

关于风光火储一体化运行的耦合研究

Coupling Research on Integrated Operation of Wind, Solar, and Thermal Energy Storage

彭茗 柯玮

Ming Peng Wei Ke

大唐环境产业集团股份有限公司 中国·北京 100097

Datang Environmental Industry Group Co., Ltd., Beijing, 100097, China

摘要: 随着新能源发电装机规模的不断增加, 新能源作为一种清洁能源, 随机性和不稳定性是亟待解决的一个问题。且新能源受制于负荷端的消纳空间, 不少地区仍然存在弃风弃光现象, 新能源资源丰富地区与用电负荷大的地区相背离, 新能源发电需要配合特高压送电, 导致系统成本增加。论文基于以上背景, 结合工程实际情况, 对风电、光伏的运行特性进行了剖析, 并将风光火储耦合, 旨在研究风光火储耦合的运行的基本模式。

Abstract: With the increasing installed capacity of new energy power generation, new energy as a kind of clean energy, randomness and instability is an urgent problem to be solved. And the new energy is subject to the absorption space of the load side, many areas still exist the phenomenon of abandoning wind and light, new energy resources rich areas and large power load diverge, new energy power generation needs to cooperate with UHV power supply, resulting in an increase in system costs. Based on the above background, combined with the actual engineering situation, the operation characteristics of wind power and photovoltaic are analyzed, and the wind-wind fire-storage coupling is designed to study the basic operation mode of wind-wind fire-storage coupling.

关键词: 新能源; 风电; 光伏; 储能; 火电; 耦合

Keywords: new energy; wind power; photovoltaic; energy storage; thermal power; coupling

DOI: 10.12346/peti.v5i4.8827

1 引言

为实现中国向全世界承诺的 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标。新能源发电迎来了爆发式的发展, 据统计 2022 年国内风电装机约 4000 万千瓦 (40GW), 光伏装机约 8000 万千瓦 (80GW), 海上风电装机约 500 万千瓦 (5GW), 风光累计装机 7.6 亿千瓦。2023 年目标为 9.2 亿千瓦, 12 亿千瓦装机目标预计 2025 年提前 5 年实现。

然而, 随着新能源发电装机规模的不断增加, 新能源作为一种清洁能源, 随机性和不稳定性是亟待解决的一个问题。且新能源受制于负荷端的消纳空间, 不少地区仍然存在弃风弃光现象, 新能源资源丰富地区与用电负荷大的地区相背离, 新能源发电需要配合特高压送电, 导致系统成本增加。因此, 各种形式的新能源应用场景也应运而生, 如新能源制氢、合成氨, 基于新能源的园区综合能源系统, 源网荷储一

体化, 燃煤自备电厂可再生资源替代等。在上述场景中, 新能源与火电储能结合是其中一种方式。于是, 不少理论研究和实际工程将风电、光伏、火电、储能耦合在一起进行研究^[1-6], 在一定的负荷条件下, 用火电和储能的稳定性来对新能源发电进行调频。论文基于以上背景, 结合工程实际情况, 对风电、光伏的运行特性进行了剖析, 并将风光火储耦合, 旨在研究风光火储耦合的运行的基本模式。

2 风电和光伏运行特性

在新能源发电中, 一般统计风电和光伏发电全年 8760h 的出力情况作为风电和光伏的运行特性。其中风电是根据测风塔年满一年的测风数据, 按照全年 8760h 的逐小时风速, 结合风机设备的功率曲线得到的一个全年 8760h 的出力特性。如图 1 和图 2 所示分别为某个风电场风机的功率曲线和

【作者简介】彭茗 (1991-), 男, 中国湖南常德人, 硕士, 从事新能源发电研究。

典型的大风日和小风日的出力特性曲线。

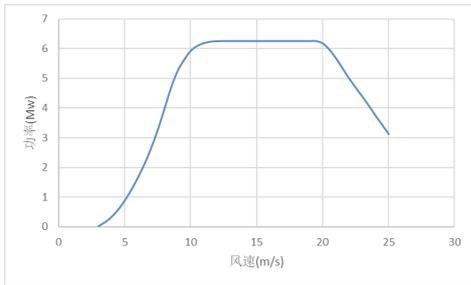
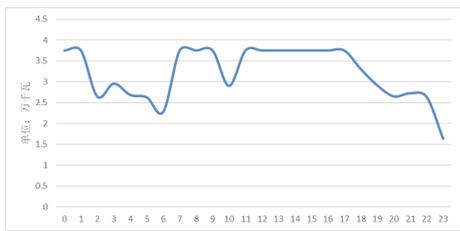
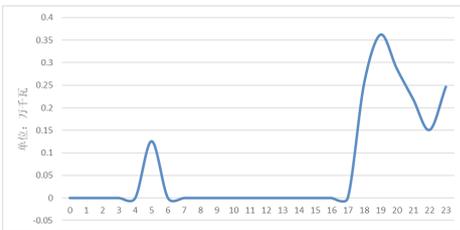


图 1 风机功率曲线



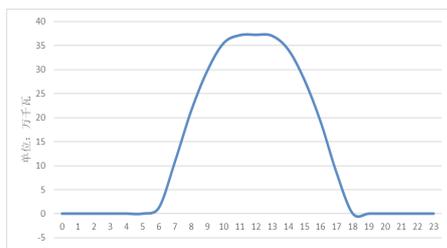
a. 大风日



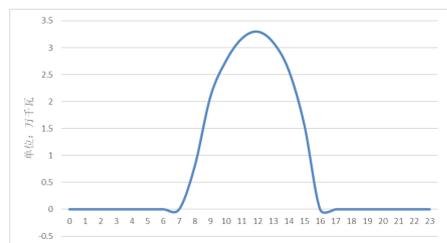
b. 小风日

图 2 风电典型日的出力特性曲线

而光伏发电则是根据全年的辐照强度，统计全年 8760h 逐小时的辐照度，根据辐照度结合光伏组件的发电效率得到全年 8760h 逐小时出力，如图 3 所示为某个光伏电站典型日的出力特性曲线。



a. 大辐照度日



b. 小辐照度日

图 3 光伏发电典型日的出力特性曲线

据统计，风电的出力特性随机性变化比较大，全年每天根据风速的大小在随机变化。而光伏出力特性则一般认为在 6:00~18:00 出力，在 11:00~14:00 出力最大，而在 18:00 至第二天 6:00 基本不出力。

3 火电机组和储能电池运行特性

一般认为火电机组运行特性比较稳定，且其出力大小可在最小出力和最大出力之间随时调节。下面以某个自备电厂火电机组为例进行说明，该机组额定容量为 100MW，为双抽可调整汽轮机，机组的启动、暖机、升速、并网和升负荷按纯凝汽式机组进行，允许在 20%~100% 额定负荷长期运行。如图 4 所示为该机组在出力降低至 20MW 时连续 6h 运行图。

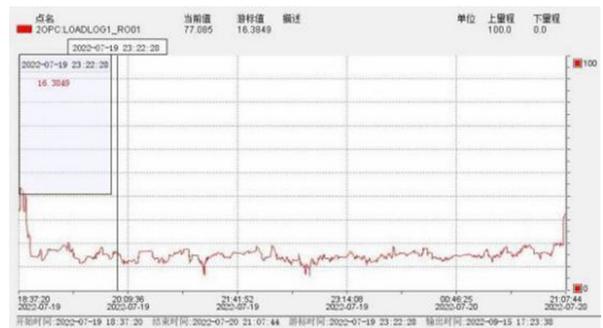


图 4 火电机组最小出力连续运行图

该机组可以按定压和定一滑一定两种方式运行，调峰运行时推荐采用定一滑一定运行方式。不同方式下的调节速率如下：

- ①机组在 90% 以上或者 40% 以下额定负荷运行时，采用定压运行，汽机允许负荷变化率为不大于 3%THA/min；
- ②机组在 90%~40% 额定负荷之间运行时采用滑压运行，汽机允许负荷变化率为不大于 5%THA/min。

储能电池主要服务于电力系统运行时的调峰和调频，一般以电化学储能为主。论文对储能电池的运行策略采用如下方式：

- ①当风电和光伏出力较大，且火电运行至最低出力负荷时，储能电池开始充电，减小弃风弃光。
- ②当风电和光伏出力较小，且火电运行至最大出力负荷时，储能电池开始放电，补充电力负荷。
- ③当风电和光伏出力突然出现较大变化，火电调节速率无法达到风电光伏的变化速率时，储能进行充放电，以保证系统运行稳定。

4 风光火储耦合运行

根据以上运行特性，论文以某个工程实例，模拟风光火储耦合运行。火电额定功率为 100MW，最小出力为 20MW，因此火电机组具备 80MW 的调峰能力，配备风电和光伏装机容量共 80MW，其中风电 50MW，光伏 30MW，储能电池按照新能源装机容量的 15%、20%、25%

进行对比分析,计算得到不同的储能配备情况下,新能源综合利用率等指标,如表1所示。

表1 不同储能方案对比表

	风、光电装机	储能比例	储能功率	新能源利用率
方案1	50MW+30MW	15%	12	90.80%
方案2		20%	16	91.03%
方案3		25%	20	91.55%

由上表可知,随着储能规模的增加,新能源利用率在提高,但增加比例较小,综合考虑经济性,本次储能方案选择方案1,为方便储能配置,储能功率按12MW取值,即按新能源装机15%计取,储能功率为12MW,储能时长2小时。如图5所示为风光火储耦合出力运行曲线。

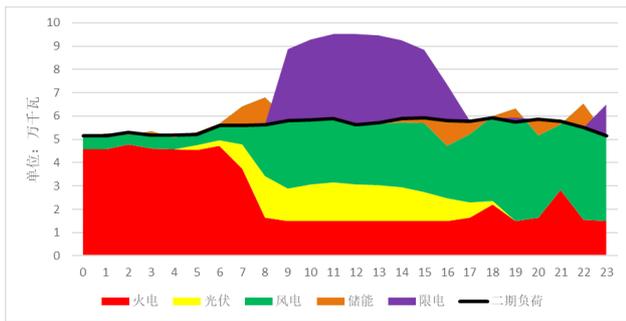


图5 风光火储耦合出力运行特性曲线

5 结语

论文通过研究风光火储耦合运行得到如下结论:

①风光出力随机性较大,火电机组结合储能能很好地对风光出力进行调峰和调频,且储能的运用能较少该系统的弃风和弃光率。

②储能容量的不断增大,弃风和弃光率会不断的降低,新能源利用率不断提高,但是随着储能容量增大得越,新能源利用率提升的速度为越来越慢,因此需要结合经济性合理的配比该系统的储能容量。

参考文献

- [1] 李明轩,范越,汪莹,等.新能源大基地风光储容量协调优化配置[J].电力自动化设备,2023(3).
- [2] 杨贤东,袁旭峰,熊炜,等.考虑源荷不确定性的风光火储系统低碳经济调度[J].智慧电力,2022,50(8):22-30.
- [3] 韩自奋,张柏林,张彦凯,等.考虑新能源消纳能力及发电成本的风光火储联合调度策略研究[J].电工技术,2020(8):21-25.
- [4] 陈妍希.考虑经济效益的风光火储系统协同调度研究[J].电气技术与经济,2023(4):26-35.
- [5] 詹天津,刘润宝,谢玉荣.国内某典型工业园区综合能源服务建设方案研究[J].节能技术与应用,2021(8):41-43.
- [6] 康俊杰,赵春阳,周国鹏,等.风光水火储多能互补示范项目发展现状及实施路径研究[J].发电技术,2023(6).