

研  
究  
开  
发基于 Creator 的铁路线路及信号  
设备三维建模技术研究

张 艳, 王志伟

(株洲南车时代电气股份有限公司 安全装备事业部, 湖南 株洲 412001)



**摘 要:** 采用虚拟现实仿真技术, 针对实现列控设备功能验证和仿真的需求, 提出了一套完整的列车运行铁路线路及信号设备的三维建模方法, 并利用 Creator 软件具体实现, 同时介绍了 Creator 软件的 Road 工具、OpenFlight 格式、纹理和特殊节点 Switch 的使用, 以及 LOD 的设置等。该建模方法能正确验证列控设备的功能特性, 为铁路安全行车提供保障。

**关键词:** 铁路线路; 信号设备; 三维建模; Gator 软件; 仿真

**中图分类号:** TP391.9; U284 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2012)06-0047-04

**作者简介:** 张 艳 (1985-), 女, 工程师, 主要从事计算机软件界面设计及知识产权管理工作。

Technology Research of Railway Lines and Signal Equipment Three-dimensional  
Modeling Based on Creator

ZHANG Yan, WANG Zhi-wei

(Safety Equipment Business Unit, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

**Abstract:** For train-control equipment simulation and function verification, a set of railway lines and signal equipment three-dimensional modeling method was elaborated with virtual-reality simulation technology, and the method was realized with the software of Creator. Road module, OpenFlight format, texture and special node of Switch, and setting of LOD of Creator were introduced. The modeling method can verify function and characteristic of train-control equipment, which ensures safety of railway travel.

**Key words:** railway lines; signal equipment; three-dimensional modeling; Creator software; simulation

## 0 引言

随着全国铁路列车的大提速, 如何保证列车在铁路线路上的运行安全已成为当务之急。列车运行控制系统设备(以下简称列控设备)如LKJ、ATP等装置作为保证列车安全运行的设备, 其安全性、可靠性等方面的功能需要充分验证。所以通过建立一套列控设备功能验证和仿真系统来实时模拟列控设备的实际运行状况具有重要意义。本文主要介绍用于该系统的行车环境仿真子系统中的铁路线路及信号设备的三维建模。

## 1 系统组成

系统框图如图1所示, 要实现这样的视景仿真, 建立逼真的铁路列车运行环境是必不可少的, 它不仅包括铁路线路、信号设备、电线杆、接触网等基础设施及机车、车辆等信息, 还包括了铁路周边的地理环境信息,

它们构成了列控设备功能验证和仿真系统仿真的基础。

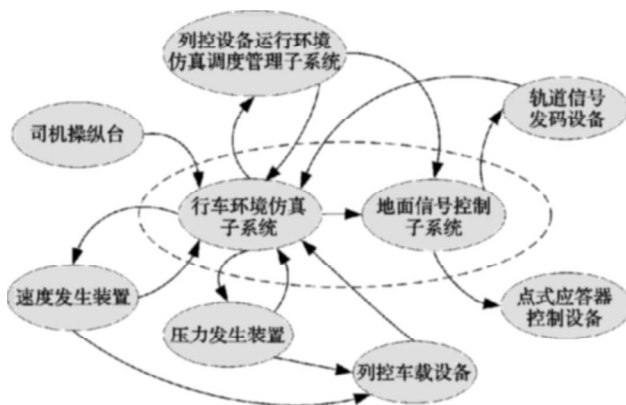


图1 列控设备功能验证和仿真系统框架图

## 2 铁路线路的划分和信号设备的分类

## 2.1 铁路线路的划分

在三维建模中, 为了正确计算建模所需的线路数

收稿日期: 2012-05-15

据,按照一定的方向将铁路线路简单划分成正线、渡线和侧线。其中正线指连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路;渡线指用以连接两平行铁轨的由两道岔组成的线路,它能使行驶于某线路的列车可以换轨至另一条线路;侧线指一个站内除正线、渡线以外的其他线路。

## 2.2 信号设备的分类

铁路信号设备众多,包括信号机、信号继电器、转辙机、轨道电路等。本文主要介绍信号机的建模。信号机按用途分为进站信号机、出站信号机、通过信号机和调车信号机等;按形状可分为高柱信号机和矮形信号机。

## 3 Creator 软件介绍

Multigen Creator软件由美国Multigen-Paradigm公司开发,它拥有针对实时应用优化的OpenFlight数据格式,具有强大的多边形建模、矢量建模、大面积地形精确生成等功能,以及多种专业选项及插件,能高效、最优化地生成实时三维数据库,并与后续的实时仿真软件紧密结合,在视景仿真、模拟训练、城市仿真、交互式游戏及工程应用、科学可视化等实时仿真领域有着广泛的应用。

采用Multigen Creator软件提供的工具完成三维建模与传统的CAD、3DMAX建模方法有很大的不同,它采用更少的多边形搭建三维建模,更多地考虑运行的实时性;采用纹理、光照等技术来提高逼真度,寻求在真实感和实时性间的平衡,因此非常适合应用于需要保证实时性与观赏性的列控设备功能验证和仿真系统的开发。

## 4 铁路线路及信号设备三维视景模型的分析 and 建立

### 4.1 铁路线路三维模型设计

铁路线路建模方法如下:

通过精确计算来获得线路数据,保证线路数据充分接近实际。计算线路数据分2个步骤:一是在确定好正线、渡线以及侧线后,按照约定的方向将各类线路按一条直线与一条曲线的组成方式进行分段,并赋予每段不同的编号以便区分;二是根据实际线路的公里标、道岔、曲线角度等信息计算出线路上各段的起点、终点坐标以及弧线的调节点、半径等数据。

利用建模工具,通过计算所得的铁路线路数据进行线路的平面建模,绘制铁路线路的平面模型,然后进行铁路路基和轨道的建模并将其渲染到每条平面线路上,使平面模型具备三维立体效果。

将所建的铁路线路通过引用的方式整合到行车环境场景中。

采用Creator软件提供的专业化建模工具Road具体

实现铁路线路的建模。利用Road的创建工具,按铁路线路的分段来逐段配置参数和属性,进行线路的绘制。

复杂的铁路线路通常是多个分段的集合,可以按照约定的分类方式来将建好的“Road”节点(段)归类组合起来,便于后期的调整、修改以及实时仿真系统的快速遍历。段和段之间可以设置为“append”关系,也可设置为相互独立的“Road”节点。

按上述方式绘制好的铁路线路为平面线路模型,如图2所示。要让铁路线路看起来有立体感和生动,需要建立路基、钢轨等模型,再通过放样的方式渲染到平面线路模型上使其具备三维效果,之后再添加合适的路渣和钢轨的纹理,这样一个逼真的具有三维立体效果的铁路线路就完成了,如图3所示。当然,为了还原更加真实的线路环境,还可以为线路添加接触网等沿线设施模型。

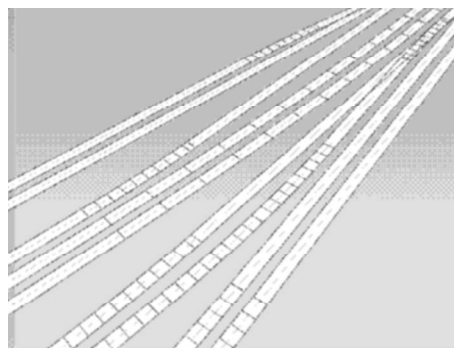


图2 未渲染的铁路线路模型



图3 铁路线路的三维模型

### 4.2 信号设备三维模型设计

信号设备建模方法如下:

通过实际测量或查看铁路标准中信号设备的相关参数,获得信号设备结构尺寸数据,利用建模工具,建立信号设备的基础三维模型。需要说明的是,相对于铁路线路的建模,信号设备建模所要求的结构尺寸数据不要求那么精确,所以在无法获得准确的信号设备结构尺寸时,可采用经验值或者估计值代替。

为基础三维模型增添颜色、纹理、细节层次(LOD)以及灯显变换控制,使信号设备三维模型能达到立体、逼真、远近区别显示以及实时动态变化等效果。其中信号设备灯显变换效果是信号设备建模的关键,可以利用建模工具的Switch节点来实现。

根据实际线路的公里标、道岔位置等信息,并结合站场图,确定信号设备在实际线路中的朝向,计算信号设备的坐标。为保证实时仿真系统的正确性,信号设备的坐标要尽可能接近实际。

根据信号设备的坐标和朝向,通过引用的方式将单个的信号设备整合到铁路线路沿线的正确位置。

Creator 通常是通过OpenFlight格式来创建各类仿真模型的。OpenFlight格式是一种树状的层次化结构,它由各种构成模型数据库最基本的元素——节点来组成。在各设备的建模过程中,选择好合适的节点组合方式显得尤为重要。这样一方面有利于对数量众多的几何形状进行有序的组织,另一方面也便于仿真应用程序对其进行高效的实时渲染。一个简单模型的层次结构如图4所示,最上层的为组节点,然后为体节点,最底层的为面节点。



图4 OpenFlight 层次结构

信号机模型一般就是通过几何工具箱来创建不同类型的节点从而组成信号机各个部分如底座、后箱等。一些不规则形状如信号机灯罩无法通过几何工具箱直接创建而成,需要在创建规则的几何体模型的基础上利用几何体修改工具箱切割而成,如图5所示。

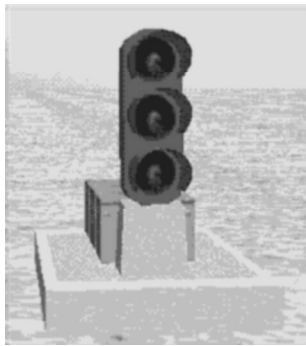


图5 信号机的三维模型

## 5 纹理的使用

搭建好的模型对象要获得照片级的真实感视觉效果,在不增加多边形数量的前提下,可以使用纹理来实现。纹理是指被映射到三维模型表面的二维图像,纹理可以通过数码摄影或者扫描各种图片获取原始素材,然后再经过适当的编辑加工获得。为了能够有效利用纹理并保证实时仿真系统能够正确地进行纹理映射,纹理图像在2个方向上的尺寸必须是2的次幂大小,比如 $256 \times 256$ 、 $256 \times 512$ 、 $128 \times 512$ 等,但不要求长、宽相同。

Creator 中,纹理图像先需要加载到模型数据库的纹理调板中才能使用。向当前纹理调板中添加纹理,可以在显示调板纹理区域中的任何空白位置双击鼠标左键,或者选择纹理调板窗口的“File/Read Pattern”菜单命令读取纹理图像。

接触网、铁路护栏、信号机的圆形灯盘和网线等

对象的建模都是在普通长方形面或长方体模型的基础上利用透明背景的纹理图像来实现。如图6所示的接触网空心立柱效果,就是采用透明纹理而形成的。由此可见,用透明背景的纹理可以达到模型的真实效果,而不需要用复杂的多边形来搭建。使用透明背景纹理的对象在节点排列时要注意与其他对象保持正确的相对位置,不然容易造成边缘毛刺而达不到理想效果。透明背景的图片转为纹理图像后应存储为rgba格式。

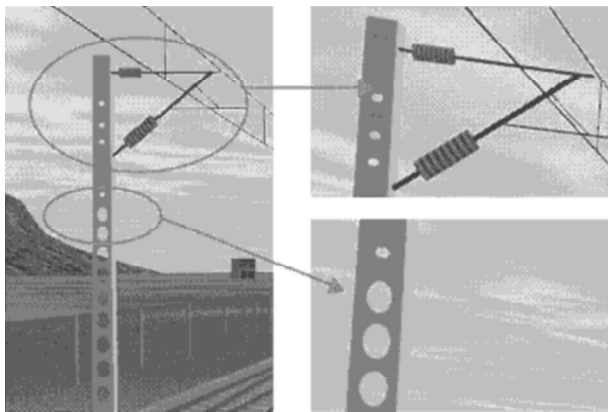


图6 采用透明纹理的接触网模型

另外,当一个体的正反两面的纹理相同,体的厚度又可以忽略不计时,为了减少多边形数,可以将这个体节点用一个面节点代替,然后在这个面节点的属性面板中选择“Render Both Sides Visible”,使一个面的正反共用同样属性来达到双面显示的效果。

## 6 模型LOD的设置

在实时的可视化仿真系统中,系统能显示的多边形数量是有限的。为了在有限的条件下取得最佳的视觉效果,提高模型数据库的多边形利用率,需要引入Creator 中的一种特殊节点——LOD节点来根据模型对象离当前视点的远近而采用不同细节程度的显示方式。如图7所示的进站信号机,在近处可设置为最复杂最真实的LOD模型,而随着距离的变远,根据观察者

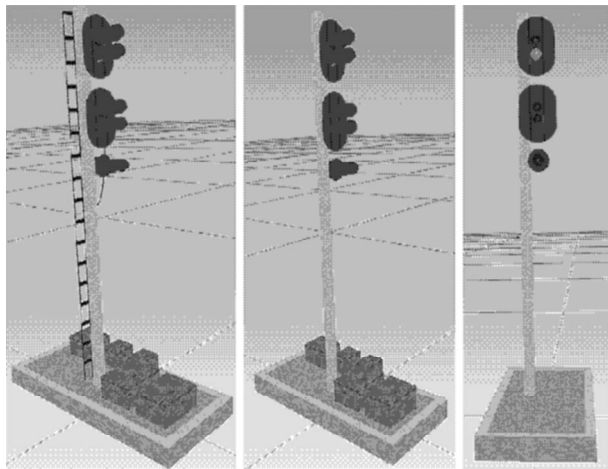


图7 设置了LOD后由近及远的进站信号机模型

视觉范围的局限,则可设置不同程度的简单粗略的 LOD 模型来减少多边形的数量。

## 7 Switch 节点的运用

列控设备功能验证和环境仿真系统要控制信号机等模型的灯显变化,可利用 Creator 中另一种特殊的节点——Switch 节点来实现灯显变化。Switch 节点创建后,根据需要显示的信号灯组合数,按数字编号(从 0 开始)设置不同模型状态,以达到在不同列车运行情况下点亮不同的信号灯,如图 8 所示。

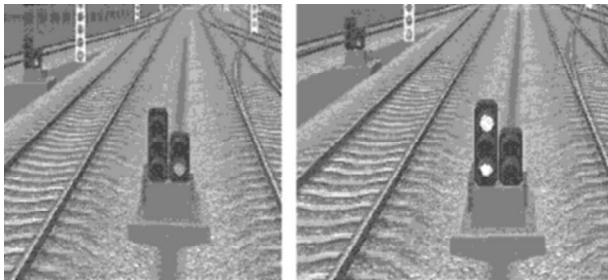


图 8 运用 Switch 节点实现信号灯灯显控制

## 8 结语

采用虚拟现实仿真技术,提出了一套完整的列车运行铁路线路及信号设备的三维视景建模方法,并利用 Creator 软件具体实现,为列控设备功能验证和仿真系统提供了直观和形象的视景界面,结合仿真的司机操作台操纵界面、地面信号控制子系统、列控设备运行环境仿真调度管理等子系统,以及车载列控设备和地面信号等实物系统,能清晰和近乎真实地还原列控设备在实际的工作环境下的行车情况,从而能正确验证列控设备的功能特性,为铁路安全行车提供保障。

### 参考文献:

- [1] 洪光,李洪儒,牟建国.基于 Creator 的三维模型的简化研究[J].计算机仿真,2004,21(1):57-58.
- [2] 罗斌,易思蓉.纹理在铁路线路三维景观动态仿真系统中的应用[J].计算机应用与软件,2003,30(6):4-5.
- [3] 王乘,周均清,李利军.Creator 可视化仿真建模技术[M].武汉:华中科技大学出版社,2004.
- [4] 钟登华,郑家详,刘东海,等.可视化仿真技术及其应用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.

(上接第 36 页)

从图 7 可以看出,当电源装置变流器开始工作时,会使得  $u_{c1}$  和  $u_{c2}$  上的电压差超过允许的范围,最终使得系统保护。

从图 8 可以看出,当电源装置变流器开始工作时,  $u_{c1}$  和  $u_{c2}$  上的电压同样会发生变化,但是由于输入均压环参与了调节,使得  $u_{c1}$  和  $u_{c2}$  的电压变化缓慢得多,最终还是能够使得系统回到原来的平衡状态。

图 9 为输出电压波形,图中曲线 1 为其输出电压,图中曲线 2 为输出电压交流纹波。从图中可以看出,当控制端的脉冲移相  $180^\circ$  后,输出纹波频率提高了 1 倍,同时纹波的峰峰值减小了大约一半。由该波形图可以看出,对于这种输入串联输出并联的拓扑,可以采取交错控制的策略,有利于减小输出电压纹波,从而进一步优化输出滤波电感体积。

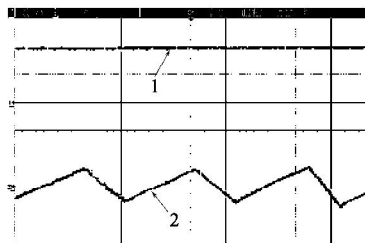


图 9 系统输出电压波形

从图 9 还可以得出如下结论,对于  $n$  个模块的输入串联输出并联拓扑,只要依次将各模块驱动脉冲错开  $(180/n)^\circ$ ,便可以使得输出电压纹波减小为单个模块

的  $1/n$ ,纹波频率提高  $n$  倍,有利于系统体积的优化。

## 6 结语

ISOP 逆变器系统是将多个低压小电流模块在输入侧串联和输出侧并联,从而得到高电压输入和大电流输出。该系统具有降低开关器件电压和电流应力、提高变换效率、减小系统体积等优点,有利于促进电力电子装置的标准化、模块化发展。

### 参考文献:

- [1] Luo S.A review of distributed power systems part DC distributed power system[J].IEEE Aerospace & Electronic Systems Magazine,2005,20(8):5-16.
- [2] Ayyanar R, Giri R, Mohan N. Active input-voltage and load-current sharing in input-series and output-parallel connected modular dc-dc converters using dynamic input-voltage reference scheme[J].IEEE Transactions on Power Electronics,2004,19(6):1462-1472.
- [3] 张军明.中功率 DC/DC 变流器模块标准化若干关键问题研究[M].杭州:浙江大学,2004.
- [4] Ruan X, Cheng L, Zhang T. Control strategy for input-series output-parallel converter[J].Proc. IEEE PESC,2006:238-245.
- [5] Siri K, Willhoff M, Conner K. Uniform voltage distribution control for series connected dc-dc converters[J].IEEE Transactions on Power Electronics,2007,22(4):1269-1279.
- [6] Ma X, Niu J, Kang Y. Two full-bridge input-series output-parallel integrated-magnetic converter for high input voltage[J].Proc. ICEMC,2005:1356-1360.