

基于物联网技术的工厂智能化电气实验平台构建

文/王文秀
中国中车齐齐哈尔车辆有限公司

对现状与需求进行深入分析与讨论，设计了工厂智能化电气实验平台，并对工厂智能化电气实验平台进行构建。通过案例分析，证明该平台在提高电气实验效果方面具有显著优势，大幅提升电气实验的准确性与效率，有效降低生产事故的发生率，提升电网的生产质量与效率。

电力系统复杂且庞大，电气设备的实时监测与故障诊断成为一项极具挑战的任务。传统电气实验方面存在着诸多问题，如人工实验方式不能有效满足准确、快速的实验需求，效率低下；缺乏一定的实时监测与远程控制手段，造成监测与管理不及时、不全面。因此，研究并构建工厂智能化电气实验平台具有重要现实意义，该平台综合使用物联网、数据采集与分析、建模分析以及故障诊断技术等，能够及时识别与发现潜在故障，有效降低生产事故风险，并提升生产质量与效率，此外，该平台还能够为国家电网的工业智能化与自动化发展提供有力技术支持。

现状与需求分析

1. 现状分析

目前，电网中仍存在传统的电气实验方式，这种实验方式依赖于手工记录与人工操作，存在以下问题：①效率低下，手工记录与人工操作通常需要耗费大量的精力与时间，不能很好地满足准确、快速的实验需求；②准确性有限，手工记录与人工操作容易因一些人为因素而造成数据记录错误，影响实验结果的准确性；③实时监测不足，传统实验方式不能很好地实时监测电气设备，导致对设备运行的实时状态了解有限；④远程控制困难，由于人工操作存在一定的局

限性，不能实现远程控制与管理设备，一定程度上限制了实验的便捷性与灵活性；⑤故障诊断不及时，缺乏一定的故障诊断与预测手段，不能及时有效发现隐藏问题与潜在故障，增加了生产事故的风险。因此，现有的电气实验方式已经无法满足工厂的需求，亟需构建一种工厂智能化电气实验平台来有效解决上述问题。

2. 需求分析

工厂智能化电气实验平台基于物联网技术，需要满足以下需求：①提高实验效率，智能化电气实验平台需要通过自动化与智能化技术来完成电气设备的数据采集与远程监测，减少人工操作，提高实验效率；②提升实验的准确率，智能化电气实验平台需要通过数据分析与故障诊断技术来实时监测和分析电气设备，提高实验结果的准确性；③实现远程控制，智能化电气实验平台需要通过物联网技术实时控制和管理远程设备，提高实验的便捷性与灵活性；④及时发现潜在故障，智能化电气实验平台需要通过数据分析与故障诊断技术，及时发现潜在的问题与故障，并第一时间采取针对性措施，降低生产事故风险；⑤支持工业智能化与自动化发展，设计并构建智能化电气实验平台，一方面能为工业智能化与自动化的发展提供有力技术支持，一方面有助于推动与促进整个电力行业

的进步与创新。通过满足上述几项需求，工厂智能化电气实验平台给工厂电气实验工作带来重大的提升与改进。

工厂智能化电气实验平台的总体设计

为提供安全可靠、智能化及高效的电气实验环境，该智能化电气实验平台集成传感器模块、数据中心模块、用户界面模块以及远程控制与管理模块等。其中，传感器模块负责获取电气设备的关键参数数据，如温度、电压及电流等，并将数据传输至数据中心模块完成存储与处理；数据中心模块负责使用先进的数据分析算法来实时分析采集到的数据，完成故障诊断与预测，提供及时精准的设备状态监测与实验结果，同时，数据中心还可以及时识别与预测潜在故障，给出针对性的措施与建议；远程控制与管理模块支持用户通过用户界面来远程操作与管理电气设备，能方便地发送控制命令，如参数调整、设备开关等，同时还实现权限管理功能，保证仅有授权人员能够进行远程操作。此外，该智能化电气实验平台还注重模型的建立，如电力电子模型、电动机控制模型及传感器模型等，通过综合应用这些模型，该平台可以更好地预测与描述电气系统的行为，从而及时、高效、准确地理解、优化和预测电气系统。

工厂智能化电气实验平台构建

智能化电气实验平台主要包括建模与仿真训练、电控排故练习、负载预测与优化以及远程控制与管理等多个功能模块，其中，建模与仿真训练模块通过建立电力电子模型、电动机控制模型以及传感器模型等描述与模拟电气系统的行为，上述模型为后续仿真训练奠定基础，帮助用户更好地理解电气设备的特性与工作原理；电控排故练习模块作为平台的关键功能之一，通过模拟故障情况帮助用户完成电控排故的实践训练，同时平台提供实时监测与故障诊断功能，辅助相关技术人员定位与处理问题，提高排故的准确性与效率；负载预测与优化模块充分利用运行状态与历史数据预测电气设备的负载情况，同时提供优化建议，给出最佳的负载规划和优化策略，从而大幅降低能耗、延长设备寿命及提高设备的运行效率；远程控制与管理模块支持用户远程管理与控制电气设备，同时提供远程监控与操作功能，用户可以远程打开或关闭

设备或调整参数，权限管理功能限制仅具有相关权限的人员才能够进行相应操作，显著提高系统的可控性与安全性。这些功能模块的相互配合为工厂电气实验提供智能化、高效、可靠安全的解决方案。工厂智能化电气实验平台功能模块图如图1所示。

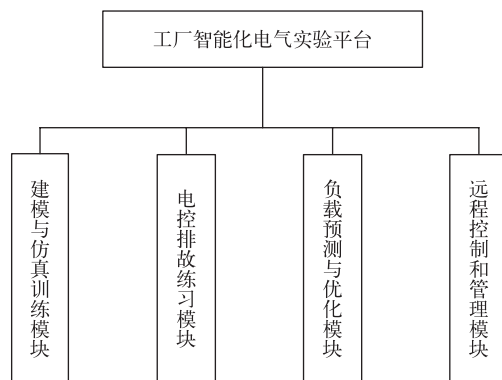


图1 工厂智能化电气实验平台功能模块图

1. 建模与仿真训练

建模与仿真训练作为电气实验平台的重要环节，涉及电动机控制模型、电力电子模型及传感器模型等。以电动机控制模型为例，对其进行建模分析。首先，需要收集电动机的特性数据与相关参数，包括但不限于电动机的静态特性、控制策略及动态特性等，这些关键数据作为模型的基础，用于描述电动机的位置、速度及转矩等响应特性；其次，结合电动机的具体应用场景与类型选择恰当的控制模型，常见的电动机控制模型有永磁同步电动机模型、感应电动机模型以及直流电动机模型等，每种模型均有特定的参数与数学表达式，用以描述电动机的控制方式与动态特性；接着，进行仿真分析，通过输入不同的控制参数与工况条件，模拟电动机在不同工作状态下的行为，帮助相关技术人员更深入了解电动机的速度控制性能、转矩控制以及响应特性等方面，与此同时，通过调整控制策略与参数能够有效优化电动机的效率与性能；最后，电动机控制模型能够用于故障诊断和优化调试，通过对模型进行分析，能够检测电动机潜在的故障情况，并提供有效的应对方案，同时模型还能够用于优化调试过程，结合仿真分析与比对不同参数设置与控制策略下系统性能表现，找出最佳的工作条件，以显著提高电动机系统的安全性与可靠性。

2. 电控排故练习

电控排故练习作为智能化电气实验平台中的核心

功能之一，能够模拟故障情况，使用户进行电控排查的实践训练，提高对电气设备故障的诊断与处理能力。同时，该平台提供实时监测与故障诊断功能，通过实时监测系统温度、电压及电流等关键参数，帮助相关技术人员诊断设备是否存在异常。当出现突发故障时，该平台可以自动诊断故障类型与位置，技术人员可以结合提供的故障信息高效排除故障。通过电控排查练习，技术人员能够有效锻炼自己排除故障的能力，有助于减少生产线停机时间，显著提高设备的可靠性与生产效率。

3. 负载预测与优化

负载预测与优化是智能化电气实验平台的核心功能之一，其中，负载预测通过实时监测与历史数据预测未来一段时间内的负载，能帮助管理者合理规划电力供应策略，并避免过载与能源浪费；负载优化是指按照预测结果来调整电力系统，以达到电网稳定性、能效提升、节能减排以及能源平衡等目标。负载预测与优化具有多重积极意义，一方面能够有效降低能耗成本、减少能源浪费，并显著提高能源利用效率；另一方面通过优化负载分配与控制策略，有助于实现能源平衡，从而有效避免一些设备因过载而引发故障。此外，负载预测与优化在节能减排具有巨大积极作用，能为可持续发展与环境保护作出贡献。

4. 远程控制和管理

远程控制与管理是智能化电气实验平台的另一核心功能之一，其充分利用物联网技术，支持相关技术人员随时远程监测与操控电气设备，大幅提高管理便捷性与生产效率。其中，远程控制支持用户使用智能终端设备来远程开启或关闭设备、设置参数等；远程管理基于实时监测与数据分析，提供报警功能，以辅助相关技术人员快速处理异常情况。远程控制和管理具有多重优势，不仅提供了便捷的操作方式，还通过分析预测来帮助技术人员及时识别与处理问题，大幅提高设备的安全性与可靠性，提高生产效率。

智能化电气实验平台案例分析

某工厂生产线存在一台用于控制物料输送的设备，该设备由电动机驱动，而电动机控制系统存在性能不稳定问题，导致生产能耗高、效率低下，且产量不稳定。为改善与优化电动机控制系统的性能，某工厂使用智能化电气实验平台完成优化研究。为有效解

决这一问题，首先，收集电动机的关键数据，基于这些数据建立对应的电动机控制模型，以用于后续的仿真分析与优化调试。其次，进行仿真分析与优化调试，利用智能化电气实验平台分析电动机的核心参数与控制方式，进行两方面的优化：在控制策略优化方面，通过对比不同的控制策略，发现使用PID控制器的闭环控制方式可显著提高电动机的稳定性与响应速度；在参数调优方面，通过比对不同PID控制器关键参数下的电动机性能，找出最佳的参数设置，使电动机的转矩响应与速度更加准确与平滑。电动机关键参数优化前后比对结果见表1。

表1 各关键参数优化前后比对结果

电动机关键参数	优化前	优化后
响应时间/s	2.5	1.2
控制准确度 (%)	±5	±2
能耗/ (kW·h)	200	150
产量稳定性	波动较大	波动较小

最后，利用智能化电气实验平台的建模分析与仿真优化，成功改善了电动机控制系统的性能，优化后的参数设置与控制策略使设备的控制准确度提高、响应时间大幅减少、能耗显著降低，产量稳定性得到极大改善。

结束语

综上所述，本文设计与构建的工厂智能化电气实验平台，通过充分利用物联网、数据采集与分析、故障诊断等技术，显著提高电气实验的准确性与效率，对电网具有重要意义。该平台不仅能够为电气实验提供有力技术支持，还能够有效促进与推动工业智能化与自动化发展，进而推动电力行业的进步与创新。未来，将持续研究人工智能、深度学习等先进技术，进一步优化与完善该平台的性能与功能，以推动工厂智能化电气实验平台在其他工业领域的应用，为电网带来更大的竞争优势与效益。EA

参考文献

[1] 王芮. 边缘计算在电力物联网中的应用[J]. 电气时代, 2023(3): 60-63.
[2] 雍明超, 王磊, 祁招, 等. 干式变压器智能系统构建策略及关键技术研究[J]. 电气应用, 2022, 41(11): 6-15.