

基于 UWB 无线通信技术在矿井中的应用研究

邸 鹏

(西山煤电杜儿坪煤矿, 山西 太原 030022)

摘要: 文章简述了 UWB 的应用特点, 包括连续离散型脉冲信号与信号特点, 并以 UWB 无线通信技术为基础, 重点阐述了其在矿井下的具体应用, 包括收发机结构、应用优势深入分析等内容, 希望能够为同行业工作者提供一些帮助。

关键词: UWB 无线通信技术; 矿井; 应用

doi: 10.3969/j.issn.1672-7274.2021.10.073

中图分类号: TP277

文献标识码: A

文章编码: 1672-7274 (2021) 10-0161-02

1 UWB 应用特点

1.1 UWB 连续离散型脉冲信号

瞬间尖波形电波是 UWB 通信的主要形式, 通常情况下此类脉冲的宽度被控制在 1 纳米以下, 从而达到了在短时间内发射数据脉冲的目的, 继而帮助实现数百兆的数据信息传输目标。现阶段能够产生脉冲源的方式主要包括光电与电子两种。首先是光电方法, 其应用原理主要为以光导开关为基础, 在其瞬间陡峭上升环节获取到足量的连续离散型脉冲信号。通常情况下, 产生激光连续离散型脉冲信号后所对应的脉冲宽度达到了皮秒量级, 具有极为广阔的发展与应用前景; 其次是电子方法。其应用原理主要为半导体 PN 结反向加电, 从而满足其预期达到的雪崩状态要求, 让其能够在导通瞬间, 获取足够的陡峭上升沿信号, 达到对信号应用的最终目的^[1]。对其进行整形处理后, 将会获得极短的脉冲, 其也是现阶段最为广泛应用的脉冲方案。但需要注意的是, 由于晶体管自身耐压特性的原因, 使得此种方法的应用将会产生几十至上百伏范围内的脉冲, 其脉冲宽度被控制在 1 纳米以下。由于其在实际应用过程中突显出了诸多应用优势, 继而使得其在当下的高速无线通信领域内具有极为广阔的应用前景, 俨然已经成为了主流的通信信号形式。而值基带窄脉冲 UWB 技术的应用领域则多为低成本与低功耗的通信环节, 且兼顾透视与成像等技术的未来发展。

1.2 UWB 信号特点

第一是高分辨率与抗多径。由于 UWB 连续离散型脉冲信号的自身特殊性, 使得其在频率极高与占空比较低的背景条件下, 分辨率极高。而针对不同路径, 其分辨率能够根据实际需要将其降低至 ns 量级, 突显出了对信道多径衰落不敏感的特性, 因此若将其在室内等具有多径密集特征的场合使用, 将展现出其极佳的抗多径性能优势^[2]。UWB 自身定位精确度极高, 且能够对隐蔽目标进行探测, 其精度范围通常被控制在厘米以下。

第二是具有极佳的抗干扰性。跳时扩频信号是 UWB 的常见应用方案, 该系统的应用突显出了应用层面的处理效果, 且会在实际发射环节逐渐将原本较为微弱的无线电连续离散型脉冲信号, 分布于具有宽阔特征的频带范围内, 整体的输出功率一般低于普通设备应用过程中所产生的噪声。实际接受环节, 其对应的信号能量将会逐渐被还原, 并在持续解扩环节下逐渐显露出扩频增益。相较于蓝牙与其他信号传输方式, UWB 的抗干扰性更强, 这使得其在同等码速背景条件下应用优势更大。

第三是带宽较宽。通常情况下, UWB 所对应使用的带宽大于 1GHz, 系统容量大与兼容性强的特点, 使得其既能够保持高效率的传输特性, 也能够避免对原本的窄带宽通信形式造成干扰。

第四是电能消耗极小。对于一般的无线通信系统来说, 由于有连续发射载波的工作需求, 因此电能消耗较高。但与之相比 UWB 使用的并不是载波形式, 瞬间脉冲电波可以只在需要时发射, 因此从整体角度看电能消耗量极小。

第五是具有较强保密性。UWB 的应用保密性优势主要体现在跳时扩频与功率谱密度低两方面, 只在应用时发射扩频码与传统接收机无法接收数据信息的应用特征, 使得其传输过程保密程度极高。

第六是发射功率较小。仅仅只需要 UWB 使用小于 1mW 的信功率即可完成信号发射任务, 且将系统电源的工作时间最大限度的延长, 最大限度的降低了工作状态对于人体的辐射影响。

2 矿井下 UWB 的具体应用 (收发机结构)

从图 1 中可以看到, 基带与射频是收发机结构的两种组成部分, 由于消除了原本具有复杂化应用特征的射频与中频交换环节, 因此若采取 UWB 收发机结构将能够达到对模拟信号进行处理的目的。数据发送过程中, 所发送的一系列信号在经过处理器处理后, 即可推进到后续的编码与交织处理进程中, 并在使用 D/A 转换模式

作者简介: 邸鹏 (1988-), 男, 山西太原人, 信息安全管理工程师, 本科, 主要研究方向为煤矿信息系统建设方面、单片机系统设计应用、PLC 工业控制方面。

后实现脉冲成形与放大目标,为后续发射进程奠定基础。所接收到的一系列连续离散型脉冲信号,通过使用天线滤波与匹配功能,即可进行A/D转化,无论是滤波的匹配、解调,还是信道估计与基带处理,均能够与数字信号处理器相匹配,继而达到深度分析与完善目的。整个应用系统中,仅仅依靠几个关键芯片即可完成信号的收发任务。但同样的,也应看到现阶段UWB系统设计方面的不足之处,例如超窄波生成、脉冲检测以及转换速度等,想要进一步将信号接收精度与转换速度提升,还需相关人员联系应用环境实况进行进一步的研究。图1为UWB收发机结构。

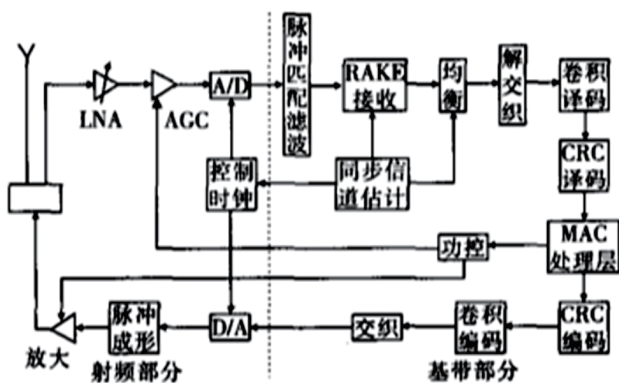


图1 UWB收发机结构

3 矿井中UWB应用优势分析

3.1 抗多径的性能优势

该优势使得其在井下巷道中的信号传播较为容易。作为当下无线通信环节的重要障碍,若应用传统无线技术很容易受到多径衰落条件的限制,继而影响到整体的无线传输特性。而由于UWB频率极高与占空比较低的自身特点,使得其分辨率极高,无论是在何种路径条件下均可将其降低至ns量级,针对信道多径衰落现象存在不敏感的特征表现。从实验结构来看,UWB信号的衰落始终控制在5dB以内,抗多径的应用优势使得UWB在密集性较强的多径场合中,相较其他无线通信技术应用效果更佳。

3.2 系统应用耗费功耗较低

瓦斯是矿井下存在的常见气体,由于其自身易燃易爆的特性,因此要求其在井下所使用的电气必须保证其安全性。当下所应用电台的耗电通常被控制在几百mW至几十W的范围内,而若采取UWB系统,由于并不涉及载波使用,因此能够将耗电量始终控制在几百μW至几十mW范围内,整体来看,其耗电量仅为原本的百分之一。较低功耗的应用特性,使得其在维持系统长时间稳定工作状态方面表现出了极佳的应用优势,其同样也

是适宜当下矿井下本质安全设计需求的前提条件。

3.3 穿透力较强,灾后救援效果较好

所应用的基带窄脉冲形式,相较一般的无线通信信号,在应用衰减范围内存在着明显的不同之处。使用天线所发射的正弦电磁波以球面波为主,其在此处的自由空间内部,衰减效果与距离的平方之间呈反比例关系。而UWB瞬态脉冲本身的定向性较强,无论是衰减还是距离均较小。这就使得在同功率条件下,UWB信号的传输焦虑易更远,且能够顺利将灾后垮塌障碍物迅速穿透,为后续推进灾后救援进程提供了诸多便利条件。

3.4 加大发射功率同时增加传播距离

由于受FCC限制条件影响,使得若采取UWB技术所对应的最大传输距离在10米左右。而若将UWB技术融入至矿井下信号传输系统,则可以脱离FCC条件限制,在将发射功率提高后即可达到传输距离增大的目的。正是由于这一特点,在井下煤矿信息传递需求量较小的实际条件下,能够将整体的传输效率最大限度的降低,为更好的实现远距离条件下的多类型场合的无线介入服务目标奠定坚实的基础。

3.5 便于维修与推广

维修起来较为简单,且由于成本低廉的特性使得推广与普及更为容易。相较其他复杂的无线信号接收器与通信系统,将UWB技术作为发射与接收机所主要应用的技术类型,此类UWB产品并没有复杂射频转换电路的需求,只需要采取数字模式即可产生需求的连续离散型脉冲信号,在对脉冲做数字调制后,即可将所使用的电路集成至相应芯片上。再加上一般的网络接入卡售价较为昂贵,因此具有低成本开发与安装优势的系统,市场接受更为容易,这也是UWB技术在中小型煤矿中推行起来较为容易的主要原因。

4 结束语

综上所述,从实际的UWB技术应用情况来看,目前仅仅将此技术与雷达相结合,规模性的通信系统研究推进速度较为缓慢。因此,相关人员更需要明确此技术的应用优势,发掘其市场潜力,继而奠定UWB技术在矿井下大规模应用的坚实基础。

参考文献

- [1] 王杰,徐俊松,张松华,等.基于UWB无线测距技术的抱杆倾角测量方法[J].CN109458988A.2019-03-12.
- [2] 卢冬霞.超宽带无线通信技术在智能铁路中的应用研究[J].铁路通信信号工程技术,2020,120(12):34-37.