

应用笔记 HOW & WHY → 物位计雷达频率选择与应用工况关系

24GHz/26GHz/80GHz/120GHz 雷达物位变送器比较

By 黄霖晨 @CHINASIMBA 应用工程师

概述

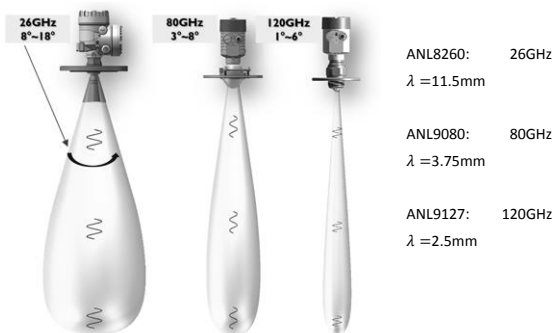
工业过程控制使用的雷达物位变送器，通常的微波工作频率在 24GHz 至约 120GHz 之间。雷达物位产品的制造商选择那个雷达频率的原因各不相同，其中包括频率许可的考虑、微波器件的可用性、成本因素和自身掌握技术工艺优势的能力。

有人称赞高频雷达好、也有人认为低频雷达或介于两者之间的某个频率雷达物位变送器的优点。但是，实际上没有一个频率可以是雷达物位所有测量应用场景的理想选择。

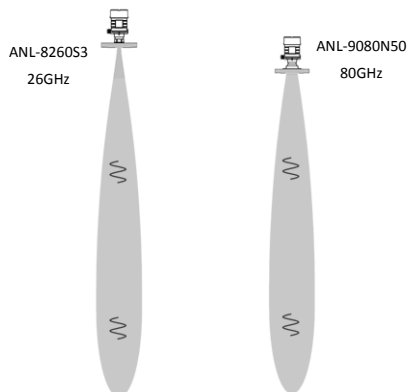
如果我们将 26GHz 频率的物位雷达与 80GHz/120GHz 物位雷达进行比较，我们可以看到关于高频和低频物位雷达各自的相关优劣：

■ 关于天线尺寸大小 - 波束角关系

在同等天线尺寸的情况下，物位雷达的频率越高，则它的波束角就越聚焦。对于采用介质透镜天线的物位雷达，可允许使用更小的法郎接管(喷嘴)和天线会有更聚焦的波束角。



例如，80 GHz 物位雷达的 G1-1/2"(40mm)一寸半的介质透镜天线，雷达的波束角与 26 GHz 物位雷达的 4"(100 mm)四寸喇叭天线的波束角大致相同。

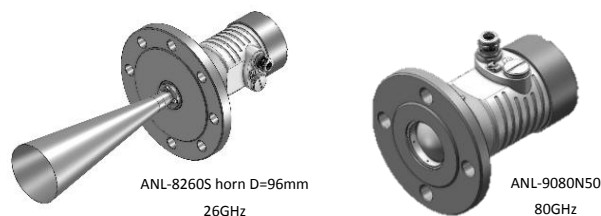


然而，这还不是天线特征的全部，也并不意味着波束角小测量效果就稳

定可靠精度高。

另一个重要的天线参数是**天线增益**，还取决于天线的孔径效率。因此，小透镜天线在高频下的波束角不比和低频雷达的同样等效的波束角那样有效。

所以上述例子中的 26GHz 物位雷达的 4 寸喇叭天线要比 80GHz 物位雷达的 G1-1/2"(40mm)一寸半的介质透镜天线，所提供的波束聚焦和能量来的有效。



天线增益取决于天线直径的平方，并且与波长的平方成反比。

天线增益等效公式如下：

$$\text{天线直径}^2 / \text{波长}^2$$

有关不同频率下的物位雷达天线增益和波束角的完整说明，请阅读《cSIMBA's 应用笔记：物位雷达天线》

■ 天线聚焦和虚假回波

80GHz 的物位雷达天线波束角更为集中，这是因为 80GHz 物位雷达的波长仅为 3.75mm，而 26GHz 物位雷达的波长为 11.5mm。

但是，80 GHz 物位雷达的短波长，这意味着它会反射物料面或罐体墙面上许多可能被 26GHz 物位雷达有效忽略的小物体。这主要是因为波长短，造成的小物体回波更多，尤其是调频连续波体制的雷达系统。

因而，如果高频物位雷达没有更集中的波束聚焦，它就不得不对比具有相同等效波束角的低频物位雷达来的更多的虚假回波信号。要排除这些虚假回波干扰，高频物位雷达则需要更复杂的虚假回波处理软件来解决。

■ 带搅拌的液体的雷达测量特征

高频物位雷达容易受到来自搅动表面的信号散射影响。这是因为信号波长与表面扰动的大小尺度相当的缘故。

这会使得当物料液面被搅动时，80GHz 高频物位雷达接收到的回波信号要比等效波束角的 26GHz 物位雷达少得多。低频物位雷达受搅动表面

的影响较小。

但重要的是无论雷达频率如何，物位雷达回波处理算法软件都要有能处理好非常小的物位回波信号，这是对物位雷达产品制造商的技术能力是一个要求很高的挑战。

Note: 通常无论频率如何，脉冲雷达在这方面都具有优势。

■ 冷凝和挂料、堆积问题

高频物位雷达变送器相较于低频物位雷达，更容易受到冷凝和天线上积聚挂料的影响。对较高频率物位雷达（例如，80GHz）回波信号衰减更大。

此外，在较小尺寸透镜天线上（直径小于 50mm），相同程度的粘着物或冷凝，都会对雷达性能产生很大的负面影响，而等效波束角 26GHz 的低频物位雷达，对物料的粘着堆积更为宽容。

例如，在实际工况应用中，ANL-8260AG2 频率为 26GHz 的低频率物位雷达产品（下左图），几乎不受冷凝和粘着的影响，对物料堆积更宽容。另外，有趣的是当雷达频率达到太赫兹波段*后，由于太赫兹对于非极性物质有很强的穿透力，许多非金属非极性材料对太赫兹（THz）射线吸收较小，以此对于非极性物质物料的粘着堆积，120GHz 太赫兹物位雷达同样具备对物料的粘着堆积的宽容性特征（下右图）。

(太赫兹在电磁波谱上位于中红外和微波之间，它代表从量子机制传输理论物理学到经典机制传输理论物理学的转变阶段。)*



但对于 80GHz 波段的雷达，就不具备这个特征，冷凝对于小透镜的 80GHz 物位雷达影响是灾难性的，多数冷凝状态下测量是不稳定的（下图所示）。



■ 蒸汽、灰尘工况

26GHz 较低频率的物位雷达，通常不会受到高浓度灰尘或蒸汽的不利影响。低频率的物位雷达在从水泥、粉煤灰和高炉液位到蒸汽锅炉液位测量等应用中都非常成功。（下图）



在潮湿和多尘的环境中，高频雷达的信号衰减会增加。（下图）



Note: 经验表明对于发射频率较高的物位雷达，无论蒸汽如何，使用更大的透镜天线在这方面都具有优势。

■ 泡沫工况

泡沫对雷达信号的影响是一个灰色地带，它在很大程度上取决于泡沫的类型、泡沫密度、泡沫表面结晶、介电常数和电导率，是较为复杂与物料性质不同测量特征也不同。

一般情况下，26GHz 低频物位雷达会比 80GHz 等高频物位雷达更能应对低密度泡沫。

例如，80GHz 的物位雷达信号会被水面上非常薄的洗涤剂泡沫完全衰减，而 26GHz 的物位雷达信号会穿透这种类型的泡沫，并在泡沫厚度增加到 150 毫米甚至 250 毫米时，仍然可以测量到液体表面。

对于采用 80GHz 的物位雷达应用于带有泡沫液位测量的工况，较为理想的选择是，才有尽可能大的介质透镜天线和短距离测量应用。（下图）

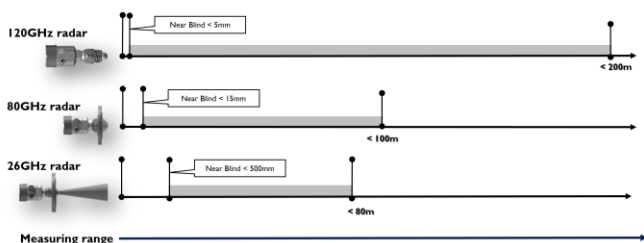


Note: 对于这种厚泡沫测量应用，带有小透镜（50 mm）的 80 GHz 物位雷达不是最佳的产品选型，这通常会导致测量不稳定和电平跳跃。建议使用直径至少为 80 毫米的透镜天线的 80 GHz 雷达会更具有优势。

泡沫的厚度会导致很小的测量误差，因为微波在通过泡沫时会略微减慢速度。当存在泡沫工况应用时，请务必向我们技术工程师询问尽可能多的应用信息。

■ 最小盲区

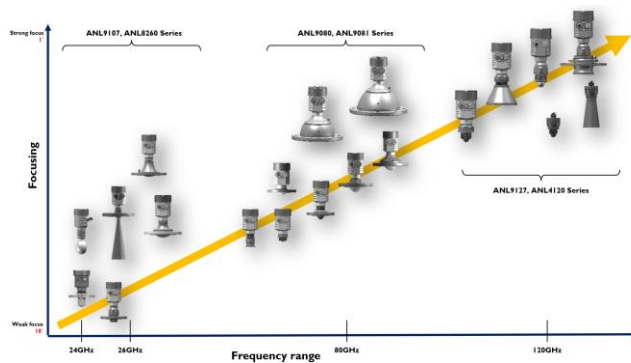
与低频物位雷达相比，高频物位雷达的最小距离（近盲）更小。在小容器和静止管中测量时，80GHz/120 GHz 可能是首选。



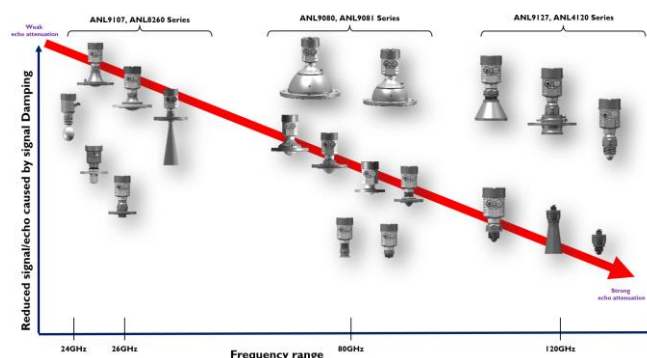
■ 物位雷达频率影响的总结

1. 在更高的发射频率下更好地聚焦意味着更高的天线增益（方向性）、更少的虚假回波和更小的天线尺寸。

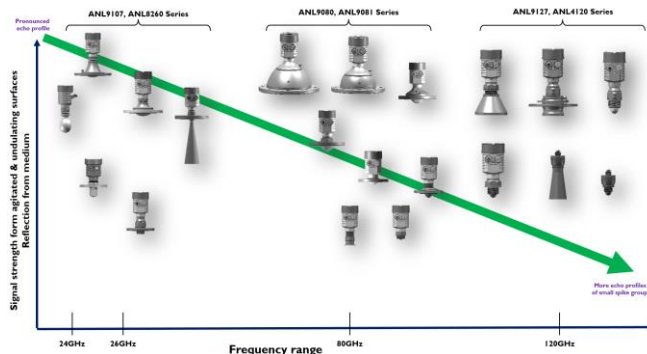
‘认为任何一种类型的物位变送器技术都可以被视为“通用”是不现实的，而且可能是不负责任的，因为当所有液体、粉末和固体都考虑在内时，可用应用的多样性和复杂性。然而，基于雷达的液位变送器在过去几年中建立自己的速度往往表明，这项技术更接近于任何原理的定义。’ --- By Mel Henry



2. 由于冷凝、积聚、蒸汽和灰尘导致的较高发射频率下的信号阻尼（信号颤振）导致信号强度降低



3. 由搅动的介质表面（波浪运动、带有固体的材料锥体、信号散射）引起的更高阻尼。



For more further discussions and exchanges are welcome.

anlysun@live.co.uk

<https://www.chinasimba.com/>

CHINASIMBA
福州盛博电子有限公司

RADAR
TECHNOLOGY