



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101901265 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 01

(21) 申请号 201010240156. 9

(22) 申请日 2010. 07. 29

(71) 申请人 中国运载火箭技术研究院

地址 100076 北京市北京 9200 信箱 38 分箱

(72) 发明人 孔文秦 廖馨 李烁 王悦 彭健

赵雯

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 安丽

(51) Int. Cl.

G06F 17/30 (2006. 01)

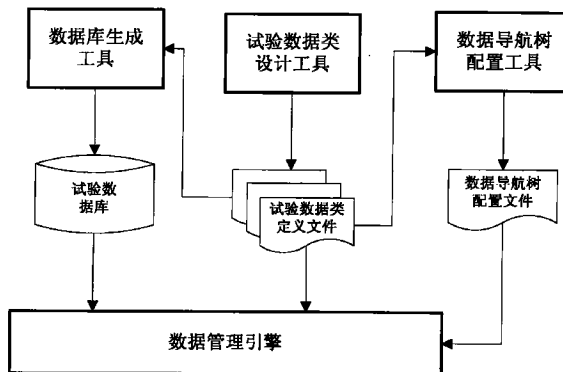
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

一种虚拟试验数据对象化管理系统

## (57) 摘要

一种虚拟试验数据对象化管理系统,系统包括试验数据类设计工具、数据库生成工具、数据管理引擎和数据导航树配置工具四部分内容。试验数据类设计工具主要用于生成试验数据类定义文件。数据库生成工具主要用于检验试验数据类定义文件的完整性、根据试验数据类定义文件创建和更新数据库。数据管理引擎主要提供对试验数据的数据管理功能和基于 B/S 结构的用户访问机制。数据导航树配置工具主要提供数据导航树配置文件给数据管理引擎。本发明克服现有技术的不足只要对试验数据进行分析后采用面向对象的方法将试验数据定义为试验数据类,就可以通过该方法中提供的工具根据数据类的定义自动生成面向具体试验的数据库,节省了大量的时间和资金。



1. 一种虚拟试验数据对象化管理系统,其特征在于:包括试验数据类设计工具、数据库生成工具、数据管理引擎和数据导航树配置工具;

试验数据类设计工具由基本数据类库模块和自定义数据类生成向导模块构成,基本数据类库模块提供预先定义的基本数据类,包括基本对象、用户、项目和试验数据类;自定义数据类生成向导模块访问基本数据类库模块中的基本数据类,根据用户的选择对自定义数据类文件进行查看、修改、删除和生成;

数据库生成工具由试验数据类验证模块,数据类对象关系映射模块和数据库操作模块构成;试验数据类验证模块检验自定义数据类文件中的自定义数据类的正确性,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改;数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成或更新的数据库表和数据库视图,建立用于数据库生成或数据库更新的 SQL 语句;数据库操作模块根据上述 SQL 语句生成或更新虚拟试验数据库;

数据管理引擎由数据库配置管理模块、数据库应用管理模块、数据访问接口模块和 web 访问模块构成;数据库配置管理模块通过配置文件记录当前的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新;数据库应用管理模块使用数据对象类的方式管理虚拟试验数据,向数据访问接口模块提供对虚拟试验数据的访问,并将数据访问接口模块的操作转化为针对数据库的 SQL 命令,实现对虚拟试验数据库的操作,所述的数据对象类中包含数据对象 ID、数据类型、属性列表和父类;数据访问接口模块向 Web 访问模块提供数据访问功能,实现对虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作;Web 访问模块向用户提供基于 B/S 结构的 Web 页面,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航,并根据用户的 Web 页面操作的动作,调用数据访问接口模块的服务,执行虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作,用户利用操作后的数据重新进行虚拟试验或者执行下一步虚拟试验;

数据导航树配置工具通过将自定义数据类进行分类组织,生成一个数据导航树配置文件,并将该文件传递给数据管理引擎。

2. 根据权利要求 1 所述的一种虚拟试验数据对象化管理系统,其特征在于:所述的自定义数据类生成向导模块的实现过程为:

(1) 选择存放自定义数据类文件的目录;

(2) 判断上述指定的目录中是否已经存在自定义数据类文件,如果不存在自定义数据类文件,则转至步骤 (5),否则根据目录中的自定义数据类文件,生成自定义数据类统计列表;

(3) 验证自定义数据类统计列表中各个自定义数据类的格式是否正确,对格式不正确的自定义数据类进行特殊标记,并提示进行编辑修改或删除;格式正确的转下一步;

(4) 根据自定义数据类统计列表,如果用户选择查看某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过列表形式显示;如果用户选择修改某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过可编辑的列表形式显示,用户进行修改后,对修改结果进行保存;

(5) 如果用户选择生成或添加自定义数据类,则访问基本数据类库模块中的基本数据

类,提示从基本数据类或当前自定义数据类中选择一个作为父类,针对虚拟试验中所涉及的虚拟试验模型和虚拟试验结果中的数据类型,通过添加数据类型中的数据项来建立自定义数据类,生成自定义数据类文件。

3. 根据权利要求1所述的一种虚拟试验数据对象化管理系统,其特征在于:所述的数据库生成工具中生成数据库的实现过程为:

(1) 指定数据库服务器的地址、数据库管理员用户名和密码,指定自定义数据类目录,并将上述信息保存为一个数据库信息配置文件;

(2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

(3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类格式正确,则在数据库中生成两个数据库表:数据类表和数据类属性表,其中数据类表包含 ID 号、数据类名称和数据类父类 ID 号,数据类属性表包含 ID 号、属性名称、所属数据类 ID 号、属性类型,然后将基本数据类和自定义数据类信息添加到数据类表和数据类属性表中;

(4) 由数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成的数据库表和数据库视图,形成创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表和数据库视图的 SQL 语句;

(5) 由数据库操作模块在数据库中由执行创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表和数据库视图的 SQL 语句,生成虚拟试验数据库。

4. 根据权利要求1所述的一种虚拟试验数据对象化管理系统,其特征在于:所述的数据库生成工具中更新数据库功能的实现过程为:

(1) 指定一个数据库信息配置文件,读取该配置文件中的配置信息:数据库服务器的地址、自定义数据类目录、数据库管理员用户名和密码;

(2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

(3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类格式正确,则转入下一步;

(4) 读取数据库中的数据类表和数据类属性表,与第2步中生成的数据类统计列表对比,如果有新的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成创建新的自定义数据类的数据库表和数据库视图的 SQL 语句,如果有被修改的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成更新自定义数据类的数据库表和数据库视图的 SQL 语句;

(5) 由数据库操作模块在数据库中执行第4步中生成的 SQL 语句,更新虚拟试验数据库;

(6) 删除虚拟试验数据库中数据类表和数据类属性表中的数据,根据当前的自定义数据类文件重新导入生成数据类表和数据类属性表的数据。

5. 根据权利要求1所述的一种虚拟试验数据对象化管理系统,其特征在于:所述的数据管理引擎的实现过程为:

(1) 运行数据库配置管理模块,根据配置文件记录的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数

据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新并终止数据管理引擎的运行,否则进行下一步;

(2) 运行 Web 访问模块,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航;

(3) 如果用户选择查询某类虚拟试验数据,则 Web 访问模块根据用户选择的试验数据类型,调用数据访问接口模块中的数据查询服务,该服务中使用数据库应用管理模块来查询试验数据,数据库应用管理模块将查询操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中抽取数据,并根据这些数据生成一组数据对象,传递给数据访问接口模块的数据查询服务,数据查询服务根据数据对象生成一组数据列表,返回给 Web 访问模块,通过 Web 页面将数据反馈给用户;

(4) 如果用户选择删除某个虚拟试验数据,则 Web 访问模块调用数据访问接口模块中的数据删除服务,该服务调用数据库应用管理模块来删除试验数据,数据库应用管理模块根据被选中的数据对象,将删除操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中删除数据;

(5) 如果用户选择修改某个虚拟试验数据,则 Web 访问模块在 Web 页面中对虚拟试验数据进行编辑,并通过数据列表传递给数据访问接口模块,调用数据修改服务,对数据对象进行修改,然后调用数据库应用管理模块来保存修改的数据对象,数据库应用管理模块根据被修改的数据对象,将修改操作转化为 SQL 命令,在虚拟试验数据库中的数据库表中修改数据;

(6) 如果用户选择添加虚拟试验数据,则 Web 访问模块在 Web 页面中新建一个虚拟试验数据,并通过数据列表传递给数据访问接口模块,调用数据添加服务,生成新的数据对象,然后调用数据库应用管理模块来保存新建的数据对象,数据库应用管理模块根据新建的数据对象,将添加操作转化为 SQL 命令,在虚拟试验数据库中的数据库表中保存数据。

## 一种虚拟试验数据对象化管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种虚拟试验数据的数据管理系统,属于虚拟试验数据管理技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着计算机仿真能力的不断提高,虚拟试验技术逐渐在航天、航空和船舶等复杂产品的研发过程中得到广泛关注和应用。虚拟试验过程中,涉及了大量的虚拟试验模型和虚拟试验结果等试验数据。早期的虚拟试验数据管理方法是利用文件系统对试验数据文件进行管理,但是这种方法存在试验模型和试验结果数据容易丢失和难以快速检索等问题,大型复杂产品的虚拟试验过程中都采用了关系型数据库系统进行虚拟试验数据管理。

[0003] 目前基于关系型数据库开发的虚拟试验数据管理系统主要由基于应用设计的商业数据库和基于 SQL (Structured Query Language, 结构化查询语言) 的数据管理程序构成。其系统的开发过程为:首先分析试验中所有数据的数据格式,设计数据库表格;然后根据数据库表格的设计,在商业数据库软件中建立针对具体虚拟试验的数据库;最后基于 SQL 语言和系统开发语言(例如 C++ 和 Java 等)开发进行数据查询、插入、更新和删除的数据管理程序。

[0004] 商业数据库提供了强大的数据管理功能,但是,目前基于关系型数据库的虚拟试验数据管理系统需要让数据库开发人员花费大量时间熟悉虚拟试验内容并根据具体的虚拟试验数据设计和构建数据库,难以针对复杂的虚拟试验验证过程快速建立虚拟试验数据管理系统。另外,在虚拟试验项目发生较大变化时,原来的虚拟试验数据管理系统的修改需要花费大量时间和资金,容易导致原有的虚拟试验数据管理系统不能继续使用。

### 发明内容

[0005] 本发明的技术解决问题是:提供了一种虚拟试验数据管理系统。该系统采用面向对象的方法将虚拟试验数据定义为虚拟试验数据类,就可以通过该系统中提供的工具根据数据类的定义自动生成面向具体虚拟试验的数据库,实现虚拟试验数据管理,节省大量的时间和资金,提高虚拟试验任务的工作效率。

[0006] 本发明的技术方案是:一种虚拟试验数据对象化管理系统,包括试验数据类设计工具、数据库生成工具、数据管理引擎和数据导航树配置工具;

[0007] 试验数据类设计工具由基本数据类库模块和自定义数据类生成向导模块构成,基本数据类库模块提供了预先定义的基本数据类,包括基本对象、用户、项目和试验数据类;自定义数据类生成向导模块访问基本数据类库模块中的基本数据类,根据用户的选择对自定义数据类文件进行查看、修改、删除和生成;

[0008] 数据库生成工具由试验数据类验证模块,数据类对象关系映射模块和数据库操作模块构成;试验数据类验证模块检验自定义数据类文件中的自定义数据类的正确性,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改;数据类对象关系映射模块对所有基本数据

类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成或更新的数据库表和数据库视图,建立用于数据库生成或数据库更新的 SQL 语句;数据库操作模块根据上述 SQL 语句生成或更新虚拟试验数据库;

[0009] 数据管理引擎由数据库配置管理模块、数据库应用管理模块、数据访问接口模块和 web 访问模块构成;数据库配置管理模块通过配置文件记录当前的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新;数据库应用管理模块使用数据对象类的方式管理虚拟试验数据,向数据访问接口模块提供对虚拟试验数据的访问,并将数据访问接口模块的操作转化为针对数据库的 SQL 命令,实现对虚拟试验数据库的操作,所述的数据对象类中包含数据对象 ID、数据类型、属性列表和父类;数据访问接口模块向 Web 访问模块提供数据访问功能,实现对虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作;Web 访问模块向用户提供基于 B/S 结构的 Web 页面,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航,并根据用户的 Web 页面操作的动作,调用数据访问接口模块的服务,执行虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作,用户利用操作后的数据重新进行虚拟试验或者执行下一步虚拟试验;

[0010] 数据导航树配置工具通过将自定义数据类进行分类组织,生成一个数据导航树配置文件,并将该文件传递给数据管理引擎。

[0011] 所述的自定义数据类生成向导模块的实现过程为:

[0012] (1) 选择存放自定义数据类文件的目录;

[0013] (2) 判断上述指定的目录中是否已经存在自定义数据类文件,如果不存在自定义数据类文件,则转至步骤 (5),否则根据目录中的自定义数据类文件,生成自定义数据类统计列表;

[0014] (3) 验证自定义数据类统计列表中各个自定义数据类的格式是否正确,对格式不正确的自定义数据类进行特殊标记,并提示进行编辑修改或删除;格式正确的转下一步;

[0015] (4) 根据自定义数据类统计列表,如果用户选择查看某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过列表形式显示;如果用户选择修改某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过可编辑的列表形式显示,用户进行修改后,对修改结果进行保存;

[0016] (5) 如果用户选择生成或添加自定义数据类,则访问基本数据类库模块中的基本数据类,提示从基本数据类或当前自定义数据类中选择一个作为父类,针对虚拟试验中所涉及的虚拟试验模型和虚拟试验结果中的数据类型,通过添加数据类型中的数据项来建立自定义数据类,生成自定义数据类文件。

[0017] 所述的数据库生成工具中生成数据库的实现过程为:

[0018] (1) 指定数据库服务器的地址、数据库管理员用户名和密码,指定自定义数据类目录,并将上述信息保存为一个数据库信息配置文件;

[0019] (2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

[0020] (3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类

格式正确,则在数据库中生成两个数据库表:数据类表和数据类属性表,其中数据类表包含 ID 号、数据类名称和数据类父类 ID 号,数据类属性表包含 ID 号、属性名称、所属数据类 ID 号、属性类型,然后将基本数据类和自定义数据类信息添加到数据类表和数据类属性表中;

[0021] (4) 由数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成的数据库表 and 数据库视图,形成创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句;

[0022] (5) 由数据库操作模块在数据库中由执行创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句,生成虚拟试验数据库。

[0023] 所述的数据库生成工具中更新数据库功能的实现过程为:

[0024] (1) 指定一个数据库信息配置文件,读取该配置文件中的配置信息:数据库服务器的地址、自定义数据类目录、数据库管理员用户名和密码;

[0025] (2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

[0026] (3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类格式正确,则转入下一步;

[0027] (4) 读取数据库中的数据类表和数据类属性表,与第 2 步中生成的数据类统计列表对比,如果有新的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成创建新的自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句,如果有被修改的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成更新自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句;

[0028] (5) 由数据库操作模块在数据库中执行第 4 步中生成的 SQL 语句,更新虚拟试验数据库;

[0029] (6) 删除虚拟试验数据库中数据类表和数据类属性表中的数据,根据当前的自定义数据类文件重新导入生成数据类表和数据类属性表的数据。

[0030] 所述的数据管理引擎的实现过程为:

[0031] (1) 运行数据库配置管理模块,根据配置文件记录的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新并终止数据管理引擎的运行,否则进行下一步;

[0032] (2) 运行 Web 访问模块,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航;

[0033] (3) 如果用户选择查询某类虚拟试验数据,则 Web 访问模块根据用户选择的试验数据类型,调用数据访问接口模块中的数据查询服务,该服务中使用数据库应用管理模块来查询试验数据,数据库应用管理模块将查询操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中抽取数据,并根据这些数据生成一组数据对象,传递给数据访问接口模块的数据查询服务,数据查询服务根据数据对象生成一组数据列表,返回给 Web 访问模块,通过 Web 页面将数据反馈给用户;

[0034] (4) 如果用户选择删除某个虚拟试验数据,则 Web 访问模块调用数据访问接口模块中的数据删除服务,该服务调用数据库应用管理模块来删除试验数据,数据库应用管理模块根据被选中的数据对象,将删除操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中删除数据;

[0035] (5) 如果用户选择修改某个虚拟试验数据,则 Web 访问模块在 Web 页面中对虚拟试验数据进行编辑,并通过数据列表传递给数据访问接口模块,调用数据修改服务,对数据对象进行修改,然后调用数据库应用管理模块来保存修改的数据对象,数据库应用管理模块根据被修改的数据对象,将修改操作转化为 SQL 命令,在虚拟试验数据库中的数据库表中修改数据;

[0036] (6) 如果用户选择添加虚拟试验数据,则 Web 访问模块在 Web 页面中新建一个虚拟试验数据,并通过数据列表传递给数据访问接口模块,调用数据添加服务,生成新的数据对象,然后调用数据库应用管理模块来保存新建的数据对象,数据库应用管理模块根据新建的数据对象,将添加操作转化为 SQL 命令,在虚拟试验数据库中的数据库表中保存数据。

[0037] 本发明与现有技术相比有益效果为:

[0038] (1) 本发明采用面向对象的思想来处理试验数据,提供了通用的试验数据管理系统框架,能够针对不同的试验,通过定义试验数据类的方式,快速建立试验数据管理系统,节省了开发试验数据管理系统所需的时间,有利于快速建立专用的试验数据管理系统,并且通过建立的系统能够对虚拟试验数据进行有效管理,提高虚拟试验效率。

[0039] (2) 本发明中通过定义试验数据类的方式来生成数据库,不需要进行数据库方面的开发,降低了建立试验数据管理系统的复杂度。

[0040] (3) 本发明中提供了通用的试验数据管理系统框架和基于 B/S 结构的用户访问机制,这些功能已经经过测试并能够不断完善,所以本发明提供的方法能够在根据具体试验建立试验数据管理系统后立刻提供高性能和高质量的数据管理能力。

[0041] (4) 本发明中通过定义试验数据类的方式来生成数据库,在试验数据格式发生变化后,通过修改试验数据类定义文件并使用数据库生成工具对数据库更新就可以实现对试验数据管理系统的修改,能够方便快速的实现试验数据管理系统改进。

## 附图说明

[0042] 图 1 为本发明的系统构成示意图;

[0043] 图 2 为试验数据类继承关系示意图;

[0044] 图 3 为数据管理引擎结构示意图。

## 具体实施方式

[0045] 如图 1 所示,本发明需要建立试验数据类设计工具、数据库生成工具、数据管理引擎和数据导航树配置工具四部分内容。

[0046] 试验数据类设计工具主要用于生成、查看和修改自定义数据类文件,由基本数据类库模块和自定义数据类生成向导模块构成,基本数据类库模块提供了预先定义的基本数据类,包括基本对象、用户、项目和试验数据类;自定义数据类生成向导模块访问基本数据类库模块中的基本数据类,根据用户的选择对自定义数据类文件进行查看、修改、删除和生



成；

[0047] 数据库生成工具主要用于检验自定义数据类文件的正确性,根据自定义数据类义文件和基本数据类创建和更新数据库,由试验数据类验证模块,数据类对象关系映射模块和数据库操作模块构成;试验数据类验证模块检验自定义数据类文件中的自定义数据类的正确性,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改;数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成或更新的数据库表和数据库视图,建立用于数据库生成或数据库更新的 SQL 语句;数据库操作模块根据上述 SQL 语句生成或更新虚拟试验数据库;

[0048] 数据管理引擎主要提供对试验数据的数据管理功能和基于 B/S 结构的用户访问机制,由数据库配置管理模块、数据库应用管理模块、数据访问接口模块和 web 访问模块构成;数据库配置管理模块通过配置文件记录当前的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新;数据库应用管理模块使用数据对象类的方式管理虚拟试验数据,向数据访问接口模块提供对虚拟试验数据的访问,并将数据访问接口模块的操作转化为针对数据库的 SQL 命令,实现对虚拟试验数据库的操作,所述的数据对象类中包含数据对象 ID、数据类型、属性列表和父类;数据访问接口模块向 Web 访问模块提供数据访问功能,实现对虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作;Web 访问模块向用户提供基于 B/S 结构的 Web 页面,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航,并根据用户的 Web 页面操作的动作,调用数据访问接口模块的服务,执行虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作;

[0049] 数据导航树配置工具通过将自定义数据类进行分类组织,生成一个数据导航树配置文件,并将该文件传递给数据管理引擎。

[0050] 下面以某飞行器的壳段结构低频振动虚拟试验为例,说明本发明的具体实施方式。

[0051] 本发明中的试验数据类设计工具由基本数据类库模块和自定义数据类生成向导模块构成,基本数据类库模块提供了预先定义的基本数据类,如图 2 所示,包括 BaseObject、User、Project 和 TestDataClass 等,这些基本数据类由基本数据类库模块进行维护和管理;自定义数据类生成向导模块访问基本数据类库模块中的基本数据类,根据用户的选择对自定义数据类文件进行查看、修改、删除和生成。

[0052] 基本数据类库中 BaseObject 的定义文件内容如下:

[0053] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >

[0054] <DataClass name = " BaseObject" >

[0055] <Attribute name = " creator" type = " User" />

[0056] <Attribute name = " createTime" type = " Date" />

[0057] </DataClass>

[0058] 基本数据类库中 User 的定义文件内容如下:

[0059] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >

[0060] <DataClass name = " User" parent = " BaseObject" >

```
[0061] <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0062] <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0063] <Attribute name = " password" type = " String" size = " 32" />
[0064] </DataClass>
```

[0065] 基本数据类库中 Project 的定义文件内容如下：

```
[0066] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0067] <DataClass name = " Project" parent = " BaseObject" >
[0068] <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0069] <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0070] </DataClass>
```

[0071] 基本数据类库中 TestDataClass 的定义文件内容如下：

```
[0072] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0073] <DataClass name = " TestDataClass" parent = " BaseObject" >
[0074] <Attribute name = " editor" type = " User" />
[0075] <Attribute name = " version" type = " Double" />
[0076] </DataClass>
```

[0077] 自定义数据类生成向导模块访问基本数据类库模块中的基本数据类,根据用户的选择对自定义数据类文件进行查看、修改、删除和生成。所述的自定义数据类生成向导模块的实现过程为：

[0078] (1) 选择存放自定义数据类文件的目录；

[0079] (2) 判断上述指定的目录中是否已经存在自定义数据类文件,如果不存在自定义数据类文件,则转至步骤 (5),否则根据目录中的自定义数据类文件,生成自定义数据类统计列表；

[0080] (3) 验证自定义数据类统计列表中各个自定义数据类的格式是否正确,对格式不正确的自定义数据类进行特殊标记,并提示进行编辑修改或删除;格式正确的转下一步；

[0081] (4) 根据自定义数据类统计列表,如果用户选择查看某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过列表形式显示;如果用户选择修改某个自定义数据类,则将选择的自定义数据类的名称和父类以及自定义属性的名称和类型通过可编辑的列表形式显示,用户进行修改后,对修改结果进行保存；

[0082] (5) 如果用户选择生成或添加自定义数据类,则访问基本数据类库模块中的基本数据类,提示从基本数据类或当前自定义数据类中选择一个作为父类,针对虚拟试验中所涉及的虚拟试验模型和虚拟试验结果中的数据类型,通过添加数据类型中的数据项来建立自定义数据类,生成自定义数据类文件。

[0083] 针对某飞行器的壳段结构低频振动虚拟试验,可使用试验数据类设计工具建立 ProeModel、PatranDbModel、SesFile、WrapFile、TestResult 等自定义数据类。

[0084] 自定义数据类 ProeModel 的定义文件内容如下：

```
[0085] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0086] <DataClass name = " ProeModel" parent = " TestDataClass" >
[0087] <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
```

```
[0088]     <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0089]     <Attribute name = " proeModelFile" type = " Document" />
[0090] </DataClass>
[0091] 自定义数据类 PatranDbModel 的定义文件内容如下：
[0092] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0093] <DataClass name = " PatranDbModel" parent = " TestDataClass" >
[0094]     <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0095]     <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0096]     <Attribute name = " dbModelFile" type = " Document" />
[0097] </DataClass>
[0098] 自定义数据类 SesFile 的定义文件内容如下：
[0099] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0100] <DataClass name = " SesFile" parent = " TestDataClass" >
[0101]     <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0102]     <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0103]     <Attribute name = " theSesFile" type = " Document" />
[0104] </DataClass>
[0105] 自定义数据类 WrapFile 的定义文件内容如下：
[0106] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0107] <DataClass name = " WrapFile" parent = " TestDataClass" >
[0108]     <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0109]     <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0110]     <Attribute name = " theWrapFile" type = " Document" />
[0111] </DataClass>
[0112] 自定义数据类 TestResult 的定义文件内容如下：
[0113] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0114] <DataClass name = " TestResult" parent = " TestDataClass" >
[0115]     <Attribute name = " name" type = " String" size = " 128" />
[0116]     <Attribute name = " description" type = " String" size = " 512" />
[0117]     <Attribute name = " testResultFile" type = " Document" />
[0118] </DataClass>
[0119] 本发明中的数据库生成工具由试验数据类验证模块,数据类对象关系映射模块和数据库操作模块构成;试验数据类验证模块检验自定义数据类文件中的自定义数据类的正确性,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改;数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成或更新的数据库表和数据库视图,建立用于数据库生成或数据库更新的 SQL 语句;数据库操作模块根据上述 SQL 语句生成或更新虚拟试验数据库;
```

[0120] 所述的数据库生成工具中生成数据库的实现过程为：

[0121] (1) 指定数据库服务器的地址、数据库管理员用户名和密码,指定自定义数据类目录,并将上述信息保存为一个数据库信息配置文件;

[0122] (2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

[0123] (3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类格式正确,则在数据库中生成两个数据库表:数据类表和数据类属性表,其中数据类表包含 ID 号、数据类名称和数据类父类 ID 号,数据类属性表包含 ID 号、属性名称、所属数据类 ID 号、属性类型,然后将基本数据类和自定义数据类信息添加到数据类表和数据类属性表中;

[0124] (4) 由数据类对象关系映射模块对所有基本数据类和自定义数据类进行解析,分析其中各个基本数据类和自定义数据类的继承关系,确定虚拟试验数据库中要生成的数据库表 and 数据库视图,形成创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句;

[0125] (5) 由数据库操作模块在数据库中由执行创建各个基本数据类和自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句,生成虚拟试验数据库。

[0126] 所述的数据库生成工具中更新数据库功能的实现过程为:

[0127] (1) 指定一个数据库信息配置文件,读取该配置文件中的配置信息:数据库服务器的地址、自定义数据类目录、数据库管理员用户名和密码;

[0128] (2) 根据上述目录中的自定义数据类文件以及基本数据类,生成数据类统计列表;

[0129] (3) 使用试验数据类验证模块验证目录中自定义数据类的格式是否正确,如果某些自定义数据类格式不正确则提示进行修改并终止数据库生成工具,如果自定义数据类格式正确,则转入下一步;

[0130] (4) 读取数据库中的数据类表和数据类属性表,与第(2)步中生成的数据类统计列表对比,如果有新的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成创建新的自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句,如果有被修改的自定义数据类则由数据类对象关系映射模块生成更新自定义数据类的数据库表 and 数据库视图的 SQL 语句;

[0131] (5) 由数据库操作模块在数据库中执行第(4)步中生成的 SQL 语句,更新虚拟试验数据库;

[0132] (6) 删除虚拟试验数据库中数据类表和数据类属性表中的数据,根据当前的自定义数据类文件重新导入生成数据类表和数据类属性表的数据。

[0133] 针对虚拟试验中的 ProeModel、PatranDbModel、SesFile、WrapFile、TestResult 等自定义数据类和基本数据类,数据库中 will 生成三类数据库表。第一类是根据自定义数据类和基本数据类信息生成的数据类表和数据类属性表,第二类是根据基本数据类生成的数据库表,第三类是根据自定义数据类生成的数据库表。另外,数据库中将根据自定义数据类和基本数据类生成相应的数据库视图。数据库中 will 生成以下数据库表如下。

[0134] 数据类表 DataClassTable:

[0135]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	ID 号	bigint		是	数据类编号
2	数据类名称	nvarchar	128	否	数据类名称
3	数据类父类	bigint		否	数据类父类 ID 号

[0136] 数据类属性表 AttributeTable :

[0137]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	ID 号	bigint		是	数据类属性编号
2	属性名称	nvarchar	128	否	数据类属性名称
3	所属数据类 ID 号	bigint		否	所属数据类 ID 号
4	属性类型	nvarchar	128	否	属性类型

[0138] 根据数据类 BaseObject 信息生成的数据库表 DCT\_BaseObject :

[0139]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	creator	nvarchar	128	否	数据创建人

[0140]

3	createdTime	nvarchar	128	否	数据创建时间
---	-------------	----------	-----	---	--------

[0141] 根据数据类 User 信息生成的数据库表 DCT\_User :

[0142]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	用户名称
3	description	nvarchar	512	否	用户描述信息
4	password	nvarchar	32	否	用户密码

[0143] 根据数据类 Project 信息生成的数据库表 DCT\_Project :

[0144]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	项目名称
3	description	nvarchar	512	否	项目描述信息

[0145] 根据数据类 TestDataClass 信息生成的数据库表 DCT\_TestDataClass :

[0146]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	editor	nvarchar	128	否	数据编辑人员名称
3	version	float		否	数据版本信息

[0147] 根据数据类 ProeModel 信息生成的数据库表 DCT\_ProeModel :

[0148]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	数据名称
3	description	nvarchar	512	否	数据描述信息

[0149]

4	proeModelFile	nvarchar	512	否	数据中相关文件在文件仓库的相对保存路径
---	---------------	----------	-----	---	---------------------

[0150] 根据数据类 PatranDbModel 信息生成的数据库表 DCT\_PatranDbModel :

[0151]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	数据名称
3	description	nvarchar	512	否	数据描述信息
4	dbModelFile	nvarchar	512	否	数据中相关文件在文件仓库的相对保存路径

[0152] 根据数据类 SesFile 信息生成的数据库表 DCT\_SesFile :

[0153]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	数据名称
3	description	nvarchar	512	否	数据描述信息
4	theSesFile	nvarchar	512	否	数据中相关文件在文件仓库的相对保存路径

[0154] 根据数据类 WrapFile 信息生成的数据库表 DCT\_WrapFile :

[0155]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	数据名称
3	description	nvarchar	512	否	数据描述信息
4	theWrapFile	nvarchar	512	否	数据中相关文件在文件仓库的相对保存路径

[0156] 根据数据类 TestResult 信息生成的数据库表 DCT\_TstResult :

[0157]

序号	字段名	数据类型	长度	主键	说明
1	dataUUID	nvarchar	32	是	数据 ID, 使用 UUID 来标识
2	name	nvarchar	128	否	数据名称
3	description	nvarchar	512	否	数据描述信息
4	testResultFile	nvarchar	512	否	数据中相关文件在文件仓库的相对保存路径

[0158] 本发明中数据管理引擎由数据库配置管理模块、数据库应用管理模块、数据访问接口模块和 web 访问模块构成。

[0159] 数据库配置管理模块通过配置文件记录当前的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息, 验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配, 如果不匹配则提示进行数据库更新。文件仓库是数据库服务器上的一个文件目录, 用于保存数据类中“Document”类型属性所对应的文件, 在数据库中, “Document”类型属性的数据是该文件在文件仓库中的相对保存路径。

[0160] 数据库应用管理模块使用数据对象类的方式管理虚拟试验数据, 向数据访问接口模块提供对虚拟试验数据的访问, 并将数据访问接口模块的操作转化为针对数据库的 SQL 命令, 实现对虚拟试验数据库的操作, 所述的数据对象类中包含数据对象 ID、数据类型、属性列表和父类等内容, 以 java 语言为例, 数据对象类的结构如下 :

```
[0161] class DataObject {
[0162]     String dataUUID ;
```



```
[0163]    String dataType ;
[0164]    List attributeList ;
[0165]    DataObject parent ;
[0166]    DataObject() {
[0167]        attributeList = new Vector() ;
[0168]        parent = null ;
[0169]    }
[0170]    //.....
[0171] }
```

[0172] 数据访问接口模块向 Web 访问模块提供数据查询服务、数据修改服务、数据删除服务和数据添加服务等功能,实现对虚拟试验数据的查询、修改、删除和添加操作;Web 访问模块向用户提供基于 B/S 结构的 Web 页面,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航,并根据用户的 Web 页面操作的动作,调用数据访问接口模块的服务,执行虚拟试验数据的查询、删除、修改和添加操作。Web 访问模块的添加操作同时也是系统中虚拟试验数据的输入操作。用户可以利用系统操作后的数据重新进行虚拟试验或者执行下一步虚拟试验,并能够利用该数据生成报告,便于后续虚拟试验分析。

[0173] 数据管理引擎的实现过程可以描述为:

[0174] (1) 运行数据库配置管理模块,根据配置文件记录的自定义数据类信息、虚拟试验数据库配置信息以及文件仓库信息,验证自定义数据类的定义是否和虚拟试验数据库中的数据类表和数据类属性表匹配,如果不匹配则提示进行数据库更新并终止数据管理引擎的运行,否则进行下一步;

[0175] (2) 运行 Web 访问模块,根据数据导航树配置工具生成的数据导航树配置文件向用户提供访问虚拟试验数据的导航;

[0176] (3) 如果用户选择查询某类虚拟试验数据,则 Web 访问模块根据用户选择的试验数据类型,调用数据访问接口模块中的数据查询服务,该服务中使用数据库应用管理模块来查询试验数据,数据库应用管理模块将查询操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中抽取数据,并根据这些数据生成一组数据对象,传递给数据访问接口模块的数据查询服务,数据查询服务根据数据对象生成一组数据列表,返回给 Web 访问模块,通过 Web 页面将数据反馈给用户;

[0177] (4) 在 Web 访问模块中,如果选择删除某个虚拟试验数据,则调用数据访问接口模块中的数据删除服务,该服务中使用数据库应用管理模块来删除试验数据,数据库应用管理模块中根据被选中的数据对象,将删除操作转化为 SQL 命令,从虚拟试验数据库中的数据库表中删除数据。

[0178] (5) 在 Web 访问模块中,如果选择修改某个虚拟试验数据,则在 Web 页面中对虚拟试验数据进行编辑,并通过数据列表传递给数据访问接口模块,调用数据修改服务,对数据对象进行修改,然后使用数据库应用管理模块来保存修改的数据对象,数据库应用管理模块中根据被修改的数据对象,将修改操作转化为 SQL 命令,在虚拟试验数据库中的数据库表中修改数据。

[0179] (6) 在 Web 访问模块中, 如果选择添加虚拟试验数据, 则在 Web 页面中新建一个虚拟试验数据, 并通过数据列表传递给数据访问接口模块, 调用数据添加服务, 生成新的数据对象, 然后使用数据库应用管理模块来保存新建的数据对象, 数据库应用管理模块中根据新建的数据对象, 将添加操作转化为 SQL 命令, 在虚拟试验数据库中的数据库表中保存数据。

[0180] 本发明中的数据导航树配置工具通过将自定义数据类进行分类组织, 生成一个数据导航树配置文件, 并将该文件传递给数据管理引擎。一个典型的数据导航树配置文件内容如下:

```
[0181] <? xml version = " 1.0" encoding = " UTF-8" ? >
[0182] <NavigationTree name = " TestDataTree" >
[0183]   <Folder label = " 虚拟试验几何模型" sortOrder = " group" >
[0184]     <RootNode label = " ProE 模 型 " dataclass
= " ProeModel" displayEmptyFolders = " true" />
[0185]   </Folder>
[0186]   <Folder label = " 虚拟试验分析模型" sortOrder = " group" >
[0187]     <RootNode label = " Patran DB 模型 " dataclass = " Patran
DbModel" displayEmptyFolders = " true" />
[0188]     <RootNode label = " Patran Ses 命 令 流 文 件 " dataclass
= " SesFile" displayEmptyFolders = " true" />
[0189]     <RootNode label = " wrap 包 装 文 件 " dataclass
= " WrapFile" displayEmptyFolders = " true" />
[0190]   </Folder>
[0191]   <Folder label = " 虚拟试验结果数据" sortOrder = " group" >
[0192]     <RootNode label = " 结 果 数 据 " dataclass
= " TestResult" displayEmptyFolders = " true" />
[0193]   </Folder>
[0194] </NavigationTree>
[0195] 本发明未详细说明部分属于本领域技术人员公知常识。
```

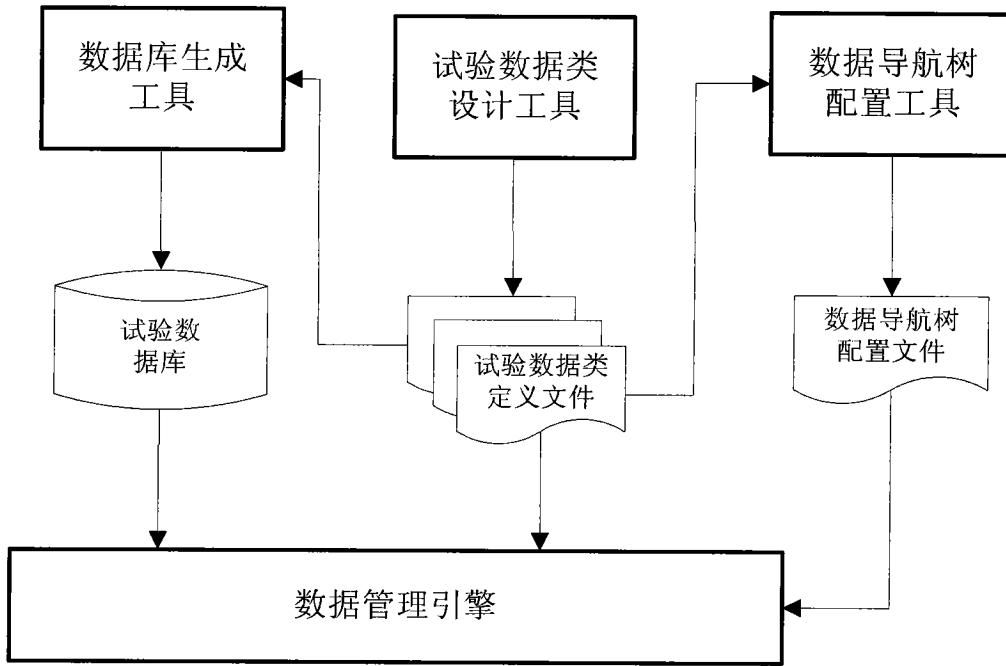


图 1

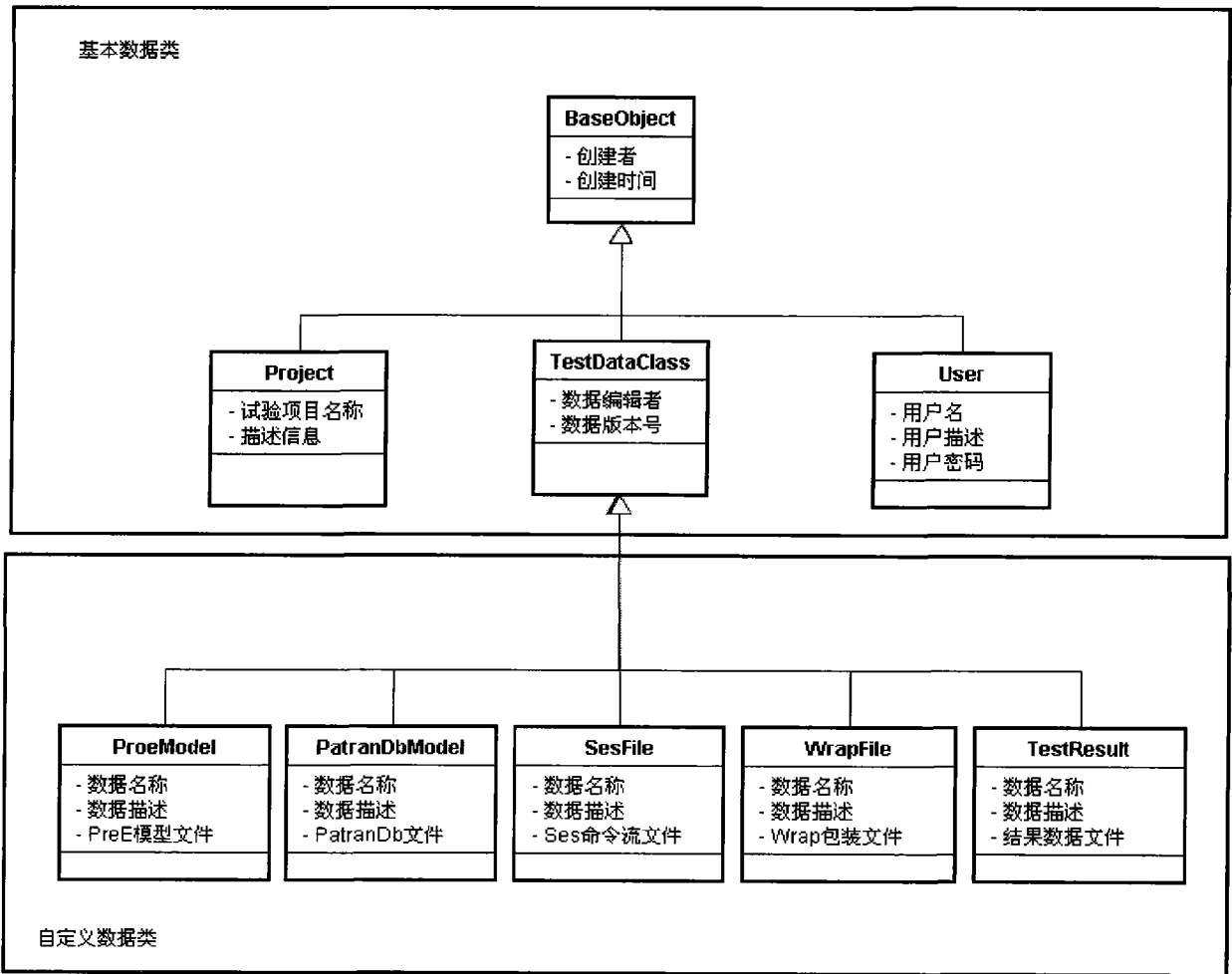


图 2

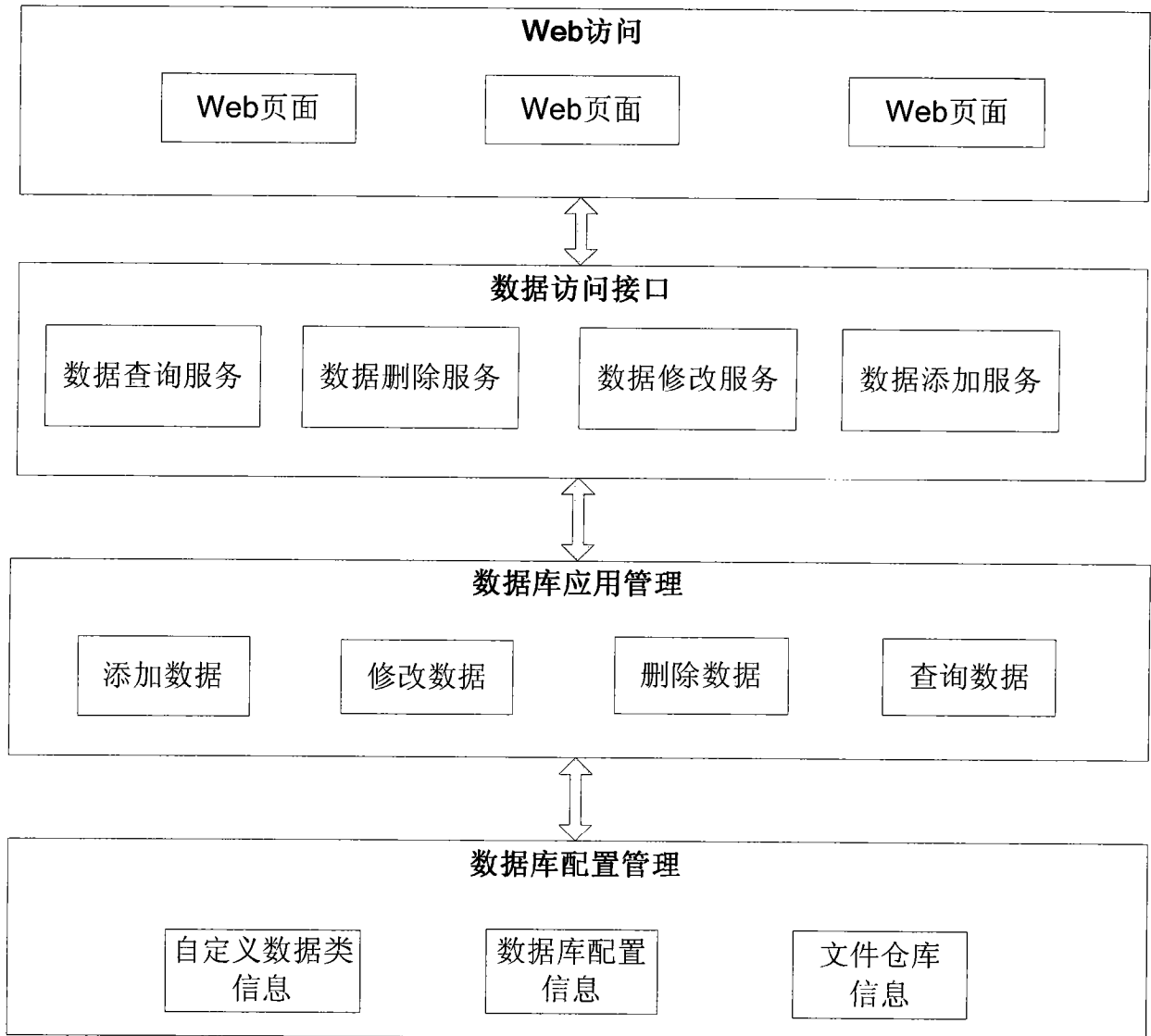


图 3