

基于Factory IO的PLC实践教学研究

尤向阳

(三门峡职业技术学院,河南三门峡 472000)

【摘要】针对当前PLC实践教学中实训设备不足、种类受限、价格较贵、调试出错易引起机械故障等问题,基于Factory IO搭建了智能仓库模拟场景,设计了智能仓库码垛控制系统。该系统通过TIA Portal编写控制程序,并通过PLCSIM控制Factory IO中各种虚拟元器件,实现各种复杂PLC控制系统的综合训练。教学应用结果表明,该方法增强了PLC实训教学的直观性,激发了学生学习兴趣,提高了实践教学效率,能够全面锻炼学生对PLC的综合应用能力,具有良好的教学效果。

【关键词】TIA Portal; Factory IO; 联合仿真; PLC实训

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.03.014】

【中图分类号】TP273

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2022)03-0055-04

Research on PLC Practical Teaching Based on Factory IO

YOU Xiang-yang

(Sanmenxia Polytechnic, Sanmenxia, Henan, China 472000)

Abstract: In order to solve the problems of insufficient training equipment, limited variety, expensive price, and easy to cause mechanical failure in the current PLC practice teaching, an intelligent warehouse simulation scenario is built based on factory IO, and an intelligent warehouse stacking control system is designed. The system compiles control programs through TIA portal, and controls various virtual components in factory IO through PLCSIM to realize comprehensive training of various complex PLC control systems. The teaching application results show that this method enhances the intuition of PLC practical teaching, stimulates students' interest in learning, improves the efficiency of practical teaching, and can comprehensively train students' comprehensive application ability of PLC. It has good teaching effect.

Keywords: TIA Portal; Factory IO; joint simulation; PLC training

职业教育中实践操作是非常重要的教学环节,但当前PLC实践教学过程中,缺乏实际的工业控制对象和控制场景,用于教学的仪器设备存在数量不足、种类受限、价格较贵、调试出错易引起机械故障等问题^[1-2]。借用数字孪生思想,开发仿真实训项目,可以解决大型设备建设成本高、维护困难、实训安全不易保障等问题^[3-4],通过一台电脑即可进行系统搭建、程序设计和可视化调试^[4]。

1 基于Factory IO的智能仓库场景

Factory IO作为一款虚拟仿真软件,可以自由使用其自带的各种元器件、传感器、驱动器等,搭

建所需的工业现场,并且联合PLC进行仿真^[5-6]。

1.1 智能仓库模拟场景搭建

在Factory IO中搭建模拟场景,如图1所示。在此场景中,包含了以下元器件和设施:

- 1) 控制柜。控制柜上有启动按钮、启动指示灯、停止按钮、停止指示灯。
- 2) 发料和收料装置。发收料时间间隔通常根据传送带速度设置为5~10 s。
- 3) 滚轴式运输机4条。包括上料运输机2条,出料运输机2条。
- 4) 高度感应器。高度传感器通过1~8号列阵传

【收稿日期】2022-06-22

【作者简介】尤向阳(1980—),男,河南洛阳人,三门峡职业技术学院教授,硕士,研究方向:自动化技术。

【基金项目】2020年河南省高等职业学校青年骨干教师培养计划“基于PLC的实验实训网络平台研究与设计”(项目编号:2020GZGG076); 2022年三门峡职业技术学院教改项目“新工科视角下《自动控制系统》融入思政元素的设计路径研究与实践”(项目编号:SJG-2022-63)。

传感器判别货物高低,区分货物大小。当货物经过时,最先探测到的是货物底盘,此时列阵传感1一直输出信号1,当货物通过时,根据触发不同列阵传感器,判断货物大小,当货物完全通过时,列阵传感1输出信号由1变成了0,此处产生一个下降沿,表示货物完全通过。

5)仓库。仓库共6层,每层9个仓位。仓库包含位置存储器,其目的是标记仓库位置。

6)堆垛机。堆垛机可沿着X轴轨道和Z轴轨道两个自由度运行,到达仓库平面任意位置。堆垛机的托盘可沿Y轴正向或者负向伸出,分别完成取料和放料动作。

7)传感器。在四条运输机上各设置1个常闭对射传感器,检测货物位置;在堆垛机托盘伸出方向上分别设置取料伸出到位、托盘返回原点、放料伸出到位3个常闭对射传感器,检测托盘位置。



图1 模拟场景图

1.2 智能仓库码垛工作过程

1)按下启动按钮,开始出现不同类型货物。
2)上料运输机启动,传动带传送货物的同时,高度传感器测量货物高度,进行货物分类。
3)货物到达指定位置,上料运输机停止。
4)堆垛机在原点位置,取料托盘伸出,取料伸出到位,托盘执行“抬起”动作,托盘返回原点,取货完成。

5)堆垛机移动到指定仓库位置。

6)移动到位后,放料托盘伸出,放料伸出到位,“抬起”动作复位,托盘返回原点,存货完成。堆垛机返回原点。

7)如果仓库位置已满,堆垛机取货完成后,直接放货到出料运输机上,出料运输机启动,货物到达指定位置,进入收料装置。

2 控制系统的组成与设计

2.1 控制系统的组成

智能仓库码垛控制系统主要由 Siemens S7-

1200PLC、HMI 和 Factory IO 的各种执行元件组成。S7-1200PLC 为系统控制器,HMI 是作为人机交互界面,控制对象为 Factory IO 的多个执行元件,如图2所示。

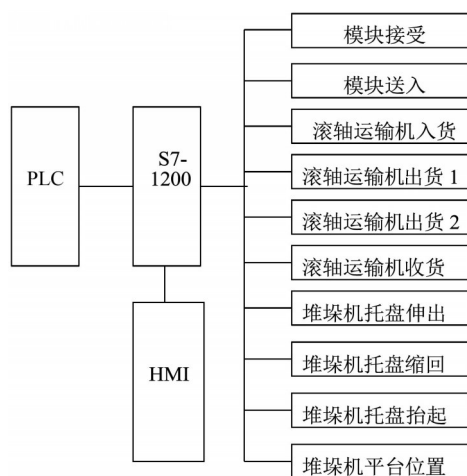


图2 控制系统组成图

2.2 控制系统I/O分配表

I/O 分配表如表1所示。

表1 I/O分配表

I	PLC 变量	Q	PLC 变量
I0.0	按钮停止	Q0.0	信号灯运行
I0.1	按钮启动	Q0.1	指示灯启动
I0.2	漫反传感出货位置	Q0.3	模块接受
I0.3	漫反传感收货位置	Q0.4	模块送入
I0.4—I0.7	列阵传感1~4	Q0.5	滚轴运输机入货
I1.0—I1.3	列阵传感5~8	Q0.6	滚轴运输机出货1
I1.4	堆垛机托盘取料到位	Q0.7	滚轴运输机出货2
I1.5	堆垛机托盘放料到位	Q1.0	滚轴运输机收货
I1.6	堆垛机托盘原点位置	Q1.1	堆垛机托盘取料伸出
I1.7	堆垛机Z轴移动信号	Q1.2	堆垛机托盘放料伸出
I2.0	堆垛机X轴移动信号	Q1.3	堆垛机托盘抬起
I2.1	Factory IO(Running)	Q1.4	指示灯暂停
I2.2	按钮暂停	QD3	堆垛机X轴Z轴坐标

2.3 基于TIA Portal的程序设计

TIA Portal 是一款全集成自动化编程软件^[6]。该软件作为行业内部首个采用统一的工程组态和软件项目环境的自动化编程软件,可以适用于大部分自动化任务。此外,S7-PLCSIM、Wincc 等软件包在此平台上的运行可以使使用者方便、快捷、直观地开发和调试控制系统。

本系统控制任务复杂,采用多模块的编程方式,方便程序的编程与调试。程序结构如图3所示,主程序 Main[OB]调用其他程序块完成整个控制任务;MHJ-PLC-Lab-Function-S71200[FC]是连接

Factory IO 的工程模块, Factory IO 与 TIA Portal 通过该程序块进行通信, 实现联合仿真; 获取位置 [FB] 模块是通过高度传感器中的列阵传感器判断货物类别, 给出货物指定位置; 出库 [FB] 模块是当需要手动指定出库时, 通过 HMI 指定货物出库;

[Glo]Neg[DB] 模块定义了设施出现的下降沿, 保证了设施只需要完成一次, 减少了程序持续锁死的现象; [Glo]Peg[DB] 模块定义了设施出现的上升沿; [Glo]Variable[DB] 模块定义了数据类型和本程序需要的数据位。

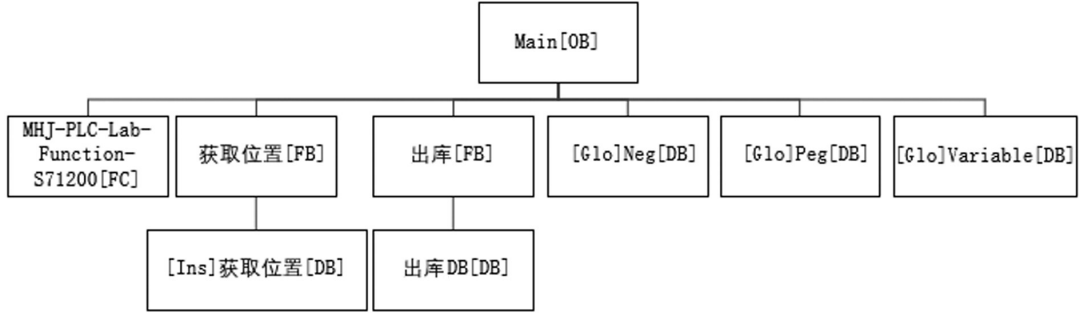


图3 程序结构图

1) 主程序 Main 的控制 OB 模块。主程序 Main 模块是整个控制程序思路的体现, 项目采用数据指针的方式来控制整个程序有序工作。工作流程如图 4 所示。

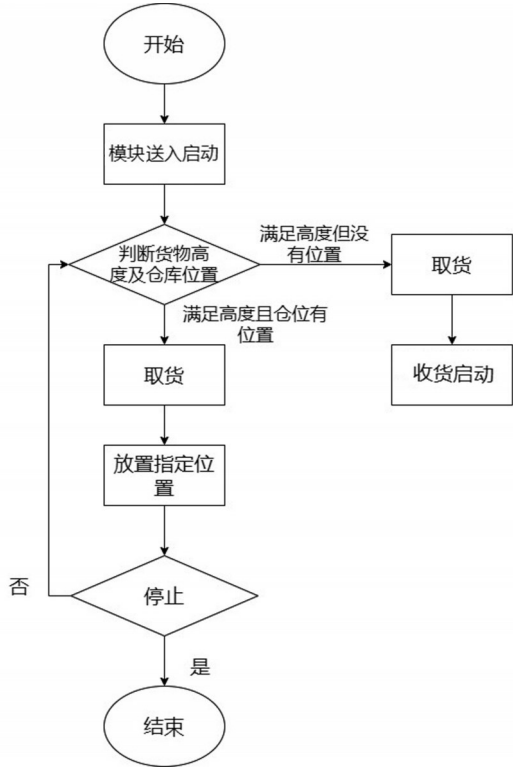


图4 工作流程图

2) 上升沿或下降沿 FC 模块。[Glo]Peg[DB] 上升沿模块和 [Glo]Neg[DB] 下降沿模块的意义在于标记机械设施操作信号的改变, 方便判断是否满足, 并且执行下一步。

3) 数据变量 (Variable) DB 模块。在数据变量 DB 模块中, 包含了项目所需要的标志位、数据指针、数组、变量转换, 具体如表 2 所示。

表2 数据变量表

数据名称	数据类型	作用
台移结束	Bool	把“堆垛机沿 X 轴移动信号”和“堆垛机沿 Z 轴移动信号”的结束作为一个下降沿, 并定义一个变量作为台移结束
出库指针	Sint	作为出库时的步骤指引, 只有该变量等于指定的数值后, 才能接通, 并执行下一步骤
出库指针 1	Sint	与出库指针相同, 都作为出库时的步骤指引
外环节	Sint	作为顺控指针, 入货时, 货物到达指定位置后, 该指针开始执行
内环节	Sint	作为顺控指针, 当货物到达指定仓库位置后, 该指针开始执行
感应锁定	Bool	作为货物底盘触发高度传感 1 的标志位
仓库	array	作为数组 (array) 类型, 把货架的 1~54 的仓位都定义初始位 0

4) 获取位置 FB 模块。项目实现了智能分类和堆垛。在获取位置 FB 模块中, 把货物分成了 3 类, 通过高度传感器中的列阵传感来判定货物类别。当货物满足 1 类货物时, 把货物放置在货架的 1~2 层。1~2 层有 18 个位置, 初始会把货物放置该类别的第一个仓库位置, 后面依次累加。当货物满足 2 类货物时, 把货物放置在货架的 2~4 层。当货物满足 3 类货物时, 把货物放置货架的 5~6 层。当主程序 Main 调用该程序块时, 生成了该模块专用的数据模块: [Ins]获取位置[DB]。

5) 出库 FB 模块。该模块主要与 TIA Portal 的 HMI 实现人机交互出库。当需要出库指定货物时, HMI 界面进入出库界面后, 点击需要出库的仓库位

置编号,该模块就会把仓库位置编号以堆垛机X轴和Z轴坐标的形式赋值给QD3。

3 触摸屏组态

利用TIA Portal对控制系统进行HMI组态时,选择SIMATIC精简系列面板中的“7”显示屏。在主界面设计了出库按钮,点击出库按钮后,触发弹出画面,如图5所示。在仓库货位编号的事件中,用到了数据变量DB模块中的仓库数组变量,精准标记仓库货位。在弹出页面指定出库的仓库货位编号,按下出库按钮,托架开始运作,实现一键出库。

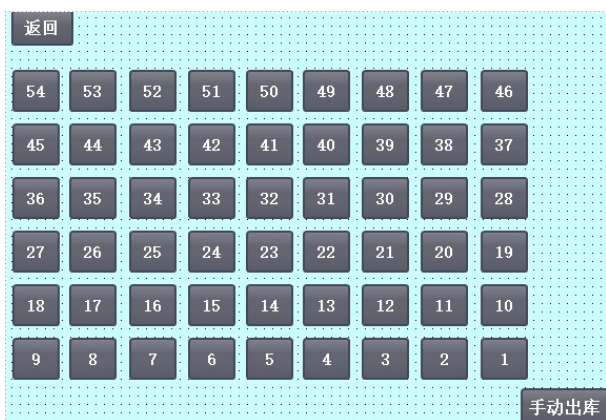


图5 HMI组态画面

4 TIA Portal与Factory IO联合仿真

在TIA Portal与Factory IO连接时,需要提前下载Factory IO官方发布连接TIA Portal的功能模块。该模块包含了TIA Portal与Factory IO通信的串口,提供了两者连接的桥梁。在Factory IO中将程序设计用到的IO变量与PLC的输入输出地址进行连接配置。选择文件“驱动”,在页面上方选择Siemens S7-PLCSIM,在Factory IO文件“驱动”页面右上角选择配置,在配置里把自动连接打上对勾,类别选择为1200PLC。连接成功时,Factory IO场景页面右下角的Siemens S7-PLCSIM前的红色感叹号会变成绿色,该状态下才可以进行仿真测试。

5 教学应用

基于Factory IO和TIA Portal联合仿真的智能仓库码垛控制系统可作为PLC应用技术课程的一

个综合实训项目,也可作为PLC应用技术的课程设计供学生进行练习。学生们可按照本设计提供的思路和方法,通过软件中提供的不同模块、不同场景,在虚拟数字化工厂里组建其他工作场景,通过TIA Portal编写控制程序,通过PLCSIM控制Factory IO中各种虚拟元器件,实现各种复杂PLC控制系统的综合训练。学有余力的同学也可以利用WinCC flexible组态触摸屏配合现场控制。师生只要有足够的想象力与创造力,即使没有PLC、没有控制对象,也能设计出各种各样复杂的控制系统。教师采用此方法可丰富教学形式,活跃教学气氛,拓宽教学内容。学生采用此方法可随时随地进行学习、训练、设计与研究,极大拓展了实践教学的时间和空间。

6 结语

基于Factory IO和TIA Portal联合仿真的方法不仅能再现逼真的工业场景,而且能对控制程序进行调试,同时实现对虚拟对象的仿真控制。这种虚拟仿真的实践教学方法增强了PLC教学的直观性,激发了学生的学习兴趣,提高了实践教学的效率,能够全面锻炼学生对PLC的综合应用能力,具有良好的教学效果。

【参考文献】

- [1]王祥傲,汪先兵,杨婷婷.基于仿真技术的电气控制技术及PLC课程教学改革[J].集宁师范学院学报,2021(2):39-42.
- [2]张珠玲,梁亮,王丽华,雷治林,尹程秋.基于Factory IO的物料分拣和组装虚拟仿真实验设计[J].实验科学与技术,2021(3):122-126.
- [3]吴金栋,任光辉,黄东键,刘剑文.基于虚拟仿真技术开展实践教学改革的研究与实践[J].实验室研究与探索,2018(5):240-244.
- [4]朱红娟.基于Factory IO的PLC虚拟仿真控制系统研究[J].信息与电脑(理论版),2020(14):224-226.
- [5]刘振昌.基于虚拟仿真工厂(Factory IO)的工程实践研究[J].天津科技,2022(4):43-47.
- [6]蒋超.自动化生产线智能分拣系统设计[J].湖南邮电职业技术学院学报,2021(1):16-18.