AT89S52 单片机和 nRF903 芯片在 RFID 系统中的应用

焦传海

（解放军电子工程学院　安徽合肥　230037）

（jhb_8319@163.com）

摘　要　本文介绍了 AT89S52 单片机和 nRF903 UHF 多段射频收发芯片的基本特点及功能，并将其应用于射频识别（RFID）系统中。设计了一套工作频率为 915MHz 的超高频 RFID 系统方案，给出了射频收发电路和单片机控制电路的设计及软件设计方案。

关键词　AT89S52；nRF903；射频识别；超高频

The Application of AT89S52 and nRF903 in the RFID System

Jiao ChuanHai

（Electronic Engineering Institute of PLA，Hefei，Anhui 230037）

（jhb_8319@163.com）

Abstract: The features of microcontroller AT89S52 and single chip multichannel UHF transceiver nRF903 are described in this paper. A system working on 915MHz of radio frequency identification （RFID） based on these two chips is designed. The paper gives the radio frequency transceiver circuit and the controller circuit as well as the software design.

Key Words: AT89S52；nRF903 ；radio frequency identification （RFID）；UHF

1. 引 言

射频识别（Radio Frequency Identification ，RFID）技术，是一种利用射频通信实现的非接触式自动识别技术，与目前广泛采用的条形码技术相比，它具有容量大、识别距离远、穿透能力强、抗污性强、可重复使用等特点，已经部分应用于物流、医疗、交通、军事等诸多领域，被誉为 21 世纪最有前途的技术之一，也成为当前 IT 业研究的热点。

典型的 RFID 系统主要包括两部分：读写器（Reader）和标签（Tag）。其系统结构和基本工作原理如图 1 所示。

以往，国内关于 RFID 的研究大多集中在频率为 125KHz、134KHz 的低频和 13.56MHz 的高频系统。近几年，超高频（UHF）RFID 系统的研究和应用越来越受到关注。本文基于 AT89S52 单片机和 nRF903 射频收发芯片，设计出了工作频率为 915MHz 的超高频 RFID 系统的关键电路。

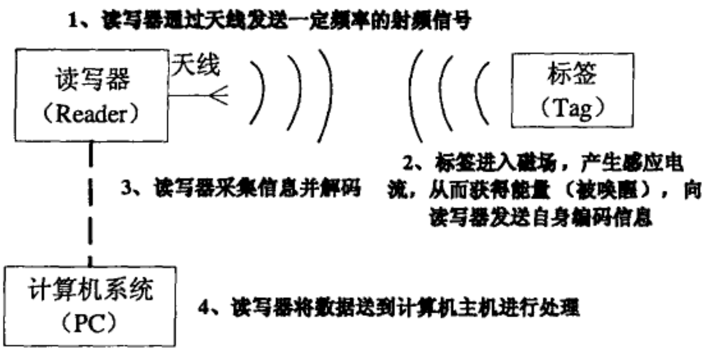

图 1　RFID 系统结构和基本工作原理图

2．AT89S52 和 nRF903 简述

AT89S52 单片机是一种低功耗、高性能的 8 位微控制器，片内带有一个 8K 字节的在系统可编程（ISP）Flash 存储器，采用了 CMOS 工艺和 ATMEL 公司的高密度非易失性存储器（NURAM）技术，且其引脚和指令系统和 MCU_51 系列单片机完全兼容。片上 Flash 允许在系统可编程，亦适于常规编程器。可见，AT89S52 非常实用，对开发设备的要求较低，可大大缩短开发时间。同时它还具有三级程序存储器保密的性能，可以对写入单片机的程序进行加密。

nRF903 是北欧集成电路公司（NORDIC）推出的产品，是一个为 433/868/915MHz ISM 频段设计的真正单片 UHF 多段无线收发芯片，满足欧洲电信工业标准（ETSI）EN300 200-1 V1.2.1 和美国联邦通信委员会标准（FCC）CFR47。该芯片采用蓝牙核心技术设计，在一个 32 脚的芯片中包括了高频发射、高频接收、三段 PLL 合成、GMSK/GFSK 调制解调等多种功能。它可在 153.6KHz 的信道带宽下有效传输最高 76.8Kbps 的数据，发射功率可调，最大发射功率是+10dBm。天线接口设计为差分天线，以便于使用低成本的 PCB 天线，所有的参数包括工作频率和发射功率都可以通过外围串行接口（SPI）对一个 14bit 的控制字进行编程配置。nRF903 的工作电压范围为 2.7～3.3V，具有待机模式，可以更省电、高效。有多个频道（最多达 170 个），特别满足需要多信道工作的特殊场合。

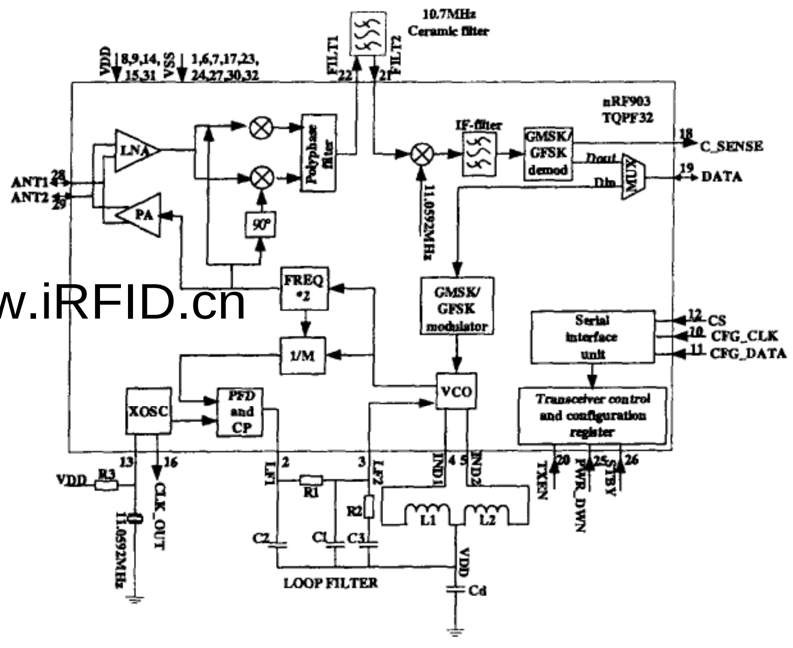

图 2　nRF903 内部框图和外围器件

图 2 所示为 nRF903 无线收发芯片的内部原理结构框图及其外围电路。由图可以看出，nRF903 的集成度很高，工作频率稳定可靠，外围元器件极少，适合便携式产品的设计。

3．基于 AT89S52 与 nRF903 的 RFID 系统设计

3.1 硬件电路的设计

如前所述，AT89S52 单片机片内带有一个 8K 字节的 Flash，可在系统编程，而 nRF903 芯片在设计上也充分考虑了用户编程和使用的方便，它可以直接和单片机串口相连进行发送和接收数据，而无需对数据进行曼彻斯特编码，其它的单片 RF 收发芯片一般都需要对数据进行曼彻斯特编码后才能发送，采用曼彻斯特编码不仅增加了编程的复杂性，而且传输效率低。同时，nRF903 采用易于获得的 11.0592MHz 晶振和 10.7MHz 滤波器，它内部集成了变容二极管，并通过频率合成器合成工作频率，大大降低了成本并增加了使用的灵活性。这些都给我们进行硬件电路设计带来了很大便利。

图 3 和图 4 分别为射频发射电路和控制电路的原理图。在设计的电路中，我们通过 AT89S52 的 P1.1、P1.5、P1.6 口控制射频芯片 nRF903 的 TXEN、PWR_DWN、STBY，nRF903 的工作模式是由这三个引脚信号共同决定的，其中，TXEN 为"1"表示进人发送模式，为"0"表示进人接收模式。P3.3 接 nRF903 的片选端 CS，CS 为"0"表示芯片正常工作模式，为"1"表示芯片编程模式（默认模式）。 P3.2 和 P3.4 分别接射频芯片的 CFG_CLK 和 CFG_DATA 控制编程模式的时钟输入和数据串行输入。nRF903 的时钟输出 CLK_OUT 接 AT89S52 的 X1，频率可通过配置寄存器的 2 位来设定，$f_{CLK\_OUT} = 11.0592MHz/n$，其中 $n = 1,2,4或8$。

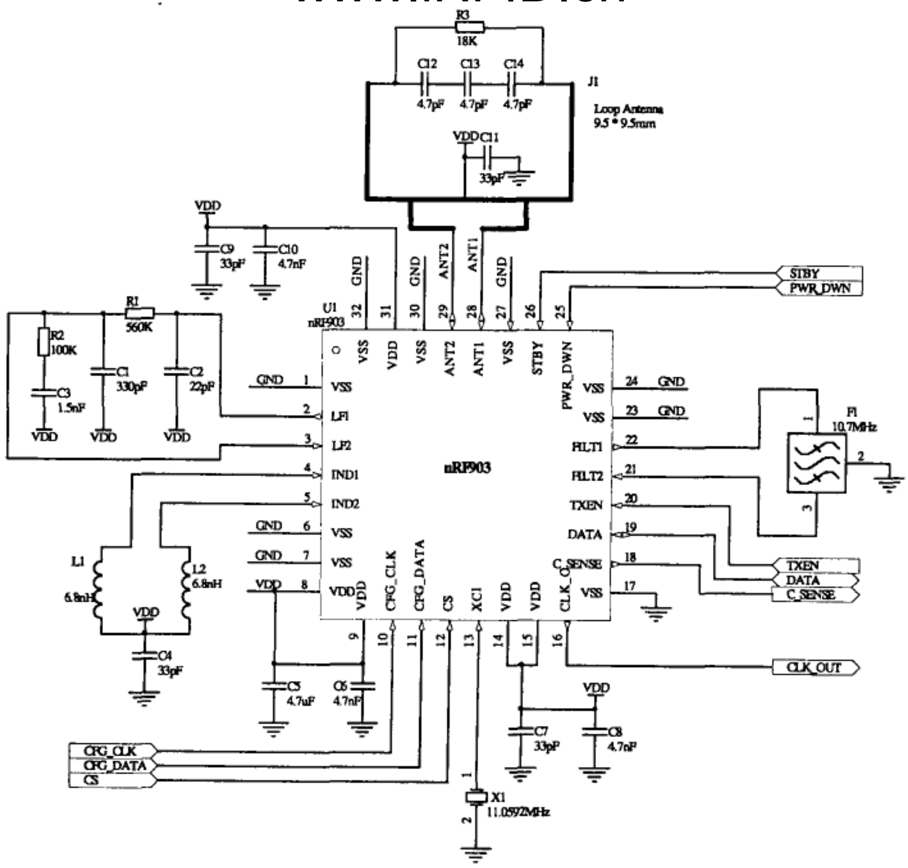

图 3　射频收发电路原理图

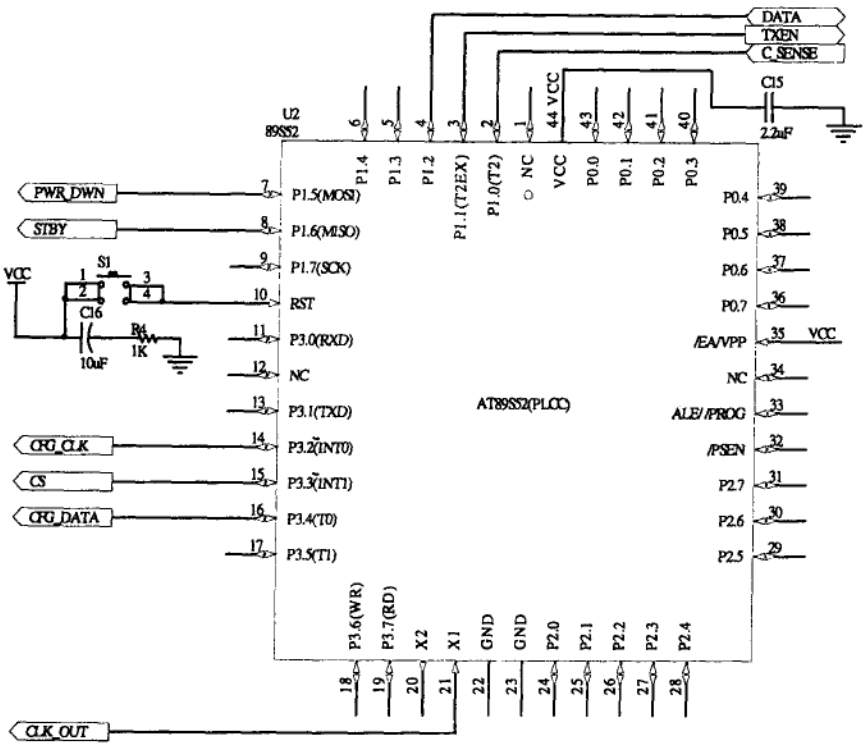

图 4　AT89S52 控制电路原理图

3.2　软件部分设计

nRF903 的配置通过将一个 14 位的控制字移入一个移位寄存器来实现，这 14 个 bit 位对应为相应的频段、通道、输出功率和输出时钟频率（见表 1）。芯片通过由 CS、CFG_CLK 和 CFG_DATA 三个引脚组成的串行接口将控制参数锁存到内部配置单元的移位寄存器中。配置期间，CS 为高，配置字被锁入（MSB 在先）。配置字被锁入移位寄存器后，CS 变低，配置开始启动。一旦配置完，设备状态由外部信号 TXEN、PWR_DWN、STBY 和 DATA（DATA 在发射模式为输入脚，在接收模式为输出脚）来设定。

表 1　nRF903 控制字

Bit 位	参　数	符号	描　述
0—1	频 段	FB	"00" → 433.92 ± 0.87MHz　"01" → 869 ± 1MHz "00" → 915 ± 13MHz　"00" → 未使用
2—9	信道中心位置	CH	$f_{center\_433MHz}=433.1902\times10^6+CH\times153.6\times10^3$(Hz) $f_{center\_868MHz}=868.1856\times10^6+CH\times153.6\times10^3$(Hz) $f_{center\_915MHz}=902.1696\times10^6+CH\times153.6\times10^3$(Hz)
10—11	功率输出	P_{OUT}	输出功率设置，输出功率 ≈ -8dBm+6dBm × P_{OUT}
12—13	外部微控制器 时钟频率输出	$f_{\mu P\_clk}$	"00" → $f_{\mu P\_clk}=f_x$(MHz)　"01" → $f_{\mu P\_clk}=f_x/2$(MHz) "10" → $f_{\mu P\_clk}=f_x/4$(MHz)　"11" → $f_{\mu P\_clk}=f_x/8$(MHz)

现在，我们设计一个工作在 915MHz 的超高频 RFID 系统模型，工作通道为 #5，收发芯片在一个小

的配置区域进行操作。nRF903 和 AT89S52 共用一个 11.0592MHz 晶振。上电后，nRF903 被设置成待机模式（STBY= “1”，PWR_DWN= “0”）0.9ms 后，CLK_OUT 脚输出一个 11.0592MHz 的系统时钟供 AT89S52 单片机使用。然后，AT89S52 设置 nRF903 为正常接收模式（STBY= “0”，PWR_DWN= “0”，TXEN= “0”），接收模式是在配置期间选择的，以避免在不想使用的频率上产生不期望的发射信号。

下面参考表 1，给出 14 位配置控制字的确定步骤。

（1）频段：系统工作在 915MHz，因此 FB 设定为“11_B”（其中下标 B 表示二进制，下同）。

（2）通道中心位置：通道#5 的中心频率是 902.9376MHz。

$$CH = (f_{center\_915MHz} - 902.1696\times10^6)/153.6\times10^3$$

$$CH = 5 \quad (\text{“}0000\ 0101_B\text{”})$$

（3）输出功率：操作范围是有限的，设置较小的输出功率可以减少发射时的电源消耗，将 P_{OUT} 设定为“00_B”，输出功率为-8dBm。

（4）外部微控制器频率：使用一个最小 4MHz 的系统时钟的微控制器可以完成所有的系统功能。因此我们可以把 $f_{\mu P\_clk}$ 设定为“01_B”，输出时钟频率为 5.5296MHz。

这样，最终得到 14 位的配置控制字为（01 00 00000101 11）。

在进行软件设计时，要注意 nRF903 模块工作模式切换时，编程中要做相应的延时处理。图 5 为射频发射子程序流程图。发射子程序先设置 nRF903 为发射模式，产生数据帧，包括生成“校验码”，等待数毫秒时间使 nRF903 发射电路稳定，再按照给定数据帧的顺序逐个发送每个字节，发射完毕使 nRF903 转为等待模式。

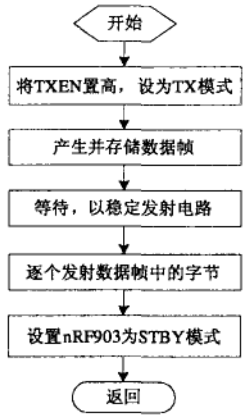

图 5　射频发射子程序流程图

另外，在将该系统应用到实际生活中时，极可能会出现 RFID 系统冲突问题，所以防碰撞算法的设计需重点考虑。目前，可以使用在 RFID 系统中的方法有 ALOHA 法、时隙 ALOHA 法、动态时隙 ALOHA 法、二进制搜索算法和动态二进制搜索算法等。

3.3　PCB 板设计应注意的问题

射频电路对于电源噪声相当敏感，印制电路板（PCB）的设计直接关系到射频性能，所以，在做 PCB 板时，应分成射频电路和控制电路两部分布置，采用星形布线的方法使数字部分和射频部分有各自的电源线路。PCB 使用 1.6mm 厚的 FR-4 双面板，分为元件面和底面。PCB 的底面有一个连续的接地面，射频电路的元件面以 nRF903 为中心，各元器件紧靠其周围，尽可能减少分布参数的影响。在电路板的正反两面均使用大面积铺铜作为接地面，使所有的器件容易去耦，两面的铺铜应使用多个过孔相连，所有对地线层的连接必须尽量短，nRF903 采用 PCB 天线，在天线的下面没有接地面。射频电路的电源使用高性能的射频电容去耦，去耦电容尽可能地靠近 nRF903 的 VDD 端，一般还在较大容量的表面贴装电

容旁并联一个小数值的电容，nRF903 的 VSS 端直接连接到接地面。注意不能将数字信号或控制信号引入到 PLL 回路滤波器元件上。

4．结束语

nRF903 的出现使人们摆脱了无线产品设计的困难，它是目前外接元件需求最少的单片 RF 收发芯片之一，覆盖了国际上通用的 ISM 频段。因此利用 nRF903 可构建用于便携及手持产品的无线数传通信平台，本文将其应用于 RFID 系统。

参 考 文 献

[1] http://www.nvlsi.no

[2] http://www.rfidworld.com.cn

[3] 430MHz-950MHz Single Chip RF Transceiver nRF903. Nordic，2002

[4] 刘粟舟，王豪才，段锐，等，AT89C51 与 nRF401 芯片在 RFID 系统中的应用[J]. 电子与封装，2005，5（3）:41—44

[5] Klaus Finkenzeller[德] 著，陈大才译. 射频识别技术[M]. 北京：电子工业出版社. 2001.6

[6] 丁元杰. 单片微机原理及应用（第 3 版）[M]. 北京：机械工业出版社. 2005.8

作者简介

焦传海，男，1983年生，安徽肥东人，解放军电子工程学院304实验室助理工程师，硕士生，主要研究领域为无线通信、通信信号处理等。