



# 计算机联锁

JISUANJI LIANSUO

吕永昌 林瑜筠 主 编

余 辉 涂序跃 张仕雄 张国侯 周根火 副主编

王俊高 邱兆阳 单 冬 凌祝军 等 审



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 计算机联锁

余 辉 涂序跃 张仕雄 张国侯 周根火 副主编

王俊高 邱兆阳 单冬 凌祝军 等审

● 總、(IC) 日 自 國 主 守 ●

中 国 铁 道 出 版 社

2007 年 · 北 京

## 内 容 简 介

本书较全面而系统地阐述车站计算机联锁的基本知识和基本组成。在介绍计算机联锁的基本原理后,对我国铁路使用的 TYJL-Ⅱ型、DS6-Ⅱ型、JD-IA型、VPI型、CIS-Ⅰ型、EI32-JD型、DS6-K5B型、iLOCK型、TYJL-TR9型等计算机联锁的特点、硬件和软件组成、维修及故障处理逐一进行较为详细的介绍。并且介绍用于平面调车的计算机联锁。

本书可作为高等学校教学用书,以及供铁路信号工程技术人员和信号维修人员学习参考,作为铁路现场技术培训的教材,还可供各级学校铁路信号专业师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机联锁/吕永昌,林瑜筠主编. —北京:中国铁道出版社,2007.4

ISBN 978-7-113-07843-0

I. 计… II. ①吕…②林… III. 计算机应用-铁路信号-联锁 IV. U284.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 043121 号

书 名:计算机联锁

作 者:吕永昌 林瑜筠 主编

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)

策划编辑:魏京燕

责任编辑:魏京燕 周泰文

封面设计:崔丽芳

印 刷:北京市兴顺印刷厂

开 本:787×960 1/16 印张:24 字数:587 千

版 本:2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷

印 数:1~5 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-07843-0/TP·2287

定 价:45.00 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:(021)73115

发行部电话:(021)73169

(010)63549465

(010)63545969

# 前 言

计算机联锁是铁路信号最重要的新技术之一,是计算机应用于铁路信号的重要突破口。计算机联锁的研制成功和推广使用,使铁路信号进入了一个新阶段。

在车站联锁领域,随着计算机技术的迅速发展,尤其是对于可靠性技术和容错技术的深入研究,计算机联锁技术正趋成熟并大力推广使用。计算机联锁安全可靠,功能强,处理速度快,与继电集中联锁相比具有十分明显的技术经济优势,无论在安全性、可靠性、经济性等方面都是继电集中联锁所无法比拟的,更能满足现代化铁路对车站联锁设备的要求。因此,计算机联锁具有广阔的发展前景,是车站联锁设备的发展方向。

我国铁路的计算机联锁发展非常迅速,目前已愈千站。铁路快速发展,为计算机联锁的发展获得更广阔的发展空间,成为高速铁路、客运专线、干线提速区段以及城市轨道交通车站联锁设备的首选,也是继电集中联锁大修改造的换代设备。

面对计算机联锁大力发展的形势,使广大信号工作者尽快掌握计算机联锁的基本知识、基本原理和基本技能,熟悉计算机联锁的使用和维护,使计算机联锁更加安全可靠地运行,充分发挥其效能,是当前铁路电务部门技术培训的重点工作之一。为了给技术培训提供适用教材,我们编写了本书。

本书的主要特点是比较全面、系统。全书共分六章。第一章计算机联锁概述,介绍计算机联锁的定义、技术条件、特点和发展概况。第二章计算机联锁的基本原理,介绍计算机的有关知识、计算机联锁基本结构、硬件和软件的基本组成、接口。第三章、第四章、第五章分别为双机热备型计算机联锁、二乘二取二计算机联锁、三取二计算机联锁,较为详细地介绍了我国铁路使用的 TYJL-II 型、DS6-11 型、JD-I A 型、VPI 型、CIS-1 型、EI32-JD 型、DS6-K5B 型、iLOCK 型、TYJL-TR9 型计算机联锁的特点、硬件和软件组成、维修及故障处理;对 TYJL-ECC 型、DS6-20 型计算机联锁也进行了一般介绍。第六章用于平面调车的计算机联锁,介绍了平面调车区及其作业特点、平面调车集中联锁的基本概念、平面调车集中联锁的设备组成及功能。

各种类型计算机联锁的操作使用,本书未作介绍,可参阅我们编写的《正确使用计算机联锁》一书。

本书由上海铁路局电务处吕永昌、南京铁道职业技术学院林瑜筠主编,上海地铁运营有限公司余辉、华东交通大学职业技术学院涂序跃、武汉铁道职业技术学院张仕雄、南京铁道职业技术学院张国侯、杭州电务段周根火副主编,铁道科学研究院通信信号研究所王俊高、韩安平、卢佩玲,中国铁路通信信号集团公司研究设计院邱兆阳、赵晓东,

北京交通大学微联科技有限公司单冬,卡斯柯信号有限公司凌祝军、冯文义审阅。本书第一章由吕永昌编写;第二章由张国侯编写;第三章第一节由涂序跃编写;第三章第二节由周根火编写,第三章第三节由吕永昌编写,第三章第四节由余辉编写,第三章第五节由湖南交通工程职业技术学院刘湘国编写;第四章、第五章由张仕雄编写,第六章由南京电务段陈方编写。南京铁道职业技术学院薄宜勇、徐彩霞、冯洪高、钱爱民,南京电务段徐木根、汪东晓参加了编写。

由于我国铁路计算机联锁制式众多,资料难以搜集齐全,再加上编者水平所限,时间仓促,书中不免有错误、疏漏、不妥之处,恳望读者批评指正,以不断提高本书水准。

在本书编写过程中,得到全路不少单位和同仁的支持和帮助,于此一并表示感谢。

编 者

2007年2月

# 目 录

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>第一章 计算机联锁概述</b> .....      | 1   |
| 第一节 车站联锁系统的基本结构.....          | 1   |
| 第二节 计算机联锁的特点.....             | 3   |
| 第三节 计算机联锁的发展.....             | 5   |
| <b>第二章 计算机联锁系统的基本原理</b> ..... | 8   |
| 第一节 计算机联锁系统所用的计算机.....        | 8   |
| 第二节 计算机联锁系统硬件 .....           | 16  |
| 第三节 计算机联锁系统软件 .....           | 30  |
| 第四节 计算机联锁系统的通道与接口 .....       | 63  |
| <b>第三章 双机热备型计算机联锁</b> .....   | 79  |
| 第一节 TYJL-II 型计算机联锁系统 .....    | 79  |
| 第二节 DS6-11 型计算机联锁 .....       | 128 |
| 第三节 JD-IA 型计算机联锁 .....        | 154 |
| 第四节 VPI 型计算机联锁.....           | 192 |
| 第五节 CIS-1 型计算机联锁 .....        | 216 |
| <b>第四章 二乘二取二计算机联锁</b> .....   | 237 |
| 第一节 EI32-JD 型计算机联锁 .....      | 237 |
| 第二节 DS6-K5B 型计算机联锁 .....      | 259 |
| 第三节 iLOCK 型计算机联锁系统 .....      | 292 |
| <b>第五章 三取二计算机联锁</b> .....     | 318 |
| 第一节 TYJL-TR9 型容错计算机联锁 .....   | 318 |
| 第二节 TYJL-ECC 型容错计算机联锁系统 ..... | 359 |
| 第三节 DS6-20 型计算机联锁 .....       | 363 |
| <b>第六章 用于平面调车的计算机联锁</b> ..... | 368 |
| 第一节 平面调车区及其作业特点.....          | 368 |
| 第二节 平面调车集中联锁的基本概念.....        | 369 |
| 第三节 平面调车集中联锁的设备组成及功能.....     | 371 |
| 参考文献.....                     | 376 |

# 第一章 计算机联锁概述

随着计算机技术的迅速发展,尤其是对于可靠性技术和容错技术的深入研究,计算机联锁技术已趋成熟,在大力推广使用。根据各国对计算机联锁的研究和使用情况来看,由于计算机在逻辑功能和信息处理方面具有很强的功能,它非常适用于车站联锁。计算机联锁是用微型计算机和其他一些电子、继电器件以及各种计算机软件组成的具有故障—安全性能的实时控制系统。计算机联锁安全可靠,处理速度快,与继电集中联锁相比具有十分明显的技术经济优势,无论在安全性、可靠性、经济性等方面都是继电集中联锁无法比拟的,具有独特的优点,而且设计、施工、维修和使用大为方便。它具有广阔的发展前景,为世界各国所关注,是车站联锁设备的发展方向。计算机联锁是信号设备采用微机的重要突破口,它的研制成功和推广使用使铁路信号自动控制进入了一个新阶段。

## 第一节 车站联锁系统的基本结构

车站联锁系统是实现联锁功能的系统,它以进路控制为主要内容。随着铁路运输发展的需要和科学技术的进步,联锁系统的功能、体系结构、技术应用和操作方式等各方面都在不断地演变和完善。

### 一、车站联锁系统的层次结构

现代车站联锁系统是以色灯信号机、转辙机和轨道电路作为室外三大基础设备,以电气设备或电子设备实现联锁功能,并集中控制信号机和转辙机的系统。

根据系统各主要部分的功能和设置地点的不同,系统一般分为人机会话层、联锁层、监控层(或称执行层)和室外设备层,其层次结构如图 1-1 所示。

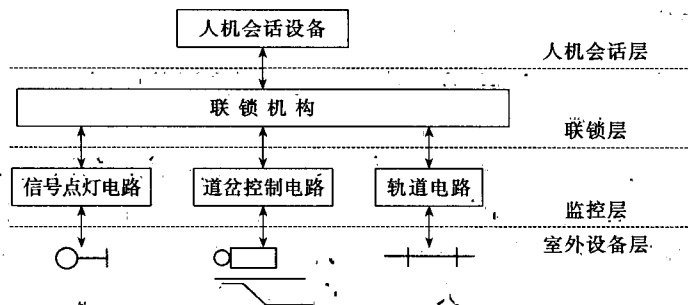


图 1-1 车站联锁系统层次结构

人机会话层的设备设于车站值班室。人机会话层的功能是车站值班员通过其进行操作,向联锁层输入操作信息,接收联锁层输出的反映设备工作状态和行车作业情况的表示信息。

联锁层是车站联锁系统的核心,联锁层设备设在车站信号楼的机械室内。它的功能是实现联锁。联锁层除接收来自人机会话层的操作信息外,还接收来自监控层的反映信号机、转辙机和轨道电路状态的信息,然后根据联锁条件,对输入的操作信息和状态信息,以及联锁机构的当前内部信息进行处理,产生相应的输出信息,即信号控制命令和道岔控制命令,并交付监控层的控制电路予以执行。联锁层所处理的信息都是二值逻辑信息(即都是开关量),因此,联锁层又是逻辑处理(或运算)机构。联锁层必须具有故障—安全性能。

监控层指联锁层与各个监控对象之间的控制电路这一层,其主要功能是:接收来自联锁层的控制命令,改变信号显示;接受来自联锁层的道岔控制命令,动作转辙机,驱动道岔转换;向联锁层传输信号状态信息、道岔状态信息,以及轨道电路状态信息。这些分别通过信号控制电路和道岔控制电路来实现,信号控制电路和道岔控制电路必须是故障—安全的。

## 二、继电集中联锁和计算机联锁

车站联锁设备经历了从机械联锁到继电联锁的发展过程,并进行过电子联锁的试验,目前正在向计算机联锁发展。随着微电子技术、计算机技术、信息技术、容错技术的发展,用计算机来实现车站信号控制的计算机联锁系统得到了广泛的应用。

继电集中联锁的人机会话层一般采用单元控制台,联锁层和监控层均采用继电电路。

计算机联锁的人机会话层一般采用控制和表示分开的方式,控制部分采用数字化仪、鼠标等,显示部分采用 CRT、LCD 显示器;联锁层采用计算机;监控层一般采用继电电路。

## 三、对继电集中联锁的再认识

自从继电集中联锁出现以后,在全球范围内得到广泛的应用,对于保证行车安全、提高运输效率起到了非常显著的作用。

继电集中联锁采用继电电路来实现信号、道岔和进路之间的联锁关系,把全部道岔、进路和信号集中起来控制和监督,在一定程度上实现了站内行车指挥的自动控制,能准确及时地反映现场行车情况,不再需要分散控制时所需的联系时间,而且完全消除了因联系错误而引起的事故,因而大大提高了行车安全程度和作业效率,并且极大地改善了行车人员的劳动条件。电气集中联锁具有性能比较稳定、操作简便、办理迅速、表

示完善、安全可靠等一系列优点。

但是,由继电电路构成的继电集中联锁由于其自身的技术原因,有以下缺点:

①功能不够完善,特别是人机对话功能贫乏,也比较难于增加或扩展其他功能。

②不便于和现代化的信息处理系统相连接。例如,用计算机实现的旅客向导系统、计算机辅助运输控制系统、调度集中系统不可能利用标准化的通信接口板/网卡与之相连接。

③由于专用继电器价格相对稳定而大规模集成电路价格日趋下降,使得大站的继电集中联锁的造价相对较高,继电集中联锁系统要使用更多的电缆、占地面积大、标准化程度比较低、维修量大,在经济方面没有任何优势。

因此,在铁路运输和铁路科技迅猛发展的形势下,继电集中联锁已经失去了它的技术优势,必然被新型的车站联锁设备——计算机联锁所取代。

## 第二节 计算机联锁的特点

计算机联锁,通常采用通用的工业控制微机,由一套专用的软件来实现车站信号、进路、道岔间的联锁关系,进行联锁关系的逻辑运算和判断。这就使得计算机联锁与继电集中联锁有着明显的区别,也使得计算机联锁具有显著的优点。

### 一、计算机联锁与继电集中联锁的主要区别

计算机联锁与传统的继电集中联锁的主要区别在于:

1. 利用计算机对车站值班员的操作命令和现场监控设备的表示信息进行逻辑运算后,完成对信号机、道岔及进路的联锁和控制。

2. 计算机发出的控制信息和现场发回的表示信息,均能由传输通道串行传送,可节省大量的干线电缆,并使得采用光缆成为可能。

3. 用 CRT、LCD 屏幕显示代替继电联锁的表示盘,大大缩小了体积,简化了结构,方便了使用,提供了比较友好的人机交互环境,可提供比继电集中更丰富的信息和表现形式(例如光带、图形、音响和语音等)。

4. 采用积木式的模块化软件和硬件结构,便于站场变更,并容易实现故障控制、分析等功能。

在计算机联锁里,就没有到发线出岔、千分之六下坡道延续进路、非进路调车等结合电路的概念,也不存在方向电路、方向电源的电路层次结构,对于长进路一次解锁、中途返回解锁等都能方便而合理地实现。

### 二、计算机联锁的优点

与继电集中联锁相比,计算机联锁具有以下显著优点:

### 1. 进一步提高了安全性、可靠性

继电集中联锁只能在元器件的可靠性上下功夫,系统的可靠性就受到限制。例如,轨道电路不良,只能对轨道继电器提出种种要求,而系统仅能做到三点检查。计算机联锁就灵活得多,它能连续检查列车头部和尾部的位置,可以防止由于轨道电路分路不良造成的错误动作和漏解锁。计算机联锁采用二重系或三取二表决冗余技术,增加了系统的可靠性。如软件冗余技术,对每台计算机设计两组程序,由于它们的数据结构不同,两组程序存入存储器的区域也不相同,两组程序以不同的步骤运算,对硬件的故障很容易发现,从而提高了系统的可靠性,同时因两组程序对外界干扰有不同的反应,通过比较电路很容易发现,即增加了抗干扰功能,外部比较器则采用故障—安全元件。因此,计算机联锁系统的可靠性比继电集中联锁高不少。

### 2. 增加和完善了功能

继电集中联锁虽然不断改进和完善,但受到继电器电路的限制或由于费用昂贵等原因,在联锁功能方面仍存在不足。例如,由于轨道电路的误动而造成进路错误解锁的可能性仍然存在,以致妨碍进路的预排;再如,在转线调车作业过程中,如果调车车列越过折返信号机而继续前进,折返信号机前方的道岔区段有可能正常解锁,而折返信号机开放时,又不能将该解锁的道岔区段加以锁闭,可能危及行车安全。目前只能由调车员指示调车机车在车列刚刚全部越过折返信号机时立即停车来保证安全。此外,在折返调车作业过程中,机车只能在禁止调车的信号显示下运行(折返信号机前方的同向调车信号机关闭状态),这不够严密。这些缺点,在计算机联锁系统中,可以用较少的硬件投资和发挥软件的作用加以克服。

因为计算机具有工作速度快、信息量大的特点,所以计算机联锁很容易实现自动控制功能,还能安全地实现自动选路、储存进路、平面溜放等继电集中无法完成的功能。运行图变更时,还能自动选择最佳方案。计算机联锁不仅可以扩大控制范围,适用于任何规模的车站(尤其是大型枢纽及远离咽喉区的信号设备的控制等),而且还可以利用计算机进行站内行车业务管理,以提高工作效率。CRT 显示也较传统的表示盘灵活方便。

简化操作手续和减少人工直接干预,以减少和防止操作失误,提高作业效率的重要途径。计算机联锁系统为提高办理列车进路的自动化程度创造了条件。例如,可将接发车计划(包括车次号、到发股道、到发时间以及车站出入口等)预先存在计算机中,利用车次号系统选择接车进路,利用列车接近车站的信息确定办理进路的时机。对于发车进路来说,由于涉及到列车始发、旅客乘降、货物装卸等情况,在办理方式上可以采取人工、定时和按计划自动办理等。

在行车信息管理方面,计算机联锁系统可以向旅客服务系统(如广播、车次到发显示牌等)、列车运行监视系统以及行车指挥系统提供信息。由于这类系统日趋计算机化,系统之间就容易结合。组建成广域网后便于和调度集中、TDCS 等结合。

计算机联锁系统还能很方便地进行自身的管理,包括对操作人员的操作、设备工作情况的记录和打印,对电子器件、信号设备的检测、诊断,并具有保存、查询、打印记录信息和站场再现等功能。自监功能能及时发现问题,确定故障位置。自动监测既用硬件也用软件来实现。建成广域网后便于实现远程诊断功能。

### 3. 方便设计

计算机联锁使设计工作为之一新。由于其采用模块结构,容易实现标准化,进一步提高了工厂化施工的程度。它将车站联锁的逻辑编成程序,不论站场如何变化,或遇到任何类型的站场,都不需重新改变硬件系统,只要补充和改变程序,即可满足联锁的要求,便于站场改造。它采用标准接口,不需增加设备就可以和其他自动化系统结合。采用辅助设计系统(CAD),线路图和进路表等车站固有的联锁条件以人机对话的形式输入后,即可自动做成联锁图表和数据外存。

### 4. 省工省料,降低造价

继电集中联锁全部采用继电器,组合间配线复杂,特别是信号楼和现场设备间所用电缆很多。由于计算机联锁可采用通用微机,用它取代成千上万台继电器,而且其价格日益低廉。当采用分布式系统结构时,计算机联锁的信息可以串行传输,这就可大大减少干线电缆,而且使采用光缆有了可能,降低了工程造价。计算机联锁的室内设备的体积远小于继电联锁,可大大节约占地面积,也降低了工程造价。计算机联锁减少了系统的设计、施工和维护的工作量,这些都降低了造价。

此外,计算机联锁易于实现标准化,可缩短设计周期和施工周期,并可降低设计、施工、维护费用。由于施工、改建和故障修复时间的缩短,减少了对运输的干扰,其经济效益是显著的。计算机联锁之所以能付诸实用,经济合理是重要原因。

最重要的是,计算机联锁系统为铁路信号向智能化和网络化方向发展创造了条件。

## 第三节 计算机联锁的发展

### 一、计算机联锁的发展概况

20世纪60年代中期,有些国家从设计可靠的计算机硬件入手,应用故障—安全元器件构成计算机,但因价格昂贵,没有得到推广。70年代后期,随着电子计算机尤其是微机的迅速发展和推广使用,以及可靠性技术的进步,各国相继研究计算机联锁,从软件入手,采用通用计算机,通过软件冗余来实现故障—安全。

我国第一个计算机联锁于1984年在铁矿地下运输线上正式开通,后陆续在冶金、矿山等铁路试用。1989年在编组站峰尾开通,首先应用于国家铁路。1993年开始在铁路干线采用计算机联锁。但是1997年以后,许多单位纷纷开发计算机联锁,在未进行任何技术审查和许可的情况下盲目上道,一度形成无序发展的局面。1998年铁道部决

定整顿,加强计算机联锁的上道管理,实现“三证”制(即:制造特许证、制式检测合格证、产品合格证),确保计算机联锁积极、稳妥、健康地发展。

铁道科学研究院通号所研制的 TYJL-II 型、TYJL-TR9 型计算机联锁系统已于 1997 年 12 月通过铁道部的技术鉴定;通号集团公司研究设计院研制的 DS6-11 型和 DS6-20 型计算机联锁系统于 1999 年 1 月通过铁道部技术鉴定;北京交通大学研制的 JD-I A 型计算机联锁系统于 2000 年 1 月通过铁道部技术鉴定;卡斯柯公司的 VPI 型计算机联锁系统于 2000 年 8 月通过铁道部技术鉴定,允许它们上道使用。

国产化的 TYJL-2000 型容错计算机联锁于 2000 年 5 月通过铁道部技术审查,在宜昌站运用。

在此过程中,还相继引进美国、英国、德国、日本、意大利的计算机联锁共 20 多个站。由于各方面的原因,主要是不适应我国铁路运输和联锁的特点,大多数不理想。

在计算机联锁的发展过程中,先是自行研制,或者引进,只有 VPI 型计算机联锁系统是引进后进行二次开发。后来则采用引进和开发相结合的方法,例如 TYJL-TR9 型、EI32-JD 型、DS-K5B 型计算机联锁系统都是国外的硬件、国内的软件,既提高了系统的可靠性,又适应我国铁路运输和联锁的具体情况。

进入 21 世纪后,我国的计算机联锁发展非常迅速,现已有上千个站场采用计算机联锁。有的区段已发展了成段计算机联锁。

在铁路快速发展的进程中,要加快计算机联锁的发展:

① CTC 区段和列车速度超过 160 km/h 的区段、客运专线、煤运专线、高速铁路均应采用计算机联锁;基建、更新改造和大修工程应积极成段发展计算机联锁,以便有利于 CTC 和 TDCS 的发展。还应加快以联锁为核心的车站、区间、列车控制一体化的研发和应用。

② 枢纽和有需求的区段应积极发展区域计算机联锁。

③ 继续完善计算机联锁的功能。要充分利用计算机的综合优势,实现 6502 电气集中基础上安全可靠功能的新突破。进一步研究和制定适应客运专线和高速铁路的联锁技术条件,开发相应的计算机联锁。

④ 全面提高计算机联锁的软件、硬件质量。要高标准配置系统硬件,优化软件设计,完善自诊断和检测功能,实现高安全、高可靠、无维修的目标。

⑤ 要进一步完善出厂检测和现场测试手段,为规范管理创造有力的条件。同时,要加强对已上道运用设备的抽检,确保运用质量。

计算机联锁的发展要进一步提高设备软、硬件标准和安全、可靠性水平,逐步统一为二乘二取二(或三取二)的体系,统一操作方法,统一操作界面,统一外特性端子使用。

## 二、计算机联锁技术的发展

### 1. 冗余技术的发展

最早出现的计算机联锁曾采用单机机构,其可靠性和安全性远远不能满足车站联锁的严格要求。

于是,改为双机热备结构,并由一个 CPU 执行两套功能相同而编码各异以及诊断程序,来提高计算机联锁的可靠性和安全性。目前,我国大部分计算机联锁是双机热备系统。但是,双机热备系统存在着双机切换的问题,切换失败将产生危险后果。

与此同时,开发了采用屏蔽冗余技术三取二系统,3 个 CPU 运算结果两两进行比较,产生危险输出的可能性极小。但是,存在着不能停机检修的问题。

近几年,又推出二乘二取二系统,由两个 CPU 构成一个子系统执行联锁任务(主机),另两个 CPU 处于热备状态(备机),这就大大提高计算机联锁的可靠性和安全性,而且方便维修。当前,主要干线的技术改造都优先考虑采用二乘二取二系统。

## 2. 动态输出技术的发展

目前广泛使用的计算机联锁系统,其信号机和道岔的控制器件仍然由继电器来完成。为了提高计算机联锁输出的可靠性和安全性,双机热备结构的计算机联锁多采用动态继电器,后来又采用动态驱动单元或动态驱动柜,将驱动电路与继电器分离开来,使继电器带动更多组接点。

有些双机热备结构的计算机联锁,以及三取二和二乘二取二的计算机联锁则在系统内部完成了动态输出,不再采用动态继电器,也不需要动态驱动单元或动态驱动柜,直接驱动偏极继电器,甚至无极继电器。

也有提出用电子单元代替继电器,构成全电子计算机联锁系统。因为,电子单元具有体积小、功能强大等特点,便于组网、远程管理和远程诊断。在国外,只有少数车站采用。国产车站全电子计算机联锁系统研制始于 1996 年,1999 年纳入铁道部《铁路科技发展计划项目》,“计算机联锁智能型全电子信号道岔控制一体化的研究”于 2000 年 1 月通过铁道部技术审查。该系统从 2001 年开始,先后在信阳电厂、襄樊北机务段整备场投产使用。但是,由于多方面的原因,未能推广。

## 3. 区域计算机联锁技术的发展

区域计算机联锁是集中式的联锁控制方式,即由一个站控制周围的若干个小站及区间的道岔控制点。

区域计算机联锁系统提高了行车组织的工作效率和设备的远程维护能力,为中小车站信号系统的数字化、网络化、综合化奠定了基础,有利于提高铁路的管理水平,是铁路运输指挥系统实现综合现代化、实现减员增效目标的根本性措施之一。

我国也进行了区域计算机联锁系统的研发。

## 第二章 计算机联锁系统的基本原理

计算机联锁,通常采用通用的工业控制微机,由一套专用的软件来实现车站信号、进路、道岔间的联锁关系。它实质上是一个满足故障—安全原则的逻辑求值器,自动采集、处理信号机、道岔、轨道电路的信息,把车站值班员的控制命令和现场的各种表示信息输入计算机,再根据储存在计算机内的有关条件,进行联锁关系的逻辑运算和判断,然后输出信息至执行机构,实现对车站信号设备的控制和监督。它实现的是多变量输入和多变量输出的复杂的传递函数的转换。

### 第一节 计算机联锁系统所用的计算机

#### 一、计算机实时控制系统

计算机联锁系统是计算机实时控制系统的一个实例。实时控制系统是指在限定的时间内对外来事件能够作出反应的系统。即,如果一个计算机系统需要在确切的时间内从外部环境输入数据,并向它发送数据,或者进行一些其他的处理,该系统就是一个计算机实时控制系统。

计算机实时控制系统要求采用实时工业控制计算机。

实时工业控制计算机系统的主要特点有:

##### ① 实时性强

实时性指系统具有的在限定时间内对外来事件作出反应的特性,即在按一定的周期对所有的事件进行巡检的同时,可以随时响应中断请求。

##### ② 具有充分的过程输入和控制输出能力

应具有完善的输入/输出设备和外部设备,以直接从现场采集各种信号;对这些信号变量进行处理,然后把结果输出到执行机构。

##### ③ 具有通信与联网能力

当需要构成分布式系统时,要求具有便捷的通信能力与构建局域网的能力。

##### ④ 高可靠性

系统直接控制着工业过程,要能够在工业环境中长时间的连续工作,如果没有相应的冗余措施,一旦计算机系统发生故障,会造成重大损失。

##### ⑤ 可维护性

系统故障会影响工业过程的正常操作,在系统设计时一定要考虑易于维护,可维护

性还有一层意思是,系统的部分改变就可以适应工业现场的变化,而不是整个系统。

#### ⑥ 标准化、系列化

应尽量采用国家推荐的标准和优选机型,以提高成功的概率,求得较高的性能/价格比。

#### ⑦ 模块化

组合化的设计方法、模块化的系统结构,可以大大减少二次开发的工作量,缩短开发周期,提高系统质量。

此外,需要尽可能方便的系统开发环境、良好的产品质量保障体系和服务保障体系。一般要求允许工作环境比较恶劣,如温度高、湿度大、抗冲击、震动性强等。

典型的实时工业计算机控制系统的结构如图 2-1 所示。

在工业控制计算机系统的设计中,最基本的问题是计算机接口技术和人机接口技术。计算机接口技术从信号的流向来看分为输入接口和输出接口;人机接口技术包括:输入技术、显示技术、打印技术。

### 二、工业控制计算机系统

一般地讲,普通的商用计算机不能用作工业控制计算机,主要原因在于商用计算机在设计上是针对良好的工作环境,在整机的机械、防振动、耐冲击、防尘、耐高温、抗电磁干扰、抗电流浪涌、防化学腐蚀等方面没有采取特殊的措施,可靠性较差;商用计算机没有采用开放式的总线结构,也没有开发相对于工业应用的数据采集及输出等 I/O 接口模板,而这些又是工业现场对所应用的计算机提出的基本要求。

为了克服商用机在工业应用领域中的种种不足,多选用工业标准微型计算机(也称做工业控制计算机,简称工控机)。所谓工业标准微型计算机是指作为工业现场监测与控制用的微型计算机。这类计算机是依赖于某种标准总线,按工业化标准设计,包括主机板在内的各种 I/O 接口功能模板而组成的计算机。

总线式工控机与通用的商业化计算机相比,主要区别在于:

(1)为提高可维修性,采用分离式钢板机壳结构,去掉了外面的大盒盖。为了增加各个模板的抗震动和抗冲击能力,在各个插板的上方增加了一条横放的压杠。

(2)取消了计算机系统母板,将其功能集中到一块插卡(ALL-IN-ONE)上。

(3)采用开放式总线结构,将标准总线印制在一块公共底板(称为总线母板)上,并在板上装设若干个双簧片多芯插座,各种 I/O 功能模板可以直接插在总线槽上,便于系统的维护与扩充。

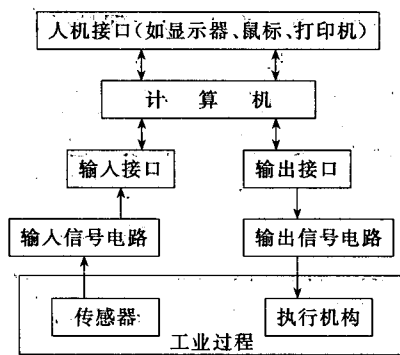


图 2-1 计算机工业控制系统

(4)在机箱前面增加一个带过滤网的强力风扇,不仅加强了散热,而且使机内形成微正风压,增强了抵抗环境粉尘的能力。

(5)选用工业化电源。

目前,在计算机联锁系统中应用最广的工业控制计算机主要有 PC 总线工业控制计算机、STD 总线工业控制计算机等。

### 三、总线

#### 1. 总线的基本概念

计算机系统硬件的各部件之间的互连方式有两种,一种是各部件之间通过单独的连线,叫做分散连接;另一种是将各部件连到一组公共信息传输线上,叫做总线连接。

早期的计算机大多数用分散连接方式,其内部连线十分复杂,不仅影响 CPU 的工作效率,也无法解决 I/O 设备与主机之间连接的灵活性。随着计算机应用领域的不断扩大,I/O 设备的种类和数量也越来越多,要求能随时增添或减撤设备,用分散连接方式无法解决,由此出现了总线连接方式。

总线是一组公用信号线的集合,通过这一组公用信号线把计算机系统各个模板以及各种设备连接成一个整体,以便彼此之间进行信息交换。总线是一种在多个模块(设备和子系统)之间传送信息的公共通路,它是在计算机系统模块化的发展过程中产生的。

微机系统采用总线具有很多优越性:

- ①便于采用现在广泛流行的模块化结构设计方法,使系统设计得以简化。
- ②能够得到众多的 OEM(Original Equipment Manufacturer,原始设备制造厂)生产厂家的支持,使产品内容丰富,性能提高。
- ③各种模板之间具有一定的独立性,且模板的功能比较单一,便于组织大规模生产,降低产品造价。
- ④便于产品的更新换代,延长产品技术生命。
- ⑤可维护性、经济性好。

#### 2. 总线标准

为在各模块(设备和子系统)之间实现信息共享和交换,总线由传输信息的物理介质以及一套管理信息传输的通用规则(协议)所构成。

为了有效、可靠地利用总线进行彼此之间的信息交换,有必要对总线信号及其传送规则、传送信号的物理介质以及在机械结构方面作一系列的规定,这些规定称之为总线规约。

总线规约当得到某一标准化组织的批准或推荐后,即成为某种总线标准。所谓总线标准,可视为系统与各模块、模块与模块之间的一个互连的标准界面。这个界面对它两端的模块都是透明的,即界面的任一方只需根据总线标准的要求完成自身一面接口

的功能要求,而无需了解对方接口与总线的连接要求。因此按总线标准设计的接口可视为通用接口。

随着微机工业的发展,确立并发展了各种各样的总线标准,制造厂根据各种总线标准以机箱方式向用户提供连接好的系统,可以用于各种场合。

### 3. 总线的分类

按照总线的规模、用途及应用场合的不同,微机总线可分为三类:系统总线、通信总线和现场总线。

#### (1) 系统总线

系统总线又称“内总线”或“板级总线”,是测控系统用计算机和通用微型计算机所特有的总线,也是最重要的一种总线。计算机各种模板插件之间要依靠系统总线进行信息传送,例如 STD 总线、ISA/PCI 总线、VME 总线等均是系统总线。

#### (2) 通信总线

通信总线又称“外总线”,是微机系统之间或微机系统与其他系统(仪器、仪表、控制装置)之间信息传输的通路。通信总线一般分为并行通信总线和串行通信总线两类。

##### ① 并行通信总线

在通信传送过程中,每次同时传送一个数据字节(1 Byte; 8 bit),所以传输速度高,适用于短距离(数十米)的快速传输。IEEE488 总线就是并行通信总线。

##### ② 串行通信总线

在通信传送过程中,每次传送一个比特(1 bit)的信息,所以传输速度低。但是使用的导线或电缆数量少,甚至仅用一对双绞线就可以传送,成本低,适用于较远距离的传输。EIA RS-232C 标准等就是串行通信总线标准。

#### (3) 现场总线

现场总线只具有简化的网络结构,是一种开放式的实时系统。这种网络结构简单,价格低廉,而性能不错。

控制器局域网 CAN(Controller Area Network)就属于现场总线的范畴。

### 4. 系统总线

从物理角度来看,系统总线就是一组导线,许多导线直接印制在电路板上延伸到各个部件。CPU、I/O 等部件插板通过插头与水平方向总线插槽(按总线标准用印刷电路板或一束电缆连接而成的多头插座)连接。为了保证机械上的可靠连接,必须规定其机械特性;为了确保电气上正确连接,必须规定其电气特性;为保证正确地连接不同部件,还需规定其功能特性和时间特性。

目前流行的系统总线有:STD 总线、ISA/PCI 总线、VME 总线、栈接式总线。

#### (1) STD 总线

STD 总线(Standard bus)是美国 Pro-Log 公司于 1978 年公布的,IEEE(美国电子电气工程师协会)于 1981 年将其定为 IEEE P961 标准,又与 1987 年定为 IEEE 961 标