

装配机械手 PLC 控制系统

PLC Control System for an Assembly Manipulator

陕西科技大学 机电学院 白传悦

Bai Chuanyue

摘 要: 介绍了喷嘴装配线上使用的机械手, 对它的运动自由度、运动流程、工作原理和 PLC 控制系统作了较为详细的分析。

关键词: 步进电机驱动器 NC111 模块 可编程控制器

Abstract: It introduces a manipulator applied in assembly lines. It also gives a quite detailed analysis for its degree of freedom, motion process, working principle and PLC control system.

Key words: Stepping motor drive NC111 module PLC

[中图分类号] TP273

[文献标识码] B

文章编号: 1673-5123(2006)05-0134-03

1 引言

在自动装配生产线上, 机械手往往是必不可少的设备。它模拟人手臂的部分动作, 按预定的程序、轨迹和要求, 实现抓取、搬运和装配。在减轻人的劳动强度、提高装配质量和装配效率方面的效果, 是显而易见的。这里介绍的是某喷嘴装配线上使用的机械手, 它采用了 OMRON 公司生产的位置控制单元 NC111 模块, 来控制机械手的运行。

2 机械手的自由度和结构

该机械手为圆柱坐标型, 具有四个自由度: 可以实现手臂沿 X 轴(水平方向)伸缩、沿 Z 轴(上下方向)升降、绕 Z 轴旋转和手腕绕 X 轴旋转。运动全部由步进电机驱动, 手爪采用气动方式控制。机械手主要完成从供料机构上取下待装的零件放到装配基准件上, 其余的装配工作由装配机完成。

2.1 四自由度机械手主要性能指标

X 轴: 最大移动距离 550 mm;

Z 轴: 最大移动距离 430 mm;

转盘绕 Z 轴旋转: 最小控制转角 0.09° , 最大转角 270° ;

手腕绕 X 轴旋转: 最小控制转角 0.09° , 最大转角 270° 。

在四个自由度的相应位置上, 装有限位开关 SQ1~SQ7, 其作用是保护机械手不会因运动过限而损坏。图 1 为机械手结构示意图。

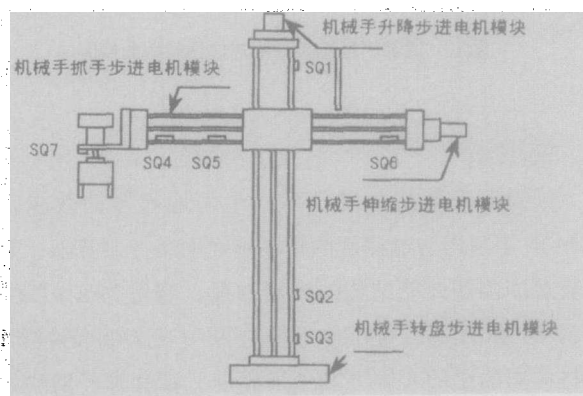


图1 机械手结构示意图

2.2 机械手的运动流程

运动流程为: 手臂上升 → 手臂左伸 → 逆时针旋转 →

手爪抓紧→手臂下降→手臂右伸→顺时针旋转→手爪放松→返回原位, 还可以根据实际需要设计成其他流程。

3 机械手工作原理

机械手的伸缩、升降、旋转以及手爪的运动, 都是由步进电机来驱动的, 型号为SH-2H057, 步进电机驱动器的输入脉冲和电平信号是由PLC上的NC111模块来提供的。电路原理如图2所示:

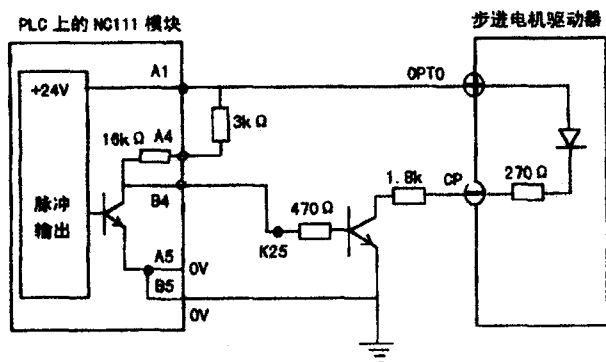


图2 机械手控制电路原理

3.1 步进电机驱动器

输入驱动器的信号有三路, 即步进脉冲信号CP、方向电平信号DIR和脱机信号FREE。它们在驱动器内分别通过270Ω的限流电阻接入负输入端, 而且电路形式完全相同。OPTO端为三路信号的公共正端(三路光藕的正端输入), 三路输入信号在驱动器内部接成共阳方式, 所以OPTO端须接入外部系统的VCC, 如果VCC是+5V, 则可以直接接入, 如果VCC不是+5V, 则须另加限流电阻R, 以保证给驱动器内部光藕提供8~15mA的驱动电流。

(1) 步进脉冲信号CP

控制步进脉冲信号CP的发射频率与数量, 即可控制步进电机的速度与位置。这样就可以很方便地达到步进电机调速和定位的目的。本脉冲信号CP为低电平有效, 要求CP信号的驱动电流为8~15mA, 脉冲宽度不小于5μs。

(2) 方向信号DIR

方向电平信号DIR用于控制步进电机的旋转方向。当信号DIR为高电平时, 电机正转; 信号DIR为低电平时, 电机反转。改变电机转向, 必须在电机停止以后进行。

(3) 脱机电平信号FREE

当驱动器得电以后, 步进电机处于锁定状态(未施

加脉冲信号CP时)或运行状态(施加脉冲信号CP时)。可以用FREE信号手动调整电机而不必关闭驱动器。

3.2 NC111模块的工作原理

C200-NC111是C200PC用于位置控制的智能单元。它可以为步进电机驱动器或伺服电机驱动器输出脉冲, 以控制运动部件的速度与位置。

(1) NC111模块的性能指标

- 每个单元可以控制一个轴;
- 输出脉冲: -8388607~+8388606;
- 脉冲速率: 1~99990个/s;
- 脉冲速率的变化: 控制系统可实现阶梯式自动变速, 加速度为每毫秒1~999每秒脉冲;
- 原点搜索: 可监测原点或原点信号, 也可进行原点补偿0~9999个脉冲, 也可高速搜索原点;
- 间隙补偿: 0~9999个脉冲;
- 手动操作: 可高速或低速点动, 或微动;
- 多点定位: 可一次定位20个点。

(2) 系统配置

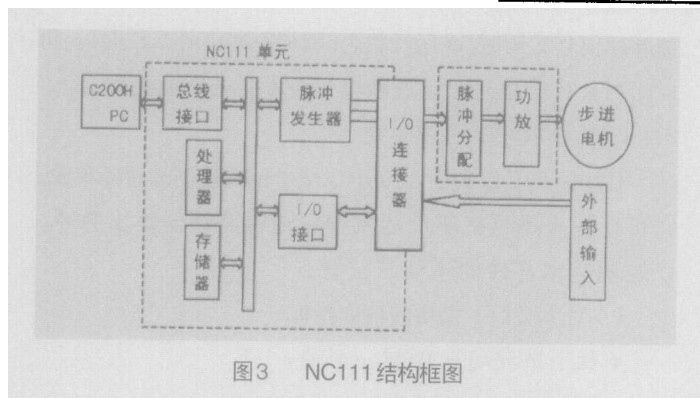
位控单元有自己的微处理器和存储器, 还有脉冲发生器和I/O接口。位控单元既可以被PC主CPU单元控制, 也可以直接由控制台的外部输入信号控制。一方面它通过总线及接口与C200HPC相连, 与主CPU频繁交换信息; 另一方面又通过I/O连接器与外部联系并输出脉冲。位控单元根据PC发出的控制指令和接受到的外部输入信号, 由自身的CPU执行具体的定位算法, 并依执行的结果控制脉冲发生器输出脉冲数量和频率。位控单元减轻了主CPU的负担, 它最终还是作为C200HPC的一个智能接口单元, 占用相应的I/O地址。NC111插入C200HPC的底版槽中, 通过一条40芯插头与外部I/O连接。NC111接受外部的操作按钮、限位开关的信号, 用户通过PC向NC111设置参数发布命令, NC111即可自动根据现场的检测信号和PC的指令来调整控制输出, 达到准确定位。NC111结构框图如图3所示。

3.3 机械手流程图及NC111数据设置

(1) 机械手启动后, 首先进行机械手的伸缩、升降、旋转和手爪的重启动和原点搜索;

(2) 机械手伸缩臂向前, 同时转盘绕Z轴顺时针旋转, 一直分别运行到NC111模块positioning action #0中设置的输出脉冲个数时为止;

(3) 机械手下落, 一直下降到NC111模块positioning



action #0 中设置的输出脉冲个数时为止；

(4) 手爪电磁闸启动，手爪抓紧零件；

(5) 机械手的升降进行原点搜索；

(6) 机械手伸缩臂向后，同时转盘绕Z轴逆时针旋转，一直分别运行到NC111模块positioning action #1 中设置的输出脉冲个数时为止；

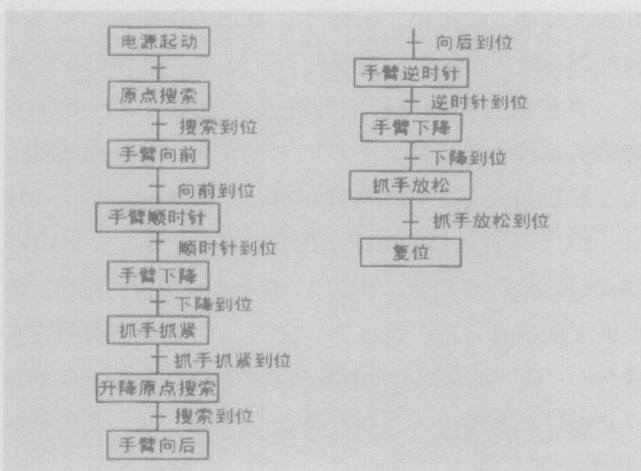
(7) 机械手下落，一直下降到NC111模块positioning action #1 中设置的输出脉冲个数时为止；

(8) 手爪电磁闸再次启动，手爪放松，零件放下；

(9) 再次对机械手的升降进行原点搜索；

(10) 机械手的伸缩臂、转盘进行原点搜索，全部复位。

图4 为机械手把零件从供料机上运送到装配基准件上，然后复位的一个循环流程。



4 结束语

现代制造技术飞跃发展，自80年代柔性制造系统(FMS)进入实用阶段以来，使机械加工的面貌发生了质的变化。随着柔性制造技术、计算机辅助技术和信息技术的发展，当今机械加工业即将进入全盘自动化

的时代。然而，装配技术远落后于加工技术，两者已经形成了明显的反差，装配工艺已成为现代化生产的薄弱环节，现代制造技术的发展使传统的手工装配工艺面临严峻的挑战。因此发展机械手、机器人进行装配势在必行。本文介绍的机械手PLC控制系统有推广价值。

参考文献

- [1] 常斗南. 可编程序控制器原理、应用. 北京: 机械工业出版社, 1998
- [2] 周恩涛. 可编程序控制器原理及其在液压系统中的应用. 北京: 机械工业出版社, 2003
- [3] 谢克明. 可编程控制器原理与程序设计. 北京: 电子工业出版社, 2002

作者简介

白传悦(1945-) 男 教授 主要从事机电方面的教学与研究工作。

(上接第116页)

troller with incomplete derivation based on ant system algorithm. Journal of Control Theory and Applications(English Edition), 已录用, 2004.3

[13] 谭冠政, 陈勇旗, 王越超. Research on motion control system of intelligent artificial legs based on fuzzy PID control strategy and DSP. Proceedings of IEEE The Third International Conference on Control Theory and Applications, South Africa, December 12-14, 2001, pp. 256-260

[14] 谭冠政, 肖宏峰, 王越超. Optimal Fuzzy PID Controller for Intelligent Artificial Legs. Proceedings of IEEE The Third International Conference on Control Theory and Applications, South Africa, December 12-14, 2001, pp. 390-394

作者简介

何胜军(1983-) 男 硕士研究生 研究领域: 智能机器人系统与控制。

谭冠政(1962-) 男 工学博士 教授 博士生导师 / 《机器人》杂志编委 研究领域: 智能机器人系统与控制, 人工智能与认知系统, 先进控制理论与先进算法。