

[电气系统]

基于智能控制的电气系统设计与优化方法

文/董俊峰

中国航空规划设计研究总院有限公司

随着科技的不断进步，将智能控制技术应用于电气系统中已成为一种趋势。旨在提出一种基于智能控制的电气系统设计与优化方法，以提高电力系统的高效性和可靠性。首先，介绍电气系统的基本原理和组成部分，包括电源、负载和开关设备等。接着，详细讨论智能控制的相关技术及其在电气系统中的应用，主要以神经网络为例展开探讨。然后，重点关注建模和数据分析的方法，包括利用神经网络实现电气系统的建模技术、数据采集和预处理方法。最后，将利用所提出的系统进行验证，并评估系统的性能和效果。

智能控制技术可以实现电气系统的自动化监测、控制和调节，减少人工干预，提高系统运行的自主性和稳定性^[1]。通过智能控制，可以根据实时需求和能源管理策略，优化电气系统的能源利用效率，减少能源的浪费，从而降低能源成本 and 环境影响。智能控制技术还可以实时监测和预测电气系统的运行状态，及时发现故障和异常，并采取相应的措施，提高系统的可靠性和稳定性^[2]。此外，通过智能控制可以实现资源的合理分配和协调，最大程度地利用现有资源，提高系统的整体效益。

为此，本研究提出对基于智能控制的电气系统设计与优化方法。在智能控制技术的辅助下，结合电力系统分析、多维算法和内控优化等，不断强化电气系统的配置，通过计算机辅助，以提高系统设计与优化的效率和准确性。

电气系统基本原理和组成部分介绍

电气系统主要由电源、配电结构、负载装置和输电线路组成，如图1所示。通过设备之间共同作用，实现电力及关联设备的使用、调度。另外，电气系统的运行还需要接入发电机、电力线路、变压

器以及传感器等，完成电能传输、转换的需求。

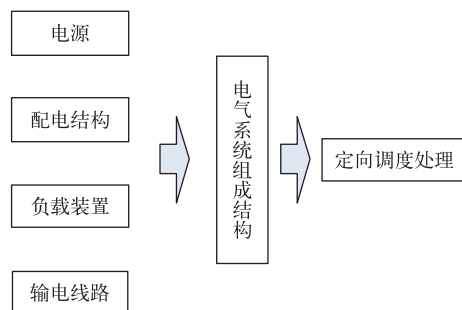


图1 电气系统组成结构示意图

电气系统中，电源为核心，其主要作用是实现电能转化；配电结构和负载装置是系统的过渡，负责电器设备的关联和控制；输电线路相当于传输通道，部分电线也用于完成输送电能的工作。

智能控制的概念和相关技术

智能控制技术是混合型的智能技术，是人工智能、智能辅助、计算机和自动控制等技术的多项融合。在实际应用的过程中，具有逻辑化、自主化和智能化的特征。其原理是利用模型预测进行启发式控制，并建立对应的控制逻辑，最终实现预设的目

标。以智能算法进行建模，可以获取最优的控制结构，提升整体的应用效果。本研究主要以神经网络为例展开探讨。

神经网络算法是一种模拟人类神经系统结构和功能的计算模型。它使用许多人工神经元（或称为节点）组成的层级结构，通过学习数据集中的模式来进行信息处理。

神经网络算法在电气系统中的应用主要表现在以下几个方面：故障识别、异常诊断、多层次控制和设备负荷辅助预测等，具体应用控制结构如图2所示。

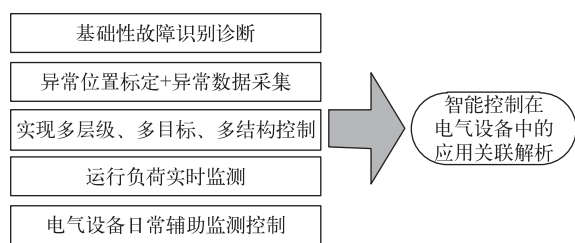


图2 智能控制在电气设备中的应用关联图示

在此基础上，通过建立多样化的模型，结合神经网络算法，构建多目标的电气设备智能化控制原理，如图3所示。

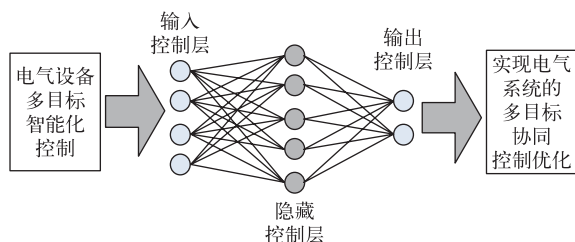


图3 神经网络算法下多目标设备智能化控制原理图

结合图3，实现对神经网络算法下多目标设备智能化控制原理的设计。基于此，将上述的辅助应用内容转换为可执行的应变指令。在当前的程序中形成神经网络的执行性逻辑规则，明确实际用途之后，建立循环性的指令群组，加强对电气系统运行的有效控制，实现持续性监测，获取对应的数据。结合神经网络技术，采用分布式存储的方式进行数据、信息的汇总保存，以此来更好地解决数据质量和系统优化等多种问题。

建模和数据分析的方法

结合动态仿真、等效控制设计等方法，实现电

气系统建模，流程如图4所示。

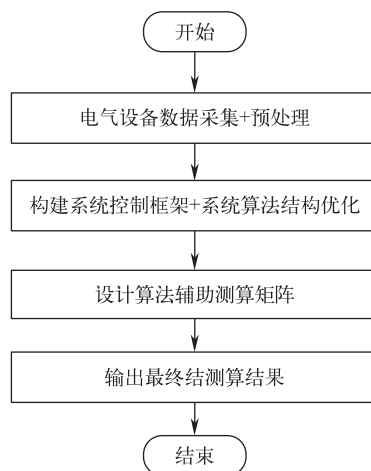


图4 电气系统建模流程图示

结合图4，实现对电气系统模型的设计。利用辅助控制元件来实现电气设备的关联，建立等效控制模型。基于此，利用模型进行数据采集。这部分可以结合神经网络算法，先建立一个神经元结构，将每一个数据设定为单个的神经元，结合当前初始的概念控制模型，设计一个辅助性的神经网络辅助测算模型，将单个的神经元连接在一起，在可调的背景下，进行神经网络连接权值的计算，计算式为

$$F = (1 + l_1 \times \sqrt{(B + l_2)}) - l_1^2 \quad (1)$$

式中， F 为神经网络连接权值； l_1 和 l_2 分别为神经网络并行处理基础范围和实际范围； B 为重复识别区域。

将计算得出的神经网络连接权值作为神经网络辅助测算模型的连接标准。基于此，将当前获取的数据进行均衡性分类，同用途的数据归纳总结，并对其预处理。

通常，在明确系统的覆盖范围的基础上，利用传感装置针对电气设备的电压、电流和电阻等数据进行实时采集、汇总，以待后续使用。但是需要注意的是，模型对数据的处理是有限的，过程中还可以使用SQL Server数据处理软件进行辅助，并通过神经网络辅助测算模型对数据二次分类，构建神经网络处理结构，将数据的差异比降低到最低，确保数据的真实可靠。

接下来，将采集到的数据设定清洗、筛选、整合以及缩放等环节进行处理，过程中去噪，此处需要计算出当前的可控信噪比，计算式为

$$Q=a+\sum_{f=1}^{\lambda} \lambda f-h^2 \tag{2}$$

式中， Q 为可控信噪比，可控信噪比表示可识别范围； λ 为噪声限值； f 为噪次数； h 为重复去噪范围。

在去噪的基础上，对预处理过的数据进行对比解析、分类处理，通过神经网络算法，形成一个动态化的神经网络数据处理结构。接下来，针对系统的神经网络算法进行优化处理，结合智能控制技术，在系统中建立一个计算矩阵，测算出数据处理的异常值，计算式为

$$D=\sum_{i=1}^{\chi} di+(1+\frac{O_2}{\chi-O_1} \times O_1 i)^2 \tag{3}$$

式中， D 为数据处理异常值； d 为数据转换比； i 为控制次数； χ 为可控差值； O_1 和 O_2 分别为两个阶段的数据采集耗时。

结合当前测算，结合异常值的变化，判定算法的优化效果。

案例验证和性能评估

结合智能控制技术，针对上述设计的电气系统与优化方法，进行实例分析和验证。

选定G厂区的3台电气设备作为测试的主要目标对象，将其接入控制平台之中，基于智能控制程序，实现指令和协议的调度处理。设定5个测试周期，每周期24 h，在单元周期之内针对日常的电气系统执行任务进行监测处理。结合智能控制技术，可以先在测试的系统之中建立一个智能化的多目标识别监测程序，针对不同周期系统的运行现状，进行实时数据、信息的定向采集，汇总整合之后，以待后续的使用和验证分析。

随后，基于智能化控制技术，将日常的监控节点与智能化控制程序搭接，建立循环性的电气系统控制框架，依据测算需求的变化，同时结合对应的测算环节，优化系统的辅助算法，测定出该系统在经过上述优化之后，进行系统日运行变动比，计算式为

$$W=\Re \mu-\nu^2 \times \sum_{T=1}^J J T+C \tag{4}$$

式中， W 为日运行速率变动比； $\Re$ 为主控耗时； μ 为运行调度次数； ν 为重复智能控制范围； J 为可控周期； T 为周期时间； C 为可控范围。

具体的测算结果数据见表1。

表1 测试结果对比分析

系统测试周期	电气设备1日运行速率变动比	电气设备2日运行速率变动比	电气设备3日运行速率变动比
测试周期1	6.57	7.25	3.16
测试周期2	8.15	7.16	3.22
测试周期3	7322	6.34	3.18
测试周期4	7.09	7.28	3.25
测试周期5	6.94	3.94	3.34

结合表1，得出如下结论：在5个测试周期之内，针对选定的3台电气设备，对电力系统进行测试，最终得出的日运行速率均可以达到3.5以上。说明在智能控制技术的辅助下，系统的性能得到大幅度提升，具有实际的应用价值。

总结和展望

综合上述分析，便是对基于智能控制的电气系统设计与优化方法的设计与验证研究。经过测定得出结论：系统在经过优化之后，日常任务的执行效率得到极大提升，能够进一步确保电气设备的稳定运行。但是在多目标控制以及实时调度方面还存在部分细节性问题，例如：系统调度耗时过长、目标控制效率过低，控制形式过于固化，单一等，不仅无法强化系统的运行，还容易造成不可控的损失。

为化解这一问题，相关人员可以从多维控制、智能化调度等方向进行缺陷的攻破，借助新型传感器、信息处理装置、智能化调控软件以及执行器等辅助性技术，扩大对电气设备的故障预测与诊断范围。在不同的背景环境下，最大程度降低电气系统执行过程中的复杂性和不可控性，进一步提升系统的运行安全等级，不断提高系统自身的容错控制能力，更好地满足当前的系统设计与有优化的实际需求，以此来扩展延伸电力设备、电力系统的未来发展范围，多角度、多层级和多目标实现对技术的创新和升级。EA

(收稿日期：2024-03-21)

参考文献

[1] 李卉. 基于现场总线技术的电气设备智能控制系统设计[J]. 华东科技, 2.23(2): 103-105.
[2] 王逸坤. 基于智能控制的汽车电气系统设计与优化方法研究[J]. 时代汽车, 2023(17): 128-130.