

综合能源融合的电力管控系统优化策略研究

梁治

中华通信系统有限责任公司，北京市丰台区，100700；

摘要：针对传统电力管控系统能源来源单一、管控效率低等问题，开展综合能源融合的电力管控系统优化策略研究。从硬件部署、软件协同、数据采集传输搭建系统架构，提取四类核心特征并量化计算，划分能源消耗三级需求等级，构建能源需求预测指数模型实现需求趋势智能预测，进而制定需求等级差异化管控策略，提出模块协同优化、安全防护与可视化管控的实施路径。研究形成的完整优化体系，提升了系统管控的精准性与稳定性，为综合能源电力管控系统升级提供理论与实践支撑。

关键词：综合能源融合；电力管控系统；需求预测；管控策略；系统优化

DOI：10.69979/3060-8767.26.05.002

引言

在工业化与城市化快速推进的背景下，全球能源需求持续攀升，能源管理与电力管控成为能源领域的核心研究课题。传统电力管控系统存在能源来源单一、数据处理与实时反馈能力不足等问题，易造成电力分配不均、能源浪费，难以适配可再生能源整合与多元化能源利用的发展需求。综合能源融合的电力管控系统，通过整合多类型能源、实现需求预测与智能调控，成为提升能源利用效率、保障能源供应稳定的关键路径。本文围绕综合能源电力管控系统展开研究，探析系统优化的方法与路径，旨在为提升系统管控效能、推动能源高效利用提供理论与实践参考，助力能源领域的绿色化、智能化发展。

1 综合能源电力管控系统的架构设计

1.1 系统核心硬件部署与功能配置

综合能源电力管控系统的核心硬件由传感器、监控节点、集中控制中心与调控器组成，采用分布式布局实现全域覆盖。传感器作为前端感知单元，实时采集电能、太阳能、风能、水能等多类型能源数据，同时监测电压、电流、功率、温度等运行参数，将物理信号转化为可传输数据。监控节点分布在关键环节，对采集信息进行初步处理与状态监测。集中控制中心作为系统中枢，完成数据深度分析与管控决策生成。调控器根据决策指令执行能源分配与电力流向调节。各硬件单元分工明确、协同联动，为综合能源的实时监测、智能调度与稳定运行提供坚实硬件支撑，保证系统响应迅速、调控精准如表

1所示^[1]。

表1 综合能源电力管控系统核心硬件配置与功能

硬件单元	主要功能
多类型传感器	采集电压、电流、功率、温度等运行参数
分布式监控节点	数据预处理、状态监测与初步筛选
集中控制中心	数据深度分析、管控决策生成与指令下发
智能调控器	执行能源分配、电力流向调节与负荷调控

1.2 系统核心软件模块的协同机制

综合能源电力管控系统以集中控制中心为核心，形成多软件模块协同运行机制。智能预测模块基于历史与实时数据开展需求趋势预测，为管控策略提供依据。优化与升级模块根据运行状态实现算法迭代与功能提升，持续增强系统适配能力。用户可视化模块实现数据直观展示，支持人工干预与策略调整。安全模块负责数据加密、权限管理与风险防护，保障系统运行安全。各模块与控制中心实时互通数据、高效传递指令，构建起“预测—决策—执行—优化—防护”的闭环流程，实现软件体系高度协同，显著提升系统智能化、精准化与安全稳定运行水平。

1.3 多类型能源数据的采集与传输体系

综合能源电力管控系统建立了标准化的数据采集与传输体系，实现多能流数据全域高效互通。系统通过多类型传感器，对电能、太阳能、风能、水能等生产、传输、消耗全过程数据进行实时采集，同步获取电压、电流、功率、温度等关键参数。采集后的原始数据上传至监控节点，完成清洗、筛选与格式规整，提升数据质量。监控节点通过安全可靠的专用通道，将处理后的数据统一上传至集中控制中心，为后续分析与决策提供支撑。该体系具备高实时性、高安全性与高规范性，有效

保障数据完整、准确、及时流转，为系统智能管控与优化调度奠定关键数据基础^[2]。

2 综合能源需求趋势的智能预测方法

2.1 能源需求相关特征的提取与量化计算

能源需求相关特征的提取是实现综合能源需求精准预测的基础，需基于系统分布式部署的传感器采集电压、电流、功率、温度等原始能源数据，经监控节点清洗整合为统一数据集后，从中提取与能源需求高度关联的核心特征，主要包含平均功率、峰值功率、平均温度以及温度变化率四类指标。各类特征均通过科学公式完成量化计算，平均功率反映能源消耗的平均水平，由各时间点功率测量值的算术平均值求得；峰值功率体现能源需求的峰值情况，取一段时间内功率测量值的最大值；平均温度为各时间点温度测量值的均值，反映能源设备

与环境的温度基线；温度变化率则通过计算相邻时间点的温度差值与时间间隔的比值均值，表征温度变化的快慢趋势。各类特征的量化计算为后续需求预测模型的构建提供了精准、量化的数据分析基础，确保特征数据能真实反映能源消耗的实际状态与变化规律。

2.2 能源消耗需求等级的划分与阈值设定

能源消耗需求等级划分是连接特征量化与需求预测的关键环节，依据历史能耗数据与实际用能强度，将需求划分为低、中、高三级状态，实现对能源需求的精准判定。一级为低需求，供应相对过剩；二级为中等需求，处于常规合理区间；三级为高需求，存在供应缺口。结合实际运行场景设定指数阈值，可通过预测指数直接判定需求等级，为管控策略提供依据，具体划分与管控原则如表2所示^[3]。

表2 能源消耗需求等级划分与管控原则

需求等级	状态描述	管控原则
一级	低需求，供应过剩	维持现状，小幅微调
二级	中等需求，常规运行	优化调配，提升效率
三级	高需求，供应存在缺口	紧急调配，优先保障核心负荷

2.3 能源需求预测指数模型的构建与应用

能源需求预测指数模型的构建是实现能源需求趋势智能预测的核心，模型以提取量化后的四类能源需求相关特征为核心变量，通过科学的公式运算构建形成能源需求预测指数，实现对能源需求状态的综合量化评估。预测指数的计算整合了平均功率、峰值功率、平均温度与温度变化率的核心数据，通过求和与差值运算将多维度特征融合为单一指数，且计算过程考虑所有历史测量点数据，确保指数能反映能源需求的长期变化规律。指数数值的变化趋势与能源需求呈正相关，指数上升代表平均功率、峰值功率等指标提升或温度变化率降低，能源需求增加；指数下降则表示能源需求减少。该模型的核心应用在于结合预设的需求等级阈值，通过指数数值判定当前能源消耗需求等级，再基于等级特征与指数变化趋势，实现对未来能源需求趋势的精准预测，为集中控制中心制定能源管控策略提供数据支撑，让能源分配与供应调整更具前瞻性与针对性，有效避免能源供应不足或过剩的问题，提升系统能源管控的智能化与精准化水平^[4]。

3 综合能源电力管控系统的优化实施路径

3.1 基于需求等级的差异化管控策略制定

基于能源需求预测指数与消耗需求等级的阈值匹配结果，开展针对性的能源电力管控策略制定，实现管

控行为的精准化与差异化。针对一级低需求等级，能源消耗远低于平均水平，系统维持当前能源分配与供应状态，仅根据实际运行数据进行小幅微调，避免过度调控造成的能源与资源浪费，保障系统基础运行效率。针对二级中等需求等级，能源消耗处于可接受范围，重点监控能源流动状态与设备运行参数，通过优化能源调配路径、调整各类型能源供给比例，提升能源供应效率，减少中间传输与转换过程中的损耗。针对三级高需求等级，能源消耗高于平均水平，需第一时间记录当前系统运行状态与能源需求数据，采取紧急能源调配措施，优先保障核心用能场景的电力供应，同时联动多能源供给端增加能源输入，避免因能源供应不足引发系统波动或设备故障，确保能源电力供应的稳定性。

3.2 系统全模块的协同优化与动态升级

系统全模块的协同优化与动态升级以智能预测模块的能源需求趋势为核心导向，实现各功能模块的联动配合与系统整体性能的持续提升。优化过程中，整合传感器、监控节点、集中控制中心等模块的运行数据，结合能源需求预测结果，调整各模块的运行参数与响应机制，让数据采集、传输、处理与调控执行形成高效闭环，提升系统整体的反应速度与管控精度。针对系统运行过程中出现的适配性问题，优化与升级模块将根据实际管控需求，对现有算法模型、数据处理流程进行迭代完善，

提升模型对能源需求趋势预测的准确性。同时，基于多类型能源融合利用的发展需求，动态拓展系统的能源适配范围与管控能力，完成硬件接口与软件功能的升级适配，确保系统始终适配多元化的能源电力管控需求，实现全生命周期的高效运行^[5]。

3.3 系统安全防护与可视化管控优化

系统安全防护与可视化管控优化是保障综合能源电力管控系统稳定运行、提升管控便捷性的重要举措，二者协同发力实现系统的安全化与人性化管控，核心流程与界面功能如图 1 所示。安全防护优化以保障系统数据与运行安全为核心，通过构建多层次的安全防护体系，对数据采集、传输、存储全流程进行加密处理，严格管控系统访问权限，有效防止数据泄露、篡改与未经授权的非法访问，规避外部网络攻击与内部操作失误带来的安全风险，确保系统在复杂运行环境下的稳定可靠。可视化管控优化依托用户可视化模块，优化数据展示与交互界面，直观呈现能源、设备及策略执行等信息，帮助用户清晰掌握系统运行状态。同时简化调控流程，支持用户按需快速调整管控策略，提升能源消费透明度与自主控制能力，实现专业管控与用户操作高效结合。

安全防护与可视化管控

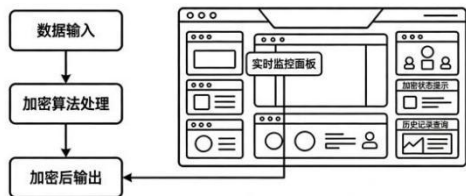


图 1 安全防护与可视化管控流程图

4 结语

综合能源融合的电力管控系统是实现能源高效利用与稳定供应的重要支撑。本文从系统架构设计、能源需求智能预测、管控优化实施路径等方面展开研究，构建了涵盖硬件部署、软件协同、数据采集、预测模型与差异化策略的完整体系。通过需求预测指数模型与分等级管控策略，有效提升了能源分配的精准性与前瞻性。系统全模块协同优化、安全防护与可视化界面的完善，进一步增强了运行稳定性与实用性。研究成果可为综合能源电力管控系统的优化升级提供参考，助力能源行业向绿色化、智能化、高效化方向持续发展。

参考文献

[1] 李信昌, 张勇. 基于多能融合的综合能源站电力设计与能效提升优化策略研究[J]. 行车指南, 2024(8): 0146-0147.

[2] 王亚超. 电力综合能源系统优化运行策略与算法研究[J]. 水利电力技术与应用, 2025, 7(7): 88-90.

[3] 赵佩尧, 李正烁, 高晗, 等. 电-气-热综合能源系统协同调度优化研究综述[J]. 山东电力技术, 2024, 51(4): 1-11.

[4] 潘益. 综合能源系统多能流优化管理关键技术研究[D]. 东南大学, 2020.

[5] 孙雅杰, 王贺, 赵书健. 计及需求响应的综合能源系统优化运行策略研究[J]. 吉林电力, 2020, 48(4): 5.