

基于PLC的多品种多工位码垛系统设计与实现

李强,曹现仁,于建国,关锋,侯春亮

(青岛宝佳自动化设备有限公司 技术部,山东 青岛 266001)

摘要: 为在有限的空间中充分利用工业机器人的有效行程,实现多品种多工位码垛,采用三菱Q系列PLC与CC-Link总线,设计并实现1台码垛机器人6个码垛工位的全自动码垛搬运包装系统,通过三菱触摸屏实时监控系统的运行状态及产能。生产实践表明,该系统具有安全稳定、生产效率高、性价比高等优势,能满足日本客户6个品种同时高速生产的需求,具有较高的推广应用价值。

关键词: 多品种多工位码垛;三菱Q系列PLC;CC-Link总线;码垛机器人

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **DOI:** 10.19457/j.1001-2095.dqed19957

Design and Implementation of Multi-species and Multi-station Palletizing System Based on PLC

LI Qiang, CAO Xianren, YU Jianguo, GUAN Feng, HOU Chunliang

(Department of Technology, Qingdao Baojia Automation Equipment Co., Ltd.

Qingdao 266001, Shandong, China)

Abstract: Aiming at making full use of the effective working scope of industrial robots in limited space to realize multi-species and multi-station stacking, mitsubishi Q series PLC and CC-Link fieldbus were used, an automatic palletizing, handling and packaging system for 6 palletizing stations of a palletizing robot was designed and implemented. Operation status and productivity of system could be real-time monitored based on mitsubishi touch screen. The production practice shows that the system has the advantages of safety and stability, high production efficiency and high cost performance. It can meet the needs of Japan customers with six species of high-speed production at the same time and has high application and popularization value.

Key words: multi-species and multi-station stacking; mitsubishi Q series PLC; CC-Link bus network; palletizing robot

工业机器人已广泛应用于码垛、搬运等重复繁重的工作中^[1]。目前,多数码垛机器人应用于2个或3个码垛工位中,机器人的有效工作范围得不到充分利用,针对多品种同时生产且场地有限的情况,通过增加码垛工位来提高码垛机器人的码垛效率,为日本客户设计并实现了1台码垛机器人6个码垛工位的全自动码垛搬运包装系统,每个码垛工位对应154种物料,6种码垛花型,能够满足客户6种物料同时码垛搬运的需求。

由于系统信号较多,为了减少复杂的配线过程,方便后期维护,使用分布式I/O模块,将现场信号连接到就近的分布式I/O模块上。

通过性能卓越、传输高效稳定的CC-Link现场总线^[2],实现三菱Q系列PLC^[3]、缠膜机、机器人

和分布式I/O模块的信号交互,极大地提高了生产效率。

1 系统组成及工作流程

系统设备布置图如图1所示。

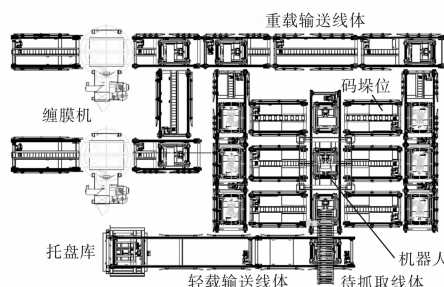


图1 设备布置图

Fig.1 Equipment layout

系统设备主要由托盘库系统、轻载输送线系统、待抓取输送线系统、机器人、重载输送线系统及缠膜机组成。

1) 托盘库系统: 自动将托盘逐一分配到轻载输送线系统;

2) 轻载输送线系统: 将托盘库系统分配的空托盘自动输送到有需求的码垛工位及缓存位;

3) 物料输送线系统: 将物料集中到一条输送线上, 通过扫码装置对每个物料进行扫码并将扫码结果通过以太网传送给PLC;

4) 机器人: 通过CC-Link总线接收PLC的物料信息, 进行相应的码垛操作;

5) 重载输送线系统: 将码垛完成的托盘输送到缠膜机系统。

整个系统的工作流程如图2所示。

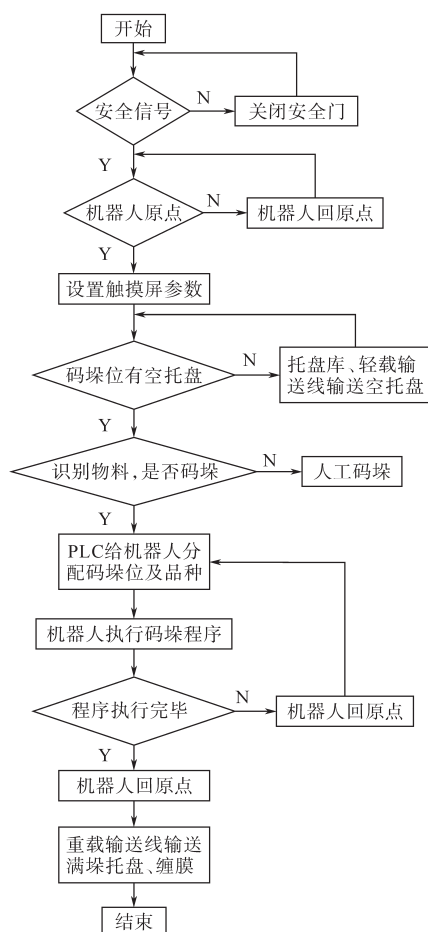


图2 系统工作流程

Fig.2 Flow chart of the system work

使用顶升平移机构, 实现托盘的90°输送。期间, 安全系统被触发时, 系统会自动停止。

托盘输送的工作流程如图3所示。

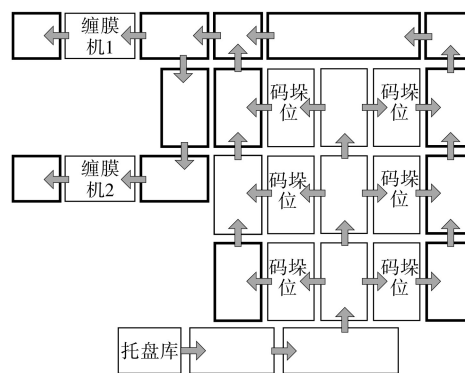


图3 托盘输送工作流程

Fig.3 Flow chart of the pallet transport work

2 电气控制系统设计

电气控制系统主要由PLC、触摸屏、码垛机器人、光电等传感器、电磁阀、扫码装置等组成, 电气控制系统结构^[4]如图4所示。

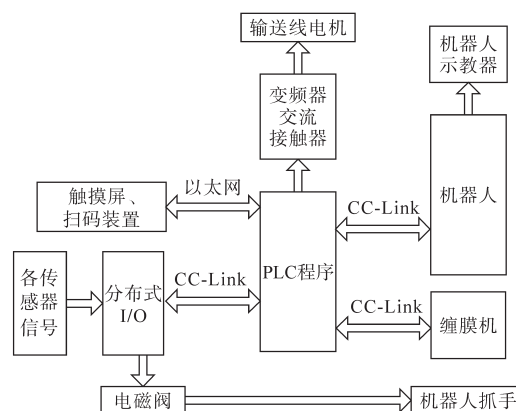


图4 电气控制系统结构

Fig.4 The structure of the electrical control system

PLC主导整个系统的控制, 通过以太网实现与触摸屏和扫码装置的信号交互; 通过CC-Link总线, 实现与各远程I/O站、机器人和缠膜机的信号交互以及控制。

机器人通过CC-Link总线, 从PLC接收物料信息, 依据物料信息, 自动完成物料的码垛任务, 并实时将码垛相关信息反馈给PLC。

触摸屏用来实时监控系统的运行情况及设定各码垛工位的相关参数。

远程I/O站通过CC-Link总线实现PLC与外部设备的信号交互, 如按钮开关、光电传感器等。

2.1 电气控制系统硬件组成

电气控制系统主要包括基板、CPU模块、CC-Link主站通讯模块、触摸屏、远程I/O模块、

输入模块、输出模块和EtherNet模块等。

2.2 电气控制系统硬件设置

使用CC-Link专用电缆将PLC主站、远程I/O站和机器人连接组成网络。在CC-Link系统两端的模块上连接终端电阻。硬件设置主要包括^[5]:1)站的类型:包括主站、远程I/O站、远程设备站。2)站号设定:主站为0号站,从站为1~64号站。机器人CC-Link板设置占有4个站号。3)波特率的设定。系统中的所有站要设置成一样的通信波特率。

2.3 电气控制系统软件设置

在CC-Link网络连接及配置完成后,需要对CC-Link网络进行软件的设置。

2.3.1 站信息设置

每个远程I/O站占用1个站,智能设备站占用4个站,站信息设置如图5所示。

台数/站号	站类型	扩展循环设置	占用站数	远程站点数
1/1	智能设备站	1倍设备	占用4站	128点
2/5	远程I/O站	1倍设备	占用4站	32点
3/6	远程I/O站	1倍设备	占用4站	32点
4/7	远程I/O站	1倍设备	占用4站	32点
5/8	远程I/O站	1倍设备	占用4站	32点

图5 站信息设置

Fig.5 Station information setting

2.3.2 站信息分配及信号定义

1)PLC分配给机器人站地址:

X1000~X107F;Y1000~Y107F^[6]。

2)PLC分配给远程I/O站地址:

X1080~X10FF;Y1080~Y10FF^[6]。

3 程序设计

本系统的程序主要包括PLC程序、触摸屏程序及机器人程序,对其中的关键部分进行简介。

3.1 PLC程序设计

PLC程序架构如图6所示。

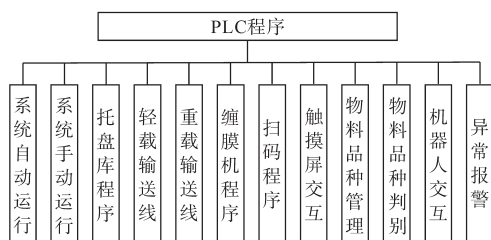


图6 PLC程序架构

Fig.6 Program architecture of PLC

1)系统自动运行:在自动状态下,满足条件

后,可实现系统的自动运行;

2)系统手动运行:在手动状态下,实现系统各部分的手动控制;

3)物料品种管理:客户通过触摸屏查看、修改或添加物料信息,如产品号、产品序号等;通过触摸屏设置每个码垛位的产品号;

4)物料扫码程序:对物料进行动态扫码,识别物料的产品号;

5)物料品种判别:将识别物料的产品号与客户在触摸屏上设置的物料产品号对比,将结果传递给机器人;

6)触摸屏交互:将系统的运行状态、产量等信息在触摸屏上实时显示;

7)异常:系统运行过程中的异常记录;

8)缠膜机:对满垛的托盘进行缠膜,缠膜完成后将托盘输送到叉车叉取位;

9)托盘库、轻载输送线、重载输送线、机器人的程序功能已在第一节概述。

以物料品种判别程序为例进行简介。

由于物料品种和码垛工位比较多,而且是混料输送,在经过扫码装置的识别后,需要判断该物料码放到哪个码垛工位,而且在多个码垛工位同时码放同一种物料时,优先将物料码放到已经开始码垛的工位,使用ST语言编程如下:

```

IF (D1621=D1351 AND D1620=D1350) AND D1220=3
THEN D810:=1;

ELSIF (D1621=D1353 AND D1620=D1352) AND D1222=
3 THEN D810:=2;

ELSIF (D1621=D1355 AND D1620=D1354) AND D1224=
3 THEN D810:=3;

ELSIF (D1621=D1357 AND D1620=D1356) AND D1226=
3 THEN D810:=4;

ELSIF (D1621=D1359 AND D1620=D1358) AND D1228=
3 THEN D810:=5;

ELSIF (D1621=D1361 AND D1620=D1360) AND D1230=
3 THEN D810:=6;

.....

ELSE D810:=0;

END_IF;
  
```

其中,D1620,D1621存储扫码识别的物料产品号;D1350,D1351存储当前的码垛品种;D1220存储码垛位的当前状态;D810存储1~6码垛位。

3.2 触摸屏画面组态

使用GT Designer实现触摸屏画面设计组态,包括自动运行画面、手动控制画面、品种切换画面、报警画面等,以自动运行画面为例简介。

系统自动运行画面显示整个系统的运行状态,用户可以实时监控系统的运行情况。

1)线体用不同颜色表示其运行状态,黑色表示线体停止中;红色表示异常状态;绿色表示正常运行状态;

2)箭头方向表示托盘的输送方向,当托盘输送时,相应的箭头会闪烁;

3)6个码垛位有数字显示,0表示没有托盘;1表示空托盘到位;2表示满垛码垛完成;3表示已经开始码垛;4表示非满垛码垛完成。

3.3 机器人程序设计

使用那智机器人的堆列功能及全局数组功能实现码垛任务。

1)将物料的尺寸信息定义为一个二维数组 BoxSize[200,3],表示有200种物料,每种物料有长、宽、高3个元素,物料信息如图7所示;将物料的抓取位置定义为一个二维数组 PickPos[200,3],表示有200种物料,每种物料的抓取位置对应机器人的X,Y,Z3个方向偏移值;将物料的码放位置定义为一个三维数组 PutPos[200,60,3],表示有200种物料,每种物料一垛码垛总数最多为60,每种物料有长宽高3个元素,通过修改数组中的值优化机器人码垛。

[4] 任意变量监视器		
BoxSize[100,3]		
[1,1]		535.000000
[1,2]		315.000000
[1,3]		125.000000

图7 物料信息

Fig.7 Material information

2)每个码垛位有6种码垛类型,每种码垛类型选出1种物料作为基准,同样码垛类型的物料在此物料的基础上进行计算、偏移,每个码垛位只需6个堆列即可实现多种物料的码垛工作。

3)抓取位置的计算

$$L_{101!} = (\text{BoxSize}[V_{2\%}, 1] - \text{BoxSize}[1, 1]) / 2$$

$$L_{102!} = (\text{BoxSize}[V_{2\%}, 2] - \text{BoxSize}[1, 2]) / 2$$

$$L_{103!} = \text{BoxSize}[V_{2\%}, 3] - \text{BoxSize}[1, 3]$$

$L_{101!}$, $L_{102!}$ 和 $L_{103!}$ 分别对应机器人在X,Y,Z3个方

向的偏移值。

4)放置位置的计算,不同的码垛类型,每层码垛的物料个数不同,以6花为例

$$V_{12\%} = V_{11\%} + 1$$

$$L_{104\%} = V_{11\%} \setminus 6 + 1 (\setminus \text{是取余数指令})$$

$$V_{104!} = \text{PutPos}[V_{10\%}, V_{12\%}, 1]$$

$$V_{105!} = \text{PutPos}[V_{10\%}, V_{12\%}, 2]$$

$$V_{106!} = L_{103!} \times L_{104\%} + \text{PutPos}[V_{10\%}, V_{12\%}, 3]$$

其中, $V_{10\%}$ 为物料序号, $V_{11\%}$ 为当前码垛数量, $V_{12\%}$ 为当前第几个码垛物料, $V_{104!}$, $V_{105!}$ 和 $V_{106!}$ 分别对应机器人在X,Y,Z3个方向的偏移值。

4 结论

整个系统已在日本客户现场投入使用,整套系统运行安全平稳,满足154种物料6种垛型6个码垛位的稳定运行。工人经过简单的培训,即可添加新物料及完成机器人程序的设计。

实践证明,设计的基于PLC和CC-Link现场总线的多品种多工位全自动码垛系统充分使用了机器人的有效工作范围,具有性能稳定可靠、操作简单、生产效率高、性价比高等诸多优点,在有限的空间中,极大地提高了生产效率和产能,在各行各业的自动化码垛包装中具有广阔市场前景。

参考文献

- [1] 韩桂荣. 基于工业机器人和PLC的多垛型全自动码垛搬运系统研究[D]. 武汉: 武汉工程大学, 2017: 1-5.
- [2] 王俊明, 苏记华, 薄昌盛, 等. 基于PLC和CC-Link总线的工业机器人控制的实现[J]. 自动化技术与应用, 2013, 32(7): 44-47.
- [3] 侯玉宝, 陈忠平, 郭书跃. 三菱Q系列PLC从入门到精通[M]. 北京: 中国电力出版社, 2017.
- [4] 张业鹏, 张明. 基于PLC与工业机器人的全自动化码垛系统设计[J]. 制造业自动化, 2015, 37(22): 108-110.
- [5] 赵玉平. CClink网络设计及应用[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(9): 111-115.
- [6] 陈锐鸿. 基于PLC控制的多工位码垛系统设计与实现[J]. 包装工程, 2018, 39(17): 159-164.

收稿日期: 2019-02-21

修改稿日期: 2019-05-13