

# Application Brief

## 在系统设计中 使用可配置逻辑



Emrys Maier and Michael Marinello

### 引言

可配置逻辑门与 FPGA、MCU 或 CPLD 产品等可编程逻辑器件之间的主要区别在于，可配置逻辑器件不包含任何用于配置用途的存储器或保险丝。可配置逻辑门是集成的组合逻辑电路，提供单个布尔逻辑函数，但可用于根据输入的连接方式生成各种逻辑函数。组合逻辑电路始终保持不变，只有该功能的使用部分发生变化。每个可配置的函数编号提供一个独特的逻辑真值表，该表可巧妙地用于生成多种逻辑函数。共有五个主要的可配置逻辑函数编号：'57、'58、'97、'98、'99。另外还有两个 D 型触发器，它们包括由 '100 和 '101 函数表示的可配置逻辑。

如今的许多汽车动力总成架构需要多个栅极驱动器，才能高效稳定地运行功率 MOSFET。为确保正常运行，逻辑器件用于这些栅极驱动器周围来控制各种故障情况，这些通常包括 PWM 形式的过流和过热检测信号。根据系统要求，通常会使用各种不同的逻辑器件（包括触发器、缓冲器、反相器和逻辑门）来完全实施此 PWM 控制逻辑。但是，借助可配置的逻辑产品，上述许多函数都可以集成到单个芯片中，从而可显著节省布板空间、整合 BOM 和降低电源电流消耗。

可配置的逻辑器件还在所有输入上包括施密特触发输入架构。特别是在慢速边沿和瞬态电压尖峰很常见的汽车应用中，许多逻辑电路需要多个外部施密特触发缓冲器来承受嘈杂或慢速数字逻辑信号。包含施密特触发架构可以更好地整合逻辑，从而节省更多布板空间。

### 可配置逻辑门

表 1. 可配置逻辑布尔方程

可配置函数编号	完整的布尔方程
57	$\bar{A} \cdot \bar{C} + B \cdot C$
58	$!(\bar{A} \cdot \bar{C} + B \cdot C)$
97	$A \cdot C + B \cdot \bar{C}$
98	$!(A \cdot C + B \cdot \bar{C})$
99	$(A \cdot \bar{C} + B \cdot C) \oplus D$

大多数逻辑器件的器件型号采用以下形式：SN74xx yyy，其中 xx 是系列，yyy 是函数编号。可配置逻辑器件的函数编号中还包含独立逻辑函数（或门）的数量，其中 1G 表示一个通道，2G 表示两个通道，3G 表示三个通道。示例器件型号为 SN74LVC1G57，这是 LVC 逻辑系列的单通道 '57 可配置逻辑门。

在本文档中，每个器件的输入都采用通用标记（A、B、C 等）。实际的引脚名称可能会有所不同。如需了解更多信息，请参阅相应的数据表。在本文档中，上划线 ( $\bar{A}$ ) 和感叹号 (!) 可以互换使用，用于表示布尔非操作。

**表 2. 函数选择表**

函数名称	布尔方程	57	58	97	98	99
与	$A \cdot B$	✓		✓		✓
带有一个反相输入的与	$A \cdot \bar{B}$		✓	✓	✓	✓
与非	$\overline{A \cdot B}$		✓		✓	✓
带有一个反相输入的与非	$\overline{A \cdot \bar{B}}$	✓		✓	✓	✓
或	$A + B$		✓	✓		✓
带有一个反相输入的或	$A + \bar{B}$	✓		✓	✓	✓
或非	$\overline{A + B}$	✓			✓	✓
带有一个反相输入或非	$\overline{A + \bar{B}}$		✓	✓	✓	✓
异或	$A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$		✓			✓
异或非	$A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$	✓				✓
2 线至 1 线数据选择器	$A \cdot \bar{C} + B \cdot C$			✓		✓
具有反相输出的 2 线至 1 线数据选择器	$\overline{A \cdot \bar{C} + B \cdot C}$				✓	✓

可配置逻辑器件分为多个逻辑系列。表 3 展示了每个系列可用的函数。表中展示了三个可能的值：85°C、125°C 和 AEC-Q100。前两项表示符合目录标准的器件，其最高环境温度有所列值。第三项表示具有 125°C 最高工作温度的汽车级器件。对于具有多个选项的器件，仅显示三项中的最高等级。

**表 3. 按逻辑系列列出的函数可用性**

系列	57	58	97		98		99	100	101
	1 通道	1 通道	1 通道	3 通道	1 通道	3 通道	1 通道	2 通道	2 通道
AC				125°C		125°C		125°C	125°C
AUP	85°C	85°C	85°C		85°C		85°C		
LVC	125°C	125°C	AEC-Q100	125°C	AEC-Q100	125°C	AEC-Q100	AEC-Q100	AEC-Q100

- **AC** - 器件型号示例：SN74**AC**2G100
  - 电压范围 ( $V_{CC}$ )：1.5 至 5.5V
  - 输出电流 ( $I_{OL}$ )：在 5.5V 时为 75mA，持续时间最多 2ms
  - 电源电流 ( $I_{CC}$ )：20 $\mu$ A
  - 可用等级：通用
  - 专有特性：正输入钳位二极管
- **AUP** - 器件型号示例：SN74**AUP**1G57
  - 电压范围 ( $V_{CC}$ )：0.8V 至 3.6V
  - 输出电流 ( $I_{OL}$ )：4mA
  - 电源电流 ( $I_{CC}$ )：0.9 $\mu$ A
  - 专有特性：输入端可耐受高达 3.6V 的过压，具有部分断电保护 ( $I_{off}$ )
- **LVC** - 器件型号示例：SN74**LVC**3G98
  - 电压范围 ( $V_{CC}$ )：1.65V 至 5.5V
  - 输出电流 ( $I_{OL}$ )：32mA
  - 电源电流 ( $I_{CC}$ )：10 $\mu$ A
  - 专有特性：输入端可耐受高达 5.5V 的过压，具有部分断电保护 ( $I_{off}$ )

### 示例逻辑方程简化

在此应用中，用户希望实现一个逻辑函数，表达式为  $X = \bar{G} \cdot H$ 。利用德摩根定律，该布尔方程也可以写为  $X = \overline{(G + \bar{H})}$ 。这些方程也可以分别表示为“带有一个反相输入的与”和“带有一个反相输入的或非”。请参阅表 2，我们可以看到，'58'、'97'、'98' 和 '99' 函数都适用于此应用程序。对于本示例，我们随意选择了 '58' 函数。

为了进行演示，我们逐步完成将 '58 可配置逻辑门的完整布尔逻辑方程转换为期望函数  $X = \overline{G} \cdot H$  所需的每个步骤。使用可配置逻辑门通常不需要这样做，因为数据表提供了包含相应逻辑表和图的完整函数列表。

'58 函数的布尔方程为： $Y = \overline{!(\overline{A} \cdot \overline{C} + B \cdot C)}$ 。通过将 A 设置为逻辑低电平，可以使用以下步骤将方程简化为  $Y = C \cdot \overline{B}$ ：

- $Y = \overline{!(\overline{A} \cdot \overline{C} + B \cdot C)}$  [起始方程]
- $Y = \overline{!(\overline{L} \cdot \overline{C} + B \cdot C)}$  [A 设置为低电平]
- $Y = \overline{!(H \cdot \overline{C} + B \cdot C)}$  [ $\overline{L} = H$ ]
- $Y = \overline{!(\overline{C} + B \cdot C)}$  [同一律]
- $Y = \overline{!(\overline{C} + B)}$  [简化,  $\overline{C} + B \cdot C = \overline{C} + B$ ]
- $Y = C \cdot \overline{B}$  [德摩根定律]
- $X = \overline{G} \cdot H$  [最终简化方程]

### 具有可配置逻辑输入的 D 型触发器

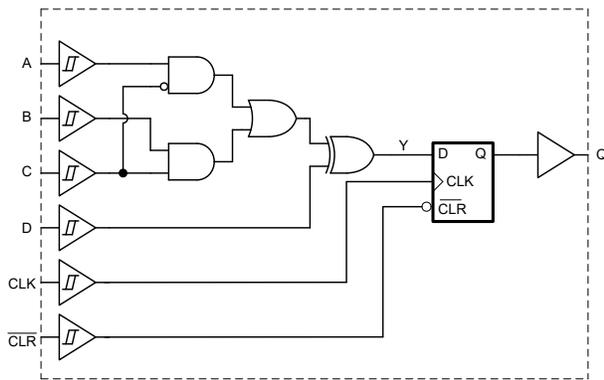


图 1. '100 D 型触发器的功能方框图

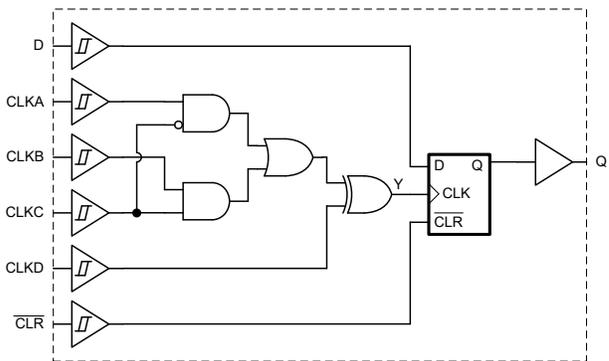


图 2. '101 D 型触发器的功能方框图

TI 提供了两种具有可配置逻辑输入的 D 型触发器型号。'100 函数在数据输入端包括超可配置的 '99 函数，而 '101 函数在时钟输入端提供相同的超可配置 '99 函数。'100 和 '101 函数的可配置逻辑块相同，生成布尔逻辑  $Y = (A \cdot C + B \cdot C) \oplus D$ 。

这些触发器可以根据应用需求集成简单的逻辑函数，可以用于数据输入或时钟输入。此类逻辑的最常见应用是器件的电源时序，因为可配置逻辑提供了各种配置，用于在各种条件下锁存电源。

### 应用：软件控制的锁存按钮

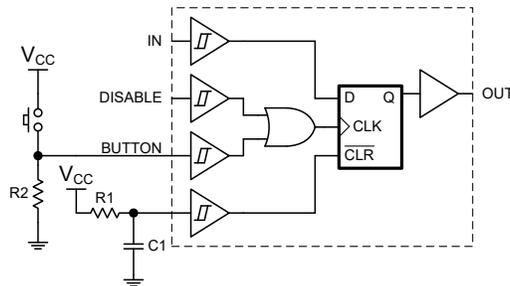


图 3. 应用原理图

在此应用中，我们使用 SN74AC2G101 创建一个电路来生成锁存按钮，该按钮可通过内部信号进行状态选择和禁用。我们将 SN74AC2G101 配置为在时钟引脚上具有 2 输入或门，如图 3 所示。此配置可以在通过 IN 信号按下按钮时选择输出状态，并且能够通过 DISABLE 输入来禁用按钮。此电路有多种配置，但在本例中，输入的配置方式是：在 DISABLE 端口处于高电平状态时，阻止检测按钮输入。

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司