

设计模式在继电器特性曲线类库开发中的应用

朱忠亭¹, 彭鲁昌², 王建芳¹, 朱用荣¹, 张沛超³

(1. 华东电力设计院, 上海 200063; 2 新疆兵团农三师电力公司,

新疆 巴楚 843803; 3. 上海交通大学, 上海 200240)

摘要: 微型机继电保护利用软件技术实现特性曲线, 脱离了传统保护实现上的很多束缚, 从而可以设计出更为复杂、更为灵活、更能满足保护四统一要求的动作特性曲线。然而, 这也为开发通用化的继电保护测试软件带来了很大的困难。因此, 封装优良、复用性好且可扩展性强的继电器特性曲线类库对于继电保护测试软件的开发有重要意义。设计模式就是面向对象软件的设计经验的总结, 可以直接用于指导各种面向对象软件的设计。针对继电器特性曲线类库开发中遇到的问题, 提出由 Facade 和 Strategy 模式相结合的解决方案。该类库已经成功应用于继电保护测试软件中。

关键词: 设计模式; 继电器; 特性曲线; 面向对象

中图分类号: TM774 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)12-0080-03

0 引言

随着微型机继电保护技术的不断发展, 越来越多的高性能继电保护装置开始应用于现代电力系统中, 继电保护测试对数字仿真性能的要求越来越高, 传统的继电保护测试装置和方法已经无法满足要求。文献 [1] 提出了新型继电保护测试仪的工作原理, 继电保护测试系统一般包括上下两层: 上层是 PC 机, 测试软件通过串行 (或 USB 接口) 与下层的测试仪进行通信, 传输控制命令和数据文件, 并接受测试仪的反馈信息; 下层是测试仪, 其内部由 DSP 进行高速的数字信号处理, 测试仪直接与保护装置相连接, 它向保护装置输出模拟电力系统的电压、电流和开关量, 同时监视继电保护的状态。

PC 机上的测试软件必须界面友好、使用方便且功能强大, 适用于所有种类的继电保护装置。由于继电保护装置种类繁多而且新型的装置不断地出现, 这要求测试软件必须有良好的可扩展性。为达到上述目标, 有必要开发出一套通用而且可扩展的继电器特性曲线类库, 以方便将继电器的动作特性曲线直观地呈现给用户。

1 继电器特性曲线类库的设计要求和方案

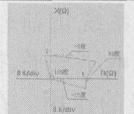
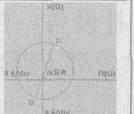
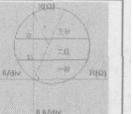
微型机继电保护利用软件技术实现特性曲线, 脱离了传统保护实现上的很多束缚, 从而可以设计出更为复杂、更为灵活、更能满足保护四统一要求的动作特性曲线。所以特性曲线不但种类繁多, 而且

要求可以根据需求进行扩展, 这为各种特性曲线输出带来很大的困难。

在继电器特性曲线中, 其主要信息是有限数目的特征值。表 1 给出了三种常见类型特性曲线的详细信息。从表中可以看出, 所开发的类库必须能够提供简单而统一的接口, 在输入所有的特征值后就能显示出该继电器特性曲线。

表 1 三种常见继电器特性曲线

Tab 1 Three common characteristic curves

继电器类型	WXB 型	MHO 型	GCX 型
特征值 1	电阻值 R	电阻值 R_1	电抗值 X_1
特征值 2	电抗值 X	电抗值 X_1	电抗值 X_2
特征值 3		电阻值 R_2	圆半径 r
特征值 4		电抗值 X_2	角度 θ
特征值		角度 θ	
特性曲线			

在开始对类库进行设计时, 有两种候选方案。第一种是面向功能的, 将每一种类型继电器的特性曲线用一段代码来实现。这种方法开发思路简单, 开发难度较低, 但灵活性较差, 而且存在大量的重复性代码; 第二种方案是面向对象的, 将每一种类型继电器的特性曲线作为一个类, 并把曲线分解为各种独立的元素, 例如背景、坐标轴、一组曲线和一组点等等, 然后分别把上述元素也抽象成为类, 特性曲线类由元素类来实现, 类库将具有良好的复用性和可扩展性, 但由于涉及到大量的类, 在实现时需要使用

合适的开发技巧。

因为特性曲线种类繁多,必须考虑复用,再加之类库必须具有易扩展性,所以采用第二种方案比较合适,即采用面向对象技术,并使用相关设计模式。

2 设计模式 (Design Patterns)简介

设计模式在电力系统很多领域中都得到广泛应用。文献 [3]把设计模式应用于一个配电网络的通用对象模型中;文献 [4]介绍了在建立变电站通信系统与网络的对象模型时应用设计模式。设计模式就是面向对象软件的设计经验的总结,可以直接用于指导各种面向对象软件的设计,文献 [2]详细介绍了各种设计模式。每一个模式都针对某一类特定问题给出了特定的解决方案,设计模式使面向对象设计更灵活、优雅,最终复用性更好。下面分别介绍 Delegation机制和 Facade、Strategy两种模式。

2.1 Delegation机制

委派 (Delegation)是一种功能强大的机制,它广泛地应用于设计模式中,是大部分设计模式的基础。委派允许在一个对象中定义的功能,通过调用另一个对象的功能来实现,从而增加了功能实现的灵活性。如图 1所示,类 CRelayPlot中定义的函数 Draw ()用来绘制曲线,该函数调用了类 CPlotWXB的函数 Draw ()来完成绘制曲线的功能。



图 1 委派机制

Fig 1 Delegation mechanism

2.2 Facade模式

如果客户通过直接访问类库内部来使用类库,就必须了解类库的内部实现细节,这就增加了客户使用类库的难度,降低了类库的可扩展性。为解决这一问题,可以给类库增加一个 Facade对象 (CRelayPlot),由它来接收所有客户的请求,然后把请求交给适当的类进行处理,这样所有的客户仅需要和 Facade对象交互。图 2是客户通过 Facade访问类库的情况,客户与类库的耦合程度较低,客户使用更方便而且类库扩展更容易。

2.3 Strategy模式

Strategy模式利用了面向对象技术中动态绑定的技术。Strategy模式针对的情况是,系统存在许多相关而且可以相互替代的类,这些类仅仅是行为不同。在类库中,各个特性曲线类的接口完全相同,只是内部实现不同,所以可以考虑使用 Strategy模式。

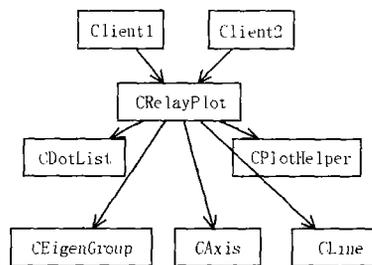


图 2 Facade模式

Fig 2 Facade pattern

图 3给出 Strategy模式的类图,CPlotHelper定义了所支持算法的公共接口;CPlotWXB、CPlotMHO和CPlotGCX是CPlotHelper的子类,按照CPlotHelper接口来实现具体算法,即实现从特征值到特性曲线的转换;CRelayPlot维护了一个CPlotHelper对象的指针,可以动态地指向其不同的子类。

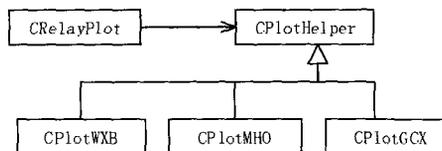


图 3 Strategy模式

Fig 3 Strategy pattern

3 继电器特性曲线类库的总体设计

图 4是继电器特性曲线类库的类图一部分。该图是在 Rational Rose环境下所绘,可以直接生成相应开发环境中的框架代码。

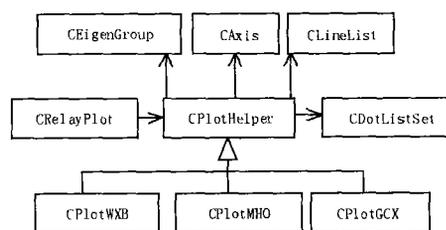


图 4 继电器特性曲线类库的类图

Fig 4 Diagram of the library for relay characteristic curve

下面以 WXB型为例,简单说明特性曲线的绘制过程(在 Visual C++ 6.0开发环境下):

(1) 定义类 CRelayPlot的一个对象 m_RelayPlot,该对象中包含一个指向 CPlotHelper类型的指针 m_pPlotHelper

(2) 调用 m_RelayPlot的函数 SetType (nType : int),用来设置特性曲线类型,在这里设置为 WXB型。函数会根据这一类型信息,把指针 m_pPlotHelper指向一个 CPlotWXB的对象。

m_RelayPlot SetType (PLOT_WXB)

(3) 调用 `m_RelayPlot` 的函数 `AddValue` (`nGroup`: int, `NO`: int, `x`: double), 用来增加特征值。函数第一个参数 `nGroup` 表示保护的哪一段; 第二个参数 `NO` 表示特征值的序号; 第三个参数表示特征值的数值。特征值存放在 `CPbHelper` 的一个链表 `m_pIstEignGroup` 中。这里分别增加了保护、段的特征值。

```
m_RelayPlot AddValue(1, 1, 3)
m_RelayPlot AddValue(1, 2, 3)
m_RelayPlot AddValue(2, 1, 4)
m_RelayPlot AddValue(2, 2, 4)
m_RelayPlot AddValue(3, 1, 5)
m_RelayPlot AddValue(3, 2, 5)
```

(4) 调用 `m_RelayPbt` 的函数 `Build()`。该函数调用了 `CPbWXB` 的函数 `Build()`, 完成由特征值到特性曲线的转变, 通过解析特征值生成相应的直线或曲线, 并保存在 `ClineList` 类型的链表中。

```
m_RelayPlot Build()
```

(5) 设置绘图区域 (`m_rectUsable`), 然后调用 `m_RelayPlot` 的函数 `Draw(pDC: CDC*)` 来绘制图形。图 5 即为生成的 WXB 型继电器特性曲线。

```
m_RelayPlot m_rectUsable = CRect(0, 0, 100, 100)
```

```
m_RelayPlot Draw(pDC)
```

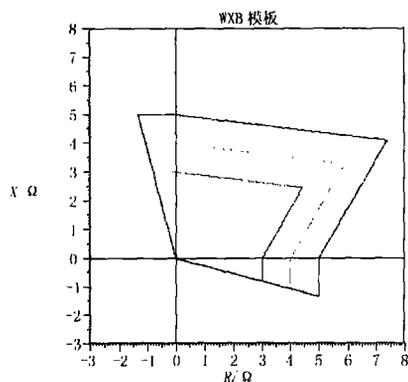


图 5 类库的一个用例

Fig 5 A useful case of the library

客户也可以对上述默认显示属性进行修改, 例如通过类 `CAXis` 设置坐标轴的属性、通过类 `CDotListSet` 添加辅助点、通过类 `CLineList` 添加辅助线等。

4 类库的扩展

由于类库的实现利用 `Strategy` 模式将算法封装, 所以可以很方便地扩展类库。例如在类库中增

加一种 A 型继电器特性曲线, 步骤如下:

(1) 定义 `PLOT_A` 用于表示该类型。

(2) 从 `CPbHelper` 派生出一个子类 `CPbA`, 然后重载基类的虚函数 `Build()`, 在函数中完成从特征值到特性曲线的转换。

这样就完成了在类库中扩展 A 型继电器特性曲线。

5 结论

类库中实现了多种类型的继电器特性曲线, 包括 `WXB`、`MHO`、`LENS`、`LZ91/92`、`LZ95`、`LZ96`、`ZA/ZB`、`RAZFE`、`REL100`、`PD521`、`SD14E`、`SDB15`、`GCX`、`SIEMNUS` 等类型, 并成功应用于继电保护测试软件。实践表明, 把设计模式应用于电力系统各种对象模型中, 不但能提高开发效率、节约开发费用, 而且可以使模型更灵活、优雅, 最终复用性好、易于维护。

参考文献:

- [1] Webb A C, Webb M. Automated Testing of Power System Protection Relays[J]. Power Engineering Journal, 1988: 291-296
- [2] Gamma E, Helm R, Johnson R, et al Elements of Reusable Object-oriented Software [M]. Addison Wesley Longman, Inc 1995.
- [3] ZHU Jun, Jossman P. Application of Design Patterns for Object-oriented Modeling of Power Systems [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1999, 14(2): 532-537.
- [4] IEC 61850-7-2, Communication Networks and Systems in Substations-Part 7-2: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Abstract Communication Service Interface (ACSI) [S].
- [5] Rumbaugh J, Jacobson L, Booch G The Unified Modeling Language Reference Manual [M]. Addison Wesley Longman, Inc, 1999.

收稿日期: 2005-11-11; 修回日期: 2005-12-19

作者简介:

朱忠亭 (1981-), 男, 硕士, 助理工程师, 现从事电力工程电气设计与研究; E-mail: zhuzt@eepdi.com

彭鲁昌 (1968-), 男, 工程师, 从事电力自动化设计工作;

王建芳 (1956-), 女, 高级工程师, 现从事电力工程电气设计与研究。

(下转第 87 页 continued on page 87)

ator Gap Distance, Magnetic Field Strength and Shaft Voltage[J]. Large Electric Machine and Hydraulic Turbine, 2003, (2): 6-9.

- [3] 胡高举,郑才刚,韦云隆. 大电机轴电压研究[J]. 机械, 2001, 28(3): 65-67.

HU Gao-ju, ZHENG Cai-gang, WEI Yun-long Study on Axis Voltage of Large Electric Machine[J]. Machinery, 2001, 28(3): 65-67.

收稿日期: 2005-12-29; 修回日期: 2006-04-19

作者简介:

黄玉轩(1967-),男,高级工程师,从事电气专业工作;

Email: hyx2205@163.com

俞佳芝(1956-),女,高级讲师,主要从事机电一体化研究。

Discussion on auxiliary protection of main equipment

HUANG Yu-xuan¹, YU Jia-zhi²

(1. Huaneng Nantong Power Plant, Nantong 226003, China; 2. Xuchang Vocation Technical College, Xuchang 461000, China)

Abstract: In recent years, the level of relay protection equipment in our country is continuously rising, and many new types of protective functions for the main equipment have been developed, such as protection for generator faulty energization, protection for startup and shutdown, switch change, shaft current protection and large motor differential protection, etc. However, these protections may still appear to be insufficient and complicated in functioning. Renovation and simplification are recommended.

Key words: main equipment; auxiliary protection; principle; simplification

(上接第 79 页 continued from page 79)

Analysis of regulating and controlling of voltages in South China AC/DC Hybrid Power Grid

WANG Bin

(Department of System Operation, China Southern Power Grid, Guangzhou 510623, China)

Abstract: China Southern Power Grid is the first long-distance and huge capacity power grid with AC and DC power networks in parallel in China. There are many factors that affect the voltages of the AC/DC hybrid power grid, and regulating and controlling of voltages is a difficult problem of the system operation. The paper analyzes the characteristic of the system operation in China Southern Power Grid. The main measures for regulating and controlling of voltages are brought forward. Its difficulties to be settled are analyzed, and some relevant suggestions are proposed.

Key words: China Southern Power Grid; voltage; regulating and controlling; AC/DC hybrid power grid

(上接第 82 页 continued from page 82)

Applying design patterns to the development of the relay plot library

ZHU Zhong-ting¹, PENG Lu-chang², WANG Jian-fang¹, ZHU Yong-rong¹, ZHANG Pei-chao³

(1. East China Electric Power Design Institute, Shanghai 200063, China; 2. State Power Corporation of Xinjiang Bingtuan, Bachu 843803, China; 3. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: With the help of many new technologies, digital relays can perform much better than traditional relays. A large number of new relays have been developed recently. The operating behaviors of different relays vary a lot, which makes it difficult to develop flexible software for protective relay testing. So it is valuable to develop a library which is applicable to all kinds of relays. The library should be well encapsulated, easily reusable and expandable. Captured by experienced object-oriented designers, design patterns can be applied to solve some kinds of object-oriented design problems. During the development of the RelayPlot library many problems came out. By using the following design patterns of Facade and Strategy, the problems have been solved. The library, has been successfully used in a relay testing software.

Key words: design patterns; relay; characteristic curve; object-oriented