

微机保护装置中 PLC 功能的实现和应用

谢志迅, 徐礼葆

(西门子电力自动化有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要: 提出了一种结合电力微机保护和可编程逻辑控制器(PLC) 2 种自动化设备各自优点的新方法, 从功能实现的基础上看这 2 种装置有很大的相似之处, 具备互相融合的条件、一定规模的可编程逻辑, 从而方便用户实现现场的复杂闭锁和特殊要求。分析了 2 种装置的软、硬件框架和实现方案, 给出了 PLC 平台和传统微机保护平台的差别和合并的可行性, 并介绍了在微机保护装置中增加 PLC 功能的具体方法, 所有方案都在相应平台上做过测试。最后, 介绍了西门子保护的 PLC 功能(CFC) 及其应用模式的灵活性。

关键词: 微机保护装置; PLC; 嵌入式操作系统; 编译; 虚拟机; CFC

中图分类号: TM 774

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2007)02-0121-03

在工业自动化领域, 电力微机保护和可编程逻辑控制器(PLC) 一直被分为 2 类不同的产品, 微机保护的主要功能是为了保护电力运行设备, 而 PLC 是为了实现更广泛意义上的工业流程自动化。其实从功能实现的基础上看两者有很大的相似之处, 只是侧重点不同。经过多年的发展, 2 种产品都已经非常成熟, 性能和功能上也都有很大提高, 在某些具体应用上也开始互相融合, 比如有工业自动化用户使用 PLC 实现简单的设备保护功能, 而国外多数微机保护厂家(Siemens、ABB、ARIVA)也都实现了一定规模的可编程逻辑, 从而方便用户实现现场的复杂闭锁和特殊要求。

1 装置框架

其实在很多年以前, 国外的一些大厂家就已经开始重视工业自动化装置的发展方向, 由于汲取了微电子技术的革新, 推动了软件硬件化和硬件软件化的思想, 使得装置功能可编程在工业自动化中的应用前景越来越广阔, 下面是传统的平台框架。

PLC 平台: 硬件设计采用多种性能级别, 面向不同规模的应用^[1]; 软件采用大循环(robin round)调度机制, 全局模块有初始化、冷/热启动、定时中断处理等, 子模块循环顺序如图 1 所示。

传统保护平台: 硬件设计性能采用多种性能级别, 面向不同的保护功能; 软件采用大循环调度机制, 全局模块有初始化、定值处理转换、定时中断处理等, 子模块的循环顺序如图 2 所示。

从以上 2 种平台的结构上看, 两者有很大的相似之处, 都是采用大循环调度, 子模块间一般都采用标志来交互信息, 只在数据类型和具体处理上有着专业上的不同, 如果可以在保护装置中加入逻辑执行模块, 就可以结合 PLC 的灵活性以及微机保护的专业

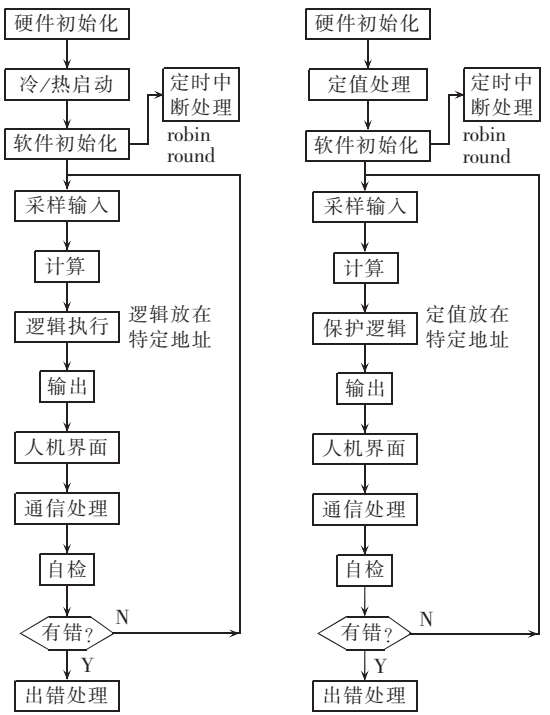


图 1 PLC 平台软件流程 Fig.1 Software execution flow on PLC platform

性, 从而得到一个应用范围更广泛的保护装置。

然而, 采用标志和指针来交互信息在装置程序规模比较小的情况下可以很好地完成任务, 一旦程序规模增大, 或者装置希望增加一些复杂功能, 这种架构则会越来越难以实现和维护。那么在保护平台上增加可编程逻辑功能就显得格外困难, 因此也要求在软件架构上更好地支持子模块的独立运行和数据交互。

具体的方法可以是: 硬件上采用较高性能的平台, 从而支持一定规模的可编程逻辑数据的加入和平台运行速度的提高, 软件上采用嵌入式操作系统构架, 将大循环的子模块改造为相对独立的具有不同优先权级别任务, 任务之间通过消息和事件传递数据和信

息。执行流程如图 3 所示。

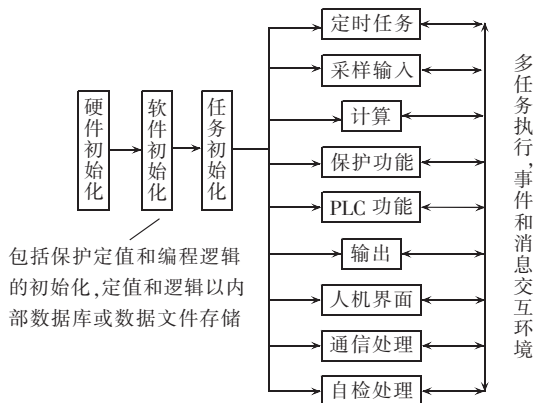


图 3 新型保护平台软件执行流程

Fig.3 Software execution flow on new protection platform

从保护装置的最终实现上看,引入嵌入式操作系统在装置执行效率上并无建树,但在灵活性、易维护性和可扩展性上则有很大优势(也有利于装置构建协议栈实现 IEC-61850 等复杂通信规约),为在保护装置中嵌入 PLC 功能提供了良好的支持。

2 实现方案

PLC 技术的实现主要在于编辑、编译和执行 3 个部分^[2],编辑和编译部分是由上位机完成,而执行部分在装置中完成,其中执行部分可以作为独立任务嵌入到保护装置中^[3]。另外,一个完整的 PLC 系统还需要支持在线调试,这个功能与上位机及装置都有关系。总的实现结构如图 4 所示。

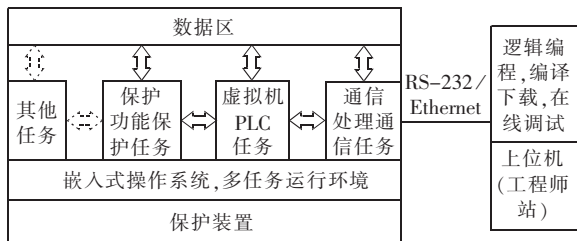


图 4 PLC 功能在微机保护装置中的实现结构

Fig.4 Realization structure of PLC function in microprocessor-based protection

在上位机上 PLC 功能的实现主要有:

- 采用 IEC 61131-3(梯形图、功能块图、顺序功能图或结构化文本)的标准语言作为编程语言;
- 采用双向图分析或有限自动机进行编译生成中间语言;
- 上位机调试界面命令传递和逻辑代码编程语言反编译定位。

在保护装置中 PLC 功能部分的实现主要有:

- 执行引擎采用“虚拟机”解释执行,与具体硬件脱离;
- 输入、输出和虚拟机之间内部数据的交换;
- 保护逻辑中间数据和虚拟机中间数据交换;

d. 调试命令的处理和虚拟机的状态跟踪。

有了嵌入式操作系统的支持,装置的功能可以做成相对独立的子任务^[4],因此 PLC 功能的加入也就成为一个 PLC 子任务的实现。该任务可以按功能细分为以下 3 个模块:

a. 虚拟机模块用于解释执行 PLC 代码段,即解释执行上位机编译好并下载到装置特定位置的中间代码^[5];

b. 算法库模块存放了基本的以及用户特殊要求的算法块供虚拟机调用来完成相应的功能,并可以扩展;

c. 调试模块建立通道与上位机通信,接受调试命令并返回虚拟机状态以及内部数据的内容供上位机调试终端显示。

3 应用

以西门子公司的多功能数字保护装置 7SJ64 为例^①,介绍在微机保护装置中引入了 PLC 思想的最直接的应用。

3.1 装置输入、输出的可编程配置和 CFC 应用

在西门子公司的保护装置中很早就引入了输入输出配置矩阵和 CFC(Continuous Function Chart),通过输入、输出矩阵的配置,输入、输出信号可以从物理通道上脱离,与逻辑上的“信息”相关联,而不关心信号具体是从哪一个通道来,出口也只是输出“信息”,具体对应到哪一个触点动作由相关的矩阵任务去对应。

CFC 功能是一个图形界面,可以实现可编程逻辑和信息关联,从而实现闭锁逻辑、开关顺序操作、遥测限值监视等功能。因此,用户可以在现场灵活地配置逻辑和出口^[6],简化了工程设计人员的工作量。

CFC 支持的信息类型有断路器位置、模拟量、开关量、保护状态、常规消息和中断等;支持的逻辑功能有算术、比较、常规逻辑、信息状态、内存、控制命令、类型转换、工程量转换以及定时器和时钟等。

3.2 灵活保护功能的实现

传统的保护功能是根据单一的继电保护原理配置的,用户可以配置参数有保护功能的使能开关、定时器参数、比较逻辑阈值、出口类型,以及与其他保护、监控参量的闭锁开关。

灵活保护功能^②是基于通用的保护逻辑,通过参数配置从而实现个性化保护原理的功能,是对传统保护的一大补充。灵活保护功能支持 CFC 逻辑编程,支持测量量的配置,包括信号类型为电流、电压、频率、功率(有功、无功)、开关量等;运行模式为一相

① 7SJ62-64_Manual_A7_V046101_US. SIEMENS PTD EA Manual, 2003.

② SIPROTEC4 7SJ68 微机综合保护测控装置用户手册 1.0 版,2005.

或三相;以及测量输出为基波幅值,真有效值,正、负或零序分量等,并提供了一个通用的保护判据逻辑而且支持多达 20 个功能模块,从而构建用户自己的保护应用。

总而言之,尽管在功能上微机保护和 PLC 2 种产品应用场合不同,也不可能完全相互替代,但在微机保护装置中引入 PLC 技术可以带来的好处有:

- a. 扩展了产品的保护功能,便于用户为自己的特定需求定制保护逻辑;
- b. 减少厂家非标准产品种类,便于生产管理和工程服务;
- c. 降低用户建设和改造成本。

4 结论

如今在微机保护的傳統功能上,国内产品与国外产品的差距已经不大^[7],甚至在某些方面优于国外产品,而且在价格和服务上也有优势,而国外产品的优势正是在于其灵活性及在国际标准的引领上。

目前,由于国内微机保护的应用在可编程逻辑功能上的需求还不是很强烈,多数装置厂家尚没有在产品中引入该功能,但随着与国际市场的接轨,国内外知名厂家产品之间的竞争势必会引起国内同行在这方面功能的加强。所以对于任何一个从事电力系统微机保护产品的厂家,要提高自己的竞争力,都有必要重视微机保护中的可编程逻辑功能,这对用户在装置的应用上有利,是一个值得推广的方向。

参考文献:

- [1] 姜义. PLC 可编程序控制器[J]. 机械工人,冷加工,2000(5):31-33.
JIANG Yi. Programmable logic controller [J]. Machinist Metal Cutting,2000(5):31-33.

- [2] 吕俊白. PLC 语句表向梯形图自动转换的实现方法[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2005,26(3):313-316.
LÜ Jun-bai. Implementation method for automatically translation of PLC statement list into ladder chart[J]. Journal of Huaqiao University:Natural Science,2005,26(3):313-316.
- [3] 冯星华. SYSMAC CPT——一种 PLC 语言的应用[J]. 机电一体化,2000(3):31-34.
FENG Xing-hua. The application of SYSMAC CPT — a new language of PLC[J]. Mechatronics,2000(3):31-34.
- [4] 周峰,王新华,李剑峰,等. 软 PLC 编辑系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用,2005(7):111-113.
ZHOU Feng,WANG Xin-hua,LI Jian-feng,et al. An approach to soft PLC editing system[J]. Journal of Computer Engineering and Applications,2005(7):111-113.
- [5] 陈东,张承瑞,李剑峰. 运动控制器控制语言及编译系统研究[J]. 机床电器,2005(4):33-36.
CHEN Dong,ZHANG Cheng - rui,LI Jian - feng. Study on a language for motion controller and compiler system[J]. Machine Tool Electric Apparatus,2005(4):33-36.
- [6] 周文,徐礼葆,赵吉生. 一种新的保护软件开发平台[J]. 电网技术,2005,29(增刊):20-24.
ZHOU Wen,XU Li - bao,ZHAO Ji - sheng. A novel development platform for protection software [J]. Power System Technology, 2005,29(Supplement):20-24.
- [7] 罗海云,董慧娟. 微机保护平台研究[J]. 电力系统自动化,2005,29(8):92-95.
LUO Hai-yun,DONG Hui-juan. Microcomputer based protective relay platform [J]. Automation of Electric Power Systems,2005,29(8):92-95.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

谢志迅(1974-),男,江苏无锡人,硕士,从事电力自动化系统及其保护测控装置的研发工作 (E-mail:zhixun.xie@siemens.com);

徐礼葆(1979-),男,安徽石台人,硕士,从事电力自动化系统及其保护测控装置的研发工作。

Realization and application of PLC function in microprocessor-based protection

XIE Zhi-xun,XU Li-bao

(Siemens Power Automation Co.,Ltd.,Nanjing 211100,China)

Abstract: A new method to combine both advantages of electric power microprocessor-based protection and PLC (Programmable Logic Controller) is proposed. According to function realization,two equipments are similar,which makes their aggregation possible,and both contain programmable logic,which eases the realization of complex interlocking and special requirements on field. The software and hardware structure and realization schemes of both equipments are analyzed,as well as differences between PLC platform and traditional microprocessor-based protection platform are described. The feasibility of their aggregation is given and the method of adding PLC function in protection is proposed. All schemes are tested on relative platform. The PLC function CFC(Continuous Function Chart) of Siemens protection and the flexibility of its application mode are introduced.

Key words: microprocessor-based protection; programmable logic controller; embedded operating system; compile; virtual machine; continuous function chart