

储能电站监控系统关键技术研究与实践

吴日卓

国投广西新能源发展有限公司 广西 南宁 530200

摘要: 随着电化学储能电站装机容量与装机规模不断增加,储能电站监控系统在保障储能电站安全稳定经济运行中的重要性日益凸显。本文旨在探讨储能电站监控系统的关键技术研究与实践,包括电池状态估计、电池健康状态诊断以及消防安全管理等方面,以期为储能电站的高效、安全运维提供技术支持。

关键词: 储能电站; 监控系统; 关键技术; 设计与实现

引言

电化学储能电站因其具有储存容量高、功率大、输出稳定且不受地理环境与地形环境限制等优点而被广泛应用。然而,随着储能电站规模的不断扩大,数据庞大、控制精度高、效应速度快等特点对监控系统提出了更高的要求。传统的监控系统已不能满足实际应用需求,因此,研究和实现储能电站监控系统的关键技术显得尤为重要。

1 储能电站监控系统关键技术背景与意义

储能电站监控系统作为储能电站的“大脑”,负责实时监控和管理储能电站的各项参数,确保电站的安全稳定运行。随着电化学储能电站装机容量与装机规模的不断增加,储能电站监控系统在储能电站中的重要性也日益凸显。研究储能电站监控系统的关键技术,对于提升储能电站的运维效率、保障电站安全稳定经济运行具有重要意义。

2 储能电站监控系统关键技术研究

2.1 储能电站锂电池SOC校正技术

储能电站锂电池的状态估计,特别是剩余电量(SOC)的准确测量,对于电站的高效运行至关重要。SOC不仅影响电池的充放电策略,还直接关系到电站的安全性和经济性。因此,开发一种精确的SOC校正技术显得尤为重要。本技术依托于监控系统中储能电站锂电池的实时数据与历史数据。这些数据包括但不限于电池的电压、电流、温度以及充放电历史等,它们为SOC的估计提供了坚实的基础。在数据处理上,我们采用了二阶等效电路模型来模拟电池的内部动态特性,这一模型能够更准确地反映电池在充放电过程中的电压变化。为了进一步提高SOC估计的精度,引入了无迹卡尔曼滤波算法。该算法是一种先进的信号处理技术,能够在噪声和不确定性存在的情况下,对系统的状态进行最优估计。通过结合二阶等效电路模型和无迹卡尔曼滤波算

法,能够实现对锂电池SOC的实时精准估计,误差率显著降低。此外,该技术还特别关注电池SOC的临界点,即20%和80%的电量水平。在这两个点上,电池的性能和安全性都会发生显著变化。因此,设计了实时监测预警机制,一旦电池SOC接近或达到这两个临界点,系统便会自动触发预警,提醒运维人员采取相应的措施,确保电站的安全稳定运行。通过实际应用验证,该SOC校正技术能够显著提高电池的能量利用率,延长电池的使用寿命,同时降低电站的运维成本。更为重要的是,它能够为电站的充放电策略提供科学依据,确保电站在任何时刻都能保持最佳的运行状态。因此,这一技术在储能电站监控系统中具有广泛的应用前景和重要的实际意义。

2.2 储能电站锂电池健康状态诊断技术

储能电站中,锂电池作为核心储能元件,其健康状态直接关系到电站的整体性能和运行安全。该技术充分利用了监控系统中储能电站锂电池的实时数据与历史数据信息。这些数据涵盖了电池的电压、电流、温度以及充放电循环次数等关键指标,为电池健康状态的评估提供了全面而准确的信息基础。在数据处理与分析方面,采用二阶等效电路模型来模拟电池的内部电气特性。这一模型能够更精确地反映电池在充放电过程中的电压响应,从而提高了健康状态诊断的准确性^[1]。同时,为了进一步提高内阻估计的精度,引入了双无迹卡尔曼滤波算法。该算法通过同时考虑电池的电压和电流信息,能够实现对电池内阻的实时精准估计,有效降低了测量误差。通过持续监测锂电池内阻值的变化,我们可以精准预测电池的健康状态与剩余寿命。内阻的增加是电池性能衰退的重要标志,通过对其变化趋势的分析,我们可以及时发现潜在的故障风险,为电站的维护管理提供科学依据。这不仅有助于延长电池的使用寿命,降低运维成本,还能确保电站的安全稳定运行。此外,该技术还具备高度的自动化和智能化特点。它能够自动收集、处

理和分析电池数据，无需人工干预即可完成健康状态的诊断和预测。

2.3 储能电站消防安全管理技术

储能电站消防安全管理技术是针对储能系统中锂电池潜在火灾风险而发展出的一套关键技术。该技术旨在通过高精度的监测手段与高效的灭火策略，确保储能电站的安全运行。以下是对该技术本身的深入研究分析。首先，该技术的核心在于对锂电池热失控特征参数的精细监测。温度、电压以及可燃气体浓度被视为关键指标，通过部署高精度复合型探测器，能够实现对这些参数的实时、准确监测。这些探测器采用先进的传感技术，能够在特征参数出现初期异常时即发出预警，为运维人员提供充足的反应时间，从而有效预防火灾的发生。其次，该技术设计了一套创新的锂电池火灾抑制系统。考虑到锂电池火灾的特殊性，系统采用了全氟己酮作为灭火抑制剂。全氟己酮具有优异的灭火性能和环保特性，能够迅速渗透至电池内部，通过化学抑制作用降低电池温度，并有效阻止火灾的蔓延。这一灭火策略的应用，大大提高了储能电站的消防安全水平^[2]。此外，该技术还注重消防安全管理流程的整合与优化。通过监控、预警、灭火等环节的紧密衔接，构建了一套高效、系统的消防安全管理流程。在火灾发生时，系统能够自动触发应急响应机制，确保火灾得到及时、有效的控制，从而最大程度地保护电站设备和人员安全。

3 储能电站监控系统设计与实现

3.1 系统整体设计思路

储能电站监控系统的设计遵循模块化、可扩展性、高可靠性和易用性的原则。系统旨在实现对储能电站内所有关键设备的全面监控，包括电池组状态、电力转换设备、环境参数等，同时提供故障预警、故障诊断、数据分析等功能，确保电站安全、高效运行。

3.2 系统架构

系统采用分层分布式架构，主要分为数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层。

数据采集层：通过布置在储能电站各关键点的传感器和仪表，实时采集电池电压、电流、温度、环境温度、烟雾浓度等数据。

数据传输层：采用有线或无线通信方式，将采集到的数据上传至数据中心。为了保证数据传输的可靠性和实时性，可采用冗余通信链路和故障自动切换机制。

数据处理层：对上传的数据进行预处理、存储和分析。利用前文提到的SOC校正技术、健康状态诊断技术和消防安全管理技术，对数据进行深度挖掘，提取有价值

值的信息。

应用层：为用户提供直观的监控界面和丰富的功能，如实时监控、历史数据查询、报警管理、报表生成等。同时，支持远程控制和参数设置，方便运维人员进行远程管理。

3.3 关键模块设计及功能实现

3.3.1 数据采集模块

数据采集模块作为储能电站监控系统的基石，承担着实时、准确地收集电站内各关键设备运行数据的重任。在硬件选型上，数据采集模块需配备高精度、高稳定性的传感器和仪表。这些设备应能够准确测量电压、电流、温度、湿度等关键参数，以确保数据的准确性。同时，传感器和仪表还需具备良好的抗干扰能力和长期稳定性，以应对电站复杂多变的运行环境。为了实现数据的全面采集，数据采集模块需与电站内的各个设备进行可靠连接。这通常通过有线或无线方式实现，具体取决于电站的布局和监控需求。有线连接通常采用标准的通信协议和接口，以确保数据的稳定传输；而无线连接则更适用于分布广泛或难以布线的场景，通过无线传感器网络实现数据的实时传输。数据采集模块还需具备数据处理与存储功能。在数据采集过程中，模块会对原始数据进行预处理，如滤波、去噪等，以提高数据的质量。同时，模块还需将处理后的数据存储在本地或远程服务器上，以备后续分析和使用^[3]。为了确保数据采集的准确性和可靠性，定期对传感器和仪表进行校准和维护是必不可少的。这包括检查设备的精度、灵敏度以及是否存在故障或漂移等问题。一旦发现异常，应及时进行维修或更换，以确保数据采集模块始终保持良好的工作状态。

3.3.2 数据处理与分析模块

数据处理与分析模块承担着对采集到的海量数据进行高效处理、深入分析及安全存储的重任。此模块的设计直接关系到监控系统能否为用户提供及时、准确且有价值的信息。在数据处理方面，该模块需具备强大的计算能力，以应对实时产生的大量数据。它能够对原始数据进行清洗、转换和整合，去除噪声和冗余信息，从而提炼出对电站运行状态有实际指导意义的信息。此外，模块还应支持多种数据处理算法，如统计分析、趋势预测等，以满足不同场景下的数据分析需求。数据分析是模块的另一大核心功能。通过对处理后的数据进行深入挖掘，模块能够揭示出电站运行的潜在规律和问题，如设备性能下降、能耗异常等。这些分析结果对于优化电站运行策略、提高能效和降低运维成本具有重要意义。

在数据存储方面,模块需采用可靠的数据库管理系统,确保数据的安全性和完整性。同时,为了应对数据丢失或损坏的风险,模块还应具备数据备份和恢复功能。这包括定期将数据备份到本地或远程服务器,以及在数据丢失或损坏时能够及时恢复,从而保障监控系统的持续稳定运行。此外,数据处理与分析模块还应具备良好的可扩展性和灵活性。同时,它还应支持多种数据接口和协议,以便与其他系统进行集成和互操作。

3.3.3 报警与预警模块

报警与预警模块在储能电站监控系统中负责在设备出现故障或参数异常时,迅速且准确地发出报警信息,以确保运维人员能够及时响应并处理潜在问题。该模块的设计核心在于预设的报警阈值和报警规则。这些阈值和规则是基于电站设备的正常运行范围和安全标准制定的,旨在确保一旦设备状态偏离正常,模块便能立即识别并触发报警。模块会对实时采集的数据进行持续监控,并与预设的阈值和规则进行比对,一旦数据超出范围或违反规则,便会立即触发报警流程。报警信息的传递是模块功能的另一关键环节。为了确保运维人员能够迅速收到报警信息,模块支持多种通知方式,包括声光报警、短信通知、邮件提醒等。声光报警通常在监控中心或设备现场设置,以直观的方式提醒运维人员;而短信和邮件通知则能够确保运维人员在不在现场时也能及时获知报警信息^[4]。此外,报警与预警模块还具备报警记录和历史查询功能。每次报警触发后,模块都会自动记录报警时间、报警类型、报警原因等关键信息,以便后续分析和追溯。运维人员可以通过模块提供的界面,随时查询历史报警记录,了解电站设备的故障情况和报警处理过程。

3.3.4 用户界面与交互模块

用户界面与交互模块作为储能电站监控系统的前端展示平台,承担着向用户直观展现监控数据、报警信息及提供操作指令输入的重要任务。此模块的设计需注重

用户体验,确保用户能够便捷、准确地与监控系统进行交互。在界面设计上,该模块应遵循简洁明了、易于操作的原则。通过合理的布局和色彩搭配,使界面既美观又实用。关键信息如电站运行状态、设备参数、报警提示等应突出显示,方便用户一目了然地掌握电站的整体情况。为了提升用户操作的便捷性,该模块应提供直观的操作指令输入方式。用户可以通过点击、拖拽等简单操作,轻松完成对电站设备的远程控制、参数设置等任务。同时,模块还应支持快捷键操作,进一步提高用户的操作效率。在交互体验上,该模块应注重响应速度和反馈机制。当用户输入操作指令或查询信息时,模块应能够迅速响应并给出反馈结果,确保用户能够及时获取所需信息。此外,模块还应提供详细的帮助文档和操作指南,以便用户在遇到问题时能够快速找到解决方案。

结语

储能电站监控系统的关键技术研究是实现对于提升储能电站的运维效率、保障电站安全稳定经济运行具有重要意义。本文提出的储能电站监控系统设计方案及关键技术,为储能电站的高效、安全运维提供了技术支持。未来,随着储能技术的不断发展,储能电站监控系统将不断完善和升级,为电力系统的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]邓阳杰.储能电站监控系统关键技术研究实现[D].武汉大学,2023.
- [2]彭志强,卜强生,袁宇波,等.电网侧储能电站监控系统体系架构及关键技术[J].电力系统保护与控制,2020,48(10):61-70.
- [3]郭子健.规模化电网侧储能电站监控系统的应用[J].电气传动自动化,2021,43(01):25-27.
- [4]陈兵,张琦兵,王昊炜,等.规模化电网侧储能电站监控系统应用及思考[J].电工技术,2019,(09):115-118.