



life.augmented

# 面向PLC和智能I/O的 产品和解决方案





# 面向PLC和工业I/O 的关键产品

## 引言

经过几十年的演变，可编程逻辑控制器已经发展成为一种高度可配置且安全可靠的器件，可将操作人员与24V工业总线对接。



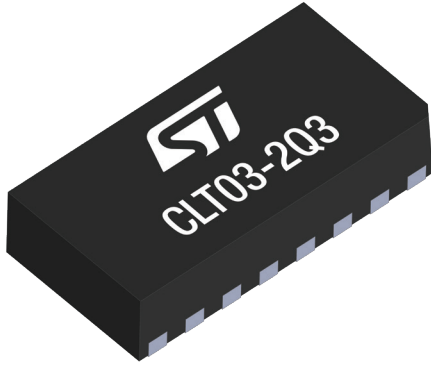
以下意法半导体产品系列通过先进的技术为设计人员打开新的应用可能性：

- 智能工业输入
- 智能工业输出
- 安全自动化的I/O
- MCU和MPU
- 串行连接的设备
- 保护器件
- 电源管理

我们专注于通过关键产品和参考设计帮助客户开发自己的应用。意法半导体还提供支持软件包（例如用于开发HMI的[TouchGFX](#)软件框架）和[X-CUBE-STL](#)自测库，与STM32微控制器配合可满足安全应用（SIL2和SIL3）需求。

# 产品亮点

意法半导体提供种类齐全的工业级IC，且纳入我们的10年长期供货计划。



输入电流限制器或电流限制器终端为24V模拟器件（如传感器）以及采用3.3V电源的4-20mA数字逻辑器件提供接口。[CLT03-2Q3](#)适合单通道或双通道应用，无需借助任何电源。对于IEC 61131-2标准1型和3型器件，该IC采用QFN 4.0 x 2.0mm封装，具有高侧、低侧和反向极性兼容性，以及60V容差，适用于安全型应用。

输出方面，以下IC具有强大而可靠的性能，可以驱动任意类型负载（电容式、电阻式或感应式）。

[ISO808](#)产品系列包括8个具有不同输出额定值（0.7A或1.0A）的电气隔离型八通道高侧驱动器、控制输入接口（并联或串联）和封装（PowerSO-36或TFQFPN32）。它与ISO8200系列一起壮大了智能电源开关产品阵容。

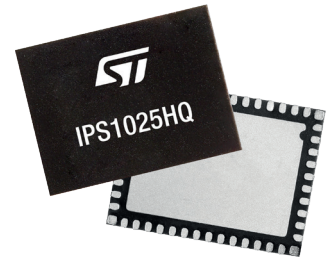
这些IC能够驱动任意工业负载，其一侧接地（高侧开关）。每个IC有两个独立的电气隔离型电压域：VCC用于处理级，而VDD用于控制逻辑级。处理级和控制逻辑级借助意法半导体的专用协议，通过电气隔离通道进行通信。

该IC适合12V和24V应用，为处理级提供9.2V至36V的宽泛工作电压范围，而电源引脚上的击穿电压高达45V。

这些IC能够确保电源和逻辑侧之间4kV的电气隔离，使您的设计不再需要光耦合器，继而减少PCB空间并降低成本。SPI微控制器接口（带菊花链）、感应负载的快速消磁，以及全面的诊断和保护功能，使此类IC成为智能工业场景中PLC和远程I/O管理的理想选择。这些IC符合IEC 61000-4-2/-4/-5/-8标准，且获得UL1577和UL508认证。

高效的[IPS2050H](#)、[IPS2050H-32](#)、[IPS2050HQ](#)，以及[IPS2050HQ-32](#)高侧开关具有广泛的诊断和智能驱动功能，适合任何类型的负载（其中一侧接地）。它们具有双通道能力，适合稳态工作电流高达2.4A（[IPS2050H/HQ](#)）或5.6A（[IPS2050H-32/HQ-32](#)）的应用。其8 - 60V工作电压范围符合各种安全要求。PowerSSO-24和QFN48L封装选项有效提升设计灵活性。

选择合适的微控制器是工厂自动化设计的关键一环。STM32 MCU涵盖：从主流产品到超低功耗系列，还包括MPU。

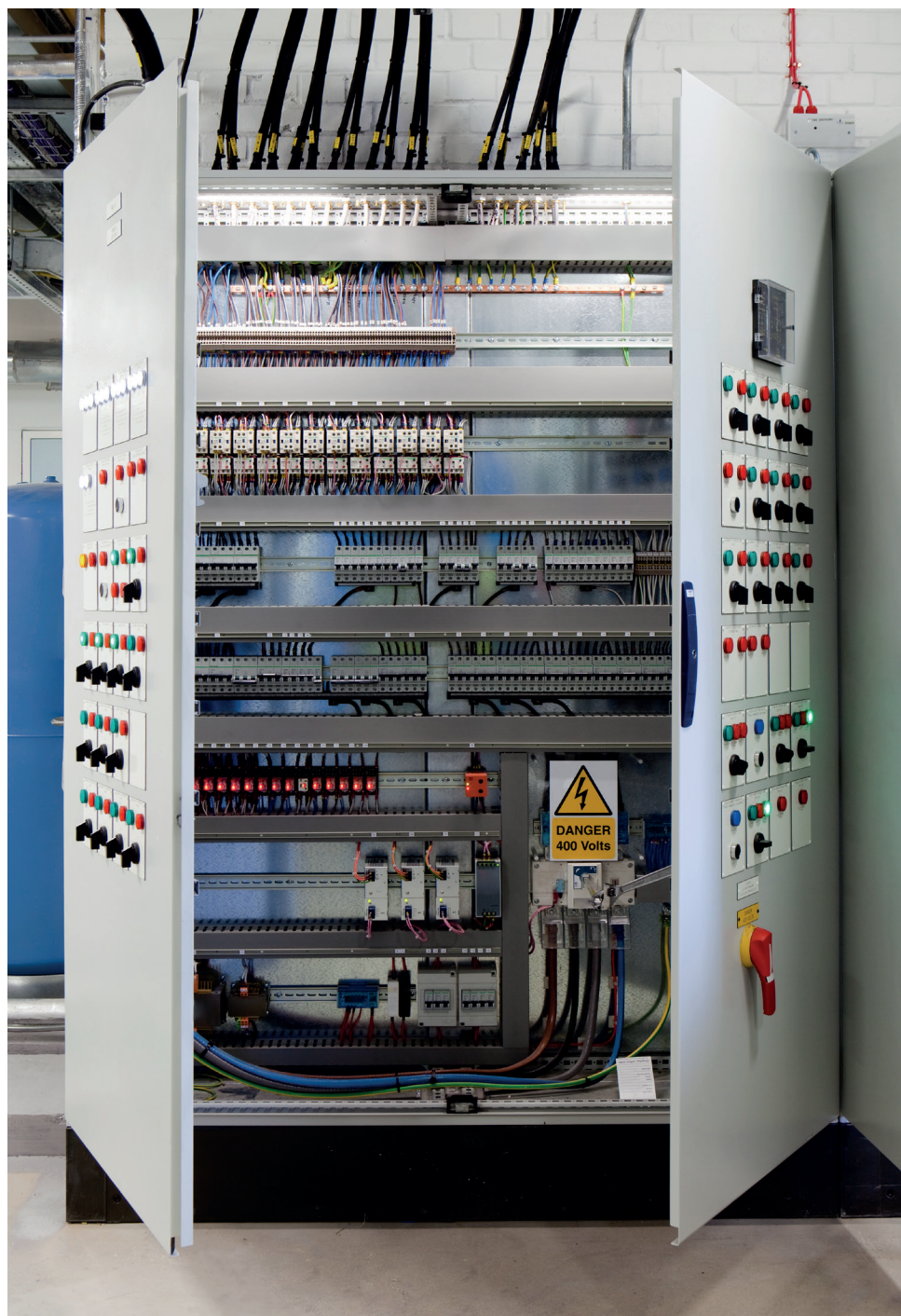




STM32H7高性能MCU适合高端PLC应用。它具有一个DSP（采用DP-FPU Arm® Cortex® M7 MCU）、2MB Flash存储器、480MHz CPU，以及RAM、L1缓存和外部存储器，可以处理任何工厂车间应用需求。

微控制器允许复杂的人机界面与LCD-TFT控制器（最高XGA分辨率）和Chrom-ART图形硬件加速器交互。它配有20多个定时器和看门狗，超过150个I/O端口，先进的嵌入式电源管理（通过USB和稳压器），以及数十个通信外设（从板载串行通信到CAN、USB和以太网MAC接口）。

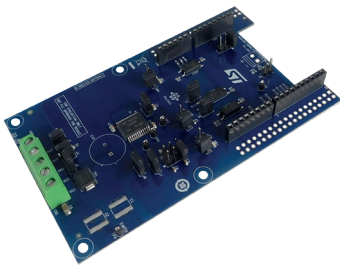
STM32的生态系统具有丰富的开发工具、资源和社区，可在[www.st.com](http://www.st.com)上获得。



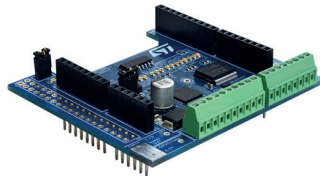
## 面向PLC和工业I/O的评估板和参考设计

以下评估板基于工厂自动化的新产品，具有PLC、工业I/O和安全的任务概述。

销售代号	核心器件	简介
<a href="#">STEVAL-PLC001V1</a>	STM32F746, CLT03-2Q3, CLT01-38SQ7, IPS4260L, ISO8200AQ	全新工业PLC和I/O应用设计具有强大的HMI界面与TouchGFX软件。
<a href="#">STEVAL-SILPLC01</a>	STM32H723, CLT03-2Q3, IPS160HF, L7987L, ISOSD61	面向（满足安全完整性等级(SIL)要求）的工厂自动化应用的评估板。
<a href="#">STEVAL-IFP035V1</a>	CLT03-2Q3	基于CLT03-2Q3的工业数字输入评估板，采用QLN16L封装。
<a href="#">STEVAL-IFP040V1</a>	IPS1025HF	基于IPS1025HF的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。
<a href="#">STEVAL-IFP043V1</a>	IPS2050H	基于IPS2050H的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。
<a href="#">STEVAL-IFP044V1</a>	IPS2050H-32	基于IPS2050H-32的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。
<a href="#">STEVAL-IFP045V1</a>	IPS1025H	基于IPS1025H的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。
<a href="#">STEVAL-IFP046V1</a>	IPS1025H-32	基于IPS1025H-32的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。
<a href="#">STEVAL-FSM01M1</a>	IPS160HF, IPS161HF, CLT03-2Q3	故障安全模块评估板，面向工厂自动化应用
<a href="#">X-NUCLEO-OUT02A1</a>	ISO8200AQ	用于STM32 Nucleo的工业数字输出扩展板，基于ISO8200AQ。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT03A1 (X-NUCLEO-OUT04A1)</a>	IPS2050H (IPS2050H-32)	用于STM32 Nucleo的工业数字输出扩展板，基于IPS2050H (IPS2050H-32)。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT05A1 (X-NUCLEO-OUT06A1)</a>	IPS1025H (IPS1025H-32)	用于STM32 Nucleo的工业数字输出扩展板，基于IPS1025H (IPS1025H-32)。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT08A1 (X-NUCLEO-OUT10A1)</a>	IPS160HF (IPS161HF)	用于STM32 Nucleo的工业数字输出扩展板，基于IPS160HF (IPS161HF)。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT11A1</a>	ISO808	基于ISO808的工业数字输出扩展板。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT12A1</a>	ISO808A	基于ISO808A的工业数字输出扩展板。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT13A1</a>	ISO808-1	基于ISO808-1的工业数字输出扩展板。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT14A1</a>	ISO808A-1	基于ISO808A-1的工业数字输出扩展板。
<a href="#">X-NUCLEO-OUT15A1</a>	IPS1025HF (PowerSSO 24封装)	用于STM32 Nucleo的工业数字输出扩展板，基于IPS1025HF。
<a href="#">X-NUCLEO-PLC01A1</a>	VNI8200XP, CLT01-38SQ7	用于STM32 Nucleo的工业输入/输出扩展板，基于VNI8200XP和CLT01-38SQ7。



[X-NUCLEO-OUT05A1](#)



[X-NUCLEO-PLC01A1](#)



[STEVAL-PLC001V1](#)

# STEVAL-PLC001V1一体化 PLC参考设计

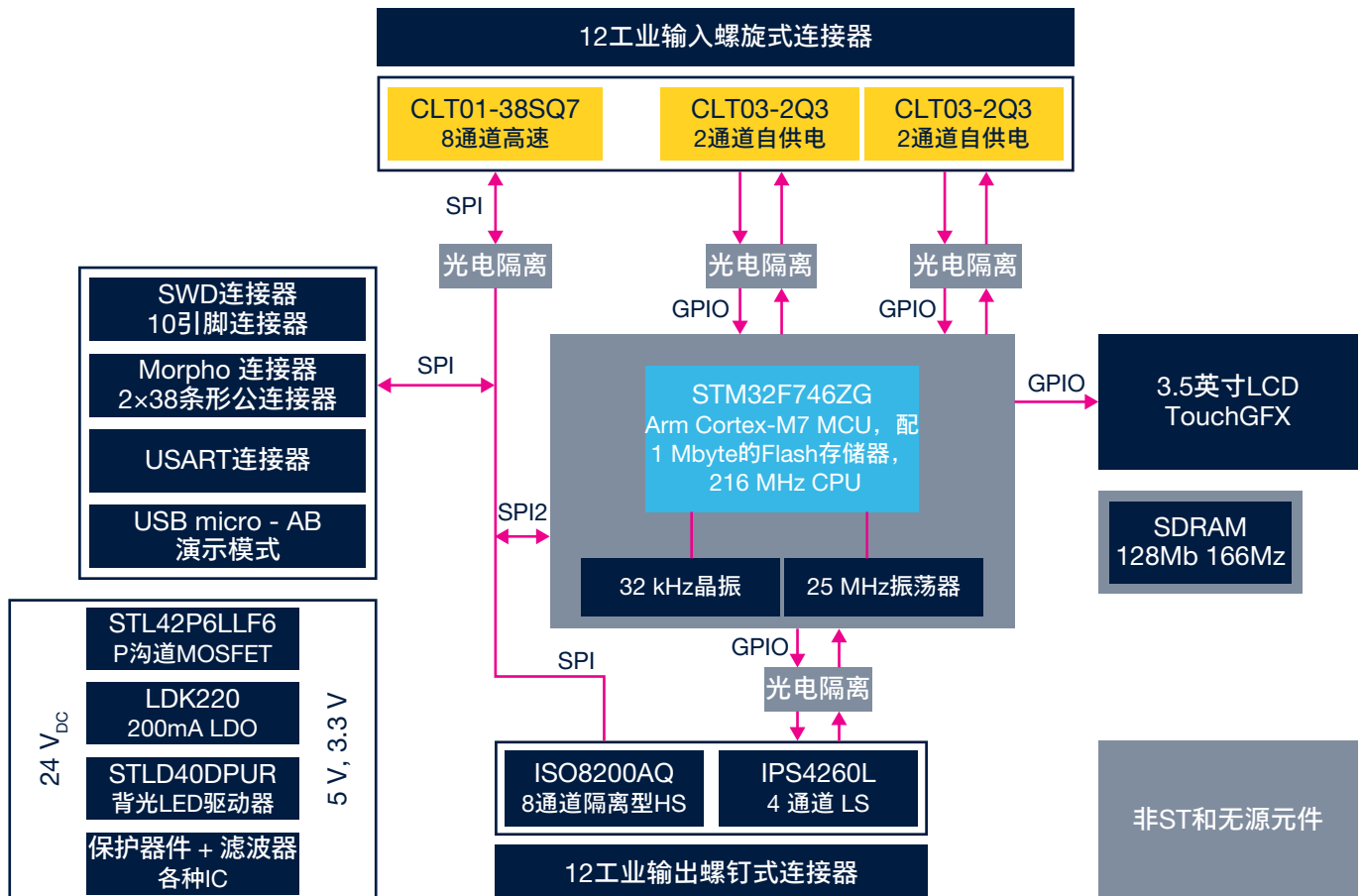
STEVAL-PLC001V1是一款12输入/12输出PLC评估板，具有强大的人机界面，可轻松操作以下工业I/O产品和功能：

- [CLT01-38SQ7](#)：管理8条输入线路，确保保护和序列化状态传输
- [CLT03-2Q3](#)：管理来自2个IC的剩余4个输入，每个IC都有两个独立的隔离通道
- [ISO8200AQ](#)：高侧配置有8个输出，内置4 kV电气隔离和SPI微控制器接口
- [IPS4260L](#)：4个低侧通道，具有智能固态继电器功能。

该系统的核心是STM32F746高性能MCU，配备32位ARM® Cortex®-M7 CPU（带FPU、Chrom-ART加速器和DSP指令）。HMI由嵌入式TouchGFX软件框架管理，具有以下特点：

- I/O播放模式
- 梯形逻辑
- 产品展示

[STSW-PLC001](#)配套软件包（可在[www.st.com](http://www.st.com)上免费获得）允许试用这些高级功能。

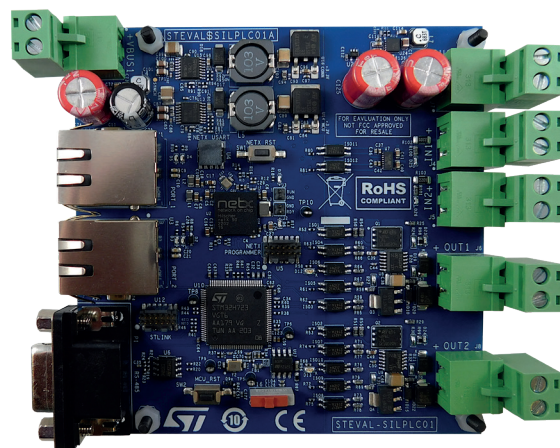




# STEVAL-SILPLC01: “安全就绪”工业PLC评估板

STEVAL-SILPLC01具有强大的数据处理单元，该单元基于STM32H723VG微控制器（配备Arm® Cortex®-M7核心），通过数据速率为100Mbps的多协议以太网实时通信、MCU侧和数字驱动之间的光电和电气隔离，以及保护措施提高EMC稳健性。

为了满足IEC61508标准和其他功能安全标准（EN62061、EN/ISO 13849-1以及EN ISO 13849-2），硬件和软件都包括几种安全机制。这些机制包括用于检测和提供保护以防止故障事件的电路，如短路、欠压、过压和过温。此外，还有输出架构，允许根据IEC61508建立的1oo2架构实现负载驱动，在输出端口上具有冗余能力。



该固件集成了我们的X-CUBE-STL包（用于开发安全就绪型应用）并通过TÜV Rheinland认证，能够在正常运行期间检测影响STM32H7 CPU、RAM和Flash存储器的永久故障。

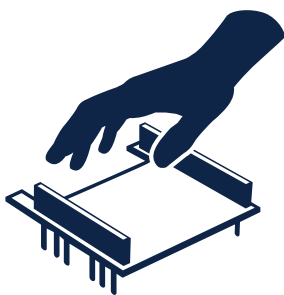
硬件设计符合SIL标准。通过TÜV Italia（TÜV SUD Group）的正式评估，符合IEC 61508、EN 62061、EN ISO 13849-1和EN ISO 13849-2标准的SIL 2/PL d要求。

## 利用STM32实现SIL2/3



# 扩展板

## 方便设计工业I/O模块和PLC



扩展板可形成应用任务概述，允许设计人员在STM32 Nucleo开发板上堆叠各种硬件选项，并辅以合适的微控制器和软件。

以下板件采用适用于PLC和工业I/O应用的新型ST IC。

[STEVAL-IFP045V1](#)（此处的图片基于一块[NUCLEO-F401RE](#)开发板）是一款基于[IPS1025H](#)的工业数字输出扩展板，采用QFN48L封装。

STEVAL-IFP045V1可通过由GPIO引脚和Arduino R3连接器驱动的5 kV光耦元件与[NUCLEO-F401RE](#)或[NUCLEO-G431RB](#)上的微控制器相连接。

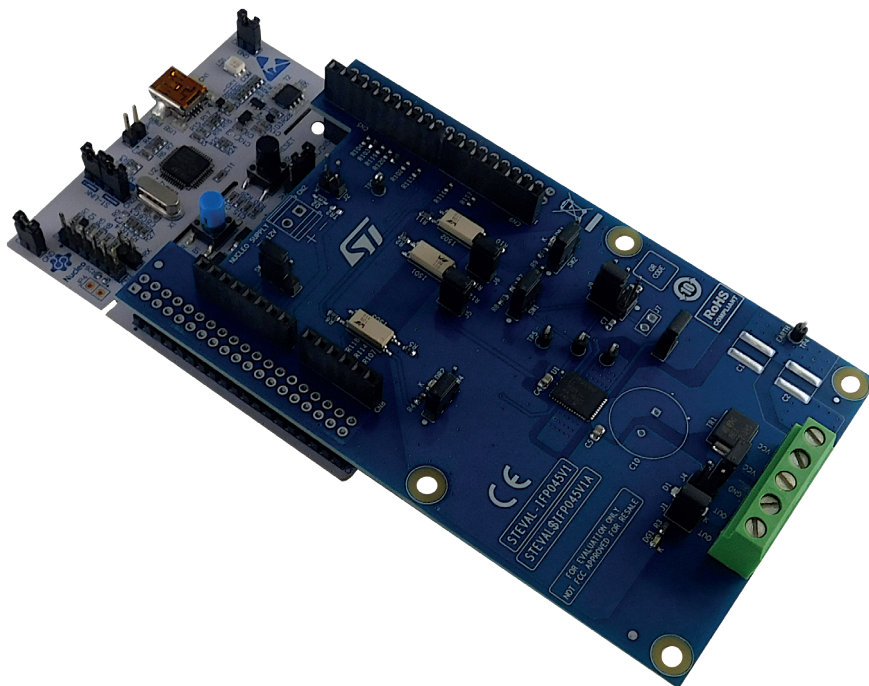
由四块堆叠的STEVAL-IFP045V1扩展板组成的系统允许您评估一个4通道数字输出模块。

它提供强大而灵活的环境，用于评估连接到2.5A工业负载的数字输出模块中的IPS1025H（单通道高侧智能功率固态继电器）的驱动和诊断能力。

IPS1025H/HQ和IPS1025H-32/HQ-32为单高侧开关IC，能够驱动电容式、电阻式或电感性负载，其一侧接地。

极低的 $R_{DS(ON)}$ （ $\leq 25\text{m}\Omega$ ，高达 $T_J = 125^\circ\text{C}$ ）使此IC适合稳态工作电流高达2.4A（IPS1025H/HQ）5.6A（IPS1025H-32/HQ-32）的应用。

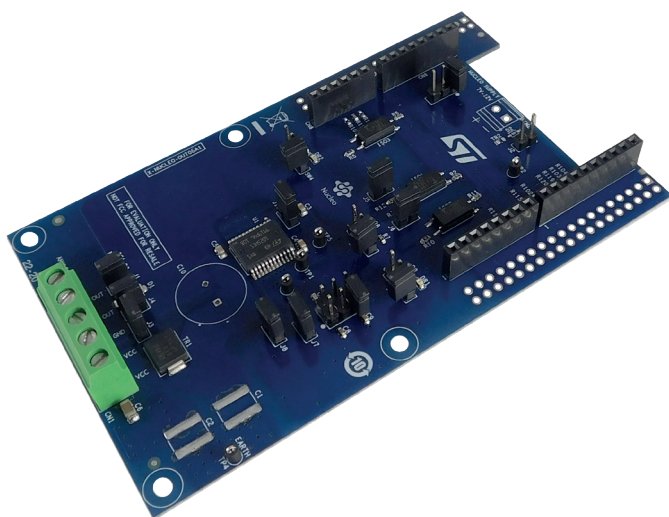
该系列IC具有14 J的单脉冲雪崩能量。



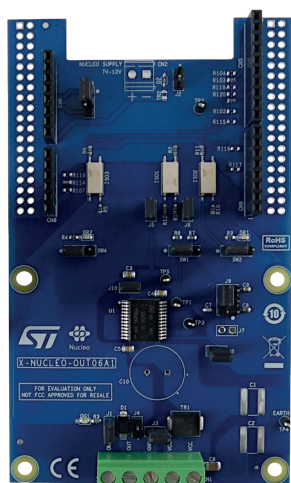


[X-NUCLEO-OUT06A1](#)提供强大而灵活的环境，用于评估连接到5.7A工业负载的数字输出模块中的[IPS1025H-32](#)（单通道高侧智能功率固态继电器）的驱动和诊断能力。

扩展板通过由GPIO引脚和Arduino® UNO R3连接器驱动的5kV光耦元件与STM32 Nucleo上的微控制器相连接。



该扩展板可以连接到[NUCLEO-F401RE](#)或[NUCLEO-G431RB](#)开发板。也可以评估由四块[X-NUCLEO-OUT06A1](#)扩展板堆叠而成的系统，从而评估一个4通道数字输出模块。



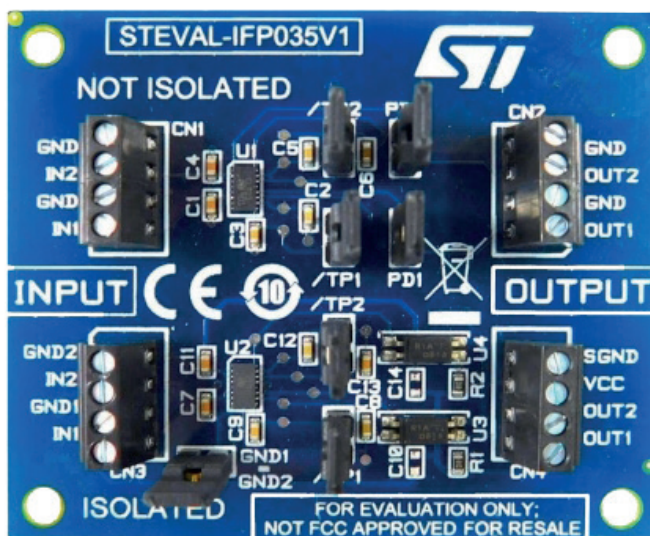
[X-NUCLEO-OUT15A1](#)展示了[IPS1025HF](#)单一高侧智能功率固态继电器在连接到2.5A工业负载的数字输出模块中的驱动和诊断能力。

本扩展板通过由GPIO引脚和Arduino® UNO R3连接器驱动的5kV光耦元件与STM32 Nucleo上的微控制器相连接。

[X-NUCLEO-OUT15A1](#)可以连接到[NUCLEO-F401RE](#)或[NUCLEO-G431RB](#)开发板。也可以评估由堆叠在[X-NUCLEO-OUT15A1](#)扩展板上的[X-NUCLEO-OUT05A1](#)组成的系统。

通过主供电源轨为[X-NUCLEO-OUT05A1](#)供电，再通过[X-NUCLEO-OUT05A1](#)的输出为[X-NUCLEO-OUT15A1](#)供电，这样可以评估安全系统的单通道数字输出。两个扩展板的处理级可以实现级联。连接到[X-NUCLEO-OUT15A1](#)输出的负载只有在两个级联系统正常工作时才供电。

[STEVAL-IFP035V1](#)内嵌两个独立的[CLT03-2Q3](#)自供电数字输入限流器，其中一个限流器具有两个通道，能够通过光耦合器（低侧/高侧，反向功能）隔离驱动，另一个限流器具有非隔离3.3V（高侧反向阻断）数字输入终端，可执行独立评估。测试脉冲特性也可以被评估。



# 设计建议

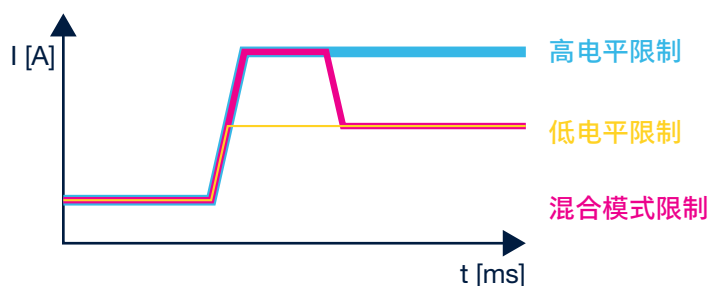


用于工业输入和工业输出管理的CLT和IPS系列，以及用于工业应用的特定STM32 MCU，为开发人员提供了高度的设计灵活性，能够满足应用需求。

设计人员将受益于我们新型IPS2050H（以及IPS2050H-32）和等效单通道IPS1025H（还有IPS1025H-32、IPS1025HF，以及各自的QFN封装）中的智能负载管理功能。

这两个系列的器件有三种可配置的操作模式，以确定IC如何对过载事件作出反应。

可以对IC进行配置，以便限制电流、降低功耗和元件应力（下面灰线表示低电平限制），也可以将其设置为更高的电流限制电平，以允许负载具有浪涌电流（蓝线表示高电平限制）。



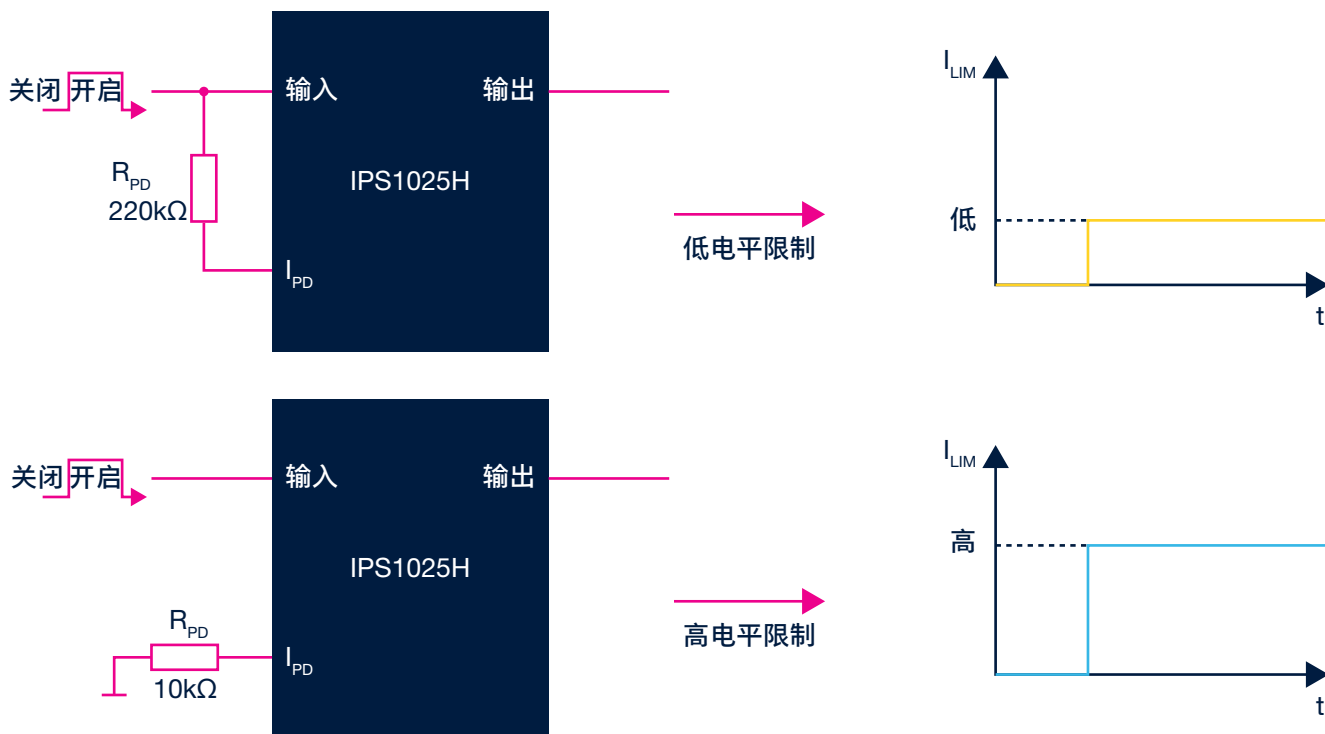
混合限制模式（洋红色线）结合了高电平限制和低电平限制的优点。在该模式下，IC允许初始高电平电流，然后在一定时间（ $100\mu\text{s}$  -  $100\text{ms}$ ）后降低至低电平限制。

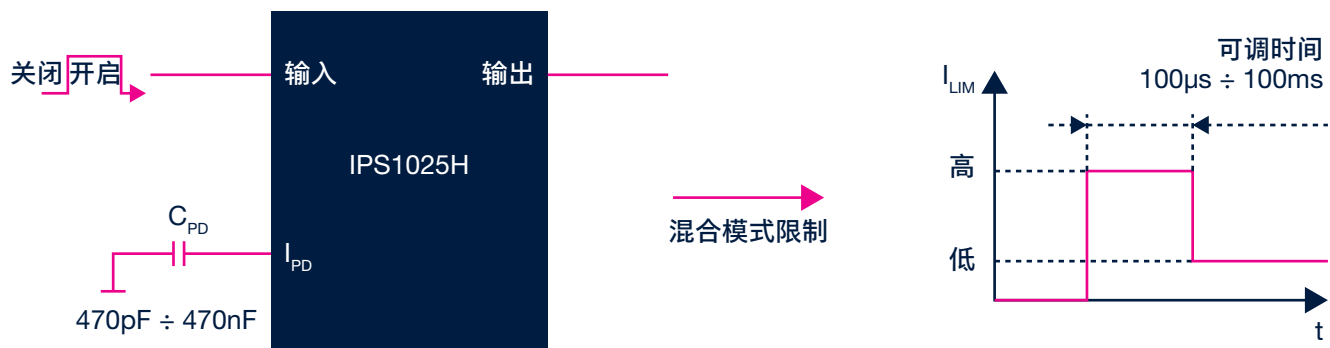
以IPS1025H为例，可以通过IC的IN和IPD引脚实现这3种模式。我们可以通过外部电阻和电容设置这两个引脚，最有趣地是还可利用微控制器动态对其进行驱动。

考虑我们的示例采用以下设置：

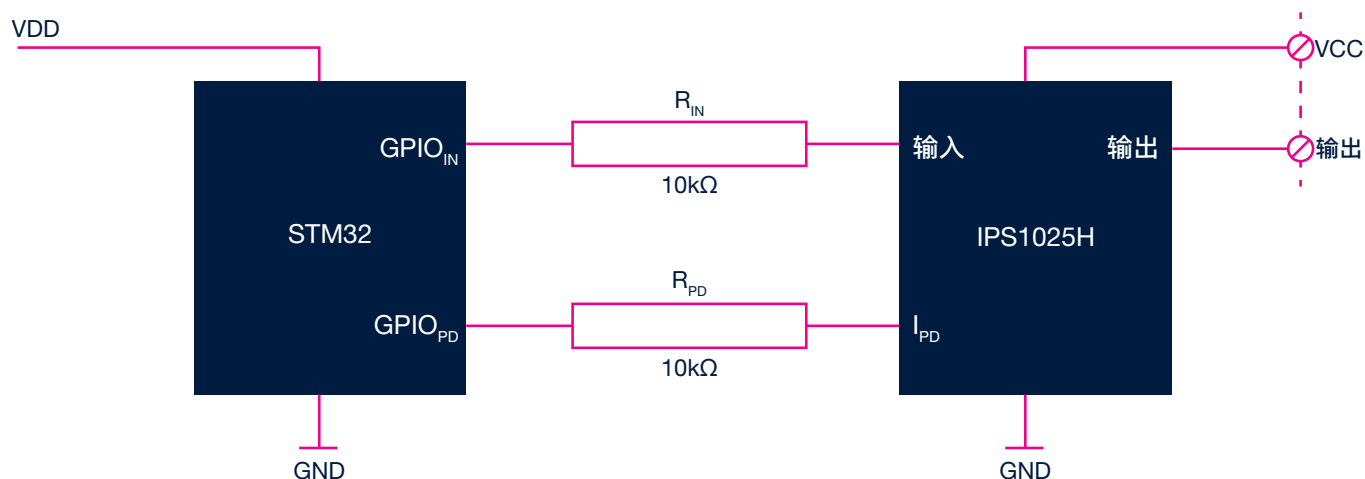
- 低电平限制：IN和IPD引脚之间放置一个 $220\text{k}\Omega$ 电阻
- 高电平限制：在IPD和接地之间放置一个下拉电阻
- 混合模式限制：在IPD和接地之间放置一个下拉电容器

采用混合模式限制时，通过使用不同的电容值（ $470\text{pF}$  -  $470\text{nF}$ ）来确定限制阶段的持续时间（假设 $D_{\text{PK}}[\mu\text{s}] = 215 * C_{\text{PD}}[\text{nF}]$ ）。





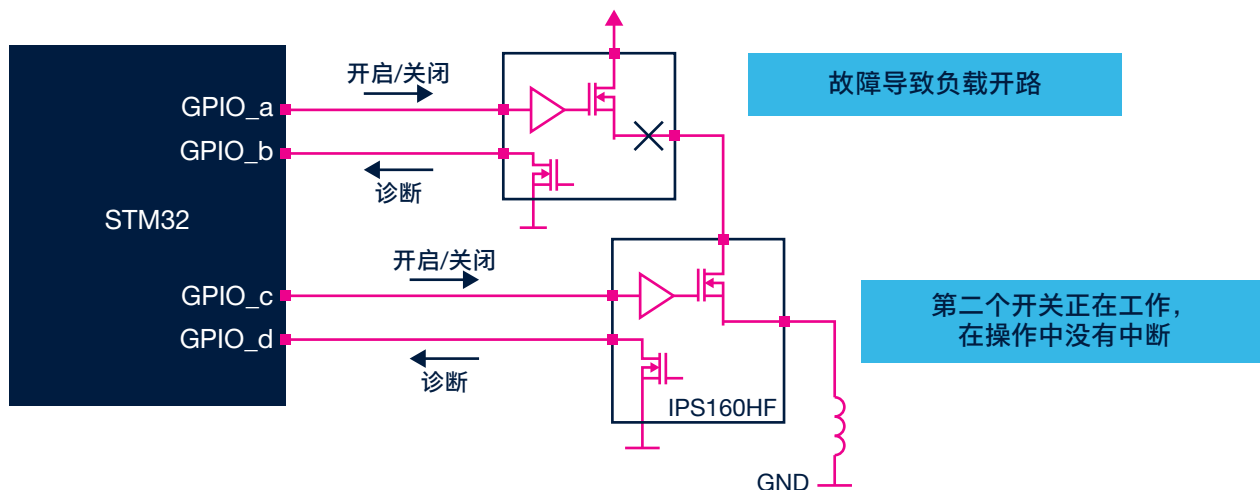
可以通过主机微控制器上的2个专用GPIO实现对电流限制模式的动态配置。通过固件控制引脚上的值，从而提供出色的运行时灵活性。



这些是工业安全领域的数字输出（DO）模块设计通用指南，基于IEC61508等现有法规。其中一些依赖于简单的电路特性，如冗余和最小通道计数（理想情况下，每个模块一个通道），以尽量减少不同线路之间尖峰电流的影响。

在这方面，单通道IPS160H和更快的IPS160HF实现了双PNP架构（负载连接在集电极和接地之间），用于在高侧开关配置下运行的工业负载，以确保系统冗余。

这种PNP+PNP架构允许在第一个开关上的线路中断时，由第二个开关进行干预。实际上，一个简单的MOSFET足以完成此操作，但IPS160H和IPS160HF提供了一套丰富的诊断功能，可确定任何故障的原因。





# life.augmented

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6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：BR2303PLCIO

