

赛普拉斯 S25FL-L 串行 NOR 闪存产品程序员指南

作者: **Suhail Zain**

相关器件系列: **S25FL-L**

S25FL-L 串行 NOR 闪存系列是赛普拉斯第一款采用 65 nm 浮栅 NOR 技术制造的高性能、多输入/输出的串行闪存产品。AN217000 为软件程序员和系统工程师介绍了 S25FL-L 系列以及如何将其成功集成到系统中。

1 简介

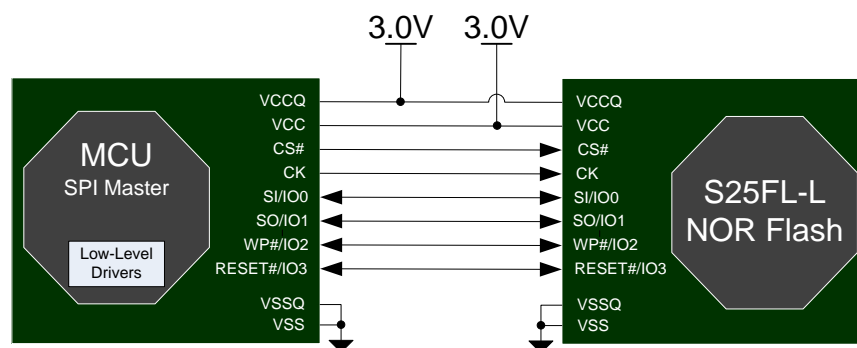
本文档提供了将 S25FL-L 串行 NOR 闪存产品系列集成到系统中的指南。要想获取完整的规范，请参阅相应数据手册。

2 S25FL-L 产品系列概况

S25FL-L 是 3.0 V 单电源串行 NOR 闪存产品系列，采用了先进的 65 nm 浮栅工艺技术。该产品系列中结合了少信号计数以及兼容高速 SPI 总线接口的两种特性。它具有高级的写保护逻辑和高性能的双线和四线输入/输出指令，从而提高串行传输速度。此外，由于该产品系列使用了能够在两个时钟沿上传输数据的双数据速率（DDR）指令，因此读取带宽也得到了提高。

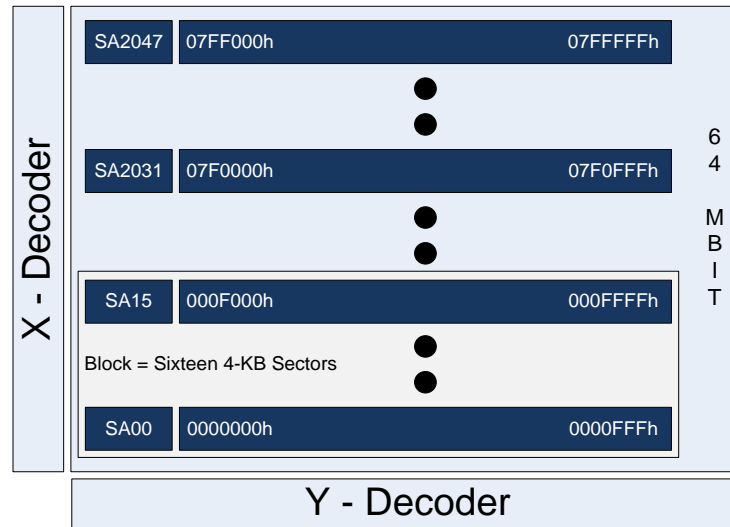
图 1 显示的是 SPI 主设和 S25FL-L 闪存芯片（SPI 从设备）间的连接方式。赛普拉斯提供底层驱动程序（LLD）软件，该软件可实现读取、编程和擦除功能。

图 1. SPI 主设备控制器与 S25FL-L 的连接



S25FL-L 系列具有统一的扇区架构，扇区大小为 4 KB。其中扇区是最小的可擦除区域。S25FL-L 系列还定义了大小分别为 16 扇区和 8 扇区的块（64 KB）和半块（32 KB）。扇区、半块、块和芯片擦除等指令均可用。图 2 显示了 S25FL064L 器件的阵列块架构。容量更大的器件采用相似的架构。

图 2. S25FL064L 阵列架构



S25FL-L 器件具有一个大小为 256 字节的内部页编程缓冲区，通过使用页编程命令，可以使该缓冲区与闪存器件中的 256 字节页地址对齐。页编程范围为页面的 1 字节到 256 字节。

器件内部操作（如擦除或编程）需要占用一定的时间完成，它们被称为嵌入式操作（EO）。在 EO 期间，器件处于繁忙状态，它忽略几乎所有命令。读状态寄存器命令用于确定 EO 是否完成。

读取命令可以从存储器阵列中任何字节地址开始。输出每一个字节后，会按顺序内部递增到下一个更高地址。读取闪存阵列的高位地址端后，该地址将自动返回到 000000h。因此，可以使用单线读取指令从任何闪存地址开始来读取整个存储器阵列。

3 状态寄存器

S25FL-L 具有两个 8 位的状态寄存器，主机系统可以使用它们来检查器件的当前状态、EO 错误状态或挂起状态。表 1 显示的是状态寄存器及其状态。

表 1. 状态寄存器及其默认状态

状态寄存器	寄存器位	说明	支持的状态
1	WIP	正在写入 — 器件处于繁忙状态	0 = 器件就绪 — 未执行 EO 1 = 器件繁忙 — 正在执行 EO
2	E_ERR	发生了擦除错误	0 = 未发生擦除错误 1 = 发生了擦除错误
	P_ERR	发生了编程错误	0 = 未发生编程错误 1 = 发生了编程错误
	ES	擦除挂起	0 = 未处于擦除挂起模式 1 = 处于擦除挂起模式
	PS	编程挂起	0 = 未处于编程挂起模式 1 = 处于编程挂起模式

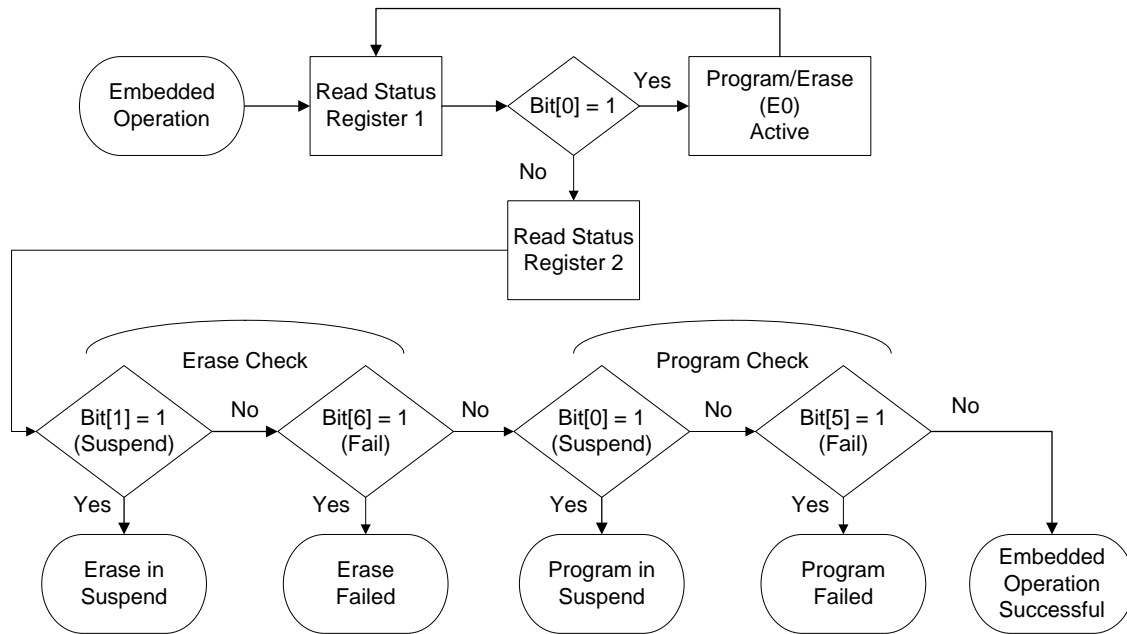
在发送一条触发 EO（编程或擦除扇区）命令后，始终要检查状态寄存器（SR），以确保执行下一条命令前 EO 已完成。在 EO 期间，只接受编程/擦除挂起命令或状态寄存器读取命令。所有其他命令将被忽略。

注意：在编程或擦除操作期间，可通过发送挂起命令暂停 EO，从而快速返回到读取模式。这时，该操作将被挂起，直到输入恢复命令为止。

如果在 EO 期间发生错误，那么在继续执行下一个命令前，必须使用清除状态寄存器命令来清除错误位。

图 3 说明了轮询功能。在启动 EO（编程或擦除扇区）后，它使用状态寄存器来确定器件的状态。下面的算法不要求确定正在轮询的操作类型。

图 3. 状态轮询算法



4 配置 S25FL-L 器件

S25FL-L 器件有三个 8 位配置寄存器。这些器件提供了非易失性配置寄存器（CR*NV），它们按位映射到其对应的易失性配置寄存器（CR*V）。CR*NV 和 CR*V 寄存器统称为配置寄存器。使用 CR*V 寄存器临时更改配置设置（在发生寄存器复位前，将保持这些更改）。发生下一次上电复位（POR）、硬件复位（RESET#）或软件复位（99h）后，CR*V 值将复位为 CR*NV 寄存器中所保存的相应位值。如果需要新的非易失性配置，则应通过写入寄存器命令（WRR 01h）将 CR*NV 寄存器更新为所需值。图 4 显示的是配置寄存器 1 的非易失性和易失性寄存器间的对应关系。配置寄存器 2 和 3 有相似的架构。

图 4. 配置寄存器架构

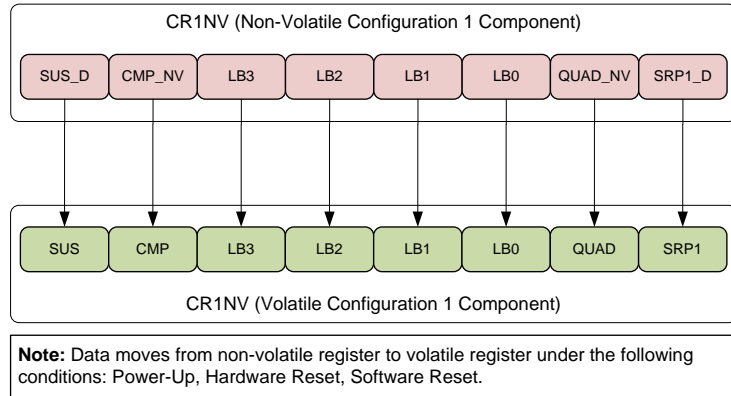


表 2 显示了出厂时的默认配置寄存器状态。一旦在开发阶段设置并完全调试了自定义上电默认配置，可将 CR1NV[0] SRP1 位从“0”更改为“1”，从而永久性锁定配置寄存器。生产过程中最好最先烧录闪存镜像，最后设置并锁定配置寄存器和状态寄存器 1。以后不应使用 WRR (01h) 命令。

表 2. 配置寄存器及其默认状态

配置寄存器	寄存器位	说明	默认设置
1	SUS	挂起状态 — 只读	0 = 没有擦除/编程被挂起
	CMP	补充保护选择	0 = 正常保护映射
	LB[3:0]	安全区域锁定位	000 = 安全区域未被锁定
	QUAD	四线 I/O 模式选择	0 = 双线或串行模式
	SRP1	状态寄存器保护选择	0 = 寄存器未被锁定
2	IO3R	IO3_复位选择	0 = 禁用（IO3 没有其他功能）
	OI[1:0]	输出阻抗选择	11 = 默认（请参阅器件特定的数据手册）
	QPI	QPI 模式选择	0 = QPI 被禁用 — 使用传统的 SPI 协议
	WPS	数据保护机制选择	0 = 传统块保护
	ADP	地址长度选择	0 = 3 字节地址
3	WL	回卷长度选择	11 = 64 字节回卷
	WE	回卷长度使能	1 = 回卷禁用
	RL	读取延迟选择	1000 = 默认（请参阅器件特定的数据手册）

4.1 设置所有配置后

表 2 显示了出厂时的默认配置寄存器状态。一旦指定好并完成调试上电时所要求的默认配置后，您便可以发送 CR1NV[0] SRP1 命令，从而锁定各个寄存器。主机将该位设置为 1 后，器件配置将被永久性锁定。

注意：SRP1 也会锁定状态寄存器 1。这时，您必须确保在使能 SRP1 前指定好状态寄存器 1 需要执行的行为。

5 复位

S25FL-L 器件支持 3 种复位模式：上电复位（POR），也称冷复位；硬件复位（即由 RESET#或 IO3/RESET#信号触发的暖复位）以及由软件复位命令（RSTEN 66h、RESET 99h）序列触发的软件复位。冷复位将从相应 CR*V 位值加载所有 CR*NV 位值，该操作需要 300 μ s 的时间。通过重新将 CR*NV 默认值载入到 CR*NV 寄存器内，暖复位和软件复位也会使器件恢复到其初始上电时的状态。但配置寄存器 CR1V[0]中的易失性 SRP1 位和保护寄存器中的易失性 NVLOCK 位将保留不变。暖复位和软件复位操作的完成时间为 100 μ s。软件复位事件不会影响正在进行的各 EO 操作，但暖复位会强制 EO 中止。

6 最优化读取性能

为了最优化读取性能，用户需要使用单个读命令序列来读取连续数据的最大长度，这样可以减少读命令。为了实现该目的，主机控制器应保持 CS#为低电平，直到所有数据都被读取为止。在该操作期间，您不能简单使用可一次读取 1 个字节的 memcpy()或类似的读取函数。您需要执行某个控制器特定的函数，以便应用级软件读取多个字节的连续数据。该函数应将数据长度作为一个参数，并且要具有所需要的主机存储器控制器特定寄存器设置，这样存储器控制器才能将正确的信号协议序列发送给 S25FL-L 存储器。

7 最优化编程性能

S25FL-L 系列产品具有一个 256 字节的写入缓冲区，它与 256 字节的边界（页面）对齐。按 256 字节长度及与此对齐的增量写入，是将数据编程到 FLASH 的最有效方式。虽然可以写入更小的数据，但为了使性能最佳，软件应该以完整、地址对齐、全缓冲增量的形式编程数据。

8 安全芯片区域

S25FL-L 器件具有一个 1024 字节可寻址的安全空间，也称安全硅区域（SSR），它独立于闪存阵列。SSR 被分为 4 个可独立锁定的空间，长度位 256 个字节。您可以通过输入 SSR 访问指令（SECRE 擦除 — 44h、SECRP 编程 — 42h 或 SECRR 读取 — 48h）访问 SSR。

SSR 中要求数据永久性时，需要使用配置寄存器 1（CR1NV、CR1V）中的 4 个可独立编程（设置为 1）的锁定位来阻止对 SSR 区域进行的任何其他擦除/编程操作。SSR 区域 2 和 3 是特定的区域，并且能够提供更强的保护，即禁止通过独立和区域保护（IRP）寄存器中的保护寄存器（PR）NVLock 位和密码保护位进行的擦除/编程操作。

表 3 总结了 SSR 保护方案。

表 3. SSR 保护方案

SSR 区域	CR1[2]锁定位 0 LB0 (OTP)	CR1[3]锁定位 1 LB1 (OTP)	CR1[4]锁定位 2 LB2 (OTP)	CR1[5]锁定位 3 LB3 (OTP)	PR[0] NVLOCK (易失性)	IRP[2] PWDMLB 密码保护 (OTP)
区域 0	禁止擦除/编程					
区域 1		禁止擦除/编程				
区域 2			禁止擦除/编程		禁止擦除/编程	禁止擦除/编程
区域 3				禁止擦除/编程	禁止擦除/编程	禁止读取/擦除/编程

9 结论

使用赛普拉斯串行 NOR 闪存的 S25FL-L 产品系列，您能够从旧式 SPI NOR 器件轻松便利进行转换，这样有助于降低系统成本并使系统性能更佳。使用 S25FL-L 器件系列时，请联系赛普拉斯客户支持以获取其他帮助。

10 相关文档

表 4. 赛普拉斯 NOR 闪存产品特定数据手册

产品系列	规范模块	标题
FL-L 系列	002-12878	S25FL064L 闪存数据手册 — 64 Mbit (8 Mbyte) 3.0 V FL-L SPI 闪存存储器
FL-L 系列	002-00124	S25FL256L/S25FL128L、256 Mbit (32 Mbyte) / 128 Mbit (16 Mbyte) 3.0 V FL-L 闪存存储器

文档修订记录

文档编号：AN217000 — 赛普拉斯 S25FL-L 串行 NOR 闪存产品程序员指南

文档编号：002-18052

版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	5583112	YLIU	01/17/2017	本文档版本号为 Rev**，译自英文版 002-17000 Rev**。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想查找离您最近的办事处，请访问[赛普拉斯所在地](#)。

产品

ARM® Cortex®微控制器	cypress.com/arm
汽车级产品	cypress.com/automotive
时钟与缓冲区	cypress.com/clocks
接口	cypress.com/interface
物联网	cypress.com/iot
照明与电源控制	cypress.com/powerpsoc
存储器	cypress.com/memory
PSoC	cypress.com/psoc
触摸感应	cypress.com/touch
USB 控制器	cypress.com/usb
无线/射频	cypress.com/wireless

PSoC®解决方案

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#)

赛普拉斯开发者社区

[论坛](#) | [项目](#) | [视频](#) | [博客](#) | [培训](#) | [组件](#)

技术支持

cypress.com/support

PSoC 是赛普拉斯半导体公司的注册商标，且 PSoC Creator 是赛普拉斯半导体公司的商标。此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。



赛普拉斯半导体公司
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

电话 : 408-943-2600
传真 : 408-943-4730
网址 : www.cypress.com

© 赛普拉斯半导体公司，2016-2017 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能 and 安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。