# 基于PAC Motion伺服电动机的GMC运动控制系统研究

**通用运动控制（GMC）目前主要需解决对自动化机器和流水线的位置、速度和扭矩进行准确控制的问题。采用高规格的可编程自动控制PAC技术和运动控制PAC Motion技术，结合伺服电动机驱动方案，通过集成软件Proficy ME完成系统配置、编程、通信、测视和诊断全过程，可实现各种单多轴运动的电子运动控制方案。经测试系统工作良好，能够可靠满足GMC运动控制要求。**

戴　月／武汉交通职业学院

戴　月／副教授

*关键词／Keywords*
*运动控制・*
*伺服系统・*
*可编程自动控制・*

运动控制就是对机械运动部件的位置、速度等进行实时的控制管理，使其按照预期的运动轨迹和规定的运动参数进行运动。专门为数控机械和自动化设备而设计的运动控制器无需其他处理器和操作系统支持，往往已根据应用行业的工艺要求设计了相关的运动控制功能。用户只需要按照其协议要求编写应用加工代码文件，利用专用通信方式传输控制器，即可完成相应运作。这类运动控制不可移植，用户不能重组自己的控制系统[1]；而通用运动控制（GMC）是指除了高端数控机床和机器人控制之外的所有运动控制，它采用了开放体系结构的控制器，提供标准化的硬件模块和接口，用户可以根据需求开发控制功能，构成各种类型的高性能运动控制系统。它已经被越来越多的产业领域所接受，如包装、印刷、物料处理和装配等行业的定长剪切、飞剪、滚剪、灌装和封口等运动控制。

PAC Motion是GE公司推出的一种高规格的可编程自动化运动控制器。它是一种集成了可编程自动化控制技术PAC、运动控制技术Motion与伺服驱动技术的动态与机械逻辑解决方案，采用统一的软件进行编程、诊断和数据处理，是专门设计服务于复杂动态应用领域高终端需要的动态控制器，具有先进机械自动化需要的性能、灵活性和尺寸效应，可以解决复杂的单轴和多轴运动控制应用。

## PAC Motion运动控制系统硬件组成

一个典型的PAC Motion运动控制系统组成如图1所示。包括一个可编程自动化PAC控制器、一个Motion运动控制器、伺服放大器、电动机、运动相关的输入输出I/O接口、编程器和一套人机界面。

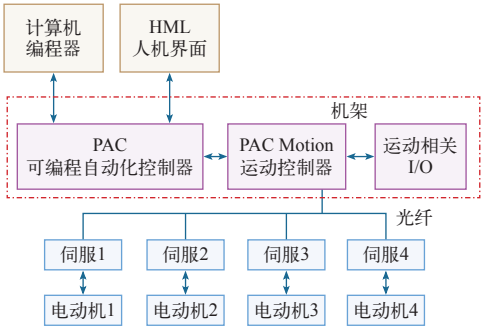


图1　PAC Motion运动控制系统硬件组成

### 1. 可编程控制器和运动控制器

GE的高规格运动控制系统的可编程控制器采用PAC Systems RX3i控制器，Motion运动控制器采用DSM314，它们都是模块式结构，与电源、通信和I/O等其他模块安装在1个统一的主机架上，1个主机架最多可连接20个运动控制器。



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

DSM314和可编程CPU及其他模块的通信借助RX3i的高速底板总线。这种紧密的集成性，使CPU和DSM314支持多线程扫描机制（中断驱动和时间驱动）和命令驱动通信。命令驱动的数据交换促使功能块的命令在触发的时候即时发送，结果在逻辑扫描周期内及时反馈，一般小于CPU的单个扫描周期。这种机制使得通过逻辑程序控制从运动控制模块调用数据的速度和数量成为现实，从而满足了用户高速和高准确度应用对灵活性的需求。

**2. 运动控制器和伺服系统**

运动控制器DSM314模块前面板有2个光纤端口和2个高密度连接器端口，通过光纤和电缆可以连接多种用途的输入输出I/O和伺服放大器，1个运动控制器DSM314可连接1～4个伺服电动机，即1个PAC Motion系统可实现最多80个伺服电动机的运动控制。伺服系统采用FANUC的FSSB串行数据总线的伺服驱动方案，具有高速、高准确度、高效率和低能耗的特点。

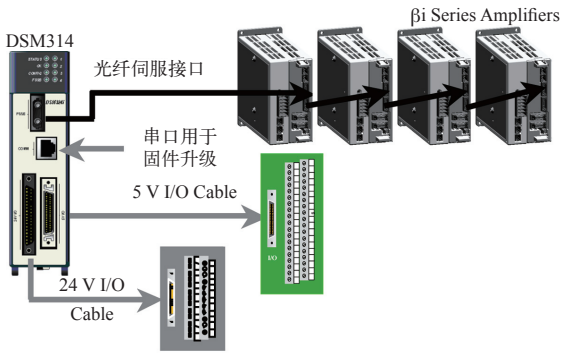


图2　运动控制器与伺服系统和现场I/O的连接

## PAC Motion运动控制原理

**1. PAC Motion闭环运动控制方案**

PAC Motion采用基于运动控制模块的全闭环控制伺服系统方案，如图3所示。由运动控制模块对伺服电动机后端的运动I/O部件进行采样，在驱动放大电动机之间构成位置和速度的闭环控制系统，利用运动模块DSM314的高速运算能力，自动进行伺服系统PID参数的增益调节，并且可以跟踪负载变化，实时调节系统增益。DSM模块与数字伺服系统连接，位置环与速度环全部由DSM314模块来处理，电流环/力矩环则由伺服放大器来处理，DSM模块可实现2 ms的运动程序处理周期。

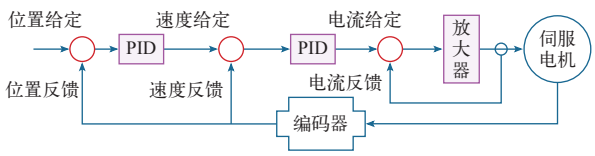


图3　PAC Motion闭环运动控制方案

**2. 分片处理技术**

PAC Motion的DSM运动控制器完成与运动控制相关的任务，而PAC可编程自动化控制器主要处理逻辑相关的任务，它们只是在必要时通过背板的高速总线进行数据交换。这种分片处理的机制，使运动控制器在添加轴时，不影响任何其他轴的动态特性，系统具有很强的延展性和可扩充性。

**3. 虚拟双通道技术**

硬件开发中经常用到双向RAM技术来实现各个单元的快速数据交换，而PAC Motion系统的高速背板总线就可以实现双向的快速数据交换，称为“虚拟双通道”。这样运动模块连接的所有轴可以同时进行运动更新，消除了轴与轴之间的位置偏差。基于命令的数据交换也确保了数据的实时访问，减小了程序扫描的冲突，在一个程序扫描周期内能同时访问运动数据。

**4. JerkFree运动技术**

传统的运动控制在多个运动过渡时主要采用线性加速或减速，易产生抖动，使扭矩破坏机械系统。而PAC Motion拥有专利的JerkFree技术，在线性加速的首尾点进行S曲线加减速，实现运动轨迹的无缝叠加，能够减小抖动，提高运动设备的耐用性和准确度。

## 运动控制项目的软件参数配置与编程

**1. 运动控制模块组态**

运动控制模块DSM314受PAC控制器RX3i PAC控制器控制，编程和组态都使用集成的开发软件Machine Edition－Logic软件。它针对应用程序将硬件组态、逻辑编程、运动编程、通信、人机界面和测试等高度集成到一个简单统一的编程环境



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

中，统一的变量数据库能方便地将各功能程序连接起来。

硬件组态根据硬件型号和连接，首先建立RX3i控制器的项目。然后根据每个硬件模块在RX3i机架的位置，把每个模块添加到Machine Edition－Logic软件中的底板对应槽位。在分类模块的“Motion”类别中找到运动模块DSM314添加至机架，为了将DSM314状态信息对应的I/O变量映射发送到RX3i主控制器中，需要对DSM314进行参数配置。主要需进行的配置参数有：每根轴的参数、传送至主控制器的变量参数和运动控制过程的闭环参数。

2. PAC主控制器简单运动控制逻辑编程

DSM运动模块内置基本运动功能的运动程序块，可由PAC主控制器直接调用，进行简单运动功能的逻辑编程。PAC Motion的编程采用符合开放的运动控制编程协议PLC open Motion标准的功能块，对运动控制的编程融入IEC 61131标准编程语言。既可以使用梯形图（LD）也可以采用结构化文本（ST）。在Machine Edition-Logic软件中的逻辑程序块中进行编写，一般实现简单运动控制（调用）。点动一根轴的梯形图程序如图4所示。

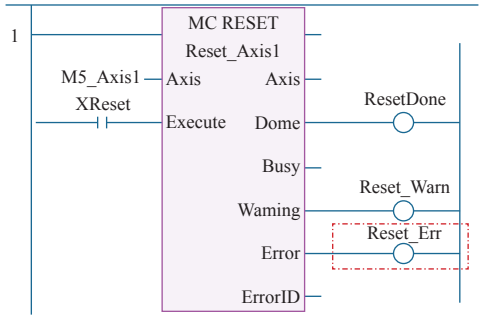


图4　主PAC控制器梯形图逻辑编程

3. PAC Motion运动模块的复杂运动轨迹编程

DSM内部包含两类程序：本地逻辑程序（Local Logic）由主控制器逻辑编程调用；另一类是运动模块程序（Motion Program），是由各种位移指令所构成的位移程序，在Machine Edition-Logic软件中的Motion模块下进行运动功能编写，一般进行复杂的运动轨迹过程的程序编写。运动控制器模块位移程序如图5所示，指定了两个轴的运动轨迹的运动程序。

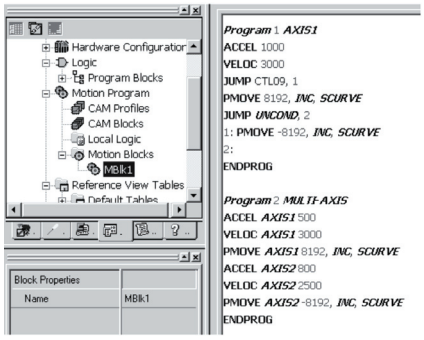


图5　运动控制器模块位移程序

## 诊断测试

PAC Motion运动控制系统在运行测试时，可以在集成的Machine Edition－Logic软件中调用程序变量进行人机界面设计，可以在不进行现场I/O设备真实连接的情况下进行系统测试，甚至没有人机界面，可以直接在程序中进行变量“使能”，通过Machine Edition－Logic软件提供的变量运行表进行系统的安全测试，如图6所示。如果在硬件配置中，将“Motor Type”参数设为65535，则此时系统提供的仿真电动机，可以在没有连接伺服系统的情况下发送运动控制指令进行系统测试，保障了系统的安全，在项目完工前的前期规划或方案测试中非常有用。

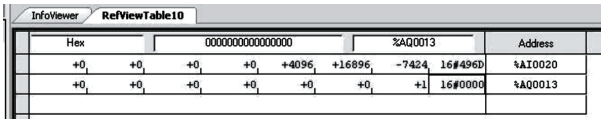


图6　Machine Edition－Logic软件变量测试运行表

## 结束语

高规格的可编程自动化运动控制PAC Motion伺服系统具有高准确度、低能耗和高可靠性特点。其开放简便的编程模式可以有效减少工程周期，模块式的机架和光纤连接有效减少了现场和盘柜接线，可靠而高准确度的伺服控制大大提高了通用运动控制系统的机器效率，有效减少停机时间和生产率损失。

（收稿日期：2014－11－10）EA



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net