

# 基于本体的数据中心配置管理方法研究

龙玉江 朱 州

(贵州电网公司信息中心 贵阳 550003)

**摘 要** 针对贵州电网数据中心存在的配置信息难以管理和有效使用的问题,引入本体技术对配置信息进行语义管理,提出了一种四元组定义的配置管理本体模型,并以现有的配置管理数据库、配置文档和手册等数据为基础,获取配置项、配置项的数据属性和对象属性、配置项的实例等以构建配置管理本体,并给出其逻辑结构及其 OWL 语言描述形式,最后给出了配置管理本体在贵州电网数据中心监控系统中的关键应用。

**关键词** 配置管理,本体,数据中心,监控系统,IT 服务管理

中图法分类号 TP18 文献标识码 A

## Research on Configuration Management Method of Data Center Based on Ontology

LONG Yu-jiang ZHU Zhou

(Information Center of Guizhou Power Grid Corporation, Guiyang 550003, China)

**Abstract** According to the problems that it is difficult to manage and use effectively configuration information at Guizhou Power Grid data center, the ontology technology to realize semantic description of configuration information is introduced, and a quadruple model of configuration management ontology is presented, and configuration items, data properties, as well as object properties and individuals which were to build configuration management ontology were obtained based on existing configuration management database, configuration files and so on. The ontology's logical structure and OWL description form also were presented. Finally, an application research on configuration management ontology for monitoring system of Guizhou Power Grid data center was presented.

**Keywords** Configuration management, Ontology, Data center, Monitoring system, IT service management

## 1 引言

南方电网数据中心是电力生产运营工作体系中的运行、保障和处理中心。近年来,随着信息化程度不断加深,越来越多的企业级大集中应用系统陆续投入运行,而且根据南方电网信息化发展规划,“十二五”期间将建成资产全生命周期系统、营销管理系统、财务系统、人力资源系统、协同办公系统、综合管理系统等 6 大企业级应用系统,其部署模式为省级集中,并以贵州电网为试点。伴随着集约化程度的不断提升,贵州电网数据中心将面临由于数倍增长的系统软硬件设备、复杂异构基础架构环境、复杂应用业务逻辑等而带来的 IT 服务管理方面的众多困难。其中,配置管理是一个关键问题<sup>[1,2]</sup>,配置项激增、配置项之间的关联关系错综复杂,配置管理涉及人员角色众多<sup>[3]</sup>,对配置项及其关系的命名、定义和理解各有差异,仅用传统的配置管理数据库存储的结构化配置信息表示方式,将很难满足复杂系统下对配置管理的要求和对其他所有流程的关键支撑。因此,必须研究适合于贵州电网数据中心的配置管理方法,从语义的角度实现配置项及其属性、配置项之间关联关系的有效管理,进而实现在不同配置管理数据库、不同数据存储、不同角色之间配置信息的融合、共享和

重用。

本体(Ontology)是共享概念模型明确的形式化规范说明<sup>[4]</sup>,可以明确描述不同知识元之间的层次与非层次关系,可以实现具有不同结构的知识之间的互操作、相互理解与语义融合,并能基于本体推理挖掘所描述领域中的隐性知识。本体借助其对信息的强大语义描述能力与知识共享能力,在科研、商业、医疗、工业等不同领域环境和应用场合得到了广泛的应用<sup>[5,6]</sup>。

本文结合贵州电网数据中心自身的业务特点,对纷繁复杂的配置信息进行有效的梳理和关联,并引入本体模型从语义的角度来描述其复杂配置项以及配置项之间的复杂关系,从而实现不同配置管理数据库、不同数据存储之间的配置信息融合,以及不同角色的配置管理和使用人员对配置项的共同理解,帮助运维人员全面理解数据中心的信息体系架构,进而更好地管理和维护配置信息。

## 2 基于 OWL 本体的配置管理模型定义

面向贵州电网数据中心的配置管理本体模型定义如下。

定义 1 配置管理本体模型(CMOM)由四元组构成,记作  $CMOM ::= \langle Concepts, Relations, Individuals, Axioms \rangle$ ,

龙玉江(1976—),男,高级工程师,主要研究方向为 IT 服务管理、软件工程、人工智能,朱 州 博士,工程师,主要研究方向为 IT 服务管理、本体、软件工程,E-mail:zhouzhu001@qq.com。

其中:

(1)  $Concepts ::= \{C \mid \text{表示概念}\}$ , 是配置管理领域中概念类(Class)的集合, 如: 服务器、存储设备、网络设备、操作系统、中间件、数据库等。

基于 OWL 语言的配置管理本体模型中配置项概念的构造符主要包括: intersectionOf、unionOf、complementOf、allValuesFrom、someValuesFrom、Cardinality、maxCardinality、minCardinality, 即配置项概念类  $C$  按如下规则定义:

$$Concept \rightarrow C \mid C_1 \cap C_2 \mid C_1 \cup C_2 \mid \neg C \mid \forall R. C \mid \exists R. C \mid \equiv nR. C \mid \geq nR. C \mid \leq nR. C \mid \dots$$

其中,  $R \in Relations, C, C_1, C_2 \in Concepts$ , 可以为原子概念, 也可以为由原子概念通过构造算子  $\cap$  (与)、 $\cup$  (或)、 $\neg$  (非)、 $\forall$  (任意)、 $\exists$  (存在)、 $\equiv$  (等价)、 $\leq$  ( $\leq$  数量限定)、 $\geq$  ( $\geq$  数量限定) 等构造而成的复杂概念。

(2)  $Relations ::= \{R(C_1, C_2) \mid C_1, C_2 \in Concepts, R \text{ 表示关系}\}$ , 是配置项的相关数据属性(Data properties)和对象属性(Object Properties)的集合, 即配置项与其属性之间、配置项与配置项之间的二元关系集合。

(3)  $Individuals ::= \{individual \mid \wp(individual) \in Concepts\}$ , 是配置管理领域中概念实例的集合。实例是指属于某概念类的具体个体, 如“刀片服务器”概念的实例“云存储 NAS 服务器 PS703”。

(4)  $Axioms ::= \{A \mid A \text{ 表示公理}\}$ , 是配置管理领域中配置项或配置项之间关系的约束的集合。

基于 OWL 语言的配置管理本体模型中公理的构造符主要有: SubClassOf( $C_1 \subseteq C_2$ )、equivalentClass( $C_1 \equiv C_2$ )、disjointWith( $C_1 \subseteq \neg C_2$ )、SameIndividualAs( $\{c_1\} \equiv \{c_2\}$ )、differentFrom( $\{c_1\} \subseteq \neg \{c_2\}$ )、subPropertyOf( $R_1 \subseteq R_2$ )、equivalentProperty( $R_1 \equiv R_2$ )、inverseOf( $R_1 \equiv R_2^-$ )、symmetricProperty( $R \equiv R^-$ )、transitiveProperty( $R^+ \subseteq R$ )、FunctionalProperty( $T \subseteq \leq 1R$ ) 等。

例如: 小型机服务器  $\subseteq$  服务器、业务系统  $\equiv$  应用软件、数据访问中间件  $\subseteq \rightarrow$  消息中间件、代理  $\equiv$  被代理、连接  $\equiv$  连接、运行有  $\subseteq$  运行有、 $T \subseteq \leq 1$  有编号等。

### 3 配置管理本体的构建

目前, 本体的构建方法主要有七步法、IDEF5 法、骨架法、TOVE 法、METHONTOLOGY 法、KACTUS 法、SENSUS 法等。虽然依据各领域和具体工程的不同考虑, 构建本体的过程也各不相同, 但是本体构建一般都要遵循一定的构建原则, 即明确性和客观性、完整性、一致性、最大单向可扩展性、最少约束等<sup>[4]</sup>。

本文以贵州电网数据中心现有的配置管理数据库、相关配置文档和手册等结构化、非结构化数据为基础, 在领域专家的帮助下获取主要配置项术语词典, 定义配置项的属性, 梳理配置项之间的关联关系, 进而实现本体的构建。

#### 3.1 配置项概念获取

配置项是指 IT 基础设施组件以及运用这些 IT 组件提供

的服务, 包括服务、软件、硬件、系统、操作系统、应用程序、数据库、流程文档、安全文档、网络组件等, 即配置项记录 IT 环境内使用的所有组件, 可以大到整个系统, 也可以小到某个小硬件<sup>[7]</sup>。IT 部门管理的配置项的类型因企业的复杂程度而异, 有的只存储与 PC、服务器、打印机相关的基本资产信息, 有的则细化至部件水平对配置项进行管理。对于大规模电网数据中心来说, 基本上任何受到变更控制的事物都应当作为配置项被构建于本体中, 包括诸如文档和操作手册等。

通过分析贵州电网数据中心的 IT 资源, 将其配置项分为 3 大类:

- (1) 物理层: 服务器类、存储设备类、网络设备类、端口类、资源池类;
- (2) 逻辑层: 系统软件类、集群类、服务类;
- (3) 业务层: 业务系统类。

表 1 所列为物理层的服务器类、逻辑层的系统软件类、业务层的业务系统类中的主要配置项。

表 1 贵州电网数据中心主要配置项示例

层级	父类	子类	定义
物理层	服务器类	小型机服务器	小型机服务器 $\subseteq$ 物理小型机 小型机服务器 $\rightarrow$ 虚拟化用途物理小型机 $\cap$ 逻辑分区用途物理小型机
		微机服务器	微机服务器 $\rightarrow$ 刀片服务器 $\cap$ X86 虚拟化主机
逻辑层	系统软件类	数据库节点	数据库节点 $\equiv$ 数据库软件
		中间件节点	中间件节点 $\equiv$ 中间件软件
业务层	业务系统类	一级业务系统、二级业务系统	业务系统 $\equiv$ 应用软件 业务系统 $\rightarrow$ 一级业务系统 $\cap$ 二级业务系统 南方电网“6+1”系统 $\in$ 一级业务系统

#### 3.2 配置项的数据属性及对象属性构建

##### (1) 配置项的数据属性

配置项数据属性可以根据企业的不同需求来选择定义, 以 PC 为例, 可以定义其型号、主频等, 可以根据 IT 资产管理的需要定义属性: 供应商、厂商、价值、购买日期等, 根据 IT 服务财务管理的需要定义属性: 成本、收费等, 根据其他 IT 服务管理流程的需要定义属性: CPU 性能参数、支持的最大内存等。

##### (2) 配置项的对象属性

随着贵州电网系统的大集中, 其配置项越来越多, 配置项之间的关系也变得非常繁杂, 很难管理, 所以要构建配置管理本体, 必须理清配置项之间的关联关系。

贵州电网数据中心的配置项关系类型主要包括: “运行有/运行在、包含、安装有/安装在、上连/下连/级连、依赖/被依赖”等, 具体的配置项之间的关联关系如图 1 所示。

#### 3.3 配置项的实例构建

配置项的实例采用两种方法进行管理, 一种是构建于本体中, 采用 OWL 文件描述, 另一种是仍然存储于传统的配置管理数据库中, 即将一些配置项的具体信息用数据库管理, 同时用 rdf 文件将其与本体概念关联。



配置管理本体的 owl 描述语言表示形式如下。

(1)Classes(配置项概念描述)

```

<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#刀片服务器 -->
<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#刀片服务器">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#服务器"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#小型机服务器"/>
</owl:Class>

```

(2)Data properties(配置项概念的数据属性描述)

```

<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#Type -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#Type">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#服务器"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>
.....

```

(3)Object Properties(配置项概念的对象属性描述)

```

<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#Dependent -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#Dependent">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:TransitiveProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#中间件"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#数据库"/>
</owl:ObjectProperty>
.....

```

(4)Individuals(配置项实例描述)

```

<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#IBM刀片服务器_云存储 NAS 服务器 PS703 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#IBM刀片服务器_云存储 NAS 服务器 PS703">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#刀片服务器"/>
</owl:NamedIndividual>
.....

```

(5)General axioms(公理描述)

```

<rdf:Description>
  <rdf:type rdf:resource="&owl:AllDisjointClasses"/>

```

```

<owl:members rdf:parseType="Collection">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#交易中间件"/>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#对象中间件"/>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#数据访问中间件"/>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#消息中间件"/>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/2013/10/Configuration.owl#远程过程调用中间件"/>
</owl:members>
</rdf:Description>
.....

```

### 4 配置管理本体在贵州电网数据中心的应用

随着贵州电网数据中心规模的不断扩大以及集约化程度的不断提升,传统的设备级监控方法已经不能满足其对复杂异构基础架构环境、复杂应用业务逻辑的监控要求。有效地整合底层不同来源的设备级监控信息及应用级监控信息,并将其运行状态与相关配置信息融合,共同展现给值班人员和运行维护人员查看,对于数据中心关键资源和关键系统的运行维护、故障恢复等都具有非常重要的智能化支持作用。

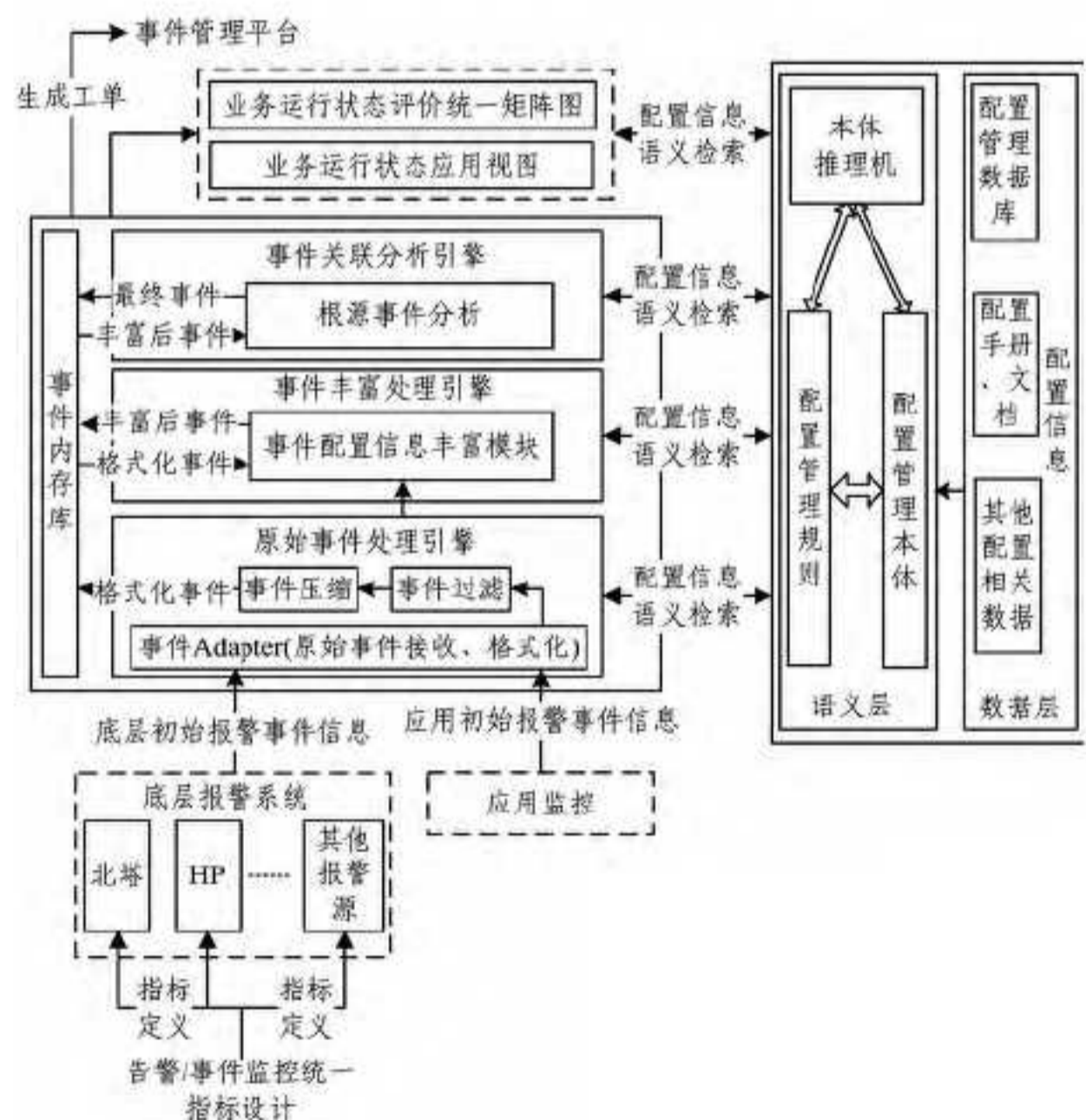


图3 配置管理本体在贵州电网数据中心监控系统中的应用

图3所示为配置管理本体在贵州电网数据中心业务运行状态监控系统中的关键应用,主要是基于配置管理本体中配置项的语义描述信息,采用语义检索的方法获取配置项之间的显性关系等显性知识,通过语义推理方法获取配置项之间的隐性关系等隐性知识,从而:

- (1)发现大量原始报警信息中的根源事件,过滤与压缩非关键事件,以提高报警的准确率和故障的恢复效率,降低系统

维护人员的压力;

(2) 进行关键报警事件的配置信息丰富处理, 即报警时可实时展现其相关配置信息等, 无需维护人员再通过耗时较多的繁琐手工查询获取事件配置信息;

(3) 获取报警事件之间的关联, 或对报警事件的关联事件进行预测预警, 为维护人员制定事件处理流程提供决策依据, 同时降低事件的影响程度;

(4) 在业务运行状态展示中, 展现从物理层到逻辑层, 再到业务层的所有与该业务相关的 IT 组件之间的关系, 并在对应节点上显示其报警信息, 整体反映业务运行状况。

**结束语** 针对拥有复杂的异构基础架构环境、复杂的应用业务逻辑的贵州电网数据中心配置项激增, 配置项之间的关联关系错综复杂, 配置管理涉及人员角色众多, 对配置项及其关系的命名、定义和理解各有差异等问题, 引入了本体技术对复杂的配置项进行语义管理, 构建了配置管理本体, 给出了其逻辑结构及其 OWL 语言的描述形式, 实现了不同配置管理数据库、不同数据存储、不同角色之间配置信息的融合、共享与重用。最后研究了配置管理本体在贵州电网数据中心业务运行状态监控系统中的关键应用与意义。

(上接第 473 页)

先基于 Petri 网的飞机总体布置过程和技术状态控制建模方法<sup>[9,10]</sup>定义工作流程和技术状态更改流程, 分配各个协作结点的人员、角色和权限信息, 然后上传流程定义文件, 实例化流程定义, 在任务执行 Web 服务、任务查询、任务通知、任务归档等 Web 服务的支持下, 多专业人员开展跨时空的交流与协作, 完成异步协同设计与协调任务。通过同步和异步协同设计应用功能的组合使用, 支持多专业设计人员按照“设计-协调-再设计-再协调”的工作模式, 进行飞机总体设计指标的分解、分配、设计、反馈、调整、落实和验证, 从同步协作、过程管理和技术状态控制多层次支持总体设计方案迭代设计。

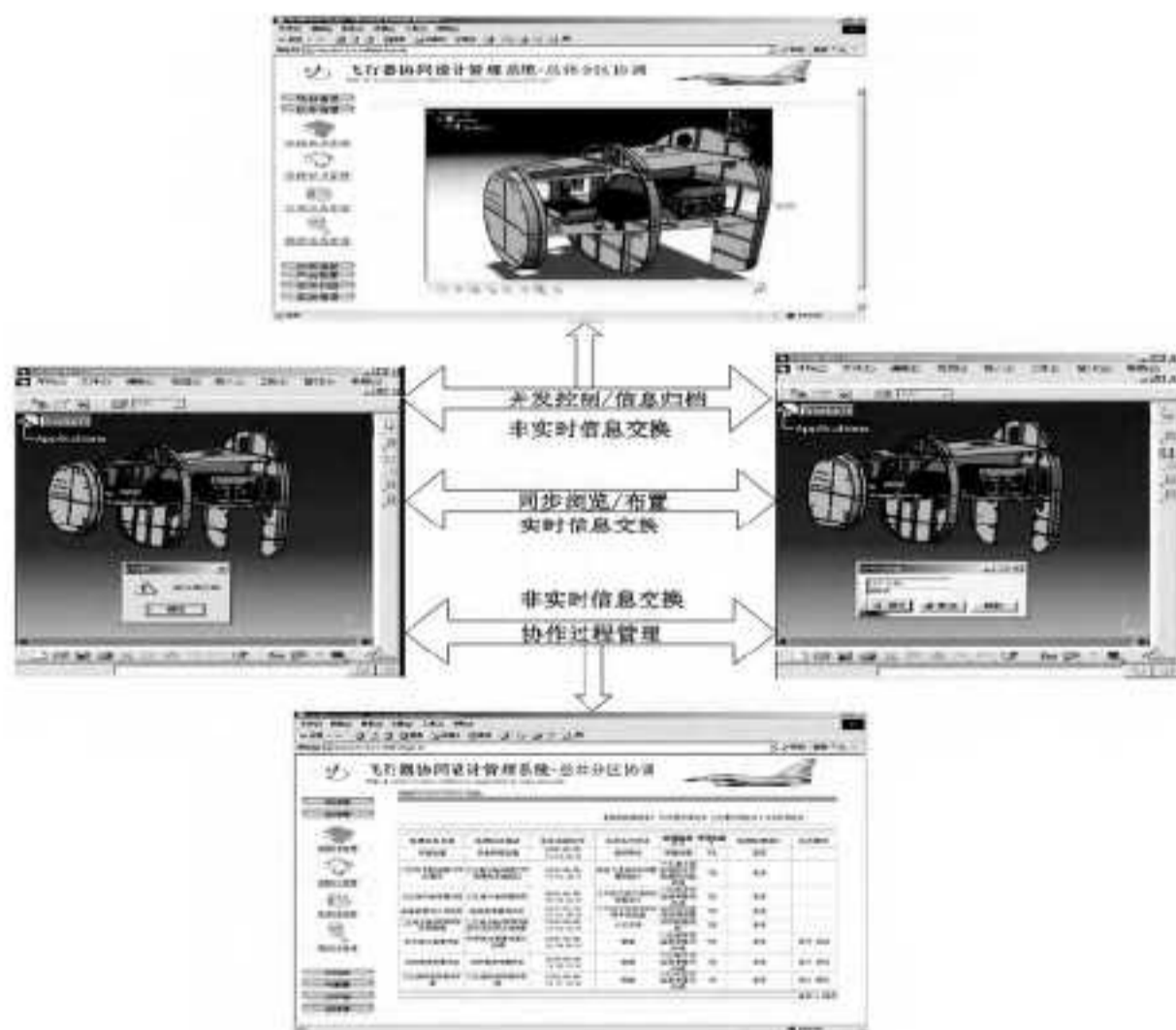


图 4 基于双总线架构的飞机协同设计原型系统

**结束语** 针对飞机研制过程中实时/非实时与同构/异构系统信息协作需求并存的特点, 本文提出了一种基于 Web 服

## 参考文献

- [1] Klosterboer L. Implementing ITIL configuration management [M]. IBM Press, 2008
- [2] Sharifi M, Ayat M, Sahibudin S. Implementing ITIL-based CM-DB in the organizations to minimize or remove service quality gaps [C] // Second Asia International Conference on Modelling & Simulation. 2008; 734-737
- [3] 严威, 沈备军. IT 服务管理中分布协作支持的研究与实现 [J]. 计算机工程, 2010, 36(20): 247-249
- [4] 李善平, 尹奇, 胡玉杰, 等. 本体论研究综述 [J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(7): 1042-1051
- [5] 李江华, 时鹏, 胡长军. 一种适用于复合术语的本体概念学习方法 [J]. 计算机科学, 2013, 40(5): 168-172
- [6] 吕艳辉, 马宗民, 王玉喜. 基于关系数据库的 OWL 本体构建方法的研究 [J]. 计算机科学, 2009, 36(7): 153-156
- [7] Ayachitula N, Bucu M, Diao Yi-xin, et al. IT service management automation-A hybrid methodology to integrate and orchestrate collaborative human centric and automation centric workflows [C] // IEEE International Conference on Services Computing. 2007

务和 Agent 的协同设计系统架构, 通过 Web 服务总线整合异构系统支持非实时协作信息交换, 通过 Agent 代理总线整合同构系统支持实时协作信息交换, 并由此构建了一个集成 CATIA 客户端和工作流协作过程管理功能的飞机协同设计原型系统, 双总线架构适用性和有效性得到了进一步验证。

## 参考文献

- [1] 史美林, 向勇, 杨光信, 等. 计算机支持的协同工作理论与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000
- [2] 王凯. 面向飞机总体布置的协同设计关键技术研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010
- [3] 王钢林, 武哲. 基于虚拟样机的飞机总体设计环境的体系研究 [J]. 航空学报, 2005, 26(2): 162-167
- [4] 樊江, 陈志英, 王荣桥. 航空发动机外部管路多 Agent 协同设计系统框架 [J]. 航空动力学报, 2006, 21(1): 186-189
- [5] 潘吟飞, 许端清, 陈纯. 基于 Web 服务的网络化协同设计框架 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(5): 606-612
- [6] 贺东京, 宋晓, 王琪. 基于云服务的复杂产品协同设计方法 [J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 533-539
- [7] 史昊, 庄毅, 王凯. 一种基于 XML 的可变粒度冲突避免策略的研究 [J]. 南京师范大学学报, 2008, 8(4): 77-81
- [8] 严巍, 黄志球, 刘毅, 等. 协同设计中层次访问控制模型的研究 [J]. 计算机工程, 2008, 13(34): 40-42
- [9] 王凯, 刘毅, 李文正. 协同工作模式下的飞机总体布置设计过程建模 [J]. 重庆大学学报, 2012, 2(12): 63-69
- [10] Wang kai, Liu yi. Petri net-based airplane overall configuration control method. The Second International Conference on Modelling and Simulation [C] // Manchester, England, 2009: 183-188