



5G 定位能力开放 产业白皮书



中移（上海）产业研究院

华为技术有限公司

2021 年 4 月

联合编写单位及作者

中移（上海）产业研究院

熊诚锋、郭卫江、邱健雄、刘言言、王雅雯、梁善婧、王牧云、张琳、王秋程

华为技术有限公司

胡春哲、王怀齐、李欣、袁刚、王奇、高燕

目 录

目 录.....	2
1. 愿景与使命.....	3
2. 技术.....	4
2.1 5G 定位市场需求.....	4
2.2 5G 定位简介.....	5
2.2.1 5G 定位原理.....	5
2.2.2 5G 定位架构.....	5
2.2.3 5G 定位优势.....	7
2.3 5G 网络定位 API 标准接口.....	8
2.3.1 单次定位查询.....	7
2.3.2 周期定位跟踪-支持多用户批量订阅.....	7
2.3.3 周期定位跟踪-定位结果通知.....	7
2.3.4 周期定位跟踪-取消订阅请求.....	7
2.4 运营商 5G 位置能力开放接口.....	9
2.4.1 实时位置订阅.....	9
2.4.2 主动位置查询.....	10
2.4.3 历史轨迹回放.....	10
2.4.4 电子围栏告警.....	11
3. 生态.....	13
4. 附录.....	13
4.1 各网元及名词全称.....	14
4.2 参考文献.....	14

1. 愿景与使命

2020 年，随着国家发改委明确新基建范围，强调加快推进 5G 网络建设，我国 5G 基站进入高速建设阶段，5G 产业随之快速发展。工信部数据显示，2020 年我国新增 58 万个 5G 基站，推动共建共享的 5G 基站 33 万个，已实现所有地级市都有 5G 覆盖。到 2020 年底我国 5G 基站累计建设超过 71.8 万座，5G 终端连接数居世界第一，已超过 2 亿，5G 套餐用户累计发展超过 3.2 亿。

同时，各类 5G 应用也在蓬勃发展。根据《中国 5G 发展和经济社会影响白皮书》(2020 年)，2021-2022 年预计基于超高清视频的直播与监控、智能识别等 5G 应用将率先落地，如 4K/8K 超高清直播、高清视频安防监控、基于机器视觉的 5G 质量检测、5G 远程实时会诊、移动执法等。随着物联网技术的发展，围绕人员、物体的室内位置服务需求愈加强烈，室内定位技术将在企业管理、安防监护、应急救援、智慧养老等领域发挥重要作用。而 5G 凭借其多天线、基站布局密集、大带宽等特点，与室内定位应用相结合，基于 5G 的位置应用将大大丰富 5G 生态。作为运营商，把握住行业核心领域 5G 应用的发展是必不可少的，基于 5G 的位置能力也必将作为后续的主要发展方向。

全球范围内，根据市场调研公司 MarketsandMarkets 的分析预测报告，室内定位技术的市场规模将从 2020 年的 60 亿美元增长到 2025 年的 170 亿美元(包含设备、方案、和服务)，年复合增长率达到 22.5%。企业的定位应用场景往往是室内室外并存的，而 5G 室内外一张连续覆盖的定位网络将给企业带来更佳的管理体验。5G 高精度定位与垂直行业结合，可以实现跨行业跨领域的合作与灵活多样的业务创新，为企业用户提供增值业务，带来安全、效率、商业等方面的价值。

作为运营商，中国移动在建设高质量 5G 定位网络的基础之上，全力打造开放的定位能力平台，构建开放繁荣的 5G 定位产业生态，将 5G 定位更灵活的运用在工业、金融、交通等场景中。中国移动致力于携手通信产业链、定位应用服务提供商及各行业企业客户，持续推动 5G 赋能行业，助力各行业企业加速数字化转型升级。

2. 技术

2.1 5G 定位市场需求

日常生活中，80%以上的信息属于具有空间位置特征的相关信息。位置信息与人们的生产和生活息息相关，无论在室内还是室外环境下，快速准确地获得移动终端的位置信息和提供位置服务的需求变得日益迫切。

5G 定位是 5G 移动通信网络通过测量无线信号来确定 UE 地理位置信息的技术。5G 定位服务使用户可以在任何时间、任何地点获得基于定位信息的地理信息服务，满足无线世界中“何人、何事、何时、何地”的确定位置的要求。

通过和垂直行业的深度融合，5G 高精度定位可以在不同领域实现灵活多样的业务创新，加快产业基础高级化和产业链现代化升级，为企业用户带来安全、效率和商业等方面的价值。

5G 定位主要应用场景如下：

应用类型 \ 行业	消防	校园	医院	制造	交通	化工	博物馆	人的定位	物的定位
单点定位	消防巡检	考勤管理 课堂签到	设备定位	员工管理 资产盘点	员工管理 资产管理	员工管理 车辆定位	员工管理		
电子围栏		宿舍监控	病患监护 婴儿防盗	技能防呆		访客管理	藏品安全		
位置互动	消防指挥								
位置轨迹				叉车管理		访客追踪 车辆追踪			
位置导航	疏散导航		导医导诊	AGV车	应急导航				
位置推送	灾害告警 灾害通知				应急管理	紧急疏散			

以生产制造行业为例，大型工厂需要定期对各种类型和不同净值的资产进行资产盘点，通过使用含 5G 精准定位功能的标签，工作人员可以随时随地查找到资产位置，而无需花大量人力去盘点，大大提高盘点的效率。再以化工场景为例，通过使用含 5G 精准定位功能的防护用品、工牌和标签等，5G 定位可实现对厂区内人员、物料和车辆的全覆盖。结合定位平台，为保障化工企业安全生产提供各类应用，如人员滞留报警、应急响应人员清点、安全指数热力图、电子围栏准入管理、SOS 报警、承包商管理、化工车辆规定路线和指定目的地、化工设备定位场景包括库存清点和备件查询等。

2.2 5G 定位简介

2.2.1 5G 定位原理

3GPP R16 协议版本于 2020 年中冻结并首次将定位能力引入到 5G 网络标准。除了传统的 E-CID、OTDOA 和 UTDOA 等定位技术，5G 定位结合 5G 宽频谱和多波束的特性，进一步支持了 multi-RTT、UL-AoA 和 DL-AoD 等多种定位技术。R16 协议要求 5G 定位能力可以达到室内 3 米@80%以及室外 10 米@80%的精度，满足普通商用场景米级定位的需求。

3GPP R17 协议正在研讨和制定 5G 定位能力的持续增强。2021 年 3 月，3GPP 正式通过了新的 WID（Work Item Description, 工作项目描述）——LPHAP（Low Power High Accuracy Positioning, 低功耗高精度定位）。LPHAP 的目标是把定位精度大幅提高至 0.5 米@90%甚至更高精度，以及定位终端电池续航能力达到“月”级甚至“年”级。这标志着 3GPP 将深度耦合 5G 通信及定位能力，为 5G 赋能垂直行业持续加码。

从 5G 定位原理的角度来看，定位技术大致可以分为三种类型：基于三角关系和运算的定位技术、基于场景分析的定位技术和基于临近关系的定位技术。

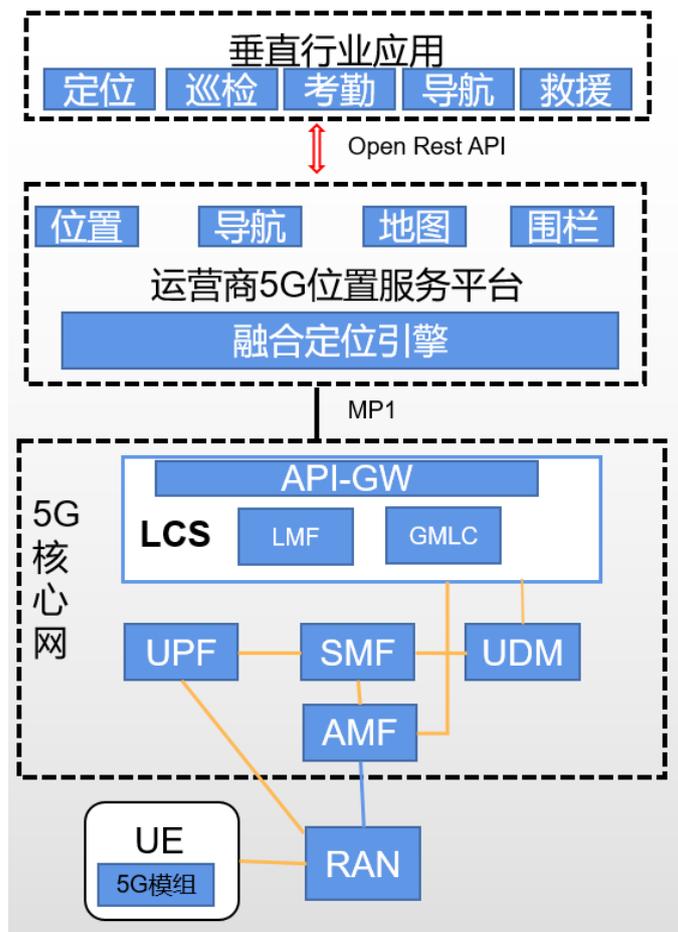
基于三角关系的定位技术。这种定位技术根据测量得出的数据，利用几何三角或双曲线关系计算被测物体的位置，它是最主要的、也是应用最为广泛的一种定位技术。

基于场景分析的定位技术。这种定位技术对定位的特定环境进行抽象和形式化，用一些具体的、量化的参数描述定位环境中的各个位置，并用一个数据库把这些信息集成在一起。业界习惯上将上述形式化和量化后的位置特征信息形象地称为信号“指纹”。观察者根据待定位物体所在位置的“指纹”特征查询数据库，并根据特定的匹配规则确定物体的位置。

基于临近关系的定位技术。基于临近关系进行定位的技术原理是：根据待定位物体与一个或多个已知位置参考点的临近关系来定位。这种定位技术通常需要标识系统的辅助，以唯一的标识来确定已知的各个位置。这种定位技术最常见的例子是移动蜂窝通信网络中的 Cell ID。假设待定位物体分别位于三个 Cell 中。由于各个 Cell 中参考点的位置已知，所以根据待定位物体所在 Cell 可以粗略确定其位置（即 Cell 中参考点的位置）。

2.2.2 5G 定位架构

在 3GPP 23.273 中定义了 5G 定位的相关架构。5G 定位由 UE 终端、5G 无线接入网、5G 核心网组成。运营商依托 5G 基础网络建设优势，可同步部署 5G 定位网络，实现通信定位一张网，从而形成统一的 5G 定位基础设施网络和 5G 定位中台能力，为第三方客户提供 5G 网络通信及定位服务。涉及的主要网元如下图：



1) 终端 (UE)

5G 终端接入网络时需上报定位能力信息。终端可主动发送 SRS 信号给网络侧，由网络侧完成信号测量及位置计算；或者由网络侧下行 PRS 信号，由 5G 终端自身完成信号测量并将测量结果反馈给网络计算位置。

2) 无线接入网 (RAN)

以上行测量为例，无线基站对 5G 终端的 SRS 信号进行到达时间(TOA)/信号强度 (RSRP) 等测量，并将测量结果上报给 5G 核心网。无线基站与 5G 核心网基于 3GPP 定义的 N2 接口对接，并通过 AMF 在 LMF 和基站节点之间传输定位消息，包括定位请求与响应、测量请求与响应等。与 N2 接口相关的定位消息在 3GPP TS 38.455 中定义。

3) 5G 核心网

AMF：采用 3GPP 标准流程集成，支持 LCS 特性开放 NL1/NL2 接口，也支持对接 MEC 上 LCS 服务；

UDM：采用 3GPP 标准流程集成，支持 LCS 特性开放 NL6 接口；

MEC：UPF 可下沉园区部署，为园区提供本地分流能力；

LCS：集成了高精度定位算法，并提供配置入口，用于导入特定定位区域内基站规划信息，实现精确位置解算；

MP1：ETSI 定义的标准 API 接口，并在基础 5G 定位能力上进行增强，从而满足运营商 5G 位置服务平台位置服务按需调用的业务需求；

4) 运营商 5G 位置服务平台

运营商 5G 位置服务平台作为第三方应用与 5G 定位网络的中间桥梁，通过开放的 REST API 接口为客户提供基于 5G 定位网络的位置能力，如实时位置推送、电子围栏、地图管理、位置告警、轨迹查询、视频联动、位置数据分析等服务。

2.2.3 5G 定位优势

1) 统一标准，共享全球 5G 生态

5G 定位是 3GPP 全球统一的定位标准，统一的标准是规模经济的基础。3GPP 的 R16 5G 定位标准首次定义面向商业场景并细化到室内室外，并逐步引入垂直行业场景，是 5G 赋能千行百业的关键能力。

5G 的产业生态是全球性的最大规模的通信产业，5G 定位可以完全复用并借助 5G 产业的快速发展，加速 5G 定位产业的落地。

2) 一网两用，节省总体投资

通信网和定位网可以合二为一，提高网络利用率，有效分摊网络建设及维护成本。对于终端侧，基于 5G 的无线定位技术，通过网络就能定位装备了 5G 通信单元的移动设备；对于网络侧，结合通信和定位的建网要求，部署一张 5G 网络可同时满足无线数据通信和精准位置服务需求，并有效节省客户总体投资。

3) 持续演进，提升定位综合能力

定位精度的持续演进：从 R16 开始可以达到米级定位精度，未来将逐步走向亚米级，使能更多行业应用场景。

定位速度的持续演进：R16 可以达到 1 秒的定位传输时延，未来的目标是 0.1 秒甚至更快的定位时延。

连接密度的持续演进：依托 5G 大连接的基础能力，保障 5G 定位终端的高密接入需求。

终端电池续航的持续演进：R15 及 R16 5G 终端皆可支持定位以及“天”级别的电池续航，后续版本演进可能出现“月”甚至“年”级别续航能力的终端。

2.3 5G 网络定位 API 标准接口

5G 网络定位是 3GPP 标准协议中定义的一个涉及到多个网元的解决方案，且端到端流程均发生在网络信令面。整体定位服务的输出包含了服务鉴权认证、统计计费、位置能力开放申请、业务能力调用等多个环节，同时还与 5G 网元部署位置、应用场景等因素相关。

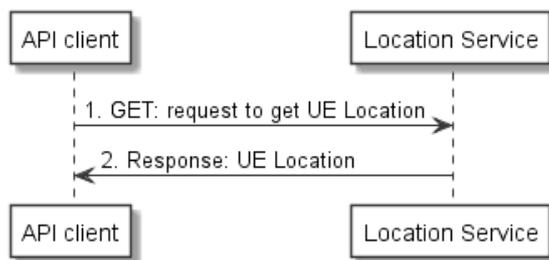
我们从客户使用需求和产品能力设计角度出发，初步定义了 5G 网络定位 API 接口，包括接口类型及功能等，以便更好的满足平台能力互通，以及行业客户对位置服务的获取，提升 5G 网络定位产业链各方能力协同。

2.3 章节中 API client 意即**运营商 5G 位置服务平台**，Location Service 意即**5G 网络的 LCS**。

2.3.1 单次定位查询

应用场景：定位平台携带定位目标 UE ID 调用本接口，查询目标终端所在位置，接口中返回定位目标 UE 所在室内相对位置。

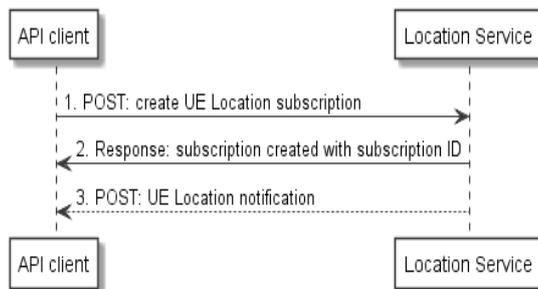
业务流程：



2.3.2 周期定位跟踪-支持多用户批量订阅

应用场景：定位平台携带定位目标 UE ID、定位周期等参数调用本接口，由 5G 网络定期对目标 UE 进行定位，返回定位结果。

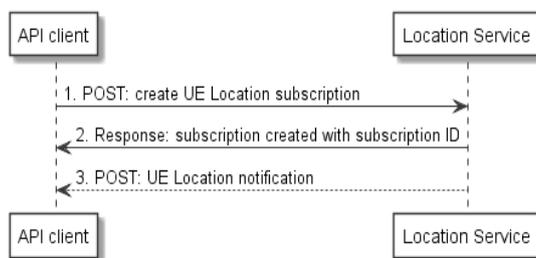
业务流程：



2.3.3 周期定位跟踪-定位结果通知

应用场景：实时连续定位

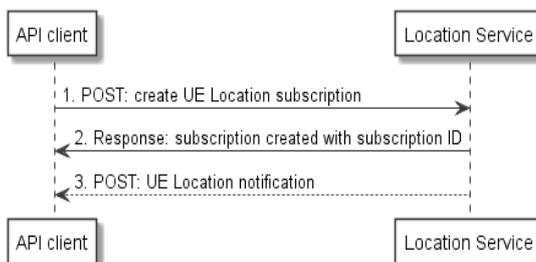
业务流程：



2.3.4 周期定位跟踪-取消订阅请求

应用场景：取消订阅请求

业务流程：



2.4 运营商 5G 位置能力开放接口

运营商建设 5G 通信网络和 5G 定位网络，通过 5G 位置开发平台为垂直行业赋能位置服务。第三方开发者通过运营商 5G 位置开放平台，快速获取 UE 终端位置，助力垂直行业构建位置应用，并通过调用开放的 REST API 接口使用运营商位置能力平台相关的 5G 定位功能，如实时位置获取、历史轨迹查询、电子围栏管理、告警信息订阅等，请求结果以 JSON 格式返回给用户。

2.4 章节中 APP 意即**第三方应用**，Location Platform 意即**运营商 5G 位置服务平台**，。

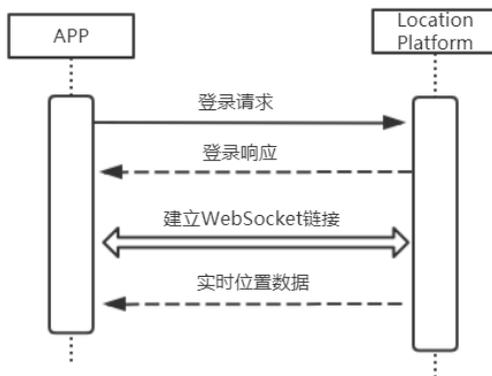
2.4.1 实时位置订阅

应用场景：

第三方应用通过实时位置接口可以定位到终端设备的实时位置，客户端通过 WebSocket 协议与服务端进行通信，输出实时位置信息。

接口描述：

WebSocket 是为解决客户端与服务端实时通信而产生的技术。WebSocket 协议本质上是一个基于 TCP 的协议，通过 HTTP 请求创建一个用于交换数据的 TCP 连接，服务端与客户端通过 TCP 连接进行实时通信。服务端以 JSON 的格式推送定位终端的实时位置数据给订阅客户端。

业务流程：

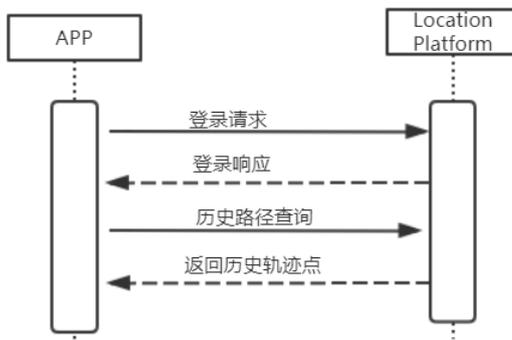
2.4.2 主动位置查询

应用场景：

客户端根据业务场景，主动向定位系统发起位置查询请求，获取指定终端最新位置信息。

接口描述：

客户端通过 HTTP/HTTPS 的 GET 请求，根据终端的 IMSI 或 MSISDN 可以查询指定区域内的定位终端位置。该接口需要客户端主动发起请求。

业务流程：

2.4.3 历史轨迹回放

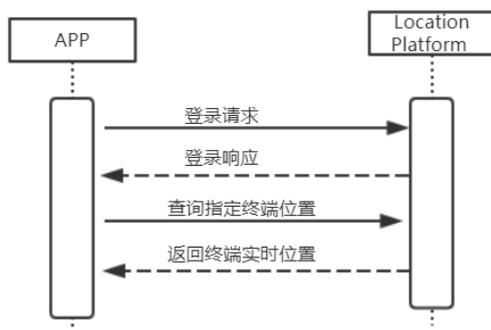
应用场景：

用户回放指定终端在指定时间范围的历史位置及行动轨迹。根据业务需求，获取指定终端的开始时间和结束时间，然后将这两个时间传递给定位服务平台，查询并返回响应标签的历史轨迹。

接口描述:

该接口可以查询定位终端历史位置轨迹，定位服务平台会主动记录定位终端的历史坐标点并作持久化存储。客户端指定某一历史时间段去查询对应定位终端的历史轨迹点，进行分析。

业务流程:



2.4.4 电子围栏告警

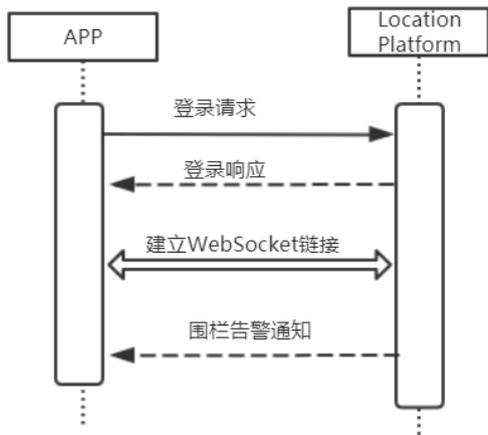
应用场景:

用户在地图上圈定指定区域创建围栏，当监测到有用户进入或离开对应围栏区域时，用户可以通过该接口接收到对应告警信息，并及时处理终端违规行为，并实现地理围栏实现精准推送。

接口描述:

基于位置的电子围栏支持原型、矩形及不规则多边形等多种围栏形状，定位服务平台通过终端实时位置计算出其围栏与终端的相对位置，根据告警规则生成告警通知，支持禁止离开、禁止进入、进出告警、超限告警等多种告警类型。

业务流程:



3. 生态

在 ToB 领域，5G 定位比传统 5G 服务生态更加复杂，上游产业链涉及到芯片、传感器、通信模组及相关配套组件等制造商；中游产业链有终端、基站、网络设备等设备厂商以及运营商、地图制作商、算法开发商等；下游产业链包括方案集、行业应用、数据分析、系统集成等。整个产业生态链呈现涉及面广和跨界合作需求多的特点。

位置服务是 5G 的关键能力之一。作为 5G 赋能垂直行业的有力支点，5G 定位产业生态链需要从芯片、模组、终端、网络、运营和垂直行业应用等多个方面协同发展。通过不断提升定位精度，丰富产品功能和形态，降低设备成本和价格，以及完善解决方案来满足垂直行业客户需求，提升商业价值。

随着 5G R16 版本在 2020 年的冻结和 R17 版本的推进，5G 定位技术将逐渐走向成熟。目前，5G 定位产业还处于起步阶段，在定位精度、终端产品形态、定位终端功耗及成本等方面还有待进一步优化提升，5G 定位垂直行业应用解决方案也有待进一步完善和丰富，这需要 5G 定位产业各方多维度合作，相互协同，实现整个产业的快速发展。

中国移动作为传统通信服务商，希望作为 ToB 产业及系统集成的中间桥梁，在垂直行业领域发挥基础信息服务的重要作用。通过联合上下游合作伙伴，在精度、功耗、成本等方面实现突破，并不断丰富定位产品形态、研究和完善 5G 定位行业解决方案；通过能力开放和生态合作，共同推动 5G 网络定位能力的成熟，锻造垂直行业 5G 定位解决方案，在数字化工厂、智能化制造等行业形成标杆案例，引领产业发展。

4. 附录

4.1 各网元及名词全称

网元	功能
UE	支持向 LMF 上报 UE 定位能力信息。基于 (R)AN 分配的位置上发送 SRS。
(R)AN	能够接收/发送与 NRPPa 相关的定位消息。给指定 UE 分配 SRS 资源，响应 LMF 下发的 SRS 资源配置信息，对 SRS 进行 TOA/RSRP 测量，并将测量的 TOA/RSRP 结果上报 LMF。
AMF (Access Management Function)	支持定位请求接收（由 UE/GMLC/AMF 发起）并进行定位请求管理。支持 NRPPa 实现和 (R)AN 进行定位相关交互。透传 LMF 和 (R)AN、UE 及其他实体之间的定位相关消息。
LMF (Location Management Function)	接收和处理从 AMF 发来的定位请求或者定位相关的数据请求。接收 (R)AN 上报的 NRPPa 消息并向服务小区附近的 (R)AN 下发测量请求（SRS 资源配置），收集 (R)AN 上报的 TOA 测量结果进行位置计算。
GMLC (Gateway Mobile Location Center)	GMLC 完成 LCS client 对 UE 位置请求的处理，即获得用户的经纬度信息返回给 LCS client。
UDM	UDM 包含 LCS 用户 LCS 隐私配置文件和路由信息。
LCS Client	LCS Client 是一个逻辑功能实体，可能是 PLMN 内部的一个实体，例如 O&M 工具；也可能是 PLMN 外的实体，如非运营商部署的第三方定位服务器。
API-GW	API GW (Application Programming Interface Gateway)

4.2 参考文献

- [1] 中国5G发展和经济社会影响白皮书（2020年）
- [2] 室内定位生态发展白皮书（2020年）