



迅通科技电子

nRF24LE1 有源 RFID 利用 125KHZ 激励器技术方案

目录

目录	1
1 概述	1
2 设计依据	1
3 主要技术指标	1
4 方案设计	2
4.1 设计指导思想.....	2
4.2 设计原理框图.....	2
4.3 工作流程	3
4.4 各部分详细设计.....	3
4.4.1 125KHZ激励器设计	3
4.4.1.1 硬件设计.....	3
4.4.1.2 激励器软件设计	5
125K通信链路物理层协议	5
2.4G通信链路物理层协议	6
4.4.2 电子标签线圈设计	7
4.4.3 2.4G射频模块与READER之间的通信	7
5 结构设计方案	7
6 关键技术情况及解决措施.....	8



迅通科技电子

1 概述

nRF24LE1 有源 RFID 利用 125KHZ 激励器技术是 2.4G 有源 RFID 随机跳频系统的重要组成部分，工作中心频率为 125KHz，起唤醒电子标签和定位作用。目前市面上激励器的激活距离一般为 2 到 4 米。我们研制 125KHz 低频激励器的目标是显著提高其激活距离。

2 设计依据

《nRF 无线 SOC 单片机原理与高级应用》

《125KHZ 激励器规格书》

《125KHZ 鸽子踏板》

《温度标签》

3 主要技术指标

1) 产品型号

产品名称: RFC125K 激励器

产品型号: 125LF_EC01

2) 系统性能和技术指标

工作频率: 125KHz \pm 1KHz

激活距离: 0~? m (待定)

数据速率: 1600bps

调制方式: OOK 调制

数据编码: 曼彻斯特编码

重量和尺寸: 待定

封装材料: 待定

通信接口: 2.4G 无线通信接口 (通信距离与标签一致)

工作电源: 待定

发射功率: 待定

3) 工作环境

工作温度 $-20\sim+70^{\circ}\text{C}$
存储温度 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$
相对湿度 90%（非冷凝）
静电防护能力 $\pm 5\text{Kvpeak}$

4 方案设计

125KHZ激励器是2.4G有源RFID随机跳频系统的重要组成部分，起唤醒电子标签和定位作用，其工作中心频率为125KHZ，总体系统框图如下所示。

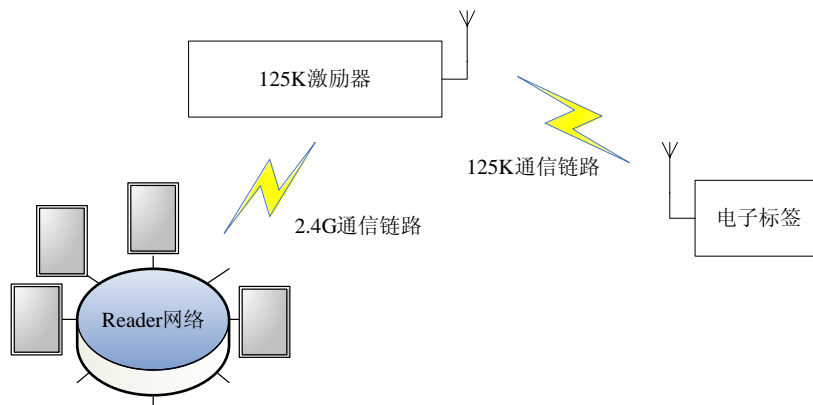


图 1 总体系统框图

4.1 设计指导思想

1. 低频激励器能够按照既定的通信协议与 RFID Reader 网络通信，数据传输可靠。
2. 低频激励器可以激活处于激活距离内的有源 RFID 标签，并向其发送指令或数据。
3. 低成本原则。在满足系统要求的前提下，尽可能的节约成本。

4.2 设计原理框图

系统原理框图如 2 所示，红色框内为 125KHZ 激励器项目所涉及的部分，包括 125KHZ 激励器设计、电子标签线圈设计和 2.4G 射频模块与 READER 之间的通信三部

分。

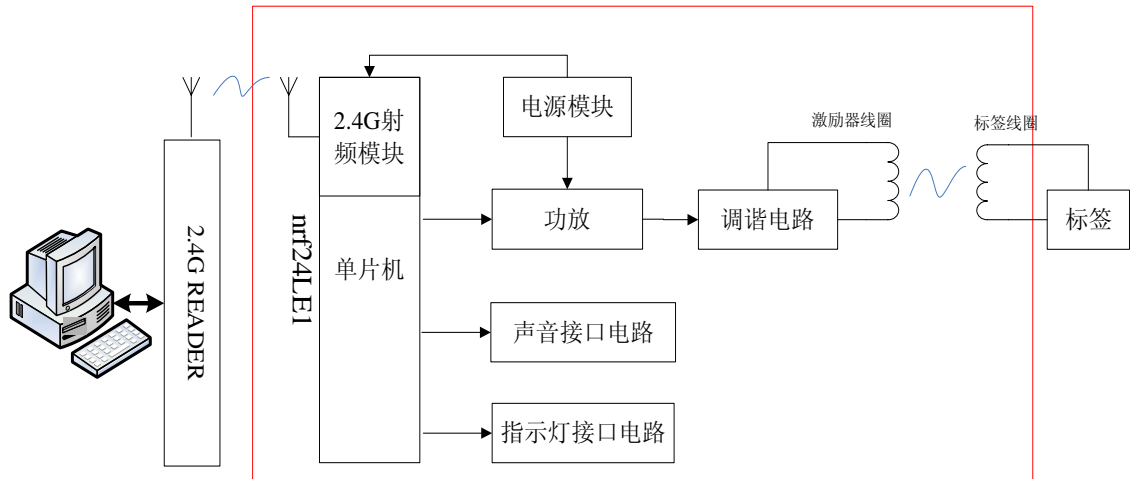


图 2 设计原理框图

4.3 工作流程

工作时，单片机将跳频表、激励器ID等信息以OOK调制方式调制在125KHZ载波上形成激励信号，并不间断的向外发送，当有电子标签进入其激励区时即被唤醒。当电子标签成功接收到激励信息后，电子标签由被动态变为主动态，同时将带有激励标识和激励器ID信息发送给READER，READER再重新打包发送给上位机，上位机根据激励器 ID 和电子标签 ID 判断在某时某标签在某激励器所在位置。

当需要更新激励器中信息时，上位机将更新信息传给 READER，READER 再通过 2.4G 射频模块发送到激励器的 2.4G 射频模块，再刷新单片机中的 FLASH 即达到修改目的。

4.4 各部分详细设计

4.4.1 125KHZ 激励器设计

4.4.1.1 硬件设计

1. 控制部分选用 nRF24LE1，带有 51 单片机和 2.4G 射频模块。
2.4G 射频模块设计采用 PDF 推荐，同时参考电子标签设计。
2. 电源模块待定。
nRF24LE1: 3.3V
IR21844: 15V
MC1596L (预留的检波芯片): 5V
功放高端工作电压: 待定 (根据功放需要)
3. 声音接口电路采用蜂鸣器，具体作用视情况而定，也可取消不用。
4. 指示灯接口电路，用作上电指示、通信指示功能、报警功能等，具体作用根据实际情况而定。
5. 谐振电路
谐振电路采用 LC 串联谐振电路，谐振频率 125KHZ，具体可参考 125KHZ 鸽子踏板谐振电路设计。
6. 功放

功率放大采用集成驱动芯片 (IR21844) 桥式驱动电路，如图 3，当使能端 EN 有效时，输出端 H0 和 L0 的波形分别与 PWM 波形逻辑相同和相反，幅值放大到 VCC。当 PWM 为高时，U1 的 H0 输出为高，L0 输出为低，U2 的 H0 输出为低，L0 输出为高，此时 Q1 和 Q4 导通，负载 (谐振电路) 上获得正半周信号。同理，当 PWM 为低时得到 Q2 和 Q3 导通，负载 (谐振电路) 上获得负半周信号。理想情况下，设 MOS 管的 $U_{CES}=0$ ，则 U_o 的峰值为 U_{CC} ，输出的最大功率为

$$P_{om} = \frac{1}{2} \frac{U_{CC}^2}{R_L}$$

与分立元件组成的 BTL 桥式驱动相比，采用集成芯片桥式驱动可靠性更高，且输出的方波驱动谐振电路，没有谐次波干扰。

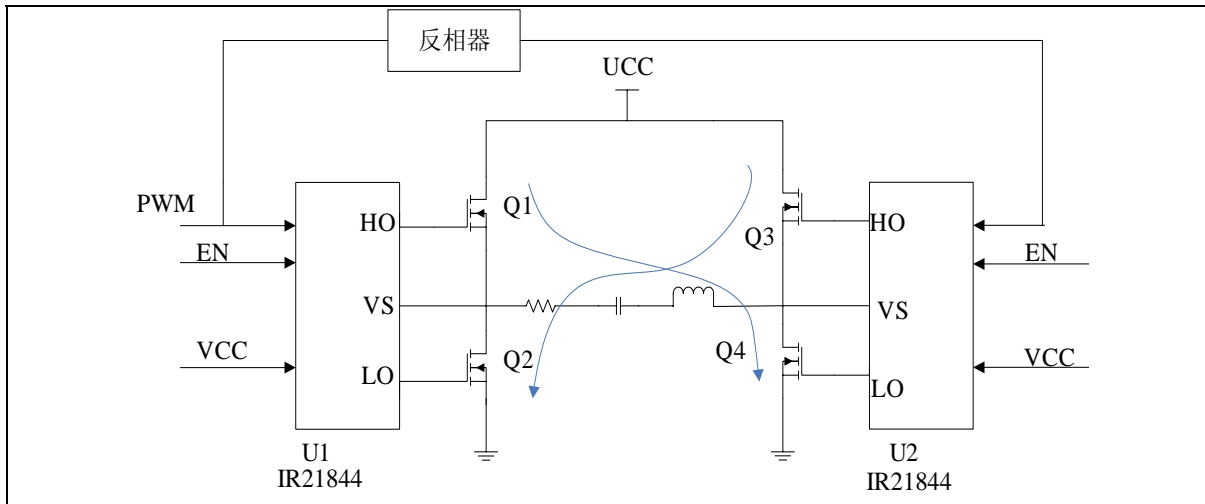


图 3 功放系统框图

4.4.1.2 激励器软件设计

125K 通信链路物理层协议

125K 通信链路主要用来激活标签，并设置标签参数，发送跳频表。

- 激励信号数据调制与编码

激励器以 OOK 调制模式向标签发送数据，数据编码采用曼彻斯特编码方式。

- 波形与数率

数率接近 1600bps，波形如下图：

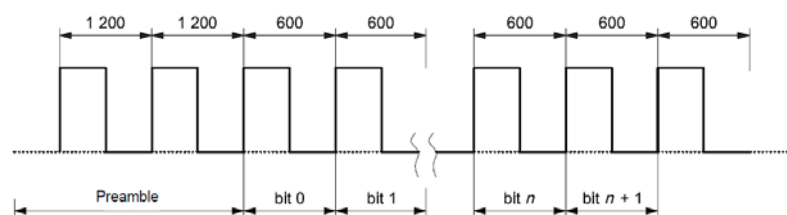


图 3 OOK 数据包格式

- 激励信号格式

1. 数据包前导

数据包前导至少由 8 个 1200us 周期的脉冲构成，如果有多个数据包发送，在数据包之间必须插入 2 个 1200us 的隔离周期。

2. 数据包结束

每个数据包都以引导开始，数据包在 XOR 后面必需发送连续 1200us 的“off”来表示数据包的结束。

- 激励数据包格式

激励信息格式见表 1 所示：

表 1 125K 激励信息格式

引导字节	EXCITER ID	参数表长	发送功率	空中数率	跳频表	XOR
0x96	2 字节	1 字节	4bits	4bits	N 字节	1 字节

发送功率编码：

11	0dBm
10	-6dBm
01	-12dBm
00	-18dBm

空中数率编码：

00	250Kb
01	1Mb
10	2Mb

2.4G 通信链路物理层协议

2.4G 通信链路主要用于与 Reader 网络通信。可通过 Reader 网络向激励器传递控制命令，达到修改激励器 ID、修改标签参数等目的。为防止激励器信息被恶意修改，采用密码登陆模式。

- 应用指令集

表 2 应用指令集

CLA 命令类	INS 命令码	命令名称	描述
0xD1	0xA0	修改激励器 ID	修改激励器ID
0xD1	0xA1	读 TAG 应用参数表	校准参数，过滤门限，报警参数带
0xD1	0xA2	设置 TAG 应用参数表	校准参数，过滤门

			限，报警参数带
0xD1	0xA3	设置跳频表	设置跳频表
0xD1	0xA4	删除跳频表节点	
0xD1	0xA5	添加跳频表节点	
0xD1	0xA6	修改跳频表节点	

● 命令格式

表 3 命令格式表

标识	内容	说明
CLA	D1H	应用命令类别
INS	1 字节	命令代码
LOG	2 字节	登陆密码
P1		命令参数
P2		命令参数
Data		

4.4.2 电子标签线圈设计

电子标签线圈用来感应激励器发出的 125KHZ 激励信号，其设计原理与激励器谐振电路相同。电子标签将感应到的信号经检波后输入单片机处理，解调出所需信息，这样标签能检测到的信号强度、数据格式等都须与电子标签项目组协商。另外，电子标签线圈的大小、形状、重量等受到电子标签的限制，必须满足电子标签的相关规格。

4.4.3 2.4G 射频模块与 READER 之间的通信

上位机对激励器的设置信息是通过 READER 无线传输到激励器的，在做好激励器射频模块的同时，也需要 READER 项目组做相关对应，这样应注意两个小组之间的沟通。

5 结构设计方案

1. 基板结构设计

由于 2.4G 对基板材料的特殊要求以及现有组员对射频模块设计经验的缺乏，计划将基板分为两个模块，两模块之间通过排针插接。

射频模块：单片机+2.4G 射频（可借鉴现有温度标签基板设计）；

125KHZ 模块：电源+功放+指示电路+调谐电路。

基板尺寸、定位孔（待定）

2. 外形设计（待定）

6 关键技术情况及解决措施

1. 谐振电路设计。
2. 功率放大电路的设计。
3. 激励器与 2.4G READER 之间的射频通信。
4. 标签线圈绕制。

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(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),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>