



有源 RFID 的 LF 无线唤醒技术的研究

赵小辉

(西安培华学院 陕西, 西安 710125)

Research on LF Wireless Wake-up Technology for Active RFID

Zhao XiaoHui

(Xi'an Peihua University Shaanxi, Xi'an, 710125)

Abstract: This paper is based on the active RFID, which has a very low transmission in a specific environment; it is based on the point-to-point transmission between the two sides, and the communication transmission distance is very long; during the transmission process, according to the characteristics of the transmission medium, the amount of data transmitted is very large; during the transmission process, the data transmitted is not easy to be lost, and its reliability is very; the different data transmitted in the transmission process will not be exclusive to each other, and it is compatible and stable. At this stage, the most researched is the LF wireless wakeup technology for active RFID, which has achieved new breakthroughs and has been widely used. The key technology in the field of active RFID tag design is how to improve the life and reduce power consumption. The development of LF wireless wake-up technology will greatly reduce power consumption and extend the battery life. It is widely used in highway toll collection, cargo management and other applications, so that our country shortens the gap with the world's advanced countries in many fields such as modern logistics.

Keywords: Active RFID Transmission; Wireless Wake-up Technology; Power Consumption

摘要: 本文根据有源 RFID 具备在特定的环境下发射功率是很低的;它根据两边点对点的传输,通信传输的距离很长;在传输的过程中,根据传输的介质的特性使得传输数据量很大;在传输的过程中传输的数据不容易被丢失,其可靠性很高;传输中的不同的数据彼此间不会排斥,兼容性好且稳定等特点,现阶段研究最多的就是有源 RFID 的 LF 无线唤醒技术,这种技术取得了新的突破,并得到了广泛的应用。有源 RFID 标签设计领域关键技术是如何提高电池使用寿命以及降低功耗。LF 无线唤醒技术的开发将大大降低功耗,延长电池使用寿命,它被广泛地应用到公路收费、港口货运管理等应用中,使我国在现代物流等若干领域缩短与世界先进国家的差距。

关键词: 有源 RFID; 传输; 无线唤醒技术; 功耗

收稿日期: 2025 年 10 月 9 日

中图分类号: TN929.4

通讯作者: * 赵小辉, 西安培华学院

0 引言

无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)是一种比较前沿和广泛应用的技术,最近几年得到了人们的追捧。该技术是

一种不需要接触,通过传输介质自动识别的技术。掌握其基本原理对我们更有效的利用这种技术会有指导的作用,它是通过传输的介质通道把射频信号进行接收,传输中也会出现空间耦合或雷达



反射的情况，不过他们的传输尤其很大的相似性，通过信号的接受把被识别物体在没有人干的干扰下自动识别。识别工作的进行可以在各种环境下进行，主要是通过信号进行传递与接收，这个过程中基本上不存在人工干预。根据上面的阐述我们可以判断 RFID 由一个询问器和很多应答器组成，整个系统也是非常的简单的，只有两个基本器件，但是这个两个器件发挥着重大的作用，它是一种简单的无线系统，该系统具有用于控制、检测和跟踪物体的功能^[1]。

1 研究的目的和意义

1.1 有源 RFID 的 LF 无线唤醒技术开发的目的
有源 RFID 的电子标签自身具备电池。有源 RFID 标签设计领域关键的技术一直是研究的重点，电池使用寿命的如何提高以及在此基础上降低功耗也是研究的突破口。为了提高电池寿命，就不能从某一方面下手，而是要综合考虑，把硬件平台以及软件协议一并考虑进去，并采用一些方法进行优化^[2]。而 LF 无线唤醒技术的开发将大大降低功耗，延长电池使用寿命，使得有源 RFID 得到更广泛的发展。

1.2 有源 RFID 的 LF 无线唤醒技术研究的意义

有源 RFID 具备在特定的环境下发射功率是很低的；它根据两边点对点的传输，通信传输的距离很长；在传输的过程中，根据传输的介质的特性使得传输数据量很大；在传输的过程中传输的数据不容易被丢失，其可靠性很高；传输中的不同的数据彼此间不会排斥，兼容性好且稳定等特点，与无源 RFID 相比，它的技术优势是不言而喻的，电子标签发生了很大的变化，由之前的没有电池转变成了有电池，电源也发挥着重要的作用，使得整个过程的有效阅读距离比以前发生了很大的变化。正因为上述的那么多优势，它的应用越来越广泛，越来越被市场所接受^[3]。应用领域有公路收费、港口货运管理等。LF 的无限唤醒技术的研究发展将进一步加快有源 RFID 的快速发展，对有源 RFID 技术的发展又提供了一个广阔的空间，让我国在很多领域表现出来了优势，尤其是现代物流业，这些领域的优势在一定程度上大大的缩短与世界先进国家的差距^[4]。

2 工作原理及关键技术

2.1 RFID 技术的基本工作原理

RFID 技术的基本工作原理：标签通过传输介质接触到了磁场，这时射频信号从接收解读器发出，相应的产品信息通过感应电流所获得的能量进行发送，这是解码器发挥着重要的作用，通过接收到的信息进行系列解码并进行有关数据处理。掌握其基本原理对我们更有效的利用这种技术会有指导的作用，它是通过传输的介质通道把射频信号进行接收，传输中也会出现空间耦合或雷达反射的情况，不过他们的传输尤其很大的相似性，通过信号的接受把被识别物体在没有人干的干扰下自动识别。

2.2 RFID 的关键技术

2.3.1 RFID 产业化关键技术

标签芯片设计与制造：RFID 芯片在实践过程中，有很多的优势，它在制造的过程中成本是很低的、在使用的过程中也是属于低功耗的产品，RFID 芯片的设计与制造技术在其上述介绍的优势基础上得到了很好的发挥，它的技术应用也是相当广泛的，适合标签芯片实现的新型存储技术，防冲突算法及电路实现技术，芯片安全技术，以及标签芯片与传感器的集成技术等^[5]。

天线设计与制造：天线设计与制造也要在整体的意识下来进行，标签天线匹配技术就是一个很好的佐证，RFID 标签天线结构必须要根据不同应用对象，有选择性的进行升级优化技术，还有多标签天线优化分布技术以及 RFID 标签天线设计仿真软件等。

2.3.2 RFID 应用关键技术

RFID 系统集成与数据管理：RFID 与无线通信在传输过程中、与传感网络建立传输模块、与信息传输中保证信息安全、通过技术对工业进行控制等的集成技术，RFID 应用系统作为一种中间件技术，海量 RFID 信息资源的在组织传输过程中，如何存储相应的传输信息，存储的信息如何进行管理、在管理的过程中如何的实现交换与分发，中间要做相应的数据处理和跨平台计算技术等^[6]。

RFID 检测技术与规范：随着 RFID 检测技术应用的范围越来越广，人们对该技术也提出了很高的要求。接下来的工作就是该技术要识别不同



行业,根据行业的特性,应用的RFID标签,还可以根据相关产品物理特性以及产品的物理特征产生的性能,进行一致性检测技术与规范。

3 无线唤醒技术的设计

3.1 低频(LF)无线唤醒技术设计原理

无线信号频谱中LF频段信号具有强大的功能,它的穿透能力强就是其中一项特点,这个功能怎么应用呢,它对非磁性介质非常的敏感,能在短时间

内快速的穿透,如水、混凝土、塑料等(不受视线距离限制),所以利用LF频段设计更加紧密的结合与利用,可以看出激活电路是一种较好方案^[7]。无线信号频率与波长存在什么关系杂实践中已经得出了结论,两者成反比例关系,无线信号越长其波长就越短,无线信号越短其波长就越长^[8]。

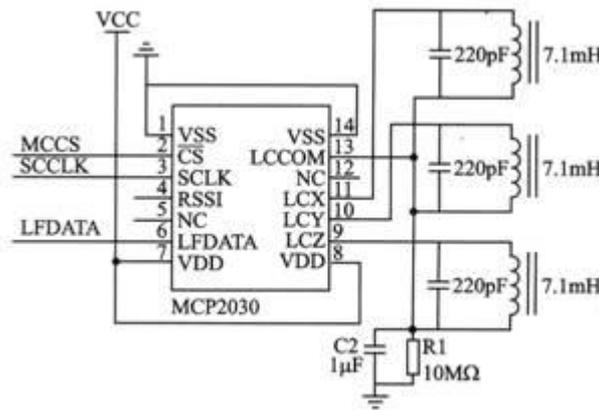


图1 激活信号检测电路

3.2 以MCP2030器件为核心设计电路

有源射频标签是射频识别系统中的重要组成部分,相比而言有源RFID具备在特定的环境下发射功率是很低的;它根据两边点对点的传输,通信传输的距离很长;在传输的过程中,根据传输的介质的特性使得传输数据量很大;在传输的过程中传输的数据不容易被丢失,其可靠性很高;传输中的不同的数据彼此间不会排斥,兼容性好且稳定等特点^[9]。其内部电路主要部件有:控制器、激活信号检测电路、RAM/ROM、定时器、UHF收发器、电源等。其中,激活信号检测电路可以由MCP2030进行实现。当标签到达安装有射频激活发射器的特定位置时,MCP2030从SPI接口上输出相应的接收信号,使得控制器退出休眠状态,并对数据进行接收、分析和处理,最终存储在RAM/ROM相应的位置中。时而与读写器进行信息交互,当需要与读写器进行信息交互时,控制器通过UHF收发器进行通信,控制器处理完之后自动进入休眠状态,直到下一次接收到磁场激活信号或定时器产生定时中断^[10]。

4 总结

作为我国新兴战略性新兴产业之一的物联网已经成为世界研究的热点,物联网的实施能大大提高人们的生活质量。在物联网中,RFID系统也是其中非常关键的组成部分。从十九世纪五十年代已经对RFID技术有了一些研究,但是目前RFID系统还存在一些没有解决的问题,尤其是有源RFID标签电池寿命比较短的问题依然存在,我们需要不断的创新研究,为人类进步多做贡献。

参考文献:

- [1] 张明远,李志强,王伟华.基于LF信号的有源RFID低功耗唤醒技术研究[J].电子测量与仪器学报,2021,35(3):45-52.
- [2] Liu Y, Zhang H, Wang L. A novel low-power wake-up receiver for active RFID tags [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2020, 67(5): 4321-4330.
- [3] 陈国栋,刘永红,赵明辉.125kHz LF唤醒接收机的设计与实现[J].电子技术应用,2022,48(2):78-82.
- [4] ISO/IEC 18000-2:2022. Information technology-Radio frequency identification for item management-Part 2: Parameters



for air interface communications below 135 kHz [S]. Geneva: ISO, 2022.

[5] 黄志强, 吴伟, 周明. 有源 RFID 系统中 LF 唤醒电路的低功耗优化设计 [J]. 传感技术学报, 2023, 36(1): 102-108.

[6] Wang X, Chen Y, Li Z, et al. A 125kHz wake-up receiver with -65dBm sensitivity for active RFID tags [J]. IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2021, 56(3): 812-821.

[7] 国家市场监督管理总局. GB/T 29768-2022 信息技术 射频识别 2.45GHz 空中接口协议 [S]. 北京: 中国标准

出版社, 2022.

[8] 林志强, 王伟, 张明. 基于 LF 唤醒的有源 RFID 系统设计及实现 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2021: 56-89.

[9] Zhang L, Zhou W, Liu J. Energy-efficient wake-up mechanism for active RFID systems in IoT applications [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2022, 9(4): 2987-2996.

[10] 射频识别技术丛书编委会. RFID 技术与应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2020: 112-135.

作者简介: 赵小辉 (1985 —), 男, 汉族, 陕西西安人, 博士, 西安培华学院副教授, 专业: 无线电。