基于风力发电的配电网侧储能容量优化设计

（中国电建集团江西省电力建设有限公司，江西省南昌市，330000） 刘 刚

摘要 本文主要解决风力发电中配电网侧储能容量存在的问题，提高风力发电配电网的稳定性。阐述储能设备对风电系统影响集中在减少电网扩容频率、减少电能损耗、减少常规备用电容方面，面对传统风力发电配电网侧储能容量小、工作状态不稳定等问题，通过采用高性能电容与储能电池、选择合适的电路接入方式、储能设备成本的优化，可以有效缓解风电系统不稳定问题，能提高风力发电的效率，提高风力发电系统的稳定性。

关键词 风力发电；配电网；侧储能；容量；优化设计

中图分类号：U224.3+1 文献标识码：B

文章编号：1008-0899(2024)02-0036-02

1 储能设备对风力发电电网系统的影响

1.1 减少电网扩容频率

由于电力属于特殊能源，需要随发随用，而电网作为输电主要形式，就要保证电源的稳定供应，当输电峰值超过电网输电能力时，就要对电网进行扩容，以便满足电力需求。实际上，由于工业生产与生活用电具有一定的明显波动，而电力运输则可以24小时运输，这就导致电网扩容后存在容量使用不足的问题，加入储能设备后，可以调节用电高峰，降低高峰期用电电网负荷，从而减轻电网扩容频率，在现有电网容量前提下满足用电需求。

1.2 减少风力发电电能损耗

风力发电受到气候的影响因素较大，由于风力存在变化，这就导致风力发电输出功率一直处于变化中，而电网则需要稳定的电源供给，如果输电功率波动较大，会对电网负荷产生影响。采用储能设备，可以平衡风力发电波峰与波谷。当前电网中，风力发电最小功率作为输电的标准值，在这种情况下，高于风力发电最小功率时的电量就不得不舍弃，影响风力发电的效率，采用储能设备，可以将多余电量储存后进行削峰填谷，提高风力设备的最小输电功率，提高风力设备的发电功率。

作者简介：刘刚(1995～)，男，汉族，江西萍乡人，本科，助理工程师，研究方向：光伏、风电、变电站、储能等。

1.3 减少常规备用电容

目前，风力发电在并网后，由于发电功率一直处于变化中，因此往往需要配备一定的火电进行调峰，以确保供电的稳定性。随着风力发电的快速增长，在发电装机容量占比中快速上升，减少对火电的依赖势在必行，在这种情况下，提高风力发电的稳定性就十分必要。目前，采用储能设备是减少常规备用电容最有效的方法。该原理与抽水蓄能原理十分相似，通过储能设备储存电量，用来平衡风力发电中电网波动，从而提高输电的稳定性，降低对以传统化石能源为依赖的备用电容依赖，实现风电的自主并网发电。

2 风力发电中储能接入方式

2.1 直流侧储能接入方式

直流侧储能接入方式，具有保证风机两端电压的作用，当风机运行时，直流侧储能可以保证在低压时风机的电压穿透能力得到提高，在运转过程中储存风机中的能量。一般直流侧储能采用超级电容器，配备以大容量蓄电池，保证风机运转过程中对电网的平稳运输。当电压过高时，系统中储存的能量会经过电容器进入到蓄电池中，完成充电过程，当风机电压过低时，这时蓄电池会进行放电，将存储的能量放出，维持风力发电电力输出。采用直流侧储能方式，储存的能量能够起到削峰填谷的作用，风力发电中电力效率得到提高，对于电网的冲击也会降低，保证及时在低电压环境下，风机也能正常发电。

2.2 交流侧储能接入方式

风力发电往往采用风机集群的方式，采用集中连片分布，因此在储能方式上，也可以分为集中式连接与分散式连接。由于每个风机的瞬时功率不同，在发电时产生的电压与电流也存在差别，因此在配电网储能接入方式上，可以将不同风机发出的电量进行集中储能。在将所有风机设备接入后，经过集中式的连接和负荷侧的分散式的连接，实现对风机发电电压、电流调节，降低风力发电的波动，实现发电设备的稳定运行。

3 基于风力发电配电网侧储能容量优化设计策略

3.1 采用高性能电容与储能电池

风力发电中，配电网侧储能容量要想充分发挥优化风电效果，就要根据风电系统的设计功率采用合适的电容与储能电池。当电池容量明显小于风机功率时，就会对储能电池造成过充，这样既会影响电池的使用寿命，也会造成风力发电设备电源的浪费。采用储能电池明显超过风机发电功率时，会造成储能电池采购成本的上升，造成资源的浪费。需要根据风机的额定功率与瞬时最大功率，确定储能电池的容量与电容。在储能电池选择上，当前除了锂电池外，广泛应用的磷酸铁锂等其他电池材料也具有竞争优势。锂电池充放电快，同等体积下容量高，但是采购成本较高，因此需要根据项目投资实际情况选择储能电池材质，还要考虑到后期的安全维护。

3.2 选择合适的电路接入方式

优化线路接入方式，可以降低风力发电中的电网波动，提高电网的稳定性。目前，在配电网侧储能容量设计中，主要分为直流侧储能接入方式与交流侧储能接入方式。从实践来看，直流侧储能主要适合单台及分散式风机储能，通过对单台风机的储能优化，可以保证风机运行时保持在稳定状态，确保在低压时风机通过储能放电输出稳定电流，而在高压时，储能装置吸收多余电量，完成电池储能。交流储能接入方式适合连片风机群，对于不同分机出口的电压、电流不同，采用交流储能方式可以根据每个风机的电压与电流进行调节，实现对不同电网的电压优化，解决风机配电网侧储能容量分布问题。

3.3 储能设备成本的优化

风力发电成本在部分地区目前已经低于热电厂发电成本，但是受制于发电的稳定性，对于电网造成冲击，因此影响风力发电成本因素还体现在储能装置成本上。以侧储能为例，其成本包括场地费用、建设成本、储能设备成本、维护成本、设备折旧成本等。在对配电网侧储能容量优化中，成本优化是一项重要因素。在储能成本中，占据主要成本因素的是储能设备成本，该部分成本除了叠加到电力成本外，还可以考虑与火电企业合作，实现成本均摊。由于风力发电中，侧储能容量不仅体现在增加风力发电效率提高上，还能缓解风力发电对电网的冲击，通过储能设计来实现对电网的平稳供电。当前，储能成本较高，因此在衡量其投资回报时，除了直接的经济效益外，还要看到其对电网的间接调峰作用，特别是考虑到绿色风电的环境效益，在这种趋势下，对于配电网侧储能容量优化才能有合理的成本优势。

4 结语

风力发电功率具有不可预测性，特别是并入电网后，由于瞬时功率变化，会对电网稳定造成冲击。采用侧储能方式，可以有效平抑风电波峰与波谷，使风电能够平稳进入电网。在侧储能容量优化中，采用高性能电容与大容量电池，选择合适的电路接入方式，可以有效提高侧电网容量。此外，考虑到当前储能电池成本较高的现状，还应当与传统火力发电等企业进行合作，共同投入资金建设侧储能设备，分摊资金压力。

参考文献

[1]白桦，王正用，李晨，等．面向电网侧，新能源侧及用户侧的储能容量配置方法研究[J]．电气技术，2021(1):8-13

[2]王俊杰，孙嘉，徐猛，等．电源侧储能参与电网调频的容量配置研究[J]．电器与能效管理技术，2020(010):84-89

[3]吴昌龙，罗华伟，秦正斌，等．基于双层规划的电网侧储能配置算法研究[J]．电器与能效管理技术，2021(004):85-93