

中国移动面向矿山行业的 语音解决方案白皮书

2023年



目录 CONTENTS

01	背景介绍	01-12
	政策背景	01
	行业发展现状	02
02	典型语音通信业务场景及需求	03-04
03	中国移动矿山语音“1+4+X”解决方案	05-10
	概述	05
	“1” 张双驱5G专网	06
	“4” 大特性	07
	一号双域	07
	融合调度	08
	智慧管控	09
	无界互联	09
	“X” 种未来演进可能	10
04	中国移动矿山语音典型案例	11-13
	华电煤业德隆煤矿	11
	晋能控股三元煤业	12
	内蒙鄂尔多斯乌审旗中天合创煤矿	13
05	总结及展望	14
	缩略语列表	15
	联合撰写单位及作者	16

前言

矿山行业作为我国传统的能源行业，是国家经济的重要支柱之一。矿山行业具有高度复杂性和危险性，亟需结合5G、人工智能、边缘计算、大数据等新技术能力进行数字化、智能化改造，以提高矿山生产效率和安全性，实现矿山行业的数智化转型。其中语音通信是矿山领域中一个重要的应用场景，如何建立稳定、可靠的语音通信系统，实现更加便捷的交流和指挥调度，对矿山领域高效安全生产具有极其重要的意义。

本白皮书首先探讨分析了当前矿山行业中典型语音通信的应用场景和需求，并提出了中国移动面向矿山行业的语音“1+4+X”解决方案，重点描述了“1”张双驱5G专网、“4”大特性以及“X”种未来演进可能，最后对中国移动联合合作伙伴打造的3个矿山语音典型案例进行了介绍。

本白皮书由中国移动、华为、中兴共同编制。未经授权，任何单位或个人不得复制或拷贝本白皮书之部分或全部内容。

政策背景

矿业在我国国民经济中占有重要地位，是我国现代能源体系的“压舱石”。中国矿产资源丰富，储量排名世界前三，矿业年经济产值达万亿元，全国GDP占比超7%，在我国国民经济中占据重要地位。矿产资源在推动我国现代化发展中贡献巨大，同时我国经济增长也反向促进了矿业发展。随着数字经济时代的到来，国家相继出台一系列政策措施推进我国矿山的智能化转型，《“十四五”数字经济发展规划》中提出，要以数据为关键要素，以数字技术与实体经济深度融合为主线，协同推进数字产业化和产业数字化，为企业提高盈利能力、建立差异化竞争优势、应对激烈国际竞争指引了明确的方向。

5G作为“新基建”领头羊，是实现我国经济社会数字化转型的重要手段和新型信息基础设施。矿山行业的数智化也需要将5G、人工智能、工业物联网、云计算、大数据等现代化新技术与矿山行业深度融合。2020年3月八部委联合印发《加快煤矿智能化发展的指导意见》，提出10条主要任务，强调推广新一代信息技术应用，建设智能化示范煤矿。2021年6月，国家能源局、国家矿山安全监察局发布《煤矿智能化建设指南（2021年版）》，要求智能化煤矿将现代化新技术与现代煤炭开发技术进行深度融合，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。2021年12月国家能源局印发《智能化煤矿验收管理办法》，规划建设一批国家级智能化示范建设煤矿，推动智能化对煤矿生产效率、安全水平实现提升。2022年8月应急管理部、国家矿山安全监察局印发《“十四五”矿山安全生产规划》，规划实施矿山智能化发展行动计划，推动大型煤矿、灾害严重煤矿实现智能化开采。2022年10月国家矿山安监局、财政部印发《煤矿及非煤矿山重大灾害风险防控建设总体方案》，计划2026年前建设完成AI视频智能辅助监管监察系统、应急处置视频智能通讯系统、重大违法行为智能识别分析系统。

行业发展现状

由于矿山生产条件、生产流程的特殊性，矿山行业一直以来存在着安全事故频发、人力成本高昂、生产效率低下、生产监控困难等问题。矿山智能化发展是助力矿企实现安全、绿色、智慧、无人化生产的最优路径。以5G为代表的矿业现代化新技术基础设施，在性能、安全、带宽、时延等方面，相比传统的工业环网、4G、WiFi等网络，具备极大优势，成为煤矿智能化转型的必要技术手段。当前，5G赋能矿山生产，实现5G无人矿卡作业、边坡监测、尾矿库监测、无人化采掘、矿用机械远程控制、高清视频监控、AI机器人巡检等业务场景。在5G网络的助力下，矿山生产不仅实现了少人化、无人化的安全生产，同时提升了生产效率。

但随着5G赋能矿山行业逐步进入深水区，尚存在以下挑战：

- ① 矿山行业的作业环境构造特殊以及网络承载业务的多样性、复杂性对于5G专网建设提出更高的要求。矿山行业涉及井上井下等多种复杂环境，同时需要满足多种环境下语音和调度业务协同的需求，亟需提供统一的语音解决方案，实现“一网多能”。
- ② 矿山存量设备及网络种类繁多，存在厂家接口、协议不统一等问题，较难实现信息联动和系统互通。
- ③ 井下语音呼叫及互联网访问管理需求旺盛。为保障井下生产秩序和管理规则有序执行，矿方不同用户群有不同的业务需求，现有5G网络难以同时满足语音呼叫及互联网访问管理需求。



随着智慧矿山信息化技术的发展，结合5G具备的高可靠、大带宽和低时延特性，矿山语音通信业务将得到进一步的升级和优化。

矿山作为一个特殊的工业领域，其语音通信场景和需求也有其独特性。矿山语音通信场景覆盖矿山内和矿山外，而矿山内又包括井上和井下不同的场景：

井下/井工矿语音通信及调度

在井工矿进行作业时，采煤工、看护工、巡检工等员工之间需要进行井下通信，包括语音通话、指挥调度、音视频会议、调度台语音广播、监测告警自动通知、应急救援等，其中调度系统需支持选呼、急呼、全呼、强插、强拆、监听、录音、代答、排队、保持等能力。

井上/露天矿语音通信及调度

井上包含矿区内部和矿区外部两个部分。在井上或者露天矿地表进行作业时，胶轮车司机、调度员等员工之间需要进行通信及调度，完成指挥、协调和安全管理等工作；同时，井上矿区外部的供应商、上级管理者与井上矿区内部的管理者、调度员等人员之间也有通信需求。

井上和井下间语音通信及调度

在井工矿进行作业时，井上员工和井下员工需要进行通信及调度指挥；同时，在井上的矿区外员工家属以及出差在外的管理者也有井上与井下间通话的需求。



针对以上场景，矿山行业存在实时高清音视频通信、跨地域协同通信、多地域共用号码、业务管控等需求：

跨地域协同通信：

矿山生产中存在同矿区不同矿井之间、井上井下间的联系和协作、与矿区外部供应商及家属等人员进行语音互通等多种跨地域协同通信的需求。

多地域共用号码需求：

在跨地域协同通信场景下，在矿区内部存在使用一张SIM卡和一个号码进行音视频互通的需求，条件允许下需尽量复用矿区员工原有大网码号。矿区内部尽量使用简单易记的短号码通信，以提升内部通话的便捷性。

业务管控需求：

矿区需要针对不同人员实施接入访问控制、业务授权和呼叫限制等管控措施。

当前矿山领域除了语音需求外，还需满足数据业务的承载需求：

高带宽低时延：

大量的视频监控、传感器数据采集、远程操控等数据传输，需要大带宽低时延的网络来支持。

数据本地分流：

矿区业务数据需实现本地卸载，保障业务数据不出矿区。

群组通信：

当前综采面液压支架控制器存在无线化改造的需求，且综采面液压支架两两互连，形成一个CAN总线，存在点到点的单播通信以及点到多点的多播通信需求。

高可靠：

矿山专网需要具有高可靠性，具有容灾备份机制，以保障数据传输的可靠和稳定。

概述

中国移动矿山“1+4+X”语音解决方案是面向矿山场景的专业定制化语音业务整体解决方案。该方案基于统一的语音和数据“双驱”5G专网架构,可支持“一号双域”、“融合调度”、“智慧管控”、“无界互联”4大特性,以满足矿山行业在音视频通话及调度、互联互通和业务管理等多方面需求。结合中国移动VoNR+的增强能力,矿山语音解决方案还能进一步向沉浸式全交互的下一代实时通信演进,提供未来演进的无限可能。

“1”张双驱5G专网

中国移动矿山语音解决方案基于定制化5GC和IMS的融合网络底座,可为矿山客户提供高质量的音视频通话和融合调度业务,以及本地分流、群组通信等增强数据业务。

“4”大特性

“一号双域”可实现井上井下一张卡一个号,井下专网和井上大网自由切换,同时支持高清音视频和高速数据业务。

“融合调度”可实现矿区内部统一调度指挥,支持固移融合的集成调度。

“智慧管控”可实现用户粒度的接入区域控制、呼叫业务授权、数据业务访问控制等灵活管控能力。

“无界互联”基于标准开放接口实现异厂家调度系统的融合互通能力,实现多厂商灵活低成本的互联互通。

“X”种未来演进可能

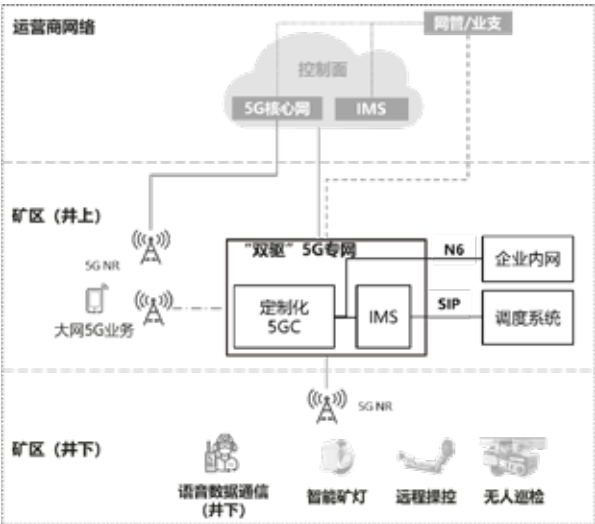
通过引入VoNR+新能力,中国移动矿山语音解决方案可构建沉浸式、多模态、全交互的全新业务模式,在高质量音视频网络能力基础上,叠加XR、AI、元宇宙等新能力,为5G矿山场景带来更丰富的实时通信应用。



“1”张双驱5G专网

面向矿山场景的专业定制化语音业务整体解决方案基于数据和语音“双驱”5G专网架构,提供高速数据业务和高清音视频通信能力。

“双驱”5G专网通过部署定制化5G核心网和IMS核心网设备,支持井下基站的接入,实现井下语音和数据的通信;同时可扩展支持井上基站的接入,实现井上终端按需接入专网。“双驱”5G专网通过定制化5G核心网与矿区的数据网络对接,实现数据不出矿区,以满足矿区用户对数据安全隔离和边缘算力的需求;通过IMS核心网提供专网内高清音视频业务,并支持与矿山的调度系统进行对接,实现基于高清实时通信的融合调度新架构;支持与运营商网络互联互通,从而满足矿区内外语音互通需求。



“双驱”5G专网整体架构

基于“双驱”5G专网架构的矿山语音解决方案可支持以下能力:

- **5G高清音视频能力 (VoNR):** 支持为矿区提供专用的VoNR能力,对接矿区的调度平台,满足音视频调度需求。VoNR语音采用超宽带编解码, MOS值约有0.1~0.3的增益提升,可为矿山用户提供更高清的语音质量;同时VoNR视频业务优先采用H.265 1080P 30FPS编解码,并支持H.264 720P 15FPS编解码,可保证720P以上的高清视频画质。
- **多层级可靠能力:** “双驱”5G专网具备多层级容灾机制,保证设备无单一故障点,实现单机故障稳态呼叫不中断,同时还支持惯性服务和本地应急接入能力,实现网断业不断,在大网中断时不影响矿区已有业务。
- **网络定制化能力:** 面向矿山的定制化、高可靠、高隔离等要求,可提供定制化轻量化的专用5G核心网,按需简化接入管理、会话管理、策略控制、用户面功能、数据存储、语音通话等功能;同时可提供极简的IMS核心网功能,支持固移终端多接入和极致的话音体验。
- **新技术演进能力:** 遵从3GPP R16/R17,以及到R18的演进,可灵活提供更多新能力:支持5G LAN 进一步简化设备间的组网,提供群组通信能力;支持本地定位提升井下的定位精度;支持RedCAP的低功耗本安设备接入;支持双发选收提供高可靠保障等新能力的扩展升级。这些新技术的不断引入和应用,有助于进一步扩大5G网络在智能矿山的新场景应用。

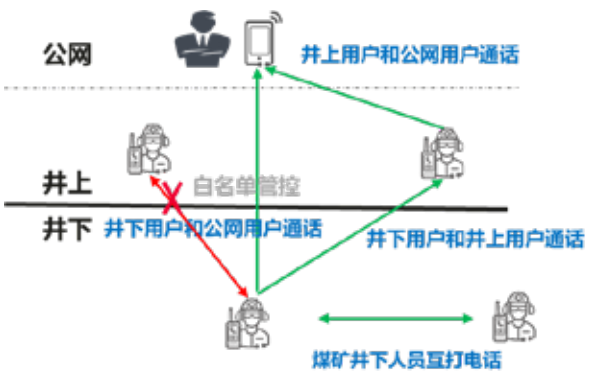
“4”大特性

一号双域 >>>>

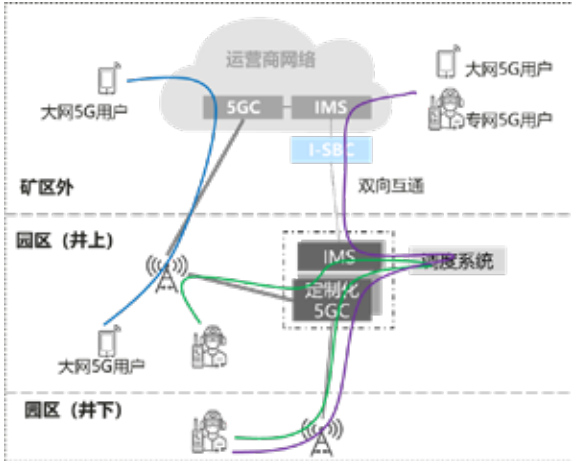
“一号双域”特性支持矿山专网用户不换卡不换号,使用公网号码即可实现矿山专网与大网“双域”自由切换和语音互通,同时享用高清音视频和高速数据的“双域”业务。

矿山专网用户进行语音业务时,无需更换个人公网号码即可实现井下与井上、井下与井下、井上井下与公网的高清音视频通话,同时可按需对专网用户进行外呼权限的设定。此外,通过与融合通信调度系统的对接,还可以实现井下车载终端、智能矿灯、防爆手机和调度台之间的语音通信及调度。

为了满足“一号双域”特性的实现,需要在政策允许和指导下将大网用户数据加密同步到矿区“双驱”5G专网。矿山专网用户进入矿区后注册到矿区“双驱”5G专网中,出矿区后再重新注册到大网。同时“双驱”5G专网中IMS网络和运营商IMS网络还需针对矿区“一号双域”用户设置呼转业务,从而实现专网用户和大网用户的语音互通。



“一号双域”应用场景



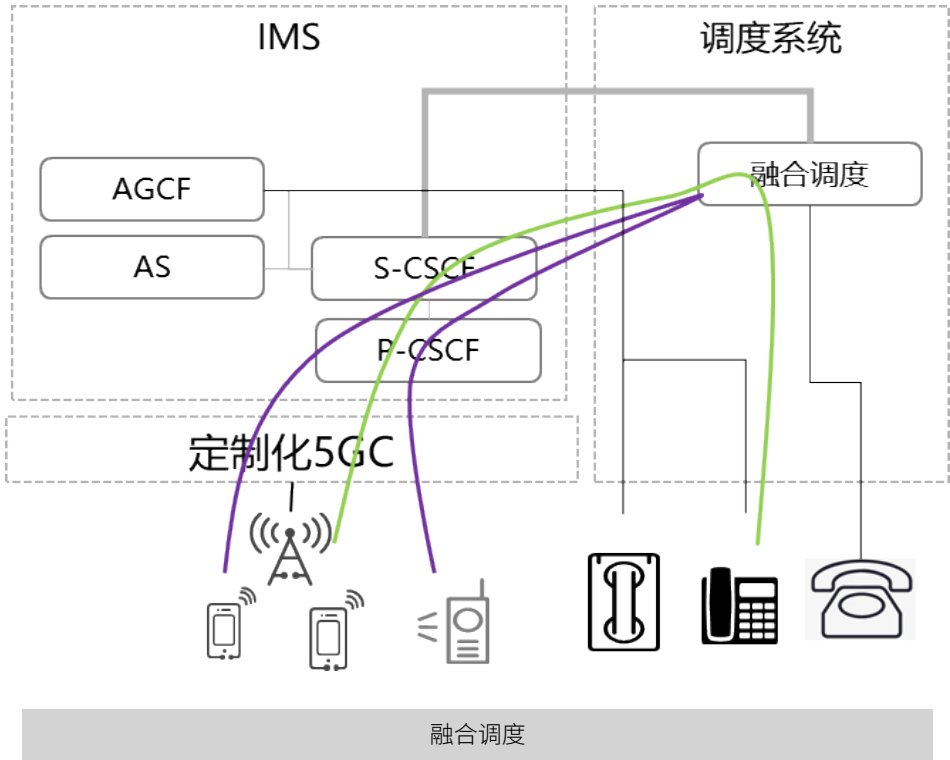
“一号双域”用户语音互通

融合调度 >>>>

调度系统是矿山行业信息化系统的重要组成部分,对于保证矿山生产各环节的有序开展具有重要的作用,是矿山安全生产和企业发展的重要保障。调度系统可支持点对点音视频呼叫,支持选呼、急呼、全呼、强插、强拆、监听、代答、排队、盲转、保持、三方通话、通话录音、会议等功能。

中国移动矿山语音解决方案引入IMS系统,其接入无关特性支持不同接入方式下的多种类型终端统一接入调度系统,从而有效提升矿山企业的融合调度能力,增强矿山企业的安全生产和作业效率:

- 接入融合:支持无线网络、有线网络的统一接入和管理;
- 终端融合:移动、固定终端等多类型终端可实现长短号语音呼叫和互通;
- 调度融合:融合语音、数据、综合管控平台,实现日常通信和生产指挥调度,支持矿区内部移动终端、有线终端的统一调度。



智慧管控 >>>>

中国移动矿山语音解决方案支持接入控制、呼叫控制、访问控制等能力,可通过黑白名单、动态拥塞控制等功能,防止注册风暴、呼叫风暴、互通攻击和欺诈,对专网接入和语音互通实现智慧管控。

接入控制:

支持基于用户/地址粒度的接入区域控制,禁止非授权用户的接入。支持消息速率控制等拥塞控制机制,实现智能接入。

呼叫控制:

针对企业内部音视频通信,支持黑、白名单等呼叫权限设置及动态调整,从而实现智能呼叫控制。矿区可自行管理授权人员名单,通过签约呼入限制和呼出限制,便捷实现部分用户之间的呼叫限制,如仅部分管理人员设置外呼权限。

访问控制:

针对企业内网数据业务,提供基于专网白名单、权限管理等功能,根据访问策略可配置实现用户访问权限。

无界互联 >>>>

调度系统是矿山行业的基础生命系统,但当前矿山调度系统具有厂家多、设备分散、接口协议不统一、各厂家系统无法互联互通等弊端,极大提高了调度系统的建设运维成本。中国移动矿山语音解决方案在遵循3GPP标准的基础上推动“双驱”5G专网IMS系统和调度系统的控制接口标准化,基于标准开放接口实现中国移动矿山语音解决方案面向异厂家调度系统的灵活开放的融合互通能力,实现多厂商无界互联。当前中国移动的矿山语音解决方案已经完成与多个主流矿山调度系统厂家的解耦对接,目前正推动能源领域煤炭行业标准的立项和制定。

“X”种未来演进可能

基于VoNR+的下一代增强实时通信通过IMS数据通道(Data Channel)技术的应用,可以实现矿山行业人与物、物与物之间的泛在连接和实时交互通信。近期可考虑结合VoNR+,实现如下矿山语音通信增强应用场景:

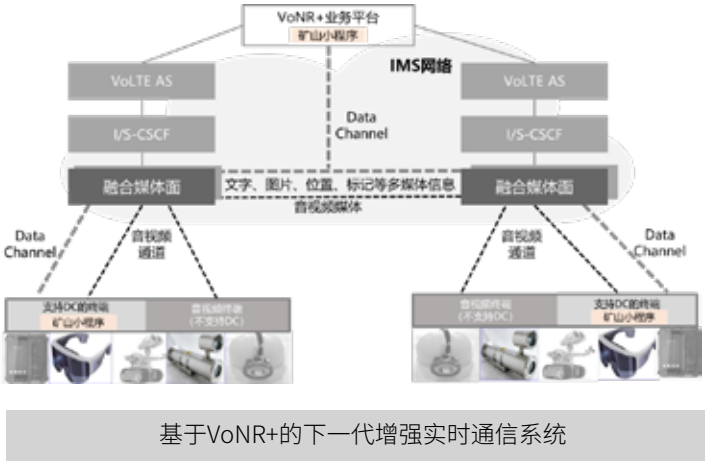
智能矿山小程序:矿山行业终端、芯片厂商及行业合作伙伴可协同开放VoNR+矿山实时通信业务能力,并通过VoNR+业务生成平台灵活生成多种矿山行业定制化小程序,实现远程指导、AR标记、电子白板、位置上报等业务,进一步助力5G矿山应用向纵深发展。

矿山应急通话:矿井一旦发生突发情况或紧急事件,矿山指挥中心会迅速响应,并与现场矿工保持通话。在现有语音业务基础上,实现安全路线、定位信息、环境指标等相关营救信息的推送,优化应急响应效率,提升应急业务质量。

矿机AR辅助维修:在当前音视频辅助维修基础上,可通过AR眼镜等设备实时传输设备内部结构和组件运行状态。技术专家可快速定位故障,并通过圈点和标注方式在前台传来的视频画面上显示维修指引和操作步骤,更大提高维修效率和准确性。

矿井全息会议:通过全息技术展示矿井内不同的数据和信息,矿井外专家可基于虚拟矿井中进行实时的交互,通过手势和语音命令来完成数据配置和调整。矿井全息会议使参与者具有身临其境的感觉,从而更加深入地理解和分析数据。

伴随下一代增强实时通信新技术的发展,未来5G矿山语音通信将与煤矿生产场景实现更深层次的融合,形成全面感知、实时互联、分析预测、协同交互的有机整体,支持面向沉浸式、多模态、全交互的全新业务模式。



华电煤业德隆煤矿

华电煤业隆德煤矿位于陕西省榆林市，作为华电煤业在陕西500万吨级特大型煤矿，是国家重点保供煤矿，被中国煤炭工业协会评为“安全高效特技矿井”，是国家能源局、国家煤矿安全监察局发布的国家首批智能化示范建设煤矿。

2022年，中国移动与中兴合作，助力隆德煤矿进行智能化升级改造，通过基于云网一体化架构的融合数字底座，部署专用定制化核心网、专用IMS核心网，提供数据语音双驱网络，满足矿区高速数据访问、实时语音、高清视频、统一调度等业务需求，有效提升了矿井作业人员的安全和矿企工作管理效率，实现五个维度全面升级，促进隆德煤矿数智化发展：

- ▶ **井上井下一卡一号，语音互通：**矿区5G专网与大网核心网对接，实现矿区4G/5G终端一卡一号、井上、井下、与移动公网之间的语音互通。
- ▶ **统一调度管理，语音系统融合：**矿区5G专网和震有调度系统解耦对接，融合井上井下矿用有线调度通信系统、无线调度通信系统、广播系统、视频监控系统，实现语音、视频、广播、监控监测等系统的融合统一调度管理，有效整合通信资源，实现协同控制、精准调度，提高工作效率。
- ▶ **多类型语音终端接入，高清视频语音：**矿区5G专网支持4/5G移动终端、单兵穿戴设备、矿用固定电话等多种类型的语音终端接入，提供实时语音、高清视频功能，提升通话体验。
- ▶ **融合数字底座，实现一网管控：**云网业维一体化架构，满足矿区网络连接、算力、运维等一站式需求，融合4G/5G接入能力，成功对接专网4G基站和公网5G基站，完成矿区4G/5G网络融合一体化改造，降低矿企运维复杂度。
- ▶ **分级UDM容灾，保障业务不中断：**矿山专网采用分级UDM容灾方案，实现网断业不断，满足矿山专网高安全、高可靠要求。

中国移动与华电隆德煤矿联手打造的5G智能矿山，以5G和语音为双引擎，极大地提升了隆德煤矿煤矿智能化水平，打造出能源矿山领域的领军项目，也展现出中国移动在智慧矿山智慧能源领域的强劲技术实力。5G技术与煤矿生产场景的充分融合，将有力推动我国煤炭行业的智慧转型升级，从而实现跨越式发展。

晋能控股三元煤业

“三元煤业”成立于1984年，位于中国山西省长治市，是晋能控股集团智能化建设示范矿和明星矿之一。该矿的智能化建设旨在促进煤矿生产的安全，降低生产事故率，提高生产效率。在智能化建设方面，该矿要求基础网络具备三个能力：井下和井上全覆盖能力，能够与外部网络进行互联互通的能力，以及高安全性和可靠性。

在2022年，山西移动与华为合作，为“三元煤业”提供了矿山5G专网及话音解决方案，建设了覆盖井下和井上主要生产区域的5G网络。该解决方案实现了统一网管/统一号卡管理，本地数据不出园区；支持多种5G终端接入，包括5G本安摄像头、5G防爆手机、智能矿灯、5G CPE、5G巡检机器人等，主要支持生产应用、人员通信和融合调度三类业务，覆盖了采、掘、机、运、人的全流程全场景。

- ▶ **生产应用：**综采面全景视频拼接和远程控制；掘进面掘进机远程控制；机电硐室，智能巡检机器人。
- ▶ **人员通信：**设备远程诊断，视频语音电话，单兵智能装备，智能矿灯。
- ▶ **融合调度：**语音调度业务（语音点呼、视频点呼、组呼），会议业务（视频会议、语音会议），短信业务，地图圈选（根据区域圈选临时创组）等。

在部署中国移动的矿山话音解决方案后，“三元煤业”通过5G通信网络的应用实现了深度互联、数据可视、智能感知和高效调度。井下安全检查人员使用高性能防爆手机，支持在井下音视频互通，与外线的语音互通；结合5G无线、有线、广播等统一调度，管控平台可以向井下智能矿灯、防爆智能本安手机、有线电话进行点呼、组呼、视频会议，将矿工工作效率提升了30%。此外，该方案还灵活适配智能矿山全流程全业务场景，实现了远程控制、智能巡检和高清智能监控等关键生产业务。这些改进显著提升了煤矿生产的安全性，同时也为煤炭行业5G智能矿山建设树立了标杆。

内蒙鄂尔多斯乌审旗中天合创煤矿

中天合创能源有限责任公司成立于2007年10月，是集煤炭、煤化工、电力为一体的特大型煤炭深加工企业。其下辖的葫芦素煤矿和门克庆煤矿，也是两个特大型矿井。

内蒙移动支撑葫芦素、门克庆煤矿完全5G专网建设，实现地面区域的5G网络全覆盖，井下重点区域覆盖；同时两个矿区的5G专网采用双链路“V”字型方式与运营商核心网控制面对接，实现两个矿区的容灾互备，提高专网可靠性。5G专网助力葫芦素、门克庆煤矿实现5G智能AR单兵控制、职业健康5G智能穿戴、5G智能带式巡检机器人、5G智能装车系统等应用场景的落地。同时在业界首次采用SIM卡二次加密鉴权的方式，使矿区员工不换卡不换号实现井上公网、井下专网、调度系统、行政电话的互通。

基于中国移动矿山语音解决方案，中天合创5G智能化煤矿具有以下创新点：

- 工作和生活一张卡，井下和井上一张卡，实现自由切换和信息互通；
- 专网鉴权和大网鉴权密钥分别定义，确保信息安全不泄密；
- 专网与公网同监控共监管，共同遵守合规合法的监管标准；
- 支持标准通信协议，为数字化转型提供可复制性。

通过5G+智能化建设，中国移动助力中天合创煤矿实现数字化转型，提高信息传输效率和准确性，降低安全事故，向更加智能化和高效化的煤矿转型迈进。

总结及展望

矿山的数智化转型已成为矿山企业实现高质量发展的必由之路，物联网、大数据、人工智能、5G、算力网络等创新技术的引入可为煤矿安全生产和高效管理赋能，实现矿区环境全面感知、井上井下融合调度以及矿用机械远程控制等智能场景，进一步推动矿山生产智能化、少人化和无人化。

中国移动致力于成为网络强国、数字中国、智慧社会的主力军，助力我国矿山行业安全生产和数智化转型。目前中国移动5G智慧矿山落地实践已取得阶段性进展，积极联合行业头部企业有效实现了井上井下语音、数据无障碍连通。

面向未来，中国移动将持续联合广大产业合作伙伴，深入研究下一代增强实时通信关键技术，结合新一代数字技术构筑自主可控的“连接+算力+能力”的新型数字底座，实现煤矿资源智慧开采、智能运输、安全自主保障以及智能化经营管理，助力我国矿山行业安全智慧化发展。



缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
4G	4th Generation Mobile Communication Technology	第四代移动通信技术
5G	5th Generation Mobile Communication Technology	第五代移动通信技术
5G NR	5G New Radio	5G新空口
5G LAN	5G Local Area Network	5G局域网
AI	Artificial Intelligence	人工智能
AR	Augmented Reality	增强现实
CAN	Controller Area Network	控制器局域网总线
CPE	Customer Premise Equipment	客户终端设备
IMS	IP Multimedia Subsystem	IP多媒体子系统
IFC	Initial Filter Criteria	初始过滤规则
I-SBC	Interconnection-Session Border Controller	互联会话边界控制器
IoT	Internet of Things	物联网
RedCAP	Reduced Capability	轻量化5G
SIP	Session Initiation Protocol	会话初始协议
SIM	Subscriber Identity Module	用户识别卡
VoNR	Voice over New Radio	基于NR的语音通话
XR	Extended Reality	扩展现实

联合撰写单位及作者

中国移动政企事业部：
刘坚、魏冰、卢继卿、文静、杨鹏、冯海荣、李乐田、张雅君

中国移动研究院：
段晓东、张昊、魏彬、张剑寅、姜怡、王磊、吴滨、宋月

陕西移动通信有限公司：
周艳丽、马朝霞、滑维鑫、茹萌勐、米政、程思霖

内蒙古移动通信有限公司：
马冬梅、岳飞山、杨威、石泉、肖战中、苗春雷

中移咨询公司：
杨鸿宾、赵效蓉

华为技术有限公司：
王华、张尧、周新宽、赵斌、王凌

中兴通讯股份有限公司：
张帆、缪永生、韩晶晶、靖晟、李亚清、何光明、王文超

牵头撰写单位：
中国移动研究院

联合撰写单位：
中国移动政企事业部、陕西移动通信有限公司、内蒙古移动通信有限公司、
中移咨询公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司