

一种基于网络的防误闭锁系统电脑钥匙的设计

王义军¹, 王琳¹, 涂时亮²

(1. 东北电力大学电气工程学院, 吉林 吉林 132012; 2. 复旦大学计算机学院, 上海 200433)

摘要: 论述了电力系统现有防误操作系统中电脑钥匙的功能。针对新技术发展和运行管理模式变化对防误闭锁系统的新要求, 这种离线式的电脑钥匙已经不能满足技术和操作规程的要求, 提出了基于网络架构的新型电脑钥匙的设计方案, 给出电脑钥匙的硬件电路框图以及软件框架结构, 该电脑钥匙可以满足各种防误操作的要求, 具有很好的应用前景。

关键词: 电脑钥匙; 无线传感器网络; CAN总线; 操作系统

A design of computer key of anti-maloperation system based on networks

WANG Yi-jun¹, WANG Lin¹, TU Shi-liang²

(1. Electrical Engineering College, Northeast Dianli University, Jilin 132012, China;
2. Computer College, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: This paper discusses the function of computer keys which are widely used in power system nowadays in order to prevent misoperation. There are new requirements for the anti-maloperation anti-lock system because of the development of new technologies and changes in the mode of management, and also this kind of off-line computer keys can not meet the technical and procedures requirements, so we put forward a new design which bases on multi-layer network architecture. In this paper, we mainly discuss about how to design this new kind of computer key and finally give the hardware circuit and software framework. This new computer key meets lots of requirements and has a very good prospect.

Key words: computer key; wireless sensor network; CAN bus; operating system

中图分类号: TM769 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)23-0096-04

0 引言

微机防误闭锁系统的电脑钥匙用于操作过程中接收“五防”主机发出的操作票, 然后按照操作票内容依次对电编码锁和机械编码锁进行解锁操作, 对运行人员的实际操作进行监控。操作过程中, 电脑钥匙给出操作提示, 运行人员按照电脑钥匙的提示逐步进行正确操作。若运行人员的实际操作与电脑钥匙的提示不符, 则电脑钥匙将发出报警并强制闭锁, 从而有效避免误操作事故的发生。电脑钥匙作为防止电力系统误操作的终端设备, 起着不可忽视的作用^[1]。

但是, 这种基于离线式电脑钥匙的微机防误闭锁装置, 由于技术条件和设计方案的限制还存在一些问题:

- 1) 在很多情况下, 无法防止误入带电间隔;
- 2) 无法实现防误操作系统对于集控站遥控操作的闭锁;
- 3) 在单人和检修参与操作时, 无法实现防误

系统对变电所解锁操作远程监控功能;

4) 在实现系统操作时, 无法完成联络线路两侧防误联锁问题;

5) 当变电所操作量大时, 无法解决多任务并行操作的问题^[2]。

分析上述存在问题, 症结就在于离线式的电脑钥匙。本文根据现场存在的实际问题提出新一代电脑钥匙的设计方案。把电脑钥匙设计成CAN现场总线网络、GSM网络和无线传感器网络中的集线节点, 以FREESCALE工业级MCP芯片作为中央处理器, 配备自编的实时操作系统, 可以很好地满足电力现场对于防误操作系统的新要求。

1 电脑钥匙硬件电路

根据电力系统现场能否铺设有线电缆的具体情况, 按照与控制中心的联络方式不同设计了两种电脑钥匙。一种是基于CAN现场总线通信网络, 另外一种是基于GSM无线通信网络。图1为基于CAN现场总线通信网络的电脑钥匙硬件系统框图。

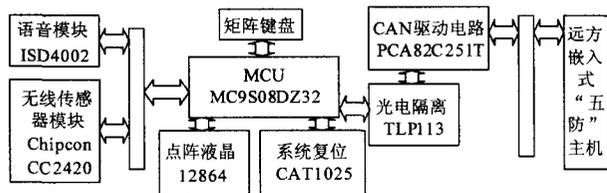


图 1 基于 CAN 现场总线通讯网络电脑钥匙硬件系统框图

Fig.1 Hardware framework of the computer key based on CAN bus

图 2 为基于 GSM 无线通信网络的电脑钥匙硬件系统框图。

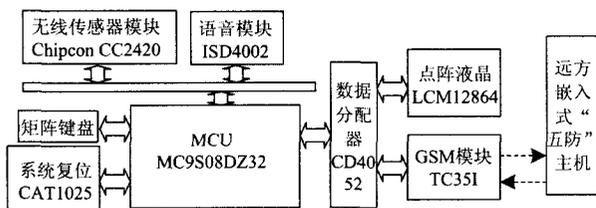


图 2 基于 GSM 无线网络的电脑钥匙硬件系统框图

Fig.2 Hardware framework of the computer key based on GSM wireless network

硬件系统电路包含以下几部分：中央处理器选用 FREESCALE 公司生产的工业级芯片 MC9SDZ32, 该芯片带有 CAN 控制器、SPI 接口、SCI 接口和键盘接口，处理器外围扩展电路中无线传感器模块 Chipcon CC2420 和语音芯片 ISD4002 使用 SPI 总线连接，GSM 模块 TC35I 和液晶显示器模块 LCM12864 通过扩展的 CD4052 数据分配器与 SCI 接口相连。

2 电脑钥匙软件设计

电脑钥匙软件开发基于复旦大学嵌入式实验室自行研发的 FDCX08 实时多任务操作系统。FDCX08 操作系统支持多至 8 个任务同时运行，采用优先级任务调度方法，支持抢先调度。支持任务间通信，具有邮局通信和信号量控制功能。支持 CAN 通信、SCI 通信、SPI 通信，具有定时时钟功能，可为各个任务提供定时和超时计数服务。支持 MC9S08DZ32 的各种中断，为各个任务提供中断处理服务。操作系统的要求比较简单，该操作系统最大程度地减少系统的开销，将任务调度和系统调用的时间缩至最小。

FDCX08的体系结构如图3所示。

系统任务为最低优先级，主要完成 CAN 总线、SCI、SPI 通信，报警以及系统检验任务；输入任务包括远方嵌入式“五防”主机（简称“五防”主机）

下达的命令任务，以及由智能锁具传来的状态信息；每个控制任务代表一个控制通道，输出任务是对不同输入任务的响应。图 4 给出电脑钥匙的软件结构。

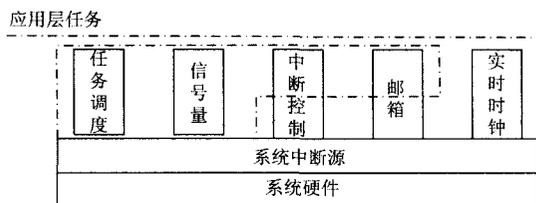


图 3 FDCX08 的体系结构

Fig. 3 Architecture of FDCX08

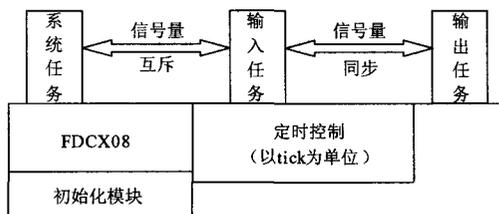


图 4 电脑钥匙的软件结构

Fig.4 Software framework of the computer key

3 电脑钥匙操作过程

基于网络的防误操作系统对变电站所有开关、刀闸、接地线等进行统一编码，使每个操作闭锁项都具有一个唯一的 ID 号。为增加操作的可靠性，除识别锁编码外，还要检测设备状态，当这两个条件都满足时，锁才能被打开，设备才允许操作。

操作过程需要模拟演示和实际操作两部分。当进入仿真培训功能时，控制中心“五防”主机自动将培训操作前的模拟屏状态记忆下来，并将仿真培训状态下模拟屏各元件的分、合闸位置建立一个虚拟的开关量状态表，实现对仿真培训操作的综合分析，判断操作的正误，给出操作信息，指导运行人员进行正确的操作，同时记录错误的原因和性质，并打印出来以供今后分析使用。退出仿真培训功能时，计算机自动提示运行人员将改变过的模拟元件位置恢复。强制运行人员将模拟屏状态恢复至正确状态。从而有效地保证了模拟屏状态与现场设备实际位置严格保持一致。

“五防”主机将标准票的操作项按照操作顺序传送给具体实施操作的电脑钥匙。电脑钥匙将接收来的操作数据有序地放在其内部 FLASH 存储器中，并严格按此步骤识别待操作设备编码，只有设备与操作票相吻合时，电脑钥匙才能打开编码锁，开放操作机构或接通操作回路，允许对设备进行倒闸操作。当设备完成倒闸操作并重新闭锁好后，向电脑

钥匙发出响应信号，表示该项操作完成，电脑钥匙的操作项缓冲区指针将指向下一个操作项，直至整张操作票被逐项有序地执行完毕。有效地避免误入间隔和走空程序的问题。电脑钥匙在操作的全过程中，通过网络实时将操作设备的分、合闸动作反馈到主控制室，使主控制室工作人员能及时监视到现场操作的每一步，从而进一步提高整个系统的综合性能。

4 几种特殊闭锁方式的实现

“五防”主机对设备状态信息实时刷新，实时检测开关、刀闸的状态并据此随时校验操作步骤。

(1) 线路侧带电时闭锁线路接地刀(或接地线)。通过电压抽取装置及状态变换器将线路侧带电与否的信号加在机械锁的状态输入端，当电脑钥匙操作此步骤时，首先识别锁编码，然后判断线路状态，仅当此状态符合规程要求时，机械编码锁才可被打开，接地刀或接地线方可被操作。

(2) 对侧接地刀闭合时，闭锁出线刀闸

将对侧接地刀状态通过载波送到本侧，然后通过解码设备分离出状态信号，并送入出线刀闸机械锁的状态输入端供电脑钥匙检测，当对侧接地刀状态符合电脑钥匙操作状态要求时，机械锁方可被打开，出线刀闸才能被操作。

(3) 集控站操作闭锁

系统采用遥控闭锁继电器对监控操作实施硬接点强制闭锁，在操作回路中串联接入闭锁动合触点，防止在集控站远方操作或当地监控操作中，由于运行人员操作不当所造成的误操作，也可解决当地监控系统或通讯系统由于雷击或软、硬件故障、干扰等造成的误动作。

(4) 防止误入带电间隔^[3,4]

利用传感器位置信息的解析算法，简单确定目标是从两个电脑钥匙一侧通过还是之间通过，从而验证现场操作员是否误入带电间隔。

假定目标作直线运动，则目标运动轨迹相对于电脑钥匙位置，只可能有两种情况，一种情况是目标从电脑钥匙一侧通过，另一种情况是目标从两个电脑钥匙之间通过。

假定目标从两个电脑钥匙一侧通过，如图 5 所示，则满足：

$$\begin{cases} d_i^2 = d^2 + D_1^2 \\ d_{i+1}^2 = d^2 + D_2^2 \\ D = D_1 + D_2 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中： d_i 表示电脑钥匙*i*与目标运动轨迹之

间的距离； D 表示电脑钥匙*i*与电脑钥匙*i+1*之间的距离。这三个参数可以实测出来，这样通过求解式(1)可以得到目标距离带电间隔的直线距离 d 。

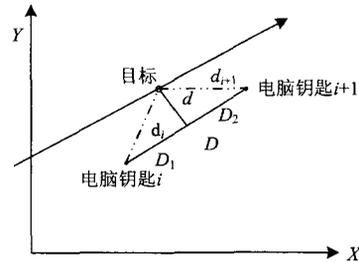


图5 目标从两个电脑钥匙一端通过

Fig.5 Target object passed through from one side of the two computer keys

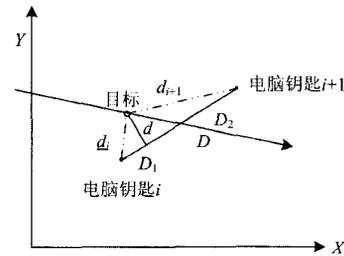


图6 目标从两个电脑钥匙之间通过

Fig.6 Target object passed between the two computer keys

假定目标从两个电脑钥匙之间通过时，如图 6 所示，目标距离带电间隔的直线距离 d 可由式 (1) 计算。

通过以上两种目标运动情况，分别对应两组目标运动轨迹参数，可以通过判断 d 的大小和变化规律区分目标的实际运行轨迹。

5 结束语

采用了先进的计算机技术，通信技术和抗干扰技术设计的基于网络的防误闭锁系统电脑钥匙，以防误闭锁为主，又有电力系统仿真培训及管理的实用功能，更能完成以往离线式电脑钥匙不能解决的任务，可以实现现场和集控两种操作方式下的防误闭锁。网络框架设计合理可以支持各种通信规约。

这种防误闭锁系统电脑钥匙，既可以解除运行人员长期以来沉重的误操作思想包袱，大大减轻运行人员发生误操作的可能性，也为现代化运行操作方式提供了防误闭锁方法，能广泛地应用于各种电压等级、各种复杂接线的发电厂和变电站，具有很好的发展前景。

参考文献

- [1] 刘念, 段斌, 肖红光, 等. 电力操作在线闭锁方法及其实现模式[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(23): 58-63.
LIU Nian, DUAN Bin, XIAO Hong-guang, et al. On-line Interlocking of Substation Automation and Its Mode of Implementation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(23): 58-63.
- [2] 肖永立, 张瑜, 刘音, 等. 集控站遥控操作时防误闭锁措施的实现 [J]. 电力系统自动化, 2005, 25(22): 97-99.
XIAO Yong-li, ZHNG Yu, LIU Yin, et al. Anti-misoperation System for Remote Control Operation to Centralization Substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 25(22): 97-99.
- [3] IEEE. IEEE Standard 802.15. 4-2003: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY)

Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR - WPANs)[S]. 2003.

- [4] Brooks R R, Parameswaran R, Sayeed A M. Distributed Target Networks [J]. Proceedings of the IEEE 2003 :1163-1171.

收稿日期: 2008-12-11; 修回日期: 2009-02-19

作者简介:

王义军 (1969-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事计算机、电子技术在电力系统中应用等方面的教学与研究工作;
E-mail: wangyijun69@126.com

王琳 (1983-), 女, 研究生, 研究方向是嵌入式技术在电力系统中应用;

涂时亮 (1946-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事嵌入式系统方面的教学与科研工作。

(上接第 87 页 continued from page 87)

5 结论

由仿真和实验结果来看, 整流器基本运行于网侧单位功率因数, 有效地抑制了输入电流谐波, 且直流侧电压稳定, 抗干扰能力强, 网侧电流跟随性好。验证了文中提出的三相电压型 PWM 整流电路的控制策略和对电流环、电压环 PI 调节器的设计方法。

参考文献

- [1] 伍小杰, 罗悦华, 乔树通. 三相电压型 PWM 整流器控制技术综述[J]. 电工技术学报, 2005, 20(12): 7-11.
WU Xiao-jie, LUO Yue-hua, QIAO Shu-tong. An Overview of Three Phase Voltage Source PWM Rectifier Control Technology[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2005, 20(12): 7-11.
- [2] 张兴, 张崇巍. PWM 整流器及其控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] 刘新伟, 瞿博, 吕征宇. 三相 PWM 整流器建模控制与实现[J]. 电力电子技术, 2008, 42(7): 68-70.
LIU Xin-wei, QU Bo, Lü Zheng-yu. Mathematical Modeling and Control of Three-Phase PWM Rectifier[J]. Power Electronics, 2008, 42(7): 68-70.
- [4] 陈伯时. 运动控制系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [5] 方宇, 裘讯, 邢岩, 等. 基于预测电流控制的三相高

功率因数 PWM 整流器研究[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(20): 69-73.

FANG Yu, QIU Xun, XING Yan, et al. Research on Three-phase High Power Factor Correction Based on Predictive Digital Current Controller [J]. Proceedings of CSEE, 2006, 26(20): 69-73.

- [6] Marty Brown, POWER SUPPLY COOKBOOK (开关电源设计指南) [M]. 徐德鸿, 沈旭, 杨成林, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2006.

- [7] 马皓, 郎芸萍. 空间矢量简化算法在三相 PWM 电压型整流器中的应用[J]. 浙江大学学报, 2006, 40(1): 176-180.

MA Hao, LANG Yun-ping. Application of Simplified Space-vector Modulation Algorithm to Three-phase Voltage Source PWM Rectifier[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2006, 40(1): 176-180.

- [8] Barbosa P M, Lee F C. Design Aspects of Paralleled Three-phase DCM Boost Rectifier[A]. in: IEEE Center for Power Electronics System, CPES '99[C]. 1999.331-336.

收稿日期: 2009-03-23; 修回日期: 2009-05-08

作者简介:

丁奇 (1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力电子与电力传动. E-mail: 165566254@qq.com