

新华三智慧矿山 技术专刊



新华三集团

北京总部
北京市朝阳区广顺南大街8号院 利星行中心1号楼
邮编:100102

杭州总部
杭州市滨江区长河路466号
邮编:310052

www.h3c.com

Copyright © 2021新华三集团 保留一切权利
免责声明:虽然新华三集团试图在本资料中提供准确的信息,但不保证本资料的内容不含有技术性误差或印刷性错误,
为此新华三集团对本资料中信息的准确性不承担任何责任。新华三集团保留在没有任何通知或提示的情况下对本资料的内容进行修改的权利。
CN-173X30-20210512-BR-HZ-V1.0



Contents

目录

02

新华三矿山数字大脑

06

基于5G专网的煤炭
新型通信系统

14

矿山Wi-Fi 6创新应用分析

22

新型万兆低时延以太网
环网建设

28

矿山全光网络技术应用分析

38

智慧矿山信息化安全建设思考

44

煤炭企业智能化统一运维管理
应用与建设

52

矿山智能视觉技术应用

56

煤炭供应链工业互联网平台

62

煤炭瓦斯监控中的大数据
应用与分析

From the Editor

刊首语

我国是一个“富煤、贫油、少气”的能源消费大国，据不完全统计我国能源消费市场中煤炭可以占到我国能源消费市场的三分之一。作为一个煤炭储量大国和煤炭消费大国，我国同时又是一个煤炭进口大国，长期以来我国煤炭行业的勘探、掘进、开采、运输等各个方面的智能化水平和能力还是处于比较初期的阶段。

2020年初国家发展改革委、国家能源局、应急管理部、国家煤矿安监局、工业和信息化部、财政部、科技部、教育部共同印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（以下简称“《意见》”）。《意见》中明确指出煤矿智能化是煤炭工业高质量发展的核心技术支撑，将人工智能、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，对于提升煤矿安全生产水平、保障煤炭稳定供应具有重要意义。

近年来，我国绿色环保要求的不断增强，如：“30、60目标，2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和”，作为能源行业中的中流砥柱，煤炭行业也是实现该目标的一个重点产业。可以预见未来绿色矿山建设、数字化矿山建设也必将与煤炭智能化发展齐头并进。

针对“绿色矿山建设、矿山智能化建设”紫光新华三集团携手行业生态合作伙伴，共同为我国矿山智能化建设勾画智慧蓝图。紫光新华三集团基于自身数字大脑的战略，结合矿山行业应用实践，借鉴煤炭两化融合的思路，将矿山信息化与工业化进行深入结合。提出了三条主线、八个能力、四项工程的设计和建设思路，将矿山装备主线、安全生产主线、经营管理主线与新型数字化技术融合，。借助紫光新华三的数字化基础设施、数据能力平台、主动安全防护和统一协同运维能力，与矿山智能化建设深度融合，为矿山行业智能化建设添砖加瓦，实现数字化矿山建设之路。

Part 01

新华三 矿山数字大脑

“伐薪烧炭南山中，满面尘灰烟火色，两鬓苍苍十指黑……”，通过寥寥几句唐诗，就可以体会到我国对于炭火应用的由来已久。从之前的“伐薪烧炭”发展到之后欧洲煤炭工业化革命，从18世纪开始，煤炭产业开始逐步得到社会的重视，成为到目前为止人类最主要的能源来源。

煤炭的开采利用从肩挑手刨，到了炮采，又到了机械化开采、后续又逐渐演进成为自动化开采，机器化和智能化的技术手段不断的被应用到煤炭实际生产过程中。在过去一段时间内，信息化的技术与煤炭生产工业化一直都在融合汇通，随着国家提出加速煤炭智能化建设，煤炭装备制造、矿山安全生产与矿山生产经营三条主线，均从不同维度加速了产业融合的进程。紫光新华三凭借多年来的技术积累结合煤炭行业生产经营现状，从三大主线出发，规划出了新华三矿山数字大脑技术框架。

三条主线	煤机装备及生产智能化主线		矿山安全风险监控智能化主线		矿山生产经营管理智能化主线			
	智慧化矿山							
八大能力	有线传输网络系统		煤矿双重预防体系		基于智能云化承载平台		经营决策管理中心	
	无线传输网络系统		安全避险系统		监管/装备/生产/研究		安全运营指挥中心	
	掘进系统	采煤系统	监测监控	人员定位	一张图	等保能力	安全	生产
	机电系统	运输系统	通讯联络	紧急避险	智能视觉	大数据	决策	调度
	通风系统	排水系统	压风自救	供水施救	工业互联	云边协同	后勤	经营
四个工程	一张融合通信网络		一个融合安全管控平台		一个融合支撑平台		一个融合能力中心	
	“一张网”融合有线(工业以太网)和无线(Wi-Fi 6 5G 物联网接入)的多维度传输系统		煤炭安全是生产安全、经营管理安全、信息安全的综合应用，通过信息化手段降低甚至解决“三个不统一、三个两张皮”		“一个平台”基于人工智能、5G、区块链、大数据、工业互联网、物联网技术应用、边缘计算等技术的一个数字化业务能力平台(5IABCDE)		融合安全、生产、决策、调度、后勤、经营等六大维度的能力中心	
	血液		骨骼		肌肉		大脑	
	智能化煤矿信息基础设施(基础)							

新华三矿山数字大脑

新华三矿山数字大脑依托新华三数字大脑计划，结合矿山行业智能化业务主线，以业务应用视角、以数据应用为依托，并结合数字基础设施能力。通过采用云计算、大数据、AI人工智能、5G应用、边缘计算等多个先进的新型技术，共同构建智慧矿山新蓝图。



一张融合通信网络

通过新型“一张网”的建设，在原有井上井下一张网的前提下，通过先进的SDN(软件驱动网络技术)来驱动整体矿山网络的通信。将原有相互隔离的网络系统，在保证网络安全和信息安全的前提下，将网络通信拉通构成数字化矿山“一张网”体系。实现全域运维、统一管控、数据集中、消息拉通，为后续实现安全运营平台与生产调度指挥中心的信息拉通、数据融合奠定坚实的通讯基础。

一个融合安全管控平台工程

以信息安全、数据安全、业务应用安全为基础，通过最新的大数据应用技术和工业物联网技术，将原本需要安全巡检人员定期按计划手工抄录、设备监控数据无法拉通的情况以及安全应急指挥系统所需生产安全和信息安全的数据，统一集中收集起来。

一个融合业务支撑平台工程

伴随云计算技术、大数据应用技术逐步成熟，业务系统对于底层平台数据基座要求也将从原来的统一管理、统一调度，进一步向着业务数据赋能、应用数据业务承载、综合数据利用的角度进行整体业务平台的选择。新华三通过云边端的平台协同和业务数据承载提供数字化技术基座。

一个融合能力中心工程

传统企业将领导驾驶舱和安全管控平台分开独立建设，两套平台分别从不同的维度，阐述煤炭企业关心的不同维度的生产经营与安全运营管理指标。未来的能力中心，将通过一个中心能力，把不同维度的业务数据进行拉通，保证经营管理和安全生产的能力中心的数据拉通与展示分析。

Part 02

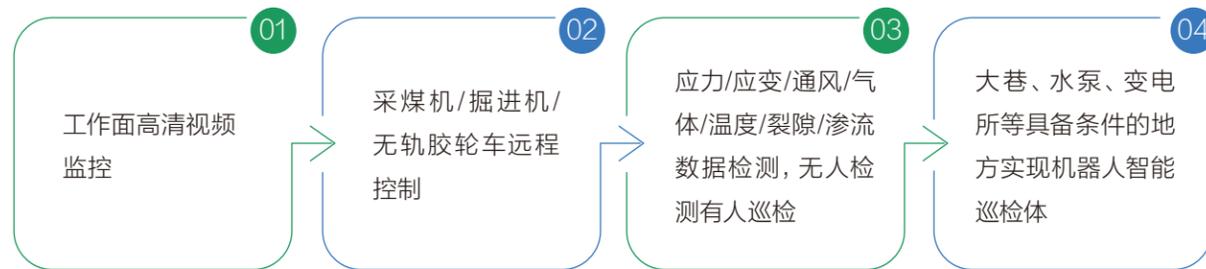
基于5G专网的 煤炭新型通信系统

井下通信需求分析

经矿山事故调查分析,我国煤矿死亡事故主要发生在采煤工作面和掘进工作面。因此,通过煤矿自动化、信息化和智能化,减少煤矿井下作业人员,特别是减少采煤工作面和掘进工作面作业人员,是煤矿安全生产亟需解决的问题。



为实现煤炭行业“少人则安、无人则安”的目标,目前现行的主要措施包括:



而为实现上述功能,传统的通信系统的不足就被体现出来了,在煤炭新型通信系统上,伴随着煤炭行业智能化的要求不断增多,新型煤炭通信系统主要有如下需求:

- 煤矿井下有瓦斯等爆炸性气体,用于煤矿井下的电气设备必须是本安型电气设备。



- 作业环境恶劣,事故风险高,地面控制中心需要对井下采掘情况实时监控和对设备进行远程操控。同时无人驾驶等新型智慧矿山技术应用,也对网络通信的灵活性要求提升,对于网络的低时延要求进一步提升。



- 掘进机、采煤工作面采煤机、液压支架、刮板输送机等移动设备,需要通过无线传输技术,保证数据的实时回传,未来还将实现远程控制指令的快速下发。



- 掘进面和采煤工作面视频图像实时传输要求上行大带宽,支持密集高清视频回传,对于网络传输带宽要求有着精细化控制(数据上行带宽优先于下行带宽)以及高带宽的要求。



- 煤矿安全监控系统具有甲烷、一氧化碳、温度、风速、风压、风向、馈电状态等监测功能,井下物联网传感器数量众多,通信系统需具备大容量接入能力,因此对于井下无线通信系统的海量连接能力也就提出了很高的要求。



煤炭行业新型5G通信应用场景分析

场景大类	场景子类	场景子类描述	RTT (ms)	设备连接数(个) / 典型小区	上行能力		
					单用户上行峰值速率	小区平均容量	单用户边缘速率
智能控制	精准远程控制	采煤工作面掘进机、采煤机远程集中控制	<100	50	上行需求不大		
	机器视觉	采集高清视频回传,完成远程控制。后续AI自己下发判断。	<100	30-40个摄像头, 4K清晰度 (范围: 240米综采面)	20Mbps	0.8Gbps	10Mbps
全面感知	状态感知	人、机、环监测: 人体健康状态,环境(气体、压力等),设备状态监测	<1000	>100	上行需求不大		
	视频感知	运输转载点、运输场视频。不用于远程控制,仅用于问题故障反差。	<100	若干固定摄像头+移动摄像头 (范围: @200米巷道)	10Mbps	0.3Gbps	5Mbps
	定位感知	人的定位、车辆定位、设备定位等	<100	米级定位	上行需求不大		
实时互联	及时通讯以及远程诊断	工人手持无线终端,满足移动通信,满足在不同地点快速诊断	<100	语音: 10组 视频: 3-5组	10Mbps	0.2Gbps	5Mbps

(来源: 中国移动研究院《5G大上行能力在行业数字化中的价值》)

新华三5G+智慧矿山应用场景

高清视频监控

综采工作面由于设备较多,环境复杂,液压支架、采煤机的运行不容易通过视频进行实时监控,并且液压支架、采煤机、转载机经常需要移动,信号传输线缆易刮断,因此有线视频设备不适合在综采面布设。通过5G覆盖,无线摄像头方便部署,不受线缆工程限制,实现液压支架、采煤机转载机实时视频传输,实现可视化远程监控,指挥中心可以随时调看所有摄像头的视频,了解设备运行状态,保障安全生产监控。

利用5G大带宽、低时延的特点，通过井下高清视频采集终端实时高清视频并回传至地面监控平台，地面监控平台基于机器视觉技术实现人员行为异常（如不带安全帽、进入危险区等）、设备故障、环境突发（如塌方、冒水）等不安全因素智能识别，及时采取措施，保障人员安全和安全生产。



移动机器人巡检

机器人内置5G模组，通过5G网络将高清视频和红外热成像数据以及瓦斯浓度、环境温度、烟感数据无时延地传输到地面，代替人工定时巡检，使地面能够更及时发现异常情况，及时发出预警，避免出现大的事故。



机电硐室机电设备在长期运行过程中易发生故障，借助5G技术，硐室机器人可7×24小时连续工作，代替人工周期性巡检，实现全时全程监控。机器人上还安装有红外摄像头和声音拾取装置，能够探测井下电缆、管道温度，识别电力系统负荷过载的隐患，提前对故障进行预警。

采煤机/无轨胶轮车远程控制

通过在作业现场部署多个高清摄像头，将现场环境信息完整地传送到监控中心，再结合采矿设备本身的各种传感器信息上报，工作人员就可以在监控中心直接操控各类设备，从而达到作业现场少人化、无人化的目标。目前信号传输一般采用有线的方式，但是由于液压支架、采煤机、掘进机经常需要移动，信号传输线缆经过多次折叠后较易发生断裂。



通过5G无线系统将采集到的设备状态、姿态、位置和环境参数等数据以及现场音、视频信息实时回传至采煤控制中心，控制中心的操作员发出操作指令，通过5G高可靠低时延网络下发给采矿设备，采矿设备执行相应的指令，实现采煤工作面三机一架的有序协同联动和连续高效作业。5G网络的大带宽低时延特性，使得控制中心可以实时感知采煤现场的环境和设备工作状态，从而实现采矿设备的远程操作，解决操作工人需要长时间面对噪声、浮尘、震动等问题；另一方面，减少以至杜绝相关环节因人为因素导致的安全生产事故，并降低司机用工及车辆维护成本，提升矿山整体的作业效率。

井下物联设备数据采集

	新型5G技术	传统4G技术
传输速率	数百兆到千兆级别	百兆级别
时延	毫秒级	百余毫秒级
广泛连接	高	适中
移动性	可移动接入	可移动接入
传输距离	适中	适中

矿山生产环境恶劣，工作环境复杂，存在大量的环境监控信息、大型设备的各类数据监控信息，需要一个可靠高效的数据采集和信息传输系统，采集顶板里层监测、冲击地压监测、通风监测、管道风量/风压/水量/水压等，应力、应变、温度、裂隙、渗流及其变化趋势数据，实现井下全面感知。





煤矿5G通信系统与传统井下无线通信方式的比较

面对日益增多的煤炭智能化应用需求，传统煤矿无线组网方式在性能上已经无法到达煤炭生产工业控制要求。传统4G无线网络由于带宽和时延不能满足工业控制要求，不适合作为煤矿未来智能化建设的主要承载无线网络系统。

传统4G组网方式中，传输延时达到百余毫秒，在一些对于延时要求非常敏感的煤炭智能化新应用中（如：煤炭井下无人驾驶、机器人远程精确遥控等），无法满足未来智能化业务应用部署要求。面向未来无人化和少人化矿井的要求，更多的高清可视化要求日益增多，对于无线传输高带宽的要求也是与日俱增。

以一个240米综采面为例子，平均8米在支架上安装一个固定摄像头，需要30个摄像头，以4K摄像头为例，每路视频上行速率要求在8~16Mbps，整个在240米范围内对上行容量的要求是480Mbps。传统4G无线传输方式，20MHz带宽下上行50Mbps速率仅支持2路高清视频传输，不满足一个工作面几十个摄像头，几百个传感器的数据传输需求。

相对于4G网络，5G网络具备更高速率，针对煤矿井下通信需求特点设计的5G上行速率可达到几百兆到上千兆；5G时延更低，端到端时延低至10ms，比4G低10倍。可靠性高达99.999%以上。5G的技术特点，使得5G更适用于实时互联和工业控制。



新华三煤矿5G通信解决方案

新华三矿山5G通信方案采用5G SA独立组网架构，整个5G专网系统主要由5G核心网、5G承载网（IPRAN方式、工业以太网方式）、5G矿用基站设备及综合管理平台组成。



低时延组网

新华三采用独立本地化专网方式进行煤矿5G网络部署应用，避免了许多不必要的流量访问延时，从而可以做到往返少于10ms的低时延组网要求，使得在矿用工业控制领域通过5G应用方式远程控制成为可能。



自主组网设计与建设

矿山信息化安全以及整体组网稳定性一直是被行业内各个专家所重点关注的。新华三5G独立组网方式可以实现设备本地化部署、链路本地化应用、数据本地化应用，所有数据、链路、设备均为本地化部署，极大的提升了整体网络健壮性和稳定性，提升了数据的安全性。



更低的矿用5G拥有成本

新华三5G独立组网方案，打破了传统5G承载网构建方式，既可以通过IPRAN方式进行组网应用，又可以通过工业以太网交换机（需要支持1588V2和SyncE协议）进行组网设计，极大丰富了组网灵活性的同时，进一步降低了整体矿用5G网络的拥有成本。



更加简单灵活的组网方式

新华三煤矿5G解决方案支持5G基站BBU → FSW → pRRU之间通过eCPRI协议进行组网建设。支持以太网环网协议，具备环网故障排除及快速自愈能力，与5G承载网环网形成分层环网架构，极大提升整体矿区网络可靠性的。

通过eCPRI协议的支撑，FSW、pRRU可支持以太网交换功能，pRRU具备以太网设备扩展能力，支持级联Wi-Fi 6 AP，工业物联网等传统以太网设备。

写在最后，对中国5G应用于智慧矿山生产的期望，目前为止5G技术还是一个新兴技术，在行业内应用还有很多的局限性（例如：覆盖距离、信号的可靠性、低时延的整体效率、矿用设备的支持能力等等）。不过，也正是基于此，新华三作为行业技术和产品解决方案的领导者，有义务把最先进的产品和方案，与行业应用以及行业生产建设标准要求融合，让科技之光不断照进生产业务应用的现实。

Part 03

矿山Wi-Fi 6与 UWB定位创新 应用分析

随着智能设备越来越丰富，同一Wi-Fi下接入的智能设备数量越来越多，针对多用户接入带来的Wi-Fi网络效率越来越低下（或用户被挤下去，或所有用户速率大幅下降，亦或Wi-Fi网络瘫痪），用户体验越来越糟糕。Wi-Fi 6的横空出世，带来了用户体验提升的福音。



Wi-Fi 6引入了多项先进技术，可有效解决网络容量和传输效率的问题。由于Wi-Fi 6低功耗低成本的特性，因此在M2M局域应用中具有很大优势。Wi-Fi 6相比传统Wi-Fi提供高达15dB以上的链路附加余量，相当于在室内扩大1倍以上的传输距离。从功耗角度看，相当于在传输距离不变的情况下终端可以采用更低的功率进行传输，在这种应用模式下，Wi-Fi的峰值耗电能够从100mA降低到10mA级别，接近蓝牙的峰值功耗。此外，TWT技术的采用，让终端能够更有效率地进行休眠，这两种改善意味着极低的终端成本与续航能力。

	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5		Wi-Fi 6
协议	802.11n	802.11ac		802.11ax
		Wave1	Wave2	
年份	2009	2013	2016	2018
频段	2.4GHz、5GHz	5GHz		2.4GHz、5GHz
最大频宽	40MHz	80MHz	160MHz	160MHz
最高调制	64QAM	256QAM		1024QAM
单流带宽	150Mbps	433Mbps	867Mbps	1200Mbps
最大带宽	600Mbps	3466Mbps	6933Mbps	9.6Gbps
最大空间流	4×4	8×8		8×8
MU-MIMO	N/A	N/A	下行	上行、下行
OFDMA	N/A	N/A	N/A	上行、下行

在智慧矿山建设的过程中宽带无线通信是建设的基础和关键。矿井无线电信号传输衰减严重，无线电传输衰减模型复杂多变，卫星信号无法穿透煤层和岩层到达井下，煤矿井下有瓦斯等易燃易爆气体，矿井巷道的超长距离等制约着地面宽带无线通信技术和设备直接在矿井应用。因此有必要针对煤矿井下特点，研究矿井宽带无线Wi-Fi 6通信技术。



矿井宽带无线通信系统除应满足传输速率高、时延小、并发数量大、可靠性高、性价比高等要求外，还应满足以下特殊要求：



需无线全覆盖煤矿井下长达大于10KM的巷道。煤矿井下巷道中布置有机电设备、车辆和行人，需无线全覆盖。



无线发射必须本质安全防爆。煤矿井下有瓦斯等易燃易爆气体，无线发射必须本质安全防爆，无线发射功率受限。



无线工作频段不宜过高。矿井无线传输衰减大，受巷道断面、分支、弯曲、支护、电缆等影响，无线电传输衰减模型复杂多变。无线工作频段越高，传输衰减越大，传输距离越近，绕射能力越差。在本质安全防爆条件下，无线工作频段大于2.4GHz时，煤矿井下无线通信距离小于800米。



无线传输宜具有一定的绕射能力。采煤工作面布置有大量的液压支架，以及采煤机、刮板输送机、破碎机、转载机、带式输送机、液压泵站、移动变电站等，掘进工作面布置有掘锚机、带式输送机等，巷道中有带式输送机、电机车、胶轮车、绞车、开关等，煤矿井下空间狭小、设备多，难以保证无线视距传输，无线传输宜具有一定的绕射能力。



抗干扰能力强。煤矿井下大功率电气设备启停、大功率变频设备工作时电磁干扰大，为保证系统正常工作，矿井宽带无线通信系统抗干扰能力要强。



移动性要求不高。煤矿井下人员及车辆移动速度慢，对无线通信移动性要求不高。《煤矿安全规程》规定，采用无轨胶轮车运人时运行速度不超过25KM/h，运送物料时运行速度不超过40KM/h。

因为Wi-Fi 6有着传输速率高、系统简单、成本低等巨大的优势和应用前景，所以业界也一直在探索Wi-Fi 6技术在煤炭行业的落地机会点。

新华三设计的AP型号为WA6622E-M1，是专为恶劣环境所定制开发的防爆型工业级无线AP，适用于井下环境，其技术参数十分先进。新华三与合作伙伴经过多次的沟通和讨论，充分考虑在井下环境的实际功能、性能的需要，确定了该款产品的规格。该款AP在5G和2.4G频段都支持Wi-Fi 6模式，接入速率为1.775G，整机最高接入用户数过千个，同时满足零下30度到零上55度的宽温设计要求，具备200米的远距离信号覆盖能力，接口丰富，可提供2个万兆光口和1个电口。

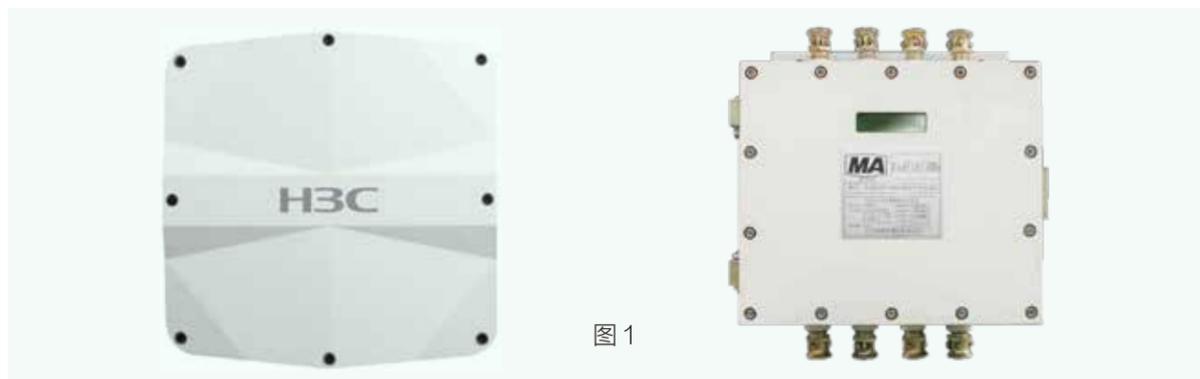


图 1

为了能够符合行业标准、满足实际严苛环境的使用要求，双方团队对产品做了很多优化开发。

天线设计

采用外置板状天线，在满足煤炭防爆本质安全的隔离要求的同时又能保证Wi-Fi信号的良好覆盖。

供电设计

采用12V直流供电，同时支持8V到17V的宽电压，功耗控制在18W以下，满足井下设备供电要求。

工业化设计

AP采用先进的Wi-Fi 6数字芯片，数字化全工业级元器件设计制造，使得整体AP设备在井下严苛生产作业环境下，得以可靠运行。

宽温设计

采用特殊散热设计，具备智能功耗控制能力，同时也具备宽温工作能力。

矿用设备

针对井下场景，合作伙伴研发团队专门定制了防爆外壳。在接口设计上，具备双万兆光口，内置交换模块，支持菊花链式的设备串联，能够极大减轻布线压力。

图2为实际测试时拍摄的产品照片，图3为AP在实际井下巷道测试数据



图 2

测试工具	品牌	型号	备注									
AP	H3C	WA6622E-M1										
AC	H3C	WX2540H										
天线	达思普	WNPB3014DW	定向、13dBi									
频谱仪	Keysight	N9342C	射频直连									
笔记本	Acer	A715-74G	千兆电口，测试软件：HFS									
手机	华为	P40 Pro	测试软件：Wi-Fi魔盒									
2.4G 发射功率	16.5dBm (标称 20dBm)											
5.8G 发射功率	14.8dBm (标称 24dBm)											
测试距离 /m	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
连接频段 /G	5.8	2.4	5.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
协商速率 /Mbps	183	87	122	146	87	65	65	29	43	43	117	29
信号强度 /dBm	-49	-54	-65	-44	-51	-55	-58	-66	-61	-64	-68	-66
最短延时 /ms	3.9	2.1	3.3	0.0	2.8	3.4	3.2	4.2	4.1	4.4	3.8	4.4
最长延时 /ms	16.6	187.2	11.9	8.0	141.8	14.2	13.5	13.3	45.5	14.5	10.3	14.3
平均延时 /ms	7.0	10.0	5.6	4.0	9.9	5.5	5.4	5.7	7.3	6.5	5.8	6.4
丢包率 /%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上传速度 /Mbps	77.1	67.1	102.1	45.0	60.8	57.4	48.5	34.9	32.0	42.7	37.2	48.8
下载速度 /Mbps	48.9	44.4	59.8	42.9	41.5	40.2	36.5	30.4	27.5	31.0	32.2	24.1

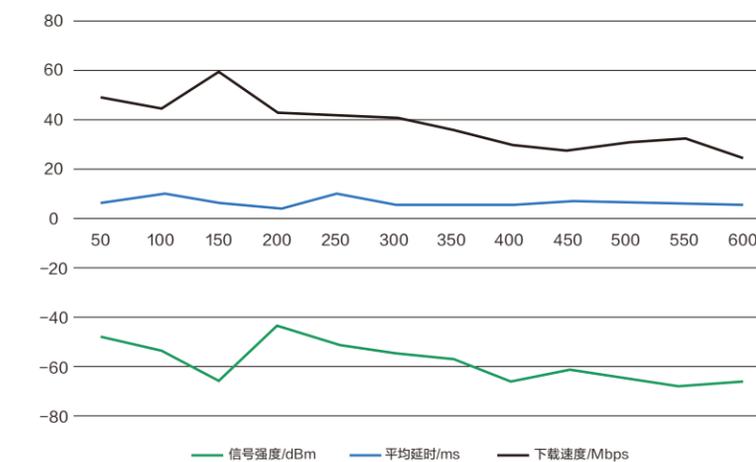


图 3

现阶段矿用Wi-Fi产品正处于Wi-Fi 5到Wi-Fi 6的提质切换阶段，矿用Wi-Fi 6产品有着广阔的市场前景，新华三积极顺应时代潮流，通过先进通信技术，为行业赋能、为煤炭行业智能化建设提供新思路、新方法。

另外，煤矿井是我国的支柱产业，在智慧矿山建设的过程中，如何更加安全、高效、智能的让工作人员投入工作也是主要问题之一。由于大多工作人员在矿井下工作，瓦斯、煤尘爆炸、冒顶事故时有发生，因此，人员安全一直是企业关注的重点。人员定位系统能够很好得做到人员管理及工作调度管理，及时发现安全隐患，保证人员安全。

传统的定位方式一般是利用信号载波强度，即RSSI来做三角定位，其特点是精度低，对环境适应性差，但实现相对简单，比如基于Wi-Fi信号RSSI，或是基于蓝牙iBeacon信号RSSI的，精度为1/3或者1/4基站间距的粗略定位。过去一段时间，工业产业内部对人员，可移动资产和设备检测和控制的需求越来越多。产业界发展出对高精电子围栏，高精度轨迹，三维定位的几类高精定位需求。针对这些需求业界发展出以下技术方向：

- UWB为代表，基于信号飞行时间的定位。UWB技术典型发射脉冲宽度低于2ns，因此能比其它技术实现的定位精度都高，实验室理想情况可以实现10cm左右的高精度定位，实际环境精度能达到亚米级。



新华三矿井UWB定位可以与Wi-Fi 6或5G实现一网融合，高精度定位跟Wi-Fi 6 AP或5G小站一般是松耦合模式，通过在设备的级联口上连接一个高精定位基站，由Wi-Fi 6系统为定位基站定位数据回传链路，煤安电源提供本地供电。由于Wi-Fi 6或者5G信号与定位信号的覆盖半径不一致，该定位基站最好还能自行扩展出子基站以补齐设备之间的信号覆盖盲区。在智慧矿井建设中可实现以下功能：



人员分类管理

人员管理对所有人员列表进行管理，可以添加或者编辑人员信息，人员状态如黑名单，重要人员等。



高精度实时定位

空旷环境50cm以下定位精度，复杂环境1米以下定位精度。



历史轨迹回放

移动轨迹是平滑显示的，可以锁定一个人员终端，按时间段播放，显示移动过程（可选择有轨迹或无轨迹）；可以锁定一张地图，按时间段播放显示移动过程（可选择有轨迹或无轨迹）； 轨迹回放过程中可以显示各类报警和声音效果； 可以全屏播放； 可以保存某一段轨迹录像； 可以保存某一段数据，可调用播放； 可进行多窗口回放。



告警管理

触发告警，弹出页面，声音报警；
 点击处理后，页面可以关闭，否则会一直提醒；
 实时报警列表（区域，消失、滞留提醒）；
 可以锁定一张地图，按时间段播放显示移动过程（可选择有轨迹或无轨迹）；
 轨迹回放过程中可以显示各类报警和声音效果；
 可以保存某一段数据，可调用播放，也可进行多窗口回放。



电池低电报警设置

人员终端每隔一段时间将会向系统报告一次自己的当前电量，可以在系统中设置电量最低界限，一旦人员终端电量低于这个界限将会发出报警信息。



人员在非访问区异常告警

当人员终端在非访问者区域停留达一定时间，发出报警信息；人员离开告警设置电量最低界限，一旦人员终端电量低于这个界限将会发出报警信息；或无轨迹。



电子围栏

危险区域可以设置电子围栏。



摄像头联动

可以配合电子围栏进行实时视频画面的捕捉配合SOS一键告警实时捕捉当时画面；对单点携带定位终端的个人进行自动切换区域跟踪。



人员实时大屏概览

提供大屏概览界面，实时显示厂区人员情况，动态显示厂区人员数量、员工数量、访客数量、报警点数量以及位置。精准掌握厂区情况。



定制开发功能

支持特殊功能定制开发。

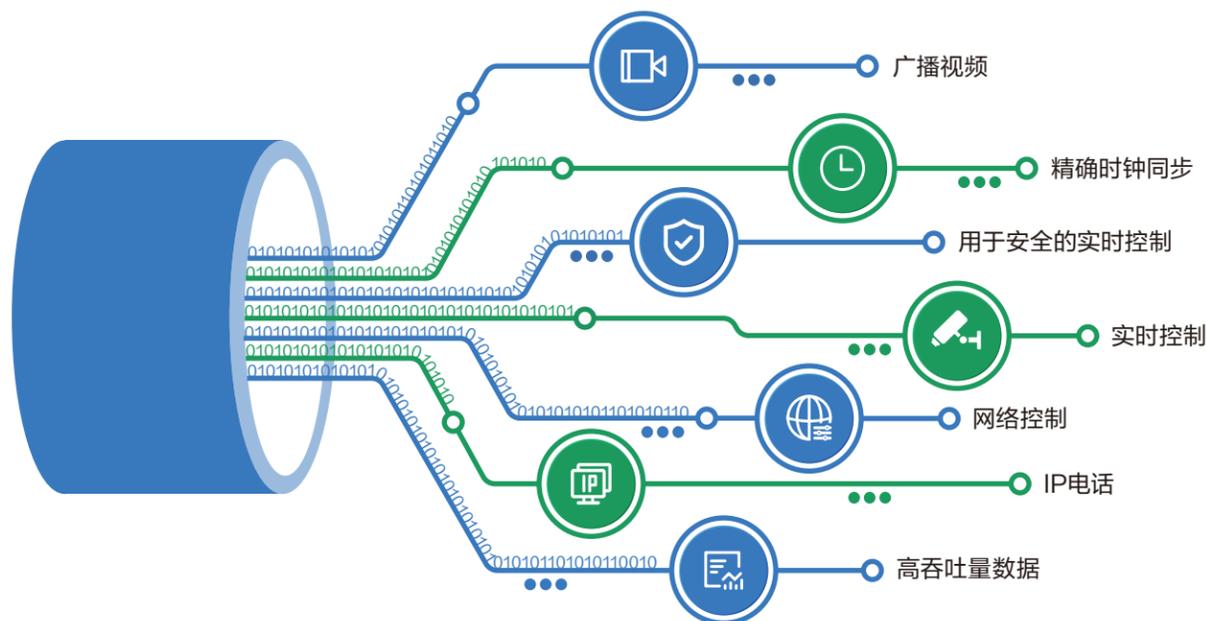
Part 04

新型万兆低时延 以太网环网建设

煤矿智能化是煤炭工业高质量发展的目标和方向，将人工智能、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，从而形成全面感知、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。

作为煤矿智能化信息化平台基础建设的一部分，需要建设一张覆盖煤矿生产业务全部区域的万兆工业自动化环网。新型万兆低时延以太环网的设计和部署实施为智慧矿山智能化信息传递提供了高可靠、高速率、高稳定的信息传输通道。

新型万兆低时延以太网，为煤矿生产系统包括矿山压力监测与预警系统、地质地测系统、风量和风向监测系统、设备点检系统、火灾监控系统、产量计量监测系统、安全监控系统、水文自动观测系统、防突信息系统、人员定位系统等实际业务生产系统提供了低时延的数据传输能力。



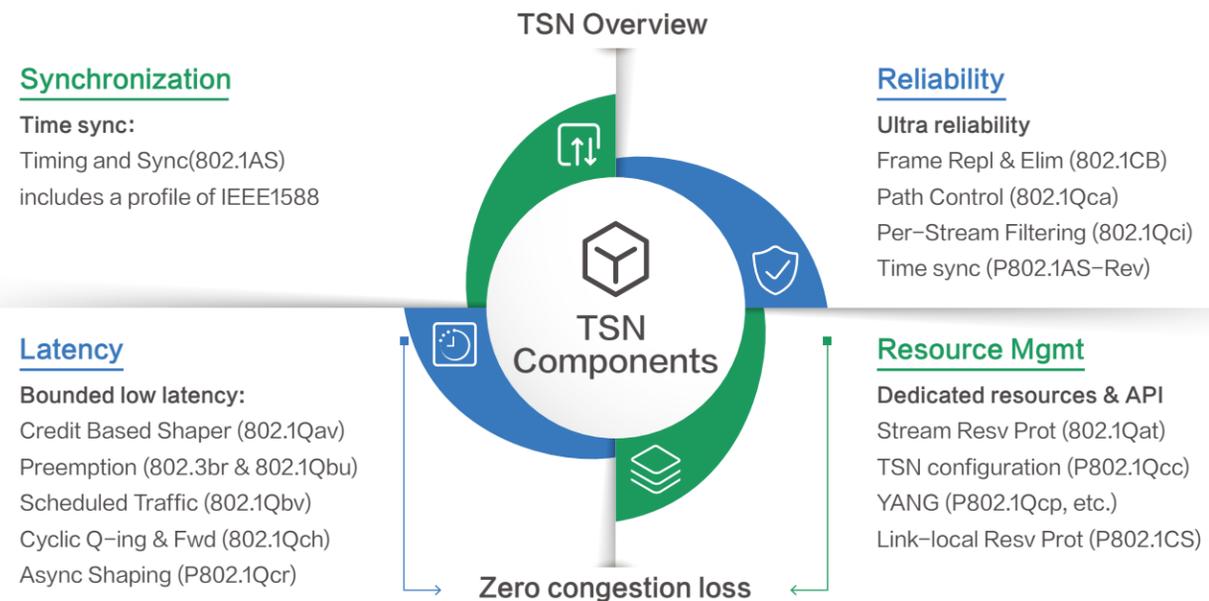
生产系统的信息通过低时延工业网络将生产控制数据实时传输到中心机房，实现在远程调度指挥中心的集中监控、集中指挥调度，新华三矿用万兆低时延网络，具有以下先进功能：

与网络规模无关的故障恢复时间

通过对环网检测报文数据转发机制的优化，环网协议能够实现与网络规模无关的故障恢复时间，通过实时中断上报等机制的引入，故障恢复时间能够达到50ms以内，从而大大提高实时报文传输时的可靠性，对于矿山实时控制等应用领域提供更可靠的数据传输承载平台。

支持时间敏感型网络

TSN (Time sensitive Network时间敏感型网络) 技术通过制定时钟同步、数据流调度策略以及TSN网络与用户配置三个部分相关标准，允许周期性与非周期性数据在同一网络中传输，使得标准以太网具有确定性传输的优势，保证了工业生产中IT网络与OT网络的完美融合。



Guaranteed data transport with bounded low latency, low delay variation, and extremely low loss

备注:图片来源于《Introduction to IEEE 802.1, Focus on the Time Sensitive Networking Task Group》，2018年3月。

支持丰富的链路检测功能

为了提高网络稳定性，针对网络应用中的典型故障进行分析，在进行故障检测时除了对链路断开进行快速检测外，还提供了光纤单通检测、链路质量检测、设备健康性检测等机制，并根据以上来确保环网承载报文的最优承载。

支持多种网络拓扑

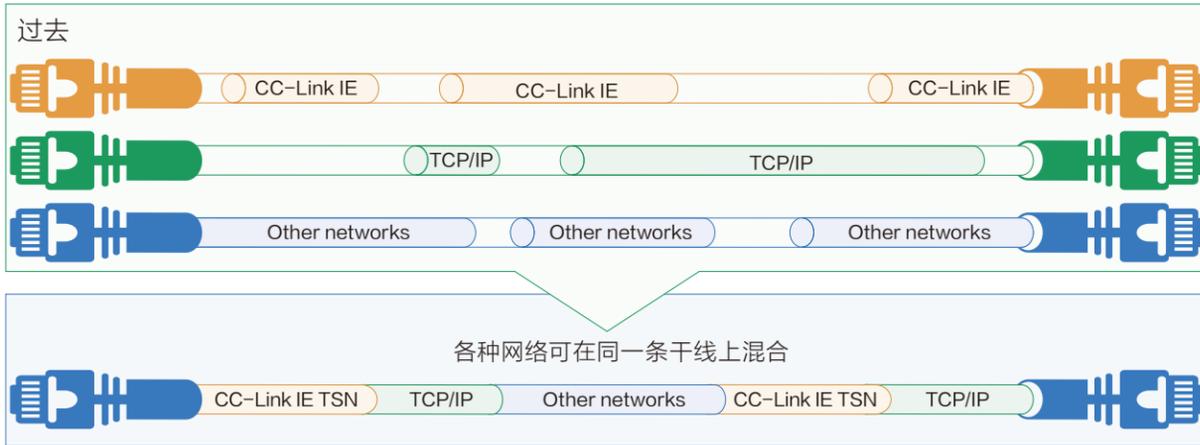
除支持简单环网快速自愈功能外，还能够支持相交环、相切环等复杂组网，并能够支持基于VLAN的冗余环多实例，提供灵活的组网模式满足多种网络应用需求。

提供丰富的诊断维护功能

提供了丰富的状态查询和告警机制来帮助运维人员对网络进行维护和诊断，并且提供机制来防止由于误操作或配置错误导致的环网风暴等问题。

提供优先级队列功能

信号系统承载多种数据，QOS功能可在数据量比较大时，对各种数据区分不同队列，保证重要数据优先通过。



矿用低时延组网选型建议



极端恶劣环境下平稳运行的工业设计

煤炭行业作业环境极端复杂，有高温矿还有低温矿，所以要求工业级以太网交换机，需要具备宽温工作能力，工作温度-40~+75℃，5%~95%无凝露。

煤炭矿山行业属于高粉尘作业环境，对于整体工业交换机的粉尘防护和防水能力均有要求。无风扇自然冷却散热方式，在保证矿用设备在宽温、强电磁干扰性、防粉尘等环境平稳作业的同时，还需要适应井下其他各种恶劣的环境，确保井下对网络设备的高可靠性、高稳定性要求。



万兆高速通信技术能力的设计

随和井下的自动化、智能化的应用不断增多，井下对于通信系统高速传输能力也有了更高的实际需求。目前为止，部分矿山还是使用的千兆环网进行整体业务承载，日后矿用环网至少都是采用万兆环网方式设计，并且整体环网自愈时间要小于50ms，整体高并发工业控制时的低延时要求控制在ms级或者更低的时延状态。



具备矿用产品相关认证

依据国家经贸委和煤矿安全监察局发布的《煤矿矿用产品安全标志暂行办法》等文件要求，对于井工煤矿用设备、仪器、仪表等设施实行安全生产认证制度，有效地遏制了伪劣产品进入井下，所以在矿山井下生产作业场景部署的所有设备均需要通过相关认证，才可以下井实施、安装和部署操作。



新华三矿用隔爆兼本安型交换机证书及部分使用说明

矿用产品安全标志证书

安全标志编号: MA92000135

申请人: 南京弘毅电气自动化有限公司

注册地址: 南京市江北新区浦口区江浦街道

生产单位: 南京弘毅电气自动化有限公司

生产地址: 南京市江北新区浦口区江浦街道

产品名称: 矿用隔爆兼本安型网络交换机

规格型号: KJJ127(B)

产品标准及技术要求: GB 3836.1-2010, GB 3836.2-2010, GB 3836.4-2010, QJ2011HYDQ036-2020

注册日期: 2020.12.19 有效期: 2025.12.19

备注: /

KJJ127(B)矿用隔爆兼本安型网络交换机 说明书

(产品执行 GB 3836.1-2010, GB 3836.2-2010, GB 3836.4-2010, QJ2011HYDQ036-2020 标准)

南京弘毅电气自动化有限公司
2020年05月

1 产品概述

1.1 适用范围

1.2 产品特点

1.3 产品标准

1.4 认证情况

1.5 产品应用

1.6 外形尺寸

2 产品结构

2.1 主要组成

2.2 主要接口

2.3 主要功能



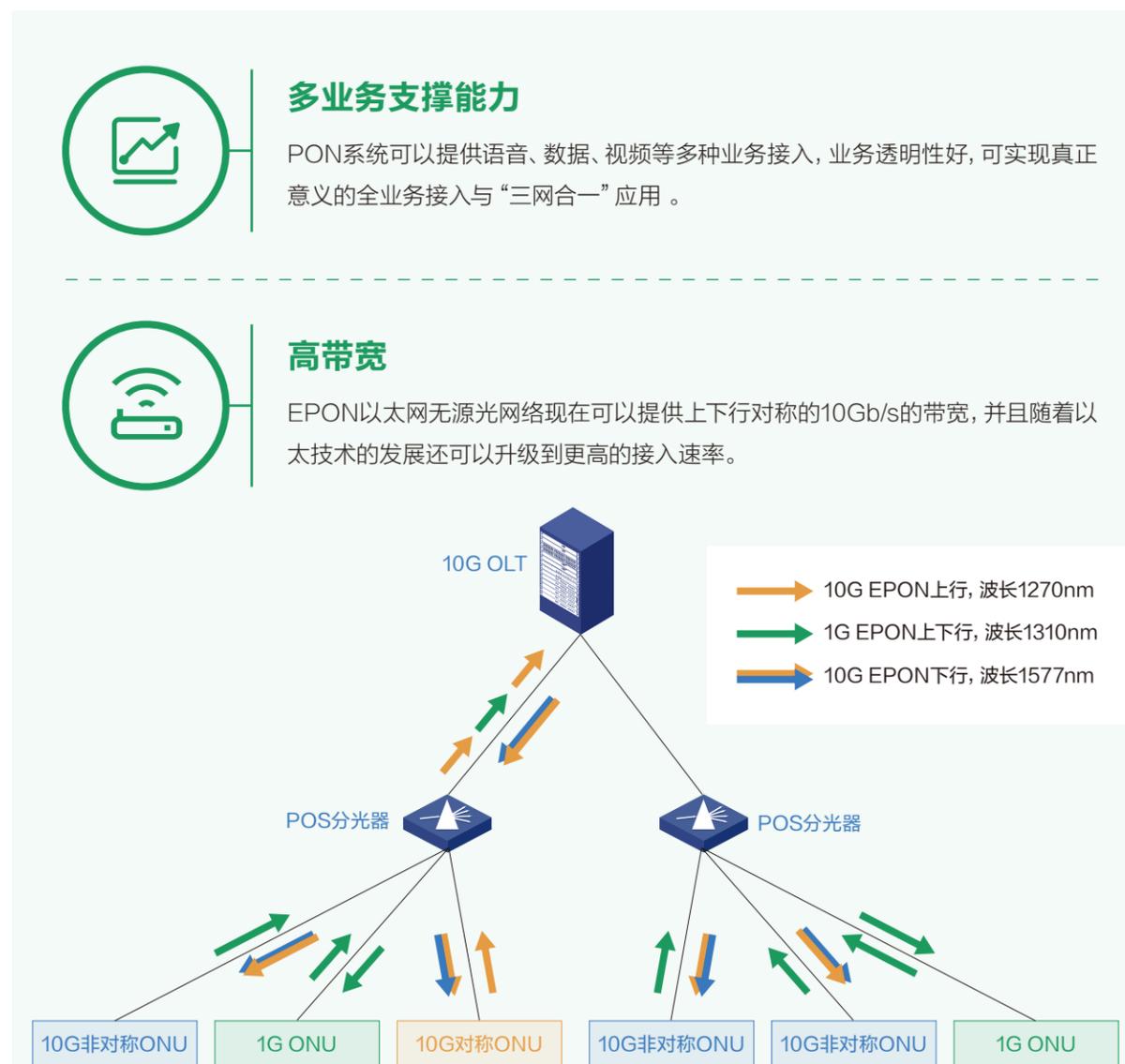
Part 05

矿山全光网络技术 应用分析

新时代下，一根细如发丝的光纤能够给我们煤炭行业带来哪些改变与创新？从1960年光纤通信面世以来，由于光在光导纤维的传导损耗比电在电线传导的损耗低得多，光纤被用作长距离信息传递的最佳工具。上世纪90年代技术人员又在光纤传输的基础上开发了PON网络（即：无源光网络）技术。目前，主要分为EPON和GPON两类，GPON在T1/E1、ATM、高速专线等传统广域传输业务方面和OAM/QOS/编码效率方面存在一定的优势。EPON在以太网兼容性，后向兼容等方面有一定的技术原生优势。这两个技术本身很成熟，已经在网络通信市场有了长期的大规模应用和部署实践。

伴随着PON无源光网络的不断成熟应用，早在2007年，新华三就为当时的同煤集团公司量身打造了一整套双向无源光网络系统，通过新华三的EPON+LAN的解决方案使得系统充分发挥有线电视网络业务的优势，以多功能增值业务发展推动双向网改造，使得有线电视基础网络具有双向互动、多功能的承载能力，为同煤集团12万用户带来了创新网络和电视体验，变“看”电视为“用”电视，一条光纤即提供数字电视信号传输，又同时提供宽带上网功能，达到一举两得的多赢局面。

通过上面的例子，我们不难看出无源光网络的与传统以太网网络的相比主要优势主要如下：



长距离接入

光线的传输距离高达数百公里，所以实际上物理传输层的距离瓶颈在收发光信号的设备光器件上，目前PON标准规定距离为20km，这样的长度对与矿山煤化工企业、矿山园区网、矿山生产作业面网络来说已是绰绰有余。

扩展性好

目前PON网络一般采用树型网络结构，作为一种点到多点网络，以一种扇出的结构既节省光纤的资源，同时这种共享带宽的网络结构能够提供灵活的带宽分配。对终端的接入无需增加主干部分的线路，另外，系统在设计增加了动态测距和分配时隙的技术，终端的增加和拆除不影响整个系统的稳定运行，所以，当系统需要扩充时，所需改动的部分最小，为工程实施提供了灵活的解决方案。

良好的QoS保证

由于PON的系统设计本身就是为电信运营商提供多业务接入而设计的技术方案，G/EPON系统对带宽的分配和保证都有一套完整的体系。在不同业务的服务质量、优先级保证等技术措施上，提供了多种应用解决手段，实现用户级的SLA，因此，用户可根据接入的设备重要性的不同，分别设置不同的服务等级，对重要的用户或重要的应用设备，设置及时、可靠的响应机制，从而实现了多业务、不同服务等级的综合接入系统。

良好的自然抗性

无源光网络是纯介质网络，彻底避免了电磁干扰和雷电影响，极适合在自然条件恶劣的地区使用。



任何事物都不可能只有优点而没有不足，那我们再来看看无源光网络现存的一些缺点：

PON比较适合纯南北向的纵向交换流量模型，这种模型在运营商家用宽带场景是比较合适的，但是在煤炭企业网中，比如存在科研和智慧+场景时，东西向流量也大量存在，PON这种转发模型并不是完全适合。

PON网络的简化是以网络末端数量巨大的ONU盒子的管控为代价的：如在ONU入室后，消防安全的风险，网络末端暴露给用户后遭受非法使用和攻击的风险；另外，ONU本身无法支持POE供电，楼道安装时需要额外施工布置取电点的问题。

PON末端的ONU的带宽支持能力不足。主流厂商目前发布的高端ONU产品目前多是GE/2.5G下行，10G上行的方式。而Wi-Fi 6速率已经高达10G，要求10G接入并且40G/100G上行的ONU，当前的PON产品还很难满足。高速率的PON标准目前在行业中的商用化程度还不够高，而支持MultiGig下行、10G/40G/100G上行的以太网交换机已经很成熟。

正是发现了上述问题新华三通过与先进的SDN技术相融合，利用其组网简化的亮点，同时继续保持上层的SDN能力，如网随人动/自动化等能力，除此之外，利用新华三应用驱动园区网方案融合PON网络，还可以提供如下优势：



设备融合

PON以OLT板卡的形式和leaf交换机进行整合，无需再使用单独的OLT设备（目前新华三支持的PON产品类型是EPON，非GPON）。



Leaf (OLT) 自动化模板



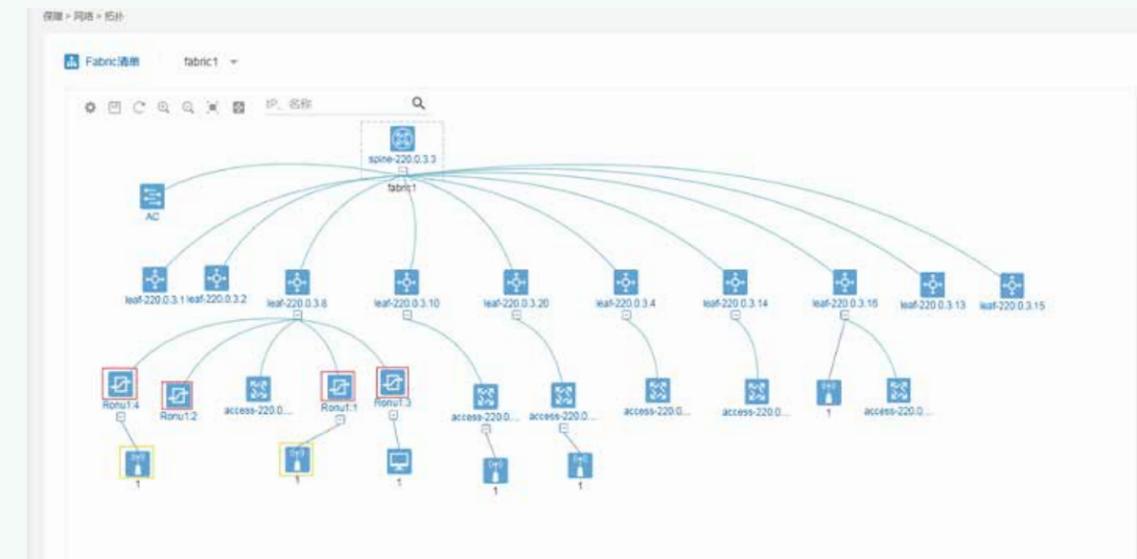
组网融合

同一个网络可以同时有PON/交换机/无线三部分，可融合共存，共同作为SDN的底层架构。



管理融合

有线/无线/PON统一管理，统一拓扑呈现。

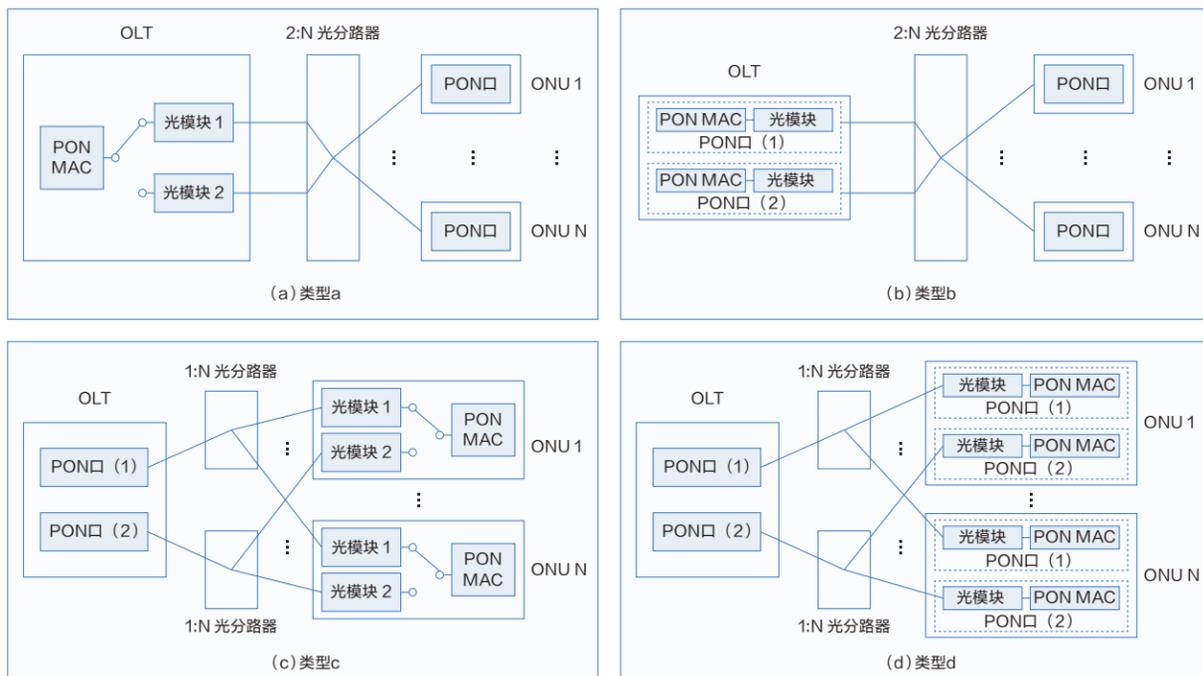


融合拓扑



在保证易用性前提下, 还应更多的考虑整体组网的可靠性, 在这方面, 新华三为无源光网络设计了一系列HA的保护机制, 解决OLT下行口单点故障的风险。

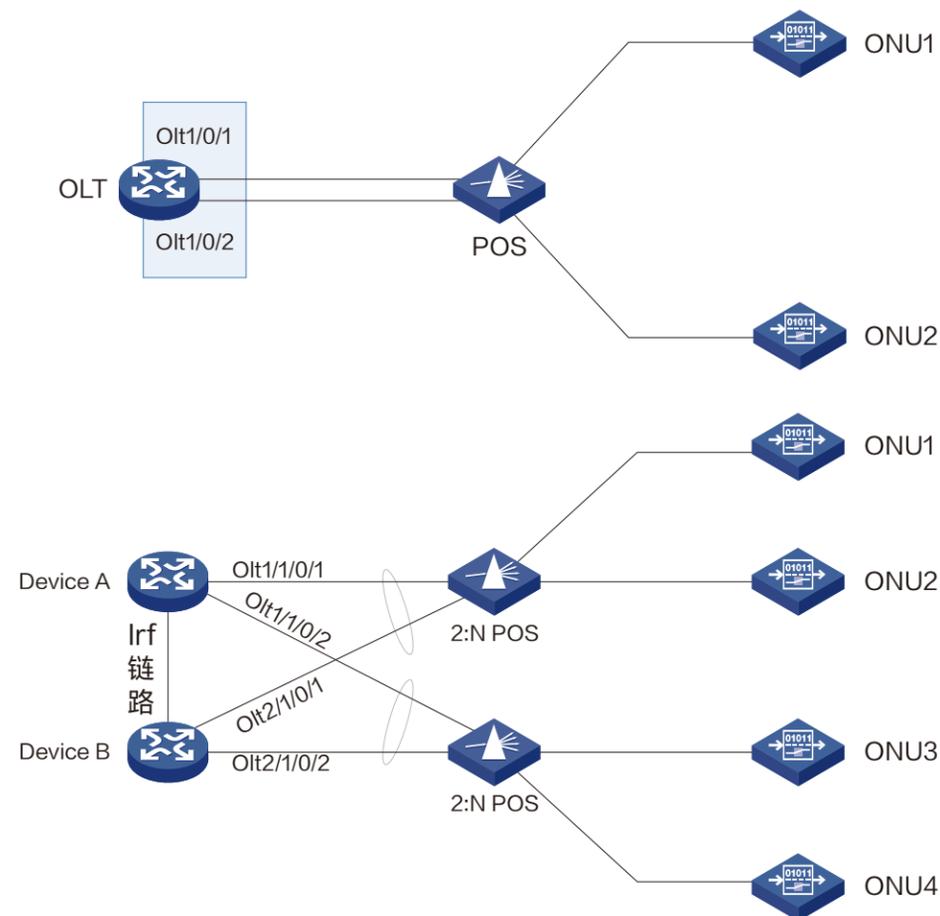
目前, 标准定义冗余方式有Type A/B/C/D四种, 保护程度上, D>C>B>A。



PON网络备份保护技术

从上图中可以看出Type C/D要求ONU双PON口上行, 成本高, 而Type A的保护程度不够强, 考虑实用性以及性价比等方面的因素新华三Type B冗余方式比较适合实际的部署落地, 该方式可分为单设备的Type B和IRF两筐堆叠情况下的Type B。

在Type B模式下, OLT (leaf) 下行口需要配置光纤冗余口, 处于同一个冗余备份组中的两个PON口形成主备关系, 当其中一个端口故障时, 会启用另外一个冗余口继续工作。以实现HA保护。



新华三无源光网络Type B冗余保护方式





无源光网络光纤资源的创新应用

分布式光纤传感应用

应用分布式光纤传感技术，未来一根细如发丝的光纤除去为我们提供数据通信传输应用之外，还可以提供许多新的应用。

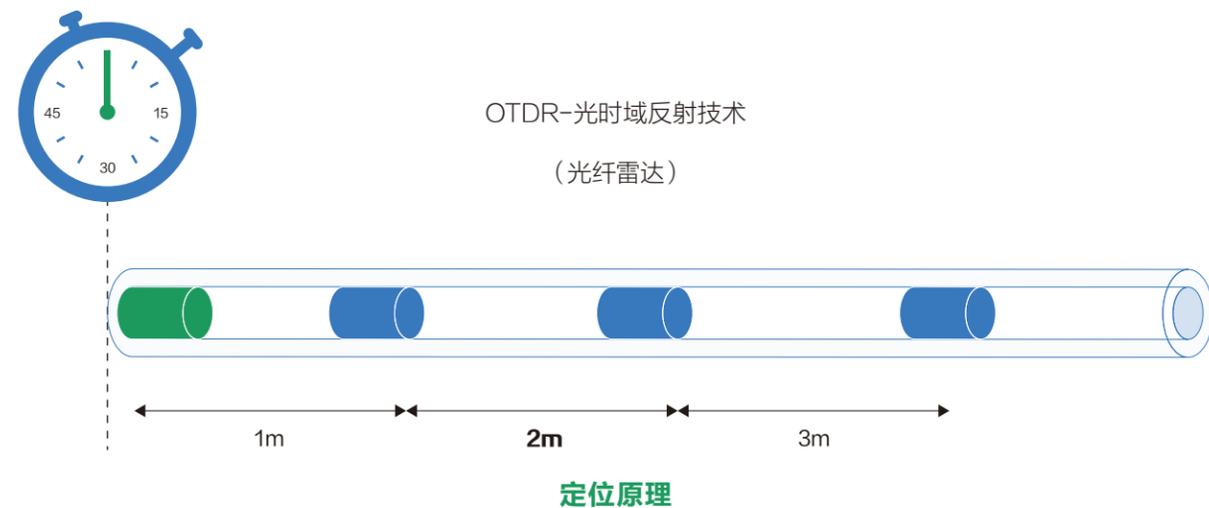
• 光纤周界监测系统 (DVS)

基于光纤的分布式传感技术，开发出防区定位型的光纤周界监测系统，提供了性价比高、低漏报误报、向上兼容性好、应用领域广的安防解决方案。

主要技术优势

- 电绝缘性能好**
本质安全性，防区无源；除位于室内的监测终端外，整套系统使用的全部为非金属器件，由于光纤本身不导电；
- 抗电磁干扰**
传感光纤不发射也接收不到以下信号，电磁信号、雷达信号、无线电信号、高压静电信号；
- 恶劣天气抗性好**
抗天气（风、雨、雷、电等）干扰性好；
- 高灵敏度**
灵敏度可调，根据现场环境及安装方式设定系统灵敏度；
- 大范围监控**
容易实现对被测信号的远距离、大范围监控；
- 耐腐蚀、寿命长**
可长期用在潮湿、腐蚀、水下等环境中，使用寿命长；
- 隐蔽性强**
地理方式有极高的隐蔽性，不易发现，避免被破坏和跨越失效；
- 不受温度影响**
采用光纤检测，系统免受季节、昼夜环境变化影响；

• 分布式光纤测温系统(DTS)



光纤本身就是传感器，利用光纤传感技术对煤矿采空区内部及有自燃隐患地点的温度、气体浓度变化进行分布式实时监控，在煤矿安全监控领域开展温度、气体分布式监控的工程应用，满足在线准确、无盲区感知、提前化解矿井安全风险隐患的重大需求。

分布式光纤测温系统优势

- 联动性**
可以通过485接口或者继电器与火灾报警控制器、视频、声光等系统实现联动。
- 兼容性**
通过RJ45或无线系统与上位机组网，并提供相应协议，方便多系统融合。
- 报警定位**
可与电子地图相结合，在单机上实现地图分区报警。



Part 06

智慧矿山信息化 安全建设思考

全球工业安全风险与日俱增!

伴随着全球工业互联网应用的不断普及、矿山智能化建设的不断发展,海量的工业级泛在感知的物联网设备的集中大规模爆发式增长;全球工业信息安全的风险也也是与日俱增。全球工业信息化安全,呈现安全风险威胁肆意攻击、攻击手段更加多种多样,传统安全风险管控技术也是越来越难以有效的发挥安全防护的作用。



国际主要工业安全事件

近些年来,电力、油气、矿山等能源行业日益成为网络攻击的“重灾区”。截止到2020年,国家工业信息安全漏洞库共收集整理工业信息安全漏洞2138个,较去年上升22.2%(数据来源:国家工业信息安全发展研究中心发布的《2020年工业信息安全态势报告》)。作为我国能源行业的压舱石,关系到我国能源安全的煤炭行业,理应得到更多的关注。

基础薄弱	易于攻击	应用关键	漏洞激增	协议繁杂	非自主可控
<ul style="list-style-type: none"> 我国工控安全防护处于起步阶段,存在不少问题,难以有效应对国家级的、有组织的、高强度的网络攻击 	<ul style="list-style-type: none"> 由于黑客大会、开源社区、白帽社区的出现,导致获取工控系统的攻击方法越来越容易 工控系统在开发时关注可用性、可靠性、实时性,没有考虑安全因素 	<ul style="list-style-type: none"> 工控系统作为国家关键基础设施的重要组成部分,已经成为网络部队、黑客、极端势力攻击的重要目标 	<ul style="list-style-type: none"> 工控软硬件产品在设计之初就很少考虑安全问题,导致安全漏洞不断涌现。迄今已发现1000多个工业控制软硬件设备漏洞,涉及123家工控厂商,33%没有被修复,90%的漏洞披露于“震网”事件后,465个漏洞为易利用的HMI漏洞 	<ul style="list-style-type: none"> 工控厂商众多,协议种类繁多,自身安全问题关注很少 	<ul style="list-style-type: none"> 大量采用国外厂家的工控设备、控制系统,技术积累匮乏 长期风险运行,且很多漏洞已被曝光但仍未修补

我国工控安全现状

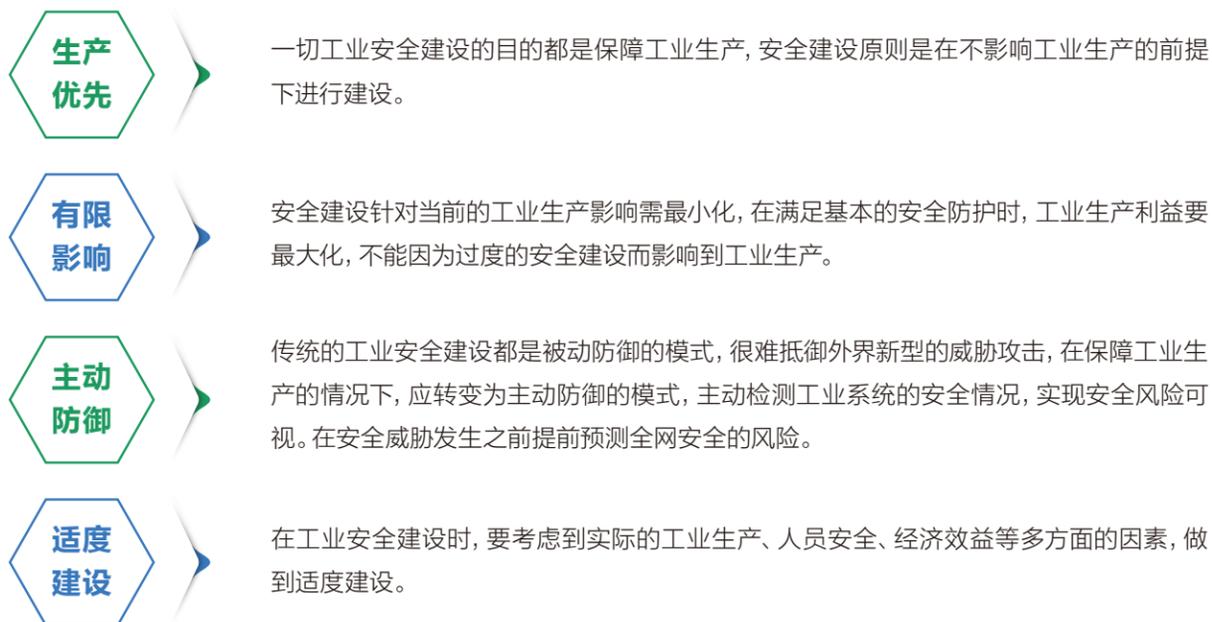
从2020年3月八部委联合发布《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》开始,煤炭行业也同步启动了智慧矿山工业安全建设的相关建设以及合规评审要求的工作,智慧矿山工业安全建设的依据是围绕等级保护2.0进行建设,其核心是满足等级保护2.0中的安全通用要求和工业控制系统安全拓展要求,需满足安全物理环境和“一个中心,三重防护”的理念,应满足安全物理环境、安全区域边界、安全通信网络、安全计算环境、安全管理中心。

安全通用要求	
01	云计算安全扩展要求
02	移动互联网安全扩展要求
03	物联网安全扩展要求
04	工业控制系统安全扩展要求



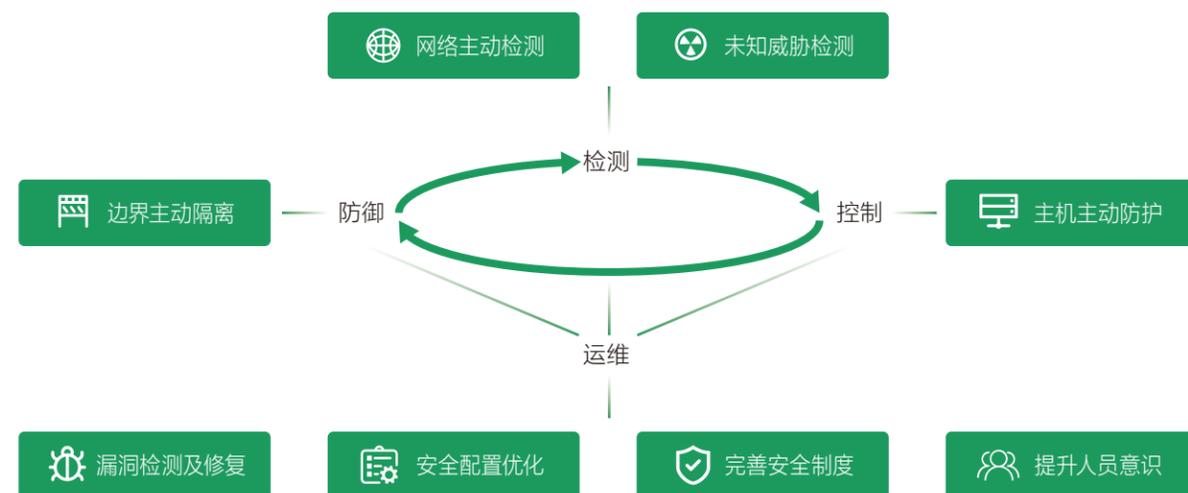
智慧矿山工业安全建设原则

智慧矿山工业安全设计原则主要为四点，生产优先、有限影响、主动防御、适度建设。



智慧矿山工业安全能力建设模型

智慧矿山工业安全建设上，整体安全能力应具备防御、检测、控制三种技术能力，同时再使用运维能力将三者有机的结合在一起，实现整体协同联动。



防御

在智慧矿山防御能力建设上，核心是实现安全隔离与安全防护，通过部署工控防火墙/网闸等设备实现对信任区域与非信任区域的安全隔离，同时明确安全边界，能抵御非信任区域的威胁攻击。



检测

在智慧矿山检测能力建设上，核心是具备网络主动检测和对未知威胁的检测的能力，通过部署工控态势感知/日志审计等设备，实现对未知威胁的检测以及全网安全的可视化，同时发现隐藏在网络中的安全隐患，使从原来被动防御的模式转变为主动防御的模式，做到主动发现，主动防御，主动处置。



控制

在智慧矿山控制能力建设上，核心是对工业主机的主动防护，通过在工业主机部署安全软件，实现修补漏洞和补丁的功能，同时实现资产全生命周期的管理及病毒防护，实现工业主机的安全加固。



运维

在智慧矿山运维能力建设上，核心是通过人员与制度将防御、检测、控制有效的结合起来，只有搭建好运维能力才能更有效的发挥防御、检测、控制的最大价值，才能实现主动防护。在运维能力搭建中应具备漏洞检测及修复、安全配置优化、完善安全制度、提升人员安全意识。



Part 07

煤炭企业智能化 统一运维管理应用 与建设

矿山智能化下的运维背景 and 关注点

煤炭行业作为我国重要的传统能源行业，是我国国民经济的重要组成部分，煤矿智能化从根本上改变煤矿工人的作业方式和条件，是煤炭企业发展的内在要求，技术与生产方式变革的大趋势倒逼煤炭企业要进行智能化建设。

在数字化经济转型时期，越来越多的煤炭用户已经认识到IT已经从内部运营支撑工具逐步演进为企业的核心竞争手段。伴随着业务的快速发展，越来越需要保证IT系统能够持续、稳定、高效地运行。传统的监、管、控运维方式已难以满足客户的要求，取而代之的将是采用更加高效、更加智能化的运维方式才能适应客户数字化转型发展。新一代IT信息资产管理平台的开发落地势在必行。

随着《关于进一步推进煤炭企业兼并重组转型升级的意见》文件发布，在煤炭企业兼并重组初具规模、煤炭智能化大力发展的今天，大型IT信息资产的管理成为不可避免话题，给管理平台的架构和功能提出了如下挑战：

超大IT管理规模

随着煤炭企业兼并重组，架构整合，也伴随着IT技术和业务量的加大，大规模IT设施的统一监、管、控是运维管理人员必然面临的挑战。

异构复杂IT环境

煤炭企业在兼并重组的同时，组织架构将更加复杂，不同组织部门的IT架构，技术选型可能存在差异，因此整合后的煤炭企业将面临复杂的IT架构，因此混合架构下如何统一管理，多元适配将是运维平台面临的必然挑战。

可靠性要求提升

随着煤炭业务数字化转型和发展，业务对信息系统和网络系统的依赖程度也会越来越高，IT系统运行的稳定、可靠、高效也成为主要发展目标之一。运维工作如何精准监控，及时告警，合理处置，高效流转也将走上新的台阶。

复杂组织架构下如何统建推广/能力共享

由于组织架构的整合，对于集团级的管理软件来讲，如何分权分域，统一管理，能力共享将成为重要挑战。

统一标准/统一规范

对于多组织整合统一运维工作，采集数据指标如何统一标准，运维操作和流程如何统一规范，有赖于明确的流程规范制定和强大的工具平台支撑。



基于以上需求，有必要建设一套统一的、跨异构的、能够支撑大规模推广需求的智能运维管理体系及相应运维平台。体系和平台的建设，首先应该确定一套多维度、多视角的设计目标和思路，才能保障体系建设的完善。以下是矿山智能化、煤炭企业兼并重组背景下建设思路分析：



从管理者层面来讲

大型煤炭企业的IT信息资产管理平台既要满足对传统IT环境的运维管理，也要能满足对云环境下虚拟资源和多租户的运维管理要求。



从业务管理范围来讲

IT信息资产管理平台要涵盖传统的监、管、控领域，还要能满足自动化运维要求，并逐步向智能化运维转型。



从数据存储的角度来讲

煤炭IT信息资产管理平台既要能实现海量同类数据的集中统一存储，又要能实现不同种类、不同时段数据的分库存储，以便既可以满足大容量的应用场景，又可使平台性能得到保障。



从数据交互的角度来讲

IT信息资产管理平台要能提供丰富的南、北向接口，以便于快速整合第三方系统的数据，也可为第三方系统提供数据消费。



从应用架构层面来讲

IT信息资产管理平台应采用能将服务作为独立组建运行，并能支持独立开发、独立测试、独立部署、弹性扩容，采取“微服务”模式的开发思想。



从知识共享的角度来讲

IT信息资产管理平台要提供独立的知识管理组件，其他产品组件既可从知识管理组件中搜索知识条目来帮助解决问题，也可将自己解决问题的方案或经验提交给知识管理模块以形成知识条目。

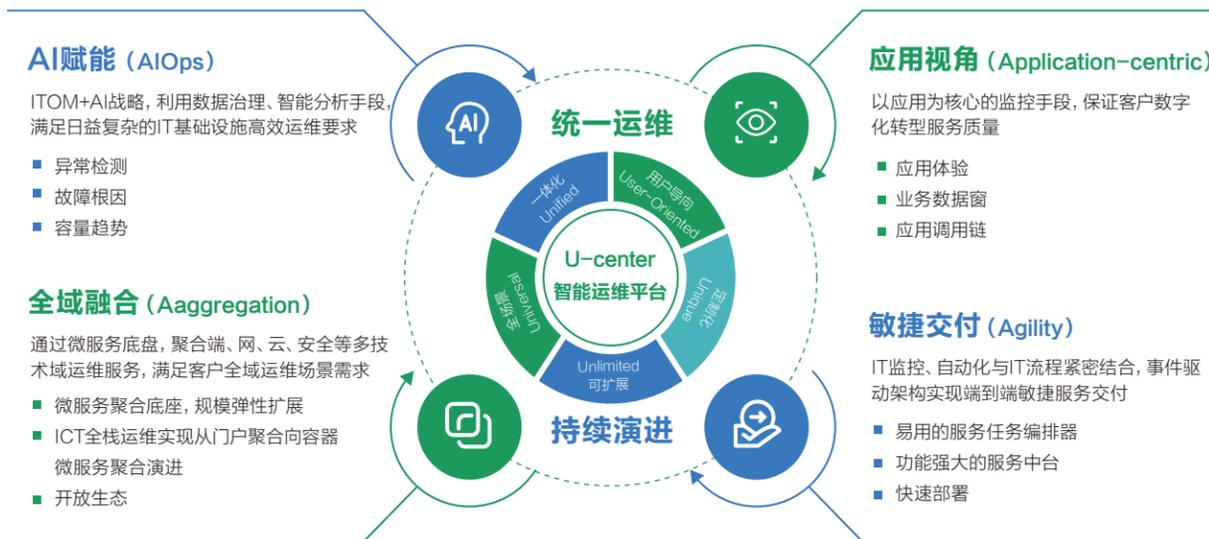


从用户体验的角度来讲

IT信息资产管理平台在保证业务逻辑和展示风格统一的前提下，要站在使用者的视角来组织菜单和规划页面布局，同时还要做到菜单条目及页面权限的可配置性，以满足不同用户不同应用场景的要求。



针对以上的建设思路 and 方向，煤炭行业的IT信息资产管理平台的核心能力集应包括“监控管理、资源管理、自动化管理、服务流程管理、知识管理、安全管控、AIOps及大数据平台、集中展示”等方面：



监控管理

根据管理对象和应用场景的不同，可分为：视频监控、动环监控、网络监控、硬件监控、软件监控、业务服务管理、用户体验管理七个产品模块，这些产品模块都依赖于统一指标库。



资源管理

就是ITIL中所说的配置管理库，运维管理对象之间的关联关系都应集中存放于此。它具有：自动发现、自动建模、视图管理、基线管理、变更审计、以及联邦调和等核心能力。



自动化管理

为日常运维中的装机、应用上线、巡检、配置下发、合规检查等应用提供自动化处理手段，减少人工参与，提高工作效率。它的核心能力包括：范围管理、流程编排、版本管理、任务管理、权限控制等。



服务流程管理

就是将ITIL中所讲的服务流程落实到煤炭企业中，为适应煤炭企业在组织结构、职责划分、管理文化方面的差异，它必须要有强大的流程引擎和表单设计器，同时还要能支持灵活的业务规则自定义。



知识管理

将日常运维过程中所产生的各类知识和经验进行统一管理，包括对知识的收集、分类、审批、入库、发布、检索、查阅、考评、下线、归档等功能。



安全管控

其主要目的是降低运维风险，保障系统持续、稳定地运行，包括身份验证、访问控制、接入审计、合规检查、漏洞扫描等。





AI Ops及大数据平台

是将日志、性能、告警、配置、变更记录、网络流量、交易数据进行汇聚，利用人工智能和大数据处理的方法分析和处理数据，包括数据采集、数据治理、算法管理、深度学习等功能，具体应用包括：ChatOps、异常检测、根因分析、故障定位、容量预测、关联影响分析等。

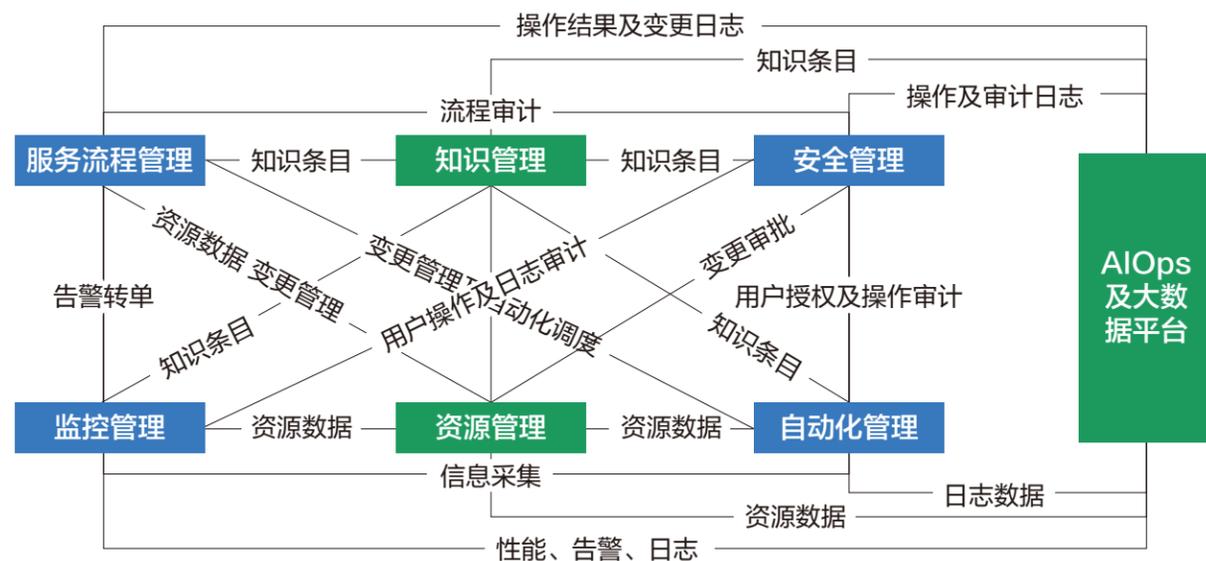


集中展示

在复杂的应用场景中，集中展示各产品模块的数据，为用户提供统一的可视化入口。

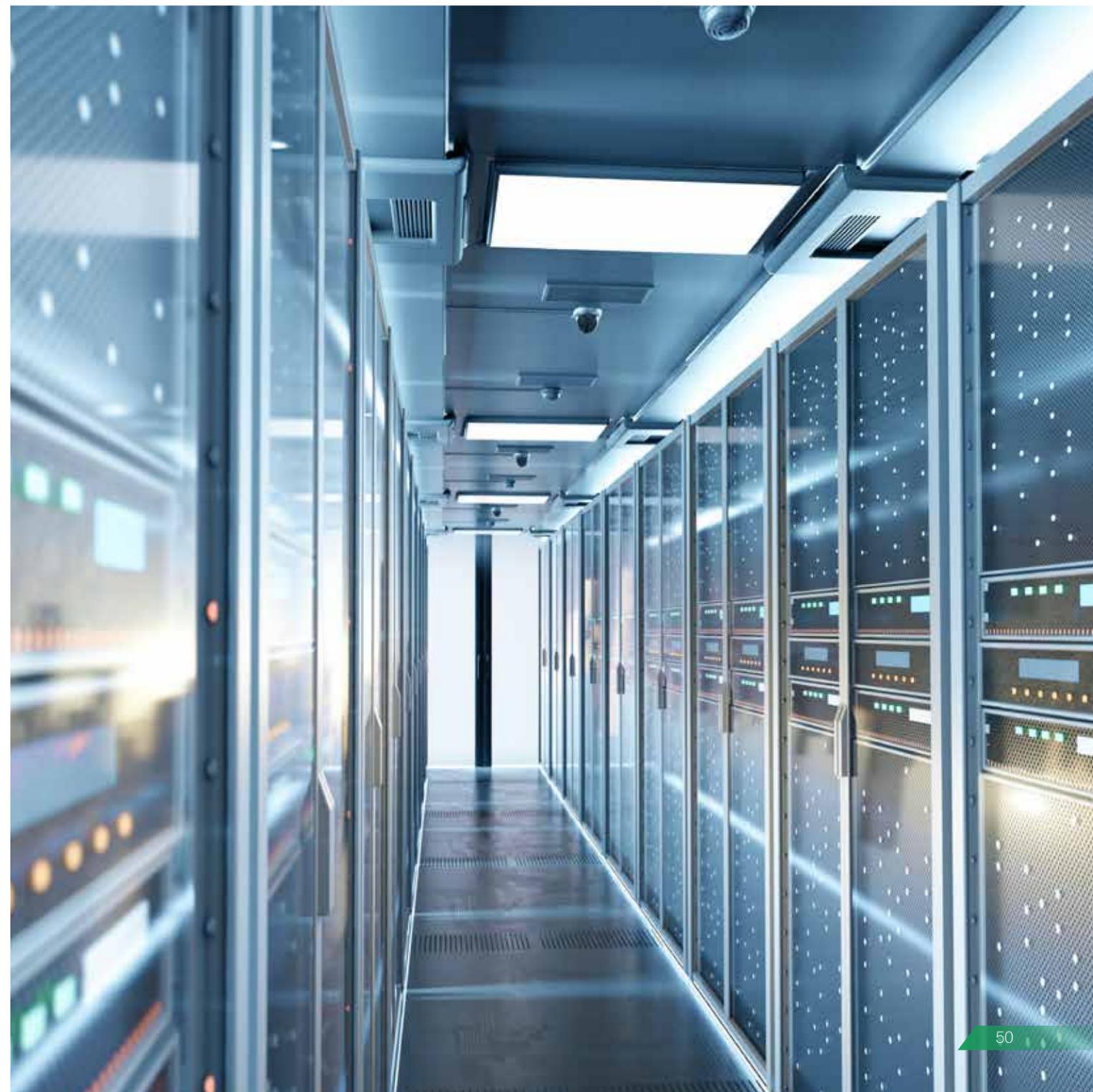


以上八大模块不是孤立存在的，它们可根据应用场景的要求，进行不同的数据交互，如下图所示：



信息数据资产的治理和消费，是整个体系的核心要务，监控数据，告警数据，配置数据，性能数据通过标准化的端口收集后，监控管理依托于AI Ops及大数据平台进行分析和告警，资源管理形成统一配置信息数据库，自动化管理与流程、知识联动形成降本增效的自动化运维平台级工具，安全管理充分利用运维数据进行用户行为及规范性管控，最终形成统一的、跨异构的、全技术域的IT信息资产管理平台。

煤炭智能化运维体系建设中，面对大规模，多组织，多机构，多租户场景下的IT信息资产建设，如何做好统一监控纳管IT资源，如何做好运维数据的拉通，运维经验的高效共享交互，将运维的核心价值持续运营下去将成为煤炭企业运维人长期研究讨论的课题。



Part 08

矿山智能视觉 技术应用

随着矿区智能化建设的快速发展，国家、地方以及行业协会相继出台一系列政策、标准、规范、方案等支持矿区智能化发展，提高矿区安全生产管理水平，保障矿区安全生产。

- 2020年3月，国家发改委等八部委公布《关于加快矿区智能化发展的指导意见》，提出利用人工智能、智能装备等技术装备实现采掘（剥）、运输、安全保障等过程的智能化运行，提升矿区安全生产水平；GB/T 51272-2018《煤炭工业智能化矿井设计标准》规定重要监测点应能实现视频侦测、视频识别；
- 2020年10月，中国煤炭学会公布《智能化矿区(井工)分类、分级技术条件与评价》，将智能摄像机、智能视频分析系统作为远程集控平台、带式输送机运输系统、洗选系统的评价指标；
- 2020年10月，中国煤炭学会公布《智能化采煤工作面分类、分级技术条件与评价指标体系》，将智能摄像机、智能视频子系统作为智能化采煤工作面设备性能达标的评价指标。

由此可见，智能视频监控系统对于推动矿区智能化建设进程起到举足轻重的作用。

我国绝大多数矿区具有地质条件复杂、开采难度大、灾害类型多、分布面广、人的不安全行为和环境、物的不安全状态等隐患众多的特点，导致矿区安全生产事故时有发生，致使人身伤亡。目前，我国矿区安全生产事故总量逐年下降，安全生产整体形势稳定好转，但是安全生产事故仍时有发生，特别是由于各类隐患引起的事故。《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》对安全生产提出了更高的要求，指出：“提升现代信息技术与安全生产融合度，统一标准规范，加快安全生产信息化建设，构建安全生产与职业健康信息化全国‘一张网’。加强安全生产理论和政策研究，运用大数据技术开展安全生产规律性、关联性特征分析，提高安全生产决策科学化水平。”

紫光旗下紫光华山智安科技有限公司（以下简称紫光华智）矿区安全隐患智能视频监控系统以矿区井下摄像仪的实时视频图像数据为基础，以机器视觉智能识别和三维测量技术为核心，采用自动化控制技术手段实现安全隐患的全程智能化监管，进一步提升矿区安全生产管理水平，减少矿区安全事故，为安全生产提供技术支撑。

紫光华智视频图像AI智能识别技术是通过数字图像处理和分析来理解视频画面中的内容，它能够自动分析和抽取视频画面中的关键信息。视频图像识别技术借助计算机强大的数据处理功能，对视频图像中的海量数据进行高速分析，过滤掉用户不关心的信息，仅仅为监控者提供有用的关键信息。视频图像识别以数字化、网络化视频监控为基础，它是一种更高端的视频监控应用。视频图像识别监控系统能够识别不同的物体，发现监控画面中的异常情况，并能够以最快和最佳的方式发出警报和提供有用信息，从而能够更加有效的协助安全人员处理危机，并最大限度的降低误报和漏报现象。视频图像AI智能识别技术已经成熟，目前在电力、交通运输、医疗等很多行业得到了大量应用，取得了良好的社会和经济效益。



矿区生产，“安全为天”是人人共知的。大量事实证明，在矿区生产中，绝大多数矿区安全事故的发生都是由于人的行为不规范，违章作业、违章指挥和违反劳动纪律造成的。根据全国每百万起事故原因进行分析，证明95%由于违章导致。违章导致的事事故影响深远，损失难估量，给家庭带来巨大伤痛，企业、社会、家庭带来难以弥补的损失。要保障身心健康，家庭幸福，要保障企业持续发展，社会和谐稳定，就要控制各类事故发生，其关键在于杜绝三违。认真分析“三违”的成因和危害，减少和杜绝“三违”现象的发生，是矿区建设本质安全型矿井，实现长治久安的重大课题。

目前通过人工对视频监控图像实时观看或事后回放的方式对作业人员行为进行管理，需要大量管理人员介入，且难以做到全覆盖，效率低、实时性不足，通过AI智能视频识别系统的建设，能及时发现违章人员和不规范的作业行为并进行报警和处置，进一步提高管理效率，管理效果。

矿区AI智能视频识别系统是以矿区井下摄像仪的实时视频图像数据为基础，以AI图像智能识别技术为核心、以机器深度学习数学模型和报警系统为支撑、以自动化模糊控制技术为手段的综合性视频智能识别分析系统。系统以解决矿区企业安全生产管理过程中遇到的困境为目标，提升安全生产智能化管理水平，防患事故发生。

系统利用矿区井下摄像仪的视频监控图像，对行车不行人、胶轮车闯红灯、梭车运行区域周界入侵、综采工作面人员禁止进入机道、掘进工作面登高作业等人的不安全行为进行识别、告警并自动记录；对无轨胶轮车车辆外观、皮带上的大块异物、锚杆等物的不安全状态进行识别告警，遏制相关事故发生；对工作人员的巡检任务进行监督管理，保障巡检任务的顺利完成；同时系统还具备完善的统计分析和联动控制功能。系统操作简单，界面友好，可以降低成本，减少浪费，提高设备运行寿命，促进安全生产。

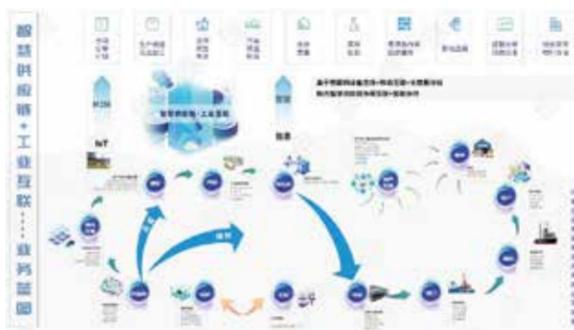
系统的建设和投入运行，可以完善现有工业电视监控系统的功能，提升矿区的智能化水平，杜绝三违，保障安全生产，提高劳动生产率和管理水平，降低生产和管理成本，增强煤炭企业在市场中的竞争力具有重要意义。

Part 09

煤炭供应链 工业互联网平台

近几年煤炭行业信息化建设取得了较快的发展,各煤炭企业已建立了基于不同业务应用场景的信息化系统,实现了核心业务和关键流程的信息化管理,取得了良好的应用效果。但信息化建设过程中由于供应链上下游企业间缺少统一的规划设计和集成标准,各业务系统独立建设,系统功能分割,不同的应用系统往往基于不同的开发平台,各应用系统之间集成复杂,上下游行业企业间的数据无法实时共享,业务协同效率难以提升,系统建设成本高。

煤炭供应链工业互联网平台是立足煤炭生产、采购、销售、贸易、汽运物流、铁路运输、船舶运输、煤质采样与化验、配煤与库存管理等业务场景,建设完整的煤炭产运销全业务链管理平台。通过长期的经验总结和技术积累,形成了全面、成熟、具有行业鲜明特色的煤炭供应链整体方案。



平台聚焦煤炭供应链核心业务领域,应用物联网、移动应用、云计算和大数据分析等新一代信息技术,涵盖行业全业务场景,通过智能设备互联互通,数据自动采集,实现供应链上下游数据共享、全流程闭环、业务协同一体化管理,为企业提供统一的业务平台,把企业煤炭产运销业务中涉及的生产点(煤矿、洗煤厂/选煤厂)、库存转储点(发运站、港口)、运输点(汽车运输、铁路运输、装船运输)有机紧密的关联在一起,着力为企业赋能4大管理平台:



一体化业务应用平台

聚集煤炭采购、销售、物流运输、库存、质检等业务流,涵盖煤炭业务管理的合同、计划、订单、预付款、汽运派车、汽运调度、车务核算、网络货运、铁路运输、装船运输、库存、质检化验、财务结算等相关需求,为企业ERP和财务管理提供基础的数据支撑服务,与相关第三方系统进行集成处理,为煤炭企业提供一体化的业务应用管理操作平台。



供应链各方协作平台

各物流运输公司、销售客户、采购供应商、收货人、发货人、车主司机、业务管理人员等可通过移动应用端、PC端进行集中访问,达到业务协作、数据共享、流程协同。



集成化运营管控平台

从企业管理管控的角度,实现对资金、成本、预算、费用、计划与考核体系的管控,打通运销所有业务流程。



综合性价值提升平台

通过数据分析、管理优化、流程重组、效率提升,为企业实现产、运、销资源优化平衡、降本增效方面,创造更多的价值。



主要特点

- 01 桌面端、浏览器端、移动端三端支持
- 02 智能控制仪一条线即可实现设备集成
- 03 兼容市场绝大部分主流、非主流协议
- 04 自主服务一体机,司机全程无需下车

平台为了适应各种不同的业务模式和日常业务变化，提供了一套可灵活配置的动态业务模型管理，针对企业大部分的业务变动和管理提升需要，平台不是通过改程序，而是通过改参数，改配置，灵活适配企业业务需求变化，实施周期短、效率高，开发投入小，可按需选择，可定制开发，客户体验好，功能适应性强。整个供应链通过各个子系统的灵活部署方式（分布式、集中式，私有云、公有云），各模块可灵活组合、业务管控模式和系统参数全部可配置化，提高平台的灵活性和适应性。

企业应用煤炭供应链平台在提高业务协同效率、降低管理成本等方面可以发挥显著作用，取得了一系列良好的管理效益和经济利益，对煤炭行业的健康发展有积极的促进作用。

管理效益



通过运销全业务链一体化应用，建立了跨区域、跨单位的协作平台，提高了煤炭产业链条中的信息传递效率、财务结算效率、业务数据准确率，降低了人力成本。



建立了运销业务全过程管理，实现了数据可追溯，有效提高了企业管控能力，极大降低了整体经营风险。通过大数据分析技术应用，改进模型训练方式，解决数据通道瓶颈问题，保障数据实时性与一致性，平台统一报表查询口径和方法，可实时、准确的查询到业务统计报表，效率和准确性大幅提高。



消除信息孤岛，上下游协同一体化。实现了煤炭整个业务供应链的上下游协同一体化，从煤矿物资采购开始，通过物流仓储管理、煤矿生产与洗选加工，将后端各类衍生性的业务链如地销、发运、物流运输、铁路运输、港口航运、煤炭贸易与销售管理等全部打通，各不同业务主体在集成统一的平台上实现真正意义上的业务互通、数据共享、流程集成、全面协同。



创新应用物联网、大数据分析技术，提升煤炭行业智慧程度。一是通过物联网技术的研究与应用，实现设备与设备互联互通，支持多种数据协议，可接入不同类型地磅、采样机装备、火车轨道衡设备、自动装车系统、化验室设施设备及信息系统等设备实施，化繁为简，实现工业互联与数据采集应用。二是通过二维条码、RFID 技术、车牌号识别及时的研究与应用，解决网络中断、单据造假等问题，确保车卡合一，不可分离，防止舞弊，提高车辆出入库效率。

经济效益



降低汽运损耗率：通过创新应用RFID、QR码等物联网技术，解决汽运跑冒滴漏现象，可降低汽运损耗率1%-5%。按年调运量5000万吨估算，系统上线前汽运损耗率：8%，系统上线后汽运损耗率：2.48%，降低了5.52%，煤炭坑口价180元计算，每年可节约汽运调运损耗成本： $5000 * (8 - 2.48) \% * 180 = 4968$ 万元。



提高煤质合格率：按照与客户签订合同的煤质奖罚标准，全年提高煤质合格率2%-3%，吨煤单价平均提升0.4元，按年发运量2500万吨估算，增加收益1000万元。



提升煤炭库存精细化管理水平：煤炭库存损耗减少0.04%，按全年周转2500万吨煤估算，减少损失1万吨煤，按照公司坑口均价300元计算，全年降低损耗300万元。



降低高热值煤炭采购比例：为了保证向客户交货的合格率，在原煤采购过程中进行配煤，同类煤种尽可能采购热值相对较高的煤源为原则，垛位管理解决方案上线后，精确了配煤结果。以采购5000大卡和4500大卡的煤源配置4800大卡的煤质计算，全年5000大卡的煤炭采购比例降低了3%，按照配煤500万吨的量计算，少采购5000大卡的煤炭15万吨，采购差价40元/吨，降低采购成本600万元。



提升垛位管理准确度：集装站垛位精细化管理提高了垛位配煤的准确度和配煤效率，确保垛位库存和煤质能够实时动态掌握，准确计算煤质指标，降低高热值配煤比例1%-3%，吨煤降低采购成本0.4元至1.2元；降低库存损耗0.3%-0.6%，吨煤降低库存损耗0.06元至0.12元。



提高运输车辆周转率：物流环节打通了货主、承运商、司机间的信息屏障，实现车辆的高效调度，降低空驶率、提高车辆周转率，提升物流企业的利润和司机收入，降低煤炭企业的物流成本。单车周转率提升10% - 15%，单车年利润增加1.2万元至1.8万元。



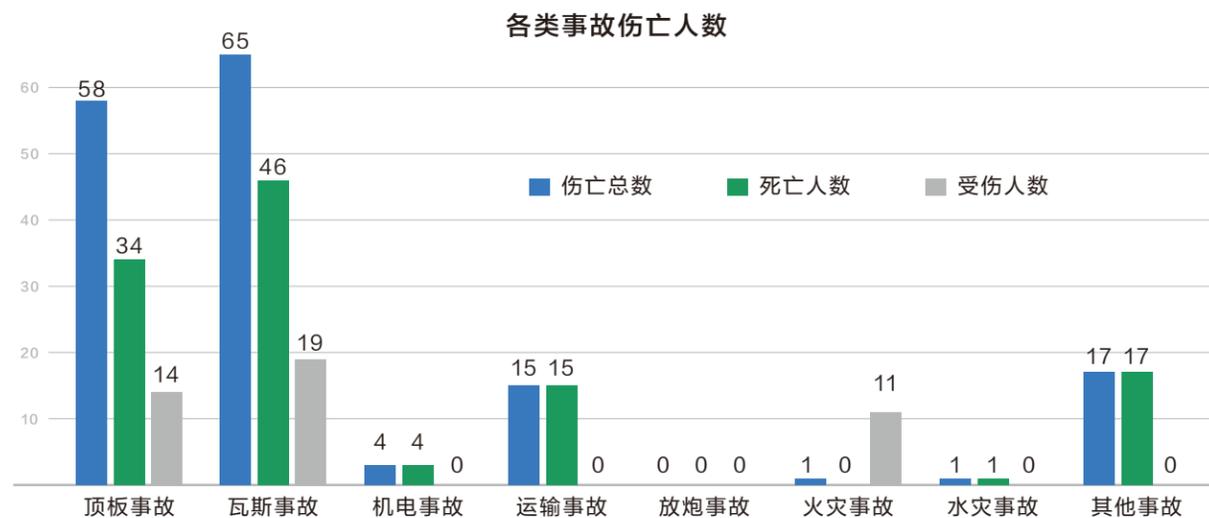
提高车辆过磅效率：自动过磅及自助服务优化煤炭车辆现场管理模式，取消业务人员干预，司机全程无需下车；系统自动采集、核对数据，确保了数据的准确性和安全性。提高了过磅效率，单车过磅时间由2分钟缩短为15秒至45秒。



Part 10

煤炭瓦斯 监控中的 大数据应用与分析

结合全国煤炭事故历史数据统计, 全国煤矿顶板事故和运输事故发生的频率最高, 瓦斯事故和其它事故次之。而从各类事故的伤亡人数来看, 上半年全国煤矿发生的各类事故以顶板事故和瓦斯事故造成的伤亡人数居多。二者之和占到上半年伤亡人数的76%。



数据来源: 煤矿安全网《上半年全国煤矿事故原因分析》

为实现煤矿瓦斯灾害的全面监管、预防预警, 基于物联网+大数据的技术思路, 可以面向广大煤矿终端企业提供统一的数据采集、数据处理, 数据存储、多维分析、灾害预警等应用, 并在统一的平台和数据基础上, 通过行业定制化实现“一矿一策”的瓦斯精准分析服务。

煤矿瓦斯灾害预测预警大数据分析主要围绕以下两个方面开展:

• 煤矿瓦斯灾害防治大数据分析

有效支撑煤矿企业安全数据集成分析的云计算与大数据网络架构, 将各监控系统及煤矿现有安全辅助管理信息系统中海量源数据集成管理, 利用云服务机制和大数据分析手段实现高效的海量多源异构数据分析计算和实时准确的安全预警信息发布。

• 基于物联网操作系统和大数据分析的矿井瓦斯灾害预测预警方法

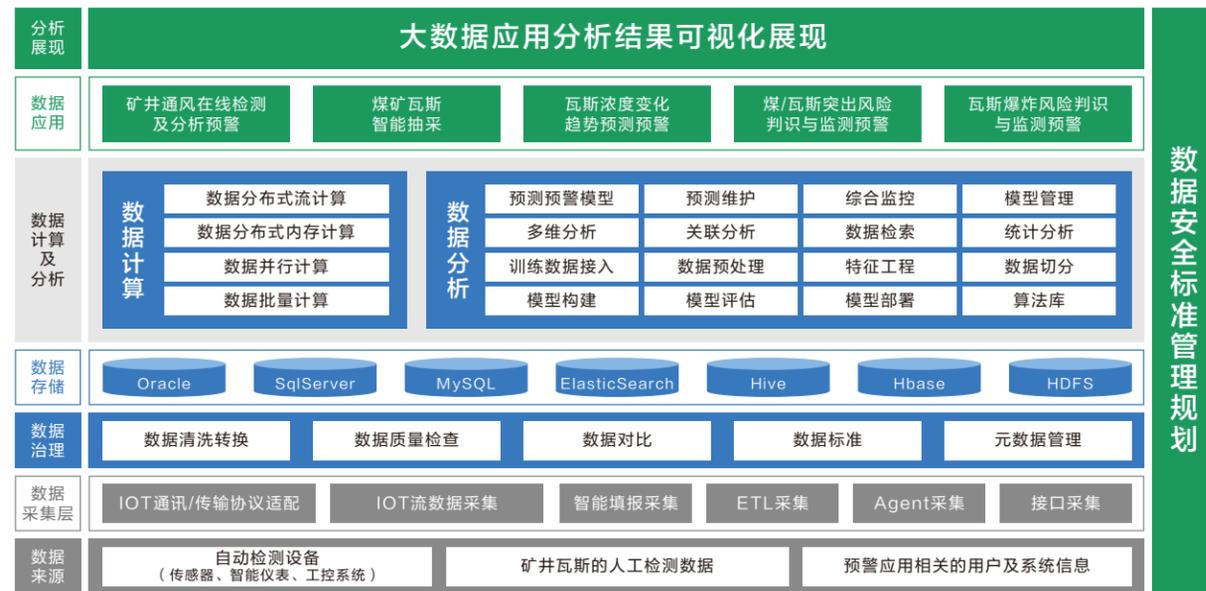
结合物联网操作系统实现设备、数据、业务、安全、运维等多个瓦斯监控核心服务, 包括设备的简单快速接入、协议适配、消息路由、数据存储和分析、数据标准化、知识图谱沉淀、智能算法、业务组件化, 应用使能等; 同时操作系统也提供了设备安全、数据安全、系统安全能力、微服务管理及全链路的系统监控运维管理能力, 并支持灵活部署, 实现了互联和智慧更简单。

研究安全监控系统实时监测数据与人工检测数据及相关影响因素检测数据之间的关联分析方法, 提取历史数据中实时监测数据的统计特征及动态变化特征, 建立与其它相关因素及人工检测数据的关联关系, 依据历史数据的关联分析挖掘潜在规律, 用于预测瓦斯浓度等变化趋势以及瓦斯突出等危险性, 实现科学有效的瓦斯灾害预测预警。



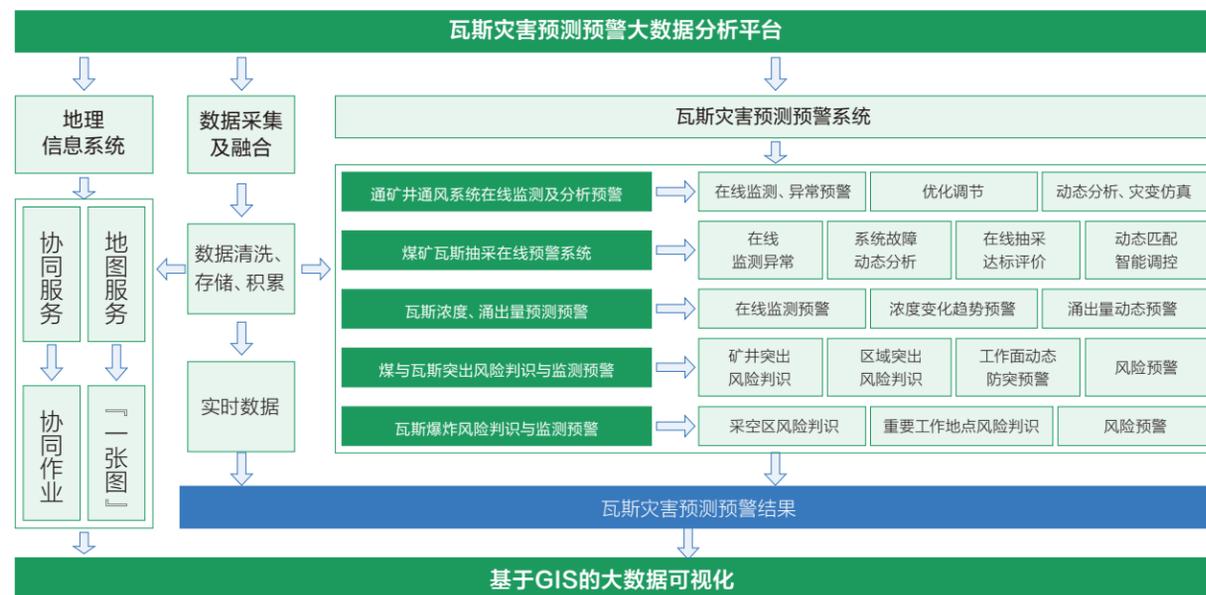
瓦斯监控预计平台

搭建瓦斯灾害预测预警云服务平台，抽取、存储现有的所有数据源，包括结构化数据和非结构化数据，综合在一起进行有效的分析、挖掘，从而高效、安全、稳定、可靠的提供大数据服务，并辅之以有效的管理工具和手段，确保大数据平台的可控性、易用性。



技术架构图

各系统为独立系统，以安全监测、人员定位、瓦斯抽采数据的基础实时数据为基类元素，并在系统上对矿井、煤层、采区、工作面、巷道作出维护，实现瓦斯、通风等多种业务的监测预警。与其他系统无强关联关系。

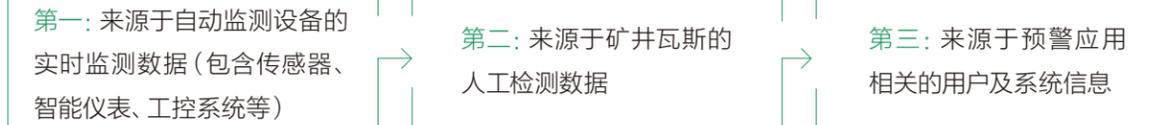


系统关系图

主要功能描述如下:

• 数据采集与数据管理

数据的采集主要来源于三个方面



基于大数据平台可对客户自动监测设备的实时监测数据、矿井瓦斯的人工检测数据和预警应用相关的用户及系统信息采集，做到数据全生命周期的可视化监控管理，包括对数据采集过程监控管理、数据梳理过程管理、数据使用管理、数据应用管理等。所有数据封装成统一的API接口，通过接口实现数据字段级的细粒度管理和安全控制，实现数据采集到输出的全生命周期可控、可管。

• 数据预处理

大数据分析平台支持数据采集后预处理操作，可以将全量、增量采集上来的数据实时的进行预处理操作，将非结构化的数据转换成半结构的数据，将有业务范围的数据统一打上主题数据标签，将杂乱无章的日志数据，整理成有键值对应关系的KV数据，将敏感的数据进行脱敏加密等操作。实现对原始数据处理并可纳入预警分析的数据，在此过程中涉及到预处理算法的调度、存储及前端计算分析，作为软件服务实现了预警应用数据的前期预处理，为预警分析提供可靠、有效的分析保障。

• 大数据存储

针对数据存储，平台提出了“数据湖”概念，将自动监测设备的实时监测数据、矿井瓦斯的人工检测数据、预警应用相关的用户及系统信息数据统一存储在平台的存储组件之中，形成大数据纯粹平台。数据存储包括传统数据和分布式数据库。平台内部包含多种存储介质，包括Oracle、SqlServer、MySQL、NoSQL、HBase等组件等，全面满足各类数据的存储需求。在数据存储的同时，还集成了分布式数据缓存、分布式计算框架，实时数据检索的功能，让数据存储和数据查询紧密结合起来。

• 数据挖掘与分析

数据挖掘与分析服务借助于数据预处理、数据建模等数据分析技术，从海量数据中提取可用特征，挖掘数据的价值，来支持决策和发现新的洞察。数据挖掘与分析模块形成了从数据预处理、挖掘建模、模型训练、模型应用、模型优化等过程提供一体化解决方案，满足业务专家、数据科学家等团队协作式自助挖掘数据的需求。数据挖掘与分析服务支持以下数据分析能力：提供统计分析、矩阵计算、自然语言处理等多种数据挖掘的计算分析能力；提供基于随机森林、逻辑回归、支持向量机、贝叶斯等机器学习算法的业务模型；提供面向海量数据进行任意维度的密集计算与关联分析能力。

• 大数据应用

本模块主要包含5个大数据分析应用场景，主要包含矿井通风系统在线检测及分析预警、煤矿瓦斯智能抽采、瓦斯浓度变化趋势预测预警、煤与瓦斯突出风险判识与监测预警、瓦斯爆炸风险判识与监测预警。

• 矿井通风系统在线检测及分析预警

通风系统在线监测及分析预警模块主要针对矿井通风在线监测系统监测预警，建立矿井通风系统仿真模型，实现在线通风系统仿真及离线通风系统仿真。结合一张图，在通风系统图上叠加显示通风在线监测预警信息，实现对矿井主要通风机运行状态，通风系统风量变化情况，通风设施开停状况，巷道温度变化情况的在线监测预警。

• 煤矿瓦斯智能抽采

系统集成煤矿瓦斯抽采系统监测数据，为瓦斯抽采预警功能提供数据支撑，并通过GIS一张图对监测数据进行分布实时展示，直观呈现瓦斯抽采系统、抽采泵站的运行情况。测点管理是瓦斯抽采系统传感器信息维护中心，主要对传感的传感器编号、安装位置、传感器类型、单位、是否为重要测点等信息进行维护，为预警模型配置提供测点数据关联关系的枢纽。

• 瓦斯浓度变化趋势预测预警

矿井工作面的风量、采煤进尺、落煤量、瓦斯解析曲线等之间千丝万缕的联系也是大数据分析的基础。矿井瓦斯的来源明确，去向明确，矿井生产的规律性都为大数据分析提供了可能性。能够融合多传感器信息，对某个监测点的瓦斯浓度进行预测。在一张图上查看瓦斯浓度监测点，包括监测点位置，基本信息，实时曲线，历史曲线，预测曲线等。

• 煤与瓦斯突出风险判识与监测预警

结合实时瓦斯传感器数据、微震在线监测数据、工作面应力在线监测数据，根据日均浓度、实时瓦斯衰减系数、应力指数、微震能率和事件率等突出预警指标和预警参数设置，实现瓦斯突出的实时预警。平台上针对煤层赋存、区域瓦斯参数、地质构造、瓦斯安全监测数据、微震在线监测数据、工作面应力在线监测数据，提供地图可视化功能；同时提供区域防突、局部防突、验钻工作等瓦斯防治工作的业务数据管理功能。

• 瓦斯爆炸风险判识与监测预警

基于采空区自燃理论的工作面推进度预警，结合作业面采掘参数、通风参数等工作面推进速度进行预警。基于煤自燃标志性气体的采空区发火危险性预警，结合环境监测数据，束管检测数据等，给出采空区发火危险性判识结果。结合安全监测瓦斯浓度监测数据，GIS机电设备布置数据，人员定位数据；依据简单判定规则，对巷道发生瓦斯爆炸风险实时预警。实现针对井下主要工作地点的瓦斯爆炸风险评价管理，实现对爆炸风险个别影响因素的自动更新，定期提醒评价等。

• 数据可视化分析展现

通过生动直观的方式展示灾害预测的预警分析、实时故障报警、告警通知等业务，方便及时处理故障。为了使大屏展示摆脱传统的图表分析，以更加立体、直观的方式呈现灾害预警预测分析和报警通知。提供综合信息查询展示、信息呈现、数据分析、数据模型等资源应用服务，支持多维分析展现，包括指标应用、报表应用、主题分析、专题分析等。