

微机保护通用平台的分析和研究

李钢¹, 王善祥¹, 苏文辉², 范志刚¹, 吴明¹, 陆崎¹, 任建锋¹

(1. 电力自动化研究院, 江苏 南京 210003; 2 福建省电力设计院, 福建 福州 350003)

摘要: 一方面对微机保护硬件平台的关键点, 诸如多 CPU 和通讯方式的考虑、AD 回路出错的检测、电源和液晶的设计、抗干扰和智能模件的考虑等做了系统的分析, 另一方面对机械结构平台和抗干扰的考虑、机箱和模件尺寸的设计等也做了全面的比较, 另外, 对外观设计中如何既体现设备感又体现价值感提出了一些建设性的建议。

关键词: 继电保护; 通用平台; 硬件; 机械结构; 外观

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)14-0029-03

0 引言

微机保护已经有近二十年的发展历史, 从最初的无平台的概念, 发展到现在出现各种平台的概念。通用平台包括硬件、机械结构、外观设计等多方面, 所以有必要对平台做系统的分析和研究。

1 硬件的通用平台

采用设计周全的硬件平台, 能节省开发费用、缩短开发周期、减少产品以及备品备件的品种、减轻调试的工作量、提高产品的可靠性、灵活快速地满足用户的特殊需求、使得软件易于平台化和模块化设计。

硬件平台的核心是模块化, 即尽量做到各种产品能够采用统一的机箱、总线板, 各种产品的模件应尽量通用, 针对不同的保护, 配置不同的软件, 仅对需求变化比较多的模件, 例如交流输入模件增加几个品种。应该对装置进行系统化的设计, 而不仅仅局限于某一种产品, 例如应使得某一槽位既能插入开入模件, 也能插入开出模件。

由于微机保护的特点是小批量、多品种, 因此为了提供性价比高的产品, 需要考虑采用主流的芯片、通用的平台。

装置的可靠性是硬件平台的重点, 而是否采用多 CPU 系统以及如何设计多 CPU 系统来保证可靠性是需要首先考虑的问题。单 CPU 系统具有成本低、硬件设计简单的特点, 但存在任务重的问题, 更为严重的是, 由于此 CPU 与外界交互多等原因, 如果发生程序跑飞、干扰、芯片损坏等会造成保护误动, 所以对安全性要求高的复杂保护普遍不采用。多 CPU 系统与单 CPU 系统相比, 设计复杂、成本增加。多 CPU 系统有双 CPU、三 CPU 甚至多 CPU 系

统, 各 CPU 之间进行互检, 可有效地检测出某个 CPU 的故障。但有些多 CPU 系统或许出于简化设计的考虑, 保护出口和开放出口正电源由相同的一个 CPU 触发, 其它 CPU 仅用于通讯和人机界面等其它辅助功能, 所以仍然存在上述单 CPU 系统的问题。所以从安全性考虑, 必须有一个独立于保护跳闸的 CPU 来负责开放出口正电源, 以确保保护动作的可靠性。

其次, 由于 AD 回路可能出错, 需要考虑用两个 CPU 分别采样, 进行比较, 也可以采用在 AD 信号中混入高频分量, 用于检测 AD 是否正常, 但此方法增加了电路的复杂性。

第三, 电源在保证保护装置的可靠性中起了一个关键性的作用。为了提高抗干扰能力, 通常选用 24 V 继电器, 需要提供专门的 24 V 电源回路, 为了防止电源在上下电时保护误动, 通常需要对电源设计时序电路, 即上电时, 继电器的电源后建立, 下电时, 继电器的电源先消失, 但可考虑继电器与 CPU 共用一个 5 V 电源, 抗干扰问题通过专门的设计同样能达到 IEC 的相关标准要求, 这样就不需要考虑电源的时序, 而且可使装置电源省去一路输出, 简化了电源的设计, 降低了电源的成本。但由于继电器无论是采用光耦驱动还是达林顿管驱动都存在管压降, 导致在触发继电器时, 施加到继电器上的电压小于 5 V, 即低于继电器的额定工作电压, 导致继电器动作可能不可靠、动作速度慢, 所以最好选择 4.5 V 的继电器。

第四, 微机保护近年来出现追求大的液晶显示界面的趋势, 但由于液晶易损坏、抗干扰能力弱, 而且它破坏了机箱的密闭性, 降低了机箱的电连续性, 造成机箱整体的抗干扰能力下降。而且在越来越普

遍的无人值守的变电站中,平时无人查看人机界面,它仅用于装置调试和跳闸报告显示,所以液晶不需要太大。今后随着手持式设备与装置通讯的普及,对液晶的需求会更加降低。

第五,近年来出现了一些片上系统(SoC)、总线不出芯片等的设计,对于提高模件的抗干扰能力有一定的作用,但容易造成CPU的资源受限。微机保护装置的抗干扰能力,应该是针对装置整体,包括外围器件,而不仅仅是CPU的核心部分,而且实践证明,机箱整体的抗干扰能力更为重要。当然总线不出板原则、无论是从对外端子还是从对内端子引入的信号与核心芯片以及总线之间要有可靠的隔离的原则都是应该坚持的。

第六,近年来出现网络化的硬件平台,即装置内各种模件智能化,通过总线,例如CAN相互通讯,其优点是简化各模件之间的联系,提高抗干扰性能,硬件标准化、模块化,使得硬件平台化,可配置,满足各种需求,但由于各种模件都智能化,导致成本增加、装置复杂、模件出故障的可能性增大,由于模入、开入、开出的信号依赖通讯,不象非智能的模件那么直接,导致动作的速度和可靠性可能受到影响。所以装置是否内部网络化并不是根本的,而是要保证保护装置的可靠性和快速性。

最后讨论一下装置的通讯问题。装置通讯这些年有了很大的发展,它促进了无人值班变电站的普及。通讯方式从232、422、485,到LONWORKS、CAN现场总线,再到以太网、光纤等通讯,它们各有特点。422、485、LONWORKS、CAN是总线式,具有接线方便等优点,尤其是CAN网通讯,由于它当初是为汽车电子设计的,具有很强的抗干扰能力,通讯速率快,而且它采用的短帧方式很适合微机保护通常出现的短报文的特点。而232以太网、光纤通讯是星形连接,接线不如总线式方便,例如以太网通讯需要通过HUB进行连接,如果HUB采用民品的,则需要考虑其可靠性。在变电站中,网络上的主要数据是上行报文,而以太网的10/100M的通讯速率指的是其下行的理想速率,但如果是上行报文,则速率会低很多。如果通讯线路较长,则允许的通讯速率会显著下降,所以要实测网络中实际的通讯速率。而且采用以太网通讯增加了系统的复杂性和装置的成本。以太网的一个优点是其遵循的TCP/IP协议在社会上很普及,使得各种装置较易实现互联,但目前采用的103规约,由于各厂家对于自定义部分采用不同的解释,使得装置不能无缝互联,将来如果所有

装置均采用61850能解决此问题,但事实上即使采用CAN网或者485通讯,也可通过改善通讯规约而提高通讯的伸缩性和扩展性^[1]。因此,在目前情况下,只要装置能够方便地接入总控,保证通讯的可靠性,不一定需要追求变电站的所有装置接在一个统一的以太网上。

2 机械结构的通用平台

微机保护用的机箱一般有铁壳和铝壳的两种,铁壳机箱由于铁的磁导率高于铝^[2],电磁屏蔽性优于铝壳机箱,但存在比较重、容易生锈、变形等问题,因而限制了其应用。铝壳机箱无上述问题,电磁屏蔽经过处理能满足IEC标准。

机箱按照模件摆放的方式分为竖放和横放,由于横放存在不利于散热、模件容易变形等问题,需要在设计上作特殊的处理,所以保护装置通常不采用。

机箱按照有无总线板分为有总线板的和无总线板的,无总线板的模件之间用连线或者电缆相连,由于存在连线不美观、可靠性差、强弱电容易交叉造成抗干扰能力差等问题,已逐渐淘汰。

机箱按照模件插入的方向分为背插式和前插式。

背插式采用前总线板,使得强弱电彻底分离,利于抗干扰设计,面板可采用整面板,便于面板的美观设计,缺点是更换模件不太方便,但如果产品质量稳定,则不存在此问题。

前插式的模件从机箱的前部取出,门的易于打开与美观、抗干扰设计不太容易协调。其总线板分为前总线板和后总线板,由于模件是前插式,所以前总线板是活动的,这给调试和维护带来一定的困难。后总线板又分为大总线板和小总线板,大总线板的对外端子在总线板上,由于外部的强电信号和内部的弱电信号都在总线板上走线,导致强弱电容易交叉,难以处理。由于内部端子占用了一部分空间,所以对外端子数量受到限制。小总线板用于内部模件之间的联系,模件对外端子直接伸出机箱,但存在小总线板占用了一部分空间,限制了对外端子的数量,内部端子也同样受到限制。

下面对机箱的高度作分析。某种保护需要的元器件和端子的数量基本一定,如果模件的面积太小,有些模件上元器件会太挤,甚至摆不下,就会被迫用两个模件来实现一个功能,这违背了模件尽量模块化的概念,一般不采用。综合考虑各种模件,面积在350~400cm²之间比较合理。由于模件的面积基

本一定,即模件的长度(对应于机箱的深度)与模件的宽度(对应于机箱的高度)成反比,所以二者应该综合考虑。开关柜、旋转机柜由于内部深度、宽度的限制,要求机箱不能太深太宽。集中组屏的机箱看似无深度限制,但由于其出线要连到竖端子,如果机箱太深,则其出线需要走S形到屏柜的竖端子,不安全美观,安装和维护也不方便。所以机箱应该尽量采用浅机箱,即机箱要适当高一些。

模件长度通常有160、180、220 mm三个标准。如果采用4U机箱,由于模件较窄,为了保证其合理的面积,模件长度一般选择220 mm,对应的机箱深度为320 mm左右,由于机箱太深,不太适用于开关柜、旋转机柜、集中组屏。而在相同的模件面积下,如果采用6U机箱,则模件的深度可为160 mm,对应的机箱深度为220毫米左右,可方便地用于开关柜、旋转机柜、集中组屏。而且6U模件允许连接的对内和对外端子数至少是4U模件的1.5倍,这不仅便于设计各种端子以满足用户的各种需求,而且模件的元器件易于合理布局、强电弱电分离、各种信号分类走线,利于EMC设计。

另外,从威图机箱来看,其标准机箱为3U、6U、9U、12U,它的4U机箱是在标准的3U机箱的基础上,增加1U的空间,用于横放电源和变换器等,并无用于4U模件的标准机箱。近年来出现1/3的19英寸5U机箱,不符合威图的标准,与6U机箱相比,机箱的对外对内端子比较紧张、模件面积偏小,优点是正视机箱时,其宽度与高度符合黄金分割,比较美观,如果正视1/3的19英寸的6U机箱,则显得偏瘦长,但可以通过面板的美观设计得到改善,这在下一节论述。

综上所述,采用前总线方式的背插式机箱在大多数情况下,比较适用于变电站的需求,当然其它形式的机箱也有其各自的特点和应用场合。

3 外观设计

这些年来随着机械加工水平的提高,以及继电保护厂家对装置外在形象、企业形象越来越重视,装置的外观有了长足的进步。

机箱的设计应该是设备感和价值感的完美统一,设备感指满足专业需求、稳定安全、特征鲜明、整体协调、结构布局合理,价值感体现在采用高价值材料、表面处理、工艺精良、细节完美等。

分面板设计由于整体效果差,现在已逐渐被整面板取代,薄膜面板、烤漆面板也逐步发展到喷塑、

拉丝、塑料开模等面板。

上面讲到的1/3的19英寸6U机箱,可通过在面板上增加一个凹槽等方法,使得在视觉上感到不再瘦长(见图1);1/2的19英寸6U机箱,正视接近正方形,比较死板,也同样可通过在面板上增加一个凹槽等方法,使其显得活泼(见图2)。



图1 1/3的19英寸6U机箱

Fig 1 1/3 19 case



图2 1/2的19英寸6U机箱

Fig 2 1/2 19 case

4 总结

微机保护通用平台是一个复杂的设计,其中包括硬件、机械结构、外观设计等诸多方面,本文从大量的调研以及工作实践作了一些分析和研究,希望借此能与微机保护的同行做一个交流,以促进微机保护通用平台的发展。

参考文献:

- [1] LI Gang, ZHOU Shao-liang, WANG Shan-xiang A Novel Communication Protocol for Relaying Protections [J]. IEEE Power Con, 2002, 2: 1331-1333
- [2] 陈伟华. 电磁兼容实用手册 [M]. 351. CHEN Wei-hua Handbook of EMC [M]. 351.

收稿日期: 2004-10-21; 修回日期: 2005-01-24

(下转第51页 continued on page 51)

- gorithm and Realization[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.
- [2] 周箭,陈隆道. 新型电力参数测试与分析[J]. 中国电力, 1998, 31(11): 18-20
ZHOU Jian, CHEN Long-dao. A New Power Parameter Testing and Analyzing System[J]. Electric Power, 1998, 31(11): 18-20
- [3] ZHANG Fu-sheng, GENG Zheng-xing, YUAN Wei. The Algorithm of Interpolating Windowed FFT for Harmonic Analysis of Electric Power System[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2001, 16(2): 160-164
- [4] 祁才君,陈隆道,王小海. 应用插值 FFT算法精确估计电网谐波参数[J]. 浙江大学学报(工学版), 2003, 37(1): 112-116
QI Cai-jun, CHEN Long-dao, WANG Xiao-hai. High-accuracy Estimation of Electric Harmonic Parameters by Using the Interpolated FFT Algorithm[J]. Journal of Zhejiang University, Engineering Science, 2003, 37(1): 112-116
- [5] Lobos T, Reznar J. Real-time Determination of Power System Frequency[J]. IEEE Trans on Instrumentation and Measurement, 1997, 46(4): 877-881.
- [6] 马仁政,陈明凯. 减少频谱泄漏的一种自适应采样算法[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(7): 55-58
MA Ren-zheng, CHEN Ming-kai. An Adaptive Sampling Algorithm for Reducing Spectrum Leakage[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(7): 55-58

收稿日期: 2004-10-26; 修回日期: 2004-12-11

作者简介:

章 熙(1981-),男,硕士研究生,从事数字信号处理在电力系统中的应用研究;E-mail: zxigz@yahoo.com.cn

唐 婧(1981-),女,硕士研究生,从事电力信息和电力市场方面的研究;

李培芳(1944-),男,教授,从事数字信号处理和高性能数字电路方面的研究。

A novel algorithm for real-time determination of power network frequency by using complex magnitude

ZHANG Xi, TANG Jing, LI Pei-fang

(1. Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 2. North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: First, the reason for spectrum leakage and its influence to DFT used in frequency analysis is introduced. Based on the complex magnitude of harmonic signals and under the condition of ideal synchronous samplings, an algorithm for computing the frequency deviation is proposed. Second, this algorithm is further modified according to actual sampling and the power network signals. Finally, the iterative formulas for real-time determination of power network frequency are presented as well. Simulation results show that the algorithm can follow up the frequency deviation accurately and quickly. Moreover, the algorithm will be of potential applications in the fields of AC real-time determination due to its features of less computation time, fast convergence and ability of against harmonic interference.

Key words: spectrum leakage; power quality; FFT; complex magnitude; adaptive sampling

(上接第 31 页 continued from page 31)

作者简介:

李 钢(1966-),男,高级工程师,研究方向为继电保护

和变电站综合自动化。E-mail: lig@nari-china.com

Analysis and studies on universal platform of relays

LI Gang¹, WANG Shan-xiang¹, SU Wen-hui², FAN Zhi-gang¹, WU Ming¹, LU Qi¹, REN Jian-feng¹

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

2. Fujian Electric Power Design Institute, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Systematic analysis and studies on either hardware platform of relays such as multi-CPU, error detection on AD channels, design of power and LCD, anti-interference and intelligence module design, or mechanical platform such as dimensions of module and case, anti-interference design are proposed. In the end of this paper, some constructive suggestions on outward appearance design are submitted.

Key words: relay protection; uniform platform; hardware; mechanical structure; outward appearance