

WiMAX网络体系结构及其应用模式探讨

摘要

文章介绍了WiMAX的概念及其特点，对WiMAX的网络体系结构，包括体系架构、端到端参考模型、网络实体、网络接口及其协议栈模型进行了详细分析，最后探讨了WiMAX的应用模式及其商业发展路线，对WiMAX的研究和应用具有一定的参考价值。

1、WiMAX的概念及其特点

随着通信网的进一步发展，WiMAX作为一种面向“最后一公里”接入的标准，尤其在目前全球缺乏统一宽带无线接入标准之际，有重要现实意义与战略价值。该标准大体可以分为两种，一种是IEEE802.16d标准，支持固定宽带无线接入系统空中接口；另外一种就是目前正在制定中的IEEE802.16e、支持固定和移动性的宽带无线接入系统空中接口标准。

全球微波接入互操作性（WiMAX，WorldInteroperabilityforMicrowave Access）是一项基于IEEE 802.16标准的宽带无线接入城域网（BWA-MAN）技术，也可以称为IEEE Wireless MAN。该技术是针对微波和毫米波频段提出的一种新的空中接口标准，其主要目标是提供一种在城域网一点对多点的多厂商环境下，可有效地互操作的宽带无线接入手段。WiMAX具有如下特点：

- （1）传输距离远：无线信号传输距离最远可达50km，并能覆盖半径达1.6公里的范围，是3G基站的10倍。
- （2）传输速率高：可实现高达74.81Mb/s的传输速度。
- （3）容量高：WiMAX的一个基站可以同时接入数百个远端用户站。
- （4）灵活的信道宽度：WiMAX能在信道宽度和连接用户数量之间取得平衡，其信道宽度由1.5MHz到20MHz不等。

(5) QoS 性能：可向用户提供具有 QoS 性能的数据、视频、语音业务。

(6) 丰富的多媒体通信服务：能够实现电信级的多媒体通信服务。

(7) 保密性：支持安全传输，并提供鉴权与数字加密等功能。

由于上述特点及其建网快、见效早的优点，WiMAX 具有重要现实意义与战略价值。而且就覆盖环境限制及部署成本考虑，对于用 xDSL、CableModem 方式不能有效覆盖、不便于和不值得部署有线网络的区域，WiMAX 更是大有用武之地。

2、WiMAX网络体系结构

2.1 网络体系架构

WiMAX 网络体系如图 1 所示，包括：核心网、用户基站（SS）、基站（BS）、接力站（RS）、用户终端设备（TE）和网管。

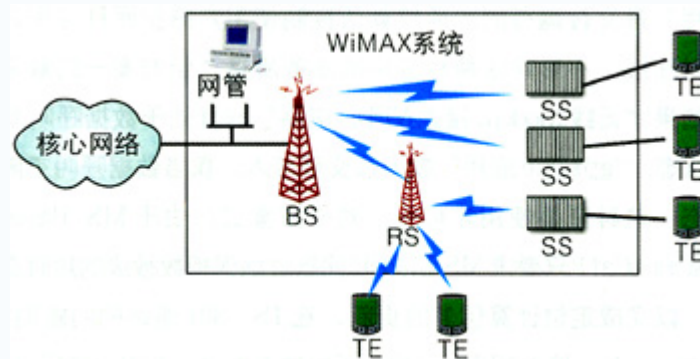


图 1 WiMAX 网络体系结构

(1) 核心网络：WiMAX 连接的核心网络通常为传统交换网或因特网。WiMAX 提供核心网络与基站间的连接接口，但 WiMAX 系统并不包括核心网络。

(2) 基站：基站提供用户基站与核心网络间的连接，通常采用扇形/定向天线或全向天线，可提供灵活的子信道部署与配置功能，并根据用户群体状况不断升级扩展网络。

(3) 用户基站：属于基站的一种，提供基站与用户终端设备间的中继连接，通常采用固定天线，并被安装在屋顶上。基站与用户基站间采用动态适应性信号调制模式。

(4) 接力站：在点到多点体系结构中，接力站通常用于提高基站的覆盖能力，也就是说充当一个基站和若干个用户基站（或用户终端设备）间信息的中继站。接力站面向用户侧的下行频率可以与其面向激战的上行频率相同，当然也可以采用不同的频率。

(5) 用户终端设备：WiMAX 系统定义用户终端设备与用户基站间的连接接口，提供用户终端设备的接入。但用户终端设备本身并不属于 WiMAX 系统。

(6) 网管系统：用于监视和控制网内所有的基站和用户基站，提供查询、状态监控、软件下载、系统参数配置等功能。

2.2 端到端的参考模型

WiMAX 网络的参考模型分为非漫游模式和漫游模式，分别如图 2 和图 3 所示。其功能逻辑组，包括移动用户台（MSS）、接入网络（ASN）、连接服务网络（CSN）和应用服务提供商（ASP）网络。与图 2 相比，图 3 主要增加了 CSN 之间的 R5 参考点。另外，WiMAXN WG 规范不定义 CSN 和 ASP 之间的接口。

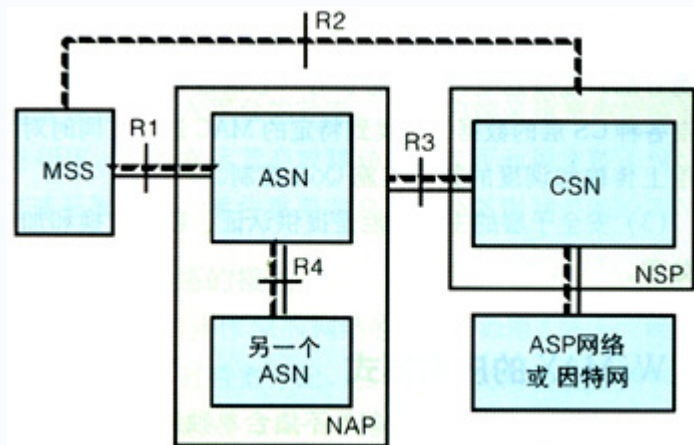


图 2 非漫游模式端到端参考模型

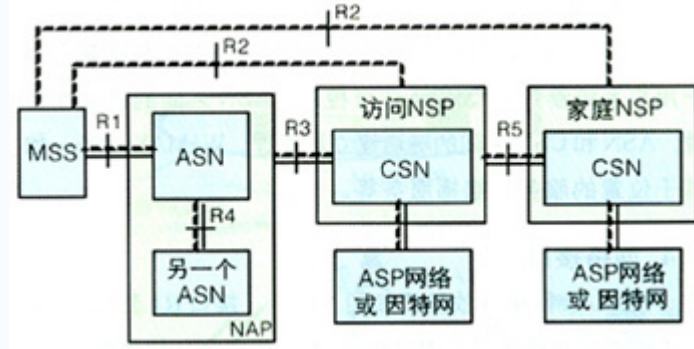


图 3 漫游模式端到端参考模型

2.3 网络实体

(1) 接入网络

接入网络（ASN）由 BS 和接入网关（ASNGW）组成（如图 4 所示），可以连接到多个 CSN，为不同 NSP 的 CSN 提供无线接入服务。其中，BS 用于处理 IEEE802.16 空中接口，包括 BS 和 SS 两种；ASNGW 主要处理到 CSN 的接口功能和 ASN 的管理。ASN 管理 IEEE 802.16 空中接口，为 WiMAX 用户提供无线接入，主要功能有：发现网络；在 BS 和 MSS 之间建立两层连接，协助高层与 MSS 建立三层连接；ASN 内寻呼和移动性管理；ASN 和 CSN 之间隧道建立和管理；无线资源管理；存储临时用户信息列表。

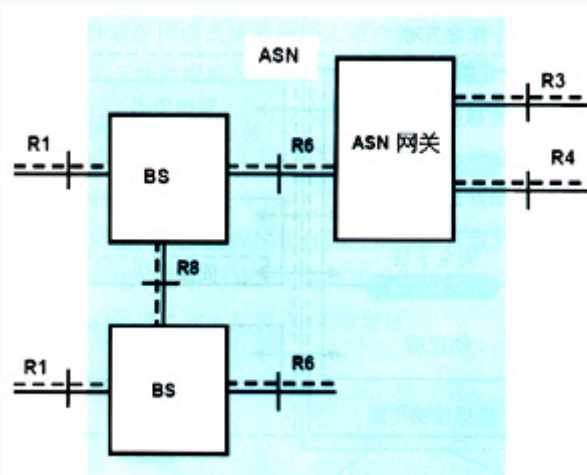


图 4 ASN 参考模型

(2) 连接服务网络

连接服务器网络（CSN）可以由路由器、AAA 代理或服务器、用户数据库、因特网网关设备等组成，CSN 可作为全新的 WiMAX 系统的一个新建网络实体，也可利用部分现有的网络设备实现 CSN 功能。CSN 为 WiMAX 用户提供 IP 连接，主要功能有：因特网接入，为用户会话连接，给终端分配 IP 地址；AAA 代理或者服务器，用户计费以及结算；基于用户系统参数的 QoS 及许可控制；ASN 之间的移动性管理，ASN 和 CSN 之间的隧道建立和管理；WiMAX 服务，如基于位置的服务、组播服务等。

2.4 网络接口

WiMAX 网络开放接口如图 5 所示。接口 R1 至 R5 为网络工作组初步确定了在 Release1 规范中定义的开放接口，接口 R6 至 R8 为后续版本中考虑开放的接口。各个接口的定义和功能如图 6 所示。

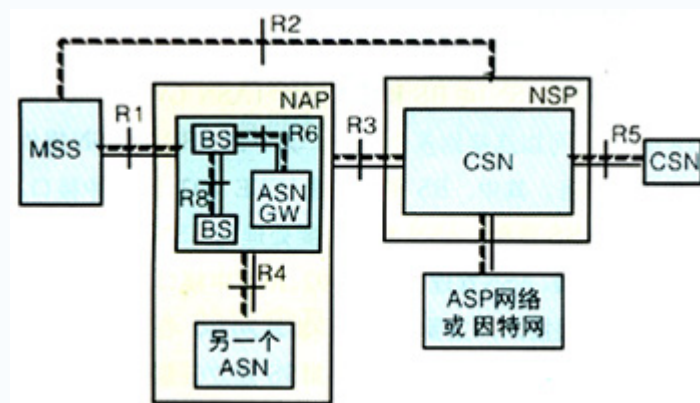


图 5 WiMAX 网络开放接口

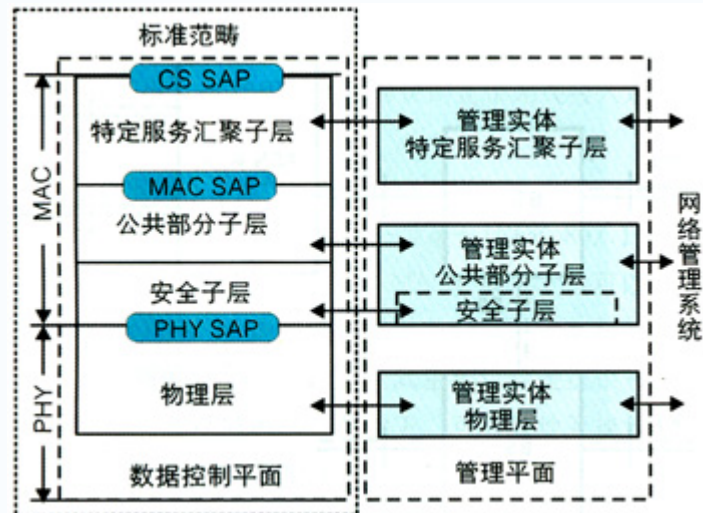


图 6 IEEE802.16 空中接口协议栈模型

- (1) R1: MSS 与 ASN 之间的接口，可能包含管理平面的功能。
- (2) R2: MSS 与 CSN 之间的逻辑接口，提供鉴权、业务授权和 IP 主机配置等服务。此外，可能还包含管理和承载平面的移动性管理。
- (3) R3: ASN 和 CSN 之间互操作的接口，包括一系列控制和承载平面的协议。
- (4) R4: 用于处理 ASNGW 间移动性相关的一系列控制和承载平面协议。
- (5) R5: 拜访 CSN 与归属 CSN 之间互操作的一系列控制和承载平面协议。
- (6) R6: BS 和 ASNGW 间的互操作接口，属于 ASN 内的接口，由一系列控制和承载平面协议构成。
- (7) R7: 该接口属于 ASNGW 内部接口，图 5 中没有标注，具体定义还在讨论之中。
- (8) R8: BS 之间的接口，用于快速无缝切换功能，由一系列控制和承载平面协议组成。

2.5 协议栈参考模型

IEEE802.16 标准描述了一个点到多点的固定宽带无线接入系统的空中接口。空中接口由物理层和 MAC 层组成，见图 6。IEEE802.16 MAC 层能支持多种物理层规范，以适合各种应用环境。

物理层由传输汇聚子层（TCL）和物理媒质依赖子层（PMD）组成，通常说的物理层主要是指 PMD。物理层定义了两种双工方式：时分双工（TDD）和频分双工（FDD），这两种方式都使用突发数据传输格式，这种传输机制支持自适应的突发业务数据，传输参数（调制方式、编码方式、发射功率等）可以动态调整，但是需要 MAC 层协助完成。

MAC 层分成三个子层：特定服务汇聚子层（CS，Service Specific Convergence Sublayer）、公共部分子层（CPS，Common Part Sublayer）、安全子层（PS，Privacy Sublayer）。

（1）CS 子层主要功能是负责将其业务接入点（SAP）收到的外部网络数据转换和映射到 MAC 业务数据单元（SDU），并传递到 MAC 层的 SAP。协议提供多个 CS 规范作为与外部各种协议的接口。

（2）CPS 是 MAC 的核心部分，主要功能包括系统接入、带宽分配、连接建立和连接维护等。它通过 MAC SAP 接收来自各种 CS 层的数据并分类到特定的 MAC 连接，同时对物理层上传和调度的数据实施 QoS 控制。

（3）安全子层的主要功能是提供认证、密钥交换和加解密处理。

3、WiMAX 的应用模式

从技术特点分析，WiMAX 不适合单独组网进行运营，从目前运营商的情况来看，WiMAX 的应用模式主要有以下场景。

3.1 固网宽带业务的接入

WiMAX 固定应用模式采用符合 IEEE802.16d 标准的设备，工作频段根据标准规定和国家的频率划分可以为 3.5GHz 频段，载波带宽为 3.5MHz。由于技术的限制，网络不支持小区间的用户数据的切换。终端设备的形式为固定安装在室内的或可携带的调制解调器形式。在

WiMAX 固定应用模式中，WiMAX 网络主要作为 IP/E1 的承载。在光纤或其他有线资源到位后，网络设备可以移到其他地方布网。

WiMAX 的固定应用模式主要包括两个方面，如图 7 所示：

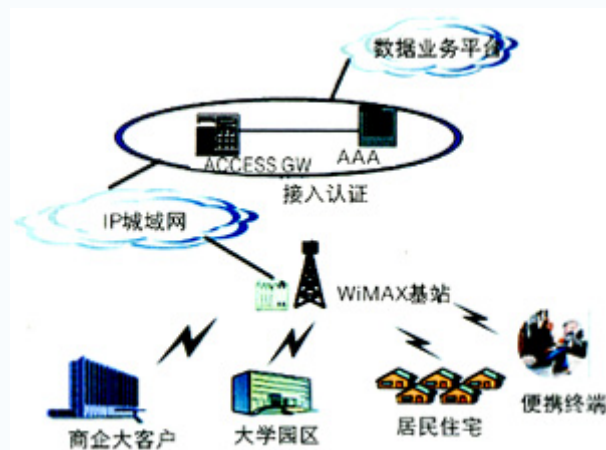


图 7 WiMAX 作为固网宽带业务的接入

(1) 家庭宽带接入市场

作为 xDSL 方式的互补。由于 WiMAX 设备成本呈现逐渐下滑的趋势，且用户峰值接入速率较高，安装方便，同时具有一定的便携能力，因此运营商可利用 WiMAX 技术，在客户端采用室内型 CPE，快速进入个人宽带接入市场，提供宽带数据业务。

(2) 商企等大客户接入市场

大客户接入主要实现基于 IP 和电路业务的综合接入。运营商可利用 WiMAX 作为数字分组网 (DDN)、帧中继 (FR) 网络等有线接入平台的补充，在客户端采用室内型或室外型 CPE。而新兴运营商或移动运营商可利用宽带无线设备迅速开展业务，抓住重要客户，弥补其固网资源的不足。

3.2 NGN 网络的接入

WiMAX 可用作 NGN 网络的接入，如图 8 所示。利用 IP 语音业务可实时带宽分配、占用空中无线资源少的特点进行语音业务的接入。对于新兴运营商，可利用 WiMAX 设备取

代光缆和铜缆，在客户端配合 IAD、综合 AG 等设备快速布局，打破传统固网运营商对语音业务的垄断。

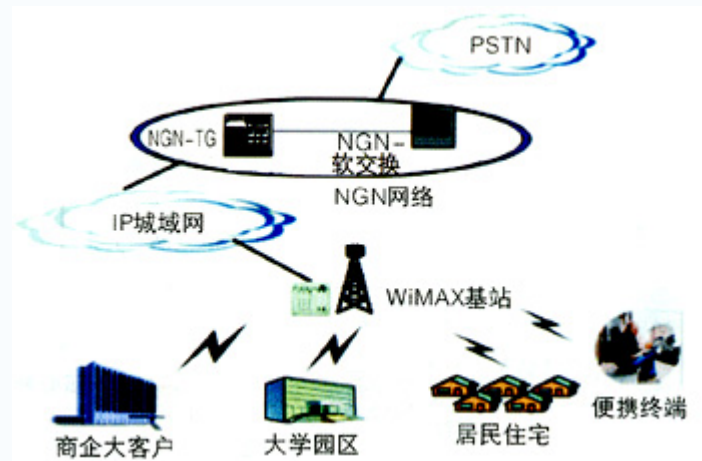


图 8 WiMAX 作为 NGN 网络的接入

3.3 数据业务的接入补充

目前，移动宽带数据业务主要指移动增值数据业务，包括移动互联网、消息类、游戏、企业应用、视频等多种业务。随着短信和移动游戏类业务的增长，用户对移动宽带数据类业务提出了更高的数据传输带宽需求。WiMAX 可以作为数据接入业务的一个有力的补充手段。

3.4 移动网络基站传输

WiMAX 移动应用模式如图 9 所示，其采用符合 IEEE802.16e 标准的设备，根据标准其工作频段应在 6GHz 以下。WiMAX 移动应用模式是面向个人用户的，提供支持切换和 QoS 机制的无线数据接入业务。其网络架构同 WLAN、3G 无线接入网络相似，可以通过蜂窝组网方式覆盖较大区域。在这种应用模式下，可以将 WiMAX 看作一种无线城域网、多点基站互联和回运的支持手段；同时，由于 WiMAX 的非视距特性，能够在城市中提供很好的应用，配合运营商实现快速建网的目的，如针对我国城域网建设的实际情况，可建立采用 WiMAX 接入技术的宽带 SDH 城域网。

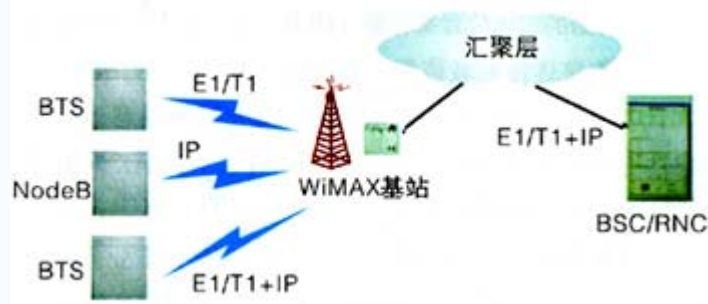


图9 WiMAX 作为移动网络基站传输

3.5 WiMAX与3G融合组网方案

WiMAX 网络和移动蜂窝网组网的网络架构，如图10所示：

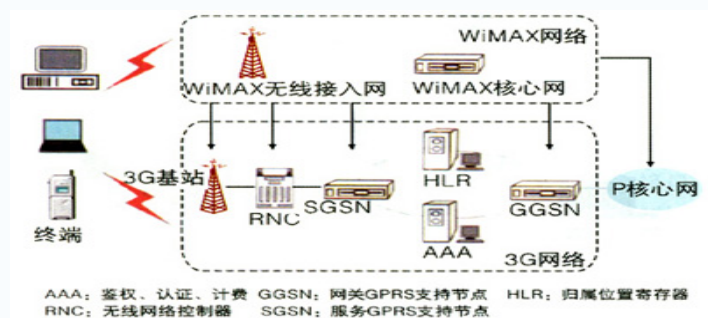


图10 WiMAX 与3G 融合组网

依据与移动蜂窝系统结合的紧密程度，移动蜂窝网络和 WiMAX 网络组网方案可以分成松耦合和紧耦合两大类。考虑耦合程度从浅到深，移动蜂窝网络和 WiMAX 网络可以有六个工作模式：

- (1) 统一计费 and 用户管理模式。
- (2) 给予蜂窝移动网络的 WiMAX 网络认证和计费模式。
- (3) WiMAX 网络接入移动蜂窝网络的标准分组域业务模式。
- (4) 业务一致性和连续性的模式。
- (5) 无缝的分组域业务切换模式。

(6) WiMAX 接入到移动蜂窝标准电路域模式。

前两种模式属于松耦合，后四种模式属于紧耦合。在模式（1）中，在两个系统间外挂一个附加的网络，AAA在附加网络中实现，完成鉴权和计费功能；在模式（2）中，WiMAX作为移动蜂窝网络互补网络，其认证和计费需要用移动蜂窝网络的归属位置寄存器（HLR）和AAA等，WiMAX流量出口直接连接到城域网；在模式（3）中，WiMAX认证和计费方式与模式类似，其业务流量出口将由移动蜂窝网络的分组域网关负责；在模式（4）中，WiMAX网络可以直接访问移动蜂窝网络所有业务；在模式（5）中，WiMAX网络切换要受蜂窝移动网络的控制，其VoIP语音业务可以切换到移动蜂窝网络中；在模式（6）中，WiMAX网络无线资源和移动蜂窝网络中无线资源将被统一调度。

WiMAX 组网可以先考虑采用模式（1），再通过移动蜂窝网络升级，逐步演进到模式（4）和（5），模式（6）是终极发展目标。WiMAX 终端认证计费功能都在移动蜂窝系统中相应的设备中实现。在松耦合场景下，WiMAX 移动性管理由 WiMAX 专用设备实现，而在紧耦合场景下，移动蜂窝中的设备也要参与 WiMAX 终端的移动性管理。

4、WiMAX的商业发展路线

从 WiMAX 的技术特点分析，WiMAX 市场的运营和商业模式需要分三步走，即发展的三个阶段：

（1）室外型固定宽带无线接入市场：基于 802.16d 的室外固定终端作为建筑物的接入手段，作为固定网络的辅助，以企业用户为主。

（2）室内型固定宽带无线接入市场：用户可以自行安装的基于 802.16d 室内固定终端上市，降低运营商建网成本，向家庭用户提供接入业务。

（3）便携移动模式应用市场：基于 802.16e 的芯片内置笔记本、PDA 等可携带终端，提供移动性，针对个人用户提供移动宽带数据业务。