

分布式电源接入变电站电力系统的影 响

黎 娟

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江杭州 311200

摘 要: 分布式电源接入变电站电力系统会产生多方面影响。其影响涉及电能质量,如电压波动、谐波污染;影响系统稳定性,包括潮流分布改变、备用容量需求变化;还会对保护控制带来挑战,如保护误动、控制策略调整。了解这些影响对保障电力系统安全稳定运行意义重大。

关键词: 分布式电源; 变电站; 电力系统; 影响

引言:

随着能源结构调整,分布式电源在电力系统中的应用日益广泛。其接入变电站电力系统虽带来诸多益处,但也引发一系列影响问题。深入研究这些影响,有助于优化电力系统规划、运行与管理,提升系统整体性能和可靠性,具有重要现实意义。

1 分布式电源概述

1.1 分布式电源定义

分布式电源(Distributed Generation, DG)是指位于用户附近,所发电能就地利用,以10kV及以下电压等级接入电网,且单个并网点总装机容量不超过6MW的发电项目。它与传统集中式发电的区别在于其分散性、小型化以及为用户侧的紧密联系。分布式电源可以利用多种能源进行发电,包括可再生能源如太阳能、风能、水能、生物质能等,也包括一些小型的传统能源发电方式如小型燃气轮机发电等。这种电源的存在改变了传统电力系统单一的由大型集中发电站向用户供电的模式,为电力系统的发展带来了新的活力与挑战。

1.2 分布式电源类型

太阳能光伏发电,通过光伏电池将太阳能直接转换为电能。其优点是清洁、可再生、分布广泛,几乎不受地域限制,只要有阳光照射的地方就可以安装。缺点是能量密度相对较低,发电效率受光照强度和天气条件影响较大。风力发电,利用风力机将风能转化为机械能,再通过发电机将机械能转化为电能。风力发电的规模可大可小,大型风力发电场可成为重要的电力供应来源,小型风力发电机则可满足局部用户需求。但风力发电具有间歇性和波动性,风速不稳定时

会影响发电功率的稳定性。生物质能发电,以生物质(如农作物秸秆、林业剩余物、畜禽粪便等)为燃料,通过燃烧或生物化学反应产生热能,再转化为电能。它具有资源丰富、可实现废物利用、减少环境污染等优点,但生物质的收集、运输和储存存在一定困难,且发电过程中可能会产生一定的污染物排放。小型水电发电,利用河流、溪流等的水能资源,通过水轮机将水能转化为电能。小型水电具有发电成本低、运行寿命长等优点,但受水资源分布和季节变化影响较大,建设和运行过程中也可能对生态环境产生一定影响。

1.3 分布式电源发展现状

近年来,随着能源需求的增长、环保意识的增强以及新能源技术的不断进步,分布式电源得到了迅猛发展。在全球范围内,太阳能光伏发电和风力发电的装机容量逐年递增。许多国家和地区制定了鼓励分布式电源发展的政策,如补贴政策、优惠电价政策等,以促进可再生能源的利用。在一些偏远地区,分布式电源已经成为解决当地电力供应的重要手段。同时,分布式电源的智能化控制技术、储能技术等相关技术也在不断发展完善,使得分布式电源的稳定性和可靠性不断提高。然而,分布式电源的大规模发展也面临着一些挑战,如接入电网的技术问题、与现有电力系统的协调运行问题等。

2 对电能质量的影响

2.1 电压波动影响

分布式电源的接入会改变电力系统的潮流分布,从而导致电压波动。当分布式电源的输出功率发生变化时,如太阳能光伏发电受光照强度突然变化或风力发电受风速波动影响时,会引起接入点电压的波动。这种电压波动可能超出

电能质量标准规定的范围,影响用户设备的正常运行。例如,对于一些对电压稳定性要求较高的精密电子设备,如计算机服务器、通信设备等,电压波动可能会导致设备性能下降、数据丢失甚至设备损坏。此外,电压波动还可能引起照明设备的闪烁,影响用户的视觉体验。

2.2 频率稳定性影响

分布式电源的间歇性和波动性会对电力系统的频率稳定性产生影响。不同类型的分布式电源输出功率不稳定,如风力发电和光伏发电难以像传统的火力发电那样进行精确的功率调节。当分布式电源在电力系统中的占比逐渐增大时,如果不能有效地进行功率控制和调节,可能会导致系统频率偏离额定值。频率的偏差会影响电力系统中所有与频率相关的设备,如电动机的转速会随着频率变化而改变,这可能会影响工业生产过程的正常进行,降低生产效率,甚至对一些大型的电力设备造成损坏,威胁电力系统的安全稳定运行。

2.3 谐波污染影响

部分分布式电源,特别是一些采用电力电子变换器进行电能转换的电源(如光伏逆变器、风力发电变流器等),会产生谐波。谐波是指频率为基波整数倍的电压或电流成分。这些谐波注入电力系统后,会使电网中的电压和电流波形发生畸变。谐波污染会导致一系列问题,如增加线路损耗,使电力设备发热增加,降低设备的使用寿命;干扰通信系统,影响通信质量;还可能引发保护装置误动作,影响电力系统的正常运行。

3 对系统稳定性的影响

3.1 潮流分布改变

分布式电源接入变电站电力系统后,会改变系统的潮流分布。由于分布式电源的位置分散且发电功率具有不确定性,其注入电力系统的功率会改变原有电网的功率流向。例如,在一些原本是纯负荷区域接入分布式电源后,该区域可能会变成功率输出区域,这就需要重新调整电网的潮流计算和调度策略。如果潮流分布不合理,可能会导致线路过载,增加线路损耗,降低系统的运行效率,甚至可能引发局部电网的电压崩溃或线路故障。

3.2 短路电流变化

分布式电源接入会对电力系统的短路电流产生影响。不同类型的分布式电源在短路时的表现不同,一些分布式电源(如同步发电机类型的分布式电源)会提供短路电流,而另一些(如采用逆变器接口的分布式电源)在短路时的输出

特性较为复杂,可能限制短路电流的输出。这就使得电力系统的短路电流水平发生变化,传统基于集中式电源的短路电流计算和保护配置方法可能不再适用。如果不能准确计算短路电流并调整保护装置,在发生短路故障时可能无法及时切除故障线路,从而扩大故障范围,对电力系统的安全稳定运行造成严重威胁。

3.3 备用容量需求

分布式电源的不确定性增加了电力系统对备用容量的需求。由于分布式电源的输出功率受自然条件(如风能、太阳能)等因素影响较大,其发电能力具有间歇性和不可预测性。为了保证电力系统的可靠性,需要配置更多的备用容量来应对分布式电源发电不足的情况。这就增加了电力系统的运行成本,同时也对备用电源的调节性能提出了更高的要求。如果备用容量不足,在分布式电源发电功率突然下降时,可能会导致电力供应短缺,影响用户的正常用电。

4 对保护控制的影响

4.1 保护装置误动

分布式电源的接入可能导致保护装置误动。传统的电力系统保护装置是基于集中式电源的电网结构和故障特性设计的。分布式电源接入后,改变了故障电流的大小、方向和分布,可能使保护装置的动作特性发生变化。例如,当分布式电源向故障点提供反向故障电流时,可能使原本按照正向故障电流设计的保护装置误动作,将正常运行的线路切除。这种误动作会破坏电力系统的正常运行,影响供电可靠性,并且可能导致故障范围扩大,增加电力系统的恢复时间和成本。

4.2 控制策略调整

分布式电源的接入需要对电力系统的控制策略进行调整。由于分布式电源的分散性、多样性和间歇性,传统的集中式控制策略难以适应其接入后的电力系统运行需求。需要建立分布式的控制策略,以实现分布式电源的有效管理和协调。例如,在分布式电源与传统电源之间进行功率协调控制,保证电力系统的功率平衡;同时,还需要对电压和频率进行分布式控制,以适应分布式电源输出功率的变化。此外,分布式电源的接入也对电力系统的调度策略提出了新的要求,需要将分布式电源纳入到统一的调度体系中,合理安排其发电计划。

4.3 通信系统要求

分布式电源接入后,对电力系统的通信系统提出了更

高的要求。为了实现对分布式电源的有效监控、管理和协调控制,需要建立可靠的通信网络。分布式电源的运行数据(如发电功率、电压、电流等)需要及时传输到控制中心,以便进行状态评估和控制决策。同时,控制中心的指令也需要准确无误地传达到分布式电源端。由于分布式电源分布广泛,通信距离可能较长,这就要求通信系统具有较高的可靠性、实时性和抗干扰能力。如果通信系统出现故障,可能会导致对分布式电源的失控,影响电力系统的稳定运行。

5 应对措施与建议

5.1 技术改进措施

优化电力电子变换器,对于产生谐波的分布式电源(如光伏和风电系统中的逆变器、变流器等),优化电力电子变换器的拓扑结构和控制算法。采用先进的脉宽调制(PWM)技术,如多电平PWM技术,可以有效降低谐波含量。同时,通过改进控制算法,提高变换器对电网电压和频率波动的适应性,减少对电能质量的影响。采用储能技术,储能技术是解决分布式电源间歇性和波动性问题的有效手段。例如,电池储能系统(如锂离子电池、铅酸电池等)可以在分布式电源发电功率过剩时储存电能,在发电功率不足时释放电能,从而平滑功率输出,提高系统的稳定性。此外,超级电容器、飞轮储能等新型储能技术也具有响应速度快、充放电效率高优点,可以在电力系统中发挥重要作用。改进保护装置和算法,针对分布式电源接入后保护装置误动的问题,对传统保护装置进行改进。开发适用于分布式电源接入的新型保护装置,其应具备对故障电流方向、大小和分布变化的自适应能力。同时,改进保护算法,例如采用基于故障分量的保护算法,可以更准确地识别故障,避免保护装置误动作。

5.2 管理策略建议

建立统一的分布式电源管理平台,建立一个涵盖所有分布式电源的统一管理平台,对分布式电源的接入、运行、调度等进行全面管理。通过这个平台,可以实时监控分布式电源的运行状态,收集运行数据,为电力系统的调度和决策提供依据。同时,平台可以实现对分布式电源的远程控制,如发电功率调节、启停控制等,提高分布式电源的管理效率。制定分布式电源接入标准和规范,制定详细的分布式电源接入电力系统的标准和规范,包括接入容量、接入电压等级、电能质量要求、保护配置要求等。这些标准和规范可以确保分布式电源的有序接入,保证电力系统的安全稳定运行。同时,根据分布式电源的发展情况,及时对标准和规范进行修

订和完善。加强分布式电源与传统电源的协调管理,在电力系统的运行管理中,加强分布式电源与传统电源的协调。

5.3 未来发展方向

智能化与自动化,未来分布式电源接入电力系统将朝着智能化和自动化方向发展。通过物联网、大数据、人工智能等技术,实现分布式电源的智能化监控、自动化控制和故障诊断。例如,利用人工智能算法对分布式电源的运行数据进行分析,预测其发电功率的变化趋势,提前进行调度和控制决策。智能化的分布式电源管理系统可以根据电网的实时需求,自动调整发电功率,提高电力系统的灵活性和可靠性。微电网与分布式电源集群发展,微电网是由分布式电源、储能系统、负荷和控制装置构成的小型电力系统。未来,微电网将与分布式电源集群相结合,形成更加复杂、高效的电力供应体系。微电网可以独立运行,也可以与大电网并网运行,在提高分布式电源利用率、减少对大电网的依赖、提高供电可靠性等方面具有重要意义。同时,分布式电源集群的发展可以实现资源共享、协同运行,提高分布式电源的整体效益。与能源互联网融合,分布式电源将深度融入能源互联网。能源互联网是一个将电力系统、热力系统、燃气系统等多种能源系统有机结合的复杂网络。分布式电源在能源互联网中可以实现多种能源的互补利用,如太阳能、风能与生物质能的互补发电,提高能源利用效率。

6 结束语

分布式电源接入变电站电力系统的影响广泛且复杂。通过对其影响的研究,明确了电能质量、系统稳定性、保护控制等方面的问题。采取有效的应对措施,能降低不利影响,推动分布式电源与变电站电力系统的协调发展,保障电力供应安全可靠。

参考文献:

- [1] 阳桂国. 电力系统中的分布式电源接入与管理 [J]. 广西西电业,2023,(07):70-75.
- [2] 舒浩楠. 含分布式电源配电网无功优化策略研究 [D]. 沈阳农业大学,2023.
- [3] 吴波. 分布式电源接入配电网的安全态势综合评估 [D]. 南京邮电大学,2021.
- [4] 魏昊焜. 分布式电源在配电网中的控制消纳策略研究 [D]. 西安理工大学,2021.
- [5] 马诚. 分布式电源接入对电力系统稳定运行产生的影响分析 [J]. 电子测试,2021,(03):111-112+104.