

# Microsoft .NET 在开发电网暂态稳定用户控制平台中的应用

刘丽芳, 邓长虹

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 简介了 .NET 框架和 C# 语言, 与目前常用的界面开发平台及语言做了详细对比, 指出其广阔的发展前景, 并综述了在 .NET 平台下利用 C# 语言开发用户控制平台的优势。结合华中电网暂态稳定用户控制平台的开发经验, 略述了应用 .NET 开发电网暂态稳定用户控制平台的优点, 主要介绍了强大而方便的数据库操作功能、丰富灵活而且又简单的控件设计、完全的面向对象的语法适合于专家系统的开发、Web service (C/S 结构) 的应用这 4 个方面。实践证明 .NET 框架和 C# 语言是界面设计者的极好选择。

**关键词:** .NET 平台; C# 语言; 数据库; 电力系统稳定

**中图分类号:** TM769 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)13-0063-05

## 0 引言

现代电力系统由于机组容量大、输电电压高、分布地域广、构成元件多、响应速度快, 因而运行特性复杂, 控制管理困难, 各电网之间联系紧密, 运行数据庞大。电力系统在线准实时稳定控制是稳定控制发展的重要方向, 而相应的用户控制平台也是非常重要的。人们要求界面更友好、功能更强大的用户控制平台, 能够适应日益发展的现代电力系统。

随着网络的发展, 网络的高效率和良好的互动性日益突出。利用 .NET 平台可以通过网络实现更好地控制复杂电力系统稳定的目标。数据库访问是稳定控制中应用最普遍的部分, 而随着 .NET 平台中 C# 和 ADO.NET 的引入, 这种操作变得更方便。C#.net 在设计控件方面功能强大, 极大减轻了设计图形处理模块工作的繁琐。同时, C# 语言是一种完全面向对象的编程语言, 利用它来开发电网暂态稳定用户控制平台中的专家系统, 具有很多优点。

本文结合作者开发华中电网暂态稳定用户控制平台的实际经验, 对应用 .NET 开发电网暂态稳定用户控制平台的诸多优点作了初步介绍。

## 1 简介 .NET 平台和 C# 语言

### 1.1 .NET 平台

事实上, .NET 就是微软公司搭建的第 3 代因特网平台。

.NET 统一了编程类库, 提供了对下一代网络通信标准, 可扩展标记语言 (Extensible Markup language, XML) 的完全支持, 使应用程序的开发变得更容易、更简单。

.NET 平台的一个重要特点是, 它没有像 Java 那样使用虚拟机技术。运行在 .NET 上的软件被完全编译, 并且像 C 程序编译代码一样运行在机器一级。这种系统意味着所有语言有一个共用的层次, 它们在该层次上共享它们的中间格式。因此, 用 C#、VB、FORTRAN、COBOLD 等语言所编写的模块混合能够被用于创建单个应用程序。

简而言之, .NET 是一种面向网络、支持各种用户终端的开发平台环境, 是网络上用来开发并执行“服务”的平台, 在当今的网络时代有着广阔的应用前景。

### 1.2 C# 语言

C# 是微软公司为了能够完全利用 .NET 平台优势而开发的一种新型编程语言。C# 语言从 C 和 C++ 演变而来, 它是简单、现代、完全面向对象、类型安全的编程语言。它将 Visual Basic 的高效率和 C++ 的底层能力结合在一起<sup>[1]</sup>。

C# 与其他编程语言的比较, 最显著特点就是, 功能像 C++ 一样强大, 而操作像 VB 一样简单, 同样有 RAD (快速应用开发) 的编程风格。

C# 和 Java 一样, 承袭了 C++ 的部分语法, 但 C# 是完全面向对象的, 比 C/C++ 的不完全面向对象要清楚, 好学得多。并且 C# 摒弃了 C++ 的复杂性, 使它更易用、更少出错。最重要的是, 相对于 C++ 用 C# 开发应用软件可以大大缩短开发周期, 并可以利用原来除用户界面代码之外的 C++ 代码。

同时, C# 要比 MFC 简单的多, 实现一个同样的 Windows 桌面, 应用 C# 的开发速度是 MFC 的 2 到 3 倍, 而且几乎看不见性能的损失。

在编写用户界面方面, VB 和 C# 相差不多。尤

其是在使用标准的界面元素上,两者极其相似。如要编写高级的界面,C#强大的用户控件功能将会显示出优势。VB的最大缺点就是没有系统级别的实现能力,跨平台能力很差,编译后代码比较长。现在C#不仅继承了VB的优点,而且还抛弃和解决了它的缺点。

与Java相比,C#和.NET整个架构更适合客户端和服务端工作的混合,而Java则在其客户端有一定的缺陷。而且C#的速度是Java可望而不可及的。

## 2 在.NET平台下利用C#语言编写电力系统稳定控制用户平台

随着网络的发展,人们认识到网络的高效率和良好的互动性,于是在网络上开发和执行的“服务”平台成为企业软件开发的趋势。电力系统稳定控制平台如果能够用web service通过网络提供给其他的应用系统或者web service使用,那么将可以达到更好地控制复杂电力系统稳定的目的。利用.NET平台以及C#语言编制用户界面程序可以实现这个预期目标。

Visual Studio .Net提供了开发Microsoft Windows(Web)应用程序的最迅速、最简捷的方法。利用C#语言,不论是资深专业开发人员还是初学者,都可以得心应手地开发出功能强大的应用软件。

下面结合华中电网稳定控制用户平台的设计,略述利用C#语言编写稳定控制用户平台的方法和优点。

### 2.1 数据库的访问和编辑

电力系统稳定控制平台首要是实时采集电力系统各个节点的各项数据,除送入计算程序入口外,还可将数据显示、存储及打印。数据采集处理的实时性和完整性一直是稳定控制的目标,也是难关,尤其现在电网日趋复杂庞大,跨省联网的情况越来越多,需要考虑的节点数以千计,需要采集的数据更是繁多。

目前,几乎所有的电网稳定控制软件都用数据库来管理这些数据。随着数据的日益浩繁和对实时性可靠性的要求的提高,如何能更方便准确地操作数据库显得越发重要。同时,数据库的建立与访问是电网稳定控制程序中应用最普遍的部分,使用简洁的数据库操作方法能够极大提高程序的工作效率。

利用.NET框架中的数据访问组件System.Data.ADO很容易连接、访问和编辑数据库,能够满足

上述需求。下面简述ADO操作MsAccess2000数据库的方法。

先建立一个MsAccess2000数据表,其结构如表1所示,表名是operascheme,文件名是scheme.mdb。

表1 一个MsAccess2000数据表的例子

Tab.1 An example of MsAccess2000 database

operascheme ID	operascheme Name
1	Topol
2	WaterTurb
3	Generator
4	Loadflow
.....	.....

在使用ADO类之前,我们将把ADO.NET的命名空间和一些常用数据类包括进来。把下面的代码加入到进行数据库操作的地方。它的具体位置应该是命名空间行之后,类声明之前。

```
using System.Data; // State variables
using System.Data.ADO; // Database
using System.Globalization; // Date
```

运行如下用C#语言编写的程序可实现连接到MsAccess2000数据库scheme.mdb,并返回一个Dataset对象,利用Dataset对象读取表中信息。Dataset控件功能强大,对界面设计者来说可以减少很多繁琐的工作而达到预期的效果。利用Dataset对象的属性方法可以完成对数据库中记录的所有操作,例如查询、增加、删除和修改。

```
.....
public class MainClass
{
public static void Main ()
{
// 定义连接字符串和选择命令字符串
string strAccessConn = "prvider = Microsoft. Jet.
OL EDB. 4. 0 ;Data Source = scheme. mdb ";
string strAccessSelect = "SEL ECT * FROM operascheme "
// 建立记录集,并填进表 operascheme
DataSet myDataSet = new DataSet();
myDataSet.Tables.Add("operascheme");
// 创建 ADO 实例
ADOConnection myAccessConn = new ADOConnection
(strAccessConn);
ADODataSetCommand myAccessDataSetCmd = new
ADODataSetCommand();
myAccessDataSetCmd.SelectCommand = new ADOComr
mand(strAccessSelect, myAccessConn);
myAccessConn.Open();
try{ myAccessDataSetCmd.FillDataSet(myDataSet, "op-
```

```

erascheme ") ; }
finally{ myAccessConn. Close() ; }
// 利用 DataSet 对象读取表中信息
try{
    // 一个记录集可以包含多个表,把它们放到一个
    数组中
    DataTable[] dta = myDataSet. Tables. All;
    foreach (DataTable dt in dta){ Console. WriteLine( "
Found data table {0} ", dt. TableName) ; }
    // 从一个记录集中得到这个数据集中的表格数
    Console. WriteLine( "{0} tables in data set ", my-
DataSet. Tables. Count) ;
    // 下面的几行程序说明了如何自动从数据库中得
    到一个记录集中行、列的信息
    Console. WriteLine( "{0} rows in operascheme table ", my-
DataSet. Tables[ "operascheme "]. Rows. Count) ;
    DataRow[] dra = myDataSet. Tables[ "operascheme "]. Rows.
    All;
    Console. WriteLine( "{0} columns in operascheme table ", my-
DataSet. Tables[ "operascheme "]. Columns. Count) ;
    DataColumn[] drc = myDataSet. Tables[ "operascheme "].
    Columns. All;
    }
    catch (Exception e)
    { Console. WriteLine( "Ooops. Caught an exception :
    \ n{0} ", e. Message) ; }
    }
    }
    .....

```

## 2.2 利用 C# 设计用户控件的功能设计元件库

在 C# .net 开发环境中,普通控件例如命令按钮、文本框、工具栏等很全面丰富。开发者可以利用这些控件设计漂亮实用的界面,而不需编制这些控件的代码。同时,设计者开发自己的控件是非常方便的。与 VB 相比,C# .net 的控件更多,编辑控件更方便。

在设计电力系统稳定控制平台的过程中,可以利用 C# .net 的这个优势,快速而方便地达到设计控件的目的。由于设计电力系统稳定控制平台必须考虑适应电力系统快速发展的要求,而现有的电力系统电气接线图,可能在一两年内就发生改变,例如增加了母线、节点、发电机、变压器,改变了接线方式等。因此,如果在稳定控制平台的电气接线图的绘制部分允许用户添加/删除元件,改变电气接线图,将会适应电网的发展,而不用对整个稳定控制程序作修改。同时,用户只需执行用鼠标点击菜单或工具栏按钮之类的简单操作,可以极大地减轻以往人

工绘制的繁琐。

在设计电力系统稳定控制平台的图形处理模块过程中,可以利用 C# .net 在设计控件方面的优势,快速而方便地达到上述要求。

我们将上面所说的元件做成自定义控件,其属性包括元件类别(母线、节点、发电机、变压器等)、元件形状、元件参数型号等,可完成在画布上显示对应元件的形状、更改元件属性、添加元件参数等功能。具体实现步骤如下:

### 1) 确定绘图区

定义一个 PictureBox 控件作为绘图区域。

### 2) 设计控件呈现的图形。

先定义一个用户控件,然后调用 CreateGraphics 方法,创建 Graphics 对象。例句如下:

```

Graphics g;
g = this. CreateGraphics() ;// 在这个控件下创建一个
Graphics 对象。

```

再利用 Graphics 对象调用适合要绘制形状的方法,并提供所有需要的参数,得到发电机、变压器等元件的图形。

### 3) 为控件添加方法。

save 方法,用来保存元件的状态;show 方法,用来显示元件的状态。

### 4) 为控件添加事件。

单击事件,调用控件的 show 方法,显示当前的状态。双击事件,弹出对话框,让客户输入大小尺寸、型号参数等(此对话框与电网元件数据库链接)。鼠标事件 MouseDown,取鼠标在绘图区的坐标(x, y)动态确定控件的 top, left 等位置。

### 5) 与数据库接口。

使用数据处理对象 ADO 来将元件属性中的数据转化为数据库表中的数据。这样就可以将图形处理模块的数据与暂稳计算模块的数据建立关联。通过查询和比较的方法,就可以使数字与生动的图形相对应。有了这个接口之后,用户只需对照图形就可以修改和编辑各种系统信息和数据。

### 6) 调用控件。

给界面的工具栏中的 Botton 添加单击事件,在绘图区中鼠标所在的位置动态创建这个控件的实例。

使用者运行编辑电气接线图的界面时,点击工具栏中的 Botton,鼠标所在位置将出现对应的元件形状,将它移动到电气接线图中相应位置。然后双击,在出现的对话框里输入参数,保存后程序自动把这些增减的元件及其属性参数写入数据库。这样当

电气接线图改变的时候,不用再将整个程序进行改动,只要根据增减的控件改动数据库就可以了。

### 2.3 利用类的概念简化数据表达

在编制运行方式专家系统的推理程序时,必须对运行方式作完整准确的描述。运行方式包括几个属性,不同的运行方式的属性值不一样,依据这些属性可以建立描述运行方式的框架。而每一个属性包括不同的侧面,每一个侧面有侧面值。

根据对系统稳定的影响来分析运行方式,描述运行方式的属性有:拓扑结构、水组、潮流功率等等。用框架表示法和产生式表示法结合,结构如下:

框架名:运行方式

槽名 1:拓扑结构

侧面名 1 < 500 kV 线路 > :侧面值 r111 < 结论 >

侧面值 r112 < 结论 >

.....

侧面名 2 < 220 kV 线路 > :侧面值 r121 < 结论 >

侧面值 r122 < 结论 >

.....

槽名 2:水组

侧面名 1 < 水组 1 > :侧面值 r211 < 投入 结论 >

侧面值 r212 < 未投入 结论 >

侧面名 2 < 水组 2 > :侧面值 r221 < 投入 结论 >

侧面值 r222 < 未投入 结论 >

.....

利用 C# 语言对上述这种运行方式的描述具有别的非面向对象语言没有的优势,因为 C# 是完全面向对象的语言,其中类的概念非常适用于框架表示法。

运行方式的框架有多个属性,而每个属性下又含有子属性(即侧面),在 C# 中,这种结构叫层次结构的数据,即这种字段下含有子子段的数据。用结构体来描述每一个复合的属性,描述很简洁且管理很方便。定义运行方式框架类的语句如下:

```
...
struct topol {
    string Kv500;
    string Kv220;
    ...
}
struct WaterTurb {
    string WTurb1;
    string WTurb2;
    ...
}
...
```

```
class OperaScheme {
    private topol;
    private WaterTurb;
    ...
}
...
```

### 2.4 web service(C/S 结构)的应用

利用 C# 开发用户界面,可以把传统桌面应用程序移植到基于 web 的应用程序,编制网页形式的软件,发布很简单,而且装了一次就不用再装。这种方式应用在庞大的电力系统中,可以提高效率,并减少因为安装软件带来的错误。

具体的做法是:将访问工作站数据和中心站数据的 C# 程序放到中心站的服务器上,这样,无论工作站有多少台计算机,在中心站服务器的程序就一个。中心站可以通过局域网随时获取各工作站的数据,而工作站要想取得中心站的数据,直接访问这个程序的网页就行。当这个程序升级时,只用升级服务器的程序即可。这样就不用在工作站计算机上安装最新的应用程序,那么增加工作站也就不会增加安装程序的工作量,而且,在应用程序中所做的修改立即可以被所有工作站所使用。

无论工作站还是服务器,最重要的是后台工作,用 C/S 结构就可以了,因为有很多工作需要在本地完成。

## 3 结论

1) 实践证明,利用 .NET 平台设计电网暂态稳定控制用户界面,过程简单,功能强大,是界面设计者的极好选择,应用前景广泛。

2) 使用了 .NET 平台的网络连接、数据库编辑等功能的电网暂态稳定用户控制界面,能够做到既满足实时性的要求,又灵活可靠,能够适应日益发展的现代电力系统。

### 参考文献:

- [1] 丁鹏(DING Peng). Inside C# —C# 编程从入门到精通(第一版)(Inside C# —Mastery of C# Program, First Edition) [M]. 北京:北京希望电子出版(Beijing:Beijing Hope Electronics Press), 2002.
- [2] 吕东晓,李勇,肖昌育,等(L üDong-xiao, LI Yong, XIAO Chang-yu, et al). 华中电网在线稳定控制系统的研究与开发(An Online Stability Control System for Central China Power System) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2002, 26(4): 34-41.

- [3] 栗然,卢锦玲,盛四清(LI Ran, LU Jir-ling, SHENG Si-qing). 基于关系数据库的电网结构知识表示(Power System Structure Knowledge Expression Based on Relationship Database)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems),2002,26(9):71-74.
- [4] 党德玉,张炜(DANG De-yu, ZHANG Wei). 一种基于动态数据库的电网接线实时显示系统(A Realtime Display System of Electrical Power Network Topology Based on Dynamic Databases)[J]. 计算机应用研究(Application Research of Computers),2002,19(3):91-93.
- [5] 卢学军,缪思恩,王一欧,等(LU Xue-jun, MIAO Si-en, WANG Yi-ou, et al). 故障诊断专家系统知识处理及知

识库管理方法研究(Knowledge Management of Fault Diagnosis Expert System)[J]. 计算机工程与应用(Computer Engineering & Application),2001,37(24):167-169.

收稿日期: 2003-09-24; 修回日期: 2004-10-24

作者简介:

刘丽芳(1977-),女,硕士研究生,从事电力系统稳定控制、计算机应用的研究;E-mail:llf1949-cn@sina.com

邓长虹(1963-),女,副教授,博士,硕士生导师,主要研究领域为电力系统稳定控制、电力系统仿真、人工智能在电力系统中应用等。

### Application of Microsoft.NET for user application software of transient stability control in power networks

LIU Li-fang, DENG Chang-hong

(College of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** This paper introduces Microsoft.NET framework and C# language, compares them with other frameworks and languages, and indicates their bright future. Combined with the developing experience of Central China power system transient stability user application software, the advantages of developing a user application software of transient stability control in power networks by Microsoft.NET is described. The software is noticeable in: powerful function to handle datadase expediently, plentiful User Controls to design component easily, the OOP language fitting for developing expert system and applications of Web service. The practice has verified that Microsoft.NET framework is a very good choice for Windows interface deviser.

**Key words:** .NET framework; C# language; database; power system stability

(上接第 58 页 continued from page 58)

- [2] 徐凤,李政道,解大,等(XU Feng, LI Zheng-dao, XIE Da, et al). 电力系统多仿真软件数据池在华东电网的应用(Data Pool of Power System Simulation Package and Its Application in ECPN)[J]. 华东电力(East China Electric Power),2001,(12):1-3,73.
- [3] Prabha Kundur. Power System Stability and Control [M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),2001.
- [4] 中华人民共和国电力行业标准(Electric Power Industry Standard of China). 电力系统自动低频减负荷技术规范

(Rules of Automatic Low-frequency Technology for Electric Power System)[S].

收稿日期: 2003-10-20; 修回日期: 2003-11-18

作者简介:

王冲(1978-),男,硕士研究生,方向为电力系统 FACTS 研究,电力系统仿真;E-mail:sjtuchong@163.com

解大(1969-),男,副教授,主要从事电力系统仿真和电力系统 FACTS 研究;

陈陈(1938-),女,教授,博士生导师,IEEE 高级会员,研究方向为电力系统稳定控制。

### Development and application of power system under-frequency load shedding analysis software package

WANG Chong<sup>1</sup>, XIE Da<sup>1</sup>, CHEN Chen<sup>1</sup>, YU Xufeng<sup>2</sup>

(1. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China;

2. Shanghai Electric Power Dispatching & Communication Center, Shanghai 200010, China)

**Abstract:** Under-frequency load shedding is an important and effective means to control common faults and large-scale complicated faults in power system. Cutting load correctly and quickly can make the whole system return to stable state in the shortest time, and the setting calculation of load cutting must be reasonable and precise to achieve the goal with minimal quantity of load cutting within shortest time. The proposed software package is composed of database foundation, data conversion and input, frequency computation and analysis, and load-cutting scheme optimization. The package can offer improved solution according to system parameters and regulation request, and it has convenient interface and easily-maintained and renewable database. Such superiorities are verified via the application and simulation in Shanghai power system.

**Key words:** under-frequency load shedding; frequency analysis; database pool