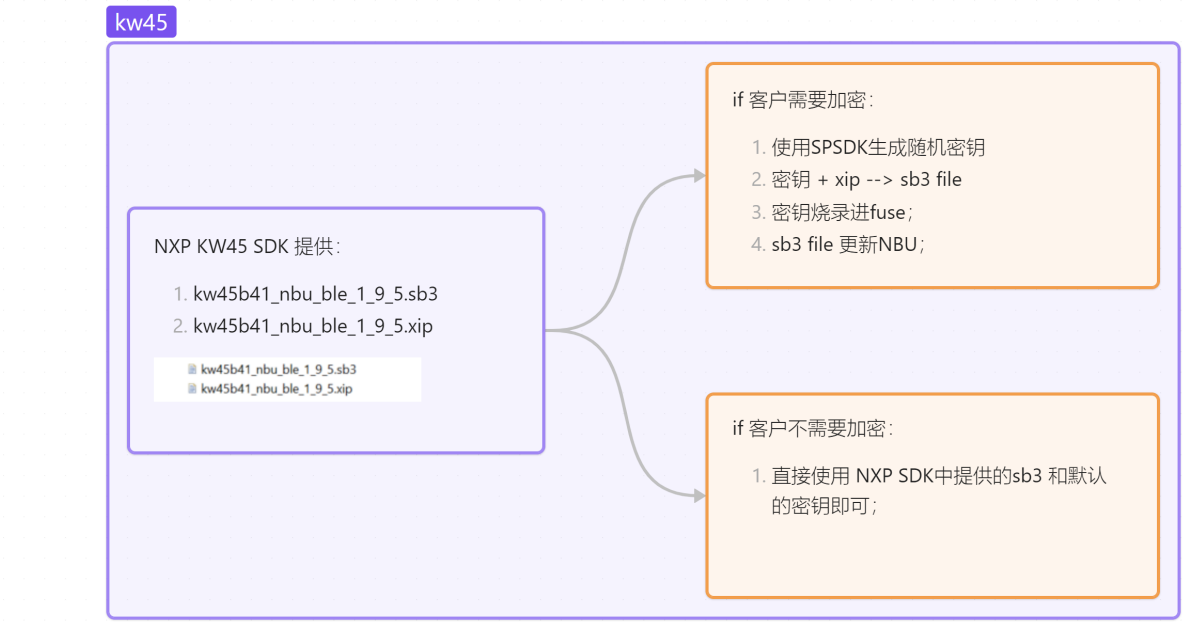
使用SPSDK更新KW45 NBU I-操作介绍

1 前言



在之前的介绍中，我们已经了解到KW45和以往的KW系列的产品有个很大的不同，即Radio固件有一个专有的核心Cortex-M3和专有闪存空间，应用程序跑在另一个核心Cortex-M33上。

这就导致了，在KW45上使用所有的wireless工程，都有一个前置条件，即保证烧录了正确的Radio固件，我们称之为NBU。

烧录NBU是通过SPSDK完成了，这篇文档是之前的延续，主要介绍如何使用SPSDK完成NBU更新。使用Jupyter Notebook作为脚本来完成安全更新NBU的一系列操作。

本文介绍的步骤如下:

1. 生成密钥Keys和证书Certificate ;
2. 使用自定义生成的密钥keys烧录KW45 fuse;
3. 生成安全二进制文件secure binary，即SB3文件;
4. 通过 KW45 bootloader 将加密image NBU编程到radio闪存中;

2 SPSDK介绍

完整的操作所需要的软件功能，全部由SPSDK 提供。

- NOTE：KW45 EVK **fuse 预烧录了`generic keys`，便于开发。仍可使用 EVK 遵循本文档，但无法对其fuse进行编程。**

本文档中提供的某些脚本会执行无法逆转的破坏性操作（烧fuse）。

SPSDK是一个统一、可靠、易用的 Python SDK 库，适用于恩智浦 MCU 产品组合。SPSDK 加速了客户从原型开发到生产部署。允许用户与设备连接和通信，配置设备，准备、下载和上传数据，包括安全操作。

SPSDK结构：

- 应用程序接口（API），Python 库形式的对外接口。
- 应用程序，可使用 Python 虚拟环境从命令行调用。

下面列出了一些 SPSDK 应用。有关 SPSDK 支持的应用程序的完整列表，可以在link找到。

- `nxpimage`
  - 生成/解析 AHAB image
  - 生成 TrustZone image
  - 生成 MasterBootImage image
  - **生成 SecureBinary image；**
  - 生成 custom binaries；
- `nxpcrypto`
  - 生成具有各种密钥属性的 RSA/ECC 密钥对（私钥和公钥）
  - 验证密钥对
  - 转换密钥文件格式（PEM/DER/RAW）
  - 生成/验证 x509 证书
  - 生成/验证 hash digests

- `nxpdevscan`：列出所有已连接的 USB 和 UART NXP 设备
- `blhost`：用于与恩智浦设备上的 MCU bootloader通信的程序。它允许用户:
  - 根据内存 ID 擦除所有flash/sections
  - 用pattern填充内存
  - 获取/设置bootloader特定属性
  - 写入/读取内存
  - **接收 SB 文件**
  - 向设备加载boot映像
  - 密钥配置
  - 在地址处执行应用程序
  - 读取flash模块资源
  - **编程/读取fuse**
  - 列出所有内存
  - 执行可靠更新
- 其他

3 SPSDK安装

请参考上一篇文档，这里不再详细介绍。

4 SPSDK示例

可以通过 SPSDK中提供的 API，直接在命令行CMD中使用 SPSDK，也可以通过使用 Python 虚拟环境或 Jupyter Notebook ，可视化运行 SPSDK 功能；在 SPSDK 的安装文件中提供了 API 和应用程序的示例。有关 Python 脚本示例，请查看本地安装文件中的示例文件夹：`C:\nxp\spsdk\examples`

SPSDK 1.9.0 中的一些 SPSDK Python 脚本示例包括:

- crypto - 用于证书和密钥管理的示例

- dat - 用于调试凭证管理的示例
- image.py - 创建一个简单的可引导映像
- image_dcd.py - 创建一个带有 DCD 数据的简单可引导映像
- image_srk.py - 从证书创建fuse（SRK）文件
- lpc55xx_tz_pfr.py - 为 LPC55xx 创建自定义TrustZone和受保护闪存区域数据
- mboot.py - 从目标的bootloader读取属性
- sbfile.py - **创建安全启动 (SB) 映像**
- sdp.py - 使用 SDP 读取内存
- sdp_mboot.py - 将闪存下载到 i.MX RT10xx 设备并读取bootloader属性
- sdps.py - 使用 SDPS 写入内存

目前还没有 KW45 的 Python 脚本示例。

Jupyter Notebook 示例作为交互式文档，提供可视化运行。如果对于 jupyter 环境不了解，可以参考： https://docs.jupyter.org/en/latest/start/index.html 。

KW45 Jupyter Notebook 示例位于 jupyter_examples 中：
`C:\nxp\spsdk\examples\jupyter_examples`

5 使用SPSDK更新NBU

更新 KW45 Radio固件的某些预设任务是破坏性操作，无法逆转，例如烧毁样片fuse。密钥和证书的管理也很重要。**如果 KW45 样片的fuse是用一组确定的密钥证书写入的，则密钥证书文件必须妥善保存。**当密钥-证书丢失或被覆盖时，已编程的 KW45 样片的 NBU 将无法继续更新，因为需要这些文件来生成新的安全二进制文件。

更新 KW45 Radio固件之前，请查看 KW45 安全 bootloader 的基本知识：

- KW45 Security Reference Manual (document KW45SRM) -- Section 8 ROM bootloader
- KW45 Reference Manual (document KW45RM) -- Section 15 ROM bootloader

在这里，我们通过 ISP 更新Radio FW。KW45 ROM Bootloader 提供系统内编程（ISP）实用程序，可通过串口连接在 MCU 上运行。它能在整个产品生命周期（包括应用开发、最终产品制造等）内快速、轻松地对 MCU 进行编程。

Blhost 是与 KW45 bootloader通信的PC端命令行工具。SPSDK 中包含 Blhost。用户可以使用该工具上传/下载应用代码。

当 ROM bootloader 进入 ISP 模式时，它会自动检测 LPI2C/LPSPI/LPUART 或 CAN 接口上的活动。一旦收到正确形成的帧，它就会选择相应的接口。如果接收到无效帧，则丢弃数据并恢复扫描。

要制作 KW45 ROM bootloader ， 请进入 ISP ， 请按下 `BOOT_CONFIG` 引脚（**KW45-EVK 中的 PTA4、SW4**）并短接 `JP25` 的引脚 [2和3]（KW45 EVK ）。

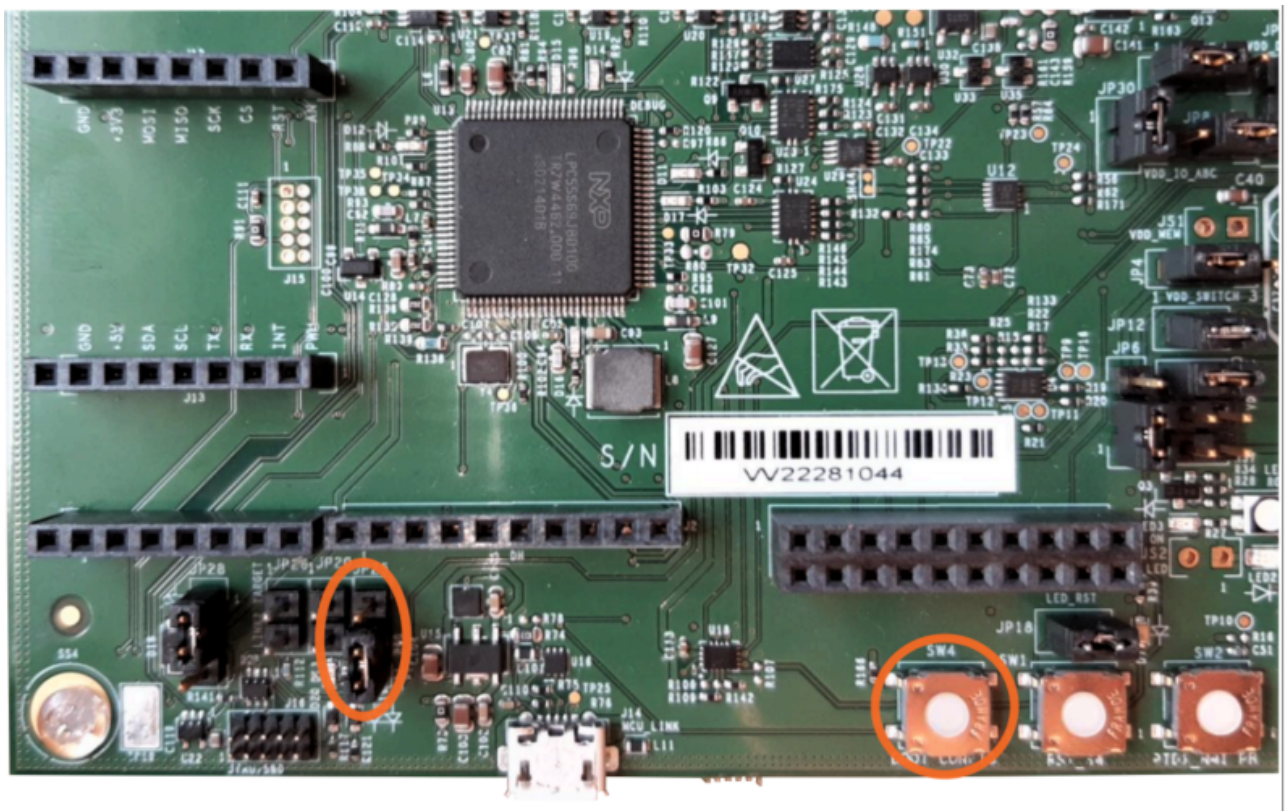


Figure 3. KW45 EVK JP25 (left) and SW4 (right) highlighted in orange squares

Blhost `receive-sb-file` 命令用于**通过 ISP 更新 CM33 闪存或radio (CM3) 闪存上的映像**。通过该命令，KW45 设备接收安全二进制 (SB) 文件，解密、验证并将映像编入目标存储器。

通过 ISP 向 KW45 发送安全二进制文件以更新Radio FW 需要一系列步骤。完整的操作步骤，请参考 `AN_SPSDK.zip` 。

5.1 生成OEM 密钥和证书

1. 使用 SPSDK `nxpcrypto` 应用程序创建第一个Root of Trust Keys（`RoTKs`）和可选的 Image Signing Certificate（`ISK`）。
2. 之后，用户应该修改证书配置文件，**以生成包含公钥为私钥的自签名x509证书**。
3. 然后，还要创建一个**随机**的 SB3 密钥衍生密钥 (`SB3KDK`)。
4. 由 RoTKs 和 SB3KDK 生成的信任根密钥表哈希 (`RoTKTH`) 将在下一步的 KW45 样片 fuse中编程。

这些相同的证书和密钥将用于生成安全二进制文件，并发送给 KW45 以更新其 NBU。

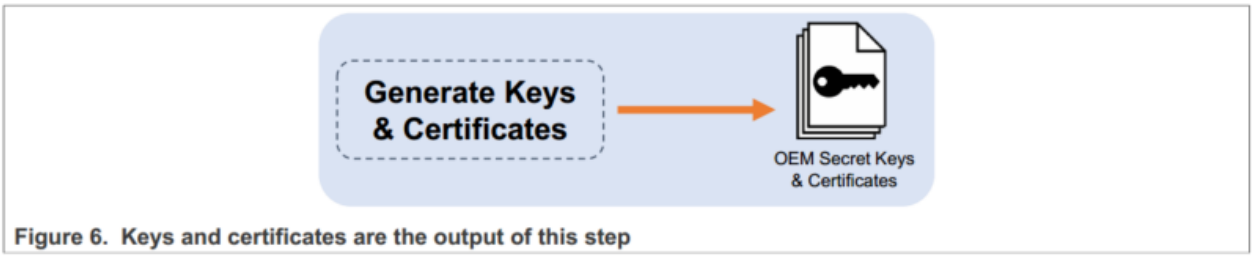


Figure 6. Keys and certificates are the output of this step

NOTE: 通过使用相同的脚本生成的文件会存放在同一个文件夹中，多次操作可能会覆盖和丢失预先存在的文件。所以，**一定要注意，这个步骤执行完要保存好文件**！！！否则可能造成之前的Key丢失无法找回。

要使用SPSDK生成密钥和证书，使用Jupyter打开第一个笔记本并执行每个单元格。

根据需要修改 `*.yml` 配置文件。文件在新的文件夹workspace中生成。

5.2 使用OEM keys 生成安全二进制文件SB

注意：KW45 EVK fuse 已用通用keys预编程，以便在开发过程中使用。**您仍可使用 EVK 遵循本指南，但无法对其fuse进行编程**。对于 EVK，应使用NXP SDK Keys来生成安全二进制文件SB3。

安全二进制文件的生成始于 OEM 产生并控制的密钥和证书。**这些密钥和证书在 SB 配置文件中用于加密映像**。另一个必需组件是NXP release的不同版本SDK中提供的不同签名 image。

KW45 ROM bootloader 会检查image中的恩智浦签名，因为所有 KW45 样片都预编程了恩智浦认证密钥。这保证了 KW45 Radio 只能运行源自恩智浦的image。输出是一个安全的二进制文件（*.sb3），可随时发送到 OEM KW45。

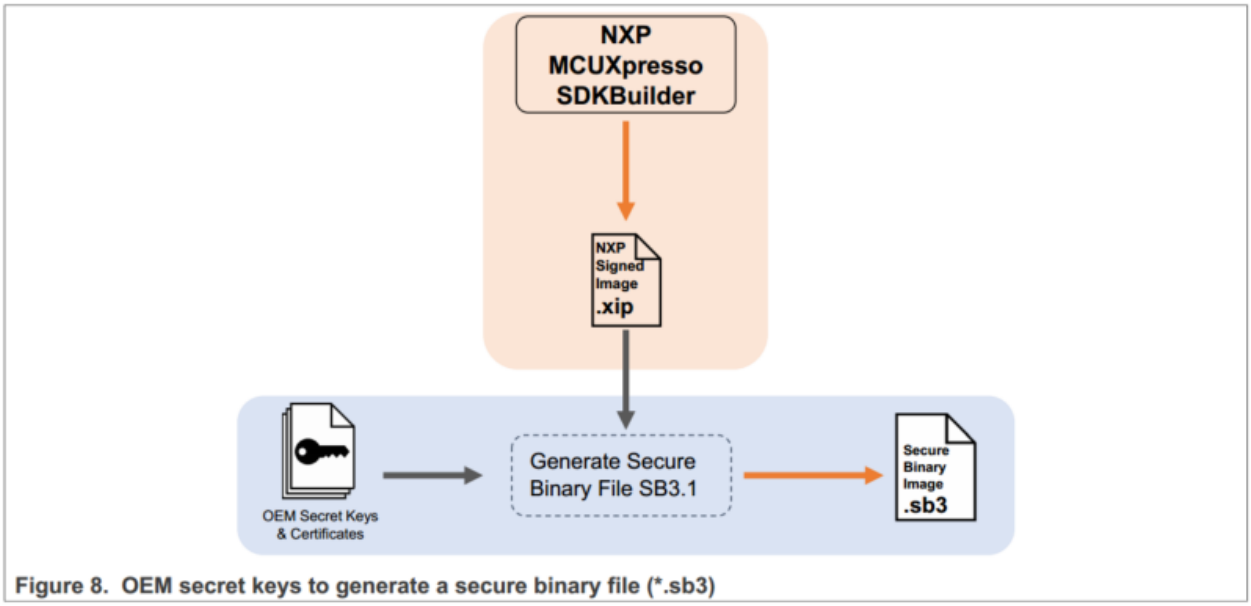


Figure 8. OEM secret keys to generate a secure binary file (*.sb3)

要使用SPSDK生成安全的二进制文件，请使用Jupyter打开第三个笔记本并执行每个单元。

这些文件在workspace文件夹中生成，文件名为“sb3.sb3”。

5.3 使用OEM keys 对KW45样片进行编程

恩智浦在OEM-open 生命周期中提供KW45样片，因此必须写入一些fuse才能使样片可用。

在此步骤中，使用之前生成的密钥对两个KW45 fuse进行编程:

- CUST_PROD_OEMFW_ENC_SK: 256位加密密钥，用于保护OEM固件的机密性。通常需要使用 sb3 (SB3KDK ---SB3 key派生key)进行固件更新。
- CUST_PROD_OEMFW_AUTH_PUK: 256位RoTKTH，通常用于CM-33主闪存image认证。

在此操作之后，已编程的KW45样片将永久链接到写入其fuse中的密钥，即链接到上一步中生成的密钥和证书。一旦被编程，KW45只能用安全的二进制文件更新，这些二进制文件是用同一组密钥和证书生成的。

要使用上一节中生成的密钥对KW45样片进行永久编程，请使用Jupyter打开第二个笔记本。然后，在修改最后一个单元格并将所需的kyes添加到图12中突出显示的命令之后，执行每个单元格。

Note: KW45 EVK fuse 用图12中突出显示的通用key预先编程。检查以 #example line 开始的注释行:

Figure 12. The highlighted commands must be updated with keys from step 2

Figure 13. Keys generated in step 2

5.4 将新的image发送到KW45

这最后一步是通过Blhost `receive-sb-file`命令完成的。

Figure 14. In this step, the generated *.sb3 file is programmed in KW45

要将生成的安全二进制文件发送到KW45 EVK，请使用Jupyter打开第四个笔记本。按照笔记本中的描述，在ISP模式下初始化板子，并执行每个cell。`blhost receive-sb-file` 命令需要几秒钟才能完成。

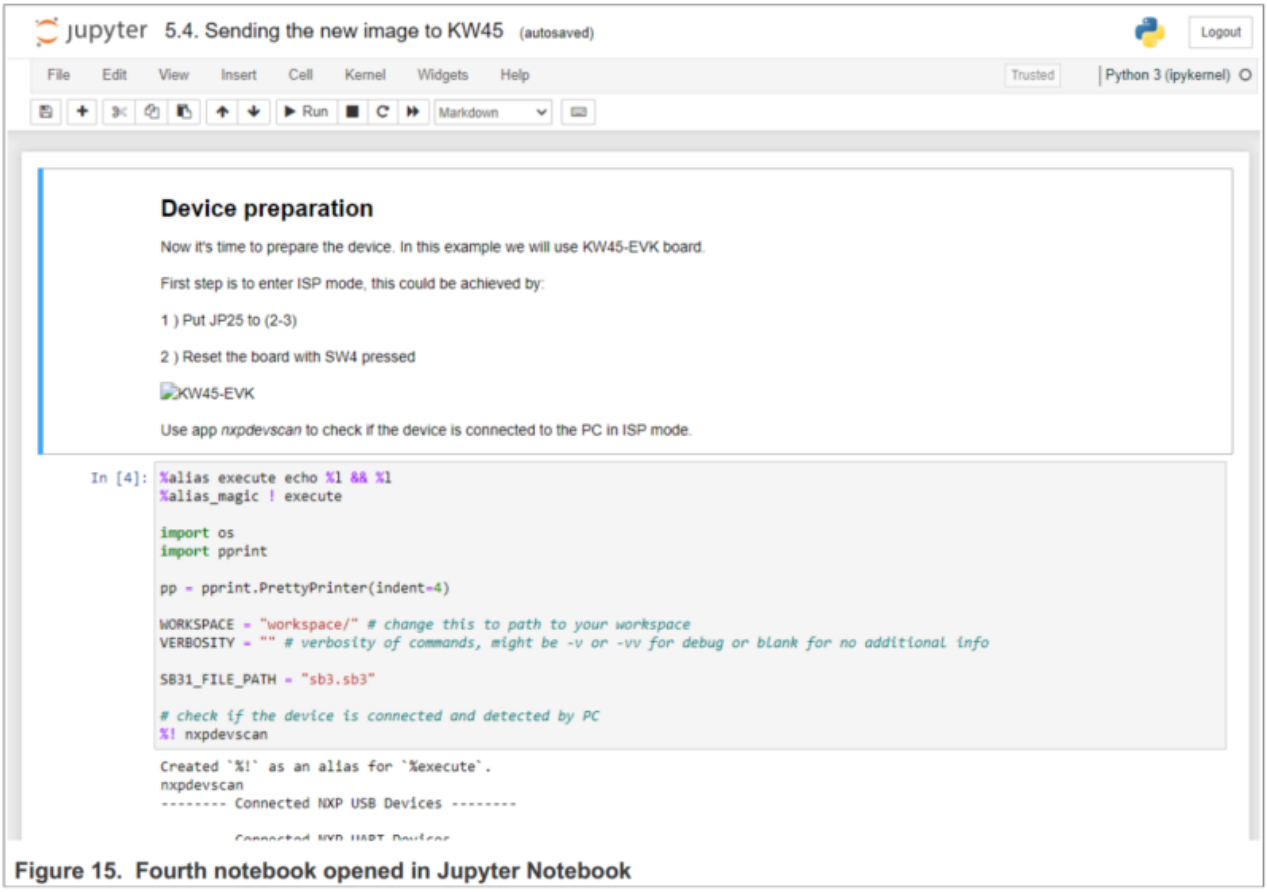


Figure 15. Fourth notebook opened in Jupyter Notebook

要使用恩智浦提供的新releases更新NXP KW45 radio，步骤5.2和步骤5.4必须用新的`*.xip`文件执行。