← 述

OmniPCF 置参考

操作员配置在运行时从 `config/runtime.exs` 读取到 `:omnipcf` 应用程序环境中。每个键都可以通过操作系统环境变量进行覆盖。

```
config :omnipcf,
  sbi_scheme: System.get_env("SBI_SCHEME", "http"),
  sbi_addr:   System.get_env("SBI_ADDR", "127.0.0.13"),
  sbi_port:   String.to_integer(System.get_env("SBI_PORT",
"7777")),
  nrf_uri:    System.get_env("NRF_URI", "http://127.0.0.1:7777"),
  udr_uri:    System.get_env("UDR_URI", "http://127.0.0.12:7777"),
  bsf_uri:    System.get_env("BSF_URI", "http://127.0.0.15:7777"),
  mcc:        System.get_env("MCC", "999"),
  mnc:        System.get_env("MNC", "70"),
  heartbeat_interval:
String.to_integer(System.get_env("HEARTBEAT_INTERVAL", "10000")),
  prometheus_metrics_port:
String.to_integer(System.get_env("PROMETHEUS_PORT", "9568"))

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

□□□□

□□	□□	□□	□□□	
`sbi_scheme`	□□□	□	`"http"`	`SBI_S`
`sbi_certfile`	□□□	□□□	□	(□)
`sbi_keyfile`	□□□	□□□	□	(□)

□□	□□	□□	□□□	
`sbi_addr`	□□□	□	`"127.0.0.13"`	`SBI_A`
`sbi_port`	□□	□	`7777`	`SBI_P`
`nrf_uri`	□□□	□	`"http://127.0.0.1:7777"`	`NRF_U`
`udr_uri`	□□□	□	`"http://127.0.0.12:7777"`	`UDR_U`
`bsf_uri`	□□□	□	`"http://127.0.0.15:7777"`	`BSF_U`
`mcc`	□□□	□	`"999"`	`MCC`
`mnc`	□□□	□	`"70"`	`MNC`
`heartbeat_interval`	□□□□	□	`10000`	`HEART`

参数	类型	必需	默认值	
	秒）			
`prometheus_metrics_port`	整数	否	`9568`	`PROME`
`policy_association_ttl_ms`	整数（毫秒）	否	`86400000`	（无）
`presence_reporting_areas`	映射	否	空映射	（无）
`hss_api_base_url`	字符串	否	`"https://127.0.0.1:8443"`	（无）

> `nrf_uri` 的编译默认值在配置访问器（`http://127.0.0.10:7777`）和 `runtime.exs`（`http://127.0.0.1:7777`）之间有所不同；通过 `NRF_URI` / `runtime.exs` 提供的值是部署实际使用的值。始终显式设置 `NRF_URI`。

编译的策略默认值

这些默认值编译到 PCC 规则构建器和策略授权服务中，不作为配置键公开。仅在 SMF 提供的订阅数据和 UDR 策略数据都未提供值时应用。它们在此文档中记录，以便操作员能够在决策中识别它们，并知道何时配置不完整。

会话-AMBR（必需 - 无回退）

会话-AMBR 必须可以从订阅中解析。没有编译的回退：如果 SMF 提供的订阅 AMBR（`subsSessionAmbr` / `subsSessAmbr`，来自 UDM）或 UDR SM 策略数据（`sessAmbr` / `sessionAmbr`）都没有提供，则 `Npcf_SMPolicyControl` 创建将被 拒绝，返回 `422 Unprocessable Entity`（原因 `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`），并记录一个错误，命名 SUPI/DNN。然后 SMF 将中止 PDU 会话，因此配置错误的订阅者将明显失败，而不是静默地获得任意低速率限制。在 UDM/HSS 中配置会话-AMBR（每 DNN APN-AMBR���或 UDR SM 策略数据以解析它。

默认（非-GBR）QoS

当没有订阅的默认 QoS 存在且 DNN 没有特定配置文件时应用。

字段	值
5QI	`9`（非-GBR，最佳努力互联网）
ARP 优先级级别	`8`
ARP 抢占能力	`NOT_PREEMPT`
ARP 抢占脆弱性	`PREEMPTABLE`

每-DNN 默认 QoS 置文件

当没有订阅的 QoS 存在时使用，以 DNN 网络标识符为键。订阅提供的 QoS 始终优先。

DNN	5QI	ARP 优先级	抢占能力	抢占脆弱性
`ims`	5	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`
`sos`	5	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`
`mcs`	65	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`

默认策略控制请求触发器

当 UDR 不提供时安装在 SmPolicyDecision 中。没有 UDR 数据时：`PLMN_CH`，`RES_MO_RE`，`AC_TY_CH`，`UE_IP_CH`。有 UDR 数据但没有显式触发器列表时：上述加上 `DEF_QOS_CH`，`SE_AMBR_CH`。

AF 媒体类型到 QoS 映射

由策略授权用于从 AF 媒体组件构建专用流。非音频/视频媒体类型映射到最佳努力。默认 ARP 为 `NOT_PREEMPT` / `PREEMPTABLE`，优先级级别为 1（音频），2（视频）或 9（其他）。

媒体类型	5QI	GBR 上行/下行	MBR 上行/下行
`AUDIO`	1	64 Kbps / 64 Kbps	96 Kbps / 96 Kbps
`VIDEO`	2	512 Kbps / 512 Kbps	2 Mbps / 2 Mbps
其他	9	不适用	不适用

PCC 规则优先级

规则来源	默认优先级
默认允许所有规则（按 DNN）	255
UDR 提供的专用计费规则	200（或规则指定）
AF 派生（策略授权）规则	100（或 `resPrio`）

管理 / OAM API

与 5G SBI 分开，OmniPCF 提供面向操作员的 REST 管理（OAM）API，通过 HTTPS 提供。所有响应都是 JSON，封装在标准的 `success` / `error` 信封中。每个管理路径都以 `/api` 前缀挂载，因此完整的请求路径如下表所示。一个 LiveView 网络控制面板（资源、配置、许可证和日志视图）通过 HTTPS 在端口 `7443` 上提供，与此 REST API 一起。

属性	值
方案	HTTPS (TLS)
端口	`8443`
绑定地址	`0.0.0.0`
路径前缀	`/api`

状态端点

方法	路径	描述
GET	/api/status/api	存活/API 状态探测。
GET	/api/status/license	许可证状态。
GET	/api/status/nrf	NRF 注册状态。
GET	/api/status/nf	NF 服务状态：nf_type（PCF），宣传的 npcf-smpolicycontrol / npcf-am-policy-control 服务，sbi_addr/sbi_port。

策略检查

方法	路径	描述
GET	/api/policy_context	列出活动策略上下文。
GET	/api/sm_policy	列出活动 SM 策略关联。
GET	/api/sm_policy/{id}	读取单个 SM 策略关联。
DELETE	/api/sm_policy/{id}	移除单个 SM 策略关联。
GET	/api/am_policy	列出活动 AM 策略关联。
DELETE	/api/am_policy/{id}	移除单个 AM 策略关联。
GET	/api/statistics	聚合统计：活动 SM/AM 策略计数和总安装的 PCC 规则。

OAM 操作

方法	路径	描述
`GET`	`/api/oam/config`	查看当前运行时配置（`sbi_addr`，`sbi_port`，`nrf_uri`，`udr_uri`，`mcc`，`mnc`，日志级别，NF 容量/优先级）。
`PATCH`	`/api/oam/config/{id}`	更新选定的运行时值。接受的键：`udr_uri`，`nrf_uri`，`nf_capacity`，`nf_priority`，`log_level`。无效或空更新返回 400。
`PATCH` / `DELETE`	`/api/oam/sm_policy/{id}`	操作员发起的 SM 策略关联更新（`PATCH`，合并 `pcc_rules` 并通知 SMF）或删除（`DELETE`）。
`PATCH` / `DELETE`	`/api/oam/am_policy/{id}`	操作员发起的 AM 策略关联更新（`PATCH`，接受 `ue_ambr`，`triggers` 和 `pras` 并通知 AMF）或删除（`DELETE`）。
`POST`	`/api/oam/log_level`	在运行时更改日志级别。主体：`{"level": "<level>"}`。
`GET`	`/api/oam/resources`	BEAM VM 资源使用情况。
`GET`	`/api/oam/diagnostics`	BEAM VM 诊断。
`POST`	`/api/oam/nrf/reregister`	强制 NF 重新注册到 NRF。
`GET`	`/api/oam/peers`	配置的 NF 对等 URI 和可达性状态。
`GET`	`/api/oam/nrf_discovery`	依赖 NF 的 NRF 发现结果。

运行时可□置的 **OAM** 值

键	类型	备注
`udr_uri`	字符串	UDR 的基本 URI。将在下一个策略数据查询中生效。
`nrf_uri`	字符串	NRF 的基本 URI。将在下一个注册/心跳周期中生效。
`nf_capacity`	整数	在 NRF 配置文件中宣传的 NF 容量；在更新时推送到 NRF。
`nf_priority`	整数	在 NRF 配置文件中宣传的 NF 优先级；在更新时推送到 NRF。
`log_level`	字符串	其中之一 `emergency`，`alert`，`critical`，`error`，`warning`，`warn`，`notice`，`info`，`debug`。

日志记录

OmniPCF 日志是结构化 JSON（`OmniLogger.JsonFormatter`），附带所有元数据。日志行以功能区域为前缀：`[SM Policy]`，`[AM Policy]`，`[PolicyAuth]`，`[PccRules]`，`[UDR Client]`，`[BSF Client]`，`[Policy Notification]`。SM/AM 条目包括关联 ID 和 SUPI；会话上下文（SUPI，PDU 会话 ID，DNN，事务 ID）附加到结构化日志中，以便进行每个订阅者的追踪。日志级别可以通过 `/api/oam/log_level` OAM 端点在运行时更改。`runtime.exs` 中的 `logger` 块是格式选择，而不是操作可调节的。

← 概述

OmniPCF 指标与监控

指标以 Prometheus 格式在 `prometheus_metrics_port`（默认 `9568`）的 `/metrics` 路径上公开。

遥测事件名称使用点（例如 `omni_pcf.sm_policy.create.count`）；Prometheus 导出器将它们呈现为下划线，如下所示。在连接警报之前，请确认与实时 `/metrics` 抓取的确切呈现名称。

SM 策略指标

指标	类型	标签	描述
`omni_pcf_sm_policy_create_count`	counter	`supi`, `dnn`, `result`	SM 策略创建操作（按 SUPI/DNN，成功或错误）。
`omni_pcf_sm_policy_delete_count`	counter	`supi`, `dnn`	SM 策略删除操作。
`omni_pcf_sm_policy_expire_count`	counter	(none)	SM 策略关联过期（因不活动/超时而移除）。
`omni_pcf_sm_policy_creates_total`	counter	`result`	按结果（`success` / `failure`）的总 SM 策略创建次数。
`omni_pcf_active_sm_policies_count`	gauge	(none)	活动 SM 策略关联的数量。

AM 策略指标

指标	类型	标签	描述
`omni_pcf_am_policy_create_count`	counter	`supi`, `result`	AM 策略创建操作。
`omni_pcf_am_policy_update_count`	counter	`result`	AM 策略更新操作（成功或错误）。
`omni_pcf_am_policy_delete_count`	counter	`supi`	AM 策略删除操作。
`omni_pcf_am_policy_expire_count`	counter	(none)	AM 策略关联过期（因不活动/超时而移除）。
`omni_pcf_am_policy_creates_total`	counter	`result`	按结果的总 AM 策略创建次数。
`omni_pcf_active_am_policies_count`	gauge	(none)	活动 AM 策略关联的数量。

策略授权指标

这些计数器覆盖 `Npcf_PolicyAuthorization`（AF/VoNR）服务，该服务将 IMS/AF 应用会话转换为专用的保证比特率流。

指标	类型	标
`omni_pcf_policy_authorization_create_count`	counter	`res`
`omni_pcf_policy_authorization_update_count`	counter	`res`
`omni_pcf_policy_authorization_delete_count`	counter	(no
`omni_pcf_policy_authorization_pcscf_restoration_count`	counter	(no

PCC 规则指标

指标	类型	标签	描述
`omni_pcf_pcc_rule_installs_total`	counter	(none)	总 PCC 规则安装次数。

NRF 指标

指标	类型	标签	描述
`omni_pcf_nrf_registration_status`	gauge	`nf_type`	NRF 注册状态（`1` = 已注册，`0` = 未注册）。

BEAM VM 指标

指标	类型	描述
`beam_memory_total`	gauge	总 BEAM 内存（字节）。
`beam_memory_processes`	gauge	分配给 Erlang 进程的内存。
`beam_memory_processes_used`	gauge	进程实际使用的内存。
`beam_memory_system`	gauge	系统（非进程）内存。
`beam_memory_atom`	gauge	总原子内存。
`beam_memory_atom_used`	gauge	使用的原子内存。
`beam_memory_binary`	gauge	二进制内存。
`beam_memory_code`	gauge	代码内存。
`beam_memory_ets`	gauge	ETS 表内存。
`beam_processes_count`	gauge	Erlang 进程的数量。
`beam_ports_count`	gauge	Erlang 端口的数量。
`beam_atom_count`	gauge	原子的数量。
`beam_vm_uptime`	gauge	VM 运行时间（秒）。

示例 PromQL

```
# SM □略创建成功率在 5 分钟内
sum(rate(omni_pcf_sm_policy_creates_total{result="success"}[5m]))
  / sum(rate(omni_pcf_sm_policy_creates_total[5m]))

# 每个 DNN 的 SM □略创建失败次数
sum by (dnn) (rate(omni_pcf_sm_policy_create_count{result="error"}
[5m]))

# 当前活动的 SM + AM 关联
omni_pcf_active_sm_policies_count +
omni_pcf_active_am_policies_count

# 如果 PCF 未与 NRF 注册则发出警报
omni_pcf_nrf_registration_status < 1

# PCC 规则安装速率
rate(omni_pcf_pcc_rule_installs_total[5m])
```

← 概述

OmniPCF 操作指南

OmniPCF 是 Omnitouch 5G 核心的策略控制功能 (PCF)。它是网络的策略决策点：它告诉 SMF 每个 PDU 会话必须如何处理（PCC 规则、会话-AMBR、每流 QoS），并告诉 AMF 每个注册 UE 的接入和移动策略。它还公开了面向应用功能的策略授权服务，将 IMS/VoNR 呼叫转换为专用的保证比特率流。

OmniPCF 提供三个 SBI 服务：

- **Npcf_SMPolicyControl** (TS 29.512)：会话管理策略关联。对于 SMF 建立的每个 PDU 会话，PCF 返回一个策略和计费控制 (PCC) 决策：PCC 规则、会话规则（会话-AMBR）、QoS 决策和流量控制数据。
- **Npcf_AMPolicyControl** (TS 29.507)：接入和移动策略关联。对于 AMF 创建的每个 UE 注册，PCF 返回授权的 UE-AMBR 和策略控制触发器。
- **Npcf_PolicyAuthorization** (TS 29.514)：应用会话上下文。应用功能 (AF)，通常是 IMS P-CSCF，请求媒体授权；PCF 派生专用的 PCC 规则（例如，VoNR 的 5QI 1 语音流）并将���推送到拥有 UE 的 SM 策略的 SMF。

OmniPCF 从 **UDR** (Nudr_DataRepository, TS 29.519) 获取每个用户的策略数据，并在 **BSF** (Nbsf_Management, TS 29.521) 中注册 UE 地址到 PCF 的绑定，以便 AF 可以发现哪个 PCF 为给定的 UE 提供服务。它注册自己并与 **NRF** 进行心跳。

每个策略关联由一个专用的 GenServer 拥有（每个 SM 策略关联一个进程，每个 AM 策略关联一个进程），由策略监视器监督，并通过注册表进行寻址。关联状态（PCC 规则、QoS 决策、会话-AMBR、UE-AMBR、触发器、BSF 绑定）存在于拥有进程中。策略授权的应用会话上下文存储在 ETS 表中。当工作路径不可用时，还有一个后备的内存代理存储。此关联状态是运行时状态，保存在内存中；UDR 仍然是用户策略数据的权威来源，关联在 PDU 会话和注册设置时由 SMF 和 AMF 重新建立。

3GPP 角色和规范参考

规范	相关性
TS 23.501	系统架构：PCF 角色、PCC 框架、标准化 5QI 到 QoS 特性映射
TS 23.503	策略和计费控制架构：策略框架、PCC 规则、绑定
TS 29.507	Npcf_AMPolicyControl API：接入和移动策略关联
TS 29.512	Npcf_SMPolicyControl API：会话管理策略关联，SmPolicyDecision
TS 29.514	Npcf_PolicyAuthorization API：AF 媒体授权，应用会话上下文
TS 29.519	Nudr_DataRepository：PCF 查询和订阅的策略数据资源
TS 29.521	Nbsf_Management：PCF 绑定注册 (BSF)
TS 29.571	通用数据类型 (FlowInformation, S-NSSAI, Ambr)

接口和 SBI 端点

所有 5G SBI 端点都在基本 URL `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}` 下提供。

Npcf_SMPolicyControl (TS 29.512)

方法	路径	描述	规范
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies`	创建 SM 策略关联	TS 29.512 4.2.2
GET	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}`	读取 SM 策略关联	TS 29.512 4.2.5
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}/update`	更新 SM 策略关联	TS 29.512 4.2.3
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}/delete`	删除 SM 策略关联	TS 29.512 4.2.4

Npcf_AMPolicyControl (TS 29.507)

方法	路径	描述	规范
POST	`/npcf-am-policy-control/v1/policies`	创建 AM 策略关联	TS 29.507 4.2.2
GET	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}`	读取 AM 策略关联	TS 29.507 4.2.5
POST	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}/update`	更新 AM 策略关联	TS 29.507 4.2.3
DELETE	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}`	删除 AM 策略关联	TS 29.507 4.2.4

Npcf_PolicyAuthorization (TS 29.514)

方法	路径	描述	规范
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions`	创建应用会话上下文	TS 29.514 4.2.2
GET	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}`	读取应用会话上下文	TS 29.514 4.2.5
PATCH	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}`	更新应用会话上下文	TS 29.514 4.2.3
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/delete`	删除应用会话上下文（自定义操作）	TS 29.514 4.2.4
PUT	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/events-subscription`	创建/修改事件订阅子资源	TS 29.514
DELETE	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/events-subscription`	删除事件订阅子资源	TS 29.514
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/pcscf-restoration`	P-CSCF 恢复指示	TS 29.514

> TS 29.514 在 `/app-sessions/{appSessionId}` 上未定义标准 HTTP `DELETE`。删除使用上述自定义的 `POST .../delete` 操作。`pcscf-restoration` 路由在 `{appSessionId}` 通配符路由之前匹配。

PCF 回调端点

方法	路径	描述	规范
POST	`/npcf-policy-data-notify`	UDR 发布的回调，当订阅的策略数据发生变化时	TS 29.519

请求 / 响应摘要

创建 **SM** 策略关联：强制请求字段（`SmPolicyContextData`，在路由器上强制执行）：`supi`、`pduSessionId`、`pduSessionType`、`dnn`、`notificationUri`、`sliceInfo`；并且至少需要一个 `ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix` 以便做出可用的决策。返回 `201 Created`，带有 `SmPolicyDecision` 正文和 `Location` 头。缺少路由器级强制 IE 返回 `400`，原因是 `MANDATORY_IE_MISSING`；服务级验证失败返回 `400`，原因是 `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`；明确的策略拒绝返回 `403`，原因是 `POLICY_CONTEXT_DENIED`。订阅的 session-AMBR 从 `subsSessionAmbr` 读取（首选），回退到 `subsSessAmbr`；订阅的默认 QoS 从 `subsDefQos` 读取。

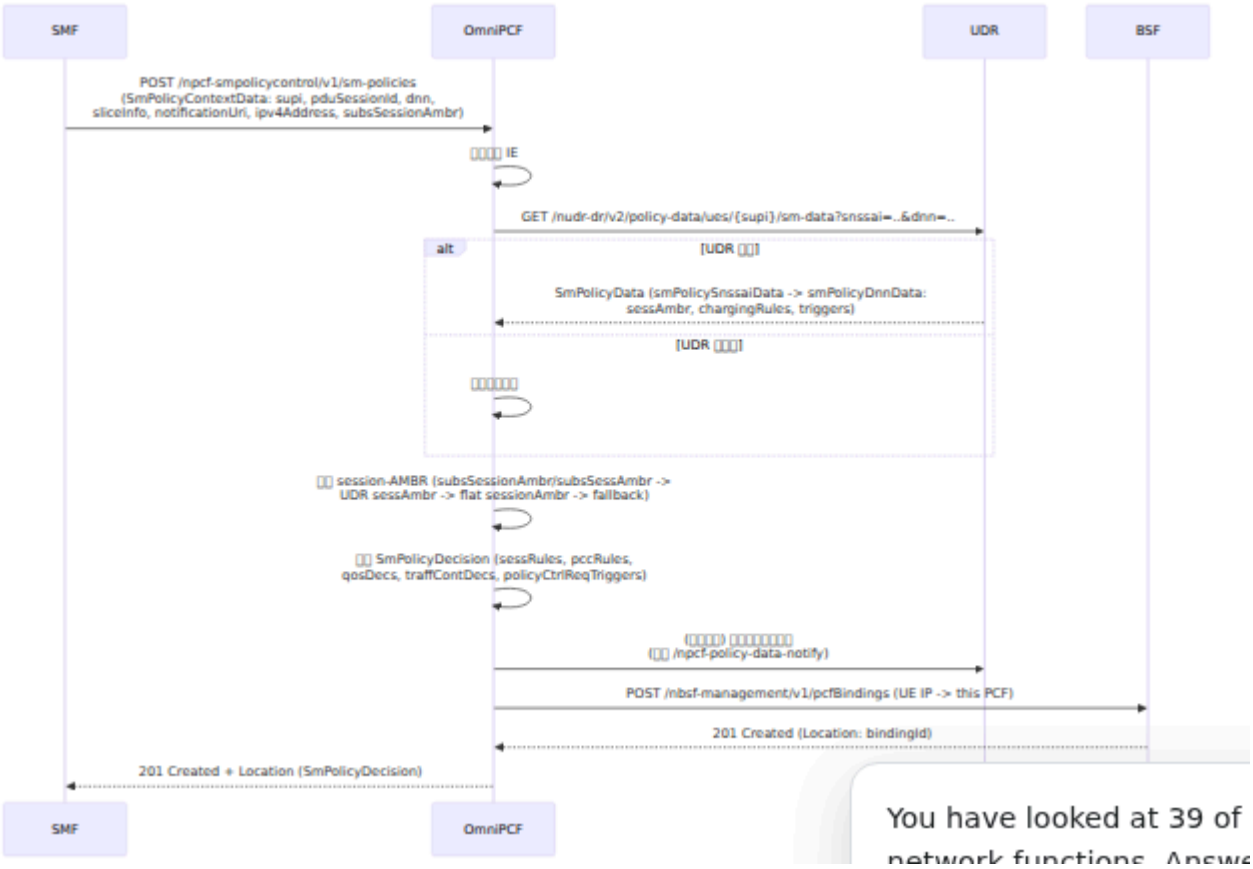
更新 **SM** 策略关联：SMF 发送 `SmPolicyUpdateContextData`。PCF 应用任何提供的 `ipv4Address`、`ipv6AddressPrefix`、`ratType`；处理 `ruleReports`；评估报告或推断的 `repPolicyCtrlReqTriggers`；当触发了与策略相关的触发器时，重新查询 UDR；并返回更新后的 `SmPolicyDecision`。如果 PCC 规则发生变化，则通知 SMF 的 `notificationUri`。

删除 **SM** 策略关联：正文为 `SmPolicyDeleteData`。工作进程停止，其 BSF ���定被注销。返回 `204 No Content`。

创建 **AM** 策略关联：强制字段（`PolicyAssociationRequest`）：`supi`、`notificationUri`、`suppFeat`。可选：`guami`、`gpsi`、`pei`、`accessType`、`ratType`、`allowedSnssais`、`ueAmbr`、`servingPlmn`。返回 `201 Created`，带有 `PolicyAssociation`（`ueAmbr`、`triggers`、`suppFeat`）和 `Location` 头。缺少强制 IE 返回 `400`，原因是 `MANDATORY_IE_MISSING`。

更新 **AM** 策略关联：AMF 发送 `PolicyAssociationUpdateRequest`。PCF 应用更改，重新查询 UDR 以获取 UE-AMBR，并返回携带 `resourceUri`（以及 `ueAmbr` / `triggers`（如存在））的 `PolicyUpdate`。如果策略发生变化，则通知 AMF 的 `notificationUri`。

存在报告区域 **(TS 29.507)**：PCF 在 AM 策略决策中包含存在报告区域。它从 UDR AM 策略数据（`praInfos`）中获取这些区域，当 UDR 不提供时，回退到运营商配置的 `presence_reporting_areas`（请参见 配置参考）。当任何



PRA 存在时，PCF 注入一个存在变化（`PRA_CH`）策略控制触发器，以便 AMF 报告 UE 进入和退出这些区域。运营商 `PATCH /api/oam/am_policy/{id}` 操作也接受 `pras` 正文参数。

创建应用会话上下文：强制字段（`AppSessionContextReqData` 在 `ascReqData` 下）：`notifUri`、`suppFeat`，并且恰好有一个 `ueIpv4` / `ueIpv6` / `ueMac`。媒体组件（`medComponents`）驱动 PCC 规则的派生。返回 `201 Created`，带有存储的 `AppSessionContext` 和 `Location` 头。

关键程序

SM 策略关联创建（TS 29.512 第 4.2.2 节）

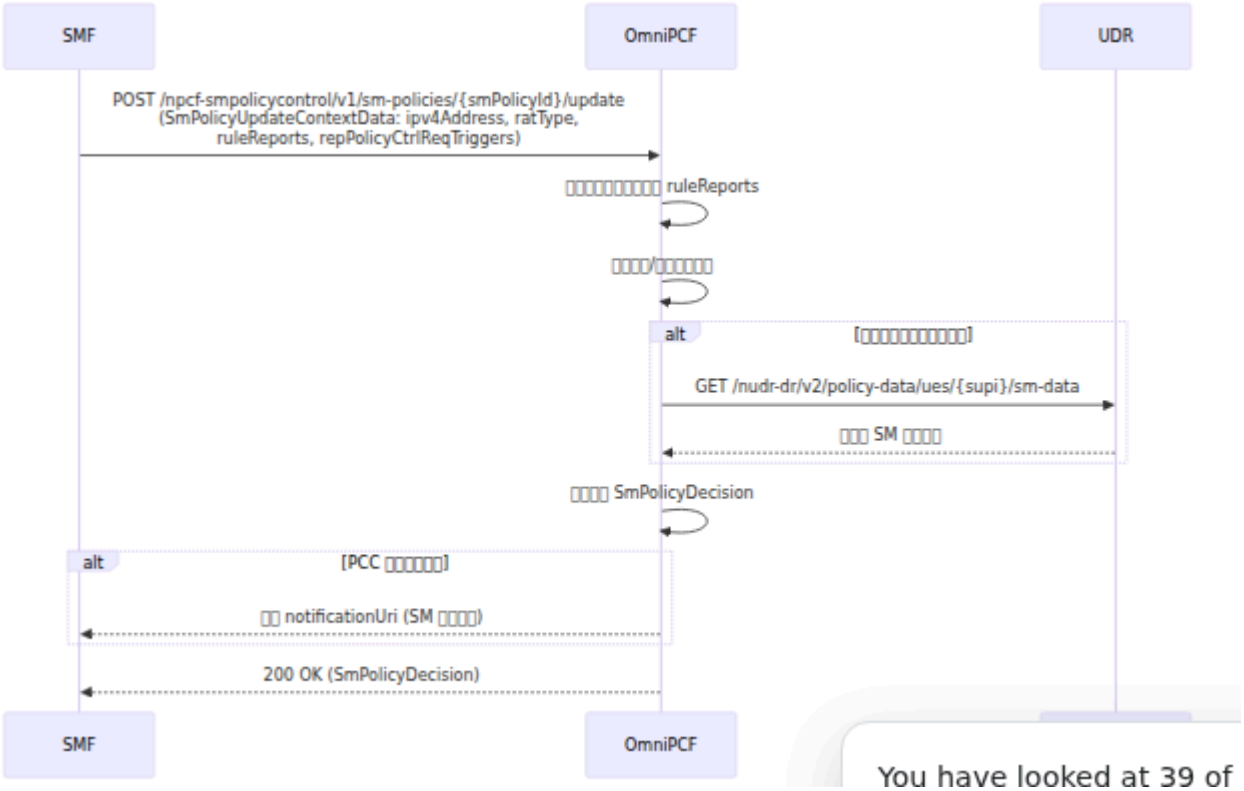
当 SMF 建立 PDU 会话时，它创建一个 SM 策略关联。PCF 验证上下文，从 UDR 获取 SM 策略数据，构建 PCC 决策，生成关联工作进程，订阅（尽力而为）UDR 策略数据变化通知，并在 BSF 中注册 UE 地址绑定。

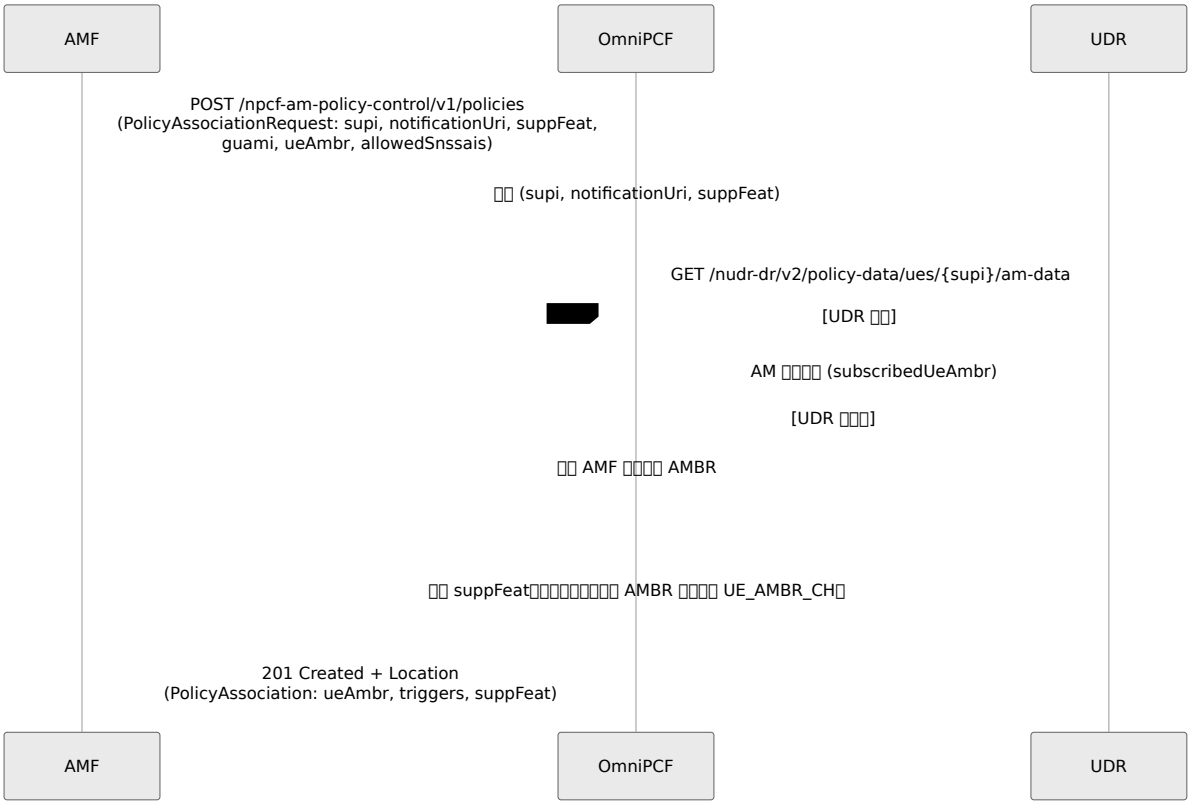
会话-AMBR 的解析顺序为：SMF 提供的订阅 AMBR（`subsSessionAmbr`，否则为 `subsSessAmbr`，源自 UDM），然后是嵌套的 UDR SM 策略数据（`smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].sessAmbr`），然后是 UDR 记录中的平面 `sessionAmbr`，最后是编译的回退（已记录）。**PCF** 提供的 **session-AMBR** 是权威的：它管理 **SMF** 对

PDU 会话强制的总速率。 BSF 注册是尽力而为的，并在工作进程的初始化路径上运行，因此缓慢或缺失的 BSF 永远不会阻塞策略创建。 AF 发起的 QoS 将无法解析此 PCF，直到绑定存在。

SM 策略关联更新 (TS 29.512 第 4.2.3 节)

仅在触发与策略相关的触发器时，才会在更新时重新查询 UDR：当没有任何变化时，会跳过昂贵的获取。PCF 根据 SMF 显式报告的 `repPolicyCtrlReqTriggers` 列表（如果其中任何一个在关联的已安装触发器集中）决定触发器是否触发，或者在该列表缺失时，通过从更新正文推断：`ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix` 的变化映射到 `UE_IP_CH`，`ratType` 的变化映射到 `AC_TY_CH`，`servingNetwork` 的变化映射到 `PLMN_CH`，以及任何 `ruleReports` 映射到 `RES_MO_RE`。仅当匹配触发器在关联的已安装集中时，推断的触发器才算数（请参见 配置参考 中的默认触发器集）。如果没有触发器匹配，则从现有状态重新构建决策，而无需进行新的 UDR 查询。



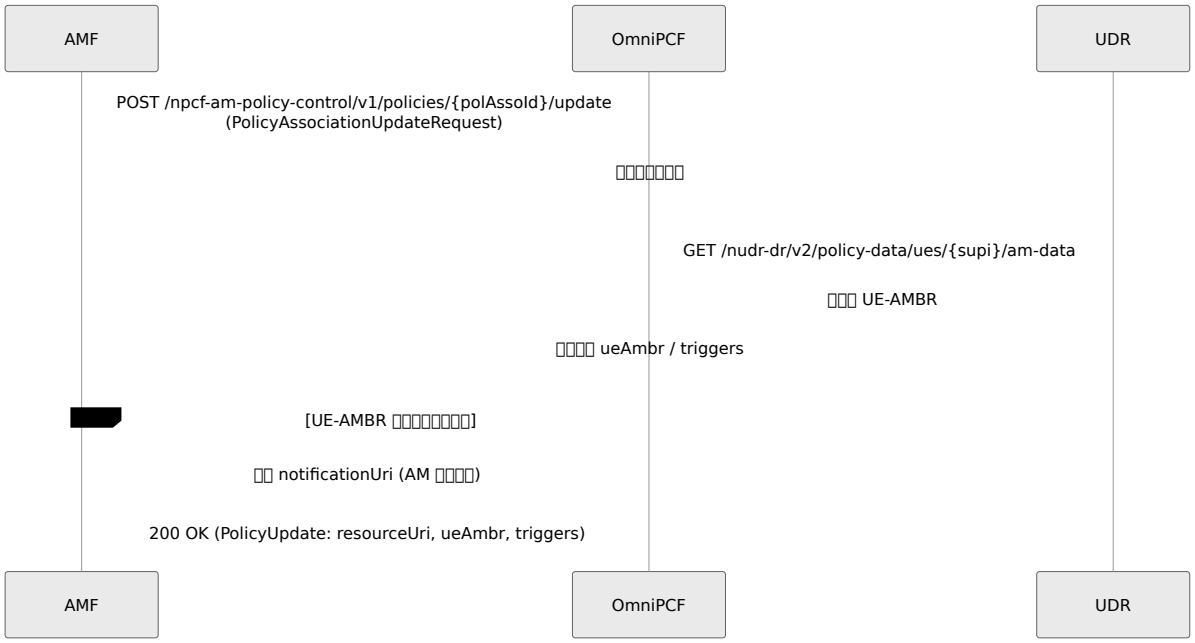


SM 策略关联删除 (TS 29.512 第 4.2.4 节)

SMF
OmniPCF
UDR
POST /npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}/update
(SmPolicyUpdateContextData: ipv4Address, ratType,
ruleReports, repPolicyCtrlReqTriggers)
ruleReports
alt
GET /nudr-dr/v2/policy-data/ues/{supi}/sm-data
SM
SmPolicyDecision
alt
[PCC
notificationUri (SM
200 OK (SmPolicyDecision)
SMF
OmniPCF
You have looked at 39 of

AM 策略关联创建 (TS 29.507 第 4.2.2 节)

AMF
OmniPCF
UDR
POST /npcf-am-policy-control/v1/policies
(PolicyAssociationRequest: supi, notificationUri, suppFeat,
guami, ueAmbr, allowedSnssais)
验证 (supi, notificationUri, suppFeat)
GET /nudr-dr/v2/policy-data/ues/{supi}/am-data
[UDR 可用]
AM 策略数据 (subscribedUeAmbr)
[UDR 不可用]
使用 AMF 请求中的 AMBR
协商 suppFeat; 构建触发器 (如果 AMBR 不同则为 UE_AMBR_CH)
201 Created + Location
(PolicyAssociation: ueAmbr, triggers, suppFeat)
AMF
OmniPCF
UDR



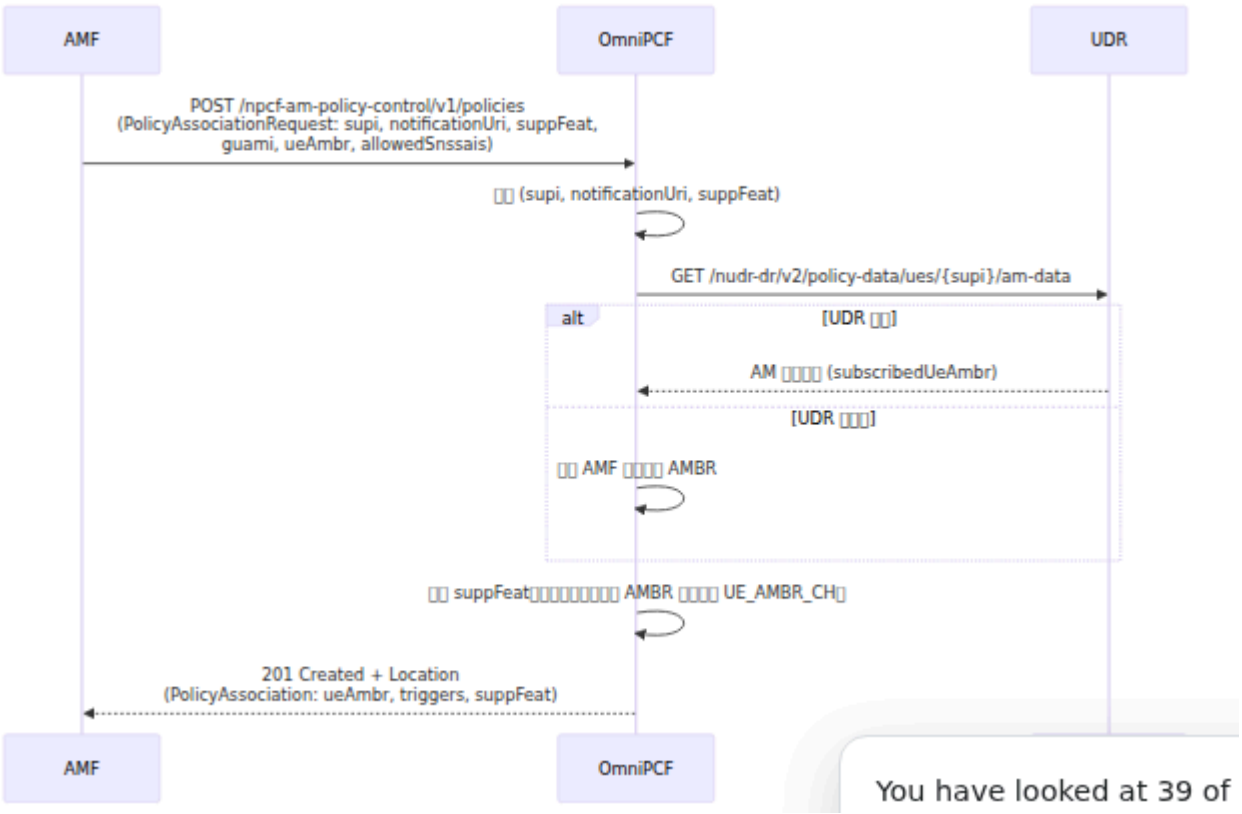
授权的 UE-AMBR 是 UDR `subscribedUeAmbr`（如果存在），否则为 AMF 提供的值。当 AMF 报告的 UE-AMBR 与订阅的 UE-AMBR 不同时，设置 `UE_AMBR_CH` 触发器。

AM 策略关联更新 (TS 29.507 第 4.2.3 节)

AMF
OmniPCF
UDR
POST /npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}/update
(PolicyAssociationUpdateRequest)
应用请求的更改
GET /nudr-dr/v2/policy-data/ues/{supi}/am-data
刷新的 UE-AMBR
重新计算 ueAmbr / triggers
[UE-AMBR 或触发器发生变化]
通知 notificationUri (AM 策略变化)
200 OK (PolicyUpdate: resourceUri, ueAmbr, triggers)
AMF
OmniPCF
UDR

VoNR 承载的策略授权 (TS 29.514)

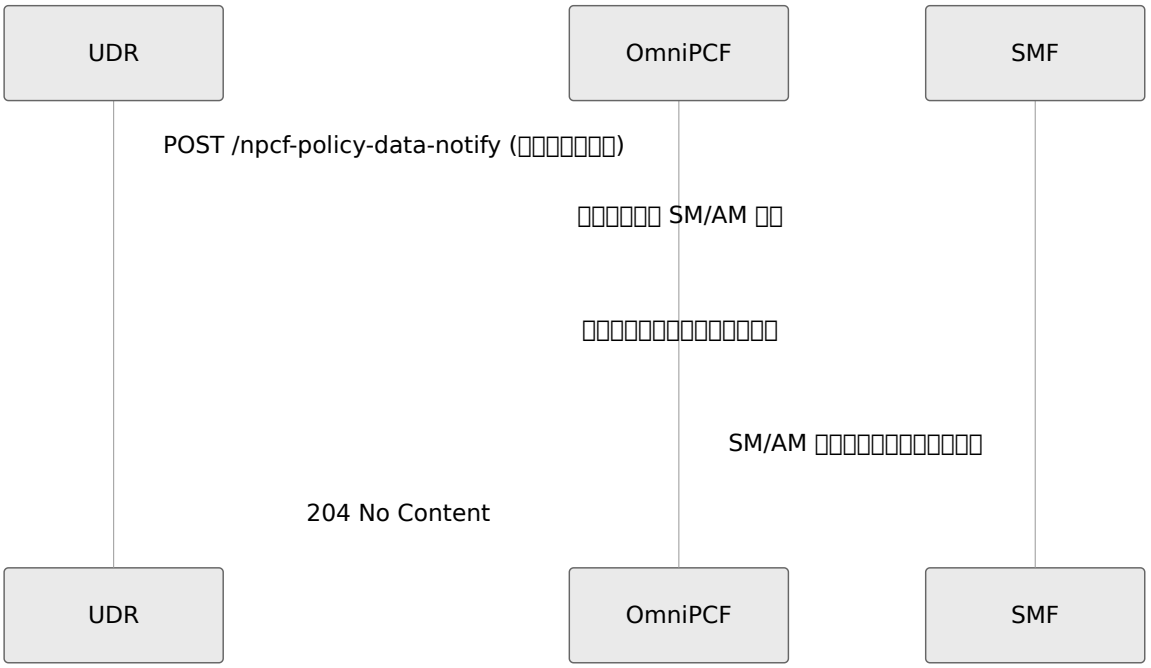
这是 VoNR 动态专用承载的 PCF 端。当呼叫被接听时，IMS P-CSCF（作为 AF）创建一个描述媒体的应用会话上下文；PCF 派生一个 GBR PCC 规则（音频的 5QI 1）并将其推送到拥有 UE SM 策略的 SMF。在 BYE 时，AF 删除会话，PCF 移除规则。



AF 通过 IP 地址寻址 UE，因此 PCF 首先按 UE IPv4 匹配应用会话到 SM 策略关联，然后是 UE IPv6，只有在未提供 IP 时才回退到 SUPI。仅携带 `ueIpv6` 的 IPv6 VoNR 呼叫在安装和移除时都必须使用 IPv6 分支，否则不会安装/拆除专用流。为了保持一个 UE IP 映射到恰好一个活动关联，SM 策略创建优先于任何仍持有该 IPv4 的过时关联（创建时优先）；当多个工作进程状态仍匹配重用的 IP 时，规则会推送到所有这些工作进程：活动会话安装流，过时的会话无害地失败。

UDR 策略数据变化订阅 (TS 29.519)

在 SM 策略创建时，PCF 订阅（尽力而为）UDR 策略数据变化通知，给 UDR 回调 `/npcf-policy-data-notify`。当用户策略数据发生变化时，UDR 会发布到该回调，PCF 处理受影响的关联的变化。



UDR
OmniPCF
SMF
POST /npcf-policy-data-notify (更改的策略数据)
确定受影响的 SM/AM 关联
重新计算每个受影响关联的决策
SM/AM 策略变化通知（如有需要）
204 No Content
UDR
OmniPCF
SMF

策略和 PCC 概念

SmPolicyDecision 结构

对于每个 SM 策略关联，PCF 返回一个 `SmPolicyDecision` (TS 29.512 表 5.6.2.3-1)，由订阅数据、UDR 策略数据和本地策略构建：

```
SmPolicyDecision
  sessRules:
    SessRule-{dnn}:
      sessRuleId:   "SessRule-{dnn}"
      authSessAmbr: {uplink, downlink}     <- subsSessionAmbr /
subsSessAmbr / UDR sessAmbr (必需; 否则 422)
      authDefQos:   {5qi, arp}             <- 订阅的 / DNN 配置 / 5QI 9

  pccRules:
    PccRule-{dnn}-default:                 <- 始终存在（允许所有，优先级 255）
      flowInfos:  [permit out ip from any to {ueIp},
                   permit out ip from {ueIp} to any]
      refQosData: ["QosData-{dnn}"]
      refTcData:  ["TcData-{dnn}"]
    {udr-charging-rule}:                   <- 0..n 来自 UDR
chargingRules 的专用规则

  qosDecs:
    QosData-{dnn}:  {5qi, arp, maxbrUl, maxbrDl}   maxbr =
session-AMBR

  traffContDecs:
    TcData-{dnn}:   {flowStatus: ENABLED}

  policyCtrlReqTriggers: [ ... ]           <- 默认集或 UDR 提供
  suppFeat: 协商的特性位图
```

会话-AMBR 字段命名（N7 / Npcf SM 策略）

订阅的会话-AMBR 由 SMF 在 SM 策略上下文中携带，并按优先顺序从 `subsSessionAmbr` 读取，然后是 `subsSessAmbr`（两者均接受以进行互通）。PCF 将解析的值放入 `sessRules.*.authSessAmbr`（并将其镜像为默认规则的 `maxbrUl` / `maxbrDl`）。UDR 策略数据提供的值可以嵌套为 `smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].sessAmbr` 或平面为 `sessionAmbr`。**PCF** 提供的会话**-AMBR** 管理 **SMF** 对 **PDU** 会话强制的总速率：如果用户的速率低于预期，则 PCF 返回的值就是生效的值。会话-AMBR 是强制性的：如果无法从任何来源解析，则创建将被拒绝，返回 `422`（原因 `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`），而不是回退到一个虚构的默认值，这将默默地限制会话（问题 #34）。请注意 SMF 和 PCF 之间历史字段名称的差异（`sessionAmbr` 与 `subsSessAmbr`）：OmniPCF 接受两种请求拼写，因此不匹配不会默默丢弃订阅的 AMBR。

PCC 规则

每个 SM 策略决策都包含一个针对 DNN 的默认允许所有 PCC 规则（优先级 255）。除此之外：

- 来自 **UDR** 的专用规则：在 UDR SM 策略数据中配置的静态专用承载计费规则（`chargingRules`，在 DNN 下，默认优先级 200）每个都成为一个专用 PCC 规则加上 QoS 决策，SMF 将其安装为 5G QoS 流（例如，VoNR 的 5QI 1 GBR 流）。
- 来自 **AF** 的派生规则：来自策略授权应用会话的媒体组件成为名为 `pcc-af-{component}` 的 PCC 规则（默认优先级 100），5QI 从媒体类型派生（AUDIO→1，VIDEO→2，其他→9），通过 SM 策略通知推送到 SMF。在应用会话删除时，通过发送空值删除相同的规则（TS 29.512 规则删除）。

提供 **UDR** 专用计费规则

始终存在的专用承载（与 AF 动态安装的呼叫相对）作为订阅者的 UDR SM 策略数据中的 `chargingRules` 列表项进行配置，位于 `smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].chargingRules`。每个列表项是一个专用 PCC 规则；PCF 读取以下每个条目的字段以构建规则及其 QoS 决策：

字段	意义	省略时的默认值
`name`	PCC 规则标识符（`pccRuleId`）。	`pcc-dedicated-{n}`
`precedence`	规则优先级（较低 = 较高优先级；在允许所有 255 规则之前评估）。	`200`
`flowInfos`	规则适用的 `FlowInformation` 条目列表（数据包过滤器），按原样传递给 SMF (TS 29.571)。	`[]`（规则在流量未配置之前不匹配任何内容）
`5qi`	流的 QoS 决策的 5QI。	DNN 默认 QoS 5QI
`arp`	ARP 对象（`priorityLevel`、`preemptCap`、`preemptVuln`）。	按照配置传递（省略时为 `null`）
`gbrUl` / `gbrDl`	保证比特率上行/下行：为 GBR 流设置这些（例如，`"64 Kbps"`）。	省略（非 GBR）
`mbrUl` / `mbrDl`	最大比特率上行/下行；省略时回退到 GBR 值。	`gbrUl` / `gbrDl`

规则在 DNN 的网络标识符下查找（在去掉任何 `.mnc…` 家庭网络域后为 `dnn`）。如果 UDR 记录中缺少确切的 S-NSSAI 或 DNN 键，则 PCF 会回退到第一个 `sst` 匹配的 S-NSSAI 条目和第一个 DNN 条目，因此单个通用配置仍然适用。提供 `flowInfos`：没有流信息的规则会安装但不匹配任何流量。

5QI、GBR 和 ARP

QoS 决策携带 5QI、分配和保留优先级 (ARP: 优先级级别、抢占能力、抢占脆弱性)，以及对于 GBR 流，保证和最大比特率（`gbrUl`/`gbrDl`/`maxbrUl`/`maxbrDl`）按 TS 23.501 表 5.7.4-1。PCF 为 AF 媒体（5QI 1/2）和 UDR 提供的专用承载构建 GBR 流，并为默认规则提供非 GBR 最佳努力（5QI 9）。

特性协商（`suppFeat`）

每个服务通过消费者请求的位图与 PCF 支持的位图的按位与来协商支持的特性，返回协商值作为小写十六进制字符串。支持的位图：SM 策略控制 `0x3F`，策略授权 `0x3F`，AM 策略控制 `0x1F`。缺少或无法解析的请求位图协商为 `0`。

← 概述

OmniPCF 故障排除

SM 策略关联返回 400 (MANDATORY_IE_MISSING / ERROR_INITIAL_PARAMETERS)

`SmPolicyContextData` 缺少一个必需的 IE。路由器需要 `supi`、`pduSessionId`、`pduSessionType`、`dnn`、`notificationUri`、`sliceInfo`（缺少这些会返回 `MANDATORY_IE_MISSING`）；服务还需要一个可用的 UE 地址（`ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix`），在服务级验证失败时返回 `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`。最常见的情况是 UE IP 缺失：SMF 在 UPF 会话建立后填充它，因此在 IP 分配之前的 PFCP 失败会导致该字段为空。首先检查 SMF 侧的会话建立。

SM 策略关联返回 403 (POLICY_CONTEXT_DENIED)

当策略验证明确拒绝上下文时返回。检查请求周围的 PCF 日志以获取拒绝原因。

SM 策略关联返回 422 (缺少 session-AMBR)

无法从 SMF 提供的 `subsSessionAmbr` / `subsSessAmbr`（来自 UDM）或从 UDR（`sessAmbr` / 扁平 `sessionAmbr`）解析 session-AMBR，因此创建被拒绝，返回 `422 Unprocessable Entity`（原因 `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`），SMF 中止 PDU 会话。每次发生时都会记录错误 `[SM Policy] No Session-AMBR available for SUPI=... DNN=...`。不再有虚构的回退速率：之前 PCF 用硬编码的 `1000 Kbps` 默认值替代，这在未配置的订阅者中默默成为有效的 5G 会话上限（问题 #34）。通过确保 UDM/HSS 提供订阅者的 session-AMBR（以便 SMF 将其转发为 `subsSessAmbr`）或 UDR 在 SM 策略数据中返回 `sessAmbr` 来修复。请注意，OmniPCF 接受 SMF 提供的 `subsSessionAmbr` 和 `subsSessAmbr` 两种拼写，因此字段名称不匹配不是原因。

UDR 查询失败 / 应用默认策略

如果 UDR 无法访问或返回错误，PCF 日志记录 `[UDR Client] SM policy query failed for {supi}`（或 AM 等效项），并继续使用默认策略：一个允许所有的规则和 DNN 或 5QI 9 默认 QoS。请注意，在这种情况下，session-AMBR 仍然必须来自 SMF（`subsSessAmbr`），因为 UDR 无法提供 `sessAmbr`；否则创建会被拒绝（见上文）。验证 `udr_uri`、UDR 可达性，以及 UDR 是否公开 TS 29.519 v2 策略数据资源（`/nudr-dr/v2/policy-data/ues/{ueId}/sm-data` 和 `/am-data`）。

AF 专用流（VoNR）从未安装

策略授权应用会话无法匹配到活动的 SM 策略关��。检查以下内容：AF 提供的 UE 标识符是否与 SM 策略匹配（仅 IPv6 的呼叫必须携带 `ueIpv6`）；该 UE IP 的 SM 策略关联是否存在且其 BSF 绑定已注册；日志是否显示 `[PolicyAuth] Notifying N SM policy assoc(s)`。`No SM policy association found` 警告意味着没有活动的工作者持有该 IP/SUPI。相同的匹配适用于挂断时的规则移除：IPv6 应用会话仅携带 `ueIpv6`，因此没有匹配的关联，5QI 1 流永远不会被拆除。

BSF 绑定注册失败

如果 BSF 无法访问或 NRF 发现 BSF 失败且静态 `bsf_uri` 错误，日志显示 `[SM Policy] BSF binding registration failed`。SM 策略仍然成功，但 AF 发起的 QoS 无法解析此 PCF 以供受影响的 UE。验证 BSF 的 NRF 发现和 `bsf_uri` 回退。注册时的 `403` 表示该 UE 地址的绑定已存在（视为已绑定）。

AM 策略关联累积

AM 关联在 UE 注册时创建，并在注销时删除，而 SM 关联在 PDU 会话建立和释放时创建。AMF 和 SMF 仍然需要显式地 DELETE。如果消费者从未发送 DELETE（例如在 AMF 或 SMF 重启后），关联不会无限期存在：AM 和 SM 关联在由 `policy_association_ttl_ms` 控制的空闲 TTL 上自我过期（默认 86400000 毫秒，即 24 小时）。每次消费者更新时计时器重置��过期时关联被拆除��这个 TTL 是防止泄漏关联的后备，而不是主要的生命周期机制。监视 `omni_pcf_active_am_policies_count`。关联、SM 策略和应用会话是保存在内存中的运行时状态，并由 AMF 和 SMF 在注册和 PDU 会话建立时重新建立。

日志关联

日志行以区域为前缀：`[SM Policy]`、`[AM Policy]`、`[PolicyAuth]`、`[PccRules]`、`[UDR Client]`、`[BSF Client]`、`[Policy Notification]`。SM/AM 条目包括关联 ID 和 SUPI；会话上下文（SUPI、PDU 会话 ID、DNN、事务 ID）附加到结构化日志中以进行每个订阅者的追踪。