

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2009230167

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 EPON 技术的城域网接入层网络改造方案

The Innovation Scheme For Access Layer In a MAN Based
on EPON

李志辉

指导教师姓名: 刘昆宏 助理教授

专 业 名 称: 软件工程

论文提交日期: 年 月 日

论文答辩时间: 年 月 日

学位授予日期: 年 月 日

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

随着固网窄带语音业务被移动通信逐步替代,运营商逐渐将宽带业务视为固网业务的利润增长点和战略投资重点。当前我国的宽带互联网主要采用基于铜缆传输的 ADSL 技术。铜缆接入是过去一百多年采用的主流接入方式,而近几年铜缆高居不下的价格和有限的带宽接入能力驱使人们将目光投向了光纤。光纤入户 (FTTH) 是当前运营商网络升级的最终目标,光纤接入的相关技术也是过去几年发展最为迅速的一个领域。国外 EPON 系统的建设已风起云涌,GPON 也进行了大量的试验及试商用。

本文比较了 ADSL 与几种 PON 技术的特点,并分析了 FTTH、FTTB、FTTN 等接入方式的优缺点。本文首先对 EPON 技术及 FTTX 进行了详细的论述,从 PON 技术的发展展开,详细介绍 EPON 系统的组成;然后介绍了 EPON 的技术原理、传输原理以及部分关键技术。

本文对全面推广 FTTH 的相关工作进行了介绍,并根据 EPON、FTTX 等技术特点,根据某市的具体情况,提出来灵活运用各种 FTTX 接入方式结合 EPON 技术对现有网络进行改造的方案,对该市旧城区的 FTTH 改造案例做了详细说明,对工程概况、项目背景做了必要的说明,并根据理论分析提出建设方案的设计思路,并进而给出改造建设方案、主要技术参数测算结果、工程投资分析等。

通过本文的研究工作,对宽带互联网改造的技术方式作了有益的探索,也给某市宽带互联网的改造提供了可行的技术模式。

关键词: 无源光网络 (PON), FTTX, 城域网 (MAN)

Abstract

With the replacement of mobile communication for the traditional narrow band-width network, broadband business attracts more and more network operator because of the growing profit. At present, the broadband Internet in our country mainly based on the copper transmission ADSL technique. The copper cable is the main connection mode for the past over one hundred years. However, the high price and limited broadband connection capability of the copper cable had driven people to choose the fiber optics in recent years. Fiber To The Home (FTTH) is the ultimate goal for operators to update their internet currently and the associated techniques of FTTH has achieved the most rapid development in the past few years. The Ethernet Passive Optical Network (EPON) system is constructing in a large-scale in foreign countries and Gigabit-Capable PON (GPON) is also carried out a great deal of experiments and commercial application tests.

This work firstly compares the characteristics of several PON based technologies with ADSL, and analyzes the advantages and disadvantages of different connection methods, such as FTTH FTTB, FTTN, etc. Then, we discuss the EPON technology and FTTX in detail: first, we introduce the composition of EPON system and the development of PON technology; and then we introduce the technical principle, transmission principle and some key technology of EPON; finally, the related comprehensive promotion work of FTTH is introduced.

In the consideration of the situation of broadband network, the state of economy and the requirement of people's living, we propose a scheme of transforming the existing network based on EPON technique combining with various FTTX connections.

In this thesis, we explore the technology of broadband Internet innovation, and provide a feasible technology mode for innovation in broadband Internet.

Key Words: Passive Optical Networks (PON), Fiber To The X (FTTX), Metropolitan Area Network (MAN)

目 录	
第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内宽带网络的现状	1
1.2.1 网络改造的必要性.....	1
1.2.2 网络改造的可行性.....	2
1.3 本文的研究内容和主要工作	3
第二章 当前宽带互连网络概况.....	5
2.1 ADSL 技术.....	5
2.1.1 ADSL 发展历史	6
2.1.2 ADSL 技术标准	8
2.1.3 ADSL 技术基本原理	10
2.1.4 ADSL 主要特点及分类	10
2.2 现有城域网接入层网络简介	11
2.2.1 农村及旧城区宽带接入模式.....	12
2.2.2 新城区宽带接入模式.....	13
2.3 现网的接入方式存在的问题	13
第三章 EPON 技术介绍.....	15
3.1 PON 技术发展	15
3.2 PON 技术比较	16
3.2.1 EPON	17
3.2.2 GPON.....	18
3.3 EPON 技术原理介绍	19
3.3.1 EPON 基本原理	19
3.3.2 EPON 协议	21
3.3.3 EPON 关键技术	23
第四章 基于 EPON 对技术城域网接入层网络的 FTTX 改造....	29

4.1 FTTX 接入技术简介	29
4.2 现网的改造思路	29
4.2.1 某市宽带网络的现状.....	30
4.2.2 对接入层网络的 EPON 改造整体设计思想.....	30
4.2.3 接入层网络的 EPON 改造方案.....	31
4.2.4 OLT 的设计.....	37
4.2.5 ODN 的设计.....	39
4.3 推广 FTTH 的相关工作	40
4.3.1 推进 FTTH 的意义.....	40
4.3.2 推进 FTTH 将来带的技术变革.....	43
4.3.3 推进 FTTH 的规模部署.....	46
第五章 某市 FTTH 改造案例	47
5.1 项目背景	47
5.2 工程概况	47
5.2.1 铜缆及用户分布现状.....	48
5.2.2 ODN 网络总体现状.....	49
5.3 建设思路	49
5.3.1 FTTH 覆盖范围选定.....	49
5.3.2 ODN 网络优化思路.....	50
5.3.3 场景方案应用.....	50
5.3.4 FTTH 场景方案应用选择.....	55
5.4 工程建设总体规模	56
5.5 具体改造建设方案	57
5.5.1 接入主干调整.....	57
5.5.2 DP 点调整及 AP 点覆盖.....	59
5.6 主要技术参数测算	66
5.6.1 EPON 系统光功率测算.....	66
5.6.2 带宽测算.....	71
5.7 工程投资分析	73

5.7.1 线路部分经济技术指标.....	73
5.7.2 分段指标分析.....	73
5.8 工程建设效果分析	74
第六章 总结和展望	78
6.1 本文工作的总结	78
6.2 进一步的工作	78
参考文献	80
致 谢	81

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 The domestic state of broadband network	1
1.2.1 The necessity of transforming the network.....	1
1.2.2 The feasibility of transforming the network	2
1.3 The research content and the main work	3
Chapter2 Current situation of broadband internet.....	5
2.1 Technology of ADSL	5
2.1.1 Development of ADSL	6
2.1.2 Technical standard of ADSL	8
2.1.3 Principle of ADSL technology	10
2.1.4 Main features and classification of ADSL	10
2.2 Brief introduction of existing metropolitan access layer network.....	11
2.2.1 Broadband connection mode of rural and original town	12
2.2.2 Broadband connection mode of new town.....	13
2.3 Problems about the existing network connection mode	13
Chapter3 Introduction of EPON	15
3.1 Development of PON	15
3.2 PON technology comparison.....	16
3.2.1 EPON.....	17
3.2.2 GPON.....	18
3.3 Introduction of EPON technical principle.....	19
3.3.1 Basic principle of EPON.....	19
3.3.2 EPON protocol.....	21
3.3.3 Key technology of EPON	23
Chapter4 FTTX transformation based on EPON for the access	
layer network in a MAN	29
4.1 Introduction of FTTX connection technology	29
4.2 Transformation methods of the existing network	29

4.2.1 current broadband network in a city	30
4.2.2 Comprehensive design scheme of transforming the access layer network based on EPON	30
4.2.3 EPON transformation scheme of the access layer network	31
4.2.4 Design scheme of OLT	37
4.2.5 Design scheme of ODN	39
4.3 Related Work of promotion of FTTH	40
4.3.1 Significance of promotion of FTTH	40
4.3.2 Technology reform brought by FTTH	43
4.3.3 Further work for the promotion of FTTH	46
Chapter5 Explain about transformation case by FTTH	47
5.1 Background	47
5.2 Current situation of engineering	47
5.2.1 Current broadband of user distribution	48
5.2.2 Current broadband of ODN network	49
5.3 Construction ideas	49
5.3.1 Coverage area.....	49
5.3.2 Optimize methods of the ODN network	50
5.3.3 Scheme of different scens	50
5.3.4 Choice of scheme	55
5.4 Dimensions of engineering construction	56
5.5 Specific scheme of transformation	57
5.5.1 Adjustment of backbone network	57
5.5.2 Adjustment of DP	59
5.6 Calculate of main technical parameters	66
5.6.1 Calculate of optical power	66
5.6.2 Calculate of bandwidth	71
5.7 Analysis of engineering investment	73
5.7.1 Analysis of line investment.....	73
5.7.2 Financial index analysis	73
5.8 Effect analysis of engineering construction	74
Chapter6 Conclusions and future work	78
6.1 Conclusions.....	78

6.2 Future work.....	78
References.....	80
Acknowledgements.....	81

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究背景

因特网是过去二十年变化最为迅速的技术，从购物、娱乐、交友等各方面，因特网改变了人们的生活方式。因特网的应用日趋增多，而带宽则是所有因特网应用的基础。因特网应用的增加意味着更多的带宽消耗，而提高接入带宽则是提供高带宽接入的第一步。

当前我国的宽带互联网主要采用基于铜缆传输的 ADSL 技术，由于技术限制及城域网至用户端的“最后一公里”的接入材料费用因素，我国的 ADSL 所能达到的带宽一般为 1~6M，已经远远无法满足人们对互联网业务的要求。伴随着光纤接入技术的成熟，宽带网络的改造已经势在必行。

1.2 国内宽带网络的现状

随着我国互连网和相关宽带业务的快速发展，数据业务流量得到了空前的增长。自 1997 年至 2001 年 1 月，由于采用了 DWDM 等新技术，长距离骨干网的增长速度已经超过了 120000%，而在企业局域网传输速率的增长速度也有 1000%，但连接这两个高速网络的接入层网络的速率却仍然只有 1~6Mbit/s，已无法满足人们对互联网业务的要求。例如当前的高清电视，需要下行速率至少达到 8Mbit/s，而普通家庭宽带用户所使用的带宽一般只有 2~4Mbit/s，这就形成了所谓的“网络瓶颈”。然而事实上，在大部份宽带用户所在位置周围几公里范围内，都存在光纤接入点，却没能连接，这种现象就是众所周知的“最后一公里”。研究宽带“最后一公里”网络已经成为打破这一瓶颈的紧迫课题，它也引起了我国政府和各家通信运营商的关注，而 EPON 正是这个热点领域的热点技术。

1.2.1 网络改造的必要性

对网络的改造势在必行。一方面国家已经发布了指导政策。工信部于 2010 年四月初联合六部委发布了《关于推进光纤宽带网络建设的意见》，要求加快带

宽提速的节奏。《意见》明确提出，电信运营商要以光纤尽量靠近用户为原则，加快光纤宽带接入网络部署。具体来说，新建区域直接部署光纤宽带网络，已建区域加快光进铜退的网络改造。有条件的商业楼宇和园区直接实施光纤到楼、光纤到办公室，有条件的住宅小区直接实施光纤到楼、光纤到户。优先采用光纤宽带方式加快农村信息基础设施建设，推进光纤到村。根据光纤宽带接入网络部署的近期目标，到 2011 年，光纤宽带端口超过 8000 万，城市用户接入能力平均达到 8 兆比特每秒以上，农村用户接入能力平均达到 2 兆比特每秒以上，商业楼宇用户基本实现 100 兆比特每秒以上的接入能力。

另一方面，是市场竞争的需要。当前我国运营商呈现出三足鼎立的局势，在南方，中国电信占有了宽带业务市场约 80~90% 的份额，占有 90% 以上的出口带宽。中国移动、中国联通在抢占宽带市场时不约而同地使用了不计成本的价格战，采用“100 元包年”甚至“100 元包 2 年”的方式，力求扩大宽带市场的占有率，实现在该市场上的规模化效应。对于中国电信，在宽带业务收入占总收入 30% 以上的情况下，以大幅度地降低价格来应对竞争是肯定行不通的。因此，除了加快多业务的融合提高用户的粘度外，提高宽带业务的品质势在必行。而基于 FTTH 和 EPON 技术的宽带业务，除了大幅提高用户的带宽上限（高达 1G）外，亦可完美地解决 ADSL 宽带业务中由于皮线问题引起的速率不达标、掉线等问题。

此外，对网络的改造也是市场本身的需求。标清的多媒体视讯已无法满足大众需要，新的 1920*1080P 的视频格式受到热烈追捧，但这种视频往往需要占用 20~40G 的海量空间；而新的高清互动电视，也需要下行速率至少达到 8Mbit/s，故大幅度提高用户带宽已成当前燃眉之急。

1.2.2 网络改造的可行性

迫于各种因素，对接入层网络的改造已经势在必行。同时，随着技术的进一步发展，特别是光纤冷融等技术的成熟，对现网进行大规模改造的时机已经到来。网络改造的可行性可归结为以下四个方面：

一、光纤成本的下降。在过去几年中，光纤成本有很大的降低，光器件和接入系统的成本也有一定程度的降低，在光纤用户接入布线技术等方面有了比较大的突破。

二、运营商对新的宽带技术的应用已有了一定的经验。X市电信公司于2007年开始引进了EPON业务，并推广应用于政企大客户的光纤上网专线中。经过几年的研究探索，已整理出一套相对成熟的业务受理、开通、维护体系，并建立了完善的资源辅助系统，为将来新业务的推广奠定了坚实的基础。

三、光纤冷融技术的成熟。原有的光纤融接技术需要复杂的设备以及专业的操作，光纤融接机的价格达几万元。由于设备及操作人员的限制，一般只能用于光干及分支光缆的融接，应用于数量极为庞大用户端接入光纤是不可能的。而新的光纤冷融技术无需复杂的设备，操作简便，普通的电话装维人员即可掌握，虽然会引起相对较大的光衰，但仍可满足用户端接入的要求。

四、政府在管制和产业政策上的支持。在国内，许多城市制定了一系列的城市信息化项目，在一定程度上促进了光纤接入网的发展。

1.3 本文的研究内容和主要工作

本文主要是对基于EPON技术和FTTX接入方式的城域网接入层网络改造的设计和实现方法进行全面的探讨和研究。全文共分六章。

第一章介绍本文的研究背景以及主要工作。首先分析了现有接入层网络改造的必要性和可行性，并简要地介绍了所采用的技术；同时也对本文的工作了具体的实践情况做了简单介绍。

第二章作为后续几个章节的导引，简要概括了我国当前宽带互联网网络概况，主要包括ADSL技术的简介以及现有用户端的接入模式。

第三章比较仔细地讲述了EPON技术的基本原理。首先介绍了PON技术的背景和发展历程，其次分析了两种热门的PON技术：EPON与GPON，并指出它们各自的优缺点，最后着重介绍EPON的基本原理、协议以及关键技术。

第四章着重介绍了基于EPON技术，采用FTTx的接入方式对现有城域网接入层网络的改造方式。首先简单介绍了几种FTTx接入模式；然后描述了方案实现的基本思路，具体讲解了在各种不同场景中各种接入方式的灵活应用；并对OLT和ODN的设计和应用做了仔细的分析。最后总结了对全面推广目前宽带接入的最终目标—FTTH的相关工作。

第五章选取了X市旧城区的FTTH改造作为案例进行了详细的讲解与说明。

第六章结束语，总结本文的工作，指出还有待完善的地方，探讨了下一步的研究任务。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 当前宽带互联网络概况

目前,我国宽带互联网接入仍以铜线接入为主。铜线宽带接入技术也就是 DSL 技术,主要包括 HDSL (High-speed Digital Subscriber Line, 高比特率的用户数字环路)、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, 非对称用户数字环路)、和 VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line, 甚高比特率的用户数字环路)。传统的铜线接入技术,即通过调制解调器拨号实现用户的接入,速率为 56kbit/s (通信一方为数字线路接入),但这种速率远远不能满足用户对宽带业务的需求。虽然铜线的传输带宽非常有限,但由于电话网非常普及,电话线占据着全国用户线的 90%以上。为了充分利用这些资源,全铜线接入网在双绞线上采用时间压缩技术和回波消除技术来提高传输速率。但当传输速率增加到 T1 (1554kbit/s) 和 E1 (2048kbit/s) 时,串扰和符号间干扰迅速增加。为了改善通信质量,可采用非对称用户线 (ADSL) 或超高数字用户线 (VDSL)。我国大部分地区采用 ADSL 技术来进行宽带接入。

2.1 ADSL 技术

ADSL 是一种数据传输方式。它因为上行和下行带宽不对称,因此称为非对称数字用户线环路。它采用频分复用技术把普通的电话线分成了电话、上行和下行三个相对独立的信道,从而避免了相互之间的干扰。即使边打电话边上网,也不会发生上网速率和通话质量下降的情况。通常 ADSL 在不影响正常电话通信的情况下可以提供最高 3.5Mbps 的上行速度和最高 24Mbps 的下行速度。

ADSL 是一种异步传输模式 (ATM),在电信服务提供商端,需要将每条开通 ADSL 业务的电话线路连接在数字用户线路访问多路复用器 (DSLAM) 上。而在用户端,用户需要使用一个 ADSL 终端 (因为和传统的调制解调器 Modem 类似,所以也被称为“猫”)来连接电话线路。由于 ADSL 使用高频信号,所以在两端还都要使用 ADSL 信号分离器将 ADSL 数据信号和普通音频电话信号分离出来,避免打电话的时候出现噪音干扰。

通常的 ADSL 终端有一个电话 Line-In,一个以太网口,有些终端集成了 ADSL

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库