
**管理驱动器使能信号以使用
STM32™ 的 USART 进行 RS-485 和 IO-Link 通信**

前言

RS-485 和 IO-Link 为半双工通信协议，它们为工业网络中物理层的实施提供了便捷的途径。

STM32F10x 支持多达 5 个 UART 接口并可实现快速 DMA 传输和低中断延迟，符合 RS-485 和 IO-Link 时序规范。

本应用笔记旨在提供两种方法测量 DE 信号（驱动器使能）的切换时序，并管理该信号在 RS-485 和 IO-Link 中的主器件发送。

本应用笔记分为三部分：

- 首先介绍 DE 信号时序之所以重要的原因
- 然后说明两种管理 DE 信号的方法
- 最后给出不同的 DE 信号切换时间测量结果

目录

1	DE 信号时序限制	5
2	DE 信号管理方法说明	6
2.1	使用 DMA 中断的方法	6
2.2	使用 USART 中断的方法	6
3	使用两种方法测量 DE 信号切换时间	8
3.1	测量 DE 信号切换时间	8
3.1.1	使用 DMA 中断方法测量 DE 信号切换时间	9
3.1.2	使用 USART 中断方法测量 DE 信号切换时间	9
4	结论	10
5	版本历史	11

表格索引

表 1.	选择 72 MHz 时的 DE 切换时序测量结果	9
表 2.	选择 24 MHz 时的 DE 切换时序测量结果	9
表 3.	选择 72 MHz 时的 DE 切换时序测量结果	9
表 4.	选择 24 MHz 时的 DE 切换时序测量结果	9
表 5.	文档版本历史	11

图片索引

图 1.	DE 时序限制	5
图 2.	使用 DMA 中断方法控制 DE 信号	6
图 3.	使用 USART 中断方法控制 DE 信号	7
图 4.	放大 DE 信号切换周期	8

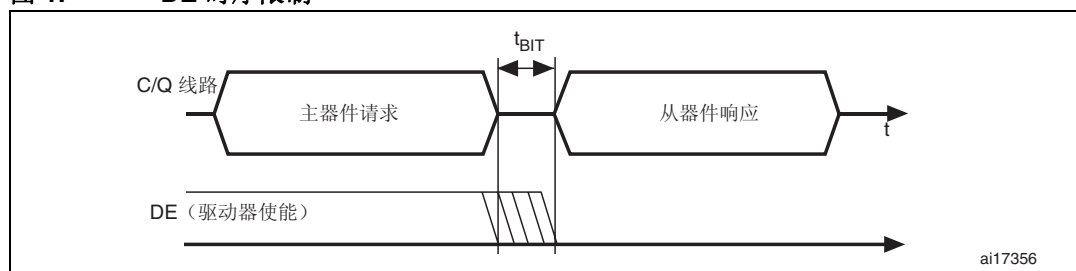
1 DE 信号时序限制

对于 RS-485 和 IO-Link 等串行半双工通信协议而言，主器件需要生成方向信号来控制收发器 (PHY)。该信号会通知 PHY 必须以发送模式还是以接收模式动作。

这种控制的时序特别重要，特别是从发送模式切换到接收模式时，应用必须确保器件在另一个实体发送数据前已处于接收模式。

主器件必须在一个位的时间内释放 Tx/Rx 线路，否则会与从器件的响应发生冲突。因此，在主器件发送最后一个字节的最后一位后，DE 信号必须在一个位的时间内从高电平切换到低电平。

图 1. DE 时序限制



主器件应能够确保 DE 信号的时序（由 RS-485 和 IO-Link 规范规定）。通过 GPIO 可管理 DE 信号。

请注意，在本应用笔记中，虽然 DE 信号仿真使用的是 GPIO 端口 C 的引脚 6 (PC6)，但实际上可以使用任何 GPIO。

2 DE 信号管理方法说明

本部分将提供两种控制 DE 信号并在 USART 发送和接收模式间进行切换的方法。

第一种方法使用两个中断：DMA 的发送完成中断和 USART 的发送完成中断。

第二种方法使用两个 USART 中断：发送完成中断和发送缓冲器清空中断。

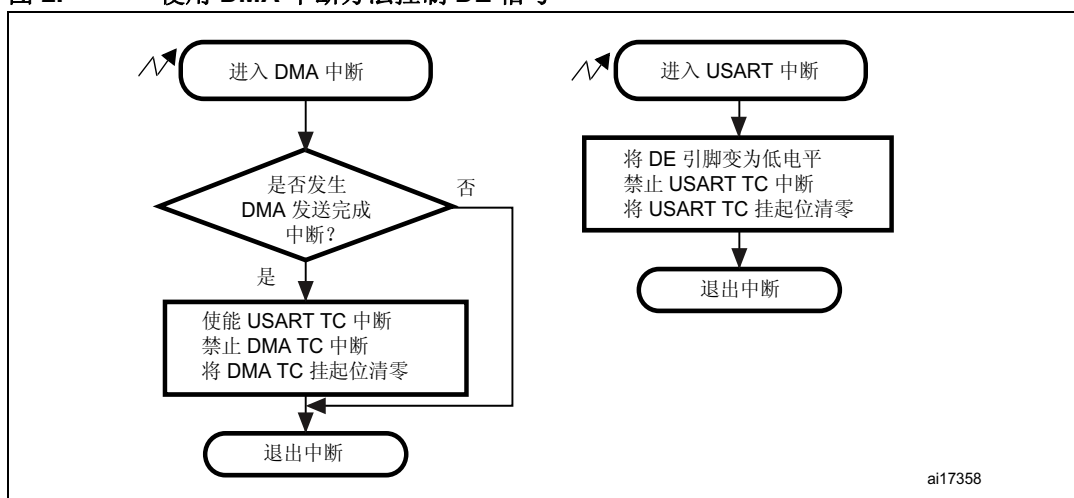
2.1 使用 DMA 中断的方法

在此方法中，DMA 将全程管理数据缓冲器的数据发送。它会将数据缓冲器中的数据持续发送给 USART 数据寄存器，直到 DMA 计数器的读数为 0。如果发生 DMA 发送完成中断，则使能 USART 发送完成中断。在此中断中，将 DE 引脚设置为低电平。

DE 信号会在使能 DMA 传输前设为高电平。

图 2 显示使用 DMA 发送完成中断管理 DE 信号的示例。

图 2. 使用 DMA 中断方法控制 DE 信号



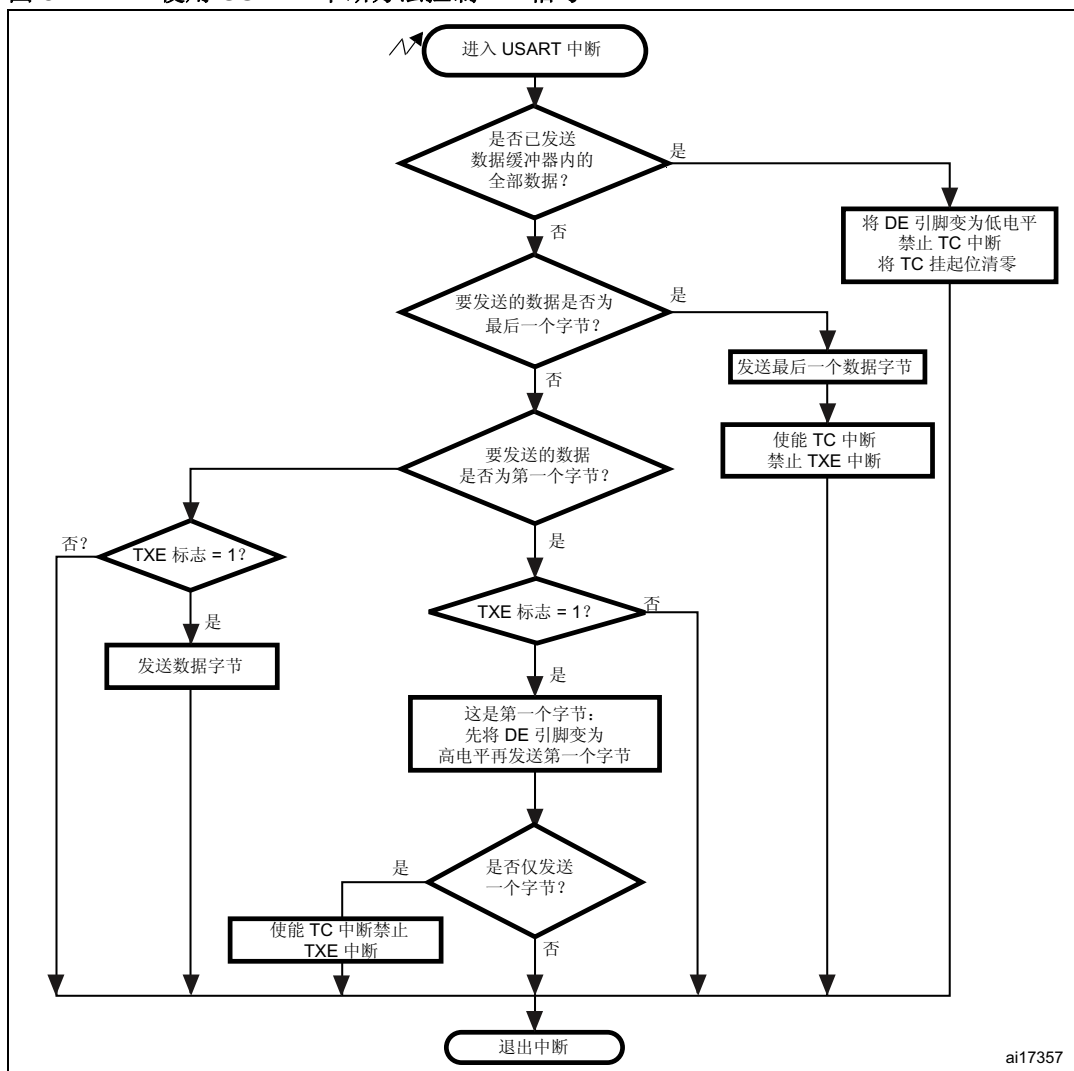
2.2 使用 USART 中断的方法

使用 USART 的发送完成中断可以将 DE 引脚变为低电平，从而通知从器件发送响应。另外，还可使用发送数据寄存器清空中断将此引脚变为高电平，通知从器件主器件即将发送数据。

图 3 显示使用 USART 中断管理 DE 信号的示例。

发送第一个字节前应将 DE 引脚拉升为高电平。发送最后一个字节的最后一位后将其变为低电平。这可以通过在发送最后一个字节时使能 TC 中断来实现。下一次发生发送完成中断时会将 DE 引脚变为低电平。

图 3. 使用 USART 中断方法控制 DE 信号



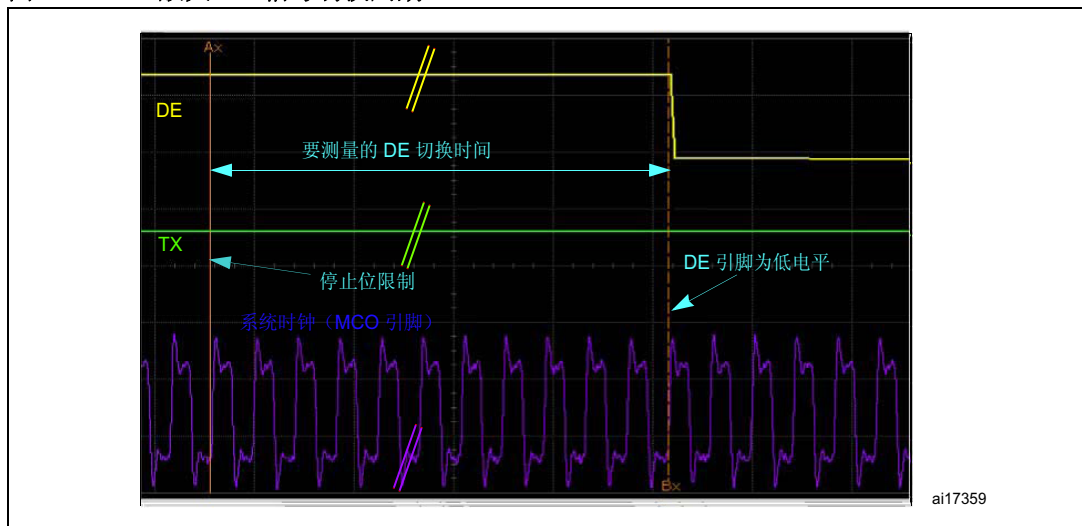
ai17357

3 使用两种方法测量 DE 信号切换时间

本部分将给出一些使用前面介绍的两种方法测量 DE 时序的结果。

要测量的时序是最后一个字节的停止位末尾与 DE 信号的下降沿之间的时间间隔。使用 CPU 时钟周期来度量（参见图 4）。

图 4. 放大 DE 信号切换周期



MCO 引脚 (PA8) 用于输出系统时钟 (CPU 时钟)，以按 CPU 周期测量 DE 信号切换到低电平的时间。

通过测量一个位的时间内 CPU 时钟周期的数量可以计算出停止位的末尾时刻。

本应用笔记提供两个固件示例，分别采用之前介绍的两种方法。两个示例均以相同的顺序进行说明：将 PC6 变为高电平 (DE 信号)，从缓冲器发送 4 个字节，然后将 PC6 变为低电平。

用户可通过在 *main.c* 文件中注释/取消注释以下 `define` 语句，选择不同的 CPU 频率 (72 MHz 或 24 MHz)：

```
#define HCLK_FREQ_72MHz
```

默认情况下选择 72 MHz。

3.1 测量 DE 信号切换时间

此时序取决于不同的因素，如所用的编译器、优化等级或 CPU 频率。

示例使用两个编译器进行编译：Keil™ 4.00 和 IAR 5.40。

它们采用两种优化模式：时序低级优化和高级优化。

发送波特率为 230400 波特 (位时间 = 4.34 μs)，1 个停止位。

3.1.1 使用 DMA 中断方法测量 DE 信号切换时间

表 1 给出使用 DMA 中断方法并选择 72 MHz 时测量的不同时序。

表 1. 选择 72 MHz 时的 DE 切换时序测量结果

编译器	CPU 周期数
IAR 5.40/Keil 4.0	约 25

表 2 给出使用 DMA 中断方法并选择 24 MHz 时测量的不同时序。

表 2. 选择 24 MHz 时的 DE 切换时序测量结果

编译器	CPU 周期数
IAR 5.40/Keil 4.0	约 22

3.1.2 使用 USART 中断方法测量 DE 信号切换时间

表 3 给出使用 USART 中断方法并选择 72 MHz 时测量的不同时序。

表 3. 选择 72 MHz 时的 DE 切换时序测量结果

编译器	CPU 周期数
IAR 5.40/Keil 4.0	约 43

表 4 给出使用 USART 中断方法并选择 24 MHz 时测量的不同时序。

表 4. 选择 24 MHz 时的 DE 切换时序测量结果

编译器	CPU 周期数
IAR 5.40/Keil 4.0	约 33

4 结论

本应用笔记介绍了两种方法来管理 DE 信号并确保时序符合 RS-485 和 IO-link 规范的规定：

- 第一种方法使用 DMA 发送完成中断和 USART 发送完成中断。这种方法易于实施，并可空出 CPU 去执行其它任务。
- 第二种方法使用 USART 中断。这种方法不需要 DMA 通道，因此在 DMA 用于其它任务而不可用时，可采用这种方法。

与 USART 中断方法相比，DMA 中断方法可实现较低的 DE 信号切换时间。因此，如果 DMA 可用于数据发送，则最好使用 DMA 中断方法。

这两种方法都满足 RS-485 和 IO-link 时序要求，即传输速率为 230 kbs（位时间 = 4.34 μ s）。

5 版本历史

表 5. 文档版本历史

日期	版本	变更
2010 年 01 月 11 日	1	初始版本。

请仔细阅读：

中文翻译仅为方便阅读之目的。该翻译也许不是对本文档最新版本的翻译，如有任何不同，以最新版本的英文原版文档为准。

本档中信息的提供仅与ST产品有关。意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对本档及本文所述产品与服务进行变更、更正、修改或改进的权利，恕不另行通知。

所有ST产品均根据ST的销售条款出售。

买方自行负责对本文所述ST产品和服务的选择和使用，ST概不承担与选择或使用本文所述ST产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为ST授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在ST的销售条款中另有说明，否则，ST对ST产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途（及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况），或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

意法半导体的产品不得应用于武器。此外，意法半导体产品也不是为下列用途而设计并不得应用于下列用途：（A）对安全性有特别要求的应用，例如，生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；（B）航空应用；（C）汽车应用或汽车环境，且/或（D）航天应用或航天环境。如果意法半导体产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向意法半导体发出了书面通知，采购商仍将独自承担因此而导致的任何风险，意法半导体的产品设计规格明确指定的汽车、汽车安全或医疗工业领域专用产品除外。根据相关政府主管部门的规定，ESCC、QML或JAN正式认证产品适用于航天应用。

经销的ST产品如有不同于本档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致ST针对本文所述ST产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大ST的任何责任。

ST和ST徽标是ST在各个国家或地区的商标或注册商标。

本档中的信息取代之前提供的所有信息。

ST徽标是意法半导体公司的注册商标。其他所有名称是其各自所有者的财产。

© 2014 STMicroelectronics 保留所有权利

意法半导体集团公司

澳大利亚 - 比利时 - 巴西 - 加拿大 - 中国 - 捷克共和国 - 芬兰 - 法国 - 德国 - 中国香港 - 印度 - 以色列 - 意大利 - 日本 - 马来西亚 - 马耳他 - 摩洛哥 - 菲律宾 - 新加坡 - 西班牙 - 瑞典 - 瑞士 - 英国 - 美国

www.st.com