

# 输电网中储能电站的智能预测系统设计

黄 顺

国投广西新能源发展有限公司 广西 南宁 530200

**摘要：**随着智能电网技术的快速发展，储能电站作为电力系统的重要组成部分，其容量配置和智能预测系统的设计显得尤为重要。本文设计了一种输电网中储能电站的智能预测系统，采用直流系统、站用电低压系统、监控系统、微机保护装置、测控装置、计量装置、人工智能、5G移动通信以及综合自动化设备，通过基于混合蛙跳算法(SFLA)的人工智能技术，实现储能电站容量的计算、研究、预测和优化配置。该系统旨在提高储能电站的预测精度，解决电能浪费问题，并符合储能电站的特性。

**关键词：**输电网；储能电站；智能预测系统

## 引言

智能电网相对于传统的电网技术有着更高的信息化、自动化和互动化水平，其发电、输电、变电、配电和用电环节都需要先进的技术体系进行支撑。储能电站作为智能电网的关键组成部分，其容量配置和智能预测系统的设计直接关系到电网的安全、稳定和高效运行。本文设计了一种输电网中储能电站的智能预测系统，旨在提高储能电站的预测精度，解决电能浪费问题。

### 1 输电网中储能电站的智能预测系统总体设计

智能预测系统作为储能电站高效运行的核心支撑，其架构设计充分考虑了储能电站的特性和需求。系统不仅集成了直流系统、站用电低压系统等基础电力设施，还配备了先进的监控系统、微机保护装置、测控装置及计量装置，以确保电站的安全稳定运行。在此基础上，系统融入了人工智能技术，特别是采用混合蛙跳算法(SFLA)进行数据分析与优化，为储能电站的智能预测提供了强大的计算支持。具体而言，直流系统负责提供稳定的直流电源，保障电站内各设备的正常运行；站用电低压系统则确保电站内部低压设备的电力供应。监控系统通过部署在电站各处的传感器，实时采集电流、电压、温度、功率等关键参数，为智能预测提供基础数据。微机保护装置和测控装置则分别负责电站的保护控制和自动调节，确保电站运行在安全范围内。计量装置则对电站的输入输出电量进行精确计量，为经济分析和优化提供依据<sup>[1]</sup>。人工智能技术的引入，特别是混合蛙跳算法的应用，使得系统能够高效处理和分析大量数据，挖掘数据中的潜在规律，从而实现储能电站容量的精准预测和优化配置。5G移动通信技术的采用，则确保了数据的实时传输和高效处理，为智能预测提供了有力保障。

## 2 人工智能技术在储能电站预测中的应用

### 2.1 混合蛙跳算法(SFLA)

混合蛙跳算法(Shuffled Frog Leaping Algorithm, SFLA)作为群体智能优化算法的一种，其灵感源自于自然界中蛙类群体的觅食行为。该算法通过模拟蛙群在寻找食物过程中的跳跃、交流与更新位置等行为，实现问题求解空间中的全局搜索，旨在找到问题的最优解或近似最优解。在储能电站的容量预测与优化配置中，SFLA算法的应用主要体现在以下几个方面：

**模型构建：**首先，根据储能电站的历史运行数据、环境因素(如气温、光照强度等)以及电网需求等信息，构建储能电站容量预测的初步模型。这一模型将作为SFLA算法进行迭代优化的基础。

**初始化种群：**在SFLA算法中，每个蛙个体代表一个可能的储能电站容量配置方案。算法开始时，随机生成一组蛙个体，即一组初始的容量配置方案，作为算法的初始种群。

**迭代优化：**算法进入迭代阶段，每个蛙个体根据其当前位置(即容量配置方案)评估适应度值，该值通常基于预测误差、经济效益等指标综合计算得出。随后，蛙群被分为若干小组，组内进行局部搜索，通过“跳跃”行为更新个体位置，即调整容量配置方案。之后，各小组间进行信息交流，选出最优个体进行全局更新，以期找到更优秀的容量配置方案。

**更新与收敛：**经过多次迭代，蛙群逐渐收敛于一个或几个较优的容量配置方案。算法根据预设的停止条件(如迭代次数、适应度值变化等)判断是否终止迭代。最终，从收敛的蛙群中选择出最优个体，即得到储能电站的最佳容量配置方案。

**预测与验证：**利用得到的最佳容量配置方案，对储

能电站的未来容量需求进行预测，并通过与实际运行数据的对比，验证预测模型的准确性和算法的有效性。

### 2.2 数据优化与预测

在储能电站的智能预测系统中，数据优化与预测是核心环节之一，它直接关系到预测结果的准确性和实用性。基于采集到的海量数据，系统通过一系列精细化的步骤，利用人工智能算法对数据进行深度优化处理，进而建立高精度的预测模型。

### 2.3 数据预处理与特征提取

首先，系统对采集到的原始数据进行预处理，这包括数据清洗、去噪、归一化等步骤。数据清洗旨在去除错误、重复或无效的数据点，确保数据的准确性；去噪则通过滤波等方法，减少数据中的随机波动和噪声干扰；归一化则是将数据转换到统一的量纲范围内，便于后续算法的处理。接着，系统利用特征提取技术，从预处理后的数据中挖掘出对储能电站容量预测有用的特征信息。这些特征可能包括时间序列的趋势、周期性变化、异常点等，它们能够反映储能电站运行状态的内在规律和外部环境的影响。

### 2.4 预测模型的构建与训练

在特征提取的基础上，系统采用人工智能算法（如神经网络、支持向量机、决策树等）构建预测模型。这些模型能够学习数据中的复杂模式，并根据历史数据预测未来的储能电站容量需求<sup>[2]</sup>。在模型训练过程中，系统使用大量的历史数据作为训练样本，通过不断调整模型参数，使模型逐渐逼近真实的容量需求曲线。为了提高模型的泛化能力，系统还采用交叉验证、正则化等技术，防止模型过拟合或欠拟合。

### 2.5 模型评估与优化

训练完成后，系统对预测模型进行评估，以验证其准确性和可靠性。评估指标可能包括均方误差、平均绝对误差、R方值等，它们能够量化模型预测结果与实际值之间的差距。根据评估结果，系统对模型进行必要的优化和调整。这可能包括增加特征数量、调整模型结构、改变训练策略等，以期进一步提高模型的预测精度。

### 2.6 预测结果的应用与反馈

最终，系统利用优化后的预测模型，对储能电站的未来容量需求进行实时预测。这些预测结果能够为电网的调度和运行提供重要的决策支持，帮助电网运营者合理安排储能电站的充放电计划，优化电网的资源配置。同时，系统还收集预测结果在实际应用中的反馈信息，以便对模型进行持续的改进和优化。这种闭环的反馈机制能够确保预测模型的长期有效性和准确性。

## 3 输电网中储能电站的智能预测系统的实现与功能

### 3.1 系统实现

智能预测系统在实现上采用了先进的模块化设计理念，这一设计使得系统不仅易于维护，而且具备高度的可扩展性。以下是对系统实现的阐述：

#### 3.1.1 模块化设计

系统被划分为多个独立但又相互关联的模块，如数据采集模块、数据处理模块、预测模型模块、决策支持模块等。每个模块都负责特定的功能，通过标准接口与其他模块进行通信和数据交换，确保了系统内部的高效协同工作。

#### 3.1.2 标准接口与通信

系统采用了业界通用的标准接口（如RESTful API、MQTT等），确保了不同模块之间的无缝对接。通过这些接口，系统能够轻松地与其他外部系统进行集成，如电网调度系统、储能电站控制系统等，实现了数据的共享和流程的协同。

#### 3.1.3 可扩展性与可维护性

模块化设计使得系统易于进行功能扩展。当需要增加新的预测算法、数据处理方法或决策支持功能时，只需开发相应的模块，并通过标准接口接入系统即可。同时，系统的可维护性也得到了显著提升<sup>[3]</sup>。由于各模块相对独立，当某个模块出现故障或需要升级时，可以单独进行处理，而不会影响整个系统的正常运行。

#### 3.1.4 高度自定义与灵活性

系统支持用户根据实际需求进行自定义配置。用户可以选择启用或禁用特定的模块，调整预测模型的参数，甚至添加新的数据源或预测指标。这种灵活性使得系统能够适应不同储能电站的特性和需求，为电网的调度和运行提供更加精准的决策支持。

#### 3.1.5 安全性与稳定性

系统在设计 and 实现过程中充分考虑了安全性和稳定性。通过采用加密通信、访问控制、数据备份等措施，确保了系统数据的安全性和完整性。同时，系统还具备故障恢复和容错能力，能够在出现意外情况时迅速恢复正常运行，确保了电网调度的连续性和稳定性。

### 3.2 系统功能

#### 3.2.1 数据采集与全面监测功能深度剖析

智能预测系统集成了高度精密且全面的数据采集与监测机制。该机制通过部署在储能电站各个环节的传感器网络，实现了对电流、电压、温度、功率因数、电池状态（包括剩余电量SOC、电池健康状态SOH）、环境参数（如环境温度、湿度）以及设备振动、噪音等

多元化数据的实时采集。这些数据通过加密通信协议,安全、稳定地传输至中央数据中心。系统配备的可视化界面不仅提供了实时数据展示,还包括历史数据查询、数据趋势分析等功能,使得运维团队能够全面、细致地监控电站的运行状态,及时发现潜在问题。

### 3.2.2 数据深度分析与智能优化功能详述

系统内置了前沿的人工智能算法框架,该框架专为储能电站数据分析设计,包含了数据预处理、特征提取、模型训练等多个模块。数据预处理模块负责数据清洗、去噪、归一化等操作,确保数据质量;特征提取模块则通过深度学习、机器学习等技术,从复杂的数据集中提炼出对容量预测至关重要的特征信息,如负荷趋势、季节性变化、异常事件模式等;模型训练模块基于这些特征,构建出高精度的动态预测模型,该模型能够自适应地调整参数以应对电站运行条件的变化,如设备老化、环境变化等,从而确保预测结果的持续准确性。

### 3.2.3 精准容量预测与智能配置功能阐释

利用经过优化的预测模型,系统能够实现对储能电站未来容量需求的精准预测。这一功能综合考虑了电网负荷波动、可再生能源发电的不确定性(如风速、光照强度的变化)、储能电站的充放电策略及效率、市场电价波动、政策因素等多个维度。系统生成的预测报告不仅包含了未来一段时间内的容量需求预测值,还提供了可视化图表,如负荷曲线、预测误差分布图等,便于电网调度人员直观理解预测结果。这些预测结果直接服务于电网调度决策,助力实现电力供需的精准匹配,优化资源配置,提高电网的稳定性和运营效率。

### 3.2.4 故障预警与高效处理功能深入解读

智能预测系统还配备了先进的故障预警与高效处理机制。通过实时监测关键参数的变化趋势,如电池温度异常升高、电流突然增大等,系统能够提前识别出潜在的故障迹象,并立即触发预警流程。预警信息通过多渠道(如短信、邮件、APP推送、语音报警等)迅速传达给

相关人员,确保他们能够在第一时间获知故障信息。同时,系统提供了故障诊断辅助工具,如故障树分析、专家系统诊断等,帮助快速定位问题根源,缩短故障响应时间<sup>[4]</sup>。此外,系统还集成了故障处理流程管理功能,如工单派发、处理进度跟踪、处理结果反馈等,确保故障得到及时、有效的处理,保障电网的安全稳定运行。

### 结语

本文设计了一种输电网中储能电站的智能预测系统,采用直流系统、站用电低压系统、监控系统、微机保护装置、测控装置、计量装置、人工智能、5G移动通信以及综合自动化设备,通过基于混合蛙跳算法(SFLA)的人工智能技术,实现储能电站容量的计算、研究、预测和优化配置。该系统具有高度的自动化、智能化和实时性,能够准确预测储能电站的容量需求,为电网的调度和运行提供决策支持。未来,随着智能电网技术的不断发展和完善,储能电站的智能预测系统也将不断优化和升级。可以进一步引入区间或概率预测方法,提高预测的不确定性和适应性;同时,还可以考虑储能系统与含间歇性能源输电网、配电网的协调规划,以及电动汽车充放电配合控制等方面的研究,为智能电网的发展提供更加全面和有效的支持。

### 参考文献

- [1]朱明.输电网中储能电站的智能预测系统设计[J].自动化仪表,2024,45(06):63-67.
- [2]曾宇,刘友波,高红均,等.基于模型预测控制的高压配电网负荷转供与储能电站协同运行[J].电网技术,2021,45(05):1902-1911.
- [3]邹健,谢益峰,舒能文.基于向量节点约束建模的输电网弹性供电预测模型[J].微型电脑应用,2022,38(11):118-120.
- [4]张立波,高骞,周勤勇,等.考虑可再生能源出力概率模型和预测负荷区间模型的输电网规划方法[J].全球能源互联网,2019,2(01):62-69.