



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105337318 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201510679239. 0

(22) 申请日 2015. 10. 20

(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 国网甘肃省电力公司

国网甘肃省电力公司电力科学研究院

(72) 发明人 拜润卿 陈仕彬 智勇 梁福波
李养俊

(74) 专利代理机构 北京中恒高博知识产权代理
有限公司 11249

代理人 宋敏

(51) Int. Cl.

H02J 3/50(2006. 01)

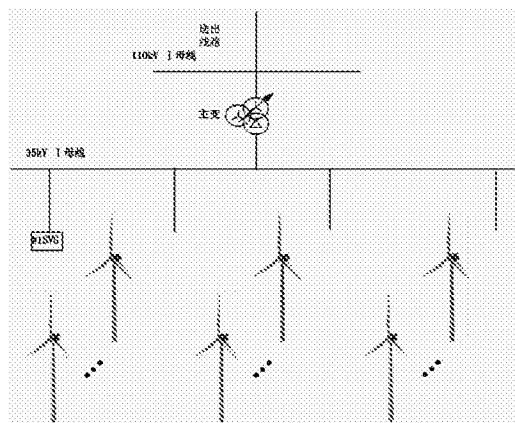
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

风电机组调相运行能力测试方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种风电机组调相运行能力测试方法与系统,风机调相运行能力包括进相运行与滞相运行能力。测试方法是通过投切本场站安装的动态无功补偿装置产生电压扰动,进而测试具备调相运行能力的风电机组对电压扰动的响应时间、响应幅度。测试系统包括电压\电流采集终端、基于Labview的数据记录与分析系统,该系统能够同时测试多台风电机组调相运行状况,比对各机组调相运行动作时序及动作幅度,自动生成测试报告。风电机组调相运行能力测试方法与系统具有测试效率高、测试准确度高的优点,对推广风电机组调相运行,发挥风电场无功调节能力具有良好促进作用。



1. 一种风电机组调相运行能力测试方法,其特征在于,包括调节风电机组并网电压至 100% 额定电压的步骤;

通过在风电场并网点处和风电机组变流器出口侧布置测量点,同时通过测试终端采集风电场内所有风电机组电压和电流,根据下式得出风电场并网点无功电压的步骤,

$$\Delta U = \Delta Q / S_{sc},$$

式中: ΔU 为无功电压变动量, ΔQ 为无功功率的变化量, S_{sc} 为风电场并网母线侧的短路容量;

并通过 AVC 系统分别计算出具体无功补偿装置所需投切的无功容量的步骤,

根据所需投切的无功容量投切装设于风电场内的动态无功补偿装置造成风电场内电压波动,并采集电压波动前后风电机组无功出力变化情况的步骤;

根据风电机组无功出力变化情况得出无功电压,即可验证风电场内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性,最终获得风电机组调相运行对风电场电压的控制能力的步骤。

2. 根据权利要求 1 所述的风电机组调相运行能力测试方法,其特征在于,所述电压波动包括 5% 电压上阶跃扰动与 5% 电压下阶跃扰动。

3. 根据权利要求 2 所述的风电机组调相运行能力测试方法,其特征在于,所述 5% 电压上阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的容性无功功率来实现,所述 5% 下阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的感性无功功率实现。

4. 一种用于权利要求 1 至 3 任一项所述测试方法的风电机组调相运行能力测试系统,其特征在于,包括电压\电流采集终端和计算机,所述电压\电流采集终端采集的数据经设置在电压\电流采集终端内的无线传输模块传输至计算机。

5. 根据权利要求 4 所述的风电机组调相运行能力测试系统,其特征在于,所述无线传输模块为 4G SIM 卡。

6. 根据权利要求 4 所述的风电机组调相运行能力测试系统,其特征在于,所述电压\电流采集终端的采样率高于 2kHz。

7. 根据权利要求 4 所述的风电机组调相运行能力测试系统,其特征在于,所述电压\电流采集终端与风机采用 RS-485 方式连接。

风电机组调相运行能力测试方法及系统

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及风力发电领域，具体地，涉及一种风电机组调相运行能力测试方法及系统。

背景技术

[0003] 国标《风电场接入电力系统技术规定》(GB/T 19963-2011)明确规定风电场的无功电源包括风电机组及风电场无功补偿装置，风电场要充分利用风电机组的无功容量及其调节能力；当风电机组的无功容量不能满足系统电压调节需要时，应在风电场集中加装适当容量的无功补偿装置，必要时加装动态无功补偿装置。基于此标准，各家风电场均配置了动态无功补偿装置，实际运行中由于动态无功补偿装置故障率高，为风电场日常运维带来了诸多不便，不但影响并网点调压效果，而且消耗大量风电场站用电量。因而，充分利用风电机组的无功容量及其调节能力的重要性愈发凸显。

[0004] 早期并网的风电场主要采用恒速异步风力发电机，在向电网输出有功的同时吸收电网无功，不具备电压控制能力，且会引起区域电压降落，随着风电技术的发展，变速恒频双馈风电机组逐渐成为新建风电场的主流机型，这类风电机组能够实现变速恒频及输出有功、无功的解耦控制，可按系统运行方式要求及采用的控制策略吸收或发出无功，一定程度上可参与接入地区的电压控制。因此，对大规模集中式并网风电场开展技术改造，开发风电机组无功调节潜力成为解决上述问题的新思路。

[0005] 目前，由于风电投资商缺少协同，电网运营商对风电场技术平台尚未进行统一协调，风电场建成投运后，无功运行成为一大盲点，风电机组和风电场内的无功补偿装置不能实现联合调节无功能力。相关测试单位在参与并网风电场开展技术改造时，对场站无功调节能力尚无标准的测试方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于，针对上述问题，提出一种风电机组调相运行能力测试方法及系统，以实现测试并验证场站内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性，获取风电机组调相运行对风电场电压的控制能力的优点。

[0007] 为实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

一种风电机组调相运行能力测试方法，包括

调节风电机组并网电压至 100% 额定电压的步骤；

通过在风电场并网点处和风电机组变流器出口侧布置测量点，同时通过测试终端采集风电场内所有风电机组电压和电流，根据下式得出风电场并网点无功电压的步骤，

$$\Delta U = \Delta Q / S_{sc}$$

式中： ΔU 为无功电压变动量， ΔQ 为无功功率的变化量， S_{sc} 为风电场并网母线侧的短路容量；

并通过 AVC 系统分别计算出具体无功补偿装置所需投切的无功容量的步骤，

根据所需投切的无功容量投切装设于风电场内的动态无功补偿装置造成风电场内电压波动，并采集电压波动前后风电机组无功出力变化情况的步骤；

根据风电机组无功出力变化情况得出无功电压，即可验证风电场内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性，最终获得风电机组调相运行对风电场电压的控制能力的步骤。

[0008] 优选的，所述电压波动包括 5% 电压上阶跃扰动与 5% 电压下阶跃扰动。

[0009] 优选的，所述 5% 电压上阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的容性无功功率来实现，所述 5% 下阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的感性无功功率实现。

[0010] 同时本发明技术方案还公开一种风电机组调相运行能力测试系统，包括电压 \ 电流采集终端和计算机，所述电压 \ 电流采集终端采集的数据经设置在电压 \ 电流采集终端内的无线传输模块传输至计算机。

[0011] 优选的，所述无线传输模块为安装于电压 \ 电流采集终端的 4G SIM 卡。

[0012] 优选的，所述电压 \ 电流采集终端的采样率高于 2kHz。

[0013] 优选的，所述电压 \ 电流采集终端与风机采用 RS-485 方式连接。

[0014] 本发明的技术方案具有以下有益效果：

1、本发明技术方案的测试方法，测试时通过调节站内动态无功补偿装置无功出力，产生电压扰动，然后由 AVC 系统分别计算出无功补偿装置所需投切的无功容量和参与站内无功调节的各台分机，之后一键下发给无功补偿装置和各台风机，测试并验证场站内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性，获取风电机组调相运行对风电场电压的控制能力。

[0015] 2、本发明技术方案的测试方法，能够引起并网点电压扰动，从而使风电机组根据并网点电压变化发无功，支撑并网点电压。

[0016] 3、本发明技术方案的测试系统，能够同时测试多台风电机组调相运行情况，比对各机组调相运行动作时序，动作幅度，自动生成测试报告。

[0017] 4、本发明的测试方法及系统，具有测试效率高、测试准确度高的优点，对推广风电机组调相运行，发挥风电场无功调节能力具有良好促进作用。

[0018] 下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明实施例所述的风电机组调相运行能力测试方法原理示意图；

图 2 为本发明实施例所述的风电机组调相运行能力测试系统的原理示意图；

图 3 为本发明实施例所述的基于 Labview 的数据记录与分析系统软件流程；

图 4 为本发明实施例所述的电压 \ 电流采集终端原理框图。

具体实施方式

[0020] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 一种风电机组调相运行能力测试方法,包括

调节风电机组并网电压至 100% 额定电压的步骤;

通过在风电场并网点处和风电机组变流器出口侧布置测量点,同时通过测试终端采集风电场内所有风电机组电压和电流,根据下式得出风电场并网点无功电压的步骤,

$$\Delta U = \Delta Q / S_{sc}$$

式中: ΔU 为无功电压变动量, ΔQ 为无功功率的变化量, S_{sc} 为风电场并网母线侧的短路容量;

并通过 AVC 系统分别计算出具体无功补偿装置所需投切的无功容量的步骤,

根据所需投切的无功容量投切装设于风电场内的动态无功补偿装置造成风电场内电压波动,并采集电压波动前后风电机组无功出力变化情况的步骤;

根据风电机组无功出力变化情况得出无功电压,即可验证风电场内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性,最终获得风电机组调相运行对风电场电压的控制能力的步骤。

[0022] 标准规定风电场并网点电压运行允许范围为 95%~110% 额定电压,测试时,首先调节并网电压至 100% 额定电压。

[0023] 其中,电压波动包括 5% 电压上阶跃扰动与 5% 电压下阶跃扰动。

[0024] 5% 电压上阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的容性无功功率来实现,所述 5% 下阶跃扰动是通过投入动态无功补偿装置相应容量的感性无功功率实现。

[0025] 调相运行能力包括进相运行与滞相运行能力;测试方法通过投切风电场安装的动态无功补偿装置产生电压扰动,进而测试具备调相运行能力的风电机组对电压扰动的响应时间、响应幅值。

[0026] 电压扰动包括电压上阶跃扰动与电压下阶跃扰动,上阶跃扰动通过切除容性补偿状态的动态无功补偿装置实现,下阶跃扰动通过切除感性补偿状态的动态无功补偿装置实现,电压扰动量通过调整动态无功补偿装置投切时的容量来调节。

[0027] 上阶跃扰动在切除容性补偿状态的动态无功补偿装置后,并网点电压下降,下阶跃扰动在切除感性补偿状态的动态无功补偿装置后,并网点电压升高,风电机组根据并网点电压目标值,提高或降低电压,直到并网点电压达到目标值。

[0028] 通过投切 SVG 使站内无功量产生变化,将采集到的风电机组无功出力变化情况经测试软件计算并转换为无功电压,即可验证场站内同时测试的多台风机无功分配情况及无功调节同时性,最终获得风电机组调相运行对风电场电压的控制能力。测试软件即基于 Labview 的数据记录与分析系统。

[0029] 一种风电机组调相运行能力测试系统,包括电压 \ 电流采集终端和计算机,电压 \ 电流采集终端采集的数据经设置在电压 \ 电流采集终端内的无线传输模块传输至计算机。

[0030] 其中,无线传输模块为安装于电压 \ 电流采集终端的 4G SIM 卡。

[0031] 电压 \ 电流采集终端的采样率高于 2kHz。

[0032] 电压 \ 电流采集终端与风机采用 RS-485 方式连接。

[0033] 电压 \ 电流采集终端采集风电机组交流侧电压 \ 电流, 经无线发送终端发给便携式计算机; 便携式计算机内安装的基于 Labview 的数据记录与分析系统, 能够同时测试多台风电机组调相运行情况, 对各机组调相运行动作时序和动作幅度, 最终自动生成测试报告。

[0034] 测试系统通过多台具备无线发送功能的电压 \ 电流采集终端同时采集并网点和场内所有风电机组数据, 并通过 4G 无线网络发送至便携式计算机; 通过安装于便携式计算机上的基于 Labview 的数据记录与分析系统, 将采集终端所发送的数据计算并转换成无功功率值, 并对各风电机组无功出力分配情况和无功出力同时性进行分析, 自动生成含风电场并网点电压曲线和各机组无功出力曲线的分析报告。

[0035] 具备无线发送功能的电压 \ 电流采集终端采样率高于 2kHz, 采集各台风机三相电压和三相电流信号, 电压 \ 电流采集终端加装 4G SIM 卡, 其测试数据通过 4G 移动数据网络实时传送至主站端便携式计算机。电压 \ 电流采集终端系统由风机、采集终端、4G 移动数据网络和主站管理中心组成, 分为数据采集层、无线传输层和主站管理层三层, 具体如图 4 所示。

[0036] (1) 数据采集层:

数据采集层负责对全站各台风机电压 \ 电流量进行采集, 然后保存, 以供主站管理中心调用。数据采集层的采集终端主要采用 RS-485 方式采集风机电压 \ 电流信号。采集终端通过 RS-485 通信可直接读取风机电压 \ 电流信号。由于, 采集终端只采集风机电压 \ 电流信号, 功能相对简单, 所以利用采集终端来进行数据采集大大的降低了系统成本, 并且 RS-485 通信具有很好的抗干扰性。

[0037] (2) 无线网络层:

4G 移动数据网络的通讯费用计算是按照流量来进行的, 而电压 \ 电流采集终端系统采集的信号量相对较少, 所以传输所需的平均流量较小, 费用较低, 并且移动厂商可以提供业务平台, 构建采集系统比较方便, 可以降低建设成本和缩短建设周期, 设备的安装、使用、维护都比较方便。4G 移动数据网络通信可以完成数据的双向传输, 网络的实时在线性好, 数据传输无时延, 因此对数据的接受、处理可以同步进行, 所以很好的满足了系统对实时性和传输速度的要求, 利用这种双向通讯方式, 可以完成对采集终端等底层设备远程控制操作、参数调整等。4G 移动数据网络的覆盖范围广, 覆盖范围之内, 都可以完成对采集终端的控制和管理, 对接入地点无限制, 扩容无限制, 能满足分布于戈壁滩、山区和跨地区的分机信息采集点接入需求。

[0038] (3) 主站管理层:

主站是整个电压 \ 电流无线采集终端系统的管理中心, 主站将远方数据采集终端通过无线网络传送过来的风机电压 \ 电流信号进行处理, 主站还可以进行对采集终端的远程操控, 可以进行采集终端的参数修改等操作。

[0039] 测试系统是基于 Labview 软件, 包括数据采集、无功功率计算、多终端对时、多终端波形比对和自动分析等功能, 上述功能通过虚拟仪器软件 Labview 来逐一实现, 该软件具有用户可自行定义仪器功能和结构等优势, 且具有易于开发、转换灵活、通用性强和使用效果良好等优点。基于虚拟仪器技术的电机组调相运行能力测试系统实现了风机电压、电

流信息的自动采集、处理、显示、保存及历史数据等分析功能,在获得了风机电压、电流信息后由主站配置的 Labview 软件,实现无功功率计算、多终端对时、多终端波形比对、自动分析等功能。

[0040] 如图 1 所示,本发明提供一种风电机组调相运行能力测试方法,电压扰动包括电压上阶跃扰动与电压下阶跃扰动,电压扰动量通过调整动态无功补偿装置投切时的容量来调节;上阶跃扰动在切除容性补偿状态的动态无功补偿装置后,并网点电压下降,风电机组根据并网点电压目标值,升高电压,直到并网点电压达到目标值;下阶跃扰动在切除感性补偿状态的动态无功补偿装置后,并网点电压升高,风电机组根据并网点电压目标值,降低电压,直到并网点电压达到目标值。

[0041] 如图 2 所示,本发明提供一种风电机组调相运行能力测试系统,包括具备无线发送功能的电压\电流采集终端和基于 Labview 的数据记录与分析系统。

[0042] 采集终端采集风电机组交流侧电压\电流,其测试数据通过 4G 无线移动数据网络实时传送至便携式电脑;基于 Labview 的数据记录与分析系统,能够同时测试多台风电机组调相运行情况,比对各机组调相运行动作时序,动作幅度,自动生成测试报告。基于 Labview 的数据记录与分析系统软件流程如图 3 所示。

[0043] 风电机组调相运行能力测试方法与系统具有测试效率高、测试准确度高的优点,对推广风电机组调相运行,发挥风电场无功调节能力具有良好促进作用。

[0044] AVC 系统即智能电网电压无功自动控制 AVC 系统。

[0045] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

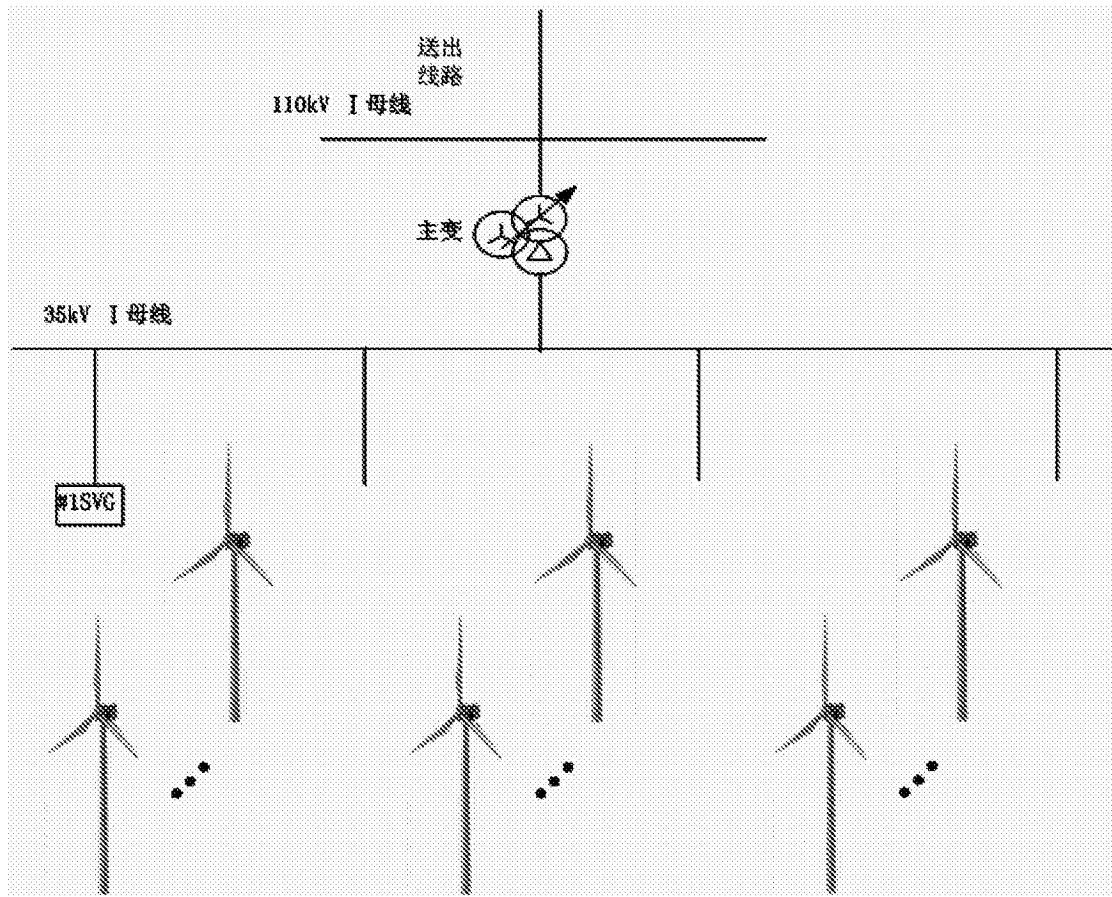


图 1

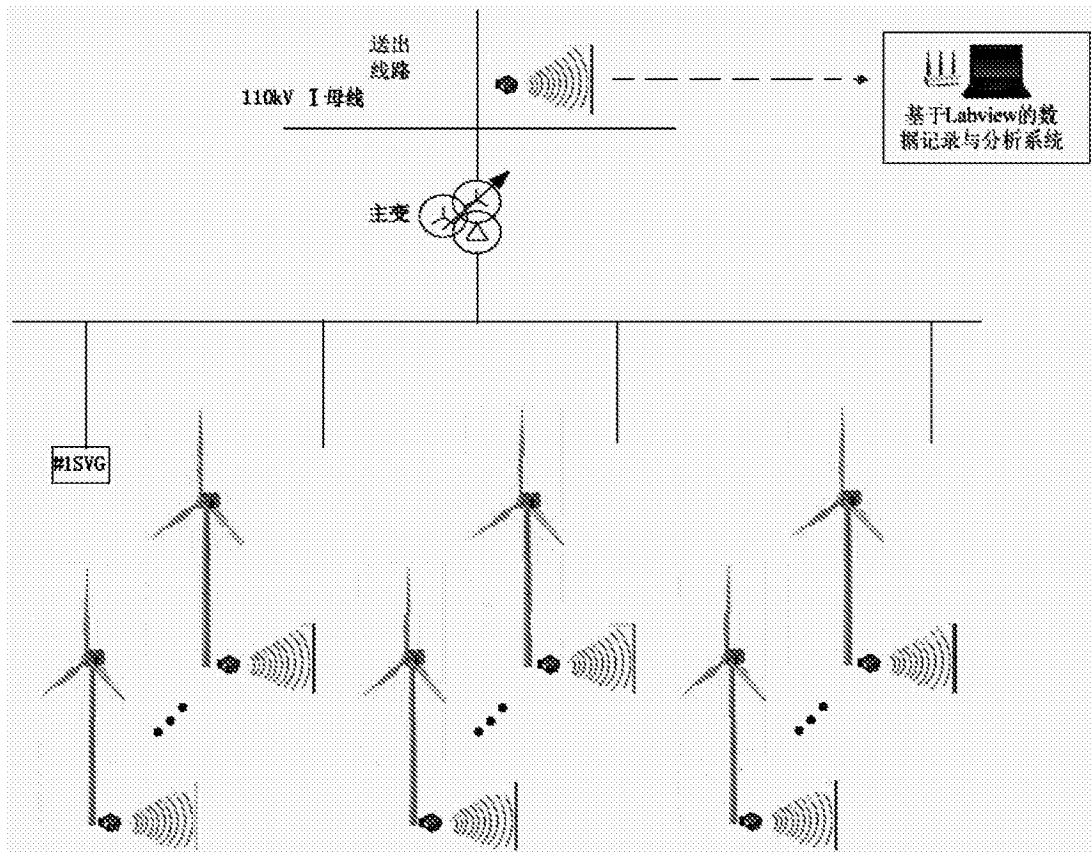


图 2

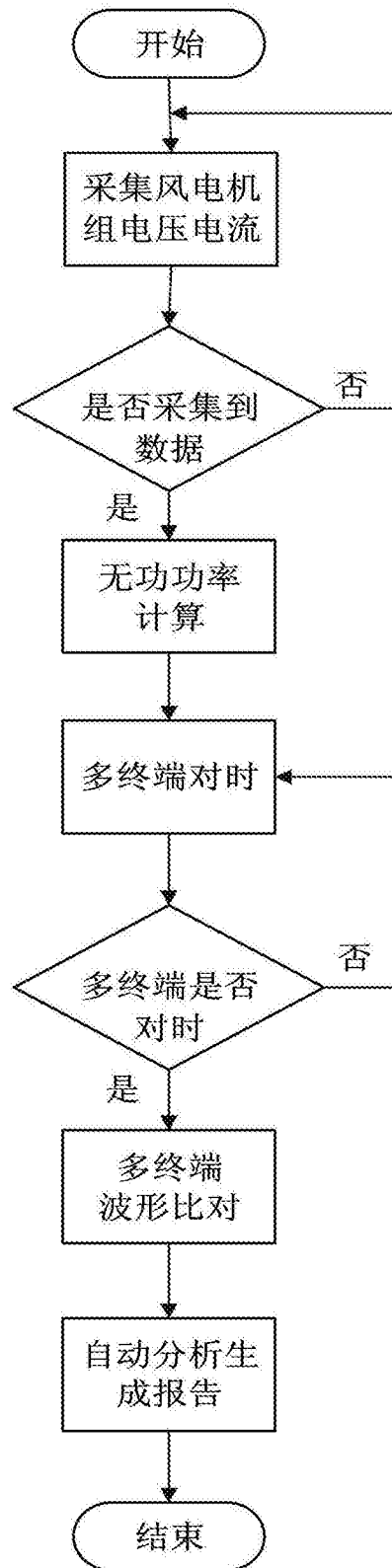


图 3

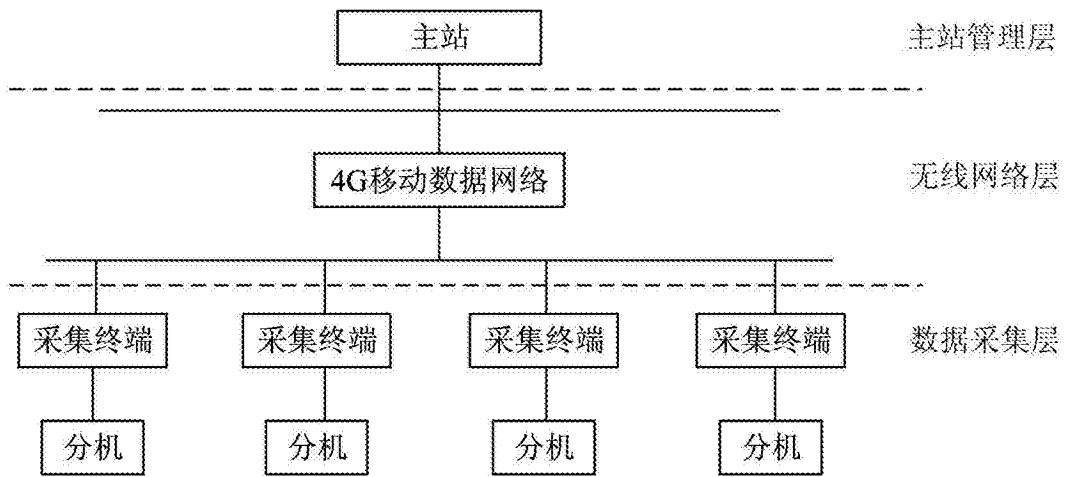


图 4