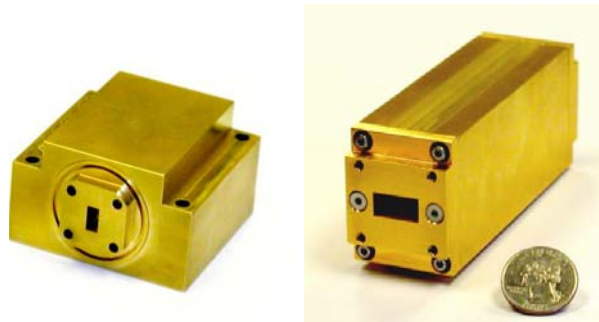


通过卫星

技术焦点报告

空间功率整合



16 瓦 30-31 GHz PowerStream 格栅放大器 (左) 和
50 瓦 14-14.5 GHz PowerStream 层面放大器 (右)

对数据率更高和灵活性更大的卫星通信的要求正在拉动对于更小、更轻、更高效且成本更低的功放的需求。一种在波导管自由空间中进行固态晶体管输出功率整合的方法，能够提供应对这些要求所需的高效、坚固耐用型小型化封装。

卫星服务提供商同意，以最低价格提供最高的服务水准才是客户所期望的。对于需要高数据率的用户，低功率用户端设备不能满足他们的需求，但是配有庞大无线电频率 (RF) 设备的大型天线又不具有吸引力。对于注重灵活性的用户，没有太多的解决方案。答案是使用更小、更轻的固态功放 (SSPA)，可以提供高 RF 功率，同时耗电更少，以减小整个终端的大小和成本。



545 West Terrace Drive, San Dimas, CA 91773

电话： +1 (909) 599-9080

电子邮件：sales@wavestream.com 网址：www.wavestream.com

固态功放的困境

由于固态晶体管的高可靠性、尺寸小巧且造价低廉，其很快由手机的功率放大应用扩展到卫星终端。将 SSPA

用于卫星通信受到单个晶体管所产生的功率以及有效整合多个晶体管输出功率的能力的限制。

最常见的功率整合方式（二元制微波传输带整合）在一个芯片中仅可以有效整合大约 16 个晶体管输出。二元制整合效率会随着晶体管整合数量的增加而降低，因为在额外的整合阶段中会有欧姆损失。使用此整合方式的市售 MMIC 目前已达到功率上限，对于 Ku-波段，大约为 8 W；对于 Ka-波段，大约为 4 W。

由于需要比单个 MMIC 所提供功率更大的功率，导致出现 SSPA 架构，这种架构采用微波传输带和/或波导管组合系统整合多个 MMIC 输出。这些整合网络即笨重又会带来损耗，合成的 SSPA 造价高昂，且对于许多便携式应用而言太大、太重。

空间功率整合优势

空间功率整合放大器采用完全不同的技术来整合晶体管输出。与通过多个步骤的整合不同（损耗与尺寸会随着每个整合阶段增加），所有晶体管输出通过一个步骤完成整合。许多放大元件同时放大输入信号，且其输出是在自由空间中整合以获得极高的整合效率（图 1）。

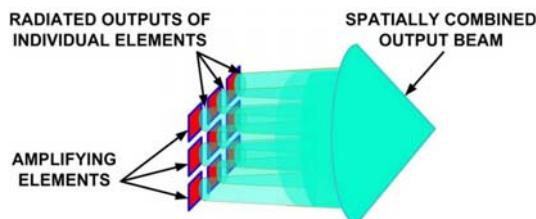


图 1.

通过单个整合阶段进行多个元件的空间功率整合

已采用两套空间功率整合方法来开发基于波导管的 SSPA。以毫米波频率运行的格栅放大器使用搭配一系列或一格晶体管对的单个输出级芯片。以微波频率运行的层面放大器将含有传统 MMIC 放大器芯片的卡堆叠起来，以对其输出进行空间整合。这两种方式均可实现高功率密度和高效率。

格栅放大器工作原理

PowerStream™

格栅放大器包含直接封装在波导管中的格栅放大器芯片。一个格栅放大器芯片整合数以百计的毫米波晶体管并通过单级在空气中将其输出进行整合。芯片安装在 RF 透明陶瓷载体（位于采用特殊设计的波导管罩中）上（图 2），并从入射在芯片背面的波束中直接接收其输入。

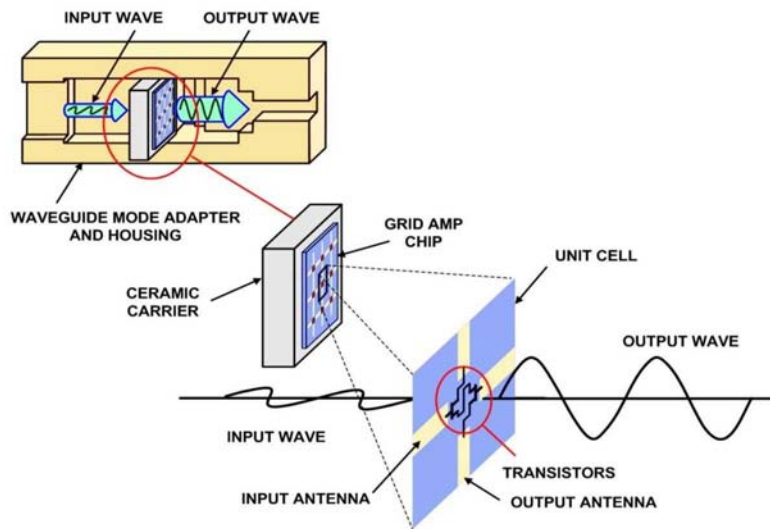


图 2.

PowerStream 格栅放大器在一个芯片上空间整合数百个晶体管的输出

格栅放大器芯片包含一组致密格栅形式的“晶格”，每个都有一对放大晶体管与垂直型输入和输出“天线”导联相连。这些导联将 RF 输入的一部分耦合到每个晶格中，然后从芯片辐射每个晶体管对的放大输出。这些输出连贯地整合在自由空间波束中，而不会有传统 MMIC 中所用的耗损微波传输带整合。芯片和载体安装在波导管罩中，旨在确保输入和输出波能有效地耦合到芯片。“波导管模式适配器”接受标准的单一模式波导管输入并将 RF 输入功率均匀分布在芯片背面，然后再将输出波束回收到标准的波导管输出中。此罩还以机械方式提供散热功能，且具有非常小巧、坚固的封装。

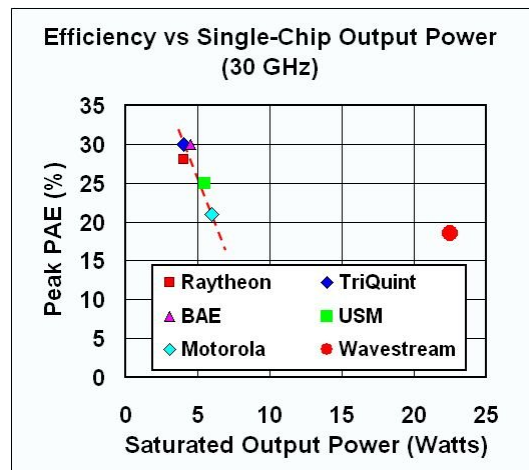


图 3.

**PowerStream 格栅放大器已证明可实现超过 20W 的单芯片 RF 输出功率，
在 30 GHz 下效率为 19%**

格栅放大器还具有很高的线性，尤其是涉及到多信道系统中的频谱再生时，非常符合单一载体的要求。PowerStream 格栅放大器结构紧固，可以应对诸多不利负载条件，批量生产具有很高的可重复性而不需要手调谐单个部件，且可靠性极高，衰减程度很低。PowerStream 格栅放大器和传统 SSPA 在 15 到 50 W 功率级范围内的对比图表显示前者的尺寸、重量和功耗均降低 40% 到 60% (图 4)。

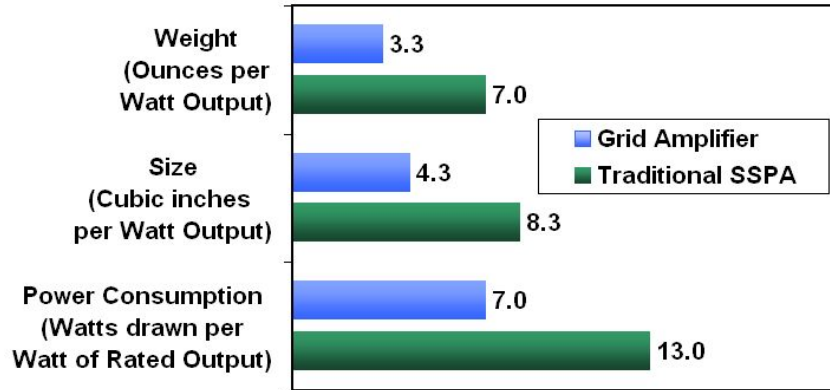


图 4.

PowerStream 格栅放大器与传统 SSPA 对比图

系统优点

此类放大器的高功率能力以及减小的尺寸和降低的功率消耗使其具有比其他固态方法更高的系统级优势，其中包括：

- 实现更高输出功率且不会增加复杂度和成本的能力 – 尺寸、重量、成本不断下降
- 在给定输出功率的情况下直流功率负载更低 – 最小化电源尺寸和成本
- 通过降低系统尺寸和重量大大降低热负载
- 元件成本 *加成* 与其他系统相比大大降低

相比行波管方式，所能赋予卫星通信系统开发商的优点包括：

- 寿命时间更长 – 通过较少的更换降低生命周期成本
- 得益于较小的尺寸和重量，增强物理设计的灵活性
- 简单的低压电源
- 元件成本 *加成* 与其他系统相比大大降低

PowerStream

格栅放大器可以用于范围广泛的通信和成像应用，并且非常适合如今的卫星通信系统。低成本的高输出功率可以加强服务提供商的业务案例，方法是通过更佳的数据率和可用性来提升收入，同时通过改良的系统稳定性和较低的终端成本降低生命周期成本。

层面放大器的工作原理

PowerStream™ 层面放大器包含一系列安装在卡上的固态 MMIC 放大器芯片，而卡堆叠在波导管壳体中（图

5)。每张卡上压印有接收一部分输入信号的输入天线和辐射一部分放大输出的输出天线。其在波导管中连贯整合，形成高功率输出。

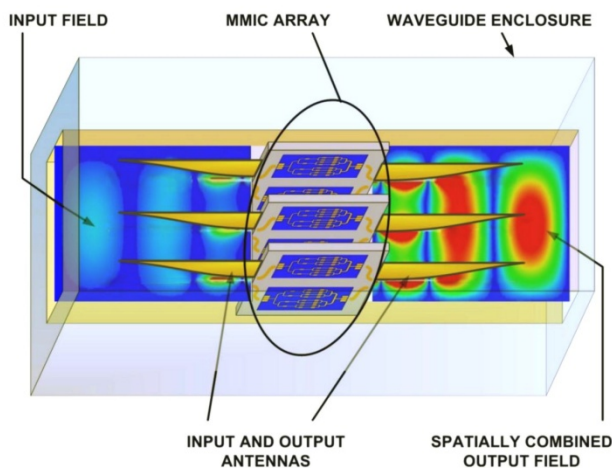


图 5.

PowerStream 层面放大器空间整合堆叠在波导管中的卡的输出

相比使用微波传输带或波导管整合的传统

SSPA，层面放大器架构的两个独特方面可以提供显著的优势。第一个是在空气中进行单级整合，从而使整合更为高效。层面放大器已显示其具有 90% 的整合效率，且与所整合的设备数量无关，而传统 SSPA 二元制整合器的效率会随着元件数量的增加而降低。

第二个方面是堆叠卡方式的灵活性，能够直接影响放大器的成本和效率。凭借此架构，卡的数量以及每张卡的芯片数量可以改变，以在最小 MMIC 的情况下实现最佳的运行功率。可用的芯片级功率直接决定芯片的数量以获得所需的输出电平，而二元制整合的芯片数量则必须为二的整数倍。这样可以使层面放大器的效率较高且经常性成本较低。

层面放大器性能

层面放大器的灵活架构使其能够处理各种范围的可能输出功率水平。可用单芯片输出功率所设定的限制以及波导管中卡堆叠所用空间的限制。对于 Ku-波段，PowerStream 层面放大器在 12 立方英寸的封装中可以提供多达 150 W 的功率。

由于层面放大器的高效率，使得冷却所需的热管理得到降低，因此层面放大器的致密性进一步加强。通常，14 - 14.5 GHz 30 W SSPA 装置消耗超过 300 W 直流电的能量。使用层面放大器的

SSPA 功耗大约为 180 W。这一 40% 的功耗降低使散热器和冷却系统的尺寸得以减小，而且重量也得以大大降低。

Wavestream 已表明其在 12 立方英寸的封装中有 30 和 50 W 的层面放大器，对于 30 W 的输出，PAE 超过 25%。PowerStream 层面放大器与传统 SSPA 的对比图表显示前者在尺寸、重量和直流电源方面要低 40 - 80% (图 6)。

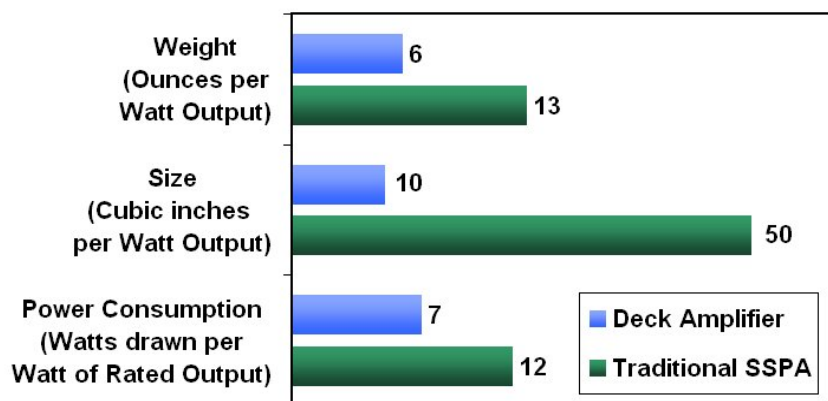


图 6.

PowerStream 层面放大器 and 传统 SSPA 对比图

系统优点

PowerStream

层面放大器的较低尺寸和功率消耗使其具有比其他固态方法更高的系统级优势，其中包括：

- 在给定输出功率的情况下直流功率负载更低 – 最小化电源尺寸和成本
- 较低的热负载使得系统尺寸和重量大大降低，其中包括来源处或附近 SSPA 的位置
- 元件成本 *加成* 与其他系统相比大大降低。

借助层面放大器可以解决对于更高数据率下更大灵活性的需求，同时可以实现直接在来源处安置 SSPA。例如，25 W 的层面放大器在尺寸上仅与 8 W SSPA 相当，使得来源安装放大器可以处于 25 W 的功率水平。消除 SSPA (位于天线下方的基座上) 中的同轴电缆和波导管损耗使层面放大器可以使用较低输出功率的 SSPA。结果是符合用户移动需求的价格更低、尺寸更小、重量更轻的终端设备。