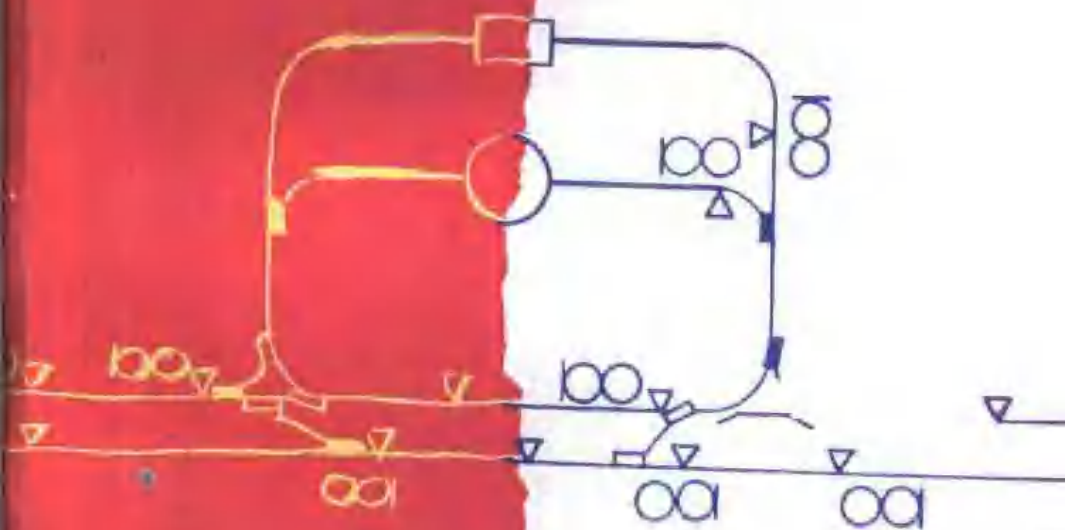


矿井闭集信

商永泰 等编著



煤炭工业出版社

矿 井 信 集 闭

主 编 商永泰
编 写 商永泰 傅瑜群 于洪珍
马 勇 朱永淦 韩江洪
主 审 傅瑜群

煤炭工业出版社

(京)新登字 042 号

内 容 提 要

本书共分六章。包括：矿井“信、集、闭”系统的基本概念、系统的组成和主要设备，继电器控制系统，PC 控制系统，微机控制系统以及国内外的技术状况和展望，书后附有图形符号及文字代号、井下机车信号技术装备标准等内容。

本书为煤矿专业通俗读本。可作为矿井“信、集、闭”系统的使用、维护者及技术人员培训教材，也可供大、中专学生和有关设计研究人员参考。

矿 井 信 集 闭

主 编：商永泰

责任编辑：李淑琴

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm^{1/32} 印张 8 插页 2

字数 176 千字 印数 1—4, 270

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-5020-0871-3/TD·808

书号 3637 G0269 定价 7.80 元

前 言

本书是根据原煤炭工业部、中国统配煤矿总公司普及推广煤矿矿井“信、集、闭”技术的要求而编写的。

此书由中国统配煤矿总公司商永泰同志主编，并编写第一、二、六章，北京煤矿设计研究院傅瑜群同志编写第三章、图形符号及文字代号，中国矿业大学于洪珍、马勇同志编写第四章，煤炭科学研究总院常州自动化研究所朱永淦、合肥工业大学韩江洪同志编写第五章。全书由傅瑜群同志主审。

在编写过程中，西安煤矿设计研究院暴枫、郝玉贤，中国统配煤矿总公司河南公司徐龙水、山东公司王家友等同志曾提出过宝贵意见，在此一并致以衷心感谢。

由于水平所限，书中难免存在不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

一九九三年三月十日

目 录

第一章 矿井“信、集、闭”系统的基本概念	1
第一节 概述	1
第二节 系统的主要作用	2
第三节 系统的基本概念	9
第二章 矿井“信、集、闭”系统的组成和	
主要设备	23
第一节 系统的组成和分类	23
第二节 系统的主要设备	28
第三章 继电器控制的矿井“信、集、闭”系统	63
第一节 系统的主要设备	63
第二节 故障—安全原则	80
第三节 系统的电路构成	82
第四章 可编程控制器 (PC) 控制的矿井“信、	
集、闭”系统	92
第一节 PC 简介	92
第二节 系统的组成	135
第三节 系统的软件编制	143
第五章 微机控制的矿井“信、集、闭”系统	163
第一节 概述	163
第二节 系统的功能与结构	166
第三节 SDT 总线微机控制系统	181
第四节 IBM/PC 微机控制系统	200

第六章 矿井“信、集、闭”系统的国内外	
技术状况及展望	223
附录一 图形符号及文字代号	231
附录二 井下机车运输信号系统技术装备标准 (试行)	238
参考文献	251

第一章 矿井“信、集、闭” 系统的基本概念

第一节 概 述

现代列车运行的特点是车速高、密度大、重载。为了保证列车运行的安全、高效，必须使用各种完备的信号设施，如区间闭塞、电气集中、调度监督、调度集中、自动停车和机车信号、驼峰信号等等，没有信号设备，高效率安全运行是无法想象的。

在现代的矿井里，主要巷道运送矿物、矸石、人员、材料及设备等的主要工具是电机车。全矿的生产能否完成，有赖于电机车运输是否能正常进行。因而，电机车运输就成了整个矿井生产过程中的重要环节。要合理地组织电机车运输，就需要完善的运输信号设备。

“信、集、闭”系统最早是由俄语“сигнализация централизация и блокировка”译来的，全称是“信号、集中、闭塞”。信号的定义是指示列车运行和调车工作的命令；集成的定义是通过技术方法使信号、道岔和进路必须按照一定程序并且满足一定条件才能动作的相互制约关系；闭塞的定义是用信号或凭证保证列车按照空间间隔制运行的技术方法。

我国铁路系统早在 50 年代就使用“信、集、闭”一词，现在已为铁路信号所代替。目前，铁路信号除“电气集中”外，已发展使用了“调度监督”、“调度集中”、道口信号以及列车的

自动分解和自动编组等多种设备。由于煤矿机车信号品种少,目前仍沿用矿井“信、集、闭”(以下称信集闭)这种叫法。

近几年,煤矿使用的信集闭系统除采用继电器联锁外,还有可编程控制器和微机联锁等;其控制范围已从井底车场发展到包括运输大巷、区间、交叉点及采区车场在内的全矿井机车运输生产监控系统;除完成保证安全、提高通过能力的主要功能外,有的系统还做到了如下功能:机车冒进信号报警(或自动停车),空、重车线矿车记数,故障自诊断,机车车号识别,机车运行图表绘制,机车运输生产各种报表以及运输过程重演等。因此,可以说当前矿井“信集闭”技术有了更丰富的内涵。

第二节 系统的主要作用

一、我国煤矿机车运输概况

目前,我国大多数煤矿的井下机车运输系统仍沿用非常落后的调度方式,几乎没有简易的信号设施,通常采用电话闭塞;在几个交叉点或采区调车场设置信号工,他的主要任务是接、发车和扳动邻近的道岔,由各信号工通过电话了解机车运行情况,然后挂木牌记忆或靠人工记忆;有的矿信号工很少,或一个水平运输大巷只有一个调度员,调度员长期靠记忆调车,经常出现机车堵塞现象,运输率低,劳动强度大,稍一疏忽,一场重大行车事故随时发生。特别是采用蓄电池机车运输的矿井,绝大多数机车没有通讯工具,调度员和机车司机无法联系,重大行车事故的发生机率更大。如某矿,有16台机车担负全矿运输任务,采用电话调度。1973~1983年的10年间共发生机车运输事故467次,其中机车碰头323次,追尾83次,机车侧面冲突61次。损坏设备216台,

影响生产时间 472 小时。人身伤亡 45 人次。平均每年每台机车发生事故 3 次。每年每台机车伤亡 0.28 人次。影响时间 20.19 小时。详细情况见表 1-1。又如 1987 年某矿井下 3 名工人用 3 吨矿车装巷道里清除出来的杂物,把矿车停在南翼装载车场的道岔附近,此时有一列车由里向外行驶,由于道岔位置不对,又无道岔位置指示器,司机也未注意瞭望。结果,机车进入异线,将 3 吨矿车撞落道,矿车将其中一人肋骨挤折,肺、肝破残;抢救无效死亡。上述事故,其他矿也时有发生。据煤炭主管部门统计,近几年来,矿井运输事故仅次于顶板事故,占发生事故的第二位。显而易见,这与目前

表 1-1 某矿机车运输事故统计表

年份	事故 次数 (次)	事故类别 (次)			影响 时间 (h)	伤亡及损失情况						
		叉 腰	追 尾	碰 头		损坏 机车 (台)	损坏 矿车 (辆)	断连 接环 (个)	损坏 控制 器 (副)	撞坏 支架 (架)	伤 (人)	亡 (人)
1973	62	5	12	45	37	3			1	15	27	1
1974	44	6	4	34	64		11	18		35	6	
1975	65	3	15	47	53	1	11	11			1	
1976	38	4	8	26	43	1	5			3		
1977	34	1	2	31	54		1	1		2	6	
1978	52	11	8	33	43		4	4		4		
1979	47	9	12	26	49	1	9	8	1	14	1	
1980	50	6	6	38	43	1	9			3		
1981	45	8	12	25	47		2	8		14	1	
1982	30	8	4	18	41		3	5		6		
1983	12	5	2	5	11	2						
合计	467	61	83	323		9	55	55	2	96	44	1

行车的调度方式落后有直接关系。为了扭转机车运输事故多的状况,1992年出版的“煤矿安全规程”中第326条第4款规定:列车通过的风门,必须设有当列车通过风门时能够发出在风门两侧都能接收到声光信号的装置;第7款规定:两机车或两列车在同一轨道同一方向行驶,必须保持不少于100m的距离。第9款规定,在新建、改建和扩建的大型矿井的井底车场和运输大巷都应设置“信号、集中、闭塞”系统。

1986年煤炭工业部也以86煤生字第143号文《关于加强矿井轨道运输安全工作的命令》中强调指出:同一水平同时行驶3台及3台以上机车时,必须设置“信号、集中、联锁(信、集、闭或监控系统),区间要设信号、闭塞”。

二、系统的主要作用

在采用矿井信集闭系统控制的范围内,把机车运行的轨道线路划分成若干个区段(或区间),并将区段用信号机加以防护,一个区段只准许一列列车占用,而且还将道岔用电动转辙机控制,并将机车运行的情况和设备进行集中、联锁和监视。系统的主要作用有:保证机车运输安全、提高机车运输效率、减轻工人劳动强度、节省人员以及降低能源消耗等。

1. 保证机车运行安全

简单地说,一台机车占用一个轨道线路区段(或区间,以下同),就保证了它不会与别的列车接触,从而保证了它的运行安全。此外,系统还可保证进路与进路、进路与道岔之间的联锁关系(将在本章第三节联锁部分详述)。同时,不少系统还设计了机车闯信号报警甚至自动停车的功能,只要机车司机按规定行车,就不会发生机车正面冲突、侧面相撞、追尾以及进入异线等行车事故。下面列举几个使用过信集闭系统的煤矿在安全方面产生效益的实例。

河南某矿运输大巷有 16 处经常发生机车运输事故,据该矿 1968 年运输事故统计,全年发生机车碰头(正面冲突)2 次,机车相互挤撞 6 次,机车追尾 2 次,各类未遂事故几乎月月发生。上述事故损失为:直接损坏设备价值 5 万元以上(当时价格);影响出煤时间 847h;影响产量 42350t。该矿自 1969 年安装使用信集闭系统至 1985 年(资料报出时间)的 15 年中,没有发生过 1 次重大机车运输事故。再如,北京矿务局某矿。自 60 年代初使用信集闭系统后,近 30 年也未曾在系统控制范围内发生重大机车运输事故。其他矿井实践结果也证明了这点,使用矿井信集闭系统以后机车运输安全得到了有力保证,这是十分明显的!也是该系统产生的最大效益。

2. 提高了运输效率

以较少的设备、人员和能源投入,产生最大的效益,是煤炭生产追求的主要目标。采用信集闭系统就是煤矿机车运输少投入、多产出,获得最佳经济效益的最有效的技术手段之一。这个结论,也已为各煤矿使用信集闭系统的实践所证实。

开滦矿务局某矿十一水平,过去采用电话调度机车运行。之后,采用了局部简易信集闭系统。他们对 103 号翻笼和 109 号翻笼在使用简易信集闭系统前后进行了实际测试、测算,并列出了对比表,见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 103 翻笼测算对比表

类 别	调 车 时 间 (s)	日通过能力 (t/日)	年通过能力 (万 t/a)
采用信集闭	594	4412	132.36
电话调度	614	4269	128.07
采用信集闭与电话调度相比	-20	143	4.29

表 1-3 109 号翻笼测算对比表

类 别	调 车 时 间 (s)	日通过能力 (t/日)	年通过能力 (万 t/a)
采用信集闭	430	6101	183.03
电话调度	480	5460	163.80
采用信集闭与电话调度相比	-50	641	19.23

由表 1-2、表 1-3 可看出,使用信集闭系统后,103 和 109 号两个翻笼调车时间每次减少 1min10s,换算通过能力增加为: $4.29+19.23=23.52M_t$ 。

山西某矿,年设计能力 400Mt,井下采用电机车双机牵引 6t 底卸式矿车运输。自 1970 年投产以来,运输比较紧张,感到通过能力不足。1991 年底参加中国统配煤矿总公司组织的第二批矿井信集闭试点项目招标、投标活动,并于 1993 年初安装使用了矿井信集闭系统,使用时间虽短,但该矿已深深体会到了系统对提高机车通过能力产生的重大效果,如 1993 年 3 月 21 日该矿日产 18000t,创建矿以来最高日产煤纪录,运输调度人员轻松地完成了任务(过去,日产 10000t 时,运输人员还感到非常紧张)。可见系统在提高运输通过能力方面的作用是十分明显的。根据实践分析,提高运输通过能力的主要原因是:

(1) 调度人员在控制台前,就可全面掌握机车运输情况,调度合理,减少、消灭了造成机车堵塞的机率;

(2) 与机车运行有关的道岔、区段和信号机等设备,全部处于调度员的集中监督和控制下,指挥命令下达迅速、明确;过去那种忙于东奔西跑扳道岔,吹哨调度机车的现象完全改变了;

(3) 机车司机按信号显示行车。一般情况下, 很少停车, 机车再起动车次大为降低, 运行速度普遍提高。

为便于读者定量地核实计算机车运输通过能力, 介绍下述实用公式参考。

$$N = 3.36 \times M \times G \times 10^5 / [K \times (1 + R) \times T_a]$$

式中 N —— 通过能力, t/a;

M —— 列车的矿车数, 辆;

G —— 每辆矿车的净载煤量, t;

R —— 矸石在产量中的比重;

T_a —— 按标定或机车运行图表中确定的列车通过某点或列车进入井底车场的平均间隔时间, min;

K —— 运输不均衡系数;

3.36×10^5 —— 一年运输时间, 按 350 天, 每天 16 小时计算, min。

3. 机车矿车周转率提高

安装使用信集闭系统后, 由于机车运行速度的提高, 缩短了运行时间, 机车矿车周转率显著提高, 下面简要地定量分析周转率的计算。

假设由于信号工扳道岔原因机车平均等待时间为 T_1 , 机车平均运行速度为 4m/s , 机车的减速、加速为均匀过程, 制动距离为 40m , 按公式 $S = at^2/2$, $V = at$ 计算, 减、加速时间各为 20s , 则节省的时间为:

$$\delta_T = n (T_1 + 2 \times 20) = n (T_1 + 40)$$

式中 δ_T —— 机车周转 1 次总节省时间, s;

n —— 机车周转 1 次总的停车次数。

很明显, 运输系统比较复杂, 所经道岔较多时, 机车周

转 1 次总节省时间较长。

设没有安装信集闭系统前机车平均周转时间为 T_s , 则机车的周转率提高系数 δ 为:

$$\delta = \delta_T / T = (T_1 + 40)n / T$$

上式中, T 应包括两部分时间。一部分为由于信号工或机车跟车工下车扳道岔, 机车减速和加速以及等待停运的时间, 即 δ_T 。另一部分为周转路程减去减速和加速距离之和的剩余部分以标准速度行驶所需的时间。 T 用以下式计算:

$$T = \delta_T + [L - n(40 + 40)] / 4 = \delta_T + L / 4 - 20n$$

式中 L ——周转路程长度, m。

将 δ_T 代入上式, 则:

$$T = n(20 + T_1) + L / 4$$

周转率提高系数 δ 为:

$$\delta = 4n(T_1 + 40) / [4n(T_1 + 20) + L] \times 100\%$$

以河南某矿为例, 卸载坑至采区煤仓的距离为 2000m, 机车经过 9 处道岔, 需停车等待, 设 T_1 为 5s, 则机车周转率提高系数等于:

$$\begin{aligned} \delta &= [4 \times 9(5 + 40)] / [4 \times 9(20 + 5) + 2 \times 2000] \times 100\% \\ &= 33.1\% \end{aligned}$$

4. 节省人员, 减轻工人劳动强度

使用了矿井信集闭系统后, 不再需要信号工联系和记忆车辆运行情况, 也不需要来回奔跑扳动道岔了。调度员在调度室, 即可全面掌握机车运行情况, 指挥运行。

如, 北京矿务局某矿, 在使用了信集闭系统后每班节省工人 15 名, 全天可以节省 45 个岗位工人; 再如, 山西某矿的初步统计, 使用了信集闭系统后每天节省 15 人, 加上替轮休全天可节省 20 名。至于节能方面的效益, 主要体现在机车

起动次数减少，大大地降低了电能的消耗（这方面有专文论述，本文不作详述。）

第三节 系统的基本概念

为了便于读者阅读以下章节的内容，本节将介绍有关信集闭系统的基本知识和专业术语。

在安装使用信集闭设备的范围内，将轨道划分为若干个**轨道区段**（在非井底车场，如运输大巷中称**区间**），该区段可以任意长。在井底车场，通常一个区段的长度大于一个列车长，个别情况下区段较短时，系统设计中可将该区段与另一相邻区段一起联锁，如通过能力不能满足需要时也可作为单独一个区段参与联锁；在运输大巷，按铺设轨道股道多少可分为**单线**、**复线区间**。空、重列车共用一条轨道线路的区间称为**单线区间**（或**单轨区间**）；空、重列车分别行驶轨道线路的区间称为**复线区间**。在区间，一般情况下不铺设道岔，只有列车需要交会的单线区间或交叉点才有道岔。这样，区间的距离都较长。为了保证列车运行安全，区段（或区间）都只允许一列车占用。显而易见，在区间或井底车场中区段过长的情况下，大大地限制了轨道线路的通过能力。为解决这一问题，可以将区间或区段划分成若干个小区间或区段，并在其临界处设置防护信号机（称**闭塞信号机**），这样，就可以把区间或区段缩短，以便容纳更多的列车，提高轨道线路的通过能力。下面分信号、联锁和联锁图表以及闭塞三个主要部分进行介绍。

一、信号

信号是指示列车运行和调车工作的命令。它指示了行车、调车的条件，将准不准开车，是减速运行还是正常速度

行驶，是调头作业或是顶车运行，用不同的信号显示发出指示，命令。机车司机必须按信号指示开车，以确保运输安全和运输效率的提高。

煤矿井下信号，可分为视觉信号和听觉信号两大类。视觉信号为信号机显示和紧急停车信号（用矿灯或旗语）等；听觉信号为吹哨子或喊话等。除信号机显示外，其余已在有关操作规程中做了具体规定，本文不作叙述。

1. 对信号的基本要求

信号设备最重要的职能就是确保行车安全，它不仅指信号设备正常工作时应该如此，当信号设备发生故障时也应该能确保行车安全，即当信号设备由于断线、短路、元器件损坏、老化等原因发生故障时要导向安全方面，也就是说，当发生任何一种可能发生的故障时，应能自动地将低限制输出转为较高限制输出。反映在信号显示上，就是自动地降级显示，如绿灯变为红灯显示，这是信号设备构成的一条极为重要的原则，通常称为“故障—安全”原则。

对信号显示有以下基本技术要求：

- (1) 信号显示应力求简单明了，使司机易于辨认；
- (2) 有适当的信号显示数目，以便区分各种不同的行车、调车作业命令；
- (3) 应有足够的显示距离；
- (4) 信号显示应具有较高的抗干扰能力，不易受周围环境和其它灯光的影响；
- (5) 信号显示设备应构造简单、坚固、便于安装、维护。

2. 信号显示的选择

信号主要用信号颜色这个特征来传递指挥行车和调车命令的。我们在选择信号显示灯光颜色时应考虑到人眼的色

觉特性，色光的产生以及可能受到的干扰（包括井下空气潮湿、煤尘等）。其主要选择原则是：

- (1) 各种信号颜色之间要有明显的区别，以利于人眼分辨；
- (2) 信号颜色应具有足够的浓度，与照明灯光有显著区别；
- (3) 光源应能给出信号灯所需的色光；
- (4) 信号颜色在满足正确及时辨认的条件下，色玻璃的总透过率越大越好；
- (5) 信号灯的颜色受外界干扰（如其它光源照射）而不产生明显的变化。

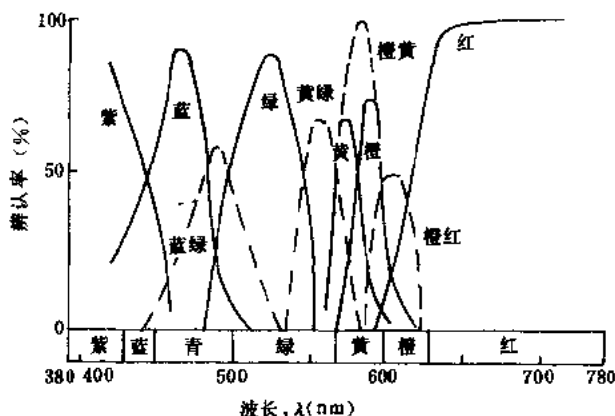


图 1-1 颜色辨认曲线图

图 1-1 所示为颜色辨认曲线图。由图可见，红色辨认正确率最高（达 100%），橙黄色由橙色和黄色两者混合，辨认正确率也达 100%，绿色的辨认率也较高。信号灯的光源采用