

# 基于 VRML 的电子陶瓷虚拟实验室

严继康,甘国友,孙加林

(昆明理工大学 材料与冶金工程学院,云南 昆明 650093)

**摘要:**介绍了以 VRML 为工具,将电子陶瓷的制备工艺、结构检测、性能测试以及实验结果数据处理等内容,采用交互式多媒体开发网上三维虚拟实验室的主要关键技术,内容包括三维建模、ASP 实现动态数据查询、Java 实现数据通讯和交互 Web 页面合成等。

**关键词:** VRML; 电子陶瓷; 虚拟实验室; ASP; Java

**中图分类号:** TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)01-0012-07

## Electronic Ceramics Virtual Laboratory Based on VRML

YAN Ji-kang, GAN Guo-you, SUN Jia-lin

(Faculty of Materials and Metallurgical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** The key technology and process of developing 3-D Virtual Laboratory by using VRML are introduced. According to the traditional electronic ceramics process, virtual Laboratory is divided into several parts, mainly including preparation technology of electronic ceramics, structure test, properties investigation and experimental data analysis. The important techniques to realize 3-D virtual interactive site are as follows: 3-D modeling, active database search based on ASP, data communications by java and realization of interactive web pages.

**Key words:** VRML; electronic ceramics; virtual laboratory; ASP; Java

## 0 引言

多媒体计算机辅助教学 MCAI (Multimedia Computer Assisted Instruction) 课件通过计算机对文字、图像、图形、动画以及声音等信息的处理,组成图、文、声、像并茂的演播系统,可进行视、听一体等多种方式的形象化教学,弥补了传统教学在时间、空间等方面的不足,可减少教师繁琐的劳动,同时可作为常规实验的辅助手段,指导学习者自学或测试,模拟实验等,从而调动学习者的内在动力,达到激发学习者的学习兴趣,加深对实验内容的理解和掌握,提高学习效率的教学目的。开发 MCAI 课件的工具软件较多,常用的有 Authorware、VB、Director、Flash、FrontPage、PowerPoint 和方正奥思等<sup>[1]</sup>,但它们都存在一个问题就是很难用三维来实现课件场景以及和用户的交互,而这是 VRML 的特长<sup>[2,3]</sup>。

VRML 是英文 Virtual Reality Modeling Language (虚拟现实构造语言) 的缩写。VRML 是一种近几年才发展起来的三维建模描述格式语言,它将多媒体、虚拟现实和 Internet 三者合而为一,其应用范围相当广泛,包括科学研究、教学、工程、建筑、商业、娱乐、广告、电子商务等,已经被越来越多的人所重视,国际标准化组织 1998 年 1 月正式将其批准为国际标准<sup>[4]</sup>。将 VRML 用于开发虚拟教学 MCAI 课件,具有形象、逼真的直观效果,对提高学生兴趣、增加对专业知识的感性认识具有积极作用<sup>[5-9]</sup>。

## 1 系统结构设计

### 1.1 课件内容

课件内容是以无机非金属材料专业的教学大纲和实验教学大纲为蓝本的。在无机材料领域,电子陶瓷

收稿日期:2002-06-14.

第一作者简介:严继康(1972~),男,博士,讲师;主要研究方向:电子陶瓷及器件,MCAI 课件。

正在加速发展,它在电子通讯、国防建设、工业控制、航空航天以及日常用品方面发挥着越来越大的作用,它已成为高附加值的新型材料之一,各国都在大力发展电子陶瓷产业.

为紧扣教学大纲和适应电子陶瓷的发展趋势,本课件的内容主要分为两部分:

(1) 电子陶瓷概述:主要讲述电子陶瓷的分类、特点、相关材料和应用,以达到扩大知识面的目的.

(2) 电子陶瓷工艺:本课件的电子陶瓷工艺是以压电陶瓷为例,如图 1.电子陶瓷工艺是本课件的主体内容,包括对电子陶瓷工艺的实验教学和教学效果检验,检验就是通过“人-机”交互操作设备来实现的.

由于电子陶瓷工艺部分涉及内容较多,又将其分为以下两个主模块:

① 电子陶瓷实验教学:通过压电陶瓷的实验工艺动画让无机材料专业的学生对电子陶瓷工艺、电子陶瓷的结构检测、电子陶瓷的性能测试和实验数据处理比较熟悉.

② 电子陶瓷虚拟实验:在虚拟的三维场景中建成电子陶瓷实验室,其中包括:设计实验工艺流程、选择实验设备、操作实验设备、进行实验数据处理和做出实验结论等内容;

1.2 基本功能

作为一个实验室用的教育课件,首先应该具有实验教学功能,既然是虚拟实验室,当然应该能进行电子陶瓷的模拟实验,最后是对模拟实验的评价功能,所以本课件具备以下功能:实验教学演示功能、实验模拟功能、对操作者进行智能评价的功能.

1.3 系统结构

根据对课件内容和课件基本功能的分析,再结合课件各部分内容的特点和表现形式,本课件的系统结构如图 2.

由于电子陶瓷概述与电子陶瓷工艺的实验教学部分都是向用户传递相关专业信息,具有相同的表现形式,故将它们作为“实验教学”模块.“虚拟实验室”模块是本课件的重点,主要负责完成用户在三维场景中对实验设备的选择和操作.“辅助模块”主要完成数据库的编辑、修改与更新,负责实时获取操作者的信息以及操作信息,作为进行评价的原始数据,并根据数据记录对用户做出客观的评价以供参考.

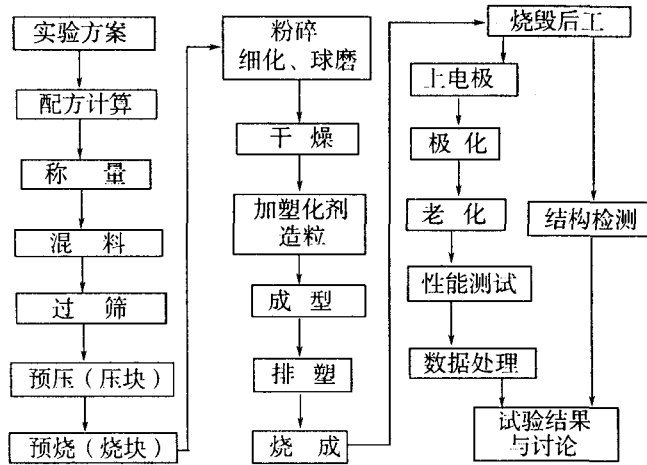


图 1 压电陶瓷实验工艺流程图

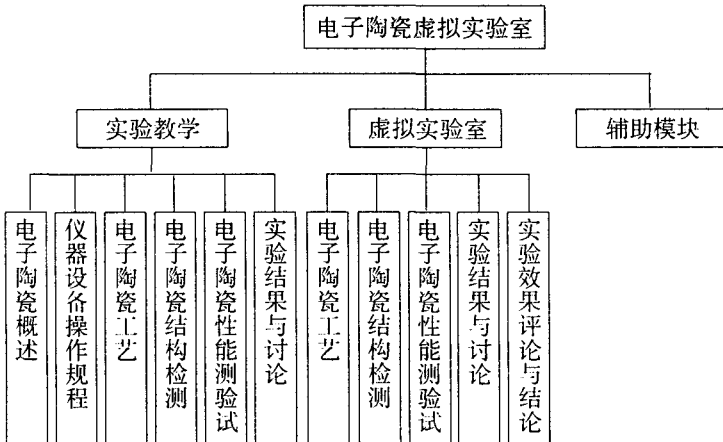


图 2 系统结构

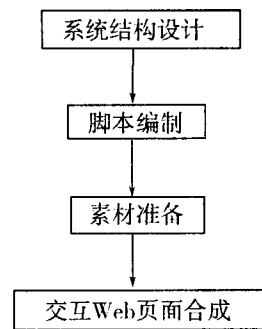


图 3 开发流程

## 2 开发过程

### 2.1 开发流程

本课件的开发流程如图3.主要包括:系统结构设计、编制脚本、准备脚本素材和 Web 页合成.

### 2.2 三维建模

#### 2.2.1 建立的原型及其相关数据

电子陶瓷虚拟实验室是常规现场实验的数字化,它所涉及的实验仪器和设备与现场是相同的,所以在进行三维建模之前要明白所建模型的原型.确定了所建模型的原型后,就必须对模型进行数据收集,收集的数据应该包括如下信息:

(1) 设备信息,比如:设备名称、设备类型、设备型号、生产厂家、出厂日期、主要技术性能指标等.这些信息是为动态查询提供原始数据.

(2) 设备几何参数,比如:设备的机构、各部分的尺寸、各部分之间的连接等.这些信息为几何建模提供空间数据.

(3) 设备物理参数,比如:设备的运动模式、运动轨迹、速度、加速度、角速度、旋转和振动等等.这些数据为物理建模提供动态数据.

#### 2.2.2 几何建模

要完整表达一个三维模型,应该包括几何模型和物理模型.几何建模主要表达模型的形状、外表、位置、材质和纹理,只反映了虚拟对象的静态特性,而物理建模主要表达虚拟物体的物理特性,比如:速度、加速度、角速度和质量等<sup>[10]</sup>.

几何建模有两种方法.一是通过编写源代码,生成文本文件,再转化生成\*.wrl为扩展名的网页文件.但这种方法,由于源代码函数过于复杂,文件较大,不易掌握,较难运用.第二种方法是通过计算机辅助设计软件,先建立三维物体,然后在虚拟世界中进行组合,形成丰富多彩的虚拟现实世界.一般VRML的几何建模运用后一种方法,选用的辅助建模软件为3D Studio Max,即在3D Studio Max中建立各种三维物体,再将这些物体以wrl格式导入VRML世界,编辑它们在虚拟现实世界的位置与关系,形成一个统一的整体世界.

#### 2.2.3 物理建模

虚拟物体的物理建模则需要VRML的TimeSensor和Script共同完成.TimeSensor以特定周期发出时钟信息,Script中对应的Java程序脚本根据当前时刻各物体特性的值自动计算物体新的物理特性,比如:位置、速度、偏转等.

#### 2.2.4 建模注意事项

(1) 减少文件大小:在设计VRML场景时,必须处理好文件大小和场景质量的关系.为减小VRML文件大小,采用分离模块化设计,是经常采用的一种方法.首先根据虚拟对象的特征将虚拟对象分离成若干个物体,然后制作各个分离物体,并分别将它们保存,最后采用Inline节点将各个分离的VRML文件组合成一个整体的VRML场景.还有使用压缩文件和避免使用坐标、声音和动画文件都可以有效降低VRML文件的大小减少VRML场景的加载时间.

(2) 引入视点节点:为了方便与用户的交互,提高浏览效率,最好引入视点节点语句(Viewspoint).

### 2.3 ASP实现动态数据库查询

#### 2.3.1 利用Anchor工具

在建立VRML模型后直接构造相应数据查询部分,可利用3DS MAX的Anchor工具,用户在选择相应设备时会链接到制定的ASP文件,并根据参数的不同由ASP文档负责实现数据库的查询和显示.用于场景对象与一个URL链接,相当于HTML文档中的超级链接.

为了提高工作效率,可直接用文本编辑工具对wrl文件进行修改.例如球磨机模型名为millmachine,与其对应的ASP数据查询页面文件为millmachine.asp,存放位置为<http://www.ecrl.com/devices/millma->

chine.asp,设置 Anchor 后,将其链接到该处即可.

### 2.3.2 实现 ASP 的动态查询

ASP 通过 ActiveX 组件 ADO 与 ODBC 对话,和数据库相连,可以打开 Access、Foxpro、Dbase、SQL Server 等数据库,本课件数据库采用 Access 格式.ADO 是系统提供用于访问后台数据库的组件,它运行与服务端,提供数据库信息的页面内容,通过执行 SQL 命令,让用户在浏览器上动态地查询、修改、删除和插入数据库地记录信息<sup>[11]</sup>.

构建数据查询地步骤和主要代码如下:

(1) 在控制面板的 ODBC 中建立相应的 DSN:选择系统 DSN,指定相应的 ODBC 驱动程序,再命名一个数据源名为 devices(设备库),球磨机信息存放在表 millmachine 中,并选定服务器和数据库.DSN 产生后,在 ASP 程序中用 Server.CreateObject 建立组件,并用 Open 打开将要进行操作的数据库.

(2) 设定要执行的 SQL 命令,告诉数据库要查询、添加、修改或删除等信息.方法如下:

```
Set rs = Conn.Execute(SQL 命令)
```

但直接设定要执行 SQL 命令有一个缺点,就是当两个或两个以上的用户同时浏览同一个网页时,第一个用户已经打开的数据库尚未关闭,若第二个用户也要打开相同的数据库时,将产生错误信息.解决的办法是使用 ADO 的内置对象 RecordSet 作为数据接口,将数据库的数据先存储到 RecordSet 中,就可以让多个用户同时存取同一个数据库,使用 RecordSet 对象方法如下:

```
Set rs = Server.CreateObject("ADODB.Recordset")
```

```
Rs.Open SQL 命令, Conn, 1, 1 '浏览,查询
```

```
Rs.Open SQL 命令, Conn, 1, 3 '增加,修改,删除
```

利用 ASP 的 request 函数接收 no 参数,并以此构造查询条件,主要的 ASP 脚本代码如下:

```
< %
```

```
Set Conn = Server.CreateObject("ADODB.Connection"); 建立 ADO 组件
```

```
Conn.Open devices; 建立数据源
```

```
Id = request("no"); 设置查询参数
```

```
Sql = select * from millmachine where millmachine_no = "&id"; 设置查询条件
```

```
Set rs = Server.CreateObject("ADODB.Recoedset")
```

```
Rs.Open, conn
```

```
Sql1 = "select..."
```

```
Set rs1 = Server.CreateObject("ADODB.Recoedset") 设置查询结果对象组件
```

```
Rs1.open sql1,conn 打开查询结果
```

```
% >
```

## 2.4 Java 实现数据交换和通讯

### 2.4.1 Script 节点

为了让 Java 与 VRML 进行通讯,必须在它们之间存在一个能结合 Java 世界和 VRML 世界的机制.改变 VRML 世界同所用字段有关,并用事件来改变字段的值.如果 Java 要和 VRML 接触,它需要一个机制以获取字段,操纵它们的值,并把结果返回 VRML 世界<sup>[12]</sup>.VRML 可以通过扩展其执行模式进入 Java 世界,即活动行为通过一个特殊节点来连接 2 个模块,这个节点称为 Script 节点.

Script 节点在某些方面和其它节点是相似的,它和别的 VRML2.0 节点一样,可放在场景等级中的任何地方;可用 DEF 命名它;可以从它那里移走事件,也可把事件传递给它.但它在有些方面却很特殊,例如一个 Script 节点的字段是由用户延伸的,到达这些字段的事件会自动地移动和 Script 节点相关地程序中.Script 节点的重要特征,也是一个区别于其它节点的特征是:用户自定义的字段,这些字段提供了 VRML 的状态和 Java 程序状态场景连接.

### 2.4.2 在 Script 节点和 Java 程序代码之间通讯<sup>[13,14]</sup>

在 Script 节点和程序之间有 2 种通讯方式,因为附着在 Script 节点上的程序是 Java,所以需要一种方法来接收正到达的事件.显然,这种方法必须和类相连,这个被认为是“操作事件类”,因为它操纵一切从 Script 节点到达的事件.当然,也可以用其它类的其它方法做进一步的处理,但是 event - handler 类是操纵事件的第一个类.

(1) 把 VRML 类型映射到 Java 类:所有的 VRML 类型有一个相关的 Java 类,它被作为例子并被用来作为 VRML 字段的一个参考值,Java 类基于一个通用类:字段类,并能支持一套方法去读写字段.例子类包括 SFBool 类,它映射到 VRML 类型的 SFBool;还有用于 VRML 类型 Sfcolor 的 Sfcolor 等等.

(2) 访问 Script 节点的别的字段:一个到达 Script 节点的 eventIn 字段的事件引起 Java 程序的执行,并且把这个事件传给程序,然而接收来自 Script 节点的 eventIn 并不是决定它的状态的唯一方法.实际上得到对 Script 节点的参考值是可能的,并且可以询问这些字段的值.

(3) 从 Java 程序到 Script 节点:在 VRML 场景中的字段值被读入 Java 程序后,这个数据将会被进一步处理.当处理完成后,Java 程序需把结果写回到 Script 节点中.为了达到这个目的,先前提到的字段类不仅支持读的方法,而且也支持写的方法.这些字段类包括 setValue(),它置 VRML 字段为一个特殊的值;还有 setIvalue(),它确定一个字段的索引元素.

## 2.5 交互 Web 页面合成

根据课件脚本的描述,运用网页制作软件将制作或收集的各种素材有机组合成网页的过程就是 web 页面的合成.为了实现用户与虚拟场景的对话和数据通讯,必须使 web 页面具有良好的交互性.本课件采用以下几种方法来实现用户与 web 页面的交互.

### 2.5.1 制作下拉菜单

下拉菜单技术常常在大型网站(如微软公司网站)中被用于网站导航,这样可有效地缩短浏览者定位至特定内容的时间.用 Javascript 或 VBscript 可实现该效果,下拉菜单制作过程如下.

制作这一下拉菜单的源代码及解说如下:

```
NS4 = (document.layers) ? 1 : 0;
```

```
IE4 = (document.all) ? 1 : 0;
```

```
ver4 = (NS4 || IE4) ? 1 : 0;
```

声明几个变量.当用户的浏览器是 IE 时,变量 IE4 的值为 1,当用户的浏览器是 Netscape 时,变量 NS4 的值为 1,当用户的浏览器是 IE 或是 Netscape 时,变量 ver4 的值为 1.

```
if (ver4)
{
  with (document)
  {
    write("< STYLE TYPE = 'text/css' >");
    if (NS4) {
      write(".parent {position: absolute; visibility: visible}");
      write(".child {position: absolute; visibility: visible}");
      write(".regular {position: absolute; visibility: visible}");
    }
    else { write(".child {display: none}"); }
    write("</STYLE >");
  }
}
```

这段代码相当于一个样式,定义各个层的位置及显示状态.

```
function getIndex(el)
{
  ind = null;
  for (i = 0; i < document.layers.length; i++)
  {
    whichEl = document.layers[i];
```

```

if (whichEl.id == el)
{ ind = i; break; } }
return ind; }

```

定义一个函数 `getIndex`, 功能是获得变量 `ind` 的值.

```

function arrange()
{ nextY = document.layers[firstInd].pageY + document.layers[firstInd].document.height;
for (i = firstInd + 1; i < document.layers.length; i++)
{ whichEl = document.layers[i];
if (whichEl.visibility != "hide")
{ whichEl.pageY = nextY; nextY += whichEl.document.height; } } }

```

定义一个函数 `arrange()`, 功能就是定义一下页面上元素的位置. 当菜单打开时, 页面上菜单以下的内容的位置顺序往下推, 菜单合起时, 菜单以下的内容自动上移.

```

function initIt()
{ if (! ver4) return;
if (NS4) { for (i = 0; i < document.layers.length; i++)
{ whichEl = document.layers[i];
if (whichEl.id.indexOf("Child") != -1) whichEl.visibility = "hide"; }
arrange(); }
else { divColl = document.all.tags("DIV");
for (i = 0; i < divColl.length; i++)
{ whichEl = divColl(i);
if (whichEl.className == "child")
whichEl.style.display = "none"; } } }

```

定义函数 `initIt()`, 页面载入时, 首先调用该函数. 功能是初始化菜单, 让页面载入时, 菜单处于未打开状态.

```

function expandIt(el) {
if (! ver4) return;
if (IE4) { whichEl = eval(el + "Child");
if (whichEl.style.display == "none") { whichEl.style.display = "block"; }
else { whichEl.style.display = "none"; } }
else { whichEl = eval("document." + el + "Child");
if (whichEl.visibility == "hide")
{ whichEl.visibility = "show"; }
else { whichEl.visibility = "hide"; } arrange(); } }
onload = initIt;

```

定义一个函数 `expandIt(el)`. 由于层的可见状态在 IE 浏览器和 NetScape 浏览器中的解释是不同的, 所以要分别讨论, 判断菜单的状态. 如果菜单是打开的, 那么当再点击时, 子菜单就不可见; 如果菜单是关闭状态, 那么当再点击时, 子菜单就可见.

```

< div id = "KB1Parent" class = "parent" >
< a href = "#" onClick = "expandIt('KB1'); return false" >
< img src = "img/plus.gif" border = 0 > 实验设备 </a> </div >
< a href = "sample.htm" target = "blank" > < img src = "img/spacer.gif" border = 0 alt = "" >
< img src = "img/open.gif" border = 0 > 球磨机 </a>

```

这一部分是页面上所显示的部分,包括那些形象的小“文件夹”图标,和文字.

把这段程序放在<body>与</body>之间,就可以做成我们所需要的下拉菜单了.

### 2.5.2 利用 VRML 的传感器

VRML 本身带有丰富的各类节点,这些节点中有交互性较好的时间传感器和空间传感器,比如 Time-Sensor 节点就是时间传感器,而 Touchsensor 为空间传感器.我们为 VRML 场景加入各种传感器,既可以用 VRML 编辑工具,如 VRMLPad(V1.0)、记事本等软件直接编写代码,也可以用其他辅助软件来实现.比如我们要实现球磨机的启动开关,可以进行如下操作:

(1) 首先用 3DS Max 制作球磨机的电源开关,启动动画与球磨机运转动画,并使它们保持同步工作;

(2) 在场景中设置一个 TouchSensor 工具,然后单击 picktiggerobject 在场景模型中选择电源开关,最后单击 pickactionobject,这样在生成的 VRML 模型中只是点击电源开关,电源指示灯变为红色,球磨机开始运转;再点击电源开关,电源指示灯熄灭,球磨机停止运转.VRML 所支持的传感器比较丰富,可以根据需要选择,比如 TouchSensor 节点就是经常用的一类传感器—接触传感器.

### 2.5.3 实现数据通讯

为了能够实现 Web 页面与用户的数据通讯,可以根据用户的不同要求选择不同的实现方式.对于常规信息,可以直接用 Web 页面制作,只是给用户一些基本信息,不具有交互性.有些用户需要进行查询,这就必须用 ASP 技术来实现动态查询,比如用户想知道球磨机的运行参数,就可以运用动态查询来实现.

最高级的数据通讯就是用户能直接通过 Web 页面来控制 VRML 场景.比如,我们可以在 Web 页面中设置球磨机的运转方向和转速的改变按钮,通过 Java 实现按钮的精确控制,并将按钮操作的结果返回到 VRML 虚拟场景中,改变球磨机的运行状态.

为了能对用户的虚拟实验做出评价,必须将用户的虚拟实验操作参数全部记录下来,以作为评价的原始资料.虚拟场景的数据记录也是通过 Java 脚本语言来实现的.

### 参考文献:

- [1] 晶玉课件创作组.多媒体课件制作与实例[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [2] 施寅,周葆芳,赵志勇.VRML 2.0[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [3] 阳化冰,刘忠丽,刘忠轩等.虚拟现实构造语言 VRML[M].北京:北京航空航天大学,2000.
- [4] 张文渊,苏建锋.因特网上的 VRML[J].微型电脑应用,1999,15(4):7~8.
- [5] 牛学东,王希鹏.如何在现代远程教学系统中建立 VRML 教学课件[J].电化教育研究,2001,4:39~41.
- [6] 傅献祯,段国丽.基于虚拟现实的 CAI 系统[J].江汉大学学报,2001,18(3):49~51.
- [7] 商桑,顾德均.设计远程教育网上虚拟实验室的一种方法[J].中国远程教育,2001,4:45~47.
- [8] 冯开平,左宗义.利用 VRML 开发远程图学教育软件[J].广东工业大学学报,2000,17(1):29~32.
- [9] 杨冬,马颖峰,汤文学.VR 实验室程序设计方法研究[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2001,29(2):119~120.
- [10] 樊爱华,胡忠东.虚拟现实的建模技术[J].计算机仿真,1997,14(4):64~66.
- [11] 王硕,周昕宇.VRML 与外界数据交互的技术实现[J].计算机系统应用,2000,2:38~41.
- [12] 罗铁祥.用 JAVA 和 VRML 开发三维虚拟交互站点[J].中南民族学报(自然科学版),2001,20(2):26~29.
- [13] 任浩,谭庆平.基于 VRML 和 Java 的物理建模方法与实现[J].计算机工程与科学,2000,22(2):36~39.
- [14] 李亚萍,张明辉,密新武.利用 Java 在 VRML 中实现复杂运动控制[J].武汉大学学报(工学版),2001,34(6):104~106.