

# efuse (电子保险丝) 快速参考指南

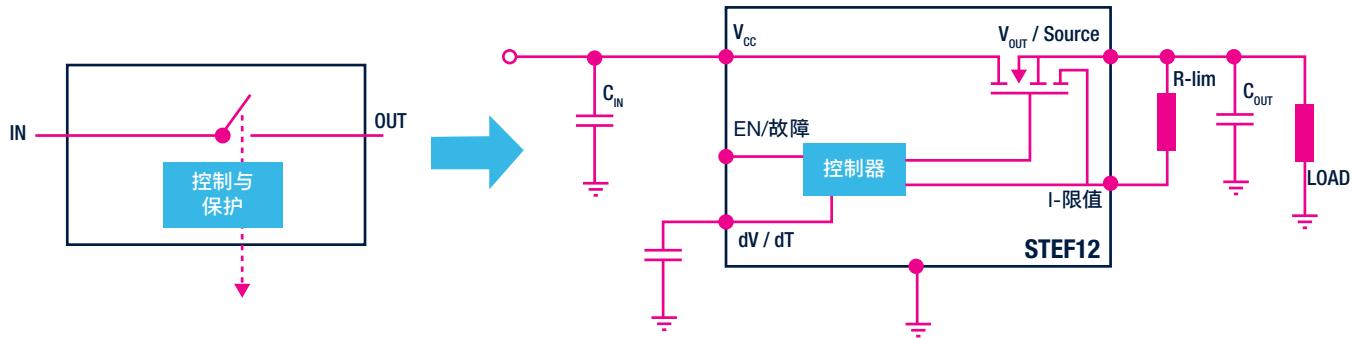




确保更安全的设计和更高效的应用

## 电子保险丝如何工作？

电子保险丝是串联到主电源轨并由逻辑电路进行控制的低电阻开关，用于保护负载和电源。与传统的熔断器或聚合物PTC相比，电子保险丝体积更小、速度更快、效率更高，它可以检测过电流和过电压情况，对其进行反应，并且在故障事件之后无需更换。



当发生过载或短路情况时，电子保险丝可将电流限制为预定义的安全值。发生过压情况时，电子保险丝将输出电压钳制到安全水平，从而能够避免电源故障造成负载异常。

如果故障条件持续存在，则电子保险丝会将负载与电源断开。根据其版本，器件可能在锁断模式下运行，器件在该模式下已关闭，必须手动重新启用，器件也可能在自动重试模式下运行，器件在该模式下将尝试自动重启。

意法半导体的电子保险丝可采用[单通道](#)或[双通道](#)配置。

它们采用小型塑料封装，如TSOT、DFN、QFN、TSSOP，以及倒装式封装。

## 电子保险丝的主要优点

### 快速智能地响应故障

传统保险丝基于导体在过载条件下会过热和熔化的原理，与之不同的是，电子保险丝仅钳制输出电压和/或限制通过电流，从而允许在最终断开保险丝之前正确地为设备供电，如果发生持续故障，最终将断开负载。这样就可以避免负载和电源损坏，同时避免瞬态条件引起的误触发。此外，在由DC总线供电的应用中，电子保险丝减轻了负载故障所引起的总线压降，从而避免了扰动或欠压传递到连接同一总线的其他负载上。

### 减少维护

由于电子保险丝不会牺牲其旁路元件，因此，如果使用自动重试，它们可以通过系统信号立即复位，即通过重启电源或只需等待来复位，从而可以最大限度地延长设备的正常运行时间，并降低其维护成本和复杂性。

### 热插拔/热交换功能

在启动或热插拔期间可能会出现浪涌电流条件。电子保险丝以受控方式使输出电压斜升，以防止大浪涌电流使电容过载。当通过单个电源提供多个负载时，此功能至关重要。

### 灵活的应用设计

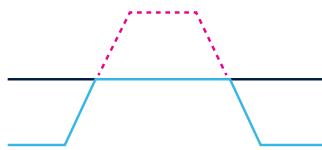
每个电子保险丝均可以根据您的特定需求进行编程和定制。大多数电子保险丝允许用户设置电流限制和启动时间。也可以在特定产品编号上配置欠压锁定、输出钳位电平以及器件操作模式（闭锁或自动重试模式）。

## 主要特性

### 输出电压钳位

每个电子保险丝都有一个预定义的最大输出电压安全值。如果输入电压超过该值，则电子保险丝会将输出电压钳制到预设值，并允许器件在不损坏负载或系统的情况下运行。如果过电压持续存在，则电子保险丝会使负载断开。大多数电子保险丝具有预设的电压钳位值。STEF01允许用户对其进行配置。

瞬态电压  
输出电压  
电压钳位电平



### 限流

当发生过载情况时，电子保险丝会降低内部旁路元件的电导率，以有效地将电流限制为预配置值。如果发生严重过载或短路，器件将进入返送电流限制模式，并最终断开负载，从而保护了电源。通过使用外部电阻来配置该值。

短限制  
负载电流  
门限点



### 欠压锁定

如果输入电压低于预设的最小值，则欠压锁定功能会将负载与电源断开。通过避免电源电压不足所引起的问题（如带隙参考电压错误、逻辑电路中的控制信号不正确以及晶体管仅部分导通或截止），欠压闭锁可提高系统的可预测性。STEF01允许用户将欠压锁定阈值设在8 V至45 V之间。

输入电压  
锁定阈值



### 导通延迟/软启动

在启动期间，电子保险丝可使输出电压以定义和可预测的方式上升，以确保将浪涌电流维持在安全范围内，并保护负载和电源。可通过外部电容轻松配置软启动持续时间。

使能信号  
输出电压  
输入电压



### 使能/故障引脚

所有电子保险丝均具有使能/禁用引脚，用于开/关器件。此外，部分产品具有使能/故障引脚 - 该引脚是双功能引脚，它允许用户手动关闭输出并读取器件的当前状态。在热关断后，可通过触发该引脚来使电子保险丝复位。该引脚可用作常规使能引脚，并可以连接至监控电路，以通知热关断事件。它还可以连接到电子保险丝的使能/故障引脚，以实现所有器件的同时使能/禁用操作。



### 国际安全标准

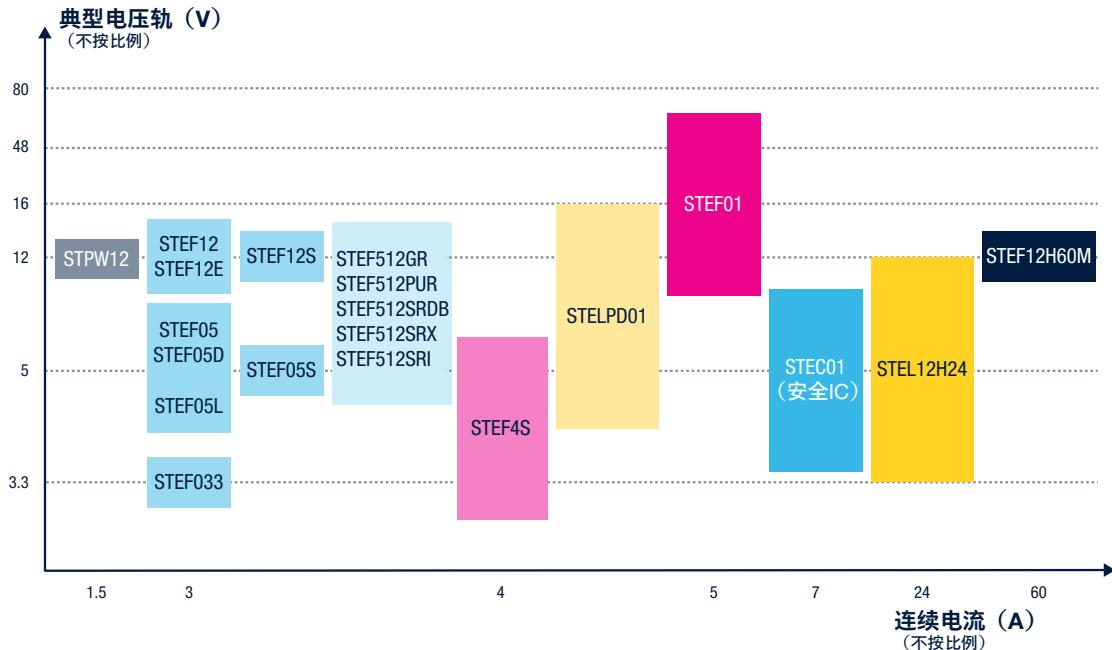
电子保险丝与电流限制器集成，为最终应用提供完整的保护。使用电子保险丝可以帮助简化系统的国际安全标准认证流程，这些国际标准要求具有电流或功率限制功能。此外，一些电子保险丝在产品层面上已经通过国际标准（如UL 2367和IEC 62368-1）认证，这些标准评估过流保护的稳健性：

- STEF12已通过UL 2367认证
- STEF01已通过UL 2367和IEC 62368-1认证
- STEF12S系列电子保险丝已通过UL 2367和IEC 62368-1认证
- STELPD01已通过UL 2367和IEC 62368-1认证

## 电子保险丝主要产品和应用

<b>单一电子保险丝</b>	<b>应用：</b>			
	• 服务器/数据中心	12 V	<b>STEF12H60M</b>	12 V@60 A高精度电子保险丝采用0.85 mΩ $R_{DSON}$ 电流和温度监控引脚。并联配置。QFN 32 5x5封装
	• HDD/SSD	8-48 V	<b>STEF01</b>	8 – 48 V, 4 – 5 A 完全可编程电子保险丝配有30 mΩ $R_{DSON}$ HTSSOP14封装
	• 网络交换机	12 V	<b>STEF12S</b>	12 V@4 A高精度简单电子保险丝 TSOT23-8L和DFN 3x3封装
	• 工业控制/报警	5 V	<b>STEF05S</b>	5 V@4 A高精度简单电子保险丝 TSOT23-8L 封装
<b>双电子保险丝</b>	<b>应用：</b>			
	• 数据存储	5 V + 12 V	<b>STEF512GR</b>	5 V + 12 V, 位于单一3 A电子保险丝中 TSOT23-8L 封装
	• HDD		<b>STEF512PUR</b>	5 V + 12 V, 位于带电流监控功能的3 A电子保险丝中 QFN 2x3封装
	• SSD		<b>STEF512SRDB</b> <b>STEF512SRX</b> <b>STEF512SRI</b>	5 V+12 V, 位于5 V通道上带反向电流保护的3 A 电子保险丝中 DFN 2x3封装

## 电子保险丝和热插拔IC



图例： — 电源断路器 — 标准电子熔丝 — 双通道5 V + 12V — 完全可编程 — 3.3 V或5 V电压轨  
 — 接地通路安全开关 — 高功率电子熔丝 — 高功率负载开关 — 负载/功率开关

## 术语表和开发工具

**精度** - 与指定欠压/过压保护级别的最大偏差。

**自动重试** - 在热关断后，一旦晶片温度低于迟滞值，自动重试装置将自动重新开启。

**偏置电流** - 电子保险丝维持自身运行的所需电流。

**过载电流限制，或电流限制门限点** - 一旦电流超过该限制，电子保险丝就会通过降低传输元件的电导率来对过电流事件做出反应。

**短路电流** - 发生严重过载并导致输出电压下降时，器件会将电流限制在低于常规电流限制的水平。

**dV/dt** - 表示控制开启时的输出电压上升的内部电路。外部dV/dt引脚允许用户调节软启动时间。

**使能-故障** - 使能-故障引脚为双功能引脚：该引脚允许用户启用和禁用器件，同时通过三态逻辑来提供器件状态。

**栅极驱动器** - 为保护电源和旁路元件，STEF01和STEF12S包括一个内部电荷泵，它用于驱动外部MOSFET，以防止可能在大电流限制期间出现的反向电流和大瞬态电压。

**滞后** - 为避免自动重试器件在热关断后重复打开和关闭，仅在温度下降值达到滞后值后，器件才会重新开启。

**闭锁** - 发生热故障时，器件将保持关闭，直至重新接通电源或获得使能信号。

**输出电压钳位** - 如果输入电压超过预定义的电压钳位值，则内部保护电路可确保输出电压不会超过该预设值。

**旁路元件** - 电压和电流流经低电阻功率MOSFET，可对其进行控制，以在故障条件下限制输出电流和电压。

**功耗** - 在正常运行期间，器件功耗取决于旁路元件的RDS(on)和负载电流。在启动期间和故障情况下调节电压/电流时，多余功率会以热量的形式耗散。在持续故障条件下，由于热保护，这种热量会使器件关闭。热设计和正确的软启动配置对于防止意外停机非常重要，因为在启动阶段期间或在高电流和连续电流条件下最可能发生意外停机。

**电源正常 (PG)** - 用于指示输出电压非常接近输入电压并且无电流/电压限制的信号。该信号可用于电源时序、复位触发等。

**软启动 (SS)** - 软启动即以受控方式传输输出，这种启动方式可最大限度地降低浪涌电流，从而避免电源过载。可通过在dV/dt引脚上增加一个电容来延长软启动时间。

**热关断** - 在持续性故障期间，电子保险丝晶片会发热。一旦达到关断温度，器件就会关断内部旁路元件，并进入闭锁或自动重试状态。

**UVLO (欠压锁定t)** - UVLO确保设备在电源电压足够高时才开启。

## 演示板

产品编号	产品	说明
<b>STEVAL-EFUSE01</b>	STEF01	基于STEF01完全可编程通用电子熔断器的评估板
<b>STEVAL-IFP021V1</b>	STEF12/STEF05	基于STEF05和STEF12电子熔断器的5 V和12 V电力线保护

更多信息请访问<https://st.com/hot-swap>

在意法半导体  
我们创造技术  
从为您服务开始

关于意法半导体产品和解决方案的更多信息，请访问[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - 2023年11月 - 中国印刷 - 保留所有权利

ST和ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他地区的注册和/或未注册商标。

具体而言，ST及ST徽标已在美国专利商标局注册。

若需意法半导体商标的更多信息，请参考[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)。

其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。

订购代码：BR2310EFUSEQR

