



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106324344 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610844690.8

(22)申请日 2016.09.22

(71)申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

申请人 国网陕西省电力公司商洛供电公司

许继变压器有限公司

西安博宇电气有限公司

(72)发明人 王鹏飞 王明文 王鹏 刘卫校

刘军成 刘平 楚文斌 杨李周

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

G01R 23/16(2006.01)

G01R 31/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性
分析系统及方法

(57)摘要

本发明涉及基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统及方法,首先测得非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值;用供电电压基波的95%概率大值重新构造供电电压实时波形;用电流各次谐波的95%概率大值重新构造实时电流波形;对构造的实时电压波形和实时电流波形进行周期性采样,计算各采样点的瞬时阻抗,得到非线性负荷的非线性用电特性。本发明应用电能质量或非线性用电监测系统实时检测数据,利于及时分析非线性负荷的用电特性,本发明步骤简单,通用性强,得到的非线性用电特性可供各类离线分析计算时重复使用。

1. 基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析方法, 其特征在于: 包括以下步骤:

步骤一, 测得非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值;

步骤二, 用供电电压基波的95%概率大值构造供电电压实时波形; 用电流各次谐波的95%概率大值构造实时电流波形;

步骤三, 对构造的供电电压实时波形和实时电流波形进行周期性采样, 计算各采样点的瞬时阻抗, 得到非线性负荷的非线性用电特性。

2. 根据权利要求1所述的基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析方法, 其特征在于: 步骤二中利用供电电压基波的95%概率大值的电压幅值及其相位重新构造供电电压实时波形。

3. 根据权利要求1所述的基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析方法, 其特征在于: 步骤三中周期为20ms, 每个周期中采样点数为 2^n , n 为正整数。

4. 根据权利要求1所述的基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析方法, 其特征在于: 步骤三中应用欧姆定理计算瞬时阻抗。

5. 基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统, 其特征在于: 包括主站服务器, 以及安装在各变电站内的电能质量监测单元或非线性用电监测系统;

电能质量监测单元或非线性用电监测系统用于实测非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值;

主站服务器用于接收非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值, 分别构造供电电压实时波形和实时电流波形并进行周期性采样, 计算作为非线性负荷用电特性的各采样点瞬时阻抗。

6. 根据权利要求1所述的基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统, 其特征在于: 电能质量监测单元通过2M数据通信网与主站服务器相连。

基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统及方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及用电特性分析领域,具体涉及基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统及方法。

【背景技术】

[0002] 电力供用电系统是一个复杂的电磁环境,其电磁骚扰的干扰源是非线性负荷,因此研究非线性负荷的用电特性是实现供用电系统电磁兼容的重要议题之一。首先,低频传导干扰发射水平的控制是实现供用电系统电磁兼容的基本途径,而发射水平的控制需要对非线性负荷用电特性的充分研究与理解;其次,电磁骚扰控制设备一般就近非线性负荷设置,此时,非线性负荷用电特性及其生产工艺过程分析是影响控制设备类型、容量、冗余度、控制策略的关键因素;第三,非线性负荷用电特性及其干扰传播特性的研究,是提高电力系统整体抗扰度水平的基本要求。

[0003] 可见,研究并实现一种非线性负荷用电特性的获取方法在供用电系统电磁兼容控制中很有必要。关于针对非线性负荷用电特性的分析的实用方法较少,实用化的、普遍适用的、真正应用到实际工程的方法更是寥寥无几。目前非线性负荷用电特性的分析方法主要是谐波测量法、计算机模型仿真分析法和理论计算法。

[0004] 其中,谐波测量法主要是测量非线性负荷产生的谐波电流,即应用瞬时FFT(Fast Fourier Transform,快速傅立叶变换)变换实测非线性负荷产生的各次谐波。该方法的优点在于简单,明了;但是每一次都必须到现场实测,而且受背景谐波电压及电网参数的影响较大。

[0005] 对于能够建立精确模型的非线性负荷,例如通过电力电子进行能源转换的非线性负荷,通常采用专用计算机模型仿真分析。例如采用目前广泛应用的Matlab(matrix laboratory,矩阵实验室),PSCAD(Power Systems Computer Aided Design,电力系统辅助设计)专用软件等。该方法主要针对电力电子非线性负荷,无法实现综合性非线性负荷的建模分析;而且对于其它类型的非线性负荷例如电弧炉也无法适用。

[0006] 理论计算法也主要针对电力电子非线性负荷,采用电力电子电路原理推导相关计算公式,非线性负荷的谐波电流。该方法与计算机模型仿真分析法的缺点相同,也主要针对电力电子负荷;另外,该方法需要复杂的解析计算,不简便。

【发明内容】

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的问题,提供一种基于瞬时实测波形的非线性负荷用电特性分析系统及方法,采用实测非线性负荷运行过程中的相关电压电流并构造实时波形分析非线性负荷的用电特性,通用性好。

[0008] 为了达到上述目的,本发明方法采用如下技术方案:

[0009] 包括以下步骤:

[0010] 步骤一,测得非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%

概率大值；

[0011] 步骤二,用供电电压基波的95%概率大值构造供电电压实时波形;用电流各次谐波的95%概率大值构造实时电流波形;

[0012] 步骤三,对构造的供电电压实时波形和实时电流波形进行周期性采样,计算各采样点的瞬时阻抗,得到非线性负荷的非线性用电特性。

[0013] 进一步地,步骤二中利用供电电压基波的95%概率大值的电压幅值及其相位重新构造供电电压实时波形。

[0014] 进一步地,步骤三中周期为20ms,每个周期中采样点数为 2^n ,n为正整数。

[0015] 进一步地,步骤三中应用欧姆定理计算瞬时阻抗。

[0016] 本发明系统的技术方案是:包括主站服务器,以及安装在各变电站内的电能质量监测单元或非线性用电监测系统;

[0017] 电能质量监测单元或非线性用电监测系统用于实测非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值;

[0018] 主站服务器用于接收非线性负荷供电电压基波的95%概率大值以及电流各次谐波的95%概率大值,分别构造供电电压实时波形和实时电流波形并进行周期性采样,计算作为非线性负荷用电特性的各采样点瞬时阻抗。

[0019] 进一步地,电能质量监测单元通过2M数据通信网与主站服务器相连。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0021] 本发明针对非线性负荷的非线性用电特性,在测得非线性负荷供电电压基波的95%概率大值、电流各次谐波的95%概率大值的基础上,用该基波的95%概率大值重新构造供电电压实时波形,用电流各次谐波95%概率大值重新构造实时电流波形,对构造的实时电压、实时电流进行重新采样,计算各采样点的瞬时阻抗,得到非线性负荷固有的非线性用电特性。本发明步骤简单,通用性强,得到的非线性用电特性可供各类离线分析计算时重复使用。

[0022] 本发明应用现有电能质量或非线性用电监测系统实时检测数据,利于及时分析非线性负荷的用电特性。

[0023] 进一步地,本发明通过数据通信网进行通信,无需每次到现场实测,直接通过网络将测试数据上传至服务器处理,简单方便。

【附图说明】

[0024] 图1(a)是本发明95%概率大值瞬时电压、95%概率大值瞬时电流和95%概率大值基波电压的实际波形图;图1(b)是应用本发明得到的非线性负荷的非线性用电特性图;

[0025] 图2(a)是额定基波电压下,应用本发明得到的非线性负荷的非线性用电特性得到的非线性用电特性的电流波形图,图2(b)是该基波电压供电下所对应的谐波电流结果图;

[0026] 图3是本发明电能质量主站系统逻辑结构;

[0027] 图4是本发明服务器主站和服务器端联网和通信示意图。

【具体实施方式】

[0028] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0029] 本发明主要基于如下理论:其一,非线性用电特性是非线性负荷的固有的特征;其二,对于瞬时值而言,欧姆定理总是适应的。基于上述两点,只要获取非线性负荷的实时电压、电流波形就能够精确分析非线性负荷的用电特性。

[0030] 本发明包括以下步骤:

[0031] 步骤一,针对非线性负荷,实测得到非线性负荷的95%概率大值基波电压 $u'(t)$ 的大小和相位、95%概率大值瞬时电流 $i(t)$;

[0032] 步骤二,对于基波电压 $u'(t)$ 实时波形、瞬时电流 $i(t)$ 实时波形的每一点,应用欧姆定理计算非线性负荷的瞬时阻抗,该瞬时阻抗构成的集合即为非线性负荷用电特性。

[0033] 本发明利用实测电压电流的95%概率大值进行非线性负荷用电特性分析,得到的结果包含了非线性负荷的各种运行工况,精确可靠;更为重要的在于该结果可供后期离线分析时重复使用,不需要再进行现场测试。本发明克服了传统非线性负荷用电特性分析方法的不通用性、不方便性、复杂性。

[0034] 本发明针对非线性负荷的非线性用电特性,在测得非线性负荷供电电压基波的95%概率大值、电流各次谐波的95%概率大值的基础上,用该基波的电压幅值及其相位重新构造供电电压实时波形,用电流各次谐波95%概率大值重新构造实时电流波形,对构造的实时电压、实时电流进行重新采样,应用欧姆定理计算各采样点的瞬时阻抗,得到非线性负荷固有的非线性用电特性。本发明步骤简单,通用性强,得到的非线性用电特性可供各类离线分析计算时重复使用。

[0035] 本发明涉及的非线性负荷用电特性在线监测系统包括主站服务器,以及安装在各变电站内用于现场实测瞬时电压和瞬时电流的电能质量监测单元;主站服务器用于接收瞬时电压和瞬时电流,并进行后期95%概率大值计算分析,根据95%概率大值基波电压和95%概率大值瞬时电流,计算作为非线性负荷用电特性的非线性负荷瞬时阻抗。

[0036] 1、实现方法实例:

[0037] 对于95%概率大值电压: $u(t)=\sin(\omega t)+0.03\sin(3\omega t+\pi/6)+0.02*\sin(5\omega t)$, $\omega=2\pi f$, $f=50\text{Hz}$;

[0038] 95%概率大值电流:

[0039] $i(t)=0.8\sin(\omega t+\pi/2)+0.1\sin(2\omega t)+0.3\sin(5\omega t+\pi/2)+0.2\sin(7\omega t+3\pi/2)$

[0040] 现场实测到上述95%概率大值电压、电流的实际波形如图1(a)所示;通过该实测电压得到其基波电压的相位与幅值,对此基波电压与实测电流的每一点应用欧姆定理,得到如图1(b)所示的该非线性负荷的用电特性。

[0041] 本发明是一种用于测量实时电压、电流波形的非线性负荷用电特性分析实现方法;在各个变电站建立非线性负荷采集装置,建立主站分析系统,利用目前现有的光纤通信通道,实现联网采集分析。从而实现整个监测系统的管理和主站的统计分析功能。

[0042] 2、应用场景举例

[0043] 本发明方法可应用于各类非线性负荷谐波分析的场所。

[0044] 以上述已经得到的非线性负荷用电特性为例,在得到该非线性负荷用电特性后,对于给定的任意基波电压,应用欧姆定理就可以计算对应的电流波形如图2(a)所示,对该电流波形进行傅立叶变换即可得到该基波电压所对应的谐波电流的谐波分量,如图2(b)所示。

[0045] 3、数据采集联网方式

[0046] 按照建设电网非线性负荷特征在线监测系统的要求,可以建设非线性负荷监测系统主站。变电站内现场监测数据通过2M数据通道上传至监测系统主站,从而实现整个监测系统的管理和主站的统计分析功能。

[0047] 主站为分布式结构,从功能上模块上划分,由数据库服务、通讯服务、应用服务、管理工作站及相关附属设备所组成,这些功能模块由一台服务器承担,其逻辑结构如下图3所示,图中数字表示逻辑模块之间的多重性对应关系,即一对一、一对多还是多对多的关系。0..*表示可以有任意个,也可以没有;1..*表示可以有任意个,但至少有一个。如WEB服务(1)和WEB浏览器(0..*)之间为一对多关系,一个WEB服务对应0到多个WEB浏览器;WEB服务(1)和应用服务(1)之间为一一对应关系,即一个WEB服务能且只能对应一个应用服务;应用服务(1..*)和数据库服务(1)之间为多对一关系,即多个应用服务可共用一个数据库服务。。

[0048] 整个主站系统的软、硬件配置如下:

[0049] ①主站系统硬件:由一台服务器承担通讯服务、数据库服务、Web服务功能。

[0050] ②主站系统软件:基于WinServer2008操作系统,电能质量主站软件包括:电能质量管理分析软件、数据库配置软件、通讯服务软件等部分。

[0051] 4、电能质量监测设备安装及通信配置

[0052] 在变电站现场采用开孔方式安装电能质量监测单元,取测量或计量回路信号进行监测。站点和主站服务器端直接通过2M数据通信网进行联网和通信,如图4所示:

[0053] 目前电力系统负荷80%以上为非线性负荷,分析非线性负荷引起的电磁骚扰需要知道其用电特性,因此,借助于基波潮流分布结果,结合该方法就能分析对应该基波潮流的谐波潮流,避免了复杂的谐波分析。

[0054] 本发明的关键在于采用95%概率大值电压电流重构其实时波形并将欧姆定理应用到重构电压及电流波形的每一点从而获得非线性负荷的用电特性—瞬时非线性阻抗特性。

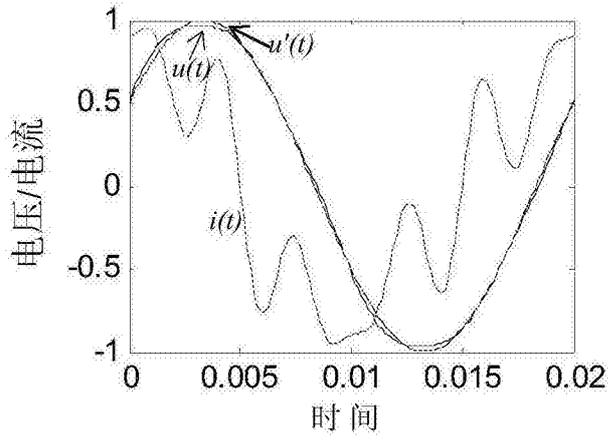


图1(a)

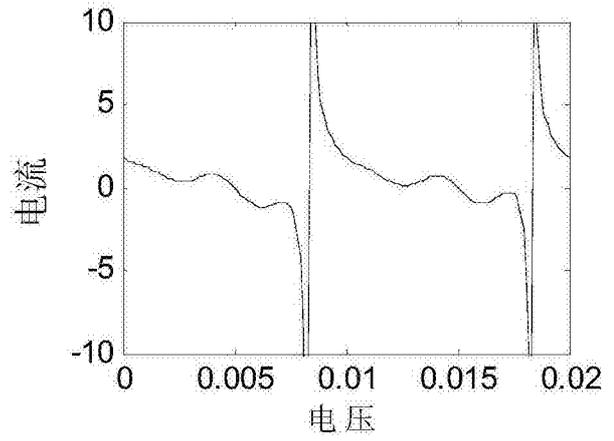


图1(b)

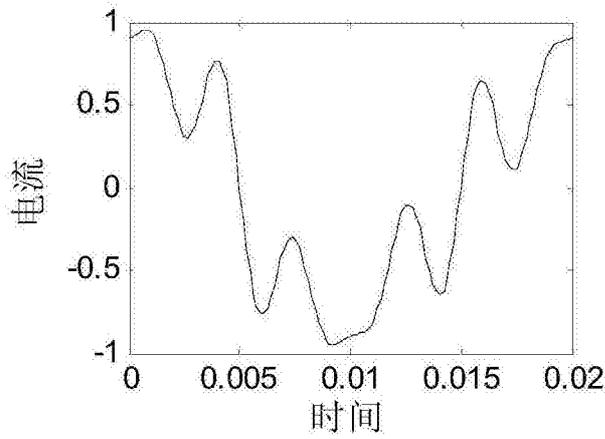


图2(a)

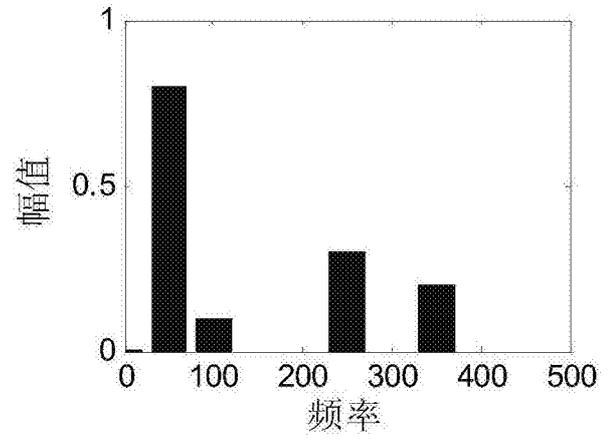


图2(b)

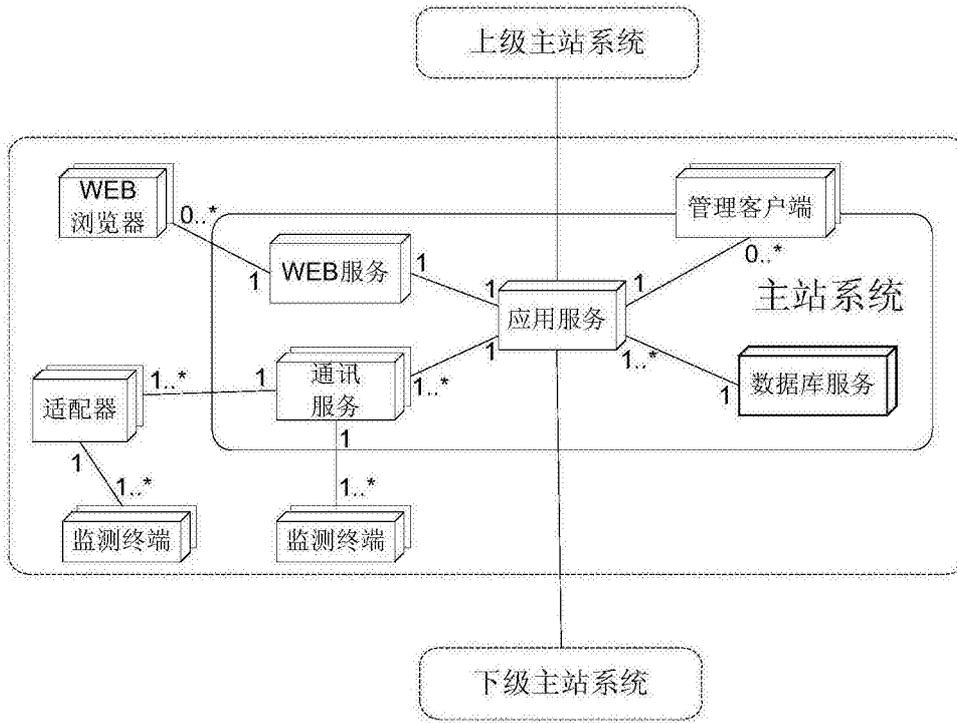


图3

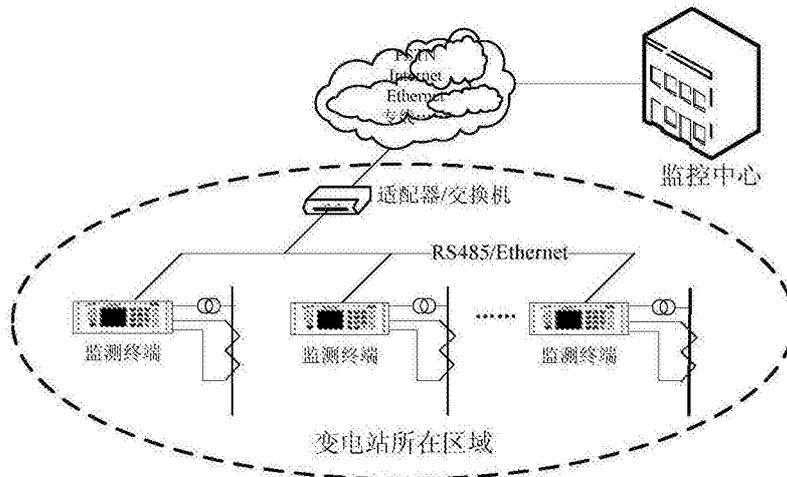


图4