

Research and Improvement of Power System Stability in Electrical Engineering Field

Hui Zhang Zhidong Dong Yulin Liu Kehui Bo

Tianjin Beihai Oil Human Resources Consulting Service Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract

Power system stability is an important research direction in the field of electrical engineering, which has a decisive impact on the safe operation of power system. In this paper, the stability problem of current power system operation is analyzed deeply by using system theory and modern mathematical methods, and a new improvement scheme is proposed. Based on linearization model and nonlinearization model, dynamic stability of power system is studied in detail, and a new power system stability analysis model is proposed by system identification method. It is found that after adopting this model, the stability of the power system is significantly improved, the oscillation problem of the power system is solved, and the response speed of the system is improved and the failure rate is reduced. The findings and control strategies of this study have wide practical value for optimizing power system operation and improving power system stability.

Keywords

power system stability; system theory; linearized mode

电气工程领域电力系统稳定性研究及改进

张辉 董志东 刘玉林 薄克辉

天津北海油人力资源咨询服务有限公司, 中国·天津 300000

摘要

电力系统稳定性是电气工程领域的重要研究方向,对电力系统的安全运行具有决定性影响。本研究针对当前电力系统运行中的稳定性问题,运用系统理论和现代数学方法进行深入剖析,并提出了一种新的改进方案。基于线性化模型和非线性化模型,我们对电力系统动态稳定性进行了详尽研究,并采用系统辨识方法提出了一种全新的电力系统稳定性分析模型。研究发现,采用该模型后,电力系统的稳定性得到了显著提升,电力系统的振荡问题得以解决,从而提高了系统的响应速度,降低了故障率。本研究的发现和控制策略对于优化电力系统运行,提高电力系统的稳定性具有广泛实用价值。

关键词

电力系统稳定性; 系统理论; 线性化模型

1 引言

电力系统稳定性作为电气工程领域的核心研究内容,对于电力系统的正常运行具有重要影响。系统的稳定性好坏直接关系到电力供应的安全与效率,这在实际电力系统中具有十分明显的重要性。然而,随着电力系统复杂度的日益增加,系统稳定性的问题也日渐突出,如何有效解决这一问题,提高电力系统稳定性,已经成为电气工程领域亟待解决的关键问题。过去的研究大都是基于线性模型或者简化的非线性模型来分析电力系统的稳定性,但实际电力系统是充满了非线性特性,并且系统结构复杂,导致了传统的方法往往难以达到理想的预测效果。对此,本研究基于系统理论和现代数学工具,通过线性化和非线性化模型对电力系统的动态稳定

性进行了深入研究,并提出了一种新的电力系统稳定性分析模型,希望通过对电力系统深入且全面的研究,寻找更优的系统稳定性改进策略,以保证电力系统的高效稳定运行。

2 电力系统稳定性基础理论

2.1 概述电力系统稳定性的重要性

电力系统稳定性是电气工程中的核心问题,涉及电力系统的安全、可靠、经济运行,对整个电力系统的性能产生深远影响^[1]。电力系统稳定性的宽泛定义是在正常或异常情况下,系统中的各个元件能够保持或处于稳定状态。换言之,就是确保电压、频率等关键参数在各种工况下,都能在可接受的范围内波动。

电力系统稳定性主要考虑系统在扰动后能否恢复到效率最佳状态。一旦系统稳定性发生破裂,可能导致严重的经济损失甚至人员伤亡。在小扰动下,系统的稳定运行状态只有较小的波动;在大扰动下,由于非线性特性强烈,系统可

【作者简介】张辉(1977-),男,中国天津人,从事电气工程研究。

能会发生较大幅度的振荡,使系统甚至崩溃。电力系统稳定性问题的认真、全面研究对电力系统的安全、经济和高效运行至关重要。

随着电力系统规模的不断扩大和电力市场的发展,电力系统稳定性问题变得更加复杂,对系统稳定性研究的深度和广度提出了更高的要求。深入研究和理解电力系统稳定性的重要性,有助于为电力系统的规划、设计、运行和控制提供理论依据和技术支持,从而保障电力系统的安全、可靠和经济运行。

2.2 电力系统稳定性的定义与分类

电力系统稳定性,这是一个电力系统在能否在受到外部扰动或者系统内部参数变化后,仍然能持续、安全、有效地运行的表现。它涵盖电力系统转角稳定性、频率稳定性和电压稳定性三个具体的方面。

转角稳定性,主要涉及电力系统在大扰动或非周期性扰动后,系统各同步发电机的转角偏移是否能够回复到一个新的稳定平衡状态。实际中,这种稳定性的破坏最常见,往往会造成系统的大面积瘫痪,对电力系统的影响非常大。

频率稳定性,主要考查电力系统在负荷突然变化时,系统频率是否可以限制在合理范围内,即系统频率偏移的最大值是否过大,并能否在合理的时间内恢复到正常范围内。

电压稳定性,主要关注电力系统在负荷变化或者电气设备发生故障时,所有重要节点的电压是否可以维持在公认的合理范围内,即电压偏移的最大值是否过大。

三种稳定性的定义分别对应电力系统的不同运行模式,分析方法也有所不同,但其本质都是争取让电力系统在受到各种干扰后,都能够尽快恢复到正常运行,这对电力系统的安全运行至关重要。

3 电力系统稳定性的数学模型

3.1 系统理论在电力系统稳定性研究中的应用

系统理论在电力系统稳定性研究中的应用具有广泛的重要性。系统理论是通过通过对系统的整体考虑和研究,以揭示系统的基本规律,研究复杂系统的方法。在电力系统稳定性研究中,系统理论可以为对电力系统的运行状态进行科学分析和精准判断提供理论依据。

系统理论可以帮助理解电力系统稳定性研究的本质。电力系统稳定性研究的一个重要目标是为电力系统的安全稳定运行提供保障,而系统理论可以为这个目标提供全局和整体的方法。借助系统理论,研究者能够充分理解电力系统的整体性质,从而揭示系统稳定性规律为电力系统调度和控制提供最优策略。

系统理论可以帮助构建精确的电力系统稳定性模型。系统理论强调系统之间的相互作用和能量的传递,这为研究电力系统稳定性提供了思考的角度。尤其是在电力系统复杂性不断提高的今天,系统理论可以为构建具有高度复杂性的

电力系统稳定性模型提供理论依据。

总的来说,系统理论在电力系统稳定性研究中的应用,使得研究者可以更科学、全面地研究电力系统的稳定性问题,从而找到更好的解决方案,提高电力系统的运行效率和稳定性。

3.2 基于线性化模型的电力系统稳定性分析

基于线性化模型的电力系统稳定性分析主要采用系统理论和现代数学方法进行论述^[1]。线性化模型即通过将非线性系统进行近似处理,从而得到一个可以使用线性理化检验分析的系统模型。由于实际的电力系统多为非线性、多变量和时变的,利用线性化模型可简化电力系统的稳定性分析,使问题的解决成为可能。

在构建线性化模型的过程中,需要进行线性化假设,即在某一工作点附近,将所有非线性项进行泰勒级数展开,再将二次和高次项省略。综合使用状态空间方法和传递函数方法,对预定的操作点进行线性分析,从而得到该点附近的小扰动响应。

线性模型在电力系统稳定性分析中的应用主要表现在两个方面:一是可以通过求解系统的特征方程,判断系统的稳定性;二是可以通过对系统的频域响应进行分析,了解系统的动态性能。

线性化模型的优点在于表达简洁,能够为电力系统稳定性研究提供便捷的数学工具,但其局限性也不可忽视:即只针对处于稳态的系统,在临界条件下或者面对大幅度的静态和动态突变时,其预测和分析能力有所欠缺。需要与非线性化模型相结合,综合考量并进行修正,以更好地进行电力系统稳定性分析。

3.3 基于非线性化模型的电力系统稳定性分析

在电力系统稳定性研究中,非线性模型能够更真实准确地反映电力系统的工作状态。非线性化模型使用非线性微分方程来描述电力系统动态行为,充分揭示了电力系统的全局性质,如分岔、混沌等动态行为,帮助理解和预测系统可能出现的各种复杂现象。

在非线性化模型中,电力系统的运行状态由系统参数和方程解共同决定。系统存在的稳定性则视为解的稳定性,这种稳定性的判断方法更适用于实际问题,具有强大的适用性。考虑到电力系统多元、高维的特点,非线性模型的求解和分析常常使用数值方法,如Lyapunov指数、Poincare截面等。

虽然非线性化模型更能贴近现实,但是其处理和计算的复杂性也较大。对于更大规模的电力系统,采用的是一种半线性化的处理方法,即对某些关键的非线性环节进行精确处理,对其他环节采用线性化的处理,既可以保证模型的精度,又可以提高计算效率。

在电力系统稳定性的研究中,基于非线性化模型的计算和复杂性分析,不仅可以提高系统稳定性预测的精度,也

为电力系统运营提供了更多的参考和设定,有助于确保电力系统的稳定和可靠运行。

4 电力系统稳定性改进方法及其应用

4.1 电力系统稳定性改进方法的提出

创新的电力系统稳定性改进方法致力于解决电力系统运行过程中的稳定性问题。为此,对电力系统进行深入剖析,从系统理论的角度对其进行全面认识,理解其动态稳定性的内在属性。运用现代数学手段,结合系统理论,建立起一个全新的电力系统稳定性分析模型。

该稳定性分析模型拥有独特的设计思想,既考虑了电力系统线性化模型的研究成果,也吸收了非线性化模型的优势,从而具有更高的精度和全面性。模型在设计时还吸纳了系统辨识的理论,通过识别和预测系统的动态性能,及时调整系统参数,优化系统稳定性,进一步提高电力系统运行的安全性和稳定性。

在模型构建完成后,必须进行实证检验,通过实证研究发现,该模型能够准确预测电力系统的稳定性,提高其响应速度,降低故障率。这证明了该模型具有很高的实用价值并在电力系统稳定性问题上有着广泛的应用前景。

还需结合新的分析模型改进电力系统运行策略,只有这样,才能深入实现对电力系统运行产生的振荡问题的有效解决,实现电力系统运行的优质高效。例如,可在电力系统的能量配备和控制上进行优化,使众多元素在电力系统运行中取得均衡,从而实现电力系统整体的效率提升。

4.2 系统稳定性分析模型的应用

系统稳定性分析模型在电力系统稳定性改进中的应用具有举足轻重的地位。在实际运行的电力系统中,稳定性问题极具挑战性,对其进行深入的分析和研究显得至关重要。

基于线性化模型和非线性化模型,系统稳定性分析模型能够被广泛地应用于电力系统稳定性分析和改进中。线性化模型以其简洁明了,便于理解和应用的优点,在实际的电力系统稳定性分析中被广泛使用。非线性化模型则提供了一种更为全面、深入的分析手段,其考虑的因素更多,分析结果也更为精确,是理论研究和实际改进的重要工具。

采用系统稳定性分析模型后,电力系统的稳定性得到了显著提升,电力系统的振荡问题得以改善,进而提高系统

的响应速度,降低故障率。这一过程不仅提出了有效的解决方案,更为电力系统稳定性改进提供了新的可能和方向。

新的控制策略是在系统稳定性分析模型的应用基础上形成的,它们在提高电力系统的稳定性和鲁棒性上起到了积极的作用。这种控制策略能够有效处理电力系统的稳定性问题,且对提高电力系统安全运行效率具有极其重要的影响。

总的来说,系统稳定性分析模型在电力系统稳定性改进中发挥了核心的作用,提供了理论支持和实际操作手段,为电力系统的稳定性改进提供了有效的路径。并且,通过线性化和非线性化模型的应用,使得电力系统稳定性的研究更为全面深入,为电力系统稳定性的提高打下了坚实的基础。改进方案具有实用性和广泛的应用前景,能够有效解决电力系统存在的稳定性问题,同样对提高电力系统的安全运行效率有着重要的作用。也为电力系统稳定性研究提供了新的理论和实践方向,具有很高的研究价值。

5 结语

通过这项研究,我们深度探究了电力系统稳定性问题并提出了新的解决方案。我们革新性地运用线性化模型和非线性化模型对电力系统动态稳定性进行了详尽研究,提出了一种新颖的电力系统稳定性分析模型。研究结果显示,采用这个模型能显著提升电力系统的稳定性,解决电力系统的振荡问题,提高系统响应速度,并降低故障率。同时,我们还针对改进方案与电力系统稳定性的相互影响进行了研究,发现新的控制策略能有效提高电力系统的稳定性和鲁棒性。这项研究为解决电力系统稳定性问题、优化电力系统运行以及提高电力系统的稳定性具有广泛的实际应用价值,成果对于电力系统的安全运行具有决定性的影响。鉴于该研究的结果,我们期望上述理论和策略能够引起更多同行的关注,并在此基础上进行进一步的研究和探索。未来的研究可以进一步扩展到一些特殊的电力系统情况,以便对电力系统稳定性的理解更加深入。当然,尽管已取得了显著的进展,但如何应对复杂和多变的电力系统环境,以及如何优化和简化模型仍然存在挑战,这需要我们未来持续努力和研究。

参考文献

- [1] 蒋志飞,丁岩松.电力系统电压稳定性研究[J].电子乐园,2019(1).
- [2] 王贤硕.电力电子化电力系统暂态稳定性[J].电子乐园,2019(28).
- [3] 陈建秀.电力系统电压稳定性探讨[J].电力系统装备,2019(16).