

中等专业学校教材

车站计算机联锁

CHEZHAN JISUANJI
LIANSUO

武汉铁路运输学校 张福祥 编
洛阳铁路信息工程学校 徐建国

中国铁道出版社

U284.36
Z4

中等专业学校教材

车站计算机联锁

武汉铁路运输学校	张福祥	编
洛阳铁路信息工程学校	徐建国	
锦州铁路运输学校	翟红兵	

主审

中国铁道出版社

2005年·北京

内 容 简 介

计算机联锁系统是一种新型铁路信号自动控制系统。本书主要包括:计算机联锁系统概论、硬件组成、软件构成、系统可靠性与安全性,以及 TYJL—II 型、DS6—31 型、DS6—11 型和国外计算机联锁系统实例。

本书为中等专业学校铁道信号专业教材,也可作为信号专业工作人员的技术培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

车站计算机联锁/张福祥,徐建国编. —北京:中国铁道出版社,2003.3 重印
ISBN 7-113-03872-7

I. 车… II. ①张…②徐… III. 计算机应用-铁路信号-联锁-专业学校-教材 IV. U284.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 43488 号

书 名:车站计算机联锁

作 者:张福祥 徐建国

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:魏京燕 金 锋

封面设计:边 锋

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:12.75 字数:314 千

版 本:2000 年 9 月第 1 版 2005 年 6 月第 6 次印刷

印 数:15 001~18 000 册

书 号:ISBN 7-113-03872-7/U·1068

定 价:16.20 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:(010)51873134,发行部电话:(010)51873171

前 言

铁路信号技术自 80 年代开始进入了微电子技术实用化阶段。采用微型计算机参与控制的联锁设备,从早期在厂矿铁路运输线的车站上使用,到目前已深入应用在与行调车作业直接相关的国家营业性车站和编组场,其先进的技术和功能优势已显示出广阔的发展前景。为了适应车站联锁控制设备计算机化发展的新形势,满足各类铁路中等职业学校开设计算机联锁课程的需要,特此编写了本书。

作为全路中等专业学校的统编教材,本书的编写并没有局限于某一具体的制式,而是就计算机联锁控制系统所涉及的基本技术内容作了较为全面的介绍。全书共分八章,前四章集中阐述了计算机联锁的共性技术,如计算机联锁的硬件技术、可靠性与安全性技术、故障—安全接口技术、软件技术等;后四章着重从使用和维护的角度,以 TYJL—II 型、DS6—11 型、DS6—31 型计算机联锁设备为例对我国铁路开发研制的部分系统进行了详细的讲述,对国外的计算机联锁技术也作了适当介绍,以利于读者从中掌握实际设备的维护管理等方面的知识。全书适用于 60~80 教学时数。

本书注重理论联系实际,在讲清基本原理的基础上,强调结构分析和应用能力的训练。全书有百余张图表,多是引自计算机联锁工程设计资料,因而教材具有较大的实用性和参考价值。不仅可以作为各类职业学校信号专业学生的教材,而且可供直接从事计算机联锁的工程技术人员和维护管理人员培训或参考使用。

本书第一章、第二章、第三章、第五章和第八章由武汉铁路运输学校张福祥编写;第四章、第六章和第七章由洛阳铁路信息工程学校徐建国编写。全书由锦州铁路运输学校翟红兵主审,参加审稿的还有兰州铁路机械学校的谭丽、内江铁路机械学校的黄浩勇、西安铁路运输学校的王宗礼、柳州铁路运输学校的张德昕等,在此一并致谢!

在本书的编写和出版过程中得到了铁科院、通号总公司有关领导和同志的大力支持,铁道部科学研究院金正龙审校了第五章,并补充了部分内容;由于出版时间仓促,北京全路通信信号研究设计院未能参与本书第六、七章的审查,但对本书的出版给予了支持,在此特深表谢意!由于编者的水平有限,加上计算机联锁技术还在不断地发展和完善之中,书中不妥之处,敬请专家、读者批评指正。

编 者

2000·6

目 录

第一章 概 论	1
第一节 概 述	1
第二节 计算机联锁系统的基本结构	5
本章小结	10
复习思考题	10
第二章 计算机联锁系统的硬件组成	11
第一节 计算机联锁的硬件基本结构	11
第二节 联锁机的总线构成	13
第三节 通道与接口	21
第四节 系统间串行通信技术	35
本章小结	43
复习思考题	44
第三章 计算机联锁系统的可靠性与安全性技术	45
第一节 可靠性与安全性技术基础	45
第二节 单机故障—安全系统	53
第三节 双机储备系统	54
第四节 三机表决系统	58
本章小结	62
复习思考题	63
第四章 计算机联锁软件系统	65
第一节 联锁数据	65
第二节 联锁程序结构组成	71
第三节 联锁程序的执行	73
本章小结	89
复习思考题	90
第五章 TYJL—II型计算机联锁系统	91
第一节 TYJL—II型计算机联锁系统的组成	91
第二节 联锁机和执表机的构成	93
第三节 信息采集及控制驱动板	97
第四节 动态继电器	104
第五节 主备双机切换	109
第六节 系统的软件构成及其功能	115

第七节 系统的可靠性与安全性保障措施·····	116
第八节 系统的使用和维护·····	117
本章小结·····	126
复习思考题·····	127
第六章 DS6—31 型计算机联锁系统·····	128
第一节 DS6—31 型系统基本组成·····	128
第二节 DS6—31 型系统硬件电路主要结构·····	129
第三节 DS6—31 型系统接口电路·····	134
第四节 DS6—31 型系统软件·····	147
第五节 DS6—31 型系统故障—安全的保障措施·····	153
本章小结·····	154
复习思考题·····	154
第七章 DS6—11 型计算机联锁系统·····	155
第一节 DS6—11 型计算机联锁的基本组成·····	155
第二节 DS6—11 型系统硬件电路主要结构·····	156
第三节 DS6—11 型系统继电接口电路·····	161
第四节 DS6—11 型系统软件构成·····	168
第五节 DS6—11 型系统的操作和维护·····	171
本章小结·····	183
复习思考题·····	184
第八章 国外计算机联锁技术简介·····	185
第一节 瑞典 EBILOCK 850 型计算机联锁系统·····	185
第二节 德国 SIMIS 计算机联锁系统·····	187
第三节 英国 SSI 固态联锁系统·····	191
第四节 日本 I 型计算机联锁系统·····	192
本章小结·····	194
复习思考题·····	195

第一章 概 论

控制车站内的道岔、进路和信号机并实现它们之间联锁的系统称为车站信号联锁系统。车站信号联锁系统是保证站内行车安全,提高铁路运输效率,改善行车人员劳动条件的重要技术装备。像其他技术一样,车站联锁系统也是随着科学技术的进步以及铁路运输发展的需要,在不断的更新和发展,其发展过程已经经历了机械化联锁、机电联锁和电气集中联锁几个阶段,目前正逐步向采用计算机联锁阶段过渡。

本章首先简要介绍计算机联锁的一般情况,然后着重讨论系统的基本结构。

第一节 概 述

一、国内外计算机联锁发展概况

基于布线逻辑的继电集中联锁装置,自 1927 年问世以来已经统治了 70 多年,社会在发展,技术在进步,作为以技术手段实现联锁的车站信号自动控制系统也在不断地发展和完善。在进入电子时代以来,世界上一些技术发达国家相继开展了电子联锁装置的研究,但是真正采用通用计算机机构成联锁控制系统并在铁路运营车站上使用,还得从 1978 年计起。1978 年,由瑞典 ABB 公司研制的世界公认的第一套计算机联锁系统在哥德堡站开通使用,极大地推动了各国计算机联锁的研制和使用,计算机联锁系统的技术性能日趋成熟和完善。进入 20 世纪 90 年代,不少国家已开始大面积推广应用计算机联锁系统,如日本、英国等许多国家已制订技术政策,今后不再发展继电联锁。

现将世界上主要技术发达国家的计算机联锁系统在技术和应用方面的情况概括如下:

(1)瑞典

瑞典计算机联锁的发展分为三个阶段:第一个阶段采用的典型产品为 EBILOCK750 系统,其特点是信号机和道岔的控制器件仍由继电器来完成,保留了轨道继电器;第二个阶段是采用无接点方式的电子器件控制信号机和道岔,仍保留了轨道电路;第三个阶段则实现了全电子化控制,典型产品有 EBILOCK850 系统和 20 世纪 90 年代初期开发的 EBILOCK950 系统,控制电路、轨道继电器均采用无接点方式的功能块。瑞典的计算机联锁系统在结构上均采用分散控制方式,采取双机热备、单机运行双套软件来提高整个系统的可靠性和安全性。

(2)英国

计算机联锁在英国又称为固体联锁(Solid State Interlocking,简称 SSI)。1985 年,SSI 系统首次在明斯顿车站正式使用。该系统采用分散三级控制方式,为了保证系统运行的安全性和可靠性,采用三取二表决的模式。系统中参与表决的模块运行单套软件,每一模块与其他两个模块的运算结果相比较以校验自身的运算结果。目前,SSI 系统已在国内外数十个车站安装使用。

(3)德国

德国于1979年决定研制计算机联锁。西门子公司以SIMIS系统为核心构成车站联锁控制系统,第一套系统于1985年在慕尼黑—米腾瓦尔特区段的姆尔瑙(Mulmau)站交付使用。SIMIS系统从早期的SIMIS—B型(8080 CPU)、SIMIS—C型(8085 CPU)、SIMIS3116、SIMIS3216、SIMIS—E型(80386 CPU)、SICAS型(Siemens Computer Aided Signaling)已发展到目前正在开发的SIMIS—W型。前几种SIMIS型号为双机比较后输出,采用硬件比较器;后两种型号同样采用SIMIS故障—安全原理,但为三中取二表决,至少两个机器输出一致,才能驱动输出。

(4) 日本

日本的计算机联锁最早开通于1985年,至今已安装使用了200多个车站。日本研制的计算机联锁产品主要有SMILE I、II、III型和K、N型五种类型,主要生产厂家是日本信号公司、京山制作所和大同信号公司。

(5) 美国

美国开发的计算机联锁产品主要有通用信号公司(GRS)的VPI安全型系统和联合道岔与信号公司(US&S)的Microlock系统两种。这两种制式目前大部分用在单机运行状态,系统的安全性则是由主机系统中的“安全逻辑”得到保证的。目前VPI系统已安装使用了数十个车站,Microlock系统也正式投入使用。

我国计算机联锁的研制始于1983年,首先用于路外。第一套系统安装在南京梅山铁矿井下200 m深处有24组道岔的运输线车站上,1984年投入运营。这类性质的车站联锁关系比较简单。此后,根据地面铁路车站复杂运输作业的要求,研制开发了适用于地面厂矿铁路的计算机联锁设备,并于1986年7月在太原钢铁厂配料站首先得到使用。随着计算机联锁设备在工矿企业的推广使用,其性能不断完善提高。在正线甚至干线铁路上,最早是由卡斯柯信号有限公司(CASCO)从美国通用铁路信号公司(GRS)引进,并结合我国铁路实际运营技术条件开发出VPI安全型计算机联锁系统。第一套系统安装在广深线的红海站上,于1991年11月投入运营。它的开通开创了计算机联锁技术在干线车站上运用的先例。此后,国内其他一些单位也相继开发出适用于运营车站的计算机联锁设备。铁道科学研究院的车站计算机联锁系统是在峰尾微机集中基础上研制开发的,第一套联锁系统安装在哈尔滨的平房站,于1993年10月正式开通使用。通号总公司研制的车站计算机联锁控制系统,于1994年1月首次在南京分局浦口到发场开通使用。

十几年来,国内计算机联锁从路外到路内,从小站到大站,从支线到干线,从中间站到编组站发展十分迅速。据不完全统计,至今全路(不包括路外)已有百余个车站使用各种计算机联锁设备。其中,铁科院研制的TYJL—II型双机热备系统、TYJL—TR9型三取二容错计算机联锁系统已于1997年12月通过铁道部的鉴定;北京全路通信信号研究设计院研制开发的DS6—11型双机热备系统和DS6—20型三取二系统也于1999年1月通过铁道部鉴定……由此可见,计算机联锁已成为我国铁路车站信号设备的发展方向。可以认为,随着技术的进步和铁路运输现代化要求的不断提高,计算机联锁设备必将成为继电联锁的换代产品。

二、计算机联锁的功能及其优越性

计算机联锁系统是一种以计算机为主要技术手段实现车站联锁的系统。因此,它不仅具备继电联锁设备的联锁控制功能,而且利用计算机的快速信息处理能力和储存能力,可方便地实现继电联锁设备难以实现的一些功能。

1. 联锁控制功能

计算机联锁系统的联锁功能是与继电式电气集中相通的,能根据车站行车安全的需要,在规定的联锁条件和规定的时序下自动对进路、信号和道岔实行控制。具体包括:

(1)进路的控制。包括列车进路和调车进路的选排、锁闭和解锁;引导进路的控制等。行车进路的办理方法和继电联锁设备办理方法基本相同,仍沿用按压双按钮才形成操作命令的规定,这样可避免因误动一个按钮而产生错误操作命令的可能。一些系统为办理慎重起见,对原铅封按钮的相应办理作了一些改动。如采用数字化仪操作,相对于原铅封按钮点压后,屏幕将提示输入口令,点压口令后,操作才被执行。

(2)信号的正常开放、关闭、人工重复开放以及防止自动重复开放。

(3)道岔的单独操纵、锁闭和解锁。

此外,通过在联锁软件中增加相应的功能模块,再加上少量的硬件电路,系统可进一步实现 6502 电气集中一些特殊电路的联锁功能。例如:非进路调车控制、平面调车溜放控制、站内道口控制以及场间联系等。

2. 显示功能

计算机联锁系统采用大屏幕显示器取代 6502 电气集中表示盘,可以向操作人员提供更加丰富、直观的显示信息。具体包括:

(1)站场基本图形显示。

(2)现场信号设备状态显示。主要有道岔的定、反位和四开位置;道岔单独锁闭和封闭状态;信号机的开放和关闭状态,灯丝断丝也能表示出来;轨道电路区段的空闲、占用、锁闭状态,一般用不同的颜色代表不同的含义。

(3)值班员按压按钮动作的确认显示。

(4)联锁系统的工作状态、故障报警显示。

(5)时钟显示,必要的汉字提示等等。

3. 记录存储和故障检测与诊断功能

利用计算机的信息处理能力和存储容量大的优点,计算机联锁系统为实现系统维护、行车管理自动化奠定了基础。这主要体现在:

(1)系统可按时间顺序自动记录和储存值班员按钮操作情况、现场设备动作情况和行车作业情况。电务维修人员只需根据功能菜单提示,按压相应的功能键,将前一段时间内的系统运行状况或作业情况按规定格式显示出来,作为查找故障、分析事故的参考。这些信息也可以由打印机打印出来。

(2)提供图像再现功能,即系统可将前一阶段储存的数据以站场图形方式显示在屏幕上,按照实际操作和车列运行情况再现出来,以便更直观的查找故障及分析问题。

(3)实现进路储存和自动办理,可进一步提高车站行车作业效率。

(4)具有集中监测和报警功能。这主要体现在两个方面:一是联锁系统的自检测功能,当系统自身出现故障时,维护人员可通过屏幕提示的错误号判断、查找故障;二是对信号机、道岔转辙机、轨道电路等现场设备的工作状态进行集中监测,一旦发现故障,及时记录并报警。监测和报警的具体内容,可根据维修需要,全天候或定时对主体信号设备的参数进行测试、分析、判断,超限时及时报警。

4. 结合功能

这里所说的结合功能是指计算机联锁系统利用标准化的通信接口板,网络接口板以及标准化的通信规程,可直接与现代化信息处理系统相联结进行数据交换。

与传统的继电联锁相比,计算机联锁在技术和经济上的优越性:

1. 在技术上

(1)进一步完善了联锁控制功能。由于计算机联锁系统完全摆脱了继电联锁系统的网络结构,因此,在技术上能够用较少的硬件投资和发挥软件的作用,较容易地克服网状电路难以解决的一些问题。例如,能够防止由于轨道电路分路不良造成的漏解锁;对接近区段小车的跳动,能够防止错误取消进路;对信号继电器、锁闭继电器前接点的粘连,系统能够及时检出并报警等等。另外,在进路控制方式上,计算机联锁系统为实现进路储存和自动办理创造了条件。

(2)可靠性、安全性高。计算机联锁系统可以最大限度地利用软、硬件资源,对直接危及行车安全的联锁逻辑处理和执行表示环节采用冗余及其他容错技术,从而保证整个系统的可靠性和安全性指标比继电联锁系统高。

(3)灵活性大。计算机联锁系统无论是硬件还是软件均采用标准化、模块化结构,不同规模和作业性质的车站或站场,只需要编制一些站场数据,选用功能不同和数量不等的模块组装即可。当站场改扩建时,计算机联锁系统用修改数据的方法,几乎不需要变更既有电路和联锁程序就能满足需要。

(4)便于系统维护。计算机联锁系统大部分是电子设备,这些电子设备没有机械磨损,所以日常维修量小。此外,计算机联锁系统往往具有完善的监测和故障诊断功能,便于维修人员分析查找和及时排除故障。

(5)便于与其他计算机化系统接口。

2. 在经济上

(1)可以降低设备投资成本。继电联锁系统的联锁机构是以铁路专用的安全型继电器为主要部件,而采用计算机联锁系统,联锁机构完全由计算机系统取代,这样可以大大减少继电器的使用数,从而降低设备费。另外,室内外设备之间的联系若采用公共传输通道,则可进一步降低干线电缆的费用。

(2)重量轻、体积小,可节省基建费用。

此外,计算机联锁系统的标准化程度远高于继电联锁系统,不仅可以缩短设计、制造、施工周期,有利于降低设计、施工、维护费用,而且可以从减少对行车的干扰方面取得明显的经济效益。

三、技术实现特点

计算机联锁系统在技术实现上主要有以下一些特点:

1. 人机对话设备已由传统的控制台、控制盘、改为数字化仪、键盘或鼠标加大屏幕显示器等,使得系统操作简便,显示清晰、直观,显示内容更为丰富。

2. 系统软、硬件设计全部采用模块化结构,可根据车站作业要求和车站规模的大小增减模块,灵活适应不同站场的需要。硬件模块连接采用接插件结构,力争提高系统的可维护性。

3. 采用高可靠、故障—安全硬件结构。通常与联锁有关的计算机模块采用冗余比较或多数表决的方式实现系统的故障—安全保证,并采用双重或三重系统不停顿故障重组技术,提高系统的可靠性和可用性。

4. 联锁软件设计为双程序比较,两套程序采用分层结构,程序和数据运用冗余编码技术,使得故障在每一层都得到检查,将危险侧故障最终降到最低限度。

5. 在信息传输方面,采用同步或异步通信方式,对传输的信息采用特殊的编码和重复发

送等冗余技术,确保信道的安全可靠。

6. 为了提高系统运行稳定性,采取了一系列的抗干扰措施,如电源进线采用隔离变压器和高抗干扰稳压电源,外部设备和计算机之间采用光电耦合,保证系统不受干扰影响。

7. 系统功能齐全,除联锁控制功能以外,普遍还有显示、检错、诊断、储存记录等功能。

8. 预留有与其他自动化设备相连的接口。

今后,随着计算机通信技术(包括光缆通信和网络通信等技术)的进一步发展,计算机联锁系统本身将不再是一个孤立的车站信号联锁设备,而是综合行车指挥控制系统的一个重要组成部分,是具有多种功能和安全保证的行车指挥系统的一个基础设备。通过各种制式的联锁总线、局域网、广域网实行多层次控制,使控制范围扩大,减少投资,并可与运行图管理系统联网,根据调度计划实现进路程序控制,还可与旅客向导服务系统、车次号跟踪系统联网,构成全方位的计算机综合自动化控制、管理系统。

第二节 计算机联锁系统的基本结构

以微型计算机为核心构成的车站联锁控制系统,由于其控制规模的大小不同,功能的完善程度不同,技术实现方法、经济因素以及研制的技术背景和历史背景的不同,尽管在具体结构上存在着一定的差异,但大体上可从层次结构和冗余结构两个侧面来描述。

一、系统的层次结构

我们知道,车站信号联锁系统实质上就是以技术手段实现进路控制的系统。联锁系统从操作到监控对象的进路控制往往可以分为人机对话层、联锁层和控制层,如图 1—1 所示。

人机对话层:是指操作人员向联锁系统输入操作信息和接收来自联锁系统表示信息的一层。

联锁层:是指系统中实现联锁功能的一层。

控制层(也称做执行层):是指对室外的道岔、信号机以及轨道电路等信号设备进行控制和采集其状态信息的一层。

所谓层次结构,就是按进路的控制层次来描述系统的结构的。在计算机联锁系统中,如果由一套微型计算机统一地完成上述各层的功能,则可将这类系统划为单模块集中式控制结构;若在系统中对应不同层次分别设置计算机,各层的功能分别由各自的计算机来处理,则将该系统划为多模块分散式控制结构。

1. 集中式控制结构

集中式控制结构的特点是联锁系统的各层功能,包括联锁控制功能、显示功能、监测与报警功能以及与其他系统联系的功能等均由同一台计算机完成,其结构框图如图 1—2 所示。

从图 1—2 中可以看出,这种结构相当于用计算机取代了我国电气集中系统中的网络部分。系统由室内设备和室外设备两大部分组成。室内设备包括值班员控制台、联锁处理机、输入/输出接口以及电源设备等;室外设备主要是指被监控的现场信号设备。

(1) 控制台

控制台是计算机联锁系统进行人机对话的设备,主要供值班人员办理行车作业,实现对现场信号设备进行控制和监督。该设备一般设在车站值班室内。

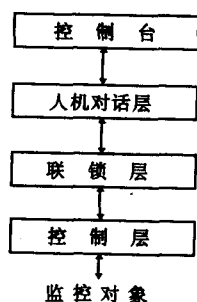


图 1—1 联锁系统结构层次示意图

计算机联锁控制台既可采用控制与表示合一的单元式控制台,如电气集中控制台;也可采用分离式控制台,如操作设备采用站场形按钮盘、数字化仪、键盘或者鼠标器,而表示设备采用屏幕显示器。后者较前者往往具有体积小、操作简便、显示直观、价格便宜等优点,减轻了值班员的劳动强度,改善了工作环境。

计算机联锁应用多媒体技术,其视听效果进一步改善了人机交互界面,使值班人员在操作过程中感到生动、形象、直观、逼真乃至如临其境。

(2)联锁处理机

联锁处理机简称联锁机,它是计算机联锁系统的核心部分,一般要完成所有的数据处理以及与控制台和现场信号设备的信息交换。具体包括:

①接收并处理值班员的按钮或按键操作信息;

②通过输入口接收现场信号设备的状态表示信息;

③进行联锁逻辑运算,形成用以控制道岔或信号机的控制命令;

④通过输出口驱动动态继电器,进而控制道岔控制电路和信号机点灯电路;

⑤向控制台表示盘或屏幕显示器输出各种表示信息。

此外,联锁机还要完成系统自身的故障诊断功能,以便为电务维修提供服务。当系统需要与其他自动化系统联系时,也是由联锁机实现系统之间的信息交换的。

在这里,联锁机及其软件所承担的联锁逻辑处理任务相当于电气集中的逻辑电路,但是后者是由故障—安全逻辑元件继电器接点组成的。联锁机则不然,它在运行中不能保证故障—安全性能。因此,在系统的设计中必须考虑可靠性和安全性。

(3)输入输出接口

它是联锁机和现场信号设备之间实现信息传递和变换的通道,一般分为状态信息输入口和控制命令输出口两种。联锁机通过输入口采集现场信号设备的状态信息,通过输出口输出控制命令,控制现场信号设备动作。

由于现场设备的状态信息为参与联锁逻辑运算的基础数据,该信息的正确与否,将直接影响到联锁运算的结果,从而关系到行车安全。例如,某一股道有车,由输入口输入股道占用信息时,由于接口电路本身出现故障而错成无车信息,那么往这一股道接车的控制命令就有可能通过联锁程序的执行而被输出,从而造成重大行车事故。故要求输入接口是故障—安全的。同样,为了不使信号机错误开放、道岔错误动作,要求输出接口也是故障—安全的。

(4)电源设备

采用计算机联锁专用电源屏或现成的大站电气集中电源屏,供给计算机联锁系统所需的各种电源,包括计算机系统不间断电源、继电器动作电源、信号点灯和轨道电路电源、转辙机的动作电源等。

(5)现场信号设备

与 6502 电气集中室外设备相同,包括轨道电路、电动转辙机和色灯信号机,它们通过电缆

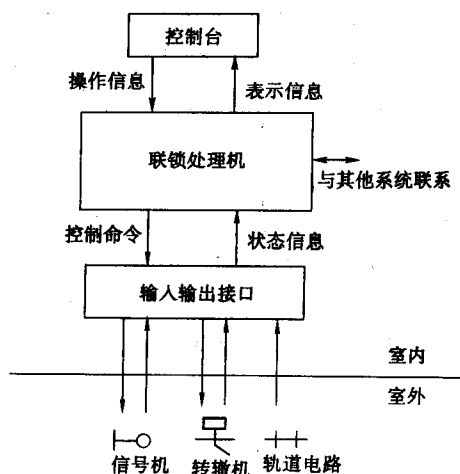


图 1—2 集中式计算机联锁结构框图

芯线与室内设备相连。在计算机联锁系统中,现场信号设备统称为监控对象。

集中式计算机联锁系统一般用于站场控制规模较小,系统功能比较简单的场合,其优点是处理机对系统的工作状态有全面的了解,程序是一个整体,实现起来比较容易;缺点是软件庞大,所有处理工作事无巨细由同一处理机完成,存在着处理机负担过重的问题。这样,当车站控制规模扩大,系统的功能进一步增强时,光靠单处理机就目前的工业级微型计算机运算速度而言,可能难以承担所有控制任务。因此,需要将不同的任务分配给不同的计算机来承担。

2. 分散式控制结构

分散式控制结构的特点是将联锁系统的功能按结构层次划分成若干个相对独立又有一定联系的功能模块,各功能模块均由相应的计算机或微处理器来处理,从而使系统在处理机的配置上形成多机分散式结构。

在现有的计算机联锁系统中,由于功能模块的划分并非是惟一的,因此,分散式控制系统的具体结构形式是多种多样的。图 1—3 是对应于上述三个层次由监视控制机、联锁机和目标控制器(又称作集中器或执行表示机)构成的联锁控制系统的结构框图。在这里,各层计算机所完成的任务不同。

(1) 监视控制机

监视控制机习惯上称为上位机,它是联锁机的通信前置机,是一种信息管理计算机。该机的主要任务是完成人机对话功能,一方面接收来自控制台的值班员操作输入信息,判明能否构成有效的操作命令,并将操作命令转换成约定的格式,由串行口输送给联锁机;另一方面,接收联锁机提供的关于监控对象状态和列车运行情况等各种表示信息,把它们转换成表示盘或屏幕显示器能够接受的格式。

监视控制机除完成上述的人机对话功能之外,一般还用于实时记录和储存值班员按钮操作情况、列车运行状态和联锁系统运行出错等信息,这些信息均可由打印机打印输出,也可以图像形式再现。此外,联锁系统的进路程序控制功能以及与其他自动化系统的联系功能可以通过该机实现。系统的诊断功能也可以由控制监视机来完成,或单独设置电务维修机实现。

应当指出,监视控制机是为了减轻联锁机的事务处理工作而设置的,它本身不具有联锁功能。因此,对于整个系统来说,不要求该机具有故障—安全特性。

(2) 联锁机

联锁机在这里也可称做下位机,主要用于实现信号设备的联锁逻辑处理功能,完成进路确选、锁闭,发出开放信号和动作道岔的控制命令。联锁机经串行口与监视控制机相连,以串行通信方式与监视控制机交换信息,而与执行层的联系有两种方式:专线方式和总线方式。

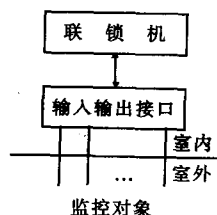


图 1—4 专线联系方式

① 专线方式

它像继电联锁设备一样,现场各个监控对象(信号机、道岔、轨道电路等)控制命令的输出和状态信息的采集是利用各自的电缆芯线采取一对一的方式与联锁机相连的,亦即对应每一监控对象都有专门的控制命令输出口和状态信息输入口(对于轨道电路来说,仅有状态输入口)相对应。我们称这种联系方式为专线方式,如图 1—4 所示。

② 总线方式

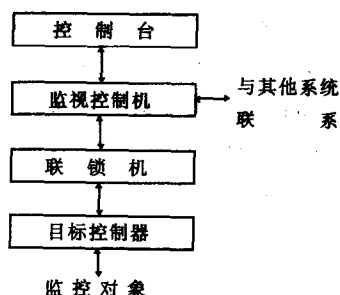


图 1—3 多机分散式控制系统结构框图

采用这种方式需要将室外的监控对象按它们的地理位置划分为若干群,为每一群监控对象在其附近设置一个由固体电路或微处理机构成的目标控制器(简称控制器),由它作中介实现联锁机与监控对象的联系,如图 1—5 所示。联锁机与控制器之间利用公共传输通道按串行数据传输方式交换状态信息和控制命令。因此,相对于专线方式而言,采用总线方式可以节省干线电缆的费用,同时也为使用光缆创造了条件。

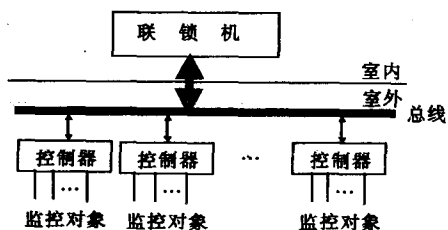


图 1—5 总线联系方式

(3)目标控制器

它设于对象群附近,与所辖各对象之间采用专线联系方式。控制器是控制命令和状态信息的转送站,内部必须有自己的编译机构,一方面接收和校核来自联锁机的控制代码,经译码后形成控制命令,以驱动相应的设备控制电路;另一方面又接收监控对象的状态信息,经编码传送到联锁机。目标控制计算机不承担联锁处理任务,但它所处理的信息均属于涉及安全的信息,所以

应具有故障—安全的性能。它本身故障时,也应自动通知联锁机,以便及时处理。

计算机联锁采用分散式控制结构,由于各层计算机均能相对地独立运行,具有一定的并行处理能力,因此,可以提高整个联锁系统的处理速度。另外,分散式系统是按功能模块配置计算机的,在结构上具有模块化、积木化的特点,因而对于设计、生产、施工、维护和扩充等方面都具有明显的优点;缺点是各层模块之间通信联系复杂,因而局域网及数据传输的原理与技术是它的技术基础。

二、系统的冗余结构

计算机联锁系统无论是采用单模块集中式控制结构,还是采用多模块分散式控制结构,就其实质而言,是一种以通用计算机技术为基础构成的车站信号实时控制系统。因此,必须要保证系统十分可靠,并满足故障—安全原则。然而,就目前所选用的工业控制计算机而言,其质量水平尚不能满足联锁系统的高可靠性要求,况且更不具备故障—安全性能。这就需要从软、硬件方面对联锁系统各层组成模块采取冗余技术,构成多重化的冗余结构来确保整个系统的高可靠性和高安全性。

计算机联锁采用冗余结构的实质在于用增加相同性能的模块来换取系统的可靠性和安全性的。在这里,增加的模块从系统完成功能的角度来看是多余的,但从提高系统运行的可靠性和安全性角度来看,却并非是多余的。另外,从多重化模块之间的联接关系来看,不同的计算机联锁系统所采用的冗余结构的具体形式也并不是完全相同的,有的采取了动态切换技术,有的采取了静态屏蔽技术。下面仅就两个共性的概念,即可靠性冗余结构和安全性冗余结构作一简介。

1. 可靠性冗余结构

可靠性冗余结构如图 1—6 所示。为了减少在出现故障时系统停止工作的概率,采用互为备用的二重结构,亦即为了提高可靠度而采用逻辑上为“或”关系的二重结构。

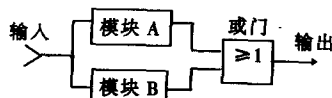


图 1—6 可靠性冗余结构示意图

图 1—7 安全性冗余结构示意图

2. 安全性冗余结构

安全性冗余结构如图 1—7 所示。在出现故障时,为了减少

产生危险侧输出的概率,采用相互校核的二重结构,亦即为了提高安全度而采用逻辑上为“与”关系的二重结构。

对于具有多层计算机模块结构的计算机联锁系统来说,并不要求各层具有相同的可靠性和安全性。其中,对于完成人机对话功能的监视控制机来说,由于它所处理的信息主要是操作人员的按钮操作信息和联锁系统的各种表示信息。操作信息有误,通过联锁机的联锁逻辑运算,不会产生错误的危及行车安全的控制命令;表示信息发生错误,也只能使操作人员感到疑惑,影响正常的操作和作业效率,但不致危及行车安全。因此,只需提高它的可靠性就可以了。在实际系统中,一般是采用图 1—8 所示的双机冗余结构。

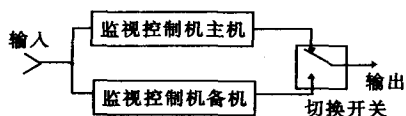


图 1—8 监控机双机冗余结构

从系统的输入与输出之间的关系来看,主备双机为逻辑“或”关系,只要有一台计算机工作正常,整个系统就有正常输出。图 1—8 中用到的动态切换开关可以是人工手动控制的,也可以是自动控制的。人工切换控制比较简单,当操作人员发现工作机出现故障时,人工转换切换开关,将备用机投入使用。当采用自动控制方式时,必须对工作机进行不间断的故障检测。一旦发现故障,就以技术手段自动控制切换开关动作,把备用机顶替上去。

对于联锁机来说,由于所处理的状态信息和控制命令均属于安全信息。状态信息若不正确,将破坏联锁的正确性,而控制命令有误时将导致信号机错误开放或道岔错误动作,这些都会危及行车安全。因此,不仅需要采取可靠性冗余结构以提高它的可靠性,而且还要采取安全性冗余结构来确保它的安全性。

图 1—9 给出了联锁机采用动态切换技术构成的双机冗余结构。为了提高联锁机的可靠性,采取了与监视控制机完全相同的技术措施。当系统中的联锁主机发生故障时,通过切换开关的换位(相当于逻辑“或”的处理),使备用机升为主机,接替故障机使系统继续运行。保证安全的技术措施主要是在每一台联锁机内装配了两套功能完全相同、但编程方法完全不同的独立版本的

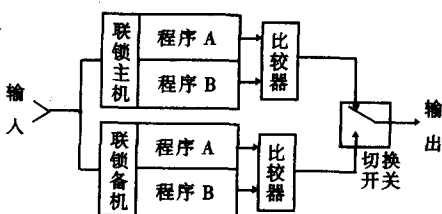


图 1—9 联锁机双机冗余结构

联锁程序,用单机顺序执行双份程序并对两者的运算结果进行比较(相当于逻辑“与”的处理)。若运算结果经由硬件或软件构成的比较器比较后相同,则说明联锁机运行正常,其相同结果可以作为系统的输出。一旦发现结果不一致,则说明联锁机发生了故障,一方面使联锁机不产生危险侧故障输出以达到故障—安全的目的;另一方面进行倒机,启用备用机,从而保证系统不会中断联锁处理而影响行车作业。

图 1—10 是联锁机另一种形式的冗余结构。图中三套联锁计算机的性能相同并分别执行同一套联锁程序。三套计算机的输出交由表决器进行表决,只要三套计算机中的任何两套的输出是相同的,则表决器就有正确的输出,所以一般称做三取二结构或三重结构。这种结构提高可靠性的基本思想是把一个已发生故障的计算机屏蔽起来,使其不影响联锁机的正常工作。

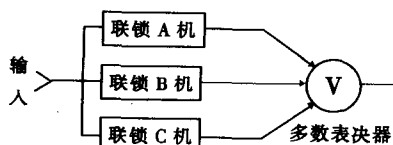


图 1—10 联锁机三机冗余结构

换一句话说,即使当系统中的任一个计算机发生了故障时,对于整个系统来说,仍表现为在正常工作。从故障—安全的角度来看,这种结构的表决器具有对三套联锁机进行两两比较的机能,只有当任何两套计算机同时发生相同的故障,并产生同样的输出信息时,表决器才无法检

出这种错误信息。若这种错误输出信息又恰巧是危险侧信息,则联锁机的输出也就是危险的了。然而,理论分析表明,出现这种情况的概率是极其微小的,因而这种结构的联锁机是安全的。

联锁系统的执行层同样存在可靠性和安全性问题,联锁机所采用的可靠性和安全性冗余结构形式同样适用于执行层,这里不再赘述。

本章小结

1. 车站信号联锁设备可以采用机械的、机电的、电气的方法构成,也可以采用计算机实现。采用计算机控制并实现道岔、进路和信号机之间联锁的设备称为计算机联锁。

2. 1978年世界上第一个计算机联锁系统在瑞典哥德堡问世,20世纪80年代起世界各国竞相研究开发计算机联锁。短短十几年来,计算机联锁在国内外得到了迅速的发展和广泛的应用。计算机联锁已由传统的功能单一的车站联锁控制系统正在发展成为具有进路程序控制等多种功能的计算机综合自动化系统,并逐步向更高级的人工智能型控制发展。

3. 计算机联锁系统除了具有继电联锁系统的基本联锁功能以外,还具有丰富的屏幕图形显示功能、各种数据信息的记录储存功能、联锁系统的故障自检测功能以及与其他自动化系统的串并行接口功能。

4. 计算机联锁系统在设备的性能上,与继电联锁相比更占优势。

5. 计算机联锁系统的结构形式可以从层次结构和冗余结构两个侧面来描述。计算机联锁在层次结构或冗余结构上的差异,就形成了不同类型的计算机联锁控制系统。

6. 计算机联锁在层次结构上和继电联锁是非常相似的,一般可以划分为人机对话层、联锁层和控制层;控制方式有集中式控制和分散式控制两种。

7. 在计算机联锁系统中,联锁层与控制层(或称做执行层)之间的联系方式分为两种:专线方式和总线方式。

8. 为了有效地提高计算机联锁系统的可靠性和安全性,需要采取冗余技术,也就是对系统中的各层微机模块进行多重化处理,组成不同的可靠性和安全性冗余结构。

9. 可靠性冗余结构中的多重模块之间的关系为逻辑“或”关系;安全性冗余结构中的多重模块之间的关系为逻辑“与”关系。

复习思考题

1. 车站信号联锁系统经历了哪几个发展阶段? 计算机联锁的发展特点是什么?
2. 何谓计算机联锁,其主要功能是什么? 有哪些优点?
3. 计算机联锁系统按功能结构一般划分为几层? 每一层的含义是什么?
4. 计算机联锁的控制方式有几种? 优缺点如何?
5. 画出集中式计算机联锁系统的结构框图,并简要地说明各组成部分的作用。
6. 分散式联锁控制系统一般由哪些微机模块组成? 各种微机所承担的任务有何不同?
7. 试比较集中式和分散式两种控制结构中的联锁机有何差异?
8. 计算机联锁室内外设备有哪两种联系方式? 含义是什么?
9. 什么叫可靠性冗余结构? 什么叫安全性冗余结构?

第二章 计算机联锁系统的硬件组成

我们知道,计算机联锁系统是一种利用计算机技术取代继电技术构成的车站信号实时控制系统。因此,它的基本硬件结构与工业上应用的一般的计算机实时控制系统有许多相似之处,主要是由联锁控制用计算机、各种接口、过程输入/输出通道以及外部设备等组成,并通过系统总线(地址总线、数据总线和控制总线)联结在一起,构成一个基本的联锁控制系统。

与一般的计算机实时控制系统相比,计算机联锁系统又有其特殊性,主要表现在,它是一种涉及行车安全的装置。系统的运行,不仅要求有较高的可靠性,而且必须满足故障—安全原则。这就要求系统在设计中,必须采用系统工程的方法,从整个系统的角度,保证系统具有较高的可靠性和安全性。关于计算机联锁系统的可靠性和安全性技术将在下一章中详细讲述。本章着重介绍系统的基本构成原理。

第一节 计算机联锁的硬件基本结构

计算机联锁系统的硬件结构一般说来受车站所在线路的等级和客货运输繁忙程度、车站联锁区的范围和联锁区站场的分布形状以及使用方对设备和功能所提出的要求等多种因素的影响,实际应用中有很大的差异。但从所需完成的基本任务及其基本功能来看,不同类型的系统又是相通的,通常包括联锁控制用计算机(以下简称主机)、过程输入/输出通道与接口、继电结合电路以及外围设备等。它们通过某一标准的系统总线联结在一起,构成一个完整的

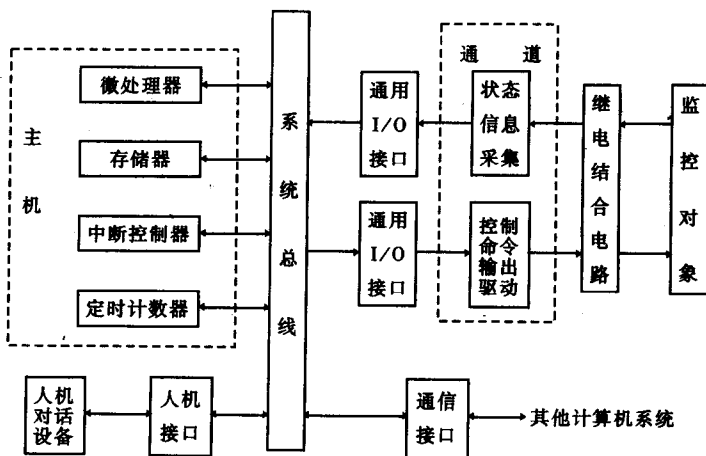


图 2—1 计算机联锁系统的硬件结构框图

联锁控制系统。其典型结构如图 2—1 所示。主机通过人机接口与人机对话设备相连,通过输入/输出通道与接口和目前仍保留着的继电电路发生联系,实现对现场信号设备的监控。此外,主机还可通过串行通信接口或网络接口板,与其他微机系统进行信息交换。

下面对系统的各个组成部分作一简要说明。

1. 主机

由微处理器(CPU)、存储器和其他一些功能模块组成的主机是计算机联锁系统的核心。主机一般要完成所有信息的处理、接口管理以及与外部设备的信息交换。主机中的存储器分为只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)两种。联锁程序为了保证在运行中的安全可