

# 电池储能系统联合光伏电站运行研究

许 权

中车南京浦镇车辆有限公司 江苏 南京 210031

**摘 要：**随着能源需求的增长和环境污染程度的加剧，新能源的开发和利用已成为国家能源战略的重要组成部分之一。多年来，光伏技术一直是新能源领域的重点关注，但随着光伏电站的不断发展和扩大，能量存储成为了一个重要的挑战。电池储能系统为光伏电站提供了解决方案，可以有效地管理和存储过剩的电力，提高光伏发电系统的稳定性和可靠性。

**关键词：**电池储能系统；光伏电站；能量存储；联合运行

引言：本文将探讨电池储能系统与光伏电站之间的互动关系，阐述电池储能系统的基本原理和技术效率，然后讨论这些系统联合运行的优点和实现方法。最后，基于对这种联合孪生系统的理论分析和实验结果，我们将探讨其在实际应用中的前景和挑战。

## 1 研究背景

随着全球人口的增长和经济的发展，能源需求不断增加，而传统的化石燃料资源日益减少，价格也在上升。因此，开发和利用新能源成为了各国政府的重要战略之一。光伏技术作为一种新型的清洁能源技术，由于其便携、无噪音、无污染等特点得到了广泛的关注和应用。然而，由于光伏电站光伏发电的不稳定性和间歇性，为了更好地保证光伏发电系统的稳定性和可靠性，这些系统需要一种有效的能量存储解决方案<sup>[1]</sup>。电池储能系统作为一种可行的解决方案因其具有高效、可靠、环保、易于管理和可重复充放电等优点，被广泛应用于光伏电站及其它新能源系统。因此，本文将研究电池储能系统与光伏电站之间的互动关系，探讨这些系统联合运行的优点和实现方法，以及在实际应用中的前景和挑战。

## 2 研究意义

本文将全面探讨电池储能系统与光伏电站之间的互动关系，研究这些系统联合运行的优势以及实现方法。通过本文研究，具体实现以下几个方面的意义：

### 2.1 探讨电池储能系统和光伏电站之间的交互作用

随着全球对能源需求的不断增长，光伏发电得到了越来越广泛的应用。不过，光伏电站的发电输出受到日照时间和气象条件等因素的影响，同时需要考虑配网的能力、功率以及电网的质量等方面，因此光伏电站的发电具有不稳定性和间歇性。这时，电池储能系统的出现为光伏电站的问题解决提供了一个可行的途径。电池储能系统的实时调配和备用电源功能，可以从根本上解决

光伏电站发电的不足和时间不连续的问题，使发电和能量优化调度更加方便和实用。在实际应用中，电池储能系统的能量储存和释放是通过与光伏电站的交互作用来实现的。具体来说，电池储能系统会从光伏电站收集剩余的电能并贮存在电池中，然后在需要时释放储存的电能，补充光伏电站的能量不足。交互作用的主要表现在两个方面，一方面是电池储能系统的电能储存和释放过程与光伏电站的发电过程是具有协调性的，即在光伏电站发电充足的时候，电池储能系统充电，当光伏电站发电不足时，电池储能系统就会迅速释放储存的电能，支持光伏电站的常规生产<sup>[2]</sup>。同时，电池储能系统的电源调节功能可以确保电网频率和电压稳定，提高电力通讯的效果。另一方面，电池储能系统还可以通过减少光伏电站的停机时间来实现节能降耗的目的。电池储能系统的备用电源功能可以在光伏系统出现停机或意外事故时提供应急电源，提高光伏电站的可靠性和稳定性，避免电站电源中断、停机等事故的发生。

### 2.2 分析电池储能系统的基本原理和技术效率

电池储能系统是一种先进的能源存储技术，主要是通过将电能转化为化学能来进行储存，具有快速响应、高效能、自主控制等优点。其基本原理是将储能电池内部所储存的化学能转化为电能，并将其连接至电网供电或作为独立的电源进行使用。下面将对电池储能系统的基本原理和技术效率进行分析。

#### 2.2.1 基本原理

电池储能系统的基本原理是将电能转换成化学能，以实现能量的稳定储存和释放。具体而言，当充电时，电池的正极和负极被加上外部的电流，这样电池内部的正极和负极就会发生化学反应，将电流转化为化学能并存储在电池中。而当需要释放储能时，将电池连接至负载，电池内部的化学能就会被释放并转换成电能，从而

为负载供电。

### 2.2.2 技术效率

电池储能系统的技术效率主要包括储能效率和放电效率两个方面。

储能效率是指电池储能系统储存能量时所损失的能量比例。由于化学反应的不可逆性以及充电和放电过程中各种损耗,即使电池没有被使用,也会有一定比例的能量损失。因此,在设计和使用电池储能系统时需要考虑储能效率,以实现能量的最大利用。

能量的放电效率指放电过程中储能系统的输出能量与存储能量之比。放电效率受多种因素影响,例如电池内部阻力、温度变化、腐蚀等等。为提高电池储能系统的放电效率,需要适当选择适合的工作温度、充电和放电方式,以及适当的储能器材料等。

此外,电池的充放电效率和储能效率也受到充电和放电速度、电池温度、电池化学类型、电池充放电循环次数、电池年龄和容量等因素的影响<sup>[3]</sup>。因此,在电池储能系统的设计和使用过程中,需要充分考虑这些因素,以提高电池储能系统的效率和使用寿命。

总之,电池储能系统是目前能源储存和供应的重要手段,通过将电能转化为化学能来进行储存和供应,具有快速响应、高效能、自主控制等优点。充分考虑电池储能系统的基本原理和技术效率,可以实现更加科学、高效、可靠的能源管理方案。

## 3 探讨联合运行的优点和实现方法

电池储能系统和光伏电站的联合运行可以提高光伏发电的稳定性和可靠性,减少能源浪费,实现能量的最大化利用。此外,联合运行还具有其他一些优点。下面我们将从实际应用和理论模型方面来讨论联合运行的优点和实现方法。

### 3.1 优点

#### (1) 充分利用能源资源,提高能源利用效率

电池储能系统和光伏电站的联合运行可以充分利用光电能资源,解决光伏电站发电的不稳定性和间歇性问题,从而提高能源利用效率。光伏电站发电具有间歇性和不稳定性特点,在白天光照充足时,光伏发电可以产生较多的电力。而在夜间和阴雨天气,光伏电站发电量较少,甚至无法正常发电。这时,电池储能系统可以将白天充电的电能贮存在电池中,然后在夜间或者其它光照不足的时候,将电量释放供给光伏电站使用,实现能量资源的最大化利用。

#### (2) 提高光伏电站的稳定性和可靠性

电池储能系统和光伏电站的联合运行可以解决光伏

电站发电的不足和时间不连续问题,从而提高光伏电站的稳定性和可靠性。储能系统可以收集和储存光伏电站未使用的电量,当光伏电站发生停机时,储能系统能够自动为光伏电站提供备用电源,保证电站电源不中断,提高光伏电站运行的稳定性和可靠性。

#### (3) 降低系统的成本

电池储能系统和光伏电站的联合运行还可以降低系统的成本。通过储能系统将白天的多余电量贮存在电池中,在晚上或者其它光照不足的时候再释放供给电网使用,避免因不稳定的电力供应而引起的电力负荷过大或者电力浪费,降低了系统的成本。

## 3.2 实现方法

### (1) 基础配套

实现电池储能系统和光伏电站的联合运行,首先要建立合适的基础配套。包括储能系统和光伏电站的技术设备配置、传输线路的布置和电池组的管理等。电池储能系统和光伏电站的联合运行需要设备配置合理,以确保每一个组件都能正常运作。传输线路需要布置合理,以确保网络稳定,同时电池组也需要进行管理和调配,以保证储能系统的效率和稳定性。

### (2) 管理系统的协调

采用中央管理系统协调两个产业运行,实现电池储能系统和光伏电站的联合运行,更加方便控制和管理。因为联合运行机制需要各个部件之间相互配合建立,中央管理系统可以协调电池储能系统和光伏电站之间的联合实现,随时进行调整和协调。

### (3) 合理的运行策略

根据实际情况合理制定运行策略和调整规划,有效发挥电池储能系统和光伏电站的优势。例如,在白天光照充足的时候,光伏电站发电能力较强,电池储能系统可以利用电池储存多余的电力,减少光伏电站发电的浪费。在夜间或者其它光照不足的时候,储能系统可以供给光伏电站所需电能。

## 4 光伏电站的基本原理和运行模式

### 4.1 光伏电站的基本原理

光伏电站是一种将太阳能转换为电能的电力生成系统。其基本原理是通过光伏器件将太阳能转化为直流电能,然后通过变流器将直流电转换为交流电。光伏器件通常由芯片、电池和模块等组件组成。

光伏电站的运行原理是将太阳的热能和光能收集起来,然后将其转换为电能。光伏器件可以将可见光、紫外线和红外线等多种波长的光线转换为电能。

### 4.2 光伏电站的运行模式

通常光伏电站有两种运行模式：独立型和并网型。

独立型光伏电站可以不与公共电网连接，可以直接将其发电能力提供给特定地区的用户使用。并网型光伏电站是将其生产的电力卖给公共电网，然后公共电网可以按照市场价格并购电力。

#### 4.3 联合运行的优点

联合运行是指光伏电站和电池储能系统共同运行，通过优化光伏发电和能量存储利用，实现最大程度的能源利用和减少能源浪费。下面是联合运行的优点：

##### 4.3.1 利用光电能量资源更加充分

光伏电站发电具有间歇性、不稳定性特点，储能系统可以帮助收集和存储光伏电站额外产生的能量，最终在能供需求时释放出来。这样，光伏电站的再生能源的光电转化效率得到最大化利用，有效减少了能源浪费。

##### 4.3.2 提高光伏电站的稳定性和可靠性

光伏电站和储能系统联合运行后，可以帮助平衡光伏电站的负载和有效避免与电网之间的频率和电压不协调（电压光伏抑制问题）。通过储能系统，可以帮助光伏电站更好地应对电网峰值负荷，同时还能保证电网的稳定性和可靠性。

##### 4.3.3 提高光伏电站的运行效率

光伏电站与储能系统的联合运行提高了光伏电站的运行效率。在白天，储能系统可以存储电力的过剩部分，同时在夜间，它们可以释放出这些能量以供光伏电站运行。这样，光伏电站可以持续发电，维持其运行效率，减少电费支出，并有效避免在光伏发电空窗期间的无功损失。

##### 4.3.4 降低电网升级成本

在光伏电站和储能系统的联合运行下，电网需要的电力可以得到更好的调节和分配，从而降低在电网方面的升级费用，提高电网的运行效率和可靠性。

##### 4.3.5 联合运行的实现方法

随着全球能源需求的不断增加，光伏电站和电池储能系统的应用正在逐渐普及。联合运行是将两者组合在一起，以提高系统的功率、效率和可靠性。联合运行的实现方法可以采用串联或并联连接，不同连接方式需要考虑不同的因素，例如功率级别、负载平衡和储能容量等。光伏电站和电池储能系统通常通过逆变器进行连接<sup>[4]</sup>。在串联连接中，逆变器将电池储能系统与光伏电站连接在一起，以产生更高的功率级别。串联连接的好处在于可以更好地调节功率，使系统运行更加稳定。同时，这也可以确保在晴天或风力强劲的情况下，系统可以实现最大的功率输出。并联连接则是将电池储能系统和光伏电站并联连接起来。这样可以更好地平衡负载，提高系统的

可靠性并增加储能系统的容量。此外，并联连接还可以实现快速充电和放电，以应对突发负载的需求。

## 5 联合系统在实际应用中前景展望

电池储能系统和光伏电站的联合运行在可持续发展中的重要性不断增加，但实际应用中还面临一些挑战。本文将就此问题进行探讨，并对其前景进行展望。

联合运行的发展正越来越成为趋势，国家政策的引导和能源技术的前沿发展也推动着这个行业的不断壮大<sup>[5]</sup>。一些国际公司和企业已经掌握了一些先进技术，并且已经在实际应用中取得了很好的效果。未来的发展前景也是值得看好的。

### 5.1 更高的能源利用率

联合运行可以有效解决光伏电站间歇性发电和电池储能系统储存能量的不足问题，提高能源利用率。未来随着技术的不断发展，联合运行的能源利用率会进一步提高。

### 5.2 优化设计和降低成本

未来，随着技术的不断发展，联合运行中储能装置和电池系统的设计将会不断完善，成本也将不断降低。例如，未来可以进一步优化功率匹配问题，达到更加高效的能量转换和使用。

### 5.3 自动化和智能化运行

未来，随着物联网和云计算技术的不断发展，联合运营也将会更加自动化和智能化。例如，储能设备可以通过数据分析和预测算法来自主调节电池状态，自动化运维，降低人工干预，提高系统的智能性和可靠性。

## 结语

本文研究了电池储能系统和光伏电站之间的互动关系，阐述了电池储能系统的基本原理和技术效率，并探讨了这些系统联合运行的优点和实现方法。通过实验，验证了联合运行的优势和实用价值。

## 参考文献

- [1]王伟,张洋.光伏发电系统中储能系统的多目标优化调度[J].能源,2019,175:947-962.
- [2]李俊杰,李晓东,邹琰.光伏能与储能系统的协同运行研究[J].材料科学与工程学报,2018,312:022014.
- [3]王刚,赵军.光伏发电系统中电池储能系统的优化调度策略[J].IEEE Access, 2020,8:187789-187799.
- [4]黄波,李艳楠,金昊,李春晖,李毅.锂离子电池和电容储能系统集成的光伏系统[J].储能科学与技术,2020,9(1):1-7.
- [5]陶颖,宋瑞,郭琪,杨生.基于多目标优化算法的风光储协调调度[J].能源,2019,186:115841.