

广数数控系统知识讲座

第 12 讲 单轴运动控制数控系统

广州数控设备有限公司 (广东 510165) 汤兆红 龚德明 林一松 区锐相 林金萍

1. 前言

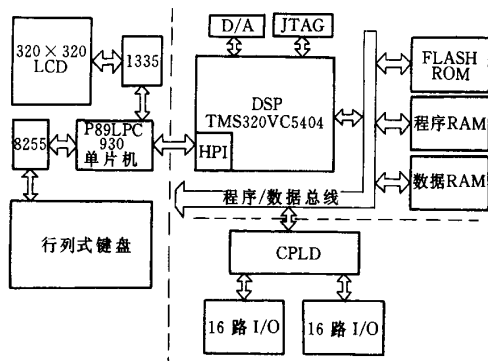
随着我们国家经济的发展,制造业对加工效率和制造精度提出了越来越高的要求,自动化装备的应用日益广泛。近几年机械制造领域对数控系统一直保持较高的需求量。这种发展趋势同时也推动了自动化装备的发展,特别是数控系统的发展和应用。现在数控技术不光应用在机床上,在轻工、化工、包装、纺织机械等领域也有广泛的应用。这些领域大量运用单轴控制系统。

根据市场的需求,我们在原有的单轴控制器的基础上研制开发了一种新的单轴运动控制数控系统。该系统采用新的硬件结构,以高性能的 DSP 芯片作为主运算 CPU,并集成了先进的运动控制算法。

2. 系统硬件结构

系统硬件主要包括主 CPU 模块、CPLD 模块、单片机接口等模块。CPU 模块完成核心运动控制算法与控制功能。本系统采用的是 TMS320VC5402 DSP 作为主运算 CPU,并扩展了程序 RAM、数据 RAM、FLASH ROM、16 路输入和 16 路输出,构成 DSP 基本系统,在此硬件平台上实现在系统程序固化、系统上电引导、独立运行等基本功能。CPLD 门阵完成外围逻辑功能。键盘/显示部分实现人机交互功能,由单片机完成。

具体框图如附图所示。



系统硬件框图

3. 系统工作方式及主要性能特点

(1) 系统工作方式 本控制系统的工作方式分为以下 7 种:

- ①编辑: 编辑用户加工程序。
- ②参数: 设置控制器各个参数。
- ③手动点动: 按选定的速度手动点动控制进给运动。
- ④手动单步: 按选定的步长手动控制进给运动。
- ⑤手轮: 手轮控制进给运动。
- ⑥手动回零: 回机械零点。
- ⑦自动运行: 自动运行用户编辑的加工程序。

(2) 系统主要性能特点 本控制系统具有以下主要的性能:

- ①控制单个交流伺服电动机,可扩展控制四个交流伺服电动机,实现闭环控制。
- ②速度控制模式, $\pm 10V$ 模拟电压输出控制信号。
- ③伺服周期 1ms。
- ④可提供一个手脉接口。
- ⑤提供程序缓冲区,可实现运动轨迹预处理,轴迹段间速度平滑。
- ⑥采用 32 位 (二进制) 有效数字计算。
- ⑦伺服控制采用可编程数字 PID + 速度前馈 + 加速度前馈滤波方式。
- ⑧可编程设置跟随误差极限、加速度极限、控制输出极限等参数。
- ⑨看门狗实时监测运动控制器的工作状态。
- ⑩行程范围: $-9999.999 \sim +9999.999mm$ 。
- ⑪最小设定单位: 0.001mm。
- ⑫快速移动速度: 15 000mm/min。
- ⑬标准 ISO 代码程序段,相对/绝对编程。
- ⑭软件/硬件超程保护,驱动器报警检测。

4. 系统功能

本控制系统采用标准的编程语言,包括 G 功能、M 功能。

(1) G 功能 G 功能由 G 代码及后接 2 位数表示，规定所在程序段的运行轨迹。本控制系统的 G 功能代码如表 1 所示。

表 1 G 功能代码

序号	G 代码	功能	模态	编程格式	说 明
1	G00	快速点定位	是	G00Z (W)	速度内定
2	G01	进给速度定位	是	G01Z (W) F	F 指定速度
3	G04	暂停延时	否	G04R	
4	G27	退回参考点	否	G27	最快速度
5	G50	坐标系设定	否	G50Z	
6	G73	啄钻加工循环	是	G73Z (W) DRF	F 指定进给速度
7	G81	钻孔循环	是	G81Z (W) RF	F 指定进给速度
8	G83	深孔加工循环	是	G83Z (W) DRF	F 指定进给速度
9	G22	程序局部循环开始	否	G22F	F 指定进给速度
10	G80	程序局部循环结束	否	G80	
11	G93	系统偏置	否	G93X (U) Z (W)	

(2) M 功能 M 功能是由 M 代码及后跟 2 位数表示，本控制系统输出相应控制信号或检测由控制对象产生的信号。本控制系统 M 功能代码如表 2 所示。

5. 控制参数

本控制系统设定了 0~9 共 10 个参数，每个参数由 ‘P’ + 参数号 (0~9) 表示，各参数说明如

表 2 M 功能代码

序号	M 代码	功 能	编程格式	说 明
1	M00	暂停运行	M00	
2	M02	程序结束	M02	
3	M30	程序结束，返回 第一段继续运行	M30	
4	M03	主轴正转	M03	M03 M04 互锁
5	M04	主轴反转	M04	
6	M05	主轴停止	M05	
7	M08	切削液开	M08	
8	M09	切削液关	M09	
9	M97	无条件转移	M97F	F 为对应 程序段号
10	M98	调用子程序	M98F	
11	M99	子程序返回	M99	
12	M21	1# 用户输出有效	M21	
13	M22	1# 用户输出无效	M22	
14	M23	2# 用户输出有效	M23	
15	M24	2# 用户输出无效	M24	
16	M81	1# 用户输入有效等待	M81 R	R 延时到后 信号取消
17	M82	1# 用户输入无效等待	M82 R	
18	M83	2# 用户输入有效等待	M83 R	
19	M84	2# 用户输入无效等待	M84 R	

表 3 所示。

P0 号参数为位参数，对不同的位设置成 0 或 1，使控制系统处于不同的控制方式：由左至右为 D6~D0 共 7 位，说明见表 4。

表 3 参数说明

参数号	范 围	参数名	说 明	初值
P0	00000000 ~ 11111111	位参数	各种控制方式的选定 (共 8 位)	00000000
P1	0 ~ 2.55	反向间隙	丝杠反向间隙 单位: mm	0
P2	0 ~ 255	M 码脉冲宽度	M 码为脉冲方式时脉冲的宽度以 50ms 为单位	20
P3	0% ~ 150% 共 16 挡	进给倍率	手动进给及 G01 进给时速度倍率	100%
P4	25% ~ 100% 4 挡	快速倍率	手动快速及 G00 进给时速度倍率	100%
P5	0 ~ 15 000	快速速度	快速移动速度, 单位 mm/min	6000
P6	0 ~ 65 535	设定运行次数	设定程序运行次数, 运行次数达到 设定值, 程序停止运行	0
P7	0 ~ 65 535	已运行次数	程序已经运行次数	0
P8	0 ~ 9999.999	正向限位值	正方向行程限位 单位: mm	9999.999
P9	- 9999.999 ~ 0	负向限位值	负方向行程限位 单位: mm	- 9999.999

机床数控系统电路板维修讲座

第6讲 数控系统电路板维修的其他方法及实例（下）

佳惠机电设备维修中心（山西汾阳 032200） 王功胜

5. 信号追踪法

追踪同故障相关联的信号可能找到故障单元。按照控制系统方框图从前往后或从后向前地检查有关信号的有无、性质、大小及不同运行方式的状态，与正常情况比较，看有什么差异或是否符合逻辑。如果线路由各元器件串联组成，故障时串联的所有元器件和连接线都值得怀疑。在较长的串联电路中，适宜的做法是将电路分成两半，从中间开始向两个方向追踪，直到找到有问题的元件（单元）为止。两个相同的线路，可以对它们部分地交换试验。但对数控机床来讲，问题就没有这么简单，交换一个单元一定要保证该单元所处大环节（如位置控制环）的完整性，否则可能闭环受到破坏，保护环节失效。例如当I调节器输入得不到平衡，只改用Y轴调节器驱动X轴电动机，若只换接X轴电动机及转速传感器于Y轴调节器，而不改接X轴位置反馈于Y轴反馈上，改接X轴转速设定于Y调节器上（或在NC中改X轴号为Y轴号），给指令于Y轴，这时X轴各限位开关失效，且X轴移动无位置反

馈，可能机床一起动即产生X轴测量回路硬件故障报警，且X轴各限位开关不起作用。

在追踪中也可以在信号线路上加上正常情况的信号试后继线路，但这样做是很危险的，因为这无形之中忽略了许多连锁环节。因此要特别注意：①要把涉及到前级的线断开，避免所加电源对前级造成损坏。②要尽量地移动可能移动的机床部分于可以较长时间移动而不至于触限位，以免飞车碰撞。③弄清楚所加信号是什么类型，例如是直流还是脉冲，是恒流源还是恒压源提供等。④设定要尽可能小些（因为有时运动方式和速度与设定关系很难确定）。⑤密切注意可能忽略的连锁可能导致的后果。⑥要密切观察运动情况，勿使飞车超程。

例如SINUMERIKSYSTEM8的ST方式和SS系列编程仪CONTR VAR方式可强制PLC输出，标志位置复位，借以区分故障在NC内、PLC内还是外设。接在PLC输出上的执行器件不动作，可强制该输出为1，看该器件是否带电；程序不执行若是由于PLC的一个中间标志位不为1所致，可以

表4 P0号参数说明

位	值	意 义
D0	0	电动机运行方向与设定方向相同
	1	电动机运行方向与设定方向相反
D1	0	M代码为电平输出
	1	M代码为脉冲输出
D2	0	回机械零点方向为正
	1	回机械零点方向为负
D3	0	不使用程序运行计数
	1	使用程序运行计数
D4	0	驱动器高电平报警
	1	驱动器低电平报警
D5 ~ D6		暂时未用

6. 结束语

本系统全部采用常规的元器件，结构简单，制造成本低廉，但比原单轴控制系统提高一个数量级的精度，直接使用模拟口输出，采用速度控制模式，可驱动模拟输入口的交流伺服驱动装置。该系统具有极高的性能价格比。我们的市场分析报告认为该系统在这一层次的市场潜力巨大，在制造业的各个领域有广泛的应用空间。

另外，该单轴控制系统的大量应用必定带动交流伺服及电动机的大量应用，推动交流伺服及电动机的技术发展。这将促进整个自动化装备的技术进步及发展。

（全文完）收稿日期：20041018