

智能电网环境下电力采集与监控系统的集成与测试

魏 薇

中新建电力集团天富能源股份有限公司供电分公司 新疆石河子 832000

摘 要: 面对全球能源危机与环境问题的不断加剧, 智能电网技术得以发展并逐渐成为电力系统演进的重要方向。本研究对智能电网背景下的电力采集及监控系统需求进行了详尽剖析, 提出了一套相适应的整合方案。通过构建硬件、软件、数据集成及管理体系, 并设立集成测试平台, 有效保障了系统的高效运作。此外, 本研究还对电力采集与监控系统实施了全面的测试工作, 涵盖功能验证、性能评估、安全检测及稳定性考察, 这样可以保证系统的稳健性和可靠性。此研究的成果不仅为智能电网环境中的电力采集与监控系统的集成及测试提供了坚实的理论支撑, 还具有重要的实践指导价值。

关键词: 智能电网; 电力采集; 监控系统; 集成测试

引言

智能电网作为当代电力系统演进的关键路径, 其核心在于借助先进的信息技术及电力电子技术达成电网的智能化。在智能电网的框架内, 电力采集与监控系统作为十分重要的一环, 其集成与测试的效能和品质直接关乎整个电网运作的效率与稳定性。本研究可以为智能电网背景下, 电力采集与监控系统的集成与测试提供科学的方法论。

1. 智能电网技术概述

1.1 智能电网的定义

智能电网代表了一种现代电力输送系统的革新, 通过运用前沿的信息通信技术、传感及测量技术、高级分析手段与自动化技术, 实现了电网的双向交互及智能化管控。该系统不仅可以增强电网的可靠度、效能与安全性, 还可以推动可再生能源的有效整合及电力市场的顺畅运行^[1]。相较于传统的电网架构, 智能电网展现出更高的灵活性, 可以更有效地响应电力需求的变化, 并且具备更强的故障应对与挑战克服能力。

1.2 智能电网的关键技术

高级计量基础设施 (AMI) 作为智能电网的重要构成部分, AMI 涵盖了智能电表、通讯网络以及数据管理平台, 其功能在于实现电力消耗的实时监控与管理, 并促进需求响应及动态价格机制的实施。分布式能源资源 (DER) 整合, 智能电网具备融合各类分布式能源资源的能力, 例如光伏发电、风力发电、微型水力发电站和能量存储系统, 达到能源的有效利用与最佳分配。高级配电自动化 (ADA),

ADA 技术通过对配电系统的实时监测与操控, 增强了电网的稳定性和效能, 缩短了断电时长, 加快了故障处理速度^[2]。电网的可视化与调控, 借助先进的数据收集与监控装置 (SCADA)、地理信息系统 (GIS) 和能量管理系统 (EMS) 可以达成电网状况的即时可视化及最优控制。电力电子技术, 如固态变压器、柔性交流输电系统 (FACTS) 和高压直流输电 (HVDC) 等电力电子装备, 可以提升电网的适应性和输送效率。

2. 智能电网环境下电力采集与监控系统的需求分析

2.1 系统功能需求

系统功能方面的需求分为以下方面: 数据获取, 该系统需具备从电力网络中实时获取多种类型数据的能力, 涵盖电压、电流、功率、频率及电能质量指标等, 所收集的数据必须达到高度精确与稳定的标准, 以保障监测工作的准确无误。数据管理, 对于收集来的数据, 系统须实施有效的管理措施, 涉及数据的保存、解析、运算及汇总等方面, 系统应拥有卓越的数据处理效能, 保证能对数据做出即时分析, 以便迅速应对电力网络运行状态的变动。实时监视, 系统应配备实时监视功能, 可全面监控电力网络的运行状况, 具体包括设备运作状态、负载水平以及故障情形的实时展示与预警。远程操控, 系统需支持远程操控选项, 让操作员可在远端对电力设施实施操作, 例如远程闭合断路器、开启或关闭电路、调整负载等。故障识别与解决, 系统应具有故障识别功能, 可以自动发现电力网络中的非正常现象并给出故障解决方案或自动激活故障处理流程^[3]。调度优化, 系统应依

据电力网络的当前数据与过往记录,实现负荷预测及优化调度,进一步提升电力网络运行的经济效益与稳定性。用户界面友好,系统应设计有直观易用的用户界面,便于操作人员轻松查阅电力网络的状态、执行操作指令和进行数据分析。

2.2 系统性能需求

系统性能要求包括以下几点,首先是实时性,系统需保证数据采集、处理及传输的即时性,以维持监控信息的时效性,迅速应对电网运行过程中的各类变动。其次是可靠性,系统必须展现出高度的稳定性,在多变的环境中保持正常运作,并具备容错与自恢复功能,这样可以最小化系统故障对电网运行造成的干扰。再次是安全性,系统要保证数据传输与存储的安全,有效防范数据泄露和未授权访问,保证电网运行的安全环境。此外,系统的设计还需具备优良的扩展性,以适应未来电网规模的增长和技术革新。系统的兼容性也非常重要,需要与当前的电网设施及管理体系无缝对接,支持来自不同供应商设备的数据接入与控制操作。最后是精确性,系统应保证数据采集与处理的准确性,以提供可靠的监控结果,为电网的高效运行奠定坚实基础。

2.3 系统集成需求

系统集成需求方面,主要包含以下内容:设备整合,系统需兼容各类智能电网装置,例如智能电表、感知器、继电器、开关设备等,保证这些装置能顺畅地嵌入系统并共同运作。系统融合,系统应当可与现有电力企业的信息平台对接,如企业资源管理(ERP)系统、地理信息平台(GIS)、客户信息平台(CIS)等,以促进数据交换及业务流程的协作。标准化,系统集成过程中应遵守相应的国内外规范,比如 IEC 61850、IEC 61970 等,保障各系统与设备间的互通性。通信协议,系统须支持多样化的通讯协议,涵盖但不限于 Modbus、DNP3、OPC 等,以便满足不同装置和场景下的通讯要求。用户界面,系统应设计统一的用户界面,便于不同权限等级的用户轻松访问系统功能,提升人机交互体验的一致性和便利性^[4]。第三方服务对接,系统应具有整合外部服务的功能,例如气象预报、负载预测、市场交易等,以此拓展系统功能并增强决策辅助效能。

3. 智能电网环境下电力采集与监控系统的集成策略

3.1 硬件集成策略

在智能化电网环境中,电力采集与监控系统的硬件集成策略构成了保障系统高效运作的基石。硬件集成涵盖多个

维度,不仅限于传感器、数据采集模块、通信设施及控制中心硬件等组成部分。首要任务在于甄选符合智能电网规范的硬件设施,保证其兼容性并能支撑如 IEC 61850 等高级别通信协议。所选硬件需具备优良的可扩展性和模块化架构,便于未来的升级与维护作业。硬件集成方案还需考量设备的稳定性和对环境的适应能力,保证其在不同气候条件及操作场景下均能保持稳定运行状态。在集成实施阶段应运用前沿的布线与安装技术,这样可以降低信号干扰风险并提升系统整体效能。

3.2 软件集成策略

软件集成策略的核心在于探讨如何将多种异构的软件组件与应用系统融合至同一平台,以达到数据的无碍流通及高效的处理效能。在智能电网领域内,软件集成方案需具备支撑实时数据解析、事件评估、故障识别以及预知性维护等关键功能的能力。该策略应当涵盖标准化接口与中间件的应用,以增强各系统及应用程序间的交互操作性。与此同时,采取模块化与服务导向型架构(SOA)也是必要的,这可实现软件单元的独立升级与维护工作。软件集成方案还需考量安全防护措施,保证数据交换与保存过程中的安全性,避免非法侵入及信息外泄现象的发生。在整个集成流程中,应对现存系统进行兼容性审查,保证新旧体系间能实现平稳转换。

3.3 数据集成与管理

在智能电网环境下的电力采集与监控系统中,数据集成与管理占据核心地位。为了实现来自不同源及格式数据的有效整合与同步,数据集成策略必须得到充分保障。此过程不仅涉及实时数据流与历史数据的集成,还需涵盖数据质量的管理和控制。数据管理策略应综合考虑数据清洗、数据融合、数据压缩及数据安全等多个方面,利用数据仓库和数据湖技术可有效应对大规模数据集的存储与管理需求。采用如大数据分析和人工智能算法等先进数据处理技术,可以从中提炼出具有价值的信息与洞见,以为决策提供支持。此外,数据集成与管理还需保证遵循相关数据保护法规及标准。

3.4 系统集成测试环境搭建

构建系统集成测试环境对于保障电力采集与监控系统的可靠性和稳定性非常重要。此环境须尽力复制实际操作条件,涵盖硬件设施、软件平台及数据流动。集成测试不仅应包括单元测试、集成测试、性能测试和耐压测试,以全方位检验系统效能与稳固性,同时在测试进程中,必须翔实记录

测试成果与日志，便于后续的问题定位与解决。值得注意的是，测试环境还应兼容自动化测试工具，这样可以提升测试工作的效率与精确度。完成测试后须执行深入的分析与评价，保证系统集成符合预定的设计标准与性能参数，为系统的正式上线与运作奠定坚实的基石。

4. 智能电网环境下电力采集与监控系统测试研究

4.1 测试策略和测试计划

在智能电网的背景下，电力采集与监控系统的测试策略及规划对于保障系统的稳定性和效能非常重要。测试策略需涵盖系统全面评估，涉及从单元测试直至集成测试、系统测试及最终验收测试的全过程。测试规划应当详尽描述测试目的、测试范围、资源配置、时间安排、风险分析及应对措施。同时，测试规划还须包括测试环境的构建，以保证该环境能有效模拟实际电网的运作状况。测试策略和规划的拟定应依据系统需求与设计文件并需与项目管理团队密切协作，保证测试活动与项目进程相协调。

4.2 功能测试

功能测试可以确认电力采集与监控系统的各项功能是否均能依照需求规格说明书的要求正常运行，测试需全面涵盖系统的所有功能单元，如数据采集、处理、存储、分析及展示等方面。测试用例应当既包含常规操作流程，也涉及异常状况的处理，以保证系统在不同情境下均能提供精确的电力数据并实现有效的监控功能。为了提升测试效率，功能测试宜采用自动化测试工具，并辅以人工测试，以便于检验那些自动化手段难以触及的复杂场景以及用户体验。

4.3 性能测试

性能测试着重于考察电力采集与监控系统的响应时延、数据处理能力、资源占用率及系统稳定性等关键性能参数。测试过程中需模拟高强度负载环境，以评估系统在高压条件下的运行状况，保证其在实际应用中具备高效处理大规模数据的能力而不会遭遇性能瓶颈。为了全面验证系统的稳定性和可靠性，性能测试应当涵盖压力测试、负载测试、稳定性测试以及并发测试等多个方面。此外，测试所得结果需要与既定的性能标准相比较，进一步判断系统性能是否达到预定的设计目标。

4.4 安全性测试

安全性测试可以保障电力采集与监控系统免受多种安

全威胁的影响，维护电网数据及控制指令的安全。该测试需涵盖系统渗透测试、漏洞探测、安全配置审核以及数据加密效能测试等内容，用以识别可能存在的安全隐患。同时，安全性测试需对系统的身份验证机制、权限管理及审计功能进行评价，保证唯有获得授权的使用者方能接触系统资源。除此之外，测试过程中还应当创设攻击情境，检验系统在遭遇突发状况时的应对措施及其恢复机能。

4.5 稳定性测试

稳定性测试这样可以检验电力采集与监控系统于长期运作中的可靠性，该测试需模拟系统在数周乃至数月的连续运行状态，以保证系统不会遭遇崩溃、数据遗失或性能衰退等状况，稳定性测试的内容应涵盖长时间运行测试、故障恢复测试及系统升级测试等多个方面，借此全面评估系统在不同运行环境下的稳定性表现，测试所得的结果应详尽记录系统运行日志，并对系统行为进行深入分析，保证系统可持久且稳定地提供服务。

5. 结语

综上所述，本文对智能电网环境中电力采集与监控系统集成及测试进行了研究，提出了一种全面的集成方案与测试手段。研究表明，借助合理的硬件整合、软件融合及数据管理措施，可以增强系统的运作效能与数据处理水平。通过构建集成测试平台并实施功能、性能、安全性及稳定性的综合评估，可保障系统的可靠性与稳健性，符合智能电网对电力采集与监控系统的需求。本研究不仅为智能电网技术的进步提供了理论依据，还为实际工程项目提供了有价值的参考与指导，展现出较大的实际意义与实用价值。

参考文献：

- [1] 胡天宇. 电力系统中的电能信息采集技术分析 [J]. 集成电路应用, 2024, 41 (09): 296-297.
- [2] 张鑫. 电力系统中用电监察的实时数据采集与远程监控方案的研究 [J]. 家电维修, 2024, (08): 110-112.
- [3] 王建勇, 朱春雷, 潘仁秋, 等. 基于大中型企业电力供配电监控系统改造的应用研究 [J]. 冶金自动化, 2024, 48 (S1): 90-95.
- [4] 陈丽君. 发射台自动化监控系统的构建 [J]. 西部广播电视, 2021, 42 (18): 220-224.