

# Performance Optimization of Energy Storage Battery Compartment Based on Liquid Cooling Technology

Shilei Chen Jun Cheng Xinxin Wang Wenbao Hu

Hefei Guoxuan High-tech Power Energy Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

## Abstract

With the development of renewable energy and electric transportation, the applications of energy storage systems are more and more widely used in the power grid. As an important part of the energy storage system, the performance of the energy storage battery cell directly affects the operation efficiency and reliability of the whole energy storage system. However, the heat dissipation mode of the traditional energy storage battery compartment often fails to meet its application needs in the high temperature environment. This paper mainly studies the performance optimization of energy storage battery compartment based on liquid cooling technology. By analyzing the application of liquid cooling technology in energy storage battery compartment, the improvement and improvement of battery performance are discussed, which provides a theoretical basis for the optimization design of energy storage battery compartment in high temperature environment.

## Keywords

energy storage battery compartment; liquid cooling technology; performance optimization; high temperature environment

## 基于液冷技术的储能电池舱性能优化

陈诗磊 程军 王新新 胡文宝

合肥国轩高科动力能源有限公司, 中国·安徽 合肥 230000

## 摘要

随着可再生能源和电动交通等领域的发展, 储能系统在电网中的应用越来越广泛。储能电池舱作为储能系统的重要组成部分, 其性能直接影响到整个储能系统的运行效率和可靠性。然而, 传统储能电池舱的散热方式往往无法满足其在高温环境下的应用需求。论文主要研究了基于液冷技术的储能电池舱性能优化, 通过分析液冷技术在储能电池舱中的应用, 探讨了其对电池性能的改善和提升, 为高温环境下储能电池舱的优化设计提供了理论依据。

## 关键词

储能电池舱; 液冷技术; 性能优化; 高温环境

## 1 引言

储能电池舱作为储能系统的重要组成部分, 其性能和可靠性对整个储能系统的影响不言而喻。然而, 传统储能电池舱的散热方式在高温环境下往往难以满足电池组的散热需求, 导致电池性能下降, 甚至发生热失控。液冷技术作为一种新型的散热技术, 具有传热系数高、冷却效果好等优点, 被广泛应用于电子设备、数据中心等领域。论文主要研究了基于液冷技术的储能电池舱性能优化, 为高温环境下储能电池舱的优化设计提供了理论依据。

## 2 液冷技术在储能电池舱中的应用

### 2.1 液冷技术原理

液冷技术, 顾名思义, 是利用液体在封闭循环系统中

流动, 通过热交换将设备产生的热量带走的一种散热技术。

液冷技术中的液体通常选择的是专门的热传导液, 如水、乙二醇等, 它们的比热容大, 能够吸收和带走大量的热量<sup>[1]</sup>。

液冷技术的原理可以分为两个部分: 热交换和循环系统。热交换部分主要包括液冷散热器和被冷却设备之间的热量传递, 液冷散热器通常采用高效的热交换器结构, 如铝制散热片或者铜管散热器等, 以增加热交换面积和提高热交换效率。循环系统部分主要包括液体的泵送和循环, 通过循环泵将液冷剂从散热器中抽出, 经过被冷却设备进行热交换, 再将热液流回散热器进行冷却。

与传统的风冷相比, 液冷技术具有传热系数高、冷却效果好等优点。风冷技术主要通过风扇将冷空气吹向被冷却设备, 虽然结构简单、成本低, 但其传热系数较低, 冷却效果有限。而液冷技术则可以实现高效的热交换, 液体在循环过程中可以带走更多的热量, 从而有效降低被冷却设备的温度。

在储能电池舱中, 液冷技术可以有效降低电池组温度,

【作者简介】陈诗磊(1990-), 男, 中国安徽安庆人, 本科, 工程师, 从事机械工程储能产品开发研究。

提高电池性能。高温环境会对电池的性能产生不利影响，如降低电池的充放电效率、缩短电池的使用寿命等。通过液冷技术，可以控制电池组的温度在理想的范围内，避免高温环境对电池性能的影响，从而提高电池的可靠性和使用寿命。

## 2.2 液冷系统设计

液冷系统是储能电池舱中的关键组成部分，其设计直接影响到液冷技术的应用效果。在储能电池舱中，液冷系统主要包括液冷循环泵、散热器、温度控制阀等关键组件。

液冷循环泵是液冷系统中的动力来源，它负责将液冷剂从散热器中抽出，通过电池组进行热交换，再将热液流回散热器进行冷却。液冷循环泵的设计需要考虑到液冷剂的流量、压力损失以及泵的噪音等因素，以确保液冷系统稳定、高效地运行。

散热器是液冷系统中的关键热交换设备，其作用是将电池组产生的热量有效地传递到液冷剂中。散热器的设计应考虑到热交换效率、结构强度以及材料选择等因素，以保证其在高温、高湿等恶劣环境下仍能保持稳定的运行。

温度控制阀是液冷系统中的关键调节设备，它根据电池组的温度需求，调节液冷剂的流量，以保证电池组处于最佳的运行状态。温度控制阀的设计应考虑到控制精度、响应速度以及稳定性等因素，以保证电池组温度的精确控制<sup>[2]</sup>。

此外，液冷系统的设计还应考虑到液冷剂的选择、液冷循环泵与散热器的匹配、温度控制阀的设定等多个方面，以实现电池组的高效、稳定运行。通过对液冷系统设计的优化，可以进一步提高液冷技术在储能电池舱中的应用效果，提高电池组的运行性能和可靠性。

## 3 基于液冷技术的储能电池舱性能优化

### 3.1 电池组温度的控制与优化

电池组温度的控制与优化是液冷技术在储能电池舱中的应用关键，对于保障电池性能和延长电池寿命具有重要意义。通过液冷技术，可以实现对电池组温度的精确控制和优化，确保电池组在高效、稳定的状态下运行。

在液冷系统的运行过程中，温度控制阀根据电池组的实时温度，自动调节液冷剂的流量。这种控制方式具有响应速度快、控制精度高等优点，可以确保电池组温度在理想的范围内波动，避免高温环境对电池性能的影响。

为了实现电池组温度的优化控制，液冷系统还需具备以下特点：①智能监控：液冷系统应能够实时监测电池组的温度变化，为温度控制阀提供准确的控制依据。②快速响应：温度控制阀应能够迅速响应电池组温度的变化，及时调整液冷剂的流量，确保电池组处于最佳的运行状态。③精确控制：液冷系统应能够精确控制液冷剂的流量，实现对电池组温度的精细化管理，保障电池性能。④自适应调整：液冷系统应能够根据电池组温度的变化，自动调整液冷剂的流量，以满足不同工况下电池组的散热需求。

通过以上特点，液冷技术可以实现电池组温度的控制与优化，保障电池组在高温环境下的稳定运行，提高电池性能和可靠性。在实际应用中，根据电池组的特性以及环境条件，对液冷系统进行针对性的设计和调整，有助于进一步提高电池组在高温环境下的运行性能<sup>[3]</sup>。

### 3.2 电池组可靠性的提高

电池组的可靠性是液冷技术在储能电池舱中应用的重要目标之一。液冷技术通过降低电池组的温度，可以有效减少电池热失控的风险，从而提高电池组的可靠性。同时，液冷技术还能够减小电池组内部的温度梯度，降低电池的寿命消耗，延长电池的使用寿命。

具体来说，液冷技术对电池组可靠性的提高主要表现在以下几个方面：①降低电池热失控风险：高温是电池热失控的主要诱因之一。液冷技术通过高效的热交换，可以将电池组的温度控制在理想的范围内，避免电池过热，降低热失控的风险。②减小温度梯度：电池组内部的温度梯度会导致电池性能的不均衡，影响电池组的整体性能。液冷技术可以实现电池组内部温度的均匀分布，减小温度梯度，提高电池组的性能。③降低电池寿命消耗：高温会加速电池的寿命消耗，降低电池的使用寿命。液冷技术可以有效降低电池组的温度，减缓电池的老化速度，延长电池的使用寿命。④提高电池组的安全性能：高温会导致电池组的安全性能下降，如增加电池组发生火灾、爆炸等事故的风险。液冷技术可以有效降低电池组的温度，提高电池组的安全性能。⑤适应不同环境：液冷技术具有较强的环境适应性，可以在不同气候和环境条件下，为电池组提供稳定的温度控制，保障电池组的可靠性和性能<sup>[4]</sup>。

### 3.3 系统能效比的提升

能效比是衡量储能系统性能的重要指标，它反映了储能系统在一定时间内所提供的有用能量与消耗的能量之比。通过液冷技术，可以有效降低电池组的温度，提高电池的充放电效率，从而提升储能系统的能效比。在高温环境下，液冷技术对电池性能的改善和提升尤为明显<sup>[5]</sup>。

具体来说，液冷技术对系统能效比的提升主要表现在以下几个方面：

①提高电池充放电效率：液冷技术可以有效降低电池组的温度，使电池在更理想的温度范围内工作，从而提高电池的充放电效率。高温环境下，电池的性能会受到影响，液冷技术的应用可以避免这种影响，提升电池的性能。②降低能源损耗：液冷技术可以实现电池组内部温度的均匀分布，降低电池组的温度梯度，减小热损失。这样可以降低能源损耗，提高系统能效比。③优化系统运行状态：通过液冷技术，可以实现对电池组温度的精确控制，使电池组始终处于最佳的运行状态。这有助于提高储能系统的运行效率，提升系统能效比。④增强系统适应性：液冷技术具有较强的环境适应性，可以在不同气候和环境条件下，为电池组提供稳定的温

度控制,保障电池组的可靠性和性能。这有助于提升储能系统在不同环境下的能效比。⑤延长电池使用寿命:液冷技术可以降低电池组的温度,减缓电池的老化速度,延长电池的使用寿命。这有助于降低电池的维护成本,提高储能系统的经济性,进一步提升系统能效比<sup>[6]</sup>。

### 3.4 优化液冷系统设计

液冷系统的设计是影响储能电池舱性能的关键因素之一。合理的液冷系统设计应包括以下几个方面:①选择合适的导热介质:导热介质的选择对液冷系统的性能和安全性具有重要影响。应根据电池组的特性以及环境条件,选择热导率高、比热容大、化学稳定性好、无毒、无污染的导热介质。②确定合理的管路布局:管路布局的设计应保证液冷剂在电池组内部流动的顺畅性,减小流动阻力,提高热交换效率。合理的管路布局可以有效降低液冷系统的能耗,提高系统性能。③设置合适的温控阀:温控阀是液冷系统中关键的组件之一,用于调节液冷剂的流量,控制电池组的温度。应根据电池组的实时温度和环境条件,设置合适的温控阀参数,实现对电池组的精确温度控制。④保证足够的循环流量:循环流量的选择应保证电池组内部的热量能够及时带走,避免电池组过热。同时,应考虑流量过大导致的能耗增加和流量过小导致的温度控制不准确等问题。⑤考虑液冷系统的可靠性、安全性和维护性:液冷系统的设计应考虑其在实际应用中的可靠性、安全性和维护性,确保液冷系统能够在各种工况下稳定运行,避免发生故障和事故<sup>[7]</sup>。

## 4 结语

研究表明,液冷技术可以有效降低电池组的温度,提

高电池的充放电效率,延长电池的使用寿命,从而提升储能系统的能效比。此外,液冷技术还可以实现电池组内部温度的均匀分布,降低电池组的温度梯度,减小热损失,提高电池组的可靠性和安全性。总之,液冷技术在高温环境下储能电池舱中的应用具有重要意义,有望为中国储能系统在高温环境下的性能优化和发展提供有力支持。在未来的研究中,还需进一步完善液冷技术在储能电池舱中的应用,以期在提高电池性能、降低能源损耗、保障系统安全等方面取得更多突破。

### 参考文献

- [1] 赵永珺,杨学哲.液冷调频发射机技术原理及维护[J].广播电视信息,2018(6):70-72+75.
- [2] 肖新文,郑伟坚,曾春利.某液冷服务器性能测试台的液冷系统设计[J].制冷与空调(四川),2021,35(5):706-712.
- [3] 王明悦,林家源,刘新华,等.基于蛇形通道的电池组液冷方案设计与优化[J].北京航空航天大学学报,2022,48(1):166-173.
- [4] 储志亮,陶汉中,李艳南,等.热管和风冷结合的动力电池组热管理系统[J].电源技术,2023,47(2):250-255.
- [5] 吴淑嫻,张英,杨满江,等.PCM耦合风冷的锂电池热管理系统冷却效果研究[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2021,43(2):124-130+136.
- [6] 李明飞,饶睦敏,孙婉妹,等.基于多孔介质模化的大容量电池储能热管理系统性能分析方法[J].储能科学与技术,2022,11(8):2526-2536.
- [7] 余雪勇,邱礼翔,宋家宁,等.无人机辅助边缘计算中安全通信与能效优化策略[J].通信学报,2023,44(3):45-54.