

低压计量箱智能化系统的探究

张漫¹ 尤炳文²

1. 国网河南省电力公司荥阳市供电公司; 2. 国网河南郑州市供电公司

[摘要]随着无线通信及物联网技术的快速发展,给电力行业设备运维及管理带来诸多先进的理念。为此,本文根据借变电站智能锁控系统,完善电力营销掌机,并引入蓝牙传输、电子锁、信息加密、集成电路等技术手段和措施,设计一套完整的低压用户计量箱的智能锁管理系统。

[关键词]低压用户; 计量箱; 电能表; 智能挂锁; 智能钥匙; 蓝牙传输; 信息加密; 掌上APP; 后台管理系统

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.1180

前言

随着电网供电智能化管理的快速发展,各级电网公司对安全化、智能化及精细化等诸多方面引入先进的管理方法,取得较大的技术进步。但是,在营销计量管理方面,如:电能表、互感器、封印、终端等计量资产实现了智能信息化管理。但是,在低压电力用户计量箱锁具管理方面却仍停留在传统的机械锁层面。在业务管理方面,对锁具的开启、关闭情况缺乏有效的监控手段,无法实时掌握人员、设备的状态信息,业务精细化管理难度大;在资产管理方面,传统机械式计量箱锁因分布广泛、丢失损毁频繁,难以统计安装数量及现状,精益化管理难度极大;在安全管理方面,由于使用环境复杂,安全性不足,钥匙存在易私配现象,由此引发的用户窃电现象时有发生,给电网公司造成了较大的经济损失,部分电力设备也遭到了损坏,增加了安全隐患和用电事故,因此,研究开发低压电力用户计量箱锁具的智能化和信息化管理具有现实意义。为此,郑州电力公司和荥阳电力公司联合开展低压用户计量箱智能化研究,取得较好的技术进步,有望本文在行业交流学习中起到借鉴作用。

1. 目前低压计量箱存在问题的分析

计量箱是电能表、终端等计量资产的“门户”,起到保护电能表及其他电器元件,保障人身、设备安全,防盗、防窃电等重要作用。计量箱锁具更是保护计量箱及箱内计量资产的第一道“关卡”。低压计量箱是电能表运行的必要环境和条件,是用电计量可靠性、安全性的保障。

1.1 目前电力用户计量箱锁普遍采用的是传统机械锁。同一区域配置同型号机械锁,钥匙采用部分通用的模式,即同区域钥匙具备通用性和互换性,不同区域无法通用。

1.2 涉及计量箱锁开启的作业类型包括现场停复电、掌机现场补抄、用户申请校验、专项检查、窃电查处、电能表更换、采集运维等等,计量箱锁的钥匙由供电所内对应的台区经理保管,计量箱锁按需开启,从台区经理处取得钥匙,台区经理借出钥匙时会进行相应的纸质记录。但由于钥匙的区域通用性,钥匙借出后便无法实现对工作人员的开锁行为进行管控,更不能进行具体开锁信息的准确记录。

1.3 现有计量箱锁具仅能通过纸质记录形式对钥匙使用进行粗略管理,难以加强开锁行为管控,无法实现开锁信息准确记录的需求。

综合上述分析,传统的低压计量箱机械锁管理,对供电

计量管理工作存在诸多弊端。为此,加强对计量箱门锁开启的精准化管控,实现开锁信息的准确记录具有现实意义。

2. 提出智能锁管理系统方案

变电站智能锁控系统通过PC机授权系统和传输座结合的方式对智能钥匙进行授权,智能钥匙开启对应的电子锁具,可以实现锁具开启的严格管控。其整体模式可以借鉴,但是结合电力营销的工作模式,它无法实现开锁信息的准确记录,且授权方式效率过低,不能完全应对窃电查处等临时开锁情况。

电力营销掌机携带方便,可通过GPRS与后台管理系统交换数据,专用通道,信息安全有保障。且《电力营销现场移动作业终端技术规范》中规定,电力营销掌机必须具备RS485、红外、蓝牙等多种下行通讯功能。可以采用电力营销掌机替代变电站智能锁控系统智能钥匙传输座,用于钥匙授权和开锁信息的传递,满足开锁信息准确记录的需求。

蓝牙传输技术可以在移动电话和其他配件间进行低功耗、低成本无线通信连接,能够连接电力营销掌机和智能钥匙,进行授权和信息传递,共同满足授权管理和开锁信息记录的需求。

3. 可行性分析

根据电力行业内已有的变电站智能锁控系统可知,通过后台管理系统对电子钥匙进行授权,实现授权开锁已经是相对成熟的技术;而通过移动作业设备终端可以看出,通过GPRS公网与后台管理系统交换数据也是可行的,结合集成电路技术、电子锁技术、信息加密传输技术和后期系统搭建、应用开发,完全可以在保障安全可靠基础上实现授权开锁,开锁信息记录回传,达到对开锁操作的精准监管。因此目标总体上是可行的,而开锁信息记录准确率,则需要根据目标实现可能运用的技术手段进行理论计算分析。

根据创新思路的梳理,开锁信息的传递理论上分为三个阶段:从智能锁到智能钥匙;智能钥匙到掌机;掌机到后台管理系统。这三个阶段分别可能运用到变电站智能锁控系统,蓝牙传输技术,掌机所运用4G专网技术,具体推算分析见表1。

结合以上借鉴变电站锁具管理系统技术,通过技术融合、原理分析和理论推导,可以确保开锁信息记录上传的可靠性和安全性,来实现开锁信息记录准确率。

4. 方案设计原理

表 1 目标理论可行论证

运用技术	理论推导	目标值推算
变电站智能锁控系统	依据《变电站智能锁控系统技术说明书》，授权开锁成功率>99.99%，即钥匙与锁具之间的数据传输准确率不低于99.99%	钥匙与锁具之间数据处理准确率不低于99.99%
蓝牙数据传输技术	蓝牙模块在开发中，可通过快速跳频和短包技术来减少同频干扰，保证传输的可靠性。而依据知网文献《蓝牙无线通信技术在工程中的应用与实现》，通过算法改进，蓝牙无线传输技术准确率完全可达到不低于99.97%	通过蓝牙设备连接传输数据，数据传输准确率不低于99.97%
电力营销移动作业设备终端（掌机）	小组借鉴电力营销掌机运维闭环管理所采用的4G专网技术，其数据传输具备多重冗余校验及误码丢包重发机制，保证数据丢包率为0。	掌机数据传输准确率理论可达100%

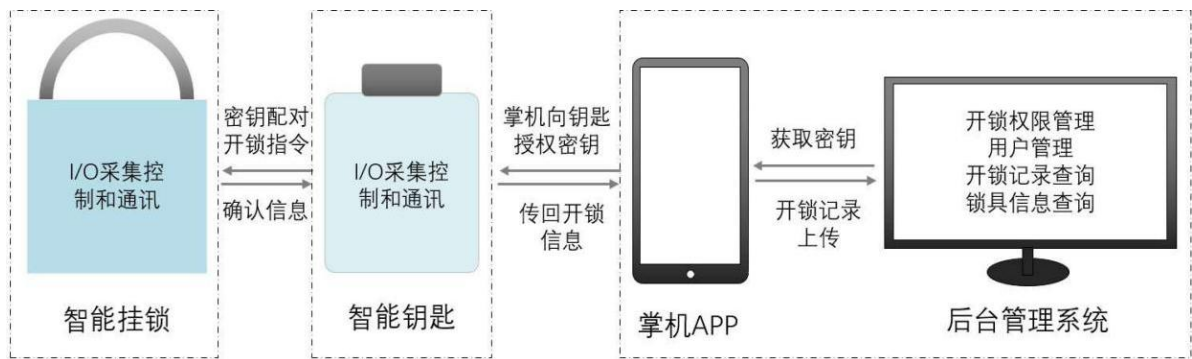


图 1 方案设计原理图

梳理了计量箱智能锁的设计思路，依据借鉴的变电站锁具管理系统和移动作业设备终端（掌机），将计量箱智能锁的实现主要分为智能锁具、智能钥匙、掌机APP及后台管理系统。方案设计草图如图1所示。后台管理系统建立电能表、计量箱、智能锁档案信息和用户权限管理，掌机内置APP通过GPRS公网从后台管理系统获取授权，通过蓝牙无线连接的方式与智能钥匙通讯，向智能钥匙授权锁具密钥，接受开锁记录信息并回传给后台管理系统。

5 实施优化技术方案

通过多次实验对比，确定实施优化技术方案、相关技术参数及配置如下：

5.1 开关锁具及模块：以肌肉钛丝作为牵引索，利用肌肉钛丝热缩冷胀的特性从而实现开锁。钛丝开锁模块参数选择：从正交分析中，钛丝参数的最佳选择为长度为9.5cm，直径为0.15mm，驱动电压为3.7V。

控制模块：选择STM32F030F4P6作为处理器元件，存储器RAM大、DMA串口多、响应时间快。

通讯模块：PW01蓝牙模块通讯距离更远、功耗更低、失真度更小。

处理器模块：选择STM32F030F4P6作为处理器元件，功能较多，功耗小，运行速度较快。

电源管理模块：选择DCDC（SY8077AAC）作为电源芯片，静态功耗低，输出电流大。

5.2 加密模块：选择WESAM作为加密芯片，WESAM支持对称和非对称秘钥算法，支持国密SM1加密算法。加密方式：考虑到在实际应用中静态秘钥存在被破解的风险，因此选用动态秘钥。

5.3 开发语言：选择Java，与C#相比，基于Java开发客户端可选性多，对程序员要求比较低，语言兼容性好，能够运行所有应用平台，后期实现功能扩展升级毕竟容易。

5.4 数据库选择：选择Oracle，可靠性高、数据安全性高、开发应用简单。

5.5 构架选择：架构方案选型选择使用微服务架构，容易使用、扩展性好、维护成本低。接口方案：接口方案选择REST技术，效率高、易用性简单。

5.6 记录上传方式：离线保存后上传同时实时上传，离线保存和实时上传的成功率高、实时上传的响应速度快。

6 推广应用效果

成功研制低压用户计量箱智能锁后，对共计15个台区内的低压用户计量箱进行了推广应用。应用期间效果良好，研制的低压用户计量箱智能锁在保证安全的前提下，实现了计量箱锁具操作的精准监管，经系统授权开锁，开锁信息记录上传。

在智能锁应用期间，由工作人员对智能锁编号、开锁时间进行人工记录，经统计后与智能锁后台管理系统导出数据进行对比，得出结果为：后台管理系统对这15个台区的110次计量箱开锁实现了准确记录，开锁时间和开锁人员记录错误次数均为0，开锁信息数据记录准确率为100%。

结论

低压用户计量箱智能锁管理系统，有效杜绝部分用户私自开启计量箱引发的窃电风险和安全隐患，减轻了反切查违的工作压力，保障正常的用电管理秩序，同时有助于台区线损指标考核。通过后台管理系统档案，将计量箱锁纳入计量资产全寿命周期管理，很大程度上减少了锁具丢失和损坏，促进资产管理进一步精益化，取得较好的经济效益和社会效益。

参考文献

[1] 杨品辉. 防窃电型临时用电落地式计量箱的应用分析[D]. 2017