

# 太阳能光伏发电储能控制研究

陈应果

海口港集装箱码头有限公司 海南 海口 570311

**摘要:** 太阳能光伏发电储能控制研究是一项重要的研究课题,因为太阳能光伏发电是一种可再生能源,可以减少对化石燃料的依赖。然而,太阳能光伏发电的输出功率受到天气条件的影响,储能系统可以解决这一问题。因此,本文旨在研究太阳能光伏发电储能系统的控制方法,以提高其效率和可靠性。

**关键词:** 太阳能光伏发电; 储能控制; 研究

## 引言

随着能源消耗的快速增加以及环境污染问题的严重化,可再生能源逐渐成为人们关注的热点。太阳能光伏发电是一种可再生、清洁的能源,具有很高的发展潜力<sup>[1]</sup>。然而,太阳能光伏发电存在一个很大的问题,那就是它受天气、时间、季节等因素的影响较大,不具备稳定性。因此,如何解决太阳能光伏发电储能控制问题,成为了新能源领域研究的热点之一。

## 1 太阳能光伏发电储能系统的原理

### 1.1 太阳能光伏发电板

太阳能光伏发电板是太阳能光伏发电储能系统的核心部分。它利用太阳能的光伏效应将光能转化为电能。太阳能光伏发电板的质量和效率直接影响着整个系统的性能。

### 1.2 储能电池

储能电池是太阳能光伏发电储能系统的关键部件。它将太阳能光伏发电板产生的电能储存起来,然后在需要时释放出来。常见的储能电池包括铅酸电池、镍镉电池、锂离子电池等。

### 1.3 控制器

控制器是太阳能光伏发电储能系统的控制中心。它控制着太阳能光伏发电板和储能电池的运行状态,从而实现整个系统的稳定运行。控制器通常包括微处理器、功率电子器件、传感器等。

### 1.4 负载

负载是太阳能光伏发电储能系统的用电设备<sup>[2]</sup>。它可以是任何需要电能的设备,如住宅、商业建筑、电动汽车等。

## 2 太阳能光伏发电储能控制的意义

### 2.1 充放电控制

太阳能光伏发电储能系统中的电池需要进行充放电控制,以保证其使用寿命和性能。在太阳能电池板产生

的电力超过储能装置所能承受的范围时,就会进行充电控制,将多余的电力储存到储能装置中;而在太阳能电池板产生的电力不足时,就会进行放电控制,将储存的电力释放出来,以满足负载的需求。因此,充放电控制是太阳能光伏发电储能控制的基础。

### 2.2 温度控制

太阳能光伏发电储能系统中的电池受温度影响较大,过高的温度会加速电池的老化和失效,而过低的温度则会影响电池的性能和寿命。因此,需要进行温度控制,以保持储能装置内部的温度稳定。一般来说,温度控制可以通过安装冷却或加热设备来实现。温度控制对保证储能装置的性能和寿命至关重要,它可以延长储能装置的使用寿命,提高储能装置的效率和可靠性。

### 2.3 保护措施

太阳能光伏发电储能系统中的电池容易受到过度充电、过度放电、短路等因素的影响,因此需要采取保护措施,以避免这些因素对电池造成损害。保护措施包括过充电保护、过放电保护、短路保护等。这些保护措施可以有效地保护电池不受损害,延长电池的使用寿命,提高储能装置的效率和可靠性。

### 2.4 监控和测量

为了更好地管理和控制太阳能光伏发电储能系统,需要对储能装置进行监控和测量。这包括电池的电压、电流、温度等参数的监测和记录,以及对储能装置的储存能量和功率进行测量和统计<sup>[3]</sup>。这些数据可以帮助维护人员更好地了解储能装置的状态,及时发现问题并进行维护。通过监控和测量可以及时发现储能装置的问题,避免出现对电池造成损害,延长电池的使用寿命,提高储能装置的效率和可靠性。

## 3 太阳能光伏发电储能控制方法

### 3.1 最大功率点跟踪(MPPT)控制方法

最大功率点跟踪控制方法是一种常用的太阳能光伏

发电储能控制方法。它通过调节太阳能光伏发电板的工作电压或电流,使其工作在最大功率输出状态。这样,可以最大限度地提高太阳能光伏发电板的输出效率,从而增加储能系统的电能输出。

### 3.2 基于模糊控制的控制方法

基于模糊控制的控制方法是一种基于人工智能的控制方法。它利用模糊逻辑的思想,根据传感器的实时数据和预定规则,动态调整太阳能光伏发电板和储能电池的工作状态。这种控制方法的优点是具有较强的适应性和自学习能力,可以有效地提高储能系统的可靠性和稳定性。

### 3.3 基于神经网络的控制方法

基于神经网络的控制方法是一种基于仿真的控制方法。它通过建立一个数学模型来模拟太阳能光伏发电板和储能电池的运行状态,然后利用神经网络的学习能力和自适应性,调整控制器的参数,从而实现储能系统的稳定运行。这种控制方法的优点是具有较高的精度和效率,但需要大量的数据和计算资源。

## 4 实现技术分析

### 4.1 超级电容器技术

电容器储能是储能技术的一种重要形式。超级电容器是一种能够快速充放电、高效储能的设备。在太阳能光伏发电中,可以通过超级电容器实现储能、放电的需求,提高太阳能光伏发电系统储能效率。

### 4.2 离子电池技术

锂离子电池是目前较常用的一种电池技术,它具有容量大,储能效率高等优势<sup>[4]</sup>。在太阳能光伏发电系统中,锂离子电池可以作为辅助储能设备,通过控制电池的充放电,实现太阳能光伏电能储存的需求,提高系统的运行效率。

### 4.3 压缩空气储能技术

压缩空气储能技术利用压缩空气储存电能,是近年来新兴的储能技术。利用它可以将太阳能光伏发电时过剩的电能压缩成空气,储存在储气罐中,需要时再释放出来。这种技术无污染、无排放,且储能效率高,是一种很有发展前景的能源储存技术。

### 4.4 水泵储能技术

水泵储能技术,是一种基于储水塔进行储能的技术,其原理是将电力转化成水压能来进行储存。太阳能光伏发电系统可以通过水泵储能来实现储能需求,而且这种技术具有储能效率高、反应速度快的优势。

## 5 太阳能光伏发储能控制电问题

太阳能光伏发电储能技术的使用面临着多种控制问

题,主要体现在以下几个方面:

### 5.1 动态响应不及时

太阳能光伏发电储能系统的动态响应包括电池充电和放电控制。电池充电控制主要包括电池的短路保护、电压和电流限制、温度保护等,而电池放电控制则主要包括电池电量、电压和功率统计等。然而,电池的动态响应速度较慢,无法及时响应负载的变化,影响了系统的性能。

### 5.2 储能损失过大

太阳能光伏发电储能系统的储存损失是指电池在充放电过程中的能量转化损失以及电池自身损耗等所造成的损失。这些损失会降低系统的能量转换效率和寿命。

### 5.3 系统电压波动

当太阳能光伏发电储能系统的输出功率发生变化时,系统电压也会发生波动<sup>[5]</sup>。如果电压波动过大,会影响到系统的性能和安全问题。

### 5.4 储能容量不足

太阳能光伏发电储能系统的储能容量需要根据不同的使用场景来确定,如果储能容量不足,将无法满足系统的需求,导致无法发挥太阳能光伏发电储能技术的优势。

## 6 太阳能光伏发电储能控制措施

针对上述问题,可以采取以下措施来提高太阳能光伏发电储能系统的性能与稳定性:

### 6.1 采用高性能充电控制器

高性能充电控制器是一种在光伏储能系统中应用广泛的控制器。其作用是控制电池充电电流和电压,从而保证电池充电的效率和稳定性。高性能充电控制器的采用可以有效避免电池充电时过流、过压等问题出现,从而保护设备运行的稳定性、延长电池使用寿命和提高储能效率。

6.1.1 高性能充电控制器不仅具有高度的控制能力,同时还具有对储能系统具有精确的数据反馈以及良好的扩展性。它可以实现对不同品牌的电池进行充电控制,并能够根据所连接的电池容量和储电量,自动实现最优化控制,这对太阳能光伏储能系统的稳定性和持久性是非常重要的。

6.1.2 另一方面,高性能充电控制器还可以实现对系统电量的记录和管理。它不仅能够监控系统运行状态,比如电压、电流、电量等参数,还能够根据电池容量自动控制充电和放电策略。一旦储能系统的电量低于一定程度,高性能充电控制器就会自动切换电池充电模式,从而保证储能系统的运行稳定性。

### 6.2 优化储能设备结构

优化储能设备结构是太阳能光伏发电储能系统中重要的控制措施之一。通过对储能设备结构的优化,可以实现对储能过程的可控性、经济性和环保性的提升。下面,我们来详细探讨一下如何进行太阳能光伏发电储能设备结构的优化控制。

### 6.2.1 选用适当的储能设备

不同的储能设备具有不同的特点,在选择储能设备时需要考虑应用场景和经济性<sup>[6]</sup>。例如,铅酸电池的使用成本相对较低,且使用寿命较长,但其充电效率相对较低,需要很长时间充电;锂电池则充电效率相对较高,使用寿命较短,但其输入输出稳定,可以适用于高频次的储能场所,这些因素都需要考虑到。对于太阳能光伏发电储能系统的优化,选择稳定可靠、维护方便、能量密度高的储能设备是十分关键的。

### 6.2.2 优化储能设备拓扑结构

储能设备的拓扑结构包括单元、模块和系统三个层次。优化储能设备的拓扑结构可以减少储能之间的相互干扰,提高整个储能系统的效率和稳定性。例如,可以采用多串并联的电池结构来提高输出电压和电流,从而提高储能效率和性能稳定性。同时,多电池串并联的拓扑结构也可以带来更佳的安全性保障。

### 6.2.3 控制储能设备的充放电策略

合理的充放电策略可以有效延长储能设备的使用寿命,提高储能效率和性能稳定性。例如,在太阳辐射面积充足的情况下,储能设备可以优先选择太阳能光伏发电充电,而在天气不佳的情况下,储能设备可以选择电网电能充电,从而保证整个储能系统的稳定性和可靠性。

## 6.3 采用电压稳定器进行电压控制

电压稳定器可用于维持电路中的电压稳定,控制电压在一个合适的范围内波动。对于太阳能光伏发电储能系统而言,采用电压稳定器可以实现电池充电时的电压稳定,提高充电效率和性能稳定性。同时,在系统负载过大时,电压稳定器可以通过降低输出电压和电流的方式,实现对系统电压的控制和维护。

6.3.1 电压稳定器的使用可以根据实际情况进行调控。当负载电流过大时,稳定器会自动降低输出电压和电流,从而避免电路过载和电池损坏。当太阳能光伏发电量不足以满足负载的需求时,电压稳定器可以补足电力不足的部分电能,提供负载所需电能,从而实现对电压的控制和维护。

6.3.2 另外,电压稳定器还可以通过调节补偿电容器和调节电阻器的方法,实现对电压的稳定性调节,使得输出电压保持在一个合适的范围内。在夜间或运行过程

中,如果电池电压过低,电压稳定器也可以通过控制输出电压和电流的方式,实现对电池的恢复和电压控制。

## 6.4 根据使用场景确定储能容量

太阳能光伏发电储能系统的储能容量是直接影响系统电力输出和运行时间的关键因素。根据使用场景来确定储能容量,是实现太阳能光伏发电储能系统高效稳定运行的重要控制措施之一<sup>[1]</sup>。下面,我们来详细探讨一下如何根据使用场景确定储能容量。

### 6.4.1 储能容量与使用场景的关系

储能容量的大小受到太阳能光伏发电系统的使用场景限制。因此,在确定储能容量时需要考虑系统的实际使用情况,包括系统的负载类型、负载大小、太阳能光伏发电量、时间段等因素。对于大规模太阳能发电系统和用电量较大的场景,储能容量需要更大,以保证系统可以在夜间和光照不足的情况下持续输出电能。而对于小规模家用太阳能光伏发电系统,则可以根据实际使用情况和需求来确定储能容量。

### 6.4.2 储能容量的计算

根据使用场景和实际需求,可以通过下列公式来计算储能容量:

$$\text{储能容量} = \text{日发电量} / \text{系统输出功率} \times \text{充放电效率} \times \text{储能时间}$$

其中,日发电量是太阳能光伏发电系统一天内发电量的总和;系统输出功率是指太阳能光伏发电系统的最大输出功率;充放电效率是指储能电池的充电效率和放电效率;储能时间是指储能设备可以维持太阳能光伏发电系统运行的时间。

### 6.4.3 适当考虑能源互补性

太阳能光伏发电储能系统与电网系统也存在能源互补的情况。当太阳能光伏发电量不足以满足负载需求时,电网可以为其补充电能;而当太阳能光伏发电量过剩时,则可以将多余的电能通过并网向电网反馈。因此,在储能容量的计算时,可以适当考虑这种能源互补情况,减少储能容量的大小,从而降低系统总成本。

## 结语

总之,在我国政府提出“2030碳达峰,2060碳中和”的大背景下,太阳能光伏发电和储能技术的前景良好,并且随着中国光伏装机量逐年屡创新高,以及各种储能技术创新的落地和大规模应用,必将对推动我国能源绿色转型、保障能源安全、推动清洁能源高质量发展、应对气候变化等目标的实现具有重要意义,进而为我国新型电力系统建设和“3060”目标实现注入科技强劲动力。

参考文献

- [1]朱春颖.太阳能光伏发电微电网中控制技术的研究[J].科技创新导报, 2019, 14(33): 09.
- [2]汪春生.太阳能光伏并网发电系统的优化设计与控制策略研究[J].山东工业技术, 2018(18): 14.
- [3]林少伯.含光伏电源的微电网储能控制技术研究[D].华北电力大学, 2013.
- [4]袁建华.分布式光伏发电微电网供能系统研究[D].山东大学, 2011.
- [5]陈昌松.光伏微网的发电预测与能量管理技术研究[D].华中科技大学, 2011.
- [6]曾杰.可再生能源发电与微网中储能系统的构建与控制研究[D].华中科技大学, 2009.