

第5章

窄带物联网数据传输

窄带物联网定义了两种数据传输模式：控制平面功能优化数据传输方案(Control Plane CIoT EPS Optimization),对窄带物联网的终端和网络都是必须支持的；用户平面功能优化数据传输方案(User Plane CIoT EPS Optimization),对窄带物联网的终端和网络是可选支持的。

窄带物联网引入了 User Plane CIoT EPS Optimizations 技术,窄带物联网用户数据传输路径如图 5-1 所示,虚线表示 CIoT EPS 控制面功能优化方案用户数据传输路径,实线表示 CIoT EPS 用户面功能优化方案用户数据传输路径。

物联网数据传输方式有 5 种。

(1) 控制平面优化传输方式 1 (Control Plane CIoT EPS Optimization 1)。物联网用户数据封装在 NAS PDU 里,在 UE 和 eNodeB 之间通过 RRC 消息即 DL/ULInformation Transfer-r13 进行传输,在 eNodeB 和 MME 之间通过 SI-MME 接口 S1-AP 消息即 DL/ULNAS Direct Transfer 进行传输。MME 直接把物联网数据提取出来,通过 T6a 接口(Diameter 协议)发送给业务能力扩展功能模块 SCEF (Service Capability Extended Function),SCEF 最后把物联网数据转发给第三方应用服务器。这种数据传输模式只适用于 Non-IP 数据传输。

(2) 控制平面优化传输方式 2 (Control Plane CIoT EPS Optimization 2)。物联网数据在 UE 和 MME 之间的传输同方式 1,但是在 MME 和 SGW 之间新增 S11-U 接口 (GTP-U 协

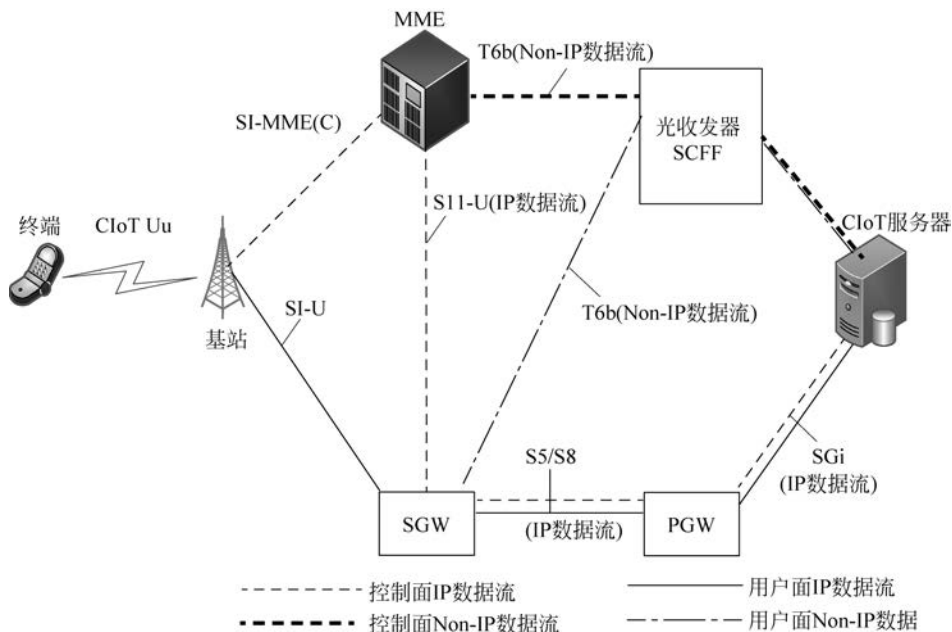


图 5-1 窄带物联网用户数据传输路径

议),传统 EPC 里 S11 接口只有控制面的,针对物联网新增了用户面 S11-U 接口, MME 接收到物联网数据后会通过 S11-U 接口转发给 SGW,这种传输方式同时支持 Non-IP 和 IP 数据传输。针对 Non-IP 数据,数据到了 SGW 需要利用隧道技术进行封装并通过 T6b 接口转发给 SCEF 再到第三方应用服务器。针对 IP 数据就简单了,同传统 LTE 网络一样直接转发给 PGW 就可以了,PGW 最后通过 SGi 接口转发给第三方应用服务器。这种数据传输方式适用于 IP 数据传输。

(3) 用户平面优化传输方式 1 (User Plane ClOT EPS Optimization 1)。本方案的数据传输方式与传统 LTE 网络大致相同,首先通过 SI-U 接口将物联网数据传输至 SGW,而后使用隧道技术对 SGW 提取出的用户数据进行封装,再将其经由 T6b 接口转发至 SCEF,最后传输给第三方应用服务器。此数据传输方式下,T6b 接口转发给 SCEF 再到第三方应用服务器。

(4) 用户平面优化传输方式 2 (User Plane ClOT EPS Optimization 2)。本方案与传统 LTE 网络数据传输方式完全相同,首先通过 SI-U 接口将物联网数据传输至 SGW,而后经由 S5/S8 接口传输至 PGW,最后 PGW 再将数据封装并通过 SGi 接口转发至第三方应用所处的服务器。此数据传输方式适用于 IP 数据传输。

(5) 短消息数据传输方式。传输物联网数据即 SMS 的数据传输方式,这也是一种传统控制面数据传输方式,只适合传输少量数据。基于 SMS 方式的数据传输方式又可以细分为两种:其一是 SMS over SGs,该方式需要 UE 支持 Combined EPS/IMSI 方式的 attach,同时 MME 配置支持同 MSC 的 SGs 接口,也就是 SMS 来自电路域;其二是 SMS over SGd,该方式需要 MME 升级配置直接支持同 SMS-center 的 SGd 接口。

窄带物联网的数据传输方式由 UE 和 MME 之间协商确定,对于上行数据传输,由终端选择决定哪一种方案。对于数据接收方,由 MME 参考终端选择决定哪一种方案。

基站可以在数据传输流程中进行用户面和控制面传输的切换。

物联网数据到达 MME 后,由用户的签约信息决定 MME 是发给 SCEF 还是通过 S1-M 发给 SGW。

5.1 SMS 数据传输流程

1. 附着流程中单次 SMS 数据包传输

附着流程中伴随的单次 MO SMS 数据传输流程(Attach with MO SMS PDU)如图 5-2 所示,当 UE 高层有始发短消息数据包(MO SMS PDU)等待发送时,UE NAS 层就会触发 RRC 连接建立流程来发送附着请求(Attach Request),步骤如下。

(1) 若 UE 试图发起一次附着流程并且使其不建立 PDN 连接,则首先需要发起附着类型为 MO SMS Only 的附着请求来通知网络侧,同时由终端始发的短消息数据包(MO SMS PDU)会被包含在该附着请求消息中等待发送。

(2) MME (C-SGN)识别出该特殊附着请求,随后发起鉴权流程。

(3) 当鉴权流程完成后,HSS 会接收到由 MME(C-SGN)发起的位置区更新请求,位置区更新原因将被标识为 MO SMS Only。

(4) HSS 查询终端用户是否签约可以发送 SMS 数据包,如果该终端被授权可以发送 MO SMS 类型数据包,则向 MME (C-SGN)发送位置区更新应答消息,该消息会包含短消息中心地址信息(SMS-Center address)。

(5) 网络侧(C-SGN or MME)在建立 DRB 的过程中,会通过触发 UE Context 上下文来建立流程,但不会触发 RRC 连接重配置流程(RRC Connection Reconfiguration Procedure)。

(6) 网络侧(C-SGN or MME)发送附着拒绝消息(Attach Reject)给 UE,同时该消息还会附带指示告诉 UE 该始发短消息数据包(MO SMS PDU)已经收到。

(7) 网络侧(C-SGN or MME)通过步骤(4)得到 SMS-Center 地址,转发该 MO SMS PDU 到对应的第三方窄带物联网应用服务器。

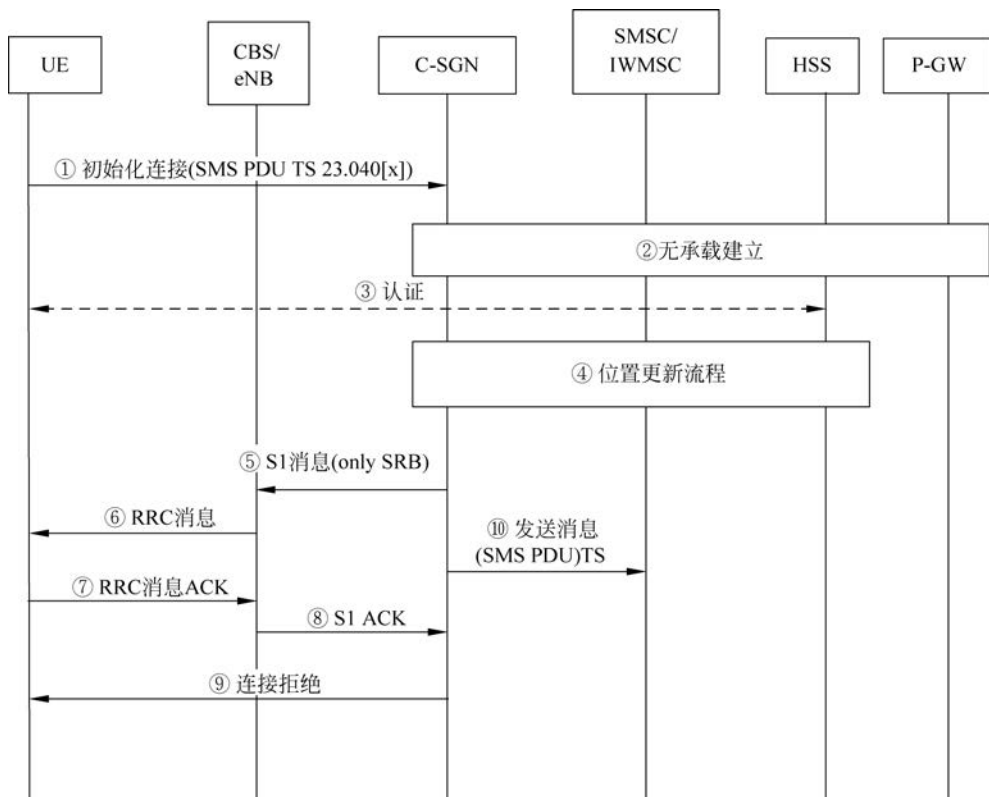


图 5-2 附着流程中单次 MO SMS 数据传输流程

附着流程伴随的单次 MT SMS 数据传输(Attach with MT SMS PDU)流程如图 5-3 所示。

附着流程伴随的单次 MT SMS 数据包传输的步骤与单次 MO SMS 数据包传输步骤相同,只是附着流程由寻呼请求触发。

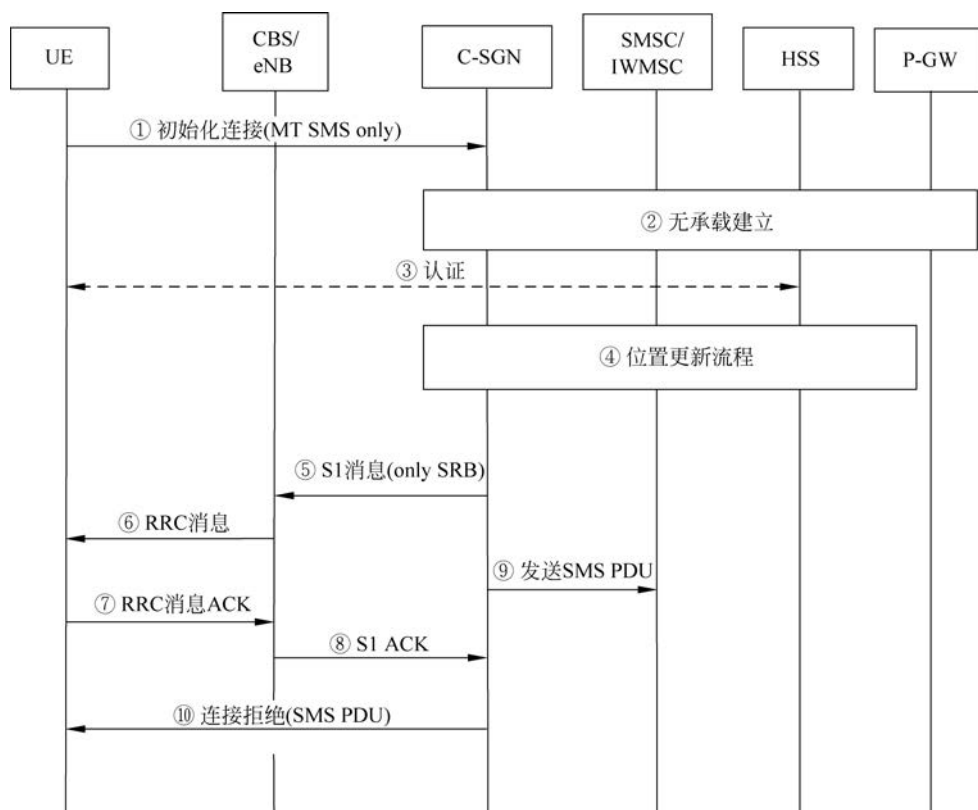


图 5-3 附着流程中单次 MT SMS 数据传输流程

2. 附着流程后多次 SMS 数据包传输

附着流程完成后多次 MT SMS 数据包传输流程(Attach with more MT SMS PDUs)如图 5-4 所示。UE 接收到寻呼消息并触发 RRC 连接建立流程,具体步骤如下。

(1) 当 UE 发起一次不需要建立 PDN 连接的附着流程时,首先通过发起附着类型为 MT SMS Only 的附着请求来通知网络侧,同时终端始发短消息数据包(MT SMS PDU)会被包含在该附着请求消息中以等待接收。

(2) 当 UE 发起的特殊附着请求被鉴别出以后,MME(C-SGN)将发起鉴权流程。

(3) 当鉴权流程完成后,MME(C-SGN)发起的位置区更新请求将被 HSS 接收

到,位置区更新原因被标识为 MT SMS Only。

(4) HSS 查询终端用户是否签约接收 SMS 数据包,如果该终端被授权可以接收 MT SMS 类型数据包,则向 MME(C-SGN)发送位置区更新应答消息,同时在该位置区更新应答消息中通知网络侧(C-SGN or MME)一共有 N 个 MT SMS PDU 数据包等待发送给 UE。

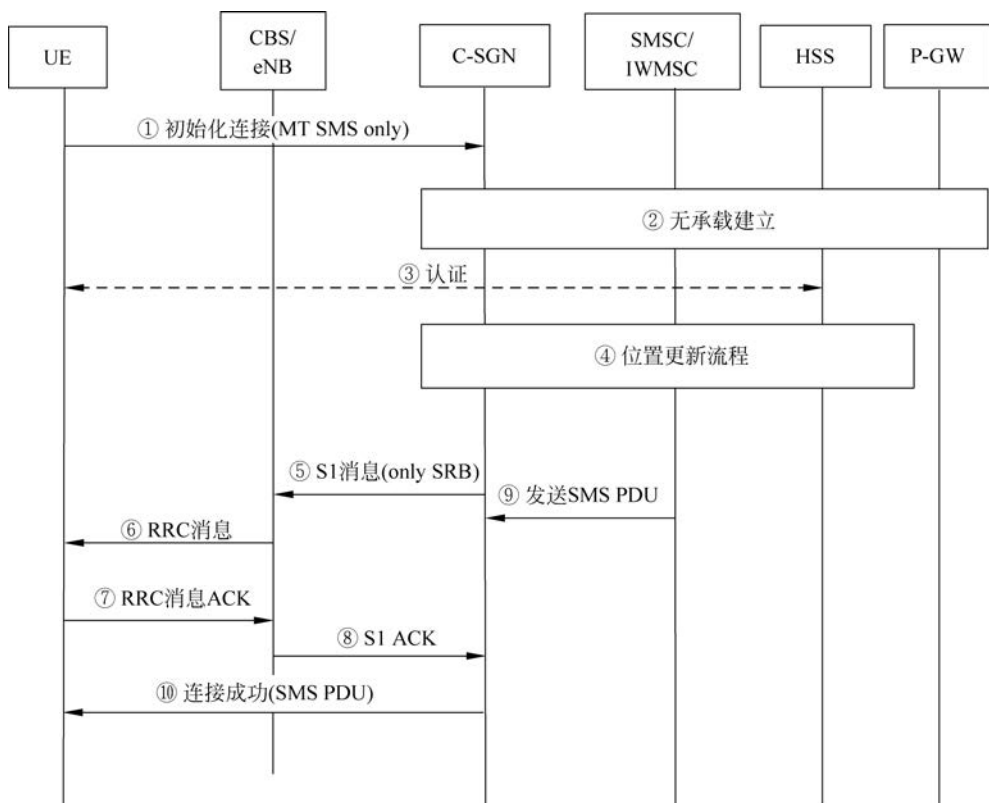


图 5-4 附着流程完成后多次 MT SMS 数据包传输流程

(5) 网络侧(C-SGN or MME)在建立 DRB 的过程中,会触发 UE Context 上下文建立流程,但不会触发 RRC 连接重配置流程(RRC Connection Reconfiguration Procedure)。

(6) HSS 通知短消息中心(SMS-center) UE 已经准备好可以接收 MT SMS PDU 了。

(7) 短消息中心(SMS-center)向 C-SGN or MME 依次发送 N 个 MT SMS PDU。

(8) C-SGN 或 MME 接收到从短消息中心(SMS-Center)转发过来的第 1 个 MT SMS PDU 后,就会向 UE 发送附着接受消息(Attach Accept),该附着接受消息会包含第 1 个 MT SMS PDU。

(9) UE 可以根据正常 MO/MT SMS 短消息收发流程来发送更多的 SMS 数据包。

(10) 当 UE 接收完全部的 MT SMS PDU,并且没有 MO SMS PDU 等待发送时,UE 会触发去附着请求(Detach Request)来结束本次多个 SMS 数据包的收发流程。

5.2 EPS 控制面数据传输

1. 概述

对于 CIoT EPS 控制面功能优化(Control Plane CIoT EPS Optimization),上行数据从 eNB (CIoT RAN)传送至 MME,传输路径分为两个分支。

(1) 通过 S1-M 接口和 SGW 传送到 PGW 再传送到应用服务器,用于在控制面上传送 IP 数据包。

(2) 通过 T6a 接口和 SCEF(Service Capability Exposure Function)连接到应用服务器(CIoT Server),SCEF 是专门为窄带物联网而引入的,用于在控制面上传送非 IP 数据包,并为鉴权等网络服务提供一个抽象的接口。

下行数据传送路径相反。

EPS 控制面优化数据传输方案不需要建立数据无线承载(DRB),数据包直接在信令无线承载(SRBI)上发送(Data over NAS,DoNAS)。

对于控制面功能优化数据传输模式(control Plane CIoT EPS Optimization),终端和基站间的数据交换在 RRC 上完成。

(1) 在 RRC 连接建立(RRC Connection Setup)消息中,包含了下行数据包。

(2) 在 RRC 连接建立完成(RRC Connection Setup Complete)消息中,包含了下行数据包。

(3) 如果数据量过大,RRC 不能完成全部传输,将使用下行消息传输(RRC DL Information Transfer)和上行消息传输(RRC UL Information Transfer),消息

继续传送,见图 5-5。

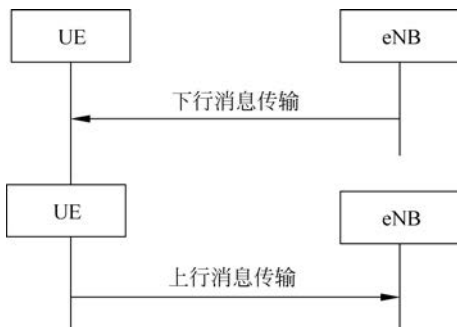


图 5-5 控制面优化空口大数据量传输流程

2. 终端触发控制面数据传输流程

控制面优化模式 MO 数据传输流程如图 5-6 所示。

终端发起的上行数据传输步骤(MO Data over NAS)如下。

- (1) 窄带物联网终端应用层有上行数据需要发送时,终端 NAS 层就会触发控制平面业务请求消息(Control Plane Service Request)。
- (2) 如果终端当前处于 RRC 空闲状态,那么终端 RRC 层就会触发 RRC 连接建立流程来发送该业务请求消息给基站及核心网(MME)。
- (3) 终端 NAS 层把上行用户数据进行加密发送给终端 RRC 层并发送给基站。
- (4) 基站将 SIAP 初始化终端消息(SIAP Initial UE Message)发送至 MME 时,便会触发包括 S1-AP 接口建立流程在内的 UE Context 上下文建立流程。
- (5) 如果 MME 此时还有接收到的下行用户数据需要发送给终端,那么 MME NAS 层会对该下行用户数据进行加密。
- (6) MME 将经过加密处理的用户数据由 SI-MME(C)接口发送至基站,将其加入 S1-AP 下行 NAS 传输(S1-APDown link NAS Transport)消息中。
- (7) 下行用户数据被基站从接收端提取后转发至终端。
- (8) 终端 RRC 层在终端 NAS 层处理其提取接收到的下行用户数据。
- (9) 终端 NAS 层将接收到的加密后的下行用户数据交付至终端应用层进行处理。

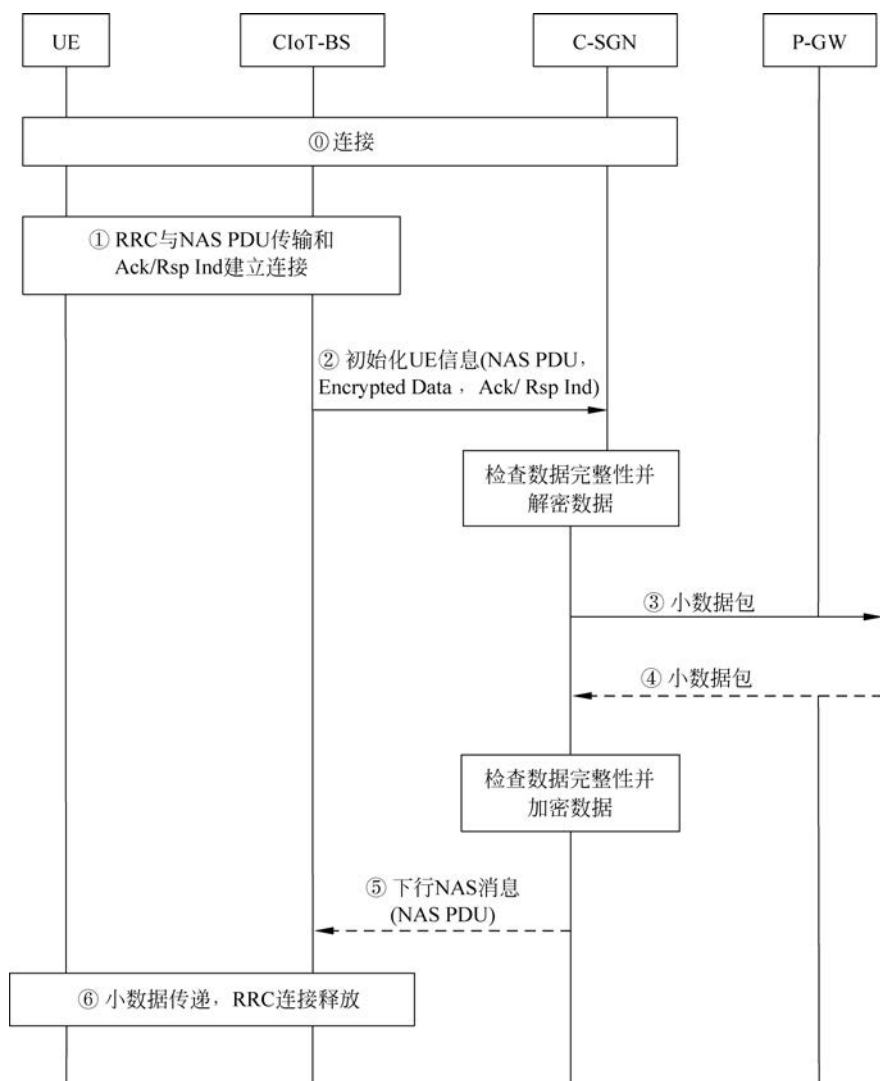


图 5-6 控制面优化模式 MO 数据传输流程

(10) 若在终端应用层同时有多条上行用户数据等待发送,则会被终端 NAS 层进行加密后交付至终端 RRC 层进行处理。

(11) 终端 RRC 层通过 RRC 上行传输消息,提取被加密过的上行用户数据中的 Dedicated Info NAS-r13 IE,并将其发送至基站。

(12) 基站对终端发送的上行用户数据进行接收和提取后,将其放在 S1-AP 上行 NAS 传输(S1-APUp link NAS Transport)消息中,并由 SI-MME(C)接口传

至 MME。

(13) 基站发送被加密的上行用户数据后由 MME NAS 层对其进行解密、接收和提取。

(14) MME 经过 S11-U 和 SGW 接口,把解密后的上行用户数据传输至 P-GW。

(15) PGW 通过 SGi 接口将接收到的解密上行用户数据传输至对应的第三方应用。

3. 寻呼触发控制面数据传输流程

控制面优化模式 MT 数据传输流程如图 5-7 所示,寻呼触发的下行数据传输步骤(MT Data over NAS)如下。

(1) 窄带物联网第三方应用平台有下行用户数据需要发送给终端,并且下行用户数据通过 PGW、SGW 和 S11-U 接口到达 C-SGN (MME)。

(2) MME 通过终端最后注册更新的跟踪区列表(TA list)对应的所有基站触发寻呼请求(Paging)。

(3) 终端接收到该寻呼请求消息后,终端的 NAS 层就会触发控制平面服务请求消息(Control Plane Service Request)。

(4) 终端 RRC 层触发 RRC 连接建立流程来携带发送该服务请求(Service Request)给基站,具体由 RRC 连接建立完成(RRC Connection Setup Complete)消息携带。

(5) 基站发送 S1-AP 初始化终端信息(SIAP Initial UE Message)至 MME,该行为(包括 S1-AP 接口建立流程)会触发 UE Context 上下文建立流程。

(6) MME NAS 层加密通过 S11-U 接口接收提取到的下行用户数据。

(7) MME 把经过加密处理的下行用户数据加入在 S1-AP 下行 NAS 传输(S1-AP Downlink NAS Transport)消息中,由 SI-MME(C)接口发送至基站。

(8) 基站接收下行用户数据,从 RRC 下行传输(RRC DI Information Transfer)消息中提取出 Dedicated Info NAS-r13 IE 并将其转发至终端。

(9) 终端 RRC 层将提取接收到的下行用户数据转发至终端 NAS 层,并进行相应处理。

(10) 终端 NAS 层对收到的下行用户数据进行加密处理,而后将其交付至终

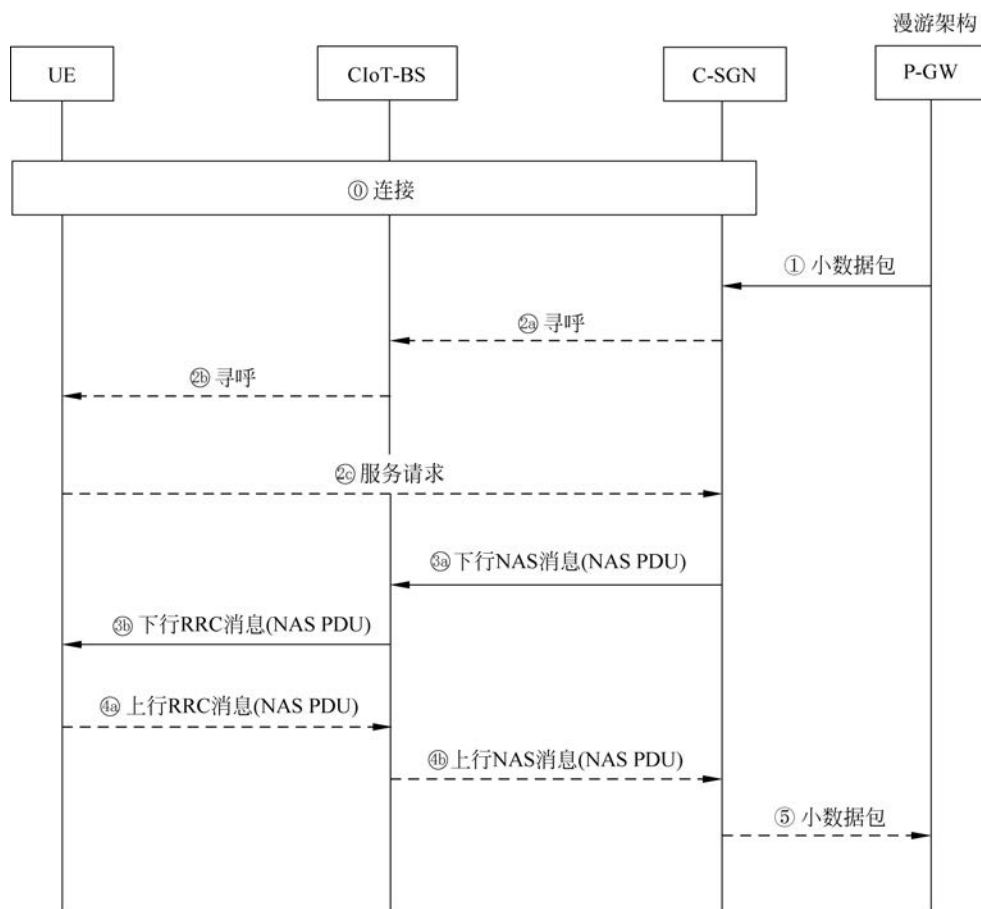


图 5-7 控制面优化模式 MT 数据传输流程

端应用层。

(11) 如果同时有多条上行用户数据在等待终端应用层将其发送,则终端 NAS 层会首先对上行用户数据进行加密处理,而后将加密信息交付至终端 RRC 层。

(12) 加密的上行用户数据在终端 RRC 层发送至基站是通过 RRC 上行信息传输(RRC UI Information Transfer)消息中的 Dedicated Info NAS-r13 IE 来实现的。

(13) 基站对终端发送的上行用户数据进行接收和提取后,将其放在 S1-AP 上行 NAS 传输(S1-APUplink NAS Transport)消息中,并由 SI-MME(C)接口传至 MME。

(14) 基站发送的上行用户数据在 MME NAS 层进行解密、接收和提取。

(15) 解密后的上行用户数据经由 MME 的 S11-U 接口和 SGW 传至 P-GW。

(16) PGW 的 SGi 接口将接收到的解密上行用户数据转发给对应的第三方应用。

5.3 EPS 用户面数据传输

对于 CIoT EPS 用户面功能优化(User Plane CIoT EPS Optimization)数据传输模式,物联网数据传送方式通过传统的用户面传送,最多同时配置两个 DRB。在 DRB 无线承载上发送数据,由 SGW 传送到 PGW 再到应用服务器。

1. 传统 LTE 用户面数据传输流程

传统 LTE 终端从连接态切换到空闲态时,eNB 和 UE 会释放接入层上下文。在重新发送数据时,需要重新建立 RRC 连接,重建 DRB,重新协商接入层和 NAS 层安全参数及算法、UE 上下文和发送服务请求消息等,这个流程需要更多信令交互。

2. EPS 用户面优化数据传输流程

窄带物联网引用用户面数据传输优化功能,通过连接暂停流程(RRC Connection Suspend)和连接恢复流程(RRC Connection Resume)实现。

通过连接挂起流程:当基站释放连接时,基站通过发送 RRC 连接暂停消息让窄带物联网的终端进入暂停模式,RRC 暂停消息带有一组 Resume ID,此时终端进入暂停模式并保留接入层上下文 AS Context,基站也保留接入层上下文及承载相关 S1-AP 信息,MME 保留承载相关 S1-AP 信息,如图 5-8 所示。

连接恢复流程:当终端第二次传输用户数据时,通过其中附带的 RRC 链接基站可以恢复出请求中附带的 Resume ID,并凭借此 ID 来识别终端上下文等保存的信息,最后终端通过这一过程中识别出的保存信息即可激活 DRB 和 EPS 用来发送数据。连接恢复流程无须发起业务请求流程(Service Request),具体过程如图 5-9 所示。

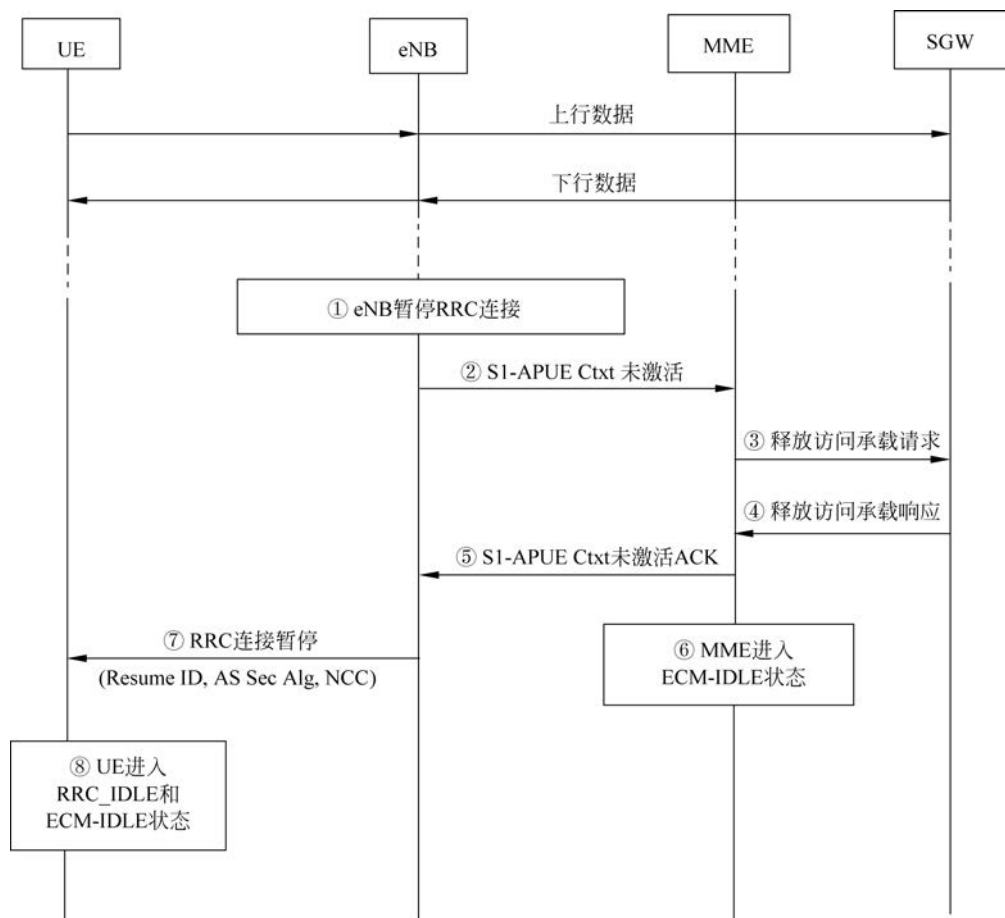


图 5-8 用户面功能优化之 RRC 连接暂停

3. EPS 用户面优化失败回落流程

如果 RRC 连接释放没有携带 Resume ID, 或者 resume 请求失败, 需要重建。基站收到 RRC 连接恢复请求 (RRC Connection Resume Request) 消息后, 发送 RRC 连接建立 (RRC Connection Setup) 消息来重建 RRC 连接。RRC 连接建立流程如图 5-10 所示。

当 RRC 连接建立完成后, 重新激活安全模式流程协商密钥信息。重新触发安全模式流程如图 5-11 所示。

RRC 连接重配置流程如图 5-12 所示。

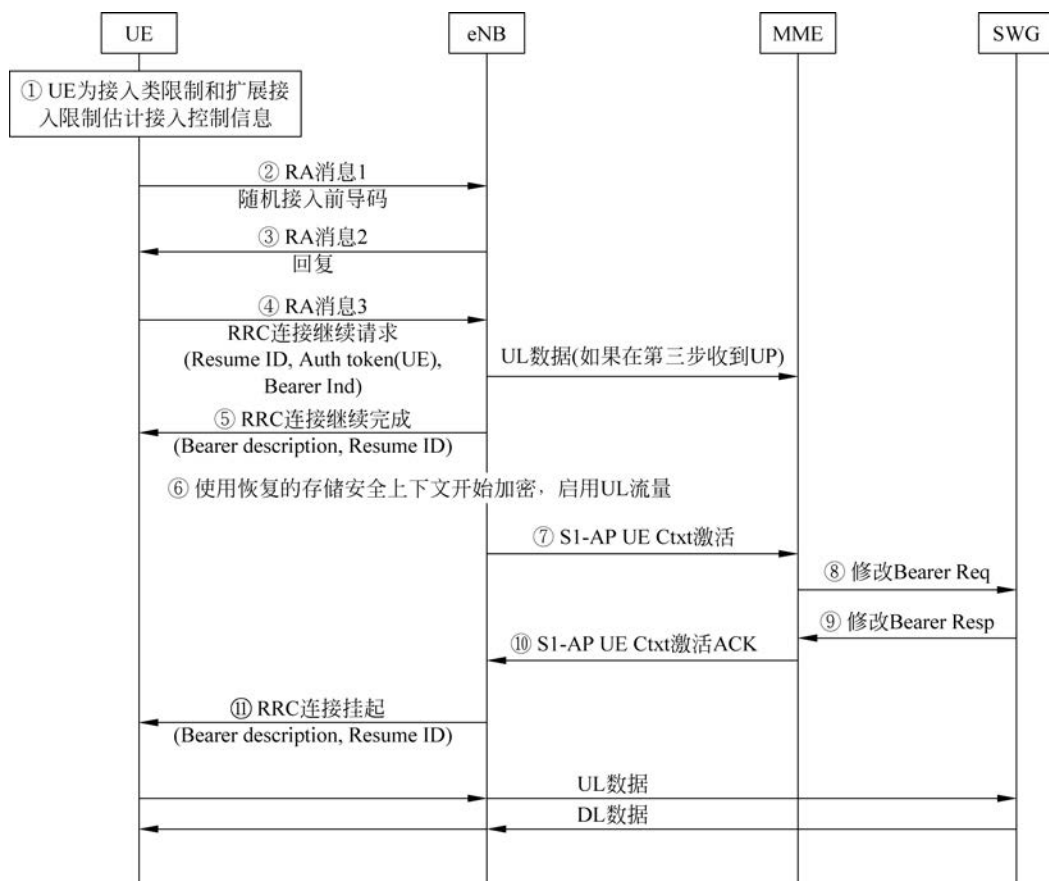


图 5-9 用户面功能优化之 RRC 连接恢复

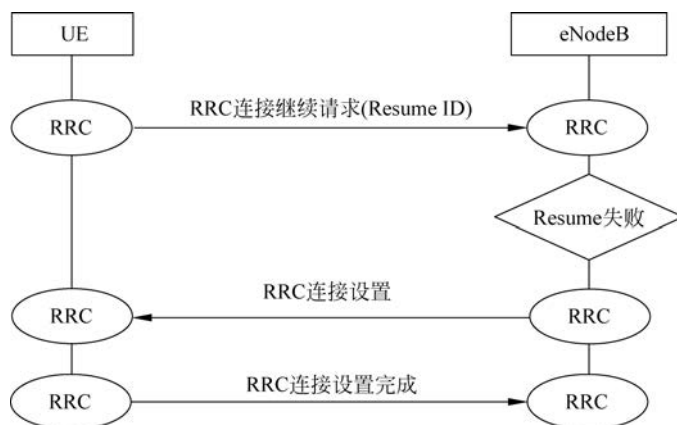


图 5-10 RRC 连接建立流程



图 5-11 重新触发安全模式流程



图 5-12 RRC 连接重配置流程