

# 一种使用 PLC 集成的全分布式变电站自动化系统

王志华<sup>1</sup>, 沈鲁豫<sup>2</sup>

(1. 南京理工大学瑞德公司, 江苏 南京 210094; 2. 南京电力高等专科学校, 江苏 南京 210013)

**摘要:** 介绍一种使用 GE90-30 PLC 为通信管理单元构成的全分布式变电站自动化系统的基本构成和原理, 同时也简单介绍了 GE 公司的 SR745 变压器保护及 DFP100 馈线保护的基本功能和特点, 最后讨论了使用 PLC 为通信管理单元构成的全分布式变电站自动化系统的优缺点。

**关键词:** PLC (Programmable Logic Controller); 通信管理单元; 以太网

**中图分类号:** TM63; TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)08-0032-03

## 1 前言

目前, 变电站自动化系统已经在我国电力系统中得到了广泛的应用, 其种类也比较繁多。最近几年, 用于中低压系统的全分布式变电站自动化系统也日益增多。而国内变电站自动化系统中, 通信管

理单元一般由各保护生产厂家自行研制, 功能专一, 装置简单, 但其扩展性不强, 不适合功能较全面且产品通信接口不一致的场合(如含有五防系统或产品来源于不同厂家等)。而采用已成熟的 PLC (Programmable Logic Controller) 技术, 则可较好地解决上述问题。由于大部分 PLC 是由专门的制造商生产,

## 6 小结

在综合考虑了装置的经济性、可靠性、易维护性等各个方面后, 整个保护系统将具有以下几个特点:

(1) 一体化功能: 装置将由一台上层管理机和五套下层保护子系统通过通讯网络构成。由上层机完成系统管理和人机对话, 下层子系统完成保护功能。这样既保证了操作的集中和方便, 又保证了保护功能的分散和安全。

(2) 每面屏柜均有独立的电源控制, 上层机和各下层保护子系统均有独立的电源设备。各保护系统从输入到输出回路均相互独立, 确保装置一处故障不影响健全部分的正确工作。

(3) 每个子系统的输入、输出及电源回路均组装在一个机箱内, 没有跨机箱的内部连线, 可有效地抑制窜入干扰。电源、输入、输出回路均采取了隔离、屏蔽、退耦、接地等完善的抗干扰措施。

(4) 为进一步提高可靠性, 下层保护系统应采用较全面的自检措施, 并可实现上下层机之间的互检。

## 参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京: 中国电力出版社, 1996.
- [2] 刘世明. 三峡发电机组内部故障分析方法及其继电保护系统的研究. 华中理工大学, 博士学位论文, 1999.
- [3] 邵能灵, 尹项根. 三峡大型水轮发电机定子接地保护方案研究及灵敏度分析. 电力系统自动化, 2000, 24(7).
- [4] 王维俭, 刘俊洪. 大型发电机内部短路主保护的发展新动向. 电力自动化设备, 1994, (1).
- [5] IEEE Power System Relaying Committee. Application of Multifunction Generator Protection Systems. IEEE Trans PWRD, 1999, 14(4).

收稿日期: 2001-01-18; 改回日期: 2001-04-03

**作者简介:** 邵能灵(1972-), 男, 博士后, 主要研究方向为电力市场, 电力系统继电保护, 电力系统安全稳定控制等; 侯志俭(1942-), 男, 博士生导师, 主要从事电力系统安全经济运行、控制、规划和电力市场的理论及其应用的教学和研究工作; 李晓华(1975-), 女, 博士研究生, 研究方向为电力系统继电保护。

## Microprocessor-based protection system design for large hydro generator unit

TAI Neng-ling<sup>1</sup>, HOU Zhi-jian<sup>1</sup>, LI Xiao-hua<sup>2</sup>, YIN Xiang-gen<sup>2</sup>, CHEN De-shu<sup>2</sup>

(1. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China;

2. Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This paper discusses special requirements, the configuration of the protection scheme for the system design of the large hydro generator unit. Based on the new technology of the hardware and software, the protection system suitable for the large generator (above 600MW) is presented.

**Key words:** large hydro generator; microprocessor-based protection

其可靠性及扩展性都较好,支持软件也较丰富,因而增加功能就较容易。可适用于未来可能扩展或产品来源较多的变电站自动化系统。本文简要介绍了一种采用 GE90-30PLC 开发的适用于中低压系统的全分布式变电站自动化系统。

## 2 系统的构成

### 2.1 GE90-30PLC

GE90-30PLC 由美国通用电气公司生产,为可扩展的框架结构,一个框架有 10 个扩展槽。框架的基本配置为一个电源,一个 LOGICMASTER 模块(可内含一个 32 位 CPU,基本内存和 I/O 以及一个可拨号上网的 MODEM)。如果用户想要扩展内存和 I/O,可将相应扩展模块插入扩展槽,然后使用软件进行设置。LOGICMASTER 模块是 GE90-30PLC 的一个主要模块,它负责管理框架上的各个模块并协调各模块的工作,是整个 PLC 的核心。

为了便于与 PC 机相连,GE 公司也提供了多种与 GE90-30PLC 配套的网络通信模块(工作站模块),本系统选用了以太网模块,以便使 PLC 与以太网相连。

90-30PLC 的另一种扩展模块是 PCM (Programmable Coprocessor Module) 内置 32 位单片 CPU 和相应通信接口(如:MODBUS、LONWORKS 等(用户可选))。由于使用了 32 位 CPU,其处理能力很强。PCM 模块可根据用户需求进行开发,开发软件可使用 ANSI C。在本系统中,我们将 PCM 模块开发成通信管理模块,负责管理 MODBUS 或 LONWORKS 总线(从保护管理单元中接收数据,处理数据并传送到以太网上。或从以太网接收命令,然后传给保护管理单元)。通常,一个 90-30PLC 可配置多个 PCM 模块,所以它可以实现与多种通信接口设备的通信。当然 90-30PLC 也提供了开入、开出标准模块(包括继电器模块),在必要时,也可利用其开入/开出模块完成某些逻辑处理。

电源	主模块	程序扩展模块	备用模块	PCM 模块 1	PCM 模块 2	PCM 模块 3	输出模块 1	输出模块 2	输入模块
----	-----	--------	------	----------	----------	----------	--------	--------	------

上图为 PLC 框架配置的示意图,除了电源模块

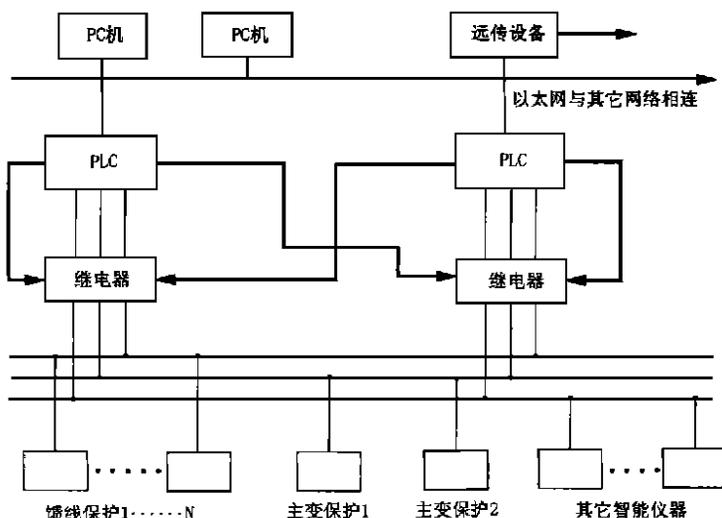


图 1

和主模块 (LOGICMASTER 模块) 以外还配置了两个程序扩展模块(用于扩展 EPROM 和 RAM),三个 PCM 模块和若干输入/输出模块。

### 2.2 系统的基本结构和控制策略

图 1 是以 90-30PLC 为通信管理单元的全分布式变电站自动化系统的结构。其中,两台 PC 机均连到以太网上,用于就地监控。当然,二者均配置有完全相同的软件,且均可从以太网上接收完全相同的数据,只是一台机用作主监控机(可下达控制命令),另一台机用作主监控机的备用(从监控机)。当然,如果主监控机出现问题,则可由从监控机及两台 PLC 进行 2/3 表决,取消当前主机资格,并将从监控机升为主监控机)。PC 机的软件均采用 Visual C++ 在 WINDOWS NT 4.0 下开发。为避免操作员随意退出监控状态,在软件上增加了闭锁功能(即在监控程序运行后,除非输入特殊密码,否则无法退出监控程序)。PC 机的各监控功能与其它同类系统相似,本文不再赘述。

两台 PLC 中的一台是主通信管理机,另一台是从通信管理机。主通信管理机负责通信管理(接收下位机上传的数据,整理数据并将整理完的数据送到以太网上,以及执行或下发上位机命令)。正常工作情况下,从通信管理机只从以太网上接收数据,并监视主通信管理机(同样,如果主通信管理机出现问题,可由从通信管理机及两台 PC 机进行 2/3 表决,取消其主通信管理机资格,并由从通信管理机控制相应继电器断开当前主通信管理机(PLC 上自带继电器),并将从通信管理机升为主通信管理机)。由于通信管理机由具有 32 位单片机的 PCM 开发,所以,它拥有较大的存储量和较快的处理速度,因而即

使两台监控 PC 机都出现短暂故障,也不会丢失数据。另外,PLC 所配置的输入可用于监测直流电源的出口电压,它与各保护管理单元的直流监测结果配合,可监视直流系统故障。

所有的保护和相关智能仪器可连接到不同的网络(如:MODBUS,LONWORKS 等等——必要时可根据用户需要进行开发),这些网络分别与两台 PLC 的相应 PCM 模块相连(一个 PCM 模块管理一个网络)。这样,各种不同类型的保护和智能仪器不必经过任何修改即可与网络相连并可根据需要设置为不同的通信方式,使该系统具有较大的灵活性。

### 3 该系统所配保护设备

本系统目前使用了 GE 公司的保护产品,如 SR745 变压器保护和 DFP100 馈线保护。这两种保护均可采用 MODBUS 总线和 LONWORKS 总线,而在 90-30PLC 的 PCM 模块中提供了 MODBUS 和 LONWORKS 的标准接口,因而不必另外为 PCM 模块开发通信接口。

#### 3.1 SR745 变压器保护

SR745 变压器保护是一种多功能变压器保护,其功能较为齐全,制造工艺优良,既可应用于大容量变压器,也可用于普通的中小容量变压器。其出口继电器有八个,逻辑输入有 16 个,还配有有载变压器分接头调整电路。它的主要特点是出口继电器和各种保护功能以及逻辑输入可通过编程实现各种不同类型的功能组合,以适应于各种不同类型的变压器(如:在不增加任何其它设备的情况下,它既可应用于三绕组变压器也可应用于双绕组变压器,甚至在内桥和外桥接线的情况下,也无须增加专门的备自投设备和保护设备)。另外,SR745 是一种免调试保护,各种误差均可通过软件进行补偿。它还提供了一套 PC 机软件,使用户可以直接使用手提式电脑对其编程和调试。这使得调试工作变得非常简单。

#### 3.2 DFP100 馈线保护

DFP100 保护可用于 10kV 馈线和 35kV 线路保护。它不仅可实现定时限过流保护而且还提供了丰富的反时限过流曲线供用户选择,这使该馈线保护的适应性很强。当然,它也提供了多个出口继电器

和逻辑输入,其出口继电器和各种保护功能以及逻辑输入也可通过编程实现各种不同类型的功能组合,以适应于各种不同的要求。另外,DFP100 的控制电源和操作电源不仅可以使直流而且可以使用交流。所以在无直流电源的场合,仍可使用。

实践证明,以上两种保护的可靠性和抗干扰性能很好,可直接安装于开关柜中。

#### 3.3 400V 低压系统保护和控制装置

当变电站自动化系统用于工厂或有需要控制的低压设备时,往往需要将低压系统也管理起来,针对这种情况,我们使用 80196KC 芯片自行研制了 400V 低压监控单元。其通信规约采用 MODBUS 规约,以便与 90-30PLC 的 PCM 模块的标准接口保持一致,其作用是完成 400V 低压系统的保护、监视与控制。

当然,考虑到经济性问题以及 400V 系统的可靠性及精度要求不是很高,本装置采用了一机多线的方式(即一台装置监控和保护多条 400V 线路)。

### 4 结论

本文简要介绍了一种使用 GE90-30PLC 为核心构成的变电站自动化系统的结构,由于 GE90-30PLC 的扩展性较强,所以适于构成较复杂的工业自动化系统,而且 GE90-30PLC 也提供了较好的支持软件,因而也可大大地缩短开发周期,减小开发难度。另外,由于 GE90-30PLC 是已经成熟的技术,在许多工业控制领域已得到广泛应用,所以其可靠性及抗干扰性是毋庸置疑的。在实际使用中,其差错率也很低,即使将其置于较强电磁干扰的现场环境中,其运行也是非常可靠的。当然,相比于自行设计的通信管理单元,其成本显得偏高。

本系统已在几个工厂变电站中应用,性能良好。

#### 参考文献:

- [1] 梁合庆等. MCS-96 系列十六位单片微机实用手册. 北京:电子工业出版社,1995,1.

收稿日期: 2001-01-14

作者简介: 王志华(1965-),男,博士,副教授,主要从事电子技术方面的研究; 沈鲁豫(1965-),男,硕士,副教授,主要从事电力系统继电保护及变电站综合自动化方面的研究。

The introduction of a kind of full-distributed substation automatic system with communications management unit developed by PLC

WANG Zhi-hua<sup>1</sup>, SHEN Lu-yu<sup>2</sup>

(下转第 38 页)

1DL 动断触点瞬时闭合,1K 动断触点在闭合位置,接通 2DL 合闸回路电源,使 2DL 合闸。

1K 的作用是保证备自投装置只自投一次,1DL 跳闸后,1DL 动合触点断开,2SJ 线圈失励,2SJ 返回其动断触点延时闭合使 1K 励磁后,1K 动断触点即断开,从而断开了 2DL 的备自投回路。

2SJ 的返回时间应按以下原则整定: $2t_{2DL合} > t_{2S}$   
 $> t_{2DL合}$

以 ZN12-10 真空断路器为例,其合闸时间 0.075s,可取  $t_{2S} = 0.1 \sim 0.12s$ 。

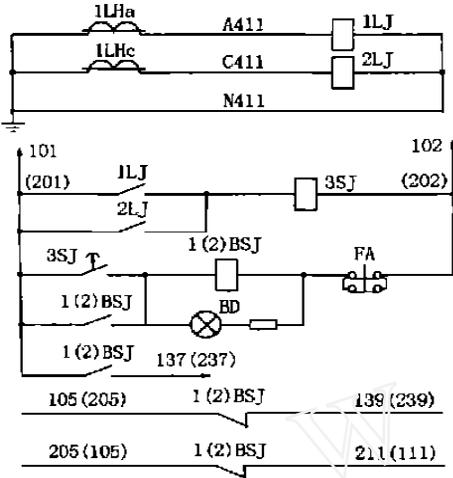


图 3 断路器 1DL (2DL) 保护回路

1、2LJ-电流继电器 DL-11/10(20)型;3SJ-时间继电器 DS-122C, ~ 220V, 0.25 ~ 3.5s;1(2)BSJ-中间继电器 DZ-11, ~ 220V;BD-信号灯具 AD11-25, 黄色;FA-按钮 LA12-22

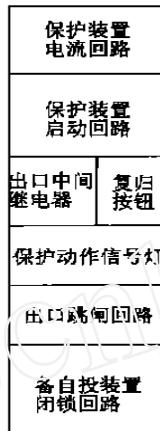
3.3.5 电源线路恢复正常后,转入 电源工作, 电源备用的状态。由于两电源线路互为备用,运行方式上十分灵活。

### 3.3.6 备自投装置与保护装置的配合

1DL (2DL) 的保护装置见图 3,当配电室内有故障,保护装置动作,1DL (2DL) 跳闸时,由保护装置的出口中间继电器 1(2)BSJ 的动断触点断开闭锁 2DL (1DL) 的备自投回路,另一付动断触点切断 1DL (2DL) 时间继电器 1SJ 的电源,避免该时间继电器长期通电而损坏。保护装置的时间继电器 3SJ 动作时

按下下列原则整定,要求满足:  $t_{3S} < t_{1S}$

一般取  $t_{3S} = 0.8 \sim 1s$  为宜。



## 4 结束语

本文针对 10kV 配电室有两电源线路的实际情况,由一用一备方式改为互为备用方式,提出了相应的设计方案,并在常规设计方案的基础上,进行了适当的改进。互备方式具有运行方式灵活,工作可靠的优点,已在一些用户 10kV 配电室运用成功。仅以此文作为一种技术改进的尝试,供同行们参考。

收稿日期: 2001-02-05

作者简介: 陈代云(1943-),男,高工,主要从事继电保护的研究工作; 金蕾(1975-),女,工程师,主要从事继电保护的研究工作。

## Discussion on the design of auto - switch - in device of the reserved supply in 10kV power distribution cabinet

CHEN Dai-yun, J IN Lei

(Yibin Power Bureau, Yibin 644002, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the design scheme for conventional auto - switch - in device of the reserved power supply in 10kV power distribution cabinet, a design scheme of reserved supply auto - switch - in devices which are alternative reserved supply is proposed.

**Keywords:** auto-switch-in device of the reserved supply; design scheme

(上接第 34 页)

1. Red Company of Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China;
2. Nanjing Electric Power College, Nanjing 210013, China)

**Abstract:** This paper introduced simply the basic construction and principle of a kind of full-distributed substation automatic system with communications management unit developed by 90-30PLC(Programmable Logic Controller). Meanwhile, introduced simply the basic functions and characteristics of SR745 protective relay of transformer and DFPI00 protective relay of feed. At last, discussed advantage and disadvantage of the full-distributed substation automatic system with communications management unit developed by PLC.

**Keywords:** PLC(Programmable Logic Controller); Communications management unit; Ethernet