

# 继电保护测试系统组态软件的应用

邵凤瑞, 王命延

(南昌大学信息工程学院, 江西 南昌 330031)

**摘要:** 介绍了组态平台的基本思想, 并将组件技术应用于继电保护测试软件中, 提出了基于组态的继电保护测试软件平台的构架方案的设计。详细阐述了该系统的逻辑模型、框架设计、结构设计、及功能组态的设计方案。通过模拟实验表明, 该软件平台提高了继电保护测试软件二次开发的快速性和高效性, 增加继电保护软件产品的稳定性。对继电保护测试软件有重要的现实意义和良好的应用前景。

**关键词:** 组态软件; 组件技术; 继电保护测试; 组态平台的设计

## Configuration-based software protection test platform

SHAO Feng-rui, WANG Ming-yan

(School of Information Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

**Abstract:** Overview of platform configuration, component technology and software platform are used in the design of relay protection test software. Frame of the configuration-based protective relay test software platform is designed. The paper details logic model of the system, frame design, structural design, and functional configuration design. In addition, the relay software platform enhances speed of the secondary development and stability of the relay protection software product. It is of practical significance to protective relay test software and has good application prospects.

**Key words:** configuration software; component technology; relay test; configuration platform design

中图分类号: TP311.5 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)06-0072-04

## 0 引言

继电保护测试装置是在运行前和检修期间对继电保护装置进行检查的重要设备, 它对尽早检测出保护装置的故障、保证电力系统安全稳定地运行有着重要的意义。虽然继电保护测试软件如今已达到实用水平, 但是软件在体系结构和设计思想上还存在许多不足: (1) 软件对应用环境的适用性差, 代码在不同应用环境间很难共享; (2) 在软件交付前, 客户很难清楚完整的需求。

近年来出现了基于组件的继电保护测试软件平台的设计思想, 此种设计将多态和程控源, 两种基本测试类型封装成组件, 其它测试类型通过调用该组件来完成测试。虽然此种方法便于维护, 但它不能完全覆盖所有测试类型。

本文所提出的继电保护测试的组态软件, 就是将组态思想、组件技术及软件平台相结合, 运用到继电保护测试软件框架的设计中。

组态的概念是使用软件工具对计算机及软件的

各种资源进行配置, 达到使计算机或软件按预先设置, 自动执行任务, 满足使用者要求的目的<sup>[1]</sup>。组态软件是一种控制系统开发工具, 用户只需要根据应用对象和控制任务的要求, 利用组态软件提供的工具, 通过简单形象的组态工作, 就可以得到所需的软件功能。它为用户提供一种界面操作简便直观、直接面向最终用户、包含大量系统和可复用软件构件的组态工具软件, 使不熟悉软件开发过程却了解业务流程的技服人员(或用户), 无需代码编程, 直接使用该工具软件, 通过对功能构件的组装集成来实现应用系统。这种继电保护测试软件以功能组态的方式实现目标应用系统, 是一个支持构件复用的集成开发支撑环境。

## 1 组态软件的特点

### (1) 实时多任务<sup>[2]</sup>

实时多任务性是工控组态软件的重要特点。在实际工业控制中, 同一台计算机往往需要同时进行实时数据的采集、处理、存储、检索、管理、输出,

算法的调用, 实现图形、图表的显示, 报警输出, 实时通信等多个任务。

### (2) 接口开放

在实际应用中, 用户可以很方便地用 VB 或 VC++ 等编程工具自行编制或定制所需的设备构件, 装入设备工具箱, 不断充实设备工具箱。

### (3) 系统安全

工控组态软件提供了一套完善的安全机制。用户能够自由组态控制菜单、按钮和退出系统的操作权限, 只允许有操作权限的操作员对某些功能进行操作。

### (4) 系统组态灵活, 通用性强

在系统配置方面, 本平台系统都采用组态方式, 大大的提高了系统的通用性。

## 2 继电保护测试装置工作原理

继电保护测试系统一般由上位机和下位机构成。上层由 PC 机进行控制和管理, 通过串口或 USB 口与下位机通信, 传送控制命令、数据以及测试仪的反馈信息。下位机由 DSP 根据上位机的指令进行实时运算, 其产生的数值信号经 D/A 转换和功率放大后输出四路电压和三路电流到被测保护装置。同时将保护的動作状态、测试仪的运行情况以及电压电流输出端口的采样值传回给 PC 机, 以实现继电保护的测试。继电保护测试软件控制继电保护装置发送模拟量来完成测试, 通过控制模拟量的变化可以实现各种不同故障模型, 达到对多种保护进行测试的目的, 并将结果以报告或图表方式打印。

## 3 基于组态平台的设计

### 3.1 软件系统的逻辑模型

用户在组态平台上完成各种组态操作, 在生成并启动系统后, 下位机便充当现场站, 不断地实时采集、整理数据, 并激活通讯系统将实时数据传送给上位机。上位机一方面实现实时数据处理, 将求解的控制结果实时送往下位机; 另一方面也可将这些数据以各种图表的形式直观地显示给用户<sup>[3]</sup>。当生成、运行测试过程时, 系统一方面充当仿真终端, 不断地在后台实时采集、整理数据, 另一方面在前台实时地实现监控功能。

由于不同厂家的继电保护设备的接口驱动程序不同, 系统设计时定义了各类 I/O 接口交换数据的标准缓冲区, 只要不同类型的 I/O 接口的驱动程序加载至组态系统时, 按定义好的数据缓冲区存放数据就可与组态系统联接。其系统的逻辑模型如图 1 所示。

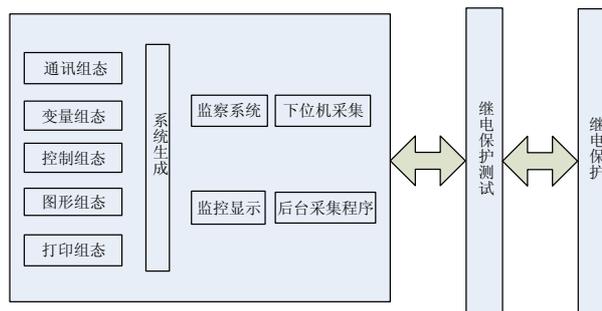


图 1 系统的逻辑模型

Fig.1 Logic model

### 3.2 组态软件的框架设计

组态平台采用三层体系结构, 基于组态的三层分布式应用体系结构适合于业务逻辑经常变化的大型应用系统的开发。在这种三层式模型中, 应用层、事务层和数据存储层<sup>[4]</sup>在逻辑上都是彼此分离的, 如图 2 所示。各层功能说明如下:

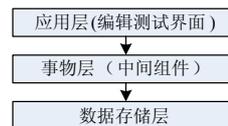


图 2 软件三层体系结构

Fig. 2 Three-tier software architecture

(1) 应用层(编辑测试界面) 主要负责与测试用户进行交互。当用户提出具体的测试要求时, 组态工程师就调用组态工具编辑测试界面, 确定测试流程, 同时会向中间组件层发出调用对应组件的请求。应用层将具体的测试要求(数据)下发给中间组件, 并接收中间组件反馈回来的测试结果信息。

(2) 中间组件层(事务层) 由具体的测试组件构成。当用户确定测试流程后, 会下发调用组件请求, 中间组件层积极响应这一请求, 安排所要求的组件用于支撑整个测试流程。主要负责响应上层所下发的测试要求, 通过 COM 通讯<sup>[5]</sup>与应用层建立连接, 它与应用层是相对独立的。当应用层提出一个测试请求时, 中间组件层获取上层测试数据, 并对获得的数据实施相应的处理, 将处理后的数据下发给测试仪, 测试仪将测试结果反馈回来, 最终反馈给应用层。

(3) 数据存储层是整个应用程序的数据源, 负责维护、更新和管理数据。主要是对输入电流、电压、开入量和开出量等继电保护测试元素以及输出结果进行存储, 以便对系统进行实时的数据更新。一般使用数据库来进行数据的管理。

### 3.3 组态系统的结构设计

从总体结构上讲，组态软件一般都是由系统开发环境（或称组态环境）和系统运行环境两大部分构成<sup>[2]</sup>。

系统开发环境是组态工程师为实施其设计方案，在组态软件的支持下应用程序的系统生成工作所必须依赖的工作环境，通过建立一系列用户数据文件，生成最终的图形目标应用系统，既组态结果，供系统运行环境运行时使用。系统运行环境将目标应用程序装入计算机内存并投入实时运行。系统运行环境根据测试画面上图元的动画连接实时更新图形画面，将现场测试运行状况以组态图形的方式显示出来。有些组态软件虽然系统组成上包含多种部件，但就其功能结构来说均可以认为是组态环境与运行环境的统合。维系组态环境与运行环境的纽带是实时数据库。

系统开发环境主要分为两个模块<sup>[6]</sup>：测试界面构建模块和试验测试模块。测试界面构建模块主要负责提供开发平台给开发人员使用，主要完成构建测试模板的功能。测试模块主要是实现提供给用户完成测试的功能，根据平台构建模块所产生的测试模板生成测试界面并完成测试流程。

#### 3.3.1 测试界面构建模块

测试界面构建模块主要是用来完成构建测试方案（即测试流程）的功能，其使用者为继电保护测试企业中的组态工程师、客户服务人员以及经过培训的客户。此模块通过调用组态平台的图形工具来完成界面的设计，同时指定需要调用的测试组件。设计结束后将各图形元素的ID号、大小、位置和测试组件的ID进行存储，提供给测试模块使用。该模块的基本结构如图3所示。

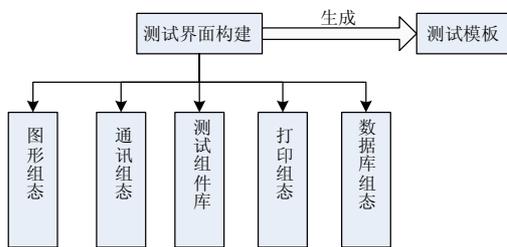


图3 测试界面构建模块结构

Fig. 3 Construction of the test interface module structure

测试界面构建模块包含电流、电压、开入量和开出量等继电保护测试元素（数据）。使用者可以通过拖拉和编辑界面上的继电保护图形界面元素用以编辑测试流程，编辑完成后，软件将测试方案（流程）保存在数据库中。这个功能中所保存的数据描述了

使用者对于测试界面和测试过程的个性化定制。

测试界面构建模块为用户提供一些测试的图形界面元素、一个编辑区和一个生成方案按钮。使用者能把图形界面元素拖放入编辑区，并编辑这些元素的位置和参数，也可以从编辑区删除已存在的元素。当生成方案按钮被按下时，平台就会将编辑区的测试界面元素信息转化成测试界面信息和测试过程控制信息，并将这些信息（即测试流程）保存到文件中。使用者也可以读取并编辑已存在的测试流程。

#### 3.3.2 测试模块

测试模块主要是提供给客户使用，用于完成测试。用户首先从数据库读取平台构建模块的界面数据，根据界面ID和创建界面的信息动态生成测试界面，然后测试界面再根据数据库中的组件ID来调用相应测试组件来完成试验，最后通过打印组态生成测试报告。该模块基本结构如图4所示。

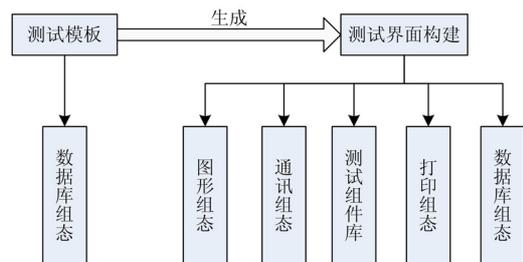


图4 测试模块结构

Fig. 4 Test module structure

测试模块的功能：读取数据库中的测试流程（测试方案），以生成用户个性化定制的界面和测试过程，并提供生成测试报告的功能。用户输入测试数据并开始测试，软件平台按照个性化定制的测试过程完成测试试验，并将测试结果返回。最后根据测试方案（流程）和测试结果，产生测试报告提交给用户。此模块主要实现读取现有的测试方案（流程）、产生测试界面并接收客户的测试数据输入、根据测试方案控制测试过程、向 DSP 发送命令控制继保仪工作并获得测试结果、根据测试方案生成测试报告。

### 3.4 组态系统的功能划分

该组态平台设计的最终目标<sup>[1]</sup>是一个集数据采集、过程监控、数据处理于一体的大型综合软件，它应能完成图5所示的功能。

#### 3.4.1 通讯组态

本系统采用串行通讯协议包括 RS-232、PC104 和 USB 三种协议。通讯组态应是最先进行组态的内容。它主要是完成用户对上、下位机的通讯（与 DSP 通讯）功能，并通过向 DSP 发送各种命令和参数来

完成不同的测试。

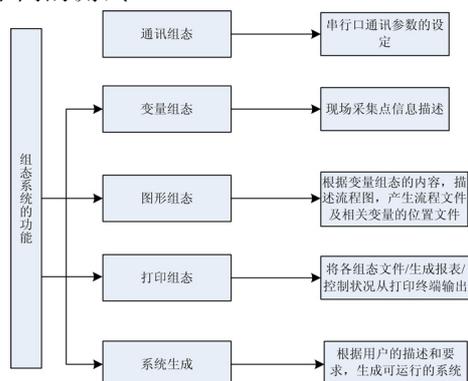


图5 组态功能划分图

Fig. 5 Functional configuration diagram

### 3.4.2 变量组态

变量组态是指用户按实际测试需要(用于模拟故障发生等状态), 输入电流、电压、开入量和开出量等继电保护测试元素。要求变量组态结束以后能够生成一张变量表存储上述的各种信息。这张变量表是以后各种组态的基础, 也是运行系统运行时的基础, 要求变量及其变量结构有严格的一致性。这就要求一个组态变量文件必须对应于某一特定的测试过程, 即某一测试过程的图形组态文件要与变量文件严格对应; 另外, 尽管各采样点的信息千差万别, 但变量的数据结构必须保持严格统一。

### 3.4.3 图形组态

图形组态<sup>[7]</sup>主要用来根据变量组态的内容绘制测试流程图, 产生流程文件及相关变量位置的文件。组态工程师通过图形构建测试界面。

### 3.4.4 打印组态

组态系统生成多种文件, 打印组态的功能就是将这些组态文件及控制状况从打印终端设备上输出, 并根据不同的生产对象的要求输出生产报表等。但由于各种组态文件格式、内容各不相同, 系统设计时对其分门别类地进行了处理。

### 3.4.5 系统生成

在经过变量组态、控制组态、图形组态后, 用户已向计算机描述完了特定的现场的信息, 并提出了自己的要求。此时, 在计算机中已经建立起了一个有关测试流程的逻辑模型。但这并不是所希望的最终目的, 用户所希望得到的是由系统生成的可以正式运行的测试系统。

系统生成完成的任务就是读取计算机内部有关测试流程的描述, 按照用户的要求, 链接组态系统提供的功能模块, 最终生成一个符合用户要求的、针对特定测试类型的系统。

## 4 结束语

本文提出一种新的继电保护测试软件设计方法, 将组态软件的设计思路引入到继电保护测试软件的设计和开发中, 期望设计出继电保护测试软件平台。主要通过组态平台思想解决, 需求改变时不需要修改底层的 DSP 程序, 动态地修改上位机内的组件即可完成功能。

## 参考文献

- [1] 沈娣丽. 小型集散控制系统组态软件设计[D]. 武汉: 华中农业大学, 2005.  
SHEN Di-li. The Design of Diminutive Configuration Software of Distributed Control System[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2005.
- [2] 麻建华. 集散控制系统组态软件的设计[D]. 西安: 电子科技大学, 2007.
- [3] 王让定, 陈华辉, 薛春阳. 一个组态系统的设计与实现[J]. 微机发展, 2000(1): 53-55.  
WANG Rang-ding, CHEN Hua-hui, XUE Chun-yang. The Design and Implementation of a Combination Status System[J]. Microcomputer Development, 2000(1): 53-55.
- [4] 闫晓丽, 林韩. 基于组件的继电保护测试软件研究[J]. 继电器, 2005, 33(13): 13-16.  
YAN Xiao-li, LIN Han. Research on Component-based Relay Protection Testing Software[J]. Relay, 2005, 33(13): 13-16.
- [5] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.  
PAN Ai-min. Principle and Application of COM[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999.
- [6] LIU Jun-qiang, et al. Mining Frequent Item Sets by Opportunistic Projection[A]. in: Proceedings of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining[C]. USA: 2002. 229-238.
- [7] 葛化敏, 汤沛, 赵桢. 组态软件中图形界面的设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24(8): 301-303.  
GE Hua-min, TANG Pei, ZHAO An-bang. The Design of Graphical Configuration Module[J]. Control and Automation Publication Group, 2008, 24(8): 301-303.

收稿日期: 2009-03-29; 修回日期: 2010-01-22

作者简介:

邵风瑞(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为软件工程; E-mail: sfrsfr04417@163.com

王命延(1959-), 男, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为软件工程、人工智能。