



摘要

本应用报告分为两个部分。第一部分提供了在选择和嵌入与 CC3x3x 器件配对的串行闪存时应遵循的重要指南和最佳实践设计技巧。第二部分介绍了文件系统，同时为使用 CC3x3x 器件的系统设计人员提供相关指南及注意事项。

CC313x 和 CC323x 器件是 SimpleLink™ 微控制器 (MCU) 平台的一部分，该平台由 Wi-Fi®、低功耗 Bluetooth®、Sub-1GHz 和主机 MCU 组成。它们均共用一个简单易用的通用型开发环境，其中包含单核软件开发套件 (SDK) 和丰富的工具集。只需进行一次 SimpleLink™ 平台集成，便可将配置文件中的任意器件组合添加到设计中。SimpleLink™ 平台的最终目标是确保在设计要求变更时完全实现代码重用。如需了解更多相关信息，请访问 www.ti.com.cn/simplelink/cn。

内容

1 使用串行闪存设计的考量因素	2
1.1 CC3x3x 兼容串行闪存器件.....	2
1.2 CC3x3x 不兼容的串行闪存器件.....	5
1.3 实现系统稳定性的最佳实践设计技术.....	5
2 使用 CC3x3x 文件系统时的考量因素	8
2.1 概述.....	8
2.2 文件系统指南.....	8
2.3 文件存储器空间的数学关系.....	8
2.4 系统文件.....	10
3 生产线编程	17
3.1 概述.....	17
3.2 影响编程时间的因素.....	17
3.3 映像编程示例.....	18
修订历史记录	18

插图清单

图 1-1. 在擦除闪存时突然掉电.....	6
图 1-2. 由线路供电的器件突然掉电.....	7
图 2-1. 文件存储器在闪存中的消耗.....	9
图 2-2. UniFlash 文件列表.....	11
图 2-3. 通过主机 API 列出文件.....	13
图 2-4. 通过主机 API 获取存储信息.....	15

表格清单

表 1-1. 通过测试可用于 CC3x3x 的串行闪存器件.....	3
表 1-2. 串行闪存参数.....	3
表 1-3. 串行闪存耐写次数.....	4
表 1-4. 与 CC3x3x 不兼容的串行闪存器件.....	5
表 2-1. 建议的闪存容量.....	16
表 3-1. 串行闪存参数.....	18

商标

SimpleLink™ is a trademark of Texas Instruments.

Wi-Fi® is a registered trademark of Wi-Fi Alliance.

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 使用串行闪存设计的考量因素

许多嵌入式系统通过内置串行闪存组件存储微控制器 (MCU) 或处理器使用的固件、配置文件及用户数据。在内容更新过程中，处理器偶尔将数据写入串行闪存。串行闪存的应用赋予系统设计人员前所未有的挑战。

- 典型串行闪存确保每个扇区的数据耐写次数为 100K 个写入周期，数据保存时间长达 20 年。应用开发人员必须考虑耐擦写次数及数据保存特性。
- 读写操作的串行性质导致访问时间较长，增加了系统电源电压在器件访问过程中保持稳定的挑战。

1.1 CC3x3x 兼容串行闪存器件

部分供应商提供的串行闪存器件在存储器容量方面可能保持一致，但仔细检查串行闪存数据表后可知，这些器件在某些参数（如工作电压和访问时间）上差异显著。

1.1.1 支持的指令

为了与 CC3x3x 器件兼容，串行闪存器件必须支持以下命令和格式：

- 擦除容量为 4K 的均一扇区。
- 命令 0x9F (读取器件 ID [JEDEC])。步骤：发送 0x9F，读取 3 个字节。
- 命令 0xB9 (断电)。步骤：发送 0xB9，在繁忙位清零前处于读取状态。
- 命令 0xAB (上电)。步骤：发送 0xAB，在繁忙位清零前处于读取状态。
- 命令 0x05 (读取 SFLASH 的状态)。步骤：发送 0x05，读取 1 个字节。位 0 繁忙，位 1 允许写入。
- 命令 0x01 (写入 SFLASH 的状态)。步骤：发送 0x01，发送 1 个字节。位 0 繁忙，位 1 允许写入。
- 命令 0x06 (设置允许写入) 步骤：发送 0x06，在设置允许写入位之前处于读取状态。
- 命令 0xC7 (芯片擦除) 步骤：发送 0xC7，在繁忙位清零前处于读取状态。
- 命令 0x20 (扇区擦除)。步骤：发送 0x20，发送 24 位地址，在繁忙位清零前处于读取状态。
- 命令 0xD8 (扇区擦除)。步骤：发送 0xD8，发送 24 位地址，在繁忙位清零前处于读取状态。
- 命令 0x03 (读取数据) 步骤：发送 0x03，发送 24 位地址，读取 n 个字节。
- 命令 0x02 (写页) 步骤：发送 0x02，发送 24 位地址，写入 n 个字节 (0<n≤256)。

1.1.2 支持的供应商和器件型号

TI BOM 表格中列出的串行闪存器件通过了 TI 系统测试，可用于 CC3x3x 器件参考设计。表 1-1 列出了通过测试可用于 CC3x3x 的不同闪存器件。TI 发现，这些通过一系列系统级测试的器件稳定可靠，能够在不同工作状态下保障稳定性。然而，如本文档后续章节所述，在极限工作状态下数据完整性无法得到保证。

如需更多信息，请参阅 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20、CC3x3x 网络处理器编程人员指南](#)（请参阅“文件系统”一章中的 [设计注意事项](#) 一节）。

表 1-1. 通过测试可用于 CC3x3x 的串行闪存器件

供应商	器件型号	容量	电源电压	建议
旺宏电子 (Macronix)	MX25R3235FM11L0	32Mb	1.65V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
ISSI	IS25LQ016B	16Mb	2.3V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
ISSI	IS25LQ032B	32Mb	2.3V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
Adesto	AT25DF321A	32Mb	2.7V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
GigaDevice	GD25WQ16E	16Mb	1.65V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
GigaDevice	GD25WQ32E	32Mb	1.65V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统
GigaDevice	GD25WQ64E	64Mb	1.65V 至 3.6V	由电池和线路供电的系统

为了获得最佳的访问时间性能，设计人员应该考虑以下参数：页面程序时间、4KB 扇区擦除时间和 64KB 块擦除时间。此外，当高性能模式可用时，可以使用它来提升性能（以功耗为代价）。表 1-2 列出了经测试的器件的部分访问时间参数。

表 1-2. 串行闪存参数

供应商	器件型号	4KB 扇区擦除时间 [ms]	64KB 块擦除时间 [ms]	页面程序时间 [ms]
Macronix (高性能)	MX25R3235FM11L0	40 至 240	480 至 3000	0.85 至 4
ISSI	IS25LQ032B	70 至 300	200 至 1000	0.5 至 2
Adesto	AT25DF321A	50 至 200	400 至 950	1 至 3
GigaDevice	GD25WQ32E	100 至 500	500 至 3000	1 至 4

1.1.3 串行闪存写入或擦除次数限制

串行闪存器件使用寿命受制于最大写入/擦除次数。这是系统应用程序软件设计的考量因素。

增加闪存耐写次数应遵循以下通用准则：

- 最大限度地减少应用程序写入闪存的次数，尤其是复位后。例如，确保应用程序配置仅在初始复位时写入闪存并且不在 **CC3x3x** 每次复位时出现。
- 文件的创建和删除需要更新文件分配表 (FAT)。需要更新现有文件时，请勿删除并重新创建文件，原因是应避免对于 FAT 的非必要访问。
- 如需更多信息，请参阅 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20、CC3x3x 网络处理器编程人员指南](#) (请参阅文件系统一章中的 *设计注意事项* 一节)。

典型串行闪存确保每个扇区的数据耐写次数为 100K 个写入周期，数据保存时间长达 20 年。表 1-3 详细说明了每日写入同一扇区的最大次数，使器件能够在给定年限内运行。。

表 1-3. 串行闪存耐写次数

理想产品寿命 [年]	每日最大写入次数 ⁽¹⁾
20	14
15	18
10	27
5	55
2	137

(1) 每日写入次数最大值 = 100000 / (产品年限 × 365)

CC3x3x 系统中的串行闪存可能由用户应用程序或 CC3x3x 片上固件的周期性活动写入。来自这两种来源的写入总次数不应该超过针对所需产品寿命计算的闪存最大写入次数预算值。

1.2 CC3x3x 不兼容的串行闪存器件

某些串行闪存器件具有可能与 CC3x3x 器件不兼容的补充机制。务必密切关注这些机制是否默认启用，因为串行闪存驱动程序是在器件固件上实现的，不易更改。

其中包括这些机制：

- 串行闪存保护：某些闪存器件具有全局保护功能，而某些闪存器件具有逐扇区保护功能，其中每个扇区在寄存器中有一个专用位。若要“解锁”扇区（或整个闪存），通常需要专用 SPI 命令（通常写入状态寄存器）。此外，检查在复位后解锁配置是否为持久的。如果是持久的，则可以在外部应用解锁操作，甚至是在将串行闪存器件焊接到 PCB 上之前应用此操作。
- 四通道 SPI：某些器件支持四通道 SPI（4 条而不是 2 条线路）。用户必须确保默认情况下未启用 QSI，无论它是否可以通过编程方式修改以及它是否为持久的。

表 1-4 列出了一些采用特殊机制的供应商和器件型号。

表 1-4. 与 CC3x3x 不兼容的串行闪存器件

供应商	器件型号	不兼容原因
微芯片 (Microchip)	SST26VF032BA	默认情况下启用 SIO2 和 SIO3 引脚，从而启动四通道 I/O 操作 默认情况下在上电复位周期后进行保护，需要专用的全局解锁命令
微芯片 (Microchip)	SST26VF032B	默认情况下在上电复位周期后进行保护，需要专用的全局解锁命令
Adesto	AT45DB321E	默认每扇区保护 - 无全局取消保护
Winbond	W25Q32JVSSIQ	默认情况下启用 SIO2 和 SIO3 引脚，从而启动四通道 I/O 操作

1.3 实现系统稳定性的最佳实践设计技术

1.3.1 概述

遵循数据表所述的电源和信号参数运行时，CC3x3x 器件是一款稳健耐用的成熟 WLAN 解决方案。本节介绍了最大限度地提升系统稳定性的设计技巧。这些技巧包括针对由电池供电或混合线路/电池供电的设计，最大限度地降低与 CC3x3x 器件相连的串行闪存发生意外损坏的可能性。这些技巧旨在确保串行闪存电源完整性，避免由于电源电压低于串行闪存制造商指定的最小阈值而导致读取或擦除运行过程中的闪存数据损坏。这种系统损坏决定系统是否能够继续运行，而在部分情况下，需要恢复针对系统的物理访问。

1.3.2 通用准则

实现系统稳定性需要遵循的通用准则：

- 主要适用于由电池或电池和线路混合方案供电的系统。这包括 CC3x3x 器件与电池直接相连的设计以及在电池和 CC3x3x 器件之间使用直流/直流转换器的系统。
- 如果应用使用直流/直流转换器，设计人员应确保直流/直流转换器的输出同时符合 CC3x3x 器件和所连串行闪存器件的电源要求。
- CC3x3x 器件应仅在电源电压高于或等于 2.3V 时启用。此最小值通常由串行闪存最低电源电压而非 CC3x3x 的最低电源电压（在数据表中定义为 2.1V）决定。如数据表中所述，该电源在不降至低于 2.3V 的情况下必须承受 CC3x3x 的发送电流或校准电流负载；因此，考虑到电源的内阻影响，空载状态下的电源电压可能必须高于 2.3V。
- 施加于 CC3x3x 器件的电源电压始终不得超过 3.8V，即数据表中规定的绝对最高电源电压。此外，必须遵循所选串行闪存数据表中相应的绝对最高电压约束条件。
- 为提升闪存耐写次数，应遵循节 1.1.3 中的准则。
- 为了最大限度地提升系统稳健性，可使用 Macronix MX25R3235 等串行闪存。该器件支持的电源电压范围较大，有助于提升系统抗电源波动的能力。
- 对于访问时间性能，请选择具有更好数据表数值的串行闪存器件。重要参数包括：页面程序时间、4KB 扇区擦除时间和 64KB 块擦除时间。
- 如果串行闪存器件具有高性能模式，则可配置该模式来提高性能。
- CC3x3x WLAN 传输可能导致电源中的负载突然上升。负载突然上升可能导致电源电压瞬时下降。请参阅 CC3x3x 数据表中介绍如何处理电源欠压的部分。

1.3.3 突然掉电

所有使用串行闪存的系统易受电源突然断电的影响。正如多数串行闪存数据表中指出的，如果在执行写入或擦除操作时移除电源，可能发生数据损坏。如果在擦除或写入操作完成前，系统工作电压降低至低于串行闪存的 V_{\min} （典型值为 2.3V），则可能会出现上述情况。图 1-1 显示了一种典型情况。

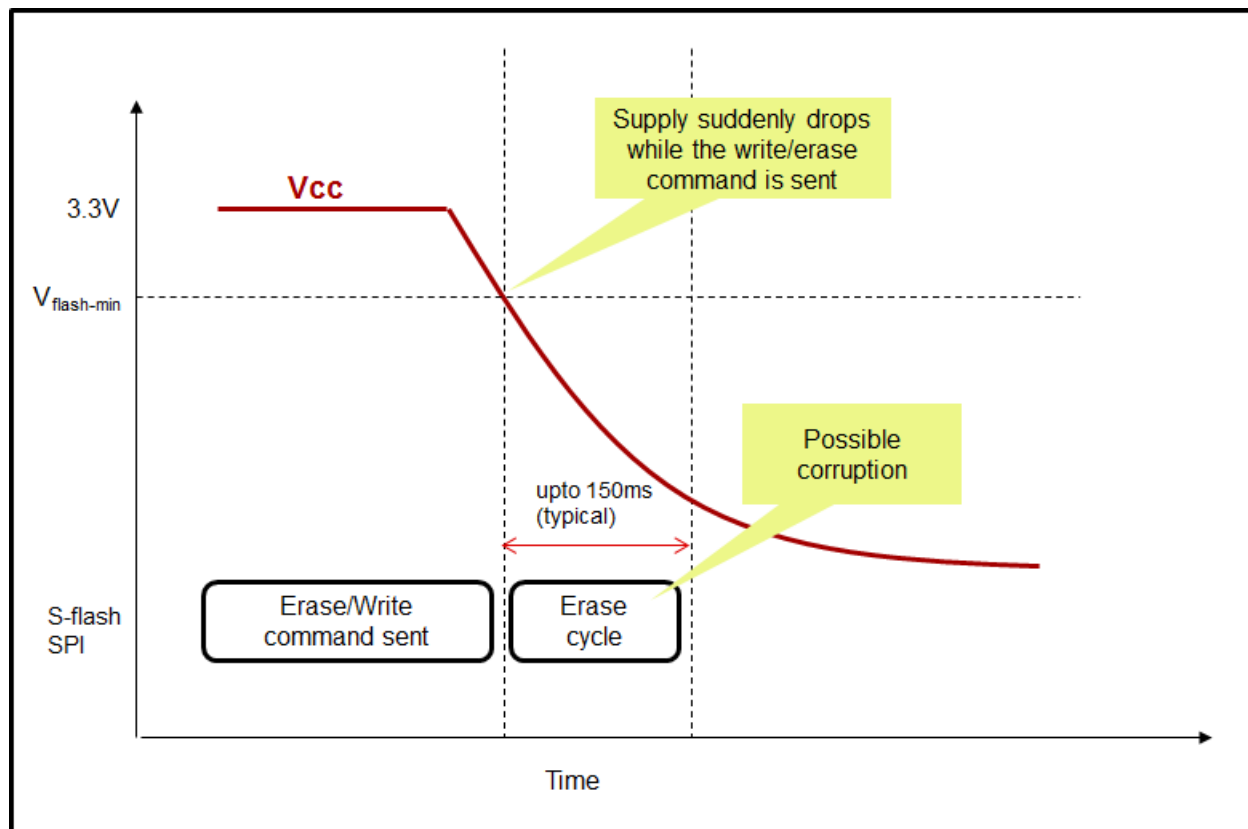


图 1-1. 在擦除闪存时突然掉电

该情况可能在由电池或线路供电的终端设备中出现：

- 由电池供电的产品：在不经软关断的情况下断开产品的电池
- 由线路供电的产品：电源故障或在不经软关断的情况下突然拔除电源。

以下章节解释了如何最大限度地降低这两类终端设备串行闪存受损的可能性。

1.3.3.1 由电池供电的系统

在由电池供电的系统中，突然断电可能与正在进行的串行闪存访问同时发生。通过在产品使用过程中降低断电风险可最大限度地抑制上述情况的出现，例如用户在产品使用过程中站立于 Wi-Fi® 称重天平之上。此外，产品说明不建议用户在使用产品时断电。在系统需要提升保护等级时，映射至系统处理器 GPIO 的软断电按钮可以在用户需要断电时预先发出警告。该系统中的处理器使用一个发光二极管 (LED) 指示软关断是否完成，以及此时能否拆卸电池。

1.3.3.2 由线路供电的系统

在由交流干线供电的系统中，电网故障会导致 Wi-Fi® 子系统的供电电压突然下降。当电网故障及相应 Wi-Fi® 子系统电压突降与串行闪存擦除操作同时发生时（不太可能发生这种情况），可能发生数据损坏。最大限度降低闪存损坏几率的一种方式是在输入电源断电后确保直流电压缓慢斜降。确保直流电压缓慢斜降需要借助大容量电容，后者将在电源断电后保持充电。电容值需要根据 SFLASH 擦除操作的最长时间、电压阈值及系统消耗的电流进行估算。嵌入式系统感测到输入电压的突然下降并启动 Wi-Fi® 子系统的软关断，从而在电压到达 $V_{\text{flash-min}}$ 之前安全地完成所有串行闪存操作。电容器中存储的电荷将在这个短暂的时间间隔内使用。图 1-2 显示了该序列。

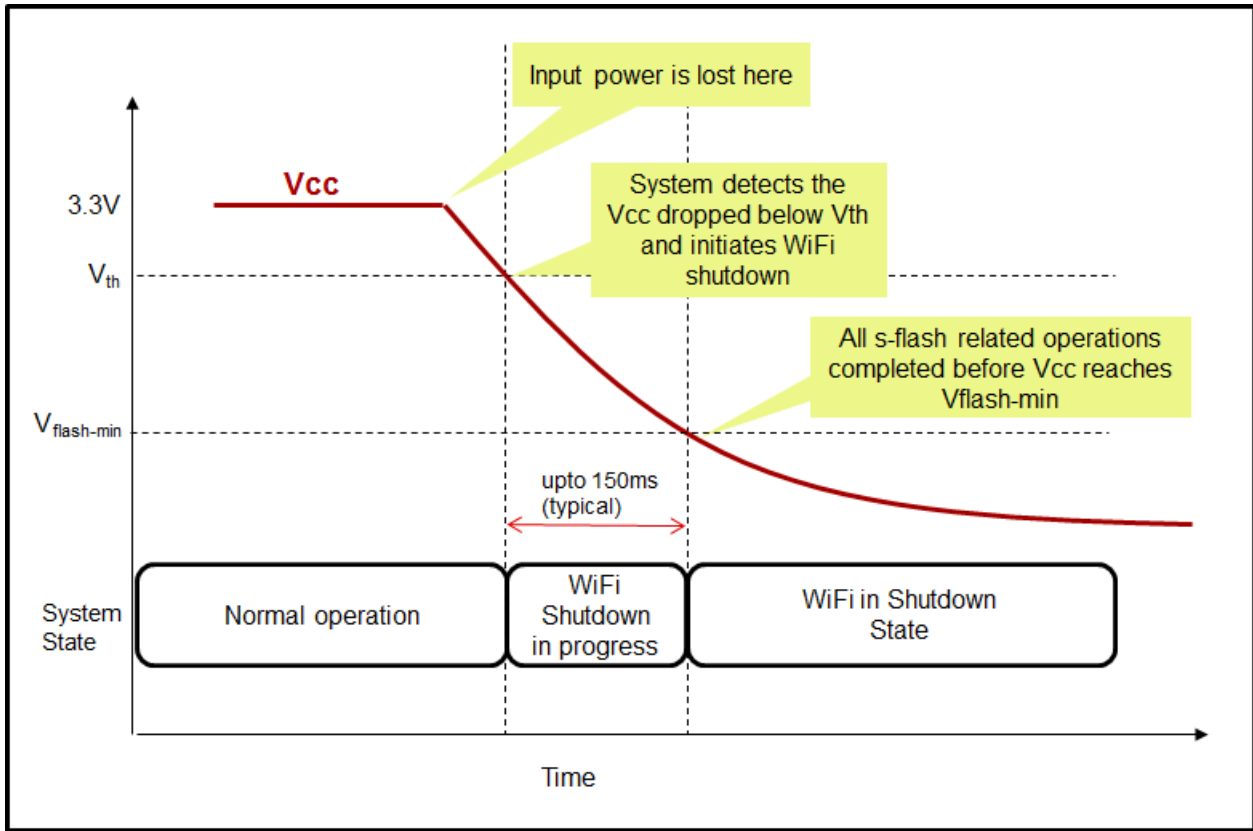


图 1-2. 由线路供电的器件突然掉电

2 使用 CC3x3x 文件系统时的考量因素

2.1 概述

本指南第二部分论述了串行闪存中实现的 CC3x3x 文件系统。与可供系统设计人员选择的串行闪存不同，CC3x3x 文件系统对于所有器件是通用的。系统和配置文件仅可使用 CC3x3x 文件系统创建和保留。

有关 CC3x3x 文件系统的更多详细信息，请查看 [CC31xx](#)、[CC32xx SimpleLink™ Wi-Fi®](#) 和 [物联网处理器编程人员指南](#) (请参阅文件系统一节)。

2.2 文件系统指南

大多数文件系统指南可以在 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20](#)、[CC3x3x 网络处理器编程人员指南](#) 中找到 (请参阅安全文件系统一章中的文件系统特性一节)。除上述指南外，系统设计人员还应注意以下事项：

- 文件系统分配表占用五个块 (20KB)。
- CC3x3x 器件支持的串行闪存存储类型具备最小容量为 4096 字节的块。
- 每个文件至少占用：
 - 一个块 (4KB) - 不支持故障安全的文件
 - 两个块 (8KB) - 支持故障安全的文件
- 文件创建后无法扩大尺寸。为在器件生命周期中增加文件内容，应在文件创建后设置最大大小属性 (文件系统保留空间)。
- 文件创建后不得更改属性 (提交和回滚属性除外)。
- 文件系统无法处理碎片。

2.3 文件存储器空间的数学关系

用户可以使用文件系统存储文件，因此精确计算各文件所占存储器空间至关重要。闪存占用总量与文件内容长度 (或创建时设置的最大容量属性)、文件属性和文件系统元数据之间存在函数关系。

图 2-1 显示了串行闪存存储器消耗量的计算过程。

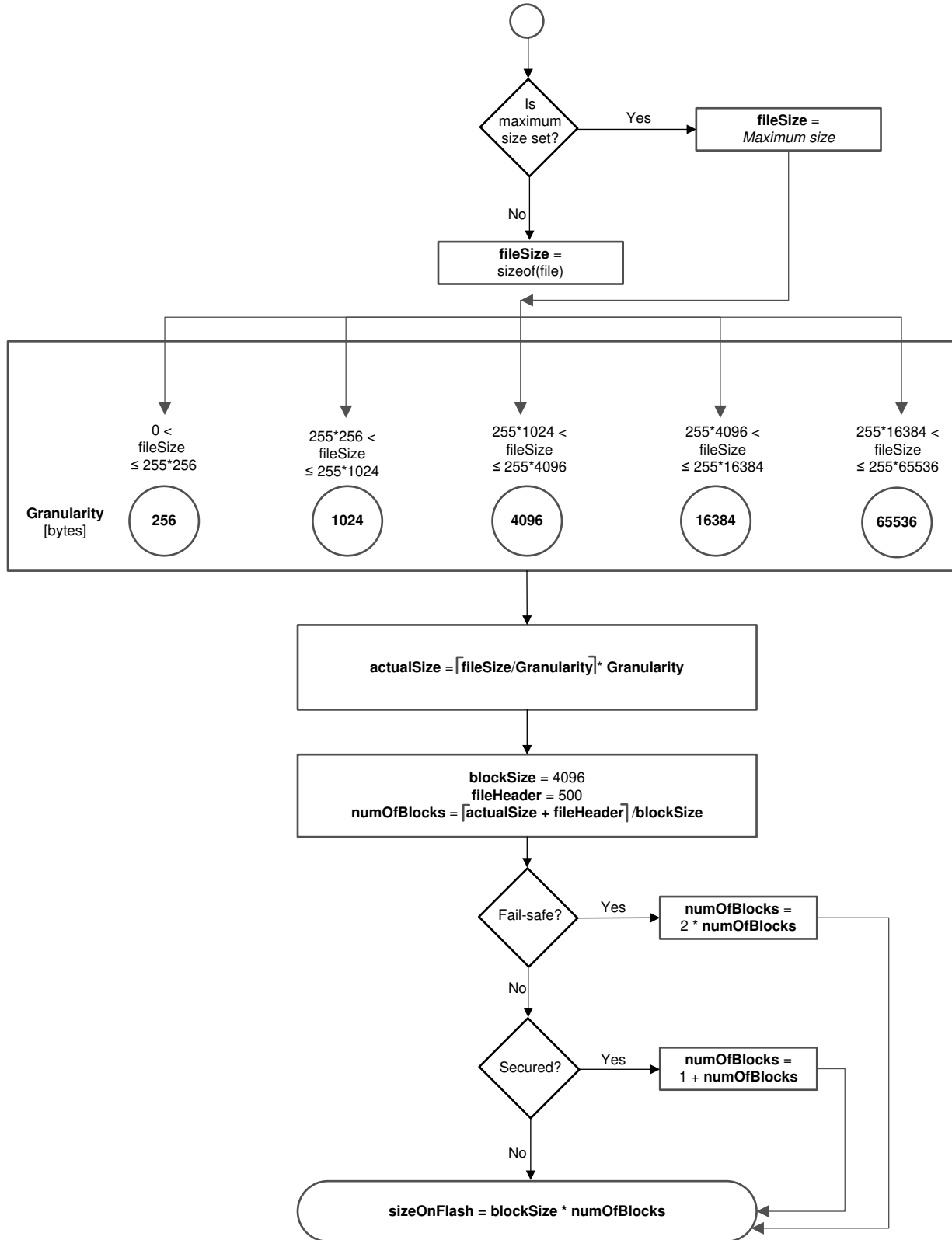


图 2-1. 文件存储器在闪存中的消耗

2.4 系统文件

2.4.1 概述

系统文件包括将器件置为预定义状态的所有配置文件或其子集。系统文件可由用户隐式创建（例如通过调用主机驱动程序应用程序编程接口 (API)）或由器件内部创建。由于这些文件对于器件正确运行不可或缺，系统设计人员必须理解这些文件的创建时间以及监视串行占用的方法。

无法为系统文件保留充足空间可能导致系统执行意外操作。

2.4.2 主机驱动程序映射

在调用主机驱动程序 API 时，用户以隐式方式创建多数系统文件。部分系统文件（如校准文件、ARP 表文件等）在内部通过网络处理器子系统创建，用户无权控制。

有关以隐式方式与系统文件连接的主机驱动程序 API 的详细信息，请参阅 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20、CC3x3x 网络处理器编程人员指南](#)（请参阅附录持久性）。

2.4.3 如何配置串行闪存内容

设计并监视串行闪存中的内容是强制性操作，特别是存储器资源有限的嵌入式器件。新一代 SimpleLink™ 器件为系统设计人员提供了有助于设计和监视系统的选项。

2.4.3.1 使用 UniFlash

UniFlash ImageCreator 是一款用于对 SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x3x 器件使用的外部串行闪存进行编程的工具。如需更多信息，请参阅 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20、CC3x3x UniFlash ImageCreator 用户指南](#)。

2.4.3.1.1 监视存储故障（仅在工作模式下适用）

为使该选项正常运行，器件必须在开发模式下打开。只需连接器件并单击文件列表按钮。

图 2-2 来自“开箱即用”项目并显示了文件列表（文件列表按钮以蓝色圆圈标记）。

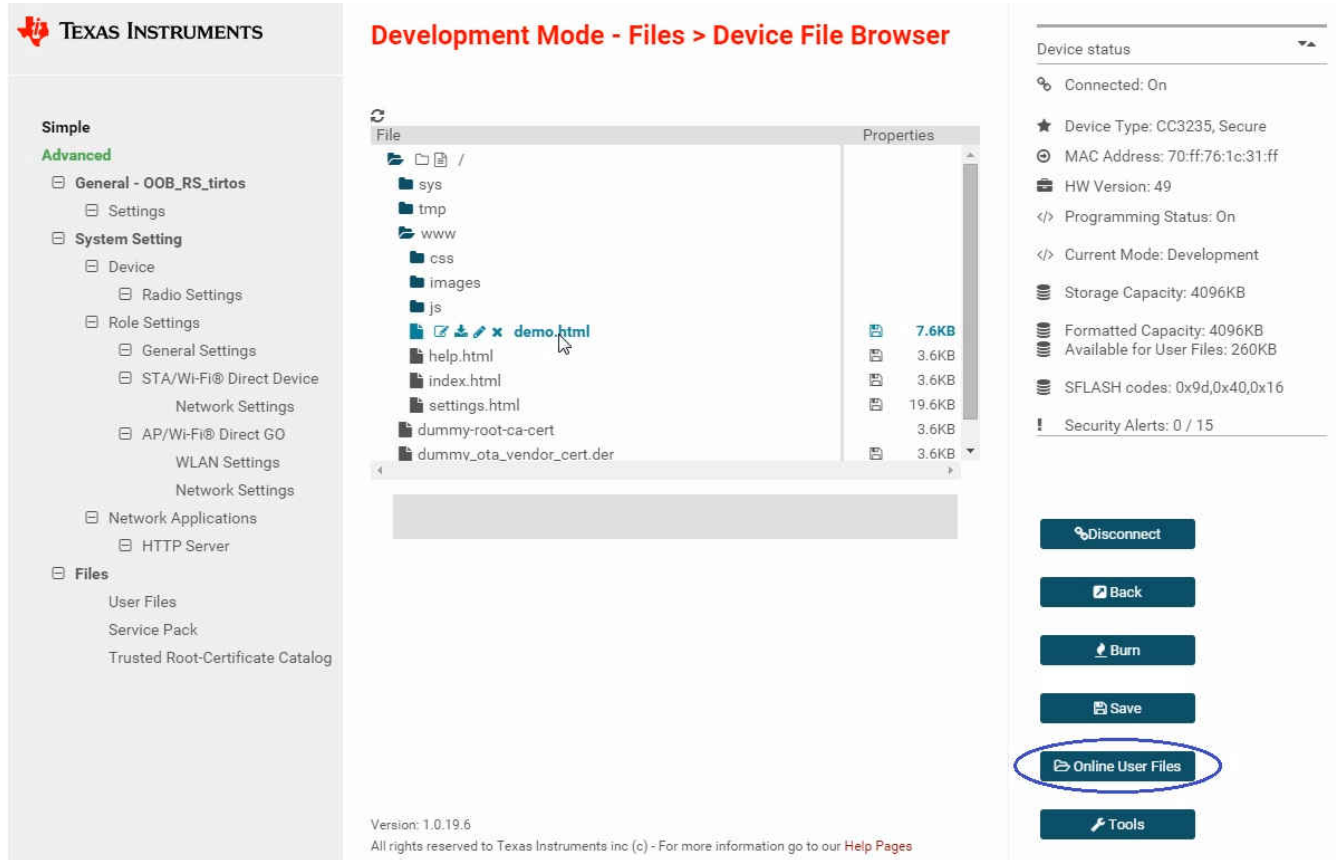


图 2-2. UniFlash 文件列表

2.4.3.2 使用主机驱动程序 API

存储内容可通过主机驱动程序 API 实时监控。

适用于该用途的 API 共有两个：

- 文件列表界面显示了既有文件相关信息和为每个文件分配的模块数。
- 获取存储信息命令包含有关器件使用情况的信息；它包含器件存储器使用情况、系统安全警报以及 FAT 访问次数等信息。

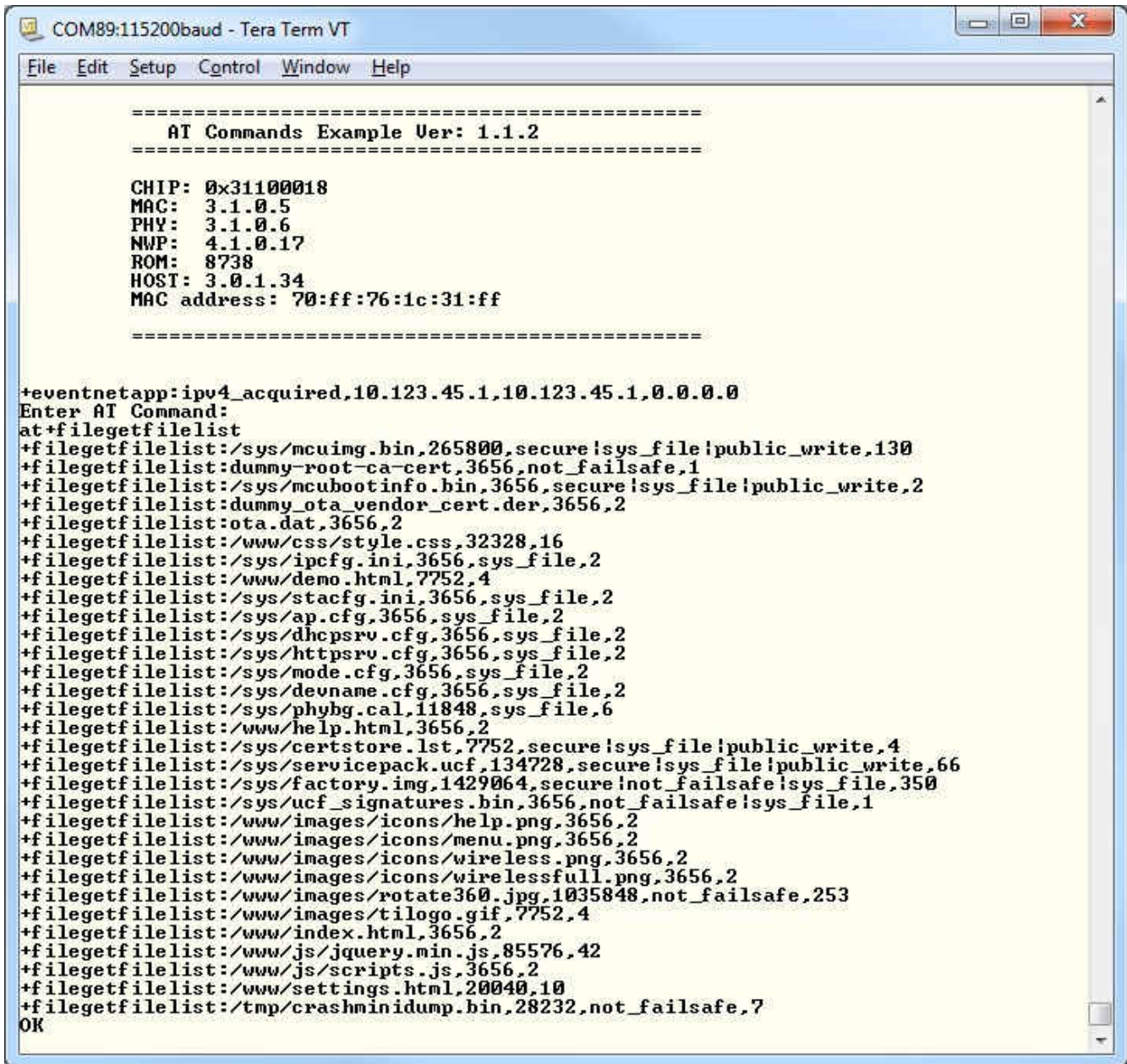
图 2-3 显示了通过文件系统 API 调用并在终端设备打印输出的开箱即用文件列表特性。为此，使用了 AT 命令应用程序并将其编程到器件中，而不是开箱即用的应用程序。

用于列出文件系统内容的文件系统 API 是 `sl_FsGetFileList()` API。

用于列出文件系统内容的 AT 命令是 `At+FileGetFileList`。

通过 AT 命令终端检索的每个文件的有序参数为：

- SimpleLink™ 文件系统上的完整路径。
- 以字节为单位分配的大小（不包括 440 字节的头文件）。该大小适用于文件的单个副本，如果文件具有失效防护功能，则不考虑第二个副本。
- 文件属性。
- 以块为单位分配的大小，包括失效防护副本。



```

=====
      AT Commands Example Ver: 1.1.2
=====

CHIP: 0x31100018
MAC: 3.1.0.5
PHY: 3.1.0.6
NWP: 4.1.0.17
ROM: 8738
HOST: 3.0.1.34
MAC address: 70:ff:76:1c:31:ff

=====

+eventnetapp:ipv4_acquired,10.123.45.1,10.123.45.1,0.0.0.0
Enter AT Command:
at+filegetfilelist
+filegetfilelist:/sys/mcuimg.bin,265800,secure!sys_file!public_write,130
+filegetfilelist:dummy-root-ca-cert,3656,not_failsafe,1
+filegetfilelist:/sys/mcubootinfo.bin,3656,secure!sys_file!public_write,2
+filegetfilelist:dummy_ota_vendor_cert.der,3656,2
+filegetfilelist:ota.dat,3656,2
+filegetfilelist:/www/css/style.css,32328,16
+filegetfilelist:/sys/ipcfg.ini,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/www/demo.html,7752,4
+filegetfilelist:/sys/stacfg.ini,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/ap.cfg,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/dhcpsrv.cfg,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/httpsrv.cfg,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/mode.cfg,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/devname.cfg,3656,sys_file,2
+filegetfilelist:/sys/phybg.cal,11848,sys_file,6
+filegetfilelist:/www/help.html,3656,2
+filegetfilelist:/sys/certstore.lst,7752,secure!sys_file!public_write,4
+filegetfilelist:/sys/servicepack.ucf,134728,secure!sys_file!public_write,66
+filegetfilelist:/sys/factory.img,1429064,secure!not_failsafe!sys_file,350
+filegetfilelist:/sys/ucf_signatures.bin,3656,not_failsafe!sys_file,1
+filegetfilelist:/www/images/icons/help.png,3656,2
+filegetfilelist:/www/images/icons/menu.png,3656,2
+filegetfilelist:/www/images/icons/wireless.png,3656,2
+filegetfilelist:/www/images/icons/wirelessfull.png,3656,2
+filegetfilelist:/www/images/rotate360.jpg,1035848,not_failsafe,253
+filegetfilelist:/www/images/tilogo.gif,7752,4
+filegetfilelist:/www/index.html,3656,2
+filegetfilelist:/www/js/jquery.min.js,85576,42
+filegetfilelist:/www/js/scripts.js,3656,2
+filegetfilelist:/www/settings.html,20040,10
+filegetfilelist:/tmp/crashminidump.bin,28232,not_failsafe,7
OK
  
```

图 2-3. 通过主机 API 列出文件

图 2-4 显示了通过文件系统 API 调用并在终端设备打印输出的开箱即用存储信息特性。存储信息可通过使用 `SL_FS_CTL_GET_STORAGE_INFO` 命令执行 `sl_FsCtl()` API 来调用。

用于列出存储信息的 AT 命令是 `At+FileCtl=GET_STORAGE_INFO`。

通过 AT 命令终端检索的有序参数为：

- 器件块大小
- 以块为单位的器件容量
- 分配的块数
- 保留的块数
- 为系统文件保留的块数
- 以块为单位的最大分配存储器间距
- 用户文件的可用块数
- 文件系统中可能的最大文件数
- 器件是否在开发模式下格式化？
- 文件系统捆绑包状态
- 为系统文件保留的最大文件数
- 实际的用户文件数
- 实际的系统文件数
- 系统安全警报的数量
- 系统安全警报阈值
- FAT 写访问计数器

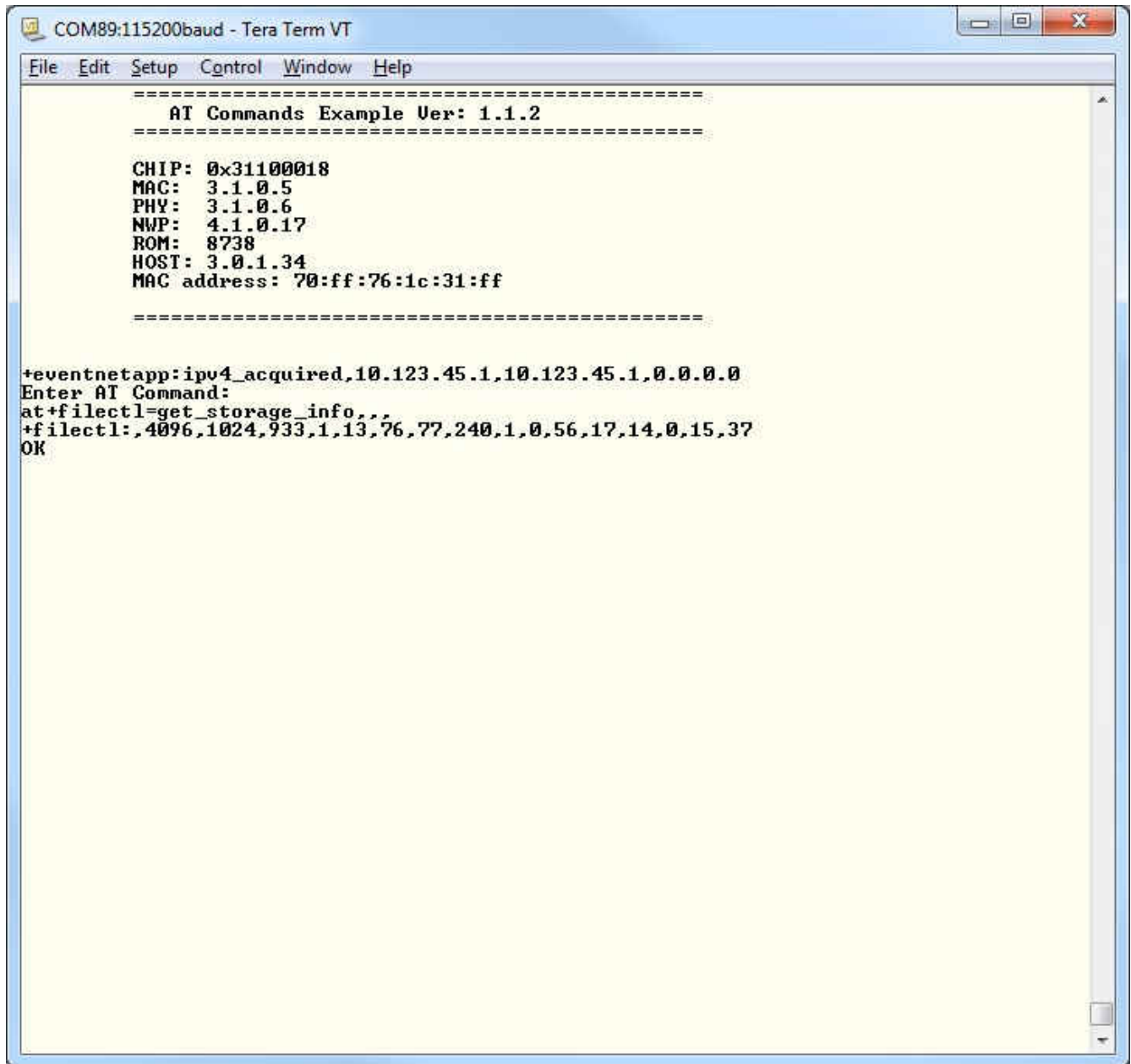


图 2-4. 通过主机 API 获取存储信息

2.4.4 建议的闪存容量

建议的串行闪存大小由所有系统文件占用的存储空间以及启用恢复到出厂后的编程映像决定。

系统设计人员可选择保留整个存储空间或自定义并仅保留所需空间。在后一种情况下，请注意，系统可能因无法保留充足空间而产生意外行为。

表 2-1 列出了在以下假设条件下所需的最低存储器占用空间：

- 使用的系统文件占用 64 个块 (256KB)。
- 供应商文件不考虑在内
- MCU 代码作为 CC323x (启用失效防护功能) 可能的最大容量，以便在未来进行更新 (例如通过 OTA) 。
- Gang 映像：
 - Gang 映像的存储四舍五入为 32 个块 (即 128KB 分辨率) 。
 - Gang 映像大小取决于所有组件的实际内容大小。服务包、系统文件和 32 块分辨率假设占用 256KB。
- 所有计算均考虑到启用恢复默认设置。

表 2-1. 建议的闪存容量

元素	CC313x [KB]	CC323xS [KB]	CC323xSF [KB]
文件系统分配表	20	20	20
系统和配置文件	256	256	256
服务包	264	264	264
MCU 代码	不适用	512 ⁽¹⁾	2048 ⁽¹⁾
Gang 映像大小	256	256 + MCU	256 + MCU
总计	796	1308 + MCU	2844 + MCU
最低闪存容量 ⁽²⁾	8Mb	16Mb	32Mb
建议的闪存容量 ⁽²⁾	16Mb	16Mb	32Mb

(1) 包括故障安全。

(2) 针对最大 MCU 容量。

3 生产线编程

3.1 概述

生产线编程是将由 Uniflash 实用程序创建的 Gang 映像刷写到器件串行闪存中的过程。Gang 映像至少包含 CC323x 的服务包和二进制主机应用程序。安全器件还必须包括与安全性相关的文件，如证书、密钥和证书目录。此外，还包括系统和配置文件以及可选的用户文件。

映像编程有两种主要方法：

- 直接 SPI 编程 - 使用外部现成的编程工具，通过 SPI 线路直接写入串行闪存。
- UART 编程 - 使用 Uniflash 实用程序或嵌入式编程包，通过 UART 间接对串行闪存进行编程。

在这两种情况下，在第一次引导期间，器件检测到 Gang 映像，并开始提取映像并创建文件系统。此格式化过程完全由 SimpleLink™ 器件执行，不需要任何用户干预。

本节讨论影响总编程时间的因素。如需更多信息，请参阅 [SimpleLink™ Wi-Fi® CC3x20、CC3x3x 网络处理器编程人员指南](#)、[CC313x 生产线指南应用报告](#) 和 [CC323x 生产线指南应用报告](#)

3.2 影响编程时间的因素

3.2.1 SPI 编程

通过 SPI 线路进行编程时，以下因素会影响总编程时间。

- 串行闪存访问时间参数，如表 3-1 所示。
- SPI 时钟频率
- 串行闪存模式（如适用）。某些闪存器件可以配置为在高性能模式下工作，这比在低功耗模式下工作时速度更快。
- 用于编程的现成工具。具体来说，某些工具在使用十六进制格式的映像时工作速度更快。用户还可以使用某些实用程序对该工具进行编程，以提高其工作速度。
- 编程前必须擦除整个串行闪存空间。
- 对于 CC323xSF 器件，主机应用程序二进制文件的默认大小为 1MB 并具有失效防护功能，即 2MB。
- 对于 CC323xS 器件，主机应用程序二进制文件的默认大小为 256KB 并具有失效防护功能，即 512KB。
- 映像的大小。如果出现以下情况，映像会变大：
 - 将文件配置为失效防护模式。
 - 文件受保护。
 - 为文件配置的预定义大小大于原始文件大小。

3.2.2 UART 编程

通过 UART 线路进行编程时，以下因素会影响总编程时间。

- 串行闪存访问时间参数，如表 3-1 所示。
- 串行闪存模式（如适用）。某些闪存器件可以配置为在高性能模式下工作，这比在低功耗模式下工作时速度更快。
- UART 接口速度恒定，设置为 921,600bps。
- 编程期间，器件处于引导加载程序模式。使用 UART 的编程协议会产生开销。
- 对于 CC323xSF 器件，主机应用程序二进制文件的默认大小为 1MB 并具有失效防护功能，即 2MB。
- 对于 CC323xS 器件，主机应用程序二进制文件的默认大小为 256KB 并具有失效防护功能，即 512KB。
- 映像的大小。如果出现以下情况，映像会变大：
 - 将文件配置为失效防护模式。
 - 文件受保护。
 - 为文件配置的预定义大小大于原始文件大小。

3.3 映像编程示例

为得到表 3-1 中列出的串行闪存的预估持续时间，此处使用了开箱即用 (OOB) 映像。由于 OOB 映像较大，CC323xSF 器件的二进制主机应用程序的预分配大小必须设置为 256KB (否则，映像将无法装入 32Mb 串行闪存)。使用相同大小的二进制主机应用程序使用户能够使用 CC323xS 或 CC323xSF 器件。

映像和提取的文件系统的大小几乎占据了整个闪存空间，因此总编程时间是对特定闪存器件的最大持续时间的估计值。OOB 映像的闪存内容细分为 (4KB 的块)：

- 映像大小 - 352 个块
- 提取后用户文件的大小 - 357 个块
- 提取后系统文件的大小 - 214 个块

因此，必须擦除的总大小为 923 个块，即 3692KB。

表 3-1. 串行闪存参数

供应商	器件型号	4KB 扇区擦除时间 [ms]	64KB 块擦除时间 [ms]	页面程序时间 [ms]	映像编程 [秒]	映像提取 [秒]
Macronix (低功耗)	MX25R3235FM1IL0	58 至 240	800 至 3500	3.2 至 10	55	59
ISSI	IS25LQ032B	70 至 300	200 至 1000	0.5 至 2	41	21
Adesto	AT25DF321A	50 至 200	400 至 950	1 至 3	36	22

修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (February 2020) to Revision B (August 2020)	Page
• 更改了文档标题和整个文档以包括 CC3130 和 CC3230 器件.....	2

重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司