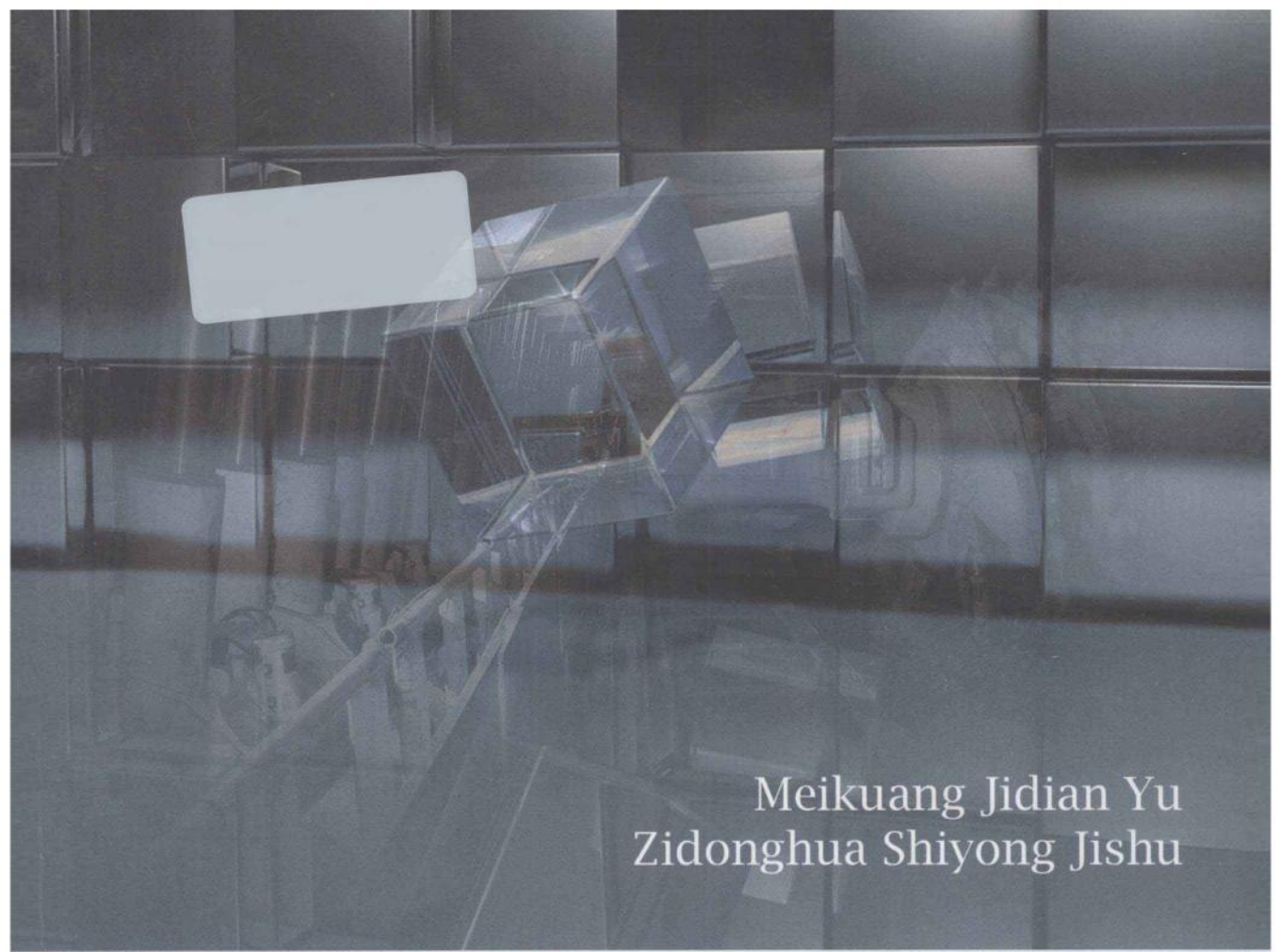




Meikuang Jidian Yu
Zidonghua Shiyong Jishu

煤矿机电 自动化实用技术

主 编 毕锦明 于励民 朱拴成

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

Meikuang Jidian Yu
Zidonghua Shiyong Jishu

责任编辑 姜华 周丽 陈慧 封面设计 肖新生

ISBN 978-7-5646-1416-4



9 787564 614164

定价：37.00 元

煤矿机电与自动化实用技术

主 编 毕锦明 于励民 朱拴成
副主编 陶建平 节茂科 赵 瑞

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿机电与自动化实用技术/毕锦明,于励民,朱拴成主编.
徐州:中国矿业大学出版社,2012.3

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1416 - 4

I. ①煤… II. ①毕…②于…③朱… III. ①煤矿—机电设备—自动化—文集 IV. ①TD6-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 036194 号

书 名 煤矿机电与自动化实用技术
主 编 毕锦明 于励民 朱拴成
责任编辑 姜 华 周 丽 陈 慧
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
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
开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 437 千字
版次印次 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷
定 价 37.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《煤矿机电与自动化实用技术》

编审委员会

主 编	毕锦明	于励民	朱拴成
副 主 编	陶建平	节茂科	赵 瑞
编审人员	代艳玲	曾康生	王晓珍
	张 扬	冯春晖	李秀芹

前 言

为了更好地发挥《煤炭科学技术》传播煤炭行业科技成果和推进我国煤炭科技发展的作用,促进煤炭企业、科研院所、设备生产厂家等的技术交流和科研合作,推动煤炭企业机械化、自动化、信息化的发展。《煤炭科学技术》杂志社于2011年4月面向全国各大矿业集团、科研院所、设备生产厂家等征集机电与自动化实用技术论文。

此次征文活动得到了广大煤炭企业的高度重视和大力支持,广大工程技术人员积极稿件,共征集论文约300篇,经过审核最后入选的论文共52篇,内容涉及煤矿机械、电气、自动化、信息化领域,具有一定的科学性、实用性和导向性。我们将这些论文结集成书,由中国矿业大学出版社正式出版、发行,希望此举能对我国煤矿安全生产工作有一定的促进作用。

本书在编选过程中得到了冀中能源股份有限公司和中国平煤神马能源化工集团有限责任公司的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促、编者水平有限,本论文集中难免出现不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012年2月

目 录

章村矿薄煤层综采工作面三机配套持续改进及应用·····	秦志清(1)
煤矿主提升设备动态监控系统的研究·····	马 光,郭金龙,史二听,等(5)
阳煤集团高产高效综放工作面配套装备改造·····	陈意飞(11)
联轴器的安装与找正方法·····	邓 悦(16)
行星摩擦式摆线针轮无级变速机维护与检修技术要求·····	梁 展,郭金龙,史二听,等(22)
斜井跑车防护装置轨道传感器的改进·····	张 健,高军科,张鹏程(30)
ZKC127Q 型司控道岔装置在运输斜巷的推广和应用·····	牛海洋,史二听,张远志,等(34)
基于老矿电气系统升级改造的探索与应用·····	吕思成,李林祥(39)
直接转矩控制在拖动技术中的仿真与分析·····	黄 波,林 健(42)
CMJ2—27 型煤矿用全液压掘进钻车常见故障及分析处理·····	侯典东,黄健利(50)
无轨胶轮车在煤矿应用中存在问题的分析与探讨·····	翟 强,曹如彦,扈志成(61)
胶带运输系统控制技术研究与应用·····	单福友(64)
基于以太环网的胶带机运输集中控制系统·····	孙孔勋(68)
论胶带集控系统的应用·····	刘艳波(73)
变频器调速系统在煤矿高强皮带中的应用·····	李双双(78)
桥式皮带驱动装置的改造应用·····	杜新国(86)
皮带集中控制系统在平煤股份十三矿的应用·····	王建忠,臧朝伟,王明荆(89)
调速型液力耦合器与变频调速装置在矿用带式输送机驱动系统中的选用·····	高 峰(92)
变频技术在深井潜水泵节能改造中的应用·····	成晓平(95)
节能降耗在矿洗衣房的应用与推广·····	宗昆昆,杨亚明(98)
建设能源管理体系打造节能型矿井·····	陈 一,杨 峰,张远志,等(102)
原煤清洁生产的关键环节和有效途径·····	李民中,勇 辉(106)
Solid Works 和 ANSYS 在矿用液压支架设计中的研究与应用·····	郭奕明,刘传富,李 勇,等(110)
矿用锚杆(索)应力传感器的研制·····	荣庆丰,侯友海,苗可彬,等(121)
恒减速控制柜在矿井提升机中的应用·····	杨康伟,黄 波,王媛媛(126)
多绳摩擦提升机采用“3+1”不起吊提升容器施工法的研究与推广·····	郭金龙,史二听,张远志,等(130)
大涌水量下山采区回撤技术研究与应用·····	李成章(134)
KHT103 型后备保护系统存在的问题及其改造方案·····	周 磊,史二听,张远志,等(136)
煤矿主井装载自动化技术·····	潘亚菲,勇 辉(140)
井筒防治水技术及装备·····	杨康伟,林 健,王媛媛(144)

综采工作面突水井下注浆封堵施工技术及其装备	王育伟(149)
竖井井壁治水综合治理法	王健,张向东(157)
信、集、闭系统在煤矿机车运输大巷中应用的探讨	霍志涛(162)
金凤煤矿主要通风机启动运行通风方案设计	张德志(164)
S7-300 在煤矿主通风机监控系统中的应用	张玉杰(170)
可编程控制器在煤矿应用的安全性研究	林健,黄波(173)
SAC 电液控制系统在薄煤综采的应用	韩章明(178)
KJ326 电力监控系统在伯方矿的应用	王占奎,肖国辉,吴登庆(181)
兖煤澳大利亚煤矿井下个人应急系统和跟踪定位技术的应用	郑金录(185)
煤矿安全避灾六大系统建设	代贵生,范文胜(192)
吴寨矿综合自动化远程集中控制技术的应用	李卫中(196)
基于 GEON 的全矿井自动化系统设计分析	孙国辉,郭武奎,曹爱玲,等(202)
基于管控一体化集成平台的矿井安全生产管理研究与实施	勇辉,李民中,梁国利(213)
基于数据仓库技术的煤炭安全生产管理研究	孙志涛,解海东,王志东(219)
无线应急调度通讯系统在安全生产调度中的应用	杨小军,赵瑞萍,王建才(225)
数字化煤矿综合自动化系统建设	段成福(230)
B/S 架构编程在煤矿企业信息化中的应用	杨亚明,宗昆昆(240)
井巷中高可靠性生命支持系统的设计	曾晓军(245)
电气与 PLC 控制技术在煤矿安装的应用	邹国清(250)
金达煤矿轨道巷工作面深孔爆破施工工艺应用	王育伟(253)
基于 RBF 神经网络煤炭消费预测	张登峰(258)
坐标改进型粒子群算法在应用层组播中的应用	段练,张玉斌(263)

章村矿薄煤层综采工作面三机配套持续改进及应用

秦志清

(冀中能源股份有限公司章村矿,河北 邢台 054108)

摘 要:目前,我国较薄煤层开采的机械化程度还比较低,大多采用炮采,产量低,事故多,工人的工作环境恶劣。要对薄煤层进行安全高效开采,综采工作面三机配套设备选型尤为关键。本文对章村矿近几年来在4224薄煤层采区综采工作面三机配套的不断研究与持续改进进行探讨,并对其应用情况进行分析比较,为类似条件下薄煤层开采提供配套参考。

关键词:薄煤层;三机配套;持续改进;应用

章村矿4224薄煤层采区为单翼布置方式,共4个工作面,即422404、422406、422408、422410,采用自上而下无煤柱连续方式开采,其地质条件基本相同。

1 章村矿薄煤层422404工作面地质情况及三机配套设备

1.1 422404工作面地质情况

章村矿422404工作面位于四井24采区,主采2[#]煤,工作面走向长度1100 m,工作面长160 m,顶板为砂质泥岩,硬度系数 $f=9\sim 11$,底板为砂质泥岩,硬度系数 $f=5\sim 7$,煤层厚度0.5~1.6 m,局部1.5 m,煤的硬度系数 $f=1.5\sim 2.5$,局部夹矸,倾斜角度 $7^{\circ}\sim 20^{\circ}$,平均 13° ,有两个落差2.5 m的断层带及150 m长、厚度200 mm的极薄煤带。

1.2 工作面三机配套的选型情况及其主要技术参数

1.2.1 MGN160/386—DW型电牵引采煤机

采高:	1.1~2.3 m
功率:	160+160+2×22+22 kW
截深:	630 mm
牵引速度:	0~6 m/h
牵引方式:	无链电牵引
电牵引方式:	电磁滑差调速牵引

1.2.2 液压支架

型号:	ZY3200/10/19
数量:	92架
初撑力:	2 612 kN
工作阻力:	3 200 kN

操作方式: 邻架手动操作

1.2.3 工作面刮板输送机

型号: SGZ—630/220

电机功率: 2×110 kW

输送能力: 450 t/h

中部槽尺寸: $(1\ 500 \times 630 \times 208)$ mm

1.3 三机配套设备使用情况及存在问题剖析

MGN160/386—DW 型电牵引采煤机采用多电机驱动方式,有效地缩小了电机体积,降低了机面高度,提高了对薄煤层的适应能力。在使用过程中,当煤层厚度在 1.6 m 以上时,机组工作基本正常;当煤层在 1.6 m 以下、尤其在 1.3 m 以下,由于截割功率小(160 kW)、机身轻(约 22 t)机组强行通过薄煤带或截割较硬岩石时,截割电机经常过负荷运行,机身振动剧烈,机械及电气部件极易损毁,故障率极高,常常将工作面截割成台阶形状,造成推溜和移架困难,机组基本无法正常运行,不得不采用放震动炮等措施来保证机组的正常通行,大大降低了生产效率,给安全管理也加大了难度。

2 章村矿薄煤层 422406 工作面地质情况及三机配套设备研究及改进

2.1 422406 工作面地质情况

由于 422406 和 422404 是两个相邻工作面,其地质条件与 422404 工作面基本一致。针对 422404 工作面三机配套不能很好地适应 1.3 m 以下的地质条件的情况,我们经过大量的实地考察后,为了最大限度地利用现有资源,决定对原三机配套进行优化设计及改进,并采取了一系列措施,以便更好地发挥综采设备的综合性能。

2.2 总体思路

充分利用现有资源,开发能适应章村矿薄煤层条件的三机配套产品,即利用现有支架,针对章村矿顶底板均较坚硬的特点,通过开发薄煤层重型强力采煤机并配套合适的刮板输送机以达到安全高效开采的目的。

2.3 三机配套改进方案及研究

2.3.1 如何增大采煤机的截割功率

对于较薄煤层机载交流电牵引采煤机,就是要研制大功率机型以加强其割煤能力,提高其通过能力,为此必须提高截割电机的功率。单个电机由于体积的限制,无法满足采煤机总体设计的需求,所以采用双电机并联柔性连接方式来解决小空间大功率电机难布置的难题。

2.3.2 如何增加采煤机的重量

为使薄煤层采煤机具有较高的过断层能力,采煤机就要有一定的重量,必须设法解决薄煤层采煤机重量轻的问题。为此,我们采用采煤机部件壳体置铅块和充填钢砂新技术措施,使其重量达到 29 t,解决了采煤机重量不足问题,大大增强其运行稳定性。

2.3.3 电控系统可靠性的研究

422404 工作面机组采用的滑差变频调速系统,在使用过程中,往往由于滑差电机故障带来很大的安全隐患。例如,机组速度失控,一启动就飞车等。为了提高采煤机电控系统的可靠性,我们根据工作面情况,决定采用机载“一拖一”主、从控制,提高电控系统稳定性。

2.3.4 422406 工作面三机配套方案的确定

为了有效地利用章村矿现有的薄煤层支架,节约资金,我们最终将 422406 工作面的三机配套确定如下:

支架: ZY3200/10/19(邢矿集团机械厂)
 刮板输送机: SGZ730/264(中煤张家口煤矿机械有限责任公司)
 采煤机: MG2×160/710(730)—AWD(西安煤矿机械有限公司)

其中:MG2×160/710(730)—AWD 交流变频电牵引采煤机是章村矿与西安煤矿机械有限公司合作生产的国内首台薄煤层重型大功率交流变频电牵引采煤机。该机主要参数如下:

机面高度: 929 mm
 最大开采高度: 2560 mm
 滚筒直径: $\phi 1\ 250\text{ mm}, \phi 1\ 400\text{ mm}$
 卧底量: 346 mm, 421 mm
 滚筒转速: 57 r/min, 47 r/min
 截深: 630 mm
 摇臂长度: 2 200 mm
 摇臂摆动中心距: 6 450 mm
 牵引力: 400~240 kN
 牵引速度: 0~7.6~12.6 m/min
 调速和牵引方式: 交流变频调速, 齿轮销轨式无链牵引
 电机功率: $(160 \times 2 \times 2 + 30 \times 2 + 7.5)\text{ kW}$
 电压: 截割电机 AC 1 140 V, 牵引电机 AC 380 V
 重量: 29 t
 对接面连接方式: 4—M48×3 液压拉杠联接

SGZ730/264 刮板输送机主要参数如下:

电机功率: $2 \times 132\text{ kW}$
 输送能力: 550 t/h
 中部槽尺寸: $(1\ 500 \times 690 \times 263)\text{ mm}$

2.4 422406 工作面新三机配套的使用情况

在 MG2×160/710(730)—AWD 型重型薄煤层交流变频电牵引采煤机研制成功后,经过三机配套改进和生产工艺和劳动组织优化,回采工作面生产能力显著提升。经过努力,该技术在章村矿四井 422406 工作面成功应用,使该综采工作面设备故障率显著下降,运转率大幅提高,能够适应章村矿顶底板均较硬、断层多、地质条件复杂的特点并保持了平稳生产,平均月产量达到 4.5 万 t 以上,工作面最高月产量达到 6.8 万 t。

3 章村矿薄煤层工作面三机配套的持续改进

通过 422406 工作面的三机配套使用,虽然大幅度提高了工作面设备开机率,生产效率也大幅度提升,但我们发现仍有潜力可控,主要表现在支架跟机速度不快,其主要原因是采

高低,行人空间小,工作面行走困难,加之原使用的手动操纵阀组效率低,工人操作时不稳定性大,移架和推溜时间较长。为此,我们经过多次调研论证,决定在 422410 工作面对支架控制系统进行升级改造,即引进了 SAC 电液控制系统,将传统的手动控制方式改造为电液控制,并成功实现了成组顺序推溜、成组带压移架和立柱压力自动补偿等功能,使工作面支架操作速度提高了近一倍,人员减少了一半,充分发挥了 MG2×160/710(730)—AWD 采煤机的强大功能,使薄煤层工作面高产高效成为现实。在 422410 工作面生产期间,我们平均月生产原煤 6 万 t 以上,并于 2011 年 3 月创造了在平均煤厚只有 1.29 m 的情况下安全生产原煤 9.7 万 t 的可喜成绩。

4 结束语

通过近几年章村矿在薄煤层综采三机配套方面的不断摸索实践,我们认为针对章村矿薄煤层的特点,通过合理地确定三机配套设备、采煤技术工艺等,达到最高月产 9.7 万 t,平均月产 6 万 t,最高日产 4 250 t 的好成绩,全面实现了薄煤层的安全高效开采。其中薄煤重型采煤机的研发和 SAC 电液控制系统液压支架的有机配套,为类似条件下薄煤层综合机械化开采提供了借鉴,也为进一步提高薄煤层安全高效生产奠定了坚实的基础。

作者简介:秦志清(1975—),河南汤阴县人,1998 年毕业于河北建筑科技学院,现任冀中能源股份有限公司章村矿机修厂副厂长,机电工程师。

煤矿主提升设备动态监控系统的研究

马 光,郭金龙,史二听,刘彦滔,董军豪,赵 晨

(中平能化集团十一矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:煤矿主提升设备的检查一般只是在设备静止条件下才能进行,为达到对提升主要设备实施实时监测的目的,本文提出设备在运行过程中实现钢丝绳实时动态张力监测、罐道间距在线监测、钢丝绳断丝在线监测、实时监测等研究过程。

关键词:主提升设备;实时监测;罐道间距

0 概 述

在煤矿生产的众多环节中,提升机的安全平稳运行是安全生产的重要一环,井下煤炭的输出、生产人员与设备的出入井,主要通过提升机来完成。因此,提升机运行安全直接关系到人身安全和煤炭生产顺利进行。为此,必须对提升机的运行状态进行监测,以便及时发现隐患,防患于未然。传统的监测手段只是在一般状态下进行一些常规的监测,我们探讨的是提升设备在运行状态下的几种重要监测,如:钢丝绳张力差在线监测、钢丝绳断丝在线监测、组合罐道间距在线监测等。

多绳摩擦式提升机因其具有许多优良的特点,在现代化矿井提升中得到较为广泛的应用。但是多绳提升机运行中各钢丝绳的受力情况很难达到均衡一致,会出现受力不均现象。尽管采用了楔形连接装置和液压平衡装置,也不能完全消除不均衡情况。《煤矿安全规程》第423条规定,任一根提升钢丝绳的张力与平均张力之差不得超过 $\pm 10\%$ 。钢丝绳张力不平衡不仅会造成钢丝绳损坏和减少摩擦衬垫的使用寿命,还可能会造成滑绳、断绳等重大事故的发生。另外,提升机超载会对整个提升系统的机械造成冲击和磨损,如果中途过流急停,就会对钢丝绳造成重大损伤,甚至断丝断绳,极易造成重大提升事故,危害极大。实际生产中,钢丝绳张力测试方法大都是人工定期测试,极不方便,也不精确。超载提升更是只能通过司机对运行电流的观察把握判断是否超载,存在很大的误差和不确定因素,很难对设备状况做到准确把握,这势必为安全生产留下隐患。

我们可以探讨研制一种新型液压张力差在线监测控制系统,该系统通过传感器(见图1)获取钢丝绳张力信号,从而实现提升容器载重量、载重差的实时在线监测。在每次提升前先监测提升容器的载重量及载重差,若超限,控制提升机闭锁不允许提升;若钢丝绳张力差超过 10% ,及时报警告知维修人员采取措施降低张力差。该系统的应用可以避免提升机重大事故的发生,从提升机安全运行方面产生极大的社会效益。



图1 油压传感器

主要研究内容如下:

对多绳摩擦提升机,研制监测每根钢丝绳张力及钢丝绳之间张力差传感器并安装在平衡装置上,实现在线监测钢丝绳的总张力(即载重量)和钢丝绳之间张力差;当监测到提升超载时,给出控制信号使提升机不进行提升工作;当监测到钢丝绳张力突减即松绳时,控制提升机安全制动,排除卡罐故障;当诊断到多绳摩擦提升机钢丝绳张力差超过10%时,及时提醒维修人员采取措施降低张力差。超载提升、钢丝绳张力差过大等,是造成矿井提升坠罐、过卷等事故的主要原因,防止这些事故最有效的方法是在线监测钢丝绳张力和张力差。

对多绳摩擦立井提升机事故分析如下:

多绳摩擦式立井提升机易出现提升超载及钢丝绳张力差过大等现象。超载时,对整个提升系统的机械造成冲击和磨损,如减速机、联轴节打齿等;对钢丝绳造成重大损伤,甚至断丝断绳,如果中途因过流急停,极易造成重大提升事故,危害极大。

1 超 载

1.1 提升箕斗黏煤

由于矿井提升的煤炭往往是潮湿而带有黏性,会附着在箕斗内,造成箕斗中的煤不能实现全部卸载,而装载系统又是定量装载的,这样井下装煤机再次给提升箕斗装煤时,就会超出额定装载量,使提升钢丝绳处于过载的工作状况。某些矿井由于矿车未及时清理,车底、车帮的附着物竟占有效载量的20%~30%,个别矿车还要多些。这导致了提升、运输能力的降低,并使电耗显著增大。超载时提升电流远远超过正常提升电流,电机过负荷运转,易超温烧坏电机;对于变流设备可控硅等变流元件造成过流烧坏,影响生产;其他变压器等也会因过热减少使用寿命,甚至损坏。

1.2 重复装载

在实际操作过程中,由于操作人员的失误造成同一勾次重复装载现象,从而造成严重超载。超载时有可能因制动力不足而出现制动不住现象,造成重大跑车事故。《煤矿安全规程》第432条规定:提升绞车的常用闸和保险闸制动时,所产生的力矩与实际提升最大静荷重旋转力矩之比K值不得小于3。

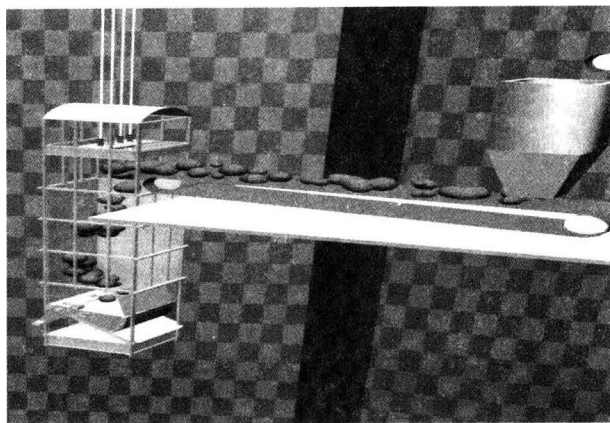


图2 箕斗装煤

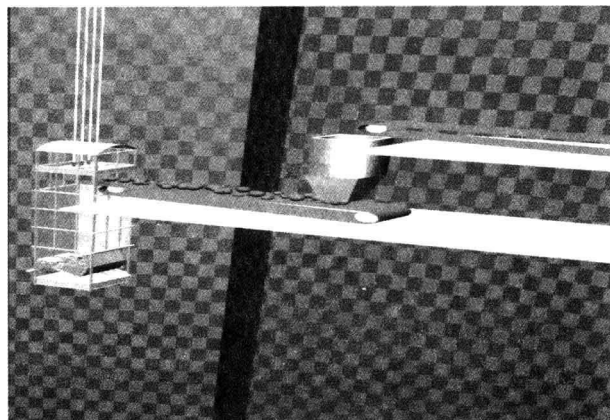


图3 箕斗沾煤

1.3 不能掌握提升物料重量

对于副井提升系统,往往因为操作人员不能准确掌握提升物料的重量,从而造成超载或超载重差运行。因此,预防提升箕斗的超载现象,提高提升系统安全系数,有很好的实际应用意义。

2 钢丝绳张力差不平衡

钢丝绳受力不均会造成衬垫磨损严重,钢丝绳使用寿命缩短,甚至造成提升容器倾斜、卡罐等重大事故。钢丝绳的驱动力即是钢丝绳对绳槽的正压力和与衬垫的摩擦系数决定的摩擦力,由于多根钢丝绳摩擦力各不相同,便会产生张力差。导致钢丝绳对绳槽正压力不同的原因有:由于多绳摩擦提升机在更换钢丝绳时,通常采用旧绳带新绳的方法,在新绳下放过程中,它们的长度不可能调整得与旧绳绝对相等,长度短的钢丝绳就要被拉长一些,因此,所有钢丝绳的弹性伸长就不相同,导致钢丝绳对绳槽的正压力不等。提升钢丝绳的几何尺寸和机械性能如抗拉强度、弹性模数等有差别,在运转中又加大了钢丝绳张力差。由于蠕动

是不可避免的,蠕动的存在加大了钢丝绳张力不平衡。导致钢丝绳与衬垫间摩擦系数不同的原因有:如果摩擦衬垫老化,摩擦系数降低,就容易造成钢丝绳打滑;如果钢丝绳在摩擦轮上的滑动不等,则形成总载重在各绳中的分配比例不等,从而产生各钢丝绳受力不均;由于绳槽加工时存在着误差,其大小不可能完全一样,同时绳槽在使用中磨损程度也不相同,绳槽较浅的钢丝绳张力趋于增加。

由以上分析可知,钢丝绳张力差由很多原因引起,而且时刻存在。很多矿井使用液压钢丝绳张力自动平衡装置来调整张力差,该装置有全调压和半调压两种。全调压时,由于钢丝绳张力差是时刻存在的,导致钢丝绳来回窜绳,磨损钢丝绳及滚筒衬垫,造成滚筒不圆等后果,因此全调压是不可取的。在实际应用中,若只进行半调压,油缸相通的一侧钢丝绳张力相等,而另一侧存在张力差,又不能提供张力差大小,不便于维护人员减小张力差。

3 钢丝绳张力差动态监测

由于张力自动平衡装置采用的是半调压的工作方式,即四根钢丝绳工作时只有一侧开启连通油缸,这侧钢丝绳张力是大体相等的;而另一侧不开启连通油缸,四个油缸的油压不同,可监测出四根钢丝绳明显的张力差,诊断到钢丝绳张力差超过 10% 时,张力差超限预警,及时提醒维修人员采取措施降低张力差。四根钢丝绳的张力之和是载重量,根据载重量可计算提煤量。每次提升前,若监测到容器的载重量和两容器的载重差超限,则闭锁提升机。同时,在箕斗或罐笼上安装无线发射模块,由电源供电,将油压传感器数据及时传到无线接收模块,再通过电缆传输到车房,以便采取措施。

该项目主要针对多绳摩擦提升机在线监测钢丝绳张力和张力差。当发生预警超限时,及时报警和采取措施,防止提升机超载、钢丝绳张力差过大、松绳卡罐等造成提升机坠罐、过卷等事故发生。监测系统具备实时数据浏览、语音报警提示、历史数据查询等功能。该项目除完成合同要求外,超额完成了从提升容器上无线传输信号到地面的功能,通过安装在每个平衡油缸上的张力油压传感器监测每根钢丝绳的张力。液压张力差在线监测控制系统的应用将有利于提高钢丝绳使用寿命和使用的可靠性,保障了提升机运行安全;减小了钢丝绳、滚筒、天轮、衬垫的维修维护量,创造了较大的经济效益。该系统的应用可以避免提升机重

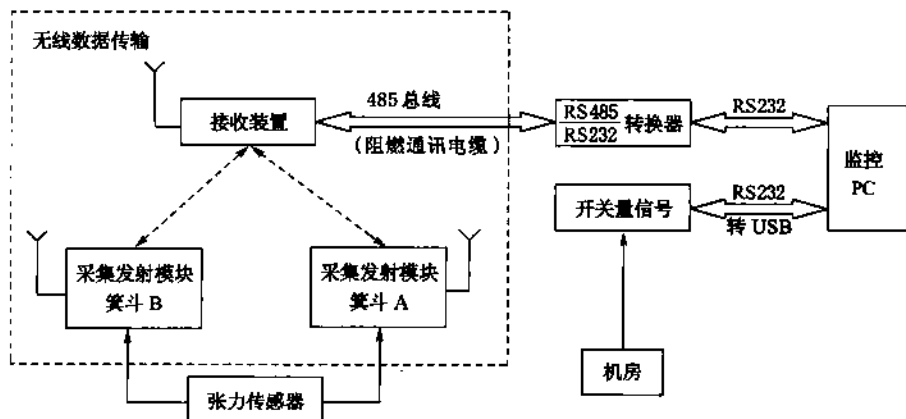


图4 钢丝绳动态监测系统工作原理图

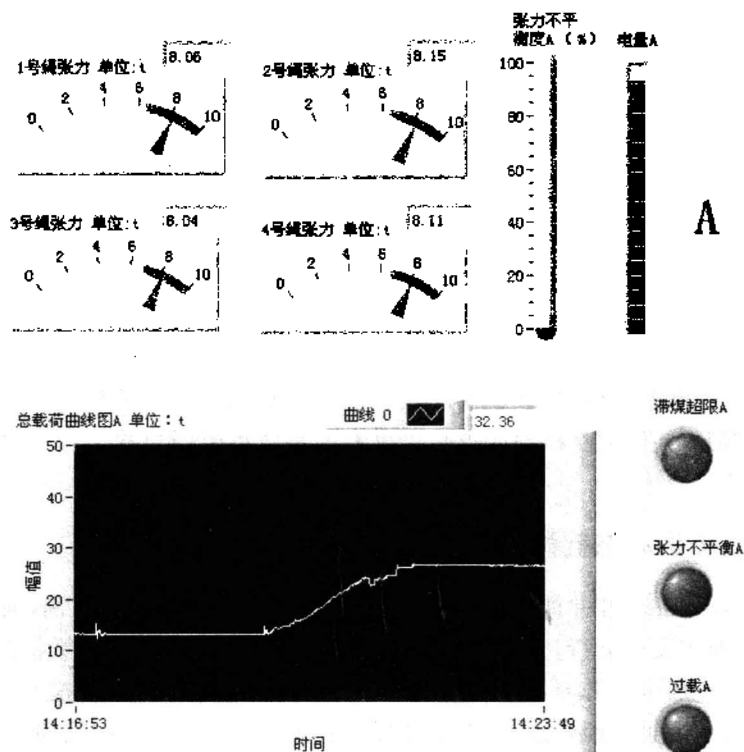


图5 钢丝绳动态监测监控界面

大事故的发生,从提升机安全运行方面产生极大的社会效益。

4 钢丝绳验绳动态监测

钢丝绳使用的安全性是人们长期以来关心的问题,钢丝绳断绳将对提升设备带来严重的后果。《煤矿安全规程》第405条规定,各种股捻钢丝绳在1个捻距内断丝断面积与钢丝绳总断面积之比,达到升降人员或升降人员和物料用的钢丝绳为5%时,专为升降物料用的钢丝绳为10%,必须更换。所以说对钢丝绳的使用及维护也是设备的重中之重。

传统的钢丝绳检验方法为人工用手直接捋绳检测和做拉力试验检测。人工捋绳检测方法耗时较长,验绳时以0.3 m/s的速度进行检验,并且裸手检验和肉眼观察的准确度较低,内部断丝更是根本无法检测到。使用做拉力试验的破损检测法也有很大的局限性,破损检测法通过对钢丝绳样本进行静态拉断试验和动态疲劳试验来确定钢丝绳强度损耗,难以全面了解整根钢丝绳的状态,因为强度试验不能够在不损坏钢丝绳的条件下进行。而多绳摩擦式提升机不允许随意截断钢丝绳,只能在绳头处取样品,然而此处的钢丝绳并不能够全面反映出整根钢丝绳的状态。因此,技术人员一直致力于钢丝绳检测方法的研究,我们可以使用一种新式的钢丝绳检验方法——无破损检测法。

所谓无破损检测法,就是在不损坏钢丝绳的情况下对钢丝绳的外部及内部情况进行一种全面的检测。我们可以使用磁检测法,磁检测法检测钢丝绳的缺陷(断丝、磨损、锈蚀)的

基本原理是:用一磁场沿钢丝绳轴向磁化钢丝绳,当钢丝绳通过这一磁场时,一旦钢丝绳中存在缺陷,则会在钢丝绳表面产生漏磁场,或者引起磁化钢丝绳磁路内的磁通变化,采用磁敏感元件检测这些磁场的变化即可获得有关钢丝绳缺陷的信息,将这些信息经过放大滤波处理后,送给单片机处理,最后在显示器上显示检测结果。

我们在提升设备的滚筒上安装一种可以产生电磁场的仪器,仪器采用永久磁铁作为励磁源,利用永久磁铁将一段钢丝绳深度磁化至饱和状态。采用线圈作为磁检测元件,绞车运行后,若通过这一磁场的钢丝绳存在缺陷,则会在钢丝绳表面产生漏磁现象,引起磁路内的磁通量产生变化。当变化的磁通与检测元件有相对运动时,就在线圈内产生感应电动势,磁感应强度则明显反映出钢丝绳内部及外部的变化,我们将仪器与绞车的深度指示器进行连接,便可准确反应出断丝的位置,便于实际查找。根据磁感应强度的变化,可以计算出断丝的横截面积。该钢丝绳断丝在线检测方法可以有效预防钢丝绳事故,合理额定延长钢丝绳的使用寿命,降低事故率。

5 钢丝绳罐道接头动态监测

罐道是提升容器在立井井筒中上下运行时的导向及限位装置,罐道间距的合适与否直接影响着提升容器的安全运行。罐道间距过小,会造成提升容器钢罐耳磨损严重,并且有异常响声,更严重会造成卡提升容器事故;罐道间距过大,会造成提升容器摆动加大,危及设备的安全运行。因此,罐道间距合适,才能保证提升容器的安全运行。传统的罐道间距检测方法只是采用溜罐、检查钢罐耳去确定罐道的间距。

现在我们可以研究一种安装在提升容器上的罐道间距测量仪,具体做法是:在提升容器的底部正中央固定仪器,仪器分别向两根组合罐道伸出能自动调节长度的连杆,连杆的两头分别安装滚轮,连杆中间安装弹簧。当提升容器在井筒中运行时,滚轮通过弹力在组合罐道上运行,连杆内部安装距离传感器。在提升容器运行过程中,罐道间距测量仪可以直接测量出罐道的间距,并且通过传感器传输到车房电脑上。我们可以井筒平位开关作为零点,在平位位置安装传感器,在提升容器运行过程中,罐道间距测量仪可以准确地测量出井筒各个位置的罐道间距,如果出现异常情况,也便于实际查找并进行处理。

6 结束语

提升设备是整个矿井的咽喉,保证提升设备的安全运行才能保障煤矿的安全生产,只有不断使用新技术、新工艺、新设备服务于矿井提升设备,才能实现安全生产。

作者简介:马光,男,工学学士,毕业于河南理工大学,目前在中平能化集团十一矿机电队从事技术管理工作。

阳煤集团高产高效综放工作面配套装备改造

陈意飞^{1,2}

(1. 中国矿业大学矿业工程学院, 江苏 徐州 221116;

2. 阳煤集团国阳二矿丈八区, 山西 阳泉 045008)

摘 要: 阳煤集团通过对综放工作面设备选型配套进行优化改造, 并在此基础上对工作面参数、回采工艺进行优化; 增大工作面几何尺寸, 增加工作面地质储量, 实现合理集中生产, 队组年产量由 200 万 t 提高到 400 万 t, 真正提高了经济效益, 实现了高产高效。

关键词: 设备选型配套; 优化改造; 高产高效

1 引 言

阳泉煤业(集团)有限责任公司由始建于 1950 年的阳泉矿务局改制而成, 是国家首批确认的特大型国有煤炭企业。阳泉矿区位于山西省沁水煤田东北边缘, 主要含煤地层为太原组和山西组, 含煤地层总厚度 176 m, 共含煤 17 层, 可采煤层 4~6 层, 其中山西组 3[#] 及太原组 8[#]、9[#]、12[#]、15[#] 煤层发育较好。煤层总厚度 16 m, 其中 3[#]、8[#]、9[#]、12[#] 煤厚度在 3 m 以下, 局部可采, 15[#] 煤厚度在 6.5 m 左右, 全区稳定可采, 为阳泉矿区的主要开采煤层, 现在均采用综采放顶煤技术。综采放顶煤采煤方法具有高产、高效、低耗等特点, 20 世纪 80 年代末就在阳煤集团试验成功, 到了 90 年代中期, 阳煤集团 15[#] 煤开采全部采用综采放顶煤技术, 设备选型也几经优化, 矿井产量占到集团公司总产量 70% 以上^[1]。

2 设备选型配套

近几年, 我国大型采煤机、刮板输送机、液压支架等国产设备, 通过引进、消化和吸收, 已经逐步达到国外 20 世纪 90 年代初的水平。而采煤机、刮板机及液压支架的三机配套是整个综采设备的核心, 要使采煤机和刮板机的生产能力满足工作面的产量要求, 液压支架的移动速度要跟得上采煤机的牵引速度, 采煤机、刮板机和液压支架在性能、结构、采面空间要求以及三机联接的形式、强度和尺寸等方面必须互相适应和匹配。通过总结阳煤集团多年来放顶煤开采的经验和教训, 对设备进行了较充分的改进和完善, 工作面原设备选型和优化后设备选型对比见表 1。

原设备配套方案存在的问题较多, 制约了矿井高产高效的建设, 具体问题表现在以下几方面:

(1) 阳煤集团各矿井下地质条件复杂, 无炭柱、断层、褶曲等地质构造严重影响生产。

表 1 工作面设备选型前后对比表

序号	设备名称	原配套设备型号	优化后配套设备型号
1	放顶煤支架	ZFSB4200-1.7/2.8	ZF6200-1.7/3.2
2	电牵引采煤机	MG571D	SL750
3	前部刮板输送机	SGZ764-630	SGZ 1000/1400
4	后部刮板输送机	SGZ764-630	SGZ 1000/1400
5	转载机	SZZ880-250	SZZ 1000/400
6	可伸缩带式输送机	SSJ1200/2×200	SSJ1200/2×315
7	乳化液泵站	WRB 200-31.5	GRB-315-31.5

所开采的 15[#] 煤结构复杂,煤层中一般含夹石 2 层,其中上夹石普遍存在,厚度在 0.20 m 左右,俗称“八寸石”;中下部的一层夹石不稳定,呈凸透镜体状,厚度 0~1.00 m,俗称“驴石”。原设备配套中的采煤机在割煤过程中,因截割功率偏低,造成故障率高,维修量大,开机率偏低。并且由于地质构造经常出现,采煤机割不动,只能对构造区采取爆破方式通过,工作面推进缓慢。

(2) 原设备配套的液压支架工作阻力不够,当过断层和顶板周期来压时,移架十分困难,后部放煤空间狭小,不利于放顶煤。根据国内综采放顶煤开采支架工作阻力确定的三种方法^[2]:① 建立在国内综放工作面大量统计数据及理论分析基础上的统计类比法;② 建立在支架工作阻力构成分析基础之上的估算法;③ 建立在支架围岩相互作用关系基础上的数值模拟方法。结合阳泉矿区实际:综放面煤厚 7 m,采煤机割煤高度 2.8 m,放煤高度 4.2 m,采放比为 1:1.5,采深按最大 400~575 m 计算, $f=2.5$,结合 15[#] 煤条件,支架工作阻力在 5 600 kN 以上,选择 ZF6200/1.7/3.2 以上支架才能满足工作阻力要求。

(3) 原配套的前、后部刮板机槽帮钢用型钢制成,整机机械强度低,移架时中部槽易脱节,刮板链易脱槽;后部刮板机电机功率偏小,放煤量稍大时,就会压住刮板机,维修量较大;并且原配套的前、后部刮板机都是不封底溜槽,在推移前后溜时容易带进底煤,致使负荷大开不动而导致断链事故的发生。

通过优化设备选型配套,工作面液压支架工作阻力由 4 200 kN 提高到了 6 200 kN,采煤机功率由 600 kW 提高到了 1 634 kW,工作面运输机功率由 630 kW 提高到了 1 400 kW,转载机功率由 250 kW 提高到了 400 kW,顺槽皮带输送机功率由 400 kW 增加到 750 kW。工作面主要设备功率比原来有了较大程度的提高,设备适应性和可靠性也有了较大程度的提高,综放工作面的开机率也有了较大的提高,为高产高效工作面打下良好基础。

3 工作面参数优化

3.1 加大工作面走向长度

为了减少工作面搬家次数,综采放顶煤工作面走向长度以 1 500~2 000 m 为宜,最短不小于 1 000 m。设备选型配套改造后,设备可靠程度大大提高,工作面走向长度可相应增大,原工作面走向长度一般为 1 000 m,现可达到 1 600 m 以上,工作面可采储量达到 300 万 t 左右,基本保证采煤队组一年最多搬家一次,减少搬家倒面影响生产时间。

3.2 加大工作面采长

工作面斜长受多种因素影响,比如采煤技术、设备、地质、生产管理、瓦斯、煤层自燃等。工作面通过优化设计后,工作面斜长由原来的 190 m 增加到 240 m。加大综放工作面采长后,将减少工作面搬家和拉机头、机尾的影响时间,相对减少上、下端头顶煤损失率,降低区段煤柱占整个区段煤炭资源的比例,提高煤炭资源回收率,降低煤岩巷万吨掘进率,减少掘进费用;同时,实现一井一面高度集中生产,减少通风、运输、供电环节,减少整个矿井的原煤生产人员,从而达到减人提效,降低原煤生产成本,提高经济效益的目的。

3.3 加强回采前对工作面的地质预测预报

为了更好地保证采煤队组的高产高效,地质部门在工作面回采前加强地质预测预报,采用无线电坑透等先进技术对工作面内部情况进行预测预报;加强水文地质预测预报,发现坑透异常时,技术、生产部门提前采取科学、合理的措施,确保回采期间少受或不受影响,确保先进设备的性能得以充分发挥,实现高产高效。

4 经济效益分析

4.1 投入情况

以一矿 S8101 工作面^[4]为例,该工作面走向长度 1 600 m,倾向长度 260 m,平均煤厚 6.9 m,可采储量 350 万 t。

原工作面主要设备投入约为 4 038.65 万元,明细详见表 2。

改造后工作面主要设备投入约 10 671.77 万元,明细详见表 3。

设备改造需增加投入 6 633.12 万元(10 671.77-4 038.65)。

表 2

原工作面主要设备投入明细表

单位:万元

序号	设备名称	数 量	单 价	总 价
1	ZFSB4200/1.7/2.8 放顶煤支架	129	14.50	1 870.57
2	MG571D 电牵引采煤机	1	320.00	320
3	SGZ764/630 前部刮板输送机	1	419.00	419
4	SGZ764/630 后部刮板输送机	1	369.00	369
5	SZZ880/250 转载机	1	190.30	190.30
6	SSJ1200/2×200 可伸缩带式输送机	2	412.89	825.78
7	WRB-200/31.5 乳化液泵站	2	22.00	44
合计				4 038.65

表 3

改造后工作面主要设备投入明细表

单位:万元

序号	设备名称	数 量	单 价	总 价
1	ZF6200/1.7/3.2 放顶煤支架	176	28.39	4 996.17
2	SL750 电牵引采煤机	1	2 300.00	2 300
3	SGZ-1000/1400 前部刮板输送机	1	1 120.00	1 120

续表 3

序号	设备名称	数 量	单 价	总 价
4	SGZ - 1000/1400 后部刮板输送机	1	930.00	930
5	SZZ - 1000/400 转载机	1	274.00	274
6	SSH200/2×315 可伸缩带式输送机	2	486.00	972
7	GRB 315/31.5 乳化液泵站	2	39.80	79.6
合计				1 0671.77

4.2 产出情况

阳煤集团一矿综五队使用该套装备后,年产量由 2004 年的 296.574 8 万 t 提高到 2006 年的 403.159 8 万 t,提高 35.9%,单产由 255 889 t/月提高到 2006 年的 343 407 t/月,提高 34.2%。阳煤集团二矿综一队使用该套装备后,年产量由 2004 年的 220.215 1 万 t 预计提高到 2007 年的 400 万 t,提高 81.8%,单产由 195 503 t/月提高到 2007 年的 340 000 t/月以上,提高 73.9%。以吨煤利润 200 元计算,每年可增加收入如下^[3]:

一矿综五队: $200 \times (403.159 8 - 296.574 8) = 21\ 317$ (万元)

二矿综一队: $200 \times (400 - 220.215 1) = 35\ 957$ (万元)

4.3 经济效益分析

综合分析投入、产出,一套设备年创经济效益均在 1 亿元以上。以阳煤集团一矿综五队和二矿综一队为例:

一矿综五队: $21\ 317 - 6\ 633 = 14\ 684$ (万元)

二矿综一队: $35\ 957 - 6\ 633 = 29\ 324$ (万元)

5 推广应用前景分析

该项技术依托集团公司综采放顶煤、锚索支护,瓦斯综合治理等方面的技术基础以及上市公司的资金优势,通过优化工作面参数,创新巷道布置方式,采用大功率配套装备;通过研究新型装备的技术特点和在阳泉矿区特殊条件下的适应性,为公司的高速跨越式发展奠定技术基础。项目成功后,公司综放工作面年生产能力将达到 400 万 t 水平。该项技术的推广应用,能有效提高煤炭资源回收率,降低掘进率,减少巷道工程投入,每年可增加的收入至少在 4 亿元以上,经济效益非常明显,从而极大地提高公司的核心竞争力和市场竞争能力,具有良好的经济和社会意义。

参考文献:

- [1] 裴西平,等.阳优煤[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.
- [2] 吴健,闫少宏.确定综放面支架工作阻力的基本概念[J].矿山压力与顶板管理,1995(3-4):69-72.
- [3] 董喜贵,等.阳煤集团 2006 年财务报表.阳煤集团财务部,2006.
- [4] 陈意飞.阳煤集团一矿 S8101 工作面回采作业规程.阳煤集团一矿采煤工区,2006.

作者简介:陈意飞(1981—),男,采煤工程师,2003年毕业于中国矿业大学采矿工程专业,中国矿业大学矿业工程专业2009级工程硕士。曾在阳煤集团生产技术部采煤科从事技术管理工作,现为山西国阳新能股份有限公司二矿丈八区主任工程师。

联轴器的安装与找正方法

邓 悦

(冀中能源股份有限公司章村矿机修厂, 河北 邢台 054108)

摘 要: 联轴器的找正是机器安装的重要工作之一, 找正的目的是使机器在工作时主动轴和从动轴两轴中心线在同一条直线上, 找正的精度关系到机器是否能正常运转, 对高速运转的机器尤其重要。但两轴绝对准确的对中是难以达到的。为了保证联轴器正常运转, 达到预定的工作性能和使用寿命, 在安装联轴器时, 必须进行适当的调整, 以获得联轴器两轴具有较高的同轴度。即使是对具有补偿性能的可移式联轴器, 也应进行调整以减小两周相对位移量, 使其控制在该联轴器正常运转所允许的范围内。本文着重介绍联轴器的种类、安装与调整方法, 旨在今后的安装过程中使用更加科学有效的方法, 规范操作, 提高联轴器的安装精度, 达到机器的最佳使用性能。

关键词: 联轴器; 同轴度; 轴向位移; 径向位移; 安装与找正

1 联轴器的种类

按照联轴器性能的不同, 可以分为刚性联轴器和挠性联轴器两种。刚性联轴器或称为固定式联轴器, 这种联轴器虽然不具有补偿性能, 但有结构简单、制造容易、成本低等特点而任具有其应用范围; 挠性联轴器中又分为无弹性元件挠性联轴器和带弹性元件挠性联轴器。前一类具有补偿两轴相对位移的能力; 后一类由于含有能产生较大弹性变形的元件, 除有补偿性能外还具有缓冲和减振作用, 在传递转矩的能力上, 按弹性元件材质不同又可再分为金属弹性元件和非金属弹性元件, 金属弹性元件的主要特点是强度高、传递转矩大、使用寿命长且性能稳定, 非金属弹性元件的优点是制造方便、易获得各种结构形状且具有较高的阻尼性能。各种联轴器的分类如表 1 所列。

表 1 联 轴 器

刚性联轴器	挠性联轴器		
	无弹性元件挠性联轴器	非金属弹性元件挠性联轴器	金属弹性元件挠性联轴器
套筒联轴器、 凸缘联轴器、 夹壳联轴器、 紧箍式夹壳联轴器	齿式联轴器、链条联轴器、 滑块联轴器、万向联轴节等	橡胶金属环联轴器、轮胎式 联轴器、弹性套销联轴器、 弹性块联轴器、梅花型弹性 联轴器、弹性柱销联轴器、 弹性柱销齿式联轴器等	簧片联轴器、蛇形弹簧联轴 器、卷簧联轴器、膜片联轴 器、波纹管联轴器等

2 联轴器的安装与找正

(1) 安装

为了保证联轴器正常运转,达到预定的工作性能和使用寿命,在安装联轴器时,必须进行适当的调整,以获得联轴器两轴具有较高的同轴度。即使是对具有补偿性能的可移式联轴器,也应进行调整以减小两周相对位移量,控制在该联轴器正常运转所允许的范围內。

(2) 找正

联轴器的找正是机器安装的重要工作之一。找正的目的是使机器在工作时主动轴和从动轴两轴中心线在同一直线上。找正的精度关系到机器是否能正常运转,对高速运转的机器尤其重要。两轴绝对准确的对中是难以达到的,对连续运转的机器要求始终保持准确的对中就更困难。各零部件的不均匀热膨胀,轴的挠曲,轴承的不均匀磨损,机器产生的位移及基础的不均匀下沉等,都是造成不易保持轴对中的原因。因此,在设计机器时规定两轴中心有一个允许偏差值,这也是安装联轴器时所需要的。从装配角度讲,只要能保证联轴器安全可靠地传递扭矩,两轴中心允许的偏差值愈大,安装时愈容易达到要求。但是从安装质量角度讲,两轴中心线偏差愈小,对中愈精确,机器的运转情况愈好,使用寿命愈长。所以,不能把联轴器安装时两轴对中的允许偏差看成是安装者草率施工所留的余量。

(3) 联轴器找正时两轴偏移情况分析

机器安装时,联轴器在轴向和径向会出现偏差或倾斜,可能出现四种情况,如图1所示。根据表2所示对主动轴和从动轴相对位置的分析见图1。

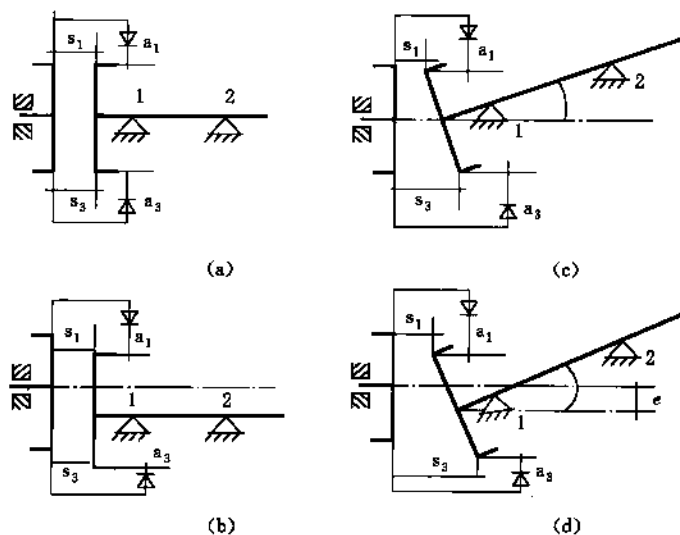


图1 联轴器找正时可能遇到的四种情况

表 2

联轴器偏移的分析

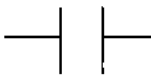
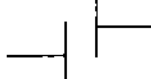
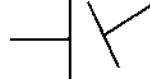
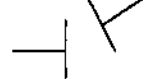
a	b	c	d
			
$a_1 = a_2$	$a_1 \neq a_2$	$a_1 \neq a_2$	$a_1 \neq a_2$
两轴同心	两轴不同心	两轴同心	两轴不同心
$s_1 = s_2$	$s_1 = s_2$	$s_1 \neq s_2$	$s_1 \neq s_2$
两轴平行	两轴平行	两轴不平行	两轴不平行

图 2 所示方法是用一块百分表判断两轴的相对位置,并可计算出轴向和径向的偏差值。也可以根据百分表上的读数用图解法求得调整量。用此方法测量时,需要特制一个找正用表架,其尺寸、结构由两半联轴器间的轴向距离及轮毂尺寸大小而定。表架自身质量要小,并有足够的刚度。表架及百分表均要求固紧,不允许有松动现象。图 2 中便是两轴端距离较大时找正用表架的结构示意图。

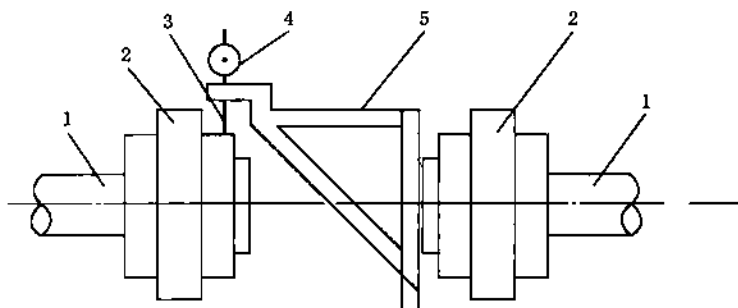


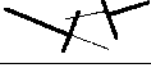
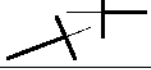
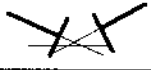
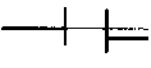
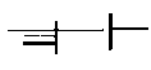
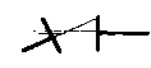
图 2 单表找正示意图

1——轴;2——半联轴器;3——百分表触头;4——百分表;5——支架

单表测量的操作方法是:在两个半联轴器的轮毂外圆面上各作相隔 90° 的四等分标志点 $1a、2a、3a、4a$ 与 $1b、2b、3b、4b$ 。先在“B”联轴器上架设百分表,使百分表的触头接触在“A”联轴器的外圆面上的 $1a$ 点处,然后将表盘对到“0”位,按轴运转方向盘动“B”联轴器,分别测得“A”联轴器上的 $1a、2a、3a、4a$ 的读数(其中 $1a=0$),为准确可靠可复测几次。为了避免“A”联轴器外圆面与轴不同心给测量带来误差,可同时盘动“B”与“A”联轴器。然后再将百分表架设在“A”联轴器上,以同样方法测得“B”联轴器上 $1b、2b、3b、4b$ 的读数(其中 $1b=0$)。测出偏差值后,利用图 2 所示的偏差分析示意图的分析方法,可得出“A”与“B”两半联轴器在垂直方向和水平方向两轴空间相对位置的各种情况,如表 3、表 4 所示。

表 3

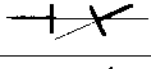
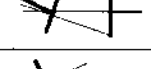
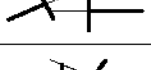
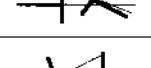
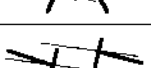
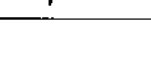
垂直方向两轴相对位置分析

序号	3a 数值	3b 数值	3ac 数值	两轴空间位置
1	$3a < 0$	$3b > 0$	$3ac < 0$	A  B
2	$3a > 0$	$3b < 0$	$3ac < 0$	A  B
3	$3a < 0$	$3b > 0$	$3ac > 0$	A  B
4	$3a > 0$	$3b < 0$	$3ac > 0$	A  B
5	$3a > 0$	$3b > 0$	$3ac > 0$	A  B
6	$3a < 0$	$3b < 0$	$3ac < 0$	A  B
7	$3a < 0$	$3b > 0$	$3ac = 0$	A  B
8	$3a > 0$	$3b < 0$	$3ac = 0$	A  B
9	$3a = 0$	$3b < 0$	$3ac < 0$	A  B
10	$3a = 0$	$3b > 0$	$3ac > 0$	A  B

注: $3ac = 3a + 3b$ (代数和)。

表 4

水平方向两轴相对位置分析

序号	2a 数值	2b 数值	2ac 数值	两轴相对位置
1	$2a' < 0$	$2b' > 0$	$2ac < 0$	A  B
2	$2a' < 0$	$2b' < 0$	$2ac < 0$	A  B
3	$2a' > 0$	$2b' > 0$	$2ac > 0$	A  B
4	$2a' < 0$	$2b' < 0$	$2ac > 0$	A  B
5	$2a' > 0$	$2b' > 0$	$2ac < 0$	A  B
6	$2a' < 0$	$2b' < 0$	$2ac < 0$	A  B
7	$2a' > 0$	$2b' < 0$	$2ac = 0$	A  B

续表 4

序号	2a 数值	2b 数值	2ac 数值	两轴相对位置
8	$2a' < 0$	$2b' > 0$	$2ac = 0$	A  B
9	$2a' = 0$	$2b' < 0$	$2ac < 0$	A  B
10	$2a' = 0$	$2b' > 0$	$2ac > 0$	A  B

注: $2a' = 2a - 4a$; $2b' = 2b - 4b$; $2ac = 2a - 2b$ (代数和)。

图 3 中,假设“B”轴向上平移,使 Ob' 与 Oa' 相重合,此时 $3b = 0$,而 $3a$ 的读数则变为 $3ac$,由于 $3ac = 3a + 3b$ (代数和),这时 Oa' 与 Oa'' 的垂直距离也就是两轴在垂直方向的偏差值 $3ac/2$ 。因此,只要测得 $3a$ 与 $3b$ 的数值,就可以求得 $3ac$ 的数值(要注意读数的正负号)。水平方向的偏差分析与垂直方向相同。

(4) 单表测量时计算调整量的方法

计算前、后两支点的调整量如图 3 所示。以“B”轴作基准轴,调整“A”轴时应先测定 X 、 Y 、 Z 之值[图 3(a)],若以 δy 与 δz 分别表示前、后支点的调整量,从图 3(b)可推导出:

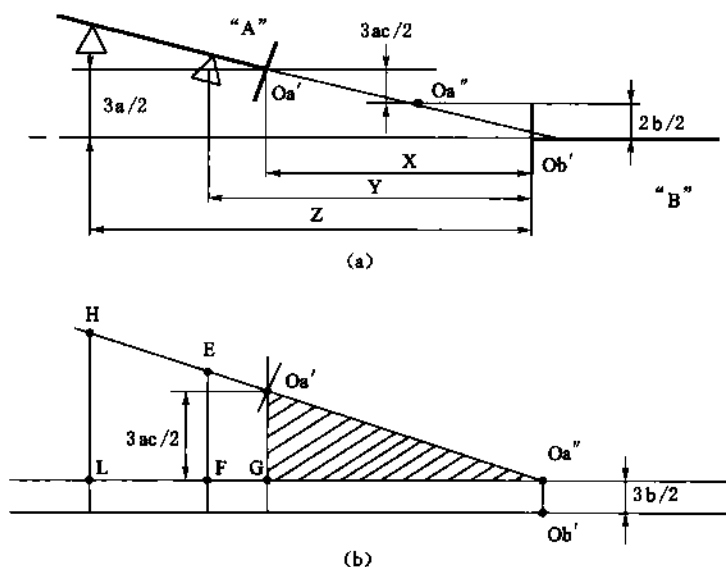


图 3 计算两支点调整量示意图

由于 $\triangle Oa'Oa''G \sim \triangle EO''F$, 且 $GO'' = X$, $FO'' = Y$, $GO' = 3ac/2$ (忽略 $Oa''Ob'$), 所以 $EF = Y/X \times 3ac/2$, 即

$$\delta y = EF + 3b/2 = Y/X \times 3ac/2 + 3b/2$$

同理可得:

$$HL = Z/X \times 3ac/2$$

$$\delta z = HL + 3b/2 = Z/X \times 3ac/2 + 3b/2$$

3 结 语

在安装三米绞车及强力皮带过程中,对其联轴器找正时采用了上述单表测量法。实践证明,上述单表测量法是比较科学的找正方法,测量简单,精度高,完全能达到联轴器安装的技术要求。

参考文献:

[1] 徐灏. 机械设计手册[J]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2000.

作者简介:邓悦(1985—),男,重庆人,2008年毕业于河北工程大学机械设计及自动化专业,现任冀中能源股份有限公司章村矿机修厂技术主管,助理工程师。

行星摩擦式摆线针轮无级变速器维护与检修技术要求

梁 展,郭金龙,史二听,贾 冰,周 磊

(中平能化集团十一矿,河南 平顶山 467047)

摘 要: 本文分析了行星摩擦式摆线针轮无级变速器工作原理,针对维护与检修技术标准,介绍了行星摩擦式摆线针轮无级变速器的检修间隔期、检修内容、摆线齿轮、针齿壳、输出轴、转臂、机座、针齿套与针齿销、柱销套与柱销、骨架式橡胶油封、密封衬垫等日常使用与检修技术要求,以及相关的维护及常见故障处理。

关键词: 行星摩擦式摆线针轮无级变速器;使用与检修技术要求

0 前 言

行星摩擦式摆线针轮无级变速器采用摆线针齿啮合、行星式传动原理,所以通常也叫行星摆线减速机。与其他减速装置相比,具有传动比大、传动效率高、体积小、重量轻、容易维修、使用可靠、故障少、寿命长、运行平稳、可无级调速等优点。因此,行星摆线针轮减速机在各个行业和领域得到广泛使用,受到广大用户的普遍欢迎。十一矿在近几年购入的甲带给煤机就使用到该型减速箱,为正确使用和检修行星摩擦式摆线针轮无级变速器,延长其运行寿命,下面根据笔者日常工作中积累的检修行星摩擦式摆线针轮无级变速器心得,对该减速机日常使用与检修技术要求进行阐述。

1 行星摩擦式摆线针轮无级变速器工作原理

1.1 传动原理(见图1)

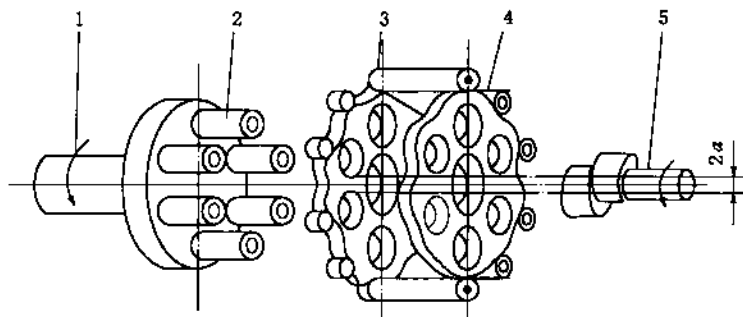


图1 传动原理图

1——输出轴;2——柱销轴(套);3——针齿销(套);4——摆线轮;5——输入轴

行星摩擦式摆线针轮无级变速器全部传动装置可分为三部分:输入部分、调速部分、输出部分。在输入轴上装有一个错位 180° 的双偏心套,在偏心套上装有两个滚柱轴承,形成 H 机构,两个摆线轮的中心孔即为偏心套上转臂轴承的滚道,并由摆线轮与针齿壳上一组环行排列的针齿销相啮合,以组成少齿差内啮合减速机构(为了减少摩擦,针齿销上带有针齿套)。当输入轴带着偏心套转动一周时,由于摆线轮上齿廓曲线的特点及其受针齿壳上针齿销限制之故,摆线轮的运动成为既有公转又有自转的平面运动,在输入轴正转一周时,偏心套亦转动一周,摆线轮于相反方向转过一个齿差从而得到减速,再借助 W 输出机构,将摆线轮的低速自转动通过销轴传递给输出轴,从而获得较低的输出转速。

1.2 调速原理(见图 2)

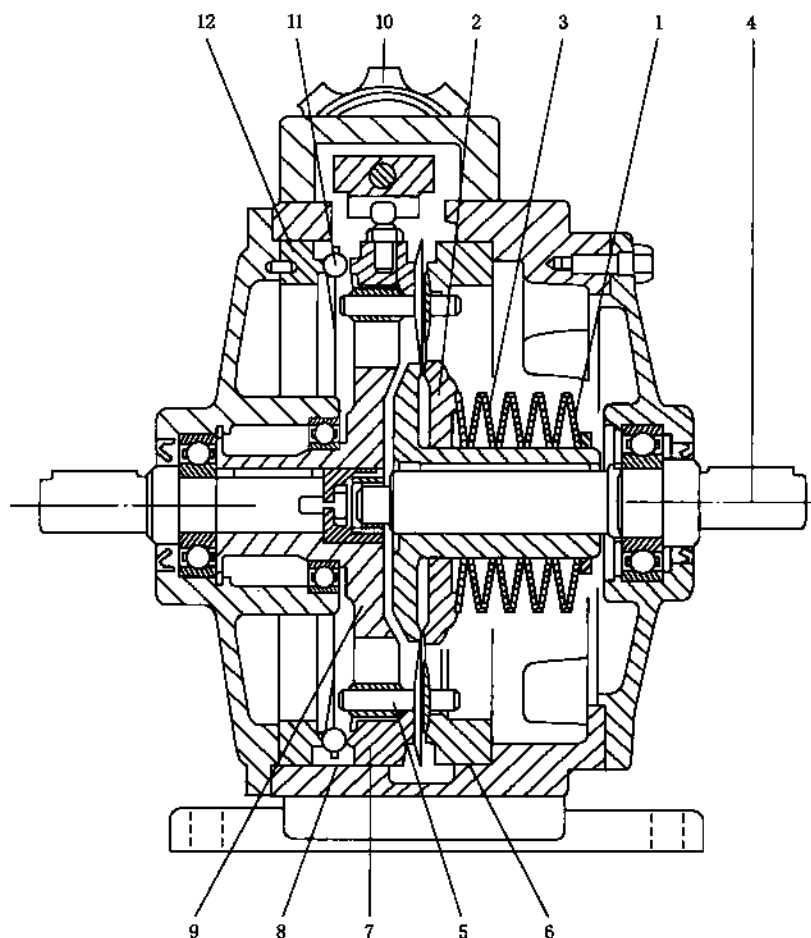


图 2 调速原理图

- 1—主动轮;2—压盘;3—碟形弹簧;4—输出轴;5—行星轮;6—固定环;
7—调速凸轮;8—滑块轴承;9—行星架;10—手轮;11—平面弹子夹;12—固定凸轮

下面以十一矿皮带队甲带给煤机上使用的 MB55YB5.5 $\times$ W6—17 型减速箱为例说明调速原理。带锥度的主动轮 1 和压盘 2 被一组碟型弹簧 3 压紧,输出轴 4 与主动轮用键连

接,组成压紧的主动装置。一组带锥度的行星轮 5 内侧夹在压紧的主动轮和压盘之间,外侧夹在带锥度的固定环 6 和调速凸轮 7 之间,而组成行星轮副。当压紧的主动装置运转时,行星轮就做纯滚动,由于固定环和调速凸轮不动,因此行星轮在自转的同时作公转运转,通过行星轮的中心轴及滑块轴承 8 而带动行星架 9 转动。转动手轮 10 带动调速凸轮,改变角向位置的同时,调速凸轮的端面曲线经平面弹子夹 11 和固定凸轮 12 的端面曲线作用,使用调速轮产生轴向移动,从而均匀改变调速凸轮和固定环之间的间隔,使锥度行星轮产生径向移动。最后均匀地改变了行星轮与主动轮、压盘及固定环、调速凸轮处工作半径,实现稳定的无级调速。

2 行星摩擦式摆线针轮无级变速机维护与检修技术标准

2.1 检修间隔期(见表 1)

表 1

单位:h

检修类别	小修	中修	大修
检修间隔期	4 300	13 000	26 000

2.2 检修内容

(1) 小修

- ① 清洗机体内部油垢及杂物,更换润滑油或润滑脂。
- ② 检查,紧固各部位螺栓。
- ③ 检查、消除各结合面及密封处渗漏油情况。

(2) 中修

- ① 包括小修内容
- ② 解体检查,清洗全部机件,冲洗机体油垢及杂物。
- ③ 拆检润滑油及疏通油路。
- ④ 检查,更换各部轴承(尤其是转臂轴承)及骨架式橡胶油封。
- ⑤ 检查,更换浸渍衬垫纸垫、耐油橡胶垫及 O 形密封环。
- ⑥ 检查,更换针齿套、针齿销、输出轴之销轴及销轴套。
- ⑦ 找正联轴节,确保减速机轴与被驱动装置轴的同轴度。

2.3 检修质量标准

(1) 摆线齿轮

- ① 摆线齿轮柱销孔相邻孔距的公差 δ_{i2} ,应符合表 2 的规定。

表 2

单位:mm

D_2	150	180	220	270	330	390
δ_{i2}	0.042		0.050		0.060	

- ② 摆线齿轮与轴承配合的尺寸精度和表面粗糙度应符合表 3 规定。

表 3

部 位	尺寸精度	R_a 值/ μm
与轴承配合孔	H_8	≤ 0.8

③ 齿面不得有毛刺、裂纹、胶合伤痕及点蚀伤痕。

④ 如转臂轴承的滚动轴承用 2000 型(GB/T 288—1994)滚动轴承代用时必须保证摆线齿轮的轴承配合孔同转臂轴承的配合间隙符合:

- a. 孔径 $D_2 \leq 60$ mm 时, 间隙 ≤ 0.05 mm, 配合间隙允许极限 0.10 mm。
- b. 孔径 $D_2 > 60$ mm 时, 间隙为 0.05~0.08 mm, 配合间隙允许极限 0.13 mm。

(2) 针齿壳

① 更换的针齿壳的材料为不低于 HT200 灰铸铁, 并进行人工时效处理。

② 针齿销孔相邻孔距的公差 δ_{11} , 应符合表 4 规定。

表 4

单位: mm

D_2	150	180	220	270	330	390
δ_{11}	0.04		0.05		0.06	0.07

③ 主要尺寸精度和表面粗糙度应符合表 5 规定。

表 5

部 位	尺寸精度	R_a 值/ μm
针齿销孔	H_7	≤ 1.6
与端盖相配合的孔		≤ 3.2
与机座相配合的止口外圆	H_8	

④ 针齿销孔磨损后孔的允许上偏差值见表 6。

表 6

单位: mm

针齿销孔直径	允许上偏差
≤ 10	0.030
> 10	0.037

(3) 输出轴

① 更换的输出轴的材料为 45 σ 钢, 并经调质处理, 硬度为 HB187~229。

② 轴与轴颈不得有裂纹、毛刺、划痕等缺陷。

③ 尺寸精度和表面粗糙度应符合表 7 的规定。

表 7 尺寸精度和表面粗糙度

部 位	尺寸精度	R_a 值/ μm
与轴承配合的轴颈	$K_6 (D_2 \leq 450 \text{ mm})$ $j_{s6} (D_2 \geq 550 \text{ mm})$	≤ 1.60
轴承孔	G_7	≤ 3.2
销 孔	R_7	

(4) 转臂(偏心套)

- ① 更换的偏心套的材料为 45# 钢,经调质处理或正火处理后硬度为 HB170~217。
- ② 偏心距的极限偏差应不超过 $\pm 0.02 \text{ mm}$ 。
- ③ 部位及形位公差应符合表 8 规定值。

表 8 部位及形位公差值

部位及形位公差名称	精度等级不低于
两外圆的圆度	6 级(GB/T 1184—1996)
内孔的圆度	7 级(GB/T 1184—1996)

(5) 机座

- ① 更换的机座的材料为 HT200 灰铸铁,应进行人工时效处理。
- ② 机座不得有裂纹、砂眼,同针齿壳结合面应平整光滑,保证装配严密。

(6) 针齿套与针齿销

- ① 更换的针齿套与针齿销的材料为 GCr15 轴承钢,经淬火并回火后硬度为 HRC 58~62。
- ② 表面粗糙度:外圆, R_a 值不大于 $0.80 \mu\text{m}$;内圆, R_a 值不大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。
- ③ 表面不得有毛刺、裂纹、划痕及胶合伤痕等缺陷。
- ④ 针齿套与针齿销的配合间隙应符合表 9 的规定。

表 9 针齿套与针齿销的配合间隙 单位: mm

针齿套外径	针齿销直径	间隙标准	使用极限
≤ 14	≤ 10	0.083	0.13
14~35	10~24	0.100	0.15
> 35	> 35	0.119	0.17

(7) 柱销套(输出轴销套)与柱销(输出轴销)

- ① 更换的柱销、柱销套的材料为 GCr15 轴承钢,经淬火并回火后硬度为 HRC58~62。
- ② 表面粗糙度:外圆, R_a 值不大于 $0.80 \mu\text{m}$;内圆, R_a 值不大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。
- ③ 表面不得有毛刺、裂纹、划痕及胶合伤痕等缺陷。

(8) 骨架式橡胶油封

- ① 输入轴选用 PG 型或 SG 型高速骨架式橡胶油封;输出轴选用 PD 型或 SD 型低速骨

架式橡胶油封。

② 更换的油封材质应具有良好的耐油性,油封的边唇应锐利而平滑,张开后有足够的径向力,腰部要柔软而富有弹性,弹簧要拉力适度。

③ 油封不允许有老化、皱纹、裂纹等缺陷。

(9) 装配前应检查 O 形密封圈表面光滑和直径尺寸均匀度合格,表面无划伤、裂纹。

(10) 密封衬垫

① 各结合面所用的密封垫圈、浸渍衬垫纸或耐油橡胶垫,要求耐油性好,表面光滑。

② 浸渍衬垫纸自由状态厚度为 0.8 mm,压缩后的厚度应为 0.5 mm,并且表面平整,无飞边及毛刺。

(11) 主要零件的配合

主要零件的配合应符合表 10 的要求。

表 10 主要零件的配合要求

相配合零件名称	配合级别
针齿壳与针齿销	H ₇ /H ₆
针齿条与针齿销	D ₈ /H ₆
针齿壳与端盖和机座	H ₇ /H ₆
柱销与柱销套	R ₇ /H ₆
输出轴与紧固环	H ₇ /R ₆

(12) 试车与验收

① 试车前的准备

a. 按下列要求做好润滑工作:润滑油(脂)质、油量符合说明书要求;润滑的关键部位是转臂轴承。

b. 检查零、部件完整,各连接螺栓紧固。

c. 手动盘车无异常。

② 试车

a. 空载试车

• 空载试车时间不少于 20 min。

• 试车须符合下列要求:各连接件、紧固件不得有松动现象;各密封处、结合处不得有渗油及漏油现象;减速机运转平稳正常、无冲击、振动及不正常声响,机体振幅小于 0.03 mm;油泵工作正常,示油器显示油流清晰,油路畅通。

b. 负载试车

• 分别按额定载荷的 50%、75% 及 100% 三个阶段逐步加载,三个加载阶段均不少于 2 h,每段温升应稳定。

• 负载试车总时间不少于 1 h。

• 负载试车应符合下列要求:在额定转速及额定载荷下,最高油温不得超过 80 ℃,电流不得超过电动机规定的额定电流;减速机运转应平稳正常,不得有冲击、振动和不正常声

响,机体振幅应小于 0.08 mm。

(13) 验收

- ① 检修记录、试车记录完全、正确。
- ② 机器外观及检修质量合格。

2.4 维护及常见故障处理

(1) 维护要点

- ① 要有良好的通风条件,环境温度 $-15^{\circ}\sim 40^{\circ}$,减速箱表面温度不超过 70° 。
- ② 安装连接器时勿用锤击,应用螺栓压入。安装后手转灵活才开机。
- ③ 在使用前必须检查润滑油,其油位必须超过油镜中心线。
- ④ 减速箱必须在开机情况下才能调速,否则将损坏零件。
- ⑤ 减速箱在出厂时其调速限位螺钉已调在极限位置。不得随意调整,以免损坏零件。
- ⑥ 减速箱适用于正反两向运转,但不得超过额定扭矩使用;同时输入的原动力每分钟最多启动次数为 5 次,更高的启动频率对减速箱的使用寿命有不利影响。
- ⑦ 检查各部位温度、振动和密封,若发现异常,则应停车处理。
- ⑧ 检查、紧固各部位螺栓。经常倾听机器声响,若有异常应及时处理。
- ⑨ 保持设备整洁及周围环境卫生。
- ⑩ 润滑要点如下:

a. 重点做好处于高速重载下工作的转臂轴承的润滑,应定期加油,检查油位,严禁无油运转;

b. 推荐使用专用润滑油及 UB—1 或 UB—2 牵引液,减速箱第一次使用 500 h 应更换牵引液;

c. 切忌有腐蚀性或不洁物混入油中;

d. 换油周期:最初运转 200 h 进行一次换油,每天工作 10~24 h 的 3 个月换一次油,每天工作不足 10 h 的 6 个月换一次油,采用润滑脂的每 6 个月换一次油;工作环境温度超过 35°C 及高湿度或周围有活动性气体的,换油周期缩短一半。

(2) 常见故障的处理(见表 11)

表 11

常见故障原因及处理

故障现象	产生原因	处理方法
渗漏油	① 减速机轴同被驱动装置轴安装时对中精度低,加快了油封及轴承的磨损,形成渗漏油; ② 结合面的密封垫(浸渍衬垫或耐油橡胶垫)或 O 形密封环损坏; ③ 输出轴端油封损坏或紧固环外圆表面磨损; ④ 结合面螺栓松动; ⑤ 润滑油中不洁物及杂物太多,使油封磨损加快; ⑥ 润滑油过多,运转中形成过高的搅拌热,导致油从油封处渗漏	① 重新找正及调整联轴节,保证对中精度;更换新的骨架式橡胶油封(PD 型或 DS 型); ② 按要求更换; ③ 更换新油封、或将原紧固环去掉,更换新紧固环; ④ 将螺栓配合弹簧垫圈紧固; ⑤ 将陈油放尽,冲洗机内后更换新油及油封; ⑥ 按规定油面加油,切勿过多

续表 11

故障现象	产生原因	处理方法
减速箱温升过高	① 润滑油或润滑脂性能不佳; ② 调速范围过大或过小; ③ 转臂轴承润滑不良; ④ 转臂轴承损坏	① 按说明书推荐的润滑油或润滑脂予以加足; ② 修正调速范围; ③ 按规定油面加足润滑油,保证润滑油泵正常工作及油路畅通; ④ 更换转臂轴承
减速箱声响异常	① 减速机轴同被驱动装置轴对中精度太低,致使轮齿啮合及轴承运转声音异常; ② 缺油或油脏,通风条件不好; ③ 连接螺栓松动或支架松动; ④ 零件损坏(如针齿套、针齿销、柱销套等)	① 重新找正,调整联轴器; ② 更换润滑油; ③ 紧固连接螺栓,固定支架; ④ 拆机检查,修复或更换
减速箱运行无力或打滑	① 润滑油牌号不对,或老化; ② 行星摩擦轮磨损	① 更换润滑油; ② 更换行星摩擦轮
电动机发热或异响	① 扭矩过大; ② 电源缺项或电压过低; ③ 连接螺栓松动; ④ 电机损坏	① 检查减速箱输出对位情况、相关运动部件有无损坏卡死、有无超载; ② 紧固连接螺栓,固定支架; ③ 检查电源; ④ 更换新电动机

参考文献:

- [1] 煤矿机电设备完好标准.(87)煤生字第 665 号.
 [2] 上海良精传动机械有限公司.MB55YB5.5×W6—17 型减速箱说明书.

作者简介:梁展(1984—),男,本科,2008 年毕业于平顶山工学院机械设计及其制造专业,现在中平能化集团十一矿机电科从事技术管理工作。

斜井跑车防护装置轨道传感器的改进

张 健,尚军科,张鹏程

(华亭煤业集团新窑煤矿有限责任公司,甘肃 崇信 744200)

摘 要:《煤矿安全规程》第 370 条明确指出,在倾斜井巷道内使用串车提升时,必须安装能够将运行中断绳、脱钩的车辆阻止住的跑车防护装置。新窑煤矿在副井井筒安装了三套 ZDC30—1.2 型跑车防护装置,由于工作环境条件恶劣,在实际使用中经常出现轨道传感器误动作现象。本文提出了将原来的轨道传感器改装到深度指示器上,现场使用效果良好。

关键词:跑车防护装置;轨道传感器;改进

新窑煤矿公司是一个生产能力为 120 万 t/a 的矿井。副井井筒长 615 m,倾角 24° ,担负着全矿井所有设备、材料、矸石及人员的提升工作。根据《煤矿安全规程》的相关规定,在副井安装了三套 ZDC30—1.2 型跑车防护装置,分别安装于井口向下 100 m、200 m 和井底车场向上 100 m 的位置。

1 概 述

在斜井运输过程中,由于超载、失修、误操作等原因,会发生断绳、脱钩等事故,车辆会顺着斜井轨道做自由向下的加速运动,而斜井跑车防护装置就是为了阻止斜井中失控的车辆继续向下运行、防止事故进一步扩大的一种安全保护装置。

2 基本构成及工作原理

ZDC30—1.2 型跑车防护装置由挡车栏、收放绞车、电控箱、传感器(轨道传感器和限位传感器)及连接缆线等组成。

2.1 工作原理

装置上电后,PLC 电控箱将产生 24 V 的直流电,通过 PLC 电控箱接口板使 4 个传感器处于等待工作状态,同时 PLC 电控箱将自动判别挡车栏是否下放到位,如果没有下放到位,控制收放绞车将挡车栏自动下放到位,监控箱红灯点亮。当有矿车下行通过轨道传感器 SA(图 1)时,SA 将检测到的矿车下行通过的信号传递给 PLC 电控箱,PLC 电控箱将完成对矿车运行速度是否正常的判定。如果矿车运行速度在正常的速度范围内,PLC 电控箱将控制电机正转完成上提挡车栏操作,红灯熄灭,黄灯点亮,挡车栏上提到上限位传感器 SE,SE 将发出上提挡车栏到位信号,停止上提挡车栏,监控箱绿灯点亮。当矿车下行通过轨道传感器 SA 后,SA 将发出矿车下行通过挡车栏信号,PLC 电控箱将控制电机反转下放挡车

栏,同时熄灭绿灯,点亮黄灯,下放到下限位传感器 SE 后,电控箱控制停止下放挡车栏,监控箱红灯点亮。如果矿车速度超出正常运行速度,PLC 电控箱不动作,挡车栏保持放下的位置即常闭状态,对矿车进行有效拦截,保障了巷道下部设备和人员的安全。当矿车上行经过轨道传感器 SA 时,SA 将发出矿车上行通过信号,PLC 电控箱控制上提挡车栏,监控箱红灯熄灭,点亮黄灯,挡车栏上提到上限位传感器 SE,SE 将发出上提挡车栏到位信号,停止上提,监控箱熄灭黄灯,点亮绿灯。当矿车继续上行过轨道传感器 SA 时,SA 将发出矿车上行通过挡车栏信号,PLC 电控箱将控制电机反转完成下放挡车栏到下限位传感器 SF 后停止下放,监控箱红灯点亮。如果由于某种原因,使该装置供电系统停电,此时,如矿车处于井底车场,当供电恢复后,系统会自动完成矿车是上行还是下行的判定,保证了整个装置正常工作。如果由于某种原因,下放挡车栏或上提挡车栏在规定时间内未检测到限位信号,PLC 将自动使电机断电停止工作,并发出报警,点亮七彩报警灯,使系统得到保护。

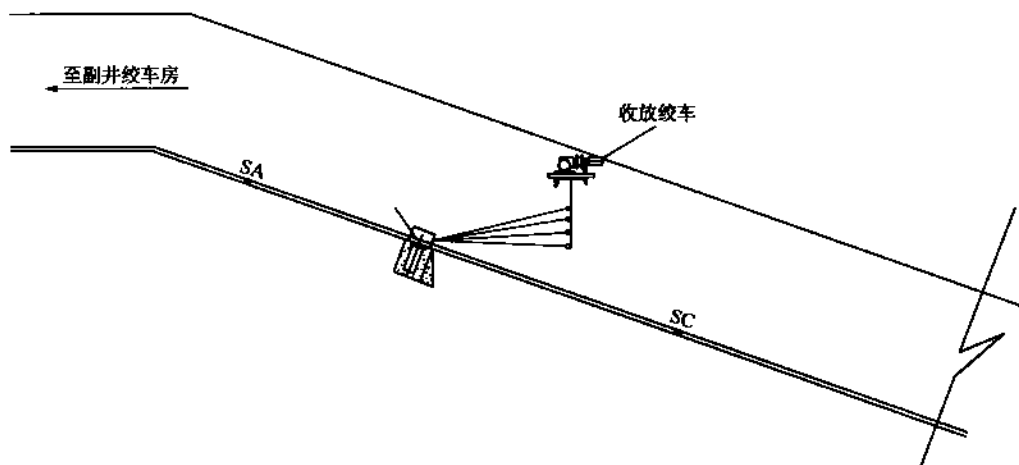


图1 改造前传感器安装示意图

2.2 系统的优缺点

该设备安装后,经常出现传感器失灵等故障,经过现场分析论证,通过把轨道传感器改装到深度指示器上,可增加传感器的稳定性和可靠性,从根本上解决由于电控系统失控而带来的安全隐患,进一步提高运输系统的安全性和高效性。

优点:由于挡车栏经常处于常闭状态,即使该系统不动作,也能够阻止斜井巷道中行驶的车辆。

缺点:当车辆通过轨道传感器时,传感器不起作用,导致提升绞车无法导通挡车栏电机的控制回路,致使车辆被拦倒在巷道中,导致事故的发生,反而给安全管理增加了新的难度。

2.3 原因分析

由于斜井跑车防护装置安装在井筒内,受井下环境的影响,轨道传感器性能很容易随着周围环境的改变而改变。因此,对轨道传感器做进一步改进是十分必要的。

分析其原因主要有:

(1) 受井下环境的影响,传感器导电特性有明显的变化,其性能大大下降,易发生误

动作。

(2) 传感器顶面经常与车轮相摩擦,容易出现松动、接触不良等现象。

3 改进方案

3.1 轨道传感器的改进

将轨道上的传感器改装到深度指示器上,通过绞车滚筒轴转动,带动深度指示器上的丝杠转动,通过丝杠上带的金属块的上下移动,和固定的传感器 SA 相互感应(见图 2),从而来开闭挡车栏中绞车电机的控制回路。当车辆运行到第 1 副挡车栏附近时,滚筒轴带动丝杠上的滑块也运行到传感器 SA1,导通第 1 副挡车栏上的电机控制回路;依次类推,当车辆运行到第 2 副挡车栏附近时,用同样的方法导通第 2 副挡车栏上的电机控制回路;直至车辆经过第 3 副挡车栏时,该系统完成一个行程。如图 2 所示。

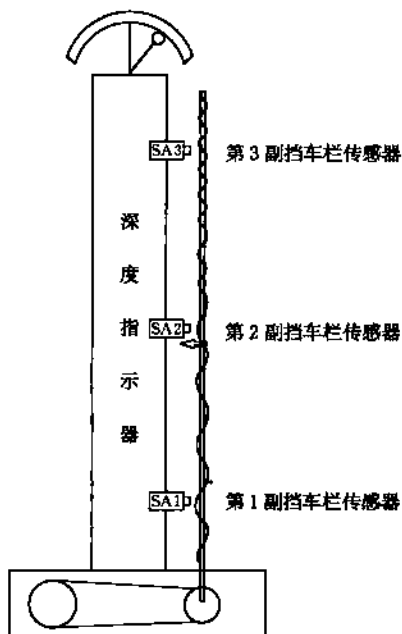


图 2

3.2 电控系统的改进

(1) 改造前,多台通讯联网常闭斜井跑车防护系统和单台独立安装使用的不同之处是在绞车房增加一个通讯用主控箱和操作台,将原来的单台装置作为分机,用一根屏蔽通讯线将各单台(分机)连接起来接到主控箱,主控箱上通过通讯线将每单台(分机)的状态信号传到主控箱进行处理并送到操作台上指示。

(2) 改造后,不需要更换任何电控箱上的配件,把原来的主控箱 PLC 程序进行重新编制,轨道上的传感器减半后安装到深度指示器上即可达到改制的目的。它的工作原理是:将深度指示器上采集到的信号直接与主控箱相连接,经过 PLC 程序进行处理后反馈给各单台(分机),对收放中的绞车电机实施控制,达到挡车栏开闭的目的。

(3) 优点:通过改装轨道传感器,对主控箱的 PLC 程序进行修改,实现了系统安全可靠地运行,这种改装不需增加控制线路中电缆的长度,只需在电源主控箱里变更后,就能够直接运行,简捷方便,节省材料。改造前由于传感器性能不稳定,经常出现信号误处理;改造后由于传感器直接与绞车房主控箱相连接,并且环境空气干燥,传感器性能稳定,达到了安全、自动控制的目的,避免了不安全因素的存在,取得良好的效果。

4 现场应用

新窑煤矿 2008 年 2 月对副井绞车跑车防护装置进行了改造,对绞车的安全、可靠运行起到了安全保护的作用,极大地提高了运输的安全性,现场使用效果非常好。

5 结 论

将斜井跑车防护装置的轨道传感器改装到深度指示器上,使得该设备的安全性、可靠性进一步得到了保障。经现场使用,其工作性能非常稳定,而且在改装过程中不需要增加任何费用,并使传感器的数量减少到了原来的 $1/2$,节约了资金,减低了成本,具有较好的推广应用价值。

作者简介:张健(1976—)男,甘肃通渭人,机电工程师,从事煤矿机电技术管理工作。

ZKC127Q 型司控道岔装置在运输斜巷的推广和应用

牛海洋,史二听,张远志,郑家军,刘俊杰

(中平能化集团十一矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:本文主要介绍了中平能化集团十一矿的矿井上下轨道运输现状及道岔使用情况,阐明了该矿人工扳道器在使用过程中存在的一系列弊端和改造为司控道岔后在生产环节中显现出的优势。该矿井下主大巷和地面运输主要以蓄电池电机车为主,道岔的控制是靠人工来操作,这样既不安全也影响生产效率。为满足矿井综合自动化生产的需要,安装了 ZKC127Q 型司控道岔装置。本文阐述了 ZKC127Q 型司控道岔的机构及工作原理、主要技术指标。经过实践后证明,该装置可实现机车在行驶状态下由司机控制道岔扳动,工作准确、稳定、可靠,实现了轨道运输系统的自动化,减少了生产辅助人员,提高了矿井运输效率和生产安全性。

关键词:司控道岔;人工扳道;生产效率;自动化

1 导论

中平能化集团十一矿是一座现代化大型矿井,现生产能力 300 万 t/a,矿井的井底车场、井下主要运输大巷、地面运输,集中以电机车为主,地面、井下轨道长度接近 30 000 m,道岔 150 多副,担负着全矿井原煤、材料、设备车、矸石车和人员等运送任务。传统的人工扳道岔故障率高、维修量大、扳道速度慢、道岔尖轨密贴不严,操作很不方便,容易引起机车窜道和掉道事故,尤其机车在经过单开、渡线等道岔时,司机必须停车并下车扳道岔。为了保证矿井安全运输,提高运输效率,原有的“人工扳道”已不能满足现代化矿井自动化生产之需,要求应用一种电机车在运行中能由司机自动控制道岔的设备。为此,十一矿安装、应用了司控道岔这一新设备。

2 试验地点工程条件

平煤股份十一矿首次引进司控道岔,并首先在地面轨道进行试验,试验成功后在井下运输斜巷安装试验。地面轨道轨距 800 mm,采用 12 号工字钢、水泥轨枕,主要承担地面矸石的运送。

3 原人工扳道器使用中存在的问题

(1) 电机车启停次数多,在开停车时产生的撞击对车身相关部件的损坏加大。

(2) 由于开停车和下车扳动道岔加大了职工劳动强度和道岔切换时间,影响机车的正常运行速度,从而降低了运输效率。

(3) 电机车来回启停次数较多,会缩短其使用寿命。甚至在个别位置道岔出现拥挤、排队而不能及时通过道岔的情况。

(4) 司机下车扳道岔也有人身安全风险,容易造成“扒、蹬、跳”等严重违章行为。

(5) 有些地方需要专门的运输辅助人员,无形中增加了运输成本,造成人员浪费,影响经济效益。

4 本系统特点

(1) 控制器采用抗干扰能力强的单片机进行信号采集识别判断,无线遥控能在远距离对道岔进行准确遥控,确保机车的安全行驶;

(2) 显示壳亮度高,字形大方美观,显示道岔方位准确、清晰;

(3) 可根据道岔的不同情况,设定系统安装的位置及工作方式,风动、电动、手动三种工作方式任意选择;

(4) 装置体积小,占巷道面积少,安装简单,操作方便;

(5) 挤岔及不到位复位功能;

(6) 响应时间短;

(7) 伺服机构结构简单,易于保养和维护;

(8) 采用了安全可靠的无触点固态继电器;

(9) 遥控器灵敏可靠,携带方便;

(10) 实践表明,本装置对道岔控制准确可靠,能按司机的意图动作,大大减轻了机车司机的劳动强度。

5 主要机构

主要机构的结构组成见图 1。

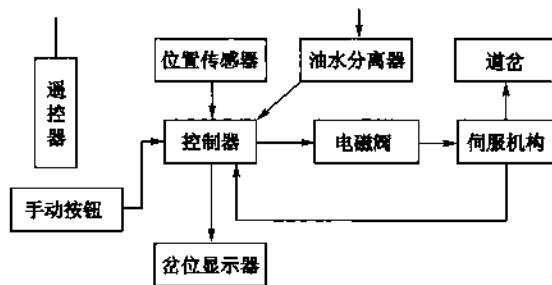


图 1

(1) 岔位显示器

型号:ZKC—12X

输入电压:直流 12V/0.5A

显示距离:大于等于 50 m

功能:由特种高亮广角 LED 模块组成,在 80 m 内可清晰显示道岔位置。

(2) 控制器

型号:ZKC—127K

防爆型式:隔爆兼本质安全型

输入电压:交流,AC 127 V

直流电源输出:DC 12 V

功能:处理遥控器发出的指令,驱动伺服机构动作,转换岔位显示。

(3) 遥控器

型号:FYF50

直流电源:DC 12 V/5 mA

遥控距离:大于等于 40 m

功能:发射四种不同的数字信号,可在道岔密集处分别控制四台道岔。

(4) 位置传感器

型号:GUD5(A)

工作方式:连续

输入电压:DC 12 V

功能:检测道岔是否到位。

(5) 本安电磁阀

型号:DFH—8KD.4

工作电压:DC 12 V

响应时间:小于 0.5 s

功能:用来完成气路换向。

6 主要用途和适用范围

ZKC127Q 型司控道岔装置主要采用气动执行机构,用于矿山铁轨运输以取代“人工扳道器”。该装置具有结构简单、工作可靠、抗干扰性强、维修方便、故障率低及互换性好等特点,并且能改善工作条件、提高运输效率,同时也为运输自动化打下良好的基础。该装置可直接作为“信、集、闭”系统的一种执行设备。

7 技术特性、参数及使用环境条件

- | | |
|----------------------------|--------------|
| (1) 电压:AC 127 V | 电压波动:10% |
| 遥控距离: ≥ 40 m | 额定功率:50 W |
| 电流:400 mA | 直流输出:DC 12 V |
| (2) 温度: $-20 \sim 40$ °C | |
| 相对湿度:不大于 98%(± 25 °C) | |
| 大气压强:86~106 kPa | |

8 工作原理

ZKC127Q 型司控道岔装置由六部分组成:遥控器、位置传感器、油水分离器、控制器、

岔位显示器、伺服机构。

遥控器可发射四种不同编码的数字信号,主控机上的接收机接到信号后,由主板的 CPU 芯片加以识别。当信号被控制器确定后,控制器立即发出动作指令,继电器导通,使电磁阀换向,伺服机构动作推动道岔,同时岔位显示器转换。如果位置传感器在规定的时间内检测不到道岔,控制器再次发出指令,使伺服机构动作推动道岔复位,岔位显示器显示原来位置。如果在此复位过程中,再次遇到障碍物使位置传感器检测不到道岔,伺服机构再次动作,使道岔向另一方动作,形成二次复位。也就是说,在两侧传感器都没有检测到道岔的情况下,有三次动作过程,这时道岔停在一侧,岔位显示器没有任何显示,应检查道岔两侧是否夹有杂物,继而进行处理后系统可正常工作。遥控器在发出指令后,控制器在 5(30、60、90) s 内停止接收指令,防止在机车运行过程中,工人的误操作使伺服机构动作发生机车脱轨事故。

9 司控道岔的优点

- (1) 有效减少了电机车启停次数,进而减少了矿车因撞击造成连接部件的损坏;降低了维修费用,减少了矿车的维护工作量。
- (2) 提高了运输效率。
- (3) 运输安全性得到显著提高。
- (4) 实现了轨道运输自动化。
- (5) 减少人员浪费,降低了运输成本,带来可观的社会效益和经济效益。

10 经济性分析

老式人工扳道器需要辅助工人扳道,造成了人员浪费,无形中增加了矿井生产成本。所有运输平巷和运输斜巷大概需要 15 人,每人年收入约 5 万元,每年可节省费用约 75 万元。安装司控道岔后减少了辅助人员,降低了生产运输成本,给矿井带来了可观的经济效益。

11 现场应用

2011 年 4 月,中平能化集团十一矿在地面轨道试验成功后首次在已二轨道下山进行安装和试验。由于井下风源充足,采用风动工作方式。经试验,该装置工作灵敏、运行稳定、操作可靠,矿组织专业人员对司控道岔的使用情况和各方面性能进行了综合分析和评价,一致认为该装置稳定可靠,对提高运输效率、实现矿井自动化具有重大意义。十一矿研究决定准备相继对各运输斜巷和运输大巷进行该装置的普及。

12 结 论

中平能化集团十一矿引进的 ZKC127Q 型司控道岔装置在运输斜巷进行了安装和试验,经过使用证明,该装置可实现机车在行驶状态下由司机控制道岔扳动,动作准确、运行稳定、操作可靠,实现了轨道运输系统的自动化,减少了工人劳动强度,提高了矿井运输效率和生产安全性,真正解决了运输“瓶颈”,为下一步在集团其他矿井全面推广应用此装置提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 马骅德. 遥控道岔装置[J]. 矿业工程, 1980(4).
- [2] 孙伟峰. KJH101-127 型司控道岔存在的问题和改进[J]. 山东煤炭科技, 2009(2): 42, 44.
- [3] 陈玉标. KJDT-1 型司控道岔装置在新安煤矿的推广和应用[J]. 科技信息, 2010, 2(23): 154-155.
- [4] 吴国辉, 王江顺. 选号式架线电机车司控道岔装置[J]. 技术与市场, 2009(5): 45-46.
- [5] 姜德昌. KYSD-1 型 PLC 矿井司控道岔控制系统[J]. 自动化技术与应用, 2009(5): 125-126.
- [6] 刘冬梅. 司控道岔的使用及改进措施研究[J]. 科技信息(科学·教研), 2008(8): 40.
- [7] 彭伟池, 骆俊峰. ZKC 伺控道岔装置的推广应用[J]. 煤矿机械, 2006, 27(4): 698-699.

作者简介:牛海洋(1986—), 男, 学士学位, 毕业于河南理工大学, 主要在中平能化集团十一矿运输二队从事技术工作。

基于老矿电气系统升级改造的探索与应用

吕思成,李林祥

(冀中能源股份有限公司章村矿,河北 邢台 054108)

摘 要: 基于老矿设备陈旧、事故率高的现状,对老矿井电气系统实施技术改造和设备升级换代,提高矿井供电可靠性和自动化水平,刻不容缓、势在必行。

关键词: 老矿;电气系统;六化改造;探索与应用

1 概 述

章村矿是一座具有近百年开采历史的老矿,系多井口、多水平开采,设备相对陈旧、落后,机电系统复杂,两个井口两套系统,井深、涌水量大,机电管理难度大,前几年机电事故居高不下,严重制约了矿井发展后劲。

随着对矿井安全质量标准化要求的不断提高,以及对煤矿安全供电可靠程度的要求,章村矿把电气设备的更新换代和智能升级提上了议事日程,五年内投入巨资,对矿井电气系统进行了六化改造及电气设备升级换代,即:井上、下供电系统的继电保护全部实现了微机化(或智能化);井上下高、低压开关全部实现了真空化;主提升及排水系统实现了远程化;副井提升绞车电控实现了程控化;高、低压电缆阻燃实现了矿用化;井下变压器实现了干式移动化。

2 改造实施过程

一是完成了矿井供电系统升级换代,继电保护全部实现了微机化(或智能化),高压供电系统实现了综合自动化。

先后对 35 kV 变电站进行了综合自动化系统改造,对四井、南风井、生产系统变电所、老电厂配电室等继电保护进行了升级改造,用微机保护装置代替了以前的传统机械继电器保护,保护实现了微机化,操作控制实现了自动化。配合矿井供电综合自动化系统改造,对地面三个变电所直流系统进行了更新换代,用阀控式高频电源开关代替了以前的硅整流加储能电容器直流系统,提高了操作电源和保护装置的可靠性。

对三、四井井下中央变电所高压柜进行了更新改造,保护实现了微机化;对井下采区高压防爆配电箱进行了更新改造,保护实现了综合化;淘汰了国家明令禁止使用的井下低压隔爆开关设备,保护全部实现了智能化。

通过上述技术改造,继电保护装置灵敏度大幅度提高,继电保护实现了选择性跳闸,从根本上解决了以前因井下高、低压系统短路故障越级到地面跳闸的现象(保护越级),缩小了

事故停电范围,减少了事故影响时间;并且每个保护装置的状态都在系统监控之中,一旦出现故障可以立即发出警报,提示立即更换,使事故消灭在萌芽状态。

由于供电系统庞大,供电线路长,在 35 kV 变电站 6 kV 母线安装了两套小电流自动跟踪装置,使高压接地电容电流(残流)由以前的 30 A(《煤矿安全规程》规定不超过 20 A)下降为 1 A 以下,大大降低了高压接地事故率;同时,在变电站 6 kV 母线分别安装了两组 2 500 kvar 和 3 000 kvar 磁控式无功动态补偿及谐波治理装置,实现功率因数自动调节跟踪补偿,使矿井功率因数由 0.80 提高到 0.96 以上,每月减少功率因数调节电费支出近 15 万元;同时在 35 kV 和 6 kV 不同母线段安装了数字消谐装置,不但使矿井供电系统谐波得到治理,净化了电网环境,而且改善了电压质量,大大降低了无功损耗,收到了良好的效果。

同时对矿井供电线路进行更新改造,对矿井供电 35 kV 两回路送电线路和六路 6 kV 矿井输电线路进行了大修改造,线路改造总长度达 23 km,将原来的瓷绝缘悬式绝缘子更换为胶式复合绝缘子,并对金具和电杆进行了防腐处理,对变电所和线路避雷器进行了更新,将原来的阀型避雷器更换为氧化锌避雷器,提高了线路绝缘水平和防灾抗灾能力,线路更新后连续三年实现矿井安全供电无事故,促进了矿井安全生产。

二是淘汰国家明令禁止使用的落后电气设备,对全矿井上下高、低压开关全部完成了真空化改造。

先后对 35 kV 变电站、生产系统变电所、老电厂配电室、四井和南风井两个井口地面变电所高压柜进行了真空化改造,共计改造 100 余台,用真空断路器代替了以前的少油断路器,把电磁操作机构改造为弹簧操作机构,同时加装了过电压保护器。

同时更换井下中央变电所矿用高压真空开关柜 40 余台,更新采区变电所高压防爆配电箱 100 余台,淘汰 DW80 系列隔爆馈电开关 200 多台,淘汰更换 QC83 系列开关 100 多台。

高、低压开关的真空化改造,不但大大提高了电气和机械寿命,减少了设备维修量,完善了保护性能,改善了设备运行状况,而且开关开断能力大幅度提高,有效降低了电气事故率。

三是注重大型设备电控升级,提高自动化控制程度,关键设备实现无人值守远程化。

对井上、下主副井提升机电控进行了改造,完善了保护性能,调速采用智能型可控硅编码(轴编码器)技术控制,操作台实现工业控制人机界面,提高了自动化程度。对三、四井主提升皮带电控系统,进行了软启动和可编程控制改造,完善了保护性能,实现了微机远程程自动化控制,配合工业电视监控,实现了人机对话。对主排水系统完成了无人值守及远程自动化控制改造任务,提高了矿井综合自动化水平。

配合矿井主扇风机和空压机改造,对电控系统进行了改造,保护性能更加完善,关键部位自动巡检,实现了半自动化控制。

四是采掘核心设备电控升级改造,实现了 PLC 全数字智能化自动控制,引进大功率采掘设备,对采掘三机等核心设备推广使用变频调速节电新技术,综采面支架实施电液控改造,采掘工作面智能化改造研究及应用正在有条不紊地开展,不久将实现首个无人值守远程自动化控制工作面。

五是高压电缆实现阻燃化,更换高压阻燃电缆 17 000 余米,井下高压电缆全部实现了阻燃化。

六是井下所有矿用变压器实现移动化。优化采掘供电设计,对采掘工作面全部采用移

动变电站供电,永久机电硐室变压器采用干式变压器,改善了电压质量,缩短了低压供电距离,提高了供电可靠性。

3 结 论

通过加大矿井电气设备更新换代步伐,为矿井安全生产提供可靠电力保障,这些项目的实施为老矿技改探索出一条新路子,必将为老矿的安全发展和矿井安全供电发挥着举足轻重的作用,使百年老矿焕发出勃勃生机。

作者简介:吕思成(1961—),男,电气工程师,毕业于大同煤校,现在冀中能源股份有限公司章村矿从事矿井机电管理。

直接转矩控制在拖动技术中的仿真与分析

黄 波, 林 健

(中国平煤神马集团机电处, 河南 平顶山 467000)

摘 要: 介绍了直接转矩控制的系统结构、工作原理, 在 Matlab 环境下模拟定子磁链为近似圆形的直接转矩控制系统, 通过对模拟结果分析, 证明系统速度调节性能很好, 起动时间短, 稳态运行平稳。

关键词: 直接转矩控制; 定子磁链; Bang-Bang 控制

1 概 述

直接转矩控制是继矢量控制之后出现的又一种交流调速控制策略, 它不考虑如何使定子电流解耦, 而是直接着眼于对电磁转矩的直接控制。它采用空间矢量的方法, 在定子坐标系下计算和控制交流电机的转矩, 采用定子磁场定向, 借助于离散两点式调节 (Bang-Bang 控制) 产生 PWM 信号, 直接对逆变器的开关状态进行最佳选择, 以获得转矩的高动态性能控制。它省去了复杂的矢量变换, 没有通常的 PWM 调制器。此外, 由于电压开关矢量的优化, 降低了逆变器的开关频率和开关损耗。作为一种瞬时转矩控制系统, 直接转矩控制的思想非常新颖, 控制结构简单, 控制手段直接, 信号处理的物理概念明确, 是一种具有高静态性能的交流调速方法。

2 电磁转矩控制原理

由矢量方程可知, 电磁转矩可以表示为:

$$T_e = p_n \psi_s \times i_s$$

式中, ψ_s 是定子磁链空间矢量; i_s 是定子电流空间矢量。

同样, 在定子三相轴系中, 定子磁链和转子磁链空间矢量可表示为:

$$\psi_s = L_s i_s + L_m i_r$$

$$\psi_r = L_m i_s + L_r i_r$$

从而可得: $i_r = \frac{1}{L_r} (\psi_r - L_m i_s)$, 代入 $\psi_s = L_s i_s + L_m i_r$, 得:

$$i_s = \frac{\psi_s}{L_s} - \frac{L_m}{L_r L_s} \psi_r$$

式中, $L_s' = L_s - L_m^2 / L_r$ 为定子瞬态电感。

将上式代入转矩方程得:

$$\begin{aligned}
 T_e &= p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} \psi_r \times \psi_s = p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} |\psi_s| |\psi_r| \sin(\rho_s - \rho_r) \\
 &= p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} |\psi_s| |\psi_r| \sin \delta
 \end{aligned}$$

式中, ρ_s 和 ρ_r 分别是定子磁链和转子磁链矢量相对于 A 轴的空间电角度; δ 是定转子间角度, $\delta = \rho_s - \rho_r$, 称为负载角。

上式表明, 电磁转矩决定于定子磁链和转子磁链的矢量乘积, 即决定于定转子磁链的电角度。

由图 1 知瞬变过程中, 由于励磁电流 i_m 来不及变化, 外加电压 u_s 的突变只能改变定子电流矢量 i_s 的转矩分量 i_T 。在外加电压作用下 ψ_s 的幅值保持不变, 而 $L'_s = \sigma L_s \approx \sigma L_s + \sigma L_m$, 由于定转子漏感要远小于励磁电感, 即 ψ_s 的变化要快于 ψ_r 。从而可知道转子磁链矢量与定子磁链矢量相比, 变化速度相对要慢一些, 因此在动态控制中, 只要控制的响应时间比转子时间常数快得多, 则在这短暂的过程中就可以认为转子磁链矢量是不变的, 进而只要保持定子磁链的幅值不变, 通过改变 δ 就可以迅速地改变和控制电磁转矩, 这就是感应电动机直接转矩控制的实质。

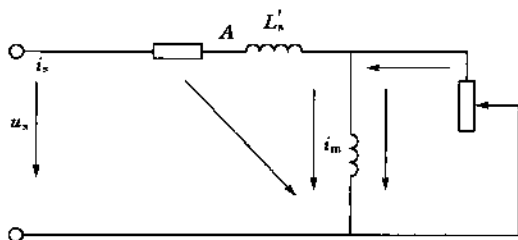


图 1 MT 轴系转子磁场定向等效电路

3 逆变器 and 电压空间矢量

三相两电平电压型逆变器的电路如图 2 所示, 共需 6 个开关组成, 每个桥臂上下两个开关互为反向, 即一个接通时, 另一个断开, 所以共有 $2^3 = 8$ 种可能的开关组合。

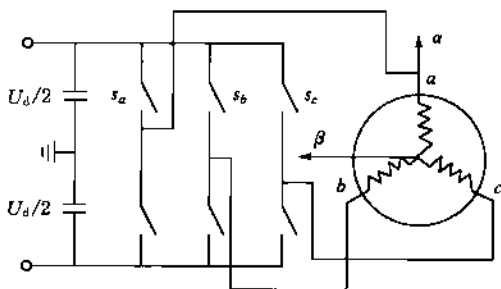


图 2 逆变器电动机模型

用 S_a, S_b, S_c 分别表示逆变器三相桥臂的开关状态, 其中 $S_x (x=a, b, c)$ 为 1 时表示该相

桥臂上开关导通,下开关关断;为0时表示该相桥臂下开关导通,上开关关断。得到的开关组合状态见表1:

表1 逆变器的8种开关组合状态

状态	0	1	2	3	4	5	6	7
S_a	0	0	0	1	1	1	0	1
S_b	0	1	0	0	0	1	1	1
S_c	0	1	1	1	0	0	0	1

根据逆变器开关状态,可知其输出的三相电压(u_a, u_b, u_c)可表示为:

$$\begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} = \frac{U_d}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_a \\ s_b \\ s_c \end{bmatrix}$$

再如图3以定子绕组轴线为空间坐标系,建立静止三相坐标系(a, b, c),同时建立正交两相坐标系(α, β)。若用 u_s 代表定子三相电压的合成作用在定子坐标系中的位置,则称 u_s 为定子电压的空间矢量。因 a 轴与 α 轴重合,则其 Park 变换式为:

$$u_s = \frac{2}{3} (u_a + u_b e^{j\frac{2\pi}{3}} + u_c e^{j\frac{4\pi}{3}})$$

用 $u_0, u_1, \dots, u_7$ 表示8种开关组合状态下的电压矢量。

以 $S_a, S_b, S_c = 011$ 为例,此时有 $u_a = -\frac{2}{3}U_d, u_b = \frac{1}{3}U_d, u_c = \frac{1}{3}U_d$ 。

$$\begin{aligned} u_s(001) = u_1 &= \frac{2}{3} (u_a + u_b e^{j\frac{2\pi}{3}} + u_c e^{j\frac{4\pi}{3}}) \\ &= \frac{2}{3} \left[\left(-\frac{2U_d}{3}\right) + \frac{U_d}{3} \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + \frac{U_d}{3} \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \right] = \frac{2}{3} U_d e^{j\pi} \end{aligned}$$

上式说明,开关组合(011)状态下电压矢量 u_1 的幅值等于 $2U_d/3$,与 α 轴的夹角为 180° 。依次求出其他各开关状态下的电压矢量如下:

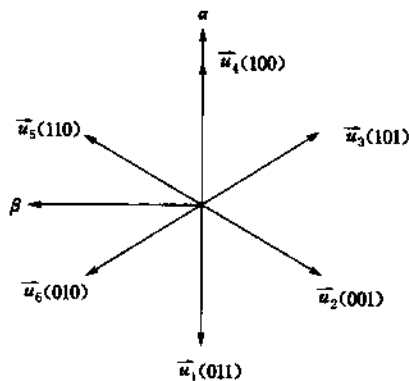


图3 电压空间矢量

$$u_s(001)=u_2=\frac{2}{3}U_d e^{j\frac{1}{3}\pi}, u_s(101)=u_3=\frac{2}{3}U_d e^{j\frac{2}{3}\pi}, u_s(100)=u_1=\frac{2}{3}U_d$$

$$u_s(110)=u_5=\frac{2}{3}U_d e^{j\frac{4}{3}\pi}, u_s(010)=u_6=\frac{2}{3}U_d e^{j\frac{5}{3}\pi}, u_s(000)=u_0=0$$

$$u_s(111)=u_7=0$$

不难看出,在这 8 个电压空间矢量中,有 6 个非零矢量,其幅值均为 $2U_d/3$,角度依次相间 60° 。这样 8 个开关状态对应的 8 个电压空间矢量 $u_0, u_1, \dots, u_7$, 其中 u_0 和 u_7 为零电压空间矢量,位于原点。

4 定子磁连和转矩控制

有公式:

$$\begin{aligned} T_e &= p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} \psi_s \times \psi_r = p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} |\psi_s| |\psi_r| \sin(\rho_s - \rho_r) \\ &= p_n \frac{L_m}{L'_s L_r} |\psi_s| |\psi_r| \sin \delta \end{aligned}$$

表明当保持 ψ_s 的幅值不变时,电磁转矩的变化主要取决于 δ 的变化,显然,在控制定子磁链矢量幅值时,所选择的开关电压矢量必然要影响到定子磁链矢量的旋转方向和速度,也就是必然要影响到电磁转矩。对于每一个施加的开关电压矢量都可沿定子磁链矢量运行轨迹分解成两个分量,一个是径向分量,直接影响到 ψ_s 的幅值;另一个是切向分量,直接影响到 ψ_s 的旋转方向和速度。或者说,定子磁链空间矢量在其运行轨迹上有径向分量和切向分量,如果能独立地控制这两个分量就能实现对定子磁链和电磁转矩的解耦控制。但在实际生活中这点很难做到,因为开关电压矢量在空间上的分布是离散的,这就要求对定子开关电压的调制过程进行优化处理。

为了更好地控制电磁转矩,同定子磁链矢量控制一样,也即通过滞环比较将其控制在一定的偏差带内。滞环带宽为 $2\Delta T_e$, 其上限为 $T_{ref} + \Delta T_e$, 下限为 $T_{ref} - \Delta T_e$, 其中 T_{ref} 为转矩参考值。因此,需要同时根据定子磁链偏差和电磁转矩偏差来合理选择合适的开关电压矢量,既要使定子磁链幅值维持在一定的偏差范围内,又要能按电磁转矩指令要求,控制矢量 ψ_s 的旋转方向和速度。对电磁转矩的控制主要是通过改变负载角 δ 来实现,也就是通过改变定子磁链空间矢量与转子磁链空间矢量的相对位置来实现。如果所施的开关电压矢量能使 ψ_s 快速地离开或接近 ψ_r , 这样就能拉大或缩小 δ , 使电磁转矩增加或者减少;施加零开关电压矢量,会使 δ 逐渐减小,因为此时 ψ_s 几乎停止。

现在来分析如图 4 所示的例子。假定定子磁链空间的初始位置在 G_0 点,亦即位于 1 区内,并假定定子磁链矢量需要逆时针旋转。由于此时定子磁链矢量幅值达到了滞环的比较上限值,因此必须使其减少,按前面提出的原则,选择开关电压矢量 u_{s3} 最合适,在 u_{s3} 的作用下,定子磁链矢量由 G_0 点迅速地移动到 G_1 点,而 G_1 点位于 2 区内。在 G_1 点定子磁链矢量再次达到滞环比较的上限值,当它仍需要逆时针旋转时,应选择开关电压矢量 u_{s4} , 于是 ψ_s 由 G_1 点运动到 G_2 点。

另一种情况是,当 ψ_s 由 G_0 点运动到 G_1 点后,如果转矩指令要求转矩减小,可以选择开关电压矢量 u_{s6} , 使定子磁链空间矢量顺时针旋转(转子是逆时针旋转的),将迫使电磁转矩

下降;在这种情况下,也可以选择零电压开关矢量 u_{s7} 或 u_{s0} ,使定子磁链矢量停转。定子磁链空间矢量在 G_2 点时其幅值已下降到滞环比较的下限值 $T_{ref} - \Delta T_e$,为使幅值增加可以选择开关电压矢量 u_{s3} 或者 u_{s1} 。

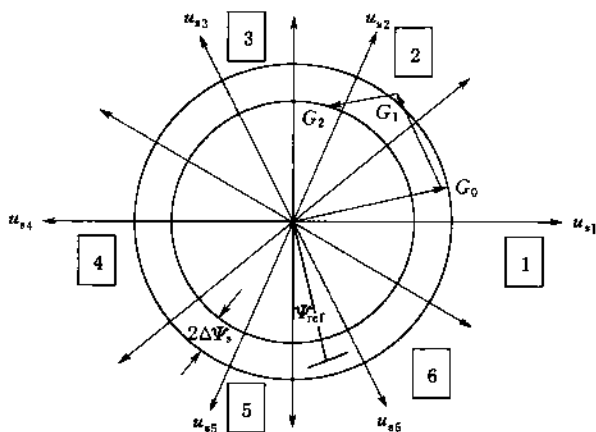


图4 定子电压空间矢量调制与定子磁链矢量

选择前者时将 ψ_s 逆时针旋转,即 ψ_s 幅值增大的同时,也使 δ 增加,从而使电磁转矩增加;选择后者时 ψ_s 将顺时针旋转,即 ψ_s 幅值增大的同时,也使 δ 减小,而引起电磁转矩减小。

5 直接转矩控制的系统

磁链调节和转矩调节环节由滞环比较器组成,其结构框图分见图5和图6。

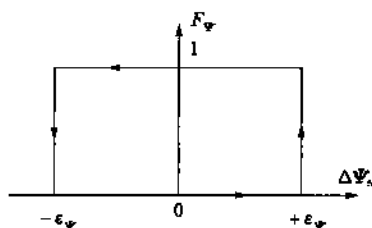


图5 磁链调节器框图

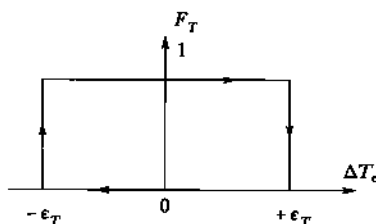


图6 转矩调节器框图

设定子磁链幅度和转矩的给定值分别为 ψ_s^* 和 T_e^* ,设定子磁链幅度和转矩的观测值分别为 $\hat{\psi}_s$ 和 $\hat{T}_e$,定义定子磁链和转矩误差如下:

$$\begin{cases} \Delta\psi_s = \psi_s^* - \hat{\psi}_s \\ \Delta T_e = T_e^* - \hat{T}_e \end{cases}$$

磁链调节器的容差为 ϵ_ψ ,输出为 F_ψ ,当 $\Delta\psi_s \geq +\epsilon_\psi$ 时, $F_\psi = 1$,此时应选择能使磁链幅值

增大的电压空间矢量;当 $-\xi_\psi < \Delta\psi_s < +\xi_\psi$ 时, F_ψ 保持不变;当 $\Delta\psi_s \leq -\xi_\psi$ 时, $F_\psi = 0$,此时应选择能使定子磁链幅值减小的电压空间矢量。

转矩调节器的容差为 ξ_T ,输出为 F_T ,当 $\Delta T_e \geq +\xi_T$ 时, $F_T = 0$,此时应选择非零电压空间矢量; $-\xi_T < \Delta T_e < +\xi_T$ 时, F_T 保持不变;当 $\Delta T_e \leq -\xi_T$ 时 $F_T = 1$,此时应选择零电压空间矢量,选择零电压空间矢量时应注意使得开关次数最少。

为了控制的方便,要将 $\alpha-\beta$ 平面分成6个扇区,确定定子磁链所在的区间,因为定子磁链在不同的区间,用来增减其磁链幅值的电压空间矢量也不同。扇区的划分如图7所示。

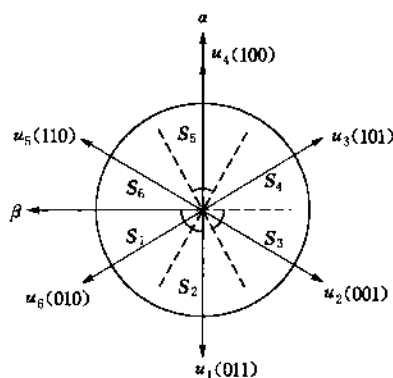


图7 定子磁链区间划分示意图

以定子磁链运行在 S_1 区为例,电压空间矢量 $\bar{u}_1, \bar{u}_5, \bar{u}_6$ 可产生外向的径向分量,可使定子磁链幅值增大, $\bar{u}_2, \bar{u}_3, \bar{u}_4$ 可产生指向圆心的径向分量,可使定子磁链幅值减小;不管是增大还是减小磁链幅值,加以上非零电压空间矢量都会增大转矩,只是产生转矩的方向有所不同,要减小转矩必须加零电压矢量 $\bar{u}_0$ 或者 $\bar{u}_7$ 。类似地,在不同的区间选择不同的非零电压空间矢量可实现磁链幅值的增减,通过不断选取合适的电压空间矢量,可强迫定子磁链的端点不超出环形误差带,于是实现了磁链轨迹的近似圆形;而通过零电压矢量与非零电压矢量的切换则可实现转矩大小的实时控制。

综合以上的磁链调节器输出信号 F_ψ 、转矩调节器输出信号 F_T 以及磁链所在区域信号 S_N ,可对应选取合适的电压空间矢量 $\bar{u}$,这就构成了电压矢量开关表。由于在同一扇区内使磁链幅值增减的电压空间矢量并非唯一,故存在不同的电压矢量开关表,表4-1是本设计所选用的一种电压矢量开关表。

表2

电压矢量开关表

F_ψ	F_T	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
0	0	$\bar{u}_2$	$\bar{u}_3$	$\bar{u}_4$	$\bar{u}_5$	$\bar{u}_6$	$\bar{u}_1$
0	1	$\bar{u}_0$	$\bar{u}_7$	$\bar{u}_{11}$	$\bar{u}_7$	$\bar{u}_6$	$\bar{u}_7$
1	0	$\bar{u}_1$	$\bar{u}_2$	$\bar{u}_3$	$\bar{u}_4$	$\bar{u}_5$	$\bar{u}_6$
1	1	$\bar{u}_7$	$\bar{u}_{11}$	$\bar{u}_7$	$\bar{u}_{15}$	$\bar{u}_6$	$\bar{u}_{16}$

如果将磁链调节器和转矩调节器细化,则可得到更复杂的电压矢量开关表,那样会使磁链的控制和转矩的控制更加精确,但开关频率将加大,且系统变得复杂。

6 基于 Matlab 的参数设置与仿真

在转速调节环节,用转速给定值减去实际转速,其差通过 PI 调节可得到给定的转矩值,再与实际转矩值进行滞环比较,比较器的容差设为 ϵ_T 。类似地,在磁链调节环节,将给定的磁链幅值与实际的磁链幅值进行滞环比较,比较器容差设为 ϵ_ψ 。根据定子磁链所在的区域磁链比较器输出、转矩比较器输出,可在电压矢量开关表中选择合适的开关矢量以使得定子磁链按近似圆形轨迹运动。仿真用到的电动机参数:额定功率 $P=300\text{ kW}$,定子电阻 $R_s=0.0701\ \Omega$,转子电阻 $R_r=0.0525\ \Omega$ 。定子电感 $L_s=0.0222664\text{ H}$,转子电感 $L_r=0.0225134\text{ H}$,互感 $L_m=0.0213397\text{ H}$,转动惯量 $J=100\text{ kg}\cdot\text{m}^2$,极对数 $P=3$ 。

图 8 至图 11 为异步电动机直接转矩控制系统在负载转矩 $T_l=500\text{ N}\cdot\text{m}$ 、转速给定 $n=500\text{ r/m}$ 时的仿真结果。

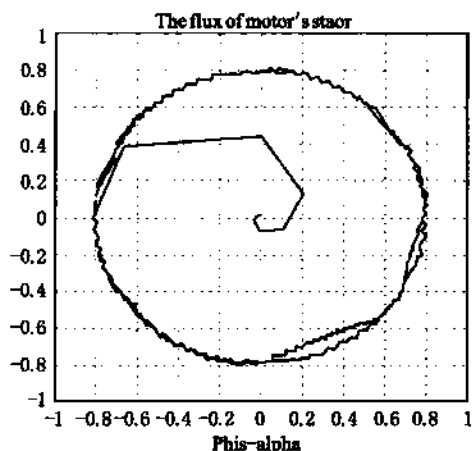


图 8 定子磁链相平面图

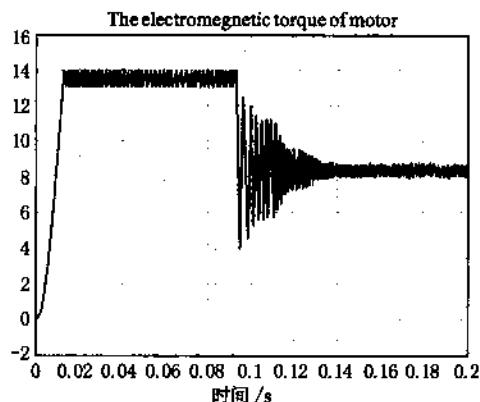


图 9 电磁转矩

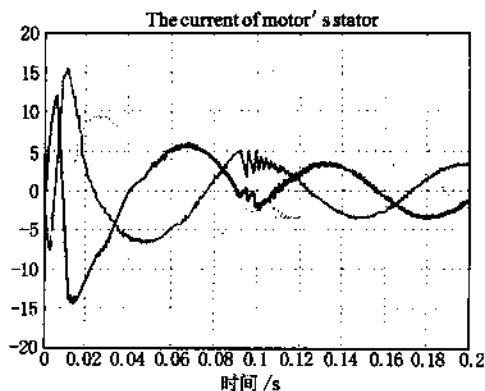


图 10 定子电流波形

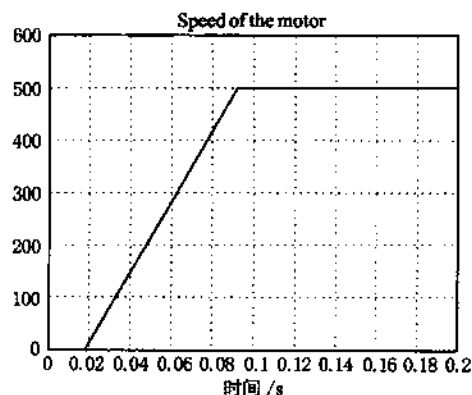


图 11 转速波形

从仿真结果来看,图 8 定子磁链轨迹近似为圆形,图 11 转速响应结果表明,该系统速度调节性能很好,起动时间短,稳态运行平稳。仿真结果证明了所建立的直接转矩仿真系统的正确性,对于实际的硬件实现具有很好的指导意义。

参考文献:

- [1] 王成元,夏加宽.电机现代控制技术[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 陈伯时.电力拖动自动控制系统[M].北京:机械工业出版社,1992.
- [3] 陈伯时,陈敏逊.交流调速系统[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [4] 薛定宇.基于 MATLAB/Simulink 的系统仿真技术与应用[M].北京:科学出版社,2002.

作者简介:黄波(1985—),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作,平煤集团张炜工作室成员。

林健(1984—),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作,平煤集团张炜工作室成员。

CMJ2—27 型煤矿用全液压掘进钻车常见故障及分析处理

侯典东,黄健利

(兖州煤业济宁三号煤矿,山东 济宁 272073)

摘 要: 本文介绍了 CMJ2—27 型矿用全液压掘进钻车的使用情况、常见故障的分析处理及保养。

关键词: 全液压掘进钻车; 液压凿岩机; 故障分析

1 前言

目前,兖矿集团公司所属的各矿岩巷掘进基本以风钻打眼耙装机出矸为主,噪声高、效率低,限制了快速掘进,适应不了现代化矿井的需要。济宁三号煤矿引进了以液压钻车和侧卸式装岩为主配套的岩巷掘进机械系统,是目前和今后相当一段时间内岩巷掘进机械化的理想作业线。本文将介绍济宁三号煤矿采用 CMJ2—27 型煤矿用全液压掘进钻车使用情况、故障排除和处理方法,总结液压钻车与风钻及耙斗装岩机相比的优点。

2 CMJ2—27 型矿用液压钻车在济宁三号煤矿的使用

2.1 济宁三号煤矿岩巷生产装备技术现状

近年来,很多煤矿岩巷掘进还依赖于风钻打眼、耙装机出矸,工人劳动强度大、噪声高、污染严重,不能达到支护出矸平行作业,造成掘进速度慢、效率低。在岩巷掘进生产和装岩技术方面,明显滞后于综采水平,成为制约采掘正常接续和采掘均衡发展的主要原因。为适应掘进技术快速发展的要求,济宁三号煤矿引进由石家庄煤矿机械有限责任公司生产的 CMJ2—27 型矿用液压钻车和侧卸车装岩为主配套的岩巷掘进机。该钻车对工作面、顶板、侧帮、底板均能凿岩,还可兼凿锚杆作业。该钻车适用于煤矿、黑色和有色等地下矿以及化工、铁路、水电等部门的巷道掘进工程。该钻车车体宽仅 1.2 m,适合在中小断面巷道中作业,钻孔直径 $\phi 27 \sim 55$ mm,适合巷道断面 6 m(宽) $\times$ 4.6 m(高)。该钻车的特点是结构紧凑、外形尺寸小、节约能源、噪声低、功能多、效率高,与侧卸式装岩机配套使用,实现岩巷掘进机械化作业,可大大提高掘进速度。

2.2 CMJ2—27 型煤矿用液压钻车的使用

2.2.1 CMJ2—27 型煤矿用液压钻车的结构特点

(1) 外形尺寸小,结构紧凑,功能多,效率高。该机不仅能打掘进孔,还可打锚杆孔。对工作面、顶板、侧帮、底板均能钻凿炮孔。

(2) 该车是模块式结构,可解体为四部分,即行走底盘、左右钻臂、动力部分和凿岩机

构。对于井口较小的矿井,行走底盘还可以进行解体,拆装方便。

(3) 双臂凿岩机动灵活,钻臂具有 6 种动作,能在工作面任意位置凿岩,补偿定位准确。

(4) 底盘为整体刚性组合履带行走机构。行走采用液压马达驱动,经齿轮减速箱减速,带动链轮转动,最高行走速度为 33 m/min。液压马达与减速机之间装有液压多片式制动器,该制动器为失效安全式,保证刹车安全可靠。

(5) 钻臂采用轻型旋转钻臂,带行程倍比结构的推进器(行程倍比结构由推进油缸、滑轮组、钢丝绳、凿岩机滑板和钢丝绳张紧装置组成)。推进油缸行程为 1 265 mm,钻孔深度为 2 530 mm。

(6) 动力单一化,耗能低。

(7) 液压系统先进。采用高压变量泵比例阀控制系统,节约能耗。

2.2.2 凿岩钻车的工作原理

由动力供应系统即电源(包括高压电缆、变压器、低压电缆和电气开关箱)把动力源接入钻车的防爆电机,由防爆电机驱动三联泵把电能转化成液压能。钻车行走时,油压首先将马达与减速机间的制动器打开,使马达旋转,由液压马达经减速机驱动链轮转动。钻车凿岩时,首先操纵支腿阀驱动前后两侧的支腿稳定钻车,然后操纵钻臂动作选择孔位,通过补偿装置使推进器定位,操作凿岩钻孔系统,使液压凿岩机进行凿岩作业,供风、水系统冲洗炮孔。

2.3 CMJ2—27 型煤矿用液压钻车的优点

该钻车的特点是结构紧凑、外形尺寸小、节约能源、噪声低、功能多、效率高,与 ZCY-120R 侧卸式装岩机配套使用,实现岩巷掘进机械化作业,可大大提高掘进速度。

3 液压传动系统的故障分析与排除

液压传动是以液压油为工作介质进行能量转换和动力传递的,它具有传送能量大、布局容易、结构紧凑、换向方便、转动平稳均匀、容易完成复杂动作等优点,因而广泛应用于工程机械领域。但是,液压传动的故障往往不容易从外部表面现象和声响特征中准确地判断出故障发生的部位和原因。

3.1 液压系统的主要故障

在相对运动的液压元件表面、液压油密封件、管路接头处以及控制元件部分,往往容易出现泄漏、油温过高、出现噪声以及电液结合部分执行动作失灵等现象,具体表现:一是管子、管接头处及密封面处的泄漏,它不仅增加了液压油的耗油量,脏污机器的表面,而且影响执行元件的正常工作;二是执行动作迟缓 and 无力,表现为钻臂控制动作缓慢、油缸无力、油马达转不起来或转速过低等;三是液压系统产生振动和噪声;四是其他元件出现异常。

3.2 故障的检查

3.2.1 直接检查法

凭借维修人员的感觉、经验和简单工具,定性分析判断故障产生的原因,并提出解决的办法。

3.2.2 仪器仪表检测法

在直接观察的基础上,根据发生故障的特征和经验,采取各种检查仪器仪表,对液压系

统的流量、压力、油温及液压元件转速进行直通式检测,对振动噪声和磨损微粒进行量的分析。

3.2.3 元件置换法

以备用元件逐一换下可能发生故障的元件,观察液压系统的故障是否消除,继而找出发生故障的部位和原因,并予以排除。在施工现场,体积较大、不易拆装且储备件较少的元件,不宜采用这种方法。但对于如平衡阀、溢流阀及单向阀之类体积小、易拆装的元件,采用置换法是比较方便的。

3.2.4 定期按时监控和诊断

根据各种机械型号、检查内容和时间的规定,按出厂要求的时间和部位,通过专业检测、监控和诊断来检测元器件技术状况,及时发现可能出现的异常隐患,这是使液压系统的故障消灭在发生之前的一种科学技术手段。当然,执行定期检测法,首先要培养一些专业技术检测人员,使他们既精通工程机械液压元件的构造和原理,又掌握和钻研检测液压传动系统的各种诊断技术,在不断积累靠人的直感判断故障经验的同时,逐步发展不解体诊断技术,来完成技术数据采集,辅以计算机来分析判断故障的原因及排除方法。

3.3 液压系统的故障预防

3.3.1 保证液压油的清洁度

正确使用标定的和要求使用的液压油及其相应的替代品(详参《工程机械油料手册》),防止液压油中侵入污物和杂质。因为在液压传动系统中,液压油既是工作介质,又是润滑剂,所以油液的清洁度对系统的性能及元件的可靠性、安全性、效率和使用寿命等影响极大。液压元件的配合精度极高,对油液中的污物杂质所造成的淤积、阻塞、擦伤和腐蚀等情况反应更为敏感。

造成污物杂质侵入液压油的主要原因,一是执行元件外部不清洁;二是检查油量状况时不注意;三是加油时未用120目的滤网过滤;四是使用的容器和用具不洁净;五是磨损严重和损坏的密封件不能及时更换;六是检查修理时,热弯管路和接头焊修产生的锈皮杂质清理不净;七是油液贮存不当等。

在使用检查修理过程中,应注意解决这些问题,以减少和防止液压系统故障的发生。

3.3.2 防止液压油中混入空气

液压系统中液压油是不可压缩的,但空气可压缩性很大,即使系统中含有少量空气,它的影响也是非常大的。溶解在油液中的空气,在压力较低时,就会从油中逸出产生气泡,形成空穴现象;到了高压区,在压力的冲击下,这些气泡又很快被击碎,急剧受到压缩,使系统产生噪声。同时,气体突然受到压缩时,就会放出大量的热能,因而引起局部受热,使液压元件和液压油受到损坏,工作不稳定,有时会引起冲击性振动。因此,必须防止空气进入液压系统。具体做法:一是避免油管破裂、接头松动、密封件损坏;二是加油时,避免不适当地向下倾倒;三是使回油管插入油面以下;四是避免液压泵入口滤油器阻塞使吸油阻力增大,不能把溶解在油中的空气分离出来。

3.3.3 防止液压油温度过高

液压系统中的油液的工作温度一般在30~80℃范围内比较好,在使用时必须注意防止油温过高。如油箱中的油面不够,液压油冷却器散热性能不良,系统效率太低,元件容量小,

流速过高,选用油液黏度不正确,它们都会使油温升高过快。黏度高会增加油液流动时的能量损耗,黏度低会使泄漏增多,因此在使用中应注意并检查这些问题,预防油温过高。此外,对液压油定期过滤,定期进行物理性能检验,既能保证液压系统的工作性能,又能减少液压元件的磨损和腐蚀,延长油液和液压元件的使用寿命。

3.4 液压系统的故障分析

3.4.1 传动系统分析法

工程机械的液压传动系统如果维护得好,一般说来故障是比较少的。由于密封件老化、变质和磨损而产生外泄是很容易观察到的,根据具体情况可设法排除。但是,如果液压元件的内部发生了故障,是观察不到的,往往不容易一下子就找出原因,有时虽然是同样的故障现象,但产生的原因却不一定相同,要想准确地迅速地找出液压元件故障的部位和原因,首先要根据发生故障元件的构造图、系统图,分析了解和研究元件的工作原理和特性,然后使了解的构造原理与实物对号,具体情况具体分析,检查寻找故障发生的部位和原因,以便采取相应技术措施来排除故障。

3.4.2 逻辑流程分析法

此方法是根据液压传动系统的基本原理进行逻辑分析,减少怀疑对象,逐步逼近找出故障发生的部位和原因。

3.5 液压系统故障的排除

(1) 液压系统中管子、管子接头和焊接处,由于振动频率较高,常常发生破坏。在换用时要根据压力和使用场合,选用强度足够,内壁光滑清洁,无砂、无伤、无锈蚀、无氧化皮的管子。当管子需要焊接时,最好采用加套管的办法,因为对接可能使管的内径局部缩小;截断时,油管的截面与管子轴线的不垂直度不得大于 0.5° ,并清除铁屑和锐边倒钝。当管子支承距离过大或支承松动时,要设卡固定拧紧;当弯曲半径过小时,易形成弯曲应力,弯曲半径一般应大于管外径的 3 倍。

在密封表面处,密封元件的老化变质会使泄漏量增大。密封件的有效寿命通常是:固定元件之间的密封寿命时间为 10 000 h,运动元件之间密封寿命时间为 1 500~2 000 h。到了规定的使用寿命时间后,即使还可用的元件也应该更换。密封面的泄漏还与预压面的压力不够或不均匀有关。预压量增大时,其封油量压力增大,密封效果好,反之则差。再者摩擦表面光洁度与硬度不足也会缩短密封件的寿命。

密封件设计不合理以及安装时扭曲刮伤也是导致密封圈早期磨损而引起泄漏的原因。

油液中杂质过多,易加速密封件与摩擦表面的磨损,形成密封件的早期失效,油封工作温度过高或过低也会影响其寿命和工作性能。

(2) 执行元件运动的速度降低,主要是由于输入执行元件的液压油流量不足;执行元件无力的原因主要是输入液压油压力不足,回油管路背压过高。

工程机械液压系统所用的油泵多为齿轮泵,其工作压力为 210×10^2 kPa,柱塞泵的工作压力可达 320×10^2 kPa。泵的输出压力是由荷载决定的,并随着荷载的变化而变化。荷载无限增加,泵的压力也无限升高,直到系统某一部分被破坏。对于齿轮泵,主要是轴承、齿轮啮合面、齿顶与壳体、齿轮端面与泵盖间的磨损和密封件的磨损、老化、损坏使齿轮泵的内漏表现更为突出。在一定转速和压力下,对无端面间隙补偿的齿轮泵,其轴线磨损引起的泄

漏约占全部内漏量的 75%~85%，齿顶间隙内漏量约占 15%~20%，其他内漏约占 4%~5%，因此只要抓住主要问题，采取有效的技术措施予以解决，就能使泵恢复其原有性能。

在维修工作中，我们发现使用了一定时间的齿轮泵，由于啮合挤压，在齿顶和端面会产生毛刺，使泵体和端盖的磨损加剧，尤其是铝合金泵盖更为严重。如能定期修理检查，用油石磨掉所产生的毛刺，则可以延长油泵的寿命。叶片泵的主要故障是定子、叶片、转子、轴承和两侧配流盘的磨损，定子的内表面是由圆弧和过渡曲线组成的，过渡曲线如果采用阿基米得螺旋线，则叶片径向等速运动。实践证明，当将叶片泵解体修理时，定子内表面就在曲线与圆弧连接部分磨损最严重，换掉磨损严重的定子，可以使叶片泵恢复原有的性能，采用这种修理方法是比较经济的。叶片泵转子、叶片的使用寿命约相当于定子使用寿命的两倍，这在备料时应予以考虑。

(3) 液压系统的蓄能器是用来调节能量、贮存能量、减少设备容积、降低功率消耗、减少系统发热、缓冲吸收冲击和脉动压力的辅助元件。常见的蓄能器有胶囊式的，它具有漏气损失小、反应灵敏、可以吸收急速的压力冲击和脉动、质量轻、体积小等特点。蓄能器发生故障会影响液压系统的正常工作，因此在检查气压量不足时，应按时充入惰性气体。

(4) 液压系统中，要求装备精度高的还有液压马达。如果注意日常维护和保养，防止油液污染，一般不会发生故障，进入液压马达的油液须仔细过滤，以减少杂质，防止过快磨损。修理后的马达，应注满干净的液压油，排尽系统中的空气。确定不了马达是否有故障，最好不要拆卸，这样可减少污染的机会和保持配合的精度。液压缸是液压系统中的执行元件，常见的故障有漏油和运动不正常。缸头因密封件损坏而外泄，应立即更换密封件；油缸运动不正常有油缸内漏、油路中有空气、活塞密封件老化和损坏、油液有杂质、平衡阀发生故障等。

(5) 控制元件是用来实现系统和执行元件对压力、流量方向的要求的。控制阀及时控制系统中最重要的元件，由于阀的配合一般都比较精密，所以在修理时应特别注意，不需拆阀芯的尽量不要抽出阀芯；配合副方位不要错乱，偶件不要互换；螺丝的拧紧力矩要均匀一致，锥形阀芯的接触线磨损可采用研磨修正接触线的办法解决；回位弹簧疲劳时，可予更换。

4 钻车常见的故障分析和处理方法

4.1 主泵

4.1.1 泵噪声大

(1) 原因：

- ① 油管密封不严；
- ② 泵吸空；
- ③ 油位低。

(2) 处理方法：

- ① 重新拧紧漏气接头；
- ② 重新排放泵内空气；
- ③ 补充油液到正常油位。

4.1.2 泵流量不足

(1) 原因：

- ① 起动转向不对;
- ② 供油不足或有异物堵塞管路;
- ③ 驱动电机转速不够。

(2) 处理方法:

- ① 检查油泵箭头指示方向;
- ② 检查进油管是否有异物;
- ③ 检查电机功率平衡情况。

4.1.3 系压不正常

应重新调整标定值。

4.2 液压凿岩机旋转机故障

(1) 原因:

- ① 钎杆卡在孔内;
- ② 旋转机构反转。

(2) 处理方法:

① 检查系统流量压力;高压过滤器是否堵塞,换滤芯;检查蓄能器的充氮压力;检查蓄能器隔膜是否完好。

② 检查顺序阀是否卡住,推进力是否达到自动冲击的压力。

③ 更换凿岩机密封,重新紧固各连接处。

4.3 推进油缸无推力

处理方法:

- ① 检查顺序是否卡住;
- ② 油缸内部单向阀卡住,使 A、B 两腔相互联通。

4.4 逐步打眼阀

(1) 原因:无法对推进和冲击调压。

(2) 处理方法:

- ① 检查执行机构元件是否加载;
- ② 插装的阀芯是否被污物卡住;
- ③ 阀芯损坏,更换阀芯。

4.5 凿岩分析

推进进给有两个作用:一是推动钎杆在岩石中钻进时,起支承和推进作用;二是退回,当钻孔完成后退过钎杆,最佳推进力随着岩石的性质、钎头的尺寸形式而变化。

当给进力不足时将产生下列影响:

(1) 当凿岩机活塞冲击钎杆时,凿岩机不在应有位置,因而钎头有时不能抵住岩石,只有一小部分能量破碎岩石,而另一部分被漏掉,影响穿透速度。

(2) 由于能量传递不良使钎尾螺纹严重磨损,联结松脱能量很大一部分转化成热能使钎具磨损进一步加大。

(3) 由于钎具不到位,回转几乎无阻力地空转,扭力很小,强张力波和多种负荷使钎具发生应变产生变形。

(4) 使镶珠和镶片很快磨损,甚至会造成脱落。当推进给力过大时,也会造成下列不良影响:

- ① 钎杆和钎尾弯曲和磨损。
- ② 冲洗困难,不易排渣。
- ③ 钎头硬质合金迅速磨钝。

选用合理的推进给力将能提高穿透速度和减少故障。

5 液压凿岩机

HYD200 型液压凿岩机是一种新型高效的凿岩设备,液压凿岩机采用循环的高压油作动力,能量利用率高、机械性能好、凿岩速度快,性能参数可调,以适用不同的岩石,减少了故障,消除了污染,净化了工作环境,噪声低,改善了工作条件,自动化程度高,减轻了工人劳动强度,润滑条件好,零件寿命长。

HYD200 型液压凿岩机共由三大部分组成,即旋转、冲击和旁侧注水。

5.1 液压凿岩机的维护保养和润滑

5.1.1 每班作业维护保养及润滑内容

(1) 对凿岩机钎尾花键连接部位和钎尾受冲击部位涂二号二硫化钼锂基润滑脂,因为冲击时产生高热,可以使冲击润滑正常。

(2) 对凿岩机旁边侧注水和旋转机构油嘴,用黄油枪注二号二硫化钼锂基润滑脂 2~3 次,要避免润滑脂渗入到液压油内,见图 1。

(3) 检查油雾器油位,如不足时补充 N32 导轨油,调整速度至每分钟(35±5)滴。

(4) 检查各接头处有无松动和漏油现象。

(5) 检查凿岩机与旁侧供水连接的两螺母是否松动,如松动应用扭力扳手,500 N·m 扭力矩拧紧螺母。见图 2。

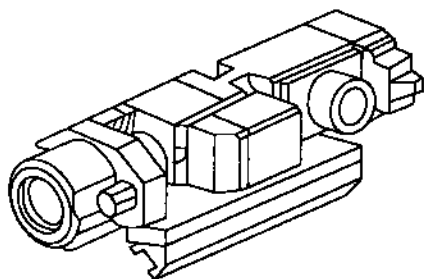


图 1

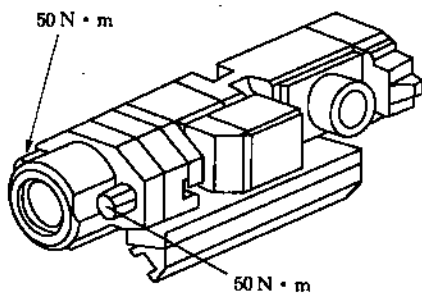


图 2

5.1.2 每周保养内容

拆下旁侧供水机构后检查:

(1) 使用一周后如图 3 所示,检查活塞冲击面的磨损情况。检查该尺寸时不允许将活塞拆出,可拆卸凿岩机回转机构连接螺栓。如超过最小允许尺寸 37 mm。如检查活塞冲击面正常,不必每周拆检,可在修理凿岩机时检测。

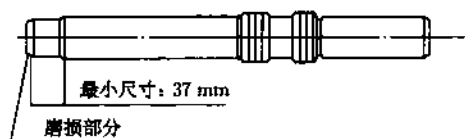


图 3

(2) 如图 4 所示, 连接部位的断面是否有被钎尾花键冲击的凹陷情况, 如凹面磨损严重, 需更换新连接套。如在 50 h 内凹面磨损严重, 应查找原因, 排除故障后更换。其主要原因是凿岩机空打, 或岩石过软, 推力不足, 或者连接套淬火硬度低。

与注水壳端面相钎尾的最大超出尺寸

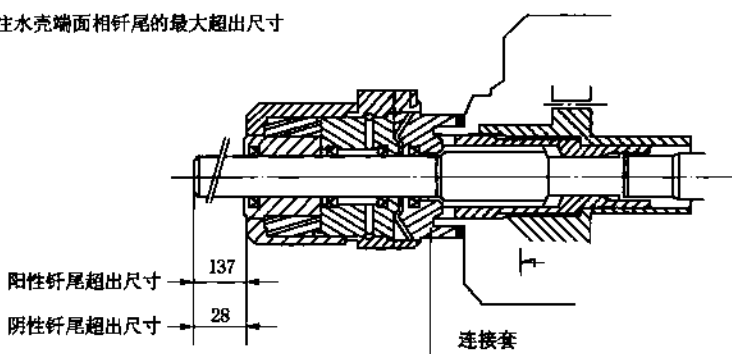


图 4

(3) 旁侧供水在没拆卸前, 检查钎尾和钎尾导向套部分的磨损情况如图 4 和图 5 所示。先将阳性钎尾推到最前端, 最大超出尺寸为 137 mm, 如超出说明连接套磨损严重。再把钎尾推到后部检测最小尺寸为 114 mm, 如超出说明花键套磨损严重。活塞前端面磨损在超过允许尺寸的情况下需更换活塞。

与注水壳端相比, 尾钎的最小超出尺寸

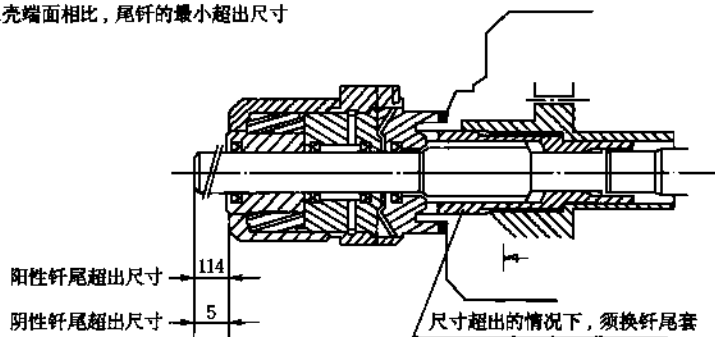


图 5

(4) 如图 6 所示, 钎尾前导向套及连接套内孔尺寸 B 磨损最大不超过 $\phi 40.5$ mm, 如超过该尺寸时, 更换前导向套和连接套。

钎尾前导向装置的磨损尺寸,在,磨损尺寸超过的情况下,换前轴承内套和连接套

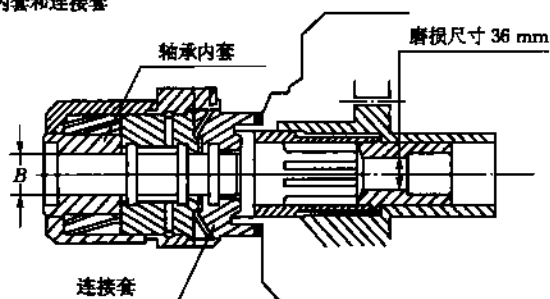


图 6

(5) 花键套磨损尺寸情况检查如图 7 所示。

用一根新钎尾花键装入花键套内,在一对花键套上,靠紧一边后画一标记,根据标记向反向移动角度最大尺寸为 4 mm,如若超过该移动尺寸时,需更换新套。

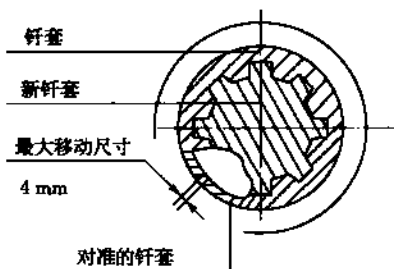


图 7

(6) 按图 8 检查紧固各连接螺栓。

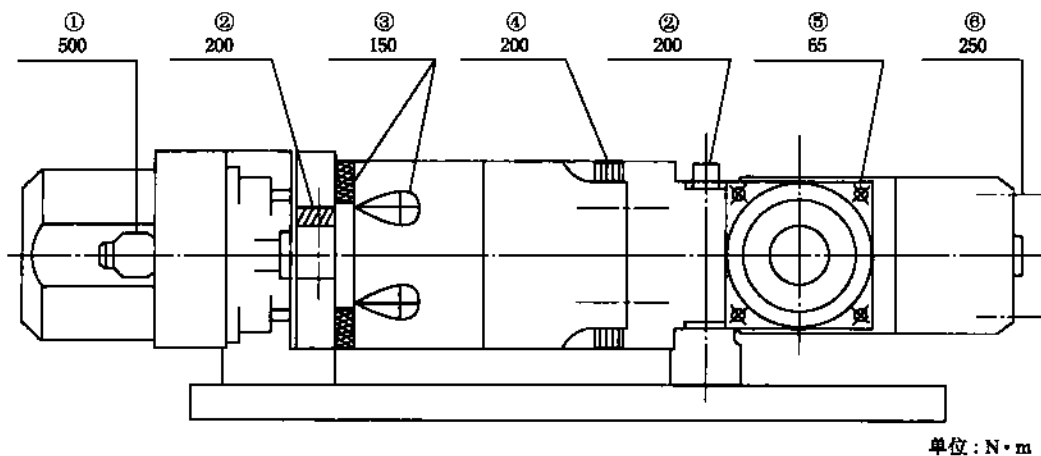


图 8

5.1.3 每月保养内容

- (1) 检查凿岩机蓄能器压力。正常充氮压力为 6 MPa, 检查时用充氮工具检查, 如压力低于 6 MPa 时可进行补充氮气, 使压力达到规定要求。
- (2) 更换供水部分的密封, 每月正常工作时需根据漏水情况更换 2~3 次水密封。
- (3) 按图 9 更换 O 形圈 1 和水密封圈 2。

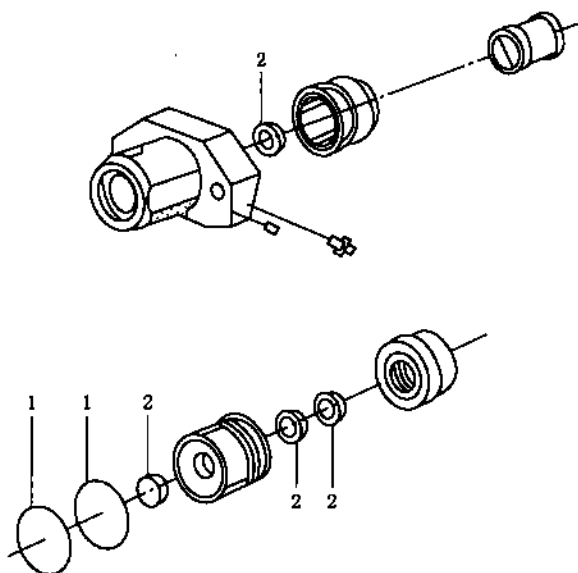


图 9

5.1.4 每季保养内容

必须拆卸凿岩机更换以下配件:

- (1) 更换旋转机构中的全部密封。
- (2) 更换活塞全套密封。
- (3) 更换蓄能器膜片。
- (4) 检查损坏部件和可能更换的零件, 检查方法按维护方法中的内容要求进行。
- (5) 拆卸和安装凿岩机场地必须在保证高度清洁的室内进行, 更换零件必须清洗, 组装后要经跑合试验。

5.1.5 旁侧供水部分故障排除(见图 10)

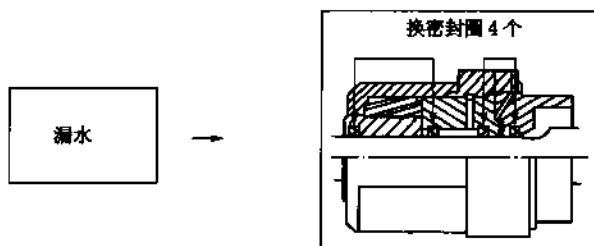


图 10

6 结束语

综上所述,通过对 CMJ2—27 型矿用液压钻车的使用及常见故障进行了浅显的分析,对钻车的常见故障的探讨,是在现场施工中常见的,也是施工人员容易忽略和认为应该出现的现象。井下施工现场条件千变万化、错综复杂,出现的故障远不止以上所述。而且目前井下液压钻车的型号很多,使用条件不同,故障处理也有所不同,但要降低设备故障,提高开机率,必须进一步加强职工技术培训,提高职工素质,抓住现场管理细节,加强技术管理与生产管理。

作者简介:侯典东(1977),男,山东济宁人,助理工程师,本科,现在济宁三号煤矿普掘工区从事煤矿机电管理与维修。Tel:0357-2628852,E-mail:hdd0909@sina.com。

无轨胶轮车在煤矿应用中存在问题的分析与探讨

翟 强,曹如彦,扈志成

(兖矿集团济宁三号煤矿,山东 济宁 272169)

摘 要:结合济宁三号煤矿无轨胶轮车现场运行情况,列举无轨胶轮车在应用中出现的车辆尾气排放大、易出现高温、维护保养难等现象,通过现场应用分析,提出了优化矿井运输线路设计、探索大坡度无轨胶轮车辅助牵引技术等方案进行解决。

关键词:无轨胶轮车;现状分析;解决问题的探讨

自 1999 年以来,济宁三号煤矿先后应用英国产 EIMCO 公司生产的 912X 重型支架搬运车、880D-60 轻型多用途车,澳大利亚 Boart-Longyear 公司生产的 MK-3S 多用途车,国内太原煤科院生产的 WC3Y 轻型胶轮车、WqC3J 防爆胶轮车、WC8 悬挂自卸车、WC40Y 框架式支架搬运车、WC25EJ 铲板式支架车,先后共计 70 余台。为矿井安全生产、高效运输提供了坚实的保障。但是,在十年多的应用中,也存在诸多问题,现以济宁三号煤矿现场应用中的问题进行分析和探讨,以完善和满足无轨胶轮车在煤矿应用中需求,便于无轨胶轮车在煤矿生产中进一步推广和应用,取得更好的效果。

1 济宁三号煤矿应用无轨胶轮车现状

济宁三号煤矿应用无轨胶轮车主要分为轻型、中型、重型三类车型。轻型车为载重 3 t 以下车辆,主要用于人员、支护材料、砂石水泥的运输任务,主要车型如 880D-60 轻型多用途车、WC3Y 轻型胶轮车、WqC3J 防爆胶轮车;中型车为载重 6~8 t 的车辆,主要用于矿井较大设备,如电机、开关、胶带、管路等设备材料的运输任务,主要车型如 MK-3S 多用途车、WC8 多功能车;重型车为载重 25 t 以上的车辆,主要用于工作面液压支架等重型设备的运输任务,主要车型如 912X 重型支架搬运车、WC25EJ 铲板式支架车、WC40Y 框架式支架搬运车。上述车型基本满足了矿井生产需要,为矿井生产提供了保证。

2 存在问题及分析

伴随着矿井开拓的不断延伸,济宁三号煤矿无轨胶轮车应用数量由最初的 15 台增加到目前的 64 台,运输工作量大大增加,车辆维修管理难度增大。在实现安全高效运输的同时,也出现了诸多问题。

2.1 车辆尾气排放大,影响作业人员的身心健康

济宁三号煤矿无轨胶轮车全部采用柴油发动机,车辆进、排气系统采用空气过滤器、空

气增压器、水冷湿式处理,排放的 CO 、 NO_x 、 HC 和可吸入颗粒物在井下狭窄的空间内严重影响作业人员的身心健康,特别是工作面顺槽、风量较小的巷道内,车辆尾气排放后很长时间才能散去,造成呛眼、刺激鼻、咽喉、气管和肺部,引起头痛、慢性呼吸系统疾病。在车辆老化、发动机发生故障时,车辆的尾气排放更加严重,出现大量的黑烟、刺激性气体,严重影响作业人员的身体健康。

无轨胶轮车运行路线一般采用混凝土硬化处理,容易积尘,车辆通过后形成的扬尘造成空气中悬浮大量的尘埃,对作业人员上呼吸道产生刺激引起哮喘。

2.2 重型车辆重载爬坡易出现高温,严重损伤发动机

重型胶轮车承担着工作面液压支架等设备的运输任务,是保障矿井工作面生产接续的关键运输车辆,能够减少运输人员,提高工作面安装效率,大大降低现场安全管理难度,是矿井生产中重要的一种车型。但是,在车辆重载长距离爬坡运行中,车辆发动机因长时间满负荷运转易出现高温现象,频繁的高温容易引起发动机缸盖开裂、抱缸等严重故障,导致发动机损坏、输出功率大大降低。在济宁三号煤矿北区辅运巷,平均坡度 6.5° ,运输距离 864 m,运输 21.6 t 液压支架,车辆出现高温,造成发动机排气歧管、发动机缸盖等出现开裂、损伤等故障,出现多次高温后,发动机性能将大大降低,车辆的冷却系统、排气系统等会受到严重破坏,随之尾气排放大大增加,车辆负载能力大大降低,不能进行正常的重型设备搬运。

2.3 车辆维护保养影响因素多

车辆配件供应不畅,影响车辆维修。济三煤矿作为国内首家立井采用无轨运输系统的矿井,使用胶轮车车型先后共计 15 种,车型多导致设备的配件供应难,尤其是进口设备和国产设备上采用的进口配件,价格昂贵,进货周期漫长,大大制约了车辆的正常维修保养。即使是国产配件也受到品种繁杂、非标件多、用量少等诸多因素影响。

同时,矿井车辆配备少、车辆超负荷运行、国产车辆质量差、维修人员技能低、维修环境差等原因也是造成车辆维护保养难度大原因。

3 解决问题的探讨

3.1 加强与生产厂家联合设计研发,提高车辆性能,降低尾气排放

(1) 加强大功率防爆柴油发动机研发,提高发动机整体性能。目前支架搬运车的柴油发动机,仅有上柴一家,相对进口发动机性能差距较大。

(2) 加强车辆液压系统的研发升级。液压系统是胶轮车故障率较高的一项,易造成油污污染、路面打滑等问题。

(3) 加强车辆进排气系统的研发升级。进排气系统目前采用空气过滤器、空气增加器、水冷湿式处理,相对较为简单,距离地面车辆国Ⅲ、国Ⅳ排放标准相差甚远。

(4) 加强无轨胶轮车煤矿作业人员健康防护,针对柴油机尾气和煤矿粉尘,为职工配备呼吸防护用具,从个体上杜绝污染的伤害。

3.2 加大胶轮车车辆投入

伴随矿井开拓的延伸和胶轮车长期应用的经验,重新核定矿井胶轮车配备数量,加大车辆投入,实现司机与车辆一对一的包机制,形成合理的车辆购置、运行、报废机制。特别是加强支架车购置,采取购置进口车与国产车相互配合,以质量可靠的进口车为矿井生产运输提

供坚实的保障。

3.3 加大车辆的维修保养投入

针对井下维修条件差的状况,矿井将加大投入改扩建车辆检修硐室,增加车辆维修设备,改善车辆维修条件。另外将有针对性地培养维修技术人员,为胶轮车维修提供人才保障。制定严格的车辆的维修保养制度,严禁为应付生产使车辆带病运转。

同时加大与相关厂家开展胶轮车配件的国产化研发,促进胶轮车配件实行统一采购和管理,降低配件采购成本,加大配件仓储量,保证配件供应。

3.4 探索大坡度无轨胶轮车辅助牵引技术

矿井开拓中,受断层等地质条件影响,避免不了出现超过 14° 的大坡度,超出无轨胶轮车运行许可。在长距离 $6^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 的运输线路中,特别是重型胶轮车重载爬坡运行时也经常出现高温现象,影响正常运行。探索无轨胶轮车辅助牵引技术,解决胶轮车长距离大坡度运输难题,实现矿井全无轨化胶轮车运输。

4 结 语

无轨胶轮车在立井煤矿应用受到地质条件等因素的影响,使用管理中存在多方面的影响,为实现无轨胶轮车的安全高效运输,需要在巷道设计、车辆选型、设备维护等方面严格控制,确保无轨胶轮车在煤矿生产运输中发挥其快速灵活的运输特点。

参考文献:

- [1] 曹如彦,张家荣. 济三煤矿无轨辅助运输系统的应用[J]. 煤炭科学技术, 2000(5).
- [2] 黄福昌,倪兴华. 兖矿集团矿井辅助运输技术规范[M]. 北京:煤炭工业出版社, 2008.

作者简介:翟强(1979—),男,山东济宁人,从事矿井辅助运输技术管理工作。

胶带运输系统控制技术研究与应用

单福友

(冀中能源股份有限公司章村矿,河北 邢台 054000)

摘 要:运用 KJ161 胶带机集中控制技术,提高胶带运输系统效率的同时杜绝事故的发生,使系统达到安全高效运行。

关键词:胶带运输系统;控制技术;应用

1 现状概述

1.1 概述

冀中能源股份有限公司章村矿主提升系统由三井的两部胶带机和四井三部强力胶带机组成。井下胶带输送机的控制基本以就地控制为主,采用防爆真空磁力起动器的常开长闭点实现简单的闭锁关系,随着机械化程度有了很大的提高,井下原煤运输的紧张矛盾十分突出,胶带运输系统成了制约矿井生产发展的瓶颈。造成这种局面的原因是多方面的,但主要有以下几点:

(1) 井下原煤运输系统没有实现顺煤流起动、逆煤流闭锁这样一种先进的顺序控制关系,造成胶带输送机的长时间空运转浪费能源。

(2) 以就地控制为主的原煤运输系统在起动前后机的协调性较差,造成人为的待机时间较长。

(3) 由于前后输送机的操作经验千差万别,在不熟练的状况之下,多台输送机同时起动,造成电网瞬间过负荷而跳闸,影响了设备的正常运转。

(4) 胶带输送机的综合保护不能起到 100% 的作用,有些保护还有误动作的情况,控制装置无故障诊断功能。

由于胶带集中控制系统具有操作人员少、监测监控全面以及保护安全可靠等诸多优点,因此胶带集中控制是近几年来胶带运输提升发展的重大趋势。

1.2 胶带机集控系统概述

本着提高劳动生产率、降低成本和劳动强度、改善工作环境的目的,章村矿对部分胶带运输系统实施了地面集中控制改造工程。该工程由天地(常州)自动化股份有限公司具体实施,采用该公司的 KJ161 胶带机集中控制系统,目前已经有 5 条胶带实现了地面集中控制,分别是四井的强力一、二、三部胶带机和三井一、二部胶带机。

每条胶带机机头设有一个监控分站,把每条胶带机的保护故障与运行状态通过通讯设备传输给地面上位机,从而实现胶带机的就地与远程控制。上位机操作界面如图 1 所示。

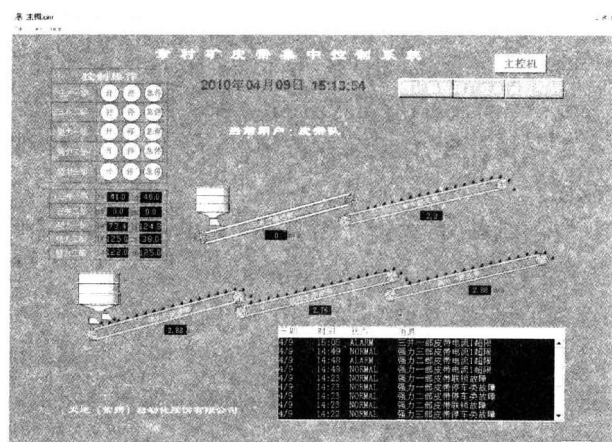


图 1 上位机操作界面

每条胶带机的机头与机尾都装有摄像仪,通过光纤将被监视场所的图像内容传送到地面集控室的显示屏上,使被监控场所一目了然,大大提高了胶带运输系统调度指挥的统一性和安全性,进而达到安全高效生产的目的。

2 系统组成

2.1 系统构架(图 2)

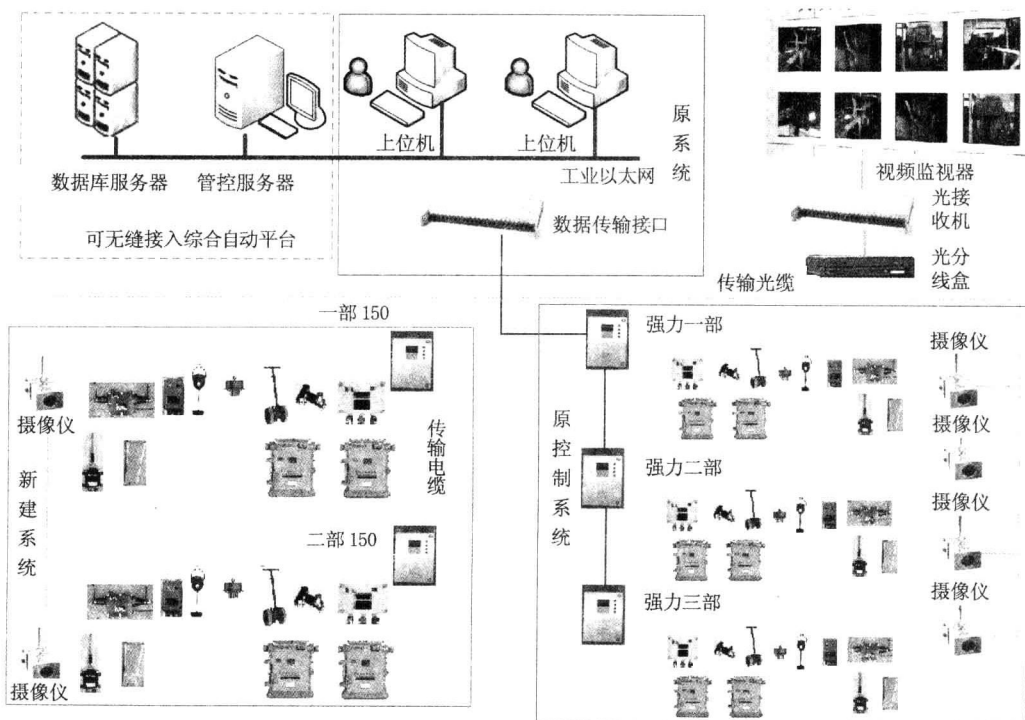


图 2 系统构架

整个运输集控系统分为两部分:井上集控部分和井下现场部分。井上集控部分包括作为胶带机集中监控的上位机、视频监视终端等,井上集控系统能够无缝接入全矿井综合自动化平台;井下包括安装在五条胶带机头的监控分站及电源继电器箱,安装于机头及沿线的烟雾、堆煤、闭锁、跑偏等胶带保护设备,以及每条胶带机头和机尾的视频监视设备。

2.2 单条胶带设备构成图

井下每个单条胶带控制系统主要包含两部分:控制部分和保护部分。控制部分以 KJD13 可编程控制器作为主控制器、KDK6 电源继电器箱作为电源及驱动设备实现自动控制功能;保护部分包括机头的烟雾、堆煤、速度、洒水电磁阀、信号主机以及沿线的闭锁、跑偏、信号分机等各类保护传感器,每一种传感器将胶带的实时运行状态与参数传送给 KJD13 可编程控制器,通过 KJD13 对其作出判断与处理。如图 3 所示。

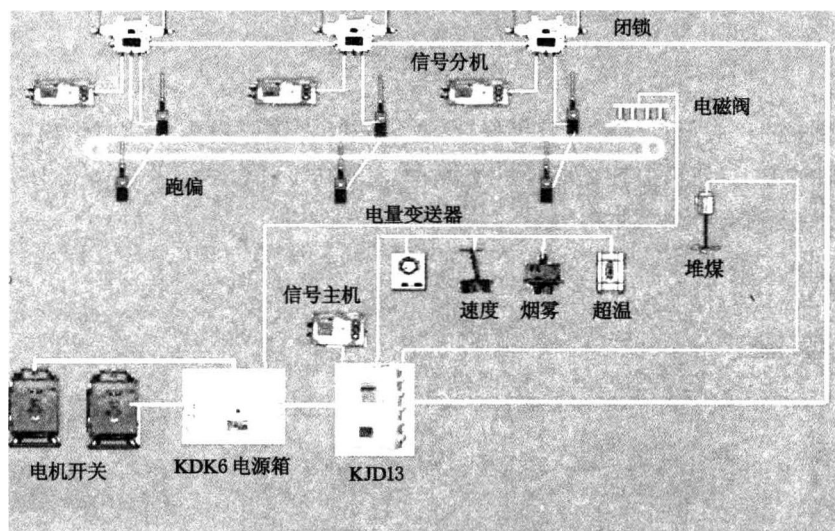


图 3 单条胶带控制系统

3 功能特点

3.1 强大的组网能力和丰富的控制、保护功能

该系统具有 RS485 通讯接口,能够实现与本矿原胶带集控系统的无缝连接,实现地面集控。

系统除正常起停控制外,能按胶带机所需的流程启动;可以实现包括顺、逆煤流程控制和运输系统的优化控制;具有沿线打点联络、启动沿线预告、沿线语音扩播通话联络等强大的语音通讯功能。

系统配置了各种检测保护传感器,且采用接插连接方式,安装维护简单,可自动识别胶带沿线监测设备的类型等。

3.2 显示功能丰富、操作界面友好

在上位机上能动态模拟显示胶带的运行状态、胶带机的运行参数、数据曲线等。上位机上有全中文操作提示、操作记录和故障记录等功能;在监控分站上该系统具有现场可编程功

能,可现场实时修改监控保护功能。操作员可通过控制面板上的按钮查看胶带运行及沿线保护数据,还可通过编程键盘进行系统调试、各种控制操作及参数设置等。系统具有自检功能,当有故障时,控制机报警并自动显示具体故障。

4 效益分析

高产、优质、安全、节能、省力,减少岗位人员,最终达到降低成本,提高劳动生产率以获取最大利润,是今后煤炭企业在竞争中生存的基础,煤矿要发展、要生存,必须走高产、高效、实现矿井自动化之路,通过自动化建设实现减员增效、降低成本,提高劳动生产率,而胶带运输系统的自动化控制是煤矿自动化的主要部分。

实现胶带运输系统的自动化控制:

第一,通过胶带的顺序控制,减少了胶带空转时间,提高了胶带机有效的开机率,减少了无功电耗,降低了成本。

第二,大量减少了看护人员,相应减少工资投入,并充实了设备维护检修队伍,提高维护质量,减少事故发生率,变发生事故后的被动检修为主动的定期检修,提高了设备的使用率。

第三,保证了煤矿的安全生产,防止胶带打滑、跑偏、纵撕等重大机电事故及人身事故的发生,改善了工作环境,提高了劳动生产率。

第四,有效地保护了胶带运输机,延长了胶带的使用寿命,减少了事故停机时间,提高了运输能力,增加了胶带机运输能力。

作者简介:单福友(1964—),男,河北省献县人,现任章村矿副矿长、机电高级工程师。

基于以太环网的胶带机运输集中控制系统

孙孔勋

(天安煤业天力公司吴寨矿机电一队,河南 平顶山 467047)

摘 要:在工矿领域应用工业以太网交换机技术,结合自动化控制、网络通讯理念,实现井下胶带机运输的集中控制。通过以太网建立西门子 200 系列 PLC 与 300 系列 PLC 的以太网通讯。

关键词:工业以太网;可编程控制器;胶带机运输

1 概 述

吴寨矿于 2010 年 10 月在井上、下建立了工业以太网平台,井下 4 台 KJJ23 矿用隔爆兼本安型千兆以太环网交换机,地面四台 HXTHG 工业环网核心交换机。吴寨矿井下东翼 3 条胶带运输机、西翼 6 条胶带运输机,目前已完成集中控制。

2 技术现状

胶带集中控制系统,是在一个井上、下工业以太网络平台上,以工业以太环网交换机为核心,整合矿井的各个单机胶带运输机自动控制系统,通过防火墙与矿级管理系统组成高速、统一的整体网络结构,实现全矿井的管控一体化。它实现了井下胶带运输机运行状况的实时监测和集中、远程控制,有效地提高了矿井生产自动化和管理现代化水平。

胶带集中控制系统采用分布式计算机控制系统机构,通过工业计算机、可编程控制器、网络交换机、摄像机和传感器等,对煤矿胶带运输机等设备实现地面远程集中控制,可以大幅度提高运输系统的管理水平和运行效率。

2.1 工业以太环网技术

以太网(Ethernet)最早来源于 Xerox 公司于 1973 年建造的网络系统,是一种总线式局域网,以同轴电缆作为传输介质,采用 CSMA/CD 协议。1985 年,IEEE802 委员会吸收以太网为 IEEE802.3 标准,并对其进行了修改。工业以太网是应用于工业控制领域的以太网技术,在技术上与商用以太网(即 IEEE802.3 标准)兼容。以太网器材的强度、适用性以及实时性、可互操作性、可靠性、抗干扰性、本质安全性等方面能满足工业现场的需要。

现场总线是现今使用最广泛的工业控制技术,但现场总线最大的问题是标准太多,煤矿需要的是建立统一、开放的网络,各个不同公司的监测监控设备均能够挂接在这个网络上传输。显然,如果使用现场总线用作连接传感器的设备级网络还可以胜任,但作为数据传输的主干网络,则无论在传输速率上还是在传输距离和链路冗余等方面都不能满足需要,而且势必使得井下传输网络由一个互不兼容的多系统结构过渡到另一个互不兼容的多系统结构。

这显然不符合煤矿建设现代化矿井、实现综合自动化的需要。随着 Internet 的迅猛发展,以太网已成为事实上的工业标准,TCP/IP 简单实用。

以太网在技术、速度和价格等许多方面都有着其他网络无可比拟的优势,随着以太网性能的提高和解决以太网实时性问题的技术不断推出,将以太网应用于工业现场将是工业控制领域的必然选择。

目前,工业以太网在地面上已经有实际应用。国家煤矿安全监察局有关领导在新近举行的制定《煤矿安全监测监控系统安全条件》研讨会上提出,使用工业以太网作为井下的主干传输网络、现场总线作为连接传感器等现场设备的网络,应当是近期内矿井传输网络的研究重点和建设方向。可以预见,工业以太网将是未来矿井宽带通信网络建设的必然选择。

在以太网进军工控领域的过程中,各大现场总线组织都予以高度重视,并纷纷出台了自己的发展计划,所以工业以太网是矿井多媒体综合业务数字网络系统的最佳选择。

2.2 可编程控制器

随着可编程控制器在工业领域中的广泛应用,因其与传统的单片机为核心的自动化控制相比具有功能强大、系统稳定、方便扩展等方面的优点,已经在工业控制领域中扮演着不可或缺的角色。因此,自动化作业代替传统生产方式已经是一个不可阻挡的趋势。

3 胶带集中控制

3.1 原有胶带系统概述

吴寨矿井下原有的 9 条胶带控制系统,均采用西门子 200 系列 PLC 现场单条控制。任意两条胶带之间无闭锁关系,相互之间靠电铃打点传递信息,人工控制胶带机。为了方便自动化系统接入,现将分为东翼、西翼两个流程。在各操作流程中,每条胶带依据煤流方向分为逆开顺停,每个流程中各胶带有闭锁关系。

3.2 新建自动化系统结构

井上、下建立以太网平台,井下 4 台,地点分别是西翼中部变电所、西翼底部变电所、东翼中部变电所、中央变电所;井上 4 台,地点分别是高强皮带机头、西井绞车房、地面机房,其中地面机房安装两台交换机。实现井下、上局域网与矿上局域网的连接。

根据各胶带流程的划分,给每一个流程配一个西门子 300 系列 PLC 作为主站,分别安装在东翼一部、西翼一部 PLC 柜里面。其余胶带的西门子 200 系列 PLC 作为从站。各主站由调度室直接集控。其中,各流程中的胶带可由程序进行闭锁控制,不同流程的胶带之间无闭锁关系。图 1 为网络拓扑图。

东翼 3 条胶带运输机采用 PROFIBUS 通讯,每个 200 系列 PLC 配置一个 EM277 模块,主站和从站之间通过光缆连接。

西翼 6 条胶带运输机采用以太网通讯。每个 200 系列 PLC 配置一个 CP243 模块,西翼中部变电所和底部变电所分别安装一台以太网交换机,西翼一部 300PLC 与 200PLC 直接连接起来,西翼二部到五部的 200 系列 PLC 与 300 系列 PLC 通过交换机连接起来。

地面集控室采用两台研祥工控机作为控制主站,互为热备。上位机软件采用 IFIX。

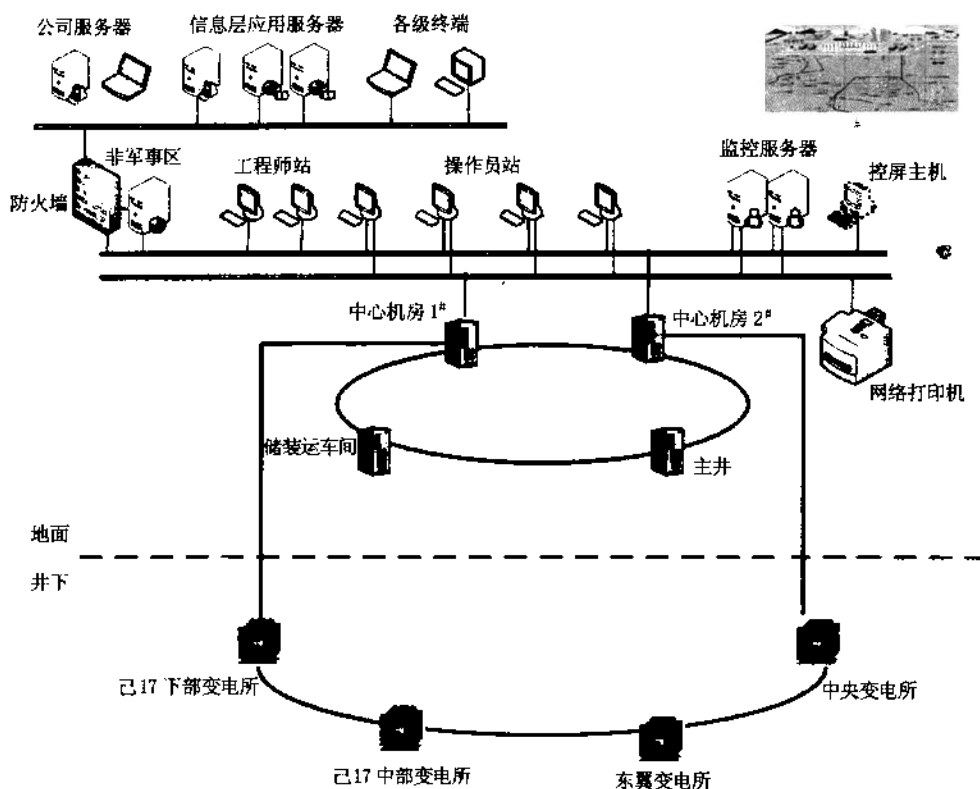


图1 网络拓扑图

4 系统功能

4.1 控制要求

系统采用多台 PLC 组成数据传输网络,达到不同的规模控制,完成系统内胶带工作过程的监控、监测,构成一个完善的监控系统。

(1) 每台设备机头旁均设有就地操作控制箱,上有工作方式转换开关和就地起停按钮;控制方式分集控自动、集控手动、就地,三种方式可转换。正常生产时,使用集控自动方式,设备按工艺要求的顺序和流程由中央控制台自动起停;集控手动时,可在中央控制台操作各设备,无闭锁和联动关系;就地时,在现场操作。

(2) 实现胶带机运输系统集中监控,实时监控设备状态和运行参数,并显示数据曲线,对重要信息在硬盘记录。

(3) 起动设备前由集控台发预告信号,预告 30 s 后,若现场均满足集控自动起动条件,设备按顺序自动起动。现场可用停车按钮停止起动过程。

(4) 现场信号箱设起/停车按钮,现场可随时停车。若设备由集控起动,控制系统接到现场停车信号后,可作急停处理,实施故障停车操作。

(5) 对设备故障和工艺参数的异常实时报警,并进行声光提示。一般故障只报警,现场

非正常停车或严重故障时,故障设备及其上游设备紧急停车,下游设备顺煤流延时闭锁停车。

(6) 胶带沿线安装扩音电话,方便操作检修人员与地面操作人员的联系。

4.2 保护功能

系统由运输胶带机等基本设备组成,利用控制设备、通讯模块及打滑、堆煤、超温、烟雾、纵撕、除尘、速度、跑偏、煤位等保护,达到胶带机集中控制与监测系统的要求。

(1) 所有胶带机上的给煤点均设置堆煤保护和纵向撕裂保护,以防止胶带机事故的扩大化。

(2) 所有胶带运输机均设拉线开关,用于紧急情况下的停车,急停拉线开关的安装间距均确定按 100 m 进行配置,以保证设备和人身安全。

(3) 水平胶带机的拉紧装置为液压调节方式,开诚提供一套胶带机的松带检测传感器,由 PLC 控制完成胶带机的张力自动调节功能。

(4) 在胶带机头设置堆煤传感器,防止胶带的堆煤事故的发生。

(5) 在胶带机设置胶带速度传感器,以检测胶带的超速及防止打滑事故的发生。

(6) 在胶带机头安装烟雾传感器,以便防止由于机头和胶带摩擦造成胶带燃烧事故的发生。

(7) 在胶带机的主滚筒设置温度传感器,随时检测滚筒的温度,并配备自动洒水装置,在滚筒超温时实现自动洒水并对主滚筒进行降温。

(8) 胶带运输机每隔约 100 m 设起动预警装置,设备起动前发出预警信号,提示有关人员应立即远离设备。

(9) 电机的电流实时监测功能可发现一些机械设备的潜在故障隐患;运行中对电机的电流进行实时监测分析,当发生电流超限或突变时报警,严重时停机。

(10) 在集中操作台上能集中显示胶带机的工作状态、故障类型、故障地点。

4.3 系统软件稳定性

(1) 采用总线式网络结构:所有的监控设备以网络节点的形式接入系统骨干网,无限重复布线。只需 2 芯光缆以总线方式连接,亦可构成环网结构。

(2) 采用工业以太网通讯技术:各胶带机控制分站和工业摄像机之间的连接使用矿用单模阻燃光缆,全部数据和图像信息采用工业以太网传输。

(3) 采用网络化工业电视监视模式:通过工业(防爆)网络摄像机,实时监视胶带机头、机尾、给煤机及需要监视环节的现场工况。

(4) 采用远程集中控制方式:通过地面控制计算机实现井下胶带机的各种控制方式和胶带机的保护动作操作。

(5) 采用冗余控制技术:集控室采用两台计算机互为热备,提高系统的安全性、可靠性。

(6) 采用多重控制方式:具有井下就地控制、地面单台设备控制、流程自动控制等多重控制方式,各控制方式具有优先互锁控制。

(7) 采用组态软件设计:系统画面美观、实用,人机界面友好,易于操作人员掌握操作。编程、修改简单灵活,便于工程技术人员掌握。

(8) 具备完善的控制和保护环节:胶带机保护分站接入各种煤矿安全的规程规定的传

传感器和装置,对胶带机的运行信息进行采集,参与控制,并设有起动、停止、故障等动作时的语音预告、报警等信号提示。

(9) 具有完善的数据处理功能:实时数据采集、处理,历史数据长期存储,并具有数字、图形、曲线等多种直观显示、查询形式。

(10) 具有完备的数据发布功能:具有 OPC 数据交换接口,可通过局域网向信息化平台提供本系统的运行参数信息。

5 结 论

通过具体的工程应用实践已证明,井下胶带自动控制系统可以建立在工业以太环网的基础上,加以发展利用从而达到系统的优化,既节约成本又提高生产效率。

参考文献:

- [1] 西门子公司. SIMATIC S7200 可编程控制器系统手册,2002.
- [2] 西门子公司. SIMATIC STEP7V5.3 使用入门,2006.
- [3] 吉顺平. 西门子 PLC 与工业网络技术[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [4] 胡学林. 可编程控制器教程[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

作者简介:孙孔勋,平煤股份天力公司吴寨矿机电一队队长,煤炭行业从业3年,本科学历。

论胶带集控系统的应用

刘艳波

(冀中能源冀中股份葛泉矿机运队,河北 邢台 054000)

摘 要:本文主要介绍了胶带集控系统的主要内容、系统特点、监控对象、技术性能和工作原理,以及该系统在煤矿胶带运输工作中的应用效果。系统运行实践证明,该系统提高了胶带运输系统的可靠性和安全性,可达到提高生产效率、降低事故率、减少故障处理时间、减少现场操作人员、提高经济效益的目的。

关键词:胶带;集控系统;煤矿;自动化

1 概 述

目前胶带输送机已逐渐成为煤矿采区和大巷的主要运输工具,但其出厂时,一般都不具有完善的保护装置。由于煤矿井下环境恶劣及各种客观原因,胶带机运输系统时常发生堆煤埋机头、胶带打滑、跑偏和撕带等事故。为解决这一系列问题,实现胶带输送高产、优质、安全、节能、省力,减少岗位人员,最终达到降低成本、提高劳动生产率以获取最大利润之目的,必须走高产、高效、实现矿井自动化之路。而胶带运输系统的自动化控制是煤矿自动化的主要部分,通过自动化建设实现减员增效、降低成本、提高劳动生产率。

2 胶带集控系统涉及的主要内容

实现对运输胶带机的集中控制和监测,实现运输系统的优化控制,充分满足现场运行和检修要求,从而保证整个系统运行可靠、故障率低、维护方便和修改灵活。胶带集控系统要具有灵活和可靠的控制功能,简单实用,易于掌握,具有多种显示方式,人机界面友好。胶带集控系统具有自诊断功能,系统结构合理,便于系统的扩展。胶带集控系统要求具有多种保护装置,如打滑保护、温度保护、烟雾保护、洒水保护、堆煤保护、纵撕保护、沿线跑偏保护、拉绳急停保护等。应装有起动报警系统,起动前沿运输线发出警报,既发光又能间歇性发出笛声。扩音系统应沿胶带机安装。

3 胶带集控系统的特点

(1) 组网能力强

在实际情况和技术要求的基础上,根据减员提效、可靠先进的设计原则,本方案监控系统选用天地(常州)自动化股份有限公司的 KJ161 型矿用胶带输送机监控系统。该系统易与其他子系统或设备连接,网络结构简明,便于扩展;配置有 RS485 通讯接口与上位机

连接。

(2) 控制性能丰富

该系统除正常起停控制外,能按胶带机所需的起动、运行、停止特性实现软起动、软停车等功能。

① 检测保护功能齐全,能准确识别故障性质和位置。该系统可配置各种检测保护装置,且采用接插连接方式,安装维护简单,可自动识别胶带沿线监测设备的类型和位置等。

② 显示功能丰富,操作界面友好。该系统具有现场可编程功能,可现场实时修改监控保护功能。操作员可通过控制面板上的按钮查看胶带运行及沿线保护数据,还可通过编程键盘进行系统调试、各种控制操作及参数设置等。系统具有自检功能,当有故障时,控制机报警并自动显示具体故障。

③ 该系统采用标准化的元件和模块化的设备设计,以适合设备使用时更换的需要。

④ 快捷的故障查询及诊断,当出现停机保护时,系统自动弹出故障,并能通过键盘查找故障性质和地点。

⑤ 该系统通讯装置具有沿线打点联络、起动沿线预告、沿线语音扩播通话联络功能,并具有起动报警系统。起动前,沿运输线发出 10 s 声光警报信号。扩音系统沿胶带机安装,采用接插连接方式,安装维护简单。

4 胶带集控系统监控对象

(1) 监测信号

① 胶带机的保护信号,即打滑、超温、堆煤、烟雾、跑偏、急停闭锁、纵撕、洒水信号等;

② 主电机的开停、制动闸的状态等;

③ 主电机故障状态、制动闸故障状态;

④ 前方关联设备的联锁。

(2) 控制信号

① 主电机的开停,制动闸的控制;

② 后方设备的联锁。

5 胶带集控系统技术性能

本方案控制站由 KJD5 本安型可编程控制器、KDW210 型矿用隔爆兼本安电源继电器箱和各种保护装置组成,具备完善的保护和信号联络功能。

KJD5 可编程控制器(PLC),采用语句表或键盘指令编程方式、多重抗干扰技术、模块化结构和高防护等级设计,配以电源继电器箱、多种传感器保护装置、通信信号装置以及驱动装置相应的控制设备构成适用于各种类型的高可靠性电控成套装置。

KJD5 可编程控制器(PLC)现场编程无需专用编程器,无需打开外壳即可通过面板上的操作键盘进行。面板上的液晶显示屏具有汉字显示功能,可汉字显示各故障信号及系统运行参数。

5.1 控制站性能

(1) 工作方式

分站具有远控、就地单机控制、就地手动和现场编程四种工作方式。

① 远控:井下控制站接收来自地面主站的起车和停车指令,自动按顺序启动各胶带、运行、连锁与保护、停车全过程的控制和监测。

② 就地单机控制:由控制站司机选择胶带的开、停控制或本分站司机根据生产要求发出开、停车指令。仍将信息传给控制主站,并上传给地面主站。

③ 就地手动:此方式为人工手动操作,无需闭锁,主要用于检修试车之用。

④ 现场编程:用户可在现场通过面板上的键盘对程序或参数进行修改。

(2) 控制功能

控制站采用本安型可编程控制器(PLC)作为主控制器,完成胶带的运行、保护、通讯、信号和显示功能。

① 启动:接到起车指令后,首先发出启动预警告(10 s,时间可调),然后分时启动主电机(可调),自动控制胶带运行。

② 停车:接到停机指令后,待带速降到 0.5 m/s 时,制动闸抱闸。

③ 紧急停车:接到紧急停机指令或出现停车保护故障信号后,当带速降到 1.0 m/s 时,制动闸抱闸,停机。

④ 连锁控制:与前后胶带自动连锁运行。

(3) 检测保护与显示

① 胶带的保护信号:具有胶带跑偏、速度检测、打滑保护、沿线急停闭锁和故障位置检测、堆煤检测、自动洒水、烟雾检测等保护功能。

② 胶带的状态信号:具有显示各电机的开停状态、制动闸的状态、电源等工况的显示功能。

③ 具有显示胶带跑偏、闭锁、超温、打滑、烟雾、堆煤、洒水、电机故障等故障信号的显示和报警功能。

④ 具有对胶带机电流、胶带速度显示功能。

⑤ 井下配通信信号装置,可实现胶带沿线启动预告和打点信号联络。

5.2 KJD5 矿用本安型可编程控制器(PLC)

KJD5 是本装置的控制核心,它承担着信号检测及各种控制、显示报警及操作功能。

矿用 PLC 机芯内最多可插入 9 块模板,机芯最左面的模板必须是主板(CPU 板),其他 8 个插槽可根据实际工作需要插入不同用户模板,没有顺序限制。所注意的只是要找对用户板上对应的 25 芯插座,机芯后部的底板提供机芯内各模板的电源,地址/数据总线、控制信号线,底板左侧是矿用 PLC 的 5 V 电源输入端。由于矿用 PLC 的可扩性,用户模板的数量、接线端子的功能和数量都可根据实际工作的要求而变更。

5.3 电源继电器箱

KDW210 型矿用隔爆兼本安电源继电器箱是 KJD5 控制器(PLC)的重要关联设备,它提供控制机电源,并实现本安和隔爆信号的相互转换,以帮助控制器(PLC)控制隔爆电器和接收隔爆电器的信号。信号转换有本安转非本安接点 8 路;接点容量 220 V、5 A;非安转本安接点 4 组;无电位接点。

6 工作原理

矿用 PLC 是以多个微控制器为核心的智能化电气装置,适用于工业控制场合,它采用语句表编程,已被工程技术人员习惯和接受。

矿用 PLC 采用循环扫描的方式,其工作过程简图如图 1 所示。矿用 PLC 完成整修处理过程为一个扫描周期,一个扫描周期最长限制为 1.5 s,如果用户程序编写有误,导致扫描周期超过 1.5 s,则矿用 PLC 将自动复位。在通讯处理阶段,CPU 可选择与显示板通过串行口通讯,响应键盘的命令,更新液晶显示器的显示内容。矿用 PLC 处于编程方式时,不执行用户程序和输出处理,在运行方式时,执行有效的用户程序(有效的用户程序是指通过程序传送命令菜单 2 传送的有 END 指令的程序)。

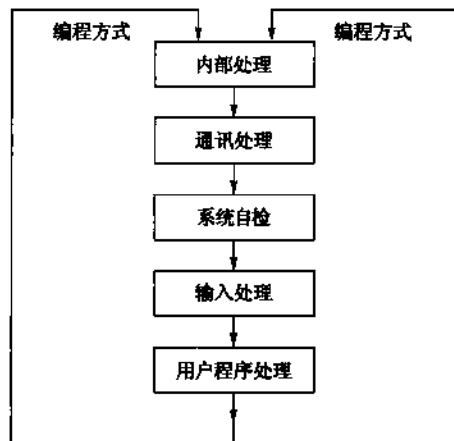


图 1 PLC 工作过程简图

输入处理以扫描方式顺序读入所有输入端的状态(开关量及频率量),并将状态存入相应映象存储器,在程序执行期间,即使输入状态发生变化,相应的映象存储器中的内容也不会发生改变,只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才会被读入。

输出处理将用户程序执行的结果输出到输出板的输出锁存器,通过隔离电路向外输出控制信号,这是矿用 PLC 的实际输出。

用户程序处理按照先左后右、先上后下的步骤,逐条执行用户程序。

7 运行效果

胶带运输系统的自动化控制是煤矿自动化的主要部分,胶带运输系统的自动化控制在机运队安装运行以来,效果显著。

① 通过胶带的顺序控制,减少了胶带空转,提高了有效的开机率,减少了无功电耗,降低了成本。

② 大量减少了看护人员,相应减少了工资投入,并可充实设备维护检修队伍,提高维护质量,减少事故发生,变发生事故后的被动检修为主动的定期检修,提高了设备的使用率。

③ 提高了煤矿生产的安全性,防止了胶带打滑、冒烟、纵撕等重大机电事故及人身事故

的发生,改善了工作环境,提高了劳动生产率。

④ 有效地保护了运输机胶带,延长了胶带的使用寿命,减少了事故停机时间,提高了运输能力,增加了出煤量。

煤矿胶带运输集控系统运行安全可靠直接影响矿井的经济效益。实践证明,该系统可实现提高生产效率、降低事故率,减少故障处理时间、减少现场操作人员、提高经济效益。为提高胶带运输系统的可靠性和安全性,实施集中控制,实现系统的综合保护和集中监控,是煤矿企业高产、高效发展的有效之路。

作者简介:刘艳波(1987--),男,河北邢台人,机电技术员,助理工程师,工学学士,从事煤矿电气自动化技术方面的研究。Tel:15231929190,E-mail:1010673558@qq.com。

变频器调速系统在煤矿高强皮带中的设计及应用

李双双

(平煤股份十二矿, 河南 平顶山 467000)

摘要:随着电力电子技术、计算机技术、自动控制技术的迅速发展,交流调速取代直流调速已成为现代电气传动的主要发展方向,使得交流变频调速系统在工业电机拖动领域得到了广泛应用。另外,由于PLC的功能强大、容易使用、高可靠性,它常常被用于现场数据的采集和设备的控制。变频器以及可编程控制器以其优越的调速和起停性能、高效率、高功率因数和显著的节电效果而广泛应用于大、中型交流电机等,被公认为最有发展前途的调速控制。

关键词:变频器;PLC;控制;系统;设计

1 交流变频调速的发展概况

变频器自1965年问世以来,已经历40多年的发展过程。20世纪80时代在北美、西欧和东亚等地区的发达工业国家得到了广泛使用。20世纪90年代,随着中国国内各行业节能环保意识的加强,变频器已被广泛应用于国民经济的各个领域,在空调、电梯、冶金、机械、电子、石化、造纸、纺织等行业有十分广阔的应用空间,极大地提高了我国的工业电气传动水平。随着微电子学、电力电子、计算机和自动控制理论等的发展,变频调速技术已经进入一个崭新的时代,在以工频交流电为主的用电场合具有越来越广阔的应用前景。因此,变频器控制技术是从事变频调速设计和应用工程技术人员必须掌握的工程技术之一。

2 变频器的构成与功能

2.1 结构

变频器实际上就是一个逆变器,它首先是将交流电变为直流电,然后用电子元件对直流电进行开关,变为交流电。一般功率较大的变频器用可控硅,并设一个可调频率的装置,使频率在一定范围内可调,用来控制电机的转数,使转数在一定的范围内可调。变频器广泛用于交流电机的调速中,变频调速技术是现代电力传动技术重要发展的方向。随着电力电子技术的发展,交流变频技术从理论到实际逐渐走向成熟。变频器不仅调速平滑,范围大,效率高,启动电流小,运行平稳,而且节能效果明显。因此,交流变频调速已逐渐取代了过去的传统滑差调速、变极调速、直流调速等调速系统,越来越广泛地应用于冶金、纺织、印染、烟机生产线及楼宇、供水等领域。变流变频调速系统一般分为整流电路、平波电路、控制电路、逆变电路等几大部分。

2.1.1 整流电路

整流电路的功能是把交流电源转换成直流电源。整流电路一般都是单独的一块整流模块。

2.1.2 平波电路

平波电路在整流器、整流后的直流电压中含有电源 6 倍频率脉动电压,此外逆变器产生的脉动电流也使直流电压变动,为了抑制电压波动采用电感和电容吸收脉动电压(电流),一般通用变频器电源的直流部分对主电路而言有余量,故省去电感而采用简单电容滤波平波电路。

2.1.3 控制电路

现在变频调速器基本是用 16 位、32 位单片机或 DSP 为控制核心,从而实现完全数字化控制。

变频器是输出电压和频率可调的调速装置。提供控制信号的回路称为主控制电路,控制电路由以下电路构成:频率、电压的“运算电路”,主电路的“电压、电流检测电路”,电动机的“速度检测电路”。运算电路的控制信号送至“驱动电路”以及逆变器和电动机的“保护电路”。

变频器采取的控制方式,即速度控制、转矩控制、PID 或其他方式。

2.1.4 逆变电路

逆变电路同整流电路相反,逆变电路是将直流电压变换为所要频率的交流电压,以所确定的时间使上桥、下桥的功率开关器件导通和关断,从而可以在输出端 U、V、W 三相上得到相位互差 120° 电角度的三相交流电压。

2.2 功能

2.2.1 变频节能

变频器节能主要表现在风机、水泵的应用上。为了保证生产的可靠性,各种生产机械在设计配用动力驱动时,都留有一定的富余量。当电机不能在满负荷下运行时,除达到动力驱动要求外,多余的力矩增加了有功功率的消耗,造成电能的浪费。风机、泵类等设备传统的调速方法是通过调节入口或出口的挡板、阀门开度来调节给风量和给水量,其输入功率大,且大量的能源消耗在挡板、阀门的截流过程中。当使用变频调速时,如果流量要求减小,通过降低泵或风机的转速即可满足要求。

2.2.2 功率因数补偿节能

无功功率不但增加线损和设备的发热,更主要的是功率因数的降低导致电网有功功率的降低,大量的无功电能消耗在线路当中,设备使用效率低下,浪费严重,使用变频调速装置后,由于变频器内部滤波电容的作用,从而减少了无功损耗,增加了电网的有功功率。

2.2.3 软启动节能

电机硬启动对电网造成严重的冲击,而且还会对电网容量要求过高,启动时产生的大电流和振动时对挡板和阀门的损害极大,对设备、管路的使用寿命极为不利。而使用变频节能装置后,利用变频器的软启动功能将使启动电流从零开始,最大值也不超过额定电流,减轻了对电网的冲击和对供电容量的要求,延长了设备和阀门的使用寿命,节省了设备的维护费用。

3 变频器主要研究内容及关键技术

(1) 高压大电流技术;动态、静态均压技术(6 kV、10 kV 回路中 3 英寸晶闸管串联,静态均压系数大于 0.9);均流技术(大功率晶闸管并联的均流技术,均流系数大于 0.85);浪涌吸收技术(10 kV、6 kV 回路中);光控及电磁触发技术(电/光、光/电变换技术);导热与散热技术(主要解决导热及散热性好、电流出力大的技术,如热管散热技术);高压大电流系统保护技术(抗大电流电磁力结构、绝缘设计);等效负载模拟技术。

(2) 新型电力电子器件应用技术;可关断驱动技术、双 PWM 逆变技术、循环变流/电流型交—直—交(CC/CSI)变流技术(12 脉波变频技术)、同步机交流励磁变速运行技术、软开关 PWM 变流技术。

(3) 全数字自动化控制技术;参数自设定技术、过程自优化技术、故障自诊断技术、对象自辨识技术。

(4) 现代控制技术;多变量解耦控制技术、矢量控制和直接力矩控制技术、自适应技术。

3.1 变频调速的原理

变频调速是通过改变电机定子绕组供电的频率来达到调速的目的。常用三相交流异步电动机的结构如图 1 所示。定子由铁心及绕组构成,转子绕组做成笼型(见图 2),俗称鼠笼型电动机。当在定子绕组上接入三相交流电时,在定子与转子之间的空气隙内产生一个旋转磁场,它与转子绕组产生相对运动,使转子绕组产生感应电势,出现感应电流,此电流与旋转磁场相互作用,产生电磁转矩,使电动机转动起来。电机磁场的转速称为同步转速,用 n_1 表示

$$n_1 = 60f/p \quad (1)$$

式中 f ——三相交流电源频率,一般为 50 Hz;

p ——磁极对数。当 $p=1$ 时, $n_1=3\,000$ r/min; $p=2$ 时, $n_1=1\,500$ r/min。磁极对数 p 越多,转速 n_1 越慢。

转子的实际转速 n 比磁场的同步转速 n_1 要慢一点,所以称为异步电机,这个差别用转差率 s 表示:

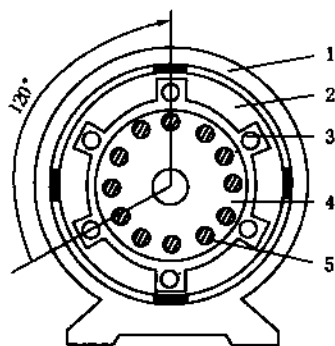


图 1 三相异步电动机结构示意图

1——机座;2——定子铁心;3——定子绕组;4——转子铁心;5——转子绕组

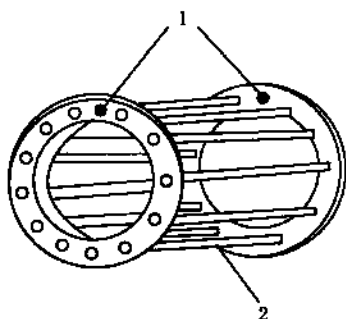


图2 笼型电动机的转子绕组

1——铜环;2——铜条

$$s = [(n_1 - n) / n_1] \times 100\% \quad (2)$$

当加上电源转子尚未转动瞬间, $n=0$, 这时 $s=1$; 启动后的极端情况 $n=n_1$, 则 $s=0$, 即 s 在 $0 \sim 1$ 之间变化。一般异步电机在额定负载下的 $s=1\% \sim 6\%$ 。

综合式(1)和式(2)可以得出

$$n = 60f(1-s)/p \quad (3)$$

由式(3)可以看出, 对于成品电机, 其磁极对数 p 已经确定, 转差率 s 变化不大, 则电机的转速 n 与电源频率 f 成正比, 因此改变输入电源的频率就可以改变电机的同步转速, 从而达到异步电机调速的目的。

3.2 变频器的控制方式

3.2.1 转差频率控制

转差频率控制就是通过控制转差频率来控制转矩和电流。转差频率控制需要检出电动机的转速, 构成速度闭环, 速度调节器的输出为转差频率, 然后以电动机速度与转差频率之和作为变频器的给定频率。与 U/f 控制相比, 其加减速特性和限制过电流的能力得到提高。另外, 它有速度调节器, 利用速度反馈构成闭环控制, 速度的静态误差小。然而要达到自动控制系统的稳态控制, 还达不到良好的动态性能。

3.2.2 矢量控制

矢量控制, 也称磁场定向控制。20 世纪 70 年代初西德 F. Blasschke 等人首先提出矢量控制, 并以直流电机和交流电机比较的方法阐述了这一原理, 由此开创了交流电动机和等效直流电动机的先河。矢量控制变频调速的做法是将异步电动机在三相坐标系下的定子交流电流 I_a 、 I_b 、 I_c , 通过三相—二相变换, 等效成两相静止坐标系下的交流电流 I_{α} 、 I_{β} , 再通过按转子磁场定向旋转变换, 等效成同步旋转坐标系下的直流电流 I_{m1} 、 I_{t1} (I_{m1} 相当于直流电动机的励磁电流, I_{t1} 相当于直流电动机的电枢电流), 然后模仿直流电动机的控制方法, 求得直流电动机的控制量, 经过相应的坐标反变换实现对异步电动机的控制。矢量控制方法的出现, 使异步电动机变频调速在电动机的调速领域里全方位的处于优势地位。但是, 矢量控制技术需要对电动机参数进行正确估算, 如何提高参数的准确性是一直研究的问题。

3.2.3 直接转矩控制

转矩控制的优越性在于, 转矩控制是控制定子磁链, 在本质上并不需要转速信息, 控制

上对除定子电阻外的所有电机参数变化鲁棒性良好,所引入的定子磁链观测器能很容易估算出同步速度信息,因而能方便地实现无速度传感器,这种控制被称为无速度传感器直接转矩控制。

3.2.4 恒转矩负载

多数负载具有恒转矩特性,但在转速精度及动态性能等方面要求一般不高,例如挤压机、搅拌机、传送带,厂内运输电车,吊车的平移机构,吊车的提升机构和提升机等。选型时可选 U/f 控制方式的变频器,但是最好采用具有恒转矩控制功能的变频器。要求控制系统具有良好的动态、静态性能

由于被控对象的千差万别,性能指标要求各不相同,变频器的选择及配置远不如上述几种。要做到熟练应用还应在工程实践中认真探索。变频器的控制方式代表着变频器的性能和水平,在工程应用中应根据不同的负载及不同控制要求,合理选择变频器以达到资源的最佳配置,具有重要的意义。

3.3 变频器调速方式

变频调速就是通过改变输入到交流电机的电源频率,从而达到调节交流电动机的输出转速的目的。

电动机的输出转速与输入的电源频率、转差率、电机的极对数有关系,因而交流电动机的直接调速方式主要有变极调速(调整 p)、转子串电阻调速或串级调速或内反馈电机(调整 s)和变频调速(调整 f)等。

变频调速器从电网接收工频 50 Hz 的交流电,经过恰当的强制变换方法,将输入的工频交流电变换成为频率和幅值都可调节的交流电输出到交流电动机,实现交流电动机的变速运行。

将工频交流电变换成为可变频的交流电输出的变换方法主要有两种:一种称为直接变换方式,又称为交—交变频方式,它是通过可控整流和可控逆变的方式,将输入的工频电直接强制成为需要频率的交流输出,因而称其为交流—交流的变频方式。另一种称为间接变换方式,又称为交—直—交变频方式,它是先将输入的工频交流电通过全控/半控/不控整流变换为直流电,再将直流电通过逆变单元变换成为频率和幅值都可调节的电流。

4 三相异步电动机的变频开环调速实验面板

三相异步电动机的变频开环调速实验面板如图 3 所示。

5 设计

5.1 硬件设计

表 1 变频器参数设定表

显示/按钮	功 能	备 注
RUN 显示	状态运行时点亮/闪灭	点亮:正在运行中 慢闪灭(1.4 s/次):反运行中快闪灭(0.2 s/次):非运行中

续表 1

显示/按钮	功 能	备 注
PU 显示	PU 操作模式时点亮	计算机连续运行模式时, 为慢闪亮
监视用 3 位 LED	表示频率, 参数序号等	
EXT 显示	外部操作模式时点亮	计算机连续运行模式时, 为慢闪亮
设定用按钮	变更频率设定、参数的设定值	不能取下
PU/EXT 键	切换 PU/外部操作模式	PU: PU 操作模式; EXT: 外部操作模式; 使用外部操作模式(用另外连接的频率设定按钮和启动信号运行)时, 请按下此键, 使 EXT 显示为点亮状态

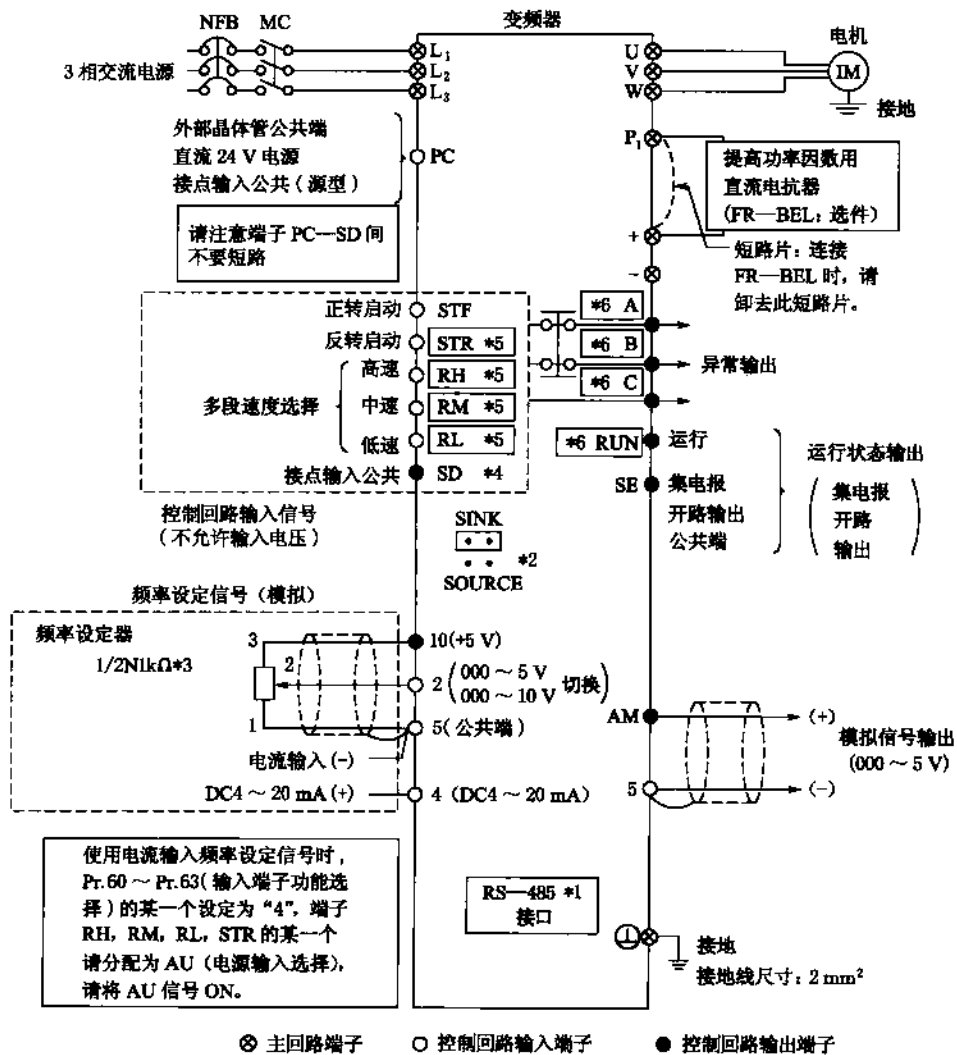


图3 三相异步电动机的变频开环调速实验面板

5.2 软件设计

5.2.1 工程设备配置

组态王工程浏览器。

5.2.2 创建监控画面

建立画面:在工程浏览器左侧的“工程目录显示区”中创建“画面”。

5.2.3 数据库

数据库是“组态王”最核心的部分。数据库中变量的集合形象地称为数据词典,数据词典记录了所有用户可使用的数据变量的详细信息。

5.2.4 画面命令语言

命令语言有 6 种形式,其区别在于命令语言执行的时机或条件不同。

(1) 应用程序命令语言

可以在程序启动、关闭时或在程序运行期间周期执行。如果希望周期执行,还需要指定时间间隔。

(2) 热键命令语言

被连接到设计者指定的热键上,软件运行期间,操作者随时按下热键都可以启动这段命令语言程序。

(3) 事件命令语言

规定在事件发生、存在、消失时分别执行的程序。离散变量名或表达式都可以作为事件。

(4) 数据改变命令语言

只连接到变量或变量的域。在变量或变量的域值变化到超出数据字典中所定义的变化灵敏度时,它们就被触发执行一次。

(5) 自定义函数命令语言

提供用户自定义函数功能。用户可以根据组态王的基本语法及提供的函数自己定义各种功能更强的函数,通过这些函数能够实现工程特殊的需要。

(6) 画面命令语言

可以在画面显示、隐含时或在画面存在期间定时执行画面命令语言。在定义画面的各种图素的动画连接时,可以进行命令语言的连接。

变频器以及可编程控制器以其优越的调速和起停性能、高效率、高功率因数和显著的节电效果而广泛应用于大、中型交流电机等,被公认为最有发展前途的调速控制。

参考文献:

- [1] 何超. 交流变频调速技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [2] 孙锦全. 变频器与 PLC 应用技术基本功[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [3] 李国成. 可编程控制应用基础[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [4] 刘瑞华. S7 系列 PLC 与变频器综合应用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2009.
- [5] 谭晓玉,谢维兵. 电力自动化[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [6] 杜金城. 电气变频调速设计技术[M]. 北京:中国电力出版社,2001.

- [7] 李萍. 电工技术[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001.
- [8] 王占奎. 交流电机变频调速的应用[J]. 电工技术杂志, 2004.
- [9] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [10] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [11] 张兆东. 新型高频变频调速系统的研究[J]. 黑龙江纺织, 2003(03): 26-29.
- [12] 陈在平. 可编程序控制器[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [13] 周志敏, 周纪海, 纪爱华. 变频调速系统设计及维护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [14] 严盈富. PLC 入门[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [15] 陈伯时, 陈敏逊. 交流调速系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [16] 罗春民. 我国变频调速技术的发展概况[J]. 广东科技, 2007(4): 121-122.
- [17] 叶斌. 电力电子应用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [18] 王占奎. 交流电机变频调速的应用[J]. 电工技术杂志, 2004(3): 21-24.

作者简介:李双双(1985—),男,河南焦作人,技术副队长,助理工程师,在平煤十二矿从事机电运输电气自动化技术方面的工作。

桥式皮带驱动装置的改造应用

杜新国

(冀中能源股份有限公司葛泉矿,河北 邢台 054102)

摘 要: 本文简要介绍了电动滚筒代替液压马达在掘进机桥式皮带驱动装置中的应用,并对应用效果进行了验证。

关键词: 掘进机;驱动装置;液压马达;电动滚筒

1 概 述

随着集团公司的快速发展,公司对我矿产量和利税提出了更高的要求。为加快我矿发展步伐,壮大公司规模,提高核心竞争力,必须走科学管理、技术创新这条路。

随着掘进机在我矿掘进工作面的广泛使用,矿井掘进效率有了很大的提升。但是掘进机一旦出现故障,必然会影响掘进效率。为此,如何有效地减少和避免掘进机出现故障就成了提升掘进效率的关键问题。

2 现状分析

我矿现用的掘进机为 EBZ100 型悬臂式掘进机。我们对我矿目前在用 5 台掘进机 3 个月内故障进行统计,发现掘进机出现故障的原因主要有截割头磨损严重、截割减速机损坏、行走部出现故障、电气元件出现故障、桥式皮带液压马达出现故障。具体统计情况见下表:

故障原因 \ 掘进机编号	1	2	3	4	5	合计	所占比例
截割头磨损严重	0 次	1 次	0 次	0 次	1 次	2 次	8.7%
截割减速机损坏	0 次	0 次	1 次	0 次	0 次	1 次	4.3%
行走部出现故障	2 次	0 次	1 次	0 次	1 次	4 次	17.4%
电气元件出现故障	1 次	0 次	1 次	0 次	0 次	2 次	8.7%
桥式皮带液压马达出现故障	1 次	3 次	3 次	2 次	3 次	12 次	52.2%
其他故障	0 次	1 次	1 次	0 次	0 次	2 次	8.7%
合计	4 次	5 次	7 次	2 次	5 次	23 次	100%

从现状调查情况来看,桥式皮带液压马达出现故障是影响掘进机掘进效率的主要因素。如何减少和避免桥式皮带液压马达故障是提升掘进效率的主要问题。

液压马达习惯上是指输出旋转运动的、将液压泵提供的液压能转变为机械能的能量转

换装置^[1]。我矿现用的掘进机桥式皮带的驱动装置为 BM—E630K3 型液压马达。在实际调研中,我们发现,由于煤矿井下条件限制,导致液压马达在使用中存在着如下缺点:

(1) 对工作油要求高,井下条件差,不能保证工作油的清洁,造成马达内部易磨损,容易出现马达故障。

(2) 对液压元件精度要求高,制作工艺复杂,造价昂贵。

(3) 维修复杂,要有较高的技术水平,维修费用高。

由此看来,桥式皮带传统的液压马达驱动方式已经满足不了目前我矿快速掘进进尺的生产需要。要想提高掘进机的掘进效率,减少掘进机维修成本,必须对桥式皮带的驱动装置进行改造。

3 改造应用

3.1 电动滚筒的优点

电动滚筒是一种将电机和减速器共同置于滚筒体内部的新型驱动装置,主要作为皮带运输机和提升等设备的动力装置,广泛应用于矿山、冶金、化工、煤炭、建材、电力、粮食及交通运输等部门。与其他的驱动方式对比,电动滚筒主要有以下几个优点^[2]:

(1) 结构简单紧凑,占用空间面积小。

(2) 密封良好,适用于粉尘浓度大、潮湿泥泞的工作场所。

(3) 可满足各种逆止、制动、包胶等需求。

(4) 能源消耗少,且容易实现集中控制。

(5) 使用维修方便,操作安全可靠,寿命长。

由此看来,使用电动滚筒来代替传统的液压马达作为掘进机桥式皮带的驱动装置,可以有效地减少掘进机的事故率,缩短维修周期,降低维修费用,从而减少我矿的吨煤成本。

3.2 电动滚筒的选型

由于掘进机的工作是持续性的,所以桥式皮带也必须连续地运转,这必然会导致它的驱动装置产生大量的热量。如果这些热量不能得到很好的发散,时间一长,必然会导致驱动装置被损坏,从而导致桥式皮带无法正常运转,进而导致掘进机不能正常工作,影响掘进效率。

电动滚筒依据电机的冷却方式不同分为风冷式电动滚筒、油冷式电动滚筒和油浸式电动滚筒^[2]。

油浸式电动滚筒是油液进入电动机内部,直接与电动机转子和定子绕组接触,将它们工作时产生的热量靠滚筒体的不断旋转而传递到滚筒体内壁。这种结构的散热效果较好,非常适合作为桥式皮带的驱动装置^[2]。

考虑到《煤矿安全规程》对煤矿井下电气设备的要求,我矿掘进机的桥式皮带的驱动装置由 ZB 型油浸式隔爆式电动滚筒替代传统的液压马达。

4 应用效果检验

4.1 改造前的维修费用

我矿现井下共有 5 台掘进机,每台需配备 2 个液压马达,也就是井下一共使用 10 个液压马达。通过对以往液压马达的事故率统计得出,液压马达的使用周期约为 75 天。故每年

损坏液压马达为:

$$M_1 = (365 \times 10) / 75 \approx 49 (\text{个})$$

每个液压马达的维修费用约为 6600 元,故全年的维修费用为:

$$Q_1 = 49 \times 6\,600 = 323\,400 (\text{元})$$

4.2 改造后的维修费用

桥式皮带的驱动方式改造为电动滚筒后,每部桥式皮带只需 1 个电动滚筒,也就是井下共使用 5 个电动滚筒。通过调查,2010 年 7 月至 9 月改造后的桥式皮带在我矿井下实际使用的中,电动滚筒的使用周期约为 250 天。故每年损坏的电动滚筒为:

$$M_2 = (365 \times 5) / 250 \approx 7 (\text{个})$$

每个电动滚筒的维修费用约为 5400 元,故全年的维修费用为:

$$Q_2 = 7 \times 5\,400 = 37\,800 (\text{元})$$

4.3 节约资金

通过对比可见,改造后每年在掘进机的桥式皮带驱动装置的维修上共可节约资金:

$$Q = Q_2 - Q_1 = 323\,400 - 37\,800 = 285\,600 (\text{元})$$

5 结束语

通过更换掘进机桥式皮带的驱动方式,选用适应能力更强的电动滚筒替代液压马达,有效地降低了掘进机桥式皮带驱动装置的事故率,从而提高了掘进的掘进效率,使掘进机的维修成本降低了近 88%,有效地降低了吨煤成本。

用电动滚筒代替液压马达作为桥式皮带的驱动装置具有广泛的推广应用价值,不仅提高了掘进效率,还降低了维修成本,对于煤矿企业走科学管理、技术创新之路具有重大的意义。

参考文献:

- [1] 张平格,赵喜敬,张伟杰,等. 液压传动与控制[M]. 北京:冶金工业出版社,2004.
- [2] 刘建勋. 电动滚筒设计与选用手册[M]. 北京:化学工业出版社,2001.

作者简介:杜新国(1984—),男,满族,河北秦皇岛人,机电助理工程师,现为冀中能源集团冀中股份有限公司葛泉矿机电队技术员。

皮带集中控制系统在平煤股份十三矿的应用

王建忠,臧朝伟,王明荆

(平煤股份十三矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:对平煤十三矿原煤筛分破碎运输系统的设备的电控系统安装集中控制系统,实现煤楼设备的集中控制。在现场安装 EQD11 矿用本质安全型控制机,在集控室安装工控机,通过网络完成它们之间的信息和数据交换,真正体现了分散控制、集中管理的原则。

关键词:集中控制;工控机;控制机

十三矿原煤筛分破碎运输系统(俗称煤楼)预案设计为十三矿主井提煤配套服务,年处理能力 200 万吨以上,在使用过程中经常碰到一些设计时未曾预想的事情,设备控制系统落后,为了解决生产当中遇到的实际问题,我们对煤楼设备进行改造,使之更好地为我矿的发展服务。具体的改造如下:对十三矿煤楼设备的电控系统进行改造,简化、优化现有的手动控制系统,安装一套电脑集中控制系统,实现坐在集中控制室远程控制。另安装一套视频监控系统,使操作人员随时掌握现场情况。

1 集中控制系统的组成和特点

1.1 系统组成

煤楼集中控制系统为集散型结构,由工控机系统、EQD11 矿用本质安全型控制机组成,配以检测保护装置和控制设备,构成一套完整的控制系统。根据十三矿煤楼 15 部设备以及辅助设备输煤过程的控制要求和工艺要求,工控机系统由工控机、打印机、不间断电源等组成,EQD11 矿用本质安全型控制机内由 S7—300 系列单片机可编程控制器、电源组件、中间隔离继电器组成。控制装置与控制装置之间由 CAN 协议通讯,控制装置与工控机之间通过 TCP/IP 协议进行通讯,实现实时监控。

EQD11 矿用本质安全型控制机采用多个 CPU 分担监控任务,通过现场数据总线 CAN 有机结合在一起;通过控制机上的键盘,结合液晶显示屏,实现对监控设备的实时控制。

1.2 操作系统特点

(1) 工控机选用具有极高的可靠性、抗干扰能力强、可在恶劣环境下工作的工业控制机。本系统负责现场各设备的启停,运行工况显示,过程实时监控及故障报警,报表统计,显示打印各类现场数据。工业控制机选用台湾研华公司的产品。工控软件采用北京昆仑通态自动化软件科技有限公司的 MCGS 组态软件,它具有多任务,扩充性强,适用范围广,人机界面非常友好,支持多种通讯方式等优点,是工业自动化控制中的一种十分理想的组态

软件。

(2) EQD11 矿用本质安全型控制机用作各种被控设备的控制装置,更适用于矿井胶带输送机的自动控制及监测。控制装置具有输入/输出点数扩展,采用不同的模块实现不同的控制要求。其有带中央处理单元(CPU)主模块、数字量 I/O 扩展模块、模拟量扩展模块、CAN—DP 通讯扩展模块四个模块,可根据现场不同的控制对象及复杂控制要求来选用不同的模块进行组合,从而完成对被控设备的逻辑控制、自动调节控制、加/减计数、脉冲输出、脉宽调制输出等功能。

(3) CAN 规定一种串行现场总线系统的特征和功能,用这种系统可将现场中的分布式自动化设备在低和中等性能范围内(分别为传感器、执行器和单元层)相互连成网络。在 CAN 协议中,主设备也称为主动站,在本系统中,单片机为主设备,接口模块为从设备。它们之间通过 CAN 总线协议交换信息。

(4) 控制系统的特点:

本系统以 EQD11 矿用本质安全型控制机为核心,作为现场站,以工业控制计算机作为中央操作站。现场站负责现场 I/O 信号采集、回路控制、联锁顺序控制,现场所有的信号,包括各种传感器,通过电缆引到现场站。中央操作站负责设备运行的状态监控、生产信息处理、打印、系统起停命令发送、回路调节、设定值给定等功能。现场站、操作站组成工业控制网络,通过网络完成它们之间的信息和数据交换,真正体现了分散控制、集中管理的原则。

2 集中控制系统操作方式

控制机有四种控制操作方式,即集中控制操作方式、现场单机自动控制方式、现场手动操作方式和检修方式。集中操作方式和现场单机自动控制方式是本系统的主要操作方式,现场单机手动操作方式主要用于设备的调试和系统发生严重故障时,检修工作方式则确保维护人员的人身安全。其工作方式选择示意图见图 1。

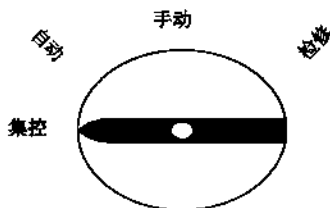


图 1 工作方式选择示意图

2.1 集中操作方式

在集中操作方式下,EQD11 控制机接收工控机指令来完成对设备的控制。其可分为集中—手动和集中—自动两种。集中—手动方式即通过鼠标器,结合工控机大屏幕彩显,实现对单机设备的监控和干预。在这种方式下,设备之间的联锁关系可以方便地设定或取消。该方式主要用于设备的试运行和检修,也可以作为正常生产时的操作方式。

集中—自动方式即通过计算机鼠标器,结合工控机大屏幕彩显,选择合适的工艺流程,实现选定的流程内工艺设备的自动起停。在此种方式下,设备之间的联锁关系可以方便地

设定或取消,该工作方式作为正常生产时的主要操作方式。

运行过程中,若设备出现故障或事故,能立即停止该设备,系统设置“紧急停车”按钮,在按下“紧急停车”按钮后,立即停止所有设备。

系统启动前,应将机头控制箱的转换开关应处于程控位置。

2.2 现场单机自动操作方式

每个 EQD11 控制机作为现场控制分站,设置在关键设备的控制现场,负责对若干台设备的实时控制和保护。具体操作由现场工作人员通过各个 EQD11 控制机上的控制按钮实现。

2.3 现场单机手动操作方式

现场单机手动操作方式是通过 EQD11 控制机上的按钮,实现单台胶带机的手动控制,该操作方式主要供单机调试和系统发生严重故障时使用。在此工作方式下,设备的操作独立于系统,确保在控制系统发生严重故障时,不影响正常生产。

2.4 检修方式

在此方式下,设备不能启动,设置检修工作方式是为了确保维护人员的人身安全。

3 集中控制系统安装使用后优点:

(1) 减少了人员,每班只需要皮带司机 2 人,需要巡回检查人员 6 人。

(2) 开、停车由集中控制室人员来操作实现,操作方便,使现场人员能够放心的巡回检查。

(3) 煤楼十几台设备开车只需几十秒的时间,节省时间,停车快捷,避免了开空车。

(4) 设备开、停车时,出现故障时,现场都有语音提示或报警,让控制室人员和现场人员都能了解设备状态。

4 结束语

煤楼集中控制系统使用后,提高了设备自动化程度,实现了快速、准确的开、停车,及时发现故障,并将事故消灭在萌芽状态,开车时间节省了,安全系数提高了。视频监控系统安装后,操作人员可随时掌握现场情况,联系协调各岗位工作,调度指挥方便、快捷,更有利于煤楼设备的安全运行。

作者简介:王建忠(1976—),男,助理工程师,2009年毕业于河南理工大学,现在中国平煤神马集团平煤股份十三矿工作。

调速型液力耦合器与变频调速装置 在矿用带式输送机驱动系统中的选用

高峰

(煤炭工业太原设计研究院,山西 太原 030001)

摘要:文章对调速型液力耦合器与变频调速装置在矿用带式输送机驱动系统中使用时的优缺点进行分析比较,认为矿用带式输送机要根据具体情况选择合理的驱动方式,既保证输送机运行安全可靠,又能降低运营成本和维修工作量。

关键词:矿用带式输送机;调速型液力耦合器;变频调速装置

对于带式输送机来说,如何减少胶带的动态张力,减小启动时的最大加速度,是设计者必须考虑的问题。在实际应用中,在速度曲线中加入延迟段,就能进一步改善输送机的启动性能,在延迟期内,可以使原来松弛的胶带拉紧,在加速度增大、力矩增大之前使所有的输送机元部件在很低的力矩和速度下进入运转状态。带有调速型液力耦合器的驱动系统在微机系统控制下就能满足启动时输送机对加速度的要求。在电动机恒定转速的情况下,调速型液力耦合器可以通过改变匀管位置来改变泵轮和涡轮流道内的充油量,控制匀管拉出或伸入的过程和时间,就能控制涡轮轴的转速和传递功率,实现胶带输送机满载慢速启动,减小胶带的动态张力,达到胶带输送机按预设的启动速度曲线运行的目的。

调速型液力耦合器的部分充油特性与恒转矩负载特性相配合的调速特性,可将带式输送机的启动最大加速度控制在 0.3 m/s^2 以内,可满足带式输送机的启动要求。

又由电动机理论可知:电动机转速 $n=60f/p$, f 为电源频率, p 为磁极对数,当磁极对数不变时,转速 n 和电源频率成正比。如磁极对数为二极,当电源频率为 50 Hz 时,电动机的转速为 1500 r/min ,当电源频率为 20 Hz 时,电动机的转速也相应地变为 600 r/min 。连续地改变供电电源频率,就可以平滑地调节电动机的转速,这就是变频调速的工作原理。变频调速的关键设备就是变频器,决定整个调速系统的性能与可靠性。

1 液力调速与变频调速技术性能比较

1.1 调速范围

对矿用带式输送机来说,很多资料显示:变频调速范围为 80% 。但试想矿用带式输送机带速若从 2.5 m/s 提高到 4 m/s ,整个胶带配置包括电动机、胶带强度、联轴器等都会有大的调整。现以山西潞安集团左权佳瑞煤业有限公司生产能力为 0.9 Mt/a 的矿井的井下大巷带式输送机为例进行分析:水平长 2147 m ,带宽 1000 mm ,平均倾角 9.2° ,物料密度取

0.9 t/m^3 , 在假设给料恒定(700 t/h)的前提下, 经计算: 带速 2.5 m/s 时, 所选电机为 3 台 400 kW , 钢丝绳强度 $3\,150 \text{ N/mm}$; 而带速 4.0 m/s 时, 所选电机为 3 台 500 kW , 钢丝绳强度 $2\,500 \text{ N/mm}$ 。通过大量带式输送机验算便可发现: 矿用带式输送机在实际工作中带速若由低往高调, 几乎没有可能。况且据笔者了解, 实际工作中变频器将矿用带式输送机带速由低变高较难实现, 变频器的优点在于将带速由高变低。也由上述实例可知: 若给料量恒定, 带速由高变低, 胶带强度又会出现问题。只有在给料量减少的前提下, 才有可能出现带速降低, 输送机安全运行。而煤矿的主井皮带, 绝大多数有井底煤仓(担负井上、下原煤的缓冲任务), 一旦煤仓煤位下降严重, 主井皮带停机即可, 没有减速的必要。而井下大巷带式输送机在实际工作中减速的可能性也不大。

通过分析可知: 带速是矿用带式输送机选型时的重要参数, 直接影响带式输送机整体配置及使用稳定性。正常使用后, 不可能对矿用带式输送机进行大范围调速, 从这个意义上讲, 变频的大范围调速性能的确不错, 但它并不适用于矿用带式输送机。

1.2 传递功率范围

变频调速目前仍以中小容量为主、大容量较小。据笔者调查, 就国内成熟技术而言, 660 V 电压能做到 500 kW , $1\,140 \text{ V}$ 电压能做到 630 kW , 这样的功率已较难满足当前中、大型矿井对带式输送机的需求。而液力调速传递功率则范围更宽。

1.3 占地面积

变频调速占地面积小, 可以利用和不移动原有电机, 有利于一些空间狭小的场合使用和老设备改造。而液力耦合器必须安装在电动机和工作机之间, 且占地面积大。

1.4 对环境的影响与适应

液力耦合器在户外、井下、炎热、寒冷、粉尘、潮湿等条件下均可使用, 对使用环境要求不高; 而变频调速对使用环境要求相对更高一些。

配套调速型液力耦合器后, 只要将耦合器导管推至“零位”, 电机可实现空载启动, 降低电机启动时间和启动电流, 降低对电网冲击, 带有调速型液力耦合器驱动系统多电机驱动时, 可分别空载启动各台电动机之后, 再启动工作机, 使供电电网不受大启动电流的冲击。

由于液力调速在调速时不改变电机转速, 所以不产生因电机转速降低不利于冷却而造成的升温、功率因数和效率降低等缺陷。当输送机出现过载时, 耦合器的滑差增大, 输出转矩也随之增大, 电机仍可在稳定工作区靠近最大转矩点附近运转, 不致失速或闷车, 能有效地保护电机和工作机械。

变频调速由于存在高次谐波与换流瞬时压降, 从而会引起电网电压波形畸变, 会造成不利因素。因为任何供电网都是有内阻的(变压器阻抗、线路阻抗等), 电网的容量愈少, 电源的阻抗愈大。而每一个电机启动时的峰值启动电流是其额定电流的 $5 \sim 8$ 倍。在大电流的冲击下, 电网电压将有较大幅度的下降。假如一大型矿用胶带输送机的多台电机同时启动, 会造成电源系统电压的严重下降, 这可能会给同一电网上的其他用户的工作造成影响。

2 经济效益比较

2.1 设备初始投资

小功率(电动机功率低于 100 kW), 变频调速装置初始投资费用较低, 液力调速装置的

初始投资费用较高。大功率进口大容量变频器通常每千瓦约 300 美元,折合人民币 1900 元。国产大容量变频器每千瓦约 1 500 元而液力耦合器每千瓦约人民币 100~150 元。比较来看,在井下运输大巷和主斜井矿用带式输送机配置液力调速装置,初始投资费用大大低于变频调速装置的投资费用。

2.2 维护费用

液力调速装置年运行维护费约占设备费用的 1/20,20 年内约需大修 2~3 次,大修费用约为设备费用的 1/3 左右。则液力设备的维护费用为设备总值的两倍。而变频调速装置远远高于此值。

2.3 节能效果

严格说来,节能效果与工作机的运行机制有关。当然是工作机转速调节幅度越大,调速运行时间越长越节能。而矿用带式输送机不会出现长时间、大幅度调整带速,所以变频调速技术用在矿用带式输送机上节能并不科学。

3 结 论

液力调速与变频调速均能满足当前矿用带式输送机的软启动需求,但在性能上还是存在差别。变频调速的优点是节省空间,可用于空间比较有限的地方和旧矿井、旧设备改造,且在中小功率的矿用带式输送机上具有应用优势;液力调速技术简单、维护方便,更适合大功率矿用带式输送机。重要的是液力调速与变频调速在工程造价上相差甚远,所以设计者应根据实际情况慎重选择,不应人云亦云。

参考文献:

- [1] 宋伟刚,战欣,王元元.大型带式输送机驱动装置的比较研究[J].工程设计学报,2004,11(6):301-311.
- [2] 彭科,姚伟,唐正荣.浅谈变频调速的工作原理[J].矿山研究与开发,2006(4):21-22.

作者简介:高峰(1981—),男,2005年毕业于中北大学机械设计制造及其自动化专业,工程师,现工作于煤炭工业太原设计研究院。

变频技术在深井潜水泵节能改造中的应用

成晓平

(冀中能源股份有限公司葛泉矿水电公司,河北 邢台 054102)

摘 要:为响应国家及上级节能减排号召,落实该矿年度节能减排计划,对葛泉矿工人村山顶深井潜水泵进行了节能改造。为达到节能目的,选用德国博世力士乐 Fe 变频器 CVF2000 自动调节载波频率,并将液位信号控制器改为液位控制箱实现水泵连续运转。结果表明:变频改造后,电机可以在低频低压的情况下逐步启动,减少了机件磨损、延长了水泵、电机的使用寿命,与以往同期相比,年节电 19.32 万 kWh。

关键词:节能减排;潜水泵;变频器;节电

1 前 言

为响应国家及上级节能减排号召,落实该矿年度节能减排计划,2010 年 6 月,葛泉矿水电公司应用变频技术对深井潜水泵进行了节能改造,取得了良好的节能效果。

2 改造前运行情况

葛泉矿工人村山顶水源泵房深井潜水泵 110 kW,主要担负着工人村生活用水。

(1) 深井潜水泵型号:250QJC140—180/12,流量:140 m³/h,扬程:180 m,石家庄水泵厂制造。

(2) 电机:YQS200—110,额定功率:110 kW,额定电压:380 V,功率:50 Hz,天津电机厂制造。

(3) 启动控制箱:LZQ1—135,降压自耦变压器启动。

(4) 水池:液位信号控制器 GSK,泵房操作人员根据高低水位信号进行手控停开泵操作,即水池水位低时开泵,水池水位很高时停泵。

3 改造方案及原理

该矿与河北邢台陆晨电器设备有限公司合作研究深井潜水泵节能改造方案,将液位信号控制器改为液位控制箱。

(1) 变频器选用德国博世力士乐 Fe 变频器 CVF2000。CVF2000 采用最新的 IGBT 模块,可自动调节载波频率、采用三防工艺,更适合恶劣的环境,采用冷却风扇自控技术,可实现有效节能及延长风扇寿命、内置 1 路差错/正交编码器输入,无需再配 PG 卡即可实现高

速度闭环控制。在快速启动或有冲击负载时,能实现变频器无跳闸连续运行,包括平方曲线在内的多种的 U/f 曲线的设定,具备转矩补偿功能,保证变频器在低频时的输出启动转矩可达 150% 以上,具有手动和自动节能运行功能,在电源中断或故障跳闸以后可选择自动再启动功能,并可以设置再起延时。安装接线方便,两路可编程的隔离数字输入,并能模拟输入、输出接口等优点,使其配置灵活多样,控制简单方便,易于操作维护^[1]。

(2) 水泵控制采用水池液位自动控制,选用液位显示调节器与电感式浮球传感器配合。输出一路 PID 控制信号可驱动变频器,实现水泵连续运转,使水位在 ± 200 mm 上下浮动,将水池水位保持在一定高度。

(3) 电感器选用 YFT—OCL,其抗电强度:铁芯—绕组 3 000 VAC/50 Hz/5 mA/10 s 有四个作用:

- ① 降低电机的噪音,降低涡流损耗。
- ② 降低输入高次谐波造成的漏电流。
- ③ 用于平滑滤波,降低瞬变电压 dv/dt ,延长电机寿命。
- ④ 保护变频器内部的功率开关器件。

4 改造后的运行效果及经济效益

4.1 运行效果

深井潜水泵启动控制箱由原来的降压自耦变压器改为变频器,在实际应用中具有以下优点:

(1) 实现了自动化控制,减少了职工操作次数,提高了生产效率,减少了运行成本。

(2) 变频调速前,电机在 20~50 Hz 的情况下启动时,电流剧增的同时,电压会大幅波动,电压波动的幅度直接影响配电网的容量。电压波动的幅度较大时,可能使供电网内电压敏感设备工作异常或故障、跳闸等。而变频改造后,在低频低压的情况下逐步启动,因而能最大限度减小电压波动幅度^[2]。

(3) 低速运行可以减少机件磨损、震颤、降低噪音、延长水泵和电机的使用寿命。

(4) 减少水泵运行电费。

4.2 经济效益

改造成变频控制后,节能效率也十分显著。根据变频调速节能原理,转速与频率成正比,轴功率与转速三次方成正比^[3],分析其节能效果。

水泵电机技术数据为:功率 110 kW,转速 2 880 r/min,工频 50 Hz。若频率调到 45 Hz 时,水泵的运行变化情况为转速下降到 90%,水量也下降到 90%:

转速为: $2\,880 \times (45/50) = 2\,592$ (r/min)

轴功率为: $110 \times (2\,592/2\,880)^3 = 80.19$ (kW)

节电率为: $(110 - 80.19)/110 \times 100\% = 27.1\%$

以上分析得出,频率调至 45 Hz 时,节电率可达 27.1%,按此数据计算,如果 1 台泵连续工作 12 个月,每月按 30 天计算,每天按 18 h 计算,节电量为:

$110 \times 12 \times 30 \times 18 \times 1 \times 27.1\% \approx 19.32$ (万 kW·h)。

按电价 0.52 元/kW·h 计算,年节约电力:

$19.32 \times 0.52 = 10.05$ (万元)。

综上所述,经过改造后,山顶水源泵年节约 10.05 万元,工人村每天有 2 台这样的深井潜水泵 18 h 运转,则年节约 20.1 万元,经济效益显著。

5 结 论

通过以上节电技术分析,在深井潜水泵节能改造方案中,采用变频技术,不仅节约能源,而且可提高整个系统的自动化调控,减轻劳动强度,降低维修费用,减轻电机启动对电网的冲击等都有显著的效果,是水泵节能改造的有效途径。

用变频器替代原有自耦变压器具有广泛的推广应用价值,不仅实现了自动化控制,提高了生产效率,还降低了运行成本,对于煤矿企业实现节能减排、走技术创新之路具有重大的意义。

参考文献:

- [1] 吴忠智,吴加林.变频器应用手册[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 李方园.变频器控制技术[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [3] 黎冰.变频器实用手册[M].北京:化学工业出版社,2011.

作者简介:成晓平(1986),女,汉族,山西平遥人,机电助理工程师,现为冀中能源集团冀中股份有限公司葛泉矿水电公司技术员。

节能降耗在矿洗衣房的应用与推广

宗昆昆,杨亚明

(中国平煤神马集团七矿,河南 平顶山 467000)

摘 要: 节能降耗是企业健康、文明、和谐发展的需要,是体现和落实科学发展观的实际行动。随着社会的发展和企业价值观念的转变,节能降耗被提到一个全新的高度来面对,得到了越来越多人的推崇。因此对于煤矿企业来说节能降耗显得尤为重要。本文结合我矿洗衣房改造实例提出了一些节能降耗措施,有效降低了我矿能耗,为实现“本质安全型、节约环保型、和谐发展型”现代化矿井,以及进一步转变经济增长方式,提高经济运行质量,狠抓节能减排各项工作落实,努力实现企业效益最大化做出了重要贡献。

关键词: 煤矿企业;节能降耗;烘干洗衣;技术改造

1 概 述

煤矿企业是耗能大户,节能降耗有助于提高煤矿企业经济效益,实现国家提出的创建资源节约型、环境友好型社会,同时也是促进企业发展、提高企业经济效益的有效措施。节能降耗是企业健康、文明、和谐发展的需要,是体现和落实科学发展观的实际行动。随着社会的发展和企业价值观念的转变,节能降耗被提到一个全新的高度来面对,得到越来越多人的推崇。现在以及可预见的未来,“节能降耗”都将是中国经济运行中的热点问题。因此,如何合理使用能源,提高资源的综合利用率,就显得尤为重要。对于我矿来说,资源是有限的,我们更应该降低成本,进行技术革新、推行设备改进,从而达到节能降耗的目的。以我矿洗衣房为例,2010年5月份信息科工作人员对我矿洗衣房进行考察,调研,发现我矿洗衣房仍使用旧式锅炉供暖进行烘干衣服,存在着极大的浪费,完全有悖于我矿建设“节约环保型”矿井的目标。因此,对洗衣房的改造势在必行。

2 洗衣房运行现状

我矿原锅炉主要用于七矿的供暖、澡堂洗澡、烘干洗衣等。现由于热力电厂的供水,已经解决了供暖、洗澡用水等取暖问题。现在锅炉仅作为烘干洗衣之用,经调查我矿洗衣房平均每月需要烘干衣服9 000件,而烘干这些衣服需要烧一台锅炉,而烧一台锅炉需引风机、鼓风机、炉排电机、室内外电机、上煤斗、加压泵、化验室管道泵、盐泵等设备才能运行。这些设备功率大,而且锅炉供暖热效率低,从而需要长时间使用锅炉对其不间断供热,这就消耗了大量的煤以及电能。经过仔细的调研,我们计算得出烧一台锅炉所需的设备运行消耗表,

见表 1。

表 1 烧一台锅炉所需的设备运行消耗

引风机电机	1×30 kW	3.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		105 度	315 度	9 450 度	113 400 度	56 700 元
鼓风机电机	1×1.75 kW	3.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		26.25 度	78.75 度	2 362.5 度	28 350 度	14 175 元
炉排电机	1×2.5 kW	3.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		8.75 度	26.25 度	787.5 度	9 450 度	4 725 元
室内外电机	2×40 kW	0.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		40 度	120 度	3 600 度	43 200 度	21 600 元
上煤斗电机	1×2.2 kW	0.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		1.1 度	3.3 度	99 度	1 188 度	594 元
加压泵电机	1×7.5 kW	3.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		26.25 度	78.75 度	2 362.5 度	28 350 度	14 175 元
化验室管道泵电机	1×5.5 kW	2 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		11 度	33 度	990 度	11 880 度	5 940 元
盐泵电机	1×2.2 kW	1 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		2.2 度	6.6 度	198 度	2 376 度	1 188 元
大泵电机	1×22 kW	3.5 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
消耗电量		77 度	231 度	6 930 度	83 160 度	41 580 元
消耗总电量		297.55 度	892.6 度	26 779.5 度	321 354 度	0.5 元/度
总费用		148.775 元	446.325 元	13 389.75 元	160 677 元	160 677 元

所需材料见表 2。

表 2 烧一台锅炉所需材料

所需材料	每月所需	每吨价格	每月总费用	12 月/年	所需电费
型煤吨数	150 吨/月	513.5 元/吨	77 025 元/月	924 300 元/年	160 677 元
工业盐	1.5 吨/月	1 260 元/吨	1 890 元/月	22 680 元/年	
总费用				946 980 元/年	
共计				1 107 657 元	

由此表可以看出平均每年烘干衣服所需电费 160 677 元、所需煤 924 300 元、工业盐 22 680 元,共计总费用 1 107 657 元。如此浩大的费用仅仅用于烘干衣服,造成极大的浪费,而最重要的是使用锅炉不利于环保,当煤等燃料燃烧不完全时会产生浓烟,碳排放量大,既造成污染又是极大的热能损失。

3 规划及实施方案

随着科技的创新和发展,发现并不需要如此高昂的费用,即可解决“烘干洗衣”的问题。通过信息科工作人员调查、精确计算得出以下结果,其解决方案如下:

(1) 原房屋空间面积为 $7\text{ m} \times 5.5\text{ m} \times 3.5\text{ m}$,烘干箱面积为 $3.5\text{ m} \times 5.5\text{ m} \times 2.3\text{ m}$,安装的管道为 9 箱 $\times$ 8 根 6 寸管道 $\times 5.5\text{ m}$ 的蒸汽管道,将这些蒸汽管道改为热水管道,这些管道的水温在 $60 \sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$,在流经烘干箱的过程中,可保持烘干箱温度在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。以便常年保持较高的温度,更快的烘干衣服,减少电耗,从而达到节能的目的。

(2) 原烘干箱的密封造成空气不能流通,潮湿空气不能排出室内,烘干效率低。在烘干箱上开一风道,安置 1.1 kW 的排气扇,并在室内安置一台 XG501 型湿度控制器,以自动开关排气扇。从而有效控制室内空气湿度,以便于在节约能源的基础上快速将衣服烘干。

(3) 购置两台 D20 型电采暖风机,其功率为 15 kW ,保持室内有较高的温度,使得洗衣快速烘干。根据计算每个班需要工作 3 时即可将衣服烘干,每天三个班。

设备正常运行需烘干机、排湿风机、温度、湿度控制器、光电式烟雾报警控制器、电流表、电流互感器等设备。

其消耗见表 3。

表 3 改造后的消耗情况表

D ₂₀ 型电采暖风机	$2 \times 15\text{ kW}$	3 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
所需电量	30				97 200 度	48 600 元
排气扇	$1 \times 1.1\text{ kW}$	3 h/班	3 班/天	30 天/月	12 月/年	0.5 元/度
所需电量					3 564 度	1 782 元

由此表可以看出烘干设备共消耗电量 $97\,200 + 3\,564 = 100\,764$ (度),所需费用 $100\,764 \times 0.5 = 50\,382$ (元)。这样我们每年共消耗电量 100 764 度,总费用为 50 382 元。

4 节能降耗实施效果

综上所述,在确保职工能按时换上清洁、干净的工作服的同时,技改前耗资 1 107 657 元,技改后耗资 50 382 元,通过技改直接给我矿每年节约 100 多万元资金,给企业经济效益最大化做出了重要贡献。

5 结 论

通过对我矿洗衣房的技术改造,使我们认识到节能降耗要从基础做起,节水、节电、节约资源,提高单位资源的综合利用率,进而用最少的资源创造最大的利润。从经济效益角度来看,节能降耗是促进企业经济效益增长的推动力。企业要获得长足发展必须开展节能降耗宣传及开展工作,通过节能降耗活动的开展,提高职工素质。从知识层面上看,职工通过学习,了解到很多关于节能降耗的知识,从而认识到节能降耗工作的重要性;从思想层面上看,可以通过活动的开展使职工形成自觉约束自己的行为;从行动方面看,职工需要不断钻研新

知识新技能,去改善生产工艺设备,提高能源和原材料的使用效率,使业务素质也有很大的提高。总而言之,通过这次洗衣房技术改造,使我们坚定了实现“节约环保型、和谐发展型”现代化矿井的奋斗目标的信心。

作者简介:宗昆昆,男,助理工程师,现在中国平煤神马集团七矿工作。

杨亚明,男,助理工程师,现在中国平煤神马集团七矿工作。

建设能源管理体系 打造节能型矿井

陈 一, 杨 峰, 张远志, 刘俊杰

(平煤股份十一矿, 河南 平顶山 467000)

摘 要:以系统管理的方法将能源管理中的能源审计、管理控制、能源统计、节能监测、能耗计量等多项工作编织成为一个有机整体,使各项能源管理工作之间具有严密的逻辑性,该体系通过系统管理手段使能源的品种和数量的供应、分配、消费、储存各环节互相衔接、密切配合,从而达到低成本甚至无成本降低能源消耗和提高能源利用效率。建立符合标准的能源管理体系,通过标准的约束、规范和认可等一系列扎实的工作,最终可使企业逐步建立起提高能源利用率、节约能源的自律机制,从而建设节能型矿井。

关键词:管理体系;能源;节能

节能减排是一个系统性、综合性很强的工作。国内外的大量研究成果表明,开发和应用节能技术和装备仅仅是节能工作的一个方面,单纯地依靠节能技术并不能最终解决能源供需矛盾等问题。如果缺乏科学的能源管理理念、机制和方法,缺乏系统和全面的策划、实施、检查和处理,缺乏全过程系统的科学监控和管理,能源管理的各项手段和措施就难以形成一个有机整体,从而导致能源管理工作脱节,使得节能措施得不到有效地贯彻和落实。通过建立、运行和改进能源管理体系,应用系统的管理方法降低能源消耗,提高能源利用效率,推动规范化管理和行为节能,是能源管理的关键和一条科学可行的技术途径。

煤炭行业的特点和发展历史决定了我国的煤炭采选业既是重要的一次能源生产行业,又是重点能源消耗行业。我矿十分重视节能减排工作,并在全面贯彻落实科学发展观,建设资源节约型、环境友好型社会方面做出了重要贡献。

能源管理体系是以系统管理的方法将能源管理中的能源审计、管理控制、能源统计、节能监测、能耗计量等多项工作编织成为一个有机整体,通过系统管理手段,使能源的品种和数量的供应、分配、消费、储存各环节互相衔接、密切配合,达到低成本甚至无成本、降低能源消耗和提高能源利用效率的目的。

1 企业实施能源管理体系的意义

(1) 可制度化地把节能减排工作上升到战略高度。依据标准规定的要求建立和运行能源管理体系是企业最高管理者的一项战略性决策。最高管理者引领全体员工共同参与分析和评价能源因素、量化能源利用、确定管理优势和弱点、分析相关方的需求、预测实施障碍,对能源管理全过程进行控制和持续改进,实现国家规定的节能减排目标。

(2) 有利于企业内部能源节约和综合利用工作准确地贯彻落实。通过能源管理体系建立一套科学、明确、可操作的规范,便能大大减少工作中的随意性。同时,将有利于节能目标分解落实和考核,有利于国家政策法规制度的贯彻落实,有利于企业内能源节约和综合利用工作准确地贯彻落实。

(3) 规范节能行为,建立节能的自律机制。通过建立、实施并保持能源管理体系,研发并实施先进的管理方法和技术,提高节能意识,提高企业能源的有效利用率。通过标准的约束、规范等一系列扎实的活动,最终使企业逐步建立起提高能源使用效率和节约能源的自律机制。

(4) 为应用先进有效的节能技术和方法、挖掘和利用最佳的节能实践与经验搭建良好平台。能源管理体系以资源节约为目的,以高效节能产品、实用节能技术和方法以及最佳管理实践为基础。因此,在建立和实施能源管理体系时,就已经充分考虑采用最佳可行的节能技术和方法,同时考虑采用这些节能技术和方法的成本效益,这就为应用先进有效的节能技术和方法、挖掘和利用最佳的节能实践与经验提供了一个良好的平台。

(5) 可准确实施能源管理绩效评价。标准指出,可行时,建立能源管理标杆,作为制定能源目标和指标、评价能源管理绩效的主要依据。能源管理标杆通常是指同行业先进水平、国内先进水平、国际先进水平的绩效指标。这些指标应是客观的、可比的、可验证和可再现的。它们应适用于企业的活动、产品和服务,与其能源方针和目标一致,并且具有较好的适用性,成本效益高,技术上先进合理,管理上可行,可作为考核能源管理体系总体绩效的重要手段。

(6) 提升企业的效益和水平。提高企业整体的能源效率和经济效益,保障企业能源管理的合规性,提升企业能源管理的技术水平,建立高效运行的能源管理结构,提高企业能源管理效益。

(7) 提升企业竞争能力。实施能源管理体系有助于能源的节约和合理利用,降低生产过程的能源使用成本,提高经济效益,在能源价格上涨时保持竞争力。有利于获取国家政策支持。通过实施能源管理体系,配合国家节能减排的总体要求,完成节能指标,可获得国家各类奖励和财税政策支持。

(8) 赢得良好的社会形象。建立能源管理体系并获得第三方认证,易于获得外界对企业的能源管理工作和自律机制的认可,有利于企业赢得节能减排、环境友好及可持续发展的声誉,从而获得良好的社会责任形象。

2 能源管理体系建立的基本步骤

能源管理体系的建立一般按如下步骤进行,即:领导决策与准备—范围界定—初始能源评价—体系策划—能源管理体系文件的编制—体系运行—内部审核和管理评审。

2.1 领导决策与准备

(1) 管理者的承诺

国家对能源管理工作越来越重视,各省市已将节能减排的任务分配到了重点用能单位。最高管理者应对建立、实施、保持和持续改进能源管理体系做出承诺,包括贯彻执行适用的法律法规,将能源方针目标作为企业发展方向和战略目标的组成部分,传达节约能源的重要

性,增强全员节能意识,进行管理评审和配备适宜资源。

(2) 任命管理者代表

能源管理体系的建立和实施是一个系统工程,涉及企业各个方面的工作,本体系要求最高管理者应任命一个管理者代表来负责体系的管理工作,管理者代表有如下职责:确保按照国家标准的要求,协助最高管理者建立、实施和保持能源管理体系;向最高管理者报告能源管理体系的运行情况;提出改进建议;负责与能源管理体系有关的外部联系。

(3) 提供资源

最高管理者应授权管理者代表组建一个机构或班子来建立能源管理体系,其初期的任务是进行初始能源评审,以及建立体系后的日常工作。

2.2 范围界定

- (1) 企业的活动范围;
- (2) 企业的管理权限范围;
- (3) 企业的现场区域和地理边界;
- (4) 法律法规的要求;
- (5) 企业的产品和服务范围;
- (6) 财务边界和运行边界。

2.3 初始能源评审

初始能源评审是建立能源管理体系的基础,通过现场观察和历史数据对企业的能源使用情况和生产工艺过程做一般性的调查。初始能源评审包括两部分:一是能源管理调查,二是能源技术调查。

2.4 体系策划

能源管理体系是一个复杂的系统工程,在着手建立体系前进行充分有效的策划,对建立一个适用的、有效的、可操作的、符合标准要求的管理体系是非常重要的。通常来说,体系策划包括能源管理标准的如下要素:能源方针,能源因素,法律法规、标准及其他要求,基准与标杆目标和指标,能源管理方案。

2.5 能源管理体系文件的编制

能源管理体系是一套根据企业的特点和满足标准要求的文件化的能源管理制度和方法。制定体系文件是企业建立、实施和保持能源管理体系并保证其有效运行和持续适用的基础性工作,也是企业达到预定的能源管理目标、评价与改进体系、实现持续改进的必不可少的依据。体系文件不是一成不变的,它需要随着体系的运行不断地进行修订和完善,以保证体系文件的持续有效。能源管理体系文件是企业内部的管理制度,在使用前需进行反复的评审和修订,最后经最高管理者批准后方可正式发布。

2.6 体系试运行

体系运行是一个长期的持续过程,体系文件正式发布后,体系即进入试运行阶段,即企业要按所建立的体系手册、程序文件和作业指导书的规定,整体协调运作,并记录有关信息。试运行的目的是要在实践中检验体系的充分性、适用性和有效性。企业应加强运作力度,努力发挥体系本身具有的各项功能,及时发现问题,找出原因,纠正不符合的地方,对体系包括体系文件进行修订、调整,以尽快度过磨合期。

2.7 内部审核和管理评审

体系运行一段时间后,企业应做好准备检验体系是否符合标准的要求。试运行期间进行的第一次内审的策划是很重要的,最好是管理者代表亲自策划,并要接受内审员的审核,各级管理者特别是最高管理者均应接受审核,检验是否充分履行了文件中规定的职责。内审是由内审员承担的,内审员是否称职关系到内审的质量和有效性,所以内审员应经过咨询机构的培训,具有相应的知识、技能和能力,一般来说第一次内审最好请咨询机构进行现场指导,使内审员在实践中掌握内审方法、技巧。为了提高内审水平,管理者代表可以在策划审核方案时策划多次内审。

在内审结束后,企业的最高管理层应进行管理评审,管理者代表收集汇总整体运行的各方面信息,各层级管理者对管辖范围内体系运行情况进行评审也是一个好的方法,这些材料可以作为最高管理者进行管理评审的补充,以确保体系的持续、充分和有效,并持续改进。管理评审应包括以下几个方面。

- (1) 能源方针的适宜性;
- (2) 目标指标的完成情况;
- (3) 能源消耗情况和温室气体的排放情况;
- (4) 内审结果;
- (5) 针对客观情况的变化,需要改进的方面,如能源基准和标杆是否要调整;
- (6) 职责划分的合理性和资源配置的充分性;
- (7) 体系新的发展动向。

评审结论应形成文件,实施必要的沟通和后续改进活动。

3 结束语

能源管理体系的建立有效地提升了本企业的效益和水平,赢得了良好的社会形象。建立能源管理体系并获得第三方认证,易于获得外界对企业的能源管理工作和自律机制的认可,有利于企业赢得节能减排、环境友好及可持续发展的声誉,从而获得良好社会责任形象。

作者简介:陈一(1969-),2009年毕业于平顶山职业技术学院,现在中平能化十一矿机电科从事技术管理工作。

原煤清洁生产的关键环节和有效途径

李民中, 勇 辉

(河南平宝煤业有限公司, 河南 许昌 461700)

摘 要: 本文通过介绍了平宝煤业有限公司首山一矿在原煤清洁生产方面从设计、工艺、装备和管理等一系列措施的实施, 取得良好的环保效果的经验, 从而为今后其他新建矿并在清洁生产方面提供一些可以借鉴的实现模式和有效途径。

关键词: 煤矿; 清洁生产; 有效途径

1 前 言

在以往人们的印象中, 煤矿被认为是脏、乱、差的代名词, 传统的煤矿始终很难改变矿区煤堆遍地、煤尘飞扬、煤泥水横流的形象。建设资源节约型、环境友好型矿井是现代化矿井的发展目标, 如何研究实施原煤的清洁生产是现代矿井需要重点解决的问题, 经过多年的努力许多矿井都探索出了一定的成功经验。

河南平宝煤业有限公司首山一矿是中国平煤神马集团与上海宝钢集团合资建设的现代化矿井, 由中煤国际武汉设计研究院设计, 设计生产能力 240 万 t/a, 2010 年 9 月建成投产。该矿井从设计、建设到投入生产的整个过程一直坚持环保理念, 在原煤生产和流通的各个环节, 努力实现了清洁生产, 整个矿区几乎见不到原煤, 矿院小巧紧凑、四季花鸟虫鱼, 绿化率达到 70%, 称得上名副其实的花园式矿井, 彻底改变原来煤矿脏、乱、差的形象。

2 实现原煤清洁生产的关键环节

2.1 如何实现原煤不落地

实现原煤不落地是解决矿区环境污染的重要环节, 传统的矿井总是要建设地面煤场, 原煤堆积如山才像是矿井的标志。这样最大的缺点就是造成矿区环境的恶化, 煤尘飞扬、污水横流现象很难避免, 同时在储存、销售环节和下雨天气还会造成严重的原煤流失。如果实现了原煤升井后不落地, 上述的现象就不会发生。

2.2 如何实现水煤不升井

煤矿井下经常要产生沉淀池和水仓清理的煤泥, 以往的处理方式基本都通过人工清理到矿车上, 通过副井提升到地面, 在地面设置沉淀、晾晒场地, 风干后通过车辆运输销售。在这个过程中同样要造成污水横流、煤尘飞扬的现象, 严重影响矿区的环境。因此如果实现了水煤不升井, 此环节引起的环境污染就会防止发生。

2.3 如何实现过程控煤尘

防止环境污染、实现清洁生产的另一个关键环节是如何控制好原煤生产流通过程的煤尘问题,这是一个最简单也最不容易解决的问题。因为从采面生产到运输提升再到地面筛分和储装运系统,每一个工艺和转载环节都可能产生煤尘,完全杜绝煤尘的产生是不可能的,所以只有最大限度地减少煤尘的产生或采取降低煤尘的措施。

3 实现原煤清洁生产的有效途径

3.1 原煤不落地的实现途径

实现原煤不落地,需要解决两个问题:一是必须有足够容量的地面缓冲煤仓;二是实现通过煤仓直接装车销售。

在地面设计建设大容量的原煤仓是现代矿井特别是通过铁路和公路运输销售的矿井今后的发展方向,在“依销定产”、“存地面不如存井下”的新型观念的倡导下,防止原煤落地就成为可能。平宝公司首山一矿就是在地面生产系统设计建设了六个大型铁路煤仓和两个同样大的地销煤的汽车煤仓,地面不设落地煤场,每个煤仓直径 15 m,净高度 31 m,有效容量约 3 000 t,有效解决了储存原煤及装车过程中的环境污染问题。

实现煤仓直接装车销售是原煤不落地的另一个必要条件。火车仓通过轨道衡自动装车 and 称重系统实现直接装车外运,这是国内多数矿井都使用的方法,但如何解决地销煤汽车运输的问题是长期困扰煤矿的一个难题。平宝公司首山一矿与天地科技股份有限公司合作开发了国内第一套煤矿智能汽车自动化装车系统(图 1),实现了直接装车外运。该技术及装备处于国内领先水平。

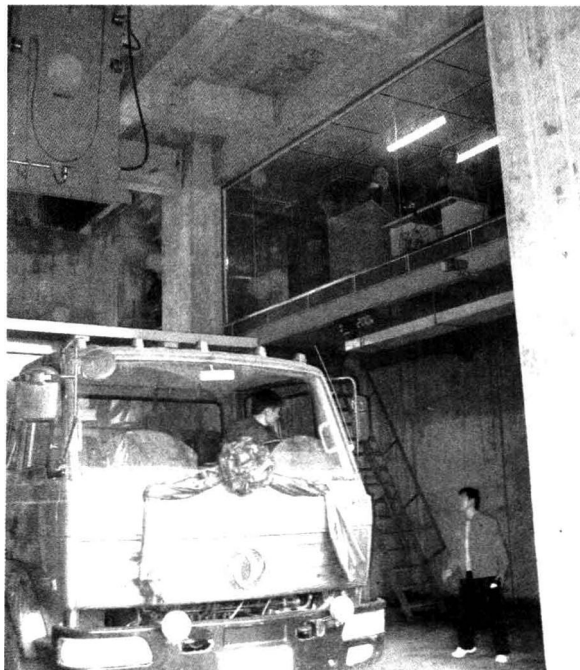


图 1 智能汽车自动化装车系统

煤矿智能汽车自动化装车系统主要由钢结构(包括称重仓、排气管、连接装置等)、装车机械设备(包括配料闸门、卸料闸门、垂直溜槽等)、称重系统(包括称重传感器组件、称重仪表、标定砝码等)、液压系统(包括液压泵站、阀站、控制阀、液压油缸、液压管路、加热制冷系统等)、电控系统(配电系统、集中控制系统、监测监控系统)、软件系统(包括装车计量控制系统软件和计量管理软件等)组成。定量称重装车用于准确定量装车;装车机械设备用于控制装车煤流;液压系统为各种机械设备提供动力;电控系统用于装车系统中所有设备监测和自动控制。该项目属于机—电—液—体化项目,实现准确称重、快速装车、自动打印,并能满足不同车型的装车需要,从而彻底消除了传统的原煤落地、人工装车产生的称重误差大、人为作弊、使用人员和机械多、污染环境等一系列弊端。

3.2 水煤不升井的实现途径

解决水煤不升井的关键就是把井下需要升井的煤泥水在井下就地处理,变成无水或少水的原煤后再进入到原煤运输提升系统中去。平宝公司首山一矿通过推广应用井下自动清仓工艺和设备实现了煤泥的抽排、浓缩、脱水、装车到返装到地面原煤系统的全过程。这样煤泥变成了煤饼,升井后直接在主井上筛分楼的皮带机尾进入原煤系统。当然有的矿井也可以利用井下皮带系统使煤饼直接返回到原煤系统。

水仓清挖设备型号为 ZQ—II 型(系列),该工艺的实施,不仅降低了工人的劳动强度,而且效率高,重要的是减少了提升运输过程和地面存放处理等带来的环境污染,实现了清洁生产,具有良好的经济效益和社会效益。

该工艺的工作原理如图 2 所示。

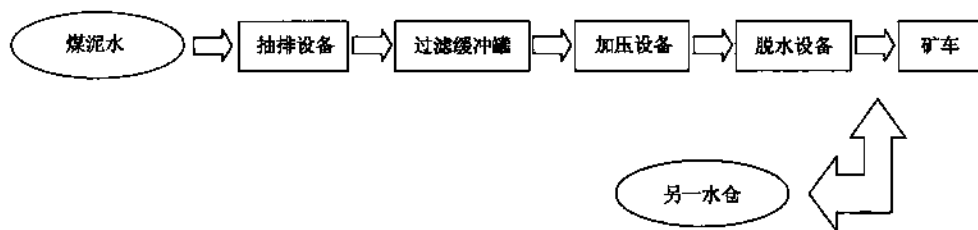


图 2 清仓工艺设备工作原理示意图

3.3 过程控煤尘的实现途径

粉尘灾害是粉尘作业场所安全生产的突出问题,也是影响煤矿安全生产的重大隐患。矿井煤尘的产生基本发生在以下几个环节:采面割煤、皮带运输过程及各个转载点、主井提升卸载点及地面储装运系统等。

平宝公司主要采取的有效措施有以下几点:

- (1) 采面生产采用煤壁注水和采煤机喷雾降尘相结合控制煤尘的产生。
- (2) 各转载点采用封闭护罩并增加洒水喷雾降尘,减少了转载点的产尘。
- (3) 井下各主煤流运输巷道分段安装自动喷雾降尘装置,有效解决了原煤运输过程煤尘的产生。
- (4) 地面煤楼储装运系统采用封闭方式,皮带运输使用封闭式皮带走廊,有效解决了地

面运输过程中煤尘飞扬的问题。

(5) 主井箕斗提升在上井口实施井架外围封闭,防止卸载过程产生煤尘,引起矿区环境污染。

(6) 整个煤炭运输提升过程实现自动化控制,实现地面远程操作、设定运量并根据煤仓煤位自动开停皮带机,减少小运量情况下长期皮带运转造成的皮带巷产尘时间增加。

上述种种措施体现的是科学管理的理念,但也离不开技术的创新和应用,其中 ZPD 127 自动喷雾装置的应用就是成功的例子。

该控制器配合物料探测器、烟雾传感器、温度传感器、火焰传感器、红外测温仪控制开关等,可实现机头防尘、防火灭火、防减速箱及轴承过热等多种功能,主要有:

(1) 普通人体感应自动喷雾工作状态。普通喷雾工作方式为:人过停喷,人走恢复正常喷雾,不受爆破及其他启动方式控制(该方式可使用于大巷喷雾及喷浆作业现场)。

(2) 大巷喷雾电脑控制按班次及周日设定功能。可设置每天在几个班次或每一周的任意组合,每天可设置 10 个开/停时间段,该功能可根据生产计划设置防尘,如某一段的检修班可不设置防尘,以减少水资源浪费。

(3) 遥控及遥测控制功能。该功能可通过远程控制台或地面调度中心手动或自动控制防尘,并可将防尘状态信息反馈到控制台或调度中心。

(4) 皮带运输机及转载点降尘功能。接入运输机启动接点(无源)或物料传感器,即可实现运输机开机或有物料运动时自动降尘。

(5) 皮带机头防尘及防灭火功能。自动喷雾降尘装置能够通过连续、自动喷雾,在除尘、净化空气的同时,还能吸收一定的有害气体,降低瓦斯浓度,改善和治理粉尘作业环境,是有效防止粉尘危害的重要设施。

4 结 论

清洁生产的工艺是系统工程,本文只介绍了原煤生产运输过程保障清洁的实现途径。通过各系统的实施进一步提升了整个矿井的清洁生产水平,展现了良好的现代化企业形象,减少矿区和周边环境污染,排除了与周围农村发生矛盾的诱发因素,产生了良好的社会效益;同时也降低了原煤能源的浪费,节约了资源。

一系列工艺及措施的实施,体现了设计上的创新、技术上的先进和管理上的规范,符合国家提倡的环保理念,是新建矿井值得借鉴的成功经验。

作者简介:李民中(1971—),男,汉族,河南郾城人,工程师,1993 年中国矿业大学矿山机电专业本科毕业,现为河南平宝煤业有限公司副总工程师,长期从事煤矿机电技术和管理工作,发表论文多篇。

Solid Works 和 ANSYS 在矿用 液压支架设计中的应用

郭奕明, 刘传富, 李 勇, 葛金强

(山东鲁南装备制造有限公司, 山东 滕州 277524)

摘 要: 基于液压支架运动过程中各结构件是否干涉和关键零部件的应力特点, 对液压支架原设计提出合理建议, 为优化液压支架结构提供了可参考的理论依据。采用 Solid Works 软件对典型薄煤层支架 ZY2000/08/16 两柱掩护式液压支架进行了三维 CAD 建模, 将顶梁柱窝(主要零部)的三维模型导入到 ANSYS 软件环境中, 进行有限元结构静力学分析, 着重分析了支架在恶劣工况下的顶梁柱窝零件的应力分布。结果表明: 验证了支架零部件的设计满足使用要求, 得到支架梁端变化曲线, 为支架运动参数的优化提供了理论依据。

关键词: 液压支架; Solid Works; ANSYS; 静力学分析

1 引 言

液压支架是综采工作面实现现代化开采的关键支护设备, 其性能和可靠性是决定煤矿安全生产的关键因素之一。在 Solid Works 软件环境下完成了支架零部件的三维造型设计并采用自顶向下的装配方式完成了支架的虚拟装配。通过运动分析和干涉检查模块, 查找设计不合理因素, 修改模型直到支架在装配和运动过程中不发生零部件干涉现象。

2 液压支架的力学分析

2.1 液压支架的结构特点

液压支架由乳化液泵站提供高压乳化液作为动力, 通常由承载结构件、液压控制系统、液压动力系统和附件四大部分组成。承载结构件包括: 顶梁、掩护梁、连杆、底座和侧护板等; 液压控制系统包括: 操纵阀、控制阀(液控单向阀和安全阀)、差压阀和供液、回液软管等; 液压动力系统包括: 乳化液泵站等配套设备, 如图 1 所示。

2.2 支架的整体力学分析

液压支架在井下的实际工况非常复杂, 顶梁和顶板的接触情况随机变化, 此外, 支架还可能承受不同大小和方向的水平载荷, 如图 2 所示。

选取顶梁为分离体, 如图 3 所示。

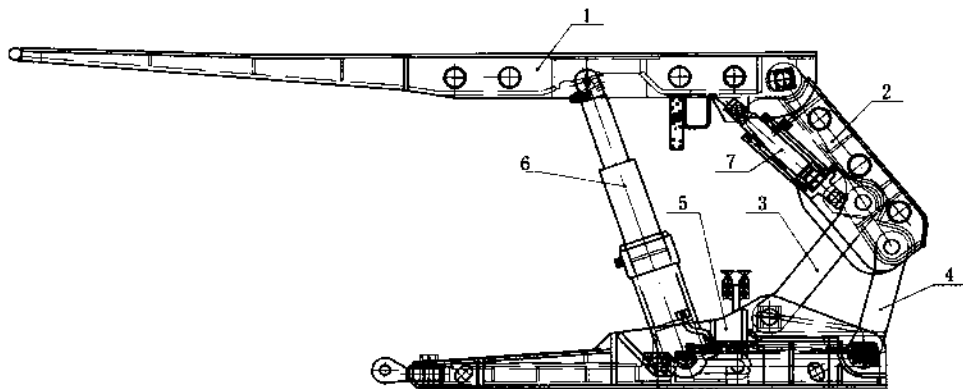


图1 液压支架的主机结构

1——顶梁；2——掩护梁；3——前连杆；4——后连杆；5——底座；6——立柱；7——平衡千斤顶

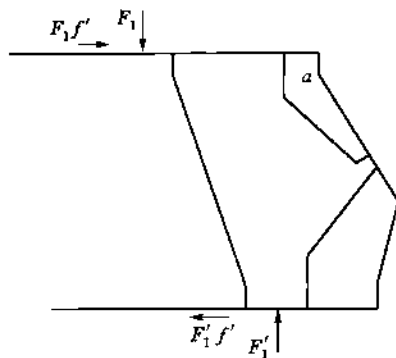


图2 支架受力图

F_1 ——顶梁压力； F'_1 ——底座支反力；

$F_1 f'$ ——顶板摩擦力； $F'_1 f'$ ——底板摩擦力

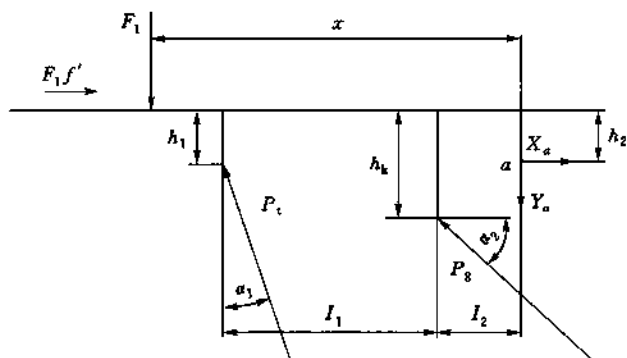


图3 顶梁受力图

各力对 a 点取矩，由 $\sum M(a) = 0$ 可以写出 F_1 作用点的位置 x 的表达式为：

$$x = \frac{P_k \sin \alpha_2 I_2 + P_8 \cos \alpha_2 (h_k - h_2) + P_1 \cos \alpha_1 (I_1 + I_2) + P_1 \sin \alpha_1 (h_1 - h_2) + F_1 f' h_2}{F_1} \quad (1)$$

式中 P_k ——平衡千斤顶的推、拉力（推力时，受力方向向上；拉力时相反）。

取顶梁和掩护梁为分离体，如图4和图5所示。顶梁与掩护梁铰接点的内力 X_a 和 Y_a 为：

$$X_a = P_1 \sin \alpha_1 + P_8 \cos \alpha_2 - F_1 f' \quad (2)$$

$$Y_a = P_1 \cos \alpha_1 + P_8 \sin \alpha_2 - F_1 \quad (3)$$

对 O 点取矩，由 $\sum M(O) = 0$ 可求得 F_1 为：

$$F_1 = \frac{P_1 (I_3 \cos \alpha_1 - h_3 \sin \alpha_1) - P_8 [I_2 \sin \alpha_2 + \cos \alpha_2 (h_k - h_2)]}{I_3 - f' h_3} \quad (4)$$

由 x 、 y 方向的力系平衡方程，求得 F_5 、 F_6 为：

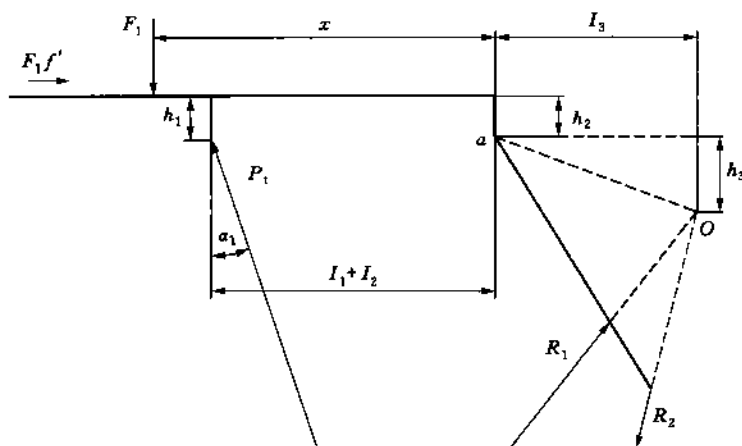


图4 顶梁和掩护梁受力图

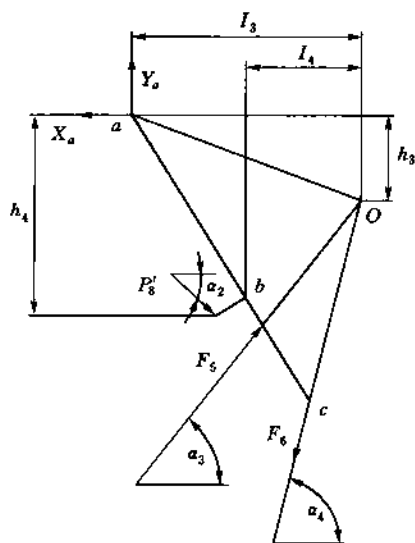


图5 掩护梁受力分析

$$F_3 = \frac{X_a - P_8' \cos \alpha_2 + F_5 \cos \alpha_4}{\cos \alpha_3} \quad (5)$$

$$F_6 = \frac{P_8' (\cos \alpha_2 \sin \alpha_3 + \sin \alpha_2 \cos \alpha_3) - X_a \sin \alpha_3 - Y_a \cos \alpha_3}{\cos \alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_3} \quad (6)$$

式中, $P_8' = P_8$, 方向相反。

根据式(1)~(6)计算 ZY2000/08/16 支架顶梁的受力 F_1 。已知顶梁在最高位置时的几何数据和立柱平衡千斤顶的工作压力如下:

$$P_1 = 2\,000 \text{ kN}, P_8 = -250 \text{ kN}, f' = 0.3;$$

$$I_1 = 685 \text{ mm}, I_2 = 215 \text{ mm}, I_3 = 635.6 \text{ mm};$$

$$h_1 = 136 \text{ mm}, h_2 = 130 \text{ mm}, h_3 = 239.1 \text{ mm}, h_4 = 276 \text{ mm};$$

$$\alpha_1 = 18.88^\circ, \alpha_2 = 72.78^\circ, \alpha_3 = 52^\circ, \alpha_4 = 75.8^\circ.$$

将上述数据代入式(4)得:

$$F_1 = 1\,968.92 \text{ kN}$$

将 F_1 值代入式(1)得:

$$x = 893.58 \text{ mm}$$

将 F_1 值代入式(2)、(3)得:

$$X_a = 130.51 \text{ kN}, \quad Y_a = 162.23 \text{ kN}$$

将 X_a, Y_a 的值代入式(5)、(6)得:

$$F_3 = 88.81 \text{ kN}, \quad F_3 = -7.44 \text{ kN} (\text{方向与图示方向相反})$$

2.3 顶梁的力学分析

2.3.1 顶梁的结构特点

顶梁直接与顶板接触,支撑顶板是支架的主要承载部件之一,其主要作用是:

- (1) 承接顶板岩石及煤的载荷。
- (2) 反复支撑顶煤,可对比较坚硬的顶煤起破碎作用。
- (3) 隔离顶板为回采工作面提供足够的安全空间。

2.3.2 顶梁的载荷分布

顶梁在最大高度位置时承受顶板来压。支架设计技术特征参数工作阻力为 2 000 kN, 假设都作用在顶梁的立柱附近点 b , 计算各段的弯矩和剪力, 结果如图 6 所示。

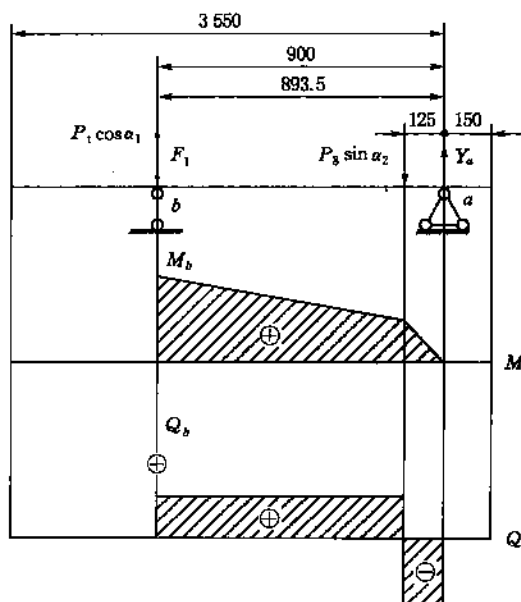


图6 顶梁载荷分布图

使用 Solid Works 软件的查询界面,查询 b 点截面的截面属性,如图 7 所示。

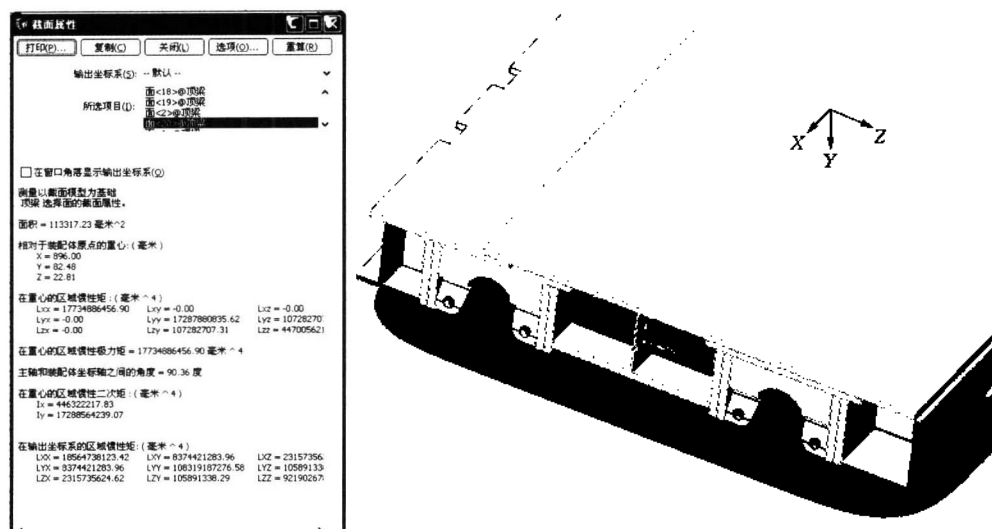


图 7 顶梁 b 点截面属性

读取截面属性,查询 b 点截面相对于中性面的惯性矩为:

$$I_x = 446\,322\,217.83 \text{ (mm}^4\text{)} = 4.463\,2 \times 10^{-4} \text{ (m}^4\text{)}$$

$$M_b = (I_1 + I_2 - x) \cdot F_1 = (685 + 215 - 893.5) \times 10^{-3} \times 1\,968.92 \times 10^3 = 12\,798 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

校核此截面最大弯曲应力:

$$y_{\max} = \text{顶梁截面厚度}/2 = 128.52 \text{ (mm)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_b y_{\max}}{I_x} = \frac{12\,798 \times 0.128\,52}{4.463\,2 \times 10^{-4}} = 3.69 \text{ (MPa)}$$

顶梁结构件一般都选用屈服强度 460 MPa 的钢板, $\sigma_{\max}$ 远远小于钢板的屈服强度,由此看出顶梁截面有较大优化空间。

2.3.3 接触模型的处理方法

采用接触模型对载荷进行处理时,首先要明确两点内容:① 接触面有多大;② 接触压力与分布情况。顶梁柱窝与柱头的接触情况如图 8 所示。



图 8 顶梁柱窝与柱头的接触截面

(1) 接触面计算

Hertz 接触模型认为两弹性球体相互接触时,在压力 P 的作用下,由于弹性变形,在两弹性体之间会形成一个半径为 r 的共同圆形接触面。设有柱头球面半径为 R_1 ,柱窝球面半径为 R_2 ,则接触面半径为:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3P}{4} \cdot \frac{\frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}} \quad (7)$$

式中 E_1, E_2 ——两球体材料的弹性模量;

μ_1, μ_2 ——两球体材料的泊松比。

由于工作阻力为 2 000 kN,因而单根立柱实际支撑力(压力) $P=1\,000$ kN。由于柱窝和立柱的材质均为 ZG27SiMn,则取弹性模量 $E_1 = E_2 = 190$ GPa, $\mu_1 = \mu_2 = 0.26$,其中柱头球面半径 $R_1 = 55$ mm,柱窝球面半径 $R_2 = 60$ mm,将上述参数代入式(7)得:

$$r = 17 \text{ mm}$$

(2) 载荷确定

接触压力分布是非均匀的,也是非线性的。根据 Hertz 接触理论可知,接触点附近材料发生局部变形,靠接触点形成一个小的椭圆形平面,椭圆的长轴 a 在 x 轴上,短轴 b 在 y 轴上,假设接触中心处的最大压力为 q_0 ,则其余各点的单位压力 q 是按椭圆规律分布的,即:

$$q = q_0 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}} \quad (8)$$

由于柱窝与柱头为两球体内接,根据《工程力学手册》可知,式(8)可简化为:

$$q = q_0 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{a^2}} \quad (9)$$

式中 a ——接触圆半径 r 。

$$q_0 = \frac{3P}{2\pi r^2} \quad (10)$$

$$q = q_0 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{a^2}} = q_0 \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2a^2} + \dots + (-1)^n \frac{(x^2 + y^2)^n}{2^n a^{2n}} \right] + M(0) \quad (11)$$

式中 n ——自然数;

$M(0)$ ——余项。

解得:

$$q_0 = \frac{3 \times 1\,000}{2\pi \times 17^2} = 1\,653 \text{ (MPa)}$$

接触压力分布情况:取 $n=1$ 时,在接触面为 $r=17$ mm 的圆内,有:

$$q = 1\,653 - 2.86 \times (x^2 + y^2) \geq 826.46 \text{ MPa} \quad (12)$$

由式(12)可以看出,压力在圆内是按同心圆规律分布的,边沿压强为 826.46 MPa,越向圆心压强越大,中心压强为 1 653 MPa。采用力学分析的基本理论,建立顶梁的力学模型,对其进行受力和强度校核,获得顶梁的危险截面在 b 点处,最大弯矩为 12 798 N·m,最大弯曲应力为 3.68 MPa,完全满足设计要求。计算出顶梁柱窝接触面的面积和压力分布情况,为有限

元静力分析时加载做好准备,同时也便于进一步对其进行 ANSYS 静力学分析。

3 顶梁的静力分析

ANSYS 的前处理模块提供了实体建模及网格划分工具,实体模型实际上是不参与有限元分析的,所有施加在实体模型边界上的载荷或约束最终传递到有限元模型的节点上才能进行求解。

3.1 三维模型的建立

利用 Solid Works 2010 软件草绘、拉伸、装配等命令,生成顶梁实体模型,如图 9 所示。

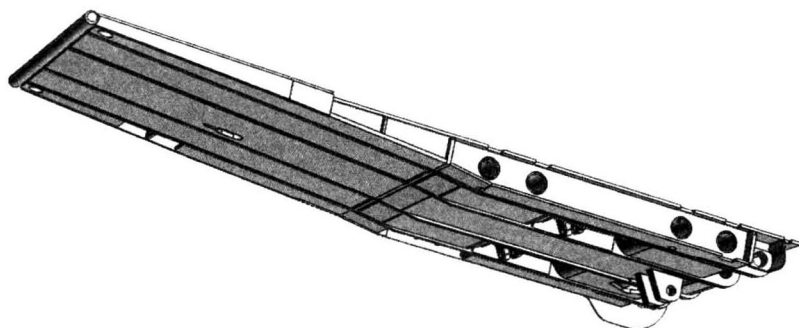


图 9 顶梁的三维实体模型

直接将装配好的顶梁和底座装配体另存为多实体零件,通过软件接口把模型导入到 ANSYS 中,如图 10 所示。

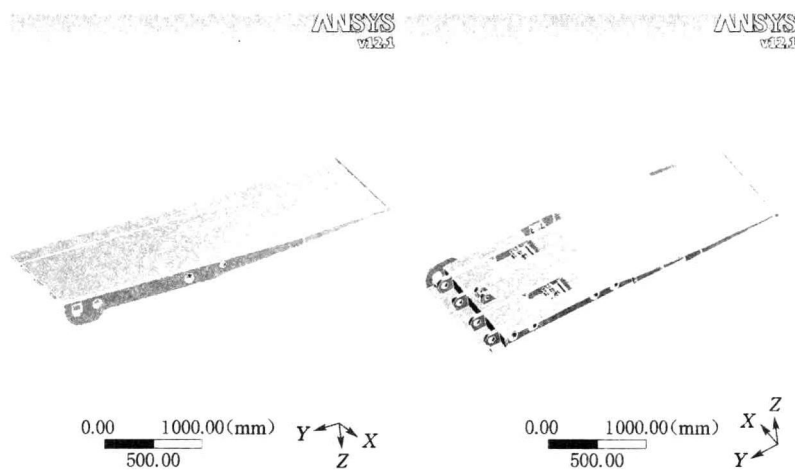


图 10 导入 ANSYS 的顶梁实体模型

3.2 单元选择、材料特性

顶梁在分析中选用的计算单元是具有 8 节点的 solid45 六面体单元,每个节点有 3 个沿着 x 、 y 、 z 方向平移的自由度。单元具有塑性、蠕变、膨胀、应力强化、大变形和大应变能力。顶梁的材料选用 Q460,假设模型材料类型是线性各向同性,取弹性模量为 200 GPa,泊松比

为 0.3, 材料密度为 $7\,850\text{ kg/m}^3$, 屈服极限为 460 MPa 。

3.3 网格的划分

ANSYS 使用智能网格划分, 只需要选择控制精度 (1~10 级, 其中 1 为最精细, 10 为最粗糙) 即可。考虑到柱窝和立柱柱头的接触是球面接触, 载荷不好添加, 所以将柱头和柱窝按照受力状况最恶劣的状态装配成装配体, 导入到 workbench 中的 ANSYS 静力分析模块。设置柱头和柱窝的接触为一对接触对 (contact), 类型为黏合 (Bonded), ContactBodies 选择柱头, TargetBodies 选择柱窝。设置结果如图 11 所示。

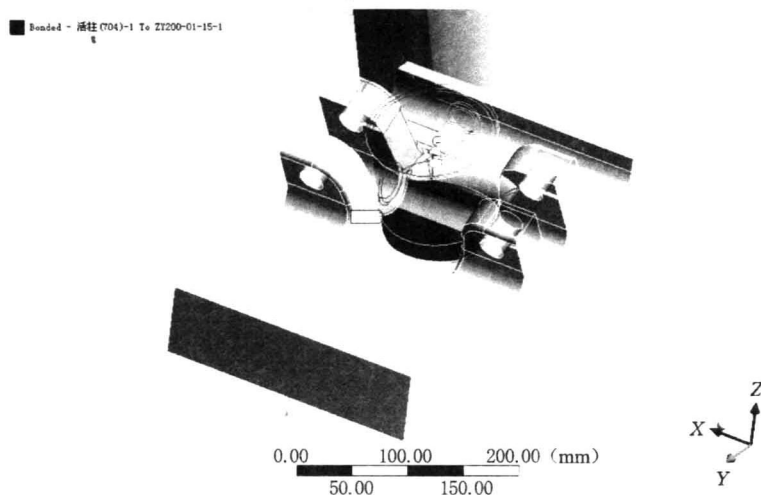


图 11 接触设置

顶梁柱窝和立柱柱头的材料选用 ZG27SiMn, 假设模型材料类型是线性各向同性, 取弹性模量为 200 GPa , 泊松比为 0.3, 材料密度为 $7\,850\text{ kg/m}^3$, 屈服极限为 850 MPa 。然后, 在 workbench 中运行 mesh 功能, 设置单元大小为 5 mm , 点击 mesh 按钮, 最终生成 342 726 个单元, 580 639 个节点的网格, 如图 12 所示。

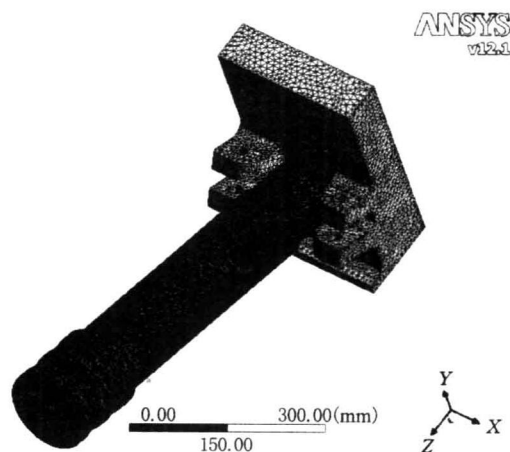


图 12 柱窝和柱头的网格划分

3.4 边界条件和载荷的施加

有限元分析中边界条件遵循的原则是:施加足够的位置约束,消除有限元模型的刚体位移。在 ANSYS 中,载荷分为自由度(DOF)约束、表面分布载荷、体积载荷、惯性载荷和耦合场载荷等六类。本模型在固定柱窝的上面和四周面施加自由度完全约束,如图 13 所示;在柱头底部端面施加载荷 $P_1=1\ 000\ \text{kN}$,方向为沿着小柱头轴线方向向上,如图 14 所示。

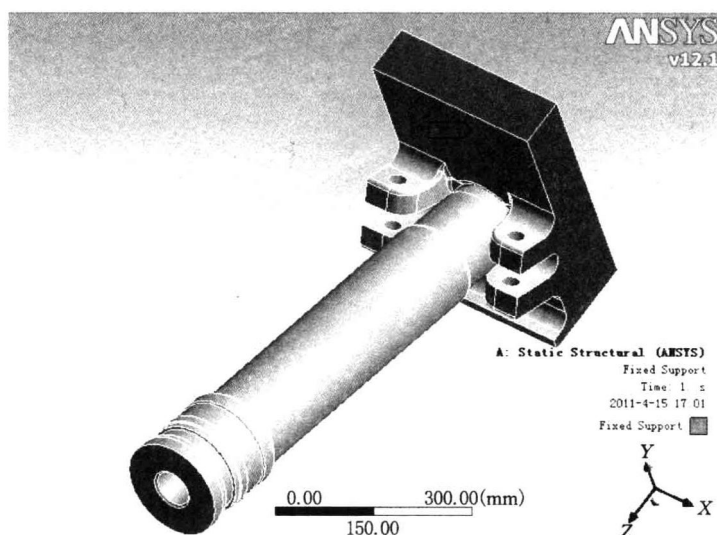


图 13 添加约束

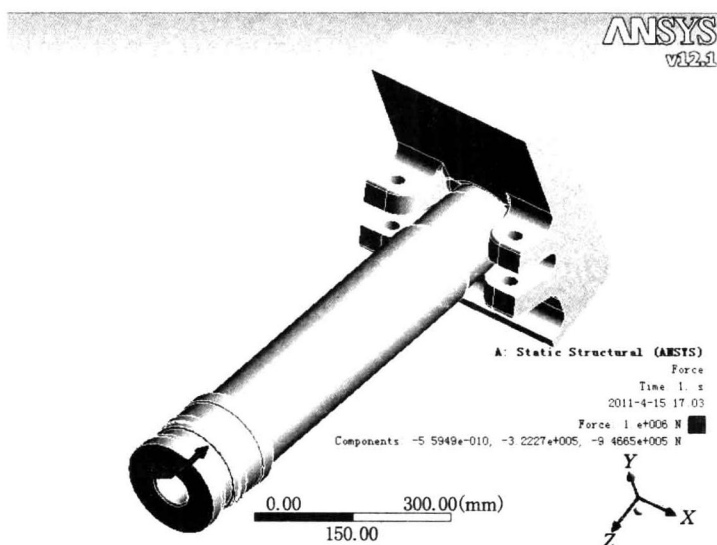


图 14 添加载荷

3.5 结果与分析

求解器的功能是求解结构自由度的线性联立方程。求解速度主要取决于模型的大小和

计算机的速度。通过求解器计算,采用通用后处理器对求解结果进行后处理。利用彩色云图显示应力、应变的分布,不同颜色表示不同范围的应力值。图 15、图 16 所示分别为柱窝在外载荷作用下的最大应力出现的位置和柱窝的应力分布云图。计算结果显示最大 Von-Mises 应力为 676.55 MPa,位于接触面边缘处,这与实际压力检测结果基本一致。柱窝材料的屈服强度为 850 MPa,安全系数为 1.26,符合支架设计标准的要求。

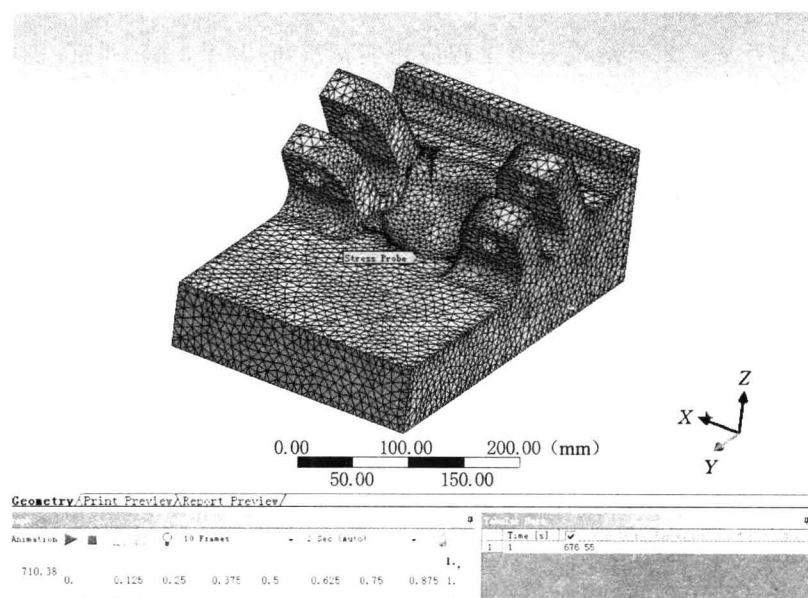


图 15 柱窝节点最大应力点位置

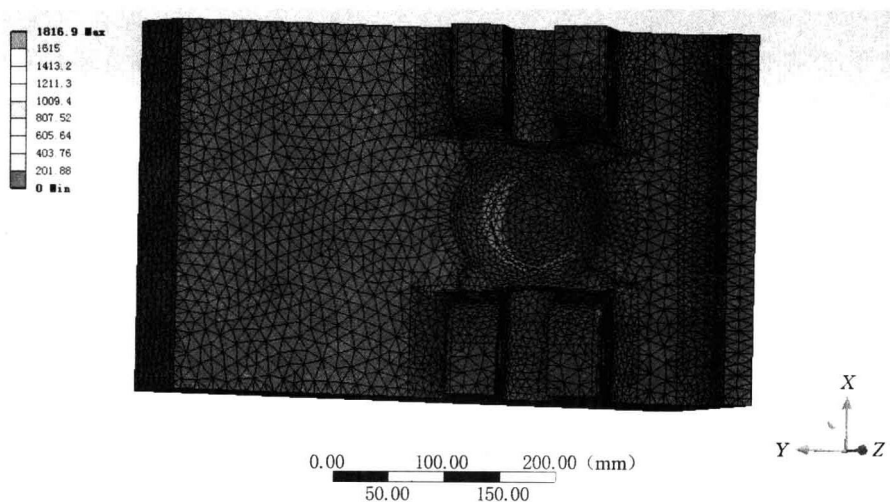


图 16 柱窝应力云图

参考文献:

- [1] 陈超祥,叶修梓. Solid Works 2010 版零件与装配体教程[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [2] 田文涛,贺小华. Solid Works 与 ANSYS 软件数据交换文件应用研究[J]. 现代制造工程,2008(7):43-46.
- [3] 张朝晖. ANSYS 12.0 结构分析工程应用实例解析[M]. 3 版. 北京:机械工业出版社,2010.
- [4] 商跃进. 有限元原理与 ANSYS 应用指南[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [5] 李国军. 煤矿(矿山)综采液压支架设备选型设计、工况分析检测及液压支架安全运行维护检修实用手册[M]. 北京:煤炭工业出版社,2007.
- [6] 李国军. 煤矿液压支架控制技术手册[M]. 北京:煤炭工业出版社,2011.
- [7] 徐亚军,蒲宝山,朱军,等. 液压支架柱帽的有限元分析及其优化[J]. 煤矿机械,2005(10):46-48.
- [8] 吴义珍. ZF35001729 型液压支架顶梁的有限元应力分析[D]. 西安:西安科技大学,2007.
- [9] 王国法,等. 液压支架技术[M]. 北京:煤矿工业出版社,1999.
- [10] METHOD O C, ZIENKIEWICZ R TAYLOR. The finite element[J]. Journal of Material,2006:89-102.
- [11] KYONG JU KIM, WOONG RYEOL YU, MIN SUN KIM. Anisotropic creep modeling of coated textile membrane using finite element analysis[J]. Composites Scienceand Technology,2008(2).

作者简介:郭奕明(1978—),男,山东枣庄人,本科,助理工程师。山东鲁南装备制造有限公司技术研发中心设计员,研究方向为矿用综采设备支护运输技术。

矿用锚杆(索)应力传感器的研制

荣庆丰,侯友海,苗可彬,李忠奎

(煤炭科学研究总院,北京 100013)

摘 要:矿用锚杆(索)应力传感器是用于煤矿井下锚网或锚喷支护巷道锚杆(索)应力参数监测的专用仪表。该传感器为矿用本质安全型,结构简单,使用、调校方便,能自动将锚杆(索)压应力转变为标准电信号通过 CAN 总线传输给关联设备。同时具有就地显示锚杆(索)应力功能,当超过报警应力值时,传感器发出声光报警信号。

关键词:锚杆应力;载荷传感器;MSP430 单片机

0 引 言

锚杆支护是目前煤矿巷道支护的主要形式,它将巷道围岩束缚在一起,使其具有承载能力。当围岩在外力作用下不能产生位移时,它的几何形状和尺寸将发生变化,这种形变就称为应变。发生形变时内部产生大小相等但方向相反的反作用力抵抗外力,把分布内力在一点的集度称为应力。该传感器由传感器本体和传感头组成。传感头采用应变测量技术,传感头内的应变片随着被测定物的应变一起伸缩,这样里面的金属箔材就伸长或缩短,金属在机械性的伸长或缩短时,其电阻会随之变化。通过惠斯通电桥,便可以将这种电阻的比例关系转化为电压。然后通过传感器本体处理后将这种电压的变化转化成实际的数据。该传感器的量程为 0~300 kN。

1 传感器在顶板监控系统中的位置

系统组成如图 1 所示。每个最小功能子系统包括本安型分站、本安型供电电源和锚杆应力传感器。多个测区的锚杆应力系统可以通过本安型分站上位总线级联扩展多个本安型分站。

传感器电源由分站提供,9~21 V。传感器与分站之间通过 CAN 总线连接,速率为 5 kbit/s。分站可对传感器进行初始化设置,包括报警阈值、是否报警等。传感器则在接收到分站的轮询消息后上传自身的参数,包括地址、数据、状态、标识等。之后分站将传感器参数传递给地面监控主机分析。

2 传感器在现场的安装位置

传感器安装示意图如图 2 所示。传感头采用穿孔式固定安装,将传感头安装在锚杆的托盘和紧固螺母之间,传感头安装时应居中,偏离中心安装时会造成一定的测量误差。

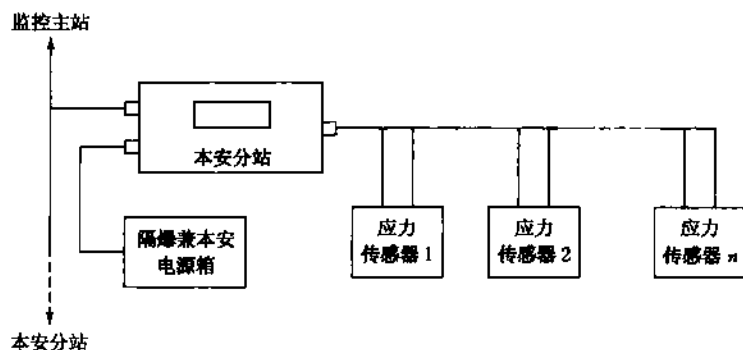


图1 锚杆应力监控系统组成图

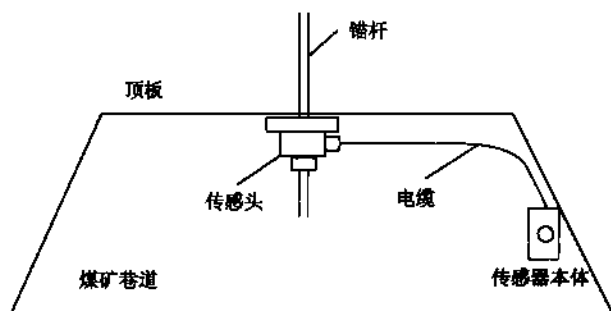


图2 锚杆应力传感器安装示意图

3 传感器仪表组成

传感器的仪表电路主要包括载荷传感器、信号放大电路、MSP430 单片机系统电路、液晶显示、红外接收、CAN 通信、声光报警及电源电路等部分，如图 3 所示。

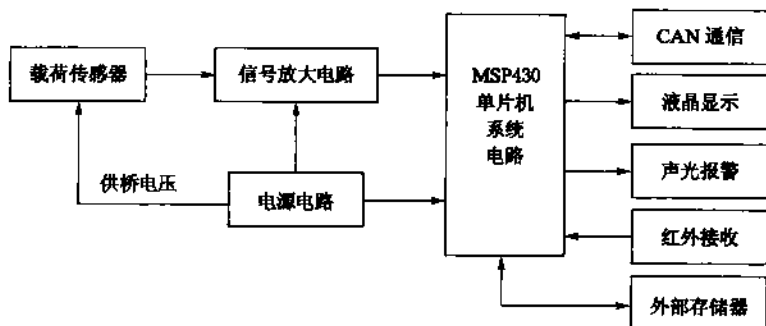


图3 锚杆应力传感器电气原理图

(1) MSP430 单片机系统电路的主体部分是一片德州仪器公司生产的超低功耗 MSP430F436 单片机，内部带有 12 位精度的 A/D 转换模块。A/D 模块的参考电压为 2.5

V,将传感头采集到的毫伏信号,经放大器放大400倍后,输出0~2.5 V的电压信号。放大后的电压信号经单片机计算后,转换成0~300 kN的压力值,通过CAN总线发送给分站,并液晶显示。

(2) 红外接收采用HS0038B红外接收管,当接收到38 K的载波信号,接收管会输出低电平,否则输出高电平,从而将“时断时续”的红外光信号调节成一定周期的连续方波信号,经单片机处理后,恢复出原数据信号。HS0038B红外接收管最主要的优点是,即使在煤矿井下干扰很强的环境中,其输出还是很稳定的。

红外接收主要用来调地址、匹配电阻、零点、增益以及设定报警阈值。当压力值超过传感器本身设定的阈值上限后,就会启动声光报警电路,并将报警状态通过分站上传至地面监控主机,做预警系统。

(3) CAN总线控制器采用MCP2510,驱动隔离器采用CTM8251A。通信速率为5 kbit/s。每台分站连接若干个传感器,采用广播式传输结构。在现场安装过程中,每个节点到分站的距离不一样,线路的长度也就不一样,线路本身的衰减电阻值也不一样。因此,为了匹配总线阻抗和提高抗干扰性,需要在线路的两端跨接一定的匹配电阻,包括传感器端。传感器端的匹配电阻通过电子开关控制是否接入,可用遥控器控制,现场安装时,不用开盖,方便操作。

(4) 外部存储器采用AT24C02。主要用于存储调零值、增益值、地址、报警阈值、报警状态、匹配电阻开关状态等。

(5) 电源电路负责给系统的各部分电路供电,包括给应变桥路提供稳定的桥压。为保证煤矿井下防爆的需要,在电路设计中采用本质安全型电路的设计方法。

4 传感器软件设计

传感器程序主要包括A/D采样、液晶显示、红外接收、CAN通信、I²C存储、声光报警等模块。其主流程图如图4所示。

(1) 因每个传感头及放大电路的器件之间存在差异,相同的压力反映到输出电压上,其值也不尽相同,所以有必要对采样值进行软件修正。

公式(1)是AD采样后,没有经过软件修正的测量值。AD采样模块参考电压为2.5 V, MSP430F436的AD精度为12位,即0XFFF,换算成十进制后为4095。

$$\text{测量值} = (2.5 \times \text{AD采样值} / 4095) \times \text{分辨率} \quad (1)$$

公式(2)为软件修正公式。通过遥控器可调整传感器的零点和增益,一般来说,拿到一个新的传感器,上电初始化后,首先调整它的零点,标定时,用遥控器调节增益。

$$\text{实际压力值} = (\text{测量值} - \text{调零值}) \times \text{增益值} \quad (2)$$

在现场安装调试过程中,根据实际情况来用遥控器调传感器的地址和匹配电阻。报警阈值可以用遥控器调,也可以通过上位机统一下发调整。

(2) CAN通讯在中断服务程序中完成,其流程图如图5所示。每个传感器节点以终端的形式挂接在CAN的广播网络中。

当分站向传感器通讯时,通过设置传感器CAN控制器的验收屏蔽寄存器和验收滤波寄存器,来判断分站发送来的方向帧和地址是否正确,若不正确,则不予理睬;反之,传感器

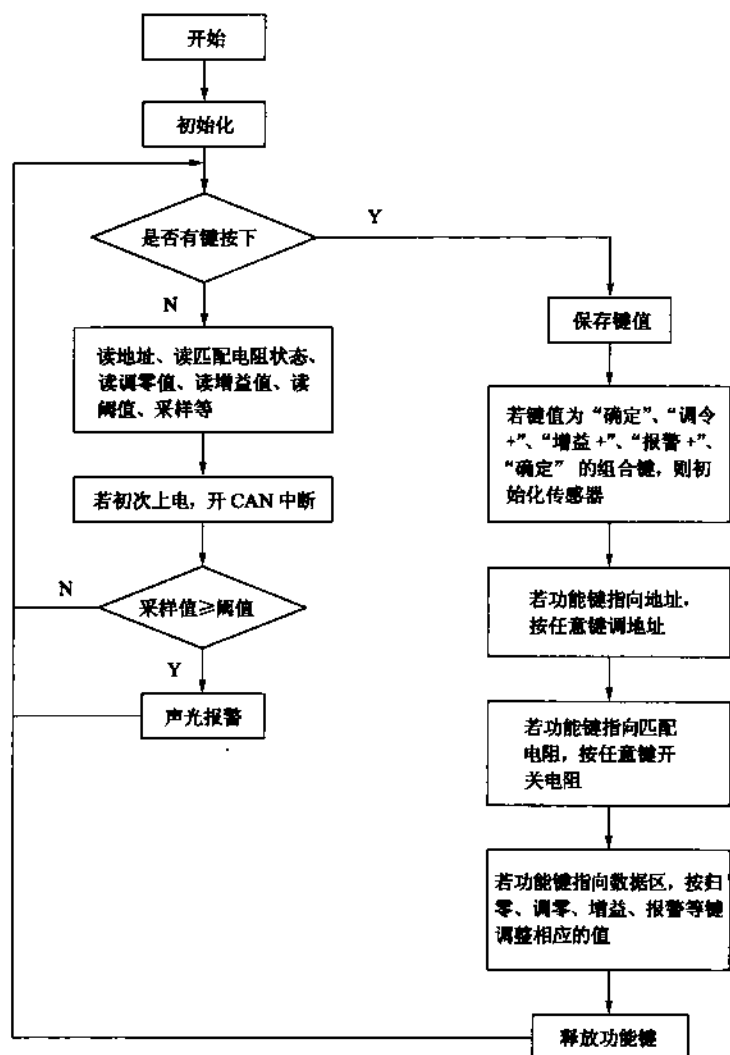


图4 主程序流程图

分别接受帧头和帧数据包,提取有用信息加以处理。

当传感器向分站通讯时,设置发送控制寄存器和缓冲器,将地址、方向位、帧长度、帧类型、数据等信息打包,待发送允许后,发往分站。

5 结束语

(1) 该传感器调校方便,地址、匹配电阻等都可以用遥控器设定,避免了工程安装人员井下拆盖调试。

(2) 传感器已在多家煤矿上成功安装应用,测量精度达到2%,可满足工程测量的需要。

(3) 选用超低功耗的 MSP430 单片机及外围电路,使得电路部分整体功耗大大降低,增加了分站的带载能力。

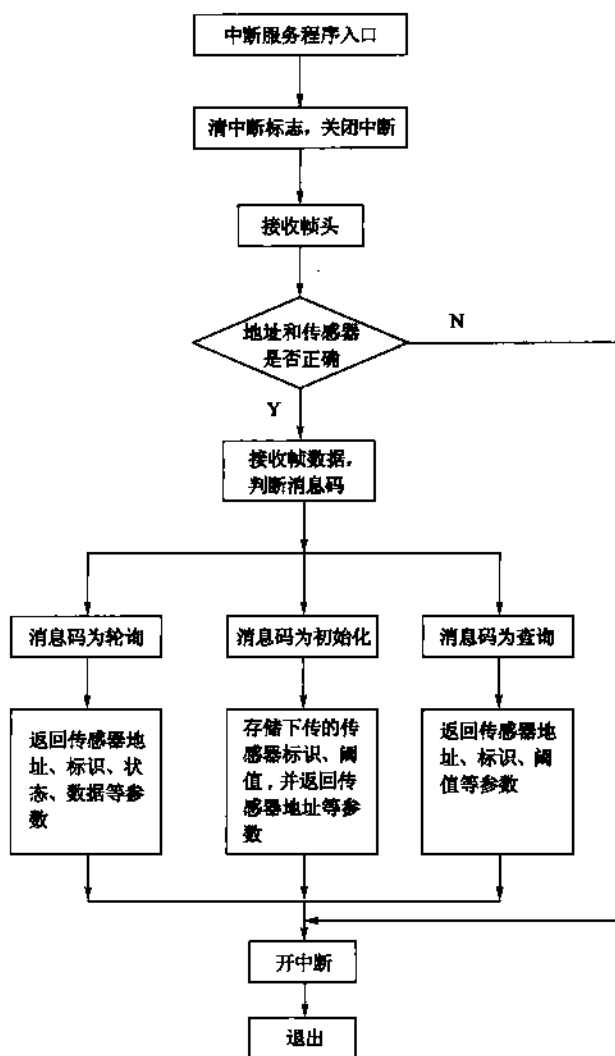


图5 CAN 中断服务程序流程图

作者简介: 荣庆丰(1979—), 男, 河南安阳人, 硕士, 工程师, 主要从事煤矿传感器的开发和应用。

恒减速控制柜在矿井提升机中的应用

杨康伟,黄 波,王媛媛

(平顶山天安煤业股份有限公司五矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:在竖井和 30° 以上的斜井提升时,提升机制动力矩不得小于最大静力矩的 3 倍。但如果把大于或等于 3 倍静力矩的制动力一次直接加于提升机上,将会产生过大的减速度,这样有可能引发事故。目前的提升系统,不论一级制动还是二级制动,制动力矩基本不变(二级制动只变一次)。即不论提升机是运行在正力、负力,还是平衡提升状态,制动力矩均不能随负荷的变化而变化,因此造成实际的减速度相差甚远。矿井提升机安全制动恒减速控制系统解决了上述问题,在发生安全制动时,它通过速度环、压力环实现安全制动时自动调节制动力矩的大小,以保证减速度达到一个预期的综合值。使提升机不论在提升或下放、高速或低速状态下运行,都按照给定的安全制动速度图运行。

关键词:恒减速;提升机;制动;液压站

1 概 述

提升机恒减速控制柜为矿井提升机安全制动恒减速控制设备,和该电控配套的液压站为恒减速液压站,在控制系统中具有恒减速功能、二级制动功能、一级制动功能和工作制动功能等。

液压站的工作制动功能是在正常工作情况下,用于提升机的敞闸和抱闸,其制动力的大小可由司机控制。

液压站的恒减速控制功能是在提升机发生安全制动的情况下,使提升机不论当时运行状况如何都按照给定的减速度运行,以确保安全制动时较平稳地制动,减少对提升系统的冲击。

液压站二级制动功能在本电控中的作用是在恒减速功能失效的情况下的一种后备控制功能,从恒减速功能退出后自动转入二级制动功能。它的特点是恒力矩控制。

液压站一级制动功能,是指在提升容器运行到接近井口一段距离内要解除恒减速功能和二级制动功能,以确保在此期间发生安全制动后提升机不过卷。

2 提升机工作制动功能

提升机工作制动主要是通过比例溢流阀调节制动油压的大小。它将电流信号转换成油压的高低,以控制制动器制动力的大小,实现对提升机的控制需要。

比例阀的控制电流来自装在液压站上的比例放大器,该放大器完成电压信号和电流信号的转换。该放大器的输入信号为 $0\sim 10\text{ V}$,输出信号为 $0\sim 2\,000\text{ mA}$ 。为满足提升机的工艺需要,工作制动控制信号有两种给定方式——手动施闸和自动施闸。这两种给定方式由主控系统综合并给出相应的电压信号。这个电压信号作为比例溢流阀的给定信号,控制着比例阀的电流大小。

3 恒减速控制系统

3.1 恒减速控制的意义

提升机安全制动是在提升机事故状态下,为防止事故扩大所必须采用的最后一种技术手段。

在竖井和 30° 以上的斜井提升时,提升机制动力矩不得小于最大静力矩的 3 倍。但如果把大于或等于 3 倍静力矩的制动力一次直接加于提升机上,将会产生过大的减速度。这样,立井提升机钢丝绳将剧烈地摆动,很可能引起断丝,从而影响钢丝绳的使用寿命;斜井提升机可能断绳;载人的提升机将可能发生重大人身伤亡事故。

目前的提升系统,不论一级制动还是二级制动,制动力矩基本不变(二级制动只变一次)。即不论提升机是运行在正力、负力,还是平衡提升状态,制动力矩均不能随负荷的变化而变化,因此造成实际的减速度相差甚远。

矿井提升机安全制动恒减速控制系统解决了上述问题,在发生安全制动时,它通过速度环、压力环实现安全制动时自动调节制动力矩的大小,以保证减速度达到一个预期的综合值。使提升机不论在提升或下放、高速或低速状态下运行,都按照给定的安全制动速度图运行。

3.2 系统结构及原理

调节系统主要为速度环、压力环闭环调节系统。提升系统正常工作时,恒减速控制系统不起作用,处于封锁状态。当系统安全制动时,恒减速控制系统投入工作,速度环和压力环解除封锁参与系统控制。与此同时,“制动减速度给定环节”从与提升机运行速度成比例的电平信号开始,按照给定的减速度形成速度给定曲线,该给定值加到速度调节器,经过运算,输出与制动力的大小成比例的电压信号,经“油压形成环节”转换成油压给定值。该给定值送到“压力调节器”与压力反馈相比较后形成比例方向阀电流,进而控制制动力的大小,使提升机的速度随给定值变化并达到预期的减速度。

为保证安全制动的顺利实施,本系统设置了多种监控保护线路,大大提高了提升系统的可靠性和安全性。

系统设置了三种监控方式,当任一种监控动作时,系统退出恒减速功能:

- ① 速度的实际值与给定值进行比较,当实际值大于给定值一定范围时动作。
- ② 设置第二个减速度给定积分器,该积分器是线性变化的,且初值与最低值要比速度积分器的给定值大一定范围,其斜率是一致的。当这两个值的偏差大于设定值时动作。
- ③ 减速度的实际值与第二减速给定值相比较,当大于一定范围时动作。

主要动作元件如下:

- ① 制动减速度给定环节。

- ② 速度调节器。
- ③ 逻辑检测保护单元。
- ④ 压力调节器。
- ⑤ 测速机。
- ⑥ 比例放大器。
- ⑦ 压力反馈变换单元。

4 二级制动控制

所谓二级制动是指在提升机事故状态下进行紧急制动时,使制动油压很快降到预先调定的某一值,经过延时后,制动器的油压迅速回到零,使整个提升系统处于全制动状态,即停车状态。但当提升容器接近井口或井底某一位置时,若发生紧急制动,则只能实行一级制动。解除二级制动是根据提升容器的位置而设定的,它可以通过调整井筒开关位置而变化。

二级制动是恒减速制动的后备保护,当恒减速功能出故障或失效时,系统自动切换到二级制动功能。

5 恒减速控制系统与主控系统的配合

恒减速控制系统与提升机主令控制及操作系统配合关系如下。

(1) 恒减速柜所需电源。一路或两路电源,AC 380 V,3 相,20 A,零线 20 A。

(2) 来自主控系统接点信号。

① 正向、反向选择信号(PZ1—LY01、PZ1—LY02)——这两个信号既可以是保持信号也可以是非保持信号。

② 安全回路(PZ1—LY03)——这是主控系统的安全回路接点信号,当安全回路正常时为“1”,当安全回路故障时为“0”。

③ 工作闸信号(PZ1—LY04)——当主控系统中具备松闸条件时为“1”,抱闸时为“0”。

④ 正向、反向恒减速解除信号(PZ1—M01、PZ1—M03)——在距离井口、井底某一段距离如果实行安全制动,就不能实行恒减速安全制动,只能实行二级制动,否则可能会过卷。

⑤ 正向、反向二级制动解除信号(PZ1—M02、PZ1—M04)——在距离井口、井底一定距离内如果实行安全制动,为安全起见,只实行一级制动,否则可能会过卷。

(3) 来自主控系统的模拟信号(LY05—LY06)。

来自主控系统的模拟信号共 1 路,该系统输入电阻为 12 k Ω 。主控系统的模拟信号进入提升机恒减速液压站控制柜,作为比例溢流阀松闸信号。

(4) 送给主控系统的模拟信号。

油压信号(LY11—0V)。

(5) 系统提供了一路油压信号,直流 0~5 V 模拟量分别对应油压 0 MPa 至最大敞闸压力。要求外电路输入电阻不小于 2 k Ω 。送给主控系统的接点信号如下:

① 油泵运转指示信号(LY07—LY08、LY09—LY10)——该信号为油泵运转指示,可以分别指示是 1# 油泵运转,还是 2# 油泵运转。

② 油压过高信号(LY12—LY13) 该信号来自恒减速柜过压保护环节。当制动油

压大于液压系统额定油压时,该接点闭合,否则接点打开。

③ 压力继电器信号(LY14—LY15、LY16—LY17)——其中一个在制动力矩为一倍静力矩时动作,另一个为油压 $p=1$ MPa 时动作。

④ 油温过高信号(LY18—LY19)——该信号来自恒减速柜油温保护环节。当制动油温大于液压系统规定油温值时,该接点闭合,否则接点打开。

⑤ 油位过低信号(LY20—LY21)——该信号来自恒减速柜油位保护环节。当油位低于液压系统要求值时,该接点闭合,否则接点打开。

⑥ 闸控系统正常/故障(LY36—LY37, LY38—LY39, LY40—LY41)——当闸控系统正常无故障时,上述接点闭合。

(6) 恒减速柜和操作台之间的联系。

① 可调闸电流指示(+24P1 +24P2)——该电流表指示比例溢流阀的工作电流,电流表量程为 DC 0~2 A。

② 油压指示(PY01—0V)——该电表指示工作油压值。电表为直流电压表,量程为 0~12 V,分别对应表盘刻度 0~20 MPa。

③ 油泵运转指示(LY30—LY31)——指示油泵运转情况,运转时继电器 KA18 闭合。

④ 油泵启、停控制按钮(PZ1—PY04, PZ1—PY05)——要求操作台提供一组启、停控制按钮以控制油泵电机的启动和停止。

⑤ 恒减速功能指示(LY32—LY33)——指示出恒减速系统是否具备恒减速功能,具备恒减速功能时 KA19 闭合,否则断开。

(7) 恒控柜与测速机的联系。

主测速机 CSF1(线号 CS1—0V)进入恒控柜作为速度反馈信号,以及速度检测保护信号。

(8) 恒减速液压站调试须在主电机通电转动以后分步进行:第一步,完成二级制动功能;第二步,具备重载试车条件时,完成恒减速功能。

作者简介:杨康伟(1982—),现从事机电管理工作。

黄波(1985—),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作。

多绳摩擦提升机采用“3+1” 不起吊提升容器施工法的研究与推广

郭金龙,史二听,张远志,郑家军,梁 展

(中国平煤神马集团十一矿,河南 平顶山 467047)

摘 要: 摩擦式提升机是利用摩擦轮上摩擦衬垫与钢丝绳之间摩擦力的作用来传递动力,从而实现选调重物沿井筒上下往复运动的目的。国内钢丝绳因生产技术及工艺存在差异,钢丝绳在遇温度变化或自身疲劳伸长等因素下伸缩量不尽相同,易造成提升容器不平位,严重时会引起重大安全生产事故。此收绳工艺采用调绳器的自动平衡功能,采取“3+1 施工法”,大大降低了工人劳动强度,提高了安全可操作性,同时有效节约施工时间,为矿井安全生产提供了有力保障。

关键词: 立井提升;钢丝绳;“3+1”不起吊容器

1 概 况

平煤天安十一矿新主井装备 JKMD-4×4(Ⅲ)E-(PDS)型多绳摩擦提升机两台,分别承担丁戌组和己组原煤提升任务。提升容器均选用一对 JDG-16/150×4 型钢罐道 4 绳 16 t 箕斗,采用 ASCS-3 全数字电控系统,提升速度为 11.1 m/s,井底设有缓冲煤仓,采用定重装载。老副井装备 JKD-1.85×4 多绳摩擦式提升机一台,提升容器采用单层双车 1 t 罐笼一对,上、下井口操车设备齐全。老副井担负-180 m 水平提矸、提升材料和升降人员等辅助提升任务。新副井装备 JKMD-3.5×4(L)E 型落地式多绳摩擦式提升机一台,提升容器采用双层双车 1 t 罐笼一对,2009 年电控系统由 JTDK-ZN-ZKT 电控装置改造为 ASCS-6 双馈转子变频控制。新副井担负-593 m 水平提矸、提升材料和升降人员等辅助提升任务,单层提矸和双层乘人。

2 方案确定

2.1 现状分析

平煤股份十一矿经过改扩建后,已经迈入集团公司大型骨干矿井行列,新主井担负该矿全部原煤的提升任务。因此,新主井设备的安全运转直接影响到十一矿原煤的提升量和企业发展。

钢丝绳作为主提升设备的主要组成部分尤其重要,主提升钢丝绳长时间受力,会使钢丝绳自然伸长,夏季和冬季还会有热胀冷缩的现象出现。因此,保证钢丝绳长度的适中更是矿井提升系统的重中之重。由于主提升钢丝绳经过长时间运行受力会自然伸长,因此需要每

隔一段时间就对钢丝绳进行打压调绳,以保证提升系统的正常运行。打压调绳时,采用在天轮平台合适位置的4根钢丝绳上打长条卡的方法,代替以往起吊容器的方法,省时省力。以往起吊容器的方法,以新主井为例,箕斗自重近16 t,尾绳重20 t,共36 t。起吊时10T葫芦4台,葫芦的悬挂及起吊需要消耗大量人力和物力,并且要在天轮合适位置打上方板卡,而且收短一次绳需要10 h左右,使用12人,按主井单系统每小时提煤25斗,每斗16 t,新主井为两套提升系统,收绳时均不能提升,1 h共计影响原煤提升量 $2 \times 16 \text{ t/斗} \times 25 \text{ 斗} = 800 \text{ t}$ 。一次收短主提升钢丝绳需要10 h,累计影响8 000 t。一年如果按照双系统10次收绳的话,共计影响80 000 t原煤的提升。由此可见,传统的收绳工艺费时费力并且安全系数较低。采用“3+1”收绳法后,施工人员只需7人,用时4 h左右,所用工具主要有两副单绳槽长条卡、3台2T手拉葫芦,工序也较为简单,省时省力,与传统方法相比安全系数也较高。因此,我们推荐使用打压、放压,使钢丝绳松弛的办法进行收绳。

2.2 行业标准

《煤矿安全规程》第四百条规定:各种用途的钢丝绳悬挂时的安全系数必须符合表1的规定。

表1 钢丝绳安全系数最低值

用途分类			安全系数 ^a 的最低值
单绳缠绕式 提升装置	专为升降人员		9
	升降人员 和物料	升降人员时	9
		混合物料提升时 ^b	9
		升降物料时	7.5
专为升降物料			6.5
摩擦轮式 提升机	专为升降人员		9.2~0.000 5H ^c
	升降人员 和物料	升降人员时	9.2~0.000 5H
		混合物料提升时	9.2~0.000 5H
		升降物料时	8.2~0.000 5H
	专为升降物料		
倾斜钢丝绳 牵引带式输送机	运人		6.5~0.001L ^d 但不得小于6
	运物		5~0.001L 但不得小于4
倾斜无极绳绞车	运人		6.5~0.001L 但不得小于6
	运物		5~0.001L 但不得小于3.5
架空乘人装置			6
悬挂安全梯用的钢丝绳			6
罐道绳、防撞绳、起重用的钢丝绳			6
悬挂吊盘、水泵、排水管、抓岩机等用的钢丝绳			6
悬挂风筒、风管、供水管、注浆管、输料管、电缆用的钢丝绳			5
拉紧装置用的钢丝绳			5
防坠器的制动绳和缓冲绳(按动载荷计算)			3

续表 1

* 钢丝绳的安全系数,等于实测的合格钢丝绳拉断力的总和与其所承受的最大静拉力(包括绳端载荷和钢丝绳自重所引起的静拉力)之比;

** 混合提升指多层罐笼同一次在不同层内提升人员和物料;

*** H 为钢丝绳悬挂长度, m;

**** L 为由驱动轮到尾部绳轮的长度, m。

2.3 理论计算

(1) 新主井主提升钢丝绳悬挂长度为 920 m, 安全系数为 $\delta = 9.2 - 0.000\ 5 \times 920 = 8.74$ 。

新主井单台箕斗自重 19.1 t(包括上下吊挂及配重), 平衡扁尾绳(2 根)重量 20.64 t, 则单边总重为 $20.64 + 19.1 = 39.74$ t; 钢丝绳型号 40ZAB6V $\times$ 37S+FC1570ZZ(SS), 经检验单根绳最小破断力 1 272.35 kN, 3 根破断力综合为 $1\ 272.35 \times 3 = 3\ 817.05$ kN $\approx$ 381.7 t。

安全系数 $\delta = 381.7 / 39.74 = 9.6 > 8.74$ 。

(2) 新副井主提升钢丝绳悬挂长度为 900 m, 安全系数为 $\delta = 9.2 - 0.000\ 5 \times 900 = 8.75$ 。

新副井单台罐笼自重 12.5 t(包括上下吊挂及配重), 平衡扁尾绳(2 根)重量 17.8 t, 则单边总重为 $17.8 + 12.5$ t = 30.3 t; 钢丝绳型号 P8 $\times$ (4+9+NF), 经检验单根绳最小破断力 976.16 kN, 3 根破断力综合为 $976.16 \times 3 = 2\ 928.48$ kN $\approx$ 292.8 t。

安全系数 $\delta = 292.8 / 30.3 = 9.66 > 8.75$ 。

(3) 老副井主提升钢丝绳悬挂长度为 400 m, 安全系数为 $\delta = 9.2 - 0.000\ 5 \times 400 = 9$ 。

老副井单台罐笼自重 7.2 t(包括上下吊挂及配重), 平衡扁尾绳(2 根)重量 3.54 t, 则单边总重为 $3.54 + 7.2$ t = 10.74 t; 钢丝绳型号 P8 $\times$ 4+7, 经检验单根绳最小破断力 333.88 kN, 3 根破断力综合为 333.88×3 kN = 1 001.64 kN $\approx$ 100.1 t。

安全系数 $\delta = 100.1 / 10.74 = 9.32 > 9$ 。

因此, 安全系数符合《煤矿安全规程》相关规定。

3 方案实施

以主斗侧为例, 收短新主井已组副斗侧钢丝绳, 采用“3+1”收绳工艺只需要打两副长条卡, 然后对调绳器油缸进行打压、放压的办法收绳。

具体技术方案为: 收绳时采用打压 $\rightarrow$ 卸压的工作方式, 每次只收短一根钢丝绳。

(1) 将副箕斗提至上井口合适位置, 先在井口适当位置搭设大板作为工作台, 将副斗侧调整器油缸的阀门关闭, 在副斗侧井架南北放置 1 根 4 in 无缝钢管, 并挂好 3 套 $\phi 21$ mm 钢丝绳头及 3 台 2T 葫芦。

(2) 首先用油泵对副斗调绳器进行打压, 打压时应尽量将油缸打到底部, 然后将各个油缸的打压阀门关闭。

(3) 在天轮平台合适位置将副斗侧钢丝绳打两副长条卡, 并用白色油漆做好标记, 以便观察是否有串绳迹象。

(4) 用葫芦挂好要收短的一根主提升绳的桃形环勾头, 然后对此钢丝绳的调绳器油缸

进行卸压,直到此钢丝绳处于松弛状态。

(5) 依次拆除桃形环上卡板螺栓,用冲子冲松楔紧装置,再用另一台葫芦挂好需要收短的主提升钢丝绳副绳,使其张紧,此时应注意不可将主绳抽出桃形环。

(6) 先对收过的钢丝绳进行打压,按此步骤对其他 3 根钢丝绳依次进行收短,拆除长条卡,然后松开葫芦,最后再次对所有油缸打压调绳。

(7) 待 4 根钢丝绳全部收完后,下放 3 台 2T 葫芦,并拆除工作平台。

(8) 最后对箕斗进行对位、调整,完成此次收短主提升钢丝绳施工项目。

4 结束语

此施工方案可以进行常规的收绳、天轮开盖检查等检修作业,打破了以往起吊提升容器的作业模式,极大程度地改善了作业环境。在保证施工质量的同时,提高了施工安全系数,缩短了施工工期。

作者简介:郭金龙(1982-),男,甘肃西峰人,现于平煤股份十一矿机电科任助理工程师。

大涌水量下山采区回撤技术研究与应用

李成章

(冀中能源股份有限公司章村矿,河北 邢台 054000)

摘 要: 本文主要研究了大涌水量采区回撤时的特点,找到一种行之有效的科学的方法,实现采区安全快速回撤。

关键词: 下山采区;大涌水量;回撤

1 下山采区回撤的基本情况

章村矿四井 4225 下山采区自 1995 年开始开拓布置,2007 年 12 月基本回采完毕,该采区的正常涌水量 $410 \text{ m}^3/\text{h}$ 。正式回撤从 2008 年 1 月开始,2011 年 1 月结束,历时 3 年。回撤过程中需要做的主要工作有:需要将原来的设备、管路、电缆及其他大型材料全部回撤,另外在回撤过程中还需要将采区遗留的边角煤回采出来,提高资源回收率。但是由于采区回采几近完毕,巷道压力很大变形非常严重,原来的排水系统和设施基本不能正常运行,但涌水量并没有减小,怎样有效地做到排水的安全才是整个回撤工作的关键。

2 研究的主要内容

如何在上述条件下确保排水的安全,做到安全快速的回撤是本文研究的重点。

采区回撤过程中,原来固定的泵房、变电所由于地质条件的变化都已经不能正常使用,原来的排水、供电系统基本上已经失效,因此,需要重新建立能够适应回撤过程的排水、供电系统。该系统不仅要满足安全、可靠的条件,同时要具备机动灵活、移动方便、体积相对较小的条件,只有这样才能适应回撤的要求。

(1) 供电系统的设置

在回撤之前,原来的固定变电所由于巷道压力大,硐室已经严重破坏,此外由于回撤的需要变电所也需要拆除。但是在这个过程中生产负荷相对较小,只有排水、运输绞车、通风机等负荷,所以在负荷能够满足的情况下尽可能选择容量较小的移动变电站替代原来的变电所。供电的安全可靠是排水安全的前提,所以高低压供电都要实现双回路,根据现场的井巷条件,在适当的地方设置临时配电点。

(2) 排水系统的设置

采区回撤的过程是很复杂的,应有计划、分阶段地根据生产需要回撤,待回收全部完成后,最下端的排水系统才能往上撤。所以整个回撤的过程断断续续,属间歇型。基于上述因素,排水系统和设施需要具备如下特性:

① 采区排水系统要设置成多级排水,分段运行。

② 采区最下端设置临时排水系统。临时排水系统的水泵、管路要具备轻便、体积小、便于移动等特性。

(3) 采区最下端设备管路的布置及配备

① 排水设备:排水设备以固定水泵和大型潜水泵相结合的方式配备,充分考虑排水的可靠性和移动方便两个因素,配备各种水泵的数量(固定水泵运行稳定性好,但不便于移动,拆装繁琐;潜水泵运行稳定性差,易于损坏,但体积小,便于移动)。

② 排水管路:排水系统回撤的时候必须要快,因为涌水量大,回撤慢了下面的排水设施就会被淹,导致回撤失败。所以选择合适的排水管路非常重要。回撤时因为巷道断面很小,而涌水量大使用的排水管路管径也大,排水管路从拆除到运走工作量很大,占用很多的时间,拆除的管路如果不能及时运走很容易将巷道堵塞。因此,管路的选择除满足水量和水压的要求外,还要具备轻便和便于运输的特点。该采区回撤中采用的是聚乙烯管路。

③ 后路运输:由于回撤时巷道的压力非常大,巷道变形、底鼓很严重,原来的运输轨道已经不能使用,这给将来回撤带来很大的困难。所以运输要采用慢速绞车拖运回撤的较重的设备和其他器件。

3 回撤中需要注意的几个问题

大涌水量的下山采区回撤是一个异常艰难的工程,在施工中除按上述要求配备排水、供电设备及设施外,还应特别注意以下问题:

(1) 设备必须完好,各种电气保护必须安全可靠,必须确保施工的安全。

(2) 由于回撤时的排水系统很脆弱,日常管理要跟上,必须按制度定期检修,掌握设备的动态,发现问题及时处理。同时也要加强操作人员的管理,严格各项制度的落实,确保每台设备都能够正常运行。可在回撤的上部适当的地点放置足够数量的水泵、开关等设备。

(3) 局部通风机要确保双风机、双电源,需要时能够安全可靠地运行。

(4) 安排专人注意观察后路巷道顶板的变化,发现问题及时处理,确保后路的畅通和前方工作人员的安全。

4 结束语

章村矿四井 4225 下山采区从 2008 年 1 月至 2011 年 1 月一直处于回撤状态,历经 3 年,共计回撤 1 600 m,这其中安装、拆除临时排水系统 29 次,达到了安全可靠的要求,实现了大涌水量条件下的安全回撤。确保了回撤过程中煤柱的安全回采,实现了所有设备、大型材料的安全回撤。

综上所述,我们研究并提出了一种大涌水量下山采区的回撤技术,通过实践应用证明是安全可靠的,可操作性很强。

作者简介:李成章(1963—),男,河北新河人,冀中能源股份有限公司章村矿机电副总工程师。

KHT103 型后备保护系统存在的问题及其改造方案

周 磊,史二听,张远志,郑家军,牛海洋

(平顶山天安煤业股份有限公司十一矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:随着科学技术的逐步发展,矿用提升机技术也在不断进步。我矿斜巷现在所用的 KHT103 型后备保护装置已不能满足 JKP-2/1.5P 变频绞车的保护要求,故对 KHT103 型后备保护系统提出合理的改造方案以满足现用变频绞车的需要,从而保障提升机的安全运行。

关键词:后备保护;矿用提升机;PLC;轴角编码器

0 前 言

矿井提升机是矿井生产的重要环节,在矿井生产中占有极其重要的地位。为了保证生产和人员的安全,提升系统设备的安全保护必须可靠,一旦发生故障,后果不堪设想。提升机系统中的保护功能,只对提升系统的相关部分进行保护,而后备保护系统也具有这些保护功能中的主要部分,形成对某些重要性能的双重保护。

目前我矿某斜巷 JKP-2/1.5P 变频绞车所用后备保护主要存在的问题有:① 现用后备保护所用霍尔传感器与绞车轴编码器获取的速度位移数据偏差过大;② 后备保护深度失效保护装置灵敏度不高,并且只报警不立即制动;③ 现用后备保护没有变频绞车自带的一些保护,如错向保护、软件上下过卷闸间隙保护和松绳保护等;④ 没有跑车防护装置失效保护。

为解决这些问题,特采用 PLC 可编程控制技术,并在滚筒轴端编码器 PG1 和深度指示器上加装轴编码器 PG2,以获取速度位移信息。同时,PLC 可编程控制器由于具有抗干扰能力强、适应性强、性价比高、性能稳定、程序设定修改方便等优点,能够满足后备保护装置各保护性能的要求。

1 速度位移数据偏差大的改进方案

1.1 提升容器在斜巷中速度位移的测量方法

提升容器在斜巷中速度位移的测量方法可分为直接测量和间接测量两种。

直接测量方法中的高频雷达、激光或红外测距装置以及钢丝绳上充磁标记等方法,其优点是测量值不受钢丝绳打滑或弹性伸长、衬垫磨损等因素影响。然而由于井筒环境条件恶劣、提升容器位置的动态变化、安装传感器困难、技术难度大、成本高等原因,目前国内应用这类测量方法的条件尚不成熟。

间接测量方法则是通过测量滚筒主轴转角换算成提升容器在井筒中的位置,这类测量方法简单可靠,易于实现,是目前国内主要采用的方法。但这种检测方法的检测精度和分辨率与所选用的传感器有关,而且受钢丝绳弹性伸长、打滑、蠕动以及滚筒木衬垫磨损等因素影响。在采用这种检测方法时,要根据选用的传感器和产生误差的原因,采取必要的措施减少误差。因此,现将该后备保护装置在电机轴上的霍尔传感器获取速度位移信息,改为在滚筒侧加轴角编码器获取速度位移信息,以提高速度位移信息的准确性和可靠性。

1.2 轴角编码器的工作原理及优点

轴角编码器通过测量滚筒主轴的转动角度和圈数,然后将信息转换为速度位移信息发送给 PLC。卷筒旋转一圈,位置检测传感元件轴角编码器发出 1 024 个脉冲,设绞车的直径为 D ,则每个脉冲对应的距离(脉冲刻度)为:

$$\Delta s = D\pi / 1\,024 \quad (1)$$

脉冲刻度与计数模块所计脉冲数相乘即为实际提升容器行程,即:

$$S = a\Delta s \quad (2)$$

式中 a ——计数模块所计脉冲数位置值,通过监视器显示。

当滚筒衬垫使用一段时间后发生磨损或更新时,滚筒直径 D 将发生变化,脉冲刻度 Δs 也将随之变化,最终导致位置测量误差,因此需对滚筒直径进行校正。假设井口到井底整个提升行程距离为 S (定值),对应于井口和井底的计数脉冲值分别为 P_1 和 P_2 ,则滚筒实际直径为:

$$D = 1\,024S / \pi(P_1 - P_2) \quad (3)$$

位置计算程序将按照脉冲计数值的变化实时计算提升容器在井筒中的位置。同时,在井筒中设置同步开关,对行程进行同步校正,即用预置数取代计数模块中原有的计数脉冲累加值,从而实现精确的位置控制。

轴角编码器的优点是,精度高、体积小(拳头大小),可以丈量从几微米到几百米的距离。由于是光电码盘,无机械损耗,只要装置位置准确,其使用寿命往往很长,从而减少了维修量。

2 深度失效保护的改进方案

2.1 深度指示器的作用及其工作原理

指示器是矿井提升机运行中指示容器位置并起一定检测保护作用的部件,它的功用是:① 指示提升机在井筒中的位置;② 容器接近井口时发出减速信号;③ 当提升过卷时,切断安全回路,进行安全制动;④ 在减速阶段通过限制装置进行超速保护。

目前,我国单绳缠绕式提升机上的深度指示器有牌坊式(立式)和圆盘式两种。KJ 型提升机采用牌坊式,JK 型提升机可选用牌坊式和圆盘式任一种。对于多绳摩擦式提升机,采用带有零补偿机构的深度指示器。

我矿某斜巷 JKP—2/1.5P 变频绞车所用的深度指示器为牌坊式深度指示器。它的主要原理是:提升机主轴的转动由传动轴传递给深度指示器,使两根垂直的真丝杆以相反方向旋转,带动螺母指针上下移动。深度指示器丝杆的转数与提升机主轴的转数成正比,而主轴转数与提升容器在井筒中的位置是相对应的,因此指针的位置和提升容器的位置相对应。

提升容器接近井口到达减速位置时,螺母的移动通过信号拉条孔中的销子将信号拉条抬起,当信号拉条上的销子滑脱时,铃锤敲响,向司机发出减速信号。同时,在限速盘下部装有减速行程开关,发出声光信号,并使提升机投入减速进行。发生过卷时,螺母碰压深度指示器上部的过卷限位开关,或限速圆盘上的撞块碰压圆盘下部的过卷行程开关,进行安全制动。

2.2 深度失效保护的重要性

在《煤矿安全规程》第四百二十七条第五款规定:深度指示器失效保护装置,当指示器失效时,能自动断电并使保险闸发生作用。

在矿井提升机中深度指示器是一个重要的安全装置,它不仅反映提升容器在运行中的实际位置,而且多种安全保护装置也都在深度指示器上,一旦深度指示器发生故障不起作用,将最终导致重大事故,深度失效保护就是为了避免这种情况的发生。

2.3 深度失效保护的改造方案

KHT103 型现有的后备保护深度失效保护装置,是依靠深度指示器丝杠上的磁钢并由霍尔传感器感应磁钢将信息传给后备保护,在深度指示器失效的情况下该后备保护在运行 20 m 左右的时候才只报警而不立即制动,给提升机的安全运行埋下了隐患。为了改变这一状况,现在如图 1 所示的 Z₄ 齿轮轴轴端加装轴编码器,利用轴编码器精确度、灵敏度高等特点将准确的数据传送给 PLC。通过 PLC 的内部程序将编码器传送的信息转变为声光报警并断开提升机安全回路,达到深度指示器失效时能自动断电并使保险闸发生作用的效果,从而保证提升机的安全运行。

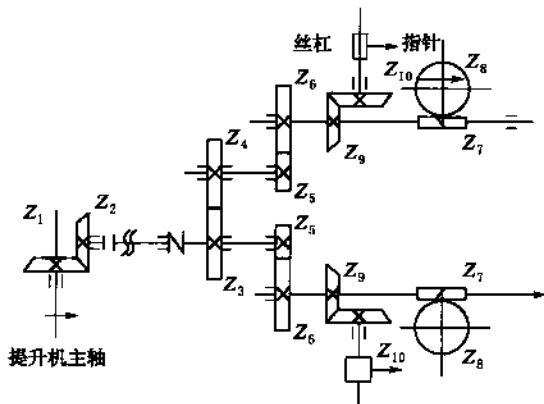


图 1 牌坊式深度指示器传动系统图

3 其他保护的改进方案

3.1 加设闸间隙保护、松绳保护、软件上下过卷保护和错向保护

后备保护,顾名思义就是在一些主要保护失效的情况下能够起到一个后备的作用。对于提升机来说,根据《煤矿安全规程》第四百二十七条规定,提升装置必须装设下列保险装置:防止过卷装置、防止超速装置、过负荷和欠电压保护装置、限速装置、深度指示器失效保护装置、闸间隙保护装置、松绳保护装置、满仓保护装置、减速功能保护装置。对斜巷提升后备装置来说应具有:防止过卷装置、防止超速装置、限速装置、深度指示器失效保护装置、闸

间隙保护装置、松绳保护装置、减速功能保护装置。KHT103 型后备保护装置没有将闸间隙保护、松绳保护串入其中,存在保护不完整的问题。由于我们采用了 PLC 可编程技术,因此除可将闸间隙保护、松绳保护串入其中外,还可以设定软件上下过卷保护和错向保护,从而提高该后备保护的性能。

3.2 加设跑车防护装置失效保护

根据《煤矿安全规程》的相关规定,斜巷运输下山必须安装跑车防护装置。任何设备都可能出现故障,假设跑车防护装置出现故障,司机没有发现这一情况而继续开车,此时又出现跑车,其后果不堪设想。因此在后备保护中加设跑车防护装置失效保护就显得非常必要。

我矿现在使用的跑车防护装置是陕西航泰电气有限公司生产的 ZDC30—2.2 型跑车防护装置。加设跑车防护装置失效保护的具体方法是,在下山各挡车栏升降驱动电机的两个位置传感器(跑车防护装置接收挡车栏收放到位的信息)处再加两个传感器,作为后备保护监视挡车栏升降状态的信号接收装置,两个传感器将接收到的信号传给 PLC。PLC 可根据矿车运行的位置和两个监视传感器接收到的挡车栏收放信息作出判断,如出现故障,则发出声光报警并断开绞车安全回路。

4 结束语

经过改造后的 PLC 后备保护系统要在原来后备保护的基础上,通过对其数据信号接收装置的改进和对其他保护的完善,从而大大提高了后备保护的可靠性。目前,该后备保护系统已经能够满足现有变频绞车的需求,实现了绞车运行过程的全程监控,为斜巷安全运输提供了必要的保障。

参考文献:

- [1] 李江成. 全数字电控系统在矿井提升机中的应用[J]. 电气传动自动化, 2005, 27(1): 41-43.
- [2] 曹喜生. 数字式提升机监控器的设计思路[J]. 电气传动自动化, 2005, 27(4): 24-26.
- [3] 范永胜. 电气控制与 PLC 应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [4] 张洪润. 传感器原理及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.

作者简介:周磊(1984-), 男, 大专, 毕业于河南理工大学机械学院, 现于中平能化集团十一矿机电科从事技术管理工作。

煤矿主井装载自动化技术

潘亚菲, 勇 辉

(河南平宝煤业有限公司, 河南 平顶山 467000)

摘 要:以河南平宝煤业有限公司主井自动装载系统为例,根据 PLC 的外围设备少,占地面积小、维护量少、安全程度高、易于实现自动化的特点,选用 PLC 为核心的控制体系对该井装载系统进行自动化实施。本文论述了自动装载的控制方式,总结了现代煤矿自动装载技术的要点及控制关键,对于运行过程中出现的典型问题进行了分析。

关键词:自动化;可编程控制器;定量装载

0 前 言

河南平宝煤业有限公司为了提高煤矿主井提升效率,而主井提升运行无人值守的自动化控制一直是煤矿追求的目标,为此采用全数字控制技术、计算机技术、电力电子技术、核子检测技术等先进技术,在解决提高全数字提升机电控系统的工作可靠性和安全可靠性以及定量装载控制和基于核子技术的卸载监视系统等诸多关键技术基础上,将全数字提升机电控系统和定量装卸载控制有机结合,构成了煤矿主井提升及装卸载综合自动化控制系统。

1 主井装载概述

主井定重自动装卸载控制系统是北京天地科技有限公司专为煤矿安全提升运输而使用可编程控制器研制的专用设备,该称重装置采用液压传递原理来确定装载重量,保证称重准确可靠,具有稳定性好,能够满足现场各种条件和工况要求等优点,是应用了传感器技术、微电子技术、可编程控制器技术等高科技的先进计量仪器。

定重装载控制系统是使用可编程控制器开发的,是利用 PR6201/1 称重传感器进行称重计量。根据事先设定的定重值,当定量斗装煤量达到设定重量后,自动输出控制信号,控制给煤机、皮带机和分煤器的运行状态,等待箕斗到位,提升箕斗到位后自动控制定量斗上的扇形门和发出允许提升机运行的信号,具有安全闭锁,防止同一箕斗重复装载等功能,避免发生因超载而出现的提升事故。同时,井底设备运行状态、信号状态、联络信号状态和定量斗装煤重量同步在提升机房显示,从而保证提升箕斗不超载也不欠载,提高提升机的运行安全和生产效率。

《煤矿安全规程》第三百八十二条“提升装置的最大载重量和最大载重差,应在井口公布,严禁超载和超载重差运行”,即要求严禁提升箕斗重载下放。

特别是提升箕斗卸载量的监测,现有利用拉力传感器对箕斗进行称重,称重装置安装在箕斗上,通过无线发射装置发射箕斗重量,可靠性较差,不能长期有效的工作。到目前为止,没有能够实际应用的成熟可靠的计量与监测手段,国内现有的主井卸载控制子系统,需要人工监视卸煤及转发信号,部分煤矿取消人工转发信号,没有从根本上采取卸载量的监控,造成提升箕斗滞煤下放安全事故的发生。

2 自动装载控制

2.1 系统组成

主井箕斗自动定重装载系统分为井上和井下两部分。为确保自动定重装载系统可靠运行,主井箕斗自动定重装载控制系统采用 SIEMENS 公司的 S7-300,配接 ET-200 分布的 I/O,PLC 的主站安装在井上,分站安装在井下装载,如图 1 所示。井上部分由 PLC 主站和工控机组成;井下部分由 PLC 分站,主、副定量称重传感器,系统状态灯光指示等组成。

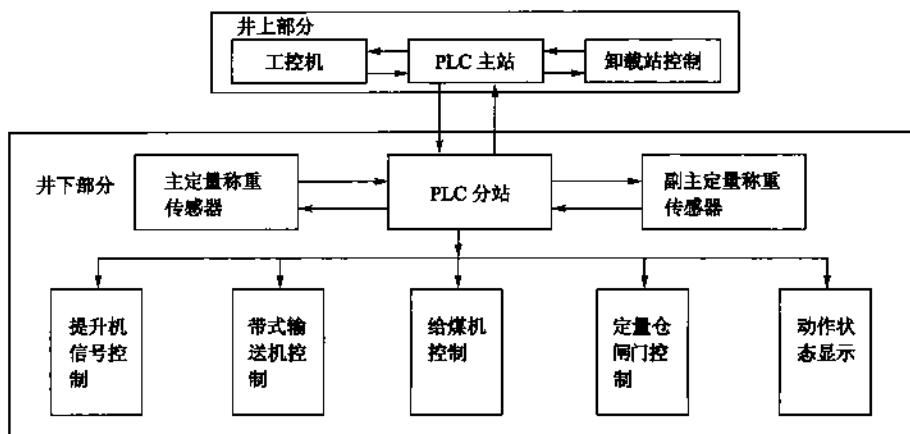


图 1

2.2 系统功能

(1) 自动控制及监测功能,本系统中装载设备及控制信号均由 PLC 控制,并受工控机监视。运行中的监测和装载记录在井上计算机屏幕上实时显示,并通过计算机查询装载记录。

(2) 闭锁功能:该系统可以通过 PLC 完成给煤机、带式输送机,定量仓闸门开、停(关)之间的顺序控制。闭锁功能有:① 带式输送机与给煤机的闭锁:带式输送机不开,给煤机不能开。② 定量仓定重,定时保护与给煤机的闭锁:定量仓满或装载超时,给煤机停、带式输送机停。③ 箕斗到位与定量仓闸门的闭锁:提升箕斗不到位,定量仓不满,定量仓闸门打不开。

2.3 网络通讯

主井装载网络通讯采用 DP 通讯,车房的 PLC 为主站,井下的 PLC 为分站,主站将信号传递给下井口的 PLC,由于下井口的控制装载必须有上井口的信号作为基础,所以上井口

的 PLC 的唯一作用是将绞车的一些控制信号传给下井口的 PLC,即主箕斗到位,副箕斗到位,正向提升,反向提升,松闸信号 5 路,传给下井口。主箕斗到位,副箕斗到位由于到位闭锁,正向提升,反向提升用于信号灯指示。松闸信号用于转载时的保护

2.4 工作原理

由安装在定量仓下的称重传感器和安装在操作台的称重显示器组成称重部分,把定量仓的装载情况传给 PLC 和工控机,由安装在各装载设备上的位置传感器将信号传给 PLC,由 PLC 控制实现检修、手动、自动运行方式和故障闭锁,报警功能及井下模拟盘显示,井上微机模拟显示装载设备的运行情况。

2.5 操作方式

定量装载系统分为手动方式、自动方式和检修方式 3 种工作方式供选择。① 检修方式:在检修或处理故障及其他特殊情况时采用检修方式,检修方式为单机运行不受程序闭锁限制。它是通过按钮控制(当无煤运行时),自由开停各装载设备。② 手动方式:手动方式也是通过按钮连锁工作方式,在相应的条件下,只能手动按钮使相应的设备运行或停止。③ 自动控制方式:当工作方式选择开关位置于自动控制时,PLC 将根据各传感器反馈的信息和提升状态返回的信号,发出相应的控制信号,从而实现对给煤机、带式输送机、定量仓闸门、提升信号等装载设备的自动控制,使整个工作过程有序自动完成。

3 PLC 自动装载控制技术要点

PLC 自动装载的技术核心分两部分,一部分为装载,即到位自动开仓门,以主箕斗为例(见图 2):

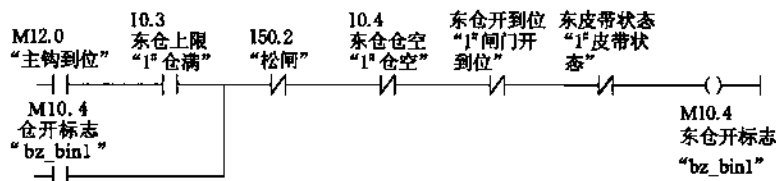


图 2

到位关仓门,同时发信号提升,如图 3 所示。

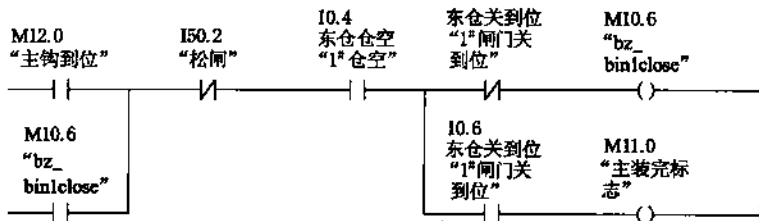


图 3

第二部分是给煤机、皮带控制:当发信号后,启动给煤机、皮带(见图 4)。

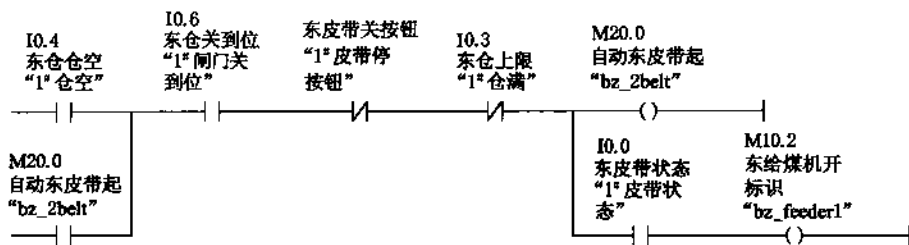


图 4

当仓满时,停止给煤机,皮带继续下次装载。以上就是自动装载的核心控制技术。

4 自动装载典型问题分析

4.1 称重仪表“漂移”

(1) 称重仪表本身有问题,或者是仪表受干扰都会引起仪表的漂移,解决的方法是换仪表或加强仪表的接地。

(2) 称重传感器有问题同样会引起仪表的漂移,如称重传感器固定装置有问题或者称重传感器本身有问题都会引起仪表的波动。因为仪表的现实是根据称重传感器的电流信号进行模数转换得来的,所以传感器有问题会直接影响仪表的正常工作。

4.2 重复装载

重复装载是指在正常装载后,又一次对已经装载过的箕斗进行二次装载的想象。防止二次装载有两种措施:一种是在程序中加脉冲定时器,即当箕斗到位时,脉冲定时器开始工作计时,在允许的时间内,允许开仓门装煤,当超过一定的时间(如 60 s)后,不允许装煤;另一种是利用到位闭锁实现。例如当主箕斗到位时装载完成,但箕斗未离开,那么程序不允许启动给煤机和皮带机。即在启动给煤机和皮带的程序上串上箕斗到位信号的常闭节点。

以主箕斗为例,程序如下:主箕斗仓空(常开)——主箕斗关到位(常开)……主箕斗上限(常闭)——主箕斗到位(常闭)——输出皮带起、给煤机起。

当箕斗离开时,常闭节点接通,而且仓门关到位,起给煤机和皮带。当箕斗不动时,箕斗常闭节点断开,无法起给煤机和皮带,就实现了避免重复装载的问题。

参考文献:

- [1] 廖常初. 现场总线的特点与发展趋势[J]. 电气时代, 2001(11): 17-18.
- [2] 廖常初. PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

作者简介:潘亚菲(1982—),男,2007年毕业于平顶山工业职业技术学院,矿山电子专业,2010年7月毕业于河南理工大学,获电气工程及其自动化专业学士学位,助理工程师,现河南平宝煤业有限公司从事技术管理工作。联系电话 13525397527,邮箱 woainifl415@163.com。

井筒防治水技术及装备

杨康伟,林 健,王媛媛

(平顶山天安煤业股份有限公司五矿,河南 平顶山 467000)

摘 要:众所周知,井筒是矿井的“咽喉”。随着矿山建设的发展,井筒治水工作不断加强,井筒治水技术也得到不断完善和提高,国内外大量井筒施工实践表明,水害是影响井筒快速施工中的关键因素,而立井又是煤炭开采的主要开拓方式之一,因此立井井筒施工及装备又是新建矿井的关键工程,其主要原因就是井筒所处的水文地质条件比较复杂,井筒开凿或建成后涌水量较大,严重影响施工及使用,甚至被迫停止使用而进行处理。

关键词:井筒;防治水;技术

0 引 言

井筒建设中常常遇到裂隙含水层,有时也会遇到溶洞、断层、软岩或碎带等复杂地质条件。这些复杂的地层中含水源丰富、涌水量大,是制约井筒建设速度和质量的关键因素,注浆是一种积极有效改善地质条件的技术手段,是特殊凿井经常采用的关键技术之一。

我国煤矿注浆技术始于20世纪50年代,60年代以后有了很大发展,地面预注浆是应用最广泛的注浆技术。据不完全统计,迄今煤矿井筒地面预注浆施工的井筒共为115个,最深859 m,工作面预注浆立、斜井井筒91个,北票冠山主井最大深度1 110.4 m,古交马兰矿主斜井最大斜长1 157.6 m,取得较好的堵水效果。多年来,煤炭行业非常重视注浆技术的研究,根据有据可查的资料,包括国家攻关项目,省级、部级、院、所、局、矿立题研究,并经过鉴定、评议和验收的项目共有59项,其中注浆材料9项,注浆设备10项,注浆方法或工艺40项。进入20世纪90年代后,我国在地面预注浆技术中取得了重大突破,综合注浆技术引进和研究成功,并取得越来越显著的技术经济效益。注浆技术已从注浆材料的“水泥时代”进入了“黏土时代”,注浆理论上突破了水泥注浆技术的惯性思维,具有划时代意义,是注浆技术的新发展、新突破,标志着地面预注浆技术进入了一个崭新的时代。

1 典型工程实例

(1) 谢李主井地面预注浆

淮南矿区谢李大井设计能力3.0 Mt/a,主井设计井径6.5 m,注浆前井筒涌水量800

m^3/h ,主井设计6个注浆孔,布孔圈径为9.8 m,浆液为黏土水泥浆,注浆总量7 380 m^3 ,施工后实测井筒剩余涌水量为8.6 m^3/h 。

(2) 张集矿主井、副井和风井地面预注浆

淮南矿区张集矿设计能力4.0 Mt/a,主井、副井、风井设计井径分别为6.0 m、8.0 m和7.0 m,注浆前井筒涌水量分别为341.85 m^3/h 、221.18 m^3/h 和249.56 m^3/h ,主井、副井、风井分别设计6个、8个和6个注浆孔,布孔圈径分别为9.4 m、12 m和11 m,浆液为黏土水泥浆,注浆总量分别为8 780 m^3 、8 206 m^3 和8 235 m^3 ,施工后实测井筒剩余涌水量分别为2.6 m^3/h 、3.4 m^3/h 和11.24 m^3/h 。

(3) 宣东二矿主、副井地面预注浆

下花园矿区宣东二矿设计能力0.9 Mt/a,主、副井设计井径分别为6.0 m、6.5 m,注浆前井筒涌水量分别为270 m^3/h 、292 m^3/h ,注入浆液为黏土水泥浆,注浆总量分别为13 234 m^3 、13 289 m^3 ,施工后实测井筒剩余涌水量分别为1.5 m^3/h 和1.5 m^3/h 。

(4) 唐口矿井副井地面预注浆

淄博矿业集团公司唐口矿井,位于山东省济宁市西侧,设计年生产能力为3.0 Mt。其中副井净径6.0 m,井深1 060 m,对基岩含水层地面预注浆处理。井筒基岩段涌水量约达627 m^3/h 。而井筒掘砌完后,井筒涌水量达73.28 m^3/h 。

主要注浆范围段为328~408 m、485~605 m、615~736 m、780~830 m、860~890 m、940~1 020 m。注浆方式首先采用下行注浆方式,对注浆段高进行帷幕注浆封水,对注浆段高范围外的明显出水点进行注浆直接堵水;然后再采用上行式注浆方式,对注浆段高进行复注帷幕封水,并对不同的井壁强度采用不同的注浆压力。这样不仅节省钻探工程量,缩短工期,又保证了井壁安全,还起到加固围岩的作用,将水量降到最少,注浆效果明显,同时遵循安全、可靠、效果好,工期短,投资少的原则。

根据副井筒特殊水文地质条件和井壁条件,分析副井壁后注浆堵水率低和回升率高的原因,选择高低压结合,深浅孔并用,复合、诱导注浆直接堵水的方式对副井井壁进行注浆堵水,采用“封、截、导”技术进行综合治理。

副井筒注浆堵水段高为垂深280~1 020 m,共529 m,打注浆孔1 354个,打孔深度累计达2 384.7 m,共注浆液565.5 m^3 。注浆后实测井筒漏水量8.2 m^3/h ,减小了矿井的排水量,副井筒内仅有少量淋水,延长了井筒装备寿命,改善了上下罐笼的环境。

2 五矿三水平新副井井筒治水方案论证

五矿三水平新副井井筒装备工程由煤炭工业部郑州设计研究院设计,该副井井筒主要技术特征:井筒净直径为5.0 m,井上锁口标高+216.5 m为±0.00,井底轨道面标高-650.0 m为井底±0.00,井深866.5 m,设计罐道梁及托架共计144层,提升方位角为158.25°,井筒地质水涌水量160 m^3/h 。井壁结构为混凝土砌筑形式,基岩段井壁砌筑厚度为350 mm。

井筒平面布置:该井筒装备一套提升容器及平衡锤,在提升容器两端布置组合罐道作为主要提升结构。井筒南侧为平衡锤提升间,井筒中间为罐笼提升间。南侧敷设动力电缆4趟,并且在平衡锤提升间内布置有通信信号电缆托架2套,布置 $\phi 219$ mm压风管路一趟;

北侧敷设有管子梁及动力电缆 4 趟, 安装一趟 $\phi 159$ mm 洒水管路及一趟 $\phi 219$ mm 引水管路。井筒平面布置如图 1 所示。

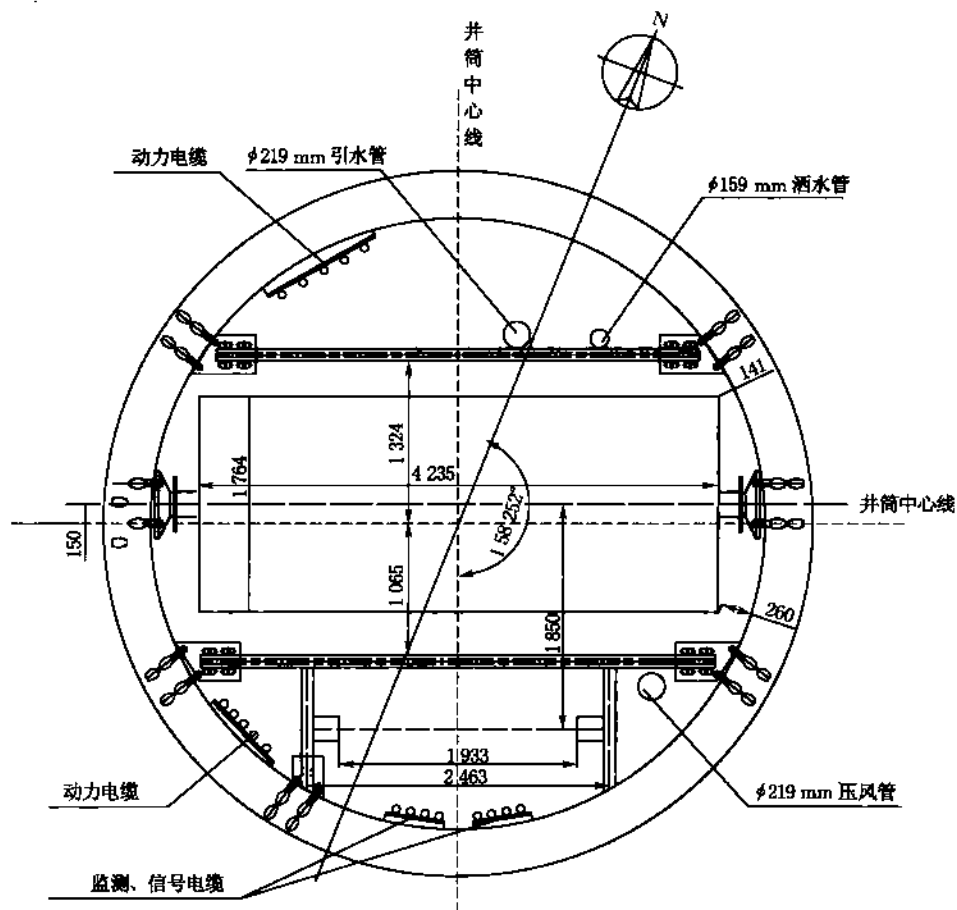


图 1 井筒平面布置图

五矿三水平新副井井筒壁结构为混凝土砌筑形式, 基岩段井壁砌筑厚度为 350 mm。井筒地质现有涌水量 $160 \text{ m}^3/\text{h}$, 针对现井筒装备施工及井筒治水进行以下分析和论证:

通过以上资料调查及研究, 认为现阶段, 我国注浆技术中取得了重大发展和突破, 综合注浆技术引进和研究成功, 已取得显著的经济效益。

根据矿建所提供资料及现场勘察, 井筒地质水现有涌水量 $160 \text{ m}^3/\text{h}$, 井筒主要含水层集中在 240~350 m 基岩段之间。人员站在罐笼上方进行勘察, 有 5~6 处通过井壁预埋导水管向外冒水, 落到 350 m 以下, 由于井筒内淋水太大, 井筒内根本无法交流, 井壁质量及漏水现象无法观察。

结合以上情况, 认为井筒装备前应先治水, 将井筒涌水量控制在 $50 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下, 然后进行施工安装。具体分析如下:

① 从技术理论方面分析: 采用“封、截、导”技术进行井筒治水综合治理的最佳方式, 能够达到治标、治本, 可从根本上、源头上解决井筒治水难题。

② 从质量方面分析:先治水,后进行井筒装备,可保证井筒装备质量,减少矿井的排水量,装备完成后,可延长井筒装备寿命,改善上下罐笼的环境。

③ 从施工工期方面分析:若先治水,后装备施工,可提前工期 40~60 天,井筒装备按惯例可在 140 天内完成施工。若井筒治水用 30 天,总工期时间相对减少。

④ 从安全方面分析:先治水,后进行井筒装备,可减少井壁雨水长期冲淋,井壁不至于受到破坏或变形,井筒装备使用寿命长,装备完成后,人员检修方便,提升运行可靠,改善了上下罐笼的环境,使用及维护安全性高。

主要方案:井筒装备期间,同步采取截水槽的方式截水、导水。

井筒装备期间,同时采取“L”形截水槽的方式将井壁淋水截流,用 $\phi 219$ mm 导水管将水引至井底,井筒装备施工的同时,同步完成截水槽、导水管的安装及固定。

由于井筒内安装构件较多,罐笼与井壁最小安全距离为 200 mm,截水槽需安装在井壁周围,顺井壁圆周分布安装,如图 2 所示。

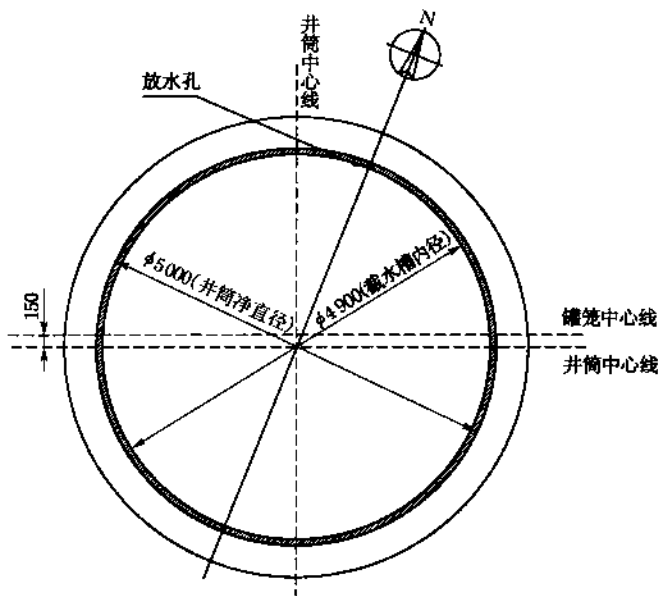


图 2 井筒截水槽平面布置图

根据井筒布置情况,设计为“L”形截水槽,宽 100 mm,高 260 mm,每层分六部分加工,如图 3 所示。

根据井筒地质水现有涌水量 $120 \text{ m}^3/\text{h}$,井筒主要含水层集中在 240~350 m 基岩段之间。在此段设置 20 道截水槽,每 6 m 设一处“L”形截水槽,对井壁淋水进行导水、引水。如遇到水眼时,可直接将其引至 $\phi 219$ mm 导水管内。

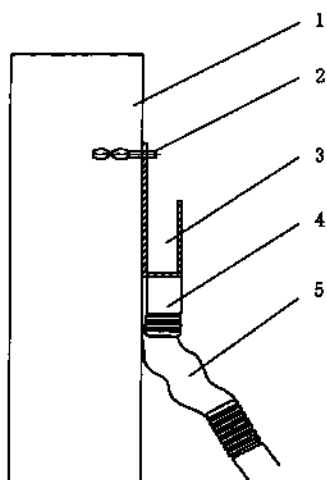


图3 “L”形截水槽

1—永久井壁;2—固定锚杆;3—水槽;4—流水嘴;5—放水管

作者简介:杨康伟(1982—),现从事机电管理工作。

林健(1984—),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作。

综采工作面突水井下注浆封堵施工技术及其装备

王育伟

(山西煤炭运销集团吕梁有限公司, 山西 孝义 032300)

摘 要:通过分析义棠煤业公司 100302 综采工作面突水机理, 采用井下打钻注浆堵水方案, 成功堵水。为具有类似条件工作面突水点的治理提供有益借鉴。

关键词:综采工作面; 涌水; 钻孔; 注浆

1 工作面突水情况概况

义棠煤业公司 100302 工作面开采 10[#] 煤层, 平均采高 2.4 m, 工作面长度 142.5 m, 轻型支架 95 架, 年设计生产能力 120 万 t。该工作面自投产以来, 顶板淋水不断, 总涌水量在 100 m³/h 左右, 2008 年 9 月 16 日, 工作面揭露两个断层(机头算起 56 m 处断层落差 2 m, 84 m 处断层落差 0.5 m), 断层面特征明显, 两断层中间为地堑。9 月 28 日在 78~85 m 处出现 7 m 长无煤区。9 月 30 日工作面无煤区扩大到 30 m, 这时工作面顶板漏水及漏泥沙和破碎岩块, 顶板很难控制。期间曾有过两次化学注浆。2008 年 10 月 27 日二班 23 时左右, 工作面煤壁底部出现小股涌水, 并且很快增大, 在很短时间内达到 200~300 m³/h。由于矿井排水能力不足, 10 月 28 日夜班凌晨 5 时左右, 工作面第 37 架到 95 架综采支架全部被淹。工作面取样化验证明涌水为奥灰水。

2 水文地质

10[#] 煤层位于石炭系, 煤层底板以下 18.8 m 为本溪灰岩, 本溪灰岩以下为奥灰。10[#] 煤层底板以下是黑及灰色页岩夹煤, 石灰岩, 灰白色砂质页岩含云母及不完整植物化石, 灰白色铝制页岩鲕状结构, 灰及灰白色石英砂岩。10[#] 煤层底板受构造影响, 次生构造较多, 岩层受积压, 特别是页岩变形较大, 抗压能力变弱, 裂隙发育。

3 涌水原因分析

多位专家的分析判断认为, 工作面局部处在两个断层之间所形成的地堑构造中, 断层破碎带导通了下面的奥灰含水层。该工作面底板涌水是由于地质构造造成的, 工作面涌水点标高 +510 m, 奥灰净水位标高 +540 m, 工作面涌水点静水压为 0.3 MPa。由于奥灰含水层含水十分丰富, 随着排水时间的延长, 过水通道会进一步畅通, 工作面涌水会越来越大。

4 堵水方案的确定

经相关专家和技术人员讨论共提出以下三种堵水方案:

4.1 地面打钻注浆方案

本方案利用矿井井上井下对照图,在地面找出 100302 工作面涌水点的位置,在找出的涌水点位置附近布置钻机,打钻注浆。在综采支架前的实体煤中,布置一排钻孔,孔数为 2~3 个;在支架后的采空区内布置钻孔二排,孔数为 4~6 个,在涌水点的周围,共布置钻孔三排,孔数为 6~9 个;钻孔深 200~250 m。首先利用地表钻孔,向工作面涌水点灌注大量河沙,让其掩埋涌水点附近的支架,隔离水泥浆,起到保护支架的作用。然后再把钻孔延伸到煤层底板,穿过本溪灰岩,针对本溪灰岩进行注浆,封堵“本灰”中的过水通道,达到封堵工作面涌水的目的。

优点:

- (1) 地面打钻注浆,施工安全。
- (2) 方法可靠,施工质量有保证,能够把大部分综采支架“拉”出来。

缺点:

- (1) 要求井上下对照准确。
- (2) 要求地面有钻场,并且实现“四通一平”。
- (3) 钻孔工程量大,工期长。

4.2 井下打钻注浆方案

该方案首先是在工作面前方的实体煤中,沿煤层底板掘一条注浆堵水专用的巷道。在巷道最前端,掘一 4 m×3 m 的钻场。在钻场内布置潜孔钻机或小型地质钻机,打附孔,钻孔进入过水通道附近,定量注入水泥—水玻璃双液浆。反复注浆,反复打孔,使双液浆结实体,在过水通道内充塞、堆积。最后加压注浆,达到封堵底板水的目的。方案实施前要砌水闸墙,把动水位变为静水位。

优点:工程量相对较小、工期短、见效快。

缺点:井下施工效率低,缺乏河沙保护可能会有部分综采支架被水泥浆注死。

4.3 冻结法施工

地面打垂直钻孔、建冻结站,下冻结管,利用人工制冷的方法,把井下密闭的静水冻成冰。利用人工打眼爆破方法破冰,进到工作面,拆出支架。

优点:方法可靠

缺点:工程量大,工序复杂,国内无先例。综采支架的油管、乳化液、阀等零部件会受冻损坏。拆架需化冰,比较困难;工作面恢复需要重新开切眼,重新安装支架。

经有关专家以及矿领导、技术员对以上三个方案的认真分析比对,最后认定方案 2 切实可行,决定采用井下打钻注浆施工方案。

5 注浆施工

5.1 一期堵水注浆

2008 年 11 月 14 日开始施工,经有关领导和技术专家决定在 4[#] 顺槽掘进补顺槽进行探水、堵水,开口位置距 4[#] 顺槽工作面煤壁 43 m 处以磁方位角 85°开口,沿着 10[#] 煤层掘进 49 m 后以磁方位 116°开口,平行于工作面掘进 18 m 后做探水注浆场所 10 m。前 67 m 巷道规格:长×宽×高=67 m×2 m×1.8 m,后 10 m 注浆工作场所巷道规格:长×宽×高=

10 m×4 m×3 m,前 67 m 支护采用液压支柱+木梁+金属网,注浆钻场采用工字钢+棚板+金属网。为了使采区工作面涌水由动态水逐渐变为静态水,在工作面两顺槽指定位置用料石砌筑两道密闭墙,墙体内预埋导水管。注浆施工平面图如图 1 所示。

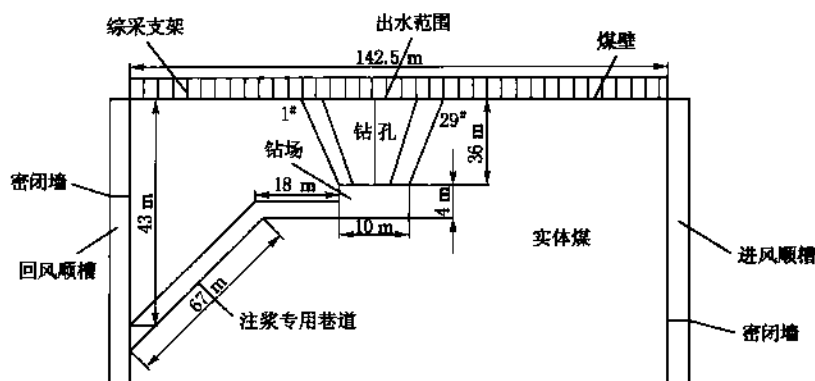


图 1 一期注浆施工平面图

(1) 布孔

钻孔采用“一”字形布孔法扇形布置,要求钻孔进入到“本灰”以下的地层中,严格控制钻孔深度,不能进入奥灰。钻孔不出水,可延伸钻孔,也可改变钻孔的方位,以钻孔出水为标准。

(2) 造孔

在设计注浆位置上打孔安装孔口管,用潜孔钻机、配 $\phi 90$ mm 锤头及 $\phi 50$ mm×1 000 mm 圆形钻杆,打孔、扫孔。打眼时注意出水位置及水量并做好记录。

(3) 注浆材料

注浆材料以水泥—水玻璃双液浆为主,少量注单液粉煤灰水泥浆。

水泥:用 P.O42.5 普通硅酸盐、新鲜、大厂水泥。

水玻璃:选用模数 2.8~3.1,浓度 45 Be' 以上的液体水玻璃。生产原料要求使用工业纯碱,土碱生产的水玻璃不能使用。

(4) 设备的选择

① 注浆设备选用 2TGZ—90/140 型双液调速高压注浆泵和 TL—200 型立式搅拌机。

② 造孔选用 QW100B 潜孔钻机,使用 $\phi 90$ mm、 $\phi 125$ mm 和 $\phi 146$ mm 锤头及 $\phi 50$ mm×1 000 mm 圆形钻杆。

③ 用 4 个 0.5 m³ 铁桶,分别装水玻璃原液、稀释过的水玻璃、水泥浆和清水。

(5) 注浆参数的选择

① 浆液的选择

水泥浆浓度为水灰比 1:1,水玻璃浆液浓度为 33~35 Be';水泥浆和水玻璃浆的体积比为 1:(0.5~1);双液浆的初凝时间调整到 30" 左右。双液浆在孔口混合,使用注浆泵厂原配混合器。

单液水泥浆的浓度为水灰比 1:(1~0.8)。

② 注浆终压的选择

注浆的开始阶段,以定量注浆为主。后期升压了,注浆终压 P 为: $P=(2.0\sim 2.5)P_0$ 。其中: $P_0=0.3\text{ MPa}$ 。注浆终压为 $0.6\sim 0.8\text{ MPa}$ 。

③ 注入量的选择

初始阶段,每段高每次注浆量不大于 3 m^3 。要达到封堵底板水的目的,要求反复扫孔,反复注浆。先注双液浆,升压后,再注单液水泥浆,单液浆要求严格控制注入量,防止浆液淹支架。

④ 注浆段高的选择

从孔口开始, 5 m 为一注浆段高。在一段高内,凡钻孔出水超过 $1\text{ m}^3/\text{h}$,停钻注浆,钻孔反复出水,反复注浆。

(6) 压水试验

注浆前压清水,根据压水流量和压力情况,判断钻孔和过水通道是否连通,测定钻孔的受注能力,决定液浆的种类和浆液的起始深度。检查周边是否有漏水现象。如有漏水,在注浆前进行处理。

(7) 注浆

根据压水实际情况进行注浆配比,现场配比掌握准确注液的初凝、终凝时间,并按地面配比试验数据的终凝时间进行注浆。根据注浆压力调整流量、浆液浓度,注意注浆压力,随变化而变化,达到设计注浆压力和堵水目的时,即可停止注浆。钻孔不到终孔深度,注浆时观察孔口的压力和泵的流量情况。钻孔达到终孔深度,注意控制注入量,每次注浆不超过 3 m^3 为宜。从注浆开泵开始到注浆结束,做好详细的注浆记录。

到 2009 年 1 月 13 日一期注浆完成施工,共固孔口管 29 个,钻扫注浆孔 29 个。注浆完成之后,经检查煤层底板的涌水已完全封堵,工作面 95 架支架基本完好。一期注浆情况见表 1。

表 1 一期注浆情况记录表

孔号	孔深/m	俯角/(°)	外偏/(°)	扫孔次数/次	水泥量/袋	粉煤灰量/袋
1	33	0	7(左)	5	978	无
2	37	0	0(左)	7	825	无
3	30	40	10(左)	8	1 198	无
4	29	40	7(左)	8	1 310	无
5	27	40	5(右)	5	300	无
6	28	10	5(右)	5	218	无
7	27	60	9(左)	6	244	无
8	25	50	25(左)	6	380	无
9	33	25	30(左)	5	262	169
10	42.5	30	37(左)	6	259	82

续表 1

孔号	孔深/m	俯角/(°)	外偏/(°)	扫孔次数/次	水泥量/袋	粉煤灰量/袋
11	34.5	33	43(左)	6	405	338
12	41	36	48(左)	3	96	105
13	41	38	53(左)	4	253	228
14	40	40	58(左)	5	126	51
15	37	41	62(左)	4	178	30
16	32	51	69(左)	3	124	72
17	37	19	5(左)	3	110	68
18	41	18	13(左)	3	126	60
19	39	17	20(左)	3	160	56
20	44	17	25(左)	3	109	26
21	38	32	55(左)	3	85	31
22	36	32	59(左)	7	405	161
23	42	16	16(左)	3	50	10
24	42	16	22(左)	4	138	19
25	42	16	27(左)	4	120	27
26	42	30	32(左)	5	118	37
27	40	16	24(左)	3	49	14
28	36	35	58(左)	3	22	无
29	36	35	62(左)	3	32	无

5.2 二期加固注浆

为保证安全顺利的撤出工作面的综采支架,经现场实地考察工作面前方陷落柱部位和坑透的异常区域的煤层底板仍需注浆加固,严防底板再次出水。回收综采支架要求工作面在目前位置向前推进 10 m,所以进行第二期注浆施工。二期注浆施工加固范围定为 15 m。4 月 14 日开始钻注工作,在工作面机尾方向,距陷落柱边缘 10 m 位置,在实体煤中掘进一条(高 2.5 m×宽 3 m)注浆专用巷道,方向垂直于工作面,梯形金属支架密集支护,巷道长 17 m。在专用巷道靠近陷落柱的一侧,用水泥砂浆和料石砌 400~500 mm 止浆墙,目的是固定孔口管和防止煤壁跑浆。在砌止浆墙的同时,在距离底板 300~500 mm 的高度上,在 15 m 长的范围内,均匀预埋 21 根孔口管, $\phi 108\text{ mm}\times 8\text{ mm}$,长 2.0 m。钻孔深度以超过陷落柱边缘,进入稳定基岩 2 m 为止。注浆材料以水泥单液为主,以水泥—水玻璃双液浆为辅。注浆二期于 5 月 15 日结束。施工示意图见图 2,注浆情况见表 2。

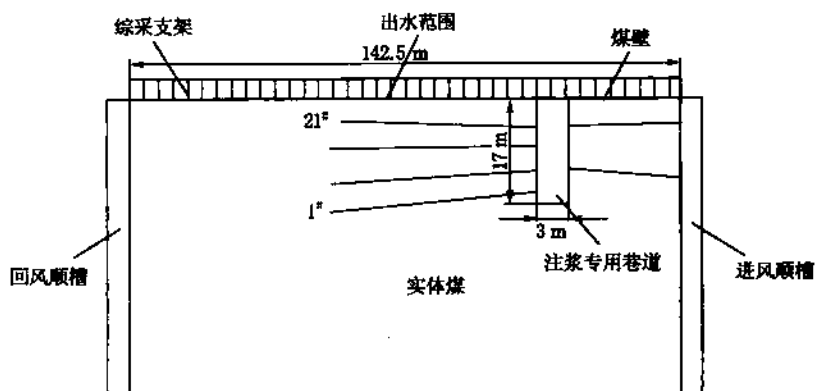


图2 二期注浆施工平面图

表2

二期注浆情况记录表

孔号	孔深 /m	俯角 (°)	俯角 /(°)	扫孔次数 /次	水泥量 /袋	单孔涌水量 /(m ³ /h)
1	33	0	15	4	408	8
2	37	0	15	5	613	40
3	30	0	15	4	110	6
4	29	0	15	8	1 600	10
5	27	0	15	5	388	10
6	28	0	20	6	342	6
7	27	0	20	6	412	3
8	25	0	20	11	632	50
9	33	0	20	4	84	6
10	42.5	0	20	10	996	3
11	34.5	外左偏 10	19	4	144	30
12	41	左 15	14	4	359	3
13	41	左 20	23	3	278	6
14	40	右 5	21	4	106	3
15	37	右 5	21	4	352	3
16	32	右 5	17	3	102	1
17	37		17	3	75	0.5
18	41		17	3	226	0.2
19	39		17	2	130	干孔
20	44		17	3	87	干孔
21	38		0	2	32	干孔

5.3 三期探水注浆

通过一、二期注浆施工,工作面陷落柱部分的大股涌水完全封堵,工作面向前 15 m 范围内已经加固。5 月 4 日发现距机头部分 50 m 处,工作面断层处仍有少部分淋水。为了保证综采工作面支架安全回收,决定实施 100302 工作面三期探水注浆施工。5 月 6 日八点班开始至 5 月 14 日八点班结束。共施工探水钻孔 9 个。探水孔涌水量达到 $2 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,停钻注浆。如钻孔不出水,一次达到终孔,注浆封孔。施工示意图见图 3,注浆情况见表 3。

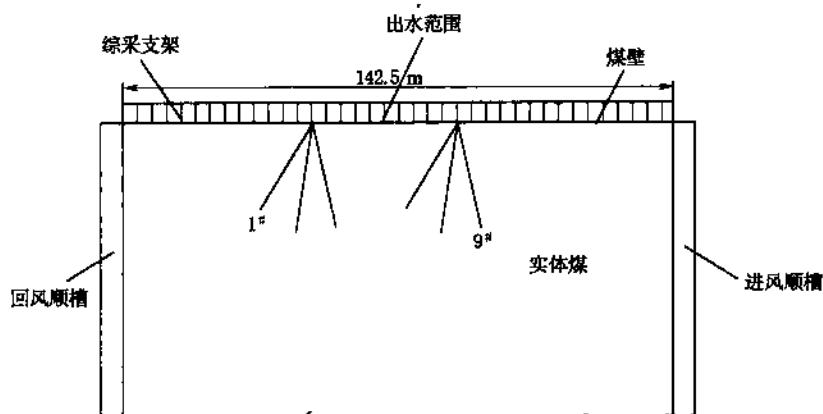


图 3 三期注浆施工平面图

表 3

三期注浆情况记录表

孔号	孔深 /m	俯角 /(°)	偏角 /(°)	单孔累深 /m	扫孔次数 /次	水泥量 /袋	单孔涌水量 /(m^3/h)
1	36	55	18	60	3	41	0
2	39	60	18	63	3	31	0
3	25	120	35	44	3	25	0
4	37	107	30	61	3	27	0
5	35	163	30	64	3	27	0
6	38	157	28	62	3	25	0
7	38	167	28	60	3	37	0
8	37	92	15	82	4	57	0
9	37.5	100	15	87.5	4	65	25

6 堵水效果

本工程于 2008 年 11 月 14 日动工至 2009 年 5 月 14 日结束,施工钻孔 59 个,突水点涌水完全封堵,工作面没有发现大量跑浆现象,95 架支架完好,取得了满意的效果。工程共消耗水泥 824.55 t,水玻璃 208 t,粉煤灰 39.3 t。注浆堵水工程圆满成功。

7 结束语

100302 综采工作面井下注浆堵水成功后,不但消除了突水对采区造成的威胁,恢复了工作面的正常回采,而且进一步加固了煤底板,解放了该面受水害威胁的可采资源储量。堵水成功后职工情绪高涨,矿井安全生产采掘接替得以正常进行,促进了企业的安全稳定。经济效益和社会效益十分显著,为企业挽回直接经济损失 5 000 余万元。此次堵水成功,我们初步掌握了注浆技术和注浆工艺流程,以及带压区域开采的方法和原则,为今后的防治水及安全生产积累了宝贵的经验。

作者简介:王育伟(1964—),男,山西吕梁人,山西煤销集团吕梁有限公司生产技术部部长,工程师,从事煤矿采掘方面研究。Tel:0358-7635190,E-mail:llmyschwyw@163.com。

竖井井壁治水综合治理法

王 健,张向东

(冀中能源股份有限公司邢东矿,河北 邢台 054001)

摘 要: 本文主要介绍的是邢东矿通过对国内竖井井壁防治水方法的考察,了解其方法,根据实际地质情况和淋水情况,独立研制出了一套行之有效的竖井井壁治水综合治理方案——井壁导水法和井壁截流法。通过其方法的实际应用,彻底的解决了邢东矿主井淋渗水问题。该方案施工简单,工期短,对井壁没有任何损害,投资少,效益高,治理效果显著,且可对收集到的水重新再利用等诸多优点。

关键词: 井壁淋水;钢管;软管;导水法;截流法

0 概 述

邢东矿主井井筒常年从井壁向外淋渗水,导致井筒中的永久性设备受到渗水的浸泡和冲刷,加快了设备的损坏程度,减少了设备的使用寿命,致使设备提前进入更换期和永久性的设备损坏后无法进行修补,矿井提升系统不能正常运行,严重影响矿井的安全和生产。

井筒作业这种特殊行业中,工作环境是影响作业质量和作业安全的一个重要因素。维修工在对井筒中的设备进行检查时,井壁淋水、渗水给维修工作带来很大不便,无形中增加了作业的危险性和困难度。

邢东矿治理井壁淋水、渗水其首要目的是把井筒中的设备从淋水中解救出来,延长设备的使用寿命,确保矿井提升系统的正常运转。其次是改善维修工的作业环境,因为在淋水中工作给维修工带来了很多的不安全因素,工作环境是影响作业质量和作业安全的一个重要因素。

1 国内各矿井壁防治水基本采用注浆法

(1) 中深孔注浆、深孔放水

将中深孔和深孔两个孔为一组,深孔 5.0 m 为放水孔,中深孔 3.5 m 为注浆孔,注浆孔预埋相应长的注浆插管。每组注浆孔头相近、尾相离。注浆孔排与排之间反方向斜切线布置,以尽可能贯穿较多的裂隙,施工方式为上行式。优点:水压、水量得到释放,使井壁最大可能只承受注浆压力;注浆插管将井壁与围岩连成一体,起到预防井壁破裂的作用;两管不同深度注浆形成的注浆帷幕较宽,封水效果较好。缺点:造孔深度大,孔数多,施工工艺较复杂,工期较长,注浆插管不易拔出。

(2) 管缝式锚杆锚固法

管缝式锚杆属全长膨胀摩擦式锚固,是一种快速传递主体结构的支护应力至深部稳定岩层的主动支护方式,能较好地满足协调变形和先柔后刚的要求,应力以点荷载形式转化成面荷载,均匀分布在支护物(围岩)结构上,使被动支护体受到更均匀的挤压。由于锚固力的作用改变了加固区井壁的应力状态,提高了井壁与围岩的整体性和内在抗力,因而有效地控制了井壁剪切及变形破裂的发展,保证了被加固井壁结构的稳定及注浆封水的效果。优点:改变了井壁的受力状态,增加了井壁的抗张、抗压强度,有效地预防了井壁在注浆时因大面积受压而破裂,保证了壁后封水注浆的效果,工艺简单,便于操作。缺点:造孔较多,井筒装备时固定罐道梁孔可能与锚杆孔相重合,给造孔带来不便。

(3) 返修井壁法

将此段井壁人为破坏开挖,再依据工程地质与水文地质条件,重新将此段井壁的结构设计成钢筋混凝土井壁,增加井壁厚度,提高混凝土标号,使其能承受壁后的动水压及注浆压力。将壁后涌水用预埋导水管的方法导出,待井壁混凝土达到强度后进行壁后注浆。优点:井壁的整体性好,抗压、抗张强度高,不易发生井壁破裂,封水效果好。缺点:工期长,工艺复杂,材料消耗量大。

2 邢东矿地质及井筒水文地质概况

2.1 主井构造简介

(1) 地层产状

主井地层基本完整(第四系厚 231.3 m;上石盒子组厚 486.7 m;下石盒子组厚 72.5 m;山西组厚 31.5 m)。岩层走向 ES,倾向 NE,倾角 $11^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 。马头门处岩层倾向 NW,倾角 16° 。

(2) 断层

二叠系上统上石盒子组四段,井深 282.7~294.7 m 出露一断层。产状:倾向 $ES60^{\circ}$,倾角 55° ,落差 0.5~1.2 m。断层带特征:宽 0.3 m,发育断层泥滑面及砂质泥岩透镜体。两盘岩石为泥石及砂质泥岩,紫红色、花斑状、受断层挤压影响,裂隙发育、岩石破碎。

二叠系上统上石盒子组二段,井深 568~581 m 出露一断层。产状:倾向 $NW70^{\circ}$,倾角 61° ,落差 1.3 m;断层带特征:宽 1.2 m,由砂岩角砾及砂岩碎末组成,滑面发育。

(3) 破碎带

上石盒子组二段:井深 466.1~487.7 m。岩性为泥石及砂质泥石,呈紫红色、灰绿色花斑状,裂隙及滑面发育,岩石挤压破碎。

2.2 井筒淋、渗水概况

根据主井筒实际揭露的水文资料,主井穿过的含水层可分为两大部分,第四系砂砾石含水层和基岩段砂岩含水层,其中第四系冲积层采用了冻结法施工;基岩段采用了地面预注浆的施工方法,关于含水层的层位分布、厚度及埋藏深度等特征与井筒检查孔提供基本一致,因而不冉详述,这里只就施工中实见的出水部位情况自上而下分述如下:

(1) 第一个出水部分位于上石盒子组四段,井深 214 m 处,井筒东北部,出水较集中,出水性质为砂岩裂隙水。涌水量 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右。

(2) 第二个出水部位位于上石盒子组三段,井深 430~441 m 处,靠井筒北部出水较分

散,出水性质为砂岩裂隙水。涌水量 $2 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右。

(3) 第三个出水部位位于上石盒子组二段,井深 485 m 处,靠井筒南部,出水性质砂岩裂隙水。涌水量 $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(4) 第四个出水部位位于上石盒子组二段,井深 521 m 处,出水较分散,出水性质砂岩裂隙水。涌水量 $0.3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(5) 第五个出水部位位于上石盒子组二段下部,井深 578 m 处,靠井筒西南,出水点集中,出水性质砂岩断层水,水中含砂发浑。涌水量 $1.7 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(6) 第六个出水部位位于上石盒子组二段下部,井深 583 m 处,靠井筒东北部,出水点集中,出水性质砂岩裂隙水。涌水量 $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

距离主井口约 270 m 处开始有渗水,在 430 m 左右较严重,水沿井壁下流至井底,现在下部各含水层具体出水情况难以观察,初步估计邢东矿井筒总涌水量约为 $8 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右。主井作为回风井,在风力的作用下出水在下流过程中,部分出水离开井壁与罐道梁等井筒装备发生碰撞,水滴布满整个井筒,使整个井筒范围内形成淋水。

3 井筒渗水治理方案

根据井筒出现的淋、渗水现状,我们经过研究决定,采用井壁导水和截流综合治理法对井壁的渗水进行治理。

对于明显出水点:首先查明出水点位置和测量范围尺寸,提前加工特制的钢管,根据加工的钢管安装螺栓孔的尺寸,在井壁出水位置上下钻眼,并预埋螺栓。由于出水压力不大,在出水点处打 300 mm 深直径为 $\phi 22 \text{ mm}$ 的眼,用特制的钢管加软管的安装方式,把水引到在井筒中敷设的主排水管中,最后主排水管把水引到井底。特制的钢管使用 $\phi 25 \text{ mm}$ 钢管,在管子中央开一 $\phi 10 \text{ mm}$ 的圆孔,安装时,使圆孔对准出水点,并在钢管与出水点之间垫一层橡胶垫,以防渗漏。主排水管使用 $\phi 50 \text{ mm}$ 胶管做主排水管,安装到梯子间合适位置,每隔 5 m 吊挂一次。如图 1 所示。

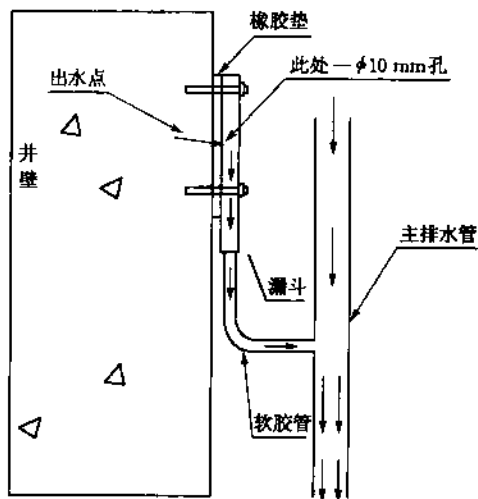


图 1

对于延井壁下流的出水位置我们采用井壁截流法。在井筒的各渗水严重的地段,按井筒的弧度使用 5 mm 塑料板加工若干段导水槽(宽 100 mm,高 150 mm),沿井壁环形螺旋状向下倾斜 5° 安装,然后使用膨胀螺丝把导水槽安装到井壁上,在导水槽与井壁之间的加橡胶垫密封,使渗出的井壁水沿导水槽向下流。在最下一段导水槽末端,安装一个漏斗,尾部使用橡胶软管与主排水管连接,用于将收集到的水流至主排水管中。如图 2 所示。

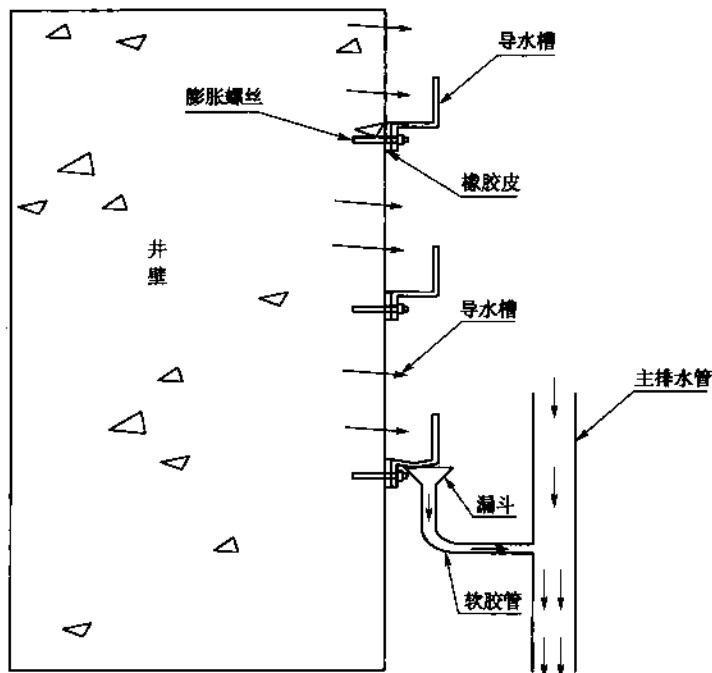


图 2

4 结 论

(1) 此项目以导水法与截流法相结合的综合治理方案使井筒中的淋、渗水问题得以解决,使得井筒中不再存在设备淋、渗水问题,延长设备的使用寿命,确保矿井提升系统的正常运转。其次是改善了井筒维修的作业环境,从而提高了井筒的维修质量,保证了井筒维修工的工作安全。与国内其他矿井的井壁治水的方法相比,此治理方法实施简单,治理效果显著,工程量小,对井壁没有任何损害,耗资少,治理用时短,很快就能获得治理效果,对主井的提升不受任何影响,并且收集到的水也可以再次利用。

(2) 推广应用价值及前景:通过导水法与截流法的综合应用,使得邢东矿井筒淋水的问题得到了彻底地解决。目前这种治理方法在全国也是首例,其施工简单,工期短,对井壁没有任何损害,投资少、效益高,治理效果显著。

参考文献:

- [1] 牛兴堂. 河北省邢台矿区市邢东勘探区精查地质报告[R]. 河北省煤田地质勘探公司第二勘探队, 1984.
- [2] 王峰青. 冀中能源股份有限公司邢东矿矿井水文地质类型划分报告[R]. 河北工程大学科技研发中心, 2010.
- [3] 徐明武, 张东强, 王远征. 立井井筒过致密砂岩含水层注浆技术及效果评价[C]//第四届全国煤炭工业生产一线青年技术创新文集, 2009.
- [4] 赵杰, 薛怀军. 注浆堵水技术在井壁防治水中的实践与探索[J]. 山东煤炭科技, 2010(1): 172, 174.
- [5] 李振林, 冯耀挺, 王西才, 等. 煤矿井筒涌水及注浆治理技术[C]//安全高效矿井建设与开采技术——陕西省煤炭学会学术年会论文集, 2010.
- [6] 翟所国, 赵庆民, 王茂亭, 等. 立井井筒砂岩水特性分析及治理方法[J]. 山东科技大学学报, 2004(2): 15-18.
- [7] 刘洋, 李凯, 王振荣. 矿井涌水量计算方法评述[C]//高产高效煤矿建设的地质保障技术——陕西省煤炭学会学术年会论文集, 2009.

作者简介:王健(1977—), 男, 机电助理工程师, 山东曲阜人, 1997年毕业于石家庄煤炭工业学校机电专业, 2001年毕业于河北工程大学, 机电一体化专业, 现任冀中能源股份有限公司邢东矿动力科副科长。

张向东(1964—), 男, 辽宁省辽阳市人, 2001年毕业于河北煤炭管理干部学校, 机电专业, 现任冀中能源股份有限公司邢东矿动力科副科长。

信、集、闭系统在煤矿机车运输大巷中应用的探讨

霍志涛

(冀中能源章村矿机运区,河北 邢台 054001)

摘要:通过对煤矿井下机车运输中信、集、闭系统应用现状的了解,结合本单位井下机车运输大巷信、集、闭系统的成功应用,提出了优化和改进系统的一些见解。

关键词:机车运输;信、集、闭系统;优化和改进

1 引言

为保障运输安全、提高指挥效率、增加经济效益和顺应社会的发展,在井底主要运输大巷安装煤矿机车运输监控系统,这对进一步加强矿井的安全生产、提高运输效率及企业信息化建设有重要意义。

在安装信、集、闭系统的矿井中多数都没有充分发挥好信、集、闭系统的作用。信、集、闭系统是采用工控机来控制 and 监测信号灯、司控道岔,实现进路区间的自动开放、自动闭锁,提高列车的通过能力,保证各种列车的安全运行,实现安全高效运输。调度员根据显示的各类信息,及时全面掌握电机车运行状况,实现电机车运输的自动化调度。

章村矿三井机车运输大巷安装了 KJ221 煤矿机车运输监控系统,经过近一年的运行,系统正常发挥了应有的作用,实现了安全高效运输。但其中也有些不足之处有待进一步改进和完善。

2 优化和改进系统的一些见解

(1) 供电方式

煤矿井下受环境影响通常停电的次数和停电的区域不确定,系统供电若采用就近 127 V 照明电源分散式供电,照明电源的可靠性较低,影响系统的正常运行。若采用架线逆变供电要优于前者,架线停电则系统失电,电机车也不能运行,不会影响到系统的正常运行,但多了一个逆变环节,可靠性不高。最优方案是采用专用变压器、专用线路供电,且变压器一次侧采用双回路供电,可靠性最佳。

(2) 司控道岔

司控道岔较常用的从驱动形式大致分为气动式和电动式两种,电动式司控道岔因线路较复杂、防挤岔、过载等能力不强,故障率较高,不太适合井下环境的使用。而气动司控道岔结构简单工作可靠,维护、维修方便,防挤岔、过载等能力强,且在气缸拉杆处采集岔位信号,

使岔位显示器准确显示实际位置,可靠性较高,较适于信、集、闭系统配套使用。

(3) 传感器

传感器是决定信、集、闭系统能否可靠运行的关键。每一台电机车的运行位置、运行状态,都要靠传感器来准确的传给主控机,否则信号灯及司控道岔就不能按照既定方案执行命令。传感器主要有轨道计轴式、感应式、接近开关式、上下移动式 and 偏移式等。通过分析使用接近开关式与感应式两种传感器配合使用效果最好,在机车运行的每个区段两端使用可靠性最高的接近开关式可对机车进行精确定位提高整个系统的可靠性,在区段中途使用无动触点的无线感应式传感器可节省布线,节约成本且减少维护量,这样效果最佳。

(4) 控制方式

信、集、闭系统对道岔、信号灯的控制方式一般分为调度员集中控制和全自动程序控制两种方式。全自动程序控制方式可减轻调度人员的工作强度,但遇有传感器损坏、线路故障等问题时将严重影响行车安全和效率,不可取。调度员集中控制要配备良好的机车通讯及关键部位的摄像监控提高可靠度,可实现可靠、安全的运行,当系统发生故障时,还应增加司机现场遥控司控道岔的方式,不至于影响正常的生产工作。

(5) 合理的区段划分

在区段和进路划分时应从实际出发,兼顾安全和效率,把区段划分得小一些,机车运行时可在每个小区段灵活解锁,提高机车的运行效率。如果区段划分的太长,一辆机车进入后,其他机车等到该机车离开后才可进入,会影响到系统的效率。

3 结 语

信、集、闭系统只有从各矿的实际情况出发,选择适合的供电方式、司控道岔装置、信号灯、传感器,从可靠性出发兼顾效率的优化控制方式和区段划分,才能在煤矿机车运输大巷中发挥重要作用。

作者简介:霍志涛(1983),男,河北省石家庄市井陉矿区,现冀中能源章村矿机运区副区长,助理工程师。

金凤煤矿主要通风机启动运行通风方案设计

张德志

(神华宁夏煤业集团冯记沟煤矿、金凤煤矿筹建处,宁夏 盐池 751504)

摘 要: 金凤煤矿依据建井工程实际,按照《金凤煤矿初步设计说明书》与《煤矿安全规程》规定,及时地完善井上、下通风机房、风硐及风门等通风设施的建造,合理地运用主斜井进风、回风斜井回风的初期矿井主要通风机启动运行通风方案,为金凤煤矿二期工程的顺利建设提供了有力的保障。

关键词: 金凤煤矿;主要通风机运行;通风方案;设计

1 引 言

神华宁夏煤业集团金凤煤矿位于宁夏吴忠市东南,行政区划属吴忠市盐池县冯记沟乡管辖。井田南北走向长 11.5~12.0 km,东西倾向宽 1.9~3.5 km,面积为 41 km²。全井田共获得资源储量总量 718.54 Mt,设计资源储量 522.40 Mt,可采储量 359.45 Mt。矿井采用走向长壁综合机械化一次采全高采煤法,全部垮落法管理顶板;煤层厚度大于 4.5 m 时采用综采放顶煤采煤方法。矿井设计生产能力 4.00 Mt/a,服务年限为 64.2 a。该矿井属于低瓦斯矿井,但煤尘具有爆炸危险性。

2 系统概况

2.1 主要通风机运行前通风系统概况

金凤煤矿矿井开拓方式采用斜井单水平上、下山开拓,在井田中部工业场地内布置三条井筒,即:主斜井、副斜井和回风斜井。通风方法采用中央并列式,通风方式为抽出式,目前共有四个掘进工作面施工(即缓坡副斜井、中央回风大巷、主副井井底第一联络巷和 011802 工作面回风巷),均采用地面安装局部通风机供风,其通风情况见表 1。

表 1 全负压通风前各用风地点通风情况

用风地点	巷道断面/m ²	风速/(m/s)	风量/(m ³ /min)	备注
011802 工作面回风巷	16.00	0.35	338	局部通风机供风
中央回风大巷	17.32	0.38	395	局部通风机供风
主副井井底第一联络巷	16.00	0.31	298	局部通风机供风
副斜井回风流	18.24	0.29	317	局部通风机供风
临时变电所	12.68	0.15	114	负压(自然)通风

金凤煤矿井下通风设施均已完善,可满足全负压系统运行时的要求。目前,共有 18 道隔断门、4 道永久调节风门,详见主要通风机运行前的通风系统图(图 1)。

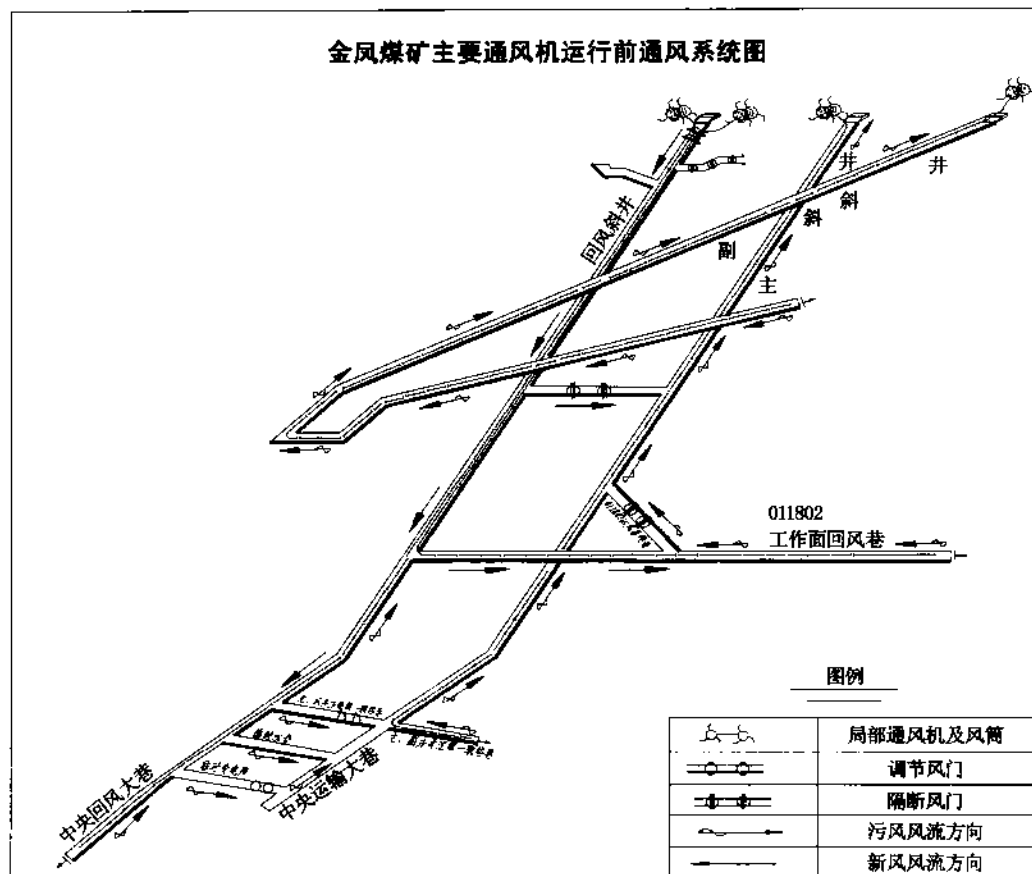


图 1 主要通风机运行前通风系统图

2.2 主要通风机运行后通风系统概况

(1) 金凤煤矿设计采用中央并列机械抽出式通风,主斜井进风,回风斜井回风。

(2) 全负压通风系统形成初期,井下共计布置四个掘进工作面,分别为中央回风大巷、011802 辅助运输巷、011802 工作面回风巷和主副井井底第一联络巷,局部通风机分别安装在井下相应的进风巷道内,详见全负压通风系统试运行后的通风系统图(图 2)。

(3) 掘进工作面安装的局部通风机为双风机双电源,在实现“三专两闭锁”的同时,所有局部通风机要求均能自动切换。

(4) 风量分配计划:

每个掘进工作面需风量,应按瓦斯、二氧化碳涌出量和爆破后的有害气体产生量以及工作面气温、风速、人数以及通风机的实际吸风量等规定分别进行计算,然后取其最大值作为该掘进工作面的需风量。目前这 4 个掘进工作面的配风量分别如下:

① 011802 风巷(按瓦斯/二氧化碳涌出量和人数等计算均太小,故直接按局部通风机

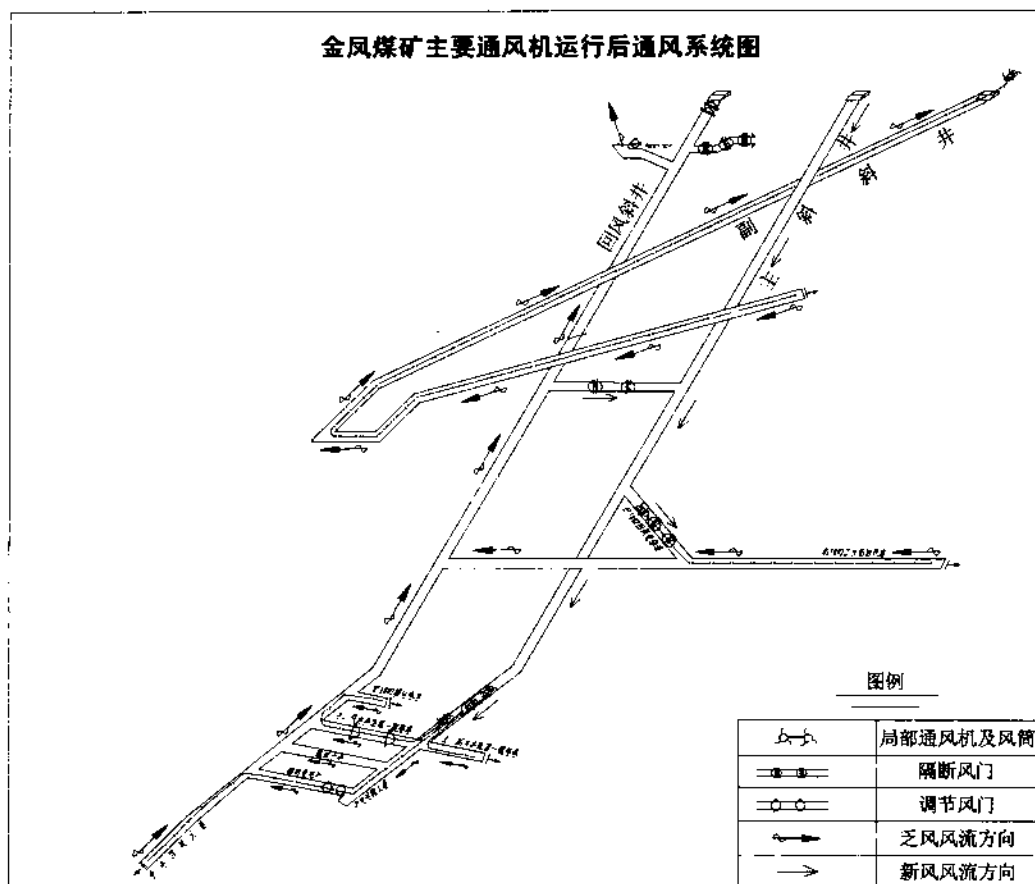


图2 主要通风机运行后通风系统图

实际吸风量计算)：

a. 局部通风机实际吸风量计算：

$$Q_{\text{掘}} = Q_{\text{扇}} \times I_i + 60 \times V_{\text{安}} \times S_{\text{安}}, \text{m}^3/\text{min}$$

式中 $Q_{\text{扇}}$ ——局部通风机的实际吸风量, m^3/min ;

I_i ——掘进工作面同时通风的局部通风机台数;

$V_{\text{安}}$ ——局部通风机吸入口至局部通风机供风井巷回风口之间的风速, 煤巷取 ≥ 0.25 m/s , 岩巷取 ≥ 0.15 m/s ;

$S_{\text{安}}$ ——局部通风机吸入口至局部通风机供风井巷回风口之间的巷道断面, m^2 。

所以,

$$Q_{\text{掘}} = Q_{\text{扇}} \times I_i + 60 \times V_i \times S_i = 200 \times 1 + 15 \times 16 = 440 (\text{m}^3/\text{min})$$

b. 按风速验算

$$60 \times 0.25 \times S < Q_{\text{掘}} < 60 \times 4 \times S$$

$$15S = 15 \times 16 = 240 (\text{m}^3/\text{min})$$

$$240S = 240 \times 16 = 3840 (\text{m}^3/\text{min})$$

确定该掘进工作面风量 $Q_{掘}=440 \text{ m}^3/\text{min}$, 因为 011802 辅运巷也是煤巷, 其断面大小、局部通风机吸风量与 011802 风巷一样, 经计算其需风量也为 $440 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

② 中央回风大巷、主副井井底第一联络巷均为岩巷, 按以上公式计算并经风速校核(岩巷最低风速为 0.15 m/s), 其风量分别为 $356 \text{ m}^3/\text{min}$ 和 $344 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

所以, 掘进工作面总需风量 $\sum Q_{掘}=440+440+356+344=1\,580 \text{ (m}^3/\text{min)}$ 。

③ 硐室风量: 金凤煤矿井下独立用风的硐室有 2 个, 即临时变电所和临时水仓, 其用风量均为 $100 \text{ m}^3/\text{min}$; 其他风量: 金凤煤矿井下其他用风地点有 1 个, 即主风井井底第一联络巷, 其用风量为 $100 \text{ m}^3/\text{min}$ (经验值)。备用风量: 考虑到近期还将开掘 4 个掘进头, 其需风量分别按 $350 \text{ m}^3/\text{min}$ 计算, 小计为 $1\,400 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

④ 金凤矿井总需风量为:

$$\begin{aligned}\sum Q_{矿井} &= (\sum Q_{掘} + \sum Q_{硐} + \sum Q_{其他} + \sum Q_{备用}) \times K_{矿通} \\ &= (1\,580 + 200 + 100 + 1\,400) \times 1.10 \\ &= 3\,608 \text{ (m}^3/\text{min)}\end{aligned}$$

取 $3\,610 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

通过以上风量计算, 确定金凤煤矿目前矿井需风量为 $3\,610 \sim 4\,300 \text{ m}^3/\text{min}$ (具体见表 2)。

表 2 全负压通风系统形成后井下各用风地点实测风量分配表

用风地点	供风方式	配风量/(m^3/min)	备注
总进风	全负压风	3 800	
011802 回风巷	局部通风机供风	450	
011802 辅助运输巷	局部通风机供风	430	
中央回风大巷	局部通风机供风	330	
主副井井底第一联络巷	局部通风机供风	350	
临时变电所	全负压风	110	
临时水仓		1 700	主要回风道
主风井井底第一联络巷	全负压风	90	
总回风	全负压风	3 910	

3 全负压通风系统试运行及系统调整工作安排

为保证全负压通风系统试运行工作的顺利进行, 我矿准备将此项工作分为两个阶段进行, 即主要通风机试运行阶段和系统调整阶段, 具体安排如下:

3.1 主要通风机试运行阶段

(1) 主要通风机空载试运行, 试运行时间不得少于 24 h。

(2) 主要通风机空载试运行的目的及要求

① 检验主要通风机司机对主要通风机操作规程的掌握情况, 要求所有主要通风机司机

必须到现场熟悉主要通风机操作程序,掌握操作要领。

② 掌握主要通风机的运行参数,观察运行状态。

③ 检查主要通风机相关设备的灵敏性和可靠性,发现问题及时处理,确保系统调整工作顺利进行。

3.2 系统调整阶段

系统调整时,暂定系统运行主要通风机为 1[#] 主要通风机,2[#] 主要通风机备用。

3.2.1 调整方法

(1) 主要通风机启动运行前 30 min,各施工单位必须关闭井下所有风门并撤出井下所有作业人员,切断井下所有用电地点的电源。

(2) 正常启动前,先关闭井口隔断门,打开 1[#] 主要通风机的立式风门,关闭 2[#] 主要通风机的立式风门,同时启动 1[#] 主要通风机两级风机。待主要通风机运行正常平稳后,开始按设计风量调节 1[#] 主要通风机立式风门,使矿井需风量达到设计要求。

(3) 系统运行 30 min 待风流稳定后,由通风部门派专人负责井下各用风地点风量、风向、各类有害气体及温度的测定,并定时向地面总指挥部汇报测定情况。

3.2.2 调整前的准备工作

(1) 全负压通风系统试运行前各施工单位负责将本单位掘进工作面的局部通风机在井下预定地点安装完好,待系统稳定后启动使用。

(2) 通风部门组织人员检查井口隔断门及井下所有的通风设施是否完好、可靠,如有问题必须立即处理。特别是要保证井口隔断门的漏风率降到规定标准以下。并将矿井实际需要风量计算出来,通过查对风机特性曲线,确定主要通风机运行频率;机电部门负责将主要通风机运行频率调整为规定值,并对两台新主要通风机的一级、二级、双级分别进行不少于 6 h 的空载试运行试验,保证完好。

(3) 全负压通风系统试运行前,通风部门、机电部门必须对主要通风机供电和控制系统、附属装置、风闸、井口隔断门、井下所有通风设施等进行验收,确保符合标准和系统运行的要求。并对主要通风机司机进行操作规程的培训,建立培训记录,主要通风机司机必须持证上岗。主要通风机房必须悬挂司机岗位责任制、操作规程和矿井反风系统图,还必须设有直通矿调度室的电话。

(4) 主要通风机操作人员和机电管理人员必须掌握主要通风机启动操作技术规程及停、送电安全技术措施,做好主要通风机运转期间井下临时电源供电方面的保证工作。

(5) 主要通风机启动运行 30 min,待风流稳定后,井下数据采集人员、局部通风机司机、水泵司机和电钳工等正确佩戴便携式瓦斯检测报警仪后进入井下各作业地点作业。

4 主要通风机启动程序

确认井下是否做到断电撤人→井下通风设施完好确认→主要通风机操作人员现场管理就位→供电系统及保护检查确认→地面总指挥下达启动主要通风机命令→由主要通风机司机及操作人员首先开启闸门→然后启动风机。主要通风机启动正常后,首先关闭井下所有局部通风机;等 30 min 后,再检测井上、下各种数据;运转 60 min 确认系统稳定后,最后开始向井下逐级送电、恢复排水及井下局部通风。

5 安全技术措施

(1) 井下所有作业人员必须带齐所需的工具,并做到持证上岗。

(2) 主要通风机运行前一天,通风部门组织人员对井下所有通风设施进行全面检查,确保主要通风机运转期间的通风系统稳定、可靠;在主要通风机运行之前 30 min,所有井下工作人员全部撤至地面,各施工单位负责人负责清点人员确认后,向地面指挥部汇报。参与通风系统调整的人员必须持调度室开具的人井许可证明领取矿灯、自救器以及便携瓦斯报警仪入井作业。

(3) 系统调整前 10 min,由总指挥再次询问主要通风机房及井下情况,确保一切正常无问题后,通知主要通风机房按预定时间开始系统调整工作,关闭隔断门及安全出口风门,打开垂直风闸,进行系统调整。

(4) 系统调整所使用的风表及瓦检仪等仪器仪表必须是经校正在使用期限内的仪器,井下各组组长及作业人员入井时均须佩戴校验好的瓦斯报警仪。

(5) 全负压通风系统调整前通风部门必须在掘进工作面设置栅栏,并安排专职电工、瓦检员负责停送电及恢复通风工作。

(6) 井下发生灾害时,救灾力量以救护中队为主,通风部门以及矿临时成立救灾抢救队伍为辅。

(7) 通风系统调整过程中,所有人员听从指挥,不得擅自行动。

(8) 全负压通风系统试运行及调整后,待井下风流稳定 30 min 以上,测风员要对全矿井通风系统再进行一次全面测风。将测风结果汇报领导小组,各用风地点的风量全部满足设计供风要求时,方可下令系统调整工作结束。

6 结 语

金凤煤矿针对目前建井的进度及设计要求,在地面及井下各类通风设施基本建造完毕的情况下,成功地提出了主斜井进风、回风斜井回风的初期主要通风机启动运行方案,逐步形成了矿井负压通风,在局部通风方面大大地减小了通风距离,从而节省了电费,缩短了通风过渡阶段的时间,为金凤煤矿二期工程的顺利开展提供了有力的依据,保证了矿建工程的有序进行。

参考文献:

- [1] 孙晓峰. 董东煤矿建井期间通风方案设计[J]. 神华科技, 2010(2): 40-42.
- [2] 张国枢. 通风安全学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.

作者简介:张德志(1982-),男,甘肃通渭人,助理工程师,现在冯记沟煤矿、金凤煤矿筹建处从事通风技术工作。

S7—300 在煤矿主通风机监控系统中的应用

张玉杰

(冀中股份有限公司葛泉矿,河北 邢台 054106)

摘 要: 矿井风机是向井下送风的重要设备,也是大型耗能设备,对其实现在线监测监控,使之始终运行在良好状态,对于保障煤矿安全生产,保护矿工生命和企业财产安全,降低风机能耗具有重要意义,针对煤矿风机系统的应用现状,应用西门子 S7—300 开发的一套风机自动控制和监控系统,并在现场得到了成功的应用。现介绍一下项目背景、系统构成、系统主要功能及特点、设备运行以及使用效果。

关键词: S7—300PLC;主通风机;控制;监测

1 引 言

冀中能源葛泉矿是新近投产的设计年产量 30 万 t 的国有煤矿,其通风系统由 2 台互为备用的通风机组成,每台通风机含 2 台对转的防爆三相鼠笼式异步电动机,单台电机额定功率 75 kW。每台通风机有独立风道,但最后汇合入主风井。当一台通风机工作时,另一台处于备用检修状态。在正常生产情况下,同一时刻只有一台通风机处于工作状态,为井下提供通风保障。

2 系统构成

在设计时,整个系统由数据采集与检测、现场监测与控制、远端监控指挥三部分组成。选用 SIEMENS S7—300 CPU315—DP 可编程控制器构成了通风机监控系统的主体,所有针对通风机的控制、监测等功能都是通过它来实现的。如图 1 所示。

(1) 数据采集与检测。数据采集由智能模块完成,模块检测传感器状态,并将数据通过通讯模块传送至控制计算机。

(2) 现场监测与控制。现场监测与控制部分由控制 CPU、管理控制软件、手动集中操作面板组成。控制计算机和管理控制软件组成自动监控系统,负责将模块传输来的数据整理分析,根据控制策略做出决策,并将数据记录存储。手动集中操作面板与自动监控系统平行实现控制功能。

(3) 远端监控指挥。远端监控指挥部分由计算机、管理软件、网络传输部分组成,通过计算机网络,同步显示现场工况。远端监控具有开放的接口,可以扩展功能或接入其他系统。

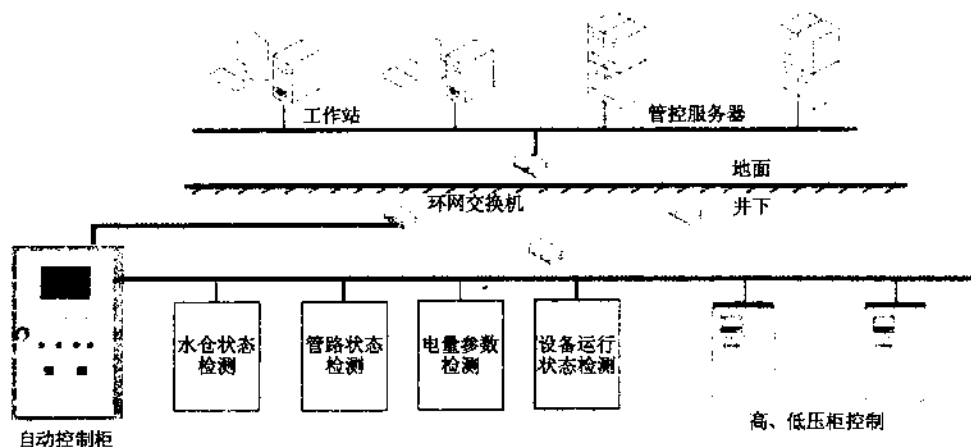


图1 通风机监控系统

3 系统主要功能

(1) 具有风速、风量、温度、电流、电压、有功功率、无功功率、有功电量、无功电量、功率因数、馈电状态、设备开停、模拟量、开关量监测和累计量监测功能。

(2) 测风门位置、风机开停状态、反风信号和电机编号等风机运行多种状态信息。

(3) 现场控制、远程控制、手动控制等多种控制方式。

(4) 具有控制中心,通过 22 英寸液晶显示器对风机机房进行 24 h 监视,通过网络视频服务器实现 24 h 远程监视。

(5) 具有自检功能。当系统中传感器、分站、主站、传输电缆等设备发生故障时,报警并记录故障时间、故障设备,以供查询及打印。

(6) 系统主机双机备份,并具有自动切换功能。当工作主机发生故障时,备份主机投入工作,保证系统的正常工作。

(7) 具有人机对话功能,以便于系统生成、参数修改、功能调用。

(8) 具有防雷措施,防止雷电击毁设备。

4 系统特点

(1) 人为干预,由下位机自动控制,根据风量自动启、停风机,自动实现风机的轮换工作,做出合理调度。

(2) 本系统手动控制具有优先控制权,保证了即使系统出现故障,也可以在手动控制下实现风机的正常工作。

(3) 可以随时查询、打印实时趋势及任意时间段的历史趋势。

(4) 人机界面显示的内容丰富、形象、直观,操作简单、易懂。

(5) 软件中嵌入了大量的控制策略,可以根据实际情况做出不同的决策,大大提高了系统的自动化程度和智能程度。

(6) 根据不同时期的具体情况,可以对软件的运行参数进行调整,以适应复杂的情况,

提高了系统的适应性。

(7) 软件对操作权限进行了划分,不同的值班人员具有不同的操作权限,并能够对值班人员进行考勤。

5 设备运行及使用效果

由于本监控系统采用先进的西门子控制系统,采用先进、可靠的传感器及计算机技术实现了主通风机性能及状态的在线实时监控,能够在生产过程中实时掌握主通风机运行参数和状态,改变了传统的设备管理方式,提高了主通风机的自动化管理水平,有力地保证了主通风设备的可靠运行,为设备的管理和维护提供了可靠的依据。系统调试完毕后,设备各项运行性能稳定,控制可靠,在远程闭环控制方式下,达到了无人值守的目的,对风机的运行状态的各种参数进行了实时监测,系统的维护量大大减少,为企业创造了客观的经济效益,也为矿井的安全生产提供了有力的保障。

作者简介:张玉杰,河北邯郸人,助理工程师。

可编程控制器在煤矿应用的安全性研究

林 健, 黄 波

(中国平煤神马集团机电处, 河南 平顶山 467000)

摘 要: 由于煤矿行业生产环境的恶劣性及复杂性, 可编程控制器在煤矿生产实际应用中仍然存在诸多安全性不可靠问题, 鉴于煤矿生产安全性要求, 本文主要从可编程控制器工作过程, 可编程控制器本身的软硬件故障方面, 提出增强可编程控制器在煤矿应用安全性的措施。

关键词: 可编程控制器; 输入输出干扰; 保护完善; 故障保持; 冗余控制

1 前 言

随着工业化程度的提高, 可编程控制器(简称 PLC)在我国工业控制中应用的广度和深度也在飞速发展, 在煤矿生产中的应用同样如此。但由于煤矿行业生产环境的恶劣性及复杂性, 可编程控制器在煤矿应用中存在输入输出干扰大、保护程序不完善等安全稳定性不可靠问题, 给设备或安全生产带来隐患, 因此研究提高可编程控制器在煤矿应用的安全性具有十分重要的意义。

PLC 的工作过程主要分为三个阶段, 即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。在输入采样阶段, PLC 以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据, 并将它们存入 I/O 映象区中的相应的单元内。在用户程序执行阶段, PLC 总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图), 根据逻辑运算的结果, 刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态, 或者刷新在 I/O 映象区中对应位的状态, 或者确定是否要执行所规定的特殊功能指令。扫描用户程序结束后, CPU 按照 I/O 映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路, 再经输出电路驱动相应的外设。

2 常见 PLC 外部故障及应对措施

从 PLC 的工作过程看, 在输入采样阶段给 PLC 的开关量信号出现错误, 模拟量信号出现较大偏差, 输出刷新阶段 PLC 输出口控制的执行机构没有按要求动作, 或者是用户程序执行中程序保护不完善, 这些都可能使控制过程出错, 对设备造成损坏或造成安全事故, 带来无法挽回的损失。

2.1 影响 PLC 控制系统常见外部故障的原因

(1) 恶劣的现场工况环境造成的对 PLC 电源、输入输出线的干扰, 剧烈的冲击、振动以及各种电磁感应、静电感应、辐射干扰等, 都可能影响 PLC 控制系统的正常工作, 甚至引起

PLC 控制失灵、紊乱、误动。

(2) 输入输出信号线短路或断路,现场信号无法及时传送给 PLC 或 PLC 无法对负载驱动,造成控制出错,这是实际应用中 PLC 常见故障之一。

(3) 机械触点的误动作,或者动作时的抖动都有可能给 PLC 造成误判,我矿主井刚投入运行时出现过因井筒开关误动作造成的绞车中途减速现象。

(4) 现场变送器,机械开关自身出故障,如触点接触不良,变送器反映现场非电量偏差较大或不能正常工作等,输出控制的继电器、接触器或负载本身的故障造成不能可靠动作,造成的控制系统失灵。

2.2 解决上述问题的主要应对措施

(1) 选用稳定可靠的 PLC 电源,可采用远离动力线路的独立的供电回路;在 PLC 交流电源输入端加接带屏蔽层的隔离变压器和低通滤波器等;或者采用直流电源(UPS 电源等)给 PLC 供电。

(2) 减少外部干扰可采取对 PLC 系统控制柜单独合理接地,在 PLC 所在地面设置防静电导电地板等措施。

(3) 选用可靠性较高的开关、变送器等,对重要的输入输出信号,在 PLC 程序设计中根据反馈进行监视,及时发现断线、短路或输入输出异常等问题,用声光等报警办法提示给操作人员,尽快排除故障。

(4) 在软件设计中考虑干扰信号问题,采用符合现场工况的控制模型、算法对噪声信号加以识别、判断,提高系统可靠性。

3 PLC 在煤矿应用中的安全保护完善

因为煤矿安全生产的复杂性,在煤矿的实际生产中,仍然存在诸多 PLC 控制应用系统安全保护不完善的地方,需要我们在生产实践中加以完善。

3.1 主提升箕斗沾煤报警保护

我矿新主井自投产运行以来由于煤质或洒水防尘等原因,多次出现沾煤装超载现象,二次载入的定量吨位与所沾煤吨位相加之和超过安全载重,由超载导致提升机重斗下滑过卷撞梁恶性事故的发生;又因为防过卷保护已解除,给矿井造成更大的经济损失和安全隐患,严重影响了我矿的安全生产。原 PLC 程序未对此类情况考虑,对提升过程充分研究后,我们提出了改箕斗沾煤报警技术,一旦出现箕斗沾煤情况,声光信号就会提示绞车司机应采取防范措施,防止装重斗事故的发生。该报警电路不参与绞车控制系统,保证了控制系统的独立性,不改变司机操作习惯。

主要原理:根据提升机在等速段时电枢电流较稳定,在正常载重为 16 t 提煤时,提升机速度达到 11 m/s 等速断时电枢电流约为 2 300 A 左右,每个箕斗的规定载重为 16 t,直流电机的最大电枢额定电流为 3 012 A。若其中箕斗出现沾煤时,在箕斗下放时就存在一定的正力,对另一箕斗相对载重减轻。电机的有用功率减小,在等速断时电流将达不到 2 000 A 以上。采取实际电流与给定电流相比较,判断箕斗是否沾煤。当实际电流小于 2 000 A 以下时,箕斗沾煤报警电路启动,控制的声光警示操作人员注意防范装重斗。工作原理图如

图 1 所示。

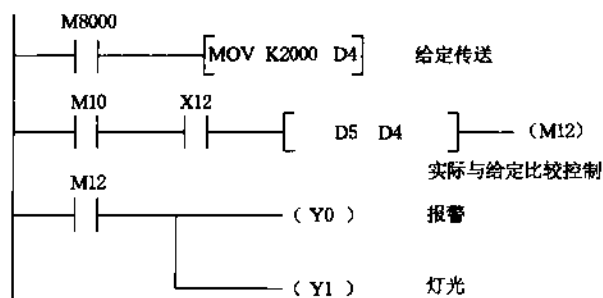


图 1 逻辑控制原理图

在提升机正常工作时将给定值 2000 传送到 D4 存储单元,提升机速度达到等速断 11.0 m/s 时 M10 开点闭合,选择提煤方式下 X12 开点闭合。当实际电枢电流 D5 小于给定电流 D4 时,辅助继电器 M12 工作,其开点闭合,并同时驱动声光控制电路。

3.2 主提升机重斗中途停车方向保护

我矿主井自 2007 年投产以来,因故障等原因,重斗提至距平位还差一定距离而出现绞车急停事故,绞车停运后此时绞车方向不能反向锁死,绞车在司机误操作下可反向开车,对绞车重斗下放埋下隐患,在投运初期因司机误操作造成重斗下放事故两起,都因发现及时,其中重斗下放抱闸滑行约 10 多米,未造成重大恶性事故的发生。针对此种现象,结合现场实际,我们提出利用 PLC 内部辅助继电器作为正方向锁定控制功能,以电流作为参考值的提升方向记忆,以 PLC 检测到的实际电流进行比较,当实际电流大于设定值时调用程序。以平位作为解除条件,空载检修不影响正常上下运行。当重斗上提至某一位置时,无论因何原因造成中途停车,其重斗下放记忆保护,彻底锁死反向开车回路,只有正确的信号,正确的操作,才能使绞车按原方向运行,确保了因中途故障停车误操作重斗下放。工作原理图如图 2 所示。

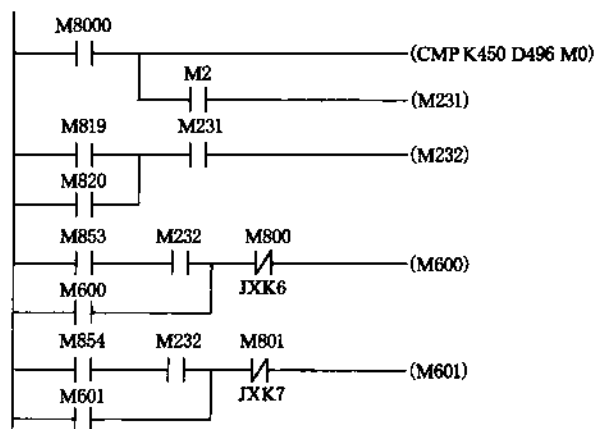


图 2 逻辑工作原理图

当重斗上提时,电流达到额定电流值 30%时,M231 辅助继电器通电,其开点闭合 M232 辅助继电器回路,当第二节加速级与第三节加速级,即 M819 或 M820 任一闭合后,使 M232 得电并吸合,其开点与 M853 正向运行时闭合,或 M854 反向运行时闭合,M800 离开平位时闭合(正向),M801 离开平位时闭合(反向),及解除开关 M858 闭点组成串联电路,使 M600 停电保持继电器(正向)吸合自保,或 M601 停电保持继电器(反向)吸合自保,只有到位后因 M800 正向或 M801 反向闭点断开,才能解除自保,达到每循环锁死反向开车控制回路。

4 PLC 本身故障的应对措施

PLC 控制系统故障,据有关资料表明,应可编程控制器本身故障约占 5%左右。PLC 本身故障可分为硬故障和软故障。

4.1 PLC 硬件故障

常见有电源模块故障、输入/输出模块故障、CPU 模块故障、PLC 死机等。我矿中央风井主要通风机的 PLC 控制系统曾经出现 PLC 死机现象,为及时恢复 PLC 的通讯及保护功能,需要重启 PLC,但重启 PLC 各输出重新置位会造成主要通风机停运。为消除此类隐患,我们在 PLC 的备用输出中加中间继电器接点来控制液压站在无输出时正常运行,同时报警。此项措施能使控制系统在故障状态下保持主要输出状态正常,不影响主要通风机的正常运行。主要原理图如图 3 所示。

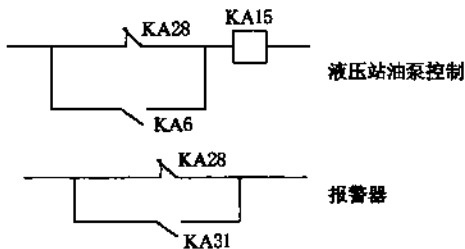


图 3

KA15 为液压站油泵的控制继电器,KA6 为原 PLC 输出控制常开触点,在此点上并联 PLC 备用输出继电器 KA28 的常闭触点,如果 PLC 无输出,则仍可保持液压站控制导通且在 PLC 复位时不受影响。KA31 为风机故障报警器控制常开触点,在此点上并联 PLC 备用输出继电器 KA28 的常闭触点,如果 PLC 无输出,报警输出。

对控制可靠性要求比较高的控制系统,也可采用 PLC 冗余控制的方法,常用硬件冗余方法是用双 CPU 的 PLC 控制器,两块 CPU 同时在线运行,信息同步,一块处于主控制模式,另一块处于热备模式。拥有主控制权的 CPU 具有输出控制权,而热备 CPU 同时采集数据和保持通讯连接,但输出被禁止。两个 CPU 模块互相监视对方的运行状态和通讯情况,一旦发现对方故障,立即发出报警,如果是主控 CPU 模块故障,热备 CPU 模块实现无扰动切换获得主控制权。

4.2 PLC 软故障

主要是 PLC 系统功能不正常,程序不能正常工作,无输出或输出乱等现象。主要解决

办法是 EPROM 卡程序重新输入或通过编程器将用户程序拷回。必要时先将 RAM 中的用户程序清除后再输入程序。在生产实际中出现过很多程序丢失或改变的先例,我矿副井三菱 PLC 就曾出现过程序末尾自动加一行空白程序而造成的绞车不能正常提升现象,所以要定期检查核对用户程序。

现在世界上已经出现针对 PLC 的病毒,震惊世界的 Stuxnet 蠕虫病毒(超级工厂病毒)是世界上首个专门针对工业控制系统编写的面向现实世界的破坏性病毒,2010 年 9 月 25 日进入中国。作为有史以来最高端的蠕虫病毒,绝大多数安全专家认为此病毒具有国家政府背景。它利用对 windows 系统和西门子 SIMATIC WinCC 系统的 7 个漏洞进行攻击。特别是针对西门子 PLC 控制系统进行攻击,Stuxnet 的目的是通过修改西门子 PLC 程序来改变工业生产控制系统的行为,包括拦截发送给 PLC 的读/写请求,甚至会对工业系统设备的毁灭性破坏。因为考虑工业控制系统相对较弱的开放性,一般与互联网物理隔绝等原因,该病毒设计主要是通过局域网、移动存储设备传播。

我国众多企业对工业控制的安全性重视程度不够,存在此类安全制度的严重缺失。我们必须对 Stuxnet 等类的工业系统蠕虫病毒高度重视、警惕,建立完善的的安全管理制度,如在工控机上尤其要严禁随意使用 U 盘等移动存储设备等措施,保证 PLC 控制系统安全应用。

5 结束语

PLC 控制系统的安全稳定运行对煤矿这个高危行业有着极其重要的意义,我们应该从硬件配置上提高系统对外部环境的抗干扰能力,从软件上增强对目标信号、噪音信号的判断识别能力,在生产实践中完善符合煤矿生产环境、环节的各项保护,建立健全工业控制系统的安全防范制度,切实提高可编程控制器在煤矿应用的安全稳定性。

参考文献:

- [1] 张霞. 浅谈 PLC 控制系统的可靠性设计[J]. 黑龙江纺织, 2009(1).
- [2] 黄宁. PLC 控制系统的稳定性分析与提高[J]. 机电工程技术, 2005(2).
- [3] 李龙. PLC 冗余控制在机房监控系统中的实现[D]. 天津: 天津大学, 2009.

作者简介:林健(1984-),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作,平煤集团张炜工作室成员。

黄波(1985-),男,助理工程师,2007年毕业于中国矿业大学,在中国平煤神马集团平煤股份机电处工作,平煤集团张炜工作室成员。

SAC 电液控制系统在薄煤综采的应用

韩章明

(冀中能源股份有限公司章村矿, 河北 邢台 054108)

摘 要: 液压支架电液控制系统是目前液压支架最先进的控制方式, 是集机械、液压、电子、计算机和通信网络等技术于一身, 技术含量高、难度大, 应用于煤矿井下的一项高新技术产品。液压支架电液控制系统不但可以自动控制液压支架的动作, 而且可以实现邻架或远程控制液压支架, 此外还可以对工作面液压支架进行监控, 使液压支架与其他采煤设备相配合, 实现高效采煤。

关键词: 薄煤层; 综采; 电液控制

1 工作面概况

422410 综采工作面位于章村矿四井—200 m 水平西翼下山的 4224 采区。4224 采区共 4 个区段, 为最大限度回收煤炭资源, 该矿采用自上而下连续协调开采新技术(俗称割麦子开采), 已先后开采了 3 个工作面。本工作面为采区内最后个工作面, 工作面走向长 1 275 m, 倾斜长 142 m; 煤层厚度为 0.85~1.55 m, 平均为 1.3 m; 硬度系数 $f=1.5\sim 2$; 煤层倾角 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 平均 13° ; 顶、底板均为砂质泥岩。该工作面无断层, 煤层赋存稳定, 是一个地质条件比较好的工作面。

2 工作面三机配套情况

422410 工作面三机配套情况见表 1。

表 1 422410 工作面三机配套

设备名称	型 号	生产厂家	备 注
采煤机	MG2×160/710—AWD	西安煤矿机械有限公司	交流变频
液压支架	ZY3200/10/19 (SAC 电液控制系统)	邢台机械厂 (北京天玛电液控制系统公司)	94 架
刮板输送机	SGZ730/264	张家口煤矿机械公司	550 t/h

3 SAC 电液控制系统简介

3.1 SAC 电液控制系统

SAC 型液压支架电液控制系统是由支架控制器、人机操作界面、压力传感器、本安防爆

电源箱、隔离耦合器、电液阀组(包括电磁先导阀和液控换向阀)、网络变换器、监控主机和控制电缆等组成,见图 1。

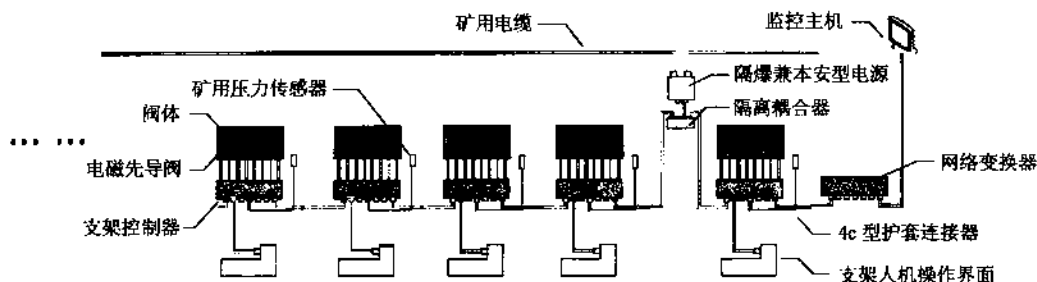


图 1 SAC 电液控制系统原理图

3.2 电液控制系统的优越性

(1) 它可以将液压支架的降架、拉架、升架、推移前部输送机、拉后部输送机、收护帮板、伸护帮板、喷雾洒水及放顶煤等动作由原来的人工手动操作改为程序化控制,能够与高效采煤机相匹配加快工作面推进速度,显著提高采煤工作面的生产效率。

(2) 可以实现跟机自动化作业,降低工人的劳动强度,改善工人的劳动条件,减少工作面的操作人员,改变煤矿生产落后、危险的社会形象。

(3) 可以解决特殊地质条件和困难生产条件下的生产工艺问题,例如在薄煤层工作面人员无法在工作面内操作的条件下,可以实现无人化操作。

(4) 可实现多架同时推输送机并可定量推进,保证输送机缓慢弯曲,避免中部槽连接处产生过大的应力,延长输送机的寿命,同时可以保护工作面输送机的平直性,实现工作面的平直推移。

(5) 易于实现带压移架,对于保护顶板的稳定性和防止冒顶事故非常有利。

(6) 可以较好地控制支架的初撑力,显著地改善支护效果和工作面管理水平。

4 使用中需要注意的问题

(1) 为了对安装在掩护式支架上的液压和电液控制系统进行安全操作,操作和维护人员必须接受良好的培训。他们必须了解此控制系统的正确操作方式,并熟悉安全规章和操作手册的内容。

(2) 操作人员发现有支架控制器处于急停或闭锁状态时,应及时了解原因,确认危险状况解除后方可复位。

(3) 系统的所有密码只限专职维修人员使用,严禁其他人员擅自修改系统的参数。

(4) 液压支架电液控制系统对介质要求非常高,浓缩液(乳化液)必须严格按照要求进行配比,并用专用仪器进行检测检查,高压过滤站每天要定时进行检查并进行反冲洗。

(5) 在工作面内作业的人员,应对需要进行支架动作所触及的危险区域内的支架实施闭锁。

5 结 论

(1) 立柱自动补压功能可自动检测立柱压力情况,并执行自动升柱操作,对于保护顶板的稳定性和防止顶板事故非常有利(20 MPa 自动补压)。

(2) 可靠性高,因薄煤层工作面采高较低,维修更换管路、阀件比较困难。该电液控系统已使用近 8 个多月,目前未发现有质量问题,可靠性较高。

(3) 自动化程度高,支架工可同时操作 6 个支架顶溜,与工作面高产高效相适应,当工作面顶底板条件允许时,只需 1 名支架工追机作业,启动支架的降柱—移架—升柱自动顺序联动程序即可,工作面支架工由原来的 5 人减少至 3 人,实现了减员提效。

(4) 使用成组顺序推溜功能后,整体推溜由原来 2 人操作 23 min 完成,提高到只需 1 人 18 min 即可完成。

(5) 系统的成组顺序移架功能,移架速度快,完成一个循环作业由原来手动阀组操作 60 min 完成,降低到只需 35 min 即可完成,效率提高近一倍。

(6) 由于成组顺序推溜和成组移架功能应用,使采煤机的运行速度得到了提高,运行速度由 2 m/min 左右提高到 4~6 m/min。

(7) 推进速度快,产量大,效率高。工作面在回采期间,平均推进速度 160 m/月,平均日产为 2 500~3 500 t,最高日产达到 4 290 t,最高月产 9.7 万 t,大大超过了薄煤层高产高效要求。

6 结束语

SAC 电液控制系统在章村矿的成功应用,并实现了薄煤层综采的高产高效,为章村矿实现一井一面创造了条件,同时由于实现了电液控制,综采工作面定员可减少 15 人左右,达到了降低劳动强度、安全生产、减员提效的效果,也对全国同类型条件下薄煤层开采技术与探索实践有一定借鉴作用。

参考文献:

- [1] 张良. 液压支架电液控制系统的应用现状及发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2003, 31(2): 5-8.
- [2] 张伟, 韩基新. 液压支架计算机控制系统[J]. 液压与传动, 2002(11): 22-24.

作者简介: 韩章明(1983), 河北邢台人, 2006 年毕业于河北工程大学, 现任冀中能源股份有限公司章村矿综采二队副队长。

KJ326 电力监控系统在伯方矿的应用

王占奎¹, 肖国辉², 吴登庆²

(1. 山西兰花科技创业股份有限公司伯方煤矿分公司, 山西 高平 048401;

2. 北京广大泰祥自动化技术有限公司, 北京 100083)

摘 要: 介绍了 KJ326 电力监控系统的组成、主要功能和特点以及系统实现的目标, 从故障定位、定值整定、事故分析、失压跳闸、用电管理等几方面阐述了该系统在伯方矿的应用情况。应用结果表明, 该系统故障定位准确, 定值整定方便灵活, 事故分析方法科学、方式多样, 能可靠解决母线电压瞬间波动引起的失压跳闸问题、计量数据丰富精确, 满足煤矿电力系统自动化的要求。

关键词: 煤矿; 电力监控系统; 失压跳闸; 计量; KJ326

1 引 言

伯方煤矿是一个集产、选、洗、运、深加工于一体的现代化高产高效矿井, 为山西兰花煤炭实业集团有限公司的核心企业, 年生产能力达到 180 万吨, 地面配套建有一座年入洗能力达 60 万吨的中型重介选煤厂, 企业资源储备充足, 具有广阔的发展前景。

供电系统是矿井安全生产的基础环节, 供电系统自动化程度的高低反映了矿井快速处理隐患的能力和快速处理突发事件的能力; 对供电回路、设备的精确计量和统计分析同时也反映了煤矿企业自身的精细化管理能力。随着矿自动化建设的发展, 提高供电系统可靠性、建立用电精确计量考核系统、建立供电系统自动化已经迫在眉睫。^[1]

2 全矿供电系统情况

供电系统改造以前, 伯方煤矿没有数字化的电力调度监控中心, 无法实现对井下 6 kV 供电系统和井下 660 V 供电系统的全面监测监控。由于煤矿井下高压开关配套的保护器为非智能化保护器, 监测数据少, 不能全面反映供电设备的运行情况。当井下供电系统出现故障后, 高爆开关原配的保护器的跳闸保护信息和告警信息不全, 很难判断故障部位及故障原因, 管理人员只有采用试送电的办法进行故障原因及故障部位的查找。这种试送电的办法会造成再次停电并使电力电缆又一次受到故障冲击, 严重影响了井下高压供电系统的安全。

为提高供电管理水平, 伯方矿于 2010 年 3 月开始施工安装了 KJ326 煤矿电力监控管理系统。该系统是一套对井下供电系统和运转设备的检测、控制、管理的自动化系统。系统结构采用应用层、控制层、网络层和设备层 4 层结构; 应用层也可称为管理决策层, 为管理者、使用者提供实时数据和统计分析报表; 控制层包括远程操作站和就地集中操作站, 通过

系统网络实时监测子系统的运行状况并直接进行操作控制;网络层基于该矿已建立的 1 000 Mbps 工业以太环网,现场采用本安型现场总线;现场设备层则主要由保护器组成。

本系统主要用于煤矿供电系统实现供电系统和设备的在线连续监测、远程操作控制、数据统计分析、运行安全保护、用电计量管理,并通过智能分析,预告事故隐患,预防突发电力事故。它能提供事故报警、保护、定位和事故快速解决手段,能够防止供电系统发生突发停电、越级跳闸、大面积和长时间停电等运行事故,矿井发生瓦斯超限突出等突发灾害事故时,能按照电力安全预案及时采取远程和程控操作,避免引发安全事故;系统的高精度计量监测、专业图表分析工具、录波分析工具和智能专家系统,是加强供电管理、减少故障、降低损耗、节约电能、提高运行效率和管理水平的最新现代化工具。^[2]

安装 KJ326A 煤矿电力监控系统后,伯方矿的供电管理达到了以下目的:

- (1) 建立兰花集团伯方煤矿电力调度监控中心,实现对井下 6 kV 供电系统的监控检测。
- (2) 实现地面调度对变电所高低压开关的遥测、遥控、遥信和遥调,为最终实现变电所无人值守或少人值守打下基础。
- (3) 在地面电力调度中心显示和记录井下监控点的所有数据。
- (4) 解决电压波动造成的井下大面积停电问题。
- (5) 保护器智能电源的选用,确保在失电后装置能够可靠动作并把故障数据记录下来,为事故分析提供依据。
- (6) 对参与集控改造的变电所建立用电计量考核系统,使管理者实时掌握全矿电能消耗及重要设备电能消耗,为节能降耗提供科学指导方案。

3 系统应用后提高供电管理水平的典型体现

在安装上电力监控系统后,伯方矿在供电系统中的工作效率有了很大的提高。以往伯方矿在高开开关故障跳闸后由于高压开关内原配保护器可靠性能低、性能落后,很多保护不能记录故障类型、故障事件及动作值,导致不能直接定性故障点的位置,只能采取最简单的故障排除办法,直接影响了井下供电的稳定性。在更换新型保护装置后,该保护在失电后装置能够可靠动作并记录故障数据,为事故分析提供了数据,帮助维修人员直接定位故障点、故障原因,大大提高了维修人员的工作效率,并在系统中记录开关运行情况,可以帮助管理人员掌握井下负荷运行情况,及时修改因井下负荷变动后定值的计算。^[4]

由于井下变电所整定值的经常改动,改造之前因没有监控系统无法通过远程修改定值,另外老式的综合保护器定值的调整是通过拨码开关或者旋钮实现的,每次更改整定值都需要停电,比较麻烦且时间较长。而采用 SGZB—07A 电力保护装置后,可同时整定几种运行方式下的保护定值,当运行方式改变时,可在几分钟内把定值切换至相应位置,解决了原有运行方式变化大、整定难配合的弊端,同时还具有远程整定功能。

以往在矿井供电系统中当供电线路遭受雷击或某条线路发生短路故障的时候,母线电压会发生瞬时波动,造成大面积的高压开关跳闸,严重影响了矿井生产,而且会给煤矿安全造成很大的隐患。分析器大面积跳闸的原因,是高压开关柜使用的欠电压脱扣器造成的。欠压脱扣器是高压开关上一种保护性附件,当电源电压下降到欠电压脱扣器额定电压的

35%~70%时,欠电压脱扣器可靠使断路器脱扣;当电源电压低于欠电压脱扣器额定电压的35%时,欠电压脱扣器可靠保证断路器不合闸;当电源电压高于欠电压脱扣器额定电压的85%时,欠电压脱扣器可靠保证断路器正常工作。但欠电压脱扣器不具备延时及智能功能,不能判断出是瞬时性故障还是永久性故障。所以当母线电压有瞬时波动的时候立即动作于跳闸,从而造成不必要的大面积停电。然而普通的高压综合保护器不具备失压跳闸功能,所以不能取代欠电压脱扣器控制开关的欠压跳闸。KJ326系统中选用的综保为新型的SG-ZB-07A型综合监控保护器,该保护器通过多单元微处理器技术实时监测供电系统中的电参数,通过设置欠压门槛数值、欠压延时时间来判断分析供电系统线路是否是真正的欠压。如果线路是真的欠压,高压综合监控保护器通过智能电路释放能量使开关跳闸。这科学地解决了因电压波动引起的大面积跳闸,为井下可靠供电提供有效的保证。^[1]

伯方矿供电系统在未改造前经常出现这种情况:在开关故障跳闸以后,因为配电工在开关故障出现以后不知道该怎样处理,就上报队调度,第二天队里维修工下井处理开关故障,维修开关中发现之所以开关不能合闸的原因就是因为没有复位,开关处在闭锁状态,在对开关保护复位后,可以直接对开关合闸。这种开关故障不确定却可以合闸的情况肯定会对井下供电系统造成影响,并且留有隐患。

在对井下开关改造安装完成以后,当井下出现开关故障跳闸时,保护记录故障数据并上传,井下与地面调度中心可以直接查看开关故障数据,比如二盘区45#高压开关过流二段跳闸,井下配电工、地面维修人员、调度指挥人员可以直接查看到开关动作原因、开关动作值,当确定开关实际动作原因及数据后,井下配电工可以直接复位送电,维修人员也不用多次往返井上井下,管理人员就可以直接针对原因、负荷大小进行定值的调整和修改,更加稳定了井下供电系统的安全性。^[2]

煤矿上最大的生产成本就是用电,如果能够把用电量降下来,就能够降低生产成本提高煤矿生产效益。改造前煤矿井下高压开关有的采用的是机械电度表计量,维修困难,而且会有电表倒转现象,管理起来费时费力;有的是采用高压保护器计量,但是高压保护器计量精度差,缺少人性化,不能够很好地为管理者提供很好的依据。伯方矿经过改造,每台高爆开关都安装新型的SGZB-07A高压保护装置,很好地解决了各种不足。SGZB-07A高压保护装置独立的计量回路,采用专用的CPU用于计量采集,确保计量数据精确和可靠。

计量设计符合IEC国际电能表标准和国家电力行业标准,可四费率分时计量有功电量、感性、容性无功电量;可提供有功、无功最大需量及其发生时间,并可同时提供当前月数据、最近两个月的结算数据等。

该高压保护器能够提供当前有功电度读数、当前无功电度读数,配合软件使用能够全面的记录当月、上月、上上月有功电量,当月、上月、上上月无功电量,当月、上月、上上月尖段用电量,当月、上月、上上月峰段用电量,当月、上月、上上月平段用电量,当月、上月、上上月谷段用电量,当月、上月、上上月最大需量,有功、无功电度校准脉冲输出,可编程需量周期、分时段、结算点。通过对设备的用电管理该矿每年能节省数百万元的电费。

在以往的用电管理中只需保障供电安全正常运行,电量管理属于盲区,通过安装的SG-ZB-07A高压保护装置分时段管理,削峰填谷、控制节能减排,直接创收利益每年数百万元。

4 结束语

该系统投入使用以来,运转正常,取得了良好的效果。它可以对供电系统中的故障进行录波或追忆,特别是事故时能够第一时间了解设备的运行参数及状态,为事故的正确处理、减小故障的影响、事故后的分析提供了强有力的手段,同时可以实时监控供电系统的运行状态,便于管理人员随时了解供电情况。用电计量考核系统的建立,使管理者能实时掌握全矿电能消耗及重要设备电能消耗,为节能降耗提供科学指导方案。该系统全面提高了伯方矿供电系统的自动化管理水平。

参考文献:

- [1] 金竹广. 煤矿井下采区变电站综合自动化设计方案[J]. 工矿自动化, 2005(2): 67-69.
- [2] 关敬忠, 张凌云, 曹久永. 变电所的综合自动化探讨[J]. 煤炭技术, 2005(1): 109-110.
- [3] 常凤然. 微机保护定值整定的特殊问题分析[J]. 河北电力技术, 1994(6): 18-22.
- [4] 崔智明, 白宏峰. 煤矿井下高压开关失压保护误动原因及技术对策[J]. 水力采煤与管道运输, 2008(4): 79-81.
- [5] 李春锋. 综自变电站微机继电保护事故分析及对策[J]. 装备制造技, 2010(2): 187-189.

作者简介:王占奎(1973—),男,山西太原人,机电副矿长,注册安全工程师,高级注册设备管理工程师,从事煤矿机电技术方面的研究。Tel: 0356-5838138, E-mail: 375293152@qq.com。

充煤澳大利亚煤矿井下个人应急系统和跟踪定位技术的应用

郑金录

(充煤澳大利亚有限公司,澳大利亚新南威尔士州 4385)

摘 要:以充煤澳大利亚有限公司澳思达煤矿和艾诗顿煤矿为例,结合矿井生产实际和煤矿安全监测设备的普及应用,简要介绍了煤矿井下个人应急系统和跟踪定位技术的应用情况。

关键词:安全生产;应急装备;跟踪定位

澳大利亚是世界上重要的煤炭资源国、产煤大国,世界主要的煤炭出口国,煤炭产业也是澳大利亚最重要的矿业和国民经济行业之一。由于法律法规的严格要求和科学管理,澳大利亚煤矿安全生产一直处于世界先进水平,连续多年实现安全生产,杜绝了死亡事故。科技进步在澳大利亚煤炭工业中得到了充分体现,各种完善、先进的煤矿安全监测设备和手段的普及应用,大大提高了事故发生前预判的准确性,做到了防患于未然。

本文结合充煤澳大利亚有限公司澳思达煤矿井下个人应急系统和跟踪定位技术以及艾诗顿煤矿井下个人应急系统的实际应用情况,对澳大利亚井下人员定位和应急系统安全设备的实际应用作以下简要介绍。

1 公司概况

充煤澳大利亚有限公司为兖矿集团兖州煤业股份有限公司于2004年11月18日在澳大利亚设立的全资子公司,同年12月24日收购因发火被关闭的澳大利亚新南威尔士州原南田煤矿,将其更名为澳思达煤矿,2006年首次将综采放顶煤技术引入澳大利亚,在澳思达煤矿开始井工长壁开采。通过几年来的运营,澳思达煤矿已经从一个因发火关闭矿井成长为澳大利亚综采放顶煤技术示范基地,成了充煤澳大利亚有限公司发展壮大的展示平台,在澳大利亚展现了兖矿集团和兖州煤业的良好形象,为公司2009年12月23日成功收购菲利克斯公司(菲利克斯公司下辖4个生产煤矿、3个勘探项目、港口股份以及洁净煤项目,艾诗顿煤矿是原菲利克斯公司唯一的一个井工矿)奠定了坚实基础,加快了综采放顶煤技术在澳大利亚的推广应用。

澳思达煤矿地处澳大利亚新南威尔士州猎人谷地区,位于悉尼以北160 km,纽卡斯尔以西65 km。矿井开采区域地质结构较简单,格雷塔煤层是矿井唯一可采煤层,煤层倾角4°,煤层平均厚度4.5~7.5 m,埋深450~700 m,煤质为低灰、高发热量焦煤,发热量8 000

kcal/kg, 具有炼焦煤的流质特性, 可直接用于冶金。澳思达煤矿是目前澳大利亚井工开采条件最差的矿井之一, 且最大埋深将达到 700 余米。见图 1。

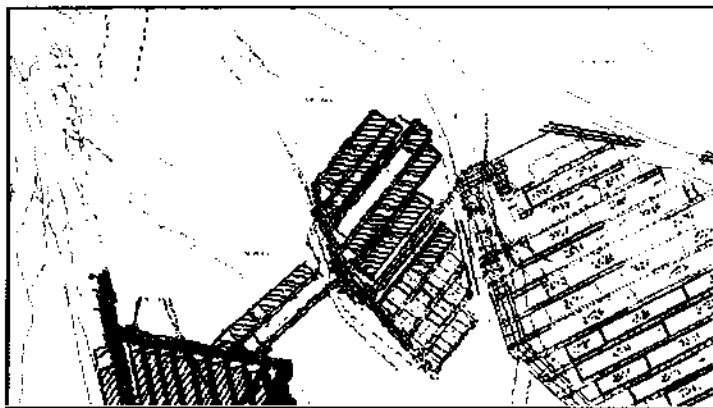


图 1 澳思达煤矿

艾诗顿煤矿位于新南威尔士州猎人谷地区, Singleton 西北 15 km, 距离著名的煤炭运输港口 Newcastle 约 95 km, 靠近 Camberwell 村庄并与 GlenniesCreek 等煤矿毗邻, New England 高速路把艾诗顿矿区一分为二。艾诗顿井工矿井从 Arties 露天矿高墙处沿 PUG 煤层施工三条巷道进入, 沿英格兰高速附近布置大巷, 设计年生产能力 320 万吨, 以下行布置方式开采 4 个煤层, 埋深在 60~300 m。艾诗顿煤矿埋深相对较浅但为多煤层开采且瓦斯涌出量较大。见图 2。

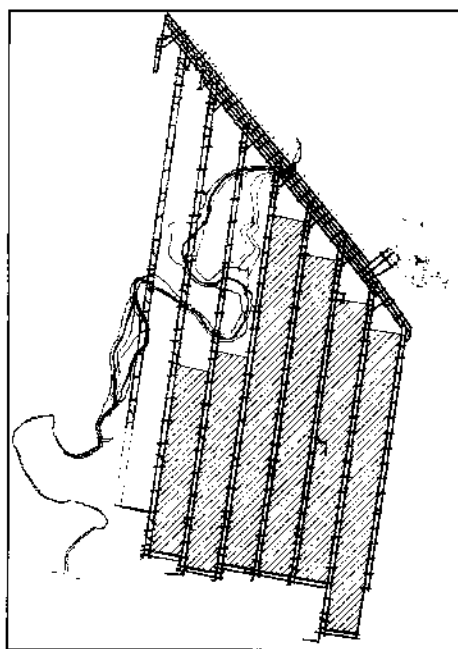


图 2 艾诗顿煤矿

2 矿井巷道布置及特点

澳思达煤矿和艾诗顿煤矿均根据澳大利亚法律法规要求和传统井工长壁工作面布置方式,井下巷道全部沿煤层掘进,采区开拓大巷一般采用三巷或多巷布置,回采工作面的上下顺槽均为澳大利亚传统的双巷布置方式,留煤柱开采,煤柱尺寸 25~60 m,联络巷间距分别为 100 m 和 150 m。

巷道布置特点:一是不考虑留煤柱对煤炭资源回收率的影响,全部采用留煤柱布置方式,煤柱尺寸设计的基础是受工作面回采初次动压的影响不产生明显变形和破坏,以确保在下一个工作面回采(受二次动压影响)时通过适当处理能够正常使用;二是无论双巷布置还是多巷布置方式,均每隔 100 m 或 150 m 通过联络巷相互贯通。

由于 PED 系统的超低频信号能够穿透岩层进行传输,在澳思达和艾诗顿煤矿布置天线线路时,无论是在大巷还是在工作面顺槽内,均只需要在一条巷道内敷设电缆即可将信号覆盖整个区域。

3 个人应急装置系统

3.1 个人应急装置(PED)系统简介

PED 为英文 Personal Emergency Device 的缩写,该系统应用的主要目的是:矿井发生紧急情况时提供一个快捷、可靠的方法通知在井下工作的矿工;在紧急情况发生时,能够迅速有效地与井下的工作人员进行通讯,以最快的速度通知井下所有人员迅速撤离,从而最大限度地减少伤亡,保障井下人员安全。目前 PED 也是英文 Productivity Enhancement Device 的缩写,不仅用于应急通讯,而且在日常生产管理中,通过地面控制中心向井下现场生产管理人员发送信息指令,极大地提高了矿井安全管理水平和生产效率。

PED 系统是一套能够以超低频信号穿透岩层进行传输的无线通信系统,该系统的基本组成有:计算机、PEDcal 运行软件、调制器、超低频发射器、天线和个人接收器,见图 3。

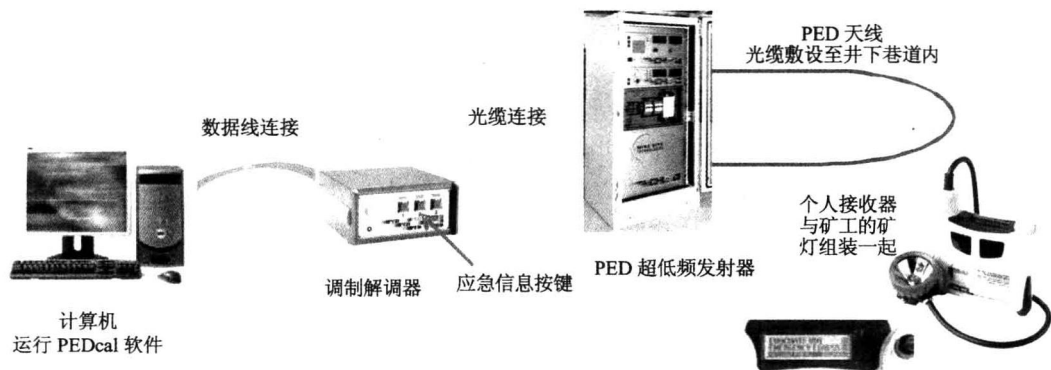


图 3 PED 系统组成

3.2 矿井现场设备布置

充煤澳大利亚公司澳思达煤矿自 2006 年开始调研个人应急系统安装方案,并于 2008 年投入使用,艾诗顿煤矿也于同年安装使用了该系统。三年来该系统运行安全可靠,在矿井

正常生产期间,矿井调度人员和矿井生产管理人员能够通过该系统发送信息及时与井下偏远(无电话、无扩音器)的现场员工联络,矿井安全生产管理意图能够及时得到传达、贯彻,极大地消除了安全隐患、提高了生产效率,保障了矿井的安全运营。

该系统终端控制计算机、调制器均安装在调度室内,矿井布置专用电缆到井下巷道作为系统天线与地面超低频发射器相连。两矿井均使用澳大利亚矿山技术有限公司制造的集成通信专用矿灯作为接收器(个人接收器安装于矿灯内)。

(1) 系统控制中心

计算机通过运行 PEDcall 软件,将管理员编辑的信息传输给井下某个人或某个指定的小组,也可以一次将信息发给井下所有的接收器。见图 4。

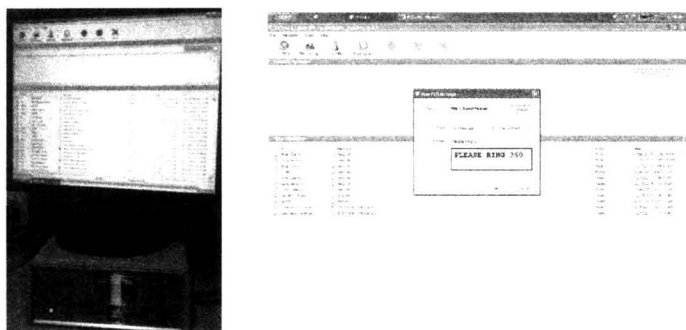


图 4 PED 系统主界面及信息发送示意

(2) 调制器

调制器是一台与计算机连接的独立设备,对计算机输出信息进行调制,输出一个环路电流信号到超低频率发射机上。

(3) 超低频发射机

超低频发射机将接收的调制器信号功率放大,以驱动天线,其最大输出功率为 1.2 kVA。

(4) 接收器——集成通信专用矿灯

澳思达煤矿和艾诗顿煤矿的个人接收器与矿灯组合在一起,使用集成通信专用矿灯,在收到信息时,矿灯显示闪动、蜂鸣报警,并在显示屏上显示信息内容。

目前澳大利亚煤矿现场 PED 系统应用广泛,功能强大。该系统不仅用于井下“寻呼”,寻呼井下所有工作人员、寻呼安装接收器的井下无轨胶轮车辆,而且用于控制系统,遥控携带接收器的矿井电气设备、远距离控制爆破系统。

4 人员跟踪定位(Tracker)系统

煤矿井下人员跟踪定位系统是一种自动识别信息技术,该系统主要是采用无线电频率识别技术,即 RFID,是英文 Radio Frequency Identification 的缩写。利用射频方式进行非接触性双向通信,实现对井下工作人员在不同状态(移动、静止)下的自动识别和数据交换,从而实现自动化管理。与接触式识别技术不同,无线电频率识别系统的射频识别标签和信号接收站之间不用接触就可完成识别。

4.1 跟踪定位系统组成

井下跟踪定位系统已经成为煤矿井下现代化安全管理必不可少的一部分。其主要组成有:计算机软硬件、信号接收站和识别标签。

信号接收站可以读取识别标签中的信息,然后通过光纤将信息传输到地面监控中心。信号接收站是由 1.6 mm 不锈钢外壳制作且做成防水、防尘结构,见图 5,前面板有 LED 指示灯显示其运行状态,信号接收站可以将 150 m 范围内的信息以低于 35 km/h 速度通过的识别标签准确无误读入相应 ID 信息,并将信息传输到监控中心。各个煤矿根据矿井不同情况将信号接收站安装于井下各关键地点。



图 5 信号接收站

识别标签可以单独佩戴,制作成便携式独立组件随身携带,也可以安装于矿灯内由矿灯电池供电,电耗量微不足道,不会影响矿灯正常班次的工作需要。澳思达煤矿采用了将识别标签安装于矿灯内的形式,见图 6。



图 6 识别标签

识别标签发送矿工唯一的 ID 信息,通过信号接收站传输到位于地面的控制中心。

4.2 澳思达煤矿井下人员跟踪定位系统布置

控制中心设于调度室,由计算机及相关运行软件组成,在调度室外的员工班前会集合区设置一个信号接收站、电源箱和信息显示器。

信号接收站布置分别为:主斜井入口处、井底车场、东 1 主大巷出入口 B/D 巷、西北大巷入口 B/D 巷、西南区大巷入口 B/D 巷、东区大巷入口 A/B 巷以及综采工作面上下顺槽出

人口。由于澳思达煤矿开采时间长,井下有已密闭的艾拉郎和西北两个采空区,有一个正在开采的西南区和一个开拓准备采区,井下环境复杂,线路较长,累计安装 16 台信号接收器,同时在主斜井、东 1 主大巷和贝尔博德大巷安装 3 台转发器和 2 台电源箱,形成整个监测网络,见图 7。

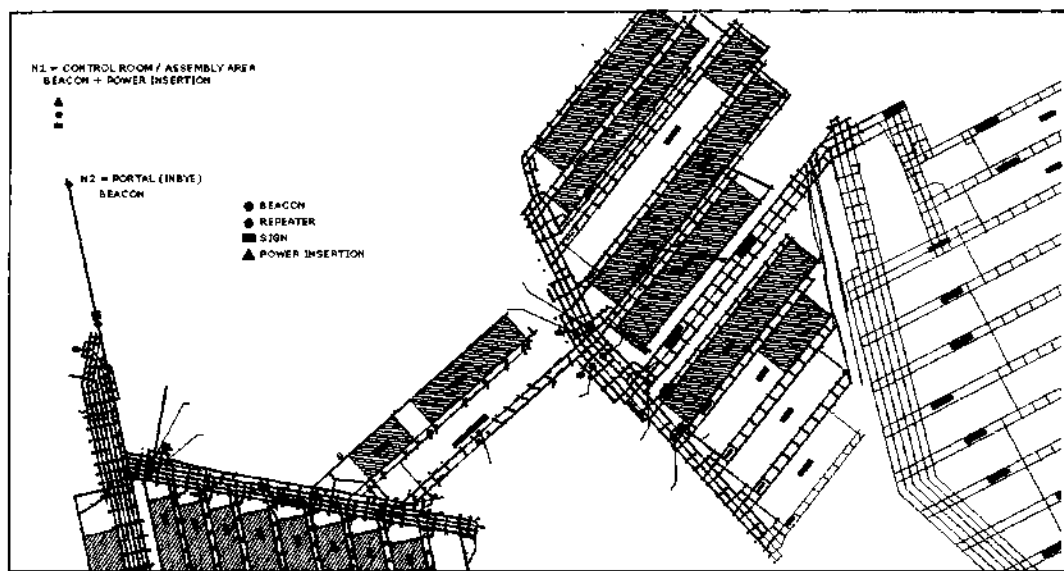


图 7 澳思达煤矿跟踪定位系统

5 井下人员跟踪定位系统的主要功能

首先能够即时查询当前井下人员分布情况。根据井下各信号接收站传回的信息,结合信号接收站井下位置分布图,能够准确在矿井采掘平面图上显示出各区域当前人数,并且随着井下人员的移动,各区域人数会随时更新。通过该系统管理人员能够准确了解井下人员巡查路线及到位情况。

第二能够查找人员当前位置,实现井下人员跟踪定位。通过监测控制中心计算机输入要找人员的信息,能够显示此人当前所在区域,并且可以查询此人不同时间所到达的区域。

第三能够统计进入不同区域的人员数量。澳大利亚法律法规规定在井下许多区域都有明确的人员限制,例如进入工作面的总人数、进入特定区域的人员限定等等。

第四实现了下井人员身份唯一性检测、核实。

第五能够为紧急救援提供准确、翔实的信息资料,在矿井发生紧急事故时指导救灾指挥。

6 系统特点

一是安装调试简单,易于维护和管理。矿井职工在下井时随身携带矿灯的同时将识别标签一并带在了身上,不需要专门的培训和特别要求即可满足系统要求。

二是该系统利用射频方式进行非接触性双向通信,信号穿透能力强,数据传输量小,抗

干扰能力强,保证了数据采集的准确性,真正实现自动化安全管理。

三是光纤、电缆混合网络,配置灵活方便,保证信息的实时有效传输。

四是识别标签安装于矿灯内,整个卡片完全密封,适合井下恶劣的工作环境。

五是识别区域无方向性、无盲区,可同时识别多个不同的识别标签。

7 结束语

澳大利亚对煤矿安全关注尤为密切,而且矿井事故成本非常高,事故调查细致、繁琐,发生事故后的跟踪措施多,事故处理时间长。特别是经认定为责任事故的,矿井不但要承担高额罚款,相应责任人、经营者还将会被追究刑事责任。煤矿一旦发生事故造成人员死亡,业主不仅将被处以高额罚款,情况严重的,矿井还会被勒令停产或关井。澳思达煤矿前身南田煤矿 2003 年因井下煤炭自然发火,矿井被勒令密封,公司破产后矿井被迫拍卖。在澳大利亚的煤炭企业中,管理者眼中最值钱的是生命,如果发现有管理者在决策中把赢利放在安全之上,就会被解聘逐出管理层,造成事故要追究责任,甚至会锒铛入狱。

作为中资机构在澳大利亚运营以煤炭生产和运销为主的煤炭企业,安全生产更是天字号大事,我们不仅在生产过程中严格执行公司制定的各项安全标准,而且充分利用各种完善、先进的监测设备和手段为矿井安全管理保驾护航。通过充煤澳大利亚有限公司几年来在两个井工矿并对个人应急系统和跟踪定位技术的应用,使我们切实认识到先进监测设备的应用对现代化矿井安全管理的重要性,体会到该系统对于提高矿井生产效率所起的积极作用。

作者简介:郑金录,充煤澳大利亚有限公司艾诗顿煤矿副协调经理,1999 年毕业于中国矿业大学采矿工程专业。

煤矿安全避灾六大系统建设

代贵生,范文胜

(神华神东煤炭集团补连塔矿,内蒙古 伊旗 017209)

摘 要: 为了保证煤矿的安全建设和发展,各个矿井需要建设安全避灾六大系统:安全监测监控系统、人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统。这些系统可以保证煤矿的安全生产,减少事故的发生,一旦事故发生了,也可减少人员伤亡。

关键词: 煤矿;安全;避险

近年来,国家出台了关于加快推进煤矿企业兼并重组的实施意见,再加上高速发展的科学技术为煤炭企业做大做强注入了新的活力,为煤矿机械化开采、集约化经营、科学化管理、规模化生产提供了良好的机遇,更为煤矿建设本质安全型矿井、实现安全生产修正了航向。不过煤炭行业实属高危行业,近几年我国的煤矿事故虽然有所控制,但还是有许多本可以避免的事故发生了。为了从本质上控制煤矿事故的发生,更好地利用现代化科学技术,煤矿井下应建设六种避险系统,包括监测监控井下隐患以及事故发生后有效的避险系统。

1 安全监测监控系统

煤矿井下应安设甲烷、温度和一氧化碳等传感仪,煤矿作业规程必须对安全监控设备的种类、数量和位置、信号电缆和电源电缆的敷设、断电控制区域等作出明确规定,绘制监控布置图和断电控制图。安全监控设备之间必须使用专用阻燃电缆和光缆连接,严禁与调度电话电缆或动力电缆等共用,电缆之间、电缆与其他设备连接时,必须使用与电气性能相符的接线盒。监测电缆应与动力电缆分挂在巷道两侧,中心站设备应有可靠的接地装置。使用电缆传输信号的监控系统,必须在中心站和人井口分别设置防雷装置,同时应有良好的抗干扰性能。进入中心站的所有网络传输线和交流电源必须采取防雷措施。

(1) 采煤工作面及其回风顺槽,传感器应按图 1 所示设置。当高瓦斯矿井综采工作面回风顺槽超过 1 000 m 时,在回风顺槽的中部增设甲烷传感器 T3。

(2) 采用两条回风巷道的采煤工作面,必须在第二条回风巷道内按照第一条回风巷道内的甲烷传感器设置方式设置甲烷传感器。

(3) 采煤工作面回风隅角必须设置甲烷传感器。其报警浓度为 $\geq 1.0\% \text{CH}_4$,断电浓度为 $\geq 1.5\% \text{CH}_4$,复电浓度为 $< 1.0\% \text{CH}_4$,断电范围为工作面及其回风巷道内全部非本质安全型电气设备。

(4) 当综采工作面停采回撤时,工作面及回风巷应保证传感器的正常监测,只有工作面

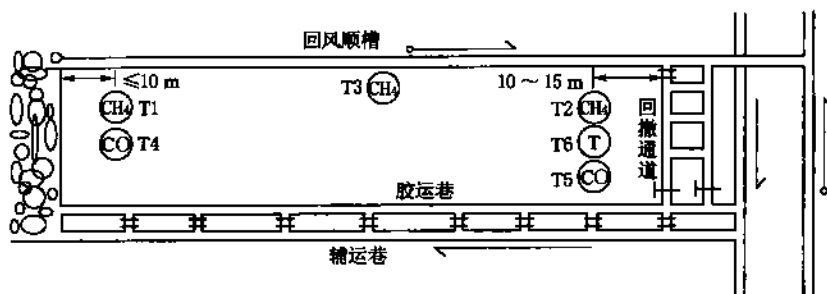


图1 采煤工作面传感器布置示意图

T1——采煤工作面甲烷传感器；T2——回风顺槽甲烷传感器；T3——回风顺槽中部甲烷传感器；
T4——工作面一氧化碳传感器；T5——回风顺槽一氧化碳传感器；T6——回风顺槽温度传感器

T1、T2、T3 报警浓度 $\geq 1.0\% \text{CH}_4$ ，T1 断电浓度 $\geq 1.5\% \text{CH}_4$ ，

T2、T3 断电浓度 $\geq 1.0\% \text{CH}_4$ ，T1、T2、T3 复电浓度 $< 1.0\% \text{CH}_4$ ，

断电范围为工作面及回风顺槽中全部非本质安全型电气设备。

T4、T5 报警浓度 $\geq 24 \text{ ppm}$ ，T6 报警温度 $\geq 30^\circ \text{C}$

回撤完毕，封闭巷道时方可回收各类传感器。

2 人员定位系统

人员定位系统能够用不同标识、模拟图形或颜色、数据，动态、实时显示井下作业人员状况和分布情况，并能动态显示井下人员状况和分布情况，并能动态显示井下人员的当班活动模拟轨迹，能实现地面调度指挥中心与井下作业人员信息互动。系统具备发生无信息人员入井、井下工作超时滞留、进入危险区域或重点防护区域和矿井、采区、工作面超定员、矿井发生事故等情况时警示和自动声光报警，井下人员遇险时能发出报警信息。井下发生事故或出现紧急状况时，系统地面调度室能与应急预案联动，能显示相应事故应急预案，显示避灾路线，能够迅速查询井下灾前各时段全部人员位置和状态，准确掌握被困人员位置。能够实时对煤矿人员入井时间、升井时间进行统计，能够对各单位人员入井班数、班次、迟到早退等情况进行监测和分类统计。

人员定位系统安装时，进入机房或入井的光缆、电缆必须有防雷措施，避雷装置要可靠，接地电阻小于 $2\ \Omega$ 。系统主干要建成环路，确保系统的可靠性，支线采用链路方式。系统主机、井口验卡分站，设备配置主备用可以自动切换。各矿井出入口、顺槽入口、顺槽中间，井下采煤工作面、掘进工作面、井下变电所、水泵房、巷道交叉口（可鉴别方向）、人员与车辆禁入区域和危险地段、人员聚集区、主运大巷、辅运大巷、胶带运输机机头和机尾、盘区巷、总回风大巷出入口都要安装读卡分站。总回风巷不设置人员定位分站。综采工作面和移变列车各设置一台分站，安装定位器，人员定位要精确到 50 m 内。掘进工作面在破碎机上设置一台分站，安装定位器，人员定位要精确到 100 m 内，多巷掘进必须将分站天线引至相邻巷道。分站应设置在便于读卡、观察、调试、检验、围岩稳定、支护良好、无淋水、无杂物的支架或悬挂在顶板大于或等于 300 mm 位置。

3 供水施救系统

供水施救系统应具备基本的防尘、消防、供水功能,在各采掘地点、主要硐室等人员集中地点在灾期能够实现应急供水功能;具有过滤水功能,泵房应具有水源、管网压力及流量等监测功能。每条巷道必须有供水管路(专用排瓦斯巷除外),压力不小于 0.6 MPa,胶带运输巷 50 m 安设一个三通,其他巷道 100 m 安设一个三通,安设三通的地方作为施救饮水点。综掘工作面安全出口向外 100 m 范围内必须设置施救饮水点。供水施救系统主管不小于 DN50,支管不小于 DN25,供水管路阀门距巷道底板 1.2~1.5 m 左右。供水点前后 2 m 范围内无材料、杂物,施救地点应设有清晰的反光指示牌。

4 紧急避险系统

第一:全部入井人员必须佩戴有效时间在 30 min 以上的隔离式自救器。自救器必须保证完好。

第二:对所有综采工作面,在两个安全出口向外 1 000 m 范围内,依据最多人数班次,装备目前国内常态状况下体积小、重量轻、移动方便的可移动软体式救生舱。对于采高在 3 m 以上的工作面,根据顺槽断面积,可以考虑安装一个进口或国产的能容纳 36 人的可移动硬体式救生舱。掘进工作面在滞后掘进头 1 000 m 范围内,依据最多人数班次,装备目前国内常态状况下体积小、重量轻、移动方便的可移动软体式救生舱。每个矿井最多只能装备两种型号的救生舱,必须使全员学习、掌握可移动式救生舱使用和维护常规技术,以便在灾变时能够快速正确使用。救生舱的质量、供电系统、安全监测系统、保护用品配备必须符合国家标准。

第三:永久安全避险硐室应选择在盘区大巷中部的合适位置,方便本盘区的全体人员在灾变时快速撤离的中转逃生或长期待救的固定地点设置。地面钻孔直通永久安全避险硐室,钻孔直径不小于 405 mm,并要下套管。钻孔装备能够通风、通讯、供电、供水等,保障室内人员有可以长期待救的基本生存条件,连接方式为快速插头。

5 通信联络系统

各矿井通信联络系统必须具有 3 种通信方式,即:固定调度电话、移动通信系统和扩音通话系统。通信联络系统应具有以下功能:交换业务功能、调度业务功能和调度台功能和录音系统功能。在设计和安装上要按照在灾变期间能够及时通知人员撤离和实现与避险人员通话的要求,做好两套系统的互补,提高通信联络系统的可靠性和稳定性。各种通讯工具和相关设备必须符合国家的相关规定和技术标准

6 压风自救系统

空气压缩机房设置在地面,配备符合国家标准、行业标准和《煤矿安全规程》等规定要求的压力表、安全阀等安全保护装置,使用闪点不低于 215 ℃ 的压缩机油。压风自救系统应覆盖井下作业地点、机头硐室及避难硐室。压风管路应采用钢管材料,在每段管路的最低点安装汽水分离器,定期排放。永久性巷道每 1 000 m 设置 1 个 DJ50 供气阀门作为压风自救

点,每个压风自救点安设一套可供 8 人使用的带阀门的压风头。掘进巷道、回采巷道内每隔 200 m 设置 1 个 DJ50 供气阀门作为压风自救点,每个压风自救点安设一套可供 3 人使用的带阀门的压风头。回采工作面安全出口外 40 m、掘进工作面距掌子头 40 m 范围内设置一个压风自救点,压风头的数量应不小于该工作面的人数。压风系统风量应满足井下交接班人员数量的要求,压风自救点供应每人使用的压缩空气量不得少于 $0.1 \text{ m}^3/\text{min}$,出风口压力不小于 0.2 MPa 。压风自救装置要安装在地点宽敞、支护良好、无杂物堆积的人行道侧,人行道宽度要保证在 0.8 m 以上,吸气装置安装高度距底板 1.2~1.3 m,便于现场人员自救应用。

作者简介:代贵生(1973—),男,甘肃泾川人,1999 年毕业于太原理工大学矿业工程学院采矿工程系,现任神化神东煤炭集团补连塔煤矿矿长、党委书记。

吴寨矿综合自动化远程集中控制技术的应用

李卫中

(平煤集团天力公司吴寨矿,河南 平顶山 467000)

摘 要: 本文针对天力公司原先存在的机电设备型号多、操作管理困难、系统间缺少数据整合等问题,进行煤矿生产过程的数字化改造,通过综合自动化远程集中控制技术的应用,为公司发展指明新的发展方向。文中主要介绍了综合自动化远程集中控制系统的结构和功能,以及井下皮带集控系统、储装运系统、大屏幕调度等系统的信息集成,并以吴寨矿为例,说明系统的应用效果。

关键词: 煤矿;综合自动化;集中控制

1 引 言

随着我国煤炭事业的发展,对生产过程监控、全矿井生产安全环境监测、生产过程信息综合利用等方面的网络化、自动化和智能化提出了更高的要求。

天力公司自动化系统信息集成项目是集团整体信息化的一个部分,满足集团整体信息化规划的要求。公司现有的机电设备型号多、数量多,情况复杂,机电设备操作和管理较为困难,单机自动化系统较多,但是系统之间缺少数据整合,不能够为整个矿井的综合调度提供有力的决策支持。

由于上述因素的影响,徐州中矿大华洋通信设备有限公司开发了综合自动化远程集中控制系统,系统利用先进的网络技术、自动控制技术、通信技术、计算机技术、视频技术,以工业以太环网网络为平台,建设了一个集安全生产监控、自动化控制、工业电视等为一体的煤矿生产过程数字化系统。该系统在吴寨矿取得了良好的应用效果。

2 项目总体设计

系统设计总体目标:建成以矿井工业以太环网为基础的高速控制网络,并以此为基础,通过推进矿井生产过程综合自动化,促进企业综合信息化。即实现数据采集自动化、业务信息集成化、信息管理网络化,最终实现管理决策科学化、现代化和智能化。

吴寨矿生产数字化系统主要包括以下子系统:井下皮带集控系统、储装运系统、大屏幕调度系统等。在煤矿生产过程数字化改造模式的指导下,各系统之间协同工作。

2.1 煤矿生产数字化集成

综合自动化远程集中控制系统分为三种层次:管理决策层、信息集成层和信息采集及施用层。矿山综合自动化控制集成系统是矿山信息化的基础,没有自动化就没有信息化,信息

化带动自动化。矿山综合自动化部分,即信息的采集与施用层面,吴寨矿采用现场总线与煤矿工业以太环网相结合的模式,构建一个综合传输网络的平台,各种监测与控制系统的信息均进入同一传输网络进行传输。

天力公司吴寨矿煤矿综合自动化远程集中控制系统在设计过程中着重考虑以下几点要求:

- (1) 实用性。从实际应用角度出发,力求简单实用。
- (2) 安全性。系统要具有抗侵入、容错和容灾的能力。
- (3) 先进性。原有的成熟的网络技术和产品又势必被新技术取代。
- (4) 开放性。选用开放的硬件和软件平台,支持多种主机互联,设计选型主机系统的生产厂商满足产品遵循 TCP/IP 标准,方便地实现多种主机的互联。
- (5) 扩充性。要拥有简单易行的扩充升级能力,满足未来的应用扩展的需要。
- (6) 投资保护。在保证系统能够安全、可靠运行的前提下,最大限度地降低系统造价,保护原有的计算机设备投资。

2.2 集成系统功能模型

集成系统主要由 IFIX 组态软件、数据库服务器、Web 服务器等组成,数据发布系统设计采用了 .net 技术。综合自动化集成系统以信息集成平台为核心,将实时数据流进行集成,同时针对统一信息平台开发各种综合应用,形成集成化、网络化应用,所有的数据是在一个数据库中进行管理,数据一旦被输入,在整个系统中都可以使用,各种图形、图像、报表信息都可以通过 Web 的方式在任何一台终端统一浏览。系统提供集成化的编程组态,实现了从设计、编程、硬件组态、测试到操作诊断和远程维护的全过程组态应用。

2.3 网络平台

本系统的网络设计,体现了集成化的数据管理、集成化的通讯、集成化的编程组态,以实现最大限度的信息共享。为满足井下各种数据的可靠、无拥塞传输,井下主干网络传输速率 100 Mbps,网络智能分站与主干网的连接为 10/100 Mbps 自适应。同时,提供智能网关等设备,可使井下原有的各种底层设备、监测监控系统、现场总线等系统方便地接入主干网络。结合网络摄像机、IP 电话或视频分配器等设备,可以将图像、语音信号接入主干网络,实现开放、宽带的综合业务数字网络平台。

3 主要系统

3.1 井下皮带集控系统

吴寨煤矿胶带运输机集中控制系统,采用计算机分布式控制系统(DCS),利用工业以太环网作为通信平台,控制系统由地面监控中心、地面 PLC 控制主站、井下防爆兼本安型可编程控制器和 Ethernet 网络组成。

地面控制中心由两台工业控制计算机和打印机等组成。地面两台计算机采用冗余技术,互为备用。井下防爆兼本安型可编程控制器 KXJ0.25/660/380/127,采用 GE-Versa-max 可编程控制器为核心,分别完成信号采集及控制相关皮带任务,并通过以太环网与地面监控主站通信,以达到皮带单台、皮带间连锁集控。

控制系统由主站、分站及检测传感元件组成。控制分站安装于胶带机现场,完成对胶带

机的信号检测和执行控制,每个分站可以对响应的胶带机进行单独控制,主站设于井下集中控制室内,以手动和自动方式对胶带运输系统的工作状态、故障性质、故障地点、煤仓煤位、运煤量等重要信息进行显示,并能遥控胶带机、给煤机等设备的开停和相关皮带之间的闭锁控制每条皮带。

主要检测保护有:胶带速度、胶带跑偏、紧急闭锁、物料探测、设备开停、烟雾、堆煤、运煤量及温度保护、灭火洒水保护、防尘洒水保护、断带保护、撕裂保护等。系统具有信息联网功能,在调度中心能发布控制命令并能监视该系统所需运行参数和该系统设备运行画面情况。应用效果见图 1。

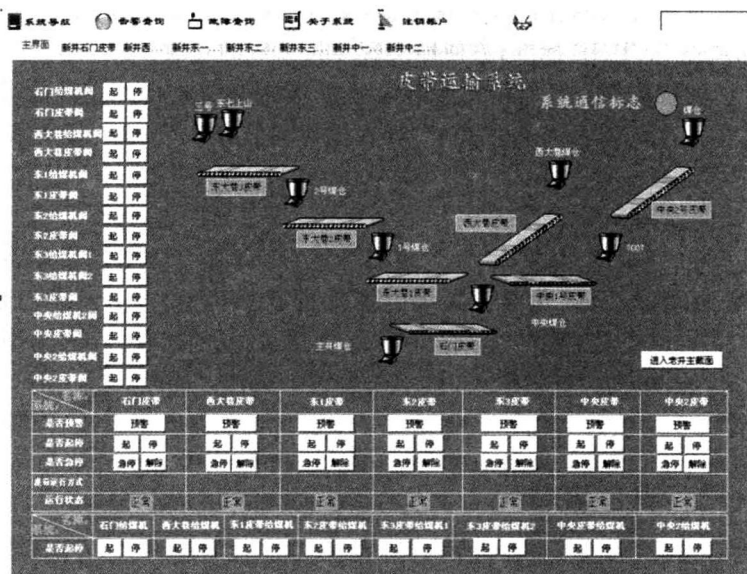


图 1 井下皮带集控系统

3.2 储装运系统

集中控制方式下,设备在运行的过程中,若出现通讯错误,各设备停车,其中独立设备正常停车,闭锁设备视情况延时停车或急停。本系统采用的是西门子公司的 PCS7 系统,PCS7 系统过程控制层执行的就是 Profibus-DP 现场总线通讯协议,可以在工程师站进行标准智能设备的组态设置,通过操作员站能控制、反映现场电机设备的实时工作状态。

在地面集控室由工控机显示各皮带的运行状态、显示各皮带的各种运行参数。控制分站的 PLC 控制程序可以在计算机中方便地修改、调试。系统设有各皮带的故障信号显示,并伴有声光报警,提示值班人员采取有关措施。在主站和分站设有扩音电话系统。皮带组运行后若出现报警,报警皮带和来煤方向皮带立即停车。地面监控室设置两台计算机(配置大屏幕液晶显示器),两台计算机分为主控计算机和辅助计算机,两台计算机通过 TCP/IP 标准通讯协议相互通信,互为备用,并可进行自动切换。应用效果图见图 2。

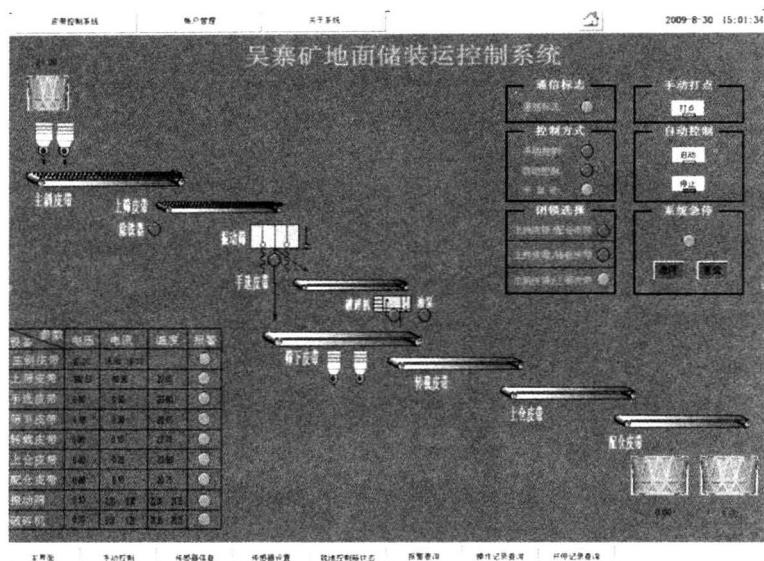


图 2 储装运系统

3.3 大屏幕调度系统

大屏幕调度系统控制软件具有一个方便直观的中文界面,实现多用户操作管理,并能与集中控制系统一起实现一体化操作管理。系统控制软件集成了对液晶显示单元参数调整、系统监测等功能;控制终端通过该软件,除了可以控制大屏幕的显示模式的主要功能外,还可以读取设备参数等,方便使用和对设备的操作维护。

通过系统控制软件,可在整个大屏幕上以窗口形式显示各类信号图像,各图像窗口的位置可以任意定位,其大小、形状可任意缩放变化,可在全屏范围任意拖拉;各窗口可任意打开、关闭、扩展至全屏、平铺、相互叠加遮盖。系统对多种信号源进行定义、调度和管理,并画在软件虚拟界面内,实现任意信号源窗口模式组合的定义、编辑,自定义多种显示模式存储调用。遇到突发事件时,在系统界面上标示出报警设备,并启动应急预案,同时进行声光报警,并将报警信息记录到数据库中。为防止误报信号导致误操作,在管理人员面对突发事件时,须经确认后再进行相应联动操作。系统应用效果图见图3。

4 成果的创造性、先进性

(1) 提出了综合自动化远程集中控制生产过程数字化改造模式,在该模式的指导下,各系统之间协同工作,解决了目前煤矿面临的机电设备型号多、数量多,情况复杂,系统之间缺少数据整合的问题,为整个矿井的综合调度提供有力的决策支持,实现对现场的运行设备进行监视和控制。系统具有数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能。

(2) 提出了使用 100 Mbps 工业以太环网+CAN 现场总线形式构建矿井综合自动化网络平台模式。系统以信息集成平台为核心,基于分布式实时数据库、OPC、工控组态技术,实现了各子系统的无缝集成和安全生产实时数据 Web 浏览,多台 PLC 之间通过 PROFIBUS



图3 大屏幕调度系统

现场总线和 MPI 工业网络进行通讯,具有行程控制、故障检测与处理等功能。

(3) 开发了报警联动预案系统,将煤矿生产的各个环节作为一个整体来考虑,消除了企业内部的各种信息孤岛,使胶带机集控、煤楼运输集控等系统之间都可以联动,以及时高效地应对突发事件。整个系统通过分布式控制,形成全矿井生产各系统的各环节的过程控制自动化、生产综合调度指挥和业务运转网络化、行政办公无纸高效化。

(4) 研制开发了基于 PLC 技术和全分布式控制结构的矿井安全生产自动化各子系统,实现了对井上、下皮带运输,电机车运输,井下供电等井下各安全生产环节的集中、远程和就地控制。系统对煤矿的各种实时监测数据进行转换、集成,实现资源的有机共享,降低生产和管理成本,增强企业在市场中的竞争力。

5 经济效益和社会效益

该系统的建设与应用,提高了吴寨矿劳动生产率,降低了设备故障率,通过几个月的运行,效益明显。

(1) 经济效益

系统投运后,由于采用多种现代化信息与自动化技术,各生产环节如各采区皮带、皮带运输系统与提升系统、提升系统与煤楼运输系统的联系得到加强,缩短了原煤的中转周期,从而提高全矿设备的开机率。由于保护系统较为完善,系统电机及其他设备损坏几率大大下降。

减少现场岗位工种,部分生产系统在自动化完善后可实现无人值守,日前阶段可将部分原岗位工种人员调整到机电设备维护工种。

(2) 社会效益

自 2010 年 7 月起该系统投入运行以来,工作稳定可靠,各项指标正常,满足平煤集团信

息化、自动化总体规划的要求,提高了公司安全生产的自动化水平,对公司安全生产、调度指挥、减人提效起到了积极作用,同时为公司的高产高效矿井达标建设作出了重大贡献,社会效益巨大。

该系统的使用,推进了我公司矿井生产过程综合自动化建设的进程,促进了企业综合信息化,实现了数据采集自动化、业务信息集成化、信息管理网络化,并最终实现了管理决策科学化、现代化和智能化,保证了对全矿井安全状况和生产过程的实时监测、监视、控制和调度管理,使矿井高效集中生产,达到减员增效、降低成本,提高矿井整体生产水平。

6 结束语

吴寨矿应用的综合自动化远程集中控制系统依靠先进的管理理念、采用多种现代化信息与自动化技术,建立全矿井监测、控制、管理一体化的、基于网络的大型开放式分布控制系统,形成全矿井生产各环节的过程控制自动化、生产综合调度指挥和业务运转网络化、行政办公无纸高效化,保证对全矿井安全状况和生产过程进行实时监测、监视、控制和调度管理,使矿井能够高效集中生产,达到减员增效、降低成本,提高矿井整体生产水平。

系统将各个生产环节整合成统一的整体,在网络计算机的综合自动化控制下各系统有机结合,其在吴寨矿的实施,加强了各子系统之间的联动、协作与通信,提高了生产和管理效率,取得了明显的经济效益和社会效益,对于大型煤炭企业集团促进和提高安全生产、技术进步、装备升级和科学管理的水平具有重要意义。

参考文献:

- [1] 卢倩,朱真才,陈光柱,等. 矿井工业以太网大流量负载实时调度策略[J]. 煤炭学报, 2009,34(10):1430-1434.
- [2] 陆阳,郭智奇,韩江洪,等. 矿井机车运输监控系统调度联锁过程的 Petri 网建模[J]. 煤炭学报, 2007,32(11):1216-1223.
- [3] 孙继平,陈伟,唐亮,等. 有限空间低照度低分辨率图像中人脸检测[J]. 中国矿业大学学报, 2008,37(3):373-378.
- [4] 蔡丽梅. 基于视频的煤矿井下人员目标检测与跟踪研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2010.
- [5] 程卫民,周刚,王刚,等. 基于灰色一模糊一改进动量 BP 算法的矿工安全行为评价方法[J]. 煤炭学报, 2010,35(1):101-105.
- [6] 孙继平. 煤矿安全监控系统联网技术研究[J]. 煤炭学报, 2009,34(11):1547-1549.
- [7] 陈娜. 煤矿应急场景下行为能力的实验研究[D]. 北京:中国矿业大学(北京), 2010.

作者简介:李卫中,男,1991年4月参加工作,中共党员,现任平煤集团天力公司信息化科科长。

基于 GEPON 的全矿井自动化系统设计分析

孙国辉,郭武奎,曹爱玲,陈亚鹏,杨万里,郭新世

(靖远煤业集团有限公司大水头煤矿,甘肃 白银平川区 730913)

摘 要:针对大多数煤矿新建的监测系统互不兼容的问题,本文提出了一种基于 GEPON 系统技术的全矿井自动化系统体系结构,兼顾已有系统,最大限度地保护了用户已有的投资。大水头煤矿选择应用了 GEPON 系统平台,具有开放的系统接口、标准化的系统接口,拥有一个高效可靠的生产管理系统、一个易于扩展升级的模块式系统结构、一个能够对生产全过程进行跟踪和分析的系统、一个专为煤矿业设计和集成的具有丰富经验的系统。

关键词: GEPON;全矿井自动化设计

0 引 言

靖远煤业集团有限责任公司大水头煤矿始建于 1958 年,位于甘肃省白银市平川区,占地约 12.8 km²。矿内公路与省道 309、国道 109 线相连,铁路专用线从长征火车站直通矿内,矿区地理位置优越,煤炭品质优良,所产“晶虹煤”名扬天下。现核定生产能力为 220 万吨/年,地质储量为 13 942.1 万吨,可采储量 9 618.8 万吨。矿井地质条件复杂,煤层赋存不稳定,断层较多,为高瓦斯矿井。

1 目前存在的主要问题

在建设现代化矿井的同时,矿内的各种监测、通讯系统越来越多,监测、通讯、视频等数据量会急剧增加,目前大水头矿采用的安全监测系统主要有 KJ95N 监测监控系统、KSS2100 束管监测系统、KJ69N 人员跟踪定位系统、KJ36A 型电力监控系统。KJ95N 主要用于对瓦斯、风速、负压、温度、一氧化碳等环境参数实时采集、处理、存储、显示,并具有超限报警的功能。KSS2100 束管监测系统主要功能是监测井下的气体成分和含量,是该煤矿用于早期预报煤炭自燃火灾的一种主要方法。该煤矿的束管系统现有一台气体分析仪,束管系统抽取出来的气体经气体分析仪分析后,可将分析结果以文本文件的方式保存下来,但原来的处理方式均为由操作员手工填写表格并送到相关部门存档。KJ36A 型电力监控系统具备以下功能:“四遥”功能、预警报警功能、防爆开关远程安全控制功能;查询功能、管理功能、系统生成及实时修改功能、图形显示、报表及曲线打印、信息存贮与调用功能。KJ69N 人员跟踪定位系统是一套应用 RFID 技术于井下移动目标位置监测的系统,实现煤矿井下作业人员和运输车辆位置的监测查询及多种实用的报警功能。这几种监测系统的建成,对

提高煤矿安全水平起到了重要的作用,但是没有从根本上扭转煤矿安全的被动局面。因为,在现存的这几类实时监测系统中,时刻都有大量的数据和信息需检查和处理,当紧急事件发生或是需要对历史数据和信息进行分析时,海量的数据往往使操作人员难以适从;此外,如果某些设备的零件出了毛病,也很难迅速进行检查、判断并排除故障。为实现矿井各个监测系统数据等的集中传输、维护、管理、控制等,需要面对的问题主要有:

- (1) 多系统并存但互不兼容,缺乏有效的集成;
- (2) 对井下实际情况的判断依然依赖于个人经验,缺乏科学的判断依据;
- (3) 依然是通过对单一参数的判断实现超限报警,有时并不是真实情况的反映;
- (4) 紧急事件发生时,缺乏有效的专家指导。

2 系统设计目标

针对大水头矿存在的问题,确定所开发系统的目标如下:把矿原来单个离散的系统,如安全监测系统、人员监测系统,通过 GEPON 综合自动化平台实现无缝整合,由一条通道,集中传输到调度中心,实现集中管理,减少维护,提高系统安全水平和工作效率,降低投入,把矿建设成具备高技术含量的、安全稳定的现代化矿井。

2.1 最大限度保持现有的各个系统设备

该矿目前具备的瓦斯监测等系统,在安全、稳定、可靠地传输数据方面,发挥着重要的作用。本次设计将充分利用现有系统,只改变系统的传输部分。对于安全监测系统、人员监测系统,系统分站可以就近接入 GEPON 网络的节点设备 ONT,监测主机放在监测中心,通过 GEPON 网络与各分站通讯。

2.2 所有子系统可以通过一条通道传输数据,实现三网合一

在建立基于 GEPON 的综合自动化系统后,现有的子系统以及后期建设的各子系统(厂家不限制)都可以通过全矿井自动化系统的主干道,即一条通道传输各种信息。不再需要原有的各个系统单独专用的线缆。

2.3 提供多种标准接口,方便其他厂家系统的接入

该系统提供多种标准的接口,如 OPC、DDE、ODBC、FTP,可以方便地实现全矿范围内各个系统的无缝整合。

2.4 对全矿井实现集中管理、安全生产状况综合性动态分析

生产的综合自动化促进全矿的管理综合自动化。通过对监测数据进行转换、整理、挖掘,管理系统,为领导科学决策提供依据,加强企业内部协作与通信,提高生产和管理效率,增强企业的市场竞争力,使煤矿企业的综合自动化进程实质性地跨上一个新台阶。

2.5 系统安全可靠

系统考虑网络安全,具备线路冗余或主机冗余。

3 GEPON 技术简介

GEPON(Gigabit Ethernet Passive Optical Network)采用点到多点网络结构、无源光纤传输方式、基于高速以太网平台和 TDM(Time Division Multiplexing)时分 MAC(Media Access Control)媒体访问控制方式,并能提供多种综合业务的宽带接入技术。

4 系统设计概述

大水头矿已经装备了地面计算机网络系统,井下安装了安全监测系统、人员定位监测系统、矿压监测系统、束管检测系统、井下工业电视系统等,为了更好地发挥各系统的作用,协调管理、提高生产率,需要建设一套全矿井综合自动化系统。

本次设计针对矿井实际情况,采用双环网结构,地面机房设置两台光线路终端、两台冗余控制器、计算机、千兆交换机等,从两个井口铺设光缆,形成双环。地面、井下共设置 10 个接入点,每个接入点均设置无源光功分器一台,组成系统的主干传输通道。通过每个点都可以把井下各种监测监控系统数据、图像等汇入主干网络,集中高速送到地面控制主机。当系统中增加网络终端时,不需要再单独增加有源设备。只需要通过线路分支器分离一线路即可将网络终端设备接入。系统网络拓扑结构见图 1。

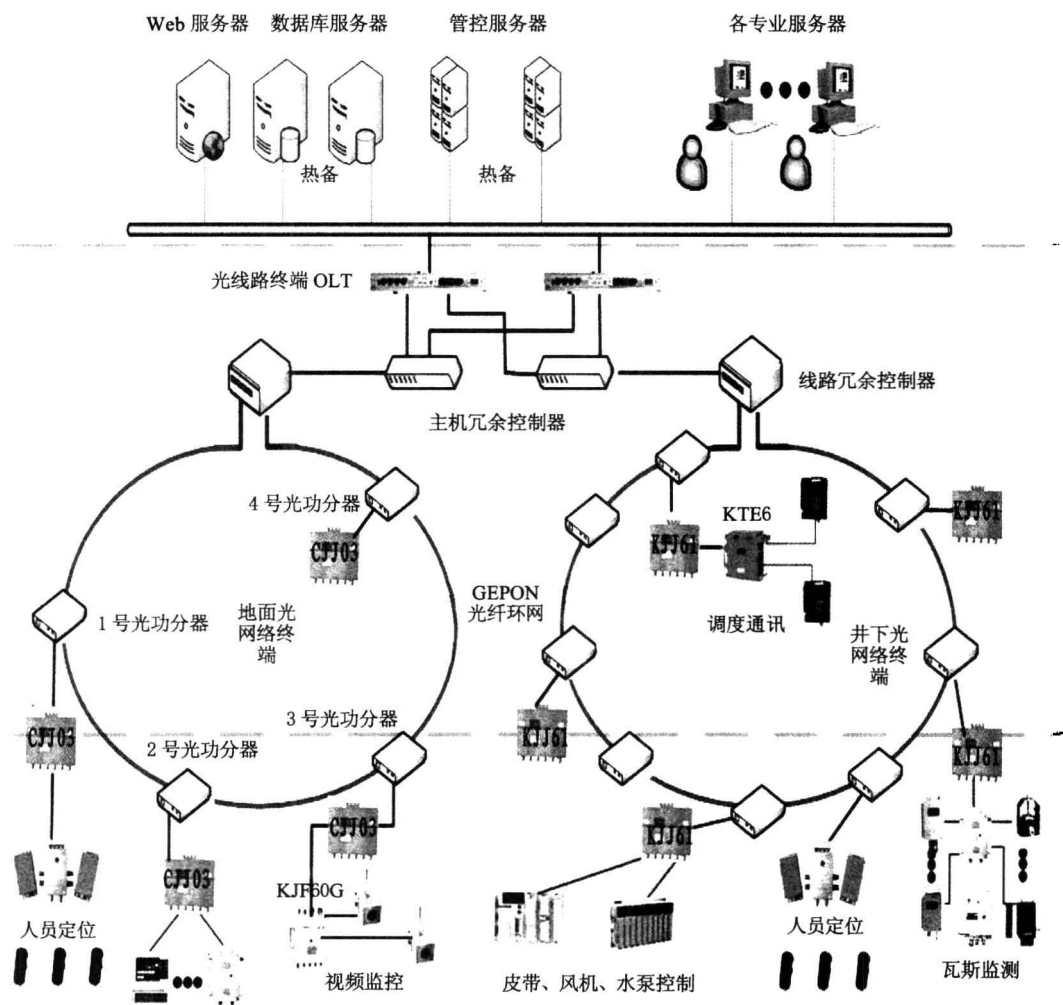


图 1 系统网络拓扑结构

5 系统冗余方式

系统具备两种冗余方式,即设备冗余和线路冗余。

矿用 GEPON 网络拓扑构架很多,如环状、树状、星形等,主要有树状和环状两种冗余方式。树状冗余的特点是分支灵活、传输距离远、光口所接光网络终端数多,但其光缆布线施工复杂、备用光纤故障监测较难实现。环状冗余的特点是光缆布线施工简单、备用光纤故障监测容易、故障冗余切换时间短,但其每个光口所接光网络终端数一般不超过 10 个,当设置点数较多时,可设置多个环。其分支和传输距离问题可通过合理设置 ONT 和设计光功率分配加以解决,因此,矿综合监控网络采用双环状冗余型矿用 GEPON 系统。

所有环网连接设备,采用无源光功分器 KL5001A,至少具备两进三出 5 个全双工光纤端口,其中 4 个光口用来组成双光环网,两进两出;另外一个用来接入光网络终端设备 ONT。当其中某一段工作中的光纤线路被破坏或相应的网络设备发生故障时,整个网络会自愈,并在小于 100 ms 内恢复正常的通讯。

设置一台环形冗余控制器,一台设备冗余控制器,连接 OLT 光端口输出,实现 GEPON 的双光纤环网结构,它可以同时实时监测备用光纤的通断状态。

6 地面中心设备

地面中心设置一台千兆自适应交换机,通过与 OLT 光线路终端连接将环网数据进行汇聚,提供接入环网的连接,以及其他服务器等终端的接入。同时,中央网络通过安全措施可与信息管理网互联。

设置线路、设备冗余控制器和光线路终端,每台 OLT 光线路终端向以太网提供 4 个千兆以太网端口,向 ONT 设备提供 4 个千兆以太网光纤端口,其具有二层/三层交换和光纤端口冗余功能。LTM-32-10-4 线路终端的配置如下:插槽×2,向 ONT 设备提供 4 个千兆以太网光纤端口。向核心以太网提供 4 个千兆以太网端口,CONSOLE 口:1 个,RS232CDB-9。LAN 端口(管理口):1 个,RJ4510/100Base-T。

7 环网网络及传输方式

每个环网内的网络节点采用天地(常州)自动化股份有限公司基于 GEPON 千兆无源光网络技术开发光功分器 KL5001A、KJJ61 本安网络终端(井下)或 CJJ03 矿用一般光网络终端(地面),它是 GEPON 系统的现场设备,通过无源光纤网络用于终结从 OLT(光线路终端)传送来的以太网数据。与 OLT 配合,ONT 可提供宽带综合通信。

网络接点井下采用矿用本安光网络终端 KJJ61,地面采用矿用一般光网络终端 CJJ03:千兆单模光口(SC),用于环网连接;10/100Base-T 端口,与子系统设备等互联;RS485 端口,用于总线式子系统连接。环网主干采用不小于 4 芯的单模光缆,1 芯用于数据传输,1 芯备用。

8 软件平台设计

综合自动化系统软件是基于网络平台运行,以网络操作系统 Windows2003 Server 为运

行环境,以关系数据库(如 MSSQL_Server、DB2、Oracle 等)为数据库支撑,由综合自动化平台软件、实时 Web 服务器软件、接入组件组成。

8.1 开发平台

系统的开发平台为微软公司 VisualStudio. net。

Microsoft. net 战略将互联网本身作为构建新一代操作系统的基础,并对互联网和操作系统的设计思想进行合理延伸,在不同的网站之间建立起协定,促使网站之间协同合作,实现信息的自动交换,使用户在任何时间、任何地点通过任何系统都可以获取想要的信息。因此,在其上开发出的应用程序功能强大,可移植性强,可以运行在各种平台之上,可以轻松实现互联网连接。

应用时涉及 Asp. net、Ado. net、Activex 以及 XML 等新技术。

8.2 软件接口

软件接口及标准的信息协议是软件整合能否实现的关键,对于各现场控制单元(子系统),接入组件支持业界普遍认同的一些标准接口接入。

8.2.1 OPC 接口

OPC(OLE for Process Control)是被工控领域广泛遵循的一种标准,它规范了应用程序与现场设备或数据源之间数据存取的接口协议,基于微软的组件技术(COM/DCOM)设计,采用客户/服务器体系结构。它既可存取本地 OPC 服务器数据,又可存取分布在网其他节点的 OPC 服务器,并且具有高效、安全的特点。它是目前存取现场数据最理想的方法。

8.2.2 DDE/NetDDE 接口

NetDDE 是基于网络的动态数据交换(DDE)技术,DDE 由微软早期发布,解决应用程序之间数据的动态交换,也采用客户/服务器体系结构。它既可存取本地 DDE 服务器数据,又可存取分布在网其他节点的 DDE 服务器。它比 OPC 在速度和安全性方面要逊色,但对一些动态刷新系统仍不失为一种简单有效的方法。

8.2.3 ODBC 接口

现场控制单元(子系统)可将一些对实时性要求不高(如统计等)的信息周期性地通过数据接口写入指定的共享数据库(如 MSAccess 或 MSSQL 等)的表中,综合自动化控制系统通过数据库接口获取相关信息。

8.2.4 FTP 传送

现场控制单元(子系统)将实时数据周期性地写入指定的共享文件中,文件的结构为事先约定好的,综合自动化控制系统通过共享文件或 FTP 可获取相关信息。

8.3 统一信息描述

信息协议是软件标准接口数据的具体描述。它包括以下几类:系统配置信息组,数据信息组和控制命令信息组。

具体的信息描述在技术协议中给出。

8.4 软件特点

8.4.1 快速体系结构

本系统采用 B/S 模式设计三层网络体系结构:浏览器、应用逻辑服务器和数据库服务器,如图 2 所示。

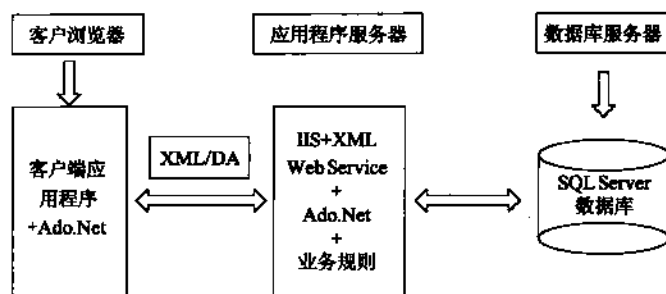


图2 系统的三层网络体系结构

客户浏览器以 Web 浏览器,如 Internet Explore,Netscape 等作为客户端应用的容器,属于表示层,包含了系统的显示逻辑。由它向 Web 服务器提出请求服务,Web 服务器对用户身份进行验证后,与数据库服务器进行交互,通过 Http 协议把相关内容返回给客户端,客户浏览器把接收到的主页内容显示出来。

8.4.2 客户端零配置

B/S 结构极大地简化了客户机的工作,真正实现了瘦客户机模型和客户端零配置,使得维护工作只需在服务器上进行,所以本系统易于管理和维护。由于采用了多层设计技术,并使用了组件技术,从而方便了开发,使得系统的扩展性极好。

8.4.3 标准、开放的接口协议

采用标准、开放的接口协议,各系统互联基于以太网,采用标准、开放的协议,如 OPC、NetDDE、MPEG4 等。

8.4.4 系统可扩展性强

集团公司调度中心采用标准化数据共享机制,各级间可实现功能扩展的无缝连接,调度信息处理平台形成可将各类安全、生产系统接入的中枢机构,并通过提供规范化的接口成为各种智能化应用的基础。

8.4.5 管控一体化

综合自动化平台可实现安全、生产各环节参数的自动接入与汇总处理,并能实现智能化控制方案形成,对现场子系统进行调控。

8.5 软件功能

8.5.1 信息综合功能

为保证综合自动化系统中监控信息的有序流动以及对其进行管理,系统中的接入组件负责与各子系统以标准的软件接口和信息协议交换信息。系统对各子系统进行综合分析、分类处理,形成监控信息数据中心。

8.5.2 Web 浏览功能

(1) 实时动态图形

系统可将各子系统显示的各类实时动态图形(符合要求的)转换为 HTML 或 XML,供客户通过 IE 浏览器浏览。包括:提升系统实时监控图、井下中央变电所供配电系统实时监控图、安全监测监控实时监控图、人员跟踪定位系统图等,见图 3。

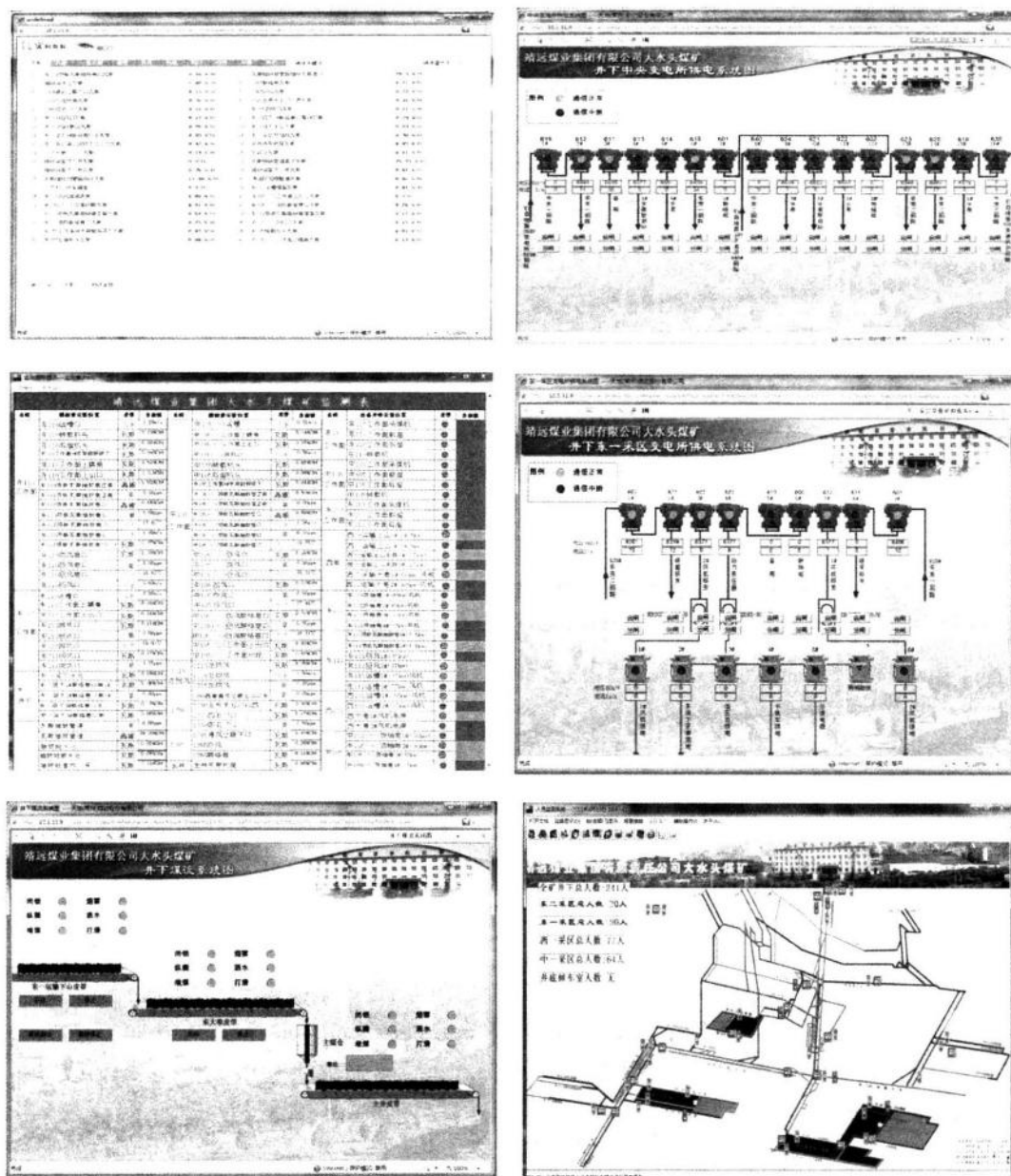


图3 系统实时动态图

(2) 实时数据

用户可以通过网页浏览各个子系统的监测数据,在网页上访问当前数据和任意时间的历史数据。报警数据用红色显示,能够声音报警,异常(负漂、溢出等)数据也用醒目的其他颜色区别显示。系统还支持循环显示、多屏幕显示。

(3) 报警故障记录

用户可显示各子系统的报警信息、故障信息,并可按单位、类型、持续时间、间隔和日期

等进行组合查询。

(4) 综合统计报告

系统充分发挥监控信息中心的优势,对各子系统的相关数据进行分类统计。系统配有专业级的报表控件,可根据用户的权限提供各类统计报表,实现对各子系统的信息及各类安全生产日报、安全动态班报、安全监测动态、设备安全运行动态等数据的查询、统计功能。

(5) 趋势曲线

用户可在工作站上通过 IE 浏览器浏览系统趋势曲线,可以在一个坐标内显示多条曲线;可以放大曲线显示;可以打印曲线;鼠标跟踪显示曲线上每一点的数值和时间;可以用表格方式显示曲线的相应监测数据记录;显示最大、最小和平均值曲线。如图 4 所示。

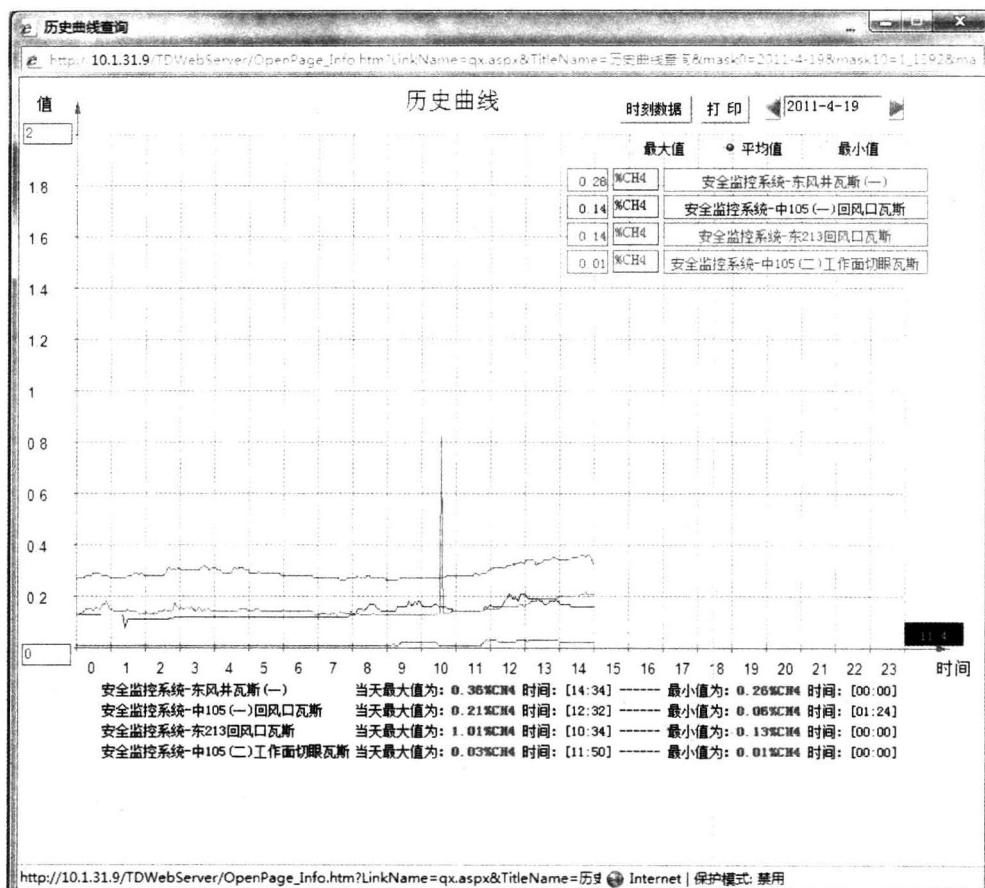


图 4 趋势曲线界面

8.5.3 数据分级管理

系统将数据分为矿级数据和局级数据,实现分级管理,实现安全监测数据、设备运行数据及其他安全信息的分类管理。对超限报警、开关报警数据通过 GPRS 技术,实现对报警信息的逐级短信报警。

8.5.4 报表打印功能

系统具有报表打印功能,可以按测点、时间(段)、矿、班次、报警、异常等各种方式查询各种表格数据,提供打印预览及打印功能。

8.5.5 事件记录功能

对所有涉及系统配置操作,对子系统实施控制的操作及一些重要的操作,系统都进行完整的记录,包括:操作时间、操作者、操作码及描述、节点名等,为系统地事故追忆及重演提供了重要的信息。

8.5.6 扩展功能

系统采用统一、标准的数据接口,采集各生产单位监测监控系统的数据,保证采集数据的准确性。接口数据具有实时性与可扩展性,满足实时数据的要求,当监测数据有增、减等变动时,应自动反映到系统中。同时,可将各矿监测系统的数据进行专业级后处理,作为上一级信息网的信息源。

8.5.7 安全认证功能

系统完善、抗干扰能力强、容错性好,具有优良的安全验证体系,支持系统的安全性恢复,支持数据备份,保证系统安全可靠。网页的访问必须通过口令,没有授权的用户不能查看网页。登录界面如图5所示。



图5 系统登录界面

9 系统的安全设计

人们在得益于信息革命所带来的新机遇,享受新技术带来的便利的同时,也不得不面对信息安全问题的严峻考验。通过网络传递的信息会不会被截获和篡改,网络另一方的人的身份是否真实等等,这些信息安全问题已经引起了各部门、各企业以及每个互联网用户的重视,系统安全是关系到系统正常运行的关键。本信息管理系统从以下几个方面保证信息安全。

9.1 用户认证管理

系统根据用户对数据的不同需求,将用户分成若干个工作组,不同的工作组有不同的权限,服务器根据用户输入的标识和口令,确认其为合法用户后,根据其权限开放相关子系统

供其查询和操作,从而阻止非法用户对系统的“侵入”。

9.2 防火墙技术

系统对接入的宽带网安装防火墙,以阻止外来黑客的非法入侵。

9.3 数据备份

数据备份可用一台数据库服务器内加两块 SCSI 硬盘进行 RAID1 镜像,或用两台数据库服务器加一台磁盘阵列柜实现数据的冗余。

9.4 网络防病毒技术

网络病毒是网络安全运行的大敌,由于网络病毒的形式很多,对系统、文件、磁盘操作构成威胁,直接影响网络的正常运行。目前,运行在 Windows2000 Server 环境下的网络防病毒软件很多,如 Norton Anti Virus、瑞星 2001 版等,它们的更新升级周期均为一周左右。国内 Norton Anti Virus 装机量处于领先地位,该软件功能较强,并支持不同的系统,本系统选用 Norton Anti Virus。

10 工作站、服务器及井下各系统的接入

在中央监控室的各个服务器、工作站等设备可直接通过快速以太网卡直接与中央监控室的交换机的快速以太网端口(RJ-45)相连,提供 10/100/1 000 Mbps 的端口速率。

现场的各个 PLC 或其他设备,则直接通过双绞线与现场就近的光网络终端的快速以太网端口或 485 口相连。(提供 10/100 Mbps 的端口速率)

(1) 矿用人员监测系统。系统监测分站通过 485 总线直接接入 GEPON 网络的节点设备光网络终端的 485 口,通过矿用 GEPON 主干传输数据到地面监控主机。

(2) 矿井安全与生产监控系统。目前使用的煤矿安全监控系统,采用 485 通讯的方式,则接入跟人员监测系统一样,分站直接接入环网光网络终端 485 口上传数据;整体接入环网。

(3) 井下变电所、水泵房等子系统。要求设备厂家提供以太网接口或 RS-485 接口,以方便接入矿用 GEPON 系统。

11 系统功能

(1) 主干光网络采用下行广播、上行 TDM 通信方式,每台 ONT 动态分配一定的时隙(最多保证 100 Mbps 带宽),能保证信息交换的实时性及传输质量。系统能综合传输多路工业电视信号、安全监测系统信号、生产监控系统信号、IP 调度通讯信号等。

(2) 系统带宽利用率在 70%左右(系统带宽可用到 700 Mbps 左右)。

(3) 系统采用双 OLT,以实现 OLT 互为备用。

(4) 每台 OLT 提供 4 个千兆以太网光口,支持 4 个环网,每个环网使用二芯光纤,所接光网络终端数不小于 10 台。

(5) 系统具有主机和线路冗余功能。

(6) 系统具有完整的网络管理功能,可以实现对 OLT、ONT 的实时通讯状态的管理及故障报警功能,系统网络管理可以对每台 ONT 及 OLT 进行各种参数的配置及状态报告,同时实现网络系统冗余的自动及手动保护功能。

- (7) 系统具有备用光纤故障监测功能。
- (8) 系统具有端口带宽动态分配功能。
- (9) 井下光网络设备采用本安型设备,体积小,方便安装。
- (10) 系统具有 RJ45/RS485 接口,根据实际需要可方便扩展。
- (11) 系统具有本安型高速 RS-485 接口,使已有监控设备容易联网。

12 主要技术参数

- (1) 主干网络通信速率:1 000 Mbps。
- (2) 主干网络传输距离:10 km。
- (3) 网络节点数:40。
- (4) 网络节点通信速率:10~100 Mbps 可调。
- (5) 系统冗余切换时间:小于 100 ms。

13 项目总结

在这个系统中,选择应用了基于 GEPON 统一系统平台,具有开放的系统接口、标准化的系统接口,拥有一个高效可靠的生产管理系统、一个易于扩展升级的模块式系统结构、一个能够对生产全过程进行跟踪和分析的系统、一个专为煤矿业设计和集成的具有丰富经验的系统。靖远煤业集团大水头煤矿矿井综合自动化系统的成功实施,使全矿的综合自动化监控网络构成,形成了集生产、调运、销售、结算于一体的企业综合信息管理平台,大大提高了大水头矿的生产效率、设备管理能力和产品质量,提高了企业核心竞争力和同行业竞争能力。近年基于 GEPON 系统在全国数十个矿井的综合信息化/自动化的建设中被选用,大水头矿的综合自动化系统的成功建设是该软件平台在全国千万吨级矿井的又一可靠成功范例。基于 GEPON 系统,以优良的硬件兼容性、良好的系统扩展性、大数据量的数据稳定性、操作界面的美观性,成为中国煤矿行业信息化建设的良好选择。该系统有效地兼容了用户已有系统,实现束管监测系统、安全监测系统的结合及数据共享(包括温度、一氧化碳、瓦斯、风速等多种参数的检测),提高预测效率及水平;建立了瓦斯、自燃火灾事故预防的专家知识库和专家系统,实现对瓦斯、自燃火灾的早期预报及事故的指导处理,对矿井通风系统的安全监测与隐患分析都起到了非常积极的作用。

作者简介:孙国辉(1982--),男,甘肃武威人,网络工程师、机电工程师,长期从事煤矿监测监控、计算机网络管理工作。

基于管控一体化集成平台的矿井 安全生产管理研究与实施

勇 辉,李民中,梁国利

(中平能化集团河南平宝煤业有限公司,河南 许昌 461700)

摘 要:平宝公司在矿井建设过程中,规划了综合自动化建设的总体方案,现将已建成的各类子系统采用管控一体化监控软件集成接入,各子系统数据统一采集到同一历史实时数据库中,实现各个系统之间数据的无缝链接。按照规划,接入生产辅助类、安全保障类、生产过程类等环节的 20 个自动化子系统项目。基于管控一体化集成平台是指将信息技术应用于矿井生产管控过程,它涵盖了生产作业现场状态监控到矿级单位日常生产过程管理。

关键词:矿井;综合自动化;管控一体化平台;研究应用

1 项目背景

煤炭行业的信息化建设的意识和意愿都很强烈,但也存在大部分煤炭企业在建设过程中被诸如“模式不清晰”、“目标不明确”、“效益不明显”等一系列问题困扰,进而对矿井自动化信息化在煤炭企业的可行性、适应性产生了困惑。虽然有些矿井上了某些自动化、信息化子系统,但每个系统均是相对独立运行,各个系统之间依然存在信息孤岛的问题。

河南平宝煤业有限公司首山一矿是中国平煤神马集团与上海宝钢集团合资建设的现代化矿井,由中煤国际武汉设计研究院设计,设计生产能力 240 万 t/a,2010 年 9 月建成投产。平宝公司在基建时期就规划建设矿井综合自动化系统,管控一体化就是建立矿井监测、控制、管理一体化的基于网络的信息集成,以实现全矿井生产各环节的过程控制自动化、业务运转流程化、网络化,达到优化矿井的生产和相关资源配置、提升综合管理调控能力、提高经济效益的目标。

管控一体化系统建设是基于矿井已有的设备自动化系统和工业控制网络及管理网络等信息化基础,强调信息集成和应用而提出的信息化建设项目。以安全生产为核心,系统将能够对全矿井生产过程、安全保障、信息高效的主要环节进行实时监测、监视和必要的控制,实现全矿井的数据采集、生产调度、决策指挥的信息化、科学化,为矿井安全生产、有效预防和及时处理各种突发事故和自然灾害,提供有效手段;同时通过计划体系进行目标调控,融合安全体系作为保障,依据现场作业监控体系实现快速响应的实时管理。

2 研究方向

平宝公司综合信息化系统是围绕“管理信息化、生产自动化、装备现代化”目标架构的矿级信息化平台,涉及生产管理和生产监控等方面,是支撑矿井生产运营的管理手段,实现矿井安全生产执行过程的“人”、“环境”、“设备”三个关键方面的管控结合。

(1) 建设安全生产一体化监控平台,以完善的自动化子系统为基础,通过一体化监控平台的高度集成,使井上下各生产环节的生产工况信息、环境监测信息、井下人员信息和视频信息在一个统一的平台上运行,实现矿井安全生产集中监视、集中控制、集中指挥。

(2) 实施矿井安全生产执行管理信息系统,满足平宝公司各使用单位的安全生产管理需求。安全生产执行管理信息系统以安全生产为核心,以提高矿井生产效益为目标,全面获取生产执行过程各类信息,实现生产工程及生产系统全周期、全方位管理,实现业务流程化管理,提高精细化程度,使管理“透明化”。

(3) 通过过程自动化和管理信息化系统的信息交互,强化矿井“人”、“环境”、“设备”三个关键方面的管控结合,实现实时、高效的矿井安全生产管理,强化各级管理层面向生产运行实时信息的管理决策及时性、科学性。

(4) 通过矿井信息集成和集团数据共享,构建上传下达、信息及时共享的网络化管理和协同办公平台,提高管理沟通效率。

3 主要研究内容

通过优化矿井的生产相关资源综合管理调控能力,建立矿井监测、控制、管理一体化的、基于网络的信息化系统集成,以实现全矿井生产各环节的过程控制自动化、安全生产综合调度指挥和业务运转网络化、行政办公无纸高效化。

3.1 矿山集中控制调度管理研究

主要研究内容包括:实时数据的采集、分类、清洗;实时设备状态的展示、故障报警的全流程处理和跟踪,故障报警的实时分析;应用计算机技术、网络 and 自动控制技术实现在矿调度指挥中心监测井下环境参数;集中控制井上、下机电设备,减少井下作业人数,达到减人增效和提高矿井安全水平的目的;生产计划和生产过程的联动,矿井安全生产模型,矿井业务流程模型,调研无人值守需要满足的条件。

3.2 煤矿应急管理系统研究

主要研究内容包括:提供应急管理的向导,清晰、明了地展现整个应急管理的过程,指导煤矿进行应急管理工作;提供应急概览页面,系统地给出整个矿上的危险源、应急资源、事件、预案、演练计划等关键应急信息,对企业或某区域内的危险源进行辨识;判断危险源的危害程度,从而能够有针对性地编制预案。

4 建设内容

平宝公司综合信息化系统按基于管控一体化矿井综合信息化的三层架构来建设,其总体架构如图1所示。

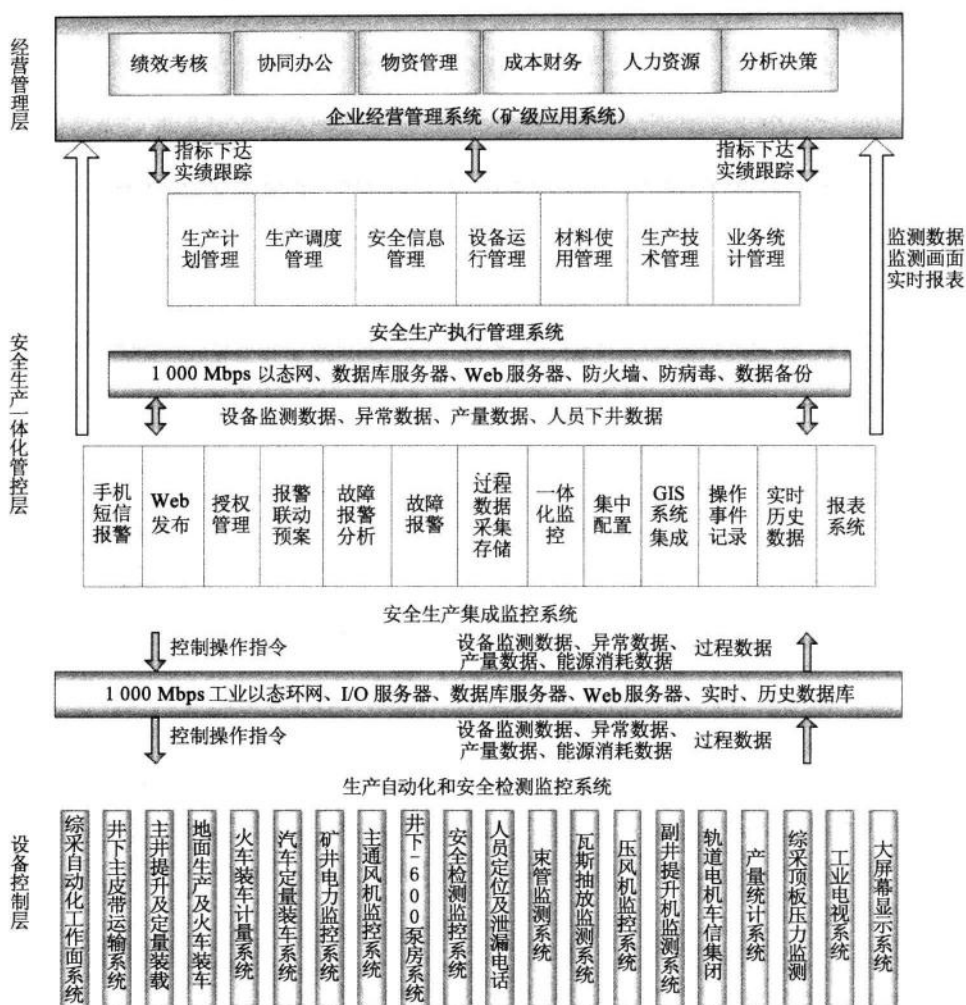


图 1 平宝煤业综合信息化建设架构

4.1 设备控制层

生产设备通过控制优化,减少人为因素的影响,通过自动化技术实现机械装备的自动化生产,用装备生产代替人的生产,提高设备的生产效率和生产能力,改善生产环境和生产条件,实现高产、高效、省人的目标。

(1) 井下胶带运输、主井提升、主通风机、井下主排水、压风、供电系统等主要设备将提高自动控制水平,实现远程监控,现场岗位无人或少人值守。

(2) 提高生产辅助设备监控水平,全部实现设备的自动控制,除副井提升等少数子系统外可以实现无人值守操作的目标。

(3) 采、掘工作面设备运行参数、图像通过环网上传至地面调度室。

(4) 井下环境的安全监测、瓦斯抽放、防突打钻、水文、矿压监测、人员定位等安全信息可以实现全面监测。

4.2 过程控制层

通过一体化监控平台,实现设备自动化层的接入和数据集成,达到:

(1) 设备在地面集中综合监控,在设备监控画面中可以同时监视相关系统的数据,并具备通过一机双(三屏)技术,同时监视视频、GIS 监控画面。

(2) 运行先进调度模式,多手段、多角度监控生产现场,及时观察运行方式的变化并调整相关系统。

(3) 提高设备运行维护管理水平,实时、在线监测设备的运行参数、报警、故障信号;并可通过设备点检系统,提高设备的监测、故障诊断水平,提高设备开机率。

(4) 为管理提供数据支撑,实现“数据不落地”,保证安全生产管理数据的实时、真实、有效。同时,充分考虑海量数据的存储、分析、利用。产量、人员、设备运行数据直接进入管理系统,各管理部门可以对相关数据进行查阅分析。

(5) 通过生产一体化监控系统平台,各级别和各专业的管理者可以实时远程了解生产现场的各类自动监测监控信息,为强化各专业管理的工作主动性和精细化提供信息支撑,同时,促进各专业对现场异常情况信息分析处理的快速响应,保证生产顺利进行。

4.3 生产运行执行层

通过生产执行管理系统,规范矿井安全生产管理,达到:

(1) 集成现场相关信息为管理层提供实时的生产调控依据。

(2) 为各部门的协同工作搭建平台,支撑业务信息在各管理部门之间的高效流转处理,同时,为决策层提供综合运营信息统计分析,辅助管理者发现问题、跟踪落实、优化管理。在系统深化应用的基础上,通过建立管控模型驱动管理联动,提高管理智能化。

(3) 为各级管理者实时提供成本、进度、质量的信息分析,对比管理目标,促进管理工作的有效性、精细化。

(4) 生产执行管理信息系统和一体化监控平台结合构建了实时面向现场的一体化矿井管理监控信息系统,并为集团管理提供矿井级的安全生产实时数据。

4.4 经营管理层

平宝煤业公司的上级主管单位是平煤股份,从集团管理层面来看,经营管理信息系统是统一架构的,并延伸至各矿级单位子公司,在矿级单位子公司内又有自有的相关经营管理信息系统,包括财务管理、人力资源管理、物资采购系统、运销系统、OA 系统等,此次矿井综合信息化系统设计方案围绕安全生产体系,适当建立与矿上相应经营管理信息系统的接口关系。

矿安全生产综合信息化系统与集团经营管理系统的接口关系如图 2 所示。

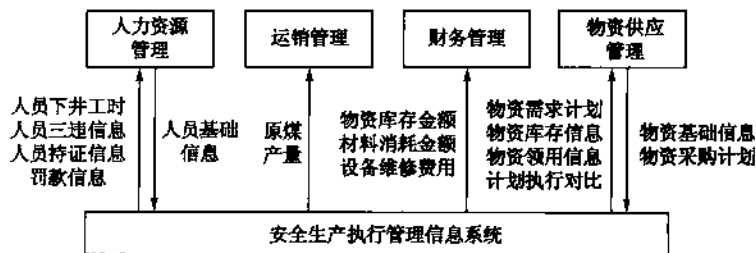


图 2 数据接口关系

5 管控一体化集成平台应用

5.1 复杂异构系统的集成

工业自动化标准总线和接口技术:PLC 技术、OPC 协议、Modbus 总线协议。其他工控领域常用协议包括用于网络管理的 SNMP 协议、DDE、ODBC,电力方面的 IEC103/104、CDT 等等。

组件式数据采集技术:数据采集可以通过一个个独立运行的采集驱动,很容易地扩充、接入新的类型的协议、非标的协议,单个驱动运行异常不会影响系统的整体运行。

5.2 多业务系统间的联动,各个生产设备之间的联动

各个生产设备之间的联动:

- ① 井下皮带、主提升转载、地面储装运系统关联,一键启停主煤流系统;
- ② 皮带运输系统与皮带秤计量系统关联,及时调节给煤量提高运行效率;
- ③ 地面、井下煤仓在仓位渐满时,皮带运输转载机、运输机、采煤机都要做相应的动作

避免堵仓。

安全监测和生产设备的联动:

- ① 瓦斯监测数据超标,自动加大排风功率、开启备用机;
- ② 矿井涌水量检测数据超标,自动增加水泵功率、开启备用机;
- ③ 系统大面积停电,电力监测、安全监测、人员定位系统关联,指挥危险地区撤人。

还可以有生产过程自动化和信息化的其他联动。

5.3 不同类型系统的全面集成

安全生产一体化监控平台,应该实现矿井生产设备自动化系统、环境监测系统、人员定位管理系统等矿井所有的设备、环境、人员等各类异构系统的全面集成;同时应该具有集成通讯、广播、视频等多媒体系统的能力,并可以与管理信息进行集成,满足管理实时性的需要,实现数据、语音、视频的一体化监控、调度、管理应用。

5.4 人机界面系统

人机界面系统保证监控操作人员的直观、便利使用。为保证在地面集中地综合监控生产设备,在设备监控画面中可以同时监视相关系统的组态画面,并具备通过一机双(三)屏技术,同时监视视频、GIS 监控画面。

5.5 GIS 信息集成

安全生产一体化监控平台实现地理信息系统(GIS)的集成应用,应提供直观的地图显示,实现地图的放大、缩小、漫游、鹰眼等功能,提供方便的 GIS 地图导入、图层配置功能;并能在 GIS 地图上配置和显示实时数据、查看报警信息。它还可以根据事物的位置信息对其进行管理、检索、评价、分析、结果输出的处理。

5.6 报警联动管理

安全生产一体化监控平台在系统监控过程中,对报警及报警处理可设定不同的报警优先级,分别进行操作处理。对特别重要的最高优先级报警信号,为使操作员能够及时关注,迅速反应,可以提供声、光报警进行提示,并根据预案进行联动操作。这类报警信号一旦发生,操作员确认后就能直接进入该报警对应的过程流程进行报警处理。这类报警信号可以

关联相应系统的监控画面、视频画面及大屏显示系统等,并可以进行设备联动控制。

5.7 安全生产管控信息系统

矿井安全生产管控信息系统将管理理念与煤矿行业特点相结合,以安全生产为核心、以管控集成为手段、以提高矿井生产效益为目标,全面获取生产执行过程各类信息,实现基于管控结合的生产工程及生产系统全周期、全方位管理,实现无人化、少人化的安全生产集中管控。该系统从生产现场监控、区队作业到生产计划、调度管理、技术管理、安全管理、设备运行管理、材料使用管理等日常业务管理协调全面信息集成,实现生产现场、业务管理、矿级决策三层信息的上下贯通与流程控制。

6 结论

随着信息技术的发展和渗透,生产过程自动化与管理信息化正日趋融合。生产过程自动化的核心问题正在演变为生产过程的信息化问题。虽然过去它们分属于不同的领域,但是煤矿信息化的总目标,使它们结合起来。这个结合部位就是所谓的管控一体化系统。

从生产过程自动化观点出发,强调生产过程数据的“管理”应用;从管理信息化观点出发,强调面向实时化,这就是现今企业信息化解决方案的重要观点和思路。这也是“管控一体化系统”的依据。

管控一体化系统的应用可产生以下几方面的效益:

- (1) 提高安全生产保障能力,实现安全、高效、少人综合自动化矿井生产模式。
- (2) 提高管理沟通效率,实现业务流程化信息管理,提高精细化控制程度,使管理“透明化”,实现管理信息与监控信息的集成共享,消除信息孤岛现象。
- (3) 通过管控一体化信息集成平台建设,为公司领导构建矿井安全生产经营管理“驾驶舱”,为领导提供各类综合信息,强化各级管理层面向生产运行实时信息的管理决策及时性、科学性,辅助领导高效决策。

作者简介: 勇辉(1975—),男,河南南阳人,毕业于重庆大学,本科学历,工程师,主要从事煤矿自动化、信息化管理及技术工作。

基于数据仓库技术的煤炭安全生产管理研究

孙志涛,解海东,王志东

(煤炭科学研究总院,北京 100013)

摘 要:通过数据仓库技术将管理制度信息化系统、管理信息化系统以及井下安全信息化系统的数据进行集成,在根据相关的应用方向建立各种预警应用分析模型的基础上,将管理制度与实际的井下作业行动结合起来,自动化地进行各种违规行动的监测、预警,形成自动化的监测预警方式,提高煤炭企业的生产安全。

关键词:数据仓库;井下安全信息化;预警模型;管理制度信息化

0 引 言

安全生产一直是煤炭企业经营管理之中的重中之重,也是各个煤炭企业经营管理考核的重要指标。各个煤炭企业为了保证在生产经营过程中的安全,在国家安全标准管理以及行业安全标准管理的基础上,分别针对不同的煤矿生产环境,制定了不同的安全管理标准,规范细化生产的每个环节。除了理论上的管理规范、管理标准之外,国家安全监管总局办公厅、国家煤矿安监局办公室也在煤炭安全生产信息化手段支撑方面提供了政策的支持和规划,出台了《关于进一步加快煤矿井下安全避险“六大系统”示范矿井建设的通知》(安监总厅煤装[2011]59号),在信息化的手段上加强对煤炭安全生产的支持。虽然国家在管理制度和信息化支撑方面都对煤炭安全生产进行重点关注,但是安全生产事故频发。其中,有相当一部分的安全事故是人为疏忽或者不遵守安全规范引发的。如何利用数据仓库的技术,将管理信息化的规章制度和井下安全避险的安全支撑系统结合起来,杜绝此类人为安全隐患事故,是本文关注的重点。

1 生产管理信息化支撑

1.1 管理制度信息化

目前煤炭企业制定了标准的、规范的安全规章制度,但是,大部分的制度都是停留在规章、制度的文件、文字层面上,没有真正地进行规章制度的信息化,或者说企业还不太清楚规章、制度的信息化如何应用,这些应用对于安全、生产的管理有何好处。

信息化是煤炭安全生产发展过程的必然,规章制度非常多,如何信息化是管理制度信息化的重点和难点。规章制度的信息化,实际是指将规章制度中体现出来的人员、环境、管理、设备等信息进行逻辑化,制定出安全生产的必要条件、充要条件,为实现安全生产的信息化管理提供必要条件。举例说明,有规章制度,工班长未到位之前,不能开始生产任务。该制

度的信息化即可设置为:工班长角色 A,班组成员角色 B,任务开始的环境(此处指任务位置)C,如果 A 未能处于 C 位置,则任务不能开始;如果开始,则属于违规。A 在 C 位置,任务开始的必要条件。

1.2 井下安全信息化

井下安全信息化包括的“六大系统”,涵盖内容丰富,涉及井下安全生产的关键环节。“六大系统”是对井下安全生产的人员、环境、设备的全面监测,实时体现了井下目前的状态,全面提升煤矿安全保障能力。

1.3 目前信息化的脱节问题

如上所述,管理规章制度详细、丰富,是安全生产的纲领、理论指导;井下安全信息化规范、全面,全盘掌握实际的生产状态。但目前来看,指导安全生产的制度信息化系统和掌握实际生产状态的井下信息化系统之间是孤立的、脱节的。如何将信息化后的规章制度与实际生产过程中的生产情况进行自动的监督、管理,是目前的管理信息化系统和生产信息化系统之间存在的脱节问题。如何解决脱节问题,使管理信息化系统与生产信息化系统之间协调运作,发挥各自最大的作用就是数据仓库技术的应用方向。

2 数据仓库技术的应用方式

2.1 什么是数据仓库技术

数据仓库之父 William H. Inmon 在 1991 年出版的 *Building the Data Warehouse* 一书中所提出的定义被广泛接受——数据仓库(Data Warehouse)是一个面向主题的(Subject Oriented)、集成的(Integrated)、相对稳定的(Non-Volatile)、反映历史变化(Time Variant)的数据集合,用于支持管理决策(Decision Making Support)。数据仓库有几个显著的特点:

(1) 数据仓库是面向主题的;主题是与传统数据库的面向应用相对应的,是一个抽象概念,是在较高层次上将企业信息系统中的数据综合、归类并进行分析利用的抽象。每一个主题对应一个宏观的分析领域。

(2) 数据仓库是集成的,数据仓库数据来源于不同的信息化系统或文本、非文本的数据;数据仓库本身是不生产“原始”数据的。

(3) 数据仓库的数据是有时间属性的,数据仓库的数据是随着时间的增加不断积累的,所有的历史数据、历史状态都会在数据仓库中形成一份“快照”,以此来反映数据的历史变化,以便将来被查阅。

(4) 数据仓库是汇总的、大容量的,数据仓库中的数据集成自多个业务系统或外部数据源,数据容量巨大,且为了分析、决策应用,会形成大量的汇总数据。

从整体来讲,数据仓库技术涵盖的内容丰富,核心包含数据获取、数据存储以及数据访问三大部分。

2.2 数据仓库技术应用架构

典型的企业级数据仓库系统通常包括数据源、数据仓库、多维数据库以及应用展现四个部分。其中,数据源是第三方的业务系统或者外部数据,数据仓库是数据仓库系统的核心,它包括主题数据模型、维度模型、历史数据存储以及数据集市等,多维数据库中存储的是按照主题和应用建立的各种多维模型,应用展现是通过各种图表等 BI 展现工具,进行数据访

问。典型的数据仓库应用架构如下:

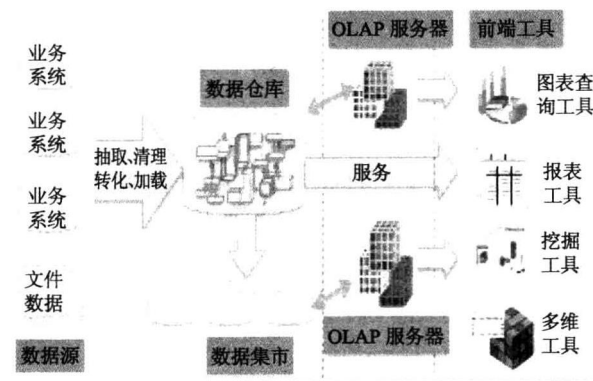


图1 典型的数据仓库应用架构

针对以上的典型的数据仓库架构,基于数据仓库技术的煤炭安全生产管理系统的具体的数据架构如下:

数据源:管理制度信息化系统、井下安全信息化“六大系统”、财务系统、物资供应系统、运销系统等;它包括了企业生产经营的数据、安全管理制度、井下实时生产数据等。

数据仓库:数据仓库是数据仓库系统的核心,在以上各业务系统的基础上,对数据进行抽取、清理,并有效集成,按照主题进行重新组织,最终确定数据仓库的物理存储结构,同时组织存储数据仓库元数据(具体包括数据仓库的数据字典、记录系统定义、数据转换规则、数据加载频率以及业务规则等信息)。其中,数据模型是数据仓库的重点,可以通过将逻辑化的管理制度与井下实时的监测数据进行逻辑建模,形成预警模型。如上述例子中,可以将制度管理信息化系统中的工班长角色A、工班成员角色B、任务环境信息(位置信息)C之间的逻辑关系以及井下安全信息化“六大系统”中的人员定位系统中的人员实时位置信息作为数据输入,作为建模的业务依据,建立人员行为安全预警模型,进行自动的校验、检查,保证实际的人员行为与实际的管理制度一致,保证安全生产。

数据仓库中,按照数据的覆盖范围,数据仓库存储可以分为企业级数据仓库和部门级数据仓库(通常称为“数据集市”,Data Mart)。数据仓库的管理包括数据的安全、归档、备份、维护、恢复等工作。

多维数据库:对分析需要的数据按照多维数据模型进行再次重组,以支持用户多角度、多层次的分析,发现数据趋势。其具体实现可以分为:ROLAP、MOLAP和HOLAP。ROLAP基本数据和聚合数据均存放在RDBMS之中;MOLAP基本数据和聚合数据均存放于多维数据库中;而HOLAP是ROLAP与MOLAP的综合,基本数据存放于RDBMS之中,聚合数据存放于多维数据库中。

前端工具与应用:前端工具主要包括各种数据分析工具、报表工具、查询工具、数据挖掘工具以及各种基于数据仓库或数据集市开发的应用。其中,数据分析工具主要针对多维数据库,报表工具、数据挖掘工具既针对数据仓库,同时也针对多维数据库。

2.3 数据仓库相关核心技术支撑

整个数据仓库技术涵盖的内容是非常广泛的,数据获取、数据存储、数据访问是核心。

数据获取:数据仓库系统的数据来源于各种管理信息系统以及井下安全监测系统,因此,把数据从各种各样的存储方式中拿出来,进行必要的转化、整理,再存放到数据仓库内。这种技术又称为 ETL(Extract Transform Load)技术,目前的数据仓库实现过程中的 ETL 包括存储过程、ETL 工具等两种主流方式。

数据存储:数据仓库的真正关键是数据的存储和管理。数据仓库的组织管理方式决定了它有别于传统数据库,同时也决定了其对外部数据的表现形式。数据存储需要考虑数据仓库的分主题的属性,维表事实表的维度建模方式(或者范式建模),查询优先的访问方式,海量的数据存储,针对各种专题的专题应用以及数据集市应用,不同粒度的汇总数据及冗余等各种与数据仓库特性相关的内容。特别针对井下安全信息化“六大系统”的数据实时性要求以及海量数据存储要求,需要进行有针对性的建模和数据存储区域划分。

数据访问:数据访问是数据仓库系统的最终目的。目前业界提供了丰富的数据访问工具,为数据访问提供了丰富的图、表等应用展现形式。通过图表的方式,生动、形象、快速、准确地反映问题的所在。

3 数据仓库技术解决的安全管理问题

通过将管理信息系统、管理制度信息化系统以及井下安全信息化“六大系统”的实时数据,通过数据仓库技术进行数据整合、加工、共享,建立各种应用安全分析预警模型,再辅以各式各样的数据图表访问方式,可以解决很多实际的安全生产问题。以下简单地举几个应用例子:

3.1 人员安全行为管理

通过对不同的人员角色、人员安全行为要素、人员位置(数据源自人员定位系统)等信息的整合,建立人员安全行为管理模型,针对不安全的人员行为进行预警,减少安全隐患事件的发生,如:

(1) 爆破行动安全:通过人员定位系统与安全区域范围的监测,提示爆破区域内的人员情况,保证爆破范围内的人员安全。

(2) 安全区域违规:通过将规章制度的逻辑化,将不同角色人员的安全行为区域进行固化,设置不同角色的安全区域,对于进入非安全区域的行为进行及时预警,提醒违规,如对违规进入工作面的人员进行预警。

3.2 井下人员工作考核

通过对各种角色的工作人员井下行动路径进行规范,通过对其行动路径的采集,建立井下人员的各种考核机制,确保井下工作计划与实际工作动作的一致性,减少由于井下人员违规引发的安全事故,如:

(1) 瓦检员考核:根据在管理信息系统中定义瓦检员的工作路径以及实际井下安全人员定位系统中监测到的人员行动,根据预警模型进行计算,反映瓦检员的实际工作情况,进行考核。

(2) 井下人员行动路径考核:根据在管理信息系统中定位的各种角色的井下人员的行动路径以及实际井下人员的工作路径,按照预警模型进行计算,统计违规人员,以减少上报“三违”信息与实际“三违”信息不符的情况,及早发现问题,减少安全事故。

3.3 井下环境联合预警监测

通过井下安全信息化系统采集的各种井下环境信息,与各种井下环境预警监测模型进行比对计算,针对可能出现的井下环境变化趋势作出提前的预判,及时进行预警,减少环境安全隐患的发生。例如:

(1) 瓦斯浓度与通风联合预警:将某个区域内的瓦斯浓度与通风量作为联合预警条件,建立预警模型,当瓦斯浓度持续升高,通风量持续降低的趋势出现但尚未达到各自的预警阈值时,提前进行,由监测人员及时通知相关的人员进行检查,排除隐患。

(2) “三违”事故回放:通过将井下的“三违”信息发生时的各种环境信息,如温度、通风量、瓦斯浓度、周边人员、设备情况等历史监测信息进行回放,模拟“三违”事故的现场,进行事故影响分析,加强对“三违”事故的管理。

通过数据仓库技术,以井下的实时生产信息以及管理信息系统的管理制度逻辑信息为依据,建立各种联合预警模型,通过各种信息化的手段,自动地进行各种预警、分析模型,形成各种预警、分析结论,这是提高煤矿安全生产的重要信息化手段。

4 产生的效益

通过对以上各种信息化技术以及信息化应用的分析,可以清楚地了解到,信息化技术需要综合应用、合理应用,才能真正地体现其核心价值,才能真正将安全生产做到实处。

通过数据仓库技术,将管理信息化数据与井下安全监测信息化数据进行集成、建模、预警、分析,可以切实地提高安全意识,产生效益:

(1) 将管理制度与井下人员的实际动作密切地结合起来,真正地保证管理制度得到执行,未被执行的管理制度可以被自动地进行监测。

(2) 提高工作效率,减少人工监测的主观性,增加了监测范围。

(3) 增加了考核依据,确保关键的井下工作的规范性。

参考文献:

- [1] 王春雷. VRGIS 三维可视化煤矿安全数据集成系统设计[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(7): 61-64.
- [2] 王志东, 范公勤. 煤矿安全生产应急救援指挥系统研究[J]. 中国矿业, 2008, 17(7): 16-18.
- [3] 王志东, 范公勤, 徐小智. 基于 WebGIS 的煤炭销售系统设计与应用[J]. 测绘科学, 2009, 34(6): 261-262.
- [4] 张敏, 于宝申. 煤矿综合自动化监控系统设计及应用[J]. 煤炭技术, 2008, 27(2): 37-39.
- [5] 胡向东. 物联网研究与发展综述[J]. 数字通信, 2010(4): 17-21.
- [6] 刘志硕, 魏凤, 柴跃, 等. 我国物联网的体系架构研究[J]. 物流技术, 2010(4): 1-3.
- [7] 顾伟, 王春瑞, 张锋. 无线以太网技术在煤矿通信系统中的应用[J]. 中国矿业, 2010, 19(5): 104-106.
- [8] 赵钧. 构建基于云计算的物联网运营平台[J]. 电信科学, 2010(6): 48-52.

作者简介:孙志涛(1980—),男,河北保定人,工程师,硕士,从事煤炭企业信息化、数字化矿山、煤炭企业数据中心、信息化集成控制、管理信息系统方面的研究。Tel:010-84261565,E-mail:sunzt@swsi.com.cn。

无线应急调度通讯系统在安全生产调度中的应用

杨小军,赵瑞萍,王建才

(中国平煤神马能源化工集团有限责任公司,河南 平顶山 467000)

摘要:本文针对无线应急调度通讯系统在中国平煤神马能源化工集团有限责任公司安全生产调度中的应用进行了全面的阐述,解决了有线调度存在的问题,为集团公司安全生产提供了强有力的多路调度通信保障。该系统经过在集团公司电、煤、焦、化工等所有单位的应用,具有运行稳定、集中控制、投资少、社会效益显著等优点。

关键词:应急通讯;通信原理;推广应用

针对现有的有线调度系统在技术上、安全上运行存在不稳定因素等,并结合集团公司战略发展需要,提出了中国平煤神马无线应急调度通讯网的建设项目,对解决集团公司生产、突发事件调度通信需要具有重要的现实意义。

该系统依托移动公司 GSM 网络所具有的网络功能,通过使用用户终端软件和无线应急平台软件,达到电话终端分散使用,平台集中调度的目标,使各类生产调度在紧急情况下通过群呼、群发等功能实现调度通知和无线调度电话会议。

1 项目建设背景

目前中国平煤神马集团公司的应急通讯指挥系统,多以有线通讯为主。随着中国平煤神马集团的不断壮大和新建及整合矿井的相继投产,有线通讯受到线路覆盖范围、天气、地质灾害、偷盗等因素的影响,安全可靠性不能保证;有些矿井甚至无法架设通讯线路,覆盖范围不全面,更不能完全保证通讯指挥的畅通和有效,异地企业联网和调度指挥需进一步完善和改善。

针对以上情况建立相应安全稳定的集生产、电力、救护、防灾指挥、异地通讯为一体的无线应急通讯指挥系统已经成为必需,相应的安全应急通讯系统的需求也越来越高。无线应急通讯系统能弥补有线通讯系统的不足,可跨地区使用,使用的范围将不断地扩大。有线/无线网络同时使用可实现通讯网络的双重保障和安全。在遇到突发紧急事件时可根据情况把各调度统一起来以保证调度指挥系统的畅通无阻,为集团各类企业的安全生产提供有力的通信保障。

2 系统概述

该系统主要利用河南省移动通信现有网络建立覆盖中国平煤神马集团所有省内的企业

和单位,来弥补无线通信的需要,规划设计 350 个用户。

2.1 系统技术原理

中国平煤神马集团应急无线调度通讯网采用 GSM 技术原理实现。

一个 GSM 系统可由三个子系统组成,即操作支持子系统(OSS),基站子系统(BSS)和网路子系统(NSS),如图 1 所示。其中,基站子系统 BSS 是 GSM 系统中与无线蜂窝方面关系最直接的基本组成部分,它通过无线接口直接与移动台相连,负责无线发送接收和无线资源的管理。网路子系统 NSS 是整个系统的核心,它对 GSM 移动用户之间及移动用户与其他通信网用户之间通信起着交换、连接与管理的功能。主要负责完成呼叫处理、通信管理、移动管理、部分无线资源管理、安全性管理、用户数据和设备管理、计费记录处理、公共信道、信令处理和本地运行维护等。基站子系统 BSS 主要负责无线信息的发送与接收及无线资源管理;同时,它与 NSS 相连,实现移动用户间或移动用户与固定网络用户之间的通信连接,传送系统信息和用户信息等;当然,也要与操作支持子系统 OSS 之间实现互通。

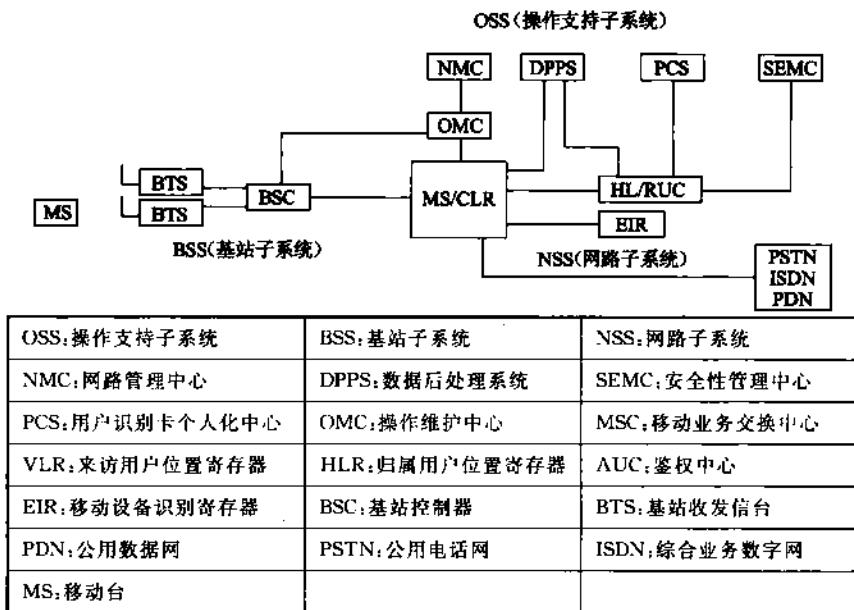


图 1 GSM 系统

2.2 系统设计方案

(1) 无线应急调度系统设计

① 码号资源使用五位短号码 VPMN 网,按照功能、特点分别排号。生产调度采用 61 * * *,电力调度采用 62 * * *,以此类推。

② 根据业务使用的功能不同将生产调度和电力调度分成组,每次使用时,可以按组号进行呼叫实现通话,也可以实现组内单个成员呼叫。

③ 可以按组群呼,也可以逐个单呼,最多可以多达 120 方。

④ 调度分机使用的无线电话座机,可移动使用,外加移动公司的 SIM 卡号码。

⑤ 多方短信通知:用户可编写短信后通过网站群发,便可实现该组成员同时收到短信。

群体语音通知:用户可拨入系统后根据语音提示操作,录入留言,然后选择要呼叫通知的成员组号,提交系统后自动拨号通知相关组员。

⑥ 网内电话使用明确使用权责,建立绿色通道,保证电话使用畅通。

(2) 无线应急系统组网图(图 2)

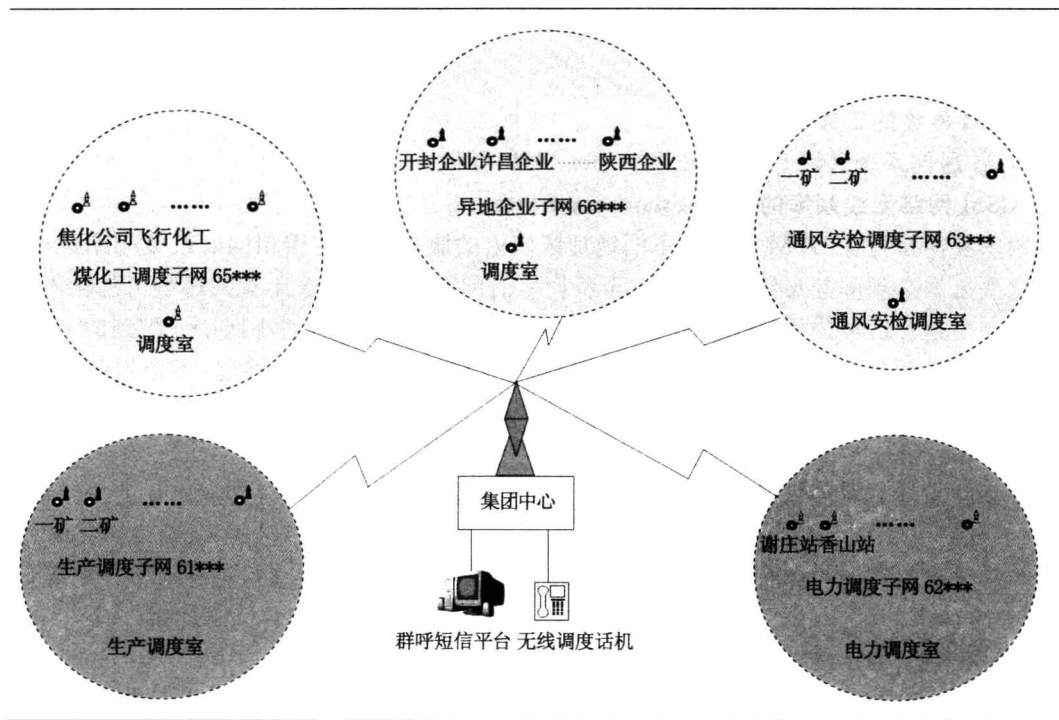


图 2 中平能化集团应急调度网示意图

应急通讯系统根据业务需求划分为不同的子网。生产调度以集团公司总调度室为核心组网,电网调度以电力调度室为核心组网。其他可建立通风、安监等子网,各子网之间可相互通信。

3 系统组成

3.1 硬件

主要是由一台无线固定话机、移动电话卡及终端电源适配器。无线固定话机具有固定电话号码,能双向通话;能实现免提通话功能;在停电后可待机 56 h;接收、发送的短信息可存储;来电、去电信息可存储,存储的来电号码、去电号码及电话簿号码均可直接速拨等 24 种功能。

3.2 软件

分两部分:

一部分是通过河南移动公司网管终端进行数据制作和设置。每一用户 11 位大号可再配置一个 5 位小号,在虚拟网内生产调度用户使用小号,使用方便快捷,调度迅速准确及时,

并对用户的权限进行限制,一般不得呼叫网外的用户;在中国平煤神马集团使用的每部无线应急电话限定了10个左右重要网外用户可以呼叫,以保证和重要领导联系。

另一部分,还有一个无线应急调度平台,它是一桌面操作平台。通过这个平台,可以对事先建立好的所有无线调度用户,完成重要信息的群发群呼功能,同时还能将短信内容翻译成电子语音,振铃通知用户接听;还可以开展少量用户的电话会议工作。

4 关键技术

4.1 GSM 网络的工作频段

GSM 通信系统采用 900 MHz 和 1 800 MHz 频段。

4.2 GSM 网络无线频率的复用(Frequency Reuse)

频率复用是指在 GSM 系统中不同地理区域上的服务小区使用相同的载波频率进行覆盖。这些区域必须隔开足够的距离,以至所产生的同频道及邻频道干扰的影响可忽略不计。

在一个地理区域内给每个小区(蜂窝)分配一组无线信道。这些小区所分配到的一组无线频道与它的相邻小区的无线频道完全不一样。当两个小区相隔足够远(不会引起互相干扰),可以使用相同的载频频点。

4.3 GSM 的时分多址 TDMA 技术

多址技术就是要使众多的客户公用公共信道所采用的一种技术,实现多址的方法有多种。CDMA 是以不同的代码序列实现通信的,它可重复使用所有小区的频谱。在 GSM 中,无线路径上是采用时分多址 TDMA。每一频点(频道或叫载频 TRX),可分成 8 个时隙,每一时隙为一个信道,因此,一个 TRX 最多可由 8 个无线应急通讯用户同时使用。

4.4 时分多址(TDMA)帧结构技术

GSM 系统中的信道分为物理信道和逻辑信道,一个物理信道就为一个时隙(TS)。逻辑信道是根据 BTS 与 MS 之间传递的信息种类的不同而定义的不同逻辑信道。这些逻辑信道被映射到物理信道上进行传送。从 BTS 到 MS 的方向称为下行链路,相反的方向称为上行链路。GSM 的每个载频由 8 个时隙构成,即由 8 个 0.557 ms 的时隙组成,帧周期 4.615 ms。每个时隙中容纳一个突发(Burst)。接收机只有在分配给它的时隙时间段里接收和解码所收的突发,因此 GSM 对同步和定时有严格的要求。

4.5 跳频技术

采用跳频技术是为了确保通信的秘密性和抗干扰性,它首先被用于军事通信,后来在 GSM 标准中也被采纳。

跳频的主要功能是:用于改善衰落,处于多径环境中慢速移动的移动台通过采用跳频技术,可以大大改善移动台的通信质量,跳频相当于频率分集。

4.6 保密措施

GSM 系统在安全性方面采取了许多保护手段;接入网路方面采用了对客户鉴权;无线路径上采用对通信信息加密;对移动设备采用设备识别;对客户识别码用临时识别码保护;SIM 卡用 PIN 码保护。

用户的鉴权与加密是通过系统提供的用户三参数组来完成的。用户三参数组的产生是在 GSM 系统的 AUC(鉴权中心)中完成。

GSM 系统中的加密是指无线路径上的加密,是指 BTS 和 MS 之间交换用户信息和用户参数时不会被非法个人或团体所盗取或监听。

5 资费标准

每门调度应急电话使用资费为每部每月 100 元(包含 1 500 分钟通话时长);应急电话由中国平煤神马集团计算机通讯分公司负责有偿提供,并负责以后的电话管理和维修。

6 社会效益和经济效益

该系统自 2008 年初开通以来,确保了安全生产调度和异常状态下的通信指挥,可在中国平煤神马有线通讯系统出现故障时,保证对各类灾害事故及突发事件的应急通讯能力,加强异地企业的通信联络,实现异地联络本地化,确保安全生产,对中国平煤神马集团安全生产起着重要的作用。

系统大大节约投资成本。按正常工程建设投资需要 1 460 多万元,而现在只需要每月缴电话使用费即可,工程仅投资了通信终端电话机即可,成本投资非常少,且建设周期短,仅 2~3 周即可完成。同时维护管理成本极少,对于经营单位还可有少量的经营创收,现已发展用户达 380 多户,随着企业不断整合扩大,用户逐步增加。

作者简介:杨小军,男,会计师,现任中国平煤神马能源化工集团有限责任公司计算机通讯分公司财务科科长,从事企业生产经营管理及财务管理工作 10 年。

赵瑞萍,女,助理工程师,在中国平煤神马集团计算机通讯分公司营业部工作,从事三网营收系统的规划设计和维护管理专业。

王建才,男,工程师,现任中国平煤神马能源化工集团有限责任公司计算机通讯分公司运行部经理,工程师,现从事通讯维护管理工作 24 年。

数字化煤矿综合自动化系统建设

段成福

(东华软件股份公司, 北京 100190)

摘 要: 本文结合作者多年的煤炭行业工作经验, 阐述了作者对煤矿综合自动化系统建设的经验和建议, 绘制了煤矿综合自动化系统的详细系统结构图, 对综合自动化系统的三个平台进行了概述和并提出了建设建议, 为数字自动化矿山的建设提供了一些思路。

关键词: 数字化矿山; 煤矿综合自动化; 综合自动化系统建设

0 引 言

近年来, 随着信息技术和自控技术的发展, 矿井下千兆工业以太网技术及产品已经成熟, 众多国内煤矿企业纷纷开始构建数字化矿山。可“数字化矿山”这么一个大范围的名词, 国内众多煤矿领导层和管理者们却未必了解得很详尽。但是, 如果管理者们不想方设法地深入进行了解, 就很有可能会将矿山“数字化”建设成为一个非常不实用的“摆设”。希望本篇文章能为煤炭事业贡献自己的一点微薄之力。

1 数字化矿山概述

1.1 能源企业组织结构

对煤矿企业来说, 组织结构各不相同, 大致包含以下几种类型:

(1) 三级架构: 集团(1个)——分公司(多个)——煤矿(多个), 如图1所示;

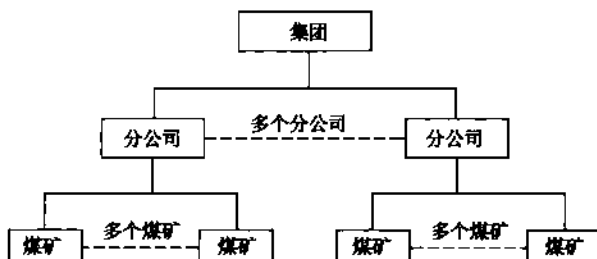


图1 三级架构

(2) 二级架构: 公司(1个)——煤矿(多个)或集团(1个)——煤业公司(多个), 如图2所示;

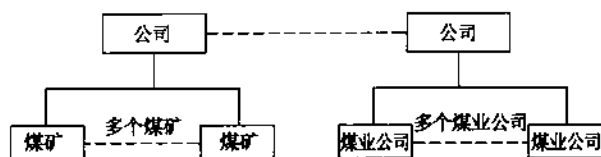


图2 二级架构

(3) 一级架构:单个煤业公司或煤矿;

(4) 混合架构:部分集团直接同时监管部分直属煤矿和分公司,分公司下设一些煤矿,如图3所示。

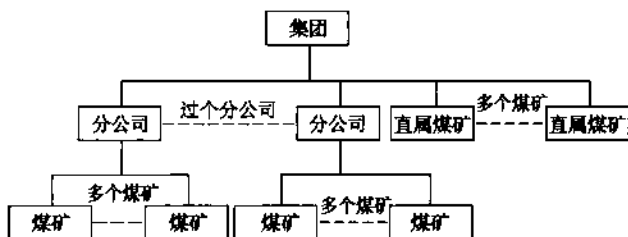


图3 混合架构

“数字化矿山”实际上是针对企业的范畴来进行定义的,而并非只是应用在一个煤矿中的“数字化”。从“能源企业组织结构分析”中,我们不难看出,国内的煤矿能源企业的组织结构各不相同,因此,每个企业的“数字化矿山”的建设,应根据企业各自的实际情况来进行,以求为管理者提供“快速、准确、便捷、高效”的服务,提升矿山企业的安全生产管理水平,打造煤炭能源企业的核心竞争力。

1.2 数字化矿山结构

对一个煤炭能源企业而言,“数字化矿山”首先要立足于企业管辖范围内的各个煤矿,然后才能谈及煤炭能源公司或集团的“数字化”。“数字化矿山”的建设过程是漫长的,需要“目标明确,整体规划,分步实施”,同时更需要“根基扎稳,步步为营”。

数字化矿山的建设应以计算机网络技术和数据库管理技术来作为整个信息化体系的技术支撑。数字化矿山的结构如图4所示。

煤矿综合自动化系统和煤矿办公网络系统是能源企业数字化打造的基础,也是重中之重。该两个系统的建设质量,直接影响企业信息数字化建设的优劣。以下针对煤矿综合自动化系统,详细阐述了作者的理解,并依据作者多年的煤矿自动化系统项目经验,提出了一些建议。

2 煤矿综合自动化系统概述

2.1 煤矿综合自动化系统概念

从应用层角度分析认为,煤矿综合自动化系统须具备以下功能:

(1) 系统能够将煤矿地面及井下所有涉及安全、生产、辅助、运销等等范围比较分散的监控系统,通过地面及井下千兆工业以太网传输网络和计算机服务器管理网络,在地面集中监

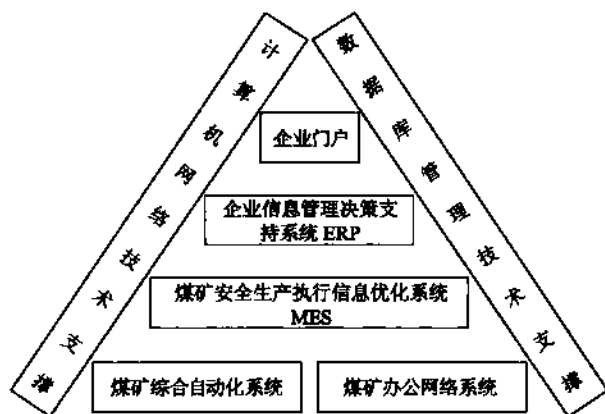


图4 数字化矿山结构图

控中心通过大屏及计算机等有效手段,进行统一的集中监测、控制和调度等。

(2) 系统能够将煤矿所有涉及安全生产的信息有效地整合到统一的数据仓库平台中来,并为煤矿安全生产信息优化执行 MES 系统等提供数据交换接口。

(3) 系统能够为煤矿众多子系统(如皮带控制系统、排水控制系统等等)提供一条经济、安全、高效的数据传输网络平台。

(4) 系统能够将煤矿众多子系统的相关信息实现数据信息联动,消除“信息孤岛”现象。

2.2 煤矿综合自动化系统结构

通过多年对煤矿行业的深入了解,作者将煤矿相关的众多子系统从环境、人员、设施(物)方面来进行分类,绘制了煤矿综合自动化系统结构框图,如图5所示。

从信息系统集成的角度来讲,煤矿综合自动化系统包含三部分内容,分别是:调度集中监控平台、千兆工业网传输平台、子系统接入平台,如图6所示。

2.3 煤矿综合自动化系统建设的必要性

就目前国内煤炭行业的现状分析,各省均在大力整合煤矿企业,可以说我们国家对煤炭行业的监管力度越来越大,煤矿高科技的发展需求相应地也随之加强,工业化和信息化融合的层面越来越深。在这政策引导、市场旺盛的大环境下,煤矿综合自动化系统的建设可为大势所趋。

另外,仅就煤矿安全生产角度来考虑,煤矿综合自动化系统的建设也非常有必要,原因如图7所示。

2.4 煤矿综合自动化系统的效益

(1) 投资效益

节省传输线缆及传输设备的重复投资费用和维护费用;

节省数据库、组态软件、软件开发等重复投资费用;

搭建传输平台、数据平台和监控平台,一次投资,长期受益。

(2) 安全效益

在地面集中监测监控,井下减员增效,减少井下人员伤亡的可能性;

改善工作环境,提高安全系数,保障职工人身安全;

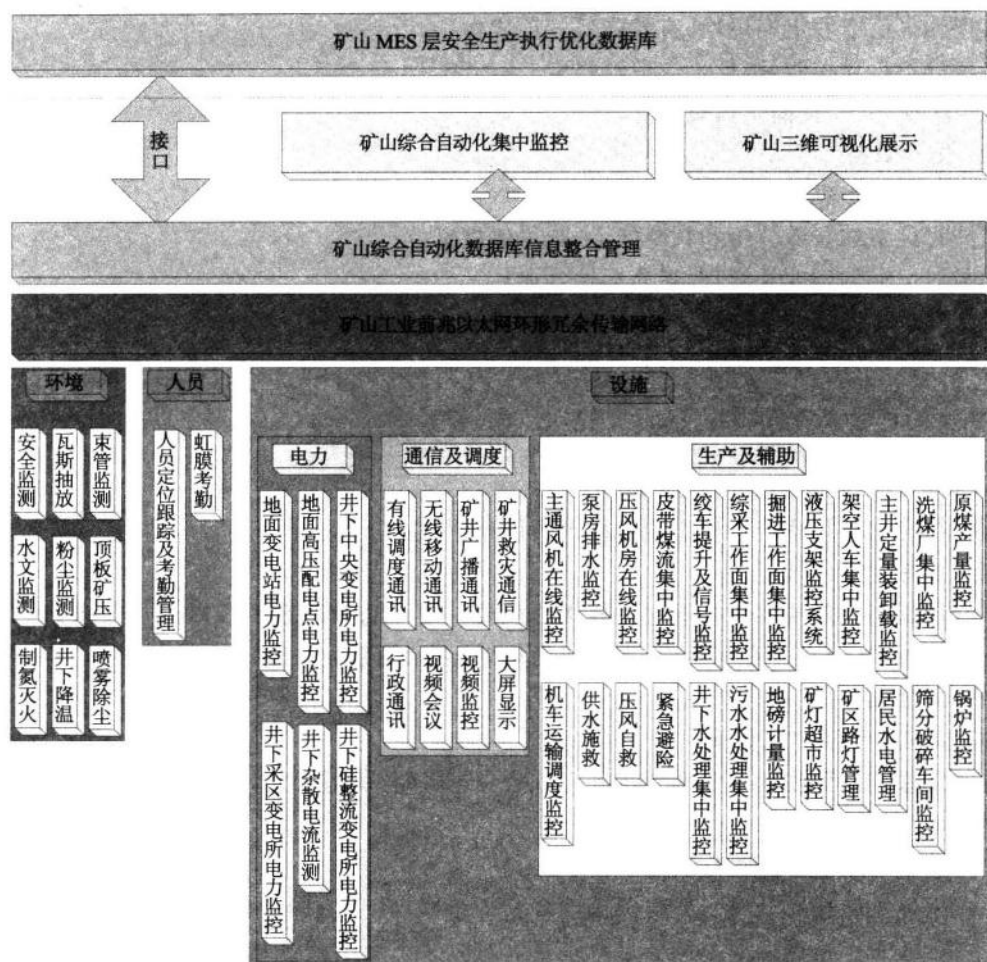


图 5 煤矿综合自动化系统结构框图

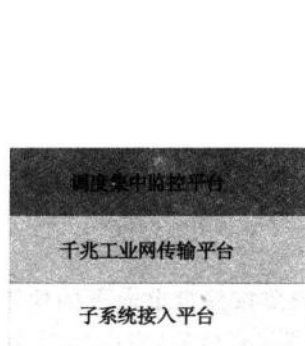


图 6 煤矿综合自动化的三个平台

煤矿众多子系统相互独立，各自为政，形成“信息孤岛”态势。

煤矿众多子系统线缆重复投资，资金浪费，维护困难，安全性差。

煤矿众多子系统监控软件重复投资，互不相通。

煤矿众多子系统不能实现网络共享，无法统一监控和调度。

信息不能综合利用，抑制自动化集成发挥的最大效益，不能统一管理。

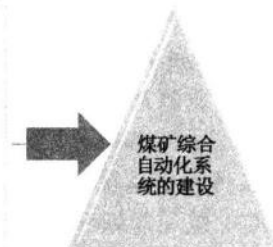


图 7 建设煤矿综合自动化系统的原因

数据共享，报警联动，减少由于矿井灾难所造成的损失。

(3) 人员效益

实现无人值守和定期巡检,有效降低各项成本;

实现设备自动控制,降低工人劳动强度;

减少岗位用工,提高全员效率。

(4) 生产效益

减少人工操作失误,延长设备使用寿命;

提高对设备的故障分析和判断能力,减少停机事故;

加强对运输的调度和管理,提高运输效率。

(5) 管理效益

为矿井自动化系统提供一个高速、安全、可靠的管理平台;

提高整体集成水平,发挥自动化系统的综合管理效益;

实现煤矿管控一体化,提高煤矿的安全生产管理调度水平。

2.5 煤矿综合自动化系统设计原则

煤矿综合自动化系统的建设应遵循以下设计原则:

(1) 面向应用的原则

系统体制必须反映煤矿行业对计算机的需要。单一功能的系统难以满足需求,需要全面考虑这种需求,使它具有生命力、真正成为规划、设计与建立系统的基础,而不是一些毫无用处的概念堆砌。

(2) 人机协同工作的原则

自动化系统平台建设要全部能自动完成数据采集、报警等功能,在控制中心要求实现网络故障时的报警功能。

(3) 信息资源综合管理的原则

系统的体系结构要从整个信息资源综合管理着眼,对于共用的信息不能各部门各自为政,互不沟通,互不衔接。要做到信息既丰富、全面,又不至于产生冗余和无用的信息。既要使各部门人员很容易得到所需的信息,又要做到安全保密,这些都是在系统体系结构中必须考虑的。

(4) 广义信息网络的原则

利用计算机网络技术,使煤矿综合自动化系统调度集中监控平台建立在一个综合网络平台之上,而不是建在单台计算机上。

(5) 兼容并蓄原则

对于所有各类子系统,他们的功能都应融入这个综合自动化调度集中监控平台之中,并充分发挥各子系统的功能。

(6) 统一规划和分步实施的原则

系统的体系结构要兼顾系统的统一规划和分步实施。系统要按照自上向下的原则进行,先从总体目标出发,然后把任务逐步向下分解,这样容易做到胸有全局,主次分明,能够统筹安排。在具体实施时,却是按照由下向上的原则,分步实现的,先考虑底层的实现,再逐步向中层与高层推进,这样做信息来源有保证,信息处理有依据,当然,有时候也可能因某一部分急需或者成套引进某些设备,使其中某一部分先行建立,但由于前期已有统一规划,各部分之间的联系与接口已经预先考虑好了,所以不至于产生矛盾、冲突和不协调等现象。

(7) 适应变化和相对稳定结合的原则

目前矿井面临管理变革的新形势。为适应这一形势,系统随时会扩展和改造,基础设施不可能一次全面完整建成,但有些部分尽量能做长远考虑,力求在系统的生命周期内稳定使用,不频繁更动。

总结起来,煤矿综合自动化系统的建设要满足图 8 所示的 7 个特性。



图 8 煤矿综合自动化系统建设要满足的特性

3 煤矿综合自动化系统建设

3.1 建设之前准备工作

煤矿综合自动化系统在建设之前的准备工作,决定着系统建设成果的好坏。我们大可不必去“追风”,搞什么“大跃进”,还是应根据煤矿各自的实际情况,根据煤矿质量标准化的管理要求,做好长远规划,打好信息化建设的基础攻坚战,方为取胜之道。

(1) 组织机构的确认

煤矿任何一个项目的建设,都需要明确部门和人员的确认。综合自动化系统面向的对象主要是信息部门和机电科等这两个部门,在各子系统集成过程中,这两个部门均需要全面密切配合。如果煤矿的组织机构管理非常混乱,部门之间各自为政,势必会影响煤矿综合自动化系统建设的成败。因此,煤矿综合自动化系统在建设之前,须首先明确一名矿领导层责任人,负责整个项目的协调工作和整体规划工作等。同时,还须明确一个部门配合该矿领导共同完成综合自动化系统的规划和建设。待煤矿综合自动化系统建设完毕投入运行之后,须确保一批能力素质较强的人员队伍负责日常的维护管理工作等。

(2) 机房和集中监控中心的确立

煤矿综合自动化系统涉及众多的服务器、机柜及工控设备、软件等等,需要煤矿设立专门的机房和集中监控中心。考虑到噪声、辐射等等因素,机房和集中监控中心尽量分开设置,双回路外部电源供电,配备合适的大容量 UPS 及空调等设施。煤矿集中监控中心一般设置在矿井现有的调度室,方便煤矿日常调度和管理。在空间方面,机房和集中监控中心尽量留有足够的空间,相应的装修工作做细、做美,便于展示煤矿的文化风貌。

(3) 质量标准化的严格管理

煤矿当中任何一个项目的建设,均须保证高标准,强化煤矿的质量标准化管理。煤矿综合自动化系统的建设,自然也不例外。无论从布线、设备摆放,还是从软件开发等等,须按照煤矿质量标准化的管理规定来进行。因此,在系统建设之前的前期规划中,应进行细致考虑,将规划工作做全、做细、做高。

(4) 信息化规划目标要长远

煤矿综合自动化系统建设之前,须明确信息化规划的长远目标,沿着“整体规划、分步实施”的原则来进行建设;既要考虑煤矿今后的信息化建设内容,又要考虑煤矿当前的形势。此项工作任重而道远,不可马虎对待。

3.2 煤矿综合自动化系统网络拓扑

煤矿综合自动化系统的网络拓扑结构,应根据煤矿各自的环境条件来进行设计。可组单环、双环、多环等几种,在此不一一列举,仅就常用的双环拓扑结构提供如下(如图9所示),仅供参考。

3.3 千兆工业网传输平台的建设

千兆工业网传输平台是煤矿综合自动化系统的“高速公路”,应首先进行建设。

千兆工业网传输平台主要包括交换机、不间断电源、光缆、光纤配线柜、网管服务器、网管软件等。从煤矿综合自动化系统网络拓扑结构中可以看出,两台核心交换机与地面环和井下环上的所有工业交换机均能够形成环形冗余结构,故障恢复时间不大于50 ms,千兆环形骨干网络非常安全可靠。千兆工业网传输平台,能够同时支持语音、视频、数据业务等。交换机性能的优劣至关重要,在选型时建议尽量选用国际知名品牌的设备,如赫斯曼、西门子等等。

地面及井下光缆均统一采用单模光缆,对于矿井井下光缆的选择时,首先要确定是单模阻燃光缆,其次是根据煤矿的开拓方式(如斜井开拓、立井开拓等)的不同,选择入井和井下光缆的铠装特性,对于立井开拓方式的矿井,建议在入井段的光缆尽量选用重铠装单模阻燃光缆。另外,矿井综合自动化系统千兆工业网传输平台中只占用两芯光缆,可再留两芯备用。当然,实际当中在矿井综合自动化系统千兆工业网传输平台的建设当中,往往选用芯数较多的光缆(如24芯、36芯或48芯等)作为骨干环光缆。这主要是考虑煤矿部分子系统传输通道的特殊情况,如煤矿安全监测监控系统一般不走千兆工业网传输平台,而是走单独两芯光缆;再例如视频监控系统,即可以走环网,也可以不走环网,而是单独走光缆进行传输等。因此,在建设煤矿综合自动化系统千兆工业网传输平台时,务必要紧密结合煤矿当前的实际情况及今后的规划目标,不仅不能造成当前的浪费,而且不能留给“后人”来进行“缝缝补补”。

千兆工业网传输平台本身就是交换机千兆冗余环结构,具有很高的安全性,但同时必须预防供电电源的停电给系统带来不安全因素。因此,建议在交换机组网过程当中,尽量选用正规的电源模块及外部不间断电源(UPS)等,电源应保证双回路供电,至少保证2小时以上不间断供电。

网管服务器和网管软件主要是用来监控各台交换机的性能及网络的流量畅通情况,作为千兆工业网传输平台的地面远程监控管理主机。

近年来,煤矿企业的质量标准化体系管理要求越来越高,所有线缆的敷设、设备的摆放、接线及相关证件的齐全等均应沿着该体系来进行。煤矿综合自动化系统千兆工业网传输平台的搭建工作,应紧密结合煤矿企业各自的质量标准化体系的要求,力求系统“规范、标准”。各个煤矿之间可以定期组织互相参观学习,增进交流,共同提高。

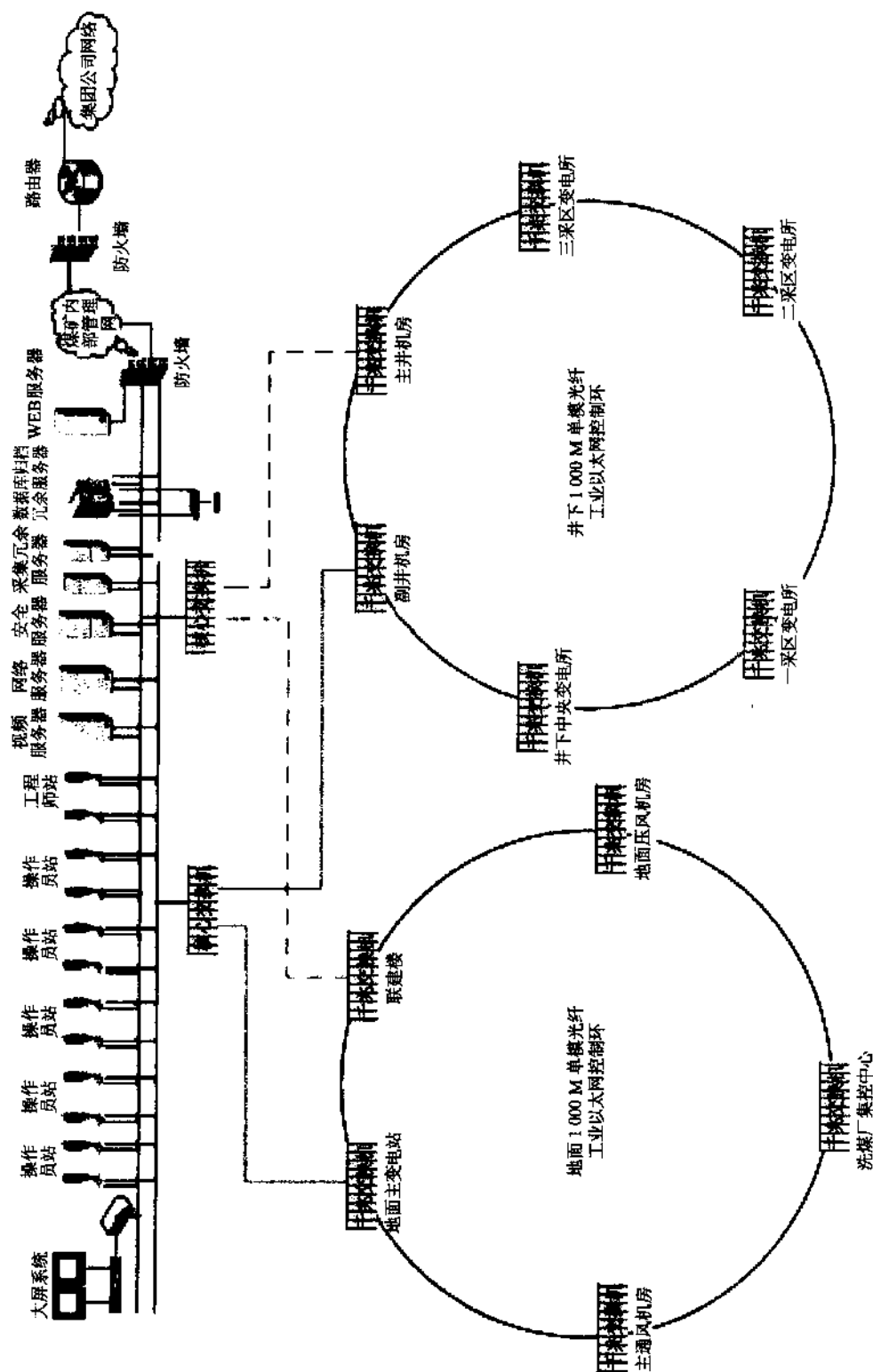


图9 煤矿综合自动化系统的网络拓扑图

3.4 子系统接入平台的建设

子系统接入平台是煤矿综合自动化系统的最底层,也是煤矿综合自动化系统数据采集完整的重要环节。在煤矿当中,无论是在地面,还是在井下,子系统种类非常多,数据接口也都不尽相同。因此,如何将这众多子系统的数据库全部采集到系统网络当中,是子系统接入平台的关键所在。

煤矿综合自动化系统统一的接口标准主要是以太网端口和 OPC 软件通信接口。而当前煤矿众多子系统的接口却种类繁多,这就需要一个“中间转换”。目前,工业控制领域应用层的软件大都能够支持 OPC 标准,如果煤矿当前的某几个子系统暂时不支持 OPC 标准,那么可通过有实力的专业厂商进行软件开发来实现。在硬件接口方面,煤矿众多的子系统当中大都应用了 PLC 可编程控制器和工控机,这些设备均能够直接或间接地提供以太网端口。对于一些其他子系统,如比较常见的人员定位系统、机车运输系统等,均可通过模块转换的方式来提供以太网端口。

在煤矿综合自动化系统当中,子系统接入平台是针对系统集成的概念来进行定义的,就是要统一接口和标准。但影响到整个煤矿综合自动化系统的却不仅仅是这个概念层次,而应该寻找这些子系统监控的本身。子系统建设的好坏,是制约煤矿综合自动化系统集成的关键所在。子系统建设是煤矿综合自动化系统建设的“奠基石”,煤矿综合自动化系统是子系统建设的“引路人”。在这里,作者建议各位矿山管理层领导,务必要高度重视子系统的建设情况。

3.5 调度集中监控平台的建设

煤矿综合自动化系统建设的好坏,还要看调度集中监控平台的建设。煤矿综合自动化系统调度集中监控平台,是煤矿向信息化、数字化迈进的第一门槛。

调度集中监控平台主要涉及服务器群、计算机群及软件开发等,设计时尽量站在矿山信息化规划的前沿来选型。通过作者多年的调研,建议尽量选用国际知名品牌高性能的设备和软件,寻找市面上煤炭系统集成和软件开发实力强的大公司来进行实施。

调度集中监控平台的网络和软件应遵循冗余结构,硬件上建议选用 IBM、HP 等大品牌的设备,软件上建议选用 GE 的 IFIX、西门子的 WINCC 等产品,这些设备和软件在煤炭行业均已成熟并获得了广泛的应用。

近年来,国内煤炭市场开始引进了三维可视化技术。三维可视化展示平台借助煤炭综合自动化系统的数据库管理系统,将三维可视化变得更加逼真。虽然该技术在控制领域受到一些限制,但在三维监测显示方面却显得日渐成熟。

煤矿综合自动化系统调度集中监控平台的建设,并非一气呵成,尤其是软件开发方面,随着煤矿子系统建设的不断往前推移,调度集中监控平台的建设也在不断地完善起来。

3.6 网络安全保障措施的建设

尽管在上述介绍过程中,谈及部分涉及网络安全的因素,如冗余结构、双回路供电、不间断电源等等,但煤矿综合自动化系统的网络安全保障措施不限于此。作者在这里重点的强调一下,希望能够引起大家足够的重视。煤矿综合自动化系统网络当中,不可忽视安全服务器和防病毒软件,不可忽视 VLAN 划分和端口绑定,不可忽视电源防雷和信号防雷,更不可忽视综合自动化系统网络和煤矿办公系统网络之间的软硬隔离等。实践证明,以上这些安

全保障措施在煤矿综合自动化系统应用当中发挥了极其重要的作用。

4 结束语

煤矿综合自动化系统是数字化矿山建设的基础之一,随着国家政策及科技的发展,众多煤矿企业对信息化管理的需求越来越高。文中提出的各种方案和建议,都是作者多年来在实际的煤矿综合自动化系统建设的工程项目中摸索总结所得,其中有很多已经在部分煤矿得以实施并获得了非常好的效果。本文提出的建议将会对各个煤矿企业的数字化矿山建设有所帮助。

作者简介:段成福(1982—),男,技术工程师,学士学位,从事煤矿信息工业自动化技术方面的研究。Tel:18601952716,E-mail:dcf_sky2011@163.com。

B/S 架构编程在煤矿企业信息化中的应用

杨亚明, 宗昆昆

(中国平煤神马集团七矿, 河南 平顶山 467000)

摘 要: B/S 架构即浏览器和服务器结构, 在这种结构下, 用户工作界面是通过 WWW 浏览器来实现, 在现有的局域网建立此结构的数据库应用系统, 易于把握, 成本较低; 鉴于煤矿企业各部门布局分散, 业务流程繁多, 缺乏统一的信息交互平台, 实现安全生产管理更是需要多层次、多部门间的通力合作。在建立了局域网、添购设备之后, 发现并不是想象中的信息化, 对企业来说也是“投入大收益小”, 令信息化建设止步不前。本文通过对 B/S 架构编程的介绍, 并结合我矿的实例, 对以上情况进行阐述说明, 从而提高煤矿企业信息化的发展水平。

关键词: 信息化; 煤矿企业; B/S 架构; 数据库应用

1 概 述

B/S 架构即浏览器和服务器结构, 在这种结构下, 用户工作界面是通过 WWW 浏览器来实现。此结构可以随时地进行查询、浏览等业务处理, 业务扩展简单方便, 维护成本低, 开发简单, 数据共享性强。在全球化、数字化、网络化的知识经济时代, 企业充分利用信息技术将会极大提高自身的管理水平和竞争能力, 这一点已是毋庸置疑。随着我国经济的高速发展, 能源行业也随之蓬勃壮大, 这给煤矿企业带来了极好的发展机会, 尤为重要, 近年来随着 Internet 的普及应用, 依靠 B/S 架构 Web 技术, 开发的电子商务正在逐步走进企业, 走向个人, 信息数据的网络传输也慢慢地被人们接受, 数据共享更不再是一个陌生的词语。以下将结合本单位实际情况, 对涉及数据信息的获取、存储、处理、传输方面的工作, 运用 B/S 架构编程的理念予以表述, 使得在一定程度上提高企业信息化的建设水平。

2 信息化建设现状

煤炭企业信息化建设方面的成功实例不多, 可参考的又不能完全结合本单位的实际情况, 以至于信息化建设困难重重, 但更多还在于认识程度的偏差。大部分企业都认为搞信息化是一个烧钱的工程, 只要多花钱就可以了。于是把网络铺设好, 购进计算机联入 Internet, 便是实现了网络化、信息化。回过头来总结一下, 资金投入不少, 但收效却是微乎其微。市场上软件公司也开发了不少行业软件, 可也只是按标准流程来做的功能, 其架构多数为 C/S, 使得各系统间形成“信息孤岛”, 相关数据不能共享使用。同时又和本企业的管理应用出入很大, 花高价钱买的软件能用得上的功能仅仅是一小部分, 另一方面, 操作人员对于软

件的使用也是望而生畏,界面、流程和操作说明皆是标准化的制定,完全不是依企业自身来开发的个性化应用系统。煤矿企业信息化的不易推进,一方面在于领导和广大职工对信息化认识不够到位,但更重要的是实施信息化的建设人员,没有把简单易用、成果显著的小型信息化系统正确地投入使用,使广大职工易于理解信息化,领导接受、信任信息化。煤矿企业信息化又缺乏整体规划,往往上去就是实施煤矿的“六大系统”信息化,繁杂的工序不可能有简单的系统,购买的软件系统一方面不是企业自身个性化的设计,另一方面又面对着二次开发成本大,资金跟不上,从而导致项目中途流产。

3 煤炭企业生产经营特点

煤炭企业的生产经营特点表现为以下方面:

- (1) 煤炭产品的同行差异不大,因此其企业竞争战略为成本领先战略。
- (2) 原煤产品本身没有直接材料消耗,但其生产过程需要消耗大量的辅助生产材料,其成本费用约占原煤产品成本的 1/4。
- (3) 安全生产是企业保持高效益的根本保证。
- (4) 由于煤田地质条件的复杂性和不确定性,煤炭生产过程中不可控的因素较多,导致生产计划的不准确和材料消耗的随机性。
- (5) 生产过程复杂,存在多种辅助生产系统,在这些系统中有以自动化系统为主的系统,也有以人工管理劳动为主的系统,信息源多、信息形态多样、信息关系复杂,各个系统的协调运作,依赖于对大量复杂信息的综合处理。
- (6) 生产经营管理方式和手段比较落后,计算机技术应用能力较弱,职工的信息化技能和安全生产岗位技能培训更是刻不容缓。
- (7) 经过近年来的信息化投入,基本上都已经建成局域网的信息化高速公路,可还没有什么业务开展。

4 整体规划及实现目标

以先进的管理思想为指导,以安全生产为龙头,以成本控制为核心,以 B/S 架构信息技术为支撑,实现煤矿检查隐患记录的闭环管理、物流的闭环控制、搭建高效的无纸化办公平台、数字显示设备的统一管理平台、建立基于员工信息的管理考核系统,同时结合教育培训信息系统实现远程教育、自助培训系统,从而构建数字化煤矿生产经营管理模式,实现企业经营运作的高效率和高效益。

5 B/S 架构的 Web 语言选用

B/S 架构的 Web 语言有以下几种:ASP、PHP、.NET、JSP,我们选用 PHP 作为开发语言。以上四种语言各有特点,被广泛运用于 Internet 领域。考虑到煤矿企业独立系统较多,平台环境多变的因素,选择 PHP 还是比较合适的,通过以下特性予以简要说明:① 开放的源代码,和其他技术相比,PHP 本身免费。② 程序开发快,运行快,技术本身学习快。③ 跨平台性强,可以运行在 Unix、Linux、Windows 下。④ PHP 消耗系统资源相当少。⑤ 图像处理功能强大,煤矿信息不可能仅是文字表格形态,经常会使用图例、图表进行说明。

6 多个系统间数据共享的综合考虑及实现步骤

下面具体介绍各个系统:

- (1) 检查隐患记录的闭环管理系统。
- (2) 物流的闭环控制系统。
- (3) 无纸化办公系统。
- (4) 数字显示设备管理系统。
- (5) 区队、员工信息的管理考核系统。
- (6) 教育培训信息系统。
- (7) 远程教育、自助培训系统。

首先建立基本的数据库应用系统,把各系统间需要共享的数据进行统一管理。

数据库选择 Mysql,其本身也是免费不受任何版权的限制,可以与 PHP 完美地结合。

基本的数据库包括以下:(下面将以设计名称代表)

- (1) 员工基本信息库。Data_yuangong
- (2) 区队基本信息库。Data_qudui
- (3) 教育培训资料库。Data_peixun
- (4) 数字显示设备库。Data_xianshi
- (5) 材料设备库。Data_cailiao
- (6) 操作信息记录库。Data_xinxi

现对以上 7 个应用系统实现的重要环节及调用数据情况予以表述(本篇仅描述到数据库,表结构不再一一说明):

(1) 检查隐患记录的闭环管理系统

包括信息录入(针对区队或员工的检查记录进行录入)、信息处理(未整改、整改中、已整改都有倒计时)、信息查询、历史记录比对、系统消息(上下级间的消息传递)等功能。有必要把进一步培训的区队或员工把隐患信息归整生成报表,存入档案,同时提交到培训系统中(为定点培训提供依据)。涉及的数据库有 Data_yuangong、Data_qudui、Data_xinxi

(2) 物流的闭环控制系统

包括信息录入(对购进的设备材料进行录入)、信息处理(针对单个设备的具体使用记录下每一环节的操作)、信息查询(查询设备信息现在的状态)、生成年月日消耗报表(同时比对多个时间段内设备的消耗情况)、系统消息(管理部门与使用方的消息传递)等功能。此系统等级权限要求相当严格,这是因为物品分类繁多关系每类物品的操作必须要有相应的权限加以控制。涉及的数据库有 Data_yuangong、Data_qudui、Data_xinxi、Data_cailiao、

(3) 无纸化办公系统

包括信息录入(员工在系统内录入相关信息、上传报表文件)、信息传递(针对每类员工进行了权限设置,使其可以在满足自身无纸化传输的情况下进行相关部门间的信息传递,具体包括了文件的发送、文件的转发、文件的签收、审批等操作,并且具备不可删除的信息操作档案记录功能)、信息查询(员工公开允许被查询的信息)、根据系统信息动态生成相关的网站浏览页面(仅仅是显示页面,信息的操作皆由员工自主完成,网站不设独立管理后台)、系

统消息(在权限允许的情况下,员工间的消息传递)等功能。此系统不但起着“无纸化办公”的功能,更是其他系统功能的总调度总指挥系统,因为其操作涉及数据库中所有基本元素的操作。调用到全部的数据库。

(4) 数字显示设备管理系统

此系统仅为显示功能,考虑到大屏显示部分信息有些浪费才开发了此类系统的叠加显示功能。现在煤矿企业要求领导下井值班带班情况必须在井口等明显位置进行公示,由于我矿已经在井口处安置了“人员定位”显示大屏,只用截出一部分来显示领导值带班表就可以,不必要再投入资金新购 LED 大屏和电脑进行单独操作,从而节省了一部分资金。大屏的显示信息来源于“无纸化办公系统”中员工的操作环节,当天的值带班只需要员工在系统中点击鼠标即可完成,省去了专人输入信息的步骤。所需共享数据为:Data_yuangong、Data_qudui、Data_xinxi

(5) 区队、员工信息的管理考核系统

职工在井口处下井需要记录当天的信息,充分利用“无纸化办公系统”中的“考评”系统进行人员记录操作,同时结合“检查隐患记录的闭合管理系统”对员工的工作情况进行“考评”,从而得出“区队、员工信息管理考核”的相关数据。涉及的数据库有 Data_yuangong、Data_qudui、Data_xinxi

(6) 教育培训信息系统

系统包括教育培训试题的管理系统(题库),培训教师的课程教案系统(教案),培训专业的管理系统(教室),自动生成培训网站的管理系统(网站),员工培训情况管理系统(学生),通过此系统把现实中的学校搬到网络上进行管理和考评。定期下达培训计划,同时对每期的教学情况予以展示。涉及的数据库有:Data_yuangong、Data_qudui、Data_peixun、Data_xinxi

(7) 远程教育、自助培训系统

如果说“教育培训信息系统”是一个学校的话,则这个系统将成为无边际的大学校,此系统实际上不再设置“教师”和“学生”的身份,每个人都是“教师”,每个人也都是“学生”,根据“教育培训信息系统”中的“题库”,每个人都可以自行选择相应的“教室”进行专业学习,自己答题(可固定、随机从题库中抽题),自己考评,从而变主动培训到主动学习,由“要我安全”到“我要安全”的转变,并制定相应的奖励措施,以提高大家的学习积极性。由于操作皆在网上进行,不再受任何时间、任何地点的限制,从而建立学习型企业,为安全生产打下根基,彻底解决培训瓶颈问题。

通过分析以上各个系统的功能及数据调用特点,我们不难得出这样的结论:① 好像就是一个系统,因为相互关联;② 数据高效共享使用;③ 网络传输和数据共享有机地结合;④ 如此办公,思维模式要有突破;⑤ 应该还有其他可以融入的系统。

7 B/S 架构需要注意的几点

在 B/S 架构下运用三层(浏览层、应用层、数据层)的软件结构:第一层分布于全矿区(考虑到安全因素不开放 Internet 使用)的网络用户终端,有关人员可以使用终端上的浏览器,在授权范围内、从任何地方进入管理系统;第二层是位于企业网络机房的 Web 服务器,

它负责接受各用户的访问请求,并把处理结果通过网络送给用户;第三层是同样位于网络机房的数据库服务器,它负责存储、处理通过网络收集的数据。由此可见,编写程序的时候尽量保证客户端禁止页面缓存,以防止应用层与浏览层显示脱节,页面选择控件也尽量采用 HTML 的标准控件,所有控件以 ID 进行索引,只有在特别的需要如复选传值的情况下使用 NAME 属性,页面代码力争简洁,图片则尽量少用,从而提高加载速度,应用层读取数据用多少读多少,保证 Select 语句的实用性,大量的数据库操作尽量使用存储过程,以减轻应用层环节的负荷。

Web 服务器的安全性能将变得格外突出,不仅需要预防非授权用户对网络的访问,也能保护 Web 站点不受侵犯,典型的安全特性包括“访问控制”,系统管理员通过域或 IP 地址进行访问,也可以改变控制访问列表对用户的身份进行鉴定。另外还需要至少一台备份服务器,以保证数据库服务器的安全运行,从而解决一些不必要的麻烦,令 B/S 架构可以安全、稳定、高效地服务于企业。

8 结论

通过对 B/S 架构编程在企业信息化中应用的实例说明,我们可以看到“数据共享”的重要性,再好的软件,再好的服务商,如果不把“数据共享”放在首要位置,则不可能给企业带来便利,高效、便捷的信息化办公更是无从谈起,随着企业管理理念和企业管理水平的提高,特别是 Internet/Intranet 技术的快速发展及壮大,B/S 架构用集中的数据库将几乎所有有关的数据统一起来管理,形成了集成的信息源、友好的用户界面,强有力的报表生成功能、分析统计功能和信息的共享,使得安全管理人员得以从繁重的日常手工操作工作中摆脱出来,集中精力加强企业的安全管理。

作者简介:杨亚明,男,助理工程师,在中国平煤神马集团七矿工作。通讯地址:河南省平顶山市新华区西市场南。

宗昆昆,男,助理工程师,在中国平煤神马集团七矿工作。

井巷中高可靠性生命支持系统的设计

曾晓军

(华侨大学建筑设计院,福建 泉州 362021)

摘 要: 为了减少矿难中遇难人数和救援的难处,一套在事故发生后仍能高可靠度工作的生命支持系统可满足受困人员所需,实现减免灾难。采用冗余方式(包括互为备用的动力设备、相互独立的2套管网),再通过强化管道和用户终端等的保护来提高整个系统的可靠度,设计出一套小型高可靠度的生命支持系统,在事故发生后仍然能提供充足的氧气、水等来维持受困人员生命所需,从而使受困人员在该系统的终(末)端的支持下直至获救。

关键词: 氧气;水;冗余;管道;事故;可靠性

1 概 述

随着我国经济快速发展,对矿产品原材料的需求也快速增加,然而矿难也随之而来,特别是煤矿,矿难的发生多数是系统不完善的原因。大量事实证明,火灾、矿难等这类事故中人员的死亡多数是缺氧造成的,直接伤害造成的死亡人数占少数,因此在事故中保证供氧是关键所在。正常情况下,作业面的供氧是不成问题,甚至还有富余;但在事故中,因原有的供氧设施较大较普通,难以抗拒外力的破坏,通常是在人们最需要时出问题,因此有必要设计井巷中高可靠性生命支持系统。

2 设计思路及系统组成

该系统的设计思路是:事故发生后10 s内,作业人员通过自带的呼吸器找到生命支持系统的终(末)端,然后在终(末)端的支持下等待外部的救援,从而减少遇难人数和救援的难处,实现减免灾难。

该系统通过小型的专门强化保护的管道系统,直接将人体所需氧气、水输送到用户端,由于系统小、反应快、可靠性高,从而避免因系统延误而造成不必要的人员伤亡,平时该系统管道内充满的空气和水,用来预防灾难,事故发生时即可投入使用,再在外部设备的支持下可持续提供生命所需,从而为救援赢得时间。系统由动力设备、输送管道、用户终端三部分组成。系统构成如图1所示。

3 动力设备

系统主设备为(至少)2台空气压缩机及储气(调压)罐。为提高系统的可靠性,采用一

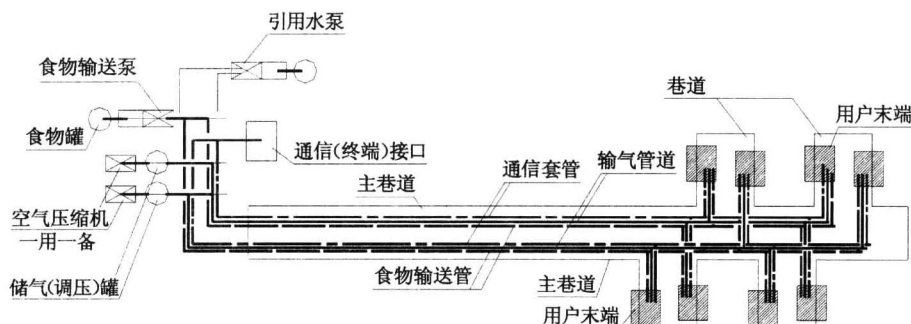


图1 生命支持系统构成

用一备形式,平时1台空气压缩机工作,以维持系统正常压力,一旦该压缩机发生故障,备用那台立即投入运行。空气压缩机通过储气罐与管道系统相连,储气罐主要用来储存作业人员10 min所需(氧)气体和维持气体管道内压力,也可减小压缩机发生故障时对管道系统的冲击。饮用水泵和食物泵主要用来维持相应管道内水的循环和压力,食物泵可兼做饮用水泵的备用泵。空气压缩机及水泵的参数应根据作业面所需来确定,空气压缩机及水泵应设置在专用的设备房间。

4 输送管道

连接管道是该系统的关键所在,管道分别沿巷道两边敷设,互为备用;管道其实是多根和多种小管综合而成,如图2所示。

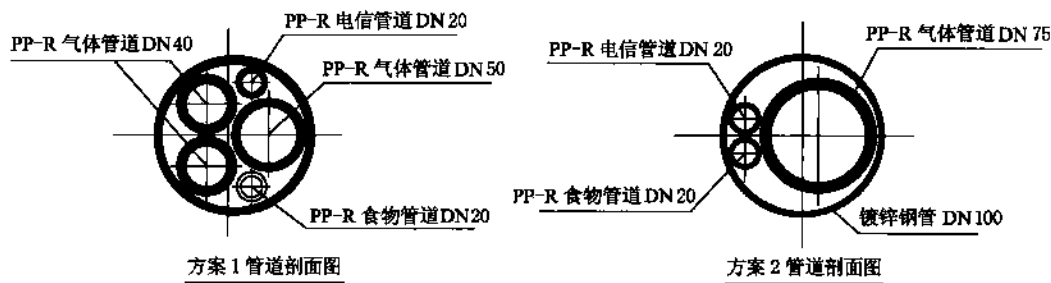


图2 管道剖面图

钢管的抗冲击和耐热性能较塑料管强,摩阻系数较塑料管大,密封性较差,所以最外层管道采用镀锌钢管,其主要功能是用来保护其内部的小塑料管道,另外在非常情况下也可通过敲击来传递信息;考虑到新建巷道内施工方便和破坏概率等因素,外层钢管管径设计为DN100,管道走向改变时多根塑料管外径会同时变大,因此在弯管处采用DN150。方案1中镀锌钢管内设有3根通气管,主要考虑当1根通气管损毁后,还能保证大于50%的供气量,另外由于整个通气管截面积受限于外层钢管的直径,为了尽可能增大通气截面积,所以采用3根不同管径的通气管,即使2根通气管工作正常,在一般情况下(气体流速10 m/s),可满足20人的需氧量,基本上能保证一个作业点需求。

方案2中为了减少造价和施工复杂程度,仅设1根大的通气管,可靠性不如方案1,2种

方案各有优缺点。通气管采用塑料管主要是因为气体流速大时,减小气体能量损失,另一个因素是塑料管的气密性和弯曲度好,管道间碰撞摩擦不会产生火花。镀锌钢管内还设有 2 根小塑料管,1 根平常用来作为通信线路的套管,在非常情况下也可用来输送食物;另 1 根专门用来输送流体食物如牛奶、葡萄糖液等,平时食物管内充满新鲜的饮用水。通气塑料管内平时充满压缩气体。平时镀锌钢管和塑料管空隙内充满水,防止在高温情况下融化塑料管,在工人需要解渴的紧急情况下也可作为水源,在设有压力表的情况还可作为 1 个探测点。为避免塌方等事故对管道的破坏,镀锌钢管道沿巷道底部边脚覆设,新建时考虑明装,以便于观察管道的工作状态。一旦当地的地质等情况稳定下来后,再部分埋入巷道底部处。在主巷道内的主管可根据规划作业工人的人数所需的耗氧量来计算管道管径,管径计算时一般应留有 20% 的富余量。因主管径较大,为避免破坏,主管应采用暗埋方式。为减少施工难度,支管和主管支管应采用相同的管道,如主管形式采用方案 1,那支管尽量采用方案 1。支管一旦废弃,应及时将该支管接口处封堵,减少系统泄露的概率。为避免施工时产生的火星引起事故,管道及系统施工时应确保安全情况下进行。

5 用户终(末)端

在事故发生后前一两分钟内,由于在焦躁、恐惧等心理和生理作用下,工人的行动有些会变得迟缓,有的会迅速,但氧气消耗量较正常情况下多出许多。为避免过度消耗他们自带的呼吸器内的氧气,且最好控制在 4 s 内到达系统终端,所以维生系统终端离最远的作业面距离应在 10~15 m 内,维生系统终端初步设计如图 3 所示。

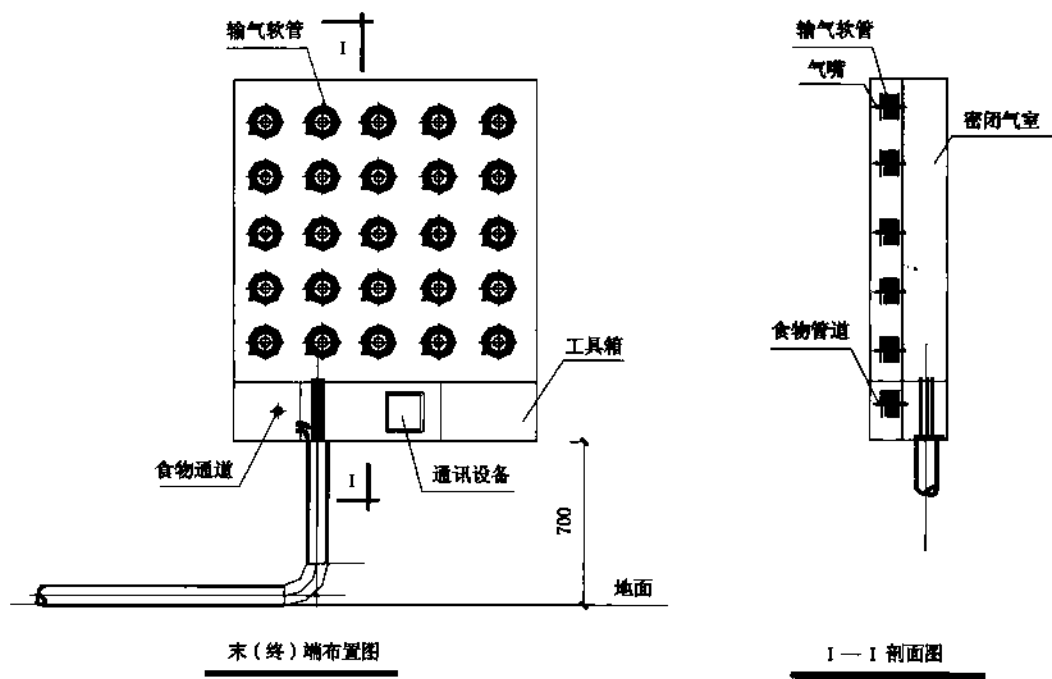


图 3 维生系统终端初步设计

该终端主要作用是将管道输送来的氧气通过密闭气室的调节均衡地分配到各个用户,根据作业点所需最大人数来设置气嘴个数,应留有 20% 的富余量;气嘴与气室之间连接管上应设置阀门,考虑到使用方便气体软管最长 1 根应不小于 4 m,其他各根可依次递减,但最短 1 根应不小于 1 m。系统中食物管道仅设 1 根,流体状食物经过一段时间连续输送,用户通过对食物管道末端的交替使用,基本上能满足作业人员的食物所需。通信套管可兼作备用管。考虑到使用方便,末端安装高度应保证气嘴离地高度在 1.0~1.5 m,食物管道离地在 0.8 m 左右。通信主要用来在发生事故时保持和外界简单的联系,比如呼叫食物、通报人数等。普通电话形式特别是在透水事故难以满足事故时的通信要求,而早期的摩尔码通信形式可以在此极端情况下满足要求,现在的科技水平解决此通信难题应该不成问题。工具箱中常备有金属板手等,平常用来维护系统,另外以备不时之需用来敲击钢管传递信息。终端防护强度不小于镀锌管的强度,并有一定的耐火极限,安装采用半明装形式。巷道两边的末端应交替分布,分布距离应根据作业人员的疏密程度来确定,一般采用 20~40 m,人数多时采用下限,反之用上限。管道及系统终端分布如图 4 所示。

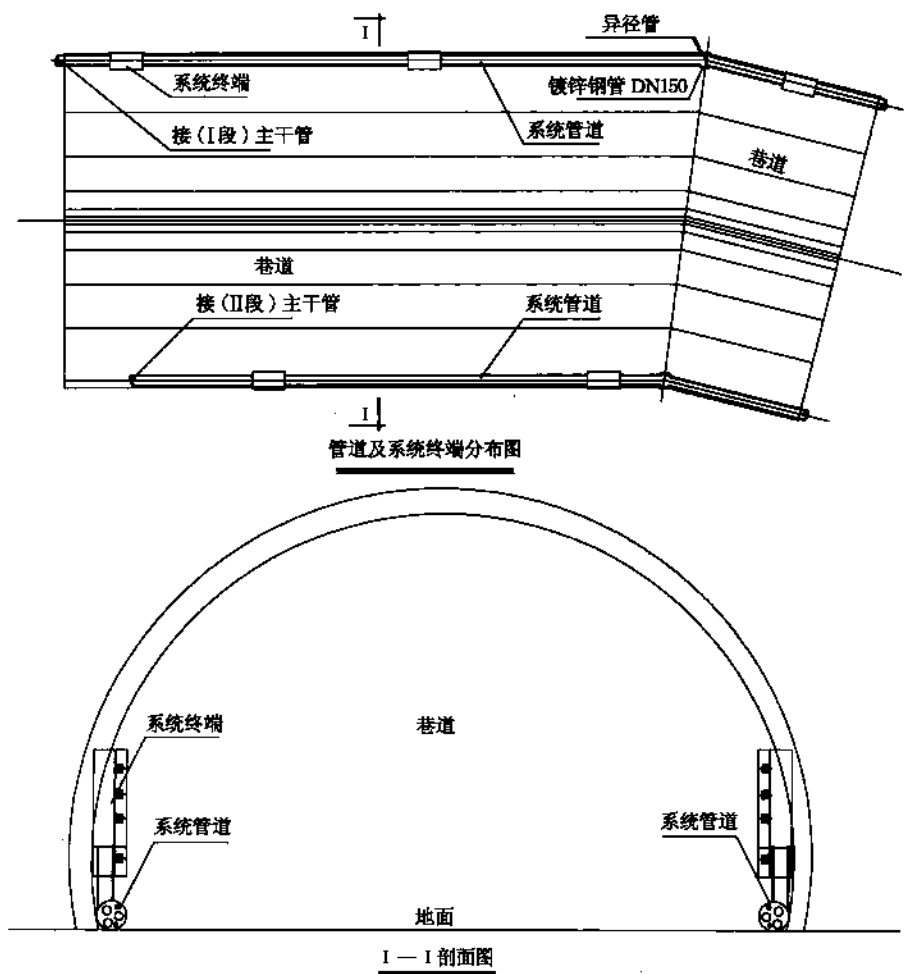


图 4 管道及系统终端分布

6 结 论

该系统可适应各种巷道作业,如矿石开采、隧道、地铁等施工;能应付多种突发事件,如瓦斯冒顶、透水事故、隧道塌方等。该系统组成相对简单,设备及管道安装等都比较成熟,规模小投资少,相对来说较经济。系统设备及管道均采用冗余设计,可靠性高;因为该系统是预防性质的,各种流体均在相对封闭的管道循环运行,能量损失较小,运行费用相对较少。最重要的是该系统中平时就充满着人体所需的养分,事故发生后简单操作后即可满足人体所需,避免人员的无谓伤亡,同时为挽救生命赢得宝贵的时间,因而可操作性强。文中由于人体生理极限参数等资料不全,设计参数的假定等仍需在以后的工程实践中进一步确定。

参考文献:

- [1] GB 50016—2006,建筑设计防火规范[S].
- [2] GB 50029—2003,压缩空气站设计规范[S].
- [3] GB/T 50265—1997,泵站设计规范[S].
- [4] 马遵权,周治英.给水排水设计手册(第一册)常用资料[M].北京:中国建筑工业出版社,1985:269.
- [5] 罗邦富,魏明钟,沈祖炎,等.钢结构设计手册[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,1989:886.
- [6] GB 50013—2006,室外给水设计规范[S].
- [7] GB 50215—2005,煤炭工业矿井设计规范[S].
- [8] GB 50140—2005,建筑灭火器设计规范[S].
- [9] CJJ 101—2004,埋地聚乙烯给水管道工程技术规程[S].
- [10] CECS18:90,室外硬聚乙烯给水管道工程施工及验收规程[S].

作者简介:曾晓军,男,江西樟树人,工程师,研究方向为给水排水。

电气与 PLC 控制在煤矿安装的应用

邹国清

(山西西山金信建筑有限公司,山西 古交 030200)

摘 要: 本文研究电气与 PLC 控制在煤矿安装的应用。掌握此技术后,我公司可承建包括集控在内的全套机电安装工程,在竞争激烈的建筑市场站稳脚跟,为企业创造更大的经济、社会效益;可以为公司打造一支全面的安装施工队伍,具有非常重要的现实意义。

关键词: 电气;PLC;技术煤矿

1 引 言

近年来,随着我国工业自动化程度的大幅度提高,高新技术的引进,传统产业的科技含量全面提升,这对安装公司提出了更高更多的要求。我公司一直致力于承揽各类机电设备安装工程,在电气设备安装调试方面,攻克不少难关,为企业创造了可观的效益,但唯独在自动化安装方面还是一片空白。

PLC 即可编程控制器,是在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的,并逐渐发展成为以微处理器为核心,将自动化技术、计算机技术和通信技术融为一体的新型工业自动控制装置。由于具备可靠性高、适应性强、编程调试方便、功能完善等特点,可编程控制的应用范围极为广泛。研究电气与 PLC 控制在煤矿安装中的应用,掌握此技术后,我公司可承建包括集控在内的全套机电安装工程,在竞争激烈的建筑市场站稳脚跟,为企业创造更大的经济、社会效益,并为公司打造质优的安装施工队伍。

2 技术方案

利用 PLC 控制器具有的模块化、可扩展性和通信联网功能,将矿井已采用的各自独立的 PLC 控制系统通过工业以太网以及协议的转化集成在同一个数据网络中,构成三层网络结构来实现整个矿井的监测、控制。三层网络包括:现场的设备层(Device Net)、监控分站的控制层(Control Net)和调度中心的信息层(Ethernet/IP 工业以太网)。这种集控模式已在杜儿坪矿得到了实现。下面简要介绍一下其所采用的美国 AB 自动化的集控系统。

西山煤电杜儿坪矿储配煤系统改造工程的集中控制系统采用集中、就地两种控制方式。集中用于生产,就地用于检修。两种方式应实现无扰动切换。

(1) PLC 集中闭锁工作方式

启动顺序:应按逆煤流顺序逐台延时启动,延时时间应能躲过前台电机启动时的尖峰电

流存在的时间,一般取 3~5 s。

停止顺序:正常时应顺煤流逐台延时停车,延时的时间应保证停止前台机械上的煤已全部运行至下台设备。故障时应在最短时间内全部停止或现场急停。

(2) 就地解锁检修工作方式

两种工作方式通过上位机上的软转换开关来实现。

系统配置及功能如下所述:

原煤仓上的设备进入选矸车间集控室内 PLC 系统。由于原选矸车间集控室内 CPU 模块与上位机为串口通信,传输速度慢,不能满足生产要求,因此改为以太网口的 1747-L553CPU 模块。通过以太网的方式与上位机通讯。另由于原远程 RIO 链路已控制有 21 个 I/O 槽,而一个 RIO 链路最多只能控制 30 个 I/O 槽,因此在选矸集控室内再增加一个 RIO 链路。在选矸集控室内增加一台小 PLC,内置电源模块和远程 I/O 扫描模块。根据设备的电源取向。新增 RIO 链路共设两个远程分站:仓上配电室分站和煤库配电室分站。

原煤仓下的新系统 PLC,采用美国 AB 1747-L55 系列控制器,设有一个 RIO 链路。该链路共设有两个远程分站:仓下配电室分站和煤库配电室分站。在现场设备比较分散的地方,在设备旁设有就地控制箱,如皮带、破碎机等。设备较集中的场合,在设备旁设有就地按钮盒和电缆接线箱。在任何控制方式中,机旁控制箱和按钮盒上的停车按钮盒上的停车按钮都必须有效。各类机械设备的全部安全措施必须纳入控制系统。启动前应有预告信号,现场可根据情况操纵停车按钮停车。

3 技术创新点

- (1) 施工人数少,工期短,利润高。
- (2) 画面简单直观,容易操作,闭锁关系也清晰。
- (3) 现场保护信号返回到画面上便于维修。
- (4) PLC 模块简便,易于安装,程序变好后,输入 CPU 中即可保存使用。

4 社会、经济效益

4.1 经济效益

一般来说,自动化部分在电气安装中占的比例不大,但利润很可观,可达到自动化部分的 30%,甚至更高。而自动化设备元件价格相对来说很高,在选用软件和程序设计方面,一般用户没法做,所以利润空间很大。一个中型重介选煤厂,自动化部分的费用是 125 万元,则利润可达到 40 万元,而这一部分的利润只需要 5~10 人(包括编程、现场仪器仪表安装、控制部分线缆)一个月左右的工期,可见利润很可观。

4.2 社会效益

(1) 自动化安装只需要 5~10 人编程和接线,降低了劳动强度,加快了施工进度,缩短了工期。

(2) 以往电气安装和自动化安装分别由两家公司来安装,这种方式带来很多的弊端,给用户带来许多不便,用户更希望由一家安装公司统一制作,这样安装质量更有保证,在今后的维护中也避免不必要的扯皮。

(3) 在室内施工,加大了安全系数,减少了安全风险。

(4) 对现场的设备实行远程控制,对于一些设备的问题以及故障提示,能及时地返回信号,根据现场的情况进行处理,方便快捷。

(5) 设备启停时由原来的电笛信号返回变成现在由画面的颜色变化来区分。

参考文献:

- [1] 赵俊生,杨怀林,姚年春. 电气控制与 PLC 控制技术[M]. 北京:化学工业出版社,2008.

作者简介:邹国清(1961—),男,1982年毕业于湖南电大,机电高级工程师。

金达煤矿轨道巷工作面深孔爆破施工工艺应用

王育伟

(吕梁煤业公司,山西孝义 032300)

摘 要:依据深孔爆破的机理,合理确定爆破参数,采用深孔爆破的方法施工开拓大断面巷道,提高施工的循环进尺,更能充分利用工时,减少辅助作业时间。可充分利用设备潜能,提高劳动生产率,可大量节省爆破器材和钎具消耗,从而加快巷道掘进速度并获得较大的经济效益,掘进进度由原来的 60 m/月提高到 120 m/月。

关键词:轨道巷工作面;深孔爆破;爆破工艺;施工工艺

1 概 况

吕梁煤业公司各煤矿在坚硬半煤岩巷巷道推进中,普遍采用浅眼爆破。深孔爆破主要取决于炮眼深度、掏槽形式和掏槽参数,爆破参数、装药结构、起爆延时时间等技术参数的合理选用,是比较成熟的技术,吕梁煤业公司金达煤矿经过半年多的试验,取得了成功应用,半煤岩巷进度由原来的 60 m/月提高到 120 m/月。

2 实施爆破施工工作面条件

(1) 该工作面地面标高+950~+1 100 m,工作面底板 688~700 m,顶板老顶为 K_2 石灰岩,厚度 9~10 m,坚硬、中厚层状;直接顶为泥岩,厚度 1.8~2 m,水平层理发育,性脆;伪顶为泥岩,厚度 0.2~0.460 m,松软、易垮落;底板、直接底为泥岩,厚度 9~10 m,中厚层状、性脆,裂隙发育;老底为泥岩,厚度 2.5~660 m,坚硬、厚层状。根据在 00~05 号孔中采取的顶底板岩物理力学实验,岩层平均抗压、拉、剪强度,石灰岩分别为 33.5 MPa、3.62 MPa、8.29 MPa,砂岩分别为 23.67 MPa、1.67 MPa、58.2 MPa,泥岩分别为 23.36 MPa、1.23 MPa、3.9 MPa。水文地质条件简单,井田主要由山西组矿床充水含层及其上覆砂岩裂隙含水层为主,太原组矿床充水含层及其上覆奥灰岩溶裂隙含水层为主。水位标高范围+531 m~640 m,隔水层厚度 34 m。目前,开采+700 m 水平煤层,不会对本组煤层造成威胁。

(2) 巷道断面及支护形式:10#煤北轨道巷巷道断面为半圆拱形,掘进断面 13.48 m²,掘进宽度 4 m,掘高 3.8 m,墙高 1.8 m,周长 9.56 m,锚杆布置形式:锚杆间排距为 800×800 mm。巷道永久支护形式:锚、网、喷浆联合支护,喷浆厚度 100 mm,掘进后初喷 10~30 mm,然后打顶、帮锚杆、挂网最后复喷。工作面最大控顶距 2.0 m,最小控顶距 0.4 m,拱基

线以上断面布置在岩层中,其余在煤层中。具体如图 1 所示。

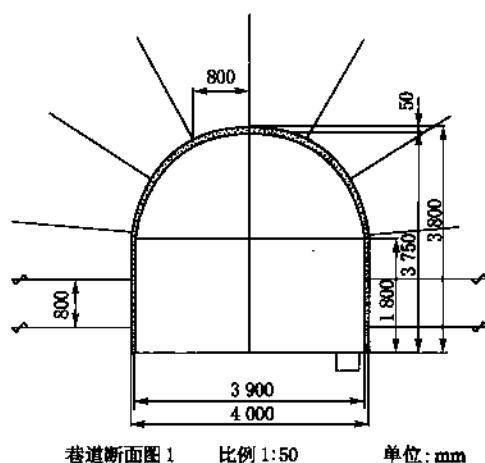


图 1 深孔爆破施工工艺

3 深孔爆破机理及参数确定

3.1 深孔爆破机理

当炸药在煤岩体爆炸时,以爆炸点为中心,煤岩体顺次向外遭受不同的破坏,其影响范围可以分为压碎区、裂隙区和震动区三个区域。药包爆炸直接作用于接触的煤岩体形成空腔压碎区,压碎区煤岩体受高压作用而被强烈压碎并产生较大的塑性变形,形成一系列等径向成 45° 的滑移面,结构完全破坏,在裂隙区由于爆炸压力下降,围岩不再被压碎,而拉伸应力使围岩岩体发生塑性滑移,形成辐射状的裂隙,有时在径向裂隙之间形成环状的切向裂隙,而在震动区只发生质点震动,煤岩体不受破坏。

裂隙区是煤破所受控制的主要区域,在爆破瞬间,爆炸冲击波使孔壁岩体形成空腔和压缩粉区以后,爆炸应力波会衰减并向外围传播,径向方向产生压应力和压缩变形,切向方向产生拉应力和拉伸变形,当切向应力大于抗拉强度时,煤岩体被拉断形成径向裂隙。当压碎区形成瞬间压力波通过以后,原先在药包范围煤岩体被压缩时聚积的弹性变形能释放出来,转为卸载波,产生与径向压应力作用方向相反的向心拉应力,使煤岩体质点产生相反的径向位移。当此径向拉应力超过煤岩体抗拉强度时,即形成环向裂隙,环向裂隙和径向裂隙与原煤岩体中剪切裂隙相交形成裂隙区。

3.2 深孔爆破参数确定

(1) 炸药爆炸形成裂隙圈半径的计算。根据爆破理论,炸药爆炸后形成的裂隙半径为:

$$R_p = (b_{p2}/6_T) 1/a \times r_b$$

$$P_2 = (p_0 D_1^2/8) \times (r_c/r_b)^b$$

$$b = v/(1-v)$$

式中 P_2 ——孔壁初始冲击力峰值,MPa;

ρ_0 ——爆炸密度, 10 kN/m^3 ;

ν ——泊松比, 0.25;

D_1 ——炸药炸速, 水胶炸药为 $1\,450 \text{ m/s}$;

σ_t ——岩石抗拉强度, 4 MPa ;

a ——应力波衰减指数, $a=2-b=1.67$;

n ——压力增大倍数, 取 12;

r_c ——药卷半径, 药卷直径取 26 mm ;

r_b ——钻孔半径, 直径取 32 mm 的钻孔。

这样, 孔壁初始冲击压力峰值为:

$$P = [10 \times 4\,450^2 \times 10^4] \times (18/21)^6 \times 12 = 7\,432 \text{ (MPa)}$$

故裂隙圈半径:

$$R_p = [(0.33 \times 7\,432.3)^{1/1.67/4}] \times 16 = 753 \text{ (mm)}$$

这说明在炮眼直径为 32 mm , 炸药卷直径在 26 mm 的情况下, 炸药爆炸后形成的裂隙圈半径为 753 mm 。

(2) 炮眼间距的确定

为了使直接顶形成破碎裂隙带, 需要将钻孔爆破后形成的裂隙圈连接起来, 故钻孔间距应为 $2R_p$, 即 1.5 m 。

根据现场施工条件, 参考对钻眼速度的实测结果, 在半煤岩层中, 采用 $700 \sim 1\,000 \text{ mm}$ 孔间距为宜。

(3) 钻孔深度的确定

由于需要对直接顶岩层以上的岩层进行爆破, 根据工作面顶板岩性以及生产经验, 则孔深度 $2.8 \sim 3 \text{ m}$ 为宜。

(4) 每孔装药量及装药结构

为了保证爆破效果, 每孔装药长度为 0.85 m , 采用乳化炸药, 每个孔药卷长度为 170 mm , 掏槽眼装药量为 5 卷, 周边眼及底眼装药量为 4 卷, 将药卷装在孔底, 每孔炸药由 4 发同段位毫秒延期雷管引爆, 雷管平均布置, 炮眼的封孔长度为 1.5 m , 封孔采用黄泥, 封严, 掏实, 炮眼结构图联线方式为孔内并联, 孔间串联, 一次性进行爆破, 炮眼装药采用正向装药结构。

深孔爆破如图 2 和图 3 所示。

4 爆破施工工艺

(1) 采用现有设备的施工, 在爆破材料、掘进技术和爆破参数上进行改进, 以便今后推广应用。

(2) 打眼采用具有较高冲击功率的 YT-29 型气腿式岩石风动凿炭机, 球齿型、十字型或一字型钎头, 钎头直径 $35 \sim 28 \text{ mm}$ 。配药卷直径 32 mm 。

(3) 经现场实验炮眼深度: 掏槽眼为 3 m , 其他眼为 2.8 m , 要求使用 3 m 长的钻杆。

(4) 采用楔形斜眼掏槽, 掏槽眼深度(垂直深度)分别为 3 m , 底眼间距控制在 $200 \sim 300 \text{ mm}$, 为了加大槽腔内岩石破碎, 在槽腔中间布置 2 个 2.8 m 直眼。中心 2 个掏槽直眼装药

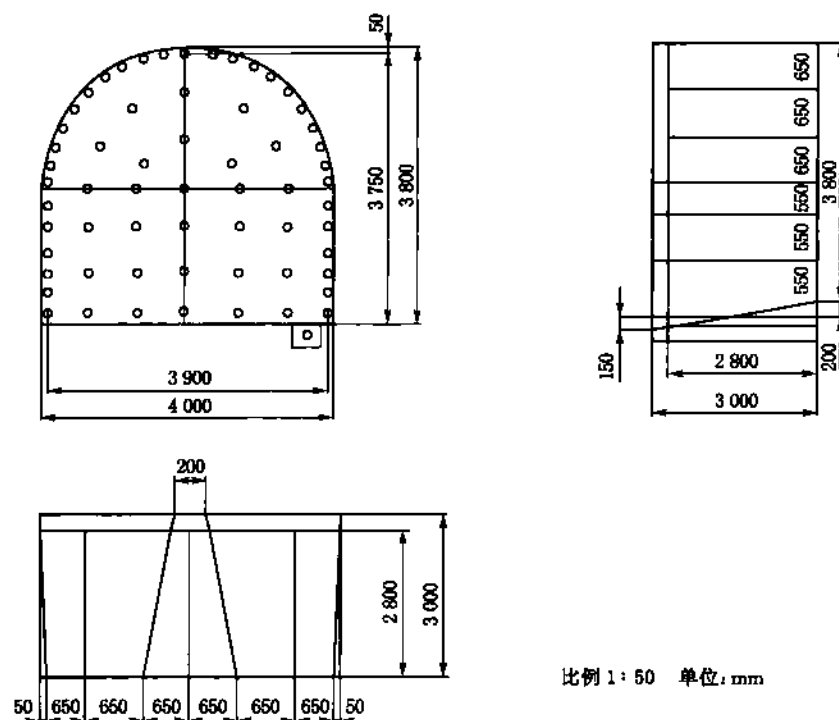


图2 深孔爆破眼示意图

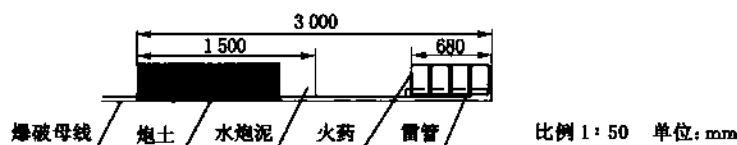


图3 深孔爆破眼装药结构图

共用一段雷管起爆。

(5) 周边眼爆破技术。

炮眼应布置在巷道掘进轮廓线外 50~100 mm, 炮眼相互平行, 深度一致, 为保证巷道成型, 严格控制周边眼间距 (特别是顶眼), 设计顶眼间距为 300~400 mm, 帮眼间距为 400 mm, 拱基位置应适当加密, 同时减少装药量。由于工作面顶板为沙质泥岩 ($f=4\sim6$), 顶眼单孔药量 240 g, 装药集中度 120 g/m。

(6) 炮眼采用水泡泥充填结构, 先将炸药装到眼底, 然后用水泡泥 5~6 卷充填, 最后炮泥封堵严实, 孔口封堵不少于 1.5 m, 并封堵密实。

(7) 紧挨掏槽眼的辅助眼与掏槽眼口间距在 250~300 mm, 否则, 眼底抵抗线太大难以爆破, 其他眼底间距和排距控制在 550~700 mm, 均匀布置。

(8) 底眼距巷道底板 100~150 mm, 适当下扎, 眼底可落在巷道底板外 150~220 mm。

(9) 各类炮眼均采用正向起爆。

(10) 全断面一次爆破, 起爆顺序为: 掏槽眼—辅助眼—周边眼。

(11) 采用串联方式,注意要连续牢固,避免出现大接头电阻。

(12) 打眼操作要求:打眼时要求坚持“准、平、直、齐”的原则,打眼前要量好钎长,做好标记。

(13) 为确保掏槽眼质量,提高打眼角度准确性,制作一个三角定向木尺。

(14) 施工时随时掌握岩性变化和爆破效果,并根据实际情况对爆破参数和爆破图表进行相应调整。

5 影响深孔爆破效果的主要因素

(1) 巷道断面如果小,夹制力大,影响进度,一般断面越大,效果越好。

(2) 巷道成形,如果爆破成形差,巷道超挖,浪费材料多,成本增加,进度慢。如果巷道欠挖,需要人工刷大成形,也影响进度。

6 结 论

(1) 深孔爆破施工大断面开拓巷道,提高了爆破率,降低了火药雷管的材料消耗。材料总消耗由原来的 1 235.6 元/m 降低为 618 元/m。

(2) 深孔爆破施工,加快了施工循环进尺,为金达煤矿实现 120 万 t 技改矿井打下了良好的基础,产生了较好的经济效益。

作者简介:王育伟(1964),男,山西吕梁人,山西煤销集团吕梁有限公司生产技术部部长,工程师,从事煤矿采掘方面研究。Tel:0358-7635190,E-mail:llmyschwyw@163.com

基于 RBF 神经网络煤炭消费预测

张登峰

(山西平朔泰安煤业有限责任公司生产技术部, 山西 朔州 036800)

摘 要: 根据 1979 年到 2000 年来国内生产总值年增长率与煤炭消费年增长率相关性特点, 应用实际数据生成径向基神经网络, 并对其煤炭消费年增长率进行了模拟对比。最后预测出 2002 年到 2006 年煤炭消费量, 与实际消费量比较, 相对误差最大不超过 16.8%。

关键词: 神经网络; 煤炭需求; 煤炭预测; 煤炭消费

0 引 言

煤炭作为基础能源, 在我国经济生活中具有不可替代的重要地位。煤炭供应不足会影响国民经济的稳定与快速发展, 煤炭积压又会影响煤炭企业的正常生产, 煤炭生产与消费相适应是市场经济发展的基本要求。因此, 在我国能源开发战略研究和煤炭资源价值的评估中, 对煤炭需求预测的研究是一项十分重要的工作。

煤炭需求预测的方法很多, 主要有主观推断法、趋势外推法、国内生产总值单位能耗预测法、消费弹性系数法、主要消耗部门预测法、人均能耗法、回归分析法、时间序列预测法、灰色预测方法等^[1-4], 煤炭消费一直处于增长时期, 这些方法预测的结果是比较准确的。但从 1997 年煤炭消费下降以来, 上述方法预测的结果误差越来越大。

近年来, 灰色预测模型和人工神经网络模型用于非线性时间序列预测较为引人注目, 其优点是在建模时都不需要计算统计特征, 从理论上讲, 可以适用于任何非线性时间序列的建模, 但也有其不足之处。灰色预测方法由于其模型特点, 比较适合于具有指数增长趋势的实际问题, 对于其他变化趋势, 则有时拟合灰度较大, 导致精度难以提高。人工神经网络方法在应用中难以科学地确定网络结构, 学习训练最优权数时, 其 BP 算法存在陷于局部极小值收敛的固有缺陷, 从而影响预测模型的可靠性和准确性。径向基神经网络比标准的前向型 BP 网络需要更多的神经元, 能够按时间片来训练网络。当有很多的训练向量时, 这种网络很有效果。径向基函数网络(RBF)是以函数逼近理论为基础构造的一类前向网络, 是由 Powell M. J. D 于 1985 年提出的^[5]。由于它具有结构自适应确定、输出与初始权值无关的优良特性, 广泛应用在多维曲面拟合、自由曲面重构和大型设备故障诊断、模拟与预测等方面。

1 径向基函数神经网络及模型的建立

径向基函数网络是由输入层、隐含层和输出层构成的三层前向网络^[6], 隐含层采用径向

基函数 $radbas(n) = e^{-n^2}$ 作为激励函数,该径向基函数一般为高斯函数,如图 1 所示。隐层每个神经元与输入层相连的权值向量 wl_i 和输入矢量 X^q (表第 q 个输入矢量)之间的距离乘上阈值 bl_i 作为本身的输入,如图 2 所示。

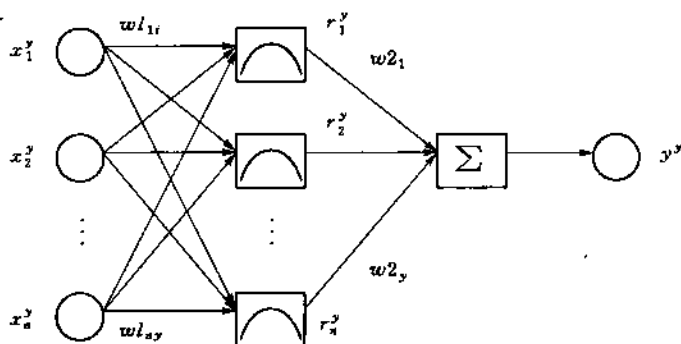


图 1 RBF 网络结构

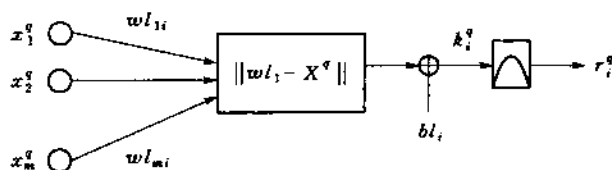


图 2 RBF 网络隐含层神经元的输入和输出

由此可得隐含层的第 i 个神经元的输入为:

$$k_i^q = \sqrt{\sum_j (wl_{ji} - x_j^q)^2} \times bl_i \quad (1)$$

输出为:

$$r_i^q = \exp[-(k_i^q)^2] = \exp\left[-\sqrt{\sum_j (wl_{ji} - x_j^q)^2} \times bl_i\right] = \exp[-(\|wl_i - X^q\| \times bl_i)^2] \quad (2)$$

径向基函数的阈值 bl 可以调节函数的灵敏度。

输出层的输入为各隐含层神经元输出的加权求和。由于激励函数为纯线性函数,因此输出为:

$$y^q = \sum_{i=1}^n r_i \times w2_i \quad (3)$$

由于径向基函数网络具有结构自适应确定、输出与初始权值无关等优良特性,将该网络应用于煤炭需求模拟与预测。

2 煤炭消费年增长率网络的建立

煤炭消费年增长率和 GDP 年增量率的相关性很好^[7],表 1 给出了 1979 年至 2000 年统

计数据^[8,9]。输入层一个输入为国内生产总值年增长率,输出层一个输出为煤炭消费年增长率,径向基函数扩展速度为 2。所以形成基于一个输入一个输出训练好的神经网络。

2.1 RBF 网络的生成

MATLAB 语句为:

```
net=newrbf(P,T,2),
```

最后根据训练好的网络模拟预测 1980 年至 2000 年的煤炭消费年增长率。

语句为:

$\text{temp}=\text{sim}(\text{net},P)$,比较预测增长率与实际增长率的变化,图 3 是两者增长率的估计差值。

表 1 1979 到 2000 年我国煤炭消费情况

统计年	国内煤炭消费 /Mt	国内生产总值年 增长率/%	煤炭消费年增长率 /%	煤炭消费年增长率 预测值/%	煤炭消费预测值 /Mt
1979	585.16	7.60	3.45	3.438 7	
1980	606.24	7.80	3.60	1.197 5	592.167 3
1981	605.65	4.50	-0.10	-0.067 9	605.828 4
1982	641.26	8.50	5.88	5.885 0	641.292 5
1983	674.85	10.20	5.24	5.249 8	678.998 2
1984	744.18	15.20	10.27	10.281 1	744.232 0
1985	814.16	13.50	9.40	7.729 1	801.698 4
1986	861.89	8.80	5.86	1.622 3	827.368 1
1987	920.40	11.60	6.79	6.781 1	920.335 6
1988	982.76	11.30	6.78	6.771 0	982.720 3
1989	1 000.42	4.10	1.80	1.812 2	1 062.6
1990	1 025.55	3.80	2.51	2.523 6	1 025.7
1991	1 104.32	9.20	7.68	7.679 9	1 104.3
1992	1 140.85	14.20	3.31	3.317 2	1 139.3
1993	1 209.93	13.50	6.06	7.729 1	1 229.0
1994	1 286.83	11.80	6.36	6.344 1	1 286.7
1995	1 315.33	10.50	2.21	2.203 9	1 315.2
1996	1 345.93	9.60	2.33	2.337 7	1 346.0
1997	1 310.70	8.80	-2.62	1.622 3	1 367.8
1998	1 294.90	7.80	-1.21	1.197 5	1 336.6
1999	1 150.00	7.10	-11.19	-11.182 9	1 150.1
2000	1 320.00	8.40	14.78	14.781 5	1 320.0

2.2 RBF 网络的应用与测试

输入层为 2002 至 2006 年国内生产总值年增长率 $PP=[8.30;9.10;10.0;10.4;11.1]$

$\text{tempxin}=\text{sim}(\text{net},PP')$,图 4 为 2002~2006 年煤炭消费年增长率与预测值差值。

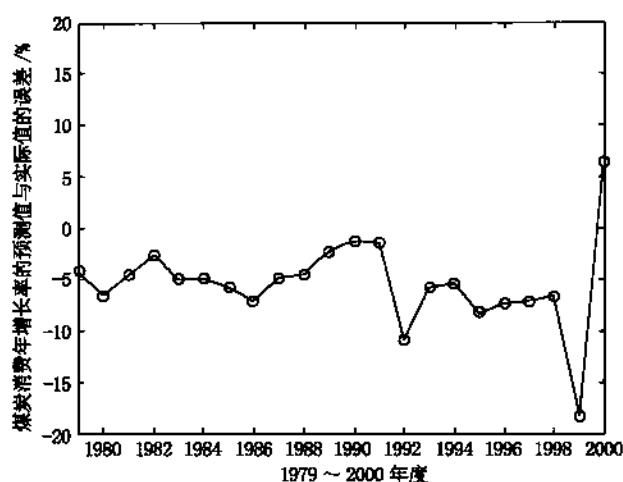


图 3 1979~2000 年煤炭消费年增长率与预测值差值

表 2

2002~2006 年煤炭消费量的预测

统计年	国内煤炭消费 /Mt	国内生产总值年增长率/%	煤炭消费年增长率/%	煤炭消费年增长率预测值/%	煤炭消费预测值 /Mt	相对误差/%
2002	1 416.01	8.30	7.27	25.295 2	1 653.9	16.80
2003	1 692.32	9.10	19.51	8.484 6	1 536.2	-9.23
2004	1 935.96	10.0	14.40	8.780 5	1 840.9	-4.91
2005	2 167.23	10.4	11.95	1.031 0	1 955.9	-9.75
2006	2 392.17	11.1	10.38	26.872 1	2 749.6	14.94

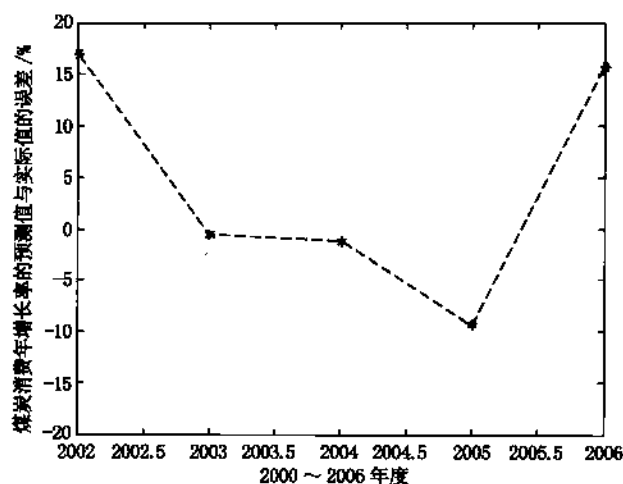


图 4 1979~2000 年煤炭消费年增长率与预测值差值

3 结 论

根据 1979 年到 2000 年的实际数据生成径向基神经网络,能够很好预测出 2002 年到 2006 年煤炭消费量,与实际消费量比较,相对误差最大不超过 16.8%。分析表明,根据每年的 GDP 增长率,基于生成的 RBF 网络能预测出每年的煤炭消费量,预测精度较高,能够用于近期煤炭消费预测。

参考文献:

- [1] 王玉浚,杨永国.煤炭消费需求的分析和预测[J].中国煤炭,1998(1):29-32.
- [2] 王端武,王浩,张乐,等.我国煤炭需求预测[J].中国煤炭,1999(4):9-16.
- [3] 王端武.近几年国内煤炭消费下降原因的分析[J].煤炭经济研究,2000(2):53-54.
- [4] 王立杰,孙继胡.基于灰色系统理论的煤炭需求预测模型[J].煤炭学报,2002,27(3):333-336.
- [5] 郭晶,孙伟娟.神经网络理论与 MATLAB7 实现[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [6] 郭晶,杨章玉. MATLAB6.5 辅助神经网络分析与设计[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [7] 宁云才.煤炭需求预测的复合小波神经网络模型[J].煤炭学报,2003(1):108-112.
- [8] 林贤郁.中国能源统计年鉴(1997~1999)[M].北京:中国统计出版社,2001.
- [9] 许宪春.中国能源统计年鉴 2007[M].北京:中国统计出版社,2008.

作者简介:张登峰(1972—),男,汉族,山西五台,生产部主任工程师,本科,从事采煤专业。Tel:13834288702,E-mail:hybhyb35@sina.com。

坐标改进型粒子群算法在应用层组播中的应用

段 练, 张玉斌

(安徽恒源煤电股份有限公司任楼煤矿, 安徽 濉溪 235100)

摘 要:随着互联网技术的快速发展, 实时多媒体得到了越来越广泛的应用。流媒体视频监控作为一种实时多媒体的应用已经广为普及, 为了选择一种更好的传输模式来节省有限的网络资源, 本文将应用层组播技术引入视频监控领域, 重点研究组播服务节点的选取。在深入研究粒子群优化算法的理论基础之后, 将粒子群优化算法应用于选取优秀的组播服务节点。提出了用两种坐标改进型的粒子群优化算法来构造分层覆盖网络的组播树, 并对这两种优化算法进行了仿真实验, 最后又分析比较了这两种改进算法的收敛稳定性和最佳适应值, 通过实验充分证明了这两种针对坐标改进型粒子群优化算法的可行性。

关键词:粒子群算法; 应用层组播; 组播服务节点; 流媒体; 视频监控

0 引 言

随着信息技术尤其是计算机技术、网络传输技术、通讯技术和多媒体处理技术的发展, 视频信息在人们生产和生活的各个方面应用越来越广泛, 而将流媒体技术引入视频监控系统中就称为流媒体视频监控系统^[1]。流媒体视频监控系统需要在网络中实时地传输视频和音频信号, 而这些信号的网络流量是相当大的, 如果监控点较多, 不论是使用单播还是广播都会给网络链路造成极大的负担, 而 IP 组播又由于很多现实的原因无法投入使用。应用层组播技术^[2]的引入可以解决上述问题, 这就是将应用层组播技术引入流媒体视频监控系统的现实而积极的意义。

为了更好地选取组播节点, 本文主要研究了粒子群优化算法(Particle Swarm Optimization, PSO), 这是一种新型的群体智能算法, 是由 Eberhart, R 博士和 Kennedy, J 博士于 1995 年首先提出的^[3]。对比经典粒子群算法应用于应用层组播技术, 提出了两种针对坐标的粒子群改进算法——随机初始化粒子群优化算法和经过平均化处理的粒子群优化算法, 之后对两种方法的仿真结果进行了分析比较, 并在多次实验后收敛的稳定性及最佳适应值进行了分析和研究。最终可以验证: 这种坐标改进型粒子群算法可以求出组播服务节点的具体坐标, 更符合实际应用的需要。

1 粒子群算法研究

1.1 粒子群算法原理

粒子群优化算法最初是由 Kennedy, J 和 Eberhart, R 设计的一种仿生优化计算方法^[1], 社会生物学和心理学是其最初的原型, 设计者通过研究动物群体以及人类行为模式的方式, 将这些行为方式进行了大量的计算机模拟, 然后又经过不断排错、更正和改进而逐渐得到算法。

与其他进化算法相似的是, 粒子群算法也是通过粒子之间相互作用和相互影响, 用简单的粒子重现了复杂空间中最优解的搜索。粒子群优化算法的原理如下: 首先, 粒子群算法会生成初始种群, 即在可行解空间中随机初始化一群粒子, 每个粒子都为优化问题的一个可行解, 并由目标函数为之确定一适应值。每个粒子将在解空间中运动, 并由一个速度决定其方向和距离。通常粒子将追随当前的最优粒子而动, 并经逐代搜索最后得到最优解。在每一代中粒子将跟踪两个极值, 一为粒子本身迄今找到的最优解(pbest), 另一为全种群迄今找到的最优解(gbest)。

1.2 粒子群算法流程图

PSO 的算法流程图如图 1 所示:

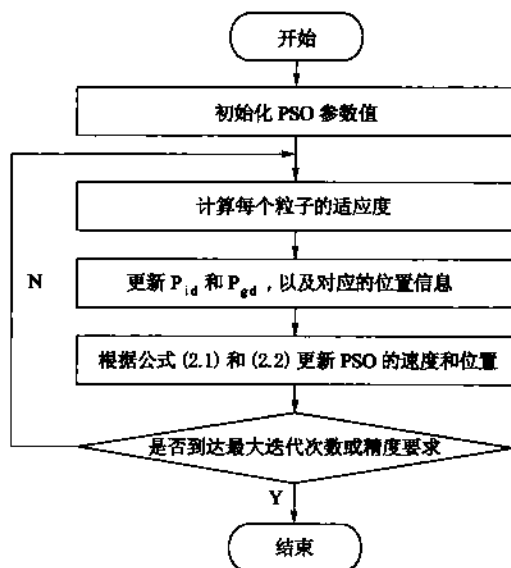


图 1 PSO 算法流程图

1.3 粒子群算法应用步骤

应用粒子群优化算法的基本步骤可归纳如下:

(1) 定义解范围: 无论讨论多少维空间解的问题, 都要在每一维中确定解的范围, 从而保证在选定的空间内搜寻的最优解有意义。

(2) 设计 fitness 函数: fitness 函数是自行设计的一个根据实际问题而定的约束条件。

在 PSO 算法中,每次迭代都会使用 fitness 函数进行约束,可以说,是 fitness 函数将粒子群算法与实际情况结合在了一起。

(3) 初始化种群:为了运用 PSO 算法进行粒子的筛选,在定义解空间、设计 fitness 函数之后,需要初始化粒子种群,产生一个位置矩阵。

(4) 粒子求解的过程。

(5) 循环反复:如果所得结果满足终止条件(如迭代次数或者精度),则停止迭代并输出结果,否则返回上一步骤 4 进行循环。

2 坐标改进型粒子群算法的组播服务器节点的选取

为了构建分层覆盖组播树^[5],提出了一种针对坐标的粒子群优化算法^[6,7]。这种方法经验证,不仅可以从众多节点中计算出最优组播服务节点,而且通过构建坐标系,可以计算出组播服务节点的具体位置。

2.1 初始条件假设

为了从一种新的角度来构建分层覆盖网络的组播树,寻找到最佳的转发服务节点的具体位置,设定算法的一些初始条件如下:

(1) 粒子的数量——节点数

粒子的数量跟实际中组播域内的节点总数对应。将平均一个组的节点数设定为 8,这里将 N 设定为 10,即 10 个节点主机,再假设一个组播服务节点的位置为 (x, y) 。

(2) 空间维数——坐标轴的数量

这里的空间维数是坐标轴的数量,设置为 $D=2$ 。

(3) 适应值函数——网络上的距离

适应值函数的设计也是以选择最小延时为标准,准确地选择适应值函数是算法的关键所在,本文采用点到点之间的距离来设计适应值函数。

(4) 迭代次数—— $T_{\max}$

迭代次数就是指粒子在不断进化的次数限定,一般好的算法只需要很少的迭代次数便可以产生出最优解,由于这种针对坐标改进的粒子群算法收敛速度非常快,故选定迭代次数 $T_{\max}=50$ 。

(5) 学习因子—— c_1, c_2

学习因子 c_1, c_2 是非负常数, c_1 和 c_2 代表了粒子向自身和全局推进的速度,小的学习因子可以使粒子在远离目标的地方振荡;而大的加速因子可以使粒子迅速向目标移动,甚至冲出目标区域。这里将选用 $c_1=c_2=2.05$ 予以分析。

2.2 初始化粒子种群和未知粒子

2.2.1 初始化粒子种群

本文既然是针对坐标改进的粒子群算法,首先构建坐标轴,其次,由于 $N=10$,构造 10 个初始坐标点来表示初始粒子,即网络节点。在运用 MATLAB 软件构造初始节点时,可以人工指定固定的网络节点位置,也可以运用 rand 函数来随机生成 10 个初始网络节点坐标位置,最后,将生成的 10 个初始网络节点的坐标位置存入矩阵 A, A^T 如下:

$$A^T = \begin{bmatrix} 18 & 21 & 34 & 24 & 7 & 42 & 29 & 6 & 31 & 23 \\ 52 & 13 & 14 & 8 & 19 & 20 & 17 & 32 & 62 & 30 \end{bmatrix}$$

矩阵为 2 行 10 列,代表 10 个初始粒子的坐标位置,单位 m。

2.2.2 初始化未知粒子

这里所说的未知粒子也就是算法最终要求的组播服务节点。对初始未知粒子的改进使用了平均值的概念,将初始粒子种群的 10 个粒子的位置做平均化处理如下:

$$(x, y) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right) \quad (1)$$

平均化处理使得在一开始便限定了初始范围,这是针对经典粒子群算法容易陷入局部极点的特性而作的改进,也就是粒子在进行自身的更新时,在更新的过程中依靠每一代速度的随机量对自身的位置进行修正,由于速度的修复能力有限,而且一开始未知粒子的初始值就距离最优值较远的情况下,很有可能在粒子的整个生命活动时间都无法接近最优值而陷入局部极点,虽然最终也会收敛,但是结果却相去甚远。

2.3 计算适应度函数

适应度函数是反映节点在坐标系中的点与点的距离之和(由于在链路开销相同的情况下,距离亦可以表示延时量),其计算如式(2)所示,目的是计算出未知组播服务节点 (x, y) 到 10 个初始化粒子之间的距离之和。

$$D = \sum_{i=1}^n d_i = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} \quad (2)$$

式中, $n=10$ 。

由于这里采用的是网络上的距离,所以结果数值会比较大,故无需采用归一化函数法,直接由距离公式输出。

2.4 挑选更优秀的粒子

挑选更优秀粒子的过程是历代筛选的结果,是依靠适应度这个指标使粒子进行自我进化的结果。

3 仿真实验和结果分析

3.1 仿真结果分析

运用 MATLAB 实现坐标改进的粒子群优化算法,对比运用 rand 函数随机生成的未知粒子和式(1)所设计的事先进行过平均化处理生成的未知粒子,实验效果图如图 2 所示。

如图可见,两条线均为坐标改进的粒子群优化算法。虚线表示的是随机初始化组播服务节点通过算法实现的收敛效果曲线;实线表示的是经过平均化处理后的组播服务节点通过算法实现的收敛效果曲线。图中实线部分几乎已经成了一条直线,这是由于初始值就很接近最优值所致,由此可见,经过平均值优化的粒子群算法较前者更优秀,它将结论收敛得更小。

MATLAB 输出显示如下:

(1) 随机初始化组播服务节点的粒子群算法(见图 3)

组播服务节点的位置:(20.78,25.46);

最终收敛值:181.16(m)。

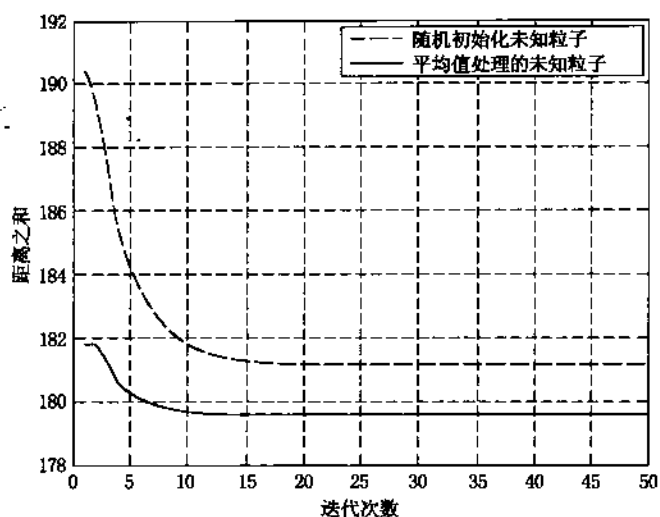


图2 坐标改进的粒子群优化算法

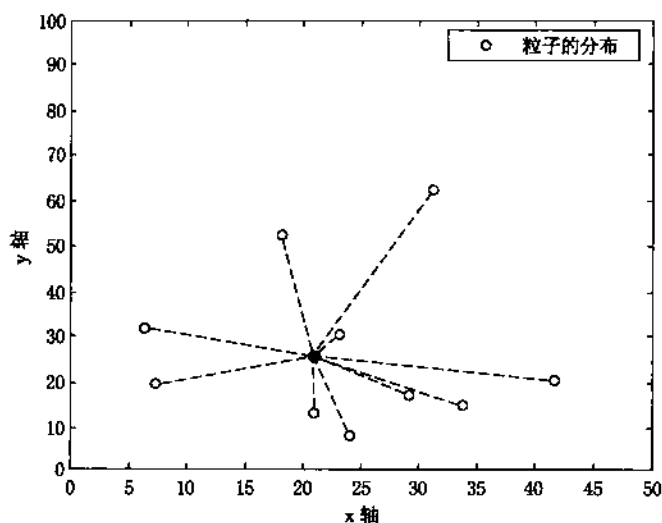


图3 随机初始化 PSO 粒子分布

(2) 经过平均值优化的粒子群算法

组播服务节点的位置: (23.35, 25.88);

最终收敛值: 179.56(m)。

平均化处理组播服务节点经计算得到最终粒子分布图如图4所示。

3.2 收敛稳定性分析

为了更好地反应两条曲线的收敛特性, 绘制收敛曲线如图5所示。

由图4可知: 收敛速度较快的是虚线表示的随机初始化组播服务节点的粒子群优化算法; 而平均值优化后的粒子群优化算法则收敛较慢。与收敛速度不同, 稳定性更好的应该是平均值优化后的粒子群优化算法; 而随机初始化组播服务节点的粒子群优化算法就稍逊一

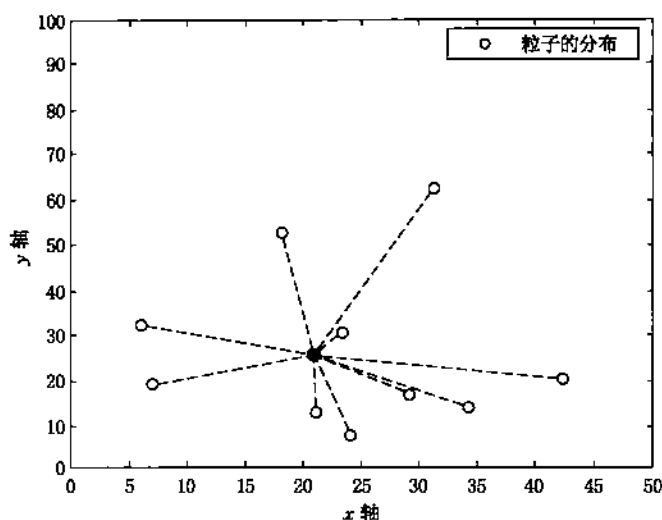


图4 平均初始化粒子分布

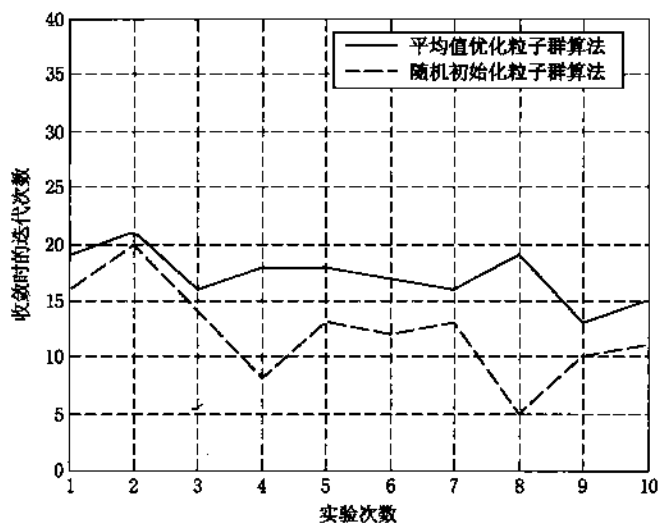


图5 坐标改进 PSO 收敛速度和稳定性分析

筹了,至少在这 10 次实验中,收敛次数从 5~20 均有分布。

3.3 最佳适应值分析

为了明确两种不同的针对坐标改进的粒子群算法的最佳适应值,运用 MATLAB 分别对其 10 次实验进行最佳适应值的分析,结果如图 6 所示。

由图 6 可知,平均值优化后的粒子群算法在最佳适应值的稳定性上,要远优于随机初始化组播服务节点的粒子群优化算法的平均最佳适应值,特别是平均值优化的粒子群算法的最佳适应值稳定性上,均值优化后的粒子群算法可以保证极高的稳定性,充分证明了这种改进型优化算法的可行性和优势。

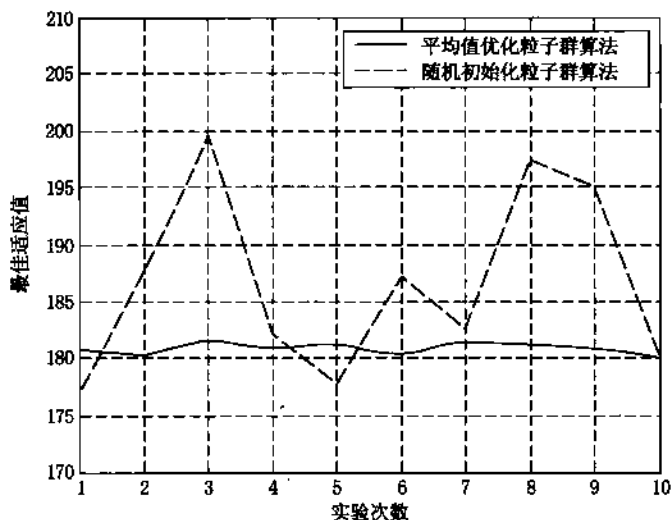


图6 坐标改进粒子群算法适应值分析

4 结 论

本文提出了用两种坐标改进型的粒子群优化算法来构造分层覆盖网络的组播树,一种是随机初始化组播服务节点的粒子群优化算法;另一种是平均值优化后的粒子群算法,并且对这两种优化算法进行了仿真实验,又分别分析比较了这两种改进算法的收敛稳定性和最佳适应值,充分证明了这两种针对坐标改进型粒子群优化算法的可行性。

参考文献:

- [1] 刘富强. 数字视频监控系统开发及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 章森,徐明伟,吴建平. 应用层组播研究综述[J]. 电子学报,2004.
- [3] SHI Y, EBERHART R C. Fuzzy adaptive particle swarm wptimization. Proc. IEEE International Congress on Evolutionary Computation(CEC2001), Vol. 1:1123-1125.
- [4] KANNAN S, SLOCHANAL S, MARYRAJA, SUBBARAJ P, et al. Application of particle swarm optimization technique and its variants to generation expansion planning problem[J]. Eleetri Power Systems Research, 2004; 70(3):203-210.
- [5] 赵亮. 分层覆盖网络组播树构建及流媒体组播系统研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2008.
- [6] 李宁. 粒子群优化算法的理论分析与应用研究[D]. 武汉:华中科技大学,2006.
- [7] 张顶学. 遗传算法与粒子群算法的改进及应用[D]. 武汉:华中科技大学,2007.

作者简介:段练(1983),男,安徽淮北人,2006年毕业于安徽理工大学电气自动化专业,一直从事煤矿机电技术工作,现任任楼煤矿机电部技术主管。