



国际信息工程先进技术译丛

WILEY

面向公共安全的宽带移动通信： 通往LTE技术之路

Mobile Broadband Communications for Public Safety:
The Road Ahead Through LTE Technology

[西] 雷蒙·费鲁斯 (Ramon Ferrús) 编著
奥利奥尔·萨连特 (Oriol Sallent) 等译
郎为民 王大鹏 陈红 赵毅丰 等译

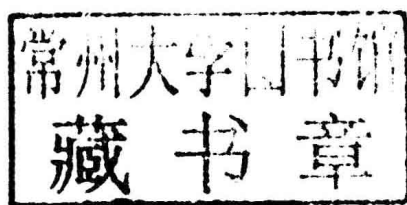


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国际信息工程先进技术译丛

面向公共安全的宽带移动通信： 通往 LTE 技术之路

[西] 雷蒙·费鲁斯 (Ramon Ferrús) 编著
奥利奥尔·萨连特 (Oriol Sallent)
郎为民 王大鹏 陈红 赵毅丰 等译



机械工业出版社

Copyright © 2015 John Wiley & Sons, Ltd

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, entitled *Mobile Broadband Communications for Public Safety*, ISBN 978-1-118-83125-0, by Ramon Ferrus and Oriol Sallent, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

本书中文简体字版由 Wiley 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 翻印必究。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2016-1586 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

面向公共安全的宽带移动通信: 通往 LTE 技术之路/(西) 雷蒙·费鲁斯, (西) 奥利奥尔·萨连特编著; 郎为民等译. —北京: 机械工业出版社, 2017. 12

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文: MOBILE BROADBAND COMMUNICATIONS FOR PUBLIC SAFETY: THE ROAD AHEAD THROUGH LTE TECHNOLOGY

ISBN 978-7-111-58395-0

I. ①面… II. ①雷… ②奥… ③郎… III. ①无线电通信-移动网-安全技术 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 266380 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 朱林

责任校对: 刘志文 封面设计: 马精明

责任印制: 孙炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2018 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 16 印张 · 424 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-58395-0

定价: 99.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

译者序

灾难、突发事件在世界上每个国家，每个城市，每时每刻都可能发生，一些恐怖事件也经常出现，据报道，仅2016年12月19日当天，世界上就有3件恐怖事件发生。此外，自然灾害威胁依然严峻，这就为现代通信提出了新的要求，即如何保证现代通信更好地保障公众安全，为救灾减灾服务，当突发事件发生后，总结以往政府各部门应急响应的成败，一个最显著的标志就是他们相互间有效通信的能力。目前国际上许多国家将公共保护与救灾（PPDR）通信作为救灾减灾、保持社会稳定的重要手段，国际上多个标准化组织也将PPDR通信作为重要课题进行研究。例如，2007年无线电通信全会批准了ITU-R53号决议和ITU-R55号决议，责成所有ITU-R研究组开展在灾害预测、发现、减灾和赈灾中使用无线电通信问题的研究。美国联邦政府发起应急通信业务，要求T1委员会的TSC（技术小组委员会）及其他标准开发组织制定PPDR通信标准。ETSI PPDR通信研究在多个技术组内开展工作，制定4个主要的PPDR通信领域用户需求，包括普通市民到应急部门的通信（紧急呼叫）、应急部门之间的通信（公共安全信道）、应急部门到普通市民的通信（警报系统）和紧急状态下市民之间的通信。2013年，华为在伦敦参加行业LTE大会，与TCCA、ITU、GSMA、3GPP等标准组织，Motorola等公共安全通信厂商，Orange、Vodafone、中国移动等电信运营商，以及政府机构等齐聚一堂，探讨宽带PPDR通信的未来发展并致力于宽带PPDR的标准化落地。同年1月，公共保护与救灾宽带无线通信技术论坛（简称宽带PPDR论坛）在北京成立。

目前，传统的PPDR通信在完成战备通信保障、抢险救灾等重大事件中，发挥了不可替代的作用。新形势下，我国需要常设统一、高效的PPDR通信平台。当前，我国PPDR通信正处在一个快速发展阶段。除个别城市已建或在建应急联动系统外，绝大多数城市还是以传统的PPDR通信为主，各种应急指挥分属多个不同的部门，由政府各职能部门归口管理、自成体系，不同部门建设自己的信息管理和通信系统，难以满足公共安全突发事件或重大灾害应急处置的需求。此外，传统PPDR通信方式主要以模拟集群、常规对讲以及窄带数字集群等技术为主，虽然具有语音调度、短消息、分组数据和定位等综合功能，能够满足目前指挥系统中语音类和数据类的业务需求。但是在公共安全工作中，从提高指挥效率的需求来说，在语音描述的同时，指挥员更希望能第一时间看到现场图像，了解现场状况。所以基于LTE标准无线移动宽带专网的视频语音联动指挥成了精确指挥调度的迫切需求。

PPDR通信是维护经济建设发展的重要手段，面对突发事件最重要的是做好应对，而宽带PPDR通信技术就是为了更好地解决应急通信问题而研发的。目前，还没有一种宽带技术完全适用于公共安全保护和应急需要，因此相关PPDR通信技术要加快开展专题研究。2013年成立的宽带PPDR论坛由国内最大的需求部门（公安部）牵头成立，也有利于将宽带PPDR应用与公安应急需求很好地结合，有利于形成公安行业标准。此外，相比于公共移动通信突飞猛进的发展，我国专用通信的发展难以满足实际需要，全国专用通信市场85%以上的对讲设备仍然是模拟设备，大大落后于公网通信。因此，基于新一代移动宽带技术的PPDR通信在我国今后的PPDR通信市场中具有广阔的发展前景。

鉴于上述原因，作者翻译了目前国外在公共保护与救灾及LTE技术标准方面专业性较强的书籍，该书采用介绍探讨的形式编写，首先介绍了公共保护与救灾通信的基本概念，然后从PPDR通信的实际带宽和数据容量需求入手，逐步切入到基于新一代的移动宽带技术LTE作为支撑，采取由浅入深的方式，使读者易于接受、理解。同时，尽可能使用图表场景示例来形象地说

明问题，做到了图文并茂，具有较强的可读性。从国内在 LTE 技术方面处理公共保护与救灾的角度来看，本书具有较强的代表性。希望通过本书的出版，可以为相关政府主管部门、基础电信运营商、设备厂商、研究机构、电信频谱法规制定部门、应急通信行业企业、大中专院校等多领域、多部门的主管领导、政策制定者及专业研发与系统维护人员提供参考，进而为其工作提供便利，以推动国内公共保护与救灾移动宽带通信领域的快速发展。

本书结构严谨，由浅入深，归纳条理清晰，探讨细致深入，符合读者的一般习惯，共分为 6 章，第 1 章是公共保护与救灾通信，介绍了 PPDR 的背景和基本概念、行动框架及通信需求、PPDR 通信系统以及相应的监管和标准化框架。第 2 章是移动宽带数据应用与容量需求，主要介绍了面向 PPDR 的数据中心、多媒体应用、PPDR 宽带数据应用特性和多种行动方案中数据容量需求评估。第 3 章是未来移动宽带 PPDR 通信系统，主要介绍了 PPDR 宽带通信引领的模式变革，驱动模式变革的技术经济因素，未来 PPDR 移动宽带通信系统视图以及一些现有的项目。第 4 章是面向 PPDR 通信的 LTE 技术，主要介绍了任务关键型 LTE 的标准化路线图、LTE 基础、群组通信和 PTT、设备到设备通信、PPDR 优先化和 QoS 控制等内容。第 5 章是面向 PPDR 通信的 LTE 网络，主要介绍了移动宽带 PPDR 网络和提供的方案，专用、商用网络，混合解决方案与网络架构设计和实现方面。第 6 章是 PPDR 通信的无线电频谱，主要介绍了频谱管理：监管框架和模式，国际统一的 PPDR 通信频率范围，移动宽带 PPDR 通信频谱需求，现有的 PPDR 频谱分配和移动宽带的候选频段以及 PPDR 通信的频谱共享。

本书主要由郎为民、王大鹏、陈红和赵毅丰翻译，中国人民解放军国防科技大学信息通信学院的瞿连政、张锋军、毛炳文、邹祥福、余亮琴、张丽红、王昊、张国峰、宋晶、陈放、李建军、蔡理金、高泳洪、靳焰、任殿龙、孙少兰、陈凯、陈于平、孙月光、夏白桦、徐延军参与了本书部分章节的翻译工作，马同兵、王会涛绘制了本书的全部图表，和湘、李官敏对本书的初稿进行了审校，并更正了不少错误。同时，本书是译者在忠实于原书的基础上翻译而成的，书中的意见和观点并不代表译者本人及所在单位的意见和观点。

机械工业出版社的张俊红老师作为本书的编辑，为本书的出版付出了辛勤的劳动，机械工业出版社对本书的出版给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于公共保护与救灾移动宽带通信还在不断完善和深化发展之中，加之译者水平有限，翻译时间仓促，因而本书翻译中的错漏之处在所难免，恳请各位专家和读者不吝指正。

郎为民

原书前言

当前，公共保护与救灾（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）机构主要依赖于20世纪90年代设计的专用/专业移动无线电（Private/Professional Mobile Radio, PMR）技术（例如，TETRA、TETRAPOL和P25）。虽然PMR系统提供了一组丰富的语音为主的业务，具有与PPDR特殊要求相匹配的很多功能（包括一键通和呼叫优先级），但是这些PMR技术的数据传输能力相当有限，远落后于商业无线领域的技术进步。在这种背景下，用于移动宽带PPDR的长期演进（Long-Term Evolution, LTE）技术，正逐渐被视为未来PPDR通信的首选技术。目前负责LTE标准化的第三代合作伙伴计划（3rd Generation Partnership Project, 3GPP）组织正在承担这项工作，向LTE标准中引入一些改进的能力和函数，这将进一步增加LTE技术对PPDR和其他专业用户的适用性，满足他们对可靠性和弹性的高要求。虽然PPDR和商业领域共同技术标准的融合可以为协同合作和规模经济提供巨大的机会，但PPDR宽带业务的提供需要能够部署和管理网络容量的新的方法。当前PPDR通信基于“专用技术、专用网络和专用频谱”的模式，不再被认为是提供PPDR宽带数据通信的主要方法。在此基础上，本书全面介绍了PPDR通信对LTE技术的引入。具体来说，本书涵盖了以下几个主题内容：

- 1) PPDR业务的基本内容，其行动框架和相关的通信系统。
- 2) 概述了PPDR从业人员目前使用的主要通信技术和标准。
- 3) 由于PPDR从业人员对其业务效率提升的巨大需求，导致他们对行动场景和新兴多媒体、数据中心应用的需求不断增长。
- 4) 一些主要技术经济驱动因素的讨论，它们被认为是经济有效地提供移动宽带PPDR通信的关键，例如与商业领域使用共同的技术标准，对基础设施共享和基于多网络的解决方案以及动态频谱共享的考虑。
- 5) 为提供移动宽带PPDR通信建立了全面的系统视图，包括基于LTE的专用广域网、漫游和优先接入商用网络的能力、快速可部署设备和将卫星接入作为关键组成部分。
- 6) 对LTE标准的功能和特性的分析，这些功能和特性及其改进与任务关键型通信的支持相关，例如群组通信引擎和直通模式操作。
- 7) 讨论在专用和商用LTE网络上提供移动宽带PPDR通信的不同网络实施方案，包括移动虚拟网络运营商（Mobile Virtual Network Operator, MVNO）模式和其他混合模式的适用性。
- 8) 对实现不同交付模式至关重要的网络架构设计和实施方面的介绍，包括与传统网络和可部署系统（例如，车载基站和车载系统）的互联，以及卫星接入。
- 9) 对未来宽带PPDR系统频谱需求的估计，总结了PPDR通信的分配和候选频谱波段，以及考虑了旨在提供额外容量（例如，用来应对PPDR业务流量需求激增的额外容量）的动态频谱共享解决方案。

本书共分为6章：

第1章论述了PPDR业务的基本内容、行动框架和相关的通信系统。首先，提供了PPDR、公共安全（Public Safety, PS）和应急通信的术语和关键定义，确定了这些术语的范围，并对紧急情况下各种类型的通信关系进行分类。接下来，介绍了PPDR组织提供的主要功能和服务，介

绍了所谓的第一响应机构以及其他实体（例如，公用事业部门和电信运营商）在应急响应中可以发挥的作用。在此基础上，介绍了 PPDR 的行动框架。这种介绍包括 PPDR 行动场景的分类、事件响应管理中的一些通用组织和程序方面的内容，以及 PPDR 从业人员所需通信服务的通信参考点和关键特性。随后，总结了目前 PPDR 使用的主要通信技术和系统。该总结概述了通常与 PPDR 通信系统相关的需求类型，描述了 PPDR 部门内使用技术的常见分类，并概述了目前使用最广泛的 PPDR 通信数字无线电通信标准（TETRA、TETRAPOL、DMR 和 P25）。该总结还通过对具有说明性的假设事件的分析，确定了当前 PPDR 通信环境中存在的一些主要限制。最后，本章介绍了 PPDR 通信的监管和标准化框架。

第 2 章介绍了各种类型的以数据为中心的多媒体应用，这些应用被认为对现场 PPDR 行动至关重要。特别关注了欧盟理事会的执法工作组/无线电通信专家组（Law Enforcement Working Party/Radio Communication Expert Group, LEWP/RCEG）制定的“应用阵列表”，该表提供了 PPDR 各类应用的技术和操作参数特征，这些是通过大量的欧洲 PPDR 组织商定，并由 CEPT 主管部门认可，作为未来 PPDR 应用的代表。接下来，本章提出了对所需移动宽带数据应用吞吐量需求的各种估计，概述了典型的峰值数据速率、平均会话持续时间和正常条件下繁忙时间内的事务数量，以维持典型的 PPDR 需求。最后，本章对日常行动、大规模突发/公共事件和灾害场景等一些具有代表性的 PPDR 行动场景中所需的总体数据容量进行了定量评估。

第 3 章首先论述了如下观点：相对于目前用于提供语音和窄带数据 PPDR 服务使用的普遍模式来说，在提供移动宽带业务时需要模式变革，目前普遍模式的主要特征在于对专用技术、专用网络和专用频谱的使用。接下来，在技术、网络和频谱的各个维度上，确定和讨论了关键的技术经济因素，这些因素促使这种模式变革向着更具成本效益的 PPDR 通信交付模式的方向发展。基于这些技术经济因素，然后描述了未来移动宽带 PPDR 通信系统的综合系统视图，并确定了其中关键的基本原理和组成模块。最后，本章总结了目前正在为提供下一代移动宽带 PPDR 通信铺平道路的一些相关举措。

第 4 章介绍了一些正在向 LTE 标准中引入的新功能和新特性。虽然 LTE 标准已经成为支持大量 PPDR 行业移动宽带应用（包括视频传输）的合适技术，但是 3GPP 仍在开展相关工作，以改善这一标准并将其完全转变为任务关键型通信技术。首先，本章概述了 3GPP 和其他相关标准化机构在 PPDR 通信领域建立的标准化路线图，并介绍了一些关于 LTE 技术和网络的基础知识。接下来，介绍了为满足 PPDR 需求而引入的一系列增强，包括增强的群组通信引擎和任务关键一键通（Mission - Critical Push - To - Talk, MCPTT）功能、设备到设备通信（在 3GPP 规范中称为邻近服务）、隔离的 LTE 网络操作、支持更高发射功率的设备以及用于应对容量拥塞的优先化和服务质量（Quality of Service, QoS）控制功能。此外，还介绍了在 LTE 中引入的与无线接入网（Radio Access Network, RAN）共享有关的增强功能，作为另一个潜在的技术引擎，可以促进 PPDR 和其他用途共享 LTE 网络模式的部署。

第 5 章介绍了在专用和/或商用 LTE 网络上，提供移动宽带 PPDR 通信业务的网络实现方案。首先，对当前 PPDR 通信交付模式中的定义要素给出了一些相关的介绍性评论，讨论了通过 LTE 实现从底层网络单独提供服务的可能性，以及“公共安全级”LTE 网络设计的预期特性。在此基础上，对实现基于 LTE 的移动宽带 PPDR 网络可以采用的不同方案进行分类和介绍，强调了每一个方案的优缺点。尤其是，考虑了部署专用网络和使用公共网络，以及采用它们的组合模式。最后，本章对一些网络架构设计和实现方面的内容进行了深入的介绍，这些是不同交付模式最终得以实现的核心。尤其是，ETSI 为整个系统开发的参考模型，旨在提供关键通信服务、商业和专用网络之间的互联、宽带和窄带传统平台的互通、可部署系统的互联和卫星通信的使用，以

及底层基于 IP 骨干网的连接服务和框架。此外，介绍了基于 MVNO 的解决方案，这是目前一些欧洲国家正在考虑作为一种可行的短期解决方案的方法。

第 6 章重点讨论了与 PPDR 通信无线电频谱有关的各个方面。首先，讨论了目前在全球、区域和国家层面上负责频谱使用和管理的主要监管和法律文件，以及频谱管理做法的模式和发展。接下来，介绍了国际规则中关于 PPDR 通信协调频率范围的已有规定，以及该领域中预期的下一个关键里程碑。在此基础上，本章深入探讨了未来宽带 PPDR 系统频谱需求的特征，描述了用于计算频谱需求的方法，并收集了世界各地不同组织开展的一系列评估结果。之后，针对 PPDR 通信当前频谱的可用性，重点介绍了现有的频谱分配，以及一些地区正在考虑的用于提供移动宽带 PPDR 通信的候选频段。最后，本章讨论了 PPDR 通信的动态频谱共享问题，作为补充专用频谱分配的一种方式。给出了可能采用的共享模式分类，确定了每个模式中的关键原则，并讨论了它们对 PPDR 使用的适用性。在此基础上，进一步介绍了两种可能采用的频谱共享解决方案：一种基于许可共享接入（Licensed Shared Access, LSA）制度的适用性，另一种利用对电视空白频谱的次要访问。

目 录

译者序

原书前言

第1章 公共保护与救灾通信 1

- 1.1 背景和术语 1
- 1.2 PPDR 功能和组织 2
- 1.3 PPDR 行动框架及通信需求 5
 - 1.3.1 行动场景 5
 - 1.3.2 PPDR 行动框架 6
 - 1.3.3 PPDR 行动中的通信参考点 9
 - 1.3.4 PPDR 行动所需的通信服务 12
- 1.4 PPDR 通信系统 14
 - 1.4.1 PPDR 通信系统一般需求 14
 - 1.4.2 PPDR 通信技术 16
 - 1.4.3 当前 PPDR 中使用的 NB PMR 标准 18
 - 1.4.4 目前 PPDR 通信系统存在的主要局限 23
- 1.5 监管和标准化框架 28
 - 1.5.1 ITU 在应急通信领域中的工作 29
 - 1.5.2 北美和拉丁美洲地区 31
 - 1.5.3 亚洲和太平洋地区 32
 - 1.5.4 欧洲地区 33
- 参考文献 34

第2章 移动宽带数据应用与容量需求 36

- 2.1 引言 36
- 2.2 面向 PPDR 的数据中心、多媒体应用 37
 - 2.2.1 视频传输 39
 - 2.2.2 地理信息系统 40
 - 2.2.3 定位与跟踪 41
 - 2.2.4 面向突发事件指挥的电子

- 会议和调度工具 41
- 2.2.5 远程数据库访问与信息传输应用 42
- 2.2.6 PPDR 人员监测与生物医学遥测 42
- 2.2.7 远程应急医疗服务 43
- 2.2.8 传感器和远程控制设备 43
- 2.2.9 移动办公 44
- 2.3 PPDR 宽带数据应用特性 44
- 2.4 多种行动场景中数据容量需求评估 50
 - 2.4.1 PPDR 应用的吞吐量需求 50
 - 2.4.2 日常行动场景 54
 - 2.4.3 大规模突发/公共事件 57
 - 2.4.4 灾难场景 59
- 参考文献 62

第3章 未来移动宽带 PPDR 通信系统 63

- 3.1 PPDR 宽带通信提供模式变革 63
- 3.2 驱动模式变革的技术经济因素 64
 - 3.2.1 技术维度 65
 - 3.2.2 网络维度 67
 - 3.2.3 频谱维度 76
- 3.3 未来移动宽带 PPDR 通信系统视图 78
 - 3.3.1 LTE 专用网络 80
 - 3.3.2 LTE 商用网络 80
 - 3.3.3 传统 PMR/LMR 网络 81
 - 3.3.4 可运输系统和卫星通信 81
 - 3.3.5 基于 IP 的互联骨干网 82
 - 3.3.6 应用和用户设备 82
 - 3.3.7 频谱 84
- 3.4 当前举措 84

3.4.1 在美国部署全国性的专用 LTE 宽带网络	85	4.8 RAN 共享增强	142
3.4.2 CEPT ECC 欧洲范围统一 宽带 PPDR 活动	88	参考文献	146
3.4.3 比利时与其他欧洲国家实施的 混合方案	90	第 5 章 面向 PPDR 通信的 LTE 网络	149
3.4.4 英国 LTE 应急服务网络	91	5.1 引言	149
3.4.5 TCCA	92	5.1.1 PPDR 通信提供中的服务和 网络层分离	150
参考文献	94	5.1.2 “公共安全级”网络设计	151
第 4 章 面向 PPDR 通信的 LTE 技术	97	5.2 移动宽带 PPDR 网络和服务的 提供方案	152
4.1 任务关键型 LTE 的标准化 路线图	97	5.3 专用网络	155
4.2 LTE 基础内容	99	5.3.1 经济有效的网络覆盖	155
4.2.1 无线接口	101	5.3.2 超越 PPDR 响应者范围 扩大用户群	157
4.2.2 服务模型: PDN 连接和 EPS 承载业务	105	5.4 商用网络	160
4.2.3 PCC 子系统	109	5.4.1 组织和合同方面	162
4.2.4 安全	111	5.4.2 商用网络对提供任务关键型 PPDR 服务的准备	164
4.2.5 漫游支持	115	5.4.3 当前商用网络对优先服务的 支持	166
4.2.6 LTE 语音业务	116	5.5 混合解决方案	168
4.3 群组通信和 PTT	118	5.5.1 PPDR 用户国内漫游	169
4.3.1 LTE PTT 现有举措和解决 方案	118	5.5.2 部署 PPDR MVNO	170
4.3.2 3GPP 标准化工作	119	5.5.3 与 MNO 共享 RAN	173
4.3.3 GCSE	120	5.5.4 关键网络和专业网络的 网络共享	177
4.3.4 基于 LTE 的 MCPTT	123	5.6 网络架构设计和 实现方面	178
4.3.5 OMA PCPS	125	5.6.1 关键通信系统参考模型	178
4.4 设备到设备通信	127	5.6.2 与商业网络互联	180
4.4.1 3GPP 标准化工作	128	5.6.3 与传统 PMR 网络的互联	183
4.4.2 ProSe 功能	129	5.6.4 可部署系统的互联	185
4.4.3 ProSe 功能架构	133	5.6.5 卫星回程和直接访问	187
4.5 PPDR 优先化和 QoS 控制	135	5.6.6 IP 骨干网的互联	190
4.5.1 接入优先级	136	5.6.7 基于 MVNO 解决方案的 网络架构	191
4.5.2 准入优先级	138	参考文献	193
4.5.3 数据面 QoS 配置	139	第 6 章 PPDR 通信的无线电频谱	197
4.5.4 MPS	139		
4.6 隔离的 E-UTRAN 操作	140		
4.7 大功率 UE	142		

6.1 频谱管理：监管框架和模式 ...	197	宽带的候选频段	211
6.1.1 全球层面的监管框架	197	6.4.1 欧洲地区	211
6.1.2 区域层面的监管框架	198	6.4.2 北美地区	215
6.1.3 国家层面的监管框架	200	6.4.3 亚太和拉丁美洲地区	216
6.1.4 频谱管理模式	202	6.5 PPDR 通信的频谱共享	217
6.2 国际统一的 PPDR 通信		6.5.1 频谱共享模式	218
频率范围	204	6.5.2 基于 LSA 的频谱共享使用	221
6.3 移动宽带 PPDR 通信		6.5.3 基于对 TVWS 次要访问的	
频谱需求	206	频谱共享使用	226
6.3.1 频谱部分	206	参考文献	235
6.3.2 频率需求计算方法	207	附录 英文缩略语	239
6.3.3 频谱估计	210		
6.4 现有的 PPDR 频谱分配和移动			

第 1 章 公共保护与救灾通信

1.1 背景和术语

公共保护与救灾（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）部门具有重要的社会价值，通过创建安全稳定的社会环境、维持社会的法规与秩序，保护公民的生命和财产安全。PPDR 服务包括执法、消防、紧急医疗服务（Emergency Medical Services, EMS）和灾难恢复等服务，作为我们社会组织的重要支柱。各种 PPDR 服务能够有效地保护人民生命、财产、环境和其他一些相关的社会价值财富，解决了大量的自然和人为造成的灾难威胁。PPDR 部门无论直接作为政府机构的一部分，还是在严格的法律法规约束与监管下作为政府相关部门的外包机构，通常都与大多数的国家社会公共部门紧密相连。在不同的国家之间，支撑有效 PPDR 预案的监管、组织、业务和技术方面的因素往往差异很大，即便在同一国家的不同地区或城市之间，这种差异也是客观存在的，各地的预案通常是在地区或地方政府公共部门主持之下进行的。

有效处理地面、海上和空中的应急和监测情况是 PPDR 服务的重要任务之一。其中，这项任务中最重要的部分是在现场实地中完成的，因此所有涉及的工具必须能够匹配相应需求。无线电通信对于 PPDR 机构具有极其重要的意义，以至于 PPDR 通信对它高度依赖。在有些情况下，无线电通信是唯一可用的通信形式。

在不同的管理部门和地区之间，对于 PPDR 和相关的无线电通信业务术语在具体的含义上存在着一些差异。术语 PPDR 是在 2003 年世界无线电大会（World Radio Conference 2003, WRC - 03）上通过的第 646 号国际电联无线电通信（ITU Radiocommunication, ITU - R）决议中定义的，它是由两个术语——“公共保护（Public Protection, PP）无线电通信”和“救灾（Disaster Relief, DR）无线电通信”合并而成^[1]。

1) PP 无线电通信。此类无线电通信被相关责任机构和组织用来处理法律和秩序的维护、人民生命财产的保护和紧急情况的处置。

2) DR 无线电通信。此类无线电通信被相关责任机构和组织用来处理严重的社会职能秩序扰乱和对人民生命、健康、财产以及环境造成显著且广泛的威胁事件，无论这些事件是由意外事故、自然还是人为导致的。

还有一个通常被用来指 PPDR 通信的术语是公共安全（Public Safety, PS）通信。这些术语通常被用来互换使用^[2]。另一个与 PPDR 通信有关的术语是应急通信。从广义上来讲，应急通信不仅包括管控紧急情况的政府公共部门和 PPDR 机构之间的通信以及他们内部的通信，还包括了紧急情况中相关民众之间的通信。目前，国际上普遍公认的对应急通信的分类如图 1.1 所示^[3]。

1) 政府部门与组织之间的通信，指的是政府部门或组织内部及其之间的通信。此类通信含义符合 PPDR 通信的定义范围。

2) 从组织/政府部门到民众的通信，指的是从组织/政府部门到个人、群体或公众的通信。用于提醒公众的预警和信息系统属于此类范围。

3) 民众到组织/政府部门的通信，应急呼叫服务（例如，通过公共电话网络拨打诸如 112 或 110 等应急号码）属于此类范围。

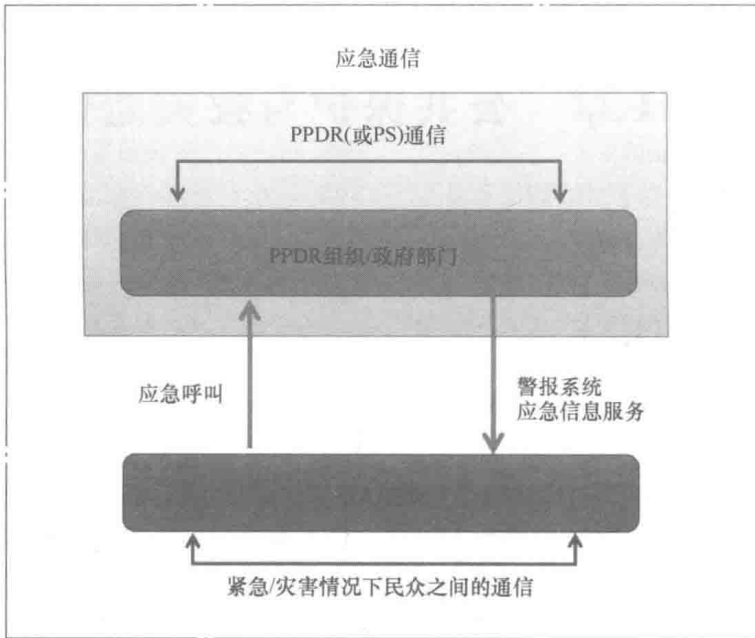


图 1.1 PPDR 与应急通信的含义范围

4) 民众之间的通信，在发生灾难的情况下，个人可能会有同其他人联系的强烈需求，以便确定或了解亲人的情况或财产等其他事物的状况，以及进行共同行动的协调。尤其是，一些新社交媒体通信技术能够让民众更快地分享信息，协助在紧急情况下的响应与恢复，以及在政治危机中进行动员活动。

在这种情况下，人们通常也将 PPDR 组织称作应急服务或应急响应提供者。特别是在出现直接危害到人员的身体或生命、个人或公共健康安全、个人或公共财产，以及环境等情况^[4]时，应急服务可以被定义为用于提供直接快速援助的机构或服务。

本书内容主要关注 PPDR 组织与政府部门及其内部的通信。从这个意义上来说，本书中出现的术语 PPDR、PS 和应急通信是可以互换使用的，指的都是此种类型的通信。

1.2 PPDR 功能和组织

PPDR 组织或政府部门主要负责预防和防止各种可能危及公共安全的事件发生。因此，由 PPDR 组织提供的主要职能和服务主要体现在以下几个方面^[5,6]：

1) 执法。执法的功能主要体现在预防、调查、逮捕或拘留任何被怀疑或认定违法的个人。这项职能通常由警察组织负责实施。

2) EMS。此类医疗服务的职能是为疾病或受伤的人员提供紧急救治和支持性护理，以及将人们转移到安全可控环境的能力。EMS 系统通常由以下几个部分构成：医疗急救人员（指的是在救护车到来之前能够提供非运送急救护理的人员和机构）、救护车服务（指的是能够提供基本的和高级的生命救治支持的服务）、特种运输服务（例如，直升机、船舶和雪地车等）、医院（例如，急诊、重症救护、心脏急救、新生儿监护病房等），以及各种专业中心（例如，创伤、烧伤、心脏、药剂病房等）。此外，EMS 的职能还包含了“灾难医学”的功能，也就是提供对严重事故中人员的验伤分类、初步救治、运输以及二级医疗。通常，这些服务可以由医生、医疗辅助人员、医疗技术人员、护士和志愿者来提供。

3) 消防。指的是扑灭危害人民生命财产安全的火灾的职能。其中,这种危险的火灾既可能发生在城市地区(房屋或建筑物),也可能发生在农村地区(例如像森林火灾)。这项服务通常由专业的消防部门和志愿消防部门提供。

4) 环境保护。这项职能主要体现在保护国家或地区的自然环境,以及其中由动植物构成的生态系统。具体到日常的环境保护行动,例如对水、空气和土地状况的监测。通常,由护林员、消防员和志愿者组织或公共机构负责这项活动。

5) 搜寻和救援。这项职能的目标是定位、接近、固定和运输丢失或失踪人员到安全的地方。搜寻和救援活动可由不同的公共安全组织(例如,消防员或 EMS)负责实施。

6) 边境安全。这项职能主要指的是控制国家或地区的边界,防止入侵或其他危及人民安全 and 经济状况的威胁情况发生。涵盖的领域包括对非法移民的核查、非法引进物品的核查和对其他海关法规禁止引进商品的核查。确保边境安全的工作通常由警察部门或专门的边防部队来执行。此外,海岸警卫队在边境安全上属于特殊的执法部门。

7) 应急管理。也称作民防,负责对资源进行组织和管理,以及处理各方面的重大突发事件/灾害,特别是承担对突发事件/灾害的预防、准备、应对和恢复工作。在紧急情况下,应急管理对外提供集中式的 PPDR 指挥控制机构。应急管理通过建立完善的计划、结构和组织安排,保证政府部门、志愿者和私人组织能够以一种全面、协调的方式应对所有重要的紧急需求。此外,应急管理的职能还包括对食品、卫生、交通、建材、电力能源的供应、电信和日常用品、态势感知,以及通信正常运转的恢复。

对于上述功能与服务来说,不同国家与地区的 PPDR 组织之间是互不相同的。在欧洲,由于不同国家 PPDR 服务的发展历史不同,类似组织提供的功能自然也就有所不同。此外,组织的形式及其标准的业务流程,在不同的 PPDR 组织之间也存在着显著的差异。这些差异体现在从志愿者服务组织(此类组织通常接受的培训有限)到专业化的准军事组织(例如,爆破专家和危险物品专家等)之间的各个方面。下面列举了欧洲的几种常见的 PPDR 组织类型,并指出了他们承担的各种职能,以及其中最主要的职能。

1) 警察。警察的主要任务是维护法律的执行,为民众创建安全的环境。警察职能:执法。

2) 消防。不同国家和地区之间的消防职责有所不同,主要职责包括确保消防安全、野外灭火、搜索营救、提供人道服务、有害物质管控和环境保护、海上救助和灾害控制、警戒安防和公共污染物洗消等。消防职能:执法、保护环境和搜索救援。

3) 边防(陆上)。边防警卫包括在国家或地区边界执行边境控制任务的国家安全机构。他们的职责通常是制止犯罪、防止非法移民和非法交易。边防(陆上)职能:执法和边境安全。

4) 海岸警卫队。海岸警卫队服务可能包括但不限于搜索救援(海上和水道等)、沿海水域保护、制止犯罪、防止非法移民和灾难,以及在管控区域内提供人道主义援助。海岸警卫队职能包括:执法、保护环境、搜索救援和边境安全防护。

5) 森林警察。此类警察专门负责森林环境保护,并在乡村和山区为其他机构在消防和执法方面给予支持。森林警察职能:执法、保护环境和搜索救援。

6) 医院和医疗急救人员。作为提供 EMS 服务的核心组成部分,他们通常依靠移动设备,例如救护车以及其他机动车辆(如直升机和其他设备)等。医院和医疗急救人员职能:EMS 和搜索救援。

7) 交通运输警察[⊖]。交通运输警察属于专门的警察机构,负责执法和保护交通,包括铁路、

⊖ 欧洲部分国家的警察设置。

高速公路以及其他道路交通。交通运输警察职能：执法。

8) 铁路运输警察。铁路运输警察属于专门的警察机构，负责执法和铁路的保护。在某些情况下，它属于铁路服务提供商的私有组织。铁路运输警察职能：执法。

9) 海关稽查员。国家执法机构的一个部门，负责监控入境的人员和货物。由于欧盟 (European Union, EU) 内部原有成员国家之间的边界去除，这些海关部门的职责更加侧重于预防犯罪。海关稽查员职能：执法。

10) 机场安检人员。机场执法机构负责保护机场、乘客和飞机的安全，预防并制止犯罪。机场安检人员职能：执法。

11) 港口安全人员。口岸执法机构负责保护港口以及航运港口设施。港口安全人员职能：执法。

12) 志愿者组织。志愿者组织是在与公共安全 (PS) 和环境保护相关领域内，经过训练的普通民众。他们自愿加入环境保护和公共安全保护活动，不收取报酬。志愿者组织职能：保护环境以及搜索援救。

除了上面提到的各种 PPDR 组织外，不同级别 (地方、地区、国家) 的政府公共部门也会直接参与到 PPDR 行动中，领导或支持应急管理职能。政府公共部门负责建立一整套防范和应急计划，以应对紧急情况。在应对最严重的突发事件中，政府公共部门将作为核心部门落实应急预案，同时为企业和志愿者组织提供咨询，帮助企业和志愿者组织开展持续性的业务管理。

此外，应急响应还会涉及其他一些公共或私人组织，如交通部门、市政工程、公用事业公司 (自来水、燃气、电力) 和电信运营商等。对于电信运营商来说，应急管理计划可能包括准备用于重大紧急情况/灾难的应急通信设施。电信运营商需要支持这些计划，从而在紧急情况下，提供在基于策略的网络管理方案中预先定义好的各种特殊的业务模式 (例如，调用或优先接入方案、对特定应答点的重新路由呼叫)。

军队也可以在国家重大突发事件中提供对 PPDR 行动的支持，军事部门可以提供人力和设备，以补充公共安全资源。在应对自然灾害 (例如，洪水、地震) 中，此类支持活动经常发生。部队还可以在重大活动 (例如，奥运会) 中提供安全预案支持，以及对人为紧急情况 (例如，恐怖袭击) 提供专业的应对。专业的军事技能或设备在应对此类事件中至关重要，并且作为应急响应中一个不可分割的组成部分。

最后，但并非是最不重要的，一些部门和组织中的个人在紧急情况中也会起到重要的作用^[7]。特别是，一些非政府组织 (Non - Governmental Organization, NGO) 和民间组织中的专业人士和志愿者在处置突发事件中也会提供重要的支撑作用。他们的有效参与及对整个救援计划的指导，将高度依赖于他们与政府部门之间的联络。为他们提供用于报告实地观察或获取最佳危机现状信息的工具，对于发挥他们在紧急情况中的作用，就变得至关重要。

另外，紧急情况发生的现场、船舶等的所有者，同样需要履行一定的责任义务。现场工作人员 (或者其他人员) 被认为最适合对现场进行管理，可以加入救援和清理活动。不过，他们也属于受紧急情况影响的个人。同时，后勤协调和公用事业服务供应机构 (由燃气公司、电力公司、电子通信服务公司以及自来水公司提供的服务) 所提供的协助对于紧急情况的应对也是至关重要的。公用事业服务机构通常位于紧急区域之外，能够从某个控制中心提供对紧急情况区域的管控。公用事业服务机构的工作人员也可以直接进入到紧急区域内部 (或附近) 进行必要的人工作业。最后，媒体 (记者、电台/电视新闻记者) 在对外报道抢险现场的信息，以及向受影响个人发布政府部门信息中，也会起到关键作用。广播也可以被用来招募志愿者。

在此背景下，术语“第一响应者 (First Responder, FR)”通常指的是执法、紧急医疗、消防和救援服务。反过来，术语“紧急事件应对者 (Emergency Responder, ER)”所指则比“第一

响应者”涉及的范围更为广阔，包括在这种情况下的其他实体，例如，电力、自来水和燃气公司、运输、交通、搜索援救、医院、红十字会，以及其他参与事件响应的实体。

1.3 PPDR 行动框架及通信需求

PPDR 组织每天都需要对突发事件和重大事件进行有效的监管。这些事件在规模上彼此之间可能有很大的不同。“重大事件”“突发事件”以及类似的词汇作为通用的术语，在含义的解释上存在明显的程度差异。在特定的情况下，事故（Incident）具有更高的紧急程度或严重程度。例如，在一个拥有 500 人小镇发生的公共骚乱事件中，由 5 名官员来处理骚乱事件远远要比用 50 名官员处理骚乱具备更加严重的潜在危险性。事故可能涉及多个 PPDR 服务（警察、消防、救护车和专业人士等）之间的交互。此外，由于这些事件并不受行政区域、地区、国家或语言界限的限制，因此，它的行动场景可能涉及一些跨境行动。根据本章参考文献 [8]，“重大事件”指的是需要由一个或更多的紧急服务给予特别安排计划的事件，并且通常涉及大量人员直接或间接地投入。例如：

- 1) 大量伤亡人员的抢救和运输。
- 2) 大规模应急服务资源的组合投入。
- 3) 各种应急支援服务（例如，地方或地区的政府部门）的动员和组织，以应对可能造成大量人员无家可归、严重伤害甚至死亡的各种威胁。
- 4) 处理大量来自民众和大众媒体的信息查询需求，通常用于警察。

人们认为，各类事件的处理需求之间存在着相当大程度的共同性。它们可以是可扩展性问题、考虑的空间和时间问题，以及某些具体的事件需求，如跨境监管的流程、侦办和抓捕恐怖分子或罪犯的行动等。

在紧急服务中，人们通常会对已知风险制定一系列的应急计划，这样做具有重要的意义。例如，保护重要人员住所的反恐计划、医院及大型零售中心发生重大火灾的疏散计划等。然而，也有很多无法明确定义或预防的重大事故：无法确定它们的原因、位置、规模、后果以及中长期的影响。出于这一原因，应急服务等部门必须在他们的思维方式和业务流程中引入相当程度的灵活性，试图建立一套涵盖各种可能的不可预测事件的响应机制，并且避免这些机制变得官僚化，拖沓臃肿、完全失效。

大量文献中都有关于 PPDR 部门和人员行动场景的介绍，用于指导和建立最佳实践，以及构建派生组织、功能和技术（包括通信）需求及标准（例如，本章参考文献 [1, 5, 6, 9-12]）。基于上述引用的参考文献，后面几小节将全面介绍与 PPDR 通信有关的各个行动方面，包括 PPDR 行动场景分类、一种通用的行动框架的介绍、主要组成部分及通信参考点的确定，以及对 PPDR 行动框架至关重要的当前和预期通信服务的确定。

1.3.1 行动场景

从 PPDR 行动中无线电通信使用的方法来看，存在 3 种不同的无线电工作环境，用于满足不同的 PPDR 应用的使用需求。

1) 日常行动。日常行动涵盖了 PPDR 部门在其管辖范围内进行的每日例行业务。通常情况下，这些行动都是在国界之内进行的。

2) 大型紧急和/或公共事件。大型紧急和/或公共事件指的是引起公共保护和潜在的救灾部门对其辖区特定区域内进行响应的事件。不过，他们仍然需要在其辖区的其他位置进行每天的例行业务。这类事件的大小和性质可能需要来自临近的辖区、跨国机构或国际组织提供额外的

PPDR 资源。在大多数情况下，要么有适当的计划，要么有时间去计划并协调需求。在这一场景下，大型紧急事件的例子，如大城市中发生的涵盖三四个街区的大火，以及大规模森林火灾等。同样，大型公共事件（国家或国际）的例子，如八国集团峰会、奥运会等。

3) 灾害。灾害指的是那些由自然或人为造成的危害。例如，自然灾害包括地震、大型的热带风暴、大型冰雹、洪水等。人为灾难包括大规模的犯罪发生或武装冲突状况。鉴于大量人员可能受到灾害的影响，造成巨大的财产损失以及灾害之后社会凝聚力的下降，因此跨国 PPDR 行动或国际互助具有极大的优势。

在下面几个环境中可以看到上述几种行动场景，以及在特定环境下，对包括通信系统在内的设备需求的影响^[6]。

1) 城市环境。指的是城市内部区域或城市密集区域，通常具有密集的人口和建筑物。城市环境下的紧急情况和其他类型的公共安全场景通常具有行动范围有限（从数百米到几千米）、人造障碍物较多和需要较高反应速度的特点。城市环境中可能有很多设施，但交通拥堵会限制 PPDR 响应者的移动速度。

2) 乡村环境。指的是不具有密集城市化的区域，像农村、山区、丘陵或森林地区。在乡村环境里，可能会有诸如山地和丘陵等自然障碍物。乡村地区出现的紧急情况可能涉及更大的地理范围（数十平方千米）。并且，乡村环境下通常没有大量的通信设施。

3) 蓝色和/或绿色边界。指的是陆地和海洋或大型湖泊之间的边界（蓝色边界）或者在陆地上的两个以上不同行政区域之间的边界（绿色边界）。单一行政或政府区域（例如，国家范围内）内的边界与跨不同行政或政府区域（例如，跨国范围内）的边界可以被明显区分。因为，不同的 PPDR 组织很可能工作在第二种情况下，此时则会更加强调对互操作性的需求。

4) 港口或机场。港口或机场与城市环境有类似的特点。因为，通常它的大小也是受限的（几平方千米）。与常见的城市环境相比，在港口或机场中会有一个更大的重要设施（例如，交通控制中心），该设施需要得到有效的保护或者它提供的服务应当得到有效的维持。此外，还可能会有存放易燃易爆危险物或化学物质的重要设施。

以下维度的用途是，确定不同行动场景中与 PPDR 通信相关的特征：

1) 地理范围。这一维度描述的是紧急情况涉及的区域大小。

2) 环境复杂度。这一维度表示紧急情况在涉及的实体数量、环境处理难度等方面上体现出的复杂度。

3) 危机严重性。这一维度表示民众、基础设施和环境面临的安全风险程度。

大部分的日常行动主要用于低/中等覆盖范围，呈现较低环境复杂度（例如，仅涉及单一机构的人员），并且危险严重性较低。相反，诸如洪水、地震等自然灾害很可能会影响较大范围的区域，因此需要复杂的应急响应（例如，涉及很多的 PPDR 部门、志愿者以及军队），并且，在自然灾害发生的过程中，很多的基础设施（例如，运输、通信）会被破坏，甚至摧毁。

1.3.2 PPDR 行动框架

PPDR 行动通常涉及以下几个方面^[9]：

1) 现场介入团队。由担负核心使命任务的第一响应专业团队（例如，执法、消防、医疗救助、搜索援救等）组成。

2) 现场介入团队领导（位于介入团队内或移动指挥部内）。作为领导，必须具备完成任务的智慧和执行任务的方法。以 PPDR 行动中使用的无线电通信来说，团队领导需要明确掌握无线电的使用方案，例如，谁应该同谁通话，应当在哪个通话组通话。