

无线话筒原理及关键技术

□郑剑虹

随着广播电视制作技术的不断发展,无线话筒在文艺、体育、综艺、新闻报道等各类节目的直播和录制中应用越来越普遍。录制人员在享受着无线话筒带来的灵活、方便与快捷的同时,常常要解决使用中出现的干扰、串频等问题。本文通过介绍无线话筒原理及关键技术的相关知识,探讨使用方面的问题,希望大家对它有进一步的认识,在应用中更加得心应手。

无线话筒原理

1. 信号流程

一个无线话筒系统主要包括话筒(或其他音源)、发射机、发射天线、接收天线、接收机。话筒或声源输出人耳可听的 20Hz~20kHz 音频信号;发射机通过调频将音频信号调制成适合无线电发射的信号,即射频信号,它包含的频率为电磁波频谱的无线发射频率,通常选用 VHF 或 UHF 频段,通过发射天线辐射到整个空间;接收天线捕捉到这些射频信号将其送往接收机,经接收机解调还原的音频信号送往调音台等音频设备做进一步的处理。

2. 信号调制——音频与射频的转换

无线话筒技术的原理是将音频信号转换成适合无线传输的无线发射频率。将音频信号的信息加到射频信号上的过程称为调制。调制将信号定位于更适合无线传输的频率范围内。因为可用射频频段的不同频率来调制,通过电磁波的传输路径可多次使用,可以在不同射频频率下传输大量音频信号。为满足对音质的较高要求,无线话筒采用频率调制,简称调频(FM)。

在调频过程中,没有音频信号出现时,射频端发生的信号只有一个固定的频率——载频;当音频信号出现时,射频信号不再是一个固定的频率,而是很快地在载频频率上下一点地频率来回移动。以载频

频率为基准,射频信号频率向高和向低偏转的值称为频偏。音频信号频率越高,射频信号围绕载频来回变化的速度也越快;音频信号幅度变大,射频信号的频偏也增大。因此,音频信号的信息只包含在射频信号的频率变化中,射频信号幅度的波动不会破坏包含在射频信号中的音频信息。只要接收机能检测到射频信号的频率变化,由接收天线获取的电磁场强变化不影响传输质量。

3. 无线话筒使用的频段

当前无线话筒广泛采用 VHF(甚高频)和 UHF(超高频)两个频段中的部分频段。

(1)VHF 频段

通常称为“米波”,波长为 10m~1m,频率为 30MHz~300MHz,广泛用于调频广播、电视、移动电话、对讲机、传呼机等,频道极为拥挤,工业干扰源多。无线话筒准许使用 VHF 频段的 169MHz~230MHz,与电视 6 频道~12 频道占用频率范围相同,它又细分为 A 段(169MHz~185MHz),B 段(185MHz~200MHz),C 段(200MHz~230MHz)。由于 VHF 频段的“米波”特性,遇到金属物体阻挡时,若其波长大于金属物体尺寸,则一部分电磁波被反射和折射,一部分电磁波绕过金属障碍物继续传播(绕射);相对于 UHF 频段而言,VHF 频段的电磁波穿透金属网格的能力较弱,而非金属物体对它的吸收较小。所以 VHF 频段既利用了电磁波的直接辐射,还利用了一部分折射和绕射,在同样的发射功率和传播条件下,相对 UHF 频段传输距离更远。

VHF 频段的无线话筒由于频率较低,可使用频率范围小,可设置的频段少,易受干扰,使用上颇受限制,适用于同时使用无线话筒数量很少的小型场合,如宾馆、体育场馆、会展中心、多功能厅和教学系统。

(2)UHF 频段

通常称为“分米波”,波长为 1m~0.1m,频率为



300MHz~3000MHz,主要用于电视、移动电话、微波通信和雷达,几乎没有工业干扰。无线话筒准许使用 UHF 频段的 690MHz~960MHz,与电视 35~68 频道占用频率范围相同,移动电话使用频率也在此范围内。由于 UHF 频段波长较短,金属物体对它的反射更多、更强,它穿透金属网格的能力也较强。由于它的频率高,非金属物体对它的吸收也较大,电磁波的传播损耗也较大。

使用 UHF 频段的无线话筒由于干扰源少,可使用频率范围大(可设置几百个频道),相邻频道间干扰少,收、发天线尺寸短(1/4 波长),因此被专业录制人员普遍选用。它适用于需同时使用多只无线话筒、音质要求高的场合,如广播电视直播与录制、剧场演出等。

4. 无线话筒的作用距离和发射功率

一般规定无线话筒在开阔平原上的作用距离为 100m~180m,需要增加作用距离时可在发射机有效作用范围内架设高效接收天线,用低耗电电缆将接收信号送至较远的接收机处,必要时在接收天线处接入天线放大器。无线话筒的发射功率与作用距离有关,一般规定在 2~50mW 之间。虽然提高发射机输出功率可加大作用距离,却会对人体造成伤害,同时也减少电池工作时间,这种做法不可取。

改善性能的关键技术

无线话筒的音质和作用距离与系统工作的稳定性、抗干扰能力、发射功率、接收机灵敏度、收发天线效率等技术特性和现场传播条件密切相关。为改善无线话筒系统的性能,设计和生产者采取了很多技术措施,主要有以下几个方面:

1. PLL 锁相频率合成技术

无线话筒要在各种环境条件下稳定工作、保持良好的音质,发射与接收机的载波频率稳定度是首要的基本条件。若载波频率发生漂移,无线收发系统难以正常工作、影响音频输出质量,还会发生通道间谐波干扰,因此优质无线话筒都采用高稳定的石英晶体振荡器,解决固定频率的稳定度问题。但石英晶体振荡器无法实现多频道频点的选择,为此产生了以石英晶体振荡为基准频率的 PLL 锁相频率合成(Synthesizer)技术,可在一个工作频带内切换

所要求的工作频道,实现载波频率可调。如图 1、图 2 所示。

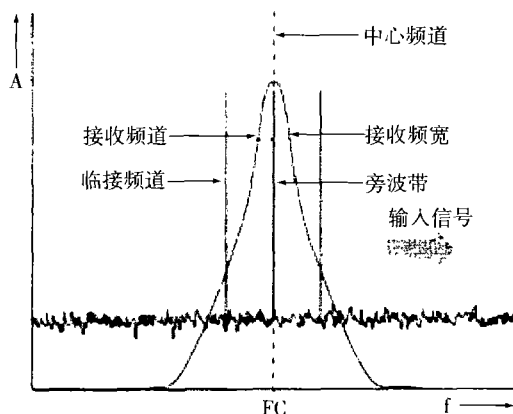


图 1 采用石英晶体振荡器的接收机
只能接收一个固定频率的信号

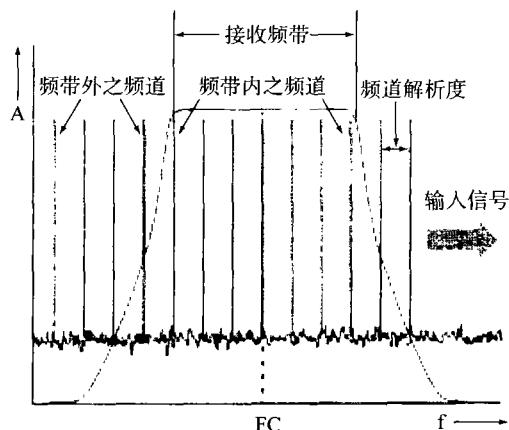


图 2 采用 PLL 锁相频率合成技术的接收机
可在接收频带内任意切换频道

通过这项技术,用户可在发射机与接收机预存的多个工作频道中任意切换,快速改变选用频道,实现“频率捷变”。因为无线话筒在不同的工作场合会遇到不同的干扰频率,有时同一场合的不同时间也会遇到不同的干扰频率,采用“频率捷变”就可有效地避开这些频率,减少干扰,保证无线话筒系统的正常工作。

2. 自动选讯接收(True-Diversity)技术

由于物体的反射和吸收、电磁波的多途径传播,空间电磁波的场强分布非常复杂。又由于无线话筒的频繁移动,接收天线处的电磁波场强起伏变化很大。当天线接收的信号强度低于接收机的静音动作点,即产生“接收死角”现象,接收机的输出会出现短暂的断音或杂音,信号强度越接近静音动作点杂音

越大。为此,无线话筒接收机采用自动选讯接收(又称真分集接收)技术。

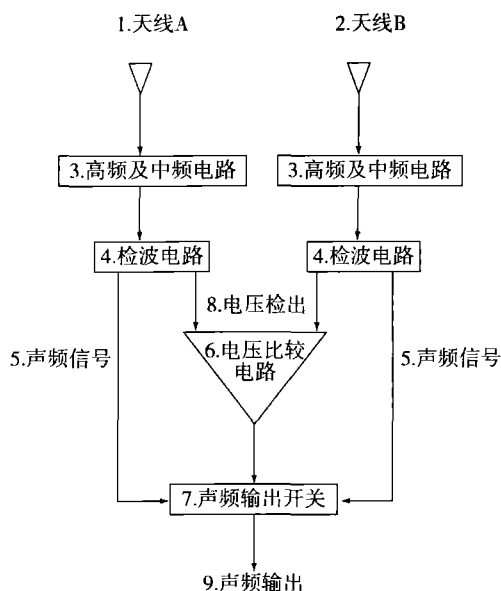


图3 自动选讯接收原理

如图3所示,利用两个规格完全相同的调谐器及各自连接在不同位置的天线,接收来自同一个无线话筒发射器的信号,利用快速比较器及切换电路,自动选择没有“死角”的天线信号输出。使用这种双天线双调谐器的接收方式,在信号微弱的远距离接收时,能改善断音的机率比单天线高五倍以上。

3. 噪声抑制技术

无线话筒的干扰信号来自各种工业干扰、电视和电台信号的干扰、移动电话和对讲机干扰、军用通讯系统的干扰和无线话筒各邻近频道之间的干扰等方面。干扰信号增加了无线话筒的噪声输出,降低了音频输出质量,严重时令无线话筒无法工作。质量不佳的无线话筒在音频信号间隙期间,会发出刺耳的噪声。为解决以上问题,优质的无线话筒采用了各种有效的降噪技术。主要有:

(1)静噪(Noise squelch)电路:该电路的作用是在音频信号间隙期间,自动截止噪声输出,将接收机变为静音输出,有效的提高了音频输出信号的信噪比。它的原理为:与典型的音频信号相比,从电磁杂波中获得的声音信号含有高得多的高频能量;天线接收到的射频信号经接收机检波电路解调为音频信号,静噪电路将该信号中高频能量与预先调整好的基准电压相比较,若高于基准电压,则判断为杂音信

号,关闭音频输出。如图4所示。

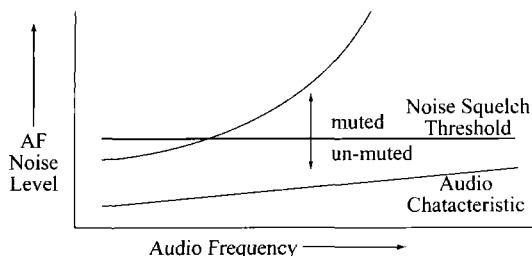


图4 Noise squelch

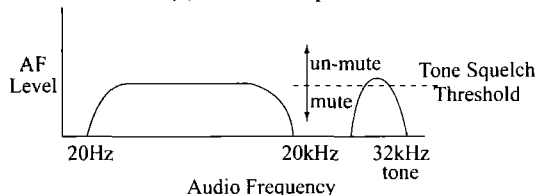


图5 Tone key squelch

(2)导频(Tone-key/Tone-code)信号技术:是降噪技术的一项改进措施——在无线话筒发射音频信号的同时,加入32kHz的超声波导频信号。如图5所示。接收机中的静噪电路可识别这个导频信号,只有检测到它才打开音频输出电路。这样就能有效地防止来自其他发射器的无用信号或噪声,以及无线话筒电源接通和关断时产生的射频噪声和爆裂噪声。知名品牌如SHURE、MIPRO等采用了这项技术。

(3)HiDyn plus 降噪技术:为了改善射频发射与接收链中明显的固有噪声,提高传输质量,Sennheiser 无线话筒率先开发了这项专利降噪技术。其运作原理如图6所示,它增加了音频信号的动态范围,是通过发射前发射机压缩信号,及接收后接收机扩张信号,恢复音频信号的原始动态范围实现的。经HiDyn plus 处理的信号,在下限,保证不被本底噪声和干扰所淹没;在上限,保证不被过调而失真。这两个界限之间的范围即动态范围,它对主观音质评价有很大的影响,HiDyn plus 能确保稳定的高质量发射,有效地将信噪比提高到110dB(A计权)。

无线话筒使用中应注意的问题

目前关于无线话筒使用技巧的文章很多,本文仅从作者的一些经验和体会谈谈使用中应注意的几个问题。

1. 选好接收天线位置

接收天线就好像接收机的“耳朵”,只有天线能在较大的范围内收到质量较佳的信号,接收机才能

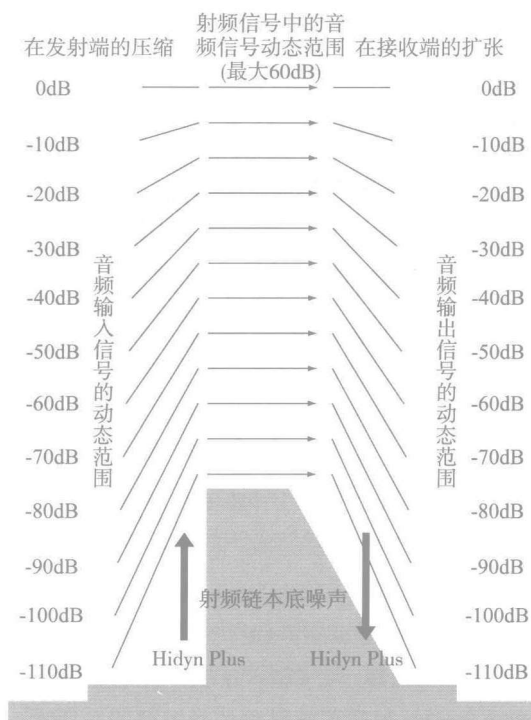


图6 HiDyn plus 的运作

较好地还原声音。在实际工作中出现的很多干扰和串频方面的问题,可以通过调整天线位置来解决。怎样确定天线的位置呢?在工作场地走上一圈,观察从什么位置可以不受阻碍地看到全场,并且从场地最远的两端到达该处的距离大致相等,且在天线有效接收距离内;在高度上,为避免人体对电磁波的吸收,天线应高于人群的高度。初步选定接收天线位置后,把天线接到接收机上,在不打开发射器的情况下,观察接收机的射频信号显示,如果有大的信号就表明附近有较强的干扰源,应移动天线直至干扰源显示变弱,同时考虑改变工作频率,避开干扰信号。如果场内无干扰,就逐一打开各个话筒的发射器,观察射频信号强度如何,有无串频干扰。如有串频现象,一是调整天线位置和接收角度,二是找到产生串频的工作频率,停止使用该频率。通过精心调整天线位置(在保证接收天线与发射器正常间隔,发射器之间保持正常间隔的情况下),无论话筒在场内什么位置,接收机收到的射频强度都能得到保证,且各个工作频道间没有串频干扰。为降低信号衰减,应选用低损耗的天线连接电缆,接收距离增大时应加天线放大器。

我们知道,信号在场内的传播是多途径的,会有

多个反射波出现。信号直接传播的距离与反射波的传播距离不同,会带来相位的偏移。当直接波与反射波到达接收天线,强度相等而相位相反时,我们所需的信号就会被大大减弱,成为接收“盲点”。为避免“盲点”的产生,接收天线应避开一些反射面,如:墙壁的凹处或门框下;至少距离金属物体或钢筋混凝土墙 1m,与汽车、建筑物、树木或人体保持一定距离。在正式使用前,应进行“试走”——把发射器放在将要使用的范围内走动,找到场强最弱的地方,将发射器放在此处,移动天线位置,改善接收信号的强度,直到找到最理想的天线位置。同时,天线应远离数字器材、通讯器材、电脑、灯光控制设备等可发出干扰信号的设备。

2. 注意话筒的拾音位置和角度

无线话筒根据使用方式分为手持、胸别、头戴式三种,有各自的最佳拾音位置、拾音角度。采用恰当的拾音方法,才能得到令人满意的声音。

(1)手持式:正确的使用方法是手握住话筒头和发射器之间的部位,拾音距离控制在 5~20cm 范围。因为话筒灵敏度与拾音距离的平方成反比,音量较小的使用者可靠近嘴拾音,同时利用话筒的近讲效应补偿低频;音量大的使用者可离嘴远些拾音,减少近讲效应,使声音明亮清晰。

近距离拾音应注意防止爆破音产生的喷口声,可适当调整拾音方向,稍微侧对气流,给话筒加“防风罩”,减轻“扑话筒”的情况。有人喜欢握住或抱住话筒的头部使用,这样做会改变话筒的正常频率响应和指向特性,从而改变音质和音色,影响拾音效果;有人喜欢握住话筒的尾部发射端,这会大大衰减信号的发射强度造成接收不良。这两种不正确的使用方法都应该避免。

(2)胸别式:因体积小、灵敏度高而受到欢迎,通常佩戴在衣襟上,标准拾音距离 20cm,最好放在胸口中心尽可能靠上的位置,话筒的声音入口朝向口部。如果是全指向性话筒,可上下颠倒使用,不用防风罩就能减少爆破音的喷口音和鼻音。

因为胸别话筒的拾音距离相对手持式远,会收到更多的混响声、环境声,在有现场扩声的场合很容易引起声反馈(回授)。使用者如果左右改变头的方向,或抬头、低头改变姿势,都会因拾音距离的改变

明显影响声压级,音量不易控制。

(3)头戴式:这种话筒因为将话筒头固定在靠近嘴的位置,大大缩短了拾音距离,使话筒获得较高的灵敏度和较大的音量输出,可以明显改善胸别式话筒在现场扩声方面的不足,也不会因为使用者头部方向和位置的变化影响音量大小。

怎样调整头戴式话筒的位置?首先调整话筒头连接杆的长度,使话筒头不超过嘴角;然后调整话筒头的水平高度,使之约在嘴角之下附近;接着调整话筒头的拾音距离和方向,约在嘴边一指距离,且与水平方向约成45度角。这是较为理想的佩带位置,既能避免爆破声气流的影响,又能获得最佳灵敏度和音质。虽然嘴的正前方到下巴中间这一段音质最好,但这个位置最易受到爆破声的影响,所以佩带时一定要避开气流最强的位置及方向。可以在调整话筒位置时,利用现场扩声试音,如英文发音“PUSH,PULL”等,通过细心调整话筒头的位置和方向,得到无爆破音影响的最佳音效。

3. 调整好发射器灵敏度

发射器灵敏度过小,会降低系统信噪比,影响接收质量;灵敏度设置过高,会引起信号过载,造成失真,破坏信号的动态范围。在设置灵敏度时,把选择逐渐开大至听到失真后,再将设定返回失真前约20dB的位置,即可保证预留出足够的余量。通常无线话筒用于歌唱拾音,比用于语言拾音时所需的灵

敏度低6dB~10dB左右;当某些乐器用于袋装发射器时,前置输入需额外16dB的衰减,以此得到最大135dB的输入声压。

4. 在一个工作场地,尽量选用“同品牌、同系列”话筒

因为不同品牌或同一品牌不同系列的无线话筒,在工作频率设置方面存在差异,如果混合使用,就增加了发生干扰和串频的机会。使用同品牌同系列的无线话筒,经过出厂前的严格测试,即便同时使用多个工作频率,发生干扰和串频的机会就会少得多。

如果受条件限制一定要同时使用两个品牌的无线话筒:一方面,请事先核对所使用的工作频率,保证频率间至少间隔40kHz。如果频率间隔太小,接收机会受到邻近频率的干扰。如果碰巧不同品牌的两只话筒共用一个工作频率,它们同时工作会对接收机产生很大干扰,使声音时断时续,并伴有明显的噪声,严重影响音频质量。另一方面,天线要分开放置,至少彼此隔开1m左右。可以在场地左边安置一对天线,在场地右边安置另一对。为了取得最好的接收效果,可多次尝试调整天线位置。

随着技术的不断进步,无线话筒的性能还会不断提高。作为录制人员,一方面要了解各方面的技术资料,一方面要多听多看多试,多做比较,自然会有所收获。 □

JBL MP 系列及 DBX / LEXICON

周边器材推广、演示会在杭州举行

□ 啊华

11月18号,杭州阿华音响行联合安恒利(国际)有限公司和上海永乐音响器材有限公司,在杭州玉皇山莊举办了JBL产品推广、演示会。

会议由杭州阿华音响行主办,公司总经理陈烨华出席并致欢迎辞。阿华音响行作为安恒利(国际)有限公司授权指定经销商,在JBL产品的推广和销售上取得不俗成绩,这次会上经安恒利(国际)有限公司授权获得了JBL—MPRO200系列的代理权。

会议邀请到了上海安恒利公司的钱天伦经理和专业技术人员傅振晨,其中钱天伦重点介绍了JBL MP200系列、EONG2系列音响,傅振晨则介绍了DBX PA音频处

理器、AFS224反馈抑制器、LEXICON MPX110效果器,会上详细讲解、展示了JBL产品的优越技术特性、与同类产品比较的技术领先性及应用等。精彩的讲解加上现场演示,引起了经销商的浓厚兴趣,在讲座中途的休息间隙和讲座后,各经销商纷纷上台跟技术人员讨论、交流。而在会议特意安排的答疑时间里,经销商更是踊跃提问,场面十分活跃。

会议虽然只有半天时间,但吸引到浙江地区百余名经销商参加,通过面对面交流加深了广大经销商对JBL产品和技术的认知,对JBL的推广无疑将是一个不小的促进。 □