

光伏电站虚拟仿真实训平台建设^①



胡昌吉¹, 董 娴², 段春艳¹

¹(佛山职业技术学院 电子信息学院, 佛山 528137)

²(顺德中山大学太阳能研究院, 顺德 528300)

通讯作者: 胡昌吉, E-mail: whofish2000@163.com

摘 要: 针对分布式光伏电站培训课程实训教学设备不能满足实训教学需求的问题, 从虚拟仿真教学角度出发, 以一个真实的屋顶光伏电站项目作为典型案例, 采用 Unity3D 引擎进行开发了一套光伏电站设计、施工及运维虚拟仿真实训平台, 并对该平台的功能、架构以及开发流程中所涉及的关键技术进行了介绍. 应用结果表明, 该平台实现了光伏电站的前期现场勘查、设计、施工、以及后期电站运行维护的虚拟可视化, 对光伏专业学生和相关工程技术人员进行光伏电站培训具有很好的应用价值.

关键词: 光伏电站; 虚拟仿真; 实训教学

引用格式: 胡昌吉, 董娴, 段春艳. 光伏电站虚拟仿真实训平台建设. 计算机系统应用, 2019, 28(3): 99-103. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6810.html>

Construction of Virtual Training Platform for Photovoltaic Power Station

HU Chang-Ji¹, DONG Xian², DUAN Chun-Yan¹

¹(Electronic Information College, Foshan Polytechnic, Foshan 528137, China)

²(Shunde SYSU Institute for Solar Energy, Shunde 528300, China)

Abstract: Aiming to solve the problem that the training teaching equipment of training course of distributed photovoltaic power station cannot meet the needs of practical teaching, a virtual simulation training platform for design, construction, and operation of photovoltaic power station is developed by using Unity3D engine with a real roof photovoltaic power station project as a typical case from the perspective of virtual simulation teaching. It also introduces the platform's functions, architecture, and key technologies involved in the development process. The application results show that the platform realizes the virtual visualization of the preliminary field exploration of the photovoltaic power station, design, construction, and operation and maintenance of the photovoltaic power station, and has a sound application value for the training of photovoltaic students and related technicians.

Key words: photovoltaic station; virtual simulation; experimental teaching

光伏电站设计、施工、运行维护等专业课程具有很强的实践性. 为了锻炼培训人员的动手能力, 提升技能水平, 在培训课程的整体教学设计上可以采用项目化教学方式, 以项目为单位组织教学, 通过具体案例, 按项目实施的顺序逐步展开, 让培训人员在掌握技能的同时, 引出相关专业理论知识, 使其在技能训练过程

中加深对专业知识、技能的理解和应用, 从而满足培训人员职业生涯发展的需要.

然而, 光伏电站培训项目的开展对实训条件的要求较高. 首先是实训场地的要求. 户外环境的影响较大, 雨天或风沙较大的天气不适合实训课程教学的开展, 其次是实训设备、部件、安装工具和检测设备的要求.

① 基金项目: 佛山市科技创新平台项目 (2014AG10013)

Foundation item: Science and Technology Innovation Platform of Foshan Municipality (2014AG10013)

收稿时间: 2018-09-17; 修改时间: 2018-10-12; 采用时间: 2018-10-16; csa 在线出版时间: 2019-02-22

光伏电站项目实训教学成本较高。即便是培训人员分组实训,也会受到实训经费的限制;最后是实训安全的要求。在实训过程中,培训人员现场操作时不可避免的会遇到很多危险因素,如直流拉弧、短路故障等。尤其是对初学者来说,老师在实训过程中也很难掌握每个培训人员的动态来确保其安全。

虚拟仿真实训在降低实训场地限制、解决实训成本过高、降低学生实训操作时的危险性等方面具有很大的优势^[1]。虚拟仿真实训平台融合计算机技术、信息技术、人机交互技术和多媒体技术,将实训场景、设备、工具等虚拟化并以3D图像显示出来^[2]。学生通过计算机可以在虚拟的实训场景中漫游,并操作虚拟的实训设备,完成实训任务,激发学习积极性,提高实训教学效果。伦淑娴等人构建了新能源分布式发电虚拟仿真实践教学平台,建立了风力发电系统和光伏发电系统各设备和部件的模型,用于学生学习风力发电和太阳能发电的工作原理、故障检测、设备维护、性能检测等知识,但在光伏电站设计、施工、运维方面涉及较少^[3]。何帆等人在构建太阳能光伏虚拟仿真实训中心建设思路方面也提供了一些参考,但欠缺了光伏电站设计与施工方面的虚拟仿真实训的内容^[4]。

为解决以上光伏电站实训教学问题,本文开发了一套光伏电站设计、施工和运维虚拟仿真实训平台,主要用于虚拟实训教学,向培训人员展现一个虚拟的3D光伏电站踏勘、设计、建设和运行维护的全过程,并让其在过程中学习和活动,以实现对其专业知识的传授和专业素质的培养。

1 光伏电站设计、施工和运维虚拟仿真实训平台的搭建

1.1 虚拟仿真实训平台的功能

该虚拟仿真实训平台分为学习、实训和考核3大功能模块。

学习模块的功能是让学生学习光伏电站从踏勘到运维全过程的相关知识,其包括对不同建设场址识别、气象资源评估、阴影分析、设备选型、基本的电流电压匹配、安装角度计算和选择、安装施工关键知识点、光伏电站日常维护及故障处理、基本检测设备运用等。整个教学过程都会由技术工程师、施工现场技术负责人、电站站长等虚拟角色带领学生人物到达指定的位置进行讲解介绍,每一个教学互动环节都

有明确的图画指示标志指引学生进行相关的操作,同时还有详细的帮助提示文本指导学生进行学习,提示文本参考资料包括相关教材、标准规范等。在学习过程中,对于特别重要的知识点虚拟角色人物还会通过提问的形式检查学生是否掌握该知识点,如果学生回答错误,虚拟角色人物会要求学生重新学习该知识点直到学生能给出正确的答案为止。

实训模块功能是让学生熟悉光伏电站的真实环境,以及在真实设计施工和运维过程中遇到的事件。在该模式中,学生控制的人物可以在不同阶段的场景中自由走动和观察,也可以通过与各方面负责人对话选择相应的工作阶段和场景进行操作。在进行各阶段工作的过程中,学生可以通过提示框获取下一步如何做的详细提示。

考核模块的功能是考核学生对各个知识点的掌握情况,系统会随机安排事件发生的顺序,通过虚拟人物发布任务和提问的方式要求学生进行各阶段工作的关键操作并回答相关的重要知识点问题。这个过程中不会有任何的帮助提示,如果学生回答错误或进行错误的操作,系统弹出出错对话框告诉其正确答案或正确操作方法并扣分。最后根据完成的时间和扣分情况给出综合评分并作出评价。

1.2 虚拟仿真实训平台的架构

虚拟仿真实训平台采用Unity3D引擎进行开发,Unity3D是一个用于制作三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画的专业开发工具^[5]。其开发的软件可以发布到Windows、Mac、Wii、iPhone、WebGL(需要HTML5)、Windows phone 8和Android平台,也可以利用Unity Web player插件发布网页软件,支持Mac和Windows的网页浏览。

该虚拟实训软件分为客户端和服务端。客户端用户通过网页浏览器进行访问,服务器端由数据服务器、文件资源服务器、以及Web服务器组成,其软件架构见图1。Web服务器用于存储浏览器读取的网页文件。用户数据服务器用于存储用户信息数据,管理员进入数据服务器后台对用户信息进行登记,分配用户名和密码,用于登录软件平台。文件资源服务器用于存储VR场景资源文件。

2 虚拟仿真实训平台的建设内容及实施

2.1 虚拟仿真实训平台的建设内容

虚拟仿真实训平台的操作界面简洁美观,学生无

需特别训练就可熟悉当中操作. 对于场景中的关键三维模型, 学生可以进行旋转和缩放以便从不同角度进行观察. 场景中的工具操作、物品互动、参数设置等都可以通过简单的鼠标、键盘操作实现. 表 1 将详细列出现实操作表现的具体要求.

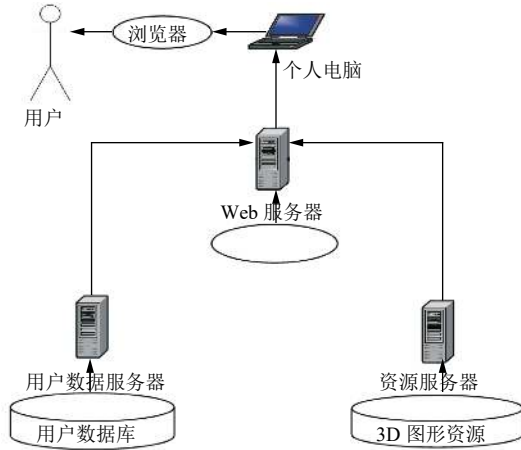


图 1 光伏电站设计、施工和运维虚拟仿真实训平台软件架构图

表 1 虚拟仿真实训平台的表现形式要求

现实原型	虚拟表现形式要求
设备	三维模型, 可旋转缩放, 关键操作部件可互动
设备软件	点击电脑三维模型可弹出其控制软件仿真界面, 仿真界面中与实训相关的参数可设置, 可通过虚拟控制软件控制三维虚拟设备
施工或设备安装过程	三维动画, 根据不同的实训操作播放相应的仪器生产动画
工具	可拾取, 可与场景中其它物体互动
设计软件	通过办公室电脑打开, 二维 UI 界面, 关键参数设置可输入, 可根据输入参数以实际软件和原理为依据计算出相关结果
使用工具动作	三维动画, 点击可使用工具的地方可播放工具作用于别的物体的动画
文件、记录表	三维模型可拾取, 可关键参数可输入、修改
故障事件	通过三维模型的外观和监控软件的显示参数体现, 并在故障排除后恢复正常
原理、微观变化	二维动画+文字介绍

虚拟仿真实训平台包括 5 个场景, 每个场景中包括 2D 图形和 3D 模型, 平台采用 Solidworks 和 3Ds Max 共同来完成场景模型与光伏电站设备模型的构建, 具体建设内容见表 2.

虚拟仿真实训平台可完成 5 个实训项目, 每个实训项目中包括若干个实训任务, 通过实训任务的开展

来帮助学生掌握相关的专业知识和技能, 具体实训内容见表 3.

表 2 虚拟仿真实训平台中的场景和图像模型列表

场景名称	2D 图形界面	3D 模型
办公室场景 (勘探前)	新项目任务单、档案文件	办化室建筑、办公台、电脑、档案袋、键盘、鼠标
仓库场景	工具清单、仓库出入记录	仓库建筑、层架、工具箱、卷尺等相关工具
楼顶场景	遮挡物定位图、场址信息汇总表	楼顶建筑物、遮挡物、电箱、
办公室场景 (设计任务)	场址太阳能资源分析报告、阴影分析报告、项目基础参数汇总表、项目发电量预测报告, 电站设置软件界面	办化室建筑、办公台、电脑、档案袋、键盘、鼠标
施工场景	物料清单、施工记录表	组件箱、组件、电线、逆变器、汇流箱、防雷器、配电设备等设备和工具

表 3 虚拟仿真实训平台中实训项目及实训任务

实训项目	应完成任务
熟悉工作流程	1. 项目工作流程了解 2. 领取工程任务, 了解项目信息 3. 建立项目档案
现场踏勘	1. 项目踏勘前准备 2. 项目选址基本要点测试 3. 周边遮挡物评测 4. 并网条件评估 5. 踏勘信息汇总
初步设计	1. 太阳能资源分析 2. 场址阴影遮挡分析 3. 关键设备选型 4. 电站初步设计
施工安装	1. 开工前准备 2. 设备进场 3. 土建工程施工 4. 安装工程施工 5. 设备和系统调试 6. 施工常见不规范操作及问题识别
电站运维	1. 认识光伏电站管理制度及相关 2. 认识光伏电站运维人员岗位技能及资格要求 3. 电站易耗品及备品备件管理 4. 光伏电站巡检 5. 光伏电站设备维护及消缺

2.2 虚拟仿真实训平台的实施

本虚拟实训平台直接在支持 WebGL 的网页浏览器输入网址进行访问, 推荐使用支持 WebGL 效果比较好的 Firefox 浏览器. 用户登陆实训仿真平台界面后,

可以通过键盘或鼠标进行操作,详细使用说明见图2。

每个3D场景都会有一套UI(用户界面)系统,提供用户最常用的功能,如查看当前实训任务列表,快速切换实训位置地点,查看帮助信息等,见图3。

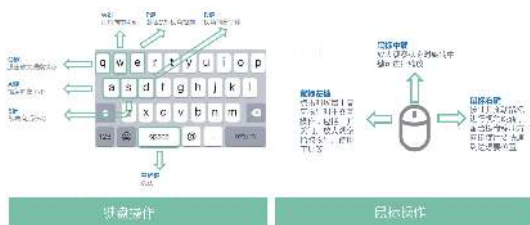


图2 虚拟仿真实训平台的使用说明



图3 虚拟仿真实训平台的场景按钮说明

用户登录虚拟仿真实训平台后,可以根据需要选择练习模式或是实训模式,见图4。其中练习模式可以让用户随意在所有场景中漫游、练习使用仪器设备,这适合平时的单个实训任务教学;而实训模式则必须按照分配的任务进行,用户不能随意切换位置或场景,必须完成了当前任务才能进行下一步操作,这适合实训考核过程以检验学生的学习效果。



图4 虚拟仿真实训平台的模式选择

用户选择了模式后,进入任务系统界面,如图5所示。任务系统作为实训软件的核心组件,它管理和控制着整个实训的操作流程,包括顶部当前任务提示框、任务列表、角色与电脑互动、控制设备运行、组装与拆解等。当学生完成某一实训任务后,可以在任务列表

中查看到,如图6所示。

光伏电站实训过程中需要使用到一些工具,例如在光伏电站现场勘查中需要使用卷尺、指南针等测量工具,因此,在虚拟仿真实训平台的工具系统栏中显示了在场景中拿取到的物品、工具等,当物品图标填满背包栏时可拖动底部滑条搜索要使用的物品工具,见图7。

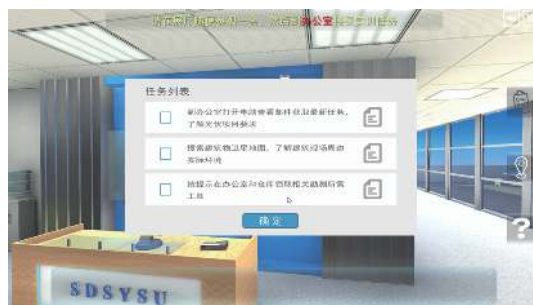


图5 虚拟仿真实训平台的任务系统



图6 虚拟仿真实训平台的任务列表



图7 虚拟仿真实训平台的工具系统栏界面

2.3 虚拟仿真实训平台的运行效果

本虚拟实训平台依据光伏电站企业真实项目案例进行设计和制作,因此,平台上虚拟仿真实训的操作流程与实际光伏电站项目设计开发流程一致,具有很强的工程示范价值。该平台已经成功应用于佛山职业技术学院16级光伏工程技术专业的两门专业核心课程《并网光伏发电系统设计与施工》、《光伏电站运维

与管理》的实践教学中. 由于本虚拟实训平台用户采用第一人称视觉进行三维场景漫游与互动, 具有很强的代入感, 学生利用平台进行学习的兴趣较高. 平台的实际运行效果表明, 该平台仿真程度高、数据可靠, 功能达到了设计要求, 具有很强的实用性和灵活性, 软件整体运行效果理想, 有利地提高了光伏电站设计、施工和运维课程的实训教学水平.

3 结论与展望

光伏电站设计、施工和运维虚拟仿真实训平台为光伏专业培训人员搭建了一个可以完成光伏电站开发全流程的实训平台. 通过实训案例, 验证了该平台的灵活、高效的特点, 可帮助光伏发电专业学生和相

关技术人员快速掌握光伏电站设计、施工和运维技术.

参考文献

- 1 任伟杰, 付艳丽. 振动力学实验系统的虚拟仿真. 计算机应用, 2013, 33(S1): 312-314.
- 2 马国光, 刘源海, 蒋茂琴. 虚拟仿真技术的三维 LNG 培训系统. 计算机系统应用, 2015, 24(8): 263-267. [doi: 10.3969/j.issn.1003-3254.2015.08.048]
- 3 伦淑娴, 李春杰. 新能源分布式发电虚拟仿真实实践教学平台建设. 实验技术与管理, 2016, 33(9): 111-114.
- 4 何帆, 徐思群, 王丽. 关于高校太阳能光伏虚拟仿真实训中心建设的思考. 科教导刊(电子版), 2017, (24): 223-224.
- 5 雷文, 陈清查, 朱肖龙, 等. 基于 VR 的“农业机械学”仿真教学系统. 计算机系统应用, 2018, 27(4): 76-81. [doi: 10.15888/j.cnki.csa.006274]