

# 用于网络教学的虚拟仿真交互式课件研究

谷艳华<sup>1</sup>, 朱艳萍<sup>1</sup>, 杨得军<sup>2</sup>, 付 恒<sup>1</sup>

(1. 吉林大学机械学院, 吉林 长春 130012; 2. 吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室, 吉林 长春 130012)

**摘 要:** 网络教学急需交互式课件。利用 CATIA 建立机械产品的虚拟模型, 实现机器拆装和工作过程的虚拟仿真。将虚拟仿真制作动画视频后嵌于具有交互性的 Flash 软件中, 生成可在网络上使用的虚拟仿真网络课件。也可以将 CATIA 虚拟模型直接导入到 3DVIA Composer 软件中, 制作虚拟仿真课件。两种方法制作的课件方便学生在网络上自主学习。

**关 键 词:** 机械设计; 网络交互课件; 虚拟仿真动画; Flash; 3DVIA Composer

**中图分类号:** TP 391

**DOI:** 10.11996/JG.j.2095-302X.2016040545

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2095-302X(2016)04-0545-05

## The Research on Interactive Courseware of 3D Simulation for Online Courses

Gu Yanhua<sup>1</sup>, Zhu Yanping<sup>1</sup>, Yang Dejun<sup>2</sup>, Fu Heng<sup>1</sup>

(1. The School of Mechanical Science and Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130012, China;

2. State Key Laboratory of Automotive Simulation and Control, Jilin University, Changchun Jilin 130012, China)

**Abstract:** There is a great demand for interactive multimedia courseware for online courses. The CATIA is used to generate component models of mechanical products, and the assembling, disassembling and operating processes are simulated. The simulation animations are embedded into Flash programs to develop interactive courseware which can be controlled step-by-step by students on web. Another method is to import CATIA component models to 3DVIA Composer to create interactive animated courseware. Both methods are able to generate interactive online courseware that can be conveniently accessed and controlled by students to promote active and independent study.

**Keywords:** mechanical design; interactive online courseware; simulation animation; Flash; 3DVIA Composer

随着大数据时代的到来, 网络技术的迅猛发展, 不断涌现的共享课程、网络课程、慕课、微课等网络教学的形式深受教师和学生的喜爱。如何将包含抽象思维和形象思维的工程图学课程实现网络教学<sup>[1]</sup>; 如何引导学生自主学习, 从尺寸、时间和成本 3 个方面培养学生立体构型过程的创新思维<sup>[2]</sup>; 教师在工程图学网络教学中如何进行教学设计和教学资源准备等, 都值得每位师者深思, 除了准备优质视频资源之外, 制作网络交互式课

件是网络教学迫切的任务<sup>[3]</sup>。开发网络教学的虚拟仿真交互式课件的目的是呈现机械产品的虚拟仿真过程和实现学生自主操作学习内容。

CATIA 软件功能强大, 除了可实现虚拟三维建模外, 内嵌的 DMU 模块还可实现虚拟拆卸和装配、虚拟运动仿真等功能, 并可生成虚拟动画以展示产品的结构特点、拆装过程、工作原理等。新颖直观、全方位的展示, 帮助缺乏实际经验的学生建立起零部件空间的形状, 并在没有实体或

收稿日期: 2015-11-21; 定稿日期: 2016-01-06

基金项目: 吉林大学慕课建设项目; 吉林大学网络精品课建设项目; 吉林大学虚拟仿真实验中心建设项目

作者简介: 谷艳华(1963-), 女, 吉林四平人, 教授, 本科。主要研究方向为三维建模、虚拟仿真。E-mail: guyh@jlu.edu.cn

通讯作者: 杨得军(1965-), 男, 吉林长岭人, 研究员, 硕士。主要研究方向为汽车动态仿真与控制。E-mail: yangdj@jlu.edu.cn

实体展现不清楚的情况下,通过虚拟动画理解零部件内外部结构、装配关系以及工作原理等内容。但目前的现状是工科院校老师更多地将其应用于课件之外,单独的由桌面打开 CATIA 软件来进行演示。该现场演示的方式费时费力,操作繁复,不便于课堂与网络教学。因此本文重点讨论 CATIA 内嵌于 Flash 制作网络交互课件和 CATIA 导入 3DVIA Composer 后制作的网络交互课件的制作方法。

## 1 CATIA 嵌入 Flash 交互课件的必要性

Flash 制作的交互课件越来越多地应用于教学中。Flash 拥有强大的人机交互功能,通过其按钮、脚本等功能可实现课件中文本、图片、音频、视频之间的任意跳转,方便交互使用。其次,Flash 可设计出精美的 UI 界面,制作者可通过背景选取、页面编辑、页面排版等设计出符合美学标准的课件界面。Flash 虽拥有强大的制作动画功能,但三维动画的制作与达索公司开发的 CATIA 软件相比操作过于繁琐,且制作出的三维立体动画无论从尺寸精确、材料渲染还是整体效果上都不及 CATIA 生成的动画方便和生动。

通过 CATIA 制作的三维虚拟仿真动画,并充

分发挥 CATIA 制作三维立体、虚拟仿真的优势。将录制或输出的动画经过剪辑修饰后输出视频,直接加载于 Flash 中,与按钮和动作脚本相结合可制作交互式课件<sup>[4]</sup>。这种展示三维虚拟仿真动画的交互式课件利于师生在网络教学模式下使用。

CATIA 和 Flash 的结合,避免了使用 Flash 制作动画的繁琐,借助于 Flash 中强大的功能命令使得 CATIA 三维虚拟仿真视频资源得到高效、快捷的应用。Flash 具有文件压缩比高,文件所占内存小,画面质量清晰、传输速度快等特点。例如 1.62 M 的 WMV 视频文件在转化为 FLV 格式后只占用 512 K 的空间,这样的网络交互式课件有利于教学资源的共享以及网络教学的实施<sup>[5-6]</sup>。

## 2 制作减速器的虚拟仿真

CATIA 中 DMU 模块除制作虚拟拆装外,还能做机构工作原理的模拟仿真,这里以工程图学教学中典型的机械产品减速器为例介绍其工作原理虚拟仿真的制作过程。

### 2.1 减速器零件建模

在 CATIA 零件设计模块下,使用草图和零件设计中的命令建立减速器包括标准件在内共 35 个零件的虚拟模型,如图 1 所示。为后续减速器机构的拆装、工作原理虚拟仿真做准备。

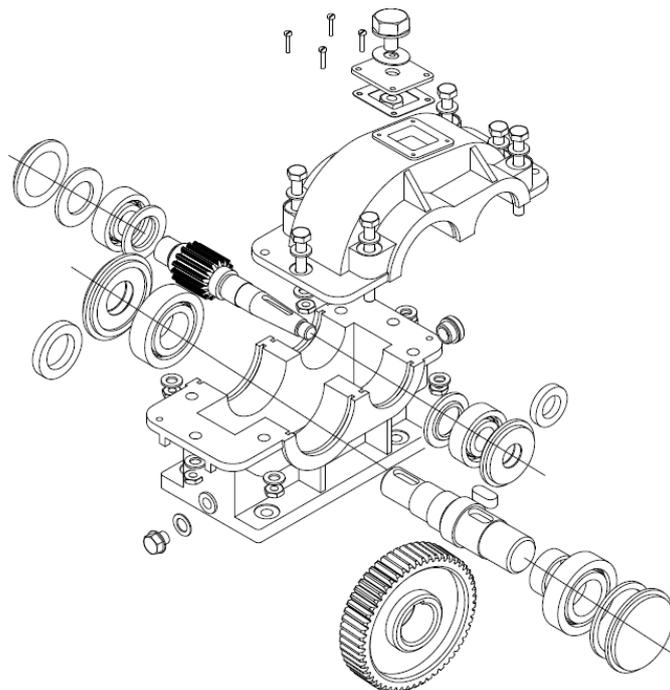


图 1 减速器零件模型

## 2.2 减速器机构建模

进入减速器装配设计模块, 导入组成减速器的 35 个零件模型。使用操作和约束等命令实现零件间的装配关系。图 2 为减速器机构。

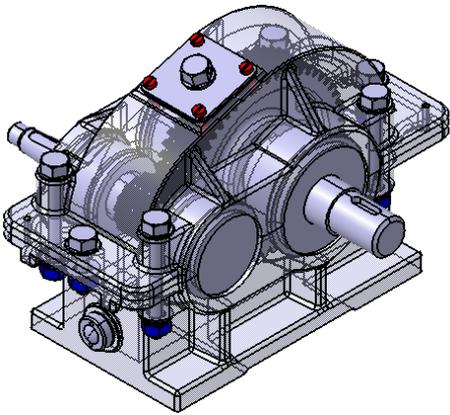


图 2 减速器

## 2.3 齿轮副的设置

### 2.3.1 虚轴与齿轮

CATIA 齿轮副运动时需各绕一个已存在的轴线旋转, 即先确定齿轮的旋转轴。要求齿轮副的两条轴线在一个零件几何体下建立, 两轴线之间的距离等于两齿轮间的中心距。这两条线以直线元素存在, 只做齿轮旋转时的旋转轴, 此轴线被称为虚轴。实现齿轮啮合运动虚拟仿真的条件, 必须在装配设计模块下将两虚轴分别与主动齿轮、从动齿轮轴线相合。

### 2.3.2 齿轮固连

在减速器机构中, 主动轴与主动齿轮是一体的, 从动轴与从动齿轮之间通过键刚性连接。仿真前要求在从动齿轮与键之间, 键与从动轴之间分别添加刚性结合。通过刚性结合命令, 使从动轴与从动齿轮间实现固连。满足从动齿轮与从动轴之间刚性连接后, 主、从动轴之间方可实现动力的传递。

### 2.3.3 添加齿轮副

实现齿轮啮合运动, 必须在主动齿轮与从动齿轮之间添加齿轮副。齿轮副是指分别确定两齿轮的旋转轴, 并且固定两齿轮。指定齿轮旋转轴, 即分别将已定义好的虚轴(一个零件几何体下的两条直线)作为齿轮的旋转轴。固定齿轮即固定齿轮与虚轴的位置, 通过固定主、从动齿轮的基准平面与虚轴的基准平面的位置关系来保证。

### 2.3.4 定义两齿轮传动比和旋转方向

通过选中主动齿轮与从动齿轮的分度圆, 系统会自动生成两分度圆半径的值并计算出两齿轮传动的比率, 即传动比。实现齿轮啮合运动, 还需定义齿轮啮合的旋转方向, 减速器机构要求两齿轮啮合转动方向设置为相反。

## 2.4 运动仿真及仿真视频录制

完成以上齿轮设置后, 运动副也创建完成。这时虚轴的自由度为 1, 即自由度只有虚轴的旋转角度。当在主动齿轮上施加驱动角度后, 系统则会提示可以进行机械装置的虚拟仿真。

运动虚拟或编辑虚拟时, 需选中齿轮作为设定完成的“机械装置”, 并编辑虚拟为自动插入, 然后拖动运动虚拟对话框的滚动条, 则减速器机构内部主、从动齿轮的啮合运动过程即被记录下来。完成编辑虚拟后, 结构树上将生成“虚拟”特征。

对于减速器机构啮合运动过程的仿真视频动画可使用 CATIA 系统中自带命令录制完成, 也可使用录屏软件完成。

## 3 仿真视频嵌入 Flash

### 3.1 CATIA 视频的导入

将 CATIA 软件生成的减速器虚拟仿真视频导入 Flash 软件中。Flash 软件对导入的视频文件格式要求为 FLV 格式, 文件导入前需使用转码器对视频文件进行转码, 将其转换为 FLV 文件格式, 再通过 Flash 软件中的文件\导入\导入视频命令导入, 其中在导入视频界面中选择“在 SWF 中嵌入 FLV 并在时间轴中播放”选项。此种方式导入的视频允许用户后期编辑加工。

导入仿真视频后通过对齐命令可对视频界面进行大小和位置的修改。在对齐命令下选择“与舞台对齐”、“匹配宽和高”、“与舞台居中对齐”命令可使视频在播放时实现全屏显示。

同样音频文件也可根据视频的内容嵌入到 Flash 软件中。

### 3.2 添加控制按钮

视频导入到 Flash 中, 以 24 帧/秒的速度置于时间轴上。若视频中需要添加控制按钮, 需在关键帧上选用库中的按钮或定制按钮, 然后将动作脚本命令添加给按钮实现控制动画的播放。脚本如下:

```
on (release) {play();}; //播放
on (release) {stop();}; //暂停
on(release) gotoAndPlay();;//前进或后退到指
```

定帧

### 3.3 添加文字

在时间轴的关键帧上添加文字实现视频播放过程出现解释文字。首先在时间轴的操作面板中新建图层，注意文字图层要置于视频图层的上方，然后通过移动时间轴指针预播放视频，以找到开始添加文字的时间点，实现在对应的视频时间点处、合适位置添加相应文字。零件模型及其文字效果如图 3 所示。

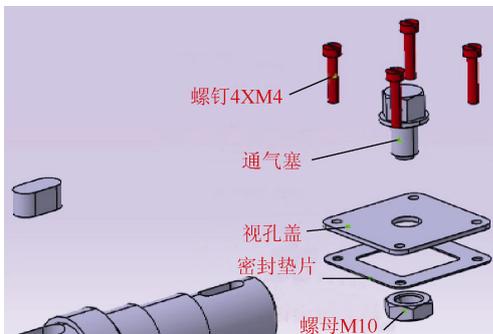


图 3 Flash 中的文字

### 3.4 添加画中画

教学过程中为了达到局部对比的效果常常需要多个视频同时播放，或者整体播放的同时需要局部内容放大播放，通过 Flash 软件便可轻松实现。以局部放大图为例，首先借助于 CATIA 软件以及录屏软件录制整体视频和局部放大视频，然后将两视频在编码后加载到 Flash 界面中，再通过设置两视频界面的大小、位置，实现整体视频全屏播放的同时，还播放局部放大视频，从而达到画中画的效果。

## 4 制作齿轮油泵 3DVIA Composer 交互课件

3DVIA Composer 是桌面创建系统，其支持 CATIA 和其他的三维模型的数据。3DVIA Composer 具有方便创建生产过程所需的交互式文档，同时可方便快速地创建装配、拆卸以及工作过程模拟仿真。

### 4.1 建立 3DVIA Composer 模型

3DVIA Composer 可读取 CATIA 三维模型数据，包括装配模型的数据。如图 4 所示导入齿轮油泵零件和部件。在 3DVIA Composer 配选项中可在图 4 对话框的左侧进一步控制零部件显示或隐藏。

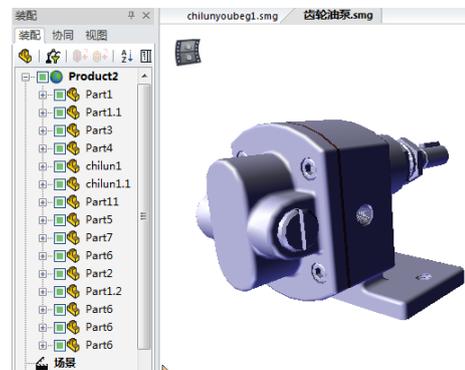


图 4 齿轮油泵 CATIA 模型导入 3DVIA Composer

### 4.2 动画制作

在图 5 所示的时间轴上，按照预先设计好的脚本使用创建视图命令创建关键帧的视图。各关键帧的视图是动画中必须展示的内容，如图 6 和图 7 是时间轴上的视图 2 和视图 3。时间轴上视图 2 变化到视图 3 的过程就是柔性拆卸平键的过程，拆卸的速度与时间轴上的时间长短有关，所以脚本设计应包括各镜头视图的内容和时间长短。

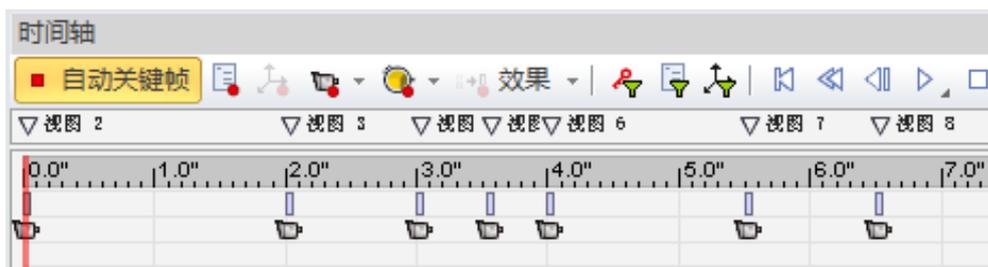


图 5 时间轴

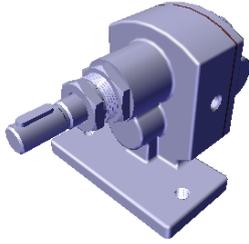


图6 视图2

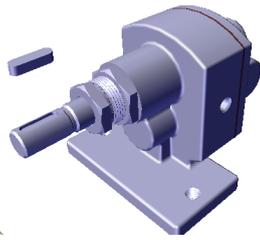


图7 视图3

3DVIA Composer 中可编辑时间轴中关键帧的视图。3DVIA Composer 对导入的零件可进行材质、剖切、透明处理、添加标识、文字说明等操作,当然也可创建交互事件,设置环境参数等。

当导入的源文件发生变化,3DVIA Composer 可更新相应关键帧上的视图及生成的动画,无需再重新制作动画,使制作变得容易。

## 5 网络课件的生成

Flash 和 3DVIA Composer 交互课件都可以输出多种标准文件格式,其中 Flash 可输出 SWF、HTML、EXE 等,3DVIA Composer 可输出 PDF、HTML、EXE 等。两者所生成的 EXE 文件是独立的可执行文件。图 8 是 Flash 生成的千斤顶网络交互课件,图 9 是 3DVIA Composer 生成的齿轮油泵中齿轮和轴套配作加工油孔的网络交互课件。图 8 是 Flash 输出的 SWF 文件的一个界面,其中“拆卸”、“装配”、“工作原理”、“作图易错点”等文字是各单元的按钮,学生可自己控制学习内容。图 9 是 3DVIA Composer 输出的 EXE 交互文件,其中各视图是演示各段动画的按钮,文件中也有控制整体动画播放的命令按钮。

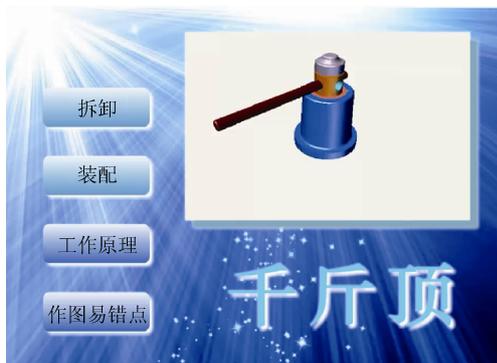


图8 Flash 千斤顶课件

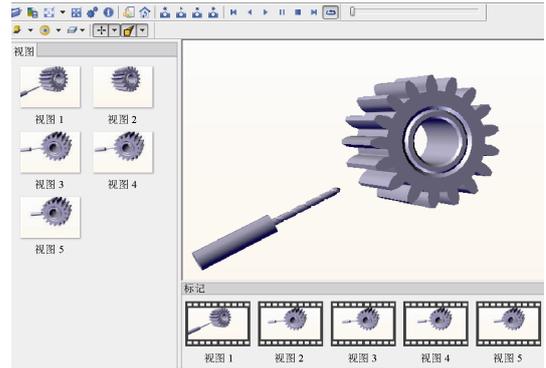


图9 3DVIA Composer 油孔加工课件

## 6 结论

无论 CATIA 制作的三维虚拟仿真动画内嵌于 Flash, 还是 CATIA 模型输入到 3DVIA Composer, 两种方法制作的交互课件都可用于网络教学, 形象细致地展示学习内容。交互课件既充分发挥了 CATIA 强大的三维建模、虚拟仿真功能, 又发挥了 Flash 和 3DVIA Composer 强大的网络交互功能。

吉林大学工程图学慕课教学已经运行近两个学年, 教师团队根据网络教学的特点, 制作了包括千斤顶装配和齿轮油泵工作原理在内的多个网络交互课件, 深受学生的喜爱。网络教学课件应用于教学实践, 取得了较好的教学效果。满足了学生在时间和空间上自主选择、控制学习内容, 激发了学生学习的主动性, 满足了学生个体差异性的需求。

## 参考文献

- [1] 孙 炯. 运用多媒体课件讲授抽象数学课程的实践与思考[J]. 中国大学教学, 2012, (2): 63-65.
- [2] 王亮申, 郑 雷, 李 刚, 等. 克服惯性思维拓宽学生空间想象能力[J]. 现代企业教育, 2009, (22): 181-182.
- [3] 刘 林, 张承忠. “建筑制图”网络课件开发的思考[J]. 工程图学学报, 2002, 13(2): 168-171.
- [4] 曹晏祯. 基于 Flash 的多媒体课件设计与开发[J]. 赤峰学院学报, 2013, 29(10): 252-253.
- [5] 张津辅. 浅谈 Flash 在精品课中的应用[C]//2010 国际数字科技博物馆学术论坛暨第二届数字科技馆技术与应用研讨会论文集. 北京: 科学技术文献出版社, 2010: 299-305.
- [6] Zuo Z Y, Feng K P. Two-dimensional animation techniques in Web courseware [J]. Computer Aided Drafting, Design and Manufacturing, 2002, 12(2): 62-65.