

基于 R2000 的 UHF RFID 读写器部分电路设计

王海翠¹, 秦廷辉², 张茂成³

(1. 重庆邮电大学 光电工程学院, 重庆 400065; 2. 中国电子科技集团公司第二十六研究所, 重庆 400060;

3. 重庆声光电智联电子有限公司, 重庆 401332)

摘 要: 基于 Impinj Indy R2000 芯片设计了一款新型超高频射频识别(UHF RFID)读写器, 并采用 AT91SAM7S256 微控制器芯片为数字处理模块, 系统工作频率为 860~960 MHz, 扩展的外部功率放大模块使射频输出功率达 30 dBm。提出了一种功分隔离电路, 其结构简单, 所用元器件少, 集成方便, 实现收发信号的隔离, 达到了较高的隔离度。说明了读写器主要硬件模块设计, 给出了主要性能指标测试, 最后验证了系统设计的可行性。

关键词: 超高频射频识别; 读写器; R2000; 功分隔离

中图分类号: TP391.44

文献标识码: A

Design of the Part Circuit of UHF RFID Reader Based on R2000

WANG Haicui¹, QIN Tinghui², ZHANG Maocheng³

(1. College of Optoelectronic Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China;

2. 26th Institute of China Electronic Technology Group Corporation, Chongqing 400060, China;

3. Chongqing Sound Opto-Electronic Zhilian Co., Ltd., Chongqing 401332, China)

Abstract: A novel UHF RFID reader is designed based on Impinj Indy R2000 chip, and the AT91SAM7S256 microcontroller chips are used as the digital processing module. The operating frequency of the system is 860~960 MHz and the RF output power is up to 30 dBm by using the external power amplifier module. The proposed splitter isolation circuit has the features of simple structure, ease-to-integrate and high isolation. The design of the main modules of the reader are introduced, the measurement results of the key performance indicators are given and the feasibility of the system design is verified.

Key words: UHF RFID; reader; R2000; splitters isolation circuit

0 引言

在物联网中, 射频识别(RFID)技术是实现物联网的关键技术。目前发展最快且充满活力的技术是位于中高频段的 RFID 技术, 尤其是超高频 RFID 技术以其读写速率快, 识别距离远, 数据传输速率高, 使用寿命长等优势在生产管理、仓储管理及物流管理方面得到广泛的应用^[1]。目前具备设计、制造超高频读写器能力的企业虽然较多, 但是性能参差不齐, 且在成本与体积等方面与国外的超高频读写器设备还存在不小的差距。针对上述存在的问题, 本文提出了一种超高频 RFID 读写器系统新方案, 采用的 Indy R2000 读写芯片, 该芯片具有较高的接

收灵敏度。本方案设计并简化了硬件电路模块设计, 具有系统集成方便, 工作性能稳定等特点。

1 系统硬件设计

1.1 读写器硬件系统

读写器又称阅读器, 是读取和写入电子标签内存信息的设备。读写器又可与计算机网络进行连接, 计算机网络可以完成数据信息的存储、管理和控制^[2]。读写器是一种数据采集设备, 其基本作用就是作为数据交换的一环, 将前端电子标签所包含的信息, 传递给后端的计算机网络。如图 1 所示, 读写器硬件结构主要由射频模块、控制模块和天线 3 部分组成。

收稿日期: 2014-09-05

基金项目: 重庆市经委基金资助项目(ZL2014N010)

作者简介: 王海翠(1988-), 女, 山东菏泽人, 硕士生, 主要从事射频集成电路设计研究。E-mail: 292472541@qq.com。通信作者: 秦廷辉(1968-), 男, 重庆奉节人, 研究员, 教授, 主要从事科研生产管理和声表面波技术的研究。E-mail: 735013114@qq.com。

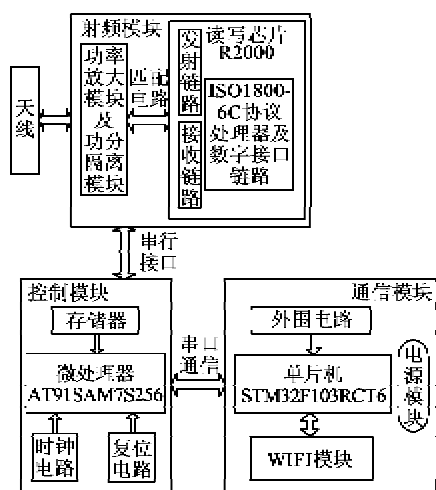


图 1 读写器结构框图

1.2 射频收发模块

为了实现项目对设备操作方便、经济化、可扩展等性能要求。读写器采用 Indy R2000 读写芯片,其

优点是具有超高灵敏度、高集成度、低功耗及使用先进的时隙 ALOHA 防碰撞算法,也是目前市场上唯一具有载波抑制能力的读写芯片,采用 $0.18\ \mu\text{m}$ SiGeBi CMOS 技术工艺和 QFN 64-pin 封装技术制作,可以最大限度的节约 PCB 的空间,为小型化设备的设计提供了支持。Indy R2000 无线接口协议支持 ISO 18000-6C/6B 两种标准,具备 DSB、SSB、PR-ASK 3 种调制解调模式,该芯片可通过 MCU 控制内置的 PLL 频率合成器工作频率在 $840\sim 960$ MHz 之间,同时标签识别率大于 250 tags/s。该模块特别适用于物流、仓储管理、资产管理、养殖等复杂应用场合^[5],并可通过蓝牙技术与手机等移动设备互联。Indy R2000 芯片主要用于标签读写的物理层数据处理,主要包括频率合成 PLL,调制解调器、低噪声放大器、A/D 模块、D/A 模块等。其逻辑框图如图 2 所示。

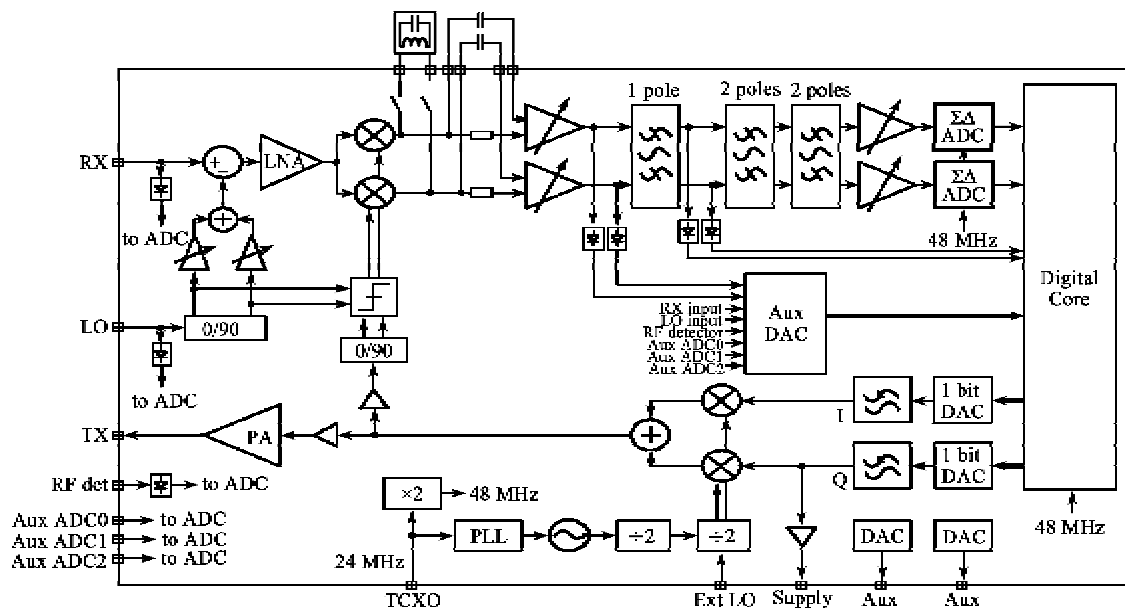


图 2 Indy R2000 逻辑框图

1.3 控制模块

本系统处理器采用 ATMEL 公司的 ARM7 系列 AT91SAM7S256 芯片^[4],其内核为 ARM7TDMI 内部集成了 256 K 字节高速 Flash、64 K 字节高速 SRAM,接口具备 USB2.0、USART、SPI、PIOA 等,其中处理器与 Indy R2000 通过 4 线方式读写数据。在接收到帧同步信号后,数据按每 32 位为一帧进行传输,串行通信时序如图 3 所示。

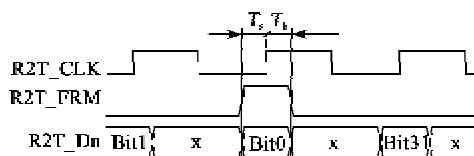


图 3 串行通信时序

ARM7 处理器的主要是对收发器芯片传输过来的数字信号进行解码,从而获得电子标签的信息,还能把将要写入电子标签的信息进行解码,然后发送给收发器芯片,最后完成电子标签的读写操作。

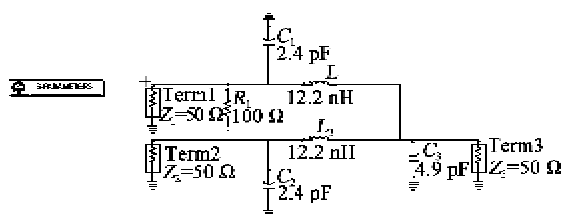


图6 二功分电路仿真模型

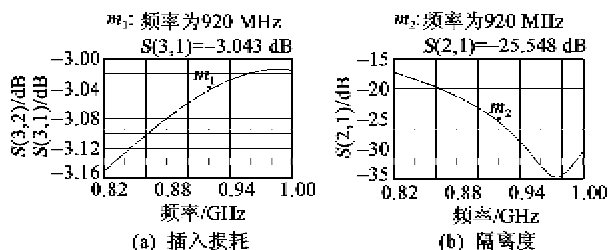


图7 隔离度仿真结果

由图7(b)可知, m_2 处的仿真结果为-25.548 dB, 与实际测量结果略有偏差但不大, 这是由滤波损耗和线缆损耗等因素造成的, 未能得到理想的值, 但相对来说达到了较高的隔离度。

3 读写器关键性能指标测试

3.1 接收灵敏度测试

接收灵敏度测试结果如表1所示。

表1 接收灵敏度测试结果

编号	频率/MHz	功放/dBm
1	920	30
2	920	29.8
3	920	29
4	920	30

编号	测试距离/m	衰减值/dB	标签读取
1	5	<11	成功
2	0.5	<1	成功
3	5	<5	成功
4	0.5	<21	成功

表中, 编号1, 2为在电源电压5 V, 功放输入电压5 V的情况; 编号3, 4为在电源输入5 V, 功放输入电压3.3 V的情况。由表可知, 功放输入电压的高低对接收灵敏度有影响, 电压过高, 将会降低读写器模块的接收灵敏度。因此, 在实际应用中功放模块使用的电压为3.3 V。

3.2 驻波比和功率

经调试阅读器芯片输出端至变压器输出端驻波比<1.5; 用频谱仪测输出功率, 外加20 dB衰减器, 测试结果如图8所示, 读写器清点功率最大可达约30 dBm, 设计达到了预期效果。

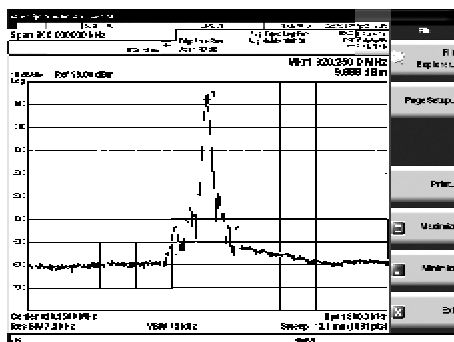
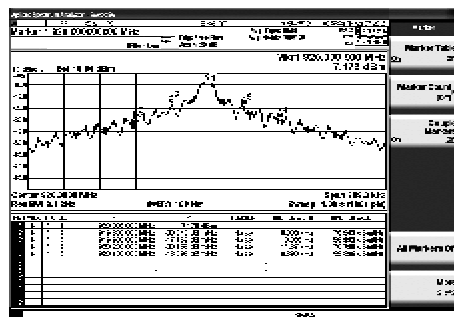


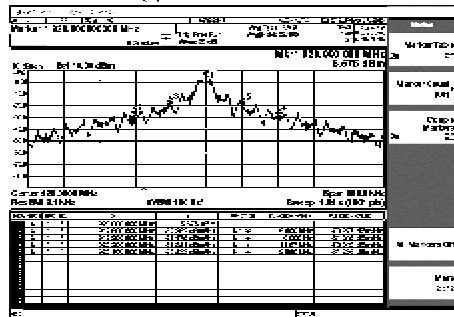
图8 输出功率测试

3.3 基底噪声测试结果

基底噪声是接收灵敏度的一个重要标志之一。将读写器射频模块连接到频谱仪上, 在测试完输出功率后, 分别使用环形器和设计的隔离电路进行比较, 测试结果如图9所示。



(a) 月环形器的射频模块



(b) 改进电路的射频模块

图9 基底噪声测试

图9(b)采用设计的功分隔离电路, 通过对比图9(a)和(b)可知, 设计的电路能够实现很好的接收灵敏度。

4 结束语

本文设计的读写器系统采用集成度较高的R2000读写器芯片, 该芯片功能强大, 内部集成了大多数的元器件, 也是唯一具有载波抑制功能的读写芯片, 满足了对产品小型化的需求。环形器或定向耦合器成本相对较高, 体积较大, 设计的功分隔离电路打破了以往采用的隔离收发信号的方案, 且设计

达到了较高的隔离度。给出了读写器主要硬件模块和设计方案,说明了软件工作流程。该读写器射频前端的设计,也为以后开发基于 Android 等系统的手持式读写器打下了良好的设备基础。

参考文献:

- [1] 李家峰,盛雯雯.基于 RFID 的食品可追溯物联网系统解决方案[J].硅谷,2011(18):44-45.
LI Jiafeng, SHENG Wenwen. RFID-based food can be traced back to the system solutions internet of things [J]. Silicon Valley, 2011(18):44-45.

(上接第 1073 页)

参考文献:

- [1] 肖松,谭贤四,王红,等.国外临近空间高超声速飞行器探测系统研究[J].飞航导弹,2012(6):28-31.
XIAO Song, TAN Xiansi, WANG Hong, et al. The outside line near space hypersonic flying device agent system research[J]. Journal of maneuverable missile, 2012(6):28-31.
- [2] 赵汉章,吴是静,董乃涵.不均匀等离子体鞘套中电磁波的传播 I[J].地球物理学报,1983,26(1):9-12.
ZHAO Hanzhang, WU Shijing, DONG Naihan. Non-uniform electromagnetic wave propagation in plasma sheath set I[J]. Journal of geophysics, 1983, 26(1):9-12.
- [3] CHUNG M, CHEN W S, HUANG B R, et al. Capacitive coupling return loss of a new pre-ionized monopole plasma antenna [C]//IEEE Conference on Tencon, 2007:1-4.

(上接第 1077 页)

参考文献:

- [1] 赵东华.变电站智能辅助综合监控平台在智能变电站中的应用[J].山西电力,2014(5):34-37.
ZHAO Donghua. The application of intelligent auxiliary monitoring platform in intelligent substation[J]. Shanxi Electric Power, 2014(5):34-37.
- [2] 孔英会,景美丽.无人值守变电站监控视频异常模式识别方法[J].华北电力大学学报,2011,38(6):11-16.
KONG Yinghui, JING Meili. A recognition method of abnormal patterns for video surveillance in unmanned substation[J]. Journal of North China Electric Power University, 2011, 38(6):11-16.
- [3] 赵乐.关于变电站视频监控系统若干问题的探讨[J].中国电力教育,2011(24):148-149.

- [2] PARET D, 著.超高频射频识别原理与应用[M].安建平,高飞,薛艳明,等译.北京:电子工业出版社,2013:150-370.
- [3] 刘婷.基于 R2000 的 UHF RFID 读写器研究[D].济南:山东师范大学,2012.
- [4] 李峰.基于 R2000 的 UHF RFID 手持式读写器研究[D].济南:山东师范大学,2014.
- [5] FINKENZELLE K, 著.射频识别技术[M].吴晓峰,陈太才,译.北京:电子工业出版社,2006:105-333.
- [6] LOVE J S, 著. RF 权威指南[J].李中华,译.北京:人民邮电出版社,2013:1-314.

- [4] CHUNG M, CHEN W S, YU Y H, et al. Properties of DC-biased plasma Antenna [C]//China: International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology, 2008:1118-1120.
- [5] 郭斌,王晓钢,刘悦.离子对电磁波传播特性的影响[J].核聚变与等离子体物理.2005,25(3):237-240.
- [6] 王晓燕,李国锋,赵宏康.电磁波在等离子体中的非线性吸收衰减[J].计算物理,2006,23(6):661-664.
- [7] 王华东,郗扬,郭军.电磁波在等离子体层中衰减的数值分析[J].电子科技大学学报,2004,33(4):357-360.
WANG Huadong, YAN Yang, GUO Jun. Numerical analysis of electromagnetic wave attenuation in plasmas layer[J]. Electronic science and technology University journal, 2004, 33(4):357-360.
- [8] 刘少斌,袁乃昌,莫锦军,等.斜入射到非磁化等离子体的电磁波的吸收[J].系统工程与电子技术,2003,25(11):1347-1350.

ZHAO Le. Research on video surveillance in substation[J]. China Electric Power Education, 2011(24):148-149.

- [4] 罗江.变电站远程视频监控系统研究设计[D].保定:华北电力大学,2013.
- [5] 王旭.无人值守变电站智能视频监测系统的设计与实现[D].保定:华北电力大学,2014.
- [6] 南彩霞.无人值守变电站可视化监控系统的设计[D].包头:内蒙古科技大学,2013.
- [7] 梁雪梅.无人值守变电站智能视频监测系统设计[D].北京:华北电力大学,2010.
- [8] 王磊.监控摄像机安装优化研究[J].建筑电气,2014(12):61-64.
WANG Lei. Study on installation optimization of surveillance cameras[J]. Building Electricity, 2014(12):61-64.