

风电场并网对电力系统的影响

陈文卓

重庆交通大学 航运与船舶工程学院 400074

摘要: 随着科学技术的不断进步, 各行各业对能源的需求量也在逐年增加。然而, 传统能源如煤炭、天然气和石油的储量正在不断减少, 因此开发和利用可再生和清洁型能源变得至关重要。这也在无形中促使风力发电技术趋向成熟。然而, 风电场并网带来了一系列问题, 成为关注的重点。为了应对和解决由风电场并网带来的不利影响, 我们应该将风电场并网对电力系统的影响作为研究重点。通过采取有效措施, 我们可以降低风电场并网对电力系统的不利影响, 提高电力系统的稳定性和可靠性。这可以为我国经济的稳定增长提供技术支撑, 推动我国能源结构的优化和转型。

关键词: 风力发电; 电力系统; 风电场并网; 影响; 措施

前言

基于当前情况的分析, 风能发电在实践应用中取得了显著的成果, 并且风能属于可再生能源, 具有广泛的应用前景。由于风电机组类型的多样性, 其结构存在一定差异, 对电网稳定性的影响也各不相同。因此, 在风电场接入电网时, 需要全面考虑, 以降低其对电力系统稳定性的影响, 提高发电效率。本文将探讨风电场对电力系统稳定性的影响, 并提出相应的解决方案。

1 风力发电技术的应用优势

风力发电技术在应用过程中展现出许多优势, 随着研究的深入, 风力发电技术的优势日益凸显, 应用范围也日益广泛。以下是风力发电技术的几个主要优势:

1.1 经济优势

风力发电技术的成本较低, 随着风电的规模增长, 发电成本也在不断下降, 具有显著的经济优势。有研究指出, 当风力发电的电能量增长一倍时, 发电成本大约下降 1/5。因此, 随着风力发电技术的广泛应用, 其经济优势将愈发显著。

1.2 建设周期短

相较于其他电力工程, 风电工程的建设周期要短得多。一个风电工程从施工开始到完工通常可以在几周内完成, 能够满足紧迫的用电需求。随着风力发电技术的广泛应用, 能够解决我国西部地区较为分散的用电需求, 满足我国区域能源发展的需要。

1.3 综合优势明显

相较于传统的发电方式, 风力发电具有环保和可持续发展的特点。风能是一种清洁能源, 不会在发电过程中对环境造成破坏。随着风力发电技术水平的不断提升, 其经

济优势将愈发突出。此外, 风力发电设施是立体设施, 能够同时保证陆地生态环境的稳定性。因此, 从综合层面来看, 风能发电将逐渐成为未来电力行业发展的主要技术手段。

2 风电场并网对电力系统的影响

2.1 对电网的冲击

目前, 异步发电机在风电场建设中被广泛采用。由于没有独立的励磁装置, 异步发电机必须从电网中吸取励磁。因此, 当将风电场并入电网时, 会直接产生电流, 即冲击电流。这种电流的大小会随着风电场容量的变化而变化。如果风电场容量过大, 冲击电流会对电网的正常运转产生严重影响。而如果风电场容量过小, 则不会对电网的正常运转产生影响。此外, 冲击电流的大小与电网电压、滑差率以及暂态电抗等因素密切相关。如果风电场在电力系统中的容量比例过大, 电网的瞬间降压可能会对异步发电机电网的顺利运行产生不利影响。

2.2 对电压稳定性的影响

在实际的风电场运营过程中, 并网风电场对电力系统的直接影响也体现在对电压和频率稳定性的影响上。如果风电场的规模较大, 其对电压稳定性的影响也较大; 反之, 如果风电场的规模较小, 其对电压稳定性的影响也较小。在大规模的风电场中, 电压闪变和电波畸形的问题比较突出, 同时也会对电压波动产生影响。风电场通过吸收电网中的无功功率来吸收损害性作用的无功负荷。然而, 由于风能的间歇性和随机性, 风电场对无功负荷的吸收会受到影响, 进而影响到电压的稳定性。此外, 无功补偿设备的运行效率与电压水平成正比。如果电机组电压下降, 无功补偿量也会相应减少, 进而导致电压水平进一步下降。相

反,如果风速下降或电机出现故障,电压水平可能会上升。

2.3 对电能质量的影响

电能的质量包括波形质量、频率质量和电压质量。风电场并网对电能质量的影响主要体现在这三个方面。以波形质量为例,风电场并网会导致谐波的产生,影响电力系统的稳定性。谐波的产生主要源于风电场中使用的电力电子设备以及换流器在转换过程中的运行方式。此外,如果风电场采用软启动的方式进行控制,也会产生谐波,从而影响到电力系统的稳定性。

2.4 对电网稳定性的影响

由于风力发电系统通常位于电网末端,这改变了传统的配电网单电源分布式结构,同时也改变了潮流的方向和分布。随着风电注入功率的增加,风电场附近局部电网电压越限等问题的发生概率也会大幅度提升,如不及时有效地进行处理,则会造成更为严重的后果,比如电压崩溃等现象。在过去,由于风电容量较小,通常不会将其接入电网,且一旦系统出现问题,只要切除风电机组,基本就可保证电网以及电厂的安全。然而随着风电场渗透功率的提升,电网功率在不稳定的风电输出下受到更大冲击,进而严重影响到电网的稳定性。

2.5 对电网继电保护的影响

在风电场并网过程中,由于风电机组的频繁投切导致接触器的损坏并缩短其使用寿命。为了降低这种情况的发生率需要尽可能减少风力发电组的投切次数。在有风的情况下始终保持风力发电机的运行状态可以有效降低对联络线的冲击次数。这样可以使联络线的潮流方向发生变化并对配网保护装置进行合理调整以取得良好的保护效果。由此可见流过风电场以及电网之间的联络线功率可能是双向的。另外配电网通常采用三段式电流保护作为保护装置而当系统出现故障时尽管风力发电提供的短路电流很少但仍然会对配网保护装置的正确运行产生影响因此需要合理配置保护装置以确保其正常运行避免出现误动或拒动的情况从而保障电网的安全稳定运行。

3 降低风电场并网对电力系统不利影响的措施

3.1 提高电压稳定性的措施

为了减少风电场并网对电压稳定性的负面影响,可以采取以下措施:

运用储能装置: 超导储能装置是一种能够适当调节有功功率、同时能独立控制有功或无功情况的储能装置。这种装置具有很高的灵活性,可以在降低风电场输出功率波动的情况下,稳定整个电场的电压。

无功补偿技术: 当风电系统出现故障时,增加电容器的补偿容量可以保证系统的稳定性。在风电场的出口安装动态无功调节装置,可以快速调节无功补偿功率的大小,并提供动态的电压支撑,从而为系统的稳定运行提供保障。

3.2 提高电能质量的措施

在风电场并网过程中,电压波动和闪变的主要原因是并网风电场的公共连接点短路比(SCR)和电网线路电抗/电阻比(X/R)的影响。其中,SCR的值与发生电压波动和闪变的几率成反比,SCR的值越小,发生电压波动和闪变的概率就越高。此外,当电网线路的X/R比值处于合理范围内时,无功功率引起的电压波动可以很好地补偿有功功率引起的电压波动,从而减轻平均闪变值。因此,确保电容器组设置的科学合理可以抑制电压偏差和电压变动,进而改善电能质量。

3.3 调整保护装置的措施

将风电场接入电力系统时,需要对其可能带来的故障电流进行重视,以便为配电网的保护和重新调整提供便利。同时,在整定和配置风电场保护装置时,还需要考虑风电场和电网之间联络线的功率流向。其中,对于风电场保护装置的整定和配置可以参考终端变电站的方案。借助配电网的保护来有效切除系统故障,并利用低电压保护和孤岛保护等措施逐一切除风力发电机组,以便在故障期间断开系统与风电场之间的连接。当确认故障被完全清除后,可以将风电场重新接入电力系统。然而随着风力发电技术的快速发展,未来可能会出现大规模的风电接入电力系统的情况,这将对整个风电系统运行的可靠性和安全性造成很大影响。因此,需要进一步调整保护装置以提高系统运行的可靠性。

4 保障风电场并网后电网系统稳定运行的具体措施

4.1 解决调峰调频问题的措施

为应对调峰调频问题,我们可以采取以下措施:

调整电网电源结构,以改善电网负荷平衡能力。这包括适当降低风电机组的比重,并增加燃气机组和抽水蓄能机组在电网中的比重。在接入新的风电机组之前,我们应充分考虑其较低的负载率运行能力,以提高电网系统的调峰调频能力。

加强风电场出力预测评估工作,以提高风电场出力预测的精确度。这将有助于避免电网系统的调峰调频能力不足以满足风电场并网需求的情况。

提高其他发电机组与风电机组之间的协调能力。通过协调风电机组的切入、切出以及出力变化等环节与其他发

电机组,可以增强风电机组的灵活性,使其能够适应高频率的启动和停止操作。同时,我们还可以优化风电机组的发电曲线,使其更好地适应电网的调节速度。在某些情况下,通过对风电机组的出力进行控制,还可以降低系统负荷。

4.2 解决无功电压问题的措施

为彻底解决无功电压问题,电网系统需要具备较高的容性无功补偿能力。具体措施如下:

在无风时,风电场送出系统处于轻载状态,此时系统需求小于输电线路的充电功率。因此,在此阶段应利用感性无功补偿容量。

当系统处于出力增加状态时,风电场的送出系统处于重载状态,需要借助容性无功补偿容量进行补偿。对于以分散形式接入低压配电网的风电机组,为确保系统在故障时仍能提供电力,风电场应具备较高的低电压穿越能力。然而,对于以高压输电网络集中输电的风电场,如果其具备低电压穿越能力,在不稳定状态下可能会对系统整体稳定性造成影响,此时需要将其尽快从电网系统解列。在这种情况下,风电机组可以放弃低电压穿越能力。

4.3 解决电能质量问题的措施

风电场并网带来的电能质量问题主要是由于风电场功率波动引起的。为解决此问题,可以采取以下措施:

应用轻型直流输电并入电力系统的方式。通过应用电压源换流器技术、门极可关断晶闸管及绝缘栅极晶体管构建基于PWM控制的VSC结构,构建轻型直流输电系统。这可以充分利用直流输电的优势,有效应对分散电源接入的输电走廊问题,提高无功电压调节能力,使交流系统运行更加稳定,从而提升电力系统的电能质量。

应用新型机组技术。采用变速恒频电机和双馈电机等新型机组,使风力发电机组能够与传统机组相似,应对无功控制和电压任务,从而有效解决电能质量问题。

4.4 优化风电场发电预测

风电场发电预测是提高风电场运行质量和提升电网稳定性的重要手段。通过分析风电场运行时的状态,可以发现其与风能大小、风速、风力等因素密切相关,这些因素直接决定了风电场输出电能的能力和功率,以及电网的运行质量。因此,在风电场的经营管理中,应采取多项管理措施和预测技术,不断完善和进步。

在风电场运行过程中,如果能够对其后续一段时间内的风能大小进行准确预测,将有助于提高风电场发电预测的质量,并制定出有效的调度策略。同时,针对可能出现

的风险和问题,可以提前制定预防和解决措施,以保障风电场的稳定运行和电网的安全。

4.5 应用轻型直流输电连接电网技术

随着风力发电技术的快速发展和资源节约型社会的建设,风能利用逐渐成为主流,不仅提高了资源的利用效率,还有助于环境保护。然而,风力发电的波动性和不确定性对电网电能质量产生了一定的负面影响。为了解决这一问题,可以应用轻型直流输电连接电网技术。

轻型直流输电连接技术是一种基于PWN的电压源换流器技术,具有直流输电的特性,能够解决由于电源分散而出现的输电走廊问题。它具有自我调节控制能力,可以提升电网的稳定性,并降低风电场并网对电能质量的负面影响。此外,该技术还可以提高风电场的优化控制能力,使其更接近普通发电机性能。

在风速预测方面,随着技术的不断创新和完善,风速预测的准确性也将得到提升。这将有助于电网工作人员在短时间内获取准确的风力发电性能数值,以便于制定灵活的调度策略和容纳更多的风电场。同时,还需要关注如何增强风电场的优化控制能力,以确保其运行效率和对电网的适应性。

结语

综上所述,推广使用清洁型能源是我国应对能源危机的重要措施。风能作为一种可再生的绿色清洁能源,具有高经济效益和良好的环保效益,因此在电力领域得到了广泛推广和应用。然而,将风电接入电力系统会对电网本身、电能质量和电压稳定性等方面产生较大影响。为尽量降低这种影响,相关企业应采取有效措施,提高电能质量和电压稳定性,从而在改善风力发电性能的同时,实现整个电力系统的安全稳定运行。

参考文献

- [1]申健,张亮,王跃东,等.风电场并网对系统稳定性影响一种分析方法的探讨[J].大众用电,2017,(S1):30-33.
- [2]祁永福,戴扬宇,陈煌.风电并网对海南电网系统稳态影响的研究[J].机电工程技术,2017,46(12):134-139.
- [3]聂永辉,王中杰,李江,等.大规模风电并网电力系统优化潮流[J].太阳能学报,2017,38(11):3180-3187.