



如何提高无线通信系统的可靠性

郑继新

(中国电子科技集团公司第五十四研究所 河北 石家庄 050081)

[摘要]无线通信技术的飞速发展可以说是一场新的革命。通信技术与计算机结合,已成为集无线、有线传输、数字程控交换和各类新型终端为一体的高效能综合通信手段。移动通信使人们能更加自由地通信,最终实现全球个人通信的理想。但是无线通信的高可靠性一直是通信系统设计中的重要指标,本文分析了影响无线通信可靠性的因素,提出了提高通信系统可靠性的措施。

[关键词]无线通信 有线传输

中图分类号:TN914

文献标识码:A

文章编号:1009-914X(2013)04-0009-01

实际的通信环境中总是存在着各种各样的干扰源,有时虽然接收天线上感应到的信号强度远高于接收灵敏度,但是当接收机所处环境的电磁干扰较大时,有用信号仍被淹没在干扰信号中,而接收机又不能有效抑制干扰,同样不能进行有效的无线电通信,如果接收机的抗干扰能力很强,这种影响就比较小。在发射功率和接收灵敏度都相同的前提下,系统的抗干扰能力越强,实际通信距离也就越远。因此在实际通信环境中,微功率无线通信系统的通信距离主要取决于系统的抗干扰能力。

一、影响无线通信可靠性因素分析

无线通信中,信号靠电磁波在空中传播,电磁波的传播也需要媒介,这一媒介受到多种环境因素影响。

通信距离最远的是海平面及陆地无障碍的平直开阔地,这也是通常用来评估无线通信设备的通信距离时使用的地理条件。其次是郊区农村、丘陵、河床等半障碍、半开阔环境,通信距离最近的是城市楼群中或群山中,总之,障碍物越密集,对无线通信距离的影响就越大。

空气干燥时通信距离较远,空气潮湿(特别是雨、雪天气)通信距离较近,在产品容许的环境工作温度范围内,温度升高会导致发射功率减小及接收灵敏度降低,从而减小了通信距离。发射机等设备对无线通信设备的通信距离均有不同程度的影响。发射机的射频输出功率发射功率越大,通信距离越大;从理论上说发射功率可无限制地增加,但实际上由于受成本或法规的限制,发射机的输出功率也是有限的。接收机的接收灵敏度接收灵敏度反映了接收机捕捉微弱信号的功能,接收灵敏度越高,通信距离也越远。在各种条件相同的前提下,天线距离地平面的高度越高,通信距离越远,特别是在城市环境下,提高天线的高度比增大发射功率对通信距离的影响要大得多。实际的通信环境总是存在着各种干扰源,比如直流电机、高压电网、开关电源、电焊机、高频电子设备、电脑、单片机等设备对无线通信设备的通信距离均有不同程度的影响。在同样的发射功率和同样的接收灵敏度的前提下,系统的抗干扰能力越强,实际通信距离也越远。影响无线通信系统抗干扰能力的因素也很多,主要与调制,解调方式,工作带宽,电路设计PCB板布局和退耦及屏蔽措施是否得当有关,一般而言,调频系统的抗干扰能力优于调幅系统,而窄带系统的抗干扰能力优于宽带系统,因此,带宽越窄,抗干扰能力就越强,在同一发射功率和接收灵敏度条件下,通信距离也越远。

二、无线通信距离的估算

无线通信系统中,地理环境、电磁环境、气候条件对无线通信距离的影响是由用户的使用条件决定的,难以改变,也很难用一个数学表达式描述出来,只有那些量化的因素才能用一个数学表达式描述。对于工作频率范围在300MHz~3GHz之间的无线通信设备,在视距范围(又称自由空间)内,已知发射功率 $P(W)$ 、接收灵敏度 $E(uv)$ 、发射天线 R 的有效高度 $H_t(m)$ 及接收天线有效高度 $H_r(m)$ 、发射天线增益 G_t 及接收天线增益 G_r (单位均为倍,而不是dB)、载频波长 $\lambda(m)$,则通信距离 $d(m)$ 可由下:

$$Pr = \frac{P \times G_t \times G_r}{(4\pi d / \lambda)^2}$$

设发射功率为 $P(W)$,发射天线及接收天线增益分别为 G_t 和 G_r (单位均为倍),发射天线及接收天线的有效高度分别为 h_t 和 h_r (单位均为米),发射机与接收机之间的距离为 $d(m)$,射频信号波长为 $\lambda(m)$,提高发射及接收天线的有效高度对信号台场强的提高影响最显著。

公式中的结果是一个纯理论值,只考虑了电磁波在自由空间中传播过程中随着距离的增加,能量扩散到更大空间后能量密度减小后导致信号场强减小的结果,而没有考虑空气及地面等介质对电磁波吸收、衰减的影响,其次是没有考虑发射天线的发射效率和接收天线的接收效率(理论上可以做到100%但实际

上达不到)的影响,最后是也没有考虑各种电磁干扰及接收机的抗干扰能力的影响,从而导致了实际结果与理论计算值有较大的误差。

三、提高通信可靠性的措施

当地理环境和电磁环境一定时,为了保证无线通信的稳定和可靠,并充分挖掘低电压微功率无线通信设备的潜力,又要做到经济实用,在工程设计中可考虑以下措施。

1. 尽可能提高天线的有效高度

从计算通信距离的公式中可以看出,通信距离与收/发天线有效高度之积的平方根成正比,提高天线的有效高度能显著扩大通信距离,特别是在城市环境中,将天线设在楼顶时能避开很多障碍并远离干扰源,从而扩大通信范围。

2. 采用高增益天线

天线是无源器件,其本身不能放大信号,但高增益天线能显著提高通信方向上的能量密度,提高信号/噪声比,从而扩大通信范围,其作用就与手电筒或是探照灯上的聚光镜相似。但高增益天线的成本较高,几何尺寸及重量都比较大,只适合于固定安装使用,因此,在一定对多点或多点对一点的无线通信组网中可考虑主机用高增益的全向天线,分机则根据距主机距离的不同选用不同增益的天线,对于固定安装并且距离主机特别远的分机还可选用高增益的定向天线,而距离主机较近的分机可选用低成本的普通鞭状天线,以降低系统成本。发射机采用高增益定向天线可显著提高通信方向上的信号强度,而接收机采用高增益定向天线可显著提高通信方向上的接收信号场强和信号/噪声之比,从而大幅度地扩大通信距离,但只适合于同一个方向上的通信,并且成本也较高,天线的几何尺寸大,重量也较重,只适合于固定安装使用。

3. 尽量缩短射频电缆的长度

用于连接无线通信机与室外天线的射频同轴电缆对射频信号也有一定的损耗,例如:50-3型电缆的损耗为0.2dB/m,50-7型电缆的损耗为0.1dB/m,50-9型电缆的损耗为0.07dB/m,电缆越长,损耗就越大,对所传输的射频信号的损耗的增大又会导致通信距离的下降,所以必要时可将射频组件直接装在室外天线的底部,而射频组件与用户系统间的连线则采用多芯屏蔽电缆连接。

4. 尽量远离各种干扰源

距干扰源越近,信号/噪声比就越低,也会导致通信距离下降。必要时可分别对数传模块和会产生电磁干扰的部件采取屏蔽措施,并用特性阻抗为50Ω的射频同轴电缆将天线引到远离干扰源的地方,同时与射频组件相连的电源线、信号线也采用屏蔽电缆,并增加必要的滤波网络,以最大程度地抑制干扰,充分发挥接收机高灵敏度的优势。

5. 优先采用抗干扰能力强的无线通信产品

当无线通信接收机处在电磁干扰较大的环境中工作时,如果抗干扰能力跟不上,接收灵敏度将变得毫无意义,此时应优先采用抗干扰能力较强的产品,如果是数字通信系统还应优先采用有软件纠错功能的产品。

6. 防雷、防水、防潮

对于采用室外天线的系统,必须采取避雷、防雷措施,如加装避雷针、避雷器,同时,对于露天架空的供电电源线、信号传输线也要采取避雷防雷措施,以防雷电从电缆串入机器。对于露天安装的射频组件还应采取防水措施,以防下雨时雨水进入机器,如果设备不是长期通电或不经常使用,而空气又比较潮湿,则还应采取防潮措施,例如在机壳内适当地方放置并定期更换干燥剂,总之,要防止机器进水和受潮,以免电路组件发霉、生锈而失效。

四、总结

在移动通信系统中,为了提高通信系统可靠性,必须综合考虑各方面的因素。本文提出的在系统设计中的方法,在实际工程应用中具有一定的价值。