

# 对中国发展宽带接入及光纤的思考

## Thinking on Development of Broadband Access and Optical Fiber in China

敖立/AO Li

(信息产业部电信研究院通信标准研究所, 北京 100083)  
(The Institute of Communications Standards Research, CATR, MII, Beijing 100083, China)

- 建议制订中国宽带发展规划, 提出中国的宽带发展战略构想, 确定中国宽带发展的目标
- 建议制订整体实施计划, 提出相应的政策和保障措施
- 建议建立从国家到地方层面推动宽带发展的综合体系
- 建议以直接投入引导资金、贴息贷款、税收减免等方式支持中国宽带建设

中图分类号: TN915.6 文献标识码: A 文章编号: 1009-6868 (2009) 06-0041-04

**摘要:** 宽带接入发展趋势正从传统的铜线接入向“有线铜退光进, 无线宽带移动化, 有线无线相互补充, 实现无缝接入”的目标演进。光纤宽带是固网宽带接入发展的必然选择。光接入面临多重挑战, 需要综合考虑建设与运营维护、无源光网络光线路终端容量设置、光纤宽带对无源光网络(PON)光网络单元的要求、光纤宽带设备的管理、综合业务承载能力、多业务承载对业务控制层的影响等问题。

**关键词:** 宽带网络; 宽带接入; 光纤宽带

**Abstract:** The broadband access system is evolving from traditional copper wire access toward the goals of optical fiber substitution for copper wire, mobility of wireless broadband, fixed and mobile complementing, and fulfillment of seamless access. Optical broadband is an inevitable selection of a fixed network to develop its broadband access. Optical access is facing multiple challenges in system construction and operation and maintenance, terminal capacity settings of optical lines in Passive Optical Networks (PONs), the requirements of optical broadband on optical network elements in PONs, the management of optical broadband equipment, capability of bearing comprehensive services, and impacts of multi-service bearing on the service control layer.

**Key words:** broadband network; broadband access; optical broadband

**宽**带网络主要指宽带网络基础设施和利用宽带网络所进行的各类应用服务, 其发展形成了包括宽带服务和制造的新兴产业, 并构建了一个承载企业经济活动、社会管理与公共服务活动、民众数字化生活的基础平台。

### 1 国际宽带接入发展情况

近年来, 宽带网络在全球发展非常迅速, 并成为电信运营商重要的业务收入来源。至2009年3月份, 全球宽带用户已达到4.29亿, 其中数字用户线(DSL)仍然占据宽带市场的主导地

位, 占比为64.6%; 电缆调制解调器用户占比为20.7%; 光纤宽带用户达到5 340万, 占比为12.4%, 但用户增长速度最快(2009年第1季度光纤宽带的增长率为5.69%, 同期DSL和电缆调制解调器分别为3.7%和3.8%)。

宽带接入区域发展差别较大。从光纤宽带部署进度看, 呈现“日韩激进、北美积极、欧洲起步”的总体特点, 目前已有20个国家和地区的光纤入户普及率超过了1%, 其中韩国以44%的光纤入户普及率领先世界其他地区, 香港、日本和台湾分别以28%、27%和12%的比例居于第2到第

4名; 从建设模式看, 日本为光纤到户(FTTH)为主, 光纤到楼/路边(FTTB/C)为辅, 而北美则呈现FTTH和FTTB/C并存的特点; 从采用的技术来看, 日本以EPON技术为主, 而北美和欧洲选择了GPON。

宽带接入快速发展主要有赖于技术驱动、市场驱动、政策驱动。

#### (1) 技术驱动

近年来, 以EPON和GPON为代表的光接入技术产业链逐步成熟, 技术和产品不断完善, 价格逐步下降, 光纤接入网规模应用的时机已经来临。相比较而言, EPON技术和产业链已

经非常成熟,近年来GPON技术发展也较快,技术和产业链也逐步成熟。

### (2)市场驱动

许多发达国家各类网络应用系统十分成熟完善,网上办公、网上购物、网络游戏、影视娱乐、网络教育比较普及,上网已经成为百姓日常生活中必不可少的手段,为宽带接入的快速发展奠定了应用基础。

### (3)政策驱动

许多国家采取一些支持宽带发展的政策措施,包括:提出国家发展战略或有关计划,确定发展目标;政府投入资金或减免税支持网络建设和有关研发,特别是在宽带普遍服务领域;区别于铜缆必须开放的非绑定政策,对光纤接入的开放适当放松,增加运营企业的积极性;加快电信企业获得网络电视(IPTV)许可的时限。

为应对金融危机,一些国家将宽带作为重点投资方向。美国奥巴马政府约8 000亿美元的经济刺激计划中,有约70亿美元用于宽带补贴;英国2 000亿欧元的经济刺激计划中,有约50亿欧元用于提升宽带基础设施;德国计划2.38亿美元用于人口稀少地区部署宽带基础,以实现到2010年实现中国范围的宽带普及。

## 2 中国宽带接入技术及应用情况

### 2.1 发展较快,整体水平有待提高

中国的宽带用户规模世界第一,家庭普及率与世界水平相当,但与发达国家水平有一定差距,人口普及率与世界发达国家水平有较大差距。

中国宽带用户近年来发展非常迅速,到2008年底,中国的宽带用户数已经达到8 400万,宽带用户规模已居世界首位,家庭普及率达到22.6%的世界平均水平(按中国3.7亿家庭计算),但不到经济合作发展组织(OECD)30国一半,与世界前10位的国家和地区的平均水平86%相距甚远,且农村地区还不到4%。人口普及率

仅达到6.5%,与世界发达国家的水平(世界排名前10位的国家和地区的平均水平为33.2%)有较大差距。

中国的宽带网络可提供的带宽能力与世界发达国家有一定差距,农村地区尤其薄弱。

据统计,中国目前宽带网络可提供的网络接入带宽平均4 Mbit/s,实际使用的带宽不足1 Mbit/s,与OECD 30国9.2 Mbit/s的平均水平有很大差距,远低于韩国和日本50 Mbit/s的水平,农村地区行政村的宽带覆盖率约67%,平均带宽在1 Mbit/s左右。

### 2.2 DSL接入为主,光纤接入进入

#### 规模发展期,无线接入发展一般

到2008年底,中国宽带用户中,DSL用户6 702.6万,占比80%。近两年来,中国电信运营企业大力推进光进铜退,实施接入网光纤化战略,到2009年3月底,中国光纤接入网采用无源光网络(PON)技术的整体建设规模已经超过1 000万宽带用户端口,并将继续加快光纤接入的步伐,实现光纤尽可能向用户延伸,城市提高速率、农村扩大覆盖,光纤宽带建设以FTTB/C为主、FTTH为辅。据统计,中国光纤接入用户(采用PON技术)约300万户,其中光纤到户的用户不足10万,与日本光纤到户1 400万、韩国光纤到户44%的普及率有很大差距。无线接入(固定无线接入、Wi-Fi等)由于市场定位、频谱管制、技术能力等各种原因发展一般,目前只作为有线接入的必要补充。

## 3 对中国宽带接入水平和对产业拉动影响预测及相关政策建议

### 3.1 2012年前后宽带接入发展水平预测

根据各种资料进行预测,中国到2012年前后宽带接入发展将达到如下水平:宽带用户规模达到1.75亿,人口普及率达到13.0%,家庭普及率

达到47.8%;城镇地区宽带接入覆盖率达到90%,商业楼宇的光缆通达率达到100%,城镇家庭8 Mbit/s接入速率覆盖率达到95%,20 Mbit/s及以上接入速率达到75%;农村地区行政村的光缆通达率超过90%(偏远地区采用光纤加无线方式),行政村2 Mbit/s接入速率覆盖率达到90%,4 Mbit/s接入速率覆盖率达到80%。对中国宽带接入用户数及占互联网接入用户数比例预测如图1所示。

### 3.2 未来3年宽带发展对产业及消费的拉动

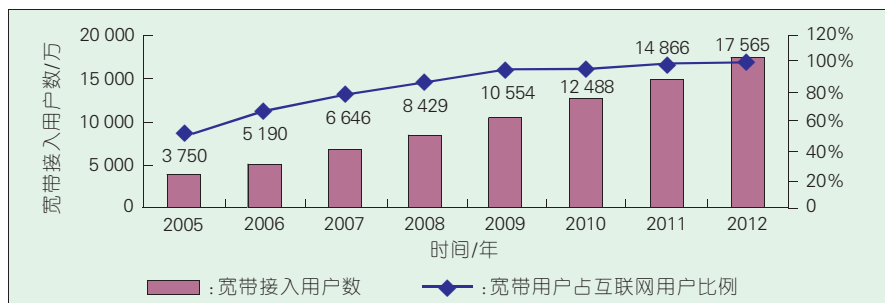
初步估算,在国家给予一定资金和财税政策支持下,中国宽带网络投资规模3年约2 000亿元,可直接拉动消费(宽带接入业务收入)增加值3年累计约1 200亿元(按照3年宽带用户每年平均增加2 000万元、用户的每用户平均收益(ARPU)值为80元计算),并相应带动网络设备和信息终端设备生产等相关产业的发展。其中对上游网络设备、光纤光缆制造业的投资拉动约1 000亿元(按制造业的毛利润为25%,总计投入中的原材料和固定资产折旧占比60%计算),带动信息终端(电脑、上网本等)的销售为750亿元(3年新增用户5 200万,其中50%要购买信息终端,单台终端价格按3 000元计)。

### 3.3 对发展宽带的政策建议

建议在国家信息化发展战略的基础上,制订中国宽带发展规划,提出中国的宽带发展战略构想,确定中国宽带发展的目标,制订整体实施计划,提出相应的政策和保障措施。

建议推动中国宽带发展的具体措施:

(1) 建立从国家到地方层面推动宽带发展的综合体系,充分利用地方政府的积极性发展宽带基础设施和业务应用,将宽带设施建设纳入城市基础设施建设的范畴之中,要求地方政府为宽带网络建设出台相关的



▲图1 中国宽带接入用户数及占互联网接入用户数比例预测

管理规定和保障措施。

(2)按照东中部地区、城市和农村地区分区域、分阶段、有步骤积极稳妥地推动宽带发展,建议首先在经济发达地区率先实施并建立中国示范点,积累经验后面向中国加以推广。

(3)以直接投入引导资金、贴息贷款、税收减免等方式支持宽带建设,特别是对农村地区和经济不发达地区的宽带建设采取鼓励政策。在经济不发达的农村地区应将宽带服务纳入实施普遍服务框架中,并采用直接的财政补贴方式降低农民使用宽带的门槛,提高农村的宽带普及率。

(4)制订相关政策,完善配套措施,主要在法律法规、市场监管、财政税收、产业发展、科技创新等方面围绕中国的宽带发展出台相应的管理措施,加速宽带产业链的升级、改善宽带的建设环境、推动宽带应用发展。

## 4 光纤宽带是固网宽带接入发展的必然选择

从整体发展趋势来看,宽带接入网发展趋势正从传统的铜线接入网向“有线铜退光进,无线宽带移动化,有线无线相互补充,实现无缝接入”的目标演进,应该说,光纤宽带是固网宽带接入发展的必然选择。

随着运营商重组的实施和3G牌照的发放,中国三大基础电信运营商实行全业务经营已然清晰。有线接入网作为基础承载网络,需要承载语音、数据、视频甚至企业接入、移动基站回传等多种业务。传统的铜线接入网由于受限于信号的传输衰减,一般

端局的覆盖范围在3 km以内,端局数量很多,这对运营商的机房及配套设施建设和运营成本控制都带来了挑战。端局分布较散,还需要增加城域汇聚层,直接导致城域范围内网络层次较多,结构复杂,网络运行维护成本增加。光接入网的引入,其覆盖范围达到20 km,保证了光线路终端(OLT)从光接入网建网初期就可以提升到传统的城域汇聚节点处,从而简化了接入网汇聚层的网络结构,也节省了端局的数量。无论对于传统固网运营商的网络升级和改造,还是缺少机房资源的新兴宽带运营商新建网络都非常重要。因此,在加快光纤接入应用的同时,应注意统筹规划、集中设置OLT,实现“大容量、少节点”部署,实现有线接入网的网络结构优化。另外,光接入网的“大容量、高接入带宽、高可靠性、多业务服务质量(QoS)等级支持能力”的特点,也决定了接入网向统一、融合、高效承载平台的方向演进成为了现实可能。

在实际建设中,光接入网还面临多重挑战,有些问题需要综合考虑。

### 4.1 建设和运营维护

“光进铜退”的实施、光纤宽带网络建设除了考虑系统设备之外,还应该加强接入光缆、OLT、ODN的整体规划;同时要加强前后端联动,供电保障、IT支撑、工程建设、运行维护等各项工作,尽快将接入能力转化为业务与服务能力。从实际的情况来看,目前光纤宽带部署中面临的很多问题,都在于运营商的基层部门对光纤

接入网的网络建设,以及运营维护的能力和和经验不足,尤其是运营维护方面的问题显得特别突出。

这主要表现在几个方面。第一,设备开通、配置、升级繁杂;设备种类和网元数量增多,管理维护繁杂;多业务配置和业务发放涉及到多个设备、多套后台支持系统,操作复杂。第二,随着光纤逐步下移,需要维护管理的远端节点成倍增加;远端设备走出机房,设备的运行环境较差,故障率增加;设备分布广,故障现场处理工作量大。这些问题,都对光纤宽带的设备管理、设备开通、业务发放、故障监控、网络安全控制能力提出了很高的要求。

### 4.2 PON OLT的容量设置

“大容量、少局所,网络扁平化”的趋势意味着OLT覆盖的用户数量增加,相应地,对OLT容量也提出了新的要求。也就是说,OLT设备的单板PON口数量、单板总线带宽、上行端口容量以及系统的交换能力需要相应提高。目前业内已经出现了800G交换容量、单板8个PON口,10G上联口的大容量OLT设备,反映的就是这样的趋势。

在网络层次简化的情况下,OLT设备优先考虑直接上联宽带接入远程服务/业务路由器(BRAS/SR)设备。此外,未来OLT容量会越来越大,覆盖的用户数量较多,对于光纤宽带网络可靠性的要求也越来越高。这时,对于PON设备本身,就需要考虑对OLT设备的重要部件进行保护(如电源板、主控板、上联板的冗余保护)。在组网保护方面,对于重要客户或关键业务,OLT需提供双上联保护,以避免单点故障、实现可靠接入。

在光纤宽带建设初期,对于直连BRAS/SR的OLT设备,可通过链路捆绑或虚拟路由冗余协议(VRRP)方式,实现上联链路的冗余保护;后续则可引入电信级以太网保护技术,实现OLT主备链路间的毫秒级保护,以及



OLT的BRAS/SR双归属配置。

#### 4.3 光纤宽带对PON ONU的要求

在FTTB/C模式下,PON远端设备光网络单元(ONU)在功能以及性能方面,都应保证网络和业务的需要。PON ONU设备应支持VLAN 1:1和N:1转换功能、跨虚拟局域网(VLAN)组播复制等功能;满足QoS部署要求,支持802.1P和基于优先级的队列调度;ONU应根据业务发展需要提供内置语音功能。

不同的楼宇应用场合,对ONU的端口密度有不同要求,一般情况下8、16、24、32端口就可以覆盖各种环境。ONU宽窄带的比例应根据业务渗透率进行选择。为保证长期运行性能,ONU应能在-10℃~55℃环境中工作,并具有良好的散热设计。插卡式ONU可以使用风扇散热,但风扇寿命至少超过5万小时;对于一体化ONU,考虑到楼道特殊安装环境对住户的影响,应采用自然散热设计,不建议使用风扇。ONU还应具有良好的防雷性能,电源口和DSL/POTS口具有4 kV雷击防护能力,并提供温度、市电/电池、门禁等方式的远程监控。ONU主要采用交流220 V或直流-48 V的本地供电,并可根据实际需要选装电池或UPS备电。ONU设备形态应满足楼道狭窄环境的安装要求,不宜太高。

面临已经到来的全业务运营时代,ONU作为末端接入设备也可以根据运营商的需要支持基站承载、中小商业用户专线接入的应用场景。在ONU应用广泛的光进铜退场景,ONU平台架构应该支持从现有的ADSL2+,到VDSL2或LAN的平滑升级,以支撑业务带宽的平滑升级。

#### 4.4 光纤宽带设备的管理

引入PON系统后,网络管理维护面临新的问题:接入点数量增加、业务从单一业务向多业务转变、业务管理更加精细化、光缆网络的维护量增加等等。采用PON的光接入网络规模

部署后,ONU的数量非常多,对ONU的操作管理维护也非常重要。

FTTB模式下PON ONU的管理维护,采取OAM+SNMP协议(EPON)或者OMCI+SNMP联合管理。运行、管理和维护(OAM)或OMCI负责PON协议相关功能的管理;简单网络管理协议(SNMP)接口负责端口、协议和业务的相关功能。FTTH模式下PON ONU的管理采取OAM/OMCI+TR-069联合管理。

对于采用FTTB模式的PON OLT及ONU设备的管理和配置,可在厂家PON设备网管基础上,提供北向接口方式,或由PON设备直接开放SNMP MIB库方式,支持IP城域网网管和软交换网管,对其进行VLAN、QoS及语音接入等业务信息的远程配置管理。

FTTH模式的内置语音接入设备,可采用基于TR-069的ACS管理系统,或暂由PON网管系统进行管理,原则上不再为FTTH语音接入设备新建独立的网管系统。对于FTTB的内置语音接入设备,可由不同的厂家网管系统管理各自的网元设备。对于少量新建的外置综合接入设备(IAD),可考虑纳入同厂家的PON网管系统。接入网关设备应由软交换网管统一管理。

#### 4.5 综合业务承载能力

光纤宽带网络建设应充分考虑满足未来多业务统一承载的需求,具备按客户、业务区分和差异化的承载能力,满足语音、视频等业务的高质量接入。光纤宽带接入网络应部署基于802.1P的QoS策略,并在OLT和ONU设备部署相应的优先级队列,具备相应的业务流分类、优先级标记、优先级队列调度,以实现基于业务优先级的包转发,保障不同业务的质量。

在无线局域网(WLAN)功能方面,为了适应未来网络发展的需要,PON设备应支持VLAN Stacking功能。其中,外层VLAN TAG可以用于标志业务,也可以用于表示OLT设备;内层VLAN TAG可以用于表示不同用户或同一用户的不同业务,并支持1:1和

N:1 VLAN映射功能。

#### 4.6 多业务承载对业务控制层的影响

业务接入控制层分为单边缘和多边缘两种结构。一个用户所有的业务流量,终结在同一台业务接入控制设备上,为单边缘结构。一个用户不同的业务,终结在不同的业务接入控制设备上,为多边缘结构。

光纤宽带网络综合业务承载的支持能力,将对城域网的业务控制层带来相应的影响。对于重要的政企客户通过SR接入;对于公众用户和中小政企客户,如IP城域网配置了功能完善、性能高的BRAS设备,优先采用单边缘结构组网;对于业务量较大、BRAS设备不能较好地支持多业务接入控制的情况,可采用多边缘结构组网。同一城域网可同时采用单边缘和多边缘混合组网。

统筹考虑IPTV、WLAN和VoIP等多业务的需要,在IP城域网内应考虑DHCP的引入,并逐步建设DHCP平台。DHCP平台管理系统可集中部署。在DHCP系统安全性、可靠性、扩展性要求不高的情况下,直接在BRAS/SR上开启DHCP Server功能。根据业务的实际需求,结合Radius及相关支撑系统的改造,引入可集中管理的IPoE接入认证方式,适应永久在线和有组播需求的业务。

## 5 参考文献

- [1] 韦乐平. 宽带光纤接入网及其发展展望[J]. 中兴通讯技术, 2008,14(6):1-4.
- [2] 曹淑敏. 无线通信发展的趋势——宽带化、移动化[J]. 中兴通讯技术, 2008,14(1):1-4.

收稿日期:2009-08-06

### 作者简介



敖立, 信息产业部电信研究院通信标准研究所副所长、高级工程师, 中国通信标准化协会传送网与接入网技术工作委员会副主席兼接入网工作组组长, 中国通信标准化协会家庭网络特设任务组组长, ITU-T SG15中国对口专家组成员。已发表文章30余篇, 著专著2部。