







### 2.3.1 MCU 控制模块

此处所用的 MCU 控制芯片与射频识别系统一致, 外围电路主要由报警器电路、继电器电路构成, 报警电路如图 7 所示。

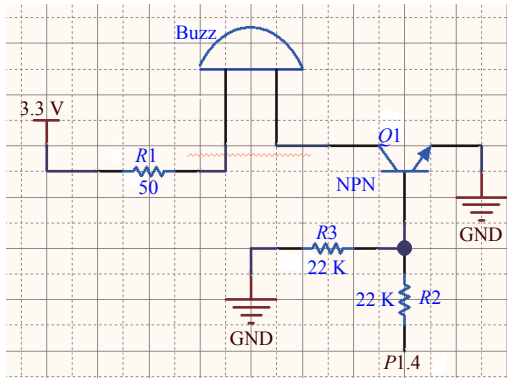


图 7 报警电路

### 2.3.2 液晶显示模块

LCD 显示屏选择电容式触摸屏 ATK-4.3' TFTLCD<sup>[16]</sup>, 其分辨率为 800×600, 采用 NT555IO 驱动。LCD 采用使用 16 位并口与外部进行连接, 触摸屏采用 IIC 接口, 供电电源为 3.3 V。用户在闸机通道处扫描快递, 液晶显示屏能够显示快递数量、姓名等信息, 便于用户确认信息。

### 2.4 ZigBee 无线传输模块

本部分主要实现读写器设备和上位机系统之间的通信。ZigBee 传输模块是整个系统的核心模块, 采用 CC2530 芯片作为 ZigBee 的核心控制器<sup>[17,18]</sup>, 使用 CH340 电平转换芯片连接上位机软件, 再通过串口直接和射频识别系统连接。RFID 读写模块采集的信息通过 ZigBee 终端节点传到协调器<sup>[19,20]</sup>, 按照 ZigBee 规范组建网络, 实现 RFID 数据传输。CC2530 核心的电路图及其外围电路如图 8 所示。

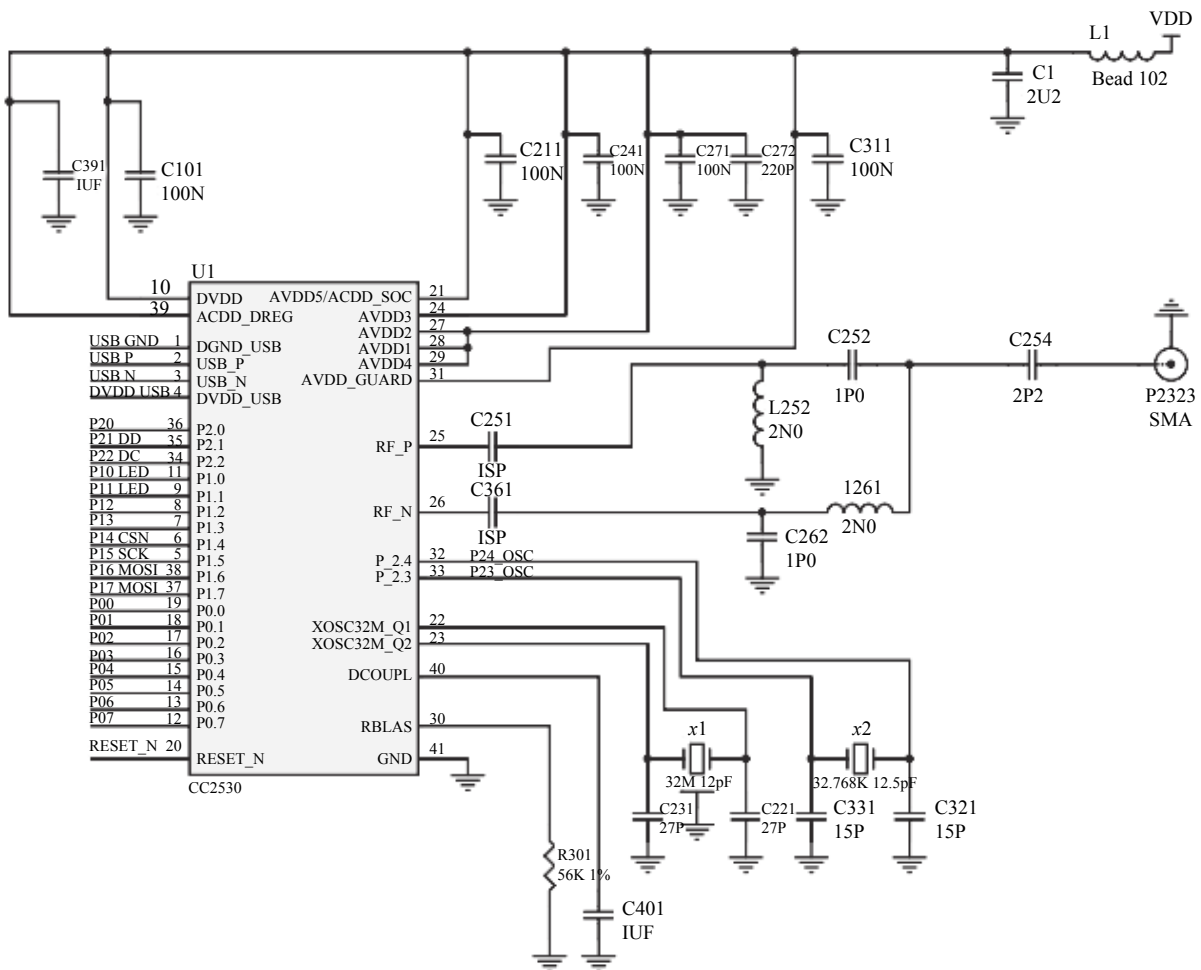


图 8 CC2530 电路

### 3 系统软件设计

#### 3.1 RFID 读写模块软件设计

阅读器上电复位后, 模块初始化, 不断被发送到外界, 阅读器会一直检测是否有 RFID 标签在其读写范围内, 直到有 RFID 标签进入读写范围, 进入接收模式. 读取 RFID 标签发来的数据信息并检测碰撞情况, 若发生碰撞, 则调用防碰撞算法对其中一个标签进行读写. 信息读完后, 阅读器会发送确认接收信号标志位, 存储读到的标签信息, 并通过与 ZigBee 终端节点的通信上传到上位机. 程序流程图如图 9 所示.

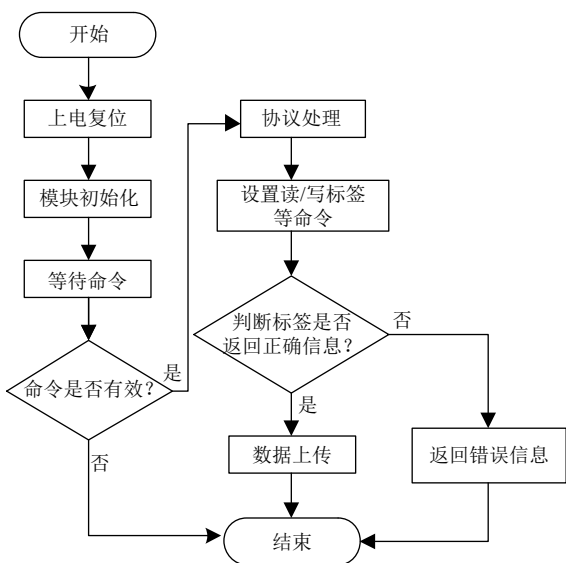


图 9 RFID 读写模块流程图

#### 3.2 闸机通道系统软件设计

在平台式读写器上放置带有 RFID 标签的货物, 用户扫描二维码, 只有当二维码中的信息与标签中的信息匹配, 读写器将 RFID 标签中的标志位清除, 同时闸机通道打开, 用户取件成功; 否则, 若未清除标志位的货物经过闸机通道, 防盗模块将启动报警信号, 程序流程图如图 10 所示.

### 4 实验结果分析

#### 4.1 成功率测试

对安装在每一层货架上的读写器读写电子标签的能力分别进行测试, 共测试了 60 次, 测试结果如表 1、表 2 所示.

测试结果表明, 射频识别系统读取和写入标签的能力存在差异, 读取标签的成功率更高, 平均写入速度

为 33 张/s, 平均读取速度为 41 张/s. 随着距离的增大, 读取和写入数据的能力逐渐降低, 影响快递信息传递的准确性, 最佳距离在 3.5 米左右.

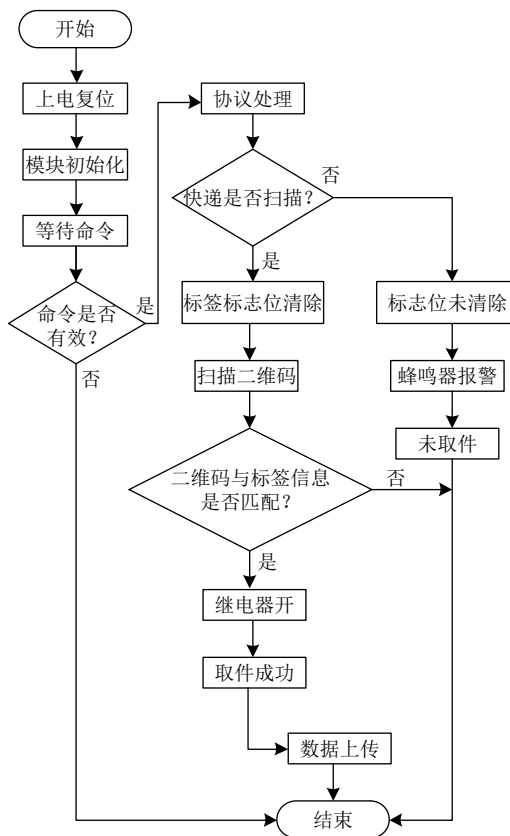


图 10 闸机通道系统流程图

表 1 写入标签能力测试

参数	测试结果						
距离 (m)	0.3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3
成功次数	60	60	60	52	49	45	43
成功率 (%)	100	100	100	86.7	81.7	75	71.7
平均写入速度 (张/s)	33						

表 2 读取标签能力测试

参数	测试结果						
距离 (m)	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5
成功次数	60	60	60	56	51	49	45
成功率 (%)	100	100	100	93.3	85	81.7	75
平均读取速度 (张/s)	41						

#### 4.2 并发测试

上位机系统能支持多个终端设备, 当读写器的作用范围内存在多个标签, 并有两个或者以上的标签同时响应, 读写器将会产生冲突. 针对这种问题, 目前主

要采用的解决方式为基于 TMDA (Time Division Multiple Access) 的树分叉算法, 该方法应用简单, 识别速度快, 平均识别一个标签约为 8 ms, 可以实现大量标签的读取, 从而实现读写器可以与多个标签通信, 进行数据传输, 再经过 ZigBee 网络的多个节点, 传输到上位机系统. 系统分别对设备内不同数量的快递进行测试, 得到的测试结果如表 3 所示.

表 3 不同数量的快递并发测试

测试指标	快递数量						
	20	40	60	80	100	120	140
测试通过数	20	40	60	78	97	115	130
测试通过成功率 (%)	100	100	100	97.5	97	95.8	92.9
平均查询时间 (s)	0.092	0.894	1.017	1.792	3.428	4.173	5.736

测试结果表明, 在进行并发测试时, 随着设备内快递数量的增加, 查询速度在减慢, 系统处理能力也呈下降趋势.

## 5 结语

利用 RFID 技术管理快递取件系统, 一方面, 不再使用暴露姓名、电话的纸质单据, 减少了用户个人信息的泄露, 另一方面, 入库自动化减少了物流环节的人工成本, 提高快递入库效率; 出库自动化减少了用户排队等候的时间, 用户体验感增强, 并且快递系统的容错率提高.

### 参考文献

- 熊川, 嵇建波. 基于 CCD 的二维条形码检测系统. 电讯技术, 2012, 52(10): 1670-1674.
- 葛聪, 李明. 激光扫描的物流条形码识别系统. 激光杂志, 2017, 38(7): 188-191.
- 杨苗发. 条码技术在图书馆信息管理中的应用. 图书情报工作, 2013, 57(S1): 291-293, 303.
- 徐慧剑. 基于物联网 RFID 技术的智能仓储系统的设计与实现. 制造业自动化, 2012, 34(7): 139-141. [doi: 10.3969/j.issn.1009-0134.2012.4(s).44]
- 鲁建厦, 赵林斌, 汤洪涛. 基于射频识别库存管理的无人机三维路径规划. 计算机集成制造系统, 2018, 24(12): 3129-3135.
- 杜一凡, 刘楷文, 曹荣芊. 浅谈无线通信和有线通信的结合. 电子世界, 2018, (21): 104.
- 卢俊文. ZigBee 技术的原理及特点. 通讯世界, 2019, 26(3): 35-36.
- 刘加刊, 顾晨, 朱艳. ZigBee 与其他短距离无线通信技术比较及其应用. 中国新通信, 2018, 20(18): 87-88. [doi: 10.3969/j.issn.1673-4866.2018.18.079]
- 刘培学, 陈玉杰, 姜宝华, 等. 基于 ZigBee 技术的可组网环境监测系统设计. 现代电子技术, 2017, 40(21): 19-22.
- 董明宇. 基于 RFID 的智能仓储管理系统的设计与实现[硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2018.
- 周金钢, 彭东林, 郑方燕, 等. 基于 STM32F4 的时栅数控分度转台控制系统设计. 电子器件, 2015, 38(5): 1138-1142. [doi: 10.3969/j.issn.1005-9490.2015.05.033]
- 杨继森, 江中伟, 许强. 基于 AD9959 与 STM32 F4 的时栅位移传感器电气系统设计. 传感技术学报, 2013, 26(8): 1050-1054. [doi: 10.3969/j.issn.1004-1699.2013.08.003]
- 夏宏, 吴济文. 超高频 RFID 读写器系统的设计与实现. 计算机应用, 2012, 32(8): 2369-2373.
- 陆春光, 杨思洁, 周佑, 等. 外部电源供电的电子标签功率自动采集方法. 现代电子技术, 2018, 41(14): 130-132, 138.
- 凌晓艳. 基于 AS3992 芯片的 UHF 频段 RFID 读写器设计[硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2013.
- 汤莉莉, 黄伟. 基于 STM32 的 FSMC 接口驱动 TFT 彩屏设计. 现代电子技术, 2013, 36(20): 139-141, 144. [doi: 10.3969/j.issn.1004-373X.2013.20.040]
- 王天舒, 张功萱, 杨曦晨. 基于 ZigBee 的无线传感网可信溶液监测系统. 通信学报, 2017, 38(S2): 67-77.
- Wang X, Zhang SL, Song GX, et al. Remote measurement of low-energy radiation based on ARM board and ZigBee wireless communication. Nuclear Science and Techniques, 2018, 29(1): 4. [doi: 10.1007/s41365-017-0344-2]
- 何源, 郑霄龙. 2.4GHz 无线网络共存技术研究进展. 计算机研究与发展, 2016, 53(1): 26-37. [doi: 10.7544/issn1000-1239.2016.20150654]
- Chen YM, Diao BY, Zhao QJ, et al. Novel plug-configure-play ZigBee-based smart home system. Journal of Beijing Institute of Technology, 2016, 25(2): 264-270.