

DOI: 10.7667/PSPC150922

基于 GIS 的分布式电源信息采集模型

高强, 王霖

(华北电力大学电气与电子工程学院, 河北 保定 071003)

摘要: 随着能源互联网的提出, 分布式电源将成为电网的重要组成部分, 大量处于疏管状态的分布式电源将会给电网造成不可估量的影响。结合地理空间信息网格对分布式电源信息采集进行了研究。利用现有电力基础设施以降低开发成本为前提, 给出了基于地理空间信息网格的分布式电源信息采集服务模型, 分析了各层功能。解决了分布式电源信息采集面临的多源异构与互操作问题。并与现有方案进行对比, 分析了模型的优越性。最后, 在搭建的实验平台上进行状态信息统计、发电能力预测功能实验, 并对该模型数据处理能力做出分析与测试。

关键词: 分布式电源; 信息采集; 地理空间信息网格; 空间数据; 网格

Research on information acquisition model of distributed generation based on GIS

GAO Qiang, WANG Lin

(School of Electrical and Electronics Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: With the development of smart grids, distributed generation will be an increasingly important part of the grid. Distributed generations which lack of management will lead to heavy losses. Combining with geospatial information grid, the paper carries out research of information acquisition for distributed generations. To begin with, the use of existing power infrastructure to reduce development costs as the precondition, the information acquisition model of distributed generation based on GIS is given, and functions corresponding to different layer are analyzed. Besides, problems of multi-source heterogeneous and interoperability during information acquisition are tackled. And compared with the existing schemes, the superiority of the model is analyzed. At last, in the experimental platform, the function of real time statistics and power generation capability prediction is carried out, and the real time analysis and simulation of the model are tested.

Key words: distributed generation; information acquisition; geospatial information grid; spatial data; grid

0 引言

随着能源互联网的提出, 分布式电源将成为电网的重要组成部分^[1]。分布式电源是指位于负荷附近, 装机规模较小, 就近接入中低压配电网的电源, 包括光伏、风电、燃气轮机、内燃机、生物质能等发电单元^[2], 以及近年来发展的电动汽车等储能发电单元^[3]。

电动汽车作为储能发电单元具有随时接入或退出电网运行的特点, 并且其接入电网的地理位置信息和容量信息在空间上是动态变化的。因此需要获取电动汽车接入电网发电时的地理位置信息和容量信息。

光伏发电、风力发电单元受地理位置和天气因素影响具有很强的随机波动性^[4-5], 获取准确、实时

的气象信息可以对光伏发电单元和风力发电单元的发电能力进行预测, 从而降低其对电网产生的影响并提高能源使用效率。

燃气轮机、内燃机以及生物质能等发电单元作为辅助其他类型分布式电源调度的发电单元, 同样需要获取相应的地理位置信息和容量信息。

目前国内的分布式电源因其数量少, 对电网的影响可以忽略不计。但当分布式电源的数量极大地增加时, 并网发电就会对电网产生诸多影响^[6-8]。现有电网运行状态信息采集依靠 SCADA 系统, 该系统只针对变电站等场合, 无法直接对分布式电源进行管理^[9]。另一方面, 电力抄表系统虽然可以直接采集分布式电源部分状态信息, 但实时性较差^[10]。目前对于分布式电源信息采集的研究还处于探索阶段, 文献[11]将 IEC 61850 标准与 IP 协议集成, 通

过建立 IP 通信平台实现对分布式电源信息采集。然而该方案未从根本上解决多源异构与互操作问题。

地理空间信息网格(Geospatial Information Grid, GSIG)是当前国际上空间信息领域的主流技术^[12-14],其主要思想是在分布的网络环境中通过形成松散耦合的自治节点实现高性能的多源异构资源共享与协同工作,为分布式电源信息采集提供了一种可行的解决思路。

本文结合电力行业特点对分布式电源信息采集模型进行研究,给出了基于 GSIG 的分布式电源信息采集服务模型,分析了各层的功能,在搭建的实验平台上进行功能实验,验证了模型的有效性。

1 分布式电源信息采集模型

分布式电源管理系统的功能包括很多方面,如发电量实时统计,发电单元类型统计,发电量预测,状态信息采集等主要功能。对此,给出了分布式电源信息采集模型,如图 1 所示。

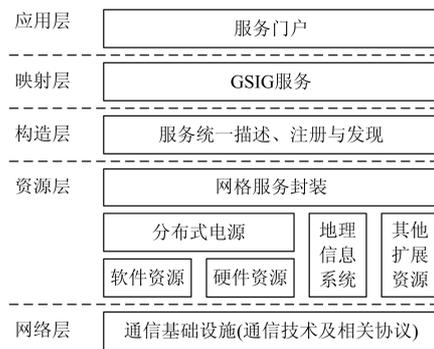


图 1 分布式电源信息采集模型

Fig. 1 Distributed power information collection model

1) 网络层

该层是分布式电源信息采集与管理的通信基础设施,目的是利用现有的通信网络和技术手段以“全采集、全覆盖”为目标实现多种类型通道接入和基本通信服务。目前电力系统应用的通信网络主要有配电自动化通信网络 EPON、工业以太网、专线、公网、3G、4G 网络等。

2) 资源层

资源层集合了分布式电源信息管理过程中通过网络远程使用的不同的软件资源和硬件资源,其中软件资源包括系统软件、应用程序、数据等,硬件资源包括计算机处理器、存储器等,并以面向服务的软件架构为基础,将这些资源封装为网络服务。该结构使系统具有很强的演化性,可根据实际生产需要将其其他系统资源同样封装成网络服务,实现跨部门跨平台的资源共享与互操作,为多维度用信息

采集、多管理域信息共享、部门之间协同工作提供基本保障。

3) 构造层

构造层的目标是对分布式电源地理空间信息网格服务进行统一描述,以保障分布式电源信息采集服务在空间上实现一体化信息处理,同时提供对服务的注册与发现机制,实现动态的资源获取以及为更高层服务的调用做准备。

4) 映射层

构造层实现了对分布式电源信息的基本管理,但只是针对一个网格节点的部署。映射层的作用是将参与的网格节点联合起来,在地理空间上映射出一台虚拟的大型服务器,并根据服务的类型进行划分,使用户不必关心服务来源,实现按需分配的 GSIG 服务。

5) 应用层

为实现智能电网背景下分布式电源信息的双向流动,该层为电力部门提供分布式电源信息管理、运营、分析、处理的服务门户,同时为用户提供部分信息查询服务。

1.1 与现有方案对比分析

GISG 可对地理上分散、随时接入或退出电网的分布式电源进行有效管理,主要表现在:

1) 资源共享与互操作。地理空间信息网格利用网格技术将地理上分布的计算资源、存储资源、数据资源、软件资源等封装成网络服务,通过网络实现资源共享与互操作,解决分布式电源信息采集面临的多源异构与互操作问题。

2) 分布式管理。地理空间信息网格通过形成自治节点,采用分布式管理,避免未来分布式电源信息采集呈现的“大数据”对中心服务器造成压力。

3) 空间分析与可视化管理。地理空间信息网格是空间信息技术与网格技术的集成,它将采集到的数据作为实体的相关属性直接显示在地图上,并利用地理信息系统强大的空间分析能力,直观地对分布式电源进行管理,如分布式电源区域状态信息统计、发电能力预测等。

4) 经济效益。地理空间信息网格的应用目标是尽可能降低开发成本,不需要购置昂贵的硬件设施和完全重新开发平台。它利用现有的网络设施、部署节点和已开发的管理软件,通过资源共享实现资源重用,避免由于新技术的出现对原有系统的重新开发,同时通过提高资源利用率,获得经济效益。

5) 管理效益。地理空间信息网格跨部门、跨组织的协调工作能力,可以与 EMS 能量管理系统、营销系统、配电自动化系统等无缝连接,从而提高

管理效益。

由此可见, 采用地理空间信息网络管理分布式电源信息是一种可行的解决思路, 它能够以较小的代价获得对分布式电源高效的管理。表 1 为与现有解决方案的对比。

表 1 分布式电源信息采集方案对比
Table 1 Comparison between current procedures and based on GISG platform

项目	远程抄表系统	GISG 平台
采集方式	集中式	分布式
资源共享	否	是
资源利用率	低	高
集成能力	否	是
空间分析能力	否	是

2 分布式电源信息采集实验研究

2.1 分布式电源信息采集系统构成

分布式电源具有自治的管理特点, 可独立采集、处理和监控分布式电源信息。图2是基于地理空间信息网络的分布式电源信息采集系统构成。

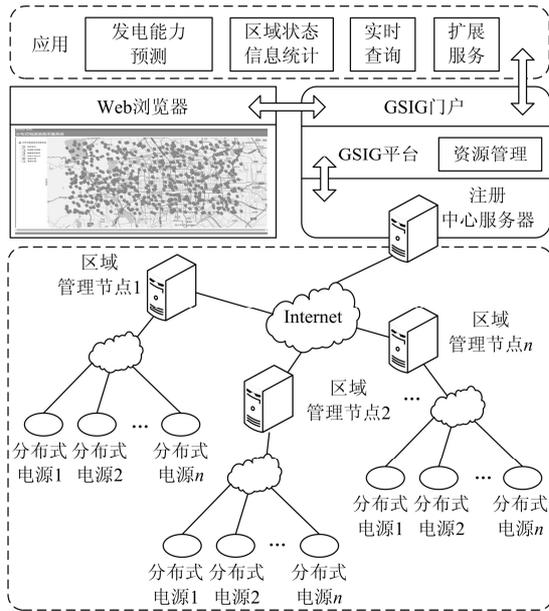


图 2 GISG 分布式电源信息采集系统构成

Fig. 2 GISG distributed power information acquisition system components

一个区域范围内有一个管理节点和大量的分布式电源, 它们通过地理空间信息网络互联, 解决不同类别异构资源之间的通信与互操作问题, 并将各节点的软硬件资源封装成地理空间信息服务部署到区域管理节点上, 再由区域管理节点将已部署的地理空间信息服务注册到中心服务器上, 利

用虚拟化技术实现资源的分类统一管理, 在分布式的网络环境下如同一台大型的虚拟服务器。

GISG 平台作为信息网络系统, 可在分布的网络环境中对已注册的网格资源进行有效管理, 它采用混合结构的 P2P 资源管理模型^[15], 可满足分布式电源管理的扩展性、可靠性和动态性需求。GISG 门户是基于 Web 的网关, 它的作用是对用户的访问进行管理, 同时对 GISG 系统进行监控。

2.2 系统仿真实验环境

在实验室网络环境下指定三台装有不同操作系统、地理信息系统软件和数据库文件的计算机作为图 2 中三个区域的管理节点。将多于 10 000 条的分布式电源地理空间信息仿真数据分别存放在另外指定的五台计算机内, 用来模拟大量的分布式电源。这里的分布式电源地理空间信息包含分布式电源地理位置信息。

实验采用 Globus Toolkit 5.25 作为网格中间件, 以不同的地理信息系统软件作为底层资源(如 ArcGIS、GeoStar 等), 并封装为网格服务分别部署在上述三台系统异构的计算机上。为简化实验将其其中一台计算机作为注册中心服务器, 并利用 GridSphere 网格门户工具提供对 Web 浏览器的访问支持。由于篇幅限制, 对于搭建过程不再赘述。

实验目的是以三台装有不同操作系统和应用软件的计算机模拟分布式电源多源异构的信息采集环境, 并通过网络内其他计算机的访问, 将指定区域内采集到的分布式电源地理位置信息结合地理信息地图服务显示在 Web 浏览器上, 如图 3 所示。

图中水滴状点代表管理节点采集到的分布式电源地理位置信息, 真实系统应对应实际地点, 而本实验信息是仿真数据。

3 功能仿真与数据处理性能实验研究

3.1 状态信息统计

利用地理空间信息网络强大的空间数据分析能力, 可实现对图 3 中地图上任意区域内分布式电源信息进行统计。同时采用混合结构的 P2P 资源管理模型, 可动态发现随时接入或退出电网的分布式电源, 以确保数据的时效性。分布式电源状态信息统计结果如图 4 所示。

3.2 发电能力预测仿真

地理空间信息网络具有跨组织的协同工作能力。不同组织的空间信息资源可以通过网格服务进行双向通信和互操作。因此利用分布式电源发电信息和气象信息可对全网的不同时间周期的分布式电源发电能力进行预测, 如图 5 所示。



图 3 分布式电源信息采集实验研究
Fig. 3 Distributed generation information

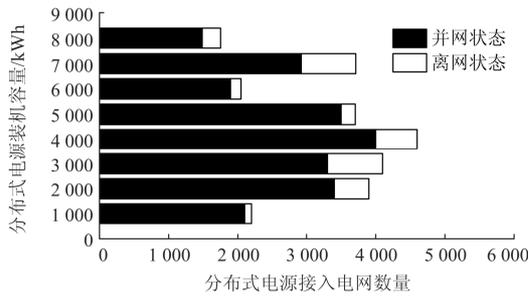


图 4 分布式电源状态信息统计

Fig. 4 Distributed power state information statistics

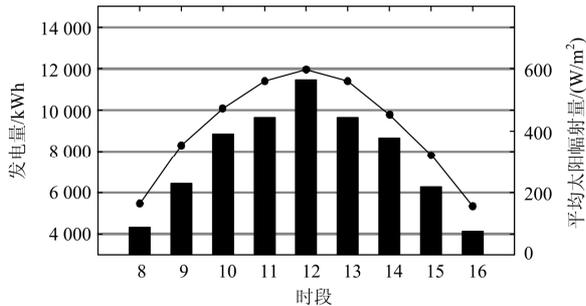


图 5 分布式电源发电能力预测

Fig. 5 Distributed generation capacity forecast

图 5 是根据图 4 的统计信息并结合气象信息对该区域不同时段分布式电源发电能力的预测仿真图。该功能可在电网安全稳定运行的前提下, 实现最大限度地消纳分布式电源发电。

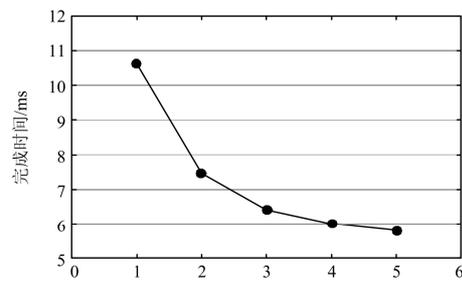
3.3 数据处理能力分析与测试

在计算密集型和数据密集型网络系统当中, 通信时间往往远远小于任务的完成时间, 因此可以将任务的完成时间作为衡量系统实时性的重要参数。

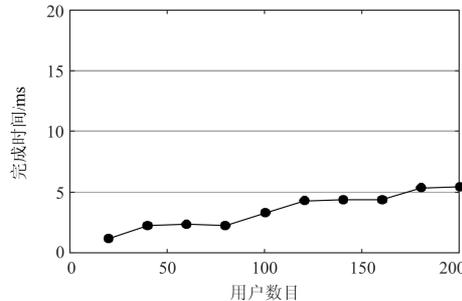
分布式电源采集数目众多, 且具有多源异构的特点, 因此分布式电源信息采集既属于计算密集型

应用, 同时也属于数据密集型应用。由于 GSIG 具有共享节点计算资源的能力, 因此当采集任务一定时, 随着采集节点数目增加, 相应的调度完成时间应随之减少。其次, GSIG 采用分布式的管理, 执行任务时可将任务拆分成任务块, 在多个节点并行调度运行。因此, 任务完成时间取决于并行调度中最大的调度完成时间。

在搭建的实验平台上测试, 结果如图 6 所示。图中当用户数目一定时, 完成时间随采集节点数目增加呈下降趋势。而当采集节点数目一定时, 完成时间随用户数目缓慢增加, 与分析结果保持一致。



(a) 用户数目一定



(b) 采集节点数目一定

图 6 数据处理能力测试

Fig. 6 Data processing capability test

4 结束语

本文结合地理空间信息网格对分布式电源信息采集进行研究, 给出了基于地理空间信息网格的分布式电源信息采集服务模型, 分析了各层功能。通过与现有方案对比分析、状态信息统计与发电能力预测等功能实验, 以及对该模型的数据处理能力进行分析与测试, 可以得出, 该模型可以有效地对随时接入或退出电网的分布式电源进行管理, 并且满足分布式电源信息采集的实时性和可视化管理需求, 解决了未来呈现的大数据对中心数据服务器造成的压力, 具有很大的应用前景。

参考文献

- [1] 董朝阳, 赵俊华, 文福拴, 等. 从智能电网到能源互联网: 基本概念与研究框架[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(15): 1-11.
DONG Chaoyang, ZHAO Junhua, WEN Fushuan, et al. From smart grid to energy internet: basic concept and research framework[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(15): 1-11.
- [2] 鲍薇, 胡学浩, 何国庆, 等. 分布式电源并网标准研究[J]. 电网技术, 2012, 36(11): 46-52.
BAO Wei, HU Xuehao, HE Guoqing, et al. Study on standard for grid-integration of distributed resources[J]. Power System Technology, 2012, 36(11): 46-52.
- [3] 何晨颖, 耿天翔, 徐晓慧, 等. 利用电动汽车可调度容量辅助电网调频研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(22): 134-140.
HE Chenying, GENG Tianxiang, XU Xiaohui, et al. Research on grid frequency regulation using schedulable capacity of electric vehicles[J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 43(22): 134-140.
- [4] 赵争鸣, 雷一, 贺凡波, 等. 大容量并网光伏电站技术综述[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(12): 101-107.
ZHAO Zhengming, LEI Yi, HE Fanbo, et al. Overview of large-scale grid-connected photovoltaic power plants[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(12): 101-107.
- [5] 周鑫, 张慧玲, 刘娟楠. 大规模风电接入对宁夏电网调峰的影响研究[J]. 电网与清洁能源, 2014, 30(2): 105-110.
ZHOU Xin, ZHANG Huiling, LIU Juannan. Impacts of large-scale grid-connected wind power on peak regulation in Ningxia Grid[J]. Power System and Clean Energy, 2014, 30(2): 105-110.
- [6] 张立梅, 唐巍, 赵云军, 等. 分布式发电接入配电网后对系统电压及损耗的影响分析[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(5): 91-96.
ZHANG Limei, TANG Wei, ZHAO Yunjun, et al. Analysis of DG influences on system voltage and losses in distribution network[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(5): 91-96.
- [7] 赵拥华, 方永毅, 王娜, 等. 逆变型分布式电源接入配电网对馈线自动化的影响研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(24): 117-122.
ZHAO Yonghua, FANG Yongyi, WANG Na, et al. Research on the impacts on feeder automation by inverter-based distribution generation connected to the distribution network[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(24): 117-122.
- [8] 谢秉鑫, 王宗, 范士林. 分布式电源对于配电网谐波特性的影响[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(2): 116-119.
XIE Bingxin, WANG Zong, FAN Shilin. Influence on harmonic characteristics of distributed network with distributed generations[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(2): 116-119.
- [9] 曹军威, 万宇鑫, 涂国煜, 等. 智能电网信息系统体系结构研究[J]. 计算机学报, 2013, 36(1): 143-167.
CAO Junwei, WAN Yuxin, TU Guoyu, et al. Information system architecture for smart grids[J]. Chinese Journal of Computers, 2013, 36(1): 143-167.
- [10] DEPURU S S S R, WANG Lingfeng, DEVABHAKTUNI V. Smart meters for power grid: challenges, issues, advantages and status[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2011, 15(6): 2736-2742.
- [11] MCDONALD L, SHEPHARD G, GEORGIOPOULOS S. Modern communications infrastructure to enable flexible management of network constraints and increased levels of distributed generation[C] // 22nd international conference and exhibition on electricity distribution, Stockholm, Sweden, 10-13 June, 2013: 739-743.
- [12] LI Deren. On generalized and specialized spatial information grids: are geo-services ready?[J]. International Journal of Digital Earth, 2008, 1(4): 315-325.
- [13] ZHANG Jianbing, REN Yingchao, XU Yunbo, et al. Research on the distributed real-time collaborative plotting system based on grid[J]. Journal of Geo-information Science, 2012, 14(2): 187-191.
- [14] WAN Lin, XIE Zhong, WU Xincan. Spatial information grid service work flow model and its application[J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2013, 38(1): 174-182.
- [15] MASTROIANNI C, TALIA D, VERTA O, et al. Designing an information system for grids: comparing hierarchical, decentralized P2P and super-peer models[J]. Parallel Computing, 2008, 34(10): 593-611.

收稿日期: 2015-06-03; 修回日期: 2015-12-04

作者简介:

高 强(1960-), 男, 博士, 教授, 研究方向为电力通信网、信息处理;

王 霖(1987-), 男, 通信作者, 硕士研究生, 研究方向为电力通信网。 E-mail: wanglin_1987@163.com

(编辑 葛艳娜)