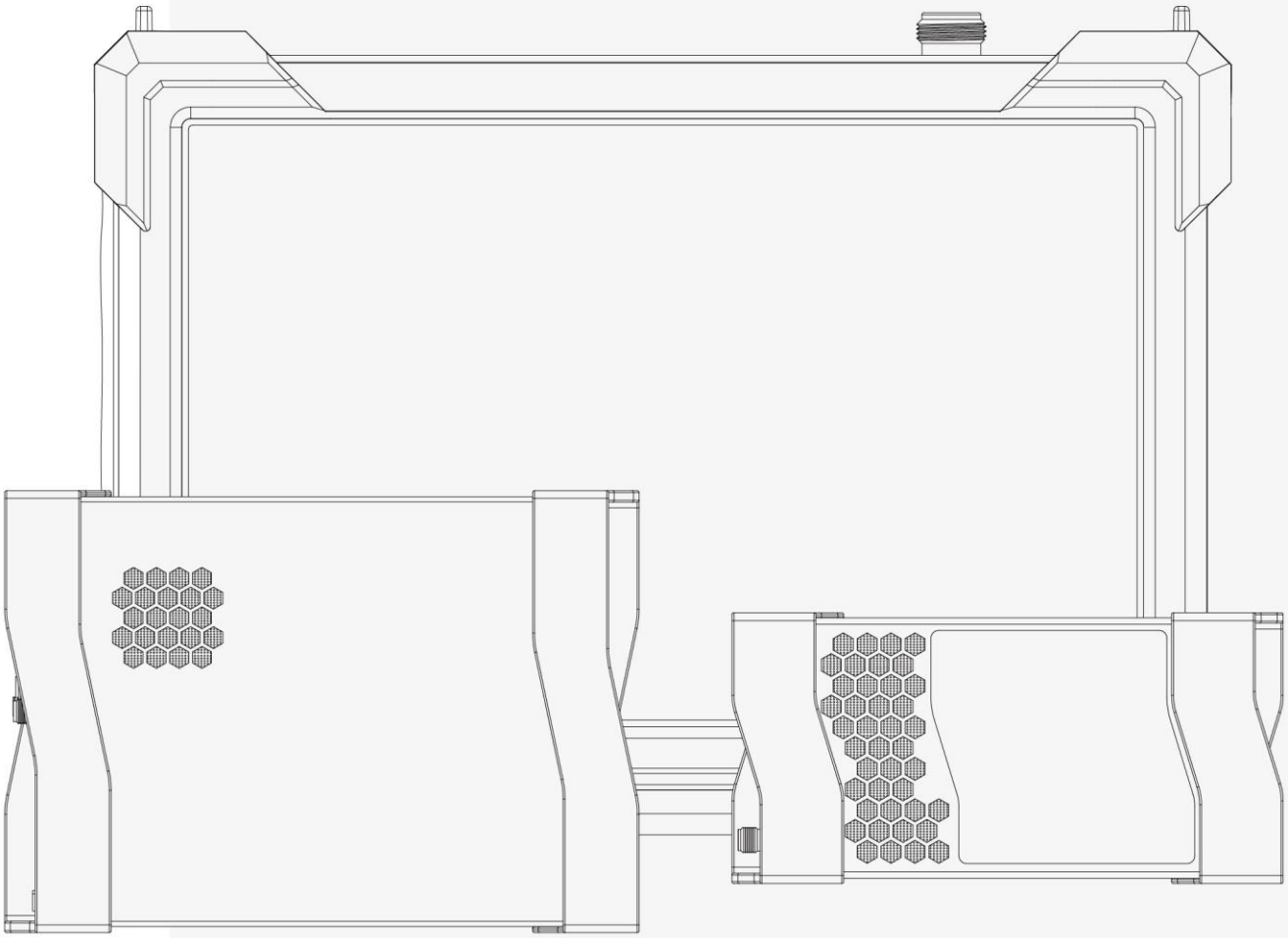
用户指南

HTRA API 范例使用指南



V2.0
2025/12/05

HAROGIC 海得逻捷

目录

版本管理

版本更新说明表

版本号	内容	时间
V2.0	1. 初始版本	2025-12-05

1. C/C++

1.1 配置开发环境

下文以配置 Debug Win32 为例，若需配置其他构建类型和平台，请参考本章文末。

1. 打开 Visual Studio 2019，创建一个新项目（例如 SWP）；

2. 创建完成后，将发货 U 盘“Windows\HTRA_API”文件夹拷贝到工程的平级目录下；

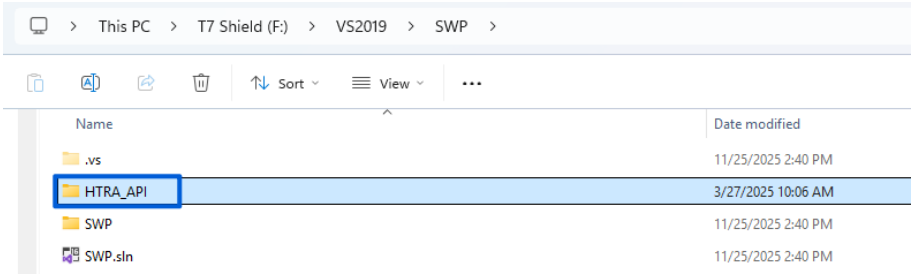


图 1 拷贝 HTRA_API 文件

3. 双击打开 SWP.sln，右击“源文件”->“添加”->“新建项”->“C++文件(.cpp)”，新建 SWP.cpp 文件；

4. 点击菜单栏中的“项目”->“属性”，将“配置”设置为“Debug”，“平台”设置为“Win32”；

5. 将 配置属性 -> 调试中环境变量设置为“Path=..\HTRA_API\x86”；

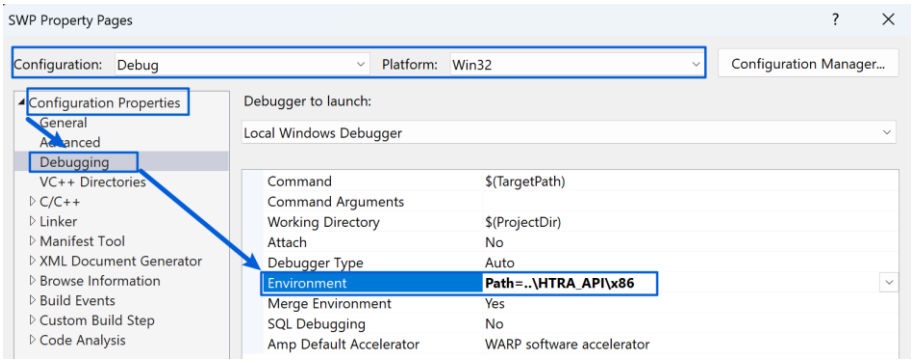


图 2 配置环境变量

6. 将配置属性 -> C/C++ -> 常规中的附加包含目录设置为“$(SolutionDir)\HTRA_API\x86”；

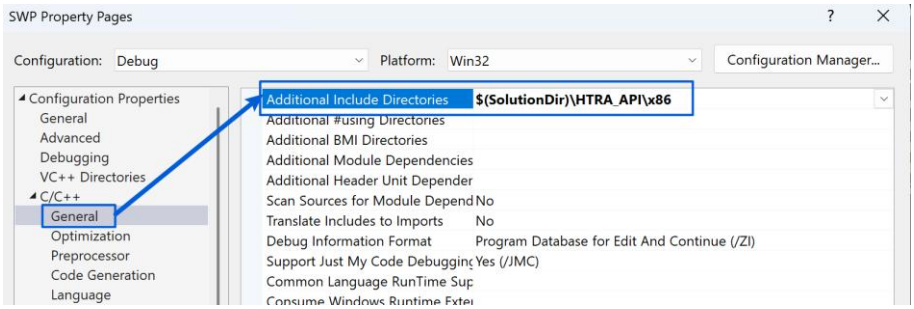


图 3 添加附加包含目录

7. 将配置属性 -> 链接器 -> 常规 中的 附加库目录 设置为“$(SolutionDir)\HTRA_API\x86”；

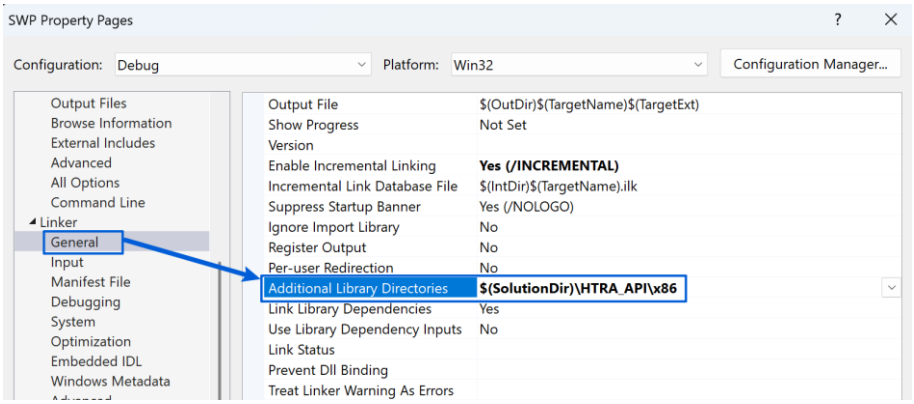


图 4 配置附加库目录

8. 给配置属性 -> 链接器 -> 输入 中的“附加依赖项”新增 htra_api.lib，并点击“OK”；

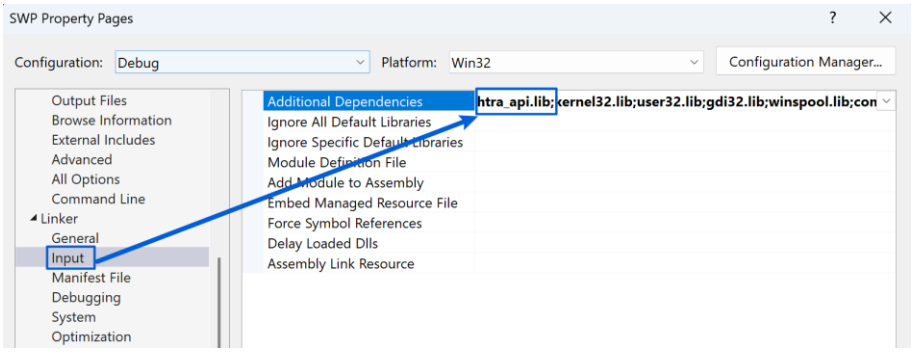


图 5 配置附加依赖

- 配置 Release Win32：将步骤 4 中的“配置”设置为“Release”，其余保持一致
- 配置 Debug x64：将步骤 4 中“配置”设置为“Debug”，“平台”设置为“x64”；同时将所有环境变量或者附加目录中“HTRA_API\x86”替换为“HTRA_API\x64”
- 配置 Release x64：将步骤 4 中“配置”设置为“Release”，“平台”设置为“x64”；同时将所有环境变量或者附加目录中“HTRA_API\x86”替换为“HTRA_API\x64”

1.2 C++范例使用流程

注：同一时间只能运行一个范例，范例与 SAStudio4 不可同时运行。

1.2.1 常规 C++范例的使用

1. 使用 Visual Studio 打开随寄 U 盘“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_C++_Examples\HTRA_C++_Examples”文件夹下解决方案 HTRA_C++_Examples.sln；

2. 点击右侧 HTRA_C++_Examples 项目，打开源文件中的 main.cpp 文件；

3. 每个示例程序都封装在单独的函数中，使用时取消对应例程的注释并保存、选择编译架构再点击运行。

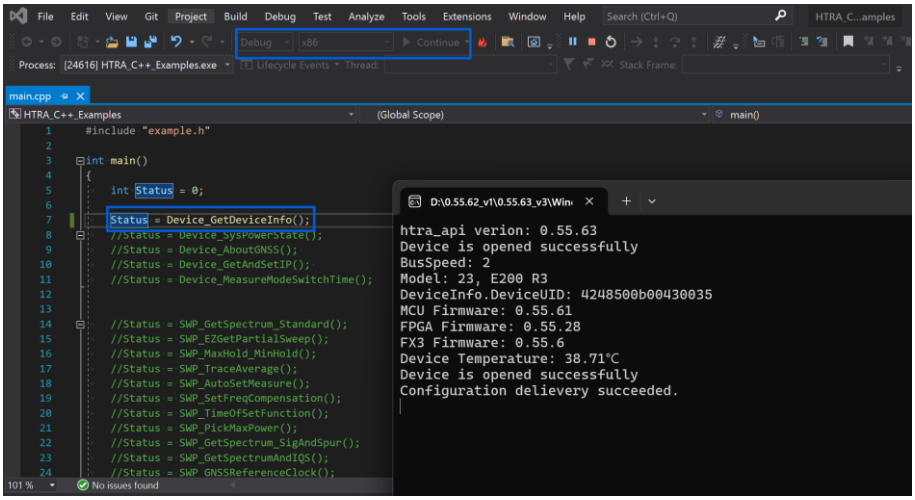


图 6 运行 Device_GetDeviceInfo 示例

1.2.2 AM/FM 解调范例的使用

1. 使用 Visual Studio 打开随寄 U 盘“Windows\HTRA_C++_Examples\Htra_Demodulation”文件夹下解决方案 Htra_Demodulation.sln；

2. 点击右侧 Htra_Demodulation 项目，打开源文件中的 main.cpp 文件；

3. C++随寄范例中每个例程都封装在单独的函数中，使用范例时取消对应例程的注释并保存，选择编译架构，点击运行。

1.2.3 记录与读取范例的使用

1. 使用 Visual Studio 打开随寄 U 盘“Windows\HTRA_API_Example\Htra_RecordingandPlayBack”文件夹下的解决方案 Htra_RecordingandPlayBack.sln；

2. 双击右侧 Htra_RecordingandPlayBack 项目，打开源文件中的 main.cpp 文件；

3. 每个记录与读取的例程都封装在单独的函数中，使用时取消相应示例的注释即可。

■ 读取范例的使用

1) 例如读取 SWP 模式流盘数据时，将 main.cpp 中 SWPMode_PlayBack 函数取消注释并保存；

2) 将 SWP 模式下的记录文件数据放至“Windows\HTRA_C++_Examples\Htra_RecordingandPlayBack\Htra_RecordingandPlayBack\data”文件夹中；

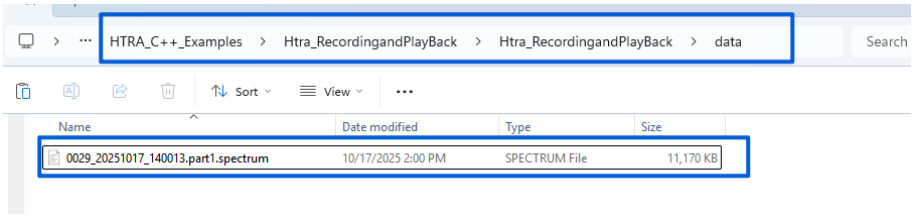


图 7 放置标准频谱分析模式下的记录文件

3) 点击进入 SWPMode_PlayBack.cpp，修改 SWPMode_PlayBack()函数中记录文件的名称；

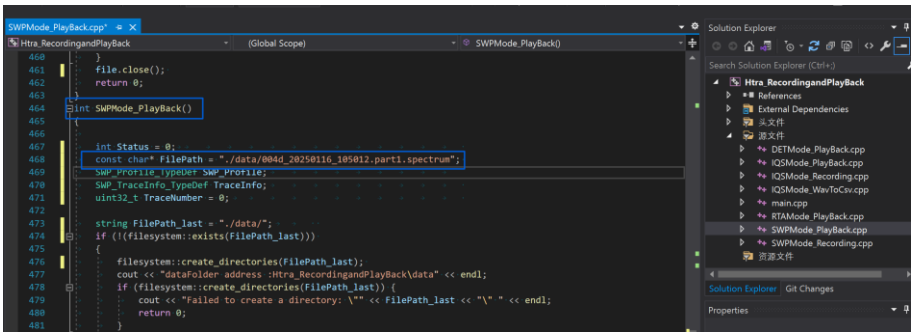


图 8 修改记录文件名称

4) 运行程序即可在 data 文件夹中得到 SWP 模式下记录文件的解析数据“SWPMode_Data.txt”。

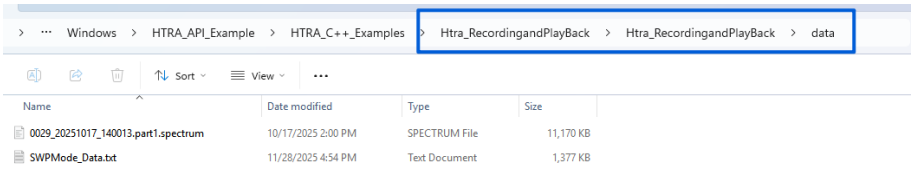


图 9 查看 SWP 模式下解析数据

■ 记录范例的使用

1) 例如测试使用 IQSMode_Recording 例程，在 main.cpp 中取消注释并保存更改；

2) 点击进入 IQSMode_Recording()函数，配置相关参数，然后运行程序，运行期间会持续记录文件，直至手动停止；

3) 可在“HTRA_C++_Examples\Htra_RecordingandPlayBack\Htra_RecordingandPlayBack\data”文件夹中得到 IQS 模式下的记录文件数据；

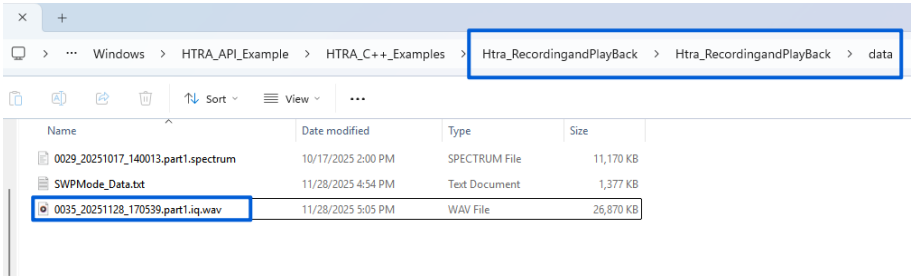


图 10 查看 IQ 流模式下记录文件数据

1.3 Device 相关

1.3.1 获取设备信息

Device_GetDeviceInfo.cpp：获取设备信息，包括：API 版本、上位机与设备相连的 USB 版本、设备型号、设备 UID、MCU 版本、FPGA 版本和设备温度。

1.3.2 设备待机

Device_SysPowerState.cpp：设置设备待机状态的范例，可以设置为正常工作状态和射频处于下电状态（低功耗）。

1.3.3 GNSS 相关

Device_AboutGNSS.cpp：获取 GNSS 模块获取的经纬度、海拔和时间等信息，获取 SWP 模式下 MeasAuxInfo 中 GNSS 相关的经纬度和时间信息，获取 IQS 模式下 IQStream.DeviceState 中的经纬度和时间信息。

1.3.4 获取和修改 NX 设备的 IP 地址

Device_GetAndSetIP.cpp：获取设备 IP 地址，并通过设备 UID 或者设备当前的 IP 修改 IP 地址。

1.3.5 模式切换耗时

Device_MeasureModeSwitchTime.cpp：获取当前上位机切换不同模式所需要的时间。

1.4 SWP 模式

1.4.1 标准频谱获取

SWP_GetSpectrum_Standard.cpp：通过调用函数接口获取频谱数据。

1.4.2 最大和最小保持

SWP_MaxHold_MinHold.cpp：将迹线模式设置为 MaxHold 或 MinHold，并使用 SWP_ResetTraceHold 重置保持。

1.4.3 迹线平均

SWP_TraceAverage.cpp：对获取迹线进行平均处理。

1.4.4 自动配置测量

SWP_AutoSetMeasure.cpp：根据具体 SWP 应用，自动配置相关参数，通过下发自动配置参数，完成测量。

1.4.5 频率补偿

SWP_SetFreqCompensation.cpp：当存在外接衰减器时，可对相应频段进行补偿，使得测试结果依然准确。

1.4.6 函数耗时、扫描速度和吞吐量

SWP_TimeOfSetFunction.cpp：获取 SWP_Configuration、SWP_GetPartialSweep 和 SWP_GetFullSweep 函数的调用耗时与当前配置下的扫描速度、吞吐量。

1.4.7 获取频谱峰值

SWP_PickMaxPower.cpp：获取当前频谱的最大功率点与其对应的频率点。

1.4.8 信号和杂散

SWP_GetSpectrum_SigAndSpur.cpp：可以在获取频谱数据后区分信号和杂散。

1.4.9 同时获取频谱和 IQ

SWP_GetSpectrumAndIQS.cpp：同时获取频谱数据与 IQ 数据。

1.4.10 读取随寄软件的 SWP 流盘数据

SWPMode_PlayBack.cpp：可以读取随寄软件在 SWP 模式下的记录文件数据，并将读取的频谱数据写入 SWPMode_Data.txt。

1.4.11 使用 GNSS 的 10MHz 参考时钟

SWP_GNSSReferenceClock.cpp ： SWP 模式下使用高品质 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟。

1.4.12 外部触发模式

SWP_GetSpectrum_Trigger.cpp：获取触发源设置为外触发时的频谱数据。

1.4.13 迹线对齐方式

SWP_GetSpectrum_TraceAlign.cpp：在迹线对齐方式为对齐至起始频率或对齐至中心频率时，获取频谱数据。

1.4.14 测试一定时间内可获取的频谱帧数

SWP_Fixedtime_GetFrames.cpp：循环 50 次获取 10s 频谱数据，得出在 10s 内能获取的平均频谱帧数。

1.4.15 外触发标定内部 10MHz 参考时钟

SWP_CalibrateRefClock.cpp：设备通过 GNSS-1PPS 或者通过 Ext 触发进行 Clock 校准的范例。

1.4.16 相位噪声测量

SWP_Meas_PhaseNoise.cpp：测量接收信号在用户指定频偏处的单边带相位噪声（单位：dBc/Hz），支持多频点配置。

1.4.17 信道功率测量

SWP_Meas_ChannelPower.cpp：测量接收信号的信道功率。

1.4.18 邻道功率比测量

SWP_Meas_ACPR.cpp：测量接收信号的邻道功率比。

1.4.19 百分比占用带宽测量

SWP_Meas_OBW.cpp：以百分比方式测量接收信号的占用带宽。

1.4.20 XdB 占用带宽测量

SWP_Meas_XdBBW.cpp：以 XdB 方式测量接收信号的占用带宽。

1.4.21 IM3 测量

SWP_Meas_IM3.cpp：接收信号的 IM3 测量。

1.4.22 频率间隔匹配 RBW

SWP_RBW_Spaced_Trace.cpp：使迹线两点之间的频率间隔接近所设置的 RBW 值。

1.4.23 使用外部 10MHz 参考时钟

SWP_RefCLKSource_External.cpp：使用外部 10MHz 参考时钟（以 SWP 模式下使用外部 10MHz 参考时钟为例，其他模式使用方法一致）。

1.5 IQS 模式

1.5.1 获取固定点数或连续流的 IQ 数据

IQS_GetIQ_Standrad.cpp：在专业配置下获取固定点数或连续流的 IQ 数据。

1.5.2 IQ 数据转化为电压 V 单位

IQS_ScaleIQDataToVolts.cpp：将获取的 IQ 数据转换为以 V 为单位的数据。

1.5.3 下发配置和获取 IQ 的耗时

IQS_ConfigandGetIQ_Time.cpp：获取 IQS_Configuration、IQS_GetIQStream_PM1 函数的调用耗时。

1.5.4 IQ 转频谱数据

DSP_IQSToSpectrum.cpp：将获取到的时域 IQ 数据通过频谱分析方法转换为频谱数据。

1.5.5 IQ 转频谱（调用 liquid 库版本）

IQS_ToSpectrumByLiquid.cpp：调用 liquid 库将获取到的时域 IQ 数据通过频谱分析方法转换为频谱数据。

1.5.6 FM 解调播放

DSP_FMDemod.cpp：对 IQ 数据进行 FM 解调，并播放解调后的音频。

1.5.7 FM 解调数据分析

IQS_FMDataAnalysis.cpp：对 FM 解调之后的 IQ 数据进行音频分析，得到音频电压、音频频率、信纳德和总谐波失真。

1.5.8 AM 解调播放

DSP_AMDemod.cpp：对 IQ 数据进行 AM 解调，并播放解调后的音频。

1.5.9 AM 解调数据分析

IQS_AMDataAnalysis.cpp：对 FM 解调之后的 IQ 数据进行音频分析，得到音频电压、音频频率、信纳德和总谐波失真。

1.5.10 数字下变频

DSP_DDC.cpp：对获得的 IQ 数据进行重采样。

1.5.11 数字低通滤波器

DSP_LPF.cpp：对获得的 IQ 数据进行低通滤波。

1.5.12 音频分析

IQS_AudioAnalysis.cpp：对解调之后的 IQ 数据进行音频分析，得到音频电压、音频频率、信纳德和总谐波失真。

1.5.13 读取随寄软件的 IQS 流盘数据

IQSMode_PlayBack.cpp：解析随寄软件在 IQS 模式下的记录文件数据，并将读取的频谱数据写入 IQSMode_Data.txt 文件。

1.5.14 将 IQ 数据记录为.wav 格式

IQSMode_Recording.cpp：将获得的 IQ 数据以.wav 的格式存储。

1.5.15 .wav 换为.csv

IQSMode_WavToCsv.cpp：将 IQS 模式下的.wav 记录文件数据解析并提取 I 路和 Q 路数据，转换为.CSV 格式文件进行保存。

1.5.16 流盘和读取 IQ 数据

IQS_GetIQToTxt.cpp：将获得的 IQ 数据写入.txt 文件中。

1.5.17 多线程获取、处理和流盘 IQ 数据

IQS_Multithread_GetIQ_FFT_Write：同时获取 IQ 数据、做 FFT 和将 IQ 数据写入.txt 文件。

1.5.18 GNSS1PPS 触发

IQS_GNSS_1PPS.cpp：配置触发源为系统内 GNSS 提供的 1PPS 信号。

1.5.19 IQS 多机同步

IQS_MultiDevSync_fixed.cpp：多台设备在同一时刻同时采集同一信号。

1.5.20 外触发

IQS_ExternalTrigger.cpp：配置触发源为外部触发。

1.5.21 定时器触发

IQS_TimerTrigger.cpp：配置触发源为定时器触发。

1.5.22 电平触发（预触发）

IQS_LevelTrigger_PreTriggerr.cpp：配置触发源为电平触发，并设置预触发时间。

1.5.23 电平触发（触发延迟）

IQS_LevelTrigger_TriggerDelay.cpp：配置触发源为电平触发，并设置触发延迟时间。

1.5.24 使用 GNSS 的 10MHz 参考时钟

IQS_Enable_GNSS_10MHz.cpp：在 IQS 模式下使用高品质 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟。

1.5.25 固定步进多频点 IQ 数据采集

IQS_SetFreqScan：提前配置好 IQ 的起始、终止频率和频点数。一次 config 之后，按照设定的频点依次采集数据。

1.6 DET 模式

1.6.1 获取固定点数或连续流的检波数据

DETMode_Standard.cpp：获取固定点数或连续流的检波数据。

1.6.2 读取随寄软件的 DET 流盘数据

DETMode_PlayBack.cpp：读取随寄软件在 DET 模式下的记录文件，并将检波数据输出到 DETMode_Data.txt 文件中。

1.7 RTA 模式

1.7.1 获取固定点数或连续流的实时频谱数据

RTAMode_Standard.cpp：获取固定点数（时长）或连续流的实时频谱数据。

1.7.2 读取随寄软件的 RTA 流盘数据

RTAMode_PlayBack.cpp：读取随寄软件在 RTA 模式下的记录文件数据，同时可以指定读取某一包数据，并将读取的频谱数据写入 RTAMode_Data.txt 文件。

1.7.3 RTA 模式每帧数据的耗时

RTAMode_Standard_perframe.cpp：获取 100 帧数据，并计算每帧的平均处理时间。

1.8 ASG 信号源（选件）

1.8.1 输出单音/扫频/功率扫描信号

ASG_SignalOutput.cpp：按需输出单音/扫频/功率扫描信号。

2. Qt

2.1 配置开发环境

下文以配置 x64 架构的开发环境为例。

1. 创建一个新文件夹（下文以 QtTest 为例），用于存放项目文件（**注意路径勿包含中文**）；

2. 将随寄 U 盘中“Windows\HTRA_API\x64\htra_api”文件夹拷贝至刚创建的 QtTest 文件夹中；

3. 打开 Qt Creator，点击“文件”->“新建文件或项目”；

4. 在项目中点击“Application(QT)”，选择“QT Widgets Application”并点击“Choose…”；

5. 填写项目名称（例如 test），点击“浏览”按钮，选择之前创建的 QtTest 文件夹，再点击“下一步”。

6. 选择“qmake”，继续点击“下一步”至“Kit Selection”界面。在此界面中选择一个构建环境，再点击“下一步”；

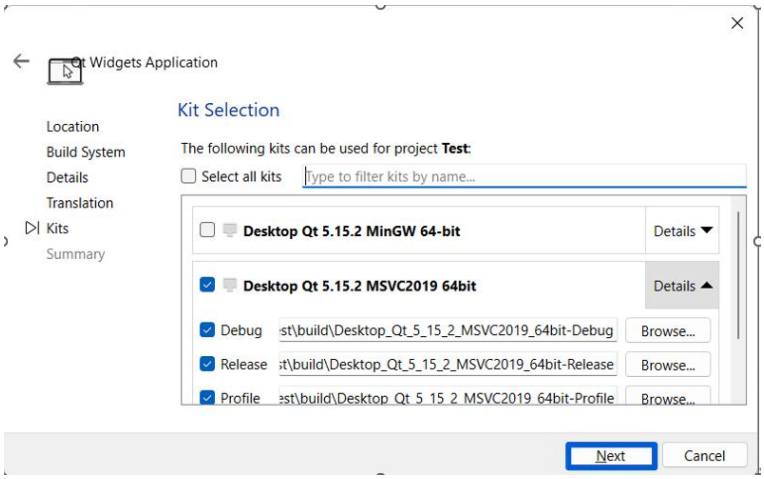


图 11 选择构建环境

7. 点击“完成”，创建项目；

8. 在 QT Creator 主界面中右击“Test”项目，选择“添加库…”->“外部库”->“下一步”；

9. 点击浏览库文件，选择“QtTest\htra_api”中的 htra_api.lib 库，并点击“打开”；

10. 取消勾选 Windows 内所有选项，然后点击静态库，最后选择 Windows 平台，点击下一步；

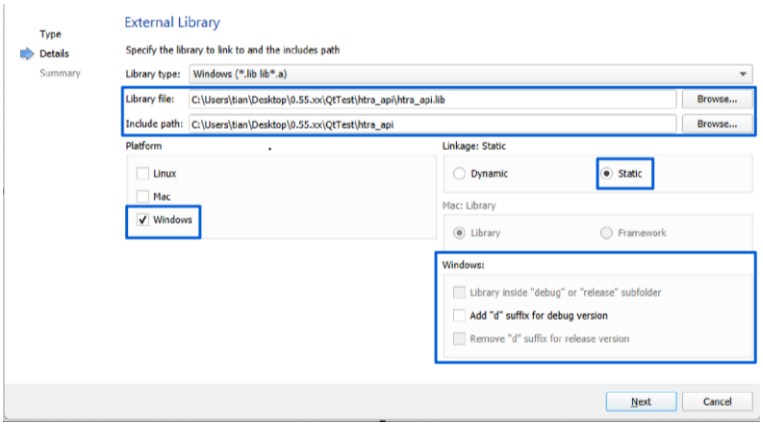


图 12 设置构建配置

11. 点击“完成”，添加外部库，然后删除“test.pro”文件中最后一行“else：win32-g++：PRE_TARGTD EPS+=$$PWD/../htra_api/libhtra_api.a”代码，保存后可正常编写项目代码。

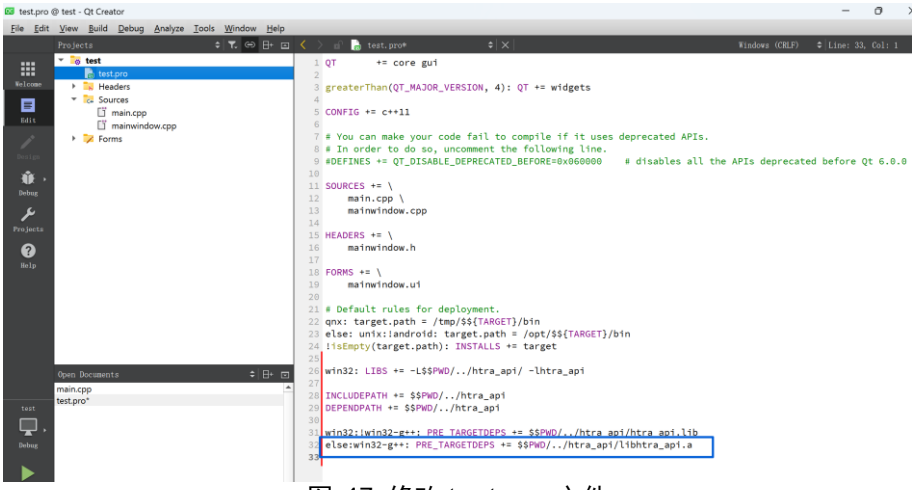


图 13 修改 test.pro 文件

12. 编写完代码后，点击运行。程序正确运行示意如下所示。

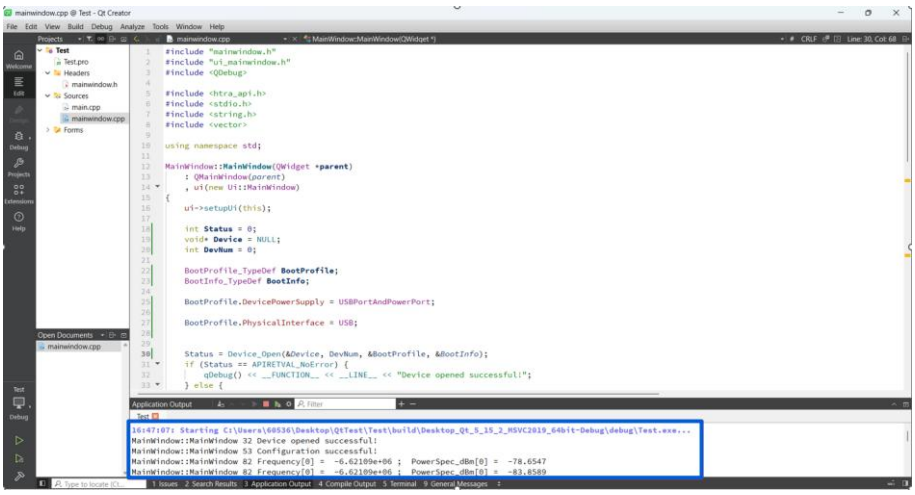


图 14 正确运行示意

2.2 Qt 范例使用流程

注：同一时间只能运行一个范例，范例与 SAStudio4 不可同时运行。

随寄 U 盘中所有 Qt 范例使用流程一致。下文以介绍 HTRA_Qt_Example 项目的使用为例：

1. 使用 Qt Creator 打开随寄 U 盘“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Qt_Examples\HTRA_Qt_Example\HTRA_Qt_Example”文件夹下 HTRA_Qt_Example.pro 文件（项目存放路径勿包含中文）；

2. 点击“项目”，为项目配置一个 64 位的构建环境（随寄范例中使用的是 64 位的库文件，若需使用 32 位的构建环境，请将“HTRA_Qt_Example\htra_api”文件夹中的库替换为“\Windows\HTRA_API\x86”中 32 位库）；

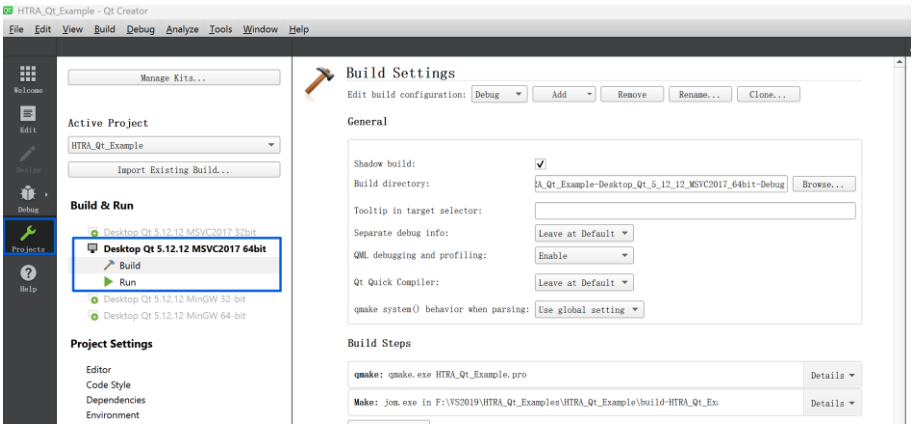


图 15 配置 64 位的构建环境

3. 环境配完后，点击“编辑”，打开“HTRA_Qt_Example”项目中 Sources 文件夹下的 main.cpp，取消相关函数的注释并保存，点击运行，以运行不同的示例；

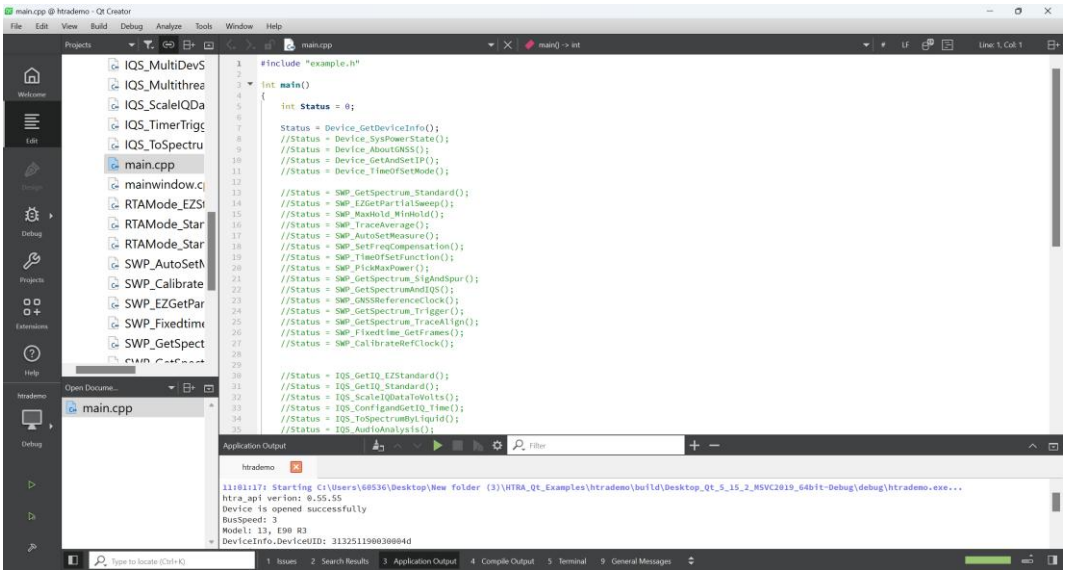


图 16 运行 QT 示例

2.3 Qt 范例说明

随寄U盘中Qt范例包含常规范例(HTRA_Qt_Example),FM与AM解调范例(HTRA_Demodulation)以及使用 liquid 库实现 IQ 转频谱范例（IQS_ToSpectrumBuLiquid），具体范例作用参考 C/C++范例章节即可。

3. Python

3.1 配置开发环境

1. 在桌面创建一个新文件夹（例如 TEST）；
2. 打开随寄 U 盘，进入“\Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Python_Examples”，将“HTRA_API”文件夹与“htra_api.py”文件复制到刚创建的 test 文件夹中；
3. 打开 Visual Studio Code，点击“文件”->“打开文件夹”，选择并打开刚创建的 test 文件夹。
4. 点击左侧资源管理器面板中的“新建文件”图标，创建新的 Python 文件（如 test.py），后续可正常编写代码。

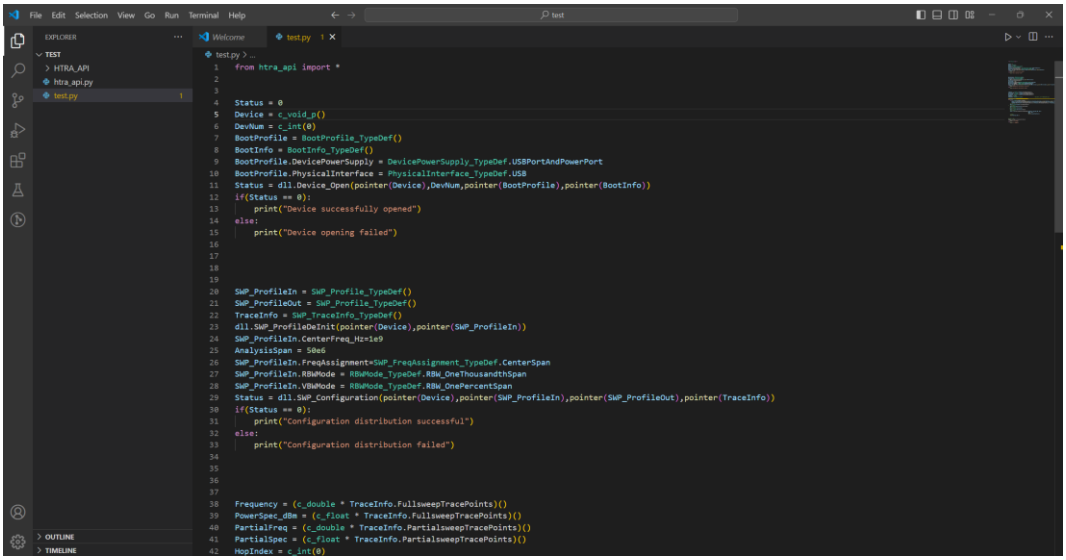


图 17 新建 Python 工程

3.2 Python 范例使用流程

1. 使用 Visual Studio Code 或其他编译器打开随寄 U 盘中“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Python_Examples”项目文件夹。其中 htra_api.py 为动态链接库在 Python 中的映射文件，其他文件为示例范例；

2. 正确配置 Python 环境后，选择任意示例程序（如 SWPMode_Standard.py），直接运行该文件，程序运行成功示意如下所示：

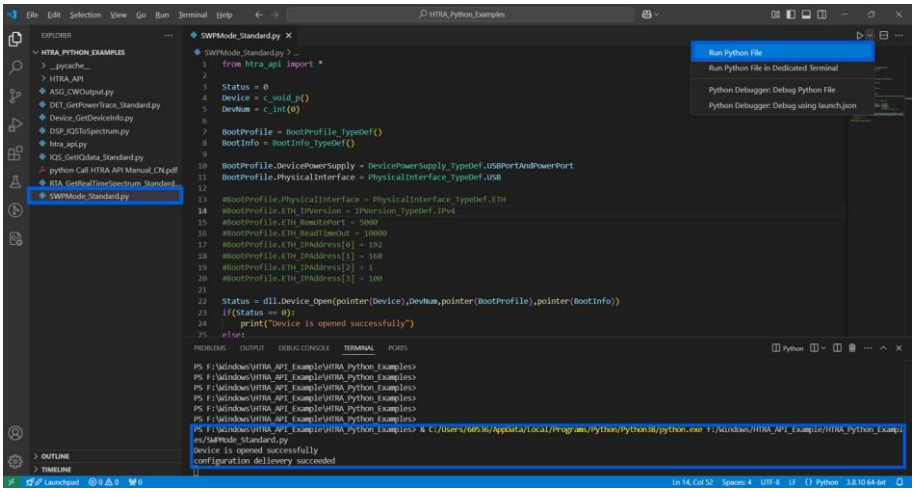


图 18 运行 SWPMode_Standard.py

3.3 Python 范例说明

3.3.1 获取设备信息

Device_GetDeviceInfo.py：获取包括 API 版本、USB 版本、设备型号、设备 UID、MCU 版本、FPGA 版本以及设备温度在内的各种设备信息。

3.3.2 获取标准频谱数据

SWP_GetSpectrum_Standard.py：获取指定频段内完整频谱数据（若上位机包含 matplotlib 库则绘制频谱图）。

3.3.3 获取固定点数或时长的 IQ 数据

IQS_GetIQdata_Standard.py：在 IQS 模式的不同触发模式下获取 IQ 数据。

3.3.4 获取固定点数或时长的检波数据

DET_GetPowerTrace_Standard.py：在 DET 模式的不同触发模式下获取功率检波数据（若上位机包含 matplotlib 库则绘制时间功率图）。

3.3.5 获取固定点数或时长的实时频谱数据

RTA_GetRealTimeSpectrum_Standard.py：在 RTA 模式的不同触发模式下获取实时频谱数据（若上位机包含 matplotlib 库则绘制实时频谱图）。

3.3.6 IQ 转频谱数据

DSP_IQSToSpectrum.py：将 IQS 模式下获取到的 IQ 数据转换成为频谱数据（若上位机包含 matplotlib 库则绘制频谱图与 IQ 时域图）。

3.3.7 GNSS 相关

Device_AboutGNSS.py：获取 GNSS 模块获取的经纬度、海拔和时间等信息，获取 IQS 模式下 MeasAuxInfo 结构体中的经纬度和时间信息。

4. Matlab

下文将以 Matlab2016a 为例，介绍如何调用 64 位 htra_api 动态链接库。

4.1 运行 Matlab 范例

1. 下载和安装 C++编译器；

2. 正确连接设备，打开 Matlab，将随寄 U 盘中“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Matlab_Examples”文件夹的当前地址复制到 Matlab 的文件地址框中，并按下回车；

3. 点击左侧的 SWPMode_Standard.m 文件，确认范例首行编译地址是否与本地系统上安装的编译器路径一致；

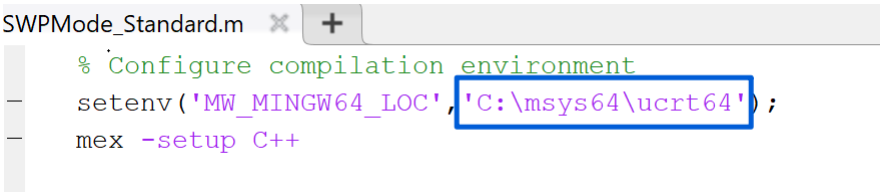


图 19 确认编译地址

4. 点击“Run”，出现 Figure1 窗口表示成功运行范例，各范例的功能说明，请参考随寄范例简介章节；

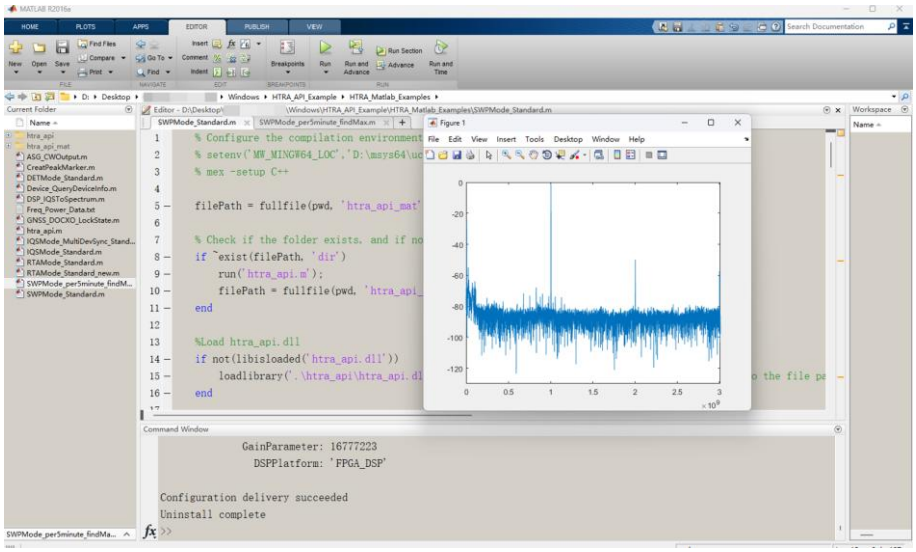


图 20 运行 SWPMode_Standard.m 文件

注意：由于调用动态链接库必须使用 C++编译器，所以推荐使用 MSYS2 安装 g++编译器，可参考 https://www.msys2.org/进行下载与安装。

4.2 随寄范例简介

4.2.1 获取设备信息

Device_QueryDeviceInfo.m：获取设备信息，包括 API 版本、USB 版本、设备型号、设备 UID、MCU 版本、FPGA 版本和设备温度。

4.2.2 获取标准频谱数据

SWPMode_Standard.m：获取指定频段内完整频谱数据。

4.2.3 创建多个游标，显示游标的频率和功率

CreatPeakMarker.m：获取指定频段内的频谱数据并创建游标并进行寻峰。

4.2.4 每五分钟采集一次频谱的峰值

SWPMode_per5minute_findMax.m：获取指定频段内的频谱数据，每五分钟在全局范围内寻找一次峰值。

4.2.5 获取连续流或固定点数的 IQ 数据

IQSMode_Standard.m：在 IQS 模式的不同触发模式下获取 IQ 数据。

4.2.6 将获取的 IQ 数据转为频谱数据

DSP_IQSToSpectrum.m：获取 IQ 数据后，将获取的 IQ 数据转为频谱数据。

4.2.7 获取连续流或固定点数的检波数据

DET_GetPowerTrace_FixedPoints.m：在 DET 模式的不同触发模式下获取功率检波数据。

4.2.8 获取连续流或固定时长的实时频谱数据

RTAMode_FixedPoints.m：在 RTA 模式的不同触发模式下获取实时频谱数据。

4.2.9 内部信号源输出信号

ASG_CWOutput.m：输出单音信号、频率扫描信号和功率扫描信号。仅适用于有信号源选件的设备使用。

4.2.10 锁定 GNSS 天线和 DOCXO 晶振

GNSS_DOCXO_LockState.m：调用 API 接口锁定 GNSS 天线和 DOCXO 晶振，仅适用于有 IO 拓展板的选件设备使用。

4.2.11 多机同步

IQSMode_MultiDevSync_Standard.m：在同参考时钟源输入和同触发源输入时，两台设备同时获取 IQ 数据，并可查看其采集数据的同步性。

5. C#

5.1 配置开发环境

5.1.1 开发环境确认

打开 Visual Studio Installer，勾选.NET 桌面开发组件与通用 Windows 平台开发组件并点击修改，以保证 Visual Studio 2019 具有 C#开发环境。

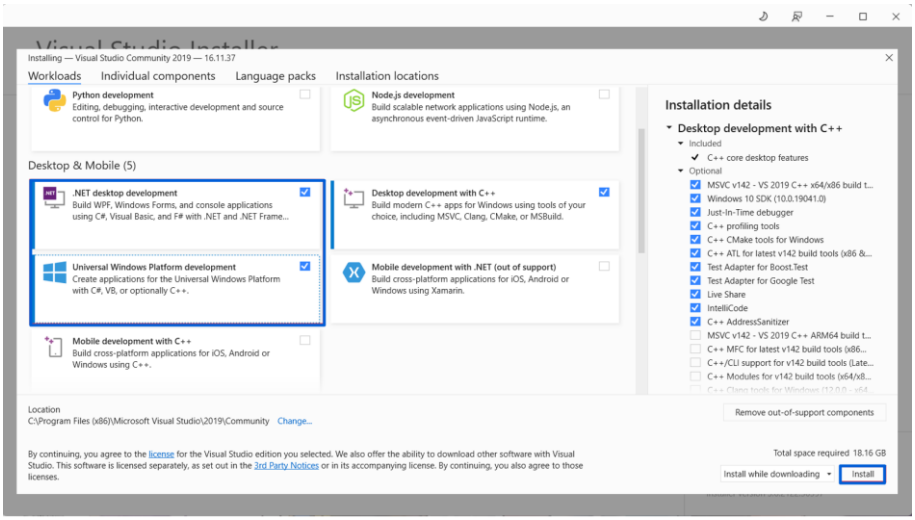


图 21 Visual Studio 中配置 C#开发环境

5.1.2 项目搭建

1. 打开 Visual Studio 2019，点击“创建新项目”；
2. 选择 C#的“控制台应用(.NET Framework)”，并点击“下一步”；
3. 填写项目名称（例如 ConsoleApp1）与位置，取消勾选“将解决方案和项目放在同一目录中”。框架选择“.NET Framework 4.5”，最后点击“创建”；
4. 创建完成后，右击解决方案“ConsoleApp1”，选择“添加”->“新建项目”；
5. 在“添加新项目”对话框中，项目类型选择“库”，再选择 C#的“类库(通用 Windows)”，并点击“下一步”；

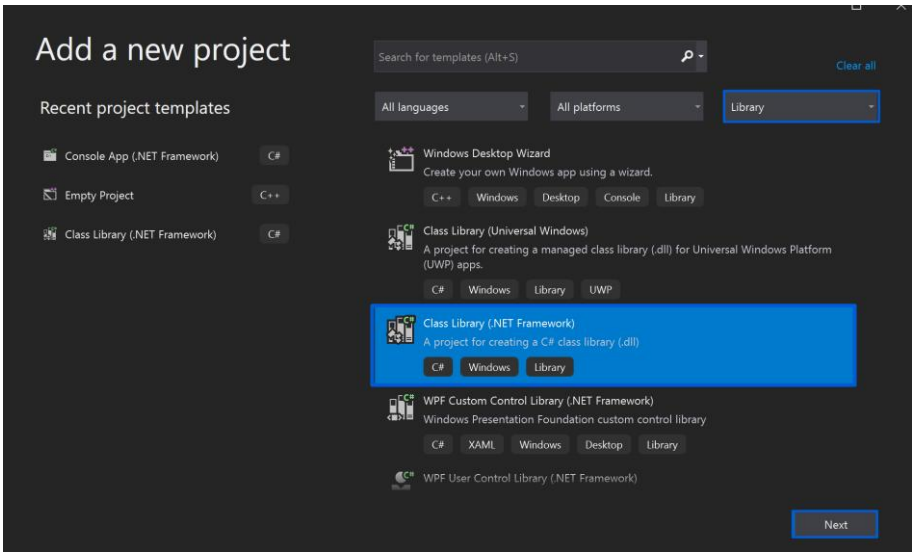


图 22 添加新项目

6. 按需求修改项目名称（如 HtraApi），位置保持默认，框架选择“.NET Framework 4.5”，点击“创建”；

7. 右击 ConsoleApp1，选择“属性”，在项目属性窗口中，点击“生成”选项卡，将“目标平台”修改为“x86”，然后点击“调试”选项卡，在“工作目录”中输入“htra_api\”，点击弹窗中的“OK”确认，最后保存并关闭属性窗口；

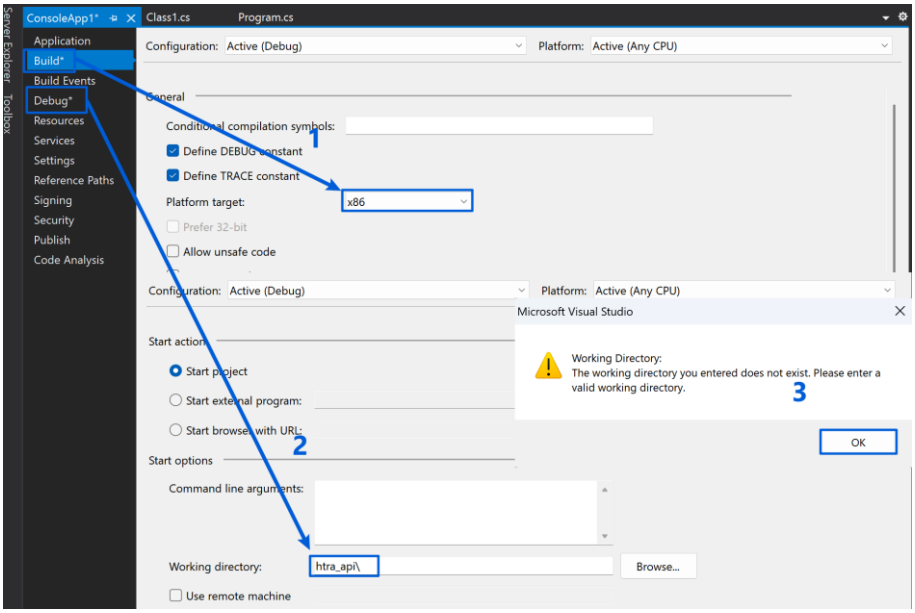


图 23 配置项目属性

8. 右击类库 HtraApi，选择“属性”，在库属性窗口中，点击“生成”，将“目标平台”修改为“x86”并保存；

9. 将随寄 U 盘中“\Windows\HTRA_API_Example\HTRA_CSharp_Examples”文件夹下的 HtraApi.cs 文件内容复制到项目类库中的 Class1.cs 文件中，替换代码，并保存；

10. 选择 ConsoleApp1 项目，右击“引用”，选择“添加引用”，勾选项目中的“HtraApi”类库，点击“确定”，确认添加类库引用；

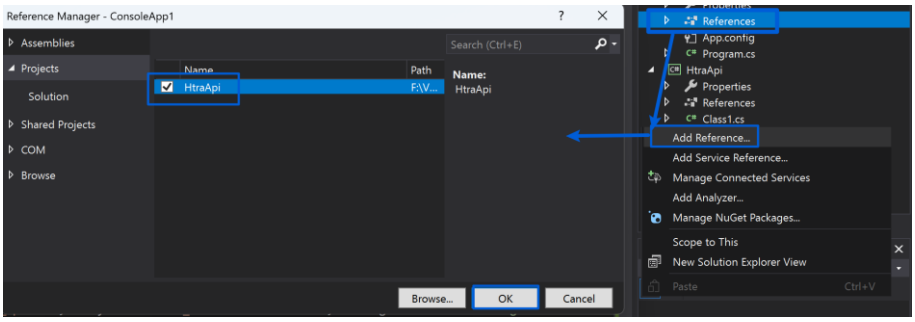


图 24 添加类库引用

11. 将随寄 U 盘中“\Windows\HTRA_API\x86”下的 htra_api 文件夹复制到项目文件夹的“bin\Debug”目录下，并确保“Htra_api\CalFile”文件夹中包含所用仪器的校准文件；

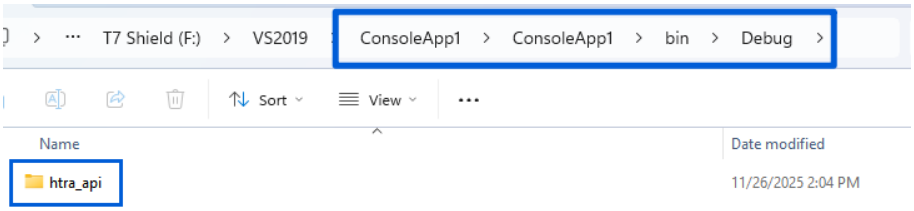


图 25 拷贝 htra_api 文件

12. 可参照随寄 U 盘中 C#范例，根据需要编写代码。

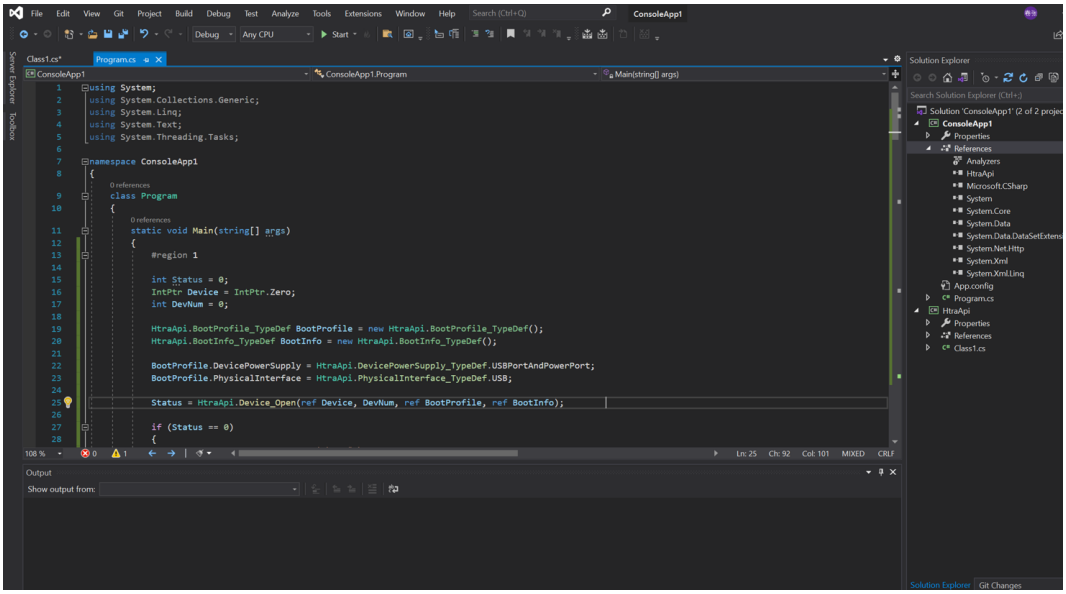


图 26 编写 C#示例

5.2 C#范例使用流程

1. 使用 Visual Studio 打开随寄 U 盘“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_CSharp_Examples”文件夹下解决方案 HTRA_CSharp_Examples.sln；

2. 点击右侧 HTRA_CSharp_Examples 项目，点击其中的 Programe.cs 文件；

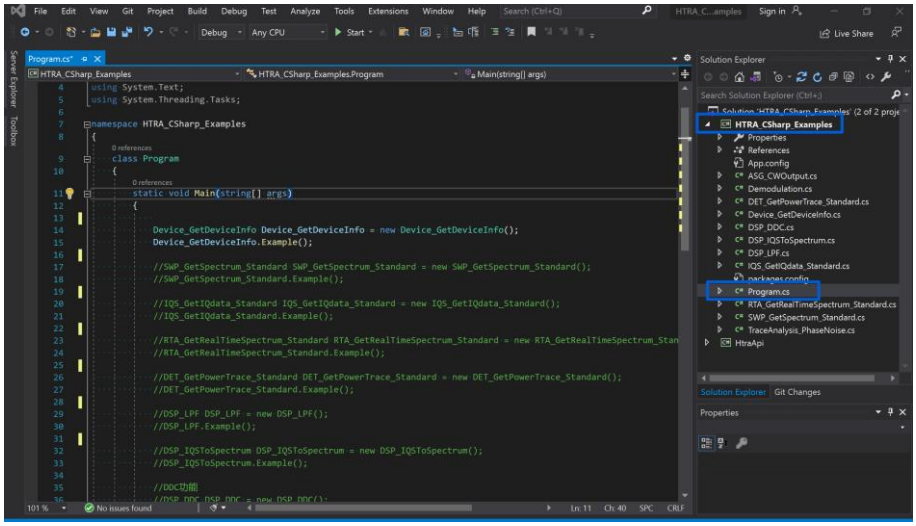


图 27 打开 Programe.cs 文件

3. C#随寄范例每个例程都封装在单独的类中，使用时取消注释即可（不可以同时使用多个范例）。

例如使用 Device_GetDeviceInfo 例程时，取消注释并运行，程序运行成功示意如下所示。

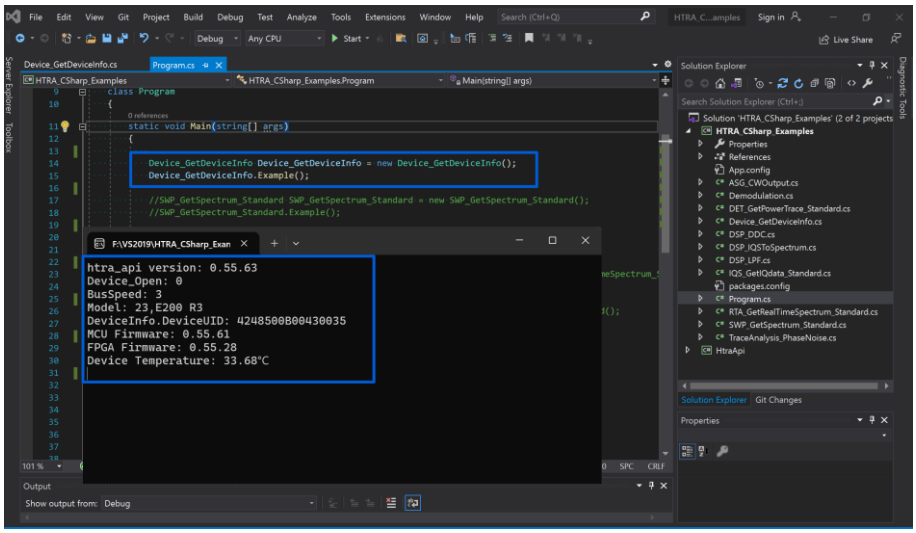


图 28 运行 Device_GetDeviceInfo.cs

5.3 C#范例说明

5.3.1 获取设备信息

Device_GetDeviceInfo.cs：获取包括 API 版本、USB 版本、设备型号、设备 UID、MCU 版本、FPGA 版本以及设备温度在内的设备信息。

5.3.2 获取标准频谱数据

SWP_GetSpectrum_Standard.cs：获取指定频段内完整频谱数据。

5.3.3 获取固定点数或时长的 IQ 数据

IQS_GetIQdata_Standard.cs：在 IQS 模式的不同触发模式下获取 IQ 数据。

5.3.4 获取固定点数或时长的检波数据

DET_GetPowerTrace_Standard.cs：在 DET 模式的不同触发模式下获取功率检波数据。

5.3.5 获取固定点数或时长的实时频谱数据

RTA_GetRealTimeSpectrum_Standard.cs：在 RTA 模式的不同触发模式下获取实时频谱数据。

5.3.6 输出单音信号

ASG_CWOutput.cs：含有信号源功能选件的设备通过 ASG 功能输出单音信号、频率扫描信号或功率扫描信号。

5.3.7 AM/FM 解调

Demodulation.cs：

DSP_FMDemod：将获取到的 IQ 数据进行 FM 解调以及播放

DSP_AMDemod：将获取到的 IQ 数据进行 AM 解调以及播放。

5.3.8 IQ 转频谱数据

DSP_IQSToSpectrum.cs：将 IQS 模式下获取到的 IQ 数据转换成为频谱数据。

5.3.9 低通滤波

DSP_LPF.cs：对获取到的 IQ 数据进行低通滤波并转频谱。

5.3.10 数字下变频

DSP_DDC.cs：对获取到的 IQ 数据进行数字下变频并转频谱。

5.3.11 相位噪声测试

DSP_TraceAnalysis_PhaseNoise.cs：相位噪声测试功能演示。

6. Labview

6.1 配置开发环境

6.1.1 在 Labview 环境中使用 API

1. 打开 Labview，点击“创建项目”，选择“项目”，点击“完成”。之后会出现一个未命名的空项目，“Ctrl+S”保存项目，选定项目保存路径并给项目命名(例如 HTRA_Labview_Examples)，然后点击“确定”；

2. 将 U 盘中“\Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Labview_Examples\htra_api”文件夹拷贝到该项目的同级目录下。除此之外，可以再创建一个 Examples 文件夹，用于存放范例。如果有需要可以再创建一个文件夹如 Subvi，用于存放子 vi；

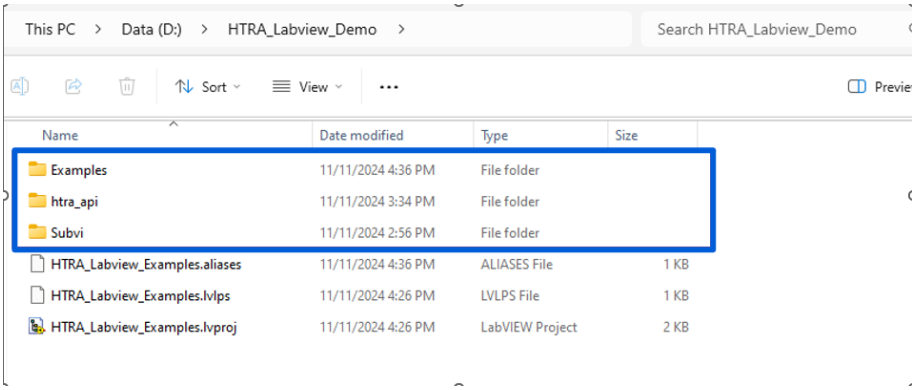


图 29 拷贝 htra_api

3. 在 Labview 工程中，将新建的 Examples 文件夹和 htra_api 文件夹添加至工程中，然后保存；

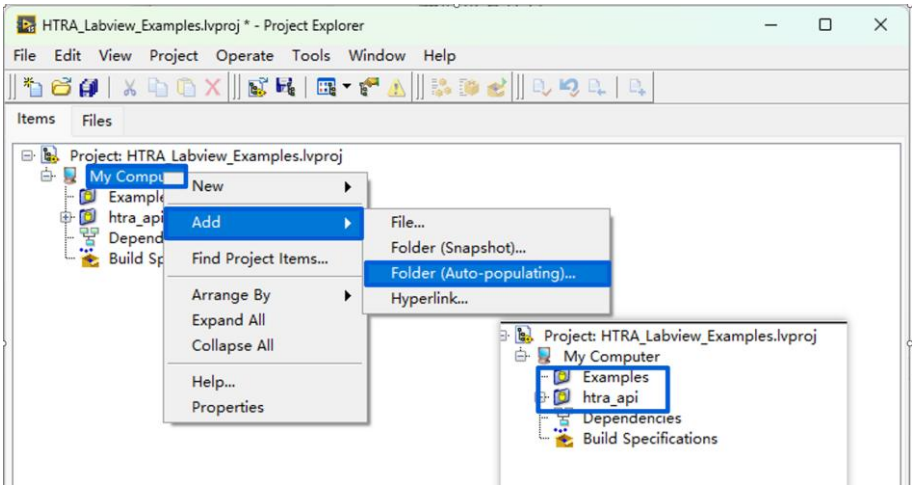


图 30 添加至工程

4. 在 Examples 文件夹中新创建 VI，在程序框图页内即可调用导出的 Labview API 函数，调用流程与 C 环境中一致；

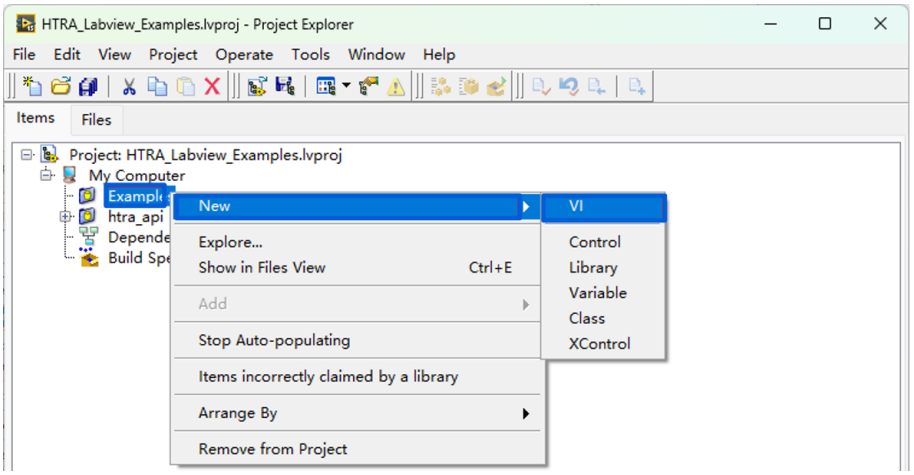


图 31 创建 VI

5. 最后将该程序保存至 Examples 文件夹，重新命名即可。

6.2 Labview 范例使用流程

随寄 U 盘中 Labview 范例使用流程如下:

1. 使用 Labview 打开随寄 U 盘中“Windows\HTRA_API_Example\HTRA_Labview_Examples”文件夹下的“HTRA_Labview_Examples.lvproj”工程;

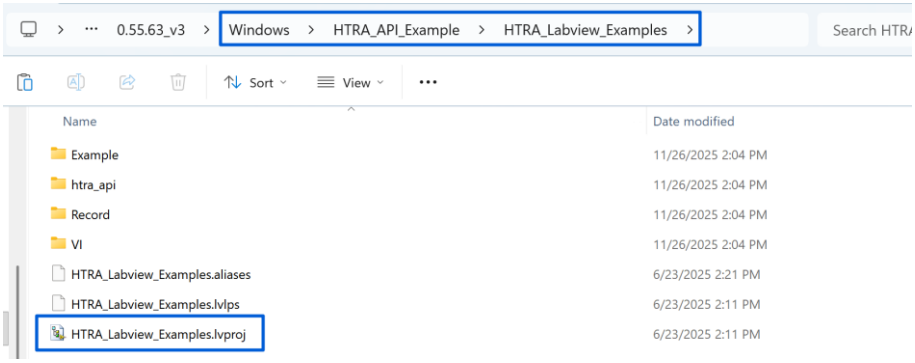


图 32 打开 Labview 工程

2. 双击打开 Example 文件夹中任意例程 VI，此处以 SWP_GetSpectrum_Standard.vi 为例;

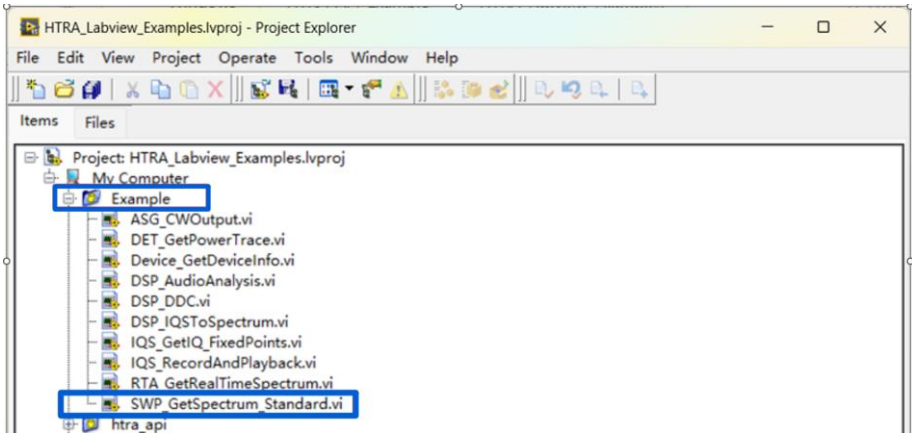


图 33 打开示例

3. 程序打开后，点击左上角的运行按钮，程序即可正常运行，运行界面如下所示:

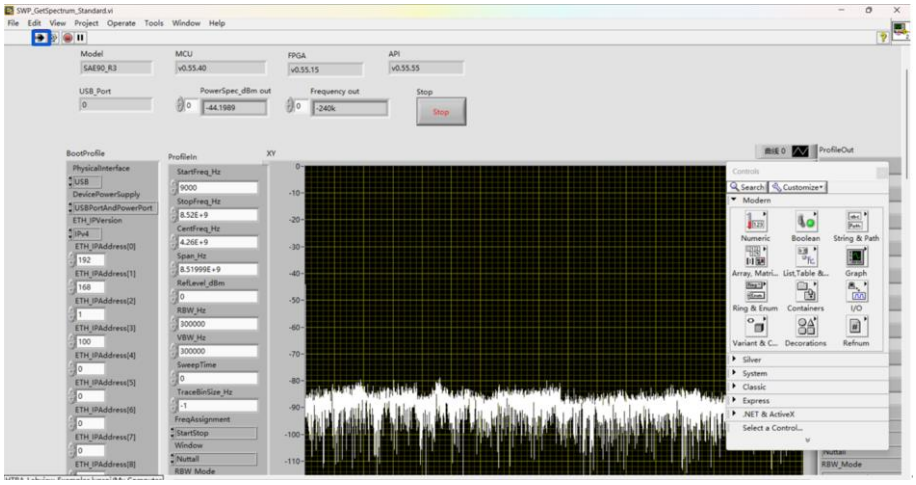


图 34 正确运行 SWP_GetSpectrum_Standard 示例

6.3 Labview 范例说明

6.3.1 获取设备信息

Device_GetDeviceInfo.vi：获取各种设备信息的范例，包括：API 版本、设备型号、设备 UID、MCU 版本、FPGA 版本和设备温度。

6.3.2 标准频谱获取

SWP_GetSpectrum_Standard.vi：获取指定频段内的标准频谱数据并显示图像。

6.3.3 获取固定点数或时长的 IQ 数据

IQS_GetIQ_FixedPoints.vi：获取固定点数的 IQ 数据，当设备接收到 Bus 触发信号后，设备返回固定点数的 IQ 数据。

6.3.4 流盘和读取 IQ 数据

IQS_RecordAndPlayback.vi：获取 IQ 数据、将 IQ 数据记录为 txt 文件以及回放记录的 IQ 数据。

6.3.5 IQ 转频谱数据

DSP_IQSToSpectrum.vi：获取 IQ 数据并将获取的 IQ 数据转为频谱数据。

6.3.6 数字下变频

DSP_DDC.vi：对 IQ 数据流进行数字下变频并重采样生成子 IQ 流进行进一步的频谱分析。

6.3.7 音频分析

DSP_AudioAnalysis.vi：分析音频的音频电压(V)、音频频率(Hz)、信纳德(dB)和总谐波失真(%)。

6.3.8 获取固定点数或时长的检波数据

DET_GetPowerTrace.vi：获取固定点数的 DET 数据。当设备接收到 Bus 触发信号后，设备返回固定点数的 DET 数据。

6.3.9 获取固定点数或时长的实时频谱数据

RTA_GetRealTimeSpectrum.vi：获取固定点数的 RTA 数据。当设备接收到 Bus 触发信号后，设备返回固定点数的 RTA 数据。

6.3.10 ASG 信号源输出信号

ASG_CWOutput.vi：控制设备内部信号发生器输出单音信号、扫频信号和功率扫描信号。

7. Linux

7.1 环境版本适配性自查

在 Linux 系统中使用设备时，首先需要按照下述流程确认当前 Linux 系统的系统架构、gcc 版本以及 GLIBC 版本是否已支持：

1. 打开终端，输入“uname -a”，查看 Linux 系统架构（下图中 Linux 系统架构为 x86_64）；
2. 输入“gcc -v”，查看系统 gcc 版本（下图中 gcc 版本为 7.5.0）；
3. 在终端输入“ldd --version”查看系统 GLIBC 版本（下图中 GLIBC 版本为 2.27）。

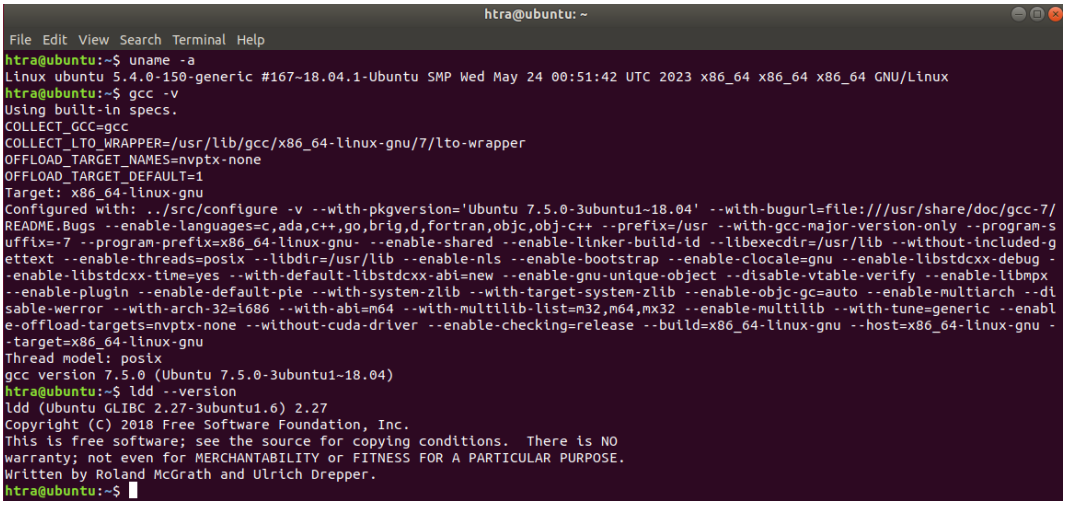


图 35 查看 Linux 系统的架构与版本

4. 根据终端信息对比表格确认当前环境是否已支持，若尚未支持，请联系技术支持人员。

表格 1 终端信息对比表

x86 处理器	支持 intel 与 AMD 处理器
ARM 处理器	aarch64（armv8）、armv7 处理器，例如：树莓派 4b、RK3399、RK3568、RK3588、T507、NIVIDA Jeston TX2
编译环境	gcc4.8、glib2.17 及以上
发行版	树莓派 4b 定制系统、ubuntu 18.04 等

7.2 随寄资料说明

目前随寄 U 盘 Linux 部分包含以下资料：

7.2.1 HTRA_C++_Examples

HTRA_C++_Examples 文件夹包含：

1. Examples 文件夹：C++范例程序（使用方法见 C++范例使用章节）；
2. Makefile 文件：用于将范例程序编译为可执行文件的构建脚本；
3. bin 文件夹：用于存放设备校准文件以及范例程序构建生成的可执行文件。

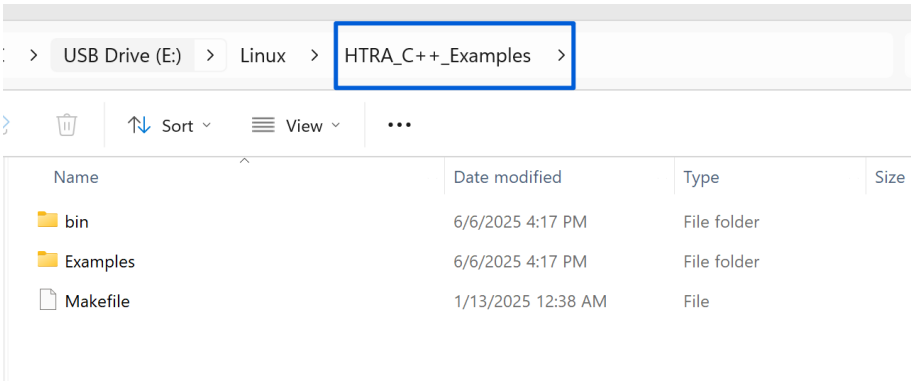


图 36 Linux 下 HTRA_C++_Examples 文件夹内容

7.2.2 HTRA_Qt_Examples

HTRA_Qt_Examples 文件夹包含：

1. htrademo 文件夹：Qt 范例以及 pro 文件（使用方法见 Qt 范例使用章节）；
2. bin 文件夹：用于存放设备校准文件以及范例程序编译生成的可执行文件；
3. htraapi 文件夹：用于存放动态链接库。

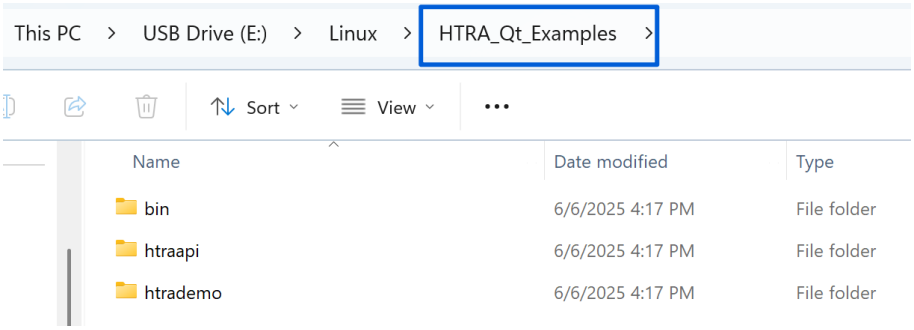


图 37 Linux 下 HTRA_Qt_Examples 文件夹内容

7.2.3 HTRA_Python_Examples

HTRA_Python_Examples 文件夹具体包含：

1. Python 范例程序（使用方法见 Python 范例使用章节）。
2. CalFile 文件夹：存放设备校准文件。
3. Htraapi 文件夹：用于存放动态链接库。

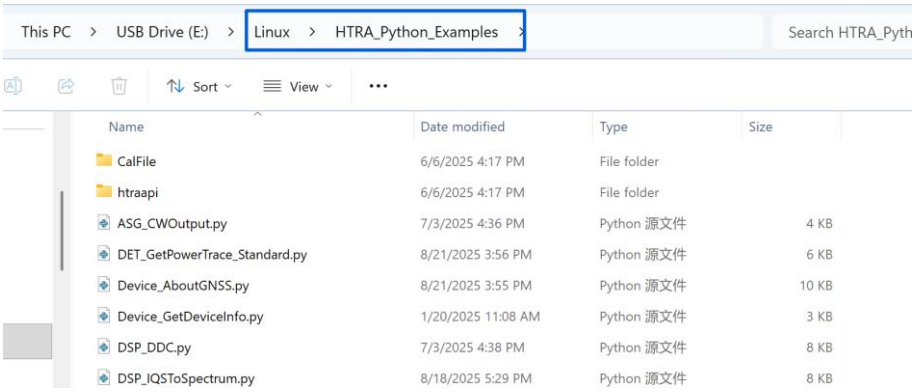


图 38 Linux 下 HTRA_Python_Examples 文件夹内容

7.2.4 Install_HTRA_SDK

1. Install_HTRA_SDK 文件夹包含：

   install_htraapi_lib.sh：驱动配置脚本

   htraapi 文件夹：存放驱动、头文件和库

2. Install_HTRA_SDK/htraapi 文件夹中包含：

   configs 文件夹：驱动配置文件

   inc 文件夹：头文件

   lib 文件夹：动态链接库

3. Install_HTRA_SDK/htraapi/lib 文件夹中包含：

   arrch64 文件夹：arrch64 架构动态链接库。

   arrch64_gcc7.5 文件夹：arrch64 架构更高效 FFT 的动态链接库（系统 gcc 版本需高于 7.5）。

   x86_64 文件夹：x86_64 架构动态链接库

x86_64_gcc5.4 文件夹：x86_64 架构更高效 FFT 的动态链接库（系统 gcc 版本需高于 5.4）。

armv7 文件夹：armv7 架构动态链接库。

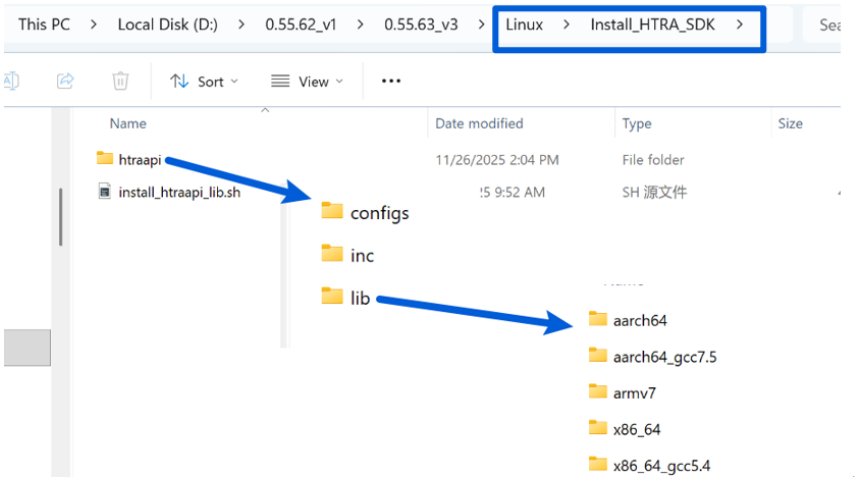


图 39 Linux 下 Install_HTRA_SDK 文件夹内容

7.3 配置驱动文件

在 Linux 中使用设备必须先进行驱动文件配置，具体流程如下：

1. 配置驱动文件：首先将 Install_HTRA_SDK 文件夹拖入 Linux 上位机，之后在 Install_HTRA_SDK 文件夹下打开终端，输入“sudo sh install_htraapi_lib.sh”配置驱动文件；

   注意：若特殊开发板无 sudo 命令，输入“sh install_htraapi_lib.sh”即可。

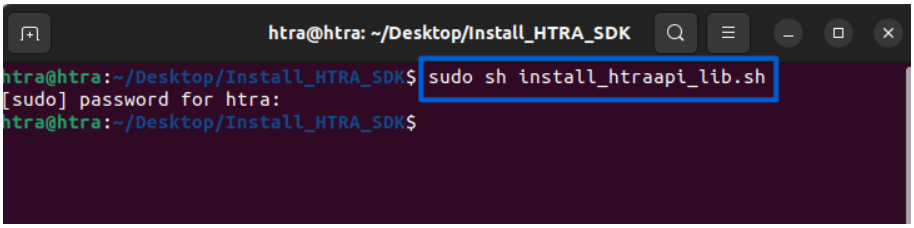


图 40 Linux 下配置驱动文件

2. 配置情况检查：正确连接设备与上位机（若上位机是虚拟机，需保证设备连接在虚拟机并保证 USB 兼容调整为 USB 3.1）并为设备正常供电，此时如图所示在终端输入“lsusb”，查看本机 USB 设备列表，其中“ID：6430（或 ID：3675 或 ID：04b5 或 ID：367f）”即为成功接入设备。

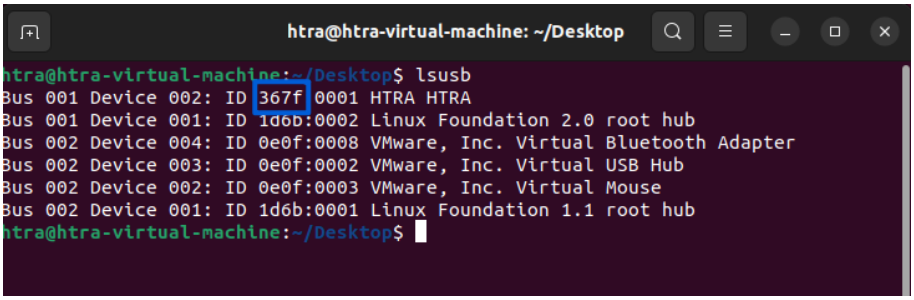


图 41 查看 Linux 下设备连接情况

7.4 C++范例使用以及项目创建

7.4.1 C++范例使用

使用前提：保证设备正常接入且已按配置驱动文件章节正确配置驱动文件。

可参考以下流程，使用随寄 U 盘中 C++范例，（范例具体作用可直接查看 C/C++章节中相关描述）：

1. 选择需要编译的程序：首先将随寄 U 盘“Linux\HTRA_C++_Examples”文件夹拷贝至上位机。双击打开 Examples 文件夹下 main.cpp，将需要测试使用的范例注释取消；

图 42 取消 SWP_GetSpectrum_Standard 范例注释

2. 编译所选示例：按环境版本适配性自查章节查看系统架构，在 HTRA_C++_Examples 文件夹下打开终端，按照上位机系统架构输入相应命令（下文以编译 SWP_GetSpectrum_Standard 例程为例）；

   x86_64 系统输入：make Example=SWP_GetSpectrum_Standard

   aarch64 系统输入：make TARG=aarch64 Example=SWP_GetSpectrum_Standard

   armv7 系统输入：make TARG=armv7 Example=SWP_GetSpectrum_Standard

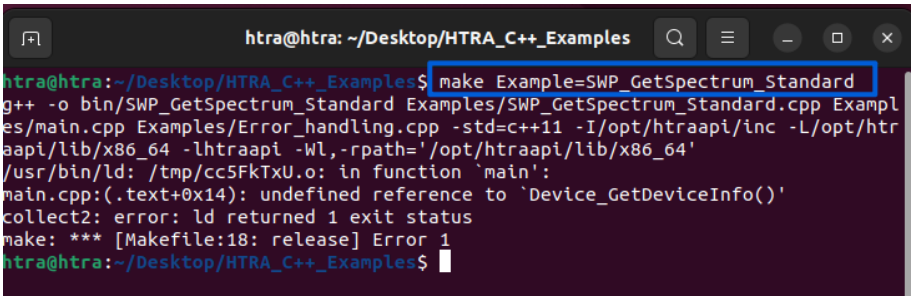


图 43 x86_64 系统下编译 SWP_GetSpectrum_Standard

3. 核对校准文件：进入“HTRA_C++_Examples\bin\CalFile”文件夹，确保文件夹中包含所用设备的校准文件；

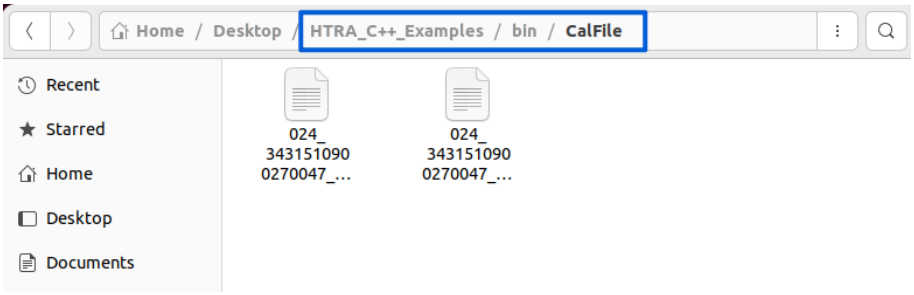


图 44 核对校准文件

4. 运行程序：在程序编译成功并确认校准无误后打开终端输入：“./bin/SWP_GetSpectrum_Standard”，运行所选范例。

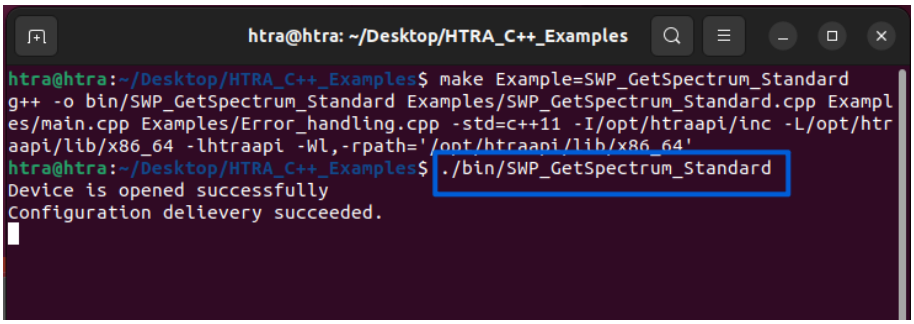


图 45 运行编译完成的 SWP_GetSpectrum_Standard 示例

7.4.2 C++项目创建编译

前提：按配置驱动文件章节，正确配置驱动文件。

1．**编写代码**：

随寄 U 盘中提供的 Linux 动态链接库与 Windows 中完全一致，代码编写逻捷符合 API 编程指南即可。

2．**编译运行**:

(1) 创建一个新文件夹用于存放整个项目（如 C++_Test），然后在文件夹内创建 CalFile 文件夹用于存放校准文件，创建 htraapi 文件夹用于存放头文件以及动态链接库。

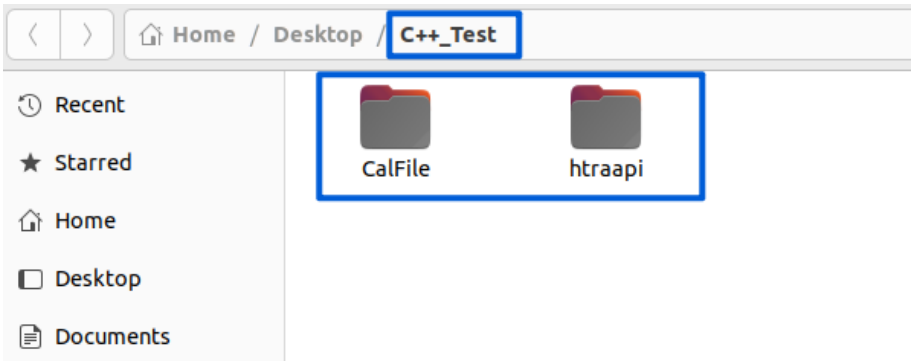


图 46 创建项目文件夹

(2) 在 htraapi 文件夹下创建 inc 文件夹用于存放头文件，lib 文件夹用于存放动态链接库。

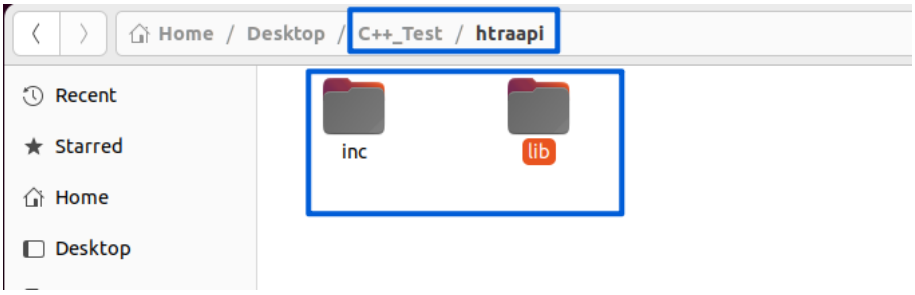


图 47 htraapi 下创建 inc 与 lib 文件夹

(3) 将随寄 U 盘 CalFile 文件夹中的文件拷贝至刚创建的“C++_Test\CalFile”文件夹中。

(4) 将随寄 U 盘“Linux\Install_HTRA_SDK\htraapi\inc”中的头文件拷贝至刚创建的“C++_Test\htraapi\inc”文件夹中。

(5) 参照环境版本适配性自查章节，查看系统架构。并依照 lib 文件夹介绍，拷贝其中对应架构文件夹下的文件至“C++_Test\htraapi\lib”文件夹中。（图示为 x86_64 架构的上位机）

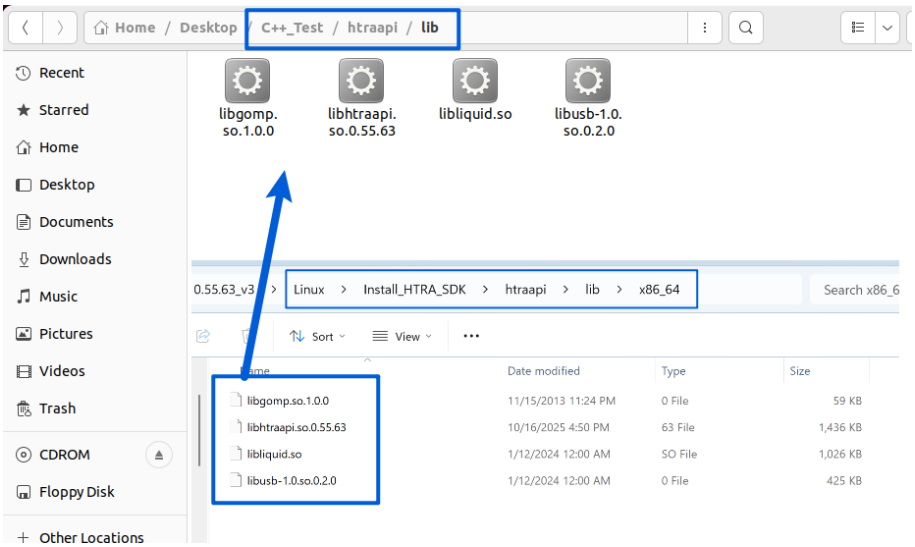


图 48 拷贝对应架构的动态链接库至 lib 文件夹中

(6) 在 lib 文件夹下打开终端，输入以下命令，对复制过来的动态链接库进行软链接（三种架构的动态链接库软链接指令无区别）：

下文 libhtraapi.so 库以 0.55.63 版本为例，其他版本修改版本号即可

```
ln -sf libhtraapi.so.0.55.63 libhtraapi.so.0
ln -sf libhtraapi.so.0 libhtraapi.so
ln -sf libusb-1.0.so.0.2.0 libusb-1.0.so.0
ln -sf libusb-1.0.so.0 libusb-1.0.so
ln -sf libgomp.so.1.0.0 libgomp.so.1
ln -sf libgomp.so.1 libgomp.so
```

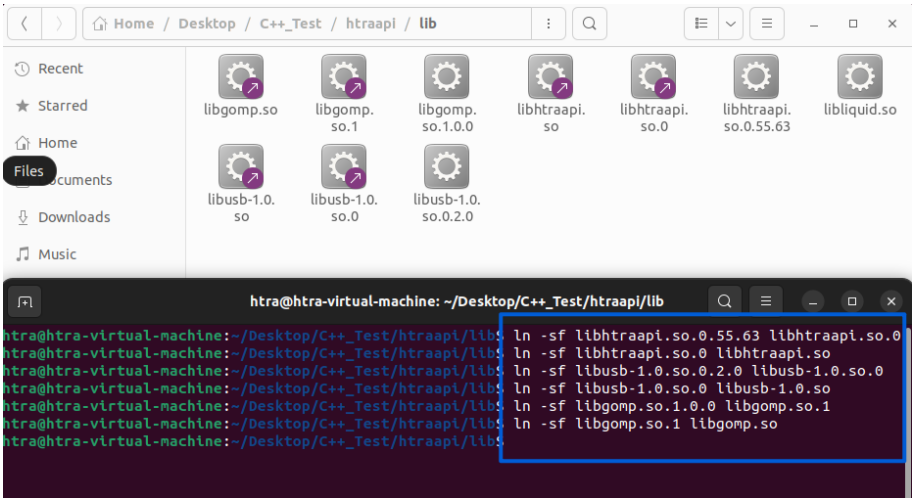


图 49 软链接动态链接库

(7) 将编写好的代码文件存放于 C++_Test 最外层文件夹中;

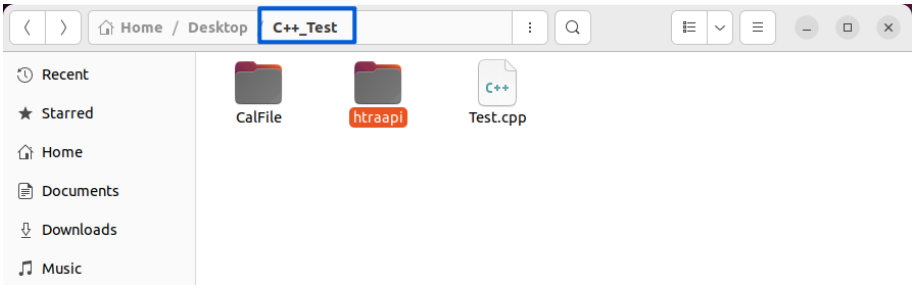


图 50 放置代码文件

(8) 编译生成可执行文件：根据环境版本适配性自查章节中确认的系统架构，在 C++_Test 文件夹终端输入相应架构的命令;

下文以 Test.cpp 为例，在不同的操作系统上编译 Test.cpp，并生成名为 Test 的可执行文件:

x86_64 系统输入:

g++ -o Test Test.cpp -std=c++11 -I ./htraapi/inc -L ./htraapi/lib -lhtraapi -Wl,-rpath='./htraapi/lib'

arrch64 系统输入:

aarch64-linux-gnu-g++ -o Test Test.cpp -std=c++11 -I ./htraapi/inc -L ./htraapi/lib -lhtraapi -Wl,-rpath='./htraapi/lib'

armv7 系统输入:

arm-linux-gnueabihf-g++ -o Test Test.cpp -std=c++11 -I ./htraapi/inc -L ./htraapi/lib -lhtraapi -Wl,-rpath='./htraapi/lib'

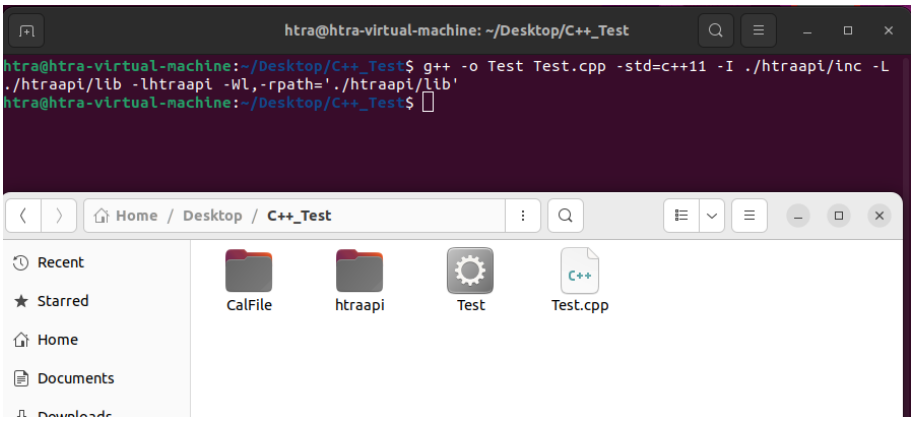


图 51 编译生成可执行文件

(9) 运行程序：输入./Test 启动可执行文件。

图 52 运行 Test 可执行文件

7.4.3 C++项目交叉编译

在上位机有交叉编译链的前提下，若想要交叉编译使用设备，请参考以下流程。

下文以在 x86_64 的上位机交叉编译 arrch64 可执行程序为例：

1. 生成目标架构可执行文件：

（1） 按照 C++项目创建编译章节中步骤（1）-（8），创建项目，放置校准文件与头文件，并添加交叉编译目标架构（aarch64）的库文件。随后进行软链接与程序编写存放，并使用目标架构编译命令编译可执行文件。如下图所示预计编译 arrch64 架构的可执行文件时使用 arrch64 系统的编译命令；

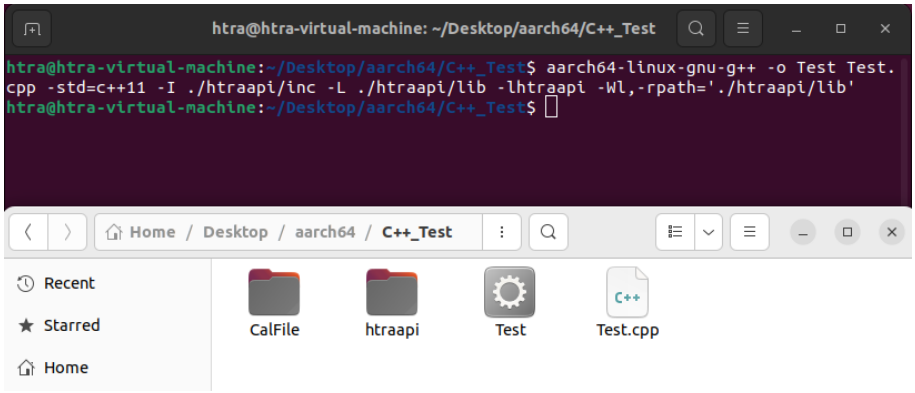


图 53 交叉编译 aarch64 架构的可执行程序

（2） 生成可执行文件后，输入 file Test 查看可执行程序的架构，可以看到当前可执行程序架构为 aarch64；

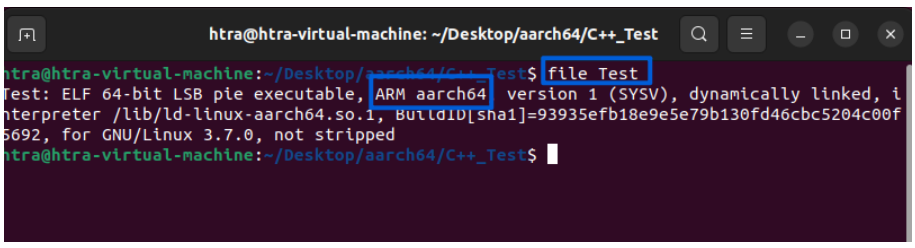


图 54 查看可执行程序架构

2. 在 arrch64 架构上位机中运行可执行程序:

(1) 进入项目所在目录，执行“zip -r C++_Test.zip C++_Test”将整个 C++_Test 文件夹打包为 zip 压缩包，然后将生成的压缩包拷贝至 aarch64 架构的上位机中;

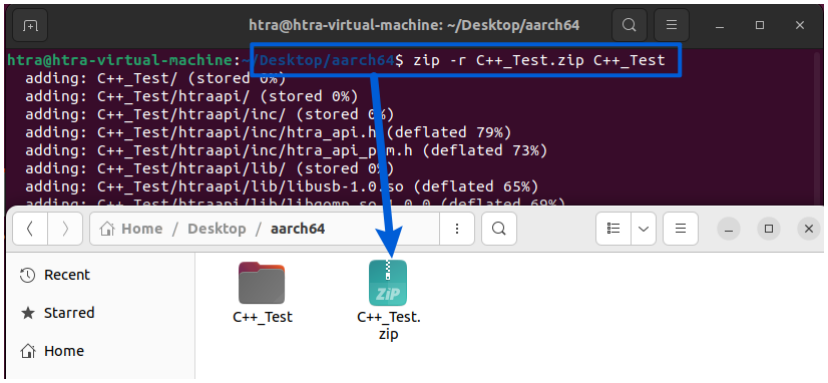


图 55 压缩所创建的项目

(2) 在 aarch64 上输入“unzip C++_Test.zip”解压项目。

(3) 参照配置驱动文件章节，在 arrch64 上位机中配置驱动文件。

(4) 配置好驱动文件后，进入 C++_Test 文件夹，终端输入./Test 运行程序。

7.5 Qt 范例使用以及项目创建

7.5.1 Qt 范例使用

使用前提：保证设备正常接入且已按配置驱动文件章节正确配置驱动文件。

下文以在 ubuntu22.04 系统，x86_64 架构下运行 Qt 范例为例。

1. 将随寄 U 盘中“Linux\HTRA_Qt_Examples”文件夹拷贝至上位机；

2. 参照环境版本适配性自查章节查看系统架构，并将随寄 U 盘“Linux\Install_HTRA_SDK\htraapi\lib”文件夹中，对应架构文件夹中的内容复制至上位机“HTRA_Qt_Examples\htraapi”文件夹中；

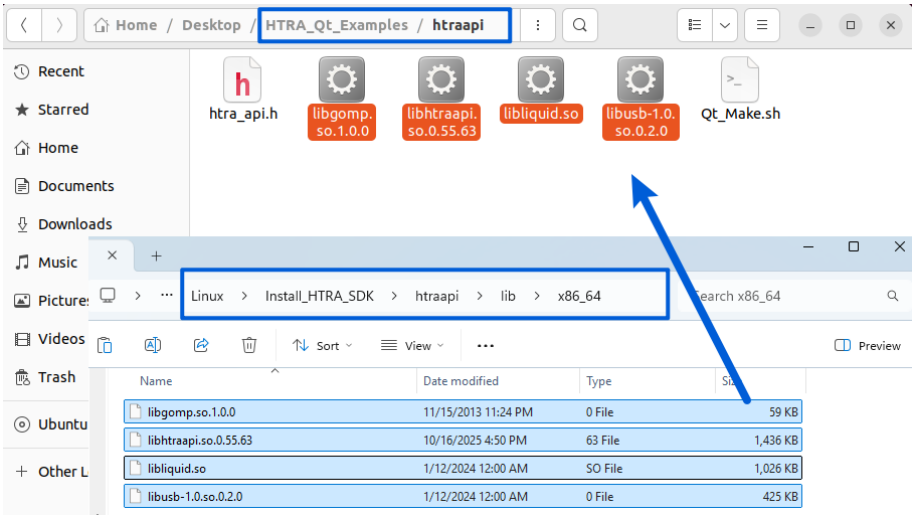


图 56 拷贝对应架构的动态链接库

3. 在 htraapi 文件夹下打开终端，输入“sudo sh Qt_Make.sh”，按提示输入密码授权创建软链接；

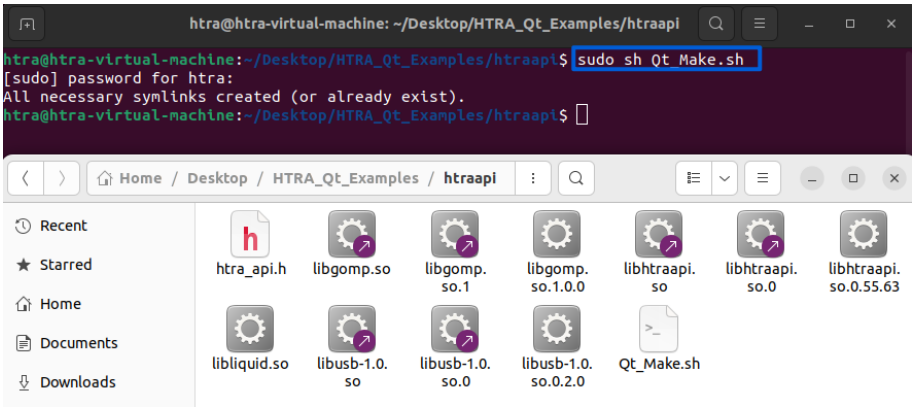


图 57 创建动态链接库的软链接

4. 进入“HTRA_Qt_Examples\bin\CalFile”文件夹，确保文件夹中包含所用设备的校准文件；

5. 使用 QT Creator 打开“HTRA_Qt_Examples\htrademo”中 htrademo.pro 文件，并配置项目的构建环境；

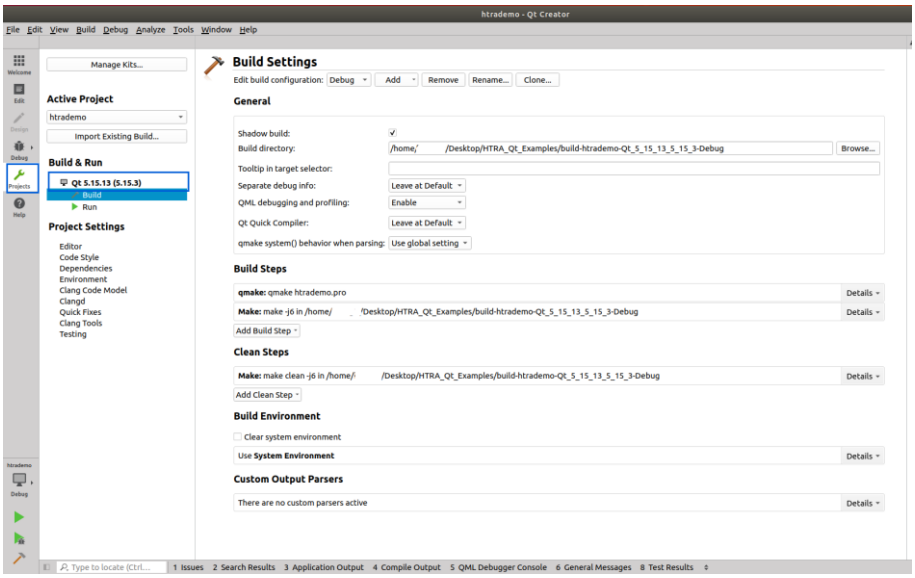


图 58 构建

6. 点击“编辑”，打开“htrademo”项目中 Sources 文件夹下的 main.cpp，取消相关函数的注释并保存，点击运行，以运行不同的示例。

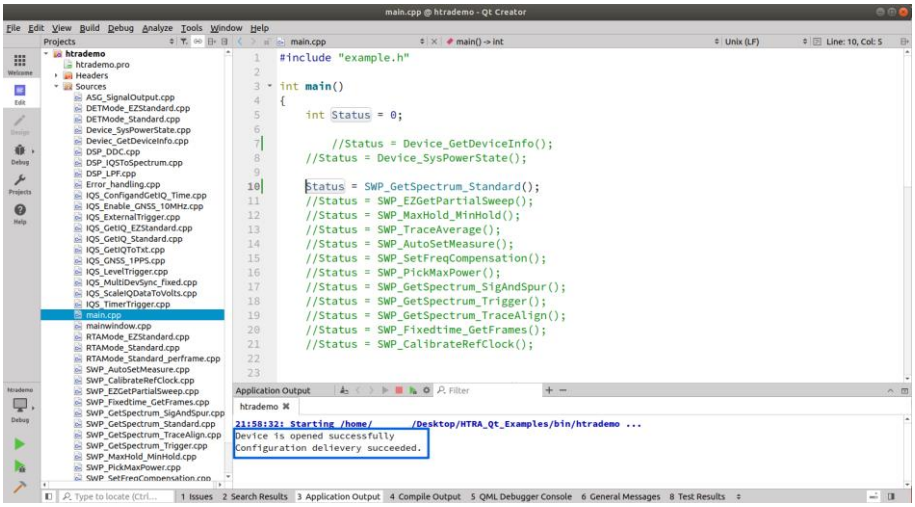


图 59 运行 SWP_GetSpectrum_Standard 示例

7.5.2 Qt 项目创建编译

在已按配置驱动文件章节，正确配置驱动文件的前提下，若想要创建 Qt 项目编译使用，请参考以下流程：

代码部分遵循 API 编程指南，窗体程序创建流程如下：

1. 创建一个新文件夹用于存放整个项目（如 QtTest），内部包括 bin（存放校准与生成的可执行文件）与 htraapi（存放头文件和动态链接库）文件夹；
2. 将仪器对应随寄 U 盘中“CalFile”文件夹拷贝至“QtTest\bin”文件夹中；
3. 将随寄 U 盘中“Linux\Install_HTRA_SDK\htraapi\inc”文件夹中的头文件拷贝至“QtTest\htraapi”文件夹中；
4. 将随寄 U 盘中“Linux\Install_HTRA_SDK\htraapi\lib”文件夹下对应系统架构文件夹中的动态链接库拷贝至“QtTest\htraapi”文件夹中（此处以 x86_64 架构的上位机为例）；

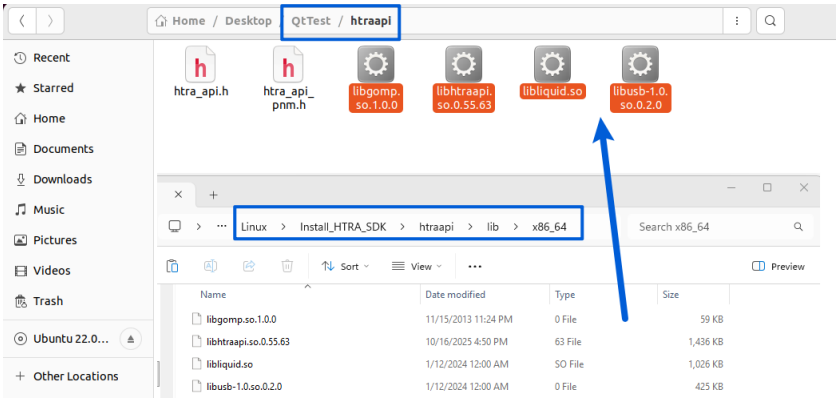


图 60 拷贝对应架构的动态链接库

5. 在 htraapi 文件夹下打开终端，依次输入以下命令，对复制过来的动态链接库进行软链接（不同架构的动态链接库软链接指令无区别）：

下文 libhtraapi.so 库以 0.55.63 版本为例，其他版本修改版本号即可

```
ln -sf libhtraapi.so.0.55.63 libhtraapi.so.0
ln -sf libhtraapi.so.0 libhtraapi.so
ln -sf libusb-1.0.so.0.2.0 libusb-1.0.so.0
ln -sf libusb-1.0.so.0 libusb-1.0.so
ln -sf libgomp.so.1.0.0 libgomp.so.1
ln -sf libgomp.so.1 libgomp.so
```

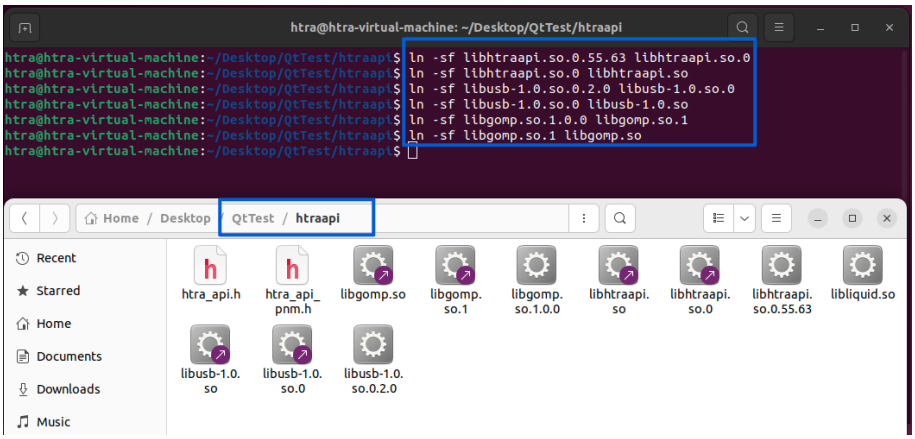


图 61 htraapi 中对动态链接库进行软链接

6. 打开 Qtcreater，点击“文件”->“新建文件或项目”；

7. 在项目中点击“Application”，选择“QT Widgets Application”并点击“Choose…”；

8. 填写项目名称（例如 test），点击“浏览”按钮，选择之前创建的 QtTest 文件夹，再点击“下一步”；

9. 选择“qmake”，继续点击“下一步”至“Kit Selection”界面。在此界面中选择一个构建环境，点击“下一步”；

10. 点击“完成”，创建项目；

11. 在 QT Creator 主界面，右击“Test”项目，选择“添加库…”->“外部库”->“下一步”；

12. 点击浏览库文件，选择“QtTest\htra_api”中的 libhtraapi.so，并点击“打开”，选择“Linux”平台，点击“下一步”。

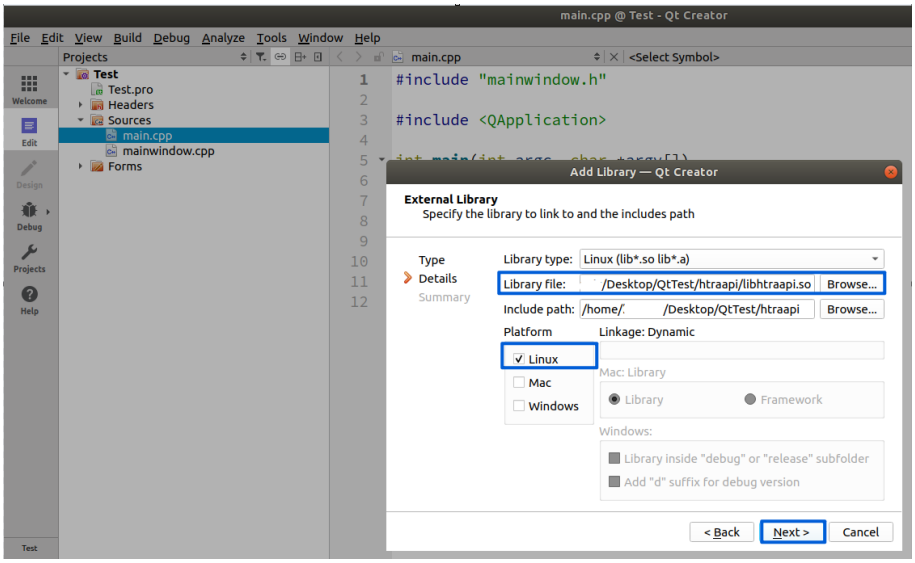


图 62 选择 Linux 平台

13. 点击“完成”以添加外部库；

14. 在 Test.pro 中，CONFIG += c++11 之后添加“DESTDIR = $$clean_path($$PWD/../bin)”，指定可执行程序生成位置；

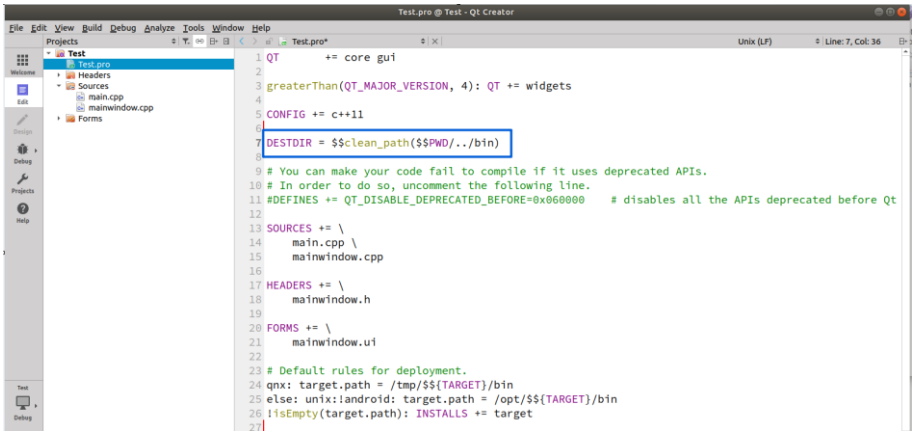


图 63 添加可执行程序生成位置

15. 在库文件之后，添加“ -Wl,-rpath,$$PWD/../htraapi”，指定可执行程序的链接库路径；

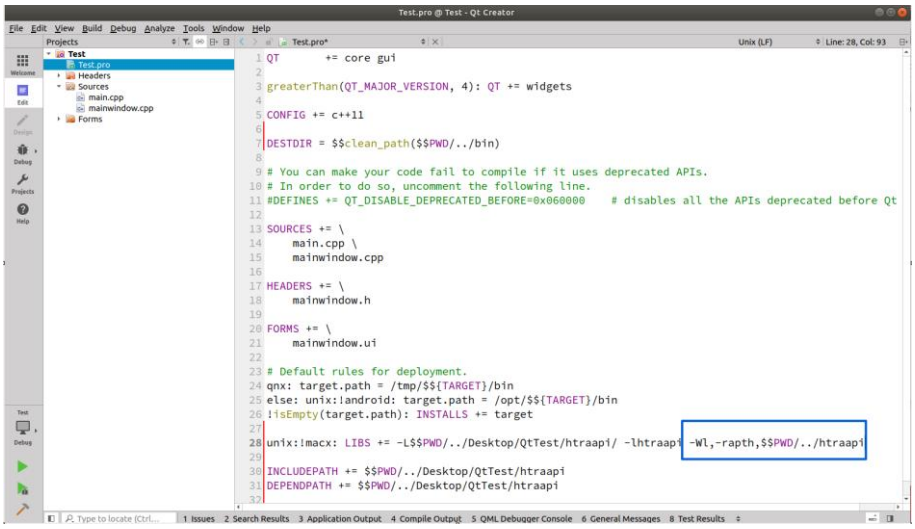


图 64 指定可执行程序的链接库路径

16. 保存 Test.pro 文件，之后在 mainwindow.cpp 中编写代码并点击运行，正常运行界面如下所示；

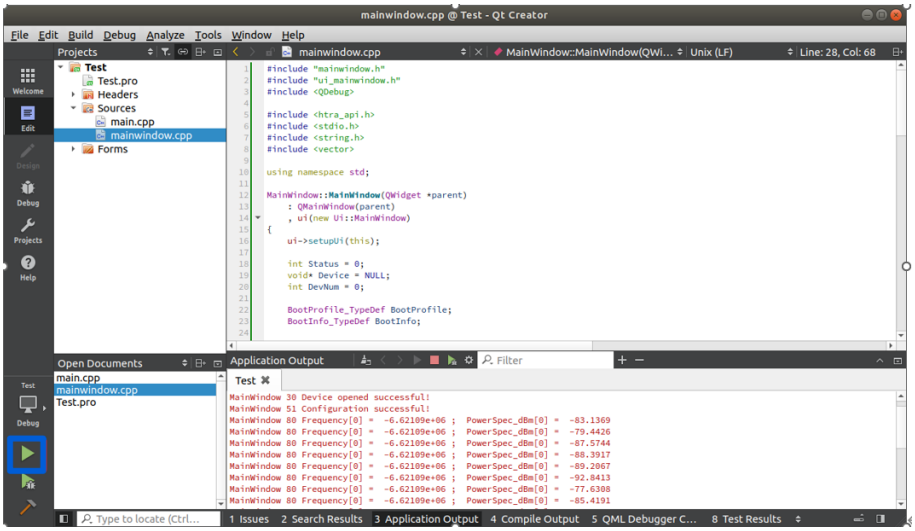


图 65 运行代码

17. 关闭 Qtcreater，进入 QtTest\bin 文件夹，打开终端，输入./Test 即可运行可执行程序。

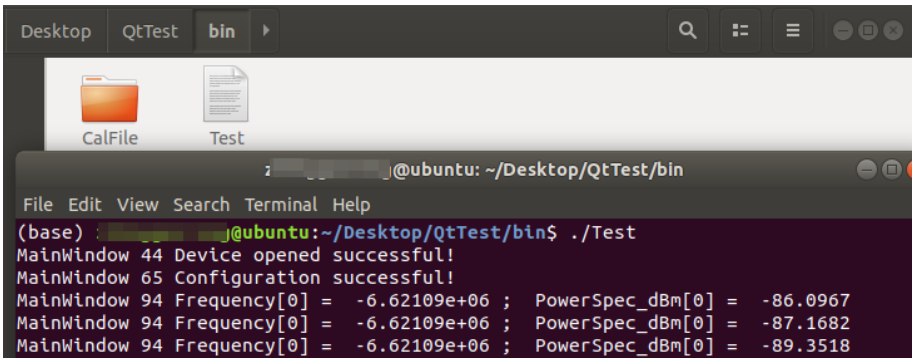


图 66 运行可执行程序

7.5.3 Qt 项目交叉编译

在上位机有交叉编译链的前提下，若想要交叉编译使用设备，请参考以下流程（此处以在 x86_64 的上位机交叉编译 arrch64 可执行程序为例）：

1. 生成目标架构可执行文件:

（1） 按照 Qt 项目创建编译中窗体程序创建流程的 1-9 步，创建项目并放置校准文件与头文件、放置交叉编译目标架构（aarch64）的库文件、对动态链接库进行软连接、在 QTCreator 创建程序，并选择 aarch64 的构建套件；

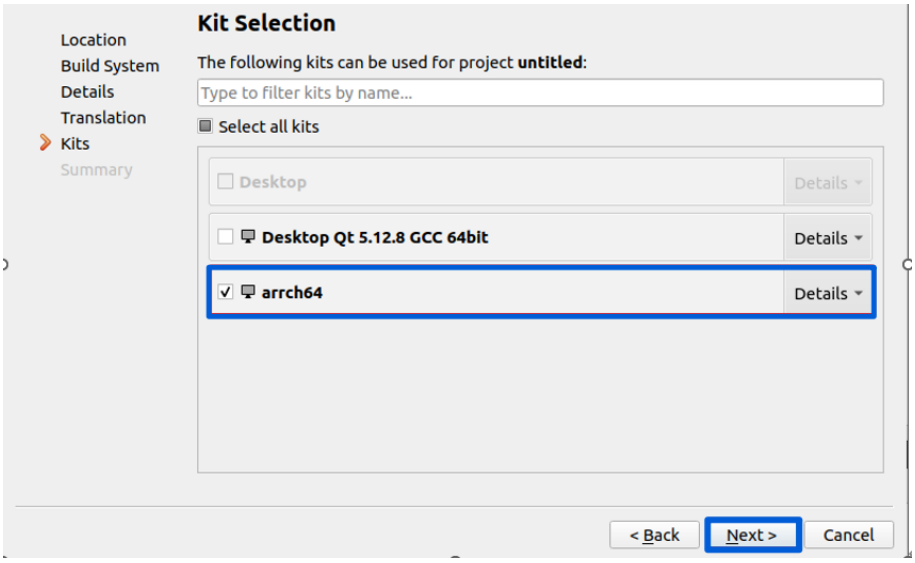


图 67 选择交叉编译目标架构的目标套件

(2) 按窗体程序创建流程第 10-16 步进行项目创建、库引用、可执行程序生成位置修改、项目编写及运行;

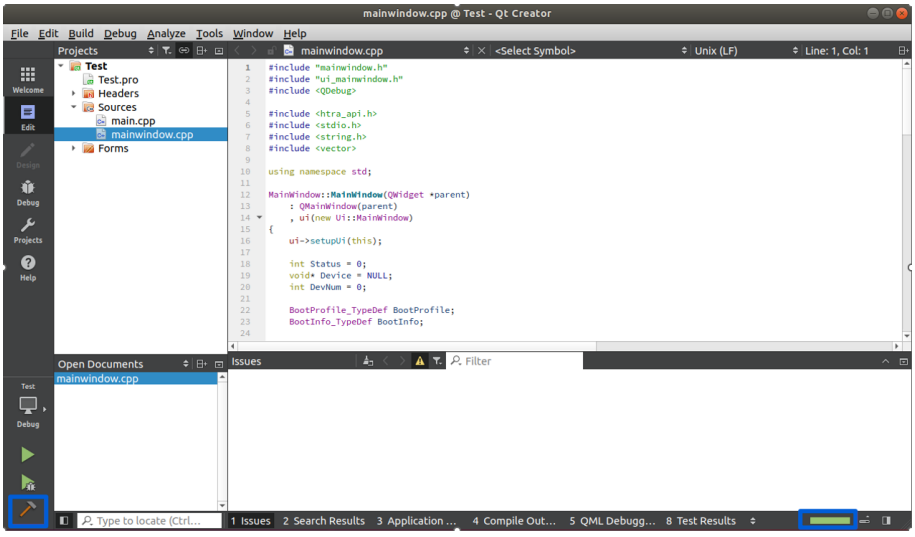


图 68 构建 aarch64 架构的可执行程序

(3) 构建好可执行程序后，在 QtTest\bin 文件夹下打开终端输入 file Test 查看可执行程序的架构（此处可执行程序名称为 Test，因此输入 file Test）。

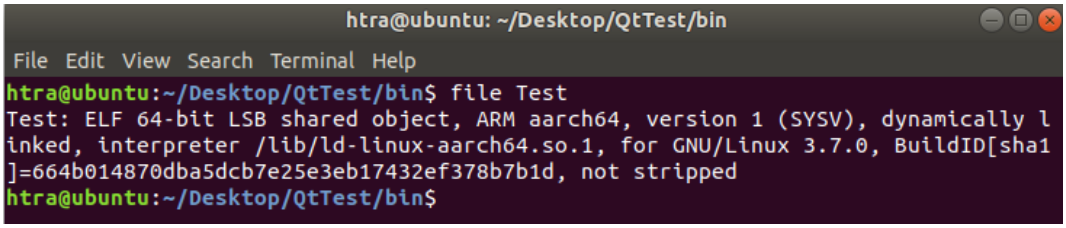


图 69 查看可执行程序的架构

2. 在 aarch64 架构上位机中运行可执行程序：

（1） 进入项目所在目录（此处示例项目位于桌面因此输入 cd Desktop/），执行“zip -r QtTest.zip QtTest”将整个 QtTest 文件夹打包为 zip 压缩包，然后将生成的压缩包拷贝至 arrch64 上位机中；

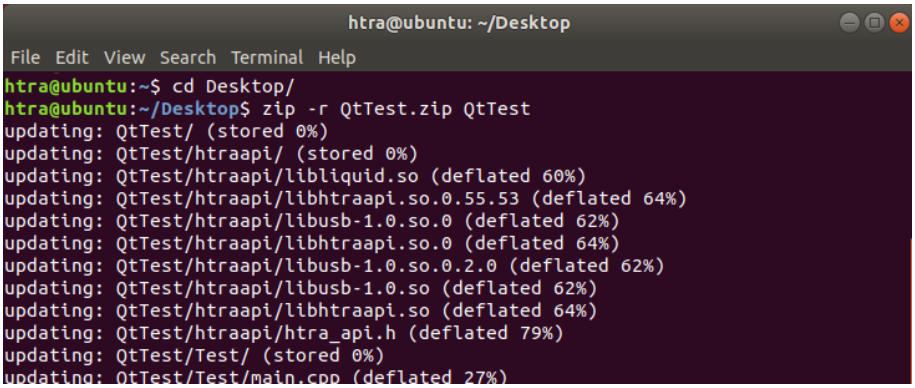


图 70 压缩所创建的项目

（2） 在 aarch64 上输入“unzip QtTest.zip”解压项目；

（3） 参照配置驱动文件章节，在 arrch64 上位机中配置驱动文件；

（4） 配置好驱动文件后，进入 QtTest 文件夹，终端输入“chmod 777 Test”为可执行程序提供权限，后续输入“./Test”即可运行程序。

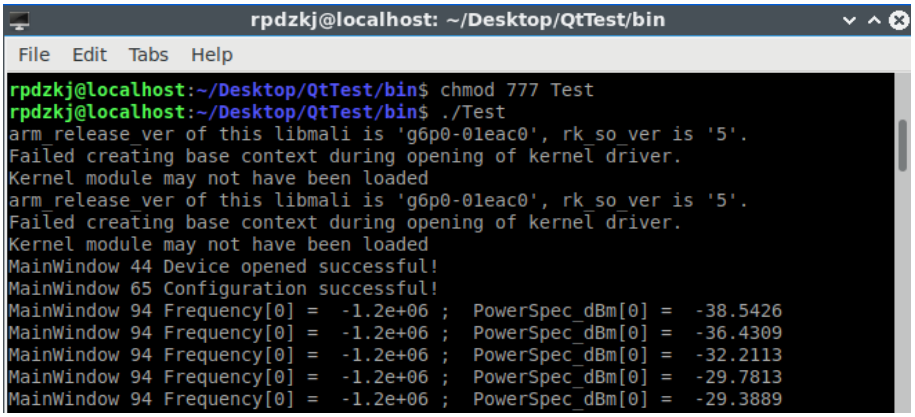


图 71 提供权限并运行可执行程序

7.6 Python 范例使用以及项目创建

7.6.1 Python 范例使用

使用前提：保证设备正常接入且已按配置驱动文件章节正确配置驱动文件。

Python 范例的功能介绍可参考 Python 范例说明章节。

1. 将随寄 U 盘中“Linux\HTRA_Python_Examples”文件夹拷贝至上位机，在该文件夹下打开终端，输入“which python3”查看 Python 解释器位置（例如此处位置为/usr/bin）。

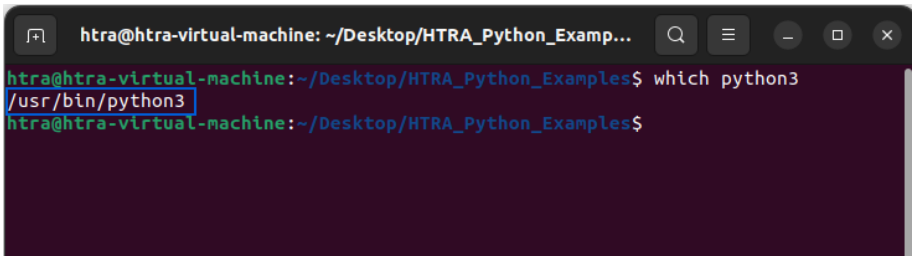


图 72 查看 Python3 解释器位置

2. 根据获取的解释器地址，输入“sudo cp -r CalFile /usr/bin”，将设备校准文件复制到 Python 解释器同级目录。(如果解释器位置不在/usr/bin，请将路径修改为实际地址。)。

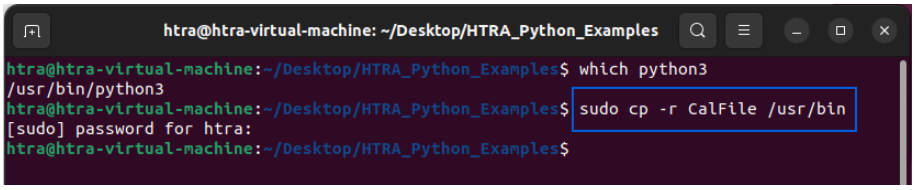


图 73 拷贝校准文件至解释器同级目录

3. 参照环境版本适配性自查章节查看系统架构，并将随寄 U 盘“Linux\Install_HTRA_SDK\htraapi\lib”文件夹中，对应架构文件夹中的内容复制至上位机“HTRA_Python_Examples\htraapi”文件夹中；

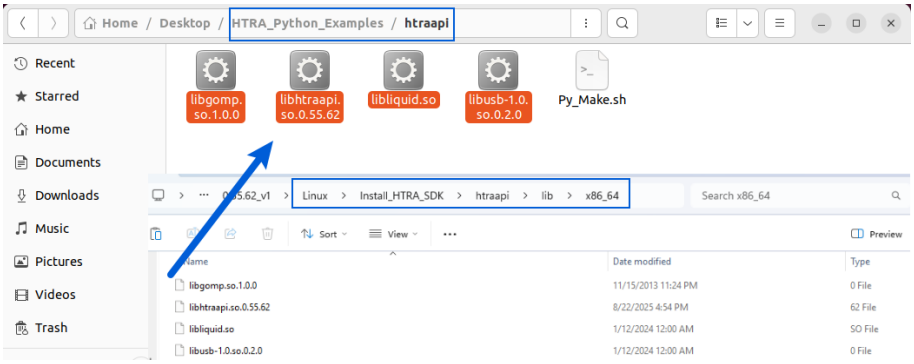


图 74 拷贝动态链接库

4. 在 htraapi 文件夹下打开终端，输入“sudo sh Py_Make.sh”，根据提示输入密码，提供权限对库进行软链接。

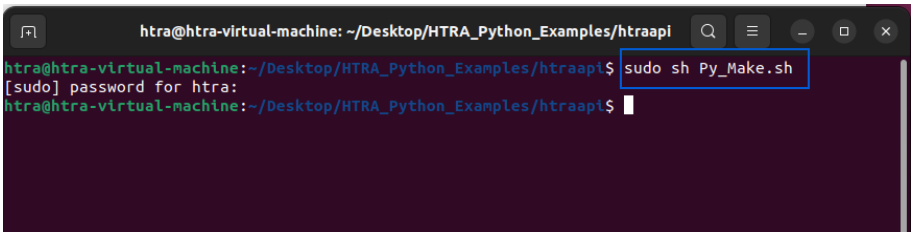


图 75 htraapi 下对库进行软链接

5. 在 HTRA_Python_Examples 文件夹下打开终端，输入”python3 SWPMode_Standard.py”即可运行所提供的 SWPMode_Standard.py 示例。

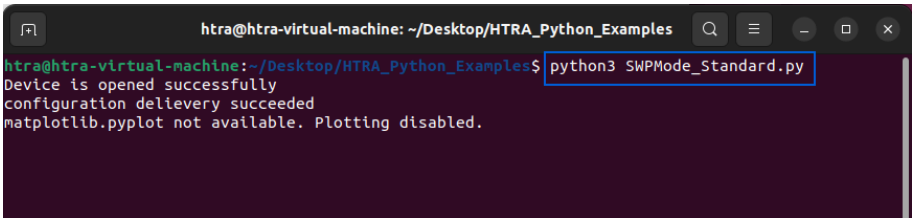


图 76 运行 python 范例

注意: 若使用另一台设备运行 python 范例，请先将校准文件拷贝到“HTRA_Python_Examples\CalFile”文件夹下，然后在 HTRA_Python_Example 文件夹下的终端输入“sudo cp -r CalFile /usr/bin”，更新校准文件至 Python 解释器同级目录。

7.6.2 Python 项目创建

在已按配置驱动文件章节，正确配置驱动文件的前提下，若想要创建 Python 项目，请参考以下流程:

1、代码部分遵循 API 编程指南即可;

2、运行程序时，将程序存放至范例文件夹（HTRA_Python_Example）下，按照 Python 范例使用章节流程执行即可。

www.harogic.cn
cninfo@harogic.com
+025-8330 5049