

# 飞行目标位置信号模拟系统<sup>1)</sup>

雷荣声

(中国科学院高能物理研究所)

## 摘要

本文介绍微型计算机在军事领域中的一种应用。即利用微型计算机模拟目标的飞行轨迹。文章给出了系统的硬、软件结构,着重说明了系统的软件结构。

高射武器系统(如地空导弹系统、高射火炮系统等)的设计定型和生产检验,一般采用对实际目标(如靶机、伞靶等)进行实弹射击的方法,这将付出高昂的代价。因此,利用微型计算机以数值方法产生模拟目标的系统,以代替真实目标,成为我们研究的对象。

由目标模拟系统形成目标位置信号,其方法是根据武器系统跟踪目标的数学模型计算目标的位置信号,经过调制的信号传输到武器系统跟踪雷达屏上。调整信号到最佳跟踪位置,产生位移量信息,反馈回计算机,计算出新的目标位置信号,经过调制,再传输到跟踪雷达。由此往复,被模拟的目标位置信号就不断地显现在跟踪雷达屏上,从而实现了目标飞行轨迹模拟。这种以微型机为中心构成的目标模拟系统,可以概括为信息缓冲寄存器、数学处理及位置信号形成器等三个主要部分。由于系统体积小,可移动性好,所以具有极大的灵活性和机动性。硬件的详细结构如图1所示。

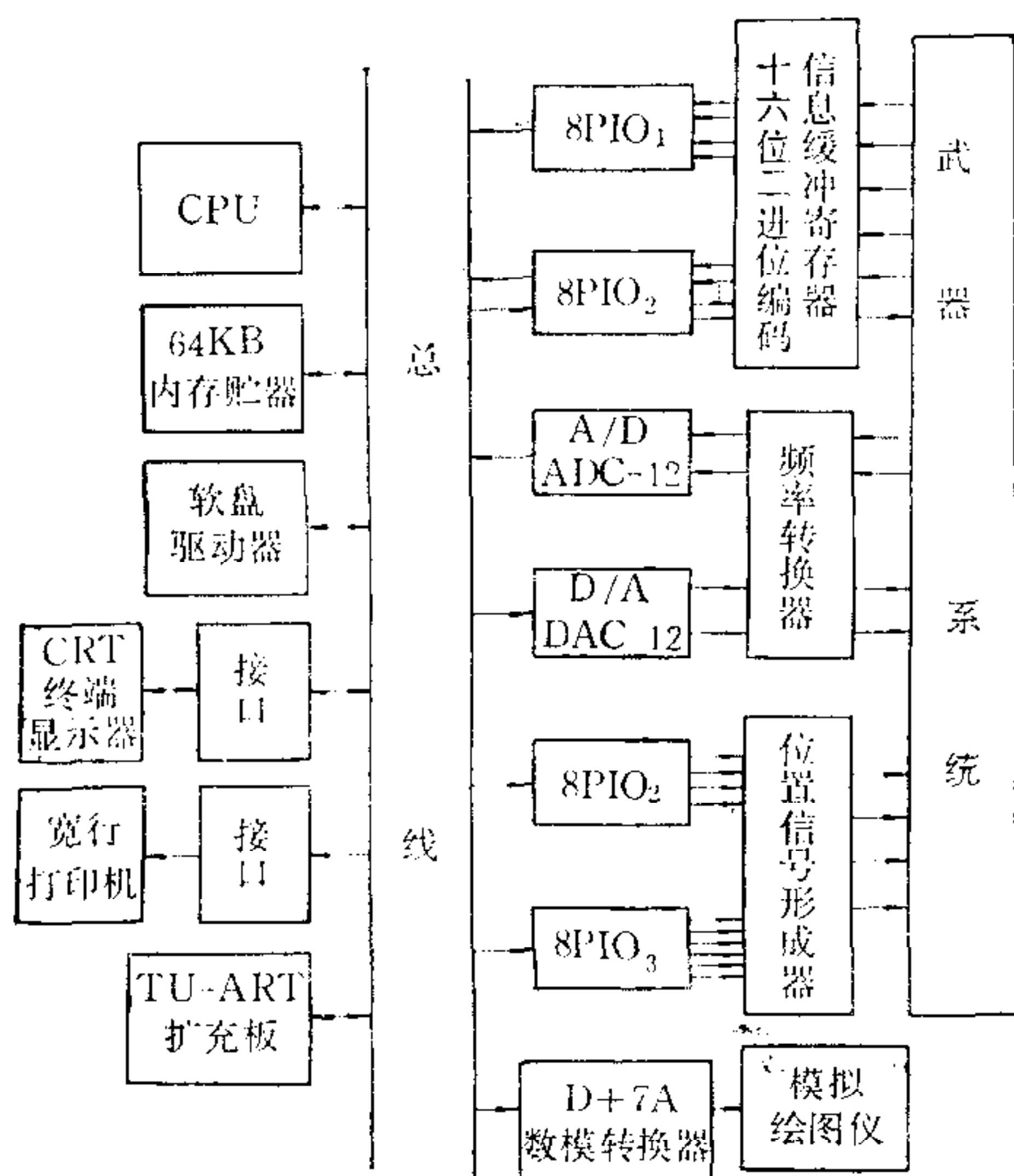


图1 硬件结构

## 一、系统跟踪目标的数学模型

目标模拟系统形成模拟信号的方法,依赖于跟踪雷达对目标的跟踪方式。我们研究的系统模式,可以概括为如下的数学式:

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_i - \varepsilon_r,$$

本文于1985年3月25日收到。

1) 本文在1985年12月中国自动化学会、计算机学会联合召开的全国第三次计算机应用交流会上宣读。

$$\begin{aligned}\Delta\beta &= \beta_t - \beta_r, \\ R &= R_t, \\ \Delta\varepsilon_d &= \Delta\varepsilon \times \delta_{c\varepsilon} + \delta_{w\varepsilon} + 10^\circ, \\ \Delta\beta_d &= \Delta\beta \times \delta_{c\beta} + \delta_{w\beta} + 10^\circ.\end{aligned}$$

其中

$\varepsilon_t, \beta_t$  分别表示目标高低和方位角的理论值,  $\varepsilon_r, \beta_r$  分别表示目标高低和方位角的实测值;  $R_t$  表示目标距离的理论值;  $\delta_{w\varepsilon}, \delta_{w\beta}$  分别表示跟踪系统在高低和方位上产生的风动补偿修正值;  $\delta_{c\varepsilon}, \delta_{c\beta}$  分别表示跟踪系统在高低和方位上产生的周期不稳定的修正值,  $\Delta\varepsilon_d, \Delta\beta_d$  分别表示高低和方位上的位置信号偏差值。

## 二、软件系统的结构

由于有了确定的数学模型, 软件系统的设计主要考虑匹配武器系统的性能, 即精度和速度的要求。为此, 距离的误差量级限定到米; 角度的误差量级限定到分, 系统模拟信号的输出频率为每秒二十次。

软件系统的组织可以概括为三个部分:

**实用子程序。** 包括格式化二到十进制转换输出打印、远程终端显示子程序; 模拟绘图子程序和起伏量概率偏差计算子程序等。它们的功能在于提供模拟过程的记录。

**目标理论轨迹计算子程序。** 是按一组目标飞行航迹计算公式计算出目标在球面坐标系内的确定位置。这些参数按顺序文件形式分别构成距离、高低角和方位角等三个命名的理论轨迹值文件保存在软盘中。

**实时执行程序。** 这是目标模拟系统的控制中枢, 由信息采集、数学模型计算和输出被模拟目标位置信息等一系列实时过程所组成。

## 三、实时执行程序

实时执行程序依照给定的数学模型和系统的性能要求, 形成模拟目标的位置信号, 并且与武器系统构成信息交换回路, 实现对目标运动过程模拟的控制。

### 1. 执行程序的逻辑结构

执行程序的逻辑结构如图 2 所示, 其中的主要部分说明如下:

模拟过程的准备和初始化。包括启动系统; 选择目标模拟方式; 输入信息的量纲指示; 发射时间和遭遇时间的指定; 外部时钟的初始化等。总之, 将为目标模拟系统确定整个模拟过程所要求的过程状态参数, 以适合被模拟目标所规定的运动状态。

数学模型运算。计算模拟目标的位置信号偏差值, 供信号形成器产生模拟目标调制信号。

数据采集。包括数字量和模拟量的采集及采样值的数值转换等。由于数值模拟方法是以离散点值的计算为基础的处理过程, 为避免离散采集中较大的离散误差干扰, 因而在过程运算中对采集量分别进行数值平滑处理, 尽可能地减少离散误差对系统模拟过程的

影响。

为满足实时过程控制,实时执行程序采用汇编语言,按定点双字长运算的方式实现,以便最快地响应系统的时间要求。

### 2. 中断处理的结构

CROMEMCO SYSTEM-III 为用户提供十个外部时钟计时器。时钟的基准时间为  $64\mu s$ , 加快时为  $8\mu s$ 。由此,利用计时器计时,系统可在  $64\mu s$  产生一个中断请求,或者加速时  $8\mu s$  产生一个中断请求。每次中断请求被响应之后,相应的时钟计时器内容减一。重复这个过程,直至该时钟计时器内容为零时,表示该时钟计时器的计时已经达到了预定的时间,在这个时间上规定的动作随即被启动和进行处理。

根据目标飞行轨迹模拟系统的工作特性,既产生模拟目标的位置信号;又产生目标的起伏误差值,以控制弹体的运动状态。为此,系统中构成了两种类型的时序控制和四种定时过程。第一种类型以模拟目标飞行轨迹的开始为零点,每间隔  $25ms$  和  $50ms$  分别地或同时地处理输入信息和输出

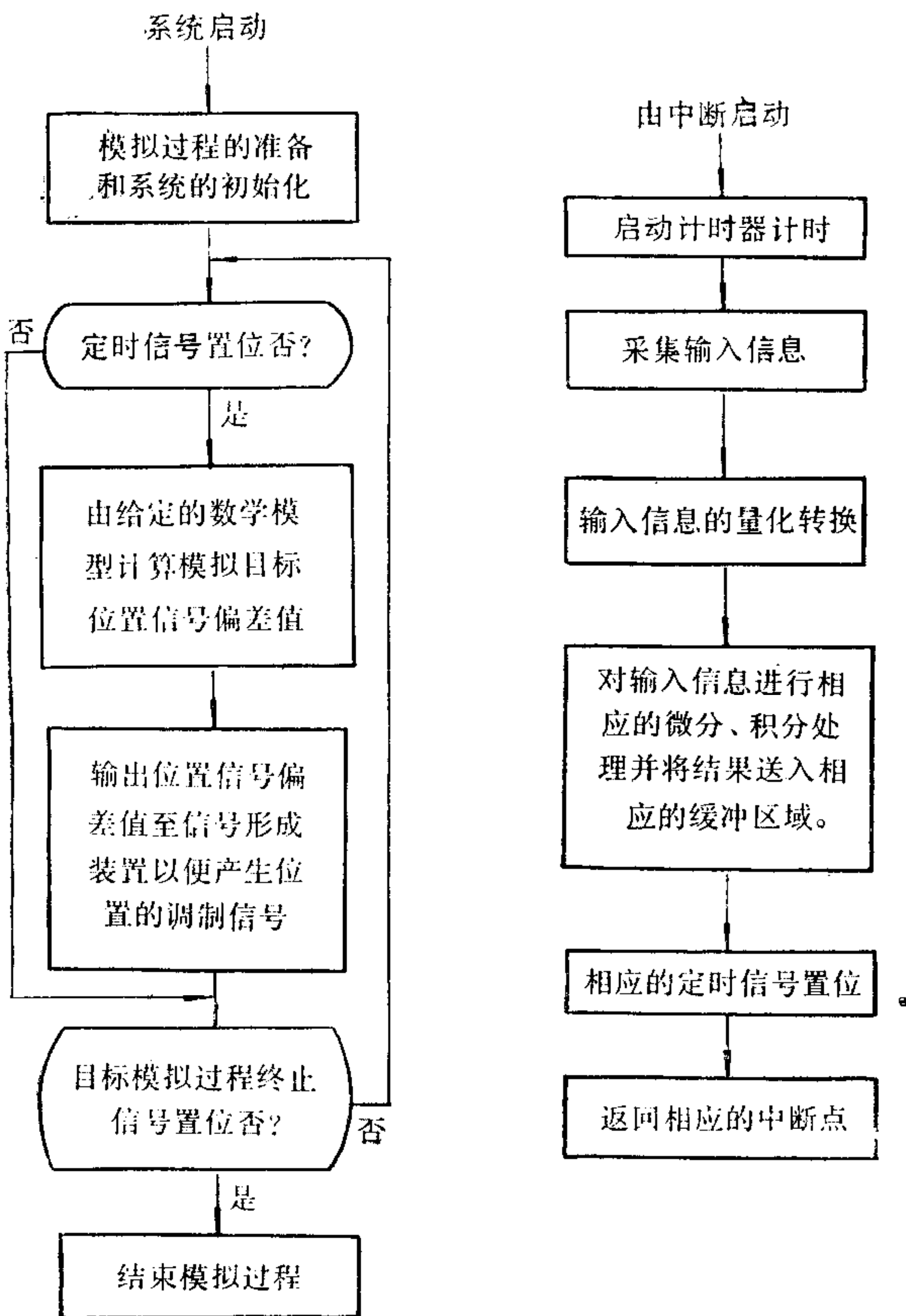


图2 实时执行程序和中断程序逻辑结构

位置信号的偏差值。这样的过程一直延续到模拟过程结束。这个时序确定了模拟系统与武器系统之间的信息交换时间。第二种类型以发射时间为零点,每间隔  $50ms$  输出两个方向上的目标起伏误差值。这样的过程一直延续到遭遇时间出现。这个时序为控制弹体的运动提供信息。这两种类型的时序关系如图3所示。

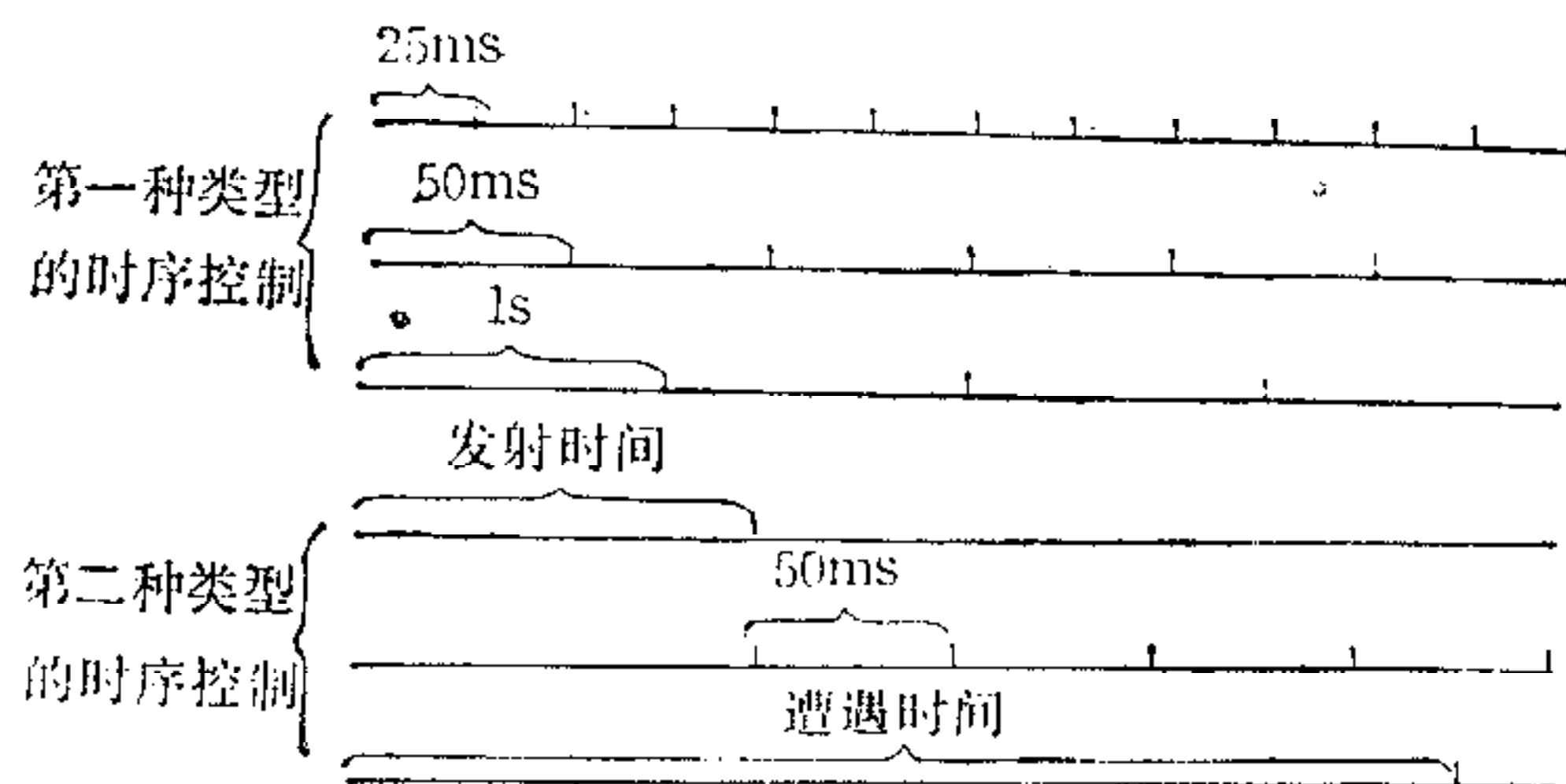


图3 时序逻辑结构

中断的方式主要用到定时,以产生定时信号。因此,中断结构方式就是定时结构方

式。由于微机系统的外部时钟不能提供它的整倍数,以获得目标模拟系统所要求的 25ms 和 50ms 两种定时。为此,在系统中采用二级接力型定时结构。比如,为获得 50ms 的定时,首先由一个计时器  $(250 \times 64\mu\text{s}) \times 3 = 48000\mu\text{s}$  产生 48ms 的定时,然后在此基础上启动另一计时器,  $250 \times 8\mu\text{s} = 2000\mu\text{s}$ , 获得 2ms 定时,这两级的总和就获得 50ms 的定时。类似可以得到 25ms 定时。这种顺序启动的二级接力型计时方式虽然提供了灵活的组合条件,但是,对于一个定时可能需要若干个时钟计时器的组合使用。同时由于中断响应处理和再启动计时将引入微秒级的时间延迟,而产生相应量级的计时误差。

### 参 考 文 献

- [1] 胡祖焯,计算方法,高等教育出版社,1959年。
- [2] 王德霖等,微型计算机丛书,《电子计算机动态》编辑部出版,1981年。

## SIMULATION SYSTEM FOR THE LOCATION SIGNAL OF A FLYING TARGET

LEI RONGSHENG

*(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)*

### ABSTRACT

In this paper, a military application of the microcomputer, i.e., the microcomputer simulation of the track of a flying target, is introduced. Hardware and software structure of the simulation system is presented, with emphasis on the software of the system.