

密 级：

编 号：ESDZMZ18010402

ES1667T 模块应用笔记

青岛东软载波智能电子有限公司

版本信息

版本	修订日期	修订人	修改概要
V1.0	20180402		初版

1 术语

- 模块：ES1667T 通信模块。
- 设备：使用通信模块传输数据的设备。
- 网络口令：用于区分网络，两个或者多个模块配置成相同的网络口令，则可以透传通信及中继转发，接收到网络内模块发出的广播，每一次数据传输都可以指定网络口令的类型。
- 初始网络口令：初始网络口令不可修改，出厂固定为 8 个字节的 eastsoft。
- 用户网络口令：用户可以设置的网络口令，用于网络私有化。
- 中继：模块对报文的转发称为中继。
- 中继深度：两模块之间报文传输的次数，为便于用户使用，此处约定：若两模块直通，中继深度为 1，其他以此类推。

2 数据传输功能说明

ES1667T 模块提供了适用多种场景的载波通信解决方案，既能够用于简单的透传，也可用于组网的区域内使用，同时还能够满足数据采集系统需求，如路灯控制及用电信息采集系统。

系统中的模块地位对等，不分主从，支持多点发送数据，为了更好的通信效果，最好能够避免多设备同时发送数据的情况，条件允许的情况下，做一些时间上的随机处理。

从传输数据的方式和格式角度划分，支持以下几种形式的应用。

2.1 简单透传

透传，指的是设备与模块之间的数据交互，可以是任意格式的，模块通过字节间延时大于传输 3 个字节的耗时，判断一帧的结束，将此帧报文发送到电力线，可以接收到此报文的模块，会将此报文发送到设备的串口。

此种形式的应用，需要注意以下几点：

1. 用户无需任何配置，即可进行数据传输；
2. 默认支持 15 级中继，即 1-->2-->3-->4...-->16，1 号发送出来的数据，可以覆盖到 16 号设备；支持的中继深度可以通过接口协议进行修改和查询，且掉电不丢失；
3. 一个设备发送数据时，可覆盖的区域内的设备都可以收到数据，需要设备做访问控制，过滤不需要自身处理的数据，寻址方式由设备决定；
4. 此种应用形式下，若设备使用其设备地址进行地址判断，需要保证载波覆盖的范围内的设备地址不重复，否则会出现同时响应的异常。

2.2 分网透传

若有多个区域相邻，需要各区域间不串扰，或者区域内设备地址可以重复，则需要进行分网管理，实现只在同网络上进行透传。

此种形式的应用，需要注意以下几点：

1. 要实现分网，需要对模块进行用户网络口令设置，具有相同用户网络口令的模块同属于一个网络；
2. 分网以后，只有同网络的设备可以接收透传的数据；
3. 支持网络口令清除操作，模块网络口令被清除以后，回到未入网（配置网络）状态；
4. 自身网络状态信息和其他的模块的网络状态信息，可以查询；
5. 涉及到的操作指令，详见《ES1667T 模块接口协议》文档。

2.3 使用接口协议进行数据传输

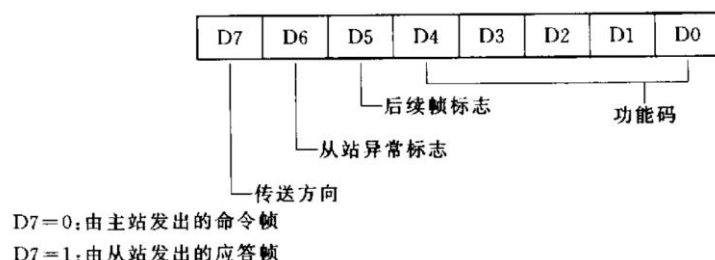
模块支持使用 79 接口协议进行数据传输，通过接口指定通信目的地址，携带传输的数据，由模块进行自动中继转发和访问控制，实现网络吞吐最大化，实现高效的数据传输。此种形式适用于模块较多，频繁连续通信，如用电信息采集系统和智能路灯系统。

使用时需要注意以下几点：

1. 需要指定最终目的通信地址，模块的通信地址可以通过接口进行设置，当目的地址为 FFFFFFFFHH 时，表示全网广播；
2. 发送全网广播时，中继深度可以在报文中进行指定，也可以由模块自身决定，用以控制广播的覆盖范围，数值 1 表示设备间直通，其他以此类推，支持最大 15 级中继深度。**0 表示设备不指定，由载波模块自身决定；**
3. 接收数据报文提供了中继深度信息，用以标识发送数据的设备与接收到数据的设备的距离；
4. 发送数据时，需要注意区分是主动发起，还是响应。虽然不进行区分也能正常通信，但正确的区分有利于提高通信效率；
5. 该形式同样支持分网。其分网功能与 2.2 小节分网透传类似，只有同网络的设备端可以接收到广播数据及中继转发功能；
6. 涉及到的操作指令，详见《ES1667T 模块接口协议》文档。

2.4 DL/T645 协议的传输

模块针对 DL/T645 协议的传输进行了优化，支持 1300 地址申请（读取设备地址），支持全 99 广播和 AA 通配，可以达到与使用 79 接口协议同样的通信效果，可以满足简单的用电信息采集系统需求。



模块借助 DL/T645 中的控制码（如上图所示）的 D7 进行了通信目的地址的优化，当模块串口接收到的 645 报文中的控制码 D7 为 0 时，会提取 645 地址域中的地址，并分析，该地址若是全 99 或者包含 AA 通配，则会将此报文用广播的方式发送到电力线上，同网络的设备都会收到此条报文；该地址为非全 99 并且不包含 AA，模块会将其作为通信的目的地址，以单播的形式发送到电力线上，只有该地址指定的模块可以接收到该条报文。

当 D7 为 1 时，根据串口交互的上下文，有两种处理结果，若 3s 之内，模块曾经向设备发送过报文，并且该条报文是第一条回应报文，模块将提取自身保存且有效的命令帧发起方的

地址作为本次通信的目的地址，将报文单播；其他情况下，即 3s 之内并未向设备串口发送过报文或者该条不是 3s 之内的第一条回应，模块将把该报文以广播形式发送到电力线，同网络内的所有的节点都能收到该条报文。

针对典型的 645 应用场景，如 1 个主设备按次序轮询多个从设备，使用符合 645 格式的报文通信，此时通信效果最佳。

对于不符合典型 645 应用场景的应用，如多个设备随机地上报到一个设备，并且都要求该设备回复确认，此种情景下的扩展应用，不论设备上报还是设备回复的确认，都要使用控制码 D7 必须为 0 的报文，以实现正确合理的通信效果。

2.5 传输延时估算

- 一次单向通信耗时由以下几部分组成：
 - 设备准备时间；
 - 串口传输时间；
 - 电力线传输时间（1 到 n 次）；
 - 目的模块发送到设备的传输时间。
- 一次双向通信的时间由以下几部分组成：
 - 两次单向通信的时间；
 - 设备处理及回复准备时间。
- 一次应用数据在电力线上传输耗时，物理层采用分块传输，不同长度的用户数据传输耗时如表所示（基于 411 子载波最低传输速率）：

应用数据长度（字节）	耗时 (ms)
1-100	4.5
101-228	6.5
229-356	8.5
357-484	10.5
485-996	17.7
997-1508	25.2
1509-2000	32.6

注：

- 信道访问采用了随机退避机制，适当放大了等待时间。

3 其他功能说明

3.1 分网功能说明

ES1667T 系统支持网络的概念，采用静态的分网形式，并且系统中的任何节点都可以发起分网。

分网功能的实现通过给不同的网络设置不同的用户网络口令来实现，用户网络口令一旦设置，掉电不丢失，直至下发清除用户网络口令操作。

用户网络口令的配置，需要使用接口通过本地串口进行设置、读取和清除操作，至于用

户口令怎么到达设备，由设备的开发者决定的，可以借助 79 接口指定初始密钥，实现用户自定义的用户网络口令管理功能，安全等级由用户控制。

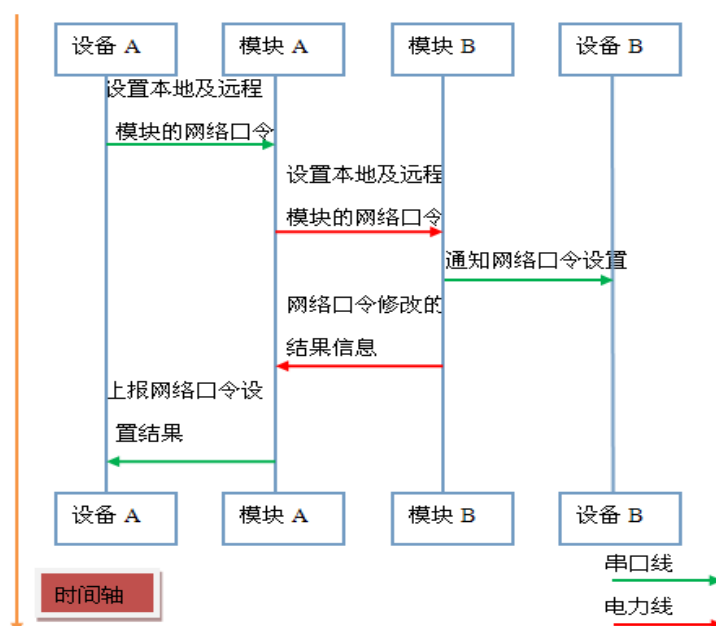
同时，ES1667T 还提供了电力线远程设置用户网络口令功能，是一种可用于用户网络口令分发和修改的安全可靠的手段，需要知道原来的用户网络口令才可以修改，特别需要注意的是，模块的用户网络口令未设置时（读取用户网络口令长度为 0），使用远程设置用户网络口令时，原口令需要给 eastsoft。

假设网络中存在模块 A（与设备 A 连接）和模块 B（与设备 B 连接）。当设备 A 发起远程模块的网络口令设置，按照如下流程进行。

1. 设备 A 发送“远程用户网络口令设置”接口指令给模块 A。
2. 模块 A 生成对应的电力线报文，发往电力线。
3. 模块 B 接收到电力线报文，校验报文中的原用户网络口令，若一致，则模块 B 电力线回应修改成功，生成“通知用户网络口令设置”接口指令，通知设备 B，并修改自身的用户网络口令；若原用户网络口令校验不一致，则模块 B 电力线回应修改失败，无后续动作。
4. 模块 A 接收到电力线报文，生成“上报用户网络口令设置结果”接口指令，上报给设备 A。

以上流程如下图所示。

其中，模块 A 和模块 B 之间，可以是直通，也可以是中继转发达到。



3.2 网络口令功能说明

ES1667T 系统的网络口令分为初始网络口令和用户网络口令，初始网络口令不可修改，出厂固定为 eastsoft（8 个字节）；用户网络口令可以设置，未设置与设置为 eastsoft 是等同的。

透传数据和 DLT645 数据传输时的网络口令选择是根据是否设置了用户网络口令，若设置了则使用用户网络口令，未设置则使用初始网络口令。

79 接口的数据传输，支持设备指定网络口令类型，未设置用户网络口令时，指定使用

用户网络口令，底层使用初始网络口令加密，但是不能与已经设置了用户网络口令的模块通信。

用户网络口令，一方面对传输的数据进行了加密，另一方面起到了分网的作用，需要保证相邻的网络使用不同的用户网络口令，建议使用的用户网络口令与模块 MAC 地址相关，模块 MAC 地址的唯一性是有保证的。

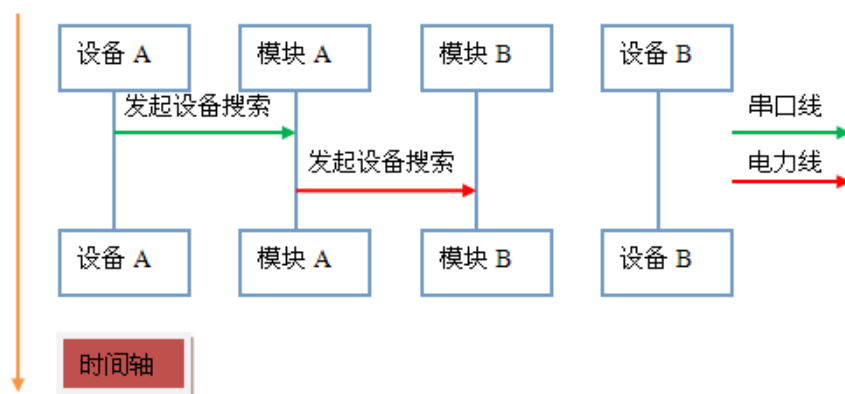
3.3 设备搜索功能说明

假设网络中存在模块 A（与设备 A 连接）和模块 B（与设备 B 连接）。当设备 A 发起设备搜索，按照如下流程进行。

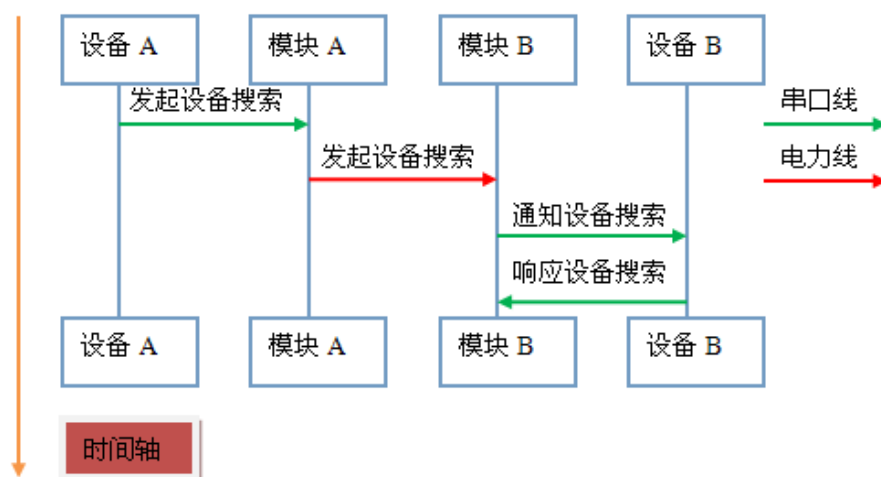
1. 设备 A 发送“发起设备搜索”接口指令给模块 A。
2. 模块 A 生成接口指令对应的电力线报文，发往电力线。
3. 模块 B 接收到电力线上报文，若设备 B 符合设备 A “发起设备搜索”接口指令中的搜索规则，则生成“通知设备搜索”接口指令，通知设备 B，执行步骤 4；否则流程终止。
4. 设备 B 通过判断设备 A “发起设备搜索”接口指令中携带的用户数据信息决定自身是否参与搜索，若不参与搜索，则执行步骤 5；若参与搜索，则执行步骤 6。
5. 设备 B 发送不参与搜索的“响应设备搜索”接口指令给模块 B，流程终止。
6. 设备 B 发送参与搜索的“响应设备搜索”接口指令给模块 B。
7. 模块 B 生成接口指令对应的电力线报文，发往电力线。
8. 模块 A 接收到电力线报文，生成“上报搜索结果”接口指令，上报给设备 A。

以上流程如下图所示。

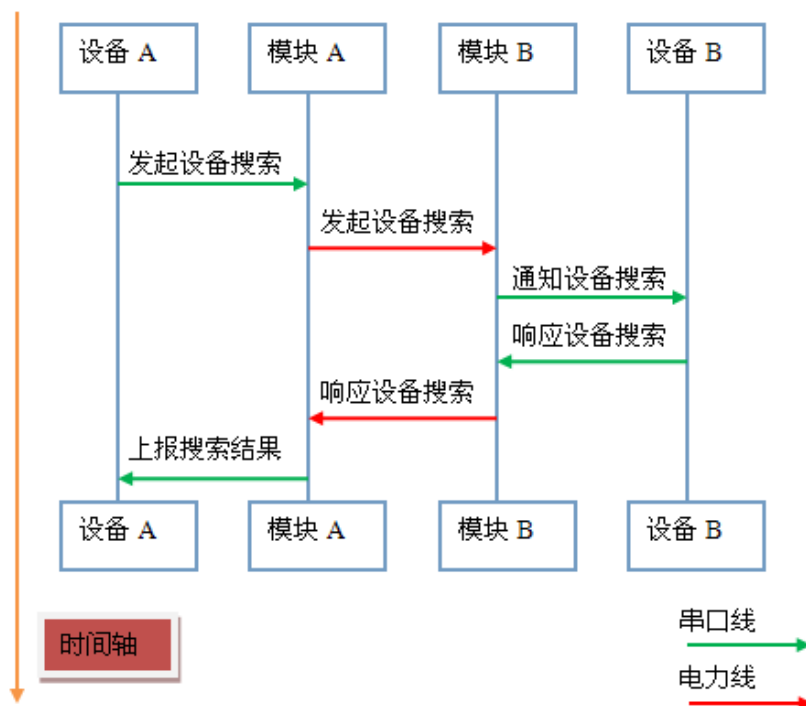
- 不符合搜索规则流程图。



- 符合搜索规则但不参与搜索流程图。



- 符合搜索规则且参与搜索流程图。



注：

设备“响应设备搜索”有时效性要求，180ms 内回应，则按回应的结果处理，若 180ms 内没有回应，模块则按不参与设备搜索处理，180ms 之后回应会被忽略，并且接口上返回错误。

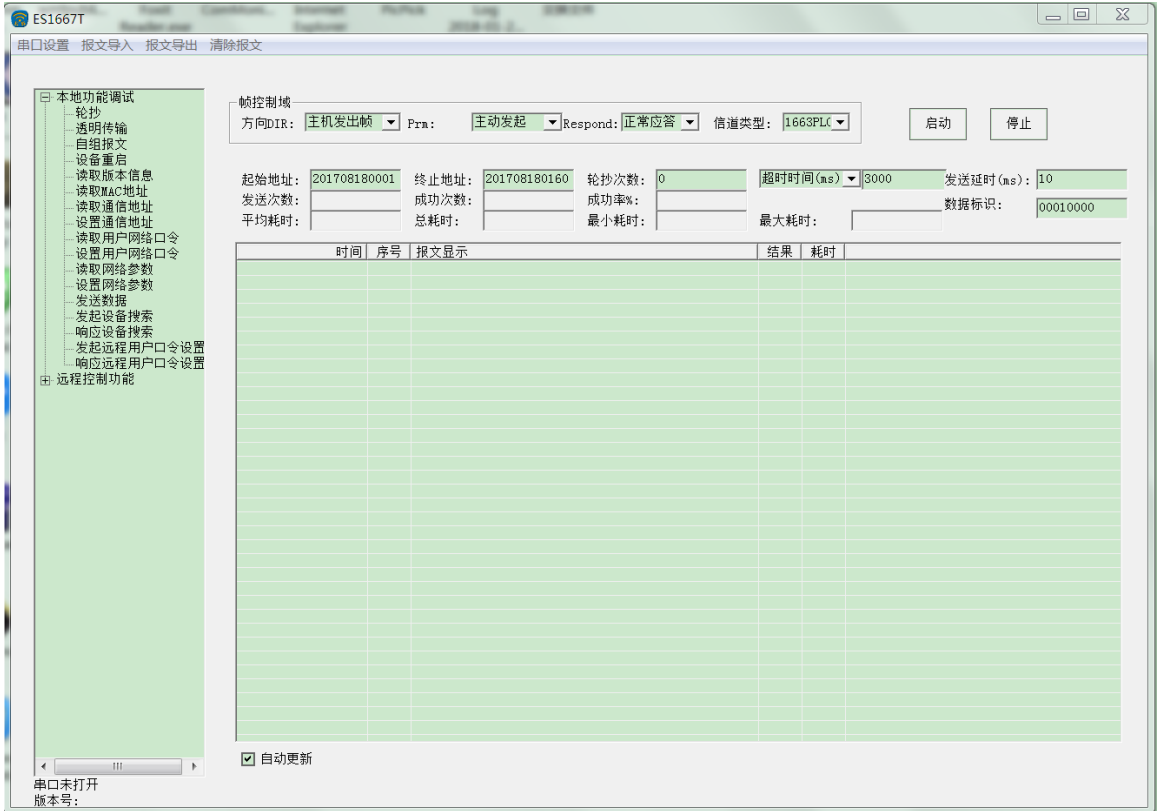
4 调试工具说明

4.1 调试接口软件

4.1.1 软件界面简介

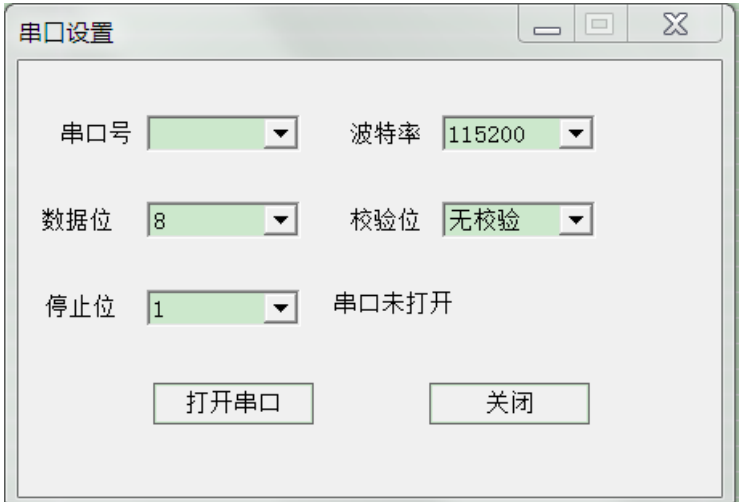
软件界面如下图所示，包括菜单栏、功能列表区和功能区。用户只需要使用功能列表区

中的主机功能调试项和远程控制功能项。



4.1.2 软件使用简介

软件使用前需进行串口配置。点击菜单栏串口设置，弹出如下界面：



配置好串口参数后，点击“打开串口”按钮。

功能列表区的所有子项对应的功能区中，若存在“帧控制域”区，用户无需配置，保持默认即可。

注：

- “帧控制域”中的“启动标志”参数对“发送数据”指令有效，详见《ES1667T 接口协议》文档。
- 如非特殊说明，功能区各参数内容以《ES1667T 模块接口协议》文档说明为准。

下面就某些需要注意的区域进行说明。

- 轮抄功能区中的“轮抄次数”为 0 时，表示没有次数限制，轮抄发送 DL/T645 协议的数据。
- 发送数据功能区中的“Dst Mode”和“Src Mode”保持默认。

4.2 调试底板

4.2.1 功能概述

调试板是针对东软载波模块开发的调试工具，可用于载波通信测试及调试，对设备项目开发有如下作用：

- 项目初期可用来测试载波通信效果，两个或多个底板插上载波模块，通过计算机就可以进行通信效果测试，可以快速评估使用电力线载波通信方式的可行性；
- 项目开发期间，可以让开发人员快速了解载波模块的使用方法及接口协议组织验证，同时可以辅助验证和调试设备接口开发是否符合预期；
- 产品生产过程中，也可以用来配置参数及产品功能检测；
- 产品到现场以后，也可以做现场调试设备使用。

4.2.2 功能框图



底板主要为模块供电、220V 接入、NC 模块的耦合电路及将模块的串口转换为 RS232，实现与计算机的连接，在计算机端对 RS232 的操作等同于直接对模块的 TTL 串口操作。

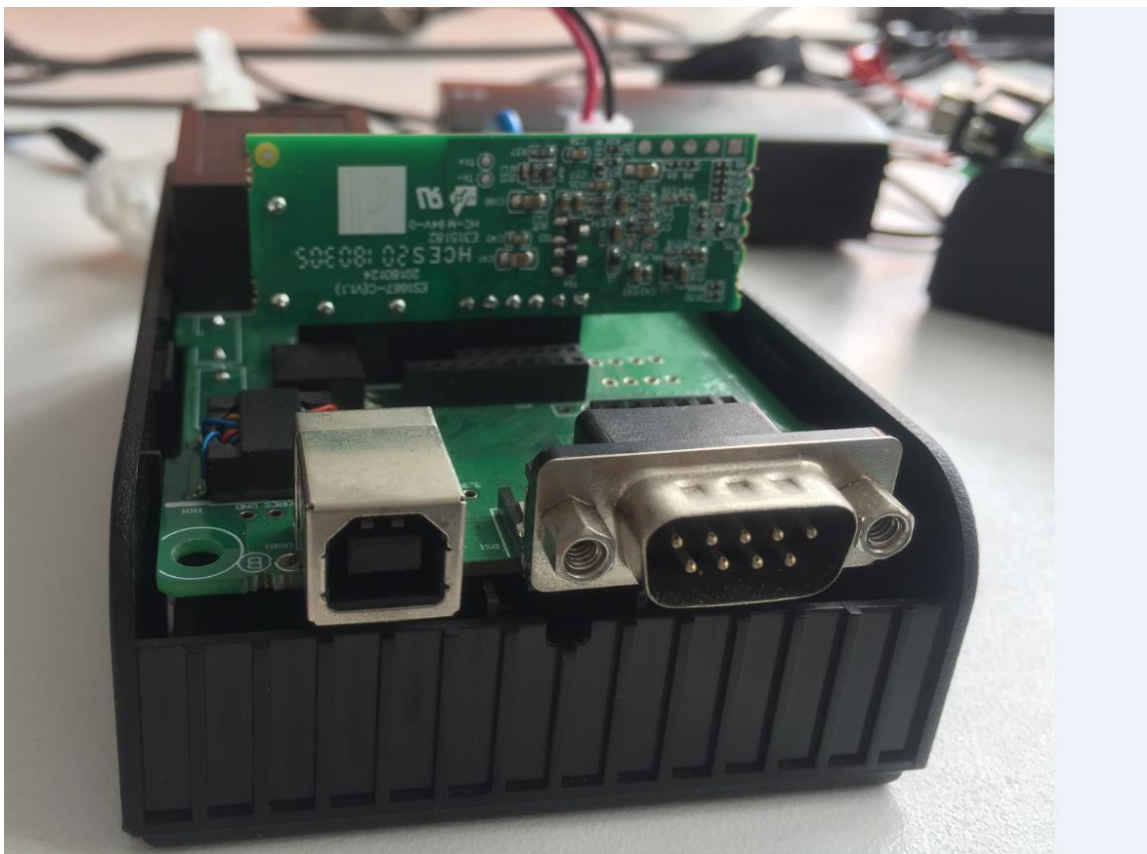
4.2.3 连接方式



4.2.4 模块的插法

一定注意模块的插接方向，以防烧坏。

底板与带耦合功能的模块连接图：



底板与不带耦合功能的模块连接图：

