毫米波传感器简介

毫米波 (millimeter wave) : 波长为 1~10 毫米的电磁波称毫米波, 它位于微波与远红外波相交叠的波长范围, 因而兼有两种波谱的特点。毫米波的理论和技术分别是微波向高频的延伸和光波向低频的发展。^[1]

毫米波简介

毫米波频段没有太过精确的定义, 通常将 30~300GHz 的频段(波长为 1~10 毫米)的电磁波称毫米波, 它位于微波与远红外波相交叠的波长范围, 因而兼有两种波谱的特点。毫米波的理论和技术分别是微波向高频的延伸和光波向低频的发展。

毫米波特点

与光波相比, 毫米波利用大气窗口 (毫米波与亚毫米波在大气中传播时, 由于气体分子谐振吸收所致的某些衰减为极小值的频率) 传播时的衰减小, 受自然光和热辐射源影响小。

优点:

1) 极宽的带宽。通常认为毫米波频率范围为 26.5~300GHz, 带宽高达 273.5GHz。超过从直流到微波全部带宽的 10 倍。即使考虑大气吸收, 在大气中传播时只能使用四个主要窗口, 但这四个窗口的总带宽也可达 135GHz, 为微波以下各波段带宽之和的 5 倍。这在频率资源紧张的今天无疑极具吸引力。

2) 波束窄。在相同天线尺寸下毫米波的波束要比微波的波束窄得多。例如一个 12cm 的天线, 在 9.4GHz 时波束宽度为 18 度, 而 94GHz 时波束宽度仅 1.8 度。因此可以分辨相距更近的小目标或者更为清晰地观察目标的细节。

3) 与激光相比, 毫米波的传播受气候的影响要小得多, 可以认为具有全天候特性。

4) 和微波相比, 毫米波元器件的尺寸要小得多。因此毫米波系统更容易小型化。

缺点:

1) 大气中传播衰减严重。

2) 器件加工精度要求高。

毫米波传播特性

毫米波在通信、雷达、遥感和射电天文等领域有大量的应用。要想成功地设计并研制出性能优良的毫米波系统, 必须了解毫米波在不同气象条件下的大气传播特性。影响毫米波传播特性的因素主要有: 构成大气成分分子吸收(氧气、水蒸气等)、降水(包括雨、雾、雪、雹、云等)、大气中的悬浮物(尘埃、烟雾等)、以及环境(包括植被、地面、障碍物等), 这些因素的共同作用, 会使毫米波信号受到衰减、散射、改变极化和传播路径, 进而在毫米波系统中引进新的噪声, 这诸多因素将对毫米波系统的工作造成极大影响, 因此我们必须详细研究毫米波的传播特性。

毫米波雷达

近年来，随着对毫米波系统需求的增长，毫米波技术在研制发射机、接收机、天线以及[毫米波器件](#)等方面有了重大突破，[毫米波雷达](#)进入了各种应用的新阶段。

20 世纪 80 年代以来由于对毫米波雷达需求的日益增长，从而形成了开发毫米波雷达的热潮，这取决于毫米波雷达具有以下特性：

- 1) 频带极宽，适用于各种宽带信号处理；
- 2) 可以在小的天线孔径下得到窄波束，方向性好，有极高的空间分辨力，跟踪精度较高；
- 3) 有较宽的多普勒宽带，多普勒效应明显，具有良好的多普勒分辨力，测速精度较高；
- 4) 地面杂波和多径效应影响小，低空跟踪性能好；
- 5) 毫米波散射特性对目标形状的细节敏感，因而可提高多目标分辨对目标识别的能力与成像质量；
- 6) 由于毫米波雷达以窄波束发射，因而使敌方在电子对抗中难以截获；
- 7) 目前隐身飞行器等目标设计的隐身频率范围局限于 1~20GHz，又因为机体等不平滑部位相对毫米波来说更加明显，这些不平滑都会产生角反射，从而增加有效反射面积，所以毫米波雷达具有一定的反隐身功能；
- 8) 毫米波与激光和红外相比，虽然它没有后者的分辨率高，但它具有穿透烟、灰尘和雾的能力，可全天候工作。

毫米波雷达的缺点主要是受[大气衰减](#)和吸收的影响，目前作用距离大多限于 10 公里之内。另外，与微波雷达相比，毫米波雷达的元器件目前批量生产成品率低。再加上许多器件在毫米波频段均需涂金或者涂银，因此器件成本较高。^[3]

毫米波天线

1) [喇叭天线](#)

角锥形喇叭一般的开口波导可以辐射电磁波，但由于口径较小，辐射效率和增益较低。如果将金属波导开口逐渐扩大、延伸，就形成了喇叭天线。喇叭天线因其结构简单、频带较宽、易于制造和方便调整等特点，而被广泛应用于微波和毫米波段。在毫米波治疗仪中也普遍采用。

2) [微带天线](#)

[微带天线](#)或[印刷天线](#)在最早是在[厘米波](#)段得到广泛应用，随后扩展到毫米波段。这类扩展并不是按波长成比例的缩尺，不是完全的仿效，而是有着新的概念和新发展。

但是毫米波微带天线有两个关键问题，一是[传输线](#)的[损耗](#)变大，二是尺寸公差变得很严格。

3) [漏波天线](#)

这类天线是电磁波沿着开放式结构传输时由于一些不连续结构而辐射能量的，所以叫漏波天线。

最新消息

2020年6月15日，中国工程院院士刘韵洁表示，南京网络通讯与安全紫金山实验室已研制出 [CMOS](#) 毫米波全集成4通道[相控阵芯片](#)，并完成了芯片封装和测试，。同时，他们封装集成1024通道天线单元的毫米波大规模有源天线阵列。芯片与天线阵列力争2022年规模商用于[5G](#)系统。^[2]

2021年，据中国信通院IMT-2020（5G）推进组消息，在其指导下，[中兴通讯](#)近日第一家完成了5G毫米波基站全部功能和外场性能测试项目，同时第一家成功完成系统和第三方终端对接测试。现场测得，高低频双连接（NR-DC）下，单用户下行峰值速率超过8.3Gbps，多用户下小区下行峰值速率超过14.3Gbps。^[4]

2023年10月，2023全球移动宽带论坛（Global MBB Forum 2023）期间，[华为](#)发布业界首个2000+阵子毫米波AAU (Active Antenna Unit)。^[5]