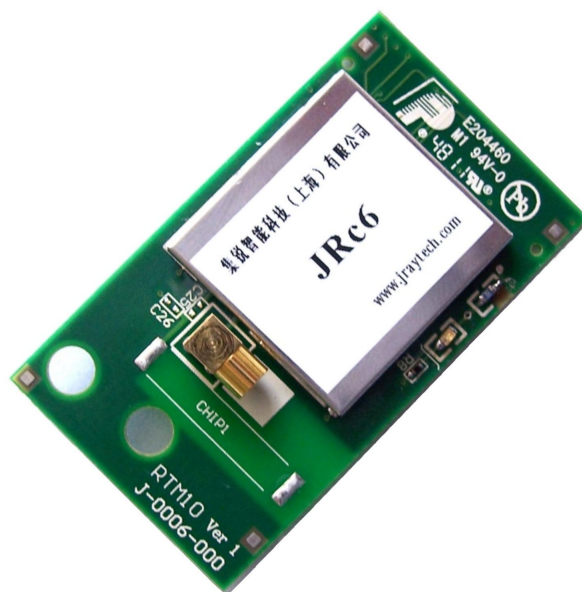


# JRc6

## 系列无线数据传输模块



## 用户技术手册

### Version 2.0

本手册内容同时涵盖了 JRc6 系列无线收发模块的安装、配置及操作说明。手册大多数部分的使用说明对系列中的产品是通用的；如产品操作上存在差异时，本手册会特别声明；阅读本手册时请注意各操作说明对应的具体产品。

本手册是集锐智能科技(上海)有限公司为终端用户、系统及网络管理者提供的 JRc6 系列无线收发模块的用户手册，主要介绍 JRc6 模块的工作原理及性能。用户在使用产品前应详细阅读本手册，以确保正确使用产品并达到产品的最佳性能。

## 保证

用户购买的 JRc6 无线模块自购买之日起，由于材料和制造过程导致的产品问题，我司提供为期壹年的保修，并将尽快提供修理或产品更换。对于因产品使用不当造成的损失，本公司及销售商不承担任何责任，这包括使用该产品过程中出现的交易中断、交易信息丢失等问题。

## 警告

未经本公司许可，用户不得私自变动或修改本产品及产品部件。否则，由此造成的一切后果，本公司不承担任何责任。

本手册内容如有更改，恕不另行通知。

公司文件编号：

印刷日期：

Microsoft 和 Windows 是微软公司(Microsoft Corporation)的注册商标。

HyperTerminal 版权归 Hilgraeve 公司所有，为微软公司开发。

此用户手册内容中可能有其它注册商标及商标名称，这些商标归其注册公司所有。

## 目 录

一、概述.....	1
1.1 主要特点 .....	1
1.2 技术特点 .....	2
1.3 应用领域 .....	2
二、技术参数 .....	3
2.1 JRc6-433 MHz 技术参数 .....	3
2.2 JRc6-475 MHz 技术参数 .....	4
2.3 JRc6-915 MHz 技术参数 .....	5
三、模块接口 .....	6
3.1 JRc6 背板连接器 .....	6
3.2 RF 接口 .....	8
3.3 LED 指示灯 .....	9
四、快速启动指南 .....	10
4.1 初始设置 .....	10
4.2 快速设置 Master/Slave 模式 .....	11
4.3 检查通信连接 .....	12
五、工作模式 .....	14
5.1 基本工作模式 .....	14
5.1.1 Master 模式 .....	14
5.1.2 Slave/Repeater .....	14
5.2 网络结构 .....	14
5.3 网络举例 .....	16
5.4 数据传输模式 .....	17
5.4.1 主动路由寻找 .....	17
5.4.2 邻节点路由维护 .....	17
5.4.3 CSMA/CA .....	18
5.4.4 可靠数据传输 .....	18
5.4.5 数据确认 .....	18
5.4.6 省电模式 .....	19
5.5 模块标识 .....	19
5.5.1 生产 ID/序列号 .....	19
5.5.2 Network ID .....	19
六、模块的配置 .....	20
6.1 硬件连接 .....	20
6.2 串口调试软件的使用 .....	21
6.3 串口参数设置 .....	23
6.4 进入 AT 命令模式 .....	23
6.5 设置工作模式 .....	24
6.6 设置 Network ID .....	24
6.7 设置休眠功能 .....	25
6.8 查看模块固件版本 .....	25
6.9 设置无线空中速率 .....	26
6.10 设置串口波特率 .....	26

6.11 设置串口数据格式.....	27
6.12 设置射频信道.....	28
6.13 设置射频功率.....	28
七、机械尺寸.....	30
八、采购信息.....	31
附录 A.....	32
附录 B.....	33

## 一、概述

JRc6 系列无线模块是一种超低功耗、近距离、工作于 ISM 频段的嵌入式射频模块。适用于工业和企业级用户建立短距离、高可靠性数据传输和有源 RFID 的需求。

模块先进的 Ad-hoc 网络技术为重要数据的传输提供了快速、可靠的无线网络，使用户可以建立完全自适应和可升级、可扩展的应用系统。

JRc6 模块通过 Ad-hoc 网络模式可以建立具有自配置、自处理功能的多跳网络。

JRc6 模块提供两种电源工作模式：正常工作模式和休眠模式。模块工作于休眠模式时，射频电路既不发射也不接收数据，电源损耗极低。尽可能地使模块工作于休眠模式可以大大节省电源能量，这对电池供电的系统尤为重要。

### 1.1 主要特点

- 三个 ISM 频段可选：433MHz、475MHz、915MHz
  - ISM 频段，覆盖世界多数地区的应用，缩短了交货周期
- 无线发射功率：10mW
  - 使用外置天线，各频段最大传输距离：
    - 1100 米（433MHz）；1300 米（475MHz）；500 米（915MHz）
- 超短的唤醒过渡时间（1ms）
- 组网灵活
  - 点对点，点对多点，广播和 Ad-Hoc 网络；网络延时低
- 128 位数据加密
  - 保障无线通信的安全
- 本安设计
  - 适用于工业危险环境
- 体积小，重量轻，易于集成
  - 串行 UART 数据接口，即插即用，低成本
- 定时唤醒侦测 RF 载波信号强度
  - 侦测时间低于 1ms，易于 RFID 功能的综合与实现
- 提供完整的评估套件
  - 为用户提供评估所需的必要工具

## 1.2 技术特点

- 具有握手协议的串行 TTL I/O 数据接口（可在出厂设置时设定硬件流控，为可选项）
- 多种接口可同时使用，独立工作
- 内置 CRC-16 检错机制和自动重发机制，保证链路的无错连接
- 内置 CSMA/CA
- 有效的通信协议，提供多种数据传输模式
- 数据透明传输

## 1.3 应用领域

- 环境监测
- 远程传感器监测与控制
- 医疗看护设备监测
- 无线报警与安全系统
- 工业生产流程监测
- 楼宇自动化
- 工业、民用无线抄表系统
- .....

## 二、技术参数

### 2.1 JRc6-433 MHz 技术参数

表 2.1 JRc6-433 MHz 技术参数

工作频率	430 ~ 432 MHz (中国、欧洲) 433 ~ 434.79 MHz (中东、欧洲)
信道数量	7 个信道
信道间隔	200 KHz
RF 数据速率	10kbps ~ 250Kbps
调制方式	GFSK
通信方式	TDD
输出功率	1 ~ 10 mW
接收灵敏度	-103 dBm at $10^{-3}$ BER, 10Kbps
接收机等级	Class 2
无线传输距离	典型传输距离: 1100 米, 视距 (LOS), 小吸盘天线*
网络协议	内建智能 I/O, 和 PTM 传输协议
工作模式	主机 (Master) 和从机 (Slave)
检错方式	CRC 和 ARQ
抗冲突方式	CSMA-CA
数据加密	128 bit AES

#### 其他参数

I/O 接口	UART, 使用 2 x 20 排针, 间隔 1.27 mm
I/O 选项	7 个通用 I/O
电源	3.0V ~ 3.6V
工作电流	Tx 发射: 43mA (3.3 V) Rx 接收: 26mA (3.3 V) Sleep 休眠: 0.6 $\mu$ A (3.3 V)
天线	外置天线、贴片天线
工作温度	-40 ~ 85°C
工作湿度	20 % ~ 90 % 相对湿度, 非冷凝
尺寸 (L×W×H)	45 × 26 × 8 毫米, 不包括天线

\*无线传输的实际距离与现场的无线环境(干扰和屏蔽等因素)有很大关系。

## 2.2 JRc6-475 MHz 技术参数

表 2.2 JRc6-475 MHz 技术参数

工作频率	475 ~ 476.2 MHz
信道数量	7 个信道
信道间隔	200 KHz
RF 数据速率	10 kbps ~ 250Kbps
调制方式	GFSK
通信方式	TDD
输出功率	1 ~ 10 mW
接收灵敏度	-103dBm at $10^{-3}$ BER, 10Kbps
接收机等级	Class 2
无线传输距离	典型传输距离: 1300 米, 视距 (LOS), 小吸盘天线*
网络协议	内建智能 I/O, 和 PTM 传输协议
工作模式	主机 (Master) 和从机 (Slave)
检错方式	CRC 和 ARQ
抗冲突方式	CSMA-CA
数据加密	128 bit AES

### 其他参数

I/O 接口	UART, 使用 2 x 20 排针, 间隔 1.27 mm
I/O 选项	7 个通用 I/O
电源	3.0V ~ 3.6V
工作电流	Tx 发射: 42mA (3.3 V) Rx 接收: 26mA (3.3 V) Sleep 休眠: 0.6μA (3.3 V)
天线	外置天线、贴片天线
工作温度	-40 ~ 85 °C
工作湿度	20 % ~ 90 % 相对湿度, 非冷凝
尺寸 (L×W×H)	45 × 26 × 8 毫米, 不包括天线

\*无线传输的实际距离与现场的无线环境(干扰和屏蔽等因素)有很大关系。



## 2.3 JRc6-915 MHz 技术参数

表 2.3 JRc6-915 MHz 技术参数

工作频率	915.0125 ~ 916.9875 MHz
信道数量	7 个信道
信道间隔	400 KHz
RF 数据速率	10 kbps ~ 250Kbps
调制方式	GFSK
通信方式	TDD
输出功率	1 ~ 10 mW
接收灵敏度	-103dBm at $10^{-3}$ BER, 10Kbps
接收机等级	Class 2
无线传输距离	典型传输距离: 500 米, 视距 (LOS), 小吸盘天线*
网络协议	内建智能 I/O, 和 PTM 传输协议
工作模式	主机 (Master) 和从机 (Slave)
检错方式	CRC 和 ARQ
抗冲突方式	CSMA-CA
数据加密	128 bit AES

### 其他参数

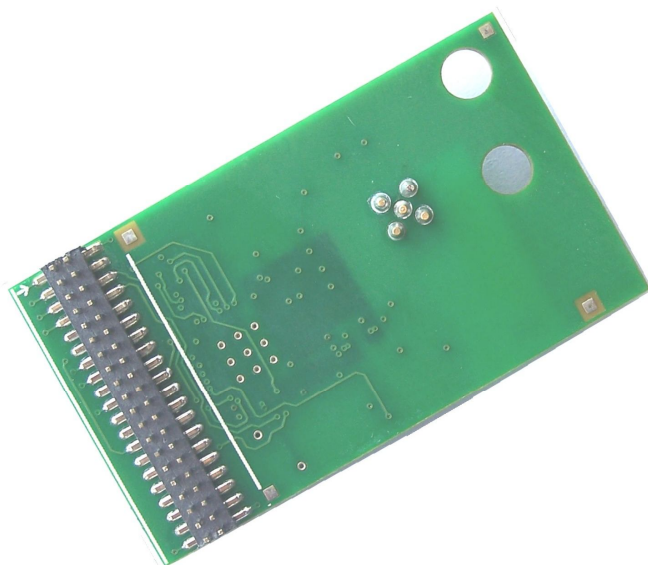
I/O 接口	UART, 使用 2 x 20 排针, 间隔 1.27 mm
I/O 选项	7 个通用 I/O
电源	3.0V ~ 3.6V
工作电流	Tx 发射: 40mA (3.3 V) Rx 接收: 26mA (3.3 V) Sleep 休眠: 0.6μA (3.3 V)
天线	外置天线、贴片天线
工作温度	-40 ~ 85 °C
工作湿度	20 % ~ 90 % 相对湿度, 非冷凝
尺寸 (L×W×H)	45 × 26 × 8 毫米, 不包括天线

\*无线传输的实际距离与现场的无线环境(干扰和屏蔽等因素)有很大关系。

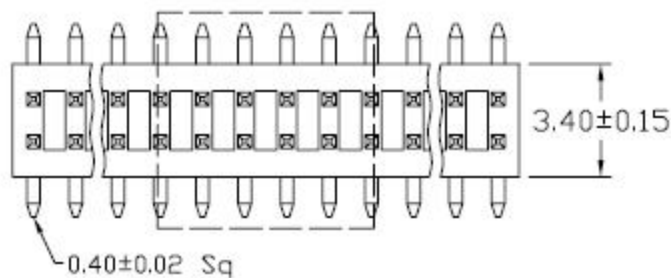
### 三、模块接口

#### 3.1 JRc6 背板双列排插

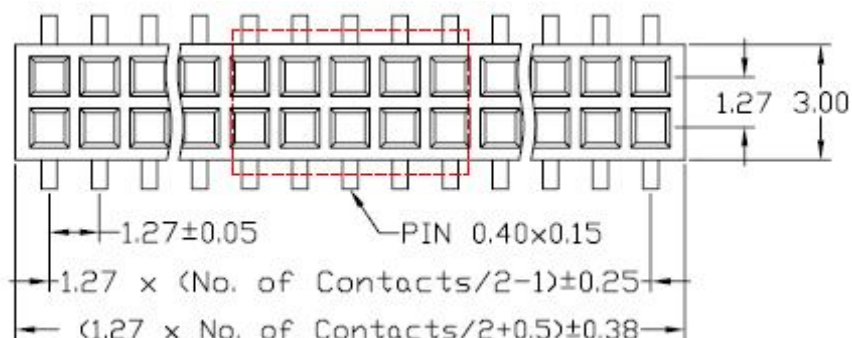
双列排插连接器外观如下：



JRc6 背板的连接器为 40 针、1.27mm 双列排插。原型设计时，该模块使用 JVE 公司的排插—**N21040-40M00B-01G**。该排插的详细信息参见 JVE 数据手册。JVE 双列排插的结构如下图所示(mm)。



根据 JRc6 模块中使用的 JVE 排插类型，应选择匹配的排插插座，如 JVE 公司的 **P8732-40M10B-01G**。用户也可根据自身要求选择其它公司的产品。JVE 公司排插插座结构如下图所示(mm)。

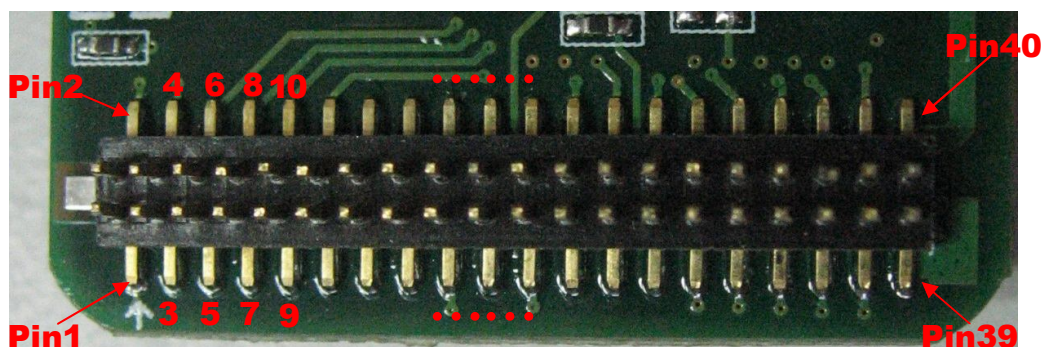


JRc6 模块引脚定义：见下表

引脚号	定义	In/Out	说明	备注
1	GND	COMM	接地	
2	GND	COMM	接地	
3	RST	IN	Reset 信号输入	
4	GND	COMM	接地	
5	TxD1	OUT	UART1, 发送数据	默认串行接口
6	TxD0	OUT	保留	
7	RxD1	IN	UART1, 接收数据	默认串行接口
8	RxD0	IN	休眠唤醒, 17ms 高电平	
9			保留	
10			保留	
11			保留	
12			保留	
13	DIO2/SCL	IN&OUT	保留	
14			保留	
15	DIO3/SDA	IN&OUT	保留	
16			保留	
17			保留	
18			保留	
19	Wakeup	IN	休眠控制, 低电平	
20	DIO8	IN	保留	
21			保留	
22			保留	
23			保留	
24	GND	COMM	保留	
25	Conf_BTN	IN	配置模式按键输入	
26			保留	
27			保留	
28	DIO1/AD1	IN&OUT	485 CE ( RS485 片选)	
29			保留	
30	DIO0/AD0	IN&OUT	保留	
31			保留	
32			保留	
33			保留	
34			保留	
35			保留	
36			保留	
37			保留	
38			保留	
39	3.3Vin	IN	3.3V 电源输入	
40	3.3Vin	IN	3.3V 电源输入	

注：

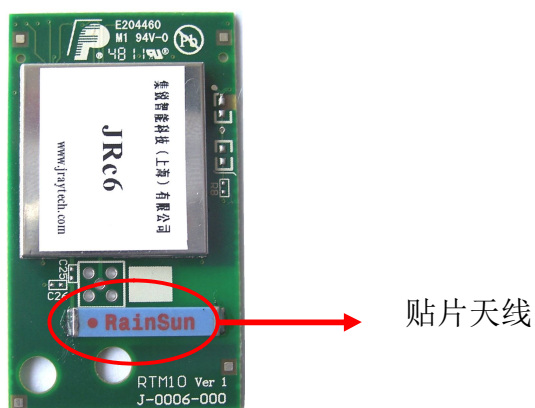
- Wake up pin (19) 引脚接高电平时，模块在工作状态；Wake up pin 接低电平时，模块进入休眠状态
- RST\_button (3) 引脚通过一个上拉电阻(100KΩ)引至模块的 Vcc 端；低电平触发信号——Reset 模块
- Mode (25) 引脚通过一个上拉电阻(100KΩ)引至模块的 Vcc 端；低电平触发信号——模块进入 AT 命令模式



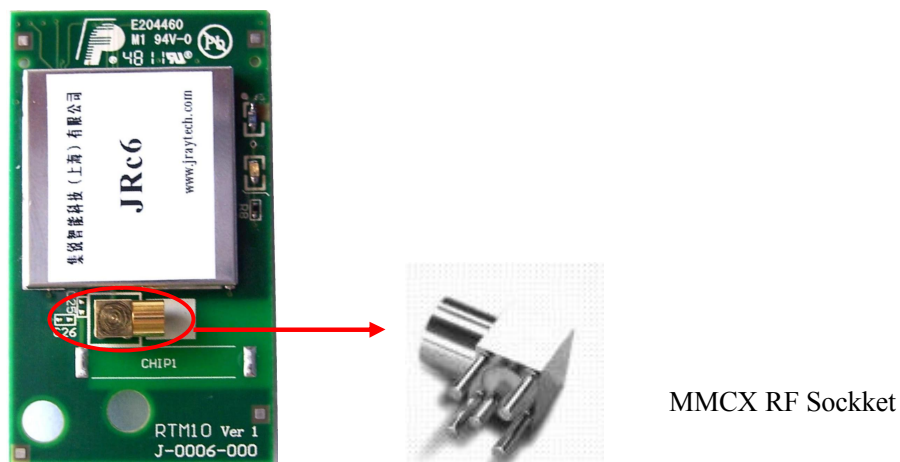
### 3.2 RF 接口

JRc6 模块提供两种可选的 RF 天线接口，即贴片天线和外置 SMA 天线，客户可根据自身系统设计要求选择适当的天线连接方案。

第一种 RF 天线接口，用来焊接贴片天线。用户可选择出厂的默认配置为焊接（或不焊接）贴片天线。若希望获得较远的传输距离，建议选择外置的 SMA 天线。



第二种 RF 天线接口，用于焊接连接外置 SMA 天线的 RF Socket。



选择外置 SMA 天线时，需要插座与外置 SMA 天线之间的转接线缆。

### 3.3 LED 指示灯

JRc6 模块上有一个 LED 指示灯。通过该 LED 灯的闪烁快慢来指示模块当前的工作状态。其对应状态的定义见表 3.2。

表 3.2：LED 指示灯含义

LED 状态	常亮	常灭	慢闪烁	快闪烁
模块状态	故障	休眠状态或断电	正常工作模式	Boot Loader 模式

## 四、快速启动指南

### 4.1 初始设置

出厂默认设置时, JRc6 模块可设定为 Master 模式或 Slave 模式, 此时物理连接非常简单。下图 4.1-1 显示了一对 JRc6 模块的可行设置 (JRc6 模块的测试可能需要使用评估底板)。

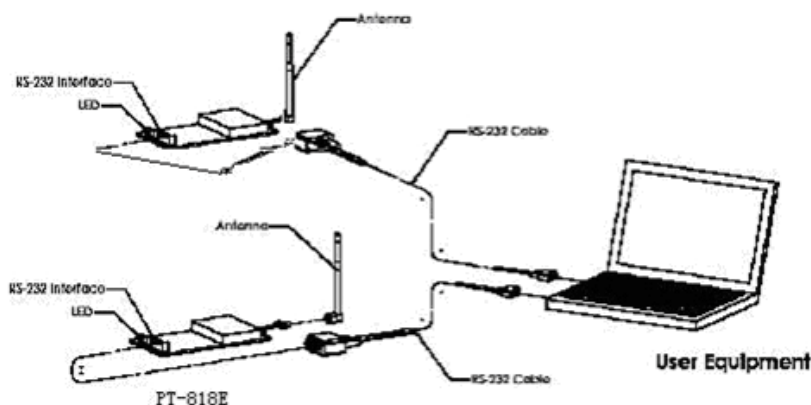


图4.1-1 连通性设置

同样地, JRc6 模块间的通信连接可以设置为点对点网络模式, 如图 4.1-2 所示; 点对多点网络模式和 Ad-Hoc 网络模式, 如图 4.1-3 所示, 即一个 Master 对应多个 Slave。收到 JRc6 模块后, 使用者可以通过送货单明细识别模块工作于 Master 或 Slave 模式, 也可对模块进行配置, 配置方法可参考本手册 4.2 节中“快速配置 Master 和 Slave 模式”。

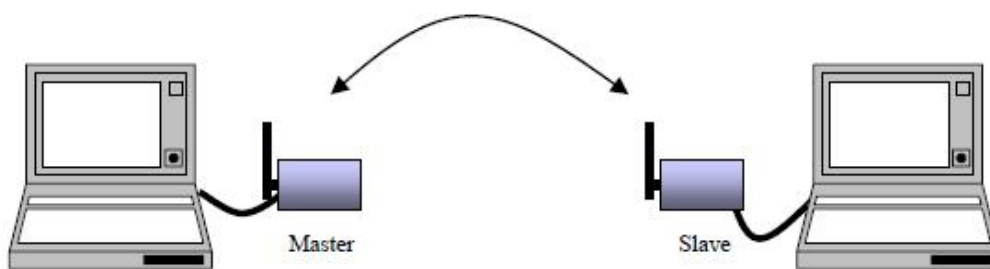


图4.1-2 点对点网络

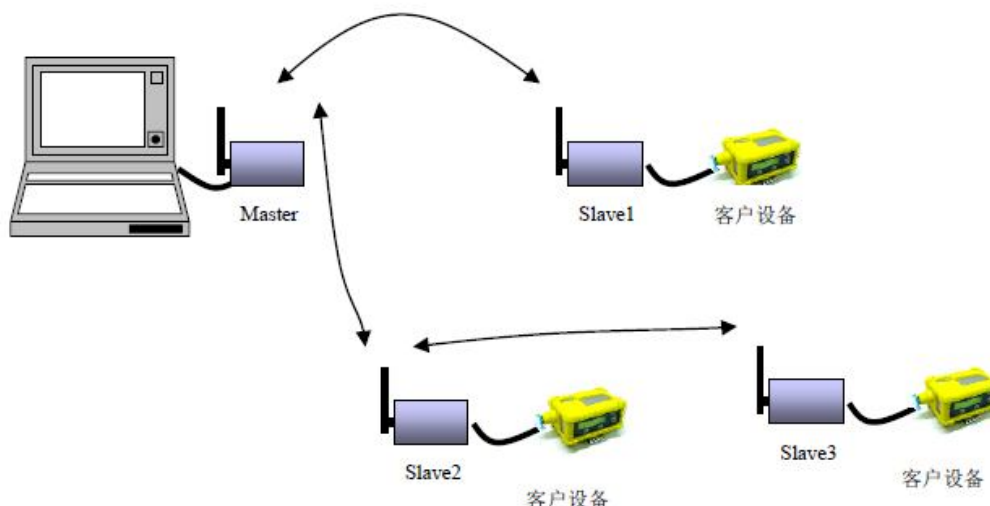


图4. 1-3 Ad-Hoc网络

JRc6 模块在配置和测试时模块之间距离应相对接近，例如在同一个房间内，首先要保证建立良好的连接以获得正确的设置，然后再展开远距离的应用测试。如果通信性能不够理想或发现其它连接上的问题，用户可以参考本手册 4.3 节中的说明检查连接或链路。

在点对点或点对多点的星型网络中，Slave 的数据直接发送给 Master，Master 的数据通过广播的方式发送给网络中的所有 Slave。在该模式下，所有 Slave 都可以进入休眠模式，大大减少了所有 Slave 的电源消耗。

在 Ad-Hoc 网络中，任何 Slave 要发送给 Master 的数据既可以直接发送给 Master，也可以通过其它 Slave 转发；Master 广播的数据可以直接发送给所有 Slave，也可以通过其它 Slave 转发。路由表将自动更新，网络中的所有节点都维护到达其邻节点的路由信息。采用这种方式，只有最末端的 Slave 节点可以自动进入休眠模式。

## 4.2 快速设置 Master/Slave 模式

测试原始模块，强烈建议使用出厂时的默认设置。出厂模式下的全部默认设置可参考附录 A。

如果实际应用中确认必须修改模块的出厂设置，每个参数配置的详细说明可参考第六章中的描述。

**注意：**如果确需更改模块的设置，请谨慎选择需要更改的参数，避免违反所应用地区内的相关政府规定或行业规范。

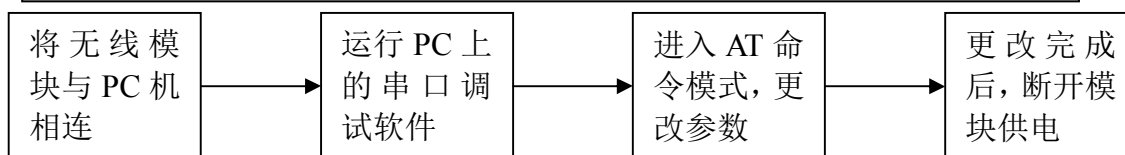


图 4.2-1 基本的设置流程

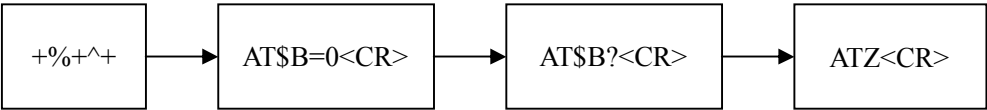
为了实现图 4.1-2 中点对点网络，有以下操作步骤：

- 1. 通过 RS-232 串口电缆连接 JRc6 模块(以与评估板一起使用为例) 和 PC，如图 4.1-1 所示。
- 2. 运行串口调试应用程序，如“SSCOM”或“串口大师”等。参考表 4.1 中的工厂默认设置值设置终端应用程序的串口参数。

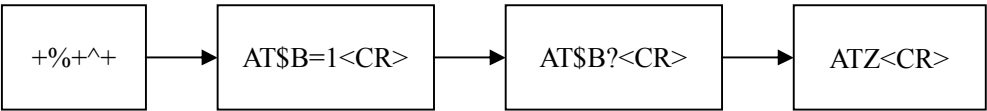
表 4.1：串口通信默认设置

波特率	19200bps
数据位	8bits
奇偶校验	无
停止位	1
数据流流控制	无

- 3. 打开 JRc6 模块电源（详细配置步骤参见本文第六章）。电源指示 LED 开始工作并闪烁。
- 4. 使 JRc6 模块进入 AT 命令模式（详细配置步骤参见本文第六章）。
- 5. 参考下面各选项设置模块为 Master 模式(参见本文第六章)。图中<CR>是换行的意思，即回车。



- 6. 断开模块电源（参见本文第六章）。现在，你已经有一个模块工作在 Master 模式。
- 7. 对其它模块重复步骤 1 到步骤 4，并参考下面选项设置模块为 Slave 模式。



- 8. 此时，Master 和 Slave 间已经可以建立通信连接并进行数据通信。

4.3 检查通信连接

完成上述的物理连接设置后，模块就可以工作了。如果发现通信效果不理想或其它连接问题，下面的步骤也许可以帮助你找出问题（只适用于 Ad-Hoc 网络）。



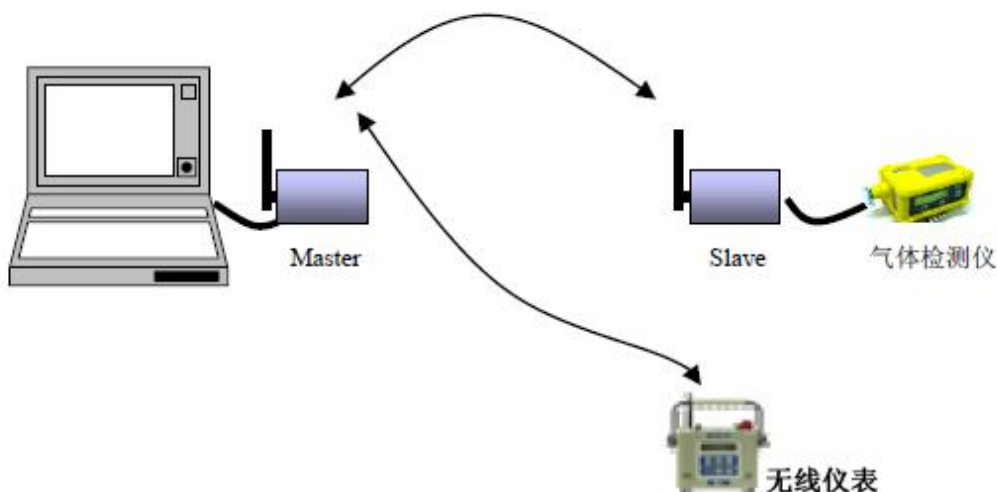


图 4.3-1. Ad hoc 网络模式

1. 使用直连式 RS-232 电缆，连接 Master 模块到 PC 机的串口；
2. 使用直连式 RS-232 电缆，连接 Slave 模块到 PC 机的串口；
3. 运行串口调试软件。确认串口的波特率和数据格式等设置与表 4.1 相同。或应用需要用户已对串口参数进行了修改，那么串口调试软件也应作相应修改
4. 在 Master 终端通信窗口输入字符，该字符应该显示在 Slave 端的窗口中，反之亦然。
5. 调整模块的相互位置和天线方向，直到获得最佳传输性能。

**注意：**天线的放置位置很重要，条件运行下，应尽量置高，并保证天线四周空旷，无遮挡。

## 五、工作模式

### 5.1 基本工作模式

用户在订购时可选择 JRc6 的网络模式，即点对点、点对多点或 Ad-Hoc。在每个网络模式下，模块间的数据传输都是透明的。上述的网络中，模块可设置为 Master 或 Slave/Repeater。本节将详细叙述模块功能的设置。

#### 5.1.1 Master 模式

主机（Master）控制和协调网络中所有模块间的数据传输，包括向上层传输数据、选择下行链路、选择模块的分组和在端到端（peer-to-peer）与广播通信模式中相互切换等功能。在同一网络中必须有且只能有一个主机。

#### 5.1.2 Slave/Repeater

从属机（Slave）是主机通信链路的另一端。主机接收到的任何数据都要传递给应用层，因此仪器或设备大多与从属机连接。一个 Slave 也可以充当其它 Slave 的中转器（Repeater）。此时 Slave 的功能不仅仅是其所连接设备的 Slave，同时也接收并寻址转发 Master 或邻居 Slave 的数据包。这些需要中转的数据包并不会发送到 Slave/Repeater 的数据链路层或用户层。

### 5.2 网络结构

JRc6 模块可以通过一个 Master 和多个 Slave 的组合组建数据通信网络。

点对点和点对多点当一个 Slave 被配置为只能与一个 Master 通信时，就形成了一个简单的点对点网络；当两个以上的 Slave 被配置为与同一 Master 通信时，就形成了一个点对多点网络。Master 将与其连接设备的数据通过广播的方式向网络中所有 Slave 发送，但是 Slave 只能将其连接设备的数据传送给 Master。

Ad-Hoc 网络是一种多跳网络，网络中的设备或节点相互协助，通过转发数据的功能完成数据包在网络中的传输。Ad-Hoc 网络模式下，Master 通过广播的方式向网络中的所有 Slave 发送数据。网络中的每个 Slave 节点都可以发送或接收数据信息，即具有路由器的功能，可向邻节点转发数据。这些 Slave/Repeater 不会向其连接的设备传送转发的数据。利用这些中间节点的中继功能，网络可以轻松获得无线数据到达目的地的可靠传输路径。节点一旦接收到数据，该数据将被向各个方向发送。

不需要规划设备的具体位置，使用者可以在 Master 和较远端 Slave 间“随意插入”一个 Slave 来加强无线链路的强度。Ad-Hoc 网络协议不需要对 Slave 进行注册，并且理论上可以支持无限多个 Slave/Repeaters。多层 Repeater 链的使用可以将一个简单的 Master 和 Slave 连接起来，形成传输链路；同一个 Repeater 也可以为多个 Slave 中继和转发数据包。网络中的节点可能在任何未经通知的情况下移动，但都必须在通信网络的传输覆盖范围内才能正常工作。

利用 Ad-Hoc 网络可以动态拓展 Master 和 Slave 间的传输距离。更重要的是，Ad-Hoc 网络可以为多数应用提供合适的网络结构。

网络中的每个节点在为其它节点转发数据包时，数据包可能在传输过程中丢失或损坏。Ad-Hoc 路由协议采用 CSMA/CA 技术来降低数据包的碰撞机会，并采用“应答—自动重发”的机制确保数据通信的可靠性。Ad-Hoc 网络中的每个节点都采用重量因数算法动态地更新与维护最优传输路径点。

### 5.3 网络举例

针对以上的不同网络模式，本节介绍一些组建网络的例子，帮助用户理解 JRc6 模块的工作原理及应用。

JRc6 不仅仅可以建立简单的点对点网络，如图 4.1-2。当 Slave 具有 Repeater 功能时，利用 JRc6 可以建立许多复杂的网络拓扑。图 5.3-1 给出了四种网络拓扑：网络 2 是点对点网络，采用了一个 Repeater 与 Slave 进行通信；网络 3 是一个简单的点对多点网络，网络中没有采用 Repeater；网络 4 是点对多点网络，混合使用了 Slave 和带有一级 Repeater 的 Slave；网络 5 是点对多点网络，网络结构中包含 Slave 和带有两级 Repeater 的 Slave。JRc6 模块可以配置多跳的多层网络。

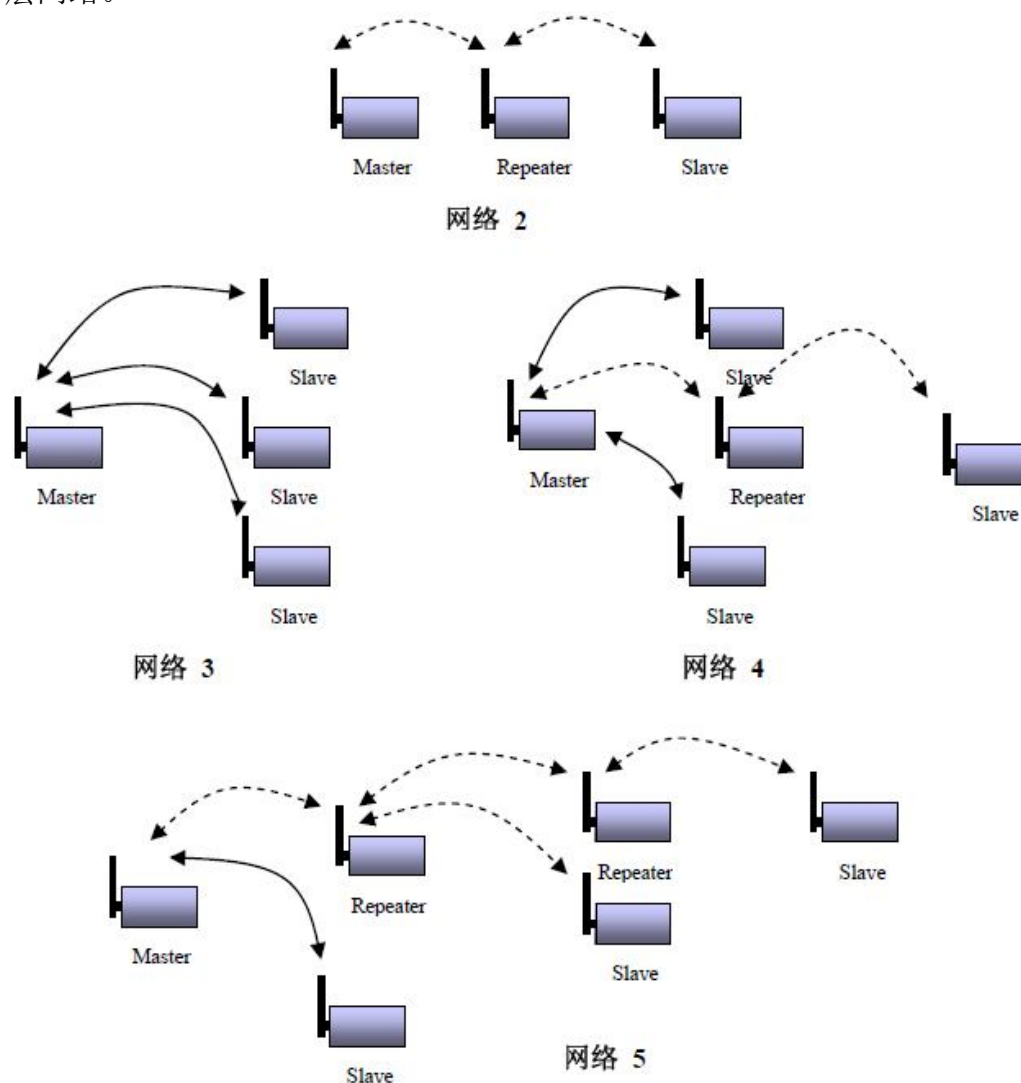


图 5.3-1 多种网络拓扑结构

Master 和最低层 Slave 间可以放置多级 Repeater，网络可以采用任何 Slave 和 Slave-Repeater 的组合。

## 5.4 数据传输模式

在 Ad-Hoc 网络模式中, Master 采用广播的方式向网络中的其它所有 Slave 发送数据。Slave 将检查接收到数据包的序列号。

Ad-Hoc 路由协议是专为多跳的无线传感器网络而设计的, 在该无线传感网络中, 数百个传感器节点可以实时与控制中心进行数据通信。控制中心与传感器节点的通信采用 Master-Slave 方式, 其中, 控制中心是 Master, 传感器节点是 Slave。Slave 之间是不能通信的。网络中的每个节点都可以为网络中的其它节点转发数据。接收到损坏的数据包时节点可以进行检测并丢弃错误的数据包。另外, 网络中的节点可能在任何未经通知的情况下移动, 但都必须在通信网络的传输覆盖范围内。移动节点的移动速度也假定为不影响数据包的传输时间。

Ad-Hoc 路由协议的工作原理是基于一种“well-known”路由概念的, 称为“源路由”。节点发送的每个数据包的帧头中都包括经过的最后一个节点和目的节点的信息, 这既实现了网络的可扩展性, 也避免了出现环状路由的情况。并且, 转发数据的节点通过帧头中最后一跳的信息也可以追踪到这些数据帧的源路径。这种反向路径信息将保留在每个节点的邻节点目录中, 并用于转发排序中的数据帧到达目的地。

JRc6 的 Ad-Hoc 路由协议由两个主要机制组成, 主动路由寻找与邻节点路由维护。这两种机制共同工作来寻找和维护 Master 与 Slave 之间的路由。

### 5.4.1 主动路由寻找

当一个源节点要发起到某一目的节点的数据传输时, 既可以是 Master 到 Slave 的传输, 也可能正好相反, 源节点在数据包的包头中加入下一跳节点的信息, 并将该数据包传送到该跳的节点。通常, 发送节点通过搜索其邻节点先前使用的路由目录来获得合适的下一跳节点信息, 如果没有发现合适的节点, 发送节点将向其无线传输范围内的所有节点发送广播数据包。

接收到新数据包的节点将检查该数据包的目的节点是否为自己, 如果是, 该数据包将被接受并进行处理; 否则, 该节点将从邻近节点的路由目录中搜索合适的下一条节点并转发该数据包。同样地, 如果没有发现到达目的节点的合适路径, 节点将向其邻节点广播接收到的数据包。通过这种方式, 数据包将通过广播或多次跳转的方式直接到达目的节点。

可以注意到, 如果多个邻近节点同时广播数据包, 数据将在空中发生碰撞。为了减少碰撞的概率, 模块采用了简单的载波侦听多点接入/冲突避免协议 (CSMA-CA) 来管理网络中数据的传输。

### 5.4.2 邻节点路由维护

任何要发送数据的节点在数据发送的时候都必须监控到下一跳节点的传输

路径，保证该链路能够发送数据。通过监听数据要转发的下一跳节点，确认该链路是否可以传输数据。节点将更新其邻节点路由目录中已确认的下一跳节点。如果目录中的某一路由在一段时间内没有被更新，可以认为到达该跳的链路已经断开，该节点也将从目录中被删除。

与其它协议不同，JRc6 的 Ad-Hoc 路由协议不需要在网络中周期性地交换数据。这对于所有节点位置几乎相对固定或当前通信所需路径已经全部发现的网络来说，路由维护所需费用几乎减少到零。如果网络拓扑的变化不会对当前路由产生影响，该协议也不会采取任何措施。

另外，通过分析侦听到的数据包中的路由信息，节点也可以获得到达任何目的节点的多条隐藏路径。当节点的当前路由不能到达目的节点时，节点也可以尝试这些隐藏路径。因此，网络拓扑发生变化时，网络可以快速地建立新的有效传输路径。

### 5.4.3 CSMA/CA

每次要传输数据帧时，节点都要等待一个随机的时间间隔。如果发现信道没有数据发送，节点将退避一段随机时间后发送其数据；如果发现信道忙碌，节点将退避一段随机时间，并且在重新侦听信道前再退避某一随机时间，并再次尝试发送数据。

### 5.4.4 可靠数据传输

JRc6 采用应答与自动重传机制保证数据传输的可靠性。

一个节点发送数据后将等待某一特定的时间段，等待接收应答帧。如果在规定的时间内接收到了应答帧，且应答帧内包含了与发送帧同样的帧序号和源 MAC 地址，传输将被认定为成功，该节点将不再采取进一步措施；如果在规定的时间内没有接收到应答帧，或者应答帧内包含的帧序号或源 MAC 地址与发送帧不相同，节点将认为此次传输失败。

节点成功接收和确认数据帧后会发送应答信息，如果接收数据帧的节点由于某种原因不能处理接收到的数据帧时，该应答信息也将不被发送。

如果节点在规定的时段没有接收到应答帧，该节点将认定传输失败并重新发送该数据帧。如果经过数次重传后还是没有接收到应答帧，节点将停止处理。该情况经常在通信连接失败的情况下发生（超出无线通信范围）。

### 5.4.5 数据确认

为了检测无线传输中的错误字节，模块采用了 FCS（帧校验）机制，采用国际电信联盟—Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)的 16 bit 循环冗余码校验(CRC)，用来保护 MAC 层中所有数据帧。

在网络层，采用 HEC（报头误差校验）机制，利用 8 bit m 序列公式来保护协议的报头信息。

### 5.4.6 省电模式

如果没有任务要处理，Slave 节点可以自动进入休眠模式。休眠模式可以使模块工作在最低电源损耗的待机状态( $<1\mu\text{A}$ )，一旦被唤醒，模块也只需要大约 10 ms 就可以进入发送或接收状态。Wake-up 管脚上输入上升沿将唤醒模块，同时也唤醒了节点。10ms 后，节点可以接收串口的数据并通过无线发射出去。一旦所有的数据处理结束，并且 Wake-up 管脚置为低电平的话，节点将再次自动进入休眠模式。

## 5.5 模块标识

JRc6 模块在不同的应用状态中需要不同的标识。本节将介绍这些标识的含义和用法。

### 5.5.1 生产 ID/序列号

每个 JRc6 模块都有唯一的一个生产 ID（8 位），并且与贴在 PCB 板或模块外壳上的标签上的序列号一致。该号码在生产过程中被分配，在 Slave 模块进行网络注册时，该序列号被用来识别模块的地址。

### 5.5.2 Network ID

Network ID，即网络 ID，是一个 10bit（取值范围 000 ~ 255）的标识码。在组建网络之前，每个模块，包括 Master 和所有的 Slave，都必须设置一个相同的网络 ID（新购买模块的默认值为 000）。该网络 ID 将被加载在所有从模块发出的数据包中，并且只有网络 ID 匹配的数据包才会被接收。

网络 ID 可以在配置模式的配置菜单中设定（6.2.3 节）。

## 六、模块的配置

### 6.1 硬件连接

这里我们以采用评估板开发 JRc6 模块为例。评估板结构如下图所示：

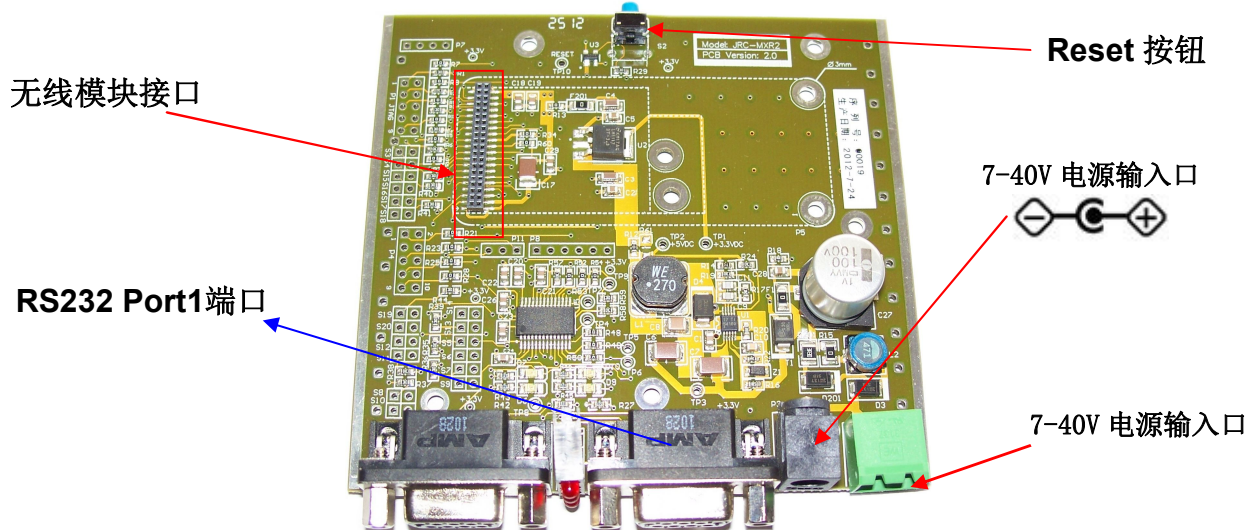


图 6.1 JRC-MX 评估板

评估板的输入电压为 7~40V，可由 7~40V 外接电源接口或 7~40V 电池接口接入。JRc6 模块采用 RS232 Port1 与计算机或设备连接。

**注意：**在使用评估板开发 JRc6 时，必须使用 RS232 Port1 与计算机或设备连接（如图 6.1 所示）。

连接步骤：

1. 在确保 JRc6 模块的排针正确对准评估板上的模块接口后，用力按下。
2. 连接串口线一端至 RS232 Port1 端口，另一端连至计算机或相关设备。
3. 接入电源。

连接完毕如下图所示：





图 6.2 连接完毕

## 6.2 串口调试软件的使用

“SSCOM”或“串口大师”等串口调试软件都可用于对模块的配置操作。由于操作方便，推荐用户使用“SSCOM”串口软件来进行配置操作。这里我们采用“SSCOM”作为配置 JRc6 的串口调试软件。

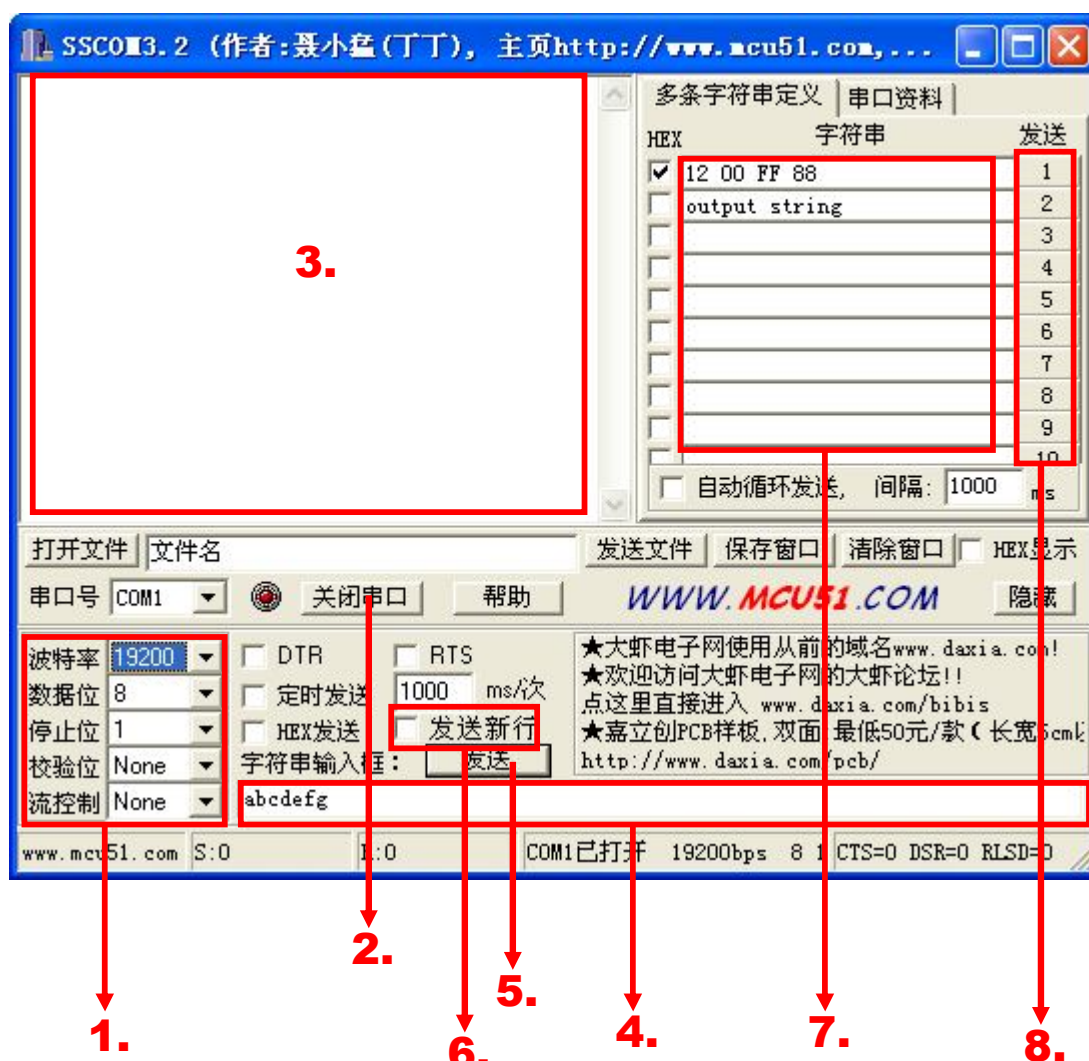
软件主界面如下图所示：



点击界面右侧的“扩展”按钮后，展开“多条字符串定义栏”。用户可在这里记录常用的 AT 命令，避免了命令的重复录入，也方便查询。



配置时常用的操作说明如下：



- 说明：
  1. SSCOM 软件的串口参数设置。设置必须正确，否则无法串口通信；
  2. 打开/关闭串口。配置模块时，请打开串口；
  3. 显示窗口。用于显示 AT 命令的返回值或无线传输中收到的字符串；
  4. 字符串输入框。用于输入需要发送的字符串或 AT 命令；
  5. 发送。即发送字符串输入框中的当前内容；
  6. 选择发送新行。即发送时在字符串末端添加换行符。注意除“+%+^+&”命令外的所有 AT 命令都必须选择发送新行；
  7. 多条字符串定义。可用于存储常用的 AT 命令。点击右侧对应行号即可发送；
  8. 点击行号即可发送对该行先前存储的 AT 命令。

### 6.3 串口参数设置

通过标准 RS-232 串行接口将模块与电脑相连，使用“SSCOM”或“串口大师”等串口调试软件可以对 JRc6 模块中的参数进行设置。对于客户，所有这些选项的设置都是在 AT 命令模式下完成的。

JRc6 模块的各项参数可以依照用户的要求在出厂前进行设置，也可以由用户根据自己系统要求自行设置。多数情况下，模块在应用于用户系统前都应该进行设置。

配置前，用户需要确认串口调试软件的串口参数。串口的默认设置参数如下表 6.3 所列。

表 6.3 串口默认设置

波特率	19200bps
数据位	8bits
奇偶校验	无
停止位	1
数据流流控制	无

通常情况下，JRc6 总是使用默认的串口设置进入 AT 命令模式。如果是应用需要，用户修改了如波特率等串口参数，那么串口调试软件的串口参数必须作同样的修改，否则无法通信。

硬件连接正确、软件的串口参数设置完成，即可进入 AT 命令对模块进行配置操作。

### 6.4 进入 AT 命令模式

进入 AT 模式的命令为：+%+^+&。命令结尾不加换行符。

**操作步骤**（以 SSCOM 串口调试软件为例，下同）：

1. 接通电源；
2. 检查 JRc6 模块的指示灯，应为慢闪状态。即说明模块处于正常工作模式；
3. 打开 SSCOM 串口调试软件；

4. 打开串口。即点击“打开串口”按钮；
5. 检查“发送新行”，应为未选；若勾选，应去除；
6. 键入命令：+%+^+&。可在软件界面下方的“字符串输入框”键入，或在软件界面的右侧“多条字符串定义栏”中录入（推荐）。本章中涉及键入命令时参考此步骤，下文不再累述；
7. 发送命令：即根据步骤 5 的录入方式，选择点击“发送”，或点击对应行号。本章中涉及发送命令时参考此步骤，下文不再累述；
8. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若没有提示信息返回，则需断开电源后加电，然后重复步骤 1 至步骤 7；
9. 收到返回信息“OK”后，说明模块已成功进入 AT 命令模式。注意，此时不可断开电源，否则在下次加电，模块仍处于正常工作模式；
10. 通过 AT 命令配置 JRc6 模块；

## 6.5 设置工作模式

工作模式即 Master（主机模式）和 Slave（从机模式）。AT 命令为：AT\$B

查看当前参数设置：AT\$B?<CR>

修改参数设置：AT\$B=参数值<CR>，如：AT\$B=0<CR>

参数值含义：“0”为 Master；“1”为 Slave。

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**操作步骤：**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 AT\$B?，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令 AT\$B=参数值；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 如果所有参数的设置操作均已完成，Reset 模块即可。两种方法 Reset：键入命令：ATZ 并发送；或者直接断开电源，新的参数设置将在下一次上电时生效。

## 6.6 设置 Network ID

同一网络中的所有设备都必须设置成相同的 Network ID，Network ID 设置不正确将导致系统不能正常通信。而且，错误的 Network ID 设置也可能导致网络接收到其它网络的数据包，从而产生问题。

AT 命令为：ATI

查看当前参数设置：ATI?<CR>

修改参数设置：ATI=参数值<CR>，如：ATI=125<CR>

Network ID 参数取值范围：000 ~ 255

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**注意：**用查看命令看到的 Network ID 为两位数的十六进制，将该值转换成十进制后的三位数即是模块当前的 Network ID。修改 Network ID 时，直接输入十进制数即可。Network ID 参数取值范围是 000 ~ 255。

#### 操作步骤：

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前的 Network ID。即键入命令 **ATI?**，并发送该命令；
4. 修改 Network ID。即键入命令 **ATI=参数值**；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.7 设置休眠功能

JRc6 具有自动休眠功能，但用户可通过修改参数来自由选择是否启用该项功能。

AT 命令为：ATS

查看当前参数设置：ATS?<CR>

修改参数设置：ATS=参数值<CR>，如：ATS=1<CR>

参数值含义：“0”为禁用本功能；“1”为启用本功能。

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**注意：**本操作仅适用于从机，被设为主机模式的 JRc6 模块无法开启休眠功能。

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 **ATS?**，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令 **ATS=参数值**；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.8 查看模块固件版本

AT 命令为：ATV

查看当前模块的固件版本：ATV?<CR>

命令发送后，当前模块的固件版本信息将在窗口显示：

**注意：**若用户需要更新模块的固件，请与我司联系。

**操作步骤：**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 ATV?，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令 ATV=参数值；并发送该命令；
5. 在软件界面左侧显示窗口处查看版本号；
6. 查看完成后进行下一个参数的操作；

## 6.9 设置无线空中速率

无线空中速率是指无线模块的射频数据传输速率，注意区别串口速率（波特率）。通常，射频数据传输速率要比 RS-232 串口速率要高得多。如果串口设置的波特率高于射频数据传输速率，数据将保留在模块的缓冲区中。JRc6 模块中设有数据缓冲区。若数据缓冲区溢出，将根据串口参数中所设置的流控方式（Flow Control Method）进行相应处理。使用者必须谨慎考虑数据的吞吐量、数据缓冲区大小和流控方式，防止应用数据的丢失。

AT 命令为：AT\$R4

查看当前参数设置：AT\$R4?<CR>

修改参数设置：AT\$R4=参数值<CR>，如：AT\$R4=1<CR>

参数值含义：“0”为 250Kbps；“1”为 38.4Kbps；“2”为 10Kbps。

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**操作步骤：**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 AT\$R4?，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令 AT\$R4=参数值；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.10 设置串口波特率

设置前，应该先确认应用系统对串口参数的具体要求，尤其是 RS-232，必须保证设置与系统要求一致。不匹配的串口设置将导致数据传输错误，甚至完全不能通信。



**注意：** 串口波特率的设置不影响射频数据传输速率的设置。

修改参数设置：AT\$S0=参数值<CR>，如：AT\$S0=3<CR>

串口速率参数表

参数取值	波特率(bps)
0	115200
1	57600
2	38400
3	19200
4	9600
5	4800
6	2400
7	1200

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

#### 操作步骤：

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 AT\$S0?，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令 AT\$S0=参数值；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.11 设置串口数据格式

设置前，应该先确认应用系统对串口参数的具体要求。

AT 命令为：AT\$S1

查看当前参数设置：AT\$S1?<CR>

修改参数设置：AT\$S1=参数值<CR>，如：AT\$S1=0<CR>

串口数据格式参数表：

参数设定值	串口数据格式
0	8 位数据位，1 位停止位，无校验位
1	8 位数据位，2 位停止位，无校验位
2	8 位数据位，1 位停止位，1 位偶校验位
3	8 位数据位，1 位停止位，1 位奇校验位

返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**操作步骤:**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 **AT\$S1?**，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令：**AT\$S1=参数值**；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.12 设置射频信道

AT 命令为：**AT\$R1**

查看当前参数设置：**AT\$R1?<CR>**

修改参数设置：**AT\$R1=参数值<CR>**，如：**AT\$R1=0<CR>**

JRc6 模块提供 7 个可选射频信道，参数从“0”到“6”依次排列。

**注意：**为确保正常通信，同一网络中的 Master 与所有 Slave 必须设置为同一个射频信道。

返回提示信息：**OK** 表示修改成功；**ERROR** 表示出错。

**操作步骤:**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 **AT\$R1?**，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令：**AT\$R1=参数值**；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 6.13 设置射频功率

JRc6 模块的最大射频输出功率为 10 mW，请在我司专业人员的指导下更改模块的输出功率，用户不得擅自修改。

AT 命令为：**AT\$R0**

查看当前参数设置：**AT\$R0?<CR>**

修改参数设置：**AT\$R0=参数值<CR>**，如：**AT\$R0=7<CR>**

JRc6 模块提供 8 档可选射频功率，参数从“0”到“7”功率依次递增。

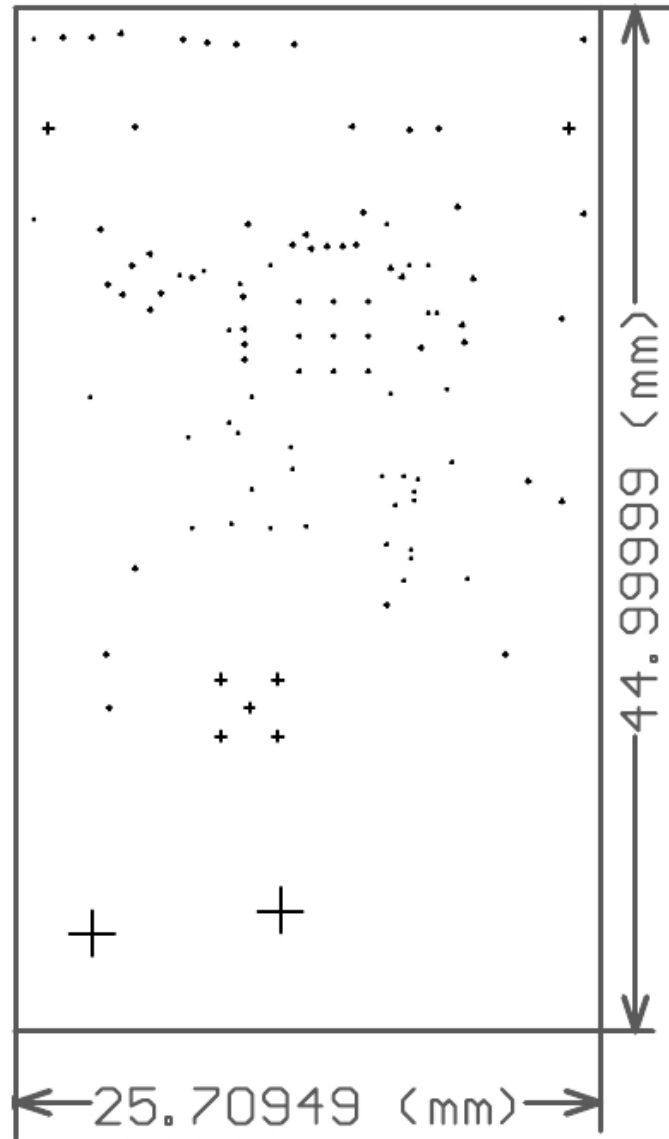


返回提示信息：“OK”表示修改成功；“ERROR”表示出错。

**操作步骤：**

1. 如果模块当前在正常工作模式，请参考 6.4 节进入 AT 命令模式；
2. 勾选“发送新行”；
3. 根据需要，查看当前参数值。即键入命令 **AT\$R0?**，并发送该命令；
4. 修改参数。即键入命令：**AT\$R0=参数值**；并发送该命令；
5. 检查软件左侧显示窗口是否返回提示信息：OK。如若返回信息为：ERROR，则需重复步骤 3 至步骤 5；
6. 收到返回信息“OK”后，说明设置已修改成功。接下来进行下一个参数的操作；
7. 新的参数设置将在 Reset 模块后生效。

## 七、机械尺寸



单位: mm

## 八、采购信息

JRc6 系列产品的采购信息：

产品型号	天线类型	订货号
JRc6-433	板载天线	TBD
	外接天线	TBD
JRc6-475	板载天线	TBD
	外接天线	TBD
JRc6-915	板载天线	TBD
	外接天线	TBD

## 附录 A

JRc6 模块出厂的默认设置如下表所示：

项目	参数默认值	参数说明
基本工作模式	1	Slave
网络 ID	0	0
RS-232 串口波特率	3	19200 bps
RS-232 串口数据帧格式	0	8N1：8 数据位；无校验；1 停止位
RS-232 串口流控方式	3	无流控
射频信道	0	信道 0
射频输出功率	7	最大输出功率

## 附录 B

JRc6 模块 AT 命令

AT 命令符	参数值	命令描述	作用对象	返回提示符
ATD	无	模块从 AT 命令模式返回至数据模式	主机、从机	无（成功）或 ERROR
ATA	[0]启用；[1]禁用	模块加电后自动进入数据模式	主机、从机	OK 或 ERROR
ATZ	无	重置模块 ( <b>Reset</b> )	主机、从机	无（成功）或 ERROR
ATL	无	进入引导模式 ( <b>Boot Loader mode</b> )	主机、从机	OK 或 ERROR
ATE	[0]或[1]	<b>Echo</b> 命令模式	主机、从机	OK 或 ERROR
ATS	[0]启用；[1]禁用	控制模块的休眠功能	仅限从机	OK 或 ERROR
ATI	[Network ID]	查看或修改网络号 ( <b>Network ID</b> ) 网络号的设置范围： <b>000–255</b>	主机、从机	网络号、OK 或 ERROR
ATR	无	恢复模块参数为出厂默认值	主机、从机	OK 或 ERROR
ATV	无	查看模块的固件版本	主机、从机	版本号或 ERROR
AT\$R0	[RF Tx Power]	查看或修改模块的无线发射功率	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR
AT\$R1	[RF channel]	查看或修改模块的无线信道	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR
AT\$R2	[0]启用；[1]禁用	控制模块的自动输出无线信号强度 (RSSI) 功能	主机、从机	RSSI 输出序列
AT\$R3	无	查看模块的无线信号强度 (RSSI)	仅限从机	RSSI
AT\$R4	[参数值]	查看或修改模块的空中无线数据传输速率	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR
AT\$S0	[参数值]	查看或修改模块的串口数据传输速率	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR
AT\$S1	[参数值]	查看或修改模块的串口数据传输格式	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR
AT\$B	[0]主机；[1]从机	查看或修改模块的模式（主机或从机）	主机、从机	参数值、OK 或 ERROR

AT 命令输入格式：

1. 无参数命令：[AT 命令符][换行符]，发送；
2. 查看参数值：[AT 命令符][?] [换行符]，发送；
3. 修改参数值：[AT 命令符][=] [参数值][换行符]，发送。

**串口速率参数表**

参数设定值	串口速率 (Kbps)
0	115200
1	57600
2	38400
3	19200
4	9600
5	4800
6	2400
7	1200

**串口数据格式参数**

参数设定值	串口数据格式
0	8 位数据位, 1 位停止位, 无校验位
1	8 位数据位, 2 位停止位, 无校验位
2	8 位数据位, 1 位停止位, 1 位偶校验位
3	8 位数据位, 1 位停止位, 1 位奇校验位

**无线空中数据传输速率参数表:**

参数设定值	无线空中速率 (Kbps)
0	250
1	38.4
2	10