

基于网络指纹识别的电力系统应急调度动态控制技术

杨光辉^{1,2}, 冯豆², 张彪¹, 李自愿¹

(1. 国网安徽亳州供电公司, 安徽 亳州 236800; 2. 中国矿业大学, 江苏 徐州 221116)

摘要: 在控制电力系统应急调度工作时, 传统方法使用的是用户密码识别动态控制技术, 该技术耗费时间长, 所需成本高, 且产生的工作效果差, 难以满足目前电力系统资源调度与管理的要求; 为了解决此问题, 基于网络指纹识别技术研究了一种新的应急调度动态控制技术, 该技术由认证服务器、用户管理、用户权限设置、指纹登录和调度模块组成, 通过建立安全区确保环境安全、设备安全、传输介质安全、视频监听安全以及磁盘安全; 工作过程分为建立电力资源路由选择表、数据包处理、标记替换、解除电力资源数据包标记四步; 与基于用户密码识别的动态控制技术进行对比, 从安全性、控制时间和稳定性进行实验研究, 研究表明, 基于网络指纹识别的动态控制技术可以在短时间内取得较好的控制效果, 且安全性很高; 研究的技术具有很大的市场发展空间, 值得大力推广使用。

关键词: 网络指纹识别; 电力系统; 应急技术; 调度技术; 动态控制技术

Dynamic Control Technology of Power System Emergency Dispatching Based on Network Fingerprint Identification

Yang Guanghui^{1,2}, Feng Dou², Zhang Biao¹, Li Ziyuan¹

(1. State Grid Anhui Bozhou Power Supply Company, Bozhou 236800, China;

2. China University of Mining, Xuzhou 221116, China)

Abstract: In order to control the emergency dispatch of power system, the traditional method uses the dynamic control technology of user password recognition. This technology takes a long time, high cost and poor work effect. It is difficult to meet the requirements of current power system resource scheduling and management. In order to solve this problem, a new dynamic control technology for emergency dispatch is studied based on the network fingerprint identification technology. The technology is composed of authentication server, user management, user authority setting, fingerprint login and scheduling module. By establishing security area, the environment security, equipment security, transmission media security, video surveillance system security and disk security are ensured. The work process is divided into four steps: establishing the power resource routing table, data packet processing, mark replacement, and power resource data packet marking. Compared with the dynamic control technology based on user password fingerprint identification, experimental research on safety, control time and stability is carried out. The results show that the dynamic control technology based on the network fingerprint identification can achieve better control effect in a short time, and the security is very high. The research technology has great market development space and is worth promoting.

Keywords: network fingerprint identification; power system; emergency technology; scheduling technology; dynamic control technology

0 引言

电力系统负责电能的消费与生产, 能够同时完成发电、变电、输电、配电和用电等各项工作。电源点与负荷中心所处地区多数不同, 难以将电能大量存储下来, 电能的生产与消费很难达到平衡^[1]。由于电力资源与中心资源有很大的不同, 所以必须采取新的方式保持消费平衡。在电力系统中电力调度系统是重要的组成部分。随着计算机网络技术的飞速发展, 人们对网络的依赖性越来越强, 网络在为社会带来便利的同时, 也带来了一系列问题, 病毒和黑

客随时都可能入侵网络系统, 泄漏用户隐私。因此电力系统在运行时, 要建立多种安全措施, 确保数据和操作安全^[2]。

传统的电力系统应急调度动态控制技术在认证用户信息时, 多采用多重操作密码控制权限的方案, 用户自己设定安全密码, 计算机在确保识别到正确密码后才能开启工作模式^[3]。密码识别存在很多弊端, 容易被遗忘和窃取。作为静态数据的密码每次登陆时都会使用相同的验证信息, 很容易被网络程序和监听设备盗取。因此基于用户密码的电力系统应急调度动态控制技术十分不安全^[4]。

身份认证中的指纹识别技术已经成为应急调度控制技术中重要的组成环节, 该技术具有安全性高, 操作过程方便的优点, 因此成为设计各类系统调控控制的首选技术^[5]。

收稿日期: 2018-07-19; 修回日期: 2018-08-27。

作者简介: 杨光辉(1987-), 男, 河南开封人, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统调度自动化及变电站智能化方向的研究。

综上所述,本文基于网络识别研究了一种新的电力系统应急调度动态控制技术,在传统的动态控制技术基础上进行改进,利用 C/S 架构、指纹模块、用户认证模块保存信息,客户端只有通过指纹识别才能进行页面浏览、数据访问、画面编辑以及其它的操作。采用网络指纹识别的电力系统应急调度控制技术具备很强的安全性,准确性强,工作效率高,该技术可以使电力系统达到自动化水平,不仅能够提高劳动生产率,同时也能增加经济效益,使电力系统更加稳定的维持工作。本文研究的应急调度动态控制技术具有十分广阔的前景,推动其应用可以带来很大的社会经济效益^[6]。

1 电力系统应急调度动态控制技术架构研究

本文设计的应急调度动态控制技术符合电业局用户要求,引用指纹识别技术和自动化技术代替密码认证技术,有效实现身份认证和权限管理^[7]。电力系统应急调度动态控制技术的架构平台如图 1 所示。

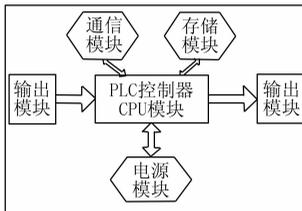


图 1 电力系统应急调度动态控制技术架构

观察图 1,电力系统应急调度动态控制技术由认证服务器、用户管理、用户权限设置、指纹登录和调度模块组成。其中,指纹认证平台是上述电力系统应急调度动态控制技术架构的核心部分,采用 C/S 架构控制用户信息。一旦出现问题时,用户必须要进行指纹识别,确保无误后才能进行数据访问和数据遥控工作。

传统的用户密码应急调度动态控制技术在控制电力系统时会设置多种安全分区方案,但是由于电力系统分布极其广泛,所以电网调度结果与实际情况有很大的差距。本文研究的指纹识别应急调度动态控制技术可以将电力系统的内部资源集中整合,通过一个客户端控制调度过程。此种方式不仅能够提高数据交换频率,也能有效加快工作速度,加强工作质量^[8]。

电力系统在数据交换时会建立一个网络结构,数据在内部的传递方式有横向和纵向两种,同时建立不同的 VPN,只有经过指纹识别后的安全数据才能对应分配进安全区域中。横向传递方式和纵向传递方式是两种不同的方式,不同地点的电力数据通过纵向方式进行控制,相同地点不同区域的电力数据通过横向方式进行控制。VPN 调度方式具有很强的隔离性,安全区域的电力数据不能进行隔离调度^[9]。

电力系统应急调度过程十分复杂,对其进行控制必须要建立不同的边界网络,在同一地点内形成一个相对的安全区,如图 2 所示。

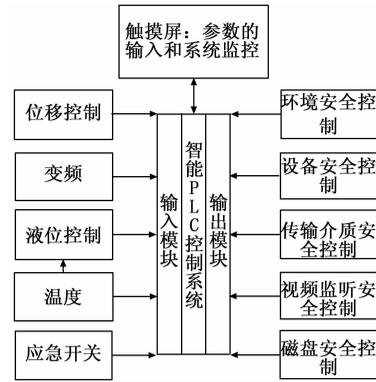


图 2 电力系统安全区

安全区在控制电力系统调度控制工作中起着关键性的作用,确保控制过程的环境安全、设备安全、传输介质安全、视频监听安全以及磁盘安全。

1) 环境安全控制。选用 GBCM7.5 安全器控制环境,确保调度技术实现的环境温度为 15℃~30℃ 之间,湿度维持在 10%~80%,大气压力为 108 KPa。

2) 设备安全控制。控制设备的电源选用功率大且延时性强的电源,通过标准机柜和双机冗余服务器控制设备。电力系统在调度控制时一旦出现故障必须要做出自动切换,保证调度工作稳定运行。UPS 电源必须要及时查看,防止漏液^[10]。

3) 传输介质安全控制。传输介质也是应急调度动态控制技术需要重点注意的问题,网线要选用双绞线控制,插头选用 RJ45 插头,排列方式为双向整齐排列。需要特别指出的是,双绞线所露区域不能超过 10 mm,一旦露出区域超过 10 mm,近端就会出现串扰,从而形成回拨损耗,控制效果将会大大下降。

4) 视频监听安全控制。在控制电力系统的视频监听安全时,必须要采用变电站,控制内容包括运行环境和操作环境^[11]。

5) 磁盘安全控制。本文选用量化服务器控制磁盘安全,同时连接多个子系统,一台主机上通常要安装多个网卡,同时提供多种服务。多个主机连接还能侦查到对方的工作状况。主机借助共享磁盘运行,每个磁盘的容量都很大。磁盘将多种数据库服务器的信息存储下来,不仅能够节约投资,同时也能提高工作效率,确保技术在安全的环境下工作。磁盘阵列是控制磁盘安全最可靠的方案,在调度时,每一个数据库都会有一个磁盘记录内部电力数据,同时分析处理记录的数据,分析结果上传到中心系统中,与传统数据进行对比,寻找出最佳的调度方案。

在安全控制技术的辅助下,电力系统的资源应急调度变得十分可靠。

2 电力系统应急调度动态控制技术工作流程设计

传统的基于用户密码识别的应急调度动态控制技术的工作流程十分繁琐复杂,如果一个环节出现问题,整个技

术都将无法正常运行, 控制工作的稳定性难以保证。基于指纹识别的应急调度动态控制技术的各个环节具有独立性, 同时设定安全配比项目, 当一个环节出现问题时, 其它环节可以立即替换问题设备, 确保控制工作安全稳定的运行^[12]。

基于指纹识别的应急调度动态控制技术工作流程如图 3 所示。

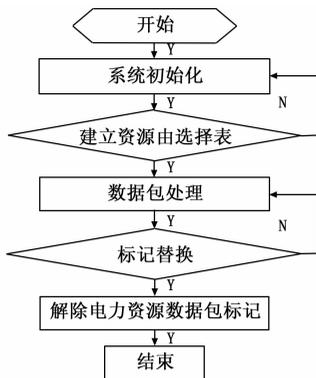


图 3 应急调度动态控制技术工作流程

对图 3 的工作流程进行系统地介绍:

第一步: 建立电力资源路由选择表。调度数据的路由选择表遵循 OSPF 协议, 采用拓扑协议定义电力路由器的调度方案。电力系统的不同设备之间要标出不同的标记值。在目的端点创建 LSP 指示图, 分析电力系统各数据的分布状况。电力资源选择表通过虚拟电路操控, 采用人工分配的方式调度电力数据。

第二步: 数据包处理。借助 LSR 处理入局数据包, 分析数据包中的电力数据属于哪种业务, 不同业务的电力数据应急调度动态控制方式不同, 做出的决策也不同。在得到处理结果后, LSR 会贴上标题, 数据包转发到中心系统, 做进一步记录与分析。

第三步: 标记替换。数据包的标记内容存在新内容和旧内容的区别, 因此要定期排查, 发现标记内容过于老旧时, 要采取有效手段替换标记。在核心环节的中继段上, 每个标记都要不断重复替换, 确保控制工作顺利进行。

第四步: 解除电力资源数据包标记, 将数据包传给目的地, 实现应急调度动态控制。在这一步骤中, 需要建立一个专门的 VPN 网络, 以便指纹识别, 即 VPN aware 网络。VPN 标识为 32 位, 建立起来更加方便, 当标识嵌入到 IP 包之后, VPN 会形成一个新的 IP 地址, 用户将指纹嵌入到这个 IP 地址中, 就可以进行应急地调度。

相较于传统工作流程, 本文设计的工作流程拥有非常强的优势:

1) 安全性高。基于指纹识别的应急调度动态控制技术中的路由选用的是 MD5 路由, 不仅支持防火墙技术, 同时支持高层应用加密技术。

2) 可管理性强。设计的技术在对电力系统进行动态控制时, 不需要协议封装, 公开透明的工作设备使管理工作

变得更加容易。

3) 扩展范围广。软件同时采用 BGP 和 MPLS 进行扩展控制, 使电力数据可以在短时间内进入新的网格中, CPU 耗费很少, 连接数量较低。

软件中加入了三种路由器操控电力系统的调度工作, 分别为: 用户边缘路由器 (CE 路由器)、运营商边缘路由器 (PE 路由器)、运营商骨干路由器 (P 路由器), 不同的路由器在连接到 VPN 之后发挥不同的作用, 使控制工作更加灵活可靠。

3 实验研究

3.1 实验目的

为了检测本文设计的基于网络指纹识别技术的电力系统应急调度动态控制技术实际效果, 与传统技术进行对比, 进行了实验研究。

3.2 实验参数设置

设置实验参数如表 1。

表 1 实验参数

| 项目 | 参数数值 |
|-------|------------|
| 网络系统 | 电力系统 |
| 控制技术 | 动态技术 |
| 指示图 | LSP 指示图 |
| 协议 | OSPF 协议 |
| 排查方式 | 定期排查 |
| 路由器类型 | CE 路由器 |
| | PE 路由器 |
| | P 路由器 |
| 认证平台 | 指纹认证平台 |
| 数据包 | 电力资源数据包 |
| 工作电压 | 220V |
| 工作电流 | 500A~1000A |

3.3 实验结果与分析

根据上述参数进行实验, 选用传统的基于用户密码识别的电力系统应急调度动态控制技术和本文研究的基于网络指纹识别的电力系统应急调度动态控制动态控制技术进行对比实验, 分析实验结果。

3.3.1 安全性实验结果

观察图 4, 控制时间不同, 传统控制技术和本文控制技术的入侵信号数量不同。当控制时间为 20 min 时, 在基于用户密码识别控制技术控制下的电力应急调度系统依旧受到大量入侵信号的干扰, 入侵信号数量可以高达 92 个, 在基于指纹识别控制技术控制下的电力应急调度系统也会受到大量入侵信号的干扰, 入侵信号数量为 60 个。随着一段时间的工作后, 入侵信号数量开始呈现下降趋势, 但是基于用户密码识别的控制技术和基于网络指纹识别的控制技术入侵信号下降数量有很大的不同。当控制时间达到 40 min 时, 利用用户密码识别的控制技术控制的电力应急调度系统信号入侵数量依然高达 80 个, 但是利用指纹识别的控

制技术的电力应急调度系统信号入侵数量为 53 个。在维持 40 分钟的控制后，基于用户密码识别的控制技术控制的电力系统入侵信号数量高居不下，在第 60 min 时，入侵信号数量依然为 90 个，而基于网络指纹识别的控制技术控制的电力系统入侵信号数量降到 50 个。从第 80 min 开始，基于网络指纹识别的控制技术控制的电力系统入侵信号数量开始出现很大程度的下降，当控制时间为 80 min 时，本文控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 42 个，传统控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 93 个；当控制时间为 100 min 时，本文控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 31 个，传统控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 92 个；当控制时间为 120 min 时，本文控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 28 个，传统控制技术控制的电力系统入侵信号的数量为 95 个。

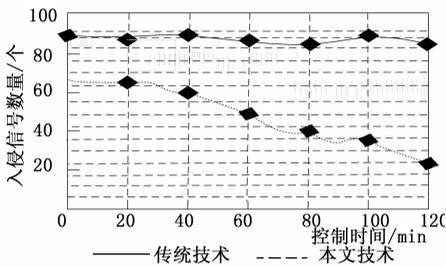


图 4 安全性实验结果

3.3.2 控制时间实验结果

图 5 中的外层圈表示互调干扰频率，内层圈表示的是不同互调干扰频率对应的控制时间，其中下半部分对应的各个三角形为传统控制技术，上半部分对应的各个三角形为本文研究的控制技术。控制时间电力系统受到不同互调干扰频率影响时，需要的控制时间不同。整体来看，收到的互调干扰频率越大，所需要的控制时间越少，但是基于用户密码识别的控制技术和基于指纹识别的控制技术花费的时间不同。观察图 5，当受到的互调干扰频率为 50 Hz 时，基于用户密码识别的控制技术所需控制时间为 18 min，而基于指纹识别的控制技术所需控制时间为 15 min；当受到的互调干扰频率为 150 Hz 时，基于用户密码识别的控制技术所需控制时间为 17 min，而基于指纹识别的控制技术所需控制时间为 13 min；当受到的互调干扰频率为 250 Hz 时，基于用户密码识别的控制技术所需控制时间为 17 min，而基于指纹识别的控制技术所需控制时间为 11 min；当受到的互调干扰频率为 350 Hz 时，基于用户密码识别的控制技术所需控制时间为 16 min，而基于指纹识别的控制技术所需控制时间为 5 min。

3.3.3 稳定性实验结果

稳定性受互调干扰级别影响，在不同的互调干扰级下，稳定性会有一些不同，上下会有一些波动，但是波动值会稳定在固定的范围内。观察图 6，基于网络识别的控制技术在控制电力系统过程中产生的波动较小，而基于用户密码识别的控制技术在控制电力系统过程中产生的波动较大，

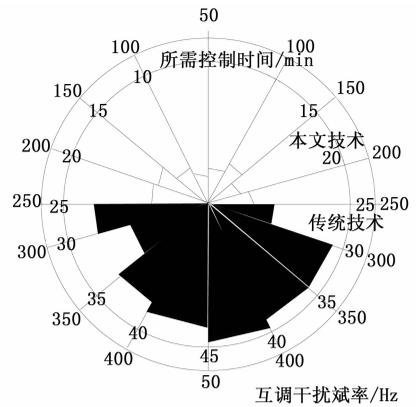


图 5 控制时间实验结果

稳定性很差。当互调干扰级别为 1 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 50%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 90%；当互调干扰级别为 2 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 30%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 86%；当互调干扰级别为 3 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 32%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 83%；当互调干扰级别为 4 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 50%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 90%；当互调干扰级别为 5 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 31%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 82%；当互调干扰级别为 6 时，基于用户密码识别的控制技术稳定性为 30%，基于网络指纹识别的控制技术稳定性为 82%。

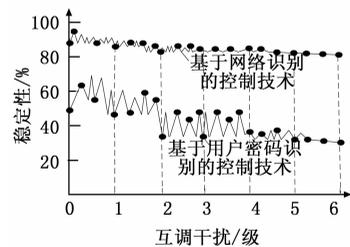


图 6 控制效果实验结果

3.4 实验结论

动态控制在控制电力系统应急调度工作时会受到多方面因素的影响，如：互调干扰频率、互调干扰级别以及外来信号入侵等。因此实验对这些变量进行控制，根据上述实验结果与分析，得到如下实验结论：在相同的控制时间下，利用用户密码识别控制技术的电力系统在进行动态控制时会有大量入侵信号侵入电力系统，影响控制效果，而利用指纹识别控制技术的电力系统在进行动态控制时，入侵信号数量开始出现明显的下降，控制时间延长到后期时，入侵信号数量可以达到完全没有。当互调干扰频率相同时，利用用户密码识别控制技术的电力系统需要花费极长的时间才能达到控制效果，而本文研究的利用指纹识别控制技术的电力系统在短时间内就能达到控制效

果。在相同的互调干扰级别下, 两种控制技术的稳定性也不同。基于用户密码识别的控制技术控制效果很差, 稳定性不好, 控制时产生的波动很大; 而基于网络指纹识别的控制技术控制效果较好, 稳定性比较高。

4 总结与展望

发展电力系统应急调度动态控制技术对于控制电力资源分配和管理有重要意义。基于用户密码识别的电力系统应急调度动态控制技术虽然会有一定的控制效果, 但是已经难以满足目前电力系统的要求。网络指纹识别技术具有极高的智能性, 是目前的新兴技术, 在各个领域都有广阔的发展。基于网络识别技术研究了一种新的动态控制技术, 相较于传统技术, 该技术在控制时间和控制效率上都有很大程度的提高, 控制时间可以有效缩短 25%~30%, 控制效率能够提高到 50% 以上, 稳定性提高 40%~60%。指纹识别技术安全性很高, 虽然在控制过程也会受到其它因素影响, 但是影响较小。基于网络指纹识别的电力系统应急调度动态控制在花费成本、资源投入和工作效率上都有明显的提高, 是未来电力系统必然使用的技术之一, 本研究对于电力系统发展有关键性的指导意义。

参考文献:

[1] 蔡振华, 柯珂, 郑瑜. 基于“主动调度”的地区电网应急管理系统的研究和开发 [J]. 信息系统工程, 2016 (2): 111-112.

(上接第 55 页)

电流值在设定阈值的相应倍数范围内。与微处理器处理电流数据策略设定一致。

| id | eid | ename | elstarttime | elendtime | eltime | lid | lname | elvalue | estate |
|----|-----|---------|---------------------|---------------------|--------|-----|-------|---------|--------|
| 1 | | 1 电风扇 1 | 2018-08-03 08:27:10 | 2018-08-03 10 2小时3分 | | 1 | 实验室一 | 0.152 | 0 |
| 2 | | 2 电风扇 2 | 2018-08-03 08:27:10 | 2018-08-03 10 2小时5分 | | 1 | 实验室一 | 0.167 | 1 |
| 3 | | 3 电风扇 3 | 2018-08-03 08:27:10 | 2018-08-03 08 2小时6分 | | 1 | 实验室一 | 0.304 | 2 |
| 4 | | 4 电风扇 4 | 2018-08-03 08:27:10 | (Null) | (Null) | 1 | 实验室一 | 0.000 | 3 |

图 11 设备的运行信息

5 结语

本文设计的用电设备运行状态监控系统, 节点利用新型数字型电流采集芯片 HLW8032 来对设备电流进行获取, 解决了传统电流检测方法中存在的调理电路复杂问题。利用 WiFi 收发模块实现设备的远程联网。云服务器系统的构建, 使用户通过浏览器可远程查询存储在云服务器中设备运行状态、设备过载报警信息等。系统通过测试可稳定运行。下一步工作将主要集中在云服务器的功能完善, 增加预警短信发送功能。

参考文献:

[1] 胡少六, 敖育红, 何建平, 等. 大型仪器科学管理的探讨 [J]. 实验室研究与探索, 2004, 23 (6): 74-75.
 [2] 许立. 用电设备在线状态监测的研究与应用 [D]. 上海: 东

[2] 高昆仑, 王志皓, 安宁钰, 等. 基于可信计算技术构建电力监测控制系统网络安全免疫系统 [J]. 四川大学学报 (工程科学版), 2017, 49 (2): 28-35.
 [3] 金鹏飞. 电网调度自动化系统中运动技术网络化实现探讨 [J]. 时代农机, 2017, 44 (5): 48-49.
 [4] 李沁园, 孙歆, 戴桦, 等. 工业控制系统设备指纹识别技术 [J]. 网络空间安全, 2017, 8 (1): 60-65.
 [5] 陈东亚, 王孟彬, 袁三男. 指纹识别在 ARM 处理器上的实现 [J]. 上海电力学院学报, 2017, 33 (1): 97-101.
 [6] 杨丽君, 彭攀, 高竣, 等. 基于频域介电响应特征指纹的油纸绝缘受潮及老化状态区间识别 [J]. 电工技术学报, 2018, 33 (9): 2105-2114.
 [7] 胡海生. 一种基于白名单机制的电力监控主机恶意代码防御方案 [J]. 计算机应用与软件, 2017, 34 (9): 114-119.
 [8] 田华, 郭卫东, 林志贤. 基于物联网技术的钥匙智能管理系统的设计与实现 [J]. 科技资讯, 2017, 15 (16): 1-2.
 [9] 陈谦, 张文涛, 陈博, 等. 考虑电网络影响的水火电力系统短期优化调度 [J]. 水电能源科学, 2018, 12 (1): 190-194.
 [10] 王勇. 基于 Zigbee 无线网络的配网防误管理系统的应用 [J]. 电子设计工程, 2017, 25 (3): 128-132.
 [11] 陈鑫, 李昂, 杨帆, 等. 基于 SVC 和 PSS 的电力系统电压稳定性研究 [J]. 电子设计工程, 2017, 25 (9): 18-21.
 [12] 张思拓, 谢尧, 吴柳, 等. 基于 SDN 的电力通信网的安全防护架构设计 [J]. 电子设计工程, 2017, 25 (19): 136-140.
 [3] 李达. 基于物联网技术的实验室设备运行管理系统 [D]. 西安: 长安大学, 2013.
 [4] 张世祥. 电流传感器在化工电气设备中的应用研究 [D]. 成都: 四川大学, 2006.
 [5] 陈景波, 谢启, 顾启民, 等. 剩余电流式电气火灾监控探测器控制电路板检测系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (11): 2880-2881.
 [6] 袁媛, 周游, 王亮, 等. 时间频率设备自动监控系统的设计与实现 [J]. 宇航计测技术, 2015, 35 (3): 26-31.
 [7] 张辉, 李建军, 王佳熙, 等. 电机设备运行参数远程监控系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (10): 3395-3397.
 [8] 饶绪黎, 张美平, 马现虎. 基于物联网技术的实验设备运行监控管理系统设计 [J]. 山东大学学报 (理学版), 2012, 47 (11): 74-77.
 [9] Zhang T, Zhen Q, Yang M. Design of Singlephase Smart Meter Based on STM32 and HLW8012 [J]. ElectronicsWorld, 2017, 30 (20): 107-108.
 [10] 刘卓. 基于无线传感器网络的实验室设备运行状态监测系统 [D]. 西安: 长安大学, 2015.
 [11] 王易川, 李文钧. 基于 ZigBee、WiFi 和云服务器集群的智能家居系统设计 [J]. 物联网技术, 2018, 8 (1): 76-79.