

基于 RFID 技术的智能安防闭锁系统的设计与实现

陈志明, 李澄, 程华明, 蒋超, 陆玉军, 官国飞

(江苏方天电力技术有限公司, 南京 211100)

摘要:针对现有技术存在的不足,设计出基于 RFID (Radio Frequency Identification, 射频识别) 技术的智能安防闭锁系统,该系统融合了 RFID 技术、物联网技术、人工智能技术、自动化控制技术,实现了安防闭锁系统的智能化、自动化物联工作;在设计时,构建出包括设备层、闭锁硬件层、闭锁工作层和管理层的安防闭锁系统,应用支持 IEC 61850 通信协议的通讯模块进行数据通讯,使得上层管理中心可以直接获取底层 RFID 设备信息;该系统还设计出包括标签、阅读器、数据管理系统的 RFID 射频智能锁,通过 nRF905 射频收发芯片实现安防故障数据的接收和发射,通过设置有 D 触发器的闭锁控制电路实现故障信号的接收,并控制 PWM 脉冲动作,执行闭锁动作;试验表明,文章研究的方法响应时间短,计算速度快,准确度高,稳定性好。

关键词: 射频识别; 安防闭锁系统; 射频收发芯片 闭锁控制电路; D 触发器

Design and Implementation of Intelligent Security Lockout System Based on RFID Technology

Chen Zhiming, Li Cheng, Cheng Huaming, Jiang Chao, Lu Yujun, Guan Guofei

(Jiangsu Frontier Electric Power Technology Co., Ltd., Nanjing 211100, China)

Abstract: In view of the shortcomings of the existing technology, an intelligent security lockout system based on RFID technology is designed. This system integrates RFID technology, Internet of Things technology, artificial intelligence technology, and automation control technology to achieve the intelligentization and automation of the security lockout system jobs. In this design, a security lockout system including a device layer, a lockout hardware layer, a lockout working layer, and a management layer was constructed, and a communication module supporting the IEC 61850 communication protocol was used for data communication, so that the upper management center could directly obtain the underlying RFID device information. The system also designs RFID smart locks including tags, readers, and data management systems. The nRF905 radio frequency transceiver chip is used to receive and transmit security fault data. The lockout control circuit with D triggers is used to receive fault signals. It also controls the PWM pulse operation and executes the blocking operation. Experiments show that the method studied in this paper has short response time, fast calculation speed, high accuracy and good stability.

Keywords: RFID; security lockout system; transceiver chip; lockout control circuit; D trigger

0 引言

安防闭锁系统中的闭锁式保护是在安防设备出现异常时,能够接收到故障保护信号,同时将系统闭锁,以免发生意外事故。如果没有接收对故障信息,则不执行跳闸操作^[1]。安防设备中闭锁系统的控制及工作状况直接关系到电力系统的安全,与人民的生活利益密切相关。在常规的安防系统中,安防闭锁系统整个工作过程涉及到的部门较多,工作量大,现有的人工数据传递、控制方式和管理方式已经不能适应安防闭锁系统工作的需求,存在诸多技术弊端,诸如:安全工器具丢失、盗窃等无法溯源,智能化

程度低,控制中心无法及时收到底层设备信息等^[2]。

因此,针对上述技术的不足,提出了 RFID (radio frequency identification, 射频识别) 的技术的概念,采用了电子标签识别方式,通过非接触的方式,自动识别安防信息,从而智能化地获取安防系统底层设备信息^[3]。本研究将 RFID 技术、物联网技术、人工智能技术、自动化控制技术等融合在一起,实现了智能安防闭锁系统的智能化、自动化物联工作。

1 整体系统设计

本研究的系统包括设备层、闭锁硬件层、闭锁工作层和管理层^[4],其总体架构示意图如图 1 所示。与传统技术中的安防闭锁系统相比,本系统利用了 RFID 射频识别式智能锁,实现无接触式智能控制。本系统还利用物联网技术,实现安防设备的远程、在线、实时监控,克服了常规技术中现场监测的带来的不便。

在设备层中,设置了大量的安防设备,安防设备设置有智能闭锁单元,智能闭锁单元连接有闭锁控制单元和

收稿日期:2020-03-27; 修回日期:2020-04-21。

基金项目:用于配电房、开闭所、箱变、环网柜、分支箱、JP 柜等的智能物联锁具研制(YF201907)。

作者简介:陈志明(1970-),男,江苏宝应人,硕士,高级工程师,主要从事电力运检专业软件设计与开发方向的研究。

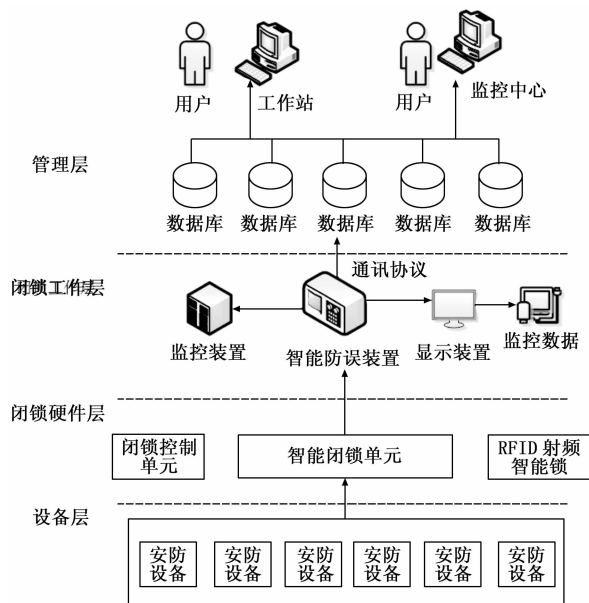


图 1 总体架构示意图

RFID 射频智能锁, 通过闭锁控制单元对 RFID 射频智能锁的控制, 实现安防闭锁单元的智能化、无接触控制^[5]。在设备层中, 还包含了各种类型的 RFID 传感器, 每个 RFID 传感器上的信息源具有一定的时效性, 按照自身工作的频率和周期, 采集系统中的故障信息, 不停地迭代计算从系统中获取的故障数据信息。在闭锁工作层中, 还设置了支持 IEC 61850 通信协议的通讯模块, 该通讯模块采用网络组网方式为光纤和无线混合的联网方式, 通信协议为 IEC 61850 协议, 通过利用这种方式, 能够将通讯系统组成环网, 也可单独接入到闭锁硬件层的网络结构中。通过上述通讯协议与互联网进行数据通讯, 及时、有效、准确地传输安防设备的信息^[6]。

在闭锁控制中, 在电路中接入了 RFID 射频智能锁, 以实现故障数据的接收, 这里用到了智能防误装置, 该装置连接有监控装置, 能够实时监控智能防误装置的工作状况, 以实现远程故障监控, 做到及时防误操作。在工作时, 可以将 RFID 射频智能锁控制单元通过电气通讯接口与智能闭锁控制单元连接, 以构成闭合回路, 有利于用户在远程实现控制^[7-8]。在配置 RFID 射频智能锁时, 也可以设置备份的手动设备, 并对手动设备进行强制性闭锁, 可以通过 RFID 射频智能锁采集手动设备上的实时状态, 并将该状态传递到智能防误装置的中, 也可以通过 IEC 61850 通信协议将实时状态传递给上层管理系统, 为闭锁系统的实时逻辑判断分析提供数据依据^[9]。随着无人值守智能安防监控技术的发展, 智能安防闭锁系统实现了高度智能化和自动化, 下面对其关键技术进行说明。

2 RFID 射频智能锁

2.1 硬件设计

在本研究中的 RFID 射频智能锁中, 其设置有控制单元

MSP430F14、射频收发芯片 nRF905 等元件, 但 RFID 工作的核心是其由标签、阅读器、数据管理系统等部分组成, 通过标签能够存储大量的数据, 具有较好的加密功能, 在电磁工作环境中具有较好的抗干扰能力, 无需直接接触即可实现数据通讯^[10]。在本研究中, 其技术原理如图 2 所示。

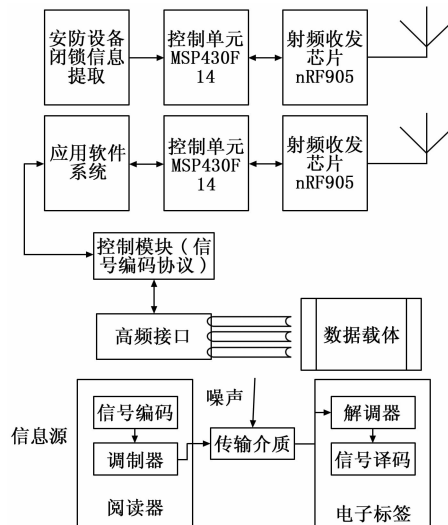


图 2 硬件结构设计

在本研究中, RFID 射频智能锁利用标签作为其存储数据的介质, 标签在硬件结构上包括存储器、高频接收/发送接口、微处理器等。标签的存储功能通过存储器完成, 高频接收/发送接口与阅读器连接, 并进行数据通讯, 通过微处理器能够实现信息的寻址, 并对接收到的数据信息进行处理^[11]。阅读器的高频接口为 nRF905 射频收发芯片, 控制单元为 MSP430F14 控制单元, MSP430 系列单片机是由 TI (Texas Instruments) 美国德州仪器公司) 开发的 16 位微处理器, 其功耗很低, 利用 MSP430F14 芯片能够存储信息并对射频收发模块、传感器进行控制和管理, 比如读取和显示安防设备的电子标签的信息, 与数据管理系统进行信息交换^[12]。

在 nRF905 射频收发芯片内部, 其硬件结构有频率合成器、接收解调器、功率放大器、晶体振荡器和调制器。nRF905 射频收发芯片的工作模式为 ShockBurst 方式, 在工作过程中能够自动处理字头和 CRC, 并且通过 SPI 接口与外界设备 (比如微控制器) 进行数据通信^[13]。使用时, 将标签粘贴在安防设备上, 在标签内则可以存储安防设备闭合/开启命令信息。阅读器是写/读设备, 用来读取标签中的闭合/开启命令信息并将该信息解码后, 送至数据管理系统进行处理。高频接口负责发送和接受命令, 控制系统实现各种命令控制^[14]。

2.2 软件设计

开发调试环境使用 IAR 的 Embedded Workbench。开发调试环境使用 IAR 的 Embedded Workbench 支持多种微处理器。针对用户特定的目标系统^[15]。用创建项目的方法进行开发和管理。软件设计首先要对硬件的连接进行定义, 包括配置和状态口。其次就是对 nRF905

的读写、收发数据包和收发模式的定义,有了 nRF905 的读写子程序。就可以很容易对 nRF905 进行配置^[16]。当然 F149 的串口初始化也是必不可少的具体软件模块如下:

```
MSP430F149 初始化程序
void Init403(void)
{
    P3SEL = 0x00;
    P3DIR = CSN + SCK;
    P3OUT = CSN;
    .....
}
structRFConfig
{
    uchar n;
    uchar buf[10]
}
0,0x75,0x0E.....
void Config 905(void)
{
    uchar i;
    P3OUT = CSN;
    SpiWrite(WC);
    for(i=0;i<RxTxConf.buf[i])
    {
        SpiWrite(RxTxConf.buf[i]);
    }
    P3OUT = CSN;
}
```

RFID 射频智能锁在工作时,如果要实现标签与阅读器之间的数据交换,需要对阅读器接收到的信息进行编码和调制,当信息在编码和调制完成后,将完成后的编码信息通过数字通道进行数据传递。在进行数据调制时,采用的方法有频移键控(FSK)、振幅键控(ASK)及移相键(PSK)等,采用的数据通讯信息有 TTF(Tag-talks first)以及 RTF(Reader-talks first)等。在采用 TTF 进行信息调制时,标签反应比较灵敏,一接收到命令,便立即开始动作,迅速做出动作。在采用 RTF 进行调制时,标签的反应时间没有 TTF 快,但是在信息交互时,能够避免标签接发信息之间的互相干扰^[17-18]。在应用时,用户根据自己的需要进行选择即可。由于 RFID 技术均采用非接触式的传输方式,因此,在数据的交互过程中,干扰性比较大,针对该问题,除了采用 RTF 技术进行调制外,还可以通过奇偶检验的方式来克服上述问题。更具体地说,将奇偶校验位进行排列组合,直到发送到每个字节中为止。这种方法虽然在一定程度上能够减少干扰因素,但是需要提前验证,从而保证了数据的安全传输。

数据在传输过程中也具有加密功能,阅读器和标签能够基于 IEC9798-2 协议互相验证。在阅读器向“查询指令信息”发送给标签后^[19],标签将向阅读器随机传递数据,

将该数据假设为 A,则阅读器立刻生成随机数 B,为了信息交互的方便,将标签和阅读器之间彼此的通讯密钥设置为相同。在信息交互过程中,识别密钥时,阅读器利用识密算法能够计算出加密数据块,然后再将该加密数据块传递到标签。标签在收到数据的同时,也收到了 Token1 破译信息。当确定接收到的破译信息与自己本身设置的信息一致时,则可确定这两个密钥相符^[20],编码信息如图 4 所示。

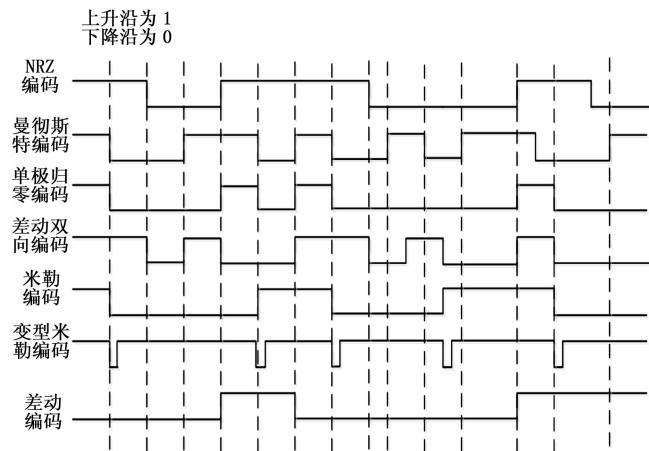


图 3 RFID 射频智能锁中常用的编码

3 安防闭锁控制

在智能安防闭锁控制系统中,其设置有电子标签、自动识别装置、数据中心服务器、网络服务器和监控计算机等。智能安防闭锁控制系统如图 4 所示,电子标签设置在 RFID 射频智能锁上,供智能防误装置进行识别。智能防误装置通过对 RFID 射频智能锁的电子标签信息和和数据库服务器中存储的标准信息进行对比分析,判断 RFID 射频智能锁的电子标签存储的信息是否与数据中心服务器存储的标准信息一致。数据库服务器中存储的标准信息是用户提前在软件系统中设置信息,该信息可以按照相关技术规范进行制定^[21]。数据库服务器通过上文介绍的 IEC 61850 通信协议进行数据通讯,在数据库服务器内,能够即时生成各种需要的报表和警告。网络服务器是互联网的数据交换中转站,负责数据的传递和监控,并且将数据库服务器与互联网相互隔开,避免监控计算机被黑客或者是病毒破坏。监控计算机是人际交互界面,工作人员通过监控计算机,对服务器的数据进行查询、管理和监控^[22]。

在本研究中,通过闭锁电路实现闭锁控制和操作,其电路如图 5 所示,该电路能够接收故障信号,前端还设置有前端闭锁信号接口,该口与 PWM 脉冲电路的输入端连接,闭锁控制电路后端通过后级闭锁信号连接有与门电路。

当 RFID 射频智能锁通过射频发出故障信号时,通过两路触发器同时控制 PWM 脉冲的动作,一路后级闭锁信号从输出级关闭 PWM 脉冲,另一路的闭锁信号从输入级关闭 PWM 脉冲,大大提高了工作效率,最终实现闭锁操作,增加了电路的可靠性。电路原理图如图 6 所示。

在本电路设计中,闭锁控制电路中具有多个 D 触发器,

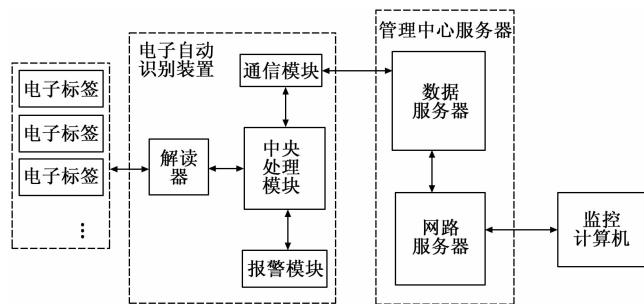


图 4 控制系统设计

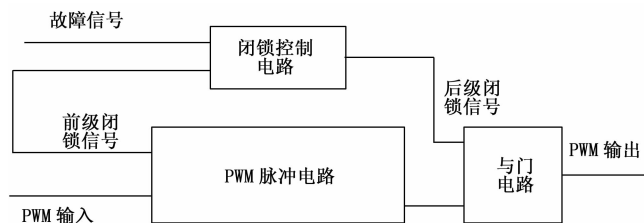


图 5 PWM 闭锁控制电路

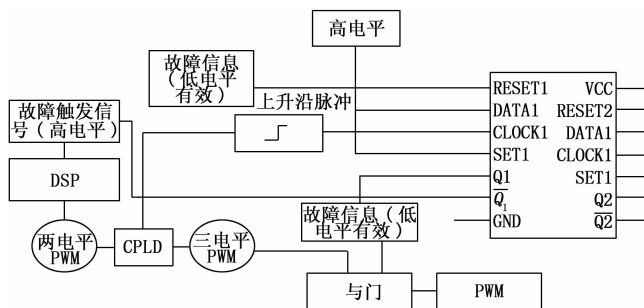


图 6 电路原理示意图

在结构布局上, D 触发器的复位输出端与故障信号的输入端连接, 在多个输入端处, 还连接有后级闭锁信号, 其他的输入端与前级闭锁信号连接。PWM 脉冲电路通过 DSP 电路与 CPLD 芯片连接, 输出的信号为 PWM 脉冲电流波, 然后生成三电平 PWM 脉冲。CPLD 芯片对生成的 D 触发器的时钟信号进行计算、判断。在具体工作过程中, D 触发器包括多个类型, 比如四 D 触发器、六 D 触发器等, 在工作过程中可以选择型号为 SN74HC74 的 D 触发器。

那么如何实现故障信号的锁存呢? 在 D 触发器 SN74HC74 内通常设置有与非门电路, 该电路中的两个输入端分别与两个输出端连接。该电路中还设置有时钟端和数据端。在时钟端时, 如果其输出为高电平, 则接收到的信息会跟随 D 端进行动作。当 SN74HC74 的 D 触发器接收到的故障信号变为低电平时, 则在较短的时间内, 对故障信号进行锁存^[24]。在后级硬件进行闭锁时, 低电平信号 I_{OVER} 的输出端与触发器的 RESET 脚的输入端连接, 实现低电平信号的输入, 此时, 将信息输出至 CLOCK1 输入上升沿脉冲, 在 Q1 引脚处, 其输出信息为低电平 CLOSE 信号, 将该处的 CLOSE 信号进行信号转换, 转换后的信号通

过引脚 CLOSE OUT 输出, 该输出信号输入至与门的 2 脚, 然后将 CLOSE OUT 的输出信号与 1 脚的 PWM 脉冲进行与门计算, 计算后的信号输出为低电平信号, 此时, 1 脚的输出信号不管为高电平还是低电平, 3 脚的输出信号均输出为低电平, 在输出信号结束后, 将 PWM 脉冲信号关闭, 继而阻断后级的 PWM 脉冲信号^[23]。当电路中出现过电流时, Q1 脚输出信号为低电平信号, 此时, Q2 脚为通路状态, 而 Q3 则为关闭状态。PWM 脉冲信号能够将输出信号转换为高电平信号, 再经过 DSP 处理单元处理、计算后, 将高电平信号输出中断, 这就实现了在输入端处, 阻断 PWM 脉冲信号, 当 RFID 射频智能锁通过射频发出故障信号时, RESET1 将高电平信号转换为低电平信号, 此时, CLOCK1 时钟信号输入到上升沿脉冲, 触发输出端 Q1 和 Q1 非则出现电平翻转, 实现了锁闭操作^[25]。

4 试验结果与分析

上述系统通过在江苏方天电力技术有限公司进行试运行, 现在将本研究的技术与常规技术中采用 RS232 和 RS485 的方式进行对比分析。其中构建的模拟架构图如图 7 所示。采用的服务器操作系统为 WindowsServer2015, 数据库管理系统软件为 SQLServer2015, Web 服务器软件为 IIS6.0。

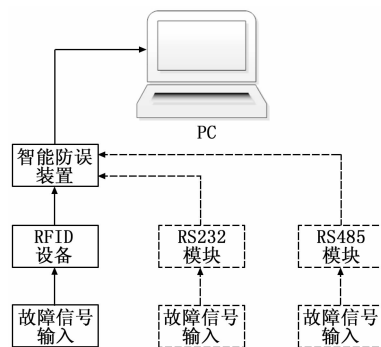


图 7 系统仿真设计结构图

试验时, 分别将本研究的技术方案、RS232 和 RS485 技术分别运行 24 个小时, 分别在响应时间、计算速度和准确度上进行对比分析, 在运行 24 小时后, 分别记录每种技术的数据情况, 基于篇幅的额现值, 每种记录 5 种数据, 数据记录表如表 1 所示。

通过上述试验可以看出, 相对于 RS232 和 RS485 通讯, 采用 RFID 射频识别技术的响应时间快, 技术速度较快, 数据的准确率较高。通过半年时间的运行, 观察系统的稳定性情况下, 如图 8 所示。其中纵坐标表示稳定度, 也叫误差百分比。

其中稳定度的计算公式是:

$$A = \frac{\text{测量值} - \text{标准值}}{\text{测量值}} \times 100\%$$

通过上述公式计算, 再通过大量的数据进行计算, 统计出系统运行半年时间的误差数。通过试运行, 本研究的方法稳定性较好, 计算误差小。

表 1 试验数据表

类型	运行时间/h	响应时间/s	计算速度 kB/s	准确率(%)
RF	24	1.2	135631	98.3
RF	24	1.4	153263	97.8
RF	24	1.1	145951	98.1
RF	24	1.5	129864	96.9
RF	24	1.3	135631	97.3
RS232	24	10.8	67341	83.2
RS232	24	11.3	68471	84.5
RS232	24	10.6	65351	85.1
RS232	24	10.5	56421	84.9
RS232	24	11.7	63291	84.6
RS485	24	10.4	75329	83.2
RS485	24	11.6	83219	84.7
RS485	24	10.3	69872	85.3
RS485	24	10.8	73842	86.7
RS485	24	11.2	79654	89.3

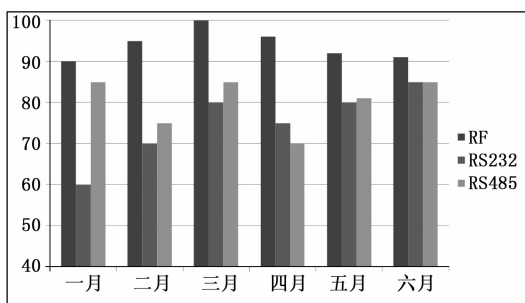


图 8 稳定性运行示意图

5 结束语

本研究基于 RFID 技术、物联网技术、人工智能技术、自动化控制技术设计出新型的智能安防闭锁系统,通过非接触式的方式,借助于 RFID 射频智能锁自动识别底层安防信息,自动获取安防系统底层设备信息。通过对 RFID 射频智能锁进行设计,从原理上和结构上说明了采用 RFID 射频智能锁接收安防故障信息的原理,基于 RFID 技术,设计出智能安防闭锁控制系统和控制电路,并说明了控制原理。本研究解决了传统技术中存在的技术弊端,在一定程度上具有技术进步性。安防闭锁系统是一个复杂的系统,RFID 技术虽然反应时间快,但是 RFID 视频识别设备安装位置不同,其具有的效果也不同,因此,在运行过程中,仍旧存在很多技术问题,这需要进一步的研究和探讨,随着电子技术的发展,RFID 技术必将面临一个新的时代。

参考文献:

[1] 何伟. 基于 RFID 和 GIS 技术的体育赛事安防系统设计 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (17): 76-78.
 [2] 曾实现, 薛蕊, 陈江波, 等. 基于物联网 RFID 技术的导引系统设计 [J]. 现代电子技术, 2017, 40 (19): 30-32.
 [3] 赵彦如, 苗艳丽. 一种基于 RFID 技术的矿井人员定位系统 [J]. 自动化与仪器仪表, 2018, 1 (1): 197-200.

[4] 刘洋. RFID 技术的多天线及其馈电网络的监控系统设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2019, 19 (7): 36-40.
 [5] 王晟, 韩晓红, 郭丽, 等. 基于 RFID 技术的综合服务智能小区系统开发与实现 [J]. 自动化与仪器仪表, 2015, 5 (5): 196-197.
 [6] 廖星星, 金钢, 陈孝光. 一种基于 RFID 的设备定位可视化方法 [J]. 现代电子技术, 2016, 39 (6): 77-81, 85.
 [7] 赵文婧, 厉丹, 黄为勇, 等. RFID 电子车牌用树脂缝隙天线的的设计 [J]. 现代电子技术, 2016, (5): 73-77, 80.
 [8] 刘颖, 鹿玉红, 孙晓叶, 等. 基于物联网技术的无源 RFID 多卡识别系统设计 [J]. 现代电子技术, 2019 (15): 38-42, 46.
 [9] 张金安. 基于 RFID 技术的智能档案安全管理系统研究 [J]. 物联网技术, 2015, 5 (9): 63-65.
 [10] 刘芙蓉. 档案管理现代化过程中存在的问题和改进措施 [J]. 科技创新导报, 2015, 13 (13): 206, 208.
 [11] 张祥东. 基于 RFID 技术的装备管理信息系统研究 [J]. 网络与信息工程, 2016, (12): 85-86.
 [12] 李季, 樊少华, 刘殿臣. 一种基于 RFID 和动态人脸识别技术的警用装备管理解决方案 [J]. 信息技术与信息化, 2015, 3 (3): 166-167.
 [13] 刘晓琴, 王大志. 基于溯因推理网络的电网故障预测方法研究 [J]. 控制工程, 2019 (7): 15-19.
 [14] 刘洋. RFID 技术的多天线及其馈电网络的监控系统设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2019, 19 (7): 36-40.
 [15] 于浩, 彭彬, 吕晓俊, 等. RFID 结合传感网在变电站防误系统的应用 [J]. 电力系统通信, 2012, 33 (2): 56-59.
 [16] 袁辉建, 阳明, 蒋燕, 等. 一种新型电力系统在线防误闭锁装置 [J]. 测控技术, 2011, 30 (4): 55-58, 62.
 [17] 喻会永, 张艺凡, 孙鹏程, 等. 基于 RFID 的牵引变电所防误系统设计 [J]. 机电工程, 2016, 33 (3): 336-341.
 [18] 张丹丹, 胡建明, 崔婷, 等. 带传感器的射频识别技术在变电站电气设备状态信息采集中的应用 [J]. 高电压技术, 2013, 39 (11): 2623-2630.
 [19] 王辉, 郝旭东, 龚延兴, 等. 基于射频识别技术的输电线路防误登报警及巡检系统 [J]. 华北电力技术, 2015, 24 (6): 27-30.
 [20] Han Dae-man, Lim Jae-hyun. Design and implementation of smart home energy management systems based on Zigbee [J]. IEEE Frans on Consumer Electronics, 2010, 56 (3): 20-53.
 [21] Esteve D, Escriba C, Campo E, et al. A review of smart homes—present state and future challenges [J]. Computer Methods and Pragrans in Blimedicine, 2008, 91 (1): 32-57.
 [22] Raut, Archana R., Malik L. G.. ZigBee Based Industrial Automation Profile for Power Monitoring Systems [J]. International Journal on Computer Science & Engineering, 2011, 3 (5): 20-52.
 [23] Yong Hak Kim, Jeon Yeol Han, You Jin Lee, et al. Development of IEC61850 Based Substation Engineering Tools with IEC61850 Schema Library [J]. Smart Grid & Renewable Energy, 2011, 2 (3): 3-42.
 [24] Mini S. Thomas, Ikbali Ali, Nitin Gupta. Interoperable Framework for IEC61850—Compliant IEDs and Noncompliant Energy Meters with SCADA [J]. Energgy Technology & Policy, 2015, 2 (1): 2-63.