

## 蓝牙模块技术培训资料之二

# 蓝牙模块技术指标详解

TDOC 1.1

南京国春电气设备有限公司

2007.9.10

《内部资料》

地址:南京市珠江路 88 号新世界中心 A 座 420 网址: [www.guochuntech.com](http://www.guochuntech.com)

1/9

南京总部电话: (025) 84703800, 13813876787

北方区: (010) 68536327 15911016369 Email: njguochun@gmail.com MSN: njkaichun@gmail.com

## 目 录

蓝牙模块技术培训资料之二.....	1
一、 蓝牙模块的种类.....	3
1、 蓝牙模块的定位.....	3
2、 蓝牙模块的种类.....	3
3、 蓝牙模块的选择.....	4
二、 蓝牙模块的通讯频率.....	4
1、 蓝牙的工作频段.....	4
2、 蓝牙模块的跳频与工作模式.....	5
三、 蓝牙模块的协议.....	5
1、 蓝牙协议简介.....	5
2、 蓝牙协议 V1.1 V1.2 与 V2.0 的比较 .....	6
四、 蓝牙模块的外围接口.....	7
1、 UART 串行口 .....	7
2、 USB 接口 .....	7
3、 双向数字 IO 口.....	8
4、 音频接口.....	8
5、 SPI 编程口 .....	8
五、 蓝牙模块的功率与距离.....	9
1、 蓝牙模块的发射功率.....	9
2、 蓝牙模块的接收灵敏度.....	9
3、 蓝牙模块的通讯距离.....	9
六、 蓝牙模块的功耗与电流.....	9

## 一、 蓝牙模块的种类

### 1、 蓝牙模块的定位

蓝牙模块（BlueTooth Module）又叫蓝牙内嵌模块、蓝牙模组，一般意义上的蓝牙模块主要面向产品需要增加蓝牙无线传输功能的用户，用户不需要了解详细的蓝牙技术，进行蓝牙软、硬件开发，只需提出自身产品要求的电路接口、数据格式、通讯对象即可，这样可以节省用户的技术投入成本，缩短其产品上市时间。

### 2、 蓝牙模块的种类

n 蓝牙模块的种类很多，市场上叫法也五花八门，最为人知的是手机蓝牙与蓝牙耳机，蓝牙模块可以从应用、芯片、技术、性能等多个角度区分。

n 从应用角度区分蓝牙模块的叫法最多，如：手机蓝牙模块、蓝牙耳机模块、蓝牙语音模块、蓝牙串口模块、蓝牙电力模块、蓝牙 HID 模块等等。

n 从技术角度看可分为三种：蓝牙数据模块、蓝牙语音模块、蓝牙远程控制模块  
蓝牙数据模块主要用于各种接口的数据传输，如：RS232 接口串行数据传输，USB 数据传输等，是蓝牙应用中最成熟的一种，一般基于电缆替代协议。

蓝牙语音模块主要用于语音的传输，目前分单声道话音模块、立体声模块

蓝牙远程控制模块主要用于蓝牙键盘、蓝牙鼠标、蓝牙遥控器等 HID 应用，也可用于工业远程控制，但实现方式不同，如蓝牙键盘、蓝牙鼠标等 HID 应用有专门的 PROFILES 规范，不同厂家的产品可以互联互通，但工业等特殊场合应用需要高稳定性，高可靠性，标准的 HID 规范过于复杂，并不适合。

很多情况下，会需要数据、语音同时传输，或同时进行远端控制，市场上大部分蓝牙模块不能实现，这是公司产品 GC 系列蓝牙模块的优势。

n 从芯片采用的角度看可分为 ROM 版模块、EXT 模块及 FLASH 版模块，

ROM 版模块采用芯片厂家的 ROM 版芯片，特点是芯片厂家将标准的应用 PROFILES 固化在芯片中，用户无法对芯片内程序进行修改，适合大规模的批量生产，价格很低，如蓝牙耳机模块、手机模块、鼠标键盘模块等。

EXT 模块采用的芯片没有 FLASH 存储，需外扩存储器件，用户可以进行应用开发，特点是

地址：南京市珠江路 88 号新世界中心 A 座 420 网址：[www.guochuntech.com](http://www.guochuntech.com)

3/9

南京总部电话：(025) 84703800, 13813876787

北方区：(010) 68536327 15911016369 Email: njguochun@gmail.com MSN: njkaichun@gmail.com

价格适中，不足是稳定性、功耗等性能差异大，同时大部分 EXT 芯片没有音频解码电路，如需实现音频传输需外接编解码器件。

Flash 版的芯片价格高，但用户可以按自己的应用需求进行，由于芯片内置了 FLASH 存储，其各性能表现出色，如公司产品 GC-04 / 05 / 06 蓝牙模块，同时内置了音频编解码电路，适合各种语音网关等应用。

- 从功率角度来看，可分为 CLASS1 蓝牙模块，标准通讯距离 100 米，如公司产品 GC-05；CLASS2 蓝牙模块，标准通讯距离 10 米，如公司产品 KC-02，GC-04/06。
- 从上游芯片厂家来分，市场上有 CSR、Brandcom、爱立信、PHILIP 等，市场上大部分解决方案是前两家公司的方案，爱立信等主要为自己手机等产品配套。公司采用 CSR 的芯片开发模块及应用软件。

### 3、 蓝牙模块的选择

大规模民用产品一般选用 ROM 版模块，如市场上的 USB 蓝牙适配器，由于大部分协议会运行在 PC 内部，对芯片处理能力要求很低，芯片厂家会推出价格很低的产品；工业蓝牙应用一般应采用 FLASH 版的芯片生产的模块，运行速度快，具备高集成度、高可靠性、高性能指标等特点。为用户选择公司的蓝牙模块产品只需了解用户要求的通讯距离及接口类型即可，参考 GC 系列蓝牙模块数据手册。

## 二、 蓝牙模块的通讯频率

### 1、 蓝牙的工作频段

蓝牙设备一般工作在 2400MHz 的 ISM 频段。ISM 的含义是工业、科学及医学的首字母缩写，起始频率为 2402MHz，终止频率为 2480MHz，还在低端设置了 2MHz 的保护频段，高端设置了 3.5MHz 的保护频段。

由于 ISM 频段是无需申请的公共频段，大量的无线设备采用这个频段如：无线 WIFI 网 (802.11)、2.4G 无线通讯、ZIGBEE 等，为了避免相互干扰，蓝牙采用了自适应跳频 AFH(Adaptive Frequency Hopping)、功率控制、LBT (Listen Before Talk) 等独特的技术措施，避免相互冲突。

## 2、蓝牙模块的跳频与工作模式

蓝牙采用跳频技术，将整个工作频段划分为 78 个信道，当一对蓝牙设备进行通信时，双约定同频跳频，同一时隙在同一个信道分时进行收发，天线收发共用，每秒跳频 1600 跳，信道的数量限制了同一时隙有效距离内理论上最多 78 对设备在工作。

实际应用中如确需同一场所大规模应用，可以通过功率控制来缩短有效距离，增加蓝牙的空间利用率，减少碰撞与冲突，不同厂家的产品，其性能会在此类应用中体现出来。

公司客户实际应用案例中，20 对以上蓝牙模块同时进行数据传输，未受任何影响，体现了公司产品的抗干扰能力，但不同的电磁环境可能会影响不同的影响，如有同时同一场所大规模应用的客户需求，应就此问题与客户进行技术交流。

## 三、蓝牙模块的协议

### 1、蓝牙协议简介

蓝牙协议是由蓝牙兴趣小组 SIG (Bluetooth Special Interest Group) 开发的无线通讯协议，主要面向近距离的无线数据语音传输，完成电缆替代的核心应用，蓝牙技术发展中经历了 V1.1、V1.2、V2.0、V2.1 等 4 个版本，其中 V1.1 协议是最早成熟的协议，对蓝牙早期的产品统一起到了很大的作用，V1.2 是最成熟的蓝牙应用协议，目前大部分设备还采用这种协议，V2.0 在 V1.2 的基础上增加了 EDR (扩展数据速率)，V2.1 是最新提出的版本，各芯片厂家都在产品研发测试中，还未进入实用领域，所有的蓝牙协议都向下兼容，不同版本的协议可以互联互通。

从层次上区分蓝牙协议可分为底层协议、中间层协议及应用层协议三类，蓝牙底层协议包括：射频规范(RadioSpec)、基带规范(BaseBand)、链路管理协议(LMP)、逻辑链路控制与适配协议规范(L2CAP)、HCI 协议等，中间层的协议包括：业务搜索协议(SDP)、串口仿真协议(RFCOMM)、电话控制协议规范(TelCtrl)、与红外通信协议的互操作性(IrDAOper)、对象交换协议 (Object Exchange, OBEX)等，底层协议与中间层协议共同组成蓝牙核心层协议，蓝牙应用层协议也叫蓝牙应用规范 PROFILE (也有翻译成剖面)，都建立在核心协议的基础上。

蓝牙应用规范很多，其中较典型的有服务发现 SDA (Service Discovery Application)，互通(Intercom)，无绳电话 (Cordless Telephony)，传真 (FAX)，拨号网络 (Dial-up Networking)，耳机 (Headset)，局域网访问 (LAN Access)，文件传输 (File Transfer)，同步 (Synchronization)，Object Push 等。各种 Profile 从协议栈中选取不同的协议组合来完成特定的功能。

## 2、蓝牙协议 V1.1 V1.2 与 V2.0 的比较

V1.1 协议基本已经停用，公司 GC-04 / 05 / 06 模块采用了 V1.2 协议，目前市场上有不少产品采用了 V2.0 协议。由于公司的 GC 系列模块主要面向蓝牙串口数据传输和蓝牙语音传输，V1.2 最大数据速率已达 1.3Mbps，已经足够支持串口数据传输；V2.0 提速到了 3Mbps，提高了大文件传输效率，但文件传输应用中，802.11 才是今后发展的主流。

### ■ Bluetooth 1.1

由于没有考虑到设备互操作性的问题，Bluetooth 1.0 规范在标准方面有所欠缺。例如出于安全性方面的考虑，Bluetooth 1.0 设备之间的通信都是经过加密的——当两台蓝牙设备之间尝试着建立起一条通信链路的时候，它们会因为不同厂家设置的不同口令的不匹配而无法正常通信；或如果辅设备处理信息的速度高于主设备的话，随之而来的竞争态势会使两台设备都得出自己是通信主设备的计算结果等等。Bluetooth 1.1 规范对这一问题进行了解决，Bluetooth 1.1 技术规范要求会话中的每一台设备都需要确认其在主设备/辅设备关系中所扮演的角色。

此外，Bluetooth 技术本将 2.4GHz 的频带划分为 79 个子频段，而为了适应一些国家的军用需要 Bluetooth 1.0 重新定义了另一套子频段划分标准，将整个频带划分为 23 个子频段，以避免使用 2.4GHz 频段中指定的区域。这造成了使用 79 个子频段的设备与那些设计为使用 23 个子频段的设备之间互不兼容。Bluetooth 1.1 标准取消了 23 子频段的副标准，所有的 Bluetooth 1.1 设备都使用 79 个子频段在 2.4GHz 的频谱范围之内进行相互的通信。

此外，Bluetooth 1.1 规范也修正了互不兼容的数据格式会引发 Bluetooth 1.0 设备之间的互操作性问题的这个问题，允许从设备主动与主设备进行通信并告知主设备有关包尺寸方面的信息。Bluetooth 1.1 规范之中，辅设备可以在必要的时候通知主设备发送包含多/少 slots 的数据包。

### ■ Bluetooth 1.2

Bluetooth 1.1 标准的无线蓝牙的缺点与优点同样的明显，例如它很容易受到主流的 802.11b 设备干扰。在 Bluetooth SIG 宣布的最新的蓝牙 1.2 设备标准中，新发布的 1.2 标准就提供了更好的同频抗干扰能力，并且加强了语言识别能力，并向下兼容 1.1 的设备。

1.2 版最大的改进在于增加了 AFH 自适应跳频技术(Adaptive Frequency Hopping)这项技术，并主要针对现有蓝牙协议和 802.11b/g 之间的互相干扰问题进行了全面的改进，防止用户在同时使用支持蓝牙和无线局域网(WLAN)的两种装置的时候出现互相干扰的情况。

增强了语音处理，改善了语音连接的品质(可以提高蓝牙耳机的音质)；并能更快速的连接设置。

### ■ Bluetooth 2.0

新版蓝牙规范提高了带宽，使得新版本的蓝牙设备可以传输更大的文件，同时 2.0+EDR 版本兼容所有旧版规范。2.0+EDR 版的开发是基于当前对提升数据吞吐量的需要，比如传输 CD 音质的流媒体文件，数码相片和激光打印等。

蓝牙核心规范 2.0 +EDR 主要内容如下：

3 倍数据传输速率(最大可以达到 10 倍)

更多的带宽简化了多连接模式

向后兼容早期蓝牙设备

降低了比特误差率 BER(Bit Error Rate)

## 四、 蓝牙模块的外围接口

蓝牙模块的外围接口种类很多，不同的蓝牙模块配置不同，主要有：UART 串口，USB 接口，双向数字 PIO，数模转换输出 DAC，模拟输入 ADC，模拟音频接口 AUDIO，数字音频接口 PCM，编程口 SPI，另外还有电源、复位、天线等。

### 1、UART 串行口

串行接口是蓝牙模块最常用的外围接口之一，用于数据传输或蓝牙模块的指令控制，为了方便直接嵌入用户产品中，蓝牙模块的串行口为 TTL 电平(3.3V)，一般提供 4 条引脚：UART\_TXD UART\_RXD UART\_CTS UART\_RTS，可以与单片机的 UART 引脚直接相连，CTS、RTS 不用时，公司 GC 系列模块可悬空，其它厂家产品可能不同。如需与 PC 的 RS232 (±15V 电平) 串口相连，必须做 TTL 至 232 的电平转换，具体请参考 RS232 的引脚定义及公司 Demo 板的电路图。

**对 5V 单片机系统，要求蓝牙模块供电电压必须为 3.3V，但 UART 口可以直接互连。**

蓝牙模块的串口参数可以按用户的要求调整，V1.2 最大速率可设为 1.3MBPS，但对串口而言这个速率太高了，需专用的高速串口卡才行，常用的速率一般为：9600，19200，115200 等。对 V1.2 蓝牙协议而言，空中最大传输速率为 1.3M，语音与数据虽然连接方式不同，但空中带宽是共用的，语音占 64K，在串口与语音同时传输的情况下，也是充足的。

### 2、USB 接口

蓝牙模块的 USB 接口是标准的 USB 接口，可能与 PC、嵌入式系统的 USB 口直接相连，数据

线引脚为 **USB\_DN** **USB\_DP**, 可以传输数据, PCM 语音, PIO 控制信号等, 由于 USB 接口应用中一般主机 (HOST) 中有操作系统, 一般应选择 ROM 版的蓝牙模块, 成本较低, 如 USB 端要同时传输模拟音频, 类似公司 GCM-201A 固件, 则只能采用 FLASH AUDIO 的模块。

公司 GC 系列模块 USB 最低高电平为 2.8V, 推荐使用 3.1V, 传输速率为 12Mit/s, 在 USB 的主从角色中, 蓝牙模块只能做为从端, USB 不用时可悬空。

### 3、双向数字 IO 口

双向数字 IO 主要用于控制信号的输入与输出, 如开关、按键、LED 指示、外围驱动等, 完全可以取代单片机的类似功能, 高电平 (2.7-3.3V), 低电平 0V。对 EXT 芯片, 外接存储要占用 PIO 口; 对 CLASS1 的模块, 功率控制会占用 PIO0、PIO1, 在应用中一般要注意避开。

PIO 不用时可以悬空, 单引脚驱动电流可达 20MA, 如用多个 PIO 驱动, 驱动能力会下降, 应建议用户外接驱动电路。

### 4、音频接口

#### n 模拟音频 AUDIO 接口

具备 AUDIO 接口的模块内置了 15 bit 音频编解码器, 8Khz 采样频率, 提供 MIC 输入、SPEAKER 输出接口, MIC 输入有差分输入和单端输入方式两种, 支持-60DBV---40DBV 的麦克输入, 输入阻抗  $20K\Omega$ ; 也支持线路输入, 最大输入电平 380mV rms; SPEAKER 输出可直接驱动负载电阻 $>8\Omega$  的 SPEAKER 负载, 也可以外接放大电路, 驱动音频设备, 对高阻负载可提供 700mv rms 输出信号, 对低阻负载 20mA 的信号, 信噪比大于 70dB, 具体电路参数参考公司的设计示范电路。

#### n 数字音频 PCM 接口

具备数字音频 PCM 接口的模块需外接音频编解码器, 有 PCM\_IN, PCM\_OUT, CLK 时钟, SYH 同步 4 条接口线, 详细情况请参考相关技术文档。

### 5、SPI 编程口

公司的蓝牙模块对用户开放了编程口, 主要目的是方便蓝牙固件升级和参数调整, SPI 编程口与 PC 的并行接口相连。

## 五、 蓝牙模块的功率与距离

### 1、 蓝牙模块的发射功率

蓝牙模块的发射功率级别分 CLASS1 和 CLASS2(最早还有更小的功率级别,现在已不采用),标准的 CLASS1 蓝牙模块发射功率为+20dbm, 即 100mw; 标准的 CLASS2 蓝牙模块发射功率<6dbm,即小于 4mw, 蓝牙模块在查找、配对、通讯不同的过程中, 其发射功率会不同;

蓝牙模块发射功率参数确定后, 实际发射效率与射频电路、天线效率相关, 目前蓝牙天线有 PCB 印制天线, 陶瓷天线, 外置 2.4G 天线等, 公司用特殊 PCB 制作的天线, 增益波瓣基本为球形, 实测在各类板载天线中效果最好。

### 2、 蓝牙模块的接收灵敏度

蓝牙模块接收灵敏度<-80dbm, 公司的 CLASS1 增加了前置放大器, 灵敏度<-90dbm

### 3、 蓝牙模块的通讯距离

蓝牙模块的通讯距离与发射功率、接收灵敏度及应用环境密切相关, 蓝牙工作在 2.4G 频段, 穿透能力较差, 在有遮挡的情况下, 应在实际现场测试通讯效果。标准 CLASS1 蓝牙模块通讯距离 100 米, CLASS2 蓝牙模块通讯距离 10 米, 标准通讯距离是指天线相互可视的情况下。

在采用 CLASS1 蓝牙模块与 CLASS2 蓝牙产品(如耳机、PDA、笔记本内置蓝牙等)对通的情况下, 实际通讯距离在 40-50 米。

公司 GC-05 在空旷场所测试最远通讯距离>300 米, GC-04 / 06 最远通讯距离>30 米, 但销售人员在向用户介绍时应按标准说明, 不应夸大宣传。

## 六、 蓝牙模块的功耗与电流

蓝牙模块的功耗大小与工作模式相关, 在查找、通讯和等待时, 功耗不同, 不同的固件, 因其 PARK、HOLD、SNIFF 等参数设置不同, 功耗也会不同, 公司另有专门资料说明。

## 射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



### 射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

### 手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术，内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计，最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计，以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计，通过该套课程的学习，可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计，以及天线及其匹配电路的设计和调试…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



### WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

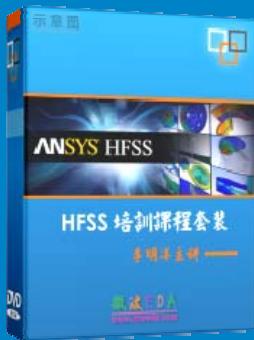
该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像，课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结，主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用，匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识，以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您，绝对值得拥有和学习！…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

## CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出，是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装，所有课程都由经验丰富的专家授课，视频教学，可以帮助您从零开始，全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装，还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



## HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

## ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验，
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>