

矿井通讯系统组成与抗噪技术研究

闫芳 (晋能控股煤业集团马脊梁矿, 山西 大同 037027)

摘要: 本文研究的主要目的是提高矿井通讯系统的应用可靠性。因此, 首先针对矿井通讯系统组成作出分析, 并对各子系统的功能进行阐述。之后探讨通讯系统运行过程中的干扰问题对通讯质量的影响。最后, 针对语音激活技术中 VAD 功能和 CNG 功能在通讯系统中的发挥的作用作出阐述, 以期能够提升通讯系统的抗噪能力, 降低背景噪声环境对通讯质量和通话质量的影响。

关键词: 通讯系统; 矿井; 抗噪技术; 调度通讯系统

Abstract: The main purpose of this paper is to improve the application reliability of mine communication system. Therefore, firstly, the composition of the mine communication system is analyzed, and the functions of each subsystem are expounded. Then, the influence of interference problems in the operation of communication system on communication quality is discussed. Finally, the role of VAD function and CNG function in voice activation technology in the communication system is expounded in order to improve the anti-noise ability of the communication system and reduce the influence of background noise environment on communication quality and communication quality.

Key words: communication systems; mines; anti-noise technology; dispatching communication system

矿井开采流程十分复杂, 实际开采作业中存在重大安全隐患。目前来看, 煤矿生产行业属于危险系数较高的行业之一, 煤矿开采事故的频繁爆发已经引起了社会各界的重视。国家安全生产监管总局多年来发布了多条有关安全生产的通知, 指导各行业在生产作业中加强安全监管监控工作。尤其是针对煤矿开采行业更是发布了《关于建设完善煤矿井下安全避险“六大系统”的通知》, 这“六大系统”分别是指监测监控系统、紧急避险系统、人员定位系统、供水施救系统、压风自救系统和通讯联络系统, 旨在发生安全作业事故时, 能够及时疏散和撤离人员, 并且对于遇险人员进行有效定位, 提高救援效率, 这也对通讯系统的应用功能性提出了较高的要求。但在通讯系统运行过程中可以发现, 由于井下作业环境十分复杂, 干扰噪声十分严重, 可能会对通讯效果带来不利影响。因此, 研究井下通讯系统的抗干扰技术, 提高其抗噪能力具有极为现实的意义。

1 矿井通讯系统组成

煤矿井下作业环境存在一定的特殊性, 在进行通讯系统构建时, 应区别于一般的地面通讯系统, 根据井下作业空间的通讯需求分别设置多个专用型的通讯系统, 提高井下通讯可靠性。一般情况下, 煤矿的通讯子系统应分别包括调度通讯、移动通讯、广播通讯和救灾通讯。

1.1 调度通讯系统组成

调度通讯系统主要由矿用安全防爆调度电话、程控调度交换机以及调度台共同组成。其中的矿用安全防爆调度电话主要负责对声音信号以及电信号的转换, 且同时兼具拨号功能以及来电提示功能。而程控调度交换机则主要负责对整个通讯系统中的矿用安全防爆电话信息

进行交换、控制和管理。调度台的主要作用在于呼叫、录音和发布控制指令等功能。

1.2 广播通讯系统组成

广播通讯系统主要由地上和地下防爆显示器、防爆广播设备共同组成。在地面的广播录音设备功能主要包括广播、控制和录音, 主要受调度台和程控调度交换机的控制。而防爆广播设备则主要负责对电信号的转换, 使其形成较大功率的声音信号, 做到对各类事件的有效播报。通常在发生事故问题时, 被用于指导井下作业人员选择正确的逃生路线。而防爆显示器则会对事故地点和逃生路线等信息进行详尽显示。

1.3 移动通讯系统组成

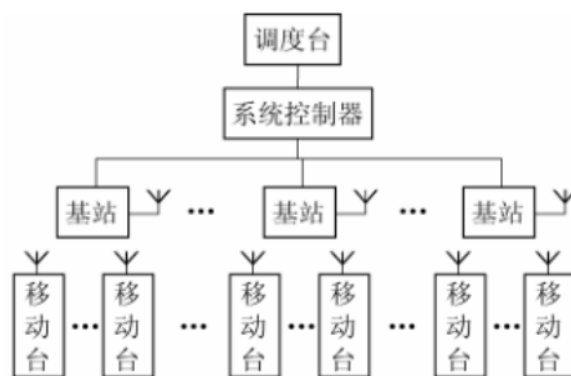


图1 移动通讯系统组成

移动通讯系统主要由矿用安全防爆手机、多个防爆基站、控制器以及调度台共同组成 (见图1)。矿用安全防爆手机可以对声音信号和无线电信号进行有效转换, 主要功能包括拨号通话、来电显示和短信等功能, 与常规手机的基本功能相一致, 部分精密化的安全防爆手机还具备图像显示功能。防爆基站主要用于对有线和无线的转换, 且具备交换、控制和管理等功能。系统控

制器需要承担全部移动通讯设备的管理与控制。调度台功能包括呼叫、通话和广播等。

1.4 救灾通讯系统组成

救灾通讯系统主要由矿用安全防爆移动台、防爆基站、电源、地面基站通讯终端共同组成。其中的安全防爆移动台与安全防爆移动手机的功能相类似,均是用于声音信号以及无线电信号的转换功能,主要包括通话、来电提示和呼叫等,并不具备短信功能。防爆基站负责对有线和无线的转换。而地面基站通讯终端的主要功能包括呼叫、通话以及来电提醒等。

2 井下干扰问题对通讯系统运行质量的影响

井下作业空间内应用了大量的机电设备,致使产生很多干扰信号对井下通讯系统的通讯效果带来不利影响。尤其是当来自不同传播路径的信号被合成为多径干扰信号时,其频率会出现选择性衰落现象,且路径差的存在会导致传播延时的问题,最终使通讯系统的信号传播产生失真问题。受到多径干扰信号的影响,通讯系统的传输信号噪声将会明显增加,甚至出现无法正常通讯的状况。一般情况下,进行采煤设备的设计与制造,乃至煤矿企业进行采煤设备选型时均不会对其噪声因素进行考虑。而当作业环境中充斥着大量噪声严重的采煤设施是,无疑会对通讯系统造成严重的干扰影响。可以认为,噪声是除了信号传递衰落和损耗情况以外对通讯质量影响最为严重的因素。通常情况下,煤矿开采作业中,各类设备会持续长时间运行,各类机电设备的功率高,且存在启停频繁的特性,所产生的电气噪声频谱相对较宽,是影响通讯设备质量的关键性因素。要想提升煤矿通讯系统的信息传递效果,则必须采取有效的抗噪技术提升其抗噪能力,降低外部噪声频谱对信号传递质量的影响。

3 矿井通讯系统抗噪技术研究

目前来讲,在移动通讯领域中应用作用较为突出的抗干扰技术为语音激活技术,主要是通过对输入端有语音的有效检测来控制语音编码速率,做到对无效语音信息的传输流量控制其实际应用原理是,通过对发射机的启停控制来达成有语音段信息输出的效果,该技术在移动通讯系统中的应用不仅能够达成控制噪声影响的目的,还能有效提高通话质量。同时,可降低发射机运行过程中的电能消耗量。现就其主要功能、应用原理以及其在通讯系统中的抗噪作用进行分别研究。

3.1 语音激活技术的基本功能及原理

一般进行语音通讯的过程中并不会全程讲话,其中存在一定的静默期。研究显示,人们通话过程中,讲话时间仅占据整个通话过程的40%左右,其余时间均为静默期。而在静默期内的信号传递内容仅有背景噪声,如果将背景噪声纳入到信号传播范围之内,则会增加发射机的信号发射压力,使其电源消耗速度过快。针对此类

问题,进行通讯系统设计时,可以利用语音激活技术对于语音信号进行提炼。根据判断结果做出控制动作,在没有语音输出的静默期间则需控制关闭发射机,这既可减轻发射机的信号发射压力,还可降低背景噪声信号的无效传输。而语音激活技术中的语音活性检测功能,即VAD功能可以对输入信号进行有效辨别,判定其是否为语音输入段。其中的舒适噪声产生功能,即CNG主要用于对背景噪声参数的处理,通过该功能的处理可以输出较为舒适且易于接受的背景噪声,可有效降低噪声干扰对通话质量的影响。

3.1.1 VAD的功能及原理

VAD原理框图见图2所示:

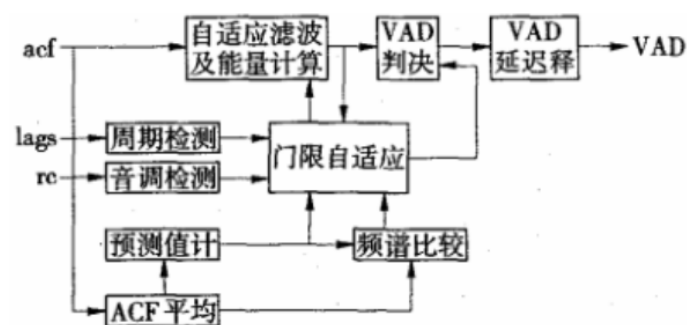


图2 VAD原理框图

VAD的功能主要是对于输入信号进行准确判断,根据判断结果的不同,做出相应的响应。当然,还存在背景噪声与语音信号叠加的现象。通常情况下,是通过布尔量标志的方式对于判断出语音的背景噪声进行表示。在技术应用过程中,可以根据布尔量的标志实现语音激活、控制操作。主要表现为VAD等于0时,视为无语音,可以控制发射器关闭,此时将无通讯信号传输。而当VAD等于1时,则表示输入信号有语音,需启动发射器,并正常输出语音信号。

3.1.2 CNG的功能及原理

CNG的主要功能在于对背景噪声进行有效描述,将其生成较为舒适的噪声,并进行输出。此做法的主要目的是降低由于发射机被关闭期间背景噪声不能传输,导致通话过程中背景噪声时断时续对接收方所带来的不良感受。VAD等于1时,语音与背景噪声会一起传输。而当VAD等于0时,则会控制关闭发射机。此种状况下,就会造成通话,背景噪声时断时续的现象,很可能会对通话的连贯度构成影响。此时,便可借助CNG功能对输入端的背景噪声进行信号描述,这种信号描述操作被称之为静寂描述帧,即SID。通过对背景噪声的描述与处理可以生成较为舒适的噪声,既可降低背景噪声影响,也可保障通话连续性。

3.2 在矿井通讯系统中语音激活抗噪技术的具体应用

在井下环境中的通讯系统普遍需要受到噪声干扰影响,致使其通讯效果较差,而语音激活抗噪技术的应用可以通过对背景噪声的去除和发送背景噪声信号描述帧

的方式来降低背景噪声对通话质量的干扰率。语音激活技术在矿井通讯系统中的应用主要包括实现了语音激活处理功能和接收端处理功能,语音激活处理过程见图3所示,生成舒适背景噪声过程见图4所示:

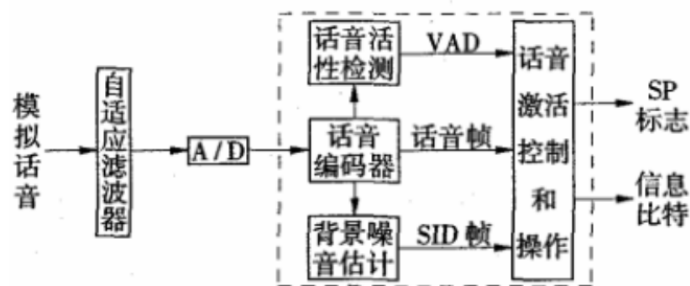


图3 语音激活处理过程

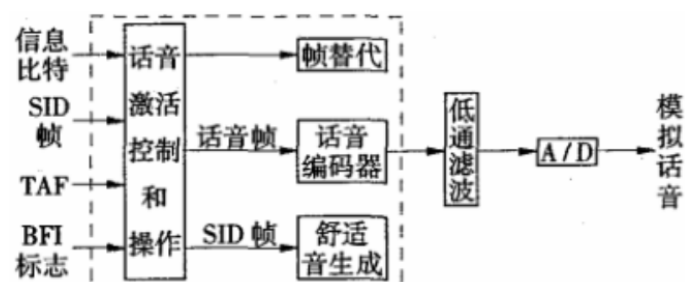


图4 生成舒适背景噪声过程

在矿井通讯系统中,VAD主要肩负着能量检测的职能,即最初会设定一个阀门值,当输入信号超出预先设定的阀门值时,便可判定为是语音信号,当输入信号低于阀门值时,便可判定为背景噪声。对于阀门值的设定要科学合理,谨防出现误判现象。一般阀门值设置过高的情况下会严重影响语音判断的可靠性,而设置过低的情况下也会导致误判问题。通常情况下,对于阀门值的设定需要根据井下背景噪声的实际环境来确定。为了增强检测结果的准确性,可以利用频谱判断方式进行辅助检测。主要是由于语音频谱存在稳定和周期性的特性。而背景噪声则缺乏这一规律。因此,频谱判断技术的应用可以在一定程度上提高输入信号判别的可靠性。当通讯系统运行过程中有信号输入时,VAD先对其进行检测,根据判定结果做出启动发射机或者关闭发射机的控制操作。当VAD等于0时,证明有语音输入,可进行正常信号传输。而当VAD等于1时,则可判定其为背景噪声,需借助CNG功能对于背景噪声进行处理后,生产舒适噪声后再输出给接收端。

借助语音激活技术可以实现对背景噪声的合理处理,在一定程度上提升了通讯系统的通话质量。该种抗噪技术在背景噪声较为恶劣的通讯环境下也可适用。但为了提高抗噪处理的可靠性,需要借助频谱技术增强语音频谱判断的准确性,避免出现误判现象,影响通讯传输效果。

4 结语

在矿井开采作业中,通讯系统发挥着突出的作用,不仅需要利用通讯系统完成生产调度,还需借助通讯系

统进行安全避险和规划逃生线路,降低生产安全问题对人员以及设备安全的影响。但在通讯系统运行过程中,需要受到背景噪声的影响,致使通讯效果不佳,严重影响通讯系统的功能发挥。基于此类问题,上文中提出可以在通讯系统中应用语音激活技术实现降噪处理目标,并借助VAD功能和CNG功能做到对输入信号的有效处理,进一步提升矿井通讯效果。

参考文献:

- [1] 张富玉,何侃.DETCS下多目标约束NCS故障调节与通讯协同设计[J].电子测试,2021(19):74-82+104.
- [2] 许辉.地铁信号系统无线通讯传输的抗干扰措施[J].长江信息通信,2021,34(09):147-148+152.
- [3] 牛万春.基于GOOSE通讯的煤矿井下电网防越级跳闸研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(09):134-135.
- [4] 孙小林.煤矿井下通讯技术与救护装备技术[J].科学技术创新,2018(32):64-65.
- [5] 覃欣.浅谈泄漏通讯在矿井提升信号系统中的应用[J].山东工业技术,2018(23):118+107.
- [6] 肖雄.地下矿井通讯技术及其应用探究[J].现代工业经济和信息化,2018,8(08):58-60.
- [7] 向栋梁.煤矿KJ90NB安全监控系统与TK200通讯控制系统兼容实现远程全自动控制采煤机开关技术[J].内蒙古煤炭经济,2017(20):11+32.
- [8] 田学起.山东煤矿应急调度通讯系统现状和思考[J].山东煤炭科技,2016(06):143-144+146.
- [9] 王永军,郭辉.矿井通风实验装置监测监控系统软件的设计与实现[J].工业控制计算机,2005(06):44-45.
- [10] 郭继坤,孙继平.超宽带无线接入系统在矿井通讯中应用的研究[C]//中国煤炭学会煤矿机电一体化专业委员会、中国电工技术学会煤矿电工专业委员会2004年学术年会论文集,2004.
- [11] 张为荣,刘颀,胡亚非.煤矿主通风机在线监测与通讯系统的应用[J].风机技术,2002(02):39-40.
- [12] 张东峰.煤矿通讯站管理信息系统的开发应用[J].微型电脑应用,2000(04):48-50+3.
- [13] 朱锦震.煤矿无线电通讯技术[J].煤炭科学技术,1984(09):7-10.
- [14] 顾登贤.地下矿山通讯技术分析及其应用研究[J].通讯世界,2015(8):2.
- [15] 皇开宏,吕振江,曾庆田.现代地下矿山通讯技术及其应用[J].中国矿山工程,2009(2):4.

作者简介:

闫芳(1990-),女,山西大同人,2016年7月毕业于辽宁工程技术大学,本科,助理工程师,研究方向:矿井通讯。