

文章编号 1000-5013(2003)04-0419-06

# 3GPP 与 3GPP2 全 IP 网络和软交换技术

林德敬<sup>1</sup> 孙德献<sup>④</sup> 林德清<sup>④</sup>

(1 福建移动通信有限责任公司, 福建 福州 350001; ④ 福州大学数学系, 福建 福州 350002;

④ 北京神州迪科技发展有限公司, 北京 100004)

**摘要** 全 IP 网络技术是当今移动通信领域的研究热点之一. 3GPP 与 3GPP2 除了独立研究全 IP 网络技术外, 还将其作为 WCDMA 和 CDMA 2000 核心网融合的技术基础. 软交换是 WCDMA R4/R5 核心网的重要技术特征. 文中对 3GPP 和 3GPP2 的全 IP 网络的网络参考模型进行了较为详细的描述, 同时对全 IP 网络研究的一些问题进行了探讨. 借助软交换(Softswitch)技术对 WCDMA R5 核心网的技术构成进行了分析. 介绍 WCDMA R5 版本中基于 IP 的 RAN 及 HSDPA 技术.

**关键词** 3G 系统, 核心网, 全 IP 网络, 软交换, 3GPP(WCDMA)/3GPP2(CDMA 2000)

**中图分类号** TP 393.03

**文献标识码** A

进入 21 世纪, 以 IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)为标志的第三代移动通信系统(3G)各个部分的规范基本制定完毕, 开始进入产品开发和商用阶段. 3G 的主流技术体制是 WCDMA, TD-SCDMA 和 cdma 2000. 它们分别由 3GPP(3rd Generation Partnership Project, 即 ETSI, ARIB 和 TTC, T1, TTA, CWTS 组成)与 3GPP2(ARIB 和 TTC, TTA, TTA, CWTS)两大标准化组织制定和完善. 随着数据业务、多媒体业务在网络中主导地位的逐步确立, 3GPP 与 3GPP2 分别提出了全 IP 的核心网络参考模型. 前者基于 GSM/GPRS 网络的演进, 后者则基于 CDMA 2000 的演化, 在全 IP 网络中 IP 将成为语音、数据、信令的统一载体. 软交换是构造 NGN(下一代网络)的核心技术, 其最主要的特征是采用控制、承载、业务三者相分离的层次结构<sup>[1, 2]</sup>. 全 IP 和软交换是 WCDMA R5 等核心网络的两个主要技术特征<sup>[3-4]</sup>. 本文主要就 3GPP 与 3GPP2 的全 IP 网络和软交换技术进行相关研究.

## 1 3GPP 标准化情况及其全 IP 网络

### 1.1 3GPP R99/R4 版本的标准化情况

从网络结构的角度看, 3GPP R99 最主要的工作是引入了 UTRAN(UMTS 无线接入网), 通过 Iu 接口与核心网相连. 同 GSM 相比, R99 核心网的各个节点及接口几乎是相同的. 当然,

收稿日期 2003-02-11

作者简介 林德敬(1974-), 男, 硕士, E-mail: linderjing1@163.net

基金项目 福建省自然科学基金资助项目(A0010011)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

这些节点在功能上是有区别的。R4 版本于 2001 年 3 月完成, 其中最重要的一部分是完成了中国提出的 TD-SCDMA 标准化工作。同时, 将电路域的控制与承载分离, 向全 IP 核心网结构过渡。在 R99 引入 UTRAN 后, R4 的工作重点便集中到了核心网对分组技术(ATM/IP)的支持上, 其目的是使电路交换域和分组交换域承载在一个公共的分组骨干网上。

## 1.2 3GPP R5 的全 IP 网络

3GPP 在 3G, IP 建议的基础上产生一个全 IP 的网络体系结构(3GPP R5)。提出这个结构的目的是将 IP 技术用于 3G 业务, 提供基于 IP 技术的实时和非实时业务。该结构应该兼容 IMT-2000, 提供全球漫游。R5 版本 2002 年 3 月完成第一稿, 将 IP 从核心网扩展到无线接入网, 形成全 IP 的网络结构。使用软交换技术构造, 实现控制、承载、业务三者的分离。同时, 在无线传输中引入 HSDPA(高速下行分组接入)技术, 支持高达 10 Mbps 下行分组数据传输。

## 2 3GPP2 的全 IP 网络

当前 3GPP2 的全 IP 网络的宏观理论正逐步趋于成熟。图 1 为 3GPP2 全 IP 网络的参考模型。这个模型从宏观上描述了全 IP 网络的各个组成部分及其关系, 其特征是端到端 IP 连

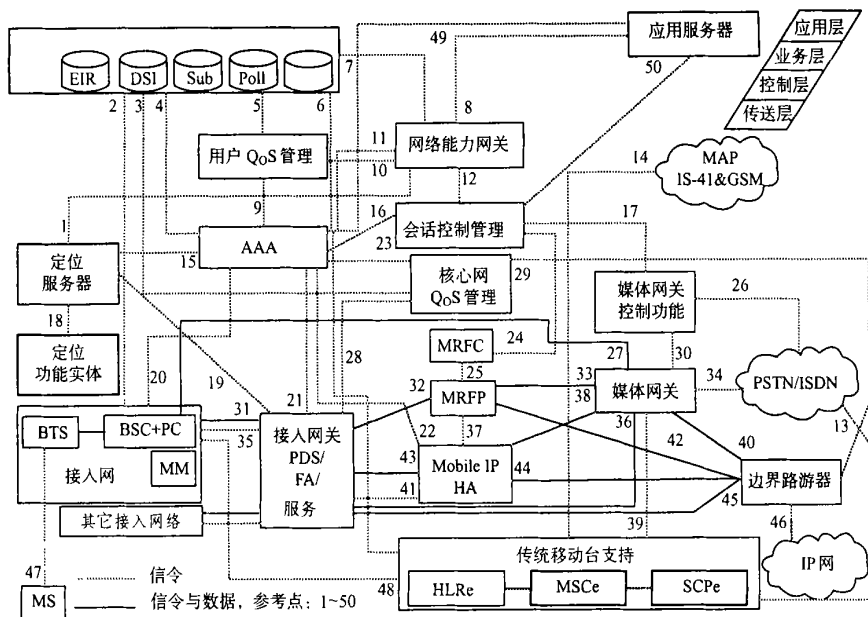


图 1 3GPP2 的全 IP 网络的参考模型

接, 分布式模块化的控制结构, 通过网关与传统网络连接。它可以提供两种 IP 服务, 简单 IP 和移动 IP。完整的全 IP 网络由近 20 个功能实体构成<sup>[6]</sup>, 下面仅述几个。(1) 接入网关。它位于核心网和无线接入网(RAN)之间。对于 RAN 来说, 它提供接入核心网的服务。对于核心网来说, 它负责屏蔽不同接入技术间的区别, 向核心网提供统一的、与无线技术无关的能力和资源。在 CDMA 2000 中, 接入网关是现有 PDSN/FA(分组数据服务节点/外地代理)的发展和演进。(2) 媒体网关(MGW)和媒体网关控制器(MGCf)。MGW 是核心网与 PSTN 间的接口。它的功能包括语音的编解码、对电路型数据的调制与解调等。MGCf 是对媒体网络进行控制的实

体,它主要负责分配媒体网关的资源.在全 IP 网络一侧,它负责执行 SIP 等 IP 网络的呼叫控制信令.在 PSTN 一侧,它负责执行 ISUP/TUP 等 PSTN 的呼叫控制信令.另外,MGCF 还需要完成两种信令间的转换.(3) 媒体资源功能控制(MRFC)和媒体资源功能处理(MRFP).MRFP 是与业务实现有关的一系列资源,而 MRFC 的工作就是控制这些资源.两者结合在一起可提供具体的业务.(4) 会话控制管理(SCM)和 AAA. SCM 是未来网络的核心控制部分. SCM 负责呼叫的建立、管理和释放.若用全 IP 网络的术语描述,它负责会话管理,包括与 AAA(认证/授权/计费,主要用以实现 AN 域的安全认证)联系,以确认用户的权限、为用户分配资源、控制用户状态等.(5) 核心网 QoS 管理(CQM)与用户 QoS 管理(SQM). CQM 负责管理核心网络的 QoS 资源,它与边界路由器和接入网络协作,共同完成不同特性网络间的 QoS 协调. SQM 负责管理不同用户的 QoS 要求.(6) 应用服务器(AS)和网络能力网关(NCG). AS 向用户提供各种增值业务,它可以向移动台提供业务,也可以在 NCG 提供的功能的基础上向用户提供业务. NCG 主要是对 AS 提供接入网络资源的能力.根据开放系统构架的原则,全 IP 网络可以向第三方业务提供商(ICP)提供开放的网络能力.这样,ICP 可以开发新的业务.(7) 数据库.从功能上讲,它主要负责用户的业务管理和终端信息管理.(8) 定位服务器和定位功能实体(PDE). PDE 是负责进行定位操作的实体,它可以提供当前移动台的具体位置.定位服务器是定位信息控制和管理的网络实体,它能够决定哪些信息可以对外提供及可以提供给哪些用户.(9) HLR<sub>e</sub>, MSC<sub>e</sub> 及 SCP<sub>e</sub>. 它们共同构成传统移动台的支持部分(<sub>e</sub>表示仿真).这个部分通过模拟传统 MSC,HLR 和 SCP 的功能,支持传统移动台以保持前向兼容.

### 3 3GPP(WCDMA) R5 核心网的技术构成分析

#### 3.1 软交换及 NGN 概述

全 IP 和软交换是 WCDMA R5 核心网的两个主要技术特征.在全 IP 网络中,IP 将成为语音、数据、信令的统一载体.软交换是一种分布式的网关技术,通过信令网关(SGW)和媒体网关(MGW)的分离,减少了综合式网关的复杂度,有利于网关实体的实现.另一方面,控制平面和用户平面的消息分离,有利于网络流量平衡,减少综合式网关由于业务流过分集中可能造成的拥塞.最后软交换通过控制和承载的分离,提高了网络功能的模块化程度,有利于呼叫控制协议和承载技术的独立演进. NGN 将朝着全 IP 的方向发展.软交换是构造 NGN 的核心技术,其最主要特征是采用控制、承载、业务三者分离的层次结构,NGN 的参考模型如图 2 所示. NGN 从功能上可分为 4 层,即接入层(L1)、传送层(L2)、控制层(L3)和业务层(L4). L2 由全 IP 承载网络来实现. L3 层主要完成呼叫控制、带宽管理、选路 and 安全管理等功能. L4 层主要实现对各种增值业务、管理业务和第三方应用的支持. NGN 实现控制、承载、业务的分离,有利于使电信网络框架更清晰,为通信网提供一个不受传输模式限制的业务环境.另外,三者分离的最大优势在于业务能够真正独立于网络,使得业务的提供具有较大的灵活性.对于用户而言,业务的分离使用户可以自行配置和定义自己的业务特征,而无须关心承载业务所使用的网络形式以及终端类型.对于业务提供商而言,业务的分离可为 ISP 提供一个可编程的环境来迅速地开发和部署新的增值业务,从而满足用户不断变化的业务需求,使运营商网络具有可持续发展的能力.

#### 3.2 WCDMA R5 网络的构成

R5 网络模型从功能上可分为接入网和核心网两大部分. 核心网采用全 IP 结构并采用软交换技术实现控制、承载、业务的分离, 其功能是提供强大的网络承载能力和丰富的业务. 根据提供业务功能的不同, 核心网从逻辑上可分为 CSD(电路域, 由 MGW 与 MSC 服务器组成)、PSD(分组域, 由 SGSN 与 GGSN 组成)和 IMS(IP 多媒体子域, 由 CSCF(呼叫状态控制功能), MGCF 与 MRF 组成)三部分. 这三个域将分别向移动终端提供语音、数据和 IP 多媒体业务, 其中 CSD 与 IMS 的组网和实现集中体现了软交换技术在 3G 中的应用. 就目前制定的标准来说, PSD 并未实现控制和承载的分离.

### 3.3 WCDMA R5 网络的分层模型及其相关实体

3G 网络作为 NGN 的一部分, 由于其核心网采用全 IP 方式进行承载. 按照 NGN 的模型, 3G 网络也可分为类似于图 2 的 4 个层面. 核心网中 CSD 和 IMS 中各个主要功能实体在分层模型中的位置如图 3 所示<sup>[1]</sup>. 图中, MSC 服务器、MGCF 和 CSCF 是位于控制层的功能实体, 主要完成呼叫控制以及实现与各种不同网络的信令互通. MGW 和 SGW 是位于接入层的功

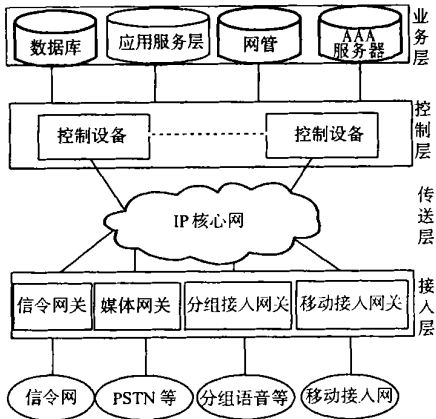


图2 NGN 参考模型

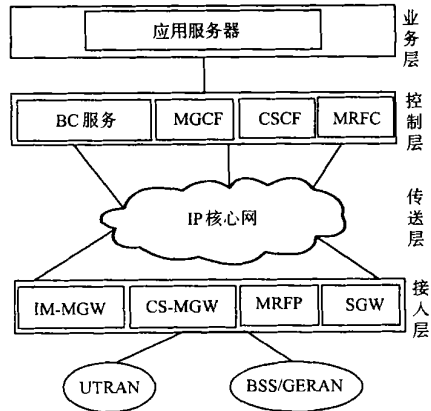


图3 WCDMA R5 核心网分层模型

能实体, MGW 主要完成媒体流格式的转换. SGW 则主要完成 SIGTRAN(IP 网信令传送协议)与 SS7 信令的翻译和转换. MRFP 及 MRFC 分别处于接入层与控制层, 分别实现多媒体资源的提供、承载和控制. 由此可以看出, 3G 核心网实现了控制、承载、业务三者的分离.

3.3.1 电路域 电路域中主要功能实体所实现的功能. (1) MGW 将来自电路交换网的承载, 转化为适合在 IP 网上传送的 RTP(实时传输协议)流并在 IP 网上传送, 它还将电路交换网的 TDM 通道和 CSD 的 RTP 流之间进行格式转换, 并完成媒体流的编解码功能. (2) MSC 服务器是 CSD 的呼叫控制设备, 负责对 MGW 中与媒体通道连接控制相关的呼叫状态进行控制, 完成呼叫建立和释放功能. 它还与信令网关一起, 完成与 PSTN 的信令互通以及终端用户的移动性管理. (3) MSC 服务器可以与各种应用服务器互通, 提供多样化的第三方业务. 在传统的 GSM 网络中, MSC 作为交换控制设备, 既要完成电路承载, 还要完成呼叫控制以及移动控制等控制功能. 而 R5 的 CSD 则将两种功能分开由 MGW 和 MSC 服务器分别执行, 实现了控制、承载、业务的分离.

3.3.2 多媒体子域<sup>[2~4]</sup> IMS 是 R5 核心网所包含的一个子系统. 它不能单独存在, 必须依赖于 PSD 提供的分组承载, 才能提供多媒体业务承载和信令转换. 其中, CSCF 是 IMS 中提供

多媒体业务的关键设备, MGCF 和 MGW 是 IMS 实现与 PSTN 互通的关键设备. 如图 3 所示, CSCF 和 MGCF 属于控制层的设备, 而 MGW 则是接入层的设备. (1) CSCF 是 IMS 与 IP 多媒体系统之间实现互通的功能实体, 按实现功能的不同, CSCF 还可进一步分为 S-CSCF(服务 CSCF), P-CSCF(代理 CSCF) 和 I-CSCF(查询 CSCF). CSCF 主要完成 4 个基本功能. (a) 呼入网关完成到 IP 多媒体系统的呼入的路由处理, 与 HSS(归属用户服务器) 进行通信完成呼叫地址查询. (b) 呼叫控制功能. 包括呼叫的建立和释放, 呼叫状态和事件管理, 与 MRF(媒体资源功能) 协同完成多方通话和其他业务, 以及与应用服务器一起向服务网络提供补充业务等. (c) 地址解析功能. (d) 提供归属用户业务特征信息的查询. (2) MGCF 负责对 MGW 中与媒体通道连接相关的呼叫状态进行控制, 完成呼叫建立和释放功能. 当传统移动通信网(GSM/CDMA) 中的终端发起呼叫时, MGCF 与 CSCF 进行通信. 根据该呼叫的路由选择合适的 CSCF, 完成 IMS 所使用的呼叫控制协议和 SS7 之间的协议转化, 向 CSCF 和 MGW 转发带宽资源不足信息. (3) MRFP 和 MRFC. MRFP 主要实现多媒体业务中多媒体流的承载和处理以及语音资源的提供. MRFC 主要实现对 MRFP 的控制, 与 CSCF 协同完成多方会话和多媒体会话的业务授权. MRFP 和 MRFC 的功能既可以分别由一个独立实体来完成, 也可以集成于一个设备来完成. 从功能上说, CSCF 与 MGCF 都是处于控制层的实体. MGCF 与 MSC 服务器都对 MGW 的媒体通道连接状态进行控制. 两者的不同之处在于 MGCF 是移动终端通过 IMS 与电路交换网互通的呼叫控制设备, 而 MSC 服务器是移动终端通过 CSD 与电路交换网互通的呼叫控制设备.

3.3.3 分组域 R5 中的 PSD 与 R99 的相比, 网络结构未做改动, 仍沿用了基于 SGSN 和 GGSN 的网络结构提供分组数据业务, 但明确了对服务质量(QoS) 和服务等级(CoS) 的要求. 就目前来说, PSD 并未实现控制和承载的分离. 因此, SGSN 和 GGSN 没有列入图 3 所示的分层模型中.

## 4 对全 IP 网络研究的一些观点

全 IP 网络技术是当今移动通信领域的研究热点之一. 3GPP 与 3GPP2 除了独立研究全 IP 网络技术外, 还将其作为 WCDMA 和 CDMA 2000 核心网融合的技术基础. 20 多年以来, 全世界的语音通信网都是建立在 SS7 信令控制和 TDM 交换技术的基础上的. 从上述两个参考模型我们可以看出, 全 IP 网络是一个巨大的技术跃进. 它将包括语音业务在内的所有业务都转移到了 IP 网络上, 这是一种“革命性的技术跃进”<sup>[6]</sup>. 对于这种革命性变革, 以下几个问题是值得考虑的. (1) 平滑过渡. 3GPP2 刚刚制定完成了全 IP 网络的网络参考模型, 而对于相关接口标准的研究还需要几年的时间. 到全 IP 网络技术成熟的时候, 新的 3G 运营商已经有了一个用传统技术建立起来的网络. 3GPP 的情形与此非常类似, 在全 IP 技术成熟以前, 运营商会建有一个基于 R99 的网络. 这些网络都是非常新的网络, 因此全 IP 网络需要有一个完整的演进策略及过程. 这些策略应当充分考虑保护运营商的已有投资、分步投资逐步建设网络及保护用户的利益等诸因素. (2) 新的功能和业务. 无论是运营商建立新的网络, 还是用户购买新的手机, 最重要的一点是看其能否提供新的业务和功能. 目前, 全 IP 网络技术的研究工作主要集中在构造新的网络框架方面. 但这个新的网络框架究竟是可以提供什么样的服务, 仍然没有明确的描述. 现有的很多描述都是原则性的. 如果没有明确的市场应用前景, 全 IP 网络技术是

很难被市场接受的。(3) 技术的成熟性. 基于 SS7 信令和 TDM 交换的传统通信网络已经过了 20 多年的发展. 在这个基础上, 已建立了固定通信网、移动通信网以及在此基础上的智能网体系, 并且每种通信网络都可以提供数十种不同类型的业务. 全 IP 网络是一种全新的技术, 尽管在理论上有很好的前途, 但到目前为止, 它仍然存在较多问题. 正因为它是全新的结构, 从而抛弃了很多传统网络已经取得的成就. 所以, 必须重新开始构造很多基础性的部分. 显然, 从市场角度而言, 全 IP 网络的市场进展将是一个艰苦而漫长的过程.

## 5 结束语

NGN 是一个全 IP 的网络. 它的最终目标是实现“三网合一”, 即融合现有的移动通信网、传统电信网和 IP 网成为一个统一的 IP 信息网. 3G 网络作为未来 NGN 的一部分, 也采用全 IP 承载. 它采用软交换技术进行构造, 实现控制、承载、业务三者的分离, 提供了一个分层、开放、可靠、扩展性良好的网络体系. 3G 网络的开放特性使它能与 Internet 更好地实现融合, 形成一个移动 Internet. 它可以方便地利用 IP 网上现有的丰富资源, 为 3G 用户提供各种多媒体及多样化的增值业务, 从而实现 3G 网络与 Internet 真正的融合.

## 参 考 文 献

- 1 Witt B I, Baker F T, Merritt E W. Softswitch architecture and design principles, models, and methods [M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1994. 128~139
- 2 李健芳. 软交换在 3G 网络中的应用与意义[J]. 电信科学, 2002, 18(11): 27~32
- 3 3GPP Organizational Partners. 3GPP TS 23.922 V5.3.0-2002. Architecture for an all IP network[S]. Valbonne FRANCE: Mcgraw-Hill, 2002. 1~5
- 4 林德敬, 林柏钢, 林德清. INTERNET 核心网技术综合分析[J]. 通信技术, 2002, 129(9): 61~64
- 5 万 屹. 3GPP2 的全 IP 网络[J]. 电信技术, 2002, (10): 7~9

## The Technology of All-IP Network and Softswitch Formulating by 3GPP and 3GPP2

Lin Dejing<sup>1</sup>      Sun Dexian<sup>④</sup>      Lin Deqing<sup>(四)</sup>

(<sup>1</sup> Fujian Mobile Telecom. Co. Ltd., 350001, Fuzhou, China;

④ Dept of Math., Fuzhou Univ 350002, Fuzhou, China;

(四) Shenzhen-Ditel (Beijing) Technology Co. Ltd., 100004, Beijing, China)

**Abstract** All-IP network is a hotspot today in the field of mobile telecommunication and basic technique for the confluence of core networks WCDMA and CDMA 2000; while softswitch is the important technical characteristic of core network WCDMA R4/R5. Both of these technologies are formulated respectively by 3GPP and 3GPP2 as the third generation partnership projects and standardization organizations. The present work includes 3 parts. Firstly, the reference models of all-IP network formulating respectively by 3GPP and 3GPP2 are described in detail, and moreover, some problems on all-IP network are discussed. Secondly, the technical constitution of the core network WCDMA R5 is analysed by drawing support from softswitch technology. Finally, the IP-based technology of RAN and HSDPA in WCDMA R5 edition is presented.

**Keywords** 3G system, core network, all-IP network, softswitch, 3GPP(WCDMA)/3GPP2(CDMA 2000)