

深入浅出

5G移动通信标准与构架

5G哥 / 编著



- 根据最新5G标准R15版本编制
- 内含120万字作者翻译的原版5G中文标准，
以及100万字英文原版（在线阅读）
- 通俗语言，由浅入深，了解5G技术，这一本就够了

深入浅出

5G 移动通信标准与构架

说明：

本预览版只是作者赠送的电子预览，只包含目录概览和第二章《5G 的系统构架》，其它部分请购买正式版书籍查看。

注意：请忽略目录中的页码，只是临时性的；原书每章有二维码，可以在线阅读 120 万字的作者原创翻译的 R15 5G 标准文档，以及英文原版，以便于读者有问题时随时查询。预览版暂时没有。

目录

第一章 5G的基本概念	4
1.1 5G，有什么不同？	4
1.2 5G的发展现状和前景	4
1.3 5G的关键性能要求	4
第二章 5G的系统构架	4
2.1 无线接入网构架	4
2.1.1 NG-RAN基本构架	4
2.1.2 NG-RAN节点的功能	5
2.1.3 无线接入网的网络接口	8
2.1.4 用户面协议栈	12
2.1.5 控制面协议栈	15
2.2 5G核心网（5GC）基本构架	16
2.2.1 5G核心网的十大关键原则	16
2.2.2 不同场景下的网络构架	17
2.2.3 基于服务的接口和参考点	37
2.3 5G部署和网络切片	39
2.3.1 5G网络部署	39
2.3.2 网络切片	44
第三章 5G物理层	46
3.1 物理层是用来做什么的？	46
3.1.1 物理层概述	46
3.1.2 物理层提供的服务	46
3.2 物理层信道和调制	46
3.2.1 概述	46
3.2.1.1 什么是调制技术？	46

3.2.1.2 物理信道和物理信号定义.....	47
3.2.2 帧结构	47
3.2.2.1 帧和子帧	47
3.2.2.2 时隙 (Slots)	47
3.2.3 调制的过程	47
3.3 复用方式和信道编码	47
3.3.1 上行链路传输信道和控制信息.....	47
3.3.2 下行链路传输信道和控制信息.....	47
3.3.3 信道编码.....	47
3.4 物理层的控制流程	48
3.4.1 同步流程	48
3.4.2 无线链路监控	48
3.4.3 链路恢复流程	48
3.4.4 上行链路功率控制	48
3.4.5 随机接入流程	48
3.4.6 用户终端 (UE) 报告控制信息流程	48
3.4.7 用户终端 (UE) 接收控制信息流程	48
3.5 物理层的数据流程	49
3.5.1 功率控制	49
3.5.2 物理下行链路共享信道相关流程.....	49
3.5.3 物理上行链路共享信道相关流程.....	49
3.6 物理层的测量流程	49
3.6.1 NG-RAN测量能力	49
3.6.2 UE测量功能	49
第四章 5G无线接入网和接口协议	49
4.1 NG-RAN的整体构架, 节点.....	49
4.1.1 构架与部署	49
4.1.2 用于分离gNB-CU-CP和gNB-CU-UP的总体架构	49
4.1.3 NG-RAN节点	50
4.2 用户平面和控制平面	50
4.2.1 用户平面	50
4.2.2 控制平面	50
4.3 无线接入网的接口协议	50
4.3.1 NG接口协议.....	50
4.3.2 Xn接口协议	50
4.3.3 F1接口协议	50
4.3.4 E1接口协议	50
4.4 NG-RAN构架中的整体流程	51

4.4.1 UE初始接入流程.....	51
4.4.2 内部gNB-CU移动性.....	51
4.4.3 丢失PDU的集中重传机制	51
4.4.4 多连接操作.....	51
4.4.5 F1启动和小区激活.....	51
4.4.6 RRC状态转换.....	51
4.4.7 RRC连接重建.....	52
4.4.8 用于F1-C的多种TNLAs.....	52
4.4.9 涉及E1和F1的整体流程	52
4.4.10 gNB同步流程	52
4.5 新空口（NR）数据链路层控制协议	53
4.5.1 媒体接入控制（MAC）	53
4.5.2 无线链路控制（RLC）	53
4.5.3 分组数据汇聚协议（PDCP）	53
4.5.4 服务数据适配协议（SDAP）	53
4.6 移动性和无线资源管理	53
4.6.1 RRC子层主要功能描述	53
4.6.2 寻呼	53
4.6.3 接入控制	53
4.6.4 随机接入流程	53
4.7 上行链路和下行链路处理	54
4.8 安全和服务质量控制	54
第五章 5G核心网.....	54
5.1 5G核心网网络功能和节点	54
5.1.1 网络功能（NF）的功能描述	54
5.1.2 网络功能原理服务发现和选择.....	54
5.1.3 网络功能服务	54
5.2 控制和用户平面协议栈	54
5.2.1 控制平面协议栈	54
5.2.2 用户平面协议栈	55
5.3 5GC的系统流程	55
5.3.1 连接，注册和移动管理流程.....	55
5.3.2 会话管理流程	56
5.3.3 SMF和UPF互动流程.....	56
5.3.4 用户档案管理流程	56
5.3.5 安全流程	56
5.3.6 RAN-CN相互作用.....	56
5.3.7 切换流程	56
5.3.8 NG-RAN位置报告流程.....	56
5.3.9 与EPC的系统互通流程	56
5.3.10 非3GPP 接入的流程.....	56

5.3.11 网络功能服务框架流程.....	57
5.3.12 PFD管理流程.....	57
5.3.13 网络数据分析	57
5.4 用户接入和连接管理	57
5.4.1 用户网络接入控制	57
5.4.2 注册和连接管理	57
5.4.3 3GPP 标准接入的具体流程	57
5.4.4 非3GPP 标准接入的具体流程	57
5.4.5 用户会话管理	57
5.4.6 服务质量 (QoS) 控制	58
5.4.7 用户身份标识	58
5.4.8 支持双连接, 多连接	58
5.4.9 计费管理	58
5.5 网络切片	58
5.5.1 网络切片的概念	58
5.5.2 识别和选择网络切片: S-NSSAI和NSSAI	58
5.5.3 用户方面的选择	58
5.5.4 UE NSSAI配置和NSSAI存储方面	58
5.5.5 如何实现网络切片	59
5.5.6 网络切片支持漫游	59
5.5.7 网络切片和与EPS的互通	59
5.5.8 PLMN中网络切片可用性的配置	59
5.6 网络开放性支持NFV和SDN.....	59
5.6.1 网络能力的开放性	59
5.6.2 虚拟化部署的构架支持.....	59
5.6.3 NFV和SDN.....	59
5.7 网络安全管理	59
5.7.1 网络安全控制	59
5.7.2 非3GPP 接入的安全模型.....	60
5.7.3 PDU会话用户平面安全性	60
第六章 5G基站和频谱	60
6.1 5G频谱大全	60
6.1.1 5G的两个频段区域FR1和FR2.....	60
6.1.2 5G的频段编号	60
6.1.3 频谱带宽	60
6.2 基站 (BS) 无线传输和接收.....	60
6.2.1 基站的类型和要求	60
6.2.2 操作频段和信道安排	60
6.2.3 传导发射端特性	61
6.2.4 传导接收端特性	61
6.2.5 发射端特性	61
6.2.6 接收端特性	61
6.2.7 发射接收器特性	61
6.3 基站 (BS) 电磁兼容性和一致性测试	61

6.3.1 测试条件和性能标准	61
6.3.2 传导发射测试	61
6.3.3 抗扰度测试	61
第七章 5G用户终端（UE）	62
7.1 用户终端（UE）的无线接入能力	62
7.1.1 UE支持的最大数据速率	62
7.1.2 UE能力参数介绍	62
7.2 用户设备（UE）无线发送和接收	63
7.3 用户设备对无线资源管理的规范要求	63
7.4 用户终端（UE）的定位	64
7.5 移动终端和辅助设备电磁兼容性（EMC）要求	64
7.6 用户终端（UE）对释放无关频段的支持要求	64
附录 5G通信词汇缩略语大全	64

第一章 5G 的基本概念

1.1 5G，有什么不同？

章节请在正式版书籍中查看

1.2 5G 的发展现状和前景

章节请在正式版书籍中查看

1.3 5G 的关键性能要求

章节请在正式版书籍中查看

第二章 5G 的系统构架

2.1 无线接入网构架

2.1.1 NG-RAN 基本构架

5G 无线接入基本构架如下图

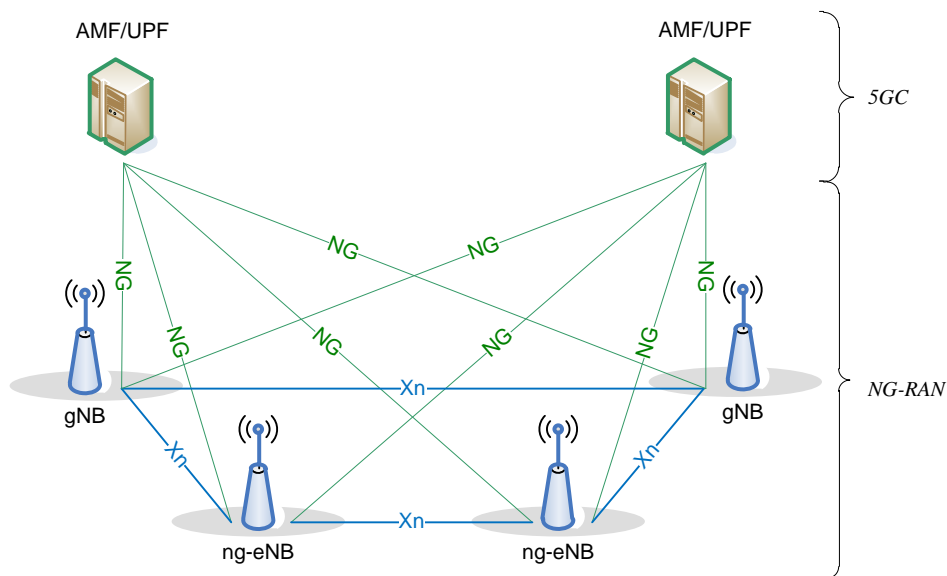


图2.1.1-1： 整体架构

节点名称解释：

gNB：向 UE 提供 NR 用户面和控制面协议终端的节点，并且经由 NG 接口连接到 5GC。

ng-eNB：向 UE 提供 E-UTRA 用户面和控制面协议终端的节点，并且经由 NG 接口连接到 5GC。

5GC：5G 核心网

NG 接口就是无线接入网和 5G 核心网之间的接口，其中：

NG-C：NG-RAN 和 5GC 之间的控制面接口。

NG-U：NG-RAN 和 5GC 之间的用户面接口。

AMF：接入和移动管理功能

UPF：用户平面功能

从上面我们不难发现，NG-RAN 节点就只有：

gNB，向 UE 提供 NR 用户面和控制面协议终端；

ng-eNB，向 UE 提供 E-UTRA 用户面和控制面协议终端。

gNB 和 ng-eNB 通过 Xn 接口相互连接。gNB 和 ng-eNB 也通过 NG 接口连接到 5GC，更具体地通过 NG-C 接口连接到 AMF（接入和移动管理功能），并通过 NG-U 接口连接到 UPF（用户面功能）。

2.1.2 NG-RAN 节点的功能

首先，需要理清无线接入网和 5G 核心网之间的功能关系。

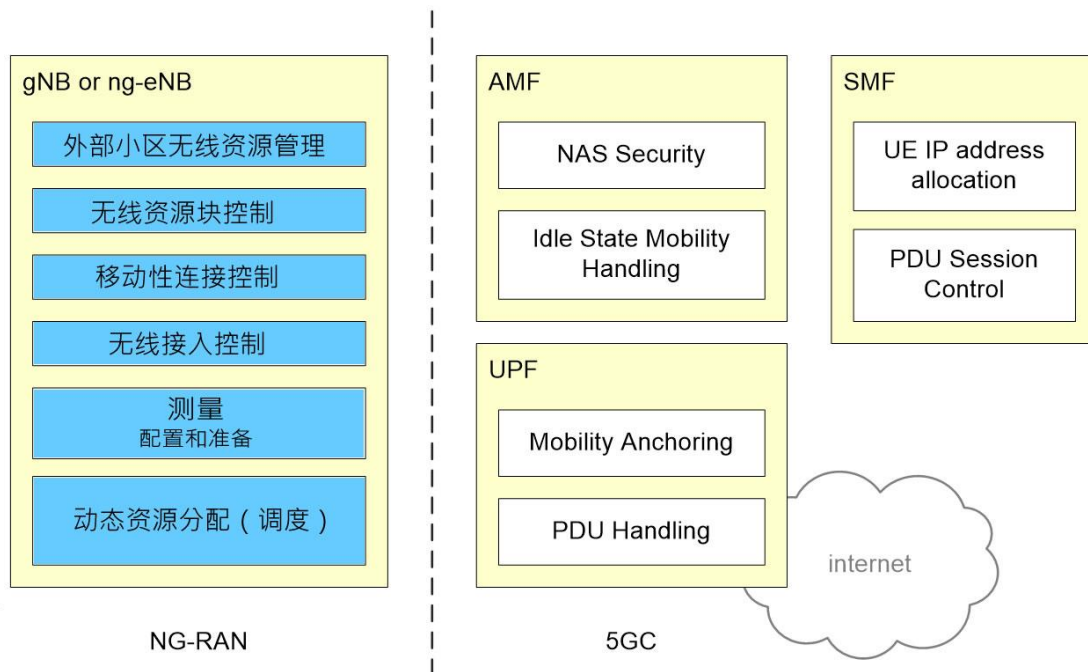


图2.1.2-1：NG-RAN和5GC之间的功能划分

黄色框表示节点，蓝色框表示 NG-RAN 的功能，白色框表示 5G 核心网功能。

gNB 和 ng-eNB 承载以下功能：

无线资源管理的功能：无线承载控制，无线接入控制，移动性连接控制，在上行链路和下行链路中向 UE 的动态资源分配（调度）；

除此之外，下面这些功能也是由 gNB 和 ng-eNB 来承担：

- IP 报头压缩，加密和数据完整性保护；
- 当不能从 UE 提供的信息确定到 AMF 的路由时，在 UE 附着处选择 AMF；
- 用户面数据向 UPF 的路由；
- 控制面信息向 AMF 的路由；
- 连接设置和释放；
- 调度和传输寻呼消息；
- 调度和传输系统广播信息（源自 AMF 或 O&M）；
- 用于移动性和调度的测量和测量报告配置；
- 上行链路中的传输级别数据包标记；
- 会话管理；
- 支持网络切片；
- QoS 流量管理和映射到数据无线承载；
- 支持处于 RRC_INACTIVE 状态的 UE；
- NAS 消息的分发功能；
- 无线接入网共享；
- 双连接；
- NR 和 E-UTRA 之间的紧密互通。

AMF 承载以下主要功能：

接入和移动管理功能（AMF）包括以下功能。在 AMF 的单个实例中可以支持部分或全部 AMF 功能：

- 终止 RAN CP 接口（N2）。
- 终止 NAS（N1），NAS 加密和完整性保护。
- 注册管理，连接管理，可达性管理。
- 移动性管理（支持系统内和系统间移动性）
- 支持网络切片；
- SMF 选择
- 合法拦截（适用于 AMF 事件和 LI 系统的接口）。
- 空闲模式 UE 可达性（包括寻呼重传的控制和执行）；
- 为 UE 和 SMF 之间的 SM 消息提供传输。
- 用于路由 SM 消息的透明代理。
- 接入身份验证，接入授权（包括检查漫游权）。
- 在 UE 和 SMSF 之间提供 SMS 消息的传输。
- 安全锚功能（SEAF）。
- 监管服务的定位服务管理。
- 为 UE 和 LMF 之间以及 RAN 和 LMF 之间的位置服务消息提供传输。
- 用于与 EPS 互通的 EPS 承载 ID 分配。
- UE 移动事件通知。

无论网络功能的数量如何，UE 和 CN 之间的每个接入网络只有一个 NAS 接口实例，终止于至少实现 NAS 安全性和移动性管理的网络功能之一。

需要注意的是，并非所有功能都需要在网络切片的实例中得到支持，根据需

UPF 承载以下主要功能：

用户平面功能（UPF）包括以下功能。在 UPF 的单个实例中可以支持部分或全部 UPF 功能：

- 用于 RAT 内/ RAT 间移动性的锚点（适用时）。
- 外部 PDU 与数据网络互连的会话点。
- 分组路由和转发（例如，支持上行链路分类器以将业务流路由到数据网络的实例，支持分支点以支持多宿主 PDU 会话）。
- 数据包检查（例如，基于服务数据流模板的应用流程检测以及从 SMF 接收的可选 PFD）。
- 用户平面部分策略规则实施，例如门控，重定向，流量转向）。
- 合法拦截（UP 收集）。
- 流量使用报告。
- 用户平面的 QoS 处理，例如 UL / DL 速率实施，DL 中的反射 QoS 标记。
- 上行链路流量验证（SDF 到 QoS 流量映射）。
- 上行链路和下行链路中的传输级分组标记。
- 下行数据包缓冲和下行数据通知触发。
- 将一个或多个“结束标记”发送和转发到源 NG-RAN 节点。

如 IETF RFC 1027 [53]中规定的 ARP 代理和/或以太网 PDU 的 IETF RFC 4861 [54]功能中规定

的 IPv6 Neighbor Solicitation Proxying。UPF 通过提供与请求中发送的 IP 地址相对应的 MAC 地址来响应 ARP 和/或 IPv6 邻居请求。

同时值得注意的是：并非所有 UPF 功能都需要在网络切片的用户平面功能的实例中得到支持，可以实现部分或全部。

会话管理功能（SMF）承载以下主要功能：

- 会话管理，例如会话建立，修改和释放，包括 UPF 和 AN 节点之间的通道维护。
- UE IP 地址分配和管理（包括可选的授权）。
- DHCPv4（服务器和客户端）和 DHCPv6（服务器和客户端）功能。
- 如 IETF RFC 1027 [53]中规定的 ARP 代理和/或以太网 PDU 的 IETF RFC 4861 [54]功能中规定的 IPv6 Neighbor Solicitation Proxying。SMF 通过提供与请求中发送的 IP 地址相对应的 MAC 地址来响应 ARP 和/或 IPv6 邻居请求。
- 选择和控制 UP 功能，
- 包括控制 UPF 代理 ARP 或 IPv6 邻居发现，或将所有 ARP / IPv6 邻居请求流量转发到 SMF，用于以太网 PDU 会话。
- 配置 UPF 的流量控制，将流量路由到正确的目的地。
- 终止接口到策略控制功能。
- 合法拦截（用于 SM 事件和 LI 系统的接口）。
- 收费数据收集和支持计费接口。
- 控制和协调 UPF 的收费数据收集。
- 终止 SM 消息的 SM 部分。
- 下行数据通知。
- AN 特定 SM 信息的发起者，通过 AMF 通过 N2 发送到 AN。
- 确定会话的 SSC 模式。
- 漫游功能：
 - 处理本地实施以应用 QoS SLA（VPLMN）。
 - 计费数据收集和计费接口（VPLMN）。
 - 合法拦截（在 SM 事件的 VPLMN 和 LI 系统的接口）。
 - 支持与外部 DN 的交互，以便通过外部 DN 传输 PDU 会话授权/认证的信令。

同样注意，并非所有功能都需要在网络切片的实例中得到支持，根据需要进行部分或全部功能都是可以的。

2.1.3 无线接入网的网络接口

2.1.3.1 NG 接口

NG 接口：无线接入网和 5G 核心网之间的接口。

NG 接口是一个逻辑接口，规范了 NG 接口，NG-RAN 节点与不同制造商提供的 AMF 的互连；同时，分离 NG 接口无线网络功能和传输网络功能，以便于引入未来的技术。

从任何一个 NG-RAN 节点向 5GC 可能存在多个 NG-C 逻辑接口。然后，通过 NAS 节点选择功能确定 NG-C 接口的选择。从任何一个 NG-RAN 节点向 5GC 可能存在多个 NG-U 逻辑接口。NG-U 接口的选择在 5GC 内完成，并由 AMF 发信号通知 NG-RAN 节点。NG 接口分为 NG-C 接口（NG-RAN 和 5GC 之间的控制面接口）和 NG-U 接口（NG-RAN 和 5GC 之间的用户面接口）。

NG 接口规范的一般原则如下：

- NG 接口是开放的；
- NG 接口支持 NG-RAN 和 5GC 之间的信令信息交换；
- 从逻辑角度来看，NG 是 NG-RAN 节点和 5GC 节点之间的点对点接口。即使在 NGRAN 和 5GC 之间没有物理直接连接的情况下，点对点逻辑接口也是可行的。
- NG 接口支持控制平面和用户平面分离；
- NG 接口分离无线网络层和传输网络层；
- NG 接口是满足不同新要求和支持新服务和新功能的未来证明；
- NG 接口与可能的 NG-RAN 部署变体分离；
- NG 应用协议支持模块化过程设计，并使用允许优化编码/解码效率的算法。

NG 接口用户面

NG 用户面接口（NG-U）在 NG-RAN 节点和 UPF 之间定义。NG 接口的用户面协议栈如图 2.1.3.1-1 所示。传输网络层建立在 IP 传输上，GTP-U 用于 UDP / IP 之上，以承载 NG-RAN 节点和 UPF 之间的用户面 PDU。

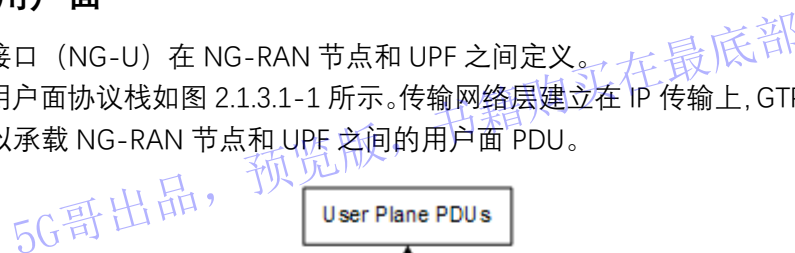


图2.1.3.1-1：NG-U协议栈

NG-U 在 NG-RAN 节点和 UPF 之间提供无保证的用户面 PDU 传送。

NG 接口控制面

NG 控制面接口（NG-C）在 NG-RAN 节点和 AMF 之间定义。NG 接口的控制面协议栈如图 2.1.3.1-2 所示。传输网络层建立在 IP 传输之上，为了可靠地传输信令消息，在 IP 之上添加 SCTP。应用层信令协议称为 NGAP（NG 应用协议）。SCTP

层提供有保证的应用层消息传递。在传输中，IP 层点对点传输用于传递信令 PDU。

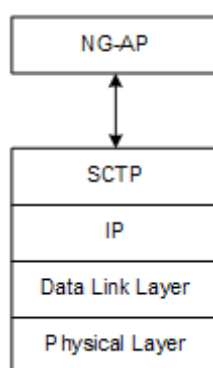


图2.1.3.1-2: NG-C协议栈

NG-C 提供以下功能：

NG 接口管理;
UE 报文管理;
UE 移动性管理;
传输 NAS 消息;
寻呼;
PDU 会话管理;
配置转移;
警告消息传输。

NG 接口支持：

- 建立，维护和释放 PDU 会话的 NG-RAN 部分的流程;
- 执行 RAT 内切换和 RAT 间切换的过程;
- 在协议级别上分离每个 UE，以使用户特定的信令管理;
- 在 UE 和 AMF 之间传输 NAS 信令消息;
- 分组数据流的资源预留机制。

2.1.3.2 Xn 接口

Xn 接口：NG-RAN 节点（gNB 或 ng-eNB）之间的网络接口。

- Xn 接口规范的一般原则如下：
- Xn 接口是开放的;
- Xn 接口支持两个 NG-RAN 节点之间的信令信息交换，以及 PDU 到各个隧道端点的转发;

从逻辑角度来看，Xn 是两个 NG-RAN 节点之间的点对点接口。即使在两个 NG-RAN 节点之间没有物理直接连接的情况下，点对点逻辑接口也应该是可行的。

Xn 接口规范有助于实现以下功能：

不同制造商提供的 NG-RAN 节点的互连;
支持通过 NG 接口提供的 NG-RAN 服务的 NG-RAN 节点之间的连接;

分离 Xn 接口无线网络功能和传输网络功能，以便于引入未来的技术。

Xn 接口支持：

支持 NG-RAN 内部移动的流程；

支持 NG-RAN 节点之间双重连接的流程。

Xn 接口支持控制平面（Xn-C）和用户平面（Xn-U）上的过程。

Xn 用户面

Xn 用户面（Xn-U）接口在两个 NG-RAN 节点之间定义。Xn 接口上的用户面协议栈如图 2.1.3.2-1-1 所示。传输网络层建立在 IP 传输上，GTP-U 用于 UDP / IP 之上以承载用户面 PDU。

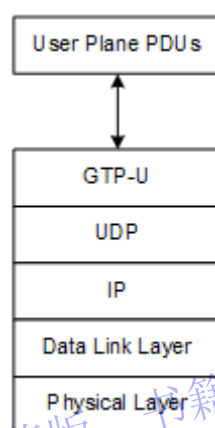


图2.1.3.2-1-1：Xn-U协议栈

Xn-U 提供无保证的用户面 PDU 传送，并支持以下功能：

数据传输和流量控制和数据传输功能。

数据传输功能允许在 NG-RAN 节点之间传输数据以支持双连接或移动性操作。

流量控制功能使 NG-RAN 节点能够从第二 NG-RAN 节点接收用户平面数据，以提供与数据流相关的反馈信息。

Xn 控制面

Xn 控制面接口（Xn-C）在两个 NG-RAN 节点之间定义。Xn 接口的控制面协议栈如图 2.1.3.2-2 所示。传输网络层建立在 IP 之上的 SCTP 上。应用层信令协议称为 XnAP（Xn 应用协议）。SCTP 层提供有保证的应用层消息传递。在传输 IP 层中，点对点传输用于传递信令 PDU。

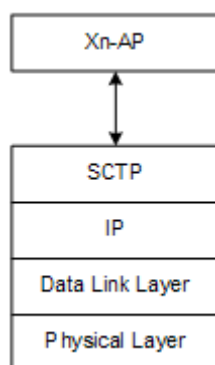


图2.1.3.2-2: Xn-C协议栈

Xn-C 接口支持以下功能：

- Xn 接口管理：管理自身接口的状态;
- UE 移动性管理，包括报文传输和 RAN 寻呼；
- 双连接实现功能。

UE 移动性管理主要包含以下：

切换准备功能

该功能允许在源 NG-RAN 节点和目标 NG-RAN 节点之间交换信息，以便启动某个 UE 到目标的切换。

切换取消功能

该功能允许通知已准备好的目标 NG-RAN 节点，不会进行准备好的切换。它允许释放准备期间分配的资源。

检索 UE 报文功能

Retrieve UE 报文功能用于 NG-RAN 节点从另一个节点检索 UE 报文。

RAN 寻呼功能

RAN 寻呼功能允许 NG-RAN 节点为处于非活动状态的 UE 启动寻呼。

数据转发控制功能

数据转发控制功能允许在源和目标 NG-RAN 节点之间建立和释放传输承载以进行数据转发。

双连接功能

双连接功能允许在 NG-RAN 中的辅助节点中使用附加资源。

激活功能

该功能通过在 Xn 接口上指示小区激活/停用来降低能耗。

2.1.4 用户面协议栈

下图显示了用户面的协议栈，其中 SDAP，PDCP，RLC 和 MAC 子层（在网络侧的 gNB 中终止）执行用户面的功能。

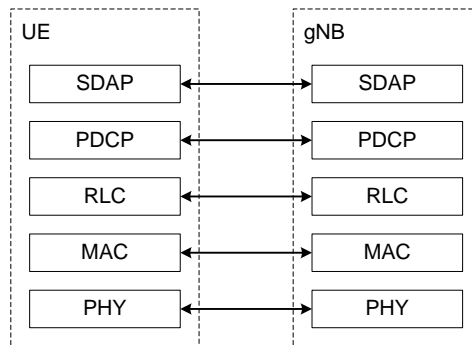


图2.1.4-1：用户面协议栈

2.1.4.1 MAC 子层

服务和功能

MAC 子层的主要服务和功能包括：

- 逻辑信道和传输信道之间的映射;
- 将属于一个或不同逻辑信道的 MAC SDU 复用/复用到传输信道上传送到物理层/从传输信道上传输的传输块 (TB) ;
- 调度信息报告;
- 通过 HARQ 进行纠错 (在 CA 的情况下每个小区一个 HARQ 实体) ;
- 通过动态调度在 UE 之间进行优先级处理;
- 通过逻辑信道优先级排序在一个 UE 的逻辑信道之间进行优先级处理;
- 填充。

单个 MAC 实体可以支持多个数字，传输定时和小区。逻辑信道优先级控制中的映射限制，即逻辑信道可以使用的数字参数配置，小区和传输定时。

逻辑信道

MAC 提供的不同种类的数据传输服务，每种逻辑信道类型由传输的信息类型定义。逻辑信道分为两组：控制信道和业务信道。

控制信道仅用于传输控制面信息：

- 广播控制信道 (BCCH)：用于广播系统控制信息的下行链路信道。
- 寻呼控制信道 (PCCH)：一种下行链路信道，它传输寻呼信息，系统信息变化通知和正在进行的 PWS 广播的指示。
- 公共控制信道 (CCCH)：用于在 UE 和网络之间发送控制信息的信道。该信道用于与网络没有 RRC 连接的 UE。
- 专用控制信道 (DCCH)：在 UE 和网络之间发送专用控制信息的点对点双向信道。由具有 RRC 连接的 UE 使用。

业务信道仅用于传输用户面信息：

- 专用业务信道 (DTCH)：专用于一个 UE 的点对点信道，用于传输用户信息。DTCH 可以存在于上行链路和下行链路中。

映射到传输信道

在 Downlink 中，存在逻辑信道和传输信道之间的以下连接：

- BCCH 可以映射到 BCH;
- BCCH 可以映射到 DL-SCH;
- PCCH 可以映射到 PCH;
- CCCH 可以映射到 DL-SCH;
- DCCH 可以映射到 DL-SCH;
- DTCH 可以映射到 DL-SCH。

在 Uplink 中，存在逻辑信道和传输信道之间的以下连接：

- CCCH 可以映射到 UL-SCH;
- DCCH 可以映射到 UL-SCH;
- DTCH 可以映射到 UL-SCH。

HARQ

HARQ 功能确保在物理层的对等实体之间的传递。当物理层未配置用于下行链路/上行链路空间复用时，单个 HARQ 进程支持一个 TB，并且当物理层配置用于下行链路/上行链路空间复用时，单个 HARQ 进程支持一个或多个 TB。

2.4.1.2 RLC 子层

传输模式

RLC 子层支持三种传输模式：

- 透明模式 (TM)；
- 未确认模式 (UM)；
- 已确认模式 (AM)。

RLC 配置是每个逻辑信道，不依赖于数字和/或传输持续时间，并且 ARQ 可以在逻辑信道配置的任何数字和/或传输持续时间上操作。

对于 SRB0，寻呼和广播系统信息，使用 TM 模式。对于其他 SRB 使用的 AM 模式。对于 DRB，使用 UM 或 AM 模式。

服务和功能

RLC 子层的主要服务和功能取决于传输模式，包括：

- 传输上层 PDU;
- 序列编号独立于 PDCP (UM 和 AM) 中的序列编号;
- 通过 ARQ 纠错 (仅限 AM)；
- RLC SDU 的分段 (AM 和 UM) 和重新分段 (仅 AM)；
- 重新组装 SDU (AM 和 UM)；
- 重复检测 (仅限 AM)；
- RLC SDU 丢弃 (AM 和 UM)；
- RLC 重建;
- 协议错误检测 (仅限 AM)。

ARQ

RLC 子层内的 ARQ 具有以下特征：

- ARQ 根据 RLC 状态报告重传 RLC SDU 或 RLC SDU 段;

- RLC 需要轮询 RLC 状态报告;
- 在检测到丢失的 RLC SDU 或 RLC SDU 段之后, RLC 接收器还可以触发 RLC 状态报告。

2.1.4.3 PDCP 子层

服务和功能

用户面的 PDCP 子层的主要服务和功能包括:

- 序号;
- 标头压缩和解压: 仅限 ROHC;
- 传输用户数据;
- 重新排序和重复检测;
- PDCP PDU 路由 (在分离承载的情况下);
- 重传 PDCP SDU;
- 加密, 解密和完整性保护;
- PDCP SDU 丢弃;
- RLC AM 的 PDCP 重建和数据恢复;
- 重复 PDCP PDU。

用于控制面的 PDCP 子层的主要服务和功能包括:

- 序号;
- 加密, 解密和完整性保护;
- 控制面数据的传输;
- 重新排序和重复检测;
- PDCP PDU 的重复。

由于 PDCP 不允许 COUNT 在 DL 和 UL 中环绕, 因此由网络来防止它发生 (例如, 通过使用相应的无线承载的释放和添加或完整配置)。

2.1.4.4 SDAP 子层

SDAP 的主要服务和功能包括:

- QoS 流和数据无线承载之间的映射;
- 标记 DL 和 UL 数据包中的 QoS 流 ID (QFI)。

为每个单独的 PDU 会话配置 SDAP 的单个协议实体。

2.1.5 控制面协议栈

下图显示了控制面的协议栈, 其中:

- PDCP, RLC 和 MAC 子层 (在网络侧的 gNB 中终止) 执行前面列出的功能;
- RRC (在网络侧的 gNB 中终止) 执行子条款 7 中列出的功能;
- NAS 控制协议 (在网络侧的 AMF 中终止) 执行核心网中列出的功能, 例如: 身份验证, 移动性管理, 安全控制.....

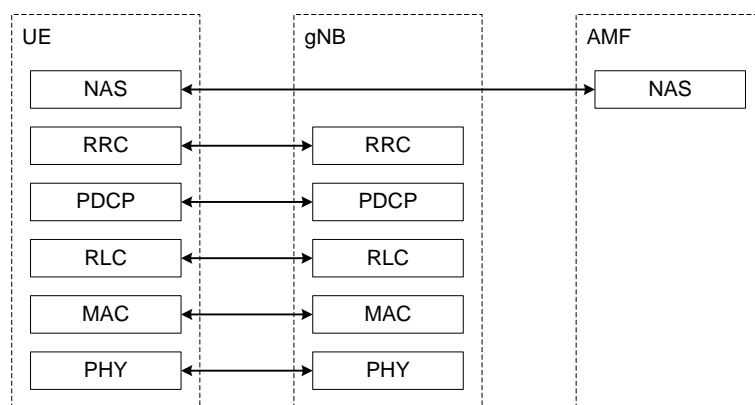


图2.1.5-1：控制面协议栈

2.5.1.1 无线资源管理（RRC）

章节正在更新

2.5.1.2 NAS 控制协议

章节正在更新

2.2 5G 核心网（5GC）基本构架

2.2.1 5G 核心网的十大关键原则

5G 系统架构被定义为支持数据连接和服务，使部署能够使用诸如网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）之类的技术。5G 系统架构应利用已识别的控制平面（CP）网络功能之间基于服务的交互。

十大关键原则和概念是：

- 1、将用户平面（UP）功能与控制平面（CP）功能分开，允许独立的可扩展性，演进和灵活部署，例如集中位置或分布式（远程）位置。
- 2、模块化功能设计，例如，以实现灵活和有效的网络切片。
- 3、在适用的情况下，将流程（即网络功能之间的交互集）定义为服务，以便可以重复使用它们。
- 4、如果需要，允许每个网络功能直接与其他 NF 交互。该体系结构不排除使用中间函数来

帮助路由控制平面消息（例如像 DRA）。

5、最小化接入网络（AN）和核心网络（CN）之间的依赖关系。

该架构由融合核心网络和共同的 AN-CN 接口定义，该接口集成了不同的接入类型，例如 3GPP 接入和非 3GPP 接入。

6、支持统一的身份验证框架。

7、支持“无状态”NF，其中“计算”资源与“存储”资源分离。

8、支持网络能力对外开放（开放接口，非 3GPP 网络也可以接入）。

9、支持并发接入到本地和集中服务。

为了支持低延迟服务接入到本地数据网络，UP 功能可以部署在接入网络附近。

10、支持漫游，包括归属路由区流量以及访问 PLMN 中的本地之外流量。

2.2.2 不同场景下的网络构架

5G 核心网系统架构主要由网络功能（NF）组成，采用分布式的功能，根据实际需要部署，新的网络功能加入或撤出，并不影响整体网络的功能。这些网络功能的具体功能描述在第 6 章 5G 核心网的详细描述中讲解。

- 认证服务器功能（AUSF）
- 接入和移动管理功能（AMF）
- 数据网络（DN），例如运营商服务，互联网接入或第三方服务
- 非结构化数据存储功能（UDSF）
- 网络开放功能（NEF）
- 网络存储库功能（NRF）
- 网络切片选择功能（NSSF）
- 控制策略功能（PCF）
- 会话管理功能（SMF）
- 统一数据管理（UDM）
- 统一数据存储库（UDR）
- 用户平面功能（UPF）
- 应用功能（AF）
- 用户设备（UE）
- 接入网络（AN）或无线接入网（RAN）
- 5G 设备识别寄存器（5G-EIR）
- 安全边缘保护代理（SEPP）
- 网络数据分析功能（NWDAF）

2.2.2.1 非漫游参考架构

基于服务接口的 5G 系统网络架构

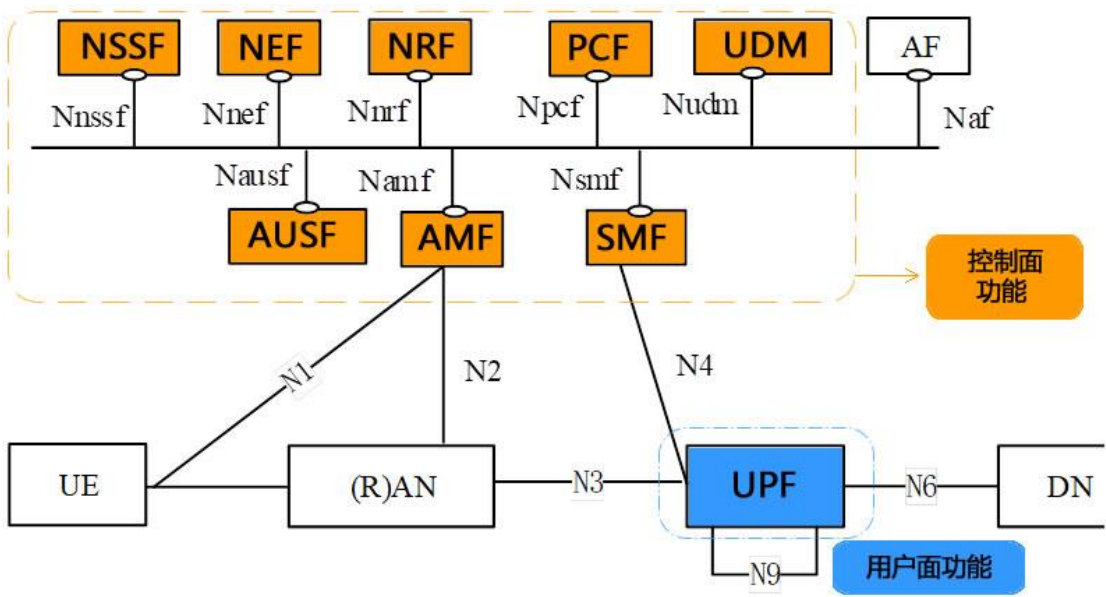


图2. 2. 2. 1-1： 5G系统架构

图 2. 2. 2. 1-1 描述了非漫游参考架构，基于服务的接口在控制平面内使用。

其中黄色部分为控制面的网络功能（NF），蓝色为用户面的网络功能，Nnssf 等为网络功能之间的接口。我们可以看到，在控制面功能中，接口已经不是传统意义上的一对一，而是由一个总线结构接入，每个网络功能通过接口接入一个类似于计算机的总线结构，这个 5G 看似简单的变更，却为网络部署带来极大的便利，因为每个网络功能的接入或撤走，只需要按规范进行即可，而不用顾及其它网络功能的影响，相当于总线建立了一个资源池。

基于参考点的 5G 系统网络架构

但同时，为了兼容以前的网络，也顺承了以前接口的概念，这里成为参考点（就是下图的 Nx），如下图所示：

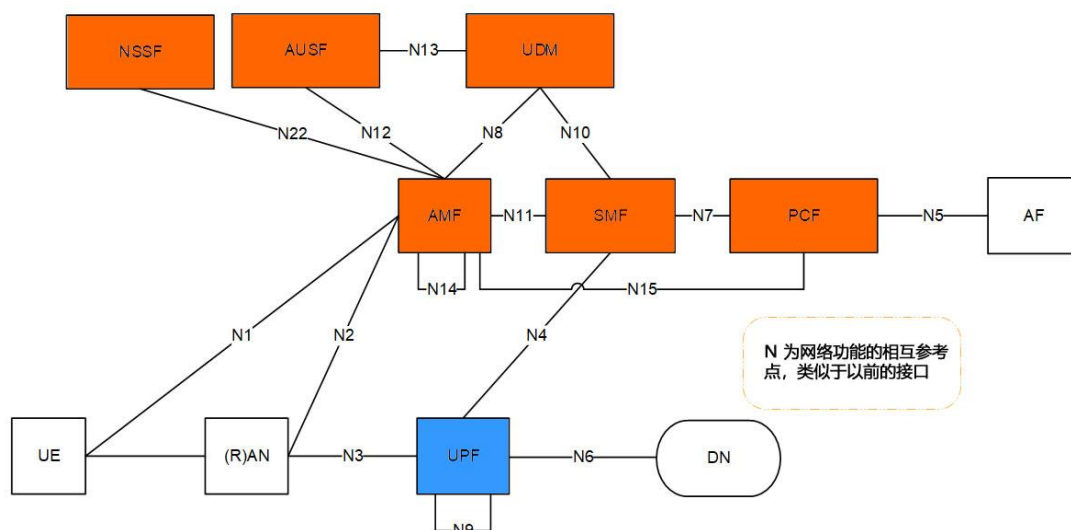


图2. 2. 2. 1-2：参考点表示中的非漫游5G系统架构

图 2. 2. 2. 1-2 描述了非漫游情况下的 5G 系统架构，使用参考点表示，显示了各种网络功能如何相互作用。

注意：

- N9, N14 未在所有其他图中示出，但是它们也可适用于其他场景。
- 为了清楚地说明点对点图，未描述 UDSF, NEF 和 NRF。但是，所有描述的网络功能都可以根据需求与 UDSF, UDR, NEF 和 NRF 进行交互。
- UDM 使用用户数据和认证数据，PCF 使用可能存储在 UDR 中的策略数据。
- 为清楚起见，UDR 及其与其他 NF 的连接（例如 PCF）未在点对点 and 基于服务的架构图中描述。
- 为清楚起见，NWDAF 及其与其他 NF 的连接，例如 PCF，未在点对点 and 基于服务的架构图中描述。

多个 PDU 会话接入两个数据网络

这也是 5G 的灵活之处，UE 可以进行多连接，到多个数据网络，以实现不同的功能，如下图：

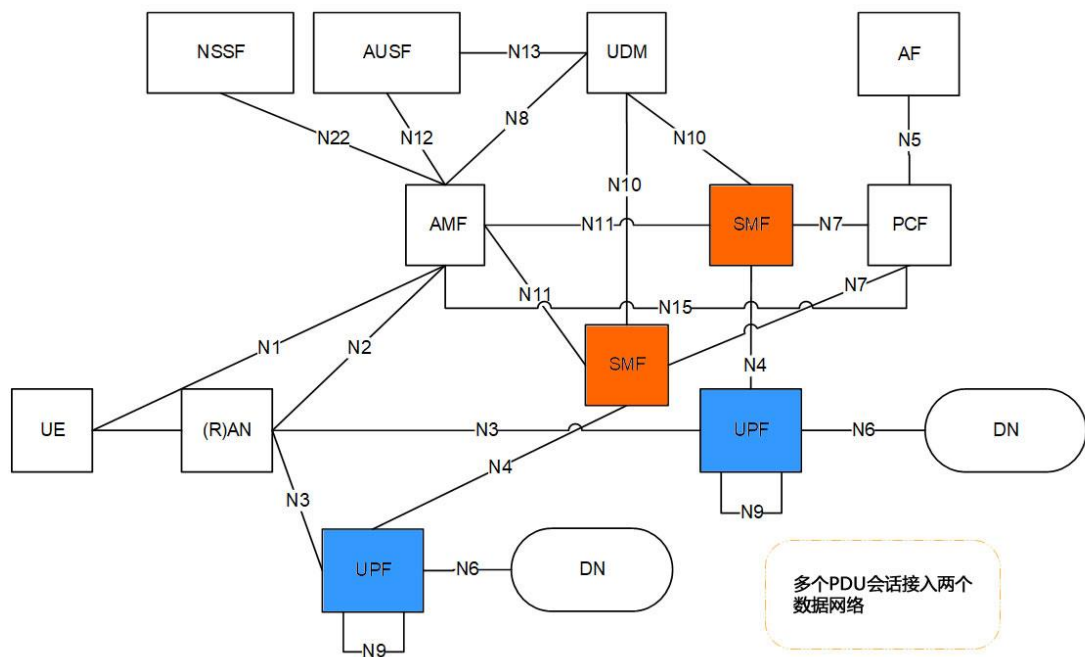


图2. 2. 2. 1-3：在参考点表示中为多个PDU会话应用非漫游5G系统架构

图 2. 2. 2. 1-3 描述了 UE 使用参考点表示同时访问使用多个 PDU 会话的两个（例如本地和中央）数据网络的非漫游架构。此图显示了多个 PDU 会话的体系结构，其中为两个不同的 PDU 会话选择了两个 SMF。但是，每个 SMF 还可以具有在 PDU 会话内控制本地和中央 UPF 的能力。

单个 PDU 会话接入两个数据网络

单个 PDU 会话，也可以接入多个数据网络，例如在密集热点地区，运营商提供了多个网络，那么用户单个 PDU 会话接入多个数据网络，即使其中一个网络出现问题，并不会影响用户体验，这就为 5G 的可靠性提供了充足的保障。

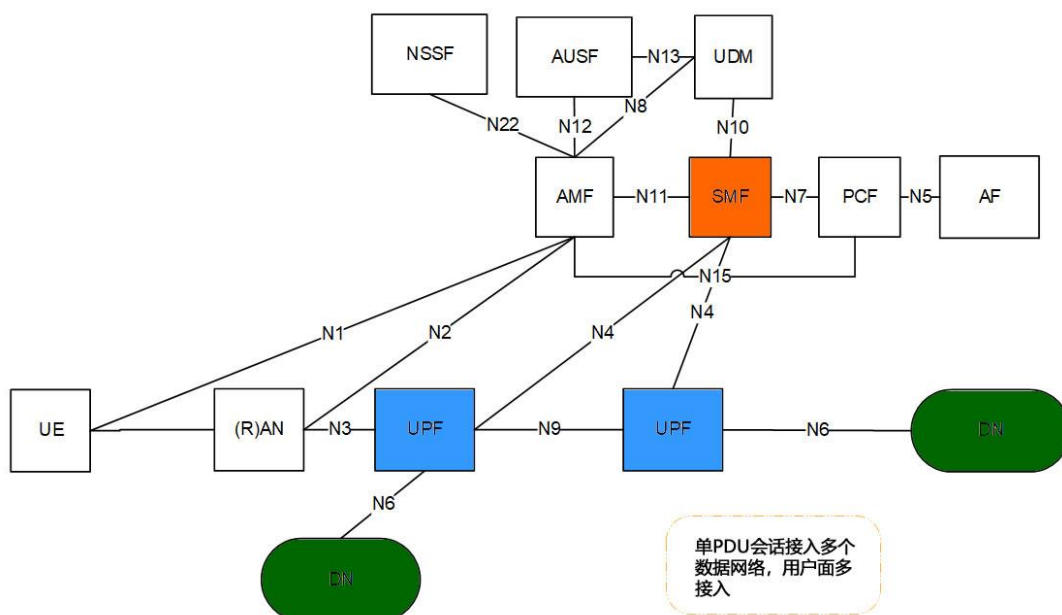


图2. 2. 2. 1-4：在参考点表示中将并行接入的非漫游5G系统架构应用于两个（例如本地和中央）数据网络（单个PDU会话选项）

图 2. 2. 2. 1-4 描述了在使用参考点表示在单个 PDU 会话内提供并发接入到两个（例如本地和中央）数据网络的情况下的非漫游体系结构。

网络开放的 5G 系统架构

5G 核心网中的网络功能 NEF（网络开放功能），向外提供其它网络的接入，同时，南向又可以接入所有的自有网络功能，既实现开放，又保障网络安全。

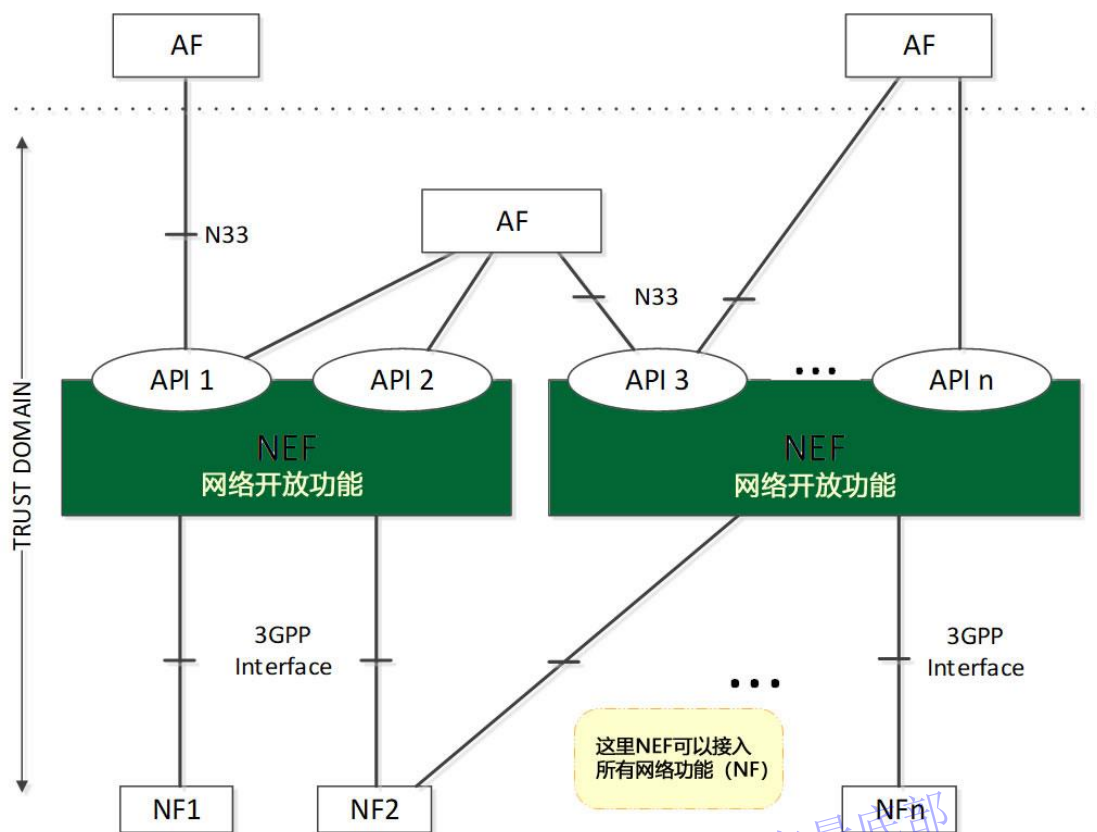


图2. 2. 2. 1-5：参考点表示中网络开放功能的非漫游架构

图 2. 2. 2. 1-5 描述了使用参考点表示的网络开放功能的非漫游架构。

在图 2.2.2.1-5 中，NEF 的信任域与 SCEF 的信任域相同。

在图 2.2.2.1-5 中，3GPP 接口表示 NEF 和 5GC 网络功能之间的南向接口，例如 NEF 和 SMF 之间的 N29 接口，NEF 和 PCF 之间的 N30 接口等。为简单起见，未示出 NEF 的所有南向接口。

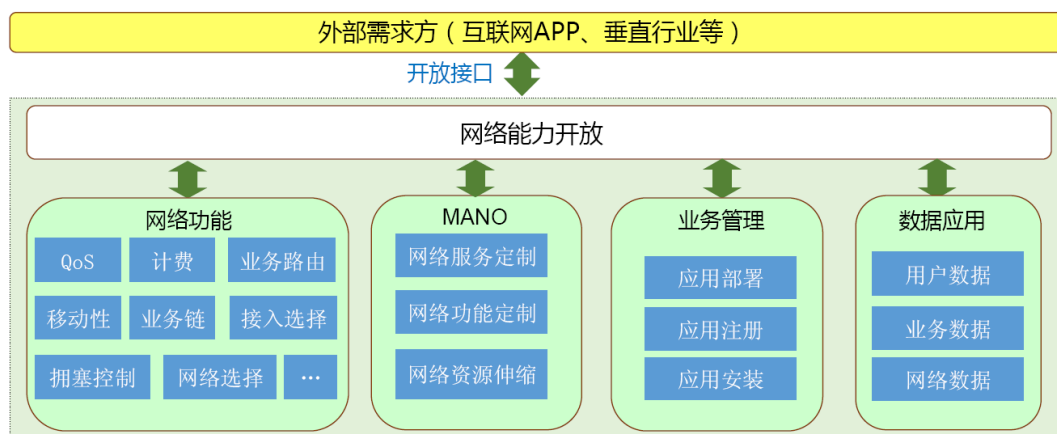


图 2.2.2.1-6 5G 网络的开放能力

2.2.2.2 漫游参考架构

图 2.2.2.2-1 描述了 5G 系统漫游架构，在控制平面内具有基于服务的接口的本地分汇。

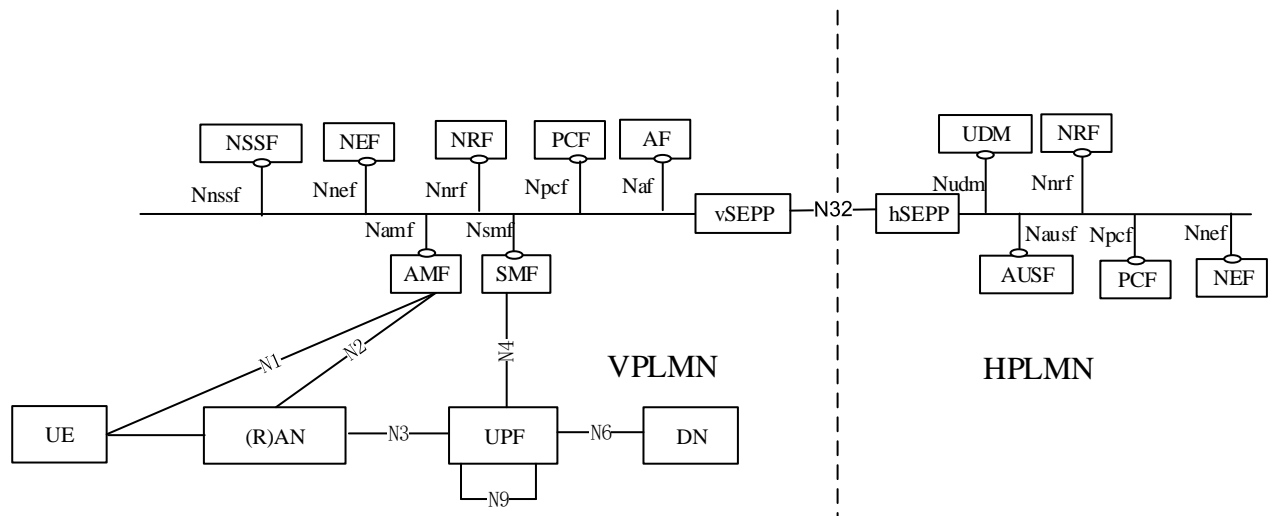


图2.2.2.2-1漫游5G系统架构 - 基于服务的接口表示中的本地分汇场景

本地分汇漫游接入，指漫游用户通过拜访网络的网关 V-PGW 接入获取相应的业务，业务提供者可以是归属网络，也可以是拜访网络。

在 LBO 架构中, VPLMN 中的 PCF 可以与 AF 交互, 以便为通过 VPLMN 传送的服务生成 PCC 规则。VPLMN 中的 PCF 根据与 HPLMN 运营商的漫游协议使用本地配置的策略作为 PCC 规则生成的输入, VPLMN 中的 PCF 没有来自 HPLMN 的用户策略信息的接入。

图 2.2.2.2-3 描述了在控制平面内具有基于服务的接口的归属路由场景的情况下的 5G 系统漫游架构。

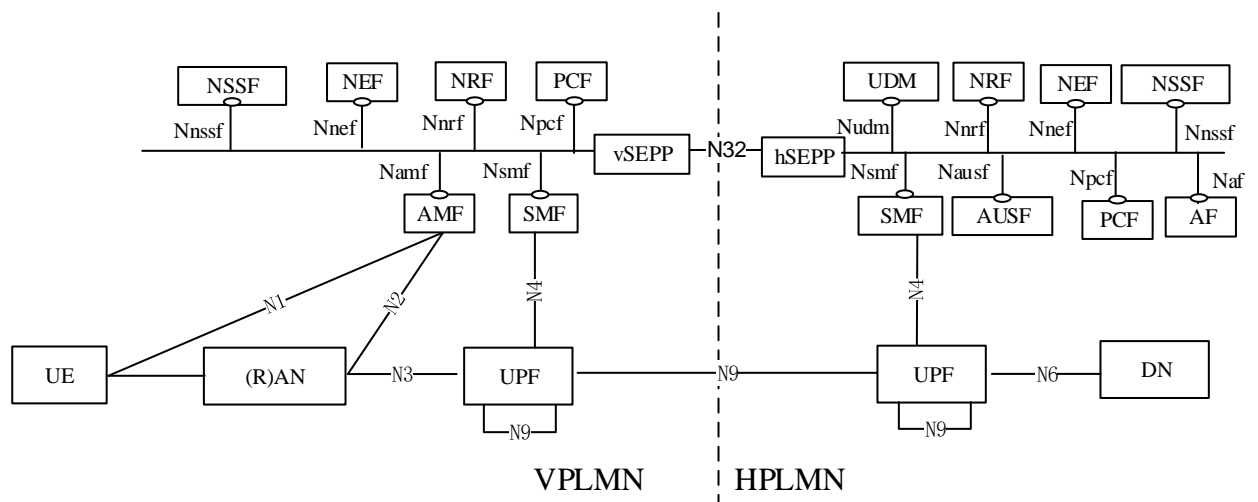


图2.2.2.2-3漫游5G系统架构 - 基于服务的接口表示中的归属路由场景

图 2.2.2.2-4 描述了使用参考点表示的本地分汇场景的 5G 系统漫游架构。

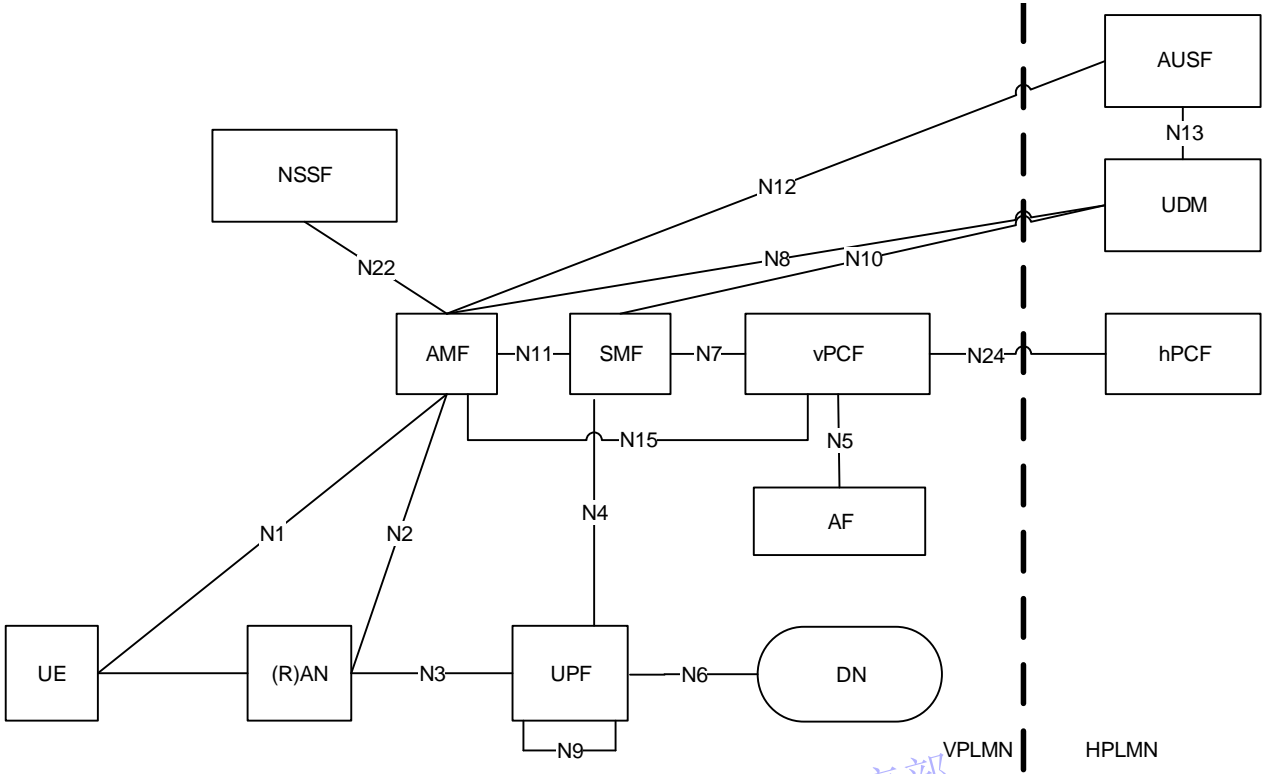


图2.2.2.2-4：漫游5G系统架构 - 参考点表示中的本地分汇场景

NRF 未在参考点架构图中描述。有关 NRF 和 NF 接口的详细信息，请参见图 2.2.2.2-7。

为清楚起见，在漫游参考点架构图中未描绘 SEPP。

下图 2.2.2.2-6 描述了在使用参考点表示的归属路由场景的情况下的 5G 系统漫游架构。

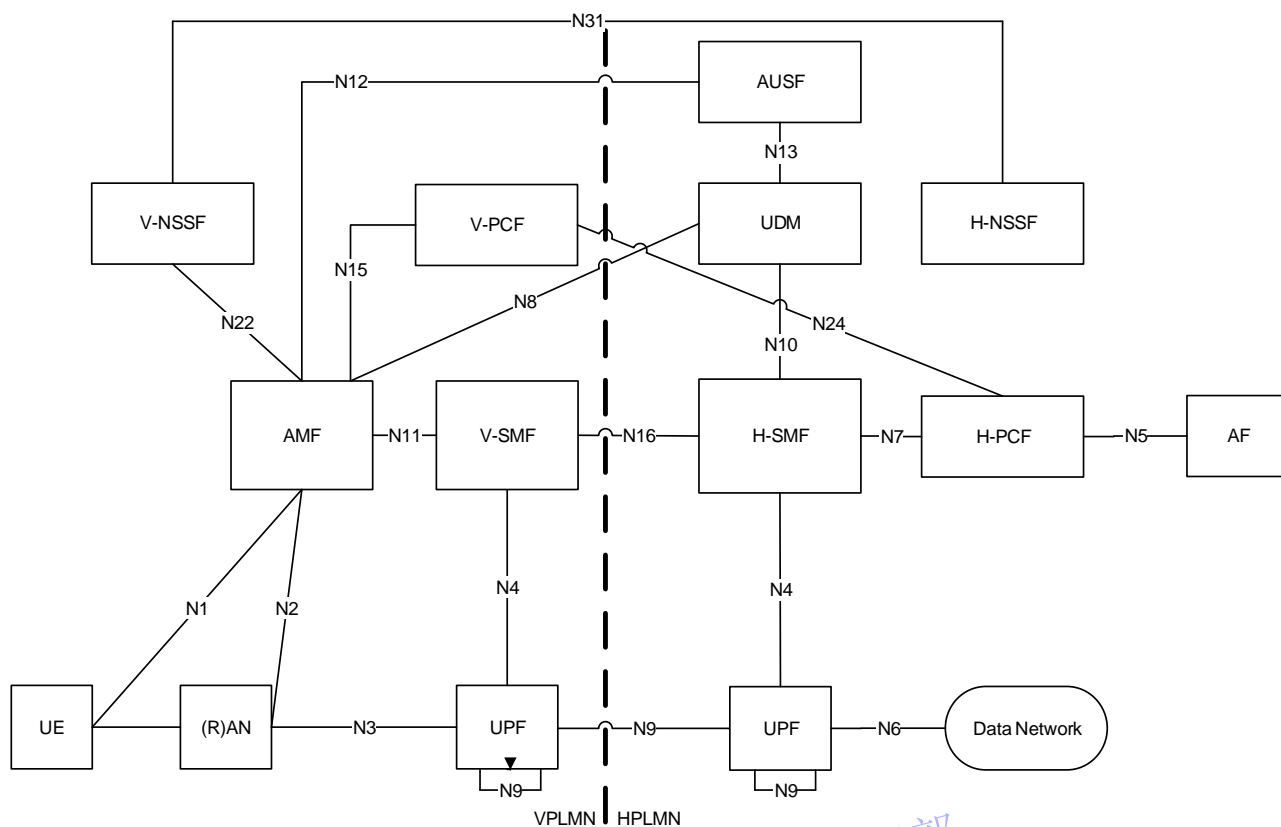


图2.2.2.2-6：漫游5G系统架构 - 参考点表示中的主路由场景

对于上述漫游场景，每个 PLMN 实现代理功能以保护 PLMN 间接口上的互连和隐藏拓扑。

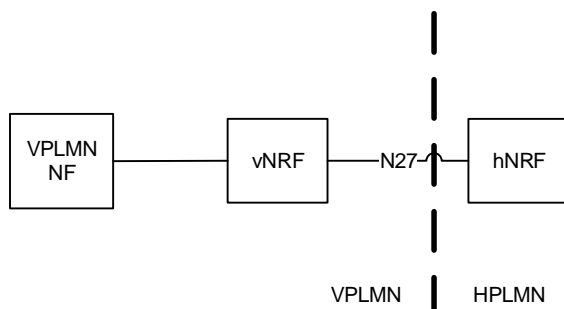


图2.2.2.2-7：参考点表示中的NRF漫游架构

注：为清楚起见，PLMN 边界两侧的 SEPP 未在图 2.2.2.2-7 中描述。

2.2.2.3 数据存储参考架构

数据存储构架

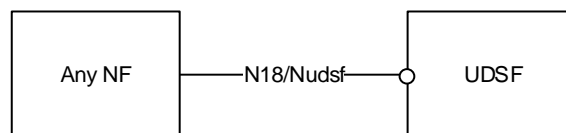


图2.2.2.3-1：来自任何NF的非结构化数据的数据存储架构

如图 2.2.2.3-1 所示，5G 系统架构允许任何 NF 在 UDSF（例如 UE 报文）中存储和检索其非结构化数据。

UDSF 属于网络功能所在的同一 PLMN，CP NF 可以共享用于存储它们各自的非结构化数据的 UDSF，或者每个可以具有它们自己的 UDSF（例如，UDSF 可以位于相应的 NF 附近）。

3GPP 将指定（可能通过引用的方式）使用 N18 / Nudsf 接口。

数据存储构架

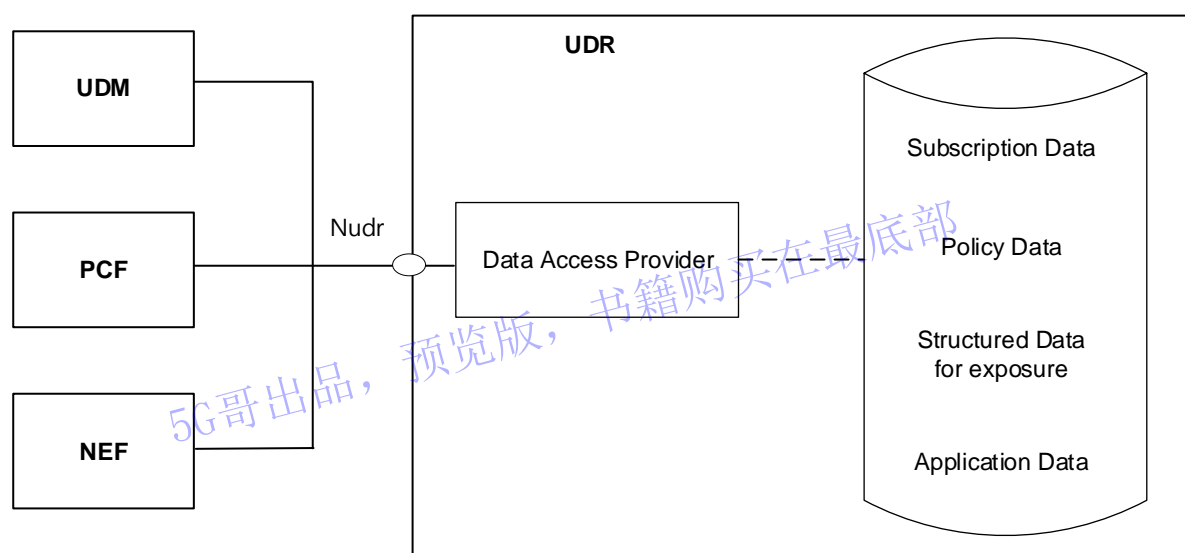


图2.2.2.3-2：数据存储架构

如图 2.2.2.3-2 所示，5G 系统架构允许 UDM，PCF 和 NEF 在 UDR 中存储数据，包括 UDM 和 PCF 的用户数据和策略数据，用于开放和应用数据的结构化数据（包括数据包流）NEF 对应用检测的描述（PFD），多个 UE 的 AF 请求信息。

UDR 可以部署在每个 PLMN 中，它可以提供不同的功能，如下所示：

- NEF 访问的 UDR 属于 NEF 所在的 PLMN。
- 如果 UDM 支持分离架构，则 UDM 访问的 UDR 属于 UDM 所在的同一 PLMN。
- PCF 访问的 UDR 属于 PCF 所在的 PLMN。

部署在每个 PLMN 中的 UDR 都可以存储漫游用户的应用数据。

可以在网络中部署多个 UDR，每个 UDR 可以容纳不同的数据集或子集（例如，用户数据，用户策略数据，用于展示的数据，应用数据）和/或服务于不同的 NF 组。UDR 为单个 NF 提供服务并存储其数据，因此提供了灵活部署的可能性，可以灵活与 NF 集成的部署。

图 2.2.2.3-2 中 UDR 的内部结构仅供参考，具体根据网络需要部署。

Nudr 接口是为网络功能（即 NF 服务用户）定义的，例如 UDM，PCF 和 NEF，接入是一组特定的数据存储和读取，更新（包括添加，修改），删除和用户 UDR 中相关数据变更的通知。

通过 Nudr 访问 UDR 的每个 NF 服务用户应能够添加，修改，更新或删除它有权更改的数据。此授权应由 UDR 根据每个数据集和 NF 服务使用者基础执行，并且可能基于每个 UE 用户粒度执行。

通过 Nudr 向相应的 NF 服务用户公开并存储的 UDR 集中的以下数据应标准化：

- 用户数据，
- 策略数据，
- 结构化数据开放，
- 应用数据：用于应用检测的分组流描述（PFD）和用于多个 UE 的 AF 请求信息。

基于服务的 Nudr 接口定义，由 3GPP 定义数据集公开信息单元的内容和格式/编码确定。

此外，NF 服务用户可以从 UDR 获取接入操作员特定数据集以及每个数据集的操作员特定数据。

值得注意的是，运营商特定数据和运营商特定数据集的内容和格式/编码不受标准化的约束，存储在 UDR 中的不同数据的组织形式，也不是标准化的。

2.2.2.4 与 EPC 互通参考架构

与 EPC 互通非漫游架构

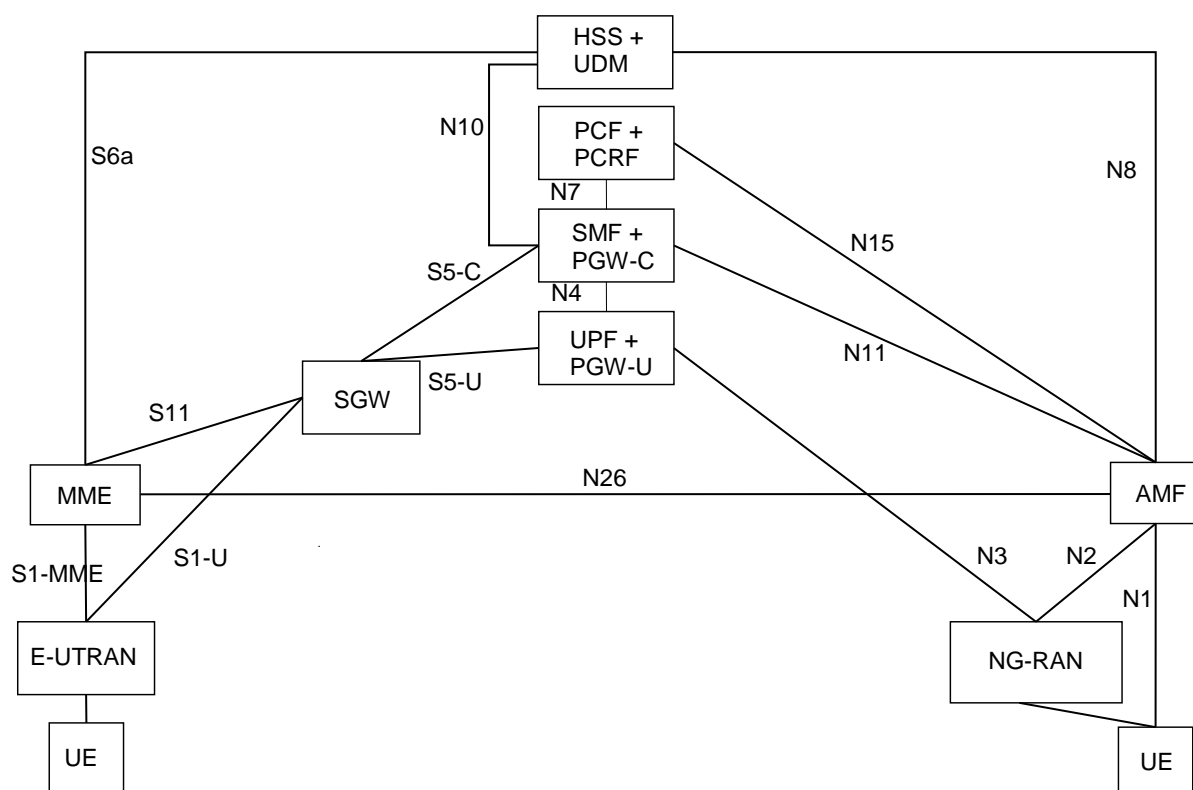


图2.2.2.4-1：5GS和EPC / E-UTRAN之间互通的非漫游架构

图 2.2.2.4-1 表示 5GS 和 EPC / E-UTRAN 之间互通的非漫游架构，N26 接口是 MME 和 5GS AMF 之间的 CN 间接口，以实现 EPC 和 NG 核心之间的互通。网络中支持 N26 接口是互通的可选项，N26 支持 S10 支持的功能子集（对互通至关重要）。

PCF + PCRF，PGW-C + SMF 和 UPF + PGW-U 专用于 5GS 和 EPC 之间的互通，这是可选的，基于 UE MM 核心网络能力和 UE 用户。不受 5GS 和 EPC 互通的 UE 可以由不专用于互通的实体服务，即通过 PGW / PCRF 或 SMF / UPF / PCF 服务。

在 NG-RAN 和 UPF + PGW-U 之间可以存在另一个 UPF（在上图中未示出），即如果需要，UPF + PGW-U 可以支持 N9 朝向另外的 UPF。

本规范中的图和流程描述的 SGW，没有区分 SGW 是作为单片 SGW 部署，还是作为 SGW 分开其控制平面和用户平面功能。

与 EPC 互通漫游架构

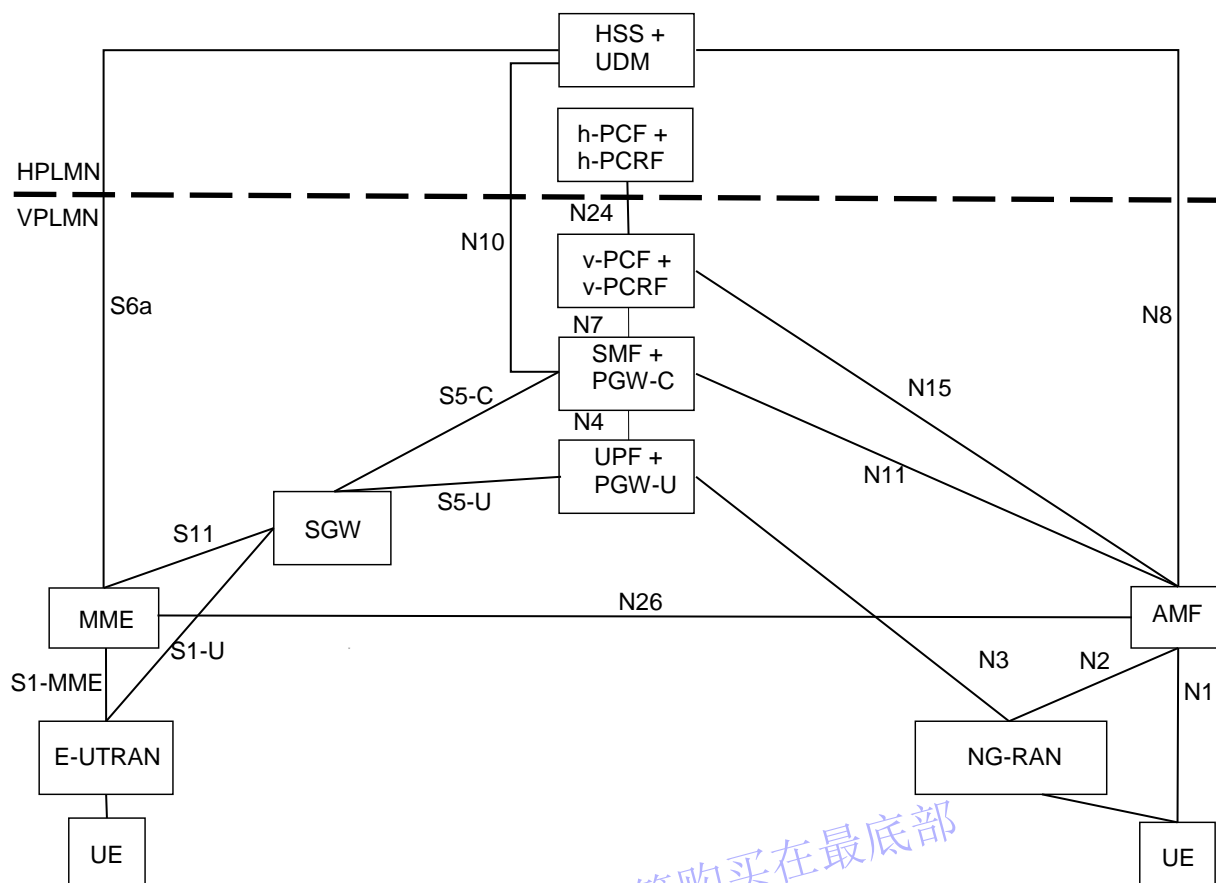


图2. 2. 2. 4-2: 5GS和EPC / E-UTRAN之间互通的本地分汇漫游架构

图 2. 2. 2. 4-2 表示具有本地分汇的漫游架构，图 2. 2. 2. 4-3 表示具有用于 5GS 和 EPC / E-UTRAN 之间的互通的归属路由流量的漫游架构。

在 NG-RAN 和 UPF + PGW-U 之间可以存在另一个 UPF (在上图中未示出)，即，如果需要，UPF + PGW-U 可以支持 N9 朝向附加 UPF。

由于不存在已知部署，因此不需要来自 EPC 的 S9 接口。

当 UE 通过 NG-RAN 和独立的非 3GPP 接入连接时，UE 应存在多个 N1 实例，即 NG-RAN 上应有一个 N1 实例，非 3GPP 接入上应有一个 N1 实例。

如果所选择的 N3IWF 与 3GPP 接入位于相同的 PLMN 中，则通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入同时连接到 PLMN 的相同 5G 核心网络的 UE 将由同一个 AMF 服务。

当 UE 连接到 PLMN 的 3GPP 接入时，如果 UE 选择 N3IWF 并且 N3IWF 位于与 3GPP 接入的 PLMN 不同的 PLMN 中，例如在不同的 VPLMN 或 HPLMN 中，则服务 UE 由两个 PLMN 分开。UE 注册了两个独立的 AMF，3GPP 接入上的 PDU 会话由 V-SMF 提供服务，不同于通过非 3GPP 接入服务 PDU 会话的 V-SMF。

3GPP 接入的 PLMN 选择不依赖于 N3IWF 选择。如果 UE 通过非 3GPP 注册，则 UE 独立于 N3IWF 所属的 PLMN 执行 3GPP 接入的 PLMN 选择。

UE 应与 N3IWF 建立 IPSec 通道，以通过不可信的非 3GPP 接入连接到 5G 核心网络。在 IPSec 通道建立过程中，UE 应由 5G 核心网络认证并连接到 5G 核心网络。有关 UE 通过不可信的非 3GPP 接入连接到 5G 核心网络的更多详细信息，我们在后面的核心网流程上会有更详细描述。

在 UE 上通过该接入的所有 PDU 会话已经释放或移交给 3GPP 接入之后，应该可以通过非 3GPP 接入维持与 AMF 的 UE NAS 信令连接。

独立非 3GPP 接入上的 N1 NAS 信令应使用与 3GPP 接入的 N1 相同的安全机制进行保护。支持 UE 和 N3IWF 之间的用户平面 QoS 区分。

非 3GPP 访问的非漫游架构

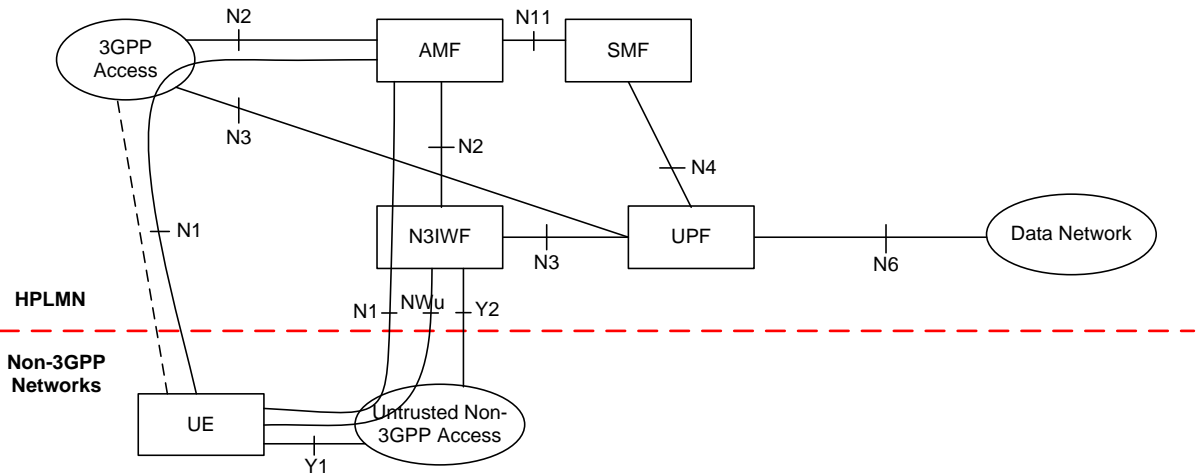


图2. 2. 2. 5-1：具有非3GPP 接入的5G核心网的非漫游架构

- 图 2.2.2.5-1 中的参考架构仅显示直接连接到非 3GPP 接入的架构和网络功能，架构的其他部分与上面 3GPP 内部非漫游构架定义的相同。
- 图 2.2.2.5-1 中的参考架构支持 AMF，SMF 和图中未示出的其他 NF 的基于服务的

接口。

- 图 2.2.2.5-1 中的两个 N2 实例适用于 UE 的单个 AMF，它同时通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入连接到同一个 5G 核心网络。
- 当通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入建立不同的 PDU 会话时，图 2.2.2.5-1 中的两个 N3 实例可以应用于不同的 UPF。

用于非 3GPP 访问的 LBO 漫游架构，与 3GPP 接入相同的 PLMN 中的 N3IWF

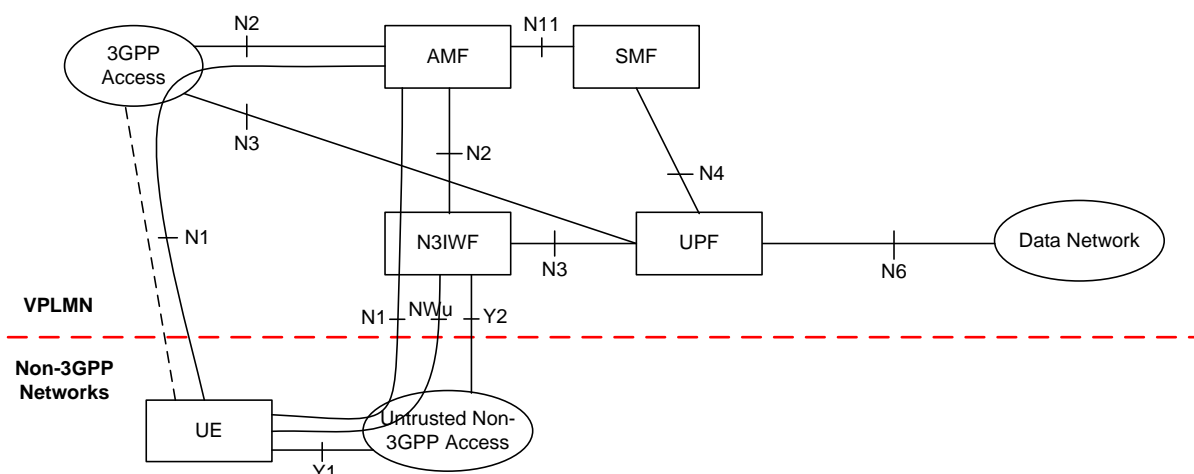


图2.2.2.5-2：具有非3GPP 接入的5G核心网的LBO漫游架构 – VPLMN中的N3IWF

- 图 2.2.2.5-2 中的参考架构仅显示直接连接以支持非 3GPP 接入的架构和网络功能，架构的其他部分与第 4.2 节中定义的不同。
- 图 2.2.2.5-2 中的参考架构支持 AMF，SMF 和图中未示出的其他 NF 的基于服务的接口。
- 图 2.2.2.5-2 中的两个 N2 实例适用于 UE 的单个 AMF，UE 通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入同时连接到 5G 核心网络。
- 当在 3GPP 接入和非 3GPP 接入上建立不同的 PDU 会话时，图 2.2.2.5-2 中的两个 N3 实例可以应用于不同的 UPF。

用于非 3GPP 访问的归属路由漫游架构，N3IWF 在与 3GPP 接入相同的 PLMN 中

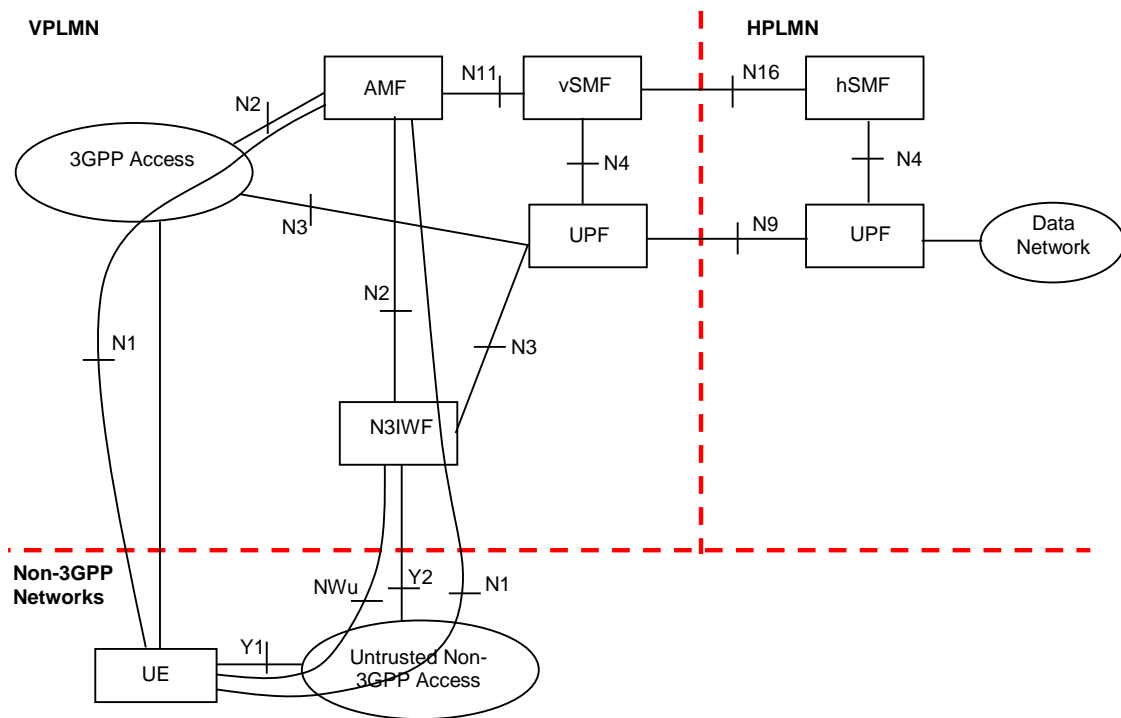


图2.2.2.5-3：具有非3GPP 接入的5G核心网络的归属路由漫游架构——与3GPP 接入在同一VPLMN中的N3IWF

- 图2.2.2.5-3 中的参考架构仅显示直接连接以支持非 3GPP 接入的架构和网络功能，架构的其他部分与第 4.2 节中定义的相同。
- 图 2.2.2.5-3 中的两个 N2 实例适用于 UE 的单个 AMF，UE 通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入同时连接到 5G 核心网络。

用于非 3GPP 访问的 LBO 漫游架构，来自 3GPP 接入的不同 PLMN 中的 N3IWF

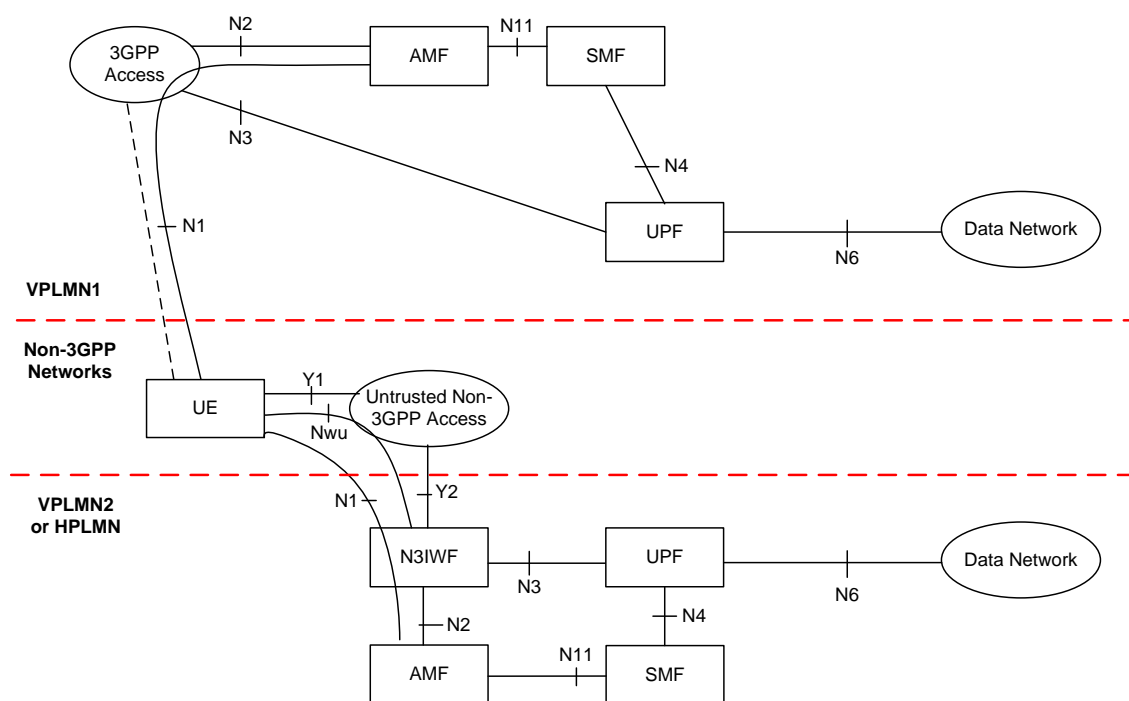


图2.2.2.5-4：具有非3GPP 接入的5G核心网络的LBO漫游架构 – 来自3GPP 接入的不同PLMN中的N3IWF

- 图 2.2.2.5-4 中的参考架构仅显示直接连接以支持非 3GPP 接入的架构和网络功能，架构的其他部分与第 4.2 节中定义的相同。
- 图 2.2.2.5-4 中的参考架构支持 AMF，SMF 和图中未示出的其他 NF 的基于服务的接口。
- 图 2.2.2.5-4 中的两个 N2 实例适用于 UE 的两个不同 AMF，UE 通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入同时连接到 5G 核心网络。

用于非 3GPP 访问的归属路由漫游架构，来自 3GPP 接入的不同 PLMN 中的 N3IWF

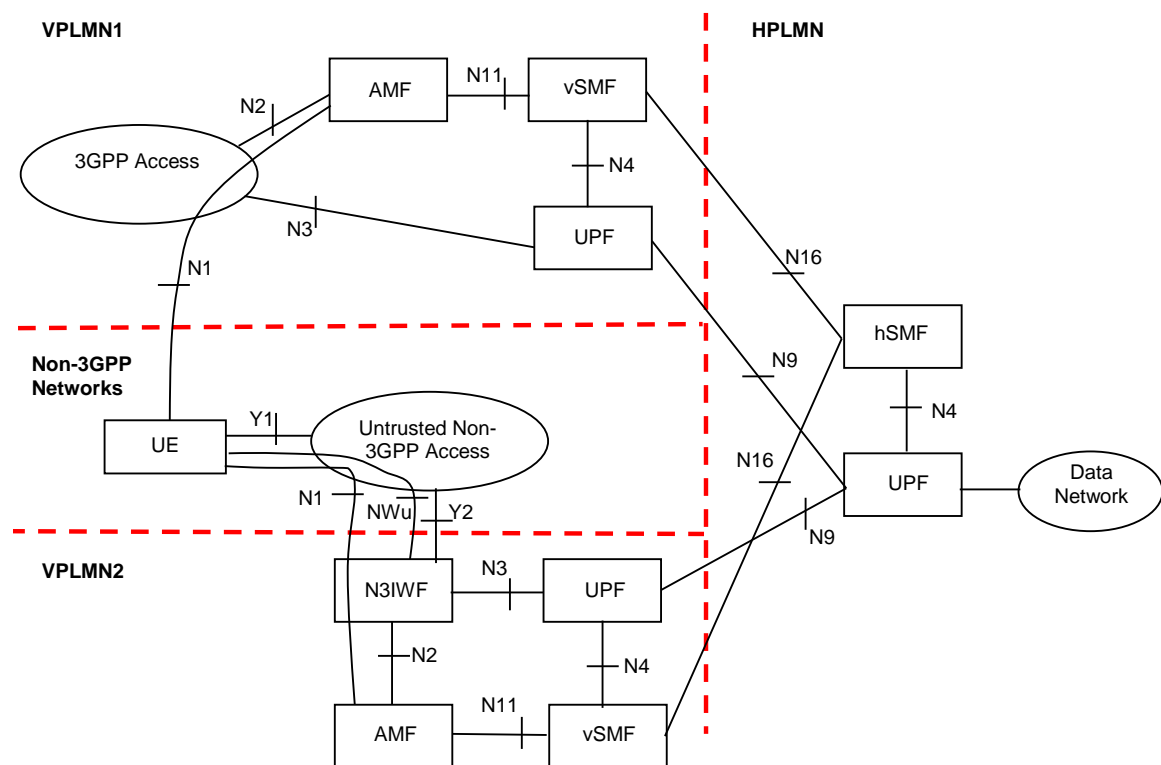


图2.2.2.5-5：具有非3GPP 接入的5G核心网的归属路由漫游架构 - 与3GPP 接入不同的VPLMN 中的N3IWF

5G哥出品，预览版，书籍购买在最底部

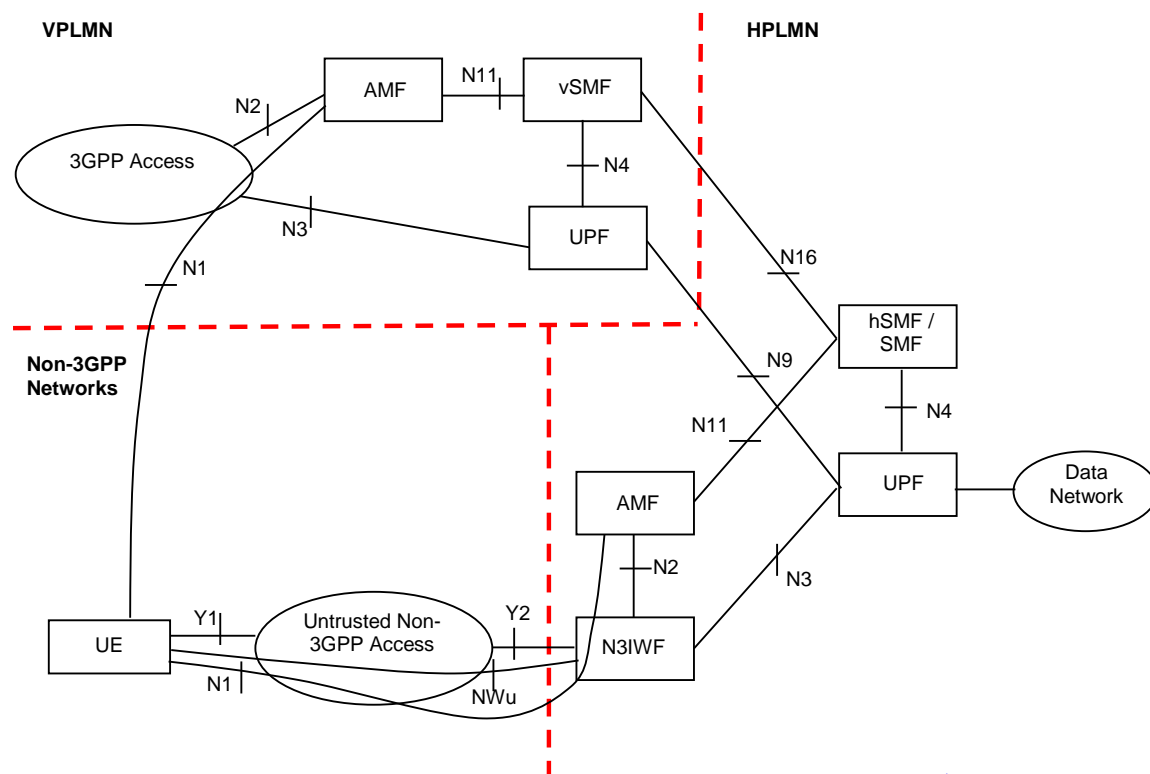


图2.2.2.5-6：具有非3GPP 接入的5G核心网的家庭路由漫游架构 - HPLMN中的N3IWF和3GPP 接入中的不同PLMN

- 图 2.2.2.5-5 和图 2.2.2.5-6 中的参考架构仅显示了直接连接的架构和网络功能，以支持非 3GPP 接入，并且架构的其他部分与 3GPP 内部构架相同。
- 图 2.2.2.5-5 和图 2.2.2.5-6 中的两个 N2 实例适用于 UE 的两个不同 AMF，UE 通过 3GPP 接入和非 3GPP 接入同时连接到 5G 核心网络。

非 3GPP 接入参考点

特定于非 3GPP 接入的参考点的描述：

N2, N3, N4, N6：这些在前面已有定义。

Y1 UE 与非 3GPP 接入（例如 WLAN）之间的参考点。这取决于非 3GPP 接入技术，并且不在 3GPP 的范围内。

Y2 用于传输 NWu 流量的不可信的非 3GPP 接入和 N3IWF 之间的参考点。

NWu UE 和 N3IWF 之间用于在 UE 和 N3IWF 之间建立安全通道的参考点，以便在 UE 和 5G 核心网络之间交换的控制平面和用户平面通过不可信的非 3GPP 接入安全地传输。

2.2.3 基于服务的接口和参考点

2.2.3.1 基于服务的接口

5G 系统架构包含以下基于服务的接口：

NAMF: AMF 展示的基于服务的接口。

Nsmf: SMF 展示的基于服务的接口。

Nnef: NEF 展示的基于服务的接口。

NPCF: PCF 展示的基于服务的接口。

Nudm: UDM 展示的基于服务的接口。

NAF: AF 展示的基于服务的接口。

Nnrf: NRF 展示的基于服务的接口。

Nnssf: NSSF 展示的基于服务的接口。

Nausf: AUSF 展示的基于服务的接口。

Nudr: UDR 展示了基于服务的接口。

Nudsf: UDSF 展示的基于服务的接口。

N5g-EIR: 5G-EIR 展示的基于服务的接口。

Nnwdaf: NWDAF 展示的基于服务的接口。

Nsmsf: SMSF 展示的基于服务的接口。

2.2.3.2 参考点

5G 系统架构包含以下参考点：

N1: UE 和 AMF 之间的参考点。

N2: (R) AN 和 AMF 之间的参考点。

N3: (R) AN 和 UPF 之间的参考点。

N4: SMF 和 UPF 之间的参考点。

N6: UPF 和数据网络之间的参考点。

本规范的版本中未指定充当上行链路分类器的 UPF 与本地数据网络之间的 N6 的流量转发细节。

N9: 两个 UPF 之间的参考点。

以下参考点显示了 NF 中 NF 服务之间存在的相互作用。 这些参考点通过相应的基于 NF 服务的接口并通过指定所识别的用户和生产者 NF 服务以及它们的交互来实现，以便实现特定的系统过程。

- N5:** PCF 和 AF 之间的参考点。
- N7:** SMF 和 PCF 之间的参考点。
- N24:** 访问网络中的 PCF 与归属网络中的 PCF 之间的参考点。
- N8:** UDM 和 AMF 之间的参考点。
- N10:** UDM 和 SMF 之间的参考点。
- N11:** AMF 和 SMF 之间的参考点。
- N12:** AMF 和 AUSF 之间的参考点。
- N13:** UDM 和认证服务器之间的参考点用于 AUSF。
- N14:** 两个 AMF 之间的参考点。
- N15:** 在非漫游场景的情况下 PCF 和 AMF 之间的参考点，在访问网络中的 PCF 和在漫游场景的情况下的 AMF。
- N16:** 两个 SMF 之间的参考点（在访问网络中的 SMF 和归属网络中的 SMF 之间的漫游情况下）。
- N17:** AMF 和 5G-EIR 之间的参考点。
- N18:** 任何 NF 和 UDSF 之间的参考点。
- N22:** AMF 和 NSSF 之间的参考点。
- N23:** PCF 和 NWDAF 之间的参考点。
- N24:** NSSF 和 NWDAF 之间的参考点。
- N27:** 访问网络中的 NRF 与归属网络中的 NRF 之间的参考点。
- N31:** 访问网络中的 NSSF 与归属网络中的 NSSF 之间的参考点。

在某些情况下，可能需要将几个 NF 相互关联以服务于 UE。

除了上面的参考点之外，SMF 和计费系统（CDF 和 OCS）之间还有接口/参考点。 在本说明书的架构图示中未描绘参考点。

- N32:** 拜访网络中的 SEPP 与归属网络中的 SEPP 之间的参考点。
- N33:** NEF 和 AF 之间的参考点。
- N40:** SMF 和 CHF 之间的参考点。
- N50:** AMF 和 CBCF 之间的参考点。

参考点支持 NAS 上的 SMS

N1: 通过 NAS 在 UE 和 AMF 之间进行 SMS 传输的参考点。

以下参考点通过基于服务的接口实现：

N8: AMF 和 UDM 之间的 SMS 用户数据检索的参考点。

N20: AMF 和 SMS 功能之间 SMS 传输的参考点。

N21: SMS 功能地址注册管理和 SMS 管理 SMS 功能和 UDM 之间的用户数据检索的参考点。

2.3 5G 部署和网络切片

2.3.1 5G 网络部署

2.3.1.1 5G 功能架构的灵活性

在传统的网络中，如何将 NF 和 NE 分拆到物理节点是针对特定的部署进行的。5G 基于 NF 定义和网络功能之间的逻辑架构，优势如下：

- 参考传输网络的能力和制约因素，灵活优化配置 NF；
- 避免冗余，根据实际情况灵活布置 NF；
- NF 可以通过特殊方式进行优化；
- 开放接口，可以使用通用设备进行接入部署。

物理层的架构决定了无线接入的一些列特点，例如网络密度、无线接入节点特性（尺寸、天线数量、发射功率）、传播特性、用户终端数量、用户移动性特征和话务特征。

物理构架也决定了无线接入节点和传输网络回传技术，它的构成可能是异构混合模式，由固网连接和无线接入组成。而且物理部署定义了面向核心网的技术逻辑单元。所有这些特点包含物理特性和限制，影响着功能和逻辑移动网络元素之间的互动。

功能分拆选择和物理部署的条件紧密相关，例如，某个功能分拆决定了必须由物理基础设施提供的逻辑接口，而物理设施往往带给逻辑接口限制条件。首先要考虑网络密度，单位面积无线接入节点的数量越多，会场的流量越大。在 RAN 协议中，更高层的功能拆分，可以支持更多的接入点。

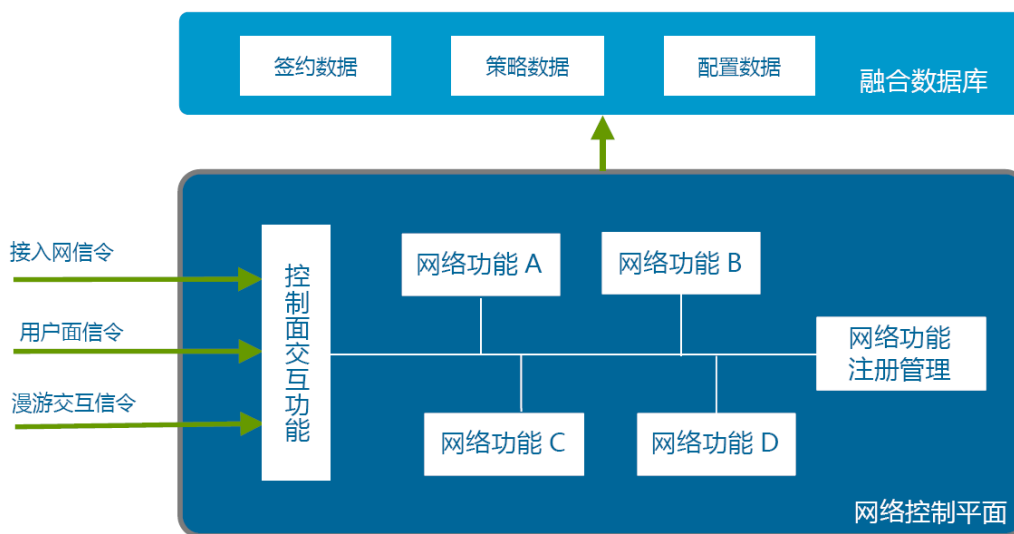


图 2.3.1-1 按需定制的 5G 移动网络

按需的会话管理

按需的会话管理是指 5G 网络会话管理功能可以根据不同终端属性、用户类别和业务特征，灵活的配置连接类型、锚点位置和业务连续性能力等参数。例如，4G 中针对互联网应用的“永久在线”连接将成为 5G 会话的一个选项。

用户可以根据业务特征选择连接类型，例如，选择支持互联网业务的 IP 连接；利用信令面通道实现无连接的物联网小数据传输；或为特定业务定制 Non-IP 的专用会话类型。

用户可以根据传输要求选择会话锚点的位置和设置转发路径。对移动性和业务连续性要求高的业务，网络可以选择网络中心位置的锚点和隧道机制，对于实时性要求高的交互类业务则可以选择锚点下沉，就近转发；对转发路径动态性较强的业务则可以引入 SDN 机制实现连接的灵活编程。

按需的移动性管理

网络侧移动性管理包括在激活态维护会话的连续性和空闲态保证用户的可达性。通过对激活和空闲两种状态下移动性功能的分级和组合，根据终端的移动模型和其所用业务特征，有针对性的为终端提供相应的移动性管理机制。

例如，针对海量的物联网传感终端无移动性、成本敏感和高节能的要求，网络可选择检测空闲态传感器终端是否可达，只在终端主动结束休眠和网络联系的时候，才能发送上下行数据，从而有效的节约电量。在激活态，网络可以简化状态维护和会话管理机制，大大降低终端的成本。

此外，网络还可以按照条件变化动态调整终端的移动性管理等级。例如对一些垂直行业应用，在特定工作区域内可以为终端提供高移动性等级，来保证业务连续性和快速寻呼响应，在离开该区域后，网络动态将终端移动性要求调到低水平，提高节能效率。

按需的安全功能

5G 为不同行业提供差异化业务，需要提供满足各项差异化安全要求的完整性安全性方案。例如，5G 安全需要为移动互联网场景提供高效、统一兼容的移动性安全管理机制，5G 安全需要为 IoT 场景提供更加灵活开放的认证架构和认证方式，支持新的终端身份管理能力；5G 安全要为网络基础设施提供安全保障，为虚拟化组网、多租户多切片共享等新型网络环境提供安全隔离和防护功能。

控制面按需重构

控制面重构重新定义控制面网络功能，实现网络功能模块化，降低网络功能之间交互复杂性，实现自动化的发现和连接，通过网络功能的按需配置和定制，满足业务的多样化需求。如图 9 所示，控制面按需重构具备以下功能特征：

接口中立：网络功能之间的接口和消息应该尽量重用，通过相同的接口消息向其它网络功能调用者提供服务，将多个耦合接口转变为单一接口从而减少了接口数量。网络功能之间的通信应该和网络功能的部署位置无关。

融合网络数据库：用户签约数据、网络配置数据和运营商策略等需要集中存储，便于网络功能组件之间实现数据实时共享。网络功能采用统一接口访问融合网络数据库，减少信令交互。控制面交互功能：负责实现与外部网元或者功能间的信息交互。收到外部信令后，该功能模块查找对应的网络功能，并将信令导向这组网络功能的入口，处理完成后结果将通过交互功能单元回送到外部网元和功能。

网络组件集中管理：负责网络功能部署后的网络功能注册，网络功能的发现和网络功能的状态检测等。

以用户为中心的无线接入网

5G 无线接入网改变了传统以基站为中心的设计思路，突出“网随人动”新要求，具体能力包括：灵活的无线控制、无线智能感知和业务优化、接入网协议定制化部署。

按照“网随人动”的接入网设计理念，通过重新定义信令功能和控制流程实现高效灵活的空口控制和简洁健壮的链路管理机制。通过将 UE 的上下文和无线通信链路与该 UE 提供无线传输资源的小区解耦，5G 新型接入网协议栈直接以 UE 为单位管理无线通信链路和上下文，并将为该 UE 的服务小区作为一种空口无线资源——小区域，灵活地与时域、频域/码域和空域等进行四维无线资源的系统调度。系统每次进行资源授权时，在确定 UE 可用的空口传输时间（时域）之后，首先确定 UE 可用的小区（小区域），在确定可用的小区后，再确定 UE 在这些可用的小区内的频率域/码域/功率域，以及天线选择的空间域无线资源。协议栈功能可根据 UE 对空口信道质量的要求，对服务于 UE 的多种不同的物理层空口传输技术进行灵活控制。

2.3.1.2 5G 系统设计的逻辑和功能视图

5G 网络逻辑视图由 3 个功能平面构成：接入平面，控制平面和转发平面。

接入平面引入多站点协作、多连接机制和多制式融合技术，构建更灵活的接入网拓扑；控制平面基于可重构的集中的网络控制功能，提供按需的接入、移动性和会话管理，支持精细化资源管控和全面能力开放；转发平面具备分布式的数据转发和处理功能，提供更动态的锚点设置，以及更丰富的业务链处理能力。

在整体逻辑架构基础上，5G 网络采用模块化功能设计模式，并通过“功能组件”的组合，构建满足不同应用场景需求的专用逻辑网络。5G 网络以控制功能为核心，以网络接入和转发功能为基础资源，向上提供管理编排和网络开放的服务，形成三层网络功能视图。

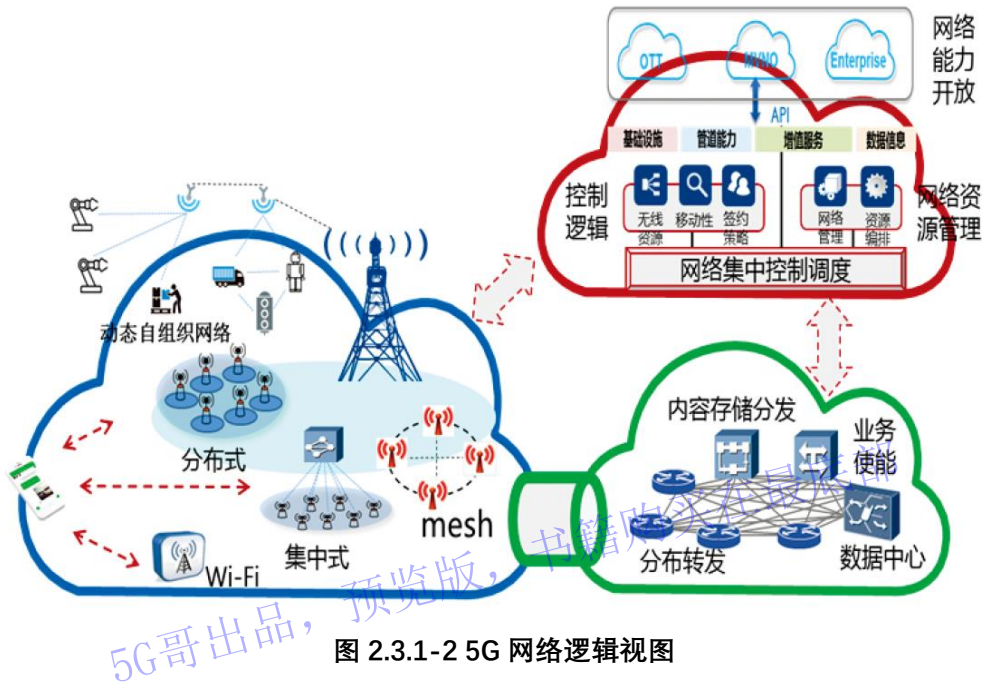


图 2.3.1-2 5G 网络逻辑视图

管理编排层：由用户数据、管理编排和能力开放三部分功能组成。用户数据功能存储用户签约、业务策略和网络状态等信息。管理编排功能基于网络功能虚拟化技术，实现网络功能的按需编排和网络切片的按需创建。能力开放功能提供对网络信息的统一收集和封装，并通过API开放给第三方。

网络控制层：实现网络控制功能重构及模块化。主要的功能模块包括：无线资源集中分配、多接入统一管控、移动性管理、会话管理、安全管理和流量疏导等。上述功能组件按管理编排层的指示，在网络控制层中进行组合，实现对资源层的灵活调度。

网络资源层：包括接入侧功能和网络侧功能。接入侧包括中心单元（CU）和分布单元（DU）两级功能单元，CU 主要提供接入侧的业务汇聚功能；DU 主要为终端提供数据接入点，包含射频和部分信号处理功能。网络侧重点实现数据转发、流量优化和内容服务等功能。基于分布式锚点和灵活的转发路径设置，数据包被引导至相应的处理节点，实现高效转发和丰富的数据处理，如深度包检测，内容计费 and 流量压缩等。

2.3.1.3 5G 组网设计：平台化和开放

5G 基础设施平台将更多的选择由基于通用硬件架构的数据中心构成支持 5G 网络的高性能转发要求和电信级的管理要求，并以网络切片为实例，实现移动网络的定制化部署。引入 SDN/NFV 技术（如图所示），5G 硬件平台支持虚拟化资源的动态配置和高效调度，在广域网层面，NFV 编排器可实现跨数据中心的功能部署和资源调度，SDN 控制器负责不同层级数据中心之间的广域互连。城域网以下可部署单个数据中心，中心内部使用统一的 NFVI 基础设施层，实现软硬件解耦，利用 SDN 控制器实现数据中心内部的资源调度。

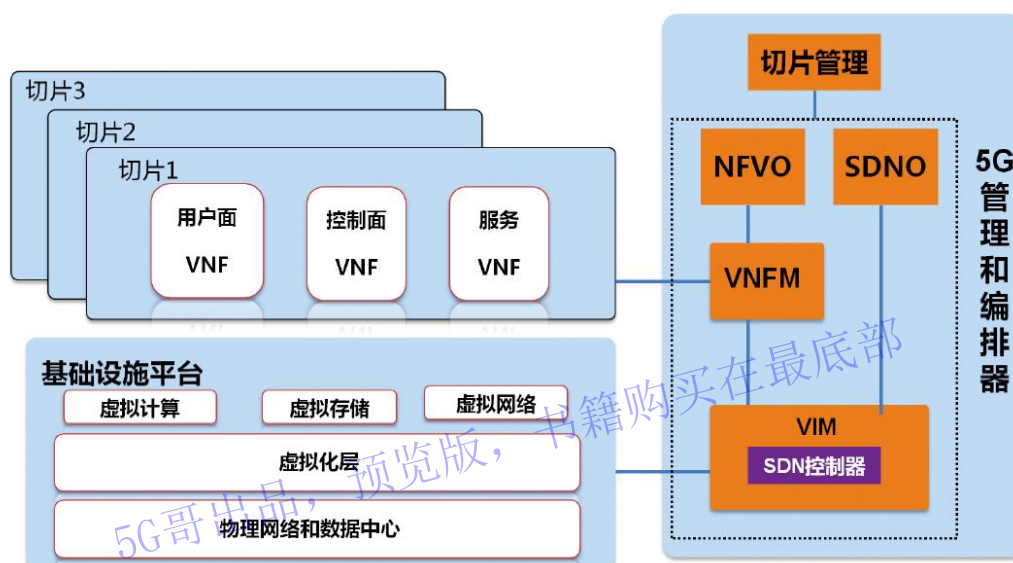


图 2.3.1-3 5G 组网设计视图

NFV/SDN 技术在接入网平台的应用是业界聚焦探索的重要方向。利用平台虚拟化技术，可以在同一基站平台上同时承载多个不同类型的无线接入方案，并能完成接入网逻辑实体的实时动态的功能迁移和资源伸缩。利用网络虚拟化技术，可以实现 RAN 内部各功能实体动态无缝连接，便于配置客户所需的接入网边缘业务模式。

另外，针对 RAN 侧加速器资源配置和虚拟化平台间高速大带宽信息交互能力的特殊要求，虚拟化管理与编排技术需要进行相应的扩展。

SDN/NFV 技术融合将提升 5G 进一步组大网的能力：NFV 技术实现底层物理资源到虚拟化资源的映射，构造虚拟机（VM），加载网络逻辑功能（VNF）；虚拟化系统实现对虚拟化基础设施平台的统一管理和资源的动态重配置；SDN 技术则实现虚拟机间的逻辑连接，构建承载信令和数据流的通路。最终实现接入网和核心网功能单元动态连接，配置端到端的业务链，实现灵活组网。

2.3.2 网络切片

网络片总是由 RAN 部分和 CN 部分组成。网络切片的支持依赖于不同切片的流量由不同的 PDU 会话处理的原理。网络可以通过调度以及通过提供不同的 L1 / L2 配置来实现不同的网络切片。如果已经由 NAS 提供，则 UE 在 RRC 消息中提供用于网络片选择的辅助信息。虽然网络可以支持大量切片（数百个），但 UE 不需要同时支持多于 8 个切片。

网络切片是一种概念，可根据每个客户的请求进行差异化处理。通过切片，移动网络运营商（MNO）可以将客户视为属于不同的用户类型，每个用户具有不同的服务请求，根据服务等级协议（SLA）管理每个用户有资格使用的切片类型和业务。

NSSAI（网络片选择辅助信息）包括一个或多个 S-NSSAI（单 NSSAI）。每个网络片由 S-NSSAI 唯一标识。

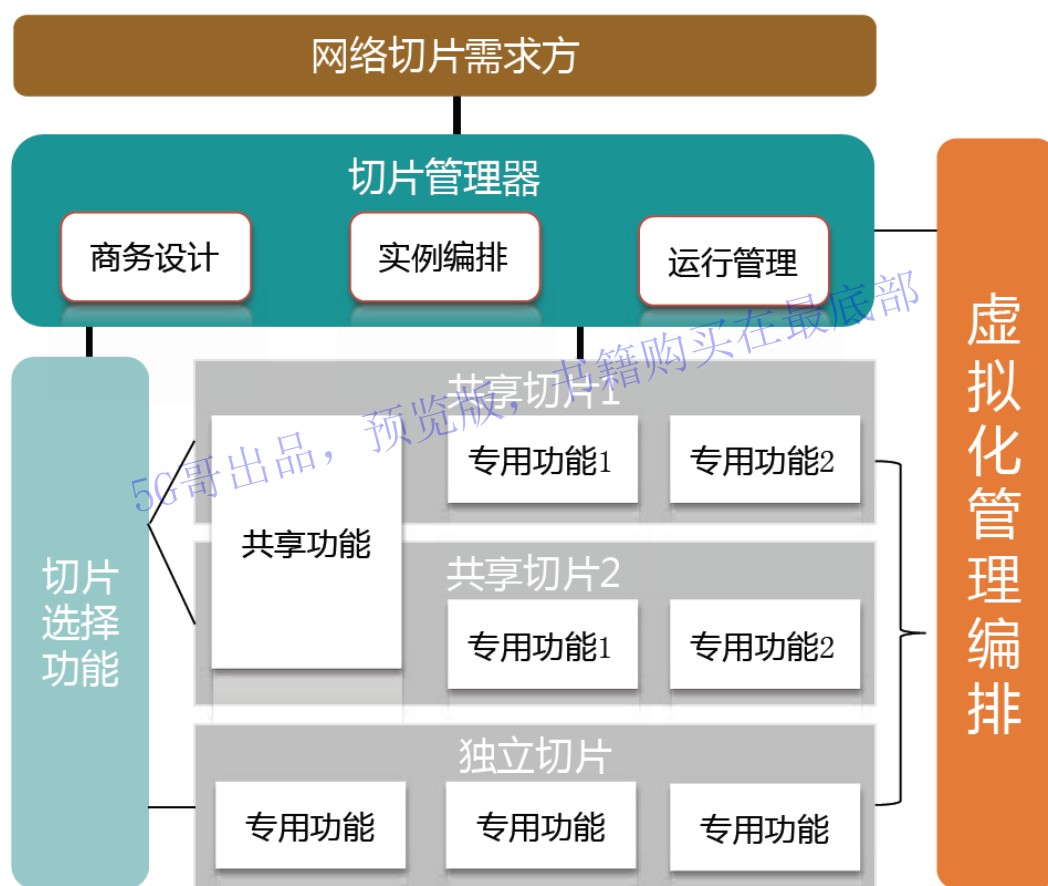


图 2.3.2-1 5G 网络切片构架

以下关键原则适用于支持 NG-RAN 中的网络切片：

RAN 对切片的意识

- NG-RAN 支持对已预先配置的不同网络片段的流量进行差异化处理。NG-RAN 如何支持 NG-RAN 功能（即包含每个切片的网络功能集）的切片启用是依赖于现场部署情况的。

选择网络切片的 RAN 部分

- NG-RAN 通过 UE 或 5GC 提供的辅助信息支持网络切片的 RAN 部分的选择，该辅助信息明确地标识 PLMN 中的一个或多个预先配置的网络切片。

切片之间的资源管理

- NG-RAN 根据服务级别协议支持切片之间的策略实施。单个 NG-RAN 节点应该可以支持多个切片。NG-RAN 应该可以自由地将 SLA 的最佳 RRM 策略应用于每个支持的片。

支持 QoS

- NG-RAN 支持网络切片内的 QoS 区分。

RAN 选择 CN 实体

- 对于初始附着，UE 可以提供辅助信息以支持 AMF 的选择。如果可用，NG-RAN 使用此信息将初始 NAS 路由到 AMF。如果 NG-RAN 不能使用该信息选择 AMF 或者 UE 不提供任何此类信息，则 NG-RAN 将 NAS 信令发送到默认 AMF 之一。
- 对于后续接入，UE 提供由 5GC 分配给 UE 的临时 ID，以使 NG-RAN 能够将 NAS 消息路由到适当的 AMF，只要临时 ID 有效(NG-RAN 知道)和可以到达与临时 ID 相关联的 AMF。否则，适用初始附加方法。

切片之间的资源隔离

- NG-RAN 支持切片之间的资源隔离。可以通过 RRM 策略和保护机制来实现 NG-RAN 资源隔离，这应该避免一个片中的共享资源的短缺破坏了另一个片的服务水平协议。应该可以将 NG-RAN 资源完全专用于某个功能。NG-RAN 如何支持资源隔离取决于网络现场如何部署和定义。

切片可用性

- 某些切片可能仅在部分网络中可用。支持 NG-RAN 的 S-NSSAI 由 OAM 配置。在 NG-RAN 中对其邻小区中支持的片段的意识可能有益于连接模式中的频率间移动性，假设切片可用性在 UE 的注册区域内不改变。
- NG-RAN 和 5GC 负责处理在给定区域中可能或可能不可用的片的服务请求。允许或拒绝对片的接入可取决于诸如片的支持，资源的可用性，NG-RAN 对所请求服务的支持等因素。

支持 UE 同时与多个网络片段相关联

- 在 UE 同时与多个网络切片相关联的情况下，仅维持一个信令连接，并且对于频率内小区重选，UE 总是试图驻留在最佳小区上。对于频率间小区重选，可以使用专用优先级来控制 UE 驻留的频率。

切片意识的粒度

- 通过在包含 PDU 会话资源信息的所有信令中指示与 PDU 会话相对应的 S-NSSAI，在 PDU 会话级引入 NG-RAN 中的切片感知。

验证 UE 接入网络片的权限

- 5GC 负责验证 UE 是否有权接入网络片。在接收初始报文建立请求消息之前，可以允许 NG-RAN 基于对 UE 请求接入哪个片的感知来应用一些临时/本地策略。在初始报文设置

期间，NG-RAN 被告知正在请求资源的网络片。

网络切片的详细实现过程会在后面的章节中描述。

第三章 5G 物理层

3.1 物理层是用来做什么的？

3.1.1 物理层概述

章节请在正式版书籍中查看

3.1.2 物理层提供的服务

章节请在正式版书籍中查看

3.1.2.1 上行链路模型和传输

章节请在正式版书籍中查看

3.1.2.2 下行链路模型和传输

章节请在正式版书籍中查看

3.1.2.3 物理层提供的测量

章节请在正式版书籍中查看

3.2 物理层信道和调制

3.2.1 概述

3.2.1.1 什么是调制技术？

章节请在正式版书籍中查看。

5G哥出品，预览版，书籍购买在最底部

3.2.1.2 物理信道和物理信号定义

章节请在正式版书籍中查看

3.2.2 帧结构

3.2.2.1 帧和子帧

章节请在正式版书籍中查看

3.2.2.2 时隙 (Slots)

章节请在正式版书籍中查看

3.2.3 调制的过程

章节请在正式版书籍中查看

3.3 复用方式和信道编码

3.3.1 上行链路传输信道和控制信息

章节请在正式版书籍中查看

3.3.2 下行链路传输信道和控制信息

章节请在正式版书籍中查看

3.3.3 信道编码

3.3.3.1 极化码 (Polar)

章节请在正式版书籍中查看

预览版，书籍购买在最底部

3.3.3.2 低密度奇偶校验编码 (LDPC)

章节请在正式版书籍中查看

3.4 物理层的控制流程

3.4.1 同步流程

章节请在正式版书籍中查看

3.4.2 无线链路监控

章节请在正式版书籍中查看

3.4.3 链路恢复流程

章节请在正式版书籍中查看

3.4.4 上行链路功率控制

章节请在正式版书籍中查看

3.4.5 随机接入流程

章节请在正式版书籍中查看

3.4.6 用户终端 (UE) 报告控制信息流程

章节请在正式版书籍中查看

3.4.7 用户终端 (UE) 接收控制信息流程

章节请在正式版书籍中查看

5G 哥出品，预览版，书籍购买在最底部

3.5 物理层的数据流程

3.5.1 功率控制

章节请在正式版书籍中查看

3.5.2 物理下行链路共享信道相关流程

章节请在正式版书籍中查看

3.5.3 物理上行链路共享信道相关流程

章节请在正式版书籍中查看

3.6 物理层的测量流程

3.6.1 NG-RAN 测量能力

章节请在正式版书籍中查看

3.6.2 UE 测量功能

章节请在正式版书籍中查看

第四章 5G 无线接入网和接口协议

4.1 NG-RAN 的整体构架，节点

4.1.1 构架与部署

章节请在正式版书籍中查看

4.1.2 用于分离 gNB-CU-CP 和 gNB-CU-UP 的总体架构

章节请在正式版书籍中查看。

4.1.3 NG-RAN 节点

章节请在正式版书籍中查看

4.2 用户平面和控制平面

4.2.1 用户平面

章节请在正式版书籍中查看

4.2.2 控制平面

章节请在正式版书籍中查看

4.3 无线接入网的接口协议

4.3.1 NG 接口协议

章节请在正式版书籍中查看

4.3.2 Xn 接口协议

章节请在正式版书籍中查看

4.3.3 F1 接口协议

章节请在正式版书籍中查看。

4.3.4 E1 接口协议

章节请在正式版书籍中查看。

360可出品, 预览版, 书籍购买在最底部

4.4 NG-RAN 构架中的整体流程

4.4.1 UE 初始接入流程

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.2 内部 gNB-CU 移动性

4.4.2.1 内部 NR 流动性

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.3 丢失 PDU 的集中重传机制

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.4 多连接操作

4.4.4.1 辅助节点添加

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.5 F1 启动和小区激活

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.6 RRC 状态转换

4.4.6.1 RRC 连接到 RRC 不活动

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.7 RRC 连接重建

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.8 用于 F1-C 的多种 TNLA s

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.9 涉及 E1 和 F1 的整体流程

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.9.1 UE 初始接入

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.9.4 涉及 gNB-CU-UP 改变的 gNB 间切换

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.9.6 RRC 状态过渡

章节请在正式版书籍中查看。

4.4.10 gNB 同步流程

章节请在正式版书籍中查看。

4.5 新空口（NR）数据链路层控制协议

4.5.1 媒体接入控制（MAC）

章节请在正式版书籍中查看

4.5.2 无线链路控制（RLC）

章节请在正式版书籍中查看

4.5.3 分组数据汇聚协议（PDCP）

章节请在正式版书籍中查看

4.5.4 服务数据适配协议（SDAP）

章节请在正式版书籍中查看

4.6 移动性和无线资源管理

4.6.1 RRC 子层主要功能描述

章节请在正式版书籍中查看

4.6.2 寻呼

章节请在正式版书籍中查看

4.6.3 接入控制

章节请在正式版书籍中查看

4.6.4 随机接入流程

章节请在正式版书籍中查看

5G哥出品，预览版，书籍购买在最底部

4.7 上行链路和下行链路处理

章节请在正式版书籍中查看

4.8 安全和服务质量控制

章节请在正式版书籍中查看

第五章 5G 核心网

5.1 5G 核心网网络功能和节点

章节请在正式版书籍中查看

5.1.1 网络功能（NF）的功能描述

章节请在正式版书籍中查看

5.1.2 网络功能原理服务发现和选择

章节请在正式版书籍中查看

5.1.3 网络功能服务

章节请在正式版书籍中查看

5.2 控制和用户平面协议栈

章节请在正式版书籍中查看

5.2.1 控制平面协议栈

章节请在正式版书籍中查看

5G哥出品，书籍购买在最底部

5.2.1.1 5G-AN 和 5G 核心之间的控制平面协议栈：N2

章节请在正式版书籍中查看

5.2.1.2 UE 和 5GC 之间的控制平面协议栈

章节请在正式版书籍中查看

5.2.1.3 控制平面协议 5GC 中网络功能之间的堆栈

章节请在正式版书籍中查看

5.2.1.4 用于不受信任的非 3GPP 接入的控制平面

章节请在正式版书籍中查看

5.2.2 用户平面协议栈

章节请在正式版书籍中查看

5.2.2.1 PDU 会话的用户平面协议栈

章节请在正式版书籍中查看

5.2.2.2 用户平面用于不受信任的非 3GPP 接入

章节请在正式版书籍中查看

5.3 5GC 的系统流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.1 连接，注册和移动管理流程

章节请在正式版书籍中查看

5G 哥出品，预览版，书籍购买在最底部

5.3.2 会话管理流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.3 SMF 和 UPF 互动流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.4 用户档案管理流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.5 安全流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.6 RAN-CN 相互作用

章节请在正式版书籍中查看

5.3.7 切换流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.8 NG-RAN 位置报告流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.9 与 EPC 的系统互通流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.10 非 3GPP 接入的流程

章节请在正式版书籍中查看

预览版，书籍购买在最底部

5.3.11 网络功能服务框架流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.12 PFD 管理流程

章节请在正式版书籍中查看

5.3.13 网络数据分析

章节请在正式版书籍中查看

5.4 用户接入和连接管理

章节请在正式版书籍中查看

5.4.1 用户网络接入控制

章节请在正式版书籍中查看

5.4.2 注册和连接管理

章节请在正式版书籍中查看

5.4.3 3GPP 标准接入的具体流程

章节请在正式版书籍中查看

5.4.4 非 3GPP 标准接入的具体流程

章节请在正式版书籍中查看

5.4.5 用户会话管理

章节请在正式版书籍中查看

预览版，书籍购买在最底部

5.4.6 服务质量（QoS）控制

章节请在正式版书籍中查看

5.4.7 用户身份标识

章节请在正式版书籍中查看

5.4.8 支持双连接，多连接

章节请在正式版书籍中查看

5.4.9 计费管理

章节请在正式版书籍中查看

5.5 网络切片

5.5.1 网络切片的概念

章节请在正式版书籍中查看

5.5.2 识别和选择网络切片：S-NSSAI 和 NSSAI

章节请在正式版书籍中查看

5.5.3 用户方面的选择

章节请在正式版书籍中查看

5.5.4 UE NSSAI 配置和 NSSAI 存储方面

章节请在正式版书籍中查看

5G哥出品，预览版，书籍购买在最底部

5.5.5 如何实现网络切片

章节请在正式版书籍中查看

5.5.6 网络切片支持漫游

章节请在正式版书籍中查看

5.5.7 网络切片和与 EPS 的互通

章节请在正式版书籍中查看

5.5.8 PLMN 中网络切片可用性的配置

章节请在正式版书籍中查看

5.6 网络开放性支持 NFV 和 SDN

章节请在正式版书籍中查看

5.6.1 网络能力的开放性

章节请在正式版书籍中查看

5.6.2 虚拟化部署的构架支持

章节请在正式版书籍中查看

5.6.3 NFV 和 SDN

章节请在正式版书籍中查看

5.7 网络安全管理

5.7.1 网络安全控制

章节请在正式版书籍中查看

5.7.2 非 3GPP 接入的安全模型

章节请在正式版书籍中查看

5.7.3 PDU 会话用户平面安全性

章节请在正式版书籍中查看

第六章 5G 基站和频谱

6.1 5G 频谱大全

6.1.1 5G 的两个频段区域 FR1 和 FR2

章节请在正式版书籍中查看

6.1.2 5G 的频段编号

章节请在正式版书籍中查看

6.1.3 频谱带宽

章节请在正式版书籍中查看

6.2 基站 (BS) 无线传输和接收

6.2.1 基站的类型和要求

章节请在正式版书籍中查看

6.2.2 操作频段和信道安排

章节请在正式版书籍中查看

5G 哥出品，预览版，书籍购买在最底部

6.2.3 传导发射端特性

章节请在正式版书籍中查看

6.2.4 传导接收端特性

章节请在正式版书籍中查看

6.2.5 发射端特性

章节请在正式版书籍中查看

6.2.6 接收端特性

章节请在正式版书籍中查看

6.2.7 发射接收器特性

章节请在正式版书籍中查看

6.3 基站 (BS) 电磁兼容性和一致性测试

6.3.1 测试条件和性能标准

章节请在正式版书籍中查看

6.3.2 传导发射测试

章节请在正式版书籍中查看

6.3.3 抗扰度测试

章节请在正式版书籍中查看

3GPP出品：预览版，书籍购买在最底部

第七章 5G 用户终端（UE）

7.1 用户终端（UE）的无线接入能力

7.1.1 UE 支持的最大数据速率

章节请在正式版书籍中查看

7.1.1.1 无 ue-CategoryDL 和 ue-CategoryUL 的最大数据速率

章节请在正式版书籍中查看

7.1.1.2 数据链路层（L2）缓冲区大小

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2 UE 能力参数介绍

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.1 一般参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.2 SDAP 参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.3 PDCP 参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.4 RLC 参数

章节请在正式版书籍中查看

5G 哥出品，预览版，书籍购买在最底部

7.1.2.5 MAC 参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.6 物理层参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.7 射频参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.8 测量参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.9 RAT 间参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.10 邻小区 SI 采集参数

章节请在正式版书籍中查看

7.1.2.11 MMTEL 参数

章节请在正式版书籍中查看

7.2 用户设备（UE）无线发送和接收

章节请在正式版书籍中查看

7.3 用户设备对无线资源管理的规范要求

章节请在正式版书籍中查看

5G 哥出品，预览版，书籍购买在最底部

7.4 用户终端（UE）的定位

章节请在正式版书籍中查看

7.5 移动终端和辅助设备电磁兼容性（EMC）要求

章节请在正式版书籍中查看

7.6 用户终端（UE）对释放无关频段的支持要求

章节请在正式版书籍中查看

附录 5G 通信词汇缩略语大全

章节请在正式版书籍中查看

正式版书籍购买，请使用微信扫以下二维码进入

