

矿井轨道运输监控系统

兰献宸 左明 华钢 编著

中国矿业大学出版社

FD524

L-874

矿井轨道运输监控系统

兰献宸 左 明 华 钢 编著

中国矿业大学出版社

777006

(苏)新登字第010号

内 容 简 介

本书对轨道运输监控系统运行的基本概念、基本原理和设计方法,作了比较深入的讨论。取材上吸取了多年来“信集闭”系统设计、运行的经验和近年来在该领域开发应用的最新成果,对系统结构、传感器工作原理作了较详细的介绍,结合应用实例,简述了以继电器、可编程序控制器和工业控制计算机所构成轨道运输监控系统的工作原理。

本书的对象是煤矿现场监控系统工程技术人员,亦可做为大专院校教学参考书和培训教材。

责任编辑 何其华

技术设计 关湘雯

矿井轨道运输监控系统

兰献宸 左明 华钢 编著

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 印张9.25 字数222千字

1992年5月第一版 1992年5月第一次印刷

印数:1—2000册

ISBN 7-81021-571-X

TD·113

定价:3.95元



前 言

轨道运输监控系统亦称信集闭系统，是实现轨道运输半自动化调度的主要技术手段。近几年来，矿井产量不断增加，有的甚至超过原设计的一倍。由于大巷运输设备不可能随之更新，因此只能通过增加车辆和车次满足产量增加的要求。井下运输日益繁忙，运输车次日益增加，随之而来的就是合理调度车辆和保证运输安全的问题。解决这些问题，除了要加强管理外，就是要采用现代化设备，也就是采用监控系统实现半自动化调度。

我国煤矿目前基本上没有正规的调度系统，虽然从50年代就已开始进行这方面的工作，但由于种种原因，一直没得到很好解决。长期以来，从事轨道运输监控系统设计、研制和运行的技术人员数量很少，因此几乎没有有关轨道运输监控系统的专著。

随着生产的发展，对煤矿安全和现代化的要求日益提高，统配煤矿总公司要求电机车在5台以上的矿井，都要装备监控系统，因此装备监控系统又提到各矿的议事日程上来。但是由于我国使用监控系统的矿井数量很少，相当多的技术人员对此不熟悉，加之监控系统技术复杂，要求维护人员有专门的知识，才能保证系统正常运行。本书就是为了适应当前的需要而编写的。

本书是根据作者近几年来从事研制和设计矿井监控系统的经验和目前我国煤矿轨道运输监控系统发展现状编写的。书中介绍了监控系统的设计方法，使用的设备及几种型式的监控系统的基本特点，基本上反映了我国当前监控系统的技术现状与水平。

本书可以做为现场从事监控系统运行和维护的技术人员的参考书，也可做为大专院校的教材。

ABF29/109

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 井下轨道运输的特点.....	(1)
第二节 轨道运输监控系统在煤矿生产中的作用与地位.....	(1)
第三节 轨道运输监控系统发展的历史与现状.....	(2)
第二章 轨道运输监控系统的功能与组成	(6)
第一节 轨道运输监控系统的功能.....	(6)
第二节 轨道运输监控系统的组成.....	(9)
第三章 轨道运输监控系统设计的基本方法	(11)
第一节 区间闭塞设计.....	(11)
第二节 进路的控制方法.....	(15)
第三节 联锁和联锁表.....	(16)
第四节 轨道运输监控系统的设计.....	(21)
第四章 轨道运输监控系统的外部设备	(31)
第一节 信号机及其控制.....	(31)
第二节 转辙机.....	(35)
第三节 轨道运输监控系统的传感器.....	(45)
第四节 轨道运输监控系统的模拟盘.....	(61)
第五章 用继电器控制的监控系统	(66)
第一节 井底车场轨道运输监控系统的组成.....	(68)
第二节 控制电路的工作原理.....	(73)
第三节 监控系统的操作过程.....	(84)
第六章 可编程序控制器轨道运输监控系统	(86)
第一节 可编程序控制器基本原理和结构.....	(86)
第二节 用可编程序控制器组成的轨道运输监控系统.....	(104)
第三节 编程器.....	(111)
第七章 微型计算机轨道运输监控系统	(114)
第一节 微型机轨道运输监控系统的结构.....	(114)
第二节 系统主站和分站的结构和功能.....	(116)
第三节 数据传输系统.....	(120)
第四节 轨道运输监控系统的软件.....	(133)

第一章 绪 论

第一节 井下轨道运输的特点

矿井运输是煤矿生产的重要组成部分，高效安全的运输工作，对提高煤炭生产效率和改善矿井的技术、经济指标有很大的影响。

随着采掘机械化程度提高，工作面产量有很大的增加，采区运输已实现输送机械化，但轨道运输仍然是煤矿井下大巷的主要运输方式，而矸石、人员和设备的运输只能依靠轨道运输。

由于胶带输送机的大量的使用，轨道运输在井下的使用范围有所减少，但仍有相当一部分矿井的大巷采用轨道运输。随着矿井的产量不断增加，井下轨道运输的电机车台数也相应增加，这样就对轨道运输的安全提出了更高的要求。

井下轨道运输条件比地面铁路运输更加恶劣，其主要特点是：

1. 井下电机车在狭窄的巷道中行驶，顶板有淋水，轨道上有积水，因此运行条件和环境都是十分恶劣的。

2. 由于井下条件的限制，不可能铺设很多轨道，只能铺设一条或两条主要运输轨道，有些巷道甚至是单轨运输，因此发生事故的可能性大，事故发生后，对全矿生产的影响也比较大。

3. 电机车在井下行驶，只能靠电机车本身的照明和大巷照明，能见度较差，加之井下轨道转弯半径较小，司机视野狭窄，在转弯处不可能早发现前方或对面行驶的车辆。

4. 在运输量比较大的矿井，电机车数量多，列车分布比较密，前后两列车间隔较小，这就要求必须有严密的调度系统，保证列车安全运行。

从以上列举的轨道运输的特点可看出确保电机车安全行驶是轨道运输的至关重要的问题，轨道运输的监控系统正是为了实现电机车运行安全可靠的主要技术措施。

第二节 轨道运输监控系统在煤矿生产中的作用与地位

煤矿生产水平的提高需要从三个方面采取措施：安全、技术和管理。煤矿生产的特殊环境与条件决定了安全生产是煤矿生产中首先要解决的问题。统计资料表明，造成煤矿生产事故和人员伤亡的原因主要有三个方面：顶板、瓦斯和运输，由此可看出运输在煤矿安全生产中所占的地位。而在运输事故中，轨道运输所占的比重是相当大的。

造成轨道运输事故较多的原因是多方面的，首先是管理不善，运输路线不合理。其次是设备维修不及时，致使一些设备带病运行。除此之外，还有一个最重要的原因，就是没有一套科学的运行可靠的机车调度系统。

我国现在大多数矿井没有专用的电机车运输调度系统，电机车行驶的调度主要依靠电

话,车辆的行驶情况靠调度员的记忆。有些矿井安装了自制的信号装置,但功能很不完善,各运输区间之间几乎没有闭锁或闭锁关系不完备。这种根据调度员的记忆进行机车运行调度的落后方式是不可能保证电机车安全运行的。

电机车运输监控系统实际上就是一套电机车运行的调度系统,它可以对运输系统中的有关设备,如信号机、道岔等进行遥控,从而实现电机车运行的区间闭锁。新型的轨道运输监控系统采用计算机控制,因此功能强,运行可靠、安全,可以保证电机车的安全运行。

监控系统不间断地接收沿线传来的有关电机车运行状况的信息,并将有用的信息显示出来,调度员根据这些信息可以及时而全面的掌握电机车运行状况,这对合理调度车辆是十分重要的。此外,监控系统还可以对接收到的信息进行分析 and 判断,并发出相应的指令,这样就可实现电机车运输的半自动化调度,从而彻底改变人工调度的落后状态。

由于采用计算机监控系统后,电机车调度更加及时和合理,因此可以加速车辆的周转,提高运输能力,这在实际运行中已得到证实。有的矿井没有安装监控系统前日产三千吨,运输比较紧张,经常发生事故,造成人员伤亡和设备损坏。安装了监控系统后,通过能力大大增加,日产量达到六千吨,调度员一人就能比较轻松的调度车辆。还有的矿井投产初期没有安装监控系统,一年内发生几次重大事故。安装了监控系统后,除了安全得到保障外,运输能力也有很大的提高。

从以上的事例可看出,监控系统在提高运输能力和保障生产安全中的重要地位。我国煤矿机械化的技术水平已有很大的提高,但轨道运输的调度却长期处于落后状态,这是很不正常的,因此研制性能优良的轨道运输监控系统并尽快将其推广到全国各矿井是当务之急,应力争早日使其实现。

第三节 轨道运输监控系统发展的历史与现状

轨道运输监控系统或称信集闭系统,是信号、集中、闭塞系统的简称。我国煤矿从50年代开始在少数矿井安装,并逐步掌握了监控系统有关的技术。60年代煤炭部组织信集闭工作组,开始自行研制,以便在我国煤矿装备国产的监控系统。到目前为止,有关生产厂家已生产出数十套监控系统,但能够稳定运行并取得较好的经济效果和社会效益的只有十余家(包括冶金矿山)。绝大多数矿井不是没有安装就是安装后不能正常运行。有些新建的矿井,虽然在设计中考虑了装备监控系统,但在实际施工中,不是不订货就是到货后不在井下安装。因此虽然从60年代到现在已经过30余年,监控系统并未在我国矿井中推广。主要的原因就是过去厂家生产的监控系统可靠性不高,容易出故障,不能在井下长时运行。如果监控系统经常出故障,不但不能保证电机车安全运行,反而会对生产造成重大影响。

30余年来,无论是从苏联引进的还是我国自行研制和生产的系统,其技术路线和技术方案没有根本性的改变,系统都是以继电器为基本元器件组成的,各种逻辑关系都由继电器实现。进入80年代,元器件的生产水平和计算机的推广应用都有很大的进展,为研制高性能的监控系统的物质基础已经具备,于是为煤矿提供现代化的监控系统,彻底改善轨道运输的安全与管理水平,自然提到议事日程上来。

根据以往电机车监控系统在井下运行的经验以及现场对监控系统的要求,新型的监控系统必须具备以下特点:

1. 过去研制和生产的监控系统大都是非标准的,一套产品只能适用于一个矿井。即使是同一矿井,一旦运输路线发生变化,电路修改十分烦杂,甚至根本无法修改。因此有些矿井按原设计订了货,但投产后,由于采区布置发生较大的变化,由于监控系统不适应其变化而无法投入使用。

非标准的产品设计生产周期长,调试工作量大,成本高,限制了设备的普及与推广。因此,新研制的监控系统应有一定的通用性,系统应便于扩展,以适应不同规模的矿井。也就是说,对于不同生产系统和不同生产规模的矿井监控系统的硬件应该是通用的,所不同的只是系统的软件。

2. 系统的硬件设备及电路应尽可能的简化,应减少继电器、接点和电缆的数量。继电器和接点减少,可以提高系统的可靠性,减少维护工作量。而减少电缆的数量,可以降低系统的成本。因为在监控系统的总投资中,电缆占相当大的比重。

3. 对电机车运行的调度应实现半自动化,即航程一次给定,系统能自动跟踪开放进路。这样可以减少调度员的失误,提高电机车运行的可靠性。

4. 系统应该有比较高的性能价格比,也就是说,系统的性能应该比较先进,但价格应能适应现场的支付能力。价格过高,即使技术先进也是无法推广的。

以上列举的基本要求,用传统的继电器系统是无法达到的。现在电子元器件和计算机有了很大的发展,集成电路特别是中大规模集成电路得到广泛应用,微型机也以惊人的速度向各个工业部门推广。因此,用计算机控制的先进的轨道运输监控系统,不仅是人们的愿望而且完全有实现的可能。

根据以上提出的对监控系统的要求,研制新一代的监控系统的基本技术路线应该是:

1. 废除继电器的控制方法,过去由继电器实现的逻辑功能改由计算机的软件承担。这是改变监控系统落后面貌的基本出发点。软件功能强,成本低,便于设计与修改。系统只有改用软件控制才有可能实现电机车运行的半自动化调度。

2. 信息的传输由分散的开关量传输改为分时制的数据传输。在继电器系统中,接点的开闭状态是通过电缆传至中央控制室的,这种传输方式需要耗费大量的电缆,这是继电器系统成本高的主要原因。监控系统改用计算机控制后,信息传输可以采用通用的数据传输方式,将沿线的各种信息,转换为规定字长的数据,然后以分时方式用一条传输电缆传至中央控制室。在传输过程中,可以采取各种提高传输可靠性的措施,例如采用调制方式、采取纠错措施,多次重发等。用分时的数据传输方式传输可靠性高,并可彻底解决继电器系统电缆用量大的缺点。

3. 采用拼装式模拟显示盘。监控系统改由计算机控制后,模拟显示盘也由计算机控制,因而为改用拼装式模拟显示盘提供了条件。拼装式显示盘,可以适应由于采区改变或产量增加而引起的运输系统的变化。

4. 采用性能优良的传感器。传感器是监控系统的重要组成部分,没有高质量的传感器配套,监控系统的整体性能将受到影响。因此研制新型的监控系统应与研制配套的高质量传感器同步进行。

根据以上列举的基本要求,有关的研究所和设计院开始研制用计算机控制的监控系统。最初采用的计算机是一位机和单板机,这主要由于这些计算机价格便宜比较容易掌握。

由这些比较简易的计算机构成的监控系统先后都在井下进行了工业运行，其性能比继电器系统有很大的提高，但由于选用的计算机功能比较弱，因此系统的功能还不够理想，还不能成为煤矿井下实用的监控系统。但这是一次很好的试验，试验的结果表明用计算机实现井下轨道运输系统的监控是完全可能的。

研制性能更好的监控系统需要配置功能强的计算机及相应接口电路。随着计算机应用领域的不断扩大，适合于工业控制的专用计算机——工业控制计算机研制成功并批量生产。工业控制计算机简称工业控制机，是专门为计算机进行工业控制而设计的。这种计算机的特点是抗干扰能力强，配置多种工业控制接口，便于扩展和与现场设备连接。与此同时，为了便于用户使用工业控制机，有关厂家还推出了开发工业控制机的小型开发系统，这就为推广和应用工业控制机提供了方便的条件。

工业控制机的出现，为计算机进行工业控制提供了物质条件，因而自然就成为轨道运输监控系统的优选机型。近一两年来，已经研制成功用工业控制机控制的监控系统，并在井下安装和投入运行。

实际运行的结果表明，用工业控制机的监控系统其性能完全可以满足对井下电机车运输实现半自动化调度的要求，其性能价格比远远高于继电器系统。由于计算机系统有较强的检测功能，因此系统运行的可靠性也有很大的提高。

利用计算机组成监控系统还有另一种型式，就是用可编程序控制器。

可编程序控制器是70年代推出的专门为工业控制而设计的计算机，由于运行可靠性高、易于掌握，调试方便，因此最近几年在我国得到广泛的应用。可编程序控制器不同于常规的工业控制机，它不用一般通用的高级语言或汇编语言编程，而是以继电器梯形图为基础的编程语言进行编程。因此可编程序控制器的基础仍是继电器控制电路。在继电器控制电路中，各种逻辑关系都是由接点不同的连接方式而实现的，因此需要大量的接点。这就形成了继电器电路线路复杂和故障率高的主要缺点。可编程序控制器用软件代替继电器的逻辑关系，从而消除了传统的控制电路中大量使用的接点，因此运行的可靠性有很大的提高。

轨道运输的监控系统最初的型式就是继电器控制系统，人们对继电器监控系统比较熟悉，因此从继电器系统转变为可编程序控制器的系统是十分方便的，只要熟悉一下可编程序控制器的编程方法，就可进行系统的设计与安装调试。

目前已经研制出可编程序控制器的监控系统，并已在井下运行，运行的结果表明系统的功能可以满足对电机车运输进行半自动化调度的要求。

用工业控制机和用可编程序控制器属于两种不同的技术路线，所产生的效果也不完全相同。可编程序控制器与继电器系统属于同一范畴，由于用软件代替了接点，基本消除了继电器系统的缺点，因此大大提高了运行的可靠性。但是由于只是将硬件逻辑关系用软件实现，因此其逻辑判断的功能，基本上仍是继电器系统的水平。更谈不上实现智能化控制。整个系统的设计思想没有突破继电器系统的框框，因此系统的功能不可能有根本的提高，系统仍需要大量的电缆，再加上可编程序控制器价格昂贵，致使可编程序控制器的监控系统性能价格比较低，这给系统的推广造成很大的困难。

工业控制机本身的运行可靠性不低于可编程序控制器，系统的设计思想与控制方式完

全不同于继电器系统。它充分发挥了计算机软件及硬件的功能，如软件的逻辑判断功能，人机对话的功能，数据传输、采集、处理的功能等。系统不仅进行控制，而且对全线设备的运行状态进行监测，发现问题及时报警，因此提高了系统运行的可靠性。

工业控制机价格大大低于可编程序控制器，并可节省大量的电缆，因此系统的性能价格比较高，系统的价格约相当于可编程序控制器系统的 $1/3—1/2$ 。

综上所述，工业控制机系统有比较多的优点，具备在矿井推广的有利条件，因此有可能成为今后轨道运输监控系统的优选型式。可编程序控制器系统，经过改进，在成本降低前提下，也是有推广前途的。

第二章 轨道运输监控系统的功能与组成

第一节 轨道运输监控系统的功能

为了实现对电机车运输的半自动化调度,监控系统必须具备两种功能,监测与控制。监测是实现运输调度的基础,沿运输线各测控点的信息通过传输线不间断的传递至中央控制室,计算机接收到这些信息后,经过处理,就可及时掌握电机车在运输线路上运行的情况。并据此发出相应的指令,实现对电机车运输的调度。新一代的监控系统以计算机为核心,对电机车运行的监控不再单纯依靠硬件电路,而主要由软件实现。由于软件具有高度灵活性,因此其功能将超过以往通用的继电器系统,从而使电机车运行更加合理,可靠性更高。

一、监控系统对电机车运行状态的监测

1. 电机车位置的监测与显示

电机车位置的监测与显示是进行电机车运行调度的基本依据,调度员首先必须全面掌握各台电机车运行的位置,才可以调度车辆。为了监测电机车的位置,需要安装位置传感器。我国目前使用的位置传感器是一种直接接触式传感器,通常称为辅助导线传感器,这种传感器结构简单,但可靠性不高。传感器通过电车的受电弓直接与架线连通,因此电压等级与控制电路不匹配,需要经过转接后,才能进入监控系统。

由于我国轨道运输监控系统长期没有得到发展,因此与其配套的设备仍然停留在50年代的水平。现在虽然已经研制出用计算机控制的监控系统,但位置传感器仍然是辅助导线,这种系统与传感器不配套状况必须尽快改变,不然将影响监控系统整体水平的提高。

2. 电机车车号的监测与显示

电机车车号的监测与显示就是在中央控制室的模拟盘上不仅可以看到电机车的位置,而且可以看到电机车的车号,调度员可以随时掌握某号电机车所处的位置,车号的显示对调度员及时而正确的调度有很大好处,当井下运行的电机车台数比较多时,显示盘同时显示多台电机车的位置,如果单纯依靠调度员的记忆,难免不发生错误,以致发错调度命令。

除此而外,单纯使用位置传感器还会影响调度的灵活性。例如同一点前后发出两列车或者一列车辆的运行前方出现另一列车,由于两列车没有车号的区分,计算机无法分辨两列车的航程,因而有可能造成调度错误。

为了实现机车车号的监测与显示,提高监控系统的技术水平,在国家“七五”攻关项目中,制订了研制机车车号传感器科研课题。该课题已由中国矿业大学监控研究室研究成功,并通过国家鉴定。新型的车号传感器与计算机配套的新一代监控系统也同时研制成功,并已在井下正式运行。

车号传感器虽然是为了监测电机车车号而设置的，但同时也具备了位置传感器的功能。因为车号在模拟盘上显示时，一定要显示出某号车在某一位置，因此传感器不仅传送了车号的信息，同时也传送位置的信息，因此有了车号传感器就不必再安装位置传感器了。

3. 对列车矿车数的监测

对每列车矿车数的监测有两个目的，一是有利于对机车运输的管理，对矿车数统计的结果及时送入计算机，可以及时掌握电机车的运量；另一个目的是确保电机车运输的安全，在井下不同的位置对矿车进行计数，可以及时了解列车在运行过程中是否发生丢车。列车在运行中如发生脱钩，将使部分矿车停留在轨道上，后来的列车如司机没有及时发现，就可能发生机车与矿车相撞的事故。

对矿车进行计数的装置称为计轴传感器或称计轴电路。这种传感器多数要安装在轨道的一侧，由于井下轨道的铺设和环境都比较差，因此传感器必须保证在十分恶劣的条件下能够长期运行，这样就增加了传感器研制的难度。目前已经研制出监控系统配套的记轴传感器，并已在井下试运行，但是由于恶劣的环境对传感器的可靠性提出较高的要求，因此尚需在不同的环境条件下进行长期的工业试运行，并在运行中不断改进，才有可能正式与监控系统配套。

监控系统配置记轴传感器无疑将提高系统的性能，但是系统不配置记轴传感器，仍能实现系统的基本功能，因此现行的监控系统一般都没有配置记轴传感器，但并不会影响监控系统的推广与使用。

二、监控系统的控制功能

1. 对电机车运输的半自动化调度

所谓半自动化调度是指电机车运输的调度作业仍需要调度员输入命令。在列车每次开始行驶时，由调度员输入命令，然后计算机就根据命令对电机车的运行实行自动跟踪和自动开放进路。由于计算机有很强的判断和控制功能，因此由计算机控制的监控系统只需一次输入命令，通常输入的命令是列车的车号及本次行驶路线的首地址和终了地址。由于电机车行驶路线在正常情况下都是固定的，因此在给出首地址和终了地址后，电机车行驶的路线即可确定。

计算机接收到命令后，应能自动的进行以下操作：

1) 判断敌对航程是否有列车运行

敌对航程大多是指可能发生两列车相对行驶在同一条轨道上的两条行驶路线。如图2-1所示，1号车要由Ⅰ点驶向Ⅱ点，途径A、B、C、D、E、F等区间。2号车由Ⅲ点驶

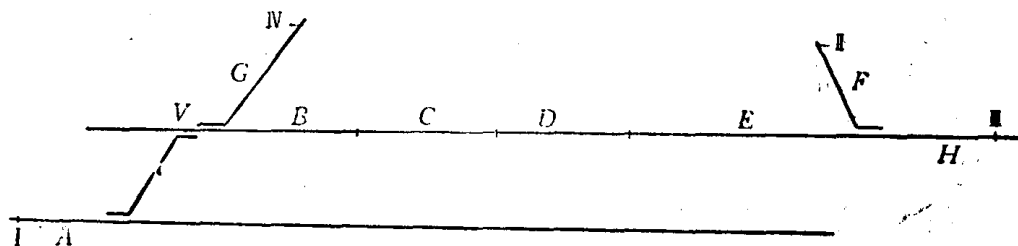


图 2-1 敌对航程示意图

向Ⅳ点，途径H、E、D、C、B、G等区间。两列车起始与终了点均不相同，起始相距比

较远，因此完全具备行驶的条件。但是由于两列车的行驶路线中，有一段是共同的，如不尽早判断对方列车行驶的方向，很有可能当1号行驶到B段恰好2号车行驶至D端，结果是两列车互相闭锁，都不能行驶。避免这种“死锁”现象的发生，需要对列车行驶进行早期判断，也就是敌对航程的判断。列车由Ⅲ点开始运行时，首先就要判断敌对航程有无列车行驶。哪些行驶路线是敌对航程，在设计监控系统时就已经确定，并已输入计算机。如果此时敌对航程有列车行驶，例如1号车正由I点驶向Ⅱ点。接着就要判断1号车目前所处的位置，如果1号车尚未通过V点，2号车可照常行驶，但是1号车就必须在V点前等待，一直到2号车进入G区间，才能继续行驶。如果1号车经过V点已进入B段，2号车就必须在E点前方等待，等到1号车进入F区间后，信号机才能开放，列车恢复行驶。

以上提到的对电机车行驶路线的早期判断，对保证电机车安全运行是十分必要的。如果监控系统没有该项自动判断的功能，调度员在每项输入命令时，都需要判断电机车行驶的路线和位置，这不但会增加调度员的劳动强度，而且也容易发生误操作。

2) 电机车行驶的过程中，为保证行车的安全，每进入一段新的进路前，都必须检测该进路的敌对进路是否已有列车占用，电动道岔位置是否正确，只有确认所有与该进路敌对的进路没有列车占用，道岔位置正确，才能开放绿灯，允许列车进入该进路，否则就要在红色信号灯前停车等待。

敌对进路的检测是电机车半自动化调度的基础，电机车从起始点到终点的一个航程内包括若干进路。电机车由一个进路进入下一个进路前，计算机将检测与其敌对的进路是否有列车占用，如果检测的结果符合开放条件，绿色信号灯亮，电机车进入下一个进路。列车全部通过该进路后，信号灯在计算机控制下自动改变为红色。

以上就是半自动化调度的基本作业方式，即一次输入航程，然后由计算机跟踪列车的运行，依次逐段开放进路，采用一次给定航程逐段开放的调度方式，既可保证行车安全，又可提高效率，是一种比较好的调度方式。但是只有计算机控制的监控系统才能采用这种方式。

3) 对信号机和电动道岔的遥控

信号机和电动道岔是监控系统的执行机构，监控系统对电机车运行的调度，最终要落实到信号灯的颜色和道岔的位置。在计算机监控系统中是由计算机实现对这些设备的遥控。由于电机车完全是根据信号机的颜色和道岔的位置行驶的，因此对这些设备的遥控应保证绝对正确，不然将有可能造成重大事故。在编制计算机遥控程序时，大都要采取一些专门的措施，以确保遥控命令正确无误。

2. 对电机车运行的手动控制

对电机车运行的手动控制实际上就是对信号机和电动道岔的手动控制。通常是通过键盘输入命令，直接控制信号机和电动道岔。

手动控制大都是在特殊情况或检查系统功能时使用。在特殊情况，如发生事故或工程抢险时，电机车将不按规定路线行驶，并且不允许其他列车占用特定路线，这就需要调度员通过键盘直接控制有关的信号机和电动道岔。

为了确保系统正常运行，需要对系统的各项功能进行检查，调度员通过键盘输入命令，即可检查系统的功能，因此对系统功能的检查也是手动控制的一种。

除了以上谈到的监控系统的两项主要功能外，监控系统还必须具备对本身运行状况的

检测功能,即自检功能。检测的内容包括以下几项:

1) 模拟盘显示功能的检测

此项检测一般是在系统开始运行时,由软件控制使模拟盘上的显示器件依次显示,如果都能按规定的要求显示,说明模拟盘各项功能正常,可以投入运行。

2) 数据传输线路的检测

主要是检测由于传输线路断线或其它故障而引起的无数据输入或输入的数据错误等故障。

3) 分站故障的检测

分站是监控系统的重要组成部分,因此在系统运行过程中,需要连续不断的检测分站的运行状况。

4) 传感器故障的检测

传感器故障的检测一般是由分站完成,当分站发现传感器有故障时,就立即将故障信息传递至中央控制室。

对系统各组成部分的运行状况进行自检是计算机控制的监控系统主要特点之一。不同的监控系统检测的项目可能不完全相同,项目越多,系统运行的可靠性越容易得到保证。

第二节 轨道运输监控系统的组成

井下大巷的轨道运输,就是井底车场与采区车场之间的煤、矸石、材料和设备的运输。当采区车场位置确定后,所有的运输路线就都已确定。因此井下大巷的轨道运输就是由若干条固定的运输路线组成的,通常将这些运输路线称为航程。为了便于对电机车的运行调度,将每一条航程分为若干条进路,每条进路又分为几个区间。航程、进路、区间是监控系统的基本部分,是组成监控系统三要素。

列车执行某项运输任务时,从起点行驶到终点的全路程就称为一个航程。例如煤车由采区装车点到井底车场卸煤点,就是一个航程。航程都是由运输任务确定的,有多少种运输任务,就有多少相应的航程。设计监控系统时,首先就是要搞清有多少种运输任务,并由此确定航程。为了便于设计,航程用起始点和终止点命名,例如采区车场至翻罐笼。有时也可用信号机的编号命名,例如航程的起始点的信号机为1号,终点的信号机为10号,该航程就可写成1-10。

航程是组成监控系统的基础,在设计监控系统时一定要将全部航程包括在内,不能有遗漏,否则系统就是不完整的,无法完成全部调度作业。

为了对电机车运行进行合理的调度,提高运输能力,要将一定航程分为若干条进路。在一条航程中,进路是首尾相连的,每条进路的入口处,都有信号机防护。如果开放某条进路,就要将道岔扳至该进路要求的位置,然后开放防护该条进路的信号机,即将信号机变为绿色。列车通过后,信号机变为红色,进路关闭。

设计监控系统时,航程是由运输系统和运输任务确定时,而进路就要设计者划分,进路划分合理,不仅可以合理的调度车辆,而且可以提高运输能力。

不同航程的进路之间经常存在着相互制约的关系,称为连锁。如图2-2所示,由C到A和由B到C是两条不同航程的进路,分别由信号机 X_1 和 X_3 防护。这两条进路不能同时开放,不然就会发生撞车事故,这种互相制约的进路称为敌对进路。有关进路之间的相互

制约关系，将在第三章详细介绍。

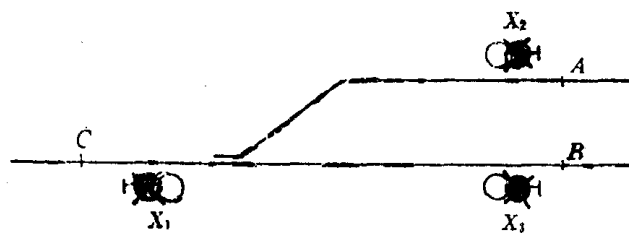


图 2-2 敌对进路举例

为了提高运输能力，减少列车等待时间，有时需将一条进路划分为若干区间。例如图 2-3 中，当列车由 B 驶向 C 时，由 D 驶向 B 的列车必须在信号机 X4 的前方等待，直到列车经过 S5 时，信号机 X4 才能开放，允许列车通过。如果 B 点到 C 点之间距离比较长，等待的时间要相应增加，这对提高运输能力是很不利的。为了缩短等待时间，将进路分为Ⅲ和Ⅳ两个区间，列车进入Ⅳ区间时，表明列车已全部通过道岔，信号机 X4 就可开放。这种增设区间以减少等待时间的方法，在设计监控系统时，是经常要用到的。

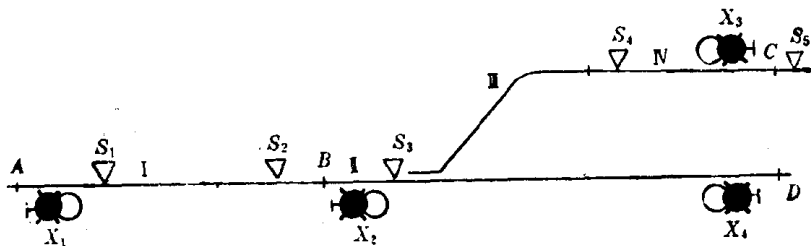


图 2-3 区间划分示例

划分区间可以给轨道运输带来一定好处，但区间增加，控制电路也相应增加，因此是否要划分区间以及划分几个区间，都要经过详细比较才能确定，不一定每条进路都要划分区间。一般每条进路的区间不多于 3 个。

航程、进路、区间确定后，电机车运输的调度方式就基本确定。随后就可确定位置传感器、车号传感器、信号机、电动道岔的数量和位置。以上就构成了监控系统的外部条件，不管采用那种控制方式，用继电器还是用计算机，这些外部条件都是必不可少的。有了这些外部条件再配上检测、传输、控制等设备，就组成完整的监控系统。

第三章 轨道运输监控系统设计的基本方法

第一节 区间闭塞设计

对煤矿井下电机车轨道运输系统，合理地划分区间（也可称为区段），采用计算机对列车运行的位置进行监测，然后根据调度员给定的运输路线，对防护信号机、电动转辙机进行优化监控，是保障列车运行安全、提高运输效率的有效手段。

一、区间闭塞的基本原则

在区间闭塞的设计中，对双线区间的信号闭塞，一般是按照列车单方向运行设计。而对单线双向区间的信号闭塞，则要使相反方向的信号机之间具有联锁关系，列车只能按照已经建立起来的方向的信号运行。

在单线双向区间的信号闭塞中，要求保证下述的安全原则：已经建立起来的运行方向的信号机开放（显示绿灯或黄灯），相反方向的信号机必须关闭（显示红灯）。区间运行方向的改变由监控系统用户软件自动给出；改变运行方向的进路方式有两种，即自动进路方式和特殊人工进路方式。自动进路方式只有在航程或进路区间无敌对航程或敌对进路时才能进行；特殊人工进路方式在列车位置传感器发生故障，或有紧急情况下使用。

二、区间的划分计算

在轨道运输监控系统中，区间大小的划分，必须根据矿井运输线路上列车运行规律，实际运量以及矸石车、材料车多少的实际情况来确定。尤其是干线区间的划分，如区间太长，导致列车运行间隔时间加长，满足不了运量的要求；区间太短，不仅设备投资增加，而且因区间闭塞的影响，车速变慢而又影响运量。

在井底车场范围内，区间的划分主要依据煤重车和翻车机之间的关系；在采区装车站，区间的划分主要依据煤空车和装车速度之间的关系。例如，翻车机速度跟不上煤重车的到达量，则造成煤重车的积压；而装车站的装车速度跟不上煤空车的到达量，又往往造成煤空车积压。因此，必须从两个方面考虑，不能偏废。同时，还要考虑矸石车和人行车的数量。

区间划分可按下面经验公式计算：

$$n(\text{煤}) = \frac{W}{HTY} \quad (3-1)$$

式中 $n(\text{煤})$ ——每小班运煤列车数；

W ——计算区间年运量（干线为总产量；支线为采区煤产量）；

H ——矿井每天生产小班数；

Y ——每列车实际运送吨煤量（要考虑粘车底的可能）；

T ——矿井生产天数。

井底车场包括重车干线每小班通过列车数为

$$\Sigma n = n(\text{煤}) + n(\text{人}) + n(\text{矸}) \quad (3-2)$$

式中 $n(\text{人})$ ——每小班人行车运行列车数；

$n(\text{矸})$ ——每小班运送矸石列车数。

第一采区装车站支线，每小班通过列车数为 Σn_1 ；

$$\Sigma n_1 = n(\text{煤}_1) + n(\text{人}_1) + n(\text{矸}_1) \quad (3-3)$$

因采区支线区间的长短划分要根据地点不同而分别计算。

翻车机每小班的工作时间（小时）为：

$$T(\text{翻}) = n(\text{煤}) \times t(\text{翻}) / 60 \quad (3-4)$$

式中 $t(\text{翻})$ ——测得翻车机翻一列车的时间（分）。

如 $T(\text{翻})$ 小于每班工作时间，说明翻车机能完成任务，不致压重车。

装车站每小班工作时间（为小时）为

$$T(\text{装}_1) = n(\text{煤}_1) \times t(\text{装}_1) / 60 \quad (3-5)$$

式中 $t(\text{装}_1)$ ——测得装车站装一列车煤的工作时间（包括机车摘钩和挂钩所需时间）（分）。

如 $T(\text{装}_1)$ 小于每班工作时间，说明第一装车站没有压空车的可能。然后用同样方法核算其它采区装车站，如均满足要求，则按每小班实际工作时间，计算区间长度。

井底车场和运输干线单向列车运行时间间隔为 $t(\text{干})$ ：

$$t(\text{干}) = \frac{(T(\text{翻}) + 0.5)}{\Sigma n} \times 60 (\text{分/列车}) \quad (3-6)$$

式中，0.5 为交接班准备时间。

干线区间长度为

$$L(\text{干}) = t(\text{干}) \times V (\text{米}) \quad (3-7)$$

式中 V ——列车平均运行速度（一般以 8 公里/小时计算）。

支线上单向列车运行的时间间隔为

$$t(\text{装}_1) = \frac{(T(\text{装}_1) + 0.5)}{\Sigma n_1} \times 60 (\text{分/列车}) \quad (3-8)$$

式中，0.5 为交接班准备时间。

支线区间长度为

$$L(\text{装}_1) = t(\text{装}_1) \times V (\text{米}) \quad (3-9)$$

考虑到超产或特殊情况，一般设计的区间长度为计算的闭塞区间长度的 $2/3$ 左右较为合理。

对其它采区支线上的区间长度划分，同样按照式（3-8）、（3-9）计算。

三、区间闭塞调度方案分析

由上面的计算，我们知道区间闭塞，就是把轨道运输线路，根据具体运量和调车作业，划分成若干个区间，每个区间允许有一列车运行或占用，前方列车出清区间后，后方列车才允许重新占用这一区间，从而保证列车的安全运行。列车占用的区间就对该区间进行闭塞；信号机开放了的前方区间，列车虽未占用，但已被逻辑闭塞，而其它信号机不能