

基于 PLC 的自动门控制系统设计

孙康岭, 杨兆伟, 张 晔

(泰山职业技术学院 机电工程系, 山东 泰安 271000)

摘要:为增强自动门运行的可靠性,提出了一种以 S7-200 可编程序控制器(PLC)为核心的自动门控制系统。分析了该控制系统的工作原理,描述了系统的硬件组成,介绍了人体感应探测、自动门运行位置检测、门运行障碍检测等控制电路的工作过程,对 PLC 的选型及 I/O 点的确定进行了说明。结合 PLC 的运行特点,对控制系统的工作流程作了合理的优化。在此基础上,采用结构化的编程方法,给出了主程序模块、开门子程序模块、关门子程序模块的程序流程图。系统已通过硬件和软件调试,在实际中获得了应用。应用结果表明,整个系统功能完善,性能可靠。

关键词:可编程控制器;S7-200;自动门;控制系统

中图分类号:TP273

文献标识码:B

文章编号:1001-4551(2010)11-0123-04

Control system design of automatic door based on PLC

SUN Kang-ling, YANG Zhao-wei, ZHANG Ye

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Taishan Polytechnic, Taian 271000, China)

Abstract: Aiming at enhancing the reliability of the automatic door operation, S7-200 programmable logic controller(PLC) was used as the core of the automatic door system. The principle of control system was analyzed with description of the control system hardware. It was introduced that the working process of control circuits about human body detection sensor and automatic door position detection and obstacle detection and so on. it was introduced how to choose a PLC type, to really settle the I/O orders. Combining the operation characteristics of programmable controller, a reasonable optimization was made for the work flow of the system. On this basis, using structured programming method, the program flow charts of main program module and opening door subroutine module and closing door subroutine module were developed. The debugging of the control system was developed and the control system has been adopted. The practical application shows that the control system is good and reliable.

Key words: programmable logic controller(PLC); S7-200; automatic door; control system

0 引 言

可编程控制器(PLC)是专门为工业自动控制而设计的一种控制装置,在工业自动化领域中得到了广泛的运用,其特点是抗干扰能力强、可靠性高、体积小、设计、使用和维护方便等。随着计算机技术、网络技术、通信技术的发展,自动化控制也逐步向智能化、网络化、远程化方向发展^[1-2]。为了适应市场的需要,PLC 厂商都相继推出了具有网络通信能力的 PLC 及其相关产品。

由于用 PLC 控制自动门具有故障频率低、可靠性高、维修方便等优点,而 Siemens S7-200 系列 PLC 性价比高,在各个行业中的运用非常普遍,本研究重点讨论使用 S7-200 系列 PLC 来实现自动门控制系统的设计与应用。

1 工作原理

本系统采用 PLC 作为自动门的主控制器。当感应探测器探测到有人接近时,将脉冲信号传给 PLC, PLC 判断后通知电机运行,同时监控电机转数,以便通

知电机在一定时候加速和进入慢行运行,电机正向运行带动门体开启。门体开启后由 PLC 作出判断,保持打开状态,直到门通道上已无任何人为止。如门通道上已无任何人为,PLC 通知电机作反向运动,在短时间内自动关闭门体。在关门过程中,如果探测到又有人接近时,PLC 自动切换到开门状态。

为安全起见,在关门过程中,当门体运动方向上遇到障碍物或人时,门体会自动向相反方向运动。这是一个非常重要的安全保护功能,在防止碰人或物的同时,保护自动门电机不会因过载而烧坏。

在电机主电路中,加入断路器及热继电器,当发生短路及过载时自动切断电源^[3]。在以 PLC 为主的控制系统中,PLC 接收人体感应探测器信号检测有没有人想进出门,由接收门位置传感器信号及电机转速信号判断门的位置,接收红外线防夹感应器信号判断运动方向是否遇到障碍物。根据收到的信号不同,PLC 通过运行程序产生相应的输出控制门的开关;若发现运行异常,则进入故障处理程序,输出报警信息。

2 硬件组成

2.1 人体感应探测器

人体都有恒定的体温,一般在 37° ,发出波长为 $10\ \mu\text{m}$ 左右的红外线。热释电元件探头是以探测人体辐射为目标的,对波长为 $10\ \mu\text{m}$ 左右的红外辐射非常敏感,在接收到人体红外辐射时就会失去电荷平衡,向外释放电荷,后续电路经检测处理后就能产生信号。被动式红外探头,其传感器包含两个反向相串联的热释电元件,环境背景辐射对两个热释元件几乎具有相同的作用,使其产生热释电效应相互抵消,于是探测器无信号输出。一旦人进入探测区域内,人体红外辐射被热释电元件接收,由于两片热释电元件接收到的热量不同,热释电也不同,不能抵消,因而产生相应的信号^[4-5]。

人体感应探测电路由被动红外探头、放大电路及电子开关电路组成,安装在自动门两侧。当有人靠近自动门时,身体辐射出的红外线被热释电红外传感器接收下来并将其转换成信号,经检测放大电路放大处理后输出给电子开关电路^[6]。电子开关信号输入到 PLC 输入继电器中,PLC 根据收到的信号,驱动步进电机将门打开。

人体感应探测器需要 2 个,分别用来感应门内外的来人情况,占用 PLC 两个输入点。

2.2 自动门运行位置检测

本系统的关键是控制门的运行,为了达到更好的

控制效果,PLC 必须时刻知道门所处的位置从而做出相应的处理,所以在关键的位置上安装位置传感器,并把传感器信号传给 PLC。为此设置了两个行程开关,一个用于检测门完全打开时的位置,叫开门极限开关,一个用于检测门完全关闭时的位置,叫关门极限开关。当门在运行过程中,接近最大位置时,限位开关的信号传给 PLC,电机停止运转。门离限位开关较近时,电机低速运行,通过程序来控制。如何判别门离极限开关的距离呢?用一个霍尔传感器,来检测电机的转速,结合限位信号来判断门的位置。2 个行程开关、1 个霍尔传感器,占用 PLC 3 个输入点。

2.3 步进电机驱动

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(称为“步距角”),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的;同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的。步进电机可以作为一种控制用的特种电机,利用其没有积累误差(精度为 100%)的特点,广泛应用于各种开环控制。

PLC 对电机的控制有两种方式:一种是脉冲+方向控制;一种是正反向脉冲输出。这里采用第 1 种方法。

PLC 的高速脉冲输出(PTO)提供一个指定脉冲数目的方波输出(占空比为 50%)^[7]。在加速和减速时输出脉冲的频率(或周期)线性变化,而在恒定频率段部分保持不变。一旦产生完指定数目的脉冲,PTO 输出变为低电平,直到装载一个新的指定值时才产生脉冲。PTO 输出占用一个 PLC 输出点,用于控制门体的位移和速度,由另一个输出点的信号控制门体运动的方向。这两个信号送给步进电机驱动器去驱动电机,以带动门体完成相应的运动。

2.4 门运行障碍检测、报警

在门运行过程中,有时会遇到障碍物阻止它的运行。这时需要具体分析,如果是在开门过程中出现这种情况,有可能是途中障碍的阻止,或者是开门限位开关坏了,停止运行并报警;如是关门时出现这种情况,有可能挤到人或物了,应向相反方向运行,给出报警信号。

设置一个传感器检测在关门过程中有无人或物体在门的中间。主动式红外线防夹感应器由发射特定频

率的红外线发射器与接收器组成^[8],其红外线频率与自然界及人体的红外线不同。在关门过程中当人或物阻挡时,接收器收不到光信号产生一个负脉冲,该脉冲作为 PLC 的一个中断信号,PLC 控制门体向相反方向运动。这是一个非常重要的保护功能,在防止碰人或物的同时,保护自动门电机不会因过载而烧坏。

2.5 PLC 的主机

在控制电路中,PLC 的输入控制信号共 11 点,包括人体感应探测器信号 2 个、自动门运行位置检测信号 3 个、门运行障碍检测信号 1 个(结合 PLC 特点,上述信号在电路中要转换为开关触点信号),还有手动开门按钮信号、手动关门按钮信号、门启动按钮信号、门停止按钮信号、热继电器辅助常闭触点信号。PLC 输出的控制信号点数为 4 点,包括步进电机控制信号 2 点、门运行障碍报警信号 2 点。

PLC 是控制系统的核心部分,本研究采用 224 型 PLC。该机型在紧凑的外壳内组合了微处理器、集成的电源、输入电路和输出电路,可扩展多种模块,包括 I/O 模块、模拟模块、智能模块等。CPU 224 自带 14 点 I/O 输入和 10 点 I/O 输出^[9],可满足本系统要求。硬件结构框图如图 1 所示。

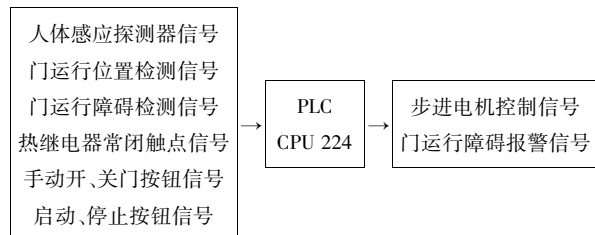


图 1 硬件结构框图

3 软件设计

PLC 采用“顺序扫描,不断循环”的工作方式。一个扫描周期主要分为输入采样、程序(指主程序)执行、输出刷新。由于 PLC 采用这样的工作原理,所以即使是顺序程序也会反复执行,程序中各个部分的执行与否由相应的条件来控制,条件满足则执行,否则不执行。

在本研究中,系统程序采用模块化编程^[10],主要由主程序模块、开门子程序模块、关门子程序模块和故障诊断与报警输出模块等组成。下面就典型模块进行了详细地介绍。

3.1 主程序模块

首先进行系统初始化,包括表示开关门过程各阶段的变量的初始化、中断设置等,然后 PLC 根据输入

信号进行不同的处理。当按下停止按钮,PLC 不响应开关门请求,使电机停止工作,门静止不动。当按下启动按钮,PLC 开始响应开关门请求:若按下手动开门按钮,调用开门子程序;若按下手动关门按钮,调用关门子程序;若收到人体感应信号,先调用开门子程序,在确认没有人的情况下,延时一段时间后,调用关门子程序。由于 PLC 采用扫描的工作方式,程序反复执行。每次执行,都检测上述条件,满足哪一个,转向相应的控制,所以可实现手动与自动控制的实时切换。主程序流程图如图 2 所示。

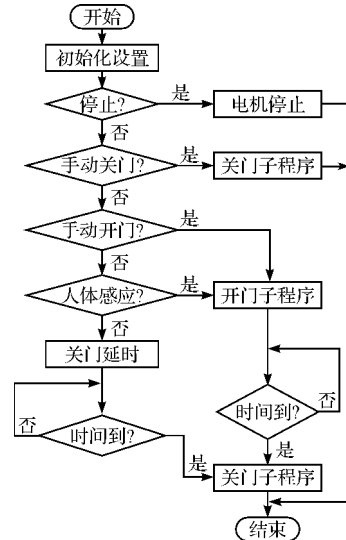


图 2 主程序流程图

3.2 开门子程序及关门子程序模块

由于开门与关门联系密切,所以把两个模块放在一起说明。为了对系统进行保护及精确定位,将开门的行程分为缓慢加速、恒速、减速 3 个阶段,关门的行程也分为缓慢加速、恒速、减速 3 个阶段。开关门的加减速信号由 PLC 根据门的位置通过 PTO 输出功能来提供。

开门子程序流程图如图 3 所示。开门时,首先看一下关门极限信号是否有效,若有效,说明门是完全关闭的,对行程变量清 0。因为 PLC 反复执行程序,所以检测手动开门或人体感应信号在本次有效后是否初次调用开门子程序,若是则设置 PLC 高速脉冲输出参数为驱动电机作准备。然后检测电机的运行,转一圈行程变量加一。最后检测开门极限,关闭电机信号输出,避免当门完全打开时,电机出现异动。

关门子程序流程图如图 4 所示。关门时,首先检测手动关门或人体感应信号在本次有效后是否初次调用关门子程序,若是则设置 PLC 高速脉冲输出参数,输出电机驱动信号,电机反转。然后检测电机的运行,

转一圈行程变量减一。最后检测关门极限是否有效,若有效则门已完全关闭,切断电机信号。

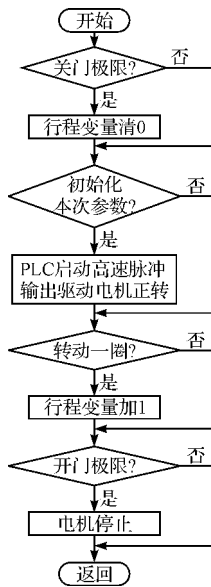


图 3 开门子程序流程图

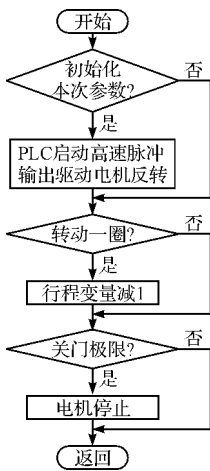


图 4 关门子程序流程图

注意,每次开(关)门的时候,门不一定是完全关闭(打开)的,用行程变量表征电动门所处的位置。高速脉冲输出功能可根据行程变量的大小输出相应的脉冲,使电机按加速、恒速、减速的方式运行。

4 结束语

本研究将 PLC 应用到自动门控制系统中,可以充分发挥 PLC 高可靠性和抗干扰性特点,外部接线简单、灵活,维修方便。采用了双元件型热释电红外传感器检测人体出入情况,同时采用红外线光电感应器防止夹人(或物)的情况出现。传感器灵敏可靠,不受环

境因素的干扰。本系统已通过硬件和软件调试,在实际中获得了应用,具有较高的可靠性、灵活性和经济适用性。

致谢:本论文得到山东省高等学校优秀青年教师国内访问学者项目经费资助。

参考文献 (References) :

[1] 廖常初. S7-200PLC 基础教程[M]. 重庆:重庆大学出版社,2007.

[2] 赵春生. 可编程控制器应用技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

[3] 郭艳萍. 电气控制与 PLC 技术[M]. 北京:北京师范大学出版社,2007.

[4] 赵玉安,姚大鹏. 无线热释电红外传感器[J]. 电子制作, 2005,12(2):15-16.

[5] Murata Corporate. Pyroelectric Infrared Sensors[M]. Murata Corporate,2007.

[6] FANG Jian-shuen, HAO Q, BRADY D J, et al. Real-time human identification using a pyroelectric infrared detector array and hidden Markov models[J]. **Optics Express**,2006, 14(15):6643-6658.

[7] 王智明. PLC 基于开关量实现模拟量输出的方法[J]. 机电工程,2009,26(5):105-107.

[8] 李 慧,李海霞,冯显英. 基于 MCU 和 CPLD 的智能移动机器人控制系统[J]. 机电工程,2009,26(8):100-103.

[9] Siemens. SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual[M]. Siemens,2007.

[10] Siemens. SIMATIC Programming with STEP7 V5.3 Manual [M]. Siemens,2004.

[编辑:柴福莉]

(上接第 74 页)

[4] ITU-T Rec. G.722.1, Low-complexity coding at 24 and 32 Kbit/s for hands-free operation systems with low frame loss [S]. New York: Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc.,2005.

[5] MARTIN R, HEUTE U, ANTWEILER C. Advances in Digital Speech Transmission[M]. Chichester, England: John Wiley,2008.

[6] BESSETTE B. The adaptive multirate wideband speech codec (AMR-WB) [J]. **IEEE Transactions on Speech and Audio Processing**,2002,10(8):620-636.

[7] KIM H K, LEE H S. Interlacing properties of line spectrum

pair frequencies[J]. **IEEE Transactions on Speech and Audio Processing**,1999,7(1):87-90.

[8] 李纯静,沈保锁. ITU-T G.722.1 语音编码算法的分析及优化策略[D]. 天津:天津大学电子信息工程学院,2007.

[9] 杨树堂,周敬利,余胜生. G.722.1 语音编码器算法的聚类优化策略及其应用[J]. 通信学报,2001,10(2):30-32.

[10] 刘丹青,马 琪,李春强. 基于嵌入式 CPU 的 SBC 音频编解码器的实现和优化[J]. 计算机应用与软件,2008, 15(11):40-42.

[编辑:李 辉]