

LED分选机取放机器手的控制研究

姜文,张海宁

(西安工业大学电子信息工程学院,陕西西安710032)

摘要:文中介绍了在LED分选设备中对进行晶粒抓取和放置的机器手的工作原理。利用PCI8134运动控制卡的特点,设计能够准确抓放晶粒的机器手。对所用的部件的相关使用参数和性能进行了分析,根据机器手的运动确定了硬件设计和软件设计方案。给出了相关的系统框图和具体的硬件连接图,叙述了程序软件层次结构,给出了机器手运动控制程序流程图,利用VC++语言编写了相应的控制程序和运动控制的用户界面。研究表明,该控制系统具有使用方便、安全可靠、性能稳定等特点。

关键词:LED晶粒分选机;PCI8134运动控制卡;VC++;机器手;LED分选

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)12-0208-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.12.050

Research on Controlled Pick-place Mechanical Arm in LED Selector

JIANG Wen,ZHANG Hai-ning

(School of Electronic Information Engineering,Xi'an Technological University,Xi'an 710032,China)

Abstract:Introduce the principle of the mechanical arm,which is used for picking and placing crystal grain in the selector of LED. Make use of the characteristic of the motion control card PCT8134,design the mechanical arm which can grasp the crystal grains exactly. Analyze the parameters and the performances of the used components,determine the hardware and the software according to the motion of the mechanical arm. Give out the system chart and the hardware connection diagram,describe the software hierarchy of the program,give out the program flow chart of the mechanical arm,make use of the VC++ language writes the control program and user interface of the motion control. According to the research,the control system should have the characteristics of the usage convenience,the safety credibility and the performance stability etc.

Key words:LED grain sorting machines;PCI8134 motion control card;VC++;mechanical arm;selection of LEDs

0 引言

随着现代科技的迅速发展,计算机科学技术、电子技术、自动控制技术以及机电一体化技术的不断进步,目前欧美和台湾生产的先进LED分选设备,利用运动控制技术和机器视觉技术来实现^[1-6]高速、高精度、高度自动化和性能稳定等特点,不仅节省了人力而且提高了LED的生产效率。国内使用比较多的是ADLINK公司生产的具有PCI接口的运动控制卡。虽然国内对LED分选进行了相关的研究,但还没有相应的成品出现,因此实际生产中的设备大都是进口的。研制具有自主知识产权的LED分选设备能产生一定的社会 and 经济效益。同时LED分选设备的运动控制技术也可以用在生产LED的其他环节当中。

文中介绍了在LED分选设备中对进行晶粒抓取和放置的机器手的工作原理。根据PCI8134运动控制卡的特点,确定了程序控制机器手运动的硬件设计和软件设计方案,设计出能够准确抓放晶粒的机器手。利用VC++语言编写了相应的控制程序和运动控制的用户界面。研究表明,该控制系统具有使用方便、安全可靠、性能稳定等特点。

1 LED分选系统介绍

1.1 LED分选系统设计

LED全自动分选机通过PC机与运动控制技术相结合来实现LED的自动分选,主要可分为三个部分,分别是机器视觉部分、Wafer运动控制部分以及机器

收稿日期:2013-02-25

修回日期:2013-05-27

网络出版时间:2013-09-29

基金项目:国家技术创新基金资助项目(10C26216103245)

作者简介:姜文(1986-),女,陕西西安人,硕士研究生,CCF会员,研究方向为图像处理与分析、文字信息分析处理;张海宁,副教授,研究方向为图像处理、信息处理及其应用技术研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130929.1521.010.html>

手运动控制部分。机器手的运动控制主要研究 LED 全自动分选机中用于取放 LED 晶粒的机器手臂的运动过程。

实现对机器手运动控制,机器手臂运动、吸嘴运动均选择以 PC 机为控制主体,通过运动控制卡选定运动形式,由电机带动机器手臂运动、吸嘴运动的系统结构。整个运动系统组成主要有:PC 机、运动控制卡、端子板、电机驱动器、伺服电机、步进电机以及机器手臂和吸嘴所组成的机器手运动控件。机器手臂和吸嘴在不同时间做不同方式的运动,所以需要用两根轴对它们的运动方式分别进行控制。该运动控制系统设计的总体框图如图 1 所示。

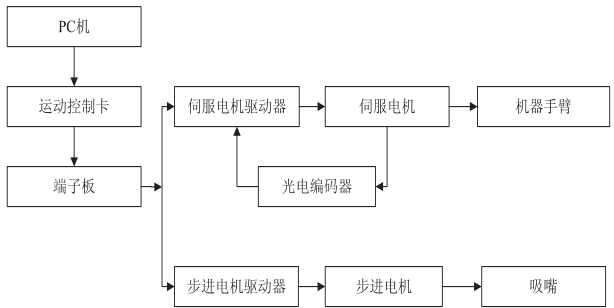


图 1 运动系统设计的总体方框图

1.2 LED 分选系统工作过程

先检查机器手与电机之间是否连接完好,若连接完好,再按下正转键将手臂移动至取晶的给定位置,将吸嘴中心移动至晶粒的确定位置;此时,吸嘴做向下的垂直运动,当吸嘴运动到距离晶粒很近的位置,吸嘴吸取晶粒后再做向上的垂直运动至原始位置。手臂移动至给定的放晶位置,按下置晶键将晶粒放下之后,依据已设定的目标晶粒的质量等级,废品晶粒就被送入回收站,而合格的晶粒就会被移送到指定的放晶位置,机器手完成此次的抓放任务后便开始进行下一次的分选。在整个运动过程中,取晶、置晶位置都可以通过运动控制面板中的设定键及编辑框在合理的范围内任意改变。亦可以通过控制手臂正、反转的按键将暂停于工作台上任何位置的机器手移动至起始位置。图 2、图 3 表示了机器手臂取晶、置晶运动以及吸嘴的运动。

2 硬件电路设计

2.1 PCI8134 运动控制卡的性能特点

PCI8134 四轴伺服/步进电机控制卡^[7]是台湾 ADLINK 公司生产的具有 PCI 接口的四轴运动控制卡,能够产生高频率脉冲信号来驱动伺服电机,同时还能接收来自于机械传动机构末端增量编码器传送来的信号,从而可以纠正机械传动部分的位置误差。其核心部件是 PCL5023 大规模集成电路运动控制芯片,每片 PCL5023 与一些必要的辅助电路构成一个独立运

动控制单元,可从硬件一级完成对伺服电机位置和速度的控制,控制精度高,性能可靠。

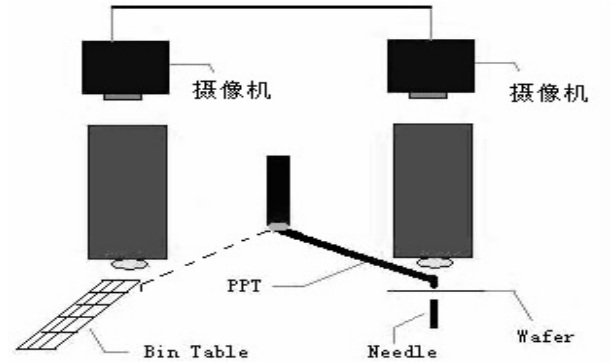


图 2 机器手取晶、置晶运动图

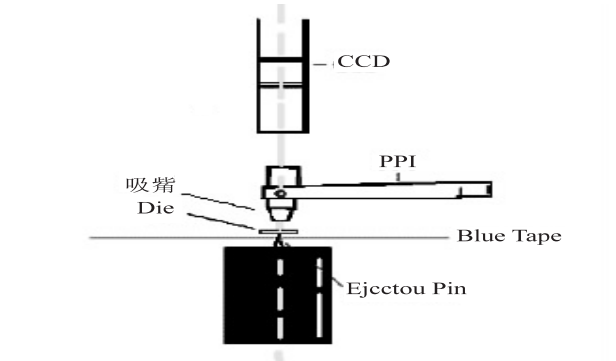


图 3 吸嘴运动图

2.2 运动控制程序中的 PCI8134 运动函数介绍

运动控制卡 PCI8134^[7]在 Windows 操作系统下使用,可采用 VC++ 语言进行编程,通过调用 PCI8134 函数库中的函数实现运动的控制。

整个运动过程中,首先通过 _8134_initial 对运动控制卡进行初始化。对信号输出类型进行定义,定义为 CW/CCW 型。用 _8134_start_ta_move 函数可以完成吸嘴移动至晶粒处的下降运动、吸嘴吸取晶粒后的上升运动以及将晶粒送至回收站的运动。取晶位置、置晶位置都可以通过设定键在合理的范围内任意改变,位置的设定可以用到 _8134_get_position 函数。手臂的正、反转过程可以调用函数 _8134_start_tr_move 来实现。所有用到的运动控制函数均在文献[7]中有详细介绍。

2.3 电机驱动器与电机

2.3.1 电机驱动器的选择

电机驱动器是运动控制系统中的重要组成部分,是系统的执行部件。它的作用是驱动线路的电信号转换成为机械运动。整个系统的调速性能、动态特性、运行精度等等均与驱动器有关^[8]。

结合实际情况考虑,机器手运动系统用伺服电机,以及步进电机分别带动机器手臂和吸嘴运动。所选的交流伺服电机驱动器的型号为 MBDDT2210003,步进

电机驱动器的型号为 EXD2015M-N,从而使系统运行平稳、效率高。

2.3.2 电机的选择

根据实际情况选择交流伺服电机和交流步进电机。然后配以相应的伺服、步进电机驱动器来完成该课题所要求的系统功能。具体型号:交流伺服电机为 MSMD042P1C,步进电机为 TS3617N2E5。

需要注意的是要将安装在电机上的光电编码器再与伺服电机驱动器相连接,构成闭环系统,这样才能保

证系统的精度。而步进电机则是开环控制系统,则不需要使用位置传感器装置,因此其位置控制的精度也不如伺服电机。

2.4 运动控制系统的硬件连线图

介绍了硬件系统各功能部件的运动控制卡、端子板、电机驱动器以及电机之后,根据各部分的功能可以绘制出硬件连接图。机器人运动控制系统的整体硬件连线图,如图 4 所示。

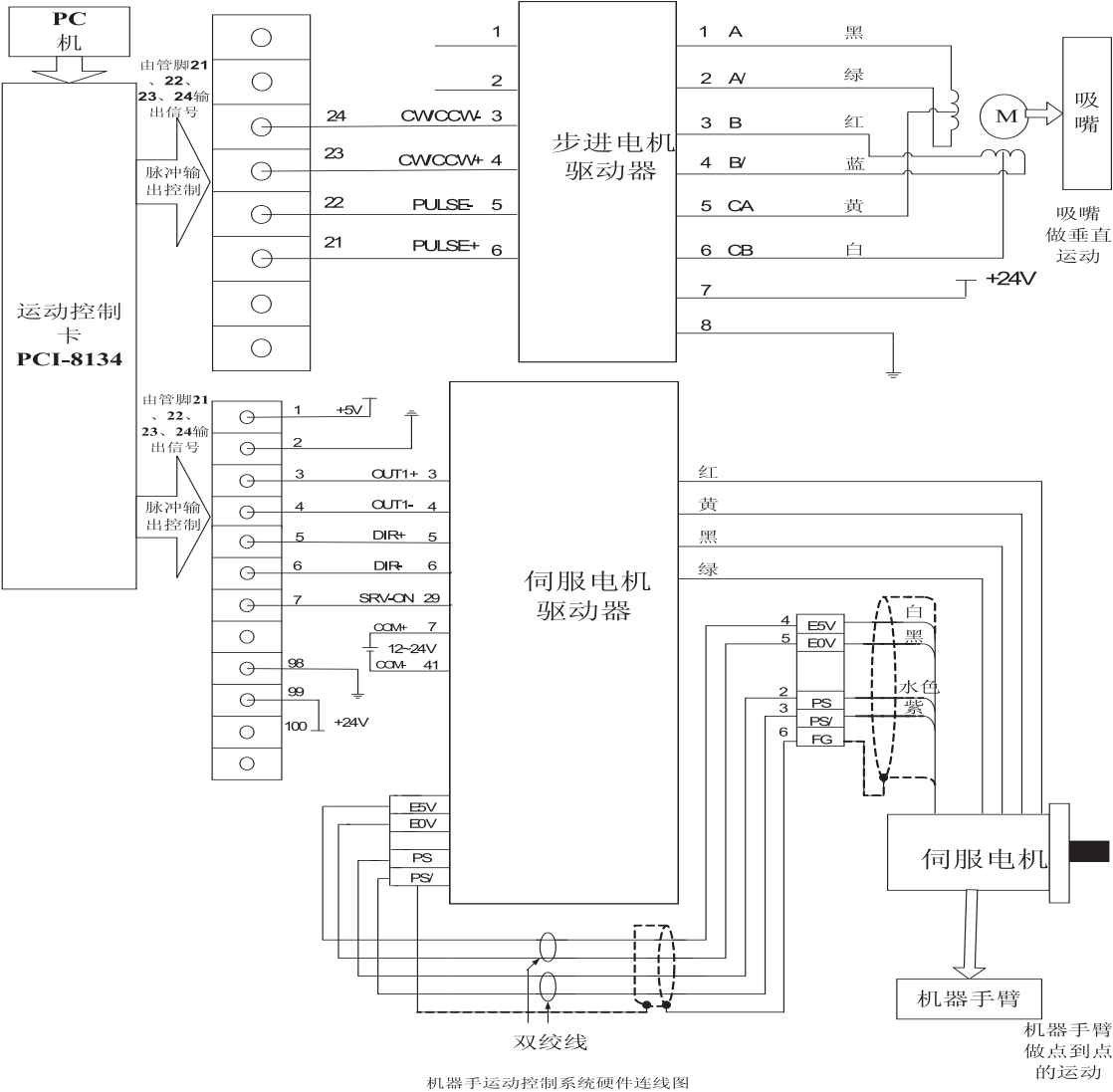


图 4 运动系统的整体硬件连线图

3 机器人运动控制系统运动方式选取

3.1 机器人运动形式

LED 分选机取放机器人控制只需要两个轴,其中一个轴用来控制机器人手臂完成从取晶位置到置晶位置的运动;而另外一个轴则是用来控制机器人手臂下方携带的吸嘴完成晶粒的吸取与放置过程。因为两个轴是分别进行单轴运动,所以,重点讨论单轴运动的两种运动形式^[7,9-10]:梯形运动和 S 型运动。

(1) 梯形运动模式。

单轴在控制下做点对点的运动,梯形运动又分为绝对梯形运动和相对梯形运动。在绝对状态下,目标位置被分配。在相对状态下,目标相对位置被分配。

速度设定的单位每秒 (PPS) 是脉冲数。图 5 是对梯形运动的描述。

(2) S 型运动模式。

这一模式以 S-曲线的速度描绘轮廓将目标移动

到一个指定的位置（距离）。平滑的转变产生比梯形的速度描绘运动要少的阻力和摩擦。较为平稳的转变可以增加机械系统和驱动器的寿命。图 6 是对 S 形运动的描述。

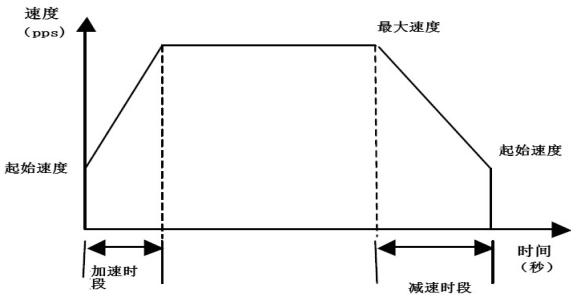


图 5 梯形运动

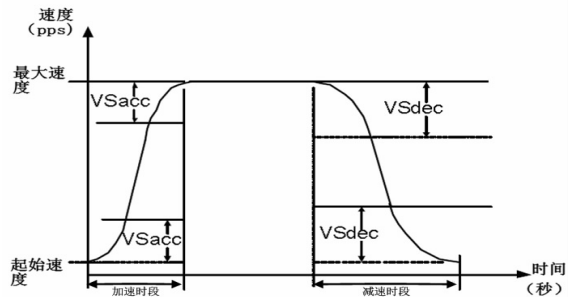


图 6 S 型运动

S-曲线的描绘运动功能总是被设计成使运动平滑。如果加速参数的时间和最后的位置的结合未让一个轴达到最大的速度（因为运动距离太小而无法到达 MaxVel），最大速度会自动降低。

3.2 单轴运动两种运动形式的比较和选定

基于硬件实现上较为简单，梯形速度曲线和 S 型速度曲线是目前在实现点到点运动控制中常用的两种运动模式。在实际应用中，运动控制多采用次优速度轮廓曲线，如梯形速度曲线和 S 型速度曲线，用以实现较好的位置控制。在机械运动的平稳性方面 S 型速度曲线比梯形速度曲线的控制效果好。但因为其加速度是不连续的，故在运动过程中系统存在着余振，这个余振是不可消除的，只能通过选择不同的加速段的时间来找到一个最小的余振值。

在 LED 分选过程中，由于分选的对象十分微小（约 0.17 mm ~ 1 mm），对于手臂的位置精度要求极高。从一点到另一点的运动过程中如果加速或减速过快，便容易造成手臂的抖动，从而对位置控制造成一定的偏差。为了能够减小机器手在运动过程中的抖动，提高系统的工作效率，选择了梯形运动模式。

4 软件设计

4.1 程序软件层次结构

LED 机器手运动控制所采用的运动控制系

统^[11-12]的软件设计分为五个层次。

用户界面设置：是整个控制系统的最上层，也就是运动控制面板，主要负责人机沟通，其中包括参数设置和运动按钮操作。

上层主控程序：软件控制程序（独立于控制系统硬件），使用 PCI8134 运动函数库中的函数编写 VC++ 程序，对机器手的运动进行控制。

运动控制器驱动库函数：PCI8134 函数库中的函数，包括运动控制器的各种功能函数。

底层控制器程序：写在运动控制板卡 EPROM 中的程序，集成了用于控制运动平台控制轴的控制策略。运动控制器输出的控制信号经过驱动器放大后驱动运动平台运动。

运动平台硬件：包括运动控制卡、端子板、电机驱动器、伺服电机、步进电机以及机器手臂和吸嘴所组成的机器手运动控件等硬件。

4.2 机器手运动控制程序流程图

运动控制卡为机器手运动控制提供了一个平台，可以方便地实现对多个电机的控制。运动控制卡与主计算机进行通信，接收运动命令，发送相应的速度、位置指令，实现机电装置所需要的运动功能。

运行之初，首先要进行的步骤是检查运动控制卡存在与否。若存在接下来完成对运动控制卡 PCI8134 的系统配置，并分别进行使能中断和中断控制；进行信号输出类型定义；设置各个参数值，取晶位置、置晶位置都可以通过设定键在合理的范围内任意改变。按下运动控制面板中运动控制按钮，通过调用运动控制卡 PCI8134 的运动函数执行机器手的操作。机器手运动控制程序流程图如图 7 所示。

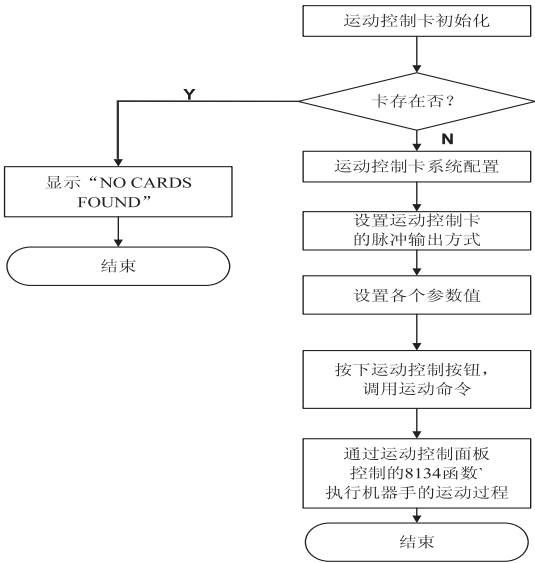


图 7 机器手运动控制程序流程图

4.3 VC++语言的功能运动控制程序

机器手运动控制的主要程序代码如下所示：

(1) 初始化程序。

```

I16 Err=0,i=0;
_8134_initial(&TotalCards); // 对运动控制卡进行初始化
if( TotalCards == 0 ) // 若卡数为 0
{
    AfxMessageBox(_T("No Cards Found!")); // 则显示"No
Cards Found"
}

TotalAxis=4 * TotalCards;
TCHAR SysDir[255];
CString FStr;
GetSystemDirectory(SysDir,1024);
FStr.Format(_T("%s"),SysDir);
FStr+="\\8134.cfg";
Err=_8134_config_from_file((U8 *)FStr.GetBuffer(0)); //
/ 对 8134 函数进行配置
if( Err)
    AfxMessageBox(_T("Can't File in 8134.cfg"),1,0); //若不
能进行配置则输出"Can't File in 8134.cfg"
return TRUE; // 除非将焦点设置到控件,否则返回 TRUE
}

```

(2) 机器人正转程序。

```

void CmachnicarmDlg::OnBnClickedButtonPptrevo()
{
    UpdateData(); // 对数据进行更新
    double d;
    d=m_angle*0.1; // 将 m_angle*0.1 的数值赋给 d
    _8134_start_tr_move(pptAxisNo,d,0,100000,0.5,0.5); //
机器人开始进行正转运动
    int_status[pptAxisNo]=-1; // 中断控制
}

```

(3) 吸取晶粒程序。

```

void CmachnicarmDlg::OnBnClickedButtonPickery()
{
    UpdateData(); // 数据更新
    double d;
    d=m_pickery; // 将 m_pickery 的值赋给 d
    _8134_start_ta_move(suckerAxisNo,d,0,100000,0.5,0.5);
/ 开始进行取晶
    int_status[pptAxisNo]=-1; // 中断控制
}

```

(4) 退出程序。

```

void CmachnicarmDlg::OnBnClickedButtonExit()
{
    ISR_ON=0;
    for(int i=0;i<TotalAxis;i++)
    {
        SetEvent(hEvent[i]);
        WaitForSingleObject(pThread[i]->m_hThread,INFINITE);
        delete pThread[i];
        _8134_set_servo(i,1);
    }
}

```

```

}
_8134_int_disable(0); // 关中断
_8134_close(); // 关闭运动控制卡
CDialog::OnOK(); // 退出程序
}

```

4.4 运动控制面板

运动控制面板如图 8 所示。其中包括参数设置和运动控制。



图 8 运动控制面板

设置参数后当点击设定按钮时,编辑框就会变为灰色,此时框内的参数值将不能进行更改。此时就可以进行对于运动控制的操作了。若想更改设定的参数时点击设定按钮,编辑框就会变为白色便可重新设置参数。同样,点击表示转动角度和单步移动距离的编辑框右侧的双向箭头时,框内的数字亦会增大或减小,变化范围为从 1 到 100。该运动控制面板易于进行参数设置和机器人运动控制测试。

5 结束语

LED 分选机取放机器人控制研究,完成了在 PC 机上运用 VC++ 语言通过调用 8134 函数,通过运动控制卡对输出脉冲的控制,将控制信号经由伺服电机驱动器和步进电机驱动器传输至伺服电机、步进电机分别带动机器人手臂、吸嘴完成点到点的运动和垂直运动,实现抓取、放置晶粒的整个过程。取晶位、置晶位可以通过控制面板上的设定编辑框来实现。机器人手臂的整个运动过程要求兼顾高效性和平稳性,所以,选定的运动形式为梯形运动。这样才能提高机器人在整个分选过程中的工作效率。研究表明,该控制系统具有使用方便、安全可靠、性能稳定等特点。

参考文献:

- [1] 朱欣昱,郝安民,伊文君. 新型二极管芯片分拣机及分拣方法研究[J]. 机械设计与制造,2007(6):52-53.

(下转第 218 页)

时性;

2) 发动机号为 S10A3, S10A4, S10A5, S10A6 的发动机为待装配发动机, 由图 2, 图 3 可知, 这四台发动机在急件插入前后各道工序装配机器并未发生变化, 只是在急件插入后对其各道工序装配时间作了相应的调整。在设计动态调度策略时尽量减少对预调度方案的改变, 减少更换工具次数, 从而降低装配成本;

3) 急件插入前、后各发动机的机器分配情况相对均匀, 且装配机器利用率较高, 表明了预调度和再调度算法的有效性。

4 结束语

文中针对航空发动机装配车间这一类可重入混合 Flow shop 动态调度问题提出了基于窗口的动态调度策略, 实验结果表明该动态调度策略可以在合理时间内快速响应动态事件, 具有良好的实时性。同时文中待装配发动机集, 正在装配发动机集, 装配完成发动机集的分类, 降低了再调度时求解规模, 减少算法耗时。将急件插入正在装配发动机中, 生成再调度方案, 根据再调度结果只对待装配发动机的装配起止时间作相应的处理, 其分配的装配机器仍然按照预调度的结果, 从而减少更换工具次数, 有效降低了装配成本。

文中提出的基于窗口的动态调度策略, 虽然有效地解决了航空发动机装配车间可重入混合 Flow shop 动态调度问题, 但是问题的规模还比较小, 复杂度较低, 并不能保证随着问题规模的增加, 调度结果依然令人满意, 同时遗传算法本身还存在一些缺陷。在接下来时间中, 笔者将继续研究如何对算法作必要的改进, 使其克服自身的一些缺陷, 更好满足实际应用需求。

参考文献:

- [1] Jackson J R. Simulation research on job shop production[J]. Naval research logistics quarterly, 1957, 4(3): 287-295.
- [2] 潘全科, 朱剑英. 作业车间动态调度研究[J]. 南京航空航天大学学报, 2005, 37(2): 262-268.
- [3] Yamamoto M. Scheduling/Rescheduling in the manufacturing operating system environment[J]. International journal of production research, 1985, 23(4): 705-722.
- [4] Rong L I, Yu T. A heuristic rescheduling algorithm for computer-based production scheduling systems[J]. International journal of production research, 1993, 31(8): 1815-1826.
- [5] Church L K, Uzsoy R. Analysis of periodic and event-driven rescheduling policies in dynamic shops[J]. International journal of computer integrated manufacturing, 1992, 5(3): 153-163.
- [6] Nelson R T, Holloway C A, Wong R M. Centralized scheduling and priority implementation heuristics for a dynamic job shop model with due dates and variable processing time[J]. AIIE transactions, 1977, 19(5): 96-102.
- [7] 方 剑, 席裕庚. 基于遗传算法的滚动调度策略[J]. 控制理论与应用, 1997, 14(4): 589-594.
- [8] 杨冬涛. 基于遗传算法 MES 车间生产计划动态调度研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2008.
- [9] 余友明, 刘玉树, 阎光伟. 遗传算法的编码理论与应用[J]. 计算机工程与应用, 2005(35): 86-89.
- [10] Goldberg D E. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning[M]. America: Addison-Wesley, 1989.
- [11] 范金松, 严洪森, 周久海, 等. 基于遗传算法的某航空发动机装配车间优化调度[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(9): 205-209.
- [12] 董 薇. 基于规则的单件车间调度算法的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2007.

(上接第 212 页)

- [2] 张海宁, 张碧伟. 基于亚像素精度分割的晶粒图像识别方法[J]. 电子设计工程, 2011, 19(4): 113-116.
- [3] Peng K M, Chert B M, Cheng G Y, et al. Modeling and compensation of nonlinearities and friction in a micro hard disk drive servo system with nonlinear feedback control[J]. IEEE transactions on control systems technology, 2005, 13(5): 708-721.
- [4] Chen B M, Lee T H, Peng K M, et al. Composite nonlinear feedback control for linear systems with input saturation: Theory and all application[J]. IEEE transactions on automatic control, 2003, 48(3): 427-439.
- [5] Lu Y S, Cheng C M, Cheng C H. Non-vershooting PI control of variable speed motor drives with sliding perturbation observers[J]. Mechatronics, 2005, 15(9): 1143-1158.
- [6] Cheng G Y, Peng K M. Robust composite nonlinear feedback

- control with application to a servo positioning system[J]. IEEE transactions on industrial electronics, 2007, 54(2): 1132-1140.
- [7] ADLINK PCI-8134 4 Axes Servo/Stepper motion control card user's guide[M]. [s. l.]: ADLINK Technology Inc, 2006.
- [8] 秦 忆, 周永鹏, 邓思华. 现代交流伺服系统[M]. 南京: 华中理工大学出版社, 2000: 15-39.
- [9] 张崇魏, 李汉强. 运动控制系统[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2002: 56-64.
- [10] 丛 爽, 李泽湘. 实用运动控制技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 355-376.
- [11] 田 蓓, 张海宁. PCI8134 在运动控制中的应用[J]. 科技广场, 2009(5): 209-211.
- [12] 耿宏涛, 舒志兵. 基于 VC 的多轴运动控制卡软件开发技术研究[J]. 机床与液压, 2007, 35(11): 130-133.

LED分选机取放机器手的控制研究

作者：[姜文](#)，[张海宁](#)，[JIANG Wen](#)，[ZHANG Hai-ning](#)
作者单位：[西安工业大学 电子信息工程学院, 陕西 西安, 710032](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(12)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201312050.aspx