

一种基于多智能体的分布式发电系统

施力仁

(中山市中等专业学校, 广东 中山 528400)

摘要: 文章将多智能体运用到分布式发电系统中进行优化。首先对分布式发电系统的研究现状和问题进行了分析, 为了解决问题提出了基于多智能体的分布式发电系统。然后介绍了多智能体的分布式发电系统的组成连接结构及其工作原理。最后基于多智能体的分布式发电系统有以下几点优势: 能够提供稳定的高质量供电; 在发电机不能正常工作的情况下也能满足负载的需求; 能够对各种参数进行实时监控, 从而保护系统的正常运行; 而且还可以减少负载对公共电网的依赖性。总之, 基于多智能体的分布式发电系统具有较为重要的现实意义和理论意义。

关键词: 多智能体; 分布式发电系统; 智能体; 发电机

分布式发电系统在当前的运用过程中发挥着重要的地位, 尤其是处于环境污染、资源匮乏的当代。对分布式发电系统进行研究是当前比较热门且重要的研究方向, 对社会的发展和进步起到较为重要的作用。由于传统的分布式发电系统还不够健全, 存在运行成本高昂、运行效率低、电能质量不稳定等缺陷。为了改善这些问题, 需要对分布式发电系统进行分析与优化, 于是本文将提出一种基于多智能体的分布式发电系统。

一、分布式发电系统的研究现状及问题

传统的火力发电导致严重的环境污染和资源枯竭, 传统的配电系统导致大量线路损耗, 研究新型能源和发电供电模式是当前非常热门和重要的研究方向。随着电力需求的不断上升, 集中发电、远程输电是电力系统是重要的发电输电方式, 但是这些方式的系统运行成本会很高, 在当前多种新能源系统如风力发电、光伏发电、沼气发电、电池储能等技术推广应用和多样电能需求形势下, 现有的电力系统是很难适应应用需求。针对此需求分布式发电系统技术线路得到重视, 分布式发电系统所形成的微电网具有投资成本比较低、适应需求性强、低碳环保的优势。

当前对于分布式发电系统进行优化研究, 主要从能量管理策略和系统结构出发, 对这两个部分进行优化之后要让系统能够在不同的时间段内满足负荷电能质量。传统的分布式发电系统已经不能满足客户的需求, 发电单元种类比较多, 而且每种发电单元有着各自的运行方式和特点。为了使分布式发电系统满足新要求, 需要对其进行优化, 王新刚等人通过使用对电网分布式电源出力进行优化管理。王成山通过使用 PQ-V/F 综合控制策略, 于是可以将分布式发电系统中的不同电源间的功率共享, 即使是当负荷功率发生变化时都可以共享。研究分布式发电系统有利于提高电能的利用, 于是本文将提出一种多智能体的分布式发电系统。

虽然分布式发电系统具有非常广泛的应用前景, 但其也存在缺陷。尤其将风力发电、光伏发电系统组合进分布式发电系统, 其发电的随机性、间歇性特点, 冲击分布式发电系统的电能质量。存在的主要问题是智能化水平比较低, 对负载所需要的电量不能进行科学合理的预测, 就会存在当发电的条件比较差时分布系统发生亏点状态的问题, 当处于用电高峰时, 负载就会向公共电网索取更多的电能, 从而导致公共电网的供电压力增大, 分布式发电系统的作用就会减弱, 所以需要针对问题, 提出一种新型分布

式发电系统能够解决上述问题。所以本文将提出一种基于多智能体的分布式发电系统。

二、多智能体分布式发电系统的介绍

基于多智能体的分布式发电系统的连接概念图如图 1 所示, 其中主要由发电系统和控制系统共同构成。通过在分布式发电系统中加入多智能体能够提高微电网电流的稳定性。多智能体分布式发电系统的主要方式是在管理智能体中安装分析模块, 其作用就是可以科学合理的预测负载用电量和发电量, 然后对储能装置和发电设备使用智能化的控制方式, 从而与发电设备进行较好的配合, 产生稳定的电流之后再输送到负载线路, 就不会造成电器损坏现象, 还能解决分布式微网系统电流不稳定的缺陷, 从而在应用中拥有更多的优势。

控制系统包含四个智能体部分, 分别为主管理智能体、发电设备智能体、电路管理智能体和协调智能体, 其中主管理智能体中安装了分析模块, 能够对相关电量进行数据收集工作, 然后还能对其进行预测; 另外发电设备智能体主要与发电设备进行相连接, 从而可以监控发电设备的运行状况, 从而对其进行管理控制。

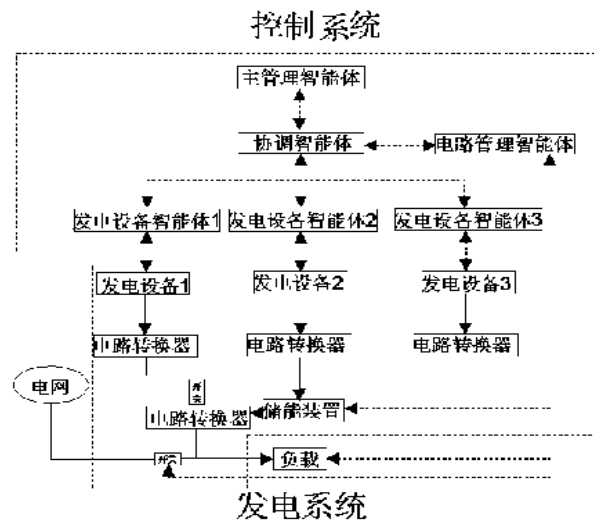


图 1 多智能体分布式发电系统的连接概念图

发电系统的主要组成部分同样包含四个部分, 分别为电路转换器、开关、发电设备和储能装置, 从图中可以看出, 发电设备

是与电路转换器相连接，通过电路转换器又直接与负载相连接，然后储能装置一端与电路转换器连接，另一端与负载相连接。这就是多智能体分布式发电系统的主要结构构成，通过对分布式发电系统的改进，有利于提高微电网稳定的供电能力。

图1中为分布式发电系统的主要组成结构，但是在分布式发电系统中还需要其他的结构共同参与工作，比如发电系统还包含信息收集智能体，该智能体直接与协调智能体相连接，其主要作用能够对网络中公布负载用电和环境等信息进行自动收集。发电系统中的储能装置是蓄电池。图1中的发电设备包含着燃气轮机、风力发电机、燃料电池和光伏发电系统。

三、基于多智能体分布式发电系统的具体实施方式

在分布式发电系统运用了多智能体，所以该分布式发电系统中会有不同的具体应用方式和实施方式。上文中主要对多智能体分布式发电系统的连接概念图进行分析，该系统的实施方法如何进行并不清楚，本文为了能够更加清楚的说明该系统，运用举例的方式进行阐述。本文只列举了一种方法进行阐述，但是基于多智能体的分布式发电系统并不只是这种具体实施方法。

储能装置为蓄电池的多智能体分布式发电系统结构如图2所示，其中发电设备有三种，分别为燃料电池发电机、风力发电机和光伏发电系统。从图中可以看出，除了光伏发电系统是通过DC/DC变换器与蓄电池相连，其他的两种发电机是通过AC/DC变换器与蓄电池相连，然后蓄电池会通过DC/AC变换器再和负载进行连接。DC/AC变换器还与DC/DC变换器和AC/DC变换器间接的相互连接，其中只通过逻辑开关，负载通过逻辑开关与电网相连接。可知多智能体分布式发电系统中各个组成部分相互连接，共同承担分布式发电系统的运作。该系统中还包含着如图所示的六种不同智能体，其中三种智能体直接与三种发电机相连接。六种不同的智能体中，协调智能体处于一个中心地位，与其他五种智能体直接相互连接，起到一个协调的作用。另外，其中电路管理智能体与开关、负载和蓄电池相互连接。

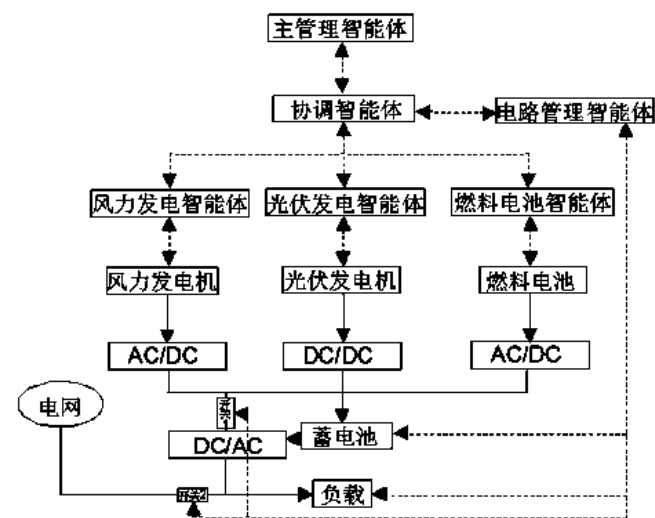


图2 实施例一的多智能体的分布式发电系统图

多智能体分布式发电系统在发电过程中，其中风力、光伏发电智能体和燃料电池智能体与三种发电机进行连接的主要的就可

以对发电机的工作环境条件进行实时监控。如果三种智能体所监测到的信息是环境符合发电系统工作的条件，那么其就会发送命令给发电系统，使其进行工作；如果智能体所监测到的环境是不适合发电系统工作，那么就会传到发电系统不适合工作的命令，从而就会自动关闭发电系统，避免发电机造成损害，是对发电系统的一种保护。发电智能体会对发电系统的功率进行记录，然后将记录结果通过协调智能体传输到主管理智能体。该系统中AC/DC变换器的主要作用就是让发电机所产生的电流转化为直流电，因为蓄电池要求是只能通过直流电，从而可以给蓄电池充电。于是蓄电池就可以将稳定的直流电通过电源转换器，将该直电流转变为交流电供负载使用。另外，发电系统产生的电流可能给直接通过DC/AC变换器转变为交流电流供负载使用。该系统中电路管理智能体会对蓄电功率、负载路线用电功率和放电功率进行监控和记录，还会管理控制蓄电池和开关。

多智能体分布式发电系统中主管理智能体有着非常重要的作用，图3为其结构图，从图中可以看出，接收信息数据主要是由数据接收统计模块完成，然后由分析模块对信息数据进行总结分析，用来预测用电功率和发电功率，其预测的主要分析方式如下所示：

首先记录本日用电功率 P_1 和上周同一日用电功率 P_2 ，求出其变化率 W ，其中 $W = \frac{P_1}{P_2}$ ，于是可以根据上周的每日用电量变化曲线预测出明日的用电功率 P_3 。举例说明，需要预测周三的用电功率，于是需要记录本周二的用电功率和上周二的用电功率，于是求出其变化率 $W = \frac{P_{本周二}}{P_{上周二}}$ ，则可以就算出周三的用电功率为 $P_3 = W(P_{上周三})$ ，该预测结果为初步结果，为了使其符合负载最大的用电需求，需要将其预测用电功率提高百分之二十，于是周三的用电功率为 $P_{负载} = \frac{1+20\%}{P_3}$ 。

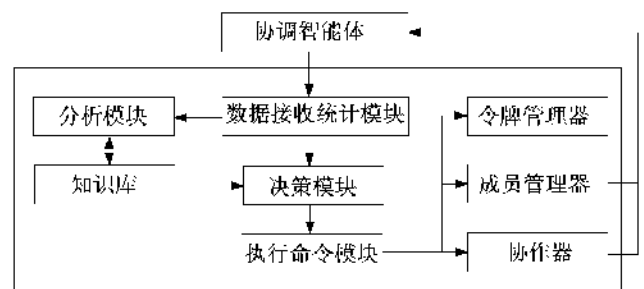


图3 主管理智能体的结构图

所预测出来的 $P_{负载}$ 在不同的用电时期会有不同的电功率，需要将其分为两种不用的情况，一种为用电低峰期时功率 P 低，另一种为高峰期时的功率 P 高。主管理智能体会根据各种电功率和电量对未来制定运作模式，然后会将其发送给知识库。决策模块会对信息进行分析，然后对分布式发电系统做出运行决策，做出决策之后就会传达给执行命令模块，然后就会通过协作器、成员和令牌管理器将信息发送到下面的各个智能体。

系统的运作模式主要分为五种情况：

当预测的 $P_{\text{发电}} \geq P_{\text{负载}} + P_{\text{蓄电}}$ 时, 即发电机不仅能够满足负载用电功率, 还能对蓄电池进行充电, 如果有多余的电量, 就将其传输到电网中。在实际的运行过程中, 电路管理智能体就会关闭开关 1 和 2, 使蓄电池停止放电。发电机产生的电流会转变电流方式供蓄电池和负载用电, 其他多余的电量就会打开开关 2 然后将其传到电网中。

当预测的 $P_{\text{负载}} \leq P_{\text{发电}} < P_{\text{负载}} + P_{\text{蓄电}}$ 时, 即发电机所产生的电量能够供负载, 并且还会有多余的电量供蓄电池使用, 但是并不能完全满足蓄电池的电量要求。所以系统在实际的运行过程中, 电路管理智能体对蓄电池停止放电, 将开关 1 打开, 开关 2 关闭, 发电机会对负载进行供电, 并且满足其要求, 然后其余的电量就供给蓄电池。

当预测的 $P_{\text{发电}} < P_{\text{负载}} < P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}}$ 时, 发电机的发电量已经不能完全满足负载的要求, 于是发电机产生的电流全部供给该负载后, 负载还不够, 于是蓄电池就会给负载供电。所以系统在实际的运行过程中, 电路管理智能体会对蓄电池进行停止充电, 然后与发电机放电进行配合, 将开关 1 打开, 开关 2 关上。发电机产生的电流和蓄电池就会对负载进行供电, 是负载满足要求。

当预测的 $P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}} < P_{\text{负载}}$, 且 $P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}} > P_{\text{高峰负载}}$ 时, 即发电机所产生的电流和蓄电池的放电之和都满足不了负载的功率, 但是之和大于高峰期负载的功率, 所以系统的运作模式是当用电量处于低谷时, 公共电网会对负载供电, 然后发电机就会对蓄电池进行充电; 当处于高峰期时, 发电机和蓄电池都为负载供电。系统在实际的运行过程中, 当处于低峰期时, 电路管理智能体会对蓄电池进行充电, 将开关 1 关闭, 将开关 2 打开, 公共电网给负载进行供电, 发电机给蓄电池进行充电; 当处于高峰期时, 电路管理智能体会对蓄电池停止充电, 将开关 1 打开, 开关 2 关闭, 此时就是发电机和蓄电池都给负载进行供电。

当预测的 $P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}} < P_{\text{负载}}$, 且 $P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}} < P_{\text{高峰负载}}$ 时, 即发电机所产生的电流和蓄电池的放电之和都满足不了负载的功率, 且之和小于高峰负载。于是在用电低谷期时, 公共电网需要对蓄电池和负载供电, 同时发电机也会对蓄电池进行充电, 使其满足 $P_{\text{发电}} + P_{\text{电池放电}} \geq P_{\text{高峰负载}}$, 这样在高峰期时, 发电机和蓄电池才能给负载供电, 使负载依赖于高峰时期的公共电网程度降低。系统在实际的运行过程中, 如果处于低谷期, 电路管理智能体会让蓄电池停止放电, 让其进行充电, 然后将开关 1 和开关 2 都打开。此时发电机会给蓄电池进行充电, 然后公共电网也会为蓄电池进行充电, 并且还会对负载进行供电; 当处于高峰期时, 电路管理智能体就会对蓄电池停止充电, 将开关 1 打开, 开关 2 关闭, 此时发电机和蓄电池都能为负载进行供电。

四、基于多智能体的分布式发电系统的优势

优化后的分布式发电系统其主管理系统可以对各个参数进行分析, 然后利用分析模块对今后的用电和发电等情况进行预测, 该系统中的不同运作模式相互之间配合良好, 能够减少负载对公共电网的依赖影响。如果发电机出现问题, 不能正常工作, 公共电网在用电低峰期时能够对储能装置进行充电, 从而用于高峰期时对负载供电, 就可以提高分布式发电系统的利用效率, 在高峰

期时降低负载对公共电网的需求。

优化后的分布式发电系统, 能够对各种参数进行实时监测并且采集, 比如发电机环境、负载用电功率、风电机功率等等, 从而可以对负载、储能装置和发电机起到保护的作用。

优化后的分布式发电系统中储能装置能够改善发电机产生电流时的间歇性和随机性的问题, 从而负载就会有稳定的电流, 传统的分布式发电系统就是因为这种缺陷容易导致用电其损害, 优化后的分布式发电系统提高了电流的稳定性。

五、结语

与传统的分布式发电系统相比, 基于多智能体的分布式发电系统能够改善传统系统的缺点, 并且新增加了其作用, 使其利用价值更高。其中主管系统能够对各种参数进行分析, 于是可以对未来的用电和发电情况进行预测。系统的不同模式之间相互合作, 能够减少负载对公共电网的依赖。并且当发电机出现问题时, 蓄电池还能够通过公共电网在低峰期时进行充电, 然后蓄电池会对高峰期的负载供电, 从而减轻公共电网的负担。优化后的分布式发电系统还能够对各种参数进行实时监控, 且产生稳定的电流。本文介绍的多智能体的分布式发电系统可适应发电新技术的扩充, 具有良好的兼容性, 其核心目标: 一是公共电网供给用户的电近似平稳, 达到总体提高公共电网供电效率、减少容量浪费; 二是在满足用户用电需求的同时降低用电成本, 实现碳达峰以及碳中和目标。总之, 基于多智能体的分布式发电系统的优势更多, 应用用更加的广泛, 能够在实际的应用中发挥积极作用。

参考文献:

- [1] 马艺玮, 杨苹, 郭红霞, et al. 风-光-沼可再生能源分布式发电系统电源规划 [J]. 电网技术, 2012, 36 (9): 9-14.
- [2] 王晓寰, 张纯江. 分布式发电系统无缝切换控制策略 [J]. 电工技术学报, 2012, 27 (2): 217-222.
- [3] 邱永生, 姜玉磊. 分布式发电系统继电保护技术 [J]. 电力工程技术, 2009, 28 (6): 81-84.
- [4] 纪明伟. 分布式发电中微电网技术控制策略研究 [D]. 合肥工业大学, 2009.
- [5] 包敏. 复合能源分布式发电系统机组组合问题的研究 [D]. 合肥工业大学, 2008.
- [6] 王新刚, 艾苹, 徐伟华, et al. 含分布式发电的微电网能量管理多目标优化 [J]. 电力系统保护与控制, 2009 (20): 86-90.
- [7] 王成山, 肖朝霞, 王守相. 微网综合控制与分析 [J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (7): 98-103.

作者简介: 施力仁 (1965-), 男, 汉族, 甘肃皋兰人, 大学本科学历, 计算机高级讲师, 研究方向: 电子、通信、自动控制技术和节能低碳技术。