

Application Note

TDA4 器件启动流程选项

Diwakar Dhyani, Doredla Sudheer Kumar, J Keerthy, Brijesh Jadav

摘要

TDA4 和 DRA8 器件支持多种启动流程及各类组合模式。本应用手册汇总了 TDA4 和 DRA8 器件上所有可用的启动流程选项，客户可依据具体用例选择适配的启动流程。

内容

1 简介	2
1.1 ROM 加载引导加载程序.....	2
2 次级程序加载器	3
2.1 常规启动流程.....	3
2.2 Falcon 启动流程.....	5
3 次级引导加载程序	6
3.1 开发版启动流程.....	6
3.2 优化版启动流程.....	8
3.3 Boot App (三级引导加载程序)	9
4 总结	10
5 参考资料	10

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

本应用手册详细介绍了 TDA4 和 DRA8 器件上所有可用的启动流程选项。各类不同组合方式仍然受到支持。本文旨在演示部分常用启动流程及对应的启动映像。

适配 TDA4x 和 DRA82x 处理器的 RTOS、Linux 和 QNX 软件开发套件 (SDK) 均支持多种启动流程，客户与合作伙伴可基于这些流程进行定制开发，适配量产软件开发流程。

本文重点介绍 Linux 和 RTOS SDK 启动流程选项。

处理器 SDK (RTOS/Linux) 内置两种引导加载程序：

- SBL - 次级引导加载程序 (RTOS 引导加载程序)
- SPL - 次级程序加载器 (SPL) (Linux 引导加载程序)

以下启动流程适用于高安全性 (HS) 器件。通用型 (GP) 器件可沿用相同的启动流程，该类器件无客户密钥，可以跳过认证环节。

1.1 ROM 加载引导加载程序

在 TDA4VE、TDA4AL、TDA4VL、AM68、TDA4VH-Q1、TDA4AH-Q1、TDA4VP-Q1、TDA4AP-Q1 等一些器件中，ROM 可通过两种方式加载引导加载程序。

1. 传统模式：在此流程中，启动二进制文件仅包含 SPL 或 SBL。ROM 加载 SBL 或 SPL 后，ROM 将加载系统固件。
2. 组合启动流程：在此流程中，启动二进制文件 blob 在启动映像中嵌入了次级引导加载程序 (SBL) 和系统固件 (SYS-FW)，共用同一份 X509 证书。此方法适用于下列情形：
 - a. 支持 ROM 并行加载和运行引导加载程序与系统固件，无需任何依赖项。
 - b. 精简各类 X509 证书解析与认证环节，进一步缩短 ROM 启动时长。

如需了解更多相关细节，请参阅 [J784S4 J742S2 技术参考手册](#)。

2 次级程序加载器

Linux 引导加载程序依托次级程序加载器 (SPL) 和 U-Boot 启动各类 CPU。可以通过两种方式使用 SPL 启动流程启动 Linux 系统

- 常规启动流程
- Falcon 启动流程

2.1 常规启动流程

1. 上电后，安全 ROM 在 M3/M4 内核上运行。
2. 释放 R5 复位信号，由公共 ROM 在 MCU R5F 启动。
3. 公共 ROM 从启动介质读取 tiboot3.bin，交由安全 ROM 完成认证；完成认证后，安全 ROM 将 R5 SPL 加载至 MCU R5F，并将 TIFS (TI 基础安全固件) 加载至 M3/M4 内核。
4. R5 SPL 从启动介质读取 tisppl.bin，调用 TIFS 服务完成认证，然后将 ATF (ARM 可信固件)、OPTEE (开放式可移植可信执行环境) 和 A72 SPL 加载至相应的位置。
5. 释放 A72 复位信号，并加载 DM 固件。
6. A72 SPL 完成认证，并加载 uboot.img。
7. U-Boot 完成认证，并在主 R5F 上加载远程内核固件。
8. U-Boot 完成认证，并在主 C7x 上加载远程内核固件。
9. U-Boot 加载 Linux。

备注

远程内核固件 (主 R5F 固件、C7x 固件) 有两种加载方式：通过 U-Boot 加载或通过 Linux 加载。在高安全性器件上，经由 U-Boot 加载远程内核固件时，固件必须带有签名；通过 Linux 加载则不需要签名。

OPTEE 是可选的：无需从 Linux 发起运行时安全调用的客户，可以跳过 OPTEE 以节省启动耗时。

若要在启动流程中剔除 OPTEE，可在编译 ATF 时执行以下命令。

```
make CROSS_COMPILE="$CROSS_COMPILE_64" ARCH=aarch64 PLAT=k3 TARGET_BOARD=j784s4 K3_USART=0x8
```

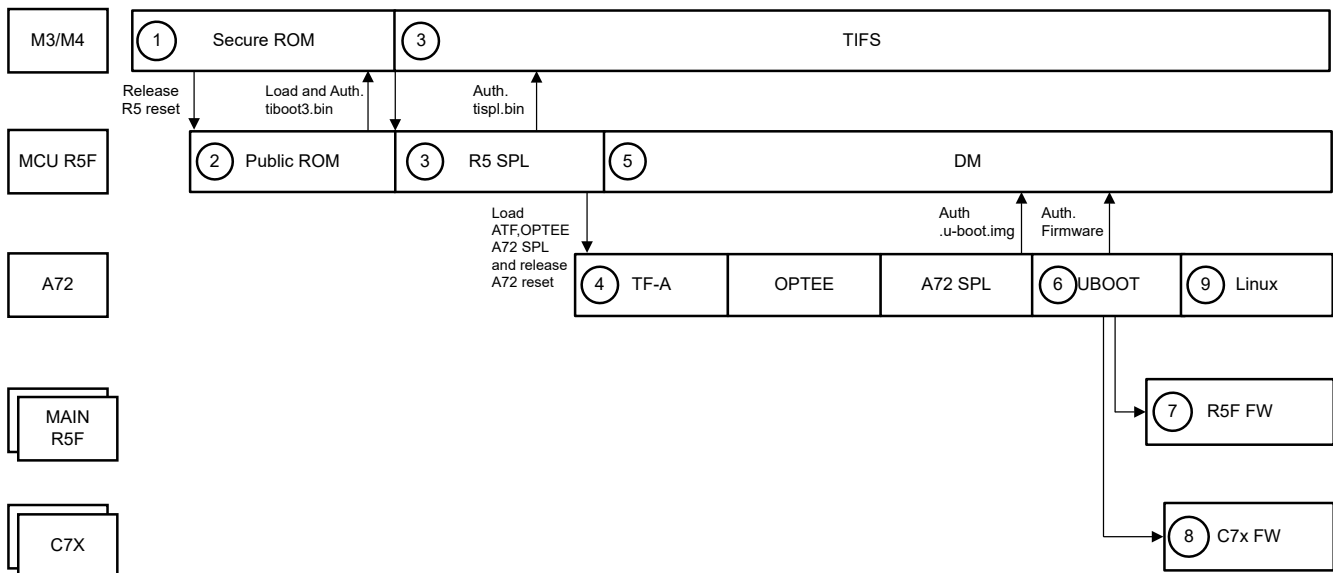


图 2-1. 常规启动流程

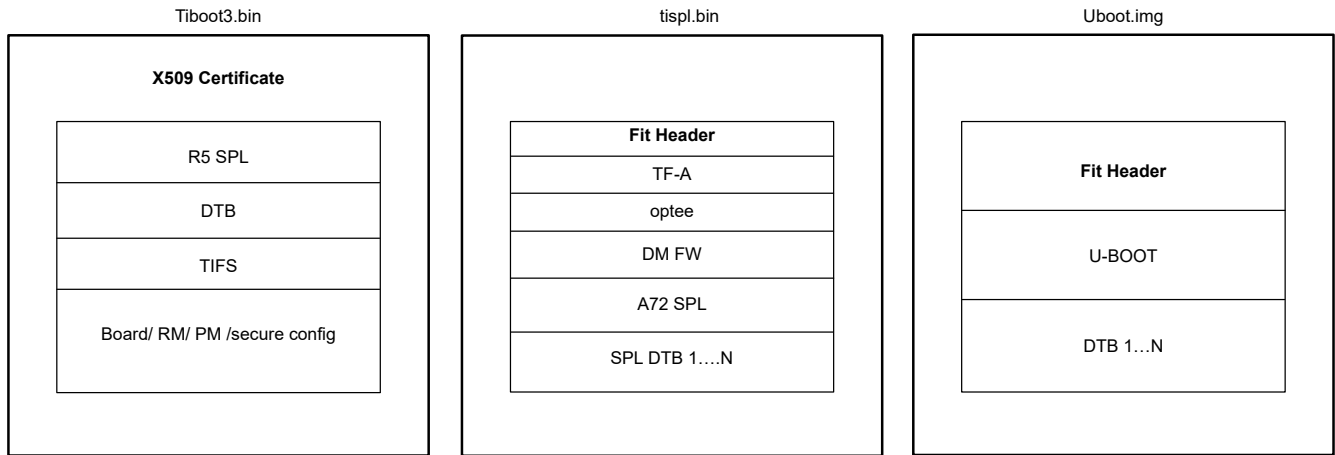


图 2-2. 映像格式 (常规启动流程)

2.2 Falcon 启动流程

Falcon 模式支持绕过 U-Boot 阶段，直接引导至 Linux 内核，以此缩短启动时长。

1. 上电后，安全 ROM 在 M3/M4 内核上运行
2. 释放 R5 复位信号，由公共 ROM 在 MCU R5F 启动
3. 公共 ROM 从启动介质读取 tiboot3.bin，交由安全 ROM 完成认证。完成认证后，安全 ROM 将 R5 SPL 加载至 MCU R5F，并将 TIFS 加载至 M3 和 M4 内核。
4. R5 SPL 从启动介质读取 tisppl.bin，调用 TIFS 服务完成认证，然后将 ATF、OPTEE 和 Linux 加载至相应的位置。
5. 释放 A72 复位信号，并将 DM 加载至自身运行。
6. Linux 在主 R5F 上加载远程内核固件。
7. Linux 在主 C7x 上加载远程内核固件

备注

加载远程内核固件需要 DM (设备管理器) 服务；因此，待 MCU R5F 上 DM 正常运行后，再由 Linux 加载固件。

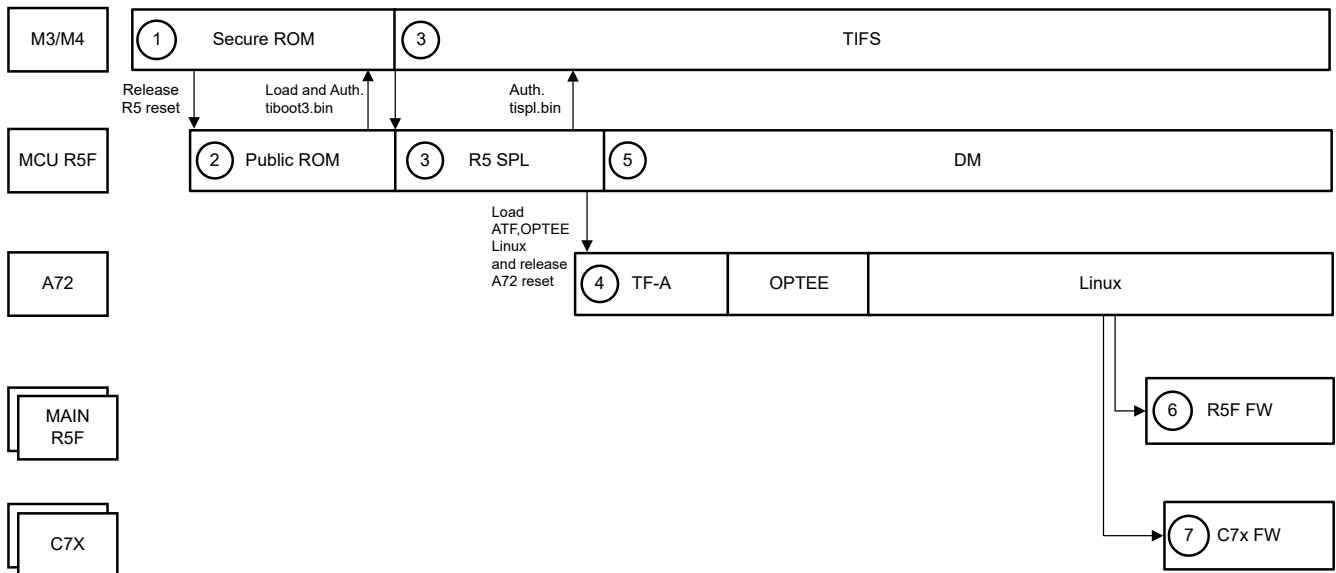


图 2-3. Falcon 启动流程

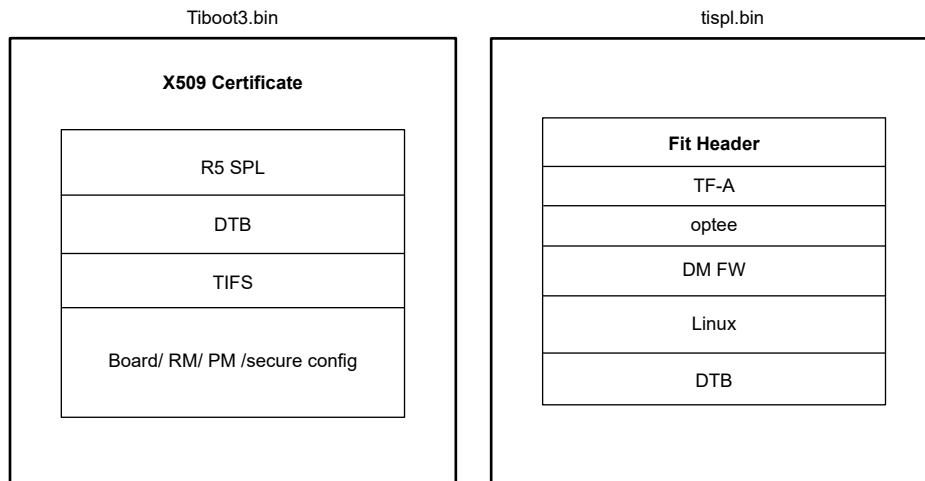


图 2-4. Falcon 启动流程

有关更多信息，请参阅 [E2E™ 设计支持论坛](#)。

3 次级引导加载程序

RTOS 引导加载程序称为“次级引导加载程序”(SBL)。可以通过多种方式使用 SBL 启动 HLOS。

- 开发版启动流程
- 优化版启动流程
- Boot App (三级引导加载程序)

3.1 开发版启动流程

1. 上电后，安全 ROM 在 M3 和 M4 内核上运行
2. 释放 R5 复位信号，由公共 ROM 在 MCU R5F 启动
3. 公共 ROM 从启动介质读取 tiboot3.bin，交由安全 ROM 完成认证，并将 R5 SBL 加载至 MCU R5F。
4. R5 SBL 从启动介质读取 tifs.bin 并完成认证，再通过安全 ROM 服务加载至 M3/M4 内核。
5. SBL 调用 TIFS 服务完成组合应用映像认证，并在主 R5F 上加载远程内核固件。
6. SBL 在 C7x 上加载远程内核固件。
7. SBL 将 ATF、OPTEE 和 A72 SPL 加载至相应的位置。
8. SBL 释放 A72 复位信号，并在 MCU R5F 上加载 DM 固件。
9. 如果启动介质中存有独立 U-Boot 映像，A72 SPL 将完成认证并加载 U-Boot.img。
10. U-Boot 完成认证并加载 Linux。

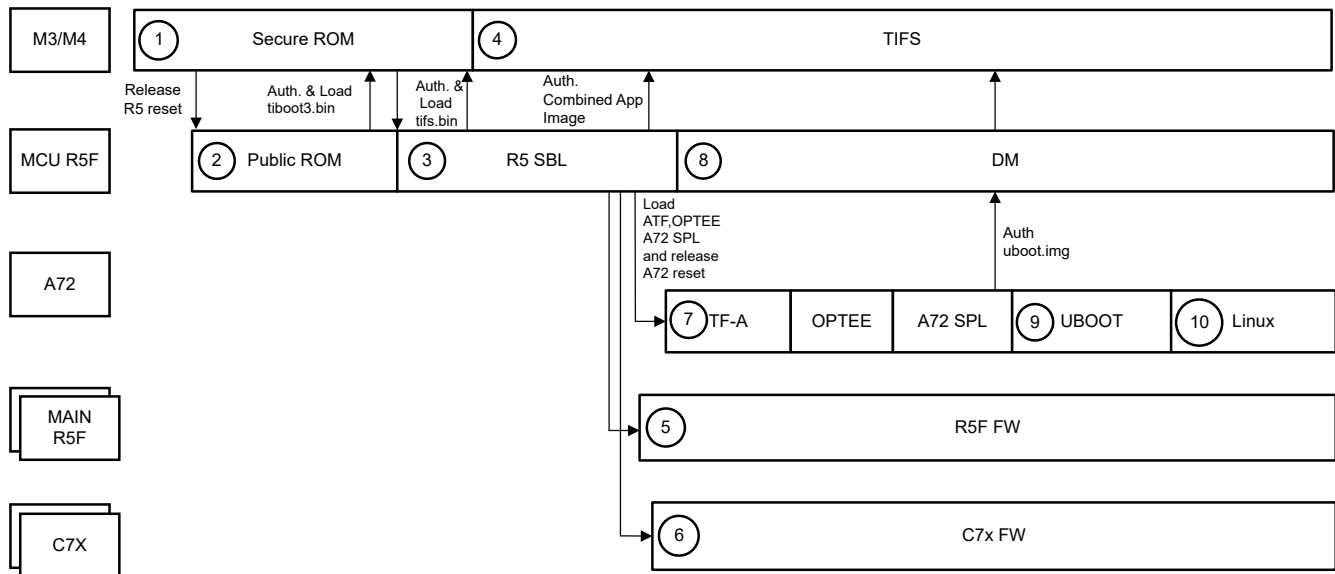


图 3-1. 开发版启动流程

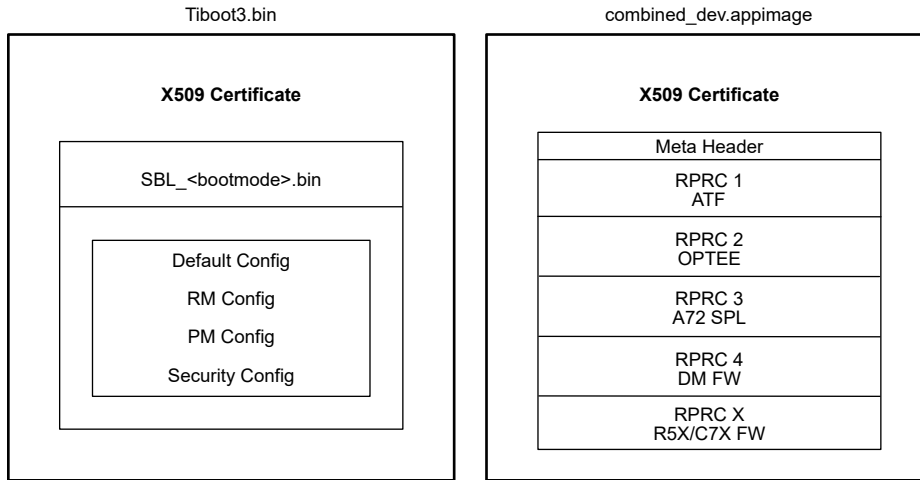


图 3-2. 映像格式 (开发版启动流程)

3.2 优化版启动流程

1. 上电后，安全 ROM 在 M3 和 M4 内核上运行
2. 释放 R5 复位信号，由公共 ROM 在 MCU R5F 启动
3. 公共 ROM 从启动介质读取 tiboot3.bin，交由安全 ROM 完成认证；完成认证后，公共 ROM 将 R5 SBL 加载至 MCU R5F。
4. R5 SBL 从启动介质读取 tifs.bin 并完成认证，再通过安全 ROM 服务加载至 M3 和 M4 内核。
5. SBL 调用 TIFS 服务完成组合应用映像认证，并在主 R5F 上加载远程内核固件。
6. SBL 在 C7x 上加载远程内核固件。
7. SBL 将 ATF、OPTEE 和 Linux 加载至相应的位置。此流程可跳过 U-Boot 阶段，由 SBL 直接加载 Linux，有效缩短启动时长。
8. SBL 释放 A72 复位信号，并加载 DM。

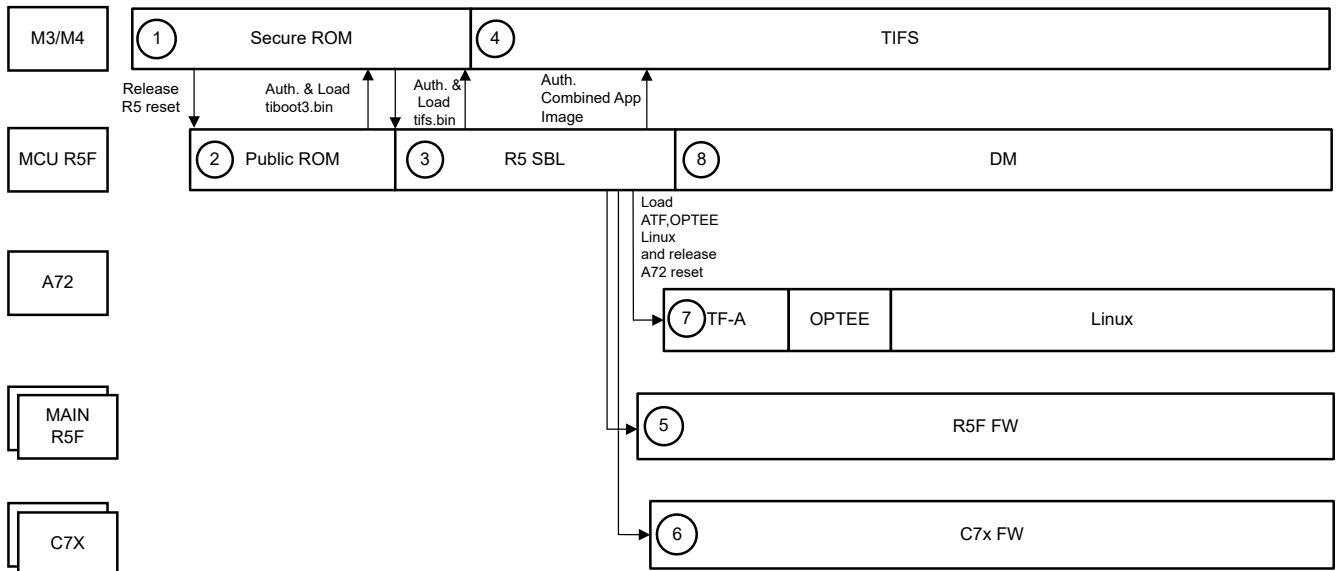


图 3-3. 优化版启动流程

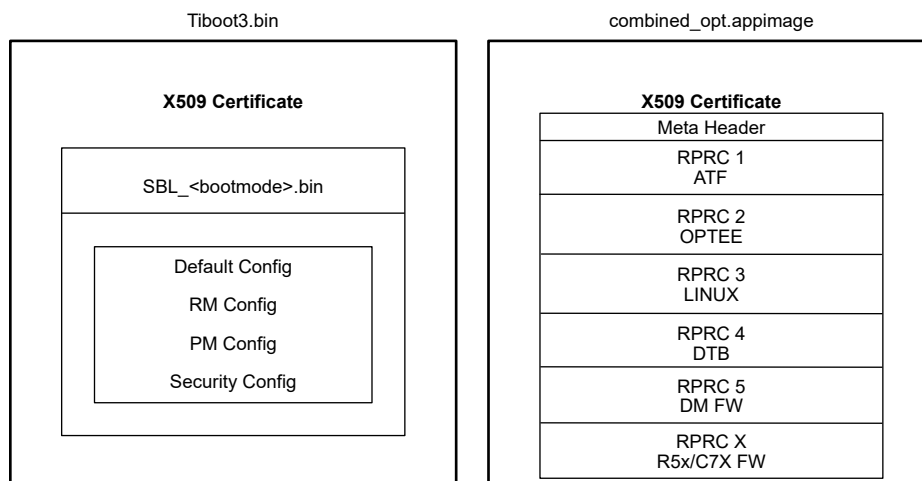


图 3-4. 映像格式 (优化版启动流程)

3.3 Boot App (三级引导加载程序)

Boot App 是一种三级引导加载程序，可满足分阶段初始化、运行时启动路径判定等复杂启动场景需求，进一步提升灵活性。在 SBL 运行完成后，Boot App 在 MCU R5F 上运行，可统筹管理并行加载任务。

1. 上电后，安全 ROM 在 M3 和 M4 内核上运行
2. 释放 R5 复位信号，由公共 ROM 在 MCU R5F 启动
3. 公共 ROM 从启动介质读取 tiboot3.bin，交由安全 ROM 完成认证，并在认证完成后将 R5 SBL 加载至 MCU R5F。
4. R5 SBL 从启动介质读取 tifs.bin 并完成认证，再通过安全 ROM 服务加载至 M3 和 M4 内核。
5. SBL 调用 TIFS 服务完成 Boot App 认证，并将控制权移交至 MCU R5 上的 Boot App。
6. Boot App 并行执行两项任务：任务 1 加载设备管理器 (DM)，任务 2 则加载远程内核的应用固件。Boot App 调用 TIFS 服务完成后置应用程序认证，并在主 R5x 上加载远程内核固件。
7. Boot App 在 C7x 上加载远程内核固件。
8. Boot App 调用 TIFS 服务完成应用映像认证，并将 ATF、OPTEE 和 Linux 映像加载至相应的位置，同时释放 A72 复位信号。

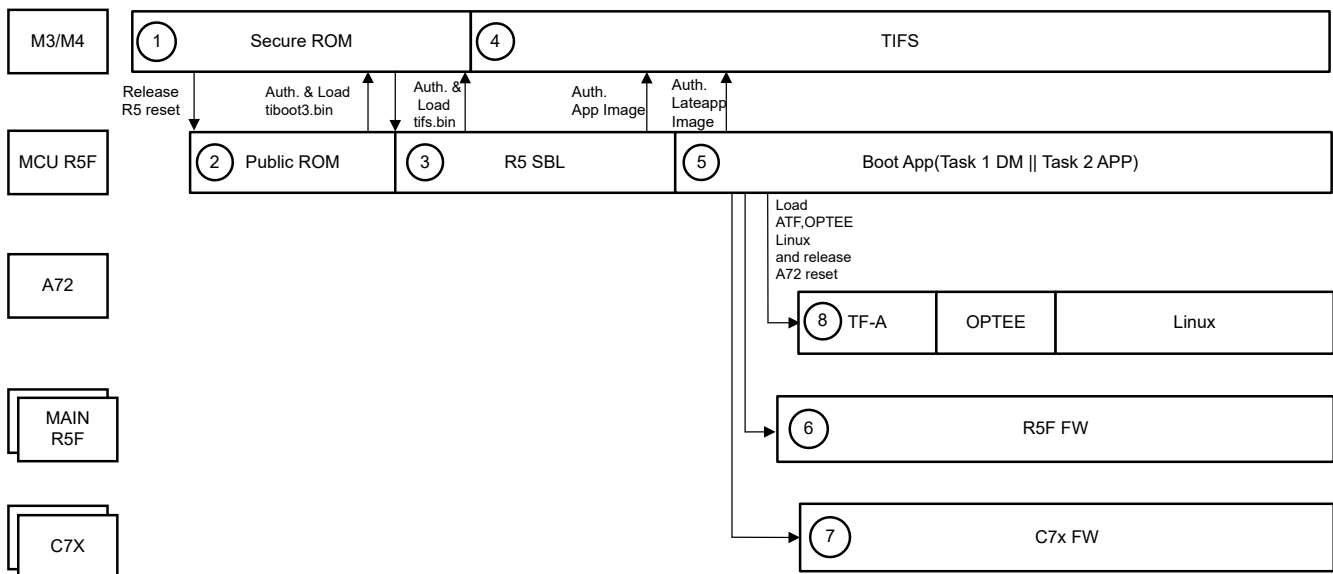


图 3-5. Boot App (三级引导加载程序) 流程

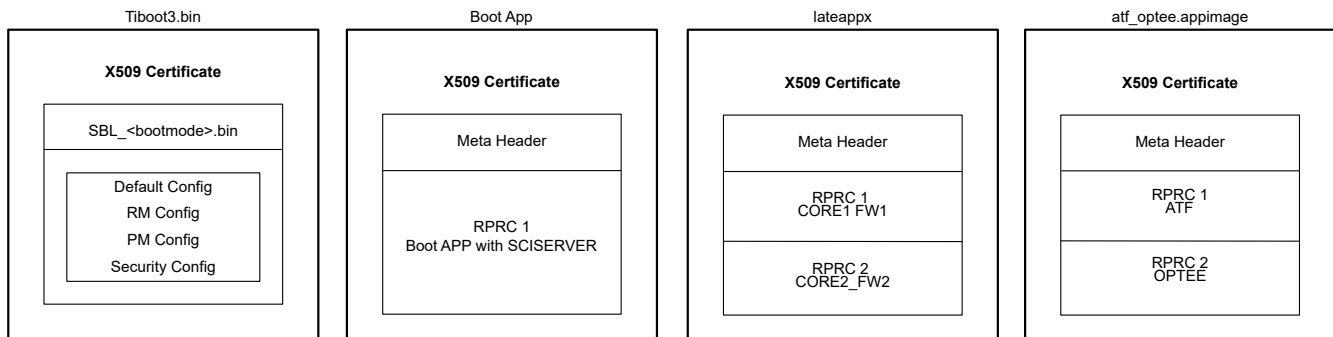


图 3-6. 映像格式 (Boot App)

4 总结

本应用手册介绍了 TDA4 和 DRA8 器件上基于 SPL (次级程序加载器) 和 SBL (次级引导加载程序) 引导加载程序的多个启动流程选项。

每个启动流程都支持传统启动模式和组合启动模式；组合模式可并行加载引导加载程序和系统固件，有效缩短 ROM 启动时长。所有流程都支持在高安全性 (HS) 器件上完成认证，并可在多个内核 (包括 MCU R5F、主 R5F、C7x 和 A72) 上加载固件。

这些是经 SDK 验证的一些启动选项。客户可结合自身需求和应用场景，量身设计适配的启动流程。

5 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [J721S2 Linux 常规启动流程](#), 网页。
2. 德州仪器 (TI), [SBL 概述](#), 网页。
3. 德州仪器 (TI), [RTOS 组合应用映像流程](#), 网页。
4. 德州仪器 (TI), [RTOS Boot App](#), 网页。
5. 德州仪器 (TI), [系统固件认证和解密请求 — TISCI 用户指南](#), 网页。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月