

ZWP— I 型微机频率装置

西南电管局 罗荣伟 航天部501设计部 胡建知

一 概述

随着电网容量不断扩大,大机组和超高压线路日益增多,电网结构日趋复杂。在这样的大电网中频率变化对大机组等设备安全和电网运行的稳定性影响很大,特别是目前电网的发电功率不足,系统严重缺电,如何保证系统安全、经济和稳定运行是大家关注的问题。为此我们在现有数字式频率继电器的基础上,结合电网运行要求和生产实践中的具体问题,借助现代微机技术,利用51系列的单片机,研制了ZWP— I型微机频率装置,经动模试验和现场试运行,证明性能良好,各项技术指标符合设计要求,本文将作如下扼要介绍。

二 主要技术参数

1. 频率测量精度在50Hz时,综合误差 $\leq 0.005\text{Hz}$ 。
2. 频率整定范围
低周跳闸输出级为45~49.5Hz
高周跳闸输出级为50.4~56Hz
最小整定级差为0.1Hz
3. 频率变化率 $\frac{df}{dt}$ 整定范围
跳闸输出级为0.1~9.9Hz/sec
闭锁级为 0.1~9.9Hz/sec
最小整定级差为0.1Hz/sec
4. 跳闸输出级延时时间整定范围为0.1s~19.9s
最小整定时间级差为0.1s
5. 设有正常频率监视级,该装置只作低周使用时为 $\leq 51\text{Hz}$,只作高周使用时为49.6Hz,当低周和高周混合使用时为44~56Hz。
6. 设有频率闭锁级,当低周 $< 49.6\text{Hz}$,高周 $> 50.6\text{Hz}$ 时才允许跳闸输出级输出。
7. 输入电压工作范围60~120V,60V及以下自动进行低电压闭锁。
8. 设有低电流闭锁,其定值为0.1~5A连续可调
9. 五个跳闸输出级,分别输出用于直流220V回路的两对常开触点,触点容量为

30W。

10. 抗干扰性能符合国家《继电器及保护装置的电气干扰试验标准》。

11. 直流电源由输入测量电压供给，电压等级为 5 V、12V、24V。

12. 使用环境温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$

13. 绝缘耐压，交流输入回路及输出触点对外壳承受工频电压 2 kV，一分钟 试验无击穿。

14. 正常功耗小于 8 VA。

三 工作原理

装置硬件原理框图如图 1 所示。从图可知装置由单片机及外围电路、测量输入电路、低电流闭锁电路、低电压闭锁电路、定值输入电路、输出控制、检测、跳闸出口和试验信号等电路组成。

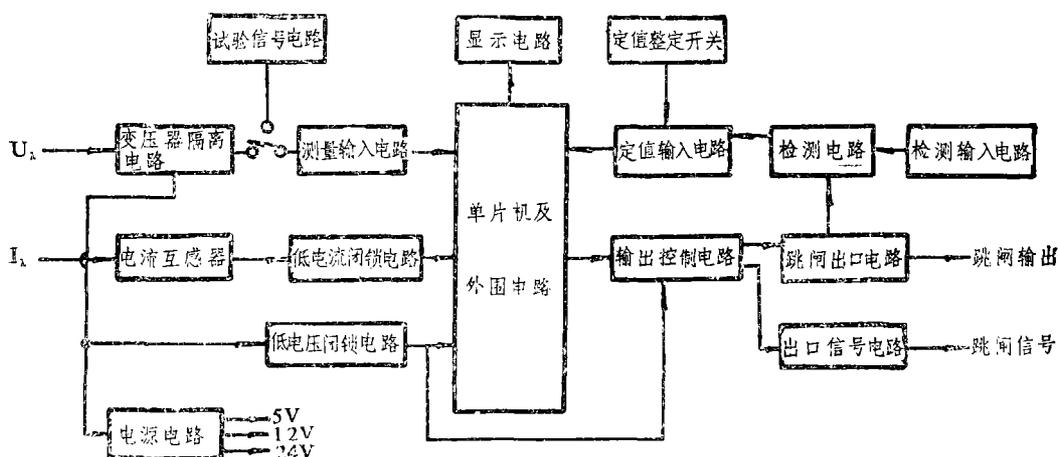


图 1 装置硬件原理框图

输入交流电压 U_A 经变压器隔离降压后，其中一路输入至测量输入电路。该电路由低通滤波、方波形成和分频电路组成。输入的交流信号图 2 a，经方波形成电路整形为频率相同的方波信号。为防止过零干扰，采用了一定的门坎电压如图 2 b 所示。整形后的方波信

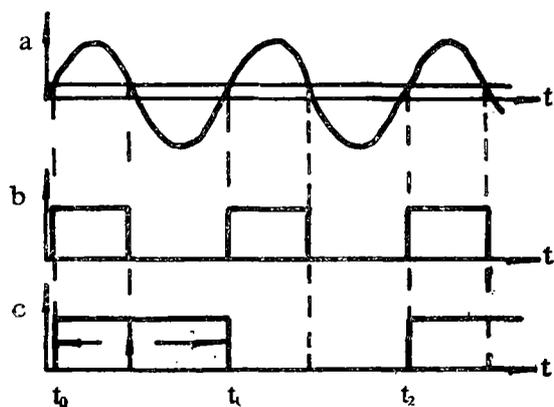


图 2 测量输入电路波形图

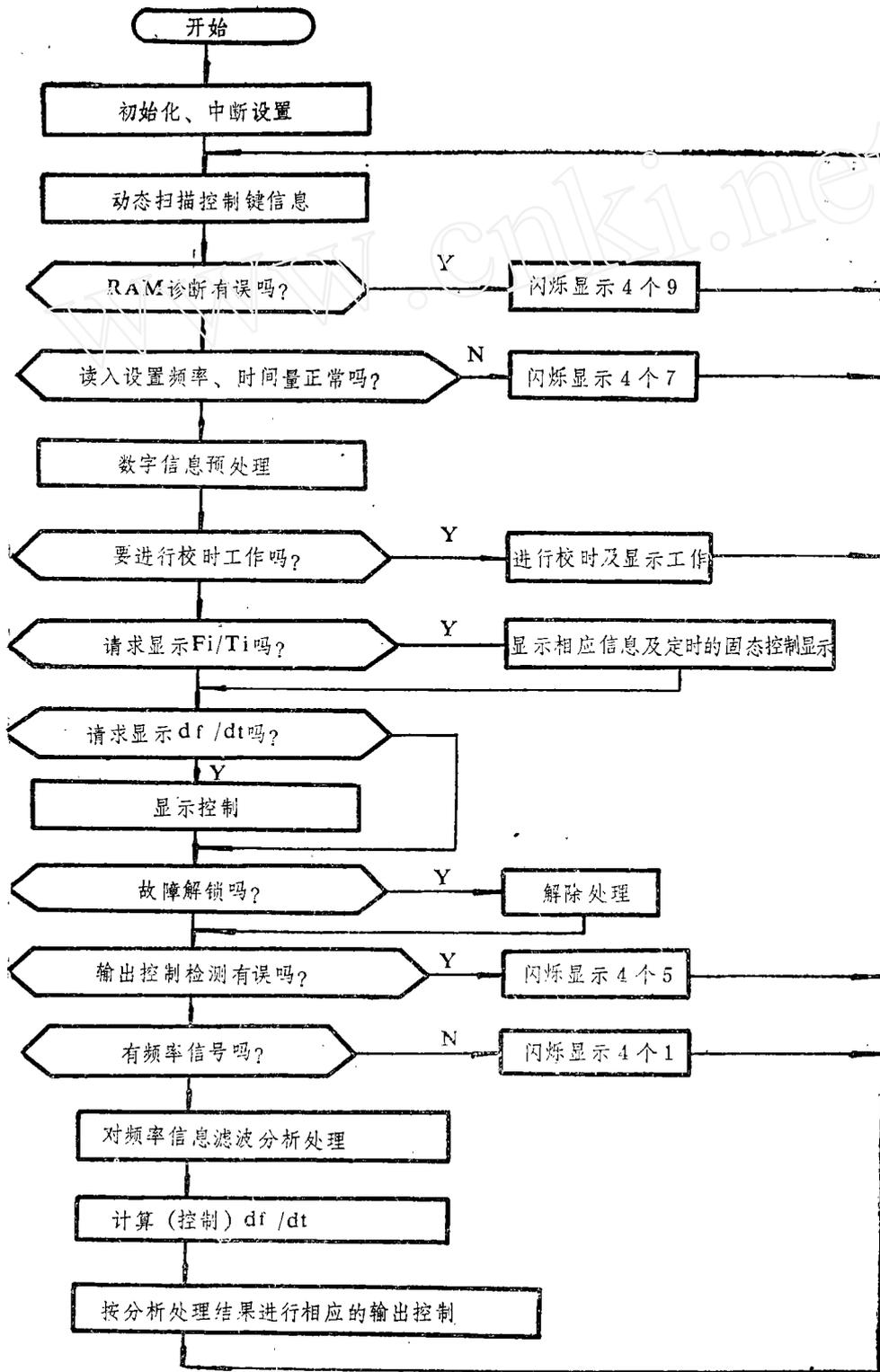


图3 装置软件结构流程图

号经二分频电路形成单片机 \overline{INT} 的外部中断信号如图 2c 所示。在图 2c 中, 方波上升沿 t_0 时刻由单片机机器周期脉冲对方波信号开始计数, 方波下降沿 t_1 时刻结束计数并申请中断。从 t_0 到 t_1 时刻计数所需的时间即为输入交流信号的周期值 T 。由单片机进行运算处理计算出频率 f 值。由于单片机连续不断地对交流输入信号的频率进行测量, 所以可由机器算出频率变化率 $\frac{df}{dt}$ 值。所测得的 f 值或 $\frac{df}{dt}$ 值, 经软件滤波, 野值剔除和数据有效性分析与软件中设置的正常监视频率值、闭锁频率值和用拨盘开关人工整定的跳闸输出级定值进行比较。比较结果由单片机的输出口发出控制信号。同时机内时钟进行计数, 达到整定时间, 跳闸输出电路输出。装置软件结构流程图如图 3 所示。

输入交流电压的另一路至低电压闭锁电路。当输入电压小于 60V 时, 低电压闭锁电路输出“0”电平, 使单片机 p3.4 口置“0”, 同时使输出控制电路输出端呈“高阻状态”, 而自动闭锁出口跳闸回路。

输入交流电流经电流互感器隔离, 其二次侧接入低电流闭锁电路。该电路由运放电路和门电路组成。通过高精度电位器可实现 0.1~5.0A 范围的定值整定。在机内设置了一个八位微型开关, 开关的 1~4 位用于低电流闭锁, 5~8 位用于 df/dt 闭锁或作高周使用。低电流闭锁电路的输出信号接入单片机的 p3.5 口, 单片机对该信号进行判断, 根据低电流闭锁开关设置状态和是否运行于低周工作状态, 发出相应的低电流闭锁控制, 分别实现各跳闸输出级的低电流闭锁。

定值输入电路共设置六路, 其中四路按频率 f 值设置, 一路按频率变化率 df/dt 设置, 上述五路用于跳闸输出。另一路 df/dt 作用于低周闭锁。每路均由拨盘开关和 IC 电路 CD4502 集成电路等组成。用拨盘开关可实现装置在停电或带电情况下以十进制方式对 f 值、 $\frac{df}{dt}$ 值和出口延时时间整定。

检测输入、检测、输出控制和跳闸出口电路, 由按钮开关、集成电路 CD4502、74LS373、MC1413 等和继电器、信号灯组成。通过检测输入电路, 人工输入开关状态, 用以选择显示内容, 如系统频率, 频率变化率, 时钟时、分、值, 检查整定值以及显示各跳闸输出级动作时间、动作频率或 df/dt 值。输出控制电路, 接受单片机的控制指令, 由它直接控制出口继电器和信号灯。单片机通过检测电路在软件的控制下时刻都对控制电路的各输入端和输出端的电位进行自检, 当系统正常时, 若发现输出控制电路的电位发生变化, 首先闭锁出口跳闸回路, 并通过显示电路显示故障部件的提示符。如测不到频率时闪烁显示“1111”, 整定拨盘开关整定在 49.6~50.4Hz 时, 闪烁显示“7777”, 出口驱动电路故障时闪烁显示“5555”, 单片机 RAM 故障时闪烁显示“9999”, 程序区 EPROM 故障时闪烁显示“3333”。

四 提高装置可靠性措施

由单片机构成的频率装置在国内还是首次, 它能否经受电力系统短路、操作、雷击和

电晕放电等、强干扰的袭击是我们最关心的问题。为此采取了以下提高装置可靠性措施。

1. 装置的直流电源部分是引入干扰的主要通道之一。因装置的功耗小,未采用电路复杂价格较高的逆变电源供电,而是利用与测量信号共用电压供电方式。输入电压在入口处采用0.1 μ f高压电容滤波,经变压器隔离,二次整流,滤波自控稳压。单片机使用的5V电源与接口电路使用的12V、24V电源均独立供电。

2. 装置浮空,消除共模干扰。

3. 装置外壳接地,防止空间电磁场干扰。

4. 电路印制板尽量做到各电路一点接地,缩短各信号线的长度和并行走向;在重要信号线间加接地线隔离,各集成电路电源和地间加电容滤波。

5. 根据使用经验选用优质集成电路芯片,如美国莫托洛拉半导体公司产品。

6. 在程序结构上采用了分层模块化的编程技巧;在应用软件系统中采取了信息野值剔除和数据有效性分析、程序越界和程序动态运行自救的抗干扰措施,辅助于硬件方面设置的“看门狗”电路,更有效地防止因干扰使程度走飞、走死或引起工作紊乱以提高装置的稳定性。

7. 装置采用了在线逐步自诊断,自检,快速截断有关控制信息和显示闪烁报警措施。当器件失效造成故障,自诊断到部件级,故障范围由显示器闪烁报警提示。无论何种故障,均首先截断控制信号,防止装置误动作。

8. 为防止误整定,采用显示整定值,进行定值核对的技术措施。

9. 为防止装置在各种运行方式和系统故障情况下误动作,设有频率监视和频率闭锁措施,设有低电压闭锁、低电流闭锁和df/dt闭锁,大大提高了整机系统工作可靠性。

五 装置特点

1. 高精度。

采用了MCS—51系列单片机,进行软件修正,错误数据处理等措施,保证了装置的高精度,其综合误差 $\leq 0.005\text{Hz}$ 。

2. 高可靠性

装置具有很强的自诊断功能,实现了在线实时诊断,一旦出现异常,立即切断有关控制信息和快速闪烁显示报警。在软件结构上采用了程序动态运行自救和防止程序走死、走飞的编程技巧。因此装置具有很高的稳定性和可靠性。

3. 抗干扰性能好

装置在软体结构上采用了信息野值剔除和数据有效性分析措施,在硬件方面也采用了一系列抗干扰措施,装置具有良好的抗干扰性能。

4. 高低周通用

通常的频率继电器只能反映低周或高周,而该装置的各跳闸输出级均可任意整定,

高低周通用即可作低周使用，也可作高周使用或二者混合使用。

5. 应用灵活

五个跳闸输出级，四个按频率绝对值整定，一个按频率变化率 df/dt 整定。各输出级除固定经低压闭锁外，还可根据需要经或不经低电流闭锁 df/dt 闭锁，使用灵活。

6. 设有4位LED显示器，可分别显示：

(1) 电网频率。

(2) 时钟(时、分)。

(3) 整定值 f 、 $\frac{df}{dt}$ 和延时时间。

(4) 跳闸输出级的实际动作频率 f 、频率变化率 df/dt 及动作时间。

(5) 自诊断信息显示。

7. 现场试验、运行维护方便简单

装置整定可在停电或带电情况下进行，并设有试验信号源，LED显示器，因此装置经新安装调试后，定期检验只须将运行试验开关掷于试验位置即可对装置进行检验，简化了试验工作，满足现场工作要求。

六 小 结

装置采用了先进的计算机技术，具有高精度，高可靠性，功能多，高低周通用和很强的自检功能与多用途的LED显示的突出特点，是新一代频率装置。为现代大电网实现多轮次、小级差低频减负荷安全自动装置提供了新的途径。