

# The Landscape of Digital Trunking Communication System\*

Xueru Li<sup>1,2</sup>, Zhiqing Xiao<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Information and Communication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing

<sup>2</sup>Wireless and Mobile Technology Research R&D Center, Research Institute of Information Technology, Tsinghua University, Beijing

Email: xueruli1206@gmail.com; xzq.xiaozhiqing@gmail.com

Received: Jun. 14th, 2011; revised: Jun. 23rd, 2011; accepted: Jun. 27th, 2011.

**Abstract:** With the purpose of revealing the differences between public communication system and digital trunking system, a detailed introduction of the characteristics, network structure and key services provided of the latter was made. For the further study of digital trunking system, we then carried out a thorough research on the four digital trunking protocols—TETRA, iDEN, GoTa and GT800—that are most widely used in China. It not only analyzed the technological characteristics of these protocols, but also introduced their latest versions, technical developments and directions of further evolution respectively, which made the present development situation of digital trunking system clear at a glance.

**Keywords:** Digital Trunking System; TETRA; iDEN; GoTa; GT800

## 数字集群通信系统综述\*

李雪茹<sup>1,2</sup>, 肖智清<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>北京邮电大学信息与通信工程学院, 北京

<sup>2</sup>清华大学信息技术研究院无线与移动通信技术研究中心, 北京

Email: xueruli1206@gmail.com; xzq.xiaozhiqing@gmail.com

收稿日期: 2011年6月14日; 修回日期: 2011年6月23日; 录用日期: 2011年6月27日

**摘要:** 为体现集群通信系统与公网通信系统的关键不同, 本文首先介绍了数字集群通信系统的技术特点、典型网络结构和关键业务等重要信息。为了研究集群通信系统的发展, 本文进一步介绍了在我国应用最为广泛的数字集群通信标准——TETRA、iDEN、GoTa 和 GT800。文章不仅详细分析了这些集群标准区别于其他集群标准的技术特点, 而且介绍了这些标准的最新版本、最新发展状况以及今后的发展方向, 分析了数字集群通信标准未来的整体发展趋势, 使得数字集群领域的整体发展一目了然, 具有重要指导意义。

**关键词:** 数字集群通信系统; TETRA; iDEN; GoTa; GT800

### 1. 引言

集群系统的发展可以追溯到 20 世纪 50 年代。早在 1977 年, 美国的就开通了第一个商用的集群系统, 在全球引起广泛关注<sup>[1]</sup>。之后世界范围内的许多国家都开始发展集群通信, 使集群通信这一领域得到快速的发展。

集群系统不是公网通信系统的竞争者; 相反, 它凭借其高效的频谱利用率、快速的呼叫建立、丰富的调度业务、完善的优先级管理、良好的话音保密性能、较高的系统可靠性和抗毁性等独特的优点, 有力的弥补了公网通信系统的不足, 成为一种高效的指挥调度系统<sup>[2]</sup>。在公共安全、特种通信、抢险救灾和生产作业等社会多个专业领域, 集群系统正成为不可替代的通信手段。

\*资助信息: 本论文受国家重大专项“新一代宽带无线移动通信网”子课题“宽带多媒体集群系统技术验证”资助。

历经多年的发展,集群系统已由最初的模拟集群通信系统逐渐演进为数字集群通信系统<sup>[3]</sup>。数字集群系统具有频谱利用率高、抗干扰性能强、话音质量好、系统容量大等模拟集群系统不可比拟的优点,因此备受关注<sup>[2]</sup>。为了促进全球数字集群通信系统的发展和标准化,国际电信联盟在审核了众多数字集群标准后选择了七个进行推广,它们是欧洲电信标准协会提出的 TETRA(Terrestrial Trunked Radio)标准、北美提出的 APOC25(Association of Public Safety Communication Officials—Project 25)标准、日本工商联合会提出的 IDRA 标准、Motorola 公司提出的 iDEN(Integrated Digital Enhanced Network)、法国提出的 TETRAPOL、以色列提出的 FHMA(Frequency Hopping Multiple System)标准和瑞典 Ericsson 公司提出的 EDACS(Enhanced Digital Access Communications System)标准<sup>[4]</sup>。

## 2. 集群系统简介

### 2.1. 集群系统的主要特点

从“集群”(Trunking or Trunked)这个词的含义来讲,集群系统最重要的特点是“系统所具有的全部可用信道都可为系统的全体用户共用”<sup>[2,4,5]</sup>。即系统内的任一用户想要和系统内另一用户通话,只要有空闲信道,他就可以在中心控制台的控制下,利用空闲信道进行通话<sup>[6]</sup>。日本将这种技术称为“多信道接续”或“多信道切换”。

从系统性能和采用的技术方式来讲,集群系统的重要特点如表 1 所示。

表 1 对集群通信系统与公网通信系统在多个方面进行了比较。其中集群通信系统的每一条特点,都为其带来了不同于公网通信系统的独特优点,使其能在社会的多个专业领域充分发挥自己的优势。在此对表 1 中的主要条目进行深入说明以体现这些特点的重要性:

1) 单工、半双工的方式、动态分配信道方式和限制通话时间大大提升了系统资源的利用率。

2) 呼叫建立时间短一方面提升了系统的指挥效率,另一方面提高了生产作业指挥中(如航空飞行、油田、工矿等)的安全性。

3) 呼叫方式的多样性代表了集群系统丰富的系

**Table 1. Comparison between trunking communications system and public communications system**  
**表 1. 集群通信系统与公网通信系统技术特点比较**

技术特点	集群通信系统	公网通信系统
用户范围	专业领域用户	公众用户
双工方式	单工、半双工	全双工
信道分配方式	动态分配信道方式	固定分配信道方式
呼叫建立时间	几百毫秒	几秒
限制最长通话时间	限制	不限制
呼叫方式	单呼、组呼、群呼等	单呼
抗毁性能	强	弱
保密性能	相对高	相对低
优先级管理	完善	几乎没有
组网方式	大区、小区	小区、微小区

统业务功能,提高了系统的指挥效率。

4) 抗毁性能强使得在灾害中集群通信系统瘫痪的可能性降低,从而保证了指挥调度的有效性,对于保障群众的生命财产安全有重大意义。抗毁性能的增强依赖于集群通信系统的故障弱化能力和直通模式通信能力。

5) 完善的优先级管理保证了在紧急情况下重要指令优先传达,避免由于系统业务量饱和造成指挥效率降低。

### 2.2. 集群系统的网络结构

从系统的网络控制方式来看,集群系统可以分为集中式控制和分散式控制<sup>[2]</sup>。“集中式控制”意为由系统控制器负责集群逻辑控制,“分散式控制”则是由每个转发器上的逻辑单元分散处理集群逻辑控制。这两种方式的网络结构基本上都由移动管理终端、转发器、集群逻辑控制部分、调度台和移动台组成。由于分散式控制网络结构较复杂,本文仅对集中式控制网络结构进行深入的介绍。

集中式控制网络的结构可分为:单区单基站结构、单区多基站机构、多中心多区结构和多层次多控制中心的多区结构<sup>[2,6]</sup>。

#### 2.2.1. 单区单基站结构

单区单基站结构是最基本得集群通信系统网络结构,网络总仅有一个系统控制中心和一个基站,结构

如图 1。该基站可以有一个到几十个信道，因此网络规模较小，应用范围受到很大限制。

### 2.2.2. 单区多基站结构

单区多基站结构与单区单基站结构类似，不同的是设置多个基站，且这些基站均受同一个控制中心控制管理，各个基站有自己的移动台。这样的组网方式比单区单基站方式更加灵活。

### 2.2.3. 多中心多区结构

多中心多区结构是指多个单区网络通过区域控制中心连接形成的分级管理网络。在这种网络结构中，一个区域内可以有多个不直接连接的单区网，单区网的管理通过区域控制中心负责，如越区登记、不同区的业务管理、信道的分配、漫游业务等。

### 2.2.4. 多层次多控制中心的多区结构

这种网络结构适用于跨市、跨省的大型集群系统。设置区域管理中心来管理多个单区网络，在区域管理中心之上进一步设置最高级管理中心。区域管理中心负责单区网络之间的用户业务，如越区登记；最高级管理中心负责管理各区域管理中心。网络结构如图 2。

## 2.3. 集群系统提供的业务

集群系统提供的业务分为用户终端业务(也称电信业务)、承载业务和补充性业务。用户终端业务和承载业务总称基本业务<sup>[2]</sup>。

用户终端业务是为用户 - 用户之间的通信提供完整通信能力的业务<sup>[6]</sup>，包括调度语音业务、电话互联业务和短消息业务。调度语音业务包括单呼、组呼、广播呼叫等呼叫业务；电话互联业务是指使集群通信网络通过网关与公共电话网络(PSTN)、专用自动交换网络(PABX)互联的业务；短消息业务则是提供用户 - 用户之间发送短消息数据的业务。

承载业务是提供用户与网络接口之间信号传送能力的业务<sup>[7]</sup>，与用户终端业务合称基本业务。承载业务主要分为电路型数据业务和分组型数据业务。

补充性业务用于对基本业务进行修改或补充，以提供更丰富、更灵活的业务。补充性业务不能单独作为一类业务存在，必须与基本业务相结合才能向用户提供。补充性业务非常丰富，主要分为集群类补充业务和电话类补充业务。前者是对集群通信网络的调度

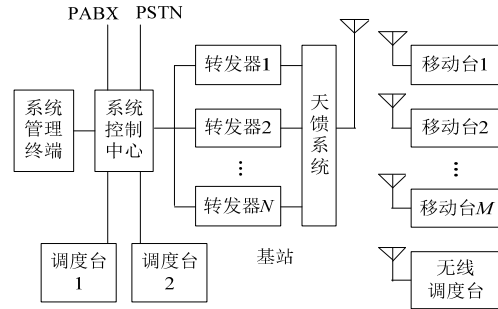


Figure 1. Single-region-single-station network structure  
图 1. 单区单基站网络结构

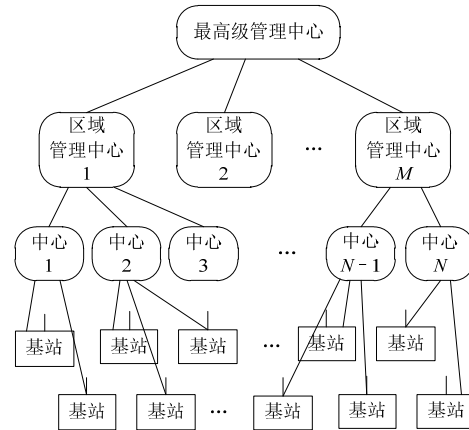


Figure 2. Multi-layer-multi-center network structure  
图 2. 多层次多控制中心网络结构

功能进行修改和补充，后者是对个人通信的业务进行修改和补充。

集群类补充业务包括但不限于：优先级呼叫、紧急呼叫、迟后进入、动态重组、强插强拆、呼叫转移、合法侦听、密钥销毁、开放式信道呼叫等。

- 1) 优先级呼叫：高优先级的用户或者业务优先获得系统资源完成业务。
- 2) 紧急呼叫：优先级最高的业务。
- 3) 迟后进入：在组呼过程中，后进入的用户可以加入到正在进行的通话中。
- 4) 强插强拆：调度台能够强制插入或拆线某正在进行的通话。
- 5) 合法侦听：对集群系统内的所有呼叫进行监听，不需要被监听者的同意。
- 6) 电话类补充业务：包括但不限于主叫号码显示、被叫号码显示、呼叫保持、呼叫转移、呼叫等待、多方通话、免打扰业务等。

7) 呼叫保持: 调度台能够暂时中断一个呼叫, 发起另外一个呼叫, 并且在该呼叫完成后, 回复原来被中断的呼叫。

8) 免打扰业务: 调度台激活该业务后, 拒绝接听任何呼叫。

### 3. 我国主流数字集群协议标准

在 ITU 提出的七种数字集群标准中, TETRA 标准和 iDEN 标准在我国甚至世界上的应用最为广泛<sup>[1-3]</sup>。除了这两个国际标准, 我国华为公司和中兴通讯公司也分别推出了自己的数字集群体制——GT800 和 GoTa, 弥补了我国在集群通信领域的不足。

#### 3.1. TETRA 标准

TETRA 标准中文为“陆上集群无线电”, 是由 ETSI 于 1995 年正式确定、1998 年起全面推广的数字集群通信体制<sup>[2]</sup>。经过多年的演进与修改, ETSI 于 2010 年 8 月提出了 TETRA 各子部分的最新版本, 如 2010 年 8 月提出了语音 + 数据(V + D)第二部分: 空中接口的最新版本 v3.4.1.<sup>[8]</sup>。

TETRA 标准经过多次版本的修订后, 使用的若干技术发生了变化<sup>[9,10]</sup>: 工作频段由原来的 400 MHz 频段增加为 400 MHz 和 800 MHz 两个频段。使用的是频分双工的双工方式, 双工间隔为 10 MHz(400 MHz 频段)和 45 MHz(800 MHz 频段)。调制方式由原来的  $\pi/4$ -DQPSK 变为  $\pi/4$ -DQPSK、 $\pi/8$ -D8PSK、4QAM、16QAM 和 64QAM 多种方式。射频信道带宽由原来的 25 KHz 增加为 25 KHz、50 KHz、100 KHz、150 KHz 四种带宽, 用于支持宽带数据业务。基带传输速率也因带宽的多样化而得到提高, 由原来的单一 36 Kbps 增加为 25 KHz 上的 115.2 Kbps(最高), 和 150 KHz 上的 691.2 Kbps(最高)。针对 QAM, 采用了原来未采用的平行级联卷积码这一信道编解码方式。另外, 为了适应宽带和多媒体的演进方向, 在新的 TETRA 版本中, 高层协议增加了分组数据层和多媒体交换层。

在 TETRA 的最初版本中, 系统有三种工作方式: 语音 + 数据(V + D)方式、分组数据优化(Packet Data Optimized, PDO)方式和脱网直通(Direct Mode Operation, DMO)方式<sup>[11,12]</sup>。在 V + D 工作方式中, TETRA 系统提供几乎所有的基本业务和补充性业

务, 其业务功能十分丰富; PDO 工作方式的目的是通过采用统计时分复用, 增加分数数据的吞吐量, 但是在 1999 年进行了第二稿修订之后, 没有得到很好的发展, 现在已经被废弃<sup>[9,13]</sup>; 脱网直通模式指移动台不经过网络基础设施直接进行相互通信, 非常适合于在没有设置基站的地区及覆盖范围之外的地区使用, 并且当系统出现故障时或系统过载以至难于快速接入时仍可进行通信。在常规专用网中, 脱网工作的移动台不能与未脱网的移动台保持通信联络。而 TETRA 直通工作方式中, 两个移动台只要其中一个移动台处于集群系统的覆盖范围之内, 即可利用其双监视功能来了解有无其它移动台在对其进行呼叫。

除了丰富的调度业务和强大的脱网直通功能, TETRA 具有虚拟专用网功能<sup>[12]</sup>。通过为群体用户提供专用调度台, 利用与其他群体共享的网络基础设施, 系统向用户提供普遍意义上专用网的功能。通过虚拟专用网, TETRA 系统可以使一个物理网络为互不相关的多个组织机构服务。

另外, TETRA 系统的安全加密性能十分突出, 它提供三种加密方式: 鉴权、空口加密和端对端加密<sup>[2,6,12]</sup>。端到端加密功能为对信息安全有特殊要求的部门制定, 在该加密过程中, 系统不知道用户密钥, 由用户产生和管理密钥。

虽然欧盟宣称 TETRA 的标准完全开放, 但开放的仅是空中接口部分<sup>[12]</sup>。较低的开放性使得不同厂商之间的设备不能互联互通, 大大限制了该标准的发展。

随着集群通信技术的成熟和市场需求, TETRA 的下一步发展方向主要集中在如下几个方面:

- 1) 在原有业务的基础上, 提供基于 IP 的分组数据业务和多媒体业务, 这将是未来标准化的重点<sup>[9]</sup>。
- 2) 频率扩展, 争取覆盖 130 MHz~1 GHz, 以满足市场需要<sup>[10]</sup>。
- 3) 开发研究多模终端<sup>[12]</sup>。
- 4) 增强系统的互联性和与 3G 移动通信的兼容性<sup>[12]</sup>。

#### 3.2. iDEN 标准

iDEN 中文名称为“综合数字增强型网络”, 是

美国摩托罗拉公司生产的数字集群移动通信系统。该公司于 1993 年在美国和日本推出 iDEN 系统, 1994 年推向国际市场。在 1996 年, ITU 在报告中正式全面采纳 iDEN 系统作为国际标准<sup>[2]</sup>。

iDEN 的网络配置有两种: 大规模的 iDEN 交换系统和紧凑型 iDEN 系统(也称 Harmony 系统), 具体使用哪种配置可根据用户数量灵活选择<sup>[2]</sup>。大规模 iDEN 交换系统适用于用户数量大、密度高的网络, Harmony 系统适用于用户数量少、基站数目少的网络。经过多年的演进, 两类系统的标准版本也在不断升级, 前者的标准由 1997 年的 7.0 版本升级到 2004 年的 11.0 版本, Harmony 系统由 1.0 升级到 4.0<sup>[2]</sup>。

iDEN 系统采用的技术特点如下: 采用蜂窝组网方式; 工作频段为 800 MHz 和 1400 MHz, 采用频分双工的方式, 双工间隔分别为 45 MHz 和 48 MHz, 载频间隔均为 25 KHz; 采用 TDMA 的多址方式, 每个载频上划分的时隙数目由原来的 6:1(调度)和 3:1(双工互联)提高到 12:1(调度)和 6:1(双工互联), 频谱利用效率远远高 TETRA 系统; 数据传输速率可达 96 Kbps; 调制方式为 16-QAM 方式。

iDEN 系统的重要特点之一是它把数字调度通信、数字蜂窝通信和移动数据等功能联合在一起。目前已经有具备 GSM 双模的 iDEN 手机, 能够在 iDEN 网络中工作, 也可以进入 GSM 网络中进行通信, 并能实现两个网络之间的漫游, 大大方便了用户<sup>[2]</sup>。据此, iDEN 的移动终端具有“四合一”方式的通信能力。所谓“四合一”, 是指具有以下四种通信能力:

- 1) PTT(Push To Talk)通话方式: 这是集群通信中特有的通话方式, 呼叫建立时间短, 用户以半双工方式与网络内的其他用户通信。
- 2) 电话互联通信: iDEN 内的用户可以全双工的方式与 PSTN 网内用户或 iDEN 网络用户进行通信。
- 3) 短信息通信: 提供 140 字符内的短信息服务。
- 4) 分组数据通信: 数据传输速率可达 96 Kbps 的分组数据服务。

iDEN 系统提供的业务十分丰富。具备绝大多数的用户调度业务中业务, 而且由于 GSM 网络的密切联系, iDEN 系统的电话互联业务功能强大, 具有固定电话呼叫移动电话、移动电话呼叫固定电话、移动电话呼叫移动电话三类互联呼叫类型, 并且提供紧急

呼叫、呼叫转移、呼叫等待和呼叫保持等多种补充性业务。承载业务中, iDEN 提供分组数据业务, 支持一个基站多用户 33 Kbps 的数据速率, 以及单一用户 22 Kbps 的数据速率, 一个基站最多支持 9 个分组数据信道。

iDEN 系统也具有虚拟专用网功能<sup>[14]</sup>。实际应用中, 虚拟专用网主要是在终端用户数量较多、对通信的保密性要求较高或者需要频繁修改终端信息的场合下应用。

iDEN 的标准开放性比 TETRA 标准更低, 因此虽然系统提供的业务丰富, 但是在我国应用中设备价格居高不下, 一定程度上限制了该标准的发展。

随着人们对集群系统功能的要求越来越高, iDEN 系统也逐渐开始向多媒体方向演进, 以提供多媒体业务<sup>[2]</sup>。

### 3.3. GoTa 标准

GoTa 标准意味开放式集群架构, 是中兴通讯公司于 2003 年推出的具有我国自主知识产权的数字集群体系<sup>[2,15]</sup>, 并于 2008 年成功服务北京奥运会, 正式成为工业和信息化部发布的集群通信行业标准<sup>[16]</sup>。

GoTa 系统具有如下技术特点: 采用 CDMA 多址方式, 扩频速率为 1.2288 Mbps; 工作频段为 800 MHz, 采用频分双工方式, 双工间隔为 45 MHz, 载波带宽 1.25 MHz; 调制方式为 16-QAM 和 QPSK 方式。

与其他数字集群系统相比, GoTa 系统最大的特点在于采用的 CDMA 技术, 因此具备了 CDMA 技术的所有优势:

- 1) 系统覆盖范围大: 由于系统扩频带来 21 dB 的增益, 因此接收机灵敏度高于时分多址的系统<sup>[2]</sup>。
- 2) 系统容量大: 由于采用扩频技术带来的抗干扰能力增加, 系统的容量远大于时分多址系统<sup>[17,18]</sup>。
- 3) 用户共享前向信道, 频谱利用率高。
- 4) 数据传输速率高: 由于采用第三代移动通信的技术, 系统可以提供高速数据业务, 单用户数据速率可达到 9.6 Kbps, 全新到数据速率高达 153.6 Kbps, 远远超过了 TETRA 系统和 iDEN 系统<sup>[2]</sup>。
- 5) 通话保密性高: 这也源于 CDMA 的伪随机码技术, PN 码有 4.4 亿万种排列方式, 破解几乎不可能。同时系统也支持端到端加密方式。

除了以上由于 CDMA 带来的巨大优势, GoTa 系统还具有标准开放性高, 利于多厂家产品互联互通的优点。而且, 由于采用主流的第三代移动通信技术, 所以设备的生产成本较低。

GoTa 系统提供的业务功能比较丰富, 能够提过大多数基本业务和增值业务。但是相对于 TETRA 系统和 iDEN 来说, 还略有差距。如 GoTa 系统不能提供直通模式, 因此网络的抗毁性能受到威胁。另外, GoTa 系统没有虚拟专用网功能。

为了能够与 TETRA 标准和 iDEN 等标准有力竞争市场, GoTa 还需要在系统性能(如缩短呼叫建立时间)、丰富业务功能(如直通模式)等方面进一步发展。GoTa 系统的出现是我国数字集群领域的一座里程碑, 对于我国在该领域的发展具有重要意义。

### 3.4. GT800 标准

GT800 标准是由华为公司提出的以 TDMA 技术为基础, 分阶段发展的、适合集群应用数字集群标准<sup>[6]</sup>。在 2005 年 5 月举行的 3GPP GERAN 技术规范组第 24 次会议上, GT800 数字集群通信系统被正式纳入国际标准, 成为目前唯一被国际标准组织认定的中国集群规范<sup>[19,20]</sup>。

在第一发展阶段中, 系统以 TDMA 技术为基础, 研发具有组呼、快速呼叫、动态重组、优先级控制、虚拟专网等基本语音调度功能, 以及具有采用 GPRS 网络进行数据传送的数据传输功能的数字集群系统。第二阶段的发展方向于 2004 年 11 月得到确定: TD-SCDMA 集群技术研发启动<sup>[21]</sup>。第二阶段将引入 TD-SCDMA 技术, 提供高速数据业务和高系统容量, 增强网络和终端功能, 提供终端直通功能和端到端加密等, 满足特殊行业用户的需求。

两个阶段的技术特点对比如表 2:

GT800 系统的特点如下: 具有丰富的集群业务, 提供大多数基本业务和补充性业务; 具有良好的系统安全性和保密机制; 提供高速率数据业务, 在第二阶段中将高达 2 Mbps; 支持虚拟专用网功能和故障弱化功能, 系统具有较强的抗毁性<sup>[22]</sup>。

另外, GT800 系统具有良好的可持续发展能力。GT800 系统基于 TDMA 技术, 可充分利用主流移动通信技术体制的产业基础, 因此比其他数字集群系统具

Table 2. Comparison between phase I and phase II of GT800  
表 2. GT800 第一阶段与第二阶段比较<sup>[2]</sup>

技术特点	阶段一	阶段二
接入方式	TDMA	组呼建立时间
频带	上行 806~821 MHz; 下行 851~866 MHz	
双工方式	FDD	TDD
载波宽度	200 KHz	1.6 MHz
调制方式	GMSK	QPSK/8-PSK
基本语音速率	13 Kbps	-
语音编码方式	RPE-LTP	AMR
分组数据速率	相对高	相对低
电路型业务数据速率	最高 9.6 Kbps	最高 9.6 Kbps
覆盖方式	蜂窝	蜂窝
组呼建立时间	<700 毫秒	<700 毫秒

有更好的稳定性, 核心技术与主流移动通信技术保持同步发展<sup>[2,22]</sup>。

与 GoTa 系统相同, GT800 系统具有良好的开放性, 多厂家设备能够互联互通, 十分有利于标准的发展<sup>[2]</sup>。

## 4. 集群通信的未来发展趋势

### 4.1. 宽带化与多媒体化

随着无线通信技术的发展, 人们对数据速率的要求越来越高, 因此提供高速的数据传送业务必然成为用户对集群系统的一大要求。另外, 为了增加指挥调度的有效性, 用户希望能够得到调度现场的图片甚至是视频, 从而做出正确的指挥方案。因此, 集群系统的宽带化和多媒体化是必然的发展趋势<sup>[23]</sup>。TETRA 系统在这个领域已经走在前列。在 TETRA 的升级版中, 为处理多媒体业务, 高层协议增加了分组数据层和多媒体交换层。文献[24]也对集群系统的多媒体化进行了探讨。

### 4.2. 集群共网化

按照用户的领域分布, 数字集群网络可以分为共网和专网。专网仅为某个企业或部门服务, 在某些特殊的应用领域具有不可替代性。共网则通过虚拟专用网的方式, 基于一个集群网络向不同的集群用户群体提供不同需求和不同优先级的服务。相比专网, 集群

系统的共网方式具有更高的资源利用率。而且由于运营商负责共网的网络维护, 用户可以得到更加专业的服务, 降低网络成本。因此, 在大多数集群应用领域, 共网化将是必然的趋势<sup>[25]</sup>。

## 5. 总结

随着数字集群通信系统在近几十年的快速发展, 其强大、灵活的指挥调度功能给世界留下了深刻的印象。随着集群标准和相关技术的不断成熟, 数字集群通信系统将成为多个社会领域不可缺少的通信手段。事实证明, 数字集群通信系统的发展是大势所趋。

本文集中分析了在我国甚至世界上应用最为广泛的两个国外标准(TETRA 和 iDEN)和具有我国自主知识产权的国内标准(GoTa 和 GT800)。不仅详细分析了这些集群标准区别于其他集群标准的技术特点, 更为重要的是指出了这些标准的最新版本、最新发展状况以及今后的发展方向, 更进一步指出了数字集群通信标准未来的整体发展趋势, 使得数字集群领域的整体发展一目了然。这是具有重要意义的工作。

## 参考文献 (References)

- [1] 唐军. 发展集群通信刻不容缓[J]. 通信世界, 2000, 2(S6): 31-32.
- [2] 郑祖辉, 陆锦华, 郑岚. 数字集群移动通信系统(第二版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 251-519.
- [3] 郑祖辉. 我国集群通信的发展之路[J]. 中国无线电管理, 1999, 10(1): 27-30.
- [4] 曾少华. 新一代数字集群通信系统——GoTa[J]. 电信网技术, 2004, 5(5): 40-43.
- [5] 段冀烽. 数字集群通信系统工程方案研究[J]. 科技资讯, 2010, 8(28): 12.
- [6] 徐小涛. 数字集群移动通信系统原理与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008: 28-30.
- [7] 郑祖辉. 数字集群通信的业务与功能[J]. 中国无线电, 2008, 21(5): 43-46.
- [8] EN 300 309-2. Terrestrial Trunked Radio (TETRA), Voice plus Data (V + D), Part 2: Air Interface (AI), 2010-8.
- [9] 徐子平. TETRA 数字集群宽带化演进[J]. 军事通信技术, 2008, 29(2): 46-50.
- [10] 刘林, 范平志. TETRA 最新进展[J]. 移动通信, 2000, 24(2): 14-18.
- [11] 孙听, 孙溪. TETRA 数字集群系统的技术特性和组网方法[J]. 移动通信, 2003, 27(8): 84-88.
- [12] 陈杰, 孙溪. TETRA 数字集群标准和 GT800 数字集群标准的比较[J]. 仪器仪表标准化与计算, 2007, 23(1): 10-32.
- [13] ETS 300 393-2. Terrestrial Trunked Radio (TETRA), Packet Data Optimized (PDO), Part 2: Air Interface (AI), 1999-8.
- [14] 郑祖辉. 浅议我国数字集群通信标准的两种体制——TETRA 和 iDEN[J]. 当代通信, 2003, 10(11): 7-10.
- [15] 刘守文, 崔丽. 中兴 GoTa 数字集群通信系统[J]. 中兴通讯技术, 2005, 11(1): 26-28.
- [16] 佚名. GoTa 发展历程[URL]. <http://www.c114.net/topic/1909/a479571.html>, 2010-1-26.
- [17] 汪利标. GoTa 集群系统的 PDS[J]. 中兴通讯技术, 2005, 11(1): 32-34.
- [18] 刘守文, 崔丽. 中兴 GoTa 数字集群通信系统[J]. 中兴通讯技术, 2005, 11(1): 26-28.
- [19] 佚名. GT800 成为唯一纳入国际标准的中国集群规范[URL]. <http://www.cww.net.cn/article/article.asp?id=27619&bid=734>, 2005-7-7.
- [20] 佚名. GT800 标准提案获 3GPP 全会全票通过[URL]. [http://tech.ccidnet.com/art/289/20050513/250553\\_1.html](http://tech.ccidnet.com/art/289/20050513/250553_1.html), 2005-5-13.
- [21] 李瑞红, 王进. 几种数字集群通信系统的分析和比较[J]. 移动通信, 2008, 32(6): 54-59.
- [22] 庞英文. GT800 新技术概述[J]. 移动通信, 2004, 28(6): 61-63.
- [23] 张金安. 数字集群系统多媒体通信展望[J]. 移动通信, 2010, 34(5): 55-59.
- [24] M. G. Ma, X. Jiao, X. Q. Tan, et al. Police radio for multimedia communications based on 800 MHz wireless trunking system and GPS techniques. Communication Systems, 2002, 1(2): 489-492.
- [25] 罗少勇. 数字集群应用现状及发展趋势[URL]. <http://market.c114.net/178/a156841.html>, 2004-6-3.