

随着移动通信技术从 2G 发展到 5G，移动无线接入网络（Radio Access Network, RAN）也从复杂、封闭的技术架构，向简单、灵活与开放的技术架构演进。本章从移动通信 RAN 技术发展与 O-RAN 组织发展历程两个维度，详细阐述 O-RAN 技术的产生、发展及商用的背景与发展历程，并对目前全球主流 O-RAN 组织从背景、定位、项目、标准等多个维度进行详细介绍。

1.1 O-RAN 技术发展历程

本节主要阐述 2G、3G、4G 及 5G 移动通信 RAN 技术的发展，并分析介绍 C-RAN、vRAN 与 O-RAN 技术的产生背景及对比。

1.1.1 移动通信RAN技术发展

移动通信技术的商用发展已历经了 37 年的岁月。1983 年 10 月，贝尔实验室与摩托罗拉推出第一代模拟语音通信技术 AMPS（Advanced Mobile Phone System），并实现大规模商用，这是发展原点；1991 年，第二代移动通信技术 GSM（Global System for Mobile Communications）实现全数字化语音；2001 年，第三代 UMTS（Universal Mobile Telecommunications System）通信技术实现对语音与移动数据业务的支持；2008 年起，第四代移动通信技术 LTE（Long Term Evolution）支持全 IP（All Internet Protocol）化的高清语音与高速移动数据业务，已在全球大规模商用；2018 年起，第五代移动通信 5G（the 5th

Generation) 技术全世界开始逐渐商用。在这 30 余年的移动通信的 5 个代际发展历程中, 移动无线接入网络 (Radio Access Network, RAN) 也从复杂、封闭的技术架构, 向简单、灵活与开放的技术架构演进。

2G 时代, RAN 主要包括基站子系统 BSS (Base Station Subsystem), 由基站收发信台 BTS (Base Transceiver Station) 和基站控制器 BSC (Base Station Controller) 2 级架构构成 (如图 1-1 所示)。BTS 通过 Um 空中接口接收 MS 发送的无线信号, 然后将其传送给 BSC, BSC 负责无线资源的管理及配置 (诸如功率控制、信道分配等), 然后通过 A 接口与 Gb 接口传送至核心网部分, 2G 时代的 BTS 基站主要采用一体式基站架构, 基站的天线位于铁塔上, 其余部分位于基站旁边的机房内。天线通过馈线与室内机房连接。一体式基站架构需要在每一个铁塔下面建一个机房, 建设成本高且周期较长, 也不方便网络架构的拓展。

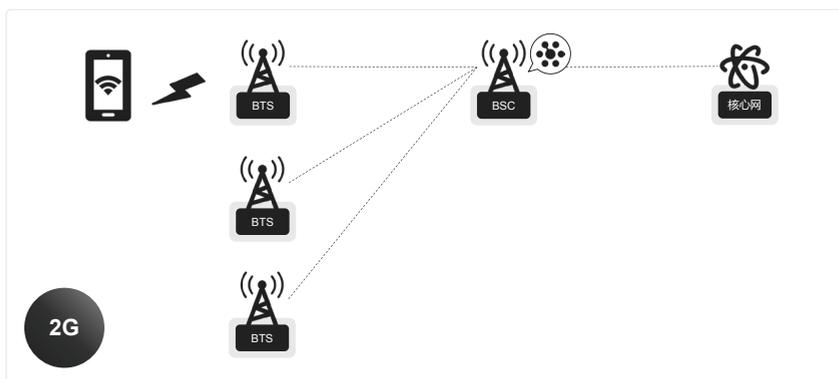


图 1-1 2G RAN 一体式基站架构

2G 时代后期, 为解决建设成本高与周期长的问题, 一体式基站架构发展为分布式基站架构 (如图 1-2 所示)。分布式基站架构将 BTS (Base Transceiver Station) 分为 RRU (Regenerative Repeater Unit) 和 BBU (Bandwidth Based Unit), 其中 RRU 是主要负责射频相关的模块, 包括 4 大模块: 中频模块、收发信机模块、功放模块和滤波模块。BBU 主要负责基带处理和协议栈处理等。RRU 位于铁塔上, 而 BBU 位于室内机房, 每个 BBU 可以连接多个 (3 个或 4 个) RRU, BBU 和 RRU 之间用光纤连接。

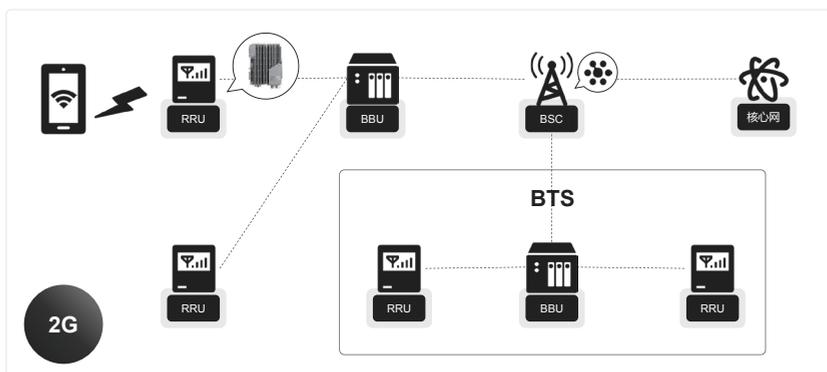


图 1-2 2G RAN 分布式基站架构

3G 时代，提出了分布式基站架构，也就是将 BBU 和 RRU 分离，RRU 甚至可以挂在天线下边，不必与 BBU 放在同一个机柜里，这就是 D-RAN (Distributed-Radio Access Network, 分布式无线接入网)。如图 1-3 所示，3G RAN 不再包含 BTS 和 BSC，取而代之的是基站 NodeB 与无线网络控制器 RNC (Radio Network Controller) 2 级架构，功能方面与 BTS 和 BSC 保持一致，核心网分为 CS (Circuit Switch) 域与 PS (Packet Switch) 域。

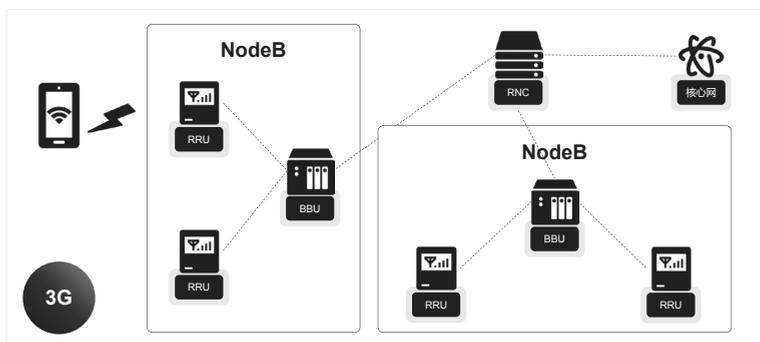


图 1-3 3G RAN 分布式基站架构

4G 时代，RAN 技术架构发生了较大的变化。为了降低端到端时延，4G 采用了扁平化的网络架构。将原来的 2 级架构“扁平化”演进为 1 级 eNodeB (Evolved NodeB)。3G RNC 的功能一部分分割在 eNodeB 中，一部分移至核心网中，4G 核心网只包含 PS 域，4G 基站基本采用分布式基站的架构，如图 1-4 所示。

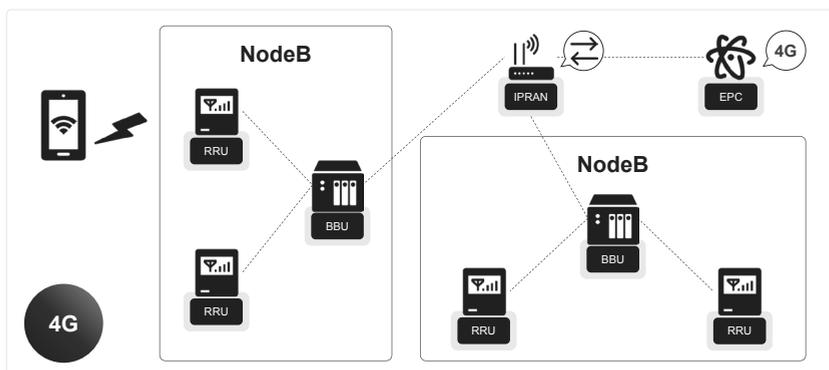


图 1-4 4G RAN 分布式基站架构

5G 时代，为了进一步提高 5G 移动通信系统的灵活性，对 BBU 进行了拆分，引入了分布单元（Distributed Unit, DU）和集中单元（Centralized Unit, CU）的概念，使得 RAN 组网方式能够更加灵活（如图 1-5 所示）。DU 和 CU 共同组成 gNB，每个 CU 可以连接 1 个或多个 DU。CU 和 DU 之间存在多种功能分割方案，可以适配不同的通信场景和不同的通信需求。

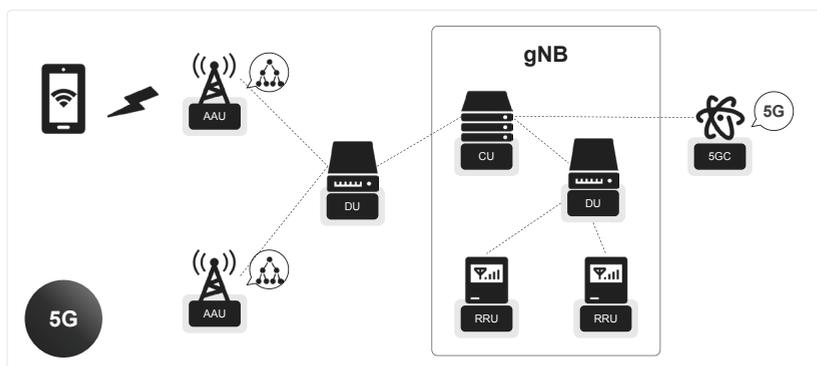


图 1-5 5G RAN 架构

同时，5G 引入了 Massive MIMO 技术提高系统容量和频谱利用率，而 MIMO 越高阶，则需要的天线越多，馈线也就越多，RRU 上的馈线接口也就越多，从而使工艺的复杂度越来越高。馈线本身还有一定的损耗，这也会影响部分系统性能，因此 5G 将 RRU 和原本的无源天线集成为一体，也就形成了最新的 AAU（Active Antenna Unit，有源天线处理单元）。同时，5G 之中依然会

有 RRU，某些低频部分对于系统容量要求不高的区域，比如农村、山区等，没有必要使用昂贵的 AAU。所以，在 5G 的整个网络结构之中，依然会有“BBU+RRU+ 传统天线”的组合。

5G 网络具有速度快、带宽大、频段高的特点，因此 5G 网络的穿透性会远差于 4G 网络。如原来 4G 网络覆盖某一区域仅需要 1 个基站，而 5G 网络覆盖则可能需要 3~5 个基站，因此 5G 网络就需要建设成百万甚至上千万的 5G 基站。同时，5G 无线网络又是运营商必须投资的领域，大规模建网势必带来极大的耗资，这时就需要引入新技术、新方案，通过方案革新降低建设难度，减少无线网络投资。在“无线互联网”流量收入增长放缓、语音通话收入下降的背景下，垂直行业是运营商必须进入的“蓝海市场”，拓展运营商的盈利能力将是 5G 网络的首要任务。垂直行业的新业务意味着更多样的业务类型、更复杂的网络管理，需要更高效的资源管理方案以及更灵活的网络架构，以便于开展业务创新。在此背景下，C-RAN、Virtual RAN (vRAN) 与 O-RAN 应运而生。

1.1.2 C-RAN、Virtual RAN (vRAN) 与 O-RAN

整个通信行业正在经历的变化，与 21 世纪初数据中心的变化相似，两者都是由摩尔定律驱动的，如图 1-6 所示。

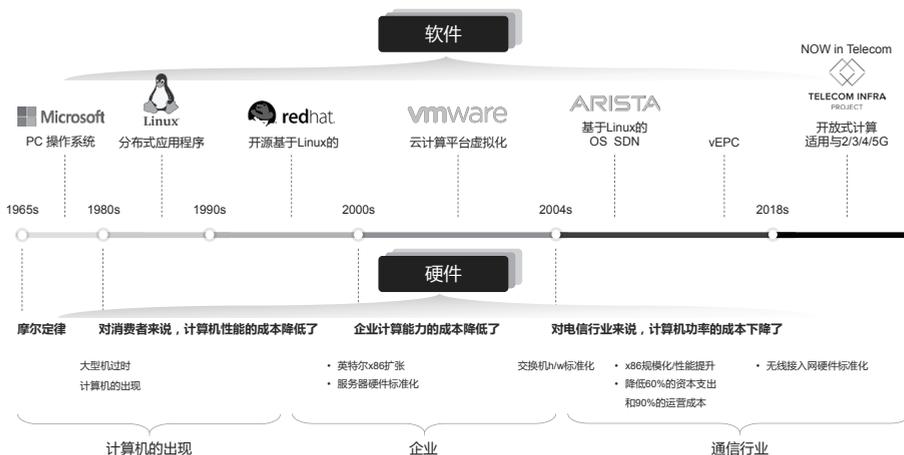


图 1-6 通信与数据中心发展对比

硬件虚拟化、SDN 等技术的出现与发展，使数据中心从昂贵的专有解决方案转向基于 COTS（Commercial Off-The-Shelf，商用货架产品）和开放的基于软件的解决方案，并创建更广泛的供应商供应链。

这个理念同样适用于 RAN 领域。通信运营商建立无线网络所需的大部分资本支出与 RAN 有关，约占用网络总成本的 80%。RAN 成本的降低将有助于通信运营商的 CAPEX（Capital Expenditure，资本支出）减少，从而帮助通信运营商应对收入下降的挑战。目前各通信无线设备厂商提供的 RAN 接口，主要基于 3GPP 标准实现了开放化与标准化。但在实际传统的 RAN 部署中，RAN 基站的软件和接口一般是厂商专有的、封闭的，并且常常与同一供应商的底层硬件绑定在一起。比如通信运营商不能把无线网络设备厂商 A 的 BBU 软件安装到厂商 B 的 BBU 硬件设备上，也不能把厂商 B 的 RRU 连接与厂商 A 的 vBBU 软硬件互连。如果运营商准备进行 BBU、RRU 等基站单元组件的厂商替换，则必须替换整个基站设备，造成无线网络设备厂商的锁定与成本增加。

为了有效降低通信运营商的 CAPEX，防止运营商被网络设备厂商锁定，通信运营商借鉴数据中心虚拟化、软硬解耦的理念，在 RAN 领域提出 O-RAN、C-RAN 与 vRAN 等解决方案，使得运营商可以使用无线设备厂商 A 的 RRU 连接无线设备厂商 B 的 BBU，同时当运营商在替换 BBU 时，运维工程师不需要再爬塔替换 RRU，有效降低运营商的 CAPEX 与 OPEX。

1. C-RAN

移动互联网的快速发展和物联网业务的快速增长，使传统通信网络处于进退两难的尴尬境地：一方面，为了应对爆发式增长的数据流量，需要加大网络基础设施建设，这不仅耗费大量的投资成本，同时也造成包括无线机房、无线设备、传输设备、后备电源、空调等设备重复投资和能源消耗；另一方面，网络扩容、数据流量增长并没有给运营商带来相应的收入回报，实际收入增长缓慢。

大约在 10 年前，IBM、英特尔和中国移动提出的 C-RAN（Cloud RAN 或 Centralized RAN）计划启动了 RAN 功能的虚拟化。C-RAN 架构继续采用 BBU 和 RRU 分离的方案，但是 RRU 无限接近于天线，大大减少了通过馈线

（天线与RRU的连接）时的衰减；同时BBU迁移并集中于中心机房（Center Office, CO），形成BBU基带池，而CO与RRU通过前传网络连接，这样非常有利于小区间协同工作。C-RAN是基于集中化处理、协作无线电、实时云计算的绿色无线接入网架构，其基本思想是通过充分利用低成本、高速光传输，直接在远端天线与集中化的中心节点间传递无线信号，以构建覆盖上百个基站服务区域，甚至上百平方公里的无线接入系统。C-RAN架构采用协同技术，能够减少干扰，降低功率，提升频谱效率，实现动态智能化组网，有利于降低成本，便于设备维护和减少运营支出。目前C-RAN的研究内容主要包括C-RAN的架构和功能，如BBU基带池、RRU（射频拉远模块）接口定义以及基于C-RAN的基站族、虚拟小区等。

如图1-7所示，C-RAN是对分布式基站的进一步演进，将BBU处理资源集中化、开放化和云计算化为资源池，通过高带宽、低时延的光纤或光传输网连接远端无线射频单元，每个BBU能连接10~100个RRU。通过引入C-RAN架构，从而构建实时功能与非实时资源的灵活部署，实现功能模块化、协同弹性化、RAN切片化的能力。

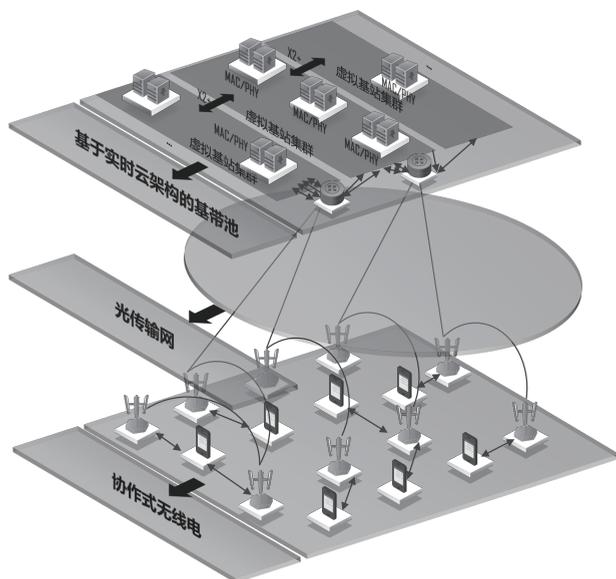


图 1-7 C-RAN 架构

虚拟化、集中化、可编排等方面的突破性创新不仅有利于实现 MEC 下沉部署，而且可支持多样的 5G 业务应用以及灵活、自动化的运维管理需求；另外，通过采用 BBU 集中化模式，不仅可以有效减少基站机房数量，降低能耗，提升站点主设备及配套资源利用效率，而且有利于协作化、虚拟化技术的部署实施，实现资源协作，提高频谱效率，以实现低成本、高带宽和灵活度的运营方式。

基于 C-RAN 的无线接入网络架构在无线性能与成本方面具备如下优势：

(1) 无线性能方面。

- BBU集中化使得BBU之间的延时大大降低，确保了小区的边缘吞吐率。
- RRU到用户的距离大大缩短，从而降低了发射功率（这意味着用户终端电池寿命的延长和无线接入侧功耗的降低）。
- 所有基站共享一个基带池，处理资源得到最优利用。

(2) 成本方面。

- 机房数量、站址配套、站址租赁等费用大幅度降低，节省了建设和运营成本。
- 无线侧管理趋于统一，削减了扩容与升级成本。

同时 C-RAN 提出了一个新的前传接口，推动了如公共无线电接口 (Common Public Radio Interface, CPRI) 和下一代前端接口 (Next Generation Fronthaul Interface, NGFI) 的行业标准发展，使无线侧和基带之间采用这些新接口成为可能。C-RAN 并不是完全开放的，但 C-RAN 的提出推动了 RAN 领域的解耦；由于 C-RAN 将所有数字处理集中在中心机房 (CO)，这些用例仅限于高密度的城市，仍然没有解决供应商锁定的问题。

2. vRAN

5G 网络支持更多面向用户的业务和各种不同应用的快速部署，以及支持高标准的 5G 性能指标，因此需要一个以平台为特性的移动网络。在这个平台基础上，进行简单开发和适配以便支持各种纷繁复杂的应用，而实现平台化的

网络，关键就是网络虚拟化技术。网络虚拟化是未来 5G 网络的关键技术，其核心是根据不同的场景和业务需求将 5G 网络物理基础设施资源虚拟化，实施时需要基于 SDN（Software Defined Network）技术，支持网络功能的可编程、定制剪裁和相应网络资源的编排管理。

虚拟 RAN，简称 vRAN。通过使用 vRAN，可以实现专用 BBU 硬件被 COTS 服务器取代，使用基于软件虚拟化技术的 BBU 可在任何 COTS 服务器上运行，实现了 BBU 软件和硬件的解耦，但是无线电和基于 COTS 的 BBU 之间的专有接口仍然保持原样。因此，如图 1-8 所示，尽管 RAN 功能是在 COTS 服务器上虚拟化的，但是 BBU 和 RRU/RRH 之间的接口并不是一个开放的接口，造成任何其他厂商的 BBU 软件都不能与 RRU/RRH 一起工作，除非这些接口变成开放的。与传统的 2G/3G/4G RAN 的方法进行类比，vRAN 由无线网络厂商 A 无线侧（RRU/RRH）和厂商 A 运行在 COTS BBU 上的软件组成。除非与厂商 A 无线侧的接口是基于标准开放的，否则通信运营商不能将无线网络厂商 B 的软件安装在同一个 COTS BBU 上。因此，vRAN 仍然存在供应商锁定的问题。

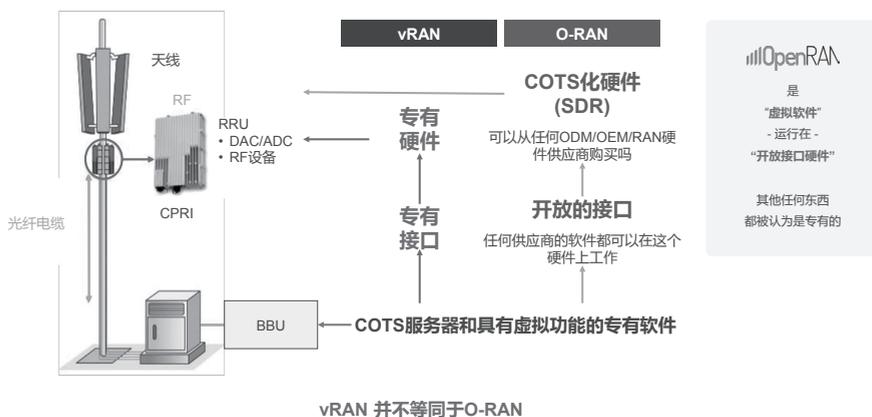


图 1-8 vRAN 与 O-RAN 架构对比

3. O-RAN

C-RAN 与 vRAN 均未实现 BBU 和 RRU/RRH 之间的接口开放与标准化，O-RAN 提出了 BBU 和 RRU/RRH 接口开放标准的方案架构，基于 O-RAN 方案架构，任何无线网络厂商的软件都可以与任何开放的 RRU/RRH 一起工作。更多

的开放接口使一个供应商的 RRU/RRH 能够与另一个供应商的 BBU 一起使用。

O-RAN 统一定义和构建了 2G、3G、4G 与 5G RAN 开放解耦的解决方案，该解决方案基于通用、厂商中立的硬件和软件定义技术，所有组件之间都有开放的标准接口，实现了硬件和软件的解耦，使得 RRU/RRH 硬件成为 COTS 硬件。

O-RAN 使 RAN 在各个方面和组件都是开放的，通过接口和操作软件将 RAN 控制平面与用户平面分离，O-RAN 构建了一个可以运行在 COTS 硬件上的模块化基站软件堆栈，同时具有开放的北向和南向接口。如图 1-9 所示，这种基于软件架构的 O-RAN 网络体系结构支持“白盒”化 RAN 硬件，这意味着 RAN 的基带单元、无线电单元和远程无线单元可以由任何无线网络设备供应商组装，并由 O-RAN 软件管理，形成真正可互操作的开放的 RAN。这样，当移动运营商决定进行 RAN 升级与替换时，可以保留底层的硬件，仅替换 RAN 组件的软件即可。



图 1-9 O-RAN 软硬件解耦架构

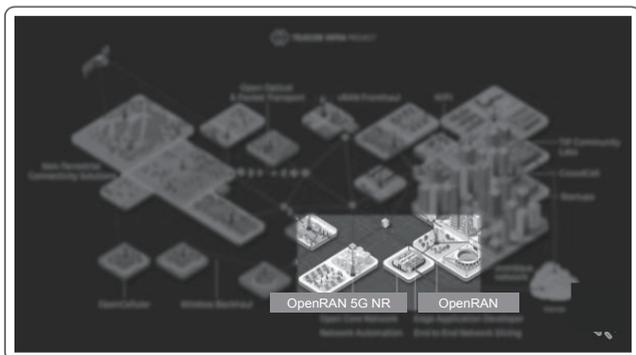
因此，移动运营商可以虚拟化和解耦它们的 RAN，但还有一个重要的因素是 RAN 组件之间的接口是开放的，否则 RAN 并未真正地开放。

同时 O-RAN 可以助力通信行业提升 5G 时代面向垂直行业服务的能力，产业链可以在 5G 前期推进 O-RAN，引入智能技术，改善无线接入网，推进接口标准化。垂直行业企业客户也都期望用新技术更快地提升用户体验，当新的商业模式需要企业尽快上马时，如果不需要设计新的承载平台，只需要部署新的模块，便可以极大地提升企业和行业的运营、服务效率。

1.2 O-RAN 组织发展历史

当人们谈论 O-RAN 时，可能听到的是 Open 和 RAN，但当写它时，可能会以各种方式看到它。你也可能经常在社交媒体上看到不同的标签，比如 #oran 和 #OpenRAN。在理解使用哪些术语和何时使用时，这可能会非常令人困惑。本节主要介绍 O-RAN 各相关名词及术语的区别，并介绍目前主流 O-RAN 组织的定位、项目与标准等。

O-RAN 是无线通信领域解耦硬件和软件，并在它们之间创建开放接口的倡议行动。另外，O-RAN 可以代表两种不同的含义。如图 1-10 所示，O-RAN 可以指 Telcom Infra Project 中的 1~2 个项目组（如基于通用软硬件技术与供应商中立构建 2G、3G 和 4G 解决方案的 O-RAN 项目组，或关注 5G NR 的 O-RAN 5G NR 项目组）。另一种常见的情况是，O-RAN 作为一个单词出现在 Twitter、LinkedIn 或 Facebook 等社交媒体网站上，比如 #OpenRAN。



来源 Telcom Infra Project

图 1-10 Telcom Infra Project 中的 O-RAN

如图 1-11 所示，带连字符的 O-RAN 指的是 O-RAN 联盟，该联盟发布新的 RAN 规范，为 RAN 发布开放软件，并支持其成员对其实现集成和测试。O-RAN 用来指 O-RAN 行动。O-RAN 或 ORAN 在社交网络上也被用作话题标签，指 O-RAN 联盟或 Open RAN 行动。说明如下：

- Open RAN = 所有行动。
- OpenRAN = 指TIP项目组或用作标签。
- O-RAN and oRAN =指O-RAN联盟或用作标签。

Open RAN o RAN #oRAN
 OpenRAN ORAN #ORAN
 #OpenRAN O-RAN #O-RAN
Source Parakh Weiss

图 1-11 Open RAN 的不同组合与含义

目前有各种各样的 Open RAN 团体和倡导组织专注于 Open RAN，本书重点介绍以下关键的 Open RAN 行业组织。

1.2.1 电信基础设施项目

如图 1-12 所示，领导 Open RAN 行动行业组织有两个，其中一个电信基础设施项目（Telecom Infra Project, TIP），TIP 由 Facebook 公司于 2016 年成立，是一个以工程为重点、用于建设和部署全球电信网络基础设施的协作组织，目标是让所有人都能在全球接入，TIP 由创始科技和电信公司共同组成的董事会领导。该公司目前由沃达丰网络战略和架构主管 Yago Tenorio 担任董事长。成员公司主办技术孵化器实验室和加速器，TIP 主办一年一度的基础设施会议，即 TIP 峰会。

TIP 项目组		
接入网项目	传输网项目	核心网&服务项目
CrowdCell	Millimeter Wave(mmWave) Networks	Edge Application Developer
OpenCellular	Non-Terrestrial Connectivity Solutions	End-to-End Network Slicing(E2E-NS)
OpenRAN	Open Box Microwave	
OpenRAN 5G NR	Open Optical Packet Transport	
vRAN Fronthaul		
Solutions Integration		
Wi-Fi		
Startups - TEAC		
TIP Community Labs		
PlugFest		
Graduated Projects		

图 1-12 TIP 项目组

TIP 拥有 500 多个成员组织，包括运营商、供应商、开发人员、集成商、初创企业和其他参与各种 TIP 项目小组的实体，TIP 在新技术开发中采用流程透明和协作的方式。所有的项目都是由成员驱动的，并利用当前的案例研究将电信设备和软件发展成更灵活、敏捷和可互操作的形式。

1.2.2 O-RAN联盟

引领 Open RAN 行动的第二个组织是 O-RAN 联盟，O-RAN 联盟是一个由移动服务供应商和技术供应商组成的全球社区。如图 1-13 所示，该联盟成立于 2018 年 2 月，旨在推动开放、智能的 RAN。它由两个不同的组织，即 C-RAN 联盟和 X-RAN 论坛合并而成。C-RAN 联盟由中国移动和其他中国供应商组成。X-RAN 论坛由美国、欧洲、日本和韩国的供应商和运营商组成。美国电话电报公司（AT&T）、中国移动（China Mobile）、德国电信（Deutsche Telekom）、NTT Docomo 和 Orange 是最初的创始运营商。此后，越来越多的运营商、供应商、集成商等也加入了进来。

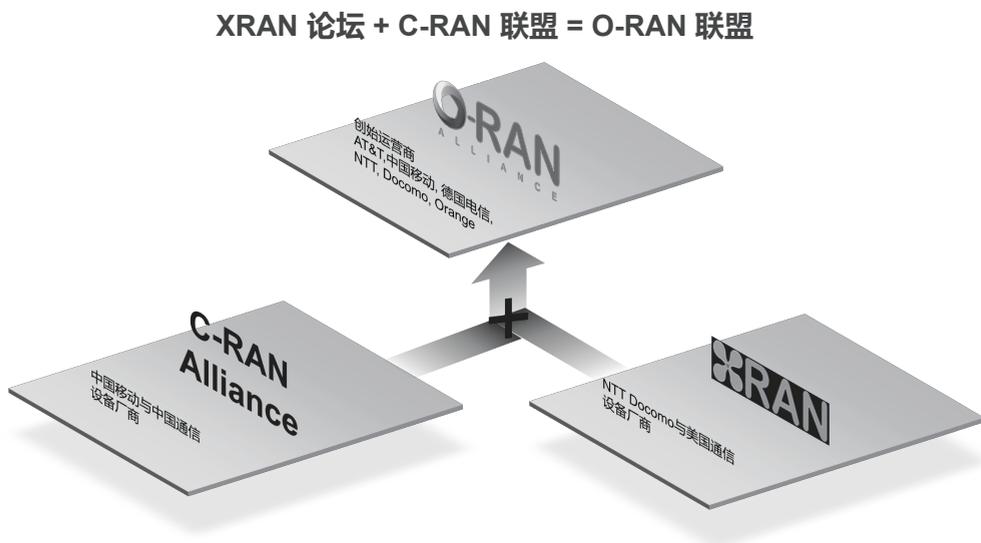


图 1-13 O-RAN 联盟

随着更好的设备、更新的应用程序、更快的连接和更优惠的数据套餐带

来的流量增加，移动网络需要一个完全的范式转变。虽然 3GPP 在定义这些新的灵活标准方面做得很好，并将用户和控制平面分离，保持不同的实现选项开放，但 O-RAN 联盟旨在将业界聚集在一起创建一个更加基于软件的、虚拟化的、灵活的、智能节能的网络，O-RAN 通过定义开放和标准化的接口，并基于 NFV 技术提供虚拟 RAN 侧网元，并通过采集虚拟网元的信息，并结合人工智能（AI）和机器学习（ML）提高网络的智能化程度。

O-RAN 联盟在官网上展示了其愿景与目标，其中两个重要目标如下：

- 首先是开放，这将有助于带来服务敏捷性和云规模经济，使较小的供应商和运营商能够引入它们自己的服务或定制网络，以满足它们自己的独特需求。其次，通过开放的接口支持多供应商部署，使供应商生态系统更具竞争力和活力。最后，开源软件和硬件参考设计实现了更快、更民主和更少许可的创新。
- 第2个目标是将这些日益复杂的工作自动化，简化操作和维护，从而降低运营成本。通过标准化的南向接口，并结合人工智能实现自动化与智能化闭环管理，有望开启网络运营的新时代。

如图 1-14 所示，与 TIP 小组一样，O-RAN 联盟也有自己的工作组。

工作组1	• 专注于研究用例和整体架构。
工作组2	• 专注于使用RAN智能控制器(RIC)的RAN无线电资源管理(RRM)的优化和自动化。
工作组3	
工作组4	• 重点关注实现不同RAN硬件和软件供应商之间互操作性的开放接口。
工作组5	
工作组6	
工作组7	• 专注于RAN硬件和软件的模块化、虚拟化和模块化。
工作组8	
工作组9	• 重点介绍基于新架构和前传、中传和回传终端用户服务需求的新型开放式传输网络，统称为X-haul。

图 1-14 O-RAN 联盟工作组

TIP 与 O-RAN 在行业中所扮演的角色可能令人困惑，下面对这两个 Open

RAN 组织进行分析。

O-RAN 联盟开发、推动和执行标准，以确保来自多个无线厂商的设备彼此互操作。重点关注可创建通用标准，例如前传 Fronthaul 规范。此外，O-RAN 还为具有标准的互操作性测试创建概要文件，例如 X2 接口。

TIP 更侧重于部署和执行，关注设备快速安装和现场部署。TIP 支持 Open RAN 生态系统，确保不同供应商的软件和硬件设备相互协作，负责用例的产品化，并促进试验、现场测试和部署。O-RAN 联盟专注于 5G 和 4G，而 TIP 专注于所有 G-2G、3G、4G 和 5G 的解决方案。或者说，Open RAN 行动的推行和成功归功于 TIP 采取的最初行动，它将服务供应商、软件和硬件供应商、系统集成商和其他利益相关者聚集在一起，以促进不同运营商网络的实际测试和部署。

同时，这两个组织宣布了一项联合协议，以确保它们在开发可互操作的 Open RAN 解决方案方面保持一致。因为 TIP 不知道其用来创建服务的提供者正在寻找的解决方案规范，所以它必须与各种标准机构合作，以确保顺利运行，并通过与 O-RAN 联盟的联合协议允许共享信息、参考规范以及进行联合测试和集成工作。因此，如果查看 TIP Open RAN 5G NR 基站标准与规范文件，将看到对 O-RAN 联盟的规范引用。在 TIP 中，只有同时是 TIP 和 O-RAN 联盟成员的公司才能参与 O-RAN 相关规范的讨论。

1.2.3 其他组织

O-RAN 软件社区是 O-RAN 联盟和 Linux 基金会共同创办，如图 1-15 所示，其使命是支持为 RAN 创建开源软件。O-RAN 软件社区的目标是推进无线接入网的开放，重点是开放接口，然后是利用 O-RAN 规范开发新功能。2019 年 12 月，O-RAN 软件社区发布了首个名为 Amber 的软件代码。它涵盖了 O-RAN 的近实时 RAN 智能控制器（near RT-RIC）的初始功能，O1 接口和协议。

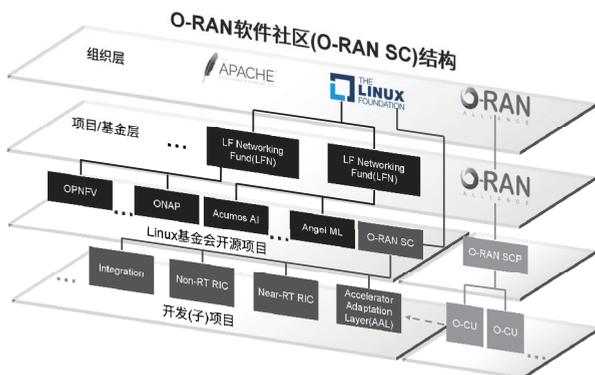


图 1-15 O-RAN 软件社区

Small Cell Forum (SCF) 已经创建了自己的 Open RAN 生态系统。如图 1-16 所示，2020 年，SCF 扩展了前一年发布的一套规范，使 Small Cell 能够使用来自不同供应商的组件进行构建，以便轻松实现 5G 用例的多样化混合。这些开放接口称为 FAPI 和 nFAPI，即网络 FAPI。通过开放的 FAPI 接口，可帮助设备供应商混合来自不同供应商的 PHY 和 MAC 软件。因此，FAPI 是“内部”接口。另外，nFAPI，或者更具体地说 5G-nFAPI，是一个“网络”接口，位于分裂 RAN small cell 网络解决方案的分布式单元 (DU) 和无线单元 (RU) 之间。如图 1-16 所示，SCF nFAPI 通过允许任何 CU/DU 连接到任何 Small Cell 无线电单元或 S-RU，以自己的方式实现了 Open RAN 生态系统。

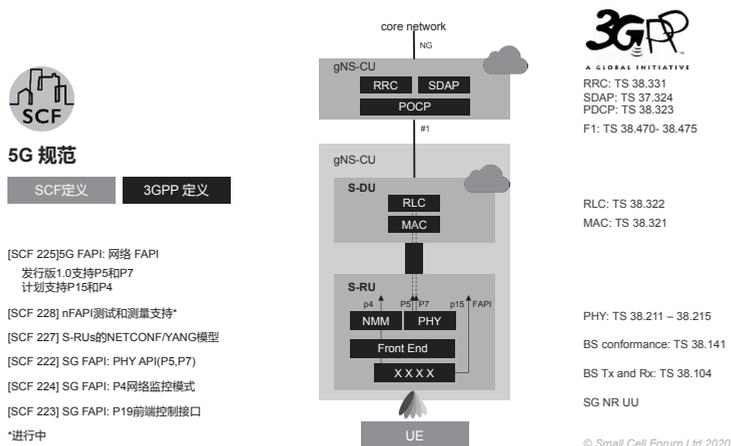


图 1-16 Small Cell Forum

Open RAN Policy Coalition（政策联盟）是一个新的 Open RAN 组织，如图 1-17 所示，于 2020 年宣布成立。Open RAN 政策联盟代表了一群公司组成的组织，旨在促进采用开放和互操作 RAN 解决方案的政策，这是一种创造创新、刺激竞争和扩大先进无线技术（包括 5G）供应链的手段。其主要目标如下：

- 支持开放和互操作无线技术的全球发展。
- 表明政府支持开放和可互操作的解决方案。
- 利用政府采购支持供应商多样性。
- 资助研发。
- 消除 5G 部署的障碍。
- 和避免高压或规定性的解决方案。



图 1-17 Open RAN 政策联盟