



# 利用低功耗前端模块实现 LoRa<sup>®</sup> 连接更加智能化

作者: Skyworks Solutions, Inc. 公司 Sri Sridharan 和 Stefan Fulga

## LoRa 和 LoRaWAN<sup>®</sup> 基础知识

LoRa 是 long range (长距离) 的简称, 是一种在无许可证 ISM 频段中运行的低功率广域网 (LPWAN) 技术, 一经推出即在物联网 (IoT) 内迅速受到欢迎。LoRaWAN 网络上部署的设备执行 LoRa Alliance<sup>®</sup> 定义的协议规范, 该联盟是由 500 多个成员组成的技术联盟。预计基于 LoRaWAN 的物联网设备在未来五年将实现显著增长。根据 ABI Research 的研究结果, 无许可证 LPWAN 连接预计将从 2021 年的 3.05 亿台增长到 2026 年的 8.44 亿台, 复合年增长率为 23%。

LoRa 使用基于线性调频的专有扩频调制技术, 并主要在无许可证的 1GHz 以下频段中工作 (图 1), LoRa 使边缘设备可以实现长距离连接到云, 而消耗的功率却很小。这可降低 LoRa WAN 网络内云连接设备的成本和功耗, 并可作为蜂窝、Wi-Fi 和蓝牙的补充无线连接技术使用。

## LoRa 应用

LoRa 可为多种应用提供最优连接解决方案, 比如智能计量、工业自动化、传感器网络和资产追踪器等, 在这些应用中, 传输只有在必要时才会快速发生。

对于低功耗、长距离传输而言, 它是一种能够在数据速率、距离、容量和功耗之间达成平衡的通信技术。需要双向、窄带宽数据通信的各种系统是 LoRa 的主要使用对象, 特别是那些必须通过墙壁或在整个房屋中保持连接的系统。

例如, 基于 LoRa 的资产跟踪标签可用于监测产品或人员位置和移动的安全系统, 或用于电池供电的无线传感器网络, 比如部署在桥梁上测量结构完整性的网络。

## LoRa 频带部署

无许可证工业、科技和医疗 (ISM)

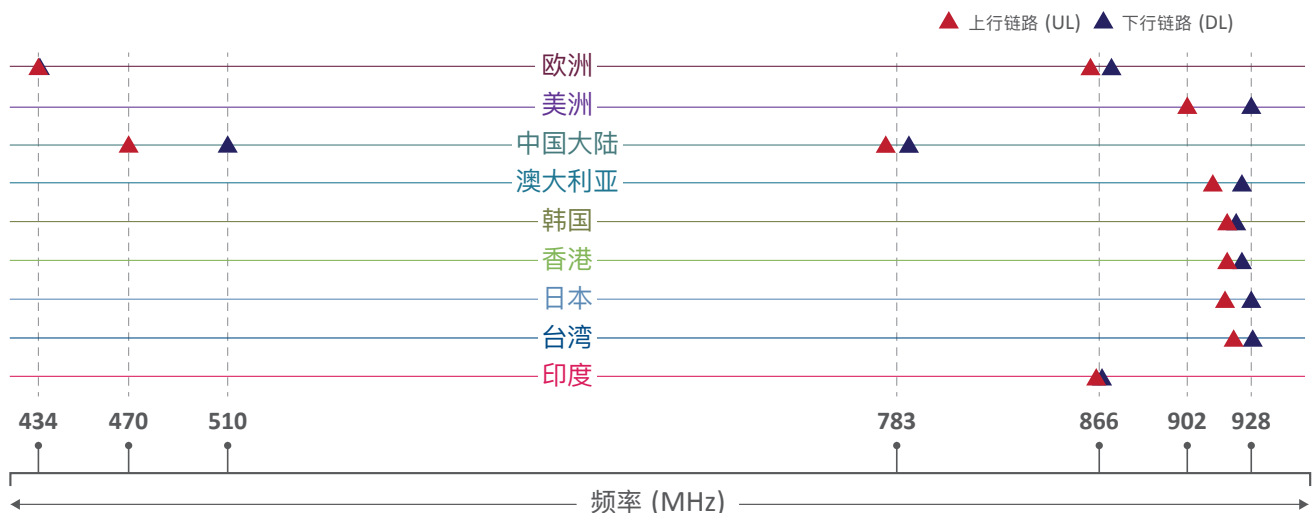


图 1: LoRa 频带全球部署。



## 开发 LoRa 产品面临的挑战

基于 LoRa 的终端设备的设计者在将产品推向市场的过程中面临着一些挑战，其中硬件、软件和云连接都必须无缝集成和运行。

这些挑战之一是设计一种可基于地理区域和终端应用来支持不同功率水平的产品。由于 LoRa 调制使用扩频技术，所以可将终端设备设计为可在每个具体地区传输所允许的最高功率水平。例如，在北美，扩频无线电的最大允许传输功率是 +30 dBm (1 W)，而在欧洲是 +27 dBm (0.5 W)。

LoRa 收发器的集成功率放大器 (PA) 可以高效传输信号，在某些情况下，3.7 V 电池的功率可以达到 +22 dBm。但是，对于衰减或降低的电池电压，可以传输的最大功率会显著下降。

这些收发器还可以使用内部电压调节器，以最大限度地提高效率并保持恒定的输出功率。但是，使用内部电压调节器并不能解决在较低的电池电压下输出更多功率的问题。它甚至要以出增加尺寸和物料成本为代价，因为电压调节器运行需要使用大型外部约 15 μH 的电感器。

另一个关键的挑战是满足杂散辐射的监管合规 (即 FCC、CE 等) 要求。满足合规要求需要在收发器和天线之间增加一个复杂的谐波滤波和匹配网络。对于射频设计经验有限的产品设计师而言，这可能会导致多次设计迭代，延误上市时间。

每个产品设计师都必须问的问题是：他们能否设计出一款在满足当前消费和尺寸目标的同时，仍能在具有不同监管辐射要求的各地域工作的 LoRa 产品？鉴于上述重大挑战，单独使用 LoRa 收发器极有可能达不到最优效果。

## 让 LoRa 无线电更好

可在收发器和天线之间使用前端模块 (FEM)，以高效地优化传输距离和接收灵敏度。FEM 集成了发射功率放大、接收低噪声放大、发射和接收路径之间的天线切换以及所需的匹配和滤波等功能。

市售 LoRa 收发器通常采用单一加工工艺设计，比如互补金属氧化物半导体 (CMOS)。尽管这种常见的加工工艺对于数字块来说效果很好，但对于功率放大器而言，CMOS 并不是最优的工艺，特别是在高效提供大多数 LoRa 应用中常规使用的功率时更是如此。

相比之下，高度集成的前端模块可以利用包括砷化镓 (GaAs)、硅锗 (SiGe) 或绝缘体硅 (SOI) 在内的多种集成电路加工工艺，为每个功能块使用最优加工工艺。



图 2 LoRa 技术正在实现智能城市

通过将多个最优加工工艺裸片和 无源元件集成到单个封装中，可将 FEM 设计为不依赖 SoC、使用不同架构、输出功率和增益配置来解决不同的用例和应用。

## Skyworks 的 LoRa FEM 产品

作为物联网无线连接解决方案的领导者，Skyworks 为不断增长的 LoRa 市场开发了 FEM 系列产品。SKY6642x (图 4) 由四个引脚对引脚兼容的零件组成，提供了射频性能和功能架构方面的折衷方案，可与市售 LoRa 收发器平台配用。这些零件的设计规格在最大功率和整个工作频率范围内符合谐波标准 - 从而降低了成本，简化了终端产品的开发工作。

对于同时支持 +14 dBm 和 +27 dBm 功率水平的 LoRa 网关等设计，SKY66420 利用配备或未配备 FEM 的 SoC 内部功率放大器，既可以在有源模式中使用，也可以在旁路模式中使用，几乎不需要进行软件更改。

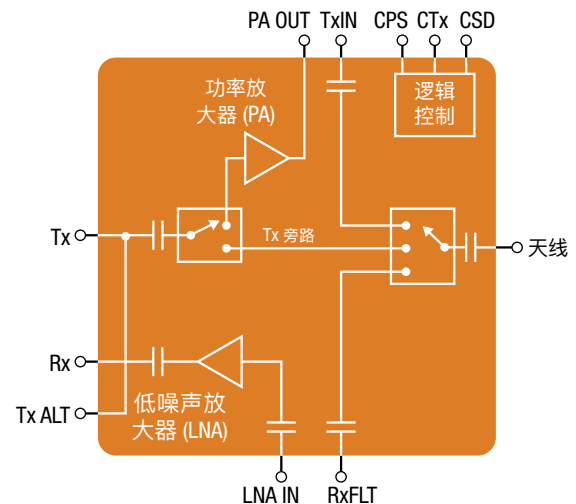
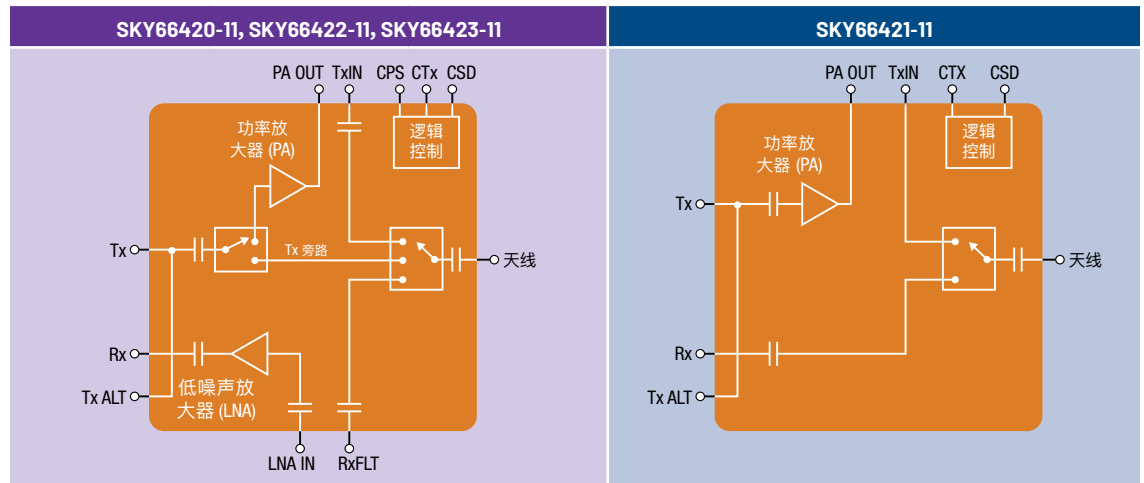


图 3: SK66423-11 - SKY6642x 产品系列之一

对于专门支持 +27 dBm 发射功率水平的设计，增益更高的 SKY66423 可在功率回退的情况下与 SoC 内部功率放大器配用。与仅使用 SoC 相比，这会使得总电流消耗 (SoC + FEM) 更低。在 915 MHz 时，SKY66423 本身的功率附加效率 (PAE) 超过 50%。

在接收模式下，SKY66420/423 的增益为 18 dB，噪声系数为 1.5 dB，增加了 LoRa 设备与网关之间的距离。尽管 LoRa 接收器的灵敏度取决于带宽和扩频因子，但通过在 FEM 中使用 LNA，可以降低 SoC 内部 LNA 增益以节省功耗，同时实现超过数个 dB 的灵敏度改进。

随着物联网设备越来越多地通过像 LoRa 这样的低功耗广域技术连接起来，Skyworks 正在提供独特的连接解决方案，以使这些设备更好地发挥性能、节省功耗，并跨地域无缝扩展。Skyworks 的 FEM 产品已在帮助 LoRa 设备制造商克服设计挑战并更快地投放市场，而且还将随着当今和未来新应用的出现而不断发展。



	SKY66420-11	SKY66423-11	SKY66422-11	SKY66421-11
频率 (MHz)	860 – 930 MHz			
Tx 功率输出、增益、Icc	27 dBm、17 dB、280 mA	27 dBm、29 dB、280 mA	22 dBm、20 dB、115 mA	27 dBm、17 dB、280 mA
Rx 增益、噪声系数、Icc	18 dB、1.5 dB、4 mA			-1 dB、10 uA
旁路 IL、睡眠 Icc	<1.5 dB、<1 uA			<1.5 dB、<1 uA
区域	欧洲、北美、中国、世界其他地区			
封装	3 x 3 x 0.75 毫米、引脚对引脚兼容			
状态	产品			

图 4:SKY6642x 产品系列

## 关于作者

### Sri Sridharan

Sri Sridharan 是 Skyworks Solutions, Inc. 高级产品营销经理, 负责主导通过领先的无线连接技术来定义和推出创新型物联网射频前端解决方案。作为出版作家和获奖产品定义者, 他曾在 Skyworks、IBM、pSemi 及 MTI 等工作 20 年, 担任过从设计、应用工程到产品营销等多个领域的工作。

Sri 拥有加州大学圣地亚哥分校电气工程学士及硕士学位, 以及加州大学尔湾分校营销证书。

### Stefan Fulga

Stefan Fulga 是 Skyworks Solutions, Inc. 物联网产品营销总监。在该岗位上, 他负责定义新市场、开发新产品规格和新应用, 重点是智能能源、家庭自动化、汽车、可穿戴设备和工业物联网市场领域。在加入 Skyworks 之前, Stefan 曾在 SiGe Semiconductor, Inc. 担任工程总监和营销总监等多种职务。Stefan 拥有多项美国专利, 也是出版作家。

Stefan 以优异成绩毕业于加拿大康科迪亚大学, 获得工程学士学位。他还完成了哈佛商学院的领导力发展课程。

欲了解有关我们解决方案的更多信息, 请访问 [www.skyworksinc.com](http://www.skyworksinc.com)

