

文章编号:1000-582X(2003)09-0134-04

## 3G 向 4G 过渡策略探讨\*

张新福,童贞理

(重庆邮电学院 信科公司,重庆 400065)

**摘要:**如何保持通信系统的平滑过渡一直是通信领域的热点问题。对3G和4G的性能指标、所采用的关键技术作了分析比较,在此基础上提出了如何有效利用3G的技术和设备来满足4G通信要求的一些建议,以最大限度地提高设备利用率,节省投资,实现3G向4G的平滑过渡。

**关键词:**正交频分复用(OFDM);码分多址接入(CDMA);软件无线电;智能天线;平滑过渡

**中图分类号:**TN929.533

**文献标识码:**A

第3代移动通信(3G)主要以CDMA为核心技术,第4代移动通信(4G)主要以OFDM为核心技术<sup>[1]</sup>。尽管第3代移动通信标准比现有无线技术更先进,但也将面临激烈竞争和标准不兼容等问题。因此,人们开始呼吁移动通信标准的统一,以期通过第4代移动通信标准的制定来解决标准的兼容性问题。如何最大限度地降低移动通信建设的投资成本,保证移动通信系统的连续性,实现从即将商用的3G向未来4G的平滑过渡,是一个非常值得思考的问题。

### 1 目前第4代移动通信的研发状况

当今,国际电联采纳了3种标准作为第3代移动通信系统的国际标准:WCDMA、CDMA-2000和中国提出的TD-SCDMA。虽然这3种标准的移动通信系统至今均未真正实际投入商用,但是很多公司已经着手第4代移动通信的研究。

美国AT&T公司已经在实验室中研究第4代移动通信技术,其研究目的主要是提高蜂窝电话和其它移动装置无线访问因特网的速率。日本的DOCOMO移动通信公司也已在日本进行第4代移动通信的研究,日本企图像主导3G一样来主导4G的研发工作,成为第4代移动通信的领头羊。瑞典的爱立信公司宣布已开始着手研制第4代移动通信系统,其研究机构负责人表示,第4代移动通信技术可以将上网速度提高到超过第3代移动通信技术50倍,预计其第4代移动通信系统大约在2011年正式投入运营<sup>[2]</sup>。

简言之,第4代移动通信将比第3代移动通信更

接近个人通信,在技术上将比第3代有更高的台阶,在应用上其终端也不仅仅是手机,还可以用作如定位、告警等。总之,第4代移动通信将会带给人们更多的惊喜。

### 2 第3代和第4代移动通信的比较

第3代移动通信和未来的第4代移动通信有很多的不同,在性能和技术要求方面有诸多明显的区别。下面分别就其性能指标和所采用的关键技术方面进行比较,分析3G和4G移动通信系统之间的差异。

#### 2.1 主要性能指标的比较

第3代移动通信的主要性能要求:

第3代移动通信系统,也称IMT-2000,它可以提供前两代产品不能提供的各种宽带信息业务,例如高速数据、慢速图像与电视图像等,其静止传输速率高达2 Mbps,高速移动时传输速率可以达到114 kbps,慢速移动时传输速率可以达到384 kbps,带宽可达5 MHz以上。第3代移动通信系统将在近几年内推向市场<sup>[3]</sup>。

第4代移动通信的主要性能要求:

1)数据速率从2 Mbps到100 Mbps(从步行到车速)。

2)容量达到第3代系统的5~10倍,传输质量相当于甚至优于第3代系统。广域网应能与宽带综合业务数据网(B-ISDN)和异步传送模式(ATM)兼容,实现广带多媒体通信,形成综合广带通信网<sup>[4]</sup>。

3)条件相同时小区覆盖范围等于或大于第3代

\* 收稿日期:2003-04-02

基金项目:国家科技型中小企业技术创新基金资助项目(01C26215110971)

作者简介:张新福(1966-),男,重庆人,重庆邮电学院讲师,主要研究方向为网络技术。

系统。

4) 具有不同速率间的自动切换能力, 以保证通信质量。

5) 网络的每比特成本要比第3代低。

第4代移动通信在功能方面主要的要求<sup>[5]</sup>:

1) 支持下一代因特网和所有的信息设备、家用电器等;

2) 与现有固定网或专用网的无缝化连接;

3) 能通过中间件支持和开通多种IP业务;

4) 能提供用户定义的个性化服务;

5) 按服务级别收费。

通过3G和4G的性能比较可以看出, 虽然第3代移动通信可以比现有传输率快很多倍, 但是仍无法满足未来多媒体的通信需求。第4代移动通信系统的提供便是希望能满足更大的频宽需求, 满足第3代移动通信尚不能达到的在覆盖、质量、造价上支持的高速数据和高分辨率多媒体服务的需要。

### 2.2 若干关键技术的比较

3G的关键技术是CDMA技术, 4G和现在正在开发中的3G最大的不同是采用了OFDM技术。OFDM技术的主要思想是: 将指配的信道分成许多正交子信道, 在每个子信道上进行窄带调制和传输, 信号带宽小于信道的相关带宽。OFDM的工作原理框图如图1所示<sup>[6]</sup>。

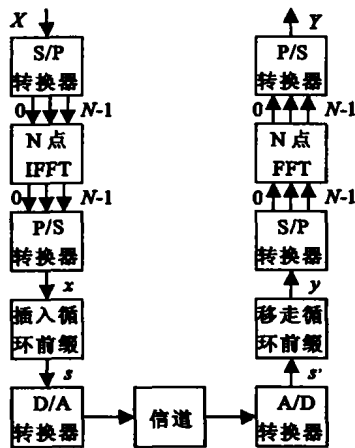


图1 OFDM系统的工作原理图

由于目前正在研发的3G没有采用OFDM技术, 因此在考虑由3G向4G平滑过渡时需要对现有的3G系统进行一些新的开发和设计, 但3G系统中的很多重要技术也是将来4G系统必须采用的。比如RAKE接收机、功率控制、软件无线电以及智能天线和联合检测等, 都是在3G和4G系统中需要采用的一些重要技术。

在3G与4G系统中, 采用RAKE接收来抗频域的衰落也是必不可少的, 并且两者没有任何差别。在3G系统中, 要求所有用户信号到达基站接收的平均功率

要相等或者近似才能够正常解扩, 在功率控制这一点上, 4G比3G要求更加严格, 其目的是为了满足不同速率的要求。不仅频率资源限制移动用户信号的传输速率, 而且基站和终端的发射功率也限制了用户信号的传输速率。在3G中, 采用切换技术来减少对其它小区的干扰, 提高话音质量, 不过在4G中, 切换技术的应用更加广阔, 并朝着软切换和硬切换相结合的方向发展。智能天线和联合检测技术在3G中得以应用, 4G系统将继承3G的方式, 并更广泛地采用智能天线和联合检测技术<sup>[7]</sup>。

### 3 从3G到4G的过渡策略

在每一代通信系统升级换代的时候, 如何利用原有的系统和设备, 在原来的系统设备上升级换代, 达到平滑过渡的目的, 一直都是人们非常关心的问题。这样不仅可以节约大量的成本, 而且可以保证整个系统的连续性和一致性, 具有巨大的社会效益和经济效益。

目前人们普遍关心的是GSM如何升级到第3代移动通信系统, 未来几年, 将着重考虑如何从3G到4G的过渡和转换问题, 也就是CDMA如何与OFDM技术相结合达到第4代移动通信的要求。可以预计, 未来以OFDM为核心技术的第4代移动通信系统, 将把CDMA作为其应用技术的一部分, 并对CDMA进行技术延伸, 同时整合CDMA和OFDM两项技术的优点, 形成新的诸如OFDM/CDMA整合技术。就整个系统结构而言, 从3G到4G的平滑过渡需要从网络架构、传输技术和接入技术3个方面分别予以考虑。

#### 3.1 网络架构的过渡

4G系统可称为广带(Broadband)接入和分布网络, 4G系统网络结构可分为3层: 物理网络层、中间环境层、应用网络层。物理网络层提供接入和路由选择功能, 它们由无线和核心网的结合格式完成。中间环境层的功能有QoS映射、地址变换和完全性管理等。物理网络层与中间环境层及其应用环境之间的接口是开放的, 它使发展和提供新的应用及服务变得更为容易, 提供无缝高数据率的无线服务, 并运行于多个频带。这项服务能自适应多个无线标准及多模终端能力, 跨越多个运营者和服务, 提供大范围服务。

4G的网络结构运用路由技术为主, 以傅里叶变换来发展硬件架构以实现第4代网络架构。由图2可以看出, 将来的4G系统中包含了很多的各种类型的无线接入点, 这是一种多种接入方式并存的方式。在通信的时候可以随便改变接入点, 这些无线接入协议将成为4G系统需要研究的主要课题。

要保证从3G到4G的平滑过渡, 主要需考虑如何将现有3G的网络从总体上将其作为未来4G网络的

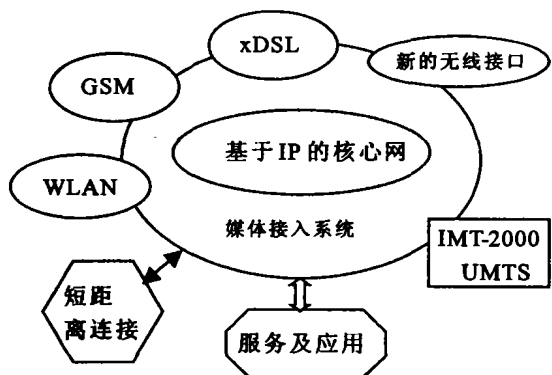


图2 4G的网络结构

一部分。总体上说,在将来开发4G的时候,既要考虑保留现有可以利用的CDMA资源,又要采用新的技术和网络结构来提升系统性能。所以应尽可能在3G已有的设备上实现升级,使其在4G中仍然可以使用。如果有必要,可以在3G和4G之间增加转换协议,让3G的网络可以直接接入到4G的网络中,并达到4G的要求,这样就能够完成网络结构的平滑过渡。

目前3G的无线接入结构如图3所示<sup>[4]</sup>。

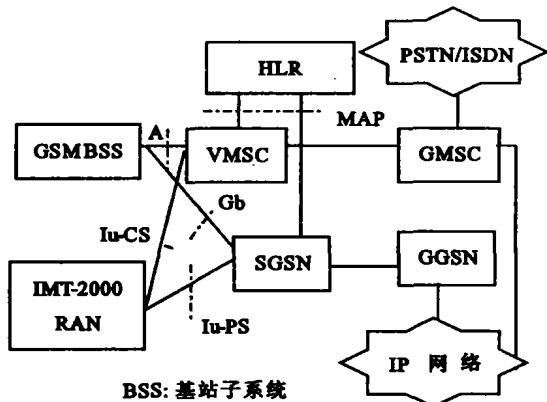


图3 3G无线接入网络

第1、第2、第3代移动通信基础架构均是交换机架构,而第4代移动通信不但要考虑交换机架构,而且还要考虑不同类型的接口问题。从图3可知,3G的无线接入网络将和IP网络相连,其实这里的IP网络也就是将来4G的核心网络。要做好3G向4G的平滑过渡,重要的是做好4G的无线接入网络和相关的接口协议。

### 3.2 传输技术的过渡

在4G中采用OFDM技术来代替3G中的自适应均衡技术。由于OFDM技术是一种可以有效对抗信号间干扰的高速传输技术,具有良好的抗干扰性能,所以逐渐在通信领域得到广阔的运用。

由于无线信道传输特性的不理想,各类无线和移动通信普遍存在着符号间干扰(ISI)。对这种符号间干扰通常采用自适应均衡器来加以克服。但是在高速数字通信系统中,为了克服符号间干扰,往往要求均衡

器的抽头数很大,尤其是在城市环境,可能使得均衡器的抽头数上百,这样就必然大大增加均衡器的复杂程度,提高设备造价和成本。为了能在下一代移动通信中有效解决这一问题,OFDM技术因其频谱利用率高和抗多径衰落性能好而被普遍看好,以取代复杂而昂贵的自适应均衡器。近年来,由于DSP技术的飞速发展,OFDM作为一种可以有效对抗符号间干扰的高速传输技术,引起了广泛关注。OFDM技术在未来4G系统中的运用,将会使现在普遍使用的自适应均衡器在4G中退出历史舞台<sup>[2]</sup>。

### 3.3 其它若干关键技术的过渡

4G系统需要采用若干抗干扰性强的关键技术:高性能、小型化和低成本的自适应阵列智能天线和联合检测技术;大容量、低成本的无线接口、光接口和软件无线电技术等。下面仅从几项最重要的接入技术分析从3G向4G过渡策略。

1)提高3G中智能天线技术的处理速度和效率以满足4G的要求。

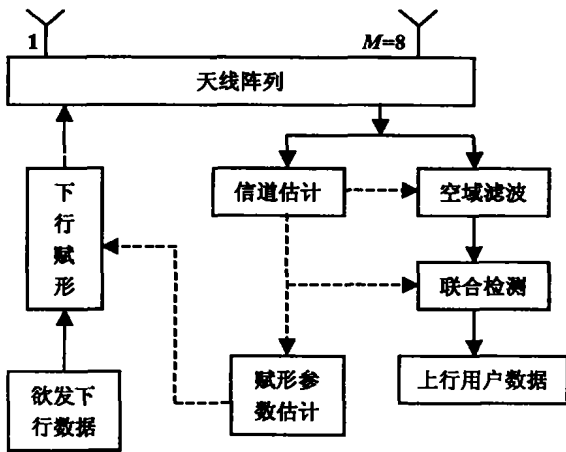
智能天线在消除干扰、扩大小区半径、降低系统成本、提高系统容量方面具有无可比拟的作用。正因为如此,WCDMA和CDMA2000都希望能在系统中采用智能天线技术,但因其算法复杂度高,在IMT2000家族中实际上只有中国提出的TD-SCDMA标准明确表示将在基站端使用智能天线技术,其他3G系统都只是将智能天线作为可选技术,没有写入具体的标准协议中<sup>[4,6]</sup>。

由于智能天线技术在TD-SCDMA标准中得以运用,因此在3G向4G的演进过程中,需要做的就是对原来3G中的相关软件和算法进行升级,增加一些相关的接口协议使其达到4G的要求。采用TDD方式的TD-SCDMA标准的系统在向4G的过渡中更加有利于实现4G的通信,使即将投入商用的3G系统及设备能够得到更好的延续、保护,有更加合理的前向兼容性。

图4是TD-SCDMA系统中采用的智能天线和联合检测相结合的原理框图,这是可以在4G中直接使用的原理框图<sup>[6]</sup>。

2)对3G中的软件无线电技术进行升级,以满足4G中无线接入点类型多样化的要求。

采用软件无线电的优越性在于,基于同样的硬件环境,采用不同的软件可以实现不同的功能。这不仅有利于系统升级,还有助于系统的多模运行。由于在4G中要满足比3G高很多的性能指标,满足不同类型的无线接入服务点,所以必须采用软件无线电技术。软件无线电技术在3G中就已经得到了采用,但是从3G的研究现状来看,已经不可能存在一个全球统一的无线接入技术(RAT)标准。

图4 智能天线与联合检测算法相结合的结构原理图<sup>[4]</sup>

在未来的4G通信中,无线接入技术标准不统一的问题可以得到解决<sup>[7]</sup>。对于现有的3种3G标准,可以在已有的3G中的软件无线电基础上通过增加相应的硬件模块,对相应的软件进行升级使它们最终都融合到一起,成为一个统一的标准,实现各种功能。可以预见,随着数字处理(DSP)技术和超大规模集成电路的发展,软件无线电的发展也将得到空前的提升。DSP技术是软件无线电的核心,在将来的4G通信中,随着DSP处理速度的进一步提高,它必将更多取代FPGA和传统上需要其它硬件来完成的功能。所以有理由相信,在未来的4G系统中,现在很多3G中的许多由硬件来实现的功能,会越来越的由软件来实现,软件无线电技术必然会在未来的4G通信中发挥越来越重要的作用。

## Discussion on Transition Strategy from 3G to 4G

ZHANG Xin-fu, TONG Zhen-li

(College of Communications and Information Engineering, CUPT, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** How to keep the Smooth Transition of the telecommunication system is the key problem in the telecommunication field. Some characteristics and key technologies on the 3G and 4G are analysed and compared, on the basis of this specification, some suggestions are proposed on how to utilize the 3G technologies and equipments to achieve the 4G's requests more efficiently. It can obtain the aim to enhance the utilization efficiency of the equipments and save the investment, and realize the smooth transition from 3G to 4G, moreover it has some reference values for the research of the next generation mobile telecommunication.

**Key words:** orthogonal frequency division multiplexing; coded division multiple access; software defined radio; smart antenna; smooth transition

## 4 结束语

通过比较分析可以看出,除了4G中的核心网络是全IP网络以外,其它的很多技术和设备,都可以充分利用3G采用的技术资源和设施,通过增加或者减少相应的硬件设施,对原有的软件进行升级来融合和发展原有的通信技术,再加上4G中关键技术的采用,完全可以最大限度地保持通信设备和通信系统的一致性,提高资源的利用率,降低成本,以最小的代价来达到第4代移动通信的要求,实现3G向4G的平滑过渡。

## 参考文献:

- [1] JUSTIN CHUANG, NELSON SOLLENBERGER. Beyond 3G: wideband wireless data access based on OFDM and dynamic packet assignment[J]. IEEE Communications Magazine, 2000, (6):78-87.
- [2] KIM, STUBER G L. Residual ISI cancellation for OFDM with applications to HDTV broadcasting[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1998, 16(8):1590-1599.
- [3] ALDINGER M. A multicarrier scheme for HIPERLAN[J]. Wireless Personal Communications, 1996, 4:81-91.
- [4] 李小文,李贵勇,陈贤亮,等. 第三代移动通信系统、信令及实现[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [5] 林金桐,李默芳. 移动通信中的关键技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2000.
- [6] 3GPP TS 23.110. UMTS Access Stratum[S].
- [7] 3GPP TS 25.401. RAN Overall Description[S].

(编辑 张 苹)