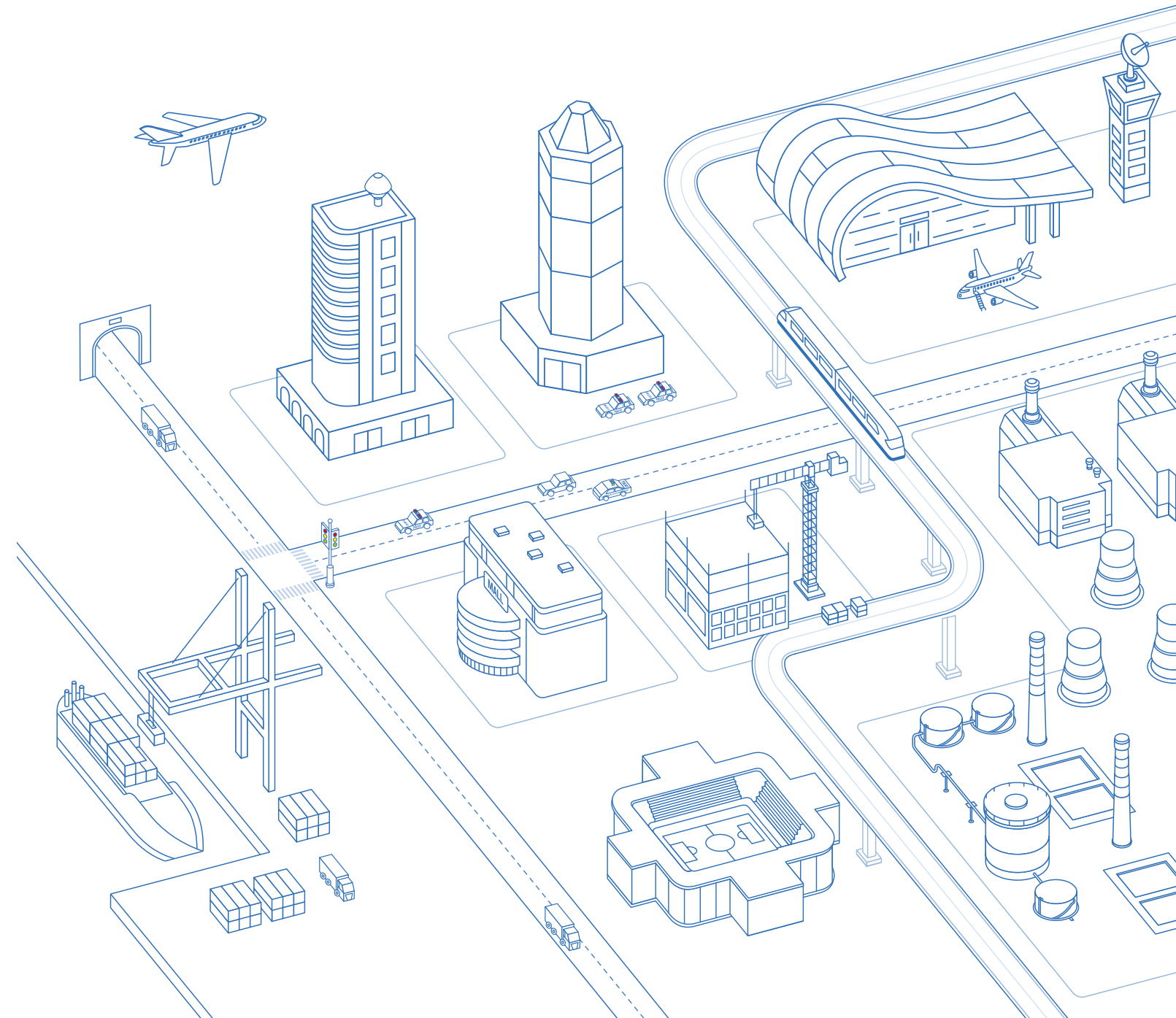


公专融合白皮书

智慧融合 · 智联沟通

2021.12



海能达通信股份有限公司

股票代码：002583

地址：深圳市南山区高新区北区北环路9108号海能达大厦

销售热线：400-8818-368 服务热线：400-8307-020

网址：www.hytera.com

免责声明

海能达通信股份有限公司保留更改文档中的产品设计、规格、预测信息的权利，届时恕不另行通知。本文档不构成任何要约或承诺，如有任何印刷错误或在翻译中可能产生之误差，本公司不承担因此产生之后果。

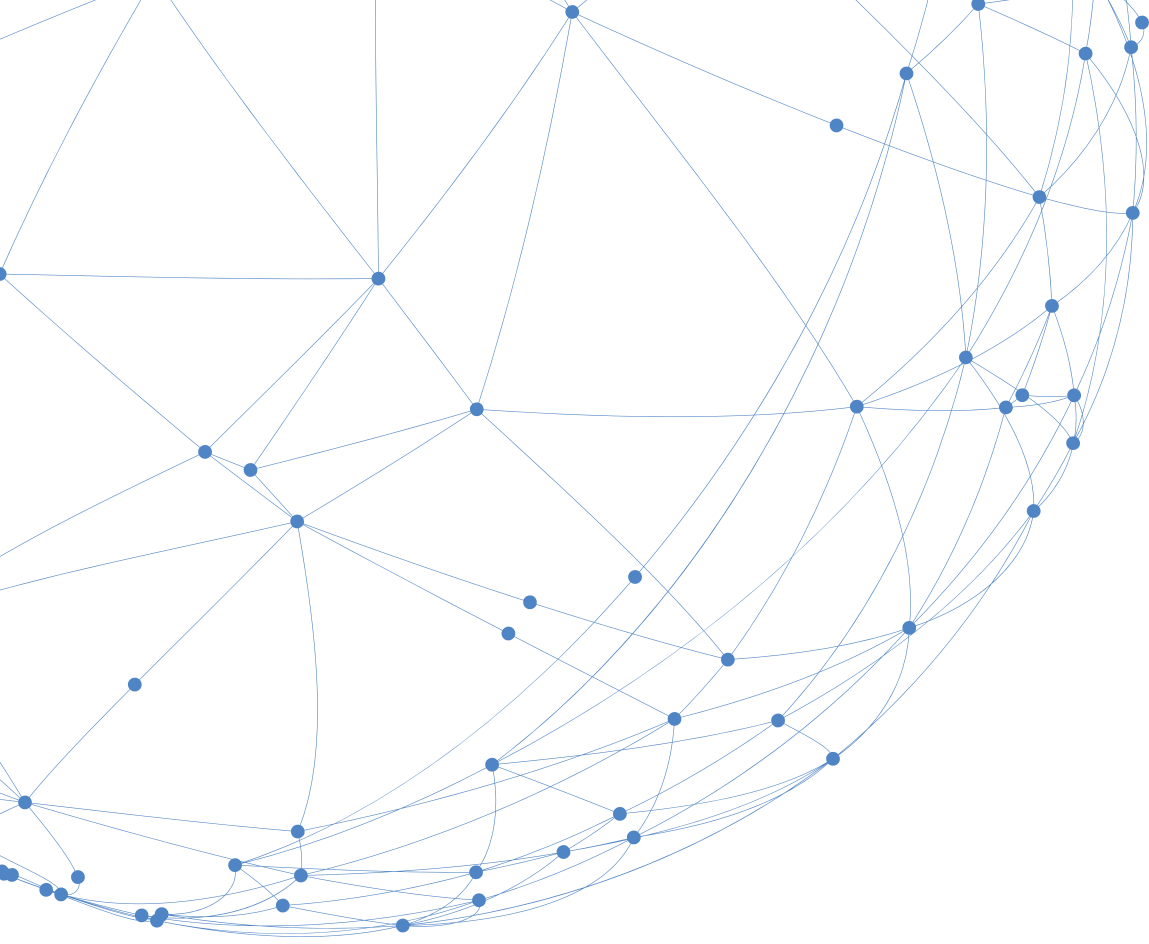


海能达官方服务号



海能达官方微信

版权所有 © 海能达通信股份有限公司2021。保留一切权利。
非经海能达通信股份有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。
HYT Hytera 均为海能达通信股份有限公司的合法商标



智慧融合 · 智联沟通

Contents
目录

1

引言

2

2

关键通信发展与行业洞察

- 2.1 关键通信概述
- 2.2 关键通信趋势一:PTToC 日渐成熟
- 2.3 关键通信趋势二:宽带化演进加速
- 2.4 关键通信趋势三:数字化、智能化变革
- 2.5 关键通信的实施策略

3

公专融合解决方案的技术与架构

- 3.1 公专融合概述
- 3.2 公专融合架构与关键技术
- 3.3 公专融合创造用户价值

9

14

4

公专融合解决方案的行业应用

- 4.1 公安行业应用
- 4.2 应急消防行业应用
- 4.3 铁路行业应用
- 4.4 机场行业应用
- 4.5 物业行业应用

5

总结

25

1 引言

社会和经济快速发展,社会安全和人民生命财产安全也正面临自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件等诸多挑战,人民群众对政府相关部门的快速响应、应急处置提出了更高要求。专网通信是政府相关部门在维护社会公共安全时不可或缺的通信手段,所以必须引入先进的、成熟的通信技术以提升应急响应、快速处置的效率。随着ICT、AI、云计算等技术日渐成熟和广泛应用,专网通信正将PTToC等宽带技术作为下一代关键通信演进方向,帮助政府相关部门的用户提升现场感知和综合处置能力。

全球公共安全领域用户和科技人员不懈努力,致力于关键通信的标准进步、技术创新、生态发展和行业深度应用,其他行业如交通、能源以及公用事业等也正在从中获益。本白皮书旨在通过行业洞察、技术阐述、灯塔用例来深入理解行业用户需求,为行业用户提出发展建议,助力专网通信向下一代关键通信技术转型。

2 关键通信发展与行业洞察

2.1 关键通信概述

关键通信是指履行确保国家与社会安全职责的政府部门和确保国计民生正常运营的行业所使用的专业通信,包括任务关键型和业务关键型。

任务关键型通信是政府职能部门执行确保国家与社会安全任务使用的通信,它关注用户、组织在任何情况下都能够完成任务和履行使命,典型用户是公共安全部门,例如警察、消防、急救等;业务关键型通信是确保国计民生正常运营的行业使用的通信,它关注用户、组织在任何情况下都确保业务顺畅运行,典型用户包括对当地经济发展和城市运行有重要影响的机构,例如轨道交通、机场、码头、水电气、石化企业等。

以任务关键型公共安全部门为例,通常包括警察执法、应急救援、医疗救助、指挥调度与事件管理中心等部门,需要随时准备服务民众和保护城市,执行分秒必争和人命关天的应急救援关键任务。其关键通信的基础设施、用户终端、部署手段等必须是安全可靠的,用户操作必须是简捷的,跨部门协同调度必须是灵活的,应急通信响应系统应保持在一个满足可靠性、可操作性、互操作性的基准水平,因此需要:

- ①. 在更大范围内部署覆盖全区域、适应突发事件、技术统一、协调互通、兼顾日常的公共安全通信网络;
- ②. 响应人员基于各自的角色职责和操作任务配备多形态终端,例如在极端条件或嘈杂环境下的大功率扬声器和加固终端;
- ③. 公共安全人员经常以组为单位操作与执行任务,不同任务的用户通常采用不同的组进行通信,很多任务和操作需要调度员参与(控制、协助、协调),组通信在处理例行任务、大规模突发事故和大型事件中实现快速协调。

综上,技术标准、网络架构、业务应用和操作流程的统一至关重要。



2.2 关键通信趋势一:PTToC日渐成熟

无线对讲通信从二战后就服务于战术通信,具有使用简单、PTT一呼即通、高效组通信(呼叫流程最小化、无需应答、低开销、低时延)等优点,此后不断发展至21世纪,TETRA、P25、DMR、PDT等数字集群技术(统称为Professional Mobile Radio, PMR)广泛用于全球公共安全与其它行业。得益于在安全、高效、成熟、产业规模四方面积累的显著优势,PMR一直主导着关键语音市场, **目前仍保持相当的繁荣生态。基于最佳实践,窄带数字集群目前仍被证明是最好的语音(尤其是组语音)通信技术。**概言之,它能更好地解决公共安全最本质的需求:语音通信,即无论条件多恶劣、环境多嘈杂,听者一次就能听清楚对方讲话,不需要重复。

PTToC(Push To Talk over Cellular)始于2005年,基于OMA(Open Mobile Alliance)标准定义应用层,并依托运营商宽带网络不断演进发展。PTToC的技术成熟得益于双向低时延、高数据容量和运营商全面覆盖的LTE网络。在公共安全行业的推动下,3GPP从2015年R12起开始定义MCS(Mission

Critical Service)标准,并逐步增加与通信网络整合的功能,确保业务的服务质量和优先级,未来持续演进到MC over 5GS(Mission Critical over 5G System)。

2020年是PTToC全球生态走向成熟的转折点,被称为PoC元年,未来5年用户数量将以17%的复合年增长率持续增长。PTToC技术和方案正在全球快速扩张,主要的供应商都能提供较为成熟的解决方案,完整的行业生态链正在快速建立。目前,全球PTToC部署主要包括三种技术方案:OTT(Over The Top),运营商集成(Carrier Integrated),MCPTT(Mission Critical Push To Talk)

OTT

OTT方案基于OMA(Open Mobile Alliance)标准协议和应用层接口,架构开放,支持云化部署,具有部署快、灵活性高、弹性好、可扩展性高、功能丰富的特点,移动终端兼容性好,对网络制式没有限制,能够实现与窄带语音的互联互通。缺点是QoS服务质量能力弱,跨网络能力弱(例如从LTE到Wi-Fi),缺少全球统一的标准。

运营商集成方案

运营商集成方案是从2G/3G技术发展而来,通常在应用层与运营商网络集成,PTT App通常预装在运营商终端。优点是可确保QoS服务质量(需取决于运营商),缺点是终端选择受限和不支持跨运营商服务。

MCPTT

MCS方案遵循3GPP标准,在OTT方式的基础上增加了电信业标准IMS网元(可选),增加与通信网络的接口支持QoS能力,包括关键语音(MC PTT),关键数据(MC Data)和关键视频(MC Video)业务。MCS主要是为公共安全等关键通信行业服务,其优点是依托3GPP持续演进的标准化与生态体系,保证不同厂家的系统间、系统与终端间良好的兼容性,与窄带互联互通,完备的QoS机制;缺点是标准复杂、组网复杂、IOP测试工作量大,对终端的软硬件要求高。

2.3 关键通信趋势二:宽带化演进加速

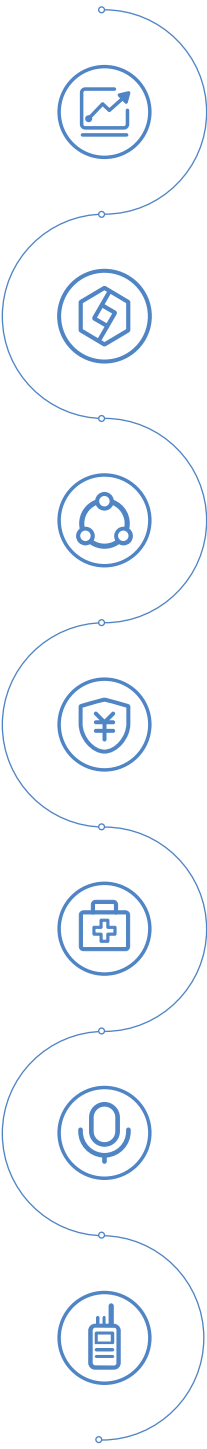
组语音通信始终是公共安全等行业用户执行任务时调度通信的核心需求,窄带技术和产品长期扮演着主要角色;同时,移动宽带LTE技术成熟和商用网络的成功,帮助行业用户拓展数据、视频和物联网等应用;在5G时代,用户对基础网络的选择更加多元。站在行业视角观察,宽带化演进趋势包括:

用户工作更加依赖日益增长的现场数据,如公共安全人员的终端支持线上电子警单和远程数据访问等,移动宽带减少了在驻地办公室的桌面时间消耗,提升了现场感知和业务效率,PMR的信道带宽有限,需要通过LTE增强并行数据接入能力以满足数据业务要求。

移动宽带网络在公网的成熟应用增强了行业用户信心,LTE已广泛用于全球公共安全和各行业领域,但是由于资金投入和频率资源瓶颈问题,很少国家会建设一张覆盖全国的LTE/5G专网为公共安全部门提供服务;如果公网支持QoS、优先级等增强能力,用户会对“公专共享网络”的模式更有信心。

后疫情时代,应急事件将常态化,政府各部门间和企业协同工作越来越多,沟通地域更广,沟通形式更多样,运营商网络为政府部门高效响应和企业员工便捷工作提供无处不在的无线接入,加速了PTToC的应用。

任务关键型和业务关键型用户仍然需要窄带网络提供语音服务,例如在极端情况下,公网拥塞、故障或关闭的情况下,这些用户必须要有自己的一张窄带网络做保底的语音通信指挥手段。



在公共安全领域,固定CCTV覆盖一定区域,仍然存在一些盲区, **需要移动化的视频终端采集视频或图像通过移动宽带网络实时传输**,提升了日常监控、现场感知、面部识别、辅助决策等能力;在能源、电力等行业,也需要移动视频手段监督作业流程、保障生产安全。

用户期望降低专网建设和运维成本,例如公共安全用户期望结合公网增强专网覆盖帮助降低网络建设和运维成本。

快速增长的多形态终端助力PTToC技术发展:普通智能终端在企业应用广泛,但不能满足关键通信的全部能力要求;加固型智能终端可提供PTT物理按键一键快速接入、一键紧急报警、长时待机电池、大音量扬声器等能力;多模终端为用户在窄带网络和宽带网络之间平滑切换或无感切换提供技术支撑,是必不可少的终端形态。

2.4 关键通信趋势三:数字化、智能化变革

在5G与AI时代,关键通信被赋予更广阔的内涵,包含:关键语音,关键智能和关键机器。宽带应用是行业向宽带演进的先行驱动力,在中国,有些行业开始跨过探索期,正推动着数字化和智能化的变革浪潮。



在关键智能方面,宽带技术赋予PTToC更加丰富的多媒体业务发展的能力(Push To X):Push To Talk用于语音指挥调度应用;Push To Video 用于实时视频传输、车牌识别、面部识别、无人机增强现场感知等应用,语音与视频业务加强联动等;Push To Data用于非实时的视频或多媒体信息传输,远程数据库访问,远程办公等应用。

在关键机器方面,LTE/5G与边缘计算带来更广阔的应用能力,例如,无人机超高清视频传输、VR培训、AR沉浸式指挥、AR人群对象识别、大规模传感感知与数字孪生、个人数字可穿戴与生命健康监测、无人机远程控制和自动PLC控制(无人机群、排爆机器人、无人驾驶)等。

在数字化方面,宽带化和智能化使警民间的沟通更方便、更紧密。数字警务让一线警员和社区警员更好地应对城市和社区安全工作的复杂性与多样性,通过3A(Automation, Analysis, AI)提升接处警效率,提升可视化指挥水平和精准指挥能力,助力警种联合和跨政府部门的协同作战,更好地应对未来新型犯罪、网络犯罪等。

在数智化方面,Wi-Fi受限于低功率发射和先听后说(Listen Before Talk)机制,限制了企业部署Wi-Fi终端的数量,在支持工厂、矿业、港口、交通等行业的关键机器方面仍存在一定缺陷。5G提供了更低时延、更高功率、更安全的操作,专网LTE/5G在工业领域首先获得青睐和部署,成为企业数字化转型、智能制造转型的重要通信基础设施。

2.5 关键通信的实施策略

对公共安全、公用事业、工商业等行业用户来说,需要结合自身情况和数字化战略来实现关键通信基础设施转型,一般包括:升级通信网络,打造通信平台,选择适合的PTToC技术,配备满足实战的终端,将其融入数字化转型技术架构。不同行业用户的需求、同一行业不同部门用户的需求都有差异,根据业务需求、功能需求、网络规模、部署区域等要素,实施策略可分为四种实现方式:

以公共安全为代表的任务关键型用户

有广覆盖、高可用性要求,以运营商网络为主拓展宽带业务,且需要与现存窄带网络融合互通,满足公共安全等级系统要求,配备专业的多模终端。

以公路、水、电、城管、物业、建筑为代表的业务移动化、远程化程度高的行业

以运营商网络为主提供服务,配备普通商用终端和专业终端。

以铁路、城轨、机场、油气为代表的业务关键型用户

业务和场景多样化,核心业务可靠性和安全性要求极高,网络兼有点+线+面覆盖的特点,以运营商网络+自建专网(补充覆盖)的混合网模式拓展宽带业务,与现存窄带网络融合互通,配备专业多模终端或防爆终端。

以工业制造、矿业为代表的业务关键型用户

要求局部覆盖,网络能力要求高(高带宽、低时延、大容量),可靠性、稳定性、安全性要求极高,是最典型的5G专网模式,配备专业智能终端。



在全球，大多行业用户要基于现有窄带网络演进并发展**PTTtoC、OTT、运营商集成和MCS三种技术方案都会存在**：在公共安全、铁路等关键通信行业，采用基于3GPP定义的MCS/FRMCS方案；在企业，采用灵活、兼容性好、低成本OTT PoC集成方案；在工商业，运营商集成的方案应用比较广泛。

虽然PTTtoC技术与生态正在迅速扩展，但是仍然面临不少挑战，尤其在关键通信行业：

- **LTE宽带终端仍然没有可行的宽带DMO直通能力**，多模终端通过窄带实现DMO是最可行的和令人信服的方案；
- **大多数运营商未有计划支持LTE eMBMS，支持的终端数量也很少**。不支持eMBMS导致同一基站下组呼用户容量下降，在执行关键任务时，大量人员聚集将导致语音中断，这些问题需要通过5G标准定义和共用5G生态系统来解决；
- 运营商网络为企业用户提供尽力而为的数据接入，但**公共安全用户和关键行业用户需要高优先等级的数据接入服务**。3GPP相应制定了MCS的QoS标准，但要实现用户优先等级功能，部署网络时仍需要运营商的支持配合；
- 任何新技术在市场广泛应用，除了需要标准支持外，还需要**标准组织或相关权威机构的IOP兼容性测试认证**。IOP有助于消除行业采用新技术的疑虑，也为更多的设备厂家参与生态提供了通用指导。这都需要行业用户、设备厂商和运营商的通力合作。

在中国，需要特别指出的是：①全球面临上述挑战，一方面，宽带技术还在持续完善和发展，也包括未来5G能力的引入；另外一方面，5G也不能完美替代窄带语音的技术优势。窄带技术和网络仍在加强和优化，包括与宽带系统的互联互通，持续增强窄带安全标准以应对日趋严峻的安全环境；②基于中国特殊

国情以及PDT建设晚于全球等因素，中国窄带网络将更长期存在，因此我们在加强和优化窄带的同时，不仅要做好窄带与宽带LTE、5G的结合与互通，更要实现多网真正融合、构建下一代关键通信网络和面向2035年的长期演进，才能完成中国关键通信自主可控和超越发展，更好为行业发展和客户业务带来更多的优势与独特价值；③PTTtoC产业在国内碎片化发展，缺乏标准指导，产品性能良莠不齐，有不少情况是采用普通商业PoC，也有不少采用即时通信而不是实时通信手段为关键通信行业用户服务，这些都无法胜任紧急事件和应急救援的响应任务，导致PoC在行业应用受限；④PTTtoC与窄带网络互联互通能力差，通信网络条块分割问题突出，实战水平大打折扣（例如辅警PoC与民警PDT之间，消防PoC与窄带直通之间）；⑤运营商4G网络不提供支持MCS网络接口和QoS服务，在网络遇到拥塞或网络覆盖不好的情况下（这往往也是公共安全应急响应经常遇到的情况），PTTtoC性能降级无法业满足公共安全应急通信等级的服务要求。

因此，PTTtoC完全替代窄带是不可能的，最可行的方式就是PTTtoC与窄带系统真正融合并协同发展，实现关键三要素“**互联互通，无缝切换，业务融合**”才能有效解决以上问题。产业界的共识越来越清晰，发展的主流模式是将适合的PTTtoC技术整合到行业的网络发展规划中，定义行业标准、支持**多层级互操作、实现多系统融合、使能业务创新，融入行业数字化方案，助力行业可持续发展**。

网络

网络方面，PTTtoC与现存窄带系统共存并长期演进，专网与公网的多层次的深度融合、平战结合是主要实施策略。

终端

终端方面，多模终端、多形态终端满足不同场景、不同用户群体的多样化需求。

技术标准

行业标准组织牵头统一规划技术标准和制定设备规范。

3

公专融合解决方案的技术与架构

3.1 公专融合概述

海能达基于对行业业务的深刻理解，提出**公专融合不是简单的互联互通，而是专网与公网的多层次的深度融合，其架构包括业务、平台、网络、终端多层协同，应具备如下特征：**

融合应该是各层级网元的深度融合与统一：包括统一协议交互、统一的业务逻辑、统一的呼叫控制、统一的集群功能、统一的用户数据、统一的编号规则、统一的网管、统一的终端管理、统一的终端鉴权，统一的端到端加密、统一的声码器、统一的定位信息、统一的对外接口、统一的调度等14项系统级融合能力。

融合的网络应重点关注关键通信的可用性和连续性：PTT业务相同的操作习惯，PTT业务一致的用户体验，用户主叫时无需关心网络，公网与集群模式无感切换，公网与直通模式自主切换，双通道传输基于AI、混合多源等先进定位技术获得定位数据实现全域精准快速定位，突破窄带定位技术的局限，双通道传输动态圈选指令下发（可视即可得）解决窄带技术可视化调度效率低的痛点，跨网呼叫无需转码，减少时延和降低成本。

融合的系统应为用户网络升级和安全带来便利，系统平滑升级快速开展业务，**统一管理节省新技术引入带来的运维工作**，共用现有AC鉴权中心和硬件加密模块实现统一的认证机制和端到端语音加密降到“零”风险，确保用户安全无忧，通过公网空口远程管理终端和智能管控工具高效安全。



多层的融合与协同应使能应用创新并赋能用户实战：智能语音技术和宽带视频联动提升实战，关键语音和接处警应用协同形成业务流程闭环优化响应效率，与固定视频的调取与转发，实现固移结合，保障现场感知无死角，多方视频与窄带语音同组混合业务融合提升通信灵活性，宽窄会话均可录音，通过回听确保复杂环境复杂任务场景下不漏信息，增强多组守候来电功能，无需多终端多组切换、增强录音推送技术缓解多组守候时多路语音并发导致的漏话，有利于减少窄带终端携带数量，精准定位确保通话定位与导航应用的结合助力人员快速到达现场，一键备份、一键恢复终端数据，确保安全、提升效率，一键切实现在公网和窄带常规间手动切换满足特定实战场景，避免乒乓切换，一键通在公网和窄带常规两组同时呼叫提高信息畅通率。

基于上述理念，经过多年的研究探索，**海能达针对中国市场提出增强的技术方案P-PoC(Private/Professional-PoC)，共享运营商先进LTE网络，创新实现了窄带专网与公网的多层次的深度融合**，解决了关键通信转型过程中的难点，极大提升系统的可操作性、通信的连续性、网络的韧性，赋能用户业务更具实战性。服务用户，引领标准，推动行业生态，构建面向下一代基于关键通信的基础无线网络，加速行业基础设施升级。

公专融合推动行业技术架构重塑，去网络“烟囱化”，逐步实现网络与业务的纵向解耦与横向融合，打通数据孤岛和通信条块隔离，最终实现目标架构“**一平台、一张网、一终端、一张图**”。融合通信和业务能力引擎还能帮助用户快捷实现创新融合智能应用。同时，开放的架构、融合的平台、标准的接口为下一步与5G网络整合，助力各行业数字化转型奠定基础。

3.2 公专融合架构与关键技术

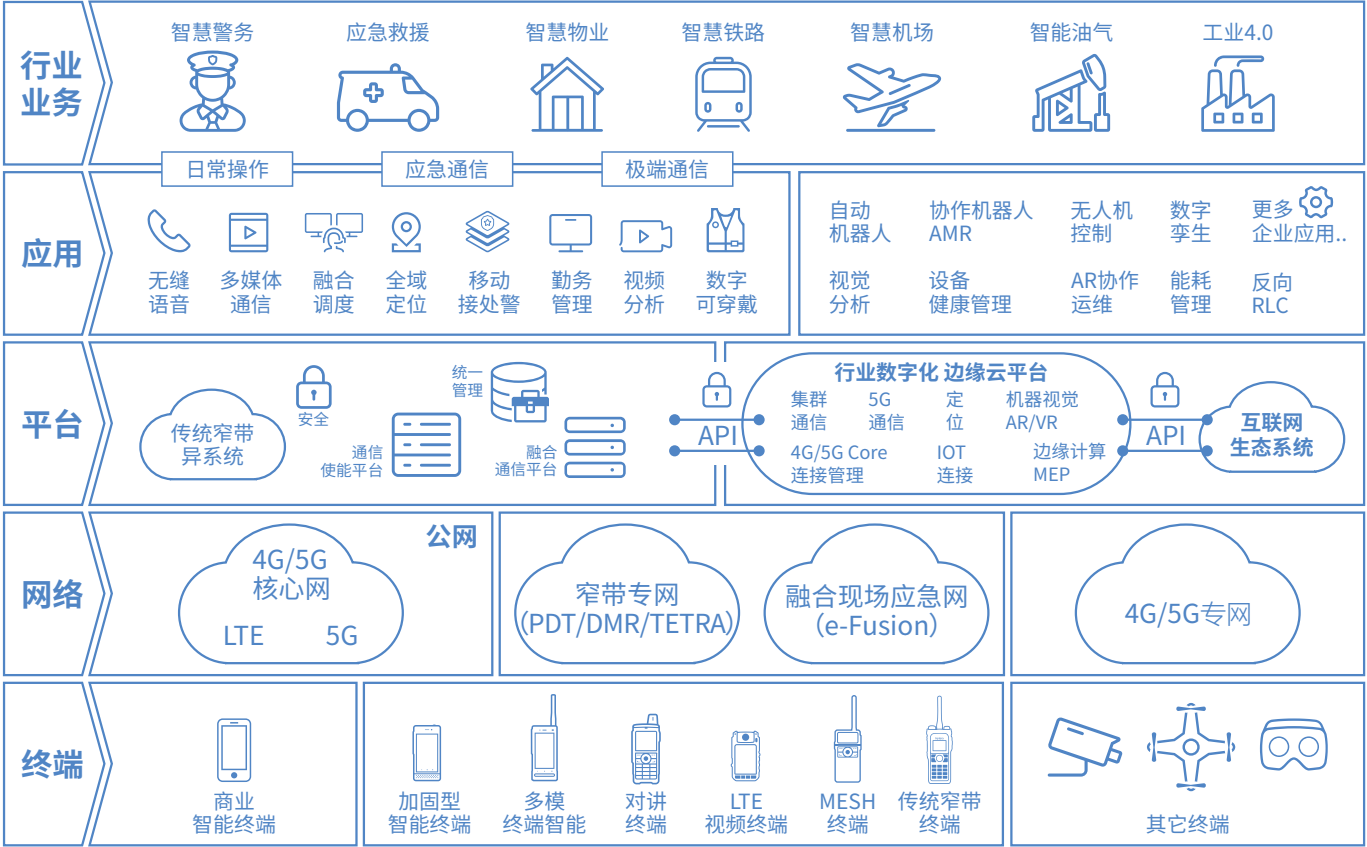


图1 公专融合解决方案架构图

公专融合解决方案,通过多项创新技术帮助用户分层实现应用融合、平台融合、网络融合和终端融合,同时提供端到端安全解决方案,帮助行业用户在多种通信网络上建立统一的网络管理、统一的呼叫控制和调度管理;平滑演进、快速搭建敏捷、功能丰富的通信网络;在同一个平台、多形态终端上实现语音对讲、数据传输、多样化智能应用;让行业用户聚焦业务应用,赋能业务增长。

应用层:丰富的融合应用和智能业务,多媒体业务融合的可视化调度技术,帮助用户在日常勤务、处置突发事件和大型安保工作中对终端用户进行统一的语音、视频、数据等多媒体业务调度,无需关注用户的终端类型;公专语音无缝融合和全域定位技术,确保语音全覆盖、全连接、不掉话、不漏人,能通话即能定位;会话式录音、通话定位路航等智能技术,应用于移动接处警、勤务管理工作,提升任务响应效率;结合AI、云服务等技术,为用户提供数字穿戴、视频分析等应用。

平台层:平台的融合是关键,公专融合平台包括通信使能子平台、融合通信子平台和统一管理子平台。

- 通信使能子平台采用虚拟化、微服务化技术,使宽窄带核心网和P-PoC系统网络协议、业务逻辑、呼叫控制的统一成为现实;
- 融合通信子平台具备有线、无线等各种通信协议强大的兼容能力,通过融合通信技术整合现有各类传统域网络并实现互联互通;
- 统一管理子平台支持窄带、宽带、多模、移动视频等各类终端的生命周期管理和远程安全管控。

网络层:打通各网络资源,拓展网络覆盖,实现互联互通和无缝切换;发挥各网络优势,兼具高带宽、低时延、高安全、低成本、易维护特性;兼容现有网络,平滑升级。

终端层:支持多形态终端接入,其中多模终端是最佳选择。多模终端采用宽窄带底层融合的关键创新技术,支持网络间的无缝切换,在全球公共安全行业率先取得多项技术突破。

- 在窄带专网、公网和现场应急网等多网络间实现自主无感切换或手动无缝切换;
- 在脱网时,实现窄带语音直通保底;
- 增强的业务能力和实战化的创新功能:全域定位上图、多模同号、混合编组、统一安全管控,基于成熟LTE技术开展关键视频、关键数据和智能化应用;
- 继承关键通信行业用户使用习惯,保持语音业务一致性,具有操作简单、声音洪亮、电池耐用、坚固耐用等特点,具有很强的环境适应性,符合全球关键通信行业发展主流。

端到端安全:公专融合解决方案融入行业现有的安全策略并形成标准体系,结合统一认证/业务安全/终端安全管控/端到端加密/ APN/VPDN/IPSEC等成熟安全技术,按照安全等级保护国家标准,构建基于最佳实践的多层面和端到端的安全体系。



3.3 公专融合创造用户价值

本白皮书是在大量的研究和实践基础上提出的，这些工作包括“专网行业的积累，用户业务转型的洞察，用户痛点的领悟，网络演进的研究，产品与技术的创新，行业标准的推动，示范应用实践”。下一步，海能达将继续理论与实践相结合，持续推动行业标准和完善技术方案，为行业用户带来价值的同时，助力构建开放的行业生态圈。



助力基础设施升级

- 公专融合有利于平衡窄带和宽带网络投入，让用户更有信心共享运营商网络，优化室内、偏远地区的窄带网络覆盖，从而节省用户在成本高地区部署窄带基站的投资；
- 网络的平滑演进、统一操作、统一编号、统一安全、统一管理等能力，帮助降低网络演进的复杂度和新增运维的工作量，有利于快速部署业务；
- 使能通信平台与多模融合终端协同的技术突破，解决了宽窄带网络互联互通“难”的技术难题，为全球行业用户网络基础设施的演进提供成功案例。

拓展用户业务与实战能力

- 支持跨地域、多部门的通信，有利于行业贯彻联勤联动机制，拉通“群防群治”、“微型消防站”等社会辅助力量，实现“横向到边，纵向到底”的通信与指挥调度；
- 民警、消防员、铁路工务、机场地勤等行业工作人员只需配备一部多模终端即可执行关键任务；
- 无差异的宽带和窄带语音互联互通技术，帮助关键通信行业用户解决网络覆盖不足问题，如警员在大型商超、重点楼堂馆所、景区等区域的通信问题；
- 全域定位方案有效解决了窄带定位上图率低而无法有效开展可视化调度的问题，实现民警在室内等场景执行任务时的位置定位和上图。

产品创新实现独特价值

- **实现创新的无缝语音融合技术**，不管是在窄带网络盲区还是窄带信道繁忙时，使用人员只需按下PTT键讲话而无需关心网络接入，宽窄带语音业务无感切换，满足了简单操作和确保通信连续性两大用户关键诉求；
- **全域定位**满足用户在户外、室内、地下、隧道等环境下的定位需求，定位上图率提高到99%，真正实现基于警员精准位置的可视化指挥调度，同时，警员位置大数据为智慧警务赋能；
- 窄带直通通信确保所有网络瘫痪的极端应急条件下，仍可以进行设备间的远距离可靠通信；
- **多模同号**，用户可使用同一号码接入不同网络。以公共安全为例，多模同号可保障一线警员在不同制式的网络覆盖下均可以实现统一调度、统一监管，降低警员的操作复杂度，提升指挥中心对警员的调度效率；
- 支持视频呼叫、视频上拉、视频下推、一键视频回传等宽带业务，具备语音和视频的联动能力，实时将现场态势和周围环境的高清图像快速回传指挥中心，实现高效指挥调度；
- 智能化应用大幅提升用户体验，同时守候多组，会话录音保证语音无遗漏。一键双发同时下指令到战斗员和汇报给后台指挥，提升现场指挥效率；
- 安全可靠，终端硬件、操作系统、用户数据及接口多重安全保障，支持语音通信端到端加密；
- 终端坚固耐用，例如智能终端采用工业级屏幕，能多角度承受摔落冲击，确保在极端恶劣环境中的可靠通信；
- 统一管理，采用标准拨号规则，统一账号分配实现对多类型终端的接入鉴权、管理，通过后台对终端进行批量远程升级与配置。

4 公专融合解决方案的行业应用

4.1 公安行业应用



PDT标准是符合我国国情、具有自主知识产权的窄带数字集群通信标准，先后经历了350MHz公安行业标准、国家标准、370MHz应急行业标准、800MHz机场、港口、政务等行业标准的发展历程。随着技术的不断创新，公安PDT标准体系日趋完善。这极大地促进了产业生态的繁荣，也实现了建设超过1.6万个基站、全国联网的宏伟目标。

当前，PDT已成为全球最大的窄带数字集群专网，服务超过85万警察用户，在公安日常执勤、重大活动保障、要人安保、应急处突等场景的通信、指挥调度方面发挥了极为重要、不可替代的作用。

移动宽带、AI技术的逐步成熟与加速应用，推动警务工作的深刻变革。为满足“情报主导，扁平化指挥，联勤联动，跨警种、跨区域、跨领域协作”等新警务工作的要求，服务对象从民警向协辅警、群防群治力量扩展，建立反应灵敏、协调有序、高效运作的指挥体系，需构建以“网络融合化、应用宽带化、接入泛在化”为特征的公安无线通信新体系，网络融合重点关注“公专融合、无线通信融合、关键通信终端融合”三个方面。

如图2所示，公专融合是公安无线通信新体系的基础，通过行业标准制定和系统实现，开展基于PDT系统的无线融合通信应用推广，其具备以下特点：

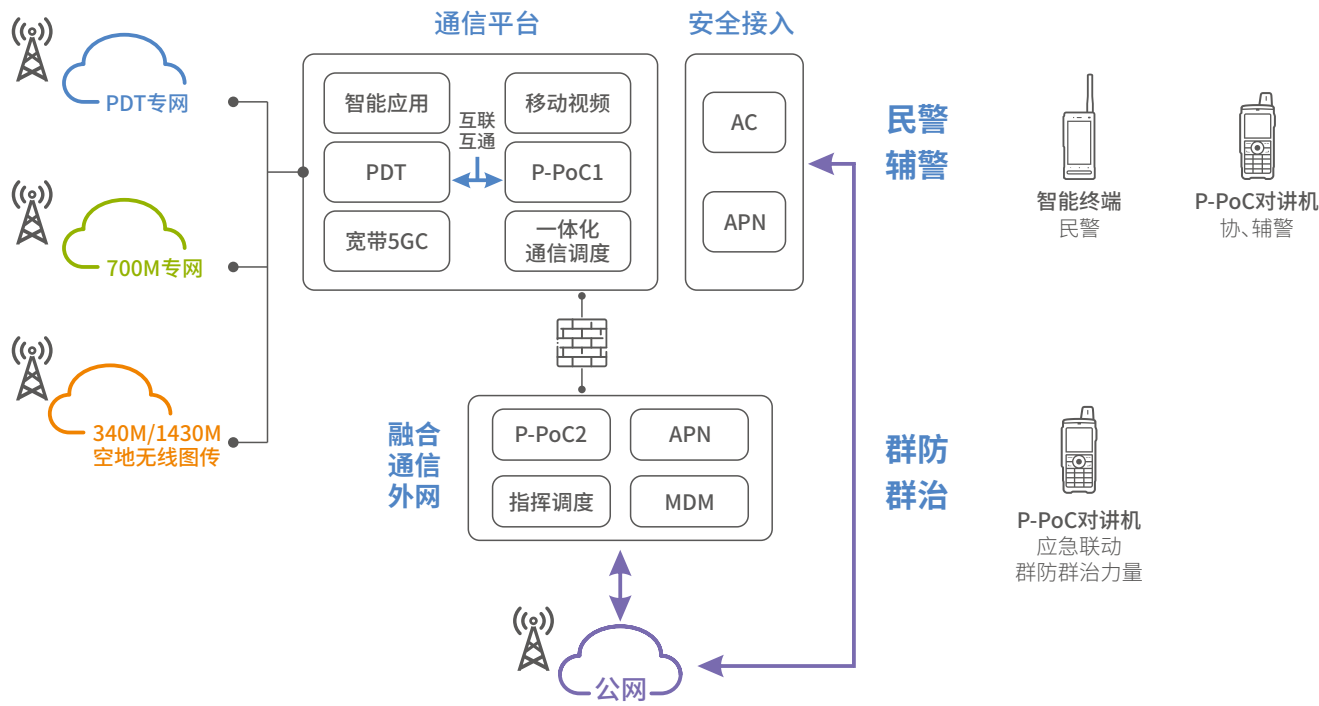


图2 公安无线通信新体系整体架构图

关键通信增强是新能力

无感切换、全域定位、一警一号、混合编组、应急联动等。

数据应用是增值

移动警务APP应用、移动接处警等。

智能化是新引擎

一键导航、移动视频、语音查询等。

安全可靠是保障

MDM/APN、国密鉴权与端到端加密等。

民警、交警配备多模终端等多形态关键通信融合终端，**在PDT语音的基础上，增加关键视频、关键数据、全域定位、智能化应用、移动警务应用等融合应用；**辅警配备符合标准的对讲终端，实现民警与辅警、群防群治人员的安全通信与统一指挥调度。

未来将以公专融合为基础，构建新一代无线通信新体系，塑造下一代无线融合通信网新架构，打造支撑更高效通信保障与更准确指挥决策的新基座。下一步通过增加警务无线融合通信平台(PWCC)以增强公专融合平台的能力，融合更多的网络形态，包括新型340MHz应急视频传输专网、新型1430MHz对空专网、公安安全无线局

域网PWL、公网5G；接入更多形态移动终端，例如移动视频终端、移动警务智能终端、未来各类物联网终端、警用无人机和机器人等，执行不同的任务，为业务层支撑提供更多数据接入和使能更多新型关键智能应用，持续推动无线通信新体系的不断完善。

公专融合通过多层次的深度融合，可实现“1+1>2”的实战效能，提升公共安全网络的可用性与可靠性，完美解决PDT终端在定位上图率低、可视化调度不完善、郊区与室内覆盖不足等问题，优化通信基础设施的投入成本和业务发展的平衡。同时，警用公专融合技术标准的尽快完成尤为迫切。



南京市公安局350MHz无线通信系统扩容项目中,采用了公专融合解决方案,民警通过配备多模终端,在PDT语音的基础上,丰富了关键视频、关键数据、全域定位、智能化应用等融合应用。基于多模终端的多种增强功能,用户体验得到大幅提升:①**一警一号**保证了多模终端的号码呈现直观、统一,同时使网络无感切换成为可能;②**多组守候功能**实现了警员仅配备一部终端即可同时参与多个组业务,最大限度降低了警员随身佩戴的设备数量和总重量,使一线民警“轻装上阵”,进一步提高了实战效能;③**端到端加密**,确保警员的业务沟通安全保密,构筑了牢固可信的“安全长城”。

在昆明举行的《生物多样性公约》缔约方大会第十五次会议(CBD COP15)期间,安保警力达4万余人。海能达为昆明市公安局部署的警用公专融合通信系统,承载了COP15大会期间参与安保工作的辅警、学警的通信业务。在PDT网络容量不足的情况下,千余名辅警、学警配备公专融合终端与一线警员协同工作,完成大会安保任务。

厦门市公安局采用海能达公专融合系统,构建联通民警、辅警和群防群治力量的无线通信新体系。公专融合系统满足各部门日常独立业务需求,紧急时刻实现民警、辅警及群防群治群体的互联互通、联合作战,通过灵活调派各方力量,实现就近出警、扁平化指挥,提升事件处置效率,助力厦门市公安局实现对民警、辅警、群防群治力量的统一指挥调度和管理。

4.2 应急消防行业应用



应急管理是国家治理体系和治理能力的重要组成部分,承担防范化解重大安全风险、及时应对处置各类灾害事故的重要职责,担负保护人民群众生命财产安全和维护社会稳定的重要使命。我国应急管理体系建设仍然面临严峻的挑战,需**构建“统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动、平战结合”**应急管理体系,加强国家综合性消防救援队伍建设,增强全灾种救援能力。应急通信是实现“救援体系和救援能力现代化”与“支撑指挥和服务实战”的关键一环,是贯穿应急管理(监测预警、应急准备、救援处置、灾后评估)全流程和支撑应急管理的基石。目前应急通信网络建设应关注以下几个方面:

- 救援任务向“全灾种、全覆盖、全流程、移动化”趋势转变,要有能力为综合性业务工作提供应急通信保障;

- 救援工作从城市作战向全域作战、从保障自身向服务全局、从条线指挥向综合平台转变,要提高跨区域指挥通信能力;
- 移动宽带、物联网等新技术助力提升指挥的精准化和智能化水平,解决设备标准不统一和可靠性不足的短板;
- 牢固语音保底的基础性工作,加快建设370MHz PDT网络,公网补充,固移结合,确保应急救援与各级指挥机构间的语音通信不中断,应急通信及时、可靠、稳定、高韧性。

海能达推出了“融合互通,可靠韧性,服务实战”的大应急通信解决方案,方案包括现场融合通信网、灾害区域370MHz PDT窄带覆盖常备网、公专融合全域通信基础覆盖网三部分。公专融合是其最基础的组成部分,是应急救援全流程的支柱,实现一级网、二级网、三级网与指挥中心互联互通,保障应急全流程的不间断通信,消除通信条块和信息孤岛,有助于实现“横向到边、纵向到底”的指挥。

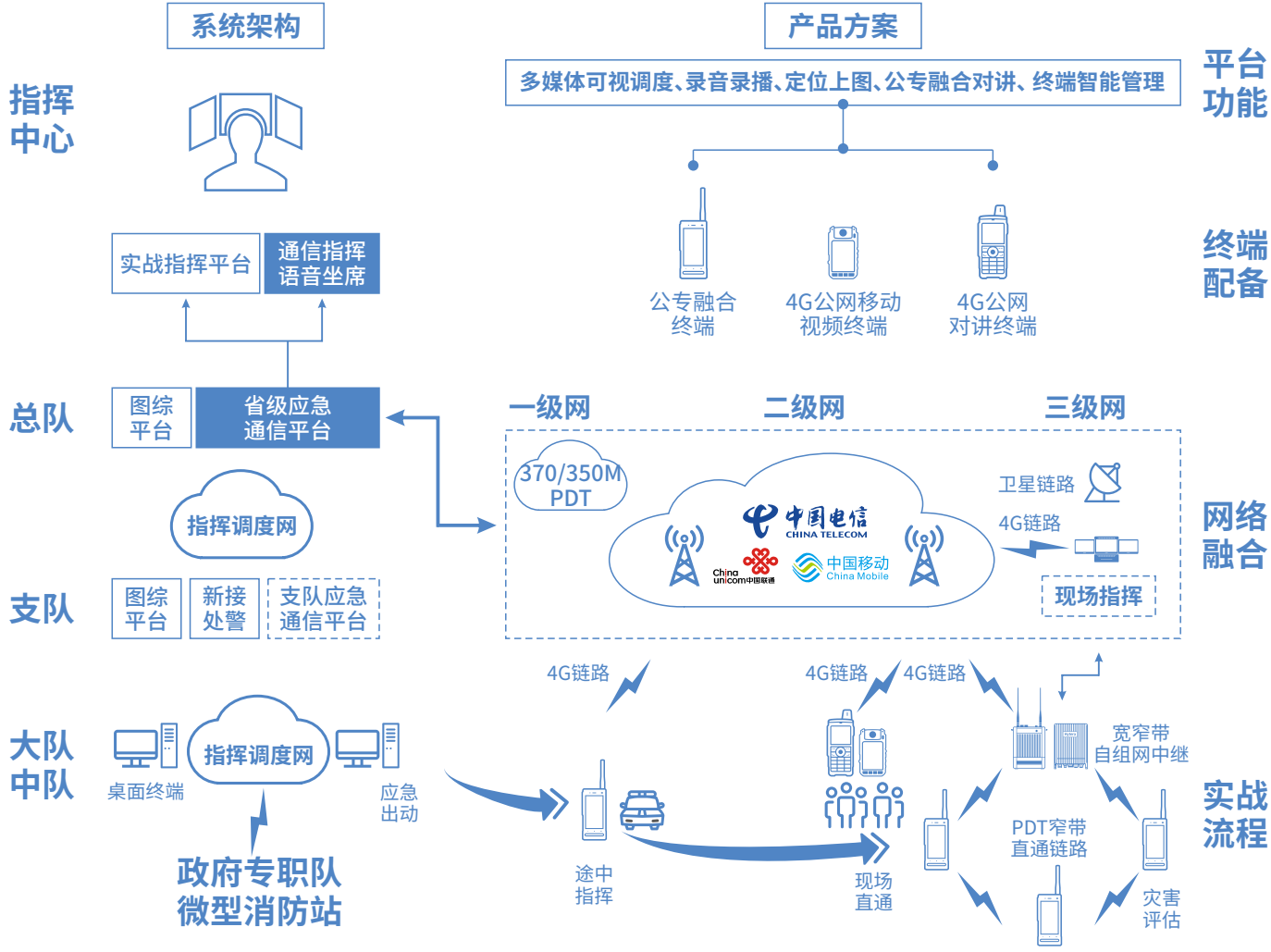


图3 应急消防公专融合通信系统架构图

公专融合方案包括平台、网络、终端、智能单兵四部分,通过大量产品创新和实战打磨,解决了用户痛点,满足业务发展要求,走在全球前列。

- **无缝语音:**指挥人员配备多模终端在370MHz PDT、公网和现场直通网之间的应急指挥通信全流程语音保底不丢失;
- **一键切功能:**指挥员可一键选择与处于途中公网对讲的人员或现场窄带直通的人员进行组通信;
- **一键通功能:**通过PTT物理按键,一键同时与处于公网对讲和现场直通的两组人员通信;

海能达助力甘肃省应急管理厅打造了一套定制化应急通信解决方案,其中包括融合通信指挥调度系统、应急370MHz无线通信系统、PoC通信系统、现场应急通信系统四部分。该方案可满足用户实战中多变、复杂的通信需求,实现从省应急指挥中心到市应急指挥中心、区县指挥中心、一线应急现场的纵向拉通,保障调度指令可精准、快速下达,信息高效互通,有效提升应急救援效率;横向通过PDT一体化集群固定和移动基站、宽窄带自组网、视频终端等设备,整合各类通信手段,实现统一数据、统一通信、统一管理,让通信的组合更加丰富、灵活和便捷。

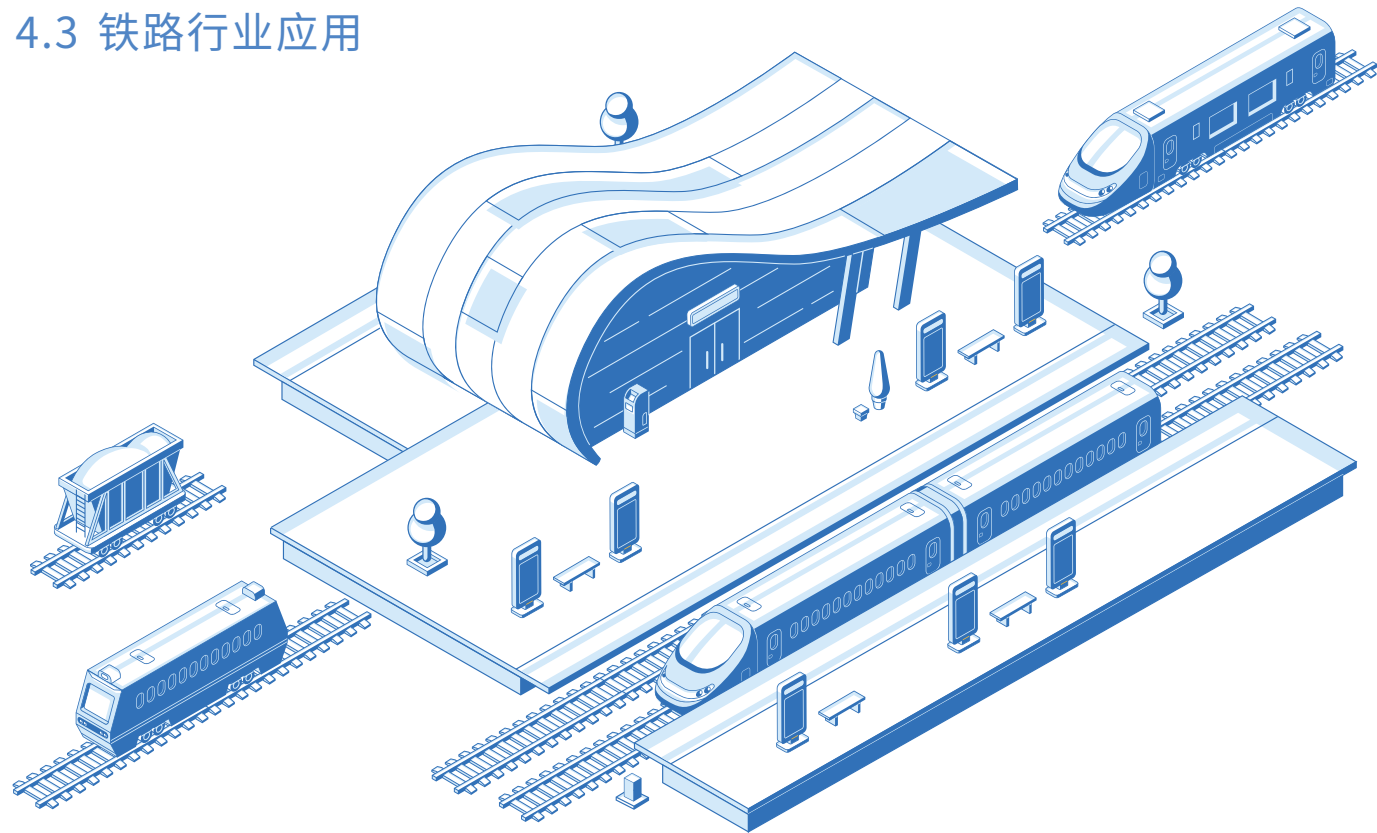
甘肃省应急管理厅通过公专融合系统,对现有窄带网络进行扩充,一方面可作为370MHz无线通信专网覆盖的补充,降低370MHz通信专网的建设成本;另一方面满足客户更丰富的业务需求,由窄带网络过渡到业务更丰富的宽窄融合网络,实现语音呼叫、宽带数据接入、视频调度等多种业务,使应急通信更加智能化、通信手段多样化。**海能达公专融合解决方案助力甘肃应急构建可靠、稳定、韧性高、精准指挥的应急通信体系,实现了扁平指挥、数据决策、视频指挥、综合平台的新型应急指挥模式,全面提高了甘肃应急防灾减灾的信息化水平及能力。**

- **第二代窄带自组网支持增强网关功能:**在重大自然灾害现场,通过自组网的增强网关能力,借助卫星和4G双链路打通后方平台,实现多方通信;多个高功率、小型化窄带自组网自动连网,大大增强现场覆盖和终端接入能力,确保现场指挥员间、指挥员与战斗员间的通信;
- **消防单兵体域网:**以多模终端为数据锚点,支持消防员生命体征、空呼、室内定位三要素的接入,宽带、窄带双通道确保各场景下的传输可靠性;
- **完善联动联动机制:**将指挥调度延伸到政府专职队、企业等社会救援力量,配备公网对讲终端,将其纳入消防指挥调度体系,实现救早、灭小和“三分钟到场”的目标。

某消防总队之前采用的是运营商公有云对讲系统,执行总队跨区域指挥调度和21个支队无线对讲一级网指挥调度的主要手段,存在以下不足:运营商平台网络制式单一,无法融合应急现场常规专网及后续370MHz集群等网络;公网对讲终端功能相对单一,偏商用通用型;公用平台通话音质效果一般。经过问题调研、方案论证、试点应用证明公专融合方案可以很好地解决问题。方案包括大应急通信平台和多款融合终端,解决消防一级、二级、三级网和指挥中心跨区域多网语音互通的难题,创新无缝切、一键通、一键切功能,通过窄带自组网设备等手段满足应急指挥全流程不间断通话诉求。此外还具备定位上图、扁平化指挥、高性能语音、视频通信和移动信息化等融合业务能力,进一步满足了“全灾种、大应急”对指挥通信的需求。



4.3 铁路行业应用



无线网络是铁路基础设施的重要组成部分,是铁路现代化的基础,在保障行车安全、服务经营管理、提高运输效率等方面发挥着不可替代的作用。

我国铁路现有专网无线通信包括模拟对讲、窄带数字无线通信DMR、铁路数字移动GSM-R。数字化、智能化、智能化和ATO(自动驾驶)正推动宽带移动通信技术、下一代5G-R,铁路关键通信FRMCS与信号系统发展,为交通强国铁路先行提供重要支撑。

按业务性质,铁路通信主要包括关键类、运营类和公众服务类。

关键类通信包括车辆调度、列车运行、信号系统承载等核心业务,ATO自动驾驶的虚拟移动闭塞、列车完整性、定位、列车虚拟连挂等业务也在下一代FRMCS被定义;关键安全业务主要以专网承载,运营商网络和卫星网络作为补充。非关键通信包括旅客信息、视频传输、货物跟踪、列车传感监控、高速数据下载、常规对讲等运营通信和公众服务业务,一般需依托公网(包括5G网络)的广覆盖和大带宽能力来进行承载。

大容量、高可靠性、高可用性是铁路未来无线网络的核心需求,通信设施的升级势在必行,应逐步解决铁路基础设施改造这一数字化转型的大难点。目前正在完善数字DMR标准(数字平调、用户无线、数字列调)和启动模拟转数字规模应用。5G-R建设是非常长期的战略,现阶段应充分利用公网和公专融合发展非关键通信业务,除了机车远程监测、旅客列车无线局域网外,铁路公专融合应用主要包括四部分:



应急通信系统

为推进铁路应急通信技术适应不同线路各种通信网络条件,确保突发事件下应急通信保障,由国铁集团牵头,北京铁路通信技术中心起草了《基于公专网融合应用的铁路应急通信总体方案》,使应急救援抢修时具备多种网络接入通信能力。

客运客站无线通信系统

作为智慧客站的重要组成部分,客站无线通信系统采用窄带DMR+宽带LTE融合技术。采用DMR实现客站内语音通信、客运业务组织工单传输、室内定位应用,利用公网实现客站数据、作业计划和移动图像传输、站外远距离通信以及设备管理等应用,支撑客站业务的智慧化。

工务供电、施工及日常防护数字化

铁路施工及日常防护管理通常发生在有公网覆盖的站外区域,公专融合系统面向铁路运营、养护等铁路安全生产业务,具备集群对讲、实时视频、防护预警、工作监控记录及分析等能力;提供标准化流程监控、巡检自动提醒及监管、作业异常告警、安全信息分析等功能以提升日常运营数字化信息化水平。

市域(郊)铁路、铁路专用线公专融合

铁路专用线、专用铁路、市域(郊)铁路的特点适用公专融合方案,专网窄带满足无线列调通信、区间作业通信、客货列尾信号覆盖、库检无线通信等业务需求;公网宽带实现高速率传输图像、视频等相关业务;宽窄系统业务互通。

斯里兰卡全国铁路(Sri Lanka Railway)建设了全球第一个基于LTE网络的MCS铁路系统。海能达提供了端到端通信解决方案、系统及终端设备,主要包含:异地主、备的关键任务MCS服务器、融合网关、融合通信平台和分布在全国三个区域的调度用户端、车载台、IP话机、手台及配置附件。该系统通过运营商的网络提供基于MCS的各类列车调度通信和运营通信业务。

济南铁路局济南西站智慧车站应用公专融合解决方案,包括多模终端、指挥客运App、指挥车站客运检票管控系统等,实现铁路无线列调通话和智慧客运检票综合管控系统等应用,根据接发列车、旅客乘降、中转换乘的规律,合理应用站内既有广播平台提高工作效率,充分保障旅客安全。

4.4 机场行业应用



“平安、绿色、智慧、人文”为核心的四型机场全新理念，推动着机场由提供基础的航空运输服务功能向集航空生产服务、旅客生活服务、商业运营服务等多功能于一体的综合服务平台转变，促进机场服务自助化、机场运营社区化、机场功能多元化发展，实现机场增强运行安全、提升客户体验、提高运营效率以及驱动收入增长的目标。

智慧机场是“四型机场”的核心主题，机场运营数字化是智慧机场提升生产作业效率的重要手段；更加重视提升旅客服务满意度，包括关注航班流程数字化、行李全程追踪、精准个性化服务等。

机场的地面通信网络是智慧机场的重要支撑和基础保

障，包括窄带专网、宽带专网、公网、VHF甚高频地空电台、卫星、内通等系统。**窄带专网在关键语音和指挥调度方面发挥着不可替代的作用**，技术体制包括TETRA、PDT、DMR，国家新政策指引800MHz PDT国家标准的更多应用。**公网是基础专网的重要补充，公专融合方案有利于打通数据孤岛，实现数据共享，全场景统一指挥调度管理，加快“智慧机场”的建设。**

公专融合实现终端、网络、应用到业务的深度融合。融合多种通信手段，为调度人员、站坪工作人员提供及时、准确、合理的调度资源、实时指挥和信息服务，为整个生产作业流程的工序和检查点实时监控，提供生产数据查询和分析功能，为管理人员提供决策支持，结合电子地图提供可视化车辆管理，公专融合支撑机场实现运行可视化、数据共享、融合应用、高效协同、统一指挥调度的目标。此外，机场8公里应急、城市应急联动也需要基于包括现场应急网在内的公专融合解决方案来构建统一指挥、协调有序、反应灵敏、运转高效的应急通信网。

多模终端高度集成，支持窄带专网和公网接入，通过与平台协同，实现多网无缝通信，集成机场作业App，工作人员一部终端实现关键通信和工单派发、航班管理等作业流程操作，移动和无纸化办公提升机场地勤服务效率；公专融合还可实现多机场、航空公司(集团)不同岗位的人员跨区域实时沟通，让调度更精准、更高效、更及时。

5G将进一步提升智慧机场的数字化水平，支撑机场智慧管理、运行安全和旅客出行提供“运行一张图”、“出行一张脸”、“一张网智慧应用”、“一颗芯行李跟踪”等场景化用例，大大提升运行效率、安全能力和旅客出行体验。

长沙黄花国际机场成功入选民航局“四型机场”标杆示范项目。公专融合解决方案将PDT专网和公网进行深度融合，无缝切换，互联互通更好支持协同指挥调度，有效提

升机场航班正常率。多模智能终端支持全场景关键语音，集成机场作业App(湘当准App)，无纸化办公，形成事前计划、事中监控、事后分析的闭环业务管理模式，沟通更顺畅，地面服务更高效。

北京大兴国际机场是超大型国际枢纽机场，采用公专融合解决方案将TETRA专网和公网进行融合，平衡业务需求和网络投资，扩大通信范围，实现各区域、各岗位工作人员互联互通。同时，多模智能终端支持实时视频回传、关键数据快速查询和高效移动办公等融合应用，一部终端高效完成复杂工作流程，为工作人员减负，降低通信设备投入和管理成本。此外，智能终端管理系统实现终端的统一、批量化管理，减少运维工作量，有效提升机场运营效率。



4.5 物业行业应用



随着经济和科技的高速发展, 全国的各类物业管理企业对无线通信的需求越来越多。一般情况下, 用户会建设独立专网实现语音无线通信, 网络投资成本和通话体验效果会随着用户数量以及周边环境不同而有所差异。近年来, 随着公网4G/5G运营商网络的全面覆盖和性能提升, 用户对视频、图像传输的需求增加。

大部分物业管理企业对语音通信质量要求较高, 更倾向于在原有专网基础上, 利用成熟的运营商网络, 建设融合的通信平台, 实现一键呼叫全网对讲; 同时, 降低网络投资建设和维护成本。也有部分物业管理企业直接选择公网专用, 建设一个覆盖范围更广的跨区通信专网, 满足日常通信指挥调度需求。公专融合解决方案有效利用专网和公网的通信技术, 实现两者的系统级融合, 打通专网终端与公网终端之间的语音、数据通道, 实现互联互通。平台支持多种形态终端, 包括窄带终端、公网对讲机、工作记录仪等, 实现语音对讲、视频、图像传输等业务, 满足物业管理企业“听得到”、“看得见”、“看得清”的通信需求。

某大型物业作为中国物业管理行业的领跑者, 在全国范

围飞速发展, 员工数量超过10万, 在全国共拥有400多个指挥调度中心, 业务布局涵盖住宅物业服务、商企物业服务、智能科技服务和社区生活服务等六大业务板块。与此同时, 高空抛物、养犬管理等问题日益突出, 业主对小区的精细化管理提出更高的要求, 这对物业的日常管理和应急管理都提出了新的挑战。

为更好地服务业主和社区, 提升物业的应急事件通信能力、联动指挥能力、跨区调度能力等, 该物业管理企业最终采用了海能达公专融合解决方案, 针对散布全国各地的小区、商业地产等管理单元, 建设一套联通全国各点的无线网络, 承载音视频对讲、多媒体数据传输、可视化指挥调度等业务, 并为员工配备大量的工作记录仪终端进行视频采集和通信。

整套公专融合解决方案使用分层管理和调度模式, 建立五级指挥调度中心。在日常执勤过程中, 小区物业人员采用语音对讲进行日常通信, 或者通过拍照和视频进行工作记录; 遇到突发事件时, 物业人员使用工作记录仪对突发事件进行音视频记录, 同时上报各级指挥中心协同处置。

5 总结

与专网相比, 公网在网络覆盖、运行维护、资源共享、产业生态等方面具有优势。公网和专网的融合, 使关键通信行业用户不仅可以便捷地部署独立的应用系统, 快速实现业务宽带化, 还可以解决自建专网遇到的投资运营成本高、频率资源获取难等问题。同时, 用户部署的应用系统随着公网技术的演进可以平滑迁移或升级。

未来很长一段时间, 对关键通信行业用户来说, 以3GPP LTE/5G为代表的宽带不是替换窄带, 而是趋向与窄带融合, 即利用宽带在窄带语音的基础上增强关键通信, 拓展关键数据和关键视频业务。以公共安全为代表的任务关键型用户, 其关键通信在向宽带化演进的过程中, 窄带始终会作为一种保底的语音通信手段而长期存在。

海能达针对中国市场提出增强的技术方案P-PoC(Private/Professional-PoC), 为任务关键型和业务关键型用户提供符合实战要求的公专融合解决方案: ①依托4G/5G公网扩展窄带网络覆盖, 拓展全域定位、宽带数据和视频业务应用; ②宽带语音业务与窄带等同的功能、操作方式、用户无感知的切换和无缝链接; ③加固型多模融合终端满足用户携带减负要求; ④确保因4G/5G公网盲区、拥塞、故障或者被关闭时仍有保底的语音通信。

公专融合聚焦行业用户需求, 结合技术发展趋势, 在业务层、平台层、网络层、终端层实现多层次、端到端的深度融合, 是关键通信演进发展的必由之路。在中国, 公专融合的标准化将为关键通信行业带来更多的用户价值、更广阔的市场空间、更繁荣的生态系统, 也必将引领公专融合在各行业的跨越式发展与应用。

