

「监测系统」

面向分布式电源的无线传感器网络需求分析

文/广东电网有限责任公司惠州供电局 罗慈照
广东电网有限责任公司阳江供电局 梁俊南
华北电力大学 刘俊杰

设计的主要思路是利用无线传感器网络将分布式电源运行过程中的详细数据状态并入已有的站内监控系统，再由监控系统对收集到的信息进行处理、汇总，通过GPRS方式上传至分布式电源实时管理系统，根据实时采集的数据，第一时间采取相应的措施，从而实现对分布式电源智能化的管理。

根据分布式电源内各设备的密集程度、运行方式和微网区域的地理环境等因素，分布式电源内各设备具有不同的分布形式：①多地区化：分布式电源既分布在人口密集程度相对较高、电力负荷相对集中的地理区域中，也分布在偏远地区，因此分布式电源具有地域多样化的特点。②形式多样化：由于分布式电源的各设备产生电能方法存在差异且电源产生的电能大小也不尽相同，所以分布式电源的形式呈现出多样化的特点。③间距随机化：考虑分布式电源内各电源分布在不同区域和区域内电力负荷密度与环境因素不同的影响，设备选取、安装和地理位置有所差异，因而电源设备表现出了多间距且分布随机化的分布特征。必须将分布式电源内所分布的电源设备的数量、运行环境以及不均衡地理分布等因素纳入考量范围，综合构建更加高效的拓扑结构以适应分布式能源的通信网络要求。

无线传感器信息传输方式分析

在分布式电源区域范围内，各个传感器节点之间能够采用短距离无线通信的方式完成数据和信息的传输，目前比较成熟的短距离无线通信技术主要包括蓝牙、Wi-Fi、WirelessUSB以

及ZigBee等形式。蓝牙是一种短距离无线通信技术，其规定的通信速度为1 Mbit/s，在20 m以内的通信范围采用2.4 GHz频段进行通信，由于它只支持点对点通信以及点对多点通信两种方式，所以其在无WSN开发中的应用比较有限；Wi-Fi是IEEE定义的无线网络技术，其传输速率最大11 Mbit/s，工作在频段，支持低于100 m左右的数据连接，其带宽性能好，功耗大；WirelessUSB（WUSB）是一种基于星形拓扑结构的无线技术，最大带宽480 Mbit/s，且不得超过10 m；ZigBee是一种面向近距离的低速率双向通信技术，低功耗和低成本是它显著的优点。其传输速率10~250 Kbit/s，可以工作在2.4 GHz、868 MHz、915 MHz三个频段，其中2.4 GHz是全球免费频段。通信距离可以达到400 m以上。信号经过放大距离可增加至1 km以上，同时ZigBee技术具有很强的网络扩展能力强。由于ZigBee技术具有低成本、低功耗、传输时延短、网络容量大、网络拓扑能力强、网络覆盖有效范围较大以及工作频段灵活等诸多优点，综合考虑通信距离组网容易性成本等，可利用ZigBee无线网络通信技术实现分布式电源监控系统的信息传输。

为了满足用户对分布式电源监控的进一步要

求,将采集数据传输至任何有网络覆盖的地方或是将采集到的信息传输到后台管理系统时,可以利用PLC、无线公网、电力光纤专网和无线专网等方式来满足通信需求。PLC是一种成本相对小的数据通信方式,它以现有的电力线作为传输媒介,速率一般可达到10 Mbit/s以上。PLC具有路由合理、专网方式运行安全性高、网络建设投资成本低等诸多优点,然而因为传输频带受限的问题,其传输容量相对较小,抗干扰性能也较差,随距离衰减严重且中继接力效率不高;电力光纤专网是电力公司内部使用的通信网,其信道介质为光纤,相对于其他通信方式,它的传输距离远,带宽比较高,可靠性和保密性良好并且具有很强的抗干扰能力,只是由于建设困难、利用率较低的问题、所以还没有实现全覆盖;无线专网主要指的是230 MHz无线专网,其采用230 MHz的专用频段来完成电力系统的数据传输,主要采用点对点的通信方式,具有通信时延短、响应速度快和安全性高等优点,缺点是在相对集中的地域内比较难以实现大规模组网,同频组网时网络的通信性能不佳,同频信号干扰或交调干扰会造成非常大的影响,而且使用主从式轮询机制会明显降低网络效率;无线公网通信主要包括CDMA、GPRS以及4G等通信方式,能够达到秒级的数据刷新速度,可以较好地满足监控系统的数据通信需求。总体来说,无线公网的投资成本比较小,而且能够较大程度地简化信息采集系统的开发与集成、搭建与调试以及后期维护等工作,施工速度非常快,可以较为快速地实现通信建立,然而由于系统安全性不够高,所以该系统不适用于要求具备远程控制功能的通信业务。

构建面向分布式电源的信息物理融合系统的无线传感器网络改进方案分析

1. 总体设计方案

分布式电源远程监控系统主要由以下四大部分构成,分别是采集节点终端、集中器、主站以及通信模块,采集终端主要对应各个数据采集节点,而集中器则包含各汇聚节点,主站即数据处理中心,通信模块是指连接这些设备的具有高可靠性的数据通信方式。本文设计的分布式电源能源统一一管理如图1所示。

考虑到分布式电源的设备分布结构与网络拓扑结构的紧密联系,在设计过程中必须先获知分

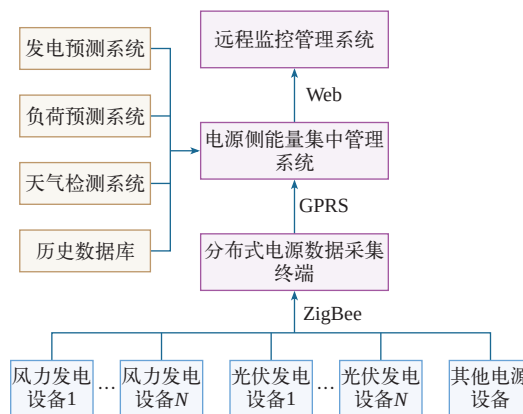


图1 分布式电源能源管理系统示意图

布式电源远程监控系统的网络拓扑结构。由于电力网络分布具有很明显的树状特征,所以本文选择了树状的Zigbee网络拓扑结构进行应用,汇聚节点和数据采集节点全部使用全功能设备FFD。任意的采集节点均能够发挥协调器的作用,从而构成沿电力网络的WSN通信线路。

本文设计选取了目前应用相对来说比较成熟的GPRS技术进行通信,目的是保证汇聚节点能实时无误的将接收到的信息传输到数据处理中心。由于ZigBee实现的网络传输的距离相对有限,当数据监控中心与采集区域之间的距离很大时,如果使用WSN路由的方法将数据传送到数据中心,不管是从实现难度还是成本的角度来考量,都不值得。综合考虑,设计采用的方式是:汇聚节点利用GPRS设备点将收集到的数据统一传送到数据中心,然后数据中心再根据接收到的信息来描述现场的当前状态。整个系统的设计示意图如图2所示。

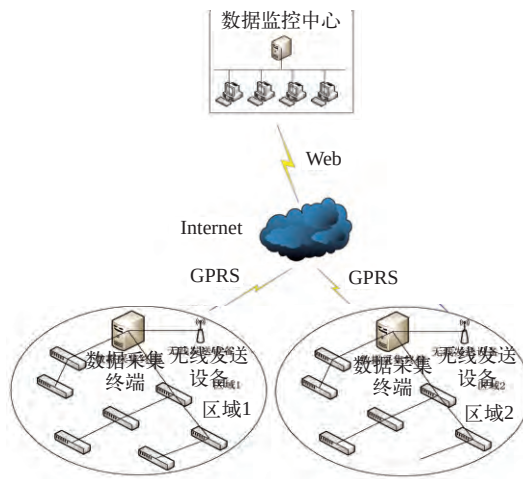


图2 基于Zigbee的远程监控系统

2. 各组成部分功能

本文设计的远程监控系统是由Zigbee自组网、GPRS网和数据监控中心组成。Zigbee自组网能够完成复杂区域内的信息采集、数据存储和传递通信；而GPRS网的主要功能是在汇聚节点和数据监控中心之间传送信息；数据监控中心配置了微处理器和数据库组件，负责存储数据，对数据进行分析与处理，并根据处理结果做出决策。

1) 数据采集节点：节点可以设置在分布式电源的任意位置，其功能是利用Zigbee网络实时地将设备的周围环境数据（例如温度、湿度等）和各种参数（例如电压、电流、功率因数等）传送给所属区域中的汇聚节点。所有的数据采集节点均拥有一个唯一的IP地址，所以数据中心能很方便地根据数据找到相应的位置。

2) 汇聚节点：汇聚节点是Zigbee网络中的数据汇总器，每个节点负责汇总周围一定区域范围内所有数据。在无线监测系统中，同一区域内只会设置一个汇聚节点，汇聚节点将所有数据采集节点和中转节点传送的数据进行汇总和存储，必要时可通过GPRS设备点将数据传送给数据监控中心。此外，汇聚节点还能够根据数据监控中心的相关指令将数据传送到数据采集终端。

3) 数据监控中心：数据中心利用计算机对汇聚节点传送来的数据进行分析、处理和储存。数据监控中心的管理平台采用组态软件进行搭建，可以完成对所有数据的显示和分析，系统管理人员能够根据对数据的观察讨论结果做出决策。

传感器网络的速率、通信质量及生命周期性能分析

针对分布式电源的多地区化、形式多样化、间距随机化等特性，利用无线传感器网络对环境进行监测，采集到的数据流在时间和空间上分布均匀、稳定，用于分布式电源内一次设备的监控，要保证较高的通信速率和高可靠的通信质量，同时传感器网络的可靠运行也是要保证的。

随着科学技术的发展，现阶段传感器网络的通信速率以及可靠性得到了大幅度的提升，已经基本能够满足对新能源微网内设备的监控需求。传感器网络的可靠运行主要是指网络能保证较长的生命周期，无能量耗尽无法工作的情况。从网络启动开始至有节点开始死亡的这段时间被定义为WSN的工作寿命。

由于WSN是无中心、自组织的，它具有动态网络拓扑结构、多跳路由机制、有限的能量与带宽、网络规模大等特点，而节点采用的发射功率大多都相同，再加上多对一的流量传输的影响，很容易出现整个网络的流量分布极不均匀的局面。越靠近接收站的节点就会承担更多的流量，这样一来节点就很有可能会比其他距离接收站点远的节点先耗尽能量，因而网络的连通性被破坏并形成网络分区，以致于整个网络的生命周期被严重削减。WSN的节点只具备很有限的电池能量，一旦能量补充不及时就会出现节点死亡的情况，而因节点众多、工作环境等因素，WSN节点的电池能量补充会非常不便，所以网络的工作寿命会严重下降，并带来很高的网络维护成本，必须延长传感器网络使用寿命，保证对分布式电源的可靠监控以维持其稳定运行。

1. 基于路由优化的生命周期延长方法

在分布式电源系统中，根据采集信息种类可将节点划分成两类：即固定节点和移动节点。固定节点采集系统中一次设备信息，移动节点则用于现场作业安全防护。

WSN利用散布在各大区域范围内的众多传感器节点之间的协同工作来完成数据的实时采集，并利用嵌入式系统来分析和处理采集到的数据，然后再采用无线通信技术把感知到的信息发送给用户终端，让用户实时地了解所监测区域范围的状态，并及时做出反应。

作为WSN中的关键技术，路由技术的首要作用是选出从源节点出发到目的节点过程中性能比较好的路径，将节点感知与处理后的数据，沿着优化后的路径从源节点转发到目标节点，完成节点之间的数据通信，由于每个节点的能量都是有限制的，这就要求WSN的路由协议和算法具有高效的能量利用性，而目前的路由协议由于先天性的缺陷，在有效利用节点能量、降低能耗和提高网络生存寿命方面已经满足不了WSN的应用需求。所以很有必要设计一种更加高效合理的路由协议，在提高网络时效性和可靠性的同时延长WSN的生命周期。

2. 基于无线充电的寿命提升方法

针对处于偏远环境的分布式电源中的监控节点，一旦电池耗尽，节点将不再具有工作能力，无法再对监测系统中重要设备进行监测，由此出现了可以进行能量收集的无线可充电WSN。这种

改进的传感器网络里的节点能够通过采集所处环境内的射频箱射信号来对自身进行充电。

无线充电技术的基础就是无线电力输送技术，其工作原理是采用电磁辐射或电磁共振的方式把电源端的电能经由空间无线传送到用电设备终端，以达到便捷传输能量的目的。由于经济、安全等方面的限制，无法完全实现在监控现场安置无线充电设备，所以可以用运行环境中的一个自动运转的运载装置来搭载无线充电设备，从而实现对WSN节点的充电，如果节点位于人迹罕至的野外，则可以利用无人控制的小型飞行器来完成充电过程。由于无线充电装置的充电过程具有周期性，不能实时给节点供电，因此要对路由算法进行改进，适应可充电WSN，到达延长网络内各节点寿命的目标，从而保证WSN的可靠运行。

3. 信息物理融合系统的设想

分布式电源是新能源微电网能源的输入端，产生的电能需要输向用户。为保证用户用电安全、避免微网信息孤岛，需要对分布式电源电能质量进行连续实时监视和控制。

分布式电源自身与自然环境条件联系十分密切，其输出功率随日照、风速、温度等外界客观因素改变而改变。信息物理融合的理念是以环境感知与物联网为基础，利用信息系统和物理系统的深度交互来实现对事物实时、动态地信息控制，完成信息服务，确保实时、安全、高效且可靠的监测或控制事物。

应用CPS技术可以实时处理大量不同类型传感器发送的数据，对电气物理装置做到实时控制。相比于热电厂、核电厂这些大电网中的产能设施，分布式电源更利于新技术的采用和技术优势的发挥。针对分布式电源发展的趋势，可将信息物理融合系统技术与分布式电源管理系统相结合，将网络通信、环境感知、嵌入式系统以及网络控制等多种技术融合起来为分布式电源管理系统提供服务，使得分布式电源管理系统的各组件具备计算、通信、精确控制、远程协调和自治能力，加速分布式电源的发展。

结束语

本文通过无线传感器网络将分布式电源的实时运行情况纳入现有的站内监控系统，来实现能源的统一管理。在管理工作上，技术人员可通过数据中心来实时把控发电设备的输出功率、电压和电流情况等分布式电源上各区域节点的电力数据与环境信息，还能对某段时间类的数据进行分析处理，其他区域的产电状况、事故的检测、预测及避免等。方便于技术人员对分布式电源进行维护，在分布式电源发生事故的同时电网远程监控系统可迅速做出反应，准确及时的找出事故的发生节点，并根据数据对事故类型做出判断，第一时间开展对应的工作，提升工作效率。EA

(收稿日期：2018.02.17)

(编辑：白文亭)

西门子宜兴发电业务客户服务中心落成 持续推进本地化战略



日前，西门子宜兴发电业务客户服务中心开幕。作为西门子发电业务全球运营服务中心的一部分，该发电业务客户服务中心将依托宜兴燃气轮机热部件生产基地的全球领先的制造能力，为中国客户提供一站式的服务解决方案。该中心设有现场服务基地、战略备件库、检修工具库和培训中心等设施。西门子宜兴发电业务客户服务中心的开幕也标志着西门子在中国全面推进燃机生产制造与服务本地化升级的又一里程碑。

“西门子发电服务集团一直致力于不断推进服务的本地化，本次客户服务中心的建成也是履行这一承诺的重要举措之一，”西门子（中国）有限公司执行副总裁、发电服务集团总经理罗克（Gery Nocker）表示，“该服务中心可一站式解决战略备件的仓储，充分利用生产基地的设施，为燃机的安装、调试与维修提供本地服务平台。此外，我们还可以通过培训中心提供类型多样的培训解决方案。作为中国客户可靠的合作伙伴，该服务中心将帮助西门子高效快速响应本土客户需求，从而降低客户的运营成本，为国内燃机用户实现利益最大化。”