

基于多汇集风电场 SVC 无功补偿的研究

张东明¹ 姚秀萍² 孙立成²

(1. 新疆大学电气工程学院 新疆 乌鲁木齐 830047;

2. 新疆电力调度通信中心 新疆 乌鲁木齐 830001)

摘要: 随着风电场大量接入电网,常见的接入电网方式有两种:各个风电场直接接入电网、各个风电场汇集在风电场群汇集站再并入电网。由于多数风电场均位于电网末端,远离负荷中心,周围缺少火电和水电等其他电源的支撑和调节,可能会对地区电网线路传输功率及电压稳定性产生较大的影响。目前,常见的解决方法有3种:在风电场群汇集站处加装静止无功补偿器进行无功补偿、在各个风电场加装静止无功补偿器进行无功补偿、在各个风电场和风电场群汇集站均加装静止无功补偿器进行无功补偿。为了使无功补偿装置安装合理化以及无功补偿最优化,并基于这3种补偿方法,研究了在风电场接入容量不同以及地理距离不同的情况下,静止无功补偿器(SVC)的安装位置以及补偿容量的问题,并通过PSASP仿真程序验证了最优补偿的合理性,提高了系统电压的稳定性以及风电送出能力,为风电场建设提出借鉴和理论参考依据。

关键词: 风电场; 静止无功补偿器; 电压稳定性; 风电场汇集站

Abstract: With the large number of wind farms connecting into power grid, there are two common ways that are used to switch in the power grid: each wind farm is directly connected to the power grid, and each wind farm comes together in the collection station of wind farm group, then integrates into the grid. Since many wind farms are located at the end of power grid, away from the load center, and lack of other power sources such as thermal power and hydropower for support and regulation around them, it may have great influences on the transmission power of regional power grid and voltage stability. At present, there are three common ways to solve the problems: one is to install static var compensator for reactive compensation in the collection station of wind farm group, another is to install static var compensator for reactive compensation in various wind farm, and the last one is to install static var compensator for reactive compensation both in various wind farm and in collection stations of wind farm group. In order to make the reasonable installation of reactive compensation device and the optimal reactive compensation, the installation position and compensation capacity of static var compensator (SVC) at the different wind farm capacity and different geographic distance are studied based on the three compensation methods. The rationality of optimal compensation is verified through the PSASP simulation results, and the system voltage stability and wind power transmission ability are improved, which can provide a reference for the construction of wind farms.

Key words: wind farm; static var compensator; voltage stability; wind farm collection station

中图分类号: TM714 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)06-0008-03

0 引言

中国幅员辽阔,风力资源丰富,风电场群多数位于电网末端,远离负荷中心,周围缺少火电和水电等其他电源的支撑和调节,当风电装机容量较大且风电场输出功率较高时,风电场无功需求和输电线路无功损耗增大,电网无功不足会引起电压水平和稳定裕度降低,加之风电场缺乏合理的无功动态补偿,容易产生高峰负荷电压偏低和低谷负荷电压偏高的

现象。目前,常见的解决方法有3种:在风电场群汇集站处加装静止无功补偿器进行无功补偿、在各个风电场加装静止无功补偿器进行无功补偿、在各个风电场和风电场群汇集站均加装静止无功补偿器进行无功补偿。为了使无功补偿装置安装合理化,无功补偿最优化,以及提高系统电压的稳定性和风电送出能力,基于这3种常见的补偿方法,分析研究在风电场接入容量不同以及地理距离不同的情况下,静止无功补偿器(static var compensator, SVC)的安装位置以及补偿容量的问题,并通过PSASP仿真程序验证了

最优补偿的合理性,使得电网更加安全稳定运行,为风电场建设提供理论借鉴和技术参考依据。

1 静止无功补偿器简介

静止无功补偿器是一种由电容器和各种类型的电抗器组成的无功补偿装置,用电子开关来实现无功功率的快速平滑控制。由于其价格较低、维护简单、工作可靠,在国内仍是主流补偿装置。静止无功补偿器先后出现过不少类型,主要有晶闸管控制电抗器组型(TCR型)、晶闸管投切电容器组型(TSC型)、晶闸管投切电抗器组型(TSR型)、晶闸管控制电抗器组和晶闸管投切电容器组并用型(TCR/TSC型)、晶闸管控制高阻抗变压器型(TCT型)5种。风电机组一般用的是由一固定电容器和由双向晶闸管控制的可控电抗器组成的SVC。

当风电场大发出力大时,静止无功补偿器作为系统补偿,可以维持输电线路节点的电压,减小线路上因为功率流动变化造成的电压波动,并提高输电线路有功功率的传输容量和电网的静态稳定性;在网络故障情况下,快速稳定电压,维持线路输电能力,提高电网的暂态稳定性;增加系统的阻尼,抑制电网的功率振荡;在输电线路末端进行无功功率补偿和电压支持,提高电压稳定性等等。当风电场出力较小,作为受端负荷时,静止无功补偿器作为负荷补偿,抑制负荷变化造成的电压波动和闪变;补偿负荷所需要的无功电流,改善功率因数,优化电网的能量流动;补偿有功和无功负荷的不平衡。

2 无功补偿方案比较分析

2.1 方案

方案1研究的是4个风电场通过风电场汇集母线集中接入风电场群汇集站,然后并入电网,此方案线路距离长,距电网枢纽点较远,没有强大的电源支撑。此方案是在风电场群汇集站处安装静止无功补偿器,来确保并入电网的稳定性。

方案2研究的是4个风电场直接接入风电场群汇集站然后并入电网。各个风电场距离风电场群汇集站的地理距离比方案1大几倍。此方案是在各个风电场安装静止无功补偿器,来确保并入电网的稳定性。

方案3研究的是4个风电场通过风电场汇集母线集中接入风电场群汇集站,然后并入电网。此方案与方案1的条件相同,只是此方案在各个风电场以及风电场群汇集站处均安装静止无功补偿装置,来确保并入电网的稳定性。

2.2 方案比较分析

3种方案比较分析见表1。

3 算例分析

在研究风电场并网对电力系统的影响时,主要研究各个风电场与电网之间的相互作用,而风电场内部的潮流分布以及风电场中各个风电机组之间的相互影响不在这里的研究范围。且接入主干网络的风电场,其配置的容性无功容量除能够补偿并网点以下风电场汇集系统及主变压器的感性无功损耗外,还要能够补偿风电场满发时送出线路一半的感性无功损耗;其配置的感性无功容量能够补偿风电场送出线路一半的充电无功功率。

由于方案1和其他两种方案的线路走向不同,故没有可比性。现通过工程实例来分析方案2和方案3的合理性。

通过PSASP仿真分析比较并且根据风电场电

表1 3种方案比较分析表

	优点	缺点	适用范围
方案1	所用设备少,控制策略简单易行,投资少,能保证风电场主变电站到并网点的电压稳定性。	故障时影响的范围大,可靠性低;各风电场之间功率流动,使内部电压不稳定。	接入较强电网时,场内无功容量对电网电压作用很小,风电场参与电网电压的实际操作的经济性很差。
方案2	分散式补偿使各风电场之间不存在功率平衡问题,影响变小。	所用设备多,无功补偿控制策略较复杂,投资较大。	接入相对弱电网的风电场的无功容量对电网电压调节作用有限时。
方案3	可靠性高,能确保风电场到并网点的电压稳定性。	所用设备多,无功补偿控制策略复杂,投资大。	接入比较弱电网的风电场,其无功容量对电网电压的调节比较重要。

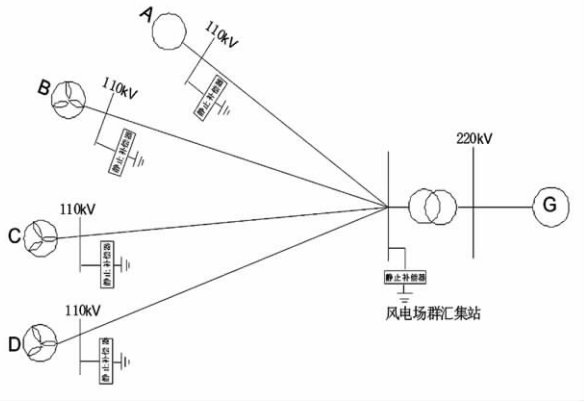


图 1 算例接线方式

网接入技术规定,且在各个风电场满发、功率因数在 0.9 时得出方案 2 和方案 3 均不合理。

通过仿真实例分析,离枢纽变电站近的风电场(如 A 风电场),即接入较强电网的风电场,其场内无功容量对电网电压作用很小,风电场参与电网电压的实际操作的经济性很差,同时对风电场的要求也会过于苛刻。因此,在电网电压较低或较高时,不能依靠离枢纽变电站较近的风电场的无功容量来调整电网的电压,只能靠电网中其他无功电源来调节电网电压。此时,风电场内应适当具备可供调节无功容量的静止无功补偿装置。

离枢纽变电站较近的风电场(B、C 风电场)的无功容量对电网电压调节作用有限,安排其场内无功容量时也不应该过多考虑其参与电网电压调整的要求,风电场内应该适当具备可供调节无功容量的静止无功补偿装置。

离枢纽变电站较远的风电场(如 D 风电场),即接入较弱电网的风电场,其无功容量对地区电网电压的调节比较重要。此时,要求风电场参与地区电网电压调节的需求也显得非常合理,风电场内的无功容量需要满足调节所接入电网电压调节要求。

4 结 语

通过 PSASP 仿真程序仿真了两种无功补偿方案,通过对比分析得出结论:风电场无功容量配置需要与电网结构、送出线路长度及风电场总装机容量密切配合,风电场需配置无功容量范围应该根据每个风电场实际接入情况来确定。它的无功调节容量的调节范围不能简单地给出一个风电场功率因数确定的范围,需要根据具体情况具体确定。但是一般而言,需要风电场具有在系统故障情况下能够调节电压恢复至正常水平的足够无功容量,以满足电压控制要求。这是目前实际风电场接入中最为科学的方法,具有很好的经济性。

参考文献

- [1] 迟永宁,戴慧珠,王伟胜. 大型风电场接入电网的稳定性问题研究[D]. 中国电力科学研究院, 2006.
- [2] 陈宁,朱凌志,王伟. 改善接入地区电压稳定性的风电场无功控制侧罗[J]. 中国电机工程学报, 2009, 29(10): 102-108.
- [3] Q/GDW 392-2009, 风电场接入电网技术规定[S]. 北京: 国家电网公司, 2009.
- [4] 雷亚洲. 与风电并网相关的研究课题[J]. 电力系统及其自动化, 2003, 27(8): 84-86.
- [5] 宋伟,李昌禧. 大型风力发电机组并网的探讨[J]. 河北电力技术, 2003, 21(4): 50-52.
- [6] 王承煦,张源. 风力发电[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.

作者简介:

张东明(1987),男,硕士研究生,研究方向为电力系统稳定与控制;

姚秀萍(1961),女,高级工程师,研究方向为电力系统稳定与控制及风力发电技术。

(收稿日期: 2012-05-30)

四川电科院圆满完成裕隆换流站换流变调试任务

随着极 I 高端 Y-YA 相换流变局部放电诊断性试验的完成,截至 2012 年 11 月 11 日,四川电力科学研究院圆满完成了 ±800 kV 裕隆换流站换流变的调试任务,为确保锦苏特高压直流工程在 2012 年 11 月 15 日极 II 高端送电调试目标的实现、双极高端顺利投运打下基础。

裕隆换流站调试工程是四川电科院历史上承担的数量最多、难度最大的换流变调试任务,标志着电科院的换流变调试水平上升到一个新的台阶。