



专栏：云网智联，万物在线

蜂窝物联网核心网部署及业务实现方案

王计艳，周维

(中国移动通信集团设计院有限公司，北京 100080)

摘要：分析了蜂窝物联网核心网的网络架构选择、功能特性，并根据网元特性对网元进行分类，确定网元部署原则；基于 NB 与 eMTC 的技术特性，重点分析了接入网元（MME 和 SGW）的部署方案，提出 4 种部署方案进行比较。此外，还对物联网数据业务、短信业务及语音业务的实现方案进行分析。经过多方案比较分析，对于 MME 和 SGW，建议采用升级改造现网设备同时在部分省份新建 NFV 设备的方式进行建设。

关键词：蜂窝物联网；NB；eMTC；部署方案；业务实现

中图分类号：TN915.02

文献标识码：A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018192

Deployment and service implementation of C-IoT core network

WANG Jiyan, ZHOU Wei

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: The C-IoT core network architecture, function and characteristics were analyzed. According to the classification of network element characteristics, the network deployment principle was determined. Based on technical characteristics of NB and eMTC, the access network elements (MME and SGW) deployment plan were analyzed, 4 kinds of deployment plans were compared. In addition, the implementation of C-IoT data service, short message service and voice service was analyzed. Through the comparison and analysis of multiple schemes, for MME and SGW, it is recommended to upgrade and reform existing network equipment and build a new NFV equipment in some special provinces.

Key words: C-IoT, NB, eMTC, deployment scheme, service implementation

1 引言

蜂窝物联网（cell-IoT，C-IoT）通常指基于蜂窝的物联网，广义上来讲包括所有基于移动蜂窝接入的物联网技术，包括 2G/3G/4G 物联网、NB-IoT（narrow band internet of things，窄带物联

网）和 eMTC（LTE enhanced machine-to-machine），其中 2G/3G/4G 物联网已有较为广泛的应用，核心网的部署方案也已成熟。NB-IoT 和 eMTC 是近年来新兴的物联网技术，本文重点分析基于 NB-IoT 和 eMTC 的核心网部署和业务实现方案。

收稿日期：2018-04-05；修回日期：2018-06-03

2 蜂窝物联网核心网网络架构和技术特性

2.1 蜂窝物联网核心网网络架构

本文所述的蜂窝物联网包括NB-IoT和eMTC两种技术,根据参考文献[1-3],其核心网架构与4G EPC相同,均涉及移动管理实体(MME)、服务网关(SGW)、分组数据网网关(PGW)、归属签约用户服务器(HSS)、策略及计费控制单元(PCRF/SPR)等功能单元,网络架构如图1所示。

3GPP定义了R13给出的简化的网络架构,将原EPC的MME、SGW、PGW中的IoT所需的网元单独组合成为1个新的网元,即C-SGN, EPC原有的S11、S5/S8等接口全部变成网元内部交互,但从厂商实现上看,目前均采用现有4G EPC架构。

相对于4G EPC,为实现控制面数据传输,蜂窝物联网对S1、接口和S11接口进行了增强,同时S5、S6a等接口有少量信元变化。

2.2 蜂窝物联网核心网功能特性

NB-IoT是为了更好地满足LPWA(low-power wide-area,低功耗广域)业务所需的广覆盖、低功耗要求而全新定义的LTE系统,而eMTC是在

大网LTE基础上,新增的广覆盖、低功耗的功能合集。

在新增功能方面,相对于现网核心网,NB-IoT新增功能涉及接入类型、数据传输、功耗优化、协议优化、业务能力、计费6个方面,eMTC新增功能涉及功耗优化、协议优化、业务能力3个方面,NB-IoT新增功能完全包含eMTC新增功能。

3 蜂窝物联网核心网元部署原则

物联网业务核心网网元分类如图2所示。物联网业务核心网元部署需考虑以下因素。

- 向上(面向业务应用和管理运营):应支持物联网的统一号码管理、业务控制、运营管理和支撑管理的要求,应包容技术制式的差异影响。
- 向下(面向终端和无线侧接入):基础网络管道应充分适应各类无线基站的接入需要,应有效支撑不同技术制式本身以及制式之间对移动性管理和数据转发的需求。

根据以上考虑,作为业务疏通管道层的核心网设备,其部署可划分为以下两部分考虑。

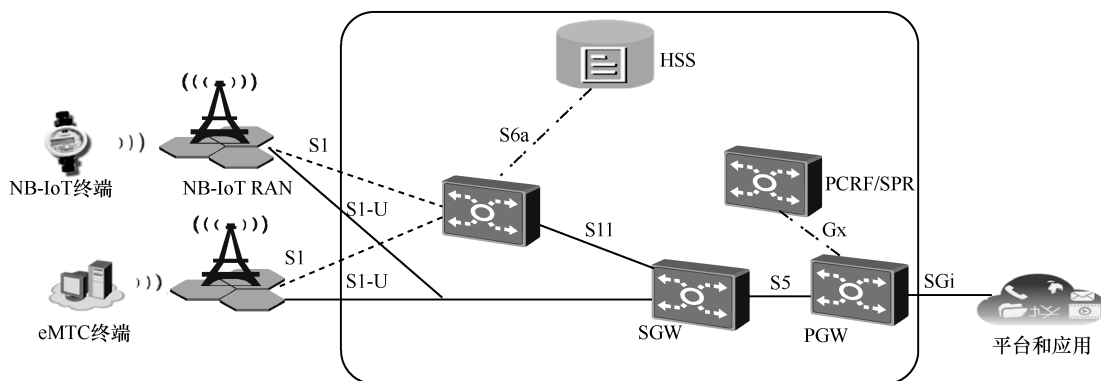


图1 EPC网络架构(SGW与PGW分设)

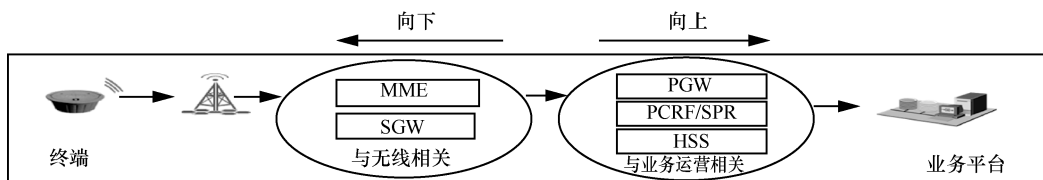


图2 物联网业务核心网网元分类



(1) HSS、PGW、PCRF/SPR

HSS、PGW、PCRF/SPR 为业务控制运营相关网元，负责用户开通、策略控制、个性化路由和计费。现网已采用“专属网络、集中设置”的形势部署了物联网专网 M-HLR/HSS、M-GGSN/PGW、M-PCRF、M-SMSC 等，满足 2G/3G/4G 物联网业务发展和集中运营的需求。

考虑到蜂窝物联网业务去属地化特征以及“一点发卡、全网服务”的特征以及蜂窝物联网将与现有物联网专网共用专网码号、业务路由和管理方式的需求，为支撑 2G/3G/4G 及蜂窝物联网的统一发展、运营，同时考虑现有用户业务继承、路由、策略一致性需求，HSS、PGW、PCRF/SPR 适合集中设置，可与 2G/3G/4G 物联网专网网元融合部署。

(2) MME、SGW

MME、SGW 为与接入和基本管道功能相关的网元，负责基站接入、用户移动性管理和通用数据转发。为充分共用基站接入等网络资源，保持稳定，目前服务于 2G/3G/4G 物联网用户移动管理的 SGSN/MME 和通用数据转发的 SGW，采用与 2G/3G/4G 大网共用的方式。

考虑到 MME、SGW 需与海量 NB-IoT、eMTC 基站连接，全网或大区集中设置不仅流程复杂、维护管理难度大，而且需新建省际三层 PTN (packet transport network, 分组传送网)，因此建议蜂窝物联网核心网 MME、SGW 应分省设置。

4 蜂窝物联网核心网部署方案

蜂窝物联网核心网 HSS、PGW、PCRF/SPR 适合与 2G/3G/4G 物联网专网核心网网元融合集中部署，本文主要讨论 MME 和 SGW 的部署方案。

4.1 MME 和 SGW 设置方式

蜂窝物联网包括 NB-IoT 和 eMTC 两种技术。

(1) 从业务应用角度分析

根据参考文献[4-6]，NB-IoT 为降低终端功耗和节省终端成本，数据传输极简，通过控制面传

输低频次、低流量的数据分组，适用于时延不敏感、10 s 或分钟级、移动速率极低的纯物终端及应用，不涉及“人”的领域，终端与人需通过“业务平台”间接交互，因此 NB-IoT 核心网 MME、SGW 与大网可分可合。

eMTC 天然支持通过用户面实现数据传输以及语音业务和切换等高移动性，适用于智能穿戴等存在人物共用、人物交互的场景。同时，未来还存在服务个人的终端通过支持 eMTC，实现功耗优化、协议优化等提升个人终端覆盖和节能省电的可能。另外，若独立设置 MME、SGW，eMTC 终端在无 eMTC 信号或者 eMTC 信号弱，但有大网无线信号时，会通过大网无线网接入大网 MME、SGW，出现独立核心网和公网切换等互操作，影响用户感知；且 eMTC 终端使用 VoLTE 业务时，将 CMNet 承载独立设置的 SGW 与大网 PGW 间 IMS APN，VoLTE 语音质量无保障。综上所述，由于 eMTC 适用于具有“人味”的物联网领域，未来存在服务个人终端的可能，且独立设置 MME、SGW 对业务有影响，因此 eMTC 核心网 MME、SGW 宜与大网合设。

(2) 从网络功能角度分析

NB-IoT 采用独立的 RAT-type、cell、TA，从无线网开始就可实现与服务于人的 LTE 逻辑上独立。另外 NB-IoT 核心网相对大网新增了接入类型、数据传输、功耗优化、协议优化、业务能力、计费 6 个方面的功能，且对大网功能进行了裁剪，仅与大网共用部分功能。因此 NB-IoT 核心网 MME、SGW 与大网可以分设，也可以合设。

eMTC 是 LTE 的增强功能（相对大网新增功耗优化、协议优化、业务能力 3 个方面功能），未对大网功能进行裁剪，可共用大网全部功能，因此 eMTC 是 LTE 的一部分，从无线到核心网，天然与大网融合。

若 eMTC 核心网 MME 与大网核心网 MME 分设，目前仅有 DÉCOR 和 eDECOR 两种技术，

但两种技术均不成熟, 且对网络影响较大。

- DÉCOR: eMTC 基站首先将用户发送的 NAS (非接入) 消息发给大网 MME, 大网 MME 需要根据本地配置判断是否允许该终端在本地注册, 如果不允许, 则大网 MME 向 eMTC 基站发送重定向消息, eMTC 基站根据重定向消息中的内容为终端选择独立设置的 MME。该方案需要大网 MME 和 eMTC 的 eNB 新增 Reroute (重路由) 等功能, 而且大幅增加大网 MME 与 eMTC 基站间信令, 对大网 MME 影响较大。
- eDECOR: 相对 DÉCOR 进行了优化, 可大幅减少大网 MME 与 eMTC 基站间信令, 但需大网核心网、无线网以及终端支持, 且该功能尚未标准化, 无法满足年底商用的需求。另外, eDECOR 无法实现国际漫游入 eMTC 终端选择至独立 MME。

eMTC 核心网 SGW 与大网核心网 SGW, 需要现网 DNS 针对相同 TA 配置不同的解析数据组, 当独立 MME 查询时, 返回独立 SGW, 大网 MME 查询时, 返回大网 SGW, 数据配置和网络管理复杂、工作量大。

综上所述, eMTC 核心网 MME、SGW 宜与大网合设。

4.2 MME 和 SGW 部署方案

根据对蜂窝物联网 MME 和 SGW 设置方式的分析, 考虑到 NB-IoT 核心网 MME、SGW 与大网可分可合, eMTC 核心网 MME、SGW 宜与大网融合的情况, MME、SGW 有 4 种建设方案。

4.2.1 方案一: 新建传统平台设备独立组网

以省为单位, 采用传统平台, 集中、新建 MME 和 SGW (不配置 CG), 仅接入 NB-IoT 基站。考虑业务与网络安全, 同时为加快建设进度, 每省新建两套 MME 和两套 SGW, 并均采用 pool 组网方式。同类新建设备设置在具备不同市电引入和传输的异局址, 满足容灾要求。方案一如图 3 所示。

4.2.2 方案二: 新建软硬解耦虚拟化设备独立组网

以省为单位, 基于三层架构软硬解耦方式, 集中、独立新建 vMME 和 vSGW, 接入省内 NB-IoT 基站。

- 硬件基础设施: 以省为单位在 2 个局址部署两个资源池, 两个局址资源池具备不同市电引入和传输的异局址, 部署 x86 服务器、存储、交换机内网防火墙等设备。
- 软件: 包括虚拟层、VNF (MME 和 SGW, 不含 CG)、EMS、MANO 等。

考虑业务与网络安全, 新建的两套 vMME 和两套 vSGW, 并均采用 pool 组网方式。方案二如图 4 所示。

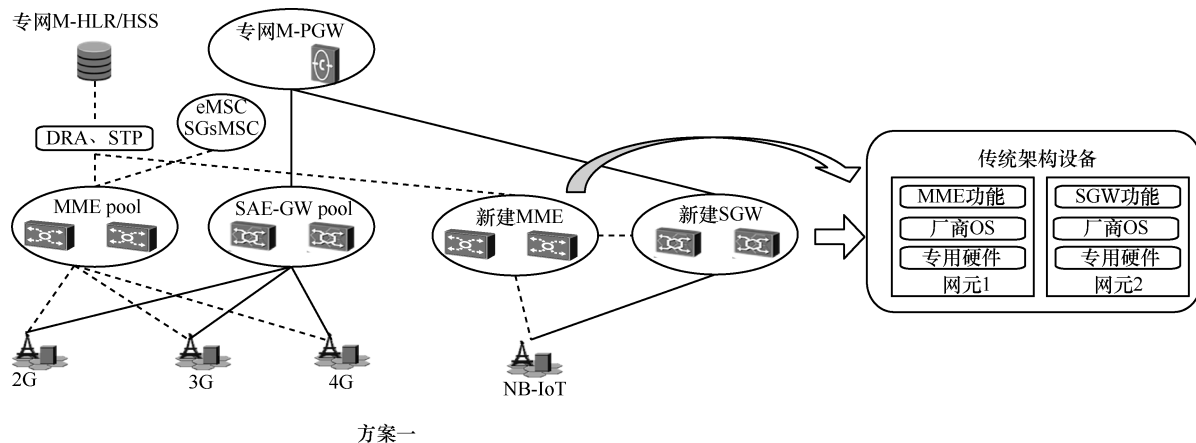


图3 MME、SGW 部署方案一

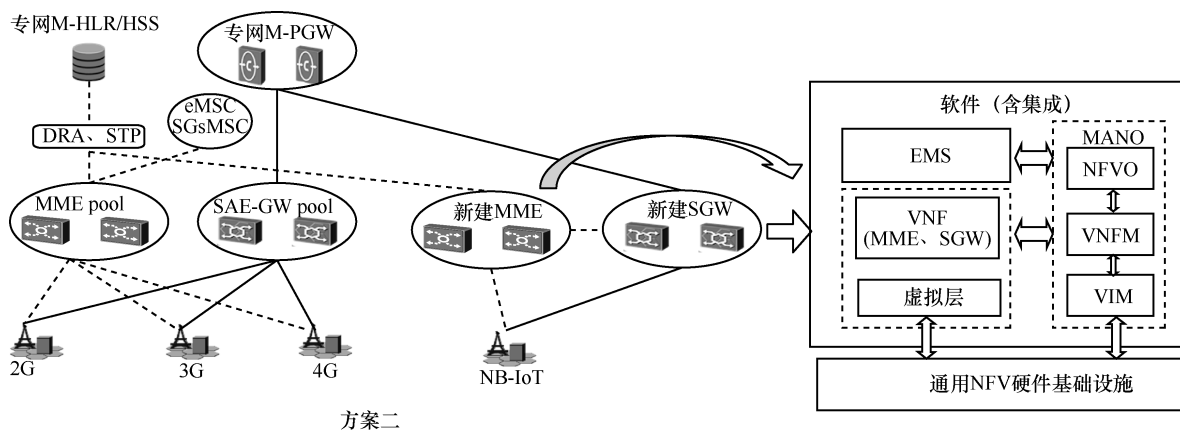


图4 MME、SGW 部署方案二

4.2.3 方案三：升级改造现网融合组网

以省内业务区为单位，升级改造现网部分MME和SGW支持蜂窝物联网，升级改造的MME和SGW同时接入2G/3G/4G和NB-IoT基站，未升级改造的MME和SGW接入2G/3G/4G基站。

考虑容灾备份，以核心网业务区为单位，每个业务区原则上升级改造现网两套MME和两套SGW，接入本业务区全部NB-IoT基站。基于NB-IoT新RAT type和独立的TA，通过数据配置实现NB-IoT基站仅选择升级改造的MME和SGW。

考虑到一个业务区内存在多个MME pool和多个SAE-GW pool的情况，升级改造的MME和SGW的选择有以下两种方式。

- 方式一：选择一个MME pool内的两个MME和一个SAE-GW pool内的两个SGW进行升级改造。
- 方式二：选择两个MME pool内的各一个MME和两个SAE-GW pool内的各一个SGW进行升级改造。

为保障网络安全，便于支持蜂窝物联网的MME和SGW组pool，建议采用方式一，并优先选择平台新、负荷低、对蜂窝物联网支持较好的现网设备进行升级改造。根据目前情况，华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、爱立信公

司设备对现网MME和SGW支持情况相对较好，诺基亚公司设备的支持情况相对较差。

4.2.4 方案四：升级改造现网融合组网，部分省同步新建虚拟化vMME和vSGW

在方案三基础上，为推动核心网NFV演进，在部分有NFV运营经验的省份新建vMME和vSGW：包括x86服务器、存储、交换机内网防火墙等硬件资源池和虚拟层、VNF（MME和SGW，不含CG）、EMS、MANO等软件。方案四如图5所示。

新建vMME和vSGW组网方式有以下两种。

- 方式一：vMME和vSGW独立组pool，接入省内部分NB-IoT基站。
- 方式二：vMME和vSGW分别与升级改造支持蜂窝物联网的现网MME、SGW融合组pool，共同接入本省/业务区内NB-IoT基站。

为便于工程实施、数据配置和维护管理，建议采用方式一。

4.2.5 方案比较及建议

考虑年底商用进度需求，结合eMTC的MME、SGW宜与省网融合设置的情况，同时为推动NFV成熟，建议初期建设时采用方案四。4种方案比较具体见表1。

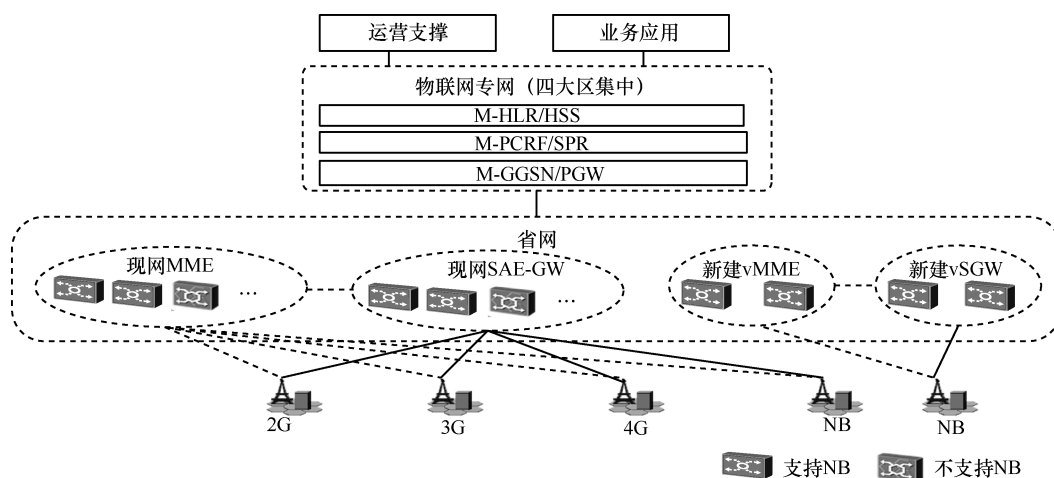


图5 MME、SGW 部署方案四

表1 MME、SGW 建设方案比较

	方案一：新建传统设备独立组网	方案二：新建虚拟化设备独立组网	方案三：升级改造现网融合组网	方案四：现网升级+部分省份新建虚拟化
业务满足能力	业务继承较好； 未来可能出现的 NB/eMTC 双模终端待验证评估		业务继承最好，业务体验与大网相同； 可支持用户使用 2G、4G、NB 和 eMTC 任意模式组合	
支撑集中运营	业务规划需区分制式，难度相对较高（未来需细分 NB 和 eMTC，对两张核心网分别规划和运营）		物联网业务可整体规划，对各技术发展规模差异包容性高	
网络组织	网络组织较复杂，在现网基础上新增设备和 S1、S5、S6a 等接口		网络组织简单高效，仅需新增与无线网的接口	
网络稳定性	NB-IoT 业务发展和变动不影响大网，网络安全稳定性略高于方案三、方案四（未来部署 eMTC 仍会对大网有影响）		存在人与物相互影响的问题，网络安全稳定性低于方案一、方案二	
维护与管理	区分终端制式，虽然 NB 维护管理简单，但省内可能引入新厂商，整体维护管理复杂（未来部署 eMTC 维护管理更加复杂）		网元数量少、维护效率高； 不利于区分人、物的统计管理和故障定位	
能力开放	NB 较简单（未来部署 eMTC 仍涉及省网 MME）		较复杂，涉及省网 MME	
网络演进	新增传统设备，不利于网络演进	积极引入 NFV，有利于网络演进	不涉及硬件，不影响演进	积极引入 NFV，有利于网络演进

5 蜂窝物联网业务实现方案

5.1 数据业务实现方案

蜂窝物联网的数据业务有两种实现方案：CP 优化方案和 UP 优化方案。

(1) CP 优化方案：基于控制面优化的增强方案（data over NAS）

用户数据仅通过原控制面的 NAS PDU 打包进行传递，无需建立 S1-U；UE 侧需要支持方案

相关处理流程，MME、SGW 需要相应的功能改造；对 HSS、PGW 等网元无影响。在 NB-IoT 接入时，CP 优化为必选。

(2) UP 优化方案：基于用户面优化的增强方案（RRC suspend and resume）

用户数据仍通过 S1-U 进行传递；针对低频发小分组传送，增加新的用户协议状态 RRC suspend，在用户、eNB、C-SGN 中均保留原有 PDN 连接的上下文信息。在 eMTC 接入时，UP 优化为必选。

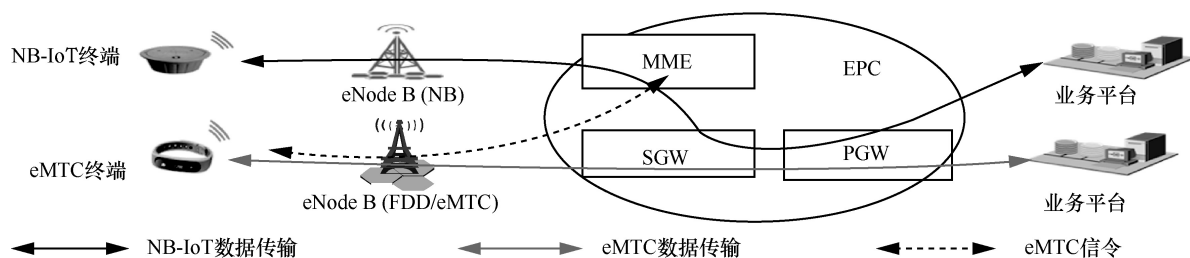


图6 数据业务疏通方式

数据业务疏通方式如图6所示。

数据业务可采用两种数据分组方式：IP 或者 non-IP, non-IP 是为应对蜂窝物联网发送的数据分组频率低、字节小而产生的，对于蜂窝物联网的数据分组来说，UDP/IP 传输层协议栈的占用字节（IPv4: 28 byte; IPv6: 48 byte）占的数据报文比例很高，尤其是在有效负荷小（如 20 byte）的情况下，报文头甚至超过了数据，所以在这种情况下终端传输 non-IP 数据可以大幅提升无线网络数据传输效率。

5.2 短信业务实现方案

蜂窝物联网短信业务有以下两种实现方式，如图7所示。

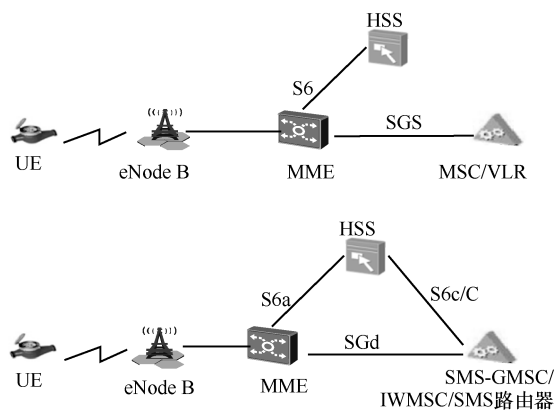


图7 蜂窝物联网短信业务实现方式

(1) 方案一：采用 MME 与 SGs MSC（提供 CSFB 业务）间 SGs 接口方式

方案一实现简单（如果为减少终端功能，由 MME 代理短信，MME 需增加功能），但需占用 MSC/VLR 能力，随着 VoLTE 和 C-IoT 终端数量增

长迅猛，将会出现 VLR 容量不足的情况，需要扩容。

(2) 方案二：采用 MME 与 SMSC 间的 SGd 接口方式

方案二需要现网 MME 新增与物联网专网 M-SMSC 间的 SGd 接口，若目前不支持 SGd 接口，则需要 M-SMSC 升级改造和联网调测。

5.3 语音业务实现方案

目前 3GPP 规范并未在 NB-IoT 中要求具有语音功能，对于 eMTC 来说，若开通语音业务，有以下两种方式。

- 方式一：采用 CSFB 语音，需要通过 SGs 接口回落到 CS 域疏通，具体方式与人网方式相同。
- 方式二：采用 VoLTE 语音，则有两种方式。一种采用与人网相同的方式，即为 eMTC 的 VoLTE 建立专用承载，通过 EPC 网络接入，通过大网 IMS 网络控制实现 VoLTE 语音；另一种为 eMTC 的 VoLTE 建立专用承载，通过 EPC 网络接入，通过政企专网 IMS 网络控制实现 VoLTE 语音。

6 结束语

本文针对 NB 与 eMTC 的技术特性，分析了核心网的网络架构，并重点分析了核心网网元的部署原则，针对网元的不同特性将网元分为面向业务应用和管理运营的网元，如 HSS、PGW、PCRF、SPR 和面向终端和无线侧接入的网元，如 MME、SGW，提出面向业务应用和管理运营的网元适宜集中设

置,面向终端和无线侧接入的网元适宜分省设置。通过对分省设置的网元部署方案的比较,提出采用升级改造现网设备的同时在部分省份新建 NFV 设备的方式进行建设。最后对蜂窝物联网数据、短信、语音业务的实现方案进行论述。

参考文献:

- [1] 3GPP. General packet radio service (GPRS) enhancements for evolved universal terrestrial radio access network (E-UTRAN) access (release 14): TS23.401 V14.0.0[S]. 2016.
- [2] 3GPP. Study on architecture enhancements for cellular internet of things (release 13): TR23.720 V13.0.0[S]. 2016.
- [3] 王晓周, 蔺琳, 肖子玉, 等. NB-IoT 技术标准化及发展趋势研究[J]. 现代电信科技, 2016(6): 5-12.
WANG X Z, LIN L, XIAO Z Y, et al. Research on technology standardization and development trend of NB-IoT[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 2016(6): 5-12.
- [4] 3GPP. Feasibility study on new services and markets technology enablers for massive internet of things; stage 1(release 14): TR22.861 V1.0.0[S]. 2016.
- [5] 王计艳, 王晓周, 吴倩, 等. 面向 NB-IoT 的核心网业务模型和组网方案[J]. 电信科学, 2017, 33(4): 148-154.
WANG J Y, WANG X Z, WU Q, et al. Core network service

model and networking scheme oriented NB-IoT[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(4): 148-154.

- [6] 董振江, 董昊, 韦薇, 等. 5G 环境下的新业务应用及发展趋势[J]. 电信科学, 2016, 32(6):58-64.

DONG Z J, DONG H, WEI W, et al. New services and development trend in 5G environment[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(6): 58-64.

[作者简介]



王计艳(1978-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要研究方向为核心网、物联网、流量经营。



周维(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要研究方向为核心网、物联网。