

## 基于DSP的智能准同期测控装置

国网南京自动化研究院 杨小铭 赵祥 蔡月明 阅读次数: 0

**摘要:** 一种基于数字信号处理器 (DSP) 的智能准同期测控装置被研制成功, 阐述了该装置同期的基本原理、硬件设计和主要技术参数。

**关键词:** ADSP; 21992; 同期; 测控; 变电站

中图分类号: TM714

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2007)108-0035-03

随着电力系统规模的日益扩大, 系统运行变化越来越频繁, 电网的同期并列操作成为变电站综合自动化系统中的一项重要重要功能, 它对减小冲击, 提高系统稳定性具有重要作用。目前现场运行的大部分同期装置都是沿用电厂同期的概念, 具备调整发电机的机端电压、频率、相角功能, 确保并网时不会出现过大的冲击, 但变电站的同期主要是带有同期检定的性质, 通过判断断路器两端的电压是否满足同期条件, 然后决定是否合闸并网操作。

同期装置带有测控功能, 使同期操作变得更加迅速可靠。测控单元可根据断路器两侧的隔离开关状态自动实现同期电压切换, 简化了现场的二次回路接线。本文开发的基于混合信号ADSP-21992的同期单元以线路测控为对象, 设计为功能单元的结构, 把测控和同期功能结合起来, 利用DSP的高速并行计算能力, 采用可靠的同期预测算法, 选择最佳的导前时间发出合闸信号, 以达到快速、准确的并网效果。

### 1 装置硬件设计

ADSP-21992是单芯片数字混合信号处理器, 是Analog Devices公司研制的与ADSP219x系列DSP代码兼容的新一代DSP [5]。ADSP-21992工作在160 MHz, 可以达到160 MIPS (百万指令每秒), 程序SRAM 96 kBytes, 数据SRAM 32 kBytes, DMA通道, 定时器 3个 (可编程为脉宽调制输出、脉宽计数或捕捉, 32位计数器, 计数频率80 MHz), 串行口 (2个多通道串行口: SPI和SPORT), 1个CANBUS接口, 并行口16 M字 (24位/16位数据宽度) 寻址空间, 通用口 (16位, 可编程为通用输入输出引脚或中断输入类型), 4对可分别同时采样保持的14 bit AD (0~2.5V, 最高采样速率20 MHz), 2个PWM计数器, 核心电压2.5 V, I/O电压3.3 V。这些特点使ADSP-21992非常适合于同期功能硬件设计。

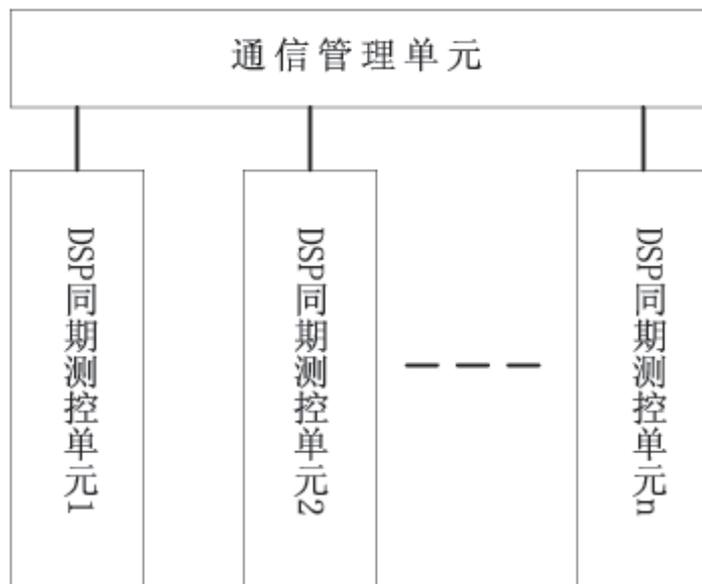


图1 硬件系统框图

整个系统硬件配置如图1所示。按照需同期线路的数量，配置多个DSP同期测控单元和一个通信管理单元组成，它们之间通过双485总线通信。通信管理单元负责各同期测控单元的测控信息组织和定值管理、录波管理。同期测控单元可测量8路模拟量（电压或电流），每周波32点采样速率，采用实时变频跟踪采样技术，测量精度为0.2%；有两路标准遥控开出机构（选择、执行、返校），每路均有一套辅助节点输出和内部辅助节点遥信输入；8路遥信输入，毫秒分辨率，光电隔离；一片EEPROM用来保存定值。同期部分采用两路电压比较电路，把两条线路的交流电压信号变换为与它们同频率的方波信号，然后将这两个方波信号进行异或，异或输出信号的宽度直接反映了两交流信号的相角差大小。两路频率信号和异或信号分别引入ADSP-21992的TIMER0~3。这样DSP就可实时监测两线路的频率和相角差的状态变化。硬件原理结构如图2所示。

## 2 同期捕捉算法

同期是一项可靠性要求极高的操作。误动时的大角度合闸会给发电机及系统带来很大的冲击，降低发电机的使用寿命，引起系统的振荡及解列。延误第一次最佳同期时期也是要尽量避免的。因此必须考虑高可靠性、高精度、多级闭锁、快速的控制算法与措施。

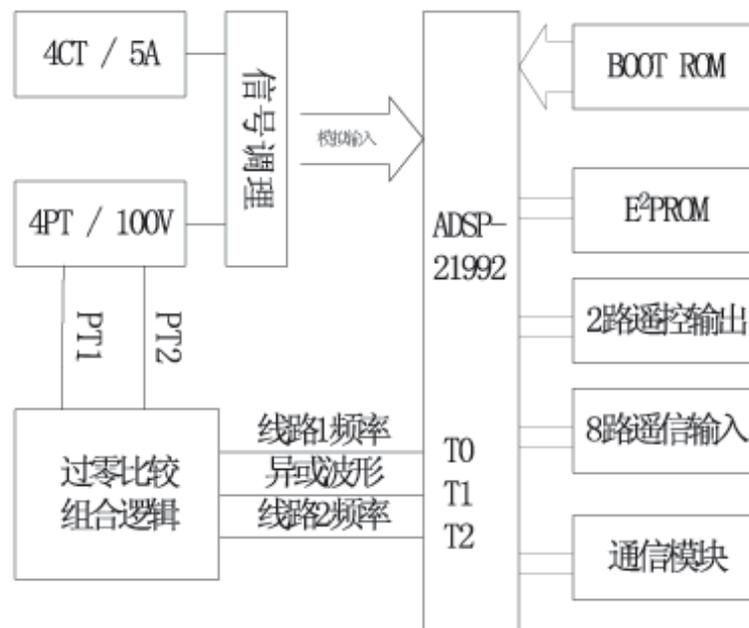


图2 测控单元原理框图

同期装置的基本工作和算法原理在《电力系统自动装置原理》[1]已详细论述。合闸捕捉时机的预测算法在文献[3][4]都有论述。本装置利用ADSP-21992的高速并行计算能力，在相角采样中断进程里采用抗干扰能力强的宽数据窗的最小二乘法算法即时快速计算滑差角频率，滑差角加速度，同时预测最佳合闸导前角，综合考虑各种闭锁条件，判断现在是否处于合闸最佳位置，确保在出现第一个同期点时精确无误地将断路器合上。

## 3 同期测控装置的软件设计

装置的软件体系按功能可分为两个模块，测控软件模块和同期软件模块。在测控模块中，软件同步采样8个通道的交流量，采用基二时间抽取FFT算法（32点），可计算13次及以下各次谐波幅值，在一个主循环周期内计算出所有通道的模拟量（电压、电流、功率、相角），有效保证了采样结果的实时、准确和同步性。事件顺序记录SOE和事件状态变化COS具有1 ms的分辨率，分别可存储256条的记录。装置通过双485总线，按照规约与通信管理单元通信，传送遥测、遥信信息和执行上位机下发的遥控操作。

同期软件模块采用多重冗余设计，保证装置绝对不误动，同时具有自适应识别同期类型功能。变电站的两个系统同期并列可分为差频同期、环网并列、无压合闸。差频同期是指两个没有电气联系的两个系统的并列，包括发电机的并网及两个无联系电网的并列；两侧的频率不同，有可能捕捉到零角度合闸时机。环网并列是指两个本已有电气联接的系统，再在该点增加一个联络开关；两侧频率相同，相角差即为系统在这两点之间的功角，该角度在网络拓扑及负荷没有大变动时基本保持不变。无压合闸是指这两种情况下的特殊情况，两个系统中有一个为无压或者两个均无压，这时同期控制器同样能完成两个系统的并列操作。装置的自适应识别功能就是指在同期合闸命令下发后，自动判别是差频、同频

还是无压状态，并由不同的约束条件进行操作。同期软件模块的流程如图3所示。

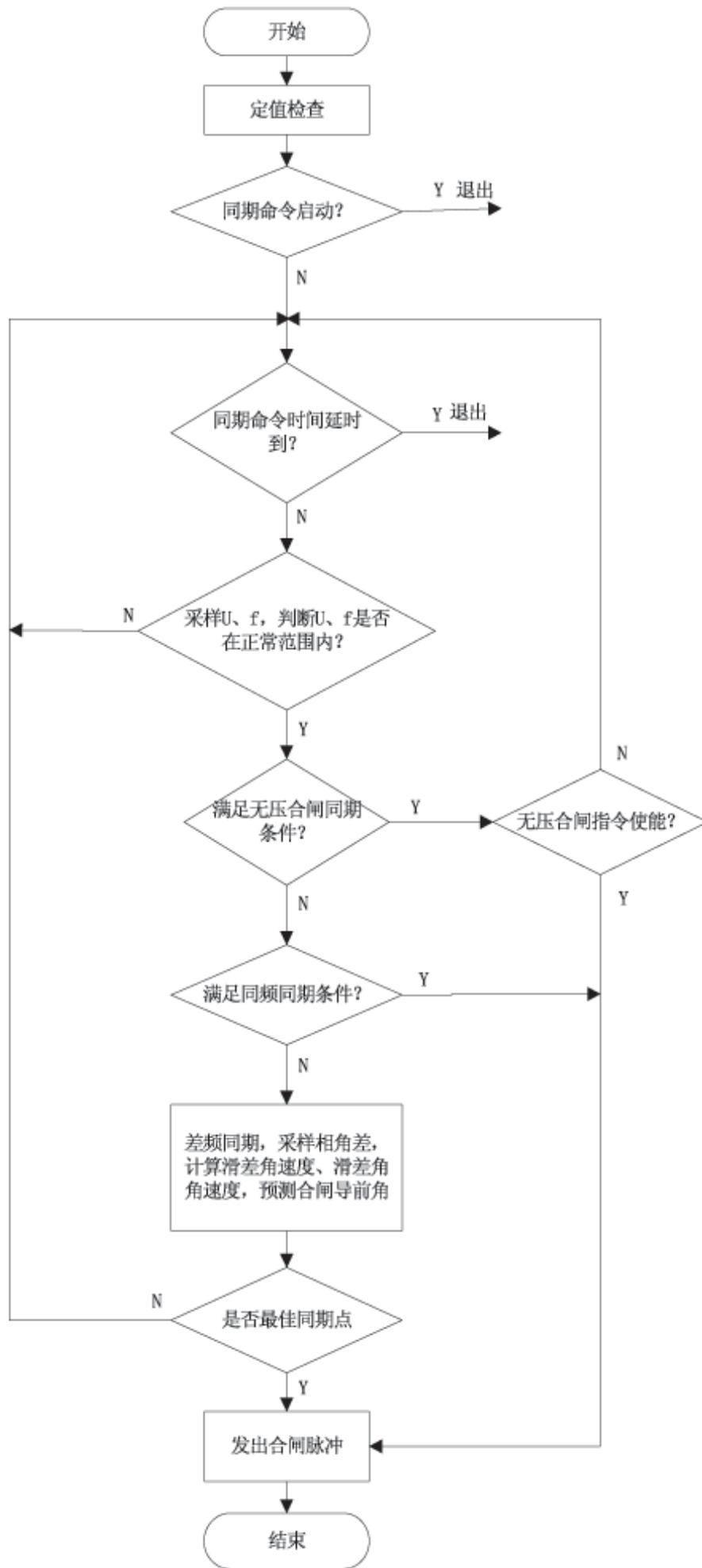


图3 同期合闸流程

#### 4 同期合闸技术条件

断路器两侧电压互感器二次侧电压信号额定输入为100 V AC或57.7 V AC；  
断路器两侧系统的电压在正常允许范围内，电压差在设定的偏差范围内，最大 $30\%U_S$ （系统电压），缺省 $10\%U_S$ ；  
断路器两侧系统的频率在正常允许范围内（45~55 Hz），频差在设定的偏差范围内，最大 $\pm 0.5$  Hz，缺省 $\pm 0.2$  Hz；  
断路器两侧系统的频率变化率小于0.5 Hz/s；  
允许最大合闸角 $60^\circ$ ；  
在频差 $\leq 0.4$ Hz时，合闸相角差 $\geq 1.0^\circ$ ；  
一侧电压小于30%的额定电压幅值时，判定为无压状态；  
合闸脉冲导前时间20~1000 ms。

#### 5 同期试验

本文设计的同期装置由于结合了测控功能，使得同期试验变得易于操作和验证，不仅可以通过外接示波器来验证同期操作的正确性，装置本身就具备智能仪器示波器的特点。装置把两个系统的电压信号作为录波输入信号，遥控内部辅助节点信号作为录波启动信号，断路器合闸信号作为外部遥信引入用来终止录波，通过通信管理单元查看录波波形和事件的SOE记录，就可以准确的计算合闸脉冲导前时间和验证同期合闸的正确性。

#### 6 结束语

本文介绍了基于ADSP-21992的智能准同期测控装置的设计与实现。由于具备了160 MHz的DSP高速并行运算能力，整个系统的实时性得到显著提升。另外ADSP-21992的全部程序内核运行，大大增强了系统的抗干扰能力。各项试验和应用表明该同期测控装置性能优越，可靠性高，易于功能扩展和维护。

#### 参考文献

- [1]杨冠城. 电力系统自动装置原理. 中国电力出版社, 1995
- [2]李军, 曹贸升. 变电站监控系统测控单元同期功能及其应用. 华东电力, 2003, 5: 53-55.
- [3]傅周兴, 李忠. 单片机准同期自动并列合闸时机捕捉的研究. 煤矿自动化, 2000, 6.
- [4]姚晓光, 汪广. 微机自动准同期装置的研究. 电力建设, 1998, 2: 12-15.
- [5]Analog Devices, Inc. ADSP-2199x Mixed Signal DSP Controller Hardware Reference, 2003.

来源：《农村电气化》

看后感：

发表看法：姓名： 匿名：

发表

编读往来 | 会员服务 | [我要发布](#) | 站点导航 | 网站地图

©中国农村电气化信息网 版权所有

指导部门：原国家经济贸易委员会电力司

主办单位：农村电气化期刊社(中国电力企业联合会农电分会、中国电机工程学会农村电气化分会)

北京天衡可再生能源有限责任公司

承办单位：北京天衡可再生能源有限责任公司



联系方式： 电话：010-87581178 传真：010-87581052