

基于FANUC数控系统的智能制造单元设计

陆雄

湖南三一工业职业技术学院 湖南长沙 410129

摘要：提出了将工业机器人与FANUC系统数控机床相结合，构成基本的智能制造单元的设想。主要分析和研究工业机器人自动上、下料的工作过程，运用FANUC数控系统的宏程序完成上、下料程序的编制，提升数控机床的智能化水平。

关键词：FANUC数控系统；机器人；智能制造；程序设计

1 序言

本文选用三一汽车起重机械有限公司现有的一台NBP-1000A友嘉立式加工中心和一台ABB工业机器人，构造成一个基本的智能制造单元，运用工业机器人完成工件的上料、下料及搬运工作。所有控制流程，在FANUC数控系统通过编程来实现。

2 智能制造单元的基本组成

NBP-1000A型加工中心是一台三轴控制数控机床，采用FANUC 0iMD数控系统，配备机械手自动换刀装置，盘式刀库容量为22把。在加工中心工作台上配置气动精密平口钳，用于工件的装夹。选用型号为IRB2400的ABB工业机器人，其承重能力10kg。机器人侧配备有工件装夹手爪，具有夹紧、松开、有无料检测功能。料架上设有毛坯位和成品位两个仓位，每个仓位设置有传感器和状态指示灯，传感器用于检测该位置是否有工件，状态指示灯分别用不同的颜色指示工作状态。设备平面布置如图1所示。

3 程序设计

整个加工过程是由数控系统通过编写程序来实现的。自动上、下料的全过程是由加工中心与机器人之间通过上、下料宏程序相互配合来完成的。上、下料动作，毛坯及成品的搬运都由机器人完成。平口钳、机床门及机器人手爪动作都是由数控

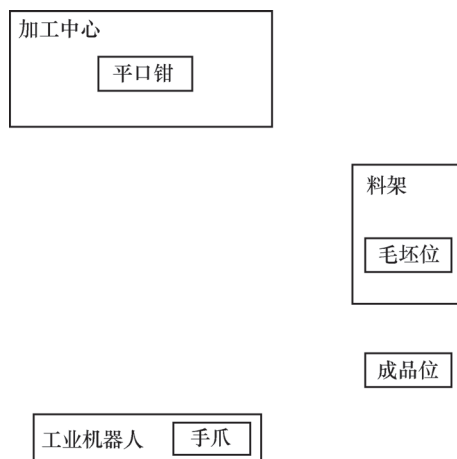


图1 设备平面布置

系统PMC程序控制。平口钳的装料位置由加工中心X、Y轴，通过数控系统与数控机床PMC的G代码实现信息交换。

3.1 工作流程

程序设计之前，首先要将各部件的工作流程弄清楚，才能设计出完好的程序。上料是由工业机器人从料架的毛坯位置搬运毛坯到数控机床中，加工前将毛坯装到平口钳中。加工完成后，将成品从平口钳上卸下，送至料架成品位置。上料工作流程如图2所示。

下料是由工业机器人将加工好的成品从数控机床上搬运到料架成品位置，下料工作流程如图3所示。

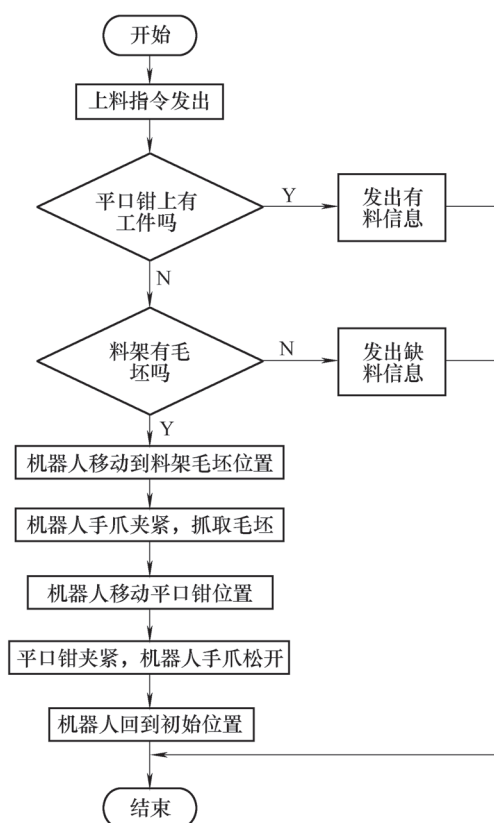


图2 上料工作流程

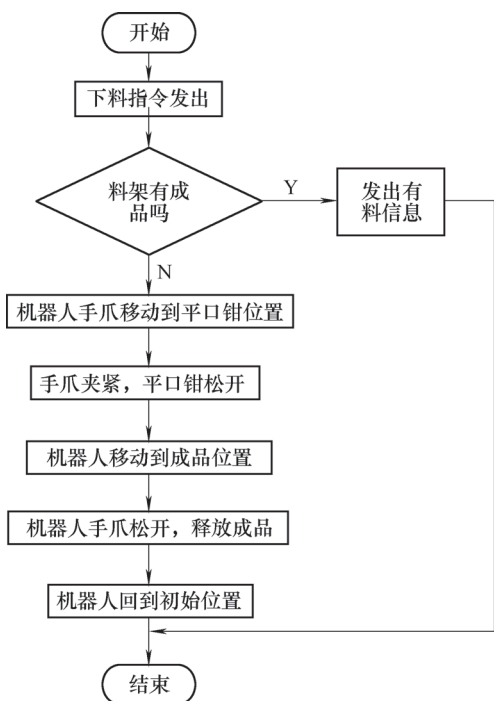


图3 下料工作流程

3.2 上、下料宏程序的编写

(1) M代码定义 上、下料各环节的控制采用辅助功能M指令来实现，M50、M51通过宏程序来

完成，M52~M57各指令需要在数控系统中编写相应的PMC程序，M指令设置见表1。

表1 M指令设置

M指令	指令设置
M50	上料指令
M51	下料指令
M52	机床开门指令
M53	机床关门指令
M54	平口钳打开指令
M55	平口钳夹紧指令
M56	机器人手爪打开指令
M57	机器人手爪夹紧指令

(2) 接口信号变量定义 上、下料宏程序采用了接口信号变量，定义见表2。接口输入信号变量在宏程序中“读取”系统输入信号的状态，从而在程序中直接获得相应的检测信号，#1008~#1010为接口输入信号变量。接口输出信号变量在宏程序中“改变”系统输出信号状态，#1108~#1109为报警输出信号变量，#1110~#1113输出信号变量控制数控机床的执行元件向机器人发出工作指令。

表2 接口信号变量定义

接口信号	信号定义
#1008 (G55.0)	判断平口钳上是否有工件，如果有工件，则#1008=1
#1009 (G55.1)	判断料架是否有毛坯，如果有毛坯，则#1009=1
#1010 (G55.2)	判断料架是否有成品，如果有成品，则#1010=1
#1108 (F55.0)	平口钳有料报警信息，#1108=1发出报警信息
#1109 (F55.1)	料架缺料报警信息，#1109=1发出报警信息
#1110 (F55.2)	#1110=1机器人移动到料架毛坯位置
#1111 (F55.3)	#1111=1机器人移动到平口钳装卸料位置
#1112 (F55.4)	#1112=1机器人移动到料架成品位置
#1113 (F55.5)	#1113=1机器人回到初始位置

(3) 系统参数设定 要通过M50、M51指令在数控程序中调用宏程序，必须对相关参数进行设定。设定P1195=1，使用M代码调用宏程序；设定P6075=50，使用M50调用O9005宏程序；设定P6076=51，使用M51调用O9006宏程序。

上料宏程序设计如下。

O9005; M50调用上料宏程序O9005

N10IF[#1008NE1]GOTO30; 判断平口钳上是否有工件

N20#1108=1GOTO140; 平口钳有料报警信息
N30 IF[#1009EQ1]GOTO50; 判断料架是否有毛坯
N40#1109=1 GOTO140; 料架缺料报警信息
N50 G91G30P2X0Y0; 回第二原点, 工作台移动到装卸料

位置

N60#1110=1; 机器人移动到料架毛坯位置
N70M57; 机器人手爪夹紧指令, 抓取毛坯
N80#1111=1; 机器人移动到平口钳装卸料位置
N90M55; 平口钳夹紧指令, 夹紧毛坯
N100M56; 机器人手爪打开指令
N110#1113=1; 机器人回到初始位置
N120M53; 关闭机床门
N130G90; 绝对编程
N140M99; 返回主程序

下料宏程序设计如下。

O9006; M51调用下料宏程序O9006
N10IF[#1010NE1]GOTO30; 判断料架是否有成品
N20#1109=1 GOTO110; 有成品报警信息
N30 G91G30P2X0Y0; 回第二原点, 工作台移动到装卸料

位置

N40#1111=1; 机器人移动到平口钳装卸料位置

N50M54; 平口钳打开指令
N60M57; 机器人手爪夹紧指令, 抓取成品
N70#1112=1; 机器人移动到料架成品位置
N80M56; 机器人手爪打开指令, 释放成品
N190#1113=1; 机器人回到初始位置
N100G90; 绝对编程
N110M99; 返回主程序

4 结束语

通过对智能制造单元工业机器人自动上、下料工作过程的分析和研究, 运用FANUC数控系统编写上、下料程序, 不仅提升了数控机床的智能化水平, 满足了生产车间智能化制造的需求, 而且减少了工人的劳动强度, 提高了生产效率。通过进一步研究, 可以考虑将一台机器人与多台数控机床配合, 实现自动上、下料功能, 提高工业机器人的利用率, 更大范围地提升工厂的智能化生产水平。

参考文献:

- [1] 程智勇, 李晓娟, 陈华龙, 等. 基于FANUC 0iTD和GSK工业机器人柔性制造单元的设计[J]. 机床与液压, 2014 (21): 97-100.

MW 20210508

金属加工视频号开通了, 欢迎关注!

金属加工视频号是装备制造领域的专业视频号, 由创刊于1950年的《金属加工》(包括冷加工和热加工两刊)和金属加工在线(mw1950.com)共同运营, 开通以来陆续形成系列栏目, 包括金属加工要闻、金属加工对话、金属加工新闻速递、金属加工在线论坛、加工真奇妙、机制过人和刀具小讲堂等。



扫描上方二维码,
关注金属加工视频号

