

罗升Elmo伺服运动控制系统 ——在IGRT呼吸仿真系统中的应用

Elmo Servo Motion Control System from Acepillar

——The Application of Breathe Simulation System

(天津罗升企业有限公司北京办事处) 李建辉



李建辉(1982-)

男，毕业于北京邮电大学自动化系，现任天津罗升企业有限公司北京办事处应用工程师，对罗升Elmo运动控制系统以及伺服控制类应用有比较深入的研究，熟悉自动化系统的构成与具体应用。

摘要：本文介绍了罗升Elmo伺服系统在IGRT呼吸仿真系统中的应用。该系统相比较之前传统的PLC位置控制构架更加简单和可靠。通过Elmo伺服驱动器内部程序的编写完成了精准的正弦曲线运动和位置跟随运动。

关键词：罗升Elmo伺服运动控制系统；RS-232通讯控制；位置跟随

Abstract: In this paper, we introduced the Elmo servo motion control system provided by Acepillar, which is used in the IGRT breathe simulation system. Compared with the traditional PLC control system, Elmo motion control system is more simple and reliable. With Elmo servo driver's internal program, we can easily maintain a sine curve movement procedure and precise position follower movement.

Key Words: Elmo motion control system provided by Acepillar; Control with RS-232 communication; Position follower

1 引言

Image guided radiation therapy 影像引导放射治疗(IGRT)是近年来放射肿瘤学领域最先进的治疗技术。通过新型IGRT系统，将影像获取、治疗计划设计、CT模拟定位及加速器治疗完美地整合到一套放疗系统之中，以精确实施放射治疗。目前IGRT设备主要有传统直线减速器结合影像系统、断层放射治疗机和影像引导的立体定向治疗机。IGRT呼吸仿真系统的主要功能为模拟人体呼吸系统的运动，进而达到诊断的目的，以完成精确实施放射治疗。本文主要介绍通过使用罗升ELMO伺服系统完成呼吸仿真运动的过程，借助罗升ELMO伺服强大的编程功能和与HITECH人机界面的通讯功能完成精确的位置控制。

2 系统要求

该系统主要模仿人体的呼吸系统运动，主要分为两个运动单元，两个运动轴X、X'分别做相对的正弦曲线运动，X'轴位于X轴上，并且保证X'轴相对于绝对位置没有位移，故需要X、X'两轴的运动保持严格的同步。同时每个轴都需要回原点功能以及单独运动的功能。正弦运动的参数（包括运动周期、幅度等参数）需要可以在人机界面上完成设置、显示和修改。

3 系统构成和系统框架图

该系统的构成主要分为机械部分和电气部分。机械部分由于整体高度的限制以及放射过程中，被放射面不能有金属存在，故在传动上采用了同步齿形带的结构，通过伺服电机直接驱动；电气部分采用了罗升HITECH人机界面作为显示和控制的终端，人机界面同时和两台ELMO伺服驱动器通讯，通过ELMO伺服里面编写好的程序，利用人机界面实现回原点、频率幅值设定、两轴同动等控制功能。具体电气系统框架图如图1

所示:

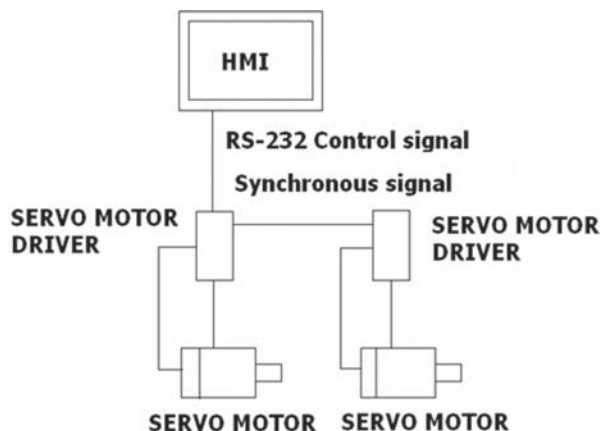


图1

罗升HITECH人机界面的显示界面比较简单，包含了参数设置、回原点、两轴同动、单轴单独运动等几个界面，并且可以根据客户的需要完成相关功能的增减。

该套系统的核心技术在于采用了智能型的具有控制功能的伺服驱动器，通过驱动器的编程实现了传统应用中大型PLC才能实现的位置控制功能。针对罗升ELMO智能型伺服驱动器会在下面作详细的介绍。

4 罗升ELMO伺服在该应用中的特点

4.1 全面可编程功能

罗升公司的ELMO伺服为以色列ELMO公司研发的最新一代的数字智能型伺服驱动器，其驱动器自带了2K的编程空间，加强型驱动器更是配备了32K的编程空间，完全可以满足复杂的运动控制。

其编程界面友好易用，有高级语言编程经验的客户可以在很短的时间内熟悉该产品的编程工作。具体编程界面如图2所示:

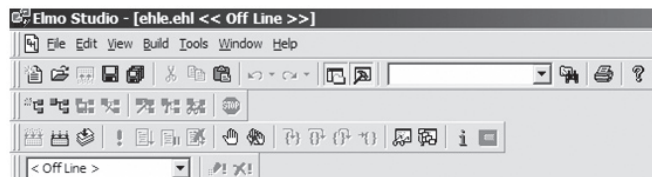


图2

其编程采用的语言是类似于C语言的编程环境，可以使用while、if、until、define、for、end等语句；同时融入了ELMO伺服自身内部的运动控制参数70余个，例如：M0、PX、VX、AC、BG、ST、UM、RM等；另外，可以对外部的I/O以及模拟量进行编程操作，用以完成I/O的事件触发以及模拟量输入的速度控制等。具体编程片断如图3所示:

```

#define PI 3.14159265

#@AUTOEXEC
PositionSin(UI[1],UI[2])
//Run Sin motion function UI[1] is Duration,UI[2] is amplitude.
return

function PositionSin(int Duration,int amplitude)
int Intervals // Number of PVT intervals in a cycle
int T_interval // PVT interval duration
int i

MP[1]=1 // First PVT array index
MP[3]=1 // The PVT motion is to be cyclical
Intervals=100 // Set initial intervals number greater than 64
T_interval=0 // Set initial interval duration

while (Intervals>63)
T_interval=T_interval+i
Intervals=(Duration-i)/T_interval
end

MD=1

// A loop setting PVT arrays values
for i=1:Intervals

```

图3 编程片断

4.2 正弦曲线功能

该应用中，一个最主要的功能是需要伺服模拟人体呼吸运动，做正弦曲线运动。传统的实现该功能的方法是需要带有位置控制功能模块的PLC通过复杂的浮点运算后，给出相应的脉冲频率来完成位置控制。而罗升ELMO伺服驱动器中，自带了SIN函数，同时还带有PTP（点到点）和PVT（位置、速度、时间）等曲线运动控制功能，可以很容易地完成正弦曲线的设定。

针对此应用，罗升ELMO伺服给出的具体实现方法是：首先根据人机界面输入的频率计算出运动的周期，然后根据周期通过运算把一个周期时间细分为64段，再根据输入的幅度值，在一个周期内细分出64个位置点，通过SIN函数的运算，就得出一个周期内相应的64个点位置上每个点的位置、速度、时间这三个参数，将这些参数确定后，再确定运动的起始点和运动模式（一次运行或者周期运行等）。待以上工作都完成后，驱动器会在接到下一个开始运动的指令后，根据输入的64个点，进行PVT曲线运动，将64个点连成平滑的曲线后就可以顺利地实现SIN曲线运动。

以下几个图是通过罗升ELMO驱动器配套软件中的示波器功能得到的伺服电机做正弦运动时的相关曲线图:

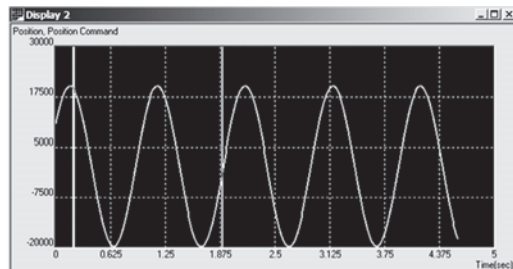


图4 位置曲线

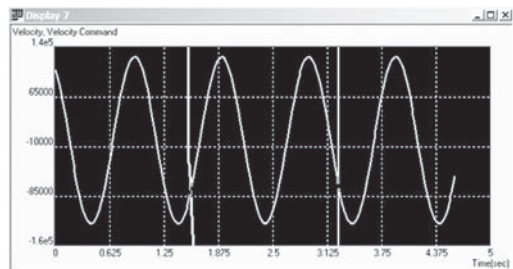


图5 速度曲线

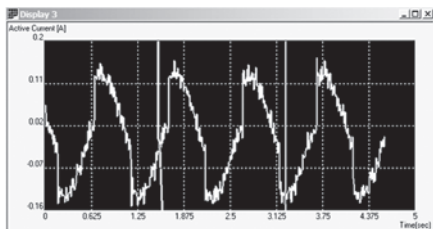


图6 电流曲线

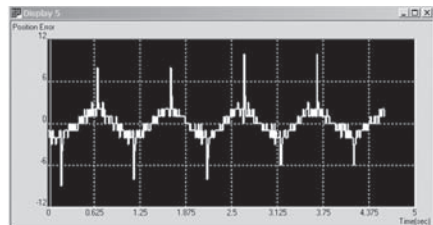


图7 位置误差曲线

4.3 回原点功能

由于每次上电后，电机的位置不定，故需要上电回原点的功能。罗升ELMO驱动器自带的HM指令可以轻松地完成复杂的回原点过程。

在接收到HITECH人机界面给的回原点指令后，伺服驱动器首先根据事先指定好的内部速度向负方向运动，同时检测原点信号，当检测到原点信号后立刻停止，并将当前位置设置为0。值得一提的是，在这个过程中，多个参数都可以设定：首先，通过HM[3]参数，可以设定触发条件，其中可以设定为编码器Z项信号触发、外部I/O输入1-6管角对应的原点开关信号触发等；其次，可以通过HM[4]指令设定当到达原点时通过数字输出给出一个输出信号到其他装置；另外，还可以通过HM[5]参数，设定到达原点时的位置设定值，可以选择设定到达位置为0，也可以选择设定到达时位置为预先在HM[2]指令中设定的值，还可以设定为{当前位置值PX-HM[2]}。

基于以上丰富的指令形式，再加上输入点中的输入5和输入6为高速输入节点，罗升ELMO驱动器可以完成非常精确的回原点过程。

4.4 位置跟随功能

在此应用中，由于两轴同时时需要保持绝对位置不变，故两个轴之间的同步性就需要得到保证。针对此点，罗升ELMO产品有着很好的应用。

在ELMO驱动器中，共有两路脉冲输入端口，其中J2对应的脉冲端口为主反馈端口，其用来接收伺服电机的编码器信号。同时另外一路脉冲端口我们称之为辅助反馈端口，辅助反馈端口的功能我们可以通过软件来定义，可以定义为A、B项差分信号输入，也可以定义为PULSE+DIRECTION的脉冲+方向信号的输入，还可以定义为J2口编码器信号1: 1无延迟的硬件输出。我们的位置跟随功能也就正好利用了这个功能。

在跟随过程中，X轴电机驱动器辅助反馈口通过YA[4]参数定义为主编码器信号的1: 1输出，通过硬件连接到X' 轴电机驱

动器的辅助反馈口，同时定义X' 轴驱动器的辅助反馈口为A、B项脉冲信号输入，这样就完成了硬件上的连接。此时，再在X' 轴驱动器的参数中设定外部参数有效RM=1，同时设定跟随比率FR[3]=1，通过这样的简单设定，X' 轴就会完全跟随X轴电机的运动，做到严格的比例跟随，跟随比例为FR[3]所设定的1: 1。

以上过程，在实际测试过程中，在电机从0rpm以2000000counts/s²加速到3000rpm时，两个电机之间的跟随误差最大为20counts，折算过来约为0.72度。在以3000rpm稳定运行的过程中，跟随误差可以控制在3counts以内，约合0.1度，非常好地满足了该系统的要求。

值得一提的是，罗升ELMO驱动器的跟随比率FR[3]可以在运动过程中动态调节改变，而且跟随轴也可以根据跟随误差通过驱动器自身做动态调整，运动效果为跟随值与调整值的叠加效果。另外，罗升ELMO驱动器带有的ECAM电子凸轮功能也可以完成复杂的凸轮运动，替代传统的机械凸轮，在印刷、包装、军工等行业都有很好的应用。

4.5 其他特点

由于此项目属于医疗项目，且涉及到图像的处理，故对整体电气产品的电磁兼容性EMC (Electro Magnetic Compatibility) 有很严格的要求。传统伺服驱动器的干扰比较大，运行过程中会对图像产生很严重的干扰现象，导致图像失真无法使用，而罗升ELMO伺服的电磁干扰EMI (Electro Magnetic Interference) 经过测试完全符合欧洲的医疗行业应用指标，可以非常好的应用于全球的医疗行业。目前GE、PHILIPS、SIEMENS都是其代表性的行业应用客户。

由于此设备为医疗用辅助设备，需要经常性的搬运与安装，故此设备的体积就成为客户比较关心的问题之一。其上使用的罗升ELMO驱动器体积仅为82mm x 25.4mm x 75mm，重量仅为150g，此种驱动器为同类产品中最小，非常适合于此种情况下的应用。

5 结 语

在这个项目中，通过巧妙的使用罗升ELMO驱动器自身能够提供的SIN函数和PVT曲线的功能，实现了客户复杂的运动曲线要求。节省了使用PLC等产品带来的成本增加；同时由于使用的电气产品的减少，大大增强了自身产品的整合度，提高了可靠性，也使类似的小型设备看上去体积小巧，科技含量很高。

参考文献

- [1]. Elmo Digital and Analog Servo Drives Catalog, Elmo Motion Control, 2007. (1).
- [2]. SimplIQ Command Reference, Elmo Motion Control, 2007. (1).
- [3]. SimplIQ Software Manual, Elmo Motion Control, 2007. (1).