DianVote硬件调研

本系统对于硬件的需求如下：

1. 下位机支持节点数量大于100个；
2. 下位机与上位机通信反应及时有效；
3. 合法的下位机可以自由加入或者退出系统，但不对系统的运行产生影响，并向上位机登记；非法节点不能加入系统；
4. 下位机的通信距离大于70m；
5. 下位机支持待机省电模式；
6. 下位机从唤醒到完成通信过程的时间不超过100ms；
7. 系统主机对网络中的所有节点具有广播的方式，系统广播帧的优先级高于其他通信帧；
8. 系统主机与计算机的接口为USB；
9. 下位机使用不超过两节普通AAA电池；

需求说明：

1. 投票终端支持节点数量大于100个；
2. 由于DianVote投票系统应用于教学、会议等，一般人数相对较多。考虑到开发周期和难度以及暑假即将上课时的实际情况，将节点数暂定为不少于100个，系统设计时考虑后续扩容的可能性。
3. 投票终端与基站通信反应及时有效
4. 投票终端在输入投票结果后，应该避免相互之间冲突，在投票或者选择结束后立马能够将数据发给基站，软件系统能够准确的反应出结果来；
5. 系统安全认证
6. DianVote系统应该对投票终端进行认证，符合本系统的合法终端才能加入系统中；终端中用在程序中烧入一个唯一的ID，用户不可更改；如果需要加入到系统中，则需要在软件中加入该投票终端，方可加入。
7. 系统的通信距离大于70m
8. 这个是目前基于教室或者报告厅用户使用设定的一个值，理论上应该至少支持到100m。不过目前先保守设定在70m，对于华科大部分场合都有效。
9. 投票终端支持省电模式
10. 方便维护，并且降低维护成本。
11. 投票终端从唤醒到完成通信过程的时间不超过100ms；
12. 为反应迅速设定一个具体的指标。在选用Zigbee系统后，其换算成系统通信容量应该大于256bit\*160%/100ms=4kbps.其中256bit指定的是数据通信中一个基本信息帧的长度，160%是给其留有的为了应对CSMA机制重传的余量。
13. 系统主机对网络中的所有节点具有广播的方式，系统广播帧的优先级高于其他通信帧；
14. 为系统远程升级预留功能；
15. 系统主机与计算机的接口为USB；
16. 为支持笔记本电脑，必须选用USB接口；
17. 下位机使用不超过两节普通AAA电池。

# 方案论证

参考IClicker的官方网站的介绍，投票器主要完成的功能就是能够现场获得来自学生的及时反馈和测试某些问题。主要使用无线技术，学生手上的投票端与教室的教学系统连接起来，迅速的获得学生们的反馈和测试的结果。简单易用，易于维护。

目前主要的无线通信协议有：蓝牙，Wifi，Zigbee，UWB，NFC等。

## 蓝牙

蓝牙（Bluetooth）是1994年由爱立信公司提出的一种支持设备短距离通信（一般10m内）的[无线电](http://baike.baidu.com/view/19599.htm)技术。能在包括移动电话、PDA、无线耳机、笔记本电脑、相关外设等众多设备之间进行无线信息交换。利用“蓝牙”技术，能够有效地简化移动通信终端设备之间的通信，也能够成功地简化设备与因特网Internet之间的通信，从而[数据传输](http://baike.baidu.com/view/875888.htm)变得更加迅速高效，为[无线通信](http://baike.baidu.com/view/43840.htm)拓宽道路。蓝牙采用[分散式网络](http://baike.baidu.com/view/492589.htm)结构以及快跳频和短包技术，支持点对点及点对多点通信，工作在全球通用的2.4GHz ISM（即工业、科学、医学）[频段](http://baike.baidu.com/view/1398416.htm)。其数据速率为1Mbps。采用[时分双工](http://baike.baidu.com/view/2328031.htm)传输方案实现[全双工传输](http://baike.baidu.com/view/230260.htm)。

## Wi-Fi

所谓Wi-Fi，其实就是 [IEEE 802.11b](http://baike.baidu.com/view/580841.htm) 的别称，是由一个名为“无线以太网相容联盟”（Wireless Ethernet Compatibility Alliance, WECA）的组织所发布的业界术语，中文译为“无线相容认证”。它是一种短程无线传输技术，能够在数百英尺范围内支持[互联网接入](http://baike.baidu.com/view/3321100.htm)的无线电[信号](http://baike.baidu.com/view/54338.htm)。随著技术的发展，以及IEEE 802.11a 及IEEE [802.11g](http://baike.baidu.com/view/32834.htm)等标准的出现，现在IEEE 802.11 这个标准已被统称作Wi-Fi。从应用层面来说，要使用Wi-Fi，用户首先要有Wi-Fi 兼容的用户端装置。

Wi-Fi是一种帮助用户访问[电子邮件](http://baike.baidu.com/view/1524.htm)、Web和流式媒体的[互联网技术](http://baike.baidu.com/view/1444237.htm)。它为用户提供了无线的宽带互联网访问。同时，它也是在家里、办公室或在旅途中上网的快速、便捷的途径。能够访问 Wi-Fi 网络的地方被称为热点。Wi-Fi或802.11G在2.4Ghz[频段](http://baike.baidu.com/view/1398416.htm)工作，所支持的速度最高达54Mbps。另外还有两种802.11空间的协议，包括(a)和(b)。它们也是公开使用的，但802.11G在世界上最为常用Zigbee技术与MCU加nf2401方案的比较

## UWB

UWB（UltraWideband）是一种无载波通信技术，利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据。通过在较宽的频谱上传送极低功率的信号，UWB能在10米左右的范围内实现数百Mbit／s至数Gbit／s的数据[传输速率](http://baike.baidu.com/view/634861.htm)。UWB具有抗干扰性能强、传输速率高、带宽极宽、消耗电能小、发送功率小等诸多优势，主要应用于室内通信、高速无线LAN、[家庭网络](http://baike.baidu.com/view/246326.htm)、无绳电话、安全检测、位置测定、雷达等领域。

## NFC

NFC 将非接触读卡器、非接触卡和点对点（Peer-to-Peer）功能整合进一块单芯片，为消费者的生活方式开创了不计其数的全新机遇。这是一个开放接口平台，可以对无线网络进行快速、主动设置，也是虚拟连接器，服务于现有蜂窝状网络、蓝牙和无线 [802.11](http://baike.baidu.com/view/345218.htm) 设备。NFC采取了独特的信号衰减技术，其通信距离一般只有几厘米到十几厘米，相对于RFID来说NFC具有距离近、带宽高、能耗低，提供各种设备间轻松、安全、迅速而自动的通信。与无线世界中的其他连接方式相比，NFC是一种近距离的私密通信方式。

## Zigbee

Zigbee是[IEEE](http://baike.baidu.com/view/3933.htm) 802.15.4协议的代名词。根据这个协议规定的技术是一种短距离、低功耗的无线通信技术。其特点是近距离、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率、低成本。主要适合用于自动控制和远程控制领域，可以嵌入各种设备。

在蓝牙技术的使用过程中，人们发现蓝牙技术尽管有许多优点，但仍存在许多缺陷。对工业，家庭自动化控制和工业遥测遥控领域而言，蓝牙技术显得太复杂，功耗大，距离近，组网规模太小等，而工业自动化，对无线数据通信的需求越来越强烈，而且，对于工业现场，这种无线数据传输必须是高可靠的，并能抵抗工业现场的各种电磁干扰。这些传感器只需要很少的能量，以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器，所以它们的通信效率非常高。

①低功耗。在低耗电待机模式下,2 节5 号干电池可支持1个节点工作6～24个月,甚至更长。这是Zigbee的突出优势。相比较, 蓝牙能工作数周、[WiFi](http://baike.baidu.com/view/43867.htm)可工作数小时。

②低成本。通过大幅简化协议(不到蓝牙的1/10) ,降低了对通信控制器的要求,按预测分析,以8051的8位微控制器测算,全功能的主节点需要32KB代码,子功能节点少至4KB代码,而且Zigbee免协议专利费。每块芯片的价格大约为2美元。

③ 低速率。Zigbee工作在20～250 kbps的较低速率,分别提供250 kbps(2.4GHz)、40kbps (915 MHz)和20kbps(868 MHz) 的原始数据吞吐率,满足低速率传输数据的应用需求。

④近距离。传输范围一般介于10～100 m 之间,在增加RF 发射功率后,亦可增加到1～3 km。这指的是相邻节点间的距离。如果通过路由和节点间通信的接力,传输距离将可以更远。

⑤短时延。Zigbee 的响应速度较快,一般从睡眠转入工作状态只需15 ms ,节点连接进入网络只需30 ms ,进一步节省了电能。相比较,蓝牙需要3～10 s、WiFi 需要3 s。

⑥高容量。Zigbee 可采用星状、片状和网状网络结构,由一个主节点管理若干子节点,最多一个主节点可管理254 个子节点;同时主节点还可由上一层网络节点管理,最多可组成65000 个节点的大网。

⑦高安全。Zigbee 提供了三级安全模式,包括无安全设定、使用接入控制清单(ACL) 防止非法获取数据以及采用高级加密标准(AES 128) 的对称密码,以灵活确定其安全属性。

⑧免执照[频段](http://baike.baidu.com/view/1398416.htm)。采用直接序列扩频在工业科学医疗( ISM) 频段,2. 4 GHz (全球) 、915 MHz(美国) 和868 MHz(欧洲) 。

另外，Zigbee相对其他的无线传输方式具备自组织网络的功能。举一个简单的例子就可以说明这个问题，当一队伞兵空降后，每人持有一个ZigBee网络模块终端，降落到地面后，只要他们彼此间在网络模块的通信范围内，通过彼此自动寻找，很快就可以形成一个互联互通的ZigBee网络。而且，由于人员的移动，彼此间的联络还会发生变化。因而，模块还可以通过重新寻找通信对象，确定彼此间的联络，对原有网络进行刷新。这就是自组织网。

同时Zigbee采用了类似于局域网的载波侦听多路访问/冲突检测CSMA/CD的载波侦听多路访问/冲突防止CSMA/CA协议。这样避免了多个通信节点因争抢信道造成通信失败，使得系统能够运行在同一频率上。

结合DianVote投票系统的设计需求来看，Zigbee的低成本、低功耗、自组网、CSMA/CA等技术特点使其作为DianVote的通信方式具备明显优势。

# 方案构想

## DianVote投票端设计

五个选项选择按钮，分别代表ABCDE五个选项；

电源开关，用于开启、重启、关闭设备；

电源指示灯，用于开机电源指示，灯亮为开机；

联网指示灯，用于指示设备已经接入网络，灯亮为联入网络；

通信指标灯，用于表示进行设备正在进行通信，灯闪为正在通信，灯灭表示通信停止，处于休眠状态；

模式如下图



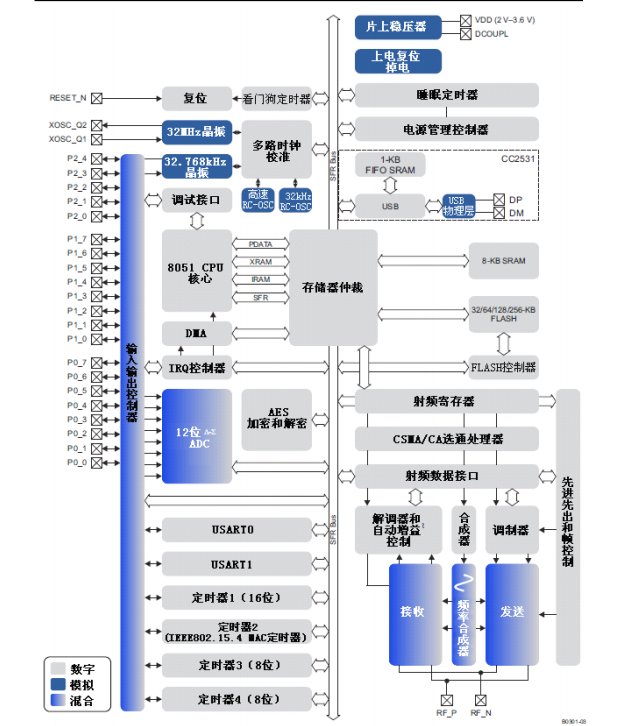
IClicker图样

### 器件选型

目前市场上的Zigbee芯片的主要有TI的CC24XX、CC25XX系列、ST EMBER的EB260，JENIC 的JN5121，FREESCALE 的MC1321X系列，MICROCHIP的MRF24J40。在综合了目前业界实际状态和应用支持来看，本项目打算选用TI的Zigbee芯片。

方案可以有Zigbee芯片+MCU和SoC两种解决方案。对于硬件开发来说，器件越多越不稳定，调试难度较大，生产一致性较单片解决方案较差。所以决定采用SoC单片解决方案。

TI的CC2530/CC2531系统Zigbee芯片功能强大，性价比很高，仅2.65美元每片（千片级报价），零售价格也只需25元每片，与单片机芯片相当。提供全套电路、PCB板及源代码支持，并且有很多相关资料进行解决和支持，便于开发和调试。以下是CC2530/CC2531的基本特点：



1. **CPU和存储器**

CC2530/CC2531系列芯片中使用的8051CPU核心是一个单周期的8051兼容核心。它有3个不同的存储器访问总线（特殊功能寄存器SFR、数据DATA和代码/外部数据CORE/XDATA），单周期访问SFR，DATA和主SRAM，它还包含一个调试接口和扩展的18路输入中断单元。

中断控制器共有18个中断源，分为6个中断组，每个中断组赋值为4个中断优先级之一。当该设备处于空闲模式，任何的中断可以把CC2530/CC2531恢复到主动模式。某些中断还可以将设备从睡眠模式唤醒。

存储器交叉判决器是位于系统核心，它通过SFR总线将CPU和DMA控制器与物理存储器和所有的外接设备连接起来。存储器仲裁有4个存储器访问点，访问可以被映射到3个物理存储器中的1个；1个8KB SRAM，FALSH存储器和XREG/SFR寄存器。存储器判决器负责对访问到同一个物理存储器的同步存储器访问进行排序。

8KB SRAM映射到数据存储器空间和部分外部数据存储器空间。8KB SRAM是一个超低功耗的SRAM，甚至当数字部分掉电后它也能保持它的数据。

32/64/128/256KB FLASH块为设备提供了在线可编程非易失性存储器，并且映射到代码和外部数据存储器空间。除了保持程序代码和常量以外，非易失性存储器允许应用程序保存必须保留的数据，以保证这些数据在设备重启后可用。使用此功能，可以实现诸如利用保存网络数据，就不再需要经过完全启动、网络寻找和加入过程。

1. **时钟和电源管理**

数字内核和外部设备由一个1.8V低差压力稳压器供电。它提供了电源管理功能，可以实现使用不同的功耗模式以达到低功耗运行，来延长电池寿命。

1. **外设**

CC2530/CC2531包括许多不同的外部设备，使得应用程序开发者可以进行高级应用程序开发。

调试接口实现了一个专有的品德接口来进行在电路调试。通过调试接口可以对FLASH存储器进行全片擦除，控制启动哪一个振荡器，停止和开始执行用户程序，在8051内核上执行供电指示，设置代码断点，在代码中通过指令进行音频调试。利用这些特性可以完美地表现在电路调试和外部FLASH编程。

CC2530/CC2531包含用于存储程序代码的FLASH存储器。通过调试接口用软件可以对FLASH存储器进行编程。FLASH控制器处理对嵌入式FLASH存储器的写和擦除。FLASH控制器允许页擦除和4字节编程。

I/O控制器负责所有通用I/O引脚。CPU可以配置某些引脚是由外接设备模块控制或由软件控制，如果是的话，是否每个引脚配置为输入或输出，焊盘上的上拉或下拉电阻是否是连接的。可以在每个引脚上单独全能CPU中断。每个连接到I/O引脚的外接设备可以在两种不同的I/O引脚位置进行选择以确保在各种应用中的灵活性。

系统内有一个通用的5通道DMA控制器，并且使用外部数据存储器空间来访问存储器，因此可以访问所有物理存储器。每个通道可以在存储器的任何位置用DMA描述来配置（触发、优先顺序、传输模式、寻址方式、源指针和目的指针、传输计数）。很多硬件外接设备（AES核心等）依靠DMA控制器在SFR或XREG地址和FLASH/SRAM之间的数据传输来有效运行。

定时器是一个16位定时器，具有定时器/计数器/调制功能。它有一个可编程分频器，1个16位周期值和5个单独可编程计数器/捕获通道，每个通道有一个16位比较值。每个计数器/捕获通道可以用来当作PWM输出或用来捕获输入信号的边沿时间。它还可以在IR产生模式里进行配置，用来计算定时器3的周期，输出是同定时器3的输出相与，以产生具有最小CPU相互影响的已调制的用户IR信号。

定时器2（MAC定时器）是为支持一个IEEE 802.15.4 MAC或其他软件中的时间跟踪协议而特别设计的。该定时器具有一个可配置时间周期和一个可以用来记录已经发生的周期数轨道的8位溢出计数器。它还有一个16位捕获寄存器，用来记录一个帧开始定界符接收/发送的精确时间或者传输完成的精确时间，以及一个可以在特定时间对无线模块产生各种命令选通信号（开始接收，开始发送等）的16位输出比较寄存器。

睡眠定时器是一个超低功耗定时器，计数32KHz晶体振荡器或32KHz RC振荡器周期。睡眠定时器在所有运行模式下（除了功耗模式3）都可连续运行。定时器的典型应用是被当作一个实时计数器，或者被当作一个唤醒定时器来离开功耗模式1和2.

ADC在理想的32KHz~40KHz带宽下支持12位分辨率。直流和音频转换最多可达8个通道。输入可以被选择为单端输入或差分输入。参考电压可以是内部AVDD，或一个单端或差分外部信号。ADC也有温度传感器输入通道。ADC可以自动操作定期采样过程或通道序列转换过程。

随机数发生器使用一个16位纯属反馈移位寄存器来产生伪随机数，它可以被CPU读取或被命令选通处理器直接使用。随机数可以被用作安全机制所需要产生的随机密钥。

AES加密/解密核心允许用户用128位密钥AES算法来加密和解密数据，该核心可以支持IEEE 802.15.4 MAC安全、Zigbee网络层和应用层所要求的AES操作。

内置看门狗定时器允许CC253X在固件挂起时复位它自己。当通过软件全能时，看门狗定时器必须被周期性擦除，否则时间一到它就会复位设备。或者它可以被 配置为作为一般32KHz定时器使用。

USB 2.0 全速控制器（仅CC2531具备）有5个端点，1KB FIFO RAM的双缓冲。

1. **无线**

CC2530/CC2531具有一个IEEE 802.15.4 标准的无线收发器。RF核心控制模拟无线模块。另外，它为MCU和无线之间提供了一个接口，以使得可以发送命令、读取状态、自动操作和无线事件进行排序。

RF/Layout

– 2.4-GHz IEEE 802.15.4 Compliant RF Transceiver

– Excellent Receiver Sensitivity and Robustness to Interference

– Programmable Output Power Up to 4.5 dBm

– Very Few External Components

– Only a Single Crystal Needed fo Asynchronous Networks

– 6-mm × 6-mm QFN40 Package

– Suitable for Systems Targeting Compliance With Worldwide Radio-FrequencyRegulations: ETSI EN 300 328 and EN 300440 (Europe), FCC CFR47 Part 15 (US) andARIB STD-T-66 (Japan)Low Power

– Active-Mode RX (CPU Idle): 24 mA

– Active Mode TX at 1 dBm (CPU Idle): 29 mA

– Power Mode 1 (4 μs Wake-Up): 0.2 mA

– Power Mode 2 (Sleep Timer Running): 1 μA

– Power Mode 3 (External Interrupts): 0.4 μA

– Wide Supply-Voltage Range (2 V–3.6 V)

Microcontroller

– High-Performance and Low-Power 8051Microcontroller Core With Code Prefetch– 32-, 64-, 128-, or 256-KB In-System-Programmable Flash

– 8-KB RAM With Retention in All Power

Modes

– Hardware Debug Support

Peripherals

– Powerful Five-Channel DMA

– Integrated High-Performance Op-Amp and Ultralow-Power Comparator

– IEEE 802.15.4 MAC Timer, General-PurposeTimers (One 16-Bit, Two 8-Bit)

– IR Generation Circuitry

– 32-kHz Sleep Timer With Capture

– CSMA/CA Hardware Support

– Accurate Digital RSSI/LQI Support

– Battery Monitor and Temperature Sensor

– 12-Bit ADC With Eight Channels and Configurable Resolution

– AES Security Coprocessor

– Two Powerful USARTs With Support for Several Serial Protocols

– 21 General-Purpose I/O Pins (19 × 4 mA, 2 × 20 mA)

– Watchdog Timer

Development Tools

– CC2530 Development Kit

– CC2530 ZigBee® Development Kit

– CC2530 RemoTI™ Development Kit for RF4CE

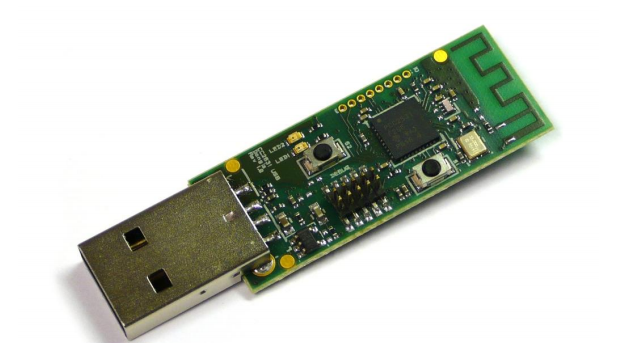
– SmartRF™ Software

– Packet Sniffer

– IAR Embedded Workbench™ Available

## DianVote基站端设计

由于Zigbee技术中各个节点在硬件上是平等的，所以DianVote基站与投票端无线通信部分在硬件基本相同，可以通过配制将其配制成路由器、协调器、转发器。除此以外，DianVote基站要与PC机进行通信，所以需要新增USB功能。



## DianVote PC端设计

见上位机软件设计

# 目前已经有的材料

电路原理图

下位机代码

CC2530/CC2531连接请求与应答

CC2530/CC2531的组网程序

CC2530/CC2531消息发送与解析

CC2531的USB固件

# 需要解决的问题

验证三个或三个以上节点的连接和组网的功能；

验证USB固件和驱动程序；

确认需要进行的统计方式的种类；

# 进度安排