

文章编号: 1005-8451 (2011) 03-0046-04

基于轨道交通联锁控制实验系统的软件设计

李娟¹, 陈珊²

(1. 北京交通大学电子信息工程学院, 北京 100044; 2. 广州地铁总公司 运营事业总部, 广州 510308)

摘要: 轨道交通联锁控制实验系统能实现对铁路现场的高度仿真, 对于本系统而言, 演示软件非常重要, 可以通过它直观地看到铁路的工作状况, 以及如何通过软件扳动道岔、轨道给电与断电和联锁控制的实现。本文介绍如何用VB语言通过简单的算法实现联锁演示软件的设计, 其最大优点在于思路清晰, 算法简单, 不需要建立数据库, 只是通过VB语言中一些简单的程序结构就可以实现软件功能。

关键词: 轨道交通联锁控制实验系统; 联锁设计; 演示系统; VB语言**中图分类号:** U284.3 **文献标识码:** A

Design of software based on Railway Transportation Interlocking Control Testing System

LI Juan¹, CHEN Shan²

(1. School of Electronics and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. Operation Headquarters of Guangzhou Metro Corporation, Guangzhou 510308, China)

Abstract: The Railway Transportation Interlocking Control Testing System could simulate railway site highly. The software of demonstration was even more important. The student might see and learn the most kinds of railway's working conditions through it directly. Then student could even know how to move the rail switch and how to supply power to the track and how to implement interlocking control. This paper introduced the method that implemented the design of demonstrate interlocking software by VB. Its biggest advantage was clear view, simple algorithm and needless to set database. The software function could be implemented by some simple program in VB.

Key words: Railway Transportation Interlocking Control Testing System; design of interlocking control; Demonstration System; VB

轨道交通实验系统的功能涵盖了铁路信号、运输和电务管理等专业, 可满足高校学生的要求。还可以作为铁路局中职工培训的设备, 用于提高行车设备操作人员职业技能。轨道交通实验系统具有辅助教学, 实际演练, 科学普及和社会教育的功能, 整个系统就是一个微缩的铁路运营系统, 布局美观、设备逼真, 是展示铁路新面貌、新科技、新气象的最佳作品。

本文基于这样的实验系统平台, 研究联锁控制系统的软件设计。

1 实验系统分析

本实验系统沙盘分为3个站场: 交大站、红果园站和驼峰站。

交大站是沙盘演示系统中最大的站场, 其中I

轨和II轨是与红果园站相接的, 交大站和红果园站构成2条环线, 可以让车在上面跑圈。3轨和5轨是通往驼峰编组站的轨道, 顺时针上坡, 有6‰的坡度, 如图1。

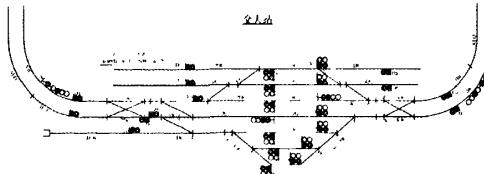


图1 交大站站场图

驼峰站作为列车编组站场。编组站驼峰调车场头部分为溜放进路自动控制系统, 如图2。

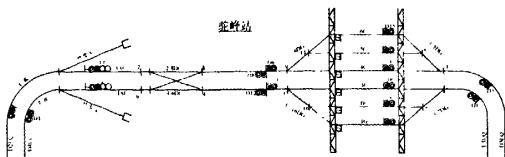


图2 驼峰编组站站场图

收稿日期: 2010-06-04

作者简介: 李娟, 在读硕士研究生; 陈珊, 助理工程师。

红果园站是沙盘演示系统中的第二大站场，主路由 I 轨和 II 轨 2 个股道组成，进站、出站上方都布置了信号机，如图 3。



图 3 红果园站站场图

通过设计联锁软件控制信号机、进路、道岔之间的联锁关系，从而实现演示系统的联锁功能。

1.1 防护信号机

本实验系统采用三显示自动闭塞情况。信号机上同时点亮的基本灯光，原则上不超过 2 个。实验系统中采用的基本信号显示分为 3 类颜色：红色：要求停车的信号；黄色：要求注意或减速运行的信号；绿色：准许按规定速度运行的信号。

调车信号显示颜色分为：月白色：准许调车，或与红灯组合为引导信号；蓝色：禁止调车，或作为容许信号。

实验中，采用比较简单直观易行的信号防护方法，对于通过信号机，一般情况下都开放着，当某轨道区间有车占用时，防护该区间的通过信号机关闭，显示红灯；该区间之前一个区段的通过信号机显示黄灯，提醒列车注意减速运行；进路上其他信号机，如发车接车信号机等，在初始状态都使其显示红灯，只有在进路确定后开放，允许列车通过，一旦列车进入它所防护的区间后，应立即关闭，显示红灯信号。对于调车信号机，一般情况下都开蓝色灯，在调车进路选择确定后，该进路内允许开放的调车信号机开放，开白色灯。

1.2 基本电路

实验系统中要实现联锁关系，对沙盘上运行的轨道区间车辆占用信息的采集、道岔驱动和表示的采集、进路与信号的联锁关系成为了整个实验设计的关键。经过综合分析，系统沙盘电路设计形成了现有的电路结构：本系统采用轨道直接向机车提供直流电源，采用开路式交流轨道电路对轨道的占用和出清进行检测；采用磁环和干簧管完成对道岔定位、范围表示的采集；编组站采用了自动溜放控制系统。

1.3 系统连接

采用 3 台 CONTEC 工控机分别作为控制交大站、红果园站、驼峰站的联锁机。把输入输出卡装入对应工控机并连接到相应铁路沙盘设备，再把轨道电路采集板卡装入工控机连接到轨道电路，就可把机箱装入机柜了。

在以上实验系统的支持下，剩下的工作就是设计软件算法实现对演练沙盘上的信号机、轨道区段、道岔的联锁控制。

2 联锁软件设计

联锁控制主要体现在进路控制上。进路控制过程分为 2 个阶段：进路建立和进路解锁。

进路建立包括 3 个部分：进路选择，进路锁闭，开放信号。

进路解锁与进路锁闭相对应，当列车或车列越过了道岔区段后，该区段内的道岔以及相关的敌对进路解除锁闭。进路解锁分成自动解锁和非自动解锁，本次实验过程中，采用的是分段自动解锁。车列每驶过一段区间，该小段区间就自动解锁。

2.1 信息采集及设备驱动

输入：完成现场设备道岔定位反位，轨道区段的状态信息采集，为联锁控制提供基础数据。

输出：根据联锁软件生成的控制命令来控制驱动信号开放、道岔动作和轨道供电。

2.2 基本联锁控制软件的设计

本文采用 VB 语言通过简单的算法设计该软件，其最大优点在于思路清晰，算法简单，不需要建立数据库，只是通过 VB 语言中一些简单的程序结构就可以实现软件功能。对于一个实验室内的演示系统来说，沙盘规模不大，进路也不多，该方法还是十分可行的。由于算法简单，学生可以自己动手设计和编码，这对于教学是十分有利的。下面仅以红果园站的联锁软件设计为例说明。

2.2.1 设计界面显示轨道区段占用状况

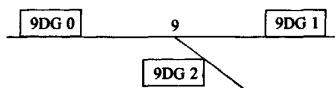


图 4 界面上表示轨道 9DG 各线控件的名称

以给轨道 9DG 供电为例说明设计思路，见图 4。

在给轨道 9DG 上电的同时，将变量 9DG 赋值为 1，用来表示该轨道已经被选择。当 9DG=0 时，

表示该轨道没有被选择。界面上要显示出轨道当前时刻的状态，即可以表示出空闲没有被选择（轨道蓝绿色）、空闲但被选择（轨道白色）、轨道上面有车（轨道红色）。在设计实现时，首先要读入轨道占用状态和道岔状态（即信息采集）—轨道选择标志变量（9DG）就是为判断出轨道应该显示出什么颜色而采用的中间变量。

2.2.2 实现道岔单独操作转辙控制

演示界面上需要显示出道岔的状态，并且可以对道岔进行单独的操作。首先，判断采集进来的道岔状态，然后将“反”或“定”赋给相应的 command 控件的 Caption 属性即可。单独扳动道岔时，需要先判断 command 的 Caption 属性的值，若为“定”，则当按下 command 控件时，输出相应电平将相应的道岔变为“反”位；若为“反”位，按下 command 控件时，输出相应电平将相应的道岔变为“定”位。道岔显示界面及单独操作按钮如图 5。



图 5 道岔界面显示及单独操作按钮

2.3 实现进路选择与进路解锁

(1) 进路选择

进路选择的目的是在条件满足的前提下，选定想要给电的轨道区段，将相应的道岔搬到正确的位置，并开放相应信号机，关闭敌对信号，锁闭相应道岔。

算法说明：根据连锁的规则，判断预选进路的各个绝缘区段是否被其他进路所选择，是通过查询标志变量来实现的。由于该试验系统不能采集到轨道是否给电，所以要想知道轨道是否已经给电就要通过查询标志变量。判断预选进路上是否有车，只需查询存放轨道占用状态的数组的相应位置上的数是否为 1 即可。

所谓标志变量，就是在通过输出卡将某段绝缘区段给电的同时，用一个变量将给电这一事件记录下来。每段区段都对应自己的一个标志变量，如对于 9DG 这一区段，我们定义一个变量 9DG，其它区段类似。程序开始运行或是复位时，

标志变量都为 0。在选择进路时，将某一区段给电的同时要将标志位赋值为 1。当解锁该区段时，标志位清 0。当再选择含有该区段的进路时，可通过查询该标志变量来判断该区段是否被其它进路所选择了。当检查发现轨道是空闲时，即没有被其他进路选择并且没有车存在时，便可以对道岔进行操作。由近到远依次检查道岔的状态，若道岔是在正确的位置则不需要搬动，否则要通过输出卡将道岔搬到正确位置。再依次检查道岔状态，若全部都正确，则开始锁闭道岔。锁闭道岔的方法是将相应单独操作道岔的按钮的 Enabled 属性为 False，这样就无法单独操作道岔了。之后是开放相应的信号，并关闭敌对信号，同时将轨道给电。至此，一条进路就选择好了。

(2) 进路解锁

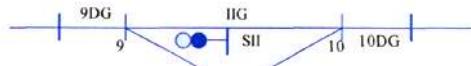


图 6 红果园站 9DG-IIG-10DG 部分区段图示

进路解锁的目的是当火车跑过一个绝缘区段后，应该断电，信号关闭，相应的道岔去掉锁闭。本实验采用的是逐段解锁的方式，即火车跑完一段就解锁一段。

算法说明：解锁的条件是当查询到某区段上有车而其上一段没车时将上一段解锁。

举例说明：如图 6 所示的 9DG-IIG-10DG 区段，当火车上行运行在 IIG 上的时候，程序查询到 IIG 上有车并且 10DG 没有车，则就要将 10DG 区段断电—完成对区段的解锁；并且将道岔 10 的状态变为可以操作，即将相应单独操作道岔的按钮的 Enabled 属性为 True—即完成对道岔的解锁；火车在 IIG 上运行时，其前方的信号机 SII 应该为绿色，允许驶入 9DG。同理，当火车运行到 9DG 上时候，程序查询到 9DG 上有车，IIG 上没有车，这时就应该将 IIG 断电，并将信号机变为红色。

注意，在给轨道断电的同时，要将前面所提到的标志变量的值变为 0，便于界面上轨道线条颜色的同步变化。解锁部分程序流程如图 7。

3 结束语

对于联锁软件的设计，首先要明确软件要实

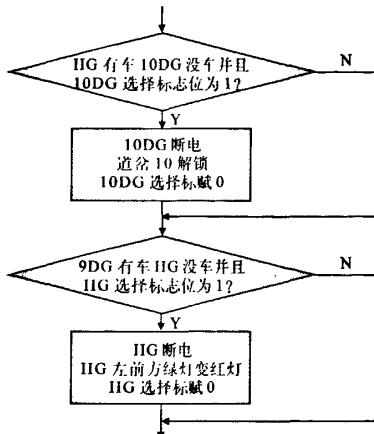


图7 例子说明解锁流程

现的功能及联锁的条件，其次，关键点在于对现场联锁设备信息的采集及对设备的联锁同步控制。结合演示界面，将采集到的信息及时表示在界面上，进而利用这些信息设计联锁软件实现联锁控制。

目前存在的问题是由于微机联锁系统应用了大量的电子元件，在抗电磁干扰等方面的防护措施没有做到很好，系统的稳定性不高。在联锁关系实现上，采用VB语言通过简单的算法编写软件，

(上接P45)

进行二次开发。

3.10 列控数据编制辅助设计模块

该软件模块的输入是车站和区间的信号应答器布置图、包括车站进路表的信息、进路信息源、站场、线路提供的线路信息等，输出是车站与区间的列控数据工程表。该软件处理模块要参照相关部文对列控数据编码要求、线路坡度、线路限速、道岔直侧向限速情况确定各列车进路上与控车有关的信息表，按照部文相关格式规定形成最终的EXCEL报表。

该辅助设计模块可从车站联锁表辅助设计模块中提取相关进路信息，并从区间、站内应答器布置辅助设计模块获取相关行，利用高级语言的数据处理能力完成相关设计。

3.11 模块间相互关系

各辅助设计模块间实际有着数据流结合的前后关系，例如平面图是各项软件设计模块的基础；各模块间有必要的数据交流与接口，例如联锁电

其最大不足在于算法不够科学，工作量较大，还不能真正做到高度的仿真模拟现场。

参考文献：

- [1] 徐洪泽, 岳强. 车站信号计算机联锁控制系统—原理及应用[M]. 北京：中国铁道出版社，2005, 6.
- [2] 李绍斌. 铁路运输沙盘综合演练联锁系统的研制[D]. 北京：北京交通大学硕士学位论文，2006.
- [3] 高继祥. 铁路信号运营基础[M]. 北京：中国铁道出版社，2007, 3.
- [4] 赵志熙. 车站信号控制系统[M]. 北京：中国铁道出版社，2005, 2.
- [5] 林瑜筠. 铁路信号基础[M]. 2 版. 北京：中国铁道出版社，2005, 3.
- [6] 戴胜华, 蒋大明. 微机原理原理与接口技术[M]. 北京：北京交通大学出版社，2002.
- [7] 李天启, 成昊. Visual Basic 6.0 学习捷径[M]. 北京：清华大学出版社，2000, 6.
- [8] 林永, 张乐强. Visual Basic 6.0 用户编程手册[M]. 2 版. 北京：人民邮电出版社，2002, 1.
- [9] 曹青, 邱李华, 郭志强. Visual Basic 程序设计教程[M]. 北京：机械工业出版社，2002, 2.

路模块、电码化、区间自动闭塞模块间关于排列表与分线盘的分配关系；因此如果要形成一个大的自动数据流动的软件包，需要在模块间数据接口内容、接口格式等方面做好先期策划和规定。

4 结语

目前，我们与有关合作单位按照划分的软件模块分布，完成了除车站信号平面布置图外的其他各相关部分的辅助设计软件，运用在目前开通的合武铁路、甬台温/温福铁路、武广高速铁路、郑西高速铁路的信号施工图设计中，取得了很好的使用效果，在设计周期短的形势下，按时保质供图，受到各建设指挥部的好评，并为各线路按时开通运行奠定基础。

模块间的互动接口还需要人工参与，信息交互设计有待完善和加强，在今后的过程中要加强接口方面的问题处理，期望各模块间的无缝连接。