

# 5G 在煤矿智能化开采中关键技术研究

徐川

(冀中能源邢台矿业集团有限责任公司, 河北 邢台 054000)

**【摘要】**随着煤炭智能化技术的普及,国内煤矿产业已经逐步建设智能化开采,但煤矿智能化在早期的表现并不能让人满意,普遍存在适用面小、高延迟等性能缺陷,造成这些缺陷的主要因素就是传统通信技术的制约,即煤矿智能化开采系统需要依靠通信技术来运作,因此当通信技术本身存在性能缺陷时,那么系统运作也会出现缺陷。而在 5G 技术下,煤矿智能化开采系统的性能问题迎刃而解,因为 5G 的性能远超传统通信技术,不但能消除当前缺陷,还能让煤矿智能化开采系统开发出更多新的功能。本文为了解 5G 技术下煤矿智能化开采系统的关键技术将展开相关研究,重点介绍 5G 技术性能优势、5G 与煤矿智能化开采之间的关系,随即论述 5G 煤矿智能化开采的关键技术与对应应用场景。

**【关键词】**5G 技术;煤矿智能化开采系统;关键技术

## 引言

我国在经历了经济高速发展阶段进入经济稳步且追求高质量发展时期,煤炭资源作为我国最重要的化石能源之一,煤炭企业在经历了落后产能逐渐淘汰的阶段,产量也在稳步增长,以满足人们日益增长的能源需求,对于推动国民经济快速发展起到了重要作用。但煤炭行业属于高危行业,且目前针对煤炭安全生产的要求也在不断提高,这也要求改进落后矿井的生产条件,解决不同地区煤炭技术发展不平衡的问题。为了实现上述目标就需要突破煤炭工业技术的发展以及煤炭行业转型升级来提升煤炭企业生产质量安全。但是传统的煤炭自动化开采技术主要以传统的无线通讯技术作为基础,而此技术在宽带、时延等方面存在一定的技术限制,难以有效融合目前先进的人工智能、大数据和虚拟现实等技术。

5G 技术是我国通信领域的最新技术,拥有极高的信息传输速度与信号强度,因此在性能上有着以往所有通信技术难以企及的优势,这让 5G 技术在非常短的时间内在国内普及,被应用于多个领域,其中就包括煤矿智能化开采。在 5G 技术的支撑下,有效弥补了煤矿智能化开采以往性能上的缺陷,还展现出了更高的应用价值,促使我国煤矿开采效率、精度、范围等都大幅提升,因此为了进一步在煤矿开采领域中推行 5G 技术,推动煤矿开采领域发展,有必要对 5G 煤矿智能化开采系统关键技术进行分析研究。

## 一、5G 技术的性能优势

截止到 5G 技术被投入使用,我国一同推出过

1G、2G、3G、4G、5G 五个等级的通信技术,每个等级的通信技术都代表了我国通信技术发展历程中的一个阶段,而相比之下 5G 技术是其中性能最为优秀的。首先与 1G、2G、3G 相比,5G 技术采用的通信方式是数字通信,而前三者都是模拟通信,而模拟通信的信息传输容量比较小,同时抗干扰能力弱,且传输过程比较繁琐,数字通信在这三个方面都具有明显优势,因此 5G 技术在信息传输容量、速度、稳定性三个性能指标上远超 1G、2G、3G 技术。其次与 4G 技术相比,4G 与 5G 采用的都是数字通信方式,但即使方式相同,4G 技术的性能也是弱于 5G 的,这一点可以从 4G 技术的应用成果上得到证实,即以煤矿开采为例,4G 在煤矿开采中主要应用于综采工作,能实现自动化开采,整个过程对人工还是具有一定的依赖程度,但 5G 可实现真正智能化开采,可应用于各种开采条件下的煤矿,因此 5G 技术对于煤矿开采适用性要优于 4G。总体而言,5G 作为最新的通信技术其在性能上必然存在优势,否则开发 5G 就没有任何意义,而既然 5G 技术具有优势,人们就应当对 5G 技术进行相关研究,目的是尽快将 5G 技术去替换其他通信技术,这样才能让国内各行业保持与时俱进的发展态势,这一点在煤矿开采领域也不例外<sup>[1]</sup>。

## 二、5G 与煤矿智能化开采之间的关系

### (一) 5G 在煤矿智能化中应用的必要性

5G 技术在设计阶段就确定了增强型移动宽带 eMBB、超可靠低延时 URLLC、海量机器通信 mMTC

等三大应用场景，可以满足煤矿井下生产中精确过程控制、传输超高清视频信号、矿山智能设备通信、安全监测等传感数据采集需求。因此，5G 技术在煤矿智能化开采中的应用是煤炭行业未来发展的必然之路。加之目前在煤矿智能化开采中普及的 4G 以及 WiFi 无线通讯技术，无法满足当前煤矿智能化生产中精确过程控制和大量的生产现场高清视频回放的宽带需求，并且 WiFi 组网还具有较差的移动性和信号覆盖范围，容易受到频段干扰以及宽带受限等缺点。

目前煤矿智能化发展趋势下，从智能化开采感知、智能化开采传输、智能化开采决策控制、智能化开采新技术新场景应用、异构物联设备互联互通等需求方面逐渐提升。比如目前智能化开采中需要大量传感数据的支持，而且煤矿数据表现具有多样性、数据生成速度快以及数据体量增长快等特点。对于智能化开采传输需求来说，虽然通过将通信环网、视频环网和安全环网相互独立建设的方式可以解决数据互占通道以及安全数据隔离等问题，但也表现出高成本以及底层和上层物联难度大等问题。急需发挥 5G 技术中的切片管理技术，通过定制网络的专网方式进行隔离并实现底层端的互联，满足不同场景的开采传输需求。对于开采决策控制需求，由于目前井下智能化综采系统中的各类智能化设备数量较多，并且需要统一的集中控制系统收集这些设备信息并统一开展协调处理和控制，对于通信网络的可靠性和实时性需求较高。对于开采新技术新场景应用，在目前煤矿智能化生产水平不断提高的发展趋势下，井下大量智能设备的应用可以实现实时巡查以及远程会诊，但需要消耗大量的网络宽带资源，且需要满足信息快速反馈以及实时状态控制等要求。然而目前主流的 4G 技术已经无法满足智能化生产技术需求，而 5G 技术则为煤矿智能化生产中应用各种业务场景提供了有力的技术支持。对于异构物联设备互通需求，由于目前煤矿生产中所用无线通信协议数量较多，难以实现工业设备之间的有效互通互联，影响实际操作体验。5G 技术则可以将现有或者后续的无线接入传输技术和功能网络进行融合而形成统一的核心网络，可以为智能化煤矿提供超低时延以及超高速率的体验，满足不同业务场景的需求。

## （二）5G 在煤矿智能化中应用的可行性

由于煤矿井下生产环境中存在空间狭长和多分支的特点，以及煤壁会对无线电波传输起到干扰或吸收无线电波，加之井下狭小的作业空间中应用多

种电气设备等会产生较强的电磁干扰，在空气中弥漫的煤尘等，开采作业环境比较特殊，对于 5G 系统部署和应用带来较大难度。如 5G 技术应用中会出现高频无线信号快速衰减，在提升定向传输能力时会降低绕射能力，因而减小其传输距离和覆盖范围。针对上述问题，目前 5G 技术中通过超密集组网技术和微基站技术的应用加以解决。此外，在应用 5G 技术时，通过微基站的应用，只需 3 个微基站就可以覆盖原有 4G 网络的管控范围，同时提升带宽和速率并降低时延。而且微基站体积小、功耗低、运行安全性较高。针对煤矿生产中井下空间狭长以及分支多等特点，也可以利用 5G 技术中的有线光纤主干和密集 5G 微基站的布设方案解决，并且通过合理的网络切片方式来解决视频监控和控制信号同步传输问题，起到有效安全隔离作用。由此可见，基于 5G 技术构建数据传输在目前的煤矿智能化开采中应用是可行的。

## （三）5G 优化煤矿智能化开采系统运作

5G 技术具有三大特征，分别为增强型移动宽带、超可靠低时延和海量机器通信，这三大特征使得 5G 技术可以对煤矿智能化开采系统的运作进行优化，具体体现在三个方面：（1）增强型移动宽带使得煤矿智能化开采系统的运作更加稳定，抗干扰能力更强，同时还提升了通信距离，这使得煤矿智能化开采系统能够对埋深更深的煤层的开采设备进行控制，并且精确识别地下情况，再设定对应控制指令，这是以往煤矿智能化开采系统难以实现的；

（2）超可靠低时延使得煤矿智能化开采系统的运作效率、响应速度增快，不仅整体上提高了煤矿开采效率，还能及时应对一些突发情况，保障开采顺利进行；（3）海量机器通信使得煤矿智能化开采系统可以在同一时间接收所有开采设备传输而来的信息，促使系统能对开采情况作出更加准确、全面的判断，同时也能在同一时间对整个系统进行差异化控制，同样有利于提升开采效率<sup>[2]</sup>。

## （四）5G 支撑煤矿智能化开采系统功能开发

5G 技术的融入打破了以往煤矿智能化开采系统受限制的局面，解决了其他通信技术制约开采系统运用性能上的不足，同时 5G 也带来了更广阔的系统开发空间，使得技术人员能够对煤矿智能化开采系统功能进行进一步开发，诸如超远距离通信功能、人机移动交互通信功能等都是 5G 技术下开发而来的。这些功能的出现使得煤矿智能化开采系统的实用价值更高，也增加了系统运作的可靠性。

### 三、5G 煤矿智能化开采的关键技术与对应应用场景

#### (一) 关键技术

5G 煤矿智能化开采的关键技术有：(1) 三维建模技术，即在 5G 技术的支撑下可以将扫描设备投放到地下开采环境，借助设备获取地下开采环境构造，所得信息会实时反馈到系统终端上，随后借助系统终端的智能技术将信息整合，构成三维模型。三维模型的构成能够让生产现场作业人员了解地质构造的具体情况，便于分析地下开采环境安全性、作业便捷性等，同时如果发现问题，还能直接在三维模型上进行调试，反复如此可以消除相关问题，保障地下作业安全与效率；(2) 现场监测技术，即在作业现场安装传感器，借助传感器可以知道现场各类设备的作业情况与现场图像，这样一方面能够通过系统判断设备在作业中是否存在故障、异常，如果存在问题系统就会尝试修复，若无法修复则通知人工前来处理，另一方面能够了解现场煤矿开采情况，便于准确分析下一步开采方向；(3) 物理网络切片技术，即该项技术主要功能是将系统通信过程中的物理网络切割成若干虚拟网络空间，每个虚拟网络空间之间相互独立，这样在煤矿开采中能够根据不同情况应用不同虚拟网络空间，使得煤矿智能化开采过程会根据环境变化而变化，始终保持良好的适用性。(4) 5G 通信技术，5G 作为更先进的网络技术，完全能够满足高清视频监控图像传输的需求。以华为 5G CPE 终端设备 Pro 版为例，数据传输上行峰值：250Mb/s；下行峰值：1.65Gb/s，在满足高清视频数据传输的情况下，仍有足够的带宽支持通话、视频、数据交换、远程控制等多种数据业务。(5) 数据分析技术，数据分析技术是智能化开采的关键部分，智能化矿井由不同的平台操作系统组成。因此，诸如实际操作平台和技术平台之类的数据和信息进行分析非常重要。在应用数据分析技术时，主要使用传感器收集数据和信息以及确定数据分析的有用性。同时，利用此数据，可以有效地分析和提取煤矿开采的相关信息，并将其应用于实际生产中，以确保煤矿开采效率和实施智能化开采模式。另外，通过使用数据分析技术，可以为相关人员执行各种任务，从而实现智能化减人。

#### (二) 应用场景

5G 煤矿智能化开采的三大关键技术在实际开采工作中可以应用于三个场景：(1) 煤矿开采方案设计场景，即煤矿开采一般是地下作业，而地下开采条

件非常复杂，具有很多危险因素与阻碍性因素，如果在不知情的条件下贸然开采，将大概率破坏地质地貌，甚至引发小范围的地质灾害，同时阻碍性因素的存在也会让开采工作难以顺利展开，因此在煤矿开采之前需要根据地下开采条件设计对应的开采方案。5G 煤矿智能化开采就能通过三维建模技术让相关工作人员了解地下环境，便于工作人员设计、调试工作方案，最终能选出最优方案；(2) 煤矿设备维护，即煤矿智能化开采中需要使用到很多设备，这些设备在工作过程中随时都可能出现故障，而任何故障的产生都会对作业安全和开采效率造成一定影响，因此现代煤矿开采企业要求对所有设备进行严格管理，要做到第一时间发现故障、第一时间处理故障。5G 煤矿智能化开采的现场监测技术就能够做到这一点，不但能够实时对所有设备进行监测，同时还能拍摄现场情况，根据监测信息可判断设备是否存在故障、根据拍摄图像可判断现场是否存在可能导致设备故障的因素，如果发现任何问题可以通过机器人前去处理，若机器人无法处理，再通过人工进行处理，而在人工处理过程中 5G 煤矿智能化开采同样可以提供信息指导，做好辅助设备维护工作；(3) 煤矿开采方案阶段性调整，即煤矿开采是一个过程，这个过程中充满了未知的变化，因此开采前设计的工作方案在环境变化下可能会遇到一些阻碍，这时就要对这个方案进行调整。面对这一要求，利用 5G 煤矿智能化开采的物理网络切片技术，可以在短时间内确认调整方向，并得出最优解，使得煤矿开采方案适应当前阶段环节，可以继续顺利作业。

#### 四、结语

综上，5G 技术相较于其他通信技术具有巨大的性能优势，因此能够给煤矿智能化开采提供良好帮助，本文通过分析 5G 与煤矿智能化开采之间的关系证实了这一点。同时文中对 5G 煤矿智能化开采的关键技术与对应应用场景进行了分析，提出了 5G 煤矿智能化开采的应用要点与路径，望能带来参考帮助。

#### 参考文献：

- [1] 王国法, 赵国瑞, 胡亚辉. 5G 技术在煤矿智能化中的应用展望 [J]. 煤炭学报, 2020, 45(01): 16-23.
- [2] 高振. 智慧煤矿与智能化开采关键核心技术分析 [J]. 山东工业技术, 2019, 000(015): 83.
- [3] 应东杰. 5G 技术在煤矿智能化中的应用展望分析 [J]. 电子世界, 2020(11).