

电网侧储能电站监控系统体系架构及关键技术

赵永玲

国投广西新能源发展有限公司 广西 南宁 530200

摘要: 储能电站的核心组成部分——监控系统,承担着对站内电池、电池管理、变流器及配电设施等关键元素的信息收集、处理、监控、调控及日常运营管理职责。该监控系统的结构设计直接关联到储能电站对电网有效支撑的能力。本文首先简述了储能电站监控系统的重要作用,随后深入分析了其体系结构及其核心技术,涵盖主备协调器的无缝切换策略、信息模型构建、初次频率调节以及动态无功功率调节等方面。

关键词: 电网侧储能电站;监控系统;体系架构;关键技术

引言

随着新能源的大规模接入和电网复杂程度的增加,储能电站作为电网调节的重要工具,其作用日益凸显。储能电站监控系统作为储能电站的“大脑”,其体系架构及关键技术的研究对于提高储能电站的运行效率、安全性和稳定性具有重要意义。

1 电网侧储能电站监控系统体系架构

1.1 主流架构技术特点

在电网侧储能电站监控系统的构建中,当前主流的架构技术主要分为C/S(Client/Server)架构和B/S(Browser/Server)架构,两者各具特色,适用于不同的应用场景。

C/S架构:作为一种经典的两层架构,C/S架构由客户端和服务端两大部分紧密组成。客户端负责用户界面的展示和与用户的直接交互,而服务端则承担数据处理、存储以及业务逻辑的实现。这种架构的优势在于其高效的数据处理能力和实时响应速度,特别适合于数据量相对较小、但对实时性要求极高的监控场景。然而,C/S架构的缺点在于其客户端的安装和维护成本较高,且跨平台兼容性较差。

B/S架构:相较于C/S架构,B/S架构采用了更为灵活的三层结构,即浏览器客户端、Web应用服务器和数据库服务器。用户通过浏览器即可访问系统,无需安装额外的客户端软件,这大大降低了系统的使用门槛和维护成本。B/S架构的另一个显著优点是其高度的可用性和平台可移植性,使得系统能够轻松适应不同的操作系统和硬件环境。然而,由于数据需在网络上进行传输,B/S架构在实时性方面可能稍逊于C/S架构,更适合于数据量较大、对实时性要求稍低的监控场景。

1.2 储能监控系统架构设计

储能电站监控系统的架构设计是确保监控系统能够

满足不同规模和复杂度储能电站需求的核心。根据储能电站的规模和功能需求,监控系统通常被细分为简易型、标准型和层次型三种类型,每种类型都有其独特的设计特点和适用场景。

1.2.1 简易型监控系统

简易型监控系统主要针对千瓦级及以下的小型储能电站。这类电站通常规模较小,监控需求相对简单。简易型监控系统通常由少量的监控设备和传感器组成,这些设备和传感器直接连接到监控主机上,实现对储能电站基本运行状态的实时监测^[1]。系统注重成本效益,采用经济实用的硬件和软件解决方案,以满足小型储能电站对基本监控功能的需求。简易型监控系统通常具有简洁的用户界面,方便运维人员快速了解电站的运行状态。

1.2.2 标准型监控系统

标准型监控系统适用于千瓦至兆瓦级的中型储能电站。这类电站规模适中,监控需求相对复杂。标准型监控系统通常具有更为完善的监控功能,能够实时监测储能电站的各项运行参数,如电压、电流、温度、SOC等,并提供数据分析和报警功能。系统通常采用模块化设计,便于扩展和升级。监控主机通常配备有高性能的处理器和大容量的存储空间,以确保数据的实时处理和存储。标准型监控系统还注重数据的准确性和实时性,通过采用高精度的传感器和快速的通信协议,确保监控结果的可靠性。

1.2.3 层次型监控系统

层次型监控系统是面向兆瓦级及以上大型储能电站的高端监控解决方案。这类电站规模庞大,监控需求复杂且对数据的实时性和准确性要求极高。层次型监控系统通常采用分层分布式结构,由站控层和间隔层组成。站控层是整个监控系统的核心,负责数据的采集、处理、存储以及报警等功能的实现。站控层通常采用高

性能的服务器和数据库系统，以确保数据的高效处理和管理。间隔层则负责具体设备的监控，如电池组、变流器、配电系统等。间隔层设备通常具有高度的智能化和自适应性，能够根据电站的实际运行情况进行自动调节和优化。层次型监控系统通过分层设计，实现了大规模数据的高效处理和管理。站控层和间隔层之间通过高速通信网络进行连接，确保数据的实时传输和共享^[2]。系统还通常具备高级的数据分析和优化功能，如故障预测、能效分析等，能够为储能电站的运行提供更为精准的决策支持。此外，层次型监控系统还注重系统的可扩展性和可维护性，通过采用模块化的设计和标准化的接口，方便系统的扩展和升级。

2 电网侧储能电站监控系统关键技术

2.1 主备协调器切换机制

2.1.1 技术概述

主备协调器切换机制是一种故障切换和冗余备份策略，用于确保在储能电站监控系统中，当主协调器因故障或其他原因无法正常工作时，备用协调器能够迅速、准确地接管系统，从而维持监控系统的连续性和稳定性。这一机制是构建高可用、高可靠监控系统的重要基础。

2.1.2 工作原理

主备协调器切换机制的工作原理主要包括以下几个方面：（1）数据同步：主协调器与备用协调器之间通过高效的数据同步机制，确保在任意时刻，两者之间的数据保持一致。这包括监控系统的实时数据、历史数据、配置信息等。当主协调器出现故障时，备用协调器能够立即接管系统，并继续提供准确的监控数据。（2）状态监测：监控系统会实时监测主协调器的运行状态，包括CPU使用率、内存占用率、网络连接状态等。一旦发现主协调器出现异常或故障，系统会立即触发切换机制。（3）切换算法：切换机制的核心在于其高效的切换算法。该算法能够在极短的时间内完成主备协调器之间的切换，并确保切换过程中的数据一致性和系统稳定性。切换算法通常会考虑多种因素，如当前系统的负载情况、网络延迟等，以选择最佳的切换时机和方式。（4）接管与恢复：当备用协调器接管系统后，它会立即接管主协调器的所有监控任务，并继续向用户提供监控服务。同时，系统还会尝试对主协调器进行故障排查和修复。一旦主协调器恢复正常工作，系统可以根据预设的策略和条件，将监控任务切换回主协调器，或者保持备用协调器的运行状态，以实现更高的系统冗余和可靠性。

2.1.3 技术优势

主备协调器切换机制的优势主要体现在以下几个方

面：一是高可用性：通过实现主备协调器的无缝切换，监控系统能够在主协调器出现故障时迅速恢复工作，从而确保监控服务的连续性和稳定性。二是数据一致性：高效的数据同步机制确保在主备协调器切换过程中数据的一致性，避免了因数据丢失或不一致而导致的问题。三是灵活性和可扩展性：主备协调器切换机制可以根据储能电站监控系统的规模和需求进行灵活配置和扩展，以适应不同规模和复杂度的监控系统。

2.2 信息建模

2.2.1 技术概述

信息建模是指对储能电站监控系统中的各类设备、传感器、数据点等进行抽象和描述，建立统一的信息模型。这一模型能够标准化地表达设备的状态、属性、行为以及它们之间的关系，从而实现监控系统对设备信息的统一管理和高效处理。

2.2.2 建模内容

（1）设备模型：针对储能电站中的各类设备，如电池、变流器、配电系统等，建立详细的设备模型。模型包括设备的基本属性（如名称、型号、位置等）、状态信息（如运行状态、故障状态等）、行为描述（如开关操作、参数调节等）以及与其他设备的关联关系。（2）传感器模型：对监控系统中的各类传感器进行建模，包括传感器的类型、测量范围、精度、采样频率等。传感器模型用于描述传感器如何采集设备的数据，并将这些数据转换为监控系统可识别的格式^[3]。（3）数据点模型：对监控系统中的各类数据点进行建模，包括数据点的名称、类型、单位、取值范围等。数据点模型用于描述数据点的来源、用途以及与其他数据点的关系，从而实现数据的统一管理和高效处理。

2.2.3 技术优势

一是标准化描述：通过信息建模，监控系统能够对设备、传感器、数据点等进行标准化描述，从而消除信息孤岛，提高数据的一致性和可读性。二是统一管理：建立统一的信息模型后，监控系统能够对设备信息进行统一管理，包括数据的采集、存储、处理和分析等。这有助于简化系统的维护和管理流程，提高工作效率。三是可扩展性：信息建模使得监控系统具有良好的可扩展性。当储能电站新增设备或传感器时，只需在现有模型的基础上进行扩展和修改，而无需对整个系统进行重构。四是可维护性：通过信息建模，监控系统的结构更加清晰，易于理解和维护。运维人员可以更快地定位问题、排查故障，并采取相应的措施进行处理。五是数据互通与共享：统一的信息模型为不同系统之间的数据互

通与共享提供了基础,有助于实现储能电站监控系统的集成和协同工作。

2.3 一次调频

一次调频技术是指储能电站监控系统根据电网实时频率的变化,自动调节储能电站的充放电功率,以维持电网频率在规定范围内的技术。

2.3.1 工作原理

监控系统通过高精度的频率测量装置,实时监测电网的频率变化。根据电网频率与设定值的偏差,监控系统会触发预设的控制策略。这些策略通常包括比例、积分、微分(PID)控制或模糊逻辑控制等,以实现储能电站充放电功率的精确调节。当电网频率低于设定值时,监控系统会控制储能电站增加放电功率,为电网提供额外的有功支持,从而拉高电网频率;反之,当电网频率高于设定值时,系统会控制储能电站减少放电或增加充电功率,吸收电网中多余的有功,降低电网频率。

2.3.2 技术优势

一次调频技术能够在电网频率发生变化时迅速作出响应,有效应对电网中的突发负荷变化或发电机故障等情况。通过高精度的频率测量和先进的控制策略,一次调频技术能够实现对储能电站充放电功率的精确调节,确保电网频率的稳定^[4]。通过维持电网频率的稳定,一次调频技术有助于减少频率波动对电网和设备的影响,提高电网的整体稳定性。

2.4 动态无功调节

动态无功调节技术是指储能电站监控系统根据电网实时电压的变化,通过控制储能电站的无功输出,改善电网电压质量和稳定性的技术。

2.4.1 工作原理

监控系统通过高精度的电压测量装置,实时监测电网的电压变化。根据电网电压与设定值的偏差以及电压的波动情况,监控系统会触发预设的控制策略。这些策略通常包括电压-无功(V-Q)控制、电压稳定性控制等,以实现储能电站无功输出的精确调节。当电网电压偏低时,监控系统会控制储能电站增加无功输出,提高电网电压;反之,当电网电压偏高时,系统会控制储

能电站减少无功输出,降低电网电压。同时,通过调整无功输出的分布和大小,还可以改善电网电压的分布和稳定性。

2.4.2 技术优势

动态无功调节技术能够有效改善电网电压的质量和稳定性,减少电压波动和闪变对电网和设备的影响。这有助于提高用户的用电体验和设备的运行效率。通过调整电网中的无功潮流和分布,动态无功调节技术能够增强电网的稳定性。这有助于提高电网对负荷变化和故障情况的应对能力,减少电网故障的发生和扩散。通过动态无功调节技术,可以实现对储能电站无功输出的优化利用。这有助于减少无功资源的浪费和重复建设,提高电网的经济性和可持续性。

3 电网侧储能电站监控系统的应用与发展

随着新能源的大规模接入和电网智能化水平的提升,储能电站监控系统在电网中的应用将越来越广泛。未来,储能电站监控系统将更加注重数据的实时性、准确性和安全性,以及系统的可扩展性和可维护性。同时,随着人工智能、大数据等先进技术的不断发展,储能电站监控系统将实现更加智能化的运行和管理。

结语

储能电站监控系统作为储能电站的核心部分,其体系架构及关键技术的研究对于提高储能电站的运行效率、安全性和稳定性具有重要意义。未来,随着新能源和电网技术的不断发展,储能电站监控系统将不断升级和完善,为电网的安全稳定运行提供更加有力的支持。

参考文献

- [1]徐亮.电网侧无人值守储能电站智能控制策略研究综述[J].电测与仪表,2023,60(05):11-22.
- [2]李琳,秦泽宇,刘啸.电网侧储能电站监控信息接入验收管控方法研究[J].电气技术,2021,22(07):7-12+18.
- [3]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.
- [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.