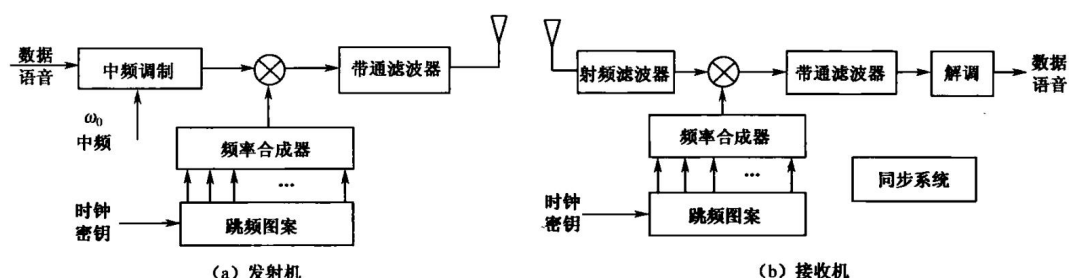


跳频通信技术及其抗跟踪干扰机理

跳频通信是指通信双方或多方在相同同步算法和伪随机跳频图案算法的控制下，射频频率在约定的频率表内以离散频率的形式伪随机且同步地跳变，射频在跳变过程中所能覆盖的射频带宽远远大于原信息带宽，因而扩展了频谱。跳频通信是目前通信抗干扰领域应用范围最广的一种通信方式，也称为跳频扩谱通信，在战术通信中得到了广泛的应用。

常规跳频通信的前提条件是收发双方或多方的跳频同步算法和跳频图案算法必须相同，收发必须实现和维持跳频同步。发方的原始信源，包括数据或话音经过中频调制；如果是数据，一般还要先经过纠错编码。中频已调信号与频率合成器输出的跳变射频信号混频，进行射频搬移。



跳频图案产生的频率控制字控制频率合成器的输出频率，其频率比实际的射频工作频率一般高或低一个中频。射频已调信号经带通滤波器、功放和天线发送出去。收方接收的射频跳变信号经过射频滤波器后，与本地频率合成器输出的跳变频率信号混频，得到中频已调信号，经中频带通滤波器后，进行中频解调、基带再生，得到原始信息。这个过程只有在收发双方实现了跳频同步和有效跳频控制的条件下才能进行。

跳频通信系统抗跟踪干扰的机理

跳频通信系统的抗干扰能力主要体现在抗阻塞干扰和抗跟踪干扰两个方面。在跳频通信信号功率一定的条件下，跳频通信系统抗阻塞干扰的机理主要是依靠众多的射频频率以分散敌方的干扰功率，使得在一定数量的通信频率被干扰的条件下系统还能有效工作，跳频通信系统是不能躲避阻塞干扰的；

跳频通信系统抗跟踪干扰的机理主要是依靠高于跟踪干扰机的跳速躲避引导式跟踪干扰，依靠跳频图案的随机性和非线性躲避波形跟踪式干扰。当然，跳频通信装备组网后的整体抗干扰能力还与其他因素有关。

跳频通信与定频通信的对比

虽然跳频通信采用了比定频多得多的频率，具有了较大的跳频处理增益，那么在任何情况下跳频通信效果都应该优于定频通信，但事实并非如此。

在没有干扰的情况下，定频通信能力实际上比跳频强。这是由于跳频通信在换频期间内不能传输信息，为了信息传输的完整性，在发端要将原连续的数据流进行压缩，在频率驻留期间发送，而在接收端要对间断的压缩数据流进行解压，还原成连续的数据流。所以，跳频信道中实际传输的数据速率要高于原数据速率(对应于定频通信速率)。

根据通信原理，在同样信号功率和信道条件下，高数据速率信号的每比特能量要小于低数据速率信号的每比特能量，即：比特信噪比下降，使得高速率传输时的误码率要高于低速率传输时的误码率。再加上跳频同步误差、位同步误差、信道机调谐误差、接收机各频点灵敏度误差、功放和天线频响平坦度误差等因素，造成了跳频处理的固有损耗，或者说跳频信号在处理中受到了损伤，使得在无干扰和同等功率条件下跳频通信距离一般比定频通信距离缩短 $1/5$ 左右。

在民用和工业等用频设备形成的固定干扰(非有意干扰)环境下，定频通信的效果可能仍然比常规跳频通信效果好。若固定干扰超过跳频通信系统的干扰容限，跳频通信将无法工作，即使固定干扰没有超过跳频通信的干扰容限，也会有一部分跳频频率会受到无意干扰，从而影响跳频通信的效果；对于定频通信，则有可能在众多的固定干扰空隙中选择一个以上较干净的频点进行通信，相当于无干扰或干扰较弱的定频通信。

尽管在无干扰和非人为有意干扰环境条件下，定频通信可以通过频率选择得到较好的通信效果，但并不能说明定频通信具有战场适应能力。因为在战场干扰环境下，定频通信的频点只要遇到敌方有意干扰便不能工作，是不可靠的。

跳频通信装备即使在遇到一定干扰情况下，也能维持相应的通信能力，从而比定频通信表现出明显的优越性，这就是跳频通信的稳健性(或称鲁棒性)，即：跳频通信以跳频扩展频谱、系统复杂性和信号损伤为代价，换来了抗干扰能力的提高。

比如，若不对民用手机频率实施干扰，大家会感到民用手机很好用，但只要对其进行干扰，马上手机通信中断。再比如，在海湾战争中，伊军定频电台在联军强大的干扰面前一筹莫展；而在科索沃战争中，南联盟军队的跳频电台却发挥了很好的作用。

实际上，在无干扰和非人为有意干扰环境中，只需要使用定频通信，而跳频是针对敌方有意干扰而设计和使用的。如果在敌方有意干扰的情况下，还是跳频通信效果不如定频，那就是组网、集成环境、电磁兼容和战场管理控制等使用方面可能存在问题，或装备可靠性存在问题。

民用与军用跳频通信的区别

跳频扩谱通信方式在民用通信中也开始得到应用，但是民用跳频通信与军用跳频通信有很大的区别，民用跳频通信主要是用于抵抗自然干扰和非人为有意干扰以及跳频多址干扰等；而军用跳频通信除了包含民用跳频通信的一些基本的抗干扰要求以外，更重要的是抗敌方人为有意干扰和反侦察，这使得军用跳频通信和民

用跳频通信在系统设计和使用等方面有很大的不同。

民用跳频通信可以仅仅是在数学关系和信号关系上表现为频率的跳变(比如，民用跳频通信可以是固定的频率集和固定的跳频同步方式)，对其跳频同步和跳频图案的反侦察和抗截获等性能没有特殊的要求，这种方式不能用于军事通信。

更多专业知识可关注微信公众号：雷达通信电子战(RadarCommEW)



专业知识服务入口：

