

APRES 自动生理实验系统

陈俊强 王以忠 韩宗葆

(中国科学院上海生理所)

摘 要

APRES 是一个微计算机系统,用于生理研究中实验过程的控制、数据的采集、处理和储存。它包括一个以 DMA 控制器增强的 TRS-80I 型微计算机、输入输出子系统和智能仪器。用户的实验程序通过人机对话由系统自动生成。

以计算机为基础的生理实验室是六十年代以后才逐步建立和发展起来的。1961年 美国 Swets 等人^[1]建立了第一个研究听觉鉴别和信息处理的自动化实验室。以美国威斯康辛大学听觉神经生理实验室^[2]为例,它有一台中型计算机,配置了丰富的外围设备,连接着特殊设计的实验仪器。计算机控制实验过程的进行、数据的自动收集、实时处理和储存,并可显示有关信息。八十年代,微计算机才迅速进入生理实验室。

为在我国建立起一批自动化生理实验室,笔者研制了微计算机听觉实验系统^[3]和微计算机生物电处理系统^[4],并把它们连结成多处理机系统^[5]。在此基础上,笔者研制了 APRES 系统。其基本设计思想是: 1) 功能完整,包括实验过程控制、数据采集、处理、贮存、显示输出等功能; 2) 采用多微处理机系统的型式; 3) 以常用又便宜的微机系统为基础,进行扩展和改装; 4) 同时开发智能仪器; 5) 软件设计要使操作简单易行,对计算机了解不多的生理学家也能很快掌握操作。

一、系统的硬件

APRES 系统的框图如图 1 所示。系统以 TRS-80 I 型微计算机为基础,扩充硬件以增强其功能。笔者研制了输入输出子系统,通过它和各种实验仪器相连接;研制了智能仪器,对实验过程进行形式复杂,时程精确的控制。智能仪器与主机组成多微处理机系统。

TRS-80 I 型微机具有价格便宜等优点,但是它有以下不足: 1) 缺乏合乎使用要求的输入输出接口; 2) 数码成块传送速度不快; 3) 没有实验所需的定时和计数电路; 4) 缺少可用的中断输入,对中断响应不够快。

故先扩充主机,在 CPU 板上加装了一块装有 8257 DMA 控制器、Z80 CTC 定时计数电路和 8255 并行输入输出接口片的小板。采用 DMA 技术把模数转换得到的数码直接送往内存和把内存中的数据直接送到数模转换器,使数码传送速度大大加快。

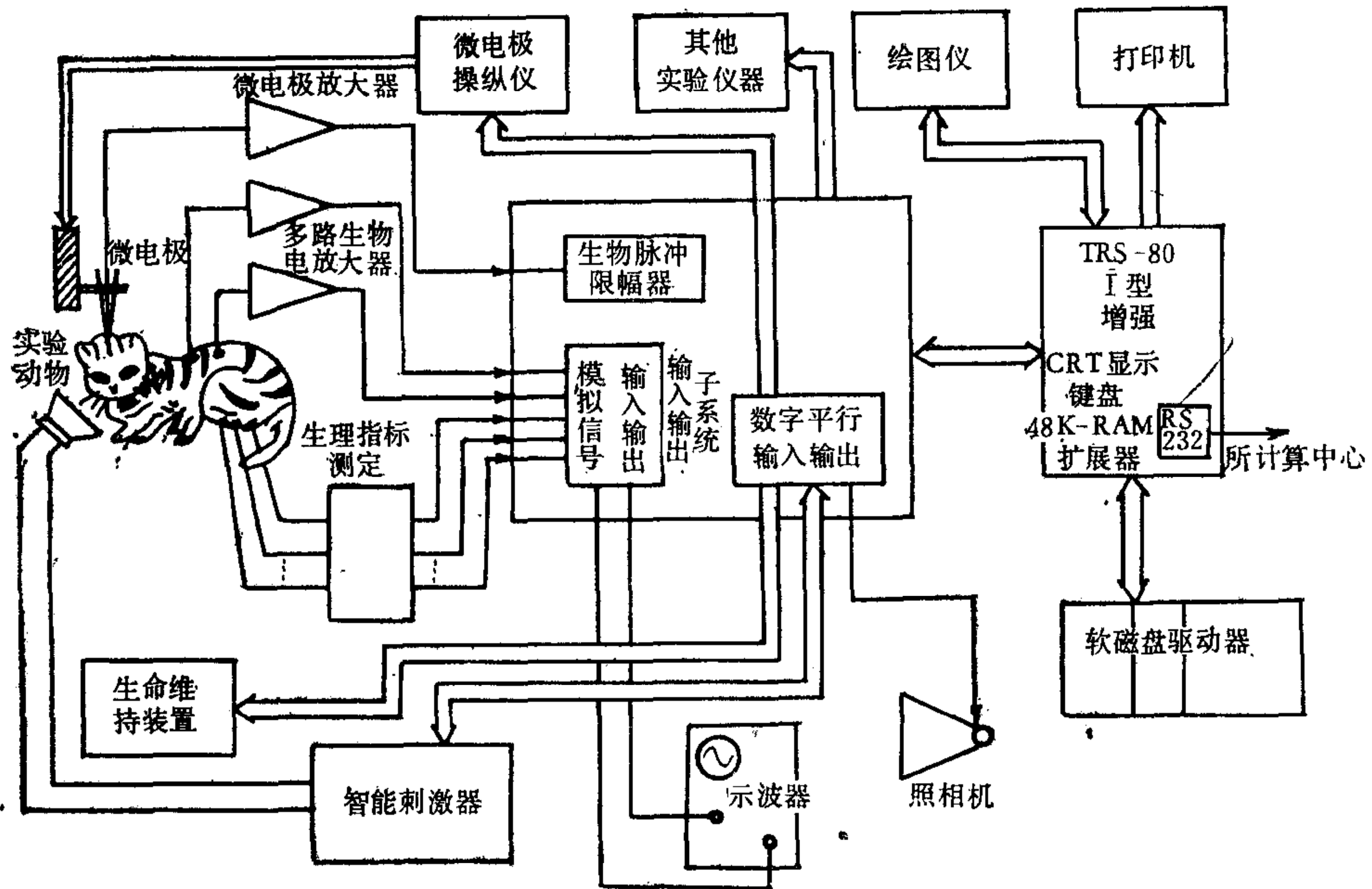


图 1

然后研制输入输出子系统。系统包括多路模拟量输入和输出接口、生物脉冲限幅器(幅度窗口电路)、数字输入输出接口、触发和同步电路等。用美国 AD 公司的 RTI-1200 接口板,有十二比特模数转换器,转换时间为二十五微秒;有三十二路模拟多路转换器,有二路十二比特数模转换器,转换时间十微秒。对此板进行了改进,增加了逻辑电路,实现输入输出十二比特(两字节)信息硬件快速切换。四路模拟信号同时采样输入时,一路信号转换完成后自动快速切换到下一路进行转换。结合 DMA 技术,使系统能以每点三十六微秒的速度对四路信号依次采样,经模数转换后存入内存,以适于对多路生物电进行处理。系统能以每点十微秒的速度把内存中的信息经数模转换后输向示波器,能把多路信号同时无闪烁地显示在荧光屏上。

在一些生理实验中,对实验过程的控制要求很精确,TRS-80 机不能把过程控制,数据采集、处理全部承担下来。笔者用研制的智能仪器辅佐主机,不但使主机负担大大减轻,减少系统内部各部分间信息流量,使系统可靠性提高,而且使系统可灵活地连接不同的智能仪器,进行不同的实验。

研制的智能仪器有智能声音刺激器(μ CAS)和智能电刺激器。智能声音刺激器能产生多种声音,用来刺激动物的听觉器官,以研究动物对它的反应,其时间延迟、时程、频率、强度、调制频率和调制度等十二个参数都能由主机控制。它有一个 MCS 85 微机,在接到主机发来的命令后,就能发出所需的声音。智能电刺激器包括一个 SDK85 微机,能产生形式复杂的电波。主机和它们之间的通讯具有统一的格式。

二、软件设计

软件设计的要求是: 1) 不大懂计算机的生理学家经过不到两天的训练,就能操纵计

计算机进行实验; 2) 具有通用性。有一套基本应用程序和一批常用子程序, 可直接进行常规实验。

APRES 系统的软件采用有层次的模块程序结构。最高一层是总管理程序, 由它调用下一层的分管理程序, 后者再调用第三层作业程序。管理程序框图如图 2 所示。各模块的作用单一, 互相无直接联系, 以提高了软件的可维护性。其要点如下:

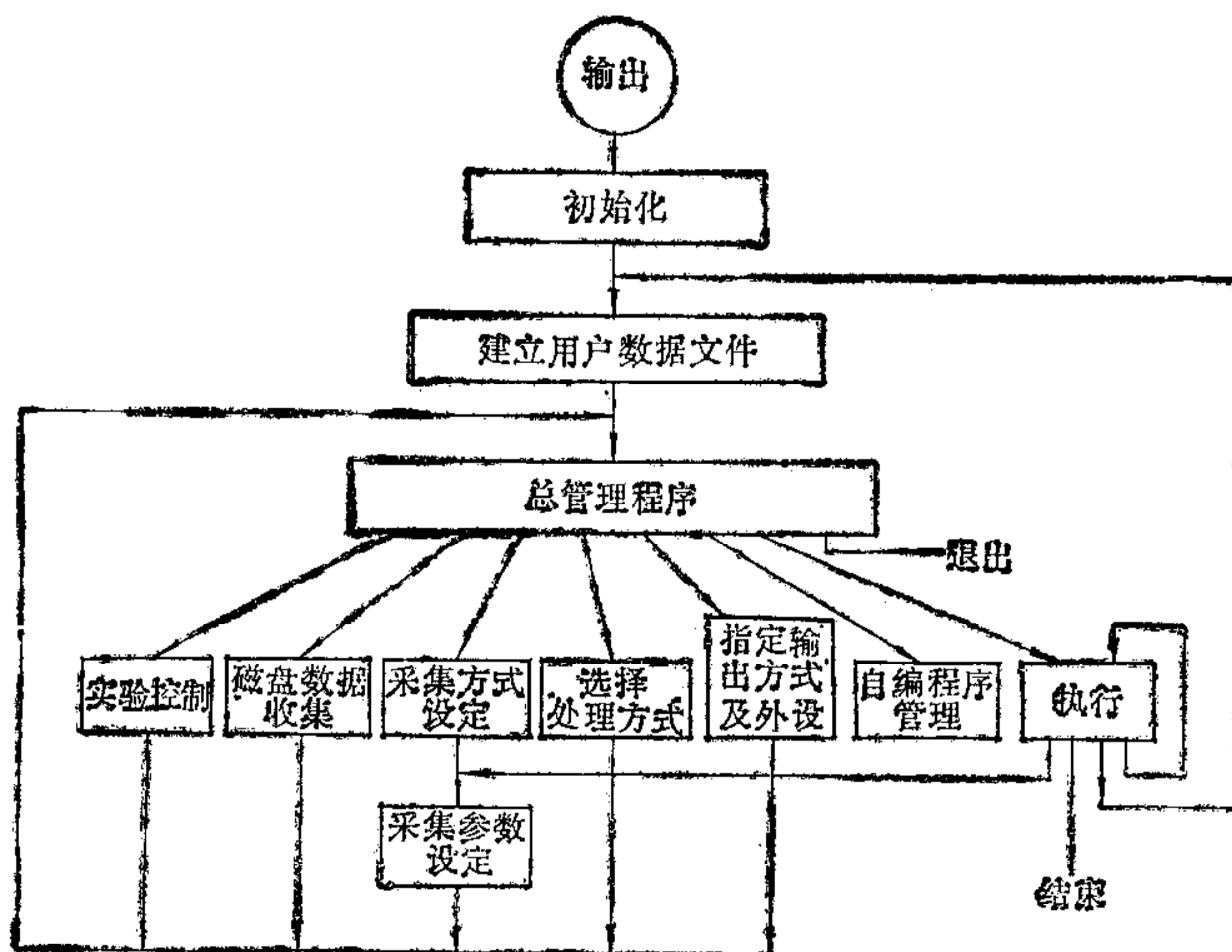


图 2

(1) 通过人机对话自动生成实验主程序。用户在进行实验前, 需按实验要求设计实验程序。为此, 设计了管理程序, 其作用有二: 1) 通过一系列人机对话, 自动生成一个实验主程序, 把系统提供的各种作业程序组织起来, 达到实验的要求, 并设定用户键入的各种参数。2) 管理用户实验程序的执行和程序间的相互连接。

(2) 程序动态地调入内存。因编出的程序远远超出内存的容量, 所以, 仅将需运行的程序动态地调入内存, 而将其余程序作为文件存于软盘。用将内存划区分配给不同类型程序的办法, 防止调入程序时冲掉其他有用的程序。TRS-80 机没有提供现成的动态调入机器语言的程序的方法, 因此用在通道缓冲区中转的办法安排好公共参数的存储空间, 使 BASIC 语言的程序相互覆盖时, 既能保存好参数, 又能方便地存储。

(3) 为提高系统的运行速度, 采取以下措施: 1) 作业程序用汇编语言编写; 2) 恢复 Z80 CPU 的中断模式 2, 提高响应速度。检测到中断信号最大误差仅 ± 1 微秒, 保证了定时的准确性; 3) 把有关的参数组成若干屏幕, 按一个键即可跳到下一屏幕显示, 使参数的修改又快又方便。

(4) 在实验进行过程中系统自动把收集到的数据整理成文件, 并插空存入磁盘。

三、应用实例

APRES 系统已经建成了两个, 一个用于视网膜水平细胞信息处理功能的研究, 一个

用于自主神经系统呼吸中枢的研究。根据不同的实验要求,选配不同的实验仪器。前者选配一台数字式机电控制的光刺激器,以控制照射在鱼的视网膜上的两束光的颜色、强度和光束面积等,并记录视网膜上水平细胞的电反应。通过分析这些电反应,研究水平细胞的功能。后者研究兔大脑孤束核呼吸中枢中细胞的放电和它的膈神经放电之间的关系(如方式、类型和潜伏期等)。

两个系统的运行情况表明,硬件符合实验要求,管理程序和相应的作业子程序也是可用的。计算机人员和生理研究人员要紧密结合,开发与实验密切相关的专用程序,以充分发挥 APRES 系统的作用。

实践证明,APRES 系统使生理研究向定量化方向前进了一大步,并使研究工作接近国际上同类工作的水平。

参 考 文 献

- [1] Swets, J. A., Green, D. M., and Winter, E. F., Learning to identify nonverbal sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 33(1961), 855.
- [2] Rhodé, W. S., A digital system for auditory neurophysiological research. In "Computer technology in neuroscience" ed. by Brown, P. B., Hemisphere Publishing Corporation, 1976, 543—567.
- [3] 陈俊强,王以忠,邓述珍,胡其蔚,谢晋光,张冠华,听觉实验研究的微计算机系统,自动化学报,第8卷第1期,1982年.
- [4] 陈俊强,邓述珍,谢晋光,王以忠,张冠华,胡其蔚,韩宗葆,微计算机生物电数据处理系统,计算机研究与发展,第19卷第2期,1982年.
- [5] 陈俊强,胡其蔚,王以忠,韩宗葆,微计算机电生理实验系统,微型计算机,1981年,第6期.

AUTOMATIC PHYSIOLOGICAL EXPERIMENTAL SYSTEM APRES

CHEN JUNQIANG, WANG YIZHONG, HAN ZONGBAO
(Shanghai Institute of Physiology, Academia Sinica)

ABSTRACT

APRES is a microcomputer system designed for experiment control, data acquisition, processing and storing in physiological research. Its hardware consists of a TRS-80 I microcomputer enhanced by a DMA controller, I/O subsystem and some intelligent instruments. User's experimental programs are automatically generated by the system through man-machine interaction.