

电力系统 微机保护培训教材

杨新民 杨隽琳 编著



中国电力出版社

189671

TM769
Y304

电力系统微机保护培训教材

杨新民 杨隽琳 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

本书系统讨论了微机保护装置的基本硬件和软件结构原理,在此基础上分析了中低压线路、高压超高压线路、变压器、母线、电容器的微机保护及备自投、故障录波、自动跟踪补偿接地选线和VQC系统等微机型自动装置。最后还从微机保护和自动装置的角度介绍了在综合自动化系统里微机保护和自动装置的地位、作用及其与监控系统通信的网络。为了帮助学员调试和使用微机保护装置,从实践及现场角度编写了微机保护的调试与使用一章。

本书自始至终贯穿了一个实用化和简单通俗的原则,一切从实际装置的简图、框图原理出发,最后终结到实际的复杂电路及逻辑原理。虽然单片微机系统知识是本书的基础,但为了通俗易懂及突出保护装置原理,仅将该部分作为附录编入本书,除此之外还有串行通信、光纤通信及重合闸等原理也作为附录编入本书。

本书可供电力系统从事微机保护自动装置的运行、维护及继电保护专业的工程技术人员和电力专业大中专学校及教育培训中心师生的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统微机保护培训教材/杨新民,杨隽琳编著.北京:中国电力出版社,2000

ISBN 7-5083-0285-0

I. 电… II. ①杨…②杨… III. 计算机应用-电力系统-保护-教材 IV. TM769

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第06116号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京梨园印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000年9月第一版 2000年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21印张 474千字

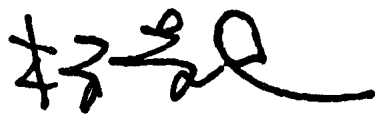
印数 0001—5000册 定价 31.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

随着微机保护日益广泛的应用,虽然相应地出版了一些书籍,但大多是高等学校教学用书,理论性较强,结合实际装置较少。而继电保护装置制造厂家提供的产品说明书则注重介绍产品的性能特点、应用范围、使用方法及运行注意事项等,也许出于商业竞争的原因,或是考虑用户只需会使用,一般不在原理上下功夫。因而总觉得缺少一层既有理论分析又有实际应用技术方面的资料或书籍,每次去各地举办的微机保护学习班讲课都感到了这种需求。最近从中国电力出版社看到了本书的清稿,它正好填补了这一需求。我并不认识本书作者,但从书稿可以看出作者很善于深入浅出地从物理概念上讲清楚原理问题。例如讲述 VFC 型模数变换器的原理,我本人在大学讲课时为了追求数学上的严密,总是从建立数学模型入手,结果常常使学生觉得难以理解。本书用非常简洁的语言,却把物理概念讲得很清楚。所以我很高兴应邀为本书写这个序,向读者推荐本书。

另外,我想借此机会澄清一个误区。关于微机保护“代”别的划分;从来也没有组织过任何会议讨论和规定过。由于华北电力大学在国内较早开始研发微机保护,随着各方面先进技术的发展,我们的微机保护也随之不断更新和完善,即书中提到的 01 型、11 型和 CS 系列(含 101 型)保护。最早的 01 型保护靠单 CPU 工作,多插件组合而成。11 型保护则开始用多 CPU 工作,硬件也有了很大改进,保护功能在单个插件内实现,总线不引出插件,并改多路转换的 ADC 模数变换为 VFC 方式。现在应用的 CS 系列最大特点是将保护功能集成在一个芯片内,总线不出芯片,并采用了先进的网络通信技术,我们称之为“第三代”微机保护,仅是针对“01”、“11”而言,并不能代表我国微机保护发展的里程,更不要将其他产品牵强划归为某一代。不同厂家的产品各有所长,应相互学习、借鉴、攀比,使我国微机保护技术不断提高和发展。



2000 年 7 月

我国近十几年来的继电保护装置发展十分迅猛,微机保护装置以它独特的优势抢占了保护的“滩头”,并迅速淘汰了集成电路和晶体管继电保护装置。新的微机保护装置还在不断地推出,并对原有的微机保护装置不断地进行着改进和完善。至90年代中不到十年时间,微机保护就经历了三代产品,尤其是对我国电力系统影响很大的反应故障分量的高速微机继电保护装置已在全国推广普及。

为了使发变电、供用电部门有一本较系统地介绍微机保护的书籍,作者在1995年自编了《微机保护及自动装置》教材。几经修改后再将超高压线路的反应故障分量高速微机保护及变电所综合自动化中的微机保护和自动装置等内容编入本书。

本书共分八章,第一、二章作为微机保护的硬软件基础原理,适合于继电保护初、中级工和中专教材选用。第三~五章介绍中低压、高压、超高压线路微机保护及变压器、母线和电容器的微机保护原理和应用,适合于中、高级工和中专、高职选用。第六、七章介绍变电所综合自动化中的微机保护、自动装置及其通信。第八章着重介绍微机保护的调试和使用。后三章适用于现场继电保护工作者参考及培训班选用。每章后均有思考题以供学员思考检查用。全书还附四个附录,供学员在学习中参考。本书中所使用的硬软件框图都是经简化浓缩后的框图,突出了关键问题,加强了逻辑分析和理解。为掌握实际的保护装置硬软件框图,在本书后附有较多的常用保护装置产品的框图并在文中作了一定的说明,便于学员进一步自学使用。本书第八章由杨隽琳编写,其余各章均由杨新民编写。

本书在编写过程中得到许多同仁的支持与帮助,尤其是本书稿提纲及素材由浙江省电力试验研究所高级工程师何丙茂、福州市供电局调度所高级工程师蔡石山审阅,并得到国家电网公司南京自动化研究院李永炜工程师的大力帮助。本书稿由程元同志打印、整理后完稿,全书由济南市供电局高宏同志审稿,在此一并致以衷心的感谢!

由于作者水平有限,特别是对微机保护装置的实践还很不够,对其理解必然不够透彻,错误与缺点在所难免,恳望专家和读者指正,欢迎使用电子邮件ZXDSJ@21cn.com通信联系。

作者

2000年3月于新安江

符 号 说 明

一、设备文字符号

G——发电机；	L——电感线圈；
M——电动机；	WB——电力母线；
TA——电流互感器；	S——开关；
TM——电力变压器；	SA——控制开关；
K——继电器；	QL——负荷开关；
TV——电压互感器；	SA——转换开关；
QF——断路器；	KM——接触器；
L——电抗器；	SCR——晶闸管；
C——电容器；	LP——连接片；
R——电阻器；	AAR——自动重合闸装置

二、常用继电器文字符号

KA——电流继电器；	KCP——合闸位置继电器；
KV——电压继电器；	KKJ——合后状态继电器；
KT——时间继电器；	KSY——同步检查继电器；
KD——差动继电器；	KTP——跳闸位置继电器；
KOF——跳闸继电器；	KO——合闸继电器；
KM——中间继电器；	KST——起动继电器
KCO——出口继电器；	

三、文字符号及下角标符号

r——制动；	g——门坎值；
op——动作；	K_n ——TA 变比；
N——额定；	st——起动值；
n——基准；	unb——不平衡；
K_b ——调整系数；	o——零序分量；
f——故障；	set——整定；
k——短路；	m——实测值；
d——差动；	d——偏差；

act ——动作；

K_{jx} ——接线系数；

I_{ec} ——接地电容电流；

1——正序分量；

2——负序分量

序	
前言	
符号说明	
结论	(1)
第一章 微机保护装置的硬件原理	(4)
第一节 微机保护装置的硬件结构	(4)
第二节 微机保护的数据采集系统	(9)
第三节 保护 CPU 模块工作原理	(18)
第四节 开关量输入输出回路原理	(22)
第五节 人机接口回路原理	(24)
第六节 保护装置硬件举例 (WXH-11 及 WXB-15)	(31)
思考题	(37)
第二章 微机保护的软件原理	(38)
第一节 微机保护软件系统配置	(38)
第二节 微机保护的算法	(40)
第三节 微机保护主程序框图原理	(44)
第四节 采样中断服务程序原理	(46)
第五节 故障处理程序框图原理	(49)
思考题	(52)
第三章 输电线路保护的程序逻辑原理	(53)
第一节 中低压线路保护程序逻辑原理	(53)
第二节 高压线路距离保护程序逻辑原理	(59)
第三节 高压线路零序电流方向保护程序逻辑原理	(69)
第四节 高压线路高频方向保护程序逻辑原理	(76)
第五节 综合重合闸的程序逻辑原理	(84)
思考题	(89)
第四章 超高压 (高压) 线路微机保护	(91)
第一节 反应故障分量的继电保护基本概念	(91)
第二节 工频变化量方向元件	(95)
第三节 工频变化量距离元件	(99)
第四节 超高压线路后备保护	(103)
第五节 LFP-901A 型超高压 (高压) 线路成套快速保护	(116)

思考题	(127)
第五章 电力变压器及母线、电容器微机保护	(128)
第一节 电力变压器微机保护的配置	(128)
第二节 变压器微机保护的电流平衡调整	(129)
第三节 比率制动式差动保护原理	(132)
第四节 变压器本体主保护	(138)
第五节 主变后备保护	(139)
第六节 LFP-970 系列微机型变压器保护装置	(142)
第七节 500kV 自耦变压器微机保护	(150)
第八节 微机母线保护	(155)
第九节 电力电容器微机保护	(165)
思考题	(169)
第六章 电力系统微机型自动装置	(171)
第一节 概述	(171)
第二节 备用电源自投装置	(172)
第三节 微机型故障录波装置	(181)
第四节 小电流接地系统电容电流自动跟踪补偿及其单相接地 选线装置	(189)
第五节 有载调压和无功功率的综合自动调节	(200)
思考题	(213)
第七章 微机保护、自动装置与监控系统的通信	(214)
第一节 微机保护、自动装置和监控系统的通信功能	(214)
第二节 变电所监控系统的通信网络	(216)
第三节 微机保护通信管理机	(224)
思考题	(229)
第八章 微机保护检验与使用	(230)
第一节 人机界面及其操作	(230)
第二节 微机保护的外部检查	(231)
第三节 微机保护的静态试验	(232)
第四节 微机保护的交流动态试验	(236)
第五节 微机保护的运行与使用	(242)
第六节 微机保护调试举例	(244)
思考题	(249)
附录	(250)
附录 A 单片微机原理与系统扩展	(250)
附录 B 微机保护装置的串行通信	(276)

附录 C 输电线路的自动重合闸 (284)

附录 D 光纤通信接口 (292)

附表 (297)

附图 (299)

参考文献 (324)

绪 论

一、我国微机保护的发展概况

80年代以来,我国微型计算机及其应用技术发展很快,在电力系统继电保护和自动装置的领域里,其影响深远。虽然我国在计算机保护方面的研究工作起步较晚,但进展却很快,并卓有成效。1984年华北电力学院研制的一套微机距离保护MDP-1型经试运行后通过了科研鉴定。其型号即通常所说的“01”型,于1987年投入批量生产。这是我国第一代微机保护产品,其间还有许多各种不同原理,由专业厂家制造的微机保护装置在电力系统中试运行。第一代微机保护装置的特点是采用单CPU结构及多路转换的ADC模数变换模式。

随着计算机在继电保护应用的深入,尤其是进入90年代后广泛采用单片机做保护的核心,为继电保护技术的发展提供了极为有利的条件。由此产生了第二代微机保护装置,它是由华北电力学院北京研究生部首先研制的。第一套“11”型微机保护装置于1990年5月投入了试运行。其代表产品WXH-11和WXB-11等已在全国推广,其结构已与第一代“01”型完全不同,除采用多单片机并行工作外,总线不引出插件,数模变换采用VFC方式,使保护精度与速度及可靠性有了大幅度提高。

我国微机保护装置的第三代产品是北京哈德威四方保护与控制设备公司和华北电力大学联合研制生产的CS系列产品,如线路保护CSL-101系列、变压器保护CST-200系列。第三代微机保护装置的最大特点是采用不扩展的单片机,总线不引出芯片及较先进的网络通信结构技术,使得我国保护装置的硬件结构提高到国际先进水平。

以上所述的三代产品主要是从硬件结构的角度来划分的,但任何微机产品都离不开软件的开发和发展,微机保护装置更是如此。相同硬件结构的保护装置配以不同保护原理的软件,将直接影响保护装置的选择性、灵敏性、迅速性、可靠性。因此,如果在保护原理上有所突破,开发出新型保护原理的软件,其意义将是十分重大的。我国许多保护研究所和专业厂家都投入了极大的力量研究和开发新型保护原理。尤其是最近十年来发展很快的、对电力系统影响最大的、反映故障分量的高速继电保护软件原理,从本质上突破了我国快速保护的现状。其代表产品是国家电力公司电力自动化研究院的LFP-900系列保护装置。

现在我国无论是输电线路的保护还是电力主设备保护都有一系列成套实用的微机保护装置。在220~500kV变电所内,已形成了基于不同原理的双套微机主保护系列装置。在110、35kV变电所内微机保护装置也应用得较为广泛。在综合自动化的变电所和电站里,微机继电保护装置与监控系统已综合形成一个网络系统。保护装置通过微机监控系统的通信网络,将保护的状态、动作、信号等传送给集控站或调度所,值班员可以在远方投切保护装置,查看保护状态,修改保护定值等。总之微机保护还在不断地发展、提高之中,我国电力系统微机保护将进入一个更加辉煌繁荣的时代。

二、微机继电保护装置的特点

1. 维护调试方便

过去大量使用的整流型或晶体管型继电保护的调试工作量很大，尤其是一些复杂的保护，调试一套保护往往需要一周时间。其原因是这类保护装置的各种保护元件均是由硬件组成的，每一种逻辑功能都由相应的硬件构成，逻辑越复杂，硬件就越多，试验也越麻烦。而微机保护除了输入量的采集外，所有的计算、逻辑判断都是由软件完成，成熟的软件一次性设计测试完好后，就不必在投产前再逐项试验。而且微机保护对硬件和软件都有自检功能，装置上电后硬软件有故障就会立即报警。所以说对微机保护装置可以说几乎不用调试，需要调试的主要项目也在厂家完成，投运前做一次静态和动态试验就能试运行了。

2. 可靠性高

微机保护的软件设计，考虑到电力系统中各种复杂的故障，具有很强的综合分析和判断能力，几乎就是一个专家智能系统。而常规保护装置，由于是各种器件组成的，不可能做得很复杂，否则硬件越多，越复杂，本身出故障的概率就越大，可靠性当然就降低了。另外微机保护装置的自检与巡检功能也大大提高了其可靠性。

3. 动作正确率高

鉴于计算机软件计算的实时性特点，微机保护装置能保证在任何时刻均不断迅速地采样计算，反复准确地校核。在电力系统发生故障的暂态时期内，就能正确判断故障，如果故障发生了变化或进一步发展也能及时做出判断和自纠。如在保护延时动作或重合闸延时的过程中都能监视系统故障的变化，因此微机保护的动作正确率很高，运行实践已证明了这点。

4. 易于获得各种附加功能

由于计算机软件的特点，使得微机保护可以做到硬件和软件资源共享，在不增加任何硬件的情况下，只需增加一些软件就可以获得各种附加功能。例如在微机保护装置中，可以很方便地附加了低周减载和自动重合闸、故障录波、故障测距等自动装置的功能。

5. 保护性能容易得到改善

由于计算机软件可方便改写的特点，保护的性能可以通过研究许多新的保护原理来得到改善。而且许多现代新原理的算法，在常规保护中是很难或根本不可能用硬件来实现的。

6. 使用灵活、方便

目前微机保护装置的人机界面做得越来越好，也越来越简单方便。例如汉化界面、微机保护的查询、整定更改及运行方式变化等等都十分灵活方便，受到现场继电保护工作人员的普遍欢迎。

7. 具有远方监控特性

微机保护装置都具有串行通信功能，与变电所微机监控系统的通信联络使微机保护具有远方监控的特点并将微机保护纳入变电所综合自动化系统。

三、微机保护的学习方法

微机保护专业基础是单片微机原理和电力系统继电保护原理，显然要学好微机保护就得掌握一定的单片微机原理和电力系统继电保护原理。对于专业人员的培训学习，目前主

要的困难还在于单片微机的基本知识。为了提高培训学习的效率，对于单片微机原理应该抓住单片微机的实质，而不应以单片微机电路的细节为主，要防止钻进去而跳不出来，在具体细节上纠缠不清的现象。学习单片微机基本原理就要以方框图为主，对于保护输入和输出的电路则要较具体地搞清楚它们的来龙去脉。

对于微机保护的软件，主要是在电力系统继电保护原理基础上掌握微机保护程序逻辑框图的原理，特别是理解各个（元件）模块的保护原理，这对于今后分析系统事故及设备故障、保护动作的正确性均有好处，继电保护的专业人员在学习单片微机基本原理时，可以学些汇编语言基本知识，但没有必要花大气力去掌握单片微机的汇编语言的编写。可以学些高级语言作为辅助，例如 BASIC 语言。这在学习保护程序逻辑框图会很有帮助。当然对于微机保护软件的设计人员，就必须熟练地掌握单片微机汇编语言。在微机保护的软件中，数据采集及其算法原理占有较重要的地位，对继电保护专业人员主要是以正确理解为主，而电力系统运行人员则以基本了解为宜。

学习微机保护还必须注意结合具体保护装置，这样可以避免理论脱离实践。本书就是力图通过学习微机保护装置的实例来巩固基础知识的，中低压变电所以介绍 CS 系列及 ISA-1H 系列保护为主，高压变电所以介绍 WXB-11 及 WXH-11 保护为主，超高压变电所以介绍 LFP-900 系列保护为主。目前国内中低压、高压变电所也大量使用 LFP-900 系列保护装置，学习中应结合上述各系列保护装置为宜。

思 考 题

1. 我国微机保护装置经历了哪几代产品，它们有哪些主要特点？
2. 微机保护装置较常规保护有哪些特点？

第一章

微机保护装置的硬件原理

第一节 微机保护装置的硬件结构

一、微机保护装置的典型结构

微机型保护装置实质上是一种依靠单片微机智能地实现保护功能的工业控制装置。一般典型的微机保护结构是由五个部分构成的，即信号输入电路、单片微机系统、人机接口部分、输出通道回路及电源部分，如图 1-1 所示。

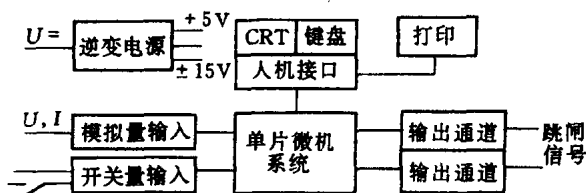


图 1-1 典型的微机保护系统框图

（一）信号输入电路

微机保护装置输入信号主要有两类，即开关量和模拟量信号。信号输入电路部分就是妥善处理这两类信号，完成单片微机系统输入信号接口功能。

通常输入的开关量信号不能满足单片微机的输入电平要求，因此需要信号电平转换。为了提高保护装置的抗干扰性能，通常还需要经整形、延时、光电隔离等处理。

输入的电压和电流信号，是模拟量信号。由于计算机是一种数字电路设备，只能接受数字脉冲信号，所以就需要将这一类模拟信号转换为计算机能接受的数字脉冲信号。完成模拟量至数字脉冲的变换称为模数变换，输入模拟量信号的模数变换电路也称作输入信号调理电路。

（二）单片微机系统

微机保护装置的核心是单片微机系统，它是由单片微机和扩展芯片构成的一台小型工业控制微机系统，除了这些硬件之外，还有存储在存储器里的软件系统。这些硬件和软件构成的整个单片微机系统主要任务是完成数值测量、计算、逻辑运算及控制和记录等智能化任务。除此之外，现代的微机保护应具有各种远方功能，它包括发送保护信息并上传给变电所微机监控系统，接收集控站、调度所的控制和管理信息。关于单片机的结构和原理详见附录 A。在附录 A 里简单扼要地概括了 MCS-51 系列单片机的构造和原理。

这种单片微机系统可以是单 CPU 或多 CPU 系统。一般为了提高保护装置的容错水平，目前大多数保护装置已采用多 CPU 系统。尤其是较复杂的保护装置，其主保护和后备保护都是相互独立的微机保护系统。它们的 CPU 是相互独立的，任何一个保护 CPU 或芯片损坏均不影响其他保护。除此之外，各保护的 CPU 总线均不引出，输入及输出的回路均经光隔处理，各保护具有自检与互检功能，能将故障定位到插件或芯片，从而大大地提高

了保护装置运行的可靠性。但是对于比较简单的微机保护，由于保护功能较少，为了简化保护结构，多数还是采用单 CPU 系统。

（三）人机接口部分

在许多情况下，单片微机系统必须接受操作人员的干预，例如整定值的输入，工作方式的变更，对单片微机系统状态的检查等都需要人机对话。这部分工作在 CPU 控制之下完成，通常可以通过键盘、汉化液晶显示、打印及信号灯、音响或语言告警等来实现人机对话。

（四）输出通道部分

输出通道部分是对控制对象（例如断路器）实现控制操作的出口通道。通常这种通道主要任务是将小信号转换为大功率输出，满足驱动输出的功率要求。在出口通道里还要防止控制对象对微机系统的反馈干扰，因此出口通道也需要光隔离。总的说来输出通道仍然是一种被控对象与微机系统之间的接口电路。

（五）电源部分

最后一部分是电源。微机保护系统对电源要求较高，通常这种电源是逆变电源，即将直流逆变为交流，再把交流整流为微机系统所需的直流电压。它把变电所的强电系统的直流电源与微机的弱电系统电源完全隔离开。通过逆变后的直流电源具有极强的抗干扰水平，对来自变电所中因断路器跳合闸等原因产生的强干扰可以完全消除掉。

目前，微机保护装置均按模块化设计，也就是说对于成套的微机保护、各种线路和元件的保护，都是用上述五个部分的模块化电路组成的。所不同的是软件系统及硬件模块化的组合与数量不同。不同的保护用不同的软件来实现，不同的使用场合按不同的模块化组合方式构成。这样的成套微机保护装置，对于设计、运行及维护、调试人员都带来了极大方便。

二、微机保护的结构框图原理

在实际应用中，微机保护装置分为单 CPU 和多 CPU 的结构方式。在中、低压变电所中多数简单的保护装置采用单 CPU 结构，而在高压及超高压变电所中复杂保护装置广泛采用多 CPU 的结构方式。

（一）单 CPU 的结构原理

单 CPU 的微机保护装置是指整套微机保护共用一个单片微机，无论是数据采集处理，开关量采集，人机接口及出口信号等均由一个单片微机控制。如图 1-2 所示。该图是 WBZ-01 型第一代微机变压器保护装置的硬件方框图，其他单 CPU 的微机保护结构与 WBZ-0 的结构相类似。

从图 1-2 可见，模拟量输入回路部分由隔离与电压形成、低通滤波回路、多路开关及模数变换组成；单片微机系统是由 CPU、EPROM、RAM、E²PROM 组成；开关量输入由光隔输入组成；人机接口部分由键盘和显示器、实时时钟、打印电路组成；开关量输出通道由 I/O、信号和出口回路组成。全套装置由逆变稳压电源供电。

从图 1-2 还可以看出，模拟量输入回路、单片微机系统、开关量输入、人机接口和开关量输出各插件均通过总线（BUS）联系在一起，由 CPU 通过 BUS 实现信息数据传输和控

制的。该总线（BUS）称为三总线：AB 地址总线，DB 数据总线，CB 控制总线。CPU 通过 AB 地址总线选通各功能芯片，通过 CB 控制总线控制各功能芯片的工作方式。最终由 DB 数据总线传送信息和数据。

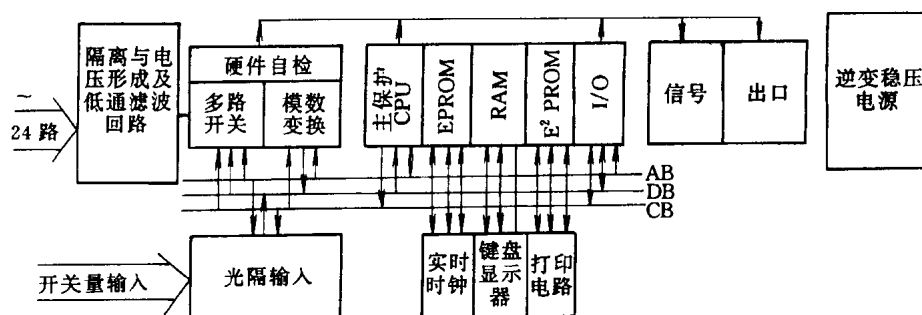


图 1-2 单 CPU 结构的微机保护硬件框图

单 CPU 结构的微机保护的基本原理如下：各交流量分别经信号输入回路、模拟低通滤波器送到 CPU 控制的多路开关，经模数转换后，由 DB 数据总线送到数据存储器（RAM）。CPU 通过调用程序存储器（EPROM）内的程序对采集的数据进行计算，其计算结果与存放在电可擦存储器（E²PROM）中的整定值进行比较，作出相应判断。再通过输入输出端口（I/O）将处理信号送到相应外设（信号与出口）发出报警信号，或执行跳闸。键盘、显示器、打印机用于人机对话，以便对整个保护系统进行调试、整定、监视。开关量输入电路用于将高压断路器或隔离开关的辅助触点引入，对于变压器保护还需将瓦斯、温度等触点引入，以便 CPU 检测，作出相应控制。硬件自检电路用来检测 CPU 程序工作是否正常，一旦 CPU 工作不正常即闭锁保护并发出报警信号。

单 CPU 结构的微机保护虽然结构简单，但其容错能力不高，一旦 CPU 或其中某个插件工作不正常就影响到整套保护装置。由于后备保护与主保护共用同一个 CPU，因此主保护不能正常工作时往往也影响到后备保护，其可靠性必然下降。

（二）多 CPU 微机保护装置的结构原理

为了提高微机保护的可靠性，目前高压及超高压变电所微机保护都已采用多 CPU 的结构方式。所谓多 CPU 的结构方式就是在套微机保护装置中，按功能配置有多个 CPU 模块，分别完成不同保护原理的多重主保护和后备保护及人机接口等功能。显然这种多 CPU 结构方式的保护装置中，如有任何一个模块损坏均不影响其他模块保护的正常工作，有效地提高了保护装置的容错水平，防止了一般性硬件损坏而闭锁整套保护。多 CPU 结构的保护装置还提供了采用三取二保护启动方式的可能性，大大提高了保护装置启动的可靠性。多 CPU 结构的保护装置硬件框图如图 1-3 所示，这是我国第二代微机保护装置 WXH-11 和 WXB-11 的典型结构框图。

该套保护装置由四个硬件完全相同的保护 CPU 模块构成，分别完成高频保护、距离保护、零序电流保护以及综合重合闸等保护功能。另外还配置了一块带 CPU 的接口模板（MONITOR），完成对保护（CPU）模块巡检、人机对话和与监控系统通信联络等功能。从

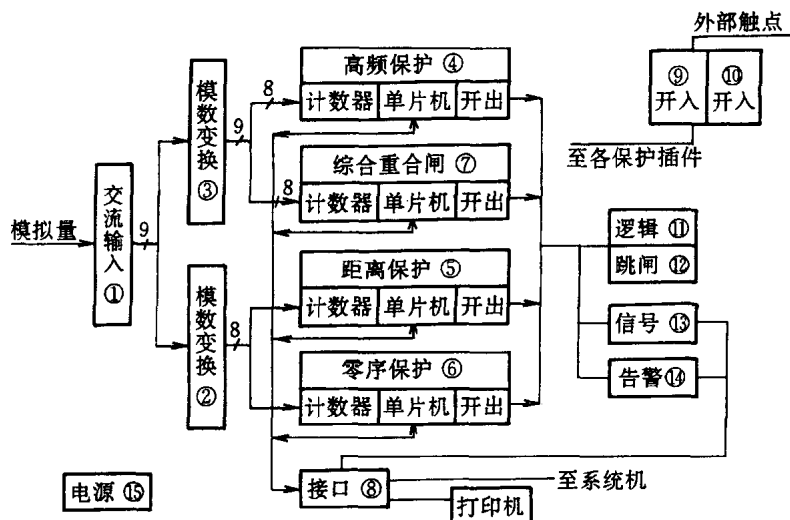


图 1-3 多 CPU 结构的保护装置硬件框图

框图可见，整套保护装置仍然由模拟量输入、单片微机系统、人机接口及开入开出回路、电源等组成。模拟量输入回路包括有交流输入①、模数变换②、③组成；单片微机系统即保护 CPU 模块由高频④、距离⑤、零序电流⑥、综合重合闸⑦等保护组成；人机接口模块由接口⑧和打印机构成；开关量输入由⑨、⑩组成，开关量输出通道由逻辑⑪、跳闸⑫、信号⑬、告警⑭组成。此外还有逆变电源⑮。

多 CPU 结构中某一种保护的工作原理同单 CPU 结构的保护基本相同。在图 1-2 和图 1-3 中都有模拟量输入部分，所不同的仅仅是数据采样的方式区别。这里的模拟量输入部分的作用同样是完成模拟量信号的强弱电变换、隔离、VFC 模数变换等任务。输入的交流信号是三相电压和三相电流， $3U_0$ 、 $3I_0$ 及重合闸鉴定同期的线路抽取电压 U_L 等九个模拟量的输入。单片微机保护部分由四个独立的保护 CPU 模块组成，其中高频保护和综合重合闸保护共用③号模数变换插件板，距离保护和零序电流保护共用②号模数变换插件板。这样的接线方式增加了保护的冗余量，从而进一步提高了保护的可靠性，但相对增加了保护的复杂性。

多 CPU 结构的保护装置中，每个保护 CPU 插件都可以独立工作。各保护之间不存在依赖关系。例如高频保护是由高频距离和高频零序方向二个主保护组成，其中距离元件和零序方向元件都是独立的，不依赖于距离保护 CPU 和零序保护 CPU 插件中的距离元件及零序方向元件。保护 CPU 的完整性和独立性又大大提高了保护可靠性。

人机接口的媒介是键盘、液晶（数码管）显示器、打印机、信号灯。工作人员通过命令和数值键入，完成对各保护插件定值的输入、控制方式字的输入及对系统各部分的检查；计算机将系统自检结果及各部分运行状况数据通过液晶（数码管）显示器或打印机输出，完成人机对话。人机接口部分的任务还包括对各 CPU 保护插件的集中管理、巡检等。

多 CPU 结构的保护装置，实质上是主从分布式的微机工控系统，人机接口部分是主机，完成集中管理及人机对话的任务。而单片机保护部分是四个智能从机，它们分别独立