

工业智能控制器及在同步剪切中的应用

周德泽 袁南儿 李 敏

(浙江工学院电子工程系, 杭州)

关键词: 智能控制, 微型计算机, 同步剪切.

一、工业智能控制器

自动控制与人工智能的交叉产生了智能控制这一新兴学科。但在实际应用中硬软件往往庞大复杂, 使一般工业难以接受。本文从工业应用出发, 将专家系统技术、微型计算机和控制理论结合起来, 设计出简便精巧的工业智能控制器, 以适应于各种常规工业控制。在这种控制器中, 除通常按数学模型完成解析算法外, 着重利用专家的知识和生产经验进行推理。使控制器具有仿人的智能, 从而获得优异的控制性能。由于其结构简单、性能优异、价格低廉, 因此在常规工业应用中颇有前途。

二、工业智能控制器的设计

笔者以同步剪切为工业应用背景研制了 MIC-1 型工业智能控制器。它以 Z80 CPU 为核心, 结合时钟、驱动、存贮、接口、变换等器件组装在一块 $380 \times 285\text{mm}^2$ 的印刷板上。

工业智能控制器包括三个基本内容:

1) 知识库。存贮工艺要求、计算公式、生产经验、原始数据及生产过程中实时获得的数据。

2) 推理机构。建立了正常生产过程中的四种控制状态: 启刀、切割、停刀、停稳。由 MIC-1 判断并记忆这些状态, 根据这些状态或它们的逻辑组合, 从规则集中提取控制规则对系统进行控制。

3) 控制规则集。系统简化框图如图 1 所示。控制对象为可逆可控硅驱动的直流电机及裁刀机械。从控制规则看, MIC-1 可划分为三部分(图 1 中框 I 至框 III)。框 I 为正规控制规则集。按同步剪切过程的工艺特点, 可总结出下述六条控制规则:

规则 R1 IF run after standstill AND no cut

THEN $U_k = a_1(V_k - n_k)$

规则 R2 IF run AND cut

THEN $U_k = U_{k-1} - a_2(V_{k-1} - n_{k-1}) + b_1(V_k - n_k)$

规则 R3 IF stop after run AND no standstill

THEN $U_k = a_3\{a_4(S_k)[F(V_k) - S_k] - n_k\}$

规则 R4 IF Standstill THEN $u_k = 0$

规则 R5 IF run after (run OR stop)

THEN Continuously do original things

规则 R6 IF Stop after (stop OR standstill)

THEN continuously do original things

在上述规则中, I, n, S 分别为裁刀电机电流、转速及位置(转角); V 为冷却辊同步速度; U 为 MIC-1 第 I 框的输出; a_1, a_2, a_3, b_1 为系数; 下脚 k 表示第 k 拍的离散值。

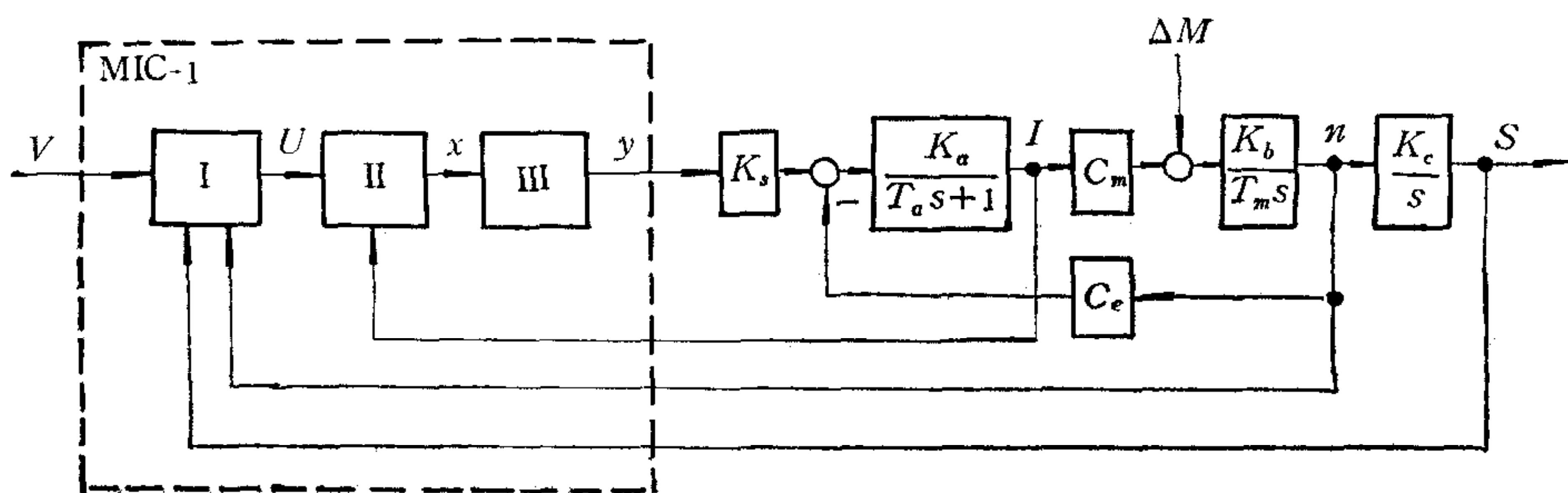


图 1 裁刀控制系统框图

规则 R1 中, 当比例系数 a_1 足够大时, 能使裁刀快速无超调启动。规则 R2 是为了在进入稳态切割时保证稳速且无静差, 故引入了积分控制。规则 R3 是为了快速制动并精确定位而设计的, 其中比例系数 $a_4(S_k)$ 与刀具在停刀过程中的位置有关, 它可按最佳定位规律求得, 并已预先建立在知识库中。 $F(V_k)$ 是描述刀具停稳后的位置与生产工况的经验关系, 它保证了不同工况时, 刀具定位在最适当的位置上。规则 R4, R5, R6 是为了保证正常生产节奏, 提高系统可靠性而必需的。

图 1 中 MIC-1 控制器的框 II 为解析算法集。它完成按数学模型进行的数学解析型算法。这里采用带微分反馈的 PI 算法(即 PID 算法^[1]):

$$e_k = U_k - d_1(I_k - I_{k-1}) - I_k, \quad x_k = x_{k-1} - a_5 e_{k-1} + b_2 e_k,$$

式中 a_5, b_2, d_1 分别为比例控制、积分控制和微分反馈系数; x 为 MIC-1 第 II 框的输出。

框 III 为缺陷处理规则集。它完成生产现场的某些特殊要求。例如, 工艺要求裁刀禁止反转, 因而框 III 的输出 y 只有在停刀时才允许为负, 其余情况下均应为正或零, 即处理规则为

规则 R7 IF stop AND no standstill AND $x_k < 0$

THEN $y_k = x_k$

规则 R8 IF stop AND $x_k > 0$, THEN $y_k = 0$

规则 R9 IF (run OR cut OR standstill) AND $x_k \geq 0$

THEN $y_k = x_k$

规则 R10 IF (run OR cut OR standstill) AND $x_k < 0$

THEN $y_k = 0$

MIC-1 的缺陷处理规则集中还设计了其它一些缺陷、事故和异常状态的处理规则。

三、工业应用

将 MIC-1 控制器配以可控硅整流装置在浙江塑料厂瓦楞板同步剪切中使用。裁刀电机 1.5 kW, 220V, 1000rpm. MIC-1 的参数为 $a_1 = 16$, $a_2 = 16$, $a_3 = 16$, $a_5 = 0.14$, $b_1 = 8.188$, $b_2 = 0.188$, $d_1 = 0.25$. 采样周期为 10ms. 现场生产示波图如图 2 所示。实际使用表明，系统运行可靠，操作方便。剪切精度及平直度大大提高，减少边废料 40%，年获利 3 万余元，取得了明显的经济效益和社会效益。

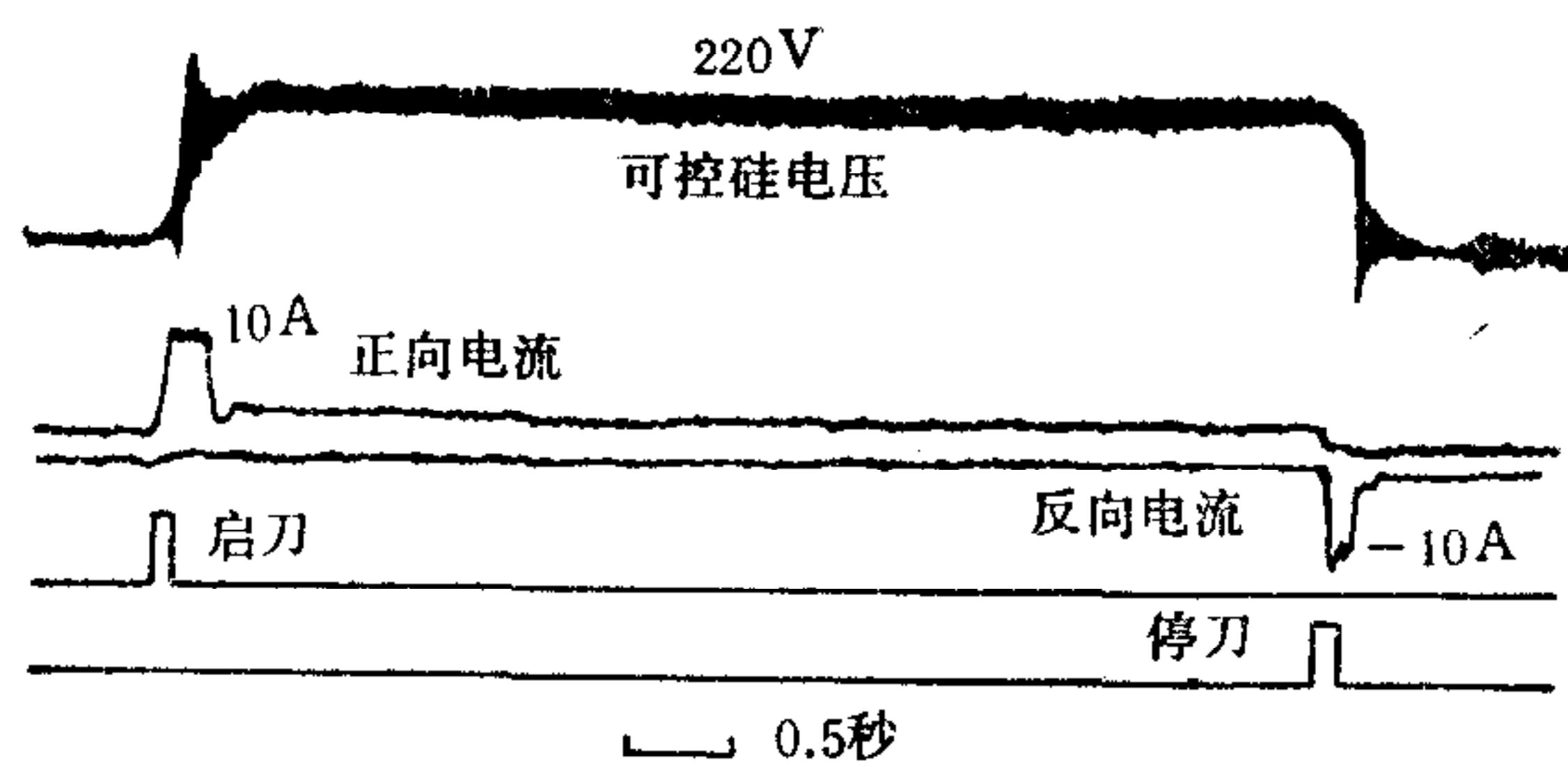


图 2 同步剪切现场运行示波图

参 考 文 献

- [1] 周德泽,电气传动控制系统的设计,机械工业出版社,1985 年。

A INTELLIGENT SYNCHRONOUS CUTTING CONTROLLER

ZHOU DEZHE YUAN NANER LI MIN
(Zhejiang Institute of Technology)

Key words: Intelligent control; microcomputer; synchronous cutting.