

国产交流异步伺服系统在大型立式车床上的应用

齐重数控装备股份有限公司 (黑龙江齐齐哈尔 161005) 张莉军 杜宏祺 李方坤

在普通机床采用伺服系统作为驱动单元以简化传动机构取代齿轮箱已经是机床发展的趋势。时光交流异步伺服控制器在高性能的交流异步伺服电动机的配合下,调速比可以达到1:25 000,已经完全能够满足普通机床进给和主轴的调速要求。交流异步伺服控制器具有位置控制和零速锁定功能,能够实现定位和准停的需求。交流异步伺服控制器能够在零速到额定转速区间保持恒转矩控制,可以满足低速大转矩的要求。交流异步伺服电动机成本低、功率大、维护容易、寿命长。可以说普通机床采用全数字的伺服系统驱动,利用伺服控制器的编程和PLC功能,可以使机床的性能和功能得到很大的提高和扩展,方便了操作,简化了结构,降低了成本。

1. 采用时光交流异步伺服控制器对机床进给控制进行功能设置

如何用好伺服系统,让它发挥出最佳性能,使机床操作灵活方便,工作稳定可靠,是一个研发课题,必须加以重视。为保证机床功能充分满足用户的使用要求,我们主要从以下几方面进行优化设计。

(1) 速度控制功能的设置 在普通机床中,采用模拟量实施速度控制是常用的方法。大型立车刀架设计要求调速比要求1:40 000,即进给速度范围为0.1~4 000 mm/min,快速速度为4 000 mm/min。系统给定电压范围0~10V,折算成分辨率为0.25 mV/mm。如采用电位器,进行1:40 000的手动调节,0.25 mV的分辨率根本无法达到,而且稳定性不好,容易受到干扰,速度控制比无法达到要求不能满足快速操作要求。

我们采用单圈电位器配合电子分挡控制方法解

决以上问题。其中有两种方案。

方案一:把给定电压0~10V分成四段送入电位器进行切换挡位控制。这样加大了每一挡电压的调节范围,使稳定性提高。但是有两个缺点:①分辨率仍为0.25 mV/mm,当在低速挡位时,给定电压变化在mV级别,抗干扰能力下降,造成电动机在低转速时有不稳定现象发生。②由于给定电位器是挡位的一部分,使用频繁,一旦发生故障给定电压升高出现跳挡现象,造成打刀事故。因此方案一不宜采用。

方案二:送到电位器的给定电压0~10V不变,通过伺服控制器的数字I/O端子,向伺服控制器发出四段挡位控制信号,由控制器内部完成挡位切换任务,配合内部软件编程、参数设定和控制器的电子齿轮功能完成各挡位的转速分配比例。这样,在不同挡位时给定电压范围不变,都是0~10V,而对应的调速范围减小到1/4,挡位的范围可以通过用户参数的设定进行调整,如果平均分配,四档的进给速度范围分别是一挡为0.1~4 mm、二挡为4~40 mm、三挡为40~400 mm、四挡为400~4 000 mm。分辨率加大,提高了电位器的操控性和稳定性,抗干扰能力增强。由于给定电位器与挡位控制的信号是分离的,发生故障时不会发生跳挡现象。提高了机床工作可靠性。我们最终确定采用这种控制方案,称为伺服控制器电气分挡电子齿轮调速方式。

(2) 速度显示 刀架的实际进给速度必须给操作者有明确指示,但在一块表面上显示0.1~4 000 mm的速度表,分度显然过于粗糙。我们采用与速度设定方式相同的方法,与速度设定方式共用

四段挡位控制信号，即速度设定挡位与显示挡位是永远处于相同位置的。当速度挡位设定后，控制器内部软件自动变更参数，自动完成显示切换，使控制器在各挡位最高转速时，模拟量输出接口向速度表输出的满度电压都是10V，最低电压显示为本挡位的最低速度。这样，只用一块10V直流电压表，换上带四个挡位速度刻线的表盘，就构成了可以清晰显示刀架进给速度的仪表。

(3) 电子手轮功能 交流异步伺服控制器提供了第二编码器接口，接收电动机编码器以外的编码器信号。为充分发挥伺服控制器的优势，提高非数控机床的操控性能，我们将数控机床选用的电子手轮应用到非数控机床的进给驱动控制中，用第二编码器接口完成与电子手轮的连接，用数字I/O控制端子配合控制器内部软件，完成电子手轮的倍率选择开关的连接。在普通机床上增加电子手轮功能，大大提高了机床的性能和可操作性。

2. 伺服控制系统接口图及功能的实现

(1) 速度设定方式的接口图 速度控制通过可编程数字输入端子进行挡位设定。控制器通过软件自动识别当前的速度挡位，根据速度设定的参数（包括：最大速度、最小速度、调节分辨率等）从而实现每个挡位下的调速，图1为速度设定方式接口示意图。

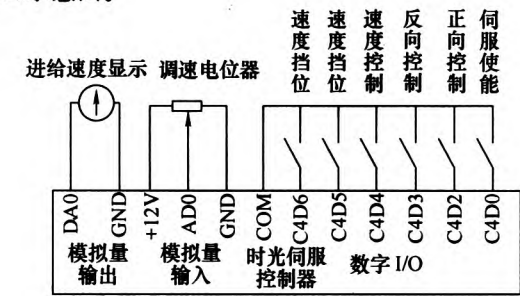


图1 调速方式接口示意图

时光伺服控制器的软件及参数都是可以根据设计要求由用户自定义的。调速控制是通过两个速度挡位信号C4D5、C4D6选择调速的范围，通过两个挡位信号可以形成四段速度挡位。通过调速电位器实现在各个速度挡位范围内实施0~10V调节。该系统通过编码组合的方式实现了速度挡位的选择，每个速度挡位的参数（包括最大速度、最小速度、调节分辨率等）都是可以单独设定的。另外还单独设有一个快速挡位方便操作。在伺服使能的条件

下，电动机运行的方向由正、反向控制信号控制（见附表）。

正、反向控制信号表

C4D5	C4D6	编码	档位
×	×	00	1
×	○	01	2
○	×	10	3
○	○	11	4

注：×表示打开，○表示闭合。

(2) 速度显示 速度显示控制接口如图1所示，两者共用挡位设定端子。控制器通过软件自动识别当前的速度挡位，根据三个速度挡位的参数（最大速度、最小速度、调节分辨率）从而实现每个挡位下模拟输出口电压0~10V所对应该挡位指示的最低至最高速度。

这样不需要其他控制手段，仅依靠时光伺服控制器本身就完成了机床进给轴控制的全部功能。

(3) 电子手轮接口 图2为电子手轮设置接口图。该功能是通过时光伺服控制器特有的位置同步功能实现的，即伺服控制器可以控制电动机运转位置与外部第二编码器位置实时一致。同时时光伺服控制器还可以对外部第二编码器脉冲计数进行任意比例（65 535 : 1——1 : 65 535）的分频或倍频，这样就实现了可任意调节速度比例的电子齿轮功能。系统通过不同的手脉选择信号选择不同的同步电子齿轮比，实现了电子手轮×1、×10、×100三个挡位的选择，从而分挡控制电子手轮每格进刀量。

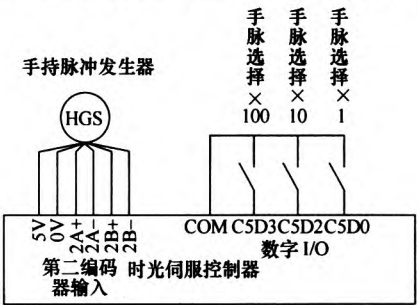


图2 电子手轮接口示意图

3. 结语

通过研发与实践，并经多年在大型立车上的使用、验证，国产交流异步伺服系统专项技术的应用取得良好效果。由时光交流异步伺服控制器构成的机床交流伺服系统充分体现了当代伺服技术的先进性。采用国产数字化的伺服系统和电动机，完全能发挥出最高的技术水平和最大的经济效益。

MW（收稿日期：20120208）