

# 虚拟现实技术在主配网调控运行培训中的实践

郭宇桐 史殊凡 柴段鲲

国网北京大兴供电公司 北京 102600

**摘要:** 随着电力行业的快速发展,主配网调控运行的安全性和效率对电力系统的稳定运行至关重要,然而传统的培训方法存在诸多限制,难以满足现代电力系统对调控运行人员的高要求。虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术作为一种先进的仿真和交互技术,能够创建逼真的虚拟环境,为调控运行培训提供新的解决方案,本文探讨了虚拟现实技术在主配网调控运行培训中的应用策略,包括培训系统设计、培训内容优化、培训效果评估等方面,旨在为电力行业提供有效的培训方法和策略。

**关键词:** 虚拟现实技术;主配网调控运行;培训

## 引言:

主配网调控运行是电力系统中不可或缺的一部分,涉及电网的调度、监控和故障处理等多方面工作,调控运行人员的专业能力、安全意识和应变能力直接影响到电力系统的安全稳定运行,然而传统的培训方法主要依赖于理论教学和实地操作,存在培训周期长、成本高、安全风险大等问题,因此需要引入新的培训技术,以提高培训效率和效果<sup>[1]</sup>。虚拟现实技术是一种基于计算机仿真和交互技术的先进方法,能够创建高度逼真的虚拟环境,使用户仿佛置身于真实场景中,通过结合传感设备和交互技术,虚拟现实技术可以模拟各种复杂的操作环境和场景,为调控运行培训提供一种新的手段,本文旨在探讨虚拟现实技术在主配网调控运行培训中的应用策略,以提高培训质量和效率。

## 1. 虚拟现实技术概述

### 1.1 虚拟现实技术的定义

虚拟现实技术是一种通过计算机系统生成三维立体图像和环境的仿真技术,这种技术不仅限于图像生成,更重要的是它允许用户通过特定的虚拟现实设备,与这个虚拟环境进行实时交互,这些设备能够捕捉用户的动作和指令,并将其转化为虚拟环境中的相应操作,从而使用户仿佛置身于一个真实可感的虚拟世界中。虚拟现实技术的实现离不开多种先进技术的支持,如计算机图形学负责生成逼真的三维图像和场景,计算机视觉则用于捕捉和分析用户的动作和表情,而人工智能则使得虚拟环境能够理解和响应用户的指令和需求,这些技术的有机结合,使得虚拟现实技术能够创造出

具有高度真实感和互动性的虚拟世界。

### 1.2 虚拟现实技术的特点

#### 1.2.1 沉浸感

沉浸感是虚拟现实技术最为显著的特点之一,通过虚拟现实设备,用户能够身临其境地感受到虚拟环境中的各种细节和变化,无论是虚拟场景中的光影效果、声音效果还是物体的质感和运动轨迹,都能够给用户带来逼真的感官体验,这种沉浸感使得用户能够更加深入地理解和感受虚拟世界,从而增强对虚拟环境的认知和适应能力<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.2 交互性

交互性是虚拟现实技术的另一个重要特点,用户可以通过虚拟现实设备与虚拟环境中的物体进行交互,这种交互方式不仅使得用户能够更加直观地了解虚拟环境中的物体和场景,还能够通过实际操作来验证和修改自己的设想和方案,这种交互性不仅提高了用户的参与度和体验度,还使得虚拟现实技术在教育、培训、娱乐等领域具有更加广泛的应用前景。

#### 1.2.3 构想性

构想性是虚拟现实技术的又一重要特点,虚拟现实技术能够创建多种复杂的场景和情境,使用户能够想象和构想各种可能的操作和结果,这种构想性不仅为用户提供了一个自由发挥想象力和创造力的空间,还使得用户能够在虚拟环境中进行各种实验和模拟,从而更加深入地了解和掌握相关知识和技能,这种构想性在科学研究、工程设计、教育培训等领域具有广泛的应用价值。

## 2. 主配网调控运行培训的现状与挑战

### 2.1 主配网调控运行培训的现状

目前,主配网调控运行培训主要沿袭了传统的培训模式,即理论教学与实地操作相结合,在理论教学方面通过课堂讲授和案例分析,学员可以系统地学习电力系统的基本原理、调控技术以及相关的法律法规和标准,这种教学方式有助于学员构建扎实的理论基础,为后续的实践操作打下坚实的基础<sup>[3]</sup>。实地操作培训则是学员将理论知识转化为实践能力的重要环节,在实际环境中学员可以进行调度操作、故障处理等实际任务的演练,从而熟悉和掌握电网调度的基本操作和流程,这种培训方式有助于学员提高解决实际问题的能力,增强应对突发事件的能力,然而随着电网规模的不断扩大和技术的不断更新,传统的培训方法逐渐暴露出了一些局限性。

### 2.2 主配网调控运行培训面临的挑战

#### 2.2.1 培训周期长,影响工作效率与学员情绪

传统的培训方法往往需要经历漫长的培训周期,学员需要投入大量的时间和精力进行理论学习和实地操作,这种长时间的培训不仅会降低学员的工作效率,还可能因时间过长而导致学员产生厌倦情绪,进而影响培训效果,长时间的培训周期还可能使学员在心理上产生疲劳感,降低学习的积极性和动力,从而难以达到预期的培训目标。

#### 2.2.2 成本高昂,增加企业经济负担

实地操作培训需要投入大量的设备和人力成本,为了满足培训需求,相关部门需要购置各种电力设备、工具以及模拟系统,这些设备的购置和维护费用高昂,此外还需要配备专业的培训人员来指导学员进行实地操作,这些人员的工资和培训费用也是一笔不小的开支。并且实地操作还存在一定的安全风险,需要采取严格的安全措施来保障学员的人身安全,这也增加了额外的成本,这些高昂的成本不仅增加了相关部门的经济负担,还可能限制了培训的规模和频率。

#### 2.2.3 安全风险大,威胁电网与学员安全

在实际环境中进行调度操作和故障处理时,学员可能因操作不当或经验不足而导致设备损坏、停电甚至人身伤害等事故,这些事故不仅会对电网的安全运行造成威胁,还可能给学员带来严重的心理阴影和创伤。在实际操作中学员可能面临各种复杂情况和突发状况,需要迅速做出判断和应对,然而由于经验不足或技能不熟练,学员可能无法正确处理这

些突发状况,从而引发安全事故,因此如何在保障学员安全的前提下进行有效的培训,是主配网调控运行培训面临的一大挑战<sup>[4]</sup>。

### 2.2.4 培训效果有限,难以满足实际需求

传统的培训方法难以模拟复杂的操作环境和场景,导致学员难以获得全面的培训体验,电网系统具有复杂性和多样性,许多实际操作中的问题和挑战难以在培训中得到充分展现,因此学员可能难以掌握应对各种复杂情况的能力,难以在实际工作中灵活应对各种挑战。而且由于培训内容和方式相对单一,学员可能缺乏创新思维和解决问题的能力,难以适应电网系统的发展和变化,这些因素都限制了培训效果的提升,难以满足电网系统对高素质人才的需求。

## 3. 虚拟现实技术在主配网调控运行培训中的应用策略

### 3.1 培训系统设计

#### 3.1.1 虚拟环境的构建

在主配网调控运行培训中,虚拟现实技术的首要应用在于构建一个与真实电力系统环境高度相似的虚拟场景,这一虚拟环境需全面涵盖电力系统的各类关键设备和场景,借助先进的三维建模技术和计算机图形学,能够生成一个高度逼真的虚拟世界,让学员仿佛身临其境,沉浸于电力系统的核心运行环境中,这种高度仿真的虚拟环境不仅有助于学员在视觉和感知层面获得真实体验,还能在心理层面增强其对电力系统工作的理解和认同。

#### 3.1.2 交互设备的配置

为了进一步提升虚拟环境的交互性和操作感,需要配置一系列虚拟现实设备,这些设备能够精准捕捉学员的动作和指令,并将其转化为虚拟环境中的实际操作,学员通过佩戴这些设备,可以在虚拟环境中自由地触摸虚拟设备、查看实时数据、下达调度指令等,从而获得与真实操作极为相似的体验,合理的设备配置和交互设计,使得学员能够在虚拟环境中进行各种复杂操作并获得即时反馈,极大地提升了培训效果。

#### 3.1.3 培训内容的开发

虚拟现实技术在培训内容上的开发,需全面覆盖电力系统的基本原理、调控技术和故障处理等多个方面,通过结合丰富的案例分析和实际操作演练,可以开发出多种复杂多变的培训场景和任务,这些场景和任务不仅模拟了电力系统的日常运行和调控过程,还涵盖了可能出现的各种故障和异

常情况。学员在虚拟环境中进行各种操作和练习时，能够深入了解电力系统的基本原理和运行机制，掌握调控技术的核心方法和注意事项，提高故障处理的应急能力和反应速度，培训内容的设计应具有针对性和实用性，能够满足学员在不同层次和阶段上的培训需求，帮助他们不断提升专业技能和综合素质。

### 3.2 培训内容优化

#### 3.2.1 电力系统基本原理的培训

虚拟现实技术为电力系统基本原理的培训提供了全新的视角和方式，通过模拟电力系统的各种设备和运行过程，学员可以直观地观察到电力系统的复杂运行机制和原理，在虚拟环境中学员可以通过互动和演示，深入了解电力系统的各个组成部分，以及它们之间的相互作用和关系，这种直观、生动的学习方式，有助于学员更加深入地理解电力系统的基本原理和运行机制，为后续的学习和实践打下坚实的基础。

#### 3.2.2 调控技术的培训

在主配网调控运行培训中调控技术的掌握是至关重要的，虚拟现实技术为调控技术的培训提供了高效、便捷的模拟平台，通过模拟各种调控场景和任务，学员可以在虚拟环境中进行各种调控操作，熟悉和掌握调控技术的应用方法和注意事项<sup>[5]</sup>。同时虚拟现实技术还可以提供实时的反馈和评估，帮助学员及时发现和纠正错误，提高调控技术的掌握程度，这种模拟培训方式不仅提高了学员的调控技能水平，还增强了他们的应变能力和解决问题的能力。

#### 3.2.3 故障处理的培训

故障处理是主配网调控运行培训中的重要环节，也是考验学员专业技能和应急反应能力的关键，虚拟现实技术为故障处理的培训提供了逼真的模拟环境，通过模拟各种故障场景和任务，学员可以在虚拟环境中进行故障处理操作，熟悉和掌握故障处理的步骤和方法。同时虚拟现实技术还可以模拟不同的故障情况和处理方式，帮助学员提高应对各种故障的能力，这种模拟培训方式不仅提高了学员的故障处理能力，还培养了他们的团队协作精神和应急反应能力，为实际工作中的故障处理提供了有力的支持。

### 3.3 培训效果评估

#### 3.3.1 操作技能评估

虚拟现实技术凭借其强大的模拟和记录功能，为学员的操作技能评估提供了实时、准确的数据支持，在虚拟环境

中学员的操作过程和数据被全程记录，包括操作步骤、反应时间、准确性等多个维度，通过这些数据可以全面评估学员在故障处理、设备操作等方面的操作技能水平。例如在故障处理场景中，可以精确评估学员的反应速度、操作准确性和处理效率，帮助学员清晰地认识到自己的操作水平和需要改进的地方，这种操作技能评估方式不仅提高了评估的准确性和客观性，还为学员提供了针对性的改进建议，有助于学员不断提升自己的操作技能。

#### 3.3.2 知识掌握评估

虚拟现实技术在知识掌握评估方面也发挥着重要作用，结合理论教学和虚拟操作，可以全面评估学员对电力系统基本原理、调控技术和故障处理等方面的知识掌握情况，在虚拟环境中通过问答、测试等多种形式，可以检验学员对知识点的理解和掌握程度，这些评估结果能够直观地反映出学员的知识掌握情况，帮助学员及时发现自己知识体系中存在的薄弱环节，并进行有针对性的巩固和提高，同时虚拟现实技术还可以根据学员的知识掌握情况，智能调整教学内容和难度，为学员提供个性化的学习路径，进一步提高培训效果<sup>[6]</sup>。

#### 3.3.3 综合能力评估

在主配网调控运行培训中，综合能力评估是衡量学员综合素质和应对复杂情况能力的重要指标，虚拟现实技术通过模拟复杂的调控场景和任务，为学员的综合能力评估提供了逼真的测试环境。例如可以模拟多部门协同处理的故障场景，评估学员在团队协作、应急处理、沟通协调等方面的综合能力，在这种模拟环境中学员需要综合运用所学知识，与虚拟团队中的其他成员进行协同作战，共同解决复杂问题。通过评估学员在模拟场景中的表现，可以全面了解学员的团队协作能力、应急反应能力和沟通协调能力等，为学员提高自己的综合能力提供有力支持，这种综合能力评估方式不仅有助于学员在培训期间全面提升自己的综合素质，还为学员未来的职业发展奠定了坚实基础。

### 结论：

虚拟现实技术在主配网调控运行培训中具有显著的应用优势，通过构建逼真的虚拟环境和配置相应的交互设备，可以为学员提供真实的操作体验；通过优化培训内容和提供实时的评估反馈，可以提高学员的操作技能和知识掌握水平，实际应用案例表明，虚拟现实技术在主配网调控运行培训中取得了显著的效果，为电力行业提供了新的培训方法和

手段。

**参考文献:**

[1] 张华琛,李春华,陈宇航,等.虚拟现实技术在电力通信专业技能培训中的应用[J].中国电力教育,2019(9):4.

[2] 温建春,钟世民,罗鲁东.“大运行”体系下调控运行现场培训模式探讨[J].国网技术学院学报,2014,17(2):3.

[3] 杨健,何明,周佳明,等.基于VR技术的配电网故障仿真训练系统[J].自动化与仪器仪表,2019(7):4.

[4] 任建婧,谭沛然,杨天玥,等.基于虚拟现实技术的配电网故障仿真培训平台[J].通信电源技术,2023,40(21):7-10.

[5] 李鹏.浅析VR技术带电作业仿真培训系统的开发[J].中国设备工程,2021(000-018).

[6] 陈志勇,蔡俊宇,李伟新,等.基于VR的10kV配电网不停电作业培训系统实现[J].华东科技:综合,2020(1):2.