

# MGT100 系列微型发电机变压器保护装置的设计

陈建玉<sup>1</sup>,俞拙非<sup>1</sup>,孟宪民<sup>1</sup>,吴崇昊<sup>1</sup>,缙重庆<sup>2</sup>

(1. 电力自动化研究院,江苏 南京 210003; 2. 珠海经济特区宏源开发公司,广东 珠海 519000)

**摘要:** 论述了MGT100系列微型发电机变压器保护装置设计开发所依据的电力系统主设备保护动作情况的统计数据 and 动作原因分析、设计中所依据的高可靠性为主的总体设计原则和分布式单元结构、嵌入式控制器技术、分层式软件功能、实时操作系统等新技术的使用和软硬件设计要点。介绍了所采用的四段式比例差动、自动跟踪式定子100%接地保护和乒乓式转子接地保护等主要保护原理的特点,发电机、变压器后备保护的“N+1”、“N+2”配置方法和组屏设计方法,以及该系列装置在华能明台电厂等厂站的运行情况。证明达到了可靠性高、保护配置齐全、组屏灵活、调试简单、使用方便的设计要求。

**关键词:** 继电保护; 微计算机; 发电机保护; 变压器保护

**中图分类号:** TM772 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2000)07-0055-04

## 1 电力系统主设备保护的動作情况分析

国家电力调度通信中心和电力科学研究院每年都对全国的继电保护设备动作情况进行统计分析,并公布相应的结果,主设备保护的正确动作率大大地低于线路保护。1995年,国家电力调度中心、原电力部安生司、电力机械局联合组建了发电机、变压器保护协调小组,对大型发电机、变压器保护的运行情况进行了调查,在所函调的100MW~200MW机组75台、300MW及以上机组82台和220KV及以上变压器15台中,1990~1995年间重点调查的保护装置共动作434次,正确动作率仅有60.6%<sup>[1]</sup>。

表1 重点保护的正確动作率统计

保护名称	动作次数	正确动作次数	正确动作率
变压器(或发变组)差动保护	121	68	56.2%
低阻抗保护	36	26	72.2%
发电机负序过流保护	53	25	47.2%
发电机匝间保护	45	18	17.8%
定子接地保护	76	61	80.3%
转子接地保护	92	76	82.6%

在最近几年的继电保护动作统计中,造成不正确动作的各种原因所占的比例并无大的改变<sup>[2]</sup>。由此可见,造成主设备保护正确动作率低的主要原因还不在于保护原理和配置,如果能提高装置元件的可靠性和抗干扰性能,能提供TA、TV回路监视或断线闭锁的能力,则正确动作率会大幅度上升。

## 2 整体设计原则

MGT100系列微型发电机、变压器保护装置以

提高装置的可靠性为最高设计原则。

表2 重点保护的不正确动作原因

原因	造成不正确动作次数
CT断线或接地或接错线	28
元器件损坏	25
抗干扰性能差	19
调试不当	8
端子接触不良	7
原理不完善	7
PT断线或接错线	6
直流消失或干扰	6
误碰、误操作	5
绝缘不良	4
插件接触不良	4
设计原因	4
误整定	3
配置不完善	3
原因不明	25
其它	10

2.1 采用单元式结构,每个单元包括独立的CPU系统、电源、输入变换回路和出口继电器等,因而能真正达到分层分布式系统的要求。

2.2 主保护完全独立,后备保护按侧或按功能相对独立,能够按“N+1”、“N+2”的原则进行成套保护的配置。

2.3 作用于跳闸的保护采用相对成熟的保护原理,以提高装置的动作可靠性,作用于信号的保护采用相对新颖的保护原理,以提高装置的报警灵敏度,以及适应系统的变化和机组的不同运行工况。

2.4 全面贯彻执行原电力部颁布的《电力系统继电保护和安全自动装置反事故措施要点》<sup>[3]</sup>的规定,提

高装置本身的制造质量和减少用户使用不当的几率,以期提高正确动作率。

2.5 强化网络通信功能和人机界面功能,以方便用户使用和灵活构成综合自动化系统。

### 3 硬件设计要点

3.1 MGT100 系列微型发电机、变压器保护装置的每个单元都采用高为 6u、宽为 (19/3) in 的机箱。组屏设计时,3 个单元装置可联立成一层标准机箱。每个单元装置由交流变换模件、CPU 主模件、电源与开入开出模件、面板模件等四块模件组成,各模件的功能相对独立,且信号流向在各模件间不交叉,不形成环流。

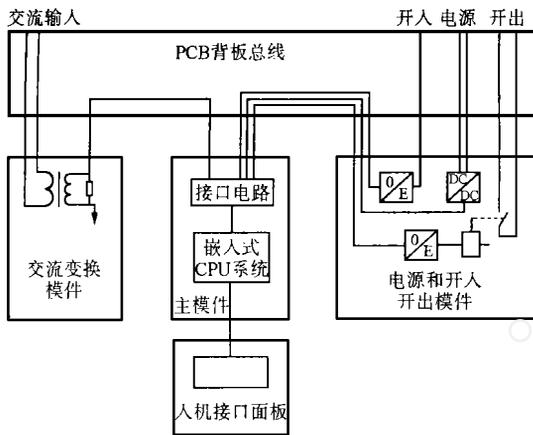


图1 硬件系统框图

3.2 采用了相对独立的嵌入式控制器技术。一是因为继电保护厂家不大可能自己设计 CPU,也不能左右 CPU 制造商的产品政策,继电保护装置又是一种生命周期比较长的产品,CPU 及其外围关键器件的供应关系到一个成熟产品的连续生产和备品备件的持续供货,不能因为这些元器件的停产而造成停用仍需要继续使用的保护装置,将 CPU 及其外围关键器件构成的最小系统集中在一块小面积 PCB 上组成独立的嵌入式的控制器,可以比较方便地进行 CPU 的升级或替换,而不需要改动主模件。二是因为采用该项技术后,既可以做到总线不出板,又适于采用多层 PCB 技术生产核心部件,提高装置的抗干扰能力。

3.3 采用 PCB 背板总线技术。板间采用欧式接插件联接,取消了传统的装置内部采用导线焊接联接的模件,杜绝了装置内部联错线、虚焊等现象,提高了装置本身的制造质量。

3.4 选用高可靠性的直流逆变稳压电源模块、二次

电流/电压互感器和出口继电器等关键外部器件。由于 CPU 及其它核心器件都可以采用自检等措施监视,而外部器件的运行监视又难以实现。因此设计中提高与外部设备有关的回路的抗干扰能力和极限运行(过载)能力,是至关重要的。

3.5 采用了 CAN 网络作为各单元间通信的现场数据通信总线。CAN 作为欧洲标准,得到众多的制造商的支持,拥有众多的用户,并具有丰富的运行经验,被证明是一种组网简单、通信速率高、抗干扰能力强、技术成熟的方案。通信管理单元还具有 RS422、RS485、RS-232C 等多种接口方式与监控系统相连。

3.6 采用大容量全静态的存储器作为事件记录的介质,其可靠性要比采用磁盘驱动器高出一个数量级以上。

### 4 软件设计要点

与大型计算机软件可靠性研究相比,嵌入式控制器的软件可靠性研究非常薄弱,在 MGT100 系列微型发电机变压器保护的软件设计中借鉴了很多 PC 机甚至大型机的做法。

4.1 将 CPU 与外围智能芯片的初始化、自检等功能的软件组合成类似 PC 机的 BIOS,由硬件开发人员和软件开发人员共同设计和测试验证,从根本上为整个系统的高可靠性打下了基础,又满足了嵌入式控制器模块可以升级或更换 CPU 的要求。

4.2 将数据采集、开入开出控制、通信链路层管理、键盘管理、显示器刷新等功能软件按模块化设计,采用子程序、函数等方法调用,类似于 PC 机的 DOS,而真正的保护功能软件相当于 PC 机的应用软件。采用这种分层式的软件结构,有利于面向硬件和面向应用的编程人员发挥各自的优点,有利于软件功能的测试和验证。

2层	应用功能	各个保护功能子程序; 通信应用层子程序;等。
1层	系统功能	数据采集子程序; 开入开出控制子程序; 通信链路层管理子程序; 键盘管理子程序; 显示器刷新子程序;等。
0层	基本功能	初始化程序; 自检子程序;等。

图2 软件功能的分层结构

4.3 采用了自行研发的实时多任务操作系统

(RTOS)。既保证继电保护所要求的高可靠性、实时性,又能保证软件设计的通用性、可维护性。继电保护的实时性要求高,又具有大量的数值计算和逻辑判断,受经济性和可靠性(特别是抗干扰性能)的限制,目前不可能采用外部总线既宽总线速度又高的CPU,因此机时是相当紧张的,万一发生超时造成中断嵌套,极有可能引起装置的异常运行、死机、甚至不正确动作,装置的动、静模试验是枚举试验,很难使程序遍历,使用实时操作系统后,即使发生中断服务程序超时,也能保证程序的正常运行。

4.4 采用可靠性高的软件编程方法,例如多用即时判据而少用历史标志,多用具有电容效应的能量型标志(可用计数器累积计数方法实现)而少用信号型标志位,采用“非置即清”(NO setting is Resetting)策略,这样做的好处是万一标志受到干扰而变位,能得到及时的正确的更新,瞬时性的干扰不会引起不正确动作。

4.5 按最大保护功能编制程序,并采用出口矩阵方式实现跳闸出口功能的重新配置,避免了因保护功能的细微变动而导致程序的频繁修改。对于主设备保护来说,由于电气主接线、机组型式甚至励磁方式的不同,保护配置中的差异性是很难消除的,程序的频繁修改难以保证每次修改都得到详细的测试和验证,因而保证软件版本的相对统一和稳定对于提高装置的可靠性是有重要意义的。

## 5 主要保护原理和配置方法

MGT100系列微型发电机变压器保护装置基本上继承和沿用了FB-1型固体电路发电机变压器成套保护装置所采用的保护原理<sup>[4]</sup>,后者是八十年代中期研制成功的,在电力系统中有相当广泛的应用,取得了丰富的运行经验,被证明主要保护原理是成熟的,移植到前者时,发挥了微处理器数值处理和存贮的长处,改进了部分保护判据。

5.1 变压器差动保护采用了四段式比例制动差动原理,根据短路电流的大小选取相应的制动系数,使得差动保护在内部小电流故障时更灵敏,在外部短路时有大的穿越性故障电流流过时更可靠。TA断线闭锁采用差动TA的自产零序电流和后备保护用TA零序电流平衡比较的判据,简捷可靠。

5.2 变压器后备保护按电源侧数配置独立的单元装置,发电机后备保护按保护性质分置在2个或2个以上的单元装置中,在某一个后备保护单元装置因故退出运行时,仍有相当多的保护功能得到了替

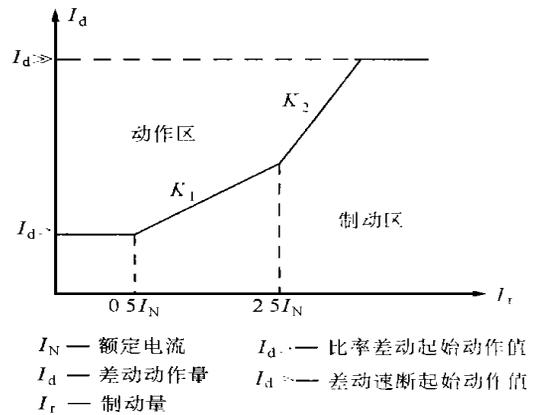


图3 四段式的比例差动作特性

代。

5.3 100%保护范围的定子接地保护中的三次谐波电压判据采用了自动跟踪原理,能适应各种运行工况下机端和中性点三次谐波电压的正常变化,提高了装置的灵敏度。

5.4 乒乓原理的转子回路一点接地保护装置能监测显示励磁回路的对地绝缘电阻值和发生绝缘降低处相对于滑环的电气距离,并能及时自动地投入两点接地保护。

MGT100系列微型发电机变压器保护装置已经在华能明台电厂、天生桥发电总厂、万安水力发电厂、福建永春变电站、重庆南川城关变电站、珠海港北变电站等数十个厂站投入了运行,经历了多次区内故障和机组各种运行工况的考验,证明动作正确、可靠。

### 参考文献:

- [1] 电力部发电机变压器保护协调小组. 大型发电机变压器保护调查报告. 1995.
- [2] 张皖军,尹其云. 1998年电网安全情况分析. 电网技术, 1999, 5(73).
- [3] 电力部安生司. 电力系统继电保护和安全自动装置反事故措施要点. 1994.
- [4] 王祖光. 电力系统主设备保护论文集. 南京自动化研究院, 1990.

收稿日期: 2000-01-28

作者简介: 陈建玉(1963-),男,高级工程师,从事电力系统主设备保护的研究; 俞拙非(1963-),男,高级工程师,从事微机继电保护装置的研究开发; 孟宪民(1954-),男,高级工程师,从事电力系统主设备保护的研究。

## The design of MGT100 microprocessor based relay for generator and transformer

Chen Jian-yu<sup>1</sup>, YU Zhuo-fei<sup>1</sup>, MENG Xian-ming<sup>1</sup>, WU Chong-hao<sup>1</sup>, GOU Chong-qing<sup>2</sup>

(1. Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China;

2. SCEP-NARI Hongyuan Development Co. LTD, Zhuhai 519000, China)

**Abstract:** The statistics data of the execution of the MGT100 microprocessor based relay for large size power apparatus is introduced in this paper, much new techniques such as distributed unit structure, Embedded controller, layered software function techniques, real time operation system is adopted in the design of this kind of relay. For enhancing relay characteristics some principles has been taken into this kind of relay i. e. four-stage ratio differential relay, 100% stator earth relay with automatic tracing, rotor earth relay with ping-pang characteristics, the "N+1", "N+2" ways of relay configuration. With the experience of the operation situation of MGT100 relays for more than five years, it's characteristics has proved that the MGT100 relays meeting the demands of high reliability, completely configuration, flexible assembly and conveniently in using etc.

**Key words:** protective relay; microcomputer; relay for generator; relay for transformer

### 三大继电器厂家联手合作,推出最新工具书 ——《继电器检验调试手册》

为满足广大继电保护技术人员现场需要,以现场检验为依据,中国电器工业协会继电器及其装置分会和机械工业继电器及装置科技情报网组织十几位专家,编写了《继电器检验调试手册》一书。该手册收录了截止1999年生产的二十类共250余种继电器产品,共100多万字,基本覆盖了电力行业常用的继电器种类。

全书共分三篇,第一篇为检验通则,介绍了继电器在新安装和定期检验时的通用检验规则要求,包括一般性检查,一般电气性能检查,绝缘性能检验,试验电源和使用仪器仪表的一般要求,误差、一致性和变差的计算方法等内容;第二篇为有或无继电器,内容包括中间继电器、时间继电器、信号继电器、冲击继电器、电码继电器、双位置继电器、重合闸继电器和计数继电器;第三篇为量度继电器,包括电流继电器、过流继电器、电压继电器、接地继电器、同步检查继电器、功率继电器、频率继电器、差动继电器、阻抗继电器、监视继电器、断相闭锁继电器和其它继电器。

该手册具有以下特点:

1. 作者队伍力量强。该手册的编写得到了许继集团有限公司、阿城继电器厂、上海继电器厂的大力支持,他们抽调了具有丰富经验的专家编写该书,力求简炼和实用,使手册具有较强的权威性。

2. 内容新。在继电器产品的选择上,选取了截止1999年的最新产品,淘汰了已停产的产品,使手册具有较强的实用性。

3. 结构合理。该手册对每一种继电器,均按用途,原理简介,检验项目及要求,检验、调试方法四方面进行介绍,并将一般性检查作为检验通则放在手册最前面,以方便读者查阅。

4. 采用最新国标。与国际接轨,贯彻国标,手册采用了最新的图形符号和文字符号,读者可直接引用。另外,在文前还列出了手册中使用的文字符号说明,便于读者使用。

权威的作者、全新的内容、详实的介绍,使该手册成为继电器调试检验方面的必备工具书,可供电力系统继电保护现场运行、检验、调试技术人员使用,也可供相关专业的技术人员参考。

该手册预计2000年10月出版,估价80.00元。有意购买者,可与中国电力出版社发行部联系。

地址: 北京西城区三里河路6号 中国电力出版社发行部 邮编: 100044

电话: (010)68358031 — 340

也可与中国电力出版社专家编辑室张涛联系。电话: (010)63416227