□级呼叫控制功能

□文档描述了在 OmniMSC 中实现的高级电路交换呼叫控制功能，包括多方通话、呼叫转移、呼叫完成、呼叫偏转、多呼叫、优先服务和计费。

有关基□补充服务（呼叫转移、阻止、CLIP/CLIR、USSD），请参见 Supplementary Services。有关呼叫流程图，请参见 Call Flow Diagrams。有关配置参数，请参见 Configuration Reference。有关一般操作，请参见 Operations Guide。

MPTY（多方/会议通话）

MPTY 允许用户根据 3GPP TS 24.084 与多个远程方建立会议通话。用户充当会议控制者，将保持和活动呼叫桥接成一个多方对话。

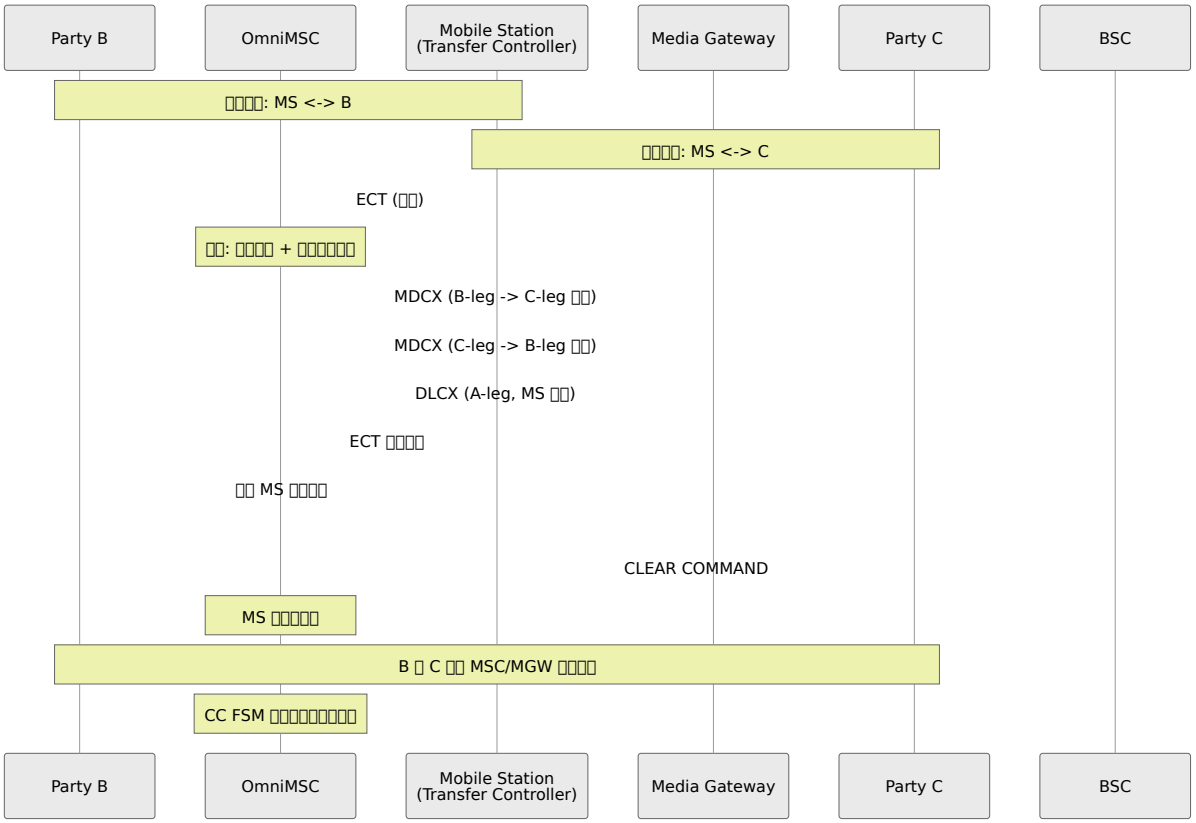
MPTY 序列

MPTY 配置

MPTY 没有静态配置；它在代码中不强制任何方的最大数量，所有参数均根据 MPTY 补充服务操作在每次呼叫中派生。

ECT (显式呼叫转移)

ECT 允许用户根据 3GPP TS 24.091 将两个呼叫连接在一起，然后退出连接。用户必须有一个活动呼叫和一个保持呼叫。在 ECT 之后，两个远程方通过 MSC 直接连接。



ECT 序列

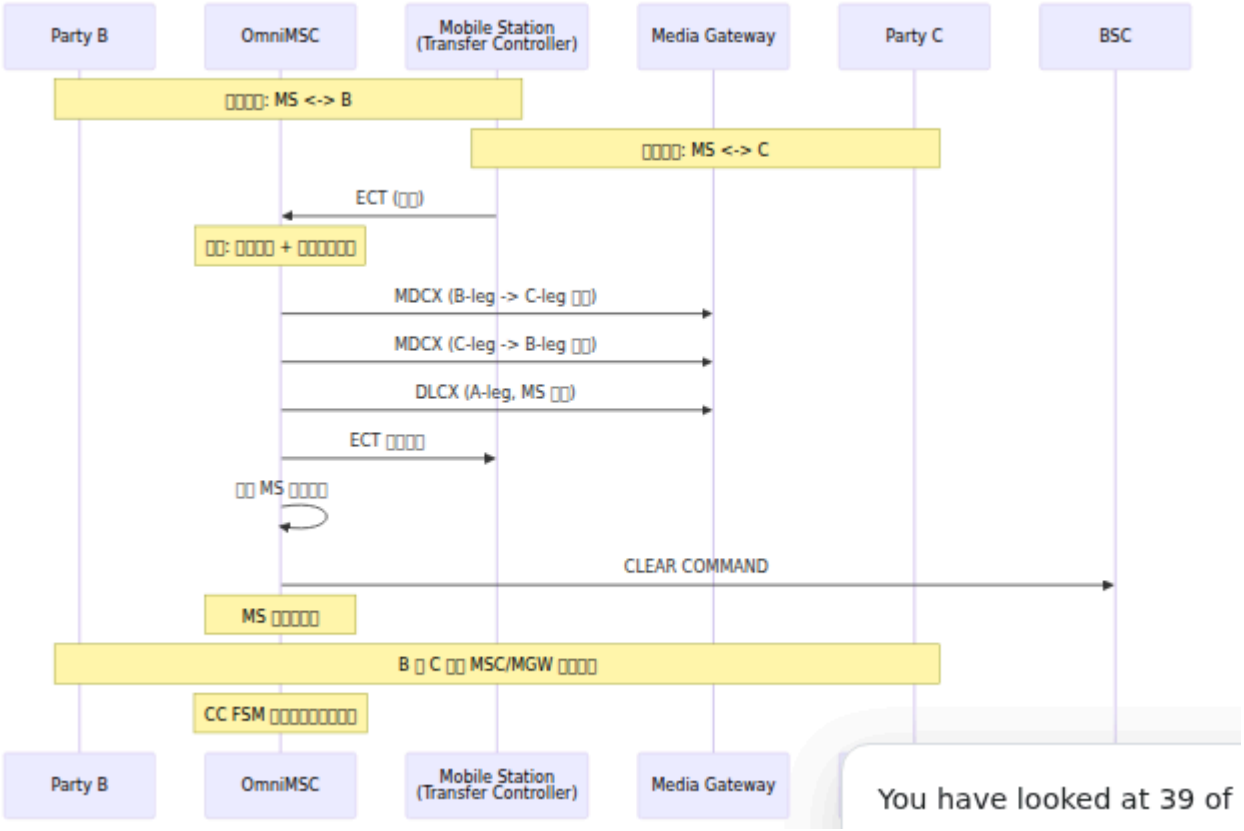
Party B
OmniMSC
Mobile Station (Transfer Controller)
Media Gateway
Party C
BSC
活动呼叫: MS <-> B
保持呼叫: MS <-> C
ECT (调用)
验证: 一个活动 + 一个保持呼叫
MDCX (B-leg -> C-leg 桥接)
MDCX (C-leg -> B-leg 桥接)
DLCX (A-leg, MS 连接)
ECT 返回结果
释放 MS 无线资源
CLEAR COMMAND
MS 已断开连接
B 和 C 通过 MSC/MGW 保持连接
CC FSM 维护转移呼叫上下文
Party B
OmniMSC
Mobile Station (Transfer Controller)
Media Gateway
Party C
BSC

ECT 配置

ECT 没有静态配置；其行为由 ECT 补充服务调用在每次呼叫中驱动。

CCBS（呼叫完成到忙碌用户）

CCBS 允许呼叫者请求在忙碌的被叫用户变得空闲时自动回拨，根据 3GPP TS 24.093 和 3GPP TS 23.135。MSC 监控被叫用户的状态，并在他们变得空闲时发起回拨。

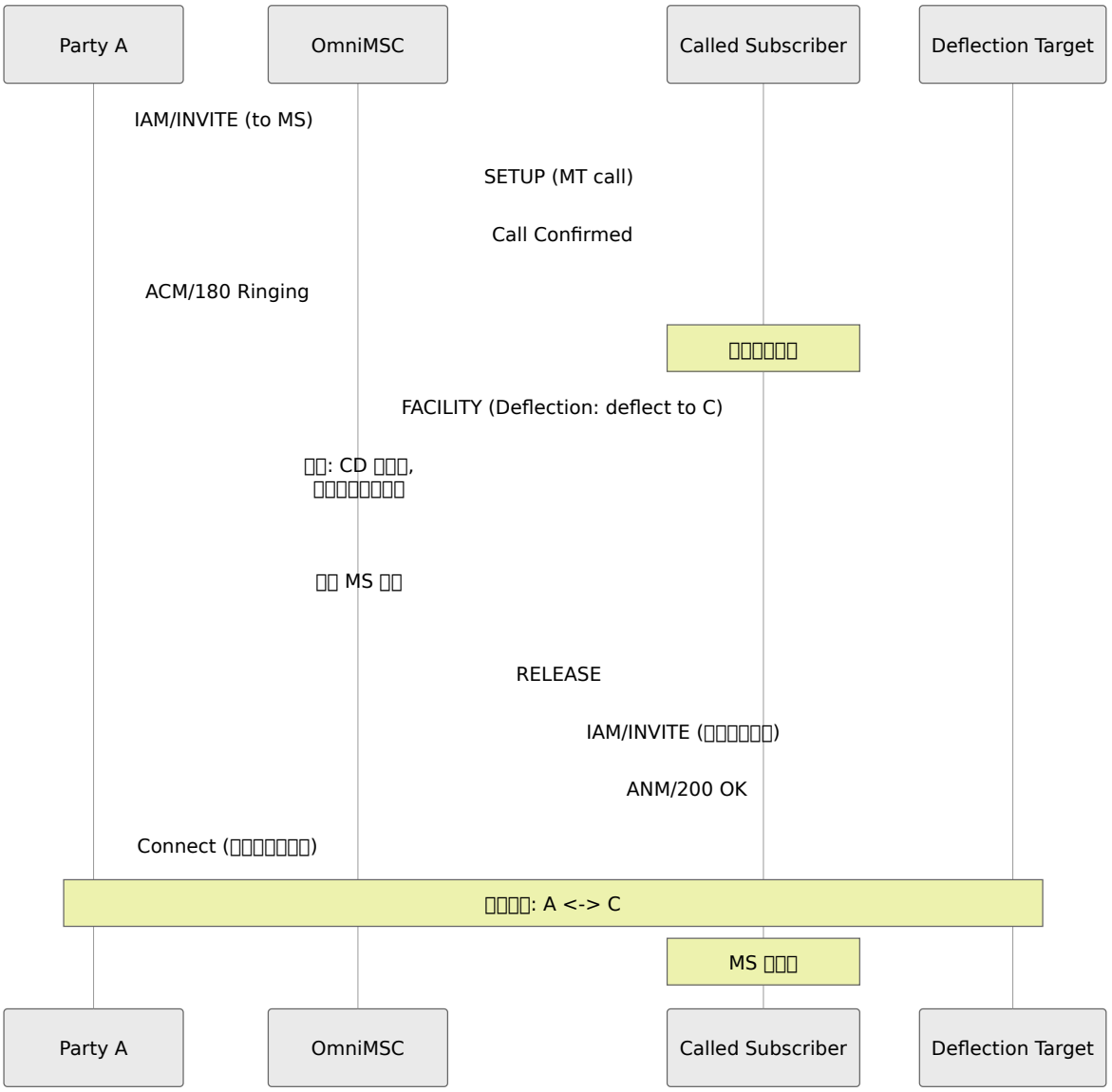


CCBS 流程

CCBS 配置

CCBS 在 `config :omnimsc, :ccbs` 下配置:

参数	类型	默认值	描述
`:max_queue_size`	`integer`	`5`	每个用户的最大待处理 CCBS 请求数量。额外请求将被拒绝。根据 3GPP TS 23.135 第 4.2 节。
`:request_lifetime_ms`	`integer`	`180_000`	排队的 CCBS 请求的生存时间（毫秒）。如果被叫用户在此期间未变得空闲，请求将过期。
`:recall_timeout_ms`	`integer`	`30_000`	等待发起用户回答 CCBS 回拨的时间（毫秒）。



呼叫偏转

呼叫偏转（CD）允许被叫用户在接听之前将来电重定向到另一个号码，根据 3GPP TS 24.072。与呼叫转移不同，CD 是用户在警报阶段发起的按需操作。

呼叫偏转序列

Party A
OmniMSC
Called Subscriber
Deflection Target
IAM/INVITE (to MS)
SETUP (MT call)
Call Confirmed
ACM/180 Ringing
用户看到来电
FACILITY (Deflection: deflect to C)
验证: CD 已订阅,
目标号码未被阻止
释放 MS 连接
RELEASE
IAM/INVITE (带有转移信息)
ANM/200 OK
Connect (带有重定向信息)
通话连接: A <-> C
MS 已释放
Party A
OmniMSC
Called Subscriber
Deflection Target

呼叫偏转配置

呼叫偏转没有静态配置；它在警报阶段通过 CD 补充服务在每次呼叫中调用。

多呼叫配置

多呼叫允许用户根据 3GPP TS 23.135 维持多个同时的 CS 呼叫。这与 MPTY（会议）不同：在多呼叫中，每个呼叫都有独立的音频。用户使用 HOLD/RETRIEVE 机制在呼叫之间切换。

多呼叫没有应用级配置。每个用户的限制是 HLR/订阅值 `:max_calls`，由用户配置文件提供：

参数	类型	默认值	描述
`:max_calls`	`integer`	`2`	用户的最大同时 CS 呼叫数量，来自 HLR 订阅。一个呼叫处于活动状态，其余处于保持状态。该值的绝对最大值为 7。

---

eMLPP（增强多级优先级和抢占）

eMLPP 根据 3GPP TS 24.067 提供优先呼叫处理。呼叫被分配优先级，优先级较高的呼叫在资源紧张时可以抢占优先级较低的呼叫。

优先级级别

定义了七个优先级级别（数值，越低 = 优先级越高）：

值	名称	描述
0	`flash_override`	最高优先级（闪光覆盖）。保留给国家紧急机构。
1	`flash`	闪光。保留给高级政府/军事官员。
2	`immediate`	立即。高优先级政府/军事。
3	`priority`	优先。一般优先级流量。
4	`routine`	常规。标准用户呼叫（默认）。
5	`spare_3`	备用级别 3。
6	`spare_4`	备用级别 4。

eMLPP 配置

eMLPP 没有静态配置；优先级级别（以及任何抢占）根据用户的 eMLPP 订阅和呼叫请求的优先级在每次呼叫中应用。

AoCC（收费通知 - 计费）

AoCC 根据 3GPP TS 24.086 在呼叫期间向用户提供实时收费信息。MSC 向移动台发送收费率信息和累计收费指示。

AoCC 配置

AoCC 没有静态配置；货币和收费金额作为参数��每次呼叫中提供给 AoCC 会话。

3GPP 规范参考

规范	标题	功能
TS 24.084	多方（MPTY）补充服务	MPTY / 会议通话
TS 24.091	显式呼叫转移（ECT）补充服务	ECT
TS 24.093	呼叫完成到忙碌用户（CCBS）	CCBS
TS 23.135	多呼叫	多呼叫，CCBS 网络程序
TS 24.072	呼叫偏转补充服务	呼叫偏转
TS 24.067	增强多级优先级和抢占（eMLPP）	eMLPP 优先级级别
TS 24.086	收费通知（AoC）补充服务	AoCC 计费
TS 24.083	呼叫等待和呼叫保持	多呼叫的保持/检索

REST API

文档描述了 OmniMSC REST API，提供对订阅者数据、活动呼叫、路由配置、SIP 对等体、媒体网关、RAN 连接和系统状态的编程访问。API 监听端口 8444，并提供自动生成的 OpenAPI 3 (OAS3) 规范。

有关基于 Web 的控制面板，请参见 控制面板。有关路由端点引用的路由概念，请参见 路由配置。

OpenAPI 文档

OmniMSC 自动从 API 路由器生成 OpenAPI 3 规范。交互式 Swagger UI 可在 `http://<host>:8444/api/docs` 访问，提供所有端点的可浏览、可测试接口。原始 OAS3 规范在 `http://<host>:8444/api/schema` 提供。

端点

所有端点都在 `/api` 路径前缀下提供。请求和响应主体使用 JSON 编码。

订阅者

方法	路径	描述
GET	/api/subscribers	列出 VLR 订阅者。支持可选的 `search` 查询参数，通过 IMSI 或 MSISDN 进行过滤（部分匹配）。
GET	/api/subscribers/{id}	检索单个订阅者的完整详细信息，包括身份、位置、认证状态、服务配置文件和附加服务。
DELETE	/api/subscribers/{id}	从□地 VLR 中清除订阅者记录（仅删除 VLR 记录；不向 HLR 发送 MAP PurgeMS）。
POST	/api/subscribers/{id}/actions	对订阅者执行操作，例如发起分离、强制重新认证或触发位置更新。
POST	/api/subscribers/{id}/ss	管理订阅者的附加服务，包括激活、停用和查询呼叫限制、呼叫转移和其他服务。

呼叫

方法	路径	描述
GET	/api/calls	列出所有活动的 CC FSM 呼叫事务，包括呼叫引用、方向、参与方、状态和持续时间。
GET	/api/calls/{id}	检索单个呼叫的完整详细信息，包括时序、编解码器、服务 BSC/RNC 和 CC FSM 状态历史。
DELETE	/api/calls/{id}	释放一个活动呼叫。发起网络侧断开和 BSSMAP CLEAR COMMAND。

短信

方法	路径	描述
GET	/api/sms	列出活动的短信事务，包括事务 ID、方向、订阅者、状态和短信中心地址。

路由

方法	路径	描述
GET	/api/routes	列出路由表中的所有条目，包括前缀、目的地类型、优先级和特定于目的地的参数。
POST	/api/routes	向路由表添加新路由。路由立即生效，无需重启。
DELETE	/api/routes/{prefix}	通过前缀从路由表中删除路由。
GET	/api/routes/lookup	查找为给定被叫方号码选择的路由。用于验证路由行为而无需拨打电话。

SIP 对等体

方法	路径	描述
GET	/api/sip/peers	列出所有配置的 SIP 对等体，包括地址、传输、状态、活动呼叫和容量。
GET	/api/sip/peers/{name}	检索单个 SIP 对等体的完整详细信息，包括编解码器列表、OPTIONS 保持活动状态和呼叫统计信息。
PUT	/api/sip/peers/{name}	触发对等体的即时 OPTIONS 保持活动 ping。这不会修改对等体的配置。

媒体网关

方法	路径	描述
GET	/api/mgw	列出配置的媒体网关，包括名称、地址、协议（MGCP 或 Megaco）和可达性状态。

RAN 和 STP

方法	路径	描述
GET	/api/ran/connections	列出活动的 RAN 连接（SCCP 连接导向会话），包括连接 ID、订阅者 IMSI、BSC/RNC 和状态。
GET	/api/ran/bscs	列出已知的 BSC，包括点代码、全局标题、单元计数和最后 BSSMAP RESET 时间戳。
GET	/api/stp	获取 STP 链路状态，包括 M3UA ASP 状态、SCTP 关联详细信息和流量计数器。

分页

方法	路径	描述
POST	/api/paging	通过 IMSI 或 MSISDN 为订阅者发起分页请求。将 BSSMAP PAGING 发送到相应的 BSC。
GET	/api/paging	列出待处理的分页请求，包括订阅者身份、目标 LAC、分页原因和经过时间。

费用通知

方法	路径	描述
POST	/api/aoc	在活动呼叫期间向订阅者发送费用通知消息。支持 AoCI（信息）和 AoCE（计费），符合 3GPP TS 24.086。

静默呼叫和短信

方法	路径	描述
POST	/api/silent	向订阅者发起静默呼叫或静默短信。用于合法拦截和网络测试目的。

切换小区

方法	路径	描述
GET	/api/handover/cells	列出配置为切换目标的小区，包括小区身份、LAC、BSC 和切换优先级。
POST	/api/handover/cells	将小区添加到切换目标列表，包含小区身份、LAC 和优先级���数。

系统

方法	路径	描述
GET	/api/health	健康检查端点。返回适合负载均衡器探测的简单状态指示。
GET	/api/status	系统状态，包括 BEAM VM 统计信息、内存分配、监控健康、活动警报计数和 MSC 配置摘要。
GET	/metrics	Prometheus 指标抓取端点。返回所有 OmniMSC 远程监控计数器和仪表，格式为 Prometheus 展示格式。注意：`/metrics` 由控制面板 Phoenix 端点在端口 **4000** 提供，而不是由端口 8444 的 REST API 提供。请参见 指标和监控。

响应格式

所有端点返回 JSON 响应。成功的请求返回请求的数据在顶层对象或数组中。错误响应包括一个 JSON 对象，包含一个 `error` 字段，包含可读的错误消息。

订阅者和呼叫详细信息响应包括相关数据（身份、位置、认证、时序）的嵌套对象，符合 控制面板订阅者详细信息 和 呼叫详细信息 部分中描述的结构。

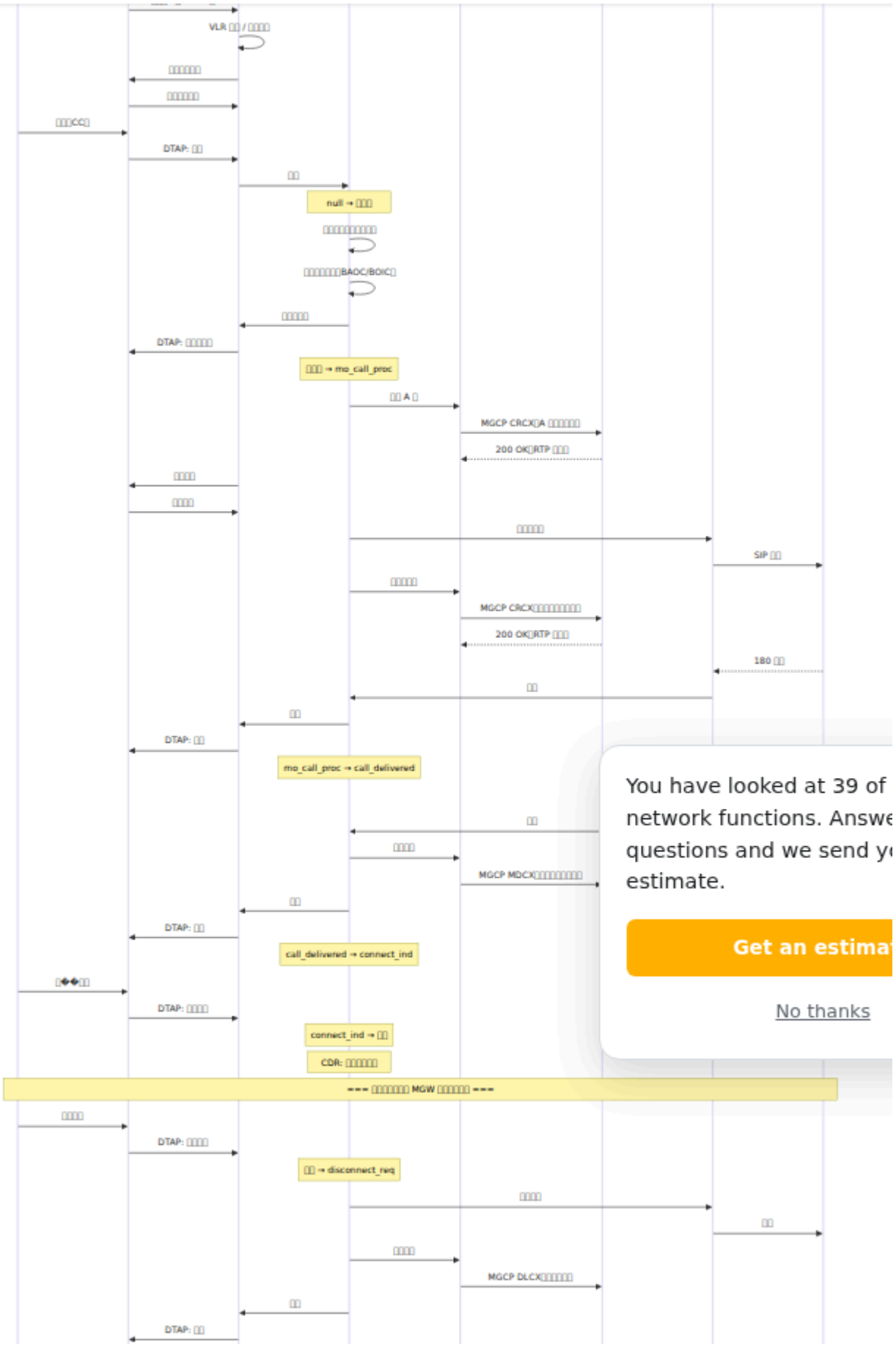
呼叫流程图

文档包含了 OmniMSC 处理的所有主要呼叫场景的序列图。每个图展示了网络元素之间的信令流。

有关 CC FSM 状态定义，请参见下面的 CC FSM 状态图。有关路由配置，请参见 路由配置。有关 SIP 中继信令的详细信息，请参见 SIP 中继。有关 ISUP 中继信令，请参见 ISUP 中继。有关呼叫设置期间的媒体网关控制，请参见 媒体控制。有关补充服务流程（保持、MPTY、ECT），请参见 补充服务。

移动发起（**MO**）呼叫

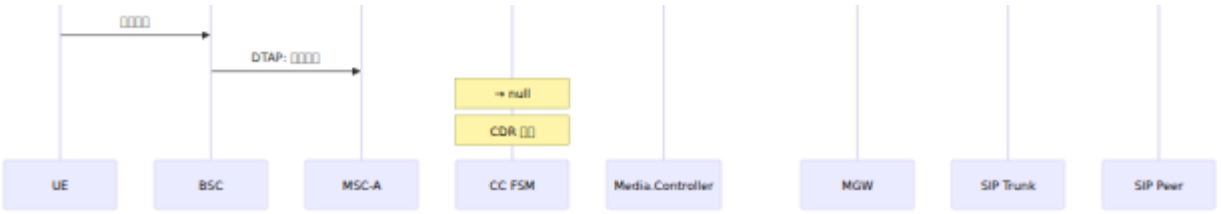
用户发起一个外拨电话。MSC 处理呼叫设置、身份验证（如有必要）、加密模式、分配和中继分配。



You have looked at 39 of
network functions. Answe
questions and we send y
estimate.

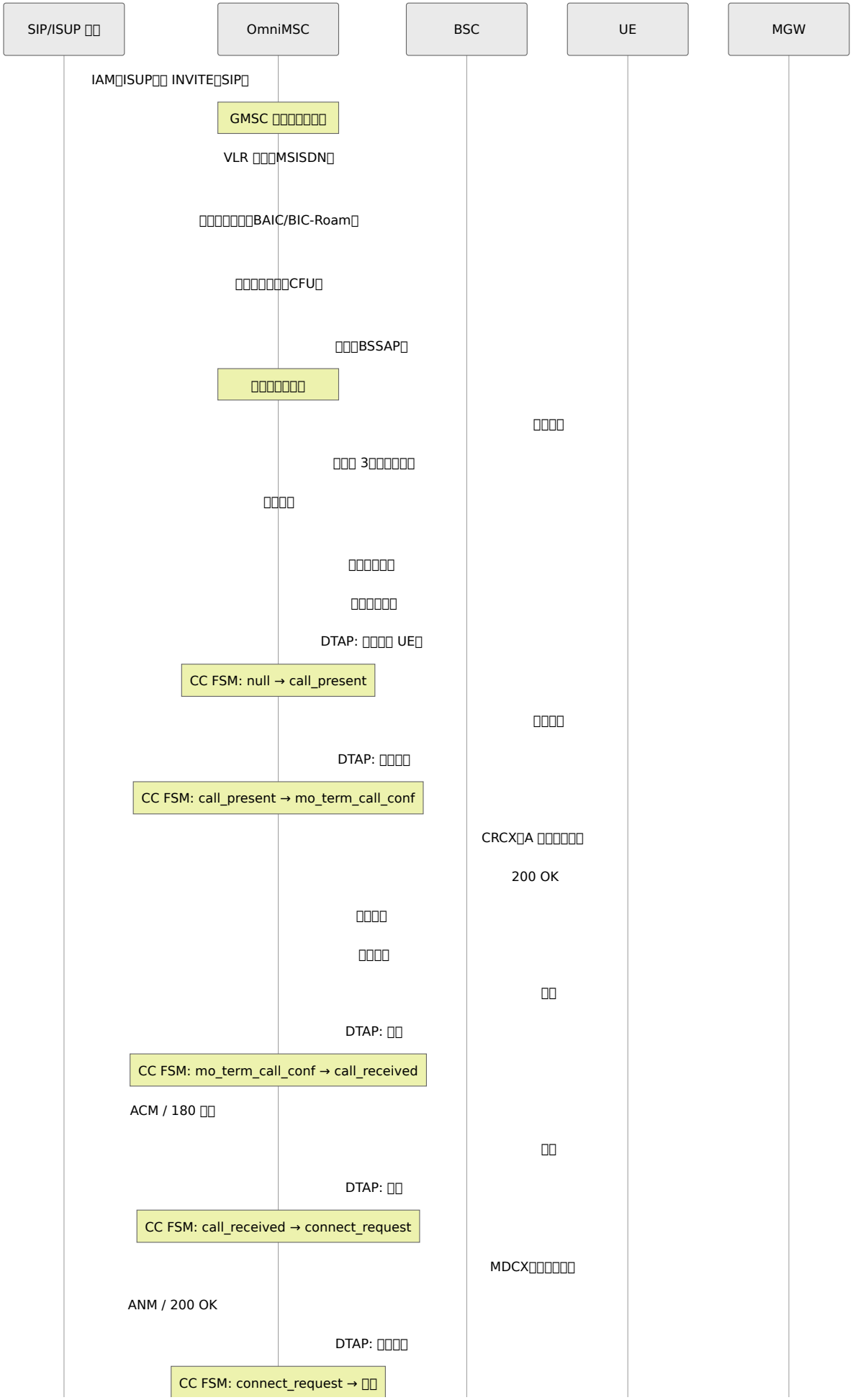
Get an estima

No thanks



MT

PSTN SIP MSC SIP ISUP

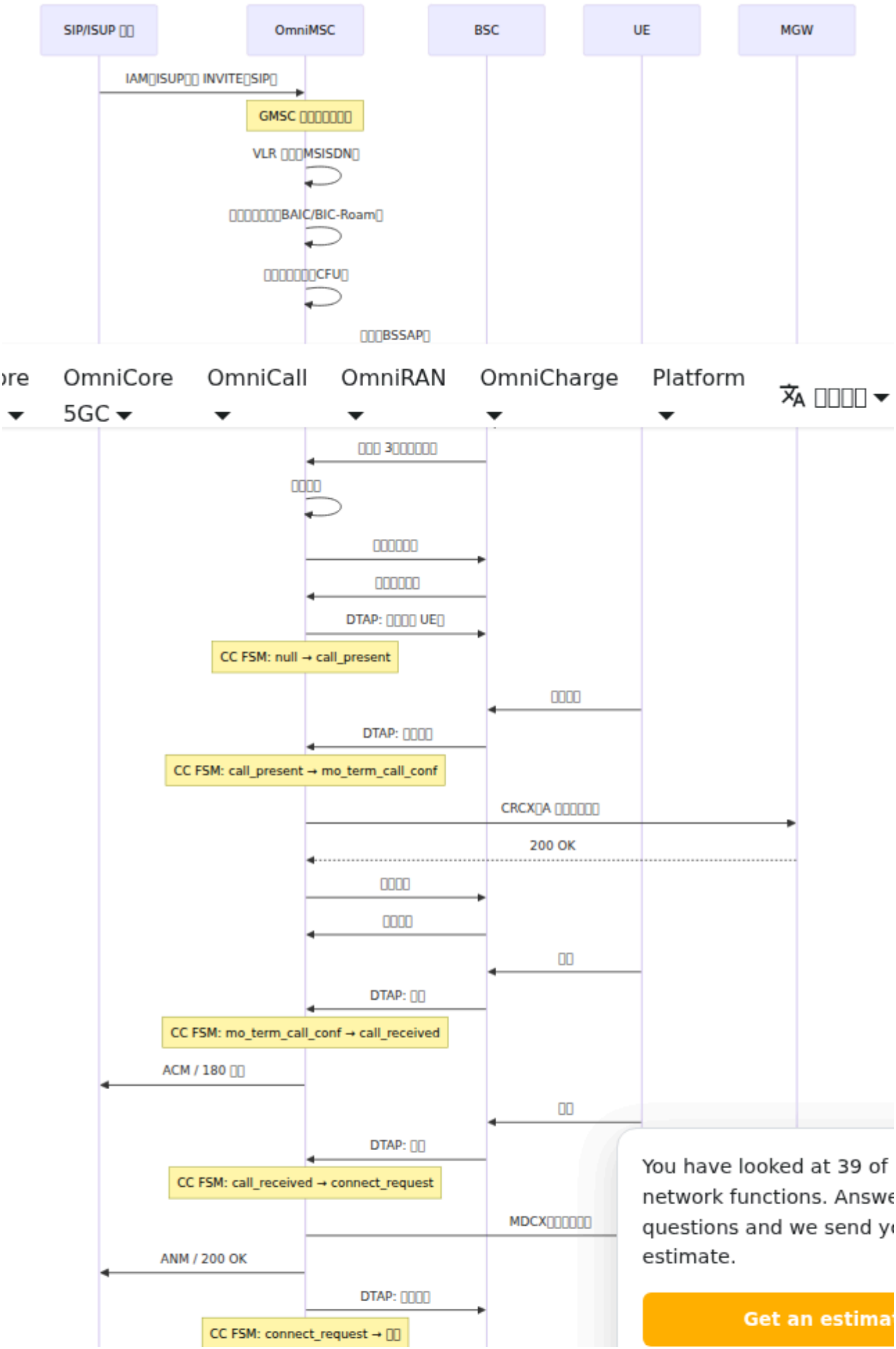


SIP/ISUP 中继
OmniMSC
BSC
UE
MGW
IAM (ISUP) 或 INVITE (SIP)
GMSC 功能或直接终止
VLR 查找 (MSISDN)
检查呼叫禁止 (BAIC/BIC-Roam)
检查呼叫转移 (CFU)
寻呼 (BSSAP)
启动寻呼计时器
寻呼响应
完成层 3 (寻呼响应)
身份验证
加密模式命令
加密模式完成
DTAP: 设置 (到 UE)
CC FSM: null → call_present
呼叫确认
DTAP: 呼叫确认
CC FSM: call_present → mo_term_call_conf
CRCX (A 侧, 接收仅)
200 OK
分配请求
分配完成
警报
DTAP: 警报
CC FSM: mo_term_call_conf → call_received
ACM / 180 响铃
连接
DTAP: 连接
CC FSM: call_received → connect_request
MDCX (发送接收)
ANM / 200 OK
DTAP: 连接确认
CC FSM: connect_request → 活动

CDR: 记录应答时间
=== 活动呼叫 ===
REL (ISUP) 或 BYE (SIP)
DTAP: 断开连接
DLCX
释放
DTAP: 释放
DTAP: 释放完成
CC FSM: → null
CDR 写入
SIP/ISUP 中继
OmniMSC
BSC
UE
MGW

呼叫保持和恢复

呼叫保持和恢复允许用户根据 3GPP TS 24.083 暂停��恢复活动呼叫。当呼叫被保持时，媒体网关将保持的腿置于接收仅模式，静音音频路径。用户可以在保持第一个呼叫的同时建立第二个呼叫。



You have looked at 39 of
network functions. Answe
questions and we send y
estimate.
Get an estima

UE 的 HOLD 消息不包含参数。MSC 成功时以 HOLD ACK 响应，若操作不被允许（例如，如果用户没有呼叫保持权限），则以 HOLD REJECT 响应。RETRIEVE 也遵循相同的模式，使用 RETRIEVE ACK 或 RETRIEVE REJECT。

多方会议（**MPTY**）

MPTY 允许用户根据 3GPP TS 24.084 将多个呼叫桥接到一个会议中。用户充当会议控制者。所有会议音频通过媒体网关上的会议桥进行混合。

有关配置，请参见 高级呼叫功能。

BuildMPTY

用户建立两个呼叫（一个活动，一个��持），然后通过 CC FACILITY 消息调用 BuildMPTY 将它们合并为一个会议。

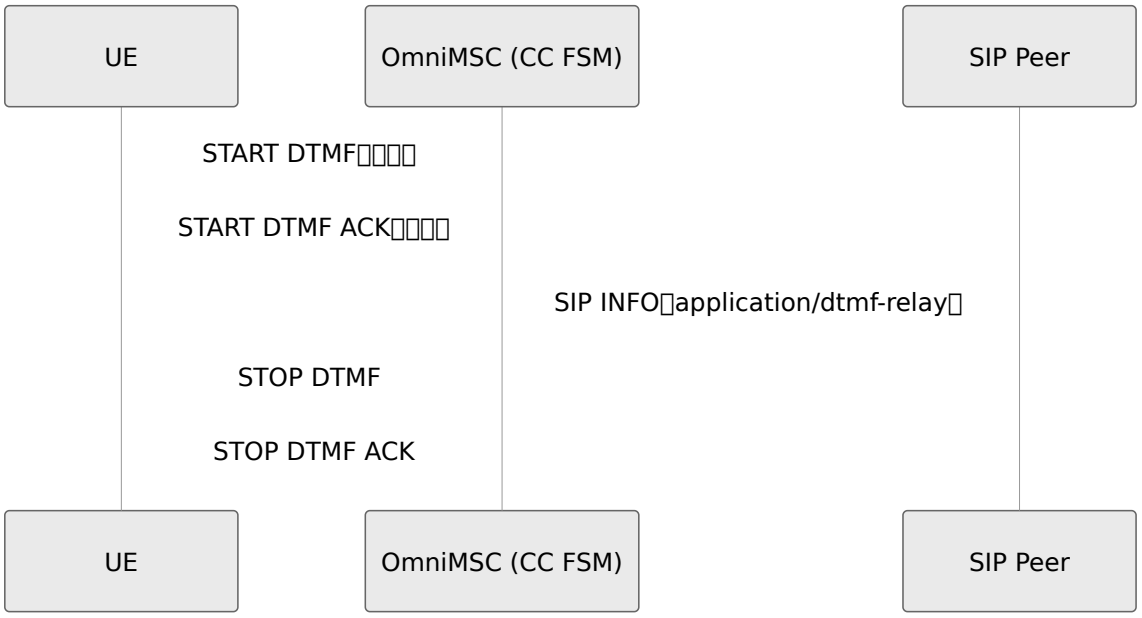
UE
(会议控制者)
OmniMSC
媒体网关
B 方
C 方
与 B 方的活动呼叫
保持（将 B 放置于保持）
MDCX（B-leg：接收仅）
保持确认
设置（拨打 C 方的新呼叫）
IAM/INVITE
ANM/200 OK
连接
与 C 方的活动呼叫，B 方保持
FACILITY（调用 BuildMPTY）
创建会议上下文
MDCX（A-leg → 会议）
MDCX（B-leg → 会议，发送接收）
MDCX（C-leg → 会议）
FACILITY（BuildMPTY 返回结果）
三方均在会议中
UE
(会议控制者)
OmniMSC
媒体网关
B 方
C 方

HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY

一旦会议建立，控制者有三个额外的操作可用：

操作	效果
HoldMPTY	将���个会议置于保持状态。所有远程方听到静音。控制者可以在会议外建立私人呼叫。
RetrieveMPTY	恢复保持的会议。所有方重新连接到会议桥。
SplitMPTY	将一方从会议中提取到单独的保持呼叫中。其余方继续在会议中。如果分割后只剩下两方，则释放会议上下文，呼叫恢复为正常的点对点连接。

每个操作由 UE 通过 CC FACILITY 消息调用，MSC 以相应的返回结果或错误进行确认。



DTMF 中继

OmniMSC 将 DTMF 音调从无线接口中继到中继侧。UE 发送包含数字的 START DTMF 消息（3GPP TS 24.008）。CC FSM 立即确认 UE 并将数字转发给 SIP 对等方。

SIP INFO 的主体使用 `application/dtmf-relay` 内容类型，包含信号和持续时间字段。MSC 立即向 UE 发送 START DTMF ACK，而不等待 SIP 对等方的响应，以避免无线路径上的音频剪辑。DTMF 中继在存在中继侧连接的任何呼叫状态下处理。

紧急呼叫

紧急呼叫接收优先处理。MSC 通过 CC 紧急设置消息类型（3GPP TS 24.008 §9.3.8，消息类型 0x0E）和 CM 服务请求类型（`:emergency`）来检测紧急呼叫。

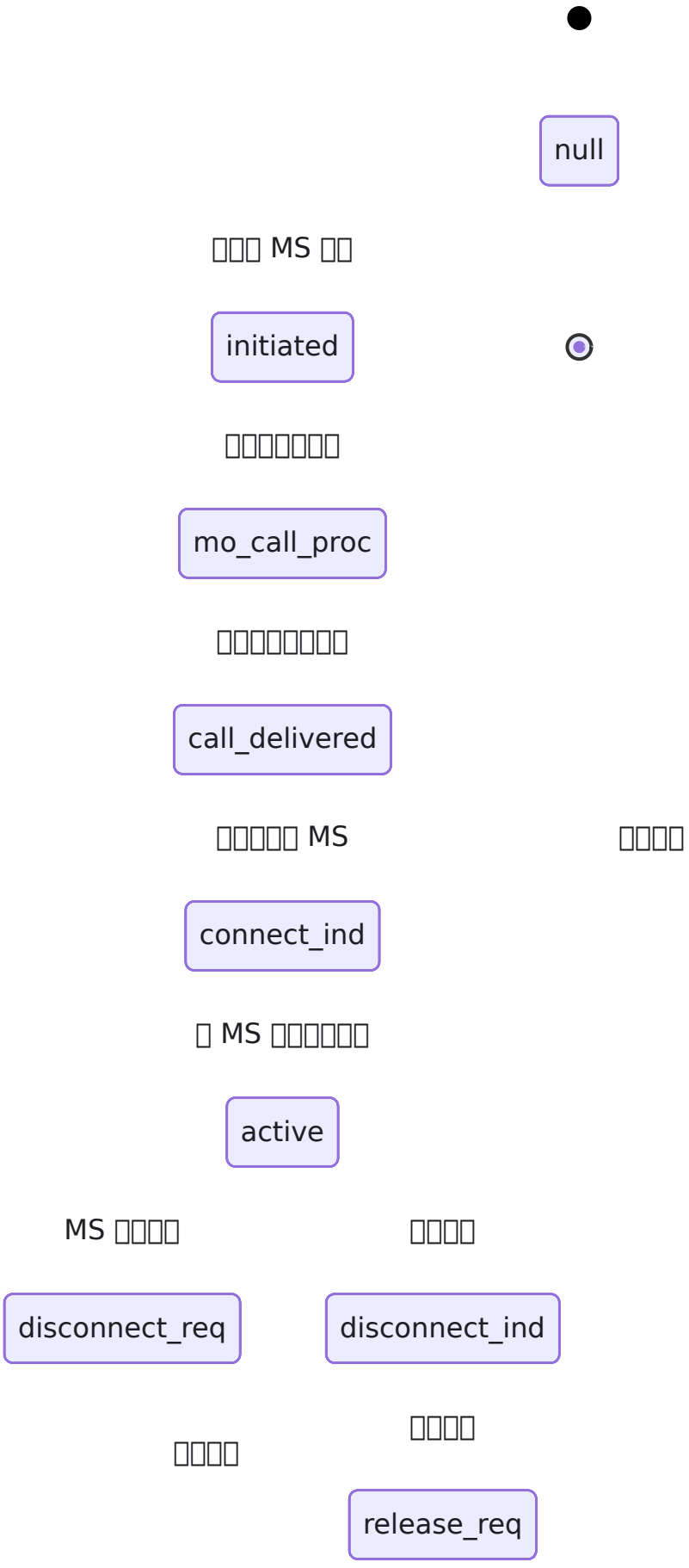
身份验证正常进行。如果成功，则建立加密模式，并使用用户的 MSISDN 作为呼叫方。如果身份验证失败，呼叫仍然继续——跳过加密模式，使用 IMEI 作为呼叫方。来自没有 SIM 的 UE 的呼叫被接受。

与常规 CC 设置不同，紧急设置消息不携带被叫方 BCD 号码 IE——手机仅发送可选的承载能力和紧急服务类别。MSC 使用配置的 `psap_address` 作为路由表查找的被叫号码和外发 SIP INVITE 请求 URI。有关紧急参数，请参见 配置参考。

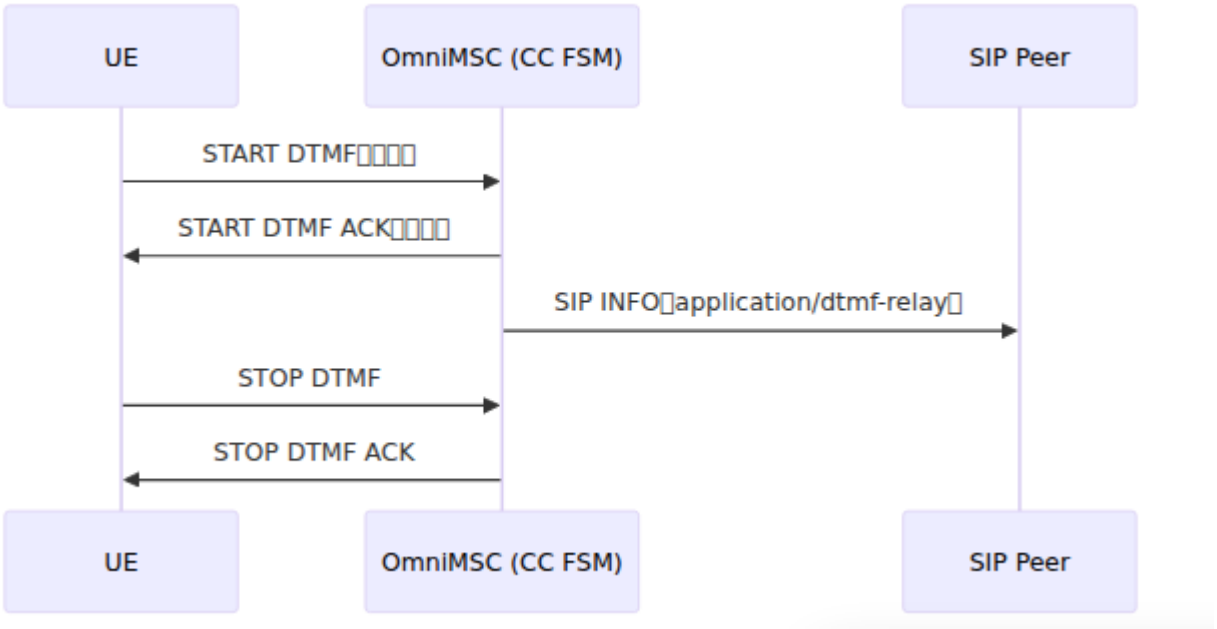
CC FSM 状态图

CC FSM（呼叫控制有限状态机）根据 3GPP TS 24.008 管理单个电路交换呼叫的生命周期。MO 和 MT 路径共享公共状态，但通过不同的转换进入。活动呼叫的状态、持续时间、编解码器和服务 BSC/RNC 在控制面板的活动呼叫页面中可见——请参见 控制面板指南。

MO □□□□



null
接收到 MS 设置
initiated
发送呼叫进行中
mo_call_proc
警报（远程响铃）
call_delivered
发送连接到 MS
释放完成
connect_ind
从 MS 收到连接确认
active
MS 断开连接
网络释放
disconnect_req
disconnect_ind
发送释放
发送释放
release_req



MT 呼叫状态

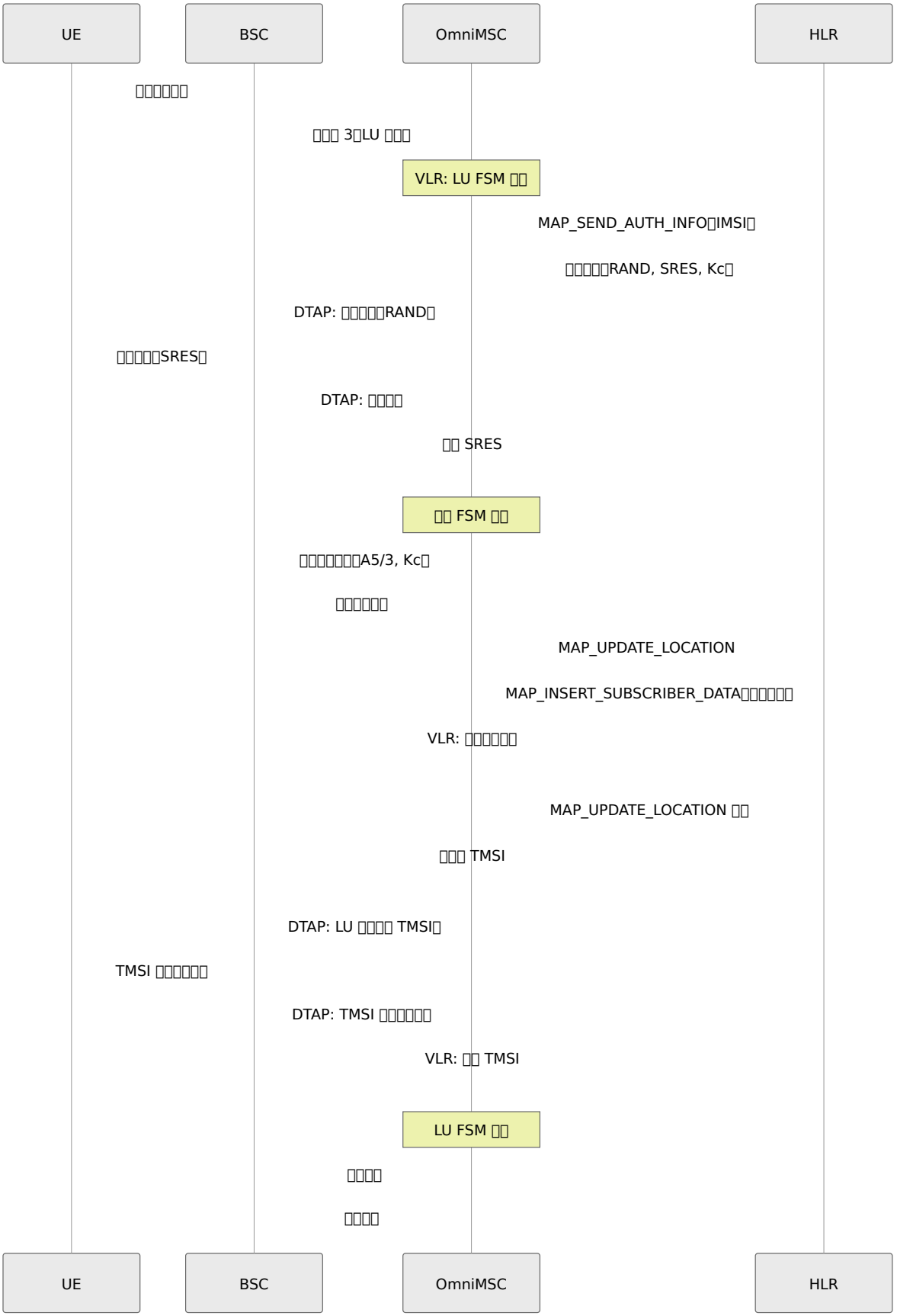
连接释放

当 A 接口连接丢失（无线链路故障、BSC 清除或传输故障）时，MSC-A 向与该用户关联的所有 CC FSM 发送 `connection_lost` 事件。每个接收到此事件的 CC FSM 释放其中继侧资源（SIP BYE 或 ISUP REL）和媒体网关连接（MGCP DLCX），然后转换到 null 状态并写入 CDR��

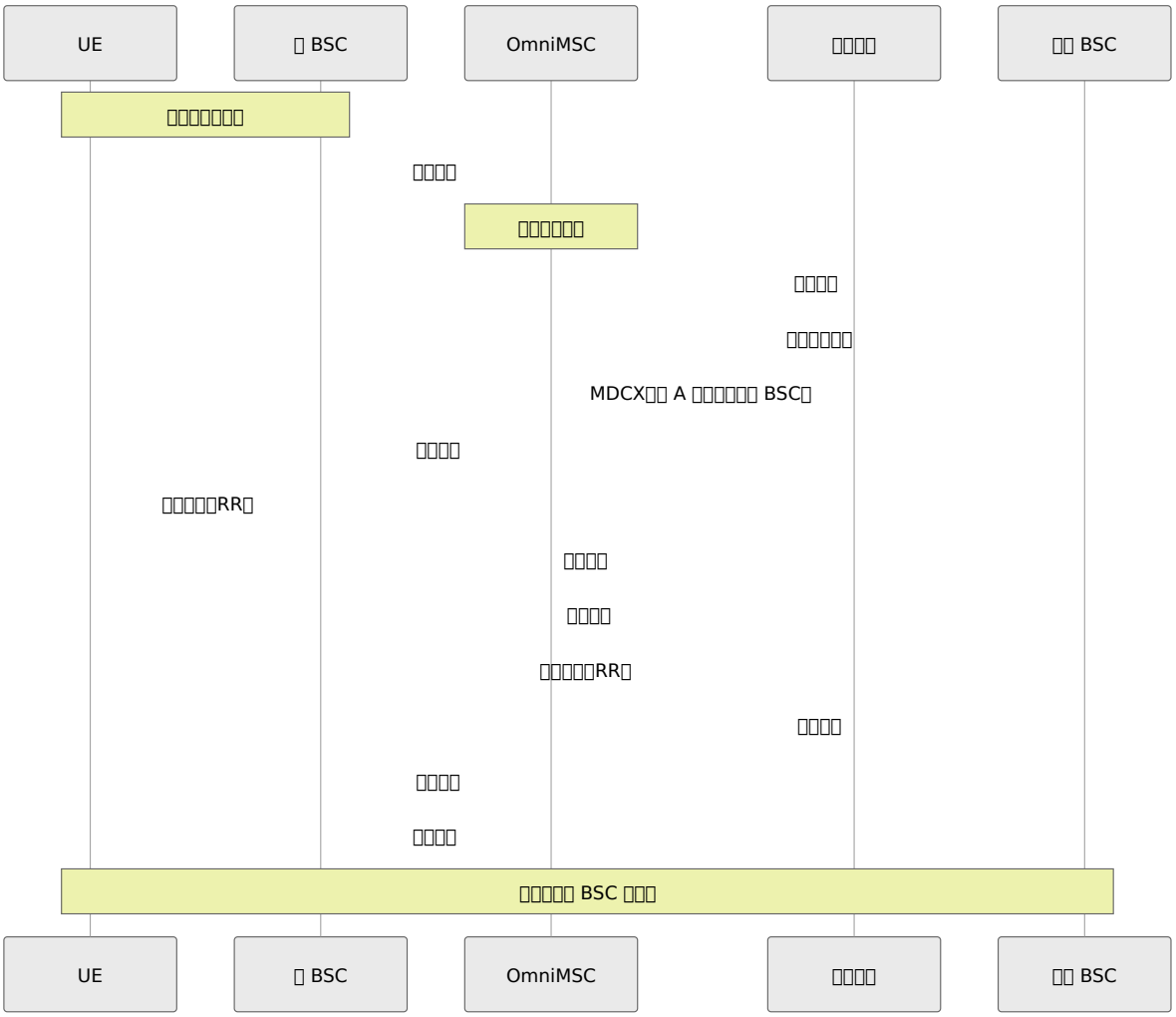
这确保在无线路径意外丢失时不会泄漏任何中继或媒体资源。CC FSM 在任何状态下处理 `connection_lost`，除了 null。

位置更新

用户向 MSC 注册。MSC 验证用户并更新 HLR。



UE
BSC
OmniMSC
HLR
位置更新请求
完成层 3 (LU 请求)
VLR: LU FSM 启动
MAP_SEND_AUTH_INFO (IMSI)
认证向量 (RAND, SRES, Kc)
DTAP: 认证请求 (RAND)
认证响应 (SRES)
DTAP: 认证响应
验证 SRES
认证 FSM 完成
加密模式命令 (A5/3, Kc)
加密模式完成
MAP_UPDATE_LOCATION
MAP_INSERT_SUBSCRIBER_DATA (配置文件)
VLR: 存储用户数据
MAP_UPDATE_LOCATION 确认
分配新 TMSI
DTAP: LU 接受 (新 TMSI)
TMSI 重新分配完成
DTAP: TMSI 重新分配完成
VLR: 确认 TMSI
LU FSM 完成
清除命令
清除完成
UE
BSC
OmniMSC
HLR



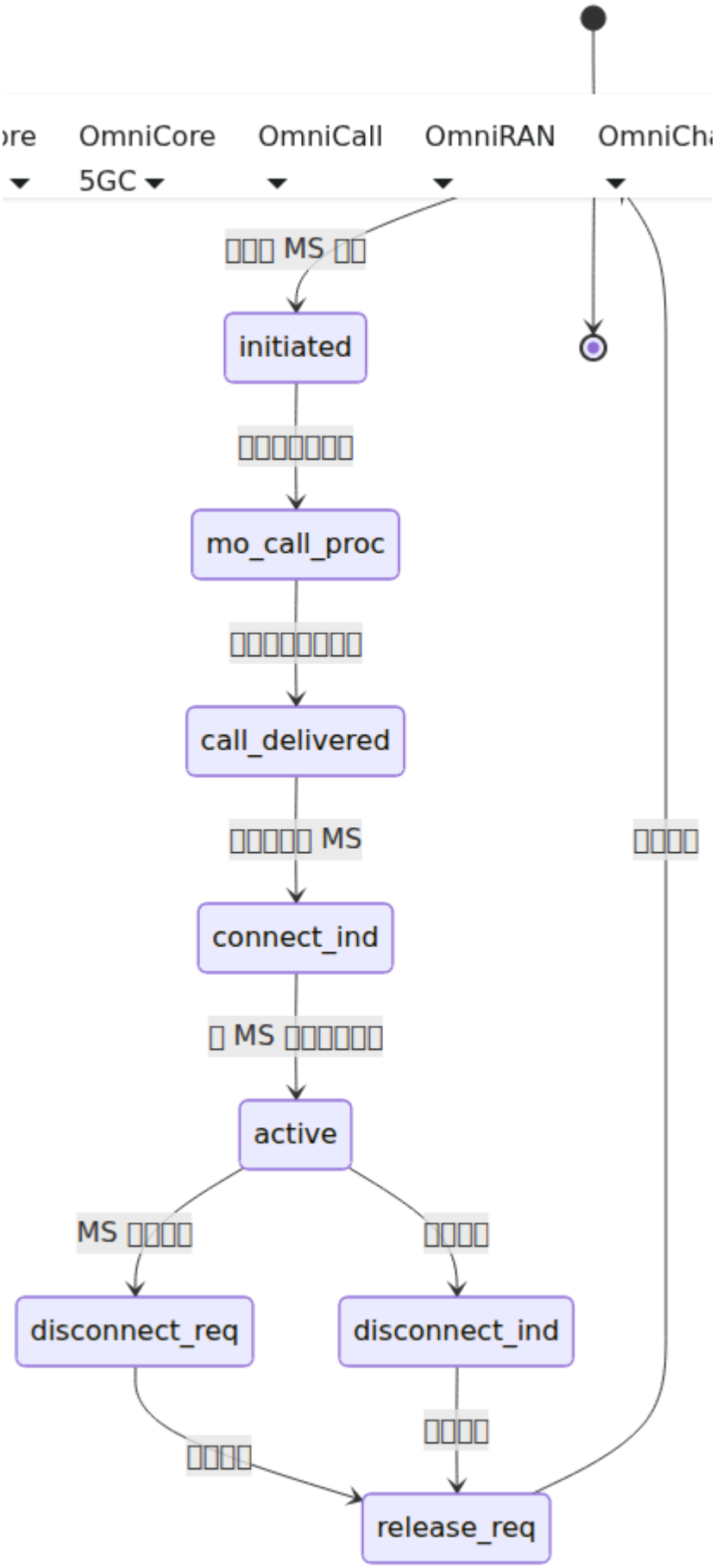
MSC 内切换

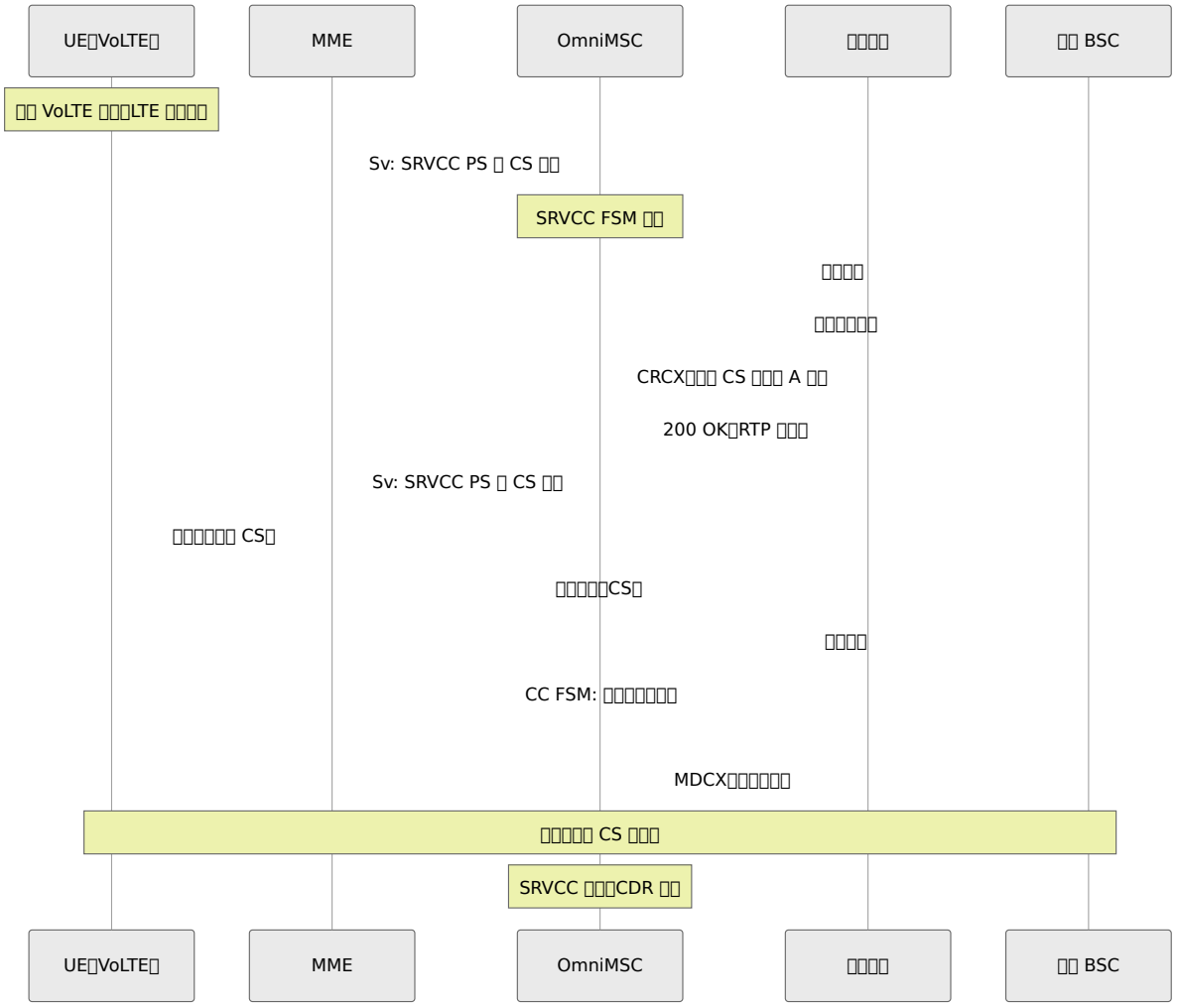
在同一 MSC 服务的两个 BSC 之间的活动呼叫的切换。

UE
源 BSC
OmniMSC
媒体网关
目标 BSC
活动呼叫进行中
需要切换
评估目标小区
切换请求
切换请求确认
MDCX (将 A 侧切换到目标 BSC)
切换命令
切换命令 (RR)
切换接入
物理信息
切换完成 (RR)
切换完成
清除命令
清除完成
呼叫在目标 BSC 上继续
UE
源 BSC
OmniMSC
媒体网关
目标 BSC

MSC 之间切换

从 OmniMSC (MSC-A) 到目标 MSC (MSC-B) 的活动呼叫的切换。


OmniCore
5GC
OmniCall
OmniRAN
initiated
mo_call_proc
call_delivered
connect_ind
active
disconnect_req
disconnect_ind
release_req



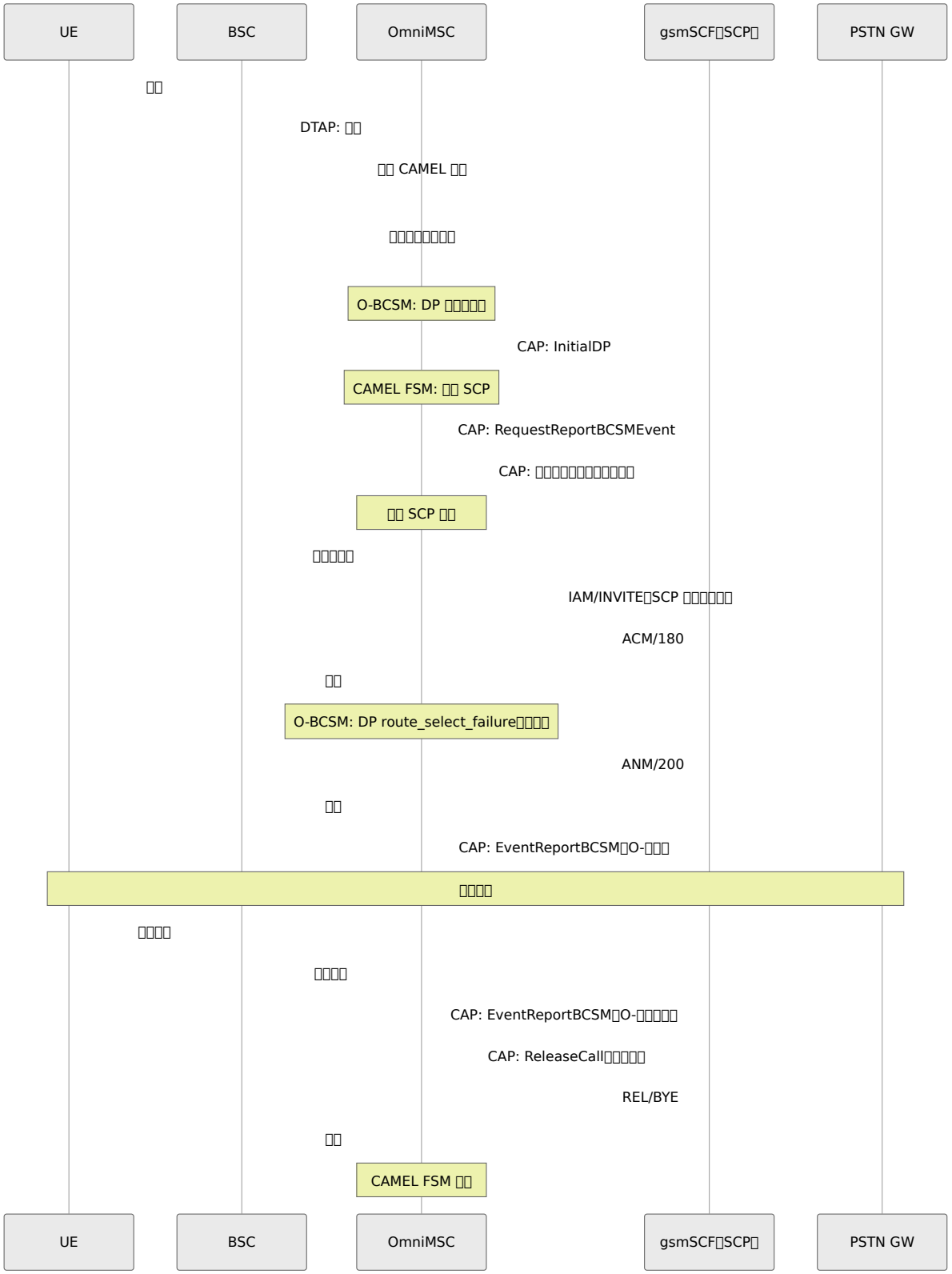
SRVCC（单无线语音呼叫连续性）

根据 3GPP TS 23.216 将 VoLTE 呼叫从 IMS/LTE 域切换到 CS 域。

UE（VoLTE）
MME
OmniMSC
媒体网关
目标 BSC
活动 VoLTE 呼叫，LTE 覆盖降级
Sv: SRVCC PS 到 CS 请求
SRVCC FSM 启动
切换请求
切换请求确认
CRCX（用于 CS 承载的 A 侧）
200 OK（RTP 地址）
Sv: SRVCC PS 到 CS 响应
切换命令（到 CS）
切换接入（CS）
切换完成
CC FSM: 创建呼叫上下文
MDCX（发送接收）
语音呼叫在 CS 域继续
SRVCC 完成，CDR 更新
UE（VoLTE）
MME
OmniMSC
媒体网关
目标 BSC

CAMEL 触发呼叫（**SCP** 交互）

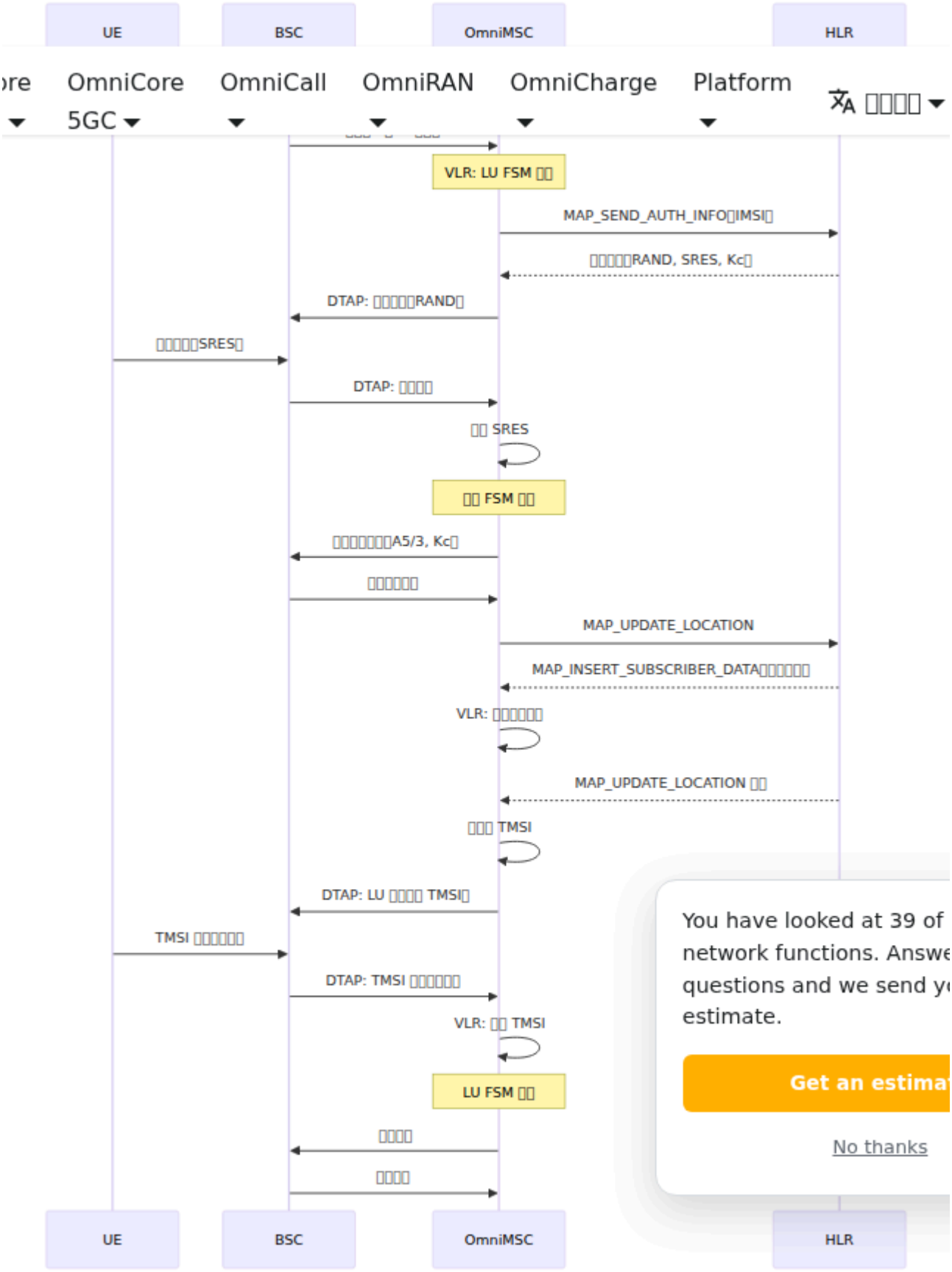
根据 3GPP TS 23.078 进行 CAMEL 发起的 BCSM（O-BCSM）交互的呼叫。

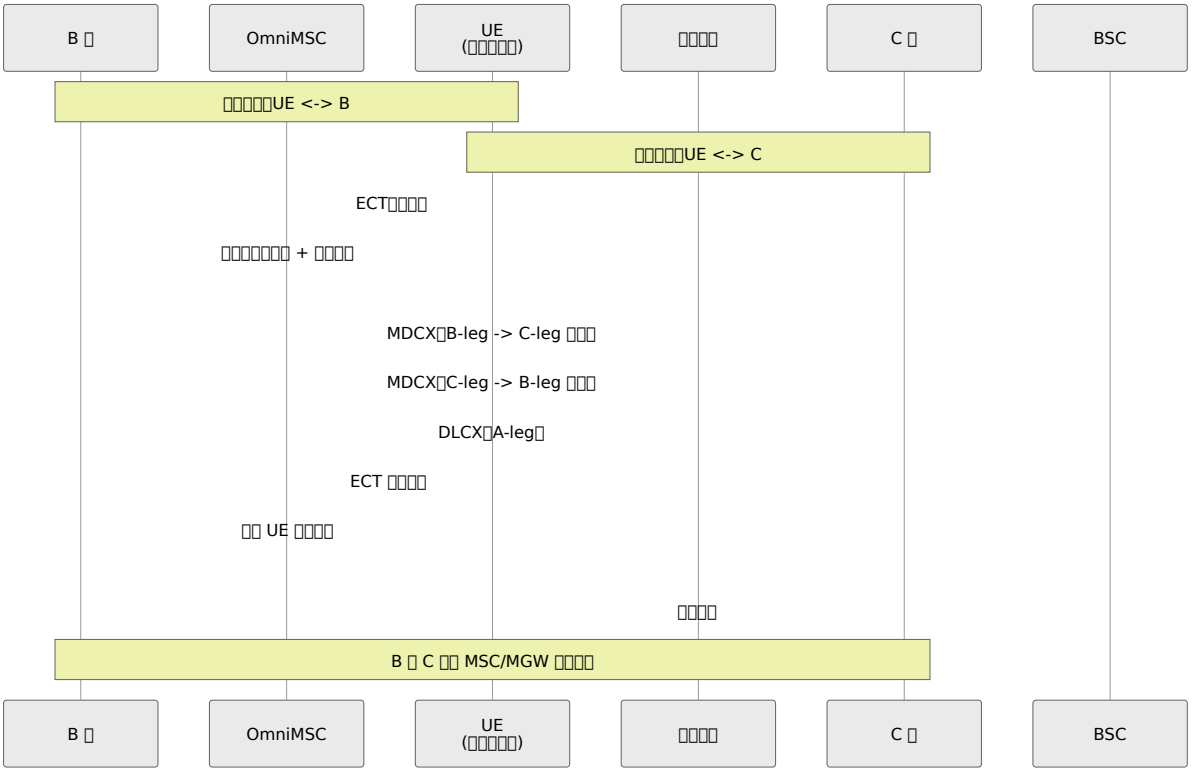


UE
BSC
OmniMSC
gsmSCF（SCP）
PSTN GW
设置
DTAP: 设置
检查 CAMEL 订阅
匹配服务密钥触发
O-BCSM: DP 收集的信息
CAP: InitialDP
CAMEL FSM: 等待 SCP
CAP: RequestReportBCSMEvent
CAP: 连接（修改后的被叫号码）
应用 SCP 指令
呼叫进行中
IAM/INVITE（SCP 修改的号码）
ACM/180
警报
O-BCSM: DP route_select_failure（如有）
ANM/200
连接
CAP: EventReportBCSM（O-应答）
活动呼叫
断开连接
断开连接
CAP: EventReportBCSM（O-断开连接）
CAP: ReleaseCall（或继续）
REL/BYE
释放
CAMEL FSM 完成
UE
BSC
OmniMSC
gsmSCF（SCP）
PSTN GW

MPTY（BuildMPTY）序列图

多方会议呼叫设置。用户建立两个呼叫，然后根据 3GPP TS 24.084 将它们桥接到一个会议中。有关配置，请参见 高级呼叫功能。


UE
BSC
OmniMSC
HLR
ore
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
VLR: LU FSM □□
MAP_SEND_AUTH_INFO□IMSI□
□□□□□RAND, SRES, Kc□
DTAP: □□□□□RAND□
□□□□□SRES□
DTAP: □□□□
□□ SRES
□□ FSM □□
□□□□□□□A5/3, Kc□
□□□□□□□
MAP_UPDATE_LOCATION
MAP_INSERT_SUBSCRIBER_DATA□□□□□□
VLR: □□□□□□
MAP_UPDATE_LOCATION □□
□□□ TMSI
DTAP: LU □□□□ TMSI□
TMSI □□□□□□
DTAP: TMSI □□□□□□
VLR: □□ TMSI
LU FSM □□
□□□□
□□□□
You have looked at 39 of
network functions. Answe
questions and we send y
estimate.
Get an estima
No thanks
UE
BSC
OmniMSC
HLR



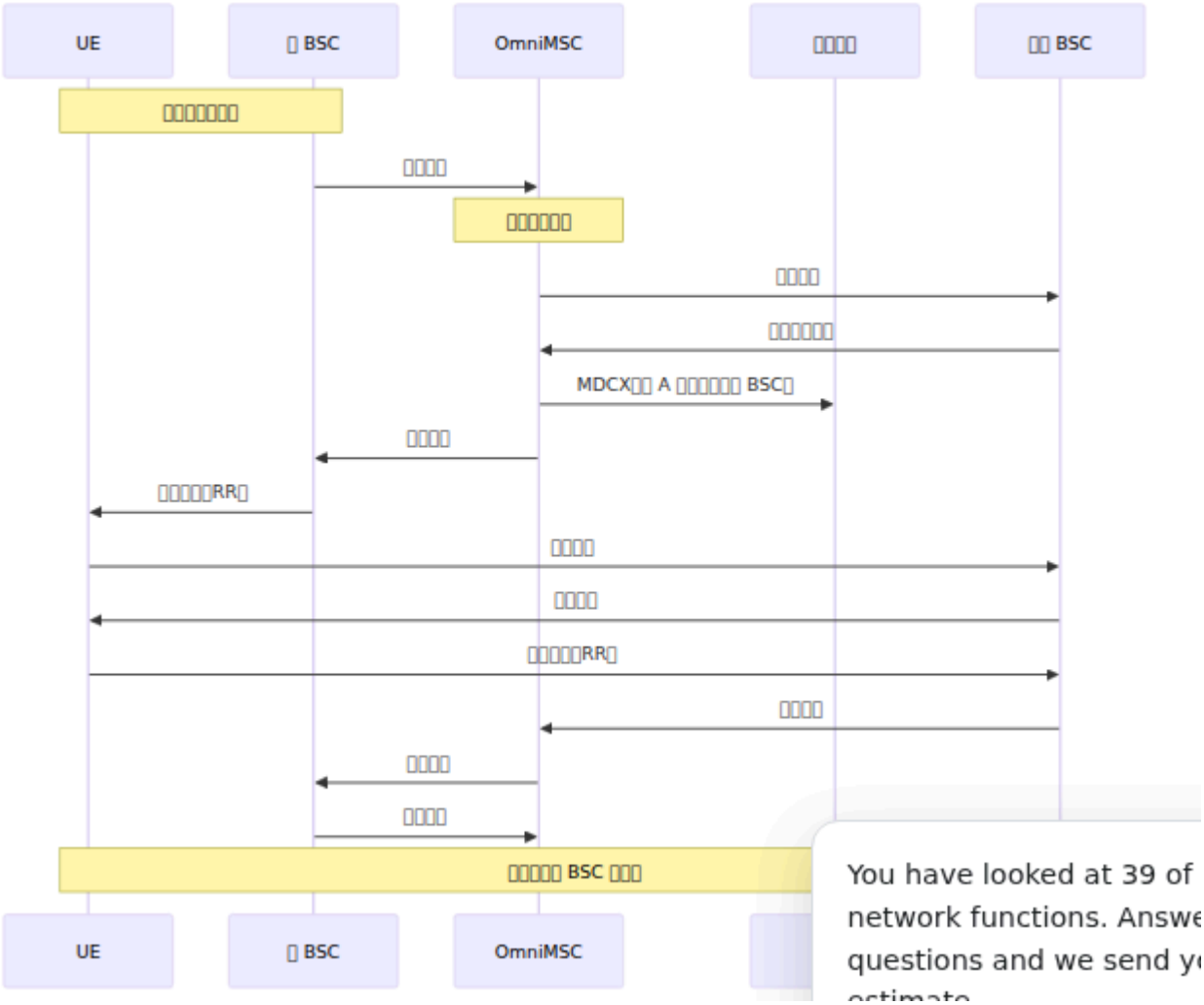
ECT（显式呼叫转移）序列图

显式呼叫转移连接两个远程方并根据 3GPP TS 24.091 释放转移用户。有关配置，请参见 高级呼叫功能。

B 方
OmniMSC
UE
(转移控制者)
媒体网关
C 方
BSC
活动呼叫: UE <-> B
保持呼叫: UE <-> C
ECT (调用)
验证: 一个活动 + 一个保持
MDCX (B-leg -> C-leg 桥接)
MDCX (C-leg -> B-leg 桥接)
DLCX (A-leg)
ECT 返回结果
释放 UE 无线资源
清除命令
B 和 C 通过 MSC/MGW 保持连接
B 方
OmniMSC
UE
(转移控制者)
媒体网关
C 方
BSC

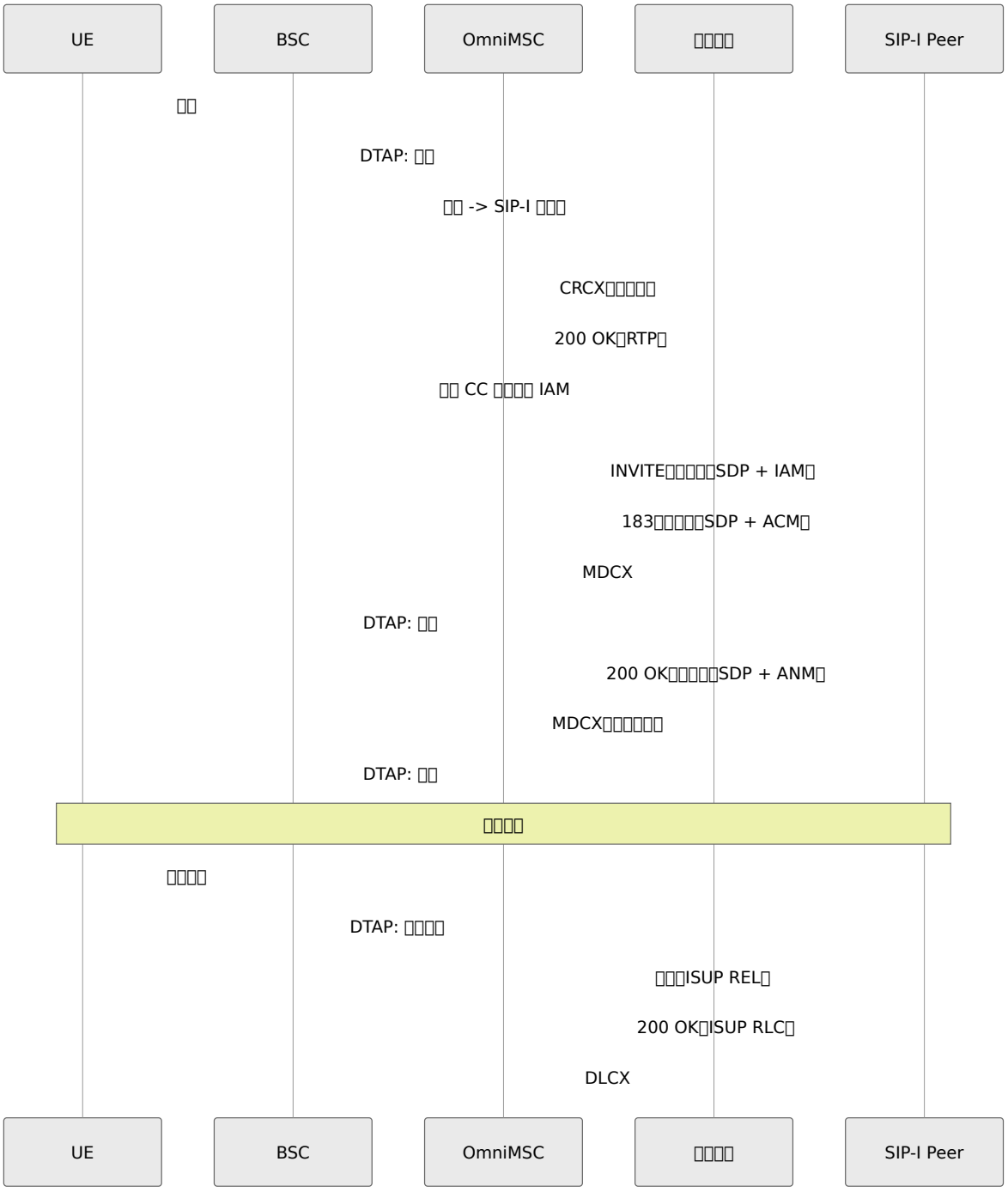
CSFB MT 呼叫序列图

通过电路交换回退向 LTE 附加用户发起的移动终止呼叫，符合 3GPP TS 23.272。MSC 通过 SGs 接口进行寻呼，UE 回退到 2G/3G，呼叫通过 A 接口进行。有关 SGs 详细信息，请参见 SGs 接口与 CSFB。



SIP-I 呼叫序列图

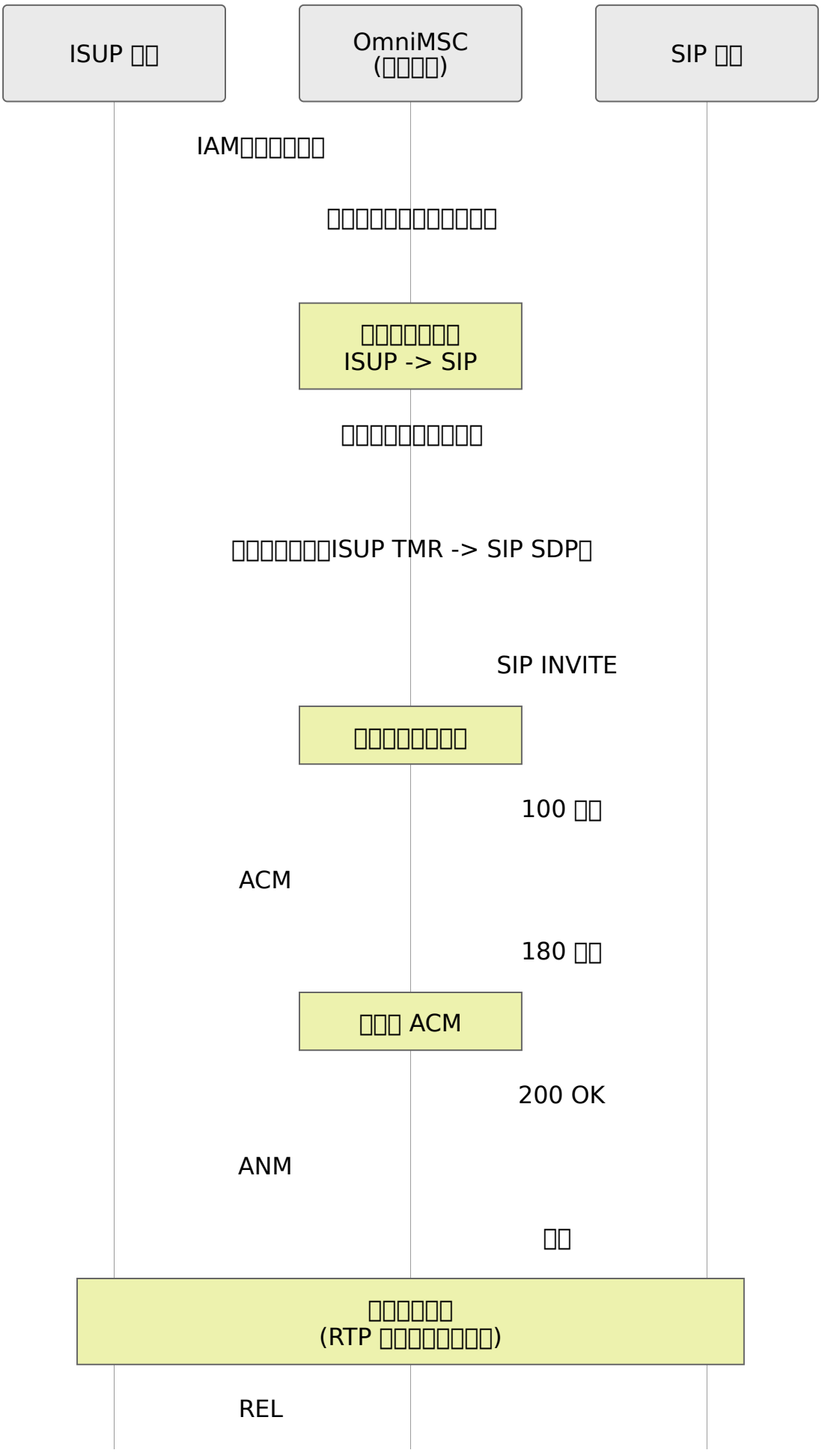
通过 SIP-I 中继进行的外拨呼叫，封装 ISUP，符合 ITU-T Q.1912.5。INVITE 携带一个包含 SDP 和 ISUP IAM 的多部分主体。有关 SIP-I 详细信息，请参见 SIP-I 中继。



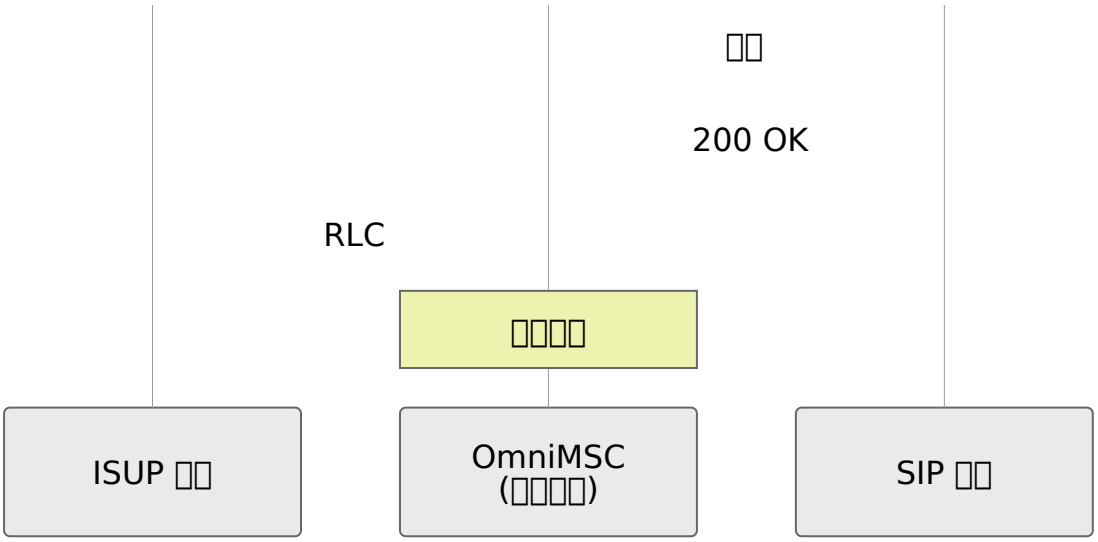
UE
BSC
OmniMSC
媒体网关
SIP-I Peer
设置
DTAP: 设置
路由 -> SIP-I 对等方
CRCX (中继侧)
200 OK (RTP)
根据 CC 参数构建 IAM
INVITE (多部分: SDP + IAM)
183 (多部分: SDP + ACM)
MDCX
DTAP: 警报
200 OK (多部分: SDP + ANM)
MDCX (发送接收)
DTAP: 连接
活动呼叫
断开连接
DTAP: 断开连接
再见 (ISUP REL)
200 OK (ISUP RLC)
DLCX
UE
BSC
OmniMSC
媒体网关
SIP-I Peer

ISUP 到 SIP 过渡呼叫

在 ISUP 中继和 SIP 对等方之间的过渡呼叫互通，绕过 CC FSM。



ISUP 中继
OmniMSC
(过渡模块)
SIP 网关
IAM (被叫号码)
使用源上下文进行路由查找
匹配过渡路由:
ISUP -> SIP
号码翻译（如已配置）
编解码器映射 (ISUP TMR -> SIP SDP)
SIP INVITE
启动过渡处理程序
100 尝试
ACM
180 响铃
已发送 ACM
200 OK
ANM
确认
语音路径建立
(RTP 在媒体网关处桥接)
REL



再见
200 OK
RLC
过渡完成
ISUP 中继
OmniMSC
(过渡模块)
SIP 网关

CAMEL / CAP

文档描述了OmniMSC中CAMEL（移动增强逻辑的定制应用程序）的实现，包括服务密钥配置、CAP对话处理、BCSM检测点、支持的CAP操作和TCAP传输。

有关完整的CAMEL触发呼叫序列图（InitialDP、Connect、EventReportBCSM），请参见呼叫流程图。有关CAMEL触发器如何适应路由管道（号码分析流程），请参见路由配置。有关与CAMEL相关的CDR字段（FurnishChargingInformation、cause_for_term），请参见通话详细记录。有关CAMEL服务密钥的配置，请参见配置参考。

概述

CAMEL为移动运营商提供了一个框架，以在GSM/UMTS核心网络上部署智能网络（IN）服务。OmniMSC充当gsmSSF（GSM服务交换功能），与外部gsmSCF（GSM服务控制功能，也称为SCP）进行交互，以提供实时呼叫控制服务，例如预付费计费、号码转换、呼叫筛选和虚拟专用网络。

gsmSCF通过在基呼叫状态模型（BCSM）内定义的检测点向OmniMSC发送指令来控制呼叫处理。OmniMSC将呼叫事件报告回gsmSCF并执行接收到的指（继续、连接到不同号码、释放呼叫、应用计费）。

服务密钥配置

每个用户可能通过来自HLR的MAP INSERT SUBSCRIBER DATA配置一个或多个CAMEL订阅。CAMEL订阅包括一个服务密钥，该密钥标识要调用的IN服务，以及要联系的gsmSCF地址（全球标题）。

当呼叫触发CAMEL检测点（例如，MO呼叫的collected_info或MT呼叫的terminating_attempt_authorized）时，OmniMSC检查用户的CAMEL订阅数据。如果存在O-CSI（MO）或VT-CSI（MT），OmniMSC将与gsmSCF打开CAP对话并发送InitialDP操作。

gsmSCF始终是来自**HLR**的**CSI**的**gsmSCF-Address**。MSC对呼叫没有静态的gsmSCF路由：InitialDP通过STP发送到该全球标题（SSN 146），因此处理用户的CAMEL网关由HLR数据决定。没有gsmSCF-Address的CSI不会触发CAMEL，并记录为错误。

对于具有O-CSI的MO呼叫，OmniMSC会保持呼叫设置，直到gsmSCF以Continue或Connect进行响应。ReleaseCall拒绝呼叫。如果gsmSCF没有响应（Tcp / Tssf到期）或在没有指令的情况下关闭对话，则适用CSI默认呼叫处理。

MT呼叫（VT-CSI）不会被保持：InitialDP被发送，寻呼继续。

订阅参数	描述
服务密钥	标识IN服务的整数（例如，1表示预付费，2表示VPN）
gsmSCF��址	要联系的SCP的全球标题
默认呼叫处理	如果SCP不可达的操作：`:continue_call`或`:release_call`
TDP列表	为此订阅准备的触发检测点列表
CAMEL阶段	支持的CAMEL阶段（阶段1、2、3或4）

如果gsmSCF不可达或TCAP对话失败，OmniMSC将应用用户的CAMEL订阅数据中的默认呼叫处理操作。

预付费计费（**ApplyCharging**）

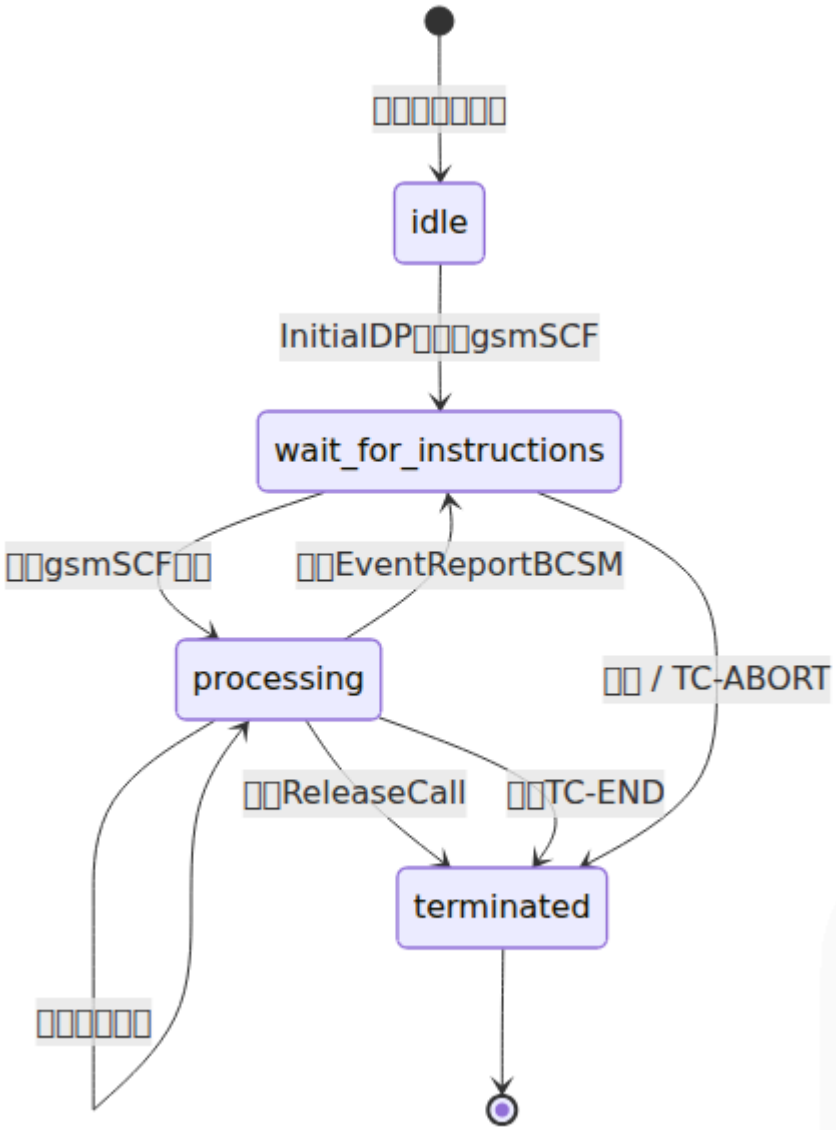
OmniMSC应用gsmSCF的基于时间的计费（CAMEL-AChBillingChargingCharacteristics，timeDurationCharging）：

步骤	**OmniMSC**操作
RequestReportBCSMEvent	装备列出的DP。notifyAndContinue DP在不暂停呼叫的情况下报告；中断的DP在Tssf下等待指令
ApplyCharging	存储maxCallPeriodDuration（100毫秒单位）和releaseIfDurationExceeded。周期从应答开始，或在呼叫已应答时立即开始
Answer	在装备时报告oAnswer / tAnswer并开始周期
周期到期	发送ApplyChargingReport。如果releaseIfDurationExceeded，则报告的callActive = FALSE，呼叫被清除（断开连接到MS，原因31）。否则，报告的callActive = TRUE，OmniMSC在Tssf下等待下一个ApplyCharging
Release	发送最终的ApplyChargingReport（callActive = FALSE），包含当前周期的使用时间，然后在装备时oDisconnect / tDisconnect。未应答的呼叫报告oAbandon / tAbandon

---

CAP对话状态

每个CAMEL交互都作为TCAP事务中的独立CAP对话运行。该对话跟踪从InitialDP到终止的SSF-SCF交互状态。



idle	InitialDP
wait_for_instructions	InitialDPgsmSCF
processing	gsmSCFContinueConnectApplyCharging
terminated	TCAP

CAP操作

OmniMSC支持以下CAP操作，用于CAMEL阶段2和阶段3服务交互。

SSF到SCF（OmniMSC到gsmSCF）

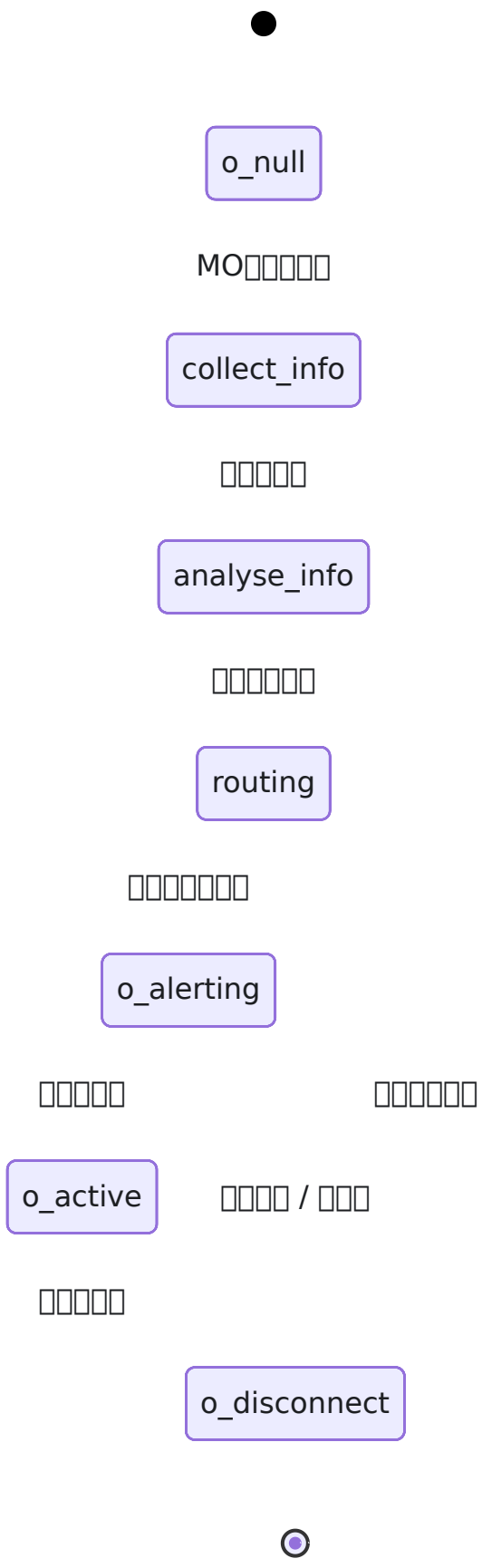
操作	描述
InitialDP	报告触发的检测点及呼叫参数（服务密钥、被叫/主叫号码、事件类型、位置信息）
EventReportBCSM	在装备的检测点报告呼叫事件（应答、断开、放弃、路由选择失败）
ApplyChargingReport	报告计费操作的结果（呼叫持续时间、消耗的计费单位）
CallInformationReport	报告gsmSCF请求的呼叫信息（呼叫持续时间、释放原因）

SCF到SSF（gsmSCF到OmniMSC）

操作	描述
Continue	在当前BCSM状态下恢复呼叫处理
Connect	将呼叫路由到不同的目的号码（号码转换、VPN路由）
ReleaseCall	以指定的原因代码释放呼叫
RequestReportBCSMEvent	装备检测点以进行未来事件报告（应答、断开、放弃）
ApplyCharging	应用计费参数（最大呼叫持续时间、计费建议）
FurnishChargingInformation	提供要包含在CDR中的自由格式计费数据
ResetTimer	重置SSF非活动计时器，以防止在长时间SCP处理期间超时
SendChargingInformation	向移动站发送计费建议信息
CallInformationRequest	请求在呼叫释放时报告的呼叫信息

O-BCSM检测点

发起基□呼叫状态模型定义了根据3GPP TS 23.078可用于MO呼叫的检测点。

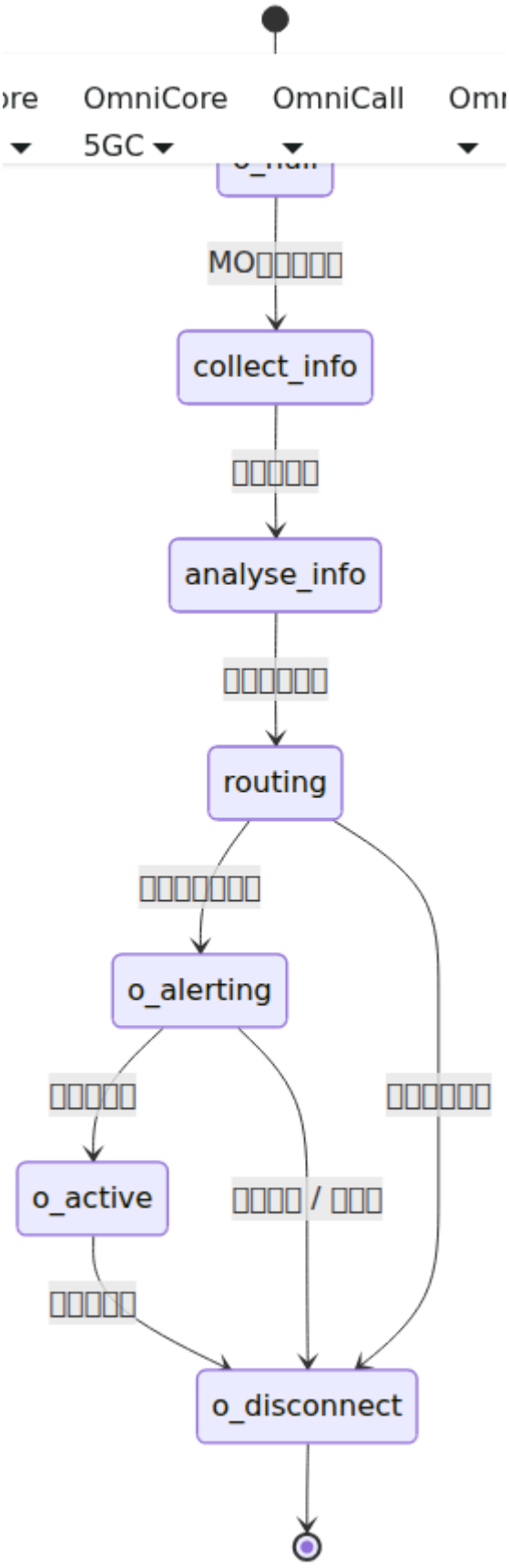


o_null
MO呼叫已发起
collect_info
收集到数字
analyse_info
号码分析完成
routing
远程方正在振铃
o_alerting
远程方应答
路由选择失败
o_active
被叫方忙 / 无应答
任一方断开
o_disconnect

检测点	**BCSM**状态	触发
collected_info (DP 2)	collect_info	拨打的数字可用，号码分析之前
analysed_info (DP 3)	analyse_info	号码分析完成，路由之前
route_select_failure (DP 4)	routing	路由失败（无路由、干线忙、对等方不可用）
o_called_party_busy (DP 5)	o_alerting	被叫方忙
o_no_answer (DP 6)	o_alerting	被叫方在计时器内未应答
o_answer (DP 7)	o_active	被叫方应答
o_disconnect (DP 9)	o_disconnect	任一方发起断开

T-BCSM检测点

终止基□呼叫状态模型定义了可用于MT呼叫的检测点。


ore
OmniCore
OmniCall
Omi
5GC
MO□□□□□□
collect_info
□□□□□□
analyse_info
□□□□□□□
routing
□□□□□□□□
o_alerting
□□□□□□
□□□□□□□
o_active
□□□□ / □□□
□□□□□□
o_disconnect

检测点	**BCSM**状态	触发
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	MT呼叫接收，寻呼之前
t_busy (DP 13)	t_alerting	被叫用户忙
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	被叫用户在计时器内未应答
t_answer (DP 15)	t_active	被叫用户应答
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	任一方发起断开

TCAP/CAP传输

CAP操作通过TCAP（事务能力应用部分）对话进行传输，这些对话又使用SCCP/M3UA/SCTP传输栈。OmniMSC通过TcapDecoder模块使用通用BER解码器解析传入的TCAP和CAP PDU。

传输参数	值
SSN（远程，gsmSCF）	146
SSN（□地，MSC/VLR/SSF）	8
TCAP对话类型	结构化（TC-BEGIN，TC-CONTINUE，TC-END）
编码	ASN.1 BER（基□编码规则）
应用上下文	呼叫控制InitialDP：CAP v2 id-ac-CAP-gsmSSF-scfGenericAC 0.4.0.0.1.0.50.1

gsmSCF地址是一个全球标题，通过SCCP全球标题转换路由到SCP节点。OmniMSC在每个CAP对话的生命周期内维护一个TCAP事务，使用TC-CONTINUE在对话内交换操作，并使��TC-END关闭它。gsmSCF响应MSC SSN（8），因此传入的TCAP Continue / End / Abort消息通过目标事务ID与其呼叫对话匹配，然后通过SSN进行MAP / CAP拆分。

参考文献

参考文献	标题	相关性
3GPP TS 23.078	CAMEL阶段3 -- 第二阶段	CAMEL架构，BCSM模型，检测点
3GPP TS 29.078	CAMEL应用部分（CAP） -- 第三阶段	CAP协议编码，ASN.1定义
ITU-T Q.771-Q.775	事务能力	TCAP对话和事务处理
ITU-T Q.711-Q.716	SCCP	TCAP传输的信令连接
3GPP TS 22.078	CAMEL -- 服务描述	CAMEL服务要求

呼叫详细记录

文档描述了Omnitouch的OmniMSC中的呼叫详细记录（CDR）子系统。CDR是根据3GPP TS 32.298生成的，并提供了MSC处理的所有电路交换服务的计费和审计跟踪。

有关CDR相关的配置参数，请参见配置参考。有关Web界面中的CDR统计页面，请参见控制面板指南。有关CDR相关的Prometheus指标和警报事件，请参见指标和监控。

概述

OmniMSC为语音通话、SMS交易、位置更新和漫游事件生成CDR。每个CDR捕获订阅者身份、服务详细信息、时间戳、位置和单个交易的终止原因。CDR在内存中收集，缓冲，并定期刷新到以ASN.1 BER格式的文件中，遵循3GPP TS 32.298中定义的记录结构。

CDR子系统由两个组件组成：

- **CDR**收集器 -- 接收来自呼叫控制FSM、VLR位置更新程序和SMS处理程序的事件。它将活动呼叫（建立、警报、应答、释放）的事件关联成完整的CDR记录，并管理每种记录类型的序列号。
- **CDR**写入器 -- 将编码的CDR记录写入磁盘上的文件，��理基于大小、记录数量和时间间隔的文件轮换。

记录类型

OmniMSC支持以下CDR记录类型，每种类型通过TS 32.298中的唯一ASN.1标签进行标识。

ASN.1 标签	记录类型	描述
0	MOCallRecord	移动发起的语音通话。当订阅者发起语音通话时生成。
1	MTCallRecord	移动终止的语音通话。当订阅者接听语音通话时生成。
3	TransitRecord	中转通话。为在MSC中转而不在□地订阅者处发起或终止的通话生成。
5	MOSMSRecord	移动发起的SMS。当订阅者发送短消息时生成。
6	MTSMSRecord	移动终止的SMS。当订阅者接收短消息时生成。
10	SSActionRecord	附加服务操作。当订阅者调用附加服务操作时生成。
13	LocUpdateHLRRecord	位置更新（HLR）。为HLR级别的位置信息更新程序生成，跟踪MSC/VLR的变化。
14	LocUpdateVLRRecord	位置更新（VLR）。为VLR级别的位置信息更新程序生成，跟踪位置区域变化、认证结果和TMSI分配。
17	RoamingRecord	漫游事件。为MSC间的漫游事件生成。

CDR字段

语音通话记录（MOCallRecord和MTCallRecord）

字段	描述
served_imsi	发起或接听通话的订阅者的IMSI
served_msisdn	被服务订阅者的MSISDN（电话号码）
served_imei	使用的移动设备的IMEI
calling_number	主叫方号码（A号码）
called_number	被叫方号码（B号码），在MO记录中存在
connected_number	实际连接的方的号码（由于转接可能与被叫号码不同）
recording_entity	生成CDR的MSC地址
msc_address	MSC的E.164地址
msc_incoming_tkgp	入站中继组名称
msc_outgoing_tkgp	出站中继组名称
location	通话时的订阅者位置，包括位置区域码（LAC）和小区标识（CI）
basic_service	标识服务类型的承载服务或电信服务代码
seizure_time	通话发起时的UTC时间戳（接收到建立消息）
answer_time	通话应答时的UTC时间戳（未应答的通话可能为nil）
release_time	通话释放时的UTC时间戳

字段	描述
call_duration	通话持续时间（秒），从应答到释放测量。未应答的通话为零。
radio_chan_used	使用的无线信道类型（全速或半速）
cause_for_term	通话终止原因（见下面的终止原因）
diagnostics	诊断信息：GSM 04.08原因代码、MAP错误代码或网络特定原因
call_reference	唯一的通话参考编号
sequence_number	用于下游计费系统的每种记录类型的序列号
ms_classmark	移动台的类标识信息
system_type	接入网络类型：GERAN、UTRAN或未知
partial_record_type	对于部分CDR：指示这是中间记录还是最后部分记录

SMS记录（MOSMSRecord和MTSMSRecord）

字段	描述
served_imsi	订阅者的IMSI
served_msisdn	订阅者的MSISDN
served_imei	使用的移动设备的IMEI
service_centre	短信服务中心的地址
recording_entity	记录实体的地址
location	订阅者位置（LAC/CI）
message_reference	短信消息参考编号（仅MO）
destination_number	短信目的号码（仅MO）
originating_number	短信发送者号码（仅MT）
origination_time	短信发起（MO）或投递（MT）的时间戳
sms_result	短信投递结果：成功、投递失败或转发

位置更新记录

字段	描述
served_imsi	订阅者的IMSI
served_msisdn	订阅者的MSISDN（仅VLR记录）
recording_entity	记录实体的地址
update_time	位置更新的UTC时间戳
update_type	更新类型：正常位置更���、周期性位置更新、IMSI附加或IMSI分离
old_location / new_location	先前和新位置的信息（VLR记录：LAC/CI）
old_msc / new_msc	先前和新MSC地址（HLR记录）
old_vlr / new_vlr	先前和新VLR地址（HLR记录）
vlr_result / hlr_result	位置更新程序的结果
authentication_result	认证结果：成功、失败（无向量）、失败（认证不匹配）或未执行（仅VLR记录）
tmsi_allocated	如果在程序中分配了新的TMSI值（仅VLR记录）

终止原因

cause_for_term字段记录通话终止的原因。根据TS 32.298定义了以下值。

原因	整数值	描述
normal_release	0	任一方正常清除通话
partial_record	1	为长时间通话生成的部分CDR（中间记录）
partial_record_call_reestablishment	2	由于通话重建而生成的部分记录
unsuccessful_call_attempt	3	在应答之前通话设置失败（忙、未应答、路由失败）
abnormal_release	4	由于无线链路故障、协议错误或系统错误而异常释放
CAMEL_init_call_release	5	由CAMEL服务释放的通话（SCP发起的释放）
management_intervention	52	由操作员干预释放的通话

CDR收集器

收集器是一个GenServer，充当CDR事件的中央收集点。它接收来自呼叫控制FSM、VLR和SMS处理程序的事件通知，并将其关联成完整的CDR记录。

事件流

对于语音通话，收集器在通话生命周期内接收一系列事件：

1. 通话建立 -- 记录订阅者身份、被叫/主叫号码、方向（MO或MT）、占用时间和服务类型。
2. 通话警报 -- 记录用于诊断，但不生成CDR字段。
3. 通话应答 -- 记录应答时间戳，并为长时间通话启动部分CDR计时器。
4. 通话释放 -- 计算通话持续时间，选择终止原因，生成最终CDR记录，并将其缓冲以便写入。

对于SMS和位置更新，收集器立即从单个事件通知生成CDR记录。

缓冲和刷新

CDR记录在内存缓冲区中累积。缓冲区在以下两种情况下刷新到写入器：

- 定期刷新计时器触发（默认间隔：5000毫秒）。
- 缓冲区达到其最大大小（默认：1000条记录），触发立即刷新。

部分**CDR**生成

对于长时间通话，收集器在可配置的间隔（默认：3600秒/1小时）生成中间部分CDR记录。每个部分CDR捕获到该点的通话状态。在通话释放时，最终CDR记录标记为最后部分，如果生成了任何中间部分。这确保下游计费系统能够重建完整的通话持续时间，即使MSC在通话结束之前失败。

序列号

收集器为每种记录类型（MO通话、MT通话、MO SMS、MT SMS、漫游、HLR位置更新、VLR位置更新）维护独立的序列号计数器。序列号单调递增，并在10000时回绕。下游计费系统使用序列号检测指示丢失CDR记录的间隙。

CDR文件命名

CDR文件遵循包含MSC身份、时间戳和序列号的命名约定：

<NodeID><*Date*><Time>_<SeqNum>.dat

其中：

- NodeID是MSC名称（来自recording_entity配置）。
- Date采用YYYYMMDD格式。
- Time采用HHMMSS格式。
- SeqNum是零填充的4位序列号（在10000时回绕）。

例如：MSC01_20260329_143022_0001.dat

文件以ASN.1 BER格式写入，包含一系列根据TS 32.298定义的CDR记录。

文件轮换

当满足以下任一条件时，CDR文件将被轮换（关闭并打开新文件）：

- 文件超过配置的最大大小（默认：10 MB）。
- 文件包含配置的最大记录数（默认：100,000）。
- 自文件打开以来已过去的配置时间间隔（默认：3600秒）。
- 通过API触发显式轮换。

配置

CDR子系统通过收集器和写入器的启动参数进行配置。

收集器参数

参数	默认值	描述
recording_entity	（必需）	记录MSC的地址或名称，写入每个CDR记录
msc_address	与recording_entity相同	包含在呼叫记录中的E.164 MSC地址
flush_interval	5000毫秒	定期缓冲区刷新到写入器之间的间隔
buffer_size	1000	在强制刷新之前缓冲区中保存的最大CDR记录数
partial_cdr_interval	3600秒	在长时间通话中生成中间部分CDR的间隔

写入器参数

参数	默认值	描述
output_dir	（必需）	CDR文件写入的目录。如果不存在，则自动创建。
node_id	（必需）	用于CDR文件名的网络元素标识符
extension	.dat	CDR文件的文件扩展名
max_file_size	10,000,000字节（10 MB）	轮换前的最大文件大小
max_records	100,000	轮换前每个文件的最大记录数
rotation_interval	3600秒	文件在轮换前保持打开的最大时间。设置为nil以禁用基于时间的轮换。

CDR Web UI

控制面板中的CDR统计页面显示有关CDR子系统的实时信息。

*CDR□□□

3GPP规范参考

规范	标题	相关性
TS 32.298	计费数据记录编码规则	CDR记录类型、ASN.1结构、字段定义
TS 32.205	CS域的计费数据描述	CS域计费原则和CDR内容要求
TS 32.015	计费和账单	整体计费架构上下文

配置参考

文档涵盖了 OmniMSC 的所有配置参数。配置在 Elixir 配置文件中指定（`config.exs`、`dev.exs`、`runtime.exs`），并可以通过环境变量在运行时覆盖。

有关快速入门示例，请参见 操作指南。

MSC 身份

`config :omnimsc, :msc`

定义 MSC 的 SS7 网络身份，用于 SCCP 地址、MAP 操作、位置区域识别和 CDR 生成。活动的 MSC 身份参数在控制面板的系统页面中可见 — 更多信息，请参见 控制面板指南。

```
config :omnimsc, :msc,
  point_code: 500,
  global_title: "14155550100",
  name: "OMNIMSC01",
  msc_number: "14155550100",
  vlr_number: "14155550100",
  mcc: 999,
  mnc: 99,
  lac: 0x1092,
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`point_code`	`integer` 或 `[integer, integer, integer]`	是	`0`	SS7 点码。可以指定为平面整数或 14 `[a, b, c]`（编码为 `a*2048 + c`）。
`global_title`	`string`	是	`"00000000000"`	用于 MAP 路由到 HLR、SMSc SCCP 全局标题（E.164 号码）。
`name`	`string`	是	`"OMNIMSC01"`	逻辑 MSC 名称。用于 CDR `recording_entity` 字段、消息。
`msc_number`	`string`	是	--	MSC 的 E.164 地址，发送到 HL MAP 更新位置，并用于 MT 呼叫路[
`vlr_number`	`string`	是	--	共同位置 VLR 的 E.164 地址，发[行 MAP 更新位置。通常与 `msc_n` 同。
`mcc`	`integer`	是	--	移动国家代码（3 位数字）。与 `mnc` [形成系统信息中广播的位置信息标识符（LA
`mnc`	`integer`	是	--	移动网络代码（2 或 3 位数字）。
`lac`	`integer`	是	--	位置信息代码（16 位）。标识由此 MS 的位置信息区域。
`allowed_a5`	`list(atom)`	否	`[:a5_1, :a5_3]`	允许的 A5 密码算法，用于空中接口加密 值：`:a5_0`、`:a5_1`、`:a5_2` 算法协商优先 A5/3 > A5/1 > A （3GPP TS 48.008）。

HLR

`config :omnimsc, :hlr`

配置用于 MAP 操作（发送认证信息、更新位置、插入用户数据、清除 MS）的远程 HLR 地址。

```
config :omnimsc, :hlr,
  address: "14155550200",
  point_code: [3, 14, 2]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`address`	`string`	是	--	HLR 全局标题（E.164 号码）用于 MAP 路由。
`point_code`	`integer` 或 `[integer, integer, integer]`	否	--	HLR SS7 点码，用于直接 MTP3 路由时未使用全局标题转换。可以是平面整数或 ITU 14 位格式 `[a, b, c]`。

VLR

`config :omnimsc, :vlr`

控制访客位置寄存器的行为，包括认证策略、TMSI 管理和实验室/访客模式。

```
config :omnimsc, :vlr,
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,
  auth_required: true,
  tmsi_realloc: true,
  num_auth_vectors: 1
```

参数	类型	必需	默认	
`hlr_adapter`	`module`	否	`Omnimsc.VLR.HLR.Default`	HLR 适配器模块 `Omnimsc.V` 这是一个无操作日[`Omnimsc.V` SS7 发送真实的 `Omnimsc.V` 置 HLR 模拟器[`config.ex` `Omnimsc.V`
`auth_required`	`boolean`	否	`true`	是否在授予服务之[证。当为 `fals` ���信息的[
`tmsi_realloc`	`boolean`	否	`true`	是否在每次成功的[TMSI。增强用[
`num_auth_vectors`	`integer`	否	`1`	每次发送认证信息[（每 3GPP TS 更高的值会减少 M 耗。
`lab_mode`	`boolean`	否	`false`	当为 `true` 时[认证响应。旨在用[的实验室测试。
`guest_mode`	`boolean`	否	`false`	当为 `true` 时[随机分配的 MSI 络。

M3UA / STP

`config :omnimsc, :m3ua_asp`

配置 M3UA ASP（应用服务器进程）与信令转移点的连接。所有 SS7 信令（A 接口、MAP 到 HLR/SMSc、ISUP）都通过此链接路由。

```
config :omnimsc, :m3ua_asp,
  enabled: true,
  local_ip: {10, 5, 198, 200},
  local_port: 0,
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},
  remote_port: 2905,
  routing_context: 10,
  receive_watchdog: false,
  receive_watchdog_idle: 15
```

参数	类型	必需	默认	描述
`enabled`	`boolean`	否	`false`	是否启动 M3UA ASP 客户端。当为 `false` 时，不建立 STP 连接。
`local_ip`	`tuple`	否	`{0, 0, 0, 0}`	地 SCTP 绑定 IP 地址，作为 Erlang 元组。
`local_port`	`integer`	否	`0`	地 SCTP 绑定端口。使用 `0` 让操作系统分配一个临时端口。
`remote_ip`	`tuple`	是	--	STP SCTP IP 地址，作为 Erlang 元组。
`remote_port`	`integer`	否	`2905`	STP SCTP 端口。端口 2905 是 IANA 分配的 M3UA 端口。
`routing_context`	`integer`	否	--	M3UA 路由上下文值。必须与 STP 的 AS 配置匹配。
`receive_watchdog`	`boolean`	否	`true`	是否启用 M3UA 心跳监视器。当为 `true` 时，ASP 监控缺失的 BEAT-Ack 并触发链路恢复。
`receive_watchdog_idle`	`integer`	否	`15`	在接收监视器认为链路停滞之前的空闲间隔（以秒为单位）。

地点码取自 `:msc` `point_code`；在 `:m3ua_asp` 下设置的 `point_code` 不会被读取。MTP3 网络指示符在此不可配置。

直接 SCTP 监听器（用于没有 STP 的 BSC 连接）在 `config :omnimsc, :sctp` 下配置：

```
config :omnimsc, :sctp,
  listeners: [
    [name: :a_interface, ip: {0, 0, 0, 0}, port: 2905, ppid: 3]
  ]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	`atom`	是	--	SCTP 关联查找和控制面板显示的逻辑监听器名称。
`ip`	`tuple`	否	`{0, 0, 0, 0}`	绑定 IP 地址。使用 `{0, 0, 0, 0}` 以适用于所有接口。
`port`	`integer`	否	`2905`	SCTP 绑定端口。
`ppid`	`integer`	否	`3`	SCTP 负载协议标识符。值 `3` 表示 M3UA（RFC 4666）。

运行时覆盖：设置 `SCTP_LISTEN_IP` 和 `SCTP_LISTEN_PORT` 环境变量。

SIP

`config :omnimsc, :sip`

配置 SIP 监听器和 SIP 对等网关以进行 VoIP 互连。

```
config :omnimsc, :sip,
  signaling_address: "10.5.198.200",
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},
  listen_port: 5060,
  transport: :udp,
  peers: [
    [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,
     transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],
     max_channels: 100, options_interval: 60],
    [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,
     transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb]]
  ]
```

SIP 监听器参数

参数	类型	必需	默认	描述
`signaling_address`	`string`	否	--	用于 SIP 联系���和 SDP `c=` 行的 IP 地址。必须可被 SIP 对等方访问。如果未设置，则回退到 SCTP 监听器地址。
`listen_ip`	`tuple`	否	`{0, 0, 0, 0}`	SIP 监听器绑定地址。
`listen_port`	`integer`	否	`5060`	SIP 监听器端口。
`transport`	`atom`	否	`:udp`	默认传输协议。可选值为 `:udp`、`:tcp`、`:tls`。

SIP 对等参数

`peers` 列表中的每个对等方接受以下参数：

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	`string`	是	--	逻辑对等方名称。在路由表条目中以类型 `:si`
`address`	`string`	是	--	对等方 IP 地址或主机名。
`port`	`integer`	否	`5060`	对等方 SIP 端口。
`transport`	`atom`	否	`:udp`	此对等方的传输：`:udp`、`:tcp` 或 `:t`
`codecs`	`list(atom)`	否	`[:pcmu, :pcma]`	支持的音频编解码器。有效值：`:pcmu`、`:pcma`、`:amr`、`:a`
`max_channels`	`integer`	否	`100`	对此对等方的最大并发呼叫数。当达到限制时，[绝，并返回 `max_channels_reac`
`options_interval`	`integer` 或 `nil`	否	`nil`	SIP OPTIONS 保持活动探测的间隔（[如果 OPTIONS 响应停止，Peer 状[`:down`。设置为 `nil` 以禁用。

有关引用这些对等方的路由配置，请参见 路由配置。有关 SIP OPTIONS 保持活动行为和对等方健康状态，请参见 SIP 中继。

MGCP / 媒体

`config :omnimsc, :mgcp` 和 `config :omnimsc, :media`

MGCP（媒体网关控制协议，RFC 3435）用于控制媒体网关以进行承载路径设置。MSC 充当 MGCP 呼叫代理，向网关发出 CRCX、MDCX 和 DLCX 命令。`:media` 键选择使用哪种媒体控制协议。

```
config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp
```

MGCP 参数

参数	类型	必需	默认	描述
`listen_port`	`integer`	否	`2727`	MGCP 呼叫代理的□地 UDP 端口（RFC 3435 第 2.2 节）。设置为 `0` 以禁用 MGCP 传输（例如，在测试中）。
`gateways`	`list(map)`	否	`[]`	管理的媒体网关列表。

网关参数

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	`string`	是	--	用于查找和控制面板显示的逻辑网关标识符。
`address`	`string`	是	--	媒体网关的 IP 地址。
`port`	`integer`	否	`2427`	网关上的 MGCP 端口。
`domain`	`string`	是	--	在端点命名中使用的网关域名（例如，`aaln/1@mgw`）。必需 — 没有默认值。
`endpoints`	`list`	否	`[]`	网关上预先声明的端点标识符。
`max_connections`	`integer`	否	`1000`	MSC 在此网关上可以建立的最大并发连接数。

媒体模式

参数	类型	必需	默认	描述
`gateway`	`string`	否	`"MGW-01"`	默认网关的名称（必须与 MGCP 或 Megaco 配置中的网关 `name` 匹配）。
`mode`	`atom`	否	`:megaco`	媒体控制协议：`:mgcp` 用于 RFC 3435 或 `:megaco` 用于 ITU-T H.248。未设置时的编译默认值为 `:megaco`；随附的 `config.exs` 明确设置为 `:mgcp`。

Megaco 传输

```
config :omnimsc, :megaco
```

当 `:media` `mode` 为 `:megaco`（ITU-T H.248）时使用。

参数	类型	必需	默认	描述
`listen_port`	`integer`	否	`2944`	Megaco/H.248 媒体网关控制器的□地 UDP 端口。

SMSc

`config :omnimsc, :smsc`

配置用于 MAP MT-ForwardSM 和 MO-ForwardSM 操作的短消息服务中心地址。

```
config :omnimsc, :smsc,
  address: "14155550300"
```

参数	类型	必需	默认	描述
`address`	`string`	是	--	SMSc 全局标题（E.164 号码）用于 MAP 路由。

CDR

`config :omnimsc, :cdr`

CDR 记录由 CDR 收集器根据 3GPP TS 32.250 生成，并由 CDR 编写器以 ASN.1 BER 格式（3GPP TS 32.298）写入文件。文件命名遵循模式 `<NodeID>_<YYYYMMDD>_<HHMMSS>_<SeqNum>.dat`。

```
config :omnimsc, :cdr,
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",
  max_file_size: 10_000_000,
  max_records: 100_000,
  rotation_interval: 3600
```

参数	类型	必需	默认	描述
`output_dir`	`string`	是	`"/tmp/omnimsc/cdr"`	CDR 输出文件的目录。必须可由 BEAM 进程写入。如果不存在，则会自动创建。
`max_file_size`	`integer`	否	`10,000,000`	CDR 文件的最大大小（大约 10 MB）。当超过此大小时，将创建新文件。
`max_records`	`integer`	否	`100,000`	每个文件的最大 CDR 记录数。
`rotation_interval`	`integer`	否	`3600`	基于时间的文件轮换间隔（以秒为单位）。在此期间后，无论大小或记录数如何，都会创建新 CDR 文件。

路由

`config :omnimsc, :routes`

定义基于前缀的路由规则，将拨打的号码前缀映射到目的地。路由表使用最长前缀匹配，优先级作为平局的决胜因素。

```
config :omnimsc, :routes, [
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:
10},
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}
]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`prefix`	`string`	是	--	要匹配的号码前缀。空字符串 `""` 作为一个捕获所有的默认路由[
`type`	`atom`	是	--	目的地类型: `:local`、`:sip`、`:isup`、`:transit`、或 `:sip_with_failover`。
`priority`	`integer`	否	`10`	路由优先级。当多个路由匹配相同前缀时，较高的值优先。
`peer`	`string`	有条件	--	SIP 对等方名称（当 `type` 为 `:sip`、`:sip_i` 或 `:sip_with_failover` 时必需）。必须 S `name` 匹配。
`trunk_group`	`string`	有条件	--	ISUP 中继组名称（当 `type` 为 `:isup` 时必需）。
`point_code`	`[integer, integer, integer]`	有条件	`[0, 0, 0]`	ISUP 路由的目的地点码。
`cic_range`	`{integer, integer}`	否	`{1, 31}`	ISUP 中继的电路识别码的包含范围。
`transport`	`atom`	否	`:udp`	此路由的 SIP 传输覆盖。

路由也可以通过 REST API（`POST /routes`、`DELETE /routes`）和 Web UI 在运行时管理。有关详细的路由示例，请参见 路由配置。

MM 信息

`config :omnimsc, :mm_info`

控制在位置更新接受后发送到移动台的 MM 信息消息（3GPP TS 24.008 第 9.2.15a 节）。包含网络名称、时间和时区。

```
config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "Omnitouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0
```

参数	类型	必需	默认	描述
`network_name`	`string`	否	`"Omnitouch"`	在手机上显示的完整网络名称。以 GSM 7 位默认字母表编码（3GPP TS 24.008 10.5.3.5a）。
`short_name`	`string` 或 `nil`	否	`nil`	短网络名称。当为 `nil` 时，将从 MM 信息消息中省略。
`timezone_offset`	`integer`	否	`0`	以四分之一小时为单位的 UTC 偏移。例如，UTC+5:30（印度）为 `22`，UTC-5（美国东部）为 `-20`。按 3GPP TS 24.008 10.5.3.8 编码为 BCD。

MSC 池

`config :omnimsc, :pool`

根据 3GPP TS 23.236 配置 MSC-in-Pool 操作。池模式使多个 MSC 实例能够通过 A-Flex 共享 BSC，从而提供负载分配和弹性。

```
config :omnimsc, :pool,
  enabled: true,
  pool_id: "POOL-01",
  nri_bitlength: 10,
  nri_values: [1, 2],
  members: [
    %{name: "MSC-02", nri_values: [3, 4], address: "10.1.1.2",
port: 2905},
    %{name: "MSC-03", nri_values: [5, 6], address: "10.1.1.3",
port: 2905}
  ]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`enabled`	`boolean`	否	`false`	是否启用 MSC 池操作。当为 `false` 时，MSC 在独立模式下运行。
`pool_id`	`string`	有条件	`nil`	池区域标识符。当 `enabled` 为 `true` 时必需。
`nri_bitlength`	`integer`	否	`10`	从 TMSI 中提取的网络资源标识符字段的位数。必须在所有池成员中相同。
`nri_values`	`list(integer)`	有条件	`[]`	此 MSC 实例拥有的 NRI 值。不得与其他池成员重叠。当 `enabled` 为 `true` 时必需。
`null_nri`	`integer`	否	`0`	指示未分配 TMSI 的 NRI 值。触发基于 NRI 的重新路由到正确的池成员。
`members`	`list(map)`	否	`[]`	池中的其他 MSC 实例。每个成员具有 `name`、`nri_values`、`address` 和 `port`。

有关池架构和 NRI 位布局的详细信息，请参见 MSC 池与 NRI。

过载

`config :omnimsc, Omnimsc.Overload`

过载保护阈值。当任何阈值被超过时，新服务请求（呼叫、寻呼、位置更新）将被拒绝，并返回 GSM 原因 42（交换设备拥塞）。`admit?/0` 函数通过 `persistent_term` 提供无锁读取，以在热路径中实现最小开销。

```
config :omnimsc, Omnimsc.Overload,
  max_calls: 10_000,
  max_subscribers: 50_000,
  max_process_count: 500_000,
  max_paging_rate: 1_000,
  check_interval: 5_000
```

参数	类型	必需	默认	描述
`max_calls`	`integer`	否	`10,000`	进入过载状态之前的最大并发活动呼叫数。
`max_subscribers`	`integer`	否	`50,000`	进入过载之前的最大 VLR 注册用户数。
`max_process_count`	`integer`	否	`500,000`	进入过载之前的最大 BEAM VM 进程数。监控总 VM 进程压力。
`max_paging_rate`	`integer`	��?	`1,000`	进入过载之前的每秒最大寻呼请求数。
`check_interval`	`integer`	否	`5,000`	过载阈值检查之间的间隔（以毫秒为单位）。

过载状态转换会发出遥测事件 `[:omnimsc, :overload, :state_change]` 以供外部监控。请参见 指标参考。

SGs / CSFB

`config :omnimsc, :sgs`

配置 SGs-AP 接口以进行电路交换回退（CSFB）和通过 LTE MME 的 SMS。

```
config :omnimsc, :sgs,
  listen_port: 29118,
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"
```

参数	类型	必需	默认	描述
`listen_port`	`integer`	否	`29118`	来自 MME 的 SGs-AP 连接的 SCTP 监听端口。端口 29118 是 3GPP 分配的默认值。设置为 `0` 以禁用 SGs。
`vlr_name`	`string`	否	`"vlr.omnimsc.local"`	在 SGs-AP 位置更新接受中发送到 MME 的 VLR 名称（FQDN）。MME 使用此名称识别并路由到此 VLR 实例。

有关 SGs 协议详细信息、关联状态和 CSFB 呼叫流程，请参见 SGs / CSFB。

USSD

`config :omnimsc, :ussd`

配置外部 USSD 网关以路由非结构化补充服务数据请求。每个网关处理特定的 USSD 服务代码（例如 `*100#` 用于余额）。具有 `codes: :all` 的网关充当未匹配代码的默认回退。

```
config :omnimsc, :ussd,
  gateways: [
    %{name: "Balance", address: "14155550300", ssn: 147, codes:
["*100"]},
    %{name: "Recharge", address: "14155550301", ssn: 147, codes:
["*123"]},
    %{name: "Default", address: "14155550302", ssn: 147, codes:
:all}
  ]
```

USSD 网关参数

`gateways` 列表中的每个网关接受以下参数：

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	`string`	否	`"unnamed"`	用于日志记录和控制面板显示的逻辑网关名称。
`address`	`string`	是	--	网关全局标题（E.164 号码）用于 MAP USSD 路由。
`ssn`	`integer`	否	`147`	网关的 SCCP 子系统编号。SSN 147 是标准 USSD SSN。
`codes`	`list(string)` 或 `:all`	否	`:all`	此网关处理的 USSD 服务代码（例如 `["*100", "*101"]`）。设置为 `:all` 以作为捕获所有的默认网关。

有关 USSD 协议详细信息和中继行为，请参见 USSD。

紧急情况

`config :omnimsc, Omnimsc.Emergency`

配置紧急号码检测、服务类别分类和 PSAP 路由，符合 3GPP TS 22.101。

紧急设置消息（3GPP TS 24.008 §9.3.8）不携带被叫方 BCD 号码 IE — 与常规 CC 设置不同，手机不包括拨打的数字。OmniMSC 使用配置的 `psap_address` 作为路由表查找的被叫号码和外发 SIP INVITE 请求 URI。此值必须与路由表中的前缀匹配，以便呼叫能够路由到适当的 SIP 对等方或中继。

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],
  psap_address: "000",
  allow_without_sim: true
```

参数	类型	必需	默认	描述
`numbers`	`list(string)`	否	`["112", "911", "999", "000", "110", "119"]`	识别的紧急号码。拨打这些号码的呼叫绕过认证、加密和呼叫禁止。
`psap_address`	`string`	否	`"112"`	用于紧急呼叫路由的被叫号码。由于紧急设置消息不携带被叫号码，因此此值用作路由表查找的被叫方和外发中继（SIP INVITE 请求 URI 或 ISUP IAM 被叫方号码）。将其设置为与路由表中的紧急路由前缀匹配的号码。
`allow_without_sim`	`boolean`	否	`true`	是否允许没有插入 SIM 的移动台拨打紧急呼叫（IMSI 缺失）。根据 3GPP TS 22.101，网络应允许此操作。

节点与运行时

顶级 `config :omnimsc` 键控制节点身份和监督树。

```
config :omnimsc,
  node_id: "OMNIMSC01",
  point_code: 500,
  max_restarts: 3,
  overload_monitor: true
```

参数	类型	必需	默认	描述
`node_id`	`string`	否	`"OMNIMSC01"`	用于 CDR `recording_entity`、CDR 文件名和系统状态的节点标识符。
`point_code`	`integer`	否	`500`	用作 CDR 收集器的 `local_msc_id` 的□地 SS7 点码。
`max_restarts`	`integer`	否	`3`	顶级监督者在其重启窗口内的最大重启次数，超过后节点将关闭。
`overload_monitor`	`boolean`	否	`true`	是否启动定期的过载/进程计数监视器。在测试中设置为 `false`。

寻呼

`config :omnimsc, :paging`

控制移动终止程序的寻呼重试行为。

```
config :omnimsc, :paging,
  max_retries: 2,
  retry_interval_ms: 5_000
```

参数	类型	必需	默认	描述
`max_retries`	`integer`	否	`2`	在放弃移动终止请求之前的寻呼重传次数。
`retry_interval_ms`	`integer`	否	`5_000`	寻呼重传之间的间隔（以毫秒为单位）。

EIR

`config :omnimsc, :eir`

配置设备身份注册 IMEI 检查。

```
config :omnimsc, :eir,
  enabled: false,
  check_on: [:location_updating, :cm_service_request],
  backend: Omnimsc.EIR.Backend.Default
```

参数	类型	必需	默认	描述
`enabled`	`boolean`	否	`false`	是否执行 IMEI 检查。当为 `false` 时，所有设备被视为白名单。
`check_on`	`list(atom)`	否	`[:location_updating, :cm_service_request]`	触发 IMEI 检查的程序。
`backend`	`module`	否	`Omnimsc.EIR.Backend.Default`	用于解析 IMEI 状态的 EIR 后端模块。

切换

`config :omnimsc, :handover`

配置用于 MSC 之间切换的切换号码池。

```
config :omnimsc, :handover,
  ho_number_prefix: "8888",
  ho_number_count: 100
```

参数	类型	必需	默认	描述
`ho_number_prefix`	`string`	否	`"8888"`	分配的切换号码的前缀。
`ho_number_count`	`integer`	否	`100`	分配池中的切换号码数量。

SRVCC（Sv 接口）

`config :omnimsc, :srvcc`

配置用于单一无线语音呼叫连续性的 Sv 接口（SRVCC GTPv2-C）。

```
config :omnimsc, :srvcc,
  sv_enabled: false,
  sv_port: 2123,
  local_ip: {0, 0, 0, 0}
```

参数	类型	必需	默认	描述
`sv_enabled`	`boolean`	否	`false`	是否启动 SRVCC Sv（GTPv2-C）传输。
`sv_port`	`integer`	否	`2123`	Sv 接口的 UDP 端口。端口 2123 是 GTP-C 默认值。
`local_ip`	`tuple`	否	--	Sv 传输的□地绑定 IP，作为 Erlang 元组。

LCS

`config :omnimsc, :lcs`

配置位置服务。

```
config :omnimsc, :lcs,
  default_location: {0.0, 0.0}
```

参数	类型	必需	默认	描述
`default_location`	`{number, number}`	否	`{0.0, 0.0}`	当没有可用的精确 SMLC 结果时，返回的基于单元的修正的回退 `{latitude, longitude}`。

安全

`config :omnimsc, :security`

配置认证失败禁止。

```
config :omnimsc, :security,
  auth_failure_threshold: 3
```

参数	类型	必需	默认	描述
`auth_failure_threshold`	`integer`	否	`3`	连续认证失败的次数，超过后用户将被禁止。

路由（号码分析）

`config :omnimsc, :routing`

配置国家/国际前缀处理和紧急检测的号码分析。这与基于前缀的路由表（`:routes`）不同。

```
config :omnimsc, :routing,
  international_prefix: "00",
  national_prefix: "0",
  emergency_numbers: ["112", "911", "110"],
  country_code: "",
  area_code: "",
  short_codes: []
```

参数	类型	必需	默认	描述
`international_prefix`	`string`	否	`"00"`	表示国际号码的拨号前缀。
`national_prefix`	`string`	否	`"0"`	表示国家（中继）号码的拨号前缀。
`emergency_numbers`	`list(string)`	否	`["112", "911", "110"]`	通过号码分析分类为紧急的号码。
`country_code`	`string`	否	`""`	在将国家号码标准化为 E.164 时前置的国家代码。
`area_code`	`string`	否	`""`	在标准化用户□地号码时使用的区号。
`short_codes`	`list`	否	`[]`	短码条目，格式为 `{code, destination}` 元组。

SCCP

`config :omnimsc, :sccp`

```
config :omnimsc, :sccp,
  local_subsystems: [7, 8]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`local_subsystems`	`list(integer)`	否	`[7, 8]`	此节点□地托管的 SCCP 子系统编号（由 SCCP 管理用于 SSA/SSP 处理）。

CAMEL

顶级 `config :omnimsc` 键用于 CAMEL（移动网络增强逻辑的定制应用）服务触发。

```
config :omnimsc, :camel_service_keys, %{}
config :omnimsc, :camel_default_scp_address, "14155550400"
config :omnimsc, :camel_timers, %{}
```

参数	类型	必需	默认	描述
`camel_service_keys`	`map`	否	`%{}`	CAMEL 服务密钥到 SCP 地址覆盖的映射。
`camel_default_scp_address`	`string`	否	--	当服务密钥没有明确地址时使用的默认 gsmSCF（SCP）全局标题。
`camel_timers`	`map`	否	`%{}`	CAMEL 定时器覆盖。

VLR 收割机

`config :omnimsc, :vlr_reaper`

配置定期收割机，以清除过期的 VLR 用户记录。

```
config :omnimsc, :vlr_reaper,
  scan_interval_ms: 60_000,
  notify_hlr: true,
  hlr: Omnimsc.VLR.HLR.Default
```

参数	类型	必需	默认	描述
`scan_interval_ms`	`integer`	否	`60_000`	收割机扫描过期用户之间的间隔（以毫秒为单位）。
`notify_hlr`	`boolean`	否	`true`	当用户被收割时，是否向 HLR 发送 MAP 清除 MS。
`hlr`	`module`	否	`Omnimsc.VLR.HLR.Default`	收割机用于发送清除 MS ��� HLR 适配器。

SIP-I

`config :omnimsc, :sip_i`

配置 SIP-I 对等方（带封装 ISUP 的 SIP，ITU-T Q.1912.5）以进行 MSC 之间和 PSTN 的互连。

```
config :omnimsc, :sip_i,
  peers: [
    %{name: "InterMSC-01", address: "10.1.1.60", port: 5060,
      transport: :tcp, isup_version: :itu_t92,
      trunk_group_id: "TG-InterMSC-01", point_code: [3, 14, 5],
      codecs: [:pcmu, :pcma], max_channels: 100}
  ]
```

`peers` 列表中的每个对等方接受以下参数：

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	`string`	是	--	逻辑对等方名称。在路由表条目中以类型 `:sip_i` 引用。
`address`	`string`	是	--	对等方 IP 地址或主机名。
`port`	`integer`	否	`5060`	对等方 SIP 端口。
`transport`	`atom`	否	`:tcp`	此对等方的传输：`:udp`、`:tcp` 或 `:tls`。
`isup_version`	`atom`	否	`:itu_t92`	封装体中携带的 ISUP 变体：`:itu_t92` 或 `:ansi`。
`trunk_group_id`	`string` 或 `nil`	否	--	用于路由的中继组标识符（例如 `"TG-InterMSC-01"`）。
`point_code`	`[integer, integer, integer]` 或 `integer` 或 `nil`	否	--	用于 ISUP 路由上下文的远程 SS7 点码。
`codecs`	`list(atom)`	否	`[:pcmu, :pcma]`	支持的音频编解码器。
`max_channels`	`integer`	否	`100`	对此对等方的最大并发呼叫数。

Web UI

`config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint`

Web 控制面板由 Phoenix 端点提供，支持 LiveView。它提供实时仪表板，用于显示用户、呼叫、连接、路由和警报。

```
config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint,
  http: [ip: {0, 0, 0, 0}, port: 4000],
  url: [host: "localhost"],
  secret_key_base: "generate-with-mix-phx-gen-secret",
  server: true,
  pubsub_server: Omnimsc.PubSub,
  live_view: [signing_salt: "oMnImScLv"]
```

参数	类型	必需	默认	描述
`http.ip`	`tuple`	否	`{0, 0, 0, 0}`	HTTP 绑定地址。使用 `{127, 0, 0,` 限制为□地地址。
`http.port`	`integer`	否	`4000`	控制面板的 HTTP 监[口。
`url.host`	`string`	否	`"localhost"`	用于 URL 生成的主机[生产环境中设置为公共主[
`secret_key_base`	`string`	是	--	Phoenix 会话签名[使用 `mix phx.gen.secr` 生成。在生产中必需（从 `SECRET_KEY_B` 环境变量读取）。
`server`	`boolean`	否	`true`	是否启动 HTTP 服务[置为 `false` 以禁用[板。
`check_origin`	`boolean`	否	`true`（生产）	是否检查 WebSock 来源头。开发时设置为 `false`。
`pubsub_server`	`atom`	否	`Omnimsc.PubSub`	用于 LiveView 广[PubSub 服务器名称
`live_view.signing_salt`	`string`	否	`"oMnImScLv"`	LiveView 会话签[

运行时覆盖：设置 `SECRET_KEY_BASE`、`PHX_HOST` 和 `PORT` 环境变量。在生产中，HTTPS 及端口 443 会自动配置。

REST API

`config :api_ex`

REST API 由 api_ex 提供，使用单独的端口，提供对用户、呼叫、路由、SIP 对等方、连接和系统健康的程序访问。

```
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8444,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "Omnitouch MSC",
    title: "API - Omnitouch MSC",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: false
  }
```

参数	类型	必需	默认	描述
`port`	`integer`	否	`8444`	REST API 的 HTTP 监听端口。
`listen_ip`	`string`	否	`"0.0.0.0"`	API 监听器的绑定 IP 地址。
`product_name`	`string`	否	`"Omnitouch MSC"`	在 Swagger UI 中显示的产品名称。
`title`	`string`	否	`"API - Omnitouch MSC"`	Swagger UI 的页面标题。
`hostname`	`string`	否	`"localhost"`	用于 API URL 生成的主机名。
`enable_tls`	`boolean`	否	`false`	是否为 API 端点启用 TLS。

可用的 **API** 端点

路径	方法	描述
`GET /subscribers`	GET, DELETE	列出或移除 VLR 用户。
`POST /subscribers/:id/actions`	POST	触发用户操作（寻呼、分离）。
`GET /calls`	GET, DELETE	列出或释放活动呼叫。
`GET /sms`	GET	列出 SMS 事务。
`GET /routes`	GET, POST, DELETE	管理路由表。
`GET /routes/lookup`	GET	按拨打号码查找路由。
`GET /sip/peers`	GET, PATCH	列出或更新 SIP 对等方配置。
`GET /mgw`	GET	列出媒体网关状态。
`GET /ran/connections`	GET	列出活动 RAN（A 接口）连接。
`GET /ran/bscs`	GET	列出连接的 BSC。
`GET /stp`	GET	显示 STP 连接状态。
`GET /health`	GET	系统健康检查。
`GET /status`	GET	系统状态摘要。
`POST /paging`	POST	触发寻呼请求。
`POST /silent`	POST	启动静默呼叫或静默 SMS。

□□□□□□□□□

```
# config/runtime.exs
import Config

config :omnimsc, :msc,
    point_code: 500,
    global_title: "14155550100",
    name: "OMNIMSC01",
    msc_number: "14155550100",
    vlr_number: "14155550100",
    mcc: 999,
    mnc: 99,
    lac: 0x1092,
    allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]

config :omnimsc, :hlr,
  address: "14155550200",
  point_code: [3, 14, 2]

config :omnimsc, :vlr,
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,
  auth_required: true,
  tmsi_realloc: true,
  num_auth_vectors: 1

config :omnimsc, :m3ua_asp,
  enabled: true,
  local_ip: {10, 5, 198, 200},
  local_port: 0,
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},
  remote_port: 2905,
  routing_context: 10,
  receive_watchdog: true,
  receive_watchdog_idle: 15

config :omnimsc, :sip,
  signaling_address: "10.5.198.200",
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},
  listen_port: 5060,
  transport: :udp,
  peers: [
```

```
    [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,
     transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],
     max_channels: 100, options_interval: 60],
    [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,
     transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb],
     max_channels: 500]
  ]

config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp

config :omnimsc, :smsc,
  address: "14155550300"

config :omnimsc, :cdr,
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",
  max_file_size: 10_000_000,
  max_records: 100_000,
  rotation_interval: 3600

config :omnimsc, :routes, [
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:
10},
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}
]

config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "Omnitouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0

config :omnimsc, Omnimsc.Overload,
  max_calls: 10_000,
```

```
  max_subscribers: 50_000,
  max_process_count: 500_000,
  max_paging_rate: 1_000,
  check_interval: 5_000

config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],
  psap_address: "000",
  allow_without_sim: true

config :omnimsc, :sgs,
  listen_port: 29118,
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"

config :omnimsc, :ussd,
gateways: []

config :omnimsc, :pool,
enabled: false
```

控制面板

文档描述了基于Web的OmniMSC控制面板，这是一个使用Phoenix LiveView构建的实时监控和管理界面。控制面板可以通过`http://<host>:4000`访问，提供对订阅者、呼叫、连接、路由、CDR和系统健康的实时可视化。

所有页面通过WebSocket推送自动刷新。大多数页面每5秒刷新一次；活动呼叫页面每2秒刷新一次。无需手动重新加载页面。每个页面上的自动刷新切换允许在检查特定记录时暂停更新。

有关端点配置（绑定地址、端口），请参见配置参考。有关REST API，请参见API参考。

仪表板

仪表板是主要的登录页面，提供整个MSC的概览摘要。

摘要卡片

顶部行显示六个实时计数器：

卡片	描述
订阅者	当前在VLR中注册的订阅者数量
活动呼叫	当前活跃的CC FSM呼叫事务数量
活动短信	正在进行的SMS事务数量
RAN连接	具有已建立SCTP关联的BSC和RNC的数量
STP链路状态	M3UA ASP到STP的状态（ACTIVE, INACTIVE, DOWN）
系统运行时间	自应用程序启动以来的经过时间

SS7链路表

显示所有配置的SS7信令链路的状态，包括M3UA ASP状态和流量模式。

已知BSC表

按名称、点代码、单元数量和SCTP关联状态列出每个BSC。

SIP对等体表

列	描述
名称	对等体逻辑名称
地址	对等体IP地址和SIP端口
呼叫	此对等体上的当前活跃呼叫数量
状态	健康状态徽章（Up, Down, Unknown）

媒体网关表

列出配置的媒体网关，包括名称、地址、协议（MGCP或Megaco）和可达性状态。

最近事件馈送

滚动显示最近的遥测事件，每个事件都带有事件类型徽章（CALL, LU, PEER, INFO）和UTC时间戳。事件在发生时实时推送。

订阅者

订阅者页面提供所有VLR订阅者记录的可搜索列表。在搜索框中输入IMSI或MSISDN（支持部分匹配）以实时过滤列表。

订阅者列表列

列	描述
IMSI	国际移动用户身份
MSISDN	移动站ISDN号码
TMSI	VLR分配的临时移动用户身份
LAC	订阅者当前单元的区域代码
状态	VLR注册状态
认证	认证状态
LU	位置更新完成状态

可扩展的订阅者详细信息

点击订阅者行会展开一个详细视图，组织成以下几个部分。

身份

字段	描述
IMSI	国际移动用户身份
MSISDN	移动站ISDN号码
TMSI	临时移动用户身份
IMEI	国际移动设备身份（如果可用）
HLR号码	订阅者的主HLR地址

位置和状态

字段	描述
LAC	区域代码
CI	单元身份
服务BSC	当前为该订阅者提供服务的BSC名称
RAN类型	无线接入类型（GERAN-A, UTRAN-Iu或SGs）
使用计数	此订阅者的MSC-A持有的活跃使用计数令牌数量
过期	VLR记录过期时间戳
状态	订阅者在VLR中的当前状态
漫游	订阅者是否被标记为漫游
SGs	SGs关联状态（如果通过MME注册用于CSFB）

认证

字段	描述
算法	使用的认证算法（COMP128v1, COMP128v3, Milenage）
元组	剩余认证三元组的数量
UMTS五元组	是否可用UMTS认证五元组

服务配置文件

显示通过MAP插入订阅者数据从HLR接收的电路交换服务，包括承载服务和电信服务订阅。

补充服务

列出所有已配置的补充服务及其状态徽章：

服务	描述
BAOC	阻止所有外拨呼叫
BOIC	阻止外拨国际呼叫
BOIC-exHC	阻止外拨国际呼叫，除非拨打回国
BAIC	阻止所有入站呼叫
BIC-Roam	漫游时阻止入站呼叫
CFU	无条件呼叫转移
CFB	忙时呼叫转移
CFNRy	无回复时呼叫转移
CFNRc	不可达时呼叫转移
CW	呼叫等待
HOLD	呼叫保持
MPTY	多方通话
CLIP	来电号码显示
CLIR	来电号码限制

每项服务显示一个活跃/非活跃状态徽章，并在适用的情况下显示转移到的号码和条件参数。

MSC-A连接

显示与此订阅者相关的任何活跃连接的当前MSC-A FSM状态，包括状态名称、活跃使用计数令牌和在状态中的经过时间。

连接

连接页面提供对所有信令链路、RAN连接和SIP对等体的可视化。

STP链路（M3UA ASP）

字段	描述
□地IP	□地SCTP绑定地址
远程	STP远程地址和端口
关联ID	SCTP关联标识符
状态	M3UA ASP状态徽章（ACTIVE, INACTIVE, DOWN）

所有信令传输使用SCTP（流控制传输协议）���确保可靠的多宿主交付，符合RFC 4960。

已知BSC

列	描述
点代码	BSC SS7点代码
全局标题	BSC全局标题地址（如果配置）
最后重置	与此BSC的最近BSSMAP RESET交换的时间戳

SIP对等体

列	描述
名称	对等体逻辑名称
地址	对等体IP地址和SIP端口
传输	使用的协议（UDP, TCP或TLS）
活动呼叫	当前与此对等体的活跃呼叫数量
容量	为此对等体配置的最大并发通道数量
最后OPTIONS	最近成功的OPTIONS保持活动响应的时间戳
状态	健康状态徽章（Up, Down, Unknown）

活动呼叫

活动呼叫页面显示当前进行中的所有CC FSM呼叫事务的实时表格。

呼叫表列

列	描述
呼叫参考	唯一的呼叫参考编号
方向	MO（移动发起）或MT（移动终止）徽章
IMSI	订阅者IMSI
主叫	主叫方号码（A号码）
被叫	被叫方号码（B号码）
状态	CC FSM状态，带有颜色编码的徽章
时长	自呼叫占用以来的经过时间
编解码器	协商的语音编解码器
BSC/RNC	提供服务的BSC或RNC的名称

可扩展的呼叫详���信息

点击呼叫行会展开一个详细视图，包含两个面板。

呼叫详细信息

字段	描述
呼叫参考	唯一的呼叫参考
方向	MO或MT
CC FSM状态	呼叫控制有限状态机的当前状态
IMSI	订阅者IMSI
MSISDN	订阅者电话号码
IMEI	移动设备身份
主叫方	在信令接口上呈现的A号码
被叫方	在信令接口上呈现的B号码

时序和资源

字段	描述
时长	呼叫经过的时长
占用时间	呼叫建立开始的UTC时间戳
接听时间	呼叫接听的UTC时间戳（如果尚未接听则为空）
基□服务	与呼叫相关的承载服务或电信服务
活动CC计时器	当前运行的CC协议计时器（如果有）
BSC/RNC	处理无线侧的服务BSC或RNC的名称

□□□□□

□□□□

短信

短信页面列出所有活跃的SMS事务FSM，显示事务ID、订阅者IMSI、方向（MO或MT）、事务状态和SMS中心地址。完成的事务会自动从列表中移除。

CDRs

CDR统计页面提供对计费数据记录子系统的可视化。

摘要计数器

计数器	描述
文件中的记录	写入当前输出文件的CDR记录数量
缓冲区中的待处理	在内存中缓冲的CDR记录数量，等待下一个写入周期
跟踪的活动呼叫	具有开放（尚未最终确定）CDR记录的呼叫数量

写入器状态

字段	描述
当前文件路径	活动CDR输出文件的文件系统路径
写入的记录	写入当前文件的总记录
缓冲区待处理	排队在写入缓冲区中的记录

序列号

每种记录类型的序列计数器跟踪每个CDR类别的单调递增序列号：

记录类型	描述
LU HLR	向HLR的位置信息更新
LU VLR	在VLR中的位置信息更新
MO呼叫	移动发起的语音呼叫
MT呼叫	移动终止的语音呼叫
MO短信	移动发起的短消息
MT短信	移动终止的短消息
漫游	漫游事件记录

池

当启用MSC池模式时，可以访问池页面。它显示所有MSC池成员的状态，包括成员名称、点代码、NRI范围、健康状态（Up, Down或Draining）和最后成功健康探测的时间戳。订阅者分布图显示跨池成员的NRI分配。

有关池配置和基于NRI的路由，请参见MSC池和NRI。

系统

系统页面提供有关BEAM VM、内存分配、MSC身份、传输链路和监督树健康的详细信息。

BEAM VM

字段	描述
OTP版	Erlang/OTP主版
进程	当前进程数量和配置限制
端口	打开的端口数量
原子	原子大小
调度器	在线调度器的数量
运行时间	自启动以来的BEAM VM运行时间

内存

字段	描述
总计	BEAM VM分配的总内存
进程	Erlang/Elixir进程消耗的内存
ETS	ETS表消耗的内存
二进制	二进制引用计数数据消耗的内存
原子	原子表消耗的内存
系统	运行时系统（非进程）消耗的内存

MSC配置

显示活动的MSC身份参数:

字段	描述
名称	MSC逻辑名称
点代码	□地SS7点代码
全局标题	MSC全局标题地址
允许的A5	允许的A5加密算法用于GERAN

SCTP传输

字段	描述
链路	传输链路名称
□地IP	□地SCTP绑定地址
远程	远程STP地址和端口
状态	SCTP关联状态徽章

监督树健康

列出顶级OmniMSC监督器的所有子项（计数动态计算），每个子项显示：

字段	描述
PID	Erlang进程标识符
类型	进程类型（工作者或监督者）
状态	健康徽章（运行中、重启中或已停止）

此视图对于验证所有子系统在启动后或故障恢复事件后是否正常运行非常有用。

封闭用户组 (CSG / VCSG)

文档描述了 OmniMSC 如何处理封闭用户组 (CSG)：每个用户的 CSG 订阅数据、当用户尝试使用 CSG 小区时所做的访问控制决策，以及与 CSG 用户服务器 (CSS) 的 MAP 交互，以保持该订阅数据的最新状态。有关一般用户数据模型及如何从 HLR 下载订阅数据的信息，请参见 MAP 操作。有关运营商决定的阻止，这是一种相关的访问控制机制，请参见 补充服务。

概述

封闭用户组标识一组被允许访问一个或多个 CSG 小区的用户（例如，服务于特定家庭、办公室或校园的家庭 NodeB / 微型基站）。每个 CSG 由 **CSG** 身份标识（一个 27 位值，按照 3GPP TS 23.003 编码）。CSG 小区在系统信息中广播其 CSG 身份；在该小区驻留的用户只有在其为该 CSG 的成员且成员资格未过期时才能接收正常服务（TS 22.011 第 8 节）。

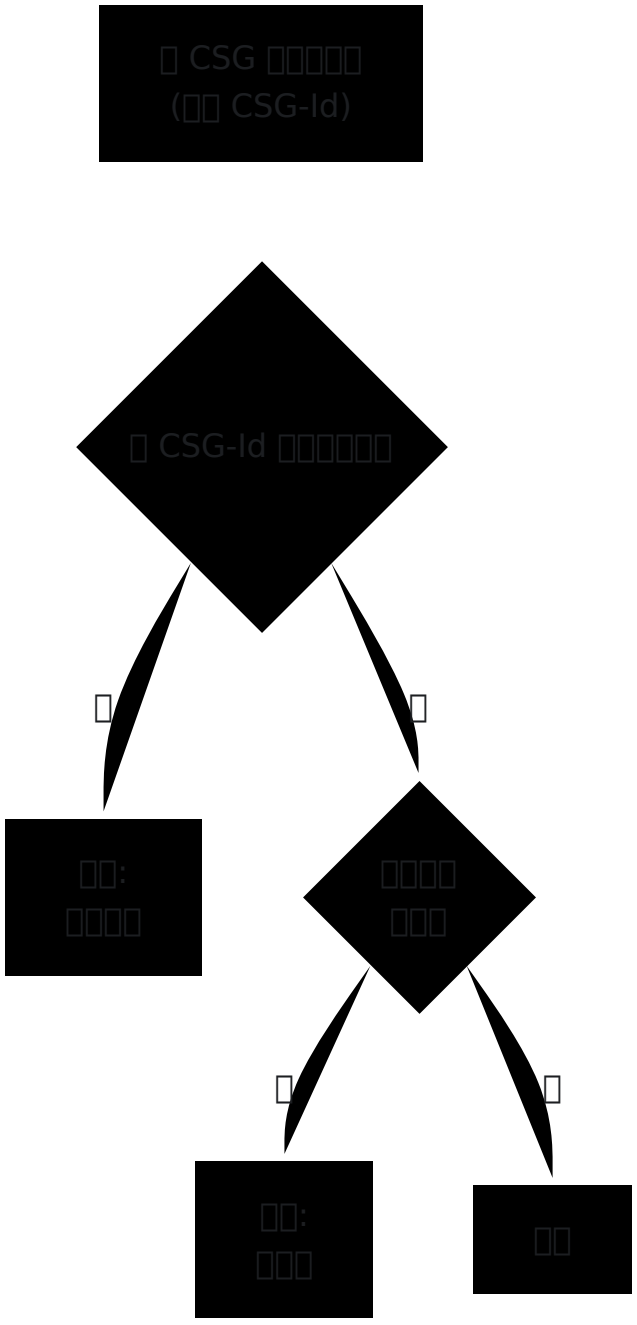
用户可以访问的 CSG ���合是 **VCSG** 订阅数据（也称为允许的 CSG 列表）。这些数据由 **CSG** 用户服务器 **(CSS)** 持有，并提供给服务节点（VLR / SGSN）。OmniMSC 将其存储在用户记录中，并在使用时评估访问，就像运营商决定的阻止由服务节点而不是 HLR 强制执行一样。

CSG 订阅数据

每个用户记录携带一个 CSG 成员列表。每个条目描述用户所属的一个封闭用户组，并可选地指明该成员资格的过期时间。

字段	类型	描述
`csg_id`	整数	CSG 小区广播的 CSG 身份。一个 27 位值，按照 TS 23.003 编码。
`expiry`	日期时间 / null	成员资格过期。具有 `null` 过期的���员资格永不过期。一旦当前时间达到或超过过期时刻，该成员资格将被视为过期，访问将被拒绝。

成员列表是从 CSS 提供的 VCSG 订阅数据中填充的，并通过 MAP cancelVcsgLocation 清除（请参见 与 CSS 的 MAP 交互）。仅删除 CSG 订阅数据会使用户保持注册；其他订阅数据（基□服务、补充服务、CAMEL、运营商决定的阻止）不受影响。



访问控制

当用户尝试访问广播 CSG 身份的小区时，OmniMSC 会根据广播的 CSG 身份评估用户的成员列表。未广播 CSG 身份的小区是普通（非 CSG）小区，始终可以访问；以下检查仅适用于 CSG 小区。

该决策有三种结果：

结果	条件	意义
允许	用户拥有广播 CSG 身份的成员资格且未过期。	用户在 CSG 小区接收正常服务。
拒绝（不是成员）	用户没有广播 CSG 身份的成员资格（包括用户根□没 ��� CSG 订阅数据的情况）。	拒绝访问 CSG 小区。
拒绝（已过期）	用户拥有广播 CSG 身份的成员资格，但其过期时间已过。	拒绝访问 CSG 小区。过期的成员资格保持不变，直到 CSS 更新或取消它。

过期边界是包含的：当当前时间等于过期时刻时，成员资格被视为过期。

与 CSS 的 MAP 交互

CSG 用户服务器维护用户 VCSG 订阅数据的主副□，并使用 MAP 操作（3GPP TS 29.002）保持服务节点的同步。OmniMSC 处理以下内容。

操作	操作码	方向	效果
updateVcsgLocation	53	服务节点到 CSS	注册服务节点以获取 VCSG 服务并检索用户的 CSG 订阅数据。
cancelVcsgLocation	36	CSS 到服务节点	取消此服务节点的用户 VCSG 注册。OmniMSC 删除所有 CSG 订阅数据，同时保持用户注册。

当用户的 VCSG 注册需要从该节点移除时，CSS 会发送 cancelVcsgLocation（例如，用户的 CSG 成员资格被撤销，或用户移动到另一个节点）。参数携带用户身份（IMSI）。收到后，OmniMSC 清除用户的 CSG 成员列表并确认操作。

CSG 订阅数据也可以作为 MAP DeleteSubscriberData（CSG 数据类别）的一部分被撤回，该操作在不影响用户注册和其他数据的情况下删除 CSG 成员列表。有关一般 DeleteSubscriberData 程序的信息，请参见 MAP 操作。

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 23.060	通用分组无线服务 (GPRS)；服务描述	CSG 访问控制和 VCSG 位置处理在分组域中的应用
TS 22.011	服务可访问性	CSG 概念、允许的 CSG 列表、CSG 成员资格和过期
TS 23.003	编号、寻址和识别	CSG 身份编码（27 位）
TS 29.002	移动应用部分 (MAP) 规范	updateVcsgLocation、cancelVcsgLocation、CSG 订阅数据、CSS 交互

ISUP 中继

文档描述了 OmniMSC 实现的 ISUP（ISDN 用户部分）中继接口，包括中继组管理、电路分配、消息编码、定时器、连续性检查支持以及与路由表和 SIP-I 的集成。

有关 ISUP-SIP 原因代码映射，请参见 SIP Trunking。有关 SIP-I（带封装 ISUP 的 SIP），请参见 SIP-I Trunking。有关路由配置和 `:isup` 路由类型，请参见 Routing Configuration。有关显示 ISUP 信令上下文的呼叫流程图（IAM/ACM/ANM，ISUP 到 SIP 中转），请参见 Call Flow Diagrams。

ISUP 中继组

OmniMSC 将 ISUP 电路组织为中继组。每个中继组代表一组到远程 SS7 交换机的语音电路，由目的点代码和一系列电路识别码（CIC）标识。

CIC 分配

当呼叫路由到 ISUP 中继组时，电路管理器会分配在配置范围内找到的第一个空闲电路。分配的 CIC 包含在发出的 IAM 中，并在呼叫释放之前保留。

参数	类型	描述
`name`	`string`	唯一的中继组标识符，在路由表条目中引用
`dpc`	`integer`	目的点代码（编码整数，例如 `a*2048 + b*8 + c` 用于 ITU 3-8-3）
`cic_range`	`{start, end}`	此中继组可用的 CIC 的包含范围

电路状态管理

每个中继组中的电路跟踪独立状态。电路管理器处理阻塞、解阻和组重置操作。

电路状态	描述
`:idle`	可供占用
`:outgoing_busy`	分配给外呼（已发送 IAM）
`:incoming_busy`	保留给入呼（已接收 IAM）
`:blocked`	通过 BLO 阻塞，不可供占用
`:unblocked_pending`	已发送解阻（UBL），等待确认
`:reset_pending`	电路重置进行中（RSC/GRS），等待确认

电路阻塞（BLO）和解阻（UBL）仅按电路执行。组重置（GRS/GRA）将范围内的所有电路重置为空闲并清除任何阻塞状态；单个电路也可以通过 RSC 重置。

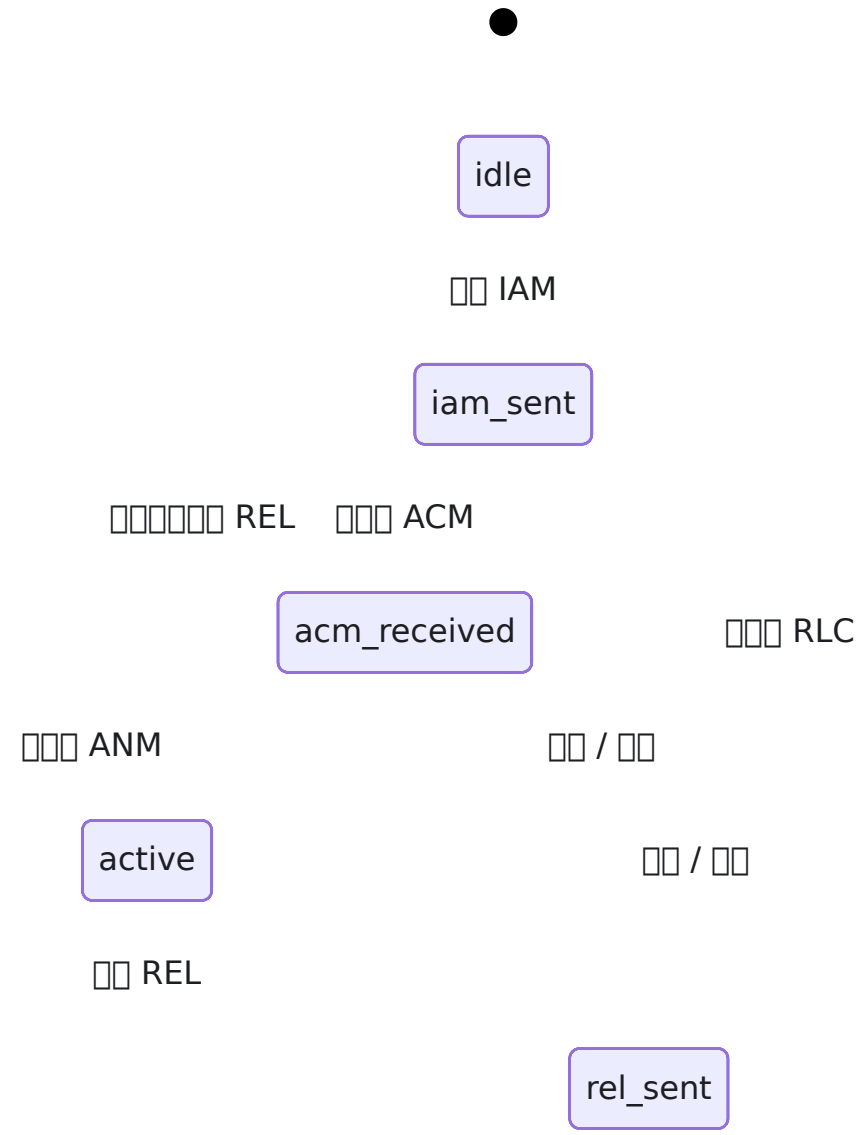
ISUP 消息流

成功呼叫的标准 ISUP 信令序列遵循 IAM-ACM-ANM-REL-RLC 模式。

对于入呼，方向相反：IAM 从远程交换机到达，OmniMSC 在呼叫通过警报和应答时发送 ACM 和 ANM。

ISUP 处理程序状态

ISUP 处理程序维护每个呼叫的状态，以跟踪每个电路的信令进度。



外呼状态

idle
发送 IAM
iam_sent
从远程接收到 REL
接收到 ACM
acm_received
接收到 RLC
接收到 ANM
超时 / 失败
active
超时 / 失败
发送 REL
rel_sent

入呼状态

ISUP 定时器

OmniMSC 实现了 ITU-T Q.764 中���义的标准 ISUP ���时器。这些定时器防止信令失败，并确保电路不会处于不确定状态。

定时器	持续时间	启动后	到期时	到期时的操作
T1	20s	发送 REL	未接收到 RLC	重新发送 REL
T5	300s	T1 首次到期	仍未接收到 RLC	发送维护警报，重置电路
T7	25s	发送 IAM	未接收到 ACM	释放呼叫，发送 REL
T9	180s	接收到 ACM	未接收到 ANM	释放呼叫，发送 REL

当 T7 到期而未接收到 ACM 时，OmniMSC 发送带有原因 16（正常呼叫清除）的 REL，并以原因 31（正常，未指定）通知呼叫控制。当 T9 到期而未接收到 ANM 时，OmniMSC 发送带有原因 19（用户无应答）的 REL。

ISUP 消息编码

OmniMSC 实现了用于编码和解码在呼叫建立和释放中使用的五种核心 ISUP 消息类型的编解码器。所有消息遵循 ITU-T Q.763 格式，具有强制固定、强制可变和可选参数部分。

消息	类型代码	方向	关键参数
IAM	`0x01`	发起	连接性质、转发呼叫指示、呼叫方类别、传输介质要求、被叫方号码、呼叫方号码
ACM	`0x06`	终止	后向呼叫指示、可选后向呼叫指示、��因指示
ANM	`0x09`	终止	后向呼叫指示
REL	`0x0C`	任意	原因指示
RLC	`0x10`	任意	（无 -- 仅确认）

支持的其他消息用于电路维护：

消息	类型代码	目的
BLO	`0x13`	阻塞电路（□地维护）
UBL	`0x14`	解阻电路
RSC	`0x12`	重置单个电路
GRS	`0x17`	电路范围的组重置
GRA	`0x29`	组重置确认
COT	`0x05`	连续性检查结果
CPG	`0x2C`	呼叫进展（通话中事件/进展指示）

连续性检查

OmniMSC 支持 ISUP 连续性检查程序，以在连接呼叫之前验证承载路径。当外呼 IAM 中的转发呼叫指示请求连续性检查时，发生以下序列：

1. OmniMSC 占用电路并发送带有连续性检查指示的 IAM。
2. 在电路的远端应用回路。
3. OmniMSC 发送测试音并验证返回。
4. 成功时，OmniMSC 发送 COT（连续性检查成功），呼叫继续进行。
5. 失败时，OmniMSC 发送 COT（检查失败），并可能在备用电路上重新尝试。

对于入呼，当 OmniMSC 接收到带有连续性检查指示的 IAM 时，它在指定电路上应用回路，并在继续呼叫建立之前等待 COT 消息。

路由表集成

路由表中类型为 `:isup` 的路由���呼叫定向到 ISUP 中继组。路由条目指定中继组名称、目的点代码和 CIC 范围。

路由参数	描述
`type`	`:isup`
`trunk_group`	与配置的中继组匹配的中继组名称
`dpc`	目的点代码（编码整数）
`cic_range`	CIC 范围为 `{start, end}`

当路由选择 ISUP 目的地时，中继路由器请求电路管理器提供一个空闲电路。如果主中继组中没有可用电路，系统会尝试溢出中继组到相同的目的点代码。

有关路由配置示例，请参见 Routing Configuration。

SIP-I 支持

SIP-I（带封装 ISUP 的 SIP）为 ISUP 消息提供基于 IP 的传输。类型为 `:sip_i` 的路由在 SIP 信令中以 `application/ISUP` MIME 体传输完整的 ISUP 消息（IAM、ACM、ANM、REL），符合 ITU-T Q.1912.5 和 RFC 3204。

SIP-I 对等体与纯 SIP 对等体单独配置。用于原生 ISUP 中继的 ISUP 编码器/解码器与 SIP-I 共享，用于编码和解码封装的 ISUP 体。

有关 SIP-I 配置、呼叫流程和头映射，请参见 SIP-I Trunking。

带 ISUP 失败转移的 SIP

类型为 `:sip_with_failover` 的路由首先通过 SIP 对等体尝试呼叫。如果 SIP 路由失败（对等体不可达、5xx 响应或超 ），中继路由器会自动通过配置的 ISUP 中继组重试。

失败转移触发器	描述
对等体状态 `:down`	SIP 对等体不可达（OPTIONS 保持活动失败）
SIP 5xx 响应	来自 SIP 对等体的服务器错误
SIP 超时	在 SIP 事务定时器内没有响应
超过 `max_channels`	SIP 对等体没有可用容量

在失败转移时，中继路由器从 ISUP 中继组分配一个 CIC 并发送 IAM。CC FSM 在整个失败转移过程中保持在同一状态 -- 重试对无线侧信令是透明的。

有关失败转移路由配置，请参见 Routing Configuration。

参考文献

参考文献	标题	相关性
ITU-T Q.761	ISUP 的功能描述	ISUP 概述和架构
ITU-T Q.762	ISUP 消息和信号的一般功能	消息定义
ITU-T Q.763	ISUP 的格式和代码	消息编码和参数格式
ITU-T Q.764	ISUP 的信令程序	呼叫建立/释放程序，定时器定义
ITU-T Q.850	ISDN 中原因和位置的使用	REL 中使用的原因代码定义
RFC 3204	ISUP 和 QSIG 对象的 MIME 媒体类型	SIP-I 中的 ISUP 封装
ITU-T Q.1912.5	SIP 与 BICC 或 ISUP 之间的互通	SIP-I 协议定义

MAP 操作

文档描述了 OmniMSC 实现的 MAP（移动应用部分）操作，包括对话管理、用户位置程序、身份验证、短信转发、USSD 和错误处理。有关配置，请参见 配置参考。有关 MO-ForwardSM 和 MT-ForwardSM 的 SMS 层视图，包括 CP/RP 协议细节，请参见 SMS。有关身份验证向量处理和 Auth FSM，请参见 安全。有关 InsertSubscriberData 如何填充控制面板中可见的用户资料，请参见 控制面板指南。

MAP 客户端

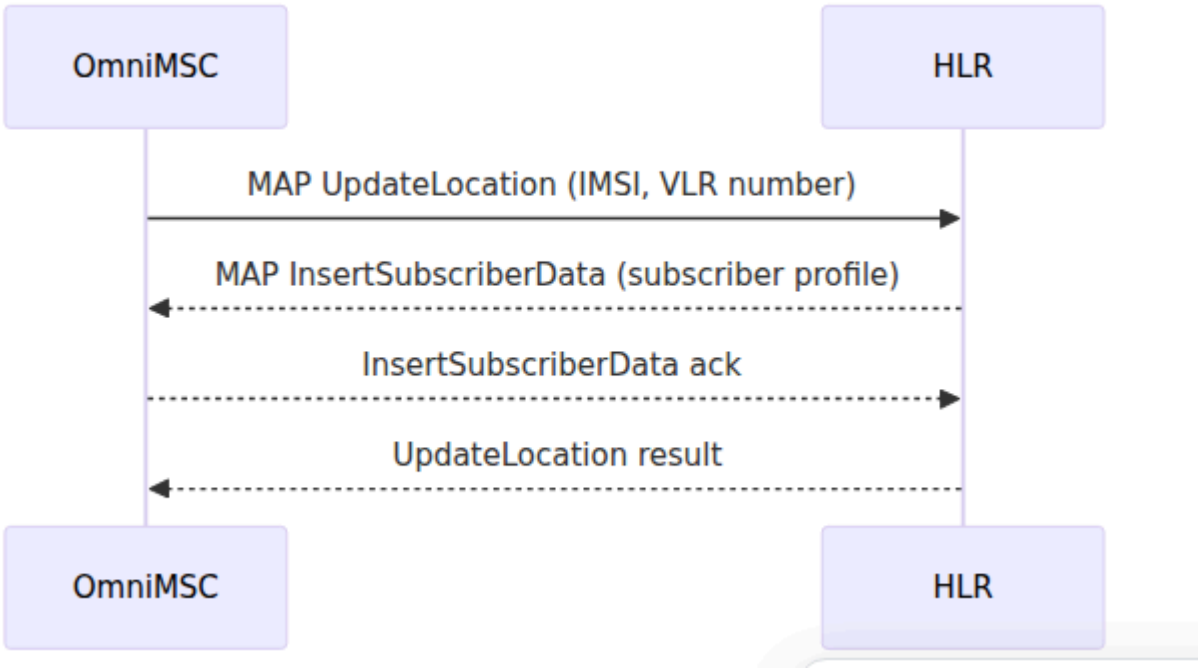
OmniMSC 操作一个 MAP 客户端，该客户端管理与远程 MAP 对等方（HLR、SMSc、USSD 网关）的对话。MAP 客户端处理对话生命周期、TCAP 事务关联和对话超时监控。

当一个子系统（VLR、短信处理器、SS 处理器）需要调用 MAP 操作时，它会向 MAP 客户端请求一个新的对话。客户端分配一个地事务 ID（otid），对等方打开一个 TCAP BEGIN，并监控该对话，固定超时为 30 秒。如果对等方在超时内没有响应，客户端将中止对话并通知请求的子系统失败。

对于由远程对等方发起的传入 MAP 对话（例如来自 HLR 的 InsertSubscriberData 或来自 SMSc 的 MT-ForwardSM），MAP 客户端接受 TCAP BEGIN，将其与远程事务 ID（dtid）关联，生成一个处理程序进程，并监督对话直到完成。

UpdateLocation

当用户执行位置更新时，MSC 向 HLR 发送 MAP UpdateLocation。该消息携带用户 IMSI 和 VLR 编号（该 MSC/VLR 的 E.164 地址）。HLR 使用 VLR 编号将未来的 MT 事务（呼叫、短信、USSD）路由到正确的 MSC。



在接收到 UpdateLocation 结果后，VLR 将位置更新标记为完成，LU FSM 继续进行 TMSI 分配。如果 HLR 返回错误（未知用户、禁止漫游），MSC 将以适当的原因拒绝向移动台的位置信息更新。

InsertSubscriberData

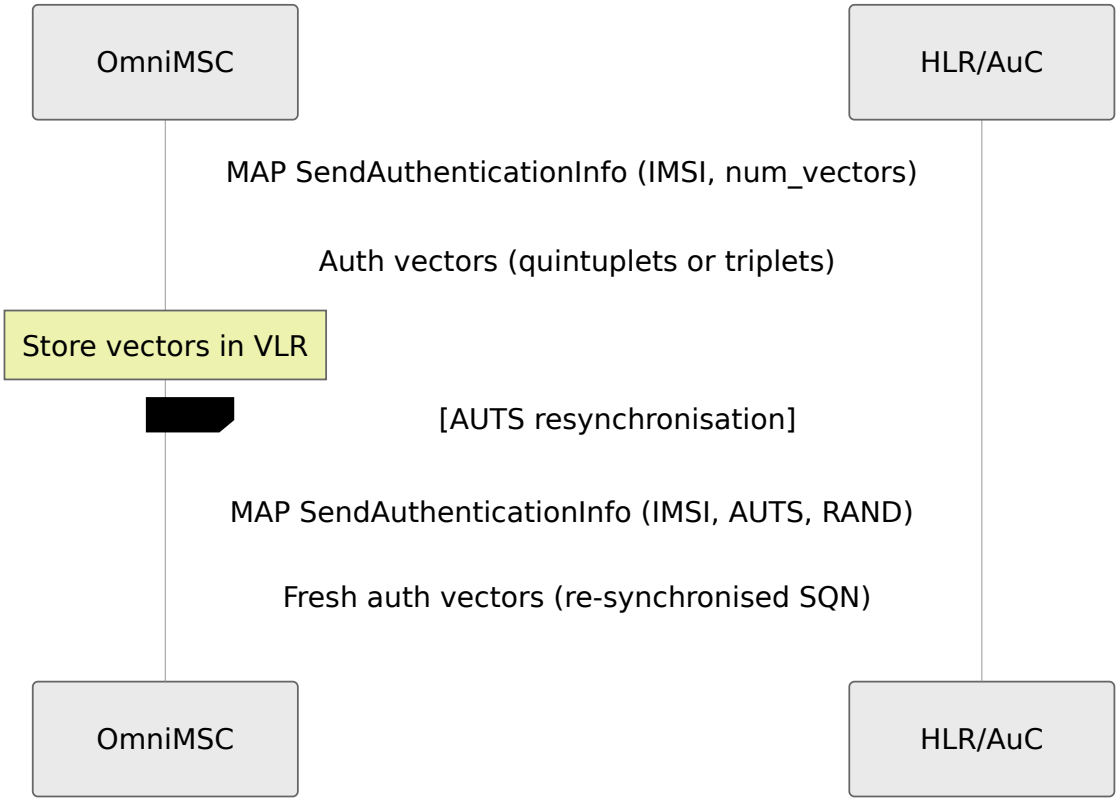
HLR 在 UpdateLocation 过程中向 MSC 发送 MAP InsertSubscriberData，并在用户资料更改时主动发送（例如，通过 HLR 配置接口激活补充服务）。该消息携带用户资料，包括：

- MSISDN（用户的目录号码）
- CS 承载服务和电信服务
- 操作员确定的禁止（ODB）类别
- 补充服务数据（呼叫转移号码、禁止状态、CLIR 模式、CW 状态）
- CAMEL 订阅信息（服务密钥、gsmSCF 地址）

VLR 将这些数据存储在用户记录中。后续的呼叫设置、短信投递和 SS 操作引用此□地缓存的资料，以避免往返于 HLR。

SendAuthenticationInfo

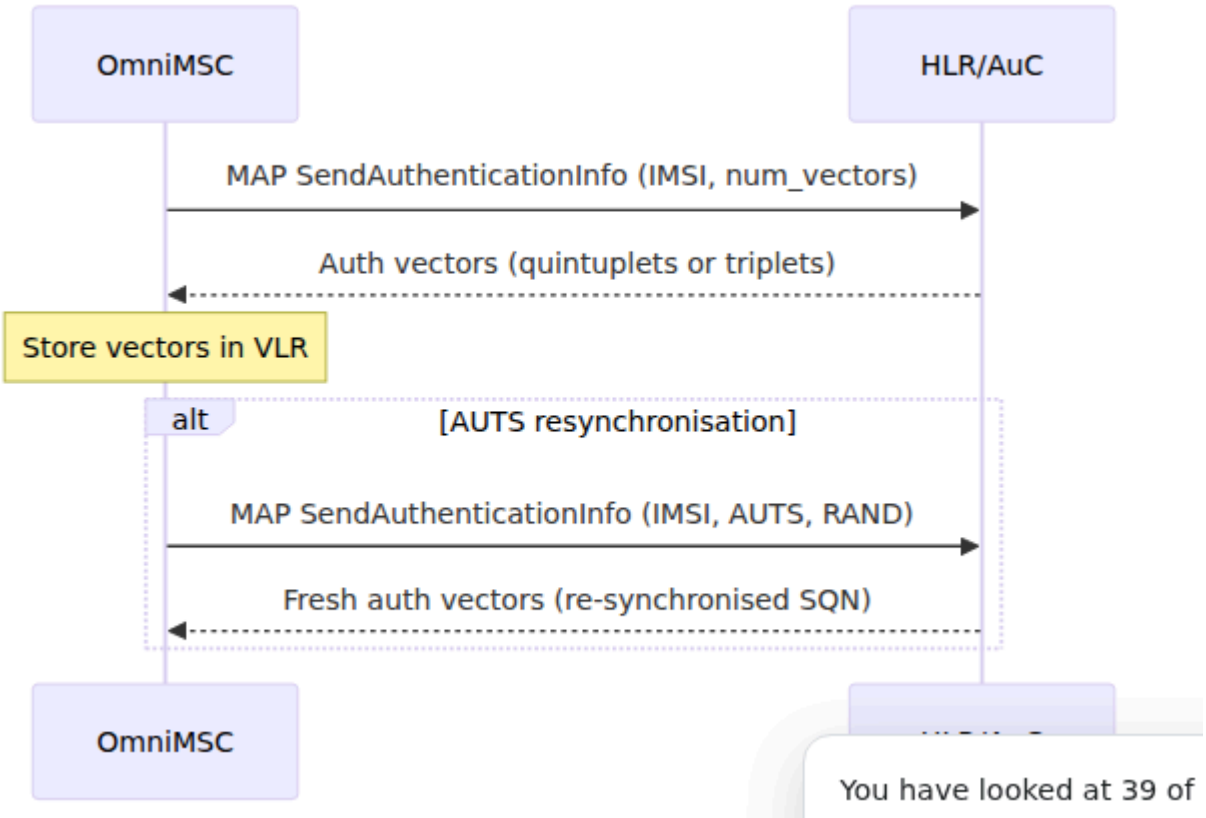
MSC 向 HLR 发送 MAP SendAuthenticationInfo 以获取用户的身份验证向量。请求携带 IMSI、请求的向量数量，并可选地携带重新同步数据（AUTS），如果 UE 报告了序列号失败。

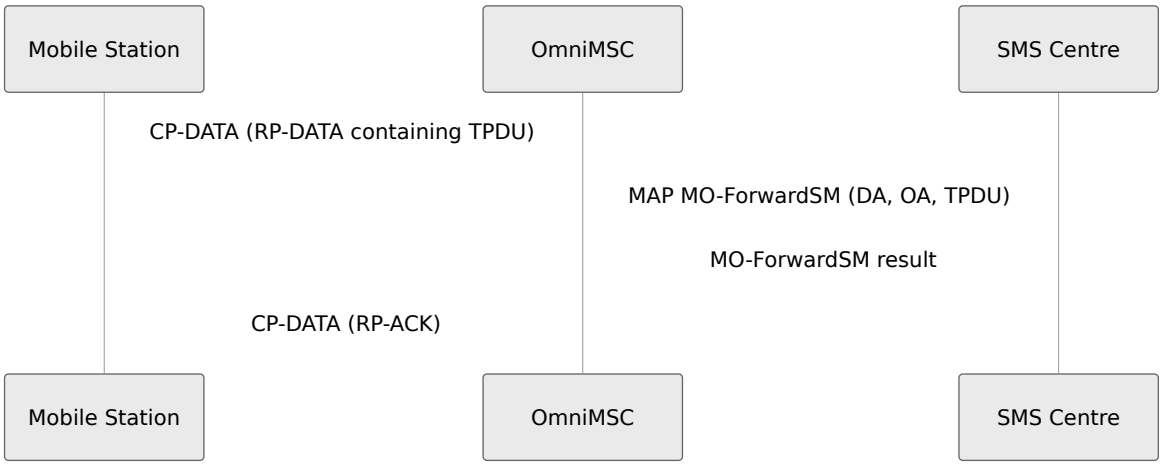


HLR 从 AuC 返回身份验证向量：对于支持 UMTS 的用户，返回五元组（RAND、XRES、CK、IK、AUTN），对于仅支持 GSM 的用户，返回三元组（RAND、SRES、Kc）。MSC 将向量存储在 VLR 中，并在后续的身份验证尝试中使用它们，而无需再次联系 HLR，直到向量供应耗尽。

PurgeMS

当用户执行 IMSI 脱离时，MSC 向 HLR 发送 MAP PurgeMS。该消息携带 IMSI 和 VLR 编号。在接收到 PurgeMS 后，HLR 从用户记录中清除 VLR 地址。这确保了正确的 T-ADS（终止接入域选择）路由：没有有效的 VLR 地址，HLR 知道用户无法通过 CS 域访问，并可以相应地路由 MT 服务（例如，触发 SMS 的 MNRF 标志，返回缺席用户以进行 MT 呼叫）。





MO-ForwardSM

MSC 向短信中心发送 MAP MO-ForwardSM 以处理移动发起的短消息。该消息携带 SM-RP-DA（目的地，通常是 SMSc 地址）、SM-RP-OA（发起者，用户 MSISDN）和 SM-RP-UI（包含 SMS 有效负载的 TPDU）。

SMSc 在成功接受后以返回结果进行确认，或者如果消息无法处理，则返回错误（例如，SMSc 拥塞、无效目的地）。

MT-ForwardSM

短信中心向 MSC 发送 MAP MT-ForwardSM 以进行移动终止的短消息投递。在接收到此操作时，OmniMSC 会生成一个专用的 map_handler 进程，该进程管理投递尝试，并保持 MAP 对话开放，直到结果已知。

处理程序在 VLR 中查找用户，必要时进行寻呼，并通过 DTAP 投递 SM。一旦移动台确认投递（RP-ACK）或报告失败（RP-ERROR），处理程序将发送一个 TCAP 结束，包含返回结果（成功投递）或返回错误（投递失败及原因）回到 SMSc。

如果投递失败（用户缺席、内存超限、协议错误），处理程序返回适当的 MAP 错误：

错误	原因
缺席用户	用户不可达（未注册或无寻呼响应）
短消息投递失败	MS 返回 RP-ERROR（内存已满、未指定错误）
系统故障	内部处理错误

ProcessUnstructuredSS-Request

当 USSD 字符串针对需要 HLR 处理的服务（例如，补充服务管理、余额查询）时，OmniMSC 通过 MAP ProcessUnstructuredSS-Request 将 USSD 请求转发到 HLR。MSC 将 USSD 字符串和 DCS（数据编码方案）转发到 HLR，后者处理请求并返回一个响应字符串以在移动台上显示。

对于由外部 USSD 网关处理而不是 HLR 处理的运营商定义的 USSD 代码，MSC 将 MAP 对话路由到配置的网关地址。

TCAP 事务管理

MAP 对话在 TCAP 事务中进行。OmniMSC 维护一个事务表，该表在对话生命周期中关联□地和远程事务标识符。

TCAP 消息	**MAP** 对话阶段	描述
TC-BEGIN	开始	发起者发送第一个调用；携带发起事务 ID（otid）
TC-CONTINUE	活动	双方交换组件；响应携带与对等方的 otid 匹配的目标事务 ID（dtid）
TC-END	结束	最后消息；携带结果或错误组件；对话终止
TC-ABORT	中止	异常终止；协议错误或超时

MAP 客户端通过其 otid/dtid 对跟踪每个活动对话。当 TCAP CONTINUE 或 END 到达时，客户端将 dtid 与□地 otid 匹配，以找到相应的处理程序进程。此关联对于在单个 SCCP 连接上复用多个并发 MAP 对话至关重要。

对话超时

每个 MAP 对话都有固定的 30 秒超时。如果远程对等方在超时期间没有响应，MAP 客户端将发送 TC-ABORT（□地发起）并通知请求的子系统。这可以防止因无响应对等方而导致的资源泄漏。

MAP 错误处理

OmniMSC 在组件级别（对话内返回错误）和对话级别（中止、提供者错误）处理 MAP 错误。

常见 **MAP** 错误

错误	典型操作	**MSC** 处理
缺席用户	MT-ForwardSM, SendRoutingInfo	向 SMSc 报告投递失败；在 VLR 中设置 MNRF
短消息投递失败	MT-ForwardSM	将 TP 失败原因转发给 SMSc
未知用户	UpdateLocation	拒绝位置更新
禁止漫游	UpdateLocation	拒绝位置更新并给出适当原因
系统故障	任何	重试或向请求子系统报告失败
数���缺失	SendAuthenticationInfo	身份验证无法继续；拒绝服务
意外数据值	InsertSubscriberData	记录并拒绝有问题的参数

对话级别故障

当收到 TCAP ABORT 或对话超时时，MAP 客户端确定哪个子系统发起了对话并发送故障通知。子系统随后应用其自己的恢复逻辑（例如，LU FSM 拒绝位置更新，短信处理器向 SMSc 返回投递失败）。

点码路由

当 OmniMSC 接收到传入的 MAP 对话（例如，来自 SMSc 的 MT-ForwardSM，来自 HLR 的 InsertSubscriberData）时，M3UA 层记录来自传入消息路由信息的发起点码。当 MSC 发送响应（TCAP Continue 或 End）时，它使用此记录的点码作为发出的 M3UA 消息的目标点码（DPC）。

此机制确保响应被路由回正确的发起节点，即使多个具有不同点码的 HLR 或 SMSc 通过同一 STP 可达。传入 M3UA 关联的 routing_info 按对话存储，并用于该对话内的所有后续消息。

其他支持的操作

除了上述详细描述的操作外，MAP 编码器还实现以下操作，按其 MAP 地操作码标识：

操作	操作码	目的
CancelLocation	3	HLR 指示先前的 VLR 取消用户的位置
SendRoutingInfo	22	GMSC 请求 MT 呼叫的路由信息（MSRN）
SendRoutingInfoForSM	45	GMSC 请求 MT 短消息投递的路由信息
ReportSM-DeliveryStatus	47	向 HLR 报告 MT 短消息投递结果（MWD/MNRF 处理）
SendIdentification	55	从先前的 VLR 检索 IMSI 和身份验证向量（池中中继）
RestoreData	57	从 HLR 恢复用户数据
UnstructuredSS-Request	60	网络发起的 USSD 请求，针对用户
AlertServiceCentre	64	通知 SMSc 用户再次可达
ReadyForSM	66	通知 HLR 用户准备接收 SMS

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 29.002	移动应用部分（MAP）规范	所有 MAP 操作、错误代码、对话程序
ITU-T Q.771-Q.775	事务能力应用部分（TCAP）	TCAP 事务管理、组件处理
ITU-T Q.711-Q.716	信令连接控制部分（SCCP）	MAP 对话的 SCCP 地址和路由
RFC 4666	MTP3 用户适配层（M3UA）	M3UA 传输、点码路由

媒体控制

□文档描述了 OmniMSC 中的媒体网关控制，涵盖 MGCP 和 Megaco/H.248 网关协议、媒体控制器状态机、编解码器协商、会议桥接和 SDP 生成。

有关上下文中媒体设置的呼叫流程图，请参见 呼叫流程图。有关 SIP 中继编解码器配置，请参见 SIP 中继。有关媒体网关配置参数，请参见 配置参考。有关从补充服务角度进行 MPTY 会议桥接的信息，请参见 补充服务。

MGCP 网关控制

OmniMSC 使用媒体网关控制协议 (MGCP) 按照 RFC 3435 控制媒体网关。MGCP 呼叫代理发出三条主要命令以管理网关上的 RTP 连接。

命令

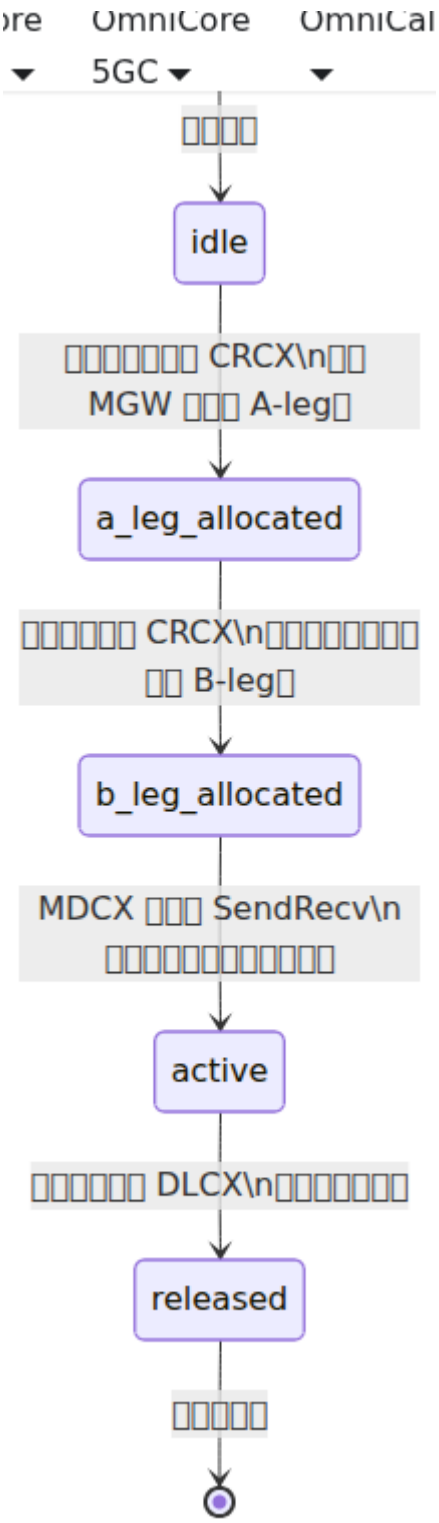
命令	目的	描述
CRCX	创建连接	在媒体网关上分配一个新的 RTP 端点，并返回该端点的□地 IP 地址、端口和 SDP。
MDCX	修改连接	更新现有连接的��数，例如在呼叫被接听时将媒体模式从仅接收切换为发送和接收。
DLCX	删除连接	拆除 RTP 连接并释放网关上关联的端点资源。

端点命名

媒体网关端点路径由呼叫者提供，而不是生成固定模式。当端点路径缺少 `@` 时，它将与网关配置的域名一起限定，从而生成一个完全合格的端点，例如 `ds/ds1-1/1@mgw01.local`。每个呼叫腿在网关的连接上下文中占用一个端点。

媒体控制器状态

媒体控制器管理每个呼叫的媒体资源生命周期。随着呼叫的建立和释放，它经历以下状态。



A-Leg（订阅者侧）

A-leg 代表媒体网关与订阅者的无线接入承载之间的媒体路径，通过 BSC 或 RNC。

当呼叫被发起时，媒体控制器向媒体网关发送 CRCX 命令以��配 A-leg 端点。初始连接模式设置为 **RecvOnly**，这意味着网关接受来自订阅者侧的传入媒体，但不进行传输。这可以防止在警报阶段出现剪切和回声。

当呼叫被接听时，媒体控制器发送 MDCX 命令将 A-leg 模式更改为 **SendRecv**，以启用双向媒体流。

B-Leg（中继侧）

B-leg 代表媒体网关与远程中继（SIP 对等或 ISUP 电路）之间的媒体路径。

B-leg 通过在与 A-leg 相同的 MGW 连接上下文中发出的第二个 CRCX 命令进行分配。通过将两个腿放置在同一上下文中，媒体网关在内部桥接两个 RTP 流，从而实现语音路径的连续性，而无需通过 MSC 进行发夹媒体传输。

编解码器协商

OmniMSC 根据 BSC 在 BSSMAP 分配请求响应中报告的能力（语音版□列表）和出站中继的编解码器偏好进行语音编解码器的协商。

支持的编解码器

有效载荷类型是静态分配的（而不是动态协商的）：GSM-FR 使用标准静态类型 3，PCMU/PCMA 使用标准静态类型 0/8，3GPP 语音编解码器固定为类型 96-101。

编解码器	**RTP** 有效载荷	描述
PCMU	0	G.711 mu-law
GSM-FR	3	GSM 全速率 (13.0 kbit/s)
PCMA	8	G.711 A-law
GSM-EFR	96	GSM 增强全速率 (6.60 kbit/s)
AMR-FR	97	自适应多速率全速率，八位对齐模式 (octet-align=1)
AMR-HR	98	自适应多速率半速率
GSM-HR	99	GSM 半速率 (5.60 kbit/s)
AMR-WB	100	自适应多速率宽带 (16 kHz)
OHR-AMR-WB	101	GSM 优化半速率 AMR 宽带 (16 kHz)

编解码器提供列表是根据 BSC 报告的语音版□能力和 MSC 配置的编解码器偏好的交集构建的。生成的 SDP 包含在发往中继对等体的出站 SIP INVITE 中，允许远程端从提供的集合中选择首选编解码器。

会议桥接（多方）

OmniMSC 通过利用媒体网关的会议桥接能力，支持多方 (MPTY) 会议呼叫，符合 3GPP TS 24.083。

当订阅者调用 MPTY 补充服务时，媒体控制器在媒体网关上分配一个会议上下文。然后，随着参与者的加入或离开，单个呼叫腿被添加到或从会议中移除。

会议操作

操作	描述
创建会议	在媒体网关上分配一个新的会议上下文，并设置专用混音端点。
添加到会议	通过 MDCX 将现有呼叫腿移动到会议上下文，将参与者连接到会议混音器。
从会议中移除	将呼叫腿从会议上下文移回点对点连接。

媒体网关上的会议混音器处理所有参与者的媒体混音。MSC 仅通过信令控制会议成员资格，不直接处理媒体。

SDP 生成

OmniMSC 为出站 SIP 消息生成 SDP（会话描述协议），使用以下约定：

SDP 字段	值
Origin (o=)	`OmniMSC` 作为会话发起者用户名
Connection (c=)	CRCX 响应中媒体网关返回的 IP 地址
Media (m=)	媒体网关返回的 RTP 端口，带有来自协商提供的编解码器有效载荷类型
Attributes (a=)	编解码器特定参数，例如 AMR 八位对齐模式的 `fmtp`

SDP 中的连接地址和端口始终反映媒体网关分配的端点，确保 RTP 直接在媒体网关和远程对等体之间流动，而不经过 MSC 信令路径。

Megaco/H.248 支持

作为 MGCP 的替代方案，OmniMSC 支持通过 Megaco/H.248 协议进行媒体网关控制，符合 ITU-T 推荐 H.248。MGCP 和 Megaco 之间的选择是一个全局设置——`media` `mode` 选项（默认 `:megaco`）——适用于所有媒体网关，而不是每个网关。

Megaco □□□□

指标与监控

文档描述了 OmniMSC 提供的遥测、指标、警报和健康端点。有关过载阈值配置，请参见 配置参考。有关故障排除警报条件，请参见 故障排除指南。有关活动呼叫和订阅者数量的实时仪表板视图，请参见 控制面板指南。

遥测概述

OmniMSC 为所有重要的操作活动发出 Erlang/Elixir 遥测事件。这些事件作为 Prometheus 指标导出，可在 Phoenix HTTP 端口的 `/metrics` 端点上获得。所有指标名称都以 `omnimsc_` 为命名空间，以避免与其他应用程序发生冲突。控制面板中的系统页面提供了 BEAM VM 统计信息的实时视图，包括进程数量、内存和调度器负载 — 请参见 控制面板指南。

以下指标定义反映了 OmniMSC 暴露的指标。任何兼容 Prometheus 的抓取器（Prometheus、Grafana Agent、Datadog、Victoria Metrics）都可以在标准抓取间隔���收集这些指标。

指标参考

指标	类型	标签	
`omnimsc_active_calls_count`	Gauge	--	当前[
`omnimsc_vlr_subscribers_count`	Gauge	--	当前[
`omnimsc_sccp_connections_count`	Gauge	--	活动[
`omnimsc_sms_sent_count`	Counter	--	发送[
`omnimsc_location_update_complete_count`	Counter	`type`	完成[nor
`omnimsc_auth_failure_count`	Counter	`reason`	认证[
`omnimsc_auth_skipped_count`	Counter	--	跳过[
`omnimsc_handover_attempt_count`	Counter	`type`	切换[（in int sub
`omnimsc_paging_attempt_count`	Counter	`result`	寻呼[suc
`omnimsc_peer_status`	Gauge	`peer`	SIP 0=
`omnimsc_ss_operation_count`	Counter	`operation`、`ss_service`	附加[
`omnimsc_ss_error_count`	Counter	`reason`	SS

指标	类型	标签	
`omnimsc_ussd_request_count`	Counter	`routing`	US hlr
`omnimsc_map_dialogue_duration`	Histogram	`operation`	MA
`omnimsc_call_release_count`	Counter	`type`	呼叫[

标签值

omnimsc_location_update_complete_count -- `type` 标签区分 3GPP TS 24.008 中的位置更新类型：

值	描述
`imsi_attach`	IMSI 附加（订阅者开机）
`normal`	正常位置更新（订阅者移动到新位置区域）
`periodic`	定期位置更新（T3212 计时器到期）
`guest`	接受的访客订阅者（未知 IMSI，□地访客配置）

omnimsc_auth_failure_count -- `reason` 标签标识失败原因。认证 FSM 当前发出单一值：

值	描述
`auth_failed`	认证失败（SRES/RES 不匹配或 MS 报告的失败）

omnimsc_paging_attempt_count -- `result` 标签跟踪寻呼结果：



值	描述
`dispatched`	寻呼已发送到 BSC(s)
`success`	订阅者对寻呼作出响应
`timeout`	最大重试次数耗尽且未响应

omnimsc_peer_status -- `peer` 标签通过其配置名称标识远程对等体（例如，Default-GW、International-GW、MSC-02）。

omnimsc_ss_operation_count -- `operation` 标签标识 SS 操作（register、erase、activate、deactivate、interrogate）���`ss_service` 标签标识目标服务（cfu、cfb、cfnry、cfnrc、cw、clip、clir、baoc、baoic）。

omnimsc_ussd_request_count -- `routing` 标签区分□地处理的 SS 请求和转发到 HLR 的请求：

值	描述
`local_ss`	请求由 MSC □地处理
`hlr_relay`	请求通过 MAP 转发到 HLR

omnimsc_call_release_count -- `type` 标签区分呼叫方向：

值	描述
`mo`	移动发起的呼叫已释放
`mt`	移动终止的呼叫已释放
`unknown`	释放时未确定方向

示例 **PromQL** 查询

以下查询是仪表板和警报规则的有用起点。

活动呼叫监控 -- 当前 MSC 的呼叫负载：

```
omnimsc_active_calls_count
```

呼叫速率 -- 每秒释放的呼叫，五分钟平均：

```
rate(omnimsc_call_release_count[5m])
```

认证失败比率 -- 按原因计算的每秒认证失败：

```
rate(omnimsc_auth_failure_count[5m])
```

对等体可用性 -- 识别当前故障的对等体：

```
omnimsc_peer_status
```

SMS 吞吐量 -- 每秒 SMS 消息：

```
rate(omnimsc_sms_sent_count[5m])
```

按类型的位置更新速率 -- LU 活动的细分：

```
sum by (type) (rate(omnimsc_location_update_complete_count[5m]))
```

按服务的 **SS** 操作速率 -- 附加服务活动：

```
sum by (ss_service) (rate(omnimsc_ss_operation_count[5m]))
```

USSD 路由细分 -- 本地与 HLR 转发的 USSD 请求：

```
sum by (routing) (rate(omnimsc_ussd_request_count[5m]))
```

警报系统

OmniMSC 为需要操作员注意的条件发出和清除警报。每个警报都有一个严重性级别和一个唯一标识符。

警报类型

警报	严重性	描述
`sctp_link_down`	Critical	SCTP 与 STP 的关联丢失
`hlr_unreachable`	Critical	HLR 未对 MAP 操作作出响应
`cdr_write_failure`	Major	CDR 文件写入错误
`overload`	Major	系统过载阈值超出

警报遥测事件

警报子系统发出可被外部监控系统消费或附加到 Prometheus 指标的遥测事件：

事件	描述
`[:omnimsc, :alarm, :raised]`	当检测到警报条件时发出。元数据包括 alarm_id、severity、source 和描述性文[]。
`[:omnimsc, :alarm, :cleared]`	当警报条件得到解决时发出。元数据包括 alarm_id、severity 和 source。

警报保持激活状态，直到基础条件得到解决，此时发出清除事件。相同 alarm_id 的多次触发在没有中介清除的情况下会被去重。

健康端点

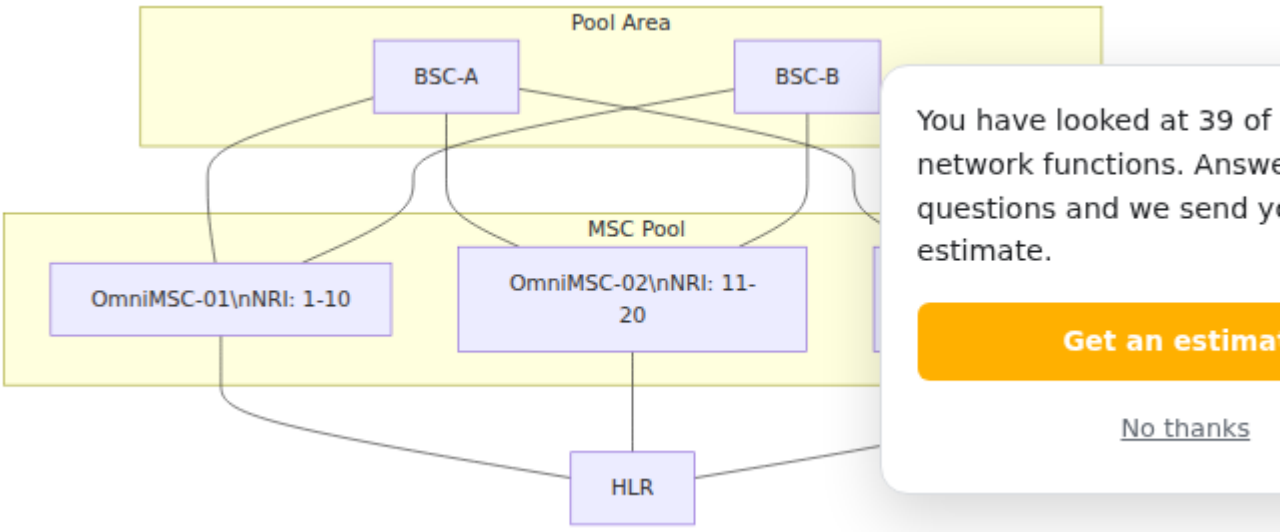
OmniMSC 提供健康检查端点供负载均衡器和编排系统使用。

GET /api/health 返回整体系统健康状态。响应指示 MSC 是否正常运行并接受流量。健康响应确认核心子系统（VLR、CC、MAP 客户端、SIP 栈）正在运行。不健康响应则表示一个或多个关键子系统已失败。

此端点适用于 Kubernetes 活性和就绪探针，或用于传统部署中的负载均衡器健康检查。

□□□□

GET /api/status □□□□



MSC 池和 NRI

文档描述了 OmniMSC 由 Omnitouch 实现的 MSC-in-Pool 架构，符合 3GPP TS 23.236。池化允许多个 MSC 服务器共享一个公共池区域，实现 MSC 之间的负载分配和对单个 MSC 故障的弹性。

有关池感知路由行为，请参见 Routing。有关 Web 界面中的池页面，请参见 Control Panel Guide。有关配置参数，请参见 Configuration Reference。有关 TMSI 分配的详细信息，包括无回滚设计和 NRI 嵌入，请参见 Security。

MSC-in-Pool 概念

在传统架构中，每个 BSC 连接到单个 MSC。如果该 MSC 发生故障，则所有由其 BSC 提供服务的用户都将失去服务。MSC 池化通过允许 BSC 同时通过 A-Flex 接口连接多个 MSC 来解决此限制。池中的任何 MSC 都可以为来自池区域内的任何 BSC 的任何用户提供服务。

使池操作成为可能的关键机制是网络资源标识符（NRI），这是嵌入在 TMSI 中的位字段，用于标识分配该 TMSI 的 MSC。当用户向 BSC 提交 TMSI 时，BSC 提取 NRI 并将信令路由到正确的 MSC。如果该 MSC 不可用，BSC 将从池中选择一个替代 MSC，接收 MSC 在地处理该用户。

每个 BSC 与池中的每个 MSC 维护 SCTP 关联。对于返回的用户，BSC 使用 TMSI 中的 NRI 选择最初注册该用户的 MSC。对于新用户（无 TMSI 或空 NRI），BSC 使用轮询或基于负载的选择。

网络资源标识符（NRI）

NRI 编码在 MSC 分配的 32 位 TMSI 中。8 个最高有效位（位 31-24）被保留；NRI 字段从位 23 开始，并向下延伸 `nri_bitlength` 位。剩余的低位（位 `23 - nri_bitlength` 到位 0）是 TMSI 的随机部分。NRI 字段的长度是可配置的，并且必须在所有池成员之��保持一致。

TMSI 位布局

对于 10 位 NRI，保留字段是位 31-24（8 位），NRI 占据位 23-14（10 位），随机部分是位 13-0（14 位）：

默认的 NRI 位长度为 10，支持最多 1024 个不同的 NRI 值。较小的部署可以使用更少的位。随机部分始终为 `24 - nri_bitlength` 位宽。

NRI 位长度	最大 **NRI** 值	剩余（随机）**TMSI** 位
5	32	19
8	256	16
10	1024	14

“空 NRI”（默认值 0，通过 `null_nri` 可配置）表示该 TMSI 未由任何池成员分配。提交空 NRI 的用户被视为新用户，并在□地接受，分配新的 TMSI。

TMSI 分配

当池模式处于活动状态时，OmniMSC 在每个分配的 TMSI 中嵌入其分配的 NRI 值。分配过程生成一个随机的 32 位基础 TMSI，然后用 MSC 指定的 NRI 值覆盖 NRI 位字段。这确保池区域内的任何 BSC 都可以通过检查 TMSI 确定哪个 MSC 拥有给定的用户。有关一般 TMSI 分配和确认行��（包括无回滚设计选择），请参见 Security。

MSC 使用其第一个配置的 NRI 值作为新分配的默认值。所有分配给 MSC 的 NRI 值在评估传入 TMSI 时都被视为“□地”。

配置

池成员资格在 MSC 配置中的池键下进行配置（请参见 Configuration Reference）。基□参数如下：

参数	默认	描述
enabled	false	池化的主开关。必须设置为 `true`，以使池配置生效；当为 `false`（或缺失）时，MSC 在独立（非池化）模式下运行。
pool_id	nil	池标识符。所有在同一池中的 MSC 必须共享相同的 pool_id。
nri_bitlength	10	用于 TMSI 中 NRI 字段的位数。必须在所有池成员之间保持一致。有效范围：1 到 10。
nri_values	(空列表)	此 MSC 实例拥有的 NRI 值列表。由此 MSC 分配的 TMSI 将包含这些值之一。NRI 范围在池成员之间不得重叠。
members	(空列表)	池中其他 MSC 实例的列表。每个成员条目包括逻辑名称、地址、端口和分配的 NRI 值。用于基于 NRI 的用户中继和健康监测。

成员列表中的每个成员条目需要：

参数	描述
name	远程池成员的逻辑名称
address	远程 MSC 的 IP 地址或主机名，用作健康存活探测的目标
port	远程 MSC 上的信令端口（默认 2905），通过 TCP 或 SCTP 连接尝试探测成员健康
nri_values	分配给远程成员的 NRI 值，用于识别哪个 MSC 拥有给定的 TMSI

外部 **NRI** 处理

当用户提交一个包含属于不同池成员的 NRI 的 TMSI 时，接收 MSC 必须决定如何处理该用户。这种情况发生在 BSC 的基于 NRI 的选择功能（NNSF）路由到错误的 MSC，或者当拥有 MSC 不可用时。

池管理器始终在□地接受用户，并使用□地 NRI 值重新分配 TMSI。解决用户身份的决策取决于拥有 MSC 的健康状态：

拥有 **MSC** 状态	行为
可达	向拥有 MSC 发送 MAP SendIdentification 以检索 IMSI 和认证向量，然后使用接收到的身份继续位置更新
不可达	通过身份请求直接从 UE 请求 IMSI，然后从 HLR 获取认证向量
未知	与不可达相同的行为；从 UE 请求 IMSI

在所有情况下，用户在接收 MSC 处使用包含□地 NRI 值的新 TMSI 重新注册。

池成员健康跟踪

池中的每个 MSC 监控其他池成员的健康。健康状态是按成员跟踪的，并直接影响外部 NRI 处理行为。

成员状态	描述	对外部 **NRI** 处理的影响
Up	成员对健康探测做出响应	通过向拥有 MSC 发送 MAP SendIdentification 来识别外部 NRI 用户
Down	成员在□□时期间未作出响应	通过请求 UE 的 IMSI 来识别外部 NRI 用户
Unknown	健康探测完成前的初始状态	与 Down 相同处理
Draining	成员已宣布进行维护排空	不再中继新用户；现有会话保持直到完成

当池成员重新启动时，它会向所有池成员广播 MAP Reset。接收 MSC 将所有原□属于重置 MSC 的用户记录标记为在下次联系时重新注册。健康状态变化通过 PubSub 广播到控制面板，以实现实时可见性。

滚动升级程序

池架构通过逐个排空和升级一个 MSC 来实现零停机时间的升级。

1. 通过控制面板或 API 将目标 MSC 设置为排空状态。BSC 停止向该 MSC 发送新用户；现有会话继续。
2. 等待活动通话自然完成。监控仪表板上的活动通话数量。
3. 向任何剩余的 BSC 连接发出清除命令。
4. 停止 MSC 进程。剩余用户将在下次联系时在其他池成员上重新注册。
5. 应用软件更新或配置更改。
6. 启动升级后的 MSC。它与 BSC 建立 SCTP 关联，并通过 MAP Reset 宣布自己。
7. MSC 开始接受新用户。BSC 将其包含在选择算法中。
8. 在池页面上验证健康：成员状态为 Up，NRI 分配正确，用户正在注册。

对池中的每个 MSC 重复此过程。

池 **LiveView** 页面

控制面板中的池页面显示：

- 池标识：池 ID、□地 NRI 值、NRI 位长度。
- 成员状态表：名称、地址和端口、NRI 范围、健康状态（Up、Down 或 Draining）、最后探测时间戳以及每个成员的用户数量。
- NRI 分布图：用户在 NRI 范围内的可视分布。
- 外部 NRI 事件：最近的外部 NRI 遇到情况，显示提交的 TMSI、拥有 MSC 和结果（通过 MAP SendIdentification 中继、通过 IMSI 请求解决或失败）。
- 池统计信息：总池用户、□地与外部 NRI 比率、中继成功率。

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 23.236	RAN 节点到多个 CN 节点的域内连接	MSC 池架构、NRI 格式、BSC 选择
TS 23.012	位置管理程序	VLR 与池操作的交互
TS 29.002	MAP 规范	MAP SendIdentification、用于池协调的 MAP Reset
TS 48.008	BSC-MSC 接口 (A-Flex)	用于池感知 BSSAP 信令的 A-Flex 扩展

路由

□文档描述了Omnitouch的OmniMSC如何分析被叫号码、选择路由并将呼叫传递到目的地。它涵盖了号码分析管道、路由表、支持的目的地类型、GMSC功能和路由管理接口。

有关呼叫流图示如何将路由与呼叫设置集成的信息，请参见呼叫流图。有关路由表配置参数的信息，请参见配置参考。有关SIP对等体健康监控的信息，请参见SIP中继。有关ISUP中继组的详细信息，请参见ISUP中继。有关通过控制面板进行路由管理的信息，请参见控制面板指南。

号码分析

当呼叫发起时，OmniMSC对被叫号码进行分类，以确定其类型并将其标准化为E.164格式。分类遵循优先顺序，并使用部署的路由配置（国家代码、国家前缀、国际前缀、紧急号码和短代码）。

分类顺序

号码分析引擎按���序评估被叫号码与以下类别的匹配。第一个匹配的优先级最高。

优先级	号码类型	检测规则	标准化
1	紧急	与配置的紧急号码列表进行精确匹配（默认 `["112", "911", "110"]`；可由运营商配置）	不变；路由提示设置为 :emergency
2	短代码	与配置的短代码表进行精确匹配，每个代码映射到一个服务类型（运营商协助、目录查询等）	不变；路由提示设置为服务类型原子
3	国际	号码以 "+" 开头或以配置的国际前缀开头（默认 "00"）	去掉国际前缀并在前面加上 "+" 以生成 E.164
4	国内	号码以配置的国家前缀开头（默认 "0"）	去掉国家前缀，然后在前面加上 "+" 以生成 E.164
5	□地	任何不匹配上述的剩余号码	国家代码和地区代码在前面加上 "+" 以生成 E.164

分类后，标准化的 E.164 号码被传递到路由表进行最长前缀匹配。

路由表

路由表是一个由ETS支持的数据结构，将号码前缀映射到目的地。它是OmniMSC中所有出站呼叫路由的中央决策点。

最长前缀匹配

当一个号码被提交进行路由时，路由表从完整号码长度迭代到单个数字，在每一步检查匹配的前缀。找到的第一个（最长）匹配将被使用。如果没有找到特定前缀的匹配，表将回退到默认路由（前缀为空字符串）。如果没有默认路由，呼叫将因无路由到目的地而失败。

优先级排序

每个路由条目都带有一个数字优先级值。较高的值优先级更高。优先级在路由表显示时以及管理重叠条目时使用。紧急路由应配置为最高优先级（例如，100），以确保它们永远不会被不够具体的条目覆盖。

示例路由表

以下表格说明了路由表如何解析不同的被叫号码。

前缀	类型	目的地	优先级	目的
000	:sip	SIP对等体 "Default-GW"	100	紧急号码 — 路由必须匹配 `psap_address`
04	:local	VLR用户	50	澳大利亚手机号码
0412	:sip	SIP对等体 "Mobile-GW"	50	特定手机前缀路由到SIP网关
001	:sip	SIP对等体 "International-GW"	10	国际拨号前缀
07	:isup	中继组 "Mobile-Interconnect"	10	通过SS7的移动互联
08	:sip_with_failover	主: SIP对等体 "Primary-SIP-GW", 故障转移: ISUP中继 "Backup-ISUP"	10	SIP与自动ISUP回退
09	:sip_i	SIP-I对等体 "MSC-02-SIP-I"	10	SIP与封��的ISUP到对等MSC
(空)	:sip	SIP对等体 "Default-GW"	1	捕获所有默认路由

有了这个表:

拨打号码	匹配前缀	目的地	原因
000	000	SIP: Default-GW	紧急前缀的精确匹配
0412345678	0412	SIP: Mobile-GW	最长匹配（4位数优于2位数的 "04" 条目）
0498765432	04	□地 VLR 用户	匹配 "04" 但不匹配 "0412"
0011234567	001	SIP: International-GW	最长匹配（3位数）
0312345678	(空)	SIP: Default-GW	没有前缀匹配；回退到默认

路由类型

OmniMSC支持路由表中的以下目的地类型。

紧急呼叫

紧急呼叫不是单独的路由类型。MSC通过CC紧急设置消息类型（3GPP TS 24.008 §9.3.8，消息类型0x0E）和CM服务请求类型（`:emergency`）检测紧急呼叫。尝试进行身份验证，但无论结果如何，呼叫都将继续。如果身份验证成功，则建立加密；否则，呼叫将不进行加密。

紧急设置消息不携带被叫方BCD号码 — 手机仅发送可选的承载能力IE和紧急服务类别IE。MSC使用紧急配置中的`psap_address`作为路由表查找的被叫号码。该号码随后通过正常的路由表路由，就像其他呼叫一样。它匹配的路由条目可以是任何类型（`:sip`、`:isup`、`:sip_i`等）。

示例：将紧急呼叫路由到名为 "Default-GW" 的SIP对等体：

```
# □由表 — psap_address "000" 将匹配此条目
%{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100}

# 紧急配置 — psap_address 用作被叫号码
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  psap_address: "000"
```

如果身份验证失败，则呼叫方的IMEI将用作呼叫方号码，而不是MSISDN。紧急号码也会在号码分析期间被检测到，并且可以在路由表查询之前触发紧急处理。

:local

将呼叫路由到注册在□地VLR的用户。MSC在VLR中查找被叫MSISDN，通过适当的BSC或RNC对用户进行寻呼，并通过A接口或Iu-CS接口建立呼叫。

:sip

通过发送SIP INVITE将呼叫路由到配置的SIP对等体。路由条目通过名称指定对等体；对等体的IP地址、端口、传输和编解码器配置从SIP对等体表中解析。中继路由器验证对等体是否可达（状态不是 "down"）并且对等体是否有可用通道，然后再进行路由。

:isup

通过SS7 ISUP中继组路由呼叫。路由条目指定中继组名称、目的地点代码和CIC（电路识别代码）范围。中继路由器从中继组中分配一个空闲电路，构建初始地址消息（IAM），并通过M3UA/SCTP传输发送到远程交换机。

:sip_i

将呼叫路由到SIP-I对等体，其中完整的ISUP消息封装在SIP主体内。SIP-I在互通过程中保留所有ISUP信息元素，避免了标准SIP-ISUP转换中可能发生的信息丢失。有关协议详细信息，请参见SIP-I中继。

:sip_with_failover

首先通过主SIP对等体尝试呼叫。如果SIP对等体不可达、返回5xx错误或超时，中继路由器会自动通过配置的ISUP故障转移中继组重试呼叫。此目的地类型需要一个SIP对等体名称（主）和一个具有点代码的ISUP中继组（故障转移）。

:gmsc

调用网关MSC功能。MSC向HLR发送MAP SendRoutingInfo请求，以获取被叫用户的MSRN（移动台漫游号码），然后使用返回的MSRN将呼叫路由到服务MSC。有关详细信息，请参见下面的GMSC功能部分。

:transit

将呼叫作为中继呼叫在中继类型之间路由，而不实例化完整的呼叫控制FSM。中继路由用于ISUP到SIP网关操作、SIP到ISUP互通、ISUP到ISUP串联切换和SIP到SIP代理中继。中继路由包括源上下文（传入中继类型和名称）以匹配来自特定中继的传入呼叫。

路由表管理

Web UI

OmniMSC控制面板中的路由和中继页面提供了一个选项卡界面，用于管理路由、ISUP中继组和SIP对等体。在路由表选项卡中，运营商可以通过模态表单添加、编辑和删除路由。路由更改立即生效，无需重启。启动时从配置加载的路由可以在运行时被覆盖。有关Web界面的详细信息，请参见控制面板指南。

REST API

路由也可以通过REST API以编程方式进行管理。

方法	端点	描述
GET	/api/routes	列出表中的所有路由
POST	/api/routes	添加路由。请求体包括前缀、类型、对等体（对于SIP类型）和优先级。
DELETE	/api/routes/{id}	通过其前缀删除路由（`id`路径参数是路由前缀）

路由查找测试

路由查找端点允许运营商和集成系统测试路由决策，而无需拨打电话。

方法	端点	描述
GET	/api/routes/lookup/:number	返回将为给定被叫号码选择的目的地，或者如果没有匹配则返回无路由指示

GMSC功能

当OmniMSC接收到一个未在□地VLR注册的移动用户的呼叫时，它可以根据3GPP TS 23.018充当网关MSC（GMSC）。GMSC功能弥补了呼叫网络与当前注册用户的访问MSC��间的差距。

MT呼叫路由流程

1. 来自PSTN中继或SIP网关的来电到达，被叫号码为用户的MSISDN。
2. 路由表查找返回该前缀的:gmsc目的地类型。
3. OmniMSC向用户的HLR发送MAP SendRoutingInfo（SRI）请求，提供被叫MSISDN。
4. HLR识别服务VLR并指示其分配一个移动台漫游号码（MSRN）。
5. HLR在SRI响应中将MSRN返回给OmniMSC。
6. OmniMSC使用MSRN将呼叫路由到服务MSC，具体取决于互联类型，可能是通过ISUP IAM或SIP INVITE。
7. 服务MSC对用户进行寻呼并完成MT呼叫设置。

MSRN池

OmniMSC维护一个MSRN池，以便在MT呼叫路由期间进行分配。当在地MSC对用户进行寻呼时，从池中分配一个MSRN，与用户的IMSI关联，并返回给查询的GMSC。一旦来电到达或分配超时，MSRN将被释放回池中。

池感知路由

当MSC池模式处于活动状态时（请参见MSC池和NRI），路由模块在MT呼叫路由期间考虑嵌入在用户TMSI中的NRI。如果用户的TMSI包含外部NRI（属于另一个池成员），MSC可以通过MAP SendIdentification将用户中继到拥有MSC，如果拥有MSC不可达，则在地重新注册用户，或者如果用户尚未在地重新注册，则将MT呼叫路由到拥有MSC。

当启用池模式时，基于NRI的路由是自动的，不需要显式的路由表条目。

号码分析流程

从被叫号码到目的地的完整路由决策流程经过以下阶段：

1. 呼叫禁止检查 — 如果用户被禁止进行此类呼叫，则呼叫将以GSM原因代码被拒绝。
2. CAMEL触发检查 — 如果CAMEL服务密钥匹配，则向SCP发送InitialDP。SCP可以修改被叫号码、连接到不同的目的地或释放呼叫。
3. 号码分析 — 被叫号码按上述描述进行分类和标准化。
4. 路由表查找 — 对路由表进行最长前缀匹配。
5. 目的地调度 — 根据匹配的目的地类型将呼叫交给适当的处理程序。

6. 故障转移（如适用） — 对于:sip_with_failover路由，SIP尝试失败会触发通过ISUP故障转移中继的自动重试。

ISUP中继组

每个ISUP中继组代表到远程SS7交换机的语音电路捆绑。中继组通过名称进行标识，并配置有目的地点代码和CIC范围。当路由选择ISUP中继组时，中继路由器从中继组中分配第一个空闲电路并发送IAM。

中继组支持优先级级别：主（首选）、溢出（当主电路耗尽时使用）和最后手段。仅选择活动中继组进行路由；跳过非活动或拥塞的中继组。

每个中继组跟踪占用、应答、忙、拥塞和释放计��器，以进行操作监控。

SIP对等体选择

SIP对等体代表远程VoIP网关、IMS节点或SIP中继提供商。每个对等体都配置有地址、端口、传输（UDP、TCP或TLS）、支持的编解码器和最大并发通道。

通过定期的SIP OPTIONS保持活动监控对等体健康。如果对等体停止响应，其状态将转换为 "down"，并且该对等体将被排除在路由之外。当路由通过名称指定SIP对等体时，中继路由器会验证对等体是否可达并且有可用容量，然后再进行路由。

3GPP规范参考

规范	标题	相关性
TS 23.018	基□呼叫处理	GMSC功能、MT呼叫路由、号码分析
TS 29.002	MAP规范	MAP SendRoutingInfo、MSRN分配
TS 23.078	CAMEL第4阶段	路由流程中的CAMEL触发处理

安全性

文档描述了OmniMSC实现的身份验证、加密和身份管理机制，包括GSM和UMTS身份验证、空中接口加密、TMSI分配和身份请求程序。有关加密算法和安全参数的配置，请参见配置参考。有关支持身份验证的MAP操作，请参见MAP操作。有关带有NRI编码的MSC池部署中的TMSI分配，请参见MSC池和NRI。

身份验证概述

OmniMSC支持GSM（2G）和UMTS（3G）身份验证，具体定义见3GPP TS 33.102和TS 24.008第4.3节。身份验证在位置更新期间执行，并且在呼叫设置和SMS事务期间可选。

MSC不存储长期用户凭据（Ki）。身份验证向量通过MAP SendAuthenticationInfo从HLR/AuC获取（参见MAP操作）。MSC将IMSI发送到HLR，HLR返回一组身份验证向量。然后，MSC向UE发起挑战并验证其响应。用户当前的身份验证状态和剩余元组计数在控制面板中可见 — 请参见控制面板指南。

UMTS AKA（身份验证和密钥协商）

UMTS身份验证和密钥协商提供了相互身份验证——网络验证用户，用户验证网络。这是配备USIM的终端的首选身份验证方法。

HLR返回五元组，每个元组包含五个值：

字段	大小	描述
RAND	128位	AuC生成的随机挑战
XRES	32-128位	预期响应，MSC用于验证UE
CK	128位	空中接口加密的密钥
IK	128位	空中接口完整性保护的完整性密钥
AUTN	128位	身份验证令牌，UE用于验证网络

MSC将RAND和AUTN发送给UE。USIM验证AUTN以验证网络，然后计算RES、CK和IK。MSC将返回的RES与XRES进行比较以验证用户。

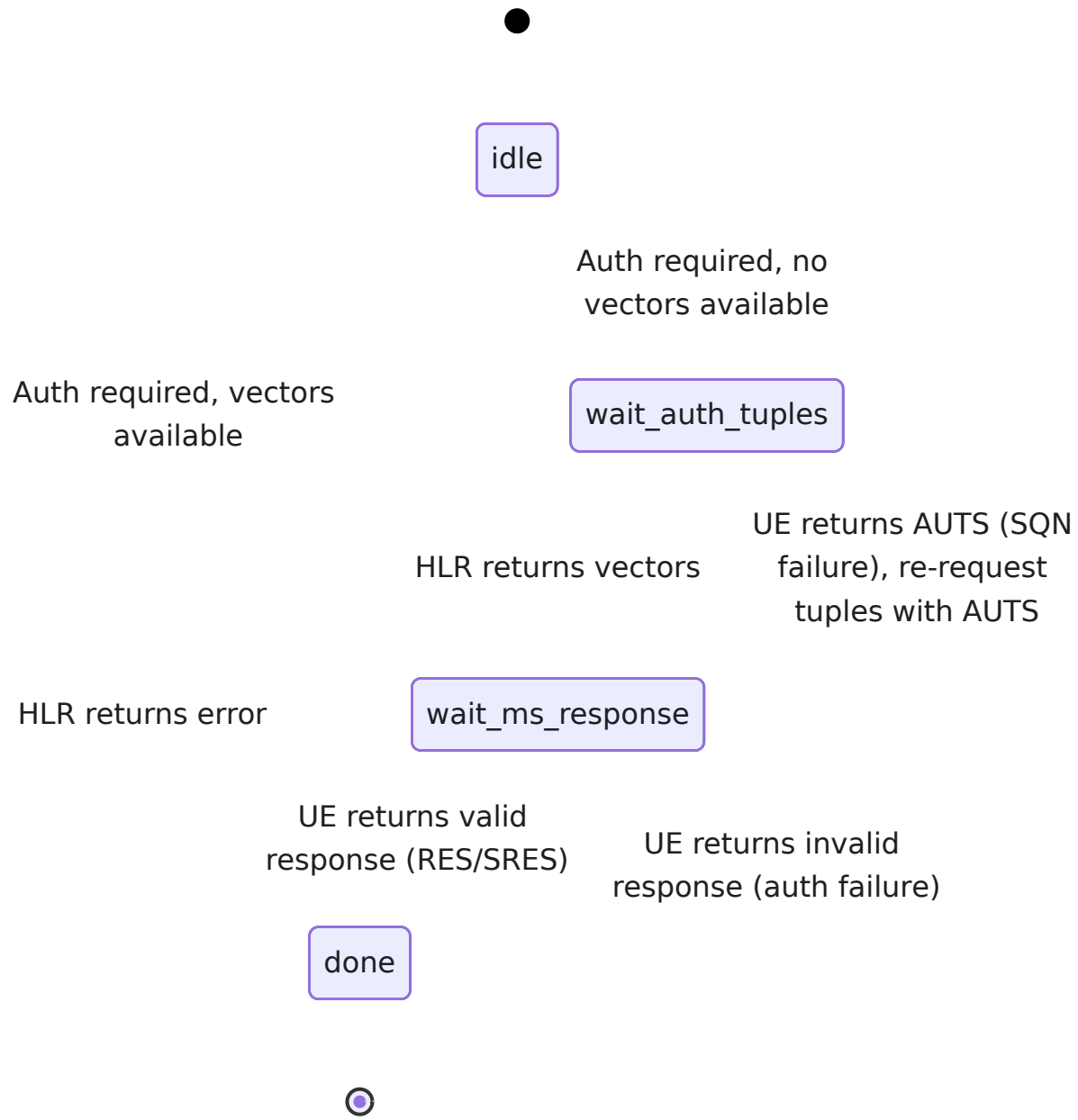
SQN重新同步

AUTN包含一个序列号（SQN），USIM检查该序列号以防止重放攻击。如果USIM确定SQN超出范围（例如，在长时间不活动或数据库恢复后），它将返回一个原因是“SQN失败”的身份验证失败，并包括一个112位的AUTS（重新同步令牌）。MSC在新的MAP SendAuthenticationInfo请求中将AUTS转发给HLR，使AuC能够重新同步其SQN计数器并返回新的向量。

GSM AKA

GSM身份验证对仅支持2G的用户（没有USIM应用的SIM）使用三元组。每个三元组包含：

字段	大小	描述
RAND	128位	随机挑战
SRES	32位	由SIM使用A3(Ki, RAND)计算的签名响应
Kc	64位	由SIM使用A8(Ki, RAND)计算的加密密钥



GSM身份验证是单向的：网络验证用户，但用户不验证网络。MSC发送RAND，SIM计算SRES和Kc，MSC将SRES与三元组中的预期值进行验证。

身份验证有限状态机状态

身份验证过程由VLR中的有限状态机管理。FSM跟踪每次身份验证尝试的进度。

在`wait_auth_tuples`状态中，MSC已发送MAP SendAuthenticationInfo，并在等待来自HLR的向量。在`wait_ms_response`状态中，MSC已向UE发送身份验证请求，并在等待响应。当UE报告序列号不匹配（AUTS）时，FSM重新进入`wait_auth_tuples` — 它通过发送携带AUTS重新同步令牌的MAP SendAuthenticationInfo重新请求来自HLR的新向量。没有单独的重新同步状态；重新同步作为返回到`wait_auth_tuples`来处理。

加密

在成功身份验证后，MSC启动空中接口加密以保护无线电路径上的信令和用户流量。

GERAN（通过**BSC**的**2G/3G**）

对于A接口，MSC向BSC发送BSSMAP加密模式命令，携带加密密钥（Kc）和所选的A5算法。BSC在无线电信道上激活加密并返回加密模式完成。

算法	安全性	描述
A5/1	中等	原始GSM加密，广泛部署
A5/3	强	基于KASUMI的加密，建议用于所有部署

UTRAN（通过**RNC**的**3G**）

对于Iu-CS接口，MSC向RNC发送RANAP安全模式命令，��带CK、IK以及所选的UEA（加密）和UIA（完整性）算法。RNC激活加密和完整性保护，并返回安全模式完成。

允许的**A5**配置

运营商配置允许的A5算法集。MSC选择网络配置和移动台报告的能力中支持的最强算法。

允许的算法以列表形式指定：`allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]`。MSC将此列表与MS类标能力进行交集，并选择强度最高的匹配项。如果没有共同算法且不允许A5/0，则MSC拒绝连接。

TMSI分配

MSC在成功的位置信息更新后为每个用户分配一个临时移动用户身份（TMSI）。TMSI在后续的寻呼和识别中替代IMSI，从而减少在空中接口上暴露永久身份的风险。

分配和确认

在完成身份验证、加密和HLR UpdateLocation交换后，MSC生成一个新的TMSI，并在位置更新接受消息中将其发送到移动台。MS存储TMSI并响应TMSI重新分配完成。

如果在重新分配计时器内未收到TMSI重新分配完成，MSC确认新的TMSI，而不是回滚。此设计选择防止MS成功存储新TMSI但确认在空中接口丢失的情况——回滚将使MSC和MS的TMSI不匹配，从而破坏后续的寻呼。

MSC池中的TMSI

在MSC池中运行时（3GPP TS 23.236），TMSI携带NRI（网络资源标识符）位，允许BSC将返回的用���路由到池中的正确MSC。NRI嵌入在TMSI中的可配置位范围内。当BSC收到包含TMSI的服务请求或寻呼响应时，它提取NRI并将信令路由到拥有该NRI范围的MSC。

有关MSC池配置和NRI分配，请参见MSC池和NRI。

身份请求

当MSC无法解析用户的身份时——例如，当呈现的TMSI在□地VLR中未找到（在MSC重启、池重新路由或VLR溢出后）——MSC向移动台发送身份请求，请求IMSI。

MS以身份响应的形式返回其IMSI。然后，MSC使用IMSI继续进行身份验证。该过程在3GPP TS 24.008第4.3.3节中定义。

身份请求还用于在需要设备检查时获取IMEI（国际移动设备身份）。

3GPP规范参考

规范	标题	相关性
TS 33.102	3G安全；安全架构	UMTS AKA、五元组、SQN重新同步、密钥层次
TS 24.008	移动无线电接口层3	身份验证请求/响应（第4.3节）、身份请求（第4.3.3节）、TMSI重新分配（第4.3.1节）
TS 43.020	与安全相关的网络功能	GSM A3/A8、A5加密算法
TS 48.008	MSC-BSS接口（BSSMAP）	加密模式命令/完成
TS 25.413	UTRAN Iu接口（RANAP）	安全模式命令/完成
TS 23.236	RAN节点与多个CN节点的域内连接	NRI分配、MSC池的TMSI结构
TS 29.002	MAP规范	MAP SendAuthenticationInfo

SGs 接口和电路交换回退（CSFB）

本文档描述了 Omnitouch 在 OmniMSC 中实现的 SGs 接口和电路交换回退 (CSFB)，符合 3GPP TS 29.118。SGs 接口将 MSC/VLR 连接到 MME，使得可以进行联合 EPS/IMSI 附加、通过 LTE 网络进行 CS 呼叫寻呼，以及在没有 CS 回退的情况下进行 SMS 传递。

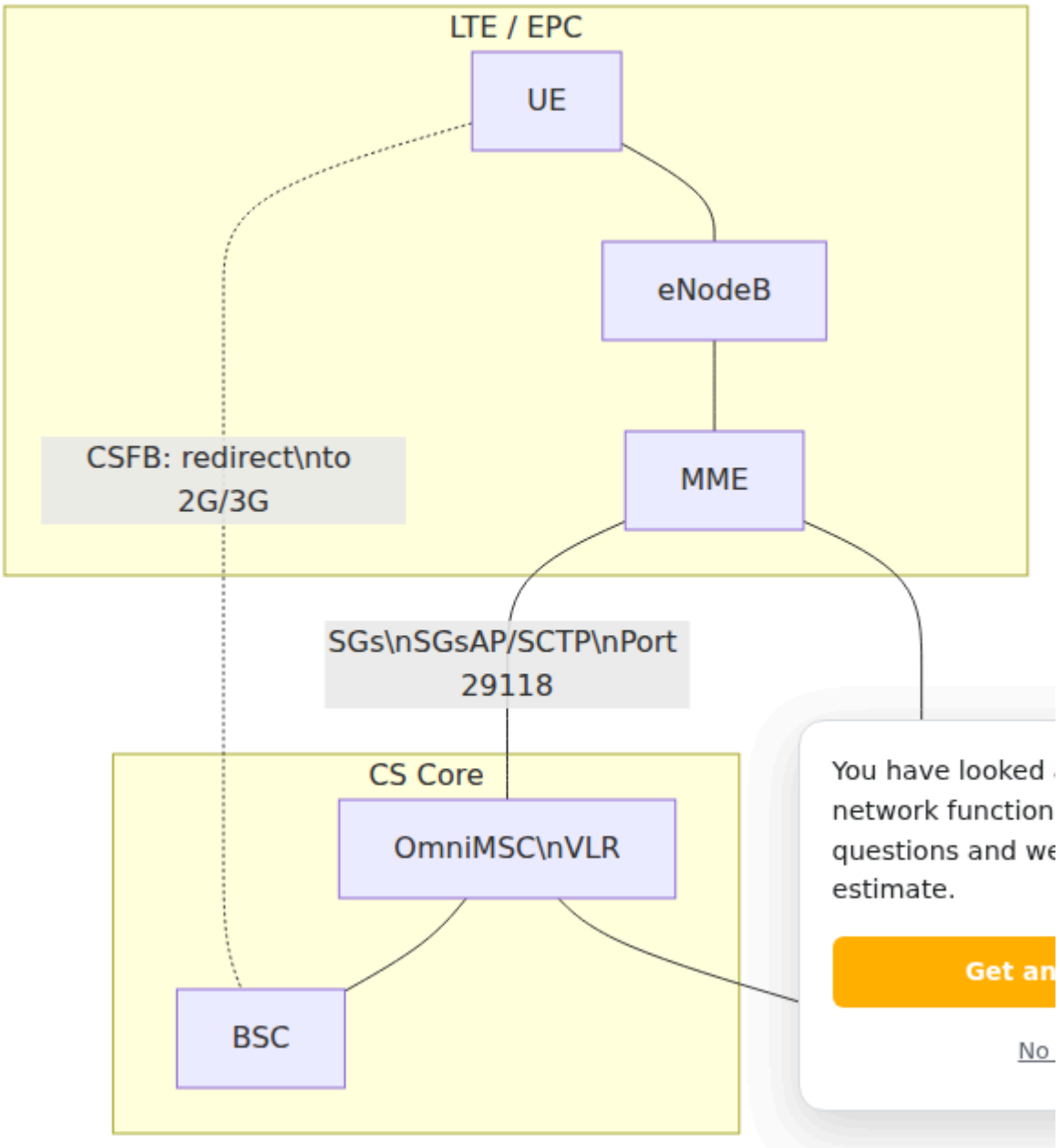
有关 CSFB MT 呼叫序列图，请参见 呼叫流程图。有关配置参数，请参见 配置参考。有关联合附加期间的身份验证，请参见 身份验证与安全。有关 SGs 上的 SMS，请参见 SMS。有关 CSFB 的 MSC 池考虑，请参见 MSC 池。

概述

在 LTE 网络中，MME 处理分组交换服务的移动管理。然而，LTE 在 VoLTE 部署之前并不原生支持电路交换语音。CSFB 允许 LTE 附加的用户接收和拨打电路交换语音电话和 SMS，通过回退到 2G/3G CS 域。

SGs 接口是 MSC/VLR 和 MME 之间的信令链路，通过 SCTP 传输 SGsAP 消息（默认端口 29118）。通过 SGs，MSC 可以：

- 执行联合 EPS/IMSI 附加，同时在 EPC 和 CS 域注册用户。
- 对 LTE 附加的用户进行寻呼以接收来电，触发回退到 GERAN 或 UTRAN。
- 在没有 CSFB 的情况下，将 SMS 传递给 LTE 附加的用户，通过 SGs 接口隧道传输 NAS PDU。



SGsAP 消息类型

SGs 接口根据 3GPP TS 29.118 传输以下 SGsAP 消息类型。

位置更新

消息	方向	目的
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST	MME 到 MSC	联合 EPS/IMSI 附加或周期性位置区域更新
SGsAP-LOCATION-UPDATE-ACCEPT	MSC 到 MME	位置更新已接受，包括新的 TMSI
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REJECT	MSC 到 MME	位置更新被拒绝，附带原因代码

寻呼和服务

消息	方向	目的
SGsAP-PAGING-REQUEST	MSC 到 MME	对 MT 呼叫或 MT SMS 进行寻呼
SGsAP-SERVICE-REQUEST	MME 到 MSC	用户响应 CS 寻呼（CSFB 进行中）
SGsAP-SERVICE-ABORT-REQUEST	MSC 到 MME	中止 CS 回退服务请求

SMS 隧道

消息	方向	目的
SGsAP-DOWNLINK-UNITDATA	MSC 到 MME	MT SMS 传递：NAS PDU 通过 SGs 传递给 UE
SGsAP-UPLINK-UNITDATA	MME 到 MSC	MO SMS 提交：NAS PDU 从 UE 通过 SGs 传递

分离

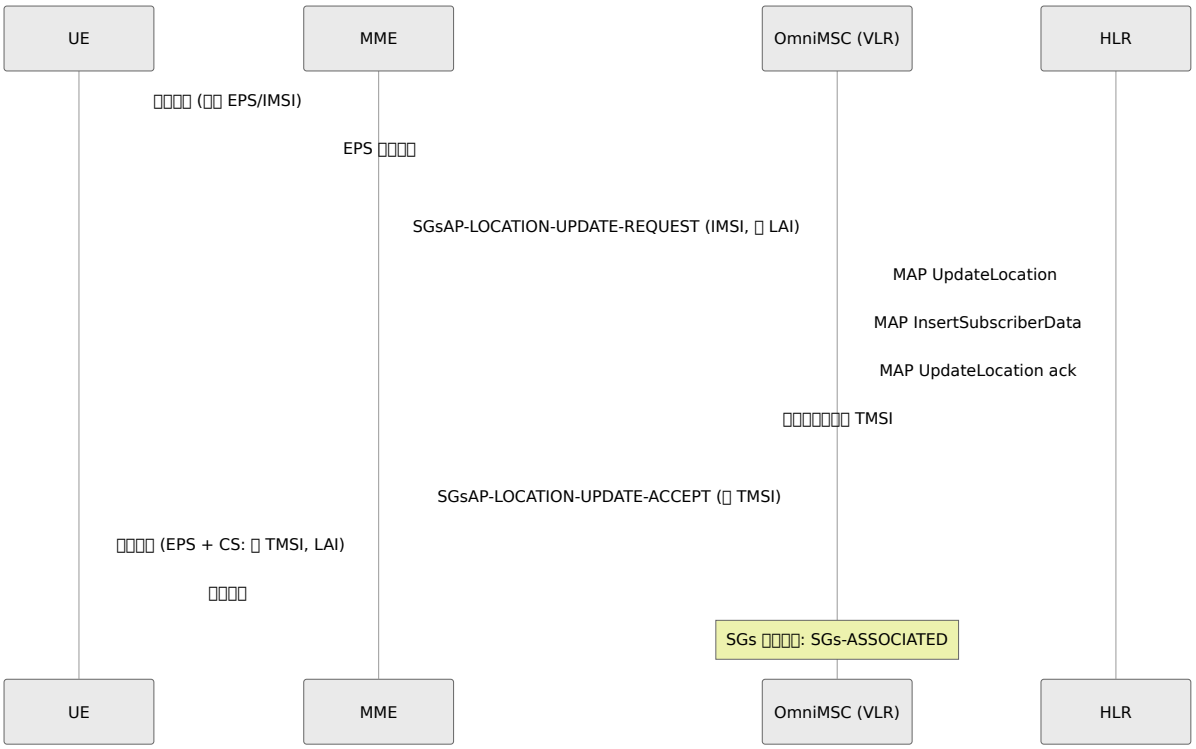
消息	方向	目的
SGsAP-EPS-DETACH-INDICATION	MME 到 MSC	用户从 EPS 分离
SGsAP-EPS-DETACH-ACK	MSC 到 MME	确认 EPS 分离
SGsAP-IMSI-DETACH-INDICATION	MME 到 MSC	用户 IMSI 分离
SGsAP-IMSI-DETACH-ACK	MSC 到 MME	确认 IMSI 分离

重置和状态

消息	方向	目的
SGsAP-RESET-INDICATION	任一方向	对端已重启；接收方必须重新注册受影响的用户
SGsAP-RESET-ACK	任一方向	确认重置指示
SGsAP-STATUS	任一方向	带有原因和错误消息的错误指示
SGsAP-MM-INFORMATION-REQUEST	MSC 到 MME	网络名称和时区信息
SGsAP-ALERT-REQUEST	MSC 到 MME	在寻呼失败后发出的警报请求
SGsAP-ALERT-ACK	MME 到 MSC	确认警报
SGsAP-UE-ACTIVITY-INDICATION	MME 到 MSC	UE 已变为活动状态
SGsAP-RELEASE-REQUEST	MSC 到 MME	释放该用户的 SGs 连接

联合 **EPS/IMSI** 附加

当 UE 在 LTE 中执行联合 EPS/IMSI 附加时，MME 向 MSC 发送 SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST。MSC 执行 VLR 位置更新，可能包括 HLR 查询，并以接受或拒绝的方式响应。接受后，用户同时在 EPC（通过 MME）和 CS 域（通过 MSC/VLR）中注册。

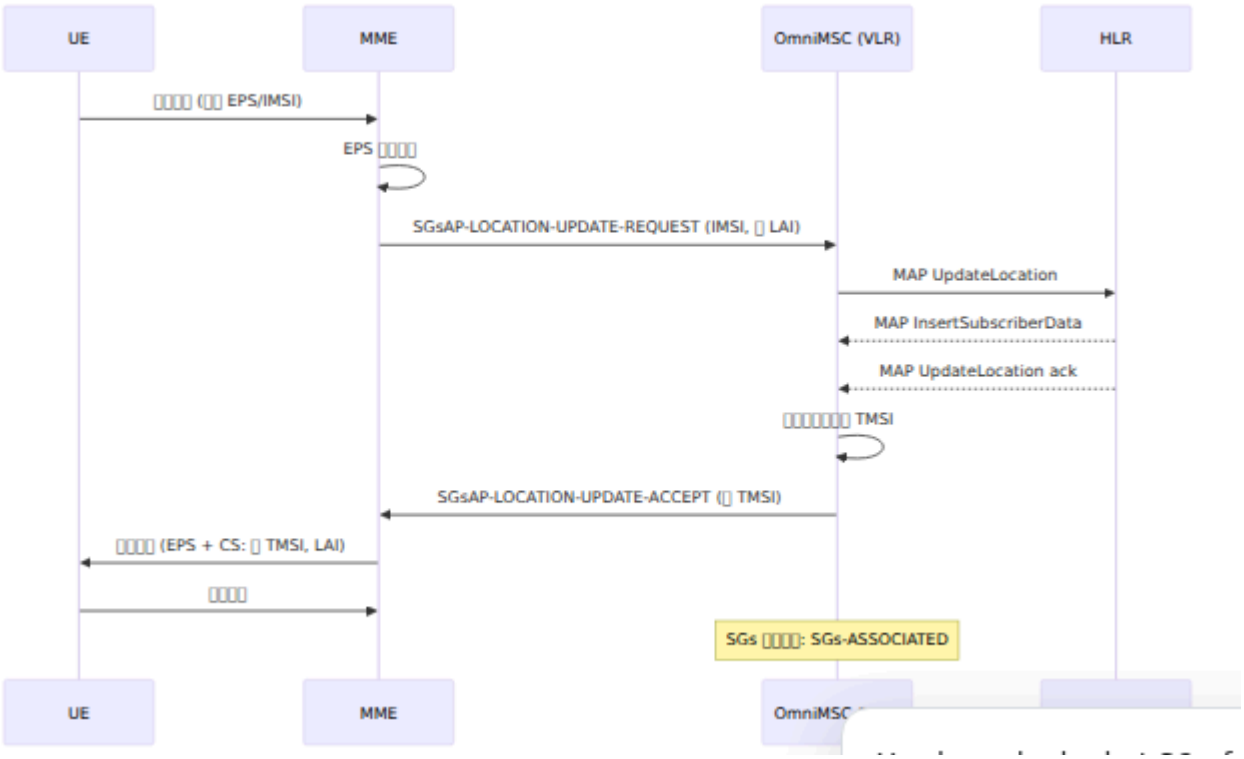


UE
MME
OmniMSC (VLR)
HLR
附加请求 (联合 EPS/IMSI)
EPS 附加过程
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST (IMSI, 新 LAI)
MAP UpdateLocation
MAP InsertSubscriberData
MAP UpdateLocation ack
存储用户，分配 TMSI
SGsAP-LOCATION-UPDATE-ACCEPT (新 TMSI)
附加接受 (EPS + CS: 新 TMSI, LAI)
附加完成
SGs 关联状态: SGs-ASSOCIATED
UE
MME
OmniMSC (VLR)
HLR

在成功的联合附加后，用户的 SGs 关联状态转换为 SGs-ASSOCIATED。MSC 现在可以通过 SGs 对用户进行寻呼，并在没有 CSFB 的情况下传递 SMS。

MT 呼叫通过 CSFB 寻呼

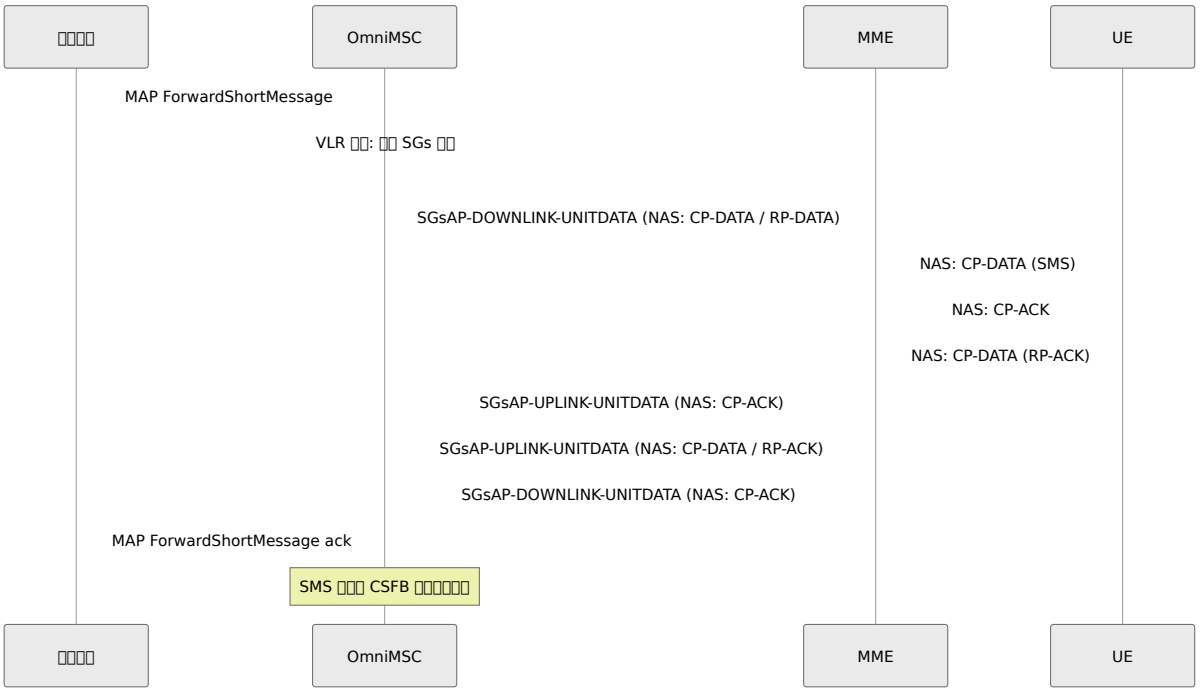
当一个 MT 呼叫到达通过 LTE 附加的用户（SGs 关联）时，MSC 通过 MME 而不是通过 BSCs 对用户进行寻呼。MME 指示 UE 回退到 2G 或 3G，呼叫通过 A 接口或 Iu-CS 接口进行。



UE CS BSC MT MSC-A BSC Clear Complete E-UTRAN/SGs RAN SGs BSSMAP

MT SMS SGs

SMS CSFB LTE MSC SGs SMS NAS PDU MME LTE UE CS

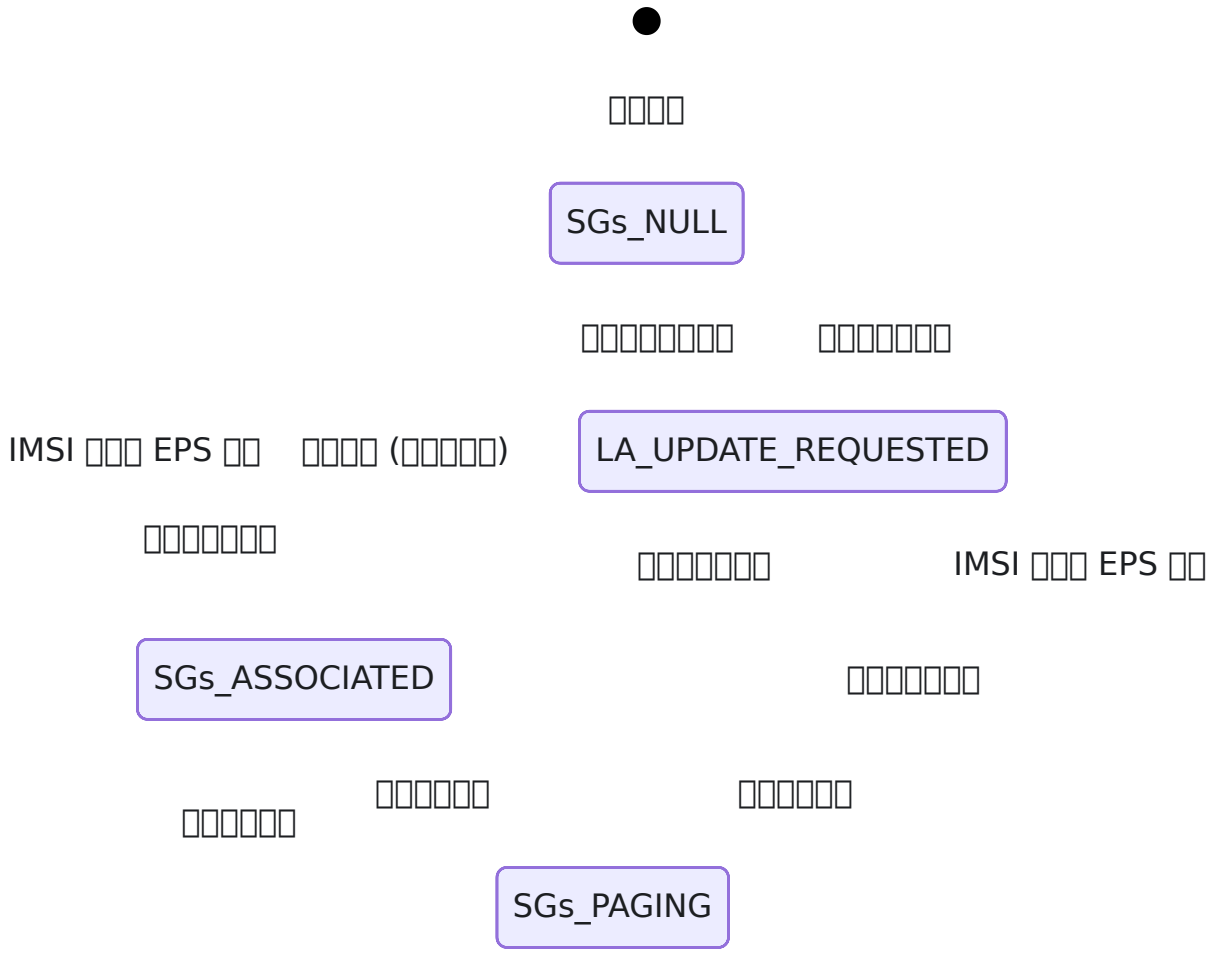


MO SMS 遵循相反的路径：UE 通过 MME 发送 SMS NAS PDU 作为 SGsAP-UPLINK-UNITDATA，MSC 将其转发到短信中心。

SGs 关联状态

每个用户的 SGs 关联作为状态机进行跟踪，符合 3GPP TS 29.118 第 4 节。

状态	描述
SGs-NULL	不存在 SGs 关联。无法通过 SGs 进行 CS 寻呼。这是初始状态。
LA-UPDATE-REQUESTED	位置更新正在进行中。MSC 已收到来自 MME 的请求，但尚未完成 HLR 更新。
SGs-ASSOCIATED	用户具有有效的 SGs 关联。MSC 可以通过 SGs 进行寻呼并在没有 CSFB 的情况下传递 SMS。
SGs-PAGING	已向 MME 发送 CS 寻呼请求，MSC 正在等待用户的响应。从 SGs-ASSOCIATED 进入寻呼请求；在服务请求或寻呼拒绝时返回 SGs-ASSOCIATED。



初始状态
SGs_NULL
收到位置更新请求
位置更新被拒绝
IMSI 分离或 EPS 分离
隐式分离（计时器到期）
LA_UPDATE_REQUESTED
位置更新已接受
新位置更新请求
IMSI 分离或 EPS 分离
SGs_ASSOCIATED
新位置更新请求
收到服务请求
收到寻呼拒绝
发送寻呼请求
SGs_PAGING

MME 跟踪

SGs 处理程序维护已知 MME 的注册表。每个 MME 通过其 FQDN（SGsAP 消息中的 MME 名称信息元素）进行识别。对于每个 MME，处理程序跟��:

- 用于发送出站消息的 SCTP 连接引用。
- 当前与该 MME 关联的 IMSI（用户）集合。

这种每个 MME 用户注册表使得能够进行有针对性的重置处理：当一个 MME 发生故障时，只有与该特定 MME 关联的用户受到影响。

MME 重置处理

重置程序确保在 MSC 或 MME 重启时状态一致性。

场景	发起者	接收方的操作
MSC 重启	MSC 向所有已知 MME 发送 SGsAP-RESET-INDICATION	每个 MME 重新发送 SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST 以其关联的用户，允许 MSC 重建 VLR 状态
MME 重启	MME 向 MSC 发送 SGsAP-RESET-INDICATION	MSC 将与该 MME 关联的所有用户标记为 SGs-detached（SGs-NULL 状态），并清除该 MME 的用户列表
SGs 链路故障	任一方检测到	双方将故障视为隐式重置

当 MSC 从 MME 接收到重置指示时，它会遍历所有注册在该 MME 下的用户，将每个用户转换为 SGs-NULL 状态，并清除该 MME 的用户集。在任何受影响用户的下一个联系（位置更新或寻呼响应）时，MSC 执行完全重新注册。

SGsAP 编解码器

SGsAP 消息的编码和解码由共享的 `sgs_ex` 库提供（`SgsEx.Codec`），OmniMSC 将其作为外部依赖项引入，而不是作为内部���块。该编解码器根据 3GPP TS 29.118 中定义的格式处理 SGsAP 消息，处理二进制 SGsAP 消息类型八位字节和信息元素（IEs），支持每种消息类型的所有强制和可选 IEs。编码消息通过 SCTP 传输；解码消息被调度到 SGs 处理程序进行处理。

配置

SGs 接口在 MSC 配置中的 sgs 键下进行配置。

参数	默认值	描述
listen_port	29118	用于来自 MME 的 SGsAP 连接的 SCTP 监听端口。端口 29118 是根据 TS 29.118 定义的 SGs 的 3GPP 端口。设置 `listen_port: 0` 将禁用 SGs 传输（不打开套接字），这对于测试部署非常有用。
vlr_name	（必需）	FQDN 格式的 VLR 名称，用于 SGsAP 消息。MME 使用此信息来识别 VLR。必须与 MME 端配置的 VLR 名称匹配。

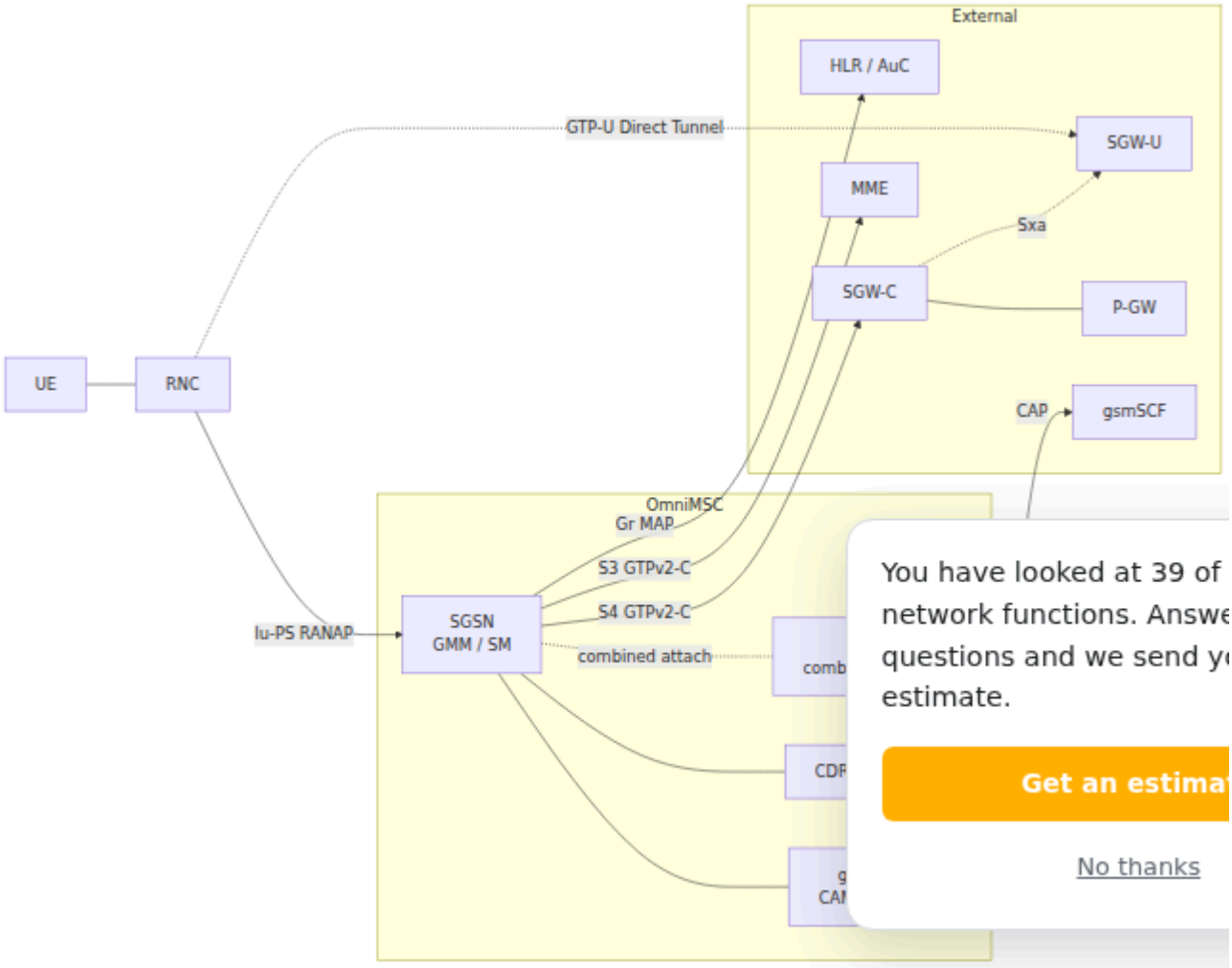
RAN 类型：通过 SGs 的 E-UTRAN

MSC-A 状态机支持通过 SGs 的 E-UTRAN 作为一种独特的 RAN 类型 (:eutran_sgs)。当用户 SGs 关联时，MSC-A FSM 调整其对 SGs 接口的行为：

- 不使用 BSSMAP 连接管理；没有 Clear Command / Clear Complete 交换。
- 通过 SGsAP-PAGING-REQUEST 向 MME 进行寻呼，而不是通过 BSSMAP 寻呼到 BSCs。
- SMS 传递使用 SGsAP 下行/上行单元数据，而不是通过 A 接口的 DTAP。
- 一旦用户回退到 GERAN 或 UTRAN（在 CSFB 之后），连接将转换为呼叫剩余时间的相应 RAN 类型。

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 29.118	MME-VLR SGs 接口规范	SGsAP 协议、消息格式、程序
TS 23.272	EPS 中的电路交换回退	CSFB 架构、呼叫流程、SGs 上的 SMS
TS 23.012	位置管理程序	SGs 中使用的 VLR 位置更新程序
TS 24.008	移动无线接口第 3 层	通过 SGs 单元数据隧道传输的 NAS 消息



SGSN（分组域）

OmniMSC 包含一个集成的 **S4-SGSN**，为通过 **Iu-PS** 的 3G（UTRAN）用户提供分组交换（PS）域服务，将他们的数据会话锚定在与 LTE 相同的 S-GW/P-GW 上。单个节点为用户提供 CS 域（语音、短信）和 PS 域（分组数据）服务；组合接入在 SGSN 和 VLR 之间的进程中处理。

SGSN 默认禁用，并根据下面的 配置 启用。大多数外部依赖是可选的，因此实验室可以在完整的 HLR/DNS 环境存在之前，使用静态对等体和注入的凭据运行分组核心。

架构

直接隧道 被使用：GTP-U 用户平面直接在 RNC 和 S-GW-U 之间运行。SGSN 在承载设置期间中介隧道端点，但从不携带用户平面数据包。当 UE 变为空闲状态（PMM-IDLE）时，SGSN 将下行端点重新锚定回自身，以便 S-GW 缓冲并发送下行数据通知，而不是发送到已释放的 RNC（TS 23.060 §15.6）。

接口

接口	对等体	协议	目的	参考
Iu-PS	RNC	RANAP over SCCP/M3UA	NAS 传输、RAB 分配、重定位	TS 25.413
Gr	HLR / AuC	MAP over TCAP/SCCP	位置更新、认证向量、订阅	TS 29.002
S4	S-GW (SGW-C)	GTPv2-C	创建/修改/删除会话、寻呼	TS 29.274
S3	MME	GTPv2-C	3G-PS 到 LTE 的跨 RAT 移动	TS 29.274 §7.3
Gn/Gp (CAP)	gsmSCF	CAP over TCAP/SCCP	CAMEL GPRS 在线计费/控制	TS 29.078
GTP-U	RNC 到 S-GW-U	GTP-U（直接隧道）	用户平面（不通过 SGSN）	TS 29.281

Iu-PS、Gr、S3 和 CAP 重用 CS 侧已经运行的 SS7 和 GTPv2-C 堆栈。S3 和 Sv 共享 GTPv2-C 服务器；SRVCC Sv 接口保持在自己的套接字上。

配置

SGSN 读取 `config :omnimsc, :sgsn`，并且对于 GTPv2-C 接口，读取共享的 `config :gtpc, :service` 块。

```
config :omnimsc, :sgsn,
  enabled: true,
  # 此 SGSN 服务的□由区域（向 UE 广告）
  rai: %{mcc: "001", mnc: "01", lac: 1, rac: 1},
  # P-TMSI 分配池的 NRI 宽度（0 = 无池）
  nri_bits: 6,
  # 此 SGSN 的 S4/S3 控制平面 F-TEIDs 向 S-GW / MME 广告
  s4_f_teid: %{teid: "0a0a0a0a", ipv4: "10.0.0.10"},
  s3_f_teid: %{teid: "0b0b0b0b", ipv4: "10.0.0.10"},
  # GTP-C 恢复重启计数器（TS 23.007 §18）
  recovery: 1,
  # 静态分组核心对等体（在未启用 DNS 选择时使用）
  sgw: %{ip: "10.179.1.25", port: 2123},
  pgw_c: "10.179.1.21",
  # 当订阅不携带任何内容时，在创建会话时发送的默认 APN-AMBR
  default_apn_ambr: %{ul: 0, dl: 0},
  # 通过 DNS S-NAPTR 进行基于 APN 的 P-GW/S-GW 选择（可选；默认闭）
  pgw_dns: false,
  sgw_dns: false,
  # Iu 释放命令后的 Iu 释放保护计时器（毫秒）
  iu_release_guard_ms: 5000,
  # GMM / SM 重传计时器覆盖（毫秒）
  gmm_timers: %{t3350: 6000, t3360: 6000, t3370: 6000, t3312:
3_240_000},
  sm_timers: %{t3395: 8000},
  # 当 Gr 插入用户数据未连接时的订阅回退
  subscribed_apns: ["internet"],
  default_apn: "internet",
  wildcard_apn: false

config :gtpc,
  service: %{
    name: :s3,
    listen_ip: "10.0.0.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Omnimsc.Gtpc.Router,
    t3: 5000,
    n3: 3
  }
```

核心参数

参数	类型	必需	默认	描述
`enabled`	布尔	否	`false`	SGSN 进程树和接口的主开关。
`rai`	映射	是	-	路由区域标识符（`mcc`/`mnc`/`lac`/`rac`），向 UE 广告并用作服务网络。
`nri_bits`	整数	否	0	P-TMSI 中的 NRI 字段宽度；与 MSC 池对齐。`0` 禁用池化。
`s4_f_teid`	映射	是	-	SGSN S4 控制 F-TEID（`teid` 十六进制，`ipv4`），S-GW 用于承载信令。
`s3_f_teid`	映射	否	-	向 MME 广告的 SGSN S3 控制 F-TEID，用于跨 RAT 移动。
`recovery`	整数	否	0	GTP-C 恢复重启计数器（TS 23.007 §18）。在 SGSN 重启时递增。
`sgw`	映射	否	`%{ip: "10.179.1.25", port: 2123}`	静态 S-GW GTP-C 对等体，当 `sgw_dns` 关闭时使用。
`pgw_c`	字符串	否	`"10.179.1.21"`	静态 P-GW GTP-C 地址，当 `pgw_dns` 关闭时使用。
`default_apn_ambr`	映射	否	`%{ul: 0, dl: 0}`	当订阅未提供时，在创建会话中放置的 APN-AMBR（kbps）。`0/0` 避免拒绝非零值的实验室 S-GW。

参数	类型	必需	默认	描述
`pgw_dns`	布尔	否	`false`	通过 DNS S-NAPTR 根据请求的 APN 解析 P-GW（TS 29.303）。在任何 DNS 未命中时回退到 `pgw_c`。
`sgw_dns`	布尔	否	`false`	通过 DNS S-NAPTR 根据请求的 APN 解析 S-GW。在任何 DNS 未命中时回退到 `sgw`。
`iu_release_guard_ms`	整数	否	5000	在强制释放连接之前等待 RANAP Iu 释放完成的时间（TS 25.413 §8.5）。

计时器参数

参数	类型	默认（毫秒）	描述
`gmm_timers.t3350`	整数	6000	重传附加接受/RAU 接受/P-TMSI 重新分配等待完成（TS 24.008 §11.2.2）。
`gmm_timers.t3360`	整数	6000	重传认证和加密请求等待响应。
`gmm_timers.t3370`	整数	6000	重传身份请求等待身份响应。
`gmm_timers.t3312`	整数	3240000	移动可达/周期 RAU 计时器；到期（加宽限期）后，MM 和 PDP 上下文隐式分离（TS 24.008 §4.7.2.2）。
`sm_timers.t3395`	整数	8000	重传网络请求的停用 PDP 上下文请求等待接受（TS 24.008 §6.1.3.4.2）。

所有重传计时器在放弃程序之前最多限制为 5 次尝试。

订阅和 APN 参数

用于验证请求的 APN，当 Gr 插入用户数据未填充实时订阅时（见 Gr MAP）。当存在真实订阅时，它优先于这些静态值。

参数	类型	默认	描述
`subscribed_apns`	列表	`[]`	允许的 APN 名称。请求的 APN 如果不在此列表中将被拒绝，SM 原因 33（TS 24.008 §10.5.6.6）。空值禁用强制（接受任何）。
`default_apn`	字符串	-	当 UE 不请求任何内容时使用的 APN。如果未设置，则回退到唯一的订阅 APN。
`wildcard_apn`	布尔	`false`	当 `true` 时允许任何请求的 APN（通配符订阅）。

实验室注入接缝

这些键注入一个函数（或 `{module, function}`），以便在 SS7/HLR 环境完成之前，分组核心可以运行。它们是可选的；当未设置时，SGSN 跳过相应的外部往返，程序仍然完成。

参数	类型	描述
`quintet_source`	函数/`{m,f}`	提供 UMTS AKA 五元组 `(imsi, resync)` 作为身份验证挑战，而不是实时的 Gr SendAuthenticationInfo。
`gr_source`	函数/`{m,f}`	在附加时提供 HLR UpdateGprsLocation / Insert Subscriber Data 结果。当未设置时，附加过程在没有 Gr 注册的情况下进行。
`purge_ms_sink`	函数/`{m,f}`	当 SGSN 删除用户时接收 Purge MS 通知。

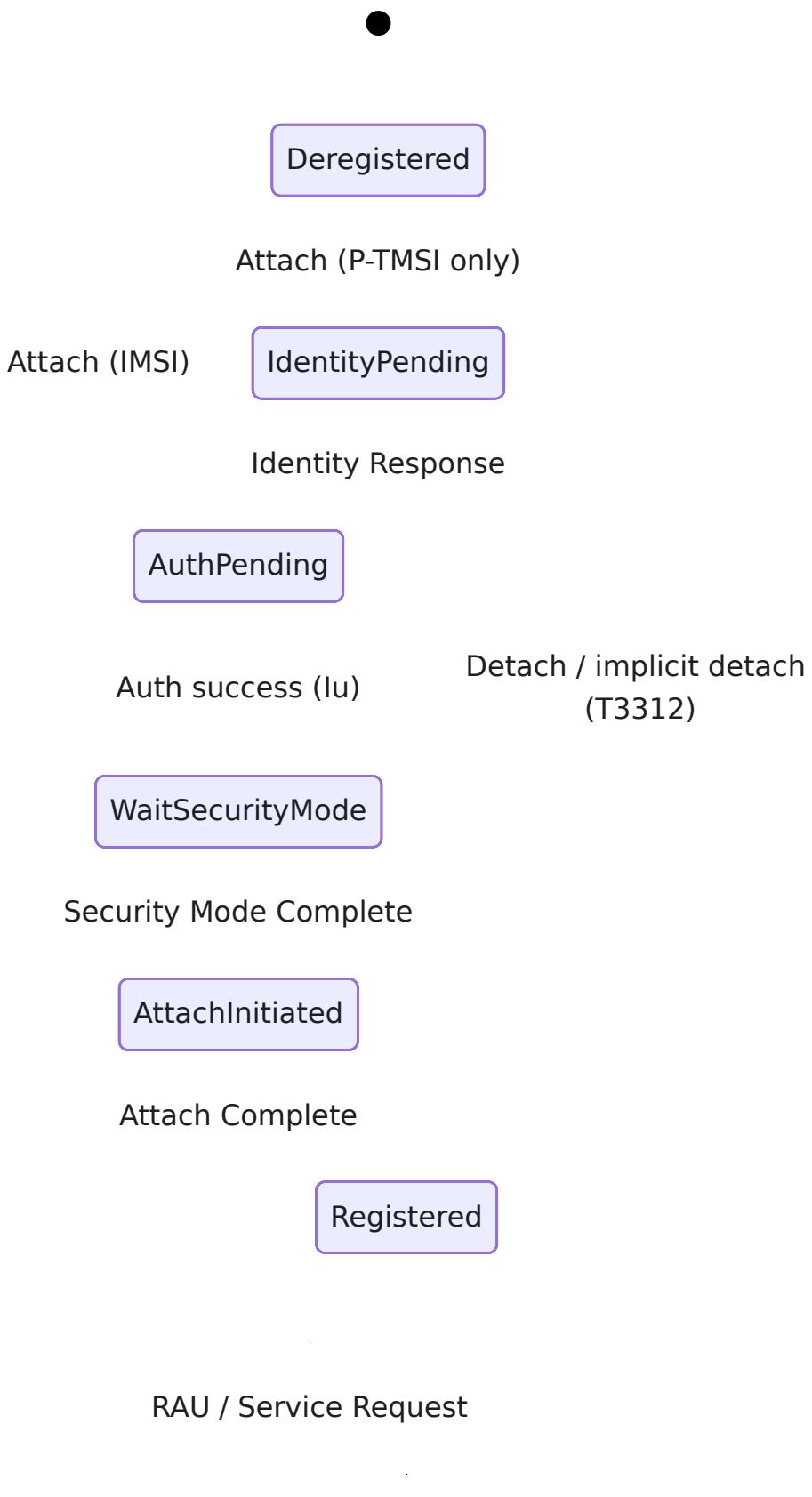
GTP-C 服务参数

参数	类型	必需	默认	描述
`name`	原子	是	-	服务名称；：`s3` 用于 SGSN 移动服务器。
`listen_ip`	字符串	是	-	GTPv2-C 服务器的绑定地址。
`listen_port`	整数	否	2123	GTP-C UDP 端口（TS 29.274）。
`control_module`	模块	是	-	`Omnimsc.Gtpc.Router` 将对等体发起的 S3/S4 消息路由到 SGSN。
`t3`	整数	否	5000	GTP-C 请求重传计时器（毫秒）。
`n3`	整数	否	3	GTP-C 最大重传尝试次数。

当 Sv（SRVCC）和 SGSN 的 GTPv2-C 接口在同一主机上运行时，将它们绑定到不同的 IP/端口端点。

移动管理（GMM）

SGSN 为每个 UE 运行 GMM 状态机（TS 24.008 §4.7）。

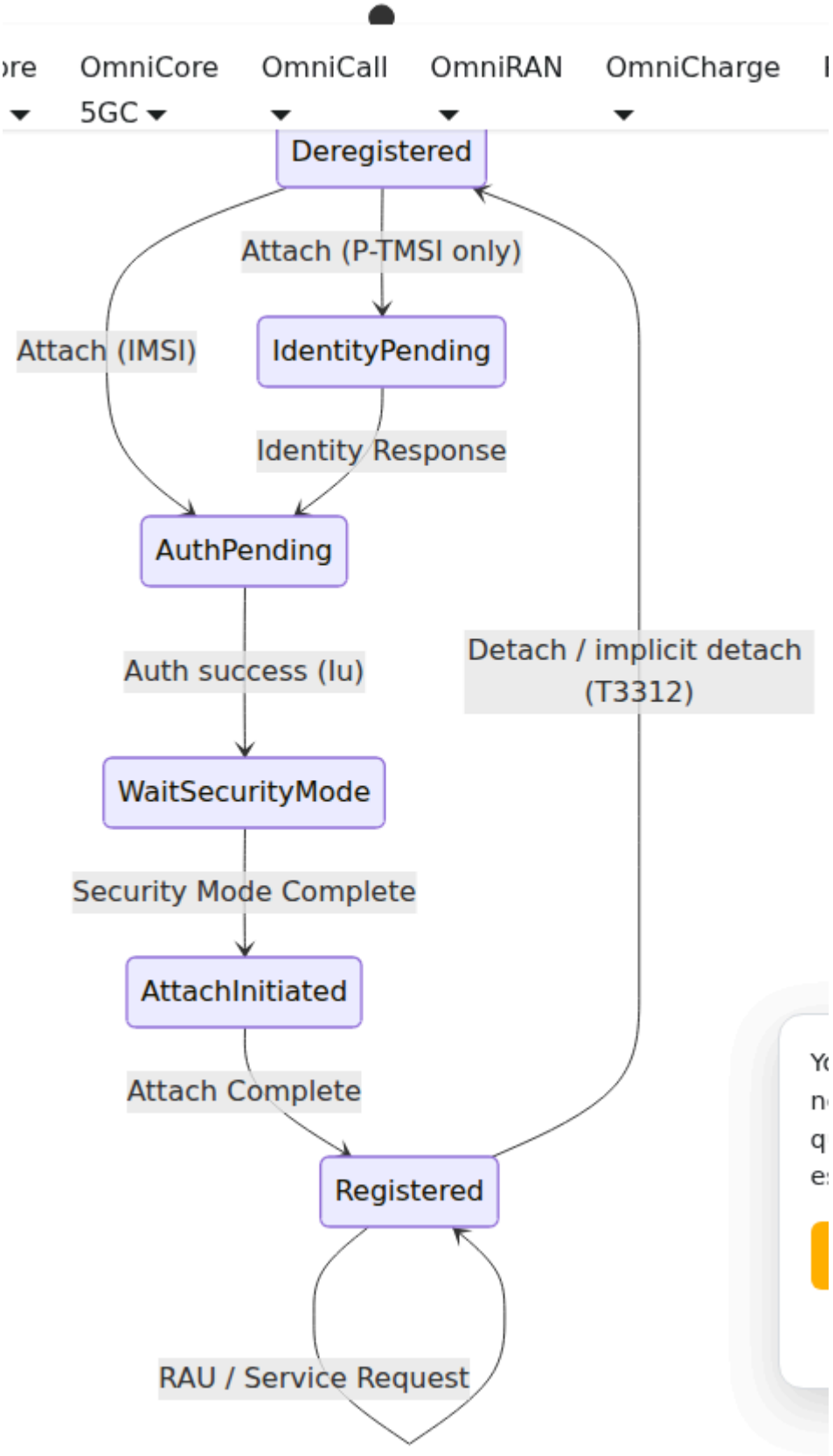


实现的 GMM 行为:

- 附加 / **RAU** / 分离 / 服务请求，与 VLR 的组合（PS+CS）附加在进程中处理。
- **UMTS AKA** 身份验证，RES 验证与 XRES，包括 AUTS 重新同步。

- **P-TMSI** 分配 和 **P-TMSI** 签名 在后续附加/RAU 上进行身份验证（TS 24.008 §10.5.5.8）。
- 重传计时器 T3350/T3360/T3370 和 移动可达计时器 T3312 驱��隐式分离。
- 安全模式完成后 发送给 RNC 的 **RANAP** 公共 **ID**（TS 25.413 §8.24）。
- 身份程序 在附加期间请求 IMEISV。
- **GMM** 状态 在未知或错误的 GMM 消息上，以及 每个程序拒绝原因（而不是单一的通用原因）。
- 网络发起（**MT**）分离请求，以便网络可以分离 UE 并提示重新附加。
- **PDP** 上下文状态 在 RAU / 服务请求时处理，以便 MS 和 SGSN PDP 状态不能分歧。
- **Iu** 释放 在信令仅程序完成后，使用上述保护计时器。

□□□□□SM / PDP□


OmniCore
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
5GC
Deregistered
Attach (P-TMSI only)
Attach (IMSI)
IdentityPending
Identity Response
AuthPending
Auth success (Iu)
Detach / implicit detach
(T3312)
WaitSecurityMode
Security Mode Complete
AttachInitiated
Attach Complete
Registered
RAU / Service Request

□□□ SM □□□

- **PDP** 上下文激活，包括 APN、QoS 和 PDN 地址协商。
- **NSAPI** 复用 / 次级 **PDP** 上下文：UE 持有多个并发上下文，按 NSAPI（5-15）键入；NSAPI 使用冲突通过根据 TS 24.008 §6.1.3.1.4 本地停用冲突上下文来解决。
- **QoS** 协商 从请求的和订阅的 QoS 到 S4 承载 QoS 和 NAS QoS IE。
- **PDP** 类型 IPv4、IPv6 和 IPv4v6 端到端。
- 网络请求的停用，重传计时器 **T3395**。
- **APN** 选择和订阅强制：验证请求的 APN 是否与订阅一致，解析通配符和默认 APN，并使用正确的 SM 原因拒绝未订阅的 APN。
- **SM** 状态 和 NSAPI 验证协议错误，GTP-C 原因映射到 NAS SM 原因。

Iu-PS 和 RANAP

Iu-PS 处理程序拥有每个 UE 的 SCCP 连接导向部分，并通过 RANAP DirectTransfer 双向桥接 NAS。

- **InitialUE / DirectTransfer** 桥接，在每个方向上传输 GMM/SM NAS。
- **RAB** 分配，参数源自承载/订阅 QoS，并对 RAB 分配响应 **FailedList** 进行反应（将 RANAP 原因映射到 SM 拒绝）和 TEID 仅修改（转发到 S-GW）。
- **Iu** 释放 在信令程序后，以及在 PS 连接的入站 SCCP 释放时，使用保护计时器。
- **RANAP RESET** 来自 RNC 清除该 RNC 的陈旧 Iu-PS 连接并确认。
- **RANAP** 错误指示 在格式错误/不可解码的 RANAP PDU 发出（TS 25.413 §8.27）。
- **SRNS** 迁移信令（TS 25.413 §8.6-8.9）：所有六个迁移 PDU，驱动 SGSN 内部迁移并在完成时重新锚定直接隧道到目标 RNC。跨 SGSN 的迁移通过 S3 跟踪为未来工作（见 限制）。

S4 和 GTP-C

- 创建/修改/删除会话 向 S-GW，RAT 类型为 UTRAN 和 S4-SGSN F-TEIDs。
- 直接隧道 端点中介，以及 在 **PMM-IDLE** 时切换回 **SGSN** 的下行，以便 S-GW 缓冲并触发寻呼，而不是发送到已释放的 RNC。
- 对等体发起的删除/更新承载请求 来自 S-GW/P-GW：确认并转发给 UE。
- **GTP-C** 路径管理：回声请求/响应和恢复重启计数器检测以使过期会话失效（TS 23.007 §18）。
- **DNS S-NAPTR P-GW/S-GW** 选择 根据 APN，当启用时，具有静态回退。
- **MT** 数据寻呼：S4 下行数据通知触发 RANAP 寻呼并被确认（TS 29.274 §7.2.11）。

S3 移动（到 MME）

- 空闲模式上下文转移：上下文请求/响应/确认（TS 29.274 §7.3.7）。
- **MM** 上下文安全模式 编码为 EPS（值 4），当携带 KASME 上下文时（TS 29.274 §8.38）。
- 转发迁移透明容器（源到目标/目标到源 RAN 容器）端到端传输，以便设置目标无线电（TS 29.274 §7.3.1）。

Gr MAP（HLR 接口）

- **UpdateGprsLocation** 在 GPRS 附加时将 SGSN 注册到 HLR（TS 23.060 §6.5.3）。
- **Insert Subscriber Data** 消耗到用户上下文中（允许的 APN、订阅的 QoS、APN-AMBR、计费），供 APN 强制和 QoS 协商使用。
- **Cancel Location** 清除地 MM 和 PDP 上下文并拆除 S4 会话；当 SGSN 删除用户时发送 **Purge MS**。

Gr 往返依赖于 `gr_source`；当未设置时，附加过程在没有 Gr 注册的情况下进行，因此实验室继续使用注入的五元组。

计费（PS CDRs）

SGSN 生成 PS 域的通话详细记录，路由到共享的 CDR 收集器（TS 32.251，TS 32.298）：

- **S-CDR**（`SGSNPDPRecord`）在 PDP 激活时打开，并在停用时关闭。
- **M-CDR**（`SGSNMMRecord`）在附加完成时打开，并在分离时关闭，RAU 时带有位置变化容器。
- 变更计费条 容器（QoS / RAT / 计费时间 / 直接隧道变化）和 部分记录，带有递增的序列号。

请参阅 CDR 文档 以获取收集器和输出格式。直接隧道下的流量计数依赖于 S4 使用报告馈送（见 限制）。

CAMEL GPRS（在线计费和控制）

一个可选的 gprsSSF 驱动 CAMEL 第三阶段 GPRS 控制（TS 23.078，TS 29.078）。仅当订阅携带 **GPRS-CSI** 时才启用；没有它，附加和 PDP 激活保持不变。

- **gprsSSF** 状态模型 用于附加/分离和 PDP 上下文，带有检测点启用和事件报告。
- **InitialDPGPRS** 在附加和 PDP 上下文建立检测点触发。
- **ApplyChargingGPRS / ApplyChargingReportGPRS** 在线计费循环。
- 控制操作 连接/继续/释放/取消/活动测试 GPRS，**Tssf** 计时器和在 gsmSCF 错误或超时时的 默认 **GPRS** 处理。
- **FurnishChargingInformationGPRS** 合并到 S-CDR 中，**SendChargingInformationGPRS** 捕获到 SM 层。

参考表

常见 **GMM** 拒绝原因（**TS 24.008 §10.5.5.14**）

原因	名称	典型触发
2	HLR 中未知 IMSI	用户未配置
7	不允许 GPRS 服务	订阅禁止分组服务
9	无法推导 MS 身份	RAU/服务请求 P-TMSI 无法解析
11	不允许 PLMN	漫游 / PLMN 限制
17	网络故障	HLR 未返回认证向量

常见 **SM**（**PDP**）拒绝原因（**TS 24.008 §10.5.6.6**）

原因	名称	典型触发
26	资源不足	S-GW 拒绝创建会话，或无法分配 RAB
27	缺失或未知 APN	请求的 APN 无法解析
31	激活被拒绝，未指定	RNC RAB 设置失败
33	请求的服务选项未订阅	APN 不在订阅中

指标

指标：`omnimsc_sgsn_attach_count`

类型：计数器

描述：GPRS 附加结果。

标签：

- `result` - 附加结果（例如 `accepted`，`rejected`）。

指标：`omnimsc_sgsn_pdp_count`

类型：计数器

描述：PDP 上下文激活结果。

标签：

- `result` - `active` 或 `rejected`。

示例查询：

```
# 附加接受率
sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count{result="accepted"}[5m]))
  / sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count[5m]))

# PDP 拒绝率
sum(rate(omnimsc_sgsn_pdp_count{result="rejected"}[5m]))
```

故障排除

附加被拒绝，原因 **17**（网络故障）

症状：UE 无法附加到分组域；GMM 附加拒绝原因 17。

可能原因：

- HLR 未返回认证向量。
- 在没有实时 Gr 的实验室中，`quintet_source` 未设置。

解决方案：

1. 确认 HLR 为 IMSI 返回向量（SendAuthenticationInfo）。
2. 在实验室中，将 `quintet_source` 设置为注入已知的 UMTS 五元组。

PDP 激活被拒绝，原因 **26**（资源不足）

症状：激活 PDP 上下文拒绝原因 26。

可能原因：

- S-GW 拒绝创建会话（例如，拒绝 ULI 或非零 APN-AMBR）。
- RNC 无法分配 RAB。

解决方案：

1. 检查 S-GW 是否接受创建会话；将 `default_apn_ambr` 设置为 `%{ul: 0, dl: 0}`，以适应拒绝非零值的 S-GW。

2. 查看 RAB 分配响应中的 FailedList 条目。

PDP 激活被拒绝，原因 33（未订阅的服务选项）

症状：激活 PDP 上下文拒绝原因 33。

可能原因：

- 请求的 APN 不在订阅或 `subscribed_apns` 中。

解决方案：

1. 将 APN 添加到 HLR 订阅（插入用户数据）或 `subscribed_apns` 中。
2. 仅在任何 APN 应被允许时设置 `wildcard_apn: true`。

无下行数据

症状：上行正常，但没有下行数据包到达。

可能原因：

- 直接隧道未完成：修改承载未携带 RNC F-TEID。
- 下行仍锚定在已释放的 RNC 上，UE 变为空闲。

解决方案：

1. 确认修改承载在 RAB 分配后携带了 RNC F-TEID。
2. 确认下行切换回 SGSN 在 PMM-IDLE 时触发，以便寻呼可以将 UE 重新带回。

RAU 未路由到此 SGSN

症状：UE 的路由区域更新落在错误的节点上。

可能原因：

- P-TMSI NRI 与此 SGSN 的 `nri_bits` / 池分配不匹配。

解决方案：

1. 将 `nri_bits` 与 MSC/SGSN 池配置对齐。

限制

以下作为接缝或部分路径实现，并记录以便运营商了解尚未端到端的内容：

- 直接隧道下的流量计数：SGSN 无法看到用户平面，因此 S-CDR 和 CAMEL 在线计费流量需要尚未连接的 S4 使用报告馈送。记录和报告循环已完成；实时流量递减等待该馈送。
- **CAMEL** 对 **MS** 的计费建议：SendChargingInformationGPRS 被捕获到 SM 层，但 AoC 交付到手机尚未构建。
- 跨 **SGSN** 转发迁移：SGSN 内部 SRNS 迁移信令已完成；驱动 S3 跳转到对等 SGSN（连接模式 PS 切换完成）在 S3 接口史诗中跟踪。

SIP-I 中继

文档描述了 OmniMSC 实现的 SIP-I（带封装 ISUP 的 SIP）中继接口。SIP-I 允许在 SIP 信令中透明传输 ISUP 消息，保留 IP 基础中继段中的完整 ISUP 信息。

有关纯 SIP 中继的信息，请参见 SIP Trunking。有关路由配置，请参见 Routing Configuration。有关配置参数，请参见 Configuration Reference。有关一般操作，请参见 Operations Guide。

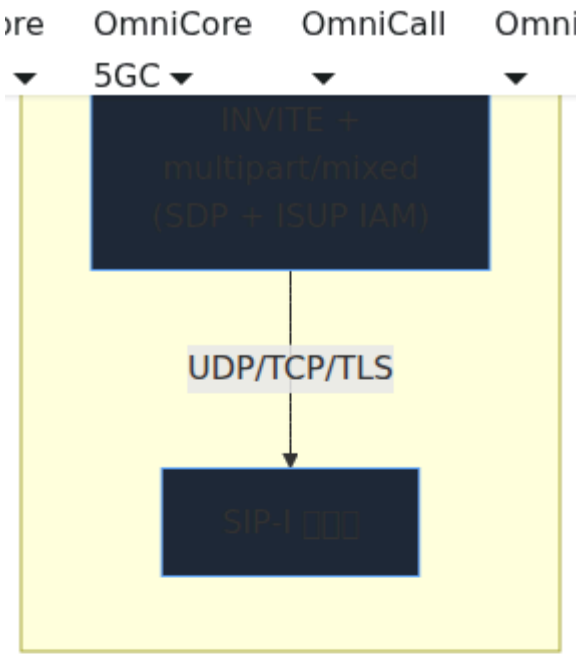
什么是 SIP-I？

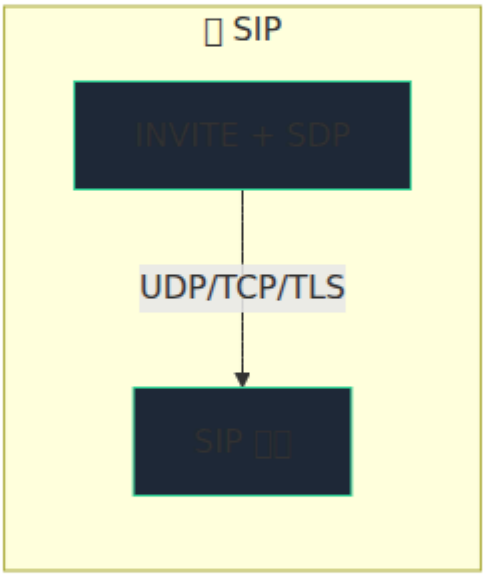
SIP-I（带封装 ISUP 的会话发起协议）由 ITU-T Q.1912.5 定义，并使用 SIP 协议作为 ISUP 消息的传输机制。与纯 SIP 中继不同，后者将 ISUP 参数映射到 SIP 头（可能会丢失信息），SIP-I 将完整的 ISUP 消息作为 MIME 主体与 SDP 一起包含，确保无损互通。

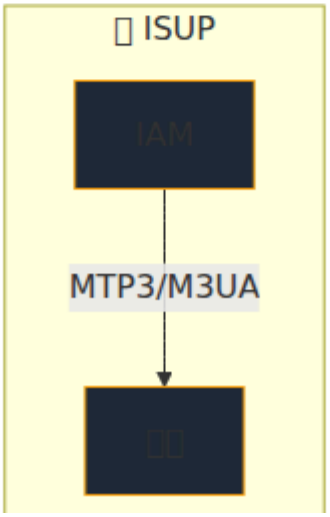
SIP-I 是 3GPP IMS 基础核心网络中 MSC 服务器和媒体网关之间使用的标准中继协议，并广泛用于 PSTN 互联。

ISUP 主体根据 RFC 3204（ISUP ⁄⁄ MIME 媒体类型）和 RFC 3261（SIP）进行传输。

□□□□


ore
OmniCore
5GC
OmniCall
Omni
INVITE +
multipart/mixed
(SDP + ISUP IAM)
UDP/TCP/TLS
SIP-I □□□


□ SIP
INVITE + SDP
UDP/TCP/TLS
SIP □□


□ ISUP
IAM
MTP3/M3UA
□□

方面	纯 **ISUP**	纯 **SIP**	**SIP-I**
传输	MTP3/M3UA/SCTP	UDP/TCP/TLS	UDP/TCP/TLS
信令信息	完整 ISUP	映射到 SIP 头	完整 ISUP 保留
媒体描述	IAM 中的承载能力	SDP	SDP + ISUP 承载能力
信息丢失	无	可能（参数映射）	无
编解码协商	IAM 中的 TMR	SDP 提供/应答	SDP 提供/应答
用例	传统 PSTN	VoIP 互联	MSC-MSC, PSTN 网关

多部分主体格式

SIP-I 消息使用 `multipart/mixed` MIME 主体，包含两个部分：SDP 提供/应答和根据 RFC 3204 编码的 ISUP 消息。

```
Content-Type: multipart/mixed;boundary=boundary42

--boundary42
Content-Type: application/sdp

v=0
o=OmniMSC 12345 12345 IN IP4 203.0.113.10
s=OmniMSC
c=IN IP4 203.0.113.10
t=0 0
m=audio 10042 RTP/AVP 0 8
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:8 PCMA/8000

--boundary42
Content-Type: application/ISUP;version=itu-t92+

<binary ISUP IAM>
--boundary42--
```

`application/ISUP` 内容类型在 RFC 3204 中定义。`version` 参数标识 ISUP 变体（例如，`itu-t92+` 表示 ITU-T Q.767）。

SIP-I 对等体配置

SIP-I 对等体在 `:sip_i` 键下配置，与纯 SIP 对等体分开。

```
config :omnimsc, :sip_i,
  peers: [
    [name: "MSC-02-SIP-I",
     address: "10.2.1.100",
     port: 5060,
     transport: :tcp,
     isup_version: :itu_t92,
     codecs: [:pcmu, :pcma, :amr],
     max_channels: 100,
     trunk_group_id: "TG-InterMSC-01",
     point_code: [1, 2, 3]]
  ]
```

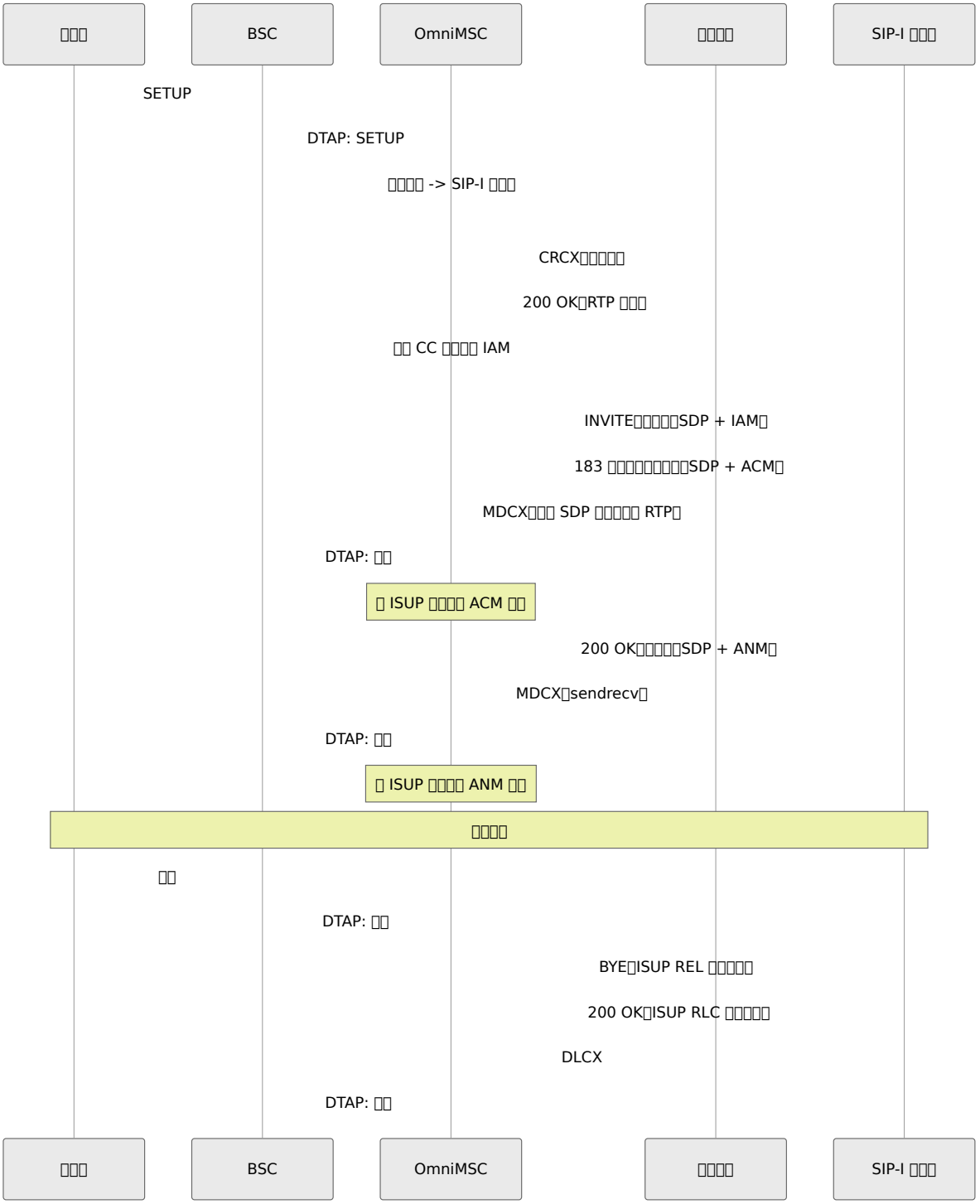
SIP-I 对等体参数

参数	类型	默认值	描述
`name`	`string`	-- (必需)	逻辑对等体名称。在 路由表 条目中以 `:sip_i` 类型引用。
`address`	`string`	-- (必需)	对等体 IP 地址或主机名。
`port`	`integer`	`5060`	对等体 SIP 端口。
`transport`	`atom`	`:tcp`	传输协议: `:udp`、`:tcp` 或 `:tls`。由于消息大小较大，建议 SIP-I 使用 TCP。
`isup_version`	`atom`	`:itu_t92`	ISUP 编码变体: `:itu_t92` (ITU-T Q.767) 或 `:ansi` (ANSI T1.113)。
`codecs`	`list(atom)`	`[:pcmu, :pcma]`	SDP 部分支持的音频编解码器。
`max_channels`	`integer`	`100`	与此对等体的最大并发呼叫数。
`trunk_group_id`	`string` 或 `nil`	`nil`	用于路由上下文的中继组标识符。
`point_code`	`list` 或 `nil`	`nil`	远程 SS7 点代码，格式为 `[a, b, c]`，用于 ISUP 路由上下文。

SIP-I 对等体没有 OPTIONS 保持活动配置。

外呼（SIP-I）

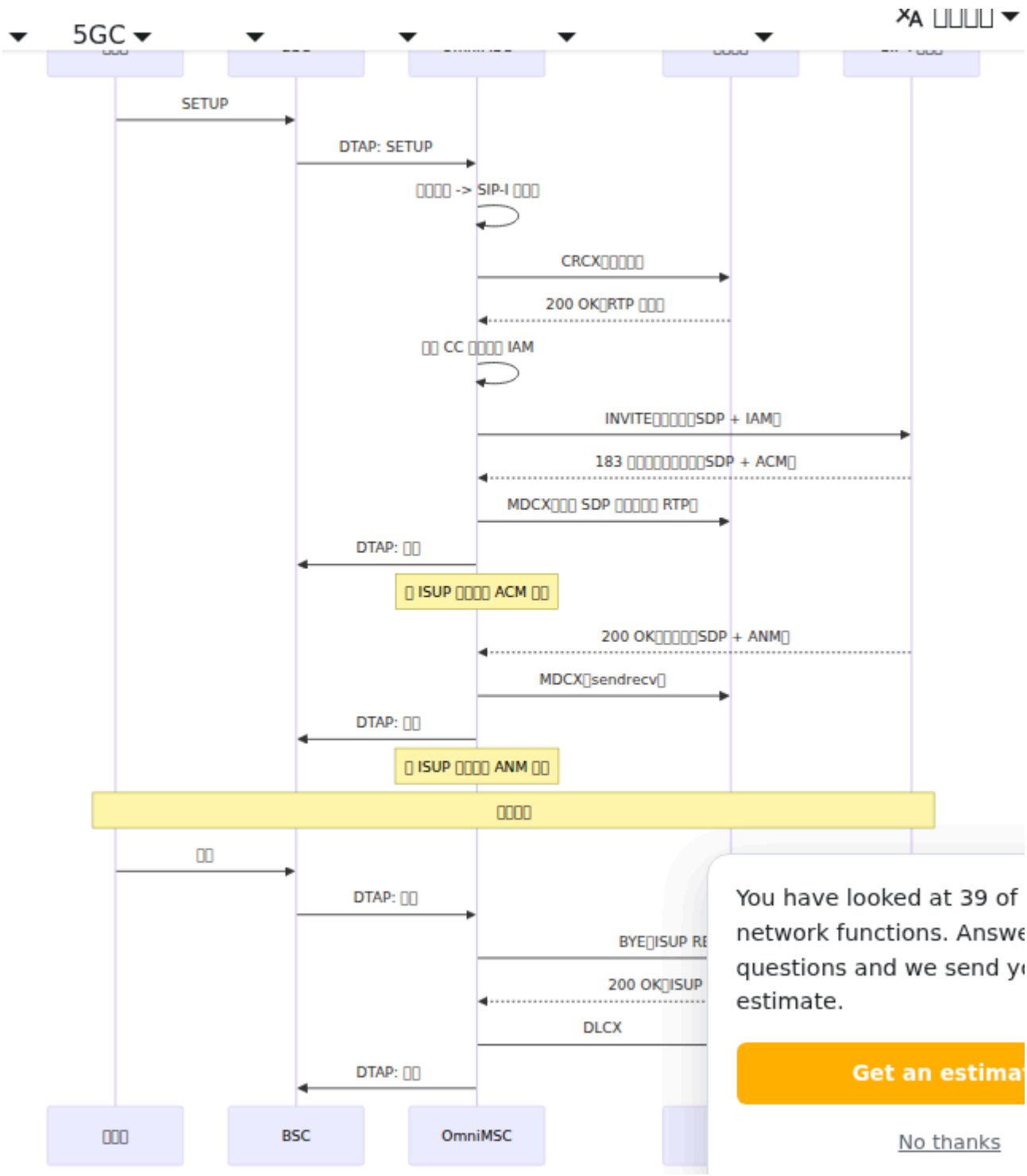
当 OmniMSC 将呼叫路由到 SIP-I 对等体时，它构建带有多部分主体的 SIP INVITE，主体包含 SDP 和 ISUP IAM。



移动台
BSC
OmniMSC
媒体网关
SIP-I 对等体
SETUP
DTAP: SETUP
路由查找 -> SIP-I 对等体
CRCX（中继侧）
200 OK（RTP 地址）
根据 CC 参数构建 IAM
INVITE（多部分: SDP + IAM）
183 会话进展（多部分: SDP + ACM）
MDCX（来自 SDP 应答的远程 RTP）
DTAP: 警告
从 ISUP 主体提取 ACM 参数
200 OK（多部分: SDP + ANM）
MDCX（sendrecv）
DTAP: 连接
从 ISUP 主体提取 ANM 参数
活动呼叫
断开
DTAP: 断开
BYE（ISUP REL 在主体中）
200 OK（ISUP RLC 在主体中）
DLCX
DTAP: 释放
移动台
BSC
OmniMSC
媒体网关
SIP-I 对等体

来电（**SIP-I**）

当来自 SIP-I 对等体的 INVITE 具有多部分主体时，OmniMSC 提取 ISUP 消息并使用它填充 CC FSM 参数。



ISUP-SIP

ISUP SIP OmniMSC ISUP SIP SIP

ISUP 参数（**IAM**）	**SIP** 头	备注
被叫方号码	Request-URI, To	E.164 格式在 `tel:` URI 中
主叫方号码	From, P-Asserted-Identity	表示指示符控制 `Privacy` 头
连接指示符的性质	Via	卫星跳数指示符
前向呼叫指示符	--	仅在 ISUP 主体中编码
主叫方类别	P-Asserted-Identity	运营商/优先级类别
传输介质要求	SDP `m=` 行	语音，3.1kHz 音频，64k 不受限制
用户服务信息	SDP 编解码行	编解码和速率映射
可选前向呼叫指示符	支持	ISDN 接入指���符

ISUP 参数（**ACM/ANM**）	**SIP** 响应	备注
后向呼叫指示符	183/200	收费指示符，互通标志
原因指示符（REL）	Reason 头	根据 RFC 3326 的 Q.850 原因
可选后向呼叫指示符	--	仅在 ISUP 主体中编码

原因代码映射参考

SIP-I 在 ISUP 主体中保留完整的 ISUP 原因代码。此外，SIP `Reason` 头承载中介节点的 Q.850 原因。

对于呼叫清除，如果 BYE 主体中同时存在 ISUP REL 消息和 SIP Reason 头，则 ISUP REL 消息优先。

3GPP 和 ITU-T 参考

参考	标题	相关性
ITU-T Q.1912.5	SIP 与承载独立呼叫控制（BICC）或 ISUP 之间的互通	SIP-I 协议定义
RFC 3204	ISUP 和 QSIG 对象的 MIME 媒体类型	`application/ISUP` 内容类型
RFC 3261	SIP：会话发起协议	SIP 传输
RFC 3264	带有 SDP 的提供/应答模型	SIP-I 中的 SDP 协商
RFC 3326	原因头字段	SIP 响应中的原因代码
ITU-T Q.767	ISUP 的应用	ISUP 消息编码
ITU-T Q.850	ISDN 中原因的使用	原因代码定义
3GPP TS 29.163	SIP-I 基于电路交换核心与其他网络之间的互通	3GPP SIP-I 配置文件

SIP 中继

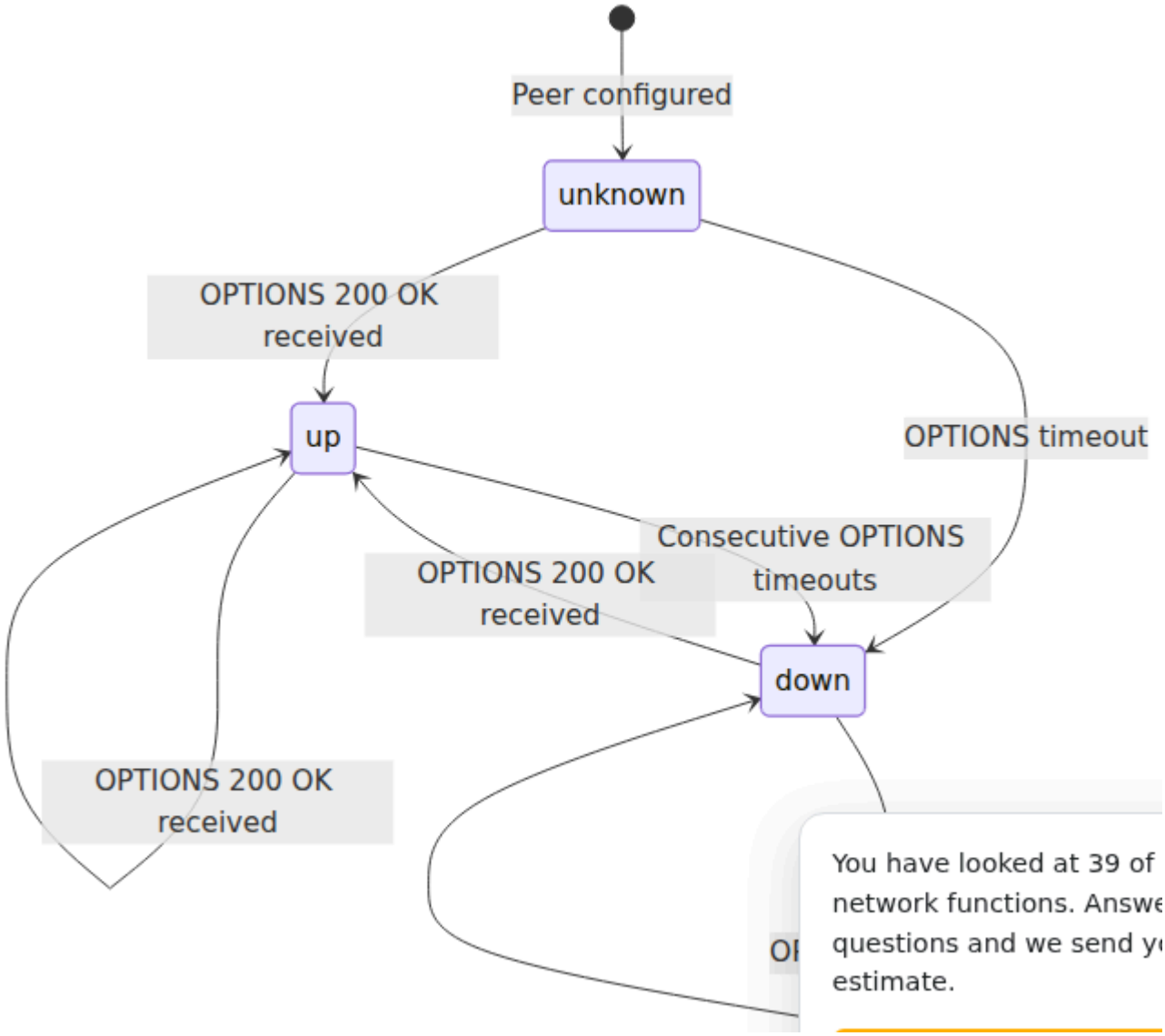
文档涵盖了 SIP 对等体配置、OPTIONS 保活监控、SDP 编解码协商、对话中的 re-INVITE 处理、通话中的服务（保持/恢复、REFER 转移、UPDATE 刷新）、会话计时器、DTMF 中继以及 OmniMSC 中的 SIP 中继呼叫状态。

有关与 SIP 相关的路由，请参见 路由配置。有关封装 ISUP 的 SIP，请参见 SIP-I 中继。有关 SIP 中继故障排除，请参见 故障排除指南。有关显示 SIP 信令上下文的呼叫流程序列，请参见 呼叫流程图。有关媒体网关编解码协商，请参见 媒体控制。有关 SIP 对等体配置参数，请参见 配置参考。

SIP 对等体配置

每个 SIP 对等体代表一个远程端点，例如 VoIP 网关、SBC、IMS 节点或 SIP 中继提供商。对等体在 `:sip` 配置块中定义，并在路由表 中按名称引用。

参数	类型	默认值	描述
`name`	`string`	-- (必需)	逻辑对等体名称。在路由表条目中引用。
`address`	`string`	-- (必需)	对等体 IP 地址或主机名。
`port`	`integer`	`5060`	对等体 SIP 端口。
`transport`	`atom`	`:udp`	传输协议：`:udp`、`:tcp` 或 `:tls`。
`codecs`	`list(atom)`	`[:pcmu, :pcma]`	SDP 协商支持的音频编解码器。
`max_channels`	`integer`	`100`	与此对等体的最大并发呼叫数。
`options_interval`	`integer` 或 `nil`	`nil`	SIP OPTIONS 保活探测的间隔（秒）。



OmniMSC 在所有传出的 SIP 请求和响应中使用 User-Agent 头 `OmniMSC/0.1` 来标识自己。

SIP OPTIONS 保活

当为对等体配置 `options_interval` 时，SIP 对等体管理器会定期发送 SIP OPTIONS 请求以监控对等体的健康状态。对等体的状态决定了其是否有资格进行呼叫路由。

对等体健康状态

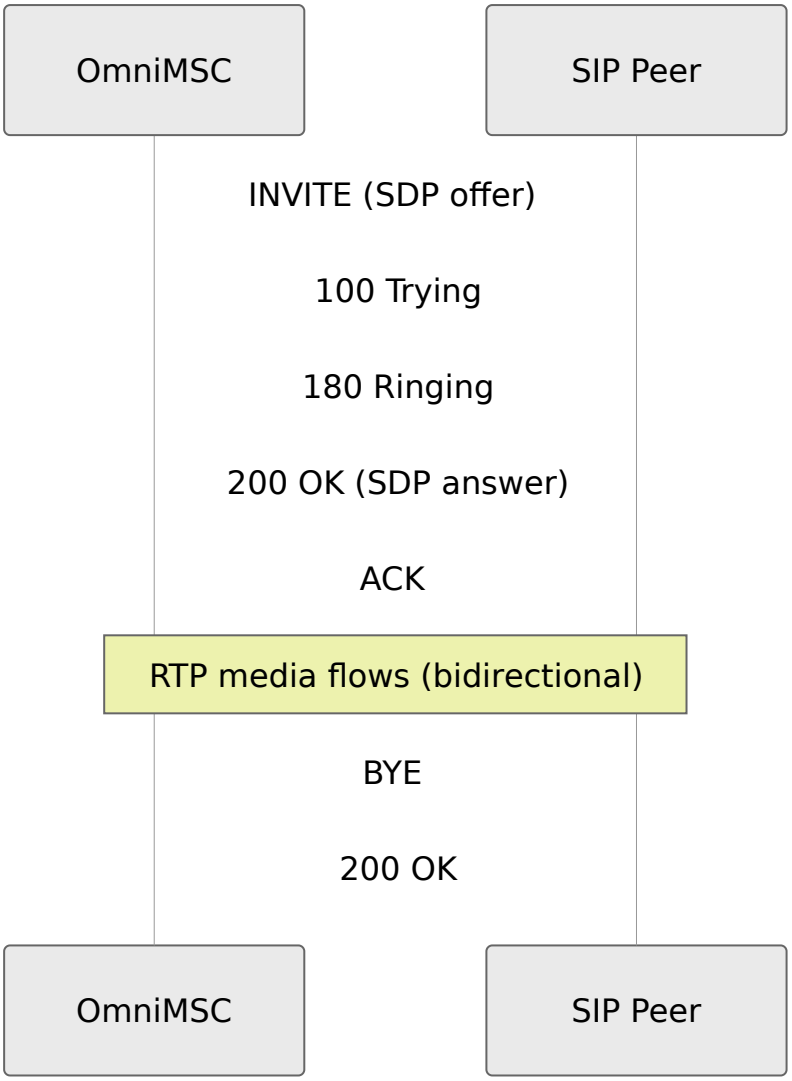
每个对等体跟踪 `:up`、`:down` 或 `:unknown` 的状态。在启动时，所有对等体都处于 `:unknown` 状态。

事件	转换	效果
OPTIONS 200 OK received	Any -> up	对等体有资格进行路由
Consecutive OPTIONS timeouts	up/unknown -> down	对等体被排除在路由之外，触发警报
OPTIONS 200 OK after down	down -> up	对等体重新获得资格，清除警报
`max_channels` reached	up -> up (soft limit)	对此对等体的新呼叫被拒绝，现有呼叫不受影响

有关控制面板中的 SIP 对等体监控，请参见 控制面板指南。

MO 呼叫 SIP 流程

当 OmniMSC 将移动发起的呼叫路由到 SIP 对等体时，OmniMSC 与远程对等体之间会发生以下 SIP 信令交换。



INVITE 带有基于对等体配置和 BSC 能力的 SDP 提议。200 OK 包含带有所选编解码器和远程 RTP 地址的 SDP 答复。ACK 之后，RTP 媒体路径通过媒体网关建立。

对话中的 **re-INVITE** 处理

SIP 对等体可以在已建立的对话中发送 re-INVITE，目的包括：通话保持、恢复、编解码器更改或会话刷新。OmniMSC 接受任何对话中的 re-INVITE，并使用当前会话的 SDP 返回 200 OK。如果 re-INVITE 带有 SDP 主体，则远程 SDP 将根据其更新。

无论目的如何，re-INVITE 的响应方式相同（200 OK 和当前会话的 SDP）。OmniMSC 不会对 re-INVITE 发送 488 Not Acceptable Here，也不会在 re-INVITE 中重新协商编解码器。现有的对话和媒体会话保持不变。此外，OmniMSC 检查提供的 SDP 是否存在保持/恢复转换，并将其信号传递给呼叫控制（CC）FSM（见下文的通话中的服务）。

通话中的服务

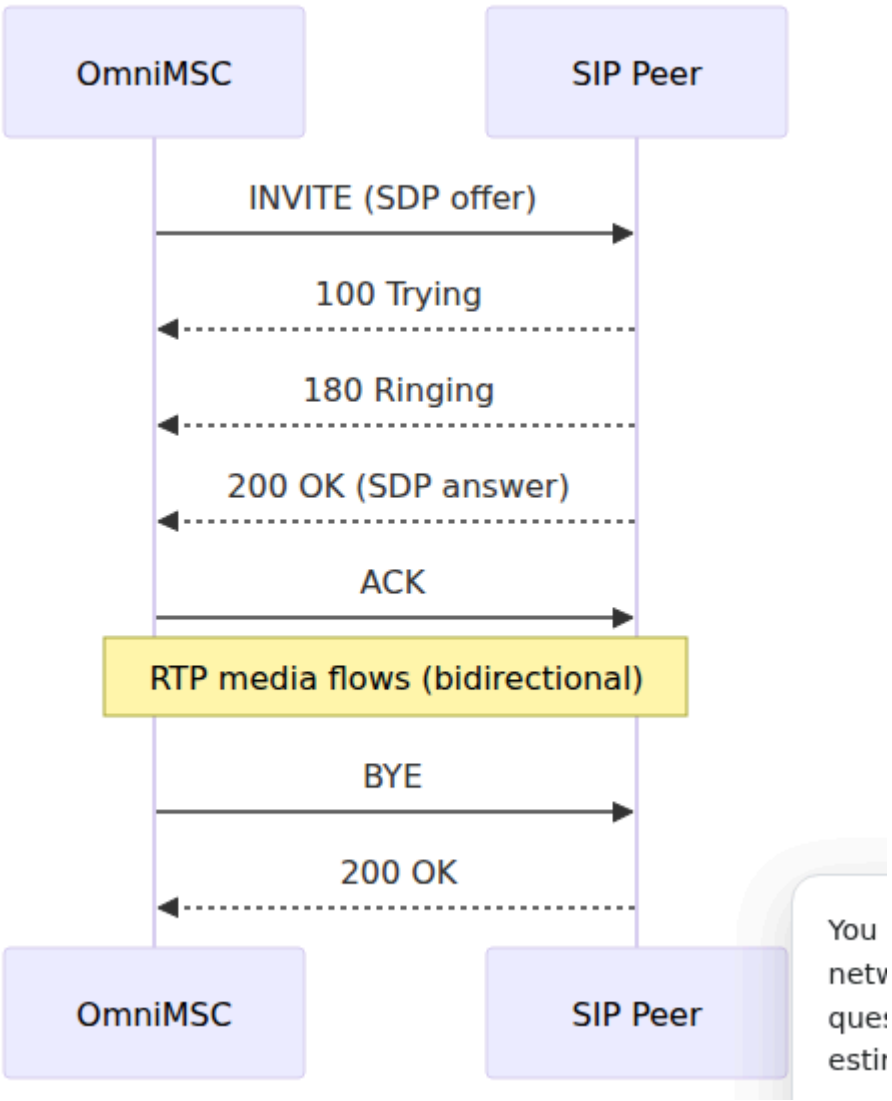
OmniMSC 在已建立的 SIP 中继腿上处理三种对话中的通话程序：通话保持/恢复、REFER 呼叫转移和 UPDATE 会话刷新。所有三种情况仅适用于 `active` 呼叫状态；在 `active` 之外接收到的请求将被忽略或拒绝。

通话保持和恢复

远程对等体通过发送 re-INVITE（或 UPDATE），其 SDP 将媒体流标记为非活动状态，从而将通话保持。OmniMSC 识别现代和传统的保持编码（RFC 3264 第 5.1 节，TS 29.163 附录 B）：

保持编码	**SDP** 标记	备注
方向属性	`a=sendonly` 或 `a=inactive`	优先（RFC 3264）。媒体级属性覆盖会话级
零连接	`c=0.0.0.0`	传统 RFC 2543 保持提议
恢复	`a=sendrecv`（或没有方向属性）和非零的 `c=`	将流返回为活动状态

在进入保持状态时，OmniMSC 返回 200 OK，并向 CC FSM 发送 `hold_ind` 信号；FSM 将通话标记为保持，并将该状态传播到移动台（带有远程保持指示的 NOTIFY）和 MNCC 层。在恢复到活动状态时，发送 `retrieve_ind` 信号并清除保持状态。重复提供的方向不变的提议（例如保持通话的会话刷新）是幂等的，不会重新发送状态转换信号。



REFER 呼叫转移 (RFC 3515)

对等体可以通过发送对话中的 REFER 来转移呼叫，`Refer-To` 头指定转移目标。OmniMSC 接受 REFER 并返回 202 Accepted（建立隐式的 REFER 事件订阅），将转移报告给 CC FSM 作为 ECT（显式呼叫转移，TS 24.091）指示，携带 `Refer-To` URI，并通过 sipfrag NOTIFY 消息（RFC 3515 第 2.4.5 节）向转移方报告进度。没有可用的 `Refer-To` 的 REFER 将被拒绝，返回 400 Bad Request。

进度 NOTIFY 携带 `message/sipfrag` 主体，包含远端事务的状态行和 `Subscription-State` 头：

NOTIFY	sipfrag 主体	Subscription-State
进度	`SIP/2.0 100 Trying`	`active`
完成	`SIP/2.0 200 OK`	`terminated;reason=noresource`

会话计时器 (RFC 4028)

OmniMSC 支持根据 RFC 4028 的 SIP 会话计时器，以检测和清理孤立的 SIP 会话。会话计时器确保两个端点定期刷新会话，防止在网络故障后出现过时的呼叫状态。

参数	值	描述
Session-Expires	1800s (默认)	会话刷新之间的最大时间
Min-SE	90s	最小可接受的 Session-Expires 值
Refresher	UAC 或 UAS	在协商期间确定
session_refresh_method	`:invite` (默认) 或 `:update`	用于发送定期刷新的方法

会话计时器协商

OmniMSC 在传出的 INVITE 请求中包含 `Session-Expires` 和 `Min-SE` 头。当 OmniMSC 收到来自传出 INVITE 的 422 Session Interval Too Small 响应时，它会确认 422，提取对等体的 Min-SE，并重试

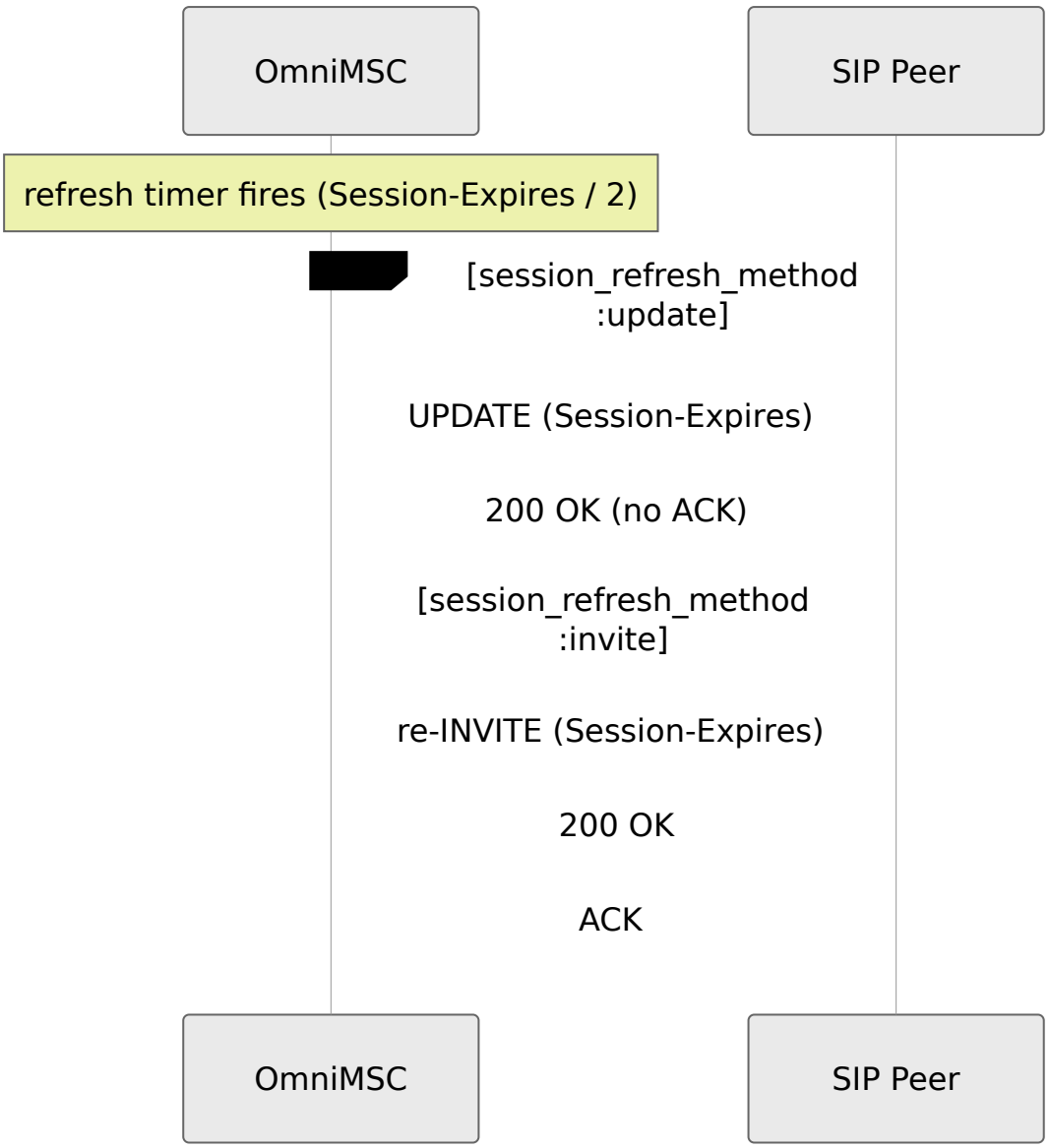
INVITE，使用至少为对等体最小值的更新的 Session-Expires。

刷新在协商的 Session-Expires 间隔的一半时发送。如果在会话过期之前没有收到刷新，OmniMSC 将发送 BYE 以拆除呼叫并释放所有相关资源。

刷新方法：re-INVITE 或 UPDATE (RFC 3311)

默认情况下，刷新作为 re-INVITE 发送。当中继配置为 `session_refresh_method: :update` 时，OmniMSC 使用 UPDATE（RFC 3311）刷新会话。UPDATE 更轻量：它是一个独立的事务，不会干扰提议/回答，并且不需要 ACK。因此，UPDATE 200 OK 从不被确认，而 re-INVITE 200 OK 按照常规方式被 ACK。

OmniMSC 还会响应对等体发起的 UPDATE。当 UPDATE 带有 SDP 提议时，OmniMSC 将其当前的 SDP 作为答案返回；200 OK 广告协商的 `Session-Expires`。携带保持提议的 UPDATE 将向 CC FSM 发送与 re-INVITE 相同的保持/恢复信号。



DTMF 中继

OmniMSC 使用 SIP INFO 消息通过 `application/dtmf-relay` 内容类型中继 DTMF 音调。当对等体不支持 RFC 2833 电话事件 RTP 负载或更喜欢使用带外 DTMF 时，使用此方法。

字段	描述	示例
Content-Type	DTMF 中继的 MIME 类型	`application/dtmf-relay`
Signal	DTMF 数字（0-9, *, #, A-D）	`Signal=5`
Duration	音调持续时间（毫秒）	`Duration=160`

当从无线电侧（通过媒体网关）检测到 DTMF 事件时，OmniMSC 会生成一个 SIP INFO 消息，向 SIP 对等体发送相应的信号和持续时间。在反向方向上，传入的 SIP INFO DTMF 事件被转发到媒体网关以播放给移动台。

SDP 编码协商

OmniMSC 根据对等体配置的编解码器列表与 BSC 报告的语音编解码器能力的交集生成 SDP 提议。编解码器按优先顺序提供。

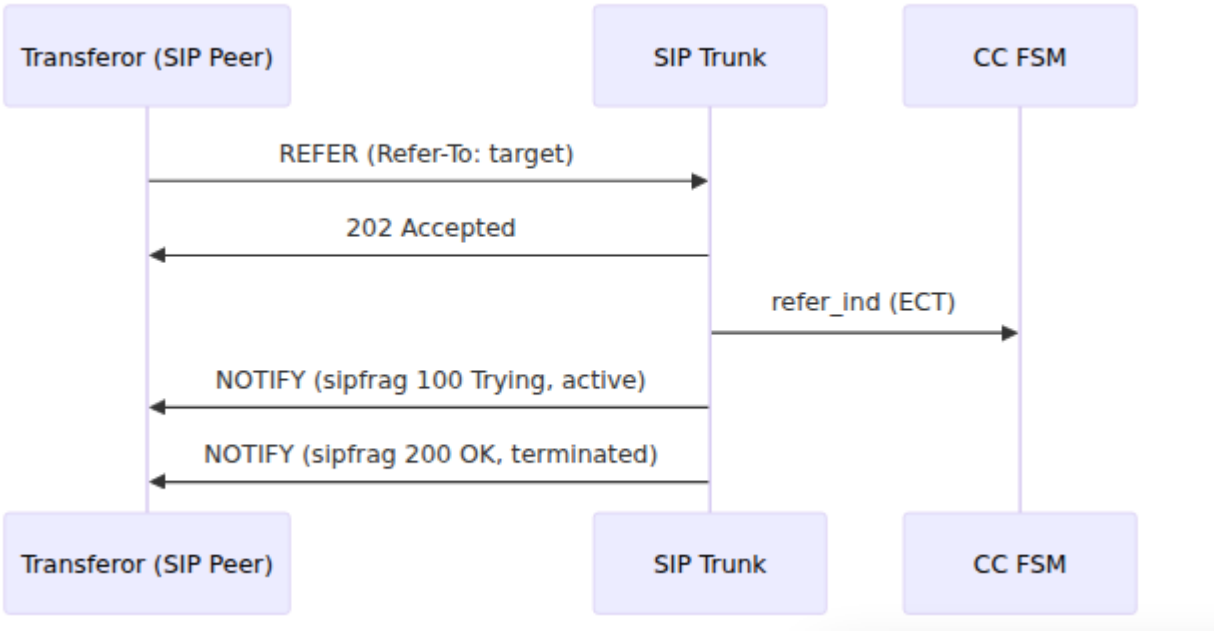
支持的编解码器

编解码器	**RTP** 负载类型	时钟速率	**fmtp** 参数
PCMU	0	8000	--
PCMA	8	8000	--
AMR（窄带）	动态（96）	8000	`octet-align=1`
AMR-WB（宽带）	动态（97）	16000	`octet-align=1`

默认编解码器列表为 `[:pcmu, :pcma]`（PCMU 负载 0 和 PCMA 负载 8）。AMR 使用 `octet-align=1`（RFC 4867）以实现与 3GPP 接入网络的互操作性。GSM 全速语音版□在 SIP 端映射到 PCMA（负载 8）。当 BSC 在分配期间指示支持这些编解码器时，AMR 和 AMR-WB 会被提供。

编解码器选择

编解码器选择遵循 SDP 提议/回答模型（RFC 3264）：



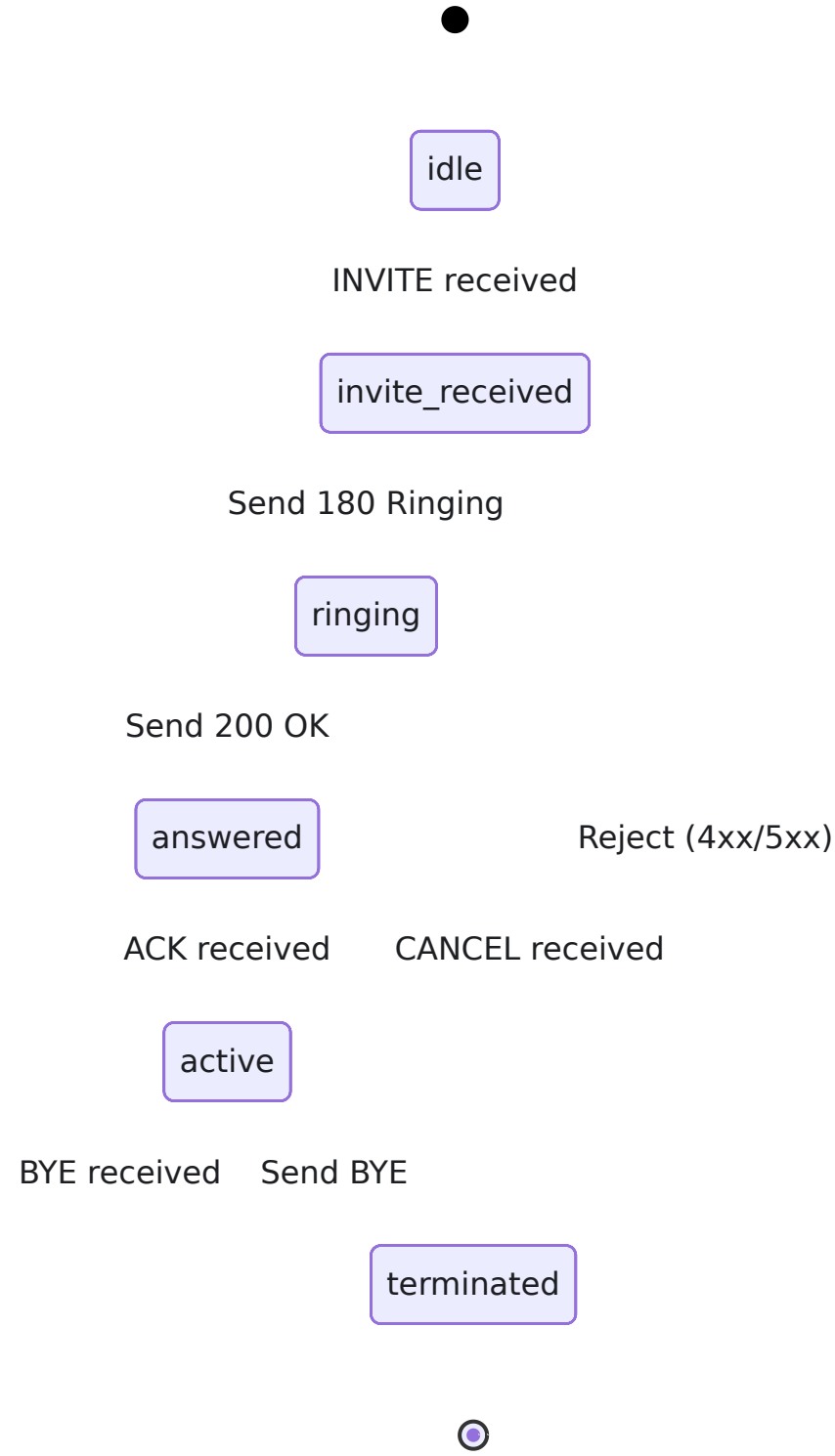
1. OmniMSC 从对等体编解码器列表中构建 SDP 提议，经过 BSC 语音能力过滤。
2. 远程对等体以包含一个或多个接受的编解码器的 SDP 答复进行响应。
3. OmniMSC 从原始提议顺序中选择第一个公共编解码器。
4. 媒体网关通过 MDCX 指令使用所选编解码器和 RTP 参数。

如果不存在公共编解码器���OmniMSC 将响应或接收 488 Not Acceptable Here。

SIP 中继呼叫状态

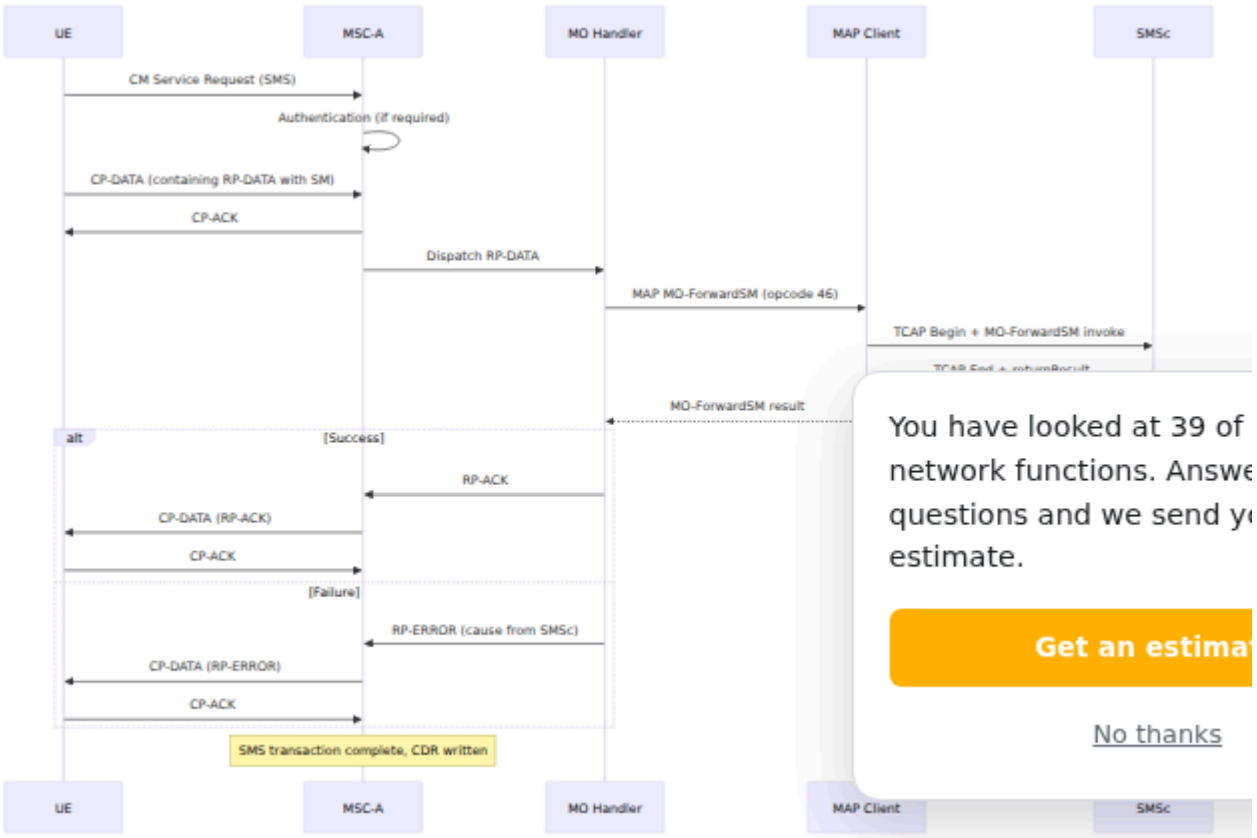
外呼状态

□□□□


idle
INVITE received
invite_received
Send 180 Ringing
ringing
Send 200 OK
answered
Reject (4xx/5xx)
ACK received
CANCEL received
active
BYE received
Send BYE
terminated

参考文献

参考文献	标题	相关性
RFC 3261	SIP: 会话发起协议	核心 SIP 信令
RFC 4028	SIP 中的会话计时器	Session-Expires、Min-SE、刷新机制
RFC 3311	SIP UPDATE 方法	基于 UPDATE 的会话刷新
RFC 3515	SIP REFER 方法	REFER 呼叫转移，sipfrag NOTIFY 进度
RFC 2833	DTMF 数字的 RTP 负载	电话事件 RTP 负载类型
RFC 3264	SDP 的提议/回答模型	SDP 编解码协商，保持/恢复标记
RFC 4867	AMR 和 AMR-WB 的 RTP 负载格式	AMR octet-align 参数
RFC 3326	原因头字段	BYE/CANCEL 中的原因代码
TS 29.163	IMS 和 CS 网络之间的互通	附录 B: 保持/恢复互通



短信服务（SMS）

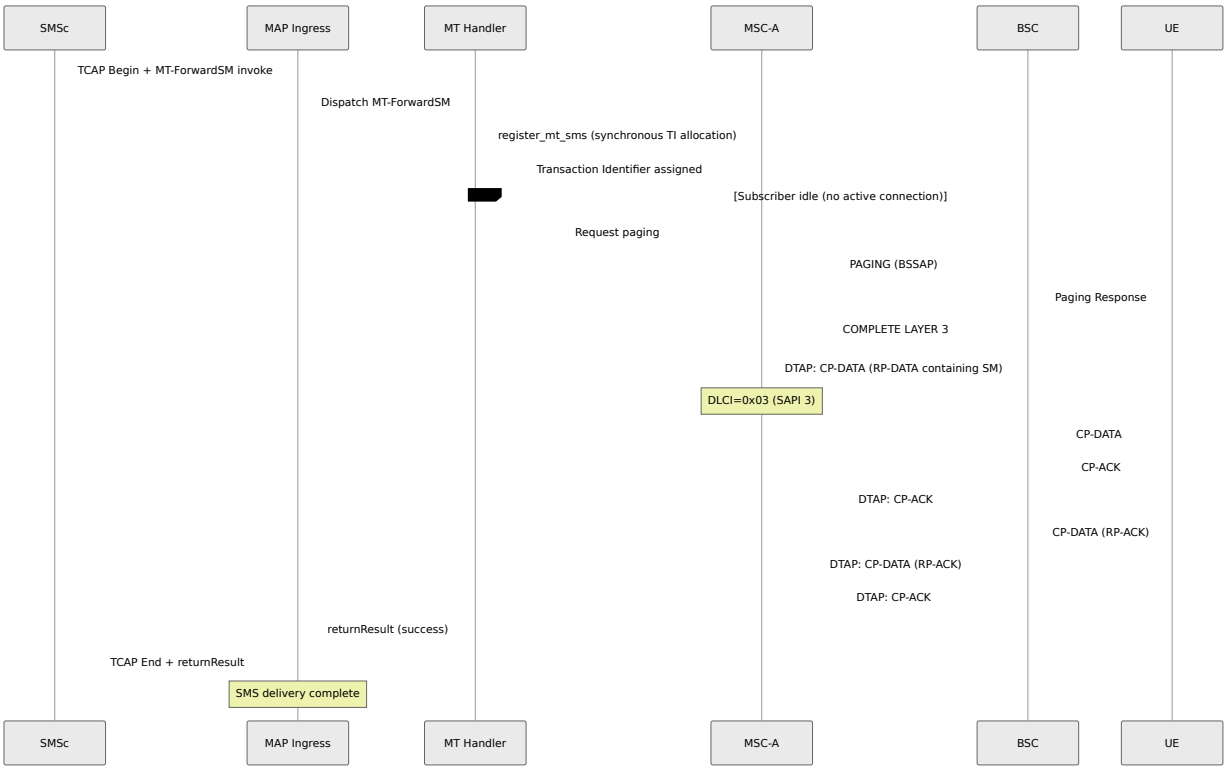
文件描述了 OmniMSC 中短消息服务的实现，涵盖了移动发起和移动终止的 SMS 流程、DTAP 事务标识符分配、A 接口 SAPI 处理、MAP 响应路由以及 SMS 编解码层。

有关包含 SMS 和语音的呼叫流程图，请参见 呼叫流程图。有关涵盖 MO-ForwardSM 和 MT-ForwardSM 操作的 MAP 接口详细信息，请参见 MAP 操作。有关 SMSc 地址和点代码配置，请参见 配置参考。有关常见的 SMS 投递问题，请参见 故障排除 — SMS 问题。

MO-SMS（移动发起短信）

用户通过 MSC 向 SMS 中心 (SMSc) 发送短消息。MSC 充当中继，从空中接口接收 SM 并使用 MAP MO-ForwardSM 将其转发到 SMSc。

MO 处理程序从 RP-DATA 中提取 SM-RP-DA（目的地址，通常是 SMSc 地址）和 SM-RP-OA（发起地址，用户的 MSISDN），然后构造 MAP MO-ForwardSM 请求。MAP 响应决定 MSC 是向 UE 发送 RP-ACK 还是 RP-ERROR。



MT-SMS（移动终止短信）

SMSc 通过 MSC 向用户发送短消息。SMSc 向 MSC 发送 MAP MT-ForwardSM（操作码 44），如果需要，则 MSC 会寻呼用户并通过空中接口传送 SM。

同步 TI 分配

MT 处理程序在 MSC-A 进程上调用 `register_mt_sms` 作为同步操作。这为 MT-SMS 投递分配了一个 DTAP 事务标识符，并防止了两个并发的 MT-SMS 投递到同一用户时可能分配相同 TI 的竞争条件。同步调用保 TI 值在给定用户的所有活动 SMS 事务中是唯一的。

DTAP 事务标识符

对于 MT-SMS，网络分配事务标识符 (TI)。根据 3GPP TS 24.007，TI 标志区分发起者：

方向	**TI** 标志	含义
网络 → UE (CP-DATA)	0	网络发起了此事务
UE → 网络 (CP-ACK, RP-ACK)	1	UE 对网络发起的事务作出响应

MSC 在发送给 UE 的 CP-DATA 中设置 TI 标志=0。UE 反映 TI 值，但在所有响应中设置标志=1（CP-ACK、包含 RP-ACK 的 CP-DATA）。这种约定允许双方区分多个并发的 SMS 事务。

SAPI 3

根据 3GPP TS 48.006，SMS NAS PDU（CP-DATA、CP-ACK、CP-ERROR）在 A 接口的 SAPI 3 上承载。BSSAP DTAP 头中的 DLCI（数据链路连接标识符）字节设置为 0x03，表示 SAPI=3。

SAPI 3 提供了一个与主信令通道（SAPI 0）分开的逻辑通道，后者承载 CC 和 MM 消息。这种分离允许 SMS 投递与活跃的语音通话同时进行，而不会干扰呼叫控制信令。

MAP 响应路由

当来自 SMSc 的 MT-ForwardSM 到达时，MSC 必须将 TCAP End 响应路由回正确的发起点代码。入口模块从传入的 M3UA 转移消息中捕获 OPC（发起点代码）并将其存储为 `routing_info[:opc]`。

在构造 TCAP End 响应时，MSC 使用此存储的 OPC 作为发往 M3UA 消息的 DPC（目标点代码）。这确保响应到达正确的 SMSc，这在多个 SMSc 实例使用不同点代码的网络中或在 STP 基于点代码而不是 SCCP 全局标题路由的情景下非常重要。

OPC/DPC 交换遵循标准 M3UA 约定：响应 OPC 是 MSC 自身的点代码（传入 DPC），响应 DPC 是 SMSc 的点代码（传入 OPC）。

SMS 编解码器

SMS 编解码器根据 3GPP TS 24.011 处理两个协议层：

CP 层（连接管理子层）

消息	方向	描述
CP-DATA	双向	作为有效载荷承载 RP 消息
CP-ACK	双向	确认收到 CP-DATA
CP-ERROR	双向	报告 CP 层错误（包含原因值）

CP-DATA 包含单个 RP 层 PDU。每个 CP-DATA 必须在同一事务中用 CP-ACK 确认后才能发送下一个 CP-DATA。

RP 层（中继协议）

消息	方向	描述
RP-DATA	双向	传送 SM-TP-DU（实际短消息）以及 RP-DA 和 RP-OA 地址
RP-ACK	双向	确认成功交付 RP-DATA
RP-ERROR	双向	报告 RP 层错误（来自 TS 24.011 表 8.4 的原因值）

对于 MO-SMS，来自 UE 的 RP-DATA 包含 SM-RP-DA（SMSc 地址）和 SM-RP-OA（用户地址）。对于 MT-SMS，MSC 构造 RP-DATA，包含 SM-RP-DA（用户 IMSI）和 SM-RP-OA（SMSc 地址）。

参考文献

规范	标题	相关性
TS 24.011	移动无线接口上的点对点短消息服务支持	CP 和 RP 协议层、消息格式、原因代码
TS 29.002 第 12 节	MAP 规范 - 短消息服务程序	MAP MO-ForwardSM（操作码 46）、MT-ForwardSM（操作码 44）、SM 的路由信息
TS 23.040	短信的技术实现	SM-TP 层编码、有效期、状态报告
TS 48.006	BSC-MSC 接口的信令传输机制规范	A 接口 DTAP 的 DLCI/SAPI 分配
TS 24.007	移动无线接口信令第 3 层 - 一般方面	事务标识符分配和 TI 标志约定

附加服务

文档描述了在 OmniMSC 中实现的附加服务，涵盖 SS 调度机制、呼叫转移、呼叫限制、呼叫等待、线路识别、呼叫保持、多方会议和 HLR 交互。有关呼叫流程序列，请参见 呼叫流程图。有关配置参数，请参见 配置参考。有关 ECT 和 CCBS 等高级呼叫功能，请参见 高级呼叫功能。有关用于将 SS 更改中继到 HLR 的 MAP 操作（RegisterSS、ActivateSS），请参见 MAP 操作。有关媒体层的 MPTY 会议桥详细信息，请参见 媒体控制。

SS 调度概述

移动台通过发送来自 SS 消息组的 DTAP 消息与附加服务进行交互：SS REGISTER、SS FACILITY 和 SS RELEASE COMPLETE，如 3GPP TS 24.010 中定义。每条消息携带一个包含 ASN.1 编码组件的设施信息元素，带有操作码和 SS 代码，以识别目标服务。每个用户的已配置附加服务及其状态徽章在控制面板的用户页面中可见 — 请参见 控制面板指南。

当 OmniMSC 接收到其中一条消息时，CC/SS 调度器从设施 IE 中提取 SS 代码，并将请求路由到适当的服务处理程序。SS 代码是一个在 3GPP TS 29.002 中定义的单字节值，唯一标识被调用的附加服务。

SS 操作

每个附加服务支持五个标准操作的子集：

操作	描述
注册	使用参数配置服务（例如，转移到的号码、无应答计时器）
删除	移除先前注册的服务
激活	启用已注册的服务以使其生效
停用	禁用活动服务而不移除注册
查询	查询服务的当前状态和参数

MS 使用设施 IE 中的调用组件对这些操作进行编码。OmniMSC 处理请求，确定是否需要 HLR 参与，并在响应中返回返回结果或返回错误组件。

呼叫转移

OmniMSC 实现了 TS 24.082 中定义的四种 3GPP 呼叫转移变体。每种变体可以通过 HLR 的 MAP INSERT SUBSCRIBER DATA 为每个用户配���，或由用户使用 SS 注册、激活、停用、删除和查询操作进行管理。

变体	**SS** 代码	触发条件	**3GPP** 参考
无条件呼叫转移 (CFU)	0x21	所有来电	TS 24.082 Sec 4.1
繁忙时呼叫转移 (CFB)	0x29	被叫用户繁忙	TS 24.082 Sec 4.2
无应答呼叫转移 (CFNRy)	0x2A	在计时器内未应答	TS 24.082 Sec 4.3
不可达呼叫转移 (CFNRc)	0x2B	用户不可达	TS 24.082 Sec 4.4

CFU（无条件呼叫转移）

所有对用户的呼叫无条件转移到配置的转移号码。当 CFU 激活时，MSC 不会对用户进行寻呼。CFU 优先于所有其他转移变体。

CFB（繁忙时呼叫转移）

当用户繁忙（所有信道被占用或用户确定的用户繁忙）时，呼叫会被转移。MSC 从无线接口（UDUB）或 CC FSM 状态检测繁忙条件。

CFNRy（无应答呼叫转移）

当用户在可配置计时器内未应答时（默认 20 秒，范围 5-30 秒，依据 3GPP TS 24.082），呼叫会被转���。无应答计时器在接收到寻呼响应或警报指示时开始。

CFNRc（不可达呼叫转移）

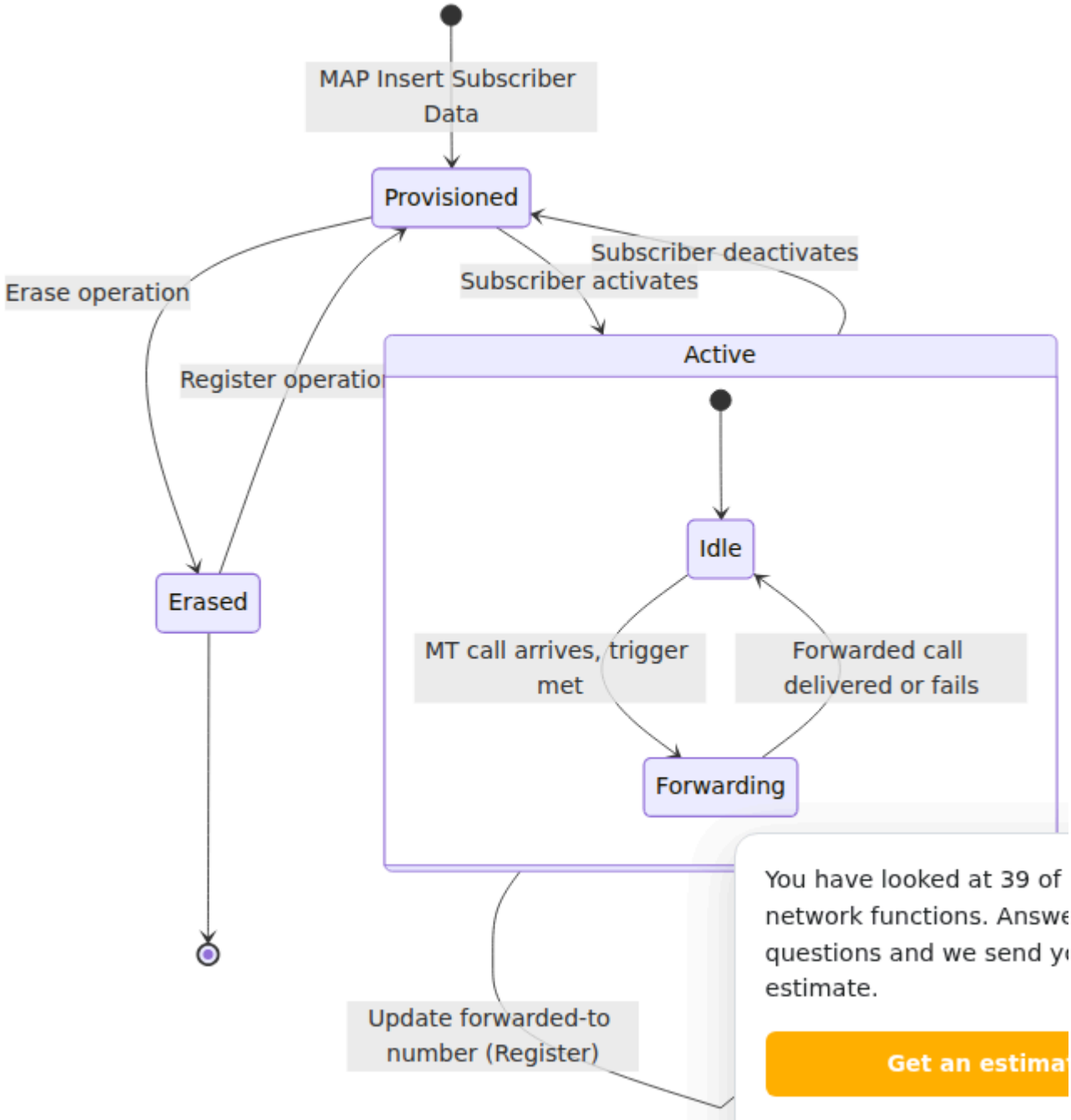
当用户无法接通时（IMSI 脱离、没有寻呼响应或无线链路故障），呼叫会被转移。MSC 根据 VLR 用户状态和寻呼结果确定可达性。

呼叫转移操作

用户通过标准 SS 操作管理呼叫转移：

操作	效果
注册	存储转移号码和可选的无应答计时器；隐式激活服务
删除	移除转移号码并停用服务
激活	启用先前注册的转移变体
停用	禁用转移而不移除注册号码
查询	返回当前状态（活动/非活动）和转移号码

注册和删除操作通过 MAP 中继到 HLR，因为转移数据是用户档案的一部分。激活、停用和查询可以在 VLR 数据中□地处理，当信息已经可用时，或者在其他情况下中继到 HLR。



呼叫转移状态图

呼叫限制

OmniMSC 根据 3GPP TS 24.088 实现呼叫限制服务。限制类别通过 HLR 通过 MAP INSERT SUBSCRIBER DATA 进行配置，并在呼叫设置期间由 MSC 强制执行。用户无法覆盖运营商配置的限制。

呼叫限制使用 3GPP TS 29.002 中定义的规范 MAP SS-Code 空间。各个限制类别及其包含的组代码如下：

类别	**SS** 代码	方向	效果
所有外呼限制 (BAOC)	0x92	MO	阻止所有外呼
外呼国际限制 (BOIC)	0x93	MO	阻止国际外呼
除□国外呼国际限制 (BOIC-exHC)	0x94	MO	阻止国际外呼，除□ PLMN 国外
所有入呼限制 (BAIC)	0x9A	MT	阻止所有入呼
漫游时入呼限制 (BicRoam)	0x9B	MT	用户在 HPLMN 之外漫游时阻止入呼

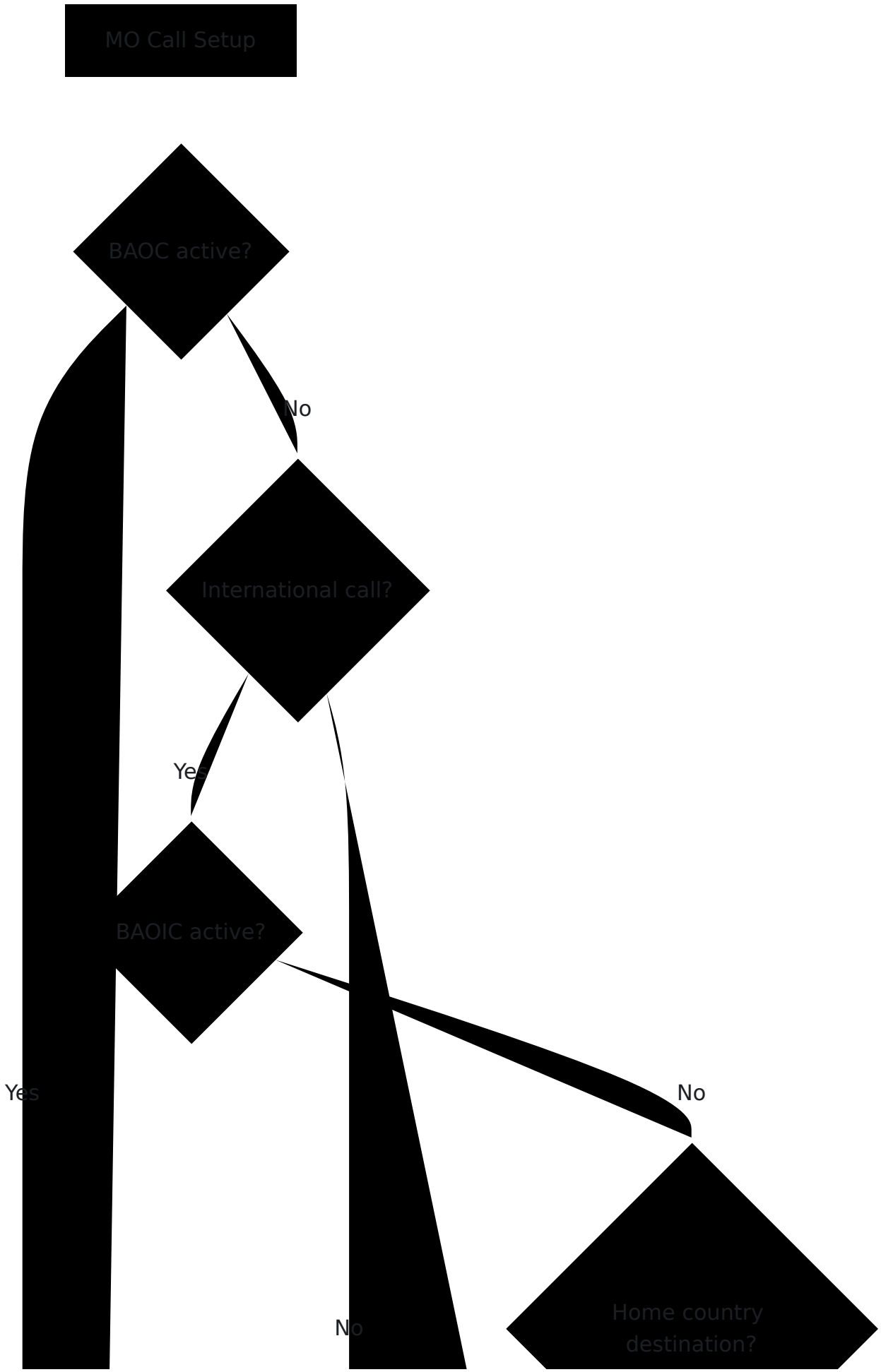
组 SS 代码一次性处理多个类别：

组	**SS** 代码	涵盖内容
所有限制服务	0x90	所有外呼和入呼限制
外呼限制	0x91	BAOC、BOIC、BOIC-exHC
入呼限制	0x99	BAIC、BicRoam

限制配置

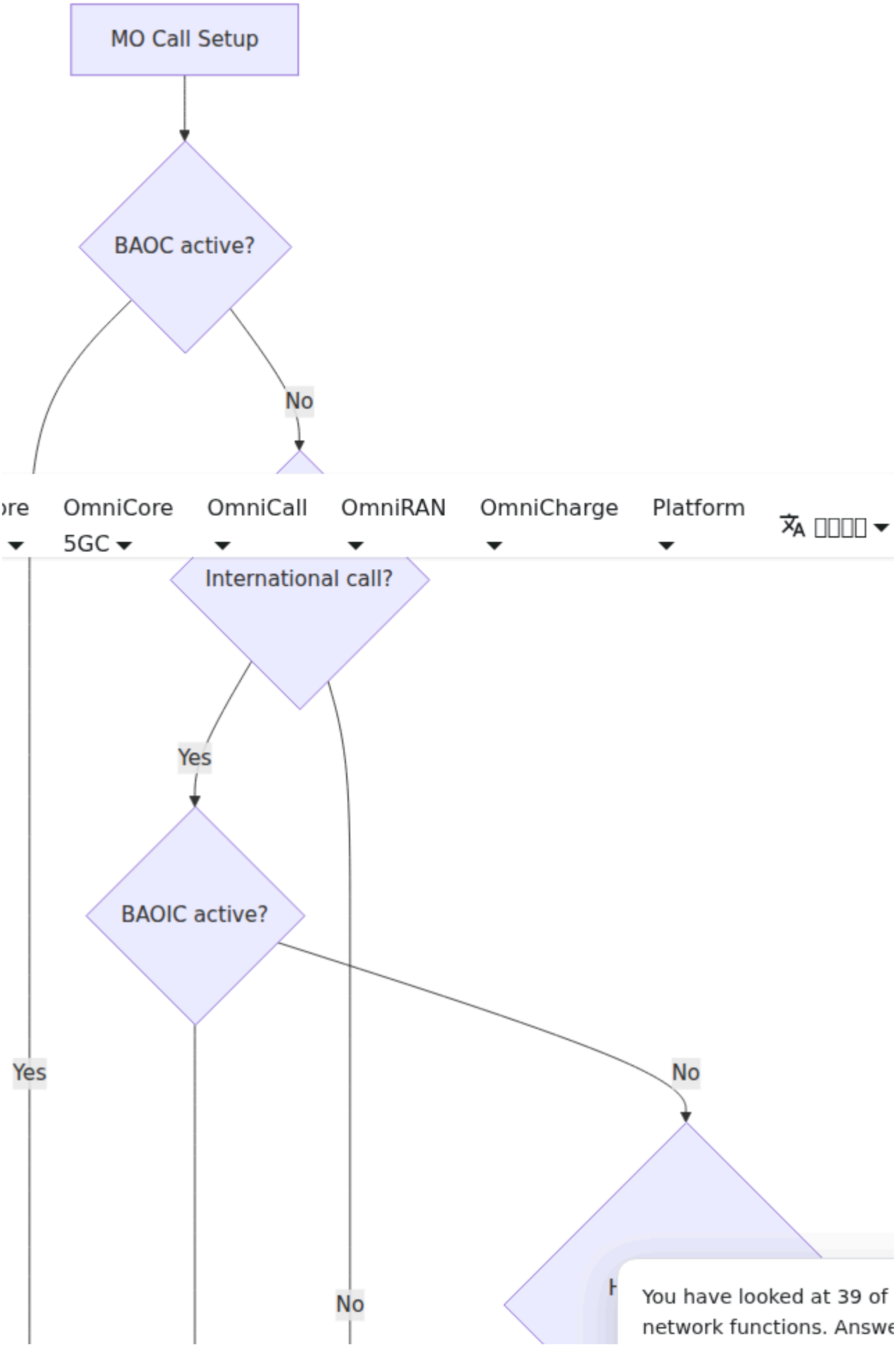
呼叫限制数据作为用户档案的一部分，通过 MAP INSERT SUBSCRIBER DATA 操作在位置更新期间从 HLR 到达。VLR 存储活动限制类别，MSC 在呼叫设置时评估它们。由于限制由运营商控制，用户的激活和停用需要通过限制密码获得 HLR 授权。

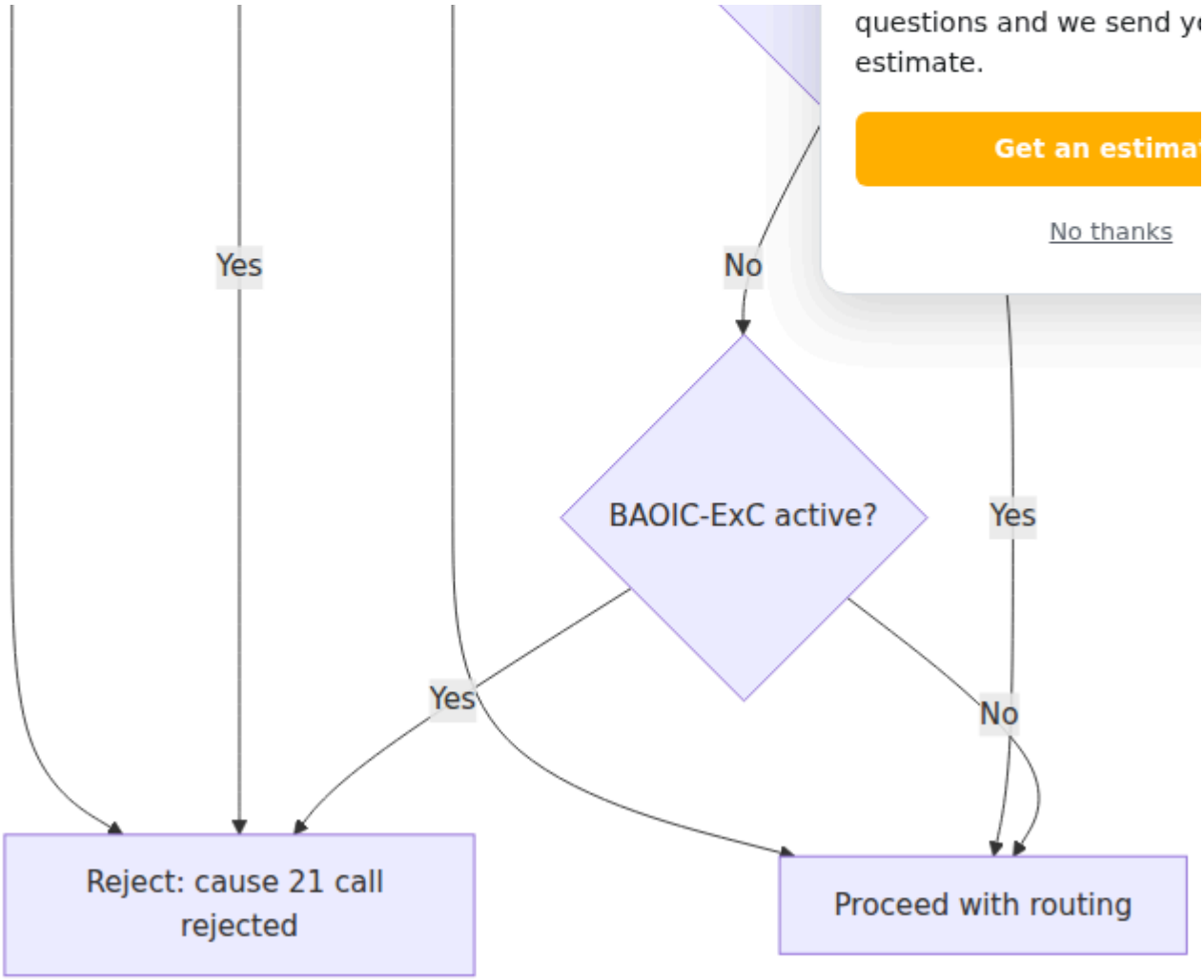
□□□□ -- □□


MO Call Setup
BAOC active?
No
International call?
Yes
BAOIC active?
Yes
No
No
Home country destination?


Yes
No
BAOIC-ExC active?
Yes
Yes
No
Reject: cause 21 call rejected
Proceed with routing

□□??□ -- □□


MO Call Setup
BAOC active?
No
ore
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
International call?
Yes
BAOIC active?
Yes
No
No
You have looked at 39 of
network functions. Answe



用户呼叫限制附加服务（BAOC/BOIC/BAIC）使用 GSM 原因 21（呼叫被拒绝）释放呼叫。这与运营商确定的限制（ODB，TS 23.015）不同，后者首先进行评估，并使用 GSM 原因 8（运营商确定的限制）释放。

运营商确定的限制和 **MO** 设置时的封闭用户组

除了上述用户控制的呼叫限制服务外，OmniMSC 在 VLR 移动发起呼叫程序（TS 23.018 Sec 7.1.2）期间强制执行两项运营商控制的限制：运营商确定的限制（ODB，TS 23.015）和封闭用户组（CUG，TS 24.085）。两者通过 HLR 通过 MAP INSERT SUBSCRIBER DATA 进行配置，存储在 VLR 用户中，并在呼叫提供给网络之前由 MSC 进行检查。被限制的呼叫使用 RELEASE COMPLETE 向 MS 释放，携带适当的 GSM 04.08 原因，并且不会为连接的呼叫产生计费记录。

三个外呼检查以固定顺序应用，第一个限制释放呼叫：

1. 运营商确定的限制 (ODB)
2. 封闭用户组 (CUG)
3. 用户呼叫限制附加服务 (BAOC/BOIC/BOIC-exHC)

运营商确定的限制类别

ODB 类别存储在用户中作为 `odb_categories`。以下移动发起的类别通过号码分析进行强制执行，全部使用 GSM 原因 8（运营商确定的限制）释放：

类别	效果	释放原因
`barring_all_outgoing`	阻止每个 MO 呼叫	8（运营商确定的限制）
`barring_outgoing_international`	阻止拨打国际号码的 MO 呼叫	8（运营商确定的限制）
`barring_outgoing_international_except_home`	阻止拨打国际 MO 呼叫，除 HPLMN 国家	8（运营商确定的限制）
`barring_premium_rate_information`	阻止拨打配置的高收费信息前缀的 MO 呼叫	8（运营商确定的限制）
`barring_premium_rate_entertainment`	阻止拨打配置的高收费娱乐前缀的 MO 呼叫	8（运营商确定的限制）

高收费前缀是网络特定的，没有默认值。在 `:odb` 键下进行配置：

```
config :omnimsc, :odb,
  premium_rate_information_prefixes: ["1900"],
  premium_rate_entertainment_prefixes: ["1901"]
```

`barring_outgoing_international_except_home` 类别将拨打的 E.164 国家代码与提供给 CC 层的 HPLMN 国家代码 `home_country_code` 进行比较。如果没有配置的□国代码，则除□国检查失败（不限制）。

封闭用户组

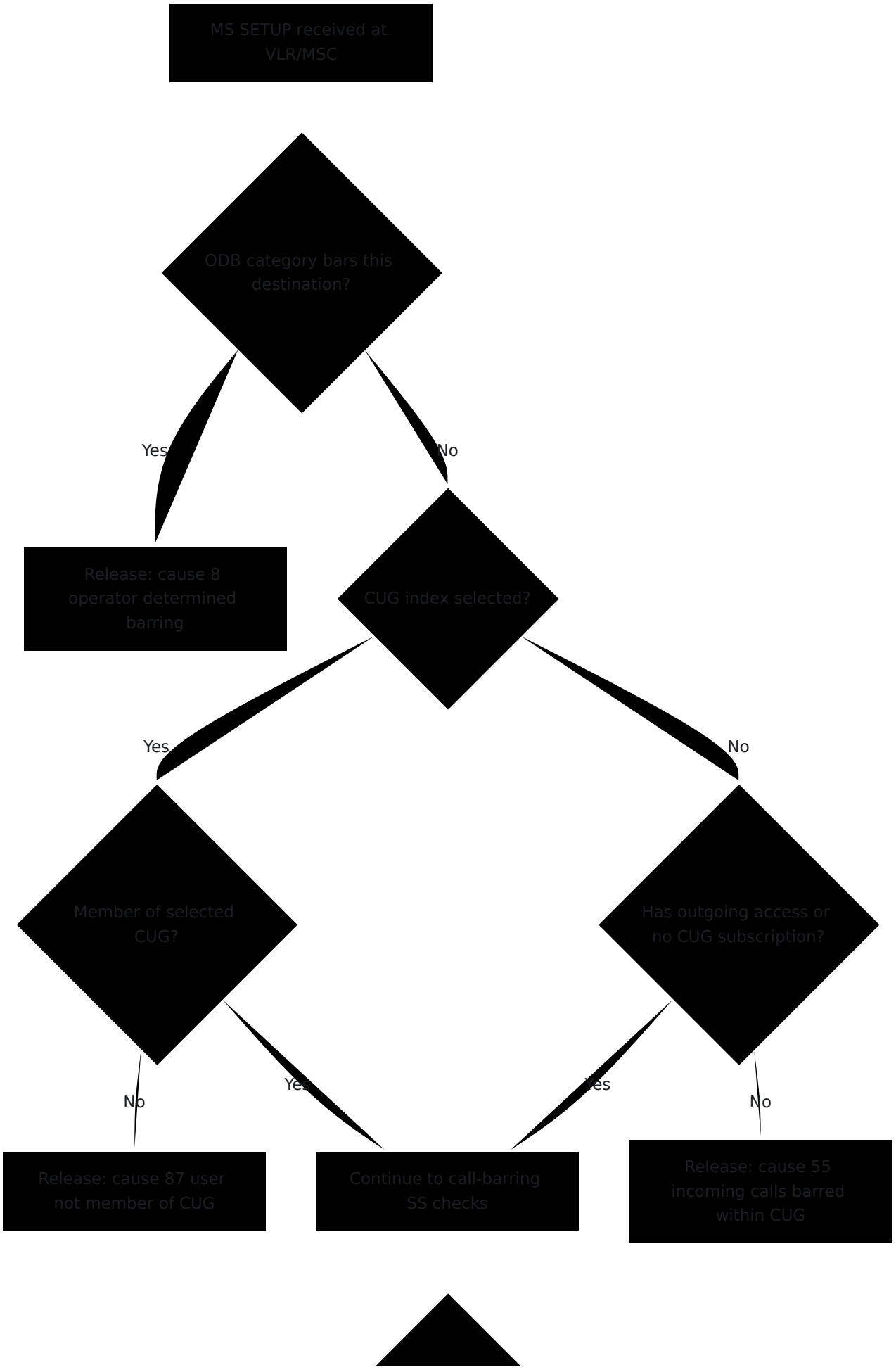
CUG 限制成员可以拨打的目的地。用户的 CUG 订阅存储为 `cug_info`：

字段	描述
`groups`	用户所属于的 CUG 索引（互锁代码）列表
`outgoing_access`	用户是否可以在任何 CUG 外发起呼叫（默认 `false`）
`preferential_cug`	当 MS 信号没有明确索引时使用的 CUG 索引（可选）

在 MS SETUP 时，MS 可以在 CUG 设施中包含 CUG 索引（`cug_index`）。VLR 评估成员资格和访问权限：

条件	结果	释放原因
没有 CUG 订阅，普通呼叫（没有索引）	允许	--
没有 CUG 订阅，MS 选择了一个索引	被限制	87 (用户不是 CUG 成员)
MS 选择了用户是成员的索引	允许	--
MS 选择了用户不是成员的索引	被限制	87 (用户不是 CUG 成员)
普通呼叫，用户有外呼权限	允许	--
普通呼叫，用户没有外呼权限	被限制	55 (CUG 内部限制入呼)

MO □□□□□□

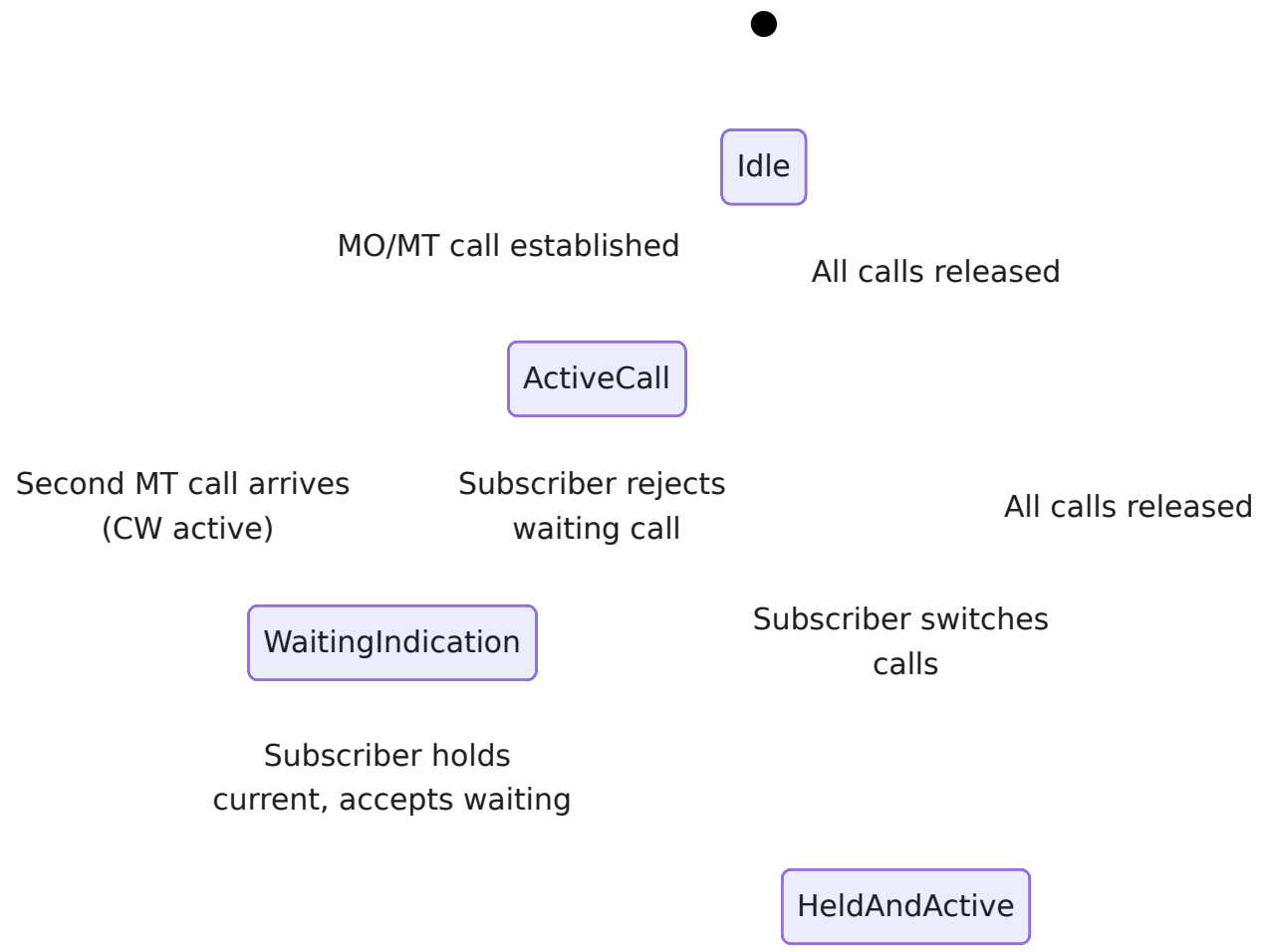

MS SETUP received at VLR/MSC
ODB category bars this destination?
Yes
No
Release: cause 8 operator determined barring
CUG index selected?
Yes
No
Member of selected CUG?
Has outgoing access or no CUG subscription?
No
Yes
Yes
No
Release: cause 87 user not member of CUG
Continue to call-barring SS checks
Release: cause 55 incoming calls barred within CUG

呼叫等待

OmniMSC 根据 3GPP TS 24.083 实现呼叫等待 (CW)。呼叫等待的 SS 代码为 0x41。用户可以使用标准 SS 激活和停用操作来激活或停用呼叫等待。

当一个启用了 CW 的用户正在通话中并接收到第二个来电时，MSC 在发送给移���台的 SETUP 消息中包含一个信号信息元素。信号 IE 指示 MS 播放呼叫等待音，提醒用户有来电。没有启用 CW 时，MSC 会向第二个呼叫方返回繁忙指示，这可能会触发 CFB（如果已配置）。

用户可以通过将当前通话保持（HOLD 消息）并接听新呼叫来接受等待呼叫，或者拒绝等待呼叫，这将正常处理繁忙。



线路识别

OmniMSC 根据 3GPP TS 24.081 和 TS 24.083 实现呼叫线路识别呈现 (CLIP) 和呼叫线路识别限制 (CLIR)。

CLIP (呼叫线路识别呈现) -- SS 代码 0x11

CLIP 向被叫方提供主叫方号码。MSC 在 MT 段发送给移动台的 SETUP 消息中包含主叫号码，并在 MO 呼叫的外呼干线上包含 IAM 或 SIP INVITE。CLIP 是网络配置的服务：当 CLIP 为被叫用户配置时，网络根据主叫方的 CLIR ��制呈现主叫号码。

CLIR (呼叫线路识别限制) -- SS 代码 0x12

CLIR 允许主叫方限制其号码向被叫方的呈现。HLR 配置默认 CLIR 模式，用户可以在允许的情况下调用每次呼叫的覆盖。

模式	行为
永久	始终限制号码；不可用每次呼叫覆盖
临时（默认限制）	除非用户调用每次呼叫呈现，否则号码受限
临时（默认允许）	除非用户调用每次呼叫限制，否则号码呈现

MSC 在填充外呼信令中的主叫方号码时评估主叫用户的 CLIR 设置。网络运营商覆盖可以强制呈现，无论 CLIR 设置如何，适用于合法拦截和紧急回拨等场景。

呼叫保持

OmniMSC 根据 3GPP TS 24.083 处理呼叫保持。移动台通过发送 HOLD 消息将活动呼叫保持，并通过发送 RETRIEVE 消息将其检索。两者都是 CC 消息，由 MSC 内部的 CC FSM 直接处理。

当 MSC 接收到 HOLD 消息时，CC FSM 将呼叫腿转换为保持状态，指示媒体网关将保持的腿设置为接收模式，并向 MS 发送 HOLD ACKNOWLEDGE。对于 RETRIEVE，CC FSM 反转该过程：媒体网关腿返回发送接收模式，MSC 响应 RETRIEVE ACKNOWLEDGE。

呼叫保持是多个其他附加服务的先决条件，包括呼叫等待（接受第二个呼叫）、多方会议（桥接保持和活动呼叫）和显式呼叫转移（连接保持和活动的远程方）。

多方（MPTY）会议

OmniMSC 根据 3GPP TS 24.084 实现多方呼叫。MPTY 允许用户将多个呼叫桥接到一个会议中。会议桥由媒体网关托管，MSC 通过 CC FACILITY 调用和返回结果交换控制参与。

MPTY 操作

操作	SS 代码	描述
BuildMPTY	0x51	通过合并保持和活动呼叫创建或扩展会议
HoldMPTY	0x52	将整个会议保持
RetrieveMPTY	0x53	检索保持的会议
SplitMPTY	0x54	将一个参与者从会议中提取到私人呼叫中

BuildMPTY 流程

用户首先使用正常的呼叫设置和 HOLD 程序建立两个呼叫（一个活动，一个保持），然后在 CC FACILITY 消息中发送 BuildMPTY 调用。OmniMSC 在媒体网关上创建会议上下文，将所有呼叫腿重定向到会议桥，并向 MS 返回 BuildMPTY 返回结果。后续呼叫可以通过重复保持和拨号模式，然后再发送另一个 BuildMPTY 调用来添加到会议中。

HoldMPTY 和 RetrieveMPTY

HoldMPTY 将所有会议腿置于媒体网关的接收模式，允许用户在会议外进行私人呼叫。RetrieveMPTY 反转此过程，将所有腿恢复到发送接收模式，并将用户重新连接到会议。

SplitMPTY

SplitMPTY 将单个参与者从会议中提取到与用户的私人双方呼叫中。其余会议参与者被保持。MS 通过 SplitMPTY 调用中的呼叫引用识别要拆分的参与者。

媒体网关上的会议桥

媒体网关维护会议上下文，每个参与者一个终端。OmniMSC 使用 CRCX 创建终端，并使用 MDCX 将其添加或移除会议上下文。网关为上下文中的所有参与者执行音频混合。

HLR 中继

多个 SS 操作需要与 HLR 交互，因为用户档案是附加服务状态的权威来源。当 MSC 接收到一个修改持久状态的 SS 操作（转移、删除、激活、停用用于转移、限制密码验证）时，请求通过适当的 MAP 操作中继到 HLR。HLR 处理请求，更新用户档案，并返回结果，MSC 将其转发给移动台。

通过 MAP 中继的操作包括：

- RegisterSS / EraseSS 用于呼叫转移号码
- ActivateSS / DeactivateSS 用于必须在当前 VLR 注册之外持久化的服务状态更改
- RegisterPassword 用于呼叫限制密码管理
- InterrogateSS 当 VLR 不持有请求的数据时

本地查询

当 VLR 已经持有当前的附加服务数据（在通过 INSERT SUBSCRIBER DATA 进行位置更新时接收）时，查询请求可以在本地回答，而无需联系 HLR。这减少了信令负载和响应时间。MSC 查询 VLR 用户记录以获取请求的 SS 代码，并直接将当前状态返回给移动台。

本地查询用于状态查询，其中 VLR 数据被认为是最新的，例如在位置更新后立即或在成功的注册/激活/停用操作后更新本地 VLR 副本后。

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 24.010	移动无线接口层 3 -- 附加服务	SS 消息结构、设施 IE、组件类型
TS 24.080	移动无线接口层 3 SS 规范 -- 格式和编码	SS 操作和组件的 ASN.1 编码
TS 24.081	线路识别附加服务	CLIP、CLIR
TS 24.082	呼叫转移附加服务	CFU、CFB、CFNRy、CFNRc
TS 24.083	呼叫等待和呼叫保持附加服务	CW、HOLD、RETRIEVE
TS 24.084	多方附加服务	BuildMPTY、HoldMPTY、RetrieveMPTY、SplitMPTY
TS 24.085	封闭用户组附加服务	CUG 成员资格和 MO 设置时的访问权限
TS 24.088	呼叫限制附加服务	BAOC、BAOIC、BAOIC-ExC、BAIC、BAIC-Roam
TS 23.015	运营商确定的限制的技术实现	在呼叫设置时强制执行的 ODB 类别
TS 23.018	基□呼叫处理	VLR MO 呼叫程序（Sec 7.1.2）、ODB/CUG 强制执行点
TS 29.002	MAP 规范	SS 代码分配、用于 SS 配置的 MAP 操作

故障排除指南

文档涵盖了在 OmniMSC 部署中遇到的常见操作问题及其解决步骤。有关配置参考，请参见 配置参考。有关系统指标和警报，请参见 指标参考。有关实时状态和订阅者检查，请参见 控制面板指南。

SS7 连接性

STP 链路故障

症状：无法建立新呼叫，位置更新未完成，触发 `sctp_link_down` 警报，且 `omnimsc_peer_status` 显示受影响的 STP 对等体为 0。

调查：验证到 STP 的 SCTP 关联是否已建立。检查远程 IP 地址和端口是否与 STP 配置匹配。确认 SCTP 协议 132 在 MSC 和 STP 之间的任何防火墙中被允许。验证 STP 路由上下文是否与 OmniMSC 中配置的值匹配。检查 M3UA ASP 状态机是否已通过 ASPUP 和 ASPAC 进展到 ACTIVE 状态。如果关联已建立但 M3UA 未达到 ACTIVE，请检查 M3UA 日志以查找指示路由上下文或流量模式不匹配的 ERR 块。

解决方案：根据调查结果修正 SCTP 端点配置（IP、端口）、防火墙规则或 M3UA 路由上下文。一旦 SCTP 关联重新建立并且 M3UA 达到 ACTIVE，警报将自动清除，信令将恢复。

MAP 对话超时

症状：位置更新挂起未完成，SMS 发送失败，可能会触发 `hlr_unreachable` 警报。MAP 操作超时，未收到 HLR 的 TC-CONTINUE 或 TC-END。

调查：确认 HLR 在网络层可达。验证两端的点码是否正确配置。如果使用基于 GT 的 SCCP 路由，请检查全球标题转换是否正确配置。验证 M3UA 是否有到 HLR 点码的活动路由。检查日志中是否发送了 TC-BEGIN 消息但没有相应的 TC-CONTINUE 响应。

解决方案：根据需要修正点码或全球标题配置。如果 HLR 可达但未响应，则问题出在 HLR 端。验证 HLR 是否有返回路由到 MSC 点码。

MAP 响应的错误 DPC

症状：SMSc 从未收到 MT-SMS 确认。MAP ForwardSM 响应被发送但未到达发起的 SMSc。MT-SMS 交付从 MSC 的角度看似已完成，但 SMSc 重新发送请求。

调查：检查携带 MAP 响应的 M3UA DATA 消息中的目标点码（DPC）。响应 DPC 必须与来自传入 MAP 请求的发起点码（OPC）匹配，即 SMSc 点码。如果响应被发送到 STP 或 HLR 点码而不是 SMSc，则响应 DPC 未���用 routing_info OPC。

解决方案：确保 MAP 响应使用来自传入 routing_info 的 OPC 作为返回消息的 DPC。这确保响应到达正确的 SMSc 点码，而不是默认路由。

呼叫问题

单向音频

症状：呼叫已建立（双方听到响铃并接听），但音频仅在一个方向流动，或根□没有音频。

调查：验证 MGCP CRCX（创建连接）和 MDCX（修改连接）消息是否发送到媒体网关，并且网关以 200 OK 响应。检查 MGW 是否可达且健康。检查 SIP 200 OK 中的 SDP 连接地址（c= 行），确认其包含可路由的 IP 地址，而不是私有或回环地址。验证 `signaling_address` SIP 配置键是否设置为远程 SIP 对等体应使用的信令和 SDP 联系地址——SIP 监听器在发送的消息中将此值作为信令地址进行广告。确认 RTP 端口范围在任何防火墙中双向开放。

解决方案：根据识别出的内容修正 MGW 连接性、SDP 地址配置或防火墙规则。对于必须广告特定可达地址的部署，请在 SIP 配置中将 `signaling_address` 键设置为该地址。

呼叫清除时未发送 **SIP BYE**

症状：当 A 接口连接被释放（例如，无线链接故障，BSC 清除）时，SIP 对等体未收到通知。远程 SIP 端点保持会话开放，��到其自己的计时器到期。

调查：验证当 MSC-A 释放连接时，connection_lost 事件是否发送到 CC FSM。每个活动呼叫事务必须接收到释放指示，以便 CC FSM 可以在外部腿上触发 SIP BYE。

解决方案：确保 MSC-A 释放处理程序遍历所有活动事务并传递 connection_lost 事件。CC FSM 应在接收到此事件后过渡到释放状态并发送 SIP BYE。

错误的 **CC FSM** 完成分配

症状：在现有连接中进行的新呼叫（例如，在第一个呼叫保持时的第二个 MO 呼叫）接收到错误事务的完成分配，导致呼叫状态损坏。

调查：验证当连接已处于通信状态时，是否在新呼叫开始时更新 active_trans 引用。完成分配被传递给接收时标记为 active_trans 的任何事务。

解决方案：确保 MSC-A 进程在处理第二个 CM 服务请求或通信状态下的呼叫设置时更新 active_trans 为新事务。

DTMF 无法工作

症状：通话中的 DTMF 音调未被远程方或 IVR 系统识别。订阅者按下数字但没有任何动作发生。

调查：验证在从无线侧接收到 DTMF 事件时，是否发送了带有内容类型 application/dtmf-relay 的 SIP INFO 消息。确认 SIP 对等体支持用于 DTMF 中继的 INFO 方法。检查 SIP 对等体配置中的 DTMF 处理偏好。

解决方案：确保启用基于 SIP INFO 的 DTMF 中继，并且对等体配置为接受它。如果对等体需要 RFC 2833 电话事件 RTP 数据包而不是 SIP INFO，请相应调整 DTMF 中继方法。

短信问题

MT-SMS 交付超时 (TC1)

症状：由 SMSc 发起的 MT-SMS 交付超时。MAP ForwardSM 操作在 TC1 计时器内未完成。SMSc 重新发送交付尝试。

调查：检查 register_mt_sms 操作是否使用同步调用，以确保在 MAP 响应之前发送 DTAP CP-DATA。验证 MT 方向的 DTAP 事务标识符（TI）是否正确分配。确认 SMS PDU 是否在 SAPI 3（SMS 的专用信令通道）上发送，而不是 SAPI 0。

解决方案：确保同步 MT-SMS 注册、正确的 TI 分配（对网络发起的事务设置 TI 标志）以及 SMS DTAP 消息使用 SAPI 3。

MT-SMS 重新交付循环

症状：MT-SMS 处理程序进程崩溃并重复重启，导致相同的 SMS 在循环中重新交付。订阅者可能会收到重复消息。

调查：检查 MT-SMS 处理程序在监督树中的 child_spec。如果重启策略设置为永久，则监督者将在每次终止后无条件重启处理程序，包括正常完成。这会导致重新交付，因为重启的处理程序重新启动交付。

解决方案：将 MT-SMS 处理程序的 child_spec 设置为 restart: :temporary，以便正常终止不会触发重启。只有异常崩溃才应导致重启，SMSc 将通过其自己的重试机制处理重新交付。

MAP 响应未到达 SMSc

症状：MT-SMS 交付在无线侧完成（订阅者收到消息），但 SMSc 未收到 MAP ForwardSM 响应。SMSc 将交付视为失败，可能会重新交付。

调查：检查携带 MAP ForwardSM 响应的 M3UA DATA 消息中的 DPC。DPC 必须与 SMSc 点码匹配，即来自传入 MAP 请求的 OPC（routing_info[:opc]）。如果响应路由到错误的点码，SMSc 将永远看不到它。

解决方案：确保 MAP 响应 DPC 来源于传入请求的 routing_info[:opc]，而不是来自默认或与 HLR 关联的点码。

身份验证

身份验证失败 -- MAC 不匹配

症状：订阅者身份验证失败，原因是 mac_failure。UE 发送身份验证失败，原因是“MAC 失败”，表明网络身份验证检查在 USIM 上失败。

调查：这表明存储在 USIM 中的订阅者密钥（Ki/K）与存储在 HLR/AuC 中的密钥不匹配。AuC 生成的身份验证向量与 USIM 计算的向量不匹配。这可能发生在 SIM 更换、HLR 迁移或配置错误之后。

解决方案：验证 HLR/AuC 中的订阅者密钥是否与编程到 USIM 中的密钥匹配。如有必要，在 HLR 中重新配置订阅者配置文件。这不是 MSC 端的问题——MSC 忠实地转发来自 HLR 的向量。

身份验证重新同步循环

症状：订阅者进入身份验证重新同步循环，重复进行而没有解决。UE 发送身份验证失败，原因是“SQN 失败”，并带有 AUTS 参数。MSC 将重新同步转发到 HLR，但后续身份验证尝试也因 SQN 失败而失败。

调查：OmniMSC 每个身份验证周期允许最多 2 次重新同步尝试。检查是否超过了重新同步计数。验证 HLR 是否正确处理 AUTS 参数并推进 SQN。如果 HLR SQN 与 USIM SQN 相差甚远，单次重新同步可能不足以解决问题。

解决方案：如果在 2 次尝试后重新同步循环仍然存在，则必须在 HLR 中重新配置订阅者。必须重置 HLR SQN 以与 USIM SQN 对齐。联系 HLR 操作以解决 SQN 不一致的问题。

订阅者问题

TMSI 在寻呼响应中未知

症状：订阅者使用 MSC 不识别的 TMSI 响应寻呼。这可能发生在 MSC 重启或 TMSI 表损坏之后。

调查：当 MSC 收到未知 TMSI 的寻呼响应时，它不会拒绝订阅者。相反，MSC 发送身份请求以直接从移��台获取 IMSI。这是根据 3GPP TS 24.008 的正常恢复行为。

解决方案：无需采取行动。MSC 会自动通过请求订阅者的 IMSI 来解决未知 TMSI。如果这种情况频繁发生，请调查在位置更新期间 TMSI 重新分配是否正常工作。

对未知 IMSI 的 CM 服务请求

症状：订阅者发送 CM 服务请求，但未在 VLR 中注册。MSC 对此 IMSI 没有订阅者数据。

调查：当 OmniMSC 从未注册的订阅者接收到 CM 服务请求时，会触发隐式位置更新。MSC 在继续请求的服务之前，启动完整的位置更新程序（身份验证、加密、MAP 更新位置到 HLR）。

解决方案：无需采取行动。隐式位置更新是自动进行的。如果位置更新□身失败（HLR 无法到达，身份验证失败），则 CM 服务请求将被拒绝，订阅者必须重试。

订阅者卡在 VLR 中

症状：尽管订阅者无法到达或已移动到另一 MSC，但订阅者记录仍保留在 VLR 中。对该订阅者的寻呼尝试始终失败。

调查：检查订阅者是否在另一 MSC 完成了位置更新（HLR 会发送 MAP CANCEL LOCATION，移除 VLR 记录）。如果取消被遗漏或 VLR 记录以其他方式过时，可能需要手动删除。

解决方案：使用 DELETE /api/subscribers/{id} 端点从 VLR 中清除订阅者记录。订阅者将在下次访问网络时通过位置更新重新注册。

性能

过载拒绝

症状：新呼叫和位置更新被拒绝，GSM 原因 42（交换设备拥塞）。`overload` 警报处于活动状态。

调查：检查当前的过载阈值和超出这些阈值的系统指标。监控的四个指标是：活动呼叫（默认最大 10,000）、注册订阅者（默认最大 50,000）、BEAM 进程计数（默认最大 500,000）和寻呼速率（默认最大 1,000/秒）。确定哪个指标触发了过载条件。

解决方案：如果阈值适合硬件，请调查过载的来源：异常呼叫量、寻呼风暴或进程泄漏。如果阈值对部署来说过于保守，请在过载配置中增加它们。请参见 配置参考。

□内存使用

症状：BEAM 内存消耗随时间增长或意外激增。如果内存耗尽，系统可能变得无响应。

调查：检查主要内存存储的 ETS 表大小：VLR 订阅者表、MPTY 会议上下文和 TCAP 事务表。这些表中大量过期条目可能导致内存增长。还要检查进程泄漏——如果 BEAM 进程计数上升而没有相应的订阅者或呼叫增长，则表明进程未正确终止。

解决方案：识别并解决��长的来源。可以通过订阅者 API 清除过期的 VLR 条目。TCAP 事务超时应自动清理被遗弃的对话。如果发现进程泄漏，请调查监督树中具有不正确重启策略或缺少超时处理的进程。

SIP 问题

有关 SIP 对等体配置和 OPTIONS 保持活动详细信息，请参见 SIP 中继。

SIP 对等体显示 UNKNOWN 状态

症状：SIP 对等体在控制面板或指标中显示为 UNKNOWN 状态，而不是 UP 或 DOWN。

调查：OmniMSC 通过定期的 OPTIONS 保持活动消息来确定 SIP 对等体状态。如果未为对等体配置 OPTIONS 保持活动，或者对等体从未响应 OPTIONS 请求，则状态保持 UNKNOWN。检查对等体配置是否包含保持活动设置。验证对等体是否可达并响应 SIP OPTIONS 以 200 OK。

解决方案：在 SIP 配置中为对等体启用 OPTIONS 保持活动。如果已启用保持活动但对等体未响应，请调查网络连接并确认对等体支持 OPTIONS 方法。

对等体的 re-INVITE 重传

症状：在建立的呼叫期间，SIP 对等体发送 re-INVITE 请求（用于编解码器重新协商、会话刷新或保持/取消保持），并因 MSC 未响应而重传。对等体最终可能因未答复的 re-INVITE 而终止呼叫。

调查：验证 MSC SIP 堆栈在呼叫处于活动状态时是否处理对话中的 re-INVITE 消息。如果 re-INVITE 在状态转换期间到达或未匹配到正确的对话，可能会被静默丢弃。

解决方案：确保 SIP 事务层正确匹配对话中的 re-INVITE 到现有呼叫腿，并且 CC FSM 在活动状态下处理 re-INVITE。MSC 应以 200 OK 响应，包含更新的 SDP 答复。

会话计时器到期

症状：已建立的呼叫在固定时间后（通常为 1800 秒）意外断开。SIP 对等体发送 BYE，原因是“会话计时器到期”。

调查：SIP 会话计时器（RFC 4028）需要定期的 re-INVITE 或 UPDATE 来保持会话活动。检查呼叫设置期间的 Session-Expires 头协商。验证 MSC 是否遵循对等体提出的 Min-SE（最小会话过期）值。如果 MSC 是刷新者，请确认它在会话计时器到期之前发送 re-INVITE 或 UPDATE。

解决方案：确保 MSC 参与会话计时器协商，并根据协商的角色（刷新者或被刷新者）执行会话刷新。如果在部署中不需要会话计时器，则可能需要配置对等体以不要求它们。

3GPP 规范参考

规范	标题	相关性
TS 24.008	移动无线接口层 3	身份验证、身份、DTAP 程序
TS 29.002	MAP 规范	HLR 操作、点码路由
TS 48.008	MSC-BSS 接口（BSSMAP）	分配、加密模式、寻呼
TS 23.018	切换程序	MSC 之间的切换
TS 22.101	服务原则	紧急呼叫、过载

USSD

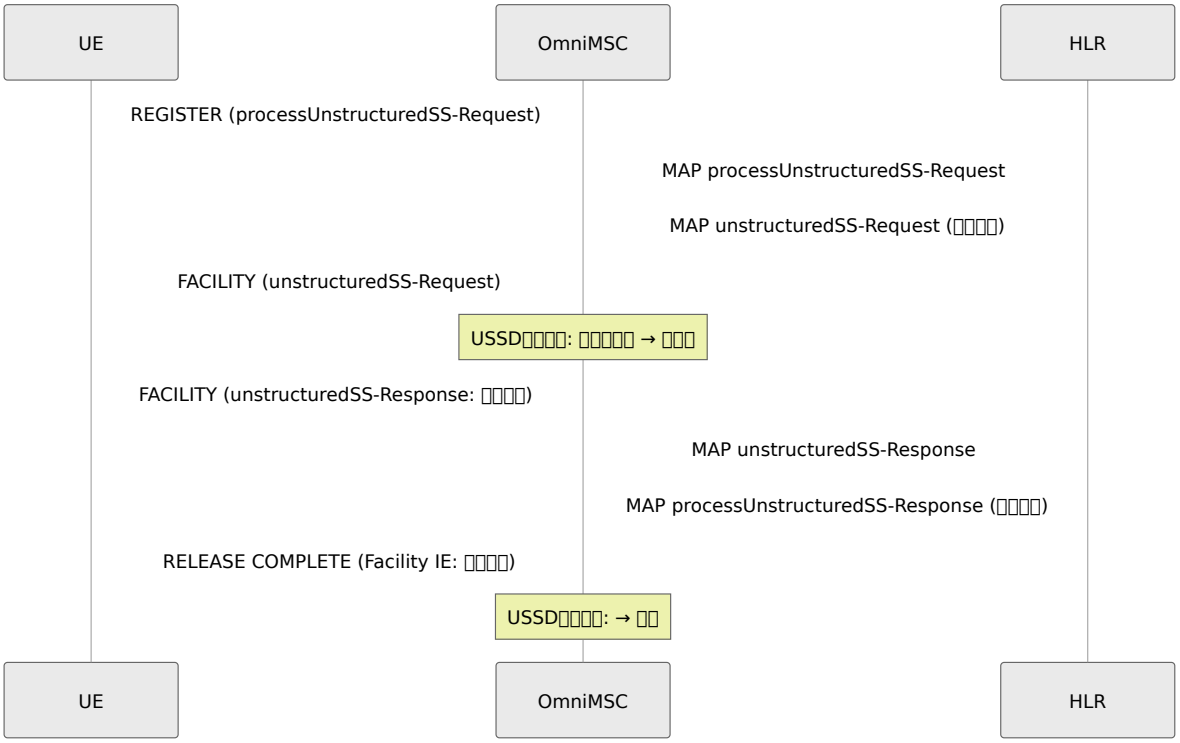
□文档描述了OmniMSC中非结构化补充服务数据（USSD）的实现，包括HLR中继、□地处理、诊断彩蛋菜单、USSD编解码器和SS消息流程。

有关通过USSD处理的补充服务代码（呼叫转移MMI代码、呼叫限制、呼叫等待），请参见补充服务。有关MAP ProcessUnstructuredSS-Request操作和对话管理，请参见MAP操作。有关USSD相关的Prometheus指标，请参见指标和监控。有关USSD网关配置，请参见配置参考。有关故障排除USSD问题，请参见故障排除。

USSD中继到HLR

当用户发送的USSD字符串未在MSC□地处理时，请求通过MAP中继到HLR。MS发送包含Facility IE和processUnstructuredSS-Request（操作码59）的REGISTER消息。MSC提取USSD字符串并使用相同的MAP操作将请求转发到HLR。

对于多步骤交互会话，HLR以unstructuredSS-Request（操作码60）响应，而不是最终响应。MSC将其作为FACILITY消息中继给UE，UE的回复被转发回HLR。此对话持续进行，直到HLR发送最终的processUnstructuredSS-Response。



本地**USSD**处理

MSC可以在不转发到HLR或外部网关的情况下地处理某些USSD代码。地处理用于:

- 使用3GPP TS 22.030中定义的标准MMI格式的补充服务激活/停用代码（CFU、CFB、CFNR、CFNRC、CLIP、CLIR、呼叫限制、呼叫等待）
- 由MSC内部处理的运营商定义的诊断代码

当USSD字符串与地处理的服务代码匹配时，USSD处理程序将其路由到SS处理程序或适当的内部模块。响应直接发送给UE，而不进行MAP信令。

对于未在地处理的代码，USSD网关模块将请求路由到外部USSD网关。路由完全基于前缀：每个配置的网关声明一组`codes`前缀，第一个前缀列表与服务代码匹配的网关处理请求。配置为`codes: :all`的网关充当默认/捕获所有，接收任何未被更具体的网关匹配的代码。如果没有网关匹配且未配置`:all`默认值，则请求被拒绝。

彩蛋：系统诊断菜单

OmniMSC包含一个隐藏的诊断菜单，可以通过拨号`*#6664#`访问（在手机键盘上拼写为`*#0MNI#`）。MSC识别此代码的几种键盘变体，并以交互式USSD菜单响应。

主菜单提供以下选项：

键	菜单项	显示信息
1	系统状态	正常运行时间、注册用户、活动连接、活动呼叫、内存使用情况、调度器计数
2	VLR	注册用户计数、活动LU FSM、活动Auth FSM
3	活动呼叫	活动呼叫的计数和摘要（方向、主叫/被叫号码）
4	SS7堆栈	SCCP连接计数、TCAP事务计数、待处理分页请求
5	BEAM VM	进程计数/限制、运行队列深度、减少计数、内存分解（总计、ETS、二进制）
6	关于	OmniMSC版□信息、OTP发布、Omnitouch网络服务品牌
9	销售咨询	联系信息
0	退出	结束会话

每个子菜单显示“0. 返回”选项，返回主菜单。诊断数据是在请求时从实时系统指标收集的。

彩蛋完全在MSC内部处理，无需任何MAP信令。USSD处理程序检测到魔法代码，将其路由到EasterEgg模块，并使用网络发起的unstructuredSS-Request消息管理多步骤菜单对话。

USSD编解码器

USSD编解码器根据3GPP TS 24.080和TS 24.090处理USSD协议元素的编码和解码。

Facility IE结构

Facility IE（标签0x1C）包装一个ASN.1 BER编码的组件：

组件类型	**ASN.1** 标签	用途
Invoke	0xA1	携带请求（processUnstructuredSS-Request、unstructuredSS-Request、unstructuredSS-Notify）
ReturnResultLast	0xA2	携带响应（processUnstructuredSS-Response、unstructuredSS-Response）

每个组件包含一个调用ID、一个操作码和一个可选参数SEQUENCE，包含USSD数据编码方案和USSD字符串。

MAP操作码

操作码	操作	方向
59	processUnstructuredSS-Request	MO: UE → MSC → HLR
60	unstructuredSS-Request	MT: HLR → MSC → UE（交互菜单步骤）
61	unstructuredSS-Notify	MT: HLR → MSC → UE（通知，无需响应）

GSM 7位编码

USSD字符串使用3GPP TS 23.038中定义的GSM 7位默认字母表进行编码。每个字符表示为一个7位的七元组，七元组被打包成八元组（7个字节可以容纳8个七元组）。数据编码方案字节（DCS=0x0F）指示GSM 7位编码。

对于需要超出GSM 7位字母表的字符的字符串，使用UCS-2编码（DCS=0x48），每个字符在大端UTF-16中占用两个字节。

最大USSD字符串长度为182个字符（GSM 7位编码，打包为160字节）或80个字符（UCS-2，160字节）。

SS REGISTER和RELEASE COMPLETE消息流程

USSD会话使用3GPP TS 24.010中定义的补充服务（SS）消息类型：

消息	方向	目的
REGISTER	UE → MSC	启动新的SS事务。包含带有USSD请求的Facility IE。
FACILITY	双向	携带会话中期数据（交互菜单步骤）。用于多步骤USSD对话。
RELEASE COMPLETE	双向	结束SS事务。可能包含带有最终响应的Facility IE。

简单的USSD请求-响应使用REGISTER（来自UE）后跟RELEASE COMPLETE（来自MSC）。交互式多步骤会话使用REGISTER，然后一个或多个FACILITY交换，然后RELEASE COMPLETE。

会话具有可配置的保护超时（默认30秒）。如果在此窗口内UE或网关都没有响应，MSC将以RELEASE COMPLETE终止会话。

参考文献

规范	标题	相关性
TS 24.090	非结构化补充服务数据（USSD）	USSD程序、会话管理
TS 29.002 第14节	MAP规范 - 补充服务操作	MAP processUnstructuredSS-Request（操作码59）、unstructuredSS-Request（操作码60）、unstructuredSS-Notify（操作码61）
TS 24.080	移动无线接口层3 SS规范 - 格式和编码	Facility IE结构、组件编码
TS 23.038	字母表和特定语言信息	GSM 7位默认字母表、七元组打包
TS 22.030	人机界面（MMI）	服务代码格式、USSD字符串语��?
TS 24.010	移动无线接口层3 SS规范 - 一般方面	REGISTER、FACILITY、RELEASE COMPLETE消息类型

语音组呼服务和语音广播服务

文档描述了OmniMSC中由Omnitouch实现的语音组呼服务（VGCS）和语音广播服务（VBS）的组呼和广播呼叫控制。VGCS遵循3GPP TS 43.068，VBS遵循3GPP TS 43.069。与组呼注册器（GCR）和中继MSC交换的MAP组呼操作遵循3GPP TS 29.002第17.6.7条款。

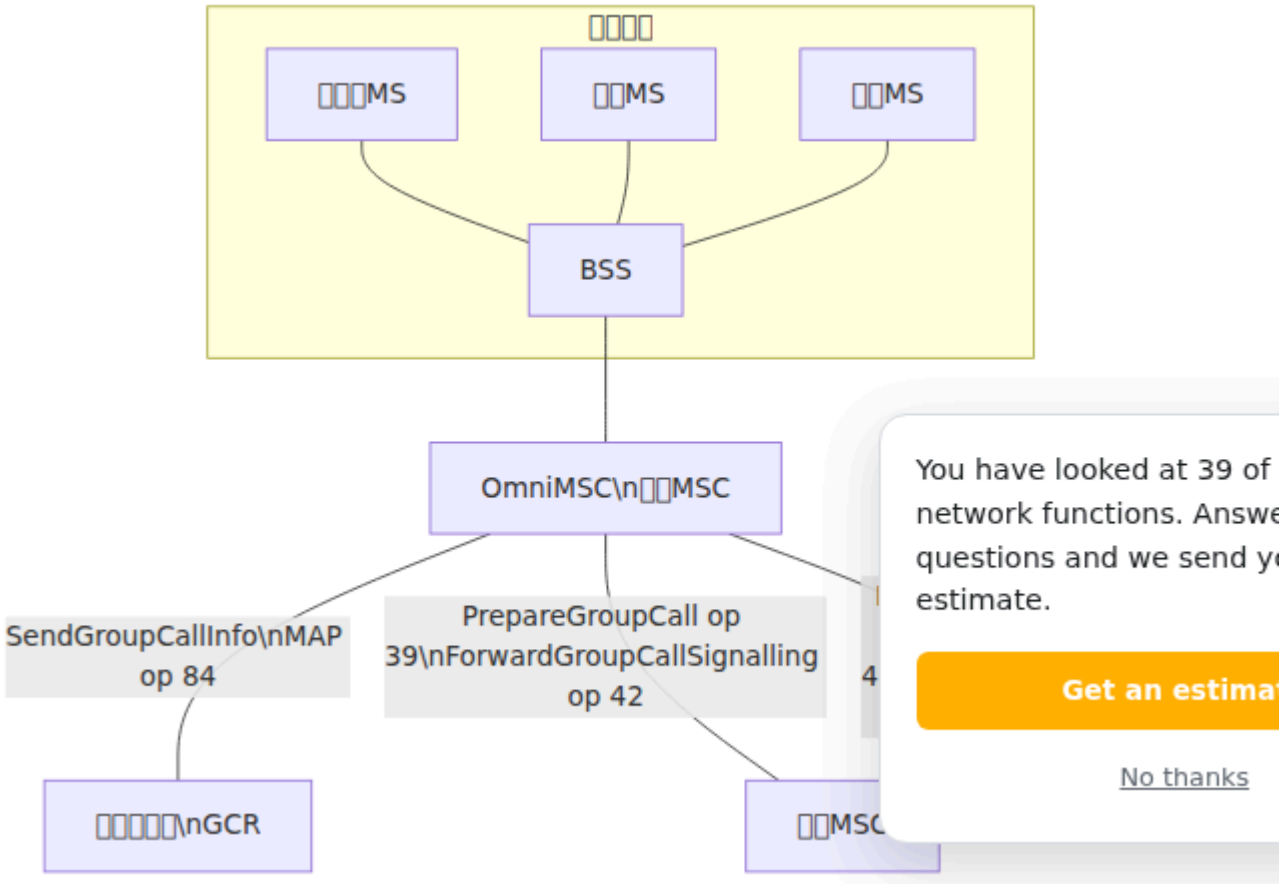
有关点对点呼叫控制，请参见呼叫流程。有关底层MAP和TCAP程序，请参见MAP操作。有关用于优先处理发言者的增强多级优先级和抢占，请参见补充服务。有关配置参数，请参见配置参考。

概述

VGCS和VBS是主要用于铁路（GSM-R）和公共安全网络的ASCI（高级语音呼叫项目）服务。它们允许单个发言者在一个或多个组呼区域内被多个听众听到。

- VGCS（TS 43.068）是双向组呼。组呼区域内的任何服务订阅者都可以通过占用上行链路成为发言者。一次只有一个发言者持有上行链路。
- VBS（TS 43.069）是单向广播。只有广播发起者（调度员或指定的订阅者）在下行链路上进行传输。没有上行链路争用。

组呼或广播呼叫以服务MSC为锚定MSC。锚定MSC查询组呼注册器（GCR）以解析组属性和ASCI呼叫引用，然后通过中继MSC在相关小区中准备组呼通道。该组通过组ID（VGCS）或广播组ID（VBS）进行标识。



MAP组呼操作

OmniMSC实现了TS 29.002第17.6.7条款的五个MAP组呼操作。这些操作通过SCCP在TCAP中进行，使用编译的ASN.1编解码器（模块`MAP-Group-Call-Operations`和数据类型`MAP-GR-DataTypes`）。

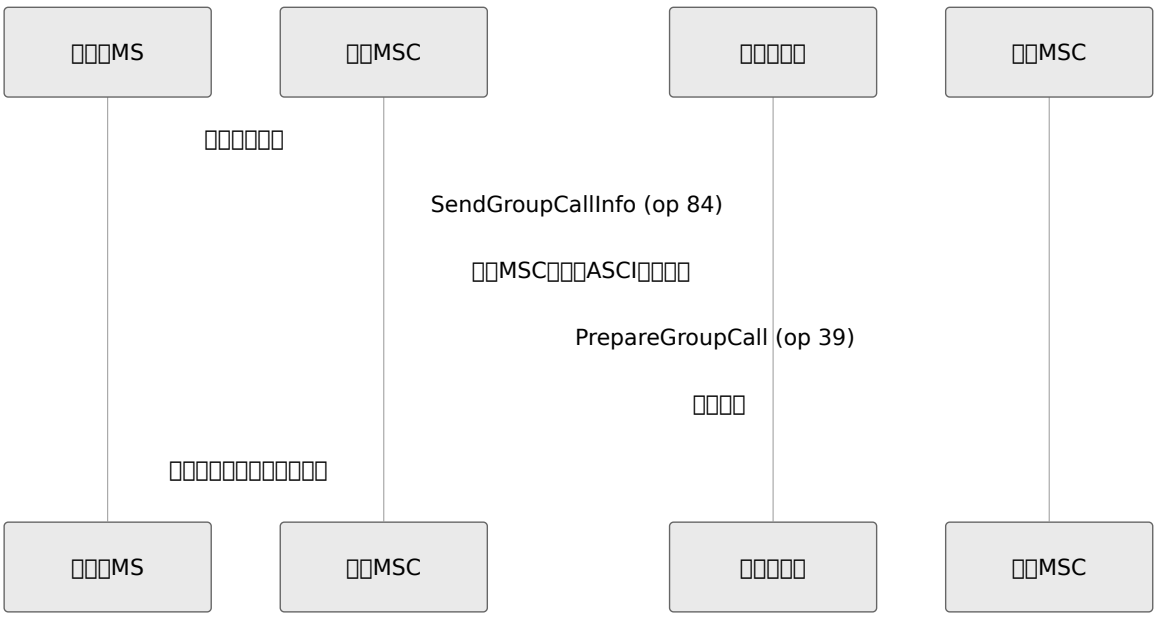
操作	操作码	方向	确认	目的
SendGroupCallInfo	84	锚定MSC到GCR	???	查询组呼注册器以获取锚定MSC地址和ASCI呼叫引用
PrepareGroupCall	39	锚定MSC到中继MSC	是	请求中继MSC分配组呼通道资源并返回组呼号码
SendGroupCallEndSignal	40	中继MSC到锚定MSC	是	释放组呼分支
ForwardGroupCallSignalling	42	锚定MSC到中继MSC	否	传递下行链路上行控制命令（授予、拒绝、占用、释放）
ProcessGroupCallSignalling	41	中继MSC到锚定MSC	否	传递上行控制指示（上行请求、上行释放、呼叫释放）

电信服务代码区分服务。VGCS使用voiceGroupCall（0x91），VBS使用voiceBroadcastCall（0x92），根据TS 22.003和MAP-TS-Code模块。

发言者优先级

上行控制操作携带发言者优先级（TS 43.068和MAP TalkerPriority类型）：

优先级	值	意义
normal	0	标准服务订阅者
privileged	1	特权订阅者，可以抢占普通发言者
emergency	2	紧急发言者，最高优先级

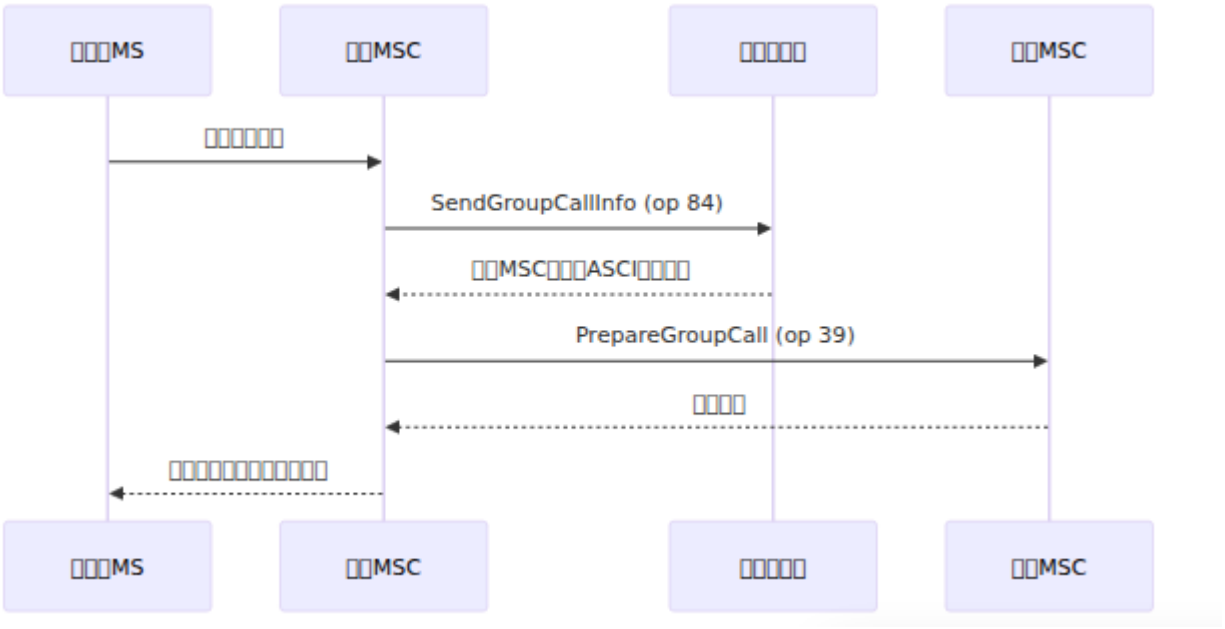


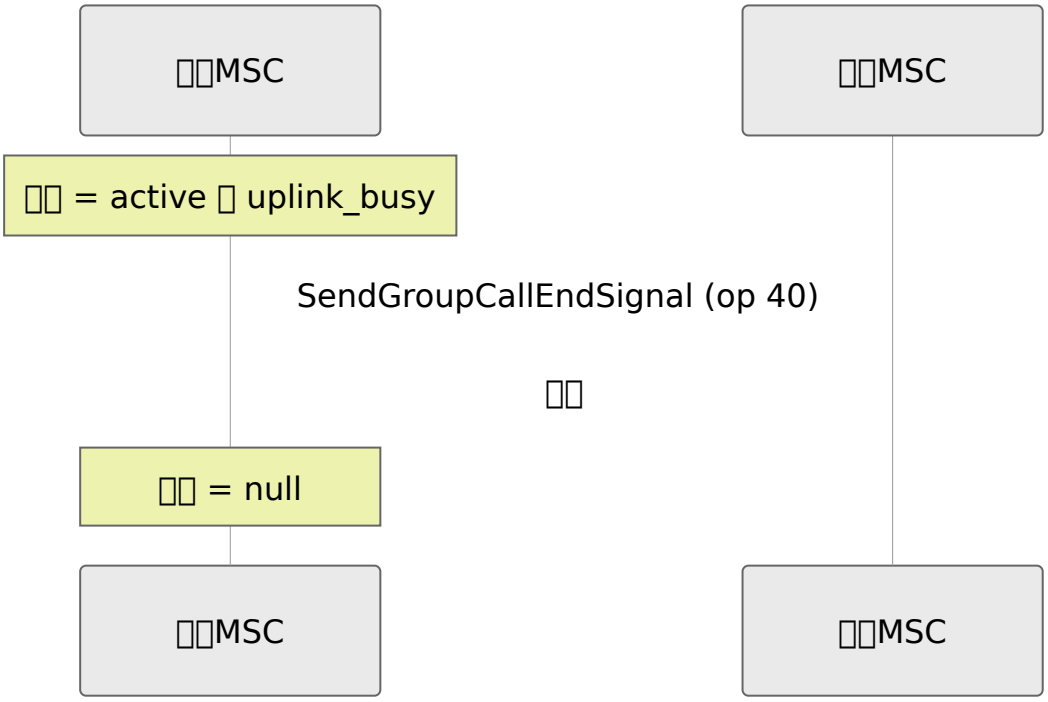
组呼控制状态机

锚定MSC组呼控制是一个状态机（`Omnimsc.VGCS.FSM`），它镜像点对点呼叫控制FSM。它通过建立、活动阶段、VGCS上行链路争用和释放来管理单个组呼或广播呼叫。

状态	意义
null	没有进行中的组呼
establishment	已接受建立请求；正在查询GCR（SendGroupCallInfo）
group_channel_setup	锚定MSC正在中继MSC中准备组呼通道（PrepareGroupCall）
active	组呼或广播呼叫已建立；下行链路已打开。对于VGCS，上行链路最初是空闲的
uplink_busy	仅VGCS。发言者已占用上行链路。在上行链路释放之前，进一步的上行请求被拒绝
release	呼叫正在拆除（SendGroupCallEndSignal），然后返回到null

建立流程





VGCS上行控制流程

MS
MSC
MSC
SendGroupCallInfo (op 84)
MSC
ASCI
PrepareGroupCall (op 39)
MS
MSC
MSC

释放流程

锚定MSC
中继MSC
状态 = active 或 uplink_busy
SendGroupCallEndSignal (op 40)
确认
状态 = null
锚定MSC
中继MSC

配置

组呼控制层在`Omnimsc.VGCS.Supervisor`下运行，接受传入的组呼操作时不需要强制配置。以下可选参数调整中继MSC的行为。

参数	位置	默认值	描述
group_call_number	`config :omnimsc, Omnimsc.VGCS.Handler`	MSC全局标题	在作为中继MSC时，在PrepareGroupCall响应中返回的E.164号码
global_title	`config :omnimsc, :msc`	无	在SendGroupCallInfo响应中通告的锚定MSC地址

示例：

```
config :omnimsc, Omnimsc.VGCS.Handler,
  group_call_number: "14155559000"
```

已实现和延迟

以下内容在此版□中已实现。

- VGCS和VBS的组呼控制状态机，涵盖建立、活动阶段、VGCS上行链路占用、拒绝和释放，以及呼叫释放，带有保护定时器安全 ﷺ。
- 所有五个MAP组呼请求操作（SendGroupCallInfo、PrepareGroupCall、SendGroupCallEndSignal、ForwardGroupCallSignalling、ProcessGroupCallSignalling）的编码器，每个操作通过编译的ASN.1编解码器生成完整的TCAP消息。
- 解码器将组呼操作参数规范化为OmniMSC表示。
- 将传入的组呼操作（操作码39、40、41、42、84）路由到组呼处理程序，该处理程序通过组ID将它们与运行中的组呼状态机关联，并用TCAP确认响应确认的操作。

以下内容被延迟。

- 确认操作结果主体的编码（PrepareGroupCall响应中的组呼号码和SendGroupCallInfo响应中的锚定MSC地址和ASCI呼叫引用）。SS7依赖中的编译TCAP编解码器将组呼操作参数连接到其ROS可调用对象集中，但未将结果连接到可返回对象集中。因此，这些响应当前作为空的（仅invokeId）TCAP returnResult发送，这是根据ROS ReturnResult定义的有效确认（结果序列是可选的），但不携带结果有效负载。请求方向操作、参数解码和对等方结果解码器不受影响。这一问题正在跟踪SS7依赖，旨在在Returnable中公开组呼结果。
- BSS中的无线侧组呼通道建立（VGCS/VBS通道和TS 44.068和TS 44.069的通知程序）超出���此处描述的核心网络控制层的范围。

相关文档

- 呼叫流程 用于点对点语音呼叫序列
- MAP操作 用于MAP和TCAP传输
- 补充服务 用于eMLPP优先级和抢占
- 配置参考 用于所有配置参数