

基于闭塞系统的流水线控制指示系统设计

邹新哲, 吴泓达*, 陈禹衡, 姜惠文

大连工业大学, 辽宁 大连

收稿日期: 2022年6月21日; 录用日期: 2022年7月2日; 发布日期: 2022年7月13日

摘要

闭塞系统最初是用于轨道交通中为防止列车追尾的一种防护系统, 通过对各个区间信号灯控制以达到安全防护的目的。本文通过移植闭塞系统这一优秀的防护理念, 利用51单片机在工厂流水线上重新设计。将流水线分为多个区间进行多段分控, 以解决工厂流水线在实际的运行过程中由于速度不变且各个工位的实际操作效率不统一, 产生后工位等待前工位或后工位错过工件的问题。利用单片微控制连接控制按钮达到对分区流水线的设计, 再通过单片微控制器进行位置信息的处理。以达到指示和控制流水线的目的, 实时动态操作流水线以提高生产效率为目的。

关键词

流水线, 闭塞系统, 指示与防护, 生产效率

Design of Assembly Line Control and Indication System Based on Block System

Xinzhe Zou, Hongda Wu*, Yuheng Chen, Huiwen Jiang

Dalian Polytechnic University, Dalian Liaoning

Received: Jun. 21st, 2022; accepted: Jul. 2nd, 2022; published: Jul. 13th, 2022

Abstract

Block system was originally used in rail transit to prevent train rear-end collisions. It achieves the purpose of safety protection by controlling the signal lights in each section. By transplanting the excellent protection concept of block system, this paper uses 51 single-chip microcomputer to re-design the factory assembly line. The assembly line is divided into multiple sections for multi-section control, so as to solve the problem that the rear station waits for the front station or the

*通讯作者。

rear station misses the workpiece due to the constant speed and the inconsistent actual operation efficiency of each station in the actual operation process of the factory assembly line. The design of partition pipeline is achieved by connecting control buttons with single-chip microcontroller, and then the position information is processed by single-chip microcontroller. In order to achieve the purpose of indicating and controlling the pipeline, real-time dynamic operation of the pipeline is for the purpose of improving production efficiency.

Keywords

Assembly Line, Block System, Indication and Protection, Production Efficiency

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

怎样提高生产效率一直是企业生产所追求的一个方面，通常都在改进加工工艺或材料等方面进行突破。但对加工的行为方式进行改变的方法并不多，其主要是受制于成本限制，因为一旦更新加工行为就需要整体的置换就会造成成本的剧增。本文研究意义在于运用一种新的方法，在工程领域进行多方面的结合对流水线进行改造以最小的成本来提高流水线的生产效率。

一整条的流水线本身为一个整体，而这个整体本身又承载着多个工作形态，正是由于其作为一个整体而无法发挥最大效率。于是将流水线进行拆分，分为多个工作区间以匹配其多个工作形态。而对于多个区间的流水线需要一个共同的控制系统来进行合理地操控。而在轨道交通系统中正是将一整条铁路线路分为多个区间再利用信号系统加以控制。

2. 系统的总体设计结构

信号系统是现代大运量、高密度的轨道交通自动控制系统中的重要组成部分，保证列车和乘客的安全，对列车高速、有序运行起到重要的作用[1]。移动自动闭塞系统是一个智能化先进列车控制系统，是一种充分利用当今的计算机技术、通信技术和控制技术的列车运行间隔控制系统。在轨道交通中运用移动自动闭塞系统通过对信号机的色灯控制间接的保障列车运行和防护。基于这一优秀的防护理念将其运用到工厂流水线中将流水线分为多个区间，通过单片机控制指示灯和人工按钮进行分区控制。实现实时动态的操控。另加故障检测模块，可以对运行过程中发生的故障进行及时报警综合以上能里达到提高生产效率目的。移植轨道交通中这一优秀的防护和控制理念，充分发挥区间操控的优势以提高生产效率。流水线在自动运行的基础上，运用人工操纵按钮进行干预。工人通过控制按钮进行对各个区间传送带进行附加操控。系统根据按钮的状态实时变换指示灯，以达到可以动态调节的目的。

单片机根据各个区间的使用情况将采集到的区间实时情况信息通过 LCD 显示屏显示出来，方便车间内部监控。同时再将信息传递给系统监控模块和闭塞系统模块，系统监控模块在收到检测模块采集来的信息后进行信息的比较与核对，帮助系统发现错误信息。当系统中有故障信息时将故障信息反馈至报警模块，报警模块根据处理的信息发出警报，提醒人员及时对故障进行处理。当系统监控模块鉴别信息没有错误后，闭塞系统模块根据正确的信息，完成对信息的处理，将正确的信息传递给闭塞防护系统，闭塞防护系统根据处理系统传递的正确信息给予三色指示灯予以展现。系统总体设计见图 1。

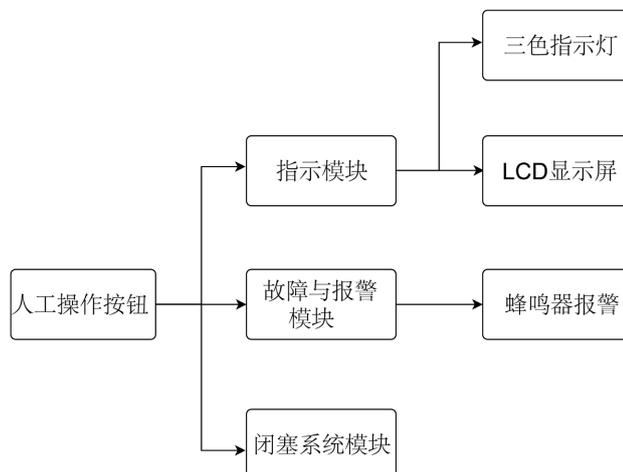


Figure 1. Overall system design framework

图 1. 系统总体设计框架

3. 各系统模块介绍

3.1. 系统单片机的选取

为了满足工业化设计低成本的需求且在应用上更为方便,且 51 单片机其本身的性能完全满足系统需要且其成本十分低廉,所以选取 C51 单片机作为设计主体。

系统单片机处理模块共有三个,分别为系统监控模块,闭塞系统模块,系统警示模块。三个模块的工作原理都相同,都是通过单片机连接接受上一模块信息,再将信息传递到下一模块,主要作用就是对信息的处理。

3.2. 单片机的最小系统电路设计

先对单片机的最小系统进行设计与连接。单片机最小系统,或者称为最小应用系统,是指用最少的元件组成的单片机可以工作的系统。对 51 系列单片机来说,最小系统一般应该包括:单片机、晶振电路、复位电路[2]。

51 单片机最小系统复位电路的极性电容 C1 的大小直接影响单片机的复位时间,一般采用 10~30 uF,51 单片机最小系统容值越大需要的复位时间越短。最小系统晶振 Y1 也可以采用 6 MHz 或者 11.0592 MHz,在正常工作的情况下可以采用更高频率的晶振,最小系统起振电容 C2、C3 一般采用 15~33 pF,并且电容离晶振越近越好,晶振离单片机越近越好,作为输出口时需加上拉电阻,阻值一般为 10 k [3]。

3.3. 闭塞系统模块

3.3.1. 闭塞系统模块运行原理

模块利用轨道交通常用的三显示信号系统达到闭塞的目的。信号指示灯为红黄绿为一组在每个流水线区间设立,在初始状态时所有的流水线区间显示为绿色。当有工件经过或到达一个流水线区间后,工人可以根据需要按下区按钮,流水线区间指示灯由绿色转换为红色。根据闭塞系统的原理后一流水线区间指示灯由绿色转换为黄色。

区间指示灯转换为红色,提醒此区间内有工件通过或滞留提示下一区间的工人可暂停为本区间输送或缓送工件。当区间指示灯显示黄色时,表示此区间内无工件但前一区间内有工件通过或滞留,提醒工人在往此区间内输送工件时可正常输送,但要注意防止超量输送引起堵塞。当区间指示灯显示为绿色表

示此区间内无工件通过或滞留且前一区间内也无工件通过或滞留,提醒工人可正常按照生产计划输送[4]。另还考虑如果出现相邻的两个流水线区间都出现有工件通过或滞留的状态时则将相邻的两区间指示灯都点亮红灯,次一区间点亮黄灯。

3.3.2. 闭塞系统模块程序设计

闭塞系统模块是整个系统中最为重要的部分,也是本系统的核心。它起着对采集信息进行处理。当工人操作按钮将区间占用情况传递至闭塞系统模块后,就是处理系统的单片机接收到对应区间的占用信息。模块中此时一区间的初始状态为绿色指示灯被点亮,当一区间的状态发生改变时,在电信号的表示上为单片机对应引脚受到一个高电平信号。这时由程序设计将绿色指示灯的显示状态由点亮改为熄灭。给予单片机对应输出一个高电平信号。而红色指示灯处于熄灭状态,此色灯需要被点亮单片机要给予输出一个低电平信号。此时这一区间的三显示指示灯显示状况为正确状态[5]。而根据三显示闭塞显示原则,需要将上一区间的初始状态为绿色指示灯熄灭,原理如上所述输出一个高电平信号。而黄色指示灯点亮单片机要输出一个低电平信号。此时这一区间的三显示指示灯显示状况为正确状态,其他区间的状态不变。

3.4. 指示模块设计

3.4.1. 指示灯设计

指示灯的电路设计较为简单主要运用三色指示的亮灭来表达信息。三色灯分别为红黄绿,各个指示灯与单片机输出相连。受单片机的输出信号指示达到亮灭,起到指示各区间传送带的运行情况。指示灯与单片机连接图如图2。

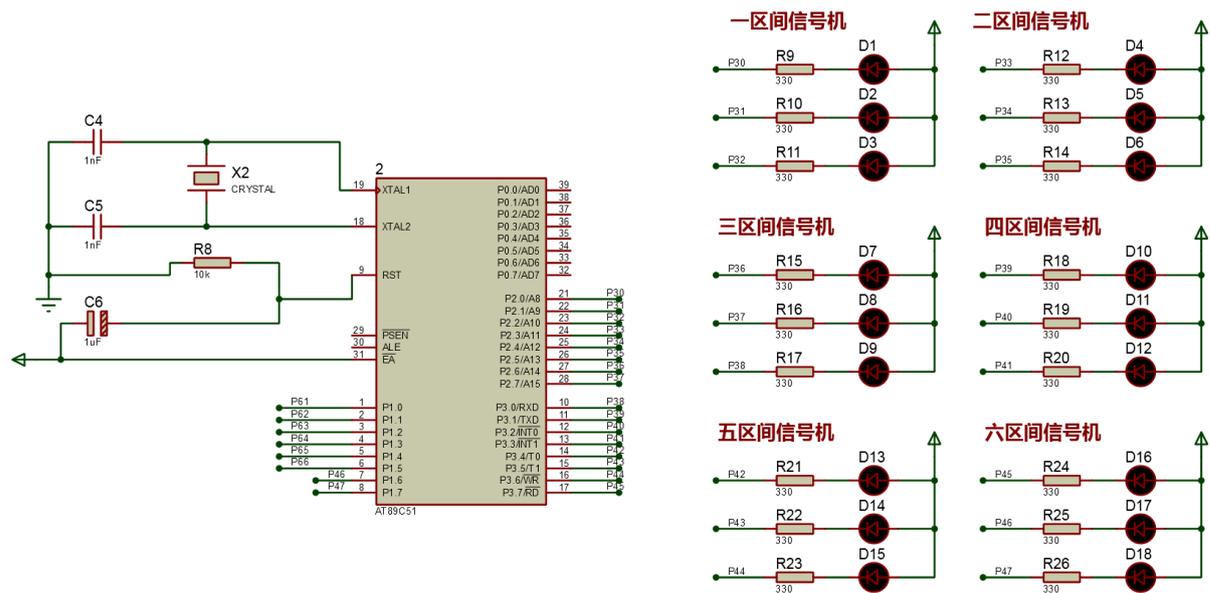


Figure 2. Indicator light connection diagram
图 2. 指示灯连接图

3.4.2. LCD 显示屏设计

以往的工作中流水线的实时状态总是不会显示出来,这就为提高实时动态的监测改变运行状态提高效率产生困难。为了使系统的运行状态显现的更加清晰研究为系统增加一个显示模块以便实时展现流水线的状态。

系统使用了一个 LCD 显示屏, 来显示各个区间流水线的使用情况方便在通过指示灯的点亮与熄灭的同时还通过 LCD 显示来更加清晰完整的表示区间占用情况。在对应区间表示信号灯点亮时, LCD 显示屏上也对应的显示有多少区间空闲的详细情况。且方便管理人员实时监控, 在运行过程中如果出现故障也可以第一时间进行指示与报警。

当各个流水线区间内没有工件占用时, 这时流水线处于空闲的状态, LCD 显示“空闲”的字样。当由流水线区间被占用时, 则 LCD 上显示对应区间被占用的情况。例如编号为 1 和 2 的区间被占用则显示“1 区间占用 2 区间占用”进行滚动播出来提醒一二区间占用。如果出现流水线故障则基于故障报警模块的信号指示显示出对应的故障信息。其实行的意义为便于及时监控流水线运行安全状况, 便于对安全和效率给予充分的保障。

3.4.3. LCD 监控显示屏电路连接

利用 LCD 显示屏不但能够更加直观的表达各区间的占用情况, 还可以更加详细的表述区间详细信息。通过对列车的监控, 每个区间内的占用情况都可以通过 LCD 显示出来。将 LCD 的 D0 至 D7 口与单片机的 P3 口相连, 连接顺序为 D0 与 P3.1 相连, D1 与 P3.2 相连以此类推至 D7 与 P3.7 相连。再将 LCD 的 RS 口与单片机的 P2.7 口相连, 再将 LCD 的 E 口与单片机的 P2.6 口相连。LCD 的 VSS 与 VEE, RW 都要接地, 而 VDD 需要接高电平信号, 给予 LCD 输入脉冲。连接图见图 3。

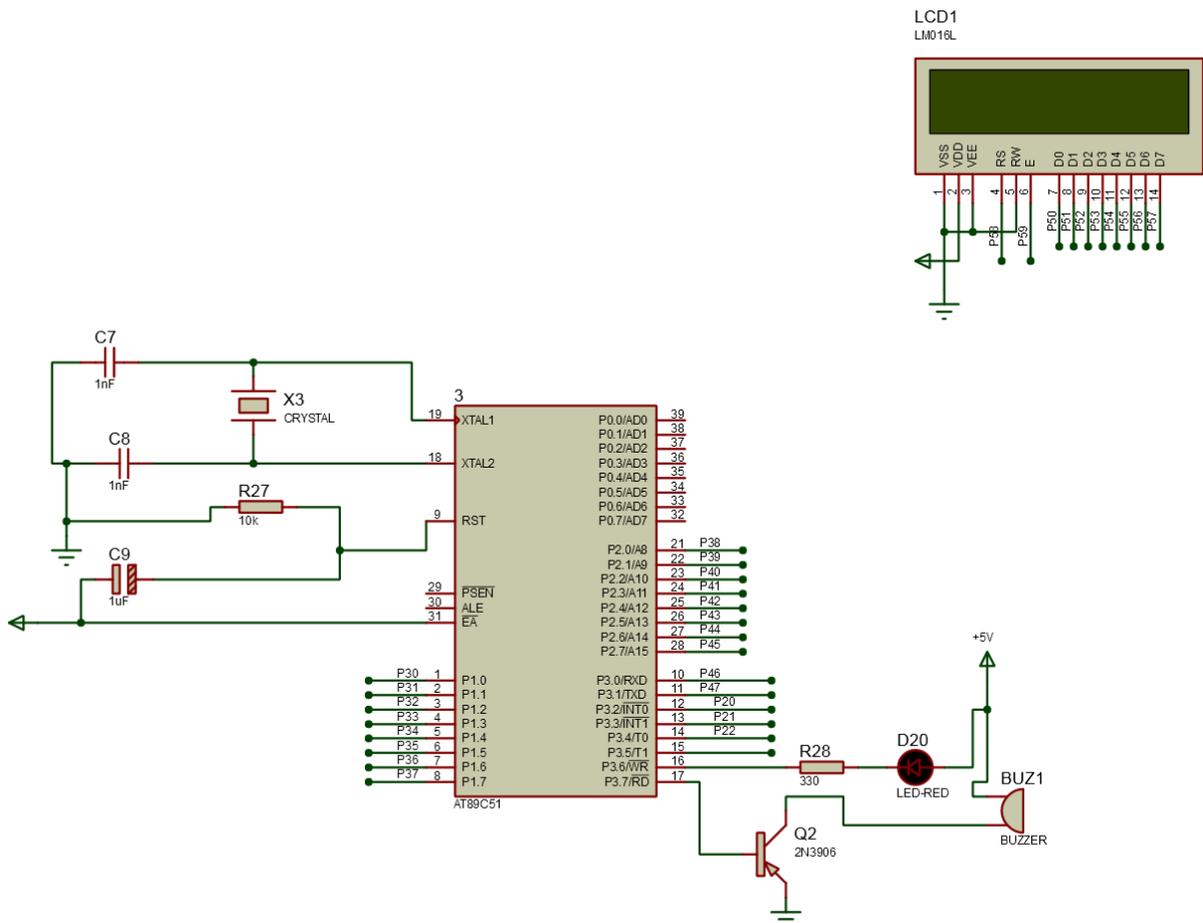


Figure 3. Connection diagram of display and alarm module
图 3. 显示与报警模块连接图

3.5. 故障与报警模块设计

3.5.1. 故障与报警模块设计原理

在实际的生产中, 不管是由于人为原因还是机械原因, 故障总是时有发生。为了增加生产的安全性和效率性, 要第一时间对故障产生报警, 所以要为系统设计一个报警模块。故障与报警模块起到的主要作用是即使识别系统中发生故障, 在情况下还要及时的产生报警。产生报警的主要方式为故障指示灯亮起, 蜂鸣器发出蜂鸣声, 且将故障信息传输到显示模块在 LCD 显示屏上显示故障信息。

报警模块通过连接各指示灯和电机等流水线部件来监视各个器件的正常工作。当流水线发生故障停机, 或人为进行紧急停机时, 由故障与报警模块识别故障信息, 将故障信息传递至指示模块。故障指示灯亮起, 故障区间的三色流水线闭塞指示灯红灯亮起并闪烁, LCD 显示屏滚动播出故障信息, 蜂鸣器发出警报。

3.5.2. 故障与报警模块电路连接

故障与报警模块含有一个报警蜂鸣器和报警指示灯, 为了减少干扰, 可以第一时间发出报警保障安全, 二者与单片机直接相连。报警指示灯连接一个 330 欧姆的限流电阻后于系统警示模块中的单片机 P3.6 口相连。蜂鸣器一个引脚连接高电平, 另一个引脚连接一个三极管。三极管连接单片机 3.7 口和接地。流水线的其他各件可通过总线与单片机相连以节省单片机接口。

4. 系统总体的研究

改进的流水线结合了闭塞的理念, 更重要的是将系统进行了模块化。体现了模块化的思想, 好处就是可以结构清晰, 各个模块的代码实现分离, 不会搅在一起。便于设备的维护。每个模块的代码、硬件连接等各部分出现问题后不会对其他设备的运行造成影响, 只需要即时地更换相应模块即可。这是基于系统的设计提升, 对于研究意义则为更好地提高生产效率, 在将流水线分为多个区间后可以更好地提高生产效率。工厂流水线通常为一条不停的传输带, 在运行过程中不会根据实际情况实时调整运行速度。这就会导致两工位之间的无法充分的协调工作, 基于这一点发现可以进一步地对流水线的运行进行改进, 充分协调各工位之间的工作运行, 以便进一步地提高生产效率。

5. 结论

此设计是在轨道交通基础上加以改进, 通过运用轨道交通自动闭塞这一优秀的防护理念, 不但可实时监控流水线的运行情况, 还可以通过工人的实时操作运用指示灯实时展现工作状态。系统还添加了报警装置, 在以提高生产效率为前提下还要充分地保证流水线运作的安全。本设计的成本很低, 且可以达到工业设计的需求。但在系统内仍有几点不足。受 51 单片机的影响, 系统的处理能力有限, 若要增多流水线区间就要增加单片机的数量, 但可通过换用更高处理能力的单片机来加以解决。

参考文献

- [1] 王子瑞, 郭锐, 刘文字. 自动闭塞信号系统[J]. 数码世界, 2018(5): 190.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8313.2018.05.228>
- [2] 曾庆波, 朴伟英, 鞠娜. 单片应用技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2015: 64-71.
- [3] 谢云. 单片微型计算机原理应用[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2018: 35-41.
- [4] 赵丽. 城市轨道交通环境控制系统运行与维护[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2017: 40-55.
- [5] 廖咏梅. 城市交通信号机的硬件设计[J]. 现代电子技术, 2010, 33(17): 193-195.