

电力系统分析实验指导书 new1

一、实验概述

1. 实验目的

(1) 实验的目的是为了使学生深入理解电力系统的基本原理和运行特性，通过实际操作和数据分析，掌握电力系统分析的基本方法和技巧。通过本实验，学生能够熟练运用电力系统分析软件，对电力系统的稳态和动态性能进行评估，从而为电力系统的设计、运行和维护提供科学依据。

(2) 具体而言，本实验旨在培养学生以下能力：首先，能够对电力系统中的各种参数进行准确测量，包括电压、电流、功率、频率和相位等；其次，能够运用电力系统分析软件进行数据采集、处理和分析，得出系统的稳态和动态特性；再次，能够对电力系统可能出现的故障进行模拟和诊断，提高故障处理能力；最后，通过实验报告的撰写，提高学生的科学写作和表达能力。

(3) 此外，实验还旨在强化学生对电力系统理论知识的理解，使学生能够将理论知识与实际应用相结合，提高解决实际问题的能力。通过实验，学生将加深对电力系统稳定性和可靠性的认识，为今后从事电力系统相关领域的研究和工

作打下坚实的基础。

2. 实验原理

(1) 电力系统分析实验基于电路理论、电磁学和电力系统基础理论。实验原理主要涉及电路元件的伏安特性、电路方程的建立和求解、系统稳态和动态特性的分析。在实验中，通过测量电路元件的电压、电流等参数，可以计算出电路的功率、阻抗等关键指标，从而分析电路的运行状态。

(2) 实验过程中，运用基尔霍夫定律和节点电压法等电路分析方法，可以求解复杂电路中的电流和电压分布。同时，通过引入系统参数，如电阻、电感、电容等，可以模拟和分析电力系统的稳态和动态特性。稳态分析主要研究系统在稳定运行时的参数变化，而动态分析则关注系统在受到扰动后的响应过程。

(3) 在电力系统分析实验中，还涉及到系统稳定性、负载变化、电源变化等因素对系统性能的影响。通过引入系统稳定性判据，如劳斯判据、奈奎斯特判据等，可以评估系统的稳定性。此外，实验还涉及系统保护、故障诊断和恢复等实际应用，以提高学生对电力系统运行和维护的理解。

3. 实验设备与仪器

(1) 实验设备主要包括电力系统模拟实验室的实验台架，其中包含各种电力系统元件，如变压器、发电机、负载、开关、电抗器等。这些元件能够模拟实际的电力系统，使得学生能够在实验室环境中进行电力系统的实验操作。

(2)

实验仪器方面，需要使用到示波器、数字多用表、电流互感器、电压互感器等测量仪器。示波器用于观察和分析电路中电压、电流的波形变化，数字多用表则用于测量电压、电流、电阻等基本电学参数。电流互感器和电压互感器则用于将高电压、大电流信号转换为低电压、小电流信号，以便于测量和记录。

(3) 此外，实验还需要计算机和相应的电力系统分析软件，如 MATLAB、PSCAD/EMTDC 等。这些软件能够模拟和分析电力系统的稳态和动态特性，提供可视化的实验结果，便于学生进行深入的理解和探讨。同时，实验过程中还需要使用到实验手册、操作规程等相关资料，以确保实验的安全和顺利进行。

二、实验准备

1. 实验环境搭建

(1) 实验环境搭建首先需要选择合适的实验室空间，确保空间宽敞、通风良好，满足实验安全要求。实验室应配备必要的消防设施，如灭火器、消防栓等，以应对可能发生的紧急情况。

(2) 在实验室内，根据实验需求布置实验台架。实验台架应稳固可靠，能够承受实验过程中可能产生的振动和压力。实验台架上的元件布局要合理，便于操作和连接。同时，应预留足够的空间用于放置实验仪器和记录实验数据。

(3)

实验环境中还需配备电力系统模拟实验所需的电源系统，包括稳压电源、直流电源、交流电源等。电源系统应具备足够的功率，以满足实验需求。此外，还需配备实验控制台，用于控制实验过程和记录实验数据。控制台应配备计算机、显示屏、键盘等设备，以便于实验操作和数据记录。

2. 实验数据采集

(1) 实验数据采集是实验过程中的关键步骤，涉及对电力系统各个元件的电压、电流、功率等参数的测量。首先，需要使用电流互感器和电压互感器将高电压、大电流信号转换为适合测量的低电压、小电流信号。接着，通过数字多用表、示波器等仪器实时采集这些参数。

(2) 在数据采集过程中，应确保仪器的准确性和稳定性，避免因仪器故障或操作不当导致的误差。同时，为了获取更全面的数据，通常需要在不同时间段、不同负载条件下进行多次测量，并记录下相应的数据。这些数据将用于后续的电力系统分析。

(3) 实验数据采集还应包括对电力系统故障进行模拟和诊断的数据。在模拟故障时，通过改变电路参数或人为引入故障，记录下故障发生时的电压、电流等参数变化。在故障诊断过程中，通过分析这些数据，可以判断故障类型、故障位置及故障严重程度，为电力系统的维护和修复提供依据。

3. 实验软件安装与设置

(1) 实验软件的安装是实验准备阶段的重要环节。首先，

需确保计算机操作系统满足软件的运行要求。例如，对于 MATLAB 软件，需要安装相应版本的 MATLAB 以及其附加工具箱，如电力系统工具箱（Power System

Toolbox)。安装过程中，应仔细阅读软件安装指南，按照步骤完成安装。

(2) 安装完成后，软件的设置同样关键。在 MATLAB 中，需要配置环境变量，以确保每次启动 MATLAB 时能够正确加载所需的工具箱和函数。此外，对于电力系统分析软件，如 PSCAD/EMTDC，需要设置模拟参数，如时间步长、初始条件等。这些设置将直接影响模拟的准确性和效率。

(3) 在软件设置过程中，还需对模拟环境进行校准。这包括检查所有连接是否正确，确保电路元件参数设置准确无误。此外，为了便于实验数据的处理和分析，可以在软件中设置数据记录功能，将实验过程中采集到的关键数据自动保存到文件中，以便后续分析和处理。

三、基本参数测量与计算

1. 电压、电流测量

(1) 电压和电流的测量是电力系统实验中基本且关键的操作。电压的测量通常使用电压互感器 (VT) 将高电压转换为低电压，再由数字多用表 (DVM) 进行精确测量。电流的测量则通过电流互感器 (CT) 将高电流转换为低电流，同样使用 DVM 进行测量。在测量前，需要校准电压表和电流表，确保其读数准确。

(2)

在实际操作中，测量电压和电流时，应确保测量点与电路元件正确连接，避免因连接不良导致的误差。例如，在测量负载上的电压时，应将电压表的两个探针分别连接到负载的两端。对于交流电路，还需注意测量相位，以确保数据的准确性。此外，对于非正弦波形，如 PWM 调制下的电压和电流，可能需要使用示波器进行更详细的波形分析。

(3) 测量过程中，还需考虑环境因素对测量结果的影响。例如，温度变化可能导致电阻元件的电阻值发生变化，从而影响电流的测量。因此，在进行电压和电流测量时，应尽量在稳定的温度环境下进行，并记录环境温度作为测量数据的参考。同时，为了提高测量精度，建议在多个测量点重复测量，并取平均值作为最终结果。

2. 功率测量

(1) 功率测量是电力系统分析实验中的核心内容之一，它涉及对电路中电能转换效率的评估。功率分为有功功率和无功功率，有功功率是电路中实际做功的功率，而无功功率则是电路中存储和释放电磁能量的功率。功率的测量通常通过测量电压、电流和功率因数来实现。

(2) 在实际操作中，功率的测量可以通过直接接入式功率表或通过计算得到。直接接入式功率表可以直接测量电路的有功功率、无功功率和视在功率，同时显示功率因数。对于计算得到的功率，需要使用功率公式 $P = V * I * \cos(\Phi)$ 来计算，其中 V 是电压， I 是电流， $\cos(\Phi)$ 是

功率因数。

(3)

功率测量时，应注意选择合适的测量仪器和测量点。对于交流电路，功率因数的变化会影响功率的准确测量，因此需要使用功率因数表来测量功率因数。此外，功率的测量还可能涉及到非正弦波形的情况，此时需要使用特殊的测量方法，如使用功率分析仪来测量非正弦波形的功率。在实验中，还需对测量结果进行校准和验证，以确保测量的准确性。

3. 频率、相位测量

(1) 频率和相位的测量是电力系统分析中的重要环节，它们对于评估电力系统的稳定性和运行效率至关重要。频率测量通常用于确定电力系统中交流电的周期性变化次数，即每秒钟变化的次数。在实验中，频率的测量可以通过频率计或示波器来完成，这些仪器能够提供精确的频率读数。

(2) 相位测量则用于确定两个或多个交流信号之间的时间关系。在电力系统中，相位差可以用来评估负载平衡、发电机同步以及电力系统稳定性。相位测量通常使用相位计或示波器配合使用。相位计可以直接测量两个信号之间的相位差，而示波器则通过显示信号的波形来帮助分析相位关系。

(3) 在进行频率和相位测量时，需要确保仪器的准确性和稳定性。对于频率测量，应选择合适的频率范围，以适应实验中可能出现的不同频率。对于相位测量，应确保测量点之间的信号质量良好，避免噪声和干扰对测量结果的影响。此外，实验中可能需要在不同负载条件下进行多次测量，以获取全面的系统运行数据。通过对比不同条件下的频率和相

位变化，可以分析电力系统的动态特性和潜在问题。

四、系统稳态分析

1. 负载变化对系统的影响

(1) 负载变化对电力系统的影响是多方面的，首先体现在系统负荷的动态变化上。当负载增加时，系统中的电流和电压可能会发生变化，导致功率需求增加。这种变化可能会引起系统电压下降，影响系统的稳定运行。同时，负载变化也可能导致系统频率波动，特别是在负载变化速度较快的情况下。

(2) 其次，负载变化还会对电力系统的功率因数产生影响。当负载为感性或容性时，系统的功率因数会受到影响，可能导致系统需要额外的无功功率来维持电压稳定。这种情况下，电力系统可能需要调整发电机的输出，或者通过无功补偿装置来改善功率因数。

(3) 最后，负载变化还可能对电力系统的保护系统产生挑战。保护系统需要及时响应负载变化引起的异常情况，如过载、短路等。因此，在负载变化时，保护系统的响应速度和准确性变得尤为重要。实验中通过模拟不同的负载变化，可以评估和保护系统的性能，为实际电力系统的设计和运行提供参考。

2. 电源变化对系统的影响

(1) 电源变化是电力系统运行中常见的情况，它对系统的稳定性和性能有着显著的影响。当电源电压发生波动时，可能导致系统中的电流和功率发生变化。电压上升可能引起过载，而电压下降则可能导致设备无法正常工作，影响电力系统的供电质量。

(2) 电源频率的变化也是影响电力系统的重要因素。频率波动可能导致系统同步困难，特别是在多电源系统中，频率的不匹配可能导致发电机失步，影响电力系统的整体稳定性。此外，频率变化还可能引起负载的运行效率降低，增加能源消耗。

(3) 电源的故障或中断会对电力系统产生严重影响。在实验中模拟电源故障，可以观察到系统保护装置的动作、备用电源的启动以及系统的恢复过程。这些实验有助于理解电源故障对电力系统稳定性的影响，并评估系统在设计上的抗故障能力，从而为实际电力系统的安全运行提供理论依据和实践指导。

3. 系统稳定性分析

(1) 系统稳定性分析是电力系统运行安全的关键环节，它涉及评估系统在受到扰动时的响应能力和恢复能力。系统稳定性分析通常包括静态稳定性和动态稳定性两个方面。静态稳定性关注系统在受到小扰动后是否能迅速恢复到稳定状态，而动态稳定性则关注系统在受到较大扰动时的响应过程和最终稳定状态。

(2)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/567064111150010014>