

# 煤矿智能化与矿用5G和网络硬切片技术研究

## Research on Coal Mine Intelligence and Mine 5G and Network Hard Slicing Technology

李佳航

Jiahang Li

陕西华电榆横煤电有限责任公司 中国·陕西 榆林 719000

Shaanxi Huadian Yuheng Coal Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

**摘要:** 5G 通信技术具有高速率、多连接、低时延、低功耗等多项关键性特征,在多种智能应用场景可以有效应用。在中国的煤矿行业,煤矿的智能化与网络切片技术相结合,已经实现了初步的灵活运用。论文正是在此基础上首先介绍 5G 网络切片技术,再针对 5G 网络切片技术分析煤矿的矿用智能化技术,最后总结煤矿在勘探与开采过程中的 5G 网络硬切片技术的应用,为矿用 5G 网络切片技术在煤矿行业的发展提供新的思路。

**Abstract:** 5G communication technology has a number of key characteristics such as high rate, multi-connection, low latency, and low power consumption, and can be effectively applied in a variety of intelligent application scenarios. In China's coal mining industry, the combination of intelligent coal mine and network slicing technology has achieved initial flexible application. It is on this basis that this paper first introduces the 5G network slicing technology, then analyzes the mining intelligent technology of the coal mine for the 5G network slicing technology, and finally summarizes the application of the 5G network hard slicing technology in the exploration and mining process of the coal mine, providing new ideas for the development of the mining 5G network slicing technology in the coal mining industry.

**关键词:** 煤矿;智能化;矿用5G;网络硬切片技术

**Keywords:** coal mine; intelligent; mining 5G; network hard slicing technology

**DOI:** 10.12346/se.v4i3.6763

## 1 引言

当前,煤炭是中国的主要能源。在人们的日常生活中占据非常重要的作用,也是目前中国消费能源结构占比最大的一种资源。工人们从事煤炭行业具有较大的危险性,容易发生一些自然灾害和人为因素造成的事故<sup>[1]</sup>,若下井人数越多则事故产生的恶劣后果越大。所以,对煤矿进行智能化、信息化监测,能够有效地保证井下作业人员的安全<sup>[2]</sup>。论文正是在此基础上首先介绍 5G 网络切片技术,再针对 5G 网络切片技术分析煤矿的矿用智能化技术,最后总结煤矿在勘探与开发过程中的 5G 网络硬切片技术的应用,为矿用 5G 网络切片技术在煤矿行业的发展提供新的思路。

## 2 5G 网络切片技术概述

虽然,当前 4G 网络已经广泛应用和普及,为人们提供了高质量的网络通信服务,但是,当前煤矿井下普遍采用 3G 或 4G 网络,在生产工作中联络常出现信号延迟的现象,

与信息技术的结合还有很长一段路要走。在移动通信行业,不仅需要扩大设备的连接,也需要在煤矿、油气等领域用到高速度、低时延的网络,而 4G 网络目前无法满足上述的基本需求,所以 5G 网络在此条件下应运而生<sup>[3]</sup>。综上所述,5G 网络是 4G 网络的进一步发展的结果。通过调研现在的通信技术,我们发现 5G 网络有更强的 Gbps 量级,其服务的对象也更稳定,可以推广到生产生活的方方面面,也增加了人机互联和人物互通,实现了全连接、自动化、多角度的全方位网络通信服务。5G 不仅可以服务于电信本体,也可以扩大整个社会的信息服务面,在 5G 的信息加持下任何一种事物都能够快速反馈。未来,5G 技术也将会进一步在宽带光纤领域深耕,提高用户的使用体验,并且扩大全球的应用面,在多种场景均能够使用 5G。根据服务的意识和信息化,提高资源的利用率,扩大高新技术产业的应用场景。用户对 5G 的感受主要体现在以下几个重要指标:体验速率、连接数、移动性、峰值速率、流量密度(见图 1),5G 的上述参数

【作者简介】李佳航(1994-),男,中国山东邹城人,本科,助理工程师,从事煤矿智能化、信息化、矿山供电研究。

均高于 4G，具有较广泛的应用场景，并且关键性能指标也会随着实际应用场景的改变而改变。每个场景均有个性化的差异功能<sup>[1]</sup>。4G 网络由于其入网的技术和架构功能的不同而无法对应于特有的场景。相比之下，5G 网络在一些更小众的场景也能够实现高速的应用，尤其是在生产生活中，使用 5G 网络将会使得煤矿安全监测和应急管理更加高效准确。在基础设施建设等领域，5G 网络引入了 NFV 和 SDN 技术，这两种技术搭上全新的应用平台，提高了资源的利用效率，降低了应用的成本。在网络架构方面，控制、转发与功能重构等技术也使得网络架构较 4G 时代更加先进。核心网络结构也更加灵活智能化，使得 5G 网络的服务水平达到了一个新的台阶（见图 2）。

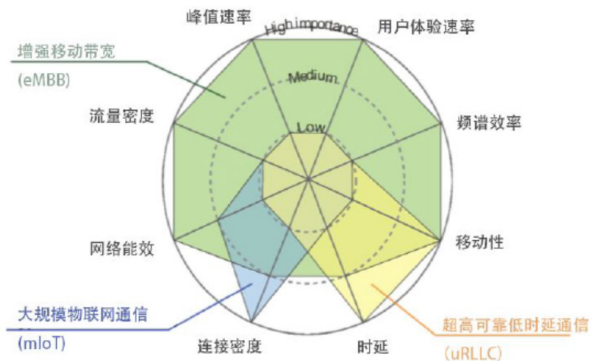


图 1 5G 不同场景的基础参数指标

所谓的网络切片，是一个可以由运营商使用，根据运营商与客户签订的业务合同，在不同的行业、不同的客户当中提供不同的业务，运营商所提供的业务是相互独立的，也是可以定制的。多种运营商提供的客户的集合便形成了逻辑的网络，这种逻辑网络便是所谓的网络切片<sup>[4]</sup>。一个完整的网络切片是由用户的终端、接入网、传输网、核心网四个核心的部分组成。用户终端主要是用来存储网络切片的重要特征。在 5G 通信的过程中，用户终端会把消息发送给下一个程序<sup>[2]</sup>。用户终端内部携带了重要的信息，也就是所谓的网络切片。它在传输的过程中，可以支持 5G 场景的随意切换。接入网可以感受用户终端发送的切片，也可以使得切片在信息解剖当中采用差异化的处理技术，使得切片的资源合理分配，把信息及时传递给下一步程序，并且能够保证传输的质

量。传输网主要是不同切片业务在接入网与核心网之间的传输的流程。它的传输过程是互通的，并且传输的质量也较高，能够保证程序的各个阶段动态高效。核心网便是从网络切片的终端进行控制，选择相应的切片，并且合理管理相关的切片。核心网主要包括移动切片、优化相关功能等服务，可以为用户的切片提供了更加丰富的选择。核心网的切片在 5G 的网络中，通信运营商也可以根据相关的需求，使用网络切片的技术对资源进行合理的编排调度。随着生成多个切片，不同的网络切片的差异也主要体现在核心网的不同<sup>[3]</sup>。

### 3 煤矿智能化与 5G 网络硬切片技术

煤矿智能化与 5G 网络硬切片技术联系紧密，通过采用 5G 的网络切片智能化技术，可以有效提高数据传输的流畅性，其主要体现在传输超高清视频流、密集人群接入通信、工业自动化控制通信、传感器网络数据传输等方面，有效保障煤矿无线网络的快速、稳定。当前，参照 2020 年文件《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》《智能化煤矿建设指南（2021 版）》、2021 年《智能化示范煤矿验收管理办法（试行）》等，煤矿智能化保障了煤炭工业高质量发展，是新一代信息技术与煤炭开采的有机结合，很多新的要求和问题，在传统 4G、Wi-Fi 条件下是难以解决的。比如，井下越来越多的传感器使用、大量图像及视频数据采集传输等。面向垂直行业智能化应用的第五代移动通信技术为上述问题的解决提供了契机。5G 具有高速率、低时延、大连接等特征，是煤矿智能化建设的重要支撑技术，其在煤炭领域的广泛应用和深度融合，将有效推动煤炭生产、加工、利用和消费模式变革。作为“扬帆”行动计划中十五个 5G 应用重点领域之一，“5G+智能采矿”率先在煤矿领域取得成功应用<sup>[4]</sup>。

当前，煤层界面的识别是智能化自适应采煤的发展大趋势，这也是当前“互联网+”智能化应用的一个重要体现。5G 硬切片技术科提高煤岩识别的准确率和响应效率，低时延和高速度的优势体现得淋漓尽致，采煤机智能化可以准确地实现煤岩的具体层位，不会遗漏大量的煤。但是，采煤机在工作的过程中，容易与煤岩摩擦产生火花，严重会导致瓦斯爆炸。为了解决这一难题<sup>[5]</sup>。地质煤岩学家和信息专业技术人员通力合作，采用多种地质信息技术，有效识别煤岩界

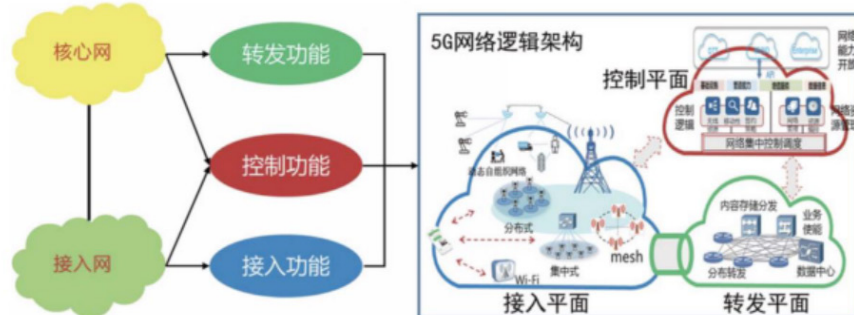


图 2 5G 基础网络架构形式

面,如自然伽马、自然电位、红外遥感、声音、电流等均可有效地识别每层的具体位置。此外,地质钻孔也能够识别顶底板的煤层界面。基于电子雷达也可以对煤岩层的界面产生有效识别,在识别的过程中,由于安装的困难,也可以对伽马的差异进行判别,消除相关的误差。当前,综合机械化开采工作面工艺成熟,采用的设备先进可靠,可以有效实现高效开采,操作人员操作设备也得到安全保障,可以采用5G无线远程控制技术,利用相关的工业摄像头、AI摄像头和传感器,把相关的信号通过5G网络传至井下,操控井下的设备进行控制,可以避免人员下井遇到灾难时无法逃生的情形,也可以改善操作人员的作业环境,保障安全生产。由于开采工作界面对信息传输也提出有更高的要求,所以在信号耦合的系统中,采用5G硬切片技术实现合理分配带宽,以实现全流程控制,更符合开采的实际需要,通过5G的传输,能够使得更大带宽、更低时延的网络接入煤矿开采作业中,使得利用5G无线通信网络实现煤矿开采无人化、智能化<sup>[5]</sup>。

为满足综合开采工作面无线信号全部覆盖,工作面的两端基站无线传输的实际距离要保证在工作界面长度的一半以上。现在工作面长度一般为190~300m,5G无线覆盖的圈距最大可达到250m,满足大多数工作面无线覆盖的基本需求。其次,对于综合开采无线带宽的计算方法。根据上行带宽的基本需求,对相关信号进行识别。综合开采工作界面的远程控制需要使上行带宽总要求与综合开采界面的长度成正比,与摄像机数量成反比。由下列公式可知:

$$B_z = \frac{LB}{DN}$$

$B_z$ 为上行带宽;L为综采工作面长度;B为单台摄像机视频压缩后所需传输带宽;D为液压支架中心距;N为支架与摄像机数量比。

为了使得大多数综合开采的界面能够满足带宽的需求,需要使综合开采的带宽界面分别设置为1343Mbit/s与1043Mbit/s。为了能够减少井下光缆的使用,保障5G网络的传输顺利通畅,可采用全新的无光缆和电缆的无线传输模式,主要可以分为安全监控传输、通信传输、定位传输和远程传输<sup>[6]</sup>。

煤矿安全监控系统的数据链路传输主要采用“树型结构”方式,通俗讲就是分为主干网和分支网,主干网的发展是从最早的单点上传到目前的环网上传,主要依托于网络传输,井上为监控主机对所有系统采集数据进行分析、处理及控制,监控主机通过井上交换机与井下交换机相连,多台井下交换机构成井下环网,对通讯链路形成环型数据链通信,整个回路全部采用光纤通信,可以保证整个环网数据通信的稳定可靠。在矿用网络方面,当前煤矿井下矿网络主要有通信网、监控网和工业以太网,根据有无电缆可以分为有线网络和无线网络。有线调度网络主要是调度台、交换机和防爆电话机等组成,在井下不需要相关的电源,具有可靠性更高

的优点,信号也较强。即使在瓦斯超标的情况下,只要电脑、电话不断,系统便能正常工作,但是电缆线在井下容易受到折损、腐蚀,时间长,需要更换新的线缆。煤矿的安全监控网络主要是执行安全等信号,以保障设备和人员的安全。矿用5G网络具有高接入率优点,可以实现语音数据等音频信号实时传输,传输效率极高。在独立的矿井内接入,通过接入相关的控制器可以通过系统实施有效控制。通过与基站的控制器连接,再由光缆接入5G的交换机,便可以实现矿内5G信号实时传输。5G加持打造全方位立体化管控的井上、井下智能交通系统,例如在井下电机车无人驾驶场景中,通过搭建5G网络环境,增设轨道称重系统、列车脱节监测系统、障碍物监测系统等系列辅助系统,实现装矿、运输、卸矿流程的自主、遥控,同时还实现列车运行自动调度和生产数据实时传输功能。这类应用将井下装矿工、电机车司机等工作岗位由井下转移至地面集控室,并实现了多岗位集中操作,最大限度地减少操作人员数量,让每名工人都尽可能地了解不同操作技能。在提高装矿速度的同时,对工人的身体健康也有积极作用。

## 4 结语

当前,5G具有更高的用户体验速率、连接容量和低时延等关键性特征,在多处应用场景可以有效应用。在中国的煤矿行业,煤矿的智能化与网络切片技术相结合,已经实现了初步的灵活运用。论文提出了开采工作面5G远程控制技术的操作方法,通过使用摄像机、音频和传感信号,可实现5G网络有效传输,实现地面操作人员与地下操作人员互联互通,远程操控相关设备,控制设备实时操作,保证工作高效运行,也可以减少人为作业,保障人民的生命财产安全。由于5G具有众多优势,目前已经成为开采工作面远程控制的必然选择。另外,论文也提出了在综合开采过程中的传输距离与带宽的计算方法,并根据网络切片等一体化信息传输网络,可以实现煤矿矿井多功能、多方面的一体化实时监控,有效地保证矿井井下信息传输的要求。

## 参考文献

- [1] 王皓,董书宁,姬亚东,等.煤矿水害智能化防控平台架构及关键技术[J].煤炭学报,2022,47(2):883-892.
- [2] 孙继平.煤矿智能化与矿用5G和网络硬切片技术[J].工矿自动化,2021,47(8):1-6.
- [3] 胡亚辉,赵国瑞,吴群英.面向煤矿智能化的5G关键技术研究[J].煤炭科学技术,2022,50(2):223-230.
- [4] 郭凯.5G技术在煤矿智能化中的应用展望[J].内蒙古煤炭经济,2021(11):154-155.
- [5] 崔文,李浩荡,丁震,等.露天煤矿5G网络建设与网络安全研究[J].工矿自动化,2021,47(S1):36-38.
- [6] 范京道,李川,闫振国.融合5G技术生态的智能煤矿总体架构及核心场景[J].煤炭学报,2020,45(6):1949-1958.