

# 一种新型变电站防误系统的设计

周敬嵩<sup>1</sup>, 周敬尧<sup>2</sup>

(1. 浙江湖州供电局, 浙江 湖州 313000; 2 华北电力大学, 河北 保定 071003)

**摘要:** 在传统防误理论的基础上, 结合在变电站中的具体应用, 为实现变电站防误系统的远程在线控制, 避免人为因素造成的防误系统不能有效防止误操作的情况, 提出了一个基于 CAN 总线的网络化防误系统的设计方案。利用成熟的 CAN 总线技术构建网络, 将防止误操作的锁具、现场执行单元和后台控制机连接在一起, 配合合理的软件设计实现现场信息的及时上传和后台命令的准确下达。设计实现了单一执行单元和上位机的通信操作。作为一种远程在线操作的防误系统, 对于变电站综合自动化和无人值守都具有重要的意义, 重点介绍了基于单片机 uPSD3251 的执行单元的硬件设计和软件流程。

**关键词:** 网络化防误; CAN 总线; 执行单元

**中图分类号:** TM63; TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)22-0072-04

## 0 引言

电气误操作事故是电力系统频发性事故之一, 能造成设备损坏、大面积停电和人身伤亡等重大事故, 是国电公司《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》之一。电气误操作中对电力系统危害最大的是以下五种恶性误操作: 带负荷分、合隔离开关; 带电挂(合)接地线(接地开关); 带接地线(开关)合断路器(隔离开关); 误分、合断路器; 误入带电间隔。用防止电气误操作装置, 即“技术措施”实现防止以上五种恶性误操作, 通常被简称为“五防”<sup>[1,2]</sup>。

近年来, 随着我国电力调度自动化的实现, 变电站综合自动化系统的迅速发展, 以及无人值守变电站的增加和对老化变电站改造的全面展开, 迫切需要增强调度系统和变电站监控系统的“五防”闭锁功能。在电力调度系统中能否有效地防止电气误操作, 一直是系统正常运行以及人身安全的重大问题<sup>[3]</sup>。随着单片机和现场总线技术在工业控制领域的广泛应用, 使新型的防误系统的设计开发成为现实。

本文针对防误系统的应用现状和诸多问题, 提出了网络化防误的概念, 并利用 CAN 总线构建了网络, 重点介绍了以 ST 公司的 uPSD3251 芯片为核心的执行单元的硬件电路设计和软件流程。

## 1 网络化防误的概念及设计思想

网络化防误是一个崭新的概念, 就是在传统防误闭锁理论的基础上, 结合可靠的新理论、新技术,

通过后台软件、中间网络层和现场控制设备的合理设计来实现变电站防误系统的自动化和智能化, 实现对防误装置的在线监测和实时控制。这样就彻底解决了现有非在线式微机防误闭锁系统中普遍存在的缺陷, 如手持电脑钥匙期间, 因设备自动保护、远方操作等原因致使相关设备状态发生变化时, 由于电脑钥匙无法及时获得设备变位信息, 故仍会继续允许进行设备操作, 从而不能有效防止误操作事故的发生。

变电站内的防误网络化系统由 3 部分组成: 第一, 上位机, 也就是后台控制机, 主要是在正常情况下完成操作命令的下达, 同时接收下位机采集的开关量和模拟量信息, 对监控装置的状态情况、操作情况及其它信息进行记录。而且要考虑在异常情况下实现紧急解锁; 第二, 网络层, 这里采用 CAN 总线技术连接上位机和若干个执行单元, 实现信息传递; 第三, 执行单元, 利用硬件电路的设计和软件的编程, 实现对锁具的直接控制以及对所需信息的采集。

## 2 基于 CAN 总线的网络构建

CAN - bus (Controller Area Network) 即控制器局域网, 是目前国际上应用最广泛的现场总线之一。

CAN - bus 作为一种串行总线, 特别适用于含有一群智能设备的系统。首先, 以 CAN - bus 为总线的系统具有多主的能力, 即总线各节点能同时请求占用总线 (而不必经过主控节点的允许); 其次, 总线上的信息总以短帧 (8 B) 传输, 所以不必担心总线会长时间被某一节点占用。非常重要的一点是 CAN 总线的实时性好, 允许各节点随时发送数据

(不必等待主机逐个查询)。CAN - bus直线通信距离可达 10 km / 5 kbps,通信速率最高可达 1 Mbps / 40 m。另外,CAN - bus芯片价格低廉,可降低成本<sup>[5]</sup>。

CAN - bus网络的拓扑结构采用总线式结构,这种结构比环型结构信息吞吐率低,但结构简单、成本低,并且用无源抽头连接,系统可靠性高。系统的通信采用 CAN通信协议,通信介质仅采用两条双绞线即可<sup>[6,7]</sup>。本系统以变电站内每一间隔设计一个执行单元,作为 CAN - bus的一个节点。系统结构如图 1所示。

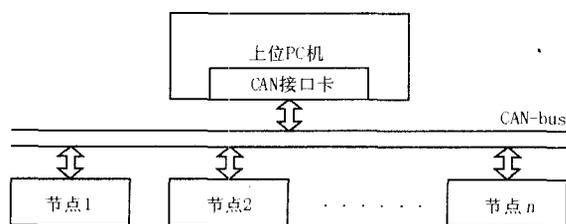


图 1 网络化防误系统结构简图

Fig 1 Sketch map of networking preventing wrong operation system structure

上位机通过 CAN 接口卡与执行单元通信。CAN 接口卡是负责 CAN - bus与 PC机之间数据交换的功能模块,它插在 PC机的 PC扩展槽中,通过连接器与 CAN - bus相连。

节点 1到节点 n分别是各个间隔的执行单元,采集开关量同时对锁具进行控制。

### 3 执行单元的硬件电路设计

一个执行单元设计 24路开关量输入、8路开关量输出,同时预留 4路模拟量输入,以进行必要的无压检测。本系统的 CPU采用 ST公司的 uPSD3251, uPSD3251器件是包含一个带 8032 微控制器的 FlashPSD结构,带两块 Flash存储器,其中 64 k字节主 Flash存储器和 16 k字节的次 Flash存储器,2 k字节的大容量 SRAM,自带 ADC,6个 I/O口提供多达 46个 I/O引脚,可以通过 JTAG ISP接口进行在系统编程。46个 I/O引脚可满足本系统大量的开关量输入和输出要求,丰富的片内资源大大简化了系统外围电路的设计。

执行单元主要由开关量输入采集、模拟量采集、开关量输出和 CAN总线的通讯这几部分组成。

#### 3.1 CAN总线通信模块的硬件设计

CAN总线的通讯部分主要由 CAN控制器 SJA1000及 CAN控制器接口器件 PCA82C250组成。SJA1000负责与微控制器之间的状态、控制和命令

信号的交换,并承担网络通讯控制任务。82C250是 CAN控制器和物理总线间的接口,可以提供对总线的差动发送能力和对 CAN控制器的差动接收能力。考虑到系统在实际应用中会有各种各样的干扰,在收发器和控制器之间增加了高速光耦隔离设备 6N137。

由于 SJA1000的内部存储器可映像为 CPU的外部存储器,且 AD0 ~ AD7为 8位的数据、地址复用线,对其内部的数据存储器的访问主要是经过 AD0 ~ AD7、ALE、RD、WR等线共同完成的,图 2给出了通信模块的硬件电路设计。

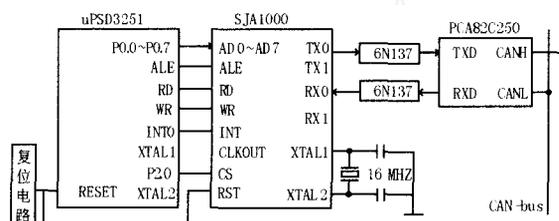


图 2 通信模块的硬件结构图

Fig 2 Hardware structure of communication module

为了保证 CPU与 SJA1000之间的协调工作,在硬件的设计中 CPU与 SJA1000使用一个硬件复位线,以保证二者同步复位。

#### 3.2 开关量采集输入通道的硬件设计

本系统设计开关量输入 24路,对开关、刀闸及锁具的开合状态进行监测,其中包括 1个开关和 7个刀闸一共 8路状态信号、8个锁具的自检信号和锁具的状态信号。开关量采集信号首先经过高速光耦 TPL5214,然后经上拉电阻接入总线驱动缓存器 SN74LS245的输入端,输出端接到 CPU的 I/O口。以一路开关量输入为例,硬件电路如图 3所示。

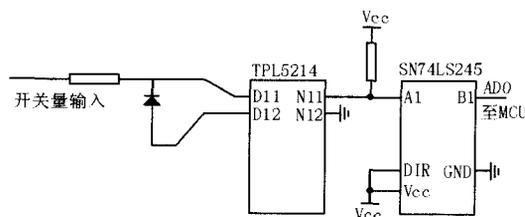


图 3 开关量输入通道

Fig 3 Switch value input pathway

#### 3.3 模拟量的输入设计

由于 uPSD3251器件自带 4通道、8位带模拟电源的模数转换器(ADC),所以不用设计专门的 AD转换器,使硬件电路简化。本系统预留设计 4通道的模拟量输入,用于必要的电压电流检测,对于这些模拟量,只需知道它的有无,而不必知道它的具体数值。模拟量输入的硬件电路设计如图 4所示。

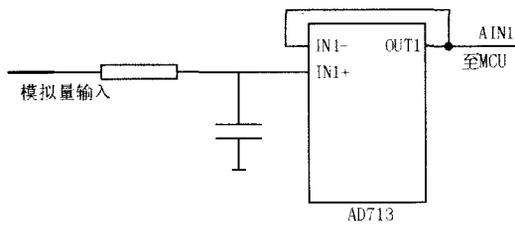


图 4 模拟量输入通道

Fig 4 Analog value input pathway

由于不必知道模拟量的具体数值,可以在程序中设一定值,如果检测到的模拟量大于此定值,就认为有压,否则就认为无压。

### 3.4 开关量输出对锁具的控制

设计 8 路开关量输出,对变电站一个间隔内的各个防误锁具进行实时的控制(解锁或闭锁)。也就是要用弱电控制强电,一般用继电器来实现这个功能,但考虑到继电器的性能受限,而且长时间大电流工作会缩短它的使用寿命,所以本设计采用可控硅来实现弱电对强电的控制,可靠而且方便。开关量输出对锁具的控制电路如图 5 所示。

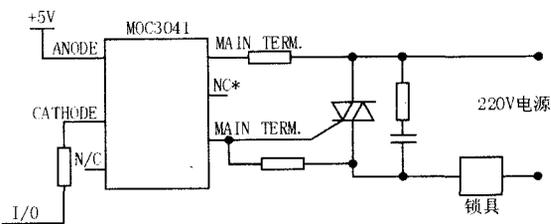


图 5 开关量输出通道

Fig 5 Switch value output pathway

图 5 中 MOC3041 是光耦器件,用于对可控硅的触发,是过零触发,即当 CPU 的开关量输出引脚为低电平时可控硅触发,锁具动作。

## 4 执行单元的程序设计

每个执行单元要对 8 个锁具进行控制。通常执行单元处于休眠状态,一旦检测到有操作请求,就激活 CPU,如果有命令下达,就先对锁具进行自检,保证锁具可靠动作,同时查锁具的状态进行上传,给锁具通电。而且也要对锁具的动作过程进行监视,上传动作信息。流程图如图 6 所示。

## 5 结语

本文提出了一个崭新的网络化变电站防误系统的概念,致力于实现变电站的综合自动化,使变电站能真正实现无人值守,实时可靠地得到防误装置的信息并对其进行控制,满足电力系统“四遥”的要

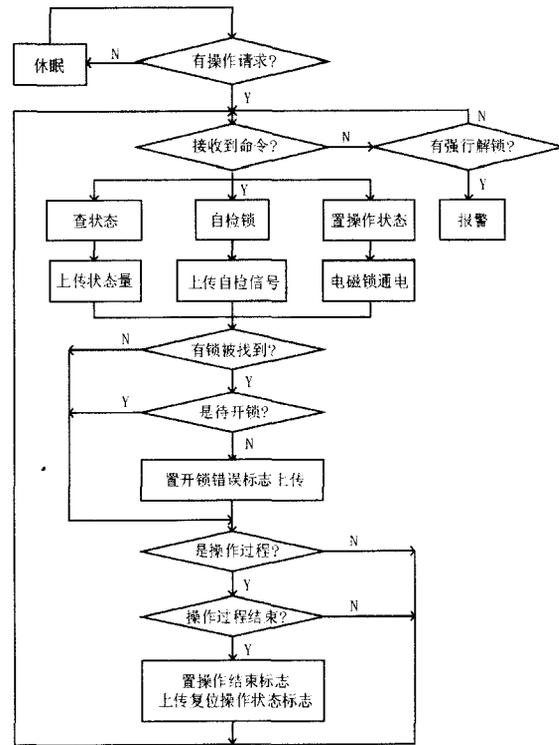


图 6 锁具控制流程图

Fig 6 Flow diagram of locksets controlling

求。介绍了变电站内网络化防误系统的组网方式;重点说明了执行单元的硬件设计,给出了 CAN 总线通信、开关量输入、模拟量输入和开关量输出等模块的简要电路;也提出了控制锁具的软件编程思想。

## 参考文献:

- [1] 吴一民,蒋伯峰,等. 电力系统防误操作闭锁系统 [J]. 微型计算机开发与应用, 1997, 47 (3).  
WU Yimin, JIANG Bo-feng, et al Preventing Wrong Operation of Power System [J]. Micro-minicomputer Development & Application, 1997, 47 (3).
- [2] 袁大陆,杜彦明. 电力系统的防误操作情况及防误操作装置的应用 [J]. 高压电器, 2002, 38 (5): 8-11.  
YUAN Da-lu, DU Yan-ming Applying of Power System Preventing Wrong Operation Situation and Its Apparatus [J]. High Voltage Apparatus, 2002, 38 (5): 8-11.
- [3] 黄金生. 综合自动化变电所防误闭锁装置浅析 [J]. 浙江电力, 2001, (3): 62-64.  
HUANG Jin-sheng Analysis of Preventing Wrong Operation Apparatus of Synthesis Automation Substation [J]. Zhejiang Electric Power, 2001, (3): 62-64.
- [4] 郭素敏,向凤红. 基于 CAN 总线的智能数据采集系统设计 [J]. 昆明理工大学学报, 2001, 28 (5): 77-81.  
GUO Su-min, XIANG Feng-hong Design of Intelligence

- Data Acquisition System Based of CAN Bus[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 2001, 28(5): 77-81.
- [5] 王朝阳,管保安. 基于 CAN总线的变电站综合操作系统[J]. 现代电子技术, 2001, (12): 1-5.  
WANG Chao-yang, GUAN Bao-an Synthesis Operation System of Substation Based on CAN Bus[J]. Modern Electronic Technique, 2001, (12): 1-5.
- [6] 季侃,袁浩,等. CAN总线在变电站自动化中的应用[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(10): 48-49.  
JI Kan, YUAN Hao, et al CAN Bus Apply to Substation Automation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10): 48-49.
- 收稿日期: 2005-03-07; 修回日期: 2005-04-15
- 作者简介:  
周敬嵩(1977-),男,本科,工程师,专业方向为电力系统自动化;E-mail: tran\_stability@yahoo.com.cn  
周敬尧(1979-),男,硕士,研究方向为电力系统运行、分析与控制。

### A new design of substation preventing wrong operation system

ZHOU Jing-song<sup>1</sup>, ZHOU Jing-yao<sup>2</sup>

(1. Huzhou Electric Power Administration, Huzhou 313000, China;

2. North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

**Abstract:** The CAN bus-based new design is based on the traditional preventing wrong operation and latch-up theory. It employs mature CAN bus technique to construct the network, links the locksets of preventing wrong operation, field execute units and background control machine, and fits with proper design of software to realize in-time upper transmission of field information and background PC order correctly command. This design make the communication of single execute unit and monitoring PC to reality. As a remote online operation prevent mishandling system, it's very important to synthesis automation and unattended substation are also illustrated. The design of hardware of execute units and flow of software based on uPSD3251 CPU.

**Key words:** networking preventing wrong operation; CAN bus; operation unit

(上接第 63页 continued from page 63)

作者简介:

王程有(1960-),男,实验师,主要从事供用电技术方面的理论、实践教学与研究;E-mail: wangchengyou2000@ya-

hoa.com.cn

王睿(1973-),女,讲师,主要从事供用电技术方面的理论教学与研究。

### Experimental circuit design and its implementation of a primary auto-recloser

WANG Cheng-you, WANG Rui

(Zhengzhou Railway Vocational & Technical College, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** Without circuit breaker in lab, the paper designs an analog circuit breaker with a matching circuit. After selecting and calculating device technological parameter, auto-reclosure to real circuit is applied and its operating state and physical process are illustrated. The simulation can help the students understand the operating principle of auto-reclosure and find the function of auto-reclosure in shortening power failure time and enhancing power supply reliability. It also help to acquaint the students with the physical process of assembling an auto-reclosure device. A striking experimental effect is witnessed.

**Key words:** auto-reclosure; experimental circuit; design