

储能技术在光伏发电系统中的应用

王晓杰 魏晓东

内蒙古龙源新能源发展有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 014400

摘要：随着全球能源结构的转型和可再生能源的大力发展，光伏发电系统因其清洁、可再生的特性，正逐渐成为能源领域的研究热点。但是，受天气、季节等多方面因素影响，光伏发电还存在着输出不稳定、技术成本高等问题，这在一定程度上限制了其的大规模应用。储能技术的出现为解决这一问题提供了可能。储能技术能够有效地存储和释放能量，提高系统的供电质量和稳定性。基于此，本文就光伏发电系统中，储能技术的应用相关问题展开了探究，希望能够为相关人士提供一定的借鉴，促进我国能源产业的可持续发展。

关键词：储能技术；光伏发电；系统应用

前言

由于能源的快速发展和消耗，使得人类对能源的需求量不断增加，光伏发电具有环保、清洁、经济、安全等优点，在实际生活中得到了广泛应用^[1]。光伏发电系统通过太阳能电池组件将光能转化为电能，然后经过并网逆变器将电能转化为交流电进行输送，之后通过输电线路输送至用户端，满足人们的日常用电需求。作为光伏发电系统的重要组成部分，储能单元能够保证系统的稳定、安全运行。

1 储能技术

1.1 机械储能

机械储能是指将电能转换为机械能存储，在需要使用时再重新转换为电能的一种储能方式。该技术主要应用的有抽水蓄能和飞轮储能两种类型：抽水储能是指使用具有不同水位的两个水库，用电低谷时，系统将下位水库中的水抽入上位水库，用电高峰时，利用反向水流发电，满足用电需求^[2]。飞轮储能系统以飞轮本体高速旋转的形式存储动能，并通过与飞轮本体同轴的电动发电机完成动能与电能之间的转换（如图1）。

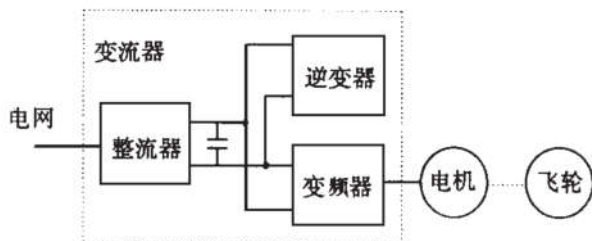


图1 飞轮系统中的能量转换

该储能方式的响应速度较快，可以控制在毫秒内，适用于电网的瞬态调频。同时，由于现代飞轮系统在真

空环境中使用了磁悬浮技术来减少摩擦，所以这一储能方式的效率也很高。并且飞轮储能系统支持大量的充放电循环，整体寿命较长，但其能量密度有限，不适用于长时间的储能，且安全性较差，需要采取一定的设计和隔离措施，以保证飞轮在高速旋转时的安全。

1.2 化学储能

化学储能是指通过化学反应将能量转化为化学键的形式，以便在需要时可以释放出来的一种储能方式。常见的有锂电池和钠硫电池两种：锂电池普遍具有很高的能量密度，适用于小型电池应用。通过合理的使用与科学的维护，锂电池可以使用很长时间，并可以进行大量的充放电循环。此外，与其他电池技术相比，锂电池的充电率更快，对环境的影响也小；钠硫电池同样具有较高的能量密度，但因其特性影响，更适用于大型电力储存项目。在300℃-350℃的高温环境下使用钠硫电池，需要进行持续的热管理^[3]。

1.3 电磁储能

电磁储能技术指将电能转化为磁能进行储存，并在需要时，通过改变共振频率，使磁振子发生位移，将储存的磁能转化为电能^[4]。一般通过超级电容和超导磁储能两种方式来实现：超级电容能够实现快速充放电，具体可控制到几秒甚至几毫秒内，并且具备较高的功率密度和较低的能量密度，适用于大量瞬时功率的应用，同时使用寿命也比较长，不会受化学反应退化影响，不需要进行特意维护；超导磁储能几乎无能量损耗，并且能够将电力提供响应时间控制在毫秒级别，整体功率密度较高，适用于电网瞬态调频，但其能量密度有限，因此总体储能能量受限（如图2）。

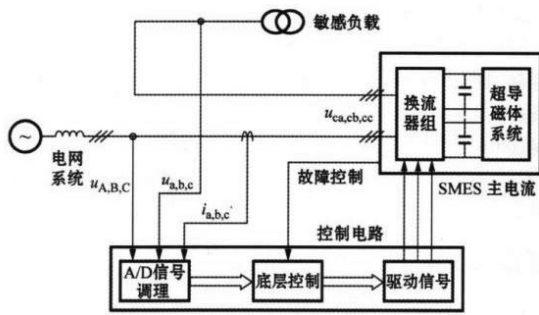


图2 超导储能原理图

2 光伏发电系统储能问题

2.1 储能技术的类型和选择

目前，用于光伏发电系统的储能技术主要有电池储能、压缩空气储能、水泵储能以及热能储存几种。其中，应用最为广泛的是电池储能，比如锂离子电池、钠硫电池等，这一储能方式不但不能效率高而且响应速度也很快。而压缩空气储能和水泵储能虽然在特定环境中具备一定的应用优势，但需要对设施和基础设施投资进行更多的考虑^[5]。在进行储能技术选择时，还需从系统需求、成本效益以及可靠性等多方面因素进行考虑。

2.2 储能系统经济性

随着储能技术的不断发展与相关研究的深入，电池储能系统的成本已经得到了明显的降低，这就使得其在实际应用中的竞争力有所提升。但与此同时，对于储能系统的安装、维护和运营仍然需要一定的投资成本，尤其是在一些需要大规模应用的时候，需要考虑其长期的经济收益以及投资回收周期。

2.3 系统程序复杂

由于光伏发电系统的设计较为复杂，且各区域的电力系统架构也各不相同，加之一些技术人员的专业水平和对能源消耗的认识不足，导致了储能单元在负荷高时极易发生故障问题（如图3）。

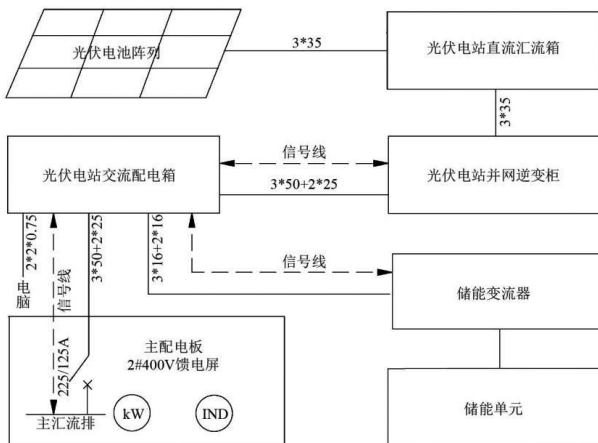


图3 一种光伏发电系统结构设计

在具体使用过程中，电池极易发生电荷迁移、漏电等问题，有些器件自身的绝缘层很薄，极易产生看不见的缺陷风险。另外，由于光伏发电系统需要耦合大量信息，因而难免会在分析数据的过程中产生偏差。

3 储能技术在光伏发电系统中的应用

3.1 电力调峰

所谓的电力调峰，其基本运行目标就是在用电高峰期间，当电网负载比较大时，可以最大程度地满足家庭和企业的用电需要，同时对用电进行适当的调节，从而可以有效地减少电网负荷的压力。电网中存储设备本身具备足够的灵活性，当电网的电力负载比较小的时候，可以先将光伏发电系统在实际运行过程中所生成的电能储存起来，之后再在负荷高峰期将其释放出来，这种工作模式可以极大地提高电网电力供应的可靠性，进而确保电网的正常运行，防止由于电力消耗过大而造成的电网运行故障，只有确保电力供应的稳定性，才能切实地满足区域内的用电需要。

3.2 负荷转移

在光伏发电系统中应用储能技术时，负荷转移技术的运行原理与电力调峰技术存在着很大的相似性，并且，相比之下，负荷转移技术的灵活性要比电力调峰技术高一些。在负载的低峰期，若在光伏发电系统实际电力生产过程中出现过剩的电力，那么就可以依据实际情况将过剩的电力存储起来，从而降低能源的不必要损耗。但在用电峰值期间，随着电力需求量的增大，光伏发电系统在运行中产生的电量难以达到实际的要求，这时，该储能装置可以将先前存储的剩余电力全部释放出来，从而确保电力供应的稳定性。通过光伏发电系统与储能系统的协同工作，可以降低在高功率负荷运行期间，由于用电需求差异而调节发电量，对系统造成的影响，从而可以最大限度地降低高峰期对电力的需求量，在确保用户用电需求的前提下，节省用户的电费开支，这样既能确保电力系统本身的经济效益，又能在某种程度上为客户的用电要求提供保障。

3.3 光伏并网

虽然传统的光伏并网发电系统所需的储能技术相对简单，但其功率运行的稳定性较差。针对这一问题，可以使用复合技术，实现技术升级，确保当前并网系统应用效率的切实提升。在我国的电力系统中，复合储能型光伏并网系统得到了大量的运用，许多企业在构建复合储能型光伏电网时，采用了超级电容器加蓄电池的组合模式，通过一定的蓄能来确保在系统运行过程中，能够有效地减少网流中谐波的含量，从而提高电网的供电

可靠性。此外，该系统还可以安装其它的电子元件，如变转器、光伏阵列等，充分发挥超级容器与储能装置的优势互补，保证在运行中能够有效地解决功率波动的问题，并且能够对电网中的电流波质量进行调节与优化，从而保证了该技术的综合使用效果。并且，通过增强光伏并网发电系统的可调度性，还能减少外部因素对光伏并网发电系统的影响，从而大幅增强光伏并网发电系统的使用可靠性。

3.4 电能质量控制

在光伏并网发电系统的运行过程中，为了实现对电网的电能质量的有效调控，需要采用合适的储能技术，并通过对其的适当应用，使光伏并网发电系统在运行中的效能可以达到最佳的状态。在此期间，技术人员一般会采取一系列的有效措施，以实现对光伏并网的有效控制，并且对于光伏并网发电系统在运行期间所产生的电能质量，也能进行一定的控制与稳定。在此过程中，储能控制系统起到了关键的作用，既可以调节有源滤波，又可以实现电压的平稳，使得相角能够一直处于一个比较合理的区间，并且当相角产生偏差时，可以立即对其进行调节，确保电网的发电质量。过去，在对电网的电能质量进行管理控制的时候，大部分都是通过人工方式来实现的，这样就存在着许多细微的问题难以被及时地检测出来，从而造成了供电质量的下降。特别是在用电高峰和低谷时期，尽管可以人为地调整供电功率，但难以确保这种调整的精确性。而将储能技术运用到电网电能质量控制工作之中，可以对以上问题进行很好的处理，这种运行模式可以有效地防止在具体运行过程中，因短期内对电力供应量进行大幅调节而对电网本身产生的影响。

4 储能技术在光伏发电系统中的应用发展趋势

随着现代科技的进步以及相关研究的深入，储能系统的性能、效率和成本也得到了不断的改善：一方面，固态电池、钠硫电池，以及液态金属电池等新兴技术大量涌现，这类新兴技术具有更高的能量密度、更长的

使用寿命以及更低的成本，未来有望取代传统的锂离子电池，具有很大的应用发展潜力。另一方面，通过与风能、水能等其他可再生能源的结合使用，能够形成多能联供系统，提高能源整体利用效率和稳定性。此外，通过对人工智能、大数据分析等技术的科学运用，能够对储能系统进行智能监控、预测和优化控制，进而提高系统的响应速度和运行效率，降低运营成本。

未来，在储能技术的具体应用与发展过程中，政府单位还应持续就技术的实际发展与应用状况，出台关于支持可再生能源和储能技术发展的政策法规，如补贴政策、税收优惠等，促进储能技术在光伏系统中的进一步应用和深化发展。

结束语：综上所述，在光伏发电系统中应用储能技术，不但可以有效地提高电力系统在运行中的稳定性与安全性，也可以最大限度地发挥其本身在运行中的经济效益，保障人们正常的用电需求。但是，就当前实际情况来看，尽管关于储能技术的研究已取得了一定进展，并与过去相比有了很大的提升，但是，研究人员仍需展开进一步的研究，寻求更为高效的储能设备，使得光伏并网发电相关技术得到更高水平的发展，使得其应用领域得以拓展，使得光伏并网发电技术可以惠及更多的民众，实现电力行业的绿色、环保、可持续发展。

参考文献

- [1]武慧敏.电网光伏系统中储能技术的应用研究[J].光源与照明,2023,(12):108-110.
- [2]马青梅.储能技术在光伏电站并网中的应用研究[J].光源与照明,2023,(12):111-113.
- [3]陈楷文.储能技术在光伏发电系统中的应用[J].光源与照明,2023,(12):105-107.
- [4]丁海忠,贺中华.新能源光伏发电技术的应用探析[J].中国设备工程,2023,(S2):123-125.
- [5]时智勇.聚焦储能技术应用本质服务新能源高质量发展[J].中国电力企业管理,2023,(34):20-22.