

中低压配电站所防盗及防误技术实现方式的研究

吕培强¹，岳炳兴²，任杰³，陈会¹，方琪¹，张志民¹，李树荣⁴

(1.国网苏州供电公司，江苏 苏州 215000；2. 苏州电力设计研究院有限公司，江苏 苏州 215000；
3.苏州市新吴城集团有限公司苏元科技分公司，江苏 苏州 215004；
4.珠海优特电力科技股份有限公司，广东 珠海 519000)

摘要：中低压配电站所安全管控技术提升，将进一步保障配电网供电能力，稳固预防可能出现的安全风险，减轻一线员工的工作劳动强度，实现供电部门提质增效新目标。本文重点针对中低压配电站所如何优选防盗及防误技术，实现安全、可靠、高效供电的工作目标，提出了新的解决方案与构想探索，对标同方向领域研究现状与趋势，构建了一种新的防盗及防误技术实现策略及其关键支撑技术实现方式，为现场方案实践和选择应用提供了案例参考。

关键词：中低压配电站所；智能防盗防误操作联合实现方式

0 引言

近年来，因配网工程建设与改造需要，施工企业经常性依据工作项目到配电运检单位相关班组借用配电站所大门钥匙，由此引发的遗忘归还或私配钥匙现象时有发生。同时，运检班组管辖的配电站所数量呈逐年上升态势，所以仅凭普通防盗门钥匙管理方式存在着诸多安全风险，一旦非法闯入将危及到配电站所内部设备的安全运行，甚至发生误碰、误动带电设备而直接导致大面积停电事故的发生。

基于以上主要安全隐患显现出：（1）运检班组对检修施工人员进出配电站所管理控制能力弱，缺乏有效技术跟踪手段，存在对现场作业面安全管控不力的风险。（2）可能引起施工人员或外来人员误碰、误解锁、误入带电间隔，存在对防误工作技措不全的风险。（3）对配电站所可能的失窃或偷盗案件，配合公安机关查实取证相对困难，存在运行管理不善的风险。

1 新的解决方案与构想探索

1.1 解决方案要项

（1）防盗及防误联合实现方式，保障运行安全、稳定、可靠。并对电磁波、雷电有很强的抗干扰能力。首先，智能钥匙无需站所内部电源支持，适应配电站所现状。其次，辅助软件对防盗及防误钥匙发放使用实现集控管理。并且能够按区域运检

班组灵活制定智能钥匙代码技术。

（2）智能防盗及防误的报警联动，非法打开大门均需联动发信。

（3）模块设计，使系统升级简便可靠，预留控制器上更换芯片的拓展功能。

（4）扩展灵活，可延展开关设备类一遥信息报送，并可实现消防、报警、灯光控制等联动控制。

1.2 实践思路构想

（1）智能钥匙无需站所内部电源支持，现场更换只需更换锁芯，适应配电站所现状。智能钥匙内置可充电锂电池，并具备高级电源管理功能，可以自动在全速、半速、待机和关机状态下自动切换，尽量减少电量损失。同时，现场提供的防盗锁可以在原有锁具基础上简单加装而成，同时无需提供电源，完全满足现有配电站室的现状要求。

（2）一把智能钥匙对应现场的配电站所，减少大量普通钥匙需量的投入成本。采用一把智能钥匙可以打开全部的配电站所的大门、配电柜上的操作开关，大大减少使用普通钥匙的情况，从而减少后期的维护、钥匙管理的管理成本。

（3）防盗及防误钥匙发放使用实现集控管理，主要解决普通防盗及防误钥匙管理方式存在的诸多安全风险。智能钥匙采用集中管理方式，需要预先在管理软件上进行注册后，方可下载相关的人员权限信息、锁码信息等，并在使用前采用传票或

登录方式才能使用智能钥匙开锁。因此,智能钥匙即可解决普通防盗及防误钥匙管理中存在的私配钥匙、钥匙遗失等问题。

2 同方向研究现状与趋势

2.1 国外研究现状与趋势

国外供电领军企业针对改善无人值守变电站所防盗级别,通常采用门禁、图像监控、防盗报警等子系统组成,通过实现配网自动化后延伸防盗及防误功能,对所属的子站进行统一信息化管理。其优点:

(1) 基于配网自动化的硬件基础、软件平台,全方位关注现场中压设备的三遥功能的实现,从而延伸监控防盗及防误事件。

(2) 对中压配电站所设置的技防理念先进、周全,符合现场工作要求。

其缺点:价位颇高,动辄上千万的初期投资望而怯步。从供电部门对配网自动化试点工程的推进过程来看,一般高可靠性区域、高负荷密度区域优先试点,大量的城镇化或偏远区域实现配网自动化还尚待时日。而恰恰这些面广量大的配电站所亟需解决防盗及防误功能方面的技防措施,目前该领域存在技术层面深入研讨的空白点。

2.2 国内研究现状与趋势

借鉴国内 220-500 千伏变电站防盗及防误系统方案:

- (1) 站所大门采用刷卡门禁系统;
- (2) 机械门禁或密码锁具系统;
- (3) 设备类采用电磁防误系统等。

其优点:

- (1) 重点管理并识别区域内出入人员;
- (2) 根据人员级别控制操作并记录事件;
- (3) 依托调控一体化等先进的智能化技术手段,实现对变电站全覆盖的防盗及防误等技防措施。

其缺点:

- (1) 刷卡门禁系统需要内部电源支持;
- (2) 需要增加对电路、磁路的定期维护;
- (3) 需要调控一体化等系统的支持,性价比高。

对照中低压配电站所,往往因突发故障造成站所全部失电,套用大型变电站大门门禁系统,导致

抢修人员在特殊应急状况下无法进入配电站所,解决了防盗事件的发生机率,反而限制了配电抢修人员的机动和快速响应能力。其次,门禁系统相对面广量大的配电站所而言,需要对其电路、磁路等进行大量维护,日常工作量之大与配电站所少维护

(免维护)发展方向不相适应。同时,无论大型变电站还是成熟的配电自动化试点区域,均在自身软硬件系统较完备的基础上,分别对其防盗技措和防误技措专题深化,效果较为显现。

2.3 深入研究的迫切性

(1) 从目前市场对防盗及防误联动系统的管理和使用情况看,没有两者相互关联的产品,只有防盗或只有防误系统的产品在市场销售,还没有可类比产品投放市场,因此,本文研究与探索将带来非常广泛的市场应用前景。

(2) 有机结合防盗及防误等技防措施来满足配电站所工作需求的深入研究几乎空白。所以,针对中低压配电站所智能防盗及防误联合实现方式的探究,创新该领域的技术防范及管控能力迫在眉睫。

3 一种新技术实现策略

3.1 无需站所内部电源支持

智能钥匙无需站所内部电源支持,适应配电站所现状。

(1) 现场更换无需改造大门,只需更换锁芯;

(2) 适应 GPRS、3G 及 4G 无线传输;

(3) 远程或事先预置进入配电站所时限,超过预置时限自动失效,该钥匙即便遗失也无法私自开启;

(4) 内置锂电池的智能钥匙与锁芯数据通信核对是否开启正确;

(5) 通用型:一把智能钥匙对应现场的配电站所;

(6) 配电站所非法开启可唤醒自身向最近预置终端报警;

(7) 根据工作需要,可分级授权等。

3.2 辅助软件支持集控管理

辅助软件对防盗及防误钥匙发放使用实现集控管理。

(1) 通过神经元构架建立防误排它性数据,

预防人为操作失误;

(2) 依据博弈竞争原理, 为有效性数据争取最优化运方调整并为做出决策提供数学方法;

(3) 交互式应答方式, 既能保证稳定性的防误操作管理, 又能应付特殊性的例外管理工作。

3.3 按区域运检班组划定智能钥匙代码

(1) 一级授权: 配电运检单位领导可以在任何时间、地点开启所有已加装智能锁具的配电站所;

(2) 二级授权: 相对应运检班组长、现场工程师可以在任何时间、地点开启本区域内所有已加装智能锁具的配电站所;

(3) 三级授权: 运检班组班员、非本部门检修、维护人员只能在相对应运检班组得到授权后, 开启授权确认时间内的对应配电站所, 过时效自动失效。

3.4 防盗及防误联合实现方式支撑平台

采用远程通讯 (GPRS、3G) 进行关键信息传输, 通讯距离不受限, 终端硬件通过智能钥匙与管理计算机连接, 可实时接收计算机发出的控制指令, 同时又向计算机返回终端电磁防误、开启 (关闭) 信息等状态量, 实现一把智能钥匙传送多点防误、防盗信息, 并上传到控制器上判断开 (启) 锁及相关信息处理。

4 关键支撑技术实现方式

4.1 关联配电所防误操作系统

采用神经元构架建立防误排它性数据, 预防人为操作失误。依据博弈竞争原理, 为有效性数据争取最有化运方调整并做出决策提供数学方法。如表 1 所示, 以同一配电所调整运行方式下开关变位信息表为例, 说明同一配电所防误操作建模分析。

表 1 同一配电所调整运行方式下开关变位信息表

同一配电站所		I 配电站所						
		113	112	111	100	121	122	123
I 配电站所	113A 线 (环入)		ϕ	2	1	1	ϕ	1
	112A 线 (馈线)	z12		ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ
	111A 线 (环出)	z13	z23		1	1	ϕ	1
	100 母联	z14	z24	z34		1	ϕ	1
	121B 线 (环出)	z15	z25	z35	z45		ϕ	2
	122B 线 (馈线)	z16	z26	z36	z46	z56		ϕ
	123B 线 (环入)	z17	z27	z37	z47	z57	z67	

排它性数据集:

$f=\{ \dot{Z}_{12}, \dot{Z}_{16}, \dot{Z}_{23}, \dot{Z}_{24}, \dot{Z}_{25}, \dot{Z}_{26}, \dot{Z}_{27}, \dot{Z}_{36}, \dot{Z}_{46}, \dot{Z}_{56}, \dot{Z}_{67} \}$ (1)

有效性数据集:

$f_1=\{ \dot{Z}_{14}, \dot{Z}_{15}, \dot{Z}_{17}, \dot{Z}_{34}, \dot{Z}_{35}, \dot{Z}_{37}, \dot{Z}_{45}, \dot{Z}_{47} \}$ (2)

$f_2=\{ \dot{Z}_{13}, \dot{Z}_{57} \}$ (3)

约束条件:

$$Z=\Phi x_1+\omega x_2+\Psi x_3+v x_4+\tau x_5+\sigma x_6+\rho x_7+\dots$$

IF($x_1=\text{ture}$,1,0)
IF($x_2=\text{ture}$,1,0)
IF($x_3\leq 300=\text{ture}$,0,1)
IF($x_4\leq 300=\text{ture}$,0,1)
IF($x_5=f_1=\text{ture}$,1,0)
IF($x_6=f_2=\text{ture}$,1,0)
IF($x_7=f=\text{ture}$,1,0)
 $\tau=\{\Phi, \omega, \Psi, v, \tau, \sigma, \rho\}$ 权重
取值 $0<\tau<1$ 且 $\Phi+\omega+\Psi+v+\tau+\sigma+\rho=1$
阈值 $\min<Z<\text{阈值 max}$ (4)
 x_1 相位;
 x_2 设备工况;
 x_3 A 线电流值;
 x_4 B 线电流值;
 x_5 A 线重要客户预警通知;
 x_6 B 线重要客户预警通知;
 x_7 变电站主变负荷 $\leq 70\%$
...

以此类推, 可以得到不同方向两座配电所防误操作建模分析, 不同方向三座配电所防误操作建模分析, 以及不同方向四座配电所防误操作建模分析。推广至从井字联络配电站所为一个网络节点, 相对每一座配电站所将拓扑 $2*N$ (维度), 适应配电网目标网架的实现, 同时关联配电站所防误操作系统^[1]。

4.2 防盗及防误联合实现方式支撑平台

如图 2 所示为智能锁方案结构框图。以智能锁设计构架为例, 包括电源模块、通信模块、MCU 微处理器、螺线管模块等组成部分。

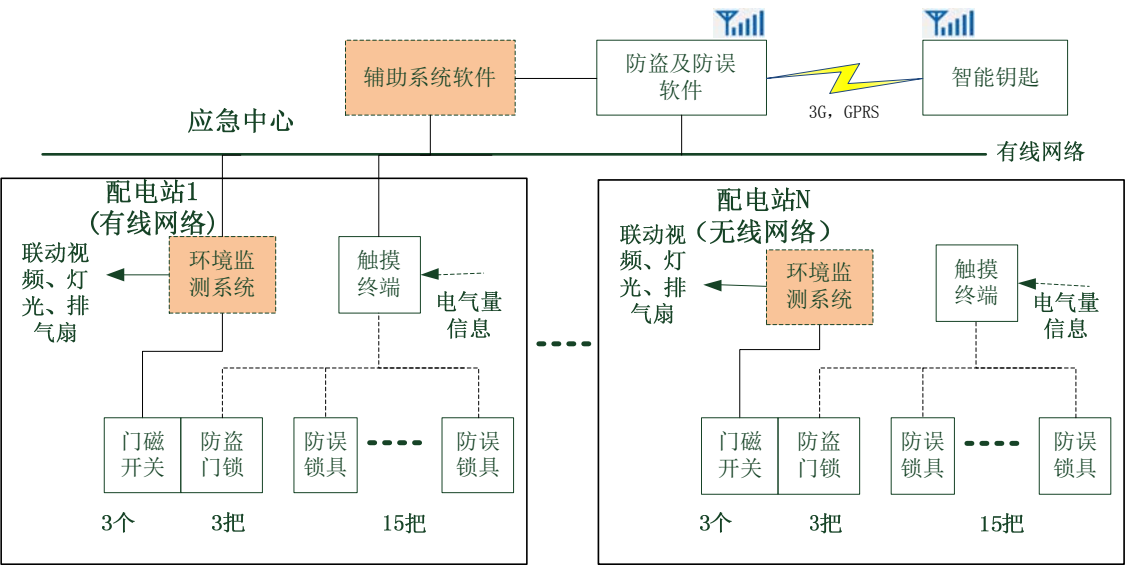


图 2 智能锁方案结构框图

(1) MCU

其中 MCU 微处理器作为整个设备的核心部件，负责整个设备的信息处理、命令控制、功能逻辑判断和信息交换。

(2) 电源模块

电源模块是与电脑钥匙实现电源采集并转换成防盗锁可以正常工作的电源，负责给 MCU 和螺旋管提供电源。

(3) 通信接口

通信接口采用红外双向通信方式，负责与电脑钥匙进行双向通信，接受电脑钥匙的各种查询、控制命令、上送操作信息的功能。

(4) 执行机构

螺旋管为开锁的执行机构，只有在 MCU 发出解锁命令后，螺旋管才会进行解锁，除此之外，螺旋管不会解锁。

以上各个模块相互协调配合共同完成防盗功能。

5 方案比较和选择应用

5.1 比较三种锁具方案

经过以上的分析，如表 2 所示为三种方案的对比。

表 2 三种方案的比对

比对分项名称	普通机械锁	门禁系统	智能防盗锁
防破坏功能	5~15min	3~20min	5~15min
强度要求	把手 980N 拉力/扭矩 11.8n·m	符合 GA / T 73-1994《机械防盗锁》A 级别要求	把手 980N 拉力/扭矩 11.8n·m
互开率	<0.01%	1 / n ¹	1/2
技术开锁	>20 工时	1500~5000min	>1440 min
不可复制性	无	应能~能防复制	芯片蚀刻编码
投资成本	低	高	中
结论	不选	备用	选择

5.2 推选“无源设计、通信认证”方式

采用锁具无源设计，无需外接电源，避免外部无电时无法开关锁，解决门禁停电后无法使用的难点。在钥匙供电后，防盗锁与钥匙之间需要进行通

信认证后才能进行开锁，严酷认证提高了防盗锁的技术开锁难度，解决机械锁防盗等级低的问题。

5.3 示范应用举例

在某中低压配电站所部分，配置有防盗锁 22

把, 防误锁 80 把, 触摸终端多台 (可选操作票打印机 1 台), 门磁开关 1 个/站, 具体功能如下:

(1) 防盗实现方案

在站所的入户防盗门(单开或双开)上新增一套防盗门锁和门磁开关, 防盗门锁通过智能钥匙供电后启动, 防盗门锁自动与智能钥匙进行通信, 确认是智能钥匙的权限范围内的锁具, 智能钥匙以通信方式对防盗门锁进行门状态查询、开闭锁操作, 同时智能钥匙把获取的开闭锁操作信息 (包括时间、设备名称、操作人员、操作结果) 经过 3G 网络实时上传给系统软件。

在站所工作结束后, 这时无需智能钥匙, 手动锁上防盗门锁, 按照智能钥匙的提示插入防盗门锁, 接受到关锁信号后, 取下智能钥匙, 完成开关门操作。

为保证防盗门锁的高安全性, 该锁具没有机械解锁钥匙, 后期根据需要可提供电子解锁钥匙。

现场如遇防盗门锁故障时, 只能采用专用方法进行破锁开门。

(2) 防误实现方案

防盗及防误系统由服务器、客户端及智能手持终端组成, 能够接入安装于各个配电站所的防误子站 (触摸终端、操作票打印机), 并对各子站进行管理、维护。

防误系统存储有配电站所的设备信息及相应的一次接线图, 操作人员在去现场操作前, 需要在系统客户端上通过接线图对所要操作的内容进行操作模拟, 系统根据当前设备状态现状、电源点的流向等因素对模拟操作进行综合逻辑判断, 若符合防误规则, 则通过; 若违反防误规则, 则对该项操作以文字和声音两种形式告警, 提示运行人员重新检查操作项内容, 模拟预演结束后生成正确的操作序列, 并将操作序列通过红外、无线的方式传输给智能钥匙, 运行人员到达现场后按智能钥匙显示的提示, 对设备进行相应操作, 并将操作的结果通过无线通讯实时回传至防误主机。

模拟生产的操作序列, 包含了配电站所防盗门锁, 非防误锁, 防误锁的序列, 操作人员可以持此钥匙, 按正确的顺序开启对应的锁具进行相应的操作。当在操作过程中, 遇到如走错间隔后, 钥匙能够记录相关的时间, 走错的位置等, 这些信息可以通过 3G 等无线通讯方式直接回传给防盗及防误系

统, 也可以在回到配网应急抢修中心后回传。

操作人员也可以通过子站 (触摸终端) 进行防误模拟并在子站通过打印机打印操作票, 并生成对应的操作序列, 传到智能钥匙并对现场设备进行解锁操作, 也可通过网络将现场设备状态及时上送到配网应急抢修中心主站, 保证系统设备状态的一致。

防误系统可以与配电自动化系统接口, 实时获取自动化系统的“三遥”信息, 保证防误判断的准确性; 在不具备配电自动化系统接口情况下, 防误系统及其子站具备人工置位功能, 检修人员根据现场运行情况进行置位, 保证设备运行状态的统一, 并作为防误操作的模拟平台, 提供对设备操作的安全保障, 同时子站也可以把相关的门锁信息等经电力内部网上送到应急中心的防盗及防误系统中。

(3) 无线通信加密方案

在应急中心配置有国网认证的加密智能钥匙, 智能钥匙装有对应的加密芯片, 能够实现智能手持终端到主站的无线数据通讯加密。

6 结论

本文重点研究探索与实践应用表明: (1) 采用新型智能钥匙技术, 实现配合锁芯无需站所内部电源支持, 适应配电站所现状, 大幅度降低现场更换配合锁芯的经济成本。(2) 针对无人值守配电站室的智能防盗及防误的报警联动技术, 实现了非法打开大门和误碰设备防误锁体 (锁芯) 均联动发信, 预防了偷盗事件扩大严重影响正常供电秩序, 并对配电站室可能的失窃或偷盗案件, 提供有效证据配合公安机关查实取证。(3) 按区域运检班组灵活制定智能钥匙代码技术, 有效预防施工人员或外来人员误碰、误解锁、误入带电间隔, 运检操作人员误操作及操作过程中可能发生的漏项、错项、跳项等违章作业行为, 满足现场安全巡检和倒闸操作等实时监管工作需求。

参考文献:

- [1] 沈飞飞, 吕培强. 中压配电站所智能防盗及防误联动新技术的研究[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(3): 33-34.

作者简介:

吕培强 (1969-), 男, 江苏苏州人, 高级工程师, 从事配

电网运行检修管理工作；

岳炳兴（1965-），男，高级工程师，从事信息通信研发工
作；

任 杰（1972-），男，工程师，从事计算机智能化弱电工
作；

陈 会（1981-），男，工程师，从事配电网运行检修工
作；

方 琪（1979-），男，技师，从事配电网运行检修工作；

张志民（1979-），男，技师，从事配电网运行检修工作；

李树荣（1976-），男，高级工程师，从事电力产品管理工
作。