

化工企业变电站微机实时安全监视 系统的实验研究

郭嘉林 杨宛辉 刘宪林 许珉 王 涛

(郑州工学院 电机系)

提 要

本文介绍了有关“化工企业变电站微型计算机实时监视实验系统”的研究内容。包括：该系统的模拟实验对象、系统功能、硬件结构，特别是其主要的应用软件，如主程序、中断处理程序、实时时钟子程序、模拟量数据采集与处理程序、开关信号监视与处理程序、屏幕监视程序、制表打印子程序、键盘控制子程序等等。

目前，该系统可以用作我院“电力系统及其自动化专业”的微机教学实验系统。当加以某些改进之后，它可直接用于生产实践中去。

微型计算机具有结构简单、功能较强、体积小、功耗少、使用维护方便、价格低廉等优点，近年来发展迅速，受到国内外的普遍重视，必将在我国社会主义四个现代化建设中发挥日益巨大的作用。

电力是化工企业的主要能源之一。为了保证化工生产过程的正常进行，其变电站应确保供电的安全、连续、可靠，提供优质电能；并力求提高变电站监视、测量、控制、保护装置的自动化、现代化水平及运行管理水平。

受化工部电气设计技术中心站的委托，我们承担了“微处理机在化工企业变配电站应用的研究”任务。1984年内首先进行“化工企业变电站微机实时安全监视系统的实验研究”，工作的重点是应用软件的开发、试验。

一、模拟实验对象

化工企业的内部供电网络，通常由总变电站与若干个分支变（配）电站等组成，其结构如图1所示。

图中，总变电站高压进线电压为35~220kV，低压出线电压为6~10kV；分支变（配）电站电压为6~10/0.4kV。多采用双母线或单母线（分段）、桥形等接线方式。自备电源、变流站之有无及其型式、规模等，则因厂而异。

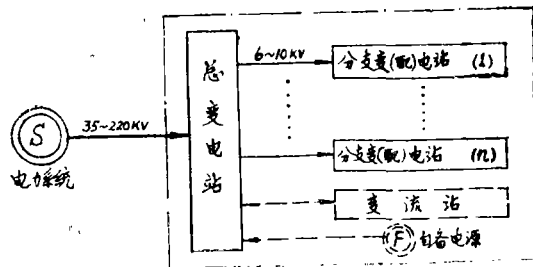


图1 化工企业内部供电网络结构示意图

为了使实验研究具有一定的典型性、仿真性,应用软件具有一定的实用性,整个系统又暂不过于复杂起见,本课题的模拟实验对象为一个规模为110/6.6kV、20000KVA的总变电站,其主结线图如下:

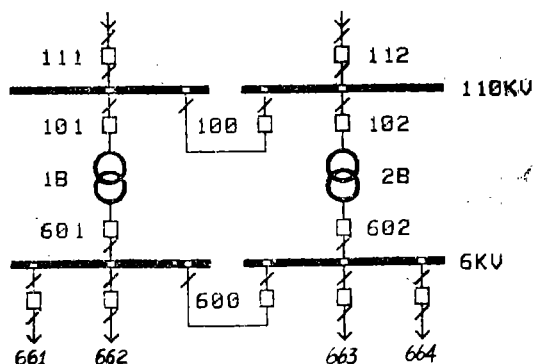


图2 模拟变电站主结线图

图2中,变电站110kV侧采用单母线分段结线,以两回高压线路(111、112)接入电力系统。6kV侧亦为单母线分段结线,以四回低压出线(661~664)引至各个分支变电站。两台双卷主变压器的主要型参为: SFL₁-10000/110, 10000 KVA, $110 \pm 2 \times 2.5\% / 6.6 \text{KV}$ 。各主要回路的测量仪表及互感器,均按有关规程进行配置。

二、系统的功能

本安全监视系统具有下列基本功能:

1. 模拟量参数采集与处理——现有检测对象共16路,包括:110KV线路电流 $I(A)$, 10KV母线电压 $U(kV)$,主变压器电流 $I(A)$ 、有功功率 $P(MW)$ 、无功功率 $Q(MVAR)$ 、有功电度 $WH(MW-H)$ 、油温 $T(^{\circ}C)$,6kV母线电压 $U(KV)$,6kV线路电流 $I(A)$ 等。除直接测量上述参数的实时值之外,还可提供平均负荷、最大负荷及耗电量等二次参数。
2. 模拟量参数越限及返回监视——现有监视对象6个,包括两台主变压器电流、油温及6kV母线电压等。当某监视对象越限(或返回)时,可立即发出报警信号(注:返回时不发)及更换屏幕显示方式,并自动进行记录打印。具有重复动作能力。
3. 开关量监视——监视对象为变电站的全部断路器(注:下文简称“开关”)的分、合闸状态。当对开关进行正常的分、合闸操作时,可自动打印操作性质、对象及时间,提供开关操作记录资料。当开关发生事故自动跳闸时,可发出报警信号及更换屏幕显示方式,并自动进行事故记录与追忆打印。具有重复动作能力。
4. 屏幕显示——变电站正常运行时,监视系统可在CRT屏幕上周期性地交替显示主结线图画面与模拟量数据表画面,并具有实时动态修改功能。当发生模拟量越限、开关事故跳闸时,可实时显示与修改相应画面,提供监视信息。
5. 制表打印——可根据系统时钟提供的定时信息,自动进行1小时、8小时、24小时、及月制表打印记录。打印内容分别包括:全站模拟量实时数据表,全站8小时、日及月耗电量,全站日平均负荷,日、月最大负荷及出现时间等,提供管理、统计资料。此外,还可自动进行越限(及返回)打印、事故打印,和键盘控制打印。
6. 键盘操作控制——可实时选择显示所需的屏幕画面、打印全站当前模拟量数据表;

调阅管理性文件画面, 调整系统的工作状态; 并可进行人机对话式的监视系统初始化、时钟校准、越限监视设定值修改等项操作。

三、系统的硬件结构

本微机安全监视系统的功能较广, 但对运算能力及执行速度的要求则不是很高, 宜采用8位微处理器。

根据实验研究阶段的任务要求与化工部电气中心站有关“尽量采用成品机, 以利应用、推广”的意见, 结合现有实验设备条件, 初步采用以6502MPU为核心的APPLE II 主机, 配备屏幕显示器、打印机、软盘驱动器、模拟量及开关量通道等, 构成本微机安全监视实验系统, 其硬件结构框图见图3。

该系统的主要技术特性如下:

字 长: 8位,
指 令: 56条,
寻址方式: 13种,
数据总线: 8位并行、双向,
地址总线: 16位并行,
寻址范围: 64K,
堆 栈: 256字节,
中断方式: 2种(IRQ,
NMI),
时钟频率: 1.023MHZ,

电 源: +5V。
A/D板: 8位、16通道,
I/O板: 采用6522VIA芯片。

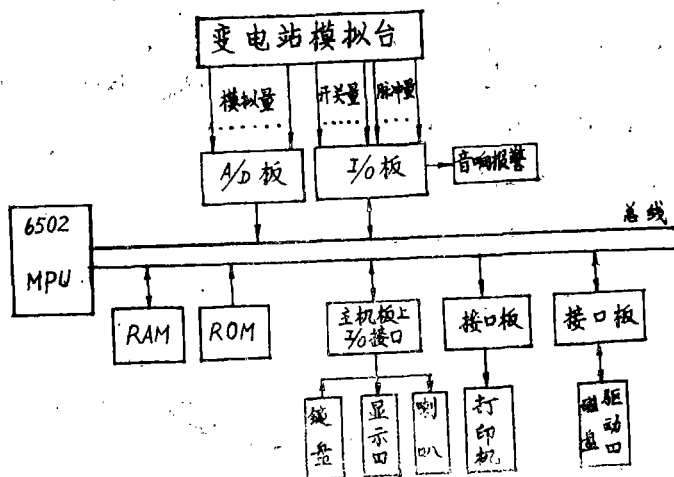


图3 系统的硬件结构框图示意

四、应用软件介绍

本微机安全监视系统的基本任务是实时采集变电站有关的模拟量、开关量信息, 进行曲线识别、动态显示及对运行约束条件的检查、处理等。其软件的特点是: 多功能, 实时性强。

本实验系统所配备的系统软件有:

- 系统监控程序,
- APPLESOFT II BASIC,
- DOS 3.3

所开发、研制的应用软件主要有:

- 主程序,
- 中断查询程序,
- 实时时钟程序,
- 模拟量采集与处理程序,
- 开关量监视与处理程序,
- 电度计量程序,
- 画面显示程序,
- 制表打印程序,
- 键盘操作控制程序,
- 其它。

采用流程图法进行程序结构设计, 构成以模拟量检测与处理为主体, 配属多个辅助子程序、由中断查询程序进行协调的应用软件系统。从而获得了较好的实时性和可用性。

全部应用程序均以汇编语言进行设计, 以节省存贮容量、加快执行速度。

下面简要介绍一下主要的应用软件。

(一) 主程序

其原理框图示于图4。

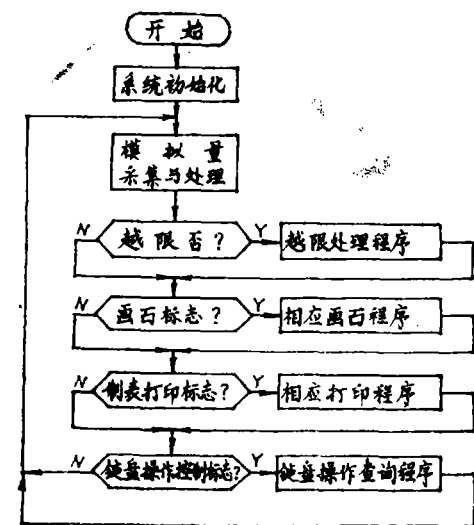


图4 主程序原理框图

图4 主程序原理框图

本系统中共有实时时钟、电度计量、开关量监视、打印机等四类、共8个中断源, 均经由6522I/O接口输入主机。所有中断源均可通过6522芯片中断允许寄存器IER的编程, 及中断标志寄存器IFR的相应置位, 向MPU发出IRQ中断请求。根据6502MPU只有一条IRQ中断输入线及其中断系统的特点, 采用程序查询方式解决中断源识别及中断优先权管理问题。中断查询程序的原理框图示于图5。

图中, 系统初始化程序的主要内容是: 字幕与开始曲, 6522I/O接口初始化, 数据区初始化, 时钟初始化等。

此后, 主程序便开始运行。

模拟量采集与处理、越限处理程序是安全监视应用软件的主干部分。

继而, 微处理器将依次检查屏幕画面标志、制表打印标志及键盘操作控制标志, 以决定是否调用相应的子程序。

(二) 中断查询程序

在主程序运行过程中, 还可能同时存在着时钟计时进位、电度计量、开关变位、制表打印等并发进程, 必须通过中断处理方式进行协调, 以实现主机与外部设备的并行工作, 保证监视、处理的实时性。

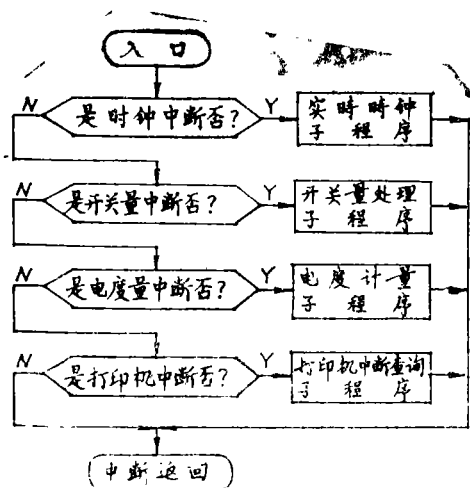


图5 中断查询程序原理框图

安全监视工作所需要的各种时钟定时信号，以便完成相应的屏幕画面转换、二次数据处理、定时制表打印等各项操作。

本系统采用以中断方式工作、以连续模式编程计时的6522芯片中的T₁计数器作为系统实时时钟，毋需外加专用硬件电路，设备简单、节省投资。时钟程序由计时进位判断处理、定时标志置位、码制转换及屏幕显示、定时标志检查处理等部分组成。它能以天文日历形式连续提供“年/月/日~时:分/秒”实时时间，设置屏幕画面转换定时标志、各种定时制表打印标志及二次数据定时处理标志等。时钟计时的分辨率为1/100秒。计时初值可由时钟初始化程序设定，并可根据需要通过键盘整点校钟程序进行时钟校准，以消除累积误差。

(四) 模拟量采集与处理程序

模拟量输入信号，在主机采样启动信号作用下通过8位16路A/D转换板输入主机，经过数字滤波后送至RAM数据库中。模拟量采集与处理程序原理框图示于图6。

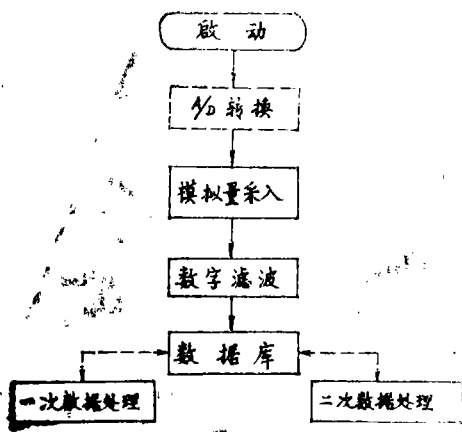


图6 模拟量采集与处理程序原理框图

由图5可知：当6502MPU响应一个IRQ中断请求后，将由中断陷阱地址转入中断查询程序，依次查询与识别中断源、并转入相应的中断服务程序。中断查询的顺序是按优先级别排列的，可以人为地调整。当有多个中断源同时申请中断时，它可以实现低级中断嵌套高级中断的多重中断处理方式；必要时，还可通过修改IER的编程来屏蔽某些中断源的中断请求，更好地保证中断处理的实时性。

(三) 实时时钟程序

实时时钟是微机安全监视系统的重要环节。其任务是：提供运行监视、开关操作及事故记录、越限及返回处理等所需要的实时时间；产生

数字滤波采用简捷的中位值法。目的在于消除随机干扰，减小噪声在信号中的比重，剔除不良数据。

通过一次数据处理子程序，可以获得各主要回路的电流、电压、温度、有功及无功功率的实时数据。通过二次数据处理子程序，可以求得诸如全站1小时平均功率 P_{av} 、 Q_{av} ，日最大负荷 P_{max} 、 Q_{max} ，月最大负荷 P_{max} 、 Q_{max} 等数据，以供定时制表打印、统计分析之用。

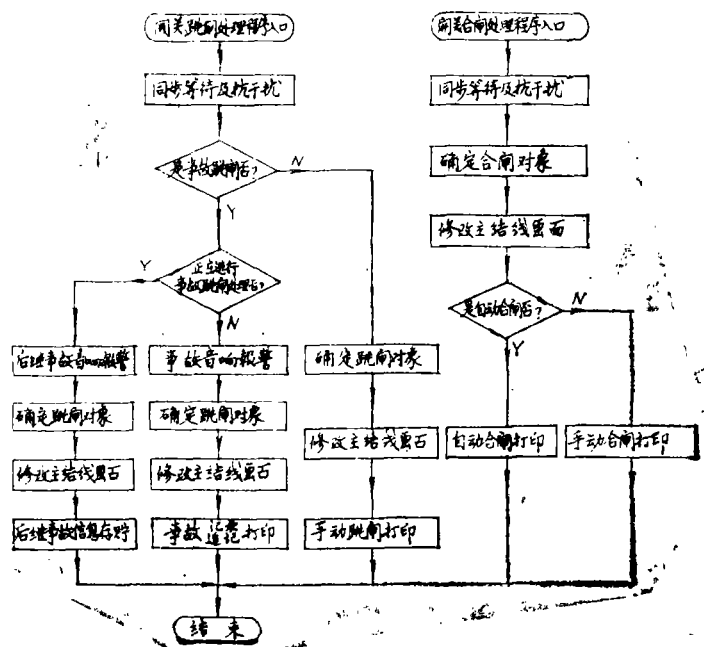


图8 开关量监视与处理程序原理框图

该程序的原理框图见图8。

当开关发生跳闸或合闸动作时, 将分别向主机发出中断请求。MPU响应中断后, 将相应进行跳闸处理(包括事故跳闸与手动跳闸)或合闸处理(包括自动合闸与手动合闸)。为排除由于随机电磁干扰产生的伪中断请求所导致的误处理, 并防止由于开关变位信号与中断请求信号异步传输所导致的误处理, 在该程序入口都采取了同步等待和抗干扰措施。

为适应变电站运行中可能发生的多台开关同时动作现象(例如: 主变压器各侧开关由主保护动作所导致的同时跳闸, 母线故障时导致的母线分段开关及各电源回路开关的同时跳闸等), 本程序可在MPU响应一次跳闸(或合闸)中断请求时, 记录多达四个同一动作性质的开关变位信息, 这便既保证了开关状态监视的实时性、完整性, 又提高了处理速度, 记录打印也较为集中、清晰。

对于变电站在特殊情况下可能出现的多台开关相继事故跳闸现象, 本程序采取了对事故跳闸实行多重中断、和设置事故信息等待处理措施。即: 程序在处理当前事故跳闸信息的过程中, 对后继同类信息可先立即发出报警音响信号、修改主结线画面, 然后完整地保存其全部有关信息。等到前一处理过程结束, 即可接着处理所保存的后继事故信息, 从而保证了相继事故处理的实时性、准确性和完整性。

(七) 电度量程序

电能是化工企业的主要能源之一, 耗电量是企业经济核算的一项重要指标。

企业的总耗电量, 可通过总变电站主变压器回路配置的有功电度表进行总加计量; 各个车间的耗电量可通过相应出线回路中的有功电度表进行计量。必要时, 还可通过检测相应的无功电度消耗量求取平均力率。

利用转盘机械计数来计量电能的常规感应式电度表, 不便应用于微机监测系统。新型的电子式电度表, 可将耗电量转换为一定数量的电子脉冲送出, 便于微机系统检测处理。本系统利用6522VIA多用途接口中的T₂计数器, 以中断方式工作、编程计数由电子式电度表送来的脉冲个数, 进行电度量, 并将实时时刻的原始耗电量送入模拟量数据画面进行屏幕显示。最小分辨率为“度”(KW—H)。为了便于对企业的耗电量进行统计分析, 本系统还可根据系统时钟设置的定时标志, 对原始耗电量进行相应的累计、转贮处理, 分

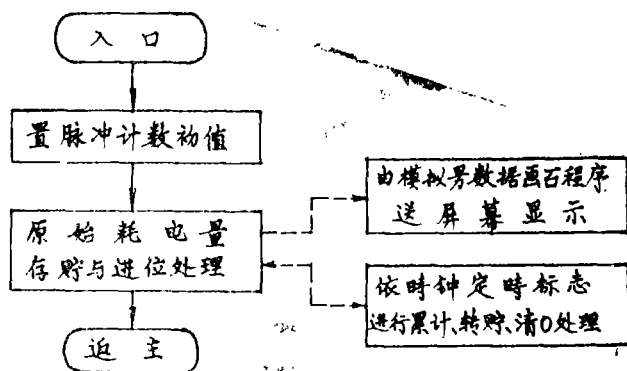


图9 电度量程序功能框图

1. 模拟量数据画面程序

该程序可将全站模拟量及实时耗电量数据，以文本表格方式显示于文本屏幕第一页，每隔3秒定时更新模拟量数据一次。在无模拟量越限的情况下，以正常方式进行显示；发生越限时，可立即将越限量转为闪动显示方式。

2. 主结线图画面程序

该程序可将变电站主结线图以文本与高分辨率绘图混合方式，显示于高分辨率图形屏幕第一页。本程序由主结线图绘制、显示及断路器状态动态修改等部份组成。绘图程序中，存贮有由专用子程序生成的23个电力系统基本图形符号和文字符号，采用6502MPU灵活的寻址方式，可以绘制形成多种主结线图画面，便于移植、扩展。绘图程序在监视系统初始化时执行，此后只须根据系统实时时钟的有关定时标志，调用显示及断路器状态修改程序，便可在屏幕上显示出变电站主结线图的实时画面。当开关操作或事故跳闸时，可自动地动态修改相应的图形符号。

图10为本程序的局部原理框图。

(九) 制表打印程序

本系统所配备的一台80DT打印机，需要承担定时制表(包括：1小时、8小时、日及月制表)、越限(及返回)打印、开关操作记录打印、事故打印及键盘操作打印等多种任务，因此必须解决打印机资源共享及打印机中断服务问题。

为此，需令打印机与6502MPU以中断方式交换信息。

本监视系统中，采用设置打印机工作状态标志以及打印机中断查询方式来实现资源共享目的。其程序原理框图见图11。

别提供每个工作班(8小时)、每日、每月的总耗电量，纳入定时制表打印内容。电度量程序的功能框图示如图9。

(八) 屏幕画面显示程序

软件编程显示的全站模拟量数据画面与主结线图画面，每隔30秒更送一次。

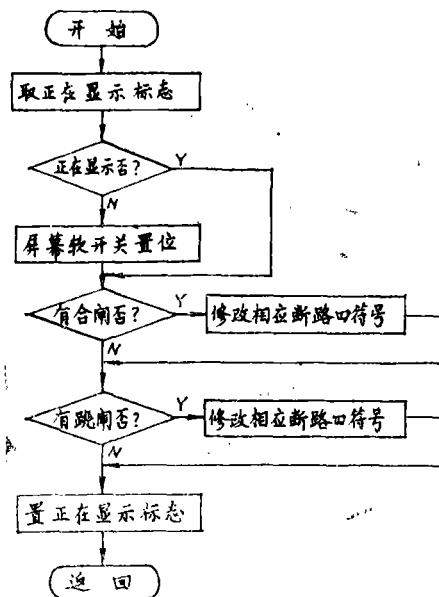


图10 主结线图画面显示及断路器状态修改程序原理框图

每种制表打印程序均由“初始化”及“中断服务”两部分构成。

运行中, 首先由主程序判断及启用某种制表打印程序的“初始化”部分, 以完成打印数据的收集转换、填表、置中断向量地址、置起始打印行号、启动打印机等任务; 此后, 打印机即按照相应的中断服务程序, 以中断方式逐行进行打印操作, 直至打印结束。

制表打印的中断服务程序原理框图见图12。

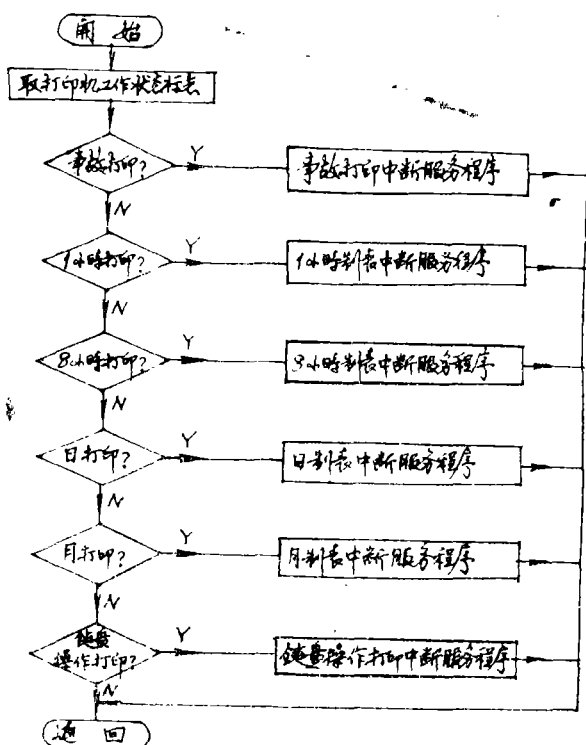


图11 打印机中断查询程序原理框图

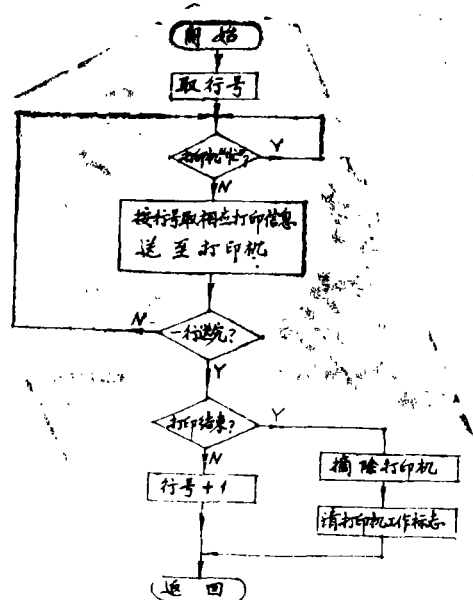


图12 制表打印中断服务程序原理框图

(十) 键盘操作控制程序

在微机安全监视系统中, 为便于运行管理人员及时了解和干预系统的运行状况, 必须设置供操作控制用的人机联系设备。

为了简化硬件结构, 本系统借用APPLE II的主机键盘、对部分键钮赋予特定的操作控制任务, 而不另设专用键盘或开关。在程序设计中, 采取由主机周期性地检查键盘操作控制标志, 当发现有操作控制信号输入时, 随之转入键盘操作查询程序(见图13), 并依按键类型调用相应子程序进行处理的方式。暂可实现下列操作控制功能: 返回主机监控状态, 微机安全监视系统初始化, 选择屏幕画面显示类型, 打印当前模拟量数据表, 时钟初始化, 时钟校准, 越限比较设定值修改, 显示管理性文件等。

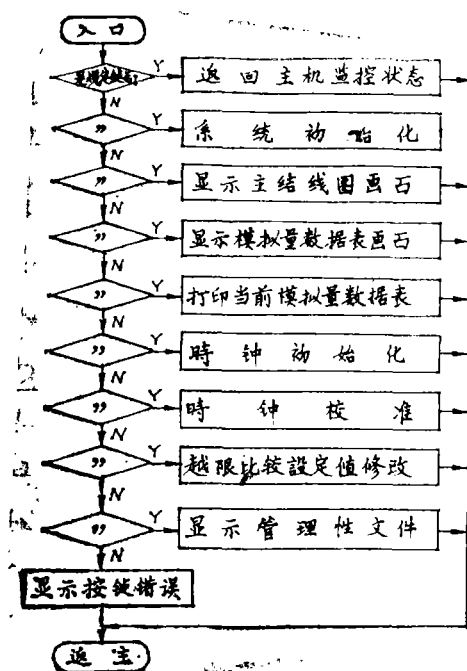


图13 键盘操作查询程序框图

结 语

上述“化工企业变电站微机实时安全监视系统”，具有设备简单、投资较少、功能较宽、使用方便等特点，取得了良好的模拟试验结果。

目前，它已可作为我院电力系统及其自动化专业的微机教学实验系统，以丰富教学内容，提高教学水平。

今后，拟在前段实验室工作成果的基础上，结合具体的化工企业变电站，进一步研究、改进，以期尽早投入实际应用。

参 考 文 献

- 〔1〕 APPLE II 微型计算机系统
- 〔2〕 apple Computer Inc. APPLE II REFERENCE MANUAL
- 〔3〕 李人翼 王康乐 ZD-065 微型计算机硬件软件及应用
- 〔4〕 周明德 微型计算机硬件软件及其应用
- 〔5〕 黄东芳 微算机原理与应用
- 〔6〕 中山大学物理系 6522 VIA 编程参考
- 〔7〕 MICRO GRAPHIC IMPACT DOT PRINTER OPERATION MANUAL
- 〔8〕 洪振华 赵仲宣等 计算机控制技术
- 〔9〕 庠培鸿 发电厂的计算机控制
- 〔10〕 张奠成 工业控制计算机外围设备