

基于 PLC 的城市交通信号灯控制系统设计

刘 辉

(泰山科技学院, 山东 泰安 271000)

摘 要 汽车的普及改变了人们的出行方式, 给人们的生活带来了便利, 但同时也出现了道路交通压力变大, 交通拥堵和交通事故频发, 因此有了交通信号灯出现。交通信号灯控制系统是维持交通秩序、保障车辆及行人安全的有效防线。本文以 S7-1200 系列 PLC 为例, 设计一套城市十字路口交通信号灯控制系统, 并可以转换白天、黑夜和紧急通行模式, 通过实验仿真调试, 结果表明该系统可以可靠稳定地控制路口的交通信号灯。

关键词 西门子; 信号灯; PLC 控制系统设计

中图分类号: U12

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0001-03

进入新时代, 人民群众的生活水平取得了历史性的进步, 实现了全面建成小康社会的伟大蓝图。截至 2022 年底, 全国汽车保有量达 3.19 亿辆, 其中, 家庭用汽车的比例达到了 41.6%。汽车的普及方便了人们的生活, 但也加重了道路负担, 而交通信号灯的出现使得以上问题得到缓解, 提高了道路交通流量, 疏导了道路的通行能力。而且, 土地资源的紧张、重修道路桥梁难度大、工期长和对现代交通桥梁道路的高效利用等需求的日益加大, 设计一套安全、稳定、可靠的交通信号灯控制系统就显得十分必要。本文以城市十字路口交通信号灯的为例, 通过 PLC 控制系统编程设计, 实现对交通信号灯的精准、有序的控制。^[1]

1 PLC 可编程控制器简介

根据国际电工委员会于 1987 年对 PLC 下的定义说明, PLC (Programmable logic Controller) 可编程逻辑控制器是一种以计算机为基础, 主要用于工业控制的装置, 它利用内部存储单元完成逻辑运算、计时操作、计数操作等控制程序的编写, 以及相关动作指令的执行等。微处理器 CPU 是 PLC 的控制中枢, 相当于人类的大脑, 不断地接收系统的输入信号并执行用户程序。可编程控制器综合了计算机技术、工业控制技术和通信联网技术, 随着科技的发展, 凭借其体积小、可靠性高、适用性强、简单易学等特点, 在工业自动化、电力、化工、冶金和商业等领域得到了广泛应用。

2 交通信号灯控制 PLC 控制系统设计

本文主要介绍一种利用 PLC 控制的交通信号灯控制系统, 在交通管理系统运用可编程控制器技术, 不但有效缓解了交通压力, 保障了交通安全, 而且大大提高了交通系统管理的水平和智能化水平。

2.1 交通灯控制总则

交通灯控制系统模型, 在某十字路口有东西方向道路和南北方向道路, 通过对两个方向交通信号灯的控制, 实现对两个方向道路的车流量进行分流。假设控制要求为东西方向的交通状况比南北方向繁忙, 本文按照繁忙方向绿灯通行时间为另一方向的 2 倍设计。要求按下“启动”按钮整个控制系统开始工作, 并且可以循环工作; 按下“停止”键, 整个控制系统停止运行。为提高道路交通的通行效率, 本控制系统还设计了黑夜/白天切换模式, 当控制系统工作在黑夜模式时, 即在凌晨车流量少的时段东西方向和南北方向为黄灯闪烁状态, 提示车辆减速通过路口, 以达到对道路的高效利用。(如图 1)^[2-6]

除此以外, 本控制系统还设置了“应急”状态, 即当城市发生险情, 如火灾、应急抢险以及 120 救治重症病患等一些特殊情况的时候, 十字路口的南北方向或者东西方向可以保持在绿灯状态, 以便相关车辆快速通过, 处理紧急情况。

2.2 PLC 选型

本文设计的交通信号灯控制系统采用的是可编程控制器进行系统控制, PLC 因其强大的拓展能力, 在工业控制和智慧城市建设中都得到了广泛的应用。利用 PLC 作为交通信号灯控制系统的控制器, 可操作性强、简单可靠、运行和维护非常便捷。本设计采用的是西门子 S7-1200 系列 PLC, S7-1200 是一款实用的小型 PLC, 作为西门子公司新一代产品它具备集成以太网接口并且工艺性很强, 除此以外, S7-1200 的软件和指令可以和大中型 PLC 设备 S7-1500 相兼容。西门子 S7-1200 系列 PLC 扩展能力最强的 CPU 最多可以扩展

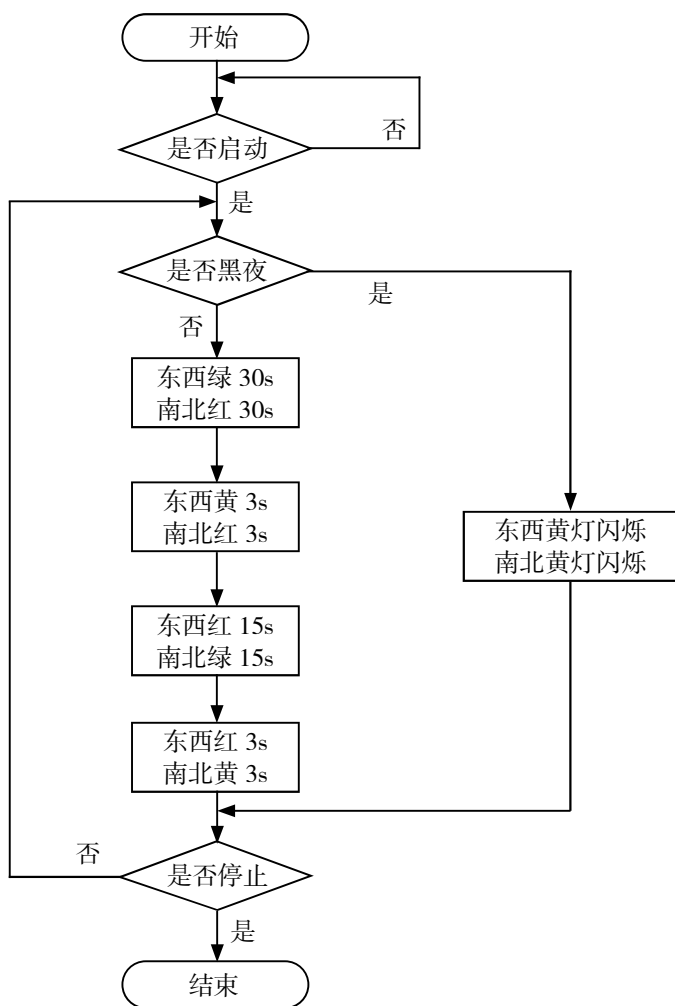


图 1 信号灯系统控制流程图

8 个信号模块, 以此可以满足对数字量或模拟量输入 / 输出端口需求的用户使用, 并且有着强大的通信能力, 选用 S7-1200 型 PLC 可以提高控制系统的可靠性, 维护简便。综上, 利用 S7-1200 型 PLC 设计交通信号灯控制系统可完全满足控制需求。^[7]

2.3 PLC 交通信号灯控制系统 I/O 分配

本控制系统的输入信号有系统启动按钮、停止按钮、白天 / 黑夜模式切换按钮、紧急状态按钮。输出信号为东西方向绿灯、东西方向红灯、东西方向黄灯、南北方向红灯、南北方向绿灯、南北方向黄灯。根据控制要求和输入信号、输出信号要求确定 PLC 信号灯控制系统的 I/O 口分配表如表 1 所示。

2.4 控制系统逻辑关系

根据控制要求, 红绿灯的三种信号灯的工作顺序为绿灯、黄灯、红灯, 然后继续循环按序工作。因东

西方向交通繁忙, 设计信号灯控制系统东西方向绿灯时间为 30 秒, 即东西方向车辆通行时间; 继而亮黄灯 3 秒, 然后是红灯状态 18 秒, 以此为一个工作时段。对应的南北方向的信号灯工作情况为: 红灯状态的时间为 33 秒, 绿灯状态时间为 15 秒, 黄灯时间为 3 秒, 正常白天工作状态符合控制要求的东西方向的交通状况比南北方向繁忙一倍。

根据信号灯系统的工作时序图, 东西和南北方向的工作周期为 51 秒, 在每个循环周期内, 每一个信号灯在自己的工作区间内都有自己固定的开始和结束时刻, 因此可以采取可编程控制器内部的定时器来完成信号灯的循环工作控制。

2.5 软件编程: 主要程序展示

前文主要是针对正常情况下即白天模式下信号灯控制系统进行的介绍, 本系统还有夜晚工作模式和紧

表 1 信号灯控制系统 I/O 分配表

I/O	代号	功能	地址
输入部分 (IN)	启动	启动按钮	I0.4
	停止	停止按钮	I0.1
	白天 / 黑夜	白天 / 黑夜按钮	I0.2
	东西紧急	东西紧急按钮	I0.3
	南北紧急	南北紧急按钮	I0.0
输出部分 (OUT)	绿 1	东西方向绿灯	Q0.0
	黄 1	东西方向黄灯	Q0.1
	红 1	东西方向红灯	Q0.2
	绿 2	南北方向绿灯	Q0.3
	黄 2	南北方向黄灯	Q0.4
	红 2	南北方向红灯	Q0.5

急工作模式。夜间模式工作模式下, 交通路口南北方向和东西方向黄灯为闪烁状态, 两个方向的红灯和绿灯均不工作。为了使黄灯闪烁, 可以采用 PLC 内部的时钟存储器, 根据不同的闪烁频率要求选用不同的时钟脉冲, 本系统选用的是 M0.5 的时钟脉冲, 它的周期为 1 秒, 可以控制信号灯以 1Hz 的频率闪烁, 即亮 0.5 秒, 灭 0.5 秒。^[8-10]

紧急模式工作模式下, 按下“东西紧急”按钮, 则东西方向绿灯亮, 南北方向红灯亮, 以便让应急车辆通过; 按下“南北紧急”按钮, 南北方向的绿灯会被点亮, 同时东西方向为红灯状态。

在增加较为复杂的黑夜模式和紧急模式的控制程序时, 如果一开始就想要采用较为简单的逻辑, 分析所有工况下信号灯的控制程序是比较困难的, 本文采用的是先编写“白天模式”下的控制程序, 在比较简单的基础程序下再根据控制要求修改、完善整个系统的控制程序编写, 可以对整个程序进行梳理, 直至满足控制要求。^[11]

3 总结

本文从城市路口交通信号灯的智能控制要求出发, 分别从控制系统的硬件、可编程控制器选型和软件等部分进行设计, 并通过在 PLC 实训中心调试验证, 本控制系统可以满足交通信号灯的控制要求, 并且实验结果满足预期效果。本文所设计的信号灯控制系统不仅可以在白天和黑夜模式下切换, 高效利用交通道路, 而且在有险情的情况下还可以选择紧急工作模式, 提高了道路、桥梁的通行效率, 可以有效减少交通拥堵,

给人们的出行带来便利, 使现代道路交通得到充分的利用。

参考文献:

- [1] 王善刚, 付胡代. PLC 在十字路口交通灯中的应用[J]. 教育教学论坛, 2011(36):164-165.
- [2] 王晓娟. 基于 PLC 的智能交通控制系统设计[J]. 机电一体, 2015(03):68-72.
- [3] 陈芳芳. 基于 S7-1200PLC 的交通灯控制设计方法研究[J]. 电气技术, 2019,20(02):89-91,95.
- [4] 胡海清. PLC 与自动生产线技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2010.
- [5] 赵鹏, 荆红莉. 基于 PLC 的交通灯监控系统设计[J]. 电气自动化, 2016(03):105-107.
- [6] 刘焕成. 现场总线型交通信号灯组的设计与实现[J]. 仪表技术, 2006(03):14-15.
- [7] 田诚鑫, 李锐, 汪航, 等. 基于 PLC 控制的异形电路板自动插件系统的设计与研究[J]. 电子设计工程, 2019,27(04):127-130,135.
- [8] 朱月松, 沙杰, 张坦, 等. 基于 PLC 的米 / 面一体售卖机控制系统设计与实现[J]. 食品工业, 2019,06(03):202-207.
- [9] 王琨琦, 赵倩, 贾冬冬, 等. 基于 PLC 控制的单通道水肥灌溉系统构建与决策方法[J]. 北方园艺, 2019,07(11):158-164.
- [10] 周祥月. PLC 在交通信号灯控制系统中的应用[J]. 智慧工厂, 2018(09):48-50.
- [11] 刘心. 交通信号灯智能控制系统的设计[J]. 智能城市, 2018,04(15):85-86.