

瓷器隧道窑 8098 单片机控制探讨*

康 赐 荣

(华侨大学电子工程系, 泉州 362011)

摘要 讨论瓷器隧道窑燃烧过程与窑车传送的 8098 单片机控制. 煤气量调节器采用大林算法, 以程序实现, 窑车传送以工步号为顺序进行控制.

关键词 隧道窑, 自动控制, 大林算法, 微处理机, A/D 转换

分类号 TQ 174. 658

瓷器隧道窑是一连续的生产过程, 其控制分成两大部分. (1) 是窑车传送及各风机的控制. (2) 是燃烧过程的控制. 窑车传送系统, 由链条牵引机、出口和入口摆渡车、出口和入口推拉杆、油压顶车机等机械组成. 它们协调动作, 实现了窑车的入、出窑以及窑车按要求的速度在隧道窑中移动. 整个隧道窑分预热带、燃烧带和冷却带等, 而燃烧带又分成温度和气氛不同要求的四个燃烧区. 本控制系统以 8098 单片机为核心, 在模拟量/开关量输入/输出通道的配合下, 实现模拟量和开关量的采集、处理和控制在. 它要求在隧道窑运行接近额定工况时, 转入自动运行. 只要煤气供应正常, 很少需要人工参与. 当出现煤气和空气的压力超限或窑温异常, 经自动调整无效便会自动声、光报警, 转入手动操作.

1 窑车传送控制

窑车传送系统图如图 1 所示. 图中数字表示行程开关位置. 窑车传送控制编成子程序, 作为软件定时器 0 中断服务子程序的组成部分. 软件定时器 0 每隔 100 ms 中断一次, 对行程开关扫描一次. 程序根据工步号、行程开关状态和延时值, 执行相应的操作. 工步号(1°~12°)的转换, 由表示工步完成的行程开关位置决定, 如附表所示.

附表 工步号与工步的动作及转换条件

工步号	工步的动作及转换条件	工步号	工步的动作及转换条件
1°	延时 10 s, 油压顶车机后退, 出口摆渡车向轨道侧行进到 2, 行程开关 CQ ₂ 动作, 转入工步号 2°	2°	出口摆渡车停, 出口推拉杆推成品窑车上轨道到 3, CQ ₃ 动作, 转入工步号 3°

* 本文 1994-02-24 收到

续附表

工步号	工步的动作及转换条件	工步号	工步的动作及转换条件
3°	延时 10 s, 出口推拉杆离轨道行进 4, CQ ₄ 动作, 转入工步号 4°	8°	油压顶车机前进, 入口摆渡车向轨道侧行进到 9, CQ ₉ 动作, 转入工步号 9°
4°	出口推拉杆停, 出口摆渡车向窑侧行进到 5, CQ ₅ 动作, 转入工步号 5°	9°	入口推拉杆向轨道行进到 7, CQ ₇ 动作, 转入工步号 10°
5°	出口摆渡车停, 待油压顶车机后退到 6, CQ ₆ 动作, 转入工步号 6°	10°	延时 10 s, 入口推拉杆拉新窑车到 8, CQ ₈ 动作, 转入工步号 11°
6°	入口推拉杆推窑车入窑到 7, CQ ₇ 动作, 转入工步号 7°	11°	入口摆渡车向窑侧行进到 10, CQ ₁₀ 动作, 转入工步号 12°
7°	延时 10 s, 入口推拉杆后退到 8, CQ ₈ 动作, 转入工步号 8°	12°	链条牵引机拉新窑车到 11 停, 待油压顶车机前进到 1, CQ ₁ 动作, 转入工步号 1°

窑车传送控制为开关量控制, 以 2 片 8255 作为开关量输入、输出的接口电路。

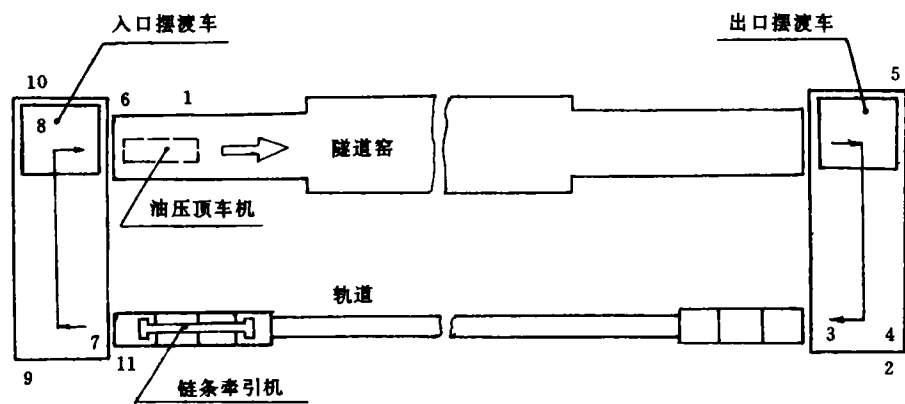


图 1 窑车传送系统图

2 隧道窑温控系统组成和控制算法

2.1 隧道窑温控系统组成

隧道窑的四个燃烧区温控系统的组成均一样, 如图 2 所示。其中, 煤气流量调节器 $D_c(Z)$ 采用大林算法。燃烧时要求空气量与煤气量保持一定的比例关系, 因此空气流量调节器为比例调节器 K_p 。

2.2 大林控制算法^[1]

窑炉的数学模型一般可表示为具有纯滞后的一阶惯性环节, 即

$$G_o(S) = \frac{ke^{-\delta s}}{\tau_1 S + 1}, \quad (1)$$

式中 $G_o(S)$ 为窑炉的传递函数, k 为比例系数, θ 为纯滞后时间, τ_1 为时间常数.

对于具有纯滞后对象, 要求被控参量超调量很小, 而调节时间允许在较多的采样周期内结束, 故宜采用大林算法. 其目标, 是使整个系统的闭环传递函数为

$$\Phi(S) = \frac{e^{-\theta s}}{\tau S + 1}, \quad (2)$$

式中 $\theta = NT$ (N 为正整数, T 为采样周期), τ 为时间常数.

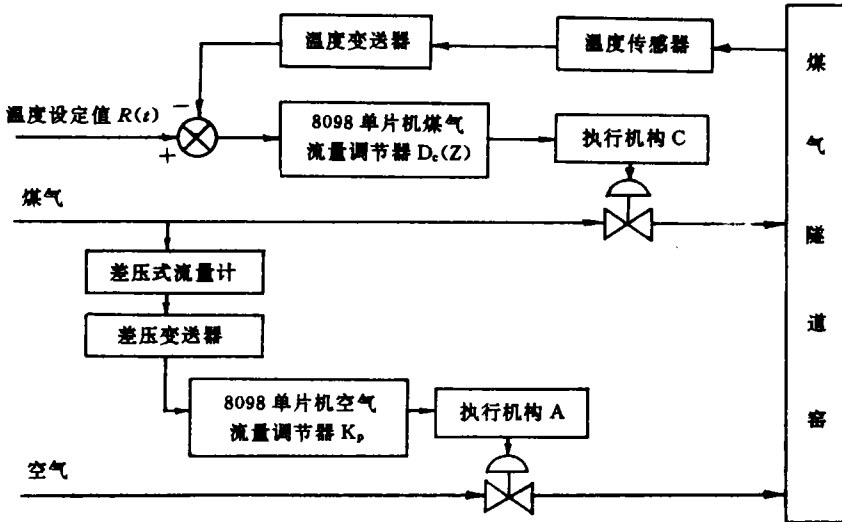


图2 煤气隧道窑燃烧区温度控制系统

与 $\Phi(S)$ 相对应的闭环脉冲传递函数(图3)为

$$\Phi(Z) = \frac{T(Z)}{R(Z)} = Z \left[\frac{1 - e^{-TS}}{S} \cdot \frac{e^{-NTS}}{\tau S + 1} \right] = \frac{Z^{-N-1}(1 - e^{-T/\tau})}{1 - e^{-T/\tau}Z^{-1}}. \quad (3)$$

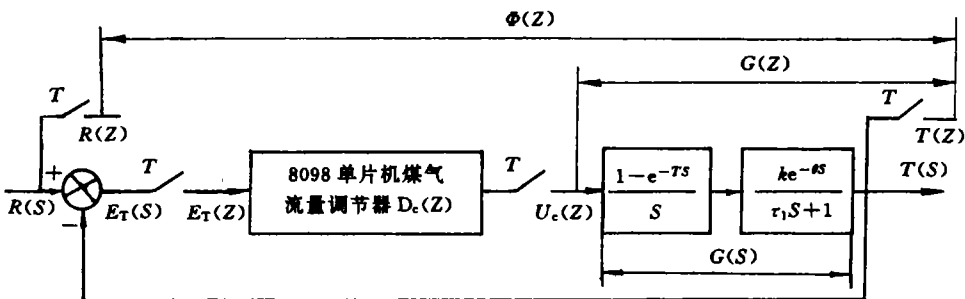


图3 数字控制系统原理图

它还可表示为

$$\Phi(Z) = \frac{D_c(Z) \cdot G(Z)}{1 + D_c(Z) \cdot G(Z)}, \quad (4)$$

式中 $G(Z)$ 为零阶保持器与对象的传递函数, 在串连时的广义被控对象传递函数 $G(S)$ 的 Z 变换, 即

$$G(Z) = Z[G(S)] = Z\left[\frac{1 - e^{-Ts}}{S} \cdot \frac{ke^{-\delta s}}{\tau_1 S + 1}\right] = kZ^{-N-1} \frac{1 - e^{-T/\tau_1}}{1 - e^{-T/\tau_1}Z^{-1}}. \quad (5)$$

$D_c(Z)$ 为数字控制器的数学模型

$$\begin{aligned} D_c(Z) &= \frac{U_c(Z)}{E_T(Z)} = \frac{1}{G(Z)} \cdot \frac{\Phi(Z)}{1 - \Phi(Z)} \\ &= \frac{(1 - e^{-T/\tau_1}Z^{-1})(1 - e^{-T/\tau})}{k(1 - e^{-T/\tau_1})(1 - e^{-T/\tau}Z^{-1}) - (1 - e^{-T/\tau})Z^{-N-1}}. \end{aligned} \quad (6)$$

令

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{(1 - e^{-T/\tau})}{k(1 - e^{-T/\tau_1})}, a_1 = \frac{(e^{-T/\tau_1} - e^{-T/\tau_1 - T/\tau})}{k(1 - e^{-T/\tau_1})}, \\ b_1 &= e^{-T/\tau}, b_2 = 1 - e^{-T/\tau}, \end{aligned} \quad (7)$$

则 $D_c(Z)$ 简化为

$$D_c(Z) = \frac{a_0 - a_1Z^{-1}}{1 - b_1Z^{-1} - b_2Z^{-N-1}}. \quad (8)$$

把式(8)表示为差分方程形式, 可得

$$U_c(k) = b_1U_c(k-1) + b_2U_c(k-N-1) + a_0E_T(k) - a_1E_T(k-1). \quad (9)$$

3 控制系统硬件设计⁽²⁾

控制系统以 8098 单片机为核心, 扩展外部程序存储器 2732, 数据存储器 6116, 低 8 位地址锁存器 373, 键盘/显示器接口芯片 8279. 作为开关量输入、输出接口电路, 及提供 CD4051, LF398 所需控制信号的可编程并行接口芯片 8255. 各燃烧区温度、煤气流量等模拟量通过八选一多路开关 CD4051, 接单片机的 ACH7 脚, 煤气压力、空气压力分别接 ACH4, ACH5. 各燃烧区的煤气量控制与空气流量控制由单片机的 PWM 输出, 经低通滤波、多路开关 CD4051 和采样保持器 LF398 实现. 3-8 译码器 138 提供各芯片的片选信号(图略). 各芯片地址分别为: 6116 为 0000H-07FFH, 2732 为 2000H-2FFFH, 8279 为 1000H-1001H, 8255(1) 为 3000H-3003H, 8255(2) 为 4000H-4003H.

键盘排列成 4×8 矩阵形式, 除了 10 个数字键外, 其余为功能键. 它们分为设置键、区号键、自动运行、停声报警、链条牵引机工作、油压顶车机后退, 等等.

显示器由 8 个 LED 数码管组成. 设置与查看参数时显示形式为区号(1 位, 当显示与区号有关参数时)、参数代码(2 位)和参数值(5 位). 运行中依次显示各燃烧区的温度值, 即区号、温度代码和温度值. 每隔 4 s 更换区号及温度值, 循环显示.

4 控制系统软件设计⁽³⁾

软件按模块化结构进行设计. 它由主程序、按键中断服务子程序、软件定时器 0 中断服务子程序、模/数转换子程序、 $U_c(k)$ 运算子程序、数字滤波子程序、标度变换子程序、温度(煤压、空压)上、下限报警与处理子程序、显示子程序等组成. 现择其中主要模块介绍于下.

(1) 主程序(图 4a)主要实现程序的初始化, 在开中断后, 依次送 $U_c(k)$ 和 $U_a(k)$ 值给 PWM-CONTROL, 以控制煤气流量和空气流量.

(2) 软件定时器 0 的定时值为 100 ms, 采样周期 $T=100T_k$ ms, T_k 内定值为 200, 可由键盘重新设定. 在软件定时器 0 的中断服务子程序中, (见图 4(b)) 以 100 ms 时间间隔对窑车

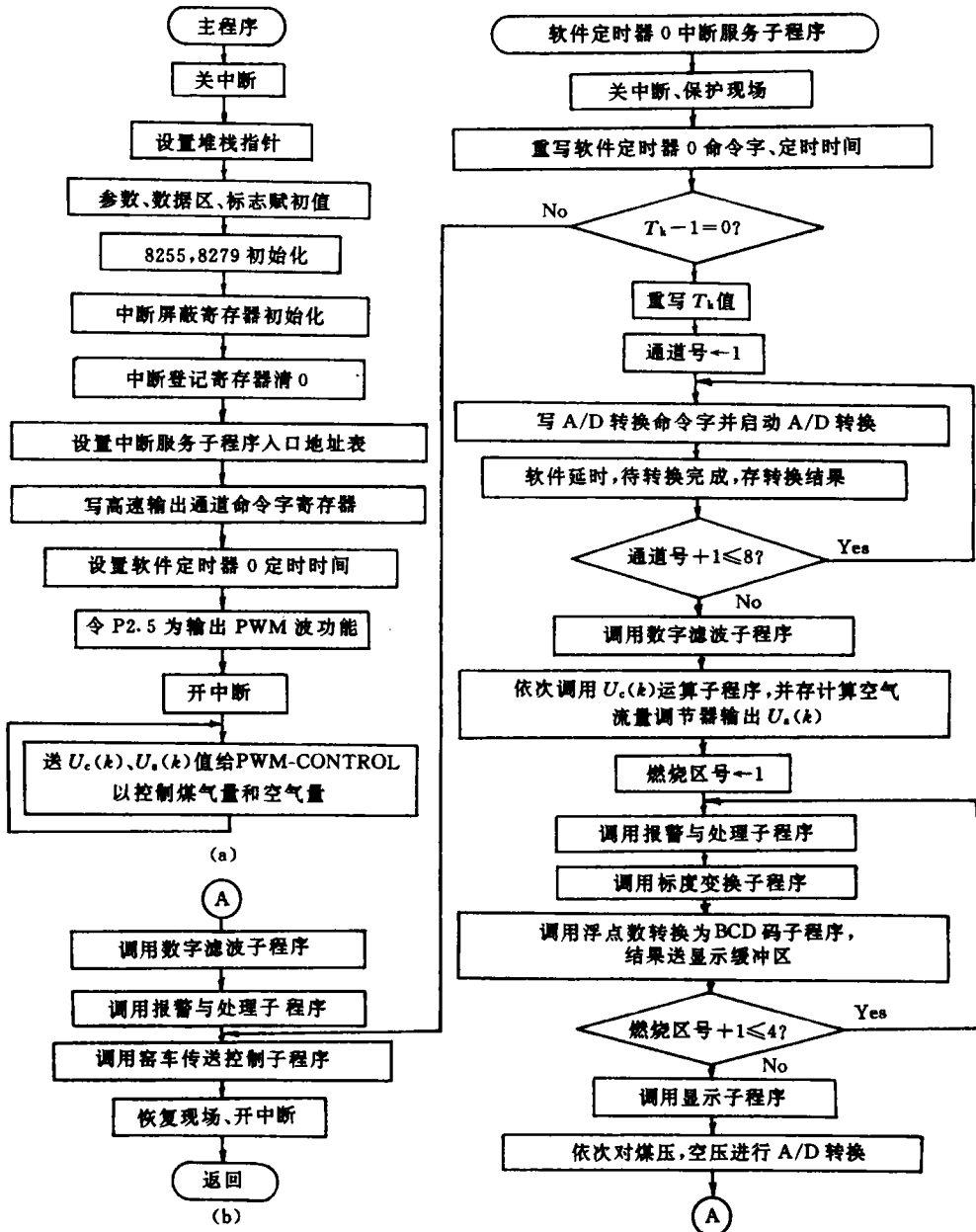


图 4 控制系统程序流程图

传送过程进行扫描, 按工步号执行相应操作, 当工步号转换条件满足时, 实行工步号的转换. 一到采样时刻, 依次对各模拟量进行 A/D 转换、数字滤波、计算 $U_c(k)$ 和 $U_o(k)$ 值、标度变换、检查被测参量是否超限、显示等操作.

(3) $U_c(k)$ 运算符程序(图略)按式(9)逐项计算, 它从指定存贮单元取出系数和参数值, 调用浮点数乘法、加法和减法子程序进行计算。求出 $U_c(k)$ 后, 把参数值在存贮器中移位, 即 $U_c(k-N-1) \leftarrow U_c(k-N)$, $U_c(k-2) \leftarrow U_c(k-1)$, $U_c(k-1) \leftarrow U_c(k)$, 为下次计算做准备。

(4) 在按键中断服务子程序(图略)中, 首先判别是功能键还是数字键, 若为功能键, 经进一步判别后执行相应功能。现以设置燃烧区温度为例, 说明程序的执行情况。按“设置”键, 区号 $\leftarrow 0$, 按“区号”键 2 次, 显示温度的内定值, 按数字键对温度设定值进行修改。修改好了, 按“确认”键, 把温度的新设定值存贮起来, 同时显示下一个参数 k_p 的内定值。余此类推。查看各参数设定值的方法同上。

5 结束语

瓷器隧道窑生产过程的单片机控制, 既可提高产品的质量和产量, 又可节能和减轻劳动强度。它具有较好的经济效益和社会效益。

由于本系统采用的调节规律较简单, 故自适应性、鲁棒性不够。其表现: (1) 受因煤质等影响, 当煤气压力超出正常范围(一般为煤压低时, 系统仅能给出报警尔后转入手动操作; (2) 当瓷坯(如碟子与壶等)的空腔体积不同, 致所吸收热量不同时, 需人工调节油压顶车机调节阀开度, 从而改变油压顶车机的顶车速度; (3) 进一步的节能措施, 尚待进一步研究。

瓷器隧道窑自动控制的实现, 需要化工、机械、电气和计算机等工程技术人员的通力合作。本文仅以隧道窑为例, 对其单片机控制的研究开发进行介绍。

吴荔生和陈启瑞等同志参加本项工作, 谨此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 刘植桢, 郭木河, 何克忠等. 计算机控制. 北京: 清华大学出版社, 1981. 234~236
- 2 孙涵芳, 徐爱卿. MCS-96 系列 16 位单片微型计算机. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1989. 85~175
- 3 涂时亮, 姚志石. 单片微机 MCS-96/98 实用子程序. 上海: 复旦大学出版社, 1991. 106~127

MCS-98 Single Chip Computer Control over Ceramics Tunnel Kiln

Kang Cirong

(Dept. of Electron. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A study is made on MCS-98 single chip computer control over the combustion of ceramics tunnel kiln and the transference of kiln car. Gas flow is regulated by Dahlin arithmetic and program implementation. Kiln car transference is controlled in the sequence of process number.

Keywords tunnel kiln, automatic control, Dahlin arithmetic, single chip computer, A/D conversion