

采煤机智能控制系统的总体结构设计

卢川川*

(太重煤机有限公司,山西太原 030032)

摘要:综采装备自动化是实现煤矿综采工作面“少人化”或“无人化”的关键。采煤机作为工作面三机配套的关键装备之一,实现其智能控制是实现综采工作面自动化开采的必要条件。采煤机智能控制系统总体结构设计,主要包括采煤机自身智能控制及其与环境、煤壁、刮板输送机、液压支架、远程操作人员的信息交互和智能控制等。

关键词:采煤机;智能化;控制系统;结构设计

中图分类号:TD421.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2018)01-0054-04

General Structure Design of Intelligent Control System for Shearer

Lu Chuanchuan

(TZ Coal Machinery Co. Ltd., Taiyuan 030032, China)

Abstract: Fully mechanized equipment automation is the key to the realization of “few man” or “unmanned” fully-mechanized coal mining face. As one of the key facilities in the “three matching machines” of coal mining face, the shearer’s intelligent control is a necessary condition to realize the automatic mining of fully mechanized coal mining face. In this paper, the intelligent control system of shearer is designed, which includes the intelligent control of shearer and its interaction with environment, coal wall, scraper conveyor, hydraulic support, remote operator and intelligent control.

Keywords: shearer; intelligence; control system; structure design

煤炭产业是我国基础能源产业,占据我国工业基础、能源的核心地位,这一地位在很长一段时间内是不会改变的。在“中国制造 2025”的总方针政策的指引下^[1],我国的煤炭产业应该适应中国工业向自动化、智能化方向转变,加快升级改造,这是当今社会技术发展的总趋势,也是煤矿安全生产的迫切需求^[2]。

随着信息技术在煤矿开采过程中的广泛应用,采煤业正在由经验型、传统型向科学型、自动化、智能化方向迈进^[3]。煤矿开采的自动化、智能化为煤矿企业的安全生产、管理提供了一套高效、准确、合理地解决方案^[4]。

我国很大一部分煤矿企业已经将数字化矿山定位为下一步的建设目标。数字矿山建设涵盖了煤矿企业生产经营的全过程,要求全面实现自动化、信息化、智能化、可视化和决策管理科学化^[5]。其中,工作面综采装备的智能化控制系统是煤矿智能化数字化建设的关键一环。

1 煤矿井下工作面综采配套设备及开采工艺

1.1 工作面三机配套设备

煤矿井下工作面三机配套设备包括采煤机、刮板输送机和液压支架,如图1所示。

1.2 综采工作面开采工艺

煤矿综采工作面开采工艺,根据煤层赋存条件和各矿井初步设计,分为一次采全高和综放工艺。本文

以一次采全高进行分析.



图 1 综采工作面 3 机配套设备

目前一次采全高综采进刀方式普遍采用工作面端部斜切进刀和工作面中部斜切进刀两种方式.图 2 是以工作面端部斜切进刀双向割煤进行分析.

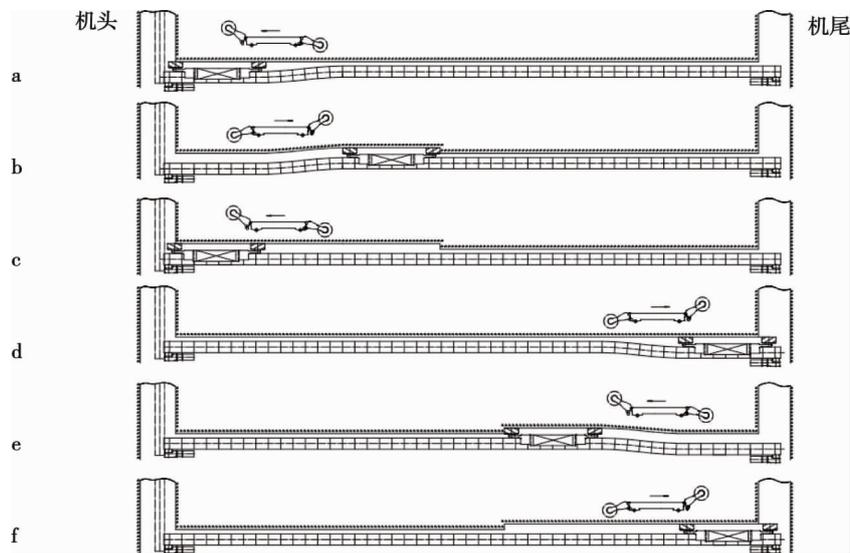


图 2 进刀示意

步骤 a:采煤机滚筒左高右低,由机尾开往机头.割通机头上部煤层,并跟随采煤机由机尾向机头方向,依次推移输送机;

步骤 b:采煤机滚筒左低右高,由机头开往机尾方向,截割一个进刀距离;

步骤 c:由机尾向机头方向,依次推移输送机,完成推移机头后,采煤机滚筒左高右低,由机尾开往机头,割通机头上部煤壁;

步骤 d:采煤机滚筒左低右高,由机头开往机尾,直到割通机尾上部煤层,并跟随采煤机由机头向机尾方向,依次推移输送机;

步骤 e:采煤机滚筒左高右低,由机尾开往机头方向,截割一个进刀距离;

步骤 f:由机头向机尾方向,依次推移输送机,完成推移机尾后,采煤机滚筒左低右高,由机头开往机尾,割通机尾上部煤壁.

到此完成一个循环,采煤机由机头出发又回到机头位置.期间,液压支架跟随完成顶板的及时支护和推溜拉架.通过依次进行 a-f 步骤循环,完成工作面端部进刀双向割煤.

2 采煤机智能控制系统的总体结构设计

在综采智能控制系统中,采煤机与煤层、输送机、液压支架、远程控制人员的信息交互和设备的协调控制都是通过集中控制平台来完成的,如图 3 所示.

采煤机智能控制系统设计需要解决采煤机自身的工作状态的自我分析、姿态的智能检测、动作的自动控制,以及与煤层、运输机、液压支架的位置的自动定位、姿态的智能感知和动作的协调控制等.这就要求采煤机必须具备采煤机状态实时监测、诊断和预警;采煤机位置自主定位;滚筒高度自动调节;牵引速度自动调节等智能化功能.

2.1 采煤机状态实时监测、诊断和预警

采煤机实时监测工作面瓦斯情况和各部位的供电情况、供液情况、温度情况,并根据预设值进行分析,达到设定值触发预警,通过降低采煤机牵引速度进行调节,一段时间后,数据仍不能回到设定值之下,反而继续上升触发保护,通过停止采煤机牵引或采煤机直接停机,完成采煤机状态的实时监测预警保护.

并将数据传送到集中控制平台,再通过集中控制平台传到地面调度中心.具体监测参数详见表1.

表1 采煤机监测参数

环境	瓦斯浓度	环境	瓦斯浓度
电路	总进线电压、电流	压力	调高系统油高、低压
	左、右截割机电电压、电流		左、右油缸压力
	左、右牵引机电电压、电流		总进水压力
	泵站电机电电压、电流		总冷却水压力
温度	左、右摇臂高速轴温度	流量	总进水流量
	左、右牵引高速轴温度		总冷却水流量
	调高系统油温		左、右喷雾水流量
油位	左、右摇臂油位	张力	总进线电缆张力
	左、右牵引油位		
	泵站油位		

2.2 采煤机位置自主定位

采煤机状态一切正常,准备就绪,要实现智能截割,首先必须确定采煤机的准确位置,包括采煤机位于工作面的具体坐标和位于开采工艺的哪个阶段.只有采煤机定位准确,才能够得到采煤机所在位置煤层的厚度、硬度、倾角、仰俯采情况等信息,才能够确定采煤机应该左行还是右行,滚筒是左低右高还是左高右低,以及采煤机具体的截割高度和扫地深度.

采煤机自动切割过程是一个连续的过程,为此必须连续性地准确确定每一个位置点,选用多圈绝对值防爆旋转编码器来测量采煤机的位置,采煤机行走时通过编码器的圈数来计算采煤机的位置,并在采煤机机身中部通过液压支架时进行实时修正.

2.3 采煤机自动调高

为避免采煤机切割顶底板或保持顶底板的平整性,集中控制平台按照采煤工作面顶底板的变化或按照人为设定的规律将采煤机截割高度指令发送给采煤机,采煤机根据指令自动调整左右滚筒的工作高度.

采煤机自动调高,调节的是采煤机的左右滚筒的位置.采煤机上与摇臂相连接的调高油缸的伸缩量和摇臂的摆动角度均能正确反应滚筒位置.

在调高油缸活塞杆内安装有位移传感器,采煤机摇臂升降的时候测量活塞杆伸缩长度.摇臂通过铰接架悬挂在主机架上,活塞杆的伸缩控制着摇臂沿着主机架上固定的铰接点上下摆动,同时在摇臂与主机架铰接回转中心处安装一单圈绝对值旋转编码器,采煤机摇臂升降的时候测量摇臂与主机架的相对角度,故油缸的伸缩长度和摇臂的摆动角度均可以直接反映滚筒的位置.

采煤机控制中心对实测值和目标值进行比较,得出差距和具体的行程范围,由集中控制和通讯系统发出指令给采煤机比例控制模块,通过电液比例控制摇臂连续平稳运行,进而控制比例阀动作,以最快的速

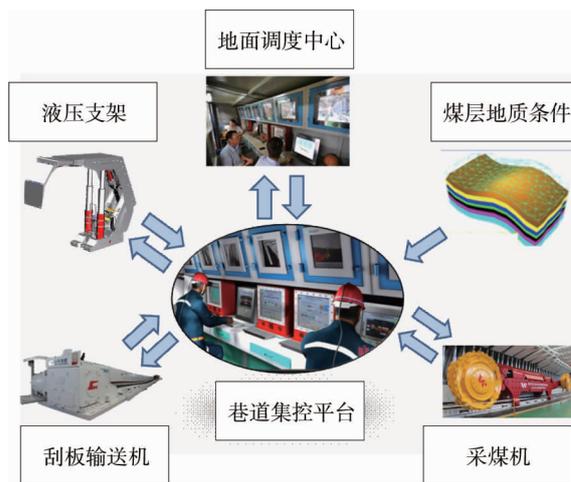


图3 各相关设备间的数据交互

度和最合理的方式逼近目标值—最终达到精确调高的目的。

2.4 采煤机自动牵引

影响采煤机牵引速度的方面比较多,除了采煤机自身运行状态监测保护外,正常割煤时还需要兼顾其余配套设备的运行状态。集中控制平台根据运输机负载、支架互帮板收回状态以及采煤机的截割和牵引负载经过权重平衡运算处理后,自动发出速度指令,同时受采煤机所在区域工艺最大速度约束,通过采煤机控制系统和机载变频器实现牵引速度智能自动调节。

1) 采煤机在不同的区域和工艺段行走速度最大值预先设定。根据采煤机所处区域及采煤工艺按照机头(机尾)三角煤、扫底刀、斜切进刀、中间段正常割煤等情况设定适宜的牵引速度。

2) 采煤机截割牵引电流对采煤机牵引速度的影响。在采煤机割煤过程中,如果采煤机截割和牵引的实时电流都小于额定电流的 70%时,集控平台会给采煤机发出加速行走指令。如果采煤机截割或牵引任何一台的实时电流大于额定电流的 90%时,集控中心会给采煤机发出减速指令。当采煤机在行走过程中截割电流超过截割电机额定电流,且小于截割电机额定电流的 1.3 倍或采煤机的牵引电流超过牵引电机的额定电流且小于牵引电机额定电流的 1.3 倍时,采煤机会牵停且反向牵引,在 3 s 内采煤机的截割电流或者牵引电流仍然超过额定电流时,采煤机会自动停机断电。

3) 刮板运输机的实时电流对采煤机牵引速度影响。在采煤机割煤过程中,如果运输机的 2 台电机的实时电流都小于额定电流的 70%时,集控中心会给采煤机发出加速行走指令。如果运输机的 2 台电机中任何 1 台的实时电流大于额定电流的 90%时,集控中心会给采煤机发出减速指令。

4) 液压支架收护实时状态对采煤机牵引速度影响。为了防止采煤机滚筒割到液压支架的顶梁,采煤机左滚筒所在支架左边的连续 3 架的支架和采煤机右滚筒所在支架右边的连续 3 架的支架护板都必须收回。假定采煤机左行,左滚筒左边第 3 架护板没有收回,采煤机必须减速;左滚筒左边第 2 架护板没有收回,采煤机牵引速度必须降低到 2.5 m/min;左滚筒左边第 1 架护板没有收回,采煤机必须牵停,等待支架护板收回后才能继续左行,以确保安全实现采煤机和液压支架的联动。

3 结论

1) 通过设置采煤机工作状态实时监测、诊断和预警,工作面位置自主定位,滚筒高度自动调节,牵引速度自动调节等智能化功能,采煤机全面掌握了自身位于工作面的位置,左右滚筒的采高,牵引方向和速度,以及其他的温度、压力、流量等各部件工作参数;将全部数据打包上传至顺槽控制中心和地面调度中心,远程控制中心完成数据分析处理,对采煤机下达必要的工作指令,实现采煤机与远程控制中心的信息交互,实现远程操作采煤机。

2) 采煤机远程智能控制总体框架已经形成,综采成套设备也可以协调控制完成仿形切割功能,但要进一步推进煤矿井下的智能化、少人化、甚至无人化开采,还需要进一步研究,实现煤层地质条件的基础数据或煤岩识别技术直接参与综采设备的成套控制,以满足煤矿工作面开采工艺对综采装备高度智能化工作的实际要求。

参考文献:

- [1] 宋振骥,夏洪春,卢国志.“中国制造 2025”背景下中厚煤层智能开采技术发展方向[J].同煤科技,2016(1):1-5,8-9.
- [2] 王金华,黄曾华.中国煤矿智能开采科技创新与发展[J].煤炭科学技术,2014,42(9):1-6.
- [3] 周邦全.数字矿山——实现矿业高效安全生产的必由之路[J].矿业安全与环保,2007,34(4):70-72,75+91.
- [4] 王国法.综采自动化智能化无人化成套技术与装备发展方向[J].煤炭科学技术,2014,42(9):30-34.
- [5] 王金华,汪有刚,傅俊皓.数字矿山关键技术研究及示范[J].煤炭学报,2016,41(6):1323-1331.
- [6] 付国军,杨明亮,许太山.综采无人工作面的整体设计与实现方法的构想[J].工矿自动化,2013,39(1):39-42.
- [7] 赵建平.煤矿无人工作面开采技术应用分析[J].中国高新技术企业,2015(10):164-165.
- [8] 方新秋,谢小平,阮飞雄.薄煤层无人工作面自动化开采技术应用[J].工矿自动化,2013,39(8):9-13.
- [9] 李首滨,黄曾华,王旭鸣.煤矿综采工作面无人化开采的内涵与实现[J].煤炭科学技术,2014,42(9):26-29.
- [10] 陈伟.浅析无人工作面机械化开采节能技术实践[J].资源节约与环保,2014(8):15.
- [11] 王宏.煤矿无人工作面的开采技术[J].现代制造技术与装备,2016(2):32-33.