



应急通信

对无线网络的需求白皮书

(2019 年)

宽带集群（B-TrunC）产业联盟

2019 年 7 月

版权声明

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

我国是自然灾害频繁发生的国家之一，自然灾害防范应对形势严峻。此外，一些超大型活动、体育赛事的举办，使应急通信保障任务日益繁重。无论是自然灾害还是公共事件，通信网络在事件当中通常会受到损坏或冲击。当前应急事件发生的频次与影响程度都在增加，应急通信保障的重要性与紧迫性日益凸显。如何在重要和紧急情况下提高应急通信能力一直是国内外通信业的研究重点。

本白皮书首先描述了应急通信的概念，应用场景以及需要提供的服务，研究了国内外应急通信的现状，随后分析了各种通信技术对应急通信的支撑能力，重点提出了应急通信对无线网络的需求，包括宽带化、高可靠、自组网、便携、快速通信能力以及统一指挥调度等。最后提出宽窄融合公专结合统一指挥调度是应急通信发展的趋势。

目 录

1 应急通信概述	1
2 国外应急通信发展现状	2
3 我国应急通信发展现状	4
4 现有网络对应急通信的支撑能力	6
4.1 公用网络是支撑应急通信中对公众服务的主要通信能力	6
4.2 专用网络是支撑应急通信中指挥调度的主要通信能力	7
5 应急通信对无线网络的需求	8
5.1 业务需求	8
5.2 网络特性需求.....	9
5.2.1 宽带化.....	9
5.2.2 优先级保障.....	10
5.2.3 快速集群通信能力.....	10
5.2.4 安全性/隔离性	11
5.2.5 高可靠.....	12
5.2.6 便携性.....	13
5.2.7 自组网.....	13
5.2.8 宽窄互通.....	13
5.2.9 统一调度指挥.....	14
5.3 终端需求	15
5.3.1 公网/专网/卫星等多模.....	15
5.3.2 形态需求.....	15
5.3.3 支持终端自组网.....	15
6 应急通信的发展趋势	16

1 应急通信概述

应急通信是指支持应对重大或者突发事件的通信。

国际电信联盟（ITU）非常重视应急通信，提出了公共安全和减灾（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）的概念，以及 PPDR 无线通信的工作场景：

一 日常工作状态应用场景（PP1）：各 PPDR 部门或机构在其职责范围内例行工作（没有重大应急处置任务）。各类用户 PPDR 的业务要求是抢险救灾（DR）场景下的低标准。

二 重大突发事件或公共事件应用场景（PP2）：火灾或森林大火，重大活动的通信保障，如大型活动、政府首脑峰会等。□ 除重点地域保障外，其他地方还要维持正常运转。根据事件的性质和范围可能要求额外的应急通信资源，这种场景的多数情况下，都有保障方案或有时间来制定方案来协调各方需求。通常需要增加另外的无线通信设备，这些设备可能需要与现场已有基础网络连接。

三 发生灾害事件情况下的场景（DR）：洪水、地震、冰灾、风暴等，还包括大规模暴乱或武装冲突。地面网络可能会遭到损坏或无法满足增加的通信流量。即使有合适的地面系统网络，仍需采用一切可能方式，包括卫星等。

为了保障ITU-R定义的各种场景下的用户体验，支持应急管理监测预防（事前）、预警准备（事发）、处置救援（事中）和恢复重建

（事后）四个阶段的快速、高效、安全、可靠的通信能力，应急通信要特别关注四个方面：

- 1、公众到政府的紧急呼叫（告警或预警）；
- 2、 政府部门间的应急联动或指挥调度；
- 3、政府到公众的安抚或通告；
4. 公众到公众的慰问或报平安。

其中与公众相关的通信主要由公众通信网完成。在重大事件中，通过临时预案如增加应急通信装备，可以最大程度满足公众的通信要求。

在灾害性突发事件中，公众通信网可能会受到冲击或者损坏。此时，政府部门的专用网络成为应急通信中的重要环节，是实现政府应急预案的重要保障。应急通信主要靠无线通信来实现，需要有专门的资源（频率、传输信道等）来保障。同时，应急通信需要考虑在地面或卫星系统中采用数字语音、高速数据和视频等技术。

2 国外应急通信发展现状

■ 美国

美国建有覆盖全国的多种应急通信网络，包括城市应急联动911系统，综合公共警报和预警系统(Integrated Public Alert and Warning System , IPAWS)，短波无线系统（FEMA National Radio System, FNARS），以及各州基于P25标准建设的公共安全窄带集群网。

为提升跨部门应急通信的服务能力，美国2012启动了基于LTE技术的全国公共安全宽带无线网络(NPSBN, Nationwide Public Safety Broadband Network)的建设工作。美国选择基于LTE技术建设公共安全宽带专用网络，采用政府建设、政府运营的方式，组建了国家级的政府机构FirstNet来组织管理该项工作。由美国公网运营商AT&T承建，国家分配700M频率20M带宽，实现全美广泛覆盖，部分偏远地区采用卫星覆盖，FirstNet有专用的客户支持中心和人员。

FirstNet主要业务：1) 实时和非实时视频；2) 远程数据库访问；3) 图像等多媒体数据传输，失踪人员照片/消防着火建筑图纸；4) 移动办公；5) 生物特征信息和传感器信息。

■ 英国

英国公众通信网提供999紧急服务业务，建有覆盖全国的TETRA窄带集群网络，服务于全国应急工作。2013年启动紧急业务移动通信程序(ESMCP, Emergency Services Mobile Communications Program)，由英国电信运营商EE建设，为英国警察、消防和救护服务建设覆盖全英国的专用LTE移动网络，新建专网独立于公网，为约30万应急人员服务。

■ 欧盟

欧盟公众通信网提供112紧急服务业务，拥有全球最大的Tetra网络，于2016年启动BroadMap项目，研究欧盟国家宽带演进策略，明确采用长期、逐步演进的方式过渡到宽带。宽带网络至少基于3GPP

R15建设，窄带Tetra网络将使用到2030年。

■ 韩国

公众通信网提供112紧急服务业务，2017年启动SafeNet应急宽带专网，由韩国电信KT和SK电讯SKT承建。SafeNet采用专用频谱，计划为333个机构8个部门提供日常工作服务和灾害预防中的多部门协同指挥调度。该网络在2016年完成实验点建设，未来将扩展军事、移动政务等功能。但目前进展不快。

3 我国应急通信发展现状

2007年我国发布实施的《中华人民共和国突发事件应对法》是应急管理工作的基本法，其中对应急通信保障提出了基本要求：国家建立健全应急通信保障体系，完善公用通信网，建立有线与无线相结合、基础电信网络与机动通信系统相配套的应急通信系统，确保突发事件应对工作的通信畅通。

2008年的汶川大地震让国人充分认识到了应急通信的重要性。随着应急管理工作不断深入，我国政府日益重视应急通信建设，工信部和31省通信管理局及中国电信、中国移动、中国联通三大运营企业抓紧应急保障队伍建设，设立专职应急通信管理部门，负责管理和协调应急救援抢险的应急通信保障工作。

2011年起，针对应急通信装备水平改进提升的需求，国家批准应急通信装备更新完善工程，解决应急通信装备陈旧，更新换代，装备

不足的补缺。更新完善的设备涵盖应急通信指挥车、集群通信车、交换车、C/Ku卫星车、2G/3G/4G基站车、短波车、电源车、便携式VSAT卫星站、便携式油机、各种终端设备等。

2014年国务院办公厅印发《关于加快应急产业发展的意见》。提出应急通信产业的重点方向是：监测预警，预防防护，处置救援，应急服务，其中应急通信在处置救援中发挥重要的作用。

2017年7月，国务院办公厅发布《国家突发事件应急体系建设“十三五”规划》，明确指出要“制定不同类别通信系统的现场应急通信互联互通标准，研发基于4G/5G的应急通信手段，加快城市基于1.4G频段的宽带数字集群专网系统建设，加强无线电频率管理，满足应急状态下海量数据、高宽带视频传输和无线应急通信等业务需要。”

为防范化解重特大安全风险，健全公共安全体系，整合优化应急力量和资源，2018年3月中共中央第十三届全国人民代表大会第一次会议批准了国务院机构改革方案，正式成立了中华人民共和国应急管理部。

我国应急通信网络所服务的用户既包括公安执法、消防灭火、医疗急救等频繁使用的传统公共安全部门，也包括不定期使用服务的灾害响应、国防战备等突发事件处理部门，同时包括新成立的应急通信管理部门。众多领域的使用者，在强调跨部门通信互联、信息共享的同时，对应急通信提出了差异化的需求，使得应急通信工作的开展面临复杂的局面，也必然面临着很大的挑战。

目前国内应急通信由各地不同技术不同的网络组成，网络间尚未完成互通。既有模拟集群网络，也有公安PDT系统，以及TETRA集群网络。同时还有基于LTE技术的宽带集群网络。这种孤岛式的应急网络降低了决策执行的有效性，在突发事件的情况下，无法快速传递信息，同时网络的建设和运营成本比较大。

4 现有网络对应急通信的支撑能力

4.1 公用网络是支撑应急通信中对公众服务的主要通信能力

公众移动网络在设计之初是为了公众的日常通信，随着需求和技术的发展，我国的公众通信网在支撑公众到政府的紧急呼叫（报警或预警），政府到公众的安抚或者通告，公众到公众的慰问或报平安方面有了重大的进步，特别是汶川地震后三大运营商加大应急通信保障能力的建设，通过容灾备份，快速恢复等手段支撑应急通信的需求。

针对公共安全和减灾（PPDR）事件，公众通信网难以保证政府部门间的应急联动或指挥调度的通信能力：

- 公众通信网采用小区蜂窝制，抗毁性和耐受性难以保证。突发事件时，往往容易遭到不同程度破坏，且恢复时间长；
- 公网语音通信，应急时呼叫激增，势必造成网络拥塞；
- 在特殊情况下，有时出于安全的考虑，必要时需要屏蔽甚至切断公众通信网；
- 公众通信网在设计之初没有考虑集群调度功能，紧急情况下

需要高效的集群调度能力，公众通信网难以保证。

历次重大事件证明，公共电信网络在突发事件时，因为物理损坏或者短期内接入的用户数激增，容易出现网络掉链或者阻塞的情况。即使公共网络系统保持正常，有些情况下，为保证安全需要将公共网络关闭。公共通信网络的设计和业务方式也不能满足政府应急指挥调度通信的需要。

4.2 专用网络是支撑应急通信中指挥调度的主要通信能力

应急通信对通信有严格的特殊要求，在重大以及突发事件应急处置的过程中，需要通过专用无线网络来实现应急通信能力。

目前使用的专用无线网络的几种技术和应用包括模简析如下：

- **模拟窄带：**采用模拟语音技术的联网系统，只提供语音业务；
目前模拟窄带网络还在提供服务，总体趋势是逐渐退网。
- **数字窄带：**采用数字语音编码和信道编码，可提供语音业务和50kbps的窄带数据业务，不能提供实时视频、综合数据查询等业务；是目前在用的主要无线专网技术之一。
- **宽带集群通信（B-TrunC）：**基于LTE的无线宽带集群技术，可提供语音业务、实时视频、定位等100Mbps的宽带数据业务。在无线政务、电力、轨道交通、机场、港口、油田、矿山、森林防火、防汛抗旱等领域有较多应用。
- **卫星通信：**以人造卫星为中继站转发无线电波的通信，具有

不受自然灾害损毁的特点，但资费贵，定星时间长，地面站功率大。是应急通信救援中的重要通讯技术之一。

- 自组网：指具备mesh能力的临时组建的应急网络。目前所谓的大带宽自组网技术，还达不到LTE网络的带宽，多跳后带宽下降严重，不具备大规模组网能力。

5 应急通信对无线网络的需求

5.1 业务需求

网络应提供以下业务，以满足应急通信要求。

- 关键性语音是应急通信中必须要保障的业务。
- 来自摄像头或者无人机传输的实时视频能实时展现现场场景。
- 图像等多媒体消息传输，可以为现场传输消防着火建筑图纸，地震区地图等。
- 远程数据库访问可以远程查询危化品信息，车辆信息，人员信息，预案等。
- 人员、车辆、物资的定位及流动跟踪，实现应急管理下的实时态势感知。
- 室内定位为进入楼栋应急人员提供了安全保障。
- 与政务网、公安网等其他网络的互联互通。

5.2 网络特性需求

5.2.1 宽带化

一线应急人员在应急现场，除语音通信外，对应急通信网络的宽带化有强烈需求，主要体现在以下几种情况：

- **图片、视频传送：**突发急救情况下，现场人员需要发送和接收图片、视频等数据信息，如发送事故现场视频数据，或长时间不间断的视频监控。准确的图片/视频信息为指挥调度人员充分了解现场情况，进一步做出准确的指挥调度决策提供非常重要的依据；
- **地理位置、导航信息：**紧急情况下，现场人员需要快速发送和接收地理位置信息、导航路线图等数据，确保指挥调度信息对事故现场的地理位置信息的准确把握，以及现场人员能准确获取调度指挥中心的移动命令；
- **多方视频会商：**为应对突发事件，应急处理各部门可能需要进行跨部门间的多方视频会商，并将现场情况通过视频传送到视频会议系统；
- **宽带集群能力：**紧急情况下，应急现场情况嘈杂，需要具备高质量语音/视频集群能力，以确保获得准确的指挥调度信息。

同时，随着移动通信技术的发展，宽带化已经是无线通信的必然。窄带数字集群系统只支持kbps级的数据业务，无法满足以上需求。因

此，无线专网也应实现宽带化集群调度能力。

5.2.2 优先级保障

无线网络能同时向用户的终端单元提供多种业务，能够基于用户预先指定的优先级执行对多种业务的优先级控制。当空口资源不足时，能够根据预先设定的优先级策略实现带宽分配。

5.2.3 快速集群通信能力

政府部门内部和部门间的调度指挥，需要快速多样化的语音/视频集群通信能力。

基本的集群能力包括：

- 全双工语音/视频单呼
- 半双工语音单呼
- 语音/视频组呼
- 紧急呼叫
- 遥毙/遥晕/复活

同时，为应对紧急情况，在基本的集群能力基础上，还有一些特殊的集群功能或性能方面的需求，例如：

- 快速建立呼叫时间（小于300ms）
- 组播
- 动态重组
- 强拆/强插

- 音视频的推送/转发/上拉/下推/回传
- 监听
- 状态信息

以上对集群功能的要求，通常需要专业的协议级的集群系统，从而保证业务的可靠性与快速性的性能。

5.2.4 安全性/隔离性

应急通信对网络和信息传输的安全性和保密性要求极高，尤其是政府、公安、军队等国家安全部门或强力机构使用的专用网络，必须防止遭受恶意攻击以及信息被截获或篡改。

应急通信的安全性可以从两个方面来实现：通过专用频率手段，从物理上保证专网的隔离性；通过在系统设计中应用安全/加密机制来保障专网数据的安全性。

频率资源是无线专网发展的必备资源保障，无论国内还是国际上，专网的一个最主要特点就是使用专属的频率资源。例如美国的FirstNet使用700MHz频段的专属频率。我国也已规划将1447~1467MHz频段用于宽带数字集群专用系统，满足政务、公共安全、社会管理、应急通信等领域需求；将1785~1805MHz用于交通（城市轨道交通等）、电力、石油等行业专用通信网。专网使用专用频段将从物理上保证专网通信的安全隔离。

此外，专网系统也要通过一系列的安全技术来保障通信的安全性。

安全需求包括用户身份安全、数据的加密和完整性保护等。考虑到语音组呼、视频组呼、组播短数据等业务的安全需求，专网系统除了点到点数据传输的安全，还需要支持点到多点数据传输的安全。

5.2.5 高可靠

面对突发事件，尤其是自然灾害等容易造成通信网络损毁的突发事件，畅通的通信系统是保障及时有效的调度指挥的关键。历次突发事件的教训告诉我们，公网之所以不能作为紧急通信的手段，关键原因就是自然灾害等情况发生时，网络也遭受严重损坏，无法通过公网进行有效的调度指挥。因此，具备容灾备份的通信系统成为应急通信系统的关键要求。

首先，基站子系统应具备以下可靠性要求：

- **抗毁性：**在极端恶劣情况（如地震、台风）下，能够维持生存能力，确保通信畅通；
- **容灾备份：**确保关键地区的若干个基站在一个无法工作时，有备用基站能够继续为现场人员提供通信保障；

其次，对于核心网子系统，有如下可靠性要求：

- **异地容灾备份：**核心网位于机房，如遇自然灾害等紧急情况，机房设备受到损坏后，需要异地备份的系统承担起应急通信的任务。

5.2.6 便携性

在宏基站无法工作时，车载、可背负等灵巧、便携基站，具备快速搭建部署、快速移动的特点，可以作为宏基站的备份以及固定站点无法覆盖下的应急建站和补盲，同时灵巧基站具备独立组网能力，在无传输的场合脱离大网独立工作，实现前指功能。

5.2.7 自组网

由于自然灾害或其他各种原因导致系统出现故障而无法使用时，仍能借助于基站自组网技术，快速建立基站之间的自组网络，实现多基站的互联互通，增强专网通信的生存能力和抗毁性。

在自组网方案中，需要重点解决网络自动重配算法以及最优寻路算法。

5.2.8 宽窄互通

网络宽带化发展已经成为趋势，但是不能忽视现有网络中已经部署了一定规模的窄带系统。具有代表性的窄带集群标准有TETRA和PDT等。其中TETRA是欧洲标准，在国内的轨道交通和公安等行业应用。PDT是中国自主研发的技术标准，主要在公安行业应用。

B-TrunC是基于LTE的宽带通信系统，目前在快速成熟，在国内外行业专网中已经取得了较大规模应用，可以看到未来B-TrunC必将加速发展。但是短期内，宽带系统无法完全替代窄带系统，尤其是在一

些窄带系统已经覆盖而宽带系统尚未覆盖的区域，这些区域的应急通信需要窄带系统来承担。

因此，窄带系统与宽带系统将在一定的时间内共存、融合互补，共同为应急通信发挥作用。宽窄带融合也就成为应急通信需要解决的问题。首先要解决宽带集群用户和窄带集群用户之间的语音单呼、短数据等基本业务互通问题，满足混合编组的语音组呼和组播短数据等业务融合需求。

5.2.9 统一调度指挥

应急通信需要提供融合的统一调度指挥平台，融合宽带、窄带、公网、卫星、电话交换网等多种通信手段，对人员、物资、多媒体信息等实现一张网通信、一张图调度。

对于应急通信场景，例如地质灾害或者城市应急时，使用较多的是车载式集群系统或者便携式集群系统，而且制式多样。除了B-TrunC系统外，还可能会包括短波、模拟集群、公网集群、PDT等。如果要使用卫星链路或者公众移动通信网来与后方的固定集群系统通信来实现互联互通，不仅要考虑组网的复杂程度，而且应急现场的公众移动通信网、卫星的可用性也无法保证。如何实现现场不同类别对讲技术的互联互通，实现协同调度，是应急现场统一指挥的基本要求。

5.3 终端需求

5.3.1 公网/专网/卫星等多模

应急通信可能会与多个系统相关联，如消防、公安、市政、抢险等，连接的通信系统模式也将是多样化的，有窄带系统、宽带系统、卫星、公众移动网等，任何单一的通信方式都不能确保满足现场使用需要。为高效完成应急任务，一线人员需要配备能接入以上所有系统的终端，而对于现场使用者来说配置多部终端在使用便携性和处理任务的效率方面存在问题。因此，对于集宽带/窄带/卫星/公网等多种模式为一体的多模一体化终端，将成为应急通信的紧迫需求。

5.3.2 形态需求

对于应急终端的形态，应有不限于以下的要求：

- 三防IP67；
- 单手可操作；
- 配置耳麦，解放双手；
- 电池可快速更换。

5.3.3 支持终端自组网

在应急通信中，当集群网络信号盲区，终端可实现自行组建网络实现信息传递。

6 应急通信的发展趋势

根据以上分析，我们给出未来应急通信网络的逻辑架构。



图 1 未来应急通信系统架构

未来的应急通信系统将是融合宽窄带专用无线网络、公众移动网络等多种网络技术，并能实现统一调度指挥、各部门协同配合发挥高效应急作用的综合性通信信息系统。

基于 LTE 的宽带集群专用网络，针对应急通信设计建设，抗毁性与耐受性优于公众通信网；突发事件时，由于与公众通信网物理隔离，因此不会出现网络拥塞的情况，同时也保证了应急指挥信息与公众网屏蔽的需求；集群调度功能，针对应急指挥调度的需求进行设计。此外，应急专用网络不是为了盈利而设计，因此没有经济回报的压力，可以针对应急管理定制设计。

从业务的丰富性、大规模组网能力上，B-TrunC 技术更为适用于应急管理专网，但并不意味着数字窄带技术、卫星通信、自组网技术就不需要了。

数字窄带网络目前在公安系统已经大规模全国建网，并发挥语音调度的重要功能。从长远看，数字窄带网络和无线宽带 B-TrunC 网将是长期共存、互联互通，呈现宽窄融合的应用局面。卫星通信具备不受自然灾害损毁的特点，国家大力发展的天通、北斗定位卫星等网络都将为应急管理网络所用。自组网虽然不具备大规模组网能力，但特有的 mesh 能力，在临时的地下室和高楼路线覆盖时可作为应急救援的一种补充技术。

公网在灾害和突发事件断网以及阻塞的可能性使得公网不可能成为真正的应急管理网，就像再宽的高速公路，永远需要有一条应急车道保障应急情况的车辆行驶。专用网络就是高速公路中的应急车道，建设一张为应急管理专用的全国统一的专用网络是大势所趋，但是公网的广覆盖、低投资特性也使其成为专网很好的补充，公专结合继宽窄融合后成为国际关键通信领域研讨的另一大趋势。

我国是自然灾害频发的国家之一，自然灾害防范应对形势严峻。另一方面，国家级超大型活动、体育赛事等的接连举办，使应急通信保障任务日益繁重。无论是自然灾害还是公共事件，应急事件发生的频次与影响程度都在显著增加，应急通信保障的重要性与紧迫性日益凸显。推动宽带专网在应急通信保障中的发展，融合宽窄、卫星、自组网等多种网络技术，实现公网互联互通、保障多部门统一调度指挥，是全方位的应急通信保障发展的方向。