

配网智能化与新能源并网关键技术的 研究与解决方案

翁冬凤

(中国国际人才开发中心, 北京 100052)

摘要: 为了有效解决环境污染和能源不足、减少煤炭等不可再生能源的消耗、增加风能等新能源的发电量, 新能源并网发电系统应运而生并不断发展。新能源并网发电在很大程度上受到风能、太阳能等波动性和随机性的影响, 故新能源并网发电可能导致电网频率波动。随着新能源应用技术的不断进步, 太阳能、风能等新能源发电容量逐年增加, 对现有电力系统冲击很大, 给传统电力企业带来新的机遇和挑战。本文讨论新能源并网自动发电系统及控制技术, 重点分析了适应新能源并网的自动发电控制技术。

关键词: 新能源并网; 自动发电; 控制技术

中图分类号: TM76 **文献标志码:** A



根据电力消耗的实际情况, 电力系统的负荷不断变化, 因此独立的电力系统可以调整供电和需求的平衡, 使系统频率保持在合理范围内, 以确保控制系统适合的功率质量。为了确保电力网的实时平衡, 需要生成控制系统以通过负荷的变化来实现电力系统安全可靠。

1 配网智能化的要点

1.1 建立基于电力GIS平台的营配调统一信息和数据分析模型

基于电网的地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 平台, 全面建立站-线-变-箱系统统一电网模型及营销资源信息。自动同步配电网管理系统 (Distribution Management System, DMS) 以电网GIS接线作为配网调度、设备运维、配网建设及改造、故障抢修及业扩报装等工作的基础图源, 实现营配调业务贯通和数据同源维护及管理。在营配调信息融合基础上, 实现集成化配网调度、精益化线损管理、可视化业扩辅助报装、精准化配抢指挥研判及精细化停电信息发布的深化应用, 全面支撑配网调度、配网建设、配网运维和营销服务等方面的精益化管理^[1]。

1.2 建成电网设备全景监测平台

平台集综合业务、数据信息与可视化技术于一体, 通过与输变电状态监测系统、配电生产管理系统、主配网自动化系统、用电信息采集系统、视频监控系统及电网GIS平台等应用进行多源数据融合, 建成了全方位、立体多维度的电网设备全景监测平台。基于电力GIS地理和站内图、单线和全网图的实时监测数据测试功能, 实现了基于电网GIS的全网监测数据实时分级与可视化展示, 实现由静态到动态的多维度展示与控制。对监测数据进行系统化和标准化规定, 构建数据共享模型和逻辑模型, 在平台上实现监测数据的统一规范接入, 完成数据的全面接入、全面分析与个性化展现。差异化制定数据的存储和访问策略, 保障完整储存海量数据并实现高效的实时数据访问。利用企业总线和数据中心接入设备环境信息、运行工况和负荷情况, 基于电网GIS等平台实现配网各数据及业务的可视化管理, 最终实现配网数据和业务点面结合、高效规范地读取和利用。

1.3 应用的服务快速响应平台

平台集生产抢修指挥、智能移动作业与保供电业务于一体, 集成了故障预警、辅助研判、停电管控、

抢修情况监控、抢修资源优化调配、抢修过程分析评价、现场作业安全及风险管控等应用功能。这不仅实现了多故障点、复杂故障的快速处理，还实现了多影响因素、多抢修队伍、多报修点的抢修队伍最优调度。

2 自动发电控制

2.1 背景及原理

随着电力系统的不断扩大，单一的电力系统无法适应电力网整体的发展。这需要主电力网特别是相邻电力系统之间的相互连接。在煤炭资源和能源消耗分布不平衡的情况下，主电网之间的相互连接是必要的，这样的相互连接会给双方提供高水平的安全保障，从而带来巨大的经济效果，因此研究广域连接的新能源发电AGC（自动发电控制）具有更现实的意义。由于多域互连的延迟和各种非线性约束增加了控制难度，如果出现问题后再进行改进将无法弥补损失，因此需要找到适当的控制方法来保证安全运行。

2.2 智能控制算法应用

自动发电控制从微处理器模式到当前的自适应自调整模式，实现了技术的不断发展。使用PI（比例积分控制器）进行自动控制，逐渐实现了合理的控制模式及网络构建。传统的PI控制结构具有简单而独有的特征，广泛应用于自动控制区域，单步控制方式采用基于局部控制偏置的PI控制装置。控制电源分别构成控制器的一部分，这个PI控制器作为构成部分被广泛使用。AGC控制系统在当前电力网的扩充，特别是新能源网络容量方面有重要的应用。由于风力发电比太阳能发电具有不确定性，所以在风力发电与网络连接后，对自动发电控制系统的需求增加，需要具备自动发电控制系统的风电场大规模集成。太阳能出力特性比较稳定，没有风电那样的尖峰或锯齿状出力曲线，一般安装规模较大的太阳能电站可根据实际情况，选择是否安装自动发电控制系统及其容量、自动发电控制系统的构成，同时需要保证电力网的运行稳定性^[2]。

3 控制技术

3.1 电力电子技术

AGC系统能够实现发电频率与功率的自动调整，在新能源发电过程中具有重要地位。经过近几年的发展，现在的电网已经成为几个相邻电网连接的区域，改变了原来的运行状况。如果一个地区的发电和负荷不平衡的话，其他地区可以在地区间进行通信。但是，这也造成电力网之间连接线的交换功率的变动，并行变动的容量与系统容量成正比，随着其中一个的增加而增加，特别严重的情况下，会引起连接线的过

载。因此，如果电力系统管理不当，会产生很多不利因素，无法保障系统的安全。

在进行系统控制过程中有多种方法：首先，利用区域控制偏差，根据电网实际负载与频率的差异表示负荷平衡状态；其次，继续地区供电的平衡与调整。偏差出现的原因主要有设计过程中的偏差，以及并网运行过程中的频率偏差和功率偏差等影响。对负载频率进行调整，可以满足在用户用电变化的情况下本地负荷的稳定。

由于新能源并网发电系统的要求与传统发电不完全相同，对输出负荷存在特殊要求，因此在进行设计与控制过程中应该考虑各种设备的运行特点及功能，合理利用设备来进行系统稳定性的提升，并保证电力系统的稳定性，接下来对一些主要设备进行介绍分析。

(1) 并网逆变器

以往的逆变转换器具有响应速度快、惯性小、过电流能力弱等特点。由于新能源发电单元的输出负荷必须通过电力电子转换器并入电网，逆变器不仅可以适应以往的逆变器功能，还可以适应复杂多样的输出。因此，网络逆变器容量的提高是新能源网络化的核心技术。太阳能发电逆变控制框图如图1所示。

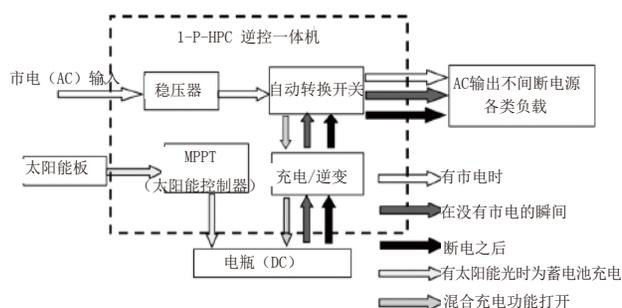


图1 太阳能发电逆变控制框图

(2) 静态开关

静态开关是一种控制节点，能够将主网络与微网络的运行故障分离。这种开关一般设计于网络节点位置，这样在故障发生时，能在连接点产生作用，实现微网格单独运行，避免整体波动带来的影响。新能源发电过程中需要有效地应对负荷以及频率的变化，通过静态开关控制有效进行转换过程，实现关键控制^[3]。

(3) 电能质量控制装置

由于风力能源和太阳能发电的随机性和可变性，同时发电会影响整个系统的电压、频率等基本指标的的稳定，不利于电网的稳定。微网格中单相分布电源的大量存在增加了配电系统的三相失衡，电子负荷容易

受到瞬态、掉落、谐波、突发等干扰的影响。所以为实现发电的稳定及质量,应该对质量控制装置进行研究,以供电平衡和稳定为控制目标。

3.2 微电网技术

微电网是通过发电单元和其对应的电力电子设备来配置的,可以解决分布电源的大规模网络运营问题。如果发电有大量的新能源提供,提高包含新能源的微电网控制能力是很重要的。大电网故障的话,新能源网络和分布式发电的主要区别之一是微电网与大型电力网并行分离运行,大电网发生故障时独立运行。两个运行状态之间的过渡是对大规模电网的扰动,对大规模电网的稳定运行产生一定影响,需要改善微电网的结构和构成参数,改善控制策略,排除对大规模电网的影响。

先进的能源管理和优化运行是微电网的关键组成部分,通过分布式设备和负载的灵活调度,实现基于能源需求、市场信息、运行限制的快速决策和系统优化。微网与传统网络间的不同之处在于热电匹配,微网通过负载设计实现了与热电的耦合,这样就导致微网可以与电网自由交换能量,微网可以提供高质量的电力以牺牲非关键负载或延迟响应分层服务,这样就能在特殊情况下付出可以接受的代价来保护关键负载。

4 系统稳定性

4.1 产生稳定性影响的原因

在新能源发电过程中,自动发电控制系统影响整个系统稳定性,因为发电控制决定整体功率及频率的稳定,因此需要对自动发电控制造成的稳定性波动进行分析。特别是当新能源连接到当地的电力网时,自动发电控制系统起到更重要的作用。新能源有功功率控制系统需要收集电力系统不同部分的运行数据信息,并根据各日期预测的负载曲线、风能或太阳能的输出曲线和输出预测来监测这些数据信息。针对传统发电机等全网曲线计算功率平衡,根据实际需要智能控制全网太阳能和风力输出。

4.2 控制系统稳定性

在实际的控制过程中,发电自动控制主要是控制各种发电的设备。由中控进行具体设备的控制,通过指令来调整发电设备运行状态,实现自动控制过程。必须调整发电机的运转率,以保证安全运转。系统功率方面和负载方面的功率平衡是不可或缺的关键技术。为实现稳定控制,可以对不同种类新能源或多种模式新能源混合发电的装置及发电环节进行模拟构

建,进行基本控制模拟分析。将新能源发电单元作为独立区域,构建自动发电控制系统,分析其控制性能和实时控制效果。

风能和传统的自来水发电不同,风能是不规则、变动的能源,发电功率受到风速和风力的影响很大,因此需要进行稳定控制、合理控制风力变化过程中整个电网的供电负荷以及频率波动。以往的风力能源自动发电控制系统常利用风力能源作为电气区域的负荷扰动,形成包含风电和火力的电力区域,并控制火力装置的输出负荷到达该区域^[4]。

当风力发电并网容量较小时,根据现有包括风能在内的自动发电控制系统的结构,可以解决风电并网问题。但当风力发电并网容量较大时,为应对风力发电机出力负荷变化较大的问题,必须对区域火电机组进行大范围、连续性调整。调节装置的输出负载,排除不利于安全运行的因素。如果有风力发电机,输出负载变化比较大,可能会引起整个区域的频偏波动较大。因此,应调查以风力发电为独立区域的自动发电控制系统的构造,如果风力发电机的输出负荷变化显著的话,全系统可补偿负荷达到目标,应确保系统安全稳定运行,并达到高效节能的目的。

5 结束语

对目前配电网发展问题进行分析,在自动发电控制系统中,风能作为负荷扰动加到一个单位面积负荷,风电机组输出功率的所有波动都应由该地区的火力单元调节。该地区的火力发电厂必须对负荷变化做出快速反应,且并网风力发电机组容量因火力发电厂本身负荷变化的物理限制而不会很大,否则火力发电厂机器会跟不上当地负荷的变化,这也是风电的网络模式缺点。为了保证局部发电负荷一定,当地的火力发电站的连续可变输出负荷不利于能源的有效利用,也不利于安全可靠的高运转。未来的研究需要提出一种改善新能源并网的新方法。

参考文献

- [1] 王新星.适应新能源并网的自动发电控制技术分析[J].科技风,2020,418(14):197.
- [2] 姜卓.新能源并网下的自动发电控制系统研究[D].北京:华北电力大学,2017.
- [3] 黎嘉明.应对大规模新能源并网的电力系统发电调度控制研究[D].武汉:华中科技大学,2017.
- [4] 赵雨婷.新能源并网功率智能控制系统的设计与应用[J].百科论坛电子杂志,2019(7):346.