

袜机群控实时监控系统的*

唐正中

(湖南省计算技术研究所)

摘 要

本文叙述了用于袜机群控的实时监控系统的实现方法。文中对织袜过程的数学模型、袜机的控制方法、监督程序、操作命令及其执行进行了讨论。

织袜行业是重要的轻纺部门。为了革新其生产技术,近两年多来,我们开展了用计算机控制织袜的生产过程的研究,试验效果良好,织出了各种花色美观、新颖的合格产品。下面对控制袜机自动生产的应用软件加以介绍。

一、系统的概述

该系统是在小型计算机上运行的,用于过程控制的实时操作系统。

此系统从1977年底开始研制,于1979年初基本完成,经过半年多的实际试验,证明其方案合理,程序正确,现正在工厂中使用。

本系统提供了命令解释程序,允许操作员使用键盘命令对整个生产过程进行实时控制。此外,还统计和记录了各种生产数据,并以报表形式输出,为企业管理提供依据。

该程序系统设计时,本着从实用观点出发,着重考虑了使用方便,适应性和可靠性。

整个袜机群控系统由三部分组成,如图1所示,现分别说明如下。

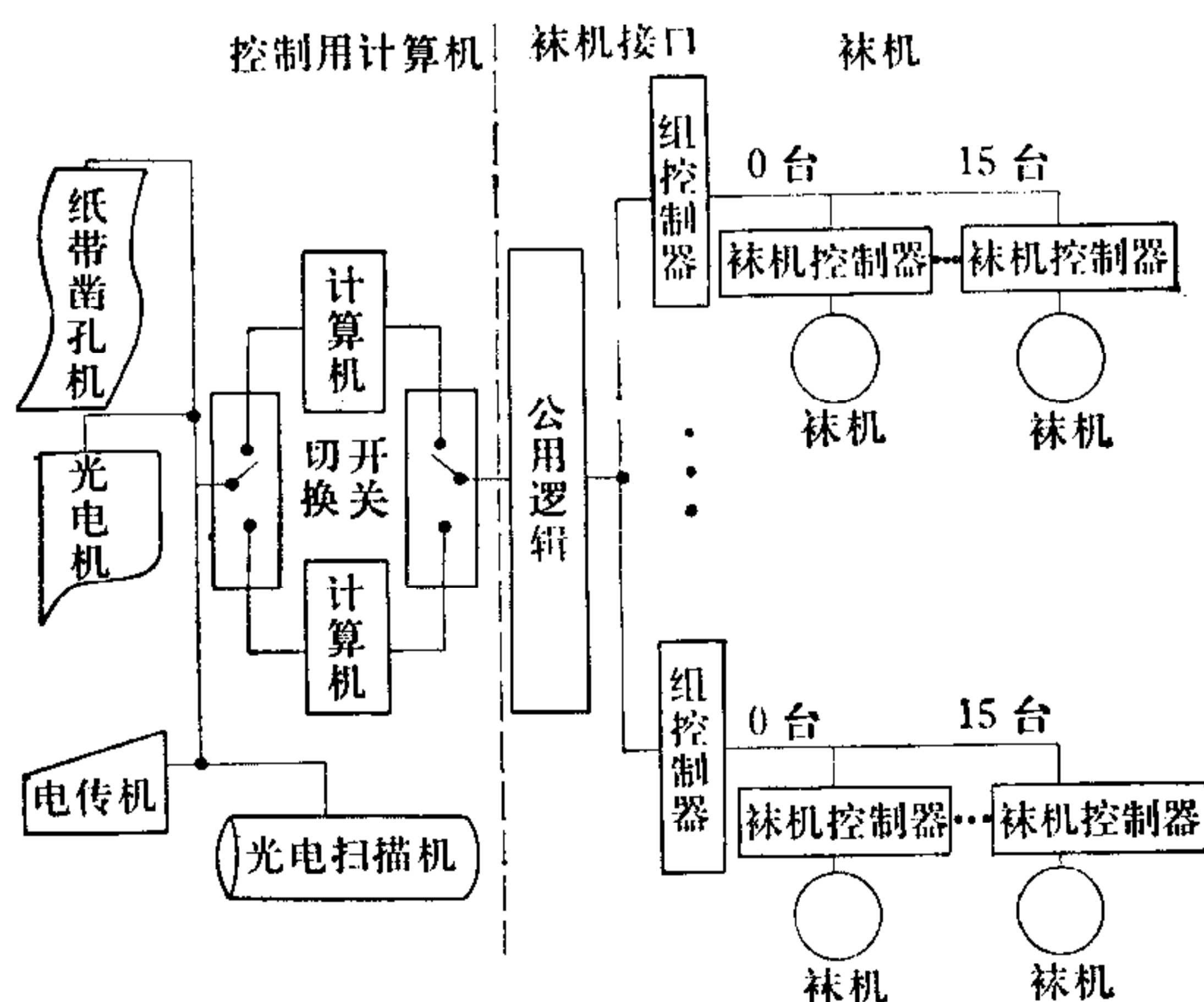


图1 袜机群控系统结构框图

* 本文曾于1979年10月全国电子计算机应用学术交流会上交流,修改稿于6月2日收到。

1. 计算机——小型计算机 XK-1, 字长 16 位, 定点, 速度约 20 万次/秒, 内存 16 K, I/O 寄存器与内存单元统一编址, 占用最高 4K 单元。该机有完整的中断系统, 便于实时控制。

2. 接口——计算机与袜机之间增设了一个专用接口设备, 进行分组控制, 每组 16 台, 每台袜机安排了出错、提花和过程控制三种中断信号, 处于不同的优先级。每组对每种中断设立一个中断源, 并设置出错、提花、过程控制和联/脱机寄存器, 均为 16 位, 分别对应 16 台。此外还为每台袜机设立了提花信息、执行信息、圈数显示、产量显示等寄存器。袜机控制箱上设有置数开关, 并可用来与计算机进行简单的通讯, 通知袜机的启、停等。

3. 袜机——控制的袜机可以是不同的型号, 现为 Z 511 型和 503 型。Z 511 型袜机的针数为 160 针/圈, 转速为 120 转/分, 60 转/分和 42 转/分三种; 503 型袜机的针数为 176 针/圈, 转速为 136 转/分和 68 转/分两种。

为了提高系统的可靠性, 根据具体情况, 系统设计采用动态备用的双机控制方式。另外, 计算机与接口设备放在一个机房中, 与袜机分开, 并加以屏蔽, 同时将袜机等接地。采取了这些措施, 外来的和袜机之间的干扰信号基本消除。此外, 在软件中也给予了注意, 输入信号均先进行识别, 只有证明是合法时才予以处理, 并且还采取了一些局部化的措施, 防止错误信号影响的漫延。各台袜机完全独立, 一旦发生故障立即退出系统, 不影响其它袜机工作。该系统还保留了原有人工方式, 万一系统失灵, 可恢复人工操作。

二、织袜过程的数学描述

1. 袜子的结构

袜子的结构如图 2 所示, 由 11 部分组成。袜子的规格是由袜型设计所决定。袜统与袜面均需提花, 后跟与袜底一般还需加厚。

2. 织袜过程的数学描述

从图 2 中看到袜子是一个非规则的图形, 但它是纬编系统, 可以把织袜过程看成一个沿着圆柱体的螺旋运动。现沿着袜面的中线剖开, 并投影到平面上, 则得到图 3。

根据剖面图可以建立一个直角坐标系, X

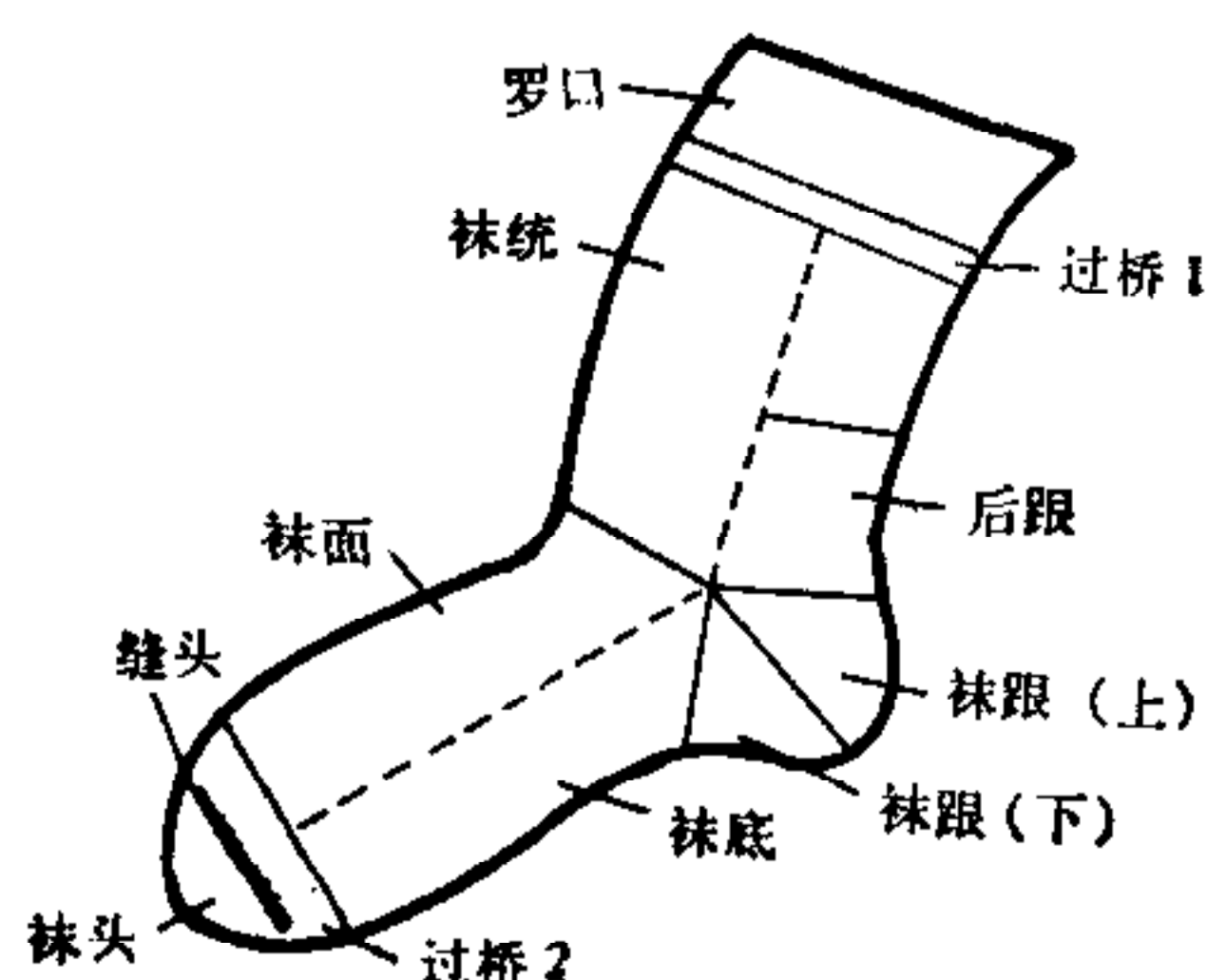


图 2 袜子结构图

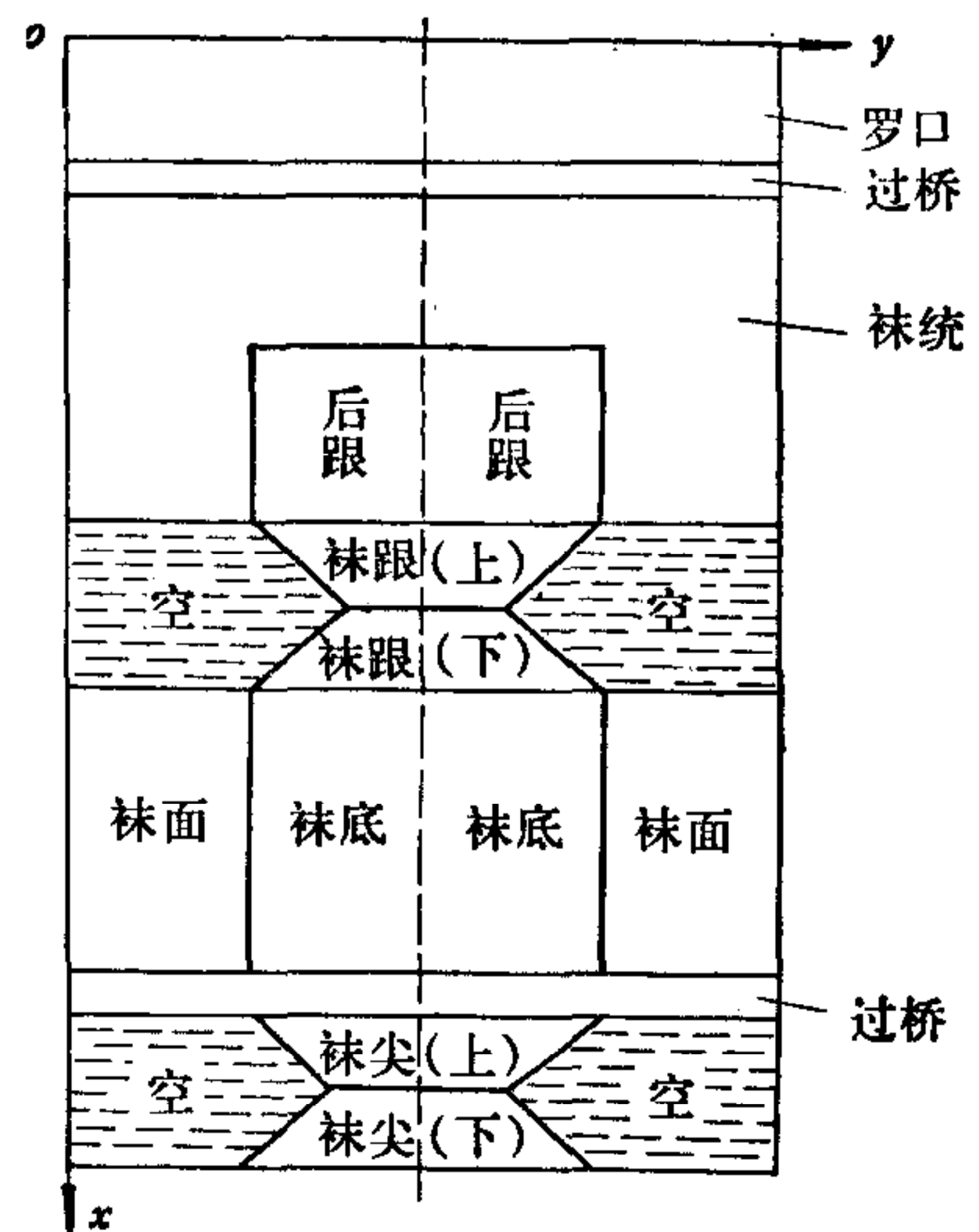


图 3 袜子剖面图

轴表示圈数, Y 轴表示针数, 故每一针的位置由坐标 (x, y) 表示.

对于袜子有了上述说明之后, 就能较为清楚地建立袜机动作与圈数的关系. 袜子顺序地按圈数往下织, 不同的圈上的动作可能不同, 但在同一圈上的动作是相同的, 因此, 袜机动作依赖于圈数, 即 x 值.

现设袜机由计算机控制的动作有 n 个, 取名为 a_0, a_1, \dots, a_{n-1} , 构成了一个袜机动作的集合 $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$.

如果圈数的编号为 $0, 1, \dots, L$. 则某第 i 圈上发生的所有动作可以表示为:

$$A_i = \{a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{ik} \mid a_{ij} \in A, i = 0, 1, \dots, k < n\}$$

一般地, A_i 是 A 的真正子集, $A_i \subset A$.

我们用布尔字来表示 A_i ^[1]. 设机器字长为 n 位(本系统 $n = 16$), 整字表示全集, 字中的每一位表示一个特定的元素(动作), 第 l 位是 1, 表示 $a_l \in A_i$, 第 l 位为 0, 表示 $a_l \notin A_i$, 因而, 每一个 A_i 对应一个机器字 W_i . 如

| | | | | | | | | | |
|----|----|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 14 | | | | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | ... | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |

表示执行 a_0, a_2, a_3, a_{15} 四个动作(第 5—13 位为 0). 这就意味着袜机动作在机内的表示, 也是袜机过程控制信息, 称之为“执行信息”.

同样, 提花信息也可以精确地加以形式的描述.

如果给定了某一花形, 每一针的三色提花信息值可写成下列公式:

$$\left. \begin{aligned} f_0 &= g_0(x, y) \\ f_1 &= g_1(x, y) \\ f_2 &= g_2(x, y) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

这里 x 是圈数, y 是针数, $x \in I = \{0, 1, \dots, L\}$, $y \in J = \{0, 1, \dots, M\}$ (L 是提花区的圈数, M 是一圈的针数减 1), $f_k \in B = \{0, 1\}$ (0 表示提花, 1 表示不提花). 从(1)式看出, 对于每一点 (i, j) 有对应的提花信息 $f_{i,j}^k$ ($k = 0, 1, 2$ 表示颜色), 故整个花形信息可以表示为三个布尔矩阵, 每色一个, 即:

$$\left(f_{i,j}^k \right) \begin{matrix} k = 0, 1, 2 \\ i = 0, 1, \dots, L; j = 0, 1, \dots, M \end{matrix}$$

更加一般的表示为:

$$\langle i, j \rangle \xrightarrow{f} \langle f_0, f_1, f_2 \rangle \quad (2)$$

其中 $\langle i, j \rangle \in I \otimes J = \{\langle x, y \rangle \mid x \in I \text{ 且 } y \in J\}$ $\langle f_0, f_1, f_2 \rangle \in F = B \otimes B \otimes B = \{\langle x, y, z \rangle \mid x, y, z \text{ 均属于 } B\}$ ^[1,2]

上述函数 f 是由花形图案所确定.

因为对应任何一点 $\langle x, y \rangle$ 的提花信息 $\langle f_0, f_1, f_2 \rangle$ 实际上只有四种取值情况, 如表 1.

可以看出, $\langle f_0, f_1, f_2 \rangle$ 与 s 一一对应, 即定义了一个函数 t , 而且是可逆的:

$$s \xrightarrow{t} \langle f_0, f_1, f_2 \rangle \quad (3)$$

这里 $s \in S = \{0, 1, 2, 3\}$.

表 1. 花形信息取值表

| 序 号 | 分 色 表 示 | | | 综 合 表 示 | 说 明 |
|-----|---------|-------|-------|---------|-----------|
| | f_2 | f_1 | f_0 | s | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 色提花 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 色提花 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 色提花 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 三色均提 (抽条) |

为了节约存贮量和方便花形信息准备,实际上是分两步进行.

第一步: 建立初始花形信息 s , 对应的函数命名为 r , 即:

$$\langle i, j \rangle \xrightarrow{r} s \quad (4)$$

因此,得到一个初始花形信息矩阵

$$\begin{pmatrix} s_{ij} \end{pmatrix} \begin{matrix} i = 0, 1, \dots, L \\ j = 0, 1, \dots, M \end{matrix}$$

由 s 代替 $\langle f_0, f_1, f_2 \rangle$ 可节约 1/3 存贮量,因为每一个 s 只需 2 位二进制.

第二步: 在实际控制提花时,用函数 t 将 s 转换为 $\langle f_0, f_1, f_2 \rangle$, 称为最后花形信息. 显然,函数 f 是 r 与 t 的合成,即 $f = rot$.

三、监 督 程 序

1. 目的与作用

监督程序是一个总调度程序,它按先来先处理的原则将处理机分配给等待处理的任

务. 过程控制系统的一个重要问题是实时性. 我们在软件采取的措施是减少中断处理时间,将处理工作分为两部分,实时的和次实时的,如出错处理中,刹车和保护现场是实时的,而输出错误信息是次实时的. 实时性的工作直接由中断处理程序完成,次实时性的工

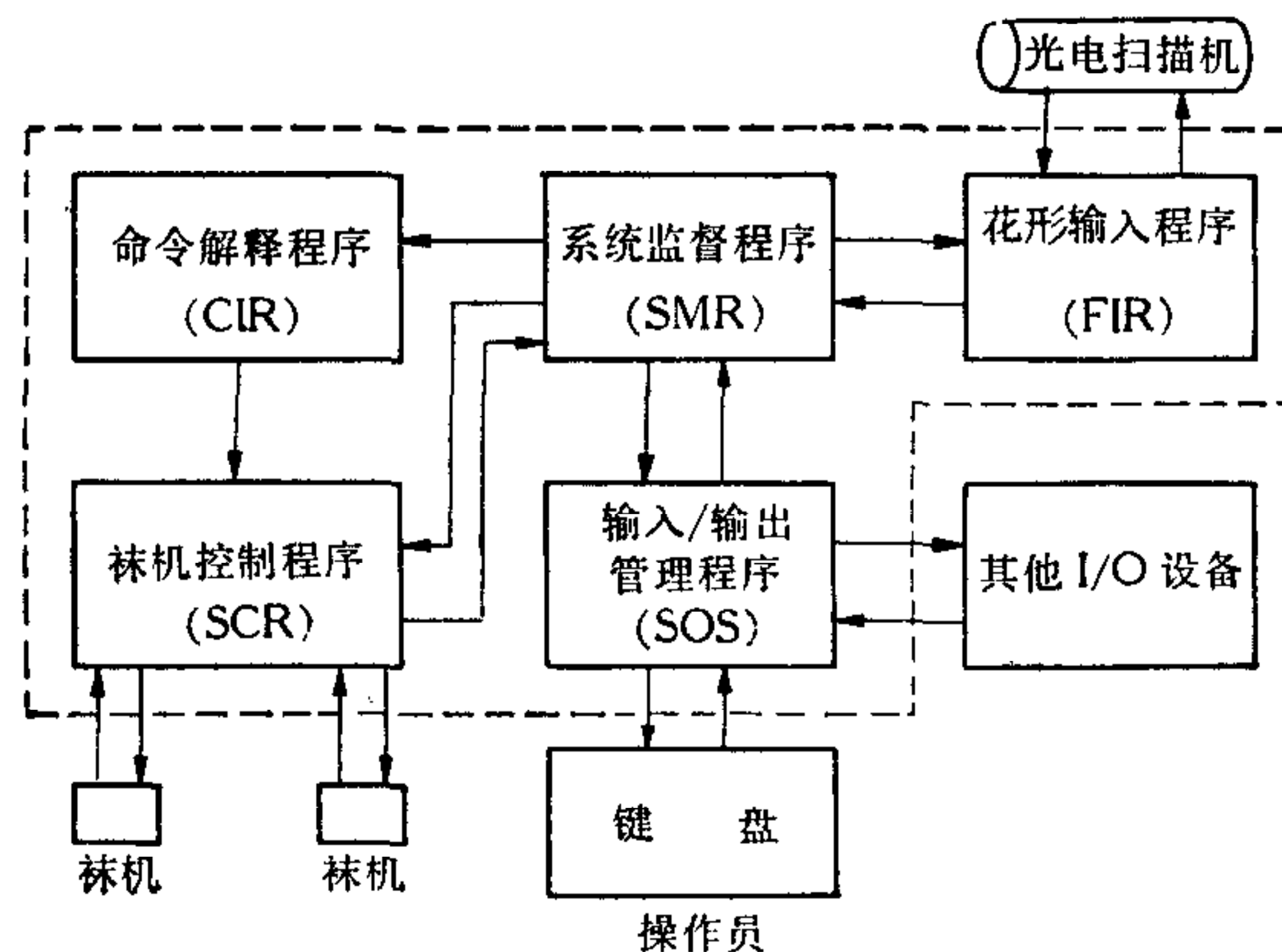


图 4 监控系统的组成及其关系

作是建立任务转交给监督程序安排处理。

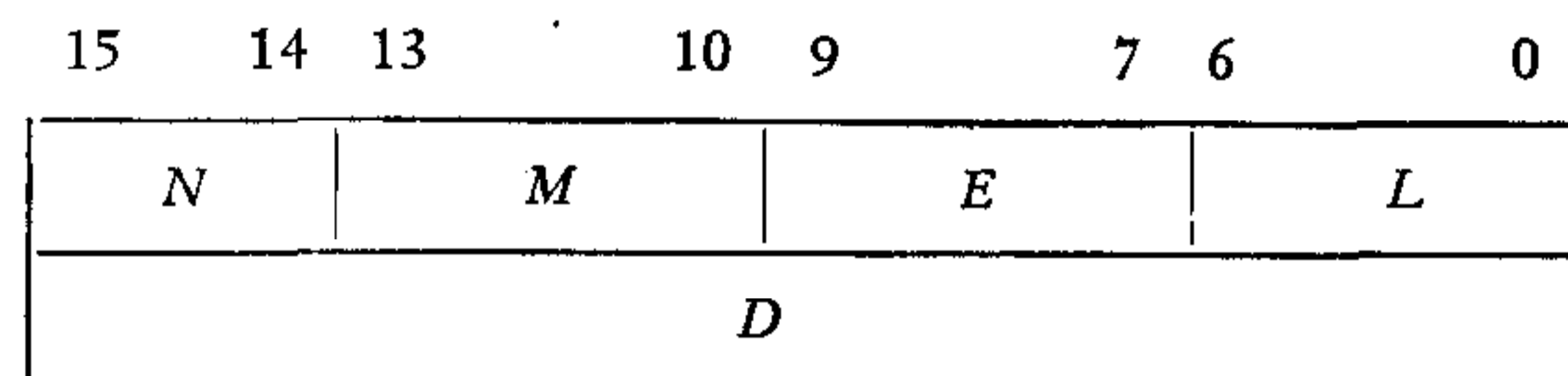
整个实时监控系统的组成及其相互关系见图 4。

2. 任务的调度^[3,4]

在系统中建立了优先权不同的两个排队区 (A 区与 B 区), 均按循环方式存放任务加工单, 监督程序每次总是先处理 A 区, 若 A 区没有加工单, 然后处理 B 区, 对于每个区均按先后次序分配处理机, 每一任务获得处理机后一直做完。

1) 任务加工单

任务加工单是填写任务的类型及有关参数, 其形式如下:



N: 任务类型

L: 加工信息长度

M: 调用命令的编号

D: 信息的起始地址

E: 设备的编号

2) 系统控制表

系统控制表记录了监督程序调度任务和与整个系统有关的数据, 见表 2。每个排队区最多可同时存放 8 个任务单。

在我们的系统中, I/O 设备统一管理, 由独立操作系统 SOS 完成。需要输入/输出时, 要建立任务或直接写出调用命令。

表 2. 系统控制表

| 序 号 | 符 号 | 说 明 |
|-----|-------|-------------|
| 0 | SQAS | 排队区 A 的大小 |
| 1 | SQAF | 排队区 A 的始址 |
| 2 | SQAL | 排队区 A 的终址 |
| 3 | SQAIP | 排队区 A 的输入地址 |
| 4 | SQAOP | 排队区 A 的输出地址 |
| 5 | SQACN | 排队区 A 的实存数 |
| 6 | SQBS | 排队区 B 的大小 |
| 7 | SQBF | 排队区 B 的始址 |
| 8 | SQBL | 排队区 B 的终址 |
| 9 | SQBIP | 排队区 B 的输入地址 |
| 10 | SQBOP | 排队区 B 的输出地址 |
| 11 | SQBCN | 排队区 B 的实存数 |
| 12 | SER | 系统出错总数 |
| 13 | SPR | 系统的总产量 |
| 14 | SDA1 | 年、月 |
| 15 | SDA2 | 日、班 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

四、袜机的控制

1. 袜机控制表

袜机看作整个运行过程中的活动实体,它在不同时刻处于不同的状态,总共为四种状态:停止、暂停、就绪和运行。

为了袜机的控制,设立一个控制表,记录有关信息,包括袜机的状态,控制数据,有关信息区和寄存器地址,统计数据等。见表3。

表3. 袜机控制表 (SCT)

| 序 号 | 符 号 | 说 明 |
|-----|-------|-----------------|
| 0 | SCTN | 特性字 (花形号、袜型、机型) |
| 1 | SCTFR | 提花寄存器的地址 |
| 2 | SCTEX | 执行信息寄存器地址 |
| 3 | SCTCY | 袜机圈数寄存器地址 |
| 4 | SCTPR | 产量显示寄存器地址 |
| 5 | SCTST | 袜机状态 |
| 6 | SCTOP | 操作员号 |
| 7 | SCTFN | 袜机故障数 |
| 8 | SCTCN | 现行圈数 |
| 9 | SCTPN | 袜机控制步数 |
| 10 | SCTFP | 下一控制步圈数 |
| 11 | SCTLD | 提花信息圈首址计数 |
| 12 | SCTPT | 产量计数器 |
| 13 | SCTAF | 保留执行信息 |
| 14 | SCTFD | 取花形信息地址 |
| 15 | SCTTF | 袜机工艺过程控制表首址 |
| 16 | SCTFM | 提花标志 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

2. 袜机过程控制

袜机过程控制就是根据各种型号袜子的工艺设计方案,形成控制信息,并根据圈数控制整个织袜过程,可同时编织多种袜型。

袜机过程控制的动作从广义角度讲可归为两类。一类是直接控制袜机执行机构的动作,称之为“袜机动作”;另一类是为了实现自动地织袜和提花等而加入的“动作”,称之为“辅助动作”。这两类“动作”在作用上是不同的,但是都依赖于圈数,且相互结合在一起,因此统一处理。这样作使程序较为清晰而具有灵活性。下面对它们稍加叙述。

1) 袜机动作

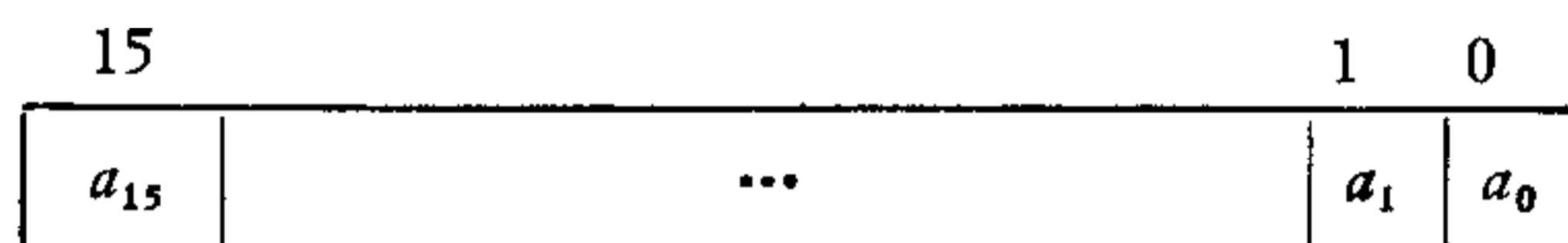
该系统有 16 种袜机动作,形成一个集合 $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{15}\}$, 这些动作是:

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| a_0 ——马达启动 | a_1 ——袜机运行 | a_2 ——开风机 |
| a_3 ——慢速 | a_4 ——吸撑 | a_5 ——电热丝 |
| a_6 ——刹车 | a_7 ——光射 | a_8 ——开油泵 |

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| a_9 —— (暂缺) | a_{10} —— 正转 | a_{11} —— 袜头显示 |
| a_{12} —— 袜底显示 | a_{13} —— 袜跟显示 | a_{14} —— 袜统显示 |
| a_{15} —— 罗口显示 | | |

每个动作有两个值,动作发生为 1,不发生为 0.

在袜机接口中,每台袜机设有一个执行寄存器,保存执行信息:



此寄存器各位分别控制对应的动作. 在实际的控制中,并不是每圈都有变化,即袜机连续若干圈的动作相同,这时只需开始一次送执行信息至执行寄存器,这样的位置称之为一个“控制步”,所在的圈称之为“控制圈”. 例如

$$A_{m-1} \neq A_m = A_{m+1} = \dots = A_{m+l} \neq A_{m+l+1}$$

则 m 和 $m + l + 1$ 圈是控制圈. 控制圈约占总圈数的 $1/10$, 这样就节约了大量的机器时间和存贮量.

2) 辅助动作

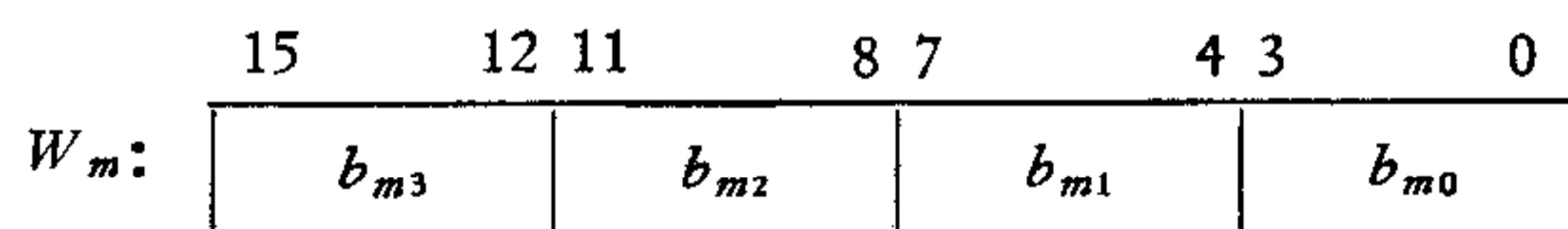
辅助动作是完成一个独立的功能,共 16 种,用 b_0, b_1, \dots, b_{15} 表示,同样形成一个集合:

$$B = \{b_0, b_1, \dots, b_{15}\}$$

第 i 圈上的辅助动作是 B 的一个子集,即

$$B_i = \{b_{ij} | b_{ij} \in B, j = 0, 1, \dots, k \leq 15\}$$

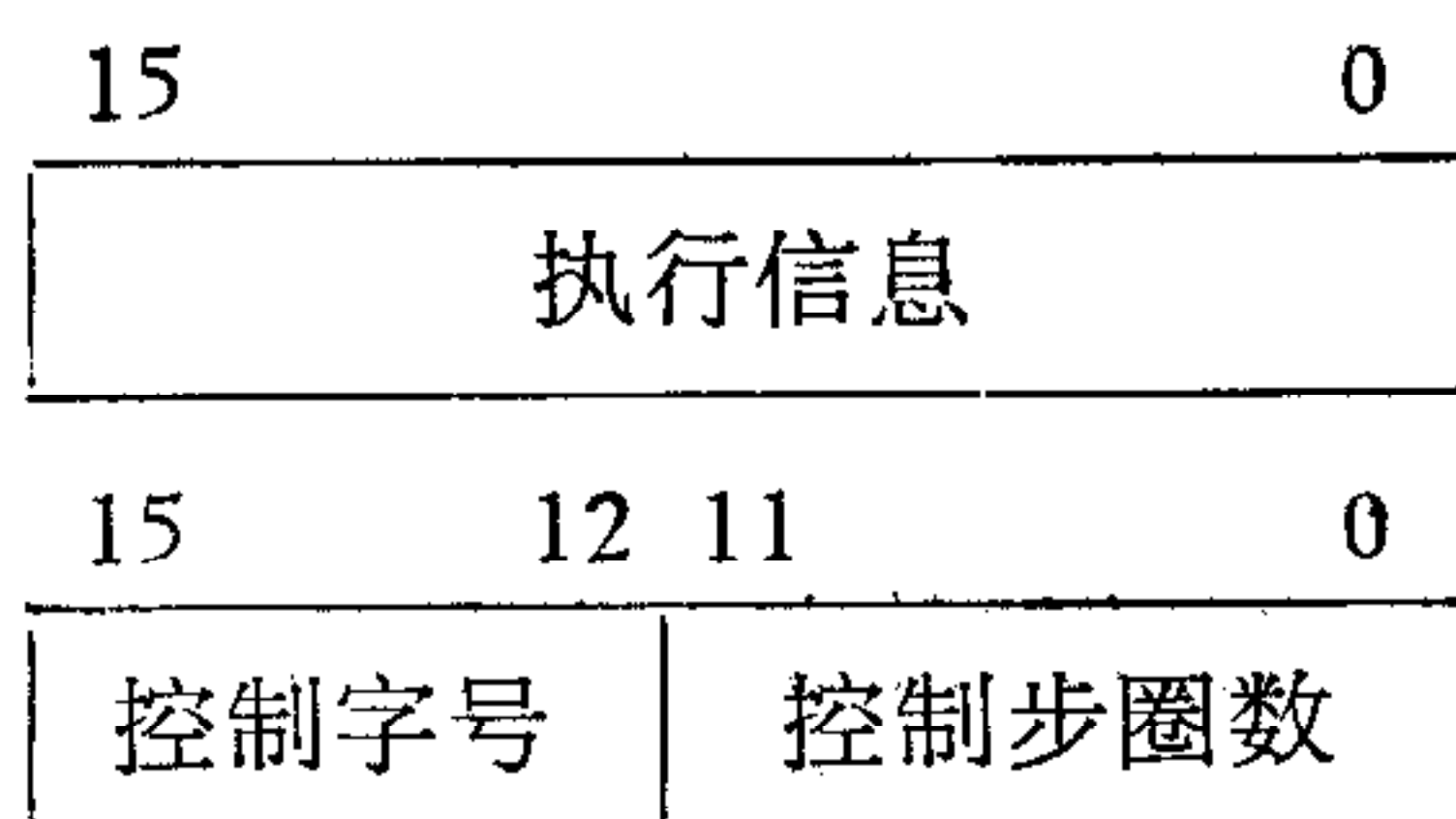
当 $B_i = \phi$ 时(空集),即没有辅助动作. 根据实际情况规定任何圈上的辅助动作不超过四个. 这样,可以用一个机器字来表示,称为辅助控制字



其中 $b_{mj} \in B, j=0, 1, 2, 3$. 实际上用到的辅助控制字少于 16 种,即 $m=0, 1, \dots, 15$. 所有这些控制字集合起来形成了一个向量 $(W_0, W_1, \dots, W_{15})$, 每一下标称为控制字号,作为索引,并用四位二进位表示.

现在的辅助动作有: 提花开始,提花结束,花形信息准备开始,花形信息准备结束,产量统计,显示,织袜开始与重复等.

因为“袜机动作”与“辅助动作”均是依据于圈数的,故统一形成对袜机的控制信息,当任何一圈需要改变袜机动作或执行辅助动作时均建立一个控制步,形成如下的控制信息:



所有的控制信息按圈号顺序排列组成了袜机工艺过程控制表，每种袜型对每一型号袜机都有这样一个表，袜型变化时，只需改变该表内容，而不影响控制程序。

3) 过程控制算法

下面扼要地说明一下袜机过程控制程序的实现。袜机每圈发出一次中断信号，计算机响应并计数，再根据袜机控制表及工艺过程控制表发出相应的控制信息，其流程图如下：

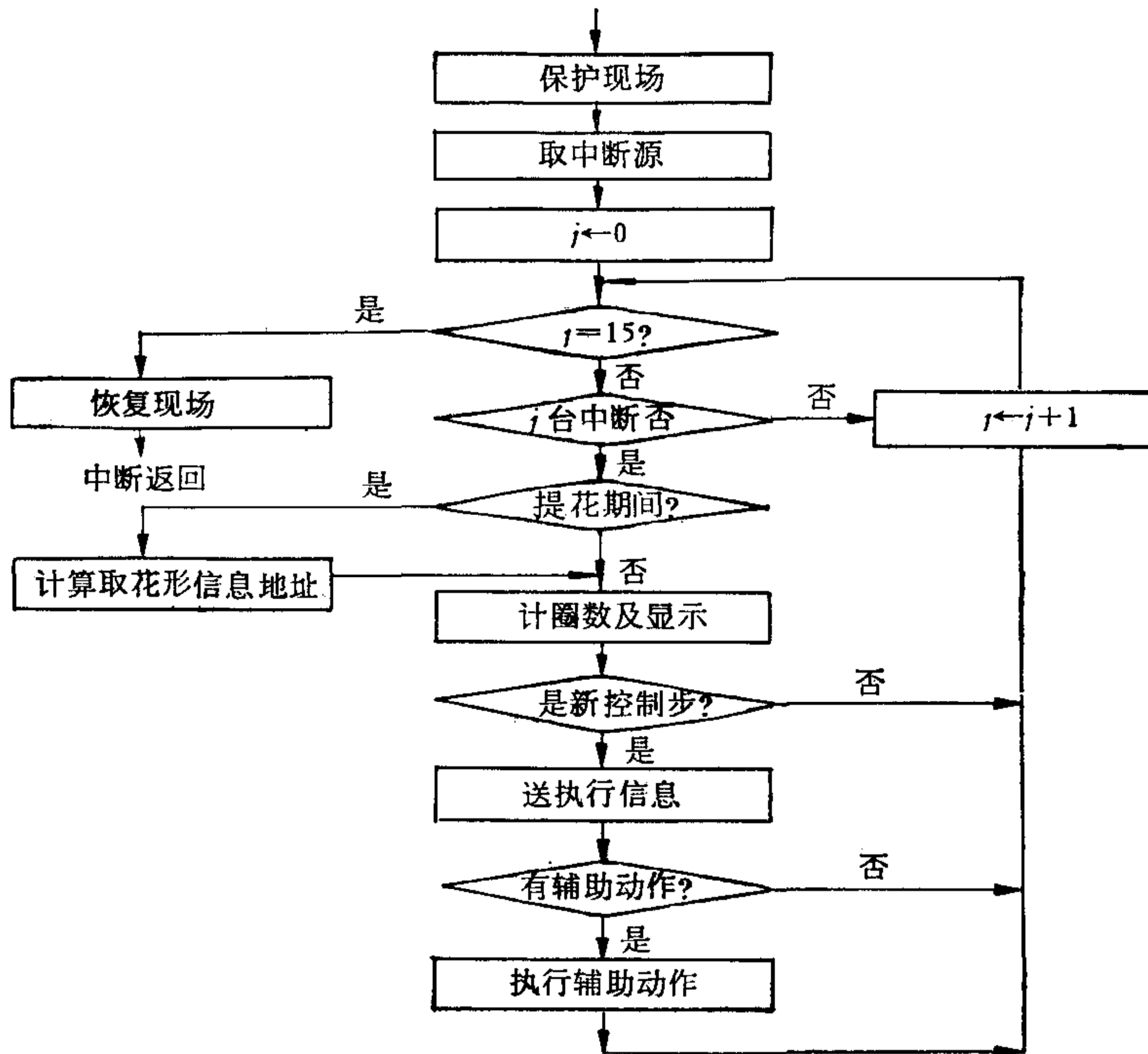


图 5 袜机过程控制流程图

3. 提花控制

该系统实现三色提花，各色提花机构位于针筒的不同位置，现可同时编织 4 种花形。

在接口中为每台袜机设立两个提花寄存器，各色占 8 位，另加 1 位控制位。存放的信息为最后花形信息，其格式如下：

| | | | |
|---------|---|----------|-----|
| 15 | 8 | 7 | 0 |
| 0 色提花信息 | | 1 色提花信息 | |
| 15 | 8 | 7 | 0 |
| 2 色提花信息 | | α | 未 用 |

$\alpha = 1$ 为提花， $\alpha = 0$ 停止提花。

提花信息均按上述格式事先准备好，并存于内存中。提花是由提花控制程序实现，但其开始与结束是由过程控制程序决定。提花阶段中，袜机每隔 8 针发出提花中断，请求主

机给出花形信息,直到结束。

提花控制程序是根据袜机当前状态和所用的花形提供花形信息,其流程图如下:

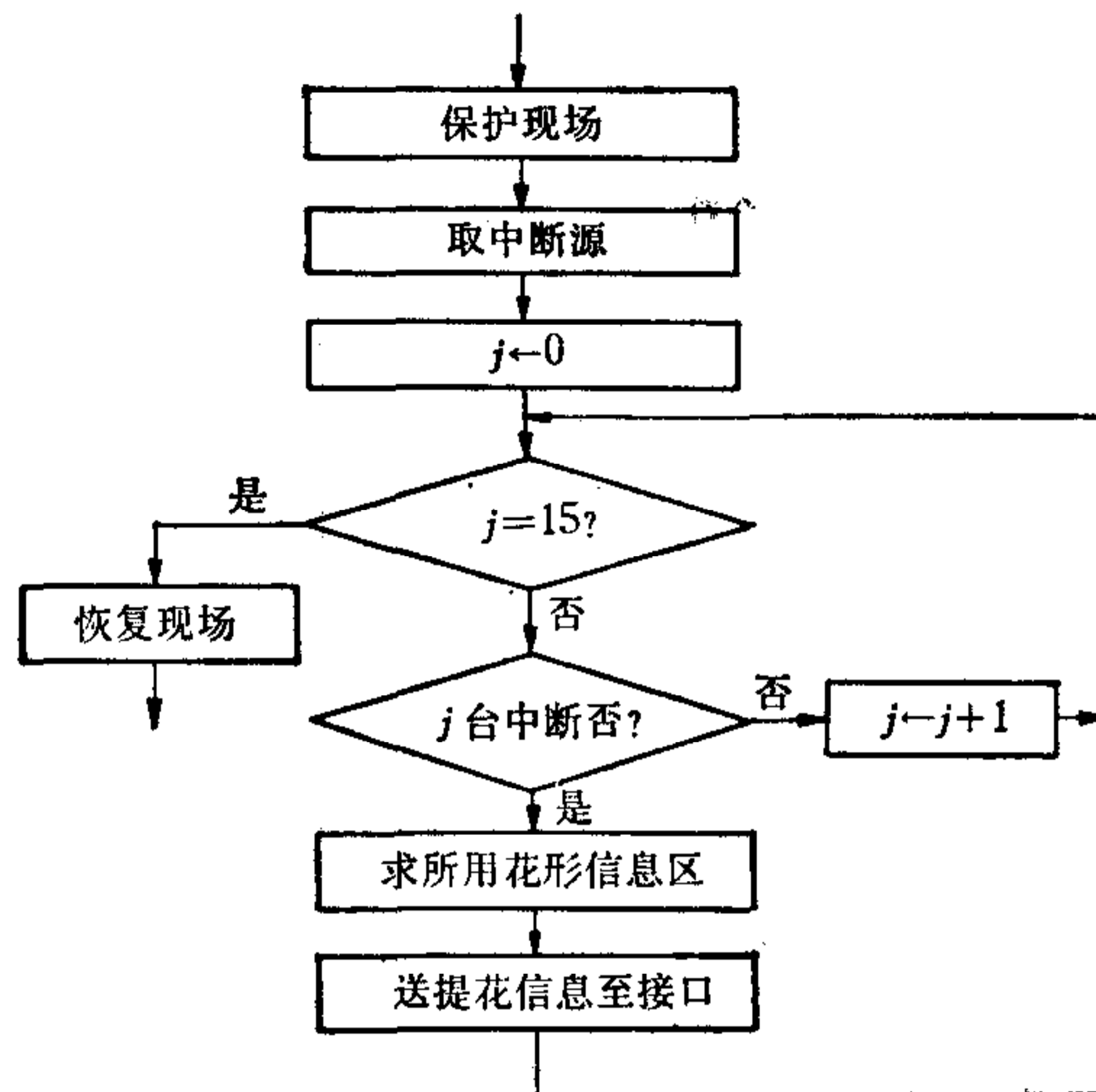


图6 袜机提花控制流程图

该系统在织袜过程中还能监视袜机是否正常工作。当袜机出现故障时,如打针、断线,马上产生出错中断信号,计算机响应后进入“出错处理程序”。它马上停止发生故障的袜机,并保护现场,记录故障,然后打印出错误信息,通知操作员。

五、键盘命令及其解释程序^[3]

操作员通过输入键盘命令来实现对生产过程的调度与实时干预。命令的形式为:

命令 = % 命令符 变元表 ✓

命令符是两个字母,变元表是一个或多个变元,也可以没有,变元之间用逗号分开。变元是十进制或八进制数。

现有的命令符是 IN (初始化)、RU (运行)、BE (开始)、CT (继续)、CR (印出产量报表)、PE (暂停)、WM (写入袜型号)、WF (写入花形号)、OP (写入操作员号)、WN (写人数)、RN (读出数)、IF (输入花形)、IS (纳入系统)、OS (退出系统)等。

操作员在键盘上打入%符,电传输入中断程序建立命令加工单,当获得处理机时,转入键盘解释程序,印出“:”符,操作员接着打入命令内容。然后,命令解释程序对命令进行语法检查和处理。对于错误命令,打印出出错信息并拒绝执行。命令解释程序的流程图如下:

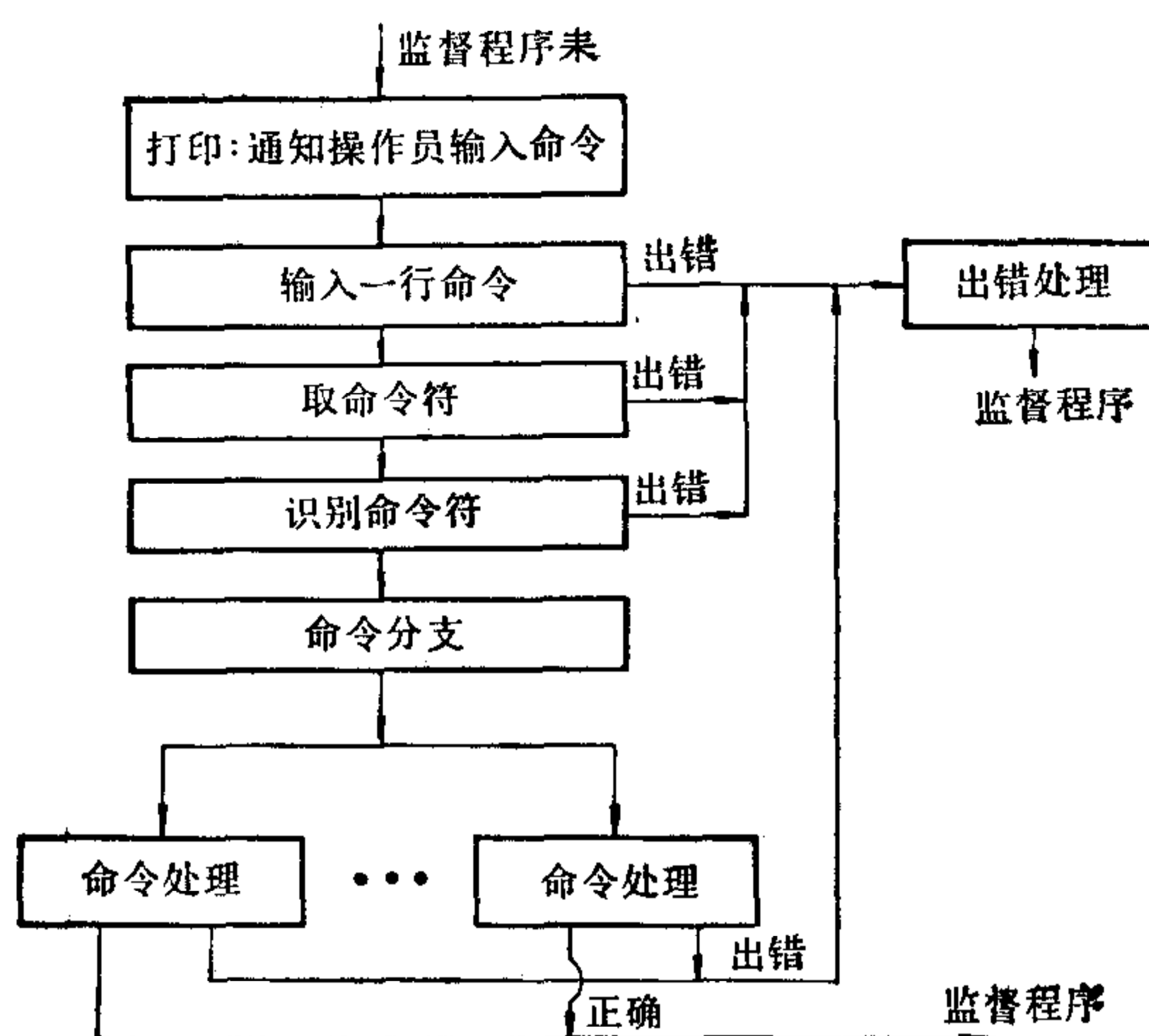


图 7 命令解释程序流程图

结 束 语

通过本系统的研制,使我们看到小型计算机实现生产过程的自动化是完全可行的,重要的问题是提高系统的可靠性,做好系统的分析与设计,同时要解决好生产过程的数学描述. 软件的研制应考虑实时系统特殊要求,除设法保证实时性外,还必须注意可靠性,与硬件密切配合来保证系统稳定和安全地运行.

参 考 文 献

- [1] Robert R. Korfhage: Discrete Computational Structures, Academic Press (1974).
- [2] J. P. Tremblay and R. Manohar: Discrete Mathematical Structures with Applications to Computer Science, McGraw-Hill, (1975).
- [3] 张尤腊、仲萃豪、曹东启、金庭湖: 计算机操作系统. 科学出版社,(1979).
- [4] W. F. C. Purser and D. M. Jennings: The Design of a Real-time Operating System for a Minicomputer Part I, Software-Practice and Experience, 5, (1975), 2, 147—167.

REAL-TIME MONITORING SYSTEM FOR HOSIERY KNITTING MACHINES

TANG ZHENG-ZHONG

(Hunan Institute of Computing Technology)

ABSTRACT

This paper describes the method of the implementation of a real-time monitoring system that is being used to control a group of hosiery knitting machines.

The paper discusses some main problems: mathematical model of sock-producing process, control method of hosiery knitting-machines, monitor and directions on the execution of operating command.