

辊道窑磁砖生产线 PLC 控制*

张家冰 苏溪泉 张宗欣

(华侨大学电子工程系, 泉州 362011)

摘要 辊道窑磁砖生产线对控制设备的可靠性要求极高, 但传统继电器控制系统的故障率高、寿命短, 无法满足现代生产的需求. 因此, 用可编程序控制器(PLC)设计控制器, 是近年来发展的趋势. 根据生产线的动作机理和逻辑关系, 利用真值表及逻辑分析方法, 分别设计生产线上的翻坯、窑前和窑后的 PLC 控制器, 经现场运行, 证明性能稳定可靠. 它对新型窑炉设计和旧窑炉改造都具有应用价值.

关键词 辊道窑, 磁砖, 可编程控制器, 生产线

分类号 TQ 174.6+53.4; TM 571.6+1

辊道窑生产线对控制系统可靠性有特别严格的要求. 文献 [1] 用单片机实现窑炉生产线的自动控制. 尽管其价格低廉, 也能满足生产要求, 但可靠性、抗干扰能力较差, 且程序不易修改, 不利于推广应用. 可编程序控制器(PLC)具有高可靠性、高抗干扰能力、编程简单和接线方便等一系列优点^[2]. 因此, 我们采用国产 UNICON 系列的 PLC 对生产线进行开发, 经多条生产线现场运行, 证明性能可靠, 具有进一步推广价值. UNICON 型 PLC 为 24 点输入, 16 点输出. 小型 PLC, 输入编号为 1000~1015, 1100~1107, 输出编号为 2000~2015, 中间继电器编号为 3000~3715, 4000~4715, 延时/计数器编号为 5000~5115. 0006 为初始化脉冲, 0007 运行开始即导通. 一条辊道窑生产线包括压砖机、翻坯机、两套窑前控制、两套窑后控制、两个炉体以及存贮、印刷、包装等机组组成. 本文仅介绍的是翻坯和窑前、窑后控制.

1 翻坯控制器

由压砖机压制出来的磁砖, 在进入烘干前必须对砖面上的尘土进行清扫. 扫完一面后, 将砖翻转 180°, 再清扫另一面. 为此, 在压砖机前方安装有翻坯机, 结构示意图如图 1 所示. 从图 1 可见, 检测元件有对射式光电传感器 T_1 , 触点开关 K , 控制对象为 2 只电机(M_1 电机控制翻坯架翻转, M_2 电机控制翻坯架上的辊子转动). 当有砖时, T_1 传感器为“1”, 无砖时为“0”; 触点开关 K 当架翻转 180° 时, 瞬间断开($K=0$), 其它时刻常闭($K=1$). 设计 requirements: 当 T_1 由 0→1→0 时, 利用其由 1→0 (即砖离开 T_1 瞬间), 令 $M_2=1$, 架上辊子转动, 将上次翻过的砖传送出去. 同时, 经延时 2 s 后, 令 $M_1=1, M_2=0$, 即架翻转, 辊子停转. 当架翻转 180° 时, 碰上开关 K ($K=0$), 则令 $M_1=0, M_2=0$, 皆停转. 待下次 T_1 由 1→0 后, 再次重复上面的动作.

在 PLC 硬件连接图中, T₁ 接 1000, K 接 1001, 而输出 2000 控制电机 M₁, 2001 控制电机 M₂, 其梯形图如图 2 所示.

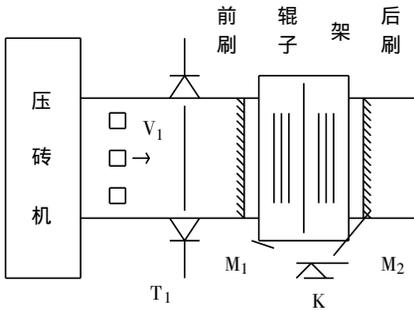


图1 翻坯示意图

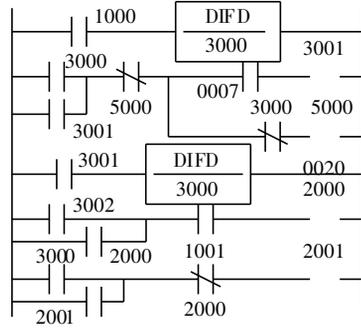


图2 翻坯梯形图

2 窑后控制

窑后控制的一套安装在翻坯架后面; 另一套安装在烘干炉后, 功能是将由辊子对磁砖的并排传送变换为, 由皮带对磁砖进行串行传送. 其控制示意图如图 3 所示.

M₃ 电机带动凸轮可使转换架上升或下降. 当 T₄ = 1 时, 架在上面, 砖由皮带传递沿 V₂ 方向运动; 而当 T₄ = 0 时, 架在下面, 砖由辊子传递沿 V₁ 方向运动. V₁, V₂ 方向的运动由其它电机控制. PLC 的输入有 T₂ 为对射式光电传感器, 接 1002 端, T₃ 为反射式光电传感器, 接 1003 端, T₄ 为接近开关, 接 1004 端. PLC 的输出 2002 端接控制电机 M₃, 其动作过程是: (1) 当 T₂ 由 0 1 0 经延时 0.5 s 后, 令 M₃ = 1 (架上升); 而当 T₄ 由 0 1 后 (架在上面), 令 M₃ = 0; (2) 当 T₃ 由 0 1 0 再经延时 0.2 s 后, 令 M₃ = 1 (架下降); 而当 T₄ 由 1 0 后 (架在下面), 令 M₃ = 0. 0.2 s 延时是为了保证整排磁砖的最后一块传送完毕后架才下降, 而在磁砖间隙时间内不发生误动作. 据此设计的梯形图如图 4 所示. 由 T₃ 控制架下降, T₂ 位置安装为可调式.

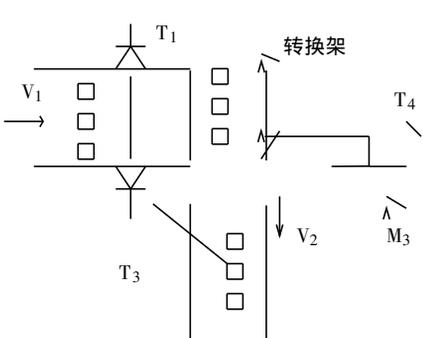


图3 窑后控制示意图

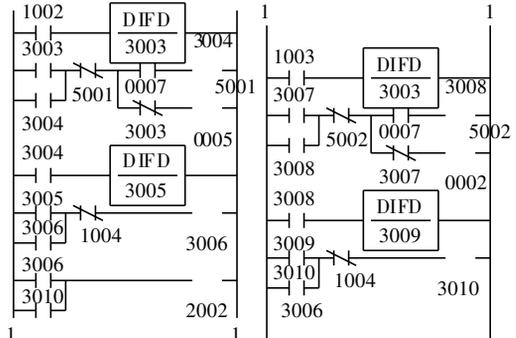


图4 窑后控制梯形图

3 窑前控制

窑前控制的一套为烘干炉前的控制, 另一套是烧结炉前的控制. 控制结构示意图如图 5 所示. 其功能是将沿 V₁ 方向由皮带传送来的随机的串行磁砖, 转换为紧密并排的磁砖, 然后沿

V_3 方向, 由辊子传送, 从炉体的中间位置送入炉体. 磁砖的排列长度为 T_1 至 T_2 之间的距离, T_3 位置为本排砖前移后的终点. 输入 T_1, T_2, T_3 和 T_5 为反射式光电开关, T_4 为接近开关. 输出有 M_1, M_2 和 M_3 共 3 只交流电机. M_1 使皮带沿 V_2 方向传动, M_2 使皮带沿 V_1 方向传动, V_3 由其它电机控制, M_3 电机控制转换架抬起或下降. 当 $T_4 = 1$ 时, 架在下面; $T_4 = 0$ 时, 架在上面. 架在上面时, 磁砖沿 V_2 方向移动; 而架在下面时, 磁砖沿 V_3 方向由辊子传送. T_5 传感器起保护功能, 当 T_5 处存在磁砖时, 转换架不允许下降, 以免炉体前出现堆砖、造成炉体受损. 暂不考虑 T_5 , 分析 $T_1 \sim T_4$ 和 $M_1 \sim M_3$ 之间具有如表 1 所示的逻辑关系. 其中, $T_1 \sim T_3$ 为 1, 表示有砖, 0 则表示无砖. T_4 为 1 表示架在下, T_4 为 0 表示架在上, 而 $M_1 \sim M_3$ 中的 “1” 表示电机转动, “0” 表示电机停转.

表 1 窑前控制逻辑关系表

序号	T_4	T_3	T_2	T_1	M_1	M_2	M_3	说 明
1	0	0	0	0	0	1	0	序号 1 为架在上, 均无砖
2	0	0	0	1	1	1	0	序号 2 为架在上, T_1 有砖
3	0	0	1	0	1	0	0	序号 3~4 为架在上, $T_1 \sim T_2$ 有排砖, 将其前移至 T_3 处
4	0	0	1	1	1	0	0	
5	0	1	0	0	0	0	1	序号 5~8 为 M_3 转, 使架下降
6	0	1	0	1	0	0	1	
7	0	1	1	0	0	0	1	
8	0	1	1	1	0	0	0	
9	1	1	1	1	0	0	0	序号 9~14 为 M_3 转 180°; $T_4 = 1$ (架在下), 使 M_3 停转, 则砖沿 V_3 方向移动
10	1	1	1	0	0	0	0	
11	1	1	0	1	0	0	0	
12	1	1	0	0	0	0	0	
13	1	0	1	1	0	0	0	
14	1	0	1	0	0	0	0	
15	1	0	0	1	0	0	1	序号 15~16 为 $M_3 = 1$, 使架上升
16	1	0	0	0	0	0	1	
17	0	0	0	0	0	1	0	序号 17 为上升结束, $T_4 = 0$ 重新开始

由表 1 的逻辑关系, 可得 $M_1 = T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 + T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 + T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1$. 经化简, $M_1 = T_3 \cdot T_4(T_1 + T_2 \cdot T_1)$. 而 $M_2 = T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 + T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 = T_4 \cdot T_3 \cdot T_2$, 而 $M_3 = \bar{T}_4 \cdot T_3 \cdot \bar{T}_2 \cdot \bar{T}_1 + \bar{T}_4 \cdot T_3 \cdot \bar{T}_2 \cdot T_1 + \bar{T}_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot \bar{T}_1 + \bar{T}_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 + T_4 \cdot \bar{T}_3 \cdot T_2 \cdot T_1 + T_4 \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1$. 即 $M_3 = T_4 \cdot T_3 + T_4 \cdot T_3 + T_2$.

M_3 表达式的第 2 项是指架在下面 ($T_4 = 1$), T_2, T_3 处无砖时, 令电机转动使架上升. 由于光电传感器安装在磁砖的中间位置, 虽然 $T_2 = 0, T_3 = 0$, 但砖可能还没完全离开皮带部分. 架突然上升, 会使磁砖抖动. 为此设计由 $T_4 \cdot \bar{T}_3 \cdot \bar{T}_2 = 1$, 控制定时器延时 0.2 s ($T_{k1} = 1$) 后, 再让架上升. 而第 1 项是指, 架在上面 ($T_4 = 0$), $T_3 = 1$ 有砖时, 令 M_3 动作使架下降. 考虑 T_5 的保护功能, 只有当 $T_5 = 0$ 时, 才允许架下降. 因此, M_3 表达式应改写为 $M_3 = T_5 \cdot T_4 \cdot T_3 + T_{k1}$.

在 PLC 硬件图中, T_1 为 1000, T_2 为 1001, T_3 为 1002, T_4 为 1003, T_5 为 1004, M_1 为 2000, M_2 为 2001, M_3 为 2002. 则其设计梯形图如图 6 所示.

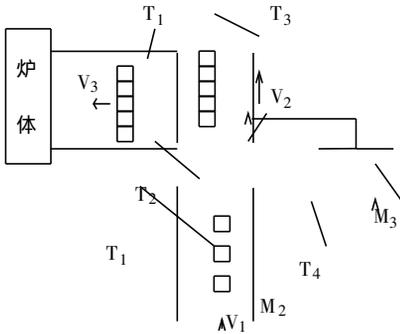


图5 窑前控制示意图

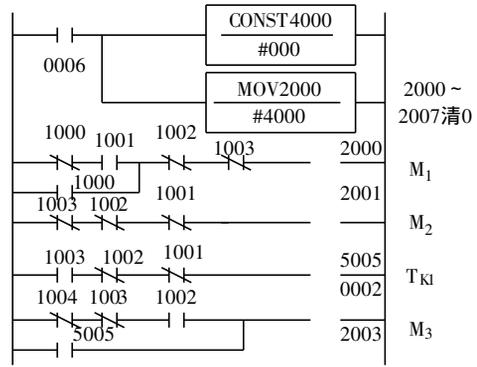


图6 窑前控制梯形图

4 结束语

根据现场运行经验,得出几点结论及要求。(1)控制方式可分为分散式和集中式。分散式即某个机组或若干机组用一台超小型 PLC 控制,其控制灵活,但成本较高。集中式是整条线共用一台小型 PLC,成本较低,但从炉前到炉后距离约有 150 m,必须用多芯电缆连接。如果一个车间内有两条生产线,建议在炉前炉后各安装一台 PLC,分别进行控制。(2)为了保证长期可靠工作,PLC 及接触器可考虑安装有备份装置。一旦出现故障,由开关切换,备份装置即投入运行。(3)接触器线卷必须并接有灭弧器,排除干扰,保护 PLC 的输出继电器。(4)信号线和电力线必须分开。(5) PLC 各组输出公共端,应加装快速熔断器,以保护 PLC 输出继电器。

参 考 文 献

- 1 杨宗晃,张宗欣,苏溪泉.磁砖辊道窑生产线微机控制.华侨大学学报(自然科学版),1996,17(2):204~207
- 2 杨长能,张兴毅.可编程序控制器(PC)基础及应用.重庆:重庆大学出版社,1993.41~57

Control of Programmable Controller (PLC) on the Tile Production Line of Roll Way Kiln

Zhang Jiabing Su Xiquan Zhang Zongxin

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

Abstract High reliable control equipment is required by a tile production line of roll way kiln. However, the conventional relay control system failed to meet the demand of modern production due to its high error rate and short life. To control by programmable controller is the trend. In the light of action mechanism and logic relation of production line, programmable controllers (PLC) are designed respectively for turning frame, kiln front and kiln latter on the production line by using true value chart and logical analysis. They are proved by on-spot operation to be stable and reliable. This kind of controllers are of practical value for designing new kiln and modifying old one. The charts of control principle and control ladder are given finally.

Keywords roll way kiln, tile, programmable controller, production line