

网络实战

本章将介绍国内 5G 商用网络在大区制下的路由及典型 5GC 网元的基本局数据配置。通过本章的学习,读者可以对商用网络组网及 5GC 网元厂家产品配置有较为全面的理解,从而理论联系实践加深对 5GC 的理解。

5.1 大区制下的 5G 注册流程信令路由

在 3.4.2 节 N2 切换流程中提到了 5G 商用网络中,部分运营商采用大区制这种全新的组网形态。大区制摒弃了在 4G EPC 中以省为单位来建设核心网的策略,改为按地理位置将全国划为东、南、西、北等多个大区,每个大区包含相邻的多个省份,并选择一个省份和城市作为大区中心,将部分 5GC 网元(如 UDM)以大区为单位进行集中部署的组网方式。

2016 年前核心网多采用厂家专用硬件,网元的硬件和软件维护是紧耦合的,由同一工程师负责,但 5G 网络中大区制及虚拟化的引入带来了新的运维模式和运维的挑战。

假设某运营商南方大区包含广东和广西两个省份(自治区),广州作为大区中心城市,其中 UDM 设置在大区中心、AMF/SMF/UPF 以省为单位设置。此种组网下,广西 AMF 的日常维护(如健康检查、性能指标采集与分析)由广西分公司的工程师 A 负责;现场硬件和资源池可能在东莞数据中心,由工程师 B 负责。广西 5G 用户签约是在 UDM,由南方大区中心工程师 C 负责,其中工程师 A 人在南宁、工程师 B 人在东莞、工程师 C 人在广州,而用户(UE)则可能在桂林。当出现网络故障时,需要跨部门、跨省份多方通力配合,才能更好地维护 5G 网络。

本节结合 5G 注册流程的信令面路由,介绍在大区制组网下这些信令消息都会经过哪些物理和逻辑的网元,从而加深对商用网络的理解。

5.1.1 大区制场景举例

(1) 假设大区这样划分如下：

西部大区包括四川、云南，大区中心是成都，假设数据中心在绵阳。

南部大区包括广东、广西，大区中心是广州，假设数据中心在东莞。

注意：本例中的大区划分仅为举例，不一定和商用网络一致，仅供参考。商用网络每个大区有多个省份，本例每个大区仅列举两个省份，方便讲解。这里数据中心(Internet Data Center, IDC)选取绵阳/东莞是想说明数据中心不一定在省会城市，因为数据中心的选址还有房价/电费等多重因素考量。本节希望刻意举一个复杂的例子来分析，因此并没有假设数据中心在成都和广州。

(2) 假设一个复杂的 5G 注册流程场景是广西 5G 用户从南宁坐飞机到了云南西双版纳州首府景洪市旅游，落地后开机发起 5G 注册流程。

该场景下的信令消息会经过哪些网元呢？需要注意的是，无论是否大区制，5GC 商用网络均采用虚拟化部署(虚拟机或者容器)，这意味着网元虽然部署在大区中心(如广州)，由大区工程师维护，但设备硬件却在数据中心(如东莞 IDC)。

基于上述场景得到的大区制 5G 注册流程拓扑图如图 5-1 所示。

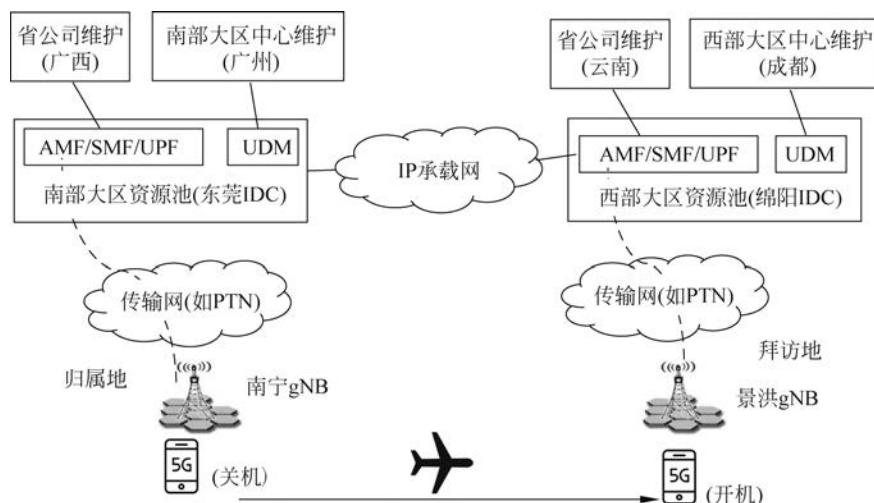


图 5-1 大区制 5G 注册流程拓扑图

5.1.2 大区制 5G 注册流程信令路由说明

基于 5.1.1 节场景假设得到的 5G 注册流程信令消息路由见表 5-1。

表 5-1 5G 注册流程信令消息路由

| 接口 | 接口所涉及的网元和路由 | 网元的物理位置 | 说 明 |
|-----|---|------------------------------------|--|
| N2 | 景洪机场 gNB↔(传输网如 PTN+跨省 IP 承载网)↔云南 AMF 【拜访地 gNB↔拜访地 AMF, 用于透传 NAS 信令等目的】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC | 虽然是云南的 AMF, 但昆明不一定有西部大区的数据中心, 而大区数据中心也不一定在省会, 也可能在省内中心城市 |
| N12 | 云南 AMF↔(跨省 IP 承载网)↔南部大区 AUSF 【拜访地 AMF↔归属地大区 AUSF, 用于鉴权管理等目的】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC、南部大区 AUSF 位于东莞 IDC | AUSF 通常可能是和 UDM 合设, 部署在大区 |
| N13 | 南部大区 AUSF↔南部大区 UDM 【合设, 内部流程, 如请求生成鉴权向量组等目的】 | 南部大区 AUSF/UDM 位于东莞 IDC | AUSF 通常与 UDM 合设, 部署在大区 |
| N14 | 云南 AMF↔(跨省 IP 承载网)↔广西 AMF 【新 AMF 从老 AMF 获取 UE 上下文等场景】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC、广西 AMF 位于东莞 IDC | UE 在广西关机然后坐飞机, 因此老 AMF 是广西 AMF |
| N8 | 云南 AMF↔南部大区 UDM 【拜访地 AMF↔归属地 UDM, 如注册登记、获取签约数据等场景】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC、南部大区 UDM 位于东莞 IDC | UDM 通常部署在大区 |
| N15 | 云南 AMF↔广西 PCF 【拜访地 AMF↔归属地 PCF, 如获取接入管理策略流程】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC、广西 PCF 位于东莞 IDC | 每个省业务发展有差异, 通常会按省设置 PCF |

1. N2 接口信令路由

广西 UE 到达西双版纳州首府景洪市机场, 落地后开机发起 5G 注册流程。注册请求消息通过空口发给景洪机场 gNB。gNB 将其封装到 NGAP 消息中, 通过 N2 逻辑接口发送给云南 AMF 处理。为什么是云南 AMF, 而不是大区中心四川 AMF? 因为即使在大区制下, AMF、SMF 通常也是以省为单位部署的。云南 AMF 可以理解为由云南省公司负责维护。如果是硬件出了问题(如温度过高), 则需要云南省公司(联系大区)或者直接联系绵阳 IDC 到现场处理。

景洪 gNB 的 N2 消息经传输(如 PTN), 然后经跨省 IP 承载网(为什么要跨省呢? 因为基站在云南, 而 AMF 硬件部署在四川绵阳的 IDC 机房里)到达绵阳 IDC, 通过数据中心 EOR(End of Row)交换机→TOR(Top of Rack)交换机→云南 AMF 处理 N2 接口信令的业务虚拟机(或容器)所在的计算节点→AMF 业务虚拟机处理。

注意: TOR 交换机泛指 IDC 机柜顶部的二/三层交换机, 通常负责连接本机柜内的计

算节点服务器。EOR 交换机则是指汇聚交换机,可汇聚多个机柜的二/三层流量。

2. N12 和 N13 接口信令路由

云南 AMF 收到注册请求后,接下来要对广西 UE 鉴权,因此需要寻址归属地的 AUSF。AUSF 通常与 UDM 合设并部署在大区,因此云南 AMF 需要请求部署在东莞 IDC 的南部大区 AUSF 提供鉴权参数(虽然是广西的用户,但要找南部大区的 AUSF,大区 AUSF 可根据用户号段区分大区内不同省份的用户)。

因此,N12 接口转发路径是云南 AMF 经跨省 IP 承载网至南部大区 AUSF。接下来 AUSF 需要请求 UDM 产生鉴权向量组,但 AUSF 和 UDM 通常为合设,因此 N13 接口就是内部流程,也就是南部大区 AUSF 到南部大区 UDM。

3. N14 接口信令路由

由于是广西 UE 到景洪旅游场景,因此云南 AMF 需要从广西 AMF 获取 UE 上下文。物理转发路径是绵阳 IDC 的云南 AMF→绵阳 IDC 出口→跨省 IP 承载网→东莞 IDC 出口→东莞 IDC 的广西 AMF。

4. N8 接口信令路由

接下来云南 AMF 需要从用户归属地南部大区 UDM 下载广西 UE 的签约数据并在南部大区 UDM 完成注册登记。物理转发路径是绵阳 IDC 的云南 AMF→绵阳 IDC 出口→跨省 IP 承载网→东莞 IDC 出口→东莞 IDC 的南部大区 UDM。

5. N15 接口信令路由

接下来云南 AMF 请求广西 PCF 提供接入管理策略。PCF 通常也是以省为单位部署的,这里假设提供接入管理策略服务的 PCF 部署在归属地,因此这里的 PCF 是广西的。物理转发路径是绵阳 IDC 的云南 AMF→绵阳 IDC 出口→跨省 IP 承载网→东莞 IDC 出口→东莞 IDC 的广西 PCF。

5.2 大区制下的 PDU 会话建立流程信令路由

本节介绍大区制下的 PDU 会话建立流程的信令路由,场景与 5.1.1 节相同,并且是 5.1.1 节的延续。假设该广西用户在西双版纳落地完成 5G 注册流程后,又发起了 PDU 会话建立流程,因此本节的场景拓扑图与图 5-1 大区制 5G 注册流程拓扑图完全相同。

基于上述场景假设得到的 PDU 会话建立流程信令消息路由见表 5-2。

表 5-2 PDU 会话建立流程信令消息路由

| 接口 | 接口所涉及的网元和路由 | 网元的物理位置 | 说 明 |
|-----|---|-----------------------------------|--|
| N2 | 景洪机场 gNB↔(传输网如 PTN+跨省 IP 承载网)↔云南 AMF 【拜访地 gNB↔拜访地 AMF, 用于透传 NAS 信令等目的】 | 云南 AMF 位于绵阳 IDC | 虽然是云南的 AMF, 但昆明不一定有西部大区的数据中心, 而大区数据中心也不一定在省会, 也可能在省内中心城市 |
| N11 | 云南 AMF↔云南 SMF 【拜访地 AMF↔拜访地 SMF, 如透传 NAS-SM 消息给 SMF 处理等目的】 | 云南 AMF/SMF 位于绵阳 IDC | SMF 通常以省为单位部署, 由各省自行维护 |
| N10 | 云南 SMF↔(跨省 IP 承载网)↔南部大区 UDM 【拜访地 SMF↔归属地 UDM, 如获取 sm-data 签约数据等流程】 | 云南 SMF 位于绵阳 IDC、南部大区 UDM 位于东莞 IDC | UDM 位置通常部署在大区 |
| N7 | 云南 SMF↔(跨省 IP 承载网)↔广西 PCF 【拜访地 SMF↔归属地 PCF, 如请求获取会话管理策略等流程】 | 云南 SMF 位于绵阳 IDC、广西 PCF 位于东莞 IDC | PCF 通常以省为单位部署。同时由于各省数据业务差异大, 数据业务 PCF 通常要回归属地 |
| N4 | 云南 SMF↔(跨省 IP 承载网)↔景洪 UPF 【拜访地 SMF↔拜访地 UPF, 如建立 N4 会话并下发 N4 管控规则等流程】 | 云南 SMF 位于绵阳 IDC、景洪 UPF 位于景洪机房 | UPF 在 5G 初期可能采用传统硬件, 部署在拜访地如景洪。如果拜访地没有, 则可能部署在省会如昆明。随着 5G 专网和 MEC 的不断商用, UPF 将逐渐下沉至地级市或靠近用户的位置 |

5.3 5GC 网元局数据配置概述

5.3.1 局数据配置的说明

本节参考开源项目和商用网络中的 5GC 网元的相关配置, 提炼出一个最小化的 5GC 网元配置。这个最小化的配置只考虑 5G 业务和信令流程能正常执行, 不考虑商用网络中对于高可用、计费、网管、安全防护、国际漫游、性能等方面额外要求。

本节所介绍的 5GC 网元包括典型网元 AMF、SMF 和 UPF 的局数据配置。

注意: 日常交流中通常将网元配置称为局数据配置, 将网元的安装部署称为开局。

5.3.2 业务地址规划

无论 5G 商用网络还是在开源项目中,5GC 网元的 IP 地址都分成两类:

(1) 业务地址: 用于端到端的通信(如 AMF 到 UDM),通常采用 32 位长度掩码。

(2) 接口地址: 用于点到点的逐跳通信(如 AMF 到三层网关设备),最少采用 30 位长度掩码,比较常见的接口地址掩码长度还有 26、27、28 和 29 位。

因此在介绍局数据配置之前,需要了解地址规划。本节将重点关注业务地址的规划,规划的基本原则如下。

- (1) SBI 和 N4 接口采用 IPv6 地址。
- (2) N2 和 N3 接口采用 IPv4 地址。
- (3) SBI 接口和 N4 接口业务地址共用大网段 2409:8888::/32。
- (4) N2 接口地址段是 100.1.1.0/24。
- (5) N3 接口地址段是 100.2.2.0/24。
- (6) N26 接口和 DNS 地址段是 20.1.1.0/24。

注意: SBI 接口的网元可以是服务器端,也可以是客户端,因此还可以细分为 SBI-Server 和 SBI-Client 业务地址。这两个业务地址可以相同,也可以不同。取决于厂家产品实现。

详细的业务地址规划见表 5-3。

表 5-3 业务地址规划

| 接 口 类 型 | 网 元 | 业 务 地 址 |
|---------|---------------|--------------------------------|
| SBI | AMF | 2409:8888::1 |
| | SMF | 2409:8888::2 |
| | AUSF | 2409:8888::3 |
| | UDM | 2409:8888::4 |
| | PCF | 2409:8888::5 |
| | NRF | 2409:8888::6 |
| | NSSF | 2409:8888::7 |
| N2 | gNB 侧 | 100.1.1.1 |
| | AMF 侧 | 100.1.1.2(主用) 100.1.1.3(备用) |
| N3 | gNB 侧 | 100.2.2.1 |
| | UPF 侧 | 100.2.2.2 |
| N4 | SMF 侧 | 2409:8888::8 |
| | UPF 侧 | 2409:8888::9 |
| N26 | AMF 侧 | 20.1.1.26 |
| DNS | DNS 服务 器 | 20.1.1.1 和 20.1.1.2 |
| | AMF 侧 DNS 源地址 | 20.1.1.25 |

5.3.3 AMF 局数据配置概述

AMF 的局数据配置主要包括以下几种。

- (1) 全局参数：AMF 名称、支持的 PLMN、GUAMI、AMF 支持的切片列表等。
- (2) N1 接口配置：各类计时器(如 T3512)、支持的加密/完整性保护算法等。
- (3) N2 接口配置：N2 接口建立 SCTP 偶联的主用和备用地址、支持的 TA 列表、组 Pool(池)场景下 AMF 的权重值等。
- (4) 与 NRF 注册登记相关的配置：AMF 支持的服务、NRF 的 IP 等。
- (5) 其他接口配置：和 4G/5G 互操作有关的配置(N26 接口业务地址、DNS 服务器和 DNS 客户端的 IP、AMF 的 FQDN 等)、NSSF 的地址等。

1. 全局参数配置

AMF 所需要配置的基本全局参数见表 5-4。

表 5-4 AMF 所需要配置的基本全局参数

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 | 说明 |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------|---|
| PLMN-ID | 4600X | 标识 AMF 所属的 PLMN | 通过 PLMN 可区分归属和漫游用户 |
| 服务的 TA 列表 | 4600X111111 4600X222222 | AMF 所服务的 TA，和 gNB 在 N2 建立流程中上报的一致 | 5G TAC 是 3 字节长度,4G TAC 是 2 字节长度 |
| 服务的切片列表 | sst=1, sd=111111 | sst=1 为 eMBB 类型的切片 | AMF 可以服务多个切片,可以作为切片独享 AMF 或多切片共享 AMF |
| GUAMI | 4600X112233 | AMF 的全球唯一标识 | GUAMI=MCC+MNC+AMFI AMFI=AMF RegionID + AMF SetID+AMF Pointer【AMFI 的长度是 3 字节】 |

2. N1 接口参数配置

N1 是 AMF 到 UE 的 5G-NAS 协议接口。AMF 所需配置的 N1 接口参数见表 5-5。

3. N2 接口参数配置

N2 是 gNB 到 AMF 的接口,可用于连接管理、资源分配、移动性管理等。N2 接口的业务逻辑处理通常由设备的应用层代码自动完成。作为局数据来讲,只需做好 N2 接口连通性相关配置。另外,由于 N2 接口采用了 SCTP,也就是和 TCP 一样的 C/S 架构,由于 AMF 经常下挂大量基站,为减少配置和管理工作量,通常选择 gNB 作为 SCTP 客户端,由 gNB 主动发起 SCTP 的四次握手,这意味着 gNB 侧需要配置 AMF 侧的 N2 接口地址,AMF 作为 SCTP 服务器端,无须配置 gNB 侧的 SCTP 端点 IP。

表 5-5 AMF 所需配置的 N1 接口参数

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 |
|---------------|-------|--|
| 支持的完整性保护算法 | NIA2 | 如果支持多个算法,则需要配置优先级,与 UE 支持的安全能力协商并取交集 |
| 支持的加密算法 | NEA2 | |
| NAS 计时器 T3512 | 54min | AMF 下发的周期性 TA 更新计时器 |
| NAS 计时器 T3502 | 12min | 注册失败时启动。超时重新发起注册流程,默认重新发起注册 5 次 |
| MM 计时器 T3513 | 6s | 寻呼消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3522 | 6s | Deregistration Request 消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3550 | 6s | Registration Accept 消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3555 | 6s | Configuration Update Command 消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3560 | 6s | Authentication Request/Security Mode Command 消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3565 | 6s | NAS Notification 消息重传计时器 |
| MM 计时器 T3570 | 6s | Identity Request 消息重传计时器 |
| 移动性可达计时器 | 58min | UE 进入 CM-IDLE 启动,超时将停止对 UE 的寻呼,即认为 UE 不可达 |
| 隐式去注册计时器 | 60min | 超时则 AMF 发起隐式去注册流程 |

AMF 所需要配置的 N2 接口参数见表 5-6。

表 5-6 AMF 所需要配置的 N2 接口参数

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| N2 接口地址 | 100.1.1.2(主用) 100.1.1.3(备用) | 与 gNB 建立 SCTP 偶联 |
| AMF Name | amf_51xuetongxin | AMF 的名字,通过 N2 建立流程下发给 gNB |
| Relative AMF Capacity | 100 | AMF 的权重值。用于 AMF 组 Pool 场景下,gNB 根据 AMF 权重值负荷分担选择 AMF |

4. NRF 注册相关参数配置

所有支持 SBI 的网元都要到 NRF 中注册登记,AMF 也不例外。AMF 需要在 NRF 中注册登记自己的档案信息(NFProfile),包括自己的寻址信息(IP、FQDN 等)和能力信息(如支持的服务)等。

但 AMF 是怎么找到 NRF 的?是本地配置的。AMF 需要配置 NRF 的地址和端口。根据前面的规划,这里配置为 2409:8888::6,端口号为 80。AMF 通过管理与编排系统部署安装启动后,会自动向配置的 NRF 发起注册绑定流程。为了实现高可用,商用网络通常配置两个 NRF。

AMF 所需要配置的 NRF 注册的部分参数见表 5-7。

表 5-7 AMF 所需要配置的 NRF 注册相关参数

| 配置参数 | 子参数 | 取值举例和说明 |
|---------------------|-------------------------------------|---|
| NF Profile (AMF) | AMF 支持的服务 | Namf_Communication、Namf_EventExposure、Namf_MT service、Namf_Location |
| | scheme | http 或 https |
| | AMF 提供服务的 IP 和端口 | 2409:8888::1, 端口号 80 |
| | AMF RegionId、AMF SetId、服务的 GUAMI 列表 | AMF 标识 |
| | 服务的 TA | 支持正则表达式 |

5. 其他接口参数配置

AMF 可能还需要做 N22、N26 和 DNS 接口的配置。配置参数、配置举例、用途场景见表 5-8。

表 5-8 AMF 其他接口配置参数

| 其他接口 | 配置参数 | 取值举例 | 用 途 | 说 明 |
|------|---------------|---------------------|--|-----------------------|
| N22 | NSSF 地址 | 2409:8888::7 | 用于初始 AMF 选错场景下, 查询 NSSF 完成目标 AMF 的选择 | 注意, NSSF 的选择通常需要静态配置 |
| N26 | N26 接口地址 | 20.1.1.26 | 用于和 MME 做 4G/5G 互操作, MME 查 DNS 得到 AMF 侧 N26 地址 | 这 3 个参数都和 4G/5G 互操作有关 |
| DNS | DNS Server 地址 | 20.1.1.1 和 20.1.1.2 | 外部 DNS 服务器地址, 通常配置两个以保证高可用 | |
| | DNS Client 地址 | 20.1.1.25 | AMF 侧发起 DNS 查询的源 IP | |

需要注意的是, 在信令流程中, AMF 还需要和 PCF、UDM、SMF 通信, 但本节并未看到上述配置, 这是因为 AMF 可以直接去查 NRF 完成上述网元的动态选择, 因此无须静态配置。

5.3.4 SMF 局数据配置概述

SMF 的局数据主要包括以下几种。

- (1) 全局参数: 服务的 PLMN、支持的切片列表等。
- (2) DNN 基本配置: DNN 类型、UE 地址池等。
- (3) N4 接口基本配置: N4 接口本端和对端地址, UPF 关联的 DNN、TAI 等。
- (4) 到 NRF 注册登记相关的配置: SMF 支持的服务、NRF 的 IP 等。

1. 全局参数配置

SMF 所需要配置的基本全局参数见表 5-9。

表 5-9 SMF 所需要配置的基本全局参数

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 | 说明 |
|---------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| PLMN-ID | 4600X | 标识 SMF 所属的 PLMN | 通过 PLMN 可区分归属和漫游用户 |
| 服务的切片列表 | sst=1, sd=111111 | sst=1 为 eMBB 类型的切片 | SMF 可以服务多个切片 |
| DNN | ims、xxnet、 xxwap 等 | SMF 所支持的 DNN(还需要指定 DNN 与切片的关联) | 如果开通了 VoNR，则需要配置 ims DNN |

将表 5-9 中的 DNN 参数放大来看,还需要配置以下更多详细参数,以 eMBB DNN 为例进行说明。eMBB DNN 的详细参数见表 5-10。

表 5-10 DNN 参数配置

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 | 说明 |
|--------|-------------------------------|-----------------|---|
| DNN 名称 | xxnet | 用于上 Internet | xxwap DNN 也能上网,但需要多配置 WAP 网关地址和到它的 GRE 隧道 |
| DNN 类型 | IPv4v6 | 标识 DNN 的类型 | 商用网络 eMBB DNN 通常为双栈类型 |
| UE 地址池 | 2409:9999::/64 10.X.X.X/24 | 分配给 UE 的 IP 地址池 | 如果是双栈,则 IPv4 地址池为私网地址,需要 N6 接口防火墙处执行 NAT 转换 |
| DNS 地址 | 8.8.8.8 | 公网 DNS 地址通常配置两个 | 发给 UE,用于互联网网站域名的解析 |

2. N4 接口参数配置

N4 是 SMF 到 UPF 的接口,用于下发各种管控策略交给 UPF 去执行。SMF 所需配置的 N4 接口参数见表 5-11。

表 5-11 SMF 所需配置的 N4 接口参数

| 配置参数 | 取值举例 | 用途 |
|--------------|--------------|----------------------|
| N4 接口本端地址 | 2409:8888::8 | 和 UPF 建立 PFCP 关联与会话 |
| N4 接口对端地址 | 2409:8888::9 | UPF 侧的 N4 接口地址 |
| UPF 所关联的 DNN | internet | 可基于 DNN 选择 UPF |
| UPF 所关联的 TA | 4600X111111 | 可基于 UPF 所在 TA 选择 UPF |

3. NRF 注册相关参数配置

和 5.3.3 节 AMF 一样,SMF 也需要到 NRF 中注册登记。

SMF 所需要配置的 NRF 注册相关参数见表 5-12。

表 5-12 SMF 所需要配置的 NRF 注册相关参数

| 配置参数 | 子参数 | 取值举例和说明 |
|---------------------|------------------|---|
| NF Profile (公共) | SMF 支持的服务 | nsmf-pdusession、nsmf-event-exposure |
| | scheme | http 或 https |
| | SMF 提供服务的 IP 和端口 | 2409:8888::2, 端口 80 |
| | NFInstanceID | 标识 SMF 实例, 如 smf_51xuetongxin_01 |
| | NFType | 告诉 NRF 自己是什么 NF, 取值为 SMF |
| | NFStatus | NF 实例当前的状态, 取值为 REGISTERED。当不能服务时, 要上报 UNDISCOVERABLE, 即不能被其他网元发现 |
| | PLMNlist | SMF 所支持的 PLMN 列表, 如 4600X |
| | Locality | SMF 的地理位置信息, 如 gzidc_region_south |
| | Capacity | SMF 的静态相对容量值, SMF 组 Pool 时用于 SMF 的选择, 取值如 100 |
| | priority | SMF 组 Pool 时 SMF 的优先级, 取值如 100 |
| smfinfo (SMF 特有) | pgwFQDN | PGW 的 FQDN, 如 pgw666.51xuetongxin.com 【3GPP 的 5G 标准域名后缀格式为 5gc. mnc < MNC >. mcc < MCC >. 3gppnetwork.org】 |
| | SMF 支持的切片列表 | 取值如 sst=1, sd=111111 |

4. 其他接口参数配置

为了支持和 4G 互操作, SMF 需与 PGW-C 合设, 所以还需要有 PGW-C 的配置。

这部分的配置如下。

- (1) S5 接口的 GTP-C/GTP-U 地址, GTP 路径管理(如 T3 计时器、N3 重传等)。
- (2) Gx、Gy、Gz 接口的相关配置, 如 PCRF、OCS、CG 的地址等信息。
- (3) 如果 SMF 和 SGW 是合设的, 则还需要配置 SGW 相关的配置, 例如 S11 接口地址等。

5.3.5 UPF 局数据配置概述

UPF 的局数据主要包括路由实例、N3 接口、N4 接口、N6 接口和 DPI(深度包检测)配置和其他配置等。

1. 路由实例配置

UPF 中的路由实例用于流量的内部隔离, 可以看成 UPF 内部的 VPN。UPF 至少需要配置 3 个路由实例, 并且和对应的接口关联。这样才可以和 N4 接口规则中下发的路由实例名称及接口名称进行关联, 正确区分上、下行流量, 从而正确地完成流量的转发。UPF 路由实例配置参数见表 5-13。

表 5-13 UPF 路由实例配置参数

| 路由实例名称 | 关联的接口 | 对应 29244 中的接口名 | 用 途 |
|-----------|-------|----------------|------------------------|
| access | N3 | ACCESS | 对应上行接口 |
| core | N6 | CORE | 对应下行接口 |
| signaling | N4 | CP-function | 对应到 SMF 的接口,接收 CUPS 策略 |

注意: 路由实例名称为字符串类型,该值参考运营商规划可以修改,但 29244 接口名是关键字,有固定取值,不能修改。UPF 通常至少需配置 3 个路由实例。如果 UPF 是 I-UPF,则还需要配置 N9 接口的路由实例。如果 UPF 连接了多个 DNN,即多个 N6 接口,则还需要配置多个 N6 接口路由实例。

2. N3 接口参数配置

N3 接口是 UPF 和 gNB 之间的用户面接口。根据规范,UPF 需要分配 N3 接口 IP 地址和 TEID(如果 UPF 不支持分配,也可以由 SMF 代为分配。目前商用网络多为 UPF 自行分配)。TEID 是动态分配不需要静态配置,而 N3 接口地址需要静态配置。根据地址规划,UPF 需要在本端配置 N3 接口地址 100.2.2.2。

3. N4 接口参数配置

UPF 通过 N4 接口从 SMF 接收管控规则。N4 接口在下发规则(建立 N4 会话时下发)之前需要先建立 N4 接口的偶联(Association),这个是 SMF 主动发起建立的,因此,UPF 无须配置 SMF 的地址,等待接收 SMF 发送过来的偶联建立请求就可以了。SMF 需要配置所管理的所有 UPF 的 N4 接口地址,因此 UPF 侧仅需要配置本端 N4 接口地址 2409:8888::9。SMF 也会配置 UPF 的这个地址,并向该地址发起 N4 接口偶联的建立。

4. N6 接口参数配置

N6 接口是 UPF 到 DN 的接口。如果是 xxNET DNN,则是到 Internet 的出口。通常不需要做特别配置,但如果是 xxwap DNN,则流量通过 WAP 网关(10.0.0.17X 这个私网地址)才能访问具体的业务。UPF 到 WAP 网关并不是直连的,甚至需要跨省,因此中间会经过一个庞大的 IP 承载网。由于 WAP 网关地址是一个私网地址,无法穿越跨省的 IP 承载网,因此需要在 UPF 和 WAP 网关前置路由器之间建立一个通用路由封装协议(Generic Routing Encapsulation, GRE)隧道,此场景下 UPF 还需要 GRE 隧道相关配置。N6 接口 GRE 隧道如图 5-2 所示。UPF 侧 N6 接口参数配置见表 5-14。

表 5-14 UPF 侧 N6 接口参数配置

| 配置参数 | 取值举例 | 用 途 |
|-----------|-----------|------------------------------------|
| N6 接口本端地址 | 200.1.1.1 | 和 WAP 网关的前置路由器建立 GRE 隧道。该地址通常为公网地址 |



图 5-2 UPF 侧 N6 接口的 GRE 隧道示例

5. 深度包检测(Deep Packet Inspection,DPI)的配置

UPF 作为用户面节点需要配合 SMF 下发的 PDR 规则, 完成对用户面数据报文的检测与分类, 从而实现内容计费、基于业务的管控等功能。UPF 需要根据 PDR 规则中指明的 App-ID 关联到本地配置的 DPI 检测规则, 完成对业务的检测与分类(打标记), 如图 5-3 所示。

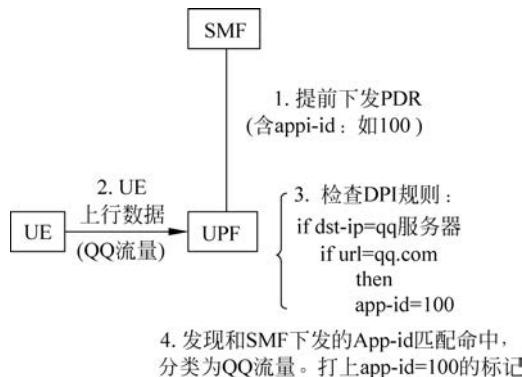


图 5-3 UPF 侧的 DPI 配置

6. 其他参数配置

(1) PGW-U/UPF 合设的相关配置。

- 由于 UPF 是与 PGW-U 合设的, 因此还需要配置 PGW-U 侧的相关接口, 例如还需要配置 S5 接口用户面地址。
 - 和 4G 类似, UPF 上还需要配置内容计费、HTTP 头增强等相关配置。
 - 如果是行业专网 UPF, 则还有行业相关的特殊配置, 如 AAA 的鉴权、L2TP 隧道等。
- (2) 如果涉及 I-UPF 的插入(如 MEC 场景), 则还需要配置 N9 接口用户面地址。

注意: 5G SA 初期 UPF 通常不支持在 NRF 中注册登记, 因此没有到 NRF 注册相关的配置。

本节最后出一个小的思考题。UPF 为什么不需要配置 gNB 的地址?

答案是因为 gNB 的 N3 接口地址是在 PDU 会话建立流程中由 gNB 动态分配的, 经 AMF 发送给 SMF, SMF 通过 N4 接口发送给 UPF, 因此 UPF 无须配置。