain.
43     Status = IQS_ProfileDefInit(&Device, &IQS_ProfileIn); //Initialize the IQS_ProfileIn.
44
45     IQS_ProfileIn.CenterFreq_Hz = 1e9; //Center frequency.
46     IQS_ProfileIn.RefLevel_dBm = 0; //Reference Level.
47     IQS_ProfileIn.DecimateFactor = 2; //Decimate factor.
48     IQS_ProfileIn.DataFormat = Complex16bit; //IQ data format.
49     IQS_ProfileIn.TriggerSource = Bus; //Configure the trigger source as internal bus trigger.
50     IQS_ProfileIn.TriggerMode = FixedPoints; //Specify trigger mode.
```

11. 常见问题与快速排查

11.1 设备不上电

上电后一般会听到风扇声音。请判断电源适配器是否为 HAROGIC 推荐型号，电源线是否连接牢固，电源输入规格是否是 15V 电压，电流满足 3A 以上，设备是否存在异常发热或异味。如仍有问题请联系技术支持。

11.2 SASStudio4 软件找不到设备

请确认 SASStudio4 软件版本不低于 4.4.55.54，选择 USB 连接方式。确认使用配套高速 USB 线缆，优先接入 USB 3.0 端口，查看系统设备管理器是否识别该 USB 设备。确认是否安装驱动程序，因 USB 设备涉及到 USB 驱动，需要安装后才能识别。若系统可识别硬件但软件找不到设备，建议重启软件、电脑或者 R5000 DISCOVERY。

11.3 GNSS 不锁定

确认 GNSS 天线是否连接，同时天线需要放置在不遮挡天空（晴空）环境，同时需要等待足够锁定时间。

11.4 IQ 采集丢包或速率不达预期

请计算当前采样率是否超过计算机的存储持续能力。在电脑端 USB 3.0 一般可以达到 250MB/s 总线速度，PCIe 的插槽规格是否是 x8 以上，注意部分计算机虽然插槽是 x16 物理接口，实际不足 8 Lane，速率依然无法满足要求，至少需要 PCIe 3.0 数据接口 x8 或者 x16 带宽及以上。IQ 采集的较高速率一般取决于计算机硬盘，PCIe 总线或者 USB 总线，CPU 和内存的构成的系统能力。当采集点数小于板载内存 2GB 如 500M 点时，往往不会溢出。详细的 IQ 采集能力请参考用户手册或 HAROGIC 官网应用笔记。

12. 下一步阅读

任务	文档
完整版介绍产品用户手册，包括：接口、供电、网络、桌面软件、IQ、GNSS、触发等	HAROGIC R5000 DISCOVERY 射频接收机用户手册
使用 GNU Radio 创建应用程序，同时 Git 获取最新 GNURadio, SoapySDR 例程（持续维护中）	HAROGIC 射频收发系列 GNU Radio 范例使用指南 HAROGIC Git Repo.
学习 SASudio4 的完整软件操作	HAROGIC 海得逻辑 SASudio4 用户指南
开发应用程序	HAROGIC 海得逻辑 HTRA API 编程指南
运行示例程序	HAROGIC 海得逻辑 HTRA API 范例使用指南

 www.harogic.cn

 cninfo@harogic.com

 +025-8330 5049