

RS-232、RS-422与RS-485通讯协议

1 RS-232、RS-422与RS-485的由来

RS-232、RS-422与RS-485都是串行数据接口标准，最初都是由电子工业协会（EIA）制订并发布的。RS-232在1962年发布，命名为EIA-232-E，作为工业标准以保证不同厂家产品之间的兼容。RS-422由RS-232发展而来，它是为弥补RS-232之不足而提出的。为改进RS-232通信距离短、速率低的缺点，RS-422定义了一种平衡通信接口，将传输速率提高到10Mbps，传输距离延长到4000英尺（速率低于100kbps时），并允许在一条平衡总线上连接最多10个接收器。RS-422是一种单机发送、多机接收的单向、平衡传输规范，被命名为TIA/EIA-422-A标准。为扩展应用范围，EIA又于1983年在RS-422基础上制定了RS-485标准，增加了多点、双向通信能力，即允许多个发送器连接到同一条总线上，同时增加了发送器的驱动能力和冲突保护特性，扩展了总线共模范围，后命名为TIA/EIA-485-A标准。由于EIA提出的建议标准都是以“RS”作为前缀，所以在通讯工业领域，仍然习惯将上述标准以RS作前缀称谓。

RS-232、RS-422与RS-485标准只对接口的电气特性做出规定，而不涉及接插件、电缆或协议，在此基础上用户可以建立自己的高层通信协议。

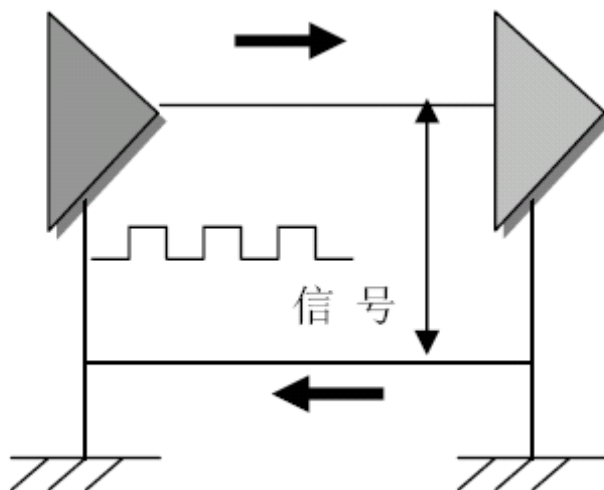
规定		RS232	RS422	R485
工作方式		单端	差分	差分
节点数		1收、1发	1发10收	1发32收
最大传输电缆长度		50英尺	400英尺	400英尺
最大传输速率		20Kb/S	10Mb/s	10Mb/s
最大驱动输出电压		+/-25V	-0.25V ~ +6V	-7V ~ +12V
驱动器输出信号电平（负载最小值）	负载	+/-5V ~ +/-15V	+/-2.0V	+/-1.5V
驱动器输出信号电平（空载最大值）	空载	+/-25V	+/-6V	+/-6V
驱动器负载阻抗（ ）		3K ~ 7K	100	54
摆率（最大值）		30V/ μs	N/A	N/A
接收器输入电压范围		+/-15V	-10V ~ +10V	-7V ~ +12V
接收器输入门限		+/-3V	+/-200mV	+/-200mV
接收器输入电阻（ ）		3K ~ 7K	4K(最小)	12K
驱动器共模电压			-3V ~ +3V	-1V ~ +3V
接收器共模电压			-7V ~ +7V	-7V ~ +12V

2 RS-232串行接口标准

RS-232标准（协议）的全称是EIA-RS-232标准，其中EIA(Electronic Industry Association)代表美国电子工业协会，RS (ecommeded standard) 代表推荐标准，232是标识号。它规定连接电缆和机械、电气特性、信号功能及传送过程。

RS-232标准最初是远程通信连接数据终端设备DTE(Data Terminal Equipment)与数据通信设备DCE(Data Communication Equipment)而制定的。RS-232标准中所提到的“发送”和“接收”，都是站在DTE立场上，而不是站在DCE的立场来定义的。由于在计算机系统中，往往是CPU和I/O设备之间传送信息，两者都是DTE，因此双方都能发送和接收。

目前RS-232是PC机与通信工业中应用最广泛的一种串行接口。RS-232被定义为一种在低速率串行通讯中增加通讯距离的单端标准。RS-232采取不平衡传输方式，即所谓单端通讯。



RS-232通讯

- 电气特性

EIA-RS-232对电气特性、逻辑电平和各种信号线功能都作了规定。

在TxD和RxD上：逻辑1(MARK)=-3V ~ -15V

逻辑0(SPACE)=+3 ~ +15V

在RTS、CTS、DSR、DTR和DCD等控制线上：

信号有效（接通，ON状态，正电压）=+3V ~ +15V

信号无效（断开，OFF状态，负电压）=-3V ~ -15V

- 连接器的机械特性：

连接器：由于RS-232C并未定义连接器的物理特性，因此，出现了DB-25、DB-15和DB-9各种类型的连接器，其引脚的定义也各不相同。下面主要介绍DB-25和DB-9两种连接器。

(1) DB-25：PC和XT机采用DB-25型连接器。DB-25连接器定义了25根信号线，分为4组：

异步通信的9个电压信号（含信号地SG）2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 20, 22

20mA电流环信号 9个（12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 23, 24）

空6个（9, 10, 11, 18, 21, 25）

保护地（PE）1个，作为设备接地端（1脚）

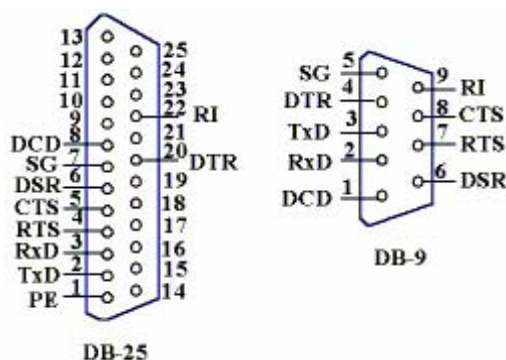
DB-25型连接器的外形及信号线分配如图3所示。注意，20mA电流环信号仅IBM PC和IBM PC/XT机提供，至AT机及以后，已不支持。

(2) DB-9连接器

在AT机及以后，不支持20mA电流环接口，使用DB-9连接器，作为提供多功能I/O卡或主板上COM1和COM2两个串行接口的连接器。它只提供异步通信的9个信号。DB-25型连接器的引脚分配与DB-25型引脚信号完全不同。因此，若与配接DB-25型连接器的DCE设备连接，必须使用专门的电缆线。

电缆长度：在通信速率低于20kb/s时，RS-232C所直接连接的最大物理距离为15m（50英尺）。

最大直接传输距离说明：RS-232C标准规定，若不使用MODEM，在码元畸变小于4%的情况下，DTE和DCE之间最大传输距离为15m（50英尺）。可见这个最大的距离是在码元畸变小于4%的前提下给出的。为了保证码元畸变小于4%的要求，接口标准在电气特性中规定，驱动器的负载电容应小于2500pF。



RS-232 DB25、DB9连接器引脚

● RS-232的接口信号

RS-232标准接口有25条线，4条数据线、11条控制线、3条定时线、7条备用和未定义线，常用的只有9根，它们是：

(1) 联络控制信号线：

数据装置准备好（Data set ready-DSR）——有效时（ON）状态，表明MODEM处于可以使用的状态。

数据终端准备好（Data set ready-DTR）——有效时（ON）状态，表明数据终端可以使用。

这两个信号有时连到电源上，一上电就立即有效。这两个设备状态信号有效，只表示设备本身可用，并不说明通信链路可以开始进行通信了，能否开始进行通信要由下面的控制信号决定。

请求发送（Request to send-RTS）——用来表示DTE请求DCE发送数据，即当终端要发送数据时，使该信号有效（ON状态），向MODEM请求发送。它用来控制MODEM是否要进入发送状态。

允许发送（Clear to send-CTS）——用来表示DCE准备好接收DTE发来的数据，是对请求发送信号RTS的响应信号。当MODEM已准备好接收终端传来的数据，并向前发送时，使该信号有效，通知终端开始沿发送数据线TxD发送数据。

这对RTS/CTS请求应答联络信号是用于半双工MODEM系统中发送方式和接收方式之间的

切换。在全双工系统中作发送方式和接收方式之间的切换。在全双工系统中，因配置双向通道，故不需要RTS/CTS联络信号，使其变高。

接收线信号检出(Received Line detection-RLSD)——用来表示DCE已接通通信链路，告知DTE准备接收数据。当本地的MODEM收到由通信链路另一端（远地）的MODEM送来的载波信号时，使RLSD信号有效，通知终端准备接收，并且由MODEM将接收下来的载波信号解调成数字两数据后，沿接收数据线RxD送到终端。此线也叫做数据载波检出(Data Carrier detection-DCD)线。

振铃指示(Ringing-RI)——当MODEM收到交换台送来的振铃呼叫信号时，使该信号有效（ON状态），通知终端，已被呼叫。

(2) 数据发送与接收线：

发送数据(Transmitted data-TxD)——通过TxD终端将串行数据发送到MODEM，(DTE DCE)。

接收数据(Received data-RxD)——通过RxD线终端接收从MODEM发来的串行数据，(DCE DTE)。

(3) 地线

有两根线SG、PG——信号地和保护地信号线，无方向。

上述控制信号线何时有效，何时无效的顺序表示了接口信号的传送过程。例如，只有当DSR和DTR都处于有效（ON）状态时，才能在DTE和DCE之间进行传送操作。若DTE要发送数据，则预先将DTR线置成有效(ON)状态，等CTS线上收到有效(ON)状态的回答后，才能在TxD线上发送串行数据。这种顺序的规定对半双工的通信线路特别有用，因为半双工的通信才能确定DCE已由接收方向改为发送方向，这时线路才能开始发送。

2个数据信号：发送TXD；接收RXD。

1个信号地线：SG。

6个控制信号：

DSR；数传机（即modem）准备好，Data Set Ready。

DTR；数据终端（DTE即微机接口电路，如Intel8250/8251,16550）准备好，Data Terminal Ready。

RTS；DTE请求DCE发送(Request To Send)。

CTS；DCE允许DTE发送（Clear To Send），该信号是对RTS信号的回答。

DCD；数据载波检出，Data Carrier Detection当本地DCE设备（Modem）收到对方的DCE设备送来的载波信号时，使DCD有效，通知DTE准备接收，并且由DCE将接收到的载波信号解调为数字信号，经RXD线送给DTE。

RI；振铃信号 Ringing当DCE收到交换机送来的振铃呼叫信号时，使该信号有效，通知DTE已被呼叫。

引脚	CCITT	Modem	名称	说明	用途	
					异步	同步
1	101	AA	保护地	设备外壳接地	PE	PE
2	103	BA	发送数据	数据送Modem	TXD	
3	104	BB	接收数据	从Modem接收数据	RXD	
4	105	CA	请求发送	在半双工时控制发送器的开和关	RTS	

5	106	CB	允许发送	Modem允许发送	CTS	
6	107	CC	数据终端准备好	Modem准备好	DSR	
7	102	AB	信号地	信号公共地	SG	SG
8	109	CF	载波信号检测	Modem正在接收另一端送来的信号	DCD	
9			空			
10			空			
11			空			
12			接收信号检测(2)	在第二通道检测到信号		
13			允许发送(2)	第二通道允许发送		
14	118		发送数据(2)	第二通道发送数据		
15	113	DA	发送器定时	为Modem提供发送器定时信号		
16	119		接收数据(2)	第二通道接收数据		
17	115	DD	接收器定时	为接口和终端提供定时		
18			空			
19			请求发送(2)	连接第二通道的发送器		
20	108	CD	数据终端准备好	数据终端准备好	DTR	
21			空			
22	125		振铃	振铃指示	RI	
23	111	CH	数据率选择	选择两个同步数据率		
24	114	DB	发送器定时	为接口和终端提供定时		
25			空			

● 近距离通信

当通信距离较近时，只需使用少数几根信号线就可实现数据通信。最简单的情况只需三根线（发送线、接收线、信号地线）便可实现全双工异步串行通信。

无Modem时，最大通信距离按如下方式计算：

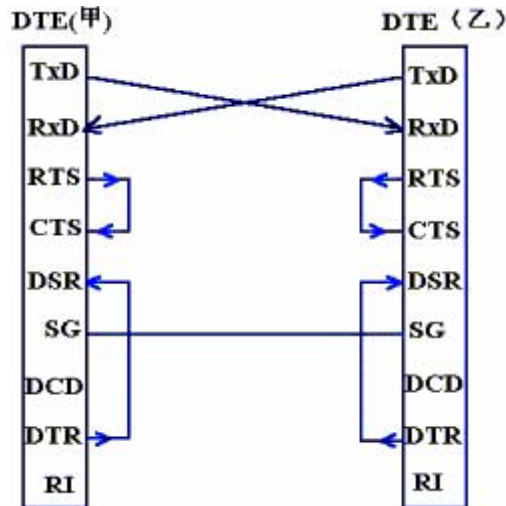
RS-232C标准规定：当误码率小于4%时，要求导线的电容值应小于2500PF。

对于普通导线，其电容值约为170PF/M。则允许距离 $L=2500PF / (170PF/M) = 15M$ 。这一距离的计算，是偏于保守的，实际应用中，当使用9600bps，普通双绞

屏蔽线时，距离可达30~35米。

1、零Modem 的最简连线（3线制）

下图是零MODEM方式的最简单连接（即三线连接），图中的2号线与3号线交叉连接是因为在直连方式时，把通信双方都当作数据终端设备看待，双方都可发也可收。在这种方式下，通信双方的任何一方，只要请求发送RTS有效和数据终端准备好DTR有效就能开始发送和接收。



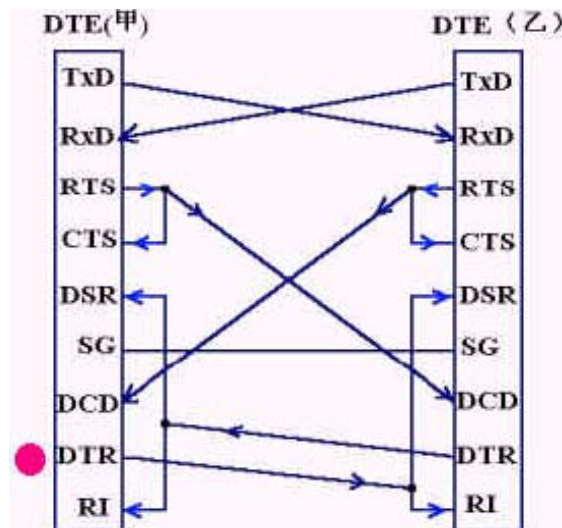
(1) RTS与CTS互联：只要请求发送，立即得到允许

(2) DTR与DSR互联：只要本端准备好，认为本端立即可以接收（DSR、数传机准备好）。

2、零Modem标准连接：

如果想在直接连接时，而又考虑到RS-232的联络控制信号，则采用零MODEM方式的标准连接方法，其通信双方信号线安排如下1-2-3-4-5顺序所演示的那样。

无Modem的标准联线（7线制）如下图所示：



从中可以看出，RS-232接口标准定义的所有信号线都用到了，并且是按照DTE和DCE之间信息交换协议的要求进行连接的，只不过是把DTE自己发出的信号线送过来，当作对方DCE发来的信号，因此，又把这种连接称为双叉环回接口。

双方的握手信号关系如下：

(1) 当甲方的DTE准备好，发出DTR信号，该信号直接联至乙方的RI（振铃信号）和DSR（数传机准备好）。即只要甲方准备好，乙方立即产生呼叫（RI）有效，并同时准备好（DSR）。尽管此时乙方并不存在DCE（数传机）。

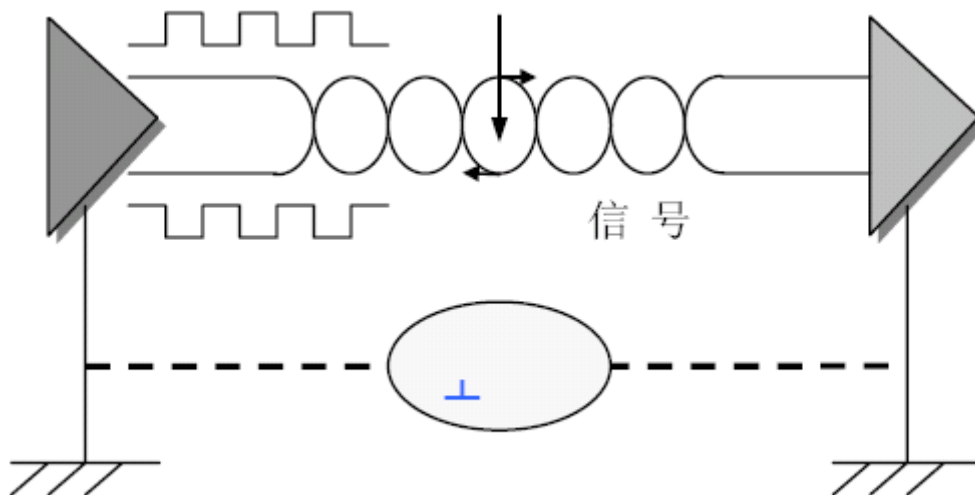
(2) 甲方的RTS和CTS相连，并与乙方的DCD互连。即：一旦甲方请求发送（RTS），便立即得到允许（CTS），同时，使乙方的DCD有效，即检测到载波信号。

(3) 甲方的TXD与乙方的RXD相连，一发一收。

3 RS-422与RS-485串行接口标准

(一) 平衡传输

RS-422、RS-485与RS-232不一样，数据信号采用差分传输方式，也称作平衡传输，它使用一对双绞线，传输方式如下图所示。



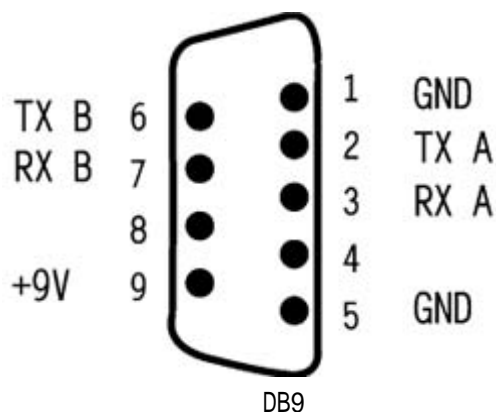
RS-422/485通讯

RS-485的信号传送出去时会分成正负两条线路，当到达接收端后，再将信号相减还原成原来的信号。如果将原始信号表示成DT，而被分开的信号表示成D+和D-，则原始信号与离散的信号由传送端送出去时的运算关系如下： $DT=(D+)-(D-)$ 。同样，接收端在接收到信号后，也按照上式将信号还原成原来的样子。

在RS-485中还有一个“使能”端，而在RS-422中这是可用可不用的。“使能”端是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”，即它是有别于逻辑“1”与“0”的第三态。

(二) RS-422电气规定

RS-422标准全称是“平衡电压数字接口电路的电气特性”，它定义了接口电路的特性。图A-6是DB9连接器引脚定义。由于接收器采用高输入阻抗和发送驱动器比RS232更强的驱动能力，故允许在相同传输线上连接多个接收节点，最多可接10个节点。即一个主设备（Master），其余为从设备（Slave），从设备之间不能通信，所以RS-422支持点对多的双向通信。RS-422四线接口由于采用单独的发送和接收通道，因此不必控制数据方向，各装置之间任何必须的信号交换均可以按软件方式（XON/XOFF握手）或硬件方式（一对单独的双绞线）实现。



RS-422的最大传输距离为4000英尺（约1219米），最大传输速率为10Mb/s。其平衡双绞线的长度与传输速率成反比，在100kb/s速率以下，才可能达到最大传输距离。只有在很短的距离下才能获得最高速率传输。一般100米长的双绞线上所能获得的最大传输速率仅为1Mb/s。

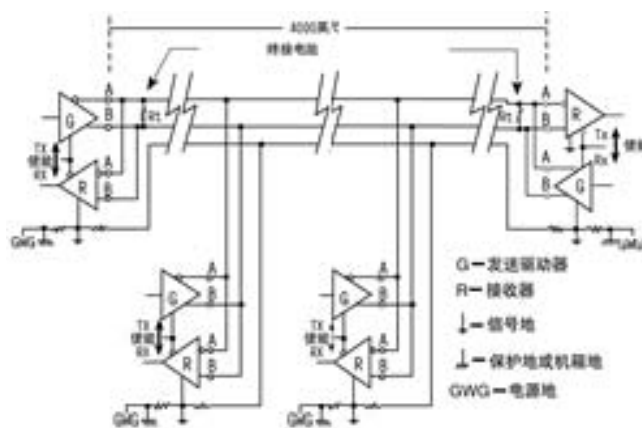
RS-422需要一终接电阻，要求其阻值约等于传输电缆的特性阻抗。在短距离传输时可不需终接电阻，即一般在300米以下不需终接电阻。终接电阻接在传输电缆的最远端。

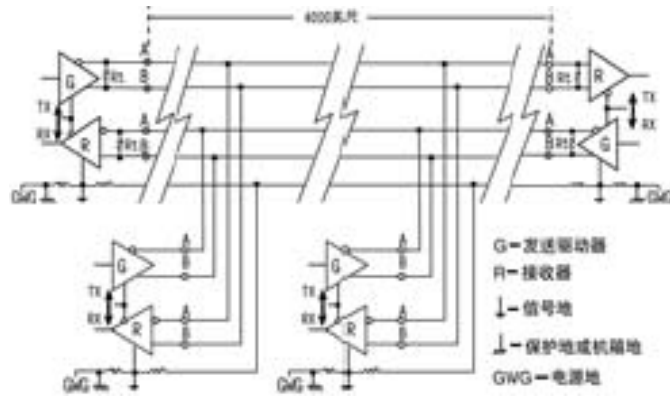
RS-422有关电气参数见表1

(三)RS-485电气规定

由于RS-485是从RS-422基础上发展而来的，所以RS-485许多电气规定与RS-422相似。如都采用平衡传输方式、都需要在传输线上接终接电阻等。RS-485可以采用二线与四线方式，二线制可实现真正的多点双向通信，参见下图。

而采用四线连接时，与RS-422一样只能实现点对多的通信，即只能有一个主（Master）设备，其余为从设备，但它比RS-422有改进，无论四线还是二线连接方式总线上可多接到32个设备。





RS-485与RS-422的不同还在于其共模输出电压是不同的，RS-485是-7V至+12V之间，而RS-422在-7V至+7V之间，RS-485接收器最小输入阻抗为12kΩ，RS-422是4kΩ；旧标准RS-485满足所有RS-422的规范，所以RS-485的驱动器可以用在RS-422网络中应用。

RS-485有关电气规定参见表1。

RS-485与RS-422一样，其最大传输距离约为1219米，最大传输速率为10Mb/s。平衡双绞线的长度与传输速率成反比，在100kb/s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100米长双绞线最大传输速率仅为1Mb/s。

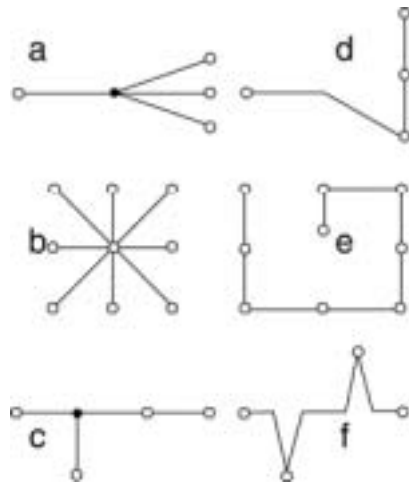
RS-485需要2个终端电阻，其阻值要求等于传输电缆的特性阻抗。在短距离传输时可不需终端电阻，即一般在300米以下不需终端电阻。终端电阻接在传输总线的两端。

(四)RS-422与RS-485的网络安装注意要点

RS-422可支持10个节点，RS-485支持32个节点，因此多节点构成网络。网络拓扑一般采用终端匹配的总线型结构，不支持环形或星形网络。在构建网络时，应注意如下几点：

1. 采用一条双绞线电缆作总线，将各个节点串接起来，从总线到每个节点的引出线长度应尽量短，以便使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。图A-9所示为实际应用中常见的一些错误连接方式(a, c, e)和正确的连接方式(b, d, f)。a, c, e这三种网络连接尽管不正确，在短距离、低速率仍可能正常工作，但随着通信距离的延长或通信速率的提高，其不良影响会越来越严重，主要原因是信号在各支路末端反射后与原信号叠加，会造成信号质量下降。

2. 应注意总线特性阻抗的连续性，在阻抗不连续点就会发生信号的反射。下列几种情况易产生这种不连续性：总线的不同区段采用了不同电缆，或某一段总线上有过多收发器紧靠在一起安装，再者是过长的分支线引出到总线。总之，应该提供一条单一、连续的信号通道作为总线。



图A-9 连线方式

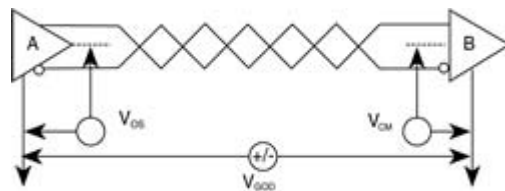
(五)RS-422与RS-485传输线上匹配的一些说明

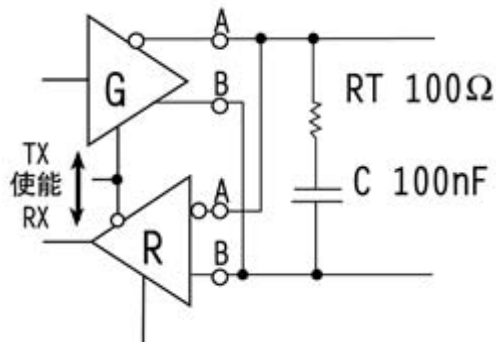
对RS-422与RS-485总线网络一般要使用终接电阻进行匹配。但在短距离与低速率下可以不用考虑终端匹配。那么在什么情况下不用考虑匹配呢？理论上，在每个接收数据信号的中点进行采样时，只要反射信号在开始采样时衰减到足够低就可以不考虑匹配。但这在实际难以掌握，美国MAXIM公司有篇文章提到一条经验性的原则可以用来判断在什么样的数据速率和电缆长度时需要进行匹配：当信号的转换时间（上升或下降时间）超过电信号沿总线单向传输所需时间的3倍以上时就可以不加匹配。例如具有有限斜率特性的RS-485接口MAX483输出信号的上升或下降时间最小为250ns，典型双绞线上的信号传输速率约为0.2m/ns（24AWG PVC电缆），那么只要数据速率在250kb/s以内、电缆长度不超过16米，采用MAX483作为RS-485接口时就可以不加终端匹配。

一般终端匹配采用终接电阻方法，RS-422在总线电缆的远端并接电阻，RS-485则应在总线电缆的开始和末端都并接终接电阻。终接电阻一般在RS-422网络中取100Ω，在RS-485网络中取120Ω。相当于电缆特性阻抗的电阻，因为大多数双绞线电缆特性阻抗大约在100Ω~120Ω。这种匹配方法简单有效，但有一个缺点，匹配电阻要消耗较大功率，对于功耗限制比较严格的系统不太适合。

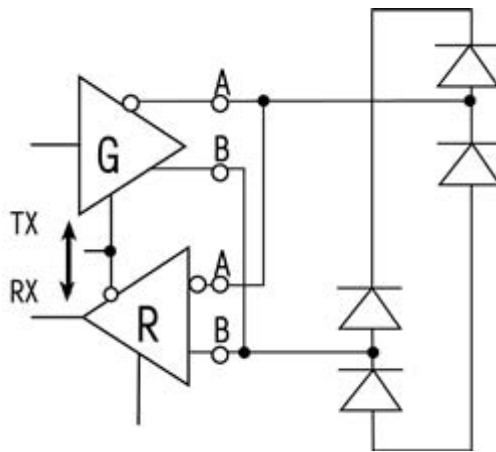
另外一种比较省电的匹配方式是RC匹配，如图A-10。利用一只电容C隔断直流成分可以节省大部分功率。但电容C的取值是个难点，需要在功耗和匹配质量间进行折衷。

还有一种采用二极管的匹配方法，如图A-11。这种方案虽未实现真正的“匹配”，但它利用二极管的钳位作用能迅速削弱反射信号，达到改善信号质量的目的。节能效果显著。





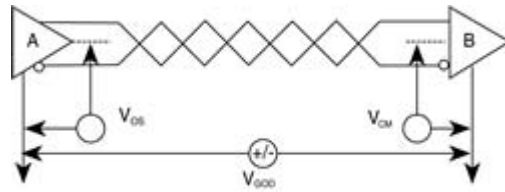
图A-10



图A-11

电子系统接地是很重要的，但常常被忽视。接地处理不当往往会导致电子系统不能稳定工作甚至危及系统安全。RS-422与RS-485传输网络的接地同样也是很重要的，因为接地系统不合理会影响整个网络的稳定性，尤其是在工作环境比较恶劣和传输距离较远的情况下，对于接地的要求更为严格。否则接口损坏率较高。很多情况下，连接RS-422、RS-485通信链路时只是简单地用一对双绞线将各个接口的“ A ”、“ B ”端连接起来。而忽略了信号地的连接，这种连接方法在许多场合是能正常工作的，但却埋下了很大的隐患，这有下面二个原因：

1. 共模干扰问题：正如前文已述，RS-422与RS-485接口均采用差分方式传输信号方式，并不需要相对于某个参照点来检测信号，系统只需检测两线之间的电位差就可以了。但人们往往忽视了收发器有一定的共模电压范围，如RS-422共模电压范围为-7 ~ +7V，而RS-485收发器共模电压范围为-7 ~ +12V，只有满足上述条件，整个网络才能正常工作。当网络线路中共模电压超出此范围时就会影响通信的稳定可靠，甚至损坏接口。以图3 - 12为例，当发送驱动器A向接收器B发送数据时，发送驱动器A的输出共模电压为 V_{OS} ，由于两个系统具有各自独立的接地系统，存在着地电位差 V_{GPD} 。那么，接收器输入端的共模电压 V_{CM} 就会达到 $V_{CM}=V_{OS}+V_{GPD}$ 。RS-422与RS-485标准均规定 $V_{OS} \leq 3V$ ，但 V_{GPD} 可能会有很大幅度（十几伏甚至数十伏），并可能伴有强干扰信号，致使接收器共模输入 V_{CM} 超出正常范围，并在传输线路上产生干扰电流，轻则影响正常通信，重则损坏通信接口电路。



图A-12

2. (EMI) 问题：发送驱动器输出信号中的共模部分需要一个返回通路，如没有一个低阻的返回通道（信号地），就会以辐射的形式返回源端，整个总线就会像一个巨大的天线向外辐射电磁波。

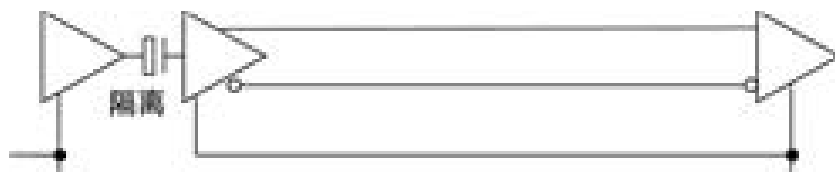
由于上述原因，RS-422、RS-485尽管采用差分平衡传输方式，但对整个RS-422或RS-485网络，必须有一条低阻的信号地。一条低阻的信号地将两个接口的工作地连接起来，使共模干扰电压 V_{GPD} 被短路。这条信号地可以是额外的一条线（非屏蔽双绞线），或者是屏蔽双绞线的屏蔽层。这是最通常的接地方法。

值得注意的是，这种做法仅对高阻型共模干扰有效，由于干扰源内阻大，短接后不会形成很大的接地环路电流，对于通信不会有很大影响。当共模干扰源内阻较低时，会在接地线上形成较大的环路电流，影响正常通信。可以采取以下三种措施：

(1) 如果干扰源内阻不是非常小，可以在接地线上加限流电阻以限制干扰电流。接地电阻的增加可能会使共模电压升高，但只要控制在适当的范围内就不会影响正常通信。

(2) 采用浮地技术，隔断接地环路。这是较常用也是十分有效的一种方法，当共模干扰内阻很小时上述方法已不能奏效，此时可以考虑将引入干扰的节点（例如处于恶劣的工作环境的现场设备）浮置起来（也就是系统的电路地与机壳或大地隔离），这样就隔断了接地环路，不会形成很大的环路电流。

(3) 采用隔离接口。有些情况下，出于安全或其它方面的考虑，电路地必须与机壳或大地相连，不能悬浮，这时可以采用隔离接口来隔断接地回路，但是仍然应该有一条地线将隔离侧的公共端与其它接口的工作地相连。参见图A-13。



图A - 13

(六)RS-422与RS-485的网络失效保护

RS-422与RS-485标准都规定了接收器门限为200mA，这样规定能够提供比较高的噪声抑制能力，如前文所述，当接收器A电平比B电平高+200mV以上时，输出为正逻辑，反之，则输出为负逻辑。但由于第三态的存在，即在主机在发端发完一个信息数据后，将总线置于第三态，即总线空闲时没有任何信号驱动总线，使AB之间的电压在-200 ~ +200mV直至趋于0V，这带来了一个问题：接收器输出状态不确定。如果接收机的输出为0V，网络中从机将把其解释为一个新的启动位，并试图读取后续字节，由于永远不会有停止位，产生一个帧错误结果，不再有设备请求总线，网络陷于瘫痪状态。除上述所述的总线空闲会造成两线电压差低于

200mV的情况外，开路或短路时也会出现这种情况。故应采取一定的措施避免接收器处于不确定状态。

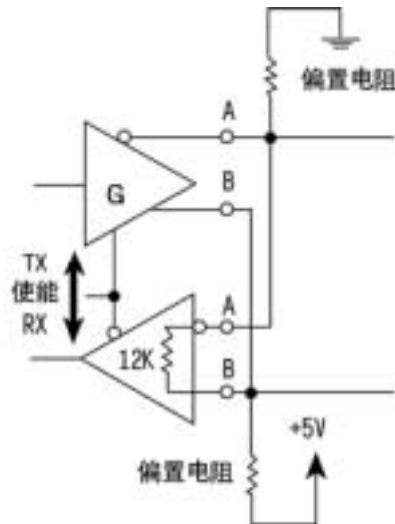


图 A-14

通常是在总线上加偏置，当总线空闲或开路时，利用偏置电阻将总线偏置在一个确定的状态（差分电压 -200mV ）。如图A-14。将A上拉到地，B下拉到5V，电阻的典型值是 1k ，具体数值随电缆的电容变化而变化。

上述方法是比较经典的方法，但它仍然不能解决总线短路时的问题，有些厂家将接收门限移到 $-200\text{mV}/-50\text{mV}$ ，可解决这个问题。例如Maxim公司的MAX3080系列RS-485接口，不仅省去了外部偏置电阻，而且解决了总线短路情况下的失效保护问题。

（七）RS-422 与 RS-485 的瞬态保护

前文提到的信号接地措施，只对低频率的共模干扰有保护作用，对于频率很高的瞬态干扰就无能为力了。由于传输线对高频信号而言就是相当于电感，因此对于高频瞬态干扰，接地线实际等同于开路。这样的瞬态干扰虽然持续时间短暂，但可能会有成百上千伏的电压。

实际应用环境下还是存在高频瞬态干扰的可能。一般在切换大功率感性负载如电机、变压器、继电器等或闪电过程中都会产生幅度很高的瞬态干扰，如果不加以适当防护就会损坏RS-422或RS-485通信接口。对于这种瞬态干扰可以采用隔离或旁路的方法加以防护。

1. 隔离保护方法。这种方案实际上将瞬态高压转移到隔离接口中的电隔离层上，由于隔离层的高绝缘电阻，不会产生损害性的浪涌电流，起到保护接口的作用。通常采用高频变压器、光耦等元件实现接口的电气隔离，已有器件厂商将所有这些元件集成在一片IC中，使用起来非常简便，如Maxim公司的MAX1480/MAX1490，隔离电压可达2500V。这种方案的优点是可以承受高电压、持续时间较长的瞬态干扰，实现起来也比较容易，缺点是成本较高。

2. 旁路保护方法。这种方案利用瞬态抑制元件（如TVS、MOV、气体放电管等）将危害性的瞬态能量旁路到大地，优点是成本较低，缺点是保护能力有限，只能保护一定能量以内的瞬态干扰，持续时间不能很长，而且需要有一条良好的连接大地的通道，实现起来比较困难。实际应用中是将上述两种方案结合起来灵活加以运用，如图14。在这种方法中，隔离接口对大幅度瞬态干扰进行隔离，旁路元件则保护隔离接口不被过高的瞬态电压击穿。

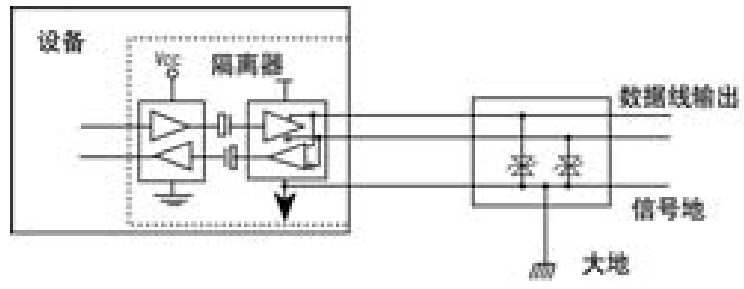


图 A-15