

[虚拟现实技术]

虚拟现实技术在电网领域的应用研究

文/国网浙江省电力有限公司培训中心 王佳培

虚拟现实技术作为时下最火热的前沿科技之一，能够构建出逼真的多维感知立体虚拟场景，为用户提供更直观、有效的信息交互方式。研究论述了虚拟现实技术在电力工程规划设计、电网生产运维检修及电力培训中的应用，最后提出了虚拟现实技术在电网研究应用的展望和建议。

虚拟现实技术作为一项突破性的现代技术，是时下最火热的前沿科技之一，可以通过计算机及其配套虚拟现实设备创建极具真实感，并可直接体验且安全可控的多维立体虚拟环境。借助复杂可靠的交互支撑技术，用户能够与虚拟环境进行更接近自然的自然交互，从根本上改变了人机的交互方式。基于虚拟现实技术特点，研究其在电网领域中的创新应用，将对电网实际中的诸多问题具有较好的适应性，对促进电网创新发展具有积极意义。

虚拟现实技术概述

虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机技术。利用计算机生成一种虚拟环境，借助特殊的输入、输出设备，使用户“投入”其中并实现与虚拟世界对象的实时感知与交互，进而获得视觉、触觉和听觉等身临其境的真实感受。

虚拟现实技术以计算机技术为基础与核心，涉及心理学、控制学、数据库设计、实时分布系统、传感器技术、网络技术和多媒体等多个学科，具有很强的学科综合性和交叉性。其关键技术可根据功能分区进行分类归纳，如图1所示。

虚拟现实技术具有4大主要特性：沉浸性、交

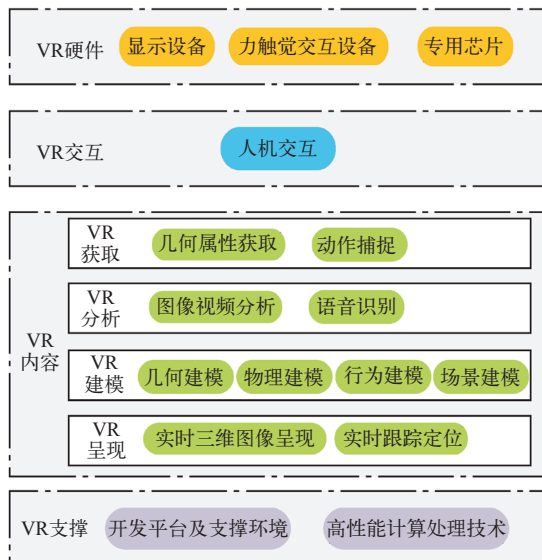


图1 虚拟现实关键技术

互性、构想性及多感知性，强调用户自然地与虚拟世界进行交互操作。虚拟现实技术在设计、操作和培训等方面均能提供有效辅助作用，被广泛应用于军事、航空、医疗、教育、机械和娱乐等行业，成为时下多领域的研究热点之一。电力系统作为规模庞大、结构复杂及技术密集的复杂系统，多项业务面临诸多难点和问题，虚拟现实技术基于强大的学科交叉及特性优势，具有良好的适应性，“虚拟现实+电力”有广阔的融合应用

前景和很好的发展机遇。

虚拟现实技术在电网领域的应用

1. 电力工程规划设计

虚拟现实技术能够建立一个具备多感知、多模式的虚拟环境，用户借助于输入输出设备可以在虚拟环境中通过人机交互进行电力工程方案规划与设计改造，虚拟呈现的多感体验能够为规划设计方案的优劣性评判提供较为直观的判断依据。

三维技术在设备与工程设计中的广泛应用，解决了电力工程建模过程中的诸多问题，为虚拟现实技术的电力工程设计应用提供了重要基础。与传统二维绘图或设计人员头脑模型想象不同，虚拟现实环境中的三维空间模型表现能力更强，配合交互技术，能够更为直接方便地实现设备结构、空间布局、运动关系、配合关系、带电距离以及碰撞等检查测试，进而在工程施工或设备及系统制造前发现问题，减少差错和返工，有利于制订更为合理的设计方案。基于虚拟现实技术的电力工程设计如图2所示。

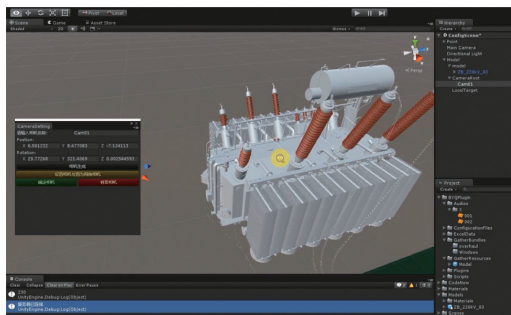


图2 基于虚拟现实技术的电力工程设计

国网浙江杭州供电公司构建了四类110 kV典型虚拟变电站场景，布设完成所有设备及建筑模型的构筑，操作人员可以在虚拟场景中进行漫游观察或操作测试，可针对新建工程或现有运行情况持续改进结构设计和优化配置。其实不仅是常见的变电站、输电线路等常规设计应用，虚拟现实技术更可适用于空间位置信息和属性信息获取困难的设计情况，如输电管廊设计、城市电缆通道规划等。

基于虚拟现实技术研究多感知的电力工程规划设计技术，能够为电力工程规划建设提供直观有效的辅助决策或优化信息，提高管理决策水平及工作效率。同时有利于设计过程相关资料和数据的信息化集成管理，增强设计过程的可追溯

性，从而为后续工程运行、检修或更新改造等全寿命周期管理提供技术支持。

2. 电网生产运维检修

电网设备规模增长迅速，运检设备趋于智能化，使得虚拟现实技术在电网实际生产运维检修中的应用具有重要意义和广阔前景。通过虚拟现实技术与智能生产系统的深度融合，实现虚拟场景与输变配业务的交互融合，可为运维及检修操作、作业踏勘和事故演练等还原真实环境，并提供难以直接获取的辅助数据信息，从而提升现场作业的工作效率和安全管控水平。

(1) 设备运检

电网建设规模的不断扩大及设备智能化水平的逐步提高，要求运检人员跨区域工作和掌握多种型号设备成为一大难题。依托虚拟现实技术特点，以数字化与图形化运规典票建设为切入点，构建电力设备与可视化运规广泛结合的虚拟环境，在设备交互操作的同时多角度呈现设备管理重点，便于运检人员更快地掌握不同设备的运行方式和情况，在优化值班模式的同时提高运检人员对设备结构、原理、履历和状态等的掌控能力以及隐蔽性缺陷的发现能力，从而进一步加强设备事故风险防御能力，提升设备综合管控水平。基于虚拟现实技术的设备检修如图3所示。



图3 基于虚拟现实技术的设备检修

(2) 精确踏勘

输变电设施大型施工检修中常常存在电网结构或设备状况参差不齐等问题，传统踏勘方式在信息采集过程中容易出现遗漏而造成多次踏勘的现象，尤其是偏远变电站及输电线路更需要花费很长的时间，导致工作效率低。利用虚拟现实技术对变电站及输电线路进行等比例建模，通过虚拟场景预演，实现检修区域的精准定位、与带电设备的精确测距及车辆机具的合理摆放等检修方案演练，同时提供作业安全范围、危险点提醒等辅助检修信息，从而提高现场工作的安全管控能

力,推进运检精益化工作的实施。基于虚拟现实技术的现场踏勘如图4所示。



图4 基于虚拟现实技术的现场踏勘

(3) 应急演练

应急抢修演练是电网安全管理的重要环节,传统应急演练多采用故障对象假想方式,抢修人员身心难以完全投入到假想的场景中去,当涉及多个部门或单位时,模拟演练配合不够流畅。虚拟现实技术应用在电力应急抢修演练中,将故障对象及周围场景逼真重现,使得应急演练环境极大地接近现实,抢修人员沉浸在逼真的虚拟故障场景中,从而提高应急演练的有效性。同时通过互联网支持下的虚拟现实的多人协作功能,实现多部门或单位随时随地联合演练,提高整体配合与协调能力,提升应急事件的应对处理能力。基于虚拟现实技术的事事故重现如图5所示。



图5 基于虚拟现实技术的事事故重现

根据美国电科院(EPRI)相关研究,虚拟现实技术使电网运维检修的整体工作效率提升25%,设备运行时间延长20%,误操作减少30%,并降低作业风险。国网浙江公司结合运检专业定位和需求实际,扎实推进“虚拟现实应用工程”研发实践,实现虚拟现实技术与生产运检的深度融合,有效推进设备运维可靠化、检修管理精益化、现场作业高效化和运检队伍专业化建设。

将基于多维感知的虚拟现实技术与生产运检有机结合,有助于夯实智能运检基础,对于实现增强成本管控能力、提高工作效率、提升本质安

全和精益化管理水平将发挥积极有效的作用。

3. 电力培训

电力系统庞大复杂,具有高危险性及不可以轻易停电等特殊特性。传统的培训模式主要是集中进行理论培训或场地实训,随着新技术的快速发展及设备的迭代更新,员工培训需求量不断增长,传统培训现状的弊端凸显。

利用虚拟现实技术实景交互建模,配合知识点视听辅助,构建虚拟现实仿真实训系统,可以有针对性地培养学员的系统与设备认知、运行检修实操及应急排故等能力,同时打破客观环境条件对培训的影响与限制,解决恶劣天气、危险设备不可触、设备更新换代快及实训工位有限等问题,在沉浸性场景和交互操作中增强学员培训学习兴趣 and 主动性,提高培训效率和效果。虚拟现实仿真实训系统基本结构如图6所示。

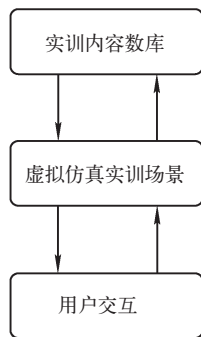


图6 虚拟现实仿真实训系统基本结构

国网浙江培训中心已建立较为完整的虚拟现实培训教学体系,包括师资、课件、教材、软件平台及硬件设备等,配套建立完成虚拟实训基地,培训内容涉及输电、变电、配电、用电及安全专业,专业覆盖广、培训层次多,能够进行理论认知、精细化实操和多人协作实操等,具备教学、训练及考试等多模式功能,能够实现学员专业知识与技能的体系化培训。目前,虚拟现实实训课程已开设多期培训班,学员反馈效果佳。虚拟现实仿真实训如图7所示。



图7 虚拟现实仿真实训

虚拟现实技术的特点和优势使其成为电力培训领域的重要发展趋势之一。将虚拟现实技术引入电力培训中，能够打破传统培训壁垒，高效传授教学内容，并最大限度地发挥学员的主动性与自适应性，增强培训过程的实践性和真实感，从而提升培训效果。

电网虚拟现实技术应用研究展望

鉴于虚拟现实技术发展特点，推动虚拟现实技术与电网实际工作的创新融合，可以提高生产效率、运维水平及安全水平，能够对电网生产、管理及教育培训等多方面产生广泛影响。未来虚拟现实技术在电网领域的应用研究可从以下方面考虑：

- 1) 对现有电网系统各类设备元件的三维虚拟素材资源分类整合，搭建完整、全面的电网系统虚拟现实资源素材库，为虚拟现实技术在电网各个业务领域的应用奠定素材资源基础。
- 2) 探究虚拟现实通用平台建设，研究不同三维模型的数据转换方法和统一格式规范，提升系统内虚拟现实资源的可移植性和通用性。
- 3) 结合特高压等重大示范工程建设，将虚拟现实技术应用于工程虚拟规划设计、关键设备虚拟巡视及监测等多个方面，助力工程安全高效建设运行、提升工程影响力和示范效果的同时，驱动虚拟现实应用技术能力提升。
- 4) 针对虚拟现实电力培训，制定配套软硬件

教学资源及系列课程开发计划，组建高素质虚拟教学师资队伍，搭建具有高度沉浸感与互动性的虚拟现实教学课堂。同时积极开展虚拟现实技术与网络培训技术的有效融合研究，不断促进虚拟现实技术在电力培训中的创新应用。

5) 对于虚拟现实产业标准不一的问题，应提高虚拟现实相关电力行业的技术标准制定意识，结合电力系统实际情况，探索虚拟现实电力行业技术标准规范，促进电网领域的虚拟现实生态健康发展。

6) 针对系统中具有明确实际应用需求的相关领域，开展虚拟现实技术储备和重点应用，对于促进电网创新发展具有十分积极的意义。

结束语

虚拟现实技术以其突出的技术特点和优势受到诸多行业或领域的青睐，应用前景广泛。在电网领域，虚拟现实技术将成为有效提升工作效率的重要手段。本文在介绍虚拟现实技术概念的基础上，研究论述了虚拟现实技术在电力工程规划设计、电网生产运维检修及电力培训中的应用，并提出了虚拟现实技术电网领域研究应用的展望和建议。随着虚拟现实技术的快速发展，虚拟现实技术对电网规划与决策支持、提升安全管控及运行管理水平等产生影响，带来显著的技术和经济效益。EA

(收稿日期：2020.08.19)

(上接第32页)

将本文方法与以下传统的机器学习方法进行比较：方法一采用K-S检验方法提取出声信号的特征，然后将其输入WSVM中；方法二获取线圈电流信号的时间和幅度，并用KNN对其进行分类($k=10$)。利用本文研究中的样本，上述方法的准确度见表6。在这三种方法中，本文所提出的方法具有最高的准确度。

表6 不同方法的识别效果

识别方法	准确度
方法一	0.91
方法二	0.89
本文方法	0.94

结束语

本文建立了一种信号采集信号来收集断路器分合闸过程中的声音和电流信号，并对断路器的各种机械故障状态进行了模拟，对信号进行下采样、翻转和叠加等预处理操作，将处理后的图像输入到由4个卷积层、2个最大池化层和2个全连接层构成的CNN网络，用于故障特征的提取和故障识别。

结果表明，本文提出方法在断路器机械故障识别方面取得较好的效果。相比其他传统故障识别方法，本文方法识别准确度最高，可达到94%。EA

(收稿日期：2020.06.08)