

# 基于元件化和可编程逻辑构建的继电保护平台

黄海悦, 缪欣, 权宪军, 徐广腾, 张青山, 张马龙, 杨泽平

(烟台东方电子信息产业股份有限公司, 山东 烟台 264000)

**摘要:** 提出将经典继电保护功能进行元件化处理,并用可编程逻辑进行系统构建的微机继电保护开发平台,该平台的使用提高了继电保护装置的可靠性、灵活性、可扩展性和可移植性,大大缩短开发周期,同时有效解决了继电保护装置的工程化问题。文中介绍了保护元件化及可编程逻辑的具体原则和使用方法,并给出了系统构建的实例。

**关键词:** 元件化; 可编程逻辑; 微机保护; 平台

**中图分类号:** TM774 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)14-0011-04

## 0 引言

随着电力系统自动化水平的不断提高,微机继电保护技术更加成熟可靠,新的设计方法不断出现,特别对于中低压输变电领域的保护产品,工程需求变化多,传统的微机保护装置面对繁多的工程现场,只能根据工程需求频繁进行程序修改,改造任务量大,且很难满足可靠性的要求。

原有的经典继电保护原理用于微机继电保护已积累了很多成功的经验,如果将经典保护原理作为一个个标准元件,然后根据需要选用标准元件,必将有利于产品开发和各种功能的分配组合。可编程逻辑因其灵活性著称,可以将其用于工程现场,进行各种功能重组,从而灵活地满足工程化需求。本文提出的微机保护开发平台模式正是一种将经典继电保护原理和可编程逻辑有机结合起来开发模式,即首先将经典保护功能进行元件化封装,然后再用可编程逻辑进行系统构建的模式。

## 1 元件化处理

这里说的元件是指用软件实现的一个程序块。所谓元件化,就是将一些经典的继电保护功能或算法进行功能划分,然后将每个划分好的功能或算法封装成一个独立的元件,这些元件具有透明的外部接口,即入口和出口对外界是完全透明的,但元件的内部则一经封装就固定不变了。

元件化是可编程逻辑在继电保护装置中使用的前提和基础。采用元件化后,根据规范编写好的标准元件可以重复使用,每个元件既可以在程序中灵活组合,也可以在可编程逻辑中来重新搭建功能,从

而有效提高了产品在工程化中的规范性、可靠性和安全性,也使得继电保护系统的开发周期更短。

### 1.1 元件化分类原则

微机继电保护装置使用的元件通常可以分为三类:保护功能元件、保护算法元件和测控元件,这些元件构成元件库,在开发一台继电保护装置时,如果要使用某种保护功能,只需从元件库中选取该保护功能元件,并提供正确的入口和出口参数,就可以实现对应保护功能;如果要使用某种保护算法时,只需从元件库中选取该保护算法元件,并提供正确的入口和出口参数,就可以完成对应保护算法;如果要使用某种测控功能时,只需从元件库中选取该测控元件,并提供正确的入口和出口参数,就可以完成对应测控功能。

但是元件化的难题是元件应该如何划分,划分到什么程度为宜?

元件的功能划分应当细化,因为每个细化后的元件,其内部功能和外部接口都很简单,元件编写简单。但是如果元件的功能划分过细则会导致元件库非常庞大,当需要完成一个较完整的保护功能时,首先需要从元件库中挑选出需要的小元件,然后再进行功能构建,这样不仅要求使用者熟知庞大的元件库中的每个元件,而且多个元件的频繁调用势必影响到整个装置的执行效率,使用者对其中任一小元件的不同理解都可能为保护功能的整体实现带来隐患。

元件的功能划分应当完整,因为如果每个元件的功能完整而独立,那么使用起来就非常简单,直接调用一次即可,不易出错。但是如果元件的功能划分过于完整则会导致元件内部功能复杂,元件复用

率低,而且给编写者的编写和调试带来一定难度。

从以上分析看出,元件划分过细对使用者的要求程度很高,元件划分过于完整则对编写者的要求程度很高。所以我们应当根据各自的继电保护系统的整体功能配置情况进行具体分析,权衡细化和完

整两个原则。

### 1.2 元件化分类举例

按照上述分类原则,我们以发电机-变压器组保护系统为例(见表1),简要说明继电保护系统元件库中元件的划分情况<sup>[1]</sup>。

表1 系统元件示例

Tab 1 Example of the system element

分 类	举 例
保护功能元件	发电机 3U0 定子接地保护元件、发电机 3U0 综合定子接地保护元件、发电机三次谐波电压比率式定子接地保护元件和发电机三次谐波电压差动式定子接地保护元件、转子一点接地元件和转子两点接地元件、发电机纵差动保护元件、发电机横差保护元件、发电机高灵敏横差保护元件、发电机失磁保护元件、发电机逆功率保护元件和发电机程序跳闸逆功率保护元件、复合电压闭锁过电流保护元件、发电机过电压保护元件、发电机过负荷保护元件和发电机转子过负荷保护元件等。
保护算法元件	全周傅氏差分算法元件、半周傅氏差分算法元件、谐波计算算法元件、阻抗计算算法元件、直流量算法元件、负序电量计算算法元件、功率计算元件和角度计算元件等。
测控元件	遥测电流电压元件、遥测功率元件、数字量输入元件、遥控元件等。

## 2 可编程逻辑

可编程逻辑因其使用灵活性在工业自动化和电力系统自动化中已经有了非常广泛的使用,若将其结合元件化应用到微机继电保护装置,就可以根据各个现场的具体接线和保护配置情况来组合各种主要保护功能,从而灵活地应对各种工程需要。

### 2.1 可编程逻辑构成

可编程逻辑通常由 Logic 方程和 Logic 参数两部分构成,这两部分可以单独编程和整定,互不影响。

Logic 方程是由一条或多条逻辑语句组成,用来完成一定逻辑功能的语句组。每条逻辑语句是由逻辑运算符(例如与、或、非及异或)、赋值符和继电器按照一定的运算规则组合而成。Logic 方程以参数

的形式上载或下载。

Logic 参数是 Logic 方程中部分继电器的参数,例如时间继电器的启动时间和返回时间、过量继电器的过量值、欠量继电器的欠量值和跳闸继电器的跳闸最短持续时间等。Logic 参数可以独立于 Logic 方程单独整定。

### 2.2 继电器

这里说的继电器都是由软件实现的继电器。继电器具有线圈和接点。继电器接点分常开和常闭接点。

目前继电保护装置常用的继电器基本类型包括:输入继电器、输出继电器、中间继电器、自保持中间继电器和时间继电器等。每种继电器的工作原理各不相同,见表 2。

表 2 继电器工作原理

Tab 2 Working principle of the relay

名称	简要说明
输入继电器	输入继电器只能使用其接点进行 Logic 方程的编程,输入继电器的状态在 Logic 方程以外控制,方程不会改变其状态。而且应当保证输入继电器的状态在 Logic 方程的每次解析执行过程中都不改变
输出继电器	输出继电器只能使用其线圈进行 Logic 方程的编程,输出继电器的状态完全取决于 Logic 方程的执行结果
中间继电器	中间继电器的线圈和接点都可以在 Logic 方程中使用
自保持中间继电器	自保持中间继电器的线圈和接点都可以在 Logic 方程中使用
时间继电器	时间继电器的线圈和接点都可以在 Logic 方程中使用

### 2.3 编程语言与编写规则

根据 IEC61131-3 标准<sup>[2]</sup>,通常 Logic 方程的编写语言可以是文本化语言,如结构化文本(ST)和指令表(L);也可以是图形化语言,如功能块图(FBD)、梯形图(LD)或顺序功能流程图(SFC)。通常用于继电保护装置时 ST 和 LD 是比较常用的编

程语言。

逻辑方程的编写必须遵循一定的规则,例如:每条逻辑语句有且仅有一个赋值符;赋值符左侧只能使用一个继电器的线圈,赋值符右侧的逻辑运算式只能使用逻辑运算符和继电器触点;继电器线圈只能出现在赋值符的左侧,继电器触点只能出现在赋

值符的右侧等。

### 3 系统构建及实例

我们将各个划分好的保护元件用继电器来相互交换信息,并使用逻辑方程来进行整个系统的搭建,使用者只需从元件库中选取需要的各种保护算法元件、保护功能元件和测控元件,然后编写相关的逻辑方程就可以实现需要的保护功能了。在元件的编写工作中还应注意尽量将元件功能和硬件处理剥离,并使用高级语言来编写元件库中的各个元件,这样会给继电保护装置的开发带来良好的可移植性。

下面以某继电保护装置为例来说明系统的构建及实现过程。该装置可以完成保护功能 1, ..., n, 测控功能 1, ..., n, 并使用了算法 1, ..., n, 逻辑方程编程语言选用 ST。

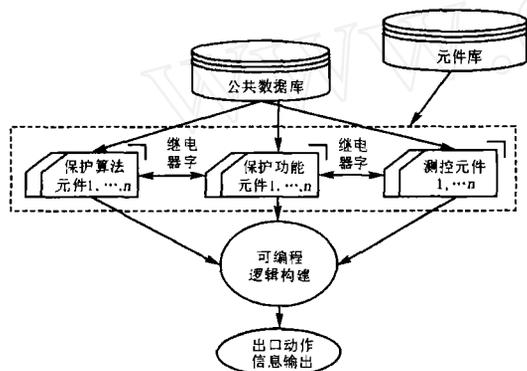


图 1 装置系统构建图

Fig 1 Schematic diagram of system construct

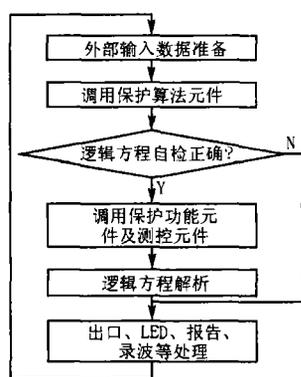


图 2 程序流程图

Fig 2 Schematic diagram of program

装置的系统构建图见图 1。首先从元件库中选取需要的保护算法元件 1, ..., n, 保护功能元件 1, ..., n, 和测控元件 1, ..., n。这些元件从公共数据库中获取交流量、数字量等输入信息,并通过继电器彼此交互信息,然后使用可编程逻辑来进行系统构建,

最后将处理结果输出到硬件(跳合闸出口和 LED 等),并记录保护动作信息(动作报告或录波等)。装置程序流程图见图 2。

该装置使用过流继电器 R50P, 遥控继电器 RO, 出口继电器 OUT1 和 OUT2, 且过流保护动作或遥控均跳装置出口一, 赋值符为“=”, “OR”表示或逻辑, 则编写逻辑方程为: “OUT1 = R50P OR RO”。

编写完毕后下载到保护装置中即完成了该保护功能, 当使用时有所变化, 例如过流保护动作跳出口一, 遥控跳出口二, 则只需修改逻辑方程为:

$$\text{“OUT1 = R50P”}$$

$$\text{OUT2 = RO”}$$

### 4 结语

将元件化和可编程逻辑在继电保护装置中有机结合起来的开发平台模式, 不仅为开发过程带来了快捷性、可扩展性和可移植性, 而且充分保证了继电保护装置在工程化中的可靠性和安全性, 这种开发平台可以广泛适用于微机继电保护及测控装置的开发。这种开发模式的推广不仅拓展了开发思路, 而且可以有效配置开发力量, 同时解决了继电保护装置的工程化问题。用此方法构建的微机继电保护装置现已试制出样机。

### 参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.  
WANG Wei-jian Principle and Application of Electric Power Equipment Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [2] IEC 61131-3, Programmable Controllers-Part 3: Programming Language [Z]. Geneva (Switzerland): International Electro Technical Commission, 2003.
- [3] 罗士萍. 微机继电保护实现原理及装置 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.  
LUO Shi-ping Realization Principle and Device of Micro-computer-based Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [4] 窦晓波, 等. 基于 ARM 处理器的低压微机保护装置 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29(20): 93-96.  
DOU Xiao-bo, et al Low-voltage Microcomputer-based Protection Device with ARM Microprocessor [J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(20): 93-96.
- [5] 沈鲁豫, 王忠, 宋兵, 等. 介绍一种新型综合保护装置 [J]. 电力自动化设备, 1999, 19(3): 46-48.

SHEN Lu-yu, WANG Zhong, SONG Bing, et al Introduction of a New Type Integrated Protection Equipment[J]. Electric Power Automation Equipment, 1999, 19(3): 46-48

作者简介:

黄海悦(1975-),女,硕士,工程师,主要从事电力系统继电保护的研究工作;E-mail: huanghaiyue@dongfang-china.com

缪欣(1972-),男,硕士,工程师,主要从事电力系统自动化的研究工作。

收稿日期: 2006-02-23

### Relay protection platform based on elemental and programmable logic

HUANG Hai-yue, MAO Xin, QUAN Xian-jun, XU Guang-teng, ZHANG Qing-shan, ZHANG Ma-long, YANG Ze-ping  
(Yantai Dongfang Electronic Information Industry Co., Ltd, Yantai 264000, China)

**Abstract:** This paper proposes a new platform of microcomputer-based relay protection, which can make system constructed by the programmable logic, and the relay protection functions are packed to elements. This platform of the protection relay can improve the reliability, the flexibility, the expandability and the portability of the relay protection device, and reduce the time of the research and development. The application method of packing the element and the application method of programmable logic are discussed in detail.

**Key words:** elemental; programmable logic; microcomputer-based relay protection; platform

(上接第 10 页 continued from page 10)

- [2] Hassenzahl W V, Hazelton D W, Johnson B K, et al Electric Power Applications of Superconductivity[J]. Proceedings of the IEEE, 2004, 92(10): 1655-1674.
- [3] Steurer M, Noe M, Breuer F. Power Engineering Society General Meeting[A]. IEEE 2004. 1423-1425.
- [4] 叶林. 超导限流器在电力系统中的应用研究(博士学位论文)[D]. 北京:中国科学院, 2000.  
YE Lin. Application of Superconducting Fault Current Limiter in Electric Power System, Doctoral Dissertation [D]. Beijing: Chinese Academy of Science, 2000.
- [5] 李刚,王翠霞,温渤婴. 一种新型微机继电保护实验装置的研制[J]. 继电器, 2005, 33(22): 16-20.

LI Gang, WANG Cui-xia, WEN Bo-ying. Research and Development of a New Experimental Device for Digital Relay Protection [J]. Relay, 2005, 33(22): 16-20.

收稿日期: 2006-02-10; 修回日期: 2006-02-27

作者简介:

高强(1981-),男,硕士研究生,研究方向为超导限流器与继电保护的匹配问题;E-mail: gaoqiang@mail.iee.ac.cn

惠东(1968-),男,副研究员,从事超导电力应用的科研工作。

### Research of relationship between SFCL and distance relay of power system and the improvement of the algorithm of distance protection

GAO Qiang<sup>1,2</sup>, YE Ying<sup>1,2</sup>, ZHANG Zhi-feng<sup>1</sup>, HU IDong<sup>1</sup>, XIAO Li-ye<sup>1</sup>

(1. Institute of Electrical Engineer of Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China;

2. Graduate University, Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China)

**Abstract:** With deep research of SFCL, the matching problem between SFCL and relay protection in power system is to be solved. This paper theoretically analyzes the influence that bridge-type SFCL brings to the distance relay. And considering the characteristics of microcomputer-based protection, a new algorithm is proposed to eliminate the influence. EMTDC/PSCAD simulation shows that the algorithm is valid. It is a new idea to solve the matching problem between SFCL and distance relay protection.

**Key words:** distance relay; microcomputer-based protection; HSFCL