

ICS 35.240.50
L 67



中华人民共和国国家标准

GB/T 34679—2017

智慧矿山信息系统通用技术规范

General technical specifications for smart mine information systems

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 智慧矿山基本架构	2
5.1 信息协同架构	2
5.2 建筑层次架构	3
6 信息系统基础	3
6.1 基础网络	3
6.2 基础设备	3
6.3 通讯平台	4
6.4 矿山数据仓库	4
7 传感感知系统	5
7.1 总要求	5
7.2 安全监测系统	5
7.3 人员及车辆定位系统	5
7.4 视频监控系統	5
7.5 矿压监测系统	5
7.6 冲击地压监测系统	5
7.7 地应力监测系统	5
7.8 井筒安全监测系统	6
7.9 煤与瓦斯突出监测系统	6
7.10 地质构造探测系统	6
7.11 水文监测系统	6
7.12 火灾监测系统	6
7.13 地表沉陷监测系统	6
7.14 降雨量监测系统	7
7.15 矿区环境监测系统	7
7.16 矸石山监测系统	7
7.17 尾矿库(坝)监测系统	7
7.18 放炮监测系统	7
7.19 语音广播监控系统	7
7.20 电子指示监控系统	7
7.21 井下紧急避险与通讯系统	7
8 工业自动化系统	7
8.1 总要求	7

8.2	综(机)掘工作面监控系统	8
8.3	炮掘工作面监控系统	8
8.4	回采面(采场)监控系统	8
8.5	瓦斯抽放监控系统	8
8.6	轨道运输监控系统	8
8.7	无轨运输监控系统	8
8.8	带式运输监控系统	8
8.9	矿井提升监控系统	8
8.10	辅助运输监控系统	8
8.11	矿山供电监控系统	8
8.12	矿井排水监控系统	8
8.13	矿井通风自动监控系统	8
8.14	压风监控系统	8
8.15	供水监控系统	8
8.16	注浆监控系统	10
8.17	消防防尘监控系统	10
8.18	充填监控系统	10
8.19	制冷降温监控系统	10
8.20	快速装车监控系统	10
8.21	注氮监控系统	10
8.22	矿井污水处理监控系统	10
8.23	产量计量监控系统	10
8.24	锅炉房监控系统	10
8.25	外购煤(矿石)监控系统	11
8.26	洗选厂监控系统	11
9	智慧矿山软件系统	11
9.1	基础软件	11
9.2	管理平台软件	11
9.3	地质保障软件	13
9.4	安全保障软件	13
9.5	生产执行系统软件	15
9.6	矿山 ERP 软件	16
9.7	综合调度指挥软件	17
9.8	无人采矿系统	18
9.9	模拟与控制系统	18
9.10	系统集成和智慧矿山门户网站	19
	参考文献	20



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本标准起草单位：山东蓝光软件有限公司、山东科技大学、中煤能源集团有限公司、中国电子技术标准化研究院、山东煤炭局、山东省煤田地质局、山东能源集团有限公司、兖州矿业集团有限公司、山东招金集团有限公司。

本标准主要起草人：卢新明、梁永全、祁和刚、刘荣丽、张红卫、张钊源、施媛、乔乃琛、王怀洪、翟明华、孟祥军、李守生、尹红、曹凯悦、赵菁华、彭革非、李冰、陈海。

智慧矿山信息系统通用技术规范

1 范围

本标准规定了智慧矿山的系统构架、基础网络、数据仓库、地理信息、传感感知、工业自动化、平台软件、地质保障软件、安全保障软件、生产管理软件、矿山 ERP 软件、大数据分析软件、综合调度软件和应急指挥软件等信息系统通用技术要求。

本标准适用于指导矿山企业的智慧化信息系统设计和建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6107—2000 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的接口

GB/T 28181—2016 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧矿山 smart mine

基于空间和时间的四维地理信息、泛在网、云计算、大数据、虚拟化、计算机软件及各种网络，集成应用各类传感感知、数据通信、自动控制、智能决策等技术，对矿山信息化、工业自动化深度融合，能够完成矿山企业所有信息的精准适时采集、高可靠网络化传输、规范化信息集成、实时可视化展现、生产环节自动化运行，能为各类决策提供智能化服务的数字化智慧体，并对人一机一环的隐患、故障和危险源提前预知和防治，使整个矿山具有自我学习、分析和决策能力。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4DGIS; 四维地理信息系统(4D Geographic Information System)

COM/DCOM; 组件对象模型/分布式组件对象模型(Component Object Model/Distributed COM)

DCS; 分布式控制系统(Distributed Control System)

DDE/NETDDE; 动态数据交换/网络动态数据交换(Dynamic Data Exchange/network DDE)

DDS; 数据分发服务(Data Distribution Service)

DLL; 动态链接库(Dynamic Link Library)

FTP; 文件传输协议(File Transfer Protocol)

GPS; 全球定位系统(Global Positioning System)

HTTP; 超文本传输协议(HyperText Transfer Protocol)

IaaS; 基础设施即服务(Infrastructure as a Service)

MSMQ; 微软消息队列(Microsoft Message Queue)

- OCX:对象类别扩充组件[Object Linking and Embedding (OLE) Control Extension]
- OLE:对象链接与嵌入(Object Linking and Embedding)
- OPC:用于过程控制的 OLE(OLE for Process Control)
- OPC UA:OPC 统一架构(OPC Unified Architecture)
- PaaS:平台即服务(Platform as a Service)
- PLC:可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)
- RS:遥感系统(Remote Sensing System)
- RS232:串行通讯接口标准(Recommended Standard232)
- RS485:异步通讯接口标准(Recommended Standard485)
- RTK:实时动态测量技术(Real Time Kinematic)
- RTU:远程终端单元(Remote Terminal Unit)
- SaaS:软件即服务(Software as a Service)
- SCADA:数据采集与监视控制(Supervisory Control And Data Acquisition)
- SOA:面向服务的架构(Service-Oriented Architecture)
- SOAP:简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol)
- SOC:面向服务的计算(Service Oriented Computing)
- TCP/IP:传输控制协议/因特网协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
- UDDI:统一描述、发现和集成协议(Universal Description Discovery and Integration)
- XML:可扩展标识语言(Extensible Markup Language)

5 智慧矿山基本架构

5.1 信息协同架构

智慧矿山的的信息协同架构如图 1 所示。



图 1 智慧矿山的的信息协同架构

图1的架构体现了整个智慧矿山系统在基础网络平台提供的高速可靠物联通道上,实现现场层、生产层、存储层、控制层、应用层和展现层的透明管理,以及各层对应的状态演化、信息感知、快速交换、主动服务、智能决策和对外交流的协同运行。

5.2 建筑层次架构

智慧矿山的建筑层次架构如图2所示。



图2 建筑层次架构

图2把智慧矿山划分为基础设施层(L1)、软件平台层(L2)、安全保障层(L3)、生产执行层(L4)、经营管理层(L5)和调度指挥层(L6),从L1到L6说明了从基础到高级应用的依赖关系,也指明了智慧矿山的建筑施工顺序、各阶段的标志成果内容和里程碑。

6 信息系统基础

6.1 基础网络

应采用高速、宽带的工业以太网、现场总线、无线通讯网络、透地通讯设备,配备高可靠、抗干扰、快速的服务器、交换机、路由器、通讯基站、通讯线路、无线通道、UPS和各种感知设备的网络传输设备。在正常时期,应保证矿山所有信息(包括实时数据、多媒体数据、生产数据和管理数据)的准时、可靠、安全传输;在灾变时期,网络链路应满足 $K-2$ (网络中的 K 条线路任何2条出故障)可靠传输,井巷链路应满足 $N-1$ (网络中的 N 条巷道任何1条不通)可靠传输;矿山数据仓库应实现异地同步备份;主要设备在停电的情况下应有4h的续航能力。

6.2 基础设备

应包括服务器、虚拟现实系统(图形工作站、多屏控制器、3D大屏显示设备等)、人机交互终端和指

挥调度中心的配套设备,并应满足大规模和高分辨率 3D 模型快速绘制和交互的需要。

6.3 通讯平台

包括地面通讯和地下通讯两大系统。地面通讯采用公网号码资源,与公网等位拨号;地下通讯应采用有线和无线相结合、固定和移动相结合、有源和无源相结合、井巷传播和透地通讯相结合;通过基站、调度机、交换机、网闸等中继设施与公网连接,在保障数据安全的条件下实现全方位的互联互通。

6.4 矿山数据仓库

针对矿山的复杂、海量、异质、异构、时变、随机、多态数据,智慧矿山数据仓库应提供规范的数据:引格式、元数据格式、数据表结构、布局方式、存放格式、精度要求、时效设置和编码方案,其中元数据:数据索引主要包括各类数据概述、用途、存放路由、数据库、访问引擎和索引结构等,体现数据的层次:构;数据立方体应能面向各种应用的关键词搜索,向导树搜索、R 树搜索,实现数据的快速提取、存储:掘和展现等。

矿山数据仓库应实现基于 SOA 构架、OPC 规范和 DDS 规范的数据服务,至少应包含下列主题:层和数据内容:

- a) 地形地貌数据库:包括地形、地貌、建筑、道路、河流、水体、山脊山谷、植被等自然景观和遥感:象、正射投影等数据;
- b) 地质勘探数据库:包括遥感数据、物探数据、化探数据、电测数据、重磁数据、钻探数据、三维:震、微震数据等数据;
- c) 储量评价数据库:包括矿体(煤层)产状、储量分布、品位(煤质)分布、储量块段管理、储量变:数据、储量经济评价、储量推断、储量预测等数据;
- d) 数字地面数据库:包括气象信息、环境信息、道路信息、建筑信息、管网信息、通讯信息、重要:门等地面设施数据;
- e) 地质模型数据库:包括地层、岩体、构造、危险源,以及地应力分布、地温分布等模型数据;
- f) 实时数据库:包括各种流媒体在内的安全监测、生产监测、经营监测、工业自动化等实时数据:历史数据;
- g) 生产技术数据库:包括测量、生产指标、井巷工程、开采设计、采掘系统、运输系统、提升系统、:风系统、供电系统、压风系统、排水系统、供水系统、防尘系统等信息;
- h) 安全信息数据库:隐患排查、灾害预警、事故管理、应急预案、启动流程、安全措施、安全培训、:员行为、违章记录、闭环管控等数据;
- i) 生产计划数据库:包括中、长期和近期的经营活动计划及各项技术经济指标;
- j) 生产经营数据库:包括矿石开采和加工过程中的各种安全、生产、环保、技术研发等项目的:度、产量、资源消耗、成本数据和控制方法等;
- k) 设备物资数据库:包括物资、设备和备件、客户关系和供应链及定额、采购、消耗、库存、:数据;
- l) 经营效果数据库:包括综合统计和财务成本等信息;
- m) 人力资源数据库:包括人力资源基本信息、人力资源规划数据、劳动定额和绩效考核、:资、社会福利等信息。

7 传感知系统

7.1 总要求

所有感知和监测系统应提供远程通讯接口并自动按实时数据交换方式向矿山数据仓库的实时数据库提交数据。

7.2 安全监测系统

用于监测甲烷浓度、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、硫化氢浓度、粉尘浓度、风速、风压、温度、湿度、锁电状态、风门状态、风窗状态、风机状态。应在每个风道交叉点测风压,至少在 $M-J+1$ (M 为通风网络风道数、 J 为通风网络节点数) 条风道中测风速、温度、湿度;应监测所有调节风门和风窗的开启面积,应能计算出每个工作面的风排瓦斯流量,并满足远程联网的需要。

7.3 人员及车辆定位系统

用于实时监测井下人员和车辆的位置、滞留时间等信息,在交叉点附近应能识别运动方向,当运动速度达 20 km/h 时,重点区域空间定位误差不大于 1 m,同时跟踪目标不小于 2 000 个,要求抗干扰能力强、无误码、无漏检,分辨率达到 0.3 m,救灾时期井下作业人员要携带生命体征监测装置,其他指标和管理功能满足有关行业规定,并满足远程联网的需要。

7.4 视频监控系統

在地面或井下的重要场所安装固定或移动摄像头,实时把图像传到地面视频服务器和监视器,应带有防雾、防尘装置,保证图像的清晰度和 25 帧/s 的传输速度,视频监控系统除了符合 GB/T 28181—2016 技术要求外,应提供实时调用、保存和回放的二次开发接口(包括 DLL 格式和 OCX 格式),满足系统集成需要。

7.5 矿压监测系统

实时在线监测工作面支架各柱的工作阻力、立柱伸缩量、超前支撑压力,应能分析初撑力、末阻力、推进度和来压步距等,实现矿山压力预测预报和工作面顶板危险程度预警分析,所有信息都要以明码格式实时提交到矿级或上级联网实时采集大数据服务器。

7.6 冲击地压监测系统

应包括高精度微震监测系统、高精度地音监测系统和电磁辐射监测系统。高精度微震监测系统用于监测能量大于 100 J、频率为 0 Hz~150 Hz 的微震事件;高精度地音监测系统用于煤岩体内部发生的能量小于 1 000 J、频率为 28 Hz~1 500 Hz 的地音事件。

各微震微震监测系统和地音监测系统能够在统一时钟下通过分布式计算,实现各检波器波形文件的快速滤波,只保留微震信息和爆破信息;并且实时计算出各检波器微震和爆破波形的初到时间、持续时间和平均震动速度;各电磁辐射监测系统能够精确计算各时段的平均频率、幅值,以及辐射源的方位和深度;要求各子系统的自定位误差不得超过 5 m,所有信息都要以明码格式实时提交到矿级或上级联网实时采集大数据服务器。

7.7 地应力监测系统

用于实时监测工作面和巷道周围的煤体、岩体应力及其变化趋势,诊断和预报发生冲击地压危险区

域和危险程度,实现冲击地压危险区和危险程度的实时监测预警和预报。同时在线监测巷道顶板离层、锚杆锚索受力、工字钢、U型钢等支架受力、巷道变形、电磁辐射、微震、地音等,并满足远程联网的需要。

7.8 井筒安全监测系统

用于实时监测立井和斜井的井臂和围岩应力、应变、温度、裂隙、渗流及其变化趋势,诊断和预报发生的变形、突水、透水、冒顶、臃底等危险区域和危险程度,并满足远程联网的需要。

7.9 煤与瓦斯突出监测系统

用于监测煤岩声发射、微震监测、地应力监测、煤层瓦斯压力、瓦斯含量、瓦斯放散初速度、瓦斯涌出量、工作面煤壁温度、红外发射、电磁发射等,并实现煤与瓦斯突出功能,并满足远程联网的需要。

7.10 地质构造探测系统

应能探测掘进面前方、巷道两帮、巷道顶底板等存在的隐伏和揭露构造的空间位置、形态、走向、影响范围(主要包括断层、陷落柱、褶曲、采空区、煤厚等参数)。

7.11 水文监测系统

应满足以下功能:

- 利用高精度瞬变电磁仪和高密度电法仪等设备对各工作面周围的富水区和地质构造进行超前探测,并可生成成果剖面图、等值线图、等值面图的矢量数据;
- 能够对各水源和涌点的水质进行监测,并可分析其化学成分、物理属性和同位素等;
- 能够监测裂隙、毛细低速流体流动状态,对导水通道进行探测和空间定位;
- 具有降雨量、观测孔、抽水实验、突水点、涌水量、排水量的实时监测和数据处理功能。

所有监测数据和处理结果均能以实时数据交换标准格式发送到矿山数据中心和远程预警服务中心。

7.12 火灾监测系统

应能监测下列几类数据:

- T_c ——煤体的温度、 V_{ad} ——可燃基挥发分、 O_{ad} ——可燃基氧含量、 C_{ad} ——可燃基碳含量、 M_{ad} ——煤样水分、 T_f ——煤体的自燃温度、 T_f ——漏风风流温度、 E ——煤表面活化能、 R ——煤表面氧气的气体常数;
- 风流的 CO ——一氧化碳、 CO_2 ——二氧化碳、温度、烟雾、 O_2 ——氧气、壁温,井巷发生火灾后,还能够实时监测通过火区的放量以及火区进回风测的温度;
- 煤层和采空区的温度、 CH_4 ——甲烷、 CO ——一氧化碳、 CO_2 ——二氧化碳、 H_2 ——氢气、 O_2 ——氧气、 N_2 ——氮气、 C_2H_2 ——乙炔、 C_2H_4 ——乙烯、 C_3H_6 ——丙烯、 C_2H_6 ——乙烷、 C_3H_8 ——丙烷、 C_4H_{10} ——丁烷及围岩的温度;
- 能够实现分布式连续测量,并实时精确圈定异常区,预测异常区的着火状态;
- 矸石山或硫化矿的 CO 、 CO_2 、温度、烟雾、 SO_2 ——二氧化硫、 H_2S ——硫化氢等;
- 实现分布式连续测量。

所有实时数据、异常区圈定和状态预测结果均能以实时数据交换标准格式发送到矿山数据中心和远程预警服务中心。

7.13 地表沉降监测系统

通过布置测线和测点,能利用北斗/GPS、RTK、三维激光扫描等设备自动采集或人工采集各测点

的下沉、移动、倾斜、曲率、变形、地表和建筑裂隙等数据,可以进行地表沉降预测,并生成和数字地面模型相吻合的三维地表沉降模型。

7.14 降雨量监测系统

用于对矿区多点降雨量、水质指标实时监测,建立降雨量监测数据库,为水害预警提供信息支持,并满足远程联网的需要。

7.15 矿区环境监测系统

应能监测进回风井口的温度、湿度、大气压力、瓦斯浓度、粉尘浓度、CO、CO₂等,且应及时反应矿区空气质量、水质的监测参数,同时能监测气体、液体、固体等污染物的排放量和排放浓度,并满足远程联网的需要。

7.16 矸石山监测系统

应对煤矿矸石山的内部和表面温度、烟雾、CO、CO₂、应力、位移等进行实时监测。

7.17 尾矿库(坝)监测系统

应对非煤矿山的尾矿库的库区降雨量、液位、水质、压力、坝内应力、坝体位移、坝后渗流、坝面沉降、坝体浸润线等参数进行实时监测,且通过通讯接口,把监测数据上传到尾矿库(坝)监测数据库。

7.18 放炮监测系统

应对放炮地点的煤(岩)尘浓度、瓦斯浓度、供风风量、喷雾设施的开停、网络电阻、供电状态、装药情况、安全距离、警戒员、爆破员的联合监测,确保安全爆破。

7.19 语音广播监控系统

应提供对外通讯接口,包括配置地点、位置、方向和信息发布方式等,可发布正常时期的广播通知,灾变时期的紧急通知、避灾信息、救灾信息、人员和设备的撤离信息等,且能监测广播线路和喇叭的工作状态和故障,并满足远程联网和信息发布的需要。

7.20 电子指示监控系统

应提供对外通讯接口,包括配置地点、位置、方向、尺寸、分辨率、显示方式和信息发布方式,可发布正常时期的行人和车辆路线指示,灾变时期的报警信息、避灾路线、救灾路线、人员和设备的撤离指示等信息,且能监测电子指示线路和电子指示牌故障,并满足远程联网和信息发布的需要。

7.21 井下紧急避险与通讯系统

应与监测监控、人员定位、压风自救、供水施救、通信联络、工业视频监控等系统相连接,确保在矿井突发紧急情况下,相关涉及人员能通讯和安全避险,并满足远程联网和信息发布的需要。

8 工业自动化系统

8.1 总要求

所有自动化系统应能提供远程通讯接口或自动按实时数据交换方式向和矿山数据仓库的实时数据

交换平台交换数据。

8.2 综(机)掘工作面监控系统

能对掘进机、掘锚机、连采机、锚杆机、钻机、梭车、运输、供电、通风、压风、防尘、降温等设备的位置、姿态、运行状态、故障信息以及环境参数的综合监测和远程可视化控制。

8.3 炮掘工作面监控系统

应对凿岩机或凿岩台车、装药机、引爆系统、装岩机、产运机、锚杆机、局扇、瓦斯、粉尘、电气设备和放炮监控装置的实时监控。

可实现岩性参数的随钻随测。根据监测结果,能自动调整每个炮孔的装药方案和引爆方式,并能根据瓦斯、粉尘和炮烟监测结果自动控制防尘和通风设备的运行状态。

8.4 回采面(采场)监控系统

应对采煤机、液压支架、泵站、电气设备、刮板机、转载机、破碎机、顺槽胶带机、超前支架、尾排风机等设备及围岩状态和环境参数进行综合监测,实现采煤机、液压支架、刮板机、转载机、破碎机、泵站、顺槽胶带机等设备的远程可视化自动控制。

8.5 瓦斯抽放监控系统

应能测定瓦斯抽放泵及瓦斯抽放管道和井下钻场钻孔的瓦斯浓度、负压、绝压、温度、瓦斯混合流量和纯流量、抽放泵状态及运行参数、阀门状态和调节等参数,且能计算出每个钻场或每组钻孔的瓦斯抽放量。

8.6 轨道运输监控系统

应能监测信号机状态、电动转辙机状态、机车位置、装车状态、运输方向、运行速度、车皮数、空车皮数等,且实现信号机、电动转辙机闭锁控制、地面远程调度与控制等功能。

8.7 无轨运输监控系统

应能实现井下车辆位置和重量的自动感知,红绿灯信号的自动控制,为井下各地点车辆提供正确的运行路线行驶或提前避让,达到故障监测、自动报警和智能调度,实现移动机车的可视化调度。

8.8 带式运输监控系统

应监测运输带速度、轴温、烟雾、料堆、载荷、电机运行状态、料仓料位、料仓堵塞、洒水(防尘洒水、超温洒水)等信息,具备急停闭锁、打滑(超速)、跑偏、断带、横撕、纵撕、堆料(堵塞)、满仓、超温、烟雾、张力下限等多项单机保护功能;实现软启动、软停车、功率平衡、自动张紧、逆料流启动、顺料流停止、根据料量自适应调速等单机控制功能;可实现多条胶带机的顺(逆)煤流联锁起车、顺煤流联锁停车等;通过主运输线实时监控通讯接口,可实现地面远程故障诊断和预警、智能联动调度与控制。

8.9 矿井提升监控系统

应监测主提升机、装载站、卸载站、副提升机、电气设备、钢丝绳的工作状态以及容器的位置和重量参数等;通过提升监控系统实时监控通讯接口,可实现地面远程故障诊断和预警、智能联动调度与控制。

8.10 辅助运输监控系统

8.10.1 架空乘人器

应监测多点之间的信号、语音联络、自动启停,可以在线脱索、断丝、钢丝疲劳、锈蚀、乘坐状况等参数,实现越站停机保护;控制急停的闭锁保护及故障识别。

8.10.2 绞车

应对各类绞车的开停、容器位置、速度、电机电流、润滑油压、制动油压、正反到位、工作闸、松绳、正反向过卷、闸瓦磨损、煤位超限、润滑油超温、润滑油欠压、制动油过压、钢丝绳断丝等实时监测和预警。

8.10.3 单轨吊

用于实时监测单轨吊的牵引力、速度、坡度、荷载等参数,并实现在线故障诊断和智能控制。

8.10.4 无极绳

用于实时监测无极绳的牵引力、速度、坡度、荷载等参数,并实现在线故障诊断和智能控制。

8.11 矿山供电监控系统

应实现地面箱式变电站、井下变电所、采区变电所、地面变电所、移动变电站、线路等变、输、配电系统和设备的在线参数监测,且能自动进行故障监测、定位、预警、切除、继电保护、开关重合闸、无功补偿、谐波消除、防越级跳闸,通过通讯接口和输配电地理信息系统集成,实现电网分析、设备选型、继电保护和调节方案的自动计算、远程操作控制、运行安全保护、用电计量管理。

8.12 矿井排水监控系统

应监测水仓水位、水泵开停、水泵工作电流、电压、功率、阀门状态、流量、压力等,并且根据水仓水位实现水泵和阀门的自动开停调控。

8.13 矿井通风自动监控系统

实时监测主通风机、局部通风机、辅助通风机、风门、风窗、风筒等状态和各用风点和相关井巷的风量、温度、湿度、瓦斯、粉尘及其他环境参数,且通过通讯接口接受智能通风软件的调控命令,实现矿井通风系统状态(包括各风道风阻、风量、风压、自然风压、热力风压等)的自动识别,需风量和调风方案的自动计算,主扇风机、局部通风机、辅助通风机、风门、风窗的控制和风机的变频自动调速、风叶的自动调角、风门的自动开停、调节风门和风窗开启面积的智能控制,实现通风系统、装备的在线诊断和维护决策支持,达到正常时期和灾变时期通风系统智能调控的自动化和无人化。

8.14 压风监控系统

应对空气压缩机、压风管路、闸阀门、用风设备和自救系统工作状态进行在线监测与控制,实现正常生产时期和灾变时期的压风自动化。

8.15 供水监控系统

应对生活用水、生产用水、施救用水的水泵、管路、闸门、流量、压力、水质等进行远程监控,实现日用优化自动控制和无人值守。

8.25 外购煤(矿石)监控系统

应对外购煤系统中的称重、煤质、皮带机(刮板机)、破碎机、受煤装置、卸煤装置及煤量、煤质等相关设备和参数进行在线监测和集中远程控制。

8.26 洗选厂监控系统

应实现料场堆排系统、受料系统、筛分破碎系统、配料系统、搅拌系统、装药系统、上料系统、主生产系统、辅助生产系统、产品监测系统、故障诊断系统和产品储存系统、排污系统的全方位监控和优化配选。

9 智慧矿山软件系统

9.1 基础软件

操作系统软件、数据库软件、虚拟化管理软件、大数据平台软件、矿山云交互软件、网管软件、防病毒软件、杀毒软件、通讯软件、负载均衡软件、流量管理、数据备份软件等基础软件应高度兼容、可靠、安全、抗干扰、且有二次开发接口。

9.2 管理平台软件

9.2.1 信息分类编码

应能保证同一个对象编码的唯一性及上下游管理规则的一致性。主要包括人力资源信息、设备信息、物资信息、空间信息、地物信息、生产信息、监测信息、多媒体信息、管理信息、煤质(品位)信息、水源信息、档案信息、商务信息等。

9.2.2 通讯接口和协同管控平台

通讯接口应符合下列要求：

- 能够支持多种数据服务、通讯协议和接口，如 TCP/IP、HTTP、DDS、DDE/NetDDE、COM/DCOM、OPC/OPC UA、RS232/RS485(见 GB/T 6107—2000)、FTP、MSMQ、XML、SOAP、WSDL、UDDI、SOA 等；
- 能够从 SCADA、DCS、PLC、RTU、板卡、仪表、模块、DDE、OPC、端口等多种软件、设备、协议获取数据，并能通过开放接口向各种应用提供数据，保证数据的可靠性和实效性；
- 能够从各种服务系统、应用系统和控制端获取命令，并能自动转发和执行命令，控制设备运行，保证命令的可靠性和实效性；
- 能够根据矿山数据仓库的结构，按时把内存数据、实时数据存放到历史数据库中；
- 最少支持 256 个并发客户同时存取内存数据、实时数据和历史数据，对于实时数据的读写速度达到 500 000 个/s；
- 提供自定义通讯协议功能，以满足特殊的通讯需要。

协同管控平台应满足下列要求：

- 对工业自动化系统，可以制定多层次、多系统、多设备、多参数控制命令的统一编码和方案；
- 所有编码能和上级主管部门和隶属单位的编码对接；
- 可以定制全矿所有工业自动化系统的协同控制策略；

- d) 可以对全矿所有工业自动化系统进行一键启动和基于虚拟现实技术的透明精准采矿。

9.2.3 信息安全和统一认证

智慧矿山系统的网络、信息和系统安全可参照 GB/T 22080—2016、GB/T 22239—2008、GB/T 30976.1—2014 和 GB/T 30976.2—2014 的要求,并且能够实现从角色到用户,从系统到功能模块等访问权限的统一认证,实现数据层、网络层和服务层的编码、解码、滤波、校验和规范检查。对于监测监控系统、传感感知系统、工业自动化系统、智慧矿山软件系统、无人采矿系统、门户系统等专业与公共应用平台系统,各业务系统间既要互相访问,又要互相隔离,访问控制满足下列要求:

- a) 监测监控系统、传感感知系统、工业自动化系统、无人采矿等系统应逻辑上独立组网运行。在共用基础网络的情况下,各系统间应逻辑划分虚拟 VLAN,此时各系统传输的数据宜采用密钥加密传输;
- b) 系统间的数据交互应明确制定访问控制规则,一个系统不宜直接访问另一系统的数据库或数据文件,宜采用中间数据交换系统或通信服务器机制互相访问,并定期检查系统间的数据互访是否满足制定的访问控制规则;
- c) 对于数据交换容错、实时性要求高的子系统间的通信,宜采用冗余渠道通信方式。

9.2.4 数据仓库管理与实时数据交换平台

采用数据总线和服务模式。完成矿山数据仓库和矿山微云的 SOA 架构配置;自动建立各主题数据、元数据、索引数据的采集、存储、提取、转化和交换的快速通道,实现各类信息的自动编码,自动存储,自动提取;利用 SOC 技术完成面向矿山大数据分析、综合应用和决策支持的全息数据敏捷计算和推送服务,数据共享交换软件的数据接入、推送等交换速度达到每秒 100 万个 32 位长的数据。

9.2.5 三维建模与可视化平台

根据勘探、测量、监测监视数据,应自动建立真实感的地形、建筑物、道路、水体、矿体、煤岩层、断层、陷落柱、巷道、硐室、回采面、掘进面、设备、管路、任意复杂地质体及富水区、高温区、高应力区、易燃区、岩爆区、矿震区、突出区等地面地下所有对象的三维模型,且能根据生产状态、改造内容和二次揭露数据自动更新、重新渲染,可实现大规模三维模型的快速交互漫游、属性查询和剖切分析等,为真三维组态和四维地理信息系统提供底层支持。

9.2.6 矿山四维地理信息系统平台

矿山四维地理信息系统在统一时空四维坐标系统下应能管理矿山全部的图视内容、拓扑结构和属性信息,且提供明码文件格式。具备以下功能要求:

- a) 完备的绘图功能;
- b) 由数据自动成图;
- c) 由图自动建库;
- d) 图库双向查询;
- e) 由 2GIS 可以自动建立 3DGIS;
- f) 通过与监控系统集成可以自动变成 4DGIS;
- g) 可以和常用格式进行转换;
- h) 能自动计算长度、面积和体积;
- i) 具有 2-3 维网络分析、导航和视频监控和各种 SCADA 系统功能;

9.4.3 矿山重大灾害预警系统

根据煤矿基本情况、时态 GIS 数据和煤矿在线监测数据、隐患排查数据、相似矿井的灾害事故机理分析,利用大数据分析技术建立重大灾害模式化预警方法,对岩体变形、煤与瓦斯突出、突水透水、冲击地压、冒顶、煤炭自燃等灾害进行超前预测预报,实现危险性区域快速圈定和实时预警。主要功能为:

- a) 与瓦斯突出事故在线分析和预警:充分利用四维地理信息和空间动力学理论、采掘情况、瓦斯抽采状态、岩移和地表沉降、应力应变、微震(含地音、电磁辐射)事件属性、矿山压力、顶板离层和巷道变形以及瓦斯涌出量等矿井环境实时数据,随时测算出工作面和瓦斯涌出点周围的地质构造、采掘深度、采掘扰动前后的围岩分级分区物性参数分布、应力分布、瓦斯含量和瓦斯压力分布、临近煤层、地质构造、空区和矿柱的空间关系,结合本矿和相关矿井与地点的煤与瓦斯突出事故演化过程监测记录,利用大数据预警系统全息普适性煤与瓦斯突出模式化区域预警方法,实现煤与瓦斯突出事故的在线精确预警,要求煤与瓦斯突出的预警准确率达到 90%,解警准确率达到 98%,预警—解警—再预警的持续循环准确度达到 95%。
- b) 冲击地压(岩爆)事故在线分析和预警:充分利用四维地理信息和空间动力学理论、采掘情况、岩移和地表沉降、应力应变、微震(含地音、电磁辐射)事件属性、矿山压力、顶板离层和巷道变形等矿井实时监测数据,随时测算出工作面和瓦斯涌出点周围的地质构造、采掘深度、采掘扰动前后的围岩分级分区物性参数分布、应力分布、临近煤层、地质构造、空区和矿柱的空间关系,结合本矿和相关矿井与地点的冲击地压(岩爆)事故演化过程监测记录,利用大数据预警系统全息普适性冲击地压(岩爆)模式化区域预警方法,实现冲击地压(岩爆)事故的在线精确预警,要求冲击地压(岩爆)的预警准确率达到 90%,解警准确率达到 98%,预警—解警—再预警的持续循环准确度达到 95%。
- c) 顶板(围岩)事故在线分析和预警:在四维地理信息系统应力分析的基础上,融合矿压监测数据(支架、离层、锚杆、锚索)、应力监测数据、微震监测,结合顶板事故记录,建立符合矿山顶板(围岩)事故发生机理的预警模型,实现顶板(围岩)事故的在线预警,要求预警准确率达到 90%,解警准确率达到 98%,预警—解警—再预警的持续循环准确度达到 95%。
- d) 水害在线分析和预警:在四维地理信息系统中建立水文地质模型,建立富水区、导水通道等信息管理,结合对富水区、观测孔(井)和涌水点的压力、水位、流量、温度、电法、磁法等数的连续监测,结合采动影响、微震和应力分析,调用专业分析服务模块实时分析各种富水区的空间位置、水量、压力、补给水源、补给量、导水通道参数的变化,多水源的出水点进行水源辨别,对涌水量、突水透水量、新的导水裂隙和导水通道进行预测分析,建立符合矿井突水透水事故发生机理的水害预警模型,实现涌水量和突水透水事故发生的可能性进行在线预警,要求预警准确率达到 90%,解警准确率达到 98%,预警—解警—再预警的持续循环准确度达到 95%。
- e) 火灾在线分析和预警:根据四维地理信息系统、应力分析、开采破坏程度、安全监测、束管监测以及多气体分布式监测结果,实时估计采空区、火区、井巷的发火程度,计算各风道的热力风压,随时进行通风系统状态估计,对隐蔽区域的自燃状态、井巷、采场和采空区的发火情况实时预测预报,模拟烟雾和火势的蔓延速度和范围,保证人员沿正确的路线撤离。建立符合矿井内因和外因的发火机理预警模型,实现矿井发火倾向和发火状态的在线预警,要求预警准确率达到 90%,解警准确率达到 98%,预警—解警—再预警的持续循环准确度达到 95%。

9.4.4 矿山重大设备故障系统

通过对包括通风机、空压机、绞车、水泵等重大设备的在线监测信号(包括振动、轴温、油脂、电流、电压、功率、工况等)和点检信息的实时分析、特征对比,以及故障树分析计算等,实现设备的远程故障诊断、缺陷识别和隐患排查,准确定位故障和缺陷类型和位置,为设备健康管理、及时维修和更新决策提供信息支撑,确保设备的高可靠无缺陷运行。

9.4.5 矿山重大灾害防治与风险防控系统

利用精细的地质勘探结果、地质力学信息和四维地理信息平台,根据井巷和工作面布局和生产工艺,系统能够利用数理模型和方法提供瓦斯抽放、智能通风、解放层开采、瓦斯解吸、放顶、卸压、切缝、压裂、注水、注浆、注氮、支护、充填等最佳灾害防治方法,并利用监测监控和物联网技术以及灾害预警系统不断的反馈和检验灾害防治效果,必要时可以修正模型参数、优化和调整灾害防治技术工艺,使得整个矿山能够在无风险或低风险状态下运行。

9.5 生产执行系统软件

9.5.1 采掘生产计划编制系统

应根据销售计划和品质要求,实现从设计、生产空间模型到生产流程、采掘接替和网络计划模型的自动转变,且通过各种参数的自动计算和资源优化,可自动生成工艺流程图、甘特图、资源统计图和采掘计划网络图等图表,可以自动连接到全面预算系统、项目管理和生产调度系统进行实时调度。

9.5.2 采矿协同设计系统

采矿协同设计CAD系统应能自动完成施工图设计、工程量计算、设备选型、安全评价、设计文档和三维效果图的生成。且在相同的操作界面下,可实现采掘、爆破、通风、供电、运输、提升、排水、压风、供水、注浆、抽放、充填等系统的协同设计;可把设计结果渲染成三维虚拟矿井进行各生产环节仿真,能自动生成施工图、工程量、材料表、安全评价、三维模型和设计说明等。

9.5.3 智能化矿井通风系统

可由井巷工程自动生成通风系统图、立体图、通风网络图和压能图,可进行测点和传感器布局优化计算、阻力测定数据处理、测定平差和误差消除,可以进行通风状态模拟、反风效果分析,最优设计与改造、风机优选与优调,通过与安全监测监控集成,可自动进行漏风识别和通风故障诊断,可自动进行通风系统状态估计、用风点的需风量计算、正常时期和灾变时期的按需调风与控风计算以及通风系统的可调性可靠性等评价,可以把计算、诊断和评价结果自动提交到安全闭环和灾害预警系统。

9.5.4 输配电地理信息系统

应能完成设备参数库的建立和供电系统图的绘制,可实现多电源、多环路、多电压等级的复杂电网的故障电流计算、继电保护整定计算、起动电流计算、电压损失计算、动稳定计算、热稳定计算、负荷统计计算、变压器选型计算、开关选型计算、电缆选型计算,且自动生成计算文档和设计图表,通过与监测监控和工业自动化集成,可以实现系统故障诊断和可靠性评价,可以把诊断和评价结果自动提交到安全闭环和灾害预警系统。

9.5.5 其他辅助生产管理系统

应能完成排水系统、压风系统、供水系统、注浆系统、瓦斯抽放系统等管网的设备参数管理、绘制、平差计算、选型优化计算,实现各种管网系统和辅助运输系统的可视化管理,通过与监测监业自动化集成,可以实现系统故障诊断、可靠性评价和各生产环节的精确计量,可以把诊断和果自动提交到安全闭环和灾害预警系统。

9.6 矿山 ERP 软件

9.6.1 矿山 ERP 软件各子系统

矿山 ERP 软件各子系统除了各自具有完善的管理功能外,应提供开放的二次开发接口,和其他系统集成,满足上下游管理的需要。

9.6.2 定额管理系统

定额管理系统应能方便地进行定额库建立、添加、删除、编辑、查询和调用服务,额和市场变化进行评价、估算和修正,并且提供开放的第三方调用接口,为项目规划、设计、投¹供定量的技术支撑。

9.6.3 计划管理系统

应能充分利用网络环境达到多部门、多角色、多人协同操作,易于计划的编制、修改、审批、询;计划编制和审批结果应进入数据仓库的计划管理数据库供查询和调用。

9.6.4 全面预算系统

应提供预算指标设置、预算规则定义、版本管理、预算编制、预算预测、预算调整、预算分析等功能。以销售预测为起点,经过 MRP 计算,自动生成生产、采购和成本预算,对销售、生产、采购、仓存、理、应收应付款管理等系统的业务处理过程进行实时监控和指导。

9.6.5 项目管理系统

应对项目的定制、投资、执行到项目结束的全过程进行计划、组织、指挥、监控、调度和评价,源和市场变化情况,实时对工期、成本和资源消耗情况进行预测预报,对项目的后继管控提供优化方案。

9.6.6 人力资源管理系统

应实现人事管理、劳动合同、劳保管理、员工异动、教育培训、考勤管理、绩效考核、薪资福利等,人力资源管理应结合生产计划生成人力资源规划和人力资源需求计划,应体现员工的学习能力、工作技能、特别是对信息技术的掌握和运用能力。

9.6.7 设备管理系统

设备管理系统应对设备采购、租赁、合同、制造、改进、使用、异动、点检、润滑、诊断、维护、大修、折旧、报废等全生命周期进行统一的标准化跟踪控制和全生命周期管理,对于在¹和监测监控系统相结合,在三维场景中能够看到设备的运行状态和故障参数,故障诊断和维护支持。

9.6.8 物资管理系统

物资管理系统应实现从需求、采购、库存、供货商、到发放、回收、复用和报废的全面控制进行管理。随时监控物资申请情况、仓储状况和使用状态,并能及时预警,实现权限、流程、操作接口的灵活定制。

9.6.9 运销管理系统

应包括客户关系管理、供应链管理、产品信息发布、合同订单管理、RFID 车辆管理、产品质量(煤质和品位)全程管理、矿石(煤炭)价格管理、称重计量管理、视频监控管理、料场门禁管理、物流管理、财务结算管理、销售统计管理等功能,所有数据须自动提交到矿山数据仓库中的运销数据库和供应链数据库,并可反应到调度系统中,系统可以自动生成采购计划和比质、比价、比服务采购决策支持,可以生成客户需求报告和客户满意度评价报告。

9.6.10 企业成本控制系统

应具有人力、设备、物资、动力、安全、技术、生产、经营等多角度的成本分析、预测、查询功能,并根据需求提出优化的成本控制方案,通过净值分析原理分析和监控项目进展,对偏离目标的项目予以警告或调整,按照业务流程和成本构成进行经营评价和决策支持。

9.6.11 党政工团管理系统

应实现党务、政务、工会、团委、纪委、宣传部、女工部和办公室日程事务的无纸化协同办公,将记录实时提交到矿山数据仓库,进行费用管理、绩效考核、奖惩控制和成本分析。

9.6.12 财务管理系统

除了账务管理外,应具有经济活动分析、投入产出分析等辅助决策功能,并开放二次开发接口,包括有关数据的提取、写入等,以便与其他系统进行集成。

9.7 综合调度指挥软件

9.7.1 矿山大数据分析系统

通过本企业数据的深度挖掘和互联网数据的智能抓取、统计、分析和可视化,为企业的安全、环境、健康、生产、经营提供综合评价,通过对标分析、行业分析、舆情分析、供需分析为企业的生产、经营 and 环境保护提供综合决策支持。

9.7.2 矿山综合调度系统

通过数据仓库平台和四维地理信息系统实现地上地下全息透明管理和智能决策,利用大数据分析结果完成生产计划的自动编排、调度信息的综合显示、重点工程跟踪和控制、产量精确计量与计效、投入产出分析与展示、环境与设备异常报警与处置、生产调度和经营调度管理、预警信息显示和发布、数据钻取展示和输出、调度台账与报表生成、监测监控三维组态与实时数据统计显示、调度指令发布和信息反馈、调度过程追忆和调度效果展示。

9.7.3 矿山应急指挥系统

充分利用四维地理信息和监测监控系统、卫星导航技术、井下移动目标精确定位技术、生命体征探测技术、环境深度感知技术、应急通讯技术、地上地下精确定位技术、无人飞行器和救援机器人技术、增强现实技术等,遵循 SOA 构架以及 IaaS、PaaS、SaaS 等服务模式,实现多级别、多行业、多领域、多部门、多系统全方位的救援基本信息管理、应急救援资源管理、重大灾害事故仿真、数字应急预案编制与扩展、应急救援演练、应急预案自动启动与应急救援快速反应(反应时间小于 5 s)、应急资源自动调度、数字应急指挥智能执行、大数据分析 with 应急救援智能决策、地面地下双方双向自动自主导航、事故救援事后处置、事故救援过程追忆和文档自动生成等功能。

9.8 无人采矿系统

9.8.1 煤矿无人综采工作面

应能实时采集煤壁和围岩参数,实现工作面周围煤层和采空区的实时精细建模和煤岩物性的超前预测,使得整个采煤过程在煤层的顶底位置超前精确感知的条件下进行;系统对外提供采煤机、支架、刮板输送机和其他设备的运行位置、轨迹、速度、状态和姿态的全程自动监控通讯接口,能够实现第三方的远程综合监控;综采工作面的测量系统可以精确定位,自动找直,全工作面连续推进过程中工作面相邻支架间前后偏差小于 50 mm,全工作面连续推进过程中不需要人工调架,全工作面误差小于 200 mm;通过真三维地质模型和环境感知系统实现工作面各种灾害的超前预测预报;利用高清移动视频监控系统、真三维监测监控平台、可靠的通讯技术和快速检模方法实现工作面所有设备的远程同步可视化监控,并能对设备故障进行远程诊断。

9.8.2 金属矿山无人采场

实现整个采场生产过程无人化,地上地下双向高速通讯系统,实现地上地下信息的快速、准确、完整、清晰传输,实时采集与传输采场的各类环境参数、设备工况、作业状态和调度指令等数据,并进行地上-地下双向传输,通过实时建模和三维可视化系统,在远程桌面上实时展现采场的三维动态场景,并实现全方位漫游,实现和工业视频协同监视。

9.8.3 其他无人场所

变电所、水泵房、通风机房、压风机房、运输系统、提升系统等除平时的定时巡检和维修外,都应实现无人职守和故障自诊断,并且可以把系统状态和诊断自动提交到安全闭环和灾害预警系统。

9.9 模拟与控制系统

建立矿山生产系统的数字化模拟平台,利用四维地理信息系统和虚拟现实平台,通过配置传感感知和工业自动化系统的虚拟环境,实现整个矿山采、掘、机、运、通等全方位的一键式启动和透明管控。并且可以通过人机界面进行模拟和控制,为实际生产提供决策支持。

模拟功能可以根据矿山作业设备的运行环境、运行特点、运行规律、机械原理和姿态控制约束条件,实现矿山作业设备运行过程和协同作业的三维可视化展现和模拟,可以用于安全、生产、调度的虚拟化训练。

控制功能可以通过实时数据交换平台,根据不同设备的运行和控制特点,通过可视化监控平台实现[人机界面—通讯系统—数据交换—现场监测(监视)—通讯系统—可视展现—人机界面]闭环控制。

9.10 系统集成和智慧矿山门户网站

智慧矿山集成系统应通过矿山数据仓库和各种服务软件(包括 PaaS、SaaS 和 SOA 模式)实现深度集成和互连互通,为各系统的深层应用提供服务。

智慧矿山集成系统应能够对各类数据进行抽取、清洗、聚集、汇总和压缩定制,按照上级管理部门的系统需求推送数据。

智慧矿山门户网站除自动显示常规信息外,应具有预警发布、导航查询、智能搜索、综合分析、辅助决策、信息公示、协同办公、操作培训等功能。

智慧矿山门户网站可自动连接大数据分析结果、预警信息和警示教育信息,实现安全、生产和经营信息的透明管理。



参 考 文 献

- [1] GB/T 22080—2016 信息技术 安全技术 信息安全管理体系 第 3 部分: 要求
 - [2] GB/T 22239—2008 信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求
 - [3] GB/T 30976.1—2014 工业控制系统信息安全 第 1 部分: 评估
 - [4] GB/T 30976.2—2014 工业控制系统信息安全 第 2 部分: 验证
-