

摘要

RS-232 是一项长期的通信标准。本文档将概述 RS-232 标准，解释 RS-232 收发器的主要电气和时序规格，并提供选择指南以帮助您为特定应用选择正确的 RS-232。

内容

1 引言.....	2
2 RS-232 标准概述.....	2
2.1 电气概述.....	2
2.2 功能概述.....	3
2.3 机械概述.....	3
3 RS-232 收发器主要规格概述.....	4
3.1 电气特性.....	4
3.2 开关和时序特性.....	5
3.3 部分 TI RS-232 收发器的其他特性.....	6
4 RS-232 收发器选择指南.....	8
5 参考文献.....	8

插图清单

图 3-1. TRSF3243E 数据表中的示例 TPHL 和 TPLH 测试设置.....	5
图 3-2. TRSF3243E 数据表中的压摆率测试设置示例.....	5
图 3-3. TRSF3243E 数据表中的启用和禁用时间测试设置示例.....	6
图 3-4. TRSF3243E 数据表中的自动断电测试设置示例.....	7

表格清单

表 2-1. RS-232 接口概述.....	2
表 4-1. TI RS-232 收发器选择.....	8

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

RS-232 是各种外设通用的点对点通信接口，可实现主机与外设之间的通信。RS-232 符合 TIA-232 和 EIA-232 标准。为了说明如何为系统选择正确的 RS-232 器件，以下各节将简要介绍 RS-232 标准以及收发器的主要规格。

2 RS-232 标准概述

RS-232 标准涵盖三个相关领域：电气、功能和机械。电气规格包括物理电气层标准定义。

2.1 电气概述

RS-232 标准定义了多个重要电气特性。RS-232 是一种单端点对点通信协议，这意味着每个数据信号沿一根导线传输（而差分信号使用两根导线传输一个数据信号），并且通信总线的每一端只有两个节点。该总线的性质本质上是不平衡的。该总线以全双工方式运行，这意味着该总线可以同时发送和接收数据。RS-232 标准的旧版本要求电缆长度为 50 英尺时的数据速率为 19.2Kbps；但是，由于许多电缆之间的电气特性存在差异，该标准的新修订版现在要求容性负载为 2500pF 时的最低数据速率为 19.2Kbps，其中总线长度受单位长度电容的限制。RS-232 收发器的数据速率最高可达 1Mbps。信号电平的定义如下：发送器的逻辑 1 介于 -5V 和 -15V 之间，发送器的逻辑 0 介于 5V 和 15V 之间。要使收发器符合标准，该器件必须将 -3V 至 -15V 的电压识别为逻辑 1，将 3V 至 15V 的电压识别为逻辑 0，而接收器可能更敏感，具体取决于所选的特定器件。按照标准，最大输出电流最高可达 500mA，但通常大多数 IC 的设计都远低于该电平。最后，接收器的输入阻抗标称值为 5kΩ，但可低至 3kΩ。

表 2-1. RS-232 接口概述

规格	定义
接线	单端
拓扑	点对点 (2 个通信节点)
双工	全双工
最小数据速率	2500pF 负载条件下为 19.2Kbps
输出信号电平	逻辑 1 为 -15V 至 -5V；逻辑 0 为 5V 至 15V
接收器敏感度	±3V
接收器输入阻抗	5kΩ (标称值)；3kΩ (最小值)
允许的最大输出电流	500mA (但许多 IC 的限值要低得多)

2.2 功能概述

除了电气规格外，RS-232 还包括 24 个不同信号的功能定义；但是，通常使用这些定义的信号中的 8 个或更少。本文档介绍 RS-232 中最常用的八个信号。这些信号可分为四个不同的类别：公共信号、数据信号、时序信号和控制信号；但是，大多数信号属于控制信号类别。时序信号在 RS-232 接口中相当罕见，使用范围有限，不用于 TI 收发器主要支持的标准 8 个或更少的 RS-232 信号接口。RS-232 标准定义了用作主机和控制器的数据终端设备 (DTE) 以及用作主机和控制器外设的数据通信设备 (DCE)。

公共信号类别只是两个 RS-232 器件之间接地线的名称，除了提供接地基准之外没有其他用途。

数据信号是接收和发送数据的线路。在 RS-232 中有两个公共的数据信号：TD 信号（指的是发送的数据信号）和 RD 信号（指的是接收的数据信号）。TD 信号线路定义为 DTE 向 DCE 发送的数据，而 RD 线路定义为 DTE 从 DCE 接收的数据。尽管两个节点都会发送和接收数据，但 TD 和 RD 线路都取决于系统中的主机节点而不是外设。

控制信号用于控制 RS-232 系统中两个节点之间的数据流。这种控制的层级高于单独在物理层中所能实现的控制，并允许更有针对性地侧重于为 RS-232 系统部署固件。有 2 到 6 个公共控制信号用于在发送数据之前、在两个节点之间实现握手。在需要某种握手的应用中，一个常见的用例是使用两个数据信号 + 两个控制信号。这些控制信号为“请求发送”(RTS) 和“允许发送”(CTS) 信号。当 DTE 存在已准备好通过 TD 信号发送到 DCE 的数据时，RTS 信号将生效；当接收到 RTS 信号且外设通知主机其已准备好接收数据后，CTS 信号将生效。但是，这种简单版本的握手并不是在使用 RS-232 和调制解调器等系统时使用的唯一公共握手信号。调制解调器通常会在 RTS 和 CTS 的基础上添加另外 4 个控制信号。除 RTS 和 CTS 之外，公共控制信号还包括数据终端就绪 (DTR)、数据集就绪 (DSR)、数据载波检测 (DCD) 和振铃指示器 (RI) 信号。DTE 向 DCE 发出 DTR 信号，即表明其已准备好发送或接收数据；收到 DTR 信号之后，DCE 向 DTE 发出 DSR 信号，向 DTE 表明其已连接到通信线路。DCD 信号是从 DCE 发送到 DTE 的信号，用于表明 DTE 和 DCE 之间存在有效连接。最后，RI 信号是从 DCE 发送到 DTE 的信号，用于表明通信线路上有振铃，或者更简单地说，DCE 希望与 DTE 本身通信，按照这种通信方式，DTE 通过发出 DTR 信号进行响应。

2.3 机械概述

RS-232 标准的最后一部分侧重于 RS-232 连接的机械接口。两个常用的连接器是 DB25 和 DB9S。DB25 连接器允许 RS-232 功能信号各有一个连接点。更常见的 DB9S 连接器支持八个最常见的 RS-232 功能信号（如前所述）以及一条公共接地连接。

3 RS-232 收发器主要规格概述

在规划基于 RS-232 的通信系统时，有许多不同的收发器选项可供选择。为了能够快速找到专为特定用例或应用而设计的器件，需要注意有一些重要规格以及符合 RS-232 标准的器件共有的一些可选特性。这些相关领域可分为三类：电气特性、时序和开关特性以及符合 RS-232 标准的器件中可能存在的可选特性。

3.1 电气特性

符合 RS-232 标准的器件的电气规格包括与时序无关的规格，例如器件的信号电平、漏电流、功率和输入阈值。下面列出了符合 RS-232 标准的 TI 收发器的常见规格及其出现位置。

- **电源电压 (V_{CC} 、 V_{SS}^* 、 V_+^* 、 V_-^* 和 V_L^*) :**

电源电压是收发器的电源；但是，由于许多 RS-232 应用中可能存在较大的电压摆幅，因此有多个电源电压额定值，并且这些额定值的含义略有不同。* 表示 RS-232 器件上可能存在也可能不存在的引脚。

- V_{CC} 是正电源；对于大多数现代 RS-232 器件，该电源电压通常为 3.3V 至 5V (但根据器件的不同，最高可达 15V) 。 V_{CC} 在常见的 RS-232 器件中可能有三个主要用途。第一个是直接为控制器侧和总线侧引脚提供偏置，以便产生正电压摆幅；在这些器件中还有负电源引脚 V_{SS} 可以提供负电源电压，从而提供负电压摆幅。第二个是对控制器侧引脚进行偏置，并用作集成电荷泵的输入电压，以便产生总线电压摆幅。最后， V_{CC} 也可用于直接为具有独立逻辑电压电源引脚的器件中的电荷泵供电。
- V_+ 和 V_- 出现在器件上时是电荷泵输出引脚，而在数据表中则表示这些引脚的额定电压。如果器件上存在这些引脚，则这些引脚通常仅连接到一个外部电容器。这些输出引脚在绝对最大值和建议运行条件表中也有额定值，但没有外部电压施加到该引脚。这些电源用于为总线引脚提供驱动强度。
- V_L 是具有独立总线和逻辑电源的器件中用于提供独立逻辑引脚电源电压的电源。该电源允许较低的控制电压与控制台侧引脚进行交互，作为与低电压 ($< 3.3V$) 控制器 (低至 1.8V) 的接口。此信息与其他电源电压参数位于数据表的相同部分中。
- **电源电流 (I_{CC}) :**

电源电流 (I_{CC}) 是器件在无负载运行时的静态电流，可为器件提供基准功耗。为了了解节能对应用是否重要，此规格非常重要。电源电流通常可在数据表的“电气规格”或“电气规格 - 电源”下找到。

- **常见驱动器电气特性 (V_{OH} 、 V_{OL} 、 V_{IH} 、 V_{IL} 、 I_{IL} 、 I_{IH} 、 I_{OS} 、 R_O 和 I_{OZ}) :**

许多 RS-232 器件在数据表中将大多数驱动器电气特性分为多个独立部分，但 V_{IH} 和 V_{IL} 除外，这两个通常位于“建议运行条件”下。

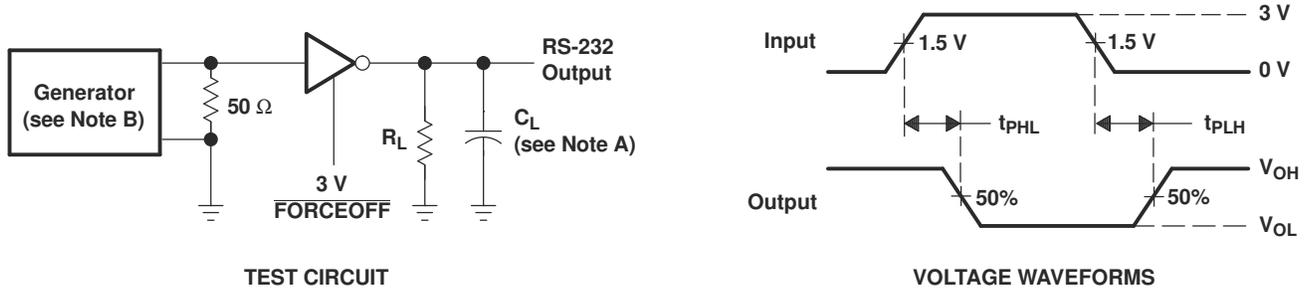
- V_{IL} 和 V_{IH} 是控制台侧输入阈值，分别表示输入低电平阈值电压和输入高电平阈值电压。这些值应用于使能引脚、驱动器输入引脚或特殊功能引脚，而这些引脚可以记录逻辑低电平或逻辑高电平状态。如果相对于器件接地端的输入电压 $\geq V_{IH}$ (最小值) ，则引脚状态记录为逻辑高电平，如果相对于器件接地端的输入电压 $\leq V_{IL}$ (最大值) ，则引脚状态记录为逻辑低电平。在许多器件上， V_{IL} (最大值) 和 V_{IH} (最小值) 的额定值分别为 0.8V 和 2V，但在具有单独逻辑电源电压的器件或没有内部电荷泵的器件上，这些值可能会偏离最常见的阈值电平。将输入电压保持在 V_{IL} (最大值) 和 V_{IH} (最小值) 阈值之间可能会导致较大的击穿电流，并且可能会由于器件电源线上的 LC 寄生效应而导致输出振荡。
- I_{IL} 和 I_{IH} 表示汲取到控制台侧引脚中的结果电流：当施加的相对于接地端的电压为逻辑低电平时产生 I_{IL} ，为逻辑高电平时产生 I_{IH} 。这些规格用于帮助确定上拉和下拉电阻的大小，以便提供正确的默认状态操作。
- I_{OS} 是从驱动器输出端到器件接地端的输出短路电流。该值提供最大预期短路电流，可能还提供典型短路电流值。设计人员必须控制短路持续时间，以防止器件上耗散过多功率。反复的电源过载可能会导致器件过早出现故障。通常一次只允许短接一个输出。请参阅具体器件数据表以了解更多信息。
- R_O 是驱动器的输出电阻。通常，这是电源电压与器件断开时的情况。该规格的最小值通常为 300 Ω ，但许多器件的典型值在 K Ω 至 M Ω 范围内。该规格提供了驱动器在未通电时如何加载总线的信息。
- I_{OZ} (也称为 I_{OFF}) 是驱动器被禁用时驱动器的漏电流。这是禁用时可从驱动器引脚拉出或灌入的电流。这有助于在驱动器处于非活动状态时表征总线负载。
- **常见接收器电气规格 (V_{OH} 、 V_{OL} 、 V_{IT+} 、 V_{IT-} 、 V_{HYS} 、 R_I 和 I_{OZ})**
 - V_{OH} 和 V_{OL} 分别是控制台侧引脚上的输出高电平电压和输出低电平电压。当 RS-232 器件在其中一个 RX 总线引脚上接收到数据时，控制台侧的相应输出电压为 V_{OH} (对于逻辑高电平) 和 V_{OL} (对于逻辑低电平) 。这些值用于在 RS-232 收发器和控制器之间提供精确的通信。

- V_{IT+} 和 V_{IT-} 分别是 RS-232 器件 RX 总线引脚的正向和负向输入电压阈值。这些电压阈值的功能类似于控制台侧逻辑输入阈值 V_{IH} 和 V_{IL} ，但取决于当前状态。在输入信号越过 V_{IT+} (最大值) 边界时，如果器件接收到逻辑低电平，则会在 RX 总线引脚上读出逻辑高电平。越过 V_{IT-} (最小值) 边界时，反过来也成立。这些电压阈值用于帮助确定系统能够处理从驱动器到接收器的衰减量。
- V_{HYS} 是 V_{IT+} 和 V_{IT-} 阈值之间的迟滞电压。该参数用于确定输入阈值之间允许的噪声容限，以便在驱动器和接收器之间提供无差错通信。
- R_I 是 RS-232 器件上面向总线的 RX 引脚的输入电阻。 R_I 充当接地电阻。RS-232 标准要求最小输入电阻为 $3k\Omega$ ，许多器件的输入电阻范围可能为 $3k\Omega$ 至 $7k\Omega$ ；不过，某些器件的输入电阻可能高于 $7k\Omega$ 。
- I_{OZ} 是控制台侧接收器输出引脚漏电流。 I_{OZ} 与驱动器上的 I_{OZ} 是相同的参数，但指定的是控制台侧 RX 输出。

3.2 开关和时序特性

本节将介绍常见驱动器和接收器的开关特性和时序特性。

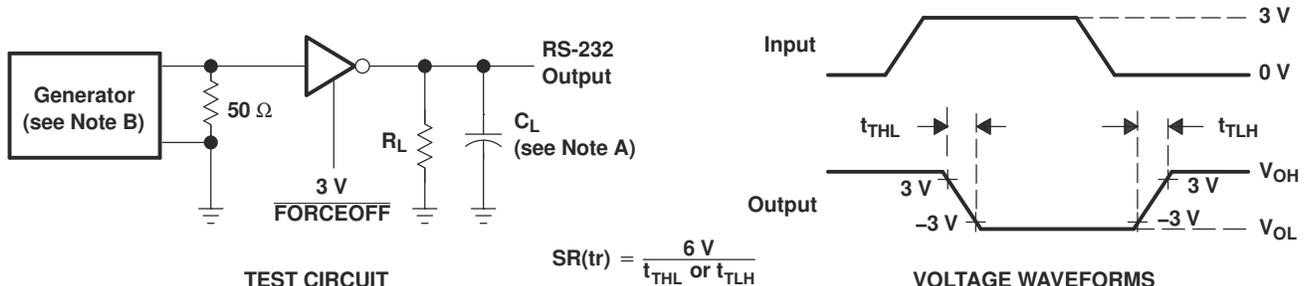
- 常见驱动器开关特性和时序特性 (DR 、 t_{PHL} 、 t_{PLH} 、 $t_{sk(p)}$ 和 $SR(tr)$)
 - DR 是指收发器的最大数据速率。RS-232 仅需要 20Kbps 的数据速率，但许多器件的数据速率可高达 1Mbps。要指定该值，需使用一个代表 50 英尺布线的电阻器和电容器以及一个用于模拟 RS-232 器件 RX 总线引脚输入阻抗的电阻器。为了获得最佳性能，请将应用的最大速度限制为器件数据表中列出的最小数据速率。
 - t_{PHL} 和 t_{PLH} 分别是从高电平到低电平以及从低电平到高电平的传播延迟时间。该值表示从输入信号达到其值的 50% 到输出信号达到其值的 50% 的时间。 t_{PHL} 是负输出电压摆幅，而 t_{PLH} 是正输出电压摆幅。



NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The pulse generator has the following characteristics: PRR = 1 Mbit/s, $Z_O = 50\Omega$, 50% duty cycle, $t_r \leq 10$ ns, $t_f \leq 10$ ns.

图 3-1. TRSF3243E 数据表中的示例 TPHL 和 TPLH 测试设置

- $t_{sk(p)}$ 是驱动器的脉冲偏斜。图 3-1 展示了 t_{PHL} 和 t_{PLH} 之间的差异幅度；因为在实际器件中，这些时间通常只是略有差异。系统中的偏斜越高，系统中的附加抖动就越多，因为偏斜会改变数据信号的周期性。
- $SR(tr)$ 是驱动器输出转换区域期间的压摆率。 $SR(tr)$ 用于衡量器件在线性工作区域 (通常为信号值的 10% 至 90%) 中每微秒的电压输出。 $SR(tr)$ 可用于了解转换速度大小，并有助于确定在开关期间生成的频率成分。电压幅度的变化除以变化的持续时间即可得到压摆率。

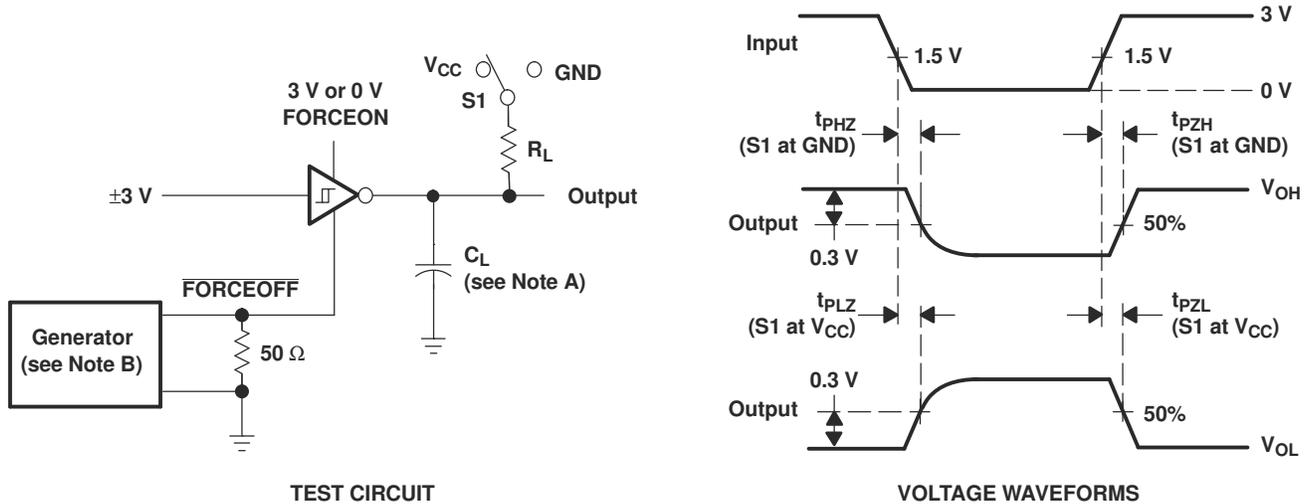


NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The pulse generator has the following characteristics: PRR = 1 Mbit/s, $Z_O = 50\Omega$, 50% duty cycle, $t_r \leq 10$ ns, $t_f \leq 10$ ns.

图 3-2. TRSF3243E 数据表中的压摆率测试设置示例

- 常见接收器开关特性和时序特性 ($TPHL$ 、 $TPLH$ 、 $Tsk(p)$ 、 Ten 和 $Tdis$)

- t_{PHL} 、 t_{PLH} 和 $t_{sk(p)}$ 所有这些特性与上一节中所述的驱动器时序和开关特性相同。唯一的区别是这些参数是从 RX 总线引脚上的输入到 RX 控制台输出引脚上的输出测量得到的。
- t_{en} 和 t_{dis} 是指器件的启用时间和禁用时间。这些规格分别决定了器件从关断状态变为有效状态所需的时间或将器件置于关断状态所需的时间。



- NOTES:
- C_L includes probe and jig capacitance.
 - The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, 50% duty cycle, $t_r \leq 10 \text{ ns}$, $t_f \leq 10 \text{ ns}$.
 - t_{PLZ} and t_{PHZ} are the same as t_{dis} .
 - t_{PZL} and t_{PZH} are the same as t_{en} .

图 3-3. TRSF3243E 数据表中的启用和禁用时间测试设置示例

3.3 部分 TI RS-232 收发器的其他特性

本节将详细介绍部分 TI RS-232 器件包含但其他 RS-232 器件不包含的一些特性。

- 集成电荷泵

绝大多数 TI RS-232 器件使用集成电荷泵，该电荷泵需要外部电容器才能运行。这使得该器件能够从单电源电压（通常为 3.3V 至 5V）产生符合 RS-232 标准的必要输出电压摆幅。某些较早的器件不具有此特性，需要双电源才能确保运行符合 RS-232 标准。

- 压摆率控制

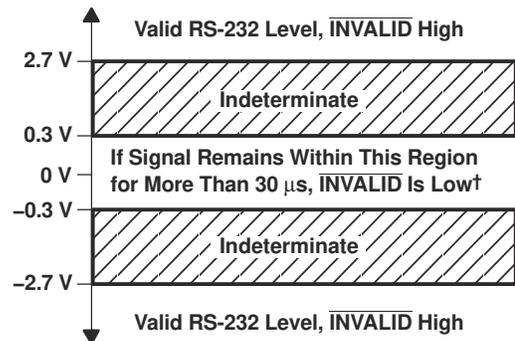
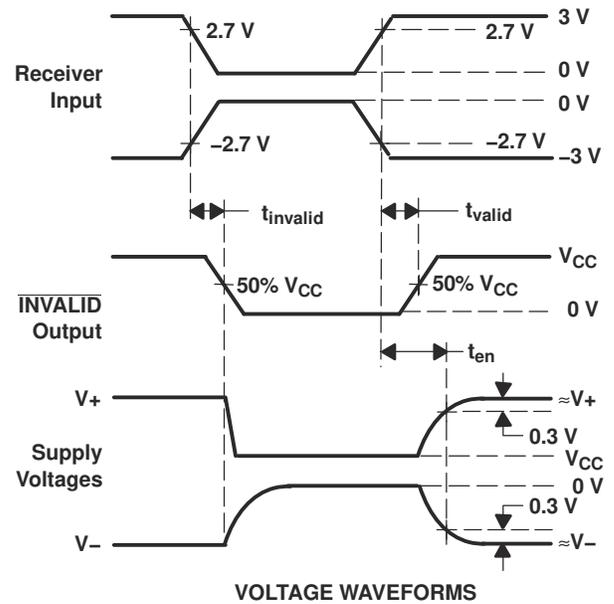
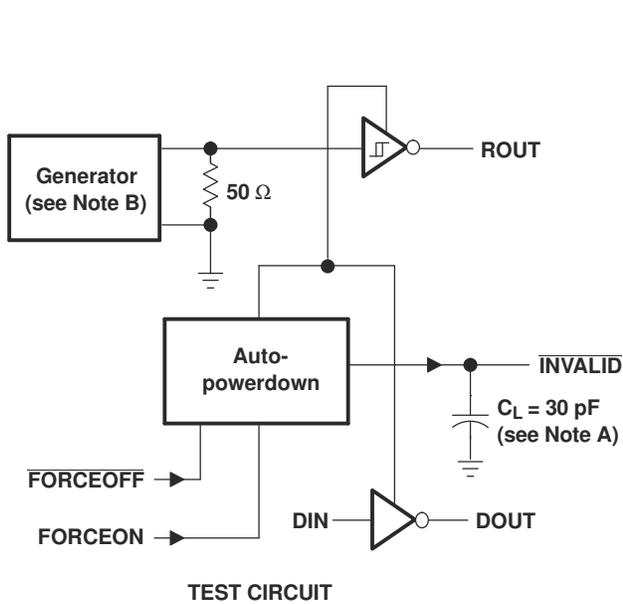
SN55188 这个特定器件有一个额外的特性，即压摆率控制，其中输出电容器与器件压摆率之间存在测量关系。大多数器件的压摆率都会随着输出电容的增加而降低，唯一的区别是该器件给出了一种关系，让客户可以从外部控制压摆率。对于较低的压摆率要求，通常最好是选择数据速率较低的器件。

- 断电

“断电”特性仅允许通过使能信号来控制器件，从而允许在整个系统运行期间根据需要启用和禁用器件。断电特性允许更灵活地控制系统中的电源使用情况。

- 自动断电和自动断电+

自动断电和自动断电+ 特性允许器件在 TX 或 RX 输入端未发生转换后进入禁用状态（电荷泵未激活）。自动断电器件的延迟时间差通常为 $30 \mu\text{s}$ ，而自动断电+ 器件的延迟时间差通常为 30s 。这些器件包括一个标志引脚 **INVALID**，当 RX 总线上的数据不在有效范围内时，该引脚变为低电平。



† Auto-powerdown disables drivers and reduces supply current to 1 μ A.

- NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The pulse generator has the following characteristics: PRR = 5 kbit/s, $Z_O = 50 \Omega$, 50% duty cycle, $t_r \leq 10$ ns, $t_f \leq 10$ ns.

图 3-4. TRSF3243E 数据表中的自动断电测试设置示例

4 RS-232 收发器选择指南

表 4-1 突出显示了关键的 RS-232 器件及其最重要的功能规格和特性。

表 4-1. TI RS-232 收发器选择

器件	配置	V _{CC}	VL (最小值)	最大数据速率	输出电压	温度范围	封装选项	特性
MAX3227E	1TX 1RX	3.3V 和 5V	不适用	1Mbps	±5.4 V	0°C 至 70°C, -40°C 至 85°C	16-SSOP	自动断电+
TRSF3221	1TX 1RX	3.3V 和 5V	不适用	1Mbps	±5.4 V	0°C 至 70°C	16-SSOP	自动断电
SN75155	1TX 1RX	5 V/12 V	不适用	400Kbps	±9.7 V	0°C 至 70°C	8-SOIC、8-PDIP	不适用
TRS3221E	1TX 1RX	3.3V 和 5V	不适用	250Kbps	±5.4 V	0°C 至 70°C, -40°C 至 85°C	16-VQFN、16-SSOP、16-TSSOP	自动断电
TRS3122E	2TX 2RX	1.65V 至 5.5V	1.65V	1Mbps	±5.4 V	-40°C 至 85°C	24-VQFN	自动断电+
MAX3222E	2TX 2RX	3.3V 和 5V	不适用	500Kbps	±5.4 V	0°C 至 70°C, -40°C 至 85°C	20-SOIC、20-SSOP、20-TSSOP	断电
TRS3223-Q1	2TX 2RX	3.3V 和 5V	不适用	250Kbps	±5.4 V	-40°C 至 125°C	20-TSSOP	自动断电
TRS202E	2TX 2RX	5V	不适用	120Kbps	±9 V	0°C 至 70°C, -40°C 至 85°C	16-SOIC、16-PDIP、16-TSSOP	不适用
TRS3243E	3TX 5RX	3.3V 和 5V	不适用	1Mbps	±5.4 V	-40°C 至 85°C	28-TSSOP、32-VQFN	自动断电
MAX3243E	3TX 5RX	3.3V 和 5V	不适用	500Kbps	±5.4 V	0°C 至 70°C, -40°C 至 85°C	28-SOIC、28-TSSOP、28-SSOP、32-VQFN	自动断电
MAX3243-EP	3TX 5RX	3.3V 和 5V	不适用	250Kbps	±5.4 V	-55°C 至 125°C	28-TSSOP、28-SSOP	自动断电

5 参考文献

- 德州仪器 (TI), “[TRSF3243E 具有 ±15kV IEC ESD 保护功能的 3V 至 5.5V 多通道 RS-232 兼容线路驱动器和接收器](#)” 数据表
- 德州仪器 (TI), “[MC1488、SN55188、SN75188 四路线路驱动器](#)” 数据表

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司