

## UWB 技术简介

超宽带（Ultra Wide Band，UWB）技术是一种无线载波通信技术，它不采用正弦载波，而是利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，因此其所占的频谱范围很宽。

UWB 技术具有系统复杂度低，发射信号功率谱密度低，对信道衰落不敏感，截获能力低，定位精度高等优点，尤其适用于室内等密集多径场所的高速无线接入。<sup>[1]</sup>

### 简介

UWB 技术是一种使用 1GHz 以上频率带宽的无线载波通信技术。它不采用正弦载波，而是利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，因此其所占的[频谱](#)范围很大，尽管使用[无线通信](#)，但其数据传输速率可以达到几百兆比特每秒以上。使用 UWB 技术可在非常宽的带宽上传输信号，[美国联邦通信委员会（FCC）](#)对 UWB 技术的规定为：在 3.1~10.6GHz 频段中占用 500MHz 以上的[带宽](#)。

UWB 技术始于 20 世纪 60 年代兴起的脉冲通信技术。UWB 技术利用频谱极宽的超宽基带脉冲进行通信，故又称为基带通信技术、无线载波通信技术，主要用于[军用雷达](#)、定位和低截获率/低侦测率的通信系统中。2002 年 2 月，美国联邦通信委员会发布了民用 UWB 设备使用频谱和功率的初步规定。该规定中，将相对带宽大于 0.2 或在传输的任何时刻带宽大于 500MHz 的通信系统称为 UWB 系统，同时批准了 UWB 技术可用于民用商品。随后，日本于 2006 年 8 月开放了超宽带频段。由于 UWB 技术具有数据传输速率高（达 1Gbit/s）、抗多径干扰能力强、功耗低、成本低、穿透能力强、截获率低、与现有其他无线通信系统共享频谱等特点，UWB 技术成为无线个人局域网通信技术（WPAN）的首选技术。<sup>[2]</sup>

### 基本原理

UWB 实质上是以[占空比](#)很低的[冲击脉冲](#)作为信息载体的无载波扩谱技术，它是通过对具有很陡上升和下降时间的冲击脉冲进行直接调制。典型的 UWB 直接发射冲击脉冲串，不再具有传统的[中频](#)和[射频](#)的概念，此时发射的信号既可看成[基带信号](#)（依常规无线电而言），也可看成[射频信号](#)（从发射信号的频谱分量考虑）。

冲击脉冲通常采用单周期高斯脉冲，一个信息比特可映射为数百个这样的脉冲。单周期脉冲的宽度在纳秒级，具有很宽的频谱。UWB 开发了一个具有吉赫兹容量和最高空间容量的新无线信道。基于 CDMA 的 UWB 脉冲无线[收发信机](#)在发送端[时钟发生器](#)产生一定重复周期的脉冲序列，用户要传输的信息和表示该用户地址的伪随机码分别或合成后对上述周期脉冲序列进行一定方式的调制，[调制](#)后的脉冲序列驱动脉冲产生电路，形成一定脉冲形状和规律的脉冲序列，然后放大到所需[功率](#)，再[耦合](#)到 UWB 天线发射出去。在接收端，UWB 天线接收的信号经[低噪声放大器](#)放大后，送到[相关器](#)的一个输入端，相关器的另一个输入端加入一个本地产生的与发端同步的经用户[伪随机码](#)调制的脉冲序列，接收端信号与本地同步的伪随机码调制的脉冲序列一起经过相关器中的相乘、积分和取样保持运算，产生一个对用户地址信息经过分离的信号，其中仅含用户传输信息以及其他干扰，然后对该信号进行[解调](#)运算。<sup>[1]</sup>

### 特点

UWB 技术解决了困扰传统无线通信技术多年的有关传播方面的重大难题，具有对信道衰落不敏感、发射信号功率谱密度低、截获率低、系统复杂度低、能提供数厘米的定位精度等优点。

### 1.系统结构的实现比较简单

当前的无线通信技术所使用的通信载波是连续的电波，载波的频率和功率在一定范围内变化，利用载波的状态变化来传输信息。而 UWB 技术则不使用载波，它通过发送纳秒级非正弦波窄脉冲来传输数据信号。UWB 系统中的发射器直接用脉冲小型激励天线，不需要传统收发器所需要的上变频，从而不需要功放放大器与混频器。UWB 系统允许采用非常低廉的宽带发射器。同时在接收端，UWB 系统的接收机也有别于传统的接收机，它不需要中频处理，因此，UWB 系统结构的实现比较简单。

### 2.高速的数据传输

民用商品中，一般要求 UWB 信号的传输范围为 10m 以内，根据经过修改的信道容量公式，民用商品数据传输速率可达 500Mbit/s，UWB 技术是实现个人通信和无线局域网的一种理想调制技术。UWB 技术以非常宽的频率带宽来换取高速的数据传输，并且不单独占用已经拥挤不堪的频率资源，而是共享其他无线技术使用的频带。在军事应用中，UWB 技术可以利用巨大的扩频增益来实现远距离、低截获率、低检测率、高安全性和高速的数据传输。

### 3.功耗低

UWB 系统使用间歇的脉冲来发送数据，脉冲持续时间很短，一般在 0.20~1.5ns 之间，有很低的占空比，系统耗电很低，在高速通信时系统的耗电量仅为几百微瓦至几十毫瓦。民用 UWB 设备的功率一般是传统移动电话所需功率的 1/100 左右，是蓝牙设备所需功率的 1/20 左右。军用的 UWB 电台耗电也很低。因此，UWB 设备在电池寿命和电磁辐射上，与传统无线通信设备相比，有着很大的优势。

### 4.安全性高

作为通信系统的物理层技术，UWB 技术具有天然的安全性能。由于 UWB 信号一般把信号能量弥散在极宽的频带范围内，对于一般通信系统来说，UWB 信号相当于白噪声信号，并且在大多数情况下，UWB 信号的功率谱密度低于自然的电子噪声的功率谱密度，从电子噪声中将脉冲信号检测出来是一件非常困难的事。采用编码对脉冲参数进行伪随机化后，脉冲的检测将更加困难。

### 5.多径分辨能力强

由于常规无线通信的射频信号大多为连续信号或其持续时间远大于多径传播时间，多径传播效应限制了通信质量和数据传输速率，由于超宽带无线电发射的是持续时间极短且占空比极小的单周期脉冲，多径信号在时间上是可分离的。假如多径脉冲要在时间上发生交叠，其多径传输路径长度应小于脉冲宽度与传播速度的乘积。由于脉冲多径信号在时间上不重叠，很容易分离出多径分量以充分利用发射信号的能量。大量的实验表明，对常规无线电信号多径衰落深达 10~30dB 的多径环境，对超宽带无线电信号的衰落最多不到 5dB。

### 6.定位精确

冲激脉冲具有很高的定位精度。采用 UWB 技术，很容易将定位与通信合一，而常规无线电难以做到这一点。UWB 技术具有极强的穿透能力，可在室内和地下进行精确定位，而 GPS（全球定位系统）只能工作在 GPS

定位卫星的可视范围之内。与 GPS 提供绝对地理位置不同，超宽带无线电定位器可以给出相对位置，其定位精度可达厘米级，此外，超宽带无线电定位器在价格上更为便宜。

## 7.工程简单造价便宜

在工程实现上，UWB 技术比其他无线技术要简单得多，可全数字化实现。它只需要以一种数学方式产生脉冲，并对脉冲进行调制，而实现上述过程所需的电路都可以被集成到一个芯片上，设备的成本很低。

UWB 系统发射和接收的是纳秒级的非正弦波窄脉冲，不需要采用正弦载波而直接进行调制，接收机利用相关器件能直接完成信号检测，这样，[收发信机](#)不需要复杂的载频调制解调电路和滤波器，只需要一种数字方式来产生纳秒级的非正弦波窄脉冲。因此，采用 UWB 技术可以大大降低系统的复杂度，减小收发信机的体积，降低收发信机的功耗，易于数字化和采用软件无线电技术。<sup>[2]</sup>

## 技术指标

UWB 技术与极短脉冲、无载波、时域、非正弦、正交函数和大相对带宽无线/雷达信号是同义的。UWB 脉冲通信由于其优良、独特的技术特性，将会在无线多媒体通信、雷达、精密定位、穿墙透地探测、成像和测量等领域获得日益广泛的应用。

UWB 的主要指标如下：

[频率范围](#)：3.1GHz~10.6GHz；

系统功耗：1mW~4mW；

[脉冲宽度](#)：0.2ns~1.5ns；

重复周期：25ns~1ms；

发射功率：<-41.3 dBm/MHz；

[数据速率](#)：几十到几百 Mb/s；

分解多路径时延： $\leq 1\text{ns}$ ；

[多径衰落](#)： $\leq 5\text{dB}$ ；

[系统容量](#)：大大高于 3G 系统；

空间容量：1000kb/m<sup>2</sup>。<sup>[1]</sup>

## 应用

UWB 技术应用按照通信距离分大体可以分为两类：

一类是[短距离高速应用](#)，数据传输速率可以达到数百兆比特每秒，主要是构建短距离高速 WPAN、家庭无线[多媒体网络](#)以及替代高速率短程有线连接，如无线 USB 和 DVD，其典型的通信距离是 10m；

另一类是**中长距离（几十米以上）低速率应用**，通常数据传输速率为 1Mbit/s，主要应用于[无线传感器网络](#)和低速率连接。同时，由于 UWB 技术可以利用低功耗、低复杂度的[收发信机](#)实现高速数据传输，所以 UWB 技术在近年来得到了迅速发展。它在非常宽的频谱范围内采用低功率脉冲传输数据而不会对常规窄带无线通信系统造成大的干扰，并可充分利用频谱资源。基于 UWB 技术而构建的高速率数据收发机有更广泛的用途。<sup>[2]</sup>