

文章编号: 1005-8451 (2007) 11-0025-04

## 电力机车车顶钥匙管理信息系统的设计

朱力强, 李真花, 朱 霖

(北京交通大学 机械与电子控制工程学院, 北京 100044)

**摘 要:** 为提高电力机车登顶作业管理的安全性, 设计电力机车车顶钥匙管理信息系统。根据工作现场的需要, 系统以 77E58 微处理器和工控 PC 机为核心, 综合单总线、IIC 总线、CAN 总线、以及无线通信和 RS485 通信等技术, 构成一个灵活的分布式测控系统。基于安全导向性原则的系统设计思路使得系统具有极高可靠性, 满足现场的需求。

**关键词:** 车顶钥匙; 隔离开关; 接触网; CAN 总线

**中图分类号:** U260

**文献标识码:** A

### Management Information System for Scuttle Keys of Electric Locomotives

ZHU Li-qiang, LI Zhen-hua, ZHU Lin

(School of Mechanical, Electronic and Control Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** In order to improve the safety management of electric locomotive climbing, it was designed a Management Information System for scuttle keys of electric locomotives. Based on the need of the workplace, this System utilized 77E58 MCU and industry-control computer, integrated one-wire bus, IIC bus, CAN bus, wireless and RS485 technologies, formed a flexible Distributed Control System. The Safety-oriented System design principles brought this System a high reliability, fulfilled the need of the field.

**Key words:** scuttle keys; insulating switch; catenary; CAN bus

电力机务段检修人员在整备、检修电力机车

时, 经常需要在车顶作业。为确保检修人员的生命安全, 必须在登顶作业前切断 25 KV 的高压接触网。然而由于目前管理水平普遍较低, 登顶作业和隔离开关通断操作流程由于人员疏忽极易发生混乱, 造成重大的安全事故时有发生。

收稿日期: 2007-09-05

基金项目: 北京铁路局科研项目 (2006J03)。

作者简介: 朱力强, 讲师; 李真花, 在读硕士研究生。

的系统用户配置客户端微机及扫描仪, 用于信息查询和录入等系统应用。

(2) 软件环境。服务器软件配置: Windows 2003 SERVER 操作系统, Oracle8.17 数据库软件, Tomcat 5.0 等应用服务软件及应用软件; 客户端软件配置: Windows 操作系统, Office 办公软件, IE 浏览器 (6.0 版本以上)。

#### 4 系统采用的技术

用 UML 对系统进行方案设计; 利用 POWERDESIGNER 实现数据库建设; 采用软件工程方法实现系统设计; 利用 Oracle 数据库技术、Java 开发技术以及 Web 应用技术开发该系统, 采用浏览器/服务器结构实现用户功能; 开发过程贯穿统一过程方法 (RUP)。

a. 个性化设计方法的应用: 系统根据用户的不同, 显示的界面不同, 同时用户可根据自己的需要更改资金汇总方式。b. 随机算法的应用: 在专家的选择上, 采用了随机函数, 并进行了算法的排空, 使运算速度加快, 优化了系统的性能。c. 软件设计方法的应用: 利用 Struts 架构搭件系统软件, 使软件在结构上更清晰。

#### 5 结束语

该系统软件的应用, 提升了中国北车集团及所属企业固定资产投资项目管理水平, 使投资项目的管理水平迈出了重要的一步, 使投资项目管理更加科学和更加完善的管理, 加强了投资项目的监管力度, 使项目审批时间缩短, 提高了工作效率。

为此，基于机务段现有的管理体制和操作流程，本文设计了电力机车车顶钥匙管理系统。本系统能够对隔离开关办理的全过程及各设备的状态进行实时监控，能够严格控制用于登顶作业的车顶钥匙的发放。通过智能设备之间的联锁控制，确保操作人员的安全，解决了由于人为失误发生事故的隐患。

1 系统设计

本系统根据机务段现场工作环境，沿用原来的操作流程，以故障导向安全为原则进行了设计。系统由股道监控设备、车顶钥匙电子控制柜、工控 PC 机以及相应的软件组成。股道监控设备位于股道工作现场，车顶钥匙电子控制柜和工控 PC 机位于控制室。控制室与最近的股道工作现场相距大约 100 m，而且两者之间布线不方便，因此，采用无线通讯方式。系统整体如图 1。

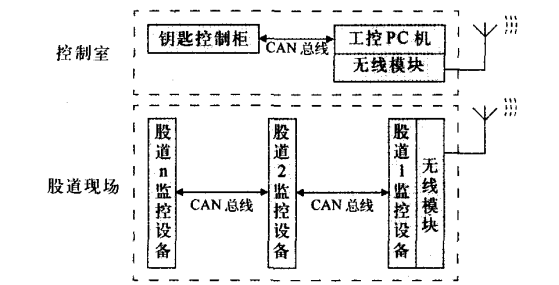


图 1 系统整体结构图

1.1 股道监控设备

股道监控设备主要由机车信息采集模块，工具箱和操作箱等监控模块，接触网状态检测模块，机车钥匙识别模块，通讯模块组成。如图 2。

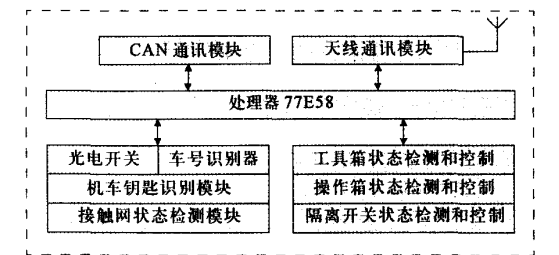


图 2 股道监控设备结构框图

1.1.1 机车信息采集模块

主要由光电开关和车号识别器组成。其功能包

括检测本股道是否停有机车，获取机车的车号信息等。为便于安装，本系统采用远距离漫反射式光电开关 VD-250N。实验证明，该种传感器判断准确，性能稳定可靠。

车号识别器采用的是 SP-D200 定向型远距离读写器，它采用的 RFID 射频识别技术可以同时自动识别高速运动的多个标签，获取相关数据，操作方便快捷。此读写器对应的识别卡是 SP-K100 远距离识别卡，安装在机车底部车架上。当机车通过时，SP-D200 读写器能够准确的读取识别卡上的信息。SP-D200 定向型远距离读写器识别距离为 2 m~80 m，识别速度可达 200 km / h，通过 RS485 总线将数据发送出来。

1.1.2 工具箱和操作箱等监控模块

由工具箱、操作箱、接地杆检测和控制模块组成。其功能包括检测工具箱、操作箱、接地杆的状态信息，通过通讯模块发送给工控 PC 机；

通过通讯模块接收工控 PC 机的控制命令，控制工具箱、操作箱、接地杆的开启和关闭。为了使系统由于断电故障导向安全，选用的电控锁具有通电开启、断电关闭以及附带锁状态反馈的特点。

1.1.3 接触网状态检测模块

由感应线圈以及相应的调理电路和霍尔传感器组成。高压接触网是否带电是关系到本系统安全的关键信息，因此采用两种方法冗余来判断其状态：

(1) 根据线圈的互感原理，安装于股道工作区内，距高压接触网下 2 m 左右的感应线圈产生感应电动势，经信号放大调理后变为开关信号，指示高压接触网状态。

(2) 隔离开关的开启和闭合是通过一个传动杆的机械结构控制的。若当前位置隔离开关闭合，传动杆旋转 90° 后，隔离开关变为断开状态；再反方向旋转 90°，隔离开关重新处于闭合状态。因此，本文采用两个霍尔传感器，位置相差 180°；两个粘在传动杆上的磁钢片，位置相差 90°。通过两个霍尔传感器开关信号编码组合，检测传动杆的角度位置，进而知道接触网状态。

a.直接检测接触网的状态，b.间接的。两种方法经过实验验证都能准确反映接触网的状态。为了使系统更加安全，防止误判接触网有电状态为无电状态，本文判定接触网为带电状态的充分条件是只要其中一种方法检测接触网为有电状态。

1.1.4 机车钥匙识别模块

由机车钥匙和电子识别纽扣绑定以及识别接口组成。其功能就是操作人员进行隔离开关操作申请时的身份验证。如果身份信息符合要求，则工控 PC 机发送命令，允许操作人员对隔离开关进行开启或关闭的操作。否则，不能操作隔离开关。电子纽扣采用的是 DS2411，具有光刻的 64 bit 编码，采用单总线器件，占用管脚少；封装小，便于与机车钥匙绑定；通讯速度快等特点。

1.1.5 通讯模块

由 CAN 总线通讯模块和无线模块组成。本文采用两种总线，完全是根据工作现场需要设计的。由于控制室到股道工作现场布线困难，但距离不太远，适合使用无线通讯。经过测试无线通讯速度较慢，当股道数量较多时，实时性极差。而股道之间有现成的布线通道，而且股道之间距离大约 5 m，非常适合有线通讯。因此，本文充分利用两者的优点，采用有线和无线两种通讯方式，股道间利用 CAN 总线通信，所用股道信息汇总到一起后通过无线电台与工控 PC 机通信。由于 CAN 总线网络为多主网络，不需要轮询通讯。股道设备状态发生变化后，立即发送到 CAN 网络上，这样大大提高了系统的实时性，减轻了总线负担。由于只有两个无线节点，因此，本文采用是点对点方式通讯，所以工控 PC 机得到每个股道的信息时间较短，最多延时一个通讯周期。

CAN 总线通讯模块由 SJA1000 控制器和 82C250 驱动器组成。

1.2 车顶钥匙电子控制柜设计

通常，机务段现有的车顶钥匙柜是普通的抽屉柜，车顶钥匙的发放完全依靠人工来判断是否发放，然后从众多的钥匙中摘取需要的钥匙。这样操作难免会发生错误，并且这也是车顶钥匙管理系统中最关键的环节。因此，我们设计了车顶钥匙电子控制柜。其结构类似于超市中存储柜，能够判断该柜中的车顶钥匙的状态（没有钥匙，存放的钥匙正确；存放的钥匙不正确）；能够响应工控 PC 机的命令，自动打开相应的钥匙柜；有语音、指示灯提示。

每个车顶钥匙放置在一个独立的柜门内，柜门内的控制节点通过 CAN 总线连接。当机务段内的电力机车较多时，如 100 台、200 台，而每台机车至少有一把车顶钥匙，CAN 总线不能直接驱动这么多的

节点，故采用分级驱动方法。钥匙柜也采用模块化设计，使系统更有利于扩展。总之，车顶钥匙电子控制柜由与工控 PC 机连接的 CAN 总线扩展卡，CAN 总线驱动卡，电子纽扣识别器和各个电子柜控制模块组成。如图 3。

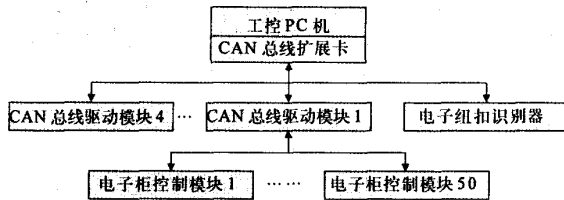


图 3 车顶钥匙电子监控结构图

1.2.1 CAN 总线扩展卡

插入工控 PC 机 PCI 插槽，使工控 PC 机与下层的 CAN 总线驱动模块通讯。本系统采用的是 KPCI-8110。KPCI-8110 是适用于各种工控机，长距离，高传输速率，多站点的 CAN 总线通讯板，采用光电隔离技术，使用两根线每路可连接 110 个工作站。支持 CAN2.0B 兼容 CAN2.0A 协议；通讯距离达 10 km；传输速率高达 1Mbps。

1.2.2 CAN 总线驱动卡

其功能就是扩大 CAN 总线驱动能力，作为 KPCI-8110 和下层的 CAN 总线网络信息交换桥梁。采用 77E58 作为处理内核，SJA1000 和 82C250 为 CAN 总线扩展控制器和驱动器，串行 E2PROMAT24C02 存储驱动卡地址配置信息，如图 4。

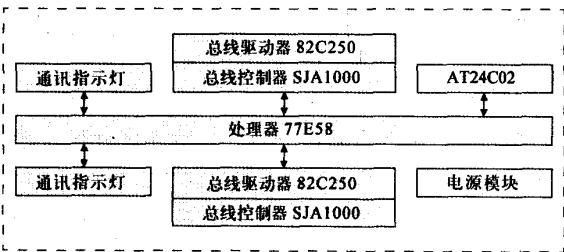


图 4 CAN 总线驱动卡结构框图

1.2.3 电子纽扣识别器

机车钥匙和车顶钥匙与电子纽扣绑定在一起，因此，电子纽扣识别器就能够采集操作人员的身份信息，然后将信息通过 CAN 总线网络传送到工控 PC 机。因此，电子纽扣识别器包括 CAN 总线接口和电子纽扣读取接口。电子纽扣仍然采用 DS2411。

### 1.2.4 电子柜控制模块

电子柜控制模块的具体结构如图5。其中AT24C02存储该钥匙柜的地址编号,上层软件可以修改。其功能包括通过CAN总线网络接收工控PC机的命令,反馈其状态信息;检测车顶钥匙的状态(有无,对错);指示灯显示钥匙柜当前的状态,语音提示状态信息和下一步的操作;控制电子锁的开启和关闭,检测钥匙柜门的状态。

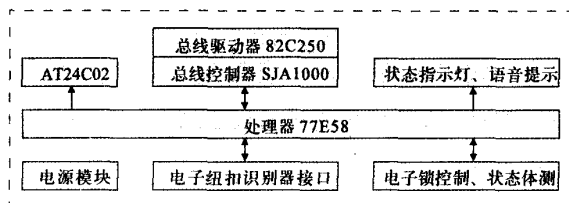


图5 电子柜控制模块图

## 2 工作流程及软件设计

### 2.1 系统工作流程

#### 2.1.1 分闸操作

操作人员首先用机车电子纽扣申请登顶作业,办理隔离开关,股道监控设备与工控PC机进行信息交换,接收允许操作的电子纽扣信息,如果信息相符,则允许操作隔离开关,否则禁止操作。申请成功后,股道监控设备自动控制申请人以下操作:打开工具箱,取工具,打开操作箱,切断隔离开关,关闭操作箱,打开接地杆锁,挂上接地杆,锁好工具箱。申请人操作期间实时反馈每个单元的状态,提供PC机判断依据。

#### 2.1.2 领取车顶钥匙

隔离开关断开后,到控制室领取车顶钥匙。将机车钥匙插入电子纽扣识别器,采集申请人信息,判断对应股道的状态,如果符合要求,则对应的钥匙柜自动打开,将机车钥匙和车顶钥匙对换,取出车顶钥匙,关闭钥匙柜;否则不允许操作。操作期间系统有语音提示和指示灯指示。领取车顶钥匙后,到车顶作业。

#### 2.1.3 返还车顶钥匙

车顶作业完成后,到控制器返还车顶钥匙,换取机车钥匙。步骤与领取车顶钥匙相同。

#### 2.1.4 合闸操作

领取机车钥匙后,到对应股道接通隔离开关。首先将机车钥匙电子申请合闸操作,股道监控设备

与工控PC机进行信息交换,接收允许操作的电子纽扣信息,然后股道监控设备自动控制申请人以下操作:打开工具箱,取工具,摘取接地杆,锁好接地杆,打开操作箱,接通隔离开关,关闭操作箱,关闭工具箱。

### 2.2 软件设计

软件采用VB.NET编程,利用多线程技术,实时汇集车顶钥匙电子控制柜和股道监控设备的信息,按照上面介绍的系统工作流程协调两者的工作,控制工作人员的操作。编制了形象的图形界面,显示每个股道的工具箱、操作箱、接地杆、接触网和机车的状态信息。软件还包括数据库管理功能,记录所有的操作信息,以便责任划分。

## 3 结束语

电力机车车顶钥匙管理信息系统充分考虑了机务段的硬件设施、现场布局和工作流程,其功能满足了机务段现场的需要。该系统严格控制了操作人员的工作流程,提高了工作的安全性,提高了工作效率。该系统多处采用了故障导向安全性原则,使系统更加稳定可靠。现在国内大部分机务段都存在车顶钥匙管理问题,因此,该系统有良好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 邻宽明. CAN总线原理和应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1996.
- [2] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸. 现场总线CAN原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] 张晓梅, 尹治本. 数据采集卡在整备作业安全监控系统的应用[J]. 铁路计算机应用, 2005, 14 (11): 40-43.
- [4] 董立新, 孙泽深, 李学军. YDT-I型机车登顶作业安全监控系统研究[J]. 内燃机车, 2006 (7): 45-46.

