

## SP485R 支持 400 个节点的 RS-485 收发器

### 一、RS-485 概述

电子工业协会 (EIA) 于 1983 年制订并发布 RS-485 标准，并经通讯工业协会 (TIA) 修订后命名为 TIA/EIA-485-A，习惯地称之为 RS-485 标准。

RS-485 标准是为弥补 RS-232 通信距离短、速率低等缺点而产生的。RS-485 标准只规定了平衡驱动器和接收器的电特性，而没有规定接插件、传输电缆和应用层通信协议。

RS-485 标准与 RS-232 不一样，数据信号采用差分传输方式 (Differential Driver Mode)，也称作平衡传输，它使用一对双绞线，将其中一线定义为 A，另一线定义为 B，如图 1 所示。

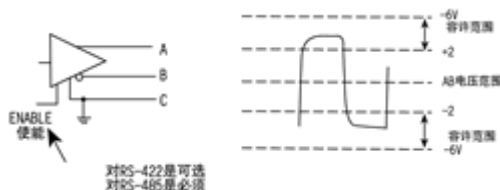


图 1 RS-485 发送器的示意图

通常情况下，发送驱动器 A、B 之间的正电平在 +2~+6V，是一个逻辑状态；负电平在 -2~-6V，是另一个逻辑状态。另有一个信号地 C。在 RS-485 器件中，一般还有一个“使能”控制信号。“使能”信号用于控制发送驱动器与传输线的切断与连接，当“使能”端起作用时，发送驱动器处于高阻状态，称作“第三态”，它是有别于逻辑“1”与“0”的第三种状态。

对于接收驱动器，也作出与发送驱动器相对的规定，收、发端通过平衡双绞线将 A-A 与 B-B 对应相连。当在接收端 A-B 之间有大于 +200mV 的电平时，输出为正逻辑电平；小于 -200mV 时，输出为负逻辑电平。在接收驱动器的接收平衡线上，电平范围通常在 200mV 至 6V 之间。参见图 2 所示。

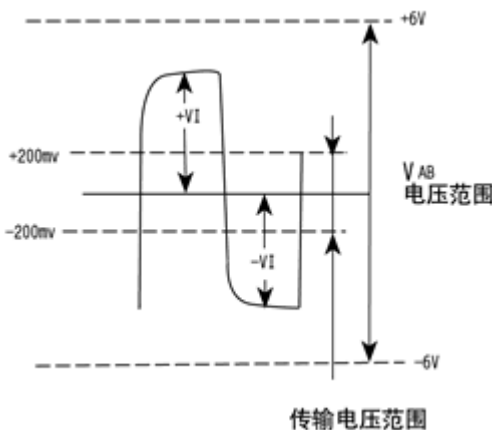


图 2 RS-485 接收器的示意图

定义逻辑 1 (正逻辑电平) 为  $B > A$  的状态，逻辑 0 (负逻辑电平) 为  $A > B$  的状态，A、B 之间的压差不小于 200mV。

TIA/EIA-485 串行通讯标准的性能如表 1 所示：

表 1 TIA/EIA-485 串行通讯标准的性能

规格	TIA/EIA-485
传输模式	平衡
电缆长度@90Kbps	4000 ft (1200m)

电缆长度@10Mbps	50 ft (15m)
数据传输速度	10 Mbps
最大差动输出	± 1.5V
最小差动输出	± 6V
接收器敏感度	±0.2 V
驱动器负载 (欧姆)	60
最大驱动器数量	32 单位负载
最大接收器数量	32 单位负载

RS-485 标准的最大传输距离约为 1219 米，最大传输速率为 10M bps。

通常，RS-485 网络采用平衡双绞线作为传输媒体。平衡双绞线的长度与传输速率成反比，只有在 20k bps 速率以下，才可能使用规定最长的电缆长度。只有在很短的距离下才能获得最高速率传输。一般来说，15 米长双绞线最大传输速率仅为 1M bps。

通常的 RS-485 收发器，例如 SP485 器件能够支持高达 1Mbps 的通讯速率。如果采用光电隔离方式，则通讯速率一般还会受到光电隔离器件响应速度的影响。

RS-485 网络采用直线拓扑结构，需要安装 2 个终端匹配电阻，其阻值要求等于传输电缆的特性阻抗（一般取值为 120 Ω）。在短距离、或低波特率波数据传输时可不需终端匹配电阻，即一般在 300 米以下、19200bps 不需终端匹配电阻。终端匹配电阻安装在 RS-485 传输网络的两个端点，并联连接在 A-B 引脚之间。

RS-485 标准通常被用作作为一种相对经济、具有相当高噪声抑制、相对高的传输速率、传输距离远、宽共模范围的通信平台。同时，RS-485 电路具有控制方便、成本低廉等优点。

在过去的 20 年时间里，建议性标准 RS-485 作为一种多点差分数据传输的电气规范，被应用在许多不同的领域，作为数据传输链路。目前，在我国应用的现场网络中，RS-485 半双工异步通信总线也是被各个研发机构广泛使用的数据通信总线。但是基于在 RS-485 总线上作一时刻只能存在一个主机的特点，它往往应用在集中控制枢纽与分散控制单元之间。

## 二、SP485R 参数

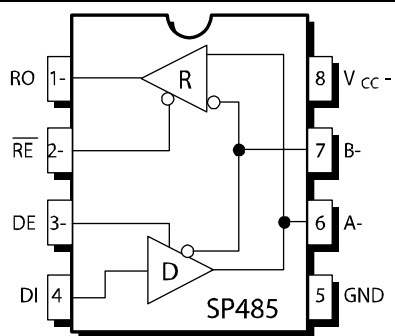
SP485R 芯片是由业内专业的通讯接口器件厂商 Sipex 公司设计生产的高性能 RS-485 收发器，能够替换通用的 RS-485 收发器，并在许多方面有所增强。

SP485R 芯片与流行的标准 RS-485 芯片管脚对应相同，而且包含更高的 ESD 保护和高接收器输入阻抗等性能。接收器输入高阻抗可以使 400 个收发器接到同一条传输线上，又不会引起 RS-485 驱动器信号的衰减。SP485E 器件封装为 8 脚塑料 DIP-8 或 8 脚窄 SOIC-8 两种。

### 2.1 特性

- 允许超过 400 个收发器连接到同一条传输线上（1/10 单位负载）
- 接收器输入高阻抗（标准值  $R_{IN}=150k\Omega$ ）
- 半双工配置与工业标准管脚一致
- 共模输入电压范围为 -7V~+12V
- 低功耗（250mW）
- 独立驱动器和接收器使能引脚

### 2.2 引脚框图



俯视图

图 3 SP485R 引脚框图

### 2.3 接收器输入图表

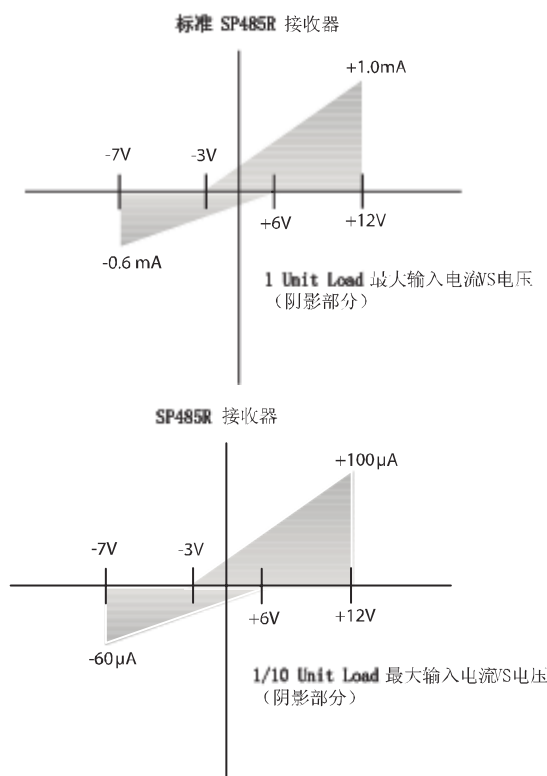


图 4 SP485R 与标准 RS-485 收发器性能比较

由上图可以看出，SP485R 芯片比通用 RS-485 收发器具有更低的功耗；同时，在同一个 RS-485 网络中，可以连接的 SP485R 芯片可以多达 400 个。

### 三、对照型号

作为一个专业的通讯接口器件厂商，Sipex 公司的许多型号 RS-485 收发器都可以与其他公司的 RS-485 收发器可以直接代用。同样，SP485R 芯片引脚完全兼容 Maxim、Texas Instruments 等公司生产的增强型低功耗 RS-485 收发器，并可以直接替换使用，以获得更好的性价比。

表 2 RS-485 收发器替换表

公司	型号	SP485替换	封装
Maxim	通用MAX485系列	SP485	8 PDIP 8 NSOIC
Maxim	MAX1487CPA	SP485RCP	8 PDIP
Maxim	MAX1487CSA	SP485RCN	8 NSOIC
Texas Instruments	SN75ALS176AD	SP485RCN	8 NSOIC
Texas Instruments	SN75ALS176AP	SP485RCP	8 PDIP
Texas Instruments	SN75ALS176BD	SP485RCN	8 NSOIC
Texas Instruments	SN75ALS176BP	SP485RCP	8 PDIP
Texas Instruments	SN75ALS176D	SP485RCN	8 NSOIC
Texas Instruments	SN75ALS176P	SP485RCP	8 PDIP

#### 四、基本 RS-485 电路

下图 5 为一个经常被应用的 SP485R 芯片的示范电路，可以被直接嵌入实际的 RS-485 应用电路中。微处理器的标准串行口通过 RXD 直接连接 SP485R 芯片的 RO 引脚，通过 TXD 直接连接 SP485R 芯片的 DI 引脚。

由微处理器输出的 R/D 信号直接控制 SP485R 芯片的发送器/接收器使能：R/D 信号为“1”，则 SP485R 芯片的接送器有效，接收器禁止，此时微处理器可以向 RS-485 总线发送数据字节；R/D 信号为“0”，则 SP485R 芯片的接送器禁止，接收器有效，此时微处理器可以接收来自 RS-485 总线的数据字节。

连接至 A 引脚的上拉电阻 R7、连接至 B 引脚的下拉电阻 R8 用于保证未连接网络时的 SP485R 芯片处于空闲状态，以提高这一个 RS-485 节点的工作可靠性。

如果将 SP485R 连接至 80C51 系列 MCU 芯片的标准串行口，则 SP485R 芯片的 RO 引脚无需上拉；否则，需要根据实际情况考虑是否在 RO 引脚增加 1 个大约 10K 的上拉电阻。

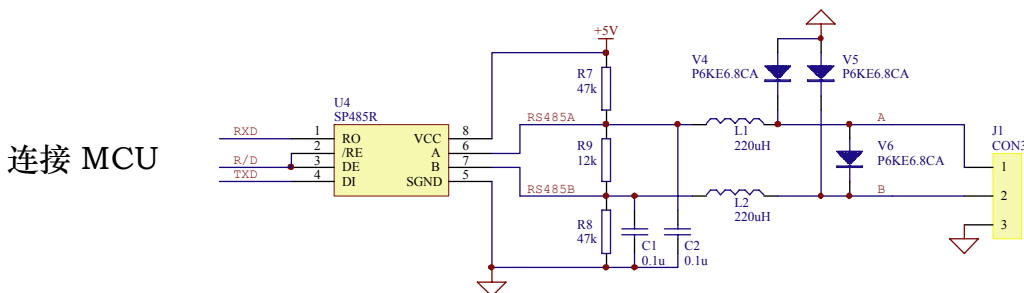


图 5 SP485R 直接连接电路

SP485R 芯片本身集成了有效的 ESD 保护措施。但为了更加可靠地保护 RS-485 网络，确保系统安全，我们通常还会额外增加一些保护电路。电路图中，钳位于 6.8V 的 TVS 管 V4、V5、V6 都是用来保护 RS-485 总线的，避免 RS-485 总线在受外界干扰时（雷击、浪涌）产生的高压损坏 RS-485 收发器。另外，电路中的 L1、L2、C1、C2 是可选安装元件，用于提高电路的 EMI 性能。以上附加的保护电路能够对 SP485R 芯片起到良好的保护效果。

#### 五、隔离 RS-485 电路

下图 6 为一个使用光电隔离方式连接的 SP485R 芯片的示范电路，可以被直接嵌入实际的 RS-485 应用电路中。微处理器的标准串行口的 RXD、TXD 通过光电隔离电路连接 SP485R 芯片的 RO、DI 引脚，控制芯片 R/D 同样经光电隔离电路去控制 SP485R 芯片的 DE 和 RE 引脚。

由微处理器输出的 R/D 信号通过光电隔离器件控制 SP485R 芯片的发送器/接收器使能: R/D 信号为“1”, 则 SP485R 芯片的 DE 和/RE 引脚为“1”, 接送器有效, 接收器禁止, 此时微处理器可以向 RS-485 总线发送数据字节; R/D 信号为“0”, 则 SP485R 芯片的 DE 和/RE 引脚为“0”, 接送器禁止, 接收器有效, 此时微处理器可以接收来自 RS-485 总线的的数据字节。

连接至 A 引脚的上拉电阻 R7、连接至 B 引脚的下拉电阻 R8 用于保证未连接网络时的 SP485R 芯片处于空闲状态, 以提高这一个 RS-485 节点的工作可靠性。

如果将 SP485R 连接至 80C51 系列 MCU 芯片的标准串行口, 则电路中的 RXD 引脚无需上拉; 否则, 需要根据实际情况考虑是否在 RXD 引脚增加 1 个大约 3~10K 的上拉电阻。

使用 DC-DC 器件可以产生 1 组与微处理器电路完全隔离的电源输出, 用于向 RS-485 收发器电路提供+5V 电源。

电路中光耦器件的速率将会影响 RS-485 电路的通讯速率。本图中选用了 NEC 公司的光耦器件 PS2501 芯片, 可以使该 RS-485 电路的通讯速率达到 19200bps; 如果需要达到更高的 RS-485 通讯速率, 则需要选用响应速度更高的光耦器件。

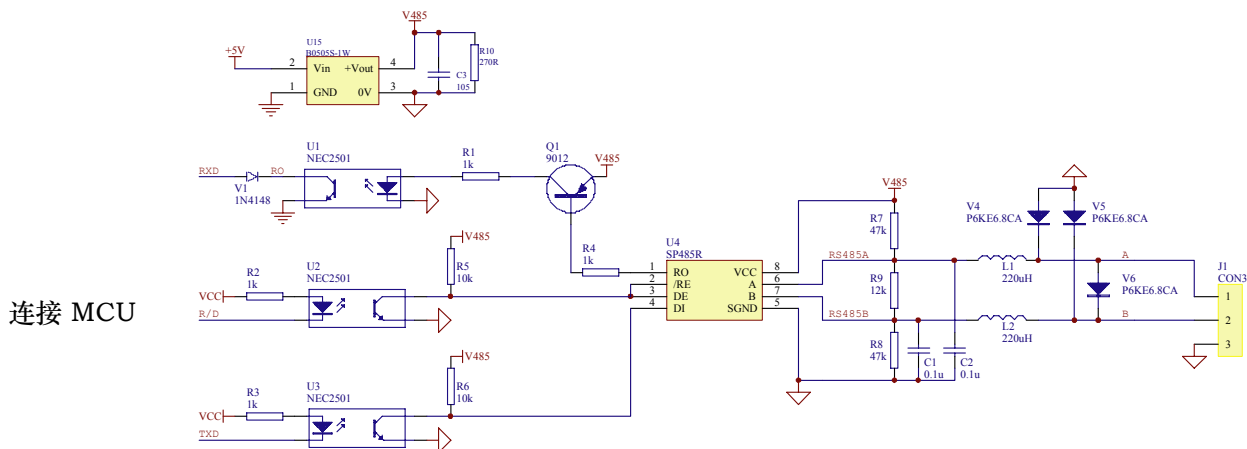


图 6 SP485R 光耦连接电路

SP485R 芯片本身集成了有效的 ESD 保护措施。但为了更加可靠地保护 RS-485 网络, 确保系统安全, 我们通常还会额外增加一些保护电路。当然, 我们使用在上一个电路图中介绍的保护电路, 且同样可以对 SP485R 芯片起到良好的保护效果。

### 六、常用 RS-485 收发器

作为一个专业的通讯接口器件生产厂商, Sipex 公司提供全系列的 RS-232 收发器、RS-485 收发器, 适合于各种不同应用领域、不同设计对象的用户需求。

下表 3 为 Sipex 公司常用 RS-485 收发器列表。如果需要更多的信息, 请浏览周立功网站资料。

表 3 Sipex 公司常用 RS-485 收发器列表

型号	后缀	封装	说明
SP485	CS/CN/ES/EN	NSOIC-8/DIP-8	+5V 低功耗半双工 RS-485 收发器
SP483	CS/CN/ES/EN	NSOIC-8/DIP-8	+5V 低功耗半双工 RS-485 收发器
SP481	CS/CN/ES/EN	NSOIC-8/DIP-8	+5V 低功耗半双工 RS-485 收发器
SP3481	CS/CN/ES/EN	NSOIC-8/DIP-8	+3.3V 低功耗半双工 RS-485 收发器
SP3485	CS/CN/ES/EN	NSOIC-8/DIP-8	+3.3V 低功耗半双工 RS-485 收发器
.....	.....	.....	.....

## 七、设计中的注意之处

### ● 终端匹配电阻

为了匹配网络的通讯阻抗，减少由于不匹配而引起的反射、吸收噪声，有效抑制噪声干扰，提高 RS-485 通讯的可靠性，需要在 RS-485 网络的 2 个端点各安装 1 个终端匹配电阻。终端匹配电阻的大小由传输电缆的特性阻抗所决定。例如，RS-485 网络通常采用双绞线或屏蔽双绞线作为传输介质，其特性阻抗为  $120\ \Omega$ ，因此，RS-485 总线上的两个端点也应各安装 1 个  $120\ \Omega$  的终端匹配电阻。

匹配电阻要消耗较大电流，不适用于功耗限制严格的系统。在特殊的场合，可以考虑比较省电的“RC”匹配方案。

### ● 应用层通信协议

SP485R 芯片用于实现 RS-485 网络的物理层。在一个实际运行的 RS485 网络中，还需要编制基于应用层的通讯协议，以完成预定功能的目标间数据通讯。由 RS-485 网络的传输特性决定，任一时刻在同一物理连接网络中只能存在一个发送节点，多节点同时发送可能会导致 RS-485 总线出现竞争“锁定”；因此，只可以选择单主多从通讯协议作为 RS-485 网络的应用层通信协议，比如 ModBus 协议，或者其他主从协议。

通常使用的通讯数据包格式由引导码、长度码、地址码、命令码、数据、校验码、尾码组成。

### ● 3V-5V 系统的连接

如果使用 5V 微处理器与 SP485R 芯片连接，便不会存在上面的这个问题。其实，大多数 3V、3.3V 的微处理器都可以直接驱动 5V 的 SP485R 芯片，例如 PHILIPS 的 LPC900 系列 8 位 MCU 芯片、LPC2000 系列 32 位 ARM 芯片，技术的关键在于微处理器的 I/O 电平容限。

下面以 3V、5V 混合系统为例，说明不同电平器件接口情况。为保证在混合电压系统中数据交换的可靠性，必须满足输入转换电平的要求，但又不能超过输入电压的限度。各种转换电平的要求如下：

TTL 电平：输入高电平  $V_{IH}$  为 2V 以上；输入低电平  $V_{IL}$  为 0.8V 以下。

CMOS 电平： $V_{IH}$  为  $0.7 \times V_{CC}$  以上； $V_{IL}$  为  $0.3 \times V_{CC}$  以下。

例如  $V_{CC}$  为  $5V \pm 0.5V$  的系统，CMOS 的输入电压  $V_{IH}$  至少是 3.85V，而  $V_{IL}$  必须小于 1.35V。目前大多数所接触到微处理器芯片都是采用 CMOS 工艺。参考《SP485R 芯片数据手册》，SP485R 芯片的逻辑输入的高电平  $V_{IH}$  为 2V 以上，低电平  $V_{IL}$  为 0.8V 以下；逻辑输出的高电平  $V_{OH}$  为 2.4V 以上，低电平  $V_{OL}$  为 0.4V 以下。因此，SP485R 芯片可以与大多数微处理器芯片直接连接。

其实，可以用以下原则来考虑 3V、5V 混合系统：5V TTL 器件可以驱动 3V TTL 输入；3V CMOS/TTL 器件驱动 5V TTL 的输入端也都是可以的；当用 5V CMOS 器件来驱动 3V TTL 输入时，必须小心选择，要选用的 3V 接收器件应具有 5V 的 I/O 容限；但是，3V 输出不能可靠驱动 5V CMOS 输入，需要考虑采用 74LVC4245 电平移位器（8 位）或 74LVC07 电平移位器件（1 位）。

当然，如果微处理器经验证确实不能够与 SP485R 芯片直接连接，选用“SP485R 光耦连接电路”也可以转换逻辑电平，实现混合电压应用系统的 RS-485 节点连接。

### ● RS-485 网络的地线

一般情况下，RS-485 网络仅需要 2 根信号线（A 和 B）即可以进行正常的数据传输。但在一些特殊的应用场合，例如各个 RS-485 节点的地电压存在较大偏差的情况下，需要将地信号作为传输网络中必不可少的一根导线。