

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 9 月 11 日 (11.09.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/131463 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 29/12 (2006.01) H04L 12/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/080048
- (22) 国际申请日: 2014 年 6 月 17 日 (17.06.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410074537.2 2014 年 3 月 3 日 (03.03.2014) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100761 (CN)。江苏省电力公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市鼓楼区北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。江苏省电力公司电力科学研究院 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。
- (72) 发明人: 高磊 (GAO, Lei); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。杨毅 (YANG,

Yi); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。卜强生 (BU, Qiangsheng); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。王小波 (WANG, Xiaobo); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。袁宇波 (YUAN, Yubo); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。宋亮亮 (SONG, Liangliang); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。郭雅娟 (GUO, Yajuan); 中国江苏省南京鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。陈久林 (CHEN, Jiulin); 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。

(74) 代理人: 南京纵横知识产权代理有限公司 (NANJING ZONGHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市鼓楼区山西路 8 号金山大厦 B 栋 9 楼 D, Jiangsu 210009 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,

[见续页]

(54) Title: DYNAMIC RECOGNITION METHOD FOR NETWORK DEVICE TOPOLOGY OF INTELLIGENT TRANSFORMER SUBSTATION NETWORK DEVICE BASED ON MAC ADDRESS MATCHING

(54) 发明名称: 基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法

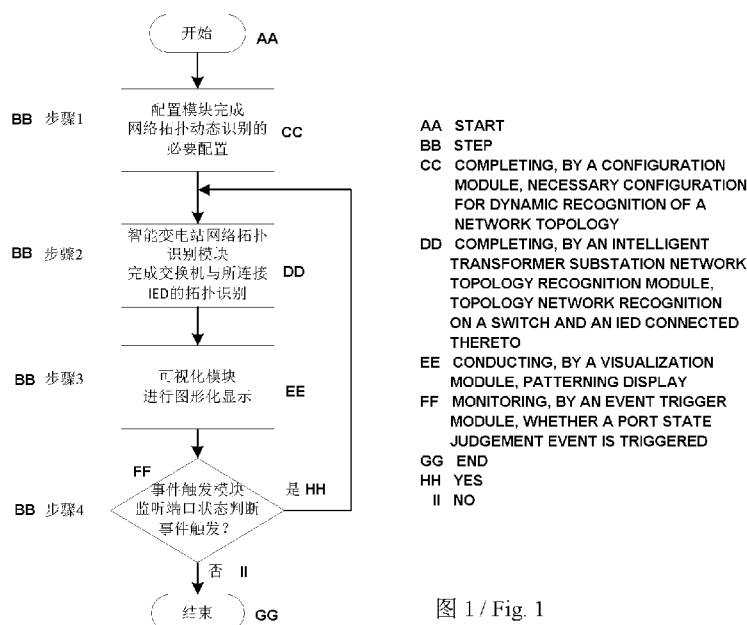


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A dynamic recognition method for a network device topology of an intelligent transformer substation network device based on MAC address matching, comprising: obtaining a table of a corresponding relationship between an IP address of an intelligent electronic device/a multicast address of an IED and an IED name by parsing an intelligent transformer substation configuration file, and obtaining a table of a corresponding relationship between an IP address of the IED/the multicast address of the IED and a MAC address by parsing a section data packet; acquiring a MAC address forwarding table of a switch through a simple network management protocol; and matching a two-dimensional table by taking the MAC address as a foreign key to generate a switch port-IED name table, completing the topology recognition on the switch and the IED connected thereto, and conducting patterning display.

(57) 摘要: 一种基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法: 通过解析智能变电站配置文件获

得智能电子设备的 IP 地址/IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表, 通过解析断面数据报文获得 IED 的 IP 地址/IED 的组播地址和 MAC 地址之间的对应关系表; 通过简单网络管理协议获取交换机的 MAC 地址转发表; 以 MAC 地址为外键匹配上述二维表生成交换机端口-IED 名称表, 完成交换机与所连接 IED 的拓扑识别, 并图形化显示。



JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

说明书

基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法

技术领域

本发明涉及一种基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法，属于电力自动化技术领域。

背景技术

基于 IEC 61850 的智能变电站采用以太网作为变电站通信网络，其自动化系统在逻辑上分为站控层、间隔层和过程层三层体系架构，其中，间隔层设备包括继电保护和测控装置等智能电子设备（IED），过程层设备包括智能终端、合并单元等与一次设备接口的 IED。智能变电站站控层与间隔层之间的网络通信遵循制造报文规范（MMS），间隔层与间隔层、间隔层与过程层设备之间使用面向通用对象变电站事件（GOOSE）协议传输开关量信号，通过 IEC 61850-9-2 协议传输采样值（SV）。MMS 基于 TCP/IP 的点对点传输协议；GOOSE 和 SV 属于组播报文，采用“发布/订阅”机制。智能变电站采用二层工业交换机（以下简称交换机）组网，组网模式包括“三层两网”、“三层一网”等多种方案，“两网”指站控层网络和过程层网络，“一网”指三层统一组网，具体可以根据实际情况选用。

遵循 IEC 61850 的 IED 之间的通信行为可以通过系统配置描述文件（SCD）进行配置。SCD 文件是一种典型的嵌套定义结构的可扩展标记语言（XML）格式的文档，其中含有 IED 的名称、描述、IP 地址或组播地址，但不包括 IED 以太网端口的物理 MAC 地址。

简单网络管理协议（SNMP）是一种基于管理工作站/代理模式的网络设备交互方法。管理信息库（MIB）是一个标准文档，它描述了代理能够为管理工作站提供的信息内容，以及管理工作站对这些信息的操作权限。对象标识符（OID）是 SNMP 代理提供的具有唯一标识的键值，MIB 提供数字化 OID 到可读文本的映射。通过 SNMP 操作读取交换机 OID 值便可获得交换机网络拓扑识别所需的信息，但是由于智能变电站中的 IED 没有 SNMP 代理功能，也就无法直接通过 SNMP 来获取含 IED 的交换机网络及设备的完整拓扑信息。

智能变电站通信网络越来越重要，关系到变电站的安全可靠运行。而现有的交换机拓扑搜索方法或工具无法动态获取整个智能变电站网络及设备的拓扑关系，尤其是难以识别交换机和所连接 IED 间的拓扑关系。在智能变电站的新建、改扩建及运维检修过程中，网络拓扑结构时常发生变更，有必要能够实时掌握整个变电站网络系统的拓扑状态，但是目前缺乏有效的方法和工具来动态地反映变电站网络及设备拓扑结构的状态。因此，一种能动态识别智能变电站网络设备拓扑的方法和工具将有助于提升智能变电站网络设备运行管

理水平。

发明内容

为了克服现有的网络拓扑识别方法无法动态获得变电站网络及设备拓扑的不足，本发明提供了一种基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法，该方法能够实时地、直观地监测全站网络及设备的拓扑和状态。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法，包括以下步骤：

1) 通过配置模块完成智能变电站网络拓扑动态识别的必要配置；

2) 通过智能变电站网络设备拓扑识别模块完成交换机与所连接 IED 的拓扑识别，具体包括如下步骤：

2-1) 通过解析智能变电站系统配置描述文件获得 IED 的 IP 地址和 IED 名称之间的对应关系表，或者 IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表，并存储到相应的数据结构中，并将 IP 地址字段和组播地址字段作为对应关系表的主键；

2-2) 通过报文捕获分析实时解析断面报文，生成 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的 IP 地址之间的对应关系表，或者 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的组播地址之间的对应关系表；

2-3) 通过简单网络管理协议从标准管理信息库 MIB-II 中用 dot1dTpFdbTable 表的 OID 值来获取交换机的 MAC 地址转发表信息，也就是 IED 的以太网端口 MAC 地址和交换机端口之间的对应关系表；

2-4) 以 IED 的 IP 地址为外键匹配所述步骤 2-2) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的 IP 地址之间的对应关系表，和所述步骤 2-1) 生成的 IED 的 IP 地址和 IED 名称之间的对应关系表，得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表；以 IED 的组播地址为外键匹配所述步骤 2-2) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的组播地址之间的对应关系表，和所述步骤 2-1) 生成的 IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表，得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表；

将两种方式生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表合并成一个；

然后以 IED 的以太网端口 MAC 地址为外键，匹配所述步骤 2-3) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和交换机端口之间的对应关系表，和 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表，得到交换机端口号和 IED 名称之间的对应关系表，完成交换机与所连接

IED 的拓扑识别；

2-5) 通过简单网络管理协议用 LLDP-MIB 中 lldpRemTable 的 OID 值来获取交换机链路层发现协议 LLDP 邻居表，识别交换机之间的拓扑关系，结合所述步骤 2-4) 实现的交换机与所接 IED 之间的拓扑识别，最终获得整个智能变电站网络的拓扑信息；

3) 通过可视化模块将所述步骤 2-5) 获得的智能变电站网络拓扑关系进行图形化显示；

4) 事件触发模块利用以太网交换机的 Trap 机制，实时监听交换机各端口状态变更事件，并依此判断是否触发智能变电站网络拓扑识别模块和可视化模块的执行，更新智能变电站网络拓扑结构图。

本发明具有的有益效果为：在智能变电站新建、改扩建和运行维护过程中，运行或检修人员可以根据本发明方法动态地获取智能变电站网络及设备的拓扑信息，可以实时地、直观地监测智能变电站网络中在线交换机的拓扑图以及各端口的状态，从而使智能变电站网络设备的维护变得简单易行，减少维护的人力及时间成本，更重要的是有助于新建变电站网络调试、拓扑检查和智能变电站网络故障的快速定位。

附图说明

下面结合附图和具体实施例对本发明进一步说明。

图 1 是智能变电站网络设备拓扑动态识别方法实施流程图；

图 2 是交换机与所连接 IED 的拓扑识别流程图；

图 3 是基于 MAC 地址匹配的多表对应关系图；

图 4 是本发明实施例的可视化示意图。

具体实施方式

如图 1 所示，本发明提出的基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法步骤如下：

步骤 1：通过配置模块完成智能变电站网络拓扑动态识别的必要配置，包括：1) 导入待识别智能变电站的 SCD 配置文件，并通过程序处理将其简化，仅包含变电站通信配置、IED 的描述、名字等必要信息；2) 选择报文侦听端口（即网络接口卡）；3) SNMP 参数配置，包括 SNMP 版本（如 version1、version2c）和端口（161）等；4) 自动搜索出网段内所有交换机的管理 IP 地址。保存以上几步配置信息，下次使用时可以直接导入已保存的配置文件，用于下一步智能变电站网络设备拓扑识别模块。

步骤 2：通过智能变电站网络设备拓扑识别模块完成交换机与所连接 IED 的拓扑识别。该模块是实现本发明方法的核心功能模块，如图 2 所示，包括以下步骤：

2-1) 通过自动解析智能变电站 SCD 配置文件获得 IED 的 IP 地址和 IED 名称之间的对应关系表 Tbl_IP_IED, 或者 IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表 Tbl_MultiAddr_IED, 并存储到相应的数据结构中, 如表 1 和表 2 所示。对于接入站控层网络交换机的 IED, 解析并存储 IED 名称及其 IP 地址, 例如, 表 1 (表 Tbl_IP_IED) 中 IP 地址为 172.20.50.11 的 IED 名称为 PB5011A; 对于接入过程层网络交换机的 IED, 解析并存储 IED 名称及其组播地址, 例如, 表 2 (表 Tbl_MultiAddr_IED) 中组播地址为 01-0C-CD-01-02-11 的 IED 名称为 IB5011A。表 1 中的 IP 地址字段、表 2 中的组播地址字段在变电站域内是唯一的, 分别作为两表的主键。

表 1 IED 名称及其 IP 地址的对应关系表

Tbl_IP_IED	
IED_IP	IED_Name
172.20.50.11	PB5011A
.....	

表 2 IED 名称及其组播地址的对应关系表

Tbl_MultiAddr_IED	
IED_MultiAddr	IED_Name
01-0C-CD-01-02-11	IB5011A
.....	

2) 通过报文捕获分析程序实时解析断面报文, 获取源 MAC 地址 (即 IED 的以太网端口 MAC 地址) 和 IP 地址 (即 IED 的 IP 地址) 之间的对应关系表 Tbl_MAC_IP 或者源 MAC 地址和目的 MAC 地址 (即 IED 的组播地址) 间的对应关系表 Tbl_MAC_MultiAddr。对于智能变电站站控层网络 (MMS) 交换机, 通过捕获分析 TCP/IP 报文可以得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的 IP 地址之间的对应关系, 如表 3 (标 Tbl_MAC_IP) 所示, 源 MAC 地址 08-00-AC-14-32-0B 对应的 IP 地址是 172.20.50.11。对于二层交换机, 表 3 中 MAC 地址为以太网报文中的源 MAC 地址, 即所连接终端设备以太网端口的 MAC 地址, 与 IED 的 IP 地址有唯一对应的关系。

表 3 源 MAC 地址和 IED 的 IP 地址对应表

Tbl_MAC_IP	
MAC	IED_IP
08-00-AC-14-32-0B	172.20.50.11
.....	

对于智能变电站过程层网络（GOOSE、SV）交换机，通过报文捕获分析 GOOSE、SV 报文可以得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的组播地址之间的对应关系表，如表 4（Tbl_MAC_MultiAddr）所示，源 MAC 地址 08-00-C0-A8-01-01 对应的 IED 组播地址是 01-0C-CD-01-02-11。表 4 中 MAC 地址为以太网报文中的源地址，组播地址为以太网报文中的目的地址，对于智能设备过程层应用而言，表 4 中 MAC 字段即所连接终端设备以太网端口的 MAC 地址，与 IED 过程层配置的组播地址是一对多的关系，而同一以太网端口的 MAC 地址所对应的一组组播地址又将唯一对应到某台 IED 设备。

表 4 源 MAC 地址和 IED 的组播地址对应表

Tbl_MAC_MultiAddr	
MAC	IED_MultiAddr
08-00-C0-A8-01-01	01-0C-CD-01-02-11
.....	

3) 利用 SNMP 从标准管理信息库 MIB-II（RFC-1213 定义）中采集交换机 MAC 地址转发表信息。通过 SNMP 的 Get/GetNext 操作读取“dot1dTpFdbTable”表（RFC 4188 定义）中的 MAC 地址（dot1dTpFdbAddress）和交换机端口号（dot1dTpFdbPort）对应的 MIB 对象 OID 值分别为 1.3.6.1.2.1.17.4.3.1.1 和 1.3.6.1.2.1.17.4.3.1.2，将读取的值存储到数据结构中，从而获得交换机的 MAC 地址转发表 Tbl_MAC_Port，也就是 IED 的以太网端口 MAC 地址和交换机端口的对应关系表。如表 5 所示，MAC 地址 08-00-AC-14-32-0B 和 MAC 地址 08-00-C0-A8-01-01 在交换机注册的端口为 6 和 8。表 5 中 MAC 字段为主键，即所连接终端设备以太网端口的 MAC 地址，具有唯一性约束。

表 5 交换机 MAC 地址转发表

Tbl_MAC_Port	
MAC	Switch_Port
08-00-AC-14-32-0B	6
08-00-C0-A8-01-01	8
.....	

4) 以 MAC 地址为外键匹配上述生成的二维表找到交换机端口和 IED 名称的对应关系。具体匹配过程如图 3 所示, 首先, 以 IED 的 IP 地址 (例如: 172.20.50.11) 为外键匹配表 Tbl_MAC_IP 和表 Tbl_IP_IED 得到 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系 (如: MAC 地址 08-00-AC-14-32-0B 对应 IED 名称 PB5011A), 以 IED 的组播地址 (例如: 01-0C-CD-01-02-11) 为外键匹配表 Tbl_MAC_MultiAddr 和表 Tbl_MultiAddr_IED 得到 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系 (如: MAC 地址 08-00-C0-A8-01-01 对应的 IED 名称为 IB5011A), 将这两种方式生成的 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表合并成一个表即表 Tbl_MAC_IED;

然后, 以 MAC 地址为外键 (例如: 08-00-AC-14-32-0B) 匹配表 Tbl_MAC_Port 和表 Tbl_MAC_IED 得到交换机端口号和 IED 名称之间的对应关系表 Tbl_Port_IED。如表 6 所示, 6 号端口连接的 IED 名称是 PB5011A, 8 号端口对应的 IED 名称为 IB5011A, 完成交换机与端口所连接 IED 之间的拓扑识别。

表 6 交换机端口和 IED 名称对应表

Tbl_Port_IED	
Switch_Port	IED_Name
6	PB5011A
8	IB5011A
.....	

5) 通过 SNMP 获取交换机链路层发现协议 (LLDP) 邻居表识别交换机之间的拓扑关系, 结合步骤 4) 实现的交换机与所接 IED 之间的拓扑识别, 这样最终获得整个智能变电站网络的拓扑信息。通过 SNMP 的 Get/GetNext 操作读取 “lldpRemTable” 表 (LLDP-MIB 中定义) 中的邻近交换机管理地址 (lldpRemChassisId) 和邻近交换机端口号 (lldpRemPortId) 对应

的 MIB 对象 OID 值分别为 1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.5 和 1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.7, 将读取的值存储到数据结构中, 从而获得本侧交换机的 LLDP 表信息。本侧交换机的 LLDP 表中存储了对侧邻近交换机的管理地址和端口号等信息, 但本侧交换机的端口号信息是不可读的, 需要通过读取并查询对侧邻近交换机 LLDP 表的方法获得本侧交换机端口号信息, 结合本侧交换机 LLDP 表中已经获取的信息, 得到本侧交换机的端口号、邻近交换机的管理地址和端口号。根据上述方法可以获得各交换机间的拓扑信息。

步骤 3: 通过可视化模块将步骤 2 得到智能变电站网络拓扑关系进行图形化显示, 图 4 是本实施例的拓扑可视化示意图。通过 SNMP 的 Get/GetNext 操作读取 “ifTable” 表 (RFC 1213 定义) 中的交换机的端口号 (ifIndex)、端口描述 (ifDescr) 和端口运行状态 (ifOperStatus) (对应的 MIB 对象 OID 值分别为 1.3.6.1.2.1.2.2.1.1, 1.3.6.1.2.1.2.2.1.2 和 1.3.6.1.2.1.2.2.1.8), 将读取的值存储到数据结构中, 从而获得交换机的端口状态信息。如图 4 中, 交换机端口颜色为浅色时表示该端口的运行状态为正常连接, 深色时表示该端口的运行状态为断开连接。

步骤 4: 事件触发模块通过交换机的 Trap 机制来监听交换机端口的通断状态 (如端口中断或端口连接), 并依此判断是否触发智能变电站网络拓扑识别模块和可视化模块的执行, 更新智能变电站网络拓扑结构图。如果事件触发模块收到交换机主动上送的 linkDown Trap 或 linkUp Trap 消息, 表明交换机探测到有一个通信链路失败或恢复, 本实施例的程序将自动运行步骤 2 和步骤 3, 实现网络拓扑的动态更新; 如果事件触发模块收未收到任何 Trap 消息, 则保持现有的网络拓扑结构图不变。

本发明在 Linux 平台开发拓扑识别工具, 拓扑识别工具集成了 SCD 解析、SNMP 访问、报文捕获分析、Trap 事件触发模块, 满足由二层交换机和 IED 组成的智能变电站网络设备的拓扑动态识别; 拓扑识别工具可用于智能变电站 “站控层” 网络、“过程层” 网络以及 “站控层” 与 “过程层” 统一组网的网络架构。

以上已以较佳实施例公开了本发明, 然其并非用以限制本发明, 凡采用等同替换或者等效变换方式所获得的技术方案, 如使用嵌入式 Linux 系统实现本发明主要步骤的, 均落在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 基于 MAC 地址匹配的智能变电站网络设备拓扑动态识别方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1) 通过配置模块完成智能变电站网络拓扑动态识别的必要配置;

2) 通过智能变电站网络设备拓扑识别模块完成交换机与所连接 IED 的拓扑识别, 具体包括如下步骤:

2-1) 通过解析智能变电站系统配置描述文件获得 IED 的 IP 地址和 IED 名称之间的对应关系表, 或者 IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表, 并存储到相应的数据结构中, 并将 IP 地址字段和组播地址字段作为对应关系表的主键;

2-2) 通过报文捕获分析实时解析断面报文, 生成 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的 IP 地址之间的对应关系表, 或者 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的组播地址之间的对应关系表;

2-3) 通过简单网络管理协议从标准管理信息库 MIB-II 中用 dot1dTpFdbTable 表的 OID 值来获取交换机的 MAC 地址转发表信息, 也就是 IED 的以太网端口 MAC 地址和交换机端口之间的对应关系表;

2-4) 以 IED 的 IP 地址为外键匹配所述步骤 2-2) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的 IP 地址之间的对应关系表, 和所述步骤 2-1) 生成的 IED 的 IP 地址和 IED 名称之间的对应关系表, 得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表; 以 IED 的组播地址为外键匹配所述步骤 2-2) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 的组播地址之间的对应关系表, 和所述步骤 2-1) 生成的 IED 的组播地址和 IED 名称之间的对应关系表, 得到 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表;

将两种方式生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表合并成一个;

然后以 IED 的以太网端口 MAC 地址为外键, 匹配所述步骤 2-3) 生成的 IED 的以太网端口 MAC 地址和交换机端口之间的对应关系表, 和 IED 的以太网端口 MAC 地址和 IED 名称之间的对应关系表, 得到交换机端口号和 IED 名称之间的对应关系表, 完成交换机与所连接 IED 的拓扑识别;

2-5) 通过简单网络管理协议用 LLDP-MIB 中 llDPRemTable 的 OID 值来获取交换机链路层发现协议 LLDP 邻居表, 识别交换机之间的拓扑关系, 结合所述步骤 2-4) 实现的交换机与所接 IED 之间的拓扑识别, 最终获得整个智能变电站网络的拓扑信息;

3) 通过可视化模块将所述步骤 2-5) 获得的智能变电站网络拓扑关系进行图形化显示;

4)事件触发模块利用以太网交换机的 Trap 机制,实时监听交换机各端口状态变更事件,并依此判断是否触发智能变电站网络拓扑识别模块和可视化模块的执行,更新智能变电站网络拓扑结构图。

说明书附图

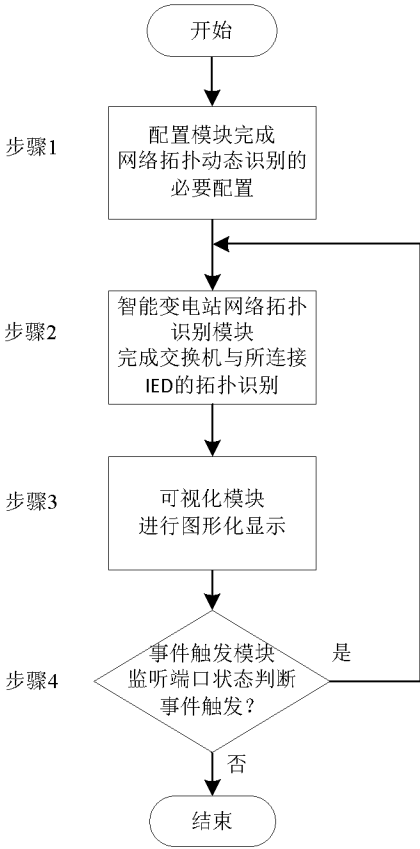


图 1

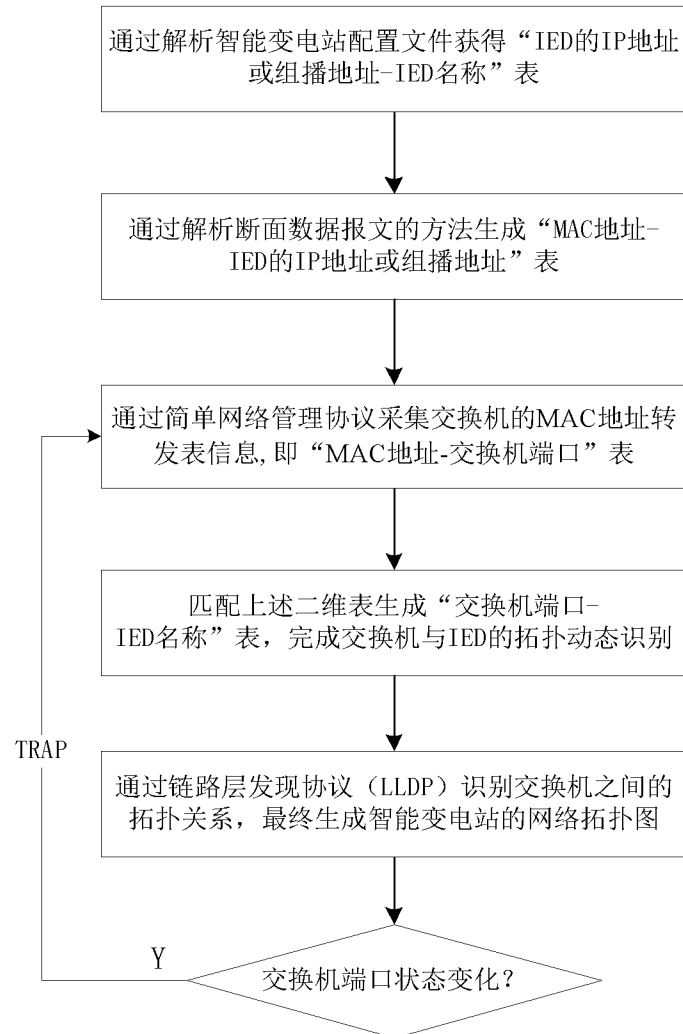


图 2

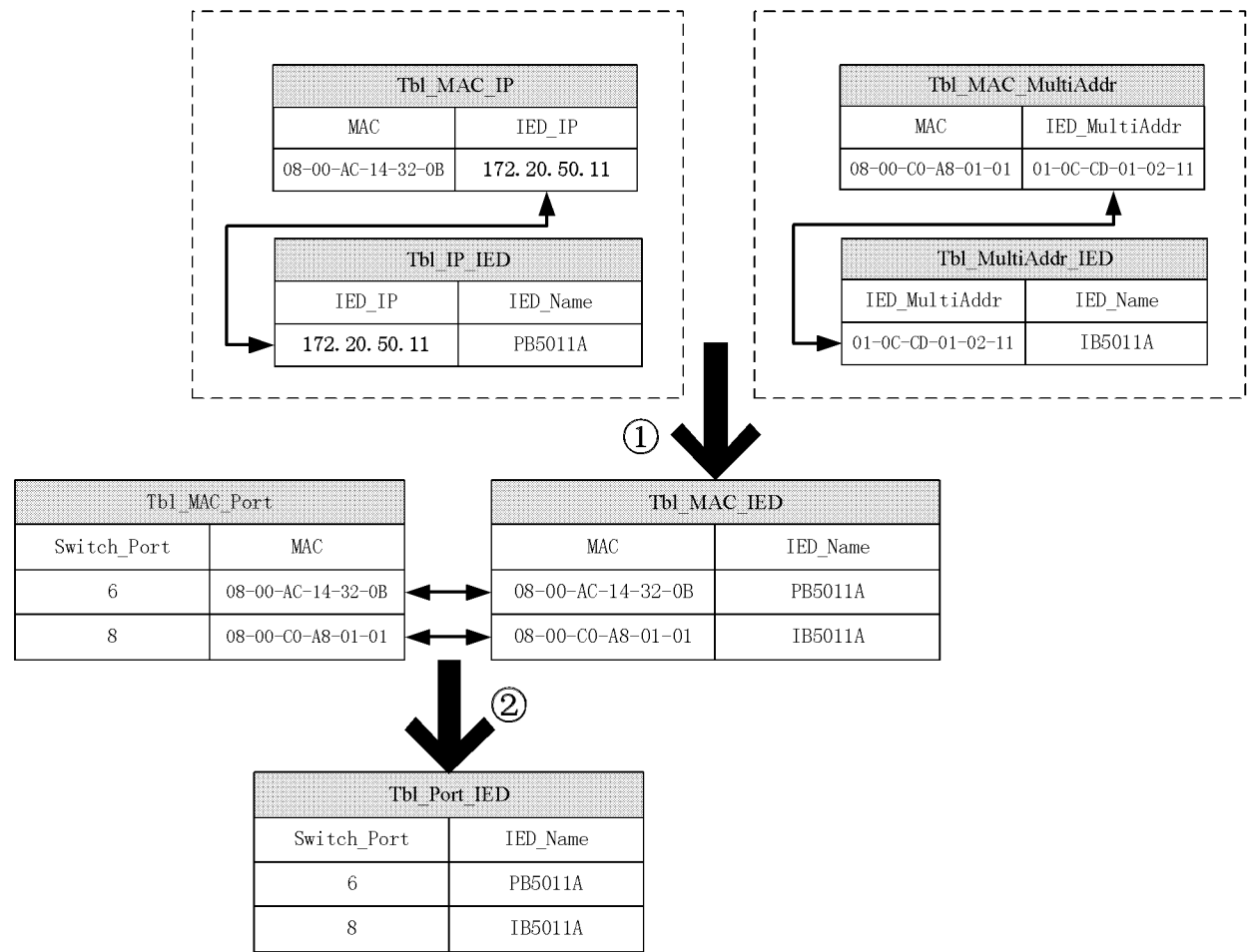


图 3

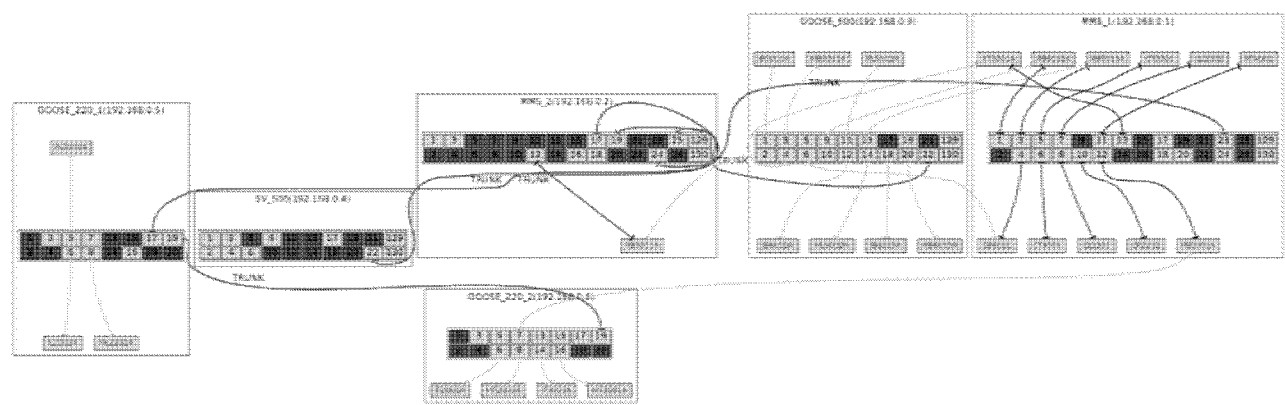


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/080048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 29/12 (2006.01) i; H04L 12/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI: physical address, configuration file, intelligent electronic device, IP address, MAC, SCD, IED, transformer w substation, topolog+, multicast+, port, 61850

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103856579 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 11 June 2014 (11.06.2014), claim 1	1
A	CN 102420726 A (CYG SUNRI CO., LTD.), 18 April 2012 (18.04.2012), description, paragraphs [0026]-[0042] and [0057]-[0058], and figures 1-3	1
A	CN 103516541 A (KYLAND TECHNOLOGY CO., LTD.), 15 January 2014 (15.01.2014), the whole document	1
A	CN 101610171 A (TIANJIN ELECTRIC POWER COMPANY et al.), 23 December 2009 (23.12.2009), the whole document	1
A	US 2010040068 A1 (ABB TECHNOLOGY AG.), 18 February 2010 (18.02.2010), the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
15 November 2014 (15.11.2014)

Date of mailing of the international search report
28 November 2014 (28.11.2014)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
ZHANG, Yujie
Telephone No.: (86-10) **62413561**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/080048

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103856579 A	11 June 2014	None	
CN 102420726 A	18 April 2012	None	
CN 103516541 A	15 January 2014	WO 2014000317 A1	03 January 2014
		DE 112012005116 T5	16 October 2014
CN 101610171 A	23 December 2009	None	
US 2010040068 A1	18 February 2010	EP 2157732 A1	24 February 2010
		CN 101719866 A	02 June 2010
		AT 514256 T	15 July 2011
		ES 2367887 T3	10 November 2011

A. 主题的分类		
H04L 29/12(2006.01)i; H04L 12/24(2006.01)i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
H04L		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI:物理地址, 配置文件, 智能电子设备, 变电站, 拓扑, 组播, 端口, IP地址, MAC, SCD, IED, transformer w substation, topolog+, multicast+, port, 61850		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103856579 A (国家电网公司等) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 权利要求1	1
A	CN 102420726 A (长园深瑞继保自动化有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 说明书第[0026]-[0042]段、第[0057]-[0058]段, 图1-3	1
A	CN 103516541 A (北京东土科技股份有限公司) 2014年 1月 15日 (2014 - 01 - 15) 全文	1
A	CN 101610171 A (天津市电力公司等) 2009年 12月 23日 (2009 - 12 - 23) 全文	1
A	US 2010040068 A1 (ABB TECHNOLOGY AG.) 2010年 2月 18日 (2010 - 02 - 18) 全文	1
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 11月 15日		2014年 11月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		张玉洁
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62413561

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/080048

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103856579	A	2014年 6月 11日	无			
CN	102420726	A	2012年 4月 18日	无			
CN	103516541	A	2014年 1月 15日	WO	2014000317	A1	2014年 1月 03日
				DE	112012005116	T5	2014年 10月 16日
CN	101610171	A	2009年 12月 23日	无			
US	2010040068	A1	2010年 2月 18日	EP	2157732	A1	2010年 2月 24日
				CN	101719866	A	2010年 6月 02日
				AT	514256	T	2011年 7月 15日
				ES	2367887	T3	2011年 11月 10日