

國際整流器公司 (IR) 应用手册 AN-1092

HVIC数据表解读

作者: Satyavrat Laud

目录

| | 页码 |
|---------------------|----|
| 应用手册 AN-1092..... | 1 |
| 1. 介绍..... | 2 |
| 2.1 数据表描述和主要特征..... | 2 |
| 2.2 产品概述 | 3 |
| 2.3 最大绝对额定值 | 3 |
| 2.4 推荐操作条件 | 4 |
| 2.5 动态电气特性 | 4 |
| 2.6 静态电气特性 | 6 |
| 2.7 功能模块图..... | 7 |
| 2.8 引脚定义 | 8 |
| 2.9 引脚分配 | 9 |
| 2.10 图/表 | 9 |
| 3. 注释/技巧 | 9 |
| 4. 结束语 | 10 |

这本应用手册详细解释了国际整流器公司(IR)的高压栅极驱动集成电路(HVIC)数据表的内容,旨在帮助设计人员更容易理解主要技术参数及所载信息。

1. 介绍

对于电路设计者而言,国际整流器公司(IR)的高压栅极驱动集成电路(HVIC)的数据表包含了大量信息。但是,和大多数技术参数文档一样,通常这些信息非常简要并且是点到即止。我们编写这本应用手册的目的,是希望能够帮助设计人员更容易理解 IR 高压栅极驱动集成电路数据表和技术参数。除特别说明外,以下阐述的都是基于 IRS2110/IRS2113 的数据表。接下来的 2.1 到 2.10 的小节,每一小节的顺序和 IRS2110/IRS2113 的数据表完全一致。

IRS2110/IRS2113 的数据表链接地址为:

<http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irs2110.pdf>

2.1 数据表描述和主要特征

IR 的所有产品数据表,在首页顶部都有一个标识号和版本号。首页同时说明了驱动器的类别,是单通道驱动器(只能驱动单个 MOSFET/IGBT),还是双通道驱动器(比如高低端驱动器,或者半桥驱动器)。以 IRS2110/IRS2113 数据表为例,它是一个高低端驱动器,可以用来驱动两个独立的 MOSFETs/IGBTs(以下称之为开关),一个在高压侧,另一个在低压侧,或者也可以配置成半桥驱动器。专用的 HVIC 和抗锁定 CMOS 工艺使得该单片结构更可靠。

数据表首页提供了驱动 IC 的主要特征:

- 浮动的 V_S 引脚, +500 V(对于 IRS2110),或者 +600 V(对于 IRS2113)。适用于自举升压操作;
- 栅极驱动器的电压范围很宽 (10 V~20 V), 不像很多其它供应商的 MOS 栅极驱动器,它们仅提供较低的电压等级;
- 两个独立的欠压锁定保护功能,分别检测 V_{CC} 和 V_{BS} , 在欠压时关断高压侧和低压侧两个通道,保护开关和 IC 本身;
- 输入信号的兼容性(低至 3.3 V CMOS 逻辑)使其容易和控制器接口,如微处理器和 DSP 等;
- 所有输入引脚都有 CMOS 施密特触发器,提高抗噪声能力;
- 传输延时可以匹配;
- 高脉冲电流缓冲级,减少同时导通的可能性(高压侧和低压侧开关之间)。

2.2 产品概述

产品概述部分是对IC主要技术规格的摘要，该摘要可以包括：最大偏置电压，输出额定电流（最大的源/灌电流， $I_{O+/-}$ ），输出电压（HO和LO），传输延迟时间，延迟匹配和典型连接电路等。同时，典型接线图提供了IC的输入和输出引脚，以及如何利用它作为一个驱动器。例如，依据应用之要求，IRS2110可以用于半桥 (HB) 驱动器配置，也可以用来驱动两个独立开关。

2.3 最大绝对额定值

在给定条件下，器件能承受的最大值，超出这些值可能导致器件的损坏。在有些规格里，也包含最小绝对额定值（主要因为箝位二极管的负压的存在）。

- V_B – 高压侧浮动电压： V_B 管脚的最大电压值，以 COM 为参考点，IRS2110 是 520 V，IRS2113 是 620 V。这个管脚最小电压为 -0.3 V。
- V_S – 高压侧浮动电源偏置电压：以 V_B 为参考点， V_S 能摆动的范围，最大值为 $V_B+0.3$ V，最小值为 V_B-20 V。
- V_{HO} – 高压侧浮动输出电压：HO 引脚的最大电压范围，最大值为 $V_B+0.3$ V，最小值为 $V_S-0.3$ V。
- V_{CC} – 低压侧固定电源电压：以 IRS2110/IRS2113 而言， V_{CC} 引脚的输入电压范围，为低压侧和输入侧电路提供电源，最大值为 20 V（内部箝位），最小值为 -0.3 V。
- V_{LO} – 低压侧输出电压：LO 引脚的可摆动范围内之电压，以 COM 为参考点，最大值为 $V_{CC}+0.3$ V，最小值为 -0.3 V。
- V_{DD} – 逻辑电源电压：为输入侧电路提供电源，以 V_{SS} 引脚为参考点，最大值为 $V_{SS}+20$ V(内部箝位)，最小值为 -0.3 V。
- V_{SS} – 逻辑偏置电源电压： V_{SS} 引脚为输入信号及偏置电源提供参考，最大值为 $V_{CC}+0.3$ V，最小值为 $V_{CC}-20$ V。
- V_{IN} – 逻辑输入电压：输入引脚(H_{IN} , L_{IN} , 及 SD)的可摆动范围内之电压，以 V_{SS} 为参考，最大值为 $V_{DD}+0.3$ V，最小值为 $V_{SS}-0.3$ V。
- dV_s/dt – V_S 引脚所能改变的电压，最大值为 50 V/ns。数据表图 2 提供了 dV_s/dt 於测试中的能力。如此高的电压变化率容许值使得 IC 更坚固，并在诸如马达驱动及开关电源等高要求的应用上使器件能够有卓越的表现。
- $P_D - T_A < 25$ °C 时的最大允许的封装功率损耗：在给定环境温度下，IC 可以安全耗散的最大功率。14 脚 DIP 封装为 1.6 瓦，16 脚 SOIC 封装为 1.25 瓦。

- R_{THJA} – 结到环境的热阻：结到环境的最大热阻为 75 °C/W（14 脚 DIP）或者 100 °C/W（16 脚 SOIC）。其特征是於 FR-4 底板，器件表面装贴於一时乘一时之铜面上。
- T_J - 结温：内部硅片所容许的最大结温为 150 °C。经验数据表明，结温每下降 10 °C，器件可靠性将增加一倍。为保证器件安全工作，结温永远不能超过 T_J 之最大值。
- T_S – 储存温度：储存时可承受的温度范围为 -55 °C~150 °C。
- T_L - 引脚温度（焊接，10 秒）：器件在焊接的过程中於十秒内能承受的最高温度为 300 °C。

注释：所有的电源（如 V_B, V_{CC} 和 V_{DD} ）都经过 25 V 电压的测试，IC 内部有 20 V 的箝位二极管。

2.4 建议工作条件

器件输入输出信号和电源偏置电压等参数都是在 $V_{CC}=15\text{ V}$ 和环境温度 $T_A=25\text{ °C}$ 下测试的。建议工作条件釐定器件於稳态工作时的限定值。前面讨论的最大及最小额定值是在最恶劣条件下的限定值，比如在瞬态条件下。

2.5 动态电气特性

动态电气特性指标主要是与时序信息有关，测试条件为 $V_{CC}=V_{BS}=V_{DD}=15\text{ V}$ ， $C_L=1000\text{ pF}$ ， $V_{SS}=\text{COM}$ ， $T_A=25\text{ °C}$ ，具体如下：

- t_{ON} – 导通传输延迟：从输入信号上升至 50% 到输出电压上升至 10% 之间的时间。它反应了从施加输入导通信号（ H_{IN} 或 L_{IN} ）到输出信号（HO 或 LO）转为高电平之间的延时。
- t_{OFF} – 关断传输延迟：从输入信号下降至 50% 到输出电压下降至 90% 之间的时间。它反应了从施加输入关断信号（ H_{IN} 或 L_{IN} ）到输出信号（HO 或 LO）转为低电平之间的延时。
- t_{SD} – 关断传输延迟：从 SD 引脚的信号上升至 50% 到输出电压降低至 90% 之间的时差。
- t_r – 导通上升时间：在给定的测试条件下，输出信号从 10% 上升到 90% 之间的时差。 t_r 越小，表明 IC 响应速度越快。
- t_f – 关断下降时间：在给定的测试条件下，输出信号从 90% 下降到 10% 之间的时间差。同样， t_f 越小，表明 IC 响应速度越快。
- MT – 延迟匹配：假设给 H_{IN} 和 L_{IN} 同时施加信号，最大的传输延迟和最小的传输延迟之间的时差。延迟匹配越小，表明 IC 性能越好。

- 根据 IRS2110/IRS2113 数据表图 3，我们更容易理解这些时序信息。现将图 3 摘选如下：

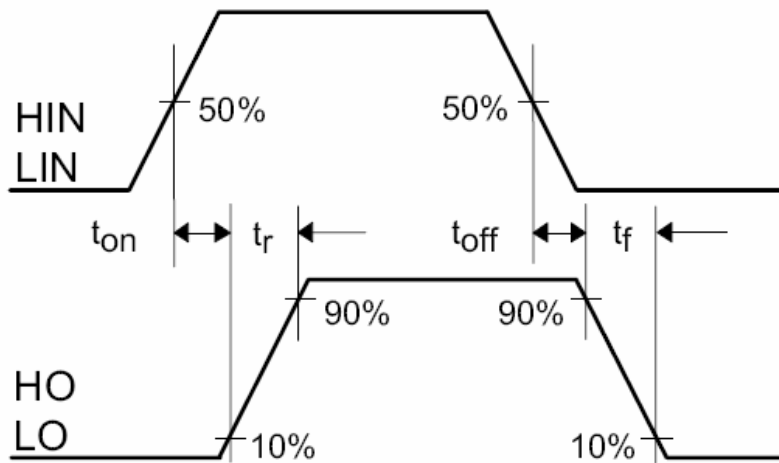


Fig. 1 : 切换时间波形定义

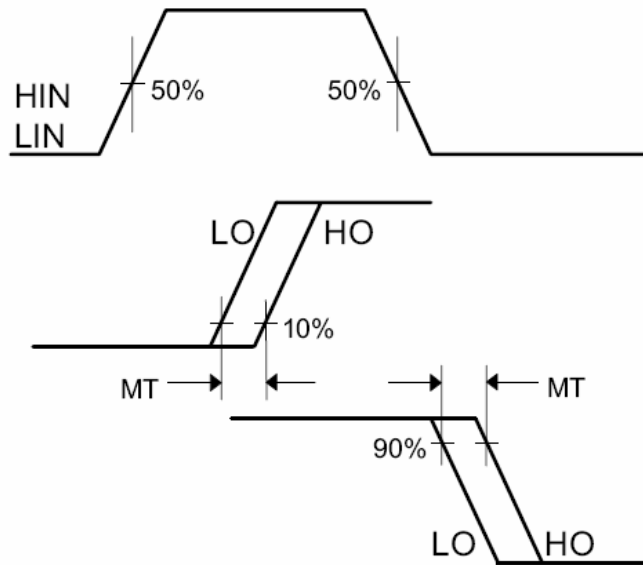


Fig .2 : 延迟匹配波形定义

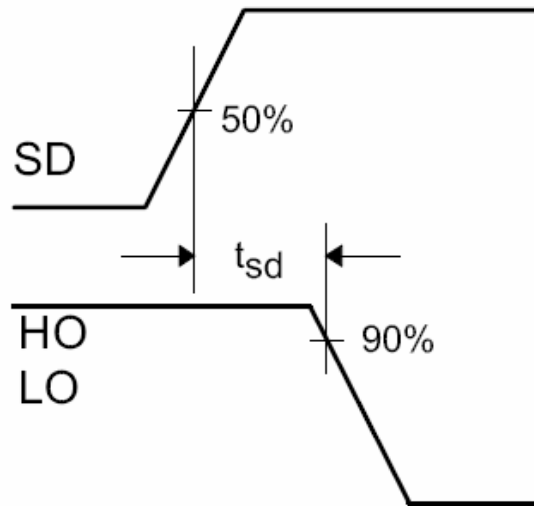


Fig.3 关断波形定义

2.6 静态电气特性

静态电气特性主要描述在给定偏置 (V_{CC} , V_{BS} 和 V_{DD}) 以及环境温度 ($T_A=25$ °C) 条件下, 特定技术参数 (如输入和输出) 的工作要求。在 IRS2110/2113 数据表中, 所有的测试值都是基于 $V_{CC}=V_{BS}=V_{DD}=15$ V, $V_{SS}=COM$, $T_A=25$ °C 条件下得到的。 V_{IN} , V_{TH} 和 I_{IN} 以 V_{SS} 为参考, 适用于 H_{IN} , L_{IN} , SD 引脚。 V_O 和 I_O 以 COM 为参考, 适用于 HO 和 LO 引脚。

- V_{IH} – 逻辑“1”输入电压: 要使相应输出引脚(HO , LO)转为高电平, 在输入引脚(H_{IN} , L_{IN})上所需要施加的最低电平值。如果输入引脚上电平值一直高于 V_{IH} , 那么输出将持续保持为高电平。但如果 SD 引脚上的电压高于 V_{IH} , 即使 HO , LO 上的电压高于 V_{IH} , 输出也会被强制置低。
- V_{IL} – 逻辑“0”输入电压: 这是能使相应输出引脚(HO , LO)转为低电平, 在输入引脚(H_{IN} , L_{IN})上所需要施加的最高电平值。如果输入引脚上电平值一直低于 V_{IL} , 那么输出将持续保持为低电平。 SD 引脚输入电压低于此值时, 输出不受影响。
- V_{OH} – 高电平输出电压, $V_{BIAS}-V_O$: IC 输出侧的最大电压降。空载条件下, 输出为高电平时, 输出引脚的输出电压将为 $V_O=V_{BIAS}-V_{OH}$ 。
- V_{OL} – 低电平输出电压, V_O : $I_O=20$ mA 的条件下, 输出为低电平时, 输出引脚上的电压应该为 $COM+V_O$ (对于 L_{IN}), 或者 V_S+V_O (对于 H_{IN})
- I_{LK} – 偏置电源漏电流: 流过 IC 高压侧输出电路的最大电流。当 V_B 和 V_S 连接在一起, 从 IC 高压侧流出的最大漏电流。它反应了高压侧电路对 COM 的泄漏电流的大小。

- $I_{QBS} - V_{BS}$ 静态电流：高压侧电源 V_{BS} 消耗的最大直流电流，无论输出为高电平还是低电平。
- $I_{QCC} - V_{CC}$ 静态电流：低压侧电源 V_{CC} 消耗的最大直流电流，无论输出为高电平还是低电平。
- $I_{QDD} - V_{DD}$ 静态电流：逻辑电源 V_{DD} 消耗的最大直流电流，无论输出为高电平还是低电平。
- I_{IN+} - 逻辑“1”输入偏置电流：当输入引脚为逻辑“1” ($V_{IN}=V_{DD}$)，输入引脚灌入的最大直流电流。“+”意味着流入 IC 的输入引脚。
- I_{IN-} - 逻辑“0”输入偏置电流：当输入引脚为逻辑“1” ($V_{IN}=0\text{ V}$)，输入引脚源出的最大直流电流。“-”意味着从 IC 的输入引脚流出。。
- $V_{BSUV+} - V_{BS}$ 欠压保护正阈值：当 V_{BS} 上升至高于此阈值，欠压保护失效
- $V_{BSUV-} - V_{BS}$ 欠压保护负阈值：当 V_{BS} 下降至低于此阈值，欠压保护生效
- $V_{CCUV+} - V_{CC}$ 欠压保护正阈值：当 V_{CC} 上升至高于此阈值，欠压保护失效
- $V_{CCUV-} - V_{CC}$ 欠压保护负阈值：当 V_{CC} 下降至低于此阈值，欠压保护生效
- I_{O+} - 输出为高电平时的短路脉冲电流：当对应的输入引脚为逻辑“1”，输出对 COM 短路，在给定的脉冲持续时间内（对 IRS2110/2113 为 $10\mu\text{s}$ ），能从输出引脚流出的电流峰值。此电流峰值代表了 IC 给输出开关栅极充电的最大能力。
- I_{O-} - 输出为低电平时的短路脉冲电流，当对应的输入引脚为逻辑“0”，输出接 15 V 时，在给定的脉冲持续时间内（对 IRS2110/2113 为 $10\mu\text{s}$ ），能灌入输出引脚的电流峰值。它代表了 IC 给输出开关的栅极放电的最大能力。

注释：UVLO(欠压锁定)保护功能，对于 V_{BS} 和 V_{CC} 是独立的，而且工作模式也有所不同。 V_{BS} 的欠压锁定是逐周期的，当 V_{BS} 低于设定的阈值(V_{BSUV})时，输出(HO)锁定，在下一个周期 (H_{IN} 的跳变沿到来时) 自动重置。 V_{CC} 上的欠压检测是实时的，只要 V_{CC} 低于指定的阈值，LO 与 HO 会处于关断状态。只要 V_{CC} 高于 UVLO 阈值+，UVLO 就失效，LO 就会跟随 L_{IN} （不需要等待 L_{IN} 的新变沿）。但 HO 需要 H_{IN} 新变沿。UVLO 的阈值是恒定的，不会随 V_{CC} 和 V_{BS} 变化而变动。

2.7 功能模块图

功能模块图以图表的形式展现了 IC 的内部功能结构，比如电平移动电路，高压侧和低压侧的电源欠压锁定保护，输入引脚上的下拉电阻等。

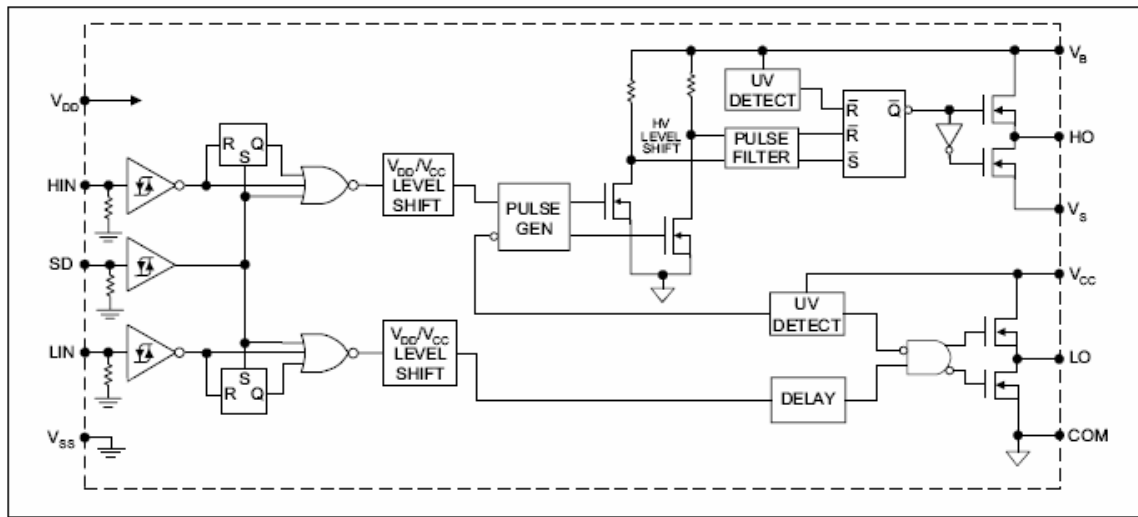


Fig.4 功能模块图 (IRS2110/IRS2113)

2.8 引脚定义

这一节给出了 IC 每个管脚的定义（除了悬空的引脚）。具体定义如下：

- V_{DD} – 逻辑电源：IC 输入侧的偏置电压（比如 H_{IN}, L_{IN} 以及 SD 信号）
- H_{IN} – 高压侧逻辑输入：输入脚，输入的 PWM 信号控制高压侧输出(HO),对 IRS2110/IRS2113 来说，HO 和 H_{IN} 同相位。
- SD – 关断：输入脚，高电平有效，关断 IC 的输出（关断 HO 和 LO）。
- L_{IN} – 低压侧逻辑输入：输入脚，输入的 PWM 信号控制低压侧输出(LO)，对 IRS2110/IRS2113 来说，LO 和 L_{IN} 同相位。
- V_{SS} – 逻辑地：输入 PWM 信号和逻辑电源 V_{DD} 的参考点，通常和输入侧的信号地相连。
- V_B – 高压侧浮动电源：给输出的高压侧提供电源，自举升压电容(C_B)连接在 V_B 和 V_S 之间（参见典型连接图）。
- HO – 高压侧栅极驱动输出：输出脚，其 PWM 信号控制高压侧开关。
- V_S – 高压侧浮动电源的参考点：V_S 在 COM（低压侧开关导通，高压侧开关关断）和母线电压（高压侧开关导通，低压侧开关关断）间摆动。
- V_{CC} – 低压侧电源：以 COM 为参考，V_{CC} 上的电压。它为低压侧和输入侧提供电源。
- LO - 低压侧栅极驱动输出：输出脚，其 PWM 信号控制低压侧开关。
- COM - 功率地：输出侧电路和电源 V_{CC} 的参考点。通常来说，COM 的电位非常接近 V_{SS}。为了确保器件正常工作，COM 和 V_{SS} 间的压差不可以超过 5 V。

2.9 引脚分配

数据表给出了 14 脚 PDIP 和 16 脚 SOIC（宽体）的引脚分配图。同时也给出了对应于“-1”和“-2”的两种衍生型号的 14 脚 PDIP 的引脚分配图。

2.10 图/表

数据表中的图/表提供各种规格参数详细的特性。比如导通时间和温度的关系曲线，关断时间和 V_{DD} 的关系曲线，结温和开关频率的关系等。大部分图/表给出了最大值和典型值。

3. 注释/技巧

这一节，我们主要讨论数据表中不那么显而易见的问题，这些问题和 IC 的操作密切相关。

1. IC 输入脚内部的下拉电阻相对较弱（典型值介于 $50\text{ k}\Omega \sim 1\text{ M}\Omega$ 之间），在电子噪声大的环境中，可以使用外部的强下拉。

2. IRS2110/IRS2113 操作频率为几十 kHz 到 100 kHz（在不超过最大允许功耗的情形下，频率也可能高达 250 kHz）。

3. 静态和动态电气特性值是在特定的偏置电压和温度条件下测量所得（ $V_{CC}=V_{BS}=V_{DD}=15\text{ V}$ ， $25\text{ }^\circ\text{C}$ ），在低偏置电压（如 10 V 或 12 V）和高温条件下，响应时间会加长，如 t_r ， t_f ， t_d （具体关系曲线请参见数据表图 7~图 11）。

4. 输入电压的门限阈值，如 H_{IN} ， L_{IN} ，SD，和 IC 输入侧的偏置电压 V_{DD} 成比例。举例来说，数据表在 $V_{DD}=15\text{ V}$ 的条件下给出 $V_{IH}=9.5\text{ V}(\text{min})$ 。对于特定工作条件，如 $V_{DD}=12\text{ V}$ ，那么 $V_{IH} = \left(\frac{12\text{ V}}{15\text{ V}}\right) * 9.5\text{ V} = 7.6\text{ V}(\text{min})$

5. V_{DD} 需要同输入逻辑电平保持一致。举例来说，如果输入是 5 V 逻辑 TTL 电平，那么 V_{DD} 也应该为 5 V。

6. IC 启动顺序：对于驱动半桥 MOSFET/IGBT 的应用，或者数据表所示的典型连接，标准的启动顺序是：

- 自举升压二极管和自举电容严格按照设计技巧 DT98-2 选择。
- 给 V_{CC} 和 V_{DD} 供电，并确保供电电压在规格值之内。
- 提供直流母线电压。
- 在 L_{IN} 端加输入信号，LO 将置高（经过 t_{ON} 和 t_r 后）

- 低压侧开关导通，自举电容被充电至 V_{CC} （确切值是 V_{CC} 减去自举二极管和低压侧开关上的压降）充电时间视容值大小和充电回路阻抗而定。通常， $100\ \mu\text{s} \sim 200\ \mu\text{s}$ 应该足够。
- 当自举电容充电后，可以按照需要的逻辑加 PWM 信号

4. 结束语

这篇应用手册以 IRS2110/IRS2113 数据表为基础，讨论了栅极驱动集成电路数据表上的主要技术规格，对技术规格下隐含的和设计应用密切相关的信息也重点进行了说明。最后，列明了几点应用技巧，希望对 HVIC 的初次使用者有所帮助。更详细的 HVIC 应用手册，请参阅 AN-978，以及其它相关手册。所有这些手册都可以从如下网址下载：<http://www.irf.com/technical-info/appnotes.htm>