

注意:

本文已被节选、并发表在 2005 年 9 月 5 日的总第 273 期 32 到 34 页 “卫星电视与宽带多媒体” 杂志上, 题目为 “无线宽频网络的未来实现者---高速无线宽带 WiMAX 技术”, 以及在第 35 页上, 题目为 “WiMAX 与 WI-FI 的关系”, 还有在第 36 页上, 题目为 “WiMAX 功能与技术成本优势”;

限于篇幅原因, 这里只节选部分内容, 如您感兴趣, 请 E-MAIL 至 sales@sunnisky.com 索取。

无线宽频网络的未来实现者---“高速无线宽带 WiMAX 技术”

北京阳天宽频网络技术有限公司 杨天喜

简述

WiMAX 全球微波存取兼容组织(Worldwide Interoperability for Microwave Access), 又叫全球微波接入互操作性, 是由英特尔主导、基于 IEEE 802.16a/d/e 标准的无线城域网技术。

这个最初由英特尔和奥维通提出来的 WiMAX 技术, 事实上是一种基于无线上网标准的技术。刚开始主要被用于远距离、高速度的通信环境, 之后通过不断的改进, 将其 2 公里以上的传输距离, 最后发展、演进其信号传输半径达到 31 英里(即 50 公里)覆盖范围的 IEEE802.16a 技术标准, 因此被定义为无线城域网接入技术或广域无线网解决方案(wide area wireless solution), 基本上能覆盖到城郊。正是由于这种 31 英里远距离覆盖范围、75 Mbps 的高速度传输特性, WiMAX 将不仅解决无线宽带的高速接入问题, 还能作为有线网络接入(Cable 有线电视、拨号上网、DSL、WLAN)的无线扩展, 方便地实现与边远地区的网络连接。因而 WiMAX 顺理成章的成为了继 CATV 和 DSL 线路之后的第三大宽带线路。

一、WiMAX 的由来

1987 年世界上第一个试验性无线局域网 WirelessLAN 被建立, 随后, 在医疗、零售、机场等场所, 出现不同厂商支持的无线局域网, 因而还不能互联。为解决这个问题, 于 1990 年 11 月成立 IEEE802.11 委员会, 开始着手制定无线局域网 WirelessLAN 标准。经过几年的努力, 终于在 1997 年 6 月颁布实施了全球第一个无线局域网 WirelessLAN 标准 IEEE802.11, 从而使得不同供应商之间的产品具有了互操作性。现在 1Mbps 和 2Mbps 的 WirelessLAN 技术和产品已非常成熟, 其整个系统的实现成本也已大幅下降。

然而, WirelessLAN 与至少有 10Mbps 的以太网 Ethernet 相比, WirelessLAN 的数据传输率较慢。为此, IEEE 小组又相继推出新的高速标准 IEEE802.16b 和 IEEE802.16a 两个新标准, 合称为固定的 WiMAX 技术(也就是 IEEE802.16-2004)标准, 到 2005 年上半年已经基本完成, 相关文件也已经在 2004 年发布。就在 2005 年上半年的马拉加会议上, 有关 WiMAX 的系统产品也已经进行了展示。而且在全球范围内, 有 100 多家运营商已经或者打算进行 WiMAX 产品的评估或者测试。据称, 这个固定 WiMAX 市场在 2005 年内应该就可形成。也有消息说, 目前出售的相关产品已经达到 5 亿美元, 据预测, 随着产品不断标准化, 这个市场规模将很快攀升到 20~30 亿美元。这

是因为它能够将宽带延伸到一些二级和三级的城市，尤其是一些还没有接入 DSL 的城市，让那里的居民利用这项技术就能充分体验到无线宽带的魅力。

同时欧洲电信标准化协会 ETSI 的宽带无线电接入网络(BRAN)小组也着手制定 Hiper(High Performance Radio)接入标准，其研究任务之一是 HiperLAN 标准，并已推出 HiperLAN1 和 HiperLAN2。其中，HiperLAN1 对应 IEEE802.11b，HiperLAN2 与 IEEE802.11a 具有相同的物理层 PHY。此外，在目前的无线标准和规范方面，由于利益的不同追求，不同厂商支持的不同标准和规范相互争执激烈，主要有 IEEE802.11b、HomeRF、HyperLAN2 以及蓝牙技术等，虽然它们各有自己的特点，各自的应用领域也不尽相同。

二、WIMAX 与 Wi-Fi 的关系

WiMAX 与 Wi-Fi (Wireless Fidelity, 可视无线宽带) 属于同一类技术。Wi-Fi 电脑都将具有无线局域网 WLAN (Wireless LAN) 的功能。无线局域网 WLAN 的历史并不长，目前其各项标准是由 IEEE (电子与电气工程师组织协会, Institute of Electrical and Electronics Engineers) 制定的，其目的是建立一种世界级的行业标准，以确保各不同厂商生产的设备都能具有兼容性与稳定性。1997 年提出了算是最早的 IEEE802.11 规格标准，后在 1999 年 9 月又提出了 IEEE802.11a 和 IEEE802.11b，又快速演化到最新的 IEEE802.11g 标准，只经历了短短的数年时间，就有如此大的飞跃。要知道，IEEE 802.11g 技术相当于 IEEE 802.11b 的 5 倍传输速率，其 54M 的带宽远远不是它的使用极限。将来如果将 3G 和 Wi-Fi 技术相结合，它就可以提供更广范的无线宽带的接入市场，二者是可以相互融合的。3G 的目的是为用户提供一种无处不在的无线服务(包括语音、数据等服务)，Wi-Fi 技术可以提供一种仿以太网络的局域无线服务。

就是英特尔最先在全球推广了 Wi-Fi 无线局域网技术标准，现在通过支持英特尔 Centrino 平台的笔记本电脑的 Wi-Fi 技术，用户可在咖啡馆、家庭、办公室以及其它公共场合接到 Wi-Fi 信号，进而连接到互联网上。

但 Wi-Fi 的信号热点(Hot Spots) 仅能覆盖数百米的范围。和 Wi-Fi 技术不同，WiMAX 设备将被安装在家庭和企业中，与电话公司的基站相连接，并可以通过基站把各地的网络连为一个整体。这样，有线或是 DSL 以及使用 WiMAX 芯片的网络，都可以接收到这种信号。当用户把 WiMAX 接到 PC 时，它就成为一种高速的无线接入。所以有一个形象的比喻，Wi-Fi 是人们拿着笔记本电脑到处找无线接入点；而 WiMAX 则是打着探照灯找人，只要电脑一开机，它就主动服务，并可以在任何场所，实现高速无线上网，甚至能实现优质语音通话的“副功能”。

相对 Wi-Fi 解决的是针对解决固定无线宽带局域网接入(WLAN) 的问题，WiMAX 则解决的是针对无线城域网(WMAN) 的问题，它是大面积覆盖区内，固定和移动宽带接入的标准。在传输距离和速度上 WiMAX 远胜过 Wi-Fi，Wi-Fi 只能把互联网的连接信号传送到 300 英尺远的地方(室内一般有效覆盖范围在 100 米以内，在开阔地带最远可以达到 300 米)；WiMAX 则能把信号传送最远可以达到 31 英里(50 公里)的覆盖范围，其典型应用的覆盖范围是 6 到 10 公里；而在网络连接速度方面，Wi-Fi 连接速度为 54 Mbps，而 WiMAX 为 75 Mbps。

三、WiMAX 论坛

WiMAX，是 Worldwide Interoperability for Microwave Acces 的缩写，全称为全球微波接入互操

作性或全球微波存取兼容技术，是基于 IEEE802.16 标准的无线城域网技术或称宽带无线接入 (Broadband Wireless Access, BWA 标准) 技术，就频谱而言，也叫 IEEE 802.16a/d/e WirelessMAN。

其论坛 Forum 或者某种意义上是一个唯一在无线宽带接入领域倡导兼容性、标准化和互操作性的联盟性组织，也称宽带无线技术论坛，同时也为全球宽带无线接入(BWA)产业协会，提供了质量控制和认证以保证成功的 WiMAX 标准化的部署。它是由英特尔 Intel 牵头并于 2001 年 4 月成立，即开始了制定相关标准，并对芯片、设备进行认证；2002 年 4 月由支持 IEEE802.16 标准的众多无线通信设备和器件供应商、软件开发商、运营商成立的一个非赢利性的工业贸易联盟组织的机构团体，旨在推广和验证基于 IEEE 802.16 标准的、不同供应商提供宽带产品与解决方案的兼容性和互操作性。2003 年 10 月 9 日，CNET Networks 将 2003 年度最潜力的无线宽带技术奖项就授予了 WiMAX 论坛。

随着其测试和认证进程，WiMAX 论坛认证 (WiMAX Forum Certified™) 也于 2004 年底问世。所以也可把 WiMAX 当成是一种新兴的无线协议 IEEE802.16 标准的代名词，是专门为宽带无线接入和回程而开发的无线宽带接入技术，其数据吞吐率可高达 70~75Mbps，传输距离可达 31 英里，也即在 50 公里的范围最高可提供每秒 70~75Mbps 的数据传输的速度。

1. WiMAX 论坛或组织的使命和主要职能

首要任务是联合全球大量的参与者，包括芯片生产商、软件开发商、设备生产商和服务提供商来支持根据 IEEE802.16 (也称 IEEE WirelessMAN) 和 ETSI(欧洲电信标准协会)HiperMAN 无线城域网标准形成一个可互操作的全球统一标准，并保证全球性的兼容性和互操作性，即要保证设备商开发的系统构件之间具有可认证的互操作性。同时还要创建一个竞争性的领域以降低服务提供商和用户的成本，推进 BWA 以加速成本可接受的全球无线宽带网络的部署。

现今的每个解决方案都是按照用户的需要而定制，彼此之间无法实现互操作。所以 WiMAX 论坛认为，其所认证的每一设备和其他设备都是可互操作的；即意味着业务提供商可以从多个公司购买设备，并确信这些设备都可以互操作，致使无线宽带通信业以更低成本、更加富有竞争力的市场，而带动宽带无线在全球各地更加迅速的发展。

作为要认证的 WiMAX 产品至少要符合三大特征，即 OFDM、品质、多层次。Wi-Fi 和 WiMAX 都采用的 OFDM (正交频分复用) 技术，虽然并不是一项新的技术，但它有非常高的频率效率，但是要说服三家以上的设备商在同一时间内来做同一件事情，难度就可想而知了。但最重要的一点就是，在不同设备商和制造商之间所生产出的设备实现互操作性，预计 2005 年这项工作就可以完成。

之所以要进行产品的认证，就是说，也只有打上“官方”，即 WiMAX 论坛的“烙印”，才能符合全球 WiMAX 的标准，来实现多个不同厂家生产的产品的互操作性。

2. WiMAX 论坛的准则

就是要保证由英特尔等行业领头人组成 WiMAX 论坛，致力于宽带无线接入 BWA 所有产品的公开互操作性，并且要：

- 支持 IEEE 802.16 标准
- 提出和促进 IEEE 802.16 标准的接入剖析图
- 认证网络和蜂窝的互操作性水平

- 取得国际认同
- 促进全球范围的宽带无线接入

3. WiMAX 论坛的终极目标

就是要促进 IEEE 802.16 标准规定的宽带无线网络的应用推广, 并保证采用相同标准的不同厂家宽带无线接入设备之间的互通性或互操作性。理想状况下, 即使在没有运营商的情况下, 也能够实现宽带的无线连接。而其现在是主要目标是基于 IEEE802.16 标准快速地推出一些可应用的产品。

4. WiMAX 功能

WiMAX 可以搭建一个开放的平台, 将固定运营商或者移动运营商, 还包括有线运营商、卫星运营商的不同网络连接在一起。然而, 不同运营商其使用 WiMAX 的方式不同。

➤ 固定运营商可用之实现宽带的无线接入

区别于当前流行使用的 DSL 或 Cable 的方式来实现宽带接入, 相比于这些技术, WiMAX 这种无线宽带技术具有明显的优势。

首先, WiMAX 能够通过无线的方式实现宽带连接, 而无需铺设线缆, 从而显著降低建设成本。

其次, WiMAX 的高带宽也是其他接入方式难及其项背的。鉴于此, 对于一些由于成本昂贵而导致无法铺设或升级线缆的地区, WiMAX 将有望成为宽带骨干的一部分。目前, 英国宽带 DSL 接入约占 20%~30%, 英国电信 BT 将 WiMAX 技术用在固定宽带接入方面, 在农村地区建立宽带连接。这点对没有移动网络运营牌照的运营商也具有特别意义, 他们将可以通过部署 WiMAX 网络, 来和移动运营商展开竞争。

➤ 移动运营商可用 WiMAX 实现和 3G 的互补

大多数 WiMAX 论坛成员均认为, 只有 3G 很好地发展起来, 数据业务和应用得到充分发展, 才有可能带动针对高带宽、高速度的需求, WiMAX 也才可能有用武之地。

5. WiMAX 的技术和成本优势

WiMAX 与目前正在试验阶段的 3G 相比, 有相当的优势:

- WiMAX 可以实现更远的传输距离。其 50 公里的无线信号传输距离是无线局域网所不能比拟的, 其网络所覆盖面积是 3G 发射塔的 10 倍, 只要少数基站建设就能实现全城覆盖, 这样就使得无线网络应用的范围得以大大扩展。
- WiMAX 能够向互联网提供更高速的无线宽带接入。其所能提供的最高接入速度是 75Mbps, 这个速度是原 3G (非指 HSDPA 等) 所能提供的宽带速度的 30 倍, 数据传输能力强大, 可弥补 3G 在数据传输速率与 WLAN 涵盖范围的不足。对无线网络来说, WiMAX 还有另外一个惊人的数据优势, 即能实现一定范围内的移动性。这与 3G 有些相似性, 但二者也有差别。WiMAX 倡导的是将宽带无线化, 而 3G 倡导的是将无线宽带化。也就是说, WiMAX 和 3G 的基础构架和着重点并不相同。
- WiMAX 可以提供优良的最后一英里 (Last Mile) 的接入服务, 这就是 WiMAX 的主要的市场定位。

作为一种无线城域网技术, 与 Wi-Fi 无线局域网相通后连接到互联网, 也可作为 DSL 等有线接入方式的无线扩展, 被视为是实现最后一英里的宽带网络无线 BWA 接入的极佳

实现方法。WiMAX 可为 50 公里线性区域内提供服务，用户无需线缆即可与基站建立宽带连接。所以 WiMAX 网络，将来有望成为全球第三大宽带线路。

- 由于 WiMAX 较之 Wi-Fi 具有更好的可扩展性和安全性，也支持数据、语音和视频，再加上其独有的服务质量保证（QoS）、按需提供的带宽分配、自适应参数调整等特点，给组网带来了更大的灵活性，从而能够实现电信级的多媒体通信服务。
- 相对于其它有线或无线的接入技术，除高速率、大覆盖范围外，WiMAX 有统一的国际标准，这使得它在成本控制、设备互操作性以及规模经济的实现上更胜一筹，同时又具有成本低、易实施的优势，从而使新兴运营商有机会快速切入市场，可带给运营商一个能降低网络部署和运营成本并加速性价比提升的公共平台。以前要想联网获取数据，必须要建设基础设施，比如挖掘道路、埋设光纤、进行综合布线，但是 WiMAX 的出现让这样的基础架构变得非常容易和经济实惠。在基站建设方面，能够帮运营商快速开通 T1/E1 级别的、按需分配大容量宽带业务。而且，不同于过去所采用的无线技术，移动信号站为了更好的工作，减少障碍物的影响，都需要搭建高高的基站，所以，WiMAX 可大大降低移动运营商的成本。其对 VoIP 的支持也是令运营商和用户心动的地方。

此外，WiMAX 还具备核心技术独特、开放网络模式、基于 IP 的无线宽带、可以支持不确定应用的网络等特点。也由于其超视距特性，因此可以允许更多用户的接入，实现更低的部署成本、更大的容量，以及因为标准化和互操作性带来的低 CPE（客户前端设备）成本而渗透到大众消费市场。这也是 WiMAX 在商用方面成功的两大首要前提，一是 CPE 要低于 300 美元，另外一条就是要求有更高的数据吞吐量。

另外，IEEE802.21 工作组正在为建立一个独立于介质之上的切换方案而努力，该方案支持 IEEE802.11、IEEE802.16 和 3G 的通用、无缝漫游和切换，这一非常富有远见的举措对 WiMAX 今后的产业化和规模化已经做了很好的铺垫。结合以上所列 WiMAX 的优势，可以说，WiMAX 是宽带移动性实现的无障碍途径，将成为“4G”的基础，并可提供真正的自由移动性。

6. WIMAX 发展计划

早在 1999 年 IEEE 组织就已经成立了 IEEE 802.16 工作组，负责进行固定无线接入空中接口标准的规范，当时并没有引起人们的太多的注意。目前，IEEE 802.16 标准主要包括 IEEE 802.16a、IEEE 802.16d 和 IEEE 802.16e，其中 IEEE 802.16a 和 IEEE 802.16d 是固定无线接入的标准，即固定版 WiMAX，其初衷是统一固定无线接入的空中接口，二者通过采用可选的网络拓扑模式，在网络拓扑中每个站点都可以和网络中的其它站点直接形成通信链路；也可在提供较大的容量下，不需使用均衡器就能有效克服码间干扰；而且，网络在保证数据精确传输下，可根据实际情况灵活、机动地选择分布式调度方式、集中式调度方式或者两者结合的方式来合理分配带宽，充分利用网络系统资源。这个标准可以应用于 2~11GHz 非视距(NLOS)传输和 10~66GHz 视距(LOS)传输，并已经于 2004 年 6 月得到了正式批准。

	IEEE802.16a/d	IEEE802.16e
工作频率/GHz	<11	<6
通道状态	非视距 50Km	非视距(待定)
数据速率/Mbps	75@20MHz 带宽	》 15@5MHz 带宽

调制技术	OFDM(次级信号), QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM(次级信号), QPSK, 16QAM, 64QAM
可移动性	固定	慢速移动
信道带宽/MHz	1.25~20 可调	上行链路与 802.16a/d 相同
有效范围/Km	50 (MAX)	约 2

但随着 IEEE802.20 技术的发展, WiMAX 支持者意识到, 只有具有移动特性才能保证 WiMAX 拥有广阔的市场前景。而 IEEE 802.16e 就是支持移动特性的标准, 即移动版 WiMAX, 其目标是能够向下兼容 IEEE 802.16d, 并在 IEEE 802.16d 固定无线接入标准研制的基础上, 正在加入支持移动特性的无线接入方面的特性, 如切换、安全等。按照预期 2005 年上半年 IEEE802.16e 标准将应该完成标准化。

此后又在 2004 年 7 月上旬给出了更为具体的产品时间表, 也称为英特尔“WiMAX 路线图计划”, 其原来的具体内容为:

- 2004 年 WiMAX 技术将出现在企业热点 (Hot Spots) 和家庭网络所租用的互联网中;
- 2005 年 WiMAX 技术将扩展到用于小企业、家庭企业和消费者市场的宽带网络;
- 2006 年 WiMAX 技术将用于手机中, 并且开始用于笔记本电脑;
- 2007 年 WiMAX 技术将在笔记本电脑领域迅速发展;
- 2008 年全球一半的笔记本电脑都将采用 WiMAX 技术。

而在实际进展中, WiMAX 的发展计划是一直在不断的修正当中进行的。2005 年 4 月在西班牙马拉加的 WiMAX 论坛上, 高调登场的 WiMAX 论坛正式宣布, 推出自己的认证计划, 并对认证过程和时间期限做出了详细的说明。也确定马拉加为 WiMAX 论坛的官方认证测试实验室 Cetecom 所在地。这个实验室已经按计划在 2005 年 7 月对外开放, 开始接受供应商所提供的设备并进行认证测试, 也期望经过认证的产品能从 2005 年底开始向无线 ISP 和大型电信公司提供。本来预计首款 WiMAX 论坛认证产品将于今年 11 月到 12 月间诞生, 可实际上 2005 年 7 月 6 日, Aperto 就成功完成基于 WiMAX 硅片的 PacketMAX 基站互操作性测试, 成为了第一个产品被认证的 WiMAX 供应商。一种产品如果能够获得认证, 就证明它符合该认证标准, 并能够实现与其它供应商产品的互操作。为证明对这些时间计划期限的承诺, 一些设备 OEM 供应商在此次论坛成员的会议中, 还对相关的设备进行了演示。此外, 在这个 WiMAX 论坛会上, 还详细说明了基于 IEEE 802.16-2004 标准对 WiMAX 设备进行测试的认证过程和时间期限。也预期在 2005 年 6 月之前完成必要的测试框架和测试脚本以及测试设备的准备工作。并在开始时将根据两种规格对设备进行验证, 即 TDD (时分双工模式) 和 FDD (频分双工模式) (3.5GHz 频段, 使用 3.5MHz 信道)。根据市场需求和供应商产品的提交情况, 论坛将会在 2006 年增加更多的规格。此外, WiMAX 论坛还承诺未来对基本规格的所有增强都将能够支持向后兼容。

目前 WiMAX 论坛的 5 个工作小组目前有条不紊地开展各自的工作。通过其全球众多的 WiMAX 实验网络, 其发展计划原定为三个步骤, 英特尔公司 2004 年下半年推出了 WiMAX 标准的芯片样品属于第一步骤, 符合 WiMAX 标准的设备也在 2004 年第四季度提交商用和实验。包括摩托罗拉、西方多路 and 奥维通等 3 家公司就已经推出了相应的 WiMAX 固定接入产品, 产品化进程超过了 WiMAX 论坛组织的原计划预期; 而 WiMAX 论坛 2005 年主要的精力是放在 IEEE802.16a/d (2004) 的版本上, 在 2005 年第一季度正式接受相关产品认证申请, 第二季度

将有认证产品问世（在 2005 年上半年前将以固定接入户外型产品为主，2005 年下半年可望进入室内布建）；2005 年 7 月后正式启动 WiMAX 认证测试实验室，对相关设备进行一致性和互通性测试，这对 WiMAX 市场是一个里程碑，测试以后，这些经过认证的产品就可以大规模进入商用，则相关的 WiMAX 基站和接入设备也可以于 2005 年下半年正式发售，开始为家庭和企业推出 WiMAX 固定宽带无线接入服务。之前所确定在 7 月份进行第一批测试的 OEM 厂商为 Airspan、Redline 和 Alvarion。WiMAX 系统产品的认证和互操作性测试也将在第三季度进行，例如华为的产品将在 10 月后进行互操作测试；同时运营商也将进行相关的实验室试验，2005 年第四季度运营商将进行试商用。

随着 2005 年下半年将支持移动数据访问和便携特性的 IEEE802.16e 标准的通过，用以支持像笔记本和 PDA 在 6GHz 以下频率的应用，其它授权和免授权频谱都将被利用到。解决了便携性和移动性问题之后，将 BWA 直接带入到终端用户的大规模应用也随之开始；据英特尔的预计，2006 年初进行首次商业性 WiMAX 实验，并推出移动式接取、针对移动应用，例如移动设备和笔记本用 IEEE802.16e 的 WiMAX 芯片，届时用户即使在出租车等交通工具上亦可实现无线上网；英特尔也和诺基亚表示，它们将在客户和基站策略方面将密切进行合作；英特尔计划在 2006 年推出用于移动 PC 上、并集成了移动 WiMAX 芯片的讯驰芯片组，实现在城域网范围内的可移动的宽带无线数据服务。在城域网的范围内，用户无须购置新的终端，仅用集成 IEEE802.16e 功能的笔记本电脑，就能以 60 公里/小时以上的移动速度，不间断地享用高于 3G 十倍以上速率而构成的宽带精彩内容服务。而且 WiMAX 还能作为 Wi-Fi 的备份，使用户可快速、容易地访问、漫游 Wi-Fi 热点（Hot Spots），而笔记本电脑、PDA、手机也可以通过在 Wi-Fi 和 WiMAX 间自由切换访问互联网，实现无缝的无线连接。预期 2006 到 2007 手持设备方面包括手机、PDA 或汽车都可内建 WiMAX，即移动版的 WiMAX（IEEE802.16e）实验则需要等到 2007 年初实现。此举将把 WiMAX 从“纸上谈兵”阶段推到“前线实战”阶段，从而带动整条产业价值链的发展。如果进展顺利的话，2008 年奥运会之前，北京也能够建成全面的 WiMAX 无线移动城域网络。

随着 WiMAX 设备官方认证测试开始的时间临近，就在最近的 2005 年 6 月 17 日，供应商们在美国芝加哥举行的 Supercomm 贸易展会，展示了他们期望销售给无线 ISP 和电信运营商的产品。例如，Aperto Networks 公司公布了工作于 3.5GHz 频段的 PacketMAX 设备，也还打算推出工作在其它频段的产品，尤其是 2.5GHz 和 5GHz。这是由于不同的国家和地区拥有不同的多种类型可用无线通信频谱区间，频谱问题必须直接与 WiMAX 产品能被销售的国家规定的相一致。一个月后的 2005 年 7 月 6 日，Aperto 成功完成基于 WiMAX 硅片的 PacketMAX 基站互操作性测试，而成为首家实现硅片供应商单系统内互用性的 WiMAX 供应商。这也表明，类似配合测试认证 WiMAX 进程的供应商，已经加快了其产品上市的步伐。

（本文完成于 2005 年 7 月 31 日）



北京阳天宽频网络技术有限公司
Beijing Sunnisky B. N. T. Co. Ltd
电话: 010-82645460 传真: 010-82645461
E-Mail: sales@sunnisky.com
www.sunnisky.com