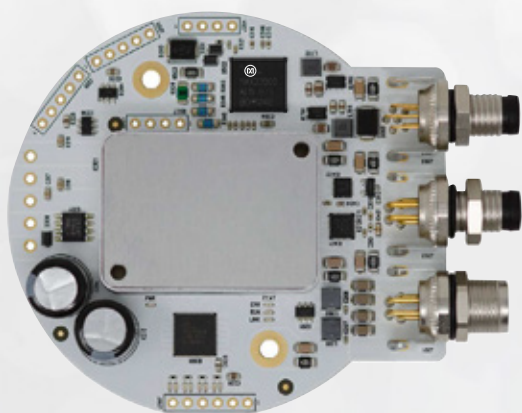


工业10手册

第一版



超越一切可能™



目录

第一部分：数字IO	5	第三部分：工业IO设计资源	27
数字输入	5	面向大电流感性负载的数字输出模块设计	27
数字输入类型	5	瞬变抗扰度的系统设计建议	29
单通道集成式数字输入	6	工业IO评估板和外设模块	33
8通道数字输入，提供串行输出	7	参考设计	35
8通道数字输入，提供串行输出和集成隔离	9	工业IO设计资源汇总	40
8通道数字输入，提供并行输出	10	工业IO资源	42
数字输入汇总	11		
数字输出	11		
带限流功能的高端开关控制器	11		
具有诊断功能的8通道高端开关	12		
4通道低端开关	13		
8通道高端开关/推挽驱动器	13		
数字输出汇总	14		
可配置数字IO	14		
采用推挽驱动器和数字输入配置的高端开关	14		
4通道工业数字输出/数字输入	16		
可配置数字IO汇总	17		
数字IO配套IC	17		
6通道SPI数字隔离器	17		
增强型4通道数字隔离器	18		
数字隔离器汇总	19		
第二部分：模拟IO	20		
模拟输入	20		
12通道工厂校准型可配置模拟输入	20		
模拟输出	21		
4通道12位可配置模拟输出	21		
可配置模拟IO	22		
工业可配置模拟I/O	22		
模拟IO汇总	23		
模拟IO配套IC	23		
单通道隔离式10位ADC，集成DC-DC	23		
现场端自供电4通道12位隔离式ADC	25		
隔离式ADC汇总	26		

图表目录

图1. 符合IEC 61131-2的数字输入特性	5
图2. 具有基本限流功能的分立式数字输入	5
图3. MAX22191灌电流电路与状态/指示灯LED	6
图4. 16通道隔离式1型/3型数字输入，SPI菊花链	7
图5. MAX22190配置为4个2型数字输入	8
图6. 使用MAX22190和MAX22192的16通道隔离式数字输入	9
图7. MAX22195 8通道数字输入，带并行接口	10
图8. 典型数字输出的简化模型	11
图9. MAX14922高端开关控制器	12
图10. 使用6通道数字隔离器的16通道隔离式数字输出应用	12
图11. MAX14919低端开关典型应用	13
图12. MAX14912/MAX14913典型应用电路	13
图13. MAX14914功能框图	15
图14. MAX14906典型应用电路	16
图15. MAX14483 SPI隔离器应用电路	17
图16. MAX2244x典型应用电路	18
图17. MAX22005 12通道可配置工业模拟输入	20
图18. 使用MAX22007的两线制应用电路	21
图19. MAX22000可配置模拟IO	22
图20. MAX14001/MAX14002典型应用电路	24
图21. MAX22530/MAX22531/MAX22532隔离式12位ADC	25
图22. 续流二极管	27
图23. 用于加快电流衰减的齐纳二极管	27
图24. 集成有源钳位的高端开关(MOSFET)	28
图25. 用于安全退磁的电流路径	28
图26. MAX22199数字输入IC，带外部保护器件	29
图27. MAX22199EVKIT#评估板	30
图28. 用于实现额外保护的Y电容	31
图29. 通过Y电容将电流重定向至地	31
图30. 瞬变抗扰度基准测试设置	32
图31. USB2PMB2适配器板	34
图32. USB2GPIO适配器板	34

图33. USB2GPIOISO适配器板	34
图34. MicroPython板	34
图35. MAXREFDES1165 32通道IO模块	35
图36. MAXREFDES1165 32通道IO模块系统框图	35
图37. IO-Link收发器解决方案比较	36
图38. MAXREFDES176#系统框图	36
图39. MAXREFDES177#通用模拟IO	37
图40. MAXREFDES183#校准器参考设计	38
图41. MAXREFDES183#系统框图	38
图42. MAXREFDES185#可配置IO，带安全监控	39
图43. MAXREFDES185#系统框图	39

表目录

表1. 数字输入IC汇总	11
表2. 数字输出IC汇总	14
表3. 输出驱动器限制功能	14
表4. 可配置数字IO IC汇总	17
表5. DIO兼容隔离器汇总	19
表6. 模拟IO IC汇总	23
表7. 隔离式ADC IC汇总	26
表8. 按退磁功能列出的DO产品汇总	28
表9. 建议的瞬变抗扰度保护器件	30
表10. IEC 61000-4-x性能判据	32
表11. MAX22199瞬变抗扰度测试和结果	33
表12. Pmod适配板	33
表13. 数字IO和配套IC的设计资源	40
表14. 模拟IO和配套IC的设计资源	41



前言

随着工厂努力提高生产力和降低运营成本，对能够增强边缘智能的新技术需求也在不断增长。Maxim Integrated®将“边缘”定义为机器与现实世界融合或交互之处。

尽管工厂内仍大量使用数字和模拟IO，但Maxim Integrated很早就意识到，实现边缘智能的关键在于提供软件可配置通用IO解决方案，这种解决方案可以根据生产要求的变化进行“实时”配置。

利用软件可配置数字和模拟IO解决方案，自动化工程师和技术人员可以轻松远程调试通用IO端口。这类新型软件可配置的数字和模拟IO产品可与我们的IO-Link®解决方案相媲美，不仅简化了工厂的布线工作，还可灵活地将多种可选的数字或模拟IO传感器或执行器物理连接至任何未分配的IO端口。此项软件可配置技术可提高工厂内的通道密度，因而更具成本效益。

本手册全面介绍了我们的工业数字IO、模拟IO、可配置IO和配套IC产品系列。这些产品具有出色的稳定性和先进的诊断功能。此外还介绍了许多参考设计，可作为模板，帮助您迅速将产品推向市场。无论您有什么工业IO要求，我们都能够提供满足您需求的解决方案。毕竟，Maxim Integrated擅长的就是帮助您解决技术问题。

Jeff DeAngelis

Maxim Integrated（现已成为ADI的一部分）

工业与医疗健康事业部

副总裁

第一部分：数字IO

面向自动化工业控制器的数字输入(DI)和数字输出(DO)模块设计一直以来都采用分立器件。工业4.0是工厂运行方式的下一次革命，将不仅需要云控制，还需要更快速的吞吐速率，以充分提高效率 and 利润。随着对更多诊断功能的需求不断增长，以增加正常运行时间，所有这些功能都需要整合在尺寸更小、功耗更低的封装内，未来面临的挑战变得越来越清晰。第一步就是设计人员需要了解市场上可用的集成器件，这样DI和DO模块才能最终实现其性能潜力。本文档介绍了我们现有的集成式数字IO产品系列，并展示了与传统数字IO设计方法相比，这些产品将如何更好地应对工业4.0的需求挑战。

数字输入

数字输入板卡位于工业输入/输出(IO)模块内。DI板卡可接收整个工厂车间内多个二进制传感器或开关的信号，同时监控液位、物体接近或设备上“开/关”按钮开关状态等参数。0V输入信号会视为逻辑“0”（或关），而24V（典型值）电压电平会视为逻辑“1”（或开）。DI旨在接收传感器或开关的信号，将其转换为较低逻辑电平，并发送至可编程逻辑控制器(PLC)，以根据输入状态执行适当的操作（例如：发送输出信号）。工厂车间的高电压与控制器的低逻辑电平之间的电气隔离要求，以及不断缩小的封装中通道高度集成的需求使原本看似简单的任务变得复杂起来。

数字输入类型

IEC 61131-2标准规定了工业应用中DI灌电流电路的输入阈值和电流要求，并定义了适合工业应用的三种DI电路类型：

- 第一种类型：机电电路
- 第二种类型：分立式高电流半导体电路
- 第三种类型：低功耗集成式半导体电路

三种DI类型主要是电压阈值和限流值不同。此外，DI电路通常用于以下两种配置中的一种：正逻辑（灌电流输入和拉电流输出），负逻辑（拉电流输入和灌电流输出）。IEC 61131-2中的24V和48V（DC和AC）灌电流输入阈值如图1中所示。

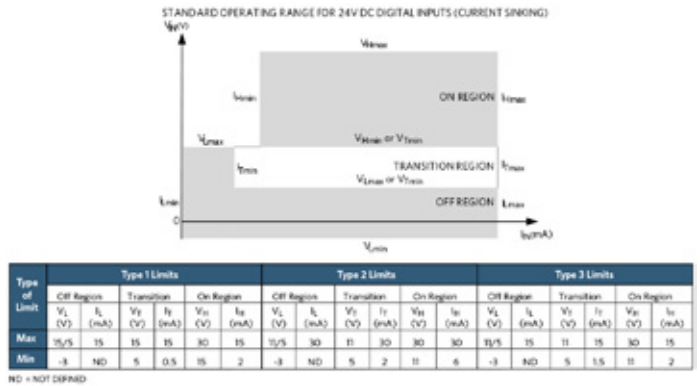


图1. 符合IEC 61131-2的数字输入特性

分立式单通道数字输出

单通道DI传统上采用分立式器件实现。图2中的简化电路采用电阻分压器网络和光耦合器实现隔离。24V DC输入电压分压为适当的电平，以驱动光耦合器，而光耦合器则将输入逻辑电平信号发送至PLC。

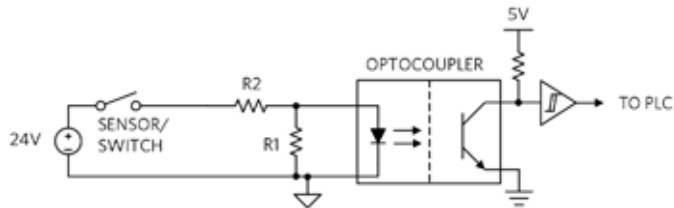


图2. 具有基本限流功能的分立式数字输入

尽管经济实惠且易于设计，但这种方法的主要缺点是功耗比较高（高达10mA，取决于电阻值），并且与输入电压成比例变化。尽管可以构建分立式限流电路，但它要求使用多个器件（增加成本和面积），且电流消耗水平远高于IEC 61131-2标准中规定的3型DI的理想值2mA。显然，由于尺寸和功耗（以及相关的散热因素）原因，分立电路配置并不适合高度集成到小尺寸、高密度IO模块中。

单通道集成式数字输入

分立电路的替代方法就是使用单通道集成解决方案，比如**MAX22191**。这种限流型寄生供电DI也是一种符合IEC 61131-2标准的工业DI芯片，可将24V工业数字输入转换为2.3mA（典型）电流，以驱动光隔离器。电压阈值和电流水平也兼容1型和3型输入，并支持灌电流和拉电流应用。通过添加外部电阻，还可以兼容48V或AC输入。工作电源来自外部电源，或者也可以来自输入信号本身，从而无需使用外部现场端电源，简化了电路板布线。250ns（最大）快速响应时间使其非常适用于高速输入。此外，还可以使用CMOS兼容测试输入用于安全诊断。稳定的工作性能可满足工业系统的苛刻要求，输入信号范围为-60V至+60V。当存在 V_{CC} 时，集成的热关断功能可进一步保护设备。它可以采用6引脚小型SOT23封装，适用于独立通道隔离模块。

图3所示为应用电路，其中MAX22191具有寄生电源，为芯片自身、光隔离器以及用于显示状态信息的外部LED供电，因此是可用的较低功耗数字输入解决方案。当输入电压(V_{IN})

超过输入高阈值时，输出产生2.3mA（典型）电流，并提供足以驱动外部状态LED和光隔离器的电压。当输入电压降至低于输入低阈值时，输出电流会被切断，LED也会因此关闭，光耦隔离器也会关闭。

多通道数字输入

虽然单通道集成IC是对分立方案的改进，但实现8、16、32或64 DI通道需要更高的集成度，这在新型IO模型中比较常见。然而，多通道DI芯片也带来了自身挑战。通道数量的增加要求设计人员思考如何将通道连接至控制器，是并行还是串行？尽管串行数据流意味着需要隔离的引脚较少，但它也意味着隔离器必须在适合的数据速率也可以正常工作。它必须具有可扩展性，并且需要进行某种形式的误差检测，以验证与控制器通信期间数据流的完整性。另一方面，并行数据流可能看起来较简单，但它需要更大的隔离IC，以满足多个数据通道需求。Maxim拥有完整的多通道DI芯片和配套产品系列，以应对数字IO模块设计的各种挑战。

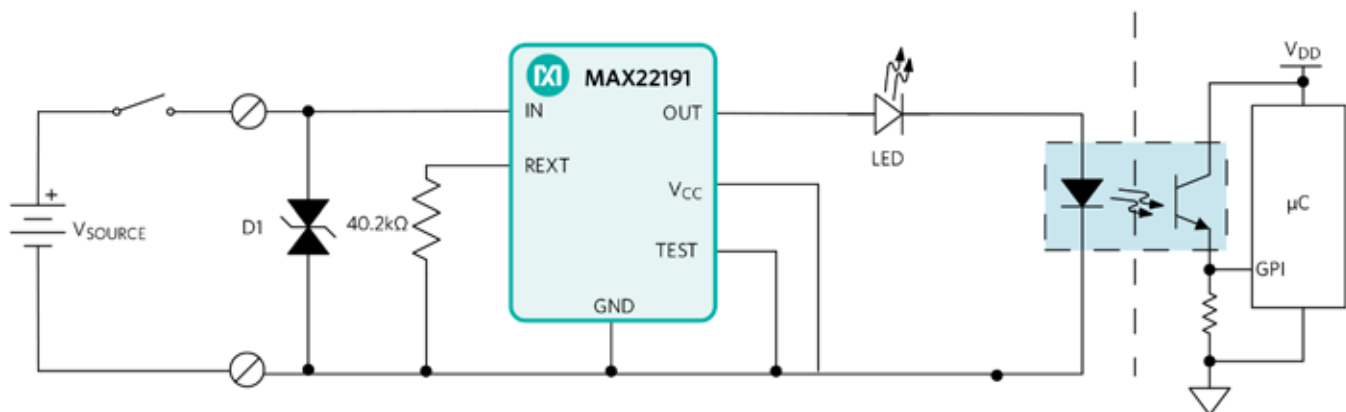


图3. MAX22191灌电流电路与状态/指示灯LED

8通道数字输入，提供串行输出

MAX22190和**MAX22199** 8通道数字输入芯片可将8个24V灌电流工业输入转换为与3V-5.5V逻辑电平接口的串行SPI兼容输出。这两个DI器件都可以作为8个1型/3型数字输入或4个型数字输入运行。可靠的内部ESD结构意味它们可耐受最高1A浪涌电流和最高2kV线对地浪涌电压（采用外部电阻，但不要求使用外部TVS）。无需现场端供电的LED驱动器可用于指示输入状态。如果需要超过8个通道，则可以采用菊花链的方式将多个器件连接在一起，如图4所示。

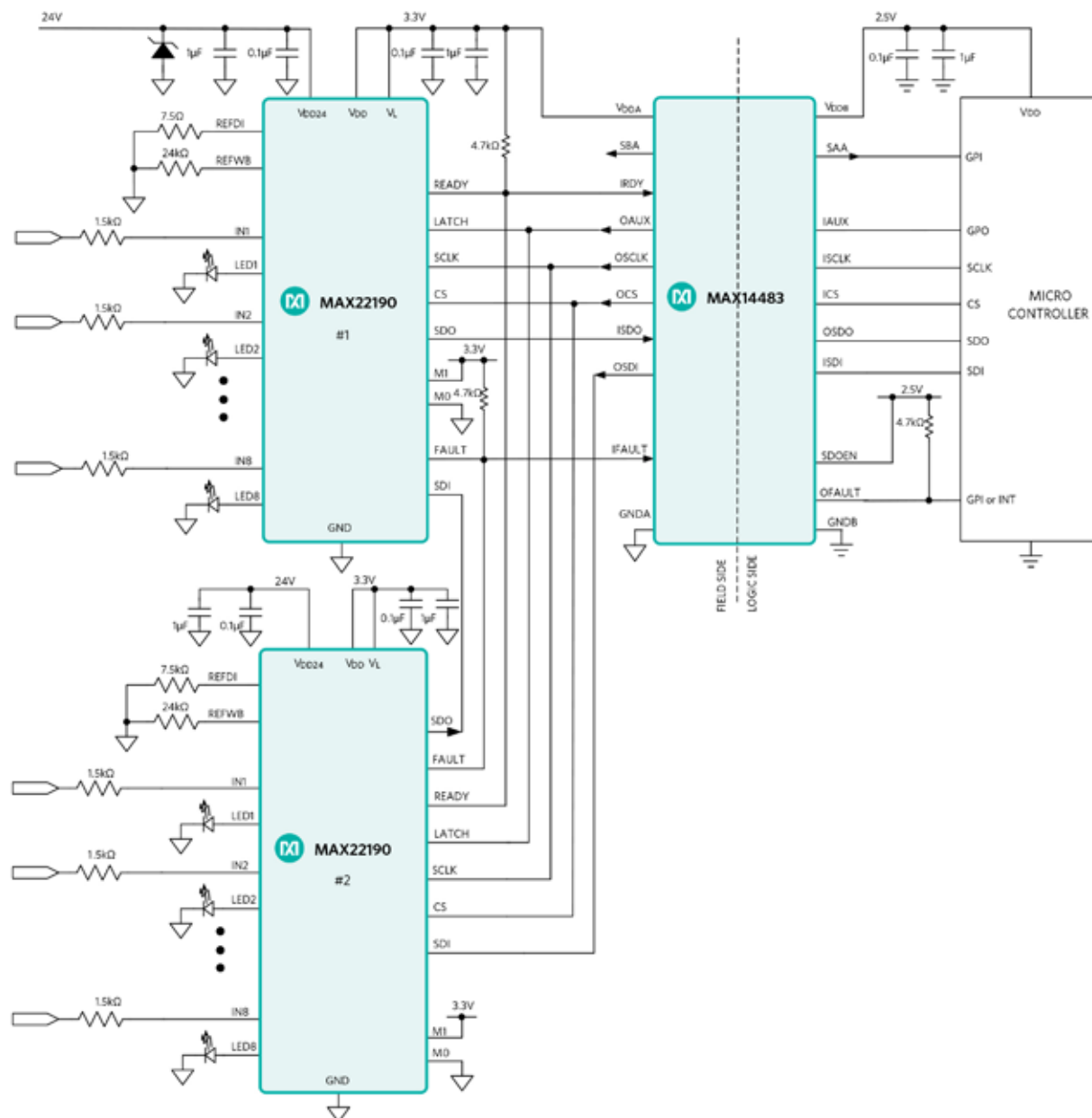


图4. 16通道隔离式1型/3型数字输入，SPI菊花链

MAX22190和MAX22199都有一个4引脚SPI接口，并使用LATCH输入来同步多个并行器件的输入数据。当使用现场电源（7V至65V，但典型值为24V）供电时，内部集成的LDO控制器会生成3.3V输出，可为外部负载（如数字隔离器）提供最高25mA电流。或者，器件可直接采用3.0V-5.5V现场端电源供电。这样可以进一步降低功耗，因为禁用了内部LDO。为实现灵活性，SPI接口可采用3.3V或5V逻辑电平运行。为了在工业环境中平稳运行，每个输入通道都带有可编程信号毛刺滤波器，其延迟可单独编程为50 μ s至20ms之间8个值中的其中一个值或忽略。**图5**显示了如何并行连接2个输入，以便根据需要使用REFDI电阻设置的更高限流值，将MAX22190（或MAX22199）配置为4个2型DI。

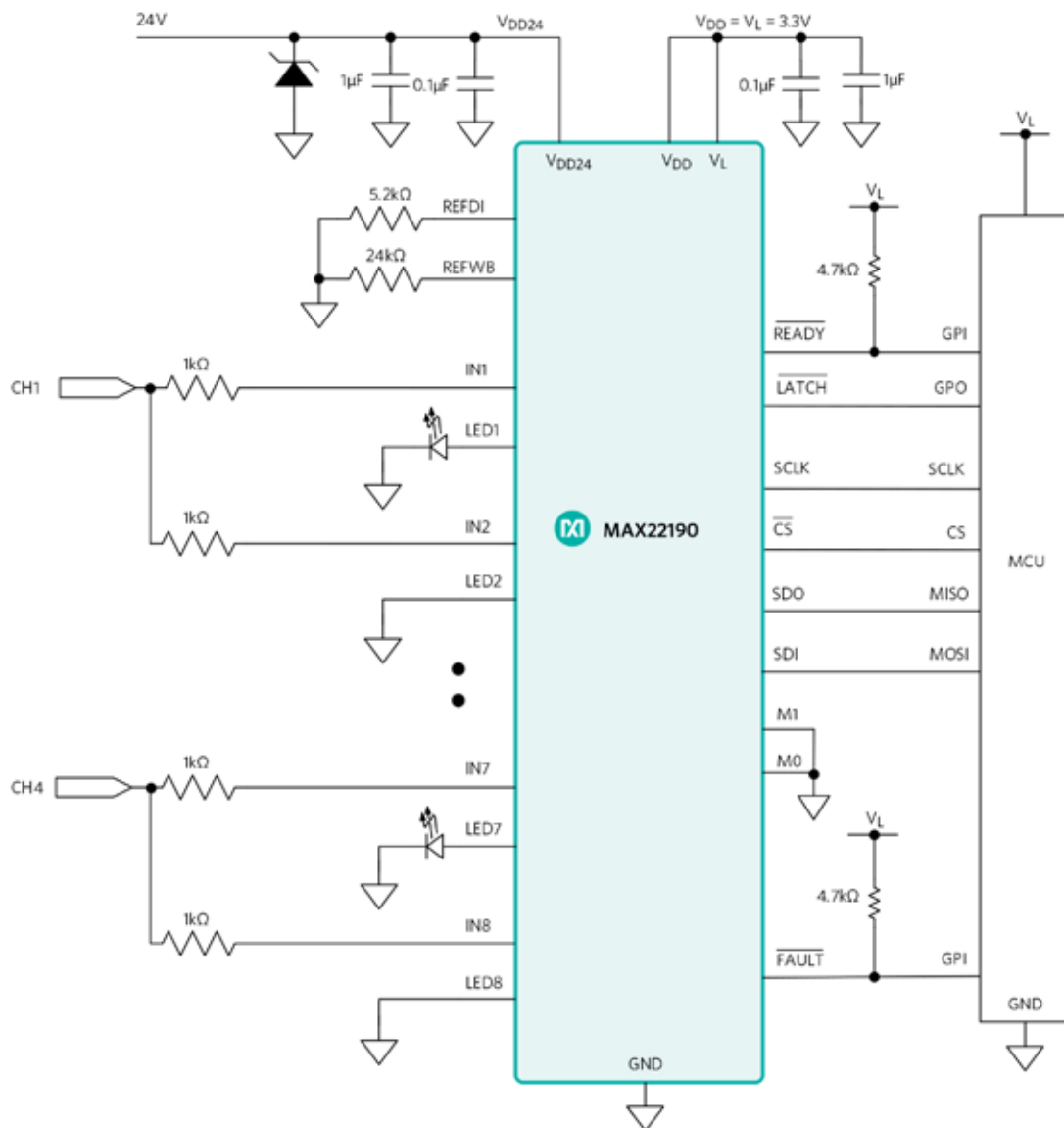


图5. MAX22190配置为4个2型数字输入

诊断

MAX22190提供额外的故障检测诊断功能。这样就可以使用每个输入上的第二个阈值检测器来验证传感器（如接近开关）的现场布线。当启用了断线检测功能时，如果输入电流降至低于断线阈值超过20ms，FAULT输出就会被断言，并且会将寄存器标志置1。使FAULT输出生效的其他诊断功能包括：过温、24V现场电源较低、24V现场电源缺失以及SPI和CRC通信错误。

8通道数字输入，提供串行输出和集成隔离

MAX22190的替代产品为**MAX22192**，它可提供SPI接口集
成电气隔离的其他好处。当使用现场电源（7V至65V）供
电时，集成LDO会生成3.3V输出，可为外部负载提供最高
25mA电流。或者，可使用3.0V至5.5V电源为MAX22192现场
端供电并使用单独的1.71V至5.5V电源为逻辑信号端供电，
以便连接1.8V、3.3V或5V逻辑电平。如图6中所示，需要超
过8个输入的应用可以采用菊花链的方式连接MAX22190和
MAX22192，然后MAX22192可提供一条连接至微控制器的隔
离路径。

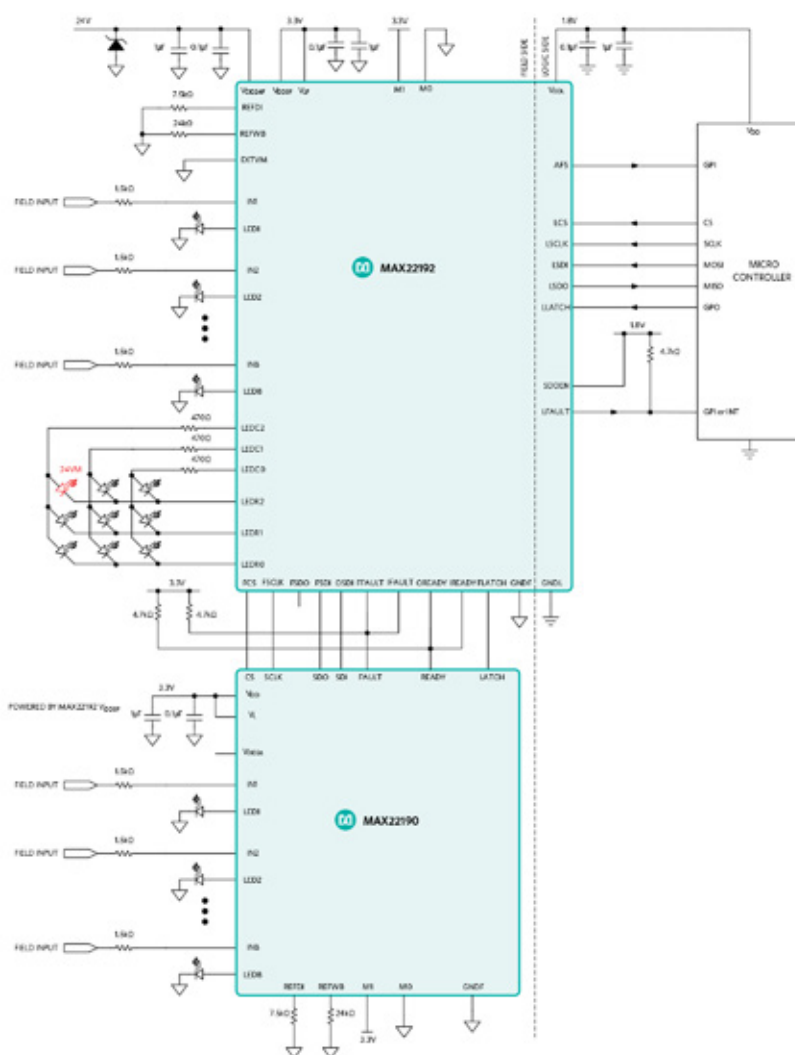


图6. 使用MAX22190和MAX22192的16通道隔离式数字输入

8通道数字输入，提供并行输出

MAX22195 (图7) 可将8个24V工业数字输入转换为8个CMOS兼容的并行输出，且所有通道上的输入至输出传输延迟低于300ns。与传统的电阻分压器输出相比，每个输出上的高精度限流器可线束降低功耗，同时仍满足IEC 61131-2标准的要求。电流设置电阻支持8个1型/3型输入或4个2型输入的配置，同时额外的无需现场端供电的LED驱动器符合IEC 61131-2的指示灯要求，且无额外功耗。内部3.3V LDO可接受7V至65V现场电源电压，该电压不仅可以提供器件电源，还可以为数字隔离器和其他现场端电路提供高达25mA电流。或者，MAX22195可采用单独的3.0V至5.5V电源供电。

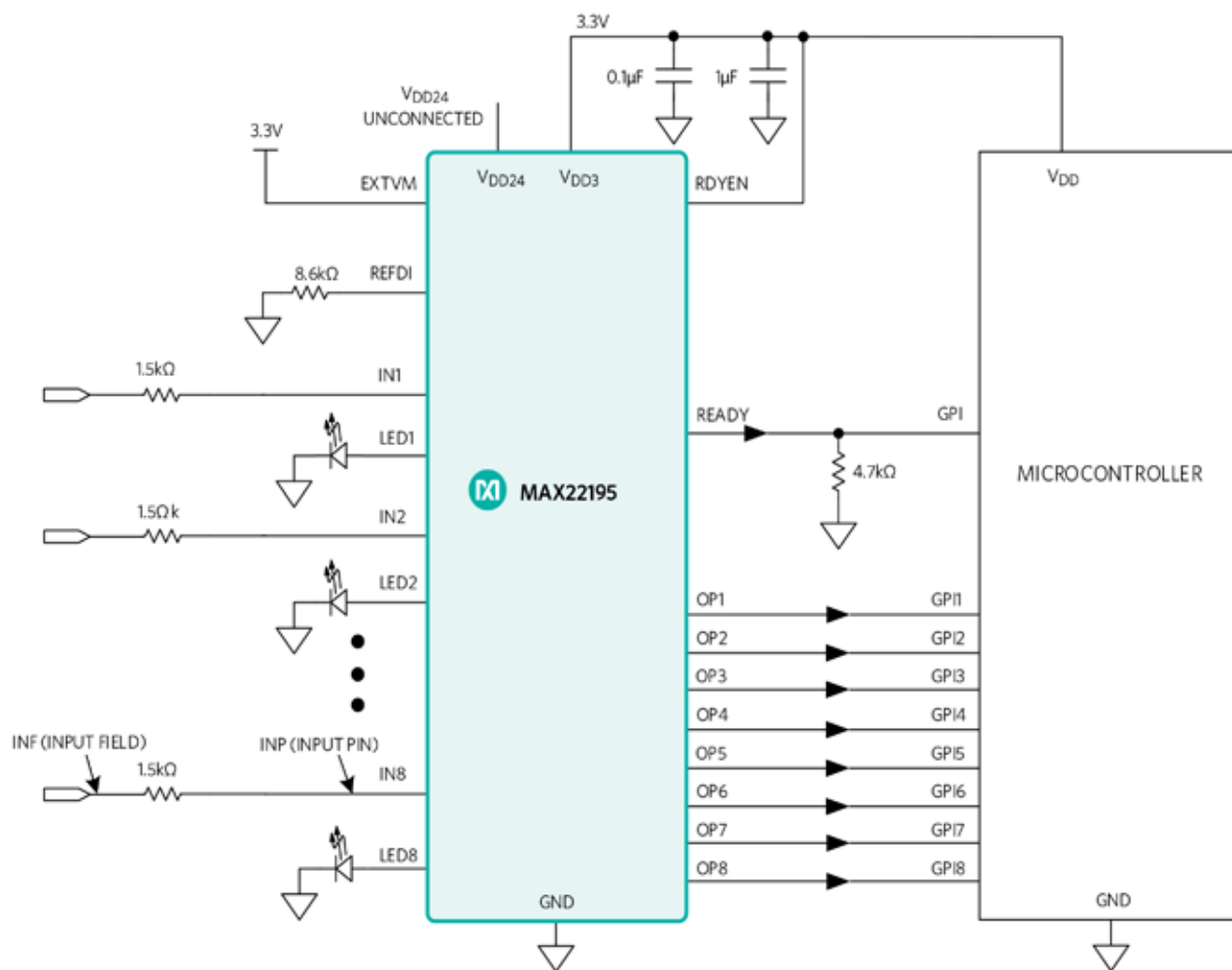


图7. MAX22195 8通道数字输入，带并行接口

数字输入汇总

表1中汇总了Maxim数字输入产品系列的主要特性。

表1. 数字输入IC汇总

产品型号	通道数	隔离	符合IEC 61131-2标准	输出接口
MAX22191	1	外部光耦合器	1, 3	电流或电压
MAX22190	8	外部隔离器IC	1, 2, 3	串行电压
MAX22199	8	外部隔离器IC	1, 2, 3	串行电压
MAX22192	8	内部	1, 2, 3	串行电压
MAX22195	8	外部隔离器IC	1, 2, 3	并行电压

数字输出

数字输出一词用于描述打开和关闭工业控制器件（如继电器、电机执行器、开/关阀门、电磁阀和指示器）的电子电路。DO可生成0V（关）至60V（开）的信号，但通常在0V至24V之间变化。在信号穿过电噪声环境下的一根长电缆后，需要高电压电平来确保接收器能够可靠地确定数字状态，同时需要高电流电平来快速打开或关闭重型感性（有时候也是容性）负载。图8显示的是典型DO实现框图。

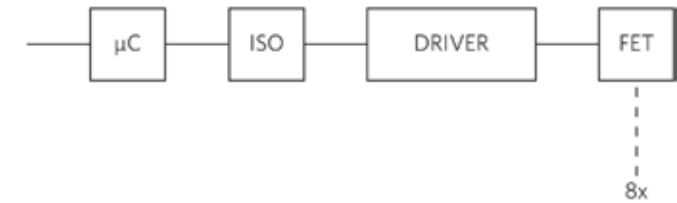


图8. 典型数字输出的简化模型

尽管概念上比较简单，但现实中DO的实现差别很大。为取代老式机械继电器而开发的集成驱动器（或控制器）通常用于切换（有时候为多个）驱动负载的分立式N沟道电源FET。FET/驱动器配置取决于负载性质，接地的负载使用高端(HS)开关切换，而连接电源的负载则使用低端(LS)开关切换。浮动负载则使用两者的组合切换，通常称为推挽(PP)。随着半导体技术的发展，如今电源FET可以与驱动器集成到同一封装内，从而有效地提供适用于许多（但不是全部）应

用的全集成DO。两种方法的优点都是相对的。集成FET可节省空间，使用外部FET则可以为阻断电压和电流提供更大的灵活性。现在，DO芯片通常可提供一系列额外的诊断和安全功能，包括欠压保护(UVLO)，以确保存在正常运行所需的电压水平，以及温度关断模式，可防止意外短路或过流事件造成的损坏。Maxim可提供完整的DO器件产品系列，包括控制器、高端IC、低端IC和推挽IC。

带限流功能的高端开关控制器

MAX14922（图9）为高端n沟道FET控制器，适用于在工业应用中切换接地负载。这款IC的工作电源范围为9V至70V，可控制外部n沟道MOSFET的栅极电压。通过使用高压瞬态电压抑制(TVS)二极管可快速关闭感性负载，该二极管还可提供最大-70V的电压钳位。使用检流电阻可将负载电流限制为预定义值，而使用自动重试时序功能（由连接至t_{BLANK}输入引脚的用户选择电容C_{BLANK}定义）可提供外部FET过载保护。该控制器还包括片内比较器，该比较器可用于监控高端开关输出或电源输入电压。MAX14922集成了一个电荷泵，当使用带低导通电阻(R_{ON})的FET时，该电荷泵支持高速切换（20kHz至50kHz）。

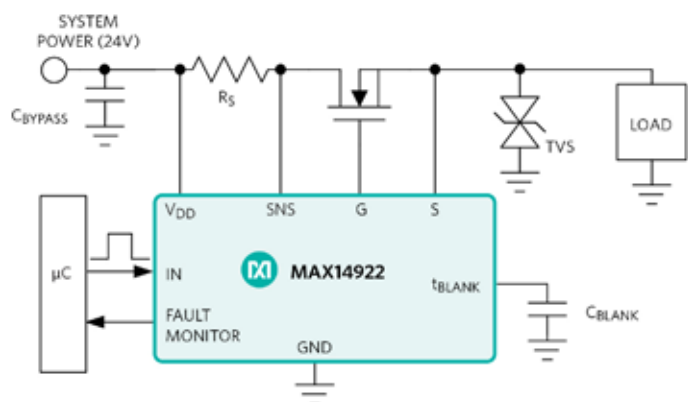


图9. MAX14922高端开关控制器

具有诊断功能的8通道高端开关

MAX14915提供8个高端开关（最大 R_{ON} 为250mΩ），每个通道可明确的提供高达700mA的连续电流。它带有1个内置芯片寻址解码器的SPI接口，允许使用通用SPI片选(CS)与多个IC通信（图10）。SPI接口还为全局（和每个通道的）配置和诊断提供了灵活性，包括过压和欠压检测、开路电缆/负载检测、过载和限流报告以及发热状态报告。它还可以检测开关处于任一状态时的开路和开路负载情况。MAX14915带有发光二极管驱动器，用于指示每个通道的故障、状态和电源欠压条件。内部有源箝位允许快速关闭感性负载，而集成线对地和线对线浪涌保护只需要在 V_{DD} 上使用一个TVS二极管。

两个配套器件中，**MAX14916**允许在4通道配置中连接输出对，同时提供高达2A单通道驱动电流，而**MAX14917**则提供与MAX14915相同的电气输出特性，但诊断功能更少。

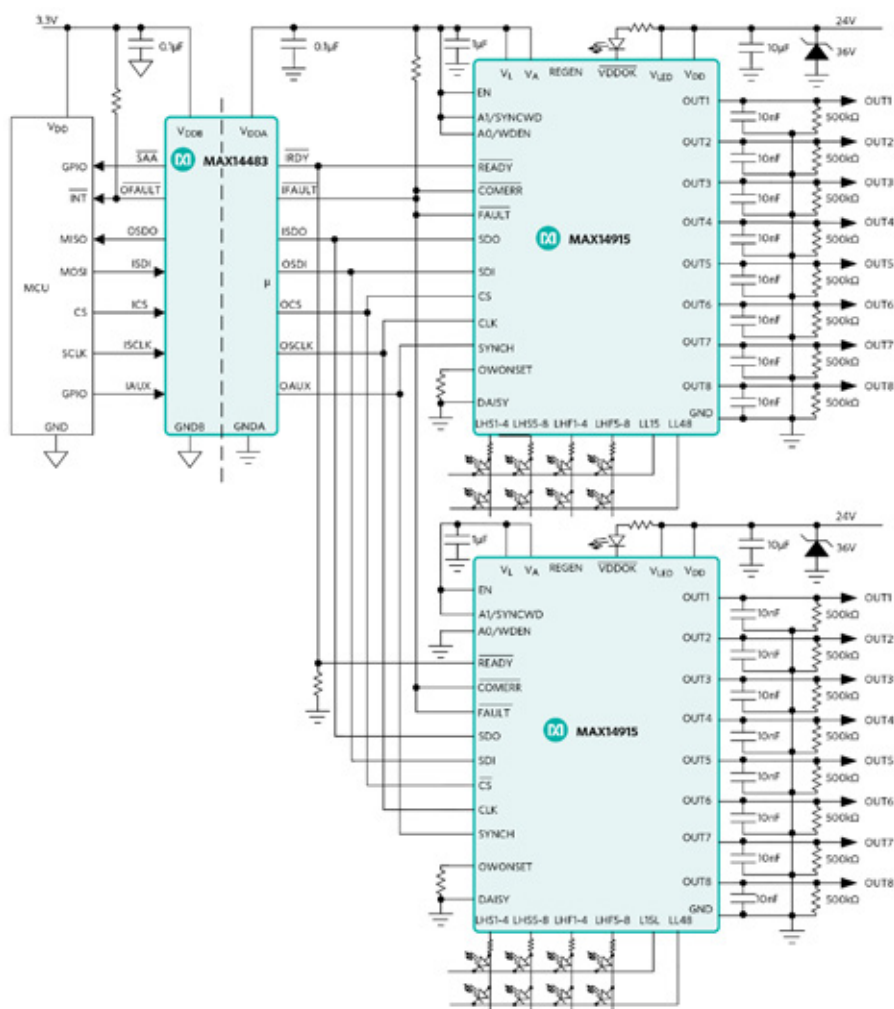


图10. 使用6通道数字隔离器的16通道隔离式数字输出应用

4通道低端开关

MAX14919是一种4通道低端开关，每个通道有140mΩ典型导通电阻(R_{ON})。它支持可使用电阻配置的限流功能，确保提供100mA至800mA的精确工作电流。它还提供2倍浪涌电流选项，以便为需要激活时需要大突入电流和浪涌电流的负载供电。输出连接可采用并行方式，以实现更高负载电流。4个开关为引脚控制型开关，以实现简单快速的切换，切换速率高达200kHz。MAX14919具有反向电流检测功能(图11)，以防止负载与电源间接线故障造成的损坏(MAX14919A禁用了该功能)。为保持稳定的性能，它还具有集成式 $\pm 1\text{kV}/42\Omega$ 浪涌保护功能，无需使用任何外部器件。

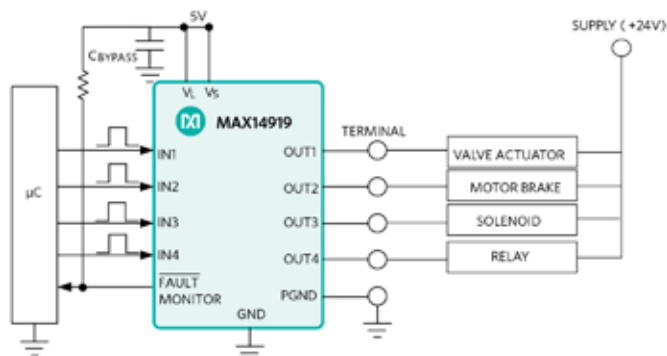


图11. MAX14919低端开关典型应用

8通道高端开关/推挽驱动器

MAX14912和**MAX14913**(图12)集成了8个640mA智能高端开关，为实现高速切换，可将其配置为高端开关或推挽驱动器。从输入到高端/低端驱动器切换的传输延迟为1μs(最大值)。在 $T_A = +125^\circ\text{C}$ 且负载电流为500mA的条件下，每个高端驱动器都具有230mΩ(最大值)的低导通电阻。该器件可通过多个引脚或SPI接口进行配置和控制。SPI接口可进行菊花链连接，从而可实现多个器件的高效级联。MAX14912允许通过SPI模式或并行模式进行配置，而MAX14913只支持通过SPI模式进行配置。高端模式的开关在开或关的任意状态下都可以做开路检测，而发光二极管驱动器则提供每个通道的故障和状态条件指示。内部有源箝位可在高端模式下迅速加快感性负载的关断速度。在使用高端开关在关闭感性负载期间，电感生成的跳变电压被固定在相对于 V_{DD} 的-56V(典型值)电压。这种较大的电感能量通过电压箝位在器件中被耗散。这些D0 IC还具有安全退磁功能(SafeDemag™)，可关闭任意值的感性负载。在高端模式下，对于可通过输出切换的感性负载没有任何限制。

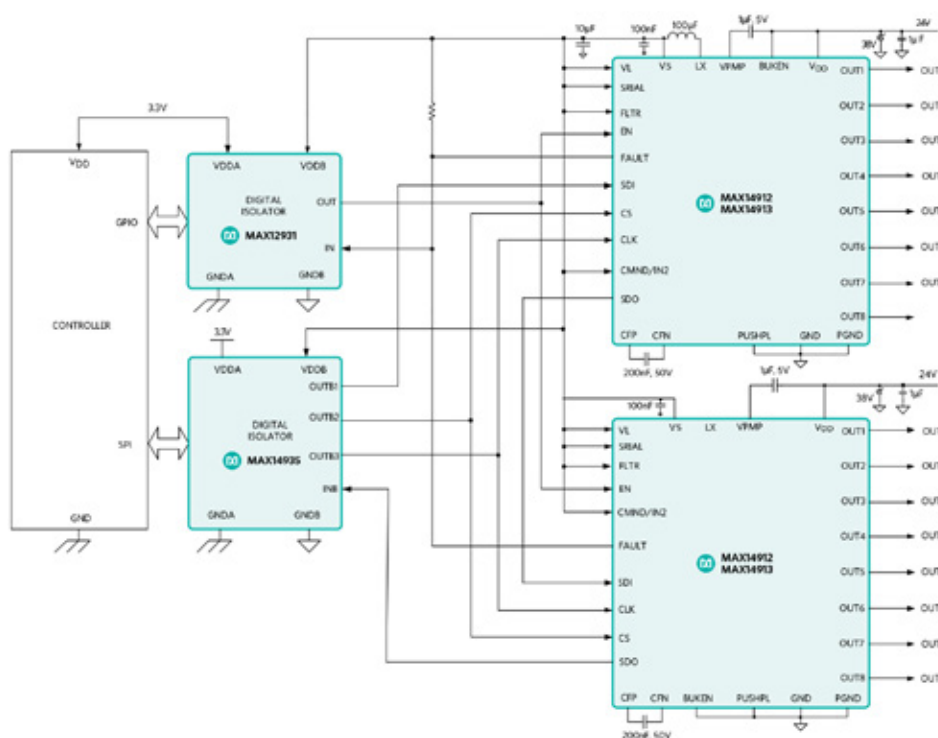


图12. MAX14912/MAX14913典型应用电路

数字输出汇总

表2中汇总了Maxim的数字输出IC产品系列

表2. 数字输出IC汇总

产品型号	输出数	配置	R _{ON} (mΩ)	I _{OUT} (A)	退磁功能
MAX14900E	8	HS	165	0.85	无
MAX14912/MAX14913	8	HS或PP	230	0.5	安全
MAX14915/MAX14917	8	HS	250	0.7	快速
MAX14916	4或8	HS	250	2.4 (4通道) 或 1.1 (8通道)	快速
MAX14919/MAX14919A	4	LS	300	0.8	快速
MAX14922	1	外部FET	—	—	无

可配置数字IO

采用推挽驱动器和数字输入配置的高端开关

MAX14914 (图13) 是一款单通道高端/推挽DO驱动器，也可配置为用作符合IEC 61131-2标准的DI (1型、2型或3型)。这款高端开关规定用于电源电压高达40V的环境，其电流可使用电阻设置为135mA (最小值) 至1.3A (最大值)，R_{ON}典型值120mΩ。它还提供可选的推挽操作，以驱动电缆以及实现负载电容的快速放电。对于安全应用，可对输出电压进行监控。**MAX14914A**为MAX14914的低漏电流版本，设计用于与**MAX22000**工业可配置模拟IO器件一起使用 (参见本设计指南的第二部分)，而**MAX14914B**则具有高端开关过流指示功能。表3显示了这些芯片的输出驱动器限制功能汇总信息。

表3. 输出驱动器限制功能

	DOI过压 (OV_VDD)	DOI过流 (OV_CURR)	DOI极低漏电流 (V _L < V _{L_POR})
MAX14914	是	否	否
MAX14914A	是	否	是
MAX14914B	否	是	否

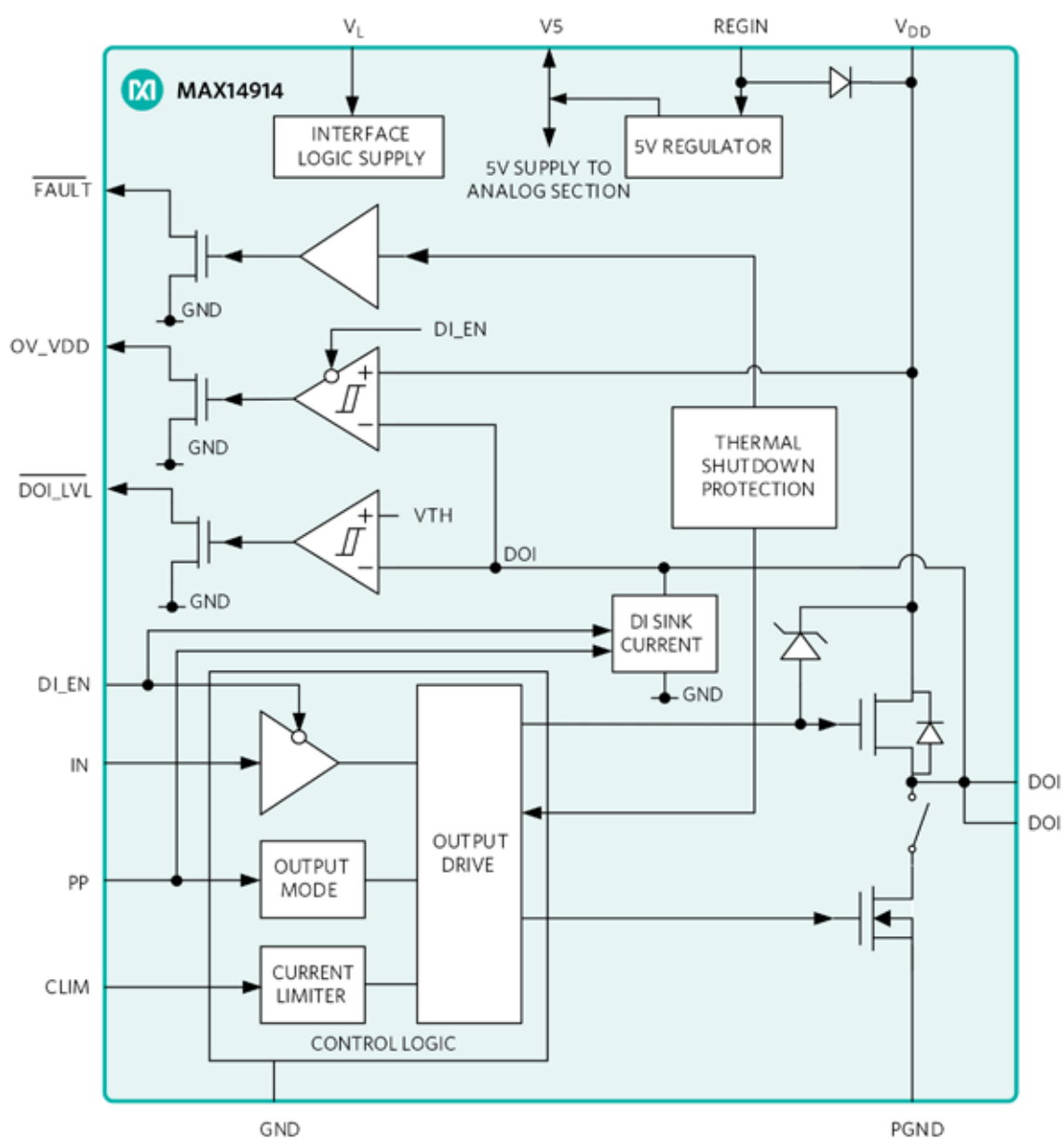


图13. MAX14914功能框图

4通道工业数字输出/数字输入

MAX14906 (图14) 为符合IEC 61131-2标准的4通道高速芯片, 可按通道配置为高端开关、推挽驱动器或1型和3型数字输入或2型数字输入。这款芯片可用于电源电压高达40V的运行环境, 可以耐受最高65V的电压。通过使用2倍负载冲击电流选项, 高端开关限流可设置为130mA至1.2A。高端驱动器在25°C条件下的 R_{ON} 典型值为120mΩ。它还提供可选的推挽操作, 以驱动电缆以及实现负载电容的快速放电。针对数字输入操作, 提供2.3mA (1型和3型) 或7mA (2型) 的灌电流。SPI接口带有内置芯片寻址解码器, 允许使用共享SPI通过通用片选(CS)与多个芯片通信。SPI接口为全局和每个通道的配置和诊断提供了灵活性, 包括电源过压和欠压检测、断路或开路检测、热过载和限流报告。针对高速操作, 可使用引脚直接监控和更改数字输入和输出状态。发光二极管驱动器可用于提供每个通道的故障、状态和电源欠压条件指示。内部有源箝位允许快速关闭感性负载, 而集成线对地和线对线浪涌保护只需要在 V_{DD} 上使用单个TVS。

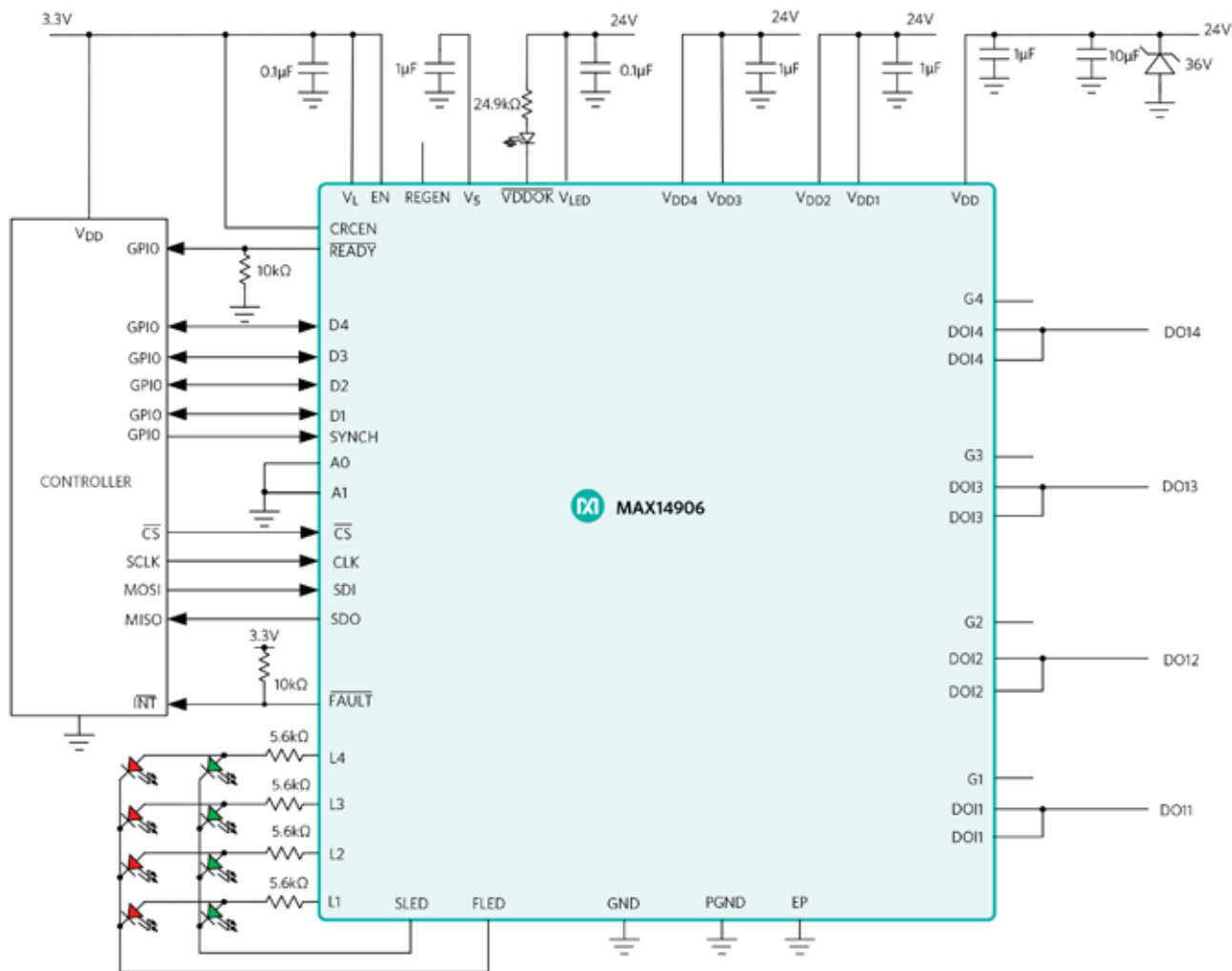


图14. MAX14906典型应用电路

增强型4通道数字隔离器

MAX22444、**MAX22445**和**MAX22446**为快速、低功耗的4通道增强型数字电气隔离器。这些增强型隔离器具有持续60秒的 $5kV_{RMS}$ 耐受电压等级。支持所有可能的单向通道配置，以满足任何4通道设计，包括SPI、RS-485和数字I/O应用（图16）。MAX22445R/S/U/V的A侧输出使能为低电平有效，从而使其非常适用于隔离共享SPI总线上的端口，因为 \overline{CS} 信号可直接使能隔离器上的MISO信号。该系列隔离器支持的所有其他输出均为高电平有效。通常情况下启用MAX22444 - MAX22446M/N上的所有通道，但这些器件的输出默认状态为可选的。这些器件的最大数据速率为25Mbps或200Mbps，输出为默认高电平或默认低电平。

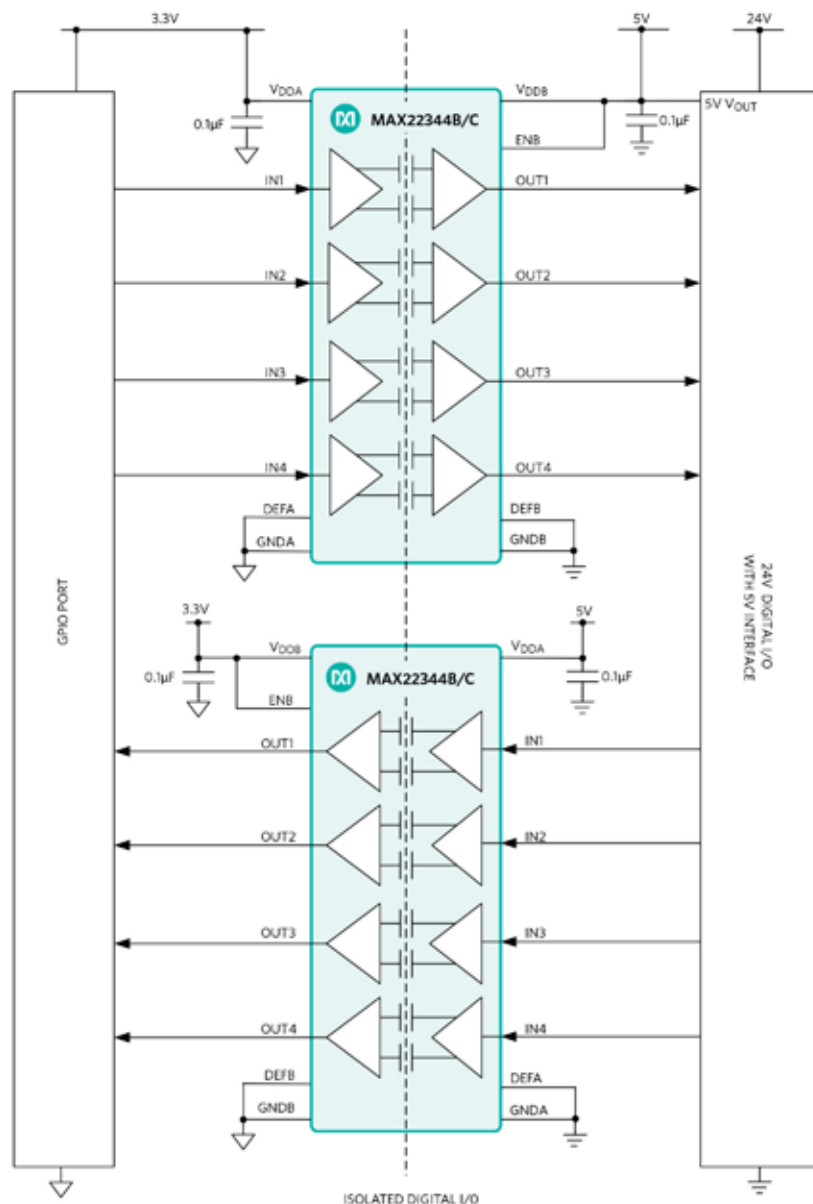


图16. MAX2244x典型应用电路

表5汇总了这部分讨论的隔离器的关键规格。

数字隔离器汇总

表5. DIO兼容隔离器汇总

产品*	通道	隔离额定值 (V _{RMS})	数据速率 (Mbps)	封装爬电距离 (mm)	特性
MAX14930 MAX14931 MAX14932	4	2.75k, 3.75k	1, 25, 150	N-SOIC-16 / 4mm W-SOIC-16 / 8mm	基本隔离
MAX14934 MAX14935 MAX14936	4	5k	1, 25, 150	W-SOIC-16 / 8mm	基本隔离
MAX14130 MAX14131	4	1k	150	QSOP / 3.8mm	基本隔离, 更小的QSOP
MAX12930 MAX12931	2	3k或5k	25, 150	N-SOIC-8 / 4mm W-SOIC-16 / 8mm	基本隔离
MAX12934 MAX12935	2	5k	25, 200	W-SOIC-16 / 8mm	基本隔离
MAX14430 MAX14431 MAX14432	4	3.75k	25, 200	N-SOIC-16 / 4mm QSOP/3.8mm	基本隔离, 最低功耗
MAX14434 MAX14435 MAX14436	4	5k	25, 200	W-SOIC-16 / 8mm	基本隔离, 最低功耗
MAX14483	6	3.75k	200	SSOP-20 / 5.5mm	SPI基本隔离
MAX22344 MAX22345 MAX22346	4	3.75k	25, 200	SSOP-20 / 5.5mm	增强隔离
MAX22444 MAX22445 MAX22446	4	5k	25, 200	W-SOIC-16 / 8mm	增强隔离
MAX22245 MAX22246	2	5k	25, 200	W-SOIC-8 / 8mm	增强隔离
MAX22563 MAX22564 MAX22565 MAX22566	6	3.75k	25, 200	SSOP-20 / 5.5mm	增强隔离

*所有产品的工作电压为1.71V至5.5V。

N-SOIC =窄体SOIC; W-SOIC =宽体SOIC。

第二部分：模拟IO

模拟输入

数字输入用于监控工业传感器的二进制状态或离散阈值电平，与之不同的是，模拟输入(AI)用于监控进行持续测量的仪器仪表状态，例如：容器中流体的体积或压力、电机速度、流量和接近测量。因为这些信号通常需要在电噪声环境下长距离传输，所以我们通常使用电流而不是电压。由于历史原因，使用的电流范围为4-20mA。可使用高精度外部电阻将电流转换为所需的输入电压范围。用于温度测量的RTD和热电偶会生成不同的电流和电压。高精度、低误差的信号转换是AI的关键性能参数。

12通道工厂校准型可配置模拟输入

MAX22005 (图17) 是一款12通道工业级模拟输入电压模式器件，通过在每个通道上使用单个外部精密电阻也可将其

配置为模拟输入电流模式器件。此外，通过在每个通道上使用外部精密电阻和低成本开关，还可将其用作可配置模拟输入。输入通道可用作12通道单端输入、6通道差分输入、4通道可配置输入或任何组合。这款IC集成了24位 $\Sigma-\Delta$ ADC，由所有通道共享。该ADC可以采用集成式5ppm/°C精密基准电压源或外部基准电压工作。使用高压零漂移输入放大器可将标准工业模拟输入电压范围转换为ADC输入电压范围。所有输入端口都采用了强大的保护措施，可耐受最高 $\pm 36V$ 反极性电压和 $\pm 2kV$ 浪涌脉冲，无需使用额外的TVS二极管。8个通用型GPIO端口可用于正常用途，也可用于控制可配置输入的外部开关。工厂校准可确保出色的系统性能，在温度范围内总非调整误差(TUE)小于0.05%。通过高速30MHz SPI总线进行配置和信息管理，该总线也可以用于获取转换结果。可选8位CRC可提高SPI接口的可靠性，从而有助于免受所有8位突发脉冲、所有双位错误和大多数大型错误集群的影响。MAX22005的工作电压范围为2.7V至3.6V模拟和数字电压电源，最高可使用 $\pm 24V$ 的高电压供电。

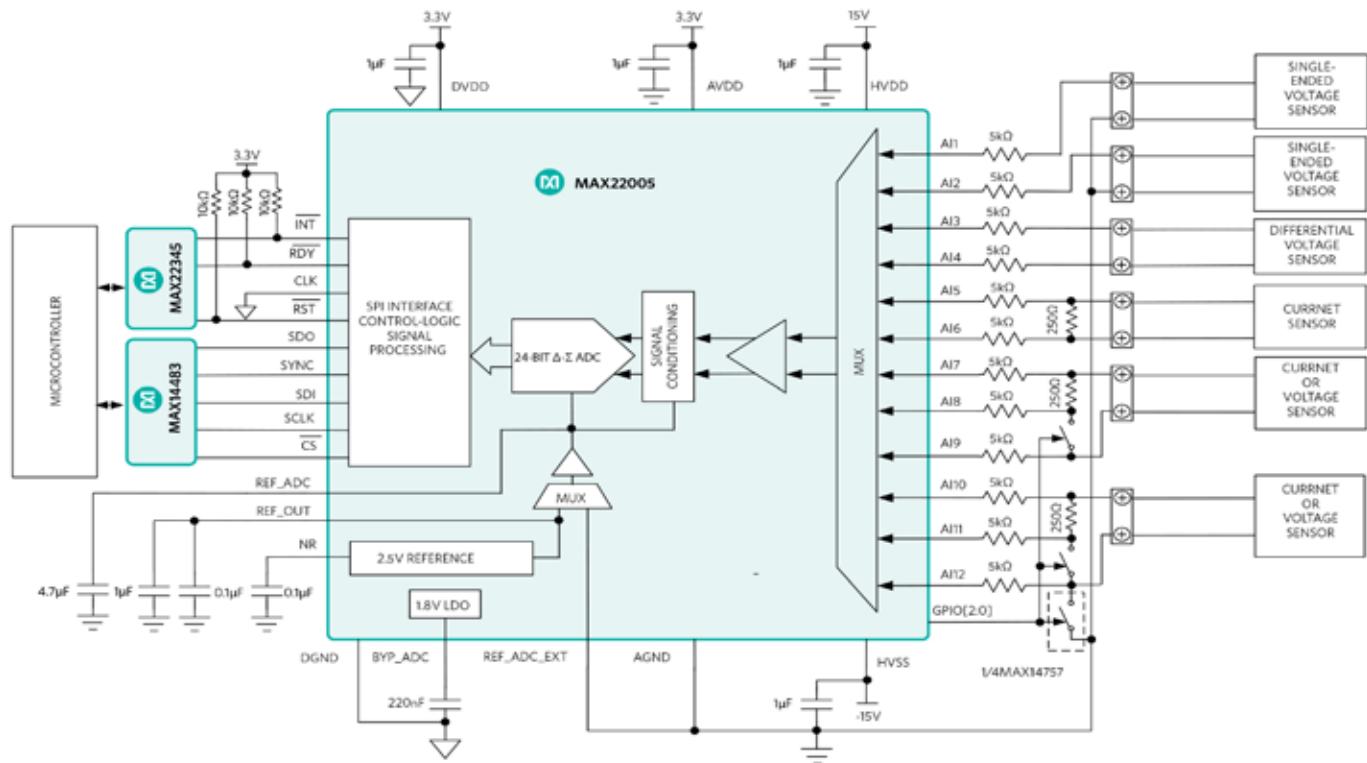


图17. MAX22005 12通道可配置工业模拟输入

模拟输出

模拟输出用于提供连续电压或电流(4-20mA)信号，以实现工厂车间执行器（例如：在阀门上用于控制流体流动）、变速电机和温度控制器的精密控制。这些器件的关键规格包括高精度DAC、分辨率范围和恶劣环境下的可靠性能。

4通道12位可配置模拟输出

MAX22007 (图18) 是一款工厂校准的可软件配置4通道模拟输出，能够在每个通道上提供电压或电流输出。所有输出都具有 $\pm 42V_{P-P}$ 保护。每个输出通道都带有采用共享内部基准电压的12位快速ADC。该器件可提供低失调高压放大器，

用于调节从低压DAC输出至高压或电流输出的信号。如果某个输出接线错误，所有其他输出仍不会受影响，并且能够正常运行。每个通道都可以使用一个内部比较器来确定负载阻抗，从而允许微控制器以智能方式选择电压或电流输出模式。所有输出都具有集成电流保护功能，以实现稳定的功能和散热性能。这款芯片还包括热关断电路，可在结温超过 $+165^{\circ}C$ 时保护器件不受损坏。可使用SPI接口在高达30MHz的时钟速率下与微控制器进行通信，与可选8位CRC一起使用可提高数据完整性。提供8个GPIO，可用于与应用电路中的其他资源进行连接或控制此类资源。MAX22007采用2.7V至5.5V的 V_{DD} 低压电源和8V至24V HVDD正高压电源供电。负电源电压HVSS可以设置在-2V至0V之间。

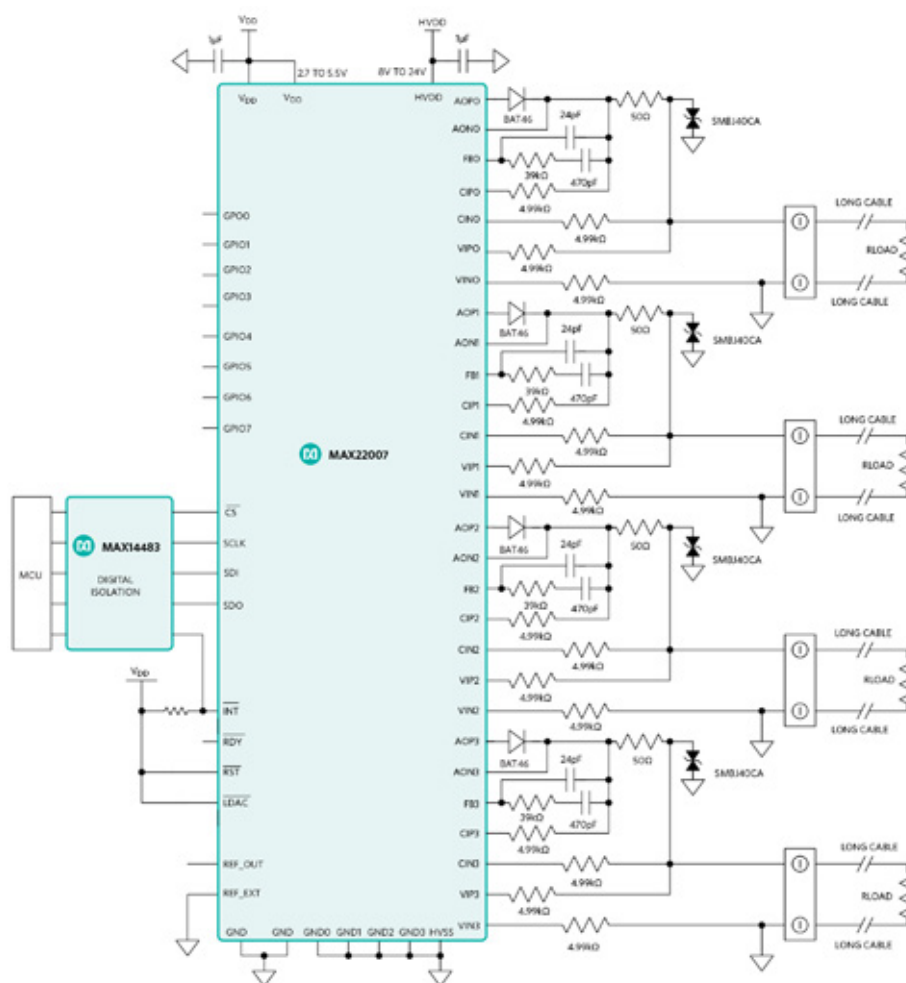


图18. 使用MAX22007的两线制应用电路

可配置模拟IO

工业可配置模拟I/O

MAX22000 (图19) 是一款工业级可配置模拟输入/输出器件，可在软件中配置为任意电压/电流、输入/输出组合。附加输入可用于测量其他模拟信号 (RTD和热电偶)。该器件提供快速稳定的18位DAC和24位 $\Sigma-\Delta$ ADC。该ADC和DAC可分别选择内部或外部基准电压。ADC由低噪声增益可编程放大器(PGA)提供支持，具有高压和低压输入范围，以支持RTD和热电偶测量。额外的辅助输入用于测量冷端板载温度。MAX22000可通过20MHz高速SPI总线进行通信，以获得所有配置和管理信息以及转换结果。可选8位CRC可提高SPI接口的可靠性，从而免受所有8位突发脉冲和所有双位错误的影响。这款芯片的模拟和数字工作电压范围为2.7V至3.6V，高电压电源最高可达 $\pm 24V$ 。

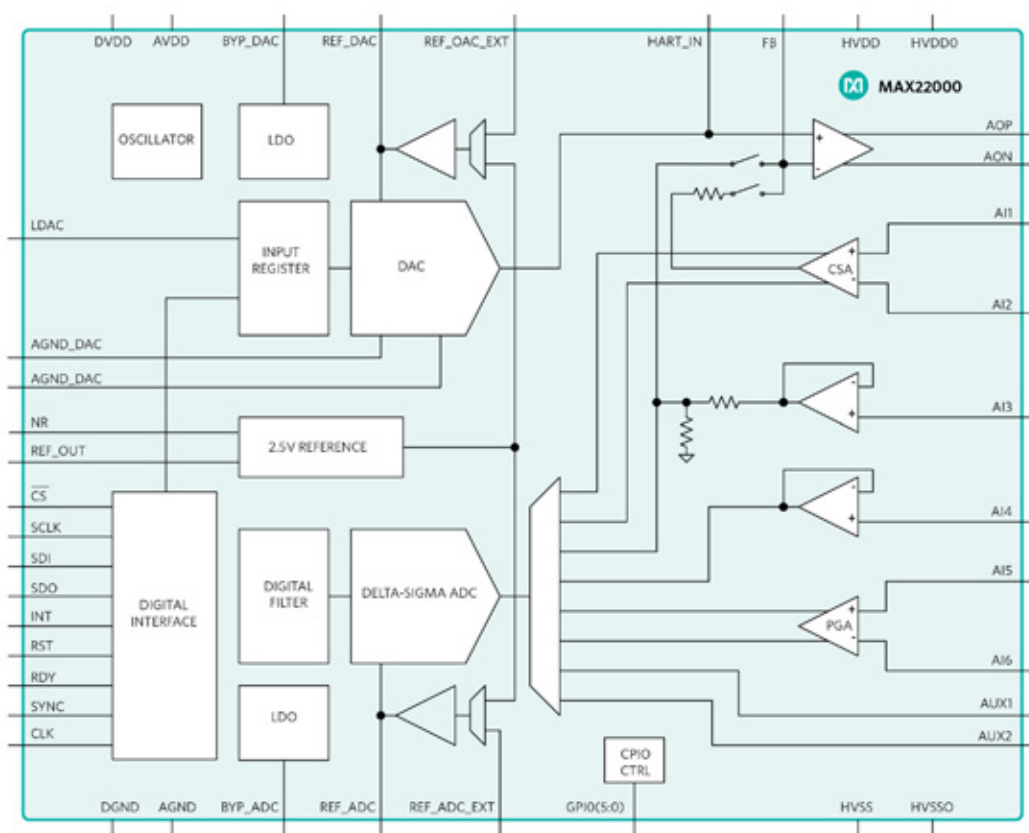


图19. MAX22000可配置模拟IO

表6中汇总了Maxim模拟I/O IC产品系列的主要特性。

模拟I/O汇总

表6. 模拟I/O IC汇总

产品型号	方向	通道数	分辨率	最大I/O电压范围 (V)	最大I/O电流范围 (mA)
MAX22005	输入	12	24位	± 12.5	± 25
MAX22007	输出	4	12位	± 10.5	± 20
MAX22000	输入和输出	6 I/P + 1 O/P	24位/18位	± 12.5	± 25

模拟I/O配套IC

单通道隔离式10位ADC，集成DC-DC

MAX14001和**MAX14002** (图20) 为隔离式单通道MAXSafe™模数转换器(ADC)，具有可编程电压比较器和浪涌电流控制功能，针对可配置二进制输入应用进行了优化。二进制输入端（现场端）和比较器输出/SPI端（逻辑端）之间提供了3.75kV_{RMS}集成隔离。集成隔离式DC-DC变换器可为所有现场端电路提供3.0V至5.5V逻辑端电源，即使在没有输入信号的情况下，也支持现场端诊断功能。这款20引脚SSOP封装可实现5.5mm爬电距离和间隙以及II组CTI等级。这些器件可不断地对隔离栅现场端的输入电压进行数字化，并将数据通过隔离栅传输至器件的逻辑端，然后在逻辑端将输入电压的幅度与可编程阈值进行比较。当输入电压高于上限阈值时，二进制比较器输出引脚为高，当低于下限阈值时，则为低。在禁用滤波功能的情况下，比较器对输入变化的响应时间小于150μs。在启用滤波功能的情况下，比较器使用最后的2、4或8 ADC读数的滑动平均值。可通过5MHz SPI端口获取经过滤波和未经滤波的ADC读数，该端口也可用于设置比较器阈值以及其他器件配置。MAX14001/MAX14002可通过外部高压FET控制二进制输入的电流。该电流可净化继电器触点，并降低输入噪声。监控ADC读数的冲击电流比较器会触发冲击电流或浸润脉冲。冲击电流触发阈值、电流幅度和电流持续时间在MAX14001中全部可编程，但在MAX14002中为固定值。当高压FET不提供冲击电流时，它会切换至偏置模式。偏置模式会对二进制输入施加较小的电流载荷，以降低电容耦合噪声。MAX14001和MAX14002中的偏置电流电压均可编程，范围为50μA至3.75mA。这可实现噪声降低和功耗之间的权衡优化。

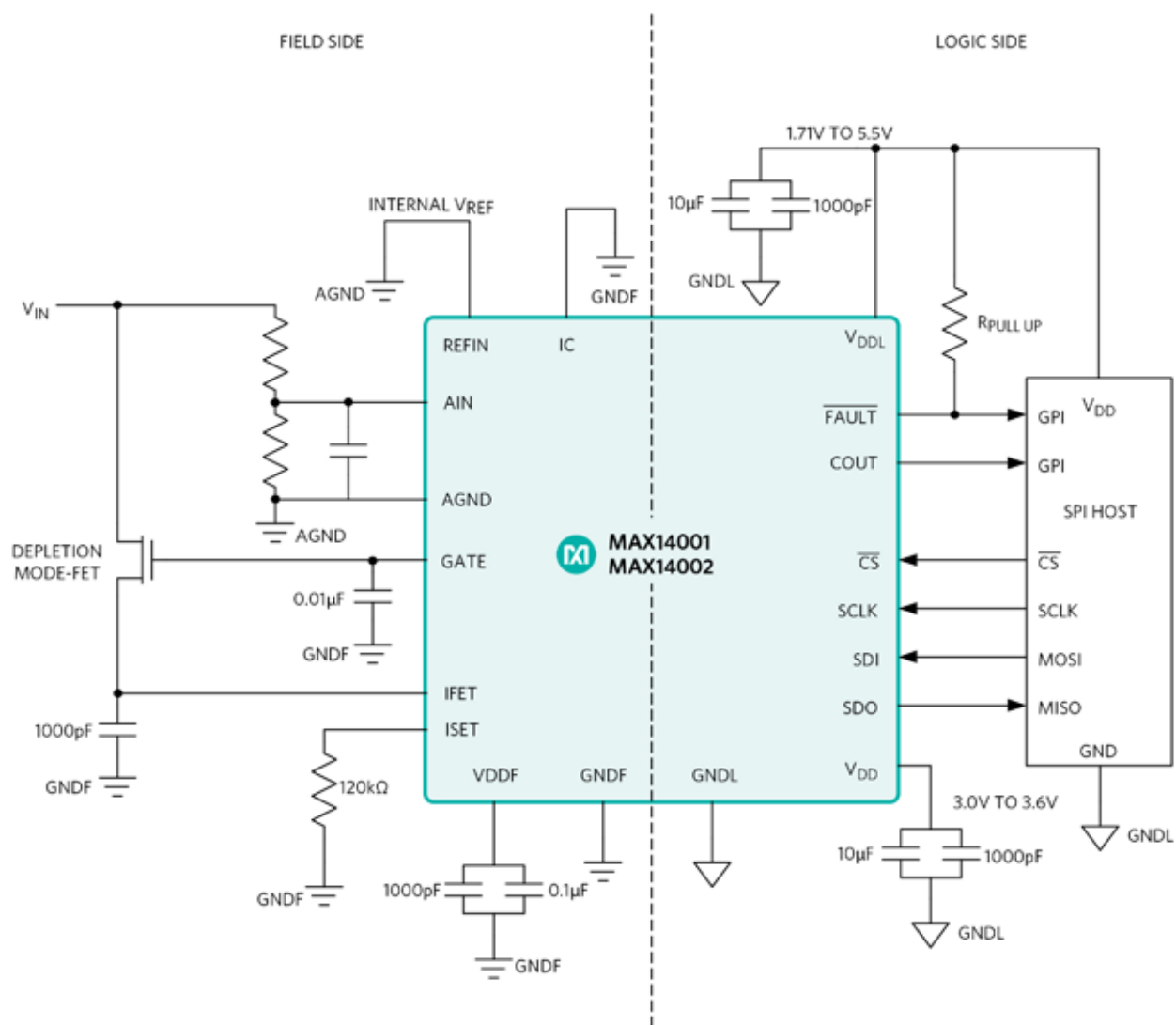


图20. MAX14001/MAX14002典型应用电路

现场端自供电4通道12位隔离式ADC

MAX22530/MAX22531/MAX22532 (图21) 是MAXSafe系列产品中的电气隔离式4通道多路复用12位ADC。集成隔离式DC-DC变换器可为所有现场端电路提供3.0V至5.5V逻辑端电源, 即使在没有输入信号的情况下, 也支持现场端诊断功能。这些ADC可不断地对隔离栅现场端的输入电压进行数字化, 并将数据通过隔离栅传输至器件的逻辑端, 然后在逻辑端将输入电压的幅度与可编程阈值进行比较。12位ADC内核每个通道的典型采样速率为20ksps。ADC数据可通过SPI接口以直接或滤波形式获取。滤波方式会取最近4个读数的平均值。每个输入都有一个具有可编程高、低阈值的比较器, 且当任何输入超出其基于模式设置的编程电平时, 就会激活中断。16引脚宽体SOIC封装中的MAX22530可提供8mm爬电距离和间隙以及5kV_{RMS}隔离。20引脚SOIC封装中的MAX22531和28引脚SSOP封装中的MAX22532均可提供5.5mm爬电距离和间隙以及3.5kV_{RMS}隔离。所有封装材料的相对漏电起痕指数(CTI)较低, 为400, 这相当于爬电距离表中的II组等级。

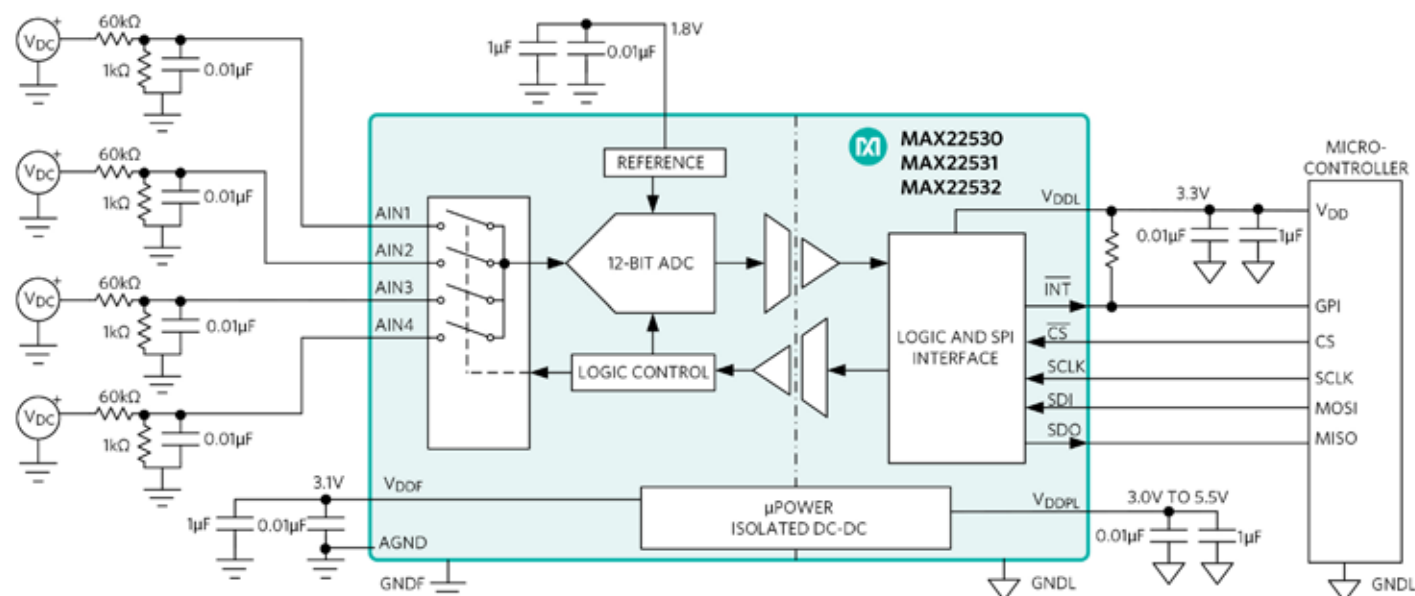


图21. MAX22530/MAX22531/MAX22532隔离式12位ADC

隔离式ADC汇总

表7汇总了本节讨论的隔离式ADC IC的关键规格。

表7. 隔离式ADC IC汇总

产品型号	通道数量	位数	采样速率 (ksps)	封装	V _{ISO} (kV _{RMS})	特性
MAX14001	1	10	10	SSOP-20	3.75	可编程阈值和润湿电流
MAX14002	1	10	10	SSOP-20	3.75	固定阈值和润湿电流
MAX22530	4	12	20	WSOIC-16	5kV	无比较器输出
MAX22531	4	12	20	SSOP-20	3.5	2个比较器输出
MAX22532	4	12	20	SSOP-28	3.5	4个比较器输出

第三部分：工业I/O设计资源

面向大电流感性负载的数字输出模块设计

感性负载和二极管保护

工厂车间中的典型感性负载包括电机、电磁阀和机电继电器。当电场消失时，会出现电感反冲电压（浪涌）。在负载的反方向（极性）会出现电压尖峰，以保持电流流动。这种快速而巨大的电压电位也会施加在FET或晶体管上，其上的电压非常高，足以导致电子跳过结点，从而可能造成不可挽回的损坏，或至少缩短器件的使用寿命。在实际电路中，对感性负载进行放电的最常见解决方案（图22）就是使用续流二极管。在本电路中，当开关闭合时，二极管被反向偏置且不导电。当开关打开时，通过电感的负电源电压会使二极管正向偏置，从而通过引导电流通过二极管的方式使存储能量衰减，直至达到稳定状态且电流为零。

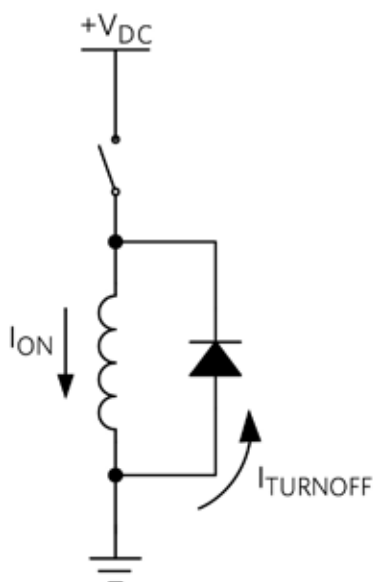


图22. 续流二极管

二极管必须处理关闭时的初始电流，相当于开关闭合时通过电感的稳态电流。此外，二极管的额定电压需要处理正电压电平和负电压电平之间的摆幅。此时，经验法则适用：选择的二极管额定值不低于电感线圈消耗的电流值，且至少为负载额定工作电压的两倍。对于每个I/O卡上有许多输出通道的工业应用，这种二极管的体积通常非常大，而且会显著增加BOM的成本。续流二极管这个简单方法的另一个主要缺点就是，它会延长通过电感的电流衰减，而电流衰减减慢会造成诸如继电器触点“粘着”等问题。对于电流必须更快衰减的应用，另一种解决方案就是使用齐纳二极管，如图23所示，因为齐纳二极管可提供更快的电流斜坡下降，而不是指数级衰减。当开关打开时，电流通过通用二极管和齐纳二极管管路径分流。这可使电压等于齐纳电压（加上二极管正向压降），直至电感能量耗散。

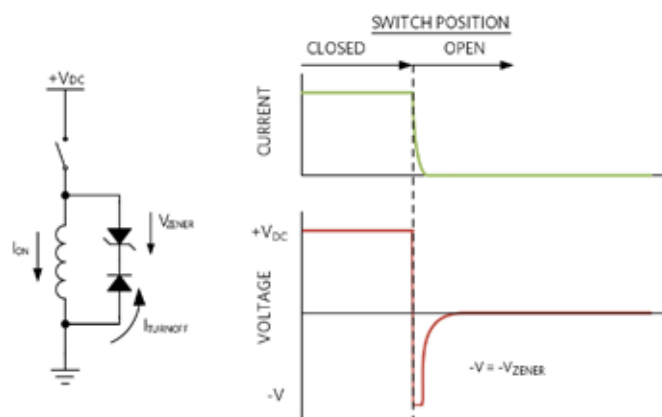


图23. 用于加快电流衰减的齐纳二极管

使用MOSFET的有源箝位

对于工业应用，“开关”通常为MOSFET。当MOSFET关闭，同时切换电感负载时（如果没有可用保护），则通过漏极和源极的电压(V_{DS})会增加，直至MOSFET出现故障。现代高端开关经常会使用一种称为有源箝位的技术（图24），这种技术会在切换感性负载时限制 V_{DS} ，以保护MOSFET。当开关闭合时，MOSFET会在饱和模式下全开运行（ R_{DS} 为低），但当开关断开时，MOSFET则会被驱动至其线性模式下，其中 R_{DS} 为更高电阻。由于较大的电压($V_{DD} - V_{CLAMP}$)会消耗存储能量，因此负载会在有源箝位模式下迅速退磁。电压差越大，退磁速度就越快。因此，开关芯片供应商通常将此功能称为“快速退磁”。

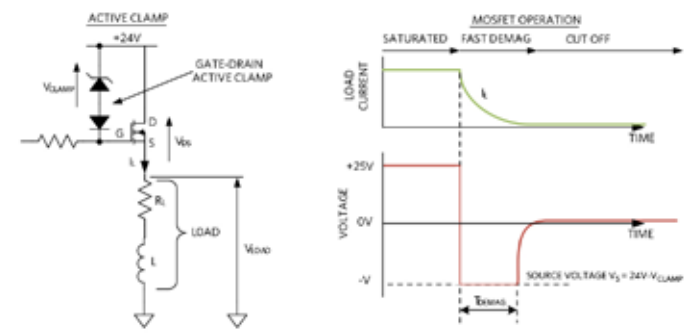


图24. 集成有源钳位的高端开关(MOSFET)

在退磁期间，因为MOSFET两端的电压高于负载电压，所以MOSFET会比负载消耗更多功率。这意味着，每个开关都有可支持的最大感性负载和负载电流；否则，MOSFET在有源箝位模式下会出现散热问题。系统设计人员应负责确保开关(MOSFET)能够处理关闭模式下消耗的更高功率。否则，结温升高会产生应力，并可能损坏开关设备。对于工业控制应用中常用的多通道开关来说，这种情况更糟糕。

安全退磁

尽管高端开关通常会有过流和过温检测功能，但在有源箝位模式下（快速退磁），电流由负载中的能量控制，所以在该模式下未激活任何保护功能（电流或温度）。为解决快速退磁期间能耗过大的问题以及MOSFET的散热问题，MAX14912/MAX14913 8通道高速开关会采用一种名为安全退

磁(SafeDemag)的新架构。SafeDemag（图25）可与快速退磁电路一起使用，并允许MAX14912/MAX14913在电感不受限的情况下安全地关闭负载。在正常关闭状态下，高端MOSFET在线性模式下运行，以利用快速退磁功能消耗电感能量。如果电感中的能量过高，并因此导致退磁电流过高，则高端MOSFET就会过热。此时，片内温度传感器会向控制逻辑发出关闭高端MOSFET和打开低端MOSFET的警报，这将为退磁电流提供一个低压（低功耗）替代路径。这样高端MOSFET就可以冷却，并返回安全工作限制范围。有关具有各种退磁功能产品的完整列表，请参见表8。

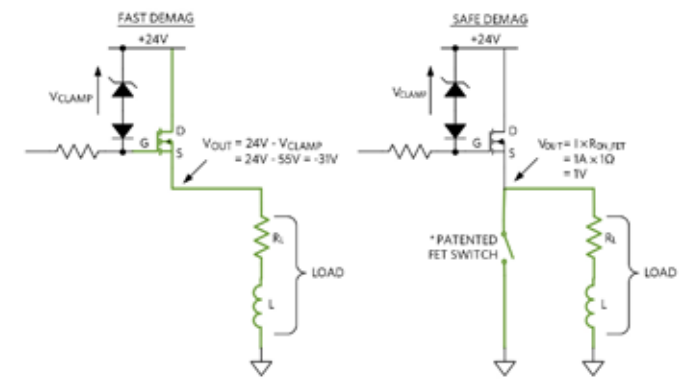


图25. 用于安全退磁的电流路径

表8. 按退磁功能列出的DO产品汇总

产品型号	退磁功能
MAX14906	安全
MAX14912	安全
MAX14913	安全
MAX14914/MAX14914A/MAX14914B	安全
MAX14915	快速
MAX14916	快速
MAX14917	快速
MAX14900E	慢速

瞬变抗扰度的系统设计建议

在恶劣工业环境下可靠运行需要使用数字输入IC。Maxim专有的工艺技术结合了内部ESD结构与较高的绝对最大额定值，可确保输入通道和现场电源引脚的出色可靠性，但需要使用外部器件来吸收ESD和浪涌瞬变的过多能量。IEC 61131-2中规定的瞬变抗扰度要求包括：

- 静电放电 (IEC 61000-4-2)
- 电快速瞬变 (IEC 61000-4-4)
- 浪涌抗扰度 (IEC 61000-4-5)

图示（图26）电路中的外部器件使**MAX22199** DI器件能够满足并超出IEC 61131-x标准中规定的瞬变抗扰度要求。推荐器件列表如表9中所示，以使MAX22199的可靠性能足以满足ESD、EFT和浪涌规格要求。为进行所有相关测试，应将该器件与所需外部器件一起焊接在经过适当设计的应用板上，如**MAX22199EVKIT#**（图29）。

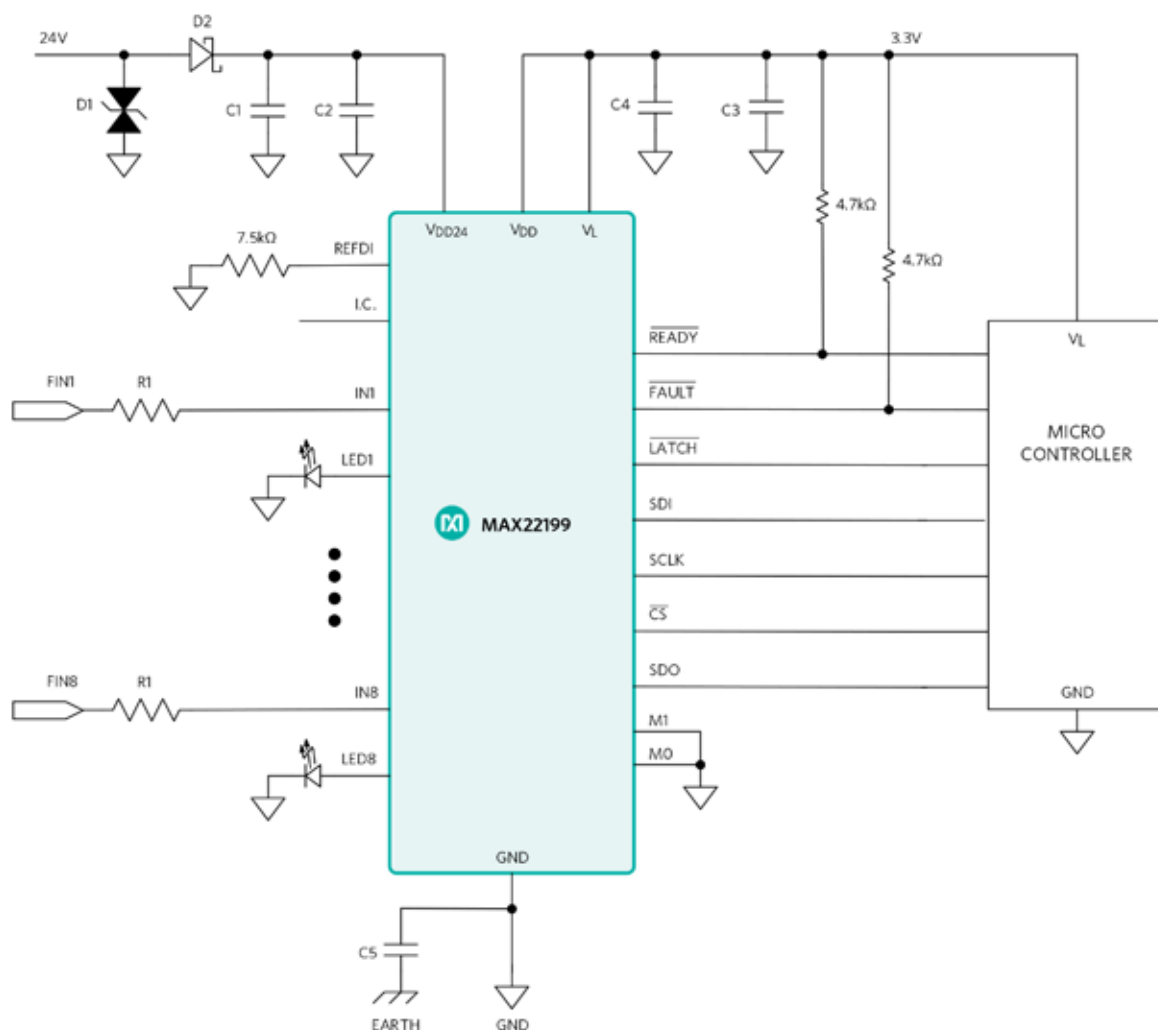


图26. MAX22199数字输入IC，带外部保护器件

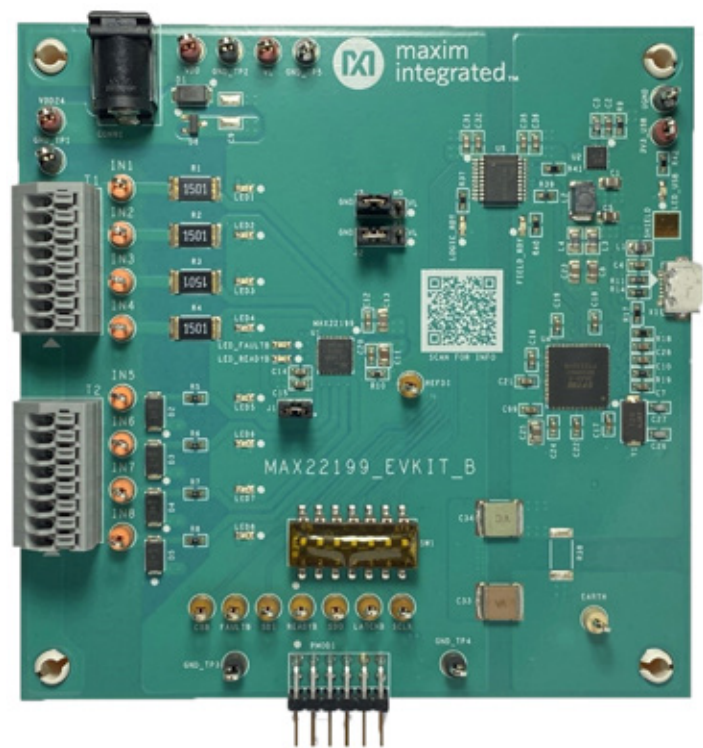


图27. MAX22199EVKIT#评估板

表9. 建议的瞬变抗扰度保护器件

元件	说明	必需/推荐/可选
C1	1μF、100V低ESR陶瓷电容	必需
C2	0.1μF、100V低ESR陶瓷电容	必需
C3	1μF、10V低ESR陶瓷电容	必需
C4	0.1μF、10V低ESR陶瓷电容	必需
C5	3300pF安规Y电容(2220)	推荐
D1	双向TVS二极管，SMAJ33CA (42Ω)或SM30T39CAY (2Ω)	推荐
D2	肖特基二极管，用于实现反向电流保护	推荐
R1	1.5kΩ或1kΩ，1W耐脉冲电阻 (CMB0207、RPC2512、CRCW2512-IF或类似电阻)	必需
所有其他电阻	0603、0.1W电阻	必需
所有LED	用于提供输入状态直观指示的LED	推荐

实现浪涌保护的替代方法就是，使用SMAJ33CA TVS与常规电阻。该解决方案的优势在于可缩小尺寸，并且允许提高输入通道上的浪涌额定值（取决于所选TVS）。为便于用户比较，在MAX22199EVKIT上实现了这两种方法（通道1-4采用浪涌电阻方法，而通道5-8上使用TVS）。

现场输入的ESD保护

ESD额定输入电阻可限制MAX22199输入引脚上的能量，并保护内部ESD结构免受较大瞬态电压的影响。输入通道可耐受最高 $\pm 8\text{kV}$ ESD接触放电和 $\pm 15\text{kV}$ ESD气隙放电，且输入串行电阻至少为 $1\text{k}\Omega$ 。输入电阻值会改变现场电压切换阈值（按输入与电流的乘积缩放），从而确定应用的输入特性。该电阻封装的大小应足以防止两个电阻板之间产生电弧。

现场输入的EFT保护

容性耦合箝位用于将EFT生成器的快速瞬变脉冲群（突波）耦合至MAX22199的现场输出，无需任何电气连接。输入通道可耐受最高 $\pm 4\text{kV}$ 、 5kHz 或 100kHz 性能判据A（在规格限制范围内正常运行）的快速瞬变。

现场输入的浪涌保护

MAX22199 EV套件采用两种方法保护IC输入引脚免受IEC 61000-4-5中规定的浪涌影响。

- 第一种方法（通道1-4）使用不带滤波电容的串行脉冲耐压电阻进行滤波。
- 第二种方法（通道5-8）使用双向TVS在带低功耗串行电阻的现场输入处接地。

24V电源的浪涌保护

为保护VDD24引脚免受 $500\text{V}/42\Omega$ 、 $1.2/50\mu\text{s}$ 浪涌的影响，可在VDD24引脚上使用TVS二极管SMAJ33CA，同时串联肖特基二极管，用于实现反向电流保护。

Y电容

在关键应用中，建议使用跨接隔离栅的安规Y电容（图28）。例如：在MAX22192的EFT测试中（使用集成隔离栅），Y电容可降低隔离器中出现的 dV/dt ，从而提高EFT性能，保护隔离栅。现场GND和接地(PE)之间必须连接Y电容，这样就可以在不干扰逻辑端器件的情况下将EFT大电流重新定向至接地。此外，也可以跨接隔离栅实现阻性放电路径($> 100\text{M}\Omega$)，以对Y电容进行放电。Y电容的推荐板布局如图29所示。

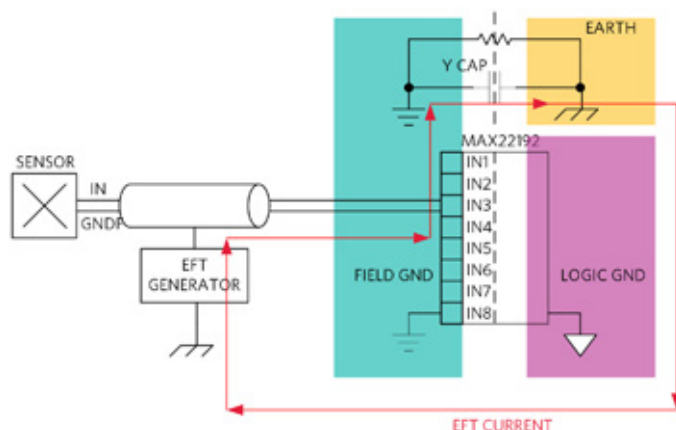


图28. 用于实现额外保护的Y电容

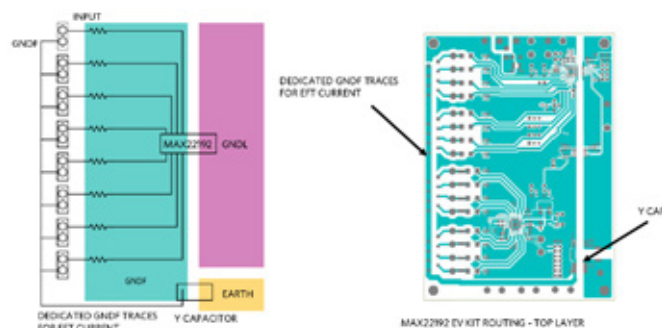


图29. 通过Y电容将电流重新定向至地

测试设置

IEC抗扰度测试的典型基准测试设置如图30所示。对于浪涌测试，可使用40Ω + 0.5μF耦合/解耦网络与浪涌生成器。对于电快速瞬变脉冲群(EFT)测试，可使用容性箝位和EFT生成器。

测试结果评估

测试结果按不同等级分类，所需的性能判据由终端设备的性质及其应用决定。表10显示了根据IEC 61000-4-x分类的典型结果。

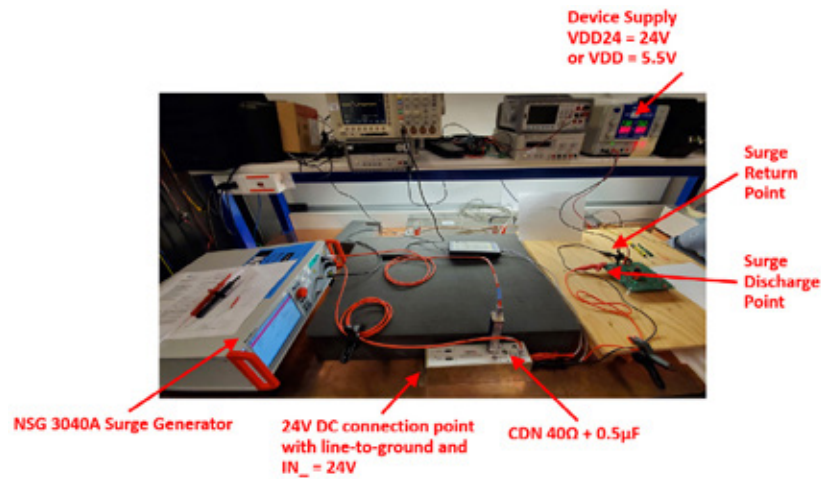


图30. 瞬变抗扰度基准测试设置

表10. IEC 61000-4-x性能判据

性能判据	说明
A	规定限值范围内的正常运行
B	暂时丧失功能或性能暂时降低，这种现象在干扰停止后消失，然后EUT就会恢复正常性能，无需操作人员介入
C	暂时丧失功能或性能暂时降低，需要操作人员介入才能解决此问题
D	无法恢复的功能丧失或性能下降

表11显示了MAX22199的测试结果汇总。输入通道可耐受最高 ± 4kV EFT，性能判据A。

表11. MAX22199瞬变抗扰度测试和结果

测试		结果
IEC 61000-4-2静电放电(ESD)	接触放电ESD	± 8kV
	气隙放电ESD	± 15kV
IEC 61000-4-4电快速瞬变/突发(EFT)	输入线	± 4kV
IEC 61000-4-5浪涌抗扰度 (1.2/50μs, 42Ω)	线对地	± 2kV
	线对线	± 2kV
	电源	± 500V

工业I/O评估板和外设模块

我们的所有工业I/O产品都配有GUI控制评估套件，这些评估套件可用于测试IC的主要特性，主要适用于额定温度范围内的性能测试或瞬变抗扰度测试。对于希望在产品原型中使用自己的MCU或FPGA板和软件快速便捷地评估我们IC产品的工程师，我们提供了外设模块(Pmod™)。这些是小型I/O接口板，可使用12引脚连接器与系统板通信，便于测试且成本低。我们的Pmod板可使用单独的适配板（USB2PMB1、USB2PMB2和USB2GPIO）连接至PC的USB端口，并可使用Maxim的Munich GUI进行通信控制。或者，可使用兼容Pmod的12引脚微控制器或FPGA。另一个选项就是以绕线连接的方式临时连接系统与Pmod连接器的引脚。对于后面两个选项，用户必须编写自己的控制软件。

Pmod适配板

低成本适配板（可单独购买）允许将Pmod板（表12）连接至PC的USB端口，从而根据需要处理必要的I²C或SPI命令转换。

表12. Pmod适配板

板编号	说明	注释
USB2PMB1#	USB适配器—SPI引脚排列	推荐使用USB2PMB2#
USB2PMB2#	USB适配器—SPI/I ² C引脚排列	
USB2GPIO#	USB适配器—SPI/I ² C引脚排列（12引脚连接器）和带SPI或I ² C引脚排列（20引脚连接器）的16个GPIO	无需额外的GPIO
USB2GPIOISO#	隔离器板，可选择与USB2GPIO一起使用	具有MAX14483隔离器

USB2PMB2

USB2PMB2适配器（图31）可将USB端口连接至SPI或I²C接口，带有4个额外的GPIO。

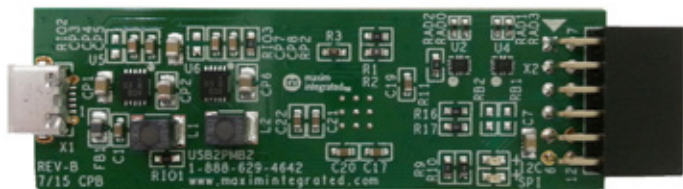


图31. USB2PMB2适配器板

USB2GPIO

USB2GPIO适配器（图32），设计用于取代USB2PMB2，可根据需要将USB端口连接至GPIO、SPI或I²C接口。

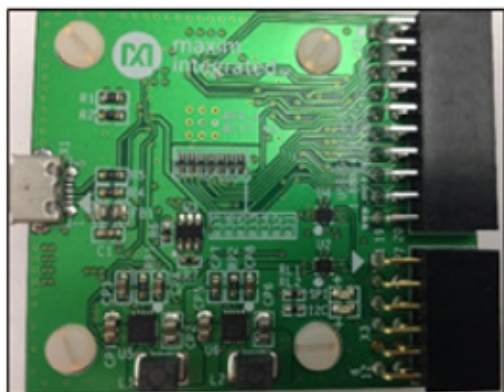


图32. USB2GPIO适配器板

USB2GPIOISO

对于需要隔离接口的原型，**USB2GPIOISO**适配器（图33）通过在“主机”USB2GPIO适配器板和“从机”EV套件或Pmod板之间使用**MAX14483**实现电气隔离。



图33. USB2GPIOISO适配器板

MicroPython板

TMCM-0960-MotionPy板（图34）是运行MicroPython的开源单板计算机。它带有多个通信接口选项，如CAN、RS-485、UART以及单独的GPIO接口。它具有6V至50V可选电源电压范围和工业现场总线接口，可非常灵活地用于小型自动化应用。它可以直接插入应用中，以便将数据记录到SD卡中，或者用于更新子系统，无需使用额外的工具。为便于使用，该模块提供使用Python编程语言的13个功能。

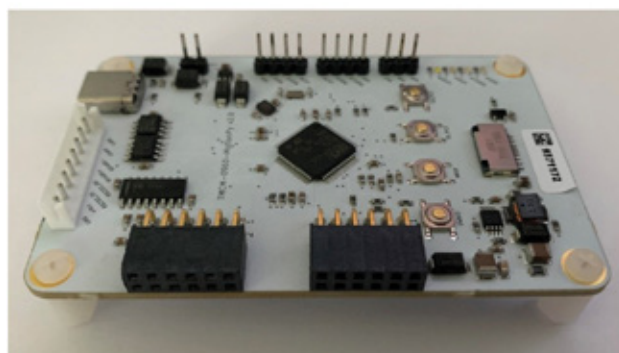
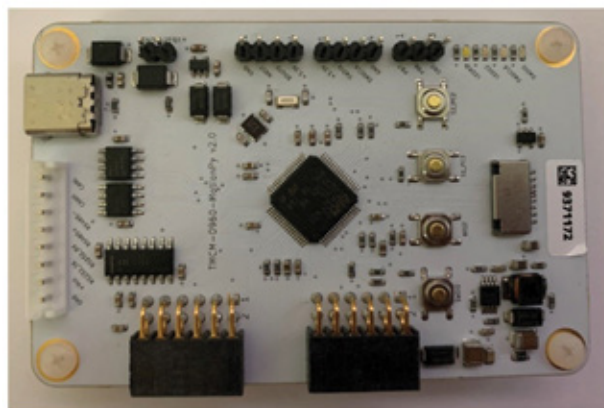


图34. MicroPython板

参考设计

为了模拟我们工业IO IC的实际应用，我们创建了各种参考设计。它们尚未获得现场使用的认证，但可利用它们迅速为实际设计提供基础，以便日后由OEM进行认证。

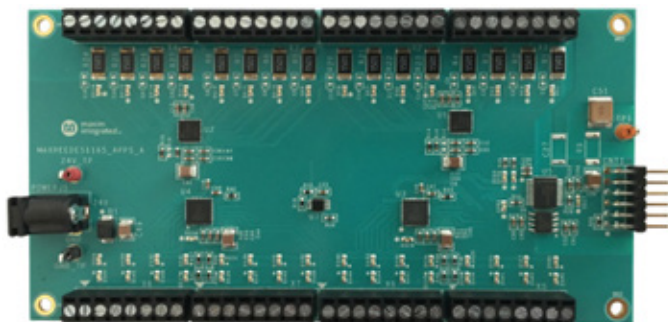


图35. MAXREFDES1165 32通道IO模块

MAXREFDES1165 32通道数字IO

MAXREFDES1165 (图35和图36) 是一款完整的32通道工业数字I/O模块，包含使用2个8通道数字输入器件(MAX22190)提供的16个数字输入通道，以及使用2个8通道数字输出器件(MAX14915)提供的16个数字输出通道。它采用工业封装尺寸构建和测试，以符合IEC 61000-4-2/4/5瞬变抗扰度标准。

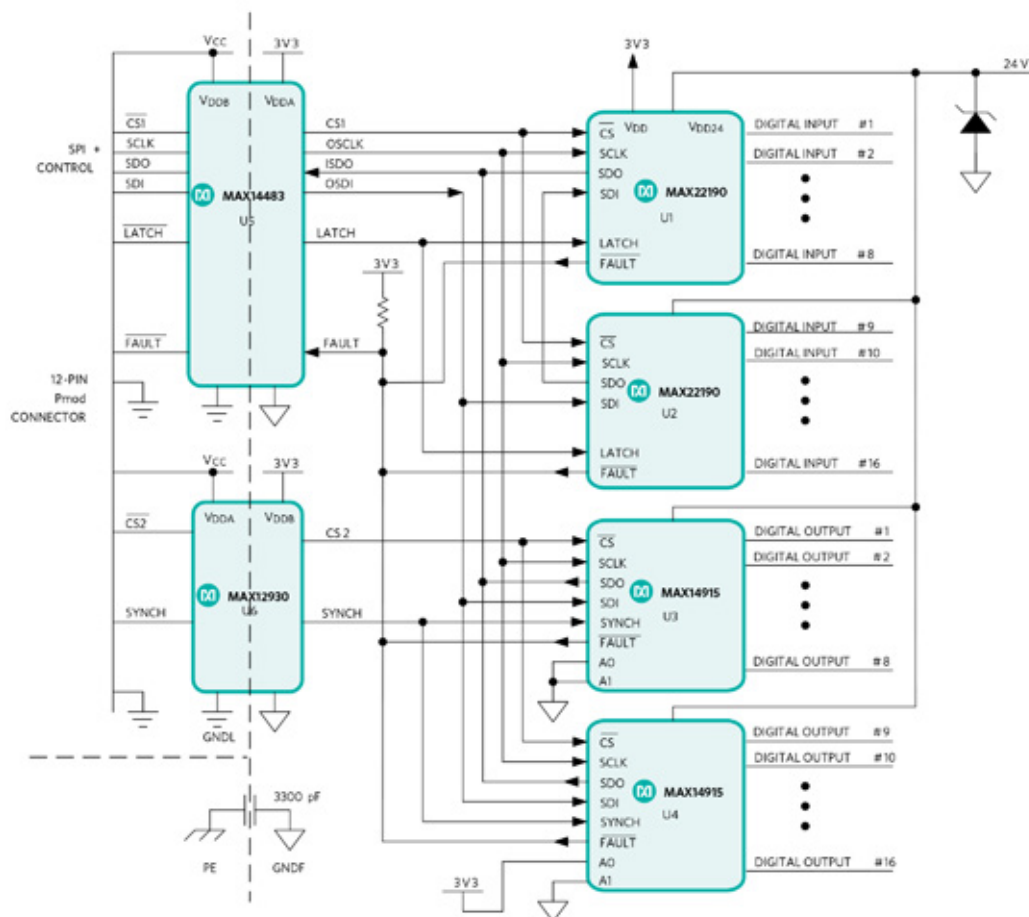


图36. MAXREFDES1165 32通道IO模块系统框图

MAXREFDES1165 32通道数字IO

MAXREFDES176# (图37) 参考设计是一款完整的IO-Link 16通道数字输入集线器，包括具有集成保护功能的**MAX22515** IO-Link收发器。它演示了使用**MAX22192**隔离式8通道数字输入器件的隔离式数字输入集线器，可采用菊花链的方式与**MAX22190** 8通道输入器件连接在一起，以提供总共16个数字输入通道 (图38)。默认情况下支持1型和3型传感器，通过修改控制器件内灌电流值的电阻值也可支持2型传感器。MAXREFDES176#以工业封装尺寸构建，采用工业标准型M12连接器，同时支持使用4线电缆。这些数字输入通道采用工业标准的PCB端子板。



图37. IO-Link收发器解决方案比较

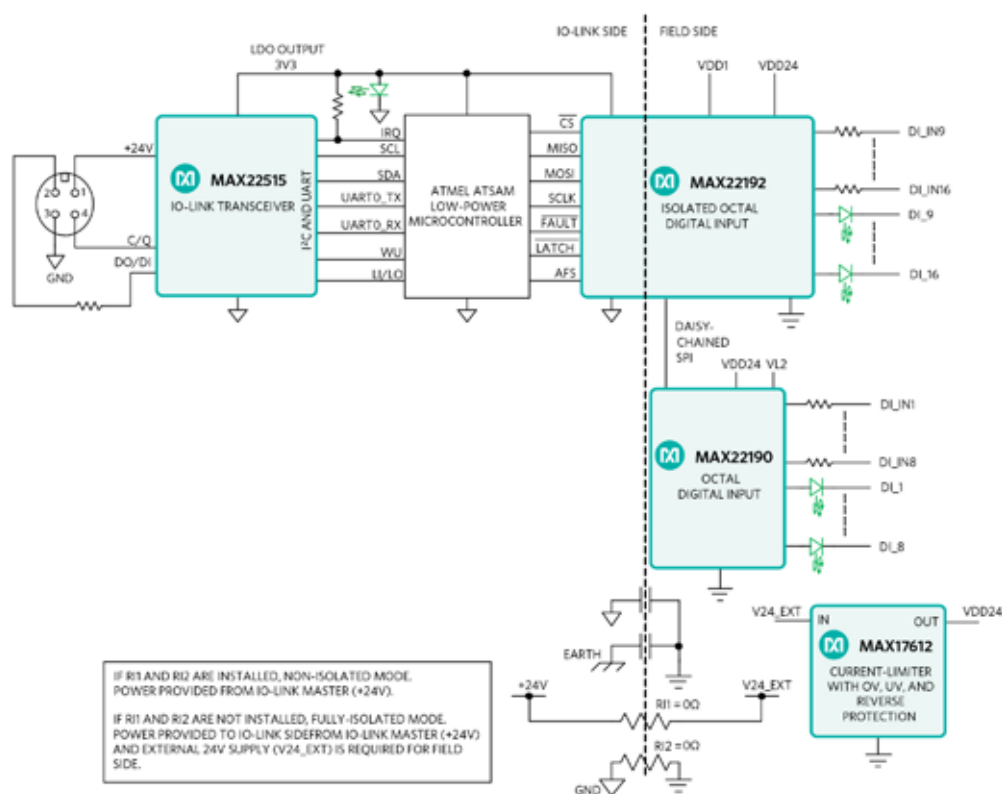


图38. MAXREFDES176#系统框图

MAXREFDES177#通用模拟IO

MAXREFDES177# (图39) 参考设计是一款完整的IO-Link通用模拟IO, 包括具有集成保护功能的**MAX22515** IO-Link收发器。它演示了使用MAX22000工业级可配置模拟IO器件构建的模拟IO模块, 该模块可通过软件进行配置。

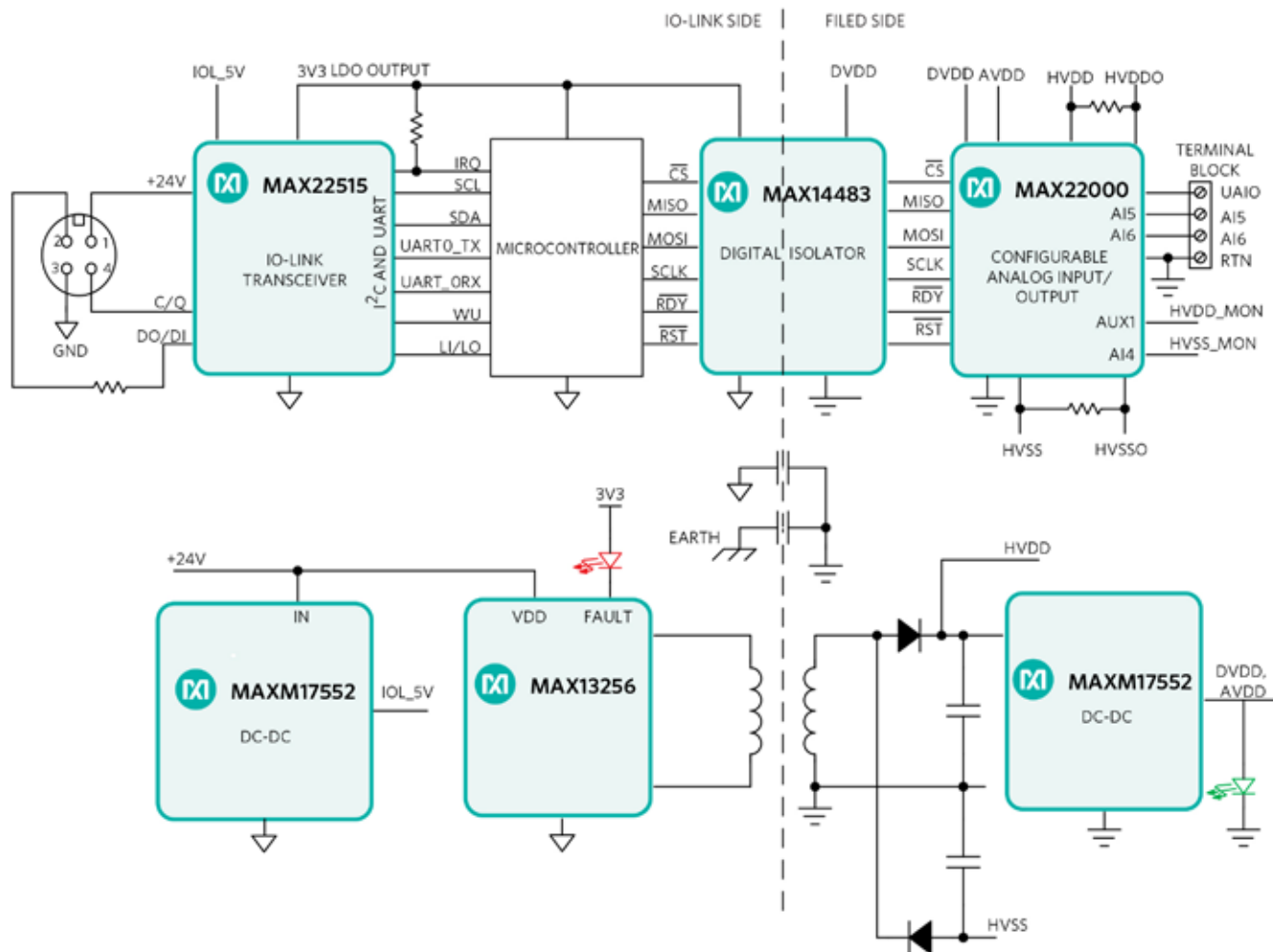


图39. MAXREFDES177#通用模拟IO

MAXREFDES183#高精度校准器

MAXREFDES183# (图40) 参考设计是一款完整的便携式精密电压/电流校准器, 采用电池供电。它支持使用MAX22000工业级可配置模拟I/O器件的通用IO (模拟输入或输出, 电压或电流在公共引脚上), 该通用IO可通过软件进行配置 (图41)。使用了工业标准香蕉插头, 并支持开尔文检测、使用RTD或热电偶进行远端温度测量、温度模拟。MAXREFDES183#带有内置温度补偿和加热功能, 以实现精确测量。



图40. MAXREFDES183#校准器参考设计

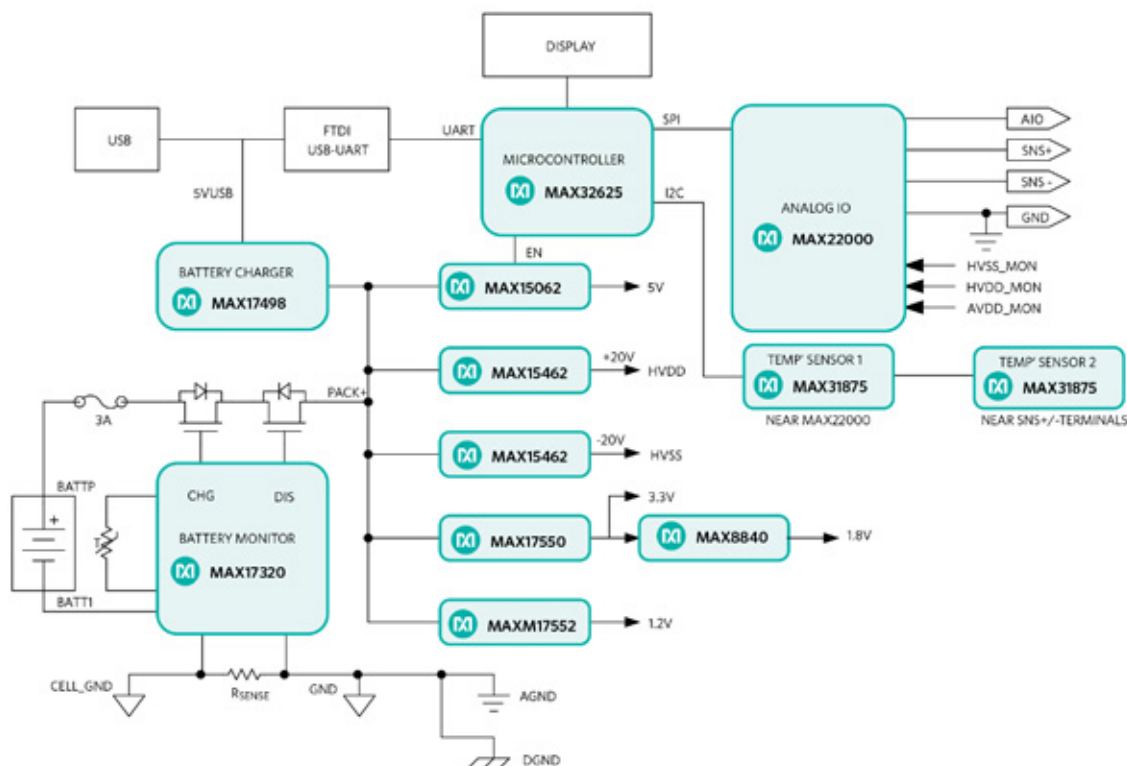


图41. MAXREFDES183#系统框图

MAXREFDES185#高精度可配置IO，带安全监控

MAXREFDES185# (图42) 参考设计是一款独立的通用输入输出(UIO)，可实现所有IO信号的安全监控。它演示了使用MAX22000工业级可配置模拟IO IC和MAX14914A低漏电流数字IO的通用IO模块(模拟IO+数字IO在公共引脚上)，该模块可通过软件进行配置(图43)。这款工业标准的4路PCB端子板支持使用RTD或热电偶进行温度测量，包括针对热电偶测量的内置冷端补偿功能。

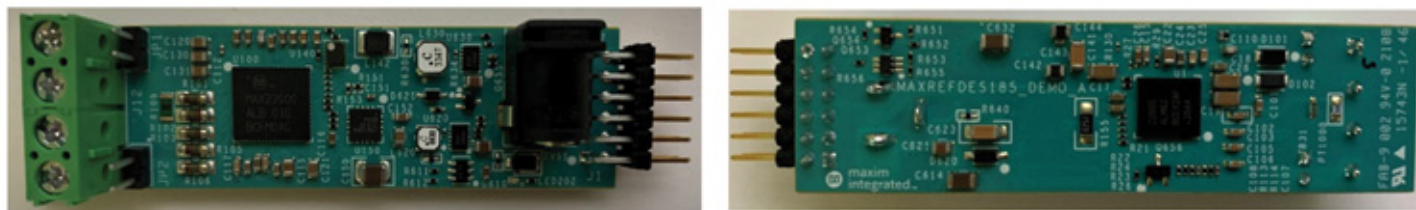


图42. MAXREFDES185#可配置IO，带安全监控

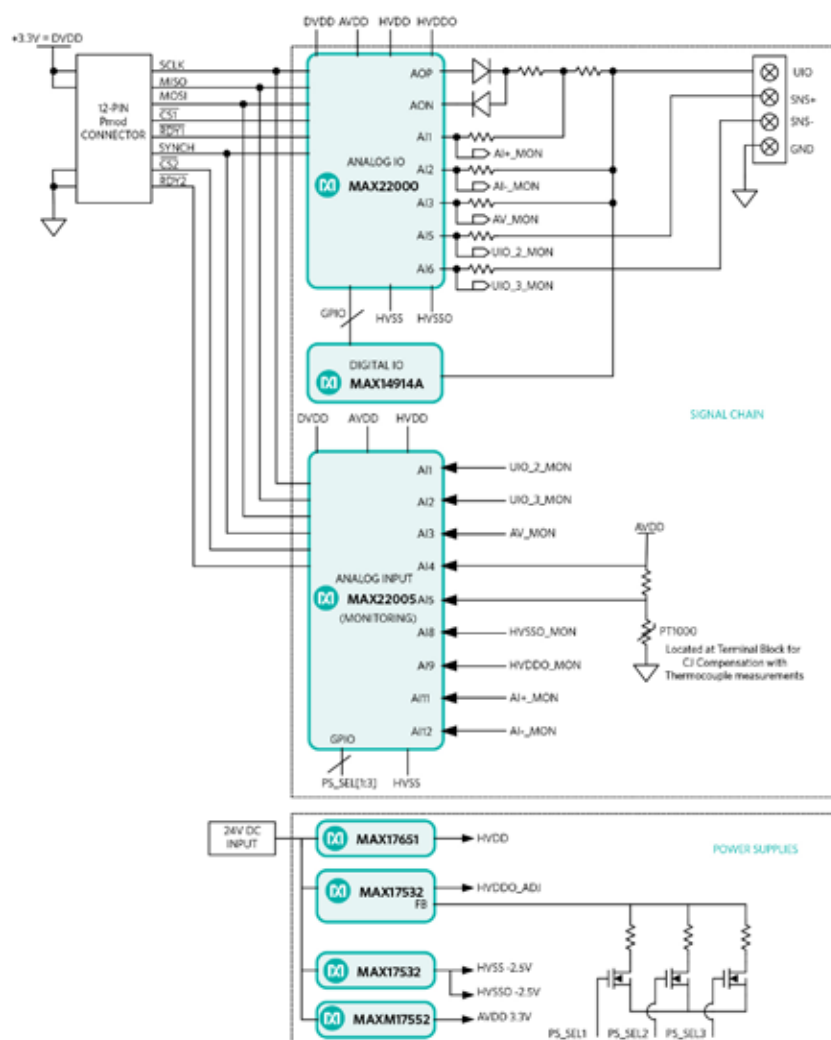


图43. MAXREFDES185#系统框图

工业IO设计资源汇总

表13和表14概述了数字IO和模拟IO产品及其配套IC的设计资源。

表13. 数字IO和配套IC的设计资源

产品	说明	资源板
MAX22191	寄生供电型数字输入	MAX22191EVKIT MAX22191PMB
MAX22190	带诊断功能的8通道数字输入	MAX22190EVKIT MAX22190PMB
MAX22199	8通道数字输入，提供串行输出	MAX22199EVKIT
MAX22192	8通道数字输入，提供串行输出和集成隔离	MAX22192EVKIT MAXREFDES212#
MAX22195	8通道数字输入，提供并行输出	MAX22195EVKIT
MAX14900E	8通道高速高端开关	MAX14900DEVBRD
MAX14922	带限流功能的高端开关控制器	MAX14922EVKIT
MAX14912 MAX14913	8通道高端开关推挽驱动器	MAX14912EVKIT MAX14912PMB MAX14913EVKIT MAXREFDES212#
MAX14915 MAX14916 MAX14917	具有诊断功能的8通道高端开关	MAX14915EVKIT MAX14916EVKIT MAX14917EVKIT
MAX14919	4通道低端开关	MAX14919EVKIT
MAX14914	采用推挽驱动器和数字输入配置的高端开关	MAX14914EVKIT MAX14914PMB
MAX14906	4通道工业数字输出/数字输入	MAX14906EVKIT MAX14906PMB*
MAX14483	6通道SPI隔离器	MAX14483EVKIT USB2GPI0ISO
MAX22444 MAX22445 MAX22446	增强型4通道数字隔离器	MAX2244XWEVKIT MAX22445FWEVKIT

表14. 模拟IO和配套IC的设计资源

产品	说明	资源板
MAX22005	12通道工厂校准型可配置模拟输入	MAX22005EVKIT MAXREFDES185#
MAX22007	4通道12位可配置模拟输出	MAX22007PMB*
MAX22000	工业级可配置模拟I/O	MAX22000EVKIT MAXREFDES177# MAXREFDES183# MAXREFDES185# MAXREFDES212#
MAX14001	单通道隔离式10位ADC，集成DC-DC	MAX14001PMB
MAX22530 MAX22531 MAX22532	现场端自供电4通道12位隔离式ADC	MAX22530EVKIT MAX22531EVKIT

工业IO资源

网页

[工业I/O](#)

[IO-Link和二进制驱动器](#)

[带集成隔离功能的隔离器和IC](#)

[评估板和外设模块\(Pmod\)](#)

数字IO应用笔记

[数字输出驱动器：了解主要特性和挑战](#)

[如何利用退磁功能切换感性负载](#)

[MAX14915 8通道工业高边开关的CRC编程实现指南](#)

[MAX14900E 8通道高速工业开关的CRC编程](#)

[针对工业高端输出应用为MAX14922选择合适的N通道MOSFET](#)

[如何编程MAX14915/MAX14916-8通道高端开关](#)

[如何对MAX14906 4通道工业输出、数字输入进行编程](#)

[使用MAX22191提供工业数字输入](#)

[关于MAX22191寄生供电型工业数字输入的常见问题解答](#)

[常见问题解答：MAX22190带诊断功能的8通道工业数字输入器件](#)

[MAX22190和MAX22192 8通道工业数字输入（带诊断功能）的CRC算法实现指南](#)

[MAX22190/MAX22192工业数字输入串行器的瞬变抗扰度测试指南](#)

工业IO资源（续上）

模拟IO应用笔记

[MAX22000模拟IO配置](#)

[使用MAX22000和MAX14914A的PLC系统可配置输入/输出模式](#)

[如何编程MAX22000可配置模拟IO](#)

[MAX22000可配置模拟IO的CRC编程实现指南](#)

[使用MAX22000的温度测量实现](#)

[MAX22005用户编程指南](#)

[MAX22005通用模拟输入可实现灵活的工业控制系统](#)

[MAX22005用户校准指南](#)

[如何编程MAX22007可配置模拟输出](#)

[MAX14001/MAX14002隔离式ADC的编程指南](#)

设计解决方案

[使用控制器全面保护您的高端开关](#)

[工业数字输入：绝非从0数到1那么简单](#)

[使用可配置数字IO让您的工业控制器更具优势](#)

[担心您I/O模块中的散热？无需紧张](#)

[最后一数字IO就是数字IO！](#)

[使用可配置数字IO让您的工业控制器更具优势](#)

