イビブプラブ HUAWEI TECH 2022年第4期



基于三个统一,实施七大转变 驶入智能矿山建设快车道



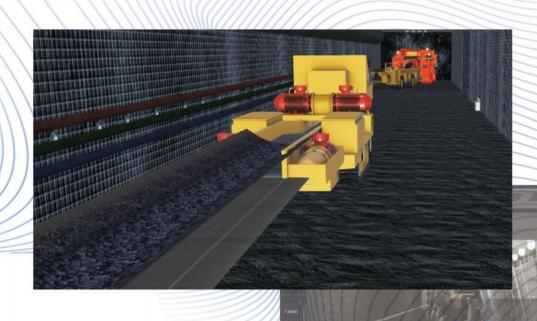
面向未来煤炭精准开采的一些思考 袁亮 院士 P4 紧抓数字经济发展机遇,推动煤矿智能化向纵深发展 刘峰 理事长 P9 以工业互联网推讲煤炭产业数字化转型 李新华 董事长 P12

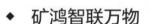
免费赠阅

出版物准印证号 粤 B L019060003



基于工业互联网架构的**华为智能矿山解决方案** 助力矿山实现**"安全、少人无人、高效"**





- ◆ Wi-Fi 6井下高速畅联
- ◆ 全光工业网/融合IP工业网
- ◆ 云边协同智能无处不在
- ◆ 5G大带宽、低时延、广联接
- ◆ 智能作业辅助系统
- ◆ 矿山智慧园区
- ◆ 丰富的煤矿应用和生态伙伴



华为技术

主 办 华为技术有限公司
ICT 战略与 Marketing

联合出品人 张宏喜 郭振兴

主 编 彭裕国

特约主编 陈文丰

副 主 编 苏 瑞 潘奋图

编 辑 付栋炜

美术编辑 周书敏

本期编委 柳 沁 刘 珏 李 单

赵永涛 徐 敏

索阅、投稿、建议和意见反馈,请联系 华为技术有限公司 ICT Marketing 部

Email HWtech@huawei.com

地址 深圳市龙岗区坂田华为基地 G'

邮编 518129

电话 (0755)89241326

出版物准印证号 粤B L019060003

版权所有© 2022 华为技术有限公司, 保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意,任何 单位和个人不得擅自摘抄、复制本资料 内容的部分或全部,并不得以任何形式 传播。

无担保声明

本资料内容仅供参考,均"如是"提供,除非适用法要求,华为技术有限公司对本资料所有内容不提供任何明示或暗示的保证,包括但不限于适销性或者适用于某一特定目的的保证。在法律允许的范围内,华为技术有限公司在任何情况下都不对因使用本资料任何内容而产生的任何特殊的、附带的、间接的、继发性的损害进行赔偿,也不对任何利润、数据、商誉或预期节约的损失进行赔偿。



把数字技术带入每一座矿山, 实现安全、高效、智能

新冠肺炎疫情造成了全球范围的冲击,经济动力恢复尚不明朗,全球供应链变动复杂性加剧。诸多不确定因素,给企业经营和管理带来了前所未有的挑战。与此同时,数字技术和实体经济进一步融合,赋能传统产业转型升级,催生新产业新业态新模式。

当前,数字技术已普遍进入生活、生产各个领域,5G、AI等技术正在融入各行各业。前不久,中国信息通信研究院发布的《全球数字经济白皮书(2022年)》指出,中国数字经济同比增长16.5%,体现了数字技术正在加速融入实体经济。从结构上看,中国数字经济占GDP的比重约为40%,而领先的发达国家比重超过65%,可见中国数字经济的增长潜力巨大。

煤炭作为重要能源和工业原料,在全球经济中承担着重要角色。当前,行业正在加速推进开采和利用技术的数字化、智能化进程。华为作为全球领先的信息与通信技术(ICT)解决方案供应商,致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织,构建万物互联的智能世界。同时,全力将数字技术带入每一座矿山,与行业协同实现"穿西装打领带"采矿的梦想。

数字技术与实体经济的融合,关键在于如何融合。2021年初,本着为行业找技术,短链条为客户创造价值的初心,华为成立了煤矿军团,聚焦于矿山场景,探索数字技术与矿山行业融合的实践之路。

一是架构融合,把工业互联网架构与煤炭行业的系统架构融合。以统一架构替代烟囱式的多系统架构,不仅做到了存储、计算资源集约化,避免重复建设,还将各系统数据集中入湖,极大地简化了应用开发。陕煤集团红柳林煤矿实现全矿2000多套设备数据统一入湖,每天入湖数据1.7亿条,为人工智能大规模进入矿山打下坚实基础。

二是标准融合,把ICT的技术标准与煤炭行业的安全技术规范进行融合。开发满足井下本质安全要求的ICT产品和方案,如井下5G方案、本安路由器、本安Wi-Fi 6 AP及本安轻量化F5G方案等,适应井下低功率、高可靠、易安装、易维护等综合需求。

三是创新融合,把不断突破的技术创新和行业痛点难点融合。矿鸿操作系统实现一套系统 覆盖大大小小的煤矿设备,一套协议统一设备间的通信协议,解决了煤矿设备间互联互通难的问题。此外,光纤传感、惯导等新材料新技术也在煤矿进行创新试验。

四是生态融合,把数字技术生态和传统行业生态进行融合。以军团的模式,打破技术边界,开放式创新,推动数字技术与矿企生产经验、装备技术、矿山场景深度融合;管控商业边界,共赢式发展,加速智能矿山规模化发展。

华为将坚定在基础理论和算法领域持续突破,实现技术溢出,重定义技术、产品架构,不 断为矿山行业打造创新的解决方案。

把握数字经济发展大机遇,在构建万物互联基础上,将数据抽出矿山,把智能送下矿井, 携手行业生态伙伴创造"安全、高效、智能"的矿山智能化未来。

> 注海 华为常务董事

ICT基础设施业务管理委员会主任

目录 Contents

趋势洞察 **Industry Trends**

04

面向未来煤炭精准开采的 一些思考



12 以工业互联网推进煤炭产业 数字化转型

创新技术 **New Solutions**

18 基于三个统一, 实施七大转变, 驶入智能矿山建设快车道

09 紧抓数字经济发展机遇, 推动煤矿智能化向纵深发展



15 拥抱 ICT, 智享矿山未来



24

5G 远控, 开启机进人退的 "煤"好生活

——内蒙古智能煤炭有限责任公司 采煤机 5G 远程控制商用纪实



30

华为矿鸿:

开辟煤矿智能化建设新纪元

应用实践 **Use Cases**

36

智能矿山创新实验室, 开启煤炭工业"山西模式"

39

山东黄金集团打造全球黄金 矿业数字化转型先锋



42

井上井下"面对面", 华为助力建设"智慧金川" 45

F5G 牵手中煤山不拉煤矿, 智慧转型风再起



49

一屏观矿山, 晋能控股集团 寺河矿迈入智能时代

53

"一朵云",如何打造煤矿 智能化新气象?

面向未来煤炭精准开采的 一些思考



作为中国能源压舱石的煤炭行业,如何在2035年实现中国煤矿全面智能化?必须在前期的实践基础上,围绕着面向未来的精准开采理念,即依托工业互联网架构为基础的智能煤矿体系,从传感、通信、平台、云、应用等不同层面着眼思考。

文 / 中国工程院院士、安徽理工大学校长 袁亮



下,新一代信息技术正不断取得突 破,新一轮科技和产业变革不断纵 深。数字技术成为传统产业转型升 级的核心力量,推动传统产业从劳动力等要 素投入转向创新驱动,为煤炭工业由传统的 定性经验向智能精准的转变带来了创新发展 的机遇,为实现智能少人(无人)的煤炭科 学开采提供了可能。

我国能源结构的基本特征是"贫油、少 气、相对富煤",作为能源供应的压舱石, 我国煤炭资源禀赋复杂、煤矿安全问题突 出。要从根本上破解煤矿安全高效的生产难 题,须借助物联网、大数据、云、AI等信息 科技,将煤炭工业由劳动密集型升级为技术 密集型,实现面向未来的互联网+煤炭资源 的智能精准开采。

在信息科技的全面介入下,智能化煤 矿要达到全生产要素、全生产全过程的互联 互通,完成"感知、通信、分析、预测、决 策、执行"的闭环管理,实现"智能感知、 智能决策、自动执行"的建设目标,必须在 前期的实践基础上, 围绕着面向未来的精准 开采理念,即依托工业互联网架构为基础的 智能煤矿体系,从传感、通信、平台、云、 应用等不同层面着眼思考。

我国煤炭开采面临的挑战

绿色资源量是指能够满足煤矿安全、技 术、经济、环境等综合约束条件,能够支撑 煤炭科学产能和科学开发的煤炭资源量。中 国工程院重点咨询项目研究结果表明, 我国 绿色煤炭资源量只有5743亿吨,按国家能源 需求, 绿色煤炭资源量仅可开采40~50年。 在煤炭作为我国主要能源的地位和作用没有 发生根本改变前,大面积进入非绿色煤炭资 源赋存区开采将造成安全、技术、经济和环 境等面临巨大难题。

我国煤矿开采正在以平均10~25m/年 的速度快速向深部延伸、深部煤岩体处于高 地应力、高瓦斯、高温与高渗透压的恶劣环 境中, 煤与瓦斯突出、冲击地压等动力灾害 更严重,并目有多重灾害耦合出现的趋势。 提高煤矿安全精准开采地质保障水平、研究 应力场-裂隙场-渗流场-温度场等耦合作用下 的煤炭开采和致灾机理势在必行。

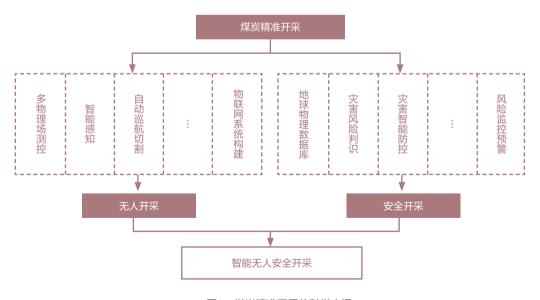


图1 煤炭精准开采的科学内涵

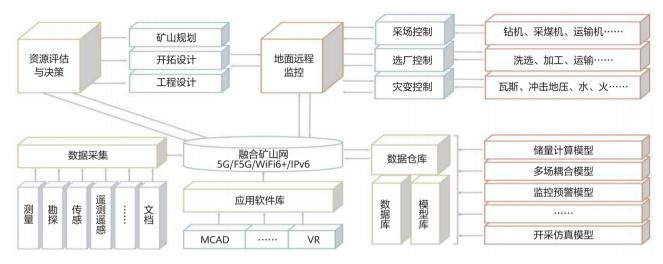


图2 煤炭精准开采框架

要解决当前煤炭开采所面临的上述难题,煤炭工业必须由劳动密集型升级为技术密集型。煤炭精准开采将运用现代化信息技术改造传统采矿,对于推动煤炭产业变革,实现煤炭开采颠覆性技术创新意义重大,是未来采矿必由之路。

煤炭精准开采的科学内涵

煤炭精准开采是针对当前煤炭生产系统的 现实难题,以及未来深部开采将面临的技术瓶 颈提出的科学构想,以最终实现"安全、少人 无人、绿色高效"的煤炭开采为目标。

煤炭精准开采的科学内涵是基于透明空间地球物理和多物理场耦合,以智能感知、智能控制、物联网、大数据、云、人工智能等作支撑,具有风险判识、监控预警等处置功能,能够实现时空上准确安全可靠的智能少人(无人)安全精准开采的新模式新方法,其科学内涵如图1所示。精准开采支撑科学开采,是科学开采的重中之重。

煤炭精准开采从资源评估与决策、矿山 规划和设计到煤矿生产与安全管理等全过程 都始终贯彻和融入了现代科技成果,真正实现现代化煤炭开采,其框架如图2所示。煤炭精准开采最终将实现地面远程控制的智能化、自动化、信息化和可视化,实现煤炭开采的少人(无人)、精确、智能感知和灾害智能监控预警与防治。

煤炭精准开采的主要研究方向包括以下八个方面:创新具有透视功能的地球物理科学;智能新型感知与多网融合传输方法与技术装备;动态复杂多场多参量信息挖掘分析与融合处理技术;基于大数据云技术的精准开采理论模型;多场耦合复合灾害预警;远程可控的少人(无人)精准开采技术与装备;救灾通信、人员定位及灾情侦测技术与装备;基于云技术的智能矿山建设。

煤炭精准开采的层级架构

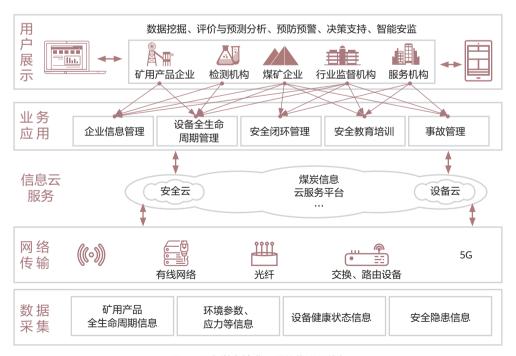
煤炭精准开采要最大化地利用信息科技的成果,实现对煤炭开发全过程数字化或智能化,即通过对资源勘查与评估、矿区总体规划、矿井设计建设、生产与管理等与现代信息技术的深度跨界融合,实现煤炭开采由

传统的高危劳动密集型向高精尖技术密集型 转变。它主要依托于工业互联网架构,并由 感知层、传输层、云(数字平台)和应用层 组成,如图3所示。

最基础的感知层,利用新型灵敏度高、 可靠性好的传感器等对"人机环"参数信息 全面采集。传统采矿多依赖经验、凭借定性 分析开采,精准开采是传统采矿与定量化智 能化的高度结合, 泛在实时的传感技术和设 备是煤矿智能化的基础。通过基于统一操作 系统的上位机, 为数据的交互、上传、入 湖,提供统一标准的接口和数据格式,避免 协议的不统一、形成信息孤岛。

在传输层,精准开采的理念是充分利用 最先进的通信技术,实现5G+工业互联网的 矿山融合网、多源信息的实时可靠流动。因 为煤炭井下开采涉及应力场、裂隙场、渗流 场等诸多问题, 采场及开采扰动区地应力、 瓦斯压力、瓦斯涌出量、裂隙发育区等信息 准确获取至关重要。精准开采涉及采场及开 采扰动区多源信息采集传感、矿井复杂环境 下多源信息、多网融合传输以及人机环参数 全面采集、共网传输等关键问题的研究。

在云端和数据平台层面,精准开采意味 着将多维度、质量参差不齐、存在大量不确 定因素的海量信息入湖,利用大数据和人工 智能,对多源海量的动态感知数据和信息进 行深度挖掘分析与融合处理, 在这基础上才 能实现可视化、交互式、定量化、快速化、 智能化的各种应用系统的搭建,实现远程智



面向煤炭精准开采的物联网构架

能采煤、灾害超前动态预警、救灾通信、井 下人员精准定位等功能。

精准开采初见成效但任重而道远

结合我国煤矿智能化的实施目标,煤矿精准开采的物联网关键技术研究和应用应分两步走:第一步,现在至2025年,依据工业互联网架构,通过各种信息技术,打通各子系统信息壁垒,实现"采-掘-运-通-排"等子系统的互通互联,让生产物流系统智能化决策和协同运行。第二步,即2026年至2035年,通信技术与煤矿技术深度融合,达到煤矿生产的智能感知、智能决策、自动执行,全面实现煤炭资源的智能安全精准开采。

自2020年底,八部委联合发布《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》通知以来, 我们在煤炭智能安全精准开采方面已积累了 一定的实践经验。

2021年9月,国家能源集团与华为共同 发布了矿鸿操作系统。矿鸿物联协同感知技 术将从数据源头确保数据标准一致,并实现 多系统之间的协同,为各种矿山装备和海量 传感器提供统一的接入标准和规范。

在陕煤红柳林矿业公司,华为搭建了基于工业互联网架构的数字平台。建成了覆盖智能综采、智能掘进、智能辅运、智能主煤流、智能选洗等多个场景的应用,形成了贯穿煤矿物流全链条、全业务、全过程的工业互联网架构体系。

在内蒙古麻地梁煤矿,安徽理工大学联合华为等企业构建了"5G+多网融合、产销协同、智能管控、数据驱动、绿色低碳"的煤矿安全精准开采和智能管控系统。煤矿生产能力由5Mt/a核准提升至8Mt/a;井下5G网络全覆盖,实测时延小于20ms,实现了采煤、掘进、运输等主要生产物流系统的远程集控、有人巡视、无人值守,实现了"管设备就是管生产、管数据就是管设备"管理

理念的变革,取消了检修班和夜班,大幅提高了员工的安全感和幸福感。麻地梁煤矿率 先实现了国家2025年智能煤矿建设目标,被 国家能源局、国家煤矿安全监察局列入首批 新(改扩)建智能煤矿,内蒙古自治区第一 批试点示范智慧园区。

在陕煤彬长矿业公司,安徽理工大学联合华为等企业基于工业互联网五层架构,通过5G技术对微震动、时空强与地音等多维信息收集,对综合指标进行大数据分析,实现了在冲击灾害事件发生前1~3天发布危险预警,大幅提升了井下生产的安全性。

事实证明,充分发挥海量数据和丰富应用 场景优势,促进信息技术与煤矿生产的深度融 合,能有效推动煤炭产业的持续转型升级。

智能精准开采是我国煤炭工业 的必由之路

我国煤矿智能化发展进程正在不断加速,但矿井依然缺乏整体设计方案、多源异构数据信息孤岛突出、设备运维数据流动性低、节能降耗高效转型困难。基于工业互联网的煤炭精准开采是实现煤矿"安全、少人无人、绿色高效"的必由之路,符合国家面向2035年的煤炭战略发展目标。

从技术层面,应该继续加大力度研发矿井智能感知技术,利用海量数据实现井下多机智能联动与灾害预警等,开发适用于各种场景的"人-机-环-管"多维度的系统应用,逐步实现整个矿井、矿区的少人化乃至无人化,提升整体的安全生产能力。

从行业层面,需对煤矿的整体架构设计、开拓布局、工业环网、数据利用、绿色低碳等技术难题,展开更广泛的院校、信息科技企业、煤炭生产企业以及行业各界协同创新,共同构建基于工业互联网架构的智能矿山,以煤炭开采全面实现高科技产业改造升级,点亮中国能源科技强国梦。 ❶

紧抓数字经济发展机遇, 推动煤矿智能化向纵深发展

煤炭行业如何紧紧把握住我国数字经济的发展机遇,加快煤炭产业数字化步 伐,推动煤炭行业绿色低碳转型和高质量发展?煤矿企业的数字化转型顶层设 计和纵深发展,将成为整个行业的有力助推器。



文/中国煤炭工业协会副会长、中国煤炭学会理事长 刘峰

近平总书记在2022年第2期《求是》 杂志署名文章《不断做强做优做大 我国数字经济》中强调: "面向未 来,我们要站在统筹中华民族伟大复兴战略 全局和世界百年未有之大变局的高度, 统筹国 内国际两个大局、发展安全两件大事, 充分发 挥海量数据和丰富应用场景优势,促进数字技 术与实体经济深度融合, 赋能传统产业转型升 级,催生新产业新业态新模式,不断做强做优 做大我国数字经济。"

由此可见,数字技术是传统产业转型升级 的核心力量。煤炭作为中国的基础能源和重要 工业原料, 在国家能源稳定供应中发挥着兜底 保障作用。可以预见,在未来一段时期,煤炭 将成为中国能源绿色低碳转型的重要桥梁,逐 步由基础能源向保障能源、由传统能源向清洁 能源转变,为非化石能源的高质量跃升发展提 供有力支撑。面向新时代高质量发展要求,煤 炭行业更要紧紧把握住我国数字经济的发展机 遇,加快煤炭产业数字化步伐,加速煤矿智能 化建设, 有力推动煤炭行业绿色低碳转型和高 质量发展。

一、煤矿智能化是煤炭产业数 字化的核心内容, 有力推动行 业塑造发展新格局

当前,以互联网、大数据、云计算、人工 智能等为代表的数字技术正不断取得突破,数 字技术、材料技术、生物技术、能源技术融合 交叉,将新一轮科技革命和产业变革不断引向 深入。数字化在本质上是一场新的工业革命和 产业变革,是指在新一代信息技术驱动下,实 现生产、运营、管理、销售和服务等全面数字 化,从而推动业务模式重构、管理模式变革、 商业模式创新与核心能力提升。

数字化可有效打破时空阴隔, 使得数据资 源成为生产要素,信息网络成为主要载体,推 动生产、加工、流通、服务、消费全价值链协 同,形成数据驱动的智能决策能力,对生产效 率的提高有着乘数作用。数字化是煤炭产业转 型升级的重要支点,也是构建现代化煤炭经济 体系的重要引擎。煤炭产业数字化正是要推动 煤炭产业链上中下游、大中小企业融通创新,

趋势洞察 Industry Trends



是一项全面塑造行业发展新优势的全局性、战略性任务。海量集聚的数据作为最具时代特征的生产要素,为智能化发展带来了新的机遇。煤矿智能化正是将AI、工业物联网、云计算、大数据、机器人、智能装备等与现代煤炭开发利用深度融合,形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能系统,实现煤矿开拓、采掘(剥)、运输、通风、洗选、安全保障、经营管理等过程的智能化运行。

我国煤矿分布地域广泛,地质条件差异较大,水、火、瓦斯、冲击地压等灾害俱全,部分煤矿实现安全高效开采的难度极大。改革开放以来,我国煤炭生产方式历经炮采、普通机械化开采、综合机械化开采,目前正在向智能化开采发展。目前,全国各地智能化示范煤矿的建设也已进入快速通道,大柳塔矿、红柳林矿、门克庆矿、麻地梁矿、塔山矿、东滩矿、赵固二矿等一批煤矿智能化建设走在前列。但作为传统的工业领域,煤炭产业数字基础相对薄弱,数字转型和智能发展的任务仍然非常艰巨。

二、煤矿智能化正向智能系统化、 数字平台化、设备集群化方向发 展,并向全产业链和更高层次延伸

与传统制造业加工对象完全不同,矿山 开采时所开采的地质体的性质与结构尚不完 全明晰,生产过程中必须能够充分预测、预 判和预警,因此对智能化的要求有着显著的 差异。

煤矿丰富的智能化应用场景,包括隐蔽 致灾因素的探查、危险环境因素的预警,以及 采掘现场的设备联动、机电硐室等场所的自动 巡检等。在生产过程中,通过采集、治理、分 析、运用现场各类设备产生的数据,可实现设 备智能联动以及安全生产监测等场景应用。

从发展趋势看,煤矿智能化正向智能系统 化、数字平台化、设备集群化方向发展,并向 包括勘察、设计、建设、开采、洗选、运输、 利用等环节的全产业链延伸。

第一,智能化建设正从单个系统的智能化向煤矿全系统,甚至整个矿区的智能化发展。这要求以工业互联网为基本架构,构建智能化系统。陕煤集团红柳林公司牵手华为煤矿军团,基于矿山工业互联网架构,围绕大数据、云计算和人工智能等新一代ICT技术与煤矿深度融合,先后完成智能地质保障系统、智慧园区与经营管理系统等13大项24个系统构建,其中多个系统已经上线运行。

第二,数字平台成为智能化的基石,可以 沉淀数字资产,让智能化从专业系统集成、部 分业务局部集成,向全面集成应用拓展。过去 很多煤矿在做虚拟化,虽然各个系统集中在 一起,但是系统之间依然相互割裂。基于云的 数字平台可将数据和接口标准化,同时把IT与 OT、新老应用、合作伙伴应用统一集成、统一 管理、统一开发,就像是一座智能化的大型超 市。在煤矿综采面,华为通过自研算法突破性 地解决了短物距、大视差、摄像机位姿动态变化等难题,将井下上百个摄像机视频拼接成连续画面,达到看得全、看得清的目的,同时通过AI技术识别危险的环境、行为,让设备及时做出响应。

部分大型煤炭生产企业采取两层云的架构,处于中心位置的集团云,承载公司级生产和安全监管、全局态势及应急指挥等业务;各个煤矿的边缘云承载了煤矿和选煤厂生产、监控类业务。两层云将集团和煤矿应用实现了分离,边缘部署提供了极高的可靠性,为采掘、煤流、通风、排水等业务提供智能化控制,而中心则可以提供强大的算力,支撑AI训练、智能运销、办公管理等业务。

第三,煤矿设备正从单设备人工近距离 操作、无人远程遥控,向设备集群自适应调控 发展。设备集群控制需要在自主可控的基础 上, 打造统一数据协议的物联网操作系统, 让设备实现即插即用、互联互通, 实现高可 靠、低延时的联动。统一的操作系统不仅是 设备互联互通、联动控制的核心,而且从源 头即各种设备输出格式统一、结构统一的数 据,实现数据入湖,激活这些数据。国家能 源集团神东公司乌兰木伦煤矿, 目前全部设 备已接入华为矿鸿操作系统,主运输巡检机 器人、变电所巡检机器人、皮带机控制器、 泵站电控系统等均实现了远程控制。陕煤集 团柠条塔煤矿形成了采掘机器人群、运输及 仓储机器人群、安控类机器人群、工程作业 机器人群、地面服务类机器人群,建立了机 器人集群协同调度、安全保障、生产协同、 综合管控、精准运维等应用中心,初步形成 了煤矿机器人集群协同调度管控,实现了机 器人的远程监视。

三、夯实煤矿数字化发展基础, 推动煤矿智能化向纵深发展

在数字化时代,煤炭企业的数字化转型如逆水行舟,不进则退。5G、AI、大数据、云计算等数字技术已经对生产关系、生产要素产生了重大影响,运用这些数字技术,加快数字化转型成为煤炭企业构筑竞争新优势

的必然选择。智能化加速煤矿生产模式、生产要素、生产者的"三重变革"。生产模式的变革,意味着从过去的机械化向智能化发展,从过去的人工决策向更高阶段的数字驱动决策发展。生产要素的变革,意味着数据将成为土地、劳动力、资本、技术之外的第五大生产要素,深刻影响产业运行模式。生产者的变革,意味着煤矿员工工作将远离环境恶劣的井下,置身于绿色的智慧园区。

生产模式、生产要素、生产者的"三重变革"将紧随煤矿智能化与信息技术融合的步伐,通过构建精准、实时、高效的数据采集互联体系,建立面向煤炭行业的大数据存储、集成、访问、分析、管理的开发环境和应用环境,支撑相关工业技术、经数据的识模型化、软件化、复用化。通过数据的序自动流动解决复杂生产系统面临的不确定性,不断优化全产业链的资源配置效率,实现从技术应用向更高层次的商业模式创新提升,形成资源富集、多方参与、合作共赢、协同演进的煤炭行业智能化建设生态。

夯实煤矿数字化发展基础,首先要加强 数字化技术创新、标准研制、检测验证、工业 数据等基础能力建设,加快煤矿数字化平台 软件、应用软件工程化开发,实现生产质量分 析与控制软件关键技术的突破;其次要加强煤 矿数字基础设施建设,建设高速泛在、天地一 体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可 控的综合性数字信息基础设施,有序推进5G等 先进网络基础设施建设;第三,还要推动数据 资源标准体系建设,聚焦数据的采集、 聚合、分析等环节,打破技术和协议壁垒,实 现互通互操作,形成完整贯通的数据链,探索 面向业务应用的共享、交换、协作和开放,提 升数据资源处理能力。

数字化、智能化事关煤炭行业高质量发展。煤炭企业应做好数字化转型顶层设计和机制建设,打造一体化数字平台,强化全流程数据贯通,加快全价值链业务协同。广大煤矿从业者应不断增强数字化本领,强化数字化思维,提升数字技能和数据管理能力,持续推动煤矿智能化向纵深发展,更好地服务于构建行业新发展格局。 ←

煤炭企业应做好数字 化转型顶层设计和机 制建设,打造一体化 数字平台,强化全流 程数据贯通,加快全 价值链业务协同。

以工业互联网推进煤炭产业 数字化转型



以数据服务能力为核心,以万物感知、万物互联、万物智能为特征的数字经济时代,正在加速到来,新一轮科技革命正在全方位地改变着社会生产生活方式。在此时代背景下,构建智能化、低碳化、高效化、产业化发展格局,是国能神东可持续发展的战略选择。煤矿的智能化,已经不是一道"锦上添花"的"选择题",而是"雪中送炭"的"必答题"。

文/国家能源集团神东煤炭集团党委书记、董事长 李新华



业互联网关乎工业体系未来发展。 当前,国家能源集团高度重视数字 化转型,大力推进智能矿山建设。 国能神东煤炭(以下简称"国能神东")作为 国家能源集团的骨干企业, 进行了前瞻性、系 统性、战略性谋划,将全力构建能源(煤炭) 工业互联网生态体系、架构体系, 支撑能源体 系的数字化转型。华为公司(以下简称"华 为")是我国信息技术能力最强的企业之一, 煤矿军团作为专业团队, 志在打造世界一流智 能矿山解决方案。国能神东与华为煤矿军团达 成合作,目的就是立足工业互联网,研发攻克 煤矿智能化深层次难题, 打造亿吨级智能化矿 井群"超级工程",引领煤炭行业数字化转 型,把人从复杂危险繁重的劳动环境中解放出 来,进一步提高矿工的体面感、尊严感、获得 感、幸福感、安全感,真正实现"智慧生产、 智慧安全、智慧经营、智慧环保",推动煤炭 行业可持续和高质量发展。

国能神东现状以及智能煤矿建 设中面临的问题

国能神东是我国首个2亿吨煤炭生产基地,现有安全高效的现代化大型矿井13个。国能神东致力于打造煤炭行业智能建设的标杆示范,目前已建成24个智能采煤工作面、26个井工智能掘进工作面和5个智能选煤厂。

但在继续推进智能化建设过程中,国能神 东仍然面临许多问题。

国能神东有1370多家主要设备供应商,10万台各类设备、10余类操作系统、500多种需要适配对接的通信协议。不同的设备装置具有不同的操作系统,同一家供应商不同时期提供的操作系统及应用彼此不兼容,造成设备之间数据共享难,信息互通难,生产作业智能联动难。煤矿智能化建设要构造统一标准、统一架构,建立统一的信息化、智能化作业支撑系统,实现智能化协同作业和生产控制,实现自感知自优化的决策支撑,是国能神东要着力解决的关键问题。

国能神东的安全管理依然靠"人盯人、 人防人、人管人","人物环管"等方面没有 智能预警功能,无法动态、在线超前预判重大 危险源所带来的安全风险。国能神东智能安全管理体系的研究核心是利用AI在线识别已知风险源和不安全行为,自动触发整改电子流,管控整改过程节点,实施整改结果智能评价,实现安全领域快速的信息传递、自感知的风险预测、智能的故障预防、智慧的应急管理。

国能神东缺少与智能煤矿、世界一流企业相匹配的、系统的、全面的智能化经营管理系统。各业务系统间数据不能共享,缺乏统一平台,形成"数据孤岛",让煤矿海量数据陷入"沉睡"。国能神东自主搭建的生产数据仓库2019年上线,截至2022年7月,持续采集2.6万台设备的生产数据1068天,累计存储数据3.68万亿条,今后数据量至少是现在的10倍~100倍。海量数据有收集、整理,但缺乏分析、交互和应用,没有转化成具有智慧决策的支撑力量。国能神东需要建立一套跨部门、跨专业、跨领域、跨层级的"业财联动"的智能化经营管理体系,实现"生产成本实时精准管理"。

实现以上目标,都需要工业互联网作为支撑。工业互联网既是数据标准和运行规则集成的技术体系,更是产业链、供应链、价值链、创新链上下游协同的生态体系。

联合创新,研发能源(煤炭) 工业互联网体系

现阶段,工业互联网可以破解煤矿智能化 建设过程中的关键难题。

首先,解决工业网络实时传输的问题。 实现矿用5G无线覆盖,通过F5G构建井下本 安硬管道,配合工业交换机,确保传输网络低 时延、高可靠。第二,解决生产要素万物互联 的问题。以自主研发的操作系统替代国外操作 系统,实现统一连接协议,统一标准。第三, 解决通信协议标准化问题。推行工控标准协议 EIP,解决协议庞杂对接成本高的问题,打造 《新一代自主可控的工业通信标准》,使设备 间互联互通简单高效。最后,解决数据治理手 段落后的问题。基于统一的数据平台,将大数 据与人工智能相结合,打造煤矿数据架构体系 与能力体系,提升数据治理能力。

2021年5月,国能神东与华为煤矿军团成立了智慧煤矿联合创新项目组,确定联合创新

工业互联网不仅是数据标准和运行规则集成的技术体系,更是产业链、供应链、价值链、创新链上下游协同的生态体系。

趋势洞察 Industry Trends

课题18个,子项目21个。截至目前,国能神东 共投入各部门业务骨干80多人,华为常驻国能 神东创新中心70多人,华为总部投入研发人员 200多人,合作厂家投入160多人,共同进行技 术攻关。

国能神东煤炭集团与华为共同创新并实践的矿鸿操作系统,通过为大大小小的智能终端设备提供统一的操作语言,实现人与设备、设备与设备间的互通与协同,通过万物互联实现终端设备网络化、智能化的协同作业、智能化的生产控制,大大提高了煤矿企业的生产效率及安全管理水平,助力煤炭企业实现智能化生产、数字化运营。

当前,矿山鸿蒙操作系统已成功适配煤矿井下综采工作面的液压支架主控器、工作面通讯控制器、组合开关显示控制器,以及吊轨式、胶轮式等各类巡检机器人共52类设备,2239台套设备。

联合创新的最终目标是为了打造能源工业互联网生态链体系。基于华为芯片、操作系统、数据库、网络设备、云/AI算法模型全套核心技术,打造国内首个煤矿工业互联网生态链体系。同时,打造能源工业互联网平台。设计设备物联、基础工业网络、数据治理、业务应用、网络安全五层架构,基于一套标准体系、一张全面感知的网络,通过"采集交换-集成处理-建模分析-决策与控制"的闭环数据驱动,实现"智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸"的生态智慧运营。

工业互联网是实现煤矿数字化 转型的重要基础

数字经济时代,数据是核心生产资料, 算力是生产力,工业互联网组织了新的生产关 系,使得大数据和AI成为重要的生产工具。工 业互联网构建的数字产业大生态,将推动能源 产业发展模式、生产方式深刻变革,为行业智 能化建设、数字化转型提供强大支撑保障。

事实证明,加速工业互联网的应用落地, 将深刻地改变煤炭产业的产业形态、价值形态 和交易结构,实现煤炭产业的数字化转型,实 现数字经济与能源经济融合发展,实现煤炭稳定供应、安全态势平稳、经济持续发展、生态环境保护的高度协同,创造以工业互联网建设为标志的"煤炭工业文明"。

经过数字化转型,煤矿将以"业务数字化、数字能力化、能力平台化、平台生态化"为主线,以"安全、高效、绿色、智能"为目标,实现煤矿全体系、全链条、全流程、全要素的端到端(E2E)数字化智慧运营,主要体现为:

- 1. 通过"泛在的连接",对人、物、设备、系统、环境各类要素数据进行全面采集融合,实现人-机、机-机万物互联的数字化。
- 2. 通过"平台化的服务",实现煤矿生产海量数据的存储、管理、计算与分析,挖掘数据价值,支撑煤矿各种安全生产应用,实现平台服务的智能化。
- 3. 通过"知识的积累",将基于煤矿生产 实践的数据分析能力变现成知识,进行固化、 积累、共享与复用,提升知识的价值创造能 力,实现行业知识的智能化。
- 4. 通过架构解耦与微服务化能力,借助平台的各种资源、生态体系,广泛实践于工业应用,营造更大规模的生态化应用场景,实现迭代创新的智能化。

未来的煤矿将是智能化的生态体系,以工业互联网为核心,通过煤矿泛在全时域的数字化转型,实现煤矿连接数字化到生产数字化,安全数字化到运营数字化,管理数字化到决策数字化,创新数字化到生态数字化,绘就煤矿"向产业生态化要能力、向系统数字化要价值、向生产智能化要效率、向经营智慧化要效益、向运营服务化要发展"的美好蓝图。

在国家能源集团的大力支持下,神东煤炭集团和华为煤矿军团已达成战略共识,进一步明确了合作方向。目前鸿蒙操作系统应用已经在神东取得实质性进展。面向未来,神东将在国家能源集团总的工作框架体系下,构建"智能化生产、数字化运营、平台化发展、生态化协作、产业链协同"的发展新格局,赋能行业智能化建设和数字化转型,为国家能源安全和行业高质量发展积极贡献力量。

数字经济时代,数据是核心生产资料,算力是生产力,工业互联网组织了新的生产关系,使得大数据和AI成为重要的生产工具。

拥抱ICT,智享矿山未来

煤矿智能化是煤炭行业高质量发展的核心,其目标是提升采煤效率,解决生产安全问题,实现井下少人、无人化。煤矿智能化发展,必须依赖5G、F5G、云、大数据、AI等ICT技术,实现智能化的实时感知、交互通信与决策控制,从而释放更多的生产力。



文 / 中煤能源集团首席专家 朱林

矿智能化是煤炭行业高质量发展的核心,而煤矿的进化需要在经历机械化、自动化之后,才能到智能化。虽然我国煤矿智能化已提出多年,但众多煤矿仍未能实现数据的自动化采集,这在一定程度上为我们智能化的进程带来阻碍。中国煤矿必须拥抱大数据技术,建立起实时感知的智能化,突破联合组网障碍,通过智慧大脑实现安全管理和高效发展。

云、大数据、AI等是智能化的必备条件,但就实际情况来看,国内的任何一个煤矿都不具备大数据的条件。因为井下环境、设备、生产等大量数据并不是通过自动化,而是通过人工的方式采集。人工采集的数据作为智能化控制系统的决策依据并不科学,存在不连续、不完整等问题。

所谓的大数据技术,必须在数据报表的自动化采集、积累的基础上,才能支撑起系统的自主分析、决策与控制。实现智能化的前提是要让设备自我感知,即传感器替代人工收集,同时,让人眼视觉识别变成AI机器识别。

只有实时感知,才是智能化

煤矿智能化要求矿山透明,透明矿山是 让高精度的三维物探把整座矿山的各种构造查 清,要做到这点只有依靠先进的通信技术。矿山是动态的,只有让设备连网进行数据采集和传送,实时把数据汇入数据湖,智能化决策系统才能知道井下每一寸地方正在发生的事情,从而做出决策。但一些所谓的智能矿,设备在线率仅有40%~50%。设备不在线无法实现智能化控制,更无法联动。

如何解决设备实时在线的问题?答案是有线和无线综合的网络覆盖以及设备自主组网。

有线网络虽然覆盖距离更广,但它是插拔式的,而运输设备分散,且经常处于移动状态,线路容易折断,可靠性差。比如,在综采面由于采煤机、电液压支架、刮板运输机时刻处于运动状态,传统的光纤经常折断。

把井下的光纤网络与5G、WiFi-6等结合起来,让每台设备无线上网,减少接插件的数量,网络可靠性将大幅提升。我们可以把无线接入点、基站融合到井下的各种设备中,采煤机、液压支架等都可以成为各种无线网络的接入点、基站,因为这些设备本身就已经有电源、有防爆盒。

同时,建立了足够的接入点后,需要让设备之间实现自动组网。这样,即使掉线,也可以自我修复,大幅提升了在线率、保障设备的可靠性。

目前这类技术已经被成熟应用, 如各类



Wi-Fi模组、5G模组、蓝牙模组、T-Box等。 Wi-Fi模组与华为HiLink等生态平台的结合,正 在智能家居中大放异彩。只需嵌入一个小小的 Wi-Fi模组,就能实现智能化改造,拥有智能控 制、互联互通互动以及安全等关键能力。而且 智能化的改造成本、门槛非常低,只需在华为 HiLink的开发者平台上,"一站式"地完成软件 和应用开发即可,效率高、周期短。

联合组网,突破障碍

关于建设智能煤矿的一个重要的思路,就是进行煤矿井下的联合组网。联合组网主要分为两个维度:第一是无线网络和有线网络的融合,保障设备的高在线率,实现煤矿的全面感知,智能联动;第二是专网的融合,就是井下的多种业务系统使用一张网来承载,在保障各个系统能够稳定独立地运行前提下,业务系统之间的数据可以按需灵活交互。

当前,煤矿井下环网的数量众多,有瓦斯监控专网,还有有线调度通信专网、广播通信专网、机电控制专网、视频监控专网等等。不同网络系统之间均为独立规划建设,设备各自独立供电,通信链路分离,互不联动。这种专网专用成为智能化最大障碍,急需突破。

形成专网专用的原因,是此前采用的 传统工业以太网容易引起网络拥塞,严重的 还会发生丢包。像瓦斯浓度检测这样涉及生 产安全的系统,跟其他的业务跑在一个网络 上,是不被接受的。

随着网络技术的进步,融合网的可靠性早已远远超过专网。当前,像华为等厂家提供的基于SDN架构的矿山融合IP工业网设备,骨干网络带宽达到50Gbps,并支持平滑升级到100Gbps,满足5~10年井下各类不同业务的带宽诉求。其中的网络切片技术,就是IP硬管道,如同在一条宽阔的马路上划分出一条条专用的BRT通道,

让不同的网络切片承载不同的业务, 可以 保障瓦斯监控、工业控制、语音通讯等高 优先级业务流量不受其他业务流量突发变 动的影响, 使得远程控制更加平滑流畅, 语音和视频更加清晰、实现井下业务的可 靠诵信。

融合IP工业网的切片技术和5G无线网络 的切片技术一致,可以无缝连接,实现真正 一张网。对于网络的管理,通过iFIT随流检测 技术、网络的健康度、业务流量的传输质量 都可以在集控中心的大屏上看得一清二楚。 一旦业务的传输质量发生下降,工作人员可 以进行预测性的分析维护,几分钟就能定位 到网络哪个位置发生了问题, 无需运维人员 下井逐一插拔光模块查找问题, 极大地提升 了运维效率。

未来,随着智能煤矿应用的不断叠加, 每新增一套系统就新增一张网络的方式难以 延续。不同系统的网络设备独立安装,独立 供电,会给煤矿带来了极大的资源浪费和多 节点的设备故障隐患。另外, 专网数量多, 网络运维的难度快速上升, 虽然井下生产不 断在减人,但是网络运维仍需要人员频繁下 井,这与少人、无人的发展趋势也是背道而 驰的。所以,必须要进行网络的联合。

煤矿井下大量专网的存在,抑制了煤 矿数据的自由流动, 阻碍了煤矿智能化的发 展。因此,建设智能煤矿,就应当跳出传统 煤矿建设的条条框框,充分借鉴信息通信行 业的优秀成果,为智能煤矿建设加速。

智能矿山需配置智慧大脑

真正的智能矿山,需要人工智能和大 数据分析支撑的智慧大脑,并配置两级智 慧大脑,一个放在井上集控中心,一个放 在井下设备列车。

比如, 把瓦斯采集系统安装在采煤机上, 瓦斯浓度高了,设备停止工作,但是瓦斯抽走 了,设备却不能再次自启动,需要人工去操 作。根本原因是没有一个智慧大脑去判断、采 煤机是否满足再次启动条件,需要人去分析和 判断。这样的非实时性业务,可以把智慧决策 大脑放在井上集控中心。

又比如, 井下水位管理和系统联动场景。 与人工相比, 机器对数据的采集、分析、决 策、控制,能让整个环路更及时、可靠、高 效。井下的水都要进水仓,如果某一刻,水仓 的水位突然异常,那么可以确定井下某些地方 出现问题了。此时,智慧大脑会让设备及时停 止作业,并根据井下的全局数据,找出问题所 在。这种对实时性要求极高的智慧大脑,可以 放在井下设备列车上。

目前行业正在大力研发推进三机联动场 景。过去,算力和通信速率都严重不足,虽 然实现了三机联动,但是延迟非常大。20年 过去, 国内自主研发的芯片和硬件已经达到 了很高的水平。华为矿鸿操作系统通过对三 机的改造, 让讨往三个分开的大脑, 变成一 个以采煤机为核心的超级大脑,协调和决策 支配其他设备的联动,这就是对实时性要求 高的智慧大脑发挥作用的最合适的场景。

煤矿工业互联网平台是ICT技术与煤矿行 业实际业务深入融合的结果。这种融合以数字 平台、物联网平台为基础,通过携手工业应 用、设备厂家,打通跨系统业务数据流、生产 数据,构建数字孪生。基于统一的数据平台和 数据标准,人工智能和大数据分析等就能为智 能决策给予极大支撑。华为矿鸿作为"超级终 端"的智慧大脑,不仅能够实现人机互联、机 机互联、万物感知,而且支持煤矿行业统一架 构,实现不同厂商各个设备下的统一管理,为 煤矿设备智能协作提供业务基座。

行业一致认同的"统一标准、统一架 构"的煤矿工业互联网架构还在进行中,但 全面煤矿智能化的进程有望在10年之内完 成,信心源于以下两点:第一,ICT技术在 飞速进步,智能化的成本不断下降;第二, 中国在2030年"碳达峰"之后,煤炭总产量 必然会不断减少, 非燃料的煤炭的价值随之 提升,企业为增加效益而实现智能化也是必 然选择。❶

建设智能煤矿,就应当 跳出传统煤矿建设的条 条框框, 充分借鉴信息 诵信行业的优秀成果, 为智能煤矿建设加速。

基于三个统一,实施七大转变,驶入智能矿山建设快车道



如何将数字技术深度融合到煤矿生产流程中,推进智能矿山建设驶入快车道,最终实现煤矿工人穿西装打领带采煤?华为成立煤矿军团是数字技术面向实体经济主动向前迈出一步,探索数字技术与实体经济融合的典型实践模式之一。

文 / 华为公司高级副总裁、煤矿军团董事长 邹志磊



前,我国数字经济与实体经济深 度融合,以数字技术赋能传统行 业转型正驶入快车道。抓住数字 经济发展的战略机遇,把我国数字产业的领 先优势与我国工业的丰富场景、海量数据相 结合,是促进行业数字化高质量发展的关 键。华为成立煤矿军团,是数字产业面向矿 山行业主动向前迈出的重要一步,探索数字 技术与实体经济融合的实践。

近年来,我国煤矿智能化建设取得了跨 越式发展。首先,得益于一系列政策牵引。 如2020年国家发改委等八部委联合印发 《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》, 为智能矿山建设提供了政策支持。第二,离 不开先进煤炭生产企业加大智能化科研投 入,引领行业创新加速。第三,智能矿山产 业生态和标准日趋完善。在行管部门、协 会、煤矿企业、科研院校共同努力下,技术 创新和标准工作取得了长足进展。尤其在标 准制定方面, 国家矿山安全监察局推动制定 了智能化控制系统、生产辅助系统等92个 相关领域的标准,指导在全国信息化技术标 准委员会大数据标准工作组下成立矿山大数 据行业组,并组织编制《智能化矿山数据融 合共享规范》等, 矿山智能化标准体系进一 步完善。

"三个统一"的智能矿山工业 互联网是加快智能矿山高质量 建设的核心

进入工业互联网时代, 华为煤矿军团和 大型煤炭生产企业、行业伙伴在矿山智能化 建设实践中,探索出"统一标准、统一架 构"的智能矿山工业互联网作为煤矿智能化 的必经之路,通过"统一数据规范"充分发 挥数据作为核心生产要素的价值已经成为行 业普遍诉求。

矿山智能化的本质就是工业互联网,这 意味着需要分层解耦、平台共享、能力共 建、生态繁荣,才能实现行业知识和场景 经验更快捷地在行业内被广泛调用。行管部 门、煤炭生产企业、装备制造商、应用系 统开发者, 纷纷以开放的姿态参与标准、 架构、协议的联盟或组织,共同推动创新合 作, 促进智能矿山建设高效地规模化开展。

智能矿山工业互联网架构的核心是要构 建统一标准、统一架构、形成统一的数据规 范,这已经成为行业普遍的共识。首先,在 统一标准方面,行业参与者发挥各自优势, 基于统一的标准促进能力共建并广泛共享, 加快智能化建设的速度、加大创新的深度: 其次, 工业互联网继承了消费互联网部分基 因,在确保"方向大致正确"的基础上,参 考丁业互联网的架构, 基于统一的平台进行 敏捷开发与迭代, 赢得创新先机; 再次, 统 一平台打通多烟囱式系统,以统一的数据规 范将数据快速、高效地统一入湖,数据在企 业内和行业内跨系统、跨领域流动, 向下统 一接入装备和终端, 向上使能各类应用。华 为以自身ICT技术的优势、联合国家能源集 团打造矿鸿物联操作系统、设计行业数据标 准,解决行业的难题。

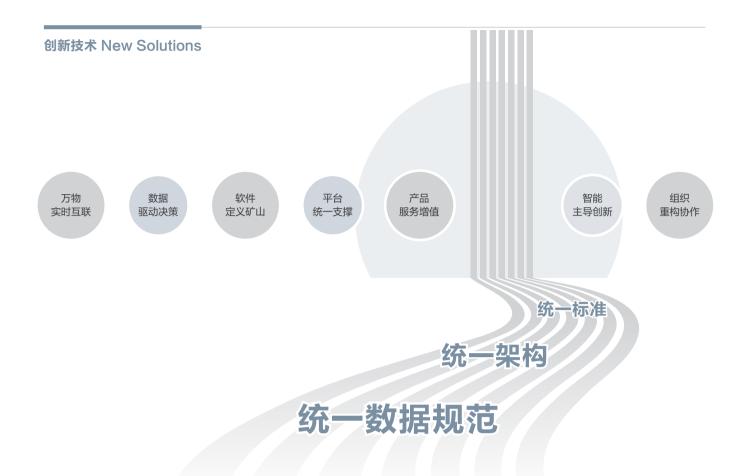
落实 "七大转变"建设智能矿 山工业互联网、驶入智能矿山 快车道

众所周知, 矿山行业具有生产环境复 杂、作业场景多样、装备资产厚重、知识经 验丰富等特点,智能矿山建设是一项复杂的 系统工程。实践经验表明,通过实施"七大 转变"能够加快智能矿山工业互联网落地。

1. 万物实时互联, 是智能矿山工业互联 网的基础。

万物互联是数字世界和物理世界交互的 触点,是智能化决策的数据源头。将煤矿工 人、装备、环境、数据和应用通过网络连接 在一起,实现全面互联、实时感知、可靠传 输、自动控制,进而支撑全企业和全产业链 的生产工具、生产方式的变革。因此,不仅 要求各类设备具有智能化的能力,而且要具 有泛在的联网能力。

讲入工业互联网时 代, 华为煤矿军团和 大型煤炭生产企业、 行业伙伴在矿山智能 化建设实践中探索, 找准"统一标准、统 一架构"的智能矿山 工业互联网作为煤矿 智能化建设的必经之 路,通过"统一数据 规范"充分发挥数据 作为核心生产要素的 价值已经成为行业普 遍诉求。



矿鸿不仅是一个矿山行业万物智联的操作系统,还提供了一套行业数据协议。一方面将各类煤矿装备智能化,提升设备在线率,使更多设备"能说话";另一方面在数据产生的源头就统一了设备对话的语言,使设备"说普通话",快速使能设备和数字台集成。矿山新网络作为数据流动通道,是基于矿山场景来打造的通信方案,满足在矿山场景应用的安全性、易安装、易维护、易管理需求。在确保网络性能基础上,让智能矿山建设更高效、更安全。

2. 数据驱动决策,全领域、全流程、全 周期的数据流动支撑决策。

数据作为一种新型生产要素,决定企业资源的优化配置效率,引领生产方式和产业模式的变革。数据驱动的本质就是以生产全过程、全产业链、产品全生命周期数据的自动流动,优化资源配置、实现提质增效降

本,驱动企业创新。

首先,大数据的关键是多维数据的融合,有效数据汇聚越多越全则价值越高。通过连接各类煤矿装备、数据统一入湖,开展数据治理,融合人员、采掘、主运输、通风、供排水、通信、视频、告警等数据于一体,可以实现对煤矿生产态势的全面感知及智能调度管理。

其次,"数据驱动决策"在企业流程中 应用越早越广,则综合成本越低、效益越高。

再者,建立全流程、全生命周期的数据 运营机制,从源头确保数据质和量,确保数 据价值变现。

3. 软件定义矿山,软件2.0才能从根本上 解决煤矿场景多样、环境复杂的挑战。

矿企在机械化、自动化过程中积累了大量宝贵资产,如大型装备的重资产、大量行业经验、工艺和知识等无形资产。软件作为

经验和知识的载体,是物理世界运行规律的 数字表达形式。软件定义装备、软件定义作 业流程,将有形资产和无形资产沉淀为一个 个模型, 形成海量的软件资产使设备发挥新 的价值, 使经验知识通过工业互联网得到广 泛应用。

传统软件开发基于明确的需求进行设 计、开发和测试,如传感器检测到瓦斯浓度 达到规定的阈值即发出相应告警。然而,正 如汽车自动驾驶需应对天气、路面、行人、 车辆等多种复杂的周边环境一样,煤矿井下 环境同样存在多变性、复杂性等特点,这些 特点决定,未来的应用不能像传统软件开发 一样,由程序员来指定软件如何运行。软件 2.0将成为解决这些场景难题的钥匙,即在 需求不完全明确的情况下, 通过少量的代码 +大量的数据集进行深度学习,反复迭代、

生成新的代码和软件,不断学习和优化,做 出准确的分析和决策。软件2.0有望从根本 上解决井下复杂场景的难题,驱动智能矿山 建设向更深层次、更大规模推进。

4. 平台支撑的协同、构建跨系统、企 业、行业协同的平台。

工业互联网平台是面向工业数字化、网 络化、智能化的底座,构建基于云边协同的 海量数据采集、汇聚、分析的体系, 形成企 业、行业信息汇聚和交换的枢纽,支撑生产 资源泛在连接、弹性供给、高效配置。

智能矿山工业互联网基干统一的平台融 合数据和模型,提供云原生的智能化服务, 即"数据+模型=服务"。统一的平台支撑 多源数据的跨系统融合, 与平台的设备模 型、机理模型、业务模型结合,广泛应用

软件2.0有望从根本上 解决井下复杂场景的 难题,驱动智能矿山 建设向更深层次、更 大规模推进。





于经营与管理、设备故障诊断与健康管理、 生产质量管理、生产效率优化、装备效能优 化、生产安全等工业场景,实现管理优化、 生产提质增效、增安降耗。

5. 服务增值、产品再造,装备、业务及 经验服务化,共同创造行业新价值。

随着数字技术的普及,以提供产品为核心 的传统业务模式正在向提供"产品+服务"的 模式转变。而服务增值则指企业在产品上添加 智能模块,将产品联网并实时采集运行数据, 并利用大数据分析提供多样化智能服务,释放 存量装备生产系统的价值,实现产品再造。

在煤矿智能化建设中, 服务增值主要体 现在三个层面。一是装备服务化延伸,装备 企业基于工业互联网提供智能化服务, 如预 测性运维、备件管理、生命周期管理等,减 少检修或故障停机时间,帮助矿企降本增 效: 二是业务服务化, 矿企将自身的优秀场 景经验和知识,基于ICT技术开展创新,开 发成智能化系统和应用,提供给更多的矿 企,将生产经验变成新的收入:三是应用智 能服务提效,矿企部署基于大数据、AI等新 技术的智能化应用提升企业效益, 如智能巡 检、智能监测等。

6. 人工智能主导,人工智能大规模"下 井",少人则安,无人则安。

智能矿山未来的趋势是在提升效率的情 况下,用人工智能替代人从事危险工作、重 复劳动,沉淀专家经验。在采矿业,工业互 联网不仅要满足面向企业智能化运营决策, 还要满足多种生产场景的智能化分析需求。

AI作为新兴技术,为行业提供的是硬 件、框架、算子等通用能力。然而行业场景 是专用的、海量的,AI技术的通用性和行业 场景的专用性、多样性存在天然的裂谷。要 跨越这条裂谷就必须降低AI开发门槛,实现



AI应用"工业化生产"。华为盘古矿山大模 型提供AI开发的基础能力,打造AI在矿山行 业高效率、大规模开发的平台,与矿企、伙 伴联合创新,一个一个场景迭代,覆盖矿山 成干上万个模型, 最终实现全系统智能化。

7. 组织重构,企业内、行业内不同组织 跨界协同,场景、装备、人工智能技术 跨界融合。

工业互联网为对传统企业提出敏捷的诉 求,虚拟化、扁平化、生态化的组织和业务形 态成为趋势,企业必须在组织和流程上做出及 时响应,建立具有弹性、适应性、差异化的新 型组织,以适应企业环境的快速变化。煤矿军 团的运作模式就是一种组织重构,是多兵种合 成作战模式,这种模式将有效融合行业的场景 经验、装备能力、AI技术,将数字技术带入矿 山行业、融入实体经济。

华为煤矿军团成立以来,坚持以"为行

业找技术"为目标,不仅从华为内部找技 术,也从行业找技术。基于ICT技术平台, 依托开放合作的智能矿山生态,融合场景经 验、装备硬件和AI技术,孵化海量智能化能 力,促进优秀能力被广泛调用。

华为煤矿军团以"少人无人、安全、高 效"采矿的愿景驱动,把握工业互联网的特 点,与行业共同努力,基于"三个统一"落 实"七大转变"推进智能矿山工业互联网建 设,将数字技术深度融合到矿山生产流程 中。为此,我们不仅将持续投入技术创新, 也将以更开放的平台,广泛联合生态伙伴和 科研院所, 共同服务于矿山智能化建设。同 时,华为煤矿军团还将分享自身技术,与行 业优秀伙伴一道积极参与标准的完善, 切实 将"统一标准、统一架构、统一数据规范" 落到实处, 进一步释放智能矿山工业互联网 在行业的价值,最终实现"煤矿工人穿西装 打领带采煤"。 ⊋

5G 远控, 开启机进人退的"煤"好生活

——内蒙古智能煤炭有限责任公司采煤机 5G 远程控制商用纪实

内蒙古智能煤炭有限责任公司作为5G实践的先锋,提早布局,攻克难关,最终在综采面核心生产环节上实现了5G远程控制,并保证它长期常态运行,在煤炭行业"少人则安、降本增效、为矿工谋幸福"的道路上迈出了坚实的一步。



内蒙古智能煤炭有限责任公司 党委书记、董事长 吴劲松



华为运营商 BG XtoB 工作组 张艳辉



图2 2022年麻地梁煤矿航拍

蒙古智能煤炭有限责任公司位于内蒙 古准格尔旗西南部,是由皖北煤电集 团控股的现代化企业。从呼和浩特驱 车200公里来到此地,全程需3个多小时,一路 沟壑纵横, 犹如大地的脊梁, 雄壮而沧桑。

内蒙古智能煤炭有限责任公司的麻地梁 煤矿,为井工煤矿,核定生产力800万吨/年。 矿井于2017年开始智能化建设,2019年4月10 日,公司获批内蒙古自治区第一批智慧矿山试 点示范企业,煤炭企业仅此一家。作为5G实践 的先锋,我们早在2019年10月就在地面部署了 5G网络,开展5G高清视频及主斜井皮带机巡 检机器人5G组网试验: 2020年6月在井下部署 了5G网络,将5G应用于矿山最核心的生产系 统——采煤机5G远程控制。

煤矿地处偏远, 井下工作环境恶劣, 员工 年龄老化、从业人员断档严重是煤炭行业潜在 的危机: 40岁以上占比高达63%, 30岁以下仅 占11%,煤矿招工难已开始显现。

安全是煤矿的刚需和底线。煤矿井下环境 封闭、条件复杂,冲击地压、瓦斯爆炸、透水等 事故多发。2020年,中国每开采百万吨煤死亡 0.059人, 虽然较2016年大幅下降63.6%, 但煤 矿事故仍然频发,2020年死亡225人。

近几年来, 内蒙古智能煤炭有限责任公司 麻地梁煤矿一直致力于借助5G等数字技术,助 力传统煤炭行业转型升级、克服行业危机,实 现可持续发展。

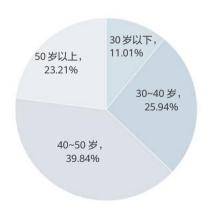


图3 煤矿从业人员年龄分布 来源:现代商贸工业,2020.8

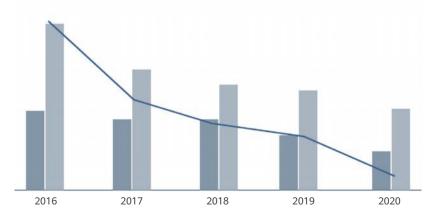


图4 安全事故逐年减少,死亡率大幅下降 来源:国家应急管理部、国家矿山安全监察局、中国煤炭工业协会



图5 麻地梁煤矿综采面

一、为什么选择 5G 技术对采 煤机进行远程控制?

井下的综采面是煤矿生产的核心环节, 所有的煤都从这里开采然后进行转运。传统 综采工作面灯光昏暗、噪声轰鸣、灰尘潮 湿,这里既是整个煤矿最核心的生产环节, 也是井下最危险的地方之一。现在,5G低时 延让地面远程控制成为可能。工人的工作环 境可以从恶劣的地下,转到舒适,明亮,干 净的地面集控中心。

在许多场景中,比如采煤机割煤,采煤机 时刻处于移动状态,远程控制对时延要求极其 敏感,过去我们曾经探索过其他的技术,光纤 有线易折断,而无线技术,如4G和WIFI又有 时延高、不稳定的情况,会造成采煤机停机保 护,生产中断。

因此,从矿方的角度来看,5G远控的商用标准是: 1. 从井上直接遥控井下; 2. 保证5G远控长期常态运行。

然而,即使是5G技术,最初也不能很好地适应井下环境。综采面环境复杂,充满不确定性,例如:采煤机割煤,每刀800mm,液压支架跟机移动,可能会出现后面的5G信号被前面的支架遮挡,甚至造成非视距的情况;另外,还存在诸如采煤工作面金属物多,"多镜效应"导致5G网络不稳定等情况。麻地梁在2020年9月

便完成了采煤机5G组网对接、控制试验,但由于使用5G CPE单链路远程控制的方案时,出现了时延不稳定情况,导致采煤机频繁地停机保护,既影响了生产,也影响了麻地梁对5G的信心。为此,华为公司作为牵头人,大力开展矿用5G技术的难点攻关,保障5G应用场景落地,避免大部分煤矿企业知难而退,拒绝5G。

2021年3月30日华为协同多方伙伴进行了入井检测,发现综采面5G网络时延波动大,甚至偶尔会跳变到上百毫秒,哪怕发生一次大时延跳变,采煤机就会触发停机保护。作为煤矿最核心的生产设备,采煤机是煤矿的生命线,如何保证它的5G远程控制稳定运行至关重要。

二、5G远控商用是如何实现的?

面对挑战,在华为、麻地梁煤矿、运营商、终端&工程厂商、装备厂商的五方协同下,通过四大举措,大力开展矿用5G技术的难点攻关,全球首个采煤机5G远控商用得以实现。

1. 5G远控技术创新-AR双发选收

合作方:华为+麻地梁+装备厂商(上海天 地)+运营商(内蒙移动)

5G虽然提供了低时延,但稳定可靠的低

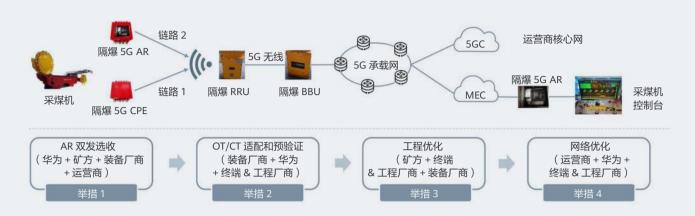


图6 采煤机5G远程控制总览图

时延才是5G远控商用的核心。综采面环境复 杂,实践证明,无线单链路无法保证远控稳定 运行。

华为通过独有的AR双发选收技术,为5G 控制提供稳定可靠的低时延,使能矿山远程 控制类业务。AR双发选收技术,在发送端对 控制流进行复制,利用两个空口冗余发送相 同的报文; 谁先到达接收端就选择哪一路报 文,从而实现"系统级"时延最优,克服某 一路空口突发大抖动影响, 实现时延的稳定 性大幅提升。

2. OT/CT适配和预验证

合作方:装备厂商(上海天地)+华为+终 端&工程厂商(上海山源)

为了现场高效实施, 把对生产的影响降到



图7 麻地梁煤矿综采面

最低,采煤机的5G远控在煤矿部署之前,必须 在实验室搭建模拟环境,进行预验证。在该项 目中,上海天地提供采煤机控制单元、上海山 源提供矿用5G CPE, 华为提供AR502H-5G和 5G专网,三方联合进行测试验证。

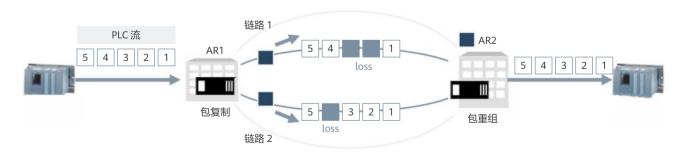


图8 AR双发选收原理图

创新技术 New Solutions

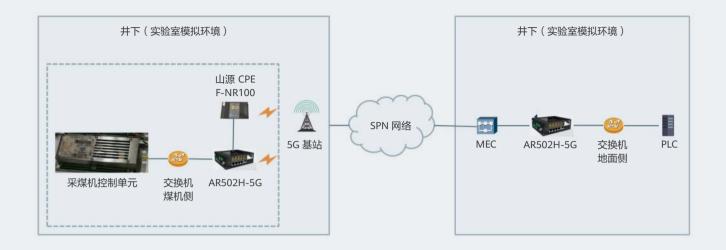


图9 实验室预验证组网图

首先是OT/CT网络打通,然后是双发选收功能验证、主备倒换门限测试、采煤机停机保护真实门限验证(这个将决定在实际环境中最恶劣的RTT时延上限);还需要装备厂家做OT参数调整和版本迭代,如初始验证是基于5G为主、光纤为备的方案,但采煤机控制链路会在5G和光纤频繁回切,产生乒乓效应,从而导致系统挂死,因此需要修改采煤

CPE 平板天线

6米

图10 麻地梁煤矿综采面

机内部交换机的5G检测机制和优化链路倒换 门限等。

3. 工程优化

合作方:麻地梁+终端&工程厂商(上海山源)+装备厂商(上海天地)

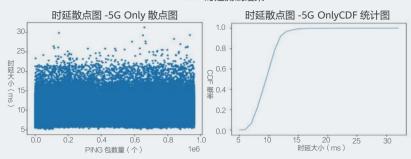
实操过程还必须考虑工程因素。包括隔爆5GAR、隔爆CPE需要安装在采煤机腔体内部并做减震处理;另外,5GAR和CPE外置天线支架的设计要考虑可安装性;为了尽量保证两路无线信号的差异性,5GCPE和5GAR天线要拉开一定距离(如麻地梁两者间隔6米);还需要做AC/DC转换给AR和CPE供电(如麻地梁220VAC/24VDC转换)等。

4. 网络优化

合作方:运营商(内蒙移动)+华为+终端 &工程厂商(上海山源)

实践证明,网络优化必不可少。首先需对 井下工作面无线环境进行路测摸底;并根据摸 底情况进行天线调优、参数调优,保证综采面

RTT 时延测试结果



网络抖动测试结果



图11 测试结果数据(备注:纵轴单位为秒,采煤机每40ms发送一个检测报文。)

处于一个较优的无线环境。

2021年8月5日,采煤机5G远控完成所有安装、调测,启动试运行。由于没有先例,我们战战兢兢,采煤机5G远控能否稳定运行,唯有交由时间来验证。与此同时,我们和华为、内蒙移动合作,对网络指标(RTT时延、抖动、RSRP等)进行了50天的持续跟踪,测试效果良好,期间采煤机实现"0"中断的正常运行。该系统稳定运行,标志着5G远控正式走向商用,在煤炭行业"少人则安、降本增效、为矿工谋幸福"的道路上迈出了坚实的一步。

三、5G 远控的价值

2021年9月29日,工信部连线麻地梁矿,我们汇报了5G智能化建设的情况,尤其是采煤机5G远控的商用情况,获得工信部的高度认可;2021年11月7日,经过为期3天的严格对标检查,内蒙古自治区智能化矿山评估验收组及专家组一致认定:麻地梁顺利通

过智能化矿山评估验收。采煤机5G远控在智能化验收中成最大亮点,我矿产能由500万吨/年提升到800万吨/年。

麻地梁煤矿的5G远控正式商用,拉开了5G进入矿山核心生产系统的序幕,也给我们带来了切实的价值。

少人: 单个采煤工作面入井减少9~15人;

降本: 光电复合缆节省600米/工作面,节 省成本60万元/年/工作面:

提效: 采用煤机5G远控,避免了光纤断裂导致生产中断,确保了设备开机率,增加了产能和产值:

提升员工幸福感: 综采面采煤机司机等工种,他们的工作可以从恶劣的井下,转到舒适、明亮、干净的地面集控中心。

麻地梁采煤机5G远控常态化运行,极大鼓舞了煤矿行业对5G进入核心生产系统的信心。进入2022年,5G矿山在中国已经呈现燎原之势,相信5G将进入更多矿山核心生产系统,为矿企带来切实价值,为传统行业的数字化转型贡献力量。**①**

华为矿鸿: 开辟煤矿智能化建设新纪元



华夏天信与华为基于矿鸿数字平台展开深入合作,充分发挥双方优势,共同打造了以矿鸿为核心的智能矿山解决方案。本文重点讨论基于华为矿鸿的智能矿山建设架构设计、合作规划及其矿鸿物联应用实践。

文 / 华夏天信智能物联股份有限公司实控人 李汝波



能化开采已成为我国煤炭工业的第四次技术革命,是煤炭业落实"四个革命、一个合作"能源安全新战略,实现高质量发展的必由之路。

为助力煤矿实现数字化、智能化发展, 华 为技术有限公司(以下简称,华为)于2021年 成立了华为煤矿军团,依托其自身在信息与通 信技术 (ICT, information and communications technology)方面的领先优势,创造性地提出了 "一网一云一平台"的智能煤矿总体架构:在 此基础上, 国家能源神东煤炭集团携手华为于 2021年9月14日推出了华为矿鸿,为智能矿山 建设赋能。华为矿鸿是对"一网一云一平台" 架构的继承和迭代升级,具有里程碑意义,开 辟了煤矿智能化建设的新纪元。基于华为在ICT 方面的强大赋能能力,以及华夏天信智能物联 股份有限公司(以下简称:华夏天信)在煤炭 行业多年积累的专业经验, 在第十九届中国国 际煤炭采矿技术交流会及设备展览会上, 华为 与华夏天信双方共同推出了以矿鸿为核心的智 能矿山解决方案,本文重点讨论基于华为矿鸿 的智能矿山建设架构设计、合作规划及其矿鸿 物联应用实践。

一、华为矿鸿是什么?

煤矿智能化建设的核心业务是装备智能化及其工业物联网连接,然而煤矿井下的设备来自不同的厂商,每个不同的系统都有自己的接口与协议,甚至存在不同的数据库与操作系统,这导致系统间互通、对接与协同十分困难,且不自主可控。

华为矿鸿是基于鸿蒙操作系统,面向煤矿工业领域打造的工业互联网平台;是新一代通信技术、云计算、人工智能和大数据技术等,与煤矿工业领域的实际业务进行深度的有机融合;是真正国产的自主可控的煤矿行业终端设备操作系统。华为矿鸿系统首先定义物联接口规范:统一接口,统一数据格式,简化互联,实现矿山设备超级互联;其次建立数据标准和框架:通过标准协议框架,进一步形成一套煤矿物联和数据标准;最终将所有数据汇入统一的"数据湖",支撑煤矿领域各业务的数据应用与价值挖掘。总之,华为矿鸿系统向下

可实现对各种软硬件资源接入、控制和管理; 向上可提供开发接口、存储计算及工具资源等 支持,并以工业APP的形式提供各种各样的服 务。基于此平台,华为携手工业应用伙伴以及 装备制造伙伴,为用户提供工业互联网整体解 决方案。

二、基于华为矿鸿的整体架构

华为"一网一云一平台"的智能煤矿总体架构,是基于统一的基础网络、统一的云计算服务与统一的数字管理平台,可实现煤矿全业务融合与管理,这是IT与CT的融合;与此同时,华为矿鸿的推出,也实现了与OT(Operational Technology)技术的融合。智能矿山就是将IT、CT和OT技术深度融合,并将融合成果在矿山领域全面应用。简而言之,就是ICOT技术在矿山领域的全面应用。

华为矿鸿整体技术架构分为四层,即矿鸿物联层、基础设施层、数字平台层与智能应用层(图1)。

一是矿鸿物联层:利用矿鸿操作系统统一并上井下感知设备的操作系统与数据标准,实现感知设备之间的实时互联,全面感知人、机、环等安全生产要素的位置、状态,并实现设备的智能控制。

二是基础设施层:主要包括自主可控的云服务平台和网络传输设施等。其中,网络基础设施主要构建统一的工业承载网,并提供多样化接入方式;云服务平台采用华为云计算等技术,统一承载矿山全场景业务。

三是数字平台层:智能矿山建设的核心, 关系到数据的接入与应用的扩展,具有良好的 开放性与可扩展特性,向下实现各种感知数据 的接入,向上为智能矿山开发提供各种服务, 实现煤矿应用使能、数据共享与资产沉淀。

四是智能应用层:主要面向矿井安全、生产、经营与决策分析,实现自动化和信息化的融合应用,实现应用资源的集成融合、智能联动与动态扩展。

在上述架构中,矿鸿物联层主要应用OT技术,基础设施层主要应用CT技术,数字平台层和智能应用层主要应用IT技术。由此可见,智能矿山建设必须将IT、CT与OT融合,首先

华为矿鸿系统向下可实 现对各种软硬件资源 接入、控制和管理; 向上可提供开发接口、 存储计算及工具资源等 支持,并以工业APP 的形式提供各种各样 的服务。

创新技术 New Solutions

是通过安全可信的网络,将OT感知数据传输至IT数字平台层与智能应用层;其次是将IT数字平台层与智能应用层的数据处理与分析结果,高效下发至矿鸿物联层OT装备执行智能化控制。IT、CT与OT融合的核心关键在于数据层面的融合,即构建统一的通讯协议和数据标准体系,打破数据壁垒,打通数据上行和下行的通道,并将全部数据整理汇聚,进行数据挖掘、综合分析和建模预测。

基于华为矿鸿的智能矿山建设整体技术架构,充分考虑到华夏天信与华为的各自技术优势,提供面向煤矿的全面解决方案。其中,华为在5G、F5G、云平台、物联网、大数据、AI、数字孪生等方面能力突出、业内领先;华夏天信在矿鸿物联层的UWB精准台位、安全监控、煤机装备控制、数字平的短层的GIS、设计协同,以及智能应用层的经验保障、综合管控平台等方面具有丰富的经验和多年的积累。双方基于华为矿鸿的有机融合,在智能矿山建设上预期可产生1+1>2

的化学反应,将在矿鸿物联层的装备生态合作、数字平台层的能力共建以及智能应用层的创新应用联合孵化上形成生态效应,为煤矿智能化建设行业生态合作提供示范。

三、基于架构的实践规划

基于华为矿鸿的智能矿山建设整体架构,华夏天信与华为煤矿军团重点围绕矿鸿物联的装备生态合作、数字平台能力共建与创新应用联合孵化等方面进行规划实践,重点攻克合作中涉及的关键核心技术与问题。

第一,是矿鸿物联的装备生态合作。

矿鸿物联层面,当前煤矿智能生产与智能安全的装备子系统基本上都是独立建设,且系统各个组成部分之间由于耦合度较高,系统间难以实现联动。改变此类现状的唯一途径,就是利用华为矿鸿OS系统和数字平台对各类割裂的智能感知与控制设备进行赋



图1 基于华为矿鸿的智能矿山建设整体技术架构

能。华为矿鸿OS系统具备自主可控、设备 接入标准化、信息交互智能化等诸多优势, 而数字平台具备数据治理和融合能力。通过 利用华为矿鸿OS系统对智能感知与控制设 备及其子系统讲行赋能,可按照智能矿山建 设整体架构的四层体系, 将智能感知与控制 设备及其子系统的各个组成部分进行分层解 耦,在一个子系统内部实现IT、CT和OT的 融合,实现子系统自身设备之间、子系统与 子系统之间的实时互联和联动控制,从而实 现子系统的智能化升级。华夏天信原本具备 采煤机电控、矿用变频器、精确定位以及安 全监控等感知执行设备,已着手利用矿鸿对 相关感知物联设备进行赋能,以实现设备的 智能化及其鸿蒙化,同时自主可控,为煤矿 行业的装备生态合作提供示范, 其实现途径 如图2所示。

第二,是数字平台1.0能力共建。

为解决煤炭行业在智能感知与控制设备及其子系统数据接入、GIS应用、组态编辑、协同设计等方面缺乏平台支持的问题,华夏天信于2018年10月推出了智慧矿山操作系统平台(RED-MOS)。2021年9月,在和华为合作后,华夏天信把RED-MOS的

能力进行整合迁移,与华为一起打造适应矿山场景的专业化数字平台。目前,华为数字平台已具备人工智能、大数据、数字孪生、融合通讯、物联网、敏捷开发、时空位置智视频监控等8类技术服务与能力,已在智慧城市、智慧交通、智慧园区等领域有非常成功应用实践。为满足矿山领域行业特点,华为煤矿军团规划、设计和研发具有行业属性的集成服务、数据服务和应用服务,在此基础上,和华夏天信合作孵化出了8大类,100多种的业务服务(图3),以更便捷、更友好、更接地气的方式服务于矿山智能应用。

第三,是创新应用孵化。

华夏天信多年来一直致力于煤矿各类应用的研发和实践,如综合管控平台、全息一张图、地质保障系统、安全生产协同管理系统等。在当前全国推动煤矿智能化建设的形势下,华夏天信将充分利用华为数字平台的能力,和华为携手进行各类应用系统的迭代和智能化升级。华夏天信和华为将结合客户需求,针对应用系统的智能化应用场景,在关键算法/模型、AI及大数据分析赋能等方面进行联合研发,共同孵化出实用、好用的创新应用。

煤机装备

- · 快速发现设备完成配网
- ·通过智能终端一碰连方式进行设备工作 参数读取,参数配置快速准确,维护管 理效率高

瓦斯巡检

- ·手持巡检仪通过近场通信能力读取壁挂传感器数据, 并实现自动读数比对
- · 自动上传巡检数据到数字化白板和井上,自动生成 巡检报表,避免错检漏检。

人员定位

·配合手持终端 / 可穿戴设备查看人员实时位置和地图,接收危险信号预警,提供避灾导航

矿鸿



配网 SDK 参数读取配置 ,操作 软总线(WiFi Aware 接口)

WiFi Aware 驱动 WiFi IOT 芯片

控制器移植矿鸿操作系统

自主可控 设备接入标准化 信息交互智能化

采煤机电控 变频一体机 高压变频器

传感器采集分站 瓦斯传感器 手持巡检仪

UWB 人员定位系统

图2 华夏天信感知设备的矿鸿物联实现路径

创新技术 New Solutions

综合分析	灾害分析	GIS	透明地质		通风		PHM		AI 分析		联动	
生产分析决策支持	冲击地压相关性	巷道拓扑分析	地质模型自动构建		通风网络拓扑检查		设备振动信号分析	主煤流视频 AI		工作面瓦斯超限联		
安全诊断分析	水位波动异常	缓冲区分析	地质模型动态更新		通风网络模拟解算		设备健康度预测	电子围栏		顺煤流启停联动		
采出率分析	瓦斯风险预测	烟雾扩散	地质模型剖面分析		风机优选		设备故障诊断	人员三违识别		排水联动		
采掘平衡及预警	温度变化异常	水淹分析	工作面前方形态预测		工作面需风量计算		设备剩余寿命预测	寿命预测 作业标准识别		主运和煤仓联动		
矿井物资消耗	多因素叠加分析	路径规划	地质构造预警		通风可靠性分析		设备能耗分析计算	E分析计算 洗煤智能分选		机电设备故障联动		
				8 大类 近1	100种山	上务服务 ——						
云原生开发	业务流程编排	业务规则定义	行业资产沉淀 应		服务	统一身份 / 访问管理	设计协同服务	煤矿告警事件		工作流引擎		
W 1-1-	人 / 机 /	生产/安全/							数据资产			
数据湖	环数据模型	经营指标	煤矿第	注模型 数据	居服务 数据规范设		计 数据标准	管理		数据质量管理		
煤矿设备集成	设备集成 系统数据集成 消息集成		接口集成		服务	协议转换	采集管理	管理 发布订阅		服务编排		
MA SERVEY STANSON HISTORY			321	12/1/20	,,,,,,,	12.5414324				2003 11		
人工智能	大数据	数字孪生	Ė	融合通讯	物联网		敏捷开发		时空位置		视频管理	
数据采集与处理	数据开发	三维点艺	=	可视化调度		设备接入管理	型 模板管理	2D GIS			视频接入	
持征提取与模型构建	数据治理	河图引擎	奎	移动音视频管	理 边缘网关服		No-Code 引		图 3D GIS		视频存储	
模型评估与训练	数据服务	3D 引擎	E	SIP 中继	设备模型		Low-Code 引	擎	擎 精准定位		视频回溯	
AI 服务与运营	数据运营	高精度地	图 窄带集群			物联数据分析	Full-Code 3	擎 相对位置服		5	视频分析	
				8 大类	技术服	务 ———						

图3 华为&华夏天信数字平台1.0的能力共建规划

四、华夏天信在矿鸿物联层的 应用实践

通过统一数据接口和格式,实现矿山万物互联;通过数据互通和共享,实现不同厂商的设备之间的互通和智能协作,是构建智能煤矿工业互联网架构体系的坚实、可靠的基石。自2021年9月,国家能源神东煤炭集团推广应用华为矿鸿,各智能装备厂商紧锣密鼓地在神东煤炭集团开展适配工作。

华夏天信率先推出了基于"鸿蒙"底座的采煤机智能电控系统及乳化液泵站智能控制系统,并在2021北京国际煤机展亮相,展示了智能装备在矿鸿物联应用合作上的第一步。同时,在采煤机智能控制系统及乳化液泵站智能控制系统的研发上,华夏天信

与神东高端研发中心一直紧密合作,已完全 实现进口采煤机及泵站电控系统由国产化替 代。2022年1月,搭载矿鸿系统的乳化液泵站 智能控制系统在神东维修一厂试机成功,标 志着国内首套搭载矿鸿操作系统的液压泵站 正式投入使用,目前已在神东集团乌兰木伦 矿正式运行。

除泵站智能控制外,华夏天信目前在 自有的安全监控系统、精确人员定位系统和 井下通信系统方面积极和华为矿鸿进行对接 和适配工作。同时,华夏天信也正在与国内 硬件系统厂商合作,建立生态伙伴,从智能 感知、底层控制、人机交互及网络通讯等领 域,合力打造基于"矿鸿"底座的采煤机智 能电控系统、矿用防爆变频器控制系统、矿 用防爆变频一体机控制系统。



图4 软总线技术结构图

五、"软总线"技术及其在设 备感知层的应用展望

近些年, 围绕智慧矿山实施过程中的一 片阴霾,就是众多供应商设备在协调工作 中,数据无法互联互通,大量时间浪费在多 家设备商的协调通信和数据解释上。在矿山 设备全面具有矿鸿系统的基础上,就可以采 用华为的"软总线"技术,通过协议货架和 软硬协同层屏蔽各种设备的协议差别,总线 中枢模块负责解析命令完成设备间发现和连 接,通过任务和数据两条总线实现设备间文 件传输、消息传输等功能。

软总线的核心技术目标是实现设备间无感 发现,零等待传输,这正与智慧矿山的发展目标 不谋而合。要实现这个目标需要解决3个问题:

- 1. 设备间如何发现和连接?
- 2. 多设备互联后如何组网?
- 3. 多设备多协议间如何实现传输?

传统的设备发现是手动的,需要人为干 预,比如手机照片需要传送到个人PC上,我 们可以采用蓝牙传输,首先要打开手机和PC 的蓝牙发现功能,手机或者PC点击搜索设 备,然后互相配对授权连接,成功连接后就 可以正常收发数据。在分享照片这个场景中 有很多人为的动作:开启蓝牙发现功能、搜 索设备、配对授权, 过程繁琐且耗费大量时

间,煤矿设备之间的互联比之更要复杂。软 总线提出了自动发现的概念,实现用户零等 待的自发现体验,附近同账号的设备自动发 现无需等待。手机传送照片是诵讨蓝牙,假 如PC没有蓝牙功能而只有WIFI,在传统的场 景中可能就无法实现分享传输了。软总线提 出了异构网络组网,可以很好解决设备间不 同协议如何交互的问题。设备上线后会向网 络层注册, 同时网络层会与设备建立通道连 接,实时检测设备的变换。网络层负责管理 设备的上线下线变换、设备间可以监听自己 感兴趣的设备,设备上线后可以立即与其建 立连接,实现零等待体验。软总线可以自动 构建一个逻辑全连接网络, 用户或者业务开 发者无需关心组网方式与物理协议。对于软 件开发者来说, 软总线异构组网可以大大降 低其开发成本。以后矿山的设备将自动构成 网络,几乎无需大量的网络管理和异构网络 协调工作。

相信在未来,依靠鸿蒙和软总线技术加 持,智能矿山的所有设备将自成网络,智能 管控平台的实用性也将大大提高。

智能矿山的建设, 非朝夕之功。华夏 天信与华为及其生态合作伙伴将联合协作, 为井下无人的煤矿梦,为智能矿山的可靠落 地,为实现煤矿安全、集约、高效、绿色开 采做出更加积极、有效的贡献。❶

智能矿山创新实验室, 开启煤炭工业"山西模式"



全球矿业正在经历一场新的革命,大数据、人工智能、物联网等技术与煤矿生产的结合越来越密切。煤矿生产模式不断更新,迈入智能化、无人化阶段。基于智能矿山创新实验室定位及科研方向,建设计算中心是智能矿山创新实验室课题研究、创新孵化的必经之路。

文/晋能控股集团总工程师 王德璋



前,中国矿山整体处于自动化向智能 化过渡阶段。为深入贯彻落实"四个 革命、一个合作"能源安全新战略和 新发展理念,以人工智能为核心,以创新驱动 为引领,以智能装备和大数据为手段,以效率 变革和生产方式变革为目标实现安全、高效、 智能开采,促进山西煤炭、矿山行业高质量发 展, 山西省委省政府委托晋能控股集团与华为 技术有限公司等积极合作, 开拓创新, 共建 "智能矿山创新实验室"。

智能矿山创新实验室旨在利用华为在ICT 领域积累的关键技术,提升煤矿数字化、智能 化水平,助力煤矿实现"安全、少人无人、高 效"。同时打造煤矿领域的创新实验室、聚合 生态、赋能产业,推进煤炭行业转型升级,促 讲煤炭工业高质量发展。

从"山西速度"到"山西模式"

智能矿山创新实验室人工智能计算中心 建设地点位于晋城市金匠园区西南角, 总用 地面积约7972m²,总建筑面积830m²,一期 建筑面积499㎡。

建设过程中, 晋能控股集团展示了高效 的配套工程施工能力,充分体现了"山西速 度"。从6月初动工开挖地基、短短20天即完 成了整个地基的施工,不到90天的时间就进入 了最后安装阶段, 所有计算设备完成了进场工 作,目前主体工程已经建设完成。

智能矿山创新实验室人工智能计算中心提 供了20PFlops (FP16)算力,采用了华为预 制模块化钢结构叠箱体系建设方式,将模块化 数据中心技术与预制建筑技术相结合, 采用了 高积木搭建理念,最大化减少现场工作,打造 极简、绿色、智能、安全的数据中心,并将建 筑垃圾、施工用水分别减少80%,碳排放减少 90%,助力国家碳中和目标达成。

同时,智能矿山创新实验室采用"煤炭 专家+ICT技术专家"的模式,由晋能控股集 团、华为、山西云时代提供专家资源,组建了 一支约220人的专家队伍,围绕"煤矿信息网 络""自动化使能""智能感知技术""煤矿大 数据""生态合作"等课题,成立5个专题实验 室进行科研攻关。

智能矿山创新实验室可帮助煤炭行业讲 行数字化、智能化转型,实现"安全、少人 无人、高效"的生产模式。计算中心是智能矿 山创新实验室课题研究和创新孵化的必要条件 与重要承载, 可将矿山行业知识和数据进行收 集、研究,构建行业知识图谱,开展创新方案 研发和应用试点示范。作为全国煤炭行业首个 科研创新的人工智能计算中心,智能矿山创新 实验室创新成果和计算中心的落成对于中国煤 炭行业发展有着重要的战略意义。

晋而有为,同闯蓝海

晋能控股集团是全球第三、全国第二大 煤炭企业,位居世界500强第138位,现有 228座煤矿、112座电厂、76个装备制造厂。 如此巨大的体量,也决定了其能够为智能化 装备提供不同实验应用场景, 有条件也有实 力与伙伴携手共进,研究出世界领先的煤炭 行业人工智能科技,服务矿井安全、高产、 高效、智能化发展。

在山西从"制造大省"迈向"智造强省" 进程中, 晋能控股集团作为省内领军企业, 瞄 准系统最优、环节最简、稳定可靠、智能高效 的目标, 倾力打造融5G、云计算、大数据、物 联网等新技术于一体的高端煤机成套装备,为 煤矿全链条智能化建设提供硬件、技术、服务 保障,助力煤矿井下"无人则安、少人则安" 目标实现,让"煤黑子"可以穿西装、打领带 上班。

在山西省委省政府的领导和大力支持下, 在晋能控股集团、山西云时代技术有限公司及 "产、学、研、用"各方紧密合作下, 华为聚 合生态、赋能产业,加快"山西模式"的全面 探索、验证和打造,为设计煤炭行业统一标 准、统一架构贡献力量,推进煤炭行业转型升 级、促进煤炭工业高质量发展、从而加速山西 由"能源集中"向"技术输出"的转型。

实现煤矿全链条智能化建设、切实提高 矿工的幸福指数,不仅全煤行业在关注,全



晋能控股集团与华为共建的智能矿山创新实验室人工智能计算中心

此番强强联手,让智 能矿山创新实验室与 计算中心更有了里程 碑意义。 球信息技术行业也在关注。此番强强联手, 让智能矿山创新实验室与计算中心更有了里 程碑意义。

成果颇丰,共创煤炭新价值

创新实验室共发布了7项创新应用、3项创新研究阶段性成果,其中重点项目如下:

- 1. 智能作业管理系统-管路队场景: 以人为本,确保煤矿安全生产,让井下像井上一样透明安全。管理者通过智慧屏实时了解作业现场情况,一键联系现场作业人员,生产队通过运营中屏进行任务和问题管理,落实岗位标准化作业要求,现场作业人员通过防爆智能手机、防爆智能记录仪等单兵装备,实现"指挥—运营—作业"三屏联动的数字化作业模式。
- 2. 矿山融合IP工业网: 针对煤矿生产 网络诉求, 华为推出矿山融合IP工业网解决方案, 打造综合承载、品质无线、智能运维三

大特点,通过网络切片、Wi-Fi 6等黑科技为 煤矿智能化提供坚实的ICT基础设施,现已在 全国30+煤矿规模部署,全面助力煤矿生产提 安增效。

- 3. 掘进作业序列智能视频分析: 安装摄像头,利用目标检测,目标跟踪和动作检测等算法,对掘进作业中的危险区域,支护过程等进行智能监控,检查掘进作业工序中人员是否按规程和标准进行操作,保证掘进作业质量和作业人员安全。
- 4. 智能洗选-选煤参数优化:采用人工智能算法学习经验数据,生成优化后的洗选工艺参数并下发到设备洗选,单位原煤的精煤产量提升0.8pct,每干万吨原煤的收益预估提升3200万元,实现从"人控"到"数控"、从"自动"到"智能"的全面升级提速。

上述创新方案研发和应用,有效地推动着 晋能控股集团煤矿智能化建设进程,不仅打造省 内能源革命排头兵形象,而且为全国煤炭行业提 供了"山西模式"与"晋能控股模式"。

山东黄金集团打造全球黄金矿业 数字化转型先锋

山东黄金率先在业内提出并建成"国际一流示范矿山",在统一的顶层设计架构下,充分将ICT技术深度融合到采矿技术和矿山经营管理中,加强数字化建设,实现生产工具智能化和管理决策智慧化。



文 / 山东黄金智能化中心主任 张汉阔



- 《有色金属行业智能矿山建设指南 (试行)》:鼓励集团型矿山企业建设基于工 业互联网大数据的协同创新平台,统筹集团下 属智能矿山建设,切实引导有色金属企业智能 升级。

为了加快数字化转型、智能化升级进程, 通过"网+云+数据+智能一体化"全面赋能矿 山高质量发展, 山东黄金集团先后出台了《集 团"十四五"数字化转型总体规划》《矿山智 能化建设规划方案》《矿山智能化建设实施方 案》等,积极将5G、大数据、人工智能、物 联网等技术应用到建设项目中,构建矿山企业 "数字化、网络化、智能化"建设新模式,充 分将IOT技术深度融合到采矿技术和矿山经营管 理中, 以融合统一的工业互联网顶层架构打造 智能智慧矿山,为企业带来了显著收益,也为 行业数智化转型提供了成功的技术和先进的管 理实践经验。

"十三五"末期,山东黄金集团充分发 挥核心优势,结合行业特点,将智能智慧矿山 建设列为重点推进工作,坚持"一幅蓝图、一 张网络、一套数据、一个平台、一部终端"的

』业和信息化部、国家发展改革委、自 造国际一流示范矿山,以期立足实际、追求实 然资源部于2020年4月联合编制印发 用、确保实效、逐步实现机械化换人、自动化 减人、信息化管人、智能化无人。与此同时, 同步推进"一张云+网,一体化管控平台、协同 运营平台、共享服务云平台、智能矿山、大数 据"五大贯穿式系统应用群,重点推进一体化 智慧管控平台、共享中心建设、信息安全、集 团及区域运营中心、大数据云、智能矿山(工 厂)等项目建设。

> 自"国际一流示范矿山"项目启动以来, 山东黄金集团坚持基础设施先行,全力建设先 进的矿山网络,通过部署F5G、5G、WiFi6和 工业环网, 目前已覆盖了诸如凿岩台车远程遥 控、远程破碎、智能溜井、电机车无人驾驶、 斜坡道综合管控等36个应用场景和24个项目方 案,综合展现了智能矿山建设成果。其中,5G 凿岩台车远程遥控系统能够实时准确地完成凿 岩作业, 井下斜坡道5G连续覆盖达10余公里, 目前属国内外首例。

面对海量的矿山数据, 山东黄金集团基于 华为云建设了国内首个金属矿山大数据平台, 实现了对独立信息化子系统的集成整合, 将矿 山生产、人力、财务、物资等各领域的数据进 行汇集,进而通过智能数据湖运营平台进行数 顶层设计,以三山岛金矿为先行试点矿山,打一据治理,并沉淀了具备山东黄金特色的数据资



图1 建设智能选厂,实现了智能操作和数字孪生

产,实现了数据管理的规范化、制度化和资产 化:通过对选矿、充填、排水、配电、电机车 无人驾驶等项目的数据采集,将实时数据推送 到决策者的手机上,使其更方便快捷地了解整 个矿山的生产数据、设备的信息以及自动化系 统的数据,提高了管理和决策能力。

山东黄金集团采用统一的三维数字矿山软 件为矿山建立了数字3D模型,实现了资源、矿 体、巷道、断层等三维可视化和储量、设计、 排产等管理数字化: 山东黄金集团持续将固定 设施操作岗位作业远程化、集控化、已实现通 风、排水、供配电、碎石机等系统远程操控, 改善了员工作业环境,减少现场操作人员300 多人,实现了减员增效。特别是三山岛金矿已 经实现了电机车装矿、行驶、卸矿、防碰撞、 车辆调度全过程无人化,减少60多人,效率提 升25%。还值得一提的是, 山东黄金集团构建 了选矿充填数字孪生,实现流程自动化、智能 化,提高了选矿指标、稳定了充填质量,明显 的增加经济效益。这一切离不开山东黄金集团 在智能化建设上的远见。早在2020年,山东黄 金集团就启动了数据标准化建设,建立了涵盖 人力资源、财务、物资、设备、项目、生产、 客商、通用等8大类、17个主数据项的数据标 准,初步形成主数据标准体系。山东黄金集团

通过网、云、数据、智能等多维度推进智能化 建设, 以数字平台为依托, 完成了数据治理工 作,打破了各业务系统数据读取和共享的壁垒。 山东黄金集团以智能化生产、智慧化决策转型的 成功实践,在以"本质安全、少人无人、绿色高 效"为特点的高质量发展取得显著成果。

在加速推进矿山企业数字化建设的同时, 山东黄金集团采用光技术10GPON+WiFi6对园 区办公网络进行了重构,旨在打造"高可靠、 超灵活、简运维"的智慧园区,人员进入园区 可通过任意终端、在任意地点和任意时间接入 企业网络,实现策略随行、资源随动、体验随 身、灵活办公,从而在保障网络安全的同时, 大幅提高总部资产利用率、劳动生产率、资源 综合利用率和管理效率,提升整体运营效能。

山东黄金集团通过分步建设、持续演进 以工业互联网为核心架构的智能矿山,通过 IOT技术深度融合矿业生产流程,深度实现 数字化转型升级,极大地提高了企业自身实 力,通过管理升级提高了软实力,建设了全 优生产保障体系。通过"机械化换人、自动 化减人、智能化无人"保障了安全,提高了 效率,降低了成本,改善了环境,经济效益 和社会效益显著,成功走出了矿业企业数字

山东黄金集团以智能 化生产、智慧化决策 转型的成功实践,在 以"本质安全、少人 无人、绿色高效"为 特点的高质量发展取 得显著成果。



图2 5G远程操控凿岩台车



图3 山东黄金三山岛金矿调度指挥中心

井上井下"面对面", 华为助力建设"智慧金川"

传统采矿噪音大,流程繁,风险多。随着采矿技术和ICT技术的不断进步,矿山面貌有了翻天覆地的变化。金川集团基于华为矿山融合IP工业网方案,在龙首矿井下部署了高质量的Wi-Fi 6网络,逐步实现井下巡检,铲运等生产业务的可视化和在线化,为未来井下自动化、少人化、智能化生产奠定了良好的基础。



华为数通能源解决方案总监 杨新峰





█ 及采矿的工作环境,很多人第一印 象是机器轰鸣、尘土飞扬, 风险潜 · 伏。如今,随着智能矿川建设的不 断推进,这些场景将成为历史。

金川集团是一家国有控股的特大型采、 选、冶、化、深加工联合企业, 主要生产 镍、铜、钴、铂族贵金属及相关产品。它拥 有世界第三大硫化镍铜矿床,是中国最大、 世界领先的镍钴生产基地和铂族金属提炼 中心,在全球同行业中具有较强影响力。 2021年,公司位居"世界500强"第336 位、"中国企业500强"第94位。

金川集团以科技创新与机制改革双驱动 激发内生动力, 以智能矿山和本质安全体 系建设促进转型升级,有序优化生产布局、 改善装备水平、提升创新能力、完善管理体 系,推动矿山发展质量变革、效益变革、动 力变革。

2020年金川集团与华为签订战略合作 协议,在企业数字化转型、ICT基础设施建 设、人才培养等方面开展合作。通过与华为 公司的合作, 金川集团在信息通信基础设施 建设过程中推进企业上云,用数赋智,在实 施"绿色化、信息化、智能化"改造过程 中,推进企业数字化转型,实现产业基础高 级化、产业链现代化。

"要想富,先修路",高质量的网络是 矿山实现智能化的基础。然而,要想在有色 金属矿井下完成高品质网络部署, 存在一系 列的难题,挑战颇大。

- 1.线缆断缆频繁。井下进行爆破工作 时,网线、光纤及其它电线缆容易被炸断, 如果是电缆出故障,一般工人可以快速进 行修复。但是对于网线尤其是光纤,被炸断 后故障很难定位, 定位出来后修复也非常困 难。网络不可靠直接阻碍了井下生产面智能 化应用的部署。
- 2.网络覆盖不全面。井下的信息化水平 低, 铲运车的视频回传以及爆破后气体浓度 等井下巡检数据,均无法第一时间传递到井 上进行分析汇总。工人往往在井下完成工作 后,还要上井人工进行数据输入和汇总分 析,工作时间加长。
- 3.网络调整耗时耗力。井下随着掘进的 推进,工作面在不断地调整,现有工作面网 络调整涉及大量线缆的调整以及网络优化, 往往依赖专业的第三方公司协助才能完成, 成本高。

那么,这些问题该如何解决呢? 龙首矿是金川公司最早筹建、最早投产





数字化技术正在给传统矿山注入新的活力,随着数字化发展的持续深入,数据通信作为必经之路,将致力于构筑高效、智能、安全的通信系统。

的矿山,也是公司下属的三大地下升采矿山之一。2021年,龙首矿基于华为矿山融合IP工业网解决方案,选择使用Wi-Fi 6技术在井下构建了一张高品质的无线通讯网络,满足智能安全帽、铲运车视频回传、路口视频回传、人员定位等不同场景的接入诉求,为海量的智能矿山应用打造了一条坚实的信息高速公路。

一、工作面通讯不靠缆,网络更可靠

在龙首矿的网络改造项目中,创新性地使用Wi-Fi 6无线级联组网方案,无线接入点对工作面采用无线覆盖,上行也通过多跳无线进行回传,这样就显著减少了金属矿山井下工作面线缆的使用,解决了工作面爆破造成的频繁断缆问题,同时无线网络部署更加快速。

二、井上井下"面对面",巡检安全高效

"以前我们井下巡检时,主要以近距离 拍照为主,不仅无法和中控室及时沟通,还可能因拍照角度等各种问题,导致巡检人员 井上井下多次来回跑。井下建成高速Wi-Fi 网络后,工人戴着智能头盔进行巡检,井下 与中控室实现了'面对面'交流,中控室可 远程指挥井下工人巡检,实现画面、语音、 视频等多种现场信息实时回传存档,极大地

的矿山,也是公司下属的三大地下开采矿山 提升巡检效率。"龙首矿装备材料室副主任之一。2021年,龙首矿基于华为矿山融合 马海军说,"此外,还可以随时随地一键开IP工业网解决方案,选择使用Wi-Fi 6技术 会,无需等到上井再花费时间交接班了,上在井下构建了一张高品质的无线通讯网络。 井即下班。"

三、无线易部署,调整更简单

Wi-Fi网络在企业使用广泛,矿业公司可以自行进行网络的规划、部署、优化调整。随着工作面的不断变动,企业可以自行将该区域的无线网络接入设备移动到其他区域,因为是无线级联,无需重新拉通讯线路。另外,工作面爆破前,为避免爆破对设备的损坏,可以临时将工作面的末端无线接入点移走,爆破完再将AP放回,充分考虑金属矿的生产特性,网络调整灵活。

此外,华为与金川集团还在铲运车的远 程操控进行联合创新,持续探索最佳的无 线接入方案,努力实现工作面少人化、无人 化,提升生产的安全性和效率。

数字化技术正在给传统矿山注入新的活力,随着数字化发展的持续深入,数据通信作为必经之路,将致力于构筑高效、智能、安全的通信系统。未来,金川集团将与华为继续携手合作,共同推动矿山采、选、冶、化、深加工等环节的智能化建设与发展,建设"智慧金川"。**①**

F5G 牵手中煤山不拉煤矿, 智慧转型风再起

科技创新是煤炭行业实现高质量发展的重要支撑,中煤一建山不拉煤矿采用 F5G技术,以高效投资,低运营投入,快速将干兆环网升级为万兆光环网,打 造出高可靠、高安全的绿色网络,为矿山的智能化转型奠定了坚实的基础。



文 / 华为煤矿行业 F5G 解决方案顾问 曹正民

阔的鄂尔多斯高原上, 黄河奔腾而 过。在这片富饶的土地之下,蕴含 着储量丰厚的矿产资源,煤炭就是 其中之一。科技创新为煤炭这一行业带来了 翻天覆地的变化。

F5G作为通信手段,既连接了井下工作面 与地面调度中心,又让传统思维与创新理念 碰撞出转型的火花。而坐落在内蒙古准格尔 旗的山不拉煤矿, 正是这一变化的亲身经历 者和实践者。

F5G, 开启高效巡检新体验

山不拉煤矿地面调度中心里, 陈师傅 坐在电脑旁边,轻点鼠标,开启了一天的工 作。屏幕里显示了整个煤矿井下和井上的网 络拓扑图。"以前,我每天要做两次例行下井 巡检,每次要2个小时。"陈师傅介绍道,"很 难想象,现在在办公室里就能看到整个煤矿 的情况。"陈师傅点击鼠标,沿着网络拓扑 图查看,不到1分钟就完成了今天的巡检任 务。看着屏幕上一条条绿色的线路, 陈师傅 露出了微笑。这样的情景正是山不拉煤矿巡 检工作常态化的一幕。

能够在电脑前就完成以往繁琐复杂的巡 检工作,得益于F5G内置的光纤线路故障诊 断功能。这一功能可以精确定位光纤的故障 点,并基于AI技术,提前预测光纤故障,使 运维工作变被动为主动,大大提升矿山的运 营效率。

F5G,最有力的安全承诺

光纤故障诊断,只是F5G技术在煤矿应用 的一个缩影。煤炭作为我国第一大能源,一 直以安全高效生产为目标不断发展。每天, 无数矿工出入矿井, 平安出入是所有人的共 同心愿。

"F5G的方案就永远不会引起爆炸"— 这是F5G对矿山安全最有力的承诺。



煤矿的井下环境非常复杂,光线昏暗,空 间封闭,又有着不同浓度的瓦斯。在投入运行 F5G网络之前,为了防爆,井下网络采用的是 赫斯曼等国外品牌的交换机,每个交换机还需 要配一个100公斤重的防爆箱,需要4个人抬到 井下安装,极为不便,而且成本极高。

用了F5G网络后,由于整个光纤链路是 纯无源的,这就大大减少了防爆箱的使用。 加之光纤链路全部是预连接的, 无需在井下 熔纤。井下的有源设备又升级成了本安型, 不会产生任何电火花。而且, 现在每个设备 只需要增加一个铁皮箱就可以了, 总重量不 超过5公斤,一个人单手就可以提走,简单方 便,且成本又低。

强强联手,筑牢煤矿智能化基 础设施底座

煤炭行业的数字化特征可以概括为全连接、 全感知、全智能。新型传感器和摄像头等设 备的应用, 使煤矿实现了对环境、设备和人 员状态的实时感知。2021年5月,华为公司发 图1 井下防爆箱(红色)与井下本安箱(银色)对比 布了F5G全光工业网解决方案。这份方案提供 全光纤业务承载网络,具备安全可靠、极简 部署、可视运维、灵活扩展、边缘智能等特 点,可助力矿区安全监控、远程生产以及办 公生活。

> 在中国矿业大学(北京)教授杨军看来, F5G支撑第五代N00采煤工艺,打通了煤矿数



据系统间互通的桥梁,提供全感知、全连接、 全智能的体验,铸就智慧新矿山,从根本上建 设本质安全型矿井。

山不拉煤矿调度室副主任李君了解到F5G 技术介绍后,对"安全可靠、极简部署、可视 运维"几个特点印象深刻。在经过反复验证 后,双方共同决定以F5G全光工业网作为山不 拉煤矿网络改造的唯一解决方案。

F5G全光解决方案在煤矿的应用主要包括 三个组成部分,即光环网头端设备(ORH)、 光环网终端设备(ORE)和无源光环网设备 (ORP)。终端设备安装在井下,通过无源光 环网设备(分光器)与光环网头端设备端口相 连。终端设备连接井下设备,如摄像头和传感 器。终端设备将数据上传到头端设备后,调度 中心便能发出指令指导生产。

为了把F5G这一智能化基础设施底座夯 实,F5G解决方案还为山不拉煤矿带来了四项 安全的全新体验。

第一是电气安全。F5G方案将主巷道内的 汇聚交换机加防爆箱替换成了无源分光器。而 接入交换机加防爆箱,被替换成了本质安全的 ORE和一个本质安全箱。这样就实现了井下全 本安和0防爆箱。无源的预连接光纤,可以避 免在井下熔纤,既提高安全系数,又节省部署 时间。

第二是业务安全。华为F5G解决方案实现 了端到端的硬管道。不同业务,可以在一张 网上实现物理隔离。同时, 光网的Type C保 护,可以抵抗多次链路中断。

第三是施工安全。传统的光纤方案,需要 井下熔纤,这就导致了工程耗时较多,同时 带来了安全隐患。而华为的预连接方案,施 工简单安全,不需要专业的施工人员,只要 简单的插拔就可以将光纤连接起来。

第四是维护安全。传统方案中,如果光纤 出现了故障,需要人工来定位。而华为FTTM 方案,可以在网管上自动定位光纤中断位 置。结合GIS地图,就可快速发现断纤位置, 从而快速排除问题。

F5G的安全、极简、便捷,提供了一种通 信新思路, 让煤矿建设信息高速公路成为可 能。此外,在F5G应用的带动下,未来将出现 更多的应用场景,为智能化建设提供更多解 决方案。

无论"井"有多深,总会有"光"可以 到达。携手华为, 山不拉煤矿正在以崭新的 面貌,走在全国矿山智能化创新的前列。





华为星光天机 OptiXstar T863E

首款F5G加持的本安型智能光终端

绿色 超宽 本安 智能



一屏观矿山, 晋能控股集团寺河矿迈入智能时代

作为智能煤矿建设的先行者,晋能控股煤业集团寺河煤矿积极拥抱ICT新技术, 基于华为矿山融合IP工业网解决方案,打造一网综合承载、品质无线覆盖、智 能运维的煤矿网络基座,极大提高了调配管理水平,生产效率及矿井安全性。



寺河煤矿智能化负责人



寺河煤矿主仟工程师 张华

河煤矿矿井位于沁水煤田东南边 缘,是晋能控股煤业集团所属的现 代化大型矿井。2020年, 寺河矿成 为山西省的10座智能化煤矿建设试点之一。

一、技术+政策双轮驱动, 寺河 煤矿建成全国领先的智能煤矿

矿井下,数百米深的机电硐室内,巡检 机器人正在进行360度视频监测、音频采集、 红外热成像等工作。掘进工作面,工人坐 在集控室动动手指就能指挥机器割煤。矿井 上,控制中心里的工人通过电脑操作,即可 在电子屏幕上实时监测井下瓦斯浓度、温湿 度、采煤等数据, 综采、掘进、运输等场景 一览无余。

这是山西寺河煤矿的工作场景。从人工巡 检到远程监控, 传统矿井的作业方式被彻底颠 覆,无人、智能已经成为智能矿井的新模样。

寺河矿以全方位高质量发展目标为引领, 依托 "安全保障、生产协同、成本管控、设 备管控、GIS一张图"5个方面建设,最终实现 "安全生产和减人提效"的长期目标。

安全生产是矿山行业的红线。一直以 来, 传统的煤炭生产作业艰苦危险、开采效 率难以提升, 随着智能化技术与矿山产业的 融合发展,传统矿井的作业方式被彻底颠 覆——从"人工巡检"到"动动鼠标",从



从"人工巡检"到 "动动鼠标",从"人 工下矿"到"远程监 控",智能化技术为 煤矿工人撑起"保护 伞",传统行业正焕发 智慧新生机。 "人工下矿"到"远程监控",智能化技术为煤矿工人撑起"保护伞",传统行业正焕发智慧新生机。

二、面向智能化建设,寺河煤矿 传统网络面临四大挑战

巡检机器人、人工智能、大数据等智能化技术在井下的规模应用,虽然极大地改善了井下矿工的工作环境,提升了安全性,但也给现有的煤矿网络带来了井下多网林立,建设成本高;网络带宽压力增大;网络覆盖不足,无线网络缺失以及网络难运维的四大挑战。

挑战一:当前井下视频监控、生产控制、机电监控等不同业务系统采用不同的环网承载,造成井下多网林立,网络建设成本高:煤矿井下现网多为工业交换机组网,交

换机设备不支持时间同步、网络切片等关键 特性,不能直接接入5G基站。

挑战二:当前井下环网大多只配备 1Gbps带宽资源,仅有部分盘区完成了环网的 10Gbps升级。而随着越来越多的高清摄像头 在井下综采面和掘进面的规模化部署,环网 带宽的压力越来越大。

挑战三: 井下虽建设了一部分无线网络,但仍以有线网络覆盖为主,线缆布线复杂,易被大型设备破坏且故障定位困难。同时存在有线网络不支持的移动生产场景,比如采掘工作面的设备,巷道里的运输设备都处于移动状态,有线网络无法很好的支持;移动工作面都是智能化新场景,如巡检机器人,无轨胶轮车的监控等,需要无处不在的无线网络。

挑战四:智能化应用的增加推动网络规



模持续扩张,现有的环网没有网管,网络出 现故障往往需要运维人员下井插拔端口排查 故障, 故障定位所需时间以小时计, 甚至以 天计。故障定位期间,生产不能全速进行甚 至中断,影响煤炭高效生产。

三、华为矿山融合 IP 工业网为 寺河煤矿打造超宽、高效的网络 基座

针对煤矿智能化发展中的网络挑战, 华 为推出矿山融合IP工业网解决方案,并在寺河 矿完成规模化部署,通过建设一张全新的超 宽的工业路由器网络,统一承载Wi-Fi 6,视 频监控摄像头, 低时延远程控制等业务。相 对于传统煤矿网络建网思路而言,这种建网 思路是一个重大的重构,ICT的路不仅仅要走

诵, 还要走顺畅。

1. 一网承载多业务,低时延、少丢包

寺河煤矿的井下骨干环网带宽是50Gbps, 相对于传统的1Gbps和10Gbps,等于是从 "绿皮车时代"一步迈入了"高铁时代", 能够保障未来5~10年井下各类高清视频的回 传所需的带宽。

然而网络仅仅带宽大是不够的,井下的 业务种类多,需求差异很大,如何在一张承 载多业务的网络上,保证关键业务低时延还 不丢包,极具挑战性。

寺河矿在融合IP工业网基础上, 部署了网 络切片技术,将一个物理网络分割成多个逻 辑平面,分别承载不同的业务。不同的平面 之间的网络资源是严格隔离的,相互之间的 流量互不干扰, 带宽严格保障。就像在一条 宽阔的马路上,用隔离带划分出一条条专用 的BRT通道,每个车道的空间严格保障,并且 不受其他车道的影响。这样,工业控制、语 音通讯等时延敏感业务流量不受其他网络分 片拥塞的影响,远程控制更加平滑流畅,语 音和视频更加清晰。

另外,融合IP工业网支持5G基站的接入, 支持5G承载,这是传统交换机环网不具备的。

2. 智能运维, 网络运维少下井

随着煤矿智能业务的不断部署,井下 网络的规模越来越大, 网络管理难度也在迅 速上升。寺河矿工业环网项目引入了华为 iMaster NCE智能网络管理平台。该平台融合 网络管理, 自动控制, 智能分析为一体, 通 过随流检测、人工智能等一系列高科技,实 现了全网业务质量实时可视以及网络故障的 快速定位,提升网络运维的效率。

以前煤矿网络是一个黑盒, 里面的设备 状态是否正常,网络业务运行是否有问题都 是看不到的。部署了智能的网络管理系统之 后,不但可以从网管大屏上看到井下网络设 备的利用率和各种告警, 还可以实时看到各 种煤矿业务的时延、丢包、抖动的情况,全 网状态一目了然。

传统的工业环网业务出现故障之后,需 要人员下并排查情况;而现在,融合IP工业网 支持随流检测技术,通过集控中心的大屏, 可将网络的健康度、业务的传输质量看得清 清楚楚。一旦业务的传输质量下降,工作人 员还可以进行预测性的分析维护,几分钟就 能定位出网络故障,不再需要运维人员下井 逐一排查,故障定位的效率大大提升。

寺河煤矿作为煤矿行业智能化改造的 先行者,已经在井下无人巡检、采掘远程控 制、牛产网络融合承载等业务上取得了丰硕 的创新成果。如今, 利用智能化手段有效提 高了矿井安全、生产及人员调配管理水平。 当前, 寺河煤矿还在持续地投入, 不断推进 煤矿智能化进程。₩



华为iMaster NCE智能网络管理平台实现了全网业务质量实时可视

"一朵云",如何打造煤矿 智能化新气象?

智能化不仅是煤炭行业自身发展的需要,也是煤炭行业实现高质量发展的必然 选择。中天合创与华为一起,采用"一朵云"架构,搭建统一平台,在中国煤 炭行业转型的关键期,创造了一个煤矿智能化的范例。



华为内蒙古政企煤矿系统部 工程师 洪旭东



华为煤矿军团 MKT 与解决 方案工程师 许士合

内蒙古大草原广袤的土地下,埋藏着丰富的煤炭资 源。滚滚"乌金",为经济发展提供着源源动力。 作为国家重要的能源基地,内蒙古在保障国家 能源安全中有着举足轻重的地位,同时也承担着绿色转型的 重任。随着中国"3060"双碳目标加速实施,内蒙古煤炭行 业也迎来转型的关键之年。

中天合创能源有限责任公司是内蒙古大地上的一家集煤 炭、化工和电力生产为一体的大型煤炭深加工企业,煤炭年产 能达到1600万吨,同样面临着煤炭转型的挑战。中天合创践行 国家关于智能化矿山建设的精神,推动煤矿智能化升级改造, 把门克庆、葫芦素两大煤矿建设为国内智能矿山的标杆。

挑战信息基础设施, 搭建统一平台

门克庆、葫芦素两矿分别位于内蒙古鄂尔多斯乌审旗图 克镇和伊金霍洛旗,总面积700公顷。其中,葫芦素煤矿于 2015年3月份建成投产,门克庆煤矿于2015年6月份建成投 产,核准产能均为800万吨。两座煤矿致力干建设国内一流、 国际先进、安全高效的现代化、数字化矿井。

有鉴于此,中天合创着眼未来,提出灵活定制资源、弹 性计算能力、保障安全可信等三点基本要求。体现在具体的 业务诉求上,就是要挑战信息基础设施,为智能化煤矿应用 落地搭建统一平台。

- ——建设一朵集团云, 当期云平台主要承载中天合创集 团以及门克庆、葫芦素两个煤矿的相关业务,未来可持续, 支撑整个集团的业务;
- ——新建的云平台将部署在门克庆煤矿的数据中心机房 中,云平台需具备多级运营管理的能力,能够分别为总部、 门克庆、葫芦素煤矿提供对应的资源池管理服务:
- ——按照服务类型及安全等级,把整个网络分成不同的 业务区块: 互联网出口区、管理区、业务区、其中业务区包 含计算POD区和存储POD区。各区块间通过核心交换机连接 在一起,不同类型的流量,通过VRF进行隔离,并部署防火墙 进行安全防护。

智能矿山中的"一朵云"

以华为工业互联网为依托的智能解决方 案在中天合创云平台众多供应商技术方案中 脱颖而出, 最终中天合创与华为牵手。以华 为云Stack作为数字底座,既可以支撑集团未 来全面智能化的需求, 也可以让以业务应用 为核心的被动建设转为以服务为核心的主动 建设。

华为煤矿军团针对中天合创的需求与特 点,设计了采用"一朵云"的架构,利用华为 云管能力,构建了"集团-门克庆-葫芦素"三 个虚拟数据中心,不仅满足了当前智能化建设 需求、而且还实现了集约化管理, 为未来智能 化的扩大作了充分的准备。

华为的解决方案,具有"配置极简、动态 伸缩、数据可靠、安全保障、多租户间数据安 全隔离、高效运维"等六大特点,从而满足了 中天合创性能、安全、可靠性、可扩展性等关 键业务诉求。

量体裁衣, 未来可期

个性化的智能矿山解决方案, 让中天合创 不仅整合了门克庆、葫芦素两矿的信息系统, 实现了业务的跨部门请求与协作,而且为中天 合创即将建设的矿山运营调度中心可视化运营 打下了坚实的基础。

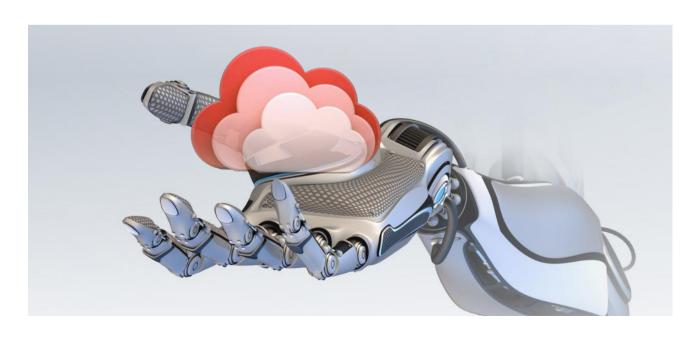
中天合创集团以及门克庆煤矿、葫芦素煤 矿建设云平台基础设施, 用于支撑集团和煤矿 的智能化及信息化业务系统的部署,并支撑云 化资源池的运营运维。当期云平台主要承载中 天合创集团以及门克庆、葫芦素两个煤矿的相 关业务,未来可持续扩展,支撑整个中天合创 集团的业务不断地发展壮大。

同时,中天合创将基于华为云大数据平 台,实现对各个子系统的集成,将生产、管理、 安全、自动化控制等众多"烟囱"系统打通。通 过华为云应用与数据集成平台ROMAConnect将 各系统产生的数据进行收集,进行清洗,并汇 入数据湖; 再通过智能数据湖运营平台DGC进 行治理, 沉淀相关的数据资产。

值得一提的是,中天合创将借助华为云 平台的算力与自己算法,将AI应用在综采、 掘进、主运以及园区等多个场景中。比如, 门克庆煤矿将实现对全矿监控的有效管理, 并通过智能识别, 实现对全矿人员各方面的 安保管理。

煤矿智能化, 既是大势所趋, 也是企业发 展的必由之路。中天合创+华为,在天苍苍野 茫茫的内蒙古大地, 为更多矿山创造了一个新 的范例与指引。❶

以华为云Stack作为数 字底座, 既可以支撑 集团未来全面智能化 的需求,也可以让以 业务应用为核心的被 动建设转为以服务为 核心的主动建设。







与红柳林煤矿同行

打造基于工业互联网架构的智能矿山 用智慧管控减少井下工作,助力煤矿实现减人、 增安、提效

> 深度用云 先行者



华为智能云网@矿山 构筑矿山智能化网络基座

建设安全高效的智能煤矿 机器井下全速运作,工人井上轻松指挥 源自"一网承载"、"一体安全"、"一键运维"的高品质网络

