CAN 总线标准接口与布线规范

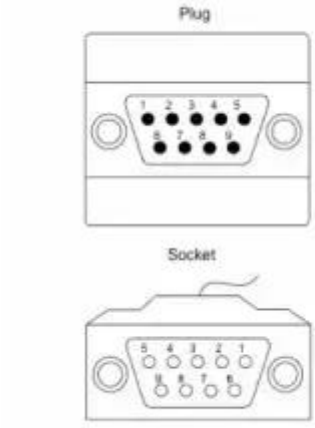
工业 4.0 时代已经到来，基于自主优先级仲裁和错误重发机制的 CAN 总线应用十分广泛，相同的各种总线故障和问题也十分困扰工程师，其实最好的解决办法就是产品前期设计要相对的严谨，今天主要带大家熟悉 CAN 总线的常用接口和布线规范。

随着 CAN 总线技术的应用愈发广泛，不仅涉及汽车电子和轨道交通，还包括医疗器械、工业控制、智能家居和机器人网络互联等，当然我们的工程师也被各种奇葩的总线问题困扰，与其后期解决问题，不如前期有效规避。

一、常见的 CAN 总线标准接口

CAN 总线接口已经在 CIA 出版的标准 CIA 303_1 进行明确规定，熟知接口定义有助于提高自身产品和其它设备兼容性。

1、DB_9 端子

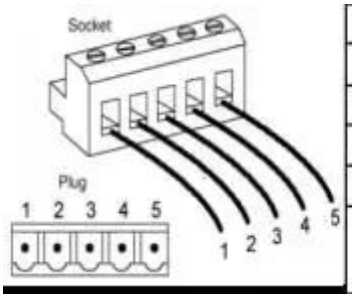


Pin	Signal	Description
1	-	Reserved
2	CAN_L	CAN_L bus line (dominant low)
3	CAN_GND	CAN ground
4	-	Reserved
5	(CAN_SHLD)	Optional CAN shield
6	(GND)	Optional ground
7	CAN_H	CAN_H bus line (dominant high)
8	-	Reserved
9	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply (dedicated for supply of transceiver and optocouplers, if galvanic isolation of the bus node applies) NOTE For recommended range of external power supply see clause 5.4

图 1 DB_9 接口定义

图 1 一般工业中最常用的 9 针 D-Sub 连接器，分公头和母头，这里值得一提的是引脚 6 和 9 在标准中也是定义了功能的，9 定义为收发器/光耦合器的正极电源，但在工业领域常常会有所变化，6 和 9 也常用做 CAN 设备电源电压的输入引脚，但这种技术局限性较大，因为通过引脚运输到的电流非常有限，参考标准 CIA 303_1。

2、OPEN_5 端子

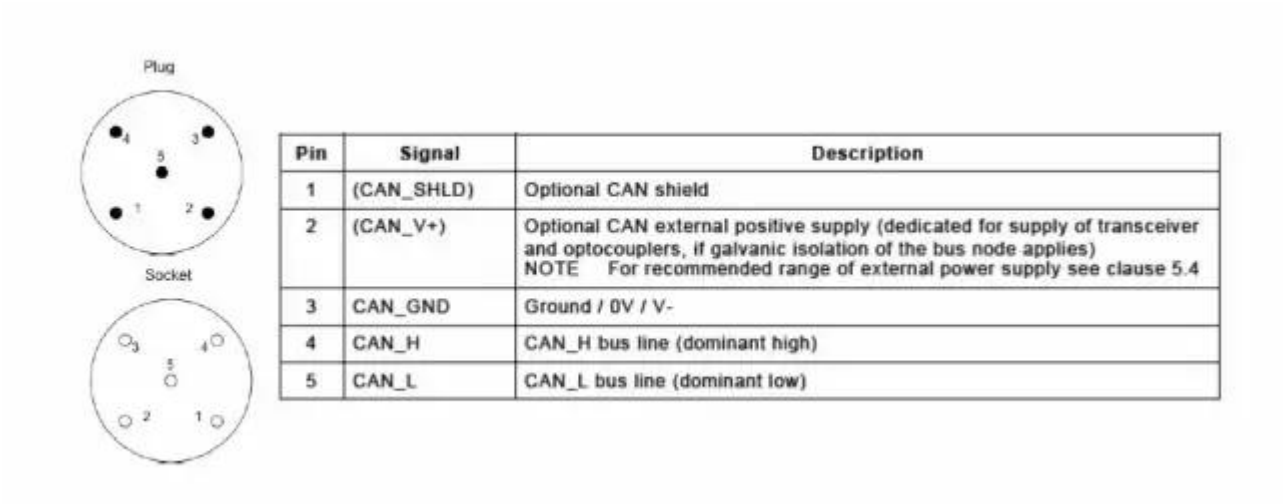


Pin	Signal	Description
1	CAN_GND	Ground / 0 V / V-
2	CAN_L	CAN_L bus line (dominant low)
3	(CAN_SHLD)	Optional CAN shield
4	CAN_H	CAN_H bus line (dominant high)
5	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply (dedicated for supply of transceiver and optocouplers, if galvanic isolation of the bus node applies) NOTE For recommended range of external power supply see clause 5.4

图 2 Open_5 接口定义

图 2 是 Open_5 形式的接口定义，如果 OPEN_4 端子的一般使用 1-4pin 或 2-5pin，如果 Open_3 端子的一般使用的 2-4pin，需根据实际情况选择。

3、M12 端子



Pin	Signal	Description
1	(CAN_SHLD)	Optional CAN shield
2	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply (dedicated for supply of transceiver and optocouplers, if galvanic isolation of the bus node applies) NOTE For recommended range of external power supply see clause 5.4
3	CAN_GND	Ground / 0V / V-
4	CAN_H	CAN_H bus line (dominant high)
5	CAN_L	CAN_L bus line (dominant low)

图 3 M12 接口定义

图 3 是 M12 形式的接口定义，在这里可能没有什么特别需要注意的点，还有就是除了 5pin 的接口还有 8pin、9pin、10pin 和 12pin 的接口，具体的定义不在赘述，可参考标准 CIA 303_1。

二、CAN 总线布线规范

如果你是一个 CAN 总线的入门小白，下面的总线布线规范，你可能得收藏起来，在你组网布线的时候时不时拿出来看看，相信对你会非常有帮助。

1、CAN 总线布线形式

- **“手牵手”式连接**

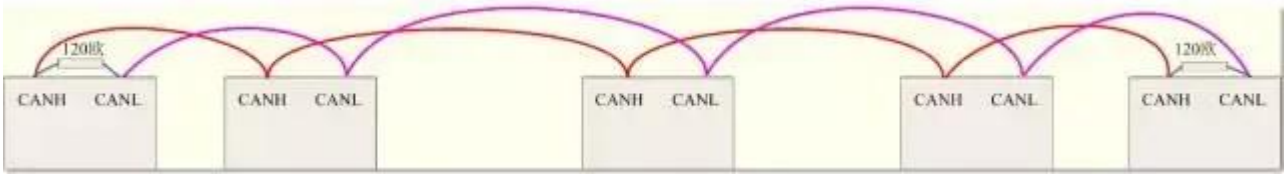


图 4 “手牵手”式连接

手牵手布线是最基本的一种方式，需要注意的是在布线的时候电阻和电抗分配必须合理，**一般要求在首尾两端各配一个 120 欧的终端电阻，不可只接单端或不接。**

- **“T”型连接**

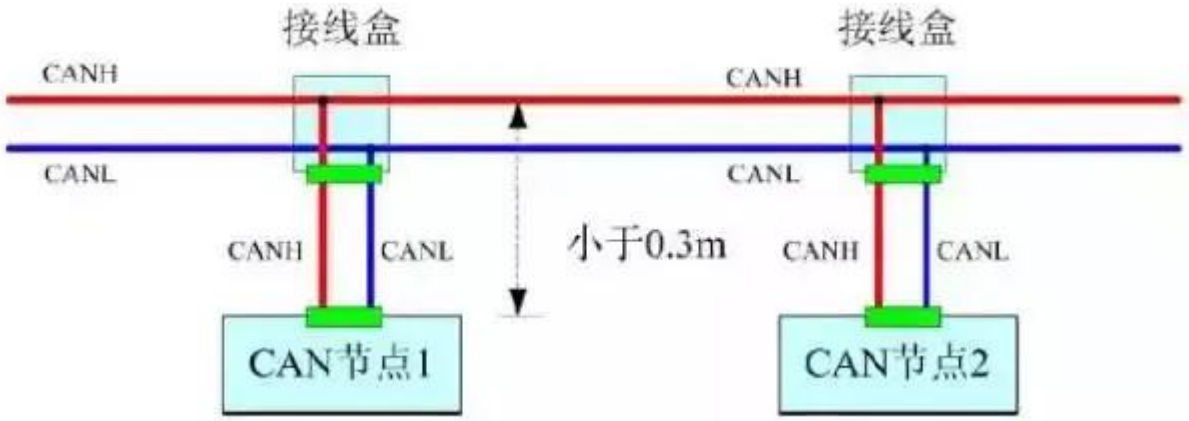


图 5 “T 型”连接

“T 型连接”的布线方式需要注意的是分支的长度，一**般波特率在 1M 的情况下，分支长度最好不要超过 0.3m,如果需要增加分支长度，可以降低通讯速率或者使用（CANbridge+）中继器延长距离，**一般情况分支布线的情况符合图 5 即可。

数据速率	干线距离	分支线长度	
		最大值	累积(不超过)
125K 波特	500 米（1640 英尺）	6 米（20 英尺）	156 米（512 英尺）
250K 波特	250 米（820 英尺）		78 米（256 英尺）
500K 波特	100 米（328 英尺）		39 米（128 英尺）

图 6 分支距离和波特率的关系

- **星型拓扑结构**

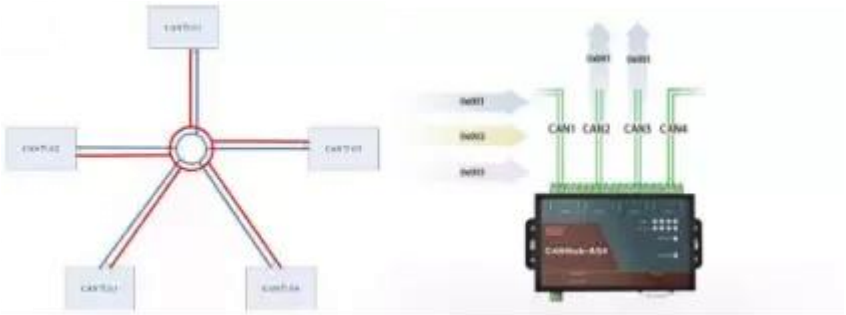


图 7 星型拓扑结构

对于星型拓扑结构来说需要注意的是每个分支的终端电阻的匹配，一般等距离分支终端电阻 R=N(分支数)*60 即可，如果不等距，需要根据实际情况进行匹配，**星型组网一般推荐使用（CANHUB-AS4）集线器，能够有效隔离子网络的干扰，延长通讯距离。**

2、组网功能实现

选好组网的形式之后，那么我们就要考虑实际组网后的功能是否能够满足需求，接下来我就通过一个案例来跟大家简单分享一下。



图 8 组网示意图

上面的案列比较简单，中控室一般采用电脑控制，但是电脑的接口一般是 PCI/CPCI/USB 接口居多，需要使用相关的接口转换卡引出，**接着就是传输距离和传输速率关系，一般遵循**

【传输距离（km）=（50000/波特率（byte））*0.8】，仅作参考，应视具体情况而定，如果你想要更长的传输距离和传输速率，以下方案可提供参考：

- 增加中继设备（Can Bridge+），一般传输距离增加一倍；
- 使用 CAN 转光纤设备（CANHub-AF2S2）,光纤抗干扰能力强，传输距离一般是 CAN 传输距离的 2 倍；
- 使用 CAN 转以太网（CANET-XE-U），以太网传输速率一般都是 10/100/1000M，减少信号传输时间。

现在我们基本上解决组网形式和传输的问题，可能大家忽略了两个问题，一个是传输线缆的选择，到底是用多粗的线缆、是否屏蔽、双绞线还是平行线呢?

3、总线组网线缆的选择

总线长度	电缆 1*)		终端电阻	最大波特率
	直流电阻	导线截面积		
0…40m	70mΩ/m	0.25 mm² ~0.34 mm² AWG23, AWG22	124Ω/1%	1Mbps at 40m
40m…300m	<60mΩ/m	0.34 mm² ~0.6 mm² AWG22, AWG20	127Ω/1% 2*)	>500Kbps at 100m
300m…600m	<40mΩ/m	0.5 mm² ~0.6 mm² AWG20	127Ω/1% 2*)	>100Kbps at 500m
600m…1km	<20mΩ/m	0.75 mm² ~0.8 mm² AWG18	127Ω/1% 2*)	>50Kbps at 1km

1) 电缆交流参数推荐值：120Ω 特征电阻、5ns/m 延时；
2) 为了把电缆直流电阻引起的电压衰减降到最小，较大的终端电阻值（例如选用非标准的 150~300 Ω；而在 ISO11898 标准中，提供的参考值为“118 Ω<R_T<130 Ω”范围）有助于增加总线长度。

图 9 电缆选择和终端电阻匹配

在这里不得不说，同我接触的很多 CAN 总线的工程师，都会忽略这个电缆选型和终端电阻匹配问题，对于电缆选型很多工程师好像是对线缆的重视程度还不够，**一般选择平行线缆带屏蔽的线缆，虽然带屏蔽了，但是 CAN_H 和 CAN_L 平行布线并不能很好的抑制共模干扰，**

导致总线传输总是偶发一些错误帧，导致数据重发，占用总线资源和其它数据传输，造成关键数据传输延迟，对研发工程师造成了极大的困扰，导致项目延迟。

其次就是终端电阻对总线的影响，不能只记着 120 欧的终端电阻，也应该根据不同长度和电缆的选择合理配。