

# 一种磁导式 AGV 小车 PLC 控制系统的设计

Design of PLC Control System for Magnetically Conducted AGV

陈浩云 陆 荣 于 多 (无锡职业技术学院,江苏 无锡 214121)

**摘要:**伴随着现代生产的日趋柔性化、自动化和智能化,AGV 小车得到了最普及的应用和发展。为了促进自动化产线物流系统的高效运输,设计了以 AGV 小车的为主体的传输系统,采用 PLC 作为控制器,通过对 AGV 小车的工作原理、寻迹方法和编程思路的分析,选用了磁导航传感器和地标传感器组成循迹传感器,配合地面铺设的磁条,实现了往返于仓库和产线之间的运动,更好地提高了取送货物的工作效率。

**关键词:**AGV 小车,S7-1200,循迹传感器,无刷电机

**Abstract:**In order to promote efficient transportation of automated logistics systems,this paper designs a transmission system based on AGV.Through the analysis of the working principle,tracing method and programming ideas of the AGV,the transmission system uses PLC as the controller,and magnetic navigate sensor and landmark sensor are used to form the tracking sensor,which is matched with the magnetic strip laid on the ground.The movement between the warehouse and the production line is realized,and the work efficiency of taking delivery goods is better improved.

**Keywords:**AGV,S7-1200,the tracking sensor,brushless electric machine

随着 AGV(Automated Guided Vehicle)产品和技术不断发展,可以将生产工序或产线之间通过 AGV 进行高效连接,提高了自动化水平和生产效率,促进了工业柔性生产线、自动化物流系统的实现。本文主要介绍一种磁导式 AGV 小车控制系统,该 AGV 小车为全国职业院校工业机器人技术应用赛项中的一个组成单元,属于磁条导航方式的自动导引车,主要实现机器人沿着地面铺设的磁条行驶,往返于立体仓库与产线之间完成取送货任务。

## 1 控制系统构成

AGV 小车采用磁导式循线方式,通过前后安装的循迹传感器使小车沿着地面铺设好的轨迹驱动电机行走;行走电机采用二台直流无刷电机,实现差速控制,定位精准。AGV 机器人上部为平带输送装置,采用步进电机驱动,实现与产线或立库的对接与运送货物。

小车寻迹 PLC 控制系统主要由以下几部分组成:主控单元采用西门子 S7-1200 PLC;前后各安装有一个磁导航传感器和地标传感器组成循迹传感器;磁导航循迹传感器内部间隔 10mm 平均排布 8 个采样点,能够检测出磁条上方 100 高斯以下的微弱磁场,每一个采样点都有一路信号对应输出。AGV 运行时,磁导航传感器内部垂直于磁条上方的连续 1~4 个采样点会输出信号,依靠输出的这几路信号,可以判断磁条相对于导航传感器的偏离位置,据此 AGV 会自动作出调整,确保沿磁条前行。地标传感器检测地面横向布置的磁条信号,并以此信号完成小车的减速和停车控制。

小车电机采用两台直流无刷电机,通过对应的两台直流无刷电机驱动器进行差速驱动,以保证小车按照铺设好的磁条轨迹前后运行。无刷电机使能(EN)、制动(BK)、方向(FR)控制端连接 PLC 输出端子,电机转速通过 PLC 模拟量通道 0~10V 电压输出进行调节控制。

小车寻迹 PLC 控制系统结构及直流电机驱动电路示意图如图 1 所示。

## 2 设备组态

打开 TIA Portal V13 SP1 编程软件,完成设备组态。CPU

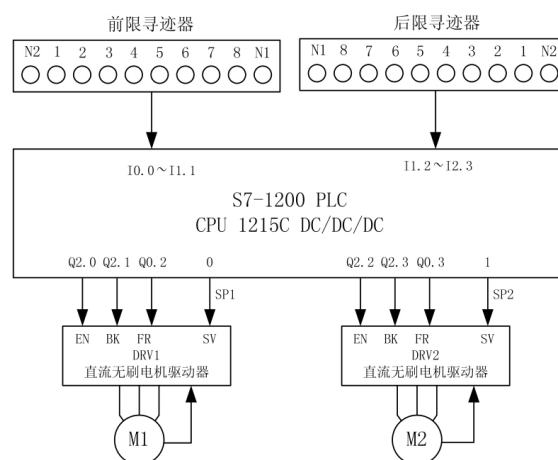


图 1 AGV 小车 PLC 控制系统结构及电机驱动电路示意图  
选择 CPU 1215C DC/DC/DC, 数字量扩展模块选择 DI 16/DQ 16 X24VDC。组态界面如图 2 所示。

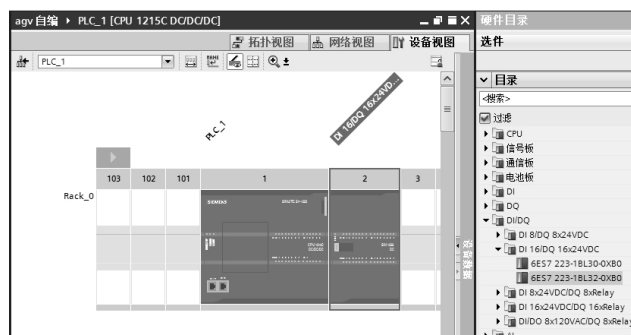


图 2 PLC 设备组态界面

## 3 程序编写

### 3.1 程序结构

程序编写按照模块化编程的思路,将整体功能细分为相应的子任务,即子程序,也称为程序块;然后通过组织块(主程序)进行块与块间的调用来组织程序,模块化的程序结构便于程序

的修改、检查和调试。

按照系统实际功能要求,将系统程序结构设计如图 3 所示。

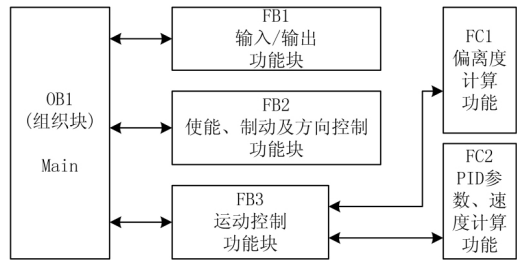


图 3 系统程序结构

整个程序主要由物理输入/输出程序块(FB1)、使能控制、制动控制和方向控制程序块(FB2)和运动控制程序块(FB3)组成。

其中物理输入/输出程序块(FB1)主要将 AGV 机器人的输入单元,即车体上的前后寻迹传感器、主令电器等的输入点转存到 PLC 内部存储器中,这样有利于程序编写和使用;该块主要完成一是检测 AGV 机器人巡线传感器与贴在地上磁线的相对位置,方便及时进行调整;二是判断 AGV 机器人是否运动到前后的限位,作出减速或停止的判断;三是输出相应的状态指示,如指示灯等。

使能控制、制动控制和方向控制程序块(FB2)主要实现根据外部的信号指令,驱动两台直流无刷电机,保证小车按照铺设好的磁条轨迹前后运行。电机的运转状态是通过使能控制、制动控制和方向控制配合实现的;当需要小车前、后运动时,PLC 对两台直流无刷电机驱动器进行控制,接通驱动器使能信号,解除制动控制,然后输入方向控制信号,就可以驱动电机转动,从而实现 AGV 小车运行。

运动控制程序块(FB3)是 AGV 小车控制系统中最重要一个程序块;该块要实现小车行进过程中偏离度的检测与计算、根据偏离度采用 PID 控制方式计算两台电机的转速,通过调节两台电机的转差快速完成纠偏动作,使小车能够始终沿着铺设的磁条轨迹准确运行。下面主要介绍运动控制程序块的编写思路。

3.2 运动控制程序块

3.2.1 偏离度检测与计算

偏离度的检测主要是检测小车与磁条轨迹之间的偏离程度;当 AGV 小车居中运行时,寻迹传感器中间的 3、4、5、6 号灯点亮;当出现偏移时,寻迹传感器状态会相应变化,如当只有 3、4、5 点亮时,说明小车向右侧偏移;同样当只有 4、5、6 点亮时,说明小车向左侧偏移。小车偏移状态示意图如图 4 所示。

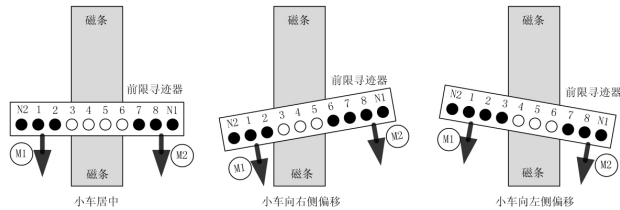


图 4 小车偏移状态示意图

这样我们就可以根据寻迹传感器的显示状态将偏离度分为 8 级;级数越高,说明小车偏离磁条轨迹越远。小车偏离程度状态检测对应表如表 1 所示;仅列出小车前进时右侧偏移对应表,左侧偏移度及后退左右偏移度检测方法与该表一致,不再列写。

当检测到小车偏离度后,我们就可以根据偏离程度进行计算,这时就可以确定出 PID 调节中的 P 参数;当偏离度越高,AGV 左右轮电机差速值应该越大,需要尽快将小车调整回到磁道的中间位置。

表 1 小车偏离度检测

寻迹传感器状态 (0-断开, 1-接通)										N1	偏离度	偏离方向
N2	1	2	3	4	5	6	7	8				
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	居中
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	右偏
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	右偏
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	右偏
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	4	右偏
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5	5	右偏
0/1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	6	右偏
0/1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	右偏
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	右偏

两台电机转差值的调节方式,是首先根据 PID 参数值计算出转差  $\Delta n$ ;然后根据小车偏移方向,去调整两侧电机的转速;如小车右偏,偏移度为 3,我们可以先计算出 PID.P 调节量,即仅按偏移度计算的转差  $\Delta n$ ,然后将右侧电机 M2 转速调整为  $V+\Delta n$ ,将左侧电机 M2 转速调整为  $V-\Delta n$ 。偏移度越大,与基本量相乘后数值越大,转差  $\Delta n$  越大,两台电机差速调节效果越明显。具体计算程序如图 5 所示,其中 PID.P 系数为人为设置的基本调节量。

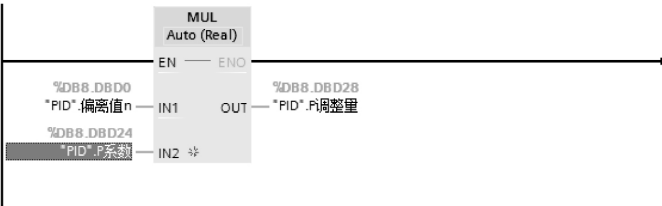


图 5 PID.P 调节量计算程序段

3.2.2 PID 参数计算

如果根据偏移度,仅调节比例 P 系数来调整两台电机的转差,会发现 AGV 很难稳定下来,将会左右摆动,形成振荡。解决这个问题,需要根据实际转差调节效果,增加微分系数,即 PID.D 调节量。

PID.D 调节量主要根据前后两次采集的偏离度来设置;采用最近一次的偏离度减去上一次偏离度的数值,反映调节效果,再用这个值乘以 PID.D 系数(人为设置的基本调节量),得到 PID.D 调节量。具体计算程序如图 6 所示。

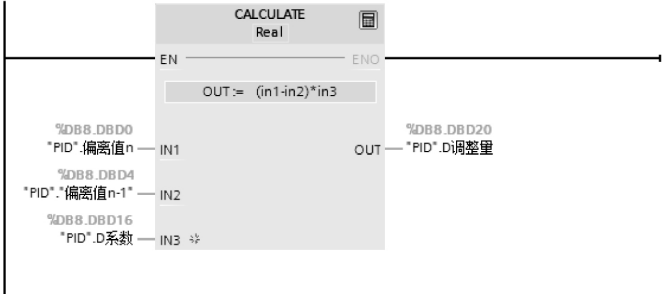


图 6 PID.D 调节量计算程序段

最后,将计算得到的 PID.P 调节量和 PID.D 调节量相加,得到实际调节量,即 PID.PID 调节量。具体计算程序如图 7 所示。

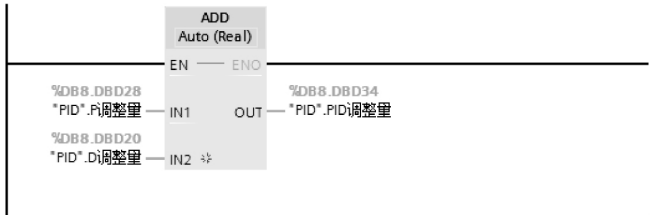


图 7 PID 调节量计算程序段

(下转第 134 页)

可实现双向连接。该传感器价格优惠、响应快,在使用中不需要外围原件,且支持多点组网功能,最多可并联八个实现多点监测,在实验室这种大型区域,可以及时监测温度变化,提高安全保障。

1.4 烟雾传感器的基本原理

使用 RA6-1 烟雾传感器,其输出的信号为数字信号,可自行调节灵敏度,因而信号不必再处理,可以直接送到主控单元。气体检测单元主要可以对甲烷和液化可燃气体进行检测,可以避免实验室火灾和实验人员中毒的情况发生。该检测单元采用 MQ-2 烟雾传感器,对烟雾敏感性高,使用寿命长,工作稳定,响应迅速,可以很好地保证实验室的安全。

2 系统软件

本系统有三种不同的报警方式,分别为红外报警、高温报警和烟雾报警<sup>[4]</sup>。当传感器检测到异常时就会产生报警信号并将信号发送给单片机的检测单元,温度和烟雾也是如此。每个检测单元分别对应不同的传感器,互不影响,检测单元将信号发送给主控单元,主控单元向单片机请求中断,单片机响应中断后,启动报警指令,根据不同的报警类别显示报警原因。

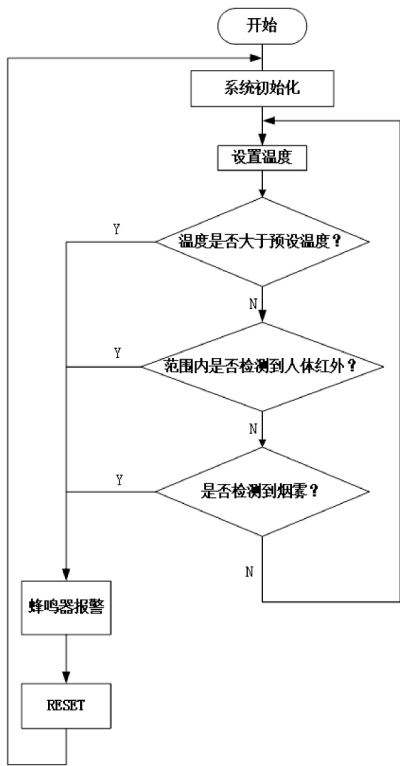


图3 主程序流程图

3 系统测试

测试共进行三次,分别对红外报警、温度报警和烟雾报警功

能进行测试。测试表明报警正常,报警原因显示正常。

如4图进行了对于温度的测试,在产品中加入了温度修改按键,通过两个按键可以对于报警温度进行设定,测试时室内温度为18℃,将温度阈值设定在20℃,此时蜂鸣器未报警。随后将温度设定在17℃,蜂鸣器报警。

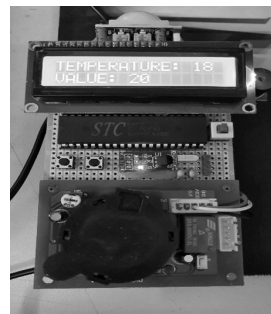


图4 测试图

在第二次实验时进行对红外报警器的测试,将报警器附近放上木板隔离,蜂鸣器未报警。随后将手放置于红外传感器前,蜂鸣器正常报警。

最后进行了对于烟雾传感器的测试,将燃着的木条放置于烟雾传感器前,蜂鸣器报警。

综上,本项目产品三个传感器均正常工作。

4 结束语

本报警系统以 STC89C52 单片机为核心,热释电传感器、温度传感器和烟雾传感器为辅,主要解决了实验室的安全保卫问题,从外物入侵、火灾防范和有毒气体泄露三个方面保障实验室的财产安全和实验人员的人身安全,在学校、研究所等场所有很高的应用价值。

参考文献

- [1]胡汉才.单片机原理及其接口技术[M].3版.北京:清华大学出版社,2010
- [2]宋雪松.手把手教你学51单片机C语言版[M].北京:清华大学出版社,2010
- [3]林景东.基于STC89C52RC渔场红外线报警器的设计[J].科技资讯,2011(24):67-69
- [4]魏伟,邓鹏.基于STC89C52单片机的无线安防报警系统设计[J].武汉:信息通信,2018(10):63-64

[收稿日期:2019.2.21]

(上接第132页)

3.2.3 转速计算

根据以上计算得到的PID.PID调节量,就是电机调节时需要的转差值,即转差 $\Delta n$ ;然后在电机基本速度基础上对两台电机的转速进行或加或减计算,数值通过模拟量输出通道传递给电机驱动器,驱动电机完成转速调节过程,形成AGV的纠偏处

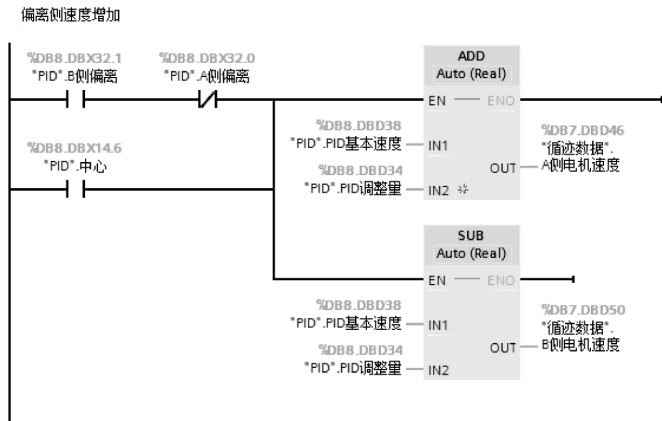


图8 转速计算程序段

理。实际程序如图8所示。

4 结束语

本系统程序中的基本调节量,即PID.P系数和PID.D系数,需要在实际调试过程中进行修改调整,以保证AGV能够可靠、稳定地运行。该磁导式AGV小车在实际运行过程中,运行稳定,纠偏迅速,达到了预期的设计要求。

参考文献

- [1]朱文杰.S7-1200 PLC 编程与应用[M].中国电力出版社,2014:260-290
- [2]姚晓宁.S7-1200 PLC 技术及应用[M].电子工业出版社,2018:162-166
- [3]向晓汉.西门子 S7-1200 PLC 学习手册[M].化学工业出版社,2018:431-446
- [4]廖常初.S7-1200 PLC 编程及应用[M].机械工业出版社,2017:82-87
- [5]黄西利,覃鑫.AGV 小车在车身车间应用[J].装备制造技术,2015:201-203
- [6]金亚萍.自动导引车关键技术现状及发展趋势[J].物流技术与应用,2015:60-63

[收稿日期:2018.12.26]