

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0004.016

光伏微电网虚拟现实系统的设计与实现*

吴 亚, 陈其工, 葛 愿, 柯 越

(安徽工程大学 安徽省检测技术与节能装置重点实验室, 安徽 芜湖 241000)

摘 要:为了辅助微电网的建设,借助于虚拟现实技术,设计并实现了微电网虚拟现实系统,其中包括微电网系统中重要组件(如光伏板、逆变器、储能装置等)的设计.首先用 3DSMax 建模,生成光伏微电网三维场景,然后再导入 Quest3D,从而实现光伏微电网虚拟现实系统的漫游.系统对微电网系统的设计和建设具有很好的指导意义.

关键词:光伏微电网;虚拟现实;3DSMax;Quest3D

中图分类号:TM743 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-058X(2015)04-0066-07

进入新世纪,世界范围内能源供应持续紧张,合理开发利用清洁高效的可再生能源是解决能源问题的主要出路.相比传统发电模式,微电网^[1-3]可以更加高效地利用可再生能源,这使其成为智能电网研究热点之一^[4].微电网作为一种小型配电系统,既可以与大电网并网运行,又可以在大电网出现故障时与之断开单独运行^[5,6];能够将多种分布式电源、储能装置、负荷、变流器以及监控保护装置有机结合起来,成为大电网的有益补充^[7].微电网的分布式电源主要有光伏发电、风力发电和燃料电池等,此处主要考虑光伏微电网.光伏发电的微电网系统在我国已有一些应用,尤其在偏远地区的电气化领域,发挥了不可替代的作用.为了更好地设计和建设光伏微电网,借助于虚拟现实技术^[8],用三维全景来预先模拟展示光伏微电网的工作机理和运行状况.

虚拟现实^[9](Virtual Reality, VR)是一种基于计算机的沉浸式交互环境,采用以计算机技术为核心的现代高科技,生成逼真的视、听、触觉一体化的特定范围的虚拟环境.虚拟现实技术在军事、商业、教育、娱乐、医疗等领域均有着广泛的应用.可以移动的场景、任意角度旋转的空间不仅可以增强沉浸感,而且可以使人进入场景的内部,赋予观众参与和再创造的机会.本次场景所需各种光伏微电网组件模型由 3DSMax 建模软件绘制,导入到 Quest3D 中,加上漫游相机,实现场景的漫游.通过漫游相机的镜头,可以真实地看见光伏微电网系统的运行情况.

1 光伏微电网组件建模

光伏微电网组件包括光伏发电单元、逆变器、汇流箱、储能装置和负载.

收稿日期:2014-05-20;修回日期:2014-07-09.

* 基金项目:安徽省自然科学基金项目(1308085QF120);国家自然科学基金项目(61172131;61203034);安徽省科技攻关计划项目(1301022045);安徽省级优秀青年人才基金重点项目(2012SQRL086ZD).

作者简介:吴亚(1990-),男,安徽安庆人,硕士研究生,从事智能电网研究.

设计采用的微电网系统结构图如图1所示.

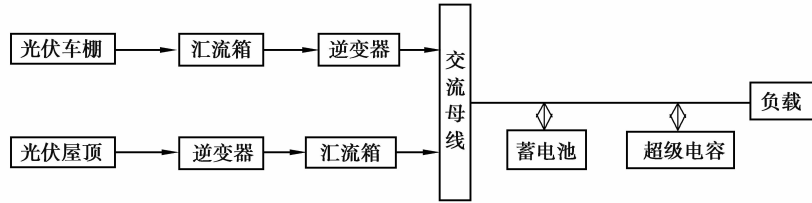


图1 微电网系统结构图

1.1 光伏发电单元建模

光伏发电单元主要有光伏车棚和光伏屋顶,这是两种典型的 BIPV^[10,11] 样式.光伏车棚主要由太阳能电板、棚顶、支柱 3 部分组成,太阳能电板模型采用的尺寸为长×宽×高=1.0 m×2.0 m×0.08 m.下面简单介绍如何在 3DSMax 中设计光伏车棚模型.

先点击 3DSMax 原始界面右侧的创建,选中几何体的按键,在下拉菜单里面有标准基本体、扩展基本体、复合对象、粒子系统等,此处选择扩展基本体;在对象类型中点击切角长方体,出现的十字光标在顶视图中创建一个切角长方体;点击修改面板将尺寸改为要求的尺寸,圆角约为 0.05 m;再点击工具栏的材质编辑器给切角长方体赋予材质,选中一个材质球;选中建筑材质,在物理性质中将漫反射颜色选为紫色;选择一个太阳能电板的图片作为漫反射贴图.建模效果如图 2 所示.

创建好太阳能电板的模型以后,将其保存,方便在创建光伏车棚模型时调用.车棚本身的主体设计涉及 1 个棚顶和 10 个支柱,棚顶尺寸为长×宽×高=10.0 m×60.0 m×0.3 m.选择切角长方体构造出这个模型,再在修改模板中修改它的参数,圆角设置为 0.06 m,单个支柱模型设计为圆柱体形,尺寸设置为半径 0.1 m,高度 5.0 m;在创建界面的几何体下的标准基本体中,点击圆柱体,按照尺寸构造出一个支柱;选择工具栏中的选择并移动按钮,再按住 shift 键复制支柱,在弹出的对话框中选择复制以及复制的个数,如 10 个支柱先横向复制 5 个,再选中这 5 个,纵向复制 1 次;完成之后,通过视图中各种平移操作,把 10 个支柱的位置排列好;模型胚做好后,赋予材质,点击材质编辑器,选择 2 号材质球;选择建筑材质,在模板的下拉菜单中选石材;再点击漫反射贴图对应的 None,在弹出的对话框中选一种贴图.为示区别,支柱和棚顶分别赋予不同的材质.

各种分模型准备好之后,把它们合成在一起,点击界面左上方 3DSMax 图标,选择导入命令,在弹出的选项框中选择合并命令,打开画好的太阳能电板模型.导入时,选择全部,对于复杂模型的导入,导入后应该马上让它们成组,将它们变成一个整体.将太阳能电板导入后,置于棚顶,再复制出一系列的太阳能电板,完成后导入汽车模型,最后的效果如图 3 所示.

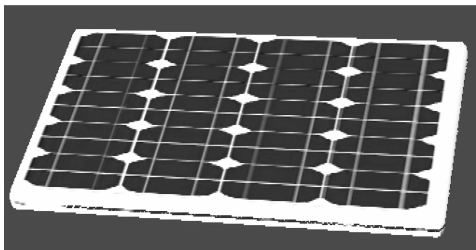


图2 太阳能电板模型

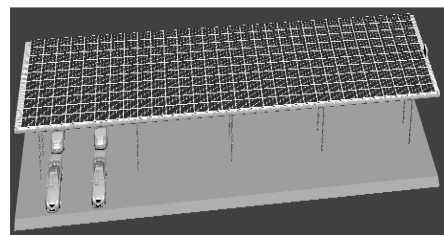


图3 光伏车棚效果图

1.2 监控计算机建模

计算机由显示器和主机组成,所以模型的设计主要就是显示器和主机设计.显示器的尺寸为厚×长×高=0.05 m×0.5 m×0.4 m,各种分段设置为 1 段.点击角长方切体,在顶视图创建一个切角长方体;在修改面板中按照尺寸修订,在修改器列表的下拉菜单中选择编辑多边形的命令,对模型的顶点、边、边界、多边形和元素(即模型的整体)进行修改;再次选择多边形命令,回到模型选择前面的一个面,在编辑多边形的面板中选择插入,调节插入尺寸为 0.01 m,就重新生成了一个面,再将这个面向内侧挤出 0.01 m,对最后生成的面进行分离,作为显示屏;选择模型与刚才相对应的背面,同样插入 0.01 m,向外挤出 0.03 m,最后创建两个切角长方体作为支架,在显示屏上,给予材质,给予贴图.主机的尺寸长×宽×高=0.5 m×0.25 m×0.6 m,各分段设置为 1 段.先选择长方体,按照尺寸构造出一个长方体作为主机模型的主体,然后点击创建图形界面选择平面命令,为确保模型的缜密性,相互之间衔接的完美无瑕,创建之前点击工具栏中的捕捉开关,再创建这个平面;给模型赋予材质,主体长方体赋予壳,漫反射颜色为黑色,平面赋予一张贴图,如图 4 所示.

1.3 光伏逆变器模型

现代电力电子技术中,将直流电能变换成交流电能的过程称为逆变,把完成逆变功能的电路称为逆变电路,把实现逆变过程的装置称为逆变器.光伏逆变器不仅具有直交流变换功能,还具有最大限度发挥太阳能电池性能的功能和系统故障保护功能.模型由切角长方体和圆柱体构成,切角长方体尺寸设置为长×宽×高=0.1 m×0.5 m×0.6 m,圆角约为 0.03 m,圆柱体做接线的地方,其模型如图 5 所示.



图 4 监控计算机模型

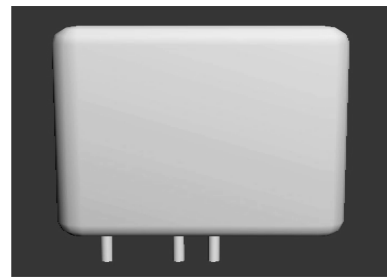


图 5 光伏逆变器模型

1.4 蓄电池模型

蓄电池(Storage Battery)是将化学能直接转化成电能的一种装置,工作原理是充电时利用外部的电能使内部活性物质再生,把电能储存为化学能,需要放电时再次把化学能转换为电能输出^[12].本次设计采用锂电池(50 kW·h):162 个 3V 锂电池单体模组串联组成 518 V 储能单元.

单个 3 V 蓄电池模型由两个输出引脚和主体组成,在创建面板中选择长方体,其尺寸为长×宽×高=0.5 m×0.8 m×0.3 m.调整好尺寸之后,在修改面板中加入编辑多边形的命令,选择多边形,选择模型的上平面,点击插入命令,设置插入分量为 0.02 m,对插入的平面进行挤出 0.03 m,就绘出了主体模型;引脚模型构建采用的是由线造体的方式,相当于先画出截面图,在图形界面中选择矩形和圆,将矩形转换成可编辑样条线,选择顶点层次,再选择矩形的两个顶点,添加圆角,使两个顶点之间的线变成一段弧;接着编辑几何体中点附加,将修改后的矩形和圆变成整体.对这个整体进行挤出,创建两个小长方体作为正负极的标志,红色为正,黑色为负,其模型效果如图 6 所示.

1.5 超级电容模型

超级电容器是通过极化电解质储能的一种电化学元件,它不同于传统的化学电源,是一种介于传统电容器与电池之间,具有特殊性能的电容器,主要依靠双电层和氧化还原电容电荷储存电能,但在其储能过程中并不发生化学反应.这种储能过程是可逆的,因此,超级电容器可以反复充放电数十万次,其基本原理和其他种类的双电层电容器一样,都是利用活性炭多孔电极和电解质组成的双电层结构获得超大的容量.由3个50.4 V/166 F 超级电容模组串联组成650 V/12.8 F 储能单元.超级电容模型有电容主体和引脚组成,选择标准基本体中的长方体,创建一个尺寸为长 \times 宽 \times 高=0.2 m \times 0.3 m \times 0.2m的长方体,在其上方建一个切角长方体,再建两个小点的圆柱体做引脚,给其赋予材质,模型效果如图7所示:

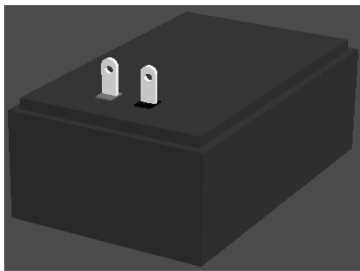


图6 蓄电池模型

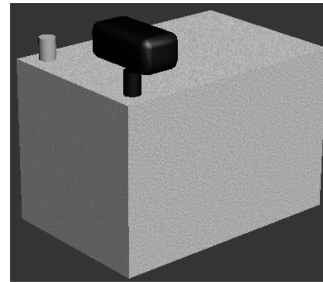


图7 超级电容模型

1.6 房子模型

房子模型的设计要考虑到光伏屋顶的需求.简单的房子模型由四面墙、地板、屋顶和门窗构成,先创建墙模型,作为其他构成的参照.墙模型的建立采用线化体方式,先在顶视图创建一个矩形,尺寸为长 \times 宽=8.0 m \times 10.0 m,将此矩形图形转化为可编辑样条线,选择样条线层次,在下属的命令栏中选择轮廓,其轮廓大小为0.14 m,即为墙体的厚度;编辑好后选择修改器中的挤出命令,挤出数量为6.0 m,创建一个长 \times 宽 \times 高=1.0 m \times 5.0 m \times 3.5 m的长方体置于后墙中间偏左的位置,选择墙,用复合对象中的布尔命令,拾取长方体,得出的空当用来放置窗户,同样采用类似的操作做出门的空间.窗户构建是先用捕捉工具,匹配墙上预留窗户的大小,画一个原始窗框矩形,转化为可编辑样条线,选择分段模式,将长复制一个,宽复制2个,制作出窗的初步模型,再做一个小正方形,设置边长为0.08 m,选择一个线段,用复合对象中的放样命令,常见方法为获取图形,拾取小正方形,将线变成一种立方体,对原始窗框矩形也进行相同的操作,窗户模型已形成.门模型的建立,先画一个和墙中预留给门的尺寸相同的门框矩形,其尺寸为长 \times 宽=2.5 m \times 1 m,在门中间偏上的位置再画一个尺寸为长 \times 宽=1.2 m \times 0.8 m的矩形,作为门玻璃的位置参考,将门框矩形和小矩形用附加命令合成一体,点击平面,同时在自动栅格的前面打勾,点击工具栏中的捕捉,在门玻璃和窗玻璃处各画一个平面,给这两个平面赋予玻璃透明的材质,将门和窗用移动和捕捉工具放到墙中,打开捕捉工具,做一个与内墙尺寸一样的矩形,然后挤出0.03 m,形成地板,赋予地板材质.

屋顶设计为坡屋顶,先做一个长方体,长度分段为2,将其转换为可编辑多边形,选择顶点层次,选中中间所有的顶点,将它们沿Z轴平移一段距离,形成一个拱状;将捕捉开为2.5,可以捕捉当前构造面上的点及对象在此面上的投影点;在左视图中画一个三角形,用捕捉对齐墙的屋顶,再在三角形中画一个圆,用附加命令使它们变成一个整体,挤出0.14 m,复制一个,其置于墙与屋顶之间的缝隙中,中间的孔可作为整个房间的通风口.赋予各子模型材质,用于生活相关的贴图,其最终效果如图8所示.

1.7 家具模型

本次设计主要的家具有沙发、茶几、冰箱和空调,茶几和沙发只是添加在房间中的附属物品,冰箱和空调充当本次设计的负载.

茶几分茶几面和茶几脚两部分,茶几面由线设计而成,在创建图形界面点击圆,在顶视图中构建一个圆,半径为 0.5 m,进入修改界面,选择编辑样条线命令,编辑样条线命令有顶点、分段、样条线 3 种,选择顶点命令,对圆的 4 个顶点进行修饰,将左右两个顶点向内侧平移,形成类似椭圆的图形,然后进行挤出,挤出数量为 0.02 m;茶几脚直接由圆柱体组成,在标准基本体中点击圆柱体,在透视图中画出来,尺寸设置为半径 0.03 m,高度 0.3 m,再复制 3 个,对这 4 个圆柱体进行平移,摆到正确的位置.给茶几模型赋予材质,茶几面的漫反射贴图选为漩涡,黄红交替,茶几脚赋予金属材质,给予贴图(图 9).

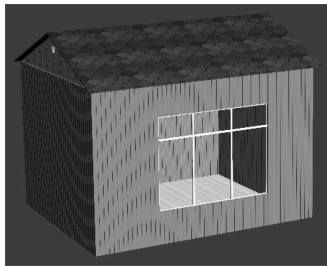


图 8 房子模型

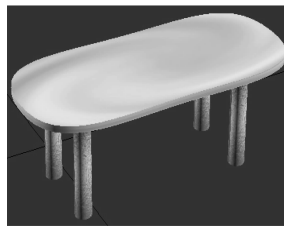


图 9 茶几模型

沙发模型是两个单人座沙发,设计的尺寸为长 \times 宽 \times 高=1 m \times 0.8 m \times 1 m.先选择标准基本体中的长方体,构造一个尺寸为长 \times 宽 \times 高=1 m \times 0.6 m \times 0.5 m 的长方体,再构造一个尺寸为长 \times 宽 \times 高=1 m \times 0.6 m \times 0.25 m 的长方体,将两者对齐放在一起,选中大的长方体,在几何体创建界面中选择复合对象,进行布尔操作,拾取对象为小的长方体,就变成了一种凹陷的长方体;将它转换成可编辑多边形,选择边的层次,将模型中上方平行的 4 条边选中,进行切角,边切角量为 0.08 m,连接边分段为 4 段,使它上边变成圆状,作为两边的扶手,再做一个长方体作为靠背,尺寸为长 \times 宽 \times 高=0.8 m \times 1 m \times 0.2 m,同样使用切角命令使上方变圆,再创建 4 个圆柱体做沙发脚(图 10).

冰箱模型由 3 个长方体构成,尺寸为长 \times 宽 \times 高=0.6 m \times 0.6 m \times 1.8 m,再建两个长方体做柜门,模型建好之后,赋予材质.空调模型由一个长方体构成,尺寸为长 \times 宽 \times 高=0.6 m \times 0.6 m \times 1.8m,上方的通风口采用切角的方式实现,另取一个面做显示,赋予贴图(图 11).

1.8 基本场景的绘制

基本场景由路、路灯和草坪构成.在创建几何体中的标准基本体中选择平面作为草坪,制作的平面大小为 100 m²,长和宽都分 5 段,有利于尺寸的参照.创建路面弧状图形,将弧状图形挤出,将挤出所得的立方体复制一份置于一边.选择平面,用复合对象中的布尔命令,在草坪中开辟出一条路,将置于一边的立方体转化为可编辑多边形,选择以弧形图形作为边界的面,点击分离,置于草坪中被挖去的位置,作为路面,其余的面删除.用捕捉命令画线,以路面的边界为基准,将作出的线段进行拓宽,作为路沿.路灯模型由支架和灯组成,创建一个半径为 0.06 m,高度为 5.0 m 的圆柱体,在前视图圆柱体的顶端画两条线,再画一个小圆,用放样命令,形成弧状的圆柱体;灯是由球向内凹陷而成.最后,给各个模块赋予相关的材质,其模型效果如图 12 所示.

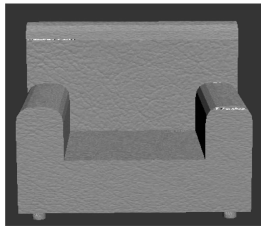


图 10 沙发模型



图 11 负载模型

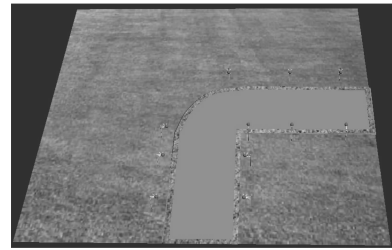


图 12 基本场景模型

2 虚拟现实系统的设计与实现

前期的所有模型已准备就绪,先通过线路连接组成虚拟现实系统.布线要根据线路要求、负载类型、场所环境等具体情况,设计相关的布线方案,同时应遵循一些基本的原则.

将各个模型合并到基本场景之中,构成虚拟现实场景,如图 13 所示.场景中 3 个房间完全一样的,作为居民房.白色的房间是控制室.负责整个微电网运行状况的监控,屋内效果如图 14 所示.控制室中的有一个储能柜和监控计算机,其效果图如图 15 所示.

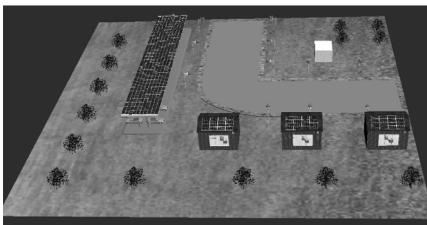


图 13 虚拟现实系统图



图 14 屋内效果图

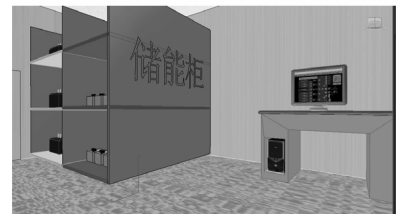


图 15 控制室

逆变器和汇流箱在微电网中的作用至关重要,在系统中的连接图如图 16,17 所示.

场景模型建好之后,点击界面的图标,选择导出,导出的格式选为.x 格式,导出场景模型,将相同材质的模型一起导出,便于管理.打开 Quest3D 软件,进入 Single Channel Graph 模式中,选择 file 中的 import,导入场景模型,在 object 中对场景进行一些设置,如漫反射颜色、亮度、纹理透明度等,选择一个 Start3DSence 通道、render 通道、light 通道、行走相机,摆好之后,连接场景模型.注意需在行走相机的 Collision object 的通道下连接场景中的物体,避免碰撞.连接图如图 18 所示.

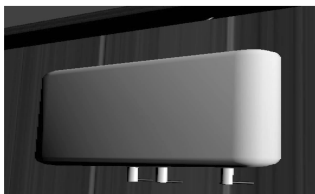


图 16 逆变器连接图

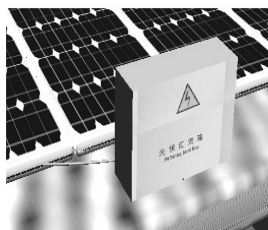


图 17 汇流箱

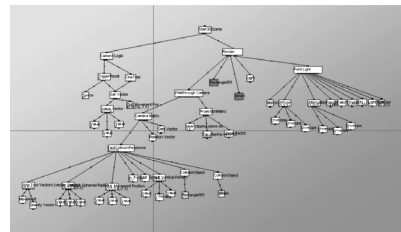


图 18 通道连接图

通道连接好之后,进行 nimation 操作.点击 run,选择摄像机的视野,开始时,按下空格键,初始化原始位置,用键盘上的 A,W,S,D 键控制摄像机的前后左右,鼠标控制上下旋转.初入视野的是如图 12 所示的基本场景;移动视野后来到了光伏车棚,可看见如图 3 所示的模型,看到上面的太阳能电板和汇流箱;再跟随摄像机的视野到房间,可以看到屋内的场景如图 14 所示;控制室内的场景则如图 15 所示.通过漫游,可看到场景中所有的组件及其之间的关联,可很好地理解光伏微电网的设计和建设.

参考文献:

- [1] 郑漳华,艾芊.微电网的研究现状及在我国的应用前景[J].电网技术,2008,32(16):28-31
- [2] 鲁宗相,王彩霞,闵勇,等.微电网研究综述[J].电力系统自动化,2007,31(19):100-103
- [3] El E, HAWARY M. The Smart Grid—state-of-the-art and Future Trends[J]. Electric Power Components and Systems, 2014, 42(3-4):239-250
- [4] 时珊珊,鲁宗相,周双喜,等.中国微电网的特点和发展方向[J].中国电力,2009,42(7):21-24
- [5] FALAH M, BUTLER-PURRY K, EHSANI M. Dynamic Reactive Power Control of Islanded Micro grids[J]. IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, 2013, 28(4):3649-3657
- [6] LASSETER R H. Micro grids[C]//Proc of 2002 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. New York: IEEE, 2002
- [7] 钱科军,袁野,周承科.分布式发电对配电网可靠性的影响研究[J].电网技术,2008,32(11):74-78
- [8] 郝帅.虚拟现实技术及其应用展望[J].煤炭技术,2013,32(5):160-162
- [9] 鲁菲.基于虚拟现实技术的移动终端 3D 全景展示系统的研究与实现[D].北京:北京邮电大学,2012
- [10] 王兆宇,艾芊.太阳能光伏建筑一体化技术的应用分析[J].华东电力,2011(03):478-479
- [11] 王一峰,朱银磊,张宗杰.光伏建筑一体化的微网系统[J].科技视界,2013(30):247-249
- [12] 周林,黄勇,郭珂,等.微电网储能技术研究综述[J].电力系统保护与控制,2011,39(7):148-149
- [13] 田杰,余鹏,段绍辉,等.基于激光半导体技术的光纤点式测温系统[J].激光杂志,2015,36(1):102-105
- [14] 王韬,侯健,张绪明.不同几何结构的 C 型电枢的有限元分析[J].四川兵工学院,2014,35(12):118-122

The virtual reality system of micro grid's design and construction

WU Ya, CHEN Qi-gong, GE Yuan, KE Yue

(Anhui Key Laboratory of Detection Technology and Energy Saving Devices,
Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: In order to assist the construction of micro grid, this paper designs and implements the virtual reality (VR) system of micro grid with the help of VR technologies. The VR system consists of the main components, such as photovoltaic panels, inverters and energy storing devices. Firstly, these components are modeled by using 3DSMax to generate the scene of a photovoltaic micro grid. Secondly, these models are loaded into Quest3D to obtain the VR system of the micro grid. Finally, the micro grid can be roamed in the VR system. The VR system is helpful for the design and construction of micro grid.

Key words: photovoltaic micro grid; virtual reality; 3DSMax; Quest3D