

O-RAN: 支持 5G 应用的开放生态系统

全球运营商和设备制造商正在采用开放式无线接入网络 (O-RAN)，以降低基础设施部署成本和新产品创新的准入门槛。本白皮书概述了该技术、标准化和验证该技术的行业计划，以及围绕该技术开发的生态系统。[针对 O-RAN 规范的配套测试套件](#)提供了一套全面的测试套件，其中包含实验室验证、现场部署和服务保障模块。

O-RAN 概述

5G 的期望将对网络基础设施提出巨大的要求，以便在极具挑战性的延迟时间内，通过大量频谱向广大用户交付大量数据。为了应对这一挑战，必须能够将网络的不同逻辑功能灵活地放置在不同的物理位置，并由新的 RAN 智能控制器功能来协调它们。

如图 1 所示，诸如无线电和数字基带等传统 RAN 组件是建立在专有硬件上的，这些组件通常使用特定于供应商的通信协议。不同 RAN 组件之间的软件功能和接口是为专有硬件的最佳性能而设计的。例如，通用公共无线电接口 (CPRI) 通常用于 LTE 前传（无线电单元和基带单元之间的链路）。然而，供应商特定的实现通常限制了多供应商的可操作性。

为了在 5G 中引入 RAN 功能分解和开放接口，3GPP 在版本 15 中指定了 gNB 的一个更高层分割 (HLS) 选项，也就是众所周知的选项 2 NR-PDCP 分割选项。在这个选项中，gNB 可以由一个中央单元 (gNB-CU) 和一个或多个通过 F1 接口连接的 gNB 分布式单元 (gNB-DU) 组成。3GPP 已经为 F1 接口发布了一组规范，但是在 F1 接口上实现多供应商互操作性可能非常具有挑战性，因为这些规范已经定义了一些选项，这些选项可以根据供应商的实施以不同的方式使用。

3GPP 在版本 15 中开始研究低层分割 (LLS)，期间确定了多个低层分割选项。但事实证明，对于 3GPP 社区来说，在 3GPP 指定一个单独的分割选项是很困难的，而且该研究项目已经完成，没有计划进一步的行动。目前市场上存在许多特定于供应商的低层分割实现，尽管这些实现已经过优化，以利用低层分割的优势，例如由于协调增益而提高的无线电性能，但这些封闭系统不支持多供应商互操作性。

O-RAN 着手为业界提供定义良好的规范，旨在实现基于 O-RAN 的可编程网络的部署，该网络由完全分解的模块化 O-RAN 网络功能组成。这些功能旨在通过运行在基于云的虚拟系统上的开放式接口实现多供应商的互操作性。这使得运营商能够设计和部署混合供应商网络和网络切片，这对于在同一个 O-RAN 基础设施中提供混合使用案例很关键。

什么是 O-RAN?

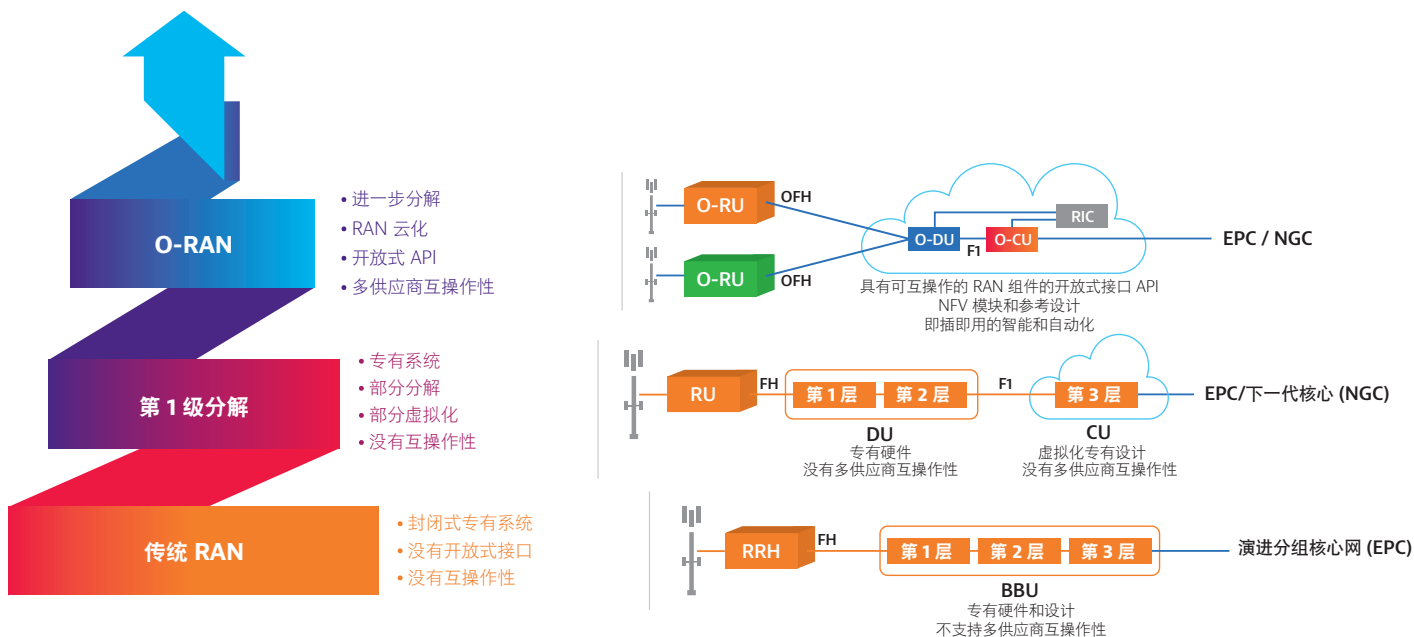


图 1. RAN 演变

由此给更复杂、更灵活的 5G 网络带来的一个关键挑战是网络部署、优化、管理和协调的规模和灵活性。如果手动管理，提供新服务和管理 RAN 容量将不再可行。智能和自动化必须集成到网络生命周期的所有方面，以减少资本支出和运营成本。由于 RAN 分解有助于管理解决 5G 挑战所需的复杂性，因此 RAN 架构的每一层中的智能都是开放式 RAN 技术的核心。这将允许运营商部署真正自我管理的零接触自动化网络。考虑这样一个例子，在未计划的网络事件中，基带容量可能成为瓶颈。使用人工智能和机器学习代理，可以在短时间内检测到此事件并确定其特征，从而实现自动优化，例如小型小区填充容量。这种创新的解决方案可以在白盒平台上快速高效地部署。

为了实现上述开放式无线接入网络的目标，运营商成立了 **O-RAN 联盟**，以明确定义需求并帮助构建供应链生态系统，从而为现有和新供应商创造一个推动创新的环境。根据 O-RAN 联盟的章程，O-RAN 联盟成员和贡献者致力于在全球发展无线接入网。未来的 RAN 将建立在虚拟网络元素、白盒硬件和标准化接口的基础上，这些都充分体现了 O-RAN 的核心原则：**智能和开放**。

如图 2 所示，O-RAN 联盟的主要原则包括：

- 引领行业走向开放、可互操作的接口、RAN 虚拟化和支持大数据的 RAN 智能
- 指定 API 和接口，推动标准适当地采用它们
- 最大限度地使用通用的现成硬件和商业芯片，从而最大限度地减少专有硬件。

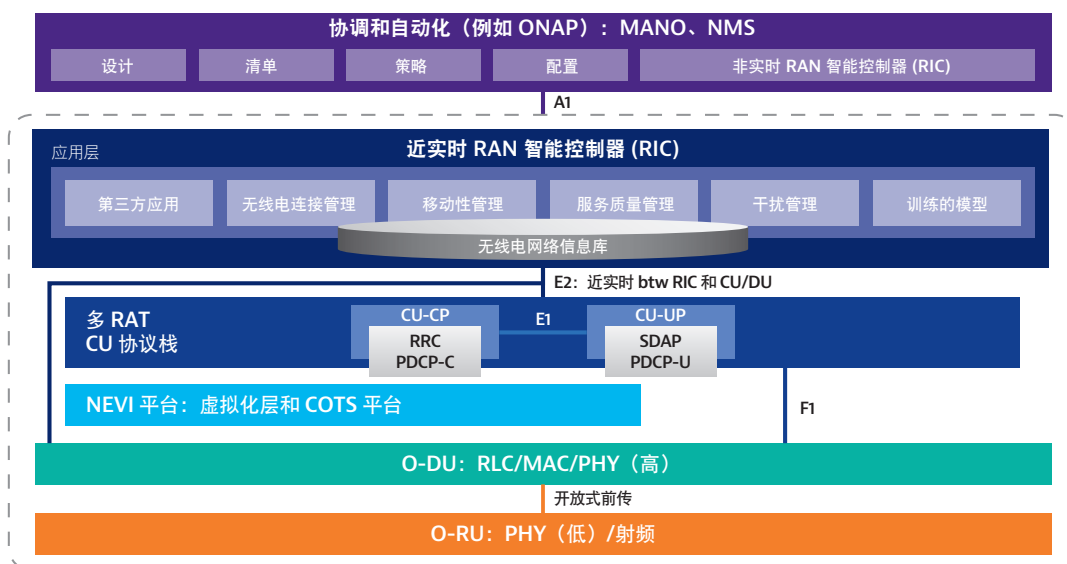
虽然存在多个由运营商主导的旨在创建一个开放式 RAN 生态系统的行业倡议，但 O-RAN 联盟得到了最多的支持。在本文中，我们使用“O-RAN”表示 O-RAN 联盟的开放式 RAN 生态系统目标。

O-RAN 的益处

5G 多样化的使用案例和规模给运营商带来了进一步的挑战，要求他们快速发展基础设施，将 5G 提供的新业务机会货币化，同时在管理运营支出的同时降低资本支出。

正如我们所知，RAN 的部署和管理是无线网络中最昂贵的部分，这意味着当前的网络演进、增长和维护方式将无法扩展以应对 5G 的挑战和机遇。因此，运营商现在认为 O-RAN 是帮助他们实现以下目标的最可行的选择：

1. 实现一个开放的、多供应商互操作的生态系统，促进更健康的竞争，降低 RAN 设备的成本，并提供一个更大的供应商池。
2. 实现自动化，降低部署和管理成本。
3. 提供可扩展性和灵活性，使以软件功能实现的网络组件可以扩展以满足网络功能和容量需求。



来源： O-RAN ALLIANCE

图 2. O-RAN 架构

部署和管理基于 O-RAN 的网络的挑战

在 O-RAN 环境中，互操作性和端到端性能将是供应商和运营商目前最关心的问题。想象一下，在一个多供应商的 RAN 中，所有的高级协调特性、功率控制算法和技术内部交互。如今，只有一个供应商，可以简化这一切。而且，当出现与产品相关的网络性能问题时（这是不可避免的），服务供应商只需与一个供应商合作来解决这些问题。现在，想象一下这样一个网络，其中诸如中央单元、分布式单元和无线电单元之类的 RAN 组件由多个供应商提供和支持——运营商和供应商将在识别和隔离问题以及确保性能/成本优于优化的单一供应商解决方案方面面临更大的挑战。基于 O-RAN 的多供应商网络的另一个关键挑战是网络管理和资源管理。管理多供应商备件和培训资源以维护多供应商网络将是服务提供商运营团队的学习曲线。不要忘记，在基于 O-RAN 的网络中集成新功能和协调来自各种供应商的新服务将是另一个关键挑战。

为了克服上述挑战，O-RAN 联盟一直在与其成员和贡献者（包括 VIAVI）合作，以制订一个旨在支持下一代 RAN 基础设施的**参考架构**。该参考架构将基于定义明确的标准化接口，以支持开放的、可互操作的供应链生态系统，全面支持和补充 3GPP 和其他行业标准组织推广的标准。结构和工作组的进一步细节包含在附录 1 中。

供应商和运营商的主要测试领域

O-RAN 的成功将取决于运营商在真正的多供应商环境中集成和满足网络 KPI 的能力。为了实现这一目标，运营商需要有信心，即在一个可信和受控的环境中，O-RAN 网络中的所有组件都已经过测试，并且所有开放的接口和组件都工作正常，因此多供应商 O-RAN 网络的性价比要好于传统的单供应商网络。运营商只有在性能和成本达到他们的目标，且网络集成稳健的情况下，才会部署一个来自一个供应商的 O-RU 网络，来自另一个供应商的前传网络，以及来自第三个供应商的基带网络。

VIAVI 在开发 O-RAN 规范和测试 O-RAN 合规产品以确保互操作性、商业稳健性和高性能方面发挥了积极作用。事实上，VIAVI 是唯一一家在多个 O-RAN 小组（测试集成焦点小组和 WG9）中担任联合主席职位的 T&M 供应商，并担任多个互操作性规范（WG4 和 WG5）的编辑。此外，VIAVI 是 O-RAN 联盟 plusfest 的主要贡献者，这些活动旨在促进采用开放和可互操作的 5G 和 4G 无线电接入网络。2020 年 9 月和 10 月，VIAVI 成功参加了五个国家/地区的[全球 plugfest](#)，提供了业界领先的 4G 和 5G 测试和验证平台。O-RAN 架构参考了多个标准机构来提供一个稳健的开放式 RAN 生态系统。VIAVI 参与了这些机构及其工作组，包括 ITU-T、3GPP、ONAP、IEEE（网络传输、定时和同步工作组规范）等等。因此，VIAVI 为测试解决方案的交付提供了便利，这样运营商便可以确信，一旦使用 VIAVI 进行测试，他们的网络就符合要求的多项标准和规范。

VIAVI 已经确定了各种使用案例，这些案例可以在 O-RAN 多供应商网络启动之前帮助识别、隔离和解决网络性能问题。

以下是我们在实验室验证、现场部署和网络保障方面关注的一些关键领域。

- 针对功能、性能、可靠性、稳健性和弹性的多供应商互操作性测试 (MV-IOT)
- O-RU、O-DU 和 O-CU 的子系统（环绕）测试
- 系统级测试
- 供应商配对评估
- 开放接口和协议的协议合规性
- 持续集成和持续交付测试自动化
- 贯穿整个生命周期的持续测试过程
- 对多种 RAN 部署选项（RAN 分解、频段、延迟管理、功能、供应商等）进行整体评估
- 监控开放接口和协议的性能，以确保最佳运营

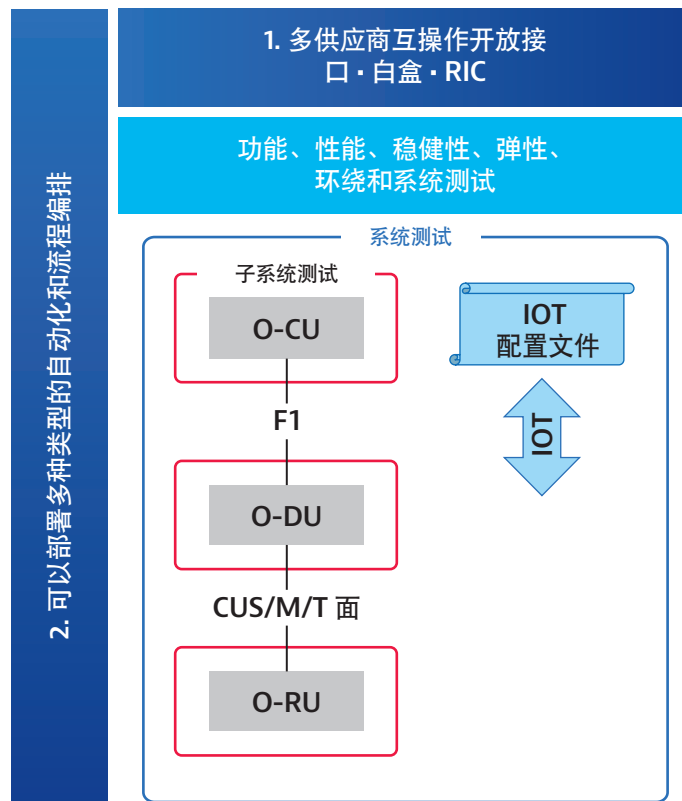


图 3. 使用 O-CU、O-DU 和 O-RU 的 O-RAN 子系统和系统测试

图 3 显示了使用 O-CU 和 O-DU 的系统和子系统测试方法的范围。配套白皮书 [《O-RAN 规范测试套件》](#) 列出了几个测试挑战以及相关的用例、资源和关于如何克服这些挑战的建议。所呈现的测试用例是潜在使用案例的子集，而不是每个必需测试用例的详尽列表，旨在提供对测试需求的洞察，并作为更详细讨论的起点。重点放在多供应商测试方面。

部署多供应商网络有许多选择，所做的选择将决定测试的优先级。一种可能的场景是，运营商从一个供应商处获得 O-DU 和 O-CU，并与来自不同供应商的 O-RU 一起使用。在此场景中，将单个供应商 O-DU 和 O-CU 的测试分离，使网络的单个供应商部分能够独立于不同 O-RU 引入的任何可变性进行测试和优化。完成之后，还应该执行涉及完整 O-RU、O-DU 和 O-CU 链的端到端测试。

在另一种情况下，注意力集中在 O-DU 和 O-CU 之间的互通上。同样，从 F1 接口到单供应商部件的 O-CU 的测试可以与不同的 O-RU 和 O-DU 供应商引入的可变性分离。

不管对不同供应商和网络架构的混合做出何种决定，某些关键的性能方面仍然存在。其中包括：

- 端到端网络性能，包括切换期间以及移动性和衰落测试场景
- X 传传输和同步网络的稳健性
- 多供应商互操作性测试

为了帮助运营商管理测试，VIAVI 与 O-RAN 联盟密切合作，开发互操作性和一致性测试场景。沿着这些思路，不同的运营商在全球各地启动了 O-RAN 测试和集成中心 (OTIC)。OTIC 的核心章程是确保来自多个供应商的 O-RAN 组件支持标准和开放接口，并能够按照 O-RAN 测试规范进行互操作。其中一些关键目标是：

1. 验证、集成和测试分解的 RAN 组件。
2. 确保 O-RAN 解决方案在功能上符合 O-RAN 联盟的规范。
3. 交付所需的架构，支持 O-RAN 网络组件和解决方案的即插即用模型。

附录 1:

O-RAN 联盟管理结构包含一个由运营商组成的董事会，以及一个技术指导委员会 (TSC)。在 TSC 的监督下，成立了九个技术工作组，具体工作重点如图 12 所示。

O-RAN 工作组
WG1 - 使用案例和整体架构
WG2 - 非实时 RAN 智能控制器和 A1 接口
WG3 - 近实时 RIC 和 E2 接口工作组
WG4 - 开放式前传接口
WG5 - 开放式 F1/W1/E1/X2/Xn 接口
WG6- 云化和协调
WG7 - 白盒硬件
WG8 - 堆栈参考设计
WG9 - 开放式 X 传传输

图 12. O-RAN 工作组

参考

[1] O-RAN: 实现开放和智能的 RAN; 2018 年 10 月