

基于 S7-1200PLC 图书精准输送系统设计与实现

李会新 鲁浩胜 廉志凯

秦皇岛职业技术学院 机电工程系，河北秦皇岛，066100；

摘要：步进电机在自动化控制中得到广泛应用，本文在充分调研的基础上，研发了图书精准输送系统，该系统以 S7-1200 PLC 为控制核心，包括输入模块、图书数据解析与处理模块、精准输送模块。本文主要完成了图书精准输送系统的硬件框图及硬件选型，完成了 PLC 外部接线图设计，对步进电机进行了轴组态和相应 PLC 程序设计。

关键词：步进电机；PLC；输送

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.036

引言

步进电机是一种离散运动的装置，在控制系统中有着广泛的应用，具有控制精度高、响应速度快等显著特征^[1]。步进电机驱动在自动化生产线、工业机器人工作站等行业的应用越来越广泛，其中，又以基于 PLC 控制最常见。在 PLC 技术广泛应用下，步进电机调速电气控制系统发展得异常迅速，其自动化程度以及精确度，让其在国内外格外受到欢迎^[2]。

图书馆还书系统中的图书精准输送以 PLC 为控制核心，步进电机驱动十字滑台定位，步进推杆推动图书，实现自动图书分类、精准定位输送图书入库等功能。本文结合图书馆实际应用，从功能设计、硬件设计、系统 I/O 分配、外部接线图设计等方面进行研究，该系统易于实现升级迭代，同时可应用在物流输送、医药自动传输等控制系统中，具有一定的实用价值。

1 图书精准输送功能与设计思路

1.1 系统功能设计

- (1) 系统可以实现自动和手动启停功能；
- (2) 系统能够在图书数据解析与处理结束后，自动起动运行；
- (3) 系统能够根据图书分类，精准定位；
- (4) 停层后自动推送图书入库；
- (5) 系统具有上、下、左右极限保护功能

1.2 系统设计思路

该系统以西门子 S7-1200PLC 为控制核心，其 CPU 型号为 1217C DC/DC/DC，PLC 主要实现系统启停、图书数据解析与处理、步进电机脉冲、方向以及位置检测等控制；系统选用 CM1241 通信模块与 RFID 读写器相连接实现图书数据解析与处理；选用 DM542 作为步进电机驱动器；采用两台 57 系列 4 线两相步进电机驱动两轴十字丝杠滑台实现上下、左右移动；一台 39 系列步进电机推杆实现图书入库。系统硬件框图设计如图 1 所示。

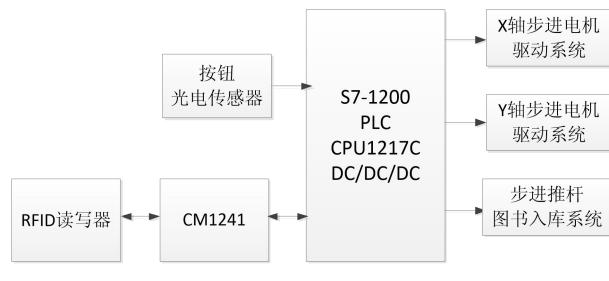


图 1 系统硬件框图

2 系统组成与控制系统 I/O 分配

2.1 控制系统硬件设计

系统硬件采用模块化设计，包括控制模块、输入模块、图书数据解析与处理模块、精准输送模块（X 轴驱动系统、Y 轴驱动系统、步进推杆驱动系统）。

(1) 控制模块

系统的控制核心选用西门子 PLC S7-1200，CPU1217C 型号为 DC/DC/DC，型号中第一个 DC 表示 PLC 供电电源为 24VDC，第二个 DC 表示输入端的电源为 24VDC，第三个 DC 表示输出为 24VDC^[3]，晶体管输出形式，可驱动的负载电源只能是直流电源，但是其输出频率响应较快，适用于本项目驱动步进电动机运行控制。

输入点数：14 点，额定电压（额定值）4 mA 时 24 V DC；输出点数：10 点，电压范围：20.4 到 28.8 V DC 电流（最大）0.5 A。

(2) 输入模块

系统的输入模块主要包括按钮和光电传感器等部分组成，按钮有起动和停止按钮负责整个系统的起停控制，选用 LA38 系列绿色和红色按钮各一个。光电传感器用于检测图书的到位信号，实现自动起动系统，本系统选用 E3Z-D81 (PNP 漫反射型) 3-20CM 可调。

(3) 图书数据解析与处理模块

该模块由 RFID 读写器与 CM1241 组成。读写器选用英频杰 R2000 UHF 超高频 RFID 读写器一体机，该产品采用一体化结构，自带读写模块与天线，可实现标签群

读、远距离读写、支持多种输出接口；CM1241通信模块带有RS422/RS485接口的通信模块，9针插座，主要作用是实现RFID读写器与西门子PLC的串行通信^[4]，该模块采样所还书籍的数据，存储到数据块中，并进行数据的比较。

(4) 精准输送模块

精准输送模块主要包括X轴驱动模块、Y轴驱动模块、步进推杆模块。主要工作原理是PLC根据图书解析处理后的数据，执行相应的命令，输出相应的脉冲与方向信号控制步进驱动器，步进电机驱动器能够精确控制步进电机的转动角度、速度和方向，通过调整脉冲信号的参数，可以实现电机转子的精确转动。

精准输送模块主要有步进电机驱动器和步进电机组成，选用DM542作为步进电机驱动器，该驱动器电压输入范围：20~50VDC；电流输出可选：1.00~4.20A；信号输入：单端、脉冲/方向，5~24VDC电平兼容；脉冲响应频率：最高可达200KHZ，DM542是一款专业的两相混合式步进电机驱动器，适配国内外各种品牌，相电流在4.2A以下，外径57~86mm的四线、六线、八线两相混合式步进电动机；系统采用57系列4线两相步进电机，电机型号为57BYGH7，步进电动机驱动两轴十字丝杠滑台运行。

2.2 系统I/O分配

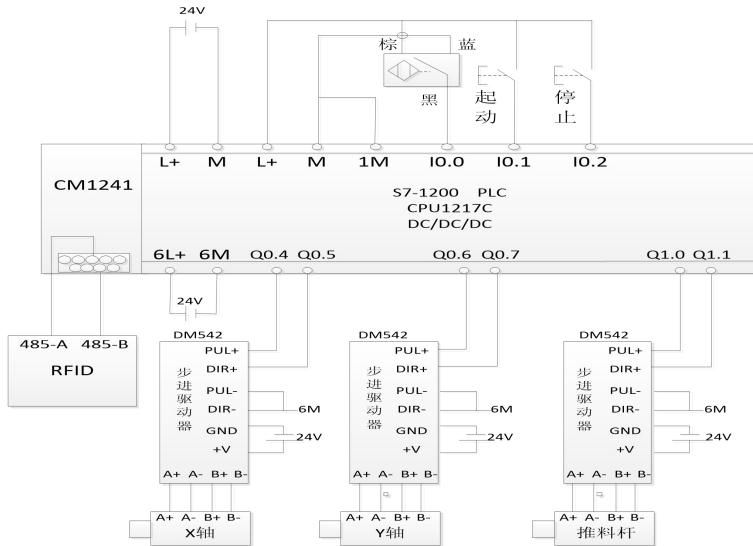


图2 精准输送系统外部接线图

3 软件设计

3.1 对步进电机进行添加轴和轴组态

在CPU中找到脉冲发生器，将PTO1、PTO2、PTO3启用，在工艺对象中新增3个轴并命名（左右轴即X轴，上下轴即Y轴）。

在常规中将轴的名称修改，测量单位选择脉冲，在驱动器设置中，将上下轴选择脉冲发生器1，信号类型

西门子PLC S7-1200，CPU1217C DC/DC/DC输出触点中的Q0.0~Q0.3为RS422/RS485差分输出，因此系统从Q0.4开始使用，Q0.4和Q0.5作为X轴的脉冲和方向，Q0.6和Q0.7作为Y轴的脉冲和方向，Q1.0和Q1.1作为Y轴的脉冲和方向，图书数据解析与处理模块的RFID是通过CM1241通信模块连接到PLC，CM1241是直接插接在PLC左侧的接口上。

2.3 精准输送系统外部接线图设计

还书系统精准输送系统输入模块与输出模块如图2所示，步进电动机由DM542（步进电机驱动器控制）。根据DM542驱动器的接线方法驱动器上标识为“+V”（或类似标识）电压范围应在+20V至+50V之间，连接电源正极，GND连接电源的负极，脉冲输入信号（PUL+/PUL-）：PUL+接收脉冲信号的正端，PUL-接收脉冲信号的负端。脉冲信号的有效沿可调，默认脉冲上升沿有效。脉冲宽度应大于1.2us，电平兼容5~24VDC。方向输入信号（DIR+/DIR-）：DIR+接收方向信号的正端，DIR-接收方向信号的负端。方向信号为高/低电平信号，为保证电机可靠换向。电机A相绕组（A+/A-）：A+接电机A相的正极，A-接电机A相的负极，电机B相绕组（B+/B-）：B+接电机B相的正极，B-接电机B相的负极。详见下图2所示。

选择PTO（脉冲A和方向B），脉冲输出选择Q0.4，方向输出选择Q0.5左右轴选择脉冲发生器2，信号类型选择PTO（脉冲A和方向B），脉冲输出选择Q0.6，方向输出选择Q0.7，推杆轴选择脉冲发生器3，信号类型选择PTO（脉冲A和方向B），脉冲输出选择Q1.0，方向输出选择Q1.1。

在扩展参数机械中，将电机每转的脉冲数设定为800；所允许的旋转方向选择双向；（三个轴都进行此

设置），在动态常规中，将加速时间和减速时间均设置为0.5S，此设置是为了让步进电机以比较快的速度达到最大转速。

3.2 精准输送程序的设计



图3 启用轴程序

3.2.2 图书数据解析与精准定位程序

程序段3：系统将图书分为五大类，通过图书数据解析与处理模块已经将图书的信息采样到PLC数据库中，通过比较指令判断图书的分类，五大类图书对应的数据分别为16#31、16#32、16#33、16#34、16#35，运用比较指令将RCV_Buffer数据块（RFID采样数据块）的第31位16进制的数据与比较指令的16#31进行比较，若相等则导通，当启动开关I0.1闭合时，M10.0置位输出，为启动轴做准备。

程序段4：M10.0得电闭合，当光电传感器I0.0检测到有书后闭合，M10.1置位输出，上下轴和左右轴Execute引脚（Execute引脚的作用是上升沿时启动命令）启动，上下轴与左右轴启动，上下轴以Velocity引脚定义的速度20000脉冲数运行至指定位置-255285，运行到位后上下轴对应的M10.2；左右轴以同样的速度运行到-170207，运行到位后M10.3得电输出，-255285和-170207时步进电机定位操作的移动距离。

3.2.3 图书入库及推杆缩回程序

程序段5：运行到指定位置，M10.2和M10.3常开触点闭合，延时1s后M10.4线圈得电，启动推杆轴Execute引脚得电，推杆轴以20000脉冲数运行至指定位置141798，到位后M10.5得电。

程序段6：推杆轴运动到位后M10.5得电，M10.5

3.2.1 启用轴程序

程序段1和程序段2：启用系统时钟后M1.2为Always TRUE，一直开启，添加常开触点选择M1.2使MC_Power指令一直运行（启用三个轴），图3所示。

常开触点闭合，延时1s后M10.6得电，推杆轴Execute引脚得电，推杆轴缩回，缩回到位后M10.7得电。

4 结束语

本系统主要进行了硬件设计、外部接线图设计、安装与调试，PLC程序设计与现场调试，经多次实验获得了五大类对应的书库准确脉冲值，实现了图书数据解析与处理、图书精准分层，自动推送图书入库等功能，该方案还可以应用于物流、医药等两轴输送控制具有一定实用价值。

参考文献

- [1] 何玉辉,文恒.基于S7-1200 PLC步进电机驱动控制系统设计[J].自动化技术与应用,2023,42(12):46-49
- [2] 吴子鸣,赵微雪.步进电机的PLC控制系统设计[J].智能制造技术.2024,4:189-191
- [3] 向晓汉.西门子S7-1200 PLC学习手册-基于LAD和SCL编程[M].北京:化学工业出版社,2018:20
- [4] 李会新,张俊杰.基于PLC和RFID无接触分拣消毒还书系统设计[J].信息与电脑.,2021,33(15):82-85

作者简介：李会新（1978-），女，汉族，河北秦皇岛人，本科，秦皇岛职业技术学院，研究方向：自动化。课题项目：秦皇岛市科学技术研究与发展计划项目（202401A010）。