

## 基于虚拟现实技术的变电站系统设计

黎 卡

深圳市输变电工程有限公司, 广东 深圳 518055

**[摘要]**随着虚拟现实(VR)技术的不断发展,电站安全管理迎来了前所未有的机遇。VR技术通过设备故障模拟、人员培训与演练、安全隐患预测以及数据分析与可视化等应用,显著提升了电站安全管理的效率与质量。该技术能够创建真实的模拟场景,使电站管理人员能够更直观地理解电站的运行状态,从而及时识别潜在问题和隐患,并采取相应的措施进行处理。本篇文章基于VR技术探讨了其与电站安全管理的关系,并分析了在变电站系统设计中面临的挑战,研究了相关问题。通过这一研究,旨在为电站的安全、高效运营提供更加可靠的支持,为电力行业的可持续发展贡献有价值的见解与实践指导。

**[关键词]**虚拟现实技术;变电站;设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13942

中图分类号: TM743

文献标识码: A

### Design of Substation System Based on Virtual Reality Technology

LI Ka

Shenzhen Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518055, China

**Abstract:** With the continuous development of virtual reality (VR) technology, power plant safety management has ushered in unprecedented opportunities. VR technology has significantly improved the efficiency and quality of power plant safety management through equipment failure simulation, personnel training and drills, safety hazard prediction, and data analysis and visualization applications. This technology can create realistic simulation scenarios, allowing power plant managers to more intuitively understand the operating status of the power plant, identify potential problems and hazards in a timely manner, and take corresponding measures to deal with them. This article explores the relationship between VR technology and power station safety management, analyzes the challenges faced in substation system design, and studies related issues. Through this research, the aim is to provide more reliable support for the safe and efficient operation of power plants, and contribute valuable insights and practical guidance to the sustainable development of the power industry.

**Keywords:** virtual reality technology; substation; design

#### 引言

在全球能源转型与可持续发展的大背景下,电力系统的稳定性与灵活性愈加重要。作为电力网络的关键节点,变电站不仅承担着电能的转换与分配任务,还在保障电网安全及提高能源利用效率方面发挥着不可或缺的作用。然而,传统的变电站设计方法常常面临信息流通不畅、设计过程缺乏直观性及团队协作效率低下等问题,导致设计周期延长、资源浪费以及安全隐患增加。为应对这些挑战,基于虚拟现实(VR)技术的变电站系统设计逐渐引起了广泛关注。通过创建高度沉浸的三维环境,虚拟现实技术能够有效地将设计数据可视化,设计团队得以在虚拟空间中进行实时交互与评估,进而实现设计方案的优化。此外,现场人员的操作技能与安全意识通过VR技术在培训与教育中的应用得到提升,从根本上降低施工风险。本文旨在探讨虚拟现实技术在变电站系统设计中的应用及其优势,同时分析当前变电站设计的现状与面临的挑战,深入研究虚拟现实技术如何提升设计流程的效率与安全性。通过此研究,期望为电力行业在设计创新、提升协同效率及推动可持续发展方面提供理论依据与实践指导,以适应快

速发展的电力市场及日益增长的能源需求。

#### 1 虚拟现实技术的特点

虚拟现实技术的特点主要体现在沉浸感、交互性及卓越的可视化效果上。沉浸感,指用户佩戴VR设备后仿佛置身于虚拟环境中,获得身临其境的体验,这种感受有效提升了用户的参与度与体验质量。交互性赋予了用户与虚拟环境中元素的实时互动能力,操作过程不仅限于简单的观察,更包括触摸、移动及改变对象,从而加强了用户对系统的理解与控制感。此外,在可视化方面,虚拟现实技术表现出色,通过三维建模与真实渲染,复杂的数据和信息得以直观地呈现,帮助用户更清晰地理解设计方案及系统结构。正因如此,虚拟现实技术成为各个领域,尤其是在变电站设计中,强有力的工具,显著提升了设计效率、优化方案评估及增强培训效果。

#### 2 变电站系统设计现状分析

##### 2.1 变电站的功能与组成

变电站在电力系统中扮演着至关重要的角色,其主要功能在于将电力从发电厂传输至各个用电区域,同时通过变压器对电压进行升降,以满足不同电压等级的需求。其

结构较为复杂，通常由一次设备、二次设备及辅助设备组成。一类设备包括变压器、断路器、隔离开关、母线等，这些设备负责电能的传输、转换与分配；二类设备则主要由保护与控制装置构成，如继电保护系统、自动化设备及通信系统，这些装置确保电网的安全与稳定运行；而辅助设备涵盖供电、照明、通风及消防等系统，以保障变电站的正常运作<sup>[1]</sup>。通过这一系列设备的协同工作，变电站得以高效、安全地完成电力的传输与分配任务。

## 2.2 传统设计方法的局限性

传统的变电站系统设计方法存在着多方面的局限性，主要体现在设计效率、精确度、协同工作以及项目管理等领域。在设计过程中，依赖于二维平面图纸和手工计算的方式，设计过程不仅繁琐且易出现误差，这种方法无法直观地展示复杂的三维结构。设计图纸的可读性较低，使得工程师在理解电气设备布局及空间配置时常常产生歧义，进而影响设计的准确性与施工的精确度。此外，灵活性与实时性在传统设计方法中显得不足，设计中的修改与调整往往需耗费大量时间，难以迅速响应现场变化及需求。对于协同工作，多支设计团队或专业之间的沟通与合作效率低下，信息传递的不及时性常导致设计冲突或项目延误。最后，在项目管理与进度控制方面，未能实现对设计过程的动态监控，传统方法频繁出现项目进度滞后及成本超支等问题。

## 2.3 变电站设计的挑战

变电站设计面临众多挑战，主要体现在技术复杂性、空间限制、安全性要求以及环境适应性等方面。随着电力需求的不断增长，变电站的规模与功能日益复杂，设计人员不得不考虑多种因素。这些因素包括设备布局、电气连接的优化及各类系统的协同运行，使整体设计的复杂性大幅增加，同时对设计精度的要求也随之提高。通常，变电站位于空间有限的场地中，设计师需充分利用每一寸空间，确保设备布局的合理性，避免设备之间的干扰，并保证维护通道的畅通可达，这对设计师的空间规划能力提出了严峻的挑战。作为电力系统中的关键节点，变电站必须满足极高的安全性标准，任何设计上的疏忽都可能严重影响电力系统的稳定性与人员的安全。因此，在设计过程中，安全防护措施及应急预案必须被全面考虑。此外，变电站的设计还需适应复杂多变的环境条件，包括极端气候、地理特征及环保要求，以确保在恶劣环境下的可靠运行。

## 3 虚拟现实技术在变电站设计中的应用

### 3.1 三维建模与可视化

在变电站设计过程中，虚拟现实技术通过三维建模与可视化显著提升了设计效率与精确度。以高度真实的三维形式，变电站中的各类设备、设施及其布局得以展现，使设计人员与工程师能够直观查看系统的整体布局与功能配置。这种可视化手段将复杂的二维图纸转化为易于理解的三维空间模型，帮助设计团队更清楚地理解设备之间的相对位置及安装要求，并实时调整与优化设备的布置。用户能够沉浸于“变电站”中，通过虚拟现实设备互动体验

不同的设计方案，及时识别潜在的设计问题或冲突。此外，与其他相关团队的协作效率得到了提升，设计成果以直观的方式与施工、维护等部门共享，从而减少了信息传递过程中的误差，保障了整个项目的顺利实施。

### 3.2 设计方案评估与优化

在变电站设计中，虚拟现实技术为设计方案的评估与优化提供了全新的途径，使设计的可行性、合理性与安全性得以在早期阶段全面检验。通过沉浸式虚拟现实环境，设计人员能够在三维空间中动态查看与操作变电站的整体布局及设备配置，直接体验与评估不同方案的效果。这种直观的可视化评估方式，使得潜在问题的迅速识别成为可能，例如设备布置的不合理、维护空间的不足或操作路径的阻碍等，进而能够提前进行设计调整，以避免在后期施工中出现设计缺陷及修改成本的增加<sup>[2]</sup>。此外，虚拟现实技术还可用于模拟变电站在不同工况下的运行情况，例如在不同气候条件与设备负载状态下的性能表现等，以确保设计方案能够有效应对实际应用中的各种挑战。

### 3.3 培训与教育的应用

虚拟现实技术在变电站设计的培训与教育应用中展现出显著的优势。通过构建逼真的虚拟环境，帮助操作人员与工程师在安全、低风险条件下进行实践学习与技能培训的效果十分明显。传统培训方式通常依赖于书面材料与实地教学，而虚拟现实技术则能够有效模拟真实的工作场景与操作流程，提供沉浸式的学习体验，使学员得以在虚拟环境中进行设备操作、故障排查及应急演练。这种互动式的培训方式，使得学员不仅能更直观地理解设备的工作原理与操作步骤，还能在虚拟环境中反复练习，以巩固所学知识，且不必担心实际操作带来的安全隐患与设备损耗。此外，能够模拟各种复杂故障场景的虚拟现实技术，有助于学员掌握应对不同紧急情况的能力，从而提升其在实际工作中的应变能力与操作熟练度。对于新员工而言，虚拟现实培训显著缩短了学习曲线，使其快速掌握关键技能；而对于经验丰富的技术人员而言，该技术则提供了一个持续学习的平台，以应对技术更新与复杂场景操作的挑战。

## 4 设计流程的优化与改进

### 4.1 协同设计与团队合作

在变电站设计中，优化与改进协同设计与团队合作被视为提升设计效率与质量的关键因素。传统设计方法常常导致信息孤岛的形成，使各专业团队之间的沟通不畅，从而引发设计冲突与误解。在引入现代协同设计工具与技术后，信息的实时共享与无缝协作得以实现，团队成员能够在同一集成平台上进行高效合作。借助虚拟现实与三维建模技术，设计师、电气工程师、土木工程师等相关人员可以在同一虚拟环境中互动，直观查看并调整设计方案。这种协同设计的方式不仅提高了信息传递的效率，还有效减少了由于设计变更所引发的重复工作与资源浪费。此外，团队合作也得到了显著增强，成员之间能够及时交流想法与建议，共同解决设计过程中遇到的挑战。通过定期召开

虚拟会议与协同评审,设计团队能够迅速反馈与响应,确保每个环节的设计均符合整体目标。这样的优化流程不仅保障了设计的连续性与一致性,还促进了各专业间的协调与配合,最终实现了变电站设计的高效、安全与可行性,为项目的成功实施奠定了坚实基础。

#### 4.2 数据集成与实时反馈

在变电站设计的优化与改进过程中,数据集成与实时反馈不仅被视为提升设计效率的手段,更是实现设计智能化与精准化的基础。传统设计流程中,数据往往分散于不同系统与团队,导致信息滞后及误解,从而影响决策的及时性与准确性。通过构建统一的基于云计算的集成平台,设计师、电气工程师、土木工程师及其他相关人员得以在同一环境中访问、更新与共享设计数据。这种数据集成确保所有参与者获得一致的信息,包括设计图纸、材料规格、项目进度及施工方案。透明的信息流动促进了跨团队的协同合作,显著降低了因信息不对称而导致的设计失误。在这一过程中,实时反馈机制同样发挥了重要作用。设计人员能够迅速接收到来自现场施工的反馈信息,及时识别并解决潜在的设计缺陷或实施问题。例如,现场实际情况、设备安装状态及潜在问题可以通过移动设备被施工团队实时反馈给设计团队,这使得设计师能够根据这些数据迅速调整方案,从而减少因设计与现场实际不符而引发的返工与延误。此外,集成的数据分析工具可实时监控项目进度与成本,自动生成报告并提示潜在风险,使得项目管理人员能够迅速反应,优化资源配置,确保项目按既定目标推进<sup>[3]</sup>。数据集成与实时反馈的有效结合,改变了传统设计工作方式,使得设计流程更加灵活、动态与高效。这一新型工作模式不仅提升了设计质量,还增强了项目在复杂环境中的适应能力,为变电站的成功建设提供了坚实的支持。

#### 4.3 项目管理与进度控制

在变电站设计中,优化项目管理与进度控制被视为确保项目成功实施的关键环节,涉及多方面的策略与技术应用。有效的项目管理不仅限于任务与资源的调配,更在于通过科学的规划与严密的执行,确保设计流程的高效运转。清晰的目标设定与合理的时间安排构成项目管理成功的基础。在项目启动阶段,整体目标、关键里程碑及各阶段的完成期限必须明确。这种结构化的时间管理方法,使团队能够更好地进行资源分配,确保各个环节的协调一致。实时进度监控与反馈机制在项目管理中同样发挥着至关重要的作用。借助项目管理软件与工具,任务进展能够动态监测,实现对各项工作的实时跟踪。这样的做法不仅使项目经理迅速识别潜在的延误与瓶颈,还能及时采取纠正措施,例如资源配置的调整或任务优先级的重新安排。定期的项目进度评审会议促成团队之间的信息共享,确保专业人员对项目进展的共同理解与预期,从而避免因沟通不畅而导致的误解与冲突。在进度控制方面,关键路径法(CPM)及甘特图等工具能够有效识别影响项目整体进度的关键任务,帮助项目团队集中资源与精力解决这些关键问题。此外,风险

管理同样是项目管理不可或缺的一部分。在项目初期,项目经理需识别可能的风险因素,并制定相应的应对策略,以确保在风险发生时能够迅速反应,降低对项目进度的影响。

#### 5 未来发展趋势与展望

未来,变电站设计将更为关注智能化、可持续性与灵活性。随着技术的快速进步,尤其是数字化与信息化技术的发展,变电站的设计有望实现更高效的资源配置与更精确的系统管理。智能化,将成为设计的重要趋势;通过集成物联网(IoT)、人工智能(AI)及大数据分析技术,设备的实时监测、故障预测与智能决策得以实现。这一转型不仅提升了变电站的运营效率,还通过自动化系统减少了人工干预,进一步提高了安全性与可靠性。可持续发展理念将深刻影响变电站的设计思路。绿色建筑及环境友好设计方法的重视日益增强,未来的设计方案将专注于降低能耗、提高材料的可回收性,并评估对生态环境的影响。新的变电站不仅将充当电力传输的节点,还将成为智慧城市中重要的能量管理中心。通过有效结合可再生能源,变电站将实现多元化的能源供应与灵活的电网管理,推动其向更高效、环保的方向发展,并在全球能源转型中发挥更大作用<sup>[4]</sup>。此外,虚拟现实(VR)与增强现实(AR)等先进技术的应用,将进一步提高变电站设计的可视化水平与互动性。这些技术的结合,将为设计人员提供更加直观的设计体验,使得设计方案的评估与优化过程更加高效且精准。伴随着协同设计与远程工作的普及,跨地域团队合作已成为常态,设计过程中信息共享与协同效率的显著提高,将是未来设计的重要特征。

#### 6 结语

虚拟现实的引入,使设计流程不仅变得更加高效与直观,还显著提升了团队协作的效率与设计质量。同时,VR技术在培训与安全管理方面的应用,有助于提升操作人员的技能水平与安全意识,从而有效降低潜在风险。尽管在当前实施过程中,技术与成本挑战依然存在,但随着技术的不断进步,这些问题将逐渐得到解决。展望未来,电力行业应继续深化对虚拟现实技术的研究与应用,探索其在其他领域的潜力。这一探索,将推动变电站设计及整体电力系统的可持续发展,为实现更高效、安全及智能的电力网络贡献力量。

#### [参考文献]

- [1]付彦伟,余建生.基于虚拟现实技术的变电站系统设计[J].光源与照明,2024(3):159-161.
  - [2]张志刚,韩伟.基于虚拟现实技术的智能变电站运维管理系统[J].现代工业经济和信,2023,13(5):68-69.
  - [3]杭凤海.基于虚拟现实技术的变电站仿真系统[J].电工技术,2022(2):96-98.
  - [4]杨慧,谭卓强,邱海峰,等.基于虚拟现实技术的变电站设备实时监控系统设计及实现[J].电脑知识与技术,2018,14(17):273-274.
- 作者简介:黎卡(1986.4—),男,广东高州人,广东工业大学电气工程及其自动化专业,深圳市输变电工程有限公司技术专家,高级工程师(副高级)。