



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102904645 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 30

(21) 申请号 201210396731. 3

(22) 申请日 2012. 10. 18

(71) 申请人 成都电业局

地址 610021 四川省成都市锦江区东风路  
17 号

申请人 国家电网公司

(72) 发明人 郑毅 陈澈 甘志洲

(74) 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任  
公司 51200

代理人 卓仲阳

(51) Int. Cl.

H04B 10/27(2013. 01)

H04Q 11/00(2006. 01)

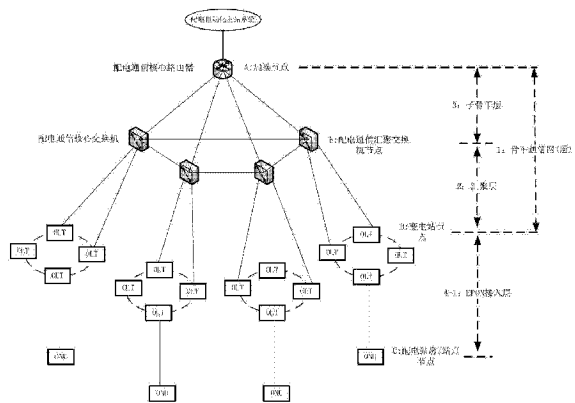
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式  
及其应用

(57) 摘要

本发明涉及配电网光纤通信组网中基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式及其应用,属电力行业配电网智能化技术领域。在骨干通信层局端节点至变电站节点之间设置了通信汇聚层,通信汇聚层包括通信汇聚交换机(或分区域以太网交换机);利用变电站至局端骨干通信网富裕光纤芯上行汇聚与局端节点的配电通信核心路由器连接,配电通信核心路由器与配电自动化主站系统连接;下行通过变电站节点并利用 EPON 层进通信接入层。解决了主、配电网通信不同业务应用和维护矛盾的问题。充分利用骨干通信光纤纤芯资源、不占用其通信网的光传输设备资源,提高配电网网络通信骨干层可靠性,独立组网便于维护,具有很好的可护性等优点。



1. 一种基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式,包括骨干通信层(1)、通信接入层(4),所述骨干通信层(1)包括局端节点 A 至变电站节点 B,通信接入层(4)包括变电站节点 B 至配电站房节点 C 或用户侧站点;其特征在于,在骨干通信层局端节点 A 至变电站节点 B 之间设置了通信汇聚层(2),所述的通信汇聚层(2)包括通信汇聚交换机(或者分区域以太网交换机)节点 b;通信汇聚交换机或者分区域以太网交换机利用变电站节点 B 至局端节点 A 骨干通信网富裕光纤纤芯上行汇聚并与局端节点 A 的配电通信核心路由器连接,配电通信核心路由器与配电自动化主站系统连接;下行通过变电站节点 B 进通信接入层(4),利用 EPON 系统组成 EPON 通信接入层(4-1);光线路终端 OLT 配置在变电站节点 B,光线路终端 OLT 通过光分配网络 ODN 与配置在配电站房节点 C 或用户侧站点的用户侧光网路单元 ONU 连接。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式,其特征在于,所述通信汇聚层(2)中通信汇聚交换机或者区域以太网交换机的设置个数限定为从 1 台开始直至与 N 台光线路终端 OLT 数量相等为止的 1 至 N 台(注:N=城市配电网覆盖区域内各电压等级变电站总数 M)中任何一种或多种数量的组合。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式,其特征在于,所述通信汇聚交换机或者区域以太网交换机利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤光缆与光线路终端 OLT 连接并且带宽从 10 兆直至 1Gbps 范围。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式,其特征在于,所述通信汇聚交换机或者区域以太网交换机利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤光缆与局端节点 A 配置的核心路由器相连接并且接口带宽是从 10 兆直至 1Gbps 范围。

5. 根据权利要求 1 所述的基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式,其特征在于,所述通信汇聚交换机或者区域以太网交换机至局端节点 A 配置的核心路由器的接口类型是 10 兆至千兆网口。

6. 一种基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式的应用,其特征在于,所述配电通信核心路由器上联与配电自动化主站系统连接。

7. 根据权利要求 6 所述的基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式的应用,其特征在于,所述的配电通信核心路由器上联与配电自动化主站系统或其它电力主站系统计算机相连接。

## 基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力行业配电网智能化技术领域,尤其涉及配电网光纤通信组网中基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式及其应用。

### 背景技术

[0002] 配电网自动化必须解决的关键技术之一是建立坚强可靠、适用于配电网特点和环境应用的通信系统。目前常用的配电网自动化通信技术,通过查阅国内相关资料及工程调研可知,在智能电网试点工程以及其它已有工程应用中包括国家电网公司和南方电网公司,配电网通信主要采用了如下几种通信技术组网方式:

[0003] (1) 电力光纤通信组网;

[0004] (2) 电力无线专网通信组网;

[0005] (3) 电力线(载波)通信组网;

[0006] (4) 公网无线通信组网;

[0007] (5) 其它。可以是多种方式的混合组网,比如光纤和载波混合等等。

[0008] 目前全国规划设计和投运配电自动化工程(系统)中大多数采用以电力光纤通信方式组网为主。

[0009] 配电网光纤通信主要组网模式(方案)及其应用可以分为如下几种实现方式:

[0010] 1) 电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 1;

[0011] 2) 电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 2;

[0012] 3) 全 EPON 技术组网;

[0013] 4) 全以太网交换机组网。

[0014] 上述各个组网模式中,目前各个城市开展的配电自动化工程建设以及已经运行的系统,主要侧重设计和建设变电站(220kV/110kV/35kV)及以下直至配电站房站点(10kV/20kV)之间通信网的设计和建设,称之为配电网接入通信层,这张接入通信层网络主要研究组网方案和结构形式的有效性可靠性,例如环网、单辐射、自愈等方案。

[0015] 而对于从变电站(220kV/110kV/35kV)向上直到局端的上联通信结构和技术实现在方案设计上显得比较单一,都是直接依靠电力骨干通信网支撑配电通信骨干通信层上联局端(其中包括了采用调度数据网接入主网骨干通信网的方案或模式)。参见图 1、图 2。

[0016] 直接依靠电力骨干通信网支撑上联局端组网模式设计和应用存在明显的缺点是:SDH/MSTP 的资源被配电通信占用,直接对电网输变电层的通信带宽、效率以及已有的骨干网规划调整造成后期压力;因电力通信存在数据向调度中心(局端)汇聚的特殊情况,所以越靠近调度中心(局端)的通信设备带宽占用越大。考虑到配电通信数据也是向调度中心(局端)主站系统所在位置汇聚的情况,采用 SDH/MSTP 方式汇聚数据的方式,局端主站系统所在位置及其附近通信站点 SDH 设备带宽会被大量占用。以某地区为例,43 台 OLT 设备,与 SDH 设备采用百兆以太网接入,配电通信主站系统所在处 SDH 设备需占用  $43 \times 100$  约 4.3G 的带宽,考虑冗余保护链路则为 8.6G,设备带宽被大量占用,影响其它通信业务。

[0017] 配电自动化应用通信资源在过去的通信规划中没有充分考虑，“九五”、“十五”和“十一五”期间的电力（主网）骨干通信规划或电网规划中基本没有配电自动化应用需求。现在配电自动化通信要在原有规划的骨干通信电路上加载配电自动化业务，搭载配电通信网络上联汇聚层业务，这在管理上存在骨干通信增加承载与配电自动化通信业务的矛盾。大多数供电公司一旦骨干通信网建成投运，要扩容非常困难，骨干通信的平台带宽比如 2.5G 平台或 622M 平台，光传输设备资源有限，且今后扩容光传输设备几乎不可能实现，投资价格非常高。而扩一张接入设备通常也在 10 万 -30 万之间。因此骨干通信与配电通信天然存在一定的带宽和应用维护管理的矛盾。尤其是骨干通信运维与配电通信运维可能分属不同专业管理单位，矛盾更加突出。从另一个方面来看，电力骨干层通信上组建的调度数据网理论上可以提供给配电通信应用。但是，因为调度数据网是由电力骨干通信传输网 SDH/MSTP 承载的，因此应用调度数据网的缺陷与上述占用骨干通信资源本质上是一样的。

### 发明内容

[0018] 本发明的目的是公开一种配电网光纤通信组网中基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式，以解决配电通信组网关于接入层与骨干层组网模式及其技术应用问题。

[0019] 实现本发明目的之技术解决方案是这样：一种基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式，包括骨干通信层 1、通信接入层 4，所述骨干通信层 1 包括局端节点至变电站节点，接入通信层 4 包括变电站节点 B 至配电站房节点 C 或用户侧站点；在骨干通信层局端节点 A 至变电站节点 B 之间设置了通信汇聚层 2，所述的通信汇聚层 2 包括通信汇聚交换机（或者分区域以太网交换机）节点 b；通信汇聚交换机（或者分区域以太网交换机）利用变电站节点 B 至局端节点 A 骨干通信网富裕光纤纤芯上行汇聚并与局端节点的配电通信核心路由器连接，配电通信核心路由器与配电自动化主站系统连接；下行通过变电站节点 B 进通信接入层 4，利用 EPON 系统组成 EPON 通信接入层 4-1；光线路终端 OLT 配置在变电站节点 B，光线路终端 OLT 通过光分配网络 ODN 与配置在配电站房节点 C 或用户侧站点的用户侧光网路单元 ONU 连接。

[0020] 进一步地，所述的通信汇聚层 2 中通信汇聚交换机（或者区域以太网交换机）的设置个数限定为从 1 台开始直至与 N 台光线路终端 OLT 数量相等为止的 1 至 N 台（N= 城市配电网覆盖区域内各电压等级变电站总数 M）中任何一种或多种数量的组合。

[0021] 进一步地，所述通信汇聚交换机（或者区域以太网交换机）利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤（缆）与光线路终端 OLT 连接并且带宽从 10 兆直至 1Gbps 范围。

[0022] 更进一步地，所述通信汇聚交换机（或者区域以太网交换机）利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤（缆）与局端节点 A 配置的核心路由器相连接并且接口带宽是从 10 兆直至 1Gbps 范围。

[0023] 更进一步地，所述通信汇聚交换机（或者区域以太网交换机）至局端节点 A 配置的核心路由器的接口类型是 10 兆至千兆网口。

[0024] 基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式的应用，所述的配电通信核心路由器上联与配电自动化主站系统连接。

[0025] 进一步地，所述的配电通信核心路由器上联与配电自动化主站系统或其它电力主站系统计算机相连接。

[0026] 与现有方式比较,本发明具有突出的优点与显著效果,表现在:

[0027] 1、发明了 EPON 通信技术 / 路由 / 交换技术结合的一种高可靠、高带宽、高速率的配电通信网分层组网模式。

[0028] 2、解决配电通信网关于接入层与骨干层组网模式和应用问题,达到既解决工程问题,也解决主、配电网通信不同业务应用和维护矛盾的目的。

[0029] 3、本发明充分利用电力骨干通信光纤纤芯资源、不占用骨干通信网的光传输设备资源,实际上降低了配电通信骨干通信网络的资源成本、提高配电网网络通信骨干层可靠性、独立组网便于维护、具有很好的可扩性等。

[0030] 4、本发明在应用实施方面,获得了很好的效果与高度评价。如在《某某市配电自动化试点工程项目》中取得国网公司组织工程验收专家组“高水平通过验收”的高度评价,成为目前国内一次性建设规模最大,范围最广、实际投运的著名示范工程。

### 附图说明

[0031] 图 1 是目前通用的配电通信网络结构示意图。

[0032] 图 2 是所述的配电网光纤通信主要组网模式之一以太网(或 2M)模式示意图。

[0033] 图 3 是电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 1。

[0034] 图 4 是电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 2。

[0035] 图 5 是本发明基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式示意图。

[0036] 图 6 是本发明应用实施例的组网模式示意图。

### 具体实施方式

[0037] 结合附图给出实施例,并对本发明做进一步详细说明。需要强调的是,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明构思及其权利要求之范围。

[0038] 参见图 1、图 2、图 3、图 4 可知,图 1 是目前通用的配电通信网络组网逻辑结构模式,设计有骨干通信层 1、接入通信层 4,利用的是 SDH/MSTP 网络,在变电站节点 B 配置的是载波设备、EPON 设备、无线设备。图 2 是目前配电网光纤通信组网模式之一以太网(或 2M)方式的具体实现,该方式是图 1 光纤通信的具体方案,局端节点 A 占用主网骨干通信资源 SDH/MSTP(2M 或 10M/100M 以太网口),变电站节点 B 占用 SDH/MSTP(2M 或 10M/100M 以太网口)。

[0039] 图 3 和图 4 进一步对图 1 的结构做简化阐述。阐述目前从变电站向上直到局端的上联通信结构的普遍设计思想,即直接依靠电力骨干通信网支撑配电通信汇聚层上联局端(其中包括采用调度数据网并承载于主网骨干通信网的方案或模式)。

[0040] 图 3 是电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 1。局端节点 A 配置 SDH/MSTP 设备,变电站节点 B 配置 EPON(OLT)+SDH/MSTP 设备,配电站房节点 C 配置 EPON(ODN+ ONU)设备。A 和 B 之间为骨干通信层 SDH/MSTP 网络;B 和 C 之间是 EPON 接入层网络。

[0041] 图 4 是电力骨干网通信承载变电站侧至局端配电网通信骨干层方式 2,也是一种变电站 OLT+SDH/MSTP 组网方式;局端节点 A 配置 SDH/MSTP 设备,变电站节点 B 配置 SDH/MSTP(2M 或 10M/100M 以太网口)+以太网交换机(作为调度数据网专用的交换机)+EPON

(OLT), 配电站房节点 C 配置 EPON (ODN+ ONU), A、B、C 之间的逻辑结构关系仍然与图 3 方式 1 相同。方式 2 与方式 1 比较, 主要增加了一处调度数据网的设备。该设备也是一种配电网自动化所希望的专网通信模式。因为仍然要占用骨干通信网设备资源, 还增加了调度数据网资源占用, 该方案只能在理论上存应用的可能性, 并不理想。

[0042] 图 5 是利用骨干通信富裕光纤纤芯设计变电站 EPON (OLT)+ 骨干通信富裕光纤纤芯+ 区域聚集交换机+ 骨干通信富裕光纤纤芯+ 局端核心路由器组网方式, 即本发明基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式。从图 5 可知在骨干通信层局端节点 A 至变电站节点 B 之间设置了通信汇聚层 2, 所述的通信汇聚层 2 包括通信汇聚交换机(或者分区域以太网交换机)节点 b; 所述骨干通信层 1 形成了子骨干层 3+ 通信汇聚层 2, 包括局端节点至变电站节点; 所述的通信汇聚交换机(或者分区域以太网交换机)利用变电站至局端骨干通信网富裕光纤纤芯上行汇聚并与局端节点 A 的配电通信核心路由器连接; 下行通过变电站节点进入通信接入层 4, 利用 EPON 系统组成 EPON 接入层; 光线路终端 OLT 配置在变电站节点, 光线路终端 OLT 通过光分配网络 ODN 与配置在配电站房节点或用户侧站点的用户侧光网路单元 ONU 连接。配电通信核心路由器上行与配电网自动化主站系统连接。

[0043] 局端节点配置局端核心路由器, 通信汇聚层 2 包括通信汇聚交换机(或者分区域以太网交换机), 变电站节点配置 EPON (OLT), 配电站房节点配置 EPON (ONU-ODN), 子骨干层 3 及汇聚层 2 设备之间连接的光缆利用骨干通信网富裕光纤纤芯。本发明与几种主要的配电网通信组网方案比较见表 1。

[0044] 表 1:

类型配置	方式 1	方式 2	全 EPON 技术组网	全以太网交换机组网	本发明
局端	SDH/MSTP	SDH/MSTP	EPON (OLT)	以太网核心路由+交换机	局端路由器
				敷设专用光缆	分区域以太网交换机(通过骨干通信富裕光纤纤芯)上下行连接
[0045] 变电站	SDH/MSTP+ EPON (OLT)	SDH/MSTP+ 以太网交换机+EPON (OLT)	EPON (OLT)	以太网汇聚交换机	EPON (OLT)
配电站房	EPON (ODN+ ONU)	EPON (ODN+ ONU)	EPON (ODN+ ONU)	以太网交换机	EPON (ONU-ODN)
用户侧站点	EPON (ODN+ ONU) 可以延伸接入	EPON (ODN+ ONU) 可以延伸接入	EPON (ODN+ ONU) 可以延伸接入	延伸接入困难	EPON (ODN+ ONU) 可以延伸接入

[0046] 表中的全 EPON 技术组网, 目前只能对于区域很小的城市比如小型县城部分区域, EPON 组网光缆不超过 18 公里的城区组网应用。局端节点配置 EPON (OLT), 变电站节点配置 EPON (OLT), 配电站房节点配置 EPON (ODN+ ONU)。

[0047] 表中另一种采用全以太网交换机组网, 该方式在南方电网现仍有几个城市还在运

行,但从配电网结构和运维特点以及配电自动化的逐步发展的实用角度看,配电网和配电自动化站房站点通常是树状辐射、或树状互联结构,并且经常,例如每天或每周,在原网络基础上都会应实际需要对其结构进行改接和变化,增扩或减少、异动原来站房站点的工作,这就意味着,配电通信也必须跟随变更。该方式面临成本较高的困惑,实际已经很少应用。

[0048] 所述通信汇聚层 2 中区域以太网交换机或者通信汇聚交换机的设置个数限定为从 1 台开始直至与 N 台(注 :N= 城市配电网覆盖区域内各电压等级变电站总数 M)光线路终端 OLT 数量相等为止的 1 至 N 台中任何一种或多种数量的组合。本实施例中的设置可看出这种关系。

[0049] 参见图 6,是基于 EPON 分层技术的配电网通信组网模式的应用,也是本发明更具体的实施例。图中示意,局端节点 A 配电通信核心路由器上联与配电自动化主站系统或其它电力主站系统计算机相连接,具体的是自动化主站系统通过配电通信核心路由器连接配电通信系统。

[0050] 核心路由器配置在电业局(供电公司)局端节点 A,双机热备份,该设备用于配电通信网向上与配电自动化主站系统连接,向下通过汇聚节点、变电站节点和配电站房节点组成基于 EPON 分层技术的配电网通信网络,实现了配电自动化主站与配电终端之间的通信。

[0051] 通信汇聚交换机(或区域以太网交换机两台)分别配置在东、南、西、北四个地理区域独立的供电局节点内,采用双机热备份方式,形成 4 个汇聚中心节点 b,即通信汇聚交换机节点 b。该设备用于汇聚本区域内配电终端信息并向上与配电通信核心路由器连接。该设备将整个配电通信网隔离为数个 IP 域。所述汇聚交换机(或者区域以太网交换机)至核心路由器相连,并且接口带宽是从 10 兆直至 1Gbps 范围,接口类型是 10 兆至千兆网口同时包括含光和电接口模式在内。汇聚交换机(或者区域以太网交换机)利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤或光缆与光线路终端 OLT 连接并且带宽从 10 兆直至 1Gbps 范围;配电站房节点配置 EPON (ONU-ODN),该设备作为配电终端通信接入设备,通过 PON 链路与 OLT 互联。

[0052] OLT 设备作为 PON 网络的接入设备,汇聚变电站下所有 10kV 出线配电终端自动化数据,通过通信接入层 4 与汇聚层 2 的汇聚交换机互联。汇聚层 2 内的设备全部采用光纤 GE 口。

[0053] 汇聚交换机(或者区域以太网交换机)利用骨干通信富裕光纤纤芯或专用光纤或光缆与光线路终端 OLT 连接且带宽从 10 兆直至 1Gbps 范围。

[0054] 本实施例包括本发明涉及的变电站网络设备 OLT 及以上汇聚交换机、核心路由器相关参数和接口模块,相关参数和配置如下表 2:

[0055] 表 2 变电站及上联至局端侧的相关通信设备的参数和配置

[0056]

	OLT 至 ONU	OLT 至 OLT	OLT 至汇聚交换机	汇聚交换机至核心路由器
接口类型	1000BASE-PX20	1000BASE-LX10	1000BASE-LX10	1000BASE-LX10
接口带宽	1.25Gbps	1Gbps	1Gbps	1Gbps

传输介质	光纤	光纤	光纤	光纤
------	----	----	----	----

[0057] 表 3:本发明方案与采用通用 SDH/MSTP 方案对比,包括比较其资源占用、成本、带宽、增扩应用的方面性、网管效率、应用可靠性等。

[0058] 表 3

	接口类型	接口带宽	可扩展性	成本	可管理性	运行可靠性
[0059] 利用 SDH/MSTP 网络组网模式	百兆网口/2M 接口	最大 100M, 普遍仅能提供 2M 接口	较差	较大	较差	较好
本发明	千兆网口	1000M	好	相对略小	好	较好

[0060] 本发明组网模式曾在某地区某市实施,总计覆盖某市城区三环路之内 193 平方公里区域、352 条配电线路、共计配电网站房站点 1252 个。

[0061] 其中:采用 EPON 通信的有 1230 台(ONU)、在三环路区域内总共 43 座 110kV 变电站内配置了 43 套 EPON OLT 装置,组成 EPON 接入层;

[0062] 将 43 座变电站部署的 43 台 EPON (OLT) 通过变电站至城区 4 个供电局的骨干通信光纤富裕光纤纤芯汇集在城区 4 个供电区域中心,即每中心配置交换机 2 台,然后再通过 4 个供电局至电业局局端骨干通信光纤富裕光纤纤芯汇集至局端,接入 2 台核心路由器。相关电源均利用现有骨干通信电源支撑。组成了配电通信独立的汇聚层或称配电网通信骨干层。通过该市配电自动化试点工程的建设 and 实际运行至今一年以来,效果非常显著。在全国 20 余个试点工程中,该市的运行效率和可靠性(指:汇聚层交换机和路由器运行很好,配电自动化的遥测、遥信指标达到 98%,遥控正确率达到 100%)、带宽(指:汇聚层全部采用光纤 GE 口)应用水平均名列前茅。有效利用了变电站至局端富裕的骨干通信光纤线芯资源,同时还节约了骨干通信的光传输设备的资源。在通信系统的运行维护方面,骨干通信与配电通信分开独立,运行维护方便,效率高。工程实施证明配电网光纤通信路由/交换/EPON 分层组网模式与技术应用是非常有效的。



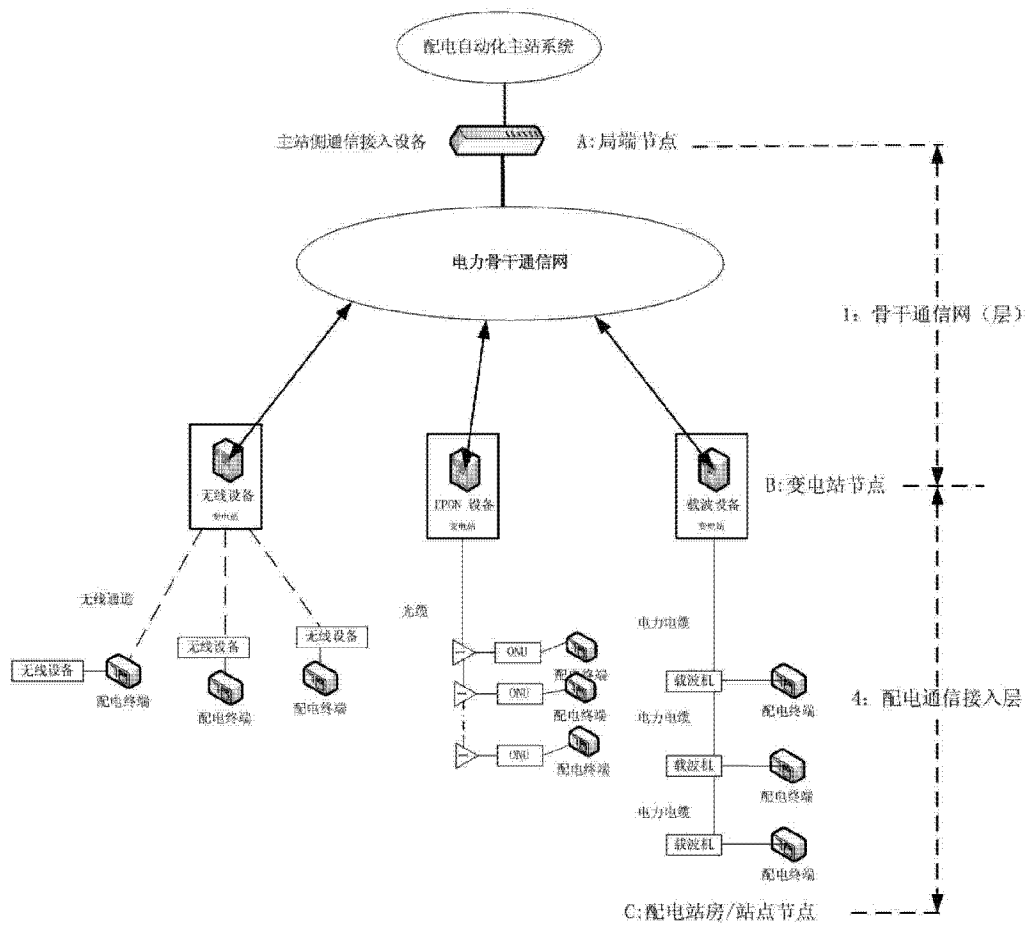


图 1

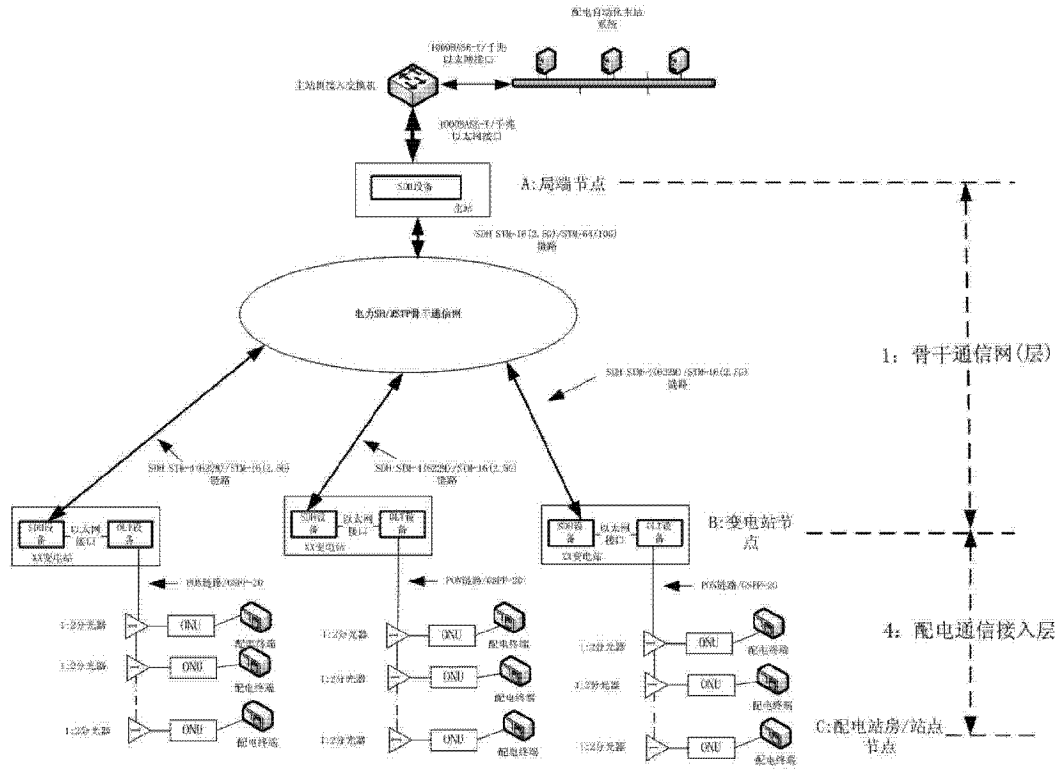


图 2

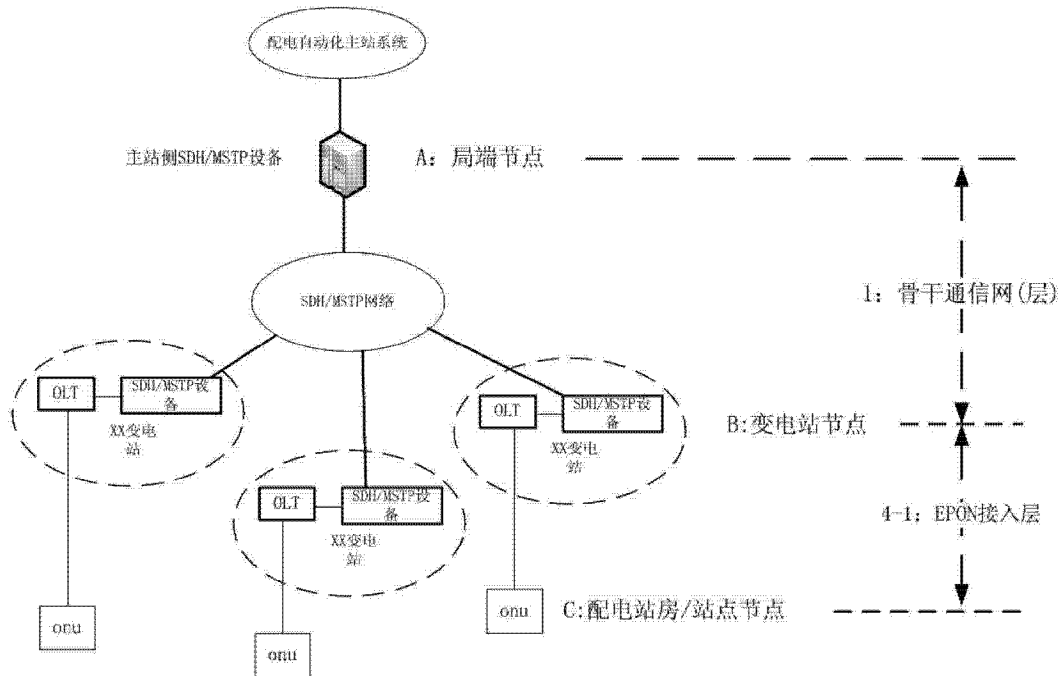


图 3

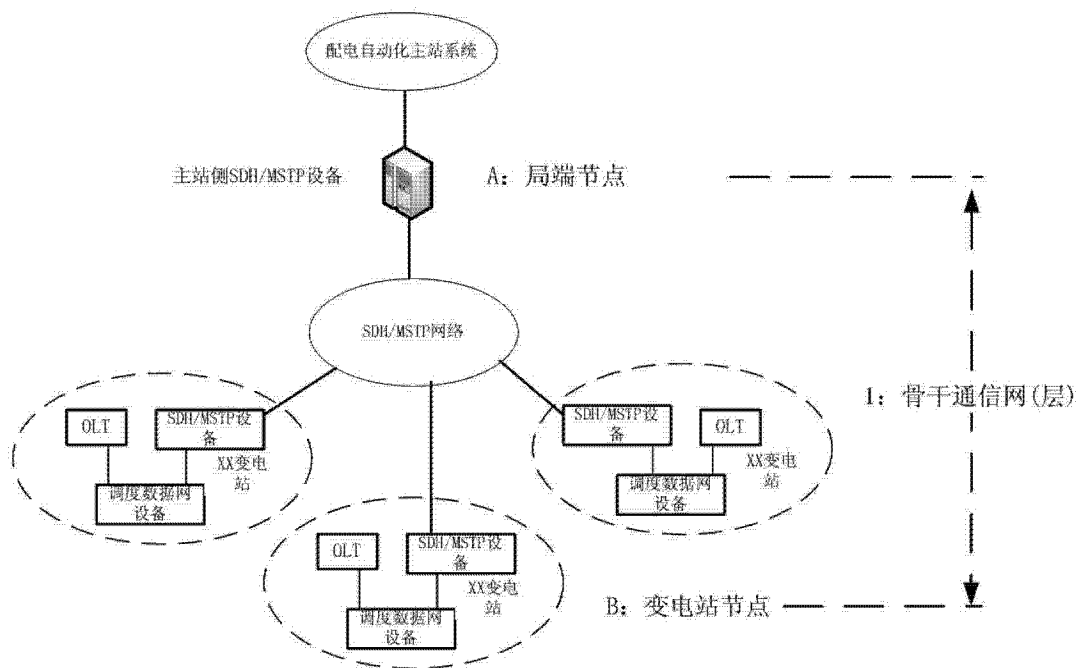


图 4

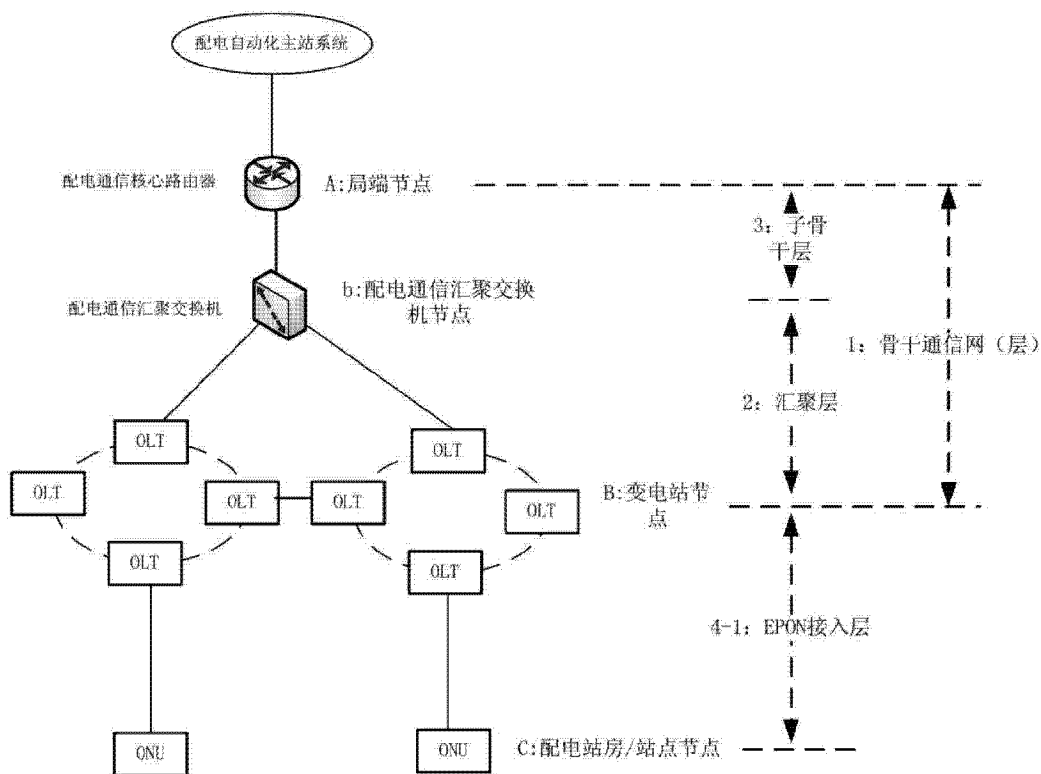


图 5

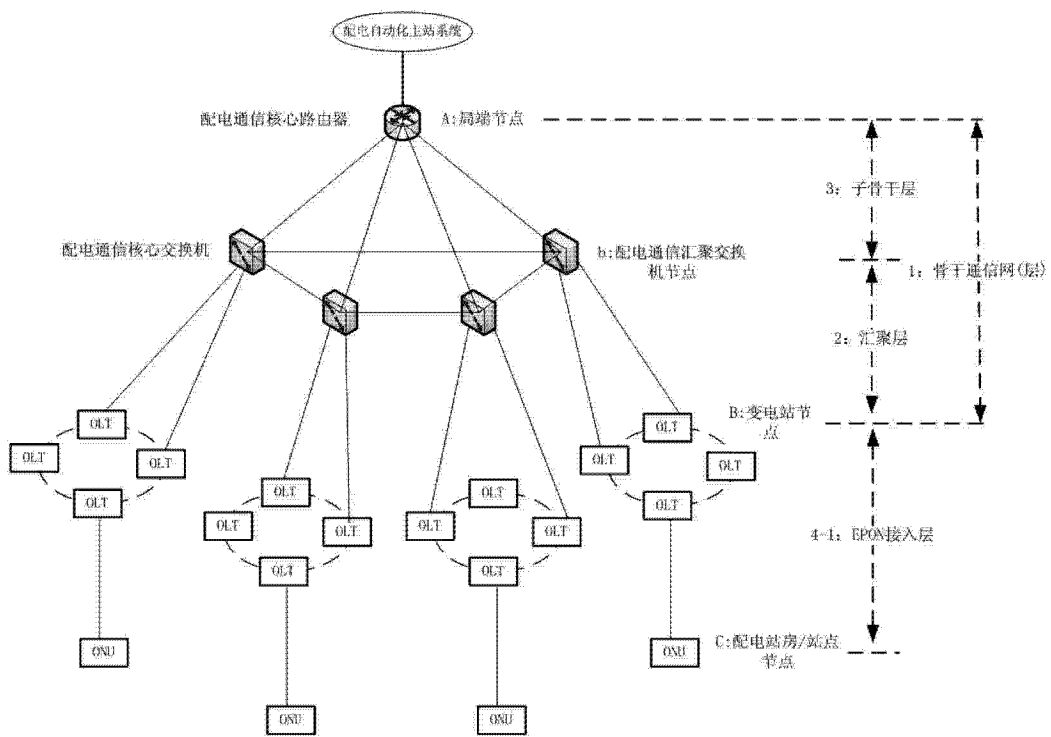


图 6