

UML 在电厂主设备保护整定与校验系统中的应用

张钰姝, 朱永利

(华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003)

摘 要: 文章介绍了UML在电厂主设备保护整定与校验系统建模中的应用。详细分析了系统的功能需求, 图形编辑模块和知识表示模块, 并采用Rose构建了系统用例图、活动图和类图。结果表明, 在电力系统复杂软件的开发中, 将UML合理地应用于软件开发的各个阶段, 有助于提高软件开发效率及软件质量, 具有很高的实用性。

关键词: UML 建模; 主设备保护; 整定; 校验

0 引言

电力系统是一个大规模互联的系统, 随着计算机应用的飞速发展, 电力系统应用软件也变得越来越复杂。继电保护装置是电力系统最重要的二次设备之一, 是电力系统中一个重要组成部分, 它对电力系统的安全稳定运行起着极为重要的作用。发电厂主设备配备的保护种类繁多, 参数整定复杂, 其整定计算是保障发电厂主设备安全运行的基础性工作。电力系统的复杂多样性与继电保护装置本身适应性间的差异, 使得传统的继电保护整定计算软件缺乏灵活性, 规范编制和推广受到限制。

发电厂主设备保护的配置在发生变化时, 相应的计算软件也应能随之变化。为了使软件能更好地适应这种变化性, 为了更好地理解软件的结构, 也为后续开发提供便利条件, 所以选用UML对软件进行合理建模, 以便于软件的开发和维护。

1 统一建模语言

1.1 UML 简介

统一建模语言 UML (Unified Modeling Language) 是一种通用的可视化建模语言, 也是一种描述性语言。它提供了丰富的模型图, 可以为任何具有静态结构和动态行为的系统建立模型。UML的主要特点有: 统一标准, 面向对象, 可视化、表达能力强; 独立于过程, 独立于程序设计语言, 可以应用于任何语言平台、工具平台和任何软件的开发过程; 容易掌握使用, 简单并且可扩展。

UML 定义了 9 种标准的、最常使用的图形 (Diagram)。这 9 种图形分属静态 (Static) 和动态 (Dynamic) 两种视图 (Views), 它们的分类如表 1 所示。软件系统的静态结构和动态行为都可以用这

9 种图形直观地表示出来。

表 1 9 种标准图形分类表

静态视图	动态视图
用例图 (UseCase Diagram)	顺序图 (Sequence Diagram)
类图 (Class Diagram)	合作图 (Collaboration Diagram)
对象图 (Object Diagram)	状态图 (StateChart Diagram)
组件图 (Component Diagram)	活动图 (Activity Diagram)
部署图 (Deployment Diagram)	

1.2 建模工具 Rational Rose 简介

笔者选用的 UML 建模工具是 Rational Rose, 它是由美国 Rational 公司开发的、面向对象的可视化建模工具, 可以自动生成和维护 C++、Java、Visual Basic 和 Oracle 等语言和系统的代码。

Rational Rose 可以实现真正意义上的正向、逆向和双向工程, 并且能够在开发过程中不丢失或覆盖已经开发的代码; 支持多种语言 (如 VC++、Java、VB 等), 用户可以根据自己的需要灵活选择; 支持模型的 Internet 发布, 使得其他人员能够通过标准的浏览器 (如 IE) 来浏览该模型; 可以生成使用简单且定制灵活的文档; 支持关系型数据库的建模, 能够为 ANSI、Oracle、SQL Sever 等支持标准 DDL 的数据库自动生成数据描述语言。

1.3 UML 对系统建模的意义

随着计算机应用的飞速发展, 软件的复杂程度不断提高, 源代码的规模越来越大, 项目失败的可能性也相应增加。使用UML进行软件系统的分析和设计, 可以加速开发的进程, 提高代码的质量。UML适用于各种规模的软件系统开发, 它能促进软件复用, 能方便地集成已有的系统并有效处理开发中的各种风险。

2 UML 在电厂主设备保护整定与校验系统建模中的应用

电厂主设备保护整定与校验系统的开发过程有三个关键工作流程: 需求捕获 workflow; 分析设计 workflow; 实现 workflow。下面对电厂主设备保护整定与校验系统中的 UML 应用进行分析。

2.1 需求捕获

软件的需求是指用户对目标软件系统在功能、行为、性能和设计约束等方面的期望。需求捕获就

是通过对用户的期望进行分析，确立问题涉及的信息、功能和系统行为，将用户需求精确化、完全化。

需求分析的第一步是定义用例。大多数用例可以在这个阶段确定，但随着系统进展，可能会发现更多用例，甚至发现已定义的用例有不确切之处，需要重新修改。用例模型的主要构件是用例（UseCase）、角色（Actor）以及用例和角色之间、用例和用例之间的关系。用例用于描述每个功能需求，角色用于描述与系统功能有关的外部实体。

通过分析，可以确定电厂主设备保护整定与校验系统的需求功能：软件的整体功能均建立在图形化的界面上，用户可以对电气图进行编辑，画出电气接线图；系统根据电气接线图和已知元件参数信息，分析运行状态，进行电网知识表示和拓扑分析；用户可以对设备参数进行管理；系统可以进行短路计算，可以对各个电气设备保护定值进行整定与校验并显示结果；管理员可以对电气设备参数和原始数据库进行管理。所有的原始数据和计算产生的数据都存放在数据库中，从而可靠地保证了数据的有效性和安全性。

由上述需求功能可以看出，用户和管理员参与到系统的执行过程，因此用例模型的角色为用户和管理员。因为用例是系统的功能单元，根据前面介绍的系统功能，可以确定用例就是实现上述功能的各个模块。系统的用例图如图 1 所示，图中虚箭线表示的是依赖关系，实箭线表示的是用例间的关联关系。

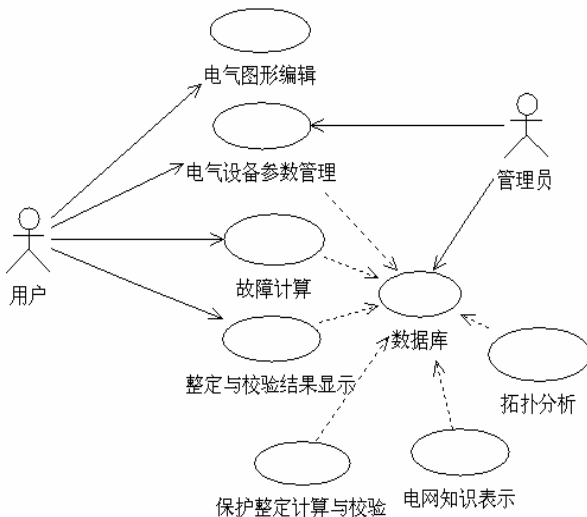


图 1 系统用例图

用例图只表现系统的静态结构，而不能表现系统的动态行为，所以笔者选用活动图（如图 2）来表示软件系统内部处理驱动的流程。用户对主设备保护的整定与校验工作从电气图形编辑开始，然后

录入电气设备参数信息，接着系统根据用户绘制的电气图形进行拓扑分析和知识表示、故障计算、保护定值的整定校验，最后的结果通过对话框显示出来，若结果不符合要求则需更改保护定值，重新校验至合格为止。

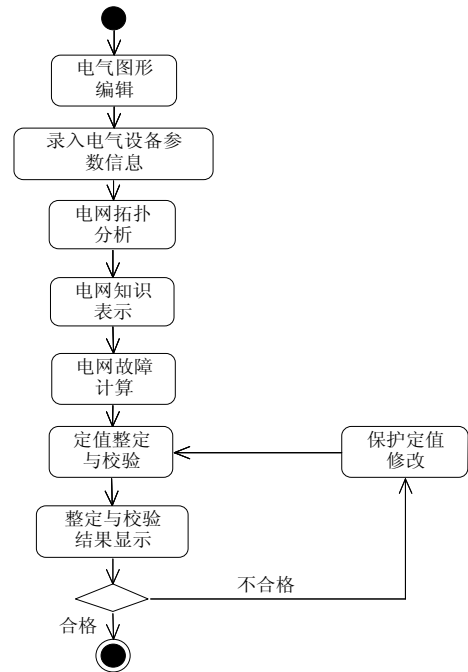


图 2 系统活动图

2.2 分析设计

分析设计工作流可以划分为分析和设计两部分。分析工作与需求捕获在很大程度上重叠，实际上，这两种活动是相辅相成的，在对系统进行需求捕获的同时往往会加入一些分析。系统建模最初的焦点是需求和分析，在分析活动逐步完善后，建模的焦点开始转向设计。分析和设计可以同时进行，这一阶段的主要工作可以通过类图（Class Diagram）来表现。

类图是设计面向对象软件系统时，最常用也是最重要的一种 UML 图形，它是定义其他图的基础。类图在本质上反映了系统中包含的各个对象的类型以及对象间的静态关系。另外，类图也描述了类的属性和行为以及对模型中各种成分的约束。

2.2.1 图形编辑模块的绘图元件类图

图形编辑模块实现的功能是提供给客户直观、简单实用的电力系统作图系统，用户可以通过图形系统快速地完成电厂一次系统拓扑接线图的绘制和修改。

面向对象的电力系统图形生成子系统的设计思想最重要的就在于绘图工具。绘图元件的 UML 简化（隐藏了类的属性和操作）类图如图 3 所示。

为实现图形模块的通用性，绘图工具的图元模块均

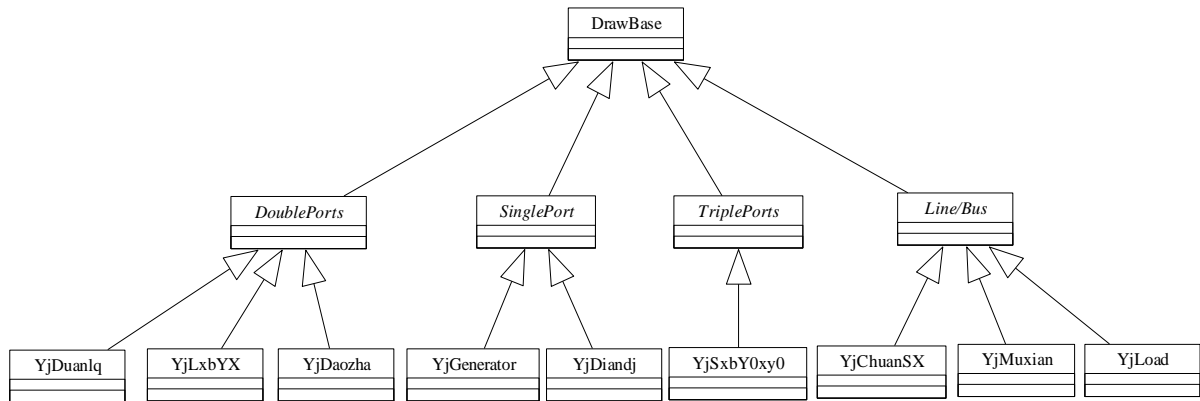


图3 系统绘图元件类图

封装在各自元件类中，如发电机类（YjGenerator），电动机类（YjDiandj）等。这些类包含了很多公共变量，如绘制元件时画笔的线宽、线形、线颜色、绘制的背景色以及元件的id号，元件的旋转状态，元件的修改、删除、选择等标志，并都有绘制、选择、旋转、删除等共同的操作。因此根据面向对象编程思想构造一个绘图元件的基类（DrawBase）。

DrawBase类中包含了绘图所需的各种属性，及各种绘图操作函数。利用面向对象编程的基类与其派生类之间的继承性设计出其他各个具体的元件类，继承性在图3中用空心箭线表示。依据电气设备的端口属性，DrawBase类派生出单端口设备类（SinglePort Class）、双端口设备类（DoublePorts Class）、三端口设备类（TriplePorts Class）和支路/母线类（Line/Bus Class）。它们为其他类描述公共属性和行为，是抽象类，不具有任何对象，它们的类名称在图3中用斜体字母表示。根据这四个抽象类的特征，派生出分属不同抽象类的各个元件类（见图3）：断路器类（YjDuanlq）、两相变压器类（YjLxbYX）和隔离开关类（YjDaozha）由双端口设备类派生出；发电机类（YjGenerator），电动机类（YjDiandj）由单端口设备类派生出；三相变压器类（YjSxbY0xy0）由三端口设备类派生出；传输线类（YjChuanSX）、母线类（YjMuxian）和负荷类（YjLoad）由支路/母线类派生出。

2.2.2 电网知识表示模块的电气类图

电网知识表示模块用于完成从数据库的各个元件电气属性中取出拓扑所需电气元件的各种电气参数值，同时进行电气元件的归一化处理。

电网中每个拓扑单元的连接关系是随着电力系统动态变化的，而这也是网络拓扑的核心。根据电网中所有电气设备的电气特性，得出它们面向对

象技术的结构模型和属性。总体构成有四种类型：节点，支路，电源，电气岛。由这四种类型抽象出节点类（YNodeClass）、支路类（YMathBrach）、电源类（YMathPowerSource）和电气岛类（YElectricIsland）。其UML类图如图4所示。知识表示的结果是判断出电气岛的个数及每个元件分别属于哪个电气岛，而实现这一功能要利用节点类搜索支路，要调用支路类和电源类形成电气岛。图4中用带use标记的虚箭线表示调用关系。

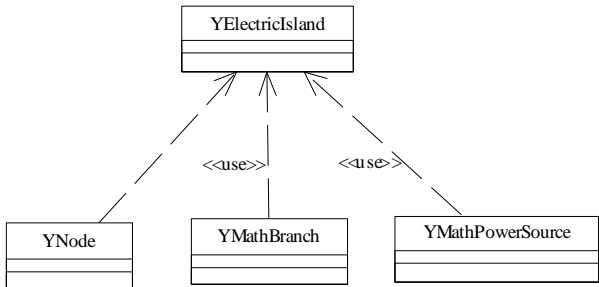


图4 电气类图

2.3 实现

实现（也称之为实施）是把设计模型转换成可执行代码的过程。从系统分析或系统设计的角度看，实现工作流的重点就是完成软件系统的可执行代码，包括实现一个子系统、实现一个类和执行单元测试等一系列活动。

在完成需求捕获、分析设计、实现等阶段的开发后，得到了源代码，这时就必须开始寻找软件产品中可能存在的错误与缺陷。如果不能及时发现这些错误，软件产品很可能不能使用甚至造成巨大的损失。测试工作包括测试模型、测试用例、测试规程、测试构件、测试计划、测试缺陷和评估测试。在测试工作中可以依据补充性需求、用例模型、分析模型、设计模型、实现模型、构架描述来制定测

试计划, 进而设计测试和实现测试。

3 实例

笔者选择 Visual C++作为系统的软件环境, 参照各个模型图编程实现了电厂主设备保护整定与校验系统。以某电厂主接线图为测试对象, 运行界面如图 5 所示。左侧树状图是拓扑分析结果, 从中可以清楚地看出全网拓扑结构, 拓扑结果按电气元件的分类显示, 每个元件都注明其端节点号及所属电气岛。右侧是电厂主接线图; 下部是信息提示和计算结果。

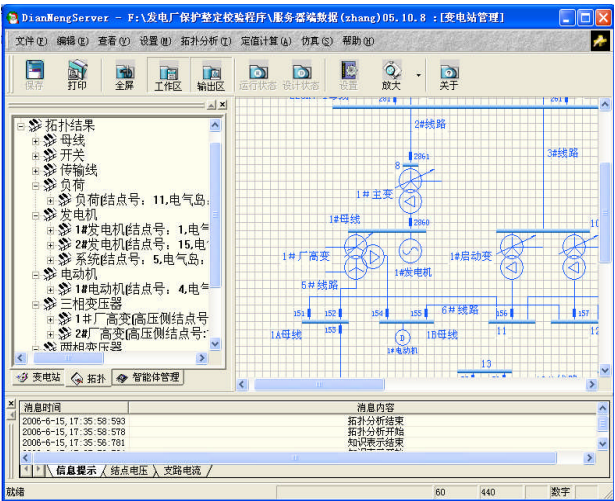


图 5 软件运行界面

4 结论

利用UML把系统的需求捕获、分析设计和实现有机地集成起来, 便于对系统在更高的抽象层次上

进行维护, 提高了系统的可扩展性。UML的标准化表示有效地促进了不同背景的人们相互交流, 促进了系统设计、开发和测试人员相互理解, 使开发流程变得十分清晰。在电力系统复杂软件开发中, 合理利用UML, 有助于提高软件的开发效率及软件质量。事实证明, UML建模技术在电力系统软件开发中具有很强的实际应用价值, 能极大地促进软件系统的规模性、实用性和先进性。

参考文献

- [1] 张沛超, 郁惟镛, 李翔, 李航.应用 UML 开发智能继电保护的整定计算程序.电网技术, 2001, 25 (4): 32-35, 39
- [2] 蔡敏, 徐慧慧, 黄炳强.UML 基础与 Rose 建模教程.人民邮电出版社, 2006, 北京
- [3] 于红, 朱永利, 宋少群.图形数据库一体化的厂站接线拓扑分析.电力自动化设备, 2005, 25 (11): 79-82
- [4] Hans-Erik Eriksson, Maguns Penker 等著, 余安萍, 俞俊平等译. UML2 工具箱.电子工业出版社, 2004, 北京
- [5] Perdita Sterens, Rob Pooley 著, 包晓露, 赵晓玲译.使用 UML: 关于对象和组件软件工程.人民邮电出版社, 2003, 北京

作者简介:

张钰姝 (1981-), 女, 辽宁抚顺人, 汉族, 硕士研究生, 研究方向为智能技术及其在电力系统中的应用。Email: emile99cn@yahoo.com.cn
朱永利 (1963-), 男, 河北衡水人, 汉族, 教授, 博士生导师, 主要从事人工智能应用、电力系统分析和调度自动化等方面的研究。