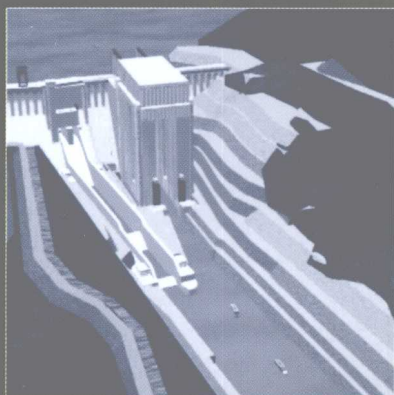
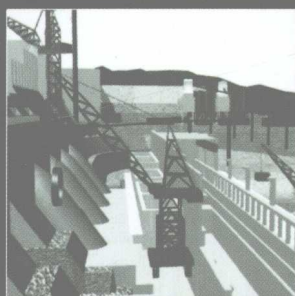
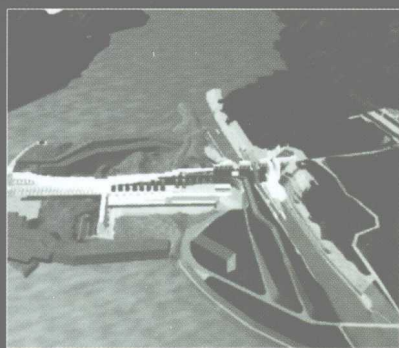


水利水电工程三维建模与 施工过程模拟技术及实践

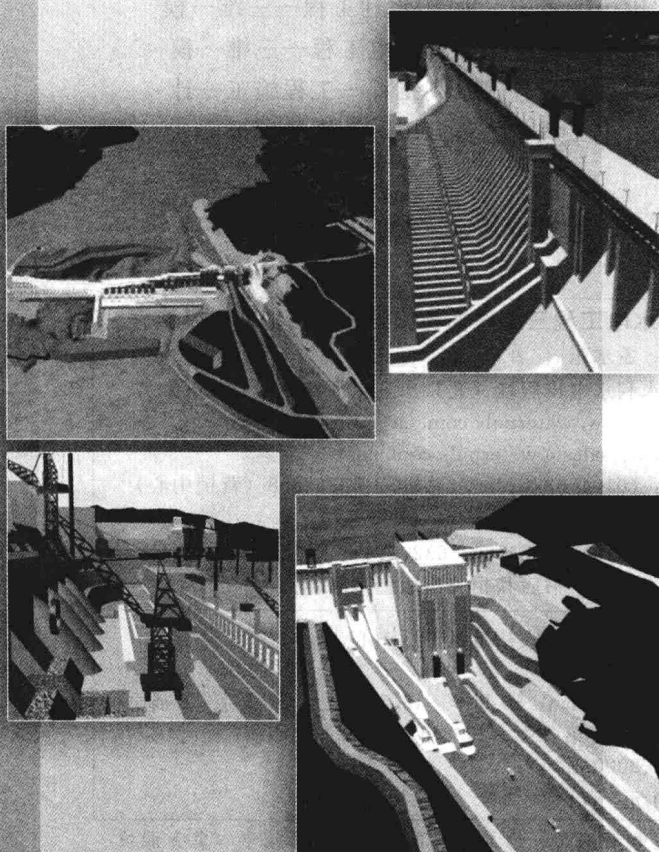
田 斌 孟永东 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利水电工程三维建模与 施工过程模拟技术及实践

田 斌 孟永东 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

水利水电工程施工是一个复杂的系统,对其进行有效控制是提高水利水电工程建设与管理水平的重要手段。本书重点研究了水利水电工程三维建模与施工过程模拟的方法和技术手段及其在工程中的应用实践。在分析当前水利水电工程设计领域的现状、面临的问题及需求的基础上,详细阐述了施工模拟多媒体演示系统的制作方法、数字地面模型的建立方法及程序开发、水工建筑物与其他附属设施的三维建模方法、施工过程三维动态模拟方法以及基于虚拟现实技术(VR)的施工过程模拟方法,并给出了程序实现的关键算法与源程序示例以及上述方法在水利水电工程中的应用实例。

本书可作为高等院校水利水电工程、工程管理及相关专业的教学用书,也可作为工程技术人员和科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程三维建模与施工过程模拟技术及实践/
田斌,孟永东著. —北京:中国水利水电出版社,2008
ISBN 978-7-5084-5622-5

I. 水… II. ①田…②孟… III. ①水利工程—三维—模型(建筑)计算机辅助设计②水力发电工程—三维—模型(建筑)计算机辅助设计③水利工程—工程施工—计算机模拟④水力发电工程—工程施工—计算机模拟
IV. TV51-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第085510号

书 名	水利水电工程三维建模与施工过程模拟技术及实践
作 者	田斌 孟永东 著
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	170mm×230mm 16开本 13.5印张 268千字 8插页
版 次	2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

当前,随着我国水利水电事业的迅速发展,一批大型水利水电工程相继开工建设,这对水利水电工程设计、施工、管理等各方面都提出了更高的要求,传统的水利水电工程设计方法和手段已无法满足大型水利水电工程所提出的高效、直观的设计要求,特别是在日益重视环境保护、倡导生态水利水电工程的今天更是如此。因此,用现代先进的计算机技术来改造传统的水利水电行业,实现水利水电工程建设的数字化、可视化、智能化,是工程设计者和决策者的共同愿望。计算机辅助设计(CAD)技术在水利水电工程设计领域中的成功应用,使传统的水电工程设计摆脱了图板,实现了二维CAD设计,但是并没改变设计成果不直观的状况。计算机三维建模技术的发展和运用,使水利水电工程计算机三维模型应运而生,为人们提供了具有真实感的三维视觉模型,以便在工程设计阶段即可在计算机上看到工程的未来景象,结束了过去只能通过沙盘模型来预览工程完建形象的历史。借助计算机三维模型可以对设计方案进行可视化分析和评价,来检验设计方案是否得当、枢纽布置是否合理等。另外,依据施工设计成果,可以利用三维动画技术和虚拟现实技术来模拟施工进度、施工工艺,从而评价施工方案的合理性,为设计者和决策者提供指导和决策依据。

水利水电工程三维建模和施工过程模拟技术日益受到重视,但总体而言,由于水利水电工程的复杂性和多样性,该领域的研究目前仍处于理论方法研究阶段,还没有一个完整的、统一的体系和软件成果,并且大多数只是以某个单项工程为研究对象,三维建模技术的研究没能涵盖水利水电工程中的各类建筑物,尤其是不能用来模拟建筑物的施工过程,对施工工艺、施工方法的模拟几乎是空白。为此,作者对水利水电工程三维实体建模和施工过程模拟技术进行了综合的、全面的研究和开发。

为适应水利水电工程建设事业的需要,作者将近年来的科研成果和在长江三峡、水布垭、溪洛渡、瀑布沟、张河湾、长洲、大岗山、深溪沟等大中型水利水电工程中的应用结果进行归纳总结,整理成书。全书共分八章,第一章分析了当前水利水电工程三维建模与可视化模拟技术的研究发展与现状,并提出了水利水电工程三维建模和可视化模拟相关技术;第二章介绍了与水利水电工程三维建模与动画制作相关的软件;第三章讨论了利用三维动画制作软件模拟施工过程的方法以及开发多媒体系统的方法;第四章详细介绍了数字地面模型的建立方法,并提出了 Grid 网格模型和带约束 TIN 模型的生成算法和编程方法,最后给出了带约束 TIN 三角网的两个应用实例;第五章详细探讨了大坝、施工围堰、岸边溢洪道和地下洞室群等典型水工建筑物的三维建模方法;第六章介绍了施工机械、施工附属企业、水域、绿化植被等其他附属设施的三维建模方法;第七章研究了施工过程的两种模拟方法——三维动态模拟方法和基于虚拟现实(VR)的施工过程模拟方法及交互式信息查询方法;第八章介绍了上述技术方法在一些大型水利水电工程中的应用实例。

本书的撰写基于本课题组众多科研项目成果,项目研究得到了中国长江三峡工程开发总公司、原国家电力公司、湖北清江水布垭工程建设公司、中国葛洲坝集团公司、国电大渡河流域水电开发有限公司、中国水电顾问集团成都勘测设计研究院、广西壮族自治区水利厅等单位的大力支持。

本书的出版得到三峡大学重点学科建设经费资助,撰写过程中引用了部分文献资料,已在书后参考文献中列出,在此对有关作者表示感谢!

本书部分内容属于交叉学科的内容,涉及知识面广,由于作者学识水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,恳请专家和读者批评指正。

作 者

2008 年 4 月

作者联系方式:田斌,三峡大学土木水电学院,邮编:443002,E-mail:eudiltb@ctgu.edu.cn;
孟永东,三峡大学水电科学研究院,邮编:443002,E-mail:ydmeng@ctgu.edu.cn。

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 水利水电工程三维建模与可视化模拟技术研究发展与现状	1
第二节 水利水电工程三维建模和可视化模拟相关技术	3
第三节 本书的主要内容	5
第二章 常用三维建模与动画制作软件简介	8
第一节 二维及三维建模软件——AutoCAD	9
第二节 建模及三维动画制作软件——3DS Max	39
第三节 图像素材及贴图编辑制作软件——Adobe Photoshop	65
第四节 声音素材剪辑及合成软件——Sony Sound Forge	70
第五节 视频特效制作软件——Adobe After Effects	74
第六节 后期合成软件——Adobe Premiere	77
第三章 三维动画的制作方法	81
第一节 3DS Max 三维动画场景合成方法	81
第二节 环境特效及摄像机的设置方法	84
第三节 场景渲染、动画合成及后期制作	88
第四节 利用 Visual Basic 开发多媒体演示系统	90
第四章 数字地面模型的建立方法	96
第一节 数字地面模型 (DTM)	96
第二节 利用 AutoCAD/VBA 二次开发生成 Grid 网格	103
第三节 带约束 Delaunay 三角网剖分算法	107
第四节 带约束 Delaunay 三角网剖分 TIN 模型生成程序的开发	112
第五节 基于带约束 TIN 模型的工程三维辅助设计及土石方计算	118
第六节 基于带约束 TIN 模型的工程三维地质模型的建立	122
第五章 水工建筑物的三维建模方法	130
第一节 大坝的三维建模方法	130

第二节	施工围堰的三维建模方法	143
第三节	岸边溢洪道的三维建模方法	148
第四节	地下洞室群的三维建模方法	154
第六章	其他附属设施的三维建模方法	163
第一节	施工机械的三维建模方法	163
第二节	施工附属企业的三维建模方法	164
第三节	水域的三维建模方法	166
第四节	绿化植被的三维建模方法	168
第七章	水利水电工程施工过程的三维模拟方法	171
第一节	施工过程三维动态模拟方法	171
第二节	基于虚拟现实 (VR) 的施工过程模拟方法	186
第八章	工程应用实例	193
第一节	长江三峡水利枢纽工程三维建模与施工过程模拟	193
第二节	清江水布垭面板堆石坝工程三维建模与施工过程模拟	197
第三节	大渡河瀑布沟水利枢纽工程三维建模与施工过程模拟	199
第四节	金沙江溪洛渡水电站混凝土拱坝浇筑进度模拟	202
参考文献		204

第一章

绪 论

第一节 水利水电工程三维建模与可视化模拟 技术研究发展与现状

近年来，随着我国水利水电事业的快速发展，一批大型水利水电工程相继开工建设，如长江三峡、溪洛渡、锦屏、小湾、水布垭、瀑布沟等。传统的水利水电工程设计方法和手段已无法满足大型水利水电工程所提出的高效、直观的设计要求，用现代先进的计算机技术来改造传统的水利水电行业，实现水利水电工程建设的数字化、可视化、智能化转变，是工程设计者和决策者的共同愿望。

从 20 世纪 80 年代开始，计算机辅助设计（Computer - Aided Design，简称 CAD）技术在水利水电工程设计领域得以成功应用，使传统的水电工程设计摆脱了图板，实现了二维 CAD 设计，但是并没改变设计成果不直观的状况。近年来，计算机三维图形技术的发展与应用，尤其是在水利水电工程上的应用，已逐步引发该领域设计与决策技术的革命，水利水电工程设计已经开始由二维 CAD 设计逐步向三维 CAD 设计转变。计算机三维建模与可视化模拟技术已开始应用于水利水电工程的设计、施工等各个阶段，如枢纽布置、施工总布置、导截流施工、地下洞室开挖等，成为水利工程设计与施工组织安排强有力的决策辅助手段。计算机三维建模技术和施工过程模拟技术为工程设计和施工管理提供了先进的技术手段和科学的理论方法。

国外 CAD 技术的研究较早，基本上是伴随计算机软硬件技术的发展而展开的，在理论研究、软件开发和实际应用方面已非常成熟，出现一大批 CAD 软件，广泛应用于机械、电子、医学、国防和工程等领域。在工程设计领域，常用的 CAD 软件有 AutoCAD、Microstation 等，这些软件都属于通用软件，

并不是针对水利水电工程而开发的。水利水电工程的复杂性和多样性决定了其勘测设计任务的艰巨性,通用 CAD 软件不能完全胜任水利水电工程的设计任务。在国内,20 世纪 90 年代以来出现了大量针对水利水电工程设计领域的 CAD 软件,如:土石坝 CAD、拱坝 CAD、重力坝 CAD、厂房 CAD、枢纽布置 CAD、隧洞 CAD、ZDM 软件包等,这些软件大多由 AutoCAD 二次开发而来,能充分发挥 AutoCAD 已有的二维和三维图形功能,但依赖于 AutoCAD 图形环境。这些软件对于优化设计、提高设计质量、加快设计进度、减轻设计人员的劳动强度发挥了积极的作用,但整体上还属于二维 CAD 设计。为了满足水利水电行业对三维 CAD 设计的日益需求,近年来国内各勘测设计单位、高等院校、科研院所等逐渐投入到水利水电工程三维可视化设计方面的研究,如天津大学、武汉大学、北京大学、成都勘测设计研究院等,其中天津大学钟登华等对工程可视化辅助设计(VCAD)理论的构成体系和实现方法进行了研究。

可视化模拟也叫可视化仿真(Visual Simulation),是计算机三维建模技术和三维图形技术相结合所形成的一种新型技术,虚拟现实技术是其最新发展方向。三维可视化模拟技术已在机械制造、航空航天、交通运输、船舶工程、军事模拟等领域得到了广泛的应用,在水利水电工程领域主要用于对施工进度、施工过程和施工工艺的模拟,其三维可视化模拟的方式有两种。一种是“静态”模拟,如三维动画模拟,主要借助三维动画制作软件(如 3DS Max、Maya 等)来实现,优点是模拟效果逼真,对计算机硬件要求较低,缺点是无法实现三维交互。另一种是动态交互式模拟,如借助各种三维图形驱动(如 OpenGL、Direct3D、VRML 等)来实现,其依赖于计算机硬件的配置,模拟效果通常较差,但可以实现实时交互操作和可扩展的信息查询,例如,武汉大学申明亮等结合 OpenGL 三维图形驱动技术,开发了水利水电工程地下洞室群施工模拟系统,天津大学钟登华等提出了基于 GIS 技术的水利水电工程三维可视化模拟方法。

综上所述,从国内所开展的一系列研究和应用看来,水利水电工程三维设计和可视化模拟已得到国内专家、学者越来越多的重视,并取得了一定的成果,但目前还没形成一个完善的理论体系和软件成果,整体上仍处于探索阶段。本书针对水利水电工程三维建模和施工过程模拟,开展了相关理论方法、关键技术和工程应用研究,对水利水电工程三维可视化设计和可视化模拟方法进行了有益探索。



第二节 水利水电工程三维建模和可视化模拟相关技术

由于水利水电工程三维建模与施工过程模拟是一个学科交叉、多技术综合的技术，因此书中出现了多种技术术语，为了便于读者快速了解这些技术概念和本书内容的阅读，综合国内外相关文献资料，并结合水利水电工程领域，下面对本书内容所涉及的相关技术进行逐一介绍。

一、计算机辅助设计技术

计算机辅助设计，是利用计算机强有力的计算功能和高效率的图形处理能力，辅助设计者进行工程和产品的设计与分析，以达到理想的目的或取得创新成果的一种技术。它是综合了计算机科学与工程设计方法的最新发展而形成的一门新兴学科。计算机辅助设计技术的发展与计算机软件、硬件技术的发展和完善以及工程设计方法的革新紧密相关。CAD 技术从 20 世纪 50 年代诞生至今，随着计算机软硬件技术的不断发展，日趋成熟，已经被广泛地应用于电子、轻工、纺织、服装、医疗、国防及工程设计等国民经济的各个领域，而且正朝着标准化、智能化、集成化、虚拟设计的方向发展，科学计算可视化、虚拟设计、虚拟制造技术是 20 世纪 90 年代以来 CAD 技术发展的新趋向。在虚拟世界中，设计人员可以直接对所设计的产品进行操作及各种模拟实验分析，并可及早地看到新产品外形，从而可以帮助设计者多方位地观察和评审设计成果。采用 CAD 技术进行工程设计已成为现代水利水电工程设计的迫切需要。

二、三维可视化仿真技术

三维可视化仿真（Three Dimensional Visual Simulation，简称 3DVS），是可视化技术和系统建模技术相结合所形成的一种新型仿真技术，其实质是采用图形或图像的方式对仿真计算过程的跟踪、驾驭和结果的后处理，同时实现仿真软件界面的三维可视化，具有高效、直观的特点，因此，在水利水电工程中应用可视化仿真技术，将有助于推动水利水电工程向数字化、可视化和智能化方向发展。借助于交互式的可视化仿真系统，人们能够便捷地获得关于数据的直观、形象的理解。目前，可视化仿真技术已经成为人们分析自然现象、认识客观事物本质和变化规律的得力助手，是人们理解复杂现象和“消化”大规模数据的重要工具。三维可视化仿真的功能特点主要体现在以下几个方面：能够用适当的图形或图像显示数据场中各类物理量的分布情况；能够对三维仿真

场景进行交互操作,通过更改观测角度(旋转)、观测层次(缩放)等,使分析者随时对感兴趣的部分进行深入分析;实现动态显示,能够连续地显示整体或部分的三维数据场在不同时刻的情况;在友好的可视化人机界面下,实现驾驭式可视化。在可视化仿真过程中,用户可以随时对仿真结果进行交互,可以根据显示图像交互控制模型的各个阶段,直到对所模拟的现象获得理解和洞察,因此,整个可视化仿真过程是一个反复求精的循环迭代过程。

三、虚拟现实技术

虚拟现实技术(Virtual Reality,简称VR),与多媒体技术及计算机网络技术并称为三大计算机技术。最早于20世纪80年代由Jaron Lanier提出,目的在于建立一种新的用户界面,使用户可以置身于计算机所表示的三维空间资料库环境中,并可以通过眼、手、耳或特殊的空间三维装置在这个环境中“环游”,创造出一种“亲临其境”的感觉。虚拟现实是人们通过计算机对复杂数据进行可视化、操作以及实时交互的环境。与传统的计算机人机界面(如键盘、鼠标器、图形用户界面以及流行的Windows等)相比,虚拟现实无论在技术上还是思想上都有质的飞跃。传统的人机界面将用户和计算机视为两个独立的实体,而将界面视为信息交换的媒介,由用户把要求或指令输入计算机,计算机对信息或受控对象作出动作反馈。虚拟现实则将用户和计算机视为一个整体,通过各种直观的工具将信息进行可视化,形成一个逼真的环境,用户直接置身于这种三维信息空间中自由地使用各种信息,并由此控制计算机。虚拟现实是对三维计算机图形学技术、采用多种功能传感器的交互式接口技术、高清晰度显示技术的概括。根据用户参与VR的不同形式以及沉浸的程度不同,可将虚拟现实技术划分为四类:桌面级的虚拟现实、投入的虚拟现实、增强现实性的虚拟现实和分布式虚拟现实,本书介绍的基于VRML的施工过程模拟方法属于桌面级的虚拟现实技术。

四、多媒体技术

多媒体技术(Multimedia),是将文字、图像、动画、视频、音乐、音效等数字资源通过编程方法整合在一个交互式的整体中,以图文并茂,生动活泼的动态形式表现出来,给人以很强的视觉冲击力,留下深刻印象。多媒体技术能够利用多种交互手段,使原本枯燥无味的播讲变成互动的双向信息交流。它极大地改变了人们获取信息的传统方法,符合人们在信息时代的阅读方式。多媒体技术涉及面相当广泛,主要包括音频技术(音频采样、压缩、合成及处理、语音识别等),视频技术(视频数字化及处理),图像技术(图像处理、图

像、图形动态生成), 图像压缩技术 (图像压缩、动态视频压缩), 通信技术 (语音、视频、图像的传输) 等。多媒体技术用途广泛, 包括企业宣传、商业演示、教学培训、产品说明等, 多媒体技术的主要载体是 CD-ROM 光盘、多媒体触摸屏、宽带网站等。本书第三章介绍了利用多媒体技术开发制作施工过程模拟演示系统的方法。

第三节 本书的主要内容

本书基于水利水电工程领域对三维可视化设计的需求, 主要讲述水利水电工程三维设计过程中三维模型的建立方法, 包括三维数字地面模型 (DTM) 的建立、枢纽建筑物及附属设施三维模型的建立; 施工过程模拟方法, 包括三维动画模拟方法、基于虚拟现实技术的施工过程模拟方法, 最后介绍了施工模拟动画制作与合成、多媒体演示系统制作方法, 并给出了具体的应用实例。本书内容的结构框架如图 1-1 所示。

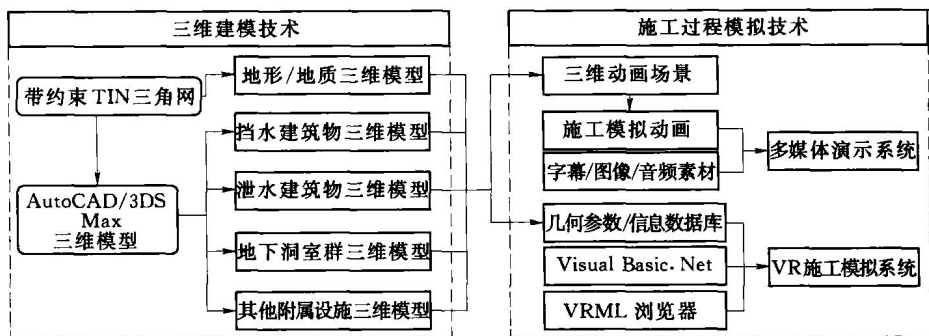


图 1-1 本书内容结构框架

水利水电工程三维模型由地形三维模型、工程建筑物三维模型共同组成, 工程建筑物包括大坝、泄水建筑物、电站厂房、地下洞室、截流围堰以及其他附属设施等多个单项工程, 各单项工程又由多种不同类型的建筑物组合而成。借助水利水电工程三维模型, 可以利用 3DS Max 三维动画软件制作整体工程的虚拟漫游动画, 人们可以在工程设计阶段即可在计算机上看到工程的未来完建形象, 从而可对设计方案进行可视化分析和评价, 如: 检验设计方案是否得当、枢纽布置是否合理、地下洞室之间空间关系是否正确等。水利水电工程三维模型的地形部分, 通常用数字地面模型 (DTM) 来描述, 本书对 DTM 的两种形式 Grid 格网和 TIN 三角网的建模方法进行了详细的说明, 并给出了建

模程序的开发框架。水利水电工程区域的地形建模与其他领域（如地学、交通、军事等）有所不同，往往要考虑场地、道路、开挖边坡等，作者开发的基于 Delaunay 三角剖分算法的带约束 TIN 模型的构建程序便解决了这一难题，将场地、道路、开挖边坡的控制线作为构建 TIN 模型的约束条件，实现了地形、场地、道路、边坡的一体化生成，该程序还可协助设计人员完成施工道路、施工场地等设计任务。带约束 TIN 模型用途十分广泛，本书给出了两个应用实例：基于带约束 TIN 模型的工程三维辅助设计及土石方计算，基于带约束 TIN 模型的工程三维地质模型的建立。水利水电工程中各类建筑物的复杂多样性使工程建筑三维建模变得复杂化，也增加了建模的难度，本书主要介绍借助于 AutoCAD 和 3DS Max 软件的三维建模功能，并结合 AutoCAD 二次开发功能建立各类水工建筑物三维模型的方法。在建模过程中，需要根据各种建筑物的设计参数和结构特点，归纳出共性，以便总结出各种三维建模方式或开发较通用的参数化三维建模软件，来建立部分水工建筑物的三维模型，如拱坝；或者结合 AutoCAD 和 3DS Max 三维建模软件共同完成三维建模，如土石坝模型、截流围堰模型等；对于一些仅具有个性的建筑物，可直接在三维建模软件下建立其三维模型，如重力坝、电站厂房、地下洞室群、其他附属设施等。虽然有些建筑物在设计上属于不同的工程类别，但从三维建模的角度看，其三维建模方法大体是一致的。

水利水电工程施工过程模拟就是利用已建的三维模型，通过三维动画制作软件或其他动态模拟技术，对施工方案的整体进度或单项工程施工进度进行三维动态模拟，可以直观表现各种施工工艺和施工方法，从而分析评价施工方案的合理性。水利水电工程施工过程模拟的实现方式很多，本书介绍了三维动画模拟方法和基于虚拟现实（VR）的施工过程模拟方法。三维动画具有生动逼真、硬件要求低等特点，借助 3DS Max 三维动画制作软件的 Maxscript 脚本程序，可以快速精确地设置施工进度模拟的关键帧，完成施工进度模拟动画的制作；另外，依据施工设计资料的内容，借助施工机械三维模型，在 3DS Max 下可以实现对具体施工工艺和施工方法的模拟，以上相关内容的实现方法本书都有介绍。在完成三维动画制作以后，需要使用后期制作和后期合成软件将音频、图像、字幕、三维动画进行合成，形成最终的水利水电工程施工过程多媒体模拟系统。VRML 是一种桌面级虚拟现实系统开发语言，通过将建立的三维模型几何数据以数据库方式存储，结合虚拟现实浏览器和 Visual Basic 编程语言，实现虚拟现实场景的动态构建，以达到施工过程动态模拟的目的。基于虚拟现实（VR）的施工过程模拟方法虽然达不到三维动画生动逼真的模拟效果，但具有交互性，这种交互性表现为三维场景浏览的交互和信息

的交互，这是三维动画无法实现的，具有广阔的应用前景。

本书对整个水利水电工程三维模型的建立方法和施工过程模拟方法作了系统地介绍，内容涉及知识面广、学科门类多，为了突出本书的针对性，内容没有涉及 CAD 技术、计算机图形学等相关技术的基础理论，读者可查阅相关文献资料。另外，由于篇幅所限，本书内容也没有对所涉及的一些软件的使用方法作详细说明，读者可根据需要查阅相关软件的用户手册。

第二章

常用三维建模与动画制作软件简介

水利水电工程三维模型一般可通过三维建模软件的二次开发或直接应用三维建模软件建立。AutoCAD 和 3DS Max 是最常用的三维建模软件，AutoCAD 是目前全球市场占有率最高的计算机辅助设计（CAD）软件，广泛应用于各个行业。3DS Max 是享誉三维动画制作业的老牌软件 3D Studio 的升级版，具有强大的三维造型及动画制作功能和良好的开放性，应用领域非常广泛。在施工过程模拟动画制作过程中需要处理大量的图形图像素材。Photoshop 是用来完成这项任务的首选软件，相对同类软件具有功能强大、简单易用的特点。Premiere 是最常用的后期合成软件之一，由于它与 Photoshop 以及后期制作软件 After Effects 同出于 Adobe 公司，三者可以完美组合进行专

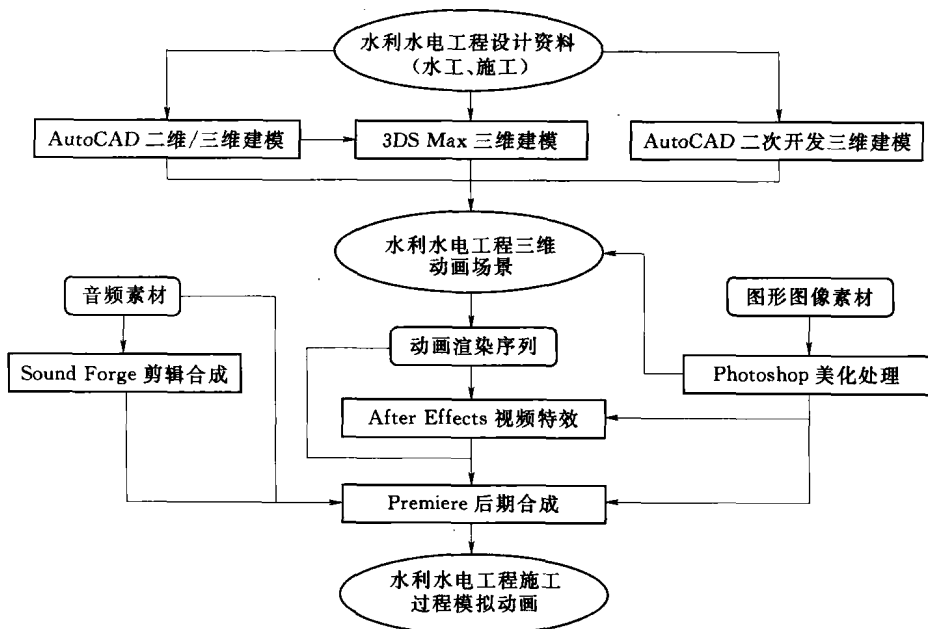


图 2-1 三维建模及动画制作流程及软件关系图

业级的视频特效及后期制作。在进行动画的后期合成时,需要将配音解说及背景音乐等声音素材进行剪辑,推荐使用 Sound Forge 软件,它具有强大的音频处理和剪辑合成功能。在整个水利水电工程三维建模与施工模拟动画制作过程中,上述介绍软件的应用流程和相互关系如图 2-1 所示。

为了让读者快速了解上述软件的使用方法,并掌握其核心功能,本章将用较少的篇幅介绍上述三维建模及动画制作软件的部分相关功能、用法和二次开发方法。若需进一步了解这些软件的详细用法,可参考相应的软件教程和帮助文档。

第一节 二维及三维建模软件——AutoCAD

一、AutoCAD 软件简介

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司开发的一个交互式绘图软件,是用于二维及三维设计、绘图的系统工具,界面如彩图 1 所示。用户可以使用它来创建、浏览、管理、打印、输出、共享设计图形,并且可以对其进行二次开发以满足不同行业的需要。AutoCAD 是目前世界上应用最广的 CAD 软件,市场占有率远高于同类软件产品。

AutoCAD 软件具有如下特点:

- (1) 具有完善的图形绘制功能。
- (2) 具有强大的图形编辑功能。
- (3) 可以采用多种方式进行二次开发或用户定制。
- (4) 可以进行多种图形格式的转换,具有较强的数据交换能力。
- (5) 支持多种硬件设备。
- (6) 支持多种操作平台。
- (7) 具有通用性、易用性,适用于各类用户。

虽然 AutoCAD 本身的功能集已经足以协助用户完成各种设计工作,但用户还可以通过 Autodesk 以及多家软件开发商开发的多种应用软件把 AutoCAD 改造成为满足各专业领域的专用设计工具。这些领域中包括建筑、机械、测绘、电子以及航空航天等。

二、AutoCAD 三维建模

1. AutoCAD 三维坐标系

要在 AutoCAD 下建立和修改三维模型首先需要对 AutoCAD 的三维坐标的定义有所了解。AutoCAD 三维坐标系采用三维笛卡尔坐标系,是在二维笛

卡尔坐标系的基础上增加第三维（即 Z 轴）而形成的。在三维坐标系中，Z 轴的正轴方向是根据右手定则确定的。右手定则也决定三维空间中任一坐标轴的正旋转方向。

要辨别 X、Y 和 Z 轴的正轴方向，只需在默认顶视图的前提下将右手背对着屏幕放置，拇指即指向 X 轴的正方向，伸出食指和中指，食指指向 Y 轴的正方向，中指所指示的方向即是 Z 轴的正方向。各坐标轴的正旋转方向由右手螺旋法则确定。

AutoCAD 中的三维坐标系有世界坐标系（WCS）和用户坐标系（UCS）两种形式。世界坐标系是其他三维坐标系的基础，不能对其重新定义。用户坐标系为坐标输入、操作平面和观察提供一种可变动的坐标系，定义一个用户坐标系即改变原点（0，0，0）的位置以及 XY 平面和 Z 轴的方向。可在 AutoCAD 的三维空间中任何位置定位和定向 UCS，也可随时定义、保存和复用多个 UCS，这为 AutoCAD 三维绘图时点的定位提供了极大的方便。

2. 设置 AutoCAD 三维视图

（1）设置图形的查看方向。在 AutoCAD 的三维空间中，用户可通过不同的方向来观察对象。用于设置查看方向的命令调用方式如下：

菜单：【View（视图）】→【3D Views（三维视图）】→【Viewpoint Presets…（视点预置）】

命令行：

Command: ddvpoint (或别名 vp)

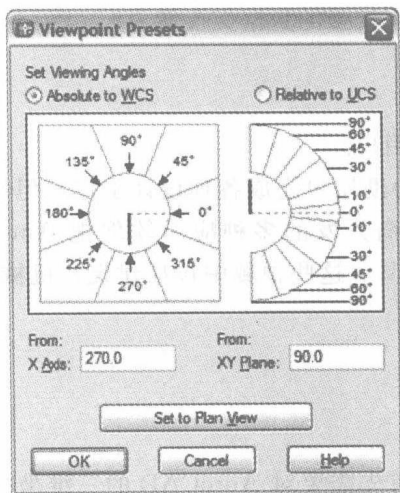


图 2-2 视点预置对话框

调用该命令后，系统将弹出如图 2-2 所示的 Viewpoint Presets（视点预置）对话框。

在该对话框中，用户可在 From X Axis 编辑框中设置观察角度在 XY 平面上与 X 轴的夹角，在 XY Plane 编辑框中设置观察角度与 XY 平面的夹角，通过这两个夹角就可以得到一个相对于当前坐标系（WCS 或 UCS）的特定三维视图。

如果用户单击 Set to Plan View 按钮，则产生相对于当前坐标系的平面视图（即在 XY 平面上与 X 轴夹角为 270°，与 XY 平面夹角为 90°）。