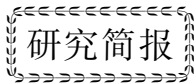


连尉平, 刘举, 侯燕燕, 刘小雨, 邹锐, 杨大克. 2008. 防震减灾行业下一代 IPv6 信息网络发展研究. 地震学报, 30(6): 658-662.

Lian Weiping, Liu Ju, Hou Yanyan, Liu Xiaoyu, Zou Rui, Yang Dake. 2008. A discussion on application of IPv6 and NGN in the information network of earthquake preparedness and disaster mitigation. Acta Seismologica Sinica, 30(6): 658-662.



防震减灾行业下一代 IPv6 信息网络发展研究^{*}

连尉平^{1),⁺} 刘 举¹⁾ 侯燕燕²⁾ 刘小雨²⁾ 邹 锐¹⁾ 杨大克¹⁾

1) 中国北京 100036 地壳运动监测工程研究中心

2) 中国北京 100045 中国地震台网中心

关键词 防震减灾 下一代网络 IPv6

文章编号: 0253-3782(2008)06-0658-05

中图分类号: P315.9

文献标识码: A

A discussion on application of IPv6 and NGN in the information network of earthquake preparedness and disaster mitigation

Lian Weiping^{1),⁺} Liu Ju¹⁾ Hou Yanyan²⁾ Liu Xiaoyu²⁾ Zou Rui¹⁾ Yang Dake¹⁾

1) National Earthquake Infrastructure Service, Beijing 100036, China

2) China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China

Key words: earthquake preparedness and disaster mitigation; next generation network; IPv6

下一代网络(next generation network, 缩写为 NGN)是以高性能、可扩展、可运营、可管理、更安全的下一代电信网络为基础,实现高质量流媒体应用、无线和移动应用、多样化终端设备、按需的传输质量控制和更高安全保障的新型网络,IPv6 是下一代网络的关键支撑技术. IPv6 网是下一代 IP 网,不等于于下一代网络,IPv6 网只有在满足下一代网络的必要特征后才可成为下一代网络.

从 20 世纪 90 年代初到现在,IPv6 和下一代网络取得了长足的进展.截至目前,IPv6 和下一代网络技术体系已经基本成熟,寻找特色应用、用更多应用逐渐丰满网络成为现阶段的重要发展方向(赛迪网市场情报中心,2007).防震减灾领域的首个 IPv6 应用试验网络“基于 IPv6 的地震传感器示范网络”正是在这个背景下受到中国下一代互联网示范工程(China next generation internet,缩写为 CNGI)重视和支持的.

防震减灾事业近年来信息化、网络化加速,网络应用正经历从重视数量增长到重视质量和层次提升的转变,IPv4 技术体系的不足阻碍着防震减灾信息网络的进一步发展.

1 IPv6 和下一代网络发展概况和趋势研究

IPv6 和下一代网络正处于试验应用过渡到主流应用的关键阶段.美、欧、日、韩等国家已把下一代网

^{*} 基金项目 CNGI 示范工程 2005 年研究开发、产业化及应用试验项目、地震科学联合基金(A08064)资助项目.

收稿日期 2008-04-07 收到初稿,2008-08-13 决定采用修改稿.

⁺ 通讯作者 e-mail: tab@seis. ac. cn

络视为关键技术领域和重要产业。美国 and 欧洲对 IPv6 的发展以研究和实验为主体，仍然限于局部范围或者试验网，美国是国防部先行，欧洲是一些试验网；日、韩则积极推出各种商用 IPv6 业务，并且朝着家电进入 IPv6 网络应用的方向发展。

技术和产业化方面，IPv6 和下一代网络作为朝阳产业，得到思科、微软等主流 IT 厂商的大力支持和积极推广，众多高新技术企业和网络科技企业更是将其视为千载难逢的发展契机，IPv6 设备和系统的就绪情况逐渐发展良好；IPv6 的商业化应用发展开始加速，在商业、政府、医疗、教育等领域推出了各种 IPv6 网络下的业务，异构网络的融合和各类终端新技术 ZigBee/RFID 等也主动与 IPv6 捆绑应用（顾瑞红，张宏科，2005）；IPv6 和下一代网络的标准化工作也在 IETF 和 3GPP 等国际组织的领导下稳步发展。

我国非常重视 IPv6 和下一代网络的发展，出台了一系列政策和措施扶持其发展，政府投资建设我国下一代互联网实验项目（CNGI），并于 2005 年底建成。国内电信和网络运营商为了解决现有网络的运营困难也积极参与 IPv6 和下一代网络的试验和建设。中国 IPv6 和下一代网络的进展已经引起国际关注。

今后 IPv6 和下一代网络的发展趋势主要可归纳为：无线网络服务和其它异构网络服务逐渐转变为以 IP 为基础的服务，宽带通信网、数字电视网和下一代互联网三网融合大势所趋；IPv4 地址资源加速耗尽，预计 2012 年 IPv4 地址将全部分配完毕（Frost and Sullivan，2006）；IPv6 和下一代网络马太效应不断增强，资源配置有利，越来越多的企业和组织转移到 IPv6 领域，IPv6 地址需求量急剧上升（赛迪网市场情报中心，2007）。

IPv6 和下一代网络取代 IPv4 网络的过程分为 3 个阶段，依次为 IPv6 试验网阶段，IPv6 孤岛阶段，以及 IPv6 主导阶段至纯 IPv6 阶段（Thomas，2002）。由 IPv4 地址分配完毕时间推算，预计到 2012 年前后，IPv6 和下一代网络将由目前所处的 IPv6 孤岛阶段过渡到 IPv6 主导阶段。

2 防震减灾信息网络需求分析

防震减灾网络业务的高速增长将产生信道带宽、路由交换能力、网络服务器能力等基础硬件设施的整合或升级需求。中国地震台网中心是防震减灾信息网络星形结构的中心，以之为例，对其信道带宽的发展需求作一个粗略的预测分析，以得到未来防震减灾网络基础硬件设施建设需求的一个定性预测。

目前中国地震台网中心的出口信道包括：约 300 M 业务网络信道和 140 M 普通互联网出口，总出口带宽约为 440 M。台网中心未来网络信道带宽增长需求主要来自于监测网络的增长和虚拟组网、在线办公、视频会议、远程预报会商、远程震害防御、救援现场音视频等发展中的流媒体业务。

防震减灾行业基础设施建设与国家五年计划同步，因此以 5 年为时间周期，并假定：

1) 监测网络还在快速发展，可假定今后 5 年增长速度与目前速度基本可比，为 4 倍（从 2002—2007 年（“十五”期间），防震减灾业务主干网带宽从 2 M 升级到 8 M）。

2) 目前的 140 M 互联网出口带宽大部分为流媒体业务所占用，再假定 5 年后防震减灾行业流媒体业务流量增长 10 倍以上（邬贺铨，2006）。

则 5 年后，台网中心出口信道带宽需要量为

$$300 \times 4 + 140 \times 10 = 2600 \text{ M}$$

即信道需求可能达到目前的 5 倍以上。这个预测结果显示，未来防震减灾信息网络基础设施需求可能需要继续大幅增长。

随着防震减灾信息网络规模的持续扩张和服务质量要求的不断提高，现有网络逐渐暴露出由于 IPv4 网络技术体系内核的缺陷而导致的困难。其主要表现为技术体系扩展性差，行业应用和服务开展受制约，资金投入效率降低等。这些困难已成为制约防震减灾网络相关业务进一步发展的关键难题。

针对这些技术难题，IPv6 和下一代网络能够给出最佳的解决方案，简要示意如表 1 所示。

3 IPv6 和下一代网络的防震减灾应用发展探索

在 IPv6 和下一代网络环境下，端到端、QoS、移动性和安全性等属性深入网络应用架构内核，防震减

表 1 行业网络困难与需求
Table 1 Challenges and solutions

困 难 与 不 足	IPv6 技术体系的优势
地址不足，网络结构难以合理规划	地址充足，类型多样
网络传输质量不可控，专网多，信道利用效率低，业务开展受限	内嵌传输质量控制机制，信道可统一调控
网管任务重，安全性差，健壮性低，维护耗时久成本高	协议扩展性强，内嵌安全保障机制，易于管理
路由效率低下，扩展困难	协议层提高了路由效能
网络覆盖面扩展受限	移动性支持强，扩展性好
修修补补，资金使用效率低	面向未来，可持续发展

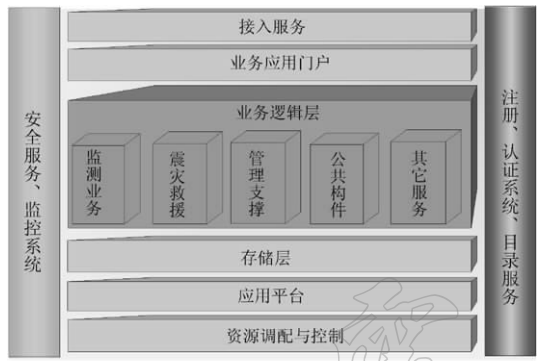


图 1 应用架构示意图
Fig.1 Schematic illustration of application architecture based on IPv6 and NGN

灾网络应用架构更加简明，贴切业务需求，在满足应用多样性和复杂性的同时，简化用户操作和开发维护工作。IPv6 和下一代网络环境下的防震减灾网络应用架构的一个简化示意如图 1 所示。

在 IPv6 和下一代网络环境下，防震减灾网络应用的发展主要有两类：一类为技术发展和需求催生的新应用，包括外部引入和行业自发的新应用等；另一类为已有概念或应用在新平台上的实现和扩展，许多思想超前目前却进展缓慢的防震减灾概念或应用将取得关键性突破。一组虚拟观测模型在“基于 IPv6 的地震传感器示范网络”项目中完成了试验^①。试验结果显示，基于 IPv6 和下一代网络技术的智能传感器

网络，将能够摆脱目前以行政区域管理为基础的传统组网模型，实现有安全保障的虚拟组网和观测。

在 IPv6 和下一代网络环境下可能取得长足发展的一些防震减灾应用示意如表 2 所示。

表 2 IPv6 和下一代网络环境下可快速发展的防震减灾网络应用概况
Table 2 Potential development of applications and services based on IPv6 and NGN

应 用	特 点
传感器网络、虚拟组网	终端智能、类型多样、即插即用、自治管理、动态组网、安全便捷、实时数据流等
应用网格、超级计算、资源共享	数据、计算能力、存储能力等分布式资源实时在线调度，海量数据在线传输、存储和处理，安全控制等
监控网络、预警网络、公共服务	跨部门多系统集成联动、在线实时监控与处理、震害预测与灾情实时监控、自动预警、实时在线交互式海量灾情信息获取与发布、高性能音视频、智能终端等
协同工作、远程办公、远程会商、远程培训、远程技术支持、远程救援等	接入便捷、随时在线、高性能音视频、协同流畅、安全可靠

① 薛兵，陈阳，朱小毅，李江，彭朝勇. 2007. CNGI 示范工程 2005 年研究开发、产业化及应用试验项目“基于 IPv6 的地震传感器示范网络”专题“基于 IPv4 地震观测系统在 IPv6 环境下的组网技术研发、设备改造与观测试验”技术报告书. 1-40.

4 时间和发展阶段

从 20 世纪 70 年代至今，防震减灾信息网络系统经历了 3 次比较全面的升级换代：短波通信网络传输地震数据(1979—1994 年)，数字化仪器和互联网的应用(1991—2002 年)，接口 IP 化和应用网络化(2000—2008 年)。相应历时如图 2 所示。

IPv6 和下一代网络是防震减灾行业网络新一轮的体系升级，其历时可结合历史数据用时间序列预测方法得到参考。应用一次指数平滑法(徐国祥，2005)计算如下：

假定 $T_n(n=1, 2, 3, \cdots)$ 表示第 n 次升级历时预测值， $t_n(n=1, 2, 3, \cdots)$ 表示第 n 次升级历时实际值，防震减灾行业 IPv6 和下一代网络建设为第 4 次升级，则其历时预测值为 T_4 ，应用一次指数平滑计算公式可得

$$T_4 = \alpha t_3 + (\alpha - 1)\alpha t_2 + (\alpha - 1)^2 \alpha t_1 + (\alpha - 1)^3 T_1 \tag{1}$$

其中， $t_1=16$ ， $t_2=11$ ， $t_3=8$ ； α 为取值介于 0—1 之间的权重系数， α 越大， t_3 对 T_4 计算值的影响越大； T_1 为预测初始值，一般取 $T_1=t_1$ 或 $T_1=(t_1+t_2+t_3)/3$ 。分别取 $\alpha=0.8, 0.9, 0.95$ 和 $T_1=16, 11.7$ 后，可得相应 T_4 ，如表 3 所示。

计算结果显示，防震减灾信息网络实现 IPv6 和下一代网络的全面应用预计需要时间在 5—7 年左右。由于统计样本数比较小($n=3$)，预测值与实际值之间也可能会出现较大偏差，但是发展趋势具有一定参考意义。

2007 年防震减灾行业首个 IPv6 试验网建设完成，以此为时间起点，按照预测，到 2012—2014 年左右，IPv6 和下一代网络技术体系将成为防震减灾信息网络系统的主体。

防震减灾信息网络从 IPv4 网络过渡到 IPv6 和下一代网络的过程也可分成 3 个主要阶段，每个阶段与 IPv6 和下一代网络发展阶段相对应，但时间上有不同程度的滞后。2006 年“基于 IPv6 的地震传感器示范网络”的启动标志着第一阶段的开始，主要工作为试验网建设、应用预研和试验等。目前正朝着形成行业 IPv6 骨干网发展。

5 其它因素

IPv6 和下一代网络在防震减灾领域的应用和发展受多重因素影响，主要包括行业内外发展环境、软硬件投资等。外围环境主要为 IPv6 和下一代网络的国内外发展形势及其在相关领域的应用进展，以及国家对 IPv6 和下一代网络的支持和扶持政策等。行业内部环境包括战略、观念、制度、人才和技术储备等因素。

最直接的影响因素是投资，对防震减灾行业 IPv6 和下一代网络全面建设所需投资的一个简化预估如下：

假定：

- 1) 防震减灾行业 IPv6 和下一代网络全面建设完成所需时间为 10 年(取第 4 节预测值上限，并预留 3 年浮动时间段，便于以 5 年周期测算)。
- 2) 防震减灾行业信息系统的年增长率为 15%(中国信息产业近年的增长速度约为 10%—20%)。
- 3) 建设期间(10 年)信息系统和设备的淘汰率或更替率简单设定为 50%。

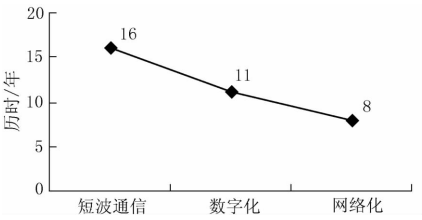


图 2 防震减灾信息网络系统升级历时图

Fig. 2 Durations of historical development

表 3 升级历时预测值表

Table 3 Predictions of duration

初值	系 数		
	$\alpha=0.8$	$\alpha=0.9$	$\alpha=0.95$
$T_1=16.0$	$T_4=5.0$	$T_4=6.3$	$T_4=7.1$
$T_1=11.7$	$T_4=5.1$	$T_4=6.3$	$T_4=7.1$

那么,以“中国数字地震观测网络”项目(“十五”期间中国地震局主要基本建设项目)网络平台建设经费为参考,防震减灾行业信息系统的改造和网络平台的全面更新所需投资为

$$2 \text{ 亿}(\text{“十五”项目网络平台投资额}) \times 1.15^{10} \times 1.5 \approx 12 \text{ 亿}(\text{人民币})$$

6 结论

IPv6 和下一代网络可以满足防震减灾信息网络未来大幅增长的需求并提供更加完善的服务,促进防震减灾网络应用的发展,并可能在 5—7 年后成为防震减灾信息网络的主体. 重视 IPv6 和下一代网络建设已成为防震减灾信息网络把握机遇面向未来的需求.

防震减灾领域 IPv6 和下一代网络的建设需要经历较长的时间和不同的建设阶段,需要持续地投入和巨额的投资. 针对可能出现的困难与风险,需要有足够的准备.

本文及有关研究工作得到李卫东、吴荣辉、任金卫、薛兵、陈会忠、孙建中等研究员的帮助和支持,在此一并致谢.

参 考 文 献

- 顾瑞红, 张宏科. 2005. 基于 ZigBee 的无线网络技术及其应用[J]. 电子技术应用, (6): 1-3.
- 赛迪网市场情报中心. 2007. IPv6 新动向及相关问题分析[M/OL]. 65-66[2007-05-29]. http://market.ccidnet.com/pub/report/show_7322.html.
- 邬贺铨. 2006. 流媒体业务时代的互联网[C/OL]//2006 中国互联网大会. [2007-07-09]. <http://tech.tom.com/2006-09-22/05CB/82044966.html>.
- 徐国祥. 2005. 统计预测和决策[M]. 上海: 上海财经大学出版社: 102-110.
- Frost and Sullivan. 2006. *IPv6-Government Implementation Insight*[M/OL]. [2006-12-13]. <http://www.frostchina.com/reports.asp?page=133&ind=>.
- Thomas Tom. 2002. Interoperability of IPv4 and IPv6[C/OL]. [2006-08-27]. <http://www.ipv6.org.tw/NDHU/article/20020805.htm>.