



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102946260 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201210510101. 4

(22) 申请日 2012. 12. 04

(73) 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区湖南大学  
电信分院

专利权人 威胜集团有限公司

(72) 发明人 刘述钢 黄守道 刘宏立 陈鑫雯  
谷志茹 李鲁智 李虎 李智良

(74) 专利代理机构 长沙永星专利商标事务所  
43001

代理人 周咏 米中业

(51) Int. Cl.

H04B 3/54(2006. 01)

H04B 3/46(2006. 01)

H04L 29/06(2006. 01)

H04L 12/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1794732 A, 2006. 06. 28, 说明书第 10 页  
第 1 段 - 第 12 页第 2 段, 附图 1-5.

US 2008186201 A1, 2008. 08. 07, 全文.

CN 1838193 A, 2006. 09. 27, 全文.

CN 101169896 A, 2008. 04. 30, 说明书第 11  
页第 7 段 - 第 17 页第 5 段, 附图 6-9.

CN 101718820 A, 2010. 06. 02, 全文.

审查员 许晨

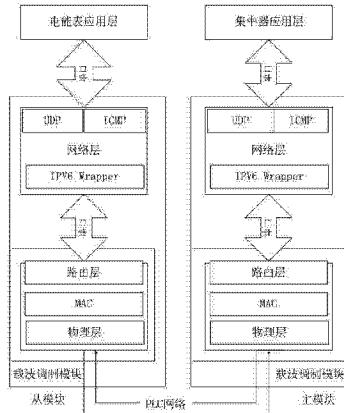
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

自动抄表系统及其通信链路质量检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自动抄表系统及其通信链路质量检测方法,该系统提供了一种新的电力线载波模块与终端之间网络层接口架构,通过此架构可直接接入 IPV6 网络;而该检测方法分为主模式和从主模式。主从模式由主模块发送测试数据包,而对端的从模块接收这些数据包,记录测试结果并将结果数据发至集中器;从主模式则是从模块发送测试数据包,主模块接收并做记录,再将结果发至集中器。本发明中集中器通过控制原语使主模块和从模块进入链路测试的相关模式,实现了 ICMP 协议控制下主模块和从模块各节点的链路质量在线检测,为智能电网 AMI 系统的在线网络质量提供有效保障。



1. 一种自动抄表系统的通信链路质量检测方法,所述自动抄表系统,包括电能表、集中器、载波通信模块和电力线网络;所述载波通信模块包含 DSP 模块和载波调制模块, DSP 模块用于构建网络层,载波调制模块用于将传输信号调制成适应于电力线传播的信号;集中器通过串口与集中器侧的 DSP 模块通信,该 DSP 模块再通过串口与集中器侧的载波调制模块通信;集中器侧的载波调制模块通过电力线网络与电能表侧的载波调制模块通信;电能表侧的载波调制模块通过串口与电能表侧的 DSP 模块通信,该 DSP 模块通过串口与电能表通信;在集中器侧的载波通信模块为主模块,在电能表侧的载波通信模块为从模块;其特征在于,包括主从模式和从主模式;该检测方法包括如下步骤:

步骤 1,网络层的架构:网络层包括 UDP 封装模块、IPv6 封装模块、ICMP 封装模块和通信链路在线检测模块, UDP 封装模块将终端应用层数据报文 APDU 封装成 UDP 报文, ICMP 封装用于将链路通信检测信息封装成适应于网络层与路由层间传递的数据报文形式, IPv6 封装模块将 UDP 报文封装成适用于在 IPv6 网络层传输的 IPv6 报文;通信链路在线检测模块用于主模块和从模块各节点的通信链路质量的控制命令的接收与发送;

步骤 2,主从模式,集中器给主模块网络层发控制命令,开启主从模式通信链路在线检测功能;

步骤 3,主模块网络层发出测试管理命令至指定从模块网络层,要求从模块进入测试模式并准备接收测试数据;

步骤 4,从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后,开启测试模式,初始化此测试会话,并向主模块发送确认回执;

步骤 5,主模块收到从模块返回的接收确认后,进入发送测试数据流程,主模块网络层循环发送固定测试数据至从模块;

步骤 6,从模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息,并将这些信息发送至从模块网络层,从模块网络层统计整理平均每一帧的报告并汇总,测试完成后从模块网络层将此测试结果通过测试管理命令上报给集中器;

步骤 7,从主模式,集中器给主模块网络层发控制命令,开启从主模式通信链路在线检测功能;

步骤 8,主模块网络层发出测试管理命令至指定从模块网络层,要求从模块进入测试模式并准备测试数据;

步骤 9,从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后,开启测试模式,并回复应答报文;

步骤 10,主模块收到从模块的应答报文后,初始化测试会话,并准备接收测试数据;

步骤 11,从模块网络层循环发送固定测试数据至主模块;

步骤 12,主模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息,并发送至主模块网络层;主模块网络层统计整理平均每一帧的报告并汇总;

步骤 13,测试完成后,主模块网络层将测试结果上报给集中器。

2. 根据权利要求 1 所述的自动抄表系统的通信链路质量检测方法,其特征在于,所述 ICMP 封装用于链路质量检测数据的封装,在链路质量检测工作时使用;UDP 封装用于抄表数据的封装,在自动抄表时使用;在链路质量检测的测试模式下, ICMP 封装模块工作, UDP 封装模块不工作;关闭该测试模式, UDP 封装模块工作,电能表无需重复注册,就能实现自

动抄表。

3. 根据权利要求 1 所述的自动抄表系统的通信链路质量检测方法，其特征在于，所述链路通信检测信息包括从模块和主模块各节点的链路质量数据、集中器检测命令以及主模块和从模块链路通信检测结果。

4. 根据权利要求 1 所述的自动抄表系统的通信链路质量检测方法，其特征在于，所述信道质量信息包括信噪比、误码率、错包率和链路质量指示。

## 自动抄表系统及其通信链路质量检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自动抄表系统及其通信链路质量检测方法。

### 背景技术

[0002] 目前的电力线载波通信主要有窄带单载波通信机制,利用扩频技术来提高通信的抗干扰与抗截获能力,例如 PSK 和 S-FSK 电力线通信机制。IEC61334 制订了 S-FSK 电力载波通信技术标准。标准规定:S-FSK 在物理层对 BER 进行统计,利用传输一个字节前导码,一个字节帧定界符,再加上一个 38 个字节的数据块来进行。在假定没有发生帧同步错误的情况下,BER 是根据在一个数据块中的误码来计算。此外,国家电网公司企业标准《Q/GDW 376. 2-2009 集中器本地通信模块接口协议》,规定了集中器和载波模块的通信协议。该标准没有制订网络节点在线质量测试接口,也没有关于此方面的扩展,所以在国家电网载波通信系统中无法实现窄带电力线通信链路在线质量检测。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种在线实施的自动抄表系统及其通信链路质量检测方法。

[0004] 本发明提供的这种自动抄表系统,包括电能表、集中器、载波通信模块和电力线网络,所述载波通信模块包含 DSP 模块和载波调制模块,DSP 模块用于构建网络层,载波调制模块用于将传输信号调制成适应于电力线传播的信号;集中器通过串口与集中器侧的 DSP 模块通信,该 DSP 模块再通过串口与集中器侧的载波调制模块通信;集中器侧的载波调制模块通过电力线网络与电能表侧的载波调制模块通信;电能表侧的载波调制模块通过串口与电能表侧的 DSP 模块通信,该 DSP 模块通过串口与电能表通信。

[0005] 在集中器侧的载波通信模块为主模块,在电能表侧的载波通信模块为从模块。

[0006] 该自动抄表系统的通信链路质量检测方法,包括主从模式以及从主模式;该检测方法包括如下步骤:

[0007] 步骤 1,网络层的架构:网络层包括 UDP 封装模块、IPv6 封装模块、ICMP 封装模块和通信链路在线检测模块,UDP 封装模块将终端应用层数据报文 APDU 封装成 UDP 报文,ICMP 封装用于将链路通信检测信息封装成适应于网络层与路由层间传递的数据报文形式,IPv6 封装模块将 UDP 报文封装成适用于在 IPv6 网络层传输的 IPv6 报文;通信链路在线检测模块用于主模块和从模块各节点的通信链路质量的控制命令的接收与发送;

[0008] 步骤 2,主从模式,集中器给主模块网络层发控制命令,开启主从模式通信链路在线检测功能;

[0009] 步骤 3,主模块网络层发出测试管理命令至指定从模块网络层,要求从模块进入测试模式并准备接收测试数据;

[0010] 步骤 4,从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后,开启测试模式,初始化此测试会话,并向主模块发送确认回执;

[0011] 步骤 5,主模块收到从模块返回的接收确认后,进入发送测试数据流程,主模块网

络层循环发送固定测试数据至从模块；

[0012] 步骤 6, 从模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息, 并将这些信息发送至从模块网络层, 从模块网络层统计整理平均每一帧的报告并汇总, 测试完成后从模块网络层将此测试结果通过测试管理命令上报给集中器；

[0013] 步骤 7, 从主模式, 集中器给主模块网络层发控制命令, 开启从主模式通信链路在线检测功能；

[0014] 步骤 8, 主模块网络层发出测试管理命令至指定从模块网络层, 要求从模块进入测试模式并准备测试数据；

[0015] 步骤 9, 从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后, 开启测试模式, 并回应应答报文；

[0016] 步骤 10, 主模块收到从模块的应答报文后, 初始化测试会话, 并准备接收测试数据；

[0017] 步骤 11, 从模块网络层循环发送固定测试数据至主模块；

[0018] 步骤 12, 主模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息, 并发送至主模块网络层; 主模块网络层统计整理平均每一帧的报告并汇总；

[0019] 步骤 13, 测试完成后, 主模块网络层将测试结果上报给集中器。

[0020] 所述 ICMP 封装用于链路质量检测数据的封装, 在链路质量检测工作时使用; UDP 封装用于抄表数据的封装, 在自动抄表时使用; 在链路质量检测的测试模式下, ICMP 封装模块工作, UDP 封装模块不工作; 关闭该测试模式, UDP 封装模块工作, 电能表无需重复注册, 就能实现自动抄表。所述链路通信检测信息包括从模块和主模块各节点的链路质量数据、集中器检测命令以及主模块和从模块链路通信检测结果。所述信道质量信息包括信噪比、误码率、错包率和链路质量指示。

[0021] 本发明提出一种新的电力线载波模块与终端之间网络层接口架构, 通过此架构可直接接入 IPv6 网络。此外, 在链路质量检测的测试模式下, 本发明的网络层应用 ICMP 协议构成测试数据报文, 可区别抄表数据传输所使用的 UDP 报文, 且 ICMP 协议报文只传至从模块进行控制, 不会到达电能表, 因此, 本发明在实现在线网络质量的检测的同时不会造成电能表的误抄读。同时, 本发明中集中器通过控制原语使主模块和从模块进入链路测试的相关模式, 实现了 ICMP 协议控制下主模块和从模块各节点的链路质量在线检测, 为智能电网 AMI 系统的在线网络质量提供有效保障。

## 附图说明

[0022] 图 1 是本发明中集中器与任一网内电能表的通信关系图。

[0023] 图 2 是本发明的网络层结构图。

[0024] 图 3 是本发明的 ICMP 报文格式。

[0025] 图 4 是本发明的 IPv6 帧格式。

[0026] 图 5 是本发明主从模式链路检测示意图。

[0027] 图 6 是本发明从主模式链路检测示意图。

## 具体实施方式

[0028] 智能计量体系架构(AMI),要求集中器和电能表之间的数据和信息双向互通,这就要求高速可靠的通信技术。电力载波技术因为线路分布广泛,不需要额外的基础设施建设,所以得到巨大推进。为了减小 AMI 系统现场运行维护量,实时在线检测通信链路质量,适应市场需求,在终端应用层和电力载波模块之间增加一层网络层接口,提出一种新的 IPv6 架构,实现 AMI 通信链路质量检测。本发明在网络层可以实现系统的网络质量检测数据的收集及上报,包括信噪比(SNR)、链路质量指示(LQI)、误码率(BER) 和丢包率(PER) 等。

[0029] 如图 1 所示,本发明包括电能表、集中器、载波通信模块和电力线网络。载波通信模块包含 DSP 模块和载波调制模块,DSP 模块用于构建网络层,载波调制模块用于将传输信号调制成适应于电力线传播的信号。集中器应用层通过串口协议与集中器侧的网络层通信,该网络层再通过串口协议与集中器侧的载波调制模块通信;集中器侧的载波调制模块通过电力线网络与电能表侧的载波调制模块通信;电能表侧的载波调制模块通过串口协议与电能表侧的网络层通信,该网络层通过串口协议与电能表通信。

[0030] 在集中器侧的载波通信模块为主模块,在电能表侧的载波通信模块为从模块。

[0031] 本发明通信网络包括终端应用层、网络层及载波调制模块。其中,终端包括电能表和集中器,载波调制模块是窄带电力线调制解调器。集中器和电能表通过串口协议与网络层通信;网络层是沟通终端和载波模块的中间层,载波调制模块用于运行载波协议栈。在通信链路质量检测的测试模式下,电能表不参与数据的交互。自动抄表系统中通信链路质量检测功能通过集中器下发原语至网络层开启,分为主从方向检测和从主方向检测;这些控制原语通过网络层控制载波调制模块进入测试会话状态,分为主从测试模式和从主测试模式。测试时,使用 ICMP 测试报文数据,以区分正常抄表数据的 UDP 报文,并在网络层控制报文的数量和长度。

[0032] 如图 2 所示,网络层作为载波调制模块与终端应用层之间的中间层,起到沟通终端应用层与载波调制模块对话的功能,并在集中器的控制下,使载波调制模块进入通信链路在线质量检测模式,从而实现自动抄表系统通信链路质量检测功能。

[0033] 网络层包括 UDP 封装模块,IPv6 封装模块,ICMP 封装模块和通信链路在线检测模块。其中 IPv6 封装的目的是将终端应用层帧封装成载波调制模块可以直接接入 IPv6 网络的帧格式。UDP 封装将终端应用层数据报文 APDU 封装成 UDP 报文,此报文用于终端与模块之间正常抄表数据的传送。如图 3 所示,ICMP 封装用于从模块和主模块节点的链路质量检测,集中器检测命令的下发以及主模块和从模块检测结果的上报。如图 4 所示,IPv6 封装是将 UDP 报文或 ICMP 报文封装成可在 IPv6 网络层传输的 IPv6 报文。这层封装的目的是终端可以通过网线接入 Internet 网。

[0034] 为了进行测试,本发明自定义了 2 个 ICMP 报文类型以及相关控制命令,见表一。

[0035] 1. 类型值为 200 :代表传输的 ICMP 报文是测试管理命令。

[0036] 2. 类型值为 201 :代表传输的 ICMP 报文是测试包。

[0037] 表一 :

[0038]

命令名	功 能
CHANNEL_TEST	测试信道,控制两方向:主从节点方向和从主节点方向。具体方向由 DSP-MGMT-CMD.request 原语中的第一个数据项:CommandDestination 决定
CHANNEL_TEST_ACK	信道确认请求的确认

CHANNEL_TEST_ REP	信道测试请求的结果报告
CHANNEL_TEST_ VECTOR	在测试会话期间,传递的 ICMP 数据报文,方向是从 CommandDestination 至 TestDestinaiton

[0039] 电能表和集中器均处于在线状态时,集中器发送测试管理命令开启通信链路质量检测功能。本发明的通信链路质量检测分为主从模式和从主模式。主从模式会话下,ICMP 测试报文由主模块网络层发出,经由主模块,通过电力线传输至对端从模块,从模块预知测试数据,在物理层和 MAC 层比较接收到的数据和已知的测试数据,根据差异统计链路质量,例如信噪比、误码率和丢包率等,从模块并将这些信息传送至从模块网络层,在从模块网络层整理链路质量信息。待接收完全部测试包后,从模块将此测试结果通过测试管理命令上报给集中器。

[0040] 从主模式会话下,ICMP 测试报文由从模块网络层发出,经由从模块,通过电力线传输至对端主模块,主模块预知测试数据,在物理层和 MAC 层比较接收到的数据和已知的测试数据,根据差异统计链路质量,例如信噪比、误码率和丢包率等,主模块并将这些信息传送至主模块网络层,在主模块网络层整理链路质量信息。待接收完全部测试包后,从模块将此测试结果通过测试管理命令上报给主模块,主模块再上报给集中器。

[0041] 下面结合附图以及具体实施例对本发明做进一步说明。

[0042] 如图 5 所示,主从模式下,电能表被旁路。集中器下发控制命令至主模块,要求主从模块进入主从通信链路检测模式。

[0043] 具体操作步骤如下:

[0044] 步骤 1,集中器将原语 DSP-MGMT-CMD. request 发给主模块网络层,请求其开启主从模式通信链路在线检测功能,该原语的数据结构如下:

```
[0045] Structure(size(5))
[0046] {
[0047]     CommandDestination      octet-string(8 bytes),
[0048]     CommandID              unsigned char (8 bits),
[0049]     CommandDataLength       unsigned short (16bits),
[0050]     CommandData            octet-string,
[0051]     CommandHandle          unsigned char (8 bits),
[0052] }
```

[0053] 步骤 2,主模块网络层发出测试管理命令 CHANNEL\_TEST 至指定从模块网络层,发出“数据请求”,要求从模块进入测试会话模式并准备接收数据。

[0054] 步骤 3,从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后,开启测试模式并初始化此测试会话,进行“数据请求”以及“数据确认”操作,打通通信通路。之后,在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_ACK 控制下,进行信道确认请求的确认,同时给主模块回复一个“数据请求确认”的确认回执。

[0055] 步骤 4,主模块收到从模块返回的接收确认后,并通过原语 DSP-MGMT-CMD. confirm 给集中器回复一个确认开启网络测试功能的回执,该原语的数据结构如下:

```
[0056] Structure(size(5))
[0057] {
```

```
[0058] status           unsigned char (8 bits),  
[0059] CommandID       unsigned char (8 bits),  
[0060] CommandDataLength unsigned short (16bits),  
[0061] CommandData     octet-string  
[0062] CommandHandle    unsigned char (8 bits),  
[0063] }  
[0064] 同时,主模块进入发送测试数据流程。
```

[0065] 步骤 5,主模块网络层在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_VECTOR 作用下,循环发送固定测试数据至从模块。

[0066] 步骤 6,从模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息,包括信噪比、链路质量指示、误码率、错包率以及其他相关链路质量数据,并发送至从模块网络层。

[0067] 步骤 7,从模块网络层在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_REPORT 的作用下,统计整理平均每一帧的报告并汇总。

[0068] 步骤 8,测试完成后从模块网络层将此测试结果通过原语 DSP-MGMT-CMD.indication 将信道检测结果上报给集中器;该原语的数据结构如下:

```
[0069] Structure(size(4))  
[0070] {  
[0071] CommandSource   octet-string(8 bytes),  
[0072] CommandID      unsigned char (8 bits),  
[0073] CommandDataLength unsigned short (16bits),  
[0074] CommandData     octet-string  
[0075] }
```

[0076] 如图 6 所示,从主模式下,电能表也被旁路。集中器下发控制命令至主模块,要求主从模块进入从主通信链路检测模式。具体操作步骤如下:

[0077] 步骤 1,集中器将原语 DSP-MGMT-CMD.request 给主模块网络层,开启从主模式通信链路在线检测功能。该原语的数据结构如下:

```
[0078] Structure(size(5))  
[0079] {  
[0080] CommandDestination octet-string(8 bytes),  
[0081] CommandID          unsigned char (8 bits),  
[0082] CommandDataLength unsigned short (16bits),  
[0083] CommandData        octet-string,  
[0084] CommandHandle      unsigned char (8 bits),  
[0085] }
```

[0086] 步骤 2,主模块网络层发出测试管理命令 CHANNEL\_TEST 至指定从模块网络层,发出“数据请求”,要求从模块进入测试模式并准备测试数据。

[0087] 步骤 3,从模块网络层收到主模块网络层的测试管理命令后,开启测试模式,进行“数据请求”以及“数据确认”操作,打通信道通路。之后,在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_ACK 作用下,进行信道确认请求的确认,同时给主模块回复一个“数据请求确认”的确认回

执。

[0088] 步骤 4, 主模块收到从模块的应答报文后, 初始化测试会话, 并准备接收测试数据, 并通过原语 DSP-MGMT-CMD. confirm 给集中器回复一个确认开启网络测试功能的回执, 该原语的数据结构如下 :

```
[0089] Structure(size(5))  
[0090] {  
[0091]     status           unsigned char (8 bits),  
[0092]     CommandID        unsigned char (8 bits),  
[0093]     CommandDataLength unsigned short (16bits),  
[0094]     CommandData      octet-string  
[0095]     CommandHandle    unsigned char (8 bits),  
[0096] }
```

[0097] 步骤 5, 从模块网络层在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_VECTOR 的作用下, 循环发送固定测试数据至主模块。

[0098] 步骤 6, 主模块在物理层和 MAC 层统计信道质量信息, 包括信噪比、链路质量指示、误码率、错包率以及其他相关链路质量数据, 并发送至主模块网络层。

[0099] 步骤 7, 主模块网络层在测试管理命令 CHANNEL\_TEST\_REPORT 的作用下, 统计整理平均每一帧的报告并汇总。

[0100] 步骤 8, 测试完成后, 主模块网络层通过原语 DSP-MGMT-CMD. indication 将测试结果上报给集中器。

```
[0101] Structure(size(4))  
[0102] {  
[0103]     CommandSource    octet-string(8 bytes),  
[0104]     CommandID       unsigned char (8 bits),  
[0105]     CommandDataLength unsigned short (16bits),  
[0106]     CommandData      octet-string  
[0107] }。
```

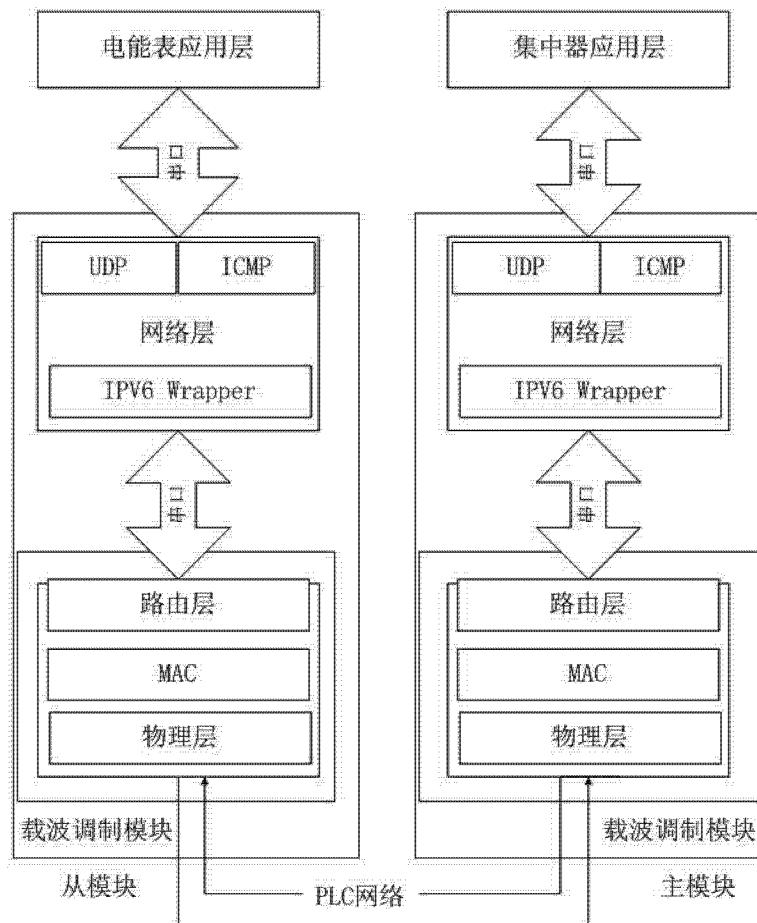


图 1

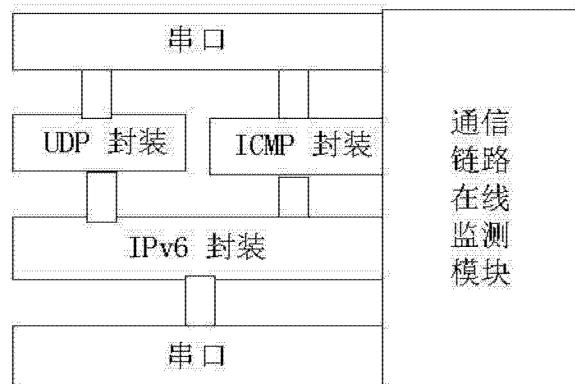


图 2

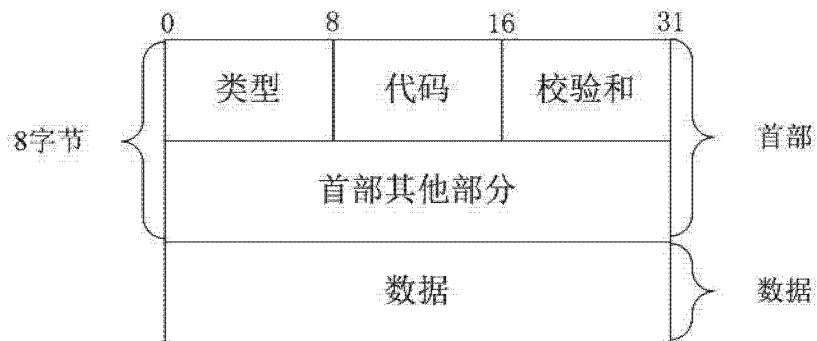


图 3

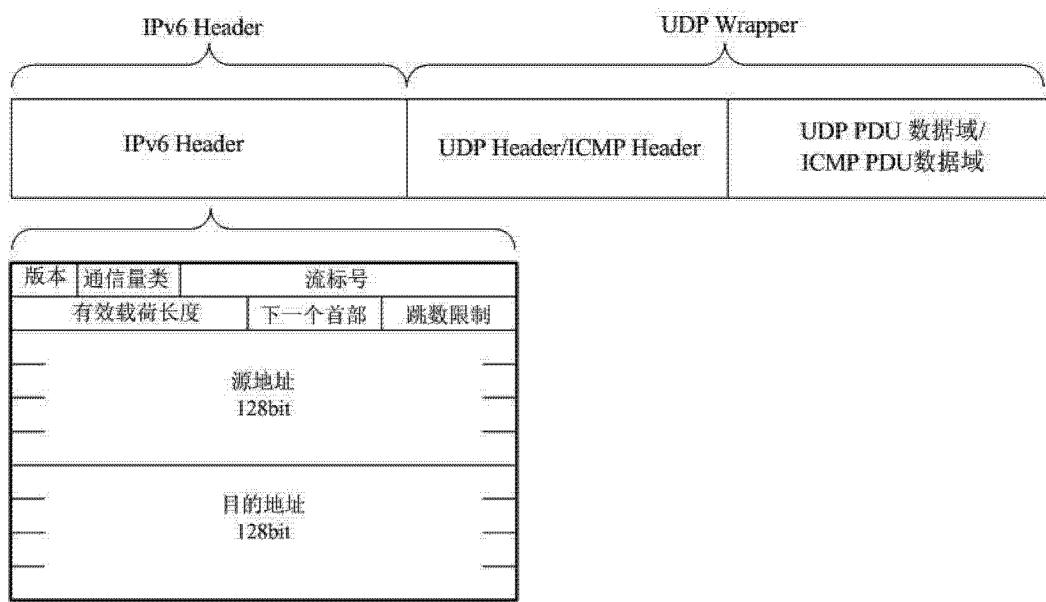


图 4

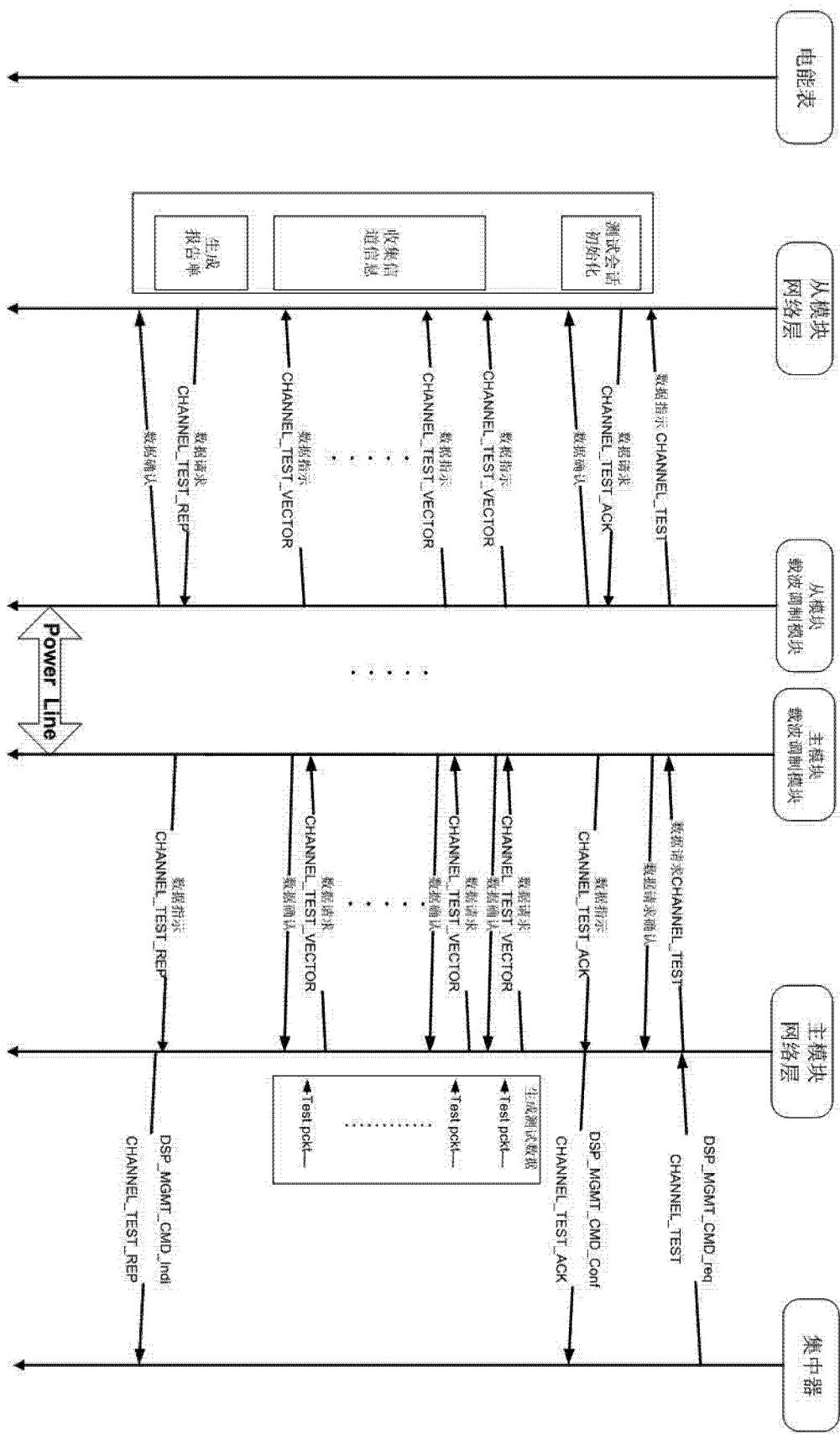


图 5

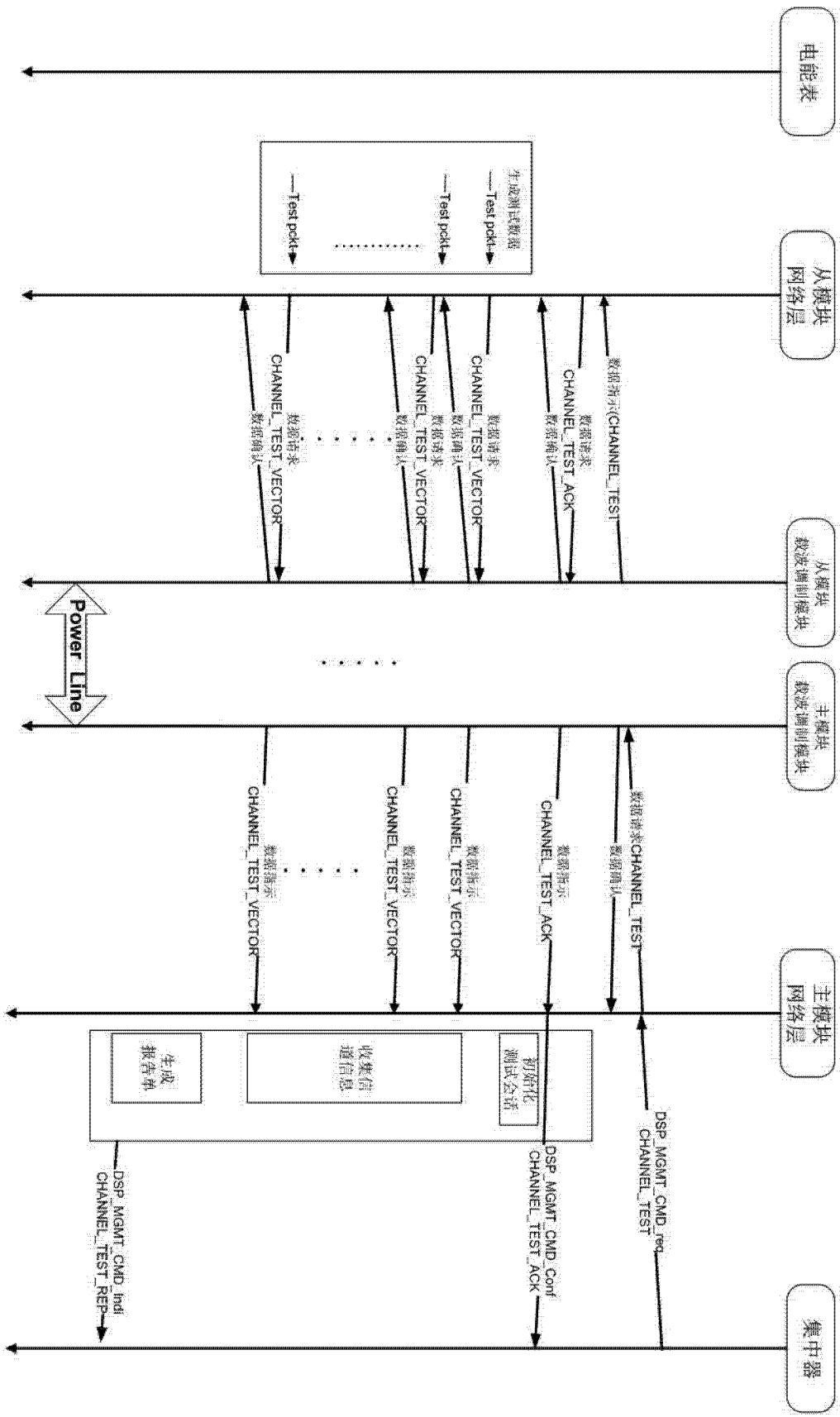


图 6