

KUANGJING JICHE JIANKONG XITONG

矿井机车监控系统

李玉良 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

矿井机车监控系统

李玉良 著

中国矿业大学出版社

内容简介

本书从研究、开发与设计的角度对矿井机车监控系统的体系结构、硬件结构、软件结构、系统可靠性与安全性技术保障等方面的内容作了许多具体的讲解;同时,给出了对系统可靠性与安全性的评估,计算机监控系统以及系统的检验与测试等,给出了系统验收规则,是一本较全面具体的讲解机车监控系统的理论、技术与应用的专门论著。

本书主要是为矿井运输机车信号工程技术人员与维修管理人员学习掌握计算机监控机车及其技术而编著,也可以作为大专院校相关专业学生的选修教材以及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

矿井机车监控系统/李玉良著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2003. 12

ISBN 7 - 81070 - 814 - 7

I. 矿… II. 李… III. 井下运输—机车—监视控制 IV. TD524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 103178 号

书 名 矿井机车监控系统
著 者 李玉良
责任编辑 钟 诚
出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 14.75 插页 2 字数 368 千字

版次印次 2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

定 价 60.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



前 言

作者经过十几年对矿井井底车场以及机车运输规律的研究,并先后开发和设计了多套机车运输监控系统,在国内矿井推广,多次经专家鉴定,达到国际 20 世纪 90 年代先进技术水平。这些系统与 60 年代“信集闭技术”相比,其功能大大地增加了,尤其是采用了计算机技术,实现了机车信号信息记忆、存储和打印;采用了光纤数字通信技术,使控制范围从原来的几公里延伸至几十公里,不仅使控制范围增加,而且传输数据可靠性也大大提高。书中介绍了国内目前机车监控技术,不仅介绍了煤矿矿井机车信号,而且也介绍了冶金矿井如铁矿、铜矿以及金矿车场机车信号的设计。

本书第一章介绍系统技术发展水平;第二章介绍各类矿井机车信号设计;第三章介绍硬件设备;第四章介绍系统软件编程配置;第五章介绍模拟显示与控制台;第六章介绍系统接口技术;第七章介绍电动转辙机;第八章介绍传感器;第九章介绍软件编程;第十章介绍工业局域信息网;第十一章介绍控制电源;第十二章介绍通信协议;第十三章介绍信号与接线;第十四章介绍新河矿的机车监控;第十五章介绍应用实例。

本书在附录中还列举了机车监控系统验收规则,该规则是机车监控系统惟一的验收标准。

参考文献均为作者专著或第一作者所撰写的论文。

本书的疏漏和错误之处,诚恳希望读者指正。

著 者

2003. 11

目 录

前 言	1
第 1 章 矿井机车监控系统的概述	1
1.1 矿井“信集闭”系统的重要性	1
1.2 国内外技术水平	1
1.2.1 国外机车监控系统技术现状	1
1.2.2 国内机车监控系统技术现状	2
1.3 机车监控系统的技术要求	3
1.3.1 可靠性	3
1.3.2 机车监控系统的基本功能	4
1.3.3 正确划分控制范围	4
1.4 KJ41 井下机车运输监控系统	5
1.4.1 车场结构	5
1.4.2 KJ41 系统信号布置	7
1.4.3 系统基本结构	7
1.5 系统主要技术性能指标	8
1.6 机车监控系统特点和结构	8
1.7 系统选型	11
1.8 系统设计施工路线	12
第 2 章 矿井窄轨铁路信号分析	14
2.1 车场结构	14
2.1.1 两种基本车场	14
2.1.2 四种典型车场	15
2.2 机车信号设置	16
2.3 信号联锁关系	17
2.4 信号分析	18
2.5 信号系统分析	20
2.6 典型车场信号数学分析方法	22
2.7 数学矩阵	23
2.8 车场信号设计	23
2.8.1 车场信号设计	24
2.8.2 继电器逻辑系统	25
2.8.3 计算机控制系统	26

第 3 章 主机模块硬件和光电缆	35
3.1 主机结构图	35
3.2 系统主机	35
3.3 电源模块	37
3.4 I/O 模块	38
3.5 网络模块	39
3.6 分站设备	41
3.7 RS—485 网络(modbus plus)	42
3.8 光纤通信	44
3.9 光缆	46
3.10 电缆	47
第 4 章 系统配置	49
4.1 机车监控系统对主机的要求	49
4.2 主机内存量	51
4.3 系统软件配置	52
第 5 章 显示与控制	61
5.1 概述	61
5.2 模拟发光模块	61
5.3 模拟显示及监控系统	63
5.4 显示结构	64
5.5 电原理	65
5.6 交流模拟屏	65
5.7 实际模拟屏	66
5.8 控制操作台	68
5.8.1 控制按钮结构及原理	68
5.8.2 面板按钮功能	73
5.8.3 控制台面板操作进路	74
第 6 章 机车监控系统接口技术	77
6.1 接口器件	77
6.2 继电器类型	78
6.2.1 小型继电器 DZ—6	78
6.2.2 交流接线器 CJ10—10	79
6.2.3 安全型继电器	79
6.3 信号接口电路	80
6.4 转辙机控制接口	82
6.5 继电器柜结构	83
6.6 应用效果	83
第 7 章 电动转辙机	84
7.1 交直流转辙机概述	84

7.2	交流电动转辙机	84
7.3	直流转辙机结构及原理	86
7.3.1	电气原理	86
7.3.2	故障分析	87
7.4	直流转辙机控制方式	88
7.5	闭环控制基本模型	89
7.5.1	转辙机的集控及就地控制方法	90
7.5.2	集控功能	90
7.5.3	就地控制功能	91
7.5.4	司控功能	91
7.6	窄轨铁路道岔密贴性能的研究	91
7.7	道岔开关特性分析	92
7.8	道岔改进	93
第8章	传感技术	95
8.1	架空线式传感器	95
8.1.1	辅助导线式	95
8.1.2	架线式传感器	95
8.2	无线式传感器	97
8.3	轨道传感器	98
8.3.1	轮对传感器	98
8.3.2	计轴传感器	99
8.3.3	隙铁式传感器	99
8.4	应用情况	100
8.5	摄像仪	100
8.5.1	摄像仪的组成	100
8.5.2	摄像仪 CCD 和镜头选型	101
第9章	软件设计和编程方法	102
9.1	概述	102
9.2	软件设计	102
9.3	实用程序	106
第10章	工业局域信息网开发及应用	125
10.1	Modbus+网络技术	125
10.2	Modbus+技术应用	127
10.3	网络管理	128
10.4	应用	129
10.5	光纤以太网	130
10.5.1	以太网结构	130
10.5.2	产品特性	131
10.5.2	光纤收发器	131

10.6 煤炭矿区 SDH 通信网分析及应用	134
10.6.1 煤炭通信专网现状	134
10.6.2 SDH 光纤通信网	135
10.6.3 煤炭矿区通信网	137
10.6.4 结论	138
第 11 章 系统集成电源	139
11.1 电源要求	139
11.2 稳压电路	141
11.2.1 直流稳压电路	141
11.2.2 交流稳压及保护电路	142
11.3 不间断电源	142
11.3.1 不间断电源的选择	142
11.3.2 静止式 UPS	143
11.3.3 不间断电源应用	145
11.4 系统供电图	145
第 12 章 MODBUS 通讯协议	147
12.1 MODICON984PLC 与上位机的通讯	147
12.1.1 通讯方式	147
12.1.2 通讯接口	148
12.1.3 通讯参数的设定	149
12.1.4 校验方式	149
12.2 MODBUS 通讯协议	151
12.2.1 在 MODBUS 网络上传输	151
12.2.2 询问—应答周期	151
12.2.3 传输模式	152
12.2.4 MODBUS 消息帧	153
12.2.5 从站地址	154
12.2.6 MODBUS 的功能码字段	154
12.2.7 数据字段的含义	154
12.2.8 数据字段中参考号的记法	154
12.2.9 检错	155
12.2.10 字符的连续传输	155
12.2.11 984PLC 和上位机间的通讯	156
第 13 章 信号机	159
13.1 地面窄轨铁路信号机	159
13.1.1 信号机结构	159
13.2 矿用信号机	160
13.3 控制电路	160
13.4 信号接线	162

第 14 章 新河矿井下机车监控系统	165
14.1 概述.....	165
14.2 国内现有监测系统的概况及分析	165
14.2.1 系统类型及原理框图和性能指标.....	166
14.2.2 传感方式选择.....	168
14.3 机车监测系统原理及框图.....	170
14.4 传感器的研制.....	169
14.4.1 发送传感器原理.....	169
14.4.2 接收传感器原理.....	172
14.4.3 发送传感器与接收传感器的耦合特性.....	173
14.4.4 传感器的输出特性.....	174
14.4.5 传感器的安装.....	175
14.4.6 架线火花对接收信号的影响.....	176
14.5 检测器的研制.....	178
14.5.1 电路组成及原理.....	178
14.5.2 定时器电路调试及原理.....	180
14.6 传输系统的选择和研制.....	183
14.6.1 传输信号方法.....	183
14.6.2 载频分配.....	184
14.6.3 闸门控制时钟与机车信号关系.....	184
14.6.4 地面总站.....	186
14.7 结论.....	195
第 15 章 机车监控系统实例	198
15.1 临涣矿井下车场概况.....	198
15.2 控制系统	198
15.3 系统的特点.....	200
15.3.1 井下大屏幕显示.....	200
15.3.2 数据传输光纤化.....	200
15.3.3 优化的调度操作方式.....	200
15.3.4 运输图像切换.....	201
15.3.5 井下运输机车计数统计.....	201
15.4 系统的硬件.....	201
15.5 维修程序	204
15.5.1 室内检查程序.....	204
15.5.2 室外检查程序.....	205
附件 1	206
附件 2	213
附件 3	215
参考文献.....	222

第1章 矿井机车监控系统的概述

本章介绍了矿井机车运输监控系统的“信集闭”概念及发展过程,并以 KJ41 机车监控系统为例,较系统地阐述了集控方式的“信集闭”机车监控系统。

1.1 矿井“信集闭”系统的重要性

铁路信号设备是铁路运输生产的基础设备之一,是铁路实现集中统一指挥的重要手段,是保证行车安全,提高运输效率和运营管理水平的重要设施。因此,铁路上均设置完备的信号设备,且进行电气集中和互相闭塞联锁,组成了一个信号集中、闭塞的控制系统,简称“信集闭”系统,它是铁路信号的重要组成部分。司机行车和调度工作人员的指挥就是通过“信集闭”系统而实施的。因此,人们通常将其比作运输的眼睛。

目前,我国多数矿井的轨道运输采用电话闭塞、人工记忆车辆运行方式,机车开出后变成了黑车。特别是采用蓄电池机车运输的矿井,没有任何通讯工具,调度员与司机之间没有联系,机车运行秩序混乱,事故频繁。电话闭塞和人工记忆机车运行方式是十分原始的调度形式,本身就含有隐患,调度员长期靠记忆进行工作,稍一疏忽就可能酿成重大行车事故。此外,井下巷道窄,照度低,且频繁的巷道施工环境也易发生事故。如对某矿 1973~1983 年运输事故统计,11 年共发生 479 起,伤亡 46 人,损坏机车 10 台,矿车 55 辆,撞坏巷道支护 96 架,平均每年事故 45.6 起,伤亡 4.4 人。数据显示,我国辅助运输伤亡事故占总量的 26%~30%,排在各类人身伤亡事故的第二位。企业经济效益的好坏取决于安全生产状况,所以说,矿井安装“信集闭”系统是非常必要的。

安装信集闭系统后,能有效地防止列车的碰头、追尾及侧撞等事故,保障列车行车安全。能有效地提高列车运输效率。调度员通过操纵台可清楚地掌握机车所在位置以及现场信号机和道岔的工作状态,并通过操纵台集中控制道岔和信号机的开放,用机车信号指挥行车,司机看信号可放心开车,机车运行速度大为提高,缩短了井底车场的调车时间和运输大巷的列车往返周期。由于列车的周转率加快,可有效地节省机车台数和矿车需用量。道岔和信号受系统控制,可有效地节省工作人员数并减轻工人的劳动强度,同时减少机车刹车、停车及重复起动次数,可节省电能。总之,系统安装后可为矿井带来较显著的经济效益和社会效益。

1.2 国内外技术水平

1.2.1 国外机车监控系统技术现状

由于煤矿采煤机械化程度的提高,辅助运输的重要性日益突出,单件运输重量和运输总量迅速增加。轨道运输是煤矿使用最早、最为普通的运输方式。近年来,胶带运输发展最快,但采用胶带运输的矿井,几乎没有一个是取消轨道运输的,可见搞好轨道运输对于煤矿生产

是极其重要的。轨道运输绝大多数是机车运输。在国外,矿井机车监控技术已有较高水平,如威尔士王子矿已于1984年采用了矿车监控系统,监督井下任一区段内任意一辆矿车的运行情况,并可记忆、打印有关数据。其系统是将井下被监测区域划分成若干区段,每个区段的进出口处安设一个传感器(在轨道中心线上,与矿车发送装置相距1 m处),通过电缆与微机、键盘、显示器、打印机等外围设备形成一个矿车监督系统。目前,美国已有可监督1000辆矿车的系统,可辨别矿车的货物种类、重量;记录矿车的行车里程、路线和时间,并可预选指定行车路线,进行跟踪,若与预先指定路线不符时,能自动发出报警;预先给出检修周期,在矿车运行达到应检修时间时,能发出检修信号,以防矿车超期运行。上述系统均为本质安全型。

在原西德,采用机车运输的煤矿较多,因而机车监控系统发展较快。较典型有鲁尔矿区的布鲁门塔尔矿(BLUMENMHAL),自1967年开始在一700 m水平7.2 km(后扩展到15 km)长的运输大巷使用了机车无人驾驶系统。系统包括安装在调度室内的逻辑装置柜、操作台、工业电视以及室外的感应线、计数计轴器、转辙机和其他附属设备。在控制范围内可根据煤仓煤位和机车分布情况进行优化自动调度指挥。采用该系统后,每米巷道投资费用比胶皮带运输低57%;运输事故与人工驾驶相比,由每年2.2起降为0.6起,出轨事故由每年125起降为0.3起;吨公里运输成本降低45%,取得相当可观的效益。

1.2.2 国内机车监控系统技术现状

煤矿机车监控系统又称“信、集、闭”系统。信号是指示列车运行和调车等作业的命令;集中是通过技术方法使信号、道岔和进路按一定程序并且满足一定条件才能动作的相互制约关系;闭塞是指用信号或凭证保证列车按空间间隔制运行的技术方法。20世纪50年代初,由苏联援建的东北几座大型矿井首先采用了“信、集、闭”系统。1964年,原煤炭工业部成立了“矿井信集闭研制工作组”,为我国煤矿自行设计、制造、安装了第一套国产“信集闭”系统,迈出了可喜的第一步。

20世纪80年代,随着矿井生产的发展,运输事故多、效率低、占用人员多的矛盾日益突出。实践证明,没有“信集闭”系统,要实现机车运输安全、高效是困难的。为了扭转机车运输技术落后的局面,1986年,原煤炭工业部下发的(86)煤生字第143号“关于加强轨道运输安全工作的命令”指出:同一水平同时行驶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),区间要设置“信号、闭塞”。《煤矿安全规程》对此也作了明确规定。原中国统配煤矿总公司分别于1988年、1991年两次组织了装备“信、集、闭”系统试点矿井招标投标会,引入竞争机制,择优汰劣,共确定16个试点矿。至目前,这些试点矿,特别是一些以轨道运输为主的矿,如平顶山八矿,系统运行稳定可靠,取得了很好的社会效益和经济效益。这些系统有以下特点:

(1) 这些矿井多是以机车运输为主的大型、特大型矿井,运输距离长、机车台数多,除运输煤炭外,还担负着辅助运输任务,运行频繁。

(2) 系统联锁使用的器材和装备多样化,主要有安全型继电器、PC机和微机三大类;其次是性能、功能都有较大提高。

(3) 系统硬件质量和性能有大幅度提高,如电动转辙机等的安全性、可靠性基本达到要求,使设备的标准化、系列化有长足进步。

(4) 在保证基本功能前提下力求简化,缩短设计周期,进一步实现标准化、拼装化,使现

场人员更易掌握。不少矿因运输方式的变动,自己可独立完成修改系统设计。

目前矿井机车监控技术中尚有以下几方面的问题:

(1) 据1994年原煤炭工业部组织的矿井信集闭系统使用情况调查结果表明:正常使用并取得显著效益的系统只占40.5%,尚有相当数量的系统由于各种原因未能取得显著的效益或未正常投入运行,造成很大经济损失,教训是深刻的。

(2) 由于煤矿的井底车场、运输大巷及交叉点、采区车场轨道线路布置和机车运行方式差异较大,尽管开发的新系统主机选用PC或微机,大大简化了设计,在系列化、通用化方面取得进展,但仍未根本摆脱依据每个矿井轨道运输具体情况编程的模式,做到像国家铁路信号中的电路模块积木化。

(3) 大多数系统使用电缆较多,施工、维护工作量较大。

(4) 系统硬件质量、性能有待进一步提高。如机车车号传感器的稳定性,多数系统的列车位置传感器还不能真实地反映列车位置(占用轨道区段状态);电动转辙机在道岔的尖轨与基本轨的间隙超过4 mm时,不能发出故障显示(或报警)而错发开放信号,常发生掉道事故等。另外,由于巷道潮湿、煤尘大,特别是雨季,设备损坏较严重等。

20世纪60年代,在引进原苏联矿井信集闭系统基础上,开发出国产继电器逻辑控制的“信集闭”系统。80年代引进了匈牙利机车监控系统及加拿大森透里昂机车监控系统,两系统的主要特点是主站带多个分站控制结构以及采用微波和红外传感方式。尽管技术较为先进,但在国内应用不理想,主要原因是现场环境恶劣,对传感器的电干扰及机械损坏较高,造成一点故障影响局部甚至整个系统正常运行。

20世纪80年代,国内出现三种计算机控制的机车监控系统。其一是以单板机为控制主机的分级计算机实时监控系统,如KJ3系统;其二是以三级计算机或二级计算机网络为核心,在地面主控室对井下大巷的矿车运输实现监控和自动调度的系统,如KJ15系统;这两个系统均为分站结构,所不同的是KJ3控制主机置于井下调度站,而KJ15控制主机置于地面调度室。其三是采用PLC作为控制主机及模拟显示的集中控制系统,系统不设分站,主机置于井下,地面设上位机管理系统,如KJ35、KJ41等系统。KJ35和KJ15分别在1990和1991年通过部级鉴定,达到80年代国际先进水平。KJ35的改进型KJ41系统,对传感和通讯技术进行了创新,且主机故障系统可人工调度而不影响生产,1995年通过部级鉴定,达到90年代初国际先进水平。可见,我国的矿山轨道机车运输监控系统与国际水平保持基本同步。

1.3 机车监控系统的技术要求

1.3.1 可靠性

可靠性是研究电子器件及控制系统必须涉及的重要问题。煤矿机车监控系统与煤矿其它各种监控系统相比有两大特点:其一是机车监控系统以“控”为主,“监”的目的仍是为了“控”;而煤矿安全生产监控系统是以“监”为主,基本不控。机车监控系统一旦因故障而停止使用,列车便无法正常运行,超过一、两小时甚至会引起全矿停产;其他监控系统出现故障而停用时,或转为就地控制或暂时不做处理,一般不会影响生产的正常进行。机车监控系统出现故障还会引起重大伤亡事故或撞车事故。其二是煤矿机车监控系统的使用环境特别恶劣,

为维护、检修及时和方便,其主控设备安放在井下运输调度室内,但井下潮湿、煤尘、振动、噪声、强电磁干扰等对控制系统影响很大,而电子器件,特别是由微机组成的控制设备对环境要求很高,井下很难满足,甚至连符合要求的接地地点都难以找到。一些研制和使用单位对上述两特点重视不够,在确定技术要求时,对系统的功能和先进性要求很高,而往往忽略系统的可靠性,这正是造成一些机车监控系统失败的主要原因,可见系统的可靠性至关重要。

系统可靠性的关键是设备选型与元器件质量。为提高系统的可靠性,电子器件要选用高质量等级并经过严格筛选,避免老化;电路装置要采取有效的防干扰措施;计算机选用高质量工业型而不用一般的个人计算机;主控装置无故障使用时间要能达数万小时以上,使控制室内的主要控制设备做到基本无维护量。调查表明,使用进口的可编程工业控制器(PLC)装置是基本可靠的,因为 PLC 装置的电路设计、元件筛选、生产装配工艺、检验等均按高标准要求,产品质量、无故障工作时间均有保证。

传感器仍是薄弱环节。目前还没有一种功能完善、可靠性高、使用寿命长的传感器。我们认为,对直接参予控制的传感器以可靠性高为主,即使其功能还不够完善;对不参予控制仅做为显示、记录用的传感器,如车号传感器、车辆计数器等,即使不十分可靠,只要功能完善也可采用。

实践表明,用发热器件可有效解决控制设备在井下的防潮问题,该法已推广应用。

采用 PLC 或计算机装置软件编程方式可进一步提高系统的可靠性。如对电路系统进行监测,对重要的外围设备如转辙机、传感器、电缆等进行连续监测,利用 PLC 装置可很方便地实现发生故障即刻报警,使电路处于安全状态,以避免发生重大故障。

1.3.2 机车监控系统的基本功能

系统的基本功能应能确保运输安全、提高运输效率、节省人员及改善劳动条件。

(1) 为确保运输安全,电路要有严格的联锁闭塞条件。对故障情况或几列车同时运行等特殊情况下应充分重视,即无论何种情况,均应时时确保电路有严格的联锁闭塞关系,防止列车追尾及撞车事故发生。

(2) 提高运输效率。平面布置合理与否是车场与线路通过能力的关键。进路与区段划分、信号机与传感器布置合理与否,与采用的设备基本无关。即使采用继电器系统,只要平面布置合理,也能提高运输效率。所以,为提高运输效率,必须在平面布置上下功夫。

信号机布置多、进路划分短,通过能力就高;进路划分过多,工程造价会提高很多。比较合理的原则是进路划分后,通过能力为每班平均运量的 2 倍左右。若采区无大煤仓或采用高产高效工作面的矿井,通过能力还应大些,以避免发生堵车、塞车现象。各类列车中,应优先考虑运煤列车的通过能力,其他列车因运量小,不应与煤车同等对待,以简化系统并节省投资。划分进路时,要考虑调度的灵活性,既要合理安排正常进路,又要照顾不常出现的特殊进路,适当设置一些引导信号、人工解锁电路等,使系统在不增加投资的条件下,安排更多的特殊进路。

(3) 节省人员(指减少或取消搬道工、跟车工),这与道岔设置密切相关。应尽量多采用弹簧道岔,减少电动道岔数量,使电动道岔设置合理,达到既节省投资又便于维护、减少辅助人员的目的。

1.3.3 正确划分控制范围

在系统设计时,首先确定控制范围。确定控制范围应综合考虑技术水平、维护水平、工程

造价、使用效果等因素。一般来说,控制范围大,使用效果应更好,但若其他条件不完全具备也会影响使用效果。“信集闭”装置开始研制时,受技术水平限制,其控制范围一般在井底车场附近。随着技术发展,控制范围逐渐扩大。按照有关技术标准规定,每小时有4列以上通过的线路,应纳入监控范围。大型煤矿的控制范围,应包括井底车场及附近运输大巷、主要运输大巷、重要的采区车场及线路交叉点,控制范围一般在2~5 km之间,有些大型老矿控制范围还要大些。

扩大控制范围有两种方法,一是扩大集中控制范围,采用一套主控设备直接控制;另一种是设置分站,采用遥控方式。但要求分站基本上无维护量,无故障工作时间在几万小时以上,一般不易做到。

采用进口的PLC装置可靠性高,有完善的分站系统,但分站设备及其专用通讯电缆价格较贵,所以只在采用电缆直接控制方式不能满足要求时再设分站。

扩大直接控制范围主要受电气设备的供电距离及传感器信号传输距离制约。传感器信号电压一般在24 V以下,远距离传输,既要考虑信号衰减又要防止干扰。采取电磁隔离方式可使电信号传输距离达3 km以上。

根据煤矿特点,为提高系统的可靠性,电动转辙机和信号机应集中供电。若设置分站,用动力电缆干线集中供电,因投资大而往往被迫采用分散供电方式。由于电动转辙机功率较大,鼠笼型交流电动转辙机供电距离仅几百米,是实现集中供电的最大困难。为此,我们与铁路信号工厂共同研制了供电距离可达3 km的直流电动转辙机。该机功率较大,控制芯线少,性能较完善。由于采取上述措施,采用PLC装置的机车监控系统最大直接控制范围扩大到6 km,控制半径达3 km,能满足一般特大型矿井的要求。

总之,对扩大控制范围应采取积极而慎重的态度,若受条件或资金限制,宁可暂时缩小控制范围或采用局部控制方式满足系统要求,也不勉强扩大控制范围而造成系统的不可靠。

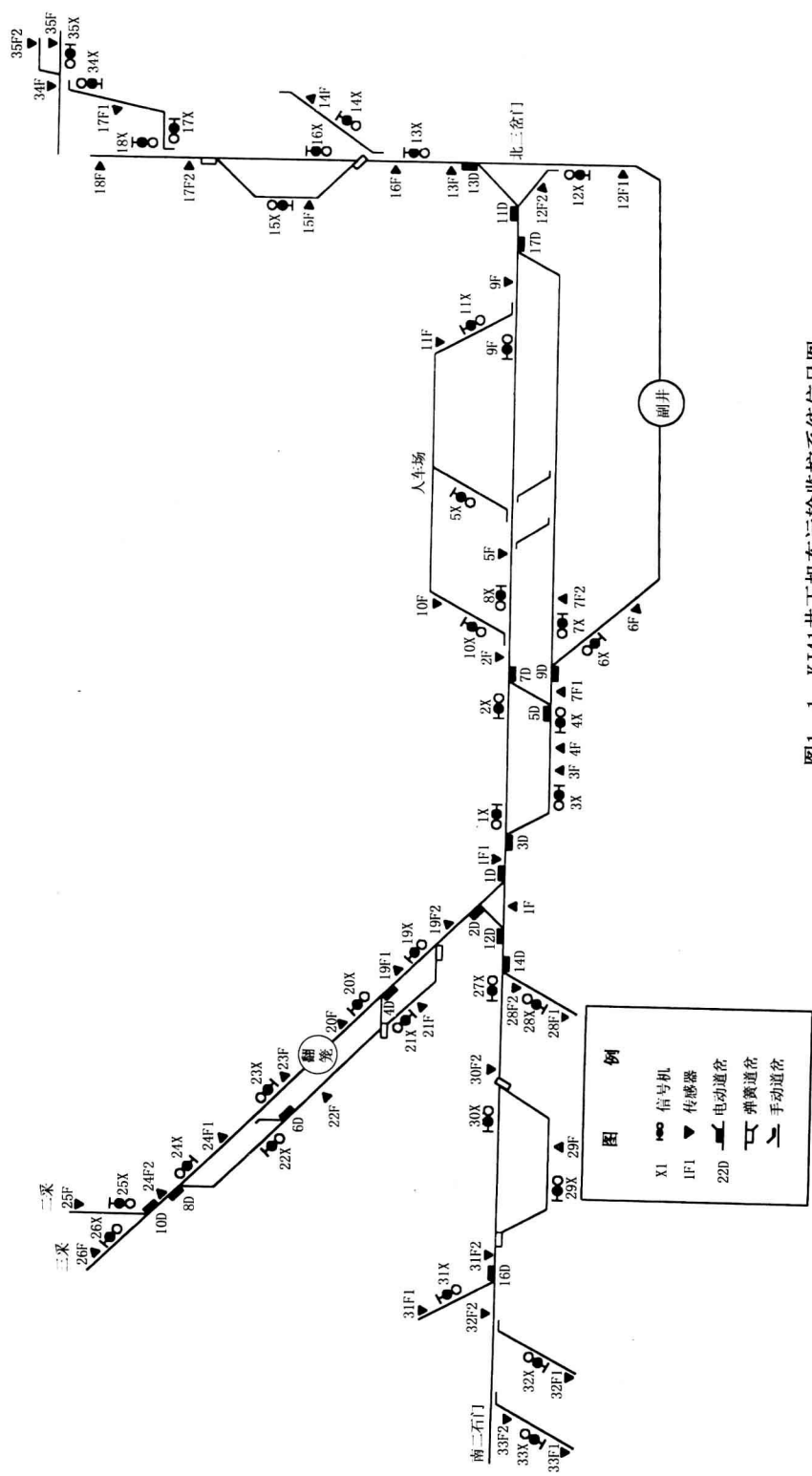
1.4 KJ41 井下机车运输监控系统

1.4.1 车场结构

KJ41系统首次成功地应用于兖州矿业集团某矿。该矿年原煤产量600万t,井下一430 m水平采用以胶带输送机为主,轨道运输为辅的运输方式。井底车场主要干线铺设24 kg/m双轨,设计通过能力45万t/a,翻笼车场通过能力60万t/a。运输大巷南北方向,机车选用ZK7—6/550型架线电机车7台,矿车为固定车箱式,装载量1.5 t,材料车最大装载量3 t,运输以架线电机车为主,每列牵引矿车20辆,混合式编组,运输周期约为15~20 min/次。

车场结构见图1-1所示,由井底车场、翻笼车场、南三岔门、南翼大巷、人车场、北三岔门、北翼大巷及各采区车场组成。井底车场指南三岔门、人车场、副井及北三岔门等,其中南三岔门和北三岔门是列车进出井底车场的咽喉要道,人车场为人员候车和上下车的地方。井底车场主要功能是根据采区需要车皮的数量,及时发送空列车和料车及人车,同时及时接收来自采区的矸石列车,回收设备车辆及人车,并将矸石列车解体后,送进副井提升至地面。

地面料车和空车经副井下至北三岔门,这里对来自地面的车辆,按照各采区的需求进行编组,组成列车。南翼大巷和北翼大巷为高速铁路。翻笼车场接收来自采区运煤列车,煤车经翻笼落入煤仓,再经皮带运输机运至主井煤仓后,主井提升至地面进入选煤厂,同时空车



进行编组后去采区。各采区车场均为上下山斜巷的底车场。

1.4.2 KJ41 系统信号布置

图 1-1 所示车场结构比较复杂,突出的特点是从井底车场至各采区没有列车上下行专用轨道运输线,南三岔门至南翼采区、北三岔门至北翼采区均为单线高速窄轨铁路,只是在途中设有交错车场 CH_1 和 CH_2 ,因此,在运输方式上,与有列车上下行专用轨道运输线的车场比较,其调车方式就增加一倍。同理,南三岔门至二、三采区设有两个交错车场 CH_3 和 CH_4 ;井底车场设有车场 CH_5 ,该车场主要用于接收来自各采区的矸石列车,机车通过 CH_5 车场将矸石列车顶入副井口。车场信号设计应符合原煤炭部颁发的《井下电机车运输信号系统技术装备标准》。车场信号布置见图 1-1 所示。

交叉道口咽喉地段主要由信号机和电动转辙机来控制。开放信号之前,道岔应先打到位,司机看信号行车,机车按顺序依次通过道口。对于无机车进入的偏口,通常采用电动转辙机(如 14D)控制道口,防止人工推车进入大巷干扰列车运输线路。电动转辙机全部由调度员统一管理;对于有机车进入的偏口,应设置信号机和电动转辙机。

1.4.3 系统基本结构

KJ41 机车监控系统是由现场设备、井下调度室内设备以及地面监控系统设备等三块组成,系统基本结构框图如图 1-2 所示。现场设备由信号机、电动转辙机及传感器组成;井下调度室内设备由控制台、模拟盘、控制主机、信号接口柜及电源柜组成。现场设备和井下调度室内设备构成井下“信、集、闭”系统,对机车进行调度管理,地面安装监督管理系统,实现上、下两级管理。

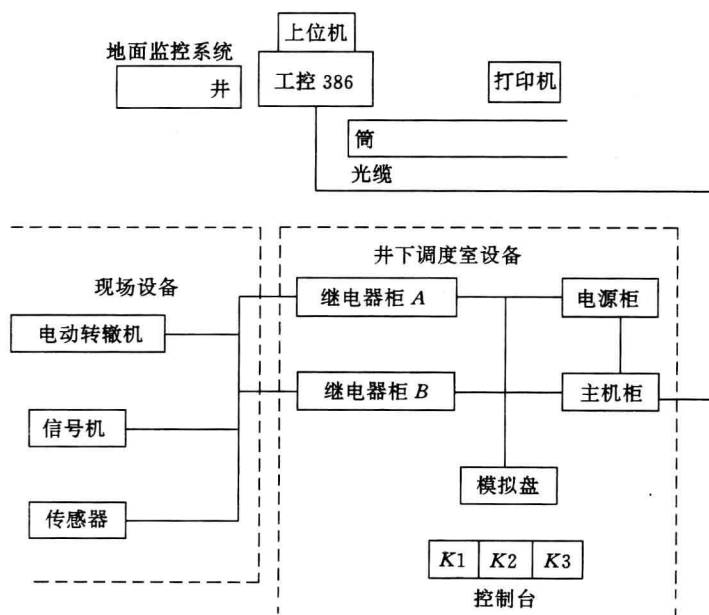


图 1-2 KJ41 机车监控系统

图中系统主机选用进口机型 MODICON984—680 型系列,该机型为模块化 PC 工控机,编程语言为梯形图。系统采用集中控制方式,不设置分站。考虑煤矿将来发展,该机留有

远程扩展接口。下位机管理指井下“信集闭”系统,由现场设备和井下调度室内设备两部分组成,如图 1-3 所示。室内有主机柜、电源柜、模拟盘、控制台各 1 台、继电器柜 2 台。现场设备包括电动转辙机 15 台、信号机 35 台、传感器 48 台及各类控制电缆。主机柜内装 984—680 工控机,有两层 11 槽机架,控制输入输出点数共 496 个。电源柜输入交流电压 660 V,输出有交流 220 V、127 V,直流 24 V、5 V 等电压等级。模拟盘盘面采用小型塑料单元块拼装而成,运输轨道线路均由红黄两种发光带显示。红光带表示机车占用区段或进路,黄光带表示机车申请预进入区段或进路成功,不显示表示该区段或进路空闲无车。电动转辙机岔尖方向由黄光带表示,红光带闪烁表示道岔故障状态。盘面信号与现场信号机一一对应,用红、绿两种发光二极管表示。控制台由三件组合而成;K1 手动操作台设置非自复带灯按钮,主机发生故障时可人工操作现场电动转辙机、信号机,以保证正常的生产运输。按钮在集控状态下禁止人工操作电动转辙机。K2 为集控操作台,台面有同模拟盘一样的巷道布置图案,按钮为自复不带灯。调度人员采用首尾方式操作,将所发车号、所送航程等数据输入主机;同时,井下主机将数据经光缆送到地面上位机进行管理。K2 台面还设有故障类型数码管,当现场设备发生故障时,可显示故障设备和地点,便于维修。K3 台面专为载波电话设计,两继电器柜内装 96 个安全型继电器。

1.5 系统主要技术性能指标

- (1) 采用美国产 MODICON984—680 系列机型,控制方式既可集控又可分站。
- (2) 系统 I/O 控制点数最多可达 2048 个。
- (3) 系统主机连续可靠运行达 10 万 h,并有掉电程序保护功能。
- (4) 监控井下各类机车、矿车。
- (5) 地面上位机监控系统具有车号显示,并打印机车运行图表等管理功能。
- (6) 采用先进的无源光通讯接口技术,传输距离 3 km。
- (7) 系统控制范围 6 km。
- (8) 具有灯丝监测装置。
- (9) 采用无触点霍尔传感器,可靠性高。
- (10) 控制台设有各类故障显示和声光报警。
- (11) 系统具有机车闯红灯报警,模拟盘红光带显示闯红灯位置。
- (12) 主机发生故障时,调度员仍可操作信号机和电动转辙机。
- (13) 系统共有 55 条航程,65 条进路,采用首尾操作方式。

1.6 机车监控系统特点和结构

总结国内推广应用的各类机车监控系统,大致可分成三种类型。一种是采用单板机技术为核心的分站式系统,如图 1-3 所示。图中主控机、模拟盘及控制台置于井下调度室内,而分站置于大巷和采区底车场。分站采集和控制现场设备运行状态,地面设运输数据管理系统。第二种是以工控微机技术构成的分站式系统,如图 1-4 所示。图中主控机、模拟盘、控制台及数据管理机均置于地面调度室内,主控机通过通信器与井下大巷各分站进行数据传送交换,