

大型景观湖三维仿真演示研究

高学平, 唐朝阳, 张晨

(天津大学 水利工程仿真与安全国家重点实验室, 天津 300072)

摘要: 以某大型景观湖为例, 研制了大型景观湖仿真演示系统。系统包括景观仿真和水利设施仿真。采用虚拟现实和 Virtools 仿真技术, 构建了湖区三维虚拟现实场景, 制作了重点区域景观视频, 实现了湖区全景仿真和重点区域仿真; 采用三维动画技术, 制作了闸门和防渗墙三维动画, 实现了水利设施仿真。景观湖仿真演示系统可服务于景观湖工程运行管理, 全面介绍景观湖, 再现景观湖周边的美丽景观, 展示重要水利设施的功能。研究成果对类似大型景观湖仿真演示系统的建设具有指导意义。

关键词: 大型景观湖; 景观仿真; 水利设施仿真; 仿真演示系统

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2015)04-0756-04

Three dimensional simulation demo of large scale landscape lake

GAO Xue ping, TANG Zhao yang, ZHANG Chen

(State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Security, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: A simulation demo system of a large scale landscape lake has been developed. The system includes the landscape and water facility simulations. In order to realize the simulations of panoramic view and key areas, the three dimensional virtual reality environment of the lake and landscape video of the key areas have been developed using the virtual reality technology and Virtools simulation technology. Three dimensional animation technology is used to make the simulation animations of sluice gate and diaphragm wall in order to realize the simulation demo of water facility. The simulation demo system of landscape lake has multiple functions, such as serving the operation management, introducing the landscape lake comprehensively, recreating the beautiful landscape around the lake, and showing the key functions of the water facility. The study results are helpful for the construction of simulation demo system of similar large scale landscape lakes.

Key words: large scale landscape lake; landscape simulation; water facility simulation; simulation demo system

随着城市的发展和人们生活水平的提高, 城市景观湖的建设逐年增加。景观湖注重亲水性和景观效果^[1], 拥有较大面积的水域和良好的堤岸景观, 能够改善城市生态环境和人居环境, 同时产生可观的经济效益和社会效益^[2]。景观湖周边基础设施完善, 景色优美, 是人们休闲、娱乐、运动的绝佳场所。对于水域面积较大的景观湖泊, 游客虽置身其中但很难了解景观湖的全貌和功能。因此, 利用现代化的手段, 全面介绍景观湖, 再现景观湖周边的美丽景观, 展示重要水利设施的功能等, 是景观湖运行管理的重要内容。

随着计算机技术的发展, 近年来以虚拟现实、三维动画为核心的仿真技术^[3]已广泛应用于景观仿真和水利工程仿真。李晨光^[4]结合虚拟现实和 Web3D 技术开发了景区虚拟仿真信息演示系统, 对景区的宣传和管理起到了较好的作

用。孙文萍等^[5]利用三维动画技术制作峡江水利枢纽仿真动画, 实现了以三维动画的形式直观、全面地表现设计方案。刘健等^[6]结合虚拟现实技术和 GIS 技术建立了景区虚拟仿真系统, 为景区开发和规划管理提供了三维的、具有沉浸感的交互平台。许文强等^[7]开发了某森林景观仿真模拟与管理信息系统, 构建了三维虚拟现实场景, 服务于森林日常管理。魏佳芳等^[8]研制了轴流式水轮发电机组多媒体检修仿真系统, 该系统以三维动画、配音解说、图片等多种形式清晰地展示了机组拆卸、安装流程及注意事项。马天等^[9]开发了基于 PC 机群的多通道三维视景仿真演示系统, 系统实时性和交互性较好。彭玉元等^[10]研制了基于 Virtools 的三维虚拟校园漫游系统, 构建了虚拟校园场景, 实现了较好的交互性和良好的视觉效果。

收稿日期: 2014-10-23 修回日期: 2014-11-19 网络出版时间: 2015-07-23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20150723.1121.005.html>

基金项目: 国家自然科学基金创新研究群体科学基金资助项目(51321065); 天津市自然科学基金资助项目(13JJCQNJC09200)

作者简介: 高学平(1962), 男, 天津宁河人, 教授, 博士生导师, 主要从事工程水力学、水环境与水生态方面的研究。E-mail: xpgao@tju.edu.cn

通讯作者: 唐朝阳(1989-), 男, 河南人, 硕士, 主要从事水力学及河流动力学研究。E-mail: tangzhaoyang5210@126.com

本文以某大型景观湖为例,开展大型景观湖仿真演示研究,从仿真技术、景观仿真、水利设施仿真、系统界面等方面,具体阐述仿真演示系统的研制过程,为类似湖泊水库的仿真演示提供指导。

1 仿真技术简介

1.1 虚拟现实技术

虚拟现实技术^[10]是利用现代计算机技术模拟生成一个逼真的三维虚拟环境,与传统的模拟技术相比有着较多的优点。它是将模拟的环境、视景系统和仿真系统结合起来,并利用显示器、各种传感装置,把操作者与计算机构建的三维虚拟环境联结在一起,实现可视化交互,让人产生强烈的逼真感。参与者置身于虚拟世界中,环境、人像都犹如在真实环境中,各种物体及现象都相互作用,令人有身临其境的感觉。

1.2 Virtools 仿真技术

法国工业软件巨人达索系统集团研制的 Web3D 开发平台 Virtools,是一套具备丰富互动行为模块的实时 3D 环境虚拟实境编辑软件,可以制作出许多不同用途的 3D 产品^[12]。它具备可视化的操作界面和独特的编程模式,提供了可视化场景编辑环境,极大减少了动画交互的编程工作。它能够与 Autodesk 3ds Max 的强大建模功能结合起来,开发出具有逼真三维图像和强大交互功能的桌面虚拟系统,为参与者生成诸如视觉、听觉等各种感官信息,是一种新发展的、具有新含义的人机交互系统。

1.3 三维动画技术

三维动画技术是近年来随着计算机软硬件技术的发展而产生的一种新兴技术,并且被广泛应用于水利工程三维仿真展示^[13]。三维仿真动画制作,首先要利用 Autodesk 3ds Max 等三维建模软件进行模型构造,制作出与真实模型 1:1 比例的虚拟模型及场景环境。然后利用 VRAY 渲染器代理模型的功能,将大量的三维虚拟模型导入到整体场景,同时进行材质的选择和灯光等的调整来美化丰富场景。通过设置摄像机参数,从各个角度表现工程场景,渲染输出连续的仿真动画片段。最后借助后期视频处理软件 After Effects,将生成的动画片段进行剪辑,加上解说、背景音乐和一些标注字幕等,渲染出完整的三维仿真动画。

2 景观仿真

本文以某大型景观湖—龙湖工程为例,开展大型景观湖仿真演示研究。龙湖工程是集城市生态、景观旅游、水资源综合利用等多种功能于一体的综合性工程。该大型景观湖正常蓄水位 85.50 m,水域面积 5.6 km²,水体体积 2 680 万 m³,平均水深 4.5 m,最大水深 7.0 m。该湖设两个进水口、四个出水口,修建 2 个引水闸、4 个出水闸。湖区采用垂直防渗与水平防渗相结合的综合防渗方案。

龙湖工程景观仿真包括湖区全景仿真和重点区域仿真两部分内容。

2.1 湖区全景仿真

湖区全景仿真构建三维虚拟现实场景,能够在场景中漫游行走,实现龙湖全区景观的浏览展示。龙湖湖区全景仿真

的实现分为如下 3 个步骤。

(1) 参照龙湖工程景观设计方案给出的规划范围,确定三维仿真全景模型范围。依据龙湖工程平面规划布置图等资料,首先在 AutoCAD 中简化图形,保留模型轮廓,然后保存成 DWG 格式文件,再将其导入三维模型制作软件 Autodesk 3ds Max^[14]中,建设三维仿真全景初步模型,见图 1。

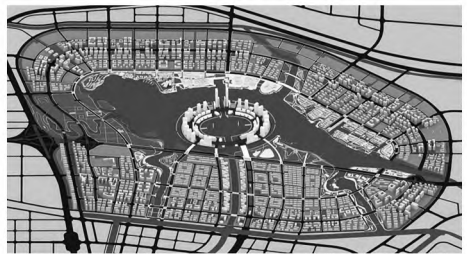


图 1 三维仿真全景初步模型

Fig. 1 Preliminary model of three dimensional simulation panorama

(2) 依据详细的景观规划图和 sketchup 文件,在 Autodesk 3ds Max 软件中对初步模型进行细致的模型建造:植物配置、建筑物贴图、模型材质选择、颜色灯光调整等,完成三维仿真全景模型的建设,使三维模型形象逼真地展现龙湖周边的景观,如图 2 所示。



图 2 三维仿真模型效果图

Fig. 2 Visualization of three dimensional simulation model

(3) 在完建的三维仿真全景模型中设置好灯光,进行初步渲染,对模型进行纹理烘焙,使场景可以完全脱离灯光,表现出有灯光渲染后的效果。然后将三维模型导入实时 3D 环境虚拟实境编辑软件 Virtools^[15],进行交互行为设计和程序设计,构建交互式的三维虚拟现实场景。最终实现在三维虚拟场景中的漫游行走,浏览龙湖美丽景观,见图 3。



图 3 三维虚拟现实场景

Fig. 3 Three dimensional virtual reality environment

2.2 重点区域仿真

重点区域仿真制作景观视频,实现重点景观区域的详细展示。将龙湖沿湖岸线分为 8 个区域:商业文化娱乐区、北部运河公园、住宅区、东运河公园、CBD 运河公园、西运河公

园、森林公园、CBD 副中心,如图 4 所示,每个区域选择一条浏览展示路线。在构建的三维仿真全景模型中,沿展示路线设定摄像机走向,进行灯光照明、整体色调的调整,渲染出图片序列。将图片序列、播音介绍、背景音乐导入视频制作软件 After Effects,分别制作每个区域的景观视频。

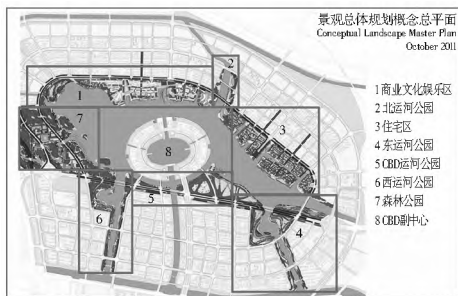


图 4 龙湖景观分区

Fig. 4 Landscape partition of the dragon lake

3 水利设施仿真

龙湖工程主要水利设施包括水闸和防渗墙。分别对水闸和防渗墙进行三维建模,制作仿真动画,展现其结构、功能和工作原理,有助于人们获得更直观的认识。

3.1 水闸仿真动画

以工程设计图、实物照片等为参考资料,首先在 AutoCAD 中简化设计图,保证模型比例正确,然后在 Autodesk 3ds Max 软件中制作出三维仿真初步模型,对模型进行贴图、材质的调节等,渲染出逼真的三维模型。以龙湖出水闸为例,见图 5。



图 5 水闸仿真模型

Fig. 5 The simulation model of sluice gate

水闸三维展示过程涉及到水体流动,为了真实模拟水流的运动形态,展示水闸的不同运行方案,选用流体动力学模拟软件 RealFlow 进行水流运动形态的计算。首先将三维水闸模型简化后保存为 SD 格式文件,导入软件 RealFlow,设置水闸出水范围、边界条件、重力和风力等参数,计算出各种工况下水体流动仿真粒子的运动形态。然后生成 bin 格式的 mesh 网格序列文件,将其导入 Autodesk 3ds Max 软件中进行材质调整、灯光选择等,模拟出水的反射、折射效果,渲染出真实的水闸过流仿真动画,见图 6。最后利用后期制作软件 After Effects,加入播音介绍和背景音乐,制做出完整的水闸仿真动画。

3.2 防渗墙仿真动画

参考防渗墙工程设计图,在 Autodesk 3ds Max 软件中制作出防渗墙三维仿真模型,然后进行材质选择、贴图、调整



图 6 水闸运行仿真

Fig. 6 The simulation of sluice gate operation

灯光等,渲染出真实的三维模型,如图 7 所示。依据龙湖防渗方案,结合防渗墙的防渗原理,确定防渗墙仿真动画展示思路。在三维仿真模型场景中,设定摄像机的角度,着重从防渗墙体型、结构和功能等方面进行展示,制作出完整的防渗墙三维仿真动画。

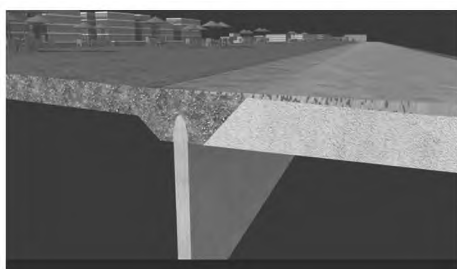


图 7 防渗墙局部模型

Fig. 7 The partial model of diaphragm wall

4 龙湖工程仿真演示系统

在景观仿真和水利设施仿真的基础上,研制了龙湖工程仿真演示系统。龙湖工程仿真演示系统设置景观仿真演示和水利设施仿真两大模块。景观仿真演示融合湖区全景仿真和重点区域仿真,水利设施仿真融合仿真动画和水利设施参数信息。系统主界面如图 8 所示,该界面设有景观仿真演示和水利设施仿真两个功能键。



图 8 龙湖工程仿真演示系统界面

Fig. 8 The simulation demo system interface of the drag on lake project

(1) 景观仿真演示。

点击景观仿真演示功能键,进入下一级界面,如图 9 所示。该界面以龙湖工程三维景观模型为底图。观看湖区全景仿真,鼠标移动至龙湖水域,水域变亮,点击进入龙湖三维虚拟现实场景,通过功能键进行交互式的漫游行走,如图 10 所示。观看 8 个重点区域仿真,移动鼠标至相应区域,该区域变亮,点击播放相应景观视频。



图9 景观仿真演示主界面

Fig. 9 The main interface of landscape simulation demo



图10 全景仿真演示

Fig. 10 The simulation demo of panoramic view

(2) 水利设施仿真。

点击水利设施仿真功能键,进入下一级界面,见图11。该界面设置6个功能键,分别对应相应的仿真动画和水利设施参数信息。点击任一功能键进入下一级界面。如图12,点击左侧功能键,右侧方框内播放仿真动画或者显示参数信息。



图11 水利设施仿真主界面

Fig. 11 The main interface of water facility simulation



图12 水闸仿真

Fig. 12 The simulation of sluice gate

5 结论

(1) 本文以某大型景观湖为例,研制了大型景观湖仿真演示系统。该系统包括景观仿真和水利设施仿真,其中景观仿真融合湖区全景仿真和重点区域仿真,水利设施仿真融合

仿真动画和水利设施参数信息。

(2) 景观仿真采用虚拟现实和 Virtools 仿真技术,构建了湖区三维虚拟现实场景,制作了重点区域景观视频,实现了湖区全景仿真和重点区域仿真。水利设施仿真采用三维动画技术,制作了三维仿真动画,实现了闸门和防渗墙仿真展示。

(3) 该仿真演示系统可服务于景观湖工程运行管理,全面介绍景观湖,再现景观湖周围的美丽景观,展示重要水利设施的功能,有助于人们全面了解该大型景观湖。研究成果对类似大型景观湖工程具有一定的借鉴意义。

参考文献(References):

- [1] 程松明,于文华.人工湖设计关键技术与探讨[J].中国农村水利水电,2012(9):38-41.(CHENG Song ming, YU Wer hua. Research on key designing technology of artificial lakes[J]. China Rural Water and Hydropower, 2012(9): 38-41. (in Chinese))
- [2] 彭静,廖文根,骆辉煌.城市水系建设的环境重塑[J].中国水利水电科学研究院学报,2003,1(4):255-259.(PENG Jing, LIAO Wer gen, LUO Hui huang. Environment rebuilding in urban water system development[J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2003, 1(4): 255-259. (in Chinese))
- [3] 李伯虎,柴旭东,朱文海,等.现代建模与仿真技术发展中的几个焦点[J].系统仿真学报,2004,16(9):1871-1878.(LI Bo hu, CHAI Xu dong, ZHU Wer hai, et al. Some focusing points in development of modern modeling and simulation technology[J]. Journal of System Simulation, 2004, 16(9): 1871-1878. (in Chinese))
- [4] 李晨光.景区虚拟仿真信息演示系统研究[J].科技情报开发与经济,2010,20(11):95-96.(LI Cher guang. Research on virtual simulation information demonstration system of the scenic spots[J]. SCITECH Information Development & Economy, 2010, 20(11): 95-96. (in Chinese))
- [5] 孙文萍,陈静,张李荪.三维动画技术在峡江水利枢纽的应用与实现[J].江西水利科技,2009,35(2):128-130.(SUN Wer ping, CHEN Jing, ZHANG Li sheng. Application of 3d animation technology in xiajiang hydraulic project[J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology, 2009, 35(2): 128-130. (in Chinese))
- [6] 刘健,于辉,韩勇,等.基于VRMap的风景虚拟仿真系统开发[J].系统仿真学报,2006,18(1):130-133.(LIU Jian, YU Hui, HAN Yong, et al. Development of tourist area virtual simulation system based on vrmapping[J]. Journal of System Simulation, 2006, 18(1): 130-133. (in Chinese))
- [7] 许文强,唐丽玉,陈嵩成,等.森林景观模拟与管理信息系统的设计与实现[J].中国农业科技导报,2009,11(5):83-89.(XU Wer qiang, TANG Li yu, CHEN Song cheng, et al. Design and implementation of forest landscape simulation and management information system[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2009, 11(5): 83-89. (in Chinese))
- [8] 魏佳芳,郑源,杨战军,等.轴流式水轮发电机组多媒体检修仿真系统研究[J].水力发电学报,2014,33(2):230-234.(WEI Jia fang, ZHENG Yuan, YANG Zhan jun, et al. Multimedia simulation system for kaplan turbine units[J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2014, 33(2): 230-234. (in Chinese))

(下转第784页)

- search, 2008, 4(6): 336-341. (in Chinese)
- [12] 张光辉, 费宇红, 刘春华, 等. 华北平原灌溉用水强度与地下水承载力适应性状况[J]. 农业工程学报, 2013, 29(1): 1-10. (ZHANG Guanghui, FEI Yurong, LIU Chunhua, et al. Adaptation between irrigation intensity and groundwater carrying capacity in North China Plain[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(1): 1-10. (in Chinese))
- [13] 莫兴国, 薛玲, 林忠辉. 华北平原 1981-2001 年作物蒸散量的时空分异特征[J]. 自然资源学报, 2005, 20(2): 181-187. (MO Xingguo, XUE Ling, LIN Zhonghui. Spatiotemporal distribution of crop evapotranspiration from 1981-2001 over the North China Plain[J]. Journal of Natural Resources, 2005, 20(2): 181-187. (in Chinese))
- [14] Zhang X Y, Chen S Y, Sun H Y, et al. Changes in evapotranspiration over irrigated winter wheat and maize in North China Plain over three decades. Agri. Water Manage., 2011, 98: 1097-1104.
- [15] 胡玉昆, 杨永辉, 杨艳敏, 等. 华北平原灌溉量对冬小麦产量、蒸发蒸腾量、水分利用效率的影响[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2009, 42(6): 701-705. (HU Yunkun, YANG Yonghui, YANG Yanmin, et al. Effect of irrigation on winter wheat yield, evapotranspiration and water use efficiency in North China Plain[J]. Wuhan University: Engineering Journal, 2009, 42(6): 701-705. (in Chinese))
- [16] 马林, 杨艳敏, 杨永辉, 等. 华北平原灌溉需水量时空分布及驱动因素[J]. 遥感学报, 2011, 15(2): 332-339. (MA Lin, YANG Yanmin, YANG Yonghui, et al. The distribution and driving factors of irrigation water requirements in the North China Plain[J]. Journal of remote sensing, 2011, 15(2): 332-339. (in Chinese))
- [17] 陈望和. 河北地下水[M]. 北京: 地震出版社, 1999. (CHEN Wanghe. Hebei groundwater [M]. Beijing: Seismological Press, 1999. (in Chinese))
- [18] 张光辉, 费宇红, 王慧军, 等. 河北省平原区农田粮食增产与灌溉节水对地下水开采量的影响[J]. 地质通报, 2009, 28(5): 645-650. (ZHANG Guanghui, FEI Yurong, WANG Huijun, et al. Impact of farmland production increasing under irrigation water saving on groundwater exploitation in Hebei plain, China[J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28(5): 645-650. (in Chinese))
- [19] 张光辉, 费宇红, 杨丽芝, 等. 地下水补给与开采量对降水变化响应特征: 以京津以南河北平原为例[J]. 中国地质大学学报, 2006, 31(6): 879-884. (ZHANG Guanghui, FEI Yurong, YANG Lizhi, et al. Responses of groundwater recharge and pumpage to change in precipitation in Hebei plain[J]. Journal of China University of Geosciences, 2006, 31(6): 879-884. (in Chinese))
- [20] 许月卿, 蔡运龙. 基于 GIS 的河北平原地下水位时空变化动态分析[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2005, 41(2): 265-272. (XU Yueqing, CAI Yunlong. GIS-based analysis on spatiotemporal change of groundwater level in Hebei plain[J]. Journal of Peking University: Nature Sciences, 2005, 41(2): 265-272. (in Chinese))
- [21] 刘志国, 王恩德, 付建飞, 等. 河北平原地下水水位的时空变异[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2007, 28(5): 717-720. (LIU Zhiguo, WANG En de, FU Jianfei, et al. Spatiotemporal variability of groundwater level in China's Hebei Plain[J]. Journal of Northeastern University: Nature Sciences, 2007, 28(5): 717-720. (in Chinese))
- [22] Allen R G, Pereira L S, Raes D, et al. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, Italy, 1998.

(上接第 759 页)

- [9] 马天, 黄建国, 胡方. 基于 PC 机群的多通道视景仿真系统的研究[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(19): 6053-6056. (MA Tian, HUANG Jianguo, HU Fang. Research on multichannel visual system based on pc cluster[J]. Journal of System Simulation, 2009, 21(19): 6053-6056. (in Chinese))
- [10] 彭玉元, 姜林晖. 基于 Virtools 的三维虚拟校园漫游系统的实现[J]. 广西工学院学报, 2009, 20(4): 60-64. (PENG Yuyuan, JIANG Linhui. Design and implementation of three dimensional virtual interactive campus system[J]. Journal of Guangxi University of Technology, 2009, 20(4): 60-64. (in Chinese))
- [11] 邹湘军, 孙健, 何汉武, 等. 虚拟现实技术的演变发展与展望[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(9): 1905-1909. (ZOU Xiangjun, SUN Jian, HE Hanwu, et al. The development and prospects of virtual reality[J]. Journal of System Simulation, 2004, 16(9): 1905-1909. (in Chinese))
- [12] 高红森, 栗继组. 基于 3D 和 VIRTTOOLS 的煤矿安全行为模拟[J]. 太原理工大学学报, 2010, 41(1): 106-109. (GAO Hongsen, LI Jizu. Research on safety behavior simulation in coal mine based on the 3d and virttools technologies[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2010, 41(1): 106-109. (in Chinese))
- [13] 成鹏, 陈蓓青. 三峡工程永久船闸单级闸室仿真系统制作简介[J]. 人民长江, 2012, 43(8): 116-118. (CHENG Peng, CHEN Beiqing. Introduction to simulation system development of single chamber of tgp's permanent ship lock[J]. Yangtze River, 2012, 43(8): 116-118. (in Chinese))
- [14] 黄静, 张红忠. 3ds max 在虚拟现实中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(2): 124-126. (HUANG Jing, ZHANG Hongzhong. Application of 3ds max in virtual reality[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2013, 36(2): 124-126. (in Chinese))
- [15] 盖龙涛, 陈月华. 基于 Virtools 的交互式操作模型系统的设计与实现[J]. 计算机应用, 2009(29): 308-310. (GAILongtao, CHEN Yuehua. Design and implementation of interactive operation model system based on virttools[J]. Journal of Computer Applications, 2009(29): 308-310. (in Chinese))