



LTE 宽带集群通信 (B-TrunC)

技术白皮书

(2016 年)

宽带集群 (B-TrunC) 产业联盟

2016 年 9 月



版权申明

本白皮书版权属于宽带集群（B-TrunC）产业联盟，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：宽带集群（B-TrunC）产业联盟”。违反上述声明者，联盟将追究其相关法律责任。

前 言

发布《LTE 宽带集群通信（B-TrunC）技术白皮书》，旨在与业界分享宽带集群（B-TrunC）产业联盟在宽带集群通信技术上的研究成果。

随着全球公共安全、政务、交通、能源等行业的快速发展，行业用户在传统的语音集群基础上，对于宽带无线数据业务、多媒体集群调度的需求极为迫切。LTE 以其技术和产业优势成为无线专网宽带技术的选择，基于 LTE 技术的宽带集群技术也成为全球无线专网发展共识。我国率先开展了基于 LTE 技术的宽带集群 B-TrunC 技术的标准化工作，立足自主创新，紧密联系行业应用需求，技术和产业发展迅速。目前 B-TrunC 一阶段行业标准已经正式发布，并成为 ITU 推荐的首个公共保护和救灾（PPDR）的宽带集群空中接口标准。随着工信部发布了宽带数字集群专网频率规划，B-TrunC 获得 1.4GHz 和 1.8GHz 频段的政策支持。目前 B-TrunC 系统已经开始广泛应用于公共安全、政务、交通、能源等行业。

本白皮书主要介绍了宽带集群技术发展、B-TrunC 技术标准和演进、系统架构、业务功能和性能、关键技术、工作频段等内容，可以作为宽带集群通信领域工作的技术人员的参考。

目 录

1 宽带集群发展概述	1
1.1 集群宽带化发展趋势	1
1.2 宽带集群 B-TrunC 技术特征	2
2 宽带集群 B-TrunC 技术标准及其演进	5
3 宽带集群 B-TrunC 系统架构	8
3.1 本地组网架构	8
3.2 漫游组网架构	11
4 宽带集群 B-TrunC 业务功能和性能	13
4.1 业务功能和要求	13
4.1.1 宽带数据和集群业务并发.....	13
4.1.2 集群语音业务功能.....	15
4.1.3 集群多媒体业务功能.....	16
4.1.4 集群数据业务功能.....	19
4.1.5 集群补充业务功能.....	20
4.2 宽带集群 B-TrunC 业务性能要求	23
5 宽带集群 B-TrunC 关键技术	24
5.1 高频谱效率的空中接口单小区组播技术	24
5.1.1 空中接口集群组播技术概述.....	24
5.1.2 MAC 层的集群增强	25
5.1.3 物理层的集群增强.....	27
5.1.4 RRC 层的集群增强.....	28
5.2 低时延高可靠的专业级集群呼叫控制	28
5.3 面向行业应用开放的调度业务	33
5.4 多维优先级保障机制	33
6 宽带集群 B-TrunC 工作频段	35

图目录

图 1: 无线专网技术演进.....	1
图 2: 宽带集群 B-TrunC 标准演进.....	5
图 3: 宽带集群 B-TrunC Rel.1 标准体系	6
图 4: B-TrunC 本地组网架构.....	8
图 5: B-TrunC 漫游组网架构: 全网统一 eHSS.....	11
图 6: B-TrunC 漫游组网架构: 分布式 eHSS.....	12
图 7: B-TrunC 终端接收组呼的基本流程.....	25
图 8: B-TrunC 空中接口逻辑信道与传输信道和物理信道的映射	26
图 9: B-TrunC 控制面协议栈.....	29
图 10: B-TrunC 扩展 NAS 协议架构.....	30

表目录

表 1: 集群语音业务.....	13
表 2: 集群多媒体业务	13
表 3: 集群数据业务.....	14
表 4: 集群补充业务.....	14
表 5: 宽带集群 B-TrunC 系统性能指标要求.....	23
表 6: 宽带集群 B-TrunC 主要工作频段.....	35

1 宽带集群发展概述

1.1 集群宽带化发展趋势

随着智能终端及移动互联网兴起，无线数据业务呈现爆炸性增长。随着全球公共安全、政务、交通、能源等行业的快速发展，行业用户在传统的语音集群基础上，对于宽带无线数据业务、多媒体集群调度的需求也快速增长，需求极为迫切。

全球无线专网集群技术历经模拟集群、数字集群，正向宽带集群演进，如图 1 所示。模拟集群主要为 MPT1327 技术，提供语音对讲业务。数字集群的主流制式包括欧洲电信标准协会（ETSI）的 TETRA 和 DMR 标准、美国电信产业协会（TIA）的 P25 标准，以及我国公安行业的 PDT 标准，可以提供语音集群调度、低速数据和短消息业务。宽带集群是集支持宽带数据传输，以及语音、数据、视频等多媒体集群调度应用业务于一体的专网无线技术，是无线专网宽带技术演进的方向。

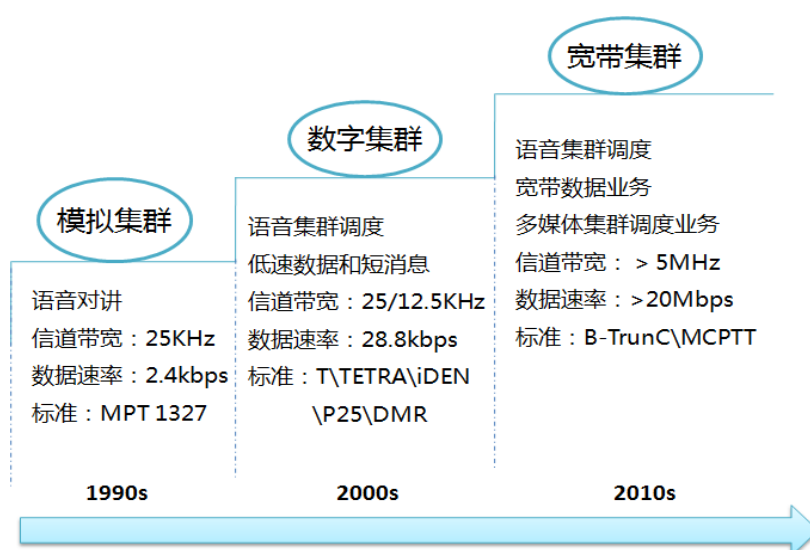


图 1：无线专网技术演进

LTE技术作为全球4G标准，具有高速率、高频谱效率、低时延等优点，且产业实力雄厚，成为全球无线专网宽带技术的共同选择。基于LTE技术的宽带集群技术演进也成为全球无线专网发展的共识。我国率先开展了基于LTE技术的宽带集群B-TrunC系统的标准化工作，目前宽带集群B-TrunC产品已经在政务、公安、应急、交通、能源等行业开始广泛部署和应用。

1.2 宽带集群 B-TrunC 技术特征

宽带集群是集支持宽带数据传输，以及语音、数据、视频等多媒体集群调度应用业务于一体的专网无线技术，在业务、功能和性能上具有以下典型技术特征。

(1) 业务特征

语音业务：宽带集群 B-TrunC 系统在语音业务方面要做到“一呼百应”，具有快速指挥调度能力，实现单呼、组呼、全呼、广播呼叫、紧急呼叫、优先级呼叫、调度台核查呼叫。此外，宽带集群 B-TrunC 系统还需要实现与 PSTN、蜂窝移动通信网络，以及其它数字集群通信系统（如 TETRA、PDT 等）的互联呼叫。

数据业务：宽带集群 B-TrunC 系统不仅要承载尽力而为（Best Effort）类数据业务，还要承载实时控制类数据业务，以实现数据调度功能。例如，在指挥调度过程中，用户可以通过手持终端接收、发送和查询业务相关数据。由于实时控制类数据业务对时延和可靠性要求很高，因此在进行系统设计时需要提供强有力的 QoS 保证。

视频业务：行业人员利用集群通信系统进行指挥调度的过程中，不仅要“听得到”，还要“看得到”，宽带集群 B-TrunC 系统要承载各种交互型视频业务，

包括现场图像上传、视频通话、视频回传、视频监控等。因此，在进行宽带集群 B-TrunC 系统的设计时要充分考虑视频编解码、视频传输与无线资源管理三者之间的协调。

(2) 功能特征

多业务融合：新时期无线技术与应用互相促进，集群通信的需求从语音发展到数据，进而有“百闻不如一见”的视频要求，甚至要求实现超越标清的高清视频。因此，宽带集群 B-TrunC 系统需要提供语音调度、数据调度、视频调度等多种业务协同的融合调度功能。通过数据业务和视频业务弥补语音业务在准确性、可记录性方面的缺陷，从而实现全数字化、可视化、高度自动化、可记录及可追溯、事件驱动的指挥调度和协同作业能力。

指挥调度：宽带集群 B-TrunC 系统需要配有专门、统一的指挥调度中心，根据事件现场人员反馈的情况，通过有线或无线调度台实现区域呼叫、通话限时、动态重组、迟后进入、遥毙/复活、呼叫能力限制、繁忙排队、监控、环境侦听、强拆、强插、录音/录像等多种操作。此外，指挥调度中心还可以为调度台设置管理级别，实现分级调度管理。

多行业共网管理：宽带集群 B-TrunC 系统满足城市无线政务公安、消防、医疗、城管、交通、环保等多行业部门共用网络的要求，各行业部门通过 VPN 或独立的核心网进行独立的用户签约和业务管理，共享无线接入网和频谱资源。多行业共网不仅可以提高无线基础设施和频谱资源的利用效率，还可以实现高效的协同工作，满足跨地域、跨部门的大规模现代指挥调度的需求。

(3) 性能特征

快速接入能力：宽带集群 B-TrunC 系统具有快速接入能力，要求组呼建立时间小于 300ms，话权抢占时间小于 200ms，以实现快速的指挥调度。

更高的安全性和保密性：宽带集群 B-TrunC 系统是针对行业应用而设计的专用指挥调度通信系统，对网络和信息传输的安全性和保密性要求较高，尤其是政府、公安、军队、公共安全等国家安全部门或强力机构使用的集群网络，一定要防止遭受恶意攻击以及信息被截获或篡改等。因此，宽带集群 B-TrunC 系统应能够提供包括鉴权、空口加密以及端到端加密在内的一整套完备的安全机制，来解决其所面临的诸多安全威胁。

更高的可靠性：宽带集群 B-TrunC 系统在网络可靠性方面有着更高的要求，要求具有强故障弱化、单站集群和抗毁能力，以提供应对各种自然灾害或突发事件的应急指挥通信能力。宽带数字集群终端还应该具有脱网直通的能力，使得在网络无法覆盖时，能够支持群组用户的脱网直通能力。

2 宽带集群 B-TrunC 技术标准及其演进

宽带集群B-TrunC技术标准不断发展演进，如图2所示，现有3个Release版本。

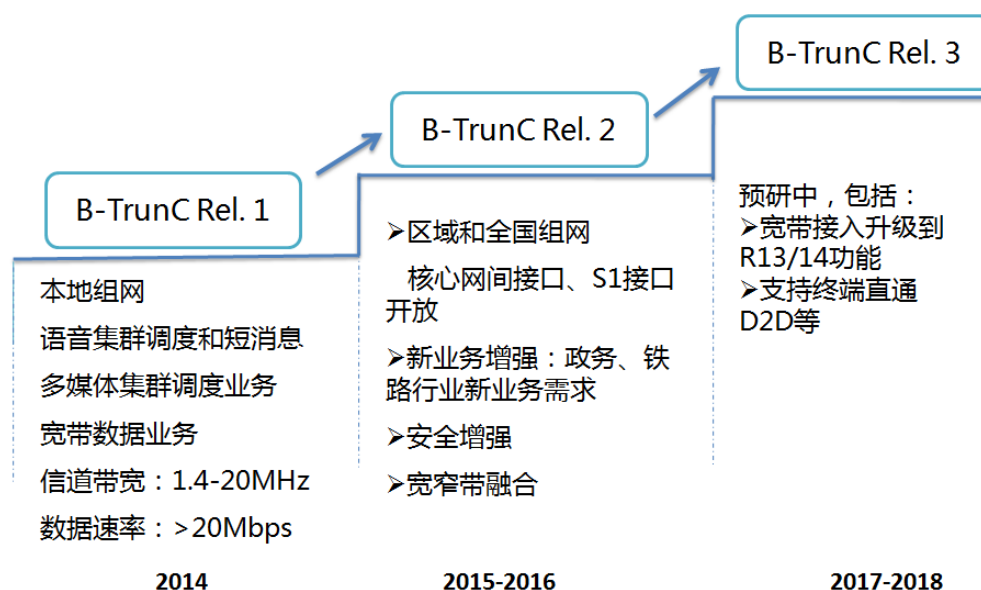


图 2：宽带集群 B-TrunC 标准演进

(1) B-TrunC Rel.1版本

B-TrunC Rel.1作为第一个标准版本，定位本地组网，在兼容LTE R9的基础上，支持宽带数据业务，同时增强语音集群调度、短消息、多媒体集群调度业务，开放了终端（包括无线终端、调度台）与系统的接口，规范了终端与系统跨设备商的互联互通接口和功能性能要求。

B-TrunC Rel.1标准草案在宽带集群产业联盟讨论，经过产品研发、多设备商产品的互联互通测试认证的检验和反馈，标准已经完成大阶段的勘误基本完善成熟。联盟不断将完善成熟的标准草案提交中国通信标准化协会（CCSA），推动行业标准和国家标准的制定。2014-2015年工业和信息化部正

式发布了B-TrunC Rel.1系列标准。B-TrunC Rel.1的标准体系如图3所示。



图 3：宽带集群 B-TrunC Rel.1 标准体系

(2) B-TrunC Rel.2版本

B-TrunC Rel.2版本在兼容B-TrunC Rel.1的基础上，支持区域和全国性大规模组网的切换和漫游，开放了核心网间、核心网到基站之间的接口协议。此外，B-TrunC Rel.2还支持政务/轨道交通/铁路等行业宽带集群调度的新业务功能，对进一步增强安全机制，并通过开放的核心网接口支持与窄带数字集群通信、PSTN、公众蜂窝移动通信网的互通。该版本标准计划2016年底制定完成。

(3) B-TrunC Rel.3版本

B-TrunC Rel.3目前处于标准预研中，主要讨论宽带数据传输部分的升级、终端直通等需求和功能。由于B-TrunC宽带数据传输部分兼容3GPP标准，因

此其B-TrunC宽带数据传输能够采用3GPP的先进技术标准，可伴随LTE的演进提供更适应于无线专网的更先进的宽带数据传输功能。

3 宽带集群 B-TrunC 系统架构

宽带集群B-TrunC系统支持本地组网、漫游组网的架构，适用于机场、港口油田等行业本地网应用，以及政务、公共安全、铁路等大规模组网应用多种场景。

3.1 本地组网架构

宽带集群B-TrunC系统本地组网架构如图1所示，其架构扁平简单，由基于LTE宽带集群终端、LTE数据终端、LTE宽带集群基站、LTE宽带集群核心网和调度台组成，如图4所示。其中，LTE宽带集群终端为支持宽带数据和集群的终端，LTE数据终端仅支持宽带数据终端。

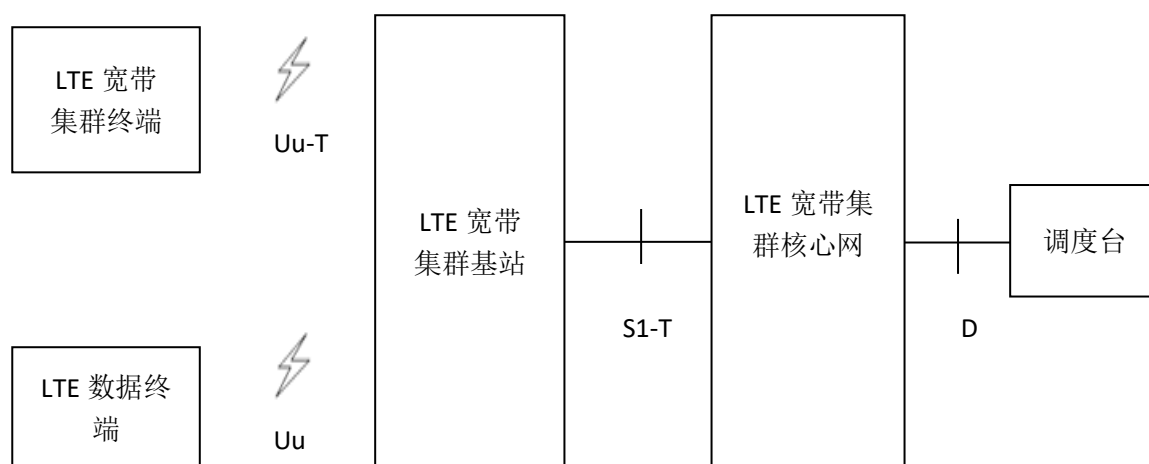


图 4：B-TrunC 本地组网架构

(1) LTE数据终端

LTE数据终端支持基于IP的分组数据传输业务，不支持集群业务和功能。LTE数据终端应能通过Uu接口（YD/T 2575）连接到LTE宽带集群基站，实现LTE分组域基本数据业务。

(2) LTE宽带集群终端

LTE宽带集群终端应能通过Uu-T接口连接到LTE宽带集群基站，实现LTE分组域基本业务和集群业务。LTE宽带集群终端除了支持基于IP的分组数据传输业务之外，还应支持宽带集群业务和功能，主要包括：集群业务功能、集群业务所需要的逻辑信道和传输信道、集群相关的系统信息和寻呼信息、集群业务的移动性。

(3) LTE宽带集群基站

LTE宽带集群基站应能通过Uu-T接口，支持LTE数据终端和LTE宽带集群终端接入，其除支持LTE基本功能外，并且还应支持集群功能，主要包括：集群业务相关的RRC信令、集群系统消息在空中接口的调度和发送、集群寻呼消息的调度与发送、集群业务相关信道的映射控制、集群业务无线承载建立和控制、集群业务用户面数据转发、集群业务相关的点对点方式传输的空口无线接入信令的加密/完整性保护/数据加密、故障弱化功能。

(4) LTE宽带集群核心网

LTE宽带集群核心网是提供宽带集群业务的网络，包含增强的移动管理实体（eMME）、综合网关（xGW）、增强的归属用户服务器（eHSS）、集群控制功能体（TCF）、集群媒体功能体（TMF）五个逻辑实体，这些逻辑实体根据实际部署可合设形成实际网元设备。

● eMME

eMME是移动管理实体，负责移动性和承载管理。

eMME基本LTE功能主要包括：接入控制、合法监听、移动性管理功能、会话管理、网元选择功能、设备安全、协助IP 地址分配功能、无线侧网元间标识管理。

eMME增强集群功能主要包括：集群NAS信令及其安全、xGW的选择、集群承载管理、集群业务的移动性管理、接入控制和会话管理。

- eHSS

eHSS是宽带集群用户服务器，负责宽带集群系统签约数据管理和鉴权。

eHSS基本LTE功能主要包括：用户数据的管理、用户位置信息的管理、用户安全信息管理、移动性管理、支持接入限制功能、处理MME发来的Notify请求、IP地址分配、位置注册功能。

eHSS增强集群功能主要包括：集群用户签约信息、集群用户业务签约信息、集群组签约信息、集群用户安全信息（鉴权、授权、完整性保护和加密的安全信息）、集群用户位置信息、支持用户注册、集群用户状态和业务状态信息。

- xGW

xGW支持集群业务承载管理、集群数据路由和转发。

xGW基本LTE功能主要包括：IP 地址分配功能、会话管理、路由选择和数据转发功能、QoS控制、合法监听功能、安全要求、许可控制、支持多PDN连接、接入外部数据网功能。

xGW增强集群功能主要包括：集群承载建立/修改/删除、集群数据路由和转发、集群计费信息收集。

- 集群控制功能体 TCF

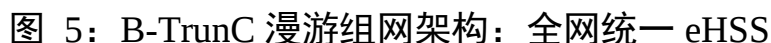
TCF负责集群业务的调度管理，主要功能包括：支持包括语音/视频/数据在内的多媒体集群业务调度、集群业务的鉴权/授权/注册/注销、集群呼叫的建立和释放、话权管理、集群组信息订阅及更新等。

- 集群媒体功能体 TMF

调度台是集群系统中的特有终端，为调度员或特殊权限的操作人员提供集群业务的调度功能、管理功能。调度台的主要功能如下：

- 调度功能，包括单呼、组呼、强插/强拆、动态重组等
- 管理功能，包括信息获取、遥晕遥毙复活等
- 其他功能，包括界面显示、拨号等

漫游组网架构分为全网统一 eHSS 和分布式 eHSS 两种，分别如图 5 和图 6 所示。由于集群组呼的特性，漫游为归属地控制。其中，全网统一 eHSS 的漫游架构主要用于铁路等行业，全网统一用户签约管理。



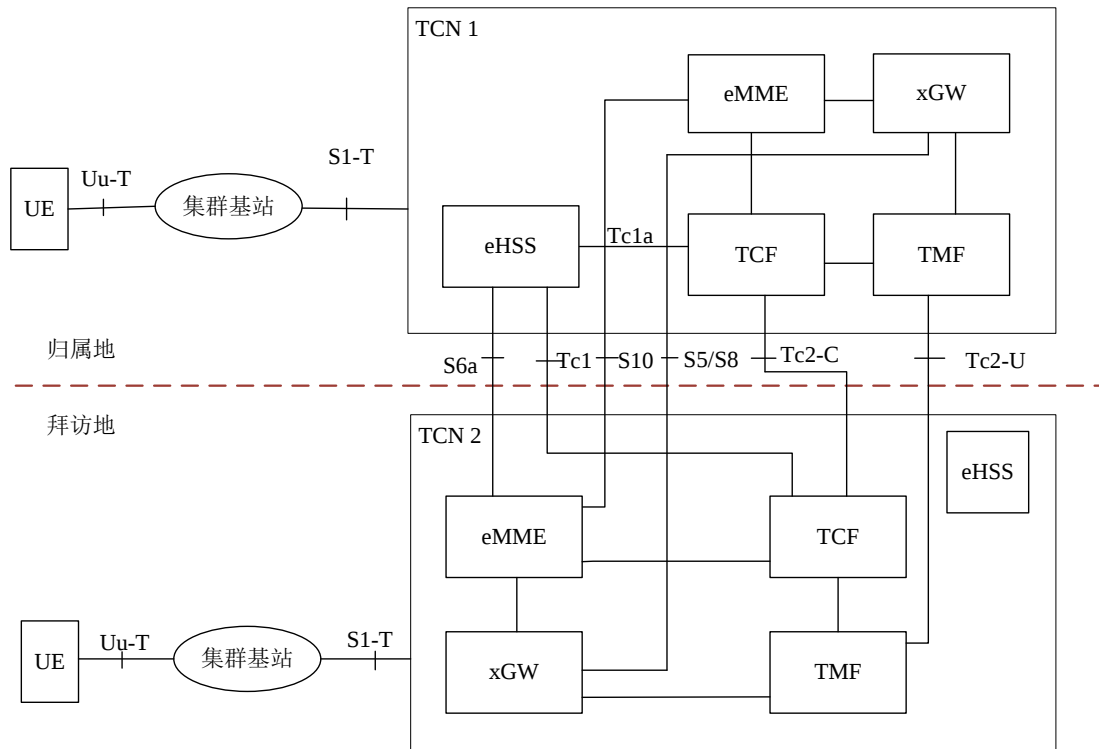


图 6：B-TrunC 漫游组网架构：分布式 eHSS

4 宽带集群 B-TrunC 业务功能和性能

4.1 业务功能和要求

4.1.1 宽带数据和集群业务并发

宽带集群B-TrunC系统支持宽带数据传输业务和集群业务，宽带集群B-TrunC终端能够支持宽带数据传输和集群业务的并发。

集群业务包括集群语音、集群多媒体、集群数据和集群补充业务四种类型。这四种类型集群业务的细分及其要求分别见表1、表2、表3和表4。

表 1：集群语音业务

语音集群业务	必选/可选
全双工语音单呼	必选
语音组呼	必选
半双工语音单呼（无应答）	可选

表 2：集群多媒体业务

多媒体集群业务	子业务	必选/可选
可视单呼		必选
同源视频组呼		必选
视频推送给组		必选
视频转发给组		必选
视频上拉		必选
视频回传		必选

视频推送给单UE		必选
视频转发给单UE		必选
不同源视频组呼	语音组呼叠加视频下推	必选
	语音组呼叠加视频转发	必选
	调度台发起的不同源视频组呼	可选
同源视频组呼和不同源视频组呼转换		可选

表 3：集群数据业务

集群数据业务	必选/可选
实时短数据	必选
组播短消息	可选
全播短消息	可选
状态消息	可选
定位	可选

表 4：集群补充业务

集群补充业务	必选/可选
紧急呼叫	必选
组播呼叫	必选
动态重组	必选

遥毙/遥晕/复活	必选
强插/强拆	必选
调度台订阅	必选
故障弱化	必选
全播呼叫	可选
集团短号	可选
调度区域选择	可选
抢占优先呼叫	可选
合法监听	可选
环境监听	可选
环境监视	可选

4.1.2 集群语音业务功能

(1) 全双工语音单呼

两个终端之间建立的全双工语音呼叫，包括终端与终端之间、终端与调度台之间的单呼。

(2) 语音组呼

终端或调度台发起的对一个组的半双工语音呼叫。在一个小区内，该组成员共享一个下行信道，可以听到话语权拥有方的语音，上行信道由一个获得话语权的组成员占用。

语音组呼支持组呼建立和释放、话权管理、通话限时、迟后进入、讲话方识别的功能。

- 组呼建立和释放：组呼由终端或调度台建立，可由有权限的用户释放，也可由网络侧在组空闲超时等情况下释放。
- 话权管理：组呼建立后，主叫获得首次话权，组内其他成员可以申请话权，由系统分配话权。
- 通话限时：用户可在一定时间内占用话权，如果超时，话权将由网络侧强制释放。
- 讲话方识别：组内用户可获得当前讲话方的身份信息。
- 迟后进入：在通话组呼结束前，系统通过周期发送该组呼的参数，将之前未能加入通话的组成员加入组呼叫中。

(3) 半双工语音单呼（无应答）

两个终端之间建立的半双工语音呼叫，包括终端与终端之间、终端与调度台之间的单呼。

半双工组呼支持呼叫建立和释放、话权管理、通话限时、讲话方识别的功能。

- 呼叫建立和释放：呼叫由终端或调度台建立，可由用户和网络侧释放。
- 话权管理：呼叫建立后，主叫获得首次话权，用户申请话权并获得授权后才能讲话。
- 通话限时：用户可在一定时间内占用话权，如果超时，话权将由网络侧强制释放。
- 讲话方识别：组内用户可获得当前讲话方的身份信息。

4.1.3 集群多媒体业务功能

(1) 可视单呼

两个终端之间建立的双向视频通话，包括终端与终端之间、终端与调度台之间。建立视频通话的双方，可听到对方语音，同时可看到对方视频。

(2) 同源视频组呼

终端或调度台针对一个组发起的、包括语音和视频两种媒体流的组呼业务，语音和视频都来自于话权方。在一个小区内，该组成员共享下行信道，上行信道由当前话权方占用。

同源视频组呼支持组呼建立和释放、话权管理、通话限时、迟后进入、讲话方识别的功能。

- 组呼建立和释放：组呼由终端或调度台建立，可由有权限的用户释放，也可由网络侧在组空闲超时等情况下释放。
- 话权管理：组呼建立后，主叫获得首次话权，组内其他成员可以申请话权，由系统分配话权。
- 通话限时：用户可在一定时间内占用话权，如果超时，其话权由系统强制释放。
- 讲话方识别：组内用户可获得当前讲话方（即话权方）的身份信息。
- 迟后进入：在通话组呼结束前，系统通过周期发送该组呼的参数，将之前未能加入通话的组成员加入组呼叫中。

(3) 视频推送给组

由调度台针对一个组发起的、仅包括视频流的组呼业务，视频源来自于调度台。在一个小区内，该组成员共享下行信道，组成员只能接收。

在视频推送过程中，调度台可变更视频流参数。

(4) 视频转发给组

由调度台针对一个组发起的、仅包括视频的组呼业务，视频来自于其他终端或视频源，转发的视频流不经过调度台，从核心网直接转发给组内用户。在一个小区内，该组成员共享下行信道，组成员只能接收。

(5) 视频上拉

调度台发起的单向视频会话，将指定终端的视频上传到调度台。

(6) 视频回传

终端发起的单向视频会话，将该终端的视频上传到调度台。

(7) 视频推送给单UE

调度台发起的单向视频会话，将调度台的视频下发给指定的单个终端。

(8) 视频转发给单UE

调度台发起的单向视频会话，将指定终端的视频由集群核心网直接转发给另一个终端，转发的视频流不经过调度台。

(9) 语音组呼叠加视频下推

已有的语音组呼进行过程中，调度台发起单向视频会话，将调度台的视频下发给同一个组的用户。语音组呼叠加视频下推后，同时存在语音和视频两个媒体流，两个媒体流独立控制。语音话权控制只针对语音媒体流进行，由组内成员申请话权系统分配，用户仅能获得语音的发送许可。视频源一直由调度台控制，调度台可变更视频流参数。

调度台可以同时结束语音组呼和视频下推，或者单独结束视频下推。

(10) 语音组呼叠加视频转发

已有的语音组呼进行过程中，调度台发起单向视频会话，将视频流经过核心网直接转发给同一个组的用户。语音组呼叠加视频转发后，同时存在语音和视频两个媒体流，两个媒体流独立控制。语音话权控制只针对语音媒体

流进行，由组内成员申请话权系统分配，用户仅能获得语音的发送许可。视频源由调度台控制，调度台可变更视频源和视频流参数。

调度台可以同时结束语音组呼和视频转发，或者单独结束视频转发。

(11) 调度台发起的不同源视频组呼

由调度台发起，同时建立语音和视频两种媒体流的组呼业务。呼叫发起方发起一次呼叫请求，系统同时建立语音和视频两个媒体流，两个媒体流独立控制。语音话权控制只针对语音媒体流进行，由组内成员申请话权系统分配，用户仅能获得语音的发送许可。视频源由调度台控制，调度台可变更视频源和视频流参数。

调度台释放不同源视频组呼时，同时结束语音和视频媒体流。

(12) 同源视频组呼和不同源视频组呼转换

对于同源视频组呼或者不同源视频组呼，在呼叫过程中，同源视频组呼可以由调度台控制将视频源和话权分离转换成不同源视频组呼，不同源视频组呼也可以由调度台控制将视频源和话权合并转换成同源视频组呼。

4.1.4 集群数据业务功能

(1) 实时短数据

一个终端或调度台向另一个终端或调度台发送短数据，要求接收方收到短数据后立即回复确认消息，延时在百毫秒量级。

(2) 组播短消息

终端或调度台向某个组内的所有用户发送的点对多点短消息，在信息传送时无需接收端确认。

(3) 全播短消息

调度台向系统内的所有用户发送的点对多点短消息，在信息传送时无需接收端确认。

(4) 状态数据

终端之间或终端与调度台之间传递行业用户自定义的状态信息的过程。状态数据可采用点到点或点到多点方式传输。

(5) 定位

终端之间或终端与调度台之间传递定位信息的过程。定位可采用点到点或点到多点方式传输。

4.1.5 集群补充业务功能

(1) 紧急呼叫

用户按紧急呼叫键发起紧急呼叫业务，用户无需拨号，由终端自动拨出紧急呼叫号码。终端通过预配置或在集群注册过程中获得紧急呼叫号码，并将该号码与紧急呼叫键关联。紧急呼叫号码可以是单呼号或者组号，终端通过紧急呼叫号码与存储的用户组列表匹配判断是否为组呼。

调度台发起的呼叫可以配置为紧急呼叫。

(2) 组播呼叫

调度台向某个组（包括成员为系统内所有用户的组）内的所有用户发起的单向语音呼叫或视频呼叫，其他用户只能接听，不能讲话。

(3) 动态重组

调度台在系统中新建和删除群组，以及对某个组增加和删除成员、修改组属性。

动态重组应通过空中接口对终端进行操作，接收到指令的终端应立即回复确认。网络侧收到终端的回复后，应将结果上报给调度台。

(4) 遥毙/遥晕/复活

调度台通过空中接口对指定终端进行的激活/去激活操作。

终端被遥晕后，应向网络回复确认消息。除了附着、注册、鉴权、复活/遥毙等服务外，不可以申请或者接受任何网络的业务。

终端被遥晕后，只接受具备权限的调度台对其执行的复活操作，复活成功后终端恢复到正常工作状态，并向网络回复确认消息。

终端被遥毙后，失去所有操作功能，不能通过空中接口产生的信息复活。

若本次遥毙/遥晕/复活指令未送达（如终端关机或不在服务区内），应在终端注册时继续完成遥毙/遥晕/复活过程。

(5) 强插/强拆

强插是指具有权限的调度台能插入到一个正在进行的组呼中，并获得当前组呼的话权。调度台能从插入的组呼中退出，该组呼继续保持。

强拆是指具有权限的调度台强行释放某个组呼或单呼，释放信道。

(6) 调度台订阅

调度台向集群核心网订阅用户信息、组信息和呼叫信息。集群核心网收到调度台订阅请求后，向调度台返回订阅请求的信息，当订阅的属性发生变化时，集群核心网主动向调度台推送相应的信息。

订阅的信息包括用户和组的对应关系、用户注册状态、用户呼叫状态、组呼叫状态以及系统在线通话状态等信息。

(7) 故障弱化

当基站与核心网之间的通信中断时，或者核心网发生故障时，基站应能够处理该基站覆盖范围内用户的注册和业务请求，支持单呼和组呼等业务。基站与核心网之间的通信链路恢复后，系统应自动恢复到正常工作状态。

(8) 全播呼叫

调度台发起的单向语音呼叫，系统全体用户参与，用户只能接听，不能讲话。

(9) 集团短号

集团短号包括用户短号和组短号，均由网络侧在一个行业或部门的集团内部分配，用于该集团终端在拨号和信令中指示被叫用户。网络侧可通过集团短号识别用户和组。

用户短号和组短号可以通过行政告知方式获取。组短号可以通过组信息更新通知给用户。

(10) 调度区域选择

用户/组签约可正常工作的调度区范围，当超出这些调度区范围时，该用户/组无法进行通信。

(11) 预占优先呼叫

有权限的用户发起呼叫时，可选择本次呼叫为预占优先呼叫，该呼叫拥有高优先级，可通过强拆低级别呼叫的方式抢占资源。

(12) 调度台监听

调度台对正在进行的单呼或组呼进行监听，或者对指定用户/组的监听，当该用户/组参与呼叫时，核心网自动将呼叫内容发给调度台。

调度台在监听过程中不获得话权。监听的发起、进行和结束时，被监听的终端不进行任何显示或提示。

(13) 环境监听

由调度台发起的一种单向的语音单呼，调度台通过空中接口开启指定终端的麦克风和发射机，从而将该终端周围的声响发送到调度台进行监听。

在环境侦听发起、进行中、结束时，终端没有任何显示或提示。环境侦听功能不影响终端的操作和业务。

(14) 环境监视

由调度台发起的一种单向的可视单呼，调度台通过空中接口开启指定终端的麦克风、摄像头和发射机，从而将该终端周围的声响和图像发送到调度台进行监视。

在环境监视发起、进行中、结束时，终端不进行任何显示或提示。环境监视功能不阻碍终端的操作和业务。

4.2 宽带集群 B-TrunC 业务性能要求

宽带集群B-TrunC系统业务性能达到专业级的指标要求，见表5。

表 5：宽带集群 B-TrunC 系统性能指标要求

性能	指标要求
语音组呼的呼叫建立时间	不超过 300ms
话权申请时间	不超过 200ms
全双工集群单呼建立时间	不超过 500ms
半双工集群单呼建立时间	不超过 500ms
组呼容量	7.5 组语音/小区/MHz
频谱效率	上行 2.5bps/Hz；下行 5bps/Hz

5 宽带集群 B-TrunC 关键技术

5.1 高频谱效率的空中接口单小区组播技术

5.1.1 空中接口集群组播技术概述

集群组呼业务要求组内用户能够听到看到的媒体相同，且组内用户一般分布多个小区内，空中接口适宜于采用小区级的组播技术，即在有组用户所在的小区建立下行共享组播信道，最大化提高频谱利用效率。宽带集群 B-TrunC 系统在 LTE 点对点传输的基础上进行了组呼的增强，支持高频谱效率的空中接口单小区点对多点的组播技术。

B-TrunC 终端接收组呼的基本流程见图 7。终端首先在空口接收系统信息，获得必要的关于网络的基本配置；然后，通过监听集群寻呼信道（TPCCH），当终端所属的群组有组呼时，集群寻呼上将以组呼号码的方式指示终端；之后，终端在该群组对应的集群控制信道（TCCH）上接收关于组呼的详细配置，包括集群业务信道的详细配置参数、NAS 层呼叫相关的配置参数等；获得这些配置参数后终端就可以接收集群业务信道（TTCH）了。

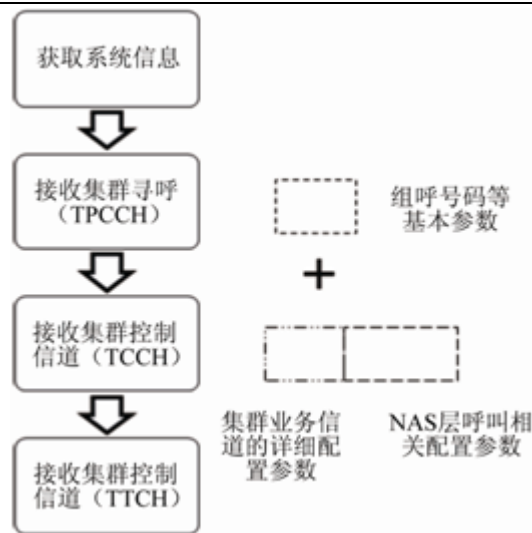


图 7：B-TrunC 终端接收组呼的基本流程

在无线接入层，宽带集群B-TrunC系统保持了与LTE标准相同的空口协议栈结构，在此基础上，增强的宽带集群功能主要针对物理层、MAC层、RRC层进行修改或增强：

- 新增部分逻辑信道、传输信道以及相应的物理层处理
- MAC层：新的逻辑信道、传输信道及其映射、MAC PDU设计等
- RRC层：集群引入的系统信息、配置参数的下发与上传

5.1.2 MAC 层的集群增强

为了支持集群组呼业务，在下行链路，引入了新的逻辑信道和传输信道。B-TrunC 空中接口下行逻辑信道、传输信道、物理信道的映射关系见图 8，图中虚线是新增逻辑信道、传输信道的映射关系。

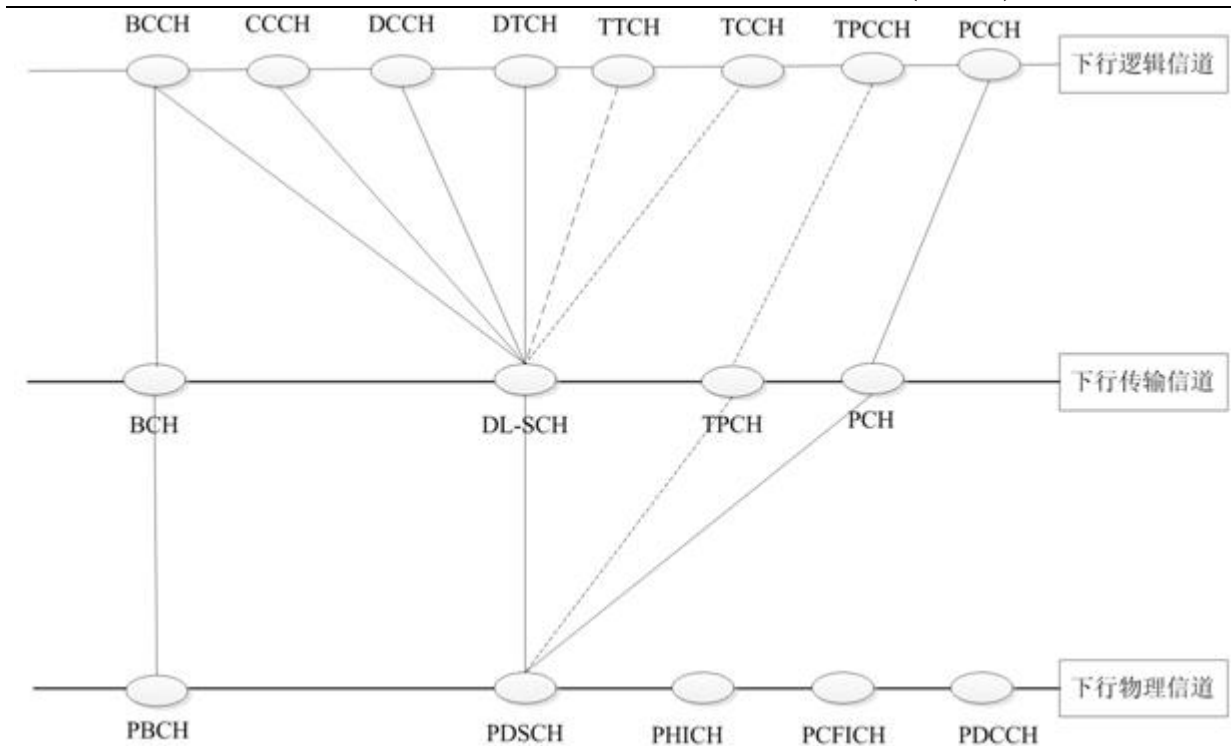


图 8：B-TrunC 空中接口逻辑信道与传输信道和物理信道的映射

其中，新引入的逻辑信道包括 TCCH（集群控制信道）、TTCH（集群业务信道）和 TPCCH（集群寻呼控制信道）。TCCH 是集群专用的点到多点下行信道，用于传输群组控制信息；TTCH 也是集群专用的点到多点下行信道，用于传输群组下行业务数据。TPCCH 是集群专用的点到多点下行公共信道，用于传输集群组呼和单呼的寻呼消息。

在逻辑信道到传输信道的映射上，TCCH、TTCH 逻辑信道映射到 LTE 的下行共享信道 DL-SCH 上；TPCCH 逻辑信道映射到 TPCH 传输信道上。而在上行链路，没有引入新的逻辑信道、传输信道，仍沿用 LTE 既有的逻辑信道、传输信道和信道映射关系。

宽带集群系统支持集群组呼的动态调度、半持续调度，在建立组呼时由系统分配组呼的空口临时标识 G-RNTI（G-RNTI：组无线网络临时标识）和用于半持续调度的临时标识 SPS G-RNTI，通过 G-RNTI 扰码 CRC 的 PDCCH

进行群组的动态调度。

5.1.3 物理层的集群增强

物理层增强主要在于 TPCH 的接收、承载 TTCH 和 TCCH 的 DL-SCH 的接收以及相应的物理层控制信道处理过程。

(1) TPCH 的接收

TPCH 信道采用新定义的 TP-RNTI (指集群寻呼无线网络临时标识) 进行 CRC 加扰, TPCH 的编码方案和编码率与 PCH 相同。基站在发送 TPCH 时, 在 PDCCH 的公共搜索空间进行调度, 采用 DCI 格式 1A 或格式 1C。终端接收以 TP-RNTI 进行 CRC 加扰的 DCI 1A/1C, 按照与 P-RNTI 相同的方式解析下行控制信息 DCI 1A/1C 中的各字段。在多天线传输方案上, 当基站为单天线配置时, TPCH 也采用单天线端口传输方式; 当基站为多天线配置时, 采用发射分集方式发送 TPCH 对应的 PDSCH。

(2) 承载 TTCH 和 TCCH 的 DL-SCH 的接收

基站在发送承载 TTCH 和 TCCH 的 DL-SCH 时, 在 PDCCH 信道上采用下行控制信息 (DCI) 格式 1A 进行调度。对小区内的每一个组呼, 基站分配一个空口临时标识 G-RNTI, 在进行调度时, 采用 G-RNTI 对 PDCCH 的 CRC 进行扰码以指示 PDCCH 上当前调度的是哪个组呼; 在传输组呼对应的 PDSCH 时, 采用该组呼的 G-RNTI 进行 PDSCH 的扰码初始化。

在多天线传输方案上, 与 TPCH 信道相似, 即基站分别为单天线配置、多天线配置时, 分别采用单天线端口、发射分集方式发送对应的 PDSCH。在组呼信道的调制编码方式 (MCS) 选择上, 需要根据小区的覆盖大小等情况做相对保守的选择, 以保证组内各用户均能可靠接收组呼。

(3) PDCCH 控制信道

宽带集群系统在标准上允许系统采用 PDCCH 公共搜索空间对组呼 TTCH、TCCH 进行调度，可通过半持续调度（SPS）机制提高 PDCCH 容量。同时，考虑到终端芯片 PDCCH 盲检能力的提高，宽带集群系统在标准上也允许当一个群组内没有“低能力”终端时（群组内终端都能同时对公共搜索空间、UE 专用搜索空间、群组专用搜索空间进行盲检查，即均为“高能力”终端），可以采用群组专用搜索空间进行调度，以进一步提升 PDCCH 容量。

5.1.4 RRC 层的集群增强

- (1) 宽带集群系统空口无线资源控制 RRC 协议层的增强对 LTE 既有 RRC 流程的增强，并引入了新的集群 RRC 流程，主要包括：
- (2) 集群系统信息：增加新的系统消息类型 SystemInformationBlockTypeTrunking，主要广播小区中集群寻呼控制信道 TPCCH 的配置参数等集群相关系统信息。
- (3) 集群寻呼：引入新的集群寻呼 TrunkingPaging 过程，通知 UE 接收集群组呼和集群单呼业务。
- (4) 集群下行直传：引入 DLTrunkingInformationTransfer 过程，用于在空口透传核心网发送给终端的集群相关非无线接入层（NAS）信令。
- (5) 组呼业务信道的配置：引入 GroupCallConfig 过程，通知集群组呼下行承载的配置信息，用于建立集群组呼业务。
- (6) 组呼释放：用于通知终端释放组呼相关资源。

5.2 低时延高可靠的专业级集群呼叫控制

B-TrunC 系统具有优良的集群呼叫性能，组呼建立时间不超过 300ms，话权申请时间不超过 200ms。对于基于 LTE 技术的通信系统，为了达到上述专业级的苛刻性能指标要求，传统的应用层 PoC 方式已经无法满足要求。B-TrunC 系统充分利用了 LTE 的信令面功能，对 NAS 协议进行了集群扩展，增加了呼叫控制、话权管理、业务管理等功能，实现了快速可靠的呼叫控制。

(1) 基于 NAS 的控制协议

B-TrunC 系统采用 NAS 协议进行呼叫控制，控制协议扁平，能够支持专业级低时延指标，实现对业务的快速响应，如图 9 所示。

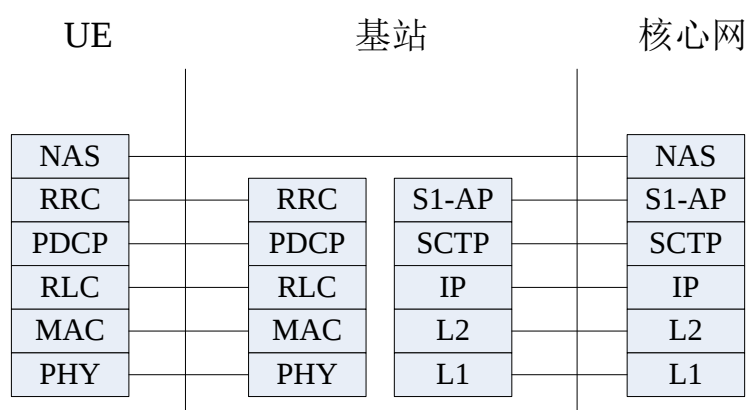


图 9：B-TrunC 控制面协议栈

为了实现集群业务控制，B-TrunC 系统定义了 NAS 的集群业务管理功能 Trunking Service Management (TSM) 用于处理集群业务管理，如图 10 所示。TSM 与 ESM 并列，在 EMM 的基础上提供注册注销、呼叫控制、话权控制、组信息更新、遥晕遥毙等集群功能。

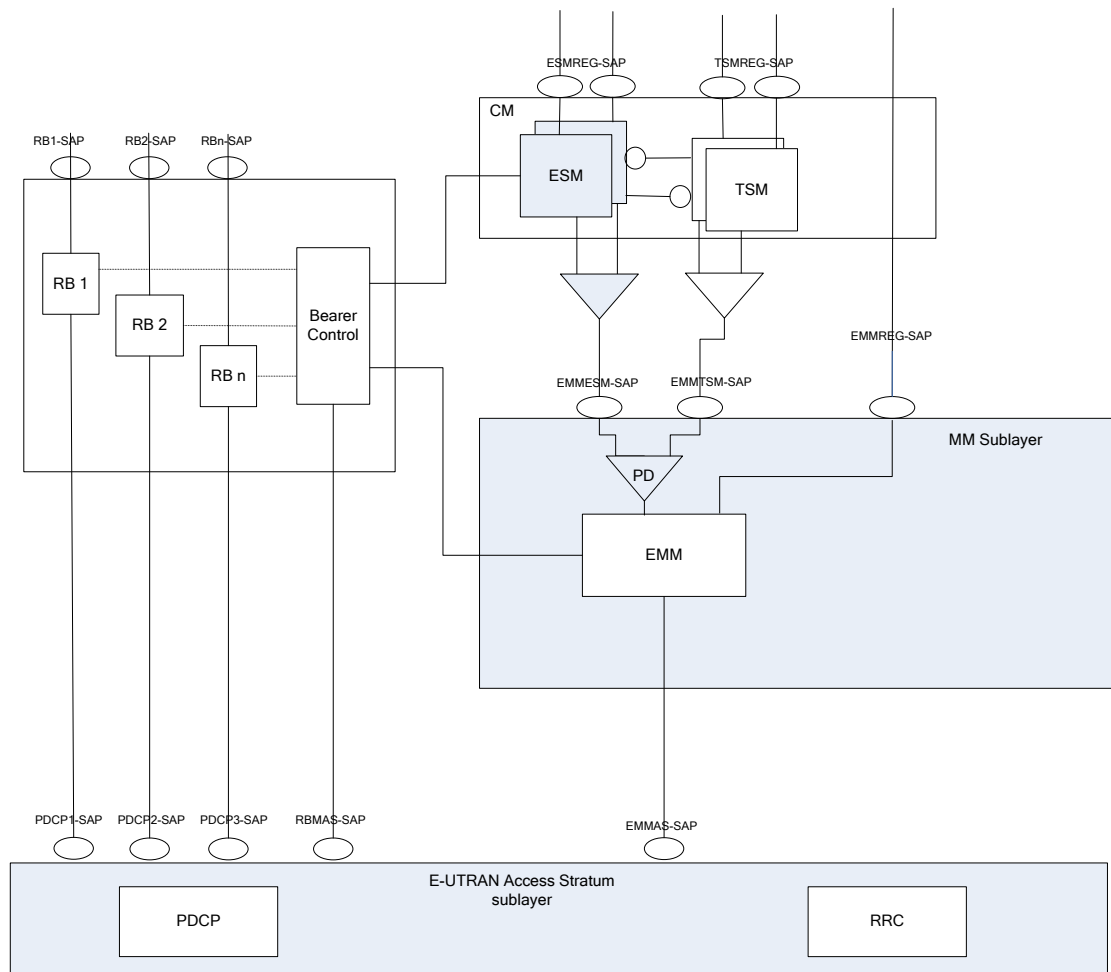


图 10: B-TrunC 扩展 NAS 协议架构

TSM 过程使用专用的 Protocol discriminator，与 TSM 过程形成很好的兼容性。为了精确控制，B-TrunC 还为集群业务过程定义了专用的 PTI: Trunking Procedure Transaction Identity (TPTI)，通过与 call ID 的配合使用，可以对每个集群呼叫/业务进行唯一的识别。

(2) 快速呼叫建立

为了节省空中接口资源，B-TrunC 系统的设计理念要求 UE 在 RRC 空闲状态下即可收听组呼。在原有的 NAS 协议中，RRC 空闲状态的 UE 如有上行信令要发送时，需先执行 Service Request (SR) 过程，恢复与网络的连接。为了保证 RRC 空闲状态的 UE 发起组呼或者申请话权，也能满足专用级的低时延指标，B-TrunC 系统设计了 Trunking Service Request (TSR) 过程，专门

用于 RRC 空闲状态的 UE 发送集群呼叫建立和话权申请的报文。

TSR 过程与 LTE 标准的 SR 过程相互独立。对于 RRC 空闲状态的 UE，在组呼建立、半双工单呼建立、话权申请时，执行 TSR 过程而非 SR 过程，在 TSR 消息中直接携带集群的业务信令；在 TSR 过程中，网络侧除恢复默认承载外，还可以建立专用承载。TSR 的设计使得连接恢复与呼叫建立并行进行，节省了原 SR 过程的时间耗费。

(3) 完备的呼叫控制

在呼叫控制流程上，B-TrunC 采用了类似 CS 域呼叫的设计，单呼使用 CALL REQUEST、CALL PROCEEDING、ALERTING、CALL CONNECT、CALL CONNECT ACK 交互，与 D 接口 SIP 协议的 INVITE、100 TRYING、180 RINGING、200 OK 形成了良好的对应。

(4) 信令和数据安全

B-TrunC 系统沿用了原有 NAS 的完整性保护和加密机制，可以提供与 3GPP 相同的安全级别。

B-TrunC 系统支持单呼、组呼的端到端加密：

- 在单呼建立、组呼建立的消息设计中，提供端到端加密指示、加密密钥等信元，可实现对单次呼叫的加密选择，同时将密钥协商融合在呼叫过程之中，不引入额外的时延；
- 提供了密钥的更新机制，通过点对点传输，保证密钥的可靠传递。

B-TrunC 系统在 LTE 的附着流程之外，单独设计了集群注册过程，用户在完成集群注册过程之前，只能使用 LTE 数据传输功能，无法使用集群业务。这种设计在 LTE 网络之上增加了一层集群安全，同时也为后续的多用户登录等功能提供了演进空间。

(5) 丰富的业务功能

B-TrunC 系统定义的 NAS TSM，可以提供丰富的集群调度业务功能。

对于音视频交互类业务，目前 TSM 支持语音组呼和可视组呼、全双工语音单呼和可视单呼、半双工语音单呼和可视单呼，并提供话权申请、话权提示、话权排队、话权授权、话权释放等完备的话权管理功能。在此基础上，通过呼叫属性和呼叫类型的组合，系统还提供了对环境监听、环境监视、不同源的视频组呼、视频下推、视频上拉、视频下拉、视频回传业务的支持。

对于调度类业务，TSM 支持动态重组、遥晕遥毙复活等传统的集群调度功能。为了支持公安等行业状态数据需求，系统设计了短数据协议 SDS (Short Data Service)，在上行采用 NAS 信令 TRUNKING UPLINK TRANSPORT，下行采用 NAS 信令 TRUNKING DOWNLINK TRANSPORT 进行传输，支持点对点短数据/状态数据、组播集群短数据/状态数据等数据传输功能，并预留了后续演进的空间，支持新业务和新功能的扩展。

作为一种宽带的集群系统，B-TrunC 系统支持多种音视频媒体格式：语音方面，默认使用 AMR 语音编码，支持 4.75k/12.2k 比特速率，20~80ms 的发包间隔，同时支持字节对齐和节省带宽格式。同时，系统预留了对公安 PDT 系统 NVOC 语音编码的支持；视频方面，默认使用当前主流编码技术 H.264，支持 15~30 帧/秒的帧率，从 QVGA、CIF 到 XVGA、1080HD 的多种分辨率，可适配各种尺寸的显示屏。

B-TrunC 系统提供了网络决策和终端决策两种媒体协商机制，当次呼叫的媒体格式既可以由终端根据自身能力进行决策，也可由网络根据呼叫双方的能力，或者组的媒体能力进行统一决策。

5.3 面向行业应用开放的调度业务

调度台是宽带集群 B-TrunC 系统实现调度功能的核心网元，在进行呼叫控制的同时还可发起动态重组、遥晕遥毙复活、强插强拆、订阅、环境监听/监视等集群系统特定业务，通过调度台与集群核心网之间的接口（D 接口）实现控制信令和业务数据的传输。

考虑行业的集群调度业务的需求，以及可扩展性的要求，D 接口采用了基于文本、易于扩展、可灵活部署的 SIP 协议作为会话控制协议，利用消息体中 SDP 的 Offer/Answer 模型实现媒体协商，会话请求过程和媒体协商过程一起进行，以缩短呼叫建立时间。

SIP 协议具有良好的可扩展性，宽带集群 B-TrunC 系统易于支持专网行业新的调度业务扩展。D 接口采用消息头扩展和消息体扩展两种方法以支持各种集群业务。对于消息头扩展，针对 B-TrunC 应用，定义了 ptt-Extension 扩展头，利用 ptt 扩展头中不同的操作标识进行业务识别，实际设计中把和消息属性相关的参数，比如信令业务标识、呼叫相关属性、短数据相关属性、订阅的事件类型等信息，在消息头进行扩展。后续如果有新的业务需求，通过定义新的操作标识可以迅速实现调度功能扩展。

5.4 多维优先级保障机制

宽带集群系统应支持宽带数据、集群语音数据多媒体等业务，并且支持多行业或集团共网部署，对业务优先级的保障提出了更高的要求。

目前 B-TrunC 系统可支持呼叫优先级的抢占机制，高优先级的呼叫可以抢占低优先级呼叫，抢占机制可由用户选择是否启用。对于网络中的呼叫业务，其呼叫优先级由网络根据 4 个维度的输入参数，包括用户优先级、组优

优先级、集团优先级、业务优先级，通过优先级算法计算得到，在呼叫过程中下发终端。呼叫优先级为 8 比特，共有 256 级优先级。

网络运营方可由灵活选择配置不同的优先级策略和算法，如集团优先、业务优先等，适配网络用户对优先级的各种要求。

6 宽带集群 B-TrunC 工作频段

宽带集群B-TrunC技术支持LTE TDD和FDD的多带宽和工作频段。根据2015年工业和信息化部发布的专网宽带数字集群频率规划，目前宽带集群B-TrunC系统主要工作在1.4GHz和1.8GHz频段，见表6。

在符合无线电管理相关要求下，宽带集群B-TrunC技术适用于其他频段（如700MHz等）的TDD或FDD频段，且系统带宽灵活可变。

表 6：宽带集群 B-TrunC 主要工作频段

工作频段	频段号	频点号	信道带宽	双工方式
FUL_low - FUL_high				
1447MHz ~ 1467MHz	45	46590 ~ 46789	10MHz、20MHz	TDD
1785MHz ~ 1805MHz	59	54200 ~ 54399	1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz	TDD