

串行通信接线规范与知识手册

适用范围：嵌入式开发、工业设备调试、消防设备配接

目录

- [1. TTL 电平串口](#)
- [2. RS232](#)
- [3. RS485](#)
- [4. CAN 总线](#)
- [5. 各接口对比速查表](#)
- [6. 常见接线错误与排查](#)

1. TTL 电平串口

1.1 电气特性

参数	值
逻辑高 (1)	2.4V ~ VCC (通常 3.3V 或 5V)
逻辑低 (0)	0V ~ 0.4V
典型电压	3.3V 系统 / 5V 系统
传输距离	< 1 m (板级通信)
最高波特率	理论无限制, 实际受走线寄生电容限制
拓扑	点对点

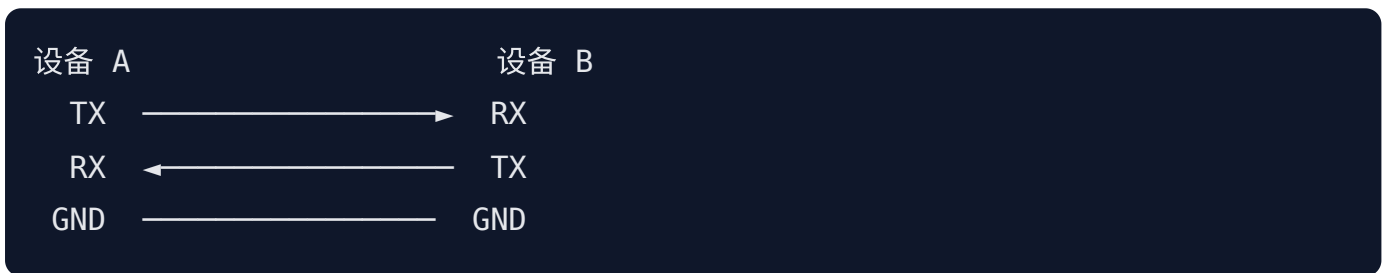
1.2 信号定义

引脚	方向 (MCU视角)	说明
----	------------	----

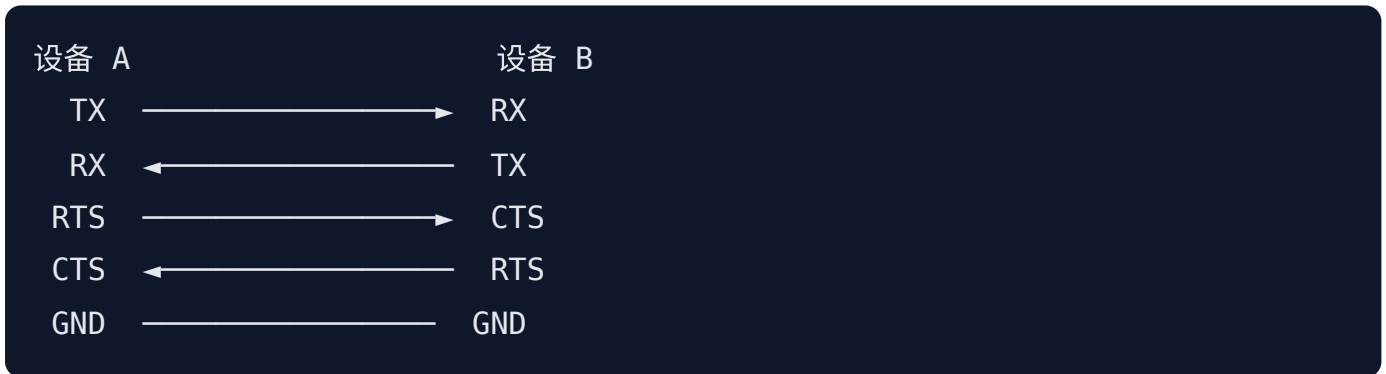
TX	输出	发送数据
RX	输入	接收数据
GND	参考	共地
RTS	输出 (可选)	请求发送 (硬件流控)
CTS	输入 (可选)	允许发送 (硬件流控)

1.3 接线方法

最简双机互联 (3线):



带硬件流控 (5线):



1.4 注意事项

- **3.3V 与 5V 混用**: 3.3V MCU 的 RX 引脚不可直接接 5V TTL TX, 需加分压电阻 (10kΩ + 20kΩ) 或电平转换芯片 (如 TXS0102)。
- TX 与 TX 不能直连, RX 与 RX 不能直连 (交叉连接)。
- 调试时可用 USB-TTL 模块 (CH340、CP2102、FT232) 连接 PC。

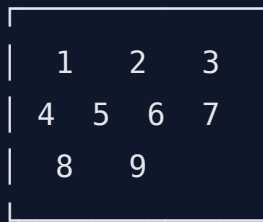
2. RS232

2.1 电气特性

参数	值
逻辑高 (Mark/1)	-3V ~ -15V
逻辑低 (Space/0)	+3V ~ +15V
典型电压	±12V
传输距离	≤ 15 m (标准), 低速可达 30 m
最高波特率	20 kbps (标准), 实际可达 115200 bps
拓扑	点对点, 单端

⚠️ RS232 逻辑电平与 TTL 极性相反, 需专用芯片 (MAX232、SP3232) 转换。

2.2 DB9 接口引脚定义



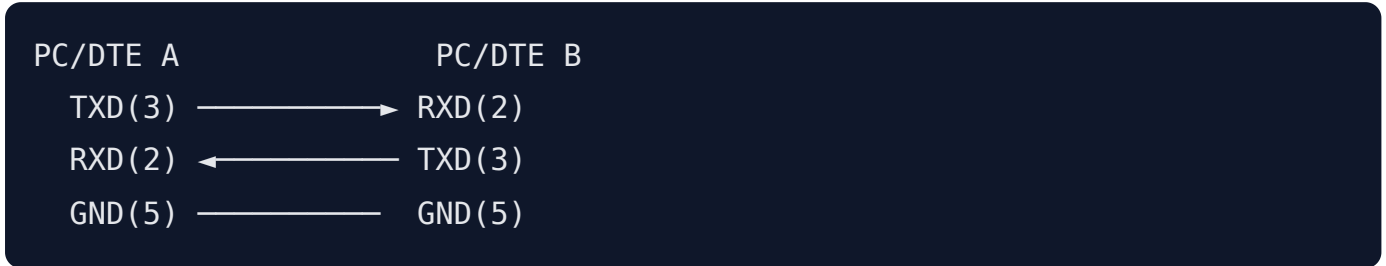
← 俯视公头 (针)

引脚	信号	方向 (DTE/PC视角)	说明
1	DCD	输入	数据载波检测
2	RXD	输入	接收数据
3	TXD	输出	发送数据
4	DTR	输出	数据终端就绪
5	GND	参考	信号地
6	DSR	输入	数据设备就绪
7	RTS	输出	请求发送
8	CTS	输入	允许发送

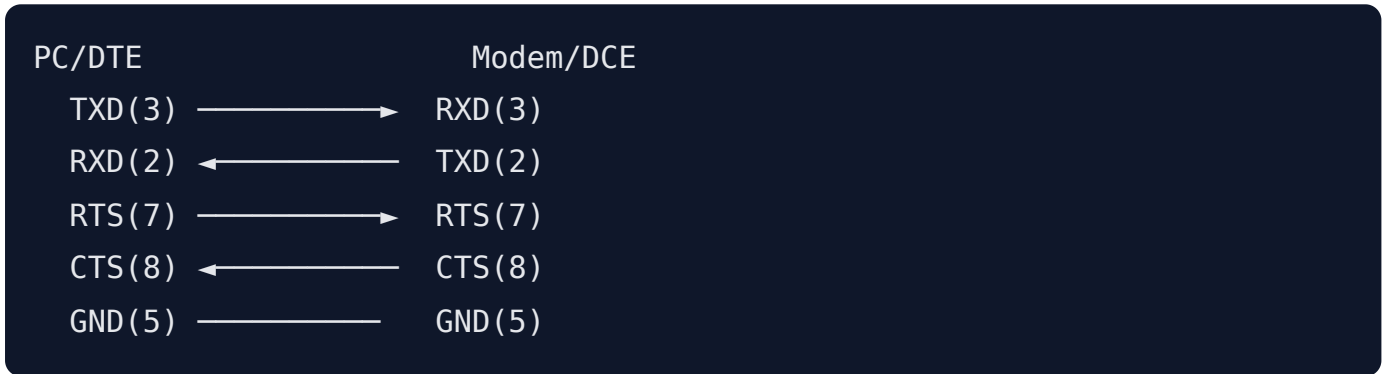
9	RI	输入	振铃指示
---	----	----	------

2.3 接线方法

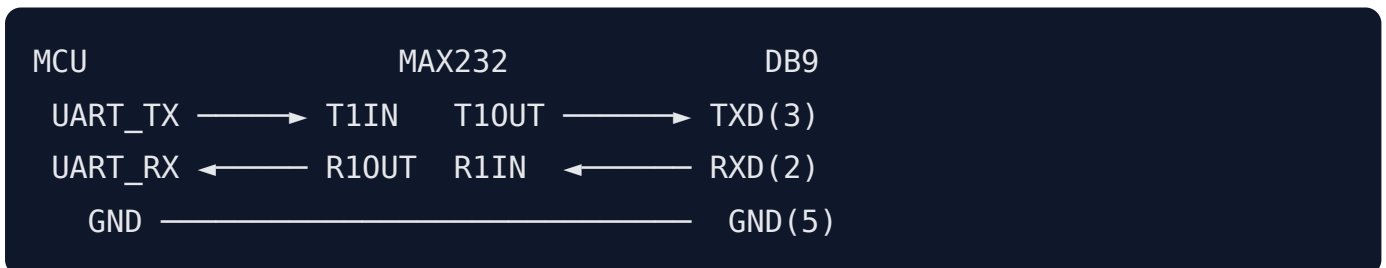
最简 3 线连接 (DTE ↔ DTE):



DTE ↔ DCE (直连, 如 PC 连 Modem):



MCU 通过 MAX232 连接 DB9:



MAX232 外围电路: 4 个 0.1μF 电容 (C1~C4), 连接 V+/V-/C1+/C1-/C2+/C2- 引脚 (参考数据手册)。

2.4 注意事项

- RS232 只支持点对点, 不可总线连接多设备。
- 长距离布线需注意屏蔽, 避免干扰; 超过 15 m 建议改用 RS485。
- 热插拔时注意 ESD 保护, MAX232 系列内置 ±15kV ESD 防护。
- DB9 公头 (针) 通常为 DTE (PC/MCU 侧), 母头 (孔) 通常为 DCE (设备侧), 直连线对应使用交叉线。

3. RS485

3.1 电气特性

参数	值
差分电压（逻辑1）	$A - B > +200 \text{ mV}$
差分电压（逻辑0）	$A - B < -200 \text{ mV}$
共模范围	$-7\text{V} \sim +12\text{V}$
传输距离	$\leq 1200 \text{ m}$ （100 kbps）
最高波特率	10 Mbps（短距离）
最大节点数	32 个（标准负载），256+ 个（1/8 负载芯片如 MAX485E）
拓扑	总线型（半双工） / 4 线全双工

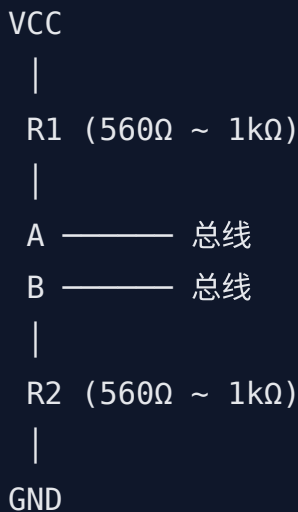
3.2 信号定义

信号	别名	说明
A	D+、TXD+	差分正线
B	D-、TXD-	差分负线

不同厂家标注可能不同：有些设备用 A=正、B=负；少数设备**标注相反**，接线时以实测为准。

3.3 接线方法

半双工 2 线制（最常见）：



部分 RS485 芯片（如 MAX3485）内置偏置，无需外加。

3.6 方向控制（RE/DE）

半双工 RS485 芯片（MAX485 等）需控制收发方向：

DE	RE	模式
1	1	发送
0	0	接收
0	1	高阻（断开总线）

通常将 DE 和 RE 接同一 GPIO，发送时拉高，接收时拉低。发送完成后**立即**拉低切回接收，避免占用总线。

3.7 布线规范

- 使用**屏蔽双绞线**（推荐 0.5 mm^2 以上），屏蔽层单端接地（主机侧）。
- 总线拓扑为**菊花链**（手拉手），避免星型拓扑；若必须分支，分支线 $< 3 \text{ m}$ 。
- 每个节点接线不要留过长的“引出线”，理想情况应直接穿过节点。

4. CAN 总线

4.1 电气特性

参数	值
----	---

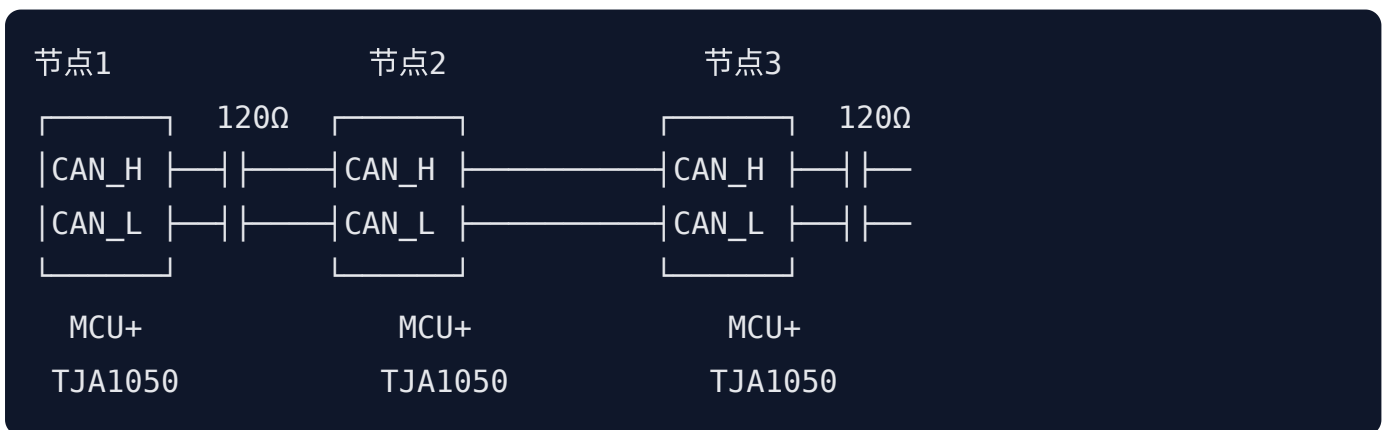
显性 (Dominant/0)	CAN_H: 3.5V, CAN_L: 1.5V, 差分: 2V
隐性 (Recessive/1)	CAN_H = CAN_L \approx 2.5V, 差分: 0V
共模范围	-12V \sim +12V
传输距离	\leq 40 m (1 Mbps); \leq 1000 m (50 kbps)
最高波特率	1 Mbps (CAN 2.0), 5/8 Mbps (CAN FD)
最大节点数	110 个 (理论), 实际建议 \leq 80 个
拓扑	总线型

4.2 信号定义

信号	说明
CAN_H	差分高线
CAN_L	差分低线
GND	参考地 (可选但推荐)

4.3 接线方法

标准总线拓扑:



MCU \rightarrow CAN 收发器 \rightarrow 总线:



4.4 终端电阻

- 总线两端各接 **120Ω** 电阻（接在 CAN_H 与 CAN_L 之间）。
- 可用万用表测量 CAN_H 与 CAN_L 之间电阻：**正常约 60Ω**（两个 120Ω 并联）。
 - 测量值 120Ω：只有一端有终端电阻
 - 测量值 ∞：两端都没有终端电阻
 - 测量值 40Ω 以下：多余的终端电阻

4.5 波特率与距离关系

波特率	最大距离
1 Mbps	40 m
500 kbps	100 m
250 kbps	250 m
125 kbps	500 m
50 kbps	1000 m
20 kbps	2500 m

4.6 布线规范

- 使用**屏蔽双绞线**，屏蔽层单端接地。
- 分支线（stub）长度 < 0.3 m（高速时）；1 Mbps 时几乎不允许分支。
- 节点间距均匀分布，避免集中在总线一端。
- 走线远离强电源线、变频器、继电器等干扰源。

5. 各接口对比速查表

特性	TTL	RS232	RS485	CAN
信号类型	单端	单端	差分	差分
逻辑电平	0/3.3V 或 0/5V	±12V	±差分 200mV	显性/隐性
传输距离	< 1 m	≤ 15 m	≤ 1200 m	≤ 1000 m
最高速率	数 Mbps	115200 bps 常用	10 Mbps	1 Mbps
拓扑	点对点	点对点	总线（多点）	总线（多点）
节点数	2	2	32~256+	≤ 110
双工方式	全双工	全双工	半双工（2线） / 全双工（4线）	半双工
抗干扰	差	中	强	强
典型应用	板级调试	工控短距通信	Modbus、工业现场	汽车、消防、工业
转换芯片	—	MAX232	MAX485/SP3485	TJA1050/MCP2551

6. 常见接线错误与排查

6.1 通用排查步骤

1. 确认 GND 共地
2. 用万用表量供电电压是否正常
3. 检查 TX/RX 是否交叉连接 (TTL/RS232)
4. 检查 A/B 是否接反 (RS485/CAN)
5. 确认终端电阻是否正确安装 (RS485/CAN)
6. 确认波特率、数据位、停止位、校验位一致
7. 逻辑分析仪或示波器抓波形

6.2 典型故障现象

现象	可能原因	解决方法
完全无数据	TX/RX 接反；GND 未共地；波特率不匹配	检查接线；核对配置
数据乱码	波特率/格式不匹配；信号干扰；接触不良	核对通信参数；检查接线质量
发送正常，接收无数数据	RS485 方向控制未及时切换	检查 DE/RE 控制逻辑，发送后立即切接收
通信偶发错误	无终端电阻；布线过长；分支过多	加终端电阻；优化布线
RS485 总线冲突	多主机同时发送	实现总线仲裁或 Modbus 主从协议
CAN 节点上线后无通讯	终端电阻缺失（测两端电阻验证）；位时序参数不匹配	加终端电阻；核对 BRP/BS1/BS2
CAN 错误帧增多	走线过长；共模干扰；节点接地不良	缩短走线；加共模滤波；改善接地
TTL 3.3V 接 5V 设备 RX 损坏	电压超过输入容限	加电平转换电路或限流电阻

6.3 RS485 A/B 接反判断

用万用表测量发送数据时（以发送 0x55 0xAA 等交替数据为例）：

- **正常**：A 端电压高于 B 端（A > B 时为逻辑 0/Space）
- **接反**：数据接收全部错误，可尝试将 A、B 对调

6.4 CAN 总线健康检查

静态检查（断电）：

CAN_H 与 CAN_L 电阻 $\approx 60\Omega$ ✓

CAN_H/CAN_L 对地无短路 ✓

动态检查（上电通信中）：

示波器测 CAN_H $\approx 2.5\sim 3.5V$, CAN_L $\approx 1.5\sim 2.5V$ ✓

差分电压（隐性） $\approx 0V$,（显性） $\approx 2V$ ✓

附录：常用转换芯片速查

用途	推荐芯片	特点
TTL \leftrightarrow RS232	MAX232A / SP3232E	单电源 3.3V/5V, 内置电荷泵
TTL \leftrightarrow RS485 (5V)	MAX485 / SN75176	经典型号, 5V
TTL \leftrightarrow RS485 (3.3V)	MAX3485 / SP3485	3.3V, 低功耗
TTL \leftrightarrow RS485 (增强)	MAX3488E	内置偏置, $\pm 15kV$ ESD
TTL \leftrightarrow CAN	TJA1050 / MCP2551	高速, 5V
TTL \leftrightarrow CAN (3.3V)	TJA1051T / SN65HVD230	3.3V, 低功耗
电平转换 3.3V \leftrightarrow 5V	TXS0108E / 74LVC245	双向, 8 通道
USB \leftrightarrow TTL	CP2102 / CH340G / FT232R	调试用, PC 连接

文档版本: 1.0 | 生成日期: 2026-05-27