

「继电保护」

一体化模式下的继电保护仿真系统设计

文/广西电网公司柳州供电局 张琳

基于一体化模式的要求，提出将面向服务的架构应用于继电保护仿真系统的设计，用以改善现有异构平台下互操作性不好的问题，WCF和RIA技术屏蔽后台逻辑代码的功能，使系统以标准化、统一化接口的形式呈现给客户端，实现了系统的扩展性，并易于其他功能的集成。

电力系统的高速发展及综合自动化系统的应用，使得电力系统在自动化领域逐步实现了从变电站、发电厂到各级调控中心的一体化实时监控系统，在电网复杂性增加的同时也提高了对电网安全性的要求，DTS系统是调度员进行事故处理培训的技术支持系统，其中继电保护仿真动作的正确性是DTS系统真实可靠的一个重要标志。

一体化电网运行智能系统（Operation Smart System, OS2）要求实现电力业务和信息的横向协同和纵向贯通，即实现电力应用系统的平台统一化、接口标准化、功能集成化和数据共享化。而传统的继电保护仿真系统由于存在异构平台下互操作性的问题，多种模块重复开发，系统的扩展性和复用能力不高，造成了开发上的浪费。针对这一现象，基于南方电网一体化电网的要求，本文将面向服务的思想应用于仿真系统的设计，设计统一标准化接口的用于分布式异构平台下的继电保护仿真系统。

开发技术及系统架构的选取

网络技术的发展使得电力应用软件从传统的C/S模式转向Web方式下的B/S模式，传统的Web界面由于受到Web服务器的限制，在用户体验和系统响应方面存在不足。在此背景下，面向服务的架构及RIA技术的出现使这些问题得到解决。

RIA（Rich Internet Applications）富互联网应用程序技术是将良好的用户体验与Web应用相结合，使界面设计和后台程序代码解耦，在客户端

设计上具有跨平台及跨浏览器的特点，与后台的异步通信提高了通信效率。

面向服务的架构（SOA）是将软件系统以通用的及平台无关的技术实现异构平台下的互操作性。SOA是一种在结构上松度耦合的分布式架构，将功能封装成服务的形式，服务间通过标准的接口进行联系，接口定义的方式独立于服务具体实现的平台、后台设计语言和操作系统，由此，系统中的各服务便以一种统一的、标准化的方式进行通信。

本文基于一体化的思想，应用RIA技术和SOA架构研究和设计一体化模式下的继电保护仿真系统。

一体化模式下的继电保护仿真系统SOA框架设计

仿真系统采用了面向服务的架构，其体系结构如图1所示。

智能客户端应用RIA技术开发具有良好用户体验的人机界面，在此界面中完成图元绘制、设备及保护参数的录入及配置，最后结果的显示等。在此技术下，客户端通过生成服务代理来异步调用后台服务，以此屏蔽后台的开发平台，使系统具有较强的异构性和可扩展性。

服务器端采用SOA分布式架构设计的思想，相比传统应用软件增加了一层即服务层，其中各层功能如下。

数据库中存放各种应用所使用的数据参数

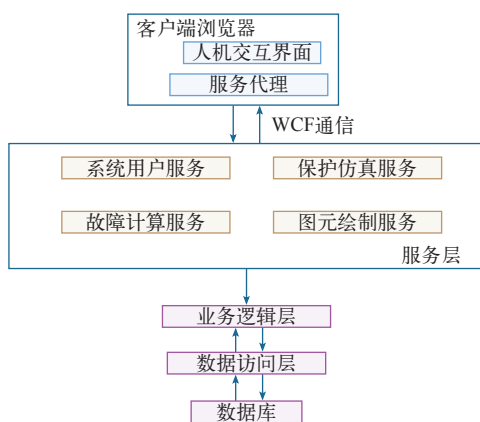


图1 继电保护仿真系统体系结构图

表、例如线路参数表、变压器参数表、开关刀闸参数表、电容器参数表、电抗器参数表、母线参数表等用于存放电力设备参数信息；由于系统采用图模一体化设计，因此在绘制电力设备图元时会自动在数据库中建立相应的电力设备记录，将相关参数存入电力设备参数表中；进行设备连接时也会相应地将其连接关系添加到连接关系表；保护装置表、故障信息表分别用于存放保护装置及故障设置后产生的信息。

业务逻辑层是服务层功能的具体实现，在本系统中从实时性和真实性方面进行考虑，采用了逻辑法和定值法相结合的仿真设计思想，结合后台数据库完成相关保护的仿真。

服务层将业务逻辑层中具体的功能模块进行封装，使其以一种标准化接口的服务形式暴露给客户端，通过WebService发布服务。

继电保护仿真模型的设计

实际电力系统中的保护的配置种类繁多，多种具有相同或相似保护原理的保护装置相互配合完成一个元件的保护功能。基于此现象，本系统采用模块化的设计思想，将相同原理的保护建立统一的保护模型，根据不同的元件设备划分成不同的保护对象，将相关的保护模型进行组合完成保护的配置功能，如图2所示。使用此模型具有通用性及其扩展性，需要新增保护模型时，只需在程序中添加相应的保护模型代码。

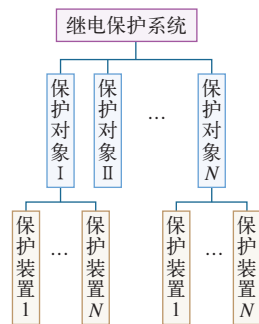


图2 仿真模型设计图

继电保护仿真系统服务封装的实现

1. 服务封装技术的选取

一体化模式下的继电保护仿真系统要求实现异构平台下的互操作性，因此本文采用采用Windows通信基础（Windows Communication Foundation，WCF）将SOA架构下系统的功能模块封装成与后台开发代码及平台无关的服务接口。它将业务以终结点的形式供用户调用，在此终结点中将服务的位置、通信方式和数据类型及方法定义在地址、绑定和契约中，用以客户端的调用。

2. 继电保护仿真异构平台服务的实现

本系统在Visual Studio 2010开发环境下完成服务服务及后台代码的编写，设计完成WCF服务层后会生成相应的服务接口文件，服务的实现文件及配置文件。其中服务接口文件是契约文件，完成业务逻辑功能模块的封装，由三部分组成，分别为：

服务契约（ServiceContract）：服务的标准化接口实现，完成了功能模块的封装。

操作契约（OperationContract）：定义和完成了服务中的各种操作方法。

数据契约（DataContract）：定义了客户端和服务端之间调用服务的数据格式。

以本系统为例，相应的服务契约及操作契约实例如下。

[ServiceContract] //保护仿真服务契约

public interface ISimulationService

{

.....

.....

[OperationContract]

bool LineProte_Simulation (FaultInfo fi);

[OperationContract]

bool TransformerProte_Simulation (FaultInfo fi);

.....

.....

}

以故障信息类为例，定义的数据契约的格式如下：

[DataContract] //故障信息类的数据契约

public class FaultInfo

{

```
[DataMember] //故障设备标号
public int FaultEquipmentId {get; set; }
[DataMember] //故障设备类型
public int FaultEquipmentType {get; set; }
[DataMember] //故障距离
public int FaultDistance {get; set; }
[DataMember] //故障类型
public int FaultKind {get; set; }

.....

.....

.....
}
```

服务端口需进行配置才能使用，在配置文件中指明服务的名称，如本系统中为“SimulationService”，还需标明此终结点的地址和通信方式等具体配置内容。客户端调用此服务时也在服务代理处配置相应的接口文件，据此，双方进行通信。系统采用Internet信息服务作为宿主来承载服务，此方式使用SOAP协议，安全性较高。

3. 智能客户端界面

本系统使用Silverlight中的RIA特性用以智能客户端界面的开发。如图3所示。

- 1) 保护的配置规则功能。以保护对象的设备类型为依据，对其保护配置规则进行说明。
- 2) 图元库介绍功能。对绘制图元的具体操作进行说明。



图3 系统设计主界面

3) 保护仿真界面功能。完成图元绘制形成一次接线图，将相关连接关系及设备参数存入数据库中，完成相应设备的保护配置和故障设置，调用仿真服务。

4) 帮助功能。对用户使用过程中的一些常见问题阐明解决的办法。

5) 返回功能。

结束语

基于一体化模式的要求，电力系统应用软件要求实现统一化、标准化应用，本文将面向服务的思想用于继电保护仿真系统架构的设计，应用WCF封装技术隐藏实现的平台及技术，对外暴露标准化的接口。RIA开发的用户界面，具有很好的用户体验，同时也实现了与程序代码的隔离，具有跨平台的应用特性。EA

(收稿日期：2014.12.25)

[编辑：白文亭]

(上接第65页)

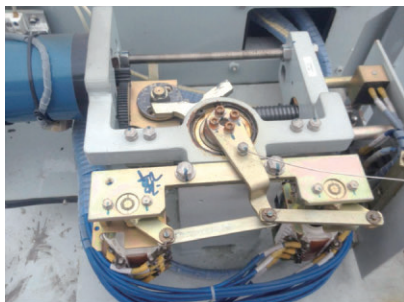


图4 操作机构图

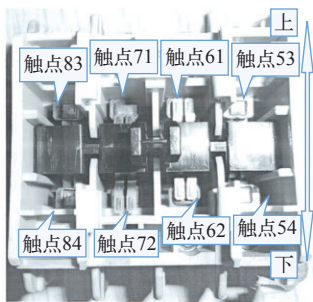


图5 89T71-72触点移位

2) 为了能使隔离开关操作时，不至于合闸超过正常行程，可将终端微动开关的接点串入电动机回路中。在合闸到位时，通过该微动开关触点的断开，迅速切断电动机回路，达到电动机停止运转的目的。

3) 改善二次元器件的运行环境，能有效地提高其寿命。

结束语

GIS一次设备的设备成本、可靠性及重要性相比二次元器件都要高，往往受到设备制造厂家和用户更高的关注度，在制造或采购时能投入更多的成本。二次元器件具有易更换、成本低、用量大等特点，往往容易被忽视。但二次元器件的损坏引起的设备拒动，同样需停电检修，不仅给电力系统造成损失，还给检修运行人员造成很多不必要的麻烦。设备制造厂家要提供质量较优的二次元器件，设备管理单位要提供良好的设备运行环境，只有这样才能提高设备的使用寿命，减少设备故障率，提高供电可靠性和稳定性。EA

(收稿日期：2014.12.25)

[编辑：白文亭]