

文章编号 1004-924X(2002)02-0176-06

# 6 K6 系列多轴运动控制器在微电子领域中的应用

刘 伟

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130022)

**摘要:** 微电子设备(激光调阻机)中的运动控制系统是该设备的重要部分,它决定了设备的生产质量和生产效率。其特点是:高精度、高速度、高效率、高可靠性。尤其是硬件发生故障或人工非法操作时,系统的自监控、自诊断显得特别重要。介绍采用多任务实时控制器 6 K6(美国 PARKER),按照事件驱动响应方式设计控制直线伺服电机、交流伺服电机、步进电机的速度和定位精度;并通过输出接口模块对气动元件的电磁阀进行开关量控制使机械手运行自如;通过输入接口模块对多种传感器(光纤传感器、对射式光电传感器、反射式光电传感器、接近式传感器、磁感应传感器。)进行监测等。使运动系统具有更高的可靠性、高精度和超高速,实现了产品的自动输送及完成生产过程中的各种相对运动。降低了产品的生产成本,提高设备效率,增强竞争能力,为实现现代化大规模生产提供了有力保障,填补了国内空白。

**关键词:** 激光调阻机;多任务实时控制器;电机驱动器

中图分类号:TN409 文献标识码:A

## 1 引言

激光调阻机是集光学、精密机械、计算机控制、精密测量等多种技术于一体的高技术微电子设备。运动控制系统结构复杂,其中包括对直线伺服电机、交流伺服电机、步进电机的速度和定位控制;对气动元件的电磁阀和开关量控制;对输入、输出接口模块、多种传感器的监测等。运动系统控制难点在于:

(1) 高精度和超高速度;

(2) 多个电机要同时并行动作,比如横梁去受料箱送片时,机械手正从供料取片,同时直线电机和探卡正一起协调运动,配合激光器加工产品;

(3) 工人难免做出误操作,甚至直接从加工线上将被加工件移走。这就要求软件要屏蔽非法操作,硬件要有保护措施;

(4) 由于结构复杂且要长期运行,所以机械和电器件都可能出现意外故障。比如传感器失灵,电机堵转,气动元件漏气等;

(5) 高可靠性,设备 24 小时连续工作;

(6) 硬件设计要便于维修和更换,软件要有故障监控和维修功能。

## 2 6 K6 多任务实时控制器的特点

### 2.1 运动

- \* 1 - 8 轴步进/ 伺服控制,任意组合
- \* 标准  $\pm 10V$  模拟输出或步进/ 方向输出
- \* 62.5 $\mu S$  伺服更新周期
- \* 可扩展至 40 轴同步控制

### 2.2 通讯

- \* 10Mbps 双绞线以太网(TCP/ IP 协议)
- \* 1 个 RS232 串口(3 线)
- \* 1 个 RS232/ 485 串口(2 或 4 线)

### 2.3 输入/ 输出

- \* 5 - 24VDC
- \* 回零,正负限位,每轴一组
- \* 9 - 17 个快速输入
- \* 4 - 8 个数字输出
- \* 驱动器故障输入
- \* 使能输出



光切割等专用设备;食物加工,印刷包装设备,航空/航天实验设备;各种精密检测设备等。6K6多轴控制器将极强的处理能力与高度的灵活性结合在一起,使该设备更具备先进性。

### 3 激光调阻机运动系统各部分功能介绍

#### 3.1 设备运动控制系统的原理

原理框图如图 2 所示。

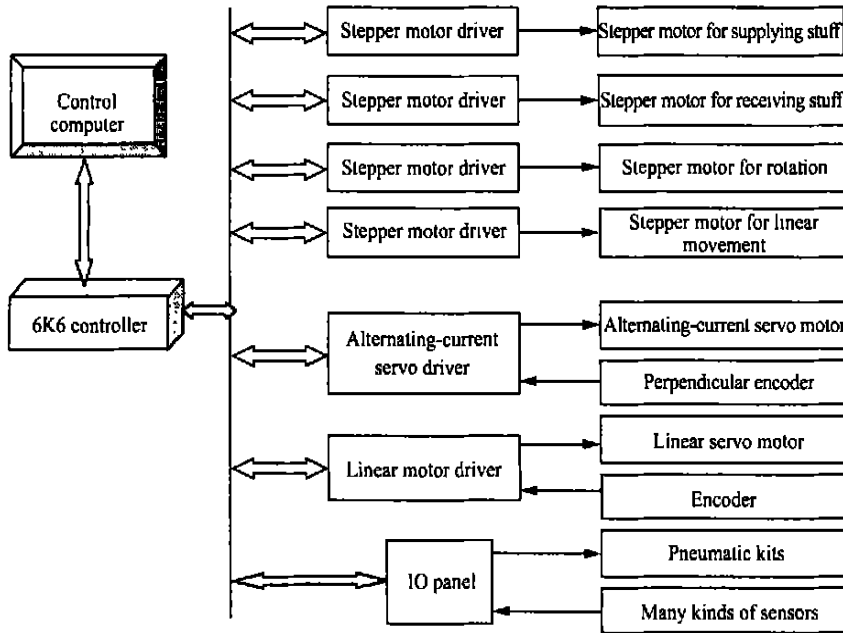


Fig. 2 运动控制系统框图

Fig. 2 Block diagram of the movement-controlling system.

#### 3.2 步进电机及其驱动器

4 个步进电机驱动器均为美国 Parker OEM750,具有细分和自动减振功能。它可以通过外接不同阻值的电阻,来设定电机相电流。横梁步进电机型号是 103H7126,其余步进电机型号均为 103H8221。它们都是两相电机,但前者较后者转动惯量小,反应速度快。因为横梁有时与直线电机串行工作,直接影响到生产效率,为提高生产效率,减小换片时间,横梁需要很高的移动速度。而供收料箱与直线电机并行工作,转动速度对生产效率无影响。

#### 3.3 直线电机及其驱动器

直线电机驱动器和直线电机均为美国 Parker 的 GV - U6E 和 406T03LXR,这部分是运动系统的核心。6K6 的控制端口、反馈端口直接和驱动器 GV - U6E 的控制信号线、反馈信号线连接,6K6 的限位/回零端口直接和直线电机的限位/回零信号连接。驱动器 GV - U6E 是最新的全数字

式伺服驱动器,具有自动电机参数设定,自动增益调整的功能,可工作在力矩、速度和位置控制方式。直线电机上固定一个工作台,被加工件的加工是在工作台上完成的。直线电机的运动包括从装片位到加工开始位的快速送进和从加工结束位到装片位的快速退出以及加工过程中的高速分步进给运动。因为该设备的工作速度取决于直线电机的每一个动作时间,所以为提高生产效率,就必须提高直线电机运行速度,这也就对直线电机的运行速度提出了非常严格的要求:即超高速。

- \* 最大速度 3m/s
- \* 最大加速度 5g(50m/s<sup>2</sup>)
- \* 最大加载 180kg(在 2540 Km 寿命下)
- \* 最大推力 300N
- \* 最高分辨率 0.1μm

从以上性能指标可以看出从旋转运动到直线运动的变换机构是很难实现的,所以在该设备中采用直线电机是一个非常明智的选择。直线电机

的优点如下:

- \* 在进行加速或减速时,具有大的加速度及减速度。直线电机的最大加速度可达  $5g$  ( $g$  为重力加速度),同时轮子与轨道的摩擦小。而回转电机 + 滚珠丝杠传动方式的进给加速度只有  $0.1 \sim 0.3g$ ;

- \* 进给速度高。直线电机实际可用的最高速度可达  $180\text{m}/\text{min}$ 。回转电机 + 滚珠丝杠传动方式的进给速度只有  $60\text{m}/\text{min}$ ;

- \* 运行平稳。直线电机和工作台之间没有任何机械传动环节,靠磁力推动工作,因此运行平稳、快捷、噪声小、传动刚度大、定位精度高;

- \* 起动力大。目前直线电机的最大推力已达  $12000\text{N}$ ,从理论上讲,直线电机不存在任何推力极限,故可获得很强的工作能力;

- \* 有机械和电器的保护,并具备承受恶劣环境的能力;

- \* 容易维修和更换;

- \* 行程长度不受限制;

- \* 定位精度高。因为采用光栅尺反馈,构成全闭环控制。

将 PC 的串口通过其连接器连接到驱动器的 RS - 232/485 串口上,用其通讯软件建立与驱动器的联系,并用其调试软件对伺服系统的三种模式(转矩模式、速度模式、方位模式)进行设置和调试,并可用示波器通过驱动器上的(模拟监视)端子点观察系统的响应。

我们在转矩模式下(电机带载)调试的命令值与实际值电流的比值如图 3 所示。

### 3.4 交流伺服电机及其驱动器

使用  $100\text{W}$  松下交流伺服电机驱动器和交流伺服电机型号分别是 MSD013A、MSM012A1C,自带  $2500\text{P}/\text{r}$  的增量式编码器。6 K6 通过硬件的连接和软件的设置,就可以很容易地实现对其控制。该驱动器是一个能够独立工作的控制器,可通过自带的键盘设置各种参数,借助这些参数可以调整或设定驱动器的性能或功能。有 3 种可选控制方式:位置控制方式、速度控制方式、转矩控制方式。电机的作用是通过偏心轮带动探卡做行程  $2.5\text{mm}$  无震荡、无过冲的往复高速运动。

### 3.5 气动元件和传感器

6 K6 通过其扩展 I/O 口的连接电缆,可配置多种接口形式的输入、输出模板。该系统配置的类型是 EVM32,它的带载电流可达  $0.5\text{A}$ ,可直接驱动该设备的各种气动元件,无须加任何功率驱动电路。控制下的气路系统通过机械传动装置来控制被加工件的运输和检测,这部分包括七件气缸(六种型号),九件电磁阀,供片盒及检平台吹气装置,被加工件抓取、运输、装卸所需的真空系统,此外还有气缸限流器、真空压力开关等附件。传感器用于检测电机和气动元件是否到位,及气路是否工作正常等。

### 3.6 工控机

该激光调阻机设备中有一台工控机(即上位机)在生产过程中用来监控运动系统,加工件测量系统、及激光振镜系统。6 K6 通过 RS232 串口和并口两种方式与工控机通信。串口用于传送比较复杂且对实时性要求不高的数据信息,如工作前,工控机将被加工件尺寸等参数通过串口下载到 6 K6 的存储器里,运动系统发生故障后,工控机通过串口查询故障原因。并口主要用于在工作中传送一些简单且实时性要求高的开关量信息,如直线电机、探卡等部分的工作状态。以提高整机的工作速度和效率。

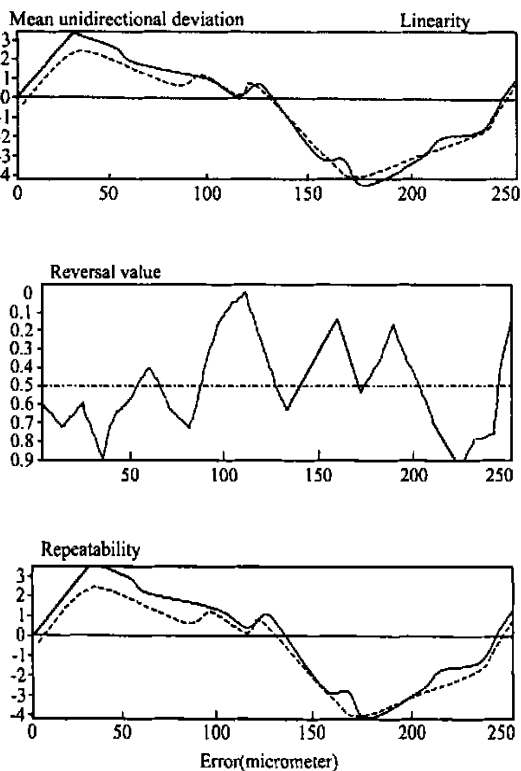


Fig. 3 速度命令和跟踪误差曲线图

Fig. 3 Graphs of velocity commands and following errors.

### 3.7 6K6 软件特性

6K6 运动控制器提供了 PID 和阶式位置伺服环滤波器。“P”代表比例增益,为系统提供刚性;“I”代表积分增益,用以消除稳态误差;“D”代表微分增益,是为系统提供稳定性的阻尼项。此外,还有速度前馈和加速度前馈用以消除伺服系统的轨迹误差。数字阶式滤波器和双反馈项中同时测量驱动器及负载的位置和补偿伺服环中微分运动的能力,可以解决机械谐振问题。6K6 的伺服更新率可达  $62\mu\text{s}$ 。

在 6K6 上执行的运动程序指令是系统独立的。用户可以采用 VC 或 VB 语言开发自己的应用程序,6K6 提供连接驱动程序,非常方便。

当运动程序在前台有序地同步运行时,6K6 运动控制器可以在后台运行多达 10 个 PLC 程序。这些程序可完成类似可编程控制器的功能,以极高的采样速率监视模拟输入和数字输入,设定输出值,发送信息,监视运动程序,以及控制运动程序启动停止。

## 4 结 论

超高速加工尤其是微电子领域里的超高速加

### 参考文献:

- [1] 陆元章. 现代机械设备设计手册 - 第二卷机电系统与控制[M]. 北京:机械工业出版社,1996.
- [2] 杨黎明. 机电一体化系统设计手册[M]. 北京:国防工业出版社,1997.
- [3] 王新顺. 实用计算机控制技术手册[M]. 山东:山东科学技术出版社,1994.
- [4] 波尔达. 直线电机[M]. 北京:科学出版社,1982.
- [5] 郑提,唐可洪. 机电一体化设计基础[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [6] 常丹华. 提高光纤传感测量精度的方法研究. [J]. 光学 精密工程,2000,8(3),269 - 272.
- [7] 谢小平. 用于目标跟踪的大功率脉宽调制控制器的研究[J]. 光学 精密工程,2001,9(6):1 - 3.

工是近十年来发达国家发展十分迅速的一项先进技术,它不但极大地提高了设备的生产效率,而且显著地提高了被加工件的加工精度和表面质量,此外还能解决常规加工方法难以解决的一些特殊问题,是现代制造技术和微电子领域发展史上的一个重大突破。

6K6 控制器完美地完成了我们研制的微电子设备中的超高速加工这项先进技术,并为工业控制领域提供了一个全新的控制方式。由 6K6 控制器控制的直线电机可以带载以  $3.0\text{m/s}$  的速度,  $5\text{g}$  的加速度做直线运动。这就为提高设备的生产效率,实现现代化大规模生产提供了有力保障。该设备已经开始生产产品,其有关技术指标达到国外九十年代中期产品水平,填补了国内空白。

激光调阻机是集光机电一体,采用最先进的现代控制技术,最新的激光加工技术和检测方法,完成的实用型高科技电子加工设备。

## Application of the 6 K6 serial multi-axis-movement-controller in laser resistance trimmers

LIU Wei

( *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022, China* )

**Abstract :** The movement-controlling system in the micro-electronic equipment is one of the most important units, which influences its manufacturing quality and efficiency. It has many characteristics such as high precision, high speed, high efficiency and reliability. Especially, when its hardware encounter any breakdowns or wrong operation, the self-examination and self-diagnosis of the system become more important. 6 K6 multi-axis controller is the movement-controlling system kernel of a laser trimming system, which can control 8 axes at most through agility programmers. This paper introduces the design and control of the speed and location precision of the linear servo motor, alternative-current servo motor, directive-current servo motor by adopting 6 K6 multi-task real-time controller according to the way of event-drive-response, control of on/off of the electric valve of the pneumatic kits to make the mechanical arms run smoothly through the export interface module, and supervision of many kinds of sensors through the import interface module, which endows the movement system with more reliability, higher precision and super high speed, and realizes auto-feeding of products and finishes all relative movements in production. The technology is useful for reducing the cost, enhancing the equipment efficiency and competition power, and promises large-scale production. It has filled the gap domestically.

**Key words :** laser trimmers; multi-task real-time controllers; motor drivers

**作者简介:**刘 伟(1953 - ),男,山东沂水人,多年来一直从事工程控制及精密仪器设备方面的研究开发工作。