



智能光纤基础设施管理技术研究^{*}

曾 涛,沈成彬,蒋 铭

(中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122)

摘 要:随着国内 FTTx 网络的大规模建设和运营,采用物联网技术实现对海量光纤基础设施资源的自动化、智能化管理显得尤为重要。主要研究了基于电子标签的智能光纤基础设施管理技术及其系统主要模块,介绍了智能光纤基础设施管理系统产业链和标准化进展,分析了在运营商网络中的应用模式和发展趋势。

关键词:光纤基础设施;资源管理;电子标签;智能终端;光纤到户

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.06.023

Research on Intelligent Optical Fiber Infrastructure Management Technology

Zeng Tao, Shen Chengbin, Jiang Ming

(Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China)

Abstract: Along with the large scale of construction and operation of FTTx network, resource management of fiber infrastructure has become an important appeal point for operators. To meet the demand, internet of things technology was introduced to achieve automatic, intelligent fiber infrastructure management. Intelligent fiber infrastructure management technology based on electronic label, intelligent terminal, network management system, was studied. And then the progress of intelligent optical fiber infrastructure management system industry and standardization were investigated on account of some actual test results. Finally, application mode and development trends of intelligent fiber infrastructure management technology in the operator's network were analyzed.

Key words: fiber infrastructure, resource management, electronic label, intelligent terminal, fiber to the home

1 引言

近几年来,随着国内外运营商 FTTx 光接入网的大规模部署和移动网络规模发展带动的大量光纤网络建设,运营商新建的海量光纤基础设施的管理成为重要课题。传统的光纤资源管理主要采用纸质标签、人工录入的方式,存在较多问题,已经很难适应光网络发展的需要。例如,采用纸质标签进行光纤和光交接设备资源的标识,缺乏准确性和可靠性,导致大量光纤资源无法

使用;海量资源数据需要人工录入、校验、派配,缺少自动化资源管理工具,光纤网络装维效率低,施工结果无法及时验证,不利于施工流程的有效管理,缺少装维流程管控手段。因此,光纤网络资源的智能化管理显得极为重要。为了解决上述问题,业界一些专家提出了基于物联网技术的智能光纤基础设施管理技术,并大力推动其标准化、产品化和现网部署。本文将从技术原理、系统架构、技术进展等几个方面探讨智能光纤基础设施管理技术。

^{*} 国家高技术研究发展计划(“863”计划)基金资助项目(No.2011AA01A104)

2 智能光纤基础设施管理技术

智能光分配网络将电子标签技术应用到传统光分配网络中,利用电子标签对光纤(包括尾纤、跳纤、光分路器尾纤等)进行唯一标识,从而实现光纤信息自动存储、光纤连接关系信息自动识别、光纤资源信息校准、可视化施工指导等功能。如图 1 所示,智能光纤网络由智能光纤网络管理系统、智能管理终端、电子标签及智能光纤网络设备等几个主要部分组成,其中电子标签附着在光纤端口上,实现对光纤端口的标识,并由智能光纤网络设备端口上的传感器读取,智能管理终端提供管理操作界面,主要完成智能光纤网络设备的接入管理功能和现场施工管理功能,智能光纤网络管理系统通过各类接口实现对智能光纤网络设备的管理。

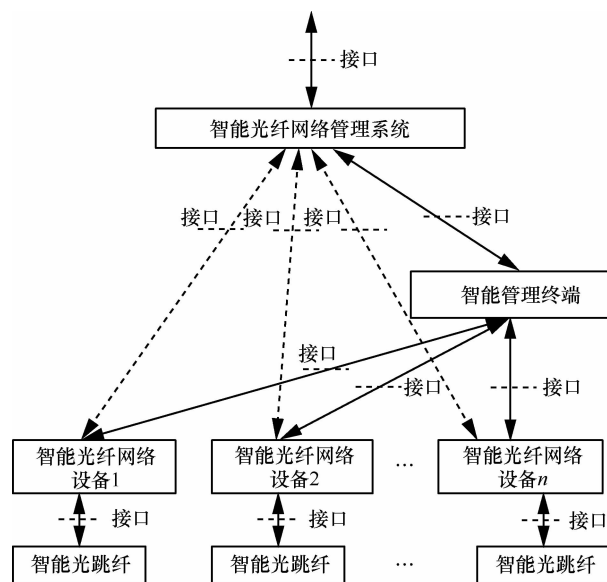


图 1 智能光纤网络组成

2.1 电子标签技术

2.1.1 电子标签

电子标签以集成电路芯片为存储信息的媒介,记录电子编码信息。目前主流技术方案分为接触式和非接触式两大类,具体包括电子二维码、接触式电子标签(eID)和非接触式电子标签(RFID)3种技术方案。

(1) 电子二维码

采用电子二维码,唯一地识别和管理光纤端口。与一般二维码不同的是,在智能光纤管理系统中的电子二维码,一般利用光纤网络端口所在行列位置作为唯一性识别方式,设备的地理位置+端口行列信息是电子二维码的使用基础。这种二维码标签目前使用的比较少,所以暂时不

做重点考虑。

(2) 接触式电子标签

采用接触式的读写芯片存储标签信息,实现光纤端口标识信息的识别。跳纤两端的电子标签之间可以相互关联,可以标识两个连接器分别从属于一根跳纤的两个端子。

(3) 非接触式电子标签

采用 RFID 作为光纤端口的电子标签,由存储识别代码的集成电路芯片、内置的收发天线组成。智能光纤网络设备端口上的传感器采用 RFID 读写器。

2.1.2 eID 和 RFID 电子标签的技术对比

(1) 功耗

智能光纤网络设备功耗越小,供电实现的难度就越小,特别是在室外场景下需要智能管理终端对其进行临时供电,更加需要低功耗的电子标签技术。从笔者的研究结果来看,eID 单端口功耗为 2~6 mW,RFID 通过天线线圈对标签进行读写操作,功耗相对较大,为 13~20 mW。

(2) 读写速率

在光纤网络资源管理过程中,电子标签信息读取速率显得较为重要,高读取速率可以极大地提高运维速度及使用感知。目前 RFID 基本都采用高频段,工作频率为 13.56 MHz,根据 ISO15693 协议实现,最高读取速率为 26 kbit/s,相对而言,eID 读取速率更高,可达 125 kbit/s。

(3) 抗干扰能力

RFID 采用无线的传输方式,工作频率为 13.56 MHz,容易受到外部电磁干扰,导致读取错误;eID 采用接触式读取方式,不易受到电磁干扰。

(4) 安全性

RFID 读写器只要靠近标签即可进行数据的读取和修改且读写工具比较常见,在室外场景无人监控下存在数据被篡改的风险;eID 为接触式读取数据,很难篡改数据,安全性较好。

(5) 成本及其他

RFID 采用无线方式,读写器需要外加读取天线和射频识别电路,在成本上比 eID 高且系统也比 eID 方式略微复杂。

从上述几个方面综合来看,eID 性能具有一定的优势,更适合于新建场景采用。从理论上讲,RFID 不需要读头和天线标签接触即可完成信号的收集,比较容易实现不中断业务的设备升级。目前也有基于 eID 的可以保证不中断业务的情况下进行改造的解决方案,因此整体上 eID 技术具有一定的优势。



2.2 智能管理终端

智能管理终端作为一种便携式设备,提供管理操作界面,主要完成智能光纤网络设备的接入管理功能和现场施工管理功能,通过接口定义规范的接口要求分别与智能光纤网络设备、智能光纤网络管理系统和上层 OSS 间进行通信,如图 2 所示。

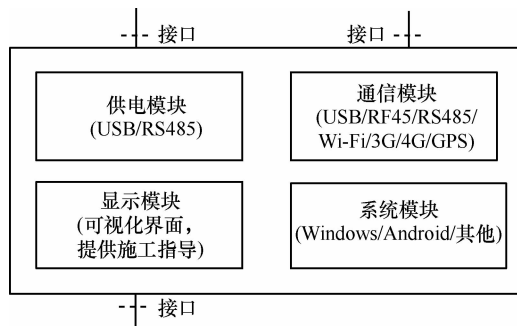


图 2 智能终端功能模块

智能管理终端也经常用于不支持实现实时供电的智能光纤网络设备的操作和维护,为其接入智能光纤网络管理系统提供代理服务功能。同时,智能管理终端可通过相应接口从智能光纤网络管理系统下载施工工单,转换成智能光纤网络设备可以识别的操作命令,通过对应接口下发给智能光纤网络设备,为现场施工人员提供可视化的指导和帮助。对于不支持实时供电的智能光纤网络设备,智能管理终端可提供供电服务。

现场施工完成后,智能管理终端可从智能光纤网络设备采集端口及对应的光纤电子标签信息进行分析,实现自动校验,校验通过后,再把施工结果上传给上层网络管理系统。

2.3 智能光纤网络设备

智能光纤网络设备包括智能光纤配线架、智能光缆交接箱、智能光纤分纤箱等设备,主要完成采集标签信息、存储和上传标签信息、监控端口状态以及端口定位指引等功能。通过定义的不同接口分别与电子标签载体、智能管理终端、智能光纤网络管理系统等进行通信。智能光纤网络设备可通过连接稳定的交流或直流电源处于长时供电状态或由智能管理终端向其短时供电。当无电源输入时,智能光纤网络设备的功能与传统光配线设备功能相同,主要完成光路的连接功能。

如图 3 所示,智能光纤网络设备除了具备传统光配线设备所具有的光纤连接、分配和调度等功能外,最重要的就是增加了智能化功能,如电子标签读写功能、端口管理功能和通信管理功能等,通过智能管理系统完成端口的电子化标识及定位功能。

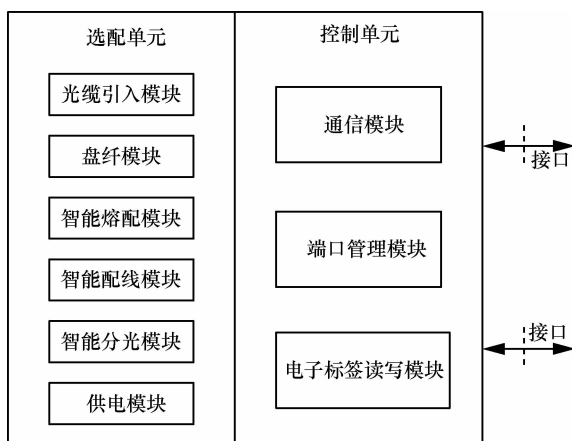


图 3 智能光纤网络设备功能

2.4 智能光纤网络管理系统

智能光纤网络管理系统主要实现直接管理智能光纤网络设备或通过智能管理终端管理智能光纤网络设备的功能,通过不同的接口定义分别与智能光纤网络设备、智能管理终端和 OSS 间进行通信。具体包括配置管理功能、资源管理功能、故障管理功能、评估分析管理功能、安全管理功能、拓扑管理功能、系统管理功能等,如图 4 所示。

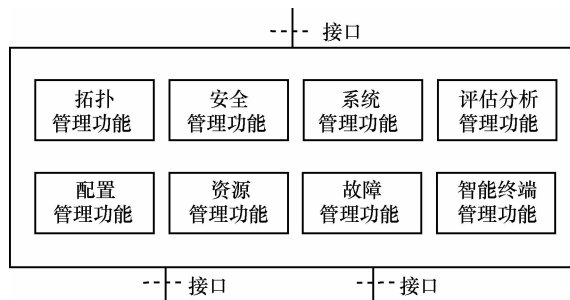


图 4 智能光纤网络管理功能

(1) 配置管理功能

对包括智能 ODF、OCC、ODB 在内的智能光纤基础设施进行统一管理和配置;可手动或自动完成光纤路由计算,能将光路由配置工单拆分为施工工单;可进行创建、指派、转派、实施工单操作并实时显示工单状态信息。

(2) 资源管理功能

对智能光纤基础设备信息资源(如全局信息、机架、机柜、端口、光缆、设备连接关系等)进行查询、导入和导出,可统计当前资源(如端口使用情况)使用情况,并能以图形化界面显示。

(3) 故障管理功能

对智能光纤基础设备的各个部分进行实时监测,一旦发现故障或其他异常操作即产生故障告警,并有告警信号

灯显示故障设备,同时记录故障发生时间,定位故障的位置,并能对告警进行分级处理。在故障消除后,告警信息可以自动消除。

(4)评估分析管理功能

网管系统可对成端光缆资源、光路资源利用率进行统计和分析,通过设备巡检获得资源数据,与系统资源数据进行分析比对,统计比对结果。

(5)安全管理功能

网管系统可将系统中数据进行备份和恢复,保证系统的可靠性,并可配置不同级别的管理员权限,并能记录所有操作日志。

(6)拓扑管理功能

系统可根据光路部署生成光路逻辑拓扑图,可在GIS地图上查看设备和光路由地理位置信息及节点信息。

(7)系统及智能终端管理功能

网管系统支持对自身软硬件的日常管理功能,并管理和控制接入系统的智能终端数量,也可授权或不允许智能终端接入系统,并能管理操作人员账号及操作日志。

3 智能光纤网络设备产业链、标准化进展及发展趋势

3.1 关键技术

智能光纤网络技术和产业受到了光接入产业界的重视和支持,包括光器件厂商、设备厂商以及运营商,都投入很大精力促进其发展,并逐步解决了一系列关键的技术问题。

(1)电子标签

电子标签替代纸质标签进行光纤端口的标识是智能光纤基础设施管理技术的核心,因此电子标签的性能决定了智能光纤网络产品使用的便利与否。电子二维码技术方案价格较为低廉,但现网改造较为复杂,所以采用电子二维码标签技术方案的厂商较少。eID技术方案受到绝大多数厂商的青睐,从技术、成本等综合情况来看,eID技术方案比较可靠,具备一定的优势。也有一些厂商推出基于RFID技术的解决方案。尽管随着RFID技术的不断成熟,成本在逐步下降,但RFID在目前主流的几种标签方案中仍然较高,而且RFID技术为无线接触方式,所以其稳定性、可靠性和寿命等还需要进一步验证。

(2)智能管理终端

目前的智能管理终端因为没有具体的相关规范及要求,终端形态较多,主要有两种:一种是通用终端(如

Android系统的智能手机)+电源通信模块;另外一种定制的智能管理终端,如平板电脑。定制智能管理终端可直接和智能光纤网络设备进行连接和通信,对于运维及施工人员来说使用及携带起来较为方便。但因为是定制产品,目前成本还较高。

(3)智能光纤网络管理系统

智能光纤网络管理系统方面,目前大多厂商采用Windows操作系统平台、SQL Server或MySQL数据库,系统基本可以实现对智能光纤网络系统内部数据进行管理。大多网管系统基本上是在已有PON管理系统或GIS的基础上演进改变而来,界面、窗口、友好度、便捷性等方面较为完善,已经能够满足运营商网络运行维护的需求。

(4)智能光纤网络设备

智能光纤网络设备因为已有光纤网络设备的良好基础,此类设备的功能较为成熟。可通过连接交流或直流电进行供电,也可由智能管理终端在施工时对其短时供电,基本上不存在技术及功能上的差距。但此类设备在高温、低温、高湿等恶劣环境下的可靠性需进一步验证。

在应用案例方面,中国移动等运营商已开展进行现场试验,例如,2013年,中国移动在广东、浙江、福建、江苏、四川、黑龙江和云南等多省实施试点,中兴通讯、华为技术、上海贝尔、烽火通信等主流智能光纤基础设施管理系统厂商参与了试点,系统地验证了智能光纤基础设施管理技术的能力、优势与不足,一定程度上促进了智能光纤网络产业链的发展。

3.2 标准进展

国内外运营商对智能光纤网络系统的进展高度关注,全球超过15家运营商倾向于智能光纤基础设施管理技术。国内外标准化组织如BBF、ITU-T、CCSA等都在进行关于智能光纤基础设施的标准制定工作。

2010年6月,ITU-T日内瓦全体大会最早接收智能光纤基础设施管理技术相关标准提案。2011年2月经ITU-T大会讨论,接纳智能光纤基础设施管理技术提案。2011年12月在ITU-T大会上讨论相关标准内容,并于2012年9月发布。

2011年起,BBF开始考虑智能光纤基础设施管理技术总体架构的标准。2012年5月在BBFQ2会议上通过了《Intelligent Fiber Infrastructure Management Systems Architecture and Requirements》标准的立项,标准号为WT-311。目前该标准已经基本完成了主体内容,已进入Straw Ballot阶段,预计2014年底正式发布。

CCSA从2011年就展开了智能光纤基础设施管理技



术的标准化工作,并于2013年发出了总体技术要求征求意见稿。中国电信、中国移动和中国联通也分别都撰写了相关的企业标准。

整体上,国际国内标准化组织在智能光纤基础设施管理技术的标准化工作进一步加快,智能光纤基础设施管理技术标准将逐步完善,预计1~2年就可以形成完善的标准体系。

3.3 智能光纤网络设备部署模式

智能光纤网络设备是对已有光纤分配网络设备的升级。从现网情况来看,建设智能光纤网络的主要工作包括制定统一的光纤网络设备、电子标签标准规范,推动产业标准化和互操作;制定智能光纤网络设备改造/新建方案;建设智能光纤网络管理系统,实现数据采集、管理和存储;打通智能光纤网络管理系统与运营支撑系统对接的相关

流程,包括业务开通、故障处理等。运营商引入智能光纤基础设施管理系统的实施过程如图5所示。

从目前的实际情况来看,现网光纤基础设施建设占FTTx网络建设投资的50%以上,在移动网络建设中投资比例也大量增加,再加上光纤网络基础设施具有建设周期长、在网时间长和敷设后难调整的特点。因此,对传统光纤网络基础设施的改造是当务之急。

现有光纤网络进行智能化改造比新建智能光纤基础设施管理系统更加困难,因为要保证在改造过程中业务不中断,还要充分利用现有资源,设备上要保证软硬件的兼容性,操作方面要确保便利性、可行性和效率性,成本方面要做到合理、可控。

智能化光纤网络基础设施改造流程如图6所示。

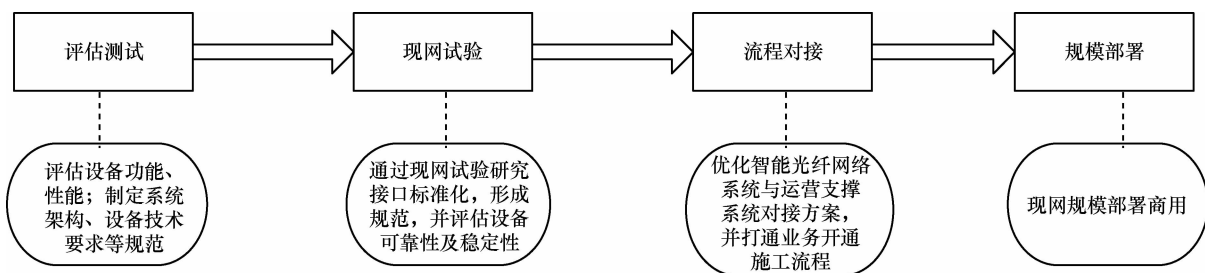


图5 智能光纤基础设施网络建设流程

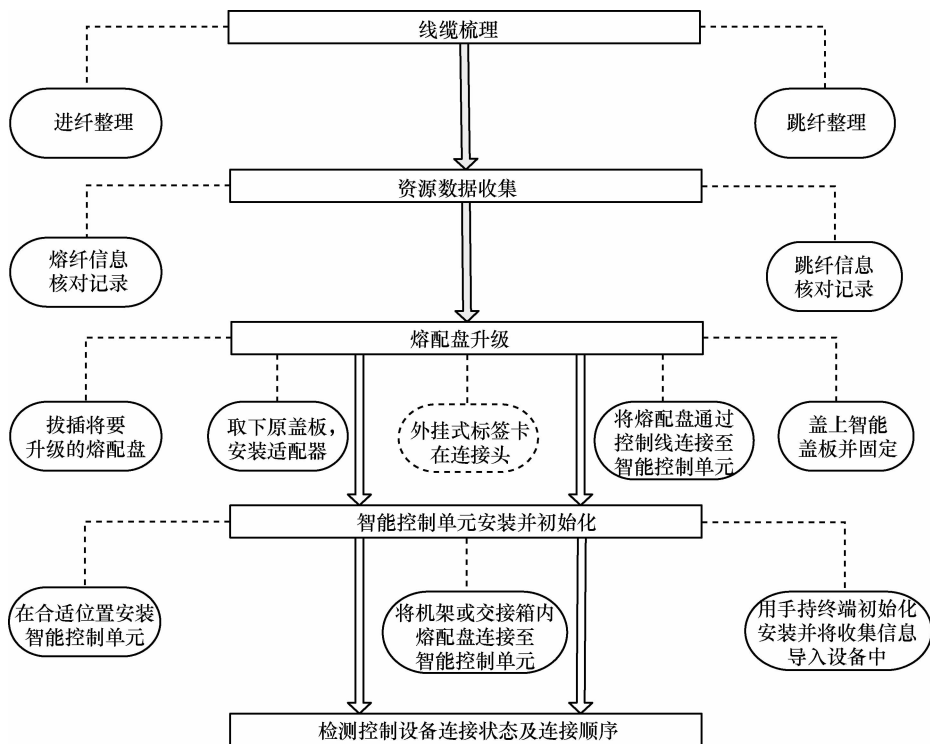


图6 智能光纤基础设施改造实施流程

另外,智能光纤网络系统最终要融入由综合资源系统、施工调度系统、CRM 系统以及光路故障检测和诊断系统等组成的 OSS 体系架构中。网管系统的北向接口用于满足 OSS 的对接要求,南向接口满足异厂商智能 ODN 设备互连互通要求。

智能光纤网络管理系统在实际的推广和部署过程中,虽然已解决面临的大部分问题,但还有以下两个主要问题未解决。

(1) 标准化问题

相关标准化组织和机构虽然都在制定智能光纤基础设施管理技术的标准,但还没有完成,而且在标签编码格式、接口协议、终端形态及网管系统功能模块等细节方面还存在两种或更多的选项,产品和技术方案还不统一,不利于产业的发展。

(2) 运营商光纤网络建设进度问题

众所周知,主流运营商已经初步完成了城市地区的光纤覆盖,对已有巨大存量线路资源的运营商来说进行智能化改造难度和改造成本巨大,需要逐步有序推进。

4 结束语

面对现网巨大的光纤分配网络,光纤网络资源的智能化管理将是今后发展的大趋势。智能光纤网络的引入不单限于光纤网络线路设施资源的标签化,而需要在整体架构上对系统进行改进,既涉及 OSS 和光纤网络管理系统,也涉及大量的光纤网络设备及线缆设施,同时需要对运营商的业务和管理流程进行改造。智能光纤网络的引入是一个循序渐进的过程。随着成本的不断降低,

技术逐步成熟,标准渐趋完善,智能光纤基础设施管理技术的优势会进一步凸显,会在不久的将来迎来大规模部署的局面。

参考文献

- 1 YD/T 778 778-2011. 光纤配线架,2011
- 2 YD/T 988-2007. 通信光缆交接箱,2007
- 3 YD/T 2150-2010. 光缆分纤箱,2010
- 4 BBF WT-311. Fiber Infrastructure Management System: Architecture and Requirements(work in progress)
- 5 毛雯铭,张毅,沈成彬等. 智能光分配网络技术及其进展. 电信科学,2012, 28(8): 17~21

[作者简介]



曾涛,男,中国电信股份有限公司上海研究院工程师,多年从事宽带光接入技术及其应用研究工作,主要研究方向为 PON 及智能 ODN 等,先后发表了多篇学术论文。

沈成彬,男,博士,中国电信股份有限公司上海研究院教授级高级工程师、技术总监,多年从事宽带光接入与传输技术及其应用研究。

蒋铭,女,博士,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师、基础网络部接入室主任,长期从事光纤接入网的技术研究工作。

(收稿日期:2014-03-28)

(上接第 141 页)

参考文献

- 1 Apache Software Foundation. The apache hadoop project. <http://hadoop.apache.org/>, 2014
- 2 刘新,韩耀强,陈靓. 解密电信行业大数据应用. <http://www.ccidconsulting.com/article/3913.jhtml>, 2014-03-24
- 3 Liu P. 电信行业中的大数据. 电信网技术,2013(8)
- 4 李勇,刘晓东. 数据建模技术在电信业务支撑系统中的应用研究. 计算机应用,2005(9)

[作者简介]



沈雷明,男,中国移动通信集团上海有限公司工程师、网络部运维经理,主要研究方向为网络运维管理及优化。

别志铭,男,珠海世纪鼎利通信科技股份有限公司软件工程师,主要研究方向为电信领域的大数据处理。

(收稿日期:2014-06-03)