

# 以综合信息管控平台打造智能化矿山“一张图”

阮洪新 李何 王静文 黄鑫

作为以煤炭为基础能源的大国，我国需要稳定、高效、安全的煤炭供应。基于2030年前力争二氧化碳排放达到峰值，2060年实现碳中和的政策规划，煤炭清洁高效利用成为了煤炭产业发展的重点目标。为满足国家政策和社会经济发展形势需要，煤矿生产面临3个方面挑战：①“以人为本”发展理念对煤矿安全生产提出了考核红线。相较于过去的发展环境，为保障煤炭生产安全，国家接连推动裁撤中小产量、低技术程度、高风险煤矿，应急管理部根据生产实际持续更新《煤矿安全规程》。政策的持续出台要求煤矿生产投入充足资金实现机械化、自动化，推动煤矿智能化发展；②生态文明建设对煤矿解决生产造成的环境问题提出了更高要求。高水平的生态文明建设要求煤矿生产需要向绿色化发展，充填开采、塌陷治理、保水开采等要求需要煤矿提高对煤炭生产的整体管控能力，需要二三维地质保障系统、智能化工作面等信息化智能化系统给予技术支持；③提质增效经营需求和人力资源现状对煤矿利用信息技术赋能生产提出了更高要求。随着国家劳动力人口结构的变化，煤矿生产迫切需要信息技术支撑各类生产设备的联动控制、人员精确定位、安全监测系统实时运转，以提高设备运行无人干预持续时间，降低劳动强度，实现减员增效。

随着政策规范和信息技术的普及应用，煤矿在自动化、信息化、智能化建设方面发展迅速，在安全生产、绿色高效方面取得了成绩，但也存在业务割裂、数据独立、信息不对称等问题，且尚未达到一体化综合集成和资源共享目标，究其原因：一是平台智能化程度不高，系统维护工作量大，数据挖掘程度低。煤矿多个业务控制子系统同时运行，智

能化程度低和标准规范不健全导致数据修改变更无法快速完成，存在大量重复工作；二是矿用生产经营管理系统间融合和数据共享程度不足，缺少对生产经营管理数据的集成和分析，没有做到数据循环交互，难以支撑新模式新业务及智能化软件的开发；三是缺少基于煤矿“一张图”的协同智能应用，实现煤矿勘、设、建、地、测、采、掘、机、运、通、防、安、管等多源异构数据综合集成、总计分析和可视化展示。

煤矿综合信息管控平台综合了煤矿安全生产管理、信息技术管理、调度指挥管理、通防管理、地质保障管理、采掘机电运输管理等业务，为各项独立业务提供了统一的、全面的信息化底座，为集团级、煤矿级管理提供了便利。利用指标管理、专题报表等组态插件，将企业经营管理业务系统与监测监控系统进行融合，打通各项独立业务的“数据烟囱”，形成数据共享的业务平台，适配动态化管理，打造监控闭环；利用综合信息管控平台，为基于数据的智能决策、生产分析、动态监控提供算法支持；利用综合信息管控平台可以解决信息黑盒、设备联通、地质透明展示等问题，是煤矿提高安全生产能力和绿色发展能力的有效手段。

## 综合信息管控平台系统框架

综合信息管控平台系统采用云计算、大数据设计理念，基于GIS、WebService等技术，将物联网、人工智能、自动控制、移动互联网等新一代信息技术与现代矿山开发技术相融合，开发具有互联、分析、预测、控制功能的完整智能系统，对煤矿开采、

掘进、机电、运输、通风、排水等系统进行全过程智能化管理。采用C/S、B/S混合模式，后端采用微服务架构，前端使用主流的VUE框架，利用标准化OPC、DDE、ActiveX空间等互联技术，提高开发、部署效率，增加系统实施开放性和互联操作性。综合信息管控平台架构如图1所示。

综合信息管控平台系统按照功能模块和设备系统组成可分为4个部分，分别为感知执行层、网络传输层、基础模块层、智能应用层，以1套整体架构贯通智能矿山各个方面，为矿山安全分析、生产分析、经营分析、能耗分析、设备管理等提供系统支撑，为矿山知识库建设、专家算法优化储备提供可行方案。

综合信息管控平台业务组成

系统基础

综合系统管控平台可对多业务系统、多源异

构数据进行集成管理和一体化展示，需要解决数据互理解、互操作问题，为用户提供管理图纸的分析开发接口，满足灵活便捷可靠的产品组态配置需求。

(1) 数据采集网关

工业设备“七国八制”导致工业数据格式类型多样，对煤矿信息化系统数据管理造成阻碍，影响数据的共享分析。针对煤矿业务数据特点，需要构建一套数据接入标准体系，以实现结构化数据、半结构化数据、非结构化数据的统一接入和转化，以对不同系统的数据基于统一数据治理标准进行处理，为平台系统提供统一的、可直接使用的标准化数据。

(2) 业务图纸GIS中台

地测、通风、机电、生产设计等各专业工作人员对于在线协同工作需求十分迫切，基于GIS“一张图”可为多用户提供在线编辑、数据获取、数据保存和提交、图层管理等功能。利用业务图纸GIS

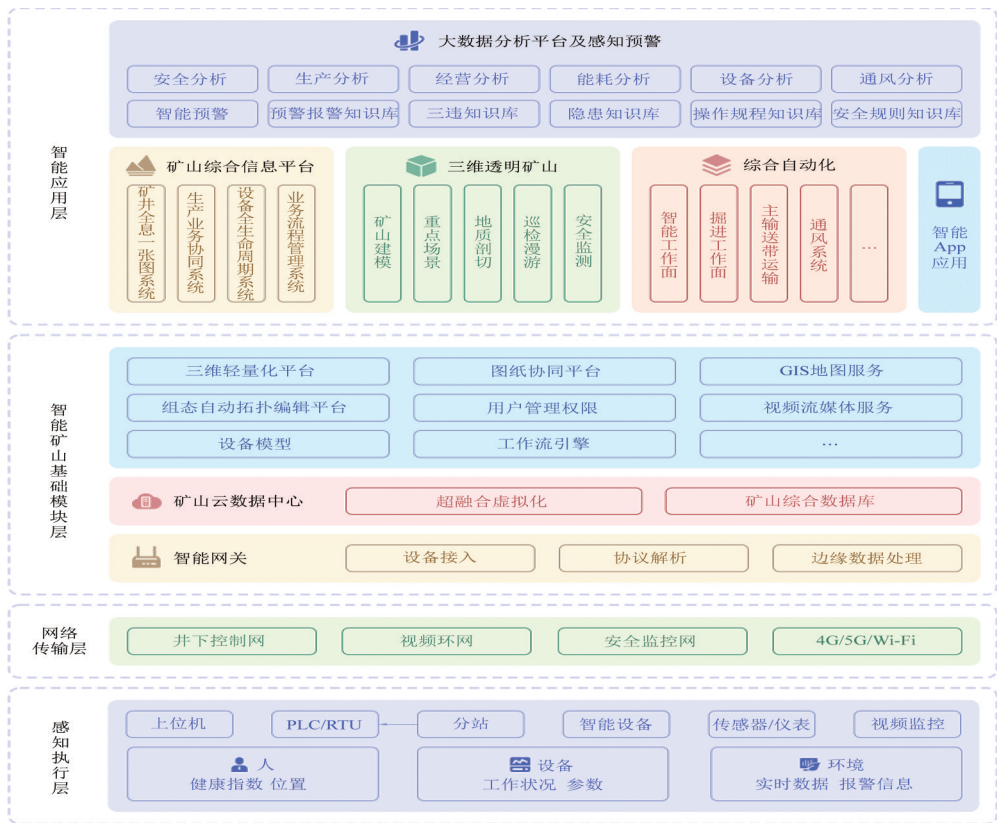


图1 综合信息管控平台架构

中台，可以快速打破专业壁垒实现图纸共享，以及各专业基于平台的高效协同办公。

### (3) Web组态编辑工具

采用“高内聚，低耦合”设计思路，基于统一数据采集网关，应用主流Web技术，以图元组态、可视化图标组态、数据组态的配置与关联，实现基于Web服务的数据处理与功能开发。支持Http、WebSocket等协议，同步满足Web端和APP端的业务需求，做到一次配置多端使用。由于综合管控平台接入子系统众多，数据接口类型复杂，为实现敏捷开发设计面向煤炭行业的组件库。图元组件可以通过自由添加，实现系统定制化搭建，保证不同系统在不同应用端的统一效果展示。结合绑定在对应设备的实时数据，可以直观展示各业务系统的实时运行状态，根据网络配置和权限划分，部分系统可进行线上管控。

### (4) 可视化工作流引擎

综合信息管控系统支持对工作流进行配置，使不同应用场景的配置符合实际业务工作流程，包含新建、修改、删除等功能。新建包含工作流的基础设置（如审批名称、审批编号、选择分组、表单类

型、模块图标、审批说明）、表单设计（标题、组件、组件属性和表单属性等功能）、流程设计（审批人、表单权限等功能）、高级设置（审批人去重、审批意见、填写提示等）。业务协同系统可发起流程，查看已发送、待处理和已处理流程（包含查询、重置、详情、下载凭证等功能），工作流程支持附件上传、下载，支持常见格式（jpeg、png、doc、pdf、docx等）的文件在线预览功能，对非常见文件格式支持文件下载功能，系统结合工作流程实际使用情况，按照不同业务流程进行分类统计，方便企业精简优化工作流程。

### 业务组成

综合信息管控平台是连接集团层、公司层和矿井层的重要信息化手段，在集团和公司层面需要业务管理、数据分析、决策智慧、监管督办等功能；在矿井生产侧需要业务管理、数据分析、生产决策、调度管控等功能。基于上述业务需求，平台功能主要可以分为业务流程管理、系统集成展示、智能调度指挥、综合可视化展示、大数据分析决策5个方面，具体包括系统门户、矿井全息“一张图”管理与应用、系统集成融合展示、业务协同管理、组态



图2 系统门户一览





图编辑系统、三维透明矿山、报表管理、文档管理、业务流程电子化、后台管理、指标管理、大数据分析、智能移动APP等13个业务子系统。系统门户一览如图2所示。

#### (1) 业务流程管理

综合信息管控平台提供门户功能，授权用户登录进入系统后会看到平台提供的门户页面，综合展示煤矿企业信息，具体包括待办任务、消息通知、新闻中心、通知公告、快捷应用、指标展示、在线人数等。该系统门户不仅为授权用户提供煤矿生产管理类综合信息，也为用户提供待办任务、工作信息等个人信息。

#### (2) 系统集成展示

矿井全息“一张图”是以生产自动化和系统信息为基础，以地理空间为参考系，通过主动感知、网络通信、信息集成、数据挖掘分析、自适应控制、应急联动、二三维一体化等技术支持，实现煤矿生产中生产监督监控、经营数据分析、人员安全管理等关键环节业务与基础地理数据的叠加集成。地质测量、通风机电、采掘等专业技术人员在地理基础信息（GIS）中台绘制、维护各类生产技术图纸，

并且能够实时更新各专业用的图纸。基于地理基础信息的平台如图3所示。

#### (3) 智能调度指挥

综合信息管控平台将各子系统数据进行统一管理，为大数据分析提供数据样本。涉及煤矿生产管理的各类系统在可视化展示的同时，需要根据系统实际需要建设具有远程监测、管理及控制功能的系统，具体包括安全监测、综合自动化系统。其中，安全监测包括矿井安全监测、井下人员定位、应急广播、矿井工业视频、水文矿压检测、安全风险管控及其他监控监测等；综合自动化包括通风系统、压风系统、排水系统、提升系统、主运输系统、辅助运输系统、综采掘进和一通三防系统等。安全生产调度系统如图4所示。

#### (4) 综合可视化展示

综合信息管控平台将煤矿生产的各类系统接入后，系统正常运行即可产生包括产量、计划、管理、报警等信息的大量数据。为管理人员和技术人员提供直观的生产效益、安全数据可视化界面，以表格、曲线、饼图等方式对危险隐患、设备运行、产量进尺、生产安排等信息进行可视化展示，实现井下生

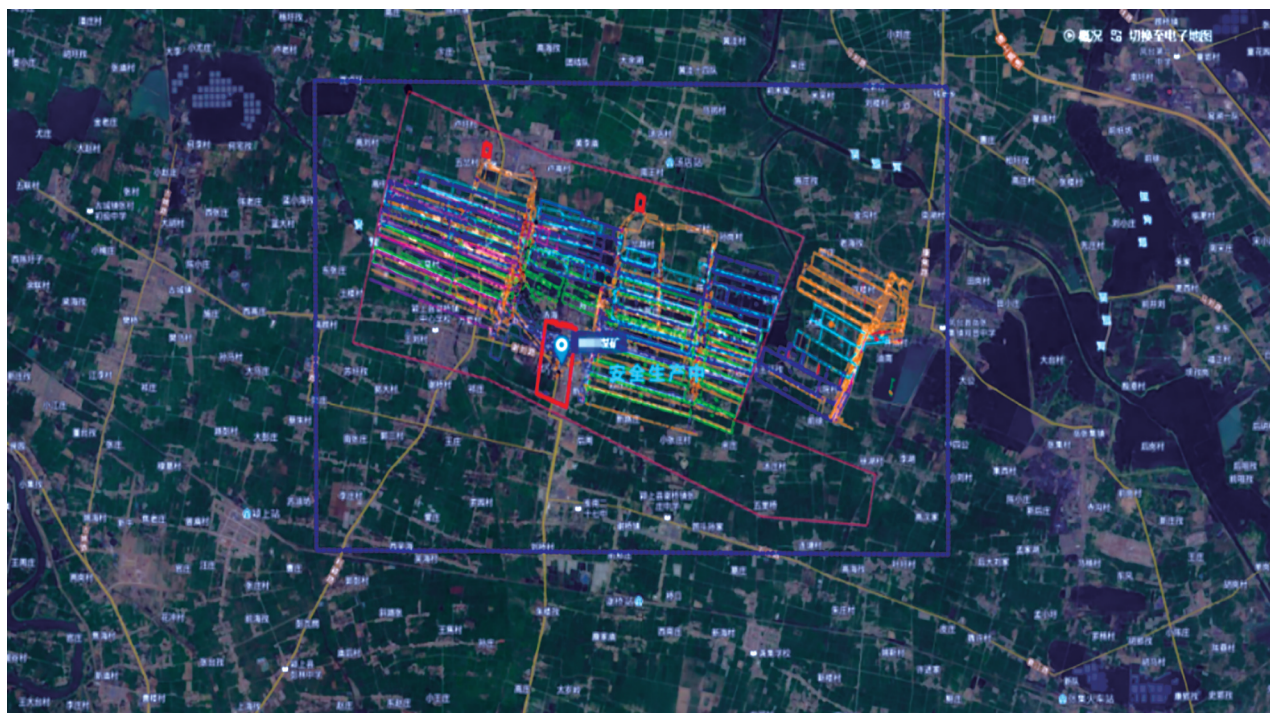


图3 基于地理基础信息的平台

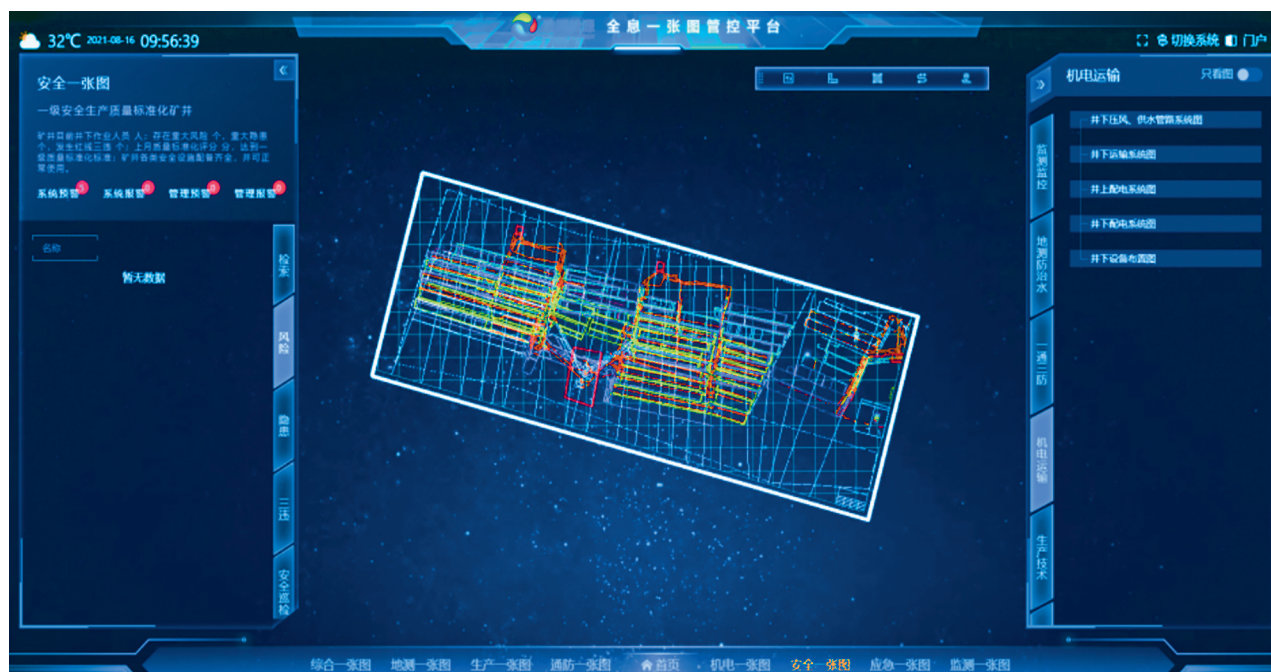


图4 安全生产调度系统

产“黑盒”透明化管理，为煤矿提高安全保障能力，实现精益管理提供了有力的数字化工具。

#### (5) 大数据分析决策

日常生产过程会积累一定的地测防水、采掘、安全管理、设备运输、运营效能等类型数据，按照日期将数据与对应技术指标进行对比，给管理和技术人员提供可信数据以支撑决策。在安全管理方面，对一段时期的三违、隐患、风险等数据以不同维度进行统计分析，结合实际生产计划研究比对，可了解不同工区、不同班组乃至不同排班期间的工作实际情况，便于人员管理模式的优化，提高工作人员对各类安监数据的反应能力。为此，平台需要同步建立煤矿安全生产动态诊断模型，将人员、环境、设备、管理体系等按照一定比例进行综合判断，动态计算安全诊断结果，为煤矿生产管理提供科学指导。

此外，为方便技术管理人员对煤矿生产情况的及时掌握，开发适合于移动端应用的H5页面，集成到综合管控平台移动APP中，将煤矿生产经营信息、井下安全生产信息、“一张图”信息、报警信息等输出，实现电脑端、移动端的同步管理，提高综合信息管控平台的利用率和便利性。

## 结论与展望

随着信息化、智能化技术的应用普及，很多煤矿在生产自动化、系统可视化、安监智能化等方面进行了大量投入，切实提高了煤矿生产的经济效益，降低了生产人员的工作强度，减少了生产过程中的安全风险。为进一步提升煤矿生产信息化、智能化水平，需要对原先独立使用的设备、系统进行统一管理，以数据汇集和业务集成提升系统应用效能，减少系统重复建设投入，扩大数据获取的范围和数量。利用生产管理数据，可持续开发涵盖安全监测、生产预估、设备管理等工作的算法模型，融合大数据与AI分析技术进一步赋能煤矿安全、绿色和高效生产。

■ 责任编辑：李艾稣

#### 作者简介：

第一作者：阮洪新，硕士，长期从事煤矿信息化、智能化方面技术工作，现任兖矿能源兴隆庄煤矿经营管理科科长。

E-mail: 562609@qq.com

作者单位：兖矿能源集团股份有限公司；  
北斗天地股份有限公司