



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110518938 A

(43)申请公布日 2019. 11. 29

(21)申请号 201910706242.5

(22)申请日 2019.08.01

(71)申请人 国网上海市电力公司

地址 200122 上海市浦东新区中国(上海)

自由贸易试验区源深路1122号

申请人 华东电力试验研究院有限公司

(72)发明人 王新刚 朱彬若 张垠 江剑峰

朱铮 陈金涛 顾臻 赵舫

魏晓川 朱文君

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 宣慧兰

(51)Int.Cl.

H04B 3/46(2015.01)

H04B 3/54(2006.01)

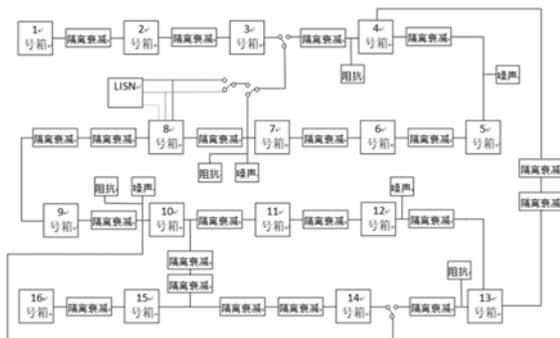
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统

(57)摘要

本发明涉及一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,包括工控机、主节点载波通信单元、子节点载波通信单元和屏蔽箱体,所述测试系统还包括隔离衰减单元、噪声注入单元、阻抗变化单元、路由器和用于供电的三相人工电源网络,该路由器接受工控机控制信号,分别无线控制宽带载波单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元。所述低压配电网电力线载波通信性能测试包括最大15级路由层级测试项目、台区串扰测试项目、台区仿真测试项目和中继代理变更测试项目。与现有技术相比,本发明考虑了台区拓扑、噪声和衰减等因素影响,更能真实模拟实际电力线载波通信环境,且能完成的测试项目丰富齐全等优点。



1. 一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,包括工控机、主节点载波通信单元、子节点载波通信单元和屏蔽箱体,其特征在于,所述测试系统还包括隔离衰减单元、噪声注入单元、阻抗变化单元、路由器和用于供电的三相人工电源网络,该路由器接受工控机控制信号,分别无线控制宽带载波单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元。

2. 根据权利要求1所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,其特征在于,所述屏蔽箱体包括表计接口、二采接口、两个子节点载波通信接口和一个主节点/子节点载波通信接口。

3. 根据权利要求1所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,其特征在于,所述隔离衰减单元采用屏蔽结构的连接接头。

4. 根据权利要求1所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,其特征在于,所述测试用模拟系统中屏蔽箱体的个数为16,该16个屏蔽箱体依次串联,

所述三相人工电源网络接入第8个屏蔽箱体;

第1个屏蔽箱体与第2个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第2个屏蔽箱体与第3个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第3个屏蔽箱体与第4个屏蔽箱体间依次串联有第一单刀双掷开关和一个隔离衰减单元、接入有一个阻抗变化单元;所述第一单刀双掷开关的不动端为第3个屏蔽箱体侧,动端为第四个屏蔽箱体侧和三相人工电源网络侧;

第4个屏蔽箱体与第5个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元,接入一个噪声注入单元;

第5个屏蔽箱体与第6个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第6个屏蔽箱体与第7个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第7个屏蔽箱体与第8个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元,该噪声注入单元和阻抗变化单元还一同接入第二单刀双掷开关;所述第二单刀双掷开关的不动端为第一单刀双掷开关侧,动端为第7个屏蔽箱体侧和三相人工电源网络侧;

第8个屏蔽箱体与第9个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元;

第9个屏蔽箱体与第10个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元、接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元;

第10个屏蔽箱体与第11个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第11个屏蔽箱体与第12个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

第12个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元、串联有两个隔离衰减单元;

第13个屏蔽箱体与第14个屏蔽箱体间依次接入有一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元和第三单刀双掷开关;所述第三单刀双掷开关的不动端为第14个屏蔽箱体侧,动端为第13个屏蔽箱体侧和并联线路侧;

第14个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元;

第15个屏蔽箱体与第16个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元;

所述第4个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元;

所述第10个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元；

所述三相人工电源网络中代表V类接口供电的绿色线和代表W类接口供电的红色线分别引出一条支路，共同接入有第四单刀双掷开关，并依次串联第二单刀双掷开关和第一单刀双掷开关，第四单刀双掷开关的不动端为第二单刀双掷开关侧，动端为代表V类接口供电的绿色线侧和代表W类接口供电的红色线侧；

所述第三单刀双掷开关与第8个屏蔽箱体和第9个屏蔽箱体间的噪声注入单元和阻抗变化单元的公共端并联。

5. 根据权利要求1所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统，其特征在于，所述低压配电网电力线载波通信性能测试包括最大15级路由层级测试项目、台区串扰测试项目、台区仿真测试项目和中继代理变更测试项目。

6. 根据权利要求5所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统，其特征在于，所述最大15级路由层级测试项目包括以下步骤：

S1: 将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧；

S2: 将第一个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元，其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元；

S3: 进行测试，获取最大15级路由层级测试结果。

7. 根据权利要求5所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统，其特征在于，所述台区串扰测试项目包括从节点载波通信串扰测试子项目、主节点载波通信串扰测试子项目和混合串扰测试子项目，所述从节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤：

S1: 将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧；

S2: 将第1、4、7、10、13和16个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元，其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元；

S3: 进行测试，获取从节点载波通信串扰测试结果；

所述主节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤：

S1: 将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧；

S2: 将第6、7、8、9、10和11个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元，其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元；

S3: 进行测试，获取主节点载波通信串扰测试结果；

所述混合串扰测试子项目包括以下步骤：

S1: 将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧；

S2:将第4、7、8、9、10和13个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

S3:进行测试,获取混合串扰测试结果。

8.根据权利要求5所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,其特征在于,所述台区仿真测试项目包括以下步骤:

S1:将第一单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧、第二单刀双掷开关拨向拨向三相人工电源网络侧、第三单刀双掷开关拨向并联线路侧,将第四单刀双掷开关切换,为该支路提供不同的电压;

S2:将第8和9个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

S3:进行测试,获取台区仿真测试结果。

9.根据权利要求5所述的一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,其特征在于,所述中继代理变更测试项目具体为:在不断电的情况下,强制变更屏蔽箱体的中继代理,进行测试,获取中继代理变更测试结果。

一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电信息采集领域,尤其是涉及一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统。

背景技术

[0002] 我国的中低压配电网环境具有城市人口集中、农村人口相对分散的特征,物理拓扑结构主要为星型和树型结构。城市配电网结构存在单一台区用户数量大、环境复杂、分支多、衰减大等特点,低压配电网连接着众多的用电设备、家用电器和工商业设备,基本采用开关电源方式供电,传导骚扰和辐射频段集中在30MHz频率以下,与宽带载波通信频段重合。大功率设备和变频设备在启动和停止时产生大量的谐波和脉冲噪声,严重污染宽带载波通信信道。低压配电网供电采用架空线、埋地线、管道线等,线路阻抗不一致;各用电时段由于接入负载的变化阻抗差异大,信号衰减变化随机,信道质量瞬变。现实使用场景中的噪声和阻抗变化随机,使用真实配电网对宽带载波技术进行测试不具备可行性。

[0003] 为了更好的适应现场实际环境,可以在实验室环境下模拟实际使用场景,对载波通信的实际性能进行有效评价,作为标准试验方法外的有益补充,有利于提升实验室的检测能力,使设备更适用于现场使用环境。

[0004] 目前,电力线载波通信性能的试验方法主要依据国家电网公司技术标准Q/GDW 1374.3-2013《电力用户用电信息采集系统技术规范第3部分:通信单元技术规范》和Q/GDW 1379.4-2013《电力用户用电信息采集系统检验技术规范第4部分:通信单元检验技术规范》,对电力线载波的输出性能、发射性能、接收性能和传输性能等技术指标做出规定并提出测试方案,保证了载波通信的基本性能。但是,标准试验方法仅在确定的环境下对载波通信性能进行测试,而现场实际使用时,载波受台区拓扑、噪声、衰减等因素影响,通信性能往往急剧下降,实验室检测合格的产品安装到现场后经常受各种因素影响导致采集失败或通信不稳定,对采集深化应用工作的开展造成很大的影响。

[0005] 文献“智能电网电力线宽带载波通信测试系统关键技术研究”(王学良,李蕊,姜慧竹,et al.电力信息与通信技术,2018,v.16;No.177(05):86-92.)提出了一种宽带载波测试系统,包括信号矩阵和与信号矩阵形成星形连接的16个屏蔽箱,通过调节信号矩阵衰减器衰减值,可以形成宽带载波通信单元星型拓扑、宽带载波通信单元线形路由拓扑以及宽带载波通信单元树型拓扑,从而完成相应的测试。

[0006] 该宽带载波测试系统存在以下缺点:1、能完成的相关测试项目较少;2、没有考虑现场实际使用时,载波不仅受台区拓扑的影响,同时还受噪声、衰减等因素影响。

[0007] 公开号为CN107294563A的发明专利公开了一种低压电力线载波互操作性能测试模块,包括:宽带载波单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、干扰注入单元和阻抗变化单元。

[0008] 该低压电力线载波互操作性能测试模块虽然加入了干扰注入单元和阻抗变化单元,但忽略了台区拓扑的影响。

发明内容

[0009] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种用于定性检测载波通信性能的低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统。

[0010] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0011] 一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统，包括工控机、主节点载波通信单元、子节点载波通信单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元，其特征在于，所述测试系统还包括路由器和用于供电的三相人工电源网络，该路由器接受工控机控制信号，分别无线控制宽带载波单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元。增设路由器简化了设备连接，弱化了软硬件的联系；采用三相人工电源网络能在其射频范围内为被测设备端子和参考地之间提供稳定的阻抗，同时又将来自电网的无用信号与测量电路隔离开，仅将测试设备的干扰电压耦合到测量接收机的输入端。

[0012] 进一步地，所述屏蔽箱体包括表计接口、二采接口、两个子节点载波通信接口和一个主节点/子节点载波通信接口。表计接口方便接入表计进行检测；二采接口方便进行数据采集；两个子节点载波通信接口和一个主节点/子节点载波通信接口，使得一个屏蔽箱能装载三个载波通信单元，并能切换其中的主节点载波通信单元和子节点载波通信单元，方便简化一些测试项目。

[0013] 进一步地，所述隔离衰减单元采用屏蔽结构的连接接头，增加隔离衰减单元的抗干扰能力。

[0014] 进一步地，所述测试用模拟系统中屏蔽箱体的个数为16，该16个屏蔽箱体依次串联，

[0015] 所述三相人工电源网络接入第8个屏蔽箱体；

[0016] 第1个屏蔽箱体与第2个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0017] 第2个屏蔽箱体与第3个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0018] 第3个屏蔽箱体与第4个屏蔽箱体间依次串联有第一单刀双掷开关和一个隔离衰减单元、接入有一个阻抗变化单元；所述第一单刀双掷开关的不动端为第3个屏蔽箱侧，动端为第四个屏蔽箱侧和三相人工电源网络侧；

[0019] 第4个屏蔽箱体与第5个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元，接入一个噪声注入单元；

[0020] 第5个屏蔽箱体与第6个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0021] 第6个屏蔽箱体与第7个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0022] 第7个屏蔽箱体与第8个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元，该噪声注入单元和阻抗变化单元还一同接入第二单刀双掷开关；所述第二单刀双掷开关的不动端为第一单刀双掷开关侧，动端为第7个屏蔽箱侧和三相人工电源网络侧；

[0023] 第8个屏蔽箱体与第9个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元；

[0024] 第9个屏蔽箱体与第10个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元、接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元；

[0025] 第10个屏蔽箱体与第11个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0026] 第11个屏蔽箱体与第12个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0027] 第12个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元、串联有两个隔离衰减单元；

[0028] 第13个屏蔽箱体与第14个屏蔽箱体间依次接入有一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元和第三单刀双掷开关；所述第三单刀双掷开关的不动端为第14个屏蔽箱体侧，动端为第13个屏蔽箱体侧和并联线路侧；

[0029] 第14个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元；

[0030] 第15个屏蔽箱体与第16个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0031] 所述第4个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元；

[0032] 所述第10个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元；

[0033] 所述三相人工电源网络中代表V类接口供电的绿色线和代表W类接口供电的红色线分别引出一条支路，共同接入有第四单刀双掷开关，并依次串联第二单刀双掷开关和第一单刀双掷开关，第四单刀双掷开关的不动端为第二单刀双掷开关侧，动端为代表V类接口供电的绿色线侧和代表W类接口供电的红色线侧。

[0034] 所述第三单刀双掷开关与第8个屏蔽箱体和第9个屏蔽箱体间的噪声注入单元和阻抗变化单元的公共端并联。

[0035] 进一步地，所述低压配电网电力线载波通信性能测试包括最大15级路由层级测试项目、台区串扰测试项目、台区仿真测试项目和中继代理变更测试项目。

[0036] 进一步地，所述最大15级路由层级测试项目包括以下步骤：

[0037] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱体侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱体侧；

[0038] S2:将第一个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元，其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元；

[0039] S3:进行测试，获取最大15级路由层级测试结果。

[0040] 进一步地，所述台区串扰测试项目包括从节点载波通信串扰测试子项目、主节点载波通信串扰测试子项目和混合串扰测试子项目，所述从节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤：

[0041] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱体侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱体侧；

[0042] S2:将第1、4、7、10、13和16个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元，其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元；

[0043] S3:进行测试，获取从节点载波通信串扰测试结果；

[0044] 所述主节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤：

[0045] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0，将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱体侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱体侧；

[0046] S2:将第6、7、8、9、10和11个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节

点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0047] S3:进行测试,获取主节点载波通信串扰测试结果;

[0048] 所述混合串扰测试子项目包括以下步骤:

[0049] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0,将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧;

[0050] S2:将第4、7、8、9、10和13个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0051] S3:进行测试,获取混合串扰测试结果。

[0052] 进一步地,所述台区仿真测试项目包括以下步骤:

[0053] S1:将第一单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧、第二单刀双掷开关拨向拨向三相人工电源网络侧、第三单刀双掷开关拨向并联线路侧,将第四单刀双掷开关切换,为该支路提供不同的电压;

[0054] S2:将第8和9个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0055] S3:进行测试,获取台区仿真测试结果。

[0056] 进一步地,所述中继代理变更测试项目具体为:在不断电的情况下,强制变更屏蔽箱体的中继代理,进行测试,获取中继代理变更测试结果。

[0057] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0058] (1)本发明一种低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统设有隔离衰减单元、噪声注入单元、阻抗变化单元以及不同的台区拓扑,考虑了台区拓扑、噪声和衰减等因素影响,更能真实模拟实际电力线载波通信环境。

[0059] (2)本发明低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统能完成的测试包括最大15级路由层级测试项目、台区串扰测试项目、台区仿真测试项目和中继代理变更测试项目,台区串扰测试项目包括从节点载波通信串扰测试子项目、主节点载波通信串扰测试子项目和混合串扰测试子项目,能完成的测试项目丰富齐全。

[0060] (3)本发明低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统增设有路由器,简化了设备连接,弱化了软硬件的联系;采用三相人工电源网络能在其射频范围内为被测设备端子和参考地之间提供稳定的阻抗,同时又将来自电网的无用信号与测量电路隔离开,仅将测试设备的干扰电压耦合到测量接收机的输入端。

附图说明

[0061] 图1为本发明低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统的结构示意图;

[0062] 图2为本发明屏蔽箱的结构示意图;

[0063] 图3为本发明隔离衰减单元的结构示意图;

[0064] 图4为本发明进行最大15级路由层级测试项目测试时的拓扑图;

[0065] 图5为本发明进行从节点载波通信串扰测试子项目测试时的拓扑图;

- [0066] 图6为本发明进行主节点载波通信串扰测试子项目测试时的拓扑图；
- [0067] 图7为本发明进行混合串扰测试子项目测试时的拓扑图；
- [0068] 图8为本发明进行台区仿真测试项目测试时的拓扑图；
- [0069] 图9为本发明实施例进行中继代理变更测试项目测试时的拓扑图。

具体实施方式

[0070] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0071] 实施例1

[0072] 对低压配电网电力线载波通信进行评价主要从定量检测等定性分析两个方面开展。定性方面的评价指标主要有:混合组网适应性、动态路由能力、动态网络协商能力、组网效率、实时在线率等方面。

[0073] 混合组网适应性:随着宽带载波技术方案的推出,以及通信模块资产化管理的需求,从技术和管理层面打通了通信模块混合组网的障碍。同时也对测试系统提出了新的要求,能够有效的测试混合组网环境下的通信模块表现,测试混合组网条件下,不同模块性能的劣化程度。

[0074] 动态路由能力:通信模块的组网能力是其综合能力的重要体现,载波信道的时变性强烈,检测模块的动态路由能力尤其重要。通过人为变更路由层级考核模块从新组网以及网络优化的能力。

[0075] 动态网络协商能力:通过人为变更不同台区间的信号耦合程度,考察通信模块的网络协商机制。

[0076] 组网效率:通过不同的网络层级和拓扑类型的搭建,考察不同通信模块的组网时间。

[0077] 实时在线率:宽带载波由于具有动态路由维护能力,理论上具有较高的实时在线率,通过考察被测模块的实时在线情况,验证其对新型业务的支撑能力。

[0078] 定性测试需要搭建信道参数能够精确控制同时可复现的载波信道模拟环境。根据测定指标的要求,进行模拟信道环境的设备种类、设备规模以及试验方案的设计。

[0079] 定性测试应支持虚拟表及虚拟集中器方案,支持采集器和部分实体表的接入功能。通过对定性测试项目的归一化处理,细化为组网时间、组网成功率、抄表时间、抄表成功率、事件上报、广播校时等具体测试要求。环境应能够满足6个串扰台区和15级路由深度的要求。

[0080] 如图1所示,本实施例为低压配电网电力线载波通信性能测试用模拟系统,包括工控机、主节点载波通信单元(CCO)、子节点载波通信单元(STA)、屏蔽箱体、隔离衰减单元(隔离衰减)、噪声注入单元(噪声)和阻抗变化单元(阻抗),所述测试用模拟系统还包括路由器和用于供电的三相人工电源网络,该路由器接受工控机控制信号,分别无线控制宽带载波单元、屏蔽箱体、隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元。增设路由器简化了设备连接,弱化了软硬件的联系;采用三相人工电源网络能在其射频范围内为被测设备端子和参考地之间提供稳定的阻抗,同时又将来自电网的无用信号与测量电路隔离开,仅将测试设

备的干扰电压耦合到测量接收机的输入端。

[0081] 低压配电网电力线载波通信性能测试包括最大15级路由层级测试项目、台区串扰测试项目、台区仿真测试项目和中继代理变更测试项目。台区串扰测试项目包括从节点载波通信串扰测试子项目、主节点载波通信串扰测试子项目和混合串扰测试子项目

[0082] 下面对测试用模拟系统部分单元进行具体描述：

[0083] 1、屏蔽箱体

[0084] 如图2所示，屏蔽箱体包括网口串口转换设备模块、虚拟设备控制模块、载波通信模块、传输线路、表计接口和二采接口，传输线路包括网络信号传输线及其接口（网络信号）、工频输入线及其接口（工频输入）和电源线及其接口（12V DC电源）。

[0085] 网络信号传输线连接网口串口转换模块，并通过该网口串口转换模块分别连接虚拟设备控制模块、载波通信模块、表计接口和二采接口；工频输入线连接虚拟设备控制模块，并通过虚拟设备控制模块分别连接载波通信模块、表计接口和二采接口；电源线连接虚拟设备控制模块，并通过该虚拟设备控制模块分别连接网口串口转换设备模块和载波通信模块。

[0086] 载波通信模块包括两个子节点载波通信接口和一个主节点/子节点载波通信接口，使得一个屏蔽箱能装载三个载波通信单元，并能切换其中的主节点载波通信单元和子节点载波通信单元。

[0087] 本实施例屏蔽箱体的设计规格参数如下：

[0088] 频率范围：DC-1GHz；

[0089] 屏蔽性能：100KHz—50MHz \geq 65dB，470MHz—510Hz \geq 75dB；

[0090] 电源隔离性能：1MHz—30MHz \geq 50dB

[0091] VSWR： \leq 2.5；

[0092] 信号切换响应时间： \leq 6ms；

[0093] 连接接口：RJ45Ethernet；

[0094] LAN TCP/IP：10/100BaseT；

[0095] 射频输入输出连接器：N型阴头，50 Ω ；

[0096] RF接口：3个N-SMA；

[0097] 电源：AC 220，带滤波隔离（5A）；

[0098] 开合方式：电动；

[0099] 兼容国网09/13版集中器本地模块；

[0100] 支持设备：I（II）型集中器模块、电表模块、I型采集器模块（可选）、II型采集器；

[0101] 其他扩展：220V的2孔、3孔插座。

[0102] 2、隔离衰减单元

[0103] 如图3所示，隔离衰减单元需要实现宽带载波信号的定量程控衰减，同时需要通过工频信号。包括工频通道和载波衰减通道。工频通道要求载波隔离度 \geq 75dB、工频电流 \geq 5A，载波衰减通道衰减量 \geq 70dB、衰减步进2dB。采用屏蔽结构的连接接头。12V直流供电，485程控接口，采用TJC3接口形式。

[0104] 3、阻抗变化单元

[0105] 阻抗变化单元利用工频和载波信号的频差，针对载波信号进行阻抗切入的调节，

避免低阻抗引起较大的工频功率消耗。主要有工频隔离和载波阻抗切换部分构成。载波阻抗性阻抗变化5、50、100欧姆可以选，容性阻抗实现0.1、0.01、0.001uF可选。

[0106] 4、系统结构

[0107] 如图1所示，测试用模拟系统中屏蔽箱体的个数为16，该16个屏蔽箱体依次串联，图中第1至16个屏蔽箱体分别命名为1至16号箱，

[0108] 三相人工电源网络接入第8个屏蔽箱体；

[0109] 第1个屏蔽箱体与第2个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0110] 第2个屏蔽箱体与第3个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0111] 第3个屏蔽箱体与第4个屏蔽箱体间依次串联有第一单刀双掷开关和一个隔离衰减单元、接入有一个阻抗变化单元；所述第一单刀双掷开关的不动端为第3个屏蔽箱体侧，动端为第四个屏蔽箱体侧和三相人工电源网络侧；

[0112] 第4个屏蔽箱体与第5个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元，接入一个噪声注入单元；

[0113] 第5个屏蔽箱体与第6个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0114] 第6个屏蔽箱体与第7个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0115] 第7个屏蔽箱体与第8个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元，该噪声注入单元和阻抗变化单元还一同接入第二单刀双掷开关；所述第二单刀双掷开关的不动端为第一单刀双掷开关侧，动端为第7个屏蔽箱体侧和三相人工电源网络侧；

[0116] 第8个屏蔽箱体与第9个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元；

[0117] 第9个屏蔽箱体与第10个屏蔽箱体间依次串联有一个隔离衰减单元、接入有一个噪声注入单元和一个阻抗变化单元；

[0118] 第10个屏蔽箱体与第11个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0119] 第11个屏蔽箱体与第12个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0120] 第12个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间依次接入有一个噪声注入单元、串联有两个隔离衰减单元；

[0121] 第13个屏蔽箱体与第14个屏蔽箱体间依次接入有一个阻抗变化单元、串联有一个隔离衰减单元和第三单刀双掷开关；所述第三单刀双掷开关的不动端为第14个屏蔽箱体侧，动端为第13个屏蔽箱体侧和并联线路侧；

[0122] 第14个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间串联有两个隔离衰减单元；

[0123] 第15个屏蔽箱体与第16个屏蔽箱体间串联有一个隔离衰减单元；

[0124] 所述第4个屏蔽箱体与第13个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元；

[0125] 所述第10个屏蔽箱体与第15个屏蔽箱体间并联有两个隔离衰减单元；

[0126] 所述三相人工电源网络中代表V类接口供电的绿色线和代表W类接口供电的红色线分别引出一条支路，共同接入有第四单刀双掷开关，并依次串联第二单刀双掷开关和第一单刀双掷开关，第四单刀双掷开关的不动端为第二单刀双掷开关侧，动端为代表V类接口供电的绿色线侧和代表W类接口供电的红色线侧；

[0127] 所述第三单刀双掷开关与第8个屏蔽箱体和第9个屏蔽箱体间的噪声注入单元和阻抗变化单元的公共端并联。

[0128] 5、最大15级路由层级测试项目

[0129] 如图4所示,15级路由为宽带载波要求的最大路由层级上限,采用单一串行层级设计,图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16。

[0130] 最大15级路由层级测试项目包括以下步骤:

[0131] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0,将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧;

[0132] S2:将第一个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0133] S3:进行测试,获取最大15级路由层级测试结果。

[0134] 6、从节点载波通信串扰测试子项目

[0135] 台区串扰现象种类较多,既有CC0间的强串扰,也有STA设备间的串扰情况,两种串扰也可能并存。需要设计不同串扰情况下的测试项目拓扑结构。

[0136] 如图5所示,最大设置6个串扰台区,图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16,从节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤:

[0137] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0,将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧;

[0138] S2:将第1、4、7、10、13和16个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0139] S3:进行测试,获取从节点载波通信串扰测试结果;

[0140] 7、主节点载波通信串扰测试子项目

[0141] 如图6所示,最大设置6个串扰台区,图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16,主节点载波通信串扰测试子项目包括以下步骤:

[0142] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0,将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧;

[0143] S2:将第6、7、8、9、10和11个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0144] S3:进行测试,获取主节点载波通信串扰测试结果;

[0145] 8、混合串扰测试子项目

[0146] 如图7所示,最大设置6个串扰台区,图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16,混合串扰测试子项目包括以下步骤:

[0147] S1:将所有隔离衰减单元、噪声注入单元和阻抗变化单元的值均调为0,将第一单刀双掷开关拨向第四个屏蔽箱侧、第二单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧以及第三单刀双掷开关拨向第13个屏蔽箱侧;

[0148] S2:将第4、7、8、9、10和13个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节

点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0149] S3:进行测试,获取混合串扰测试结果。

[0150] 9、台区仿真测试项目

[0151] 如图8所示,台区仿真测试时选用两个相邻的串扰台区,台区的电缆采用树形分布,单台区最大7级路由层级,在CC0端和远端STA处设置了噪声注入和阻抗变换设备。同时可以调节CC0端和STA端的串扰程度,考察不同串扰情况对组网、抄读效果的影响。图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16,图中的串扰调节代表调节串扰程度。

[0152] 台区仿真测试项目包括以下步骤:

[0153] S1:将第一单刀双掷开关拨向三相人工电源网络侧、第二单刀双掷开关拨向拨向三相人工电源网络侧、第三单刀双掷开关拨向并联线路侧,将第四单刀双掷开关切换,为该支路提供不同的电压;

[0154] S2:将第8和9个屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入主节点载波通信单元,其余屏蔽箱体中的主节点/子节点载波通信接口接入从节点载波通信单元;

[0155] S3:进行测试,获取台区仿真测试结果。

[0156] 10、中继代理变更测试项目

[0157] 如图9所示,图中第1至16个屏蔽箱体命名为1至16,图中的衰减调节代表调节衰减程度。由于通信环境的恶化,代理关系存在变更,在混合组网条件下,关键中继节点配合如果有问题的话,会使抄读效率急剧下降,针对这种情况设计了代理关系强制变更测试。第15个和第16个屏蔽箱体中的子节点载波通信单元的上级中继代理(PCO)可以由第14个屏蔽箱体中的子节点载波通信单元强制变更到第10个屏蔽箱体中的子节点载波通信单元担任,变换时待测模块不断电,最大程度模拟现场环境进行测试,获取中继代理变更测试结果。

[0158] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

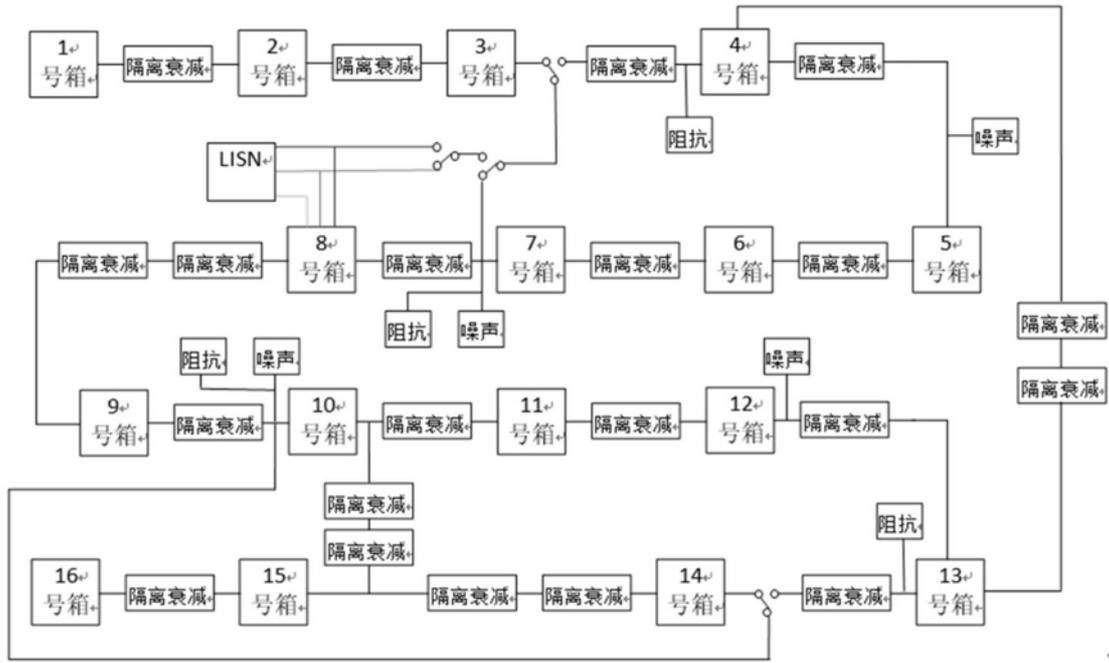


图1

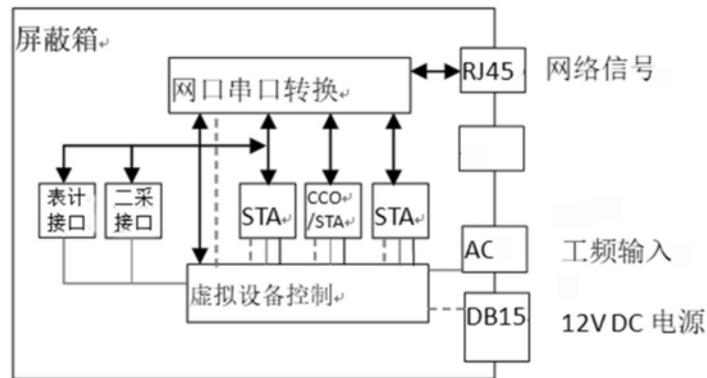


图2

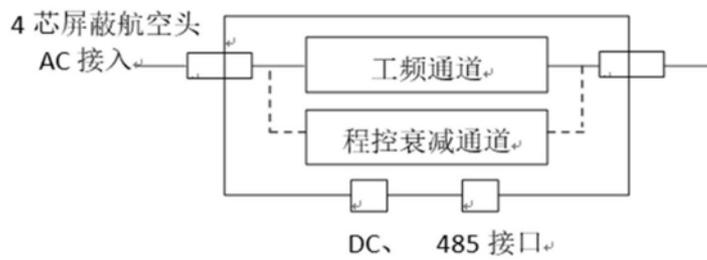


图3

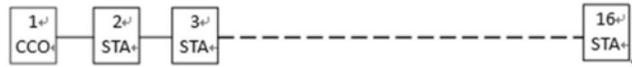


图4

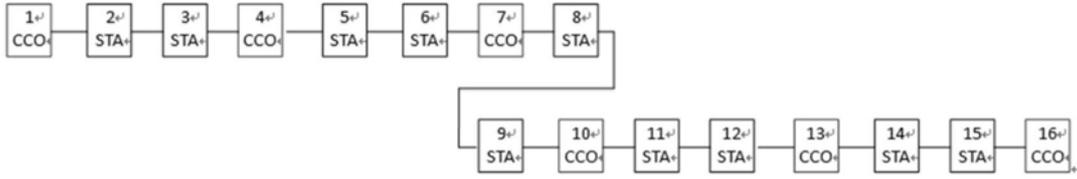


图5

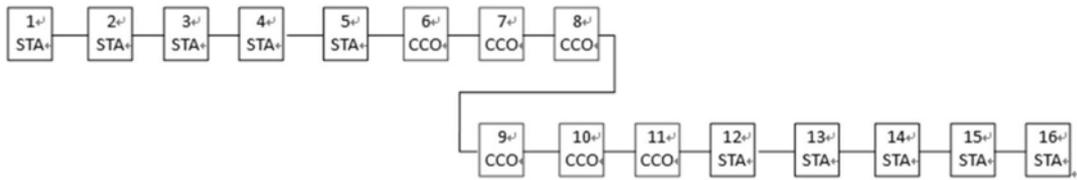


图6

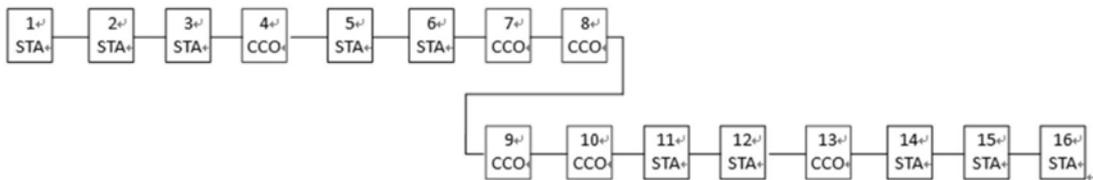


图7

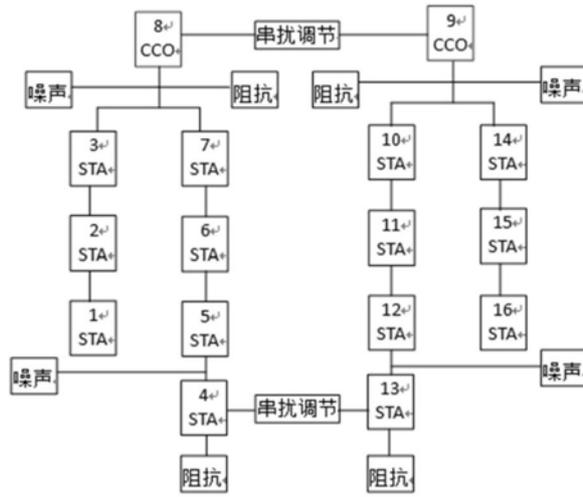


图8

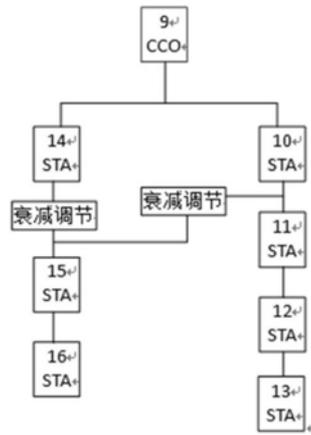


图9