



光纤接入“三明治”方案在宽带接入网中的研究及实现

杜军^{1,2}

(1. 中国联合网络通信集团有限公司湖北分公司, 湖北 武汉 430040; 2. 华中科技大学, 湖北 武汉 430074)

摘要:随着“宽带中国”战略的持续推进, 宽带“提速降费”已成为“互联网+”战略实施的重要支撑。借鉴 3G 网络对 2G 进行逐步替代性创新的技术构想, 提出利用原有传统接入的引入线, 使用户外蝶形皮线光缆替代传统 GYTA 光缆进行配线, 按需提供 FTTH 和 FTTB 充分融合的配线点 (DP) 的光纤接入“三明治”方案。通过光纤接入“三明治”方案在湖北联通的规模应用, 有效实现固定网络接入的“轻资产”化和“高带宽”化。在下一代互联网接入背景下, 对光纤接入“三明治”方案的技术先进性、经济合理性和相对成本优势进行了分析, 并总结出该方案在“互联网+”通信基础设施改造中的应用关键点, 对我国全面加快网络光纤化改造, 促成网络“轻资产”化和“高带宽”化提出了管理建议。

关键词: 互联网+; 下一代互联网接入; 网络光纤化改造; 轻资产

中图分类号: TN929.18

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016050

Research and implementation of “optical access sandwich” solution in broadband access network

DU Jun^{1,2}

1. Hubei Branch of China United Network Telecommunication Co., Ltd., Wuhan 430040, China

2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: With the continuous promoting of “Broadband-China” evolution, “Faster internet with cheaper tariff” in broadband field has become the important support of “internet+”. The optical access-sandwich solution was proposed based on the gradual evolution from 2G to 3G, which means reusing traditional incoming-line on the live network, distributed by replacing traditional GYTA fiber with butterfly-flexible optical cable and providing convergent DP in FTTH and FTTB. The asset-light and high-bandwidth on fixed access network can be achieved effectively with the large-scale deployment on the solution. In the environment of next generation internet, the advantage on optical access-sandwich, including advanced-technology and effective-cost, was analyzed. Meanwhile, the key point, which is reflected in the modernized telecom infrastructure in internet+, was summarized accordingly. The proposal, which included acceleration on optical-internet modernization and the asset-light & high-bandwidth on network, was put forward.

Key words: internet+, next generation internet access, optical-internet modernization, asset-light

1 引言

2015 年 5 月 20 日国务院办公厅印发了《关于加快高速宽带网络建设推进网络提速降费的指导意见》。此指导意见提出到 2015 年底,全国设区市区和部分有条件的非设区市城区的 80% 以上家庭具备 100 Mbit/s 光纤接入能力,50% 以上设区市区实现全光纤网络覆盖;直辖市、省会城市等主要城市宽带用户平均接入速率达到 20 Mbit/s,其他设区市区和非设区市区宽带用户平均接入速率达到 10 Mbit/s。由于传统的 DSL 铜线接入、小区 LAN 接入城区的互联网接入带宽不能够满足提速要求,故如何经济有效地实现网络光纤化改造、满足“提速降费”的发展需求成为一个重要的课题。

2 光纤化改造的必要性

(1) 国家战略需要

DSL 铜线接入在 800 m 的覆盖半径内仅能向终端用户提供 8 Mbit/s 的下行传输速率和 1 Mbit/s 的上行传输速率。小区 LAN 接入是光纤进入 LAN 接入小区,然后经过交换机通过五类线引入用户家中。由于五类线的最大引入距离是 100 m,故往往需要经过多台交换机的级联来覆盖一个完整的小区,实际提供给用户的接入带宽由于并发分流的原因,一般不超过 10 Mbit/s。2015 年国家对于宽带“提速降费”发出明确需求,为满足 10 Mbit/s 以上的接入需求,需要尽快实现城市光纤到楼入户、农村宽带进乡入村。

(2) 企业降本增效的需要

按照 ITU 电信网成本分析,接入网投资占电信运营商固定资产投资(资本性支出 CAPEX)的 49%。接入网的“重资产”特性导致其已成为电信企业降本增效的主要目标。由于光纤线路的单位成本已降低到铜线接入线路的成本之下,例如:宽带接入用户外蝶形皮线单芯光缆的价格是每 1 000 m 400 元,同等长度的五类线价格是 1 200 元,2 芯铜线的价格是 400 元,故实施网络光纤化改造已成为企业降本增效的刚性驱动,更是公司乃至行业要实现持续健康发展的必然选择。

(3) 网络转型的需要

要摆脱多年来光电混合组网、宽窄带两网并行的困扰,推进网络升级,盘活网络资源,降低成本费用。从全球范围看,推进宽带由铜缆向光纤的改造已是大势所趋、势

在必行,早晚得改,晚改不如早改。

3 研究对象

截至目前,现有网络存在大量以 LAN 方式接入的宽带用户。以湖北省某运营商地市为例,其现网的小区 LAN 端口为 18 552 个,承载用户为 14 347 户;如果进行网络光纤改造,其面临的主要问题是小区环境复杂,用户入户线缆布放困难,如采用光纤到户方式进行改造,引入线(从楼道分纤箱到用户桌面)不通是目前光纤到户建设不成功的关键问题。光纤到户的引入线不通包括水平到用户门口以及入户到达用户桌面两部分,其中,后者涉及用户界面,解决难度最大。表 1 是某地运营商进行网络光纤化改造的实例分析。

表 1 某小区光纤到户发展成功率分析

光纤到户需求转化率	原因	用户数	结构占比
光纤到户免费平移需求转化率	总用户数	249	
	拉通用户	118	47%
	未拉通用户	131	53%
	内线不通	75	30%
	用户暂不需要	28	11%
20 Mbit/s 带宽(光纤到户)需求转化率	预约无响应	28	11%
	总用户数	49	
	拉通用户	18	37%
	未拉通用户	31	63%
	内线不通	5	10%
	用户暂不需要	26	53%
	预约无响应	2	4%

要想提高网络光纤化改造的成功率,有两个问题必须得到有效解决:第一,根据用户的带宽需求,提供光纤到户的接入能力;第二,如果无法拉通入户引入线,则必须盘活或利旧原入户的铜线或五类线资源,否则将引发用户投诉或离网。

4 光纤接入“三明治”方案的主要思想

在 3G 对 2G 网络进行技术性替代创新的过程中,提出了“三明治”频率分配方案。将 3G 的 UMTS 频点放置在中国联通 GSM 900 MHz(以下简称 GSM 900)频率资源的中间,分配方式如图 1 所示。

3G UMTS 900 MHz(以下简称 U900)“三明治”频率分配方案的核心思想是对自己的频率资源进行重复利用,通过引入新的无线通信技术提升频谱效率和数据吞吐量。

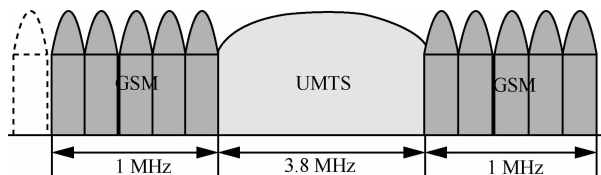


图1 中国联通 3G 与 2G 共享
900 Mbit/s 频率的 U900“三明治”方案

UMTS 频率只需 3.8 MHz, 剩余 2 MHz 频率仍然可用于 GSM 系统(简称“三明治”,即以两片面包夹几片肉,其中的“面包”是 GSM 的 2 个 1 MHz 的频段,“肉”是一个连续的 3.8 MHz 的 3G 频段)。此时 GSM 可用频点为 10 个,按照 3×3 频率复用,可支持 S111 的连续覆盖。在整体 U900“三明治”方案中,虽然 GSM 网络出让部分频谱资源,使 GSM 网络容量有所下降,但 UMTS 网络的频谱效率要远高于 GSM。比起 GSM 网络,UMTS 的网络容量有明显的提升。从资产角度看,U900“三明治”方案实施后,2G 网络从原来的 S333 变为 S111,资产变薄,逐步实现了“轻资产”化,同时利用原有的 2G 3.8 MHz 频率的 3G 网络实现了更高的接入带宽。

超传 3G 对 2G 网络进行技术性替代创新的“三明治”频率分配方案,提出了光纤接入“三明治”方案,其核心思想如下所示。

- 在光纤接入网的 DP 安装 2 个 DP 盒。其中一个是利用旧原有的面向 FTTB 接入的 DP 盒(即安装多端口 ONU 的楼道宽带箱),另一个是按需增加的面向 FTTH 接入的 DP 盒(即分纤盒)。
- 用户有光纤到户的需求且能够实现蝶形皮线光缆入户,则从分纤盒内引出实现。
- 如无法实现光缆入户,则利用原有的引入铜线或五类线,在面向 FTTB 接入的 DP 盒中接续,实现 FTTB 的接入。

- 在接入网的 FP(灵活点)到 DP 之间,利用小区 LAN 接入已经敷设悬挂的配线光缆线路。在新安装的 DP 盒与 FP(一般是小区内光交)之间采用单芯户外蝶形皮线光缆代替低 GYTA 传统光缆,实现配线网络的“轻资产”化。

通俗而言,光纤接入“三明治”方案就是在 DP 处,按市场需求和引入线的现状,配置面向 FTTB 的楼道宽带箱(类似于三明治的 2 块面包)或面向 FTTH 的分纤盒(类似于三明治中夹带着的 1 块肉),从 FP(小区的光交)到 DP 的配线光缆由传统的 GYTA 光缆替换为新一代蝶形皮线光缆,从而实现接入网的“轻资产”化。光纤接入“三明治”方案的组网结构如图 2 所示。光纤接入“三明治”方案的内涵是在光纤接入对铜线接入进行替代式创新的转型中,充分利用旧光纤接入的互补性资产(原有用户和原有网络),根据市场和一线场景灵活应用 FTTB 和 FTTH 的 DP,同时规模应用“轻资产”属性的蝶形皮线光缆来替代传统配线光缆,使宽带接入网络价值实现内涵式提升。

5 不同网络光纤化改造方案的比较

(1) FTTH 方式改造

片区内新建光缆交接箱,在城域网光交箱中新放入主干光缆,跳纤至就近 OLT 机房开通光交内光分器,在光交箱至所有 LAN 级联点旁新放入配线光缆,新装 12/24 芯光分纤盒,在分纤盒至用户家里新放入皮线光缆进行割接,完成后拆除交换机和光纤收发器设备。FTTH 方式改造的组网结构如图 3 所示。

(2) FTTB 方式改造

在原有 LAN 小区汇聚交换机机房的主节点周边安装

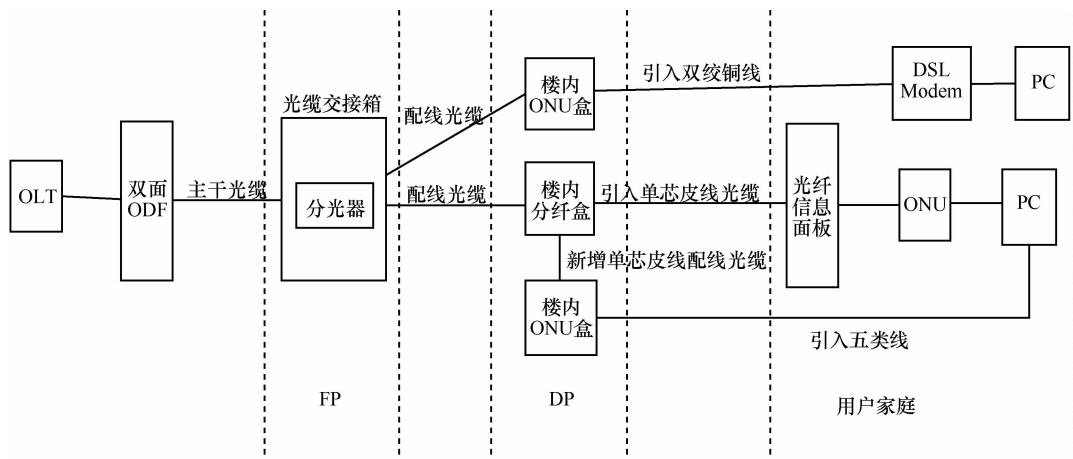


图2 光纤接入“三明治”方案的组网结构

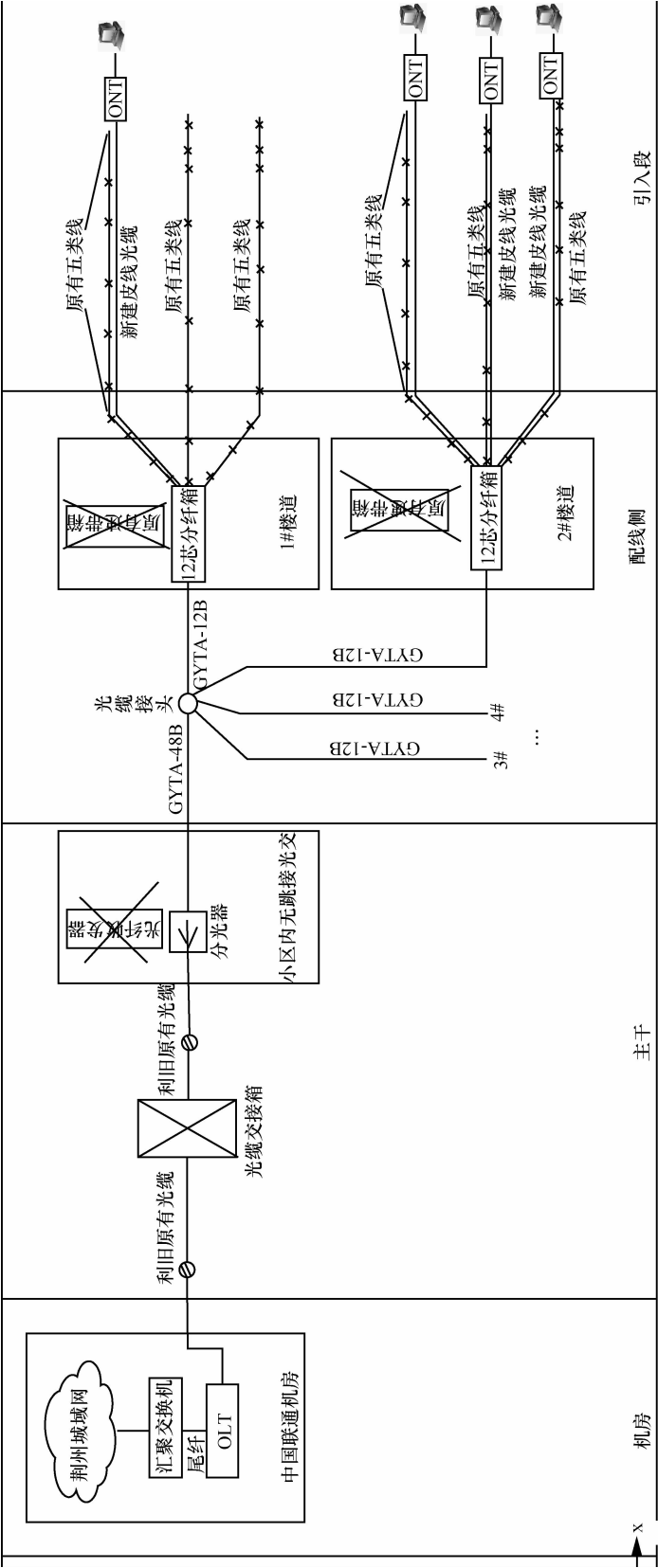


图 3 FTTH 方式改造的组网结构



光分箱,利用原有光纤收发器到机房内的光光纤芯开通光分箱内光分器,在光分箱到所有 LAN 级联点内安装 ONU 设备进行割接,完成后拆除交换机设备。对于原有主点下层的光纤级联点,可以利用原有光光纤芯资源,直接安装 ONU 设备进行割接,完成后拆除交换机及光纤收发器,如用户原来有语音业务,可以直接利用用户网线中的 2 芯将原 PSTN 业务改成 NGN 业务,后期可以拆除铜缆。FTTB 方式改造的组网结构如图 4 所示。

(3) 光纤接入“三明治”方案对网络光纤化的改造

在原有 LAN 主点周边安装光分箱,利用原有光纤收发器到机房内的主干纤芯开通光分箱内光分器,在 LAN 级联点周边安装 12/24 芯光分纤盒进行薄覆盖,在分纤盒至 LAN 级联点箱内安装 ONU 设备进行割接,完成后拆除交换机设备。对于原有主点下层的光纤级联点,可以利用原有光光纤芯资源,直接安装 ONU 设备进行割接,完成后拆除交换机及光纤收发器。同时小区分纤盒可以直引出皮缆至用户端,保障 3G/4G 的微基站或固网用户的高带宽及语音需求。网络光纤化改造“三明治”方案的组网结构如图 5 所示。

(4) 方案比较

网络光纤化改造“三明治”方案中,由于利用了用户的入户网线,无需改变用户使用习惯,大大降低了协调难度和 FTTH 改造布线难度,使装维人员可在楼道简单完成改造,拆除设备。满足了用户的差异化需求。小区内如有移动宽带(3G/4G)的宏微协同部署微基站、大带宽的 PPPoE 或者互联网专线需求时,可以利用薄覆盖的 12 芯光缆剩余纤芯开通 FTTH 业务,充分满足不同用户的不同带宽需求。网络光纤化改造“三明治”方案与其他两种实现方式的比较见表 2。

光纤接入“三明治”方案不仅可以有效解决网络光纤化改造面临的问题,同时在移动宽带(3G/4G)宏微协同组网的大背景下,还可利用从 DP 盒分出的专用皮线光缆为微基站提供移动回传的物理通道。光纤接入“三明治”方案在大客户接入及移动微基站回传中的应用组网结构如图 6 所示。

光纤到户最主要的优势是互联网接入带宽大带来的应用优势,光纤到户的用户接入带宽的计算模型如式(1)所示:

$$\text{每用户的接入带宽} = \frac{\text{下行有效带宽}}{\text{用户并发率} \times \text{浏览特性值} \times \text{分光比}} \quad (1)$$

现在主流 GPON 下行有效带宽为 2 355.2 Mbit/s, EPON 有效带宽为 921.6 Mbit/s。如果宽带计算按照并发率 50%、浏览特性值 50%、GPON 的分光比 1:64、EPON 的分光比 1:32,则 GPON 模型下光纤到户的最大用户接入带宽为 147.2 Mbit/s, EPON 模型下光纤到户的最大用户接入带宽为 115.2 Mbit/s。在光纤接入“三明治”方案中,只要合理控制单一 PON 口下的用户数量,就可以满足 2015 年国家提出的直辖市、省会城市等主要城市宽带用户平均接入速率达到 20 Mbit/s 的要求。

通过 3 种接入方式的造价对比,最终测算出在达到相同的覆盖效果的情况下,“三明治”方案的工程造价比 FTTB 的工程造价降低了约 20%,比 FTTH 的工程造价低约 40%,成本优势巨大。同时“三明治”方案的后期装机简便,比起 FTTH 改造有较大的优势。通过此种接入方式的应用,可进一步降低宽带接入网的工程造价和提高宽带投资效益。

6 光纤接入“三明治”方案实例

中国联合网络通信集团有限公司湖北分公司(以下简称湖北联通)某地市五一路片区清理了 88 个宽带箱和 88 台交换机。将五一路片区划分为五一路片区、学仕世家片区和解放路片区,利用原有光缆在 3 个片区中安装的 144 芯光分箱将光分下沉到片区内,然后新放配线光缆安装 12 芯分纤箱进行薄覆盖。

在 FTTH 薄覆盖完成后,装维人员根据前期交换机的安装位置,逐个从 12 芯分纤箱沿墙壁敷设悬挂室外型皮线光缆接入,利用原有箱体内的空间安装楼道 ONU 设备,原有用户网线直接割接至新装的 ONU 上。

五一路片区已进行了光纤接入“三明治”方案改造,初见成效,割接用户达 929 户。割接后该区域投诉率下降至原先的 21%,改造后的网络质量变好,加上荆州分公司在

表 2 网络光纤化改造“三明治”方案与其他两种实现方式的比较

FTTH	FTTB	光纤接入“三明治”方案
主干 主干光缆无法利旧,需新放,需新建无跳接光交	主光点处新建光分箱主干可以利旧	主光点处新建光分箱主干可以利旧
配线 交接箱布放光缆至 LAN 业务点,光缆较长	光分箱布放光缆至 LAN 业务点,需接头,纤芯不好调度	分纤盒布放皮线光缆至 LAN 业务点,调度灵活
入户 重新布放皮缆入户	利旧原有入户网线	利旧原有入户网线

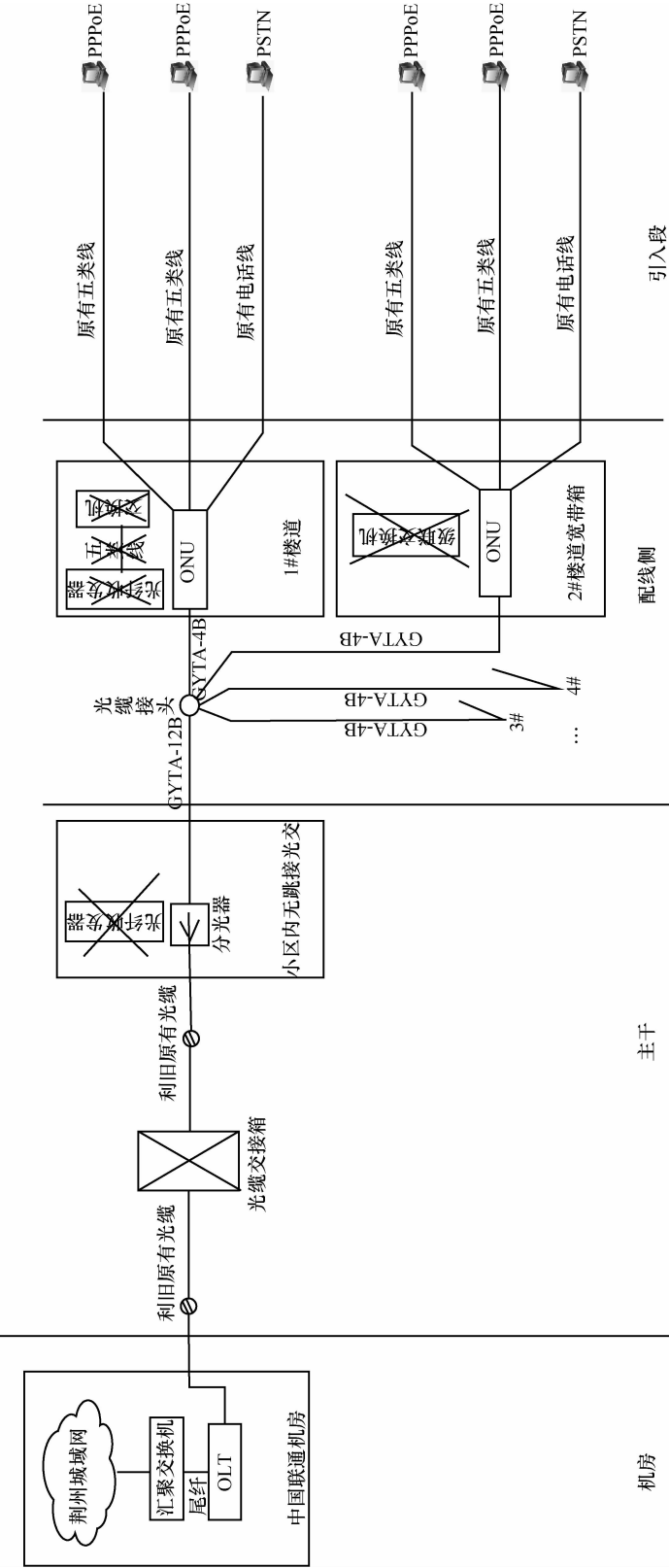


图 4 FTTB 方式改造的组网结构

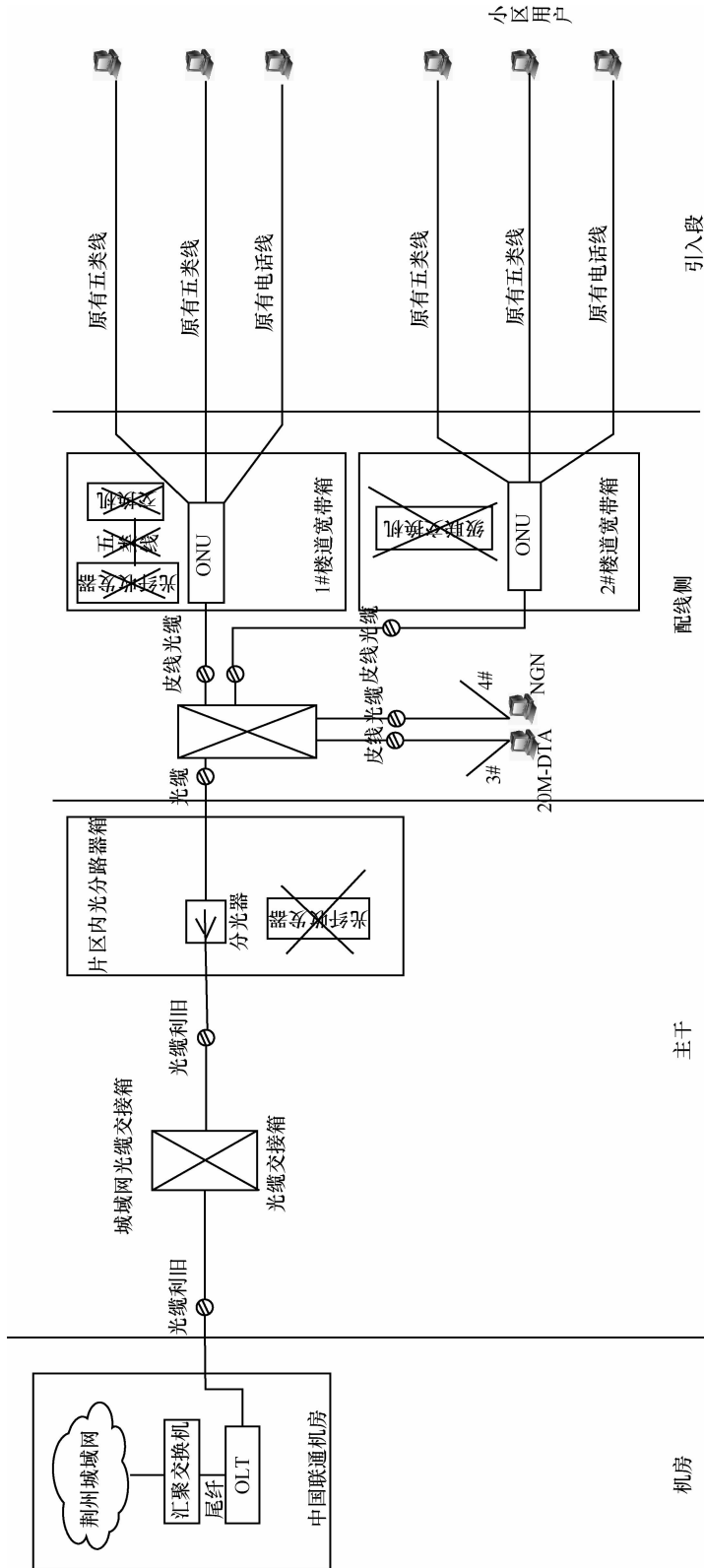


图 5 网络光纤化改造“三明治”方案的组网结构

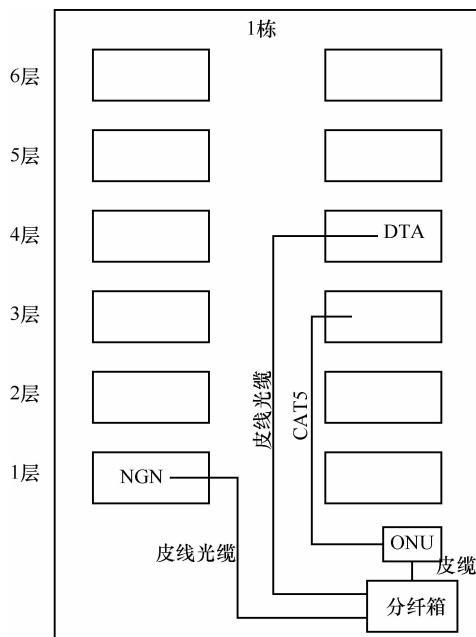


图6 光纤接入“三明治”方案在大客户接入及移动微基站回传中的应用组网结构

该区域的大力宣传，对区域内原有用户进行电话营销，将原有 4 Mbit/s 用户升级至 8 Mbit/s、10 Mbit/s，使本区域的用户续费率增加至 89%，新增用户比去年增加了 21%。同时 FTTB 方式大大降低了荆州分公司的市场成本，减少了 46 450 元（50 元/户×929 户）的割接装机成本和 222 960 元（240 元/个×929 户）的终端 ONU 成本以及 91 042 元（一户 2 个冷接头和 100 m 皮缆×929 户）的装机材料，总共节约了 360 452 元。而且大大降低了割接时间，将本来半年甚

至一年的周期缩短为一个月。提升了用户感知，新增接入用户 54 户，累计新增收入 28 620 元（54 户×530 元/户）。

7 结束语

下一代互联网接入已成为“互联网+”的重要支撑点。网络光纤化改造对传统接入方式的替代式创新不是一个简单的替代关系，而是要在充分分析并利旧好该创新的互补性资产的基础上进行。FTTH 技术先进，初期投资较小，但装机效率及装机成本相对较高，FTTB 装机效率及装机成本较低，但受装机距离的限制较大，初期投资也较大。光纤接入“三明治”方案正是遵循了互补性资产充分使用的管理原则，不仅实现了网络价值的提升，同时还促进了接入网络的“轻资产”化。根据挑战型宽带运营商“广接入，薄覆盖”的建设指导思路，通过灵活运用光纤接入“三明治”方案，既可满足资源覆盖的广度，后期扩容较为简便，也可保障后期装机的灵活性，保障业务快速发展。

[作者简介]



杜军(1972-),男,博士,中国联合网络通信集团有限公司湖北分公司网络建设部副总经理、高级工程师,华中科技大学下一代互联网接入国家重点试验室成员,国家注册通信与广电专业一级建造师,主要研究方向为移动互联网总体规划和下一步演进、数据通信和宽带接入、三网合一领域的关键技术和应用。