

# 变电站微机综合保护的优化设计思路

丁书文<sup>1</sup>, 杨雪萍<sup>1</sup>, 赵勇<sup>2</sup>

(1. 郑州电力高等专科学校, 河南 郑州 450004; 2. 河南电力试验研究所, 河南 郑州 450007)

**摘要:** 分析了当前变电站微机综合保护的现状, 建议采用面向对象的设计思路, 以继电保护为核心, 扩充微机保护功能、运用通信网络技术, 以变电站二次系统为整体优化目标的设计思路。

**关键词:** 微机保护; 综合设计; 变电站; 思路

**中图分类号:** TM771 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)12-0024-04

## 1 引言

变电站自动化技术近年来发展迅速, 各地有不少变电站自动化系统投入运行。作为变电站自动化系统重要环节的微机保护也取得了迅猛发展。使微机保护装置在动作速度、动作正确率及运行可靠性和易用性等方面取得了令人瞩目的成绩, 传统的模拟式保护已与之不可同日而语, 但在充分发挥微机的特点和优势等方面仍有较大发展潜力, 在实现继电保护功能的同时兼具其它功能(如控制、测量、通信等辅助功能)来构成微机综合保护装置方面、在与变电站自动化系统中其它二次设备之间进行配置和管理方面, 仍有较大进行优化设计的空间。本文根据国内外变电站自动化中微机综合保护的现状, 用优化设计思想论述其系统构成和功能配置, 提出其优化设计若干设想。

## 2 变电站自动化系统对微机综合保护的功能要求

### 2.1 保护功能应相对独立

保证继电保护安全、稳定运行是设计变电站自动化系统的最基本要求。由于继电保护的的特殊性, 自动化系统绝不能降低继电保护的可靠性。由于要求微机保护装置快速决策、立刻反应, 需要更高的可靠性和灵敏性, 因而它在功能和作用上仍需保持相对的独立性。在系统运行中, 继电保护单元的可靠性应仅与其保护装置本身有关, 与同保护单元相关的其它装置(如通信口、网络、监控单元等)无关。这就要求在自动化的功能设置中, 保护单元相对独立, 即使与保护装置相连的网络出现故障, 也应不影响继电保护本身的可靠性。

### 2.2 信息共享

在保证安全运行的前提下, 在变电站自动化系

统设计中应尽量做到信息资源共享。在测量回路方面, 保护、录波、仪表、计量、远动等, 可按 CT 二次特性的不同要求分类优化组合, 减少测量环节, 减轻二次回路负载, 提高测量精度。

从整个电力系统自动化领域来看, 计算机和通信技术带动了各种模拟式装置或系统向数字式方向发展, 而数字信号处理(DSP)的应用则进一步促成了这些装置的信息化, 而信息化的主要特点是信息的有效利用和共享, 这样可极大提高装置或系统的性能价格比。对于继电保护, 将通过信息共享, 实现多种保护的集成(如将变压器差动保护与过流保护集成在一起), 同时也有利于变电站的综合自动化优化设计的实现。

## 3 采用面向对象的分布式设计思想

随着电力系统的发展, 无论是电力系统的分析和应用软件, 还是管理、监视和控制等系统的规模越来越大, 如果仍采用传统的面向功能的设计方法, 就会使这些系统的开发、修改和扩充越来越困难, 不必要的重复设置越来越多, 生产效率很难提高, 而面向对象的设计方法是解决这些问题的最好选择。

早期的变电站由于计算机硬件水平的限制, 保护功能与远动功能等分别单独集中实现, 基本上按信息类型(即按专业)划分功能单元。随着过程控制体系结构的发展以及计算机通信技术的进步, 在变电站内采用面向对象的分布式结构组成现场控制系统, 越来越显示出其强大的生命力。

所谓面向对象的分布式结构, 是将现场级单元按一次设备和二次设备对应配置原则, 一个一次设备间隔对应一个二次保护监控单元, 保护下放就地, 减小了 CT 负担, 大大节省二次电缆, 二次回路负载将进一步减轻, 控制室面积进一步缩小, 使系统组态和操作更为方便, 提高了系统排除故障及调整操作

的速度。同时各保护单元通过总线连至站控级设备,利用保护工程师站上启下,使现场维护过程概念清晰、责任明确。变电站对下除了完成常规自动化的保护管理功能外,还可以通过现场高速总线实现保护单元的自适应调整;对上设立开放式站级网络接口,可方便地与管理级建立联系,充分保证了系统的可互用性和可扩充性。这样,继电保护重要的快速决策功能在现场级即可实现,而涉及多点的综合保护及与系统结构相关的自适应功能则由工程师站及现场总线协调完成。

## 4 继电保护的模块化设计

标准化和模块化是保证变电站自动化系统独立性与扩展性相统一的基本要求。但是,国内在这方面由于缺乏统一的设计方案和产品标准,这种百花齐放的局面也在一定程度上给电力研究与生产行业造成了重复劳动,不同厂家的产品很多都是自成一体,相互之间缺乏很好的兼容性与可扩展性,给用户带来很大麻烦。因此,应确立保护软、硬件设计的模块化、标准化来保证该系统自身的独立性和与其它系统的兼容性。

### 4.1 模块确定的原则

#### 4.1.1 分解模块以功能为核心

模块化是指以通用部件(模块)组合的一种产品构成模式。模块是具有确定功能的独立单元,功能是构成模块的依据,也是系统分解的基础。模块分解应呈现层次性。如:基本模块(如电源插件等)。以插件为单元的功能部件,是具有特定功能的独立单元。插箱级模块。由插件模块组成具有独立综合功能的插箱组成。产品级模块。可由插箱级模块组成具有多种保护控制、测量功能的柜屏。

#### 4.1.2 模块应典型化

把各种保护装置间许多相似功能的要求,经过简化、统一,归并成为一种或几种典型的功能单元,然后,把这些典型的功能单元从产品中分离出来,使之成为在功能、参数和接口方面能通用于多种产品系统的具有特定功能的独立单元。这种典型化的意义在于消除模块在功能上的不必要的重复性和多样性。

### 4.2 硬件的模块化

硬件的模块化从基本模块做起,在将系统分解为模块时,模块的内聚度应最大,而把分解点选在接口最少、最弱的部位,这样可简化接口结构,使系统易于分解,又易于组合。基本模块设计为插件式,不

同保护间可通用硬件,这样,缩短了开发周期,保证了生产、调试、维护的方便。主要插件有:电源插件、交流插件、CPU插件、开入开出插件等。硬件的不同基本模块组合可构成插箱级模块,不同插箱级模块组合可构成产品级模块。

### 4.3 软件的模块化

同硬件一样,各处理模块的软件也采用模块化结构,在整体上软件模块与硬件模块配套设置,要充分发挥软件开发和复制率高、灵活、一致性好和可靠性高的优点,通过软件派生新的产品,即硬件相同,通过改变软件派生出新的品种或满足用户的特殊要求。同时,软件的模块化也有利于缩短软件的开发周期。对于保护共用的主程序、中断采样程序、启动制断程序以及通信程序、GPS同步时钟程序等模块,可使保护装置灵活复制利用。

需要指出的是:实际应用中的模块化产品系统是动态的,模块化不仅有一个形成、完善和成熟的过程,而且随着技术的不断更新,人们的认识在不断深化,产品的可靠性要求在不断提高。因此,模块系统实施新陈代谢,及时改型与更新不仅是不可避免的,而且是必要的。但就改型与更新而言,无论在电路还是机械结构上都有继承性,有其独特的优越性。这也是模块化设计的优势所在。

## 5 通信技术

### 5.1 变电站微机综合保护的信息流分析

变电站与微机综合保护有关的数据有三个流向:第一个流向是保护设备到变电站上位监控机,主要传递反映一次系统运行状态的信息;第二个流向是从上位监控机到保护设备,通常为上位监控机下达对保护设备的修改整定参数命令及一些其它控制信息;第三个流向是保护设备之间的横向数据交换,此类数据视系统设计及功能划分而定,例如若要求保护设备间同步采样,则横向的数据交换量较大。在目前阶段,考虑到保护单元的独立性,减少系统对通信的依赖性,对保护设备间的通信主要考虑分散的保护设备与单元监控设备之间的通信问题。由于这两个设备之间通常处于非常靠近的位置,可采用常规的串行通信技术来解决。

### 5.2 通信系统配置原则

变电站通信系统的结构配置,应按照分布式系统的设计原则,尽量将计算处理能力安排到信息源点,就近进行采集与处理,就近控制,只有参与协调控制的必要的信息才进行相互间的传递,以提高系

统运行效率,减少系统对通信的依赖性,提高整体系统的可靠性。

### 5.3 通信方式选择

变电站内局域网的网络拓扑结构主要采用星形和总线型连接方式

星形通信方式以上位监控机为中心点,以发散的方式分别通过通信线缆与分散于每一个开关柜上的控制 I/O 设备和保护设备连接。其介质一般选用光纤,因此具有光通信的自然隔离、高抗干扰性、高安全性的特点,适合在变电站这种恶劣环境下使用,且各 I/O 单元及保护单元都与站级计算机独立通信,独占通信线路,可维护性好。因此,目前有不少变电站自动化系统选用星型通信系统方案。但是,星型连接所需铺设的电缆总长度要比其它结构的多,尤其是站级计算机接线较多时,施工复杂;各 I/O 单元及保护设备之间的横向通信必须通过站级计算机进行,复杂且效率不高;当采用光纤通信技术时,因为光纤本身难以实现 T 形连接,不能实现总线结构,除非采用光纤环网技术。因此,必须用到有源的光电转换设备,势必造成通信系统的可靠性受制于各连接点的可靠性。所以,建议在选用星型通信系统方案时需慎重考虑。

随着通信技术的发展,针对变电站自动化技术的应用环境,关于现场级通信有一点已为越来越多的人达成共识,即采用总线型网络构成多冗余系统,网上每个节点都可以与其它节点通信;所需电缆总长度较短,可靠性较高,不象星形连接方式有一个中央控制节点(站级计算机)形成的可靠性瓶颈。这里推荐国际上新一代的现场测控网络 CAN。基于 CAN 网络的技术方案易于实现双网备用,可以与 I/O 单元、保护单元集成实现高速数据交换,可以确保紧急信息的实时性,并且抗干扰能力强、成本低、施工简便。其技术优势在 ISA/LSA-300 系列微机保护中得到了体现。

需要指出的是,目前变电站中不同厂家的设备之间的通信,在国内还未制定统一的接口标准,通信规约种类繁多,不仅浪费了大量的软硬件开发人力,也给用户的设备选型、运行、维护等带来诸多不便。规约选择的好坏,不仅影响通信系统的可靠性和效率,而且还会影响系统功能的正常发挥。所以应抓紧抓好变电站自动化系统中通信系统规约的标准化工作,加快实施等效采用 IEC870-5 系列国际标准的国家标准的制定与宣传贯彻工作,避免重复劳动,提高劳动生产率,以充分发挥自动化的技术优势。

## 6 扩充微机综合保护功能

微机保护是今后保护的发展方向。现有的国产微机保护装置,已很好地完成了保护从模拟式向数字式的转化,但在充分发挥微机优势、增强保护功能方面,仍有很大的发展潜力。

### 6.1 扩展定值存储能力

在电力系统中,电网的运行方式是经常发生改变,为了满足不同运行方式下继电保护装置动作的可靠性、灵活性、速动性和选择性,就要求保护在不同的运行方式下执行不同的整定值,如果采取在运行方式改变时,现场临时输入新定值的方法,将带来诸多不便,主要体现在:复杂的定值需要继电保护维护人员前往变电站现场进行更改,增加了维护量;

系统更改定值的时间长,不利于系统运行安全,特别是事故处理期间方式的改变需要定值更改时;简单定值由操作人员更改,容易出错。

所以,对于微机保护装置,应能预先制定出多种最常用、最重要的运行方式,以此制定出相应的电网保护定值整定方案,并就这些方案对应的整定值存储在保护的多个定值区内,当运行方式改变时,由操作人员通过调整现场保护装置的定值区号,来实现继电保护的定值改变。这样既快又准,又解决了现场重新输入定值的不便。提高了各种运行方式下保护的配合能力,减少了改变定值的出错率。

### 6.2 记录保护装置自身工作信息

传统的模拟式继电保护在完成某种逻辑判断后,仅能以信号灯的形式记录输出结果或曾发生的事件,信息含量较小。当前微机保护装置虽然能输出保护动作和自检信息,但在提供工作信息方面与传统的模拟式保护大体相似。对于微机保护来说,它有强大的运算、逻辑判断和存储能力,使详细记录保护装置自身工作详细成为可能。

记录保护装置自身工作信息,主要有以下作用:

通过记录自身工作信息,结合故障录波,可以做到科学、公正、实事求是地确定保护的動作行为;而不仅仅是推断;不仅对保护装置的运行维护有着重要的现实意义,而且对产品的研制、开发及改进和提高产品性能具有指导意义;即使保护装置正确动作,自身工作信息也有参考价值,如可以分析保护的動作速度和動作过程是否符合产品的性能要求,其保护動作行为与故障发展过程是否吻合等。

保护装置需记录的自身工作详细的主要内容有:产生某一自检或是動作结果时的实际程序走

向(可按需要通过打印机或串口输出); 保护动作时执行的定值区号,各保护功能动作点的数据; 各主要元件或功能的动作时间和动作时的开入、开出时序图; 多个启动量中,指明是因满足哪些条件而启动,等。这些详细应在掉电后不丢失,并能通过内置 Modem 送至调度端。

### 6.3 外部输入信息的记录

微机保护能根据不同的外部信息,正确地作出相应的逻辑判断。由于这些外部信息对微机保护工作时的程序流程,甚至动作行为有至关重要的影响,因此,为准确分析保护的动作为,特别是复杂工况下可能出现的不正确动作,有必要详细记录,并能按需输出带有标准 GPS 时标、精确到毫秒的外部开入量时序图。从图中应能看出各个外部详细何时输入。持续多长时间、中间是否有间断等。

### 6.4 利用 GPS 统一同步时钟

全球卫星定位系统(GPS)具有十分广泛的用途,人们正在探索利用它卓越的时间同步性能来开发电力系统监测、保护和控制的各新方法。

从 GPS 可以获得两种时间信号:一是秒脉冲信号,二是与每个秒脉冲前沿对应的日期和时间代码,即秒脉冲信号的时间标记。为满足事故分析的需要,应采用 GPS 获取同步时钟,通过内置 GPS 对时接口电路,为保护装置的工作提供标准时间,如用 GPS 的对时脉冲控制保护的采样脉冲,从而可保证全网同型号装置的采样数据在时间上的一致性。

## 7 结束语

变电站自动化研究的现状与发展,要求构成自动化的微机综合保护既能可靠的独立运行,又能扩

展为更大的系统、更强的功能,因此必须加强微机保护的标准化设计。

由于科学技术的高速发展,新产品的研制、开发周期越来越短。所以,在新产品的开发构成中应综合考虑产品的可靠性、先进性及经济性,采用新思想、新原理、新技术,开发出可靠性高、功能强大的新型微机保护。可以预测,随着我国电力工业的发展及电子技术、工业自动化、信息工程等相关产业的技术进步,人机界面更加友好、运行更加安全可靠的新一代微机保护装置必将获得迅猛发展。

### 参考文献:

- [1] 朱大新,刘觉. 变电站综合自动化系统的内容及功能要求和配置. 电力系统自动化,1995,19(10).
- [2] 焦志先,陈泳,李诗予,等. 变电站综合自动化系统中微机保护应具有的功能. 电力系统自动化,1996,20(1).
- [3] 廖泽友,杨奇逊. 一种新型变电站综合自动化系统方案. 继电器,1998,26(37).
- [4] 郑三保,石铁洪,等. 变电站成套微机保护与管理的设计与实现. 继电器,1998,26(22).
- [5] 张红芳,等. CAN 总线和 DeviceNet 协议及其在变电站监控系统中的应用. 电力系统自动化,1998,22(52).
- [6] 赵自刚,黄少锋. 扩充微机保护装置功能. 电力系统自动化,1997(3).

收稿日期: 1999-12-21

作者简介: 丁书文(1967-),男,硕士,讲师,主要从事电力系统继电保护和自动化的教学、研究与开发; 杨雪萍(1969-),女,学士,讲师,主要从事电力系统微机应用方面的研究; 赵勇(1967-),男,硕士,工程师,主要从事变电站自动化系统及微机保护的研究与开发。

### Optimizing design consideration of microprocessor-based protection for substation

DING Shu-wen<sup>1</sup>, YANG Xue-ping<sup>1</sup>, ZHAO Yong<sup>2</sup>

(1. Zhengzhou Electric Power College, Zhengzhou 450004, China; 2. Henan Power Research Institute, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** The status of microprocessor-based protection is analyzed. Some new ideas of substation microprocessor based protection are presented in this paper and its detail of design is discussed.

**Keywords:** microprocessor-based protection; design; substation; idea

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告