

新能源微电网负载自动匹配系统

孙佳陶晔

(上海发电设备成套设计研究院 上海 200240)

摘要: 分布式新能源发电的发展,一定程度上扩大了能源种类,缓解了能源紧张。但其发电并网消纳问题目前依然没有有效解决。受天气影响,新能源发电系统的输出波动将影响电网的稳定运行。提出一种负载自动匹配方案,通过跟踪新能源发电及负载运行情况,采用投退加热器的方式进行负载调节,以期解决发电并网消纳问题,并帮助海岛或偏远地区可以稳定地使用新能源微电网。

关键词: 新能源; 自动匹配; 微电网

中图分类号: TK51; TP23 **文献标识码:** B **国家标准学科分类代码:** 470.4057

Load auto matching system for micro-grid consisted of new energy

Sun Jia Tao Ye

(Shanghai Power Equipment Research Institute, Shanghai 200240, China)

Abstract: With the development of distributed generation by new energy, it extended the type of using energy and eased the energy shortage. But the absorption problem of grid-connecting of new energy is still not solved effectively. Affected by weather, the fluctuation of the output of the new energy will be harmful to the stability of grid. This paper provides a method of load auto matching system which can adjust loads through opening or closing heaters, following the running condition of new energy system and loads. It is aimed to solve the absorption problem and increase the stability for the micro-grid consisted of new energy in island or remote area.

Keywords: new energy; load auto matching system; micro-grid

0 引言

21世纪是海洋的世纪。20世纪90年代以来,我国海洋经济以两位数的年增长率快速发展^[1-2]。

作为海洋开发支点的海岛,因远离大陆,能源和资源的供给都极其困难,已成为海岛开发、发展的瓶颈问题。而海岛及其周围有较多的太阳能、风能^[3]。但新能源容易受到天气影响,存在输出波动比较大的问题,进而影响系统稳定运行。在小型海岛上,因地制宜,稳定可靠地利用海岛自身的新能源,提高新能源的利用效率,实现减少或摆脱对化石燃料能源的依赖,具有重大的经济、社会意义。

1 海岛微电网

微电网,是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成的小型发电系统。当前,海岛上通常会配置柴油发电机以作为电力来源。但柴油的价格加上运输到海岛上的费用,决定了其电价较高,经济性较差。随着分布式新能源发电的发展,考虑将新能源发电系

统与柴油发电机并网组成微电网,减少柴油的消耗,是值得采取的措施。本文研究采用的微电网如图1所示。

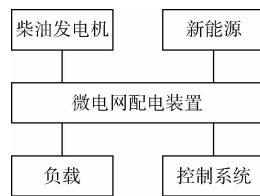


图1 微电网示意图

其中,柴油发电机1台,容量40 kVA。新能源包括光伏1套,15 kW;风力发电机组3套,每套5 kW。负载约5 kW。控制系统采用PLC。

图2是根据采集到的每日光伏输出数据,得到的每日随时间变化的示意图。从图中可以看到,光伏的输出波动较大,输出最大时与输出最小时相差达100%以上。

电网内有新能源并网时,新能源的输出波动将引起电网参数的变化^[4-5]。当所接入的电网较弱时,并网点电压的

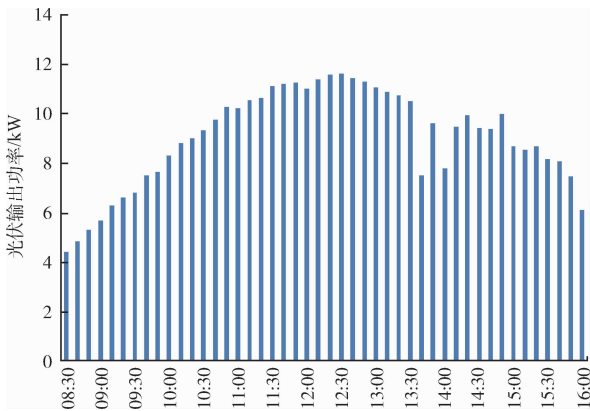


图 2 光伏输出示意图

频率和幅值波动范围有可能超出电力系统运行要求,影响电力系统的频率和电压稳定^[6-7]。而在微电网中,由于新能源所占比重往往较大,这个问题更加突出。对此,可以利用中间储能环节,如蓄电池等,可以平滑新能源发电系统的有功输出^[8-10]。

2 负载自动匹配系统

2.1 控制逻辑

根据上节的介绍,本微电网所配置的新能源发电系统容量足够大,在多数情况下,即使受天气影响而有所波动,输出功率在满足负载需求后,仍有富余。如果不采取措施,使富余的输出功率得以消纳,将产生过电压过电流等问题,减少设备的使用寿命,甚至影响系统的稳定运行。所以,应采取措施使新能源输出与负载需求达到平衡状态。调节供需平衡通常有以下 3 种方式:

1) 调节发电侧输出功率,如常规的火电厂调节汽轮发电机的进汽,对光伏发电而言,则意味着投入或切除一定数量的光伏板。

2) 调节负载侧,如用电高峰时的拉闸限电,或者如分时电价以鼓励夜间用电。同时调节发电侧与负载侧。

3) 对于新能源系统而言,选用第 1 种方案,意味着放弃一部分电力资源,这在电力资源紧张的海岛地区并不明智。而第 3 种方案除了具有第 1 种方案的情况外,还存在控制逻辑复杂的问题。综合比较,本系统选用第 2 种调节负载的方式。

本系统采取加装加热器的方式调节负载。如果新能源输出过大,则将富余的新能源电能转化为热能。如果新能源输出不够,则与柴油发电机共同给常规负载供电。逻辑框图如图 3 所示。

负载调节系统采用多组加热器,通过组合,可以实现多个档位的调节,加大调节的精度及范围。

加热器可替换为其他非必须连续运行的负载,如第 1 节提到的蓄电池等。

整个系统由 PLC 控制,通过对各个加热器回路开关的

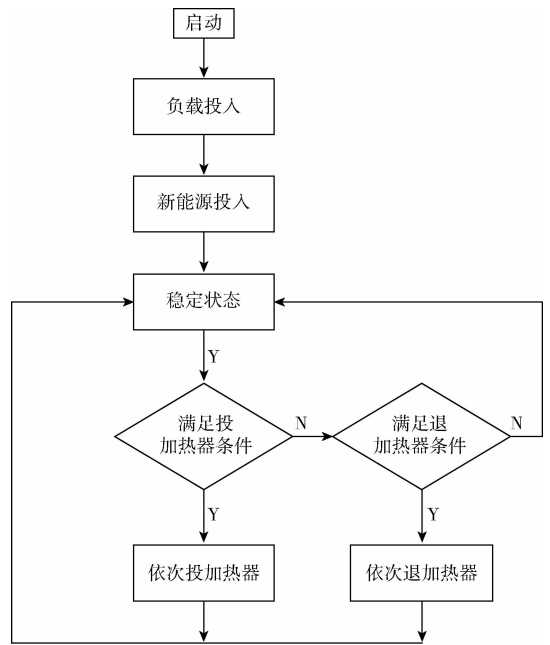


图 3 负载自动匹配系统逻辑框图

开合,可以自动调节运行。

满足投加热器的条件为:新能源的输出功率大于以下三者之和。

- 1) 常规负载功率;
- 2) 已投入加热器的功率;
- 3) 设定的阈值 1。

满足退加热器的条件为:新能源的输出功率与设定的阈值 2 之和小于以下两者之和。

- 1) 常规负载功率;
- 2) 已投入加热器的功率。

2.2 程序说明

整个程序界面如图 4 所示。

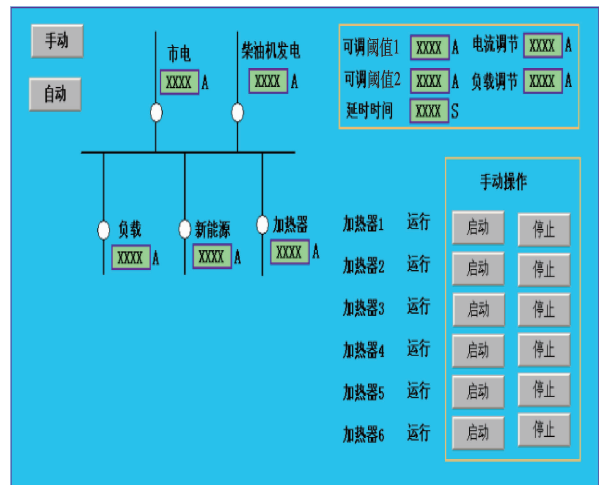


图 4 负载自动匹配系统程序界面

程序设置有手动与自动切换开关,手动模式下可人为干预程序运行,增加程序的灵活性。

市电、柴油机发电、负载、新能源、加热器下方显示的为对应各回路的电流数据。其中,负载的电流可在程序界面的负载调节框内设置调整。市电的设置在本程序中只是作为一个扩展接口,在与柴油发电机并网时,市电不接入。

阈值1与阈值2可调,阈值的大小影响调节的精度,可根据所配置的加热器功率大小设置合适的阈值。

延时时间是指在所设置的时间内,都满足投或退加热器的条件,才触发相对应的投退指令。该时间的设置是为了避免瞬时的功率波动造成的频繁投退加热器的情况。

电流调节可人为设定新能源的输出功率,该设定一般用于程序的测试,自动运行时设为0即可。

负载调节框的参数设置主要用于与柴油发电机并网的情况下。在与电网并网使用时,由于电网强大的调节能力,这个参数设为0即可。该参数对应有实际的物理负载,而参数的改变却并不影响负载的实际运行。在海岛上与柴油发电机并网的情况下,此参数的设置至少可以有以下两方面的功能:

1)调整柴油发电机的出力情况。该参数设定的改变,意味着加热器投退判断条件中负载大小的改变,于是可以改变加热器的投退,间接改变柴油发电机的输出功率。

2)起到缓冲作用。如上所述,本负载调节程序设有两个阈值,在阈值允许范围内,加热器不会投退。而且,加热器的投退需要在一段时间内都满足投退条件,这意味着投退控制的滞后。对于阈值允许的这一部分以及因投退时间延时引起的短时新能源超发功率也需要释放通道。负载调节参数正好可以起到这一作用。

某次实际运行的情况如图5所示,可调阈值1和可调阈值2都设为1 A。在开始运行阶段,因新能源发电不足,负载由柴油发电机供电。当新能源发电功率慢慢变大之后,柴油发电机输出功率逐渐减小,两者共同向负载供电。当负载关闭,新能源继续输出,此时,触发投入加热器的条件,柴油发电机输出保持在设定的阈值内,降低了运行能耗。

3 结 论

通过实验,在新能源只有光伏接入的情况下,负载自动匹配系统运行良好,柴油发电机的输出相应有所降低。而在风力发电接入时,系统运行不稳定。这主要是由于风力发电机组运行对风速要求较高。表现为在风速低时,风机不启动。风速高时,风机也会因保护需要而停机。而且,即便在允许的风速内,由于风速的变化引起风机的输出功率波动也较大,导致在接入风机的情况下时,负载调节装置的加热器频繁投退,不利于系统的稳定运行。在今后的研究中,应着重考虑解决风力接入的情况。

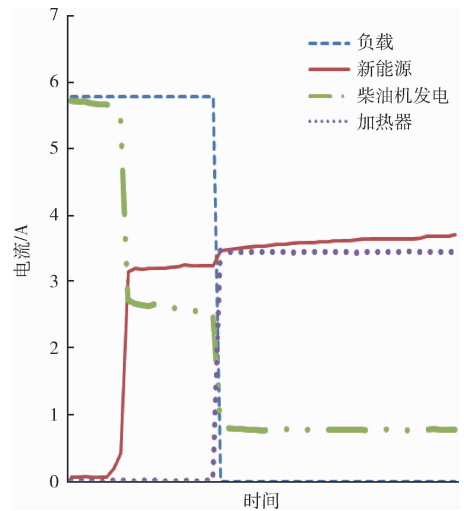


图5 负载自动匹配系统实际运行情况

本项目设计的自动负载匹配系统逻辑简单可靠,在海岛上对新能源发电系统的稳定有一定的帮助。但在控制精度及响应时间上还有较大的提升空间,需要进一步的优化。

参考文献

- [1] 赵秀秀,杨德利. 浅析加快发展海洋经济的必要性[J]. 山西农业科学, 2010, 38(2): 73-76.
- [2] 张晓丽. 论海洋经济发展中的机构优化[J]. 中国市场, 2011(23): 219-221.
- [3] 陈可馨,陈家刚. 我国海岛资源的持续利用[J]. 天津师范大学学报: 自然版, 2002, 22(1): 60-63.
- [4] SLOOTWEG J G, KLING W L. Impacts of distributed generation on power system transient stability [C]. Power Engineering Society Summer Meeting, 2002(2): 862-867.
- [5] JIN Q, LI Y L. A study on steady characters of inverter interfaced distributed generation in three phase symmetrical system [C]. International Conference on Power System Technology, 2010: 24-28.
- [6] DING M, LI B, HAN P. Impacts of doubly-fed wind turbine generator operation mode on system voltage stability [J]. Power System Technology, 2010, 43(1): 21-28.
- [7] DEVARAJ D, JEEVAJYOTHI R. Impact of wind turbine systems on power system voltage stability [C]. International Conference on Computer, Communication & Electrical Technology, 2011: 411-416.
- [8] BARAN M E, TELEKE S, ANDERSON L, et al. STATCOM with energy storage for smoothing intermittent wind farm power [C]. Power & Energy

- Society General Meeting-conversion & Delivery of Electrical Energy in the Century,2008:1-6.
- [9] SCHAINKER R B. Executive overview: energy storage options for a sustainable energy future[C]. Power Engineering Society General Meeting, 2004, 23(7):2309-2314.
- [10] MUYEEN S M, ALI M H. Wind generator output power smoothing and terminal voltage regulation by using STATCOM/SMES[C]. Power Tech, IEEE Lausanne, 2007:1232-1237.

作者简介

孙佳,工学学士,工程师,主要从事发电厂的电气设计。
E-mail:sunjia@speri.com.cn