

煤矿井下应用4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统的探讨

钱 旭^{1,2,3}

- (1. 抚顺中煤科工检测中心有限公司 辽宁 抚顺 113122)
(2. 中煤科工集团沈阳研究院有限公司 辽宁 抚顺 113122)
(3. 煤矿安全技术国家重点实验室 辽宁 抚顺 113122)

【摘要】一些煤矿的现有通信系统已经出现老化的问题,信息传输量比较少,而且无线信号强度较弱,因此根据煤矿实际情况,建立4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统。通过利用5G核心组网架构,可以在内部交流数据,有利于提高数据传输的安全性,可以减少延时。通过4G+5G+Wi-Fi6融合了各类通信系统,可以优化煤矿开采过程中的各项业务功能,有利于高效传输各个工作区域的信息,提高整体工作效率,推动煤矿智能化建设。

【关键词】煤矿井下;4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统;应用分析

在煤矿生产过程中主要是利用宽带无线通信系统,有利于工作人员之间相互交流信息,并且负责传输机械系统指令。传统的宽带无线通信系统主要是利用WiFi无线通信和3G通信技术等,在原来的煤矿生产过程中发挥着重要的作用。近些年逐渐增加了煤矿业务应用系统的带宽资源占用量,逐渐突出了带宽不足和通话质量较低等问题。因此在煤矿无线通信过程中开始利用4G信号,进一步优化了无线通信功能。信息化技术不断发展,逐渐突出了5G技术的优势,利用5G技术可以高效互通不同应用场景的信息,有利于建设智慧煤矿信息系统。

近些年我国不断提倡建设煤矿智能化系统,很多煤矿也在积极实施技术和改造,不断完善无线通信系统。但是在建设煤矿智能化系统的过程中,因为煤矿日常生产过程中的信息量较多,利用现有的通信技术无法高效传输信息,因此需要加强研究通信系统,并且融合现有的各项技术,有效联通各个系统。

一、概述当前煤矿通信系统存在的问题

(一)现有的无线通信系统已经出现了老化问题,不利于推动煤矿信息化发展。

(二)无线信号覆盖面积较小,不利于工作人员通讯联系。

(三)井下缺乏完善的5G无线通信系统,无法高效传输大量的数据。为了解决上述问题,方便不同岗位的工作人员交流,并且可以高效的传达和接

收系统指令,保证可以始终正常使用煤矿井下通信设备和系统,因此需要设计4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统,优化数据集业务性,提高煤矿通信联络系统运行的稳定性。

二、4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统

(一)系统应用概述

随着技术的发展,5G技术被认为是4G技术的一次更新换代,它比4G技术更有优势,通过综合上下行解耦、密集网络、多输入多输出等多种技术手段,大大提高了网络的传输速度和网络的容量,具有超高的传输速率和带宽,以及极小的能耗和延迟,它被广泛地用于各个领域。对于5G技术在煤矿工业的应用而言,迄今还处在一个积累经验的阶段,还没有出现在媒体上的成功案例。业界专家预测了无线通信技术在煤炭行业进行智能化建设方面的应用前景,并重点对其应用的必要性和可行性进行了初步分析,在智慧矿山建设中,研发5G与WiFi6,并与现有的矿山相应技术形态进行对比,开始投入信息技术建立无线通信网络,并从网络组成形态进行了详细的研究,勾勒出了矿井中5G技术的实际应用场景。其实,5G技术在煤矿开采中的运用,还需要融合4G和Wi-Fi6等,形成4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统。

(二)4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统设计范围

以煤矿工作需求为基础,在4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统设计过程中,需要传输井下和地面的无线信号,在无信通信系统运行过程中,同信号覆盖范围如表1所示。

表1 融合通信系统覆盖范围

地面4G覆盖范围	井下4G覆盖范围	井下4G+WiFi覆盖范围	井下5G覆盖范围
办公区、生产区	运输巷、回风巷、平硐、输送机巷等主要区域	靖边变电所、水泵房、设备列车区域等	综采工作面和设备列车区域

(三) 不同技术路线选型

1. 选定 4G 技术路线

矿井通信系统必须具有高清语音通信、视频对讲、无线视频等多种功能，因此煤矿井下所需的基站选择了 4G 技术。当前 4G 无线通信信号制式主要有两种形式，分别是 FDD 和 TDD。FDD 频分双工，指的是当两个方向的信号被发送和接收时，根据不同的频点区分具体的方向。也就是说，两个线缆，每个线缆只负责一个方向的传输。TDD 时分双工，指的是当两个方向的信号传输时，要用不同的时段来区别方向，这可以被认为是一条电缆负责对两个方向进行传输，但是两个方向的传输无法被同时处理，因此需要结合实际情况进行协商处理，合理分配不同方向的信号发送时间段。

2. 选定 5G 技术路线

当前 5G 技术的组网模式有两种，一种是通过地表的 5G 核心网络，来进行 5G 的扩充和部署。另一种是建立一个单独的 5G 主干网，专门为矿井提供 5G 数据业务。第一种网络模式要与公共网络相融合，要在矿井内安装 MEC 装置，作为 5G 网络的交换和传输装置。第二种组网方式就是在矿井中建立一个单独的 5G 主干网，专门为 5G 主干网以及矿井中的 5G 主干网提供服务。在比较并分析了以上两种 5G 技术路线的组网特点之后，在矿井中进行 5G 系统的部署，为矿井中的 5G 系统提供高速传输带宽、低延时响应等业务应用，从而为煤矿作业建立独立的 5G 系统网络。

(四) 系统架构设计

在煤矿井下利用 4G+5G+Wi-Fi6 融合通信系统，需要在井下布置 5G 无线基站和 4G 无线基站以及 4G+5G+Wi-Fi6 混合基站，通过融合不同的通信系统，有利于顺利接入不同的基站和终端设备等。在系统中配置业务平台，主要负责数据交换，同时需要建立综合业务平台，负责管理和下达多种指令。建立的调度台可以实现触屏操作，同时配置网络管理服务器和功率基站以及 4G、5G 基站，对于工作人员提供优质的服务。

(五) 系统组成和功能

1. 系统组成

核心网设备主要包括业务平台和综合业务平台，其中业务平台负责交换数据，综合业务平台负责管理和下达多种指令，利用核心网识别，可以集合不同工作区的移动终端数据，利用公用网络调度不同移动终端，可以联通井上和井下的工作人员，顺利完成生产任务。通过融合各种信令，还可以实现号码绑定，提高通信效率。此外可以实现紧急呼叫和号码显示，还可以限制呼入和呼出，并且为支持呼叫和强行挂断以及转接等功能。

另外，这个系统还可以把以前的工作情况写成一份工作日志，这样就可以监视整个系统的工作情况，减少了系统的维护费用，而且，这个系统还可以使用 G.711 这个系统，它的音质也可以使用 G.711 这个系统，它是一个通信级别的电话，可以在分机和转发器中录制信息。

在使用触摸屏调度台时，它最大的优势就是可以实现触控操作，可以在屏幕上显示出不同的颜色和文字的图标，实现呼叫，转发，代答，保持，强挂等多个排程功能。本系统还具备通话监视、录音和记录通话时长的能力。矿井中的无线电基站经光缆级联后，可就近接入到环形网络中，也可采用光纤直接接入到地表。在地面上，主要包括基带处理单元 BBU 和射频拉远单元 RRU，在 RRU 中包括一个信号模块，用来对 4G 网络的通信，RRU 利用光缆连接 BBU 之间的数据，工作人员利用终端收集即可完成语音、视频通话，提高工作调度的便利性。

煤矿井下 4G 无线通讯基地采用光纤光缆进行信号传送，并且可以全面覆盖哥哥区域的信号。在矿井下，4G+Wi-Fi6 的融合式无线通讯基站运行过程中，以光纤为核心进行信号的传送，其应用范围是变电站和水泵房。井下 5G 基站是将光纤直接与入地表基带处理装置 BBU (5G) 相连，实现 5G 信号的覆盖和发射。该移动终端机为矿井中使用的本安型电话，主要用于语音和视频通话。电源选用了矿用隔爆-本安式直流稳压电源，为矿井下的网络交换机、

基站等设备稳定性的提供电力，同时确保了2小时的电力备用。

2. 系统功能

(1) 业务功能：融合通信系统的功能如下：语音通话和视频通话以及移动业务功能等。发挥出移动业务功能，工作人员可以互发短信，也可以群发短信，在实际工作中还可以浏览网页，实现即时通信，高效的传输企业信息化和自动化监控平台之间的数据。(2) 调度功能：调度功能包括全呼、转接、监听等。(3) 录音功能：网管服务器在实际工作中利用全数字录音方式，印制可以达到G.711标准，有利于保障通话的音质，还可以实现实时录音，录音实现可以超过18000小时。(4) 会议功能：来到群组管理界面，调度员可以选择群群组举行会议，点击呼叫之后，群众的用户接受呼叫，即可进入到会议模式。调度员可以临时增加或者踢出会议的成员，还可以发挥出禁言和隔离等功能。(5) 综合网管功能：利用中文显示软件界面的信息，可以设置操作员的具体权限，还可以管理操作密码。利用系统专业网管软件可以统一配置不同个调度机的网管，同时可以建立运行日志，方便工作人员不同设备的运行状态，因此节省设备维护成本。(6) 融合通信功能。利用5G通信系统中的不同信号，可以高效的互通信息，而且可以实现不同移动台之间的双工语音通信。(7) 高带宽传输。不同提高煤矿信息化水平，可以全面可视化的监控矿井，在井下布置较多的摄像头，因此需要完善传输网络，通过发挥出WiFi6和5G技术的优势，如果工作区需要传输大量的数据，那么就要布置Wi-Fi6，如果工作区的数据量较大，同时对延时方面提出来较高的要求，需要布置5G通信网络，这样有利于高效传输井下视频和大带宽数据，同时可以有效控制时延问题、利用CPE转换方式，可以在5G基站和4G+Wi-Fi6融合基站中计入井下的摄像头和控制器等识别，并且可以向地面传输数据，并且可以利用智能终端全面的显示出数据。

三、融合通信系统布设和应用效果

(一) 融合通信系统布设方案

以融合通信系统的框架结构为基础，并与矿井当前的需要相结合，将井下移动终端、井下基站、地面的交换机、5G核心组网等进行了科学的布置。它的具体布置是：矿井下的基座布置在主要工作区

域中，通讯电缆、通讯光缆及网络线路共用一条线路，经由副井传送到地表控制室，地表集成服务平台及触摸式平台进行指挥。

(二) 系统应用效果

通过检验融合通信系统的应用效果，发现利用4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统可以全面覆盖煤矿井下的信号，有利于高效的传输大量数据，保障煤矿作业稳定性。但是在实际应用4G+5G+Wi-Fi6融合通信系统的过程中，一些移动终端的信号强度较差，还有一些远距离的巷道基站信号强度较低。煤矿企业要向解决上述问题，可以在井下增加无线基站，但是会投入较多的资金。

四、结束语

(1) 构建一种适用于煤炭行业的5G网络体系结构，将5G网络构建在煤炭行业，保证煤炭行业中的信息传输效率。验证了该方案的安全性能，并保证了系统的传输延迟。(2) 构建的4G+5G+Wi-Fi6融合通信体系，与矿井中已有的通信体系相结合，以语音通话、视频通话、录音等为主要服务功能，并以会议和数据信道传输等辅助服务功能，以适应矿井中不同工作区域之间的通信和大数据传输的需要。具有一定的功能要求，可实现无线信号的覆盖。(3) 针对比较遥远的地方，采用多个基站的方法，可以有效的改善移动终端的接收效果，但是投入资金也会相对较多。

参考文献：

- [1]李军.煤矿井下应急救援无线通信系统设计与实现[J].微型电脑应用,2023(01):155-158.
- [2]张辰宇.基于嵌入式技术的煤矿井下通信中图像信号处理方法[J].能源与环保,2022(10):250-255.
- [3]祁宇明,谢兵,邓三鹏等.煤矿井下安全避险智能通信联络系统研制[J].装备制造技术,2022(06):1-4+10.
- [4]王智.基于WiFi技术的煤矿井下应急救援无线通信系统设计分析[J].电子测试,2021(04):91-92.
- [5]任文清,高小强,王飞等.煤矿井下手持式智能监控系统开发与应用[J].陕西煤炭,2021(01):139-141+150.
- [6]李耀宗.无线通信技术在煤矿井下应急救援中应用[J].能源技术与管理,2020(05):128-130.
- [7]肖震.关于煤矿井下人员智能化定位系统的设计研究[J].机械管理开发,2020(06):194-196.
- [8]魏翠英.基于WiFi技术的煤矿井下应急救援无线通信系统设计[J].机电工程技术,2019(08):208-209.