

文章编号: 1671-251X(2009)07-0114-04

# 利用国产装备实现综采自动化的研究与实践

于励民

(中国平煤神马能源化工集团, 河南 平顶山 467000)

**摘要:** 文章分析了自动化综采设备的发展现状, 提出了成套自动化综采设备的适应性研究、国产成套自动化综采设备选型及配套技术研究及实施方案。文章重点研究了自动化综采工作面控制系统集成中的工作面集中控制系统和通信、控制一体化系统。该系统已在平煤集团六矿成功投入运行, 运行状况良好, 有效提高了综采工作面的机械化、自动化和安全管理水平, 降低了职工劳动强度, 提高了生产效率, 实现了综采工作面无人跟机作业。

**关键词:** 国产装备; 综采自动化; 设备; 研究; 实施

**中图分类号:** TD823. 97      **文献标识码:** B

## 0 引言

随着煤炭工业信息化与工业化融合的加快, 机电一体化技术、计算机和网络技术与煤矿装备的结合使得煤矿生产过程实现自动化具备了可行条件, 电牵引采煤机和电液控制系统在液压支架的应用为综采自动化提供了基础。近年来, 国内一些局矿已经引进了成套自动化刨煤机开采薄煤层, 但利用滚筒采煤机作为落煤、装煤工具的成套综采设备尚没有完全自动化工作面的成熟案例。因此, 利用国产滚筒采煤机、液压支架等组成成套装备, 实现综采自动化具有重要意义。

收稿日期: 2009-06-01

作者简介: 于励民(1953-), 男, 辽宁沈阳人, 教授级高工, 现为中国平煤神马能源化工集团副总经理, 长期从事矿井机电管理与科研工作。E-mail: pml\_ylm@pmjt.com.cn

在煤矿井下无线电发射天线、功率、频率等与点燃瓦斯能量的关系。

矿井移动通信关键科学技术问题还包括网络结构、信令、调制方法等。

## 4 结语

本文分析了基于“有线/无线转换器+基站”和“基站+交换机”网络结构的PHS(小灵通)、CDMA和WiFi矿井移动通信系统; 提出并探讨了有待解决的若干矿井移动通信关键科学技术问题。笔者相信, 矿井移动通信的发展有赖于矿井移动通信技术

目前, 平煤集团矿井开采范围不断扩大, 生产年限和采深不断增加, 工作面条件恶化, 七大自然灾害加剧。现用综采设备以人工操作为主, 工作面人员多、环境恶劣、工作劳动强度高、安全保障低, 限制了设备效能和煤炭产能, 因此, 需要提高综采设备自动化装备水平, 实现工作面无人或少人, 解决高瓦斯煤层安全开采和薄煤层高效开采的难题。

## 1 自动化综采设备发展现状

### 1.1 国外自动化综采设备发展现状

国外利用滑行刨煤机及电液控制系统控制液压支架组成的薄煤层全自动化综采设备解决了薄煤层安全高效开采问题。但因其对煤层赋存条件要求苛刻以及进口设备价格昂贵而未能得到大量推广。二十世纪末期以来, 美、德、英等先进采煤国家研制开发了新型电牵引采煤机, 实现了机械—电气一体化和工作面的液压支架采煤机的联动, 为滚筒采煤

的进步和关键科学技术问题的解决。

### 参考文献:

- [1] 孙继平. 矿井移动通信的特点及现有系统分析[J]. 煤矿自动化, 1997(4): 21~24.
- [2] 孙继平. 矿井移动通信需求分析及网络结构的研究[J]. 煤矿设计, 1999(1): 17~19.
- [3] 孙继平. 多功能煤矿井下无线通信系统[R]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2006.
- [4] 孙继平. 矿井通信与监控关键科学技术问题[R]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2009.

机作为落煤装煤成套综采装备实现自动化奠定了基础。由于落煤装煤工艺的特殊性,由滚筒采煤机组成的综采工作面尚没有真正的全自动化成熟案例。

### 1.2 国内自动化综采设备发展现状

近年来,国内液压支架电液控制系统的关键部件能够替代进口产品,自主开发的电液控制系统操作方便,且具有中文显示。采煤机采用交流变频牵引取代液压牵引,普遍具有离机遥控操作、中文状态显示和故障自诊断功能,实现了采煤机的自动控制。另外,具有记忆功能、能够在工作面实现“记忆仿形切割”及“视频监测”的智能型采煤机也取得突破,其与电液控制液压支架组成的自动化综采工作面成为现实,利用国产滚筒采煤机组成成套自动化综采装备的条件已经逐步成熟。

## 2 成套自动化综采设备的适应性研究

自动化工作面根据工作面的作业规程,将各设备的动作编制成相应的程序存入系统中,由集中控制器发出指令,实现采煤转载机、破碎机、运输机的顺序启停功能;采煤机、液压支架联动功能,支架跟随采煤机位置和方向自动完成降-升、推溜、喷雾等动作;所有喷雾系统与喷雾泵的成组自动控制功能;采煤机记忆切割功能等。通过自动化控制系统对工作面情况的检测,供电系统与瓦斯监测系统实现了自动闭锁功能,对工作面所有设备的工况进行监测和监控,并以数字化或图形的方式直观显示,可及时发现设备的故障信息,并对设备进行控制和处理。

由于目前自动化综采设备对周边环境、顶底板状况没有判断能力,因此,对工作面条件要求较高。根据经验,要求自动化工作面的顶板、底板中等稳定,避免在正常生产中发生漏顶、冒顶事故。为防止液压支架拉移过程中出现歪架、咬架现象,要求工作面倾角小于15°。

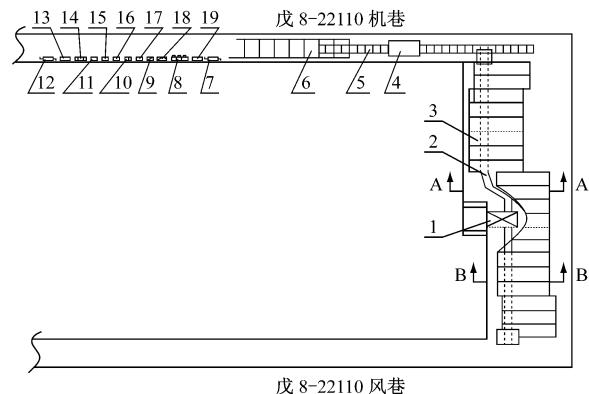
由于滚筒采煤机自开切口工序复杂,采煤机在机头、机尾煤壁开切口工艺还无法实现自动化,因此,仍需人工遥控操作。滚筒采煤机对工作面两巷的布置方式、巷道断面无特殊要求。

可见,煤层赋存条件限制了自动化综采设备的广泛使用,还需要进行针对性的研究和实践。

## 3 成套自动化综采设备选型设计及配套技术研究

充分运用现有集中控制、采煤机工况自动监测及故障诊断、采煤机自动控制、液压支架电液控制

刮板输送机工况监测、顺槽集中控制等技术,与已在平煤使用成熟的液压支架、刮板输送机、电牵引采煤机等装备相结合,构成适应平煤工作面条件的自动化综采设备,如图1所示。



1- 采煤机; 2- 刮板运输机; 3- 液压支架; 4- 碎煤机; 5- 转载机;  
6- 可缩胶带; 7- 绞车; 8- 六组合开关; 9- 喷雾泵; 10- 乳化液泵;  
11- 清水过滤器; 12- 绞车; 13- 电缆车;  
14- 电站(2台1250 kVA, 1台850 kVA); 15- 自动配比装置;  
16- 乳化液泵箱; 17- 喷雾泵箱; 18- 自动控制室; 19- 电缆车

图1 平煤集团工作面自动化综采设备组成图

### 3.1 设备选型设计

**采煤机(太原矿机): M GT Y 250/ 600- 1. 1D 智能电牵引采煤机**, 截深为800 mm, 功率为600 kW

**刮板输送机(张家口煤机): SGZ- 764/ 500**

**转载机(张家口煤机): SZZ- 764/ 200**

**液压支架(郑州煤机): ZY 5000- 1. 45/ 3. 0D**

**支架电液阀(天玛和郑州煤机): PM 31**

**泵站(无锡威顺): WRB- 400/ 31. 5**

**喷雾泵(无锡威顺): BPW31. 5/ 12. 5**

**移动变电站(吉林通化): KBSGZY - 1250 kVA, 3台**

**组合开关(潞安海通): QJZ1- 1200/ 1140- 6, 3台**

**通信、控制系统(天津华宁): KTC101**

**乳化液泵站微机全自动控制和综合保护系统(无锡威顺): YKZ- 2B型, 1台**

### 3.2 自动化综采工作面控制系统集成

#### 3.2.1 工作面集中控制系统

工作面集中控制系统由2台井下防爆计算机(1台采煤机现场控制站、1台液压支架现场控制站)、1台光纤环网交换机、1台隔爆型UPS电源组成。采煤机现场控制站通过具有多种标准化接口与协议的本安型光纤环网交换机,集成了采煤机子系统、运输机子系统、负荷中心子系统、泵站控制子系统、工作面语音通信系统等。

采煤机现场控制站: 根据采煤机位置及方向自动控制; 根据运输机负荷自动调整采煤机牵引速度; 实现自动调整采煤高度、远程记忆监控、采煤工作面三机(采煤机、支架、运输机)联运功能, 对工作面采煤设备的工况参数进行在线实时监测与监控, 实现设备运行状态参数的采集、监测、传送、记录、图形模拟显示、表格输出、故障诊断等。

液压支架现场控制站采用 PM31 或 ZE07-01 电液控制系统。其中 PM31 支架电液控制系统是集散型控制系统, 采用 TBUS 总线+ BIDI 总线的通信方式, 所有控制功能的实现都由工作面支架控制器完成, 当连接工作面系统与主机系统的电缆出现故障时, 工作面的控制动作不受影响。PM31 支架电液控制系统配置和连接如图 2 所示。

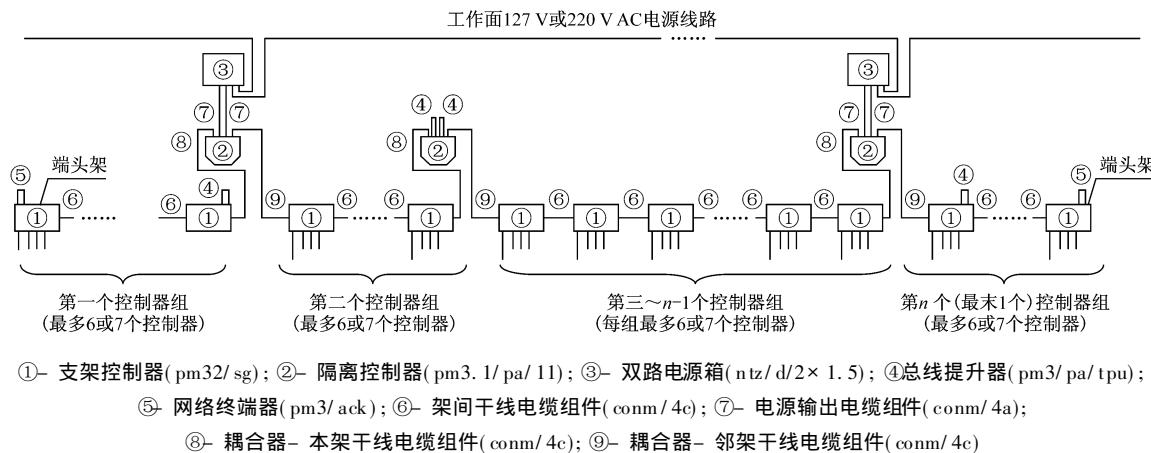


图 2 PM31 支架电液控制系统配置和连接图

### 工作面集中控制系统的具体实现方案:

#### (1) 工作面系统

工作面系统包括单个支架控制单元系统及将所有支架上的单元系统通过必要的共用或附加设备连接起来的控制网络。每个支架控制单元包括 1 个支架控制器、1 个电磁线圈驱动器、1 个推移千斤顶行程传感器、1 个立柱压力传感器、1 个红外线接收传感器以及将上述设备连接在一起的电缆、固定安装所需的附件等。

#### (2) 主机系统

主机系统包括 1 台井下防爆主控计算机、1 台网络变换器、1 个 BIDI 通信电流变换器、2 个限流器、1 个电缆接续器、3 个本安接线盒、各元件之间的连接电缆、1 条主机到工作面的数据通信电缆, 通信电缆为 2 对 2 芯双绞线。

主机系统收集、显示、存储工作面系统的监测信息, 具有保护系统及控制软件, 并可对工作面系统实施控制(如启动跟机自动化、配置参数等), 主机系统具有多种标准数据通信接口, 可与第三方设备进行数据通信(如与采煤机通信以获得位置信息), 并具备各种井上、下通信解决方案接口, 具备标准的 RS485 接口, 保证与井下以太网对接。

#### (3) 采煤机位置监测系统

采用红外线方法设计采煤机位置监测系统。在

采煤机上安装红外线发射器, 发射数字信号, 每台支架上安装 1 个红外线接收传感器接收红外线发射器发射的数字信号, 以监测采煤机的位置和方向信息, 实现支架跟机自动化。

#### 3.2.2 通信、控制一体化系统

选用 KTC101 系统, 采用灵活的控制方式, 为工作面刮板输送机、转载机、破碎机及乳化液泵站提供通信、控制及综合保护作用。KTC101 系统原理如图 3 所示。

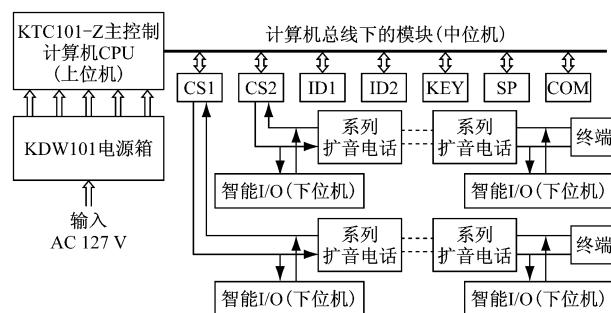


图 3 KTC101 系统原理框图

中位机安装在机巷距采面 200 m 处, 工作面每 15 m 设置 1 台组合扩音电话, 共设置 16 台, 运输机、转载机分别实现联合控制和单独控制。

除了通信控制以外, 上位机具有完善的监测及汉字显示和语音报警功能。它可根据下位机采集到的设备工况、运行状态等信息, 作出相应的动作, 如

沿线闭锁台显示、沿线线路断路位置显示、启车报警、启动设备反馈信号连续检测等。系统留有过载报警接口,可接入瓦斯、风速等传感器,实现与被控设备的联锁;并可以与其它控制系统互联,传递或接收所控设备运行参数,可接收第三方发送指令,完成对所控设备的动作。

### 3.2.3 系统实现功能

实现转载机、破碎机、工作面运输机顺序启停;工作面运输机与采煤机互锁;采煤机与液压支架联动;所有喷雾系统与喷雾泵联动;供电系统与瓦斯监控系统闭锁;所有设备均有检修手动位置,不受集控主机的控制;单台支架降-移-升自动顺序控制及单台支架的分步操作;支架跟随采煤机位置和方向的自动推溜、自动移架、自动辅助采煤机喷雾。

## 4 具体实施方案

### 4.1 工作面概况

首选采面为六矿戊8-22110工作面。

**地理位置:**该工作面位于戊二采区东翼,西到胶带下山保护煤柱,东至四、六矿井田边界。南面为戊8—22090工作面采空区,北面为实体,地面标高为+240~+270,回采标高为-404~-464。

**煤层赋存条件:**可采走向长为1400 m,倾斜宽度为180 m,斜面积为252 000 m<sup>2</sup>,平均煤厚为2.2 m,容重为1.5 t/m<sup>3</sup>,可采储量为78.85万t,煤层倾角为3~6°,平均4.5°。

**煤层顶底板情况:**直接顶底为0~1.2 m的砂质泥岩,老顶为0.6~3.2 m的细砂岩,直接底为0.3~0.5 m的砂质泥岩,老底为1.2~3.8 m的细砂岩。

**地质构造:**缓倾斜单斜构造。掘进期间风机巷共揭露17条断层,风巷距掘进开口500 m处有一段落差为13.5 m的正断层,对回采有一定影响,在回采过程中要采取措施(掘一个切眼,跳过)。机巷中段有一段瓦斯异常区,瓦斯涌出量较大。该工作面水文地质条件简单,水源主要有顶板砂岩水和老巷补给水,在顶板裂隙处、断层破碎带附近有淋水,正常涌水量为10 m<sup>3</sup>/h,最大涌水量为17 m<sup>3</sup>/h。

### 4.2 劳动组织

**循环方式:**按正规循环作业方式,零点班完成4个循环,八点班完成4个循环,四点班完成3个循环。环循环进度为800 mm,日循环个数为11个正规循环。

**作业方式:**“三·八”制作业。3个生产班割

煤,检修班插班检修(17:00~21:00)。

综合工种和专业工种相结合,分段追机作业,循环工作。

## 5 结语

该自动化综采工作面控制系统的各设备于2008年10月到货,11月进行设备联调、井下设备安装,11月中旬进行整套调试,11月底进行试生产,12月中旬投入正常运行,运行状况良好,实现了割煤、拉架、推溜、自动喷雾计算机程序化控制功能;实现了破碎机、转载机、运输机、割煤机顺序启车,三机(采煤机、支架、运输机)联动,采煤机远程记忆监控功能,规范了现场管理,提高了采煤机械化、自动化和安全生产管理水平;实现了工作面采煤设备工况参数的实时监测监控、传送记录、图形模拟、集中显示和故障诊断功能,确保了各设备间协调、连续、高效、安全运行;实现了乳化液自动配比功能,保证了配比浓度,增强了支架使用效果,延长了设备使用寿命;降低了职工劳动强度,提高了生产效率;实现了在复杂地质条件下自动化采煤新工艺,移架速度比人工操作提高了1倍以上,减少了辅助工序占用时间,相应增加了有效生产时间,原每班需要职工20多人,每天产煤3 000 t,现只需职工12人,采面实际操作人员仅需3人,月产原煤18万t以上;有效保证了安全生产,实现了综采工作面无人跟机作业,从根本上预防了较大人身伤亡事故的发生。

该系统是国内首家采用全套国产综采设备集成的自动化工作面。它的投产对于提升平煤集团六矿的产能、加快安全高效矿井建设的意义重大,在国内综采设备成套应用方面具有示范作用。

虽然平煤集团六矿综采自动化取得了可喜成果,但是对于适应赋存条件复杂多变的煤层及采煤机等设备进行本机工作状态智能化监控的综采自动化控制系统还有待于进一步研究与实践。

## 参考文献:

- [1] 谭得健.综采工作面自动化现状及中国21世纪发展展望[J].煤矿自动化,1999(增刊).
- [2] 郭振洲,王瑞贤,于海忠,等.综采工作面“三机”正确选型及合理配套的探讨[J].煤矿安全,2006(1).
- [3] 张守祥,李首滨,黄曾华,等.综采工作面生产自动控制的探讨[J].煤矿机电,2005(3).
- [4] 李效甫.综采液压支架电液控制系统[J].煤矿开采,2001(2).