

基于故障复现的船舶综合电力系统方案设计及应用研究

吕飞 王冕 赵丰刚

(海军士官学校, 安徽 蚌埠 233012)

摘要: 针对船舶综合电力系统中的故障问题, 本文设计了一种基于故障复现的船舶综合电力系统方案, 旨在通过模拟实际故障场景, 提高故障诊断的准确性和效率, 为船舶电力系统的实践教学提供平台, 并为其维护和优化提供数据支持和决策依据。

关键词: 船舶综合电力系统; 故障复现; 方案设计; 实践教学

一、前言

随着船舶技术的不断进步和船舶电力系统的复杂化, 对船舶电力系统的安全性和稳定性要求日益提高。一个完整的基于故障复现的船舶综合电力系统, 包括数据采集、存储、分析、故障复现以及结果输出等模块, 且能够实时采集电力系统的运行数据, 通过数据分析和处理, 构建真实的故障场景并进行复现, 并能够输出故障诊断结果和优化建议。为了有效应对船舶综合电力系统中的故障, 提高故障诊断的准确性和效率, 本文设计了一种基于故障复现的船舶综合电力系统方案, 通过模拟实际故障场景并进行复现, 能够诊断船舶综合电力系统的故障并提高诊断效率。

二、方案设计

(一) 系统目标

实时、准确地采集船舶综合电力系统的运行数据。构建真实可信的船舶综合电力系统故障场景, 实现故障的高效复现。利用数据分析技术, 深入剖析故障原因, 提高故障诊断的准确性和效率。为船舶综合电力系统的维护和优化提供数据支持和决策依据。

(二) 系统组成

1. 数据采集模块

负责实时采集船舶电力系统的运行数据, 包括电压、电流、功率等关键参数。采用高精度传感器和先进的数据采集技术, 确保数据的准确性和实时性。

2. 数据存储模块

采用大容量、高可靠性的存储设备, 将采集到的数据进行存储和管理。支持数据备份和恢复功能, 确保数据的安全性和可靠性。

3. 数据分析模块

利用先进的数据分析技术, 对采集到的数据进行处理和分析, 以发现潜在的故障隐患。采用机器学习、深度学习等算法, 构建故障诊断模型, 提高故障诊断的准确性和效率。

4. 故障复现模块

基于数据分析结果, 构建真实的故障场景, 并通过电力系统仿真软件进行故障复现。通过模拟实际故障场景, 验证故障诊断的准确性, 并为系统优化提供数据支持。

5. 结果输出模块

将故障诊断结果和优化建议以可视化的形式进行展示, 方便用户查看和分析。同时, 支持结果导出和报告生成功能, 方便用

户进行后续处理。

(三) 故障复现子系统设计

仿真软件选择与配置。选择适合船舶电力系统仿真的软件, 如 PSS/E、ETAP 等, 确保软件具有足够的精度和功能来模拟复杂的电力系统故障。根据船舶电力系统的实际配置, 设置仿真软件中的网络结构、设备参数、负荷情况等参数, 确保仿真场景与实际系统一致。

故障场景构建。确定故障类型: 根据历史故障数据或预设的故障类型, 确定需要复现的故障类型, 如短路、断路、设备故障等。设定故障位置: 在仿真模型中精确设定故障发生的位置, 可以是某条输电线路、某个变压器或发电机等。设定故障时间: 设定故障发生的时间点, 以便在仿真中准确模拟故障的发生和系统的响应。

仿真参数设置。仿真时间步长: 根据船舶综合电力系统的实际情况和仿真需求, 设定合适的仿真时间步长, 如每秒 1-10 次, 以确保仿真的实时性和准确性。仿真精度: 调整仿真软件的精度设置, 确保仿真结果能够准确地反映实际系统的动态行为。

运行仿真并观察结果。启动仿真: 在仿真软件中运行已设置好的故障场景。监测系统响应: 观察并记录系统在故障发生后的动态响应, 包括电压、电流、功率等关键参数的变化。可以使用数据可视化工具来直观地展示这些参数的变化趋势。数据记录: 将仿真过程中的所有重要数据记录下来, 包括故障发生前、发生时和发生后的数据, 以便后续进行深入分析。

结果对比与验证。与实际故障数据对比: 将仿真得到的结果与实际故障发生时的数据进行对比, 验证仿真模型的准确性和故障复现的可靠性。调整模型参数: 如果发现仿真结果与实际数据存在较大差异, 需要对模型参数进行调整, 以提高仿真的精度。

故障分析与优化建议。故障原因分析: 通过对仿真结果的深入分析, 找出导致故障的根本原因。系统优化建议: 根据故障原因分析结果, 提出针对性的系统优化和改进建议, 以防止类似故障的再次发生。

(四) 故障复现关键技术

高精度数据采集技术。为了确保故障复现的准确性, 需要高精度、高可靠性的数据采集技术。要求传感器具有足够的精度和稳定性, 能够实时、准确地捕捉船舶电力系统的各项运行参数,

如电压、电流和功率等。

大数据存储与管理技术。船舶综合电力系统运行过程中产生的数据量庞大，因此需要大容量、高效的存储设备和技术来保存这些数据。同时，为了方便后续的数据分析，还需要有效的数据管理技术来实现数据的快速检索和处理。

先进的数据分析技术。数据分析是故障复现的基础，需要采用先进的数据分析技术，如机器学习、深度学习等算法，来挖掘数据中的潜在信息，识别故障模式，构建准确的故障诊断模型。

高精度的电力系统仿真技术。故障复现的核心在于模拟真实的故障场景，这要求所使用的电力系统仿真软件具有高精度和高可靠性。仿真软件需要能够准确地模拟船舶电力系统的动态行为，包括各种故障情况下的系统响应。

可视化的结果展示技术。为了方便用户理解和分析故障诊断结果，需要采用可视化的展示技术，将复杂的数据和分析结果以直观、易懂的形式呈现出来。这包括图表、动画等多种形式，帮助用户快速把握系统状态和故障情况。

三、教学应用实践

(一) 实践教学环境搭建

在实践教学过程中，首先需要搭建一个完整的实践教学环境，包括综合电力系统各部分及数据采集设备、存储设备、分析设备以及仿真软件等。同时，还需要准备相关的船舶综合电力系统数据和故障案例作为实践素材。

为了确保实践教学活动的有效性与真实性，学校应精心设计多层次的实践教学环境。除了配置高性能的硬件平台，如模拟船舶综合电力系统的微缩模型、高精度数据采集卡、大容量存储阵列及先进的故障分析工作站外，还可以引入最新的船舶电力系统仿真软件，如MATLAB/Simulink中的船舶电力模块，以及专业定制的故障模拟软件，能够高度还原复杂故障场景。此外，应建立详尽的故障案例库，涵盖历史真实故障与预设模拟故障，每个案例均包含故障描述、影响分析、处理流程及复现步骤，为学生提供丰富的实践素材和深入学习的机会。同时，学校还应配备专业的指导教师团队，负责现场指导与答疑，确保每位学生都能在安全可控的环境中，充分掌握船舶综合电力系统的故障复现与诊断技能。

(二) 数据分析与故障复现

利用数据分析技术对采集到的数据进行处理和分析，以发现潜在的故障隐患。同时，根据历史故障数据或预设的故障类型，在仿真软件中设置具体的故障场景并进行复现。通过模拟实际故障场景，验证故障诊断的准确性，并为综合电力系统优化提供数据支持。

在教学环节中，数据分析不仅是连接理论与实践的纽带，更是培养学生创新思维与实践能力的关键途径。通过引入先进的数据挖掘与机器学习算法，学生能够在教师指导下，深入挖掘船舶综合电力系统运行数据的内在规律，揭示隐藏的系统行为模式。

这一过程不仅要求学生掌握扎实的数学与编程基础，还需具备敏锐的洞察力与批判性思维，以应对数据复杂性与多变性的挑战。在故障复现环节，利用高度仿真的软件平台，学生能够亲手构建故障场景，模拟真实环境下的系统响应，这种沉浸式的学习体验极大地增强了学习的趣味性与实效性。最终，通过理论与实践的紧密结合，学生不仅能够掌握先进的数据分析技能，还能深刻了解船舶电力系统的故障机理，为未来在船舶工程领域的深入研究与职业发展奠定坚实的基础。

(三) 结果输出与优化建议

将故障诊断结果和优化建议以可视化的形式进行展示，方便用户查看和分析。同时，根据实践结果对船舶电力系统进行优化和改进，提高系统的稳定性和安全性。

在船舶综合电力系统的教学应用实践中，结果输出与优化建议的呈现是至关重要的一环。教师可以利用先进的可视化技术，如数据仪表盘、动态模拟图及三维建模等，将复杂的故障诊断结果直观展现给学生。这些可视化工具不仅能够清晰地标识出故障位置、类型及影响范围，还能通过颜色编码、趋势分析等手段，让非专业用户也能迅速理解系统状态，为快速决策提供支持。此外，针对实践过程中暴露出的系统薄弱环节，教师还可以采用项目化教学，通过设置不同项目，如：优化电网结构，减少故障传播路径；升级关键设备，提高冗余度以增强系统容错能力；引入智能预测维护系统，通过大数据分析提前预警潜在故障等，加强学生实践能力，提升其对新型电力系统故障的快速识别与应急处理能力。同时，还应鼓励学生展开技术创新，探索应用人工智能、物联网等先进技术，进一步提升船舶电力系统的智能化水平和自动化程度，从根本上提高系统的稳定性和安全性。

四、总结

本文设计了一种基于故障复现的船舶综合电力系统方案，通过模拟实际故障场景并进行复现，能够准确诊断船舶综合电力系统的故障并提高诊断效率。同时，该方案还能够为船舶综合电力系统的优化和改进提供数据支持和决策依据。未来，持续关注船舶综合电力系统的最新发展动态和技术趋势，不断优化和改进该方案以满足实际需求。

参考文献：

- [1] 马伟明. 舰船动力发展的方向——综合电力系统[J]. 海军工程大学学报, 2002, 14(6): 1-5.
- [2] 龙可军, 李兴宇, 等. 某综合试验船电力系统设计[J]. 广东造船, 2022, 185(04): 50-52.
- [3] 任晓琨, 尹志勇, 郭鑫. 突出实践能力的“电力电子技术实验”课程教学设计探索研究[J]. 工业和信息化教育, 2022(8): 90-94.
- [4] 刘康, 熊宇, 曾光. 电力电子技术课程混合式教学创新设计与研究[J]. 教育信息化论坛, 2023(13): 24-26.