

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.06.003

## 基于 DSP 技术的遥控武器站运动控制器

章百宝, 张颖

(中国兵器工业第五八研究所军品部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为了满足遥控武器站控制精度要求, 设计一种以数字信号处理器 (digital signals processor, DSP) TMS320F2812 为控制核心的运动控制器。该运动控制器通过 DSP 内部集成的高速 I/O 口对传感器位置值进行采样, 由 DSP 控制给出指令, 驱动电机运动, 实现了位置控制, 使控制精度大大提高, 并已应用于某型号项目的遥控武器站控制系统。实践证明, 该运动控制器运行稳定、可靠, 可广泛应用于遥控武器站等控制系统。

**关键词:** 遥控武器站; TMS320F2812; 运动控制

**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** A

### Motion Controller of Remotely Operated Weapon Station Based on DSP

Zhang Baibao, Zhang Ying

(Dept. of Armament Products, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In order to satisfy the need of the remotely operated weapon station precision servo control, this paper designs a motion controller using digital signals processor (DSP) TMS320F2812 as the core. The controller samples the sensor value by the hi-speed I/O in the DSP. The DSP sends orders to the motor. It realizes the position control and improves the accuracy of the control system. The controller is used in a certain type remotely operated weapon station. The practice shows that the motion controller is stable and reliable. It can be widely apply in the system of remotely operated weapon station.

**Key words:** remotely operated weapon station; TMS320F2812; motion control

## 0 引言

遥控武器站是一种可以安装在多种平台上的相对独立的模块化、通用化武器系统。遥控武器站不需要人去直接操控武器, 而是基于视频图像和电驱动实现遥控操作。遥控操作可使射手位于武器平台的任何位置, 而武器平台的保护装甲可以避免射手和敌人面对面对抗, 提高射手战场生存能力, 并免受有毒火药气体和噪声的危害<sup>[1]</sup>。

随着对城市巷战模式的关注, 为了减少人员伤亡, 遥控武器站会越来越普遍地应用到各种装甲装备上。因此, 对遥控武器站火控系统的机动性和控制打击精度提出了更高的要求。而运动控制单元是火控系统运动控制的核心单元模块, 火控系统的快速反应性能、精确打击能力在很大程度上依赖于运动控制单元的快速计算能力和精确控制能力。由于数字信号处理器<sup>[2]</sup>(digital signals processor, DSP) 具有运算速度快, 支持复杂的控制算法的特点, 可以满足多轴高速、高精度运动控制的要求, 故笔者对基于 DSP 的遥控武器站运动控制器进行研究。

## 1 运动控制器总体设计思想

控制器以美国 TI 公司的 32 位定点

TMS320F2812 DSP 为核心微处理器, 它集成了 2 路光电码盘采集和处理电路, 2 路 RS232 数字伺服驱动接口电路, 2 路数字脉冲步进驱动接口电路, 采用全数字隔离控制, 从而使控制系统更加稳定可靠运行, 不会因为温漂、环境电磁干扰等原因而受影响。控制器与上位机的通信通过 CAN 总线实现。一方面, 上位机把目标位置通过 CAN 总线传递给轴控制系统, DSP 通过对光电码盘位置检测电路的结果分析, 计算出与给定位置的误差值, 再通过软件 PID 调节器获得位置控制量, 通过位置控制模式控制武器站; 另一方面, 上位机通过手柄操控武器站, 控制器采集手柄数据并转换为速度控制量, 通过速度模式控制武器站, 从而完成遥控指挥的作战任务。

## 2 运动控制器硬件结构

如图 1, 该控制器采用 CAN 总线实现上位机与控制器的信息传递, 以高速数字信号处理器 TMS320F2812 为核心, 由 2 路高速数字脉冲发生电路、2 路 RS232 接口电路、2 路位置检测电路构成数控接口。在存储器配置上, 通过字节存储器扩展了 4 M 容量的高速 SRAM。为增强系统可靠性, 还

收稿日期: 2012-02-28; 修回日期: 2012-03-20

基金项目: 空装装备部型号项目(空装科定部 1176 号)

作者简介: 章百宝(1981—), 女, 安徽人, 学士, 工程师, 从事火力控制领域研究。

专门设计了看门狗和复位控制电路。在各电路模块中均采用了光电隔离技术，大大增强了系统的抗干扰性。

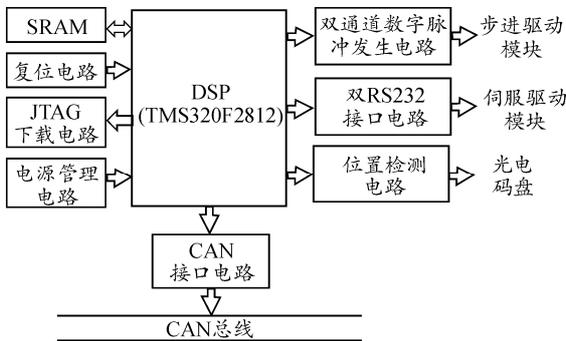


图 1 运动控制器硬件框图

### 2.1 存储电路

运动控制器的核心为 TMS320F2812<sup>[3]</sup> DSP。该芯片是 TI 公司推出的 32 位定点 DSP 控制器，其频率高达 150 MHz，大大提高了控制系统的控制精度和芯片处理能力，为电机及其他运动控制领域应用的实现提供了良好的平台。它主要完成信号处理、轨迹生成及控制规律的形成。

为了增加系统的程序存储空间，提高系统的工作效率，根据设计要求外扩了 RAM 电路。选用的 RAM 型号为 IS61LV25616<sup>[4]</sup>，容量为 256 KB×16 bit。这里用了 A<sub>0</sub>~A<sub>17</sub> 共 18 根地址线，最大为 256 KB；D<sub>0</sub>~D<sub>15</sub> 共 16 根数据线。片选 CS<sub>2</sub> 和读写 WR、RD 信号都由 DSP 引出。具体连接如图 2 所示。实际应用中，外扩的 SRAM 电路主要用于控制电路的在线仿真，并记录数据和轨迹曲线，极大地方便了调试和检测。而 TMS320F2812 DSP 本身集成的 128 KB 的闪存则用于现场软件的烧写和固化。

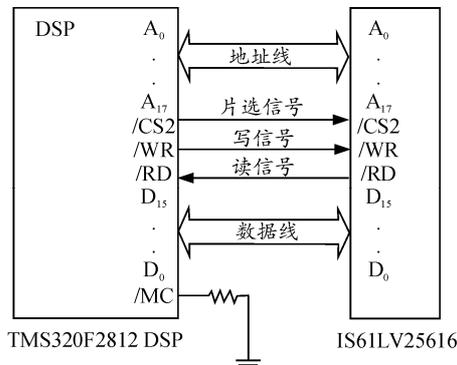


图 2 运动控制器存储电路图

### 2.2 时钟电路

TMS320F2812 DSP 锁相环 (PLL) 模块主要用来控制 DSP 内核的工作频率，外部提供一个参考时

钟输入，经过 PLL 倍频或分频后提供给 DSP 内核。该控制器采用基于 PLL 的晶体工作模式，通过外部有源晶振为芯片提供时钟基准，笔者所选用外部晶振为 30 MHz。具体电路如图 3 所示。

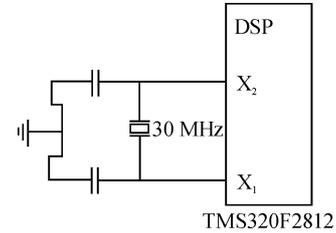


图 3 运动控制器时钟电路图

### 2.3 电源电路

#### 2.3.1 TMS320F2812 DSP 电源电路

一个稳定可靠的电源是系统稳定工作的基础。考虑到 DSP 的内核工作电压为 1.8 V，其 I/O 的工作电压为 3.3 V，而且一般的外围器件工作电压为 5 V，所以电源电路需要提供这 3 种工作电压。首先，通过外部电源适配器获得 +5 V 电压，然后再通过 LDO (低压差线性稳压电源) 将 5 V 电压转换成 3.3 V 和 1.8 V，采用的是 TI 公司的 REG1117 系列 LDO 芯片来进行电压的转换。该系列 LDO 芯片输出的电压今年高度在 ±1% 以内，具有电流限制和热保护功能。使用时，输入端和输出端通常接一个 10 μF 的电容来改善瞬态响应和稳定性。具体连接如图 4 所示。

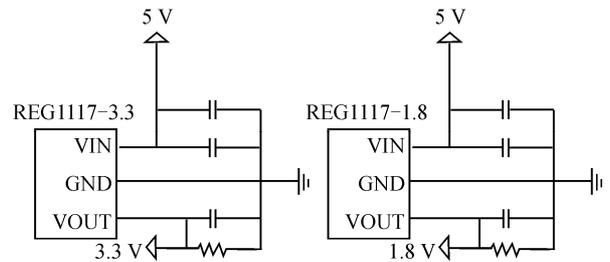


图 4 DSP 电源电路图

#### 2.3.2 复位电路

TMS320F2812 的复位管脚为 /RESET，低电平有效。为了保证 DSP 芯片在电源未达到要求的电平时，不会产生不受控制的状态，在系统中加入电源监测电路，笔者选用了 TI 公司的电源监测芯片 TPS3838K33 来实现 DSP 的电源监测，如图 5 所示。电路中提供了手动复位开关 S<sub>1</sub>。当 S<sub>1</sub> 接通后，输出电压将呈现欠电压状态，TPS3838K33 监测到这一变化后将在 /RESET 端输出一个宽度大于 200 ms 的低电平，迫使 DSP 复位。

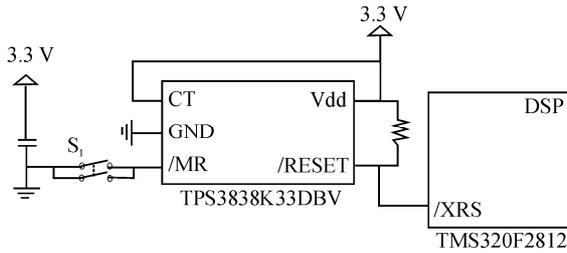


图 5 复位电路图

### 2.3.3 电源隔离电路

为提高系统的抗干扰性, 运动控制器与外设之间的电路均采用了隔离技术, 并通过隔离电源模块给各外设电路供电。

实际使用结果证明: 当不采取隔离技术时, 系统连接了执行机构电机时, 由于电流变化大, 影响了 DSP 运行的稳定, 从而出现了电机乱动, 死机等现象。而采取电源隔离后, 系统运行稳定可靠。

### 2.4 位置检测电路

本遥控武器站中, 笔者采用光电编码器作为闭环控制的反馈元件。光电编码器输出的是 2 组相位相差 90°的脉冲信号 DAT+和 DAT-, 设计中选用 MAXIM 公司差分收发器与 DSP 内部的高速 I/O 口连接, 用来采集光电编码器的位置值, 并采用高速双数字隔离器 IL712T-3 对差分收发电路进行隔离, 如图 6 所示。



图 6 运动控制器位置检测电路图

### 2.5 伺服驱动器接口电路

遥控武器站采用的是数字式伺服驱动器, 采用串口控制模式, 并采用高速双数字隔离器 IL712T-3 对串口接口电路进行隔离。如图 7 所示, 运动控制器共设计 2 路串口, 分别用来控制遥控武器站枪塔的方向和的高低向。

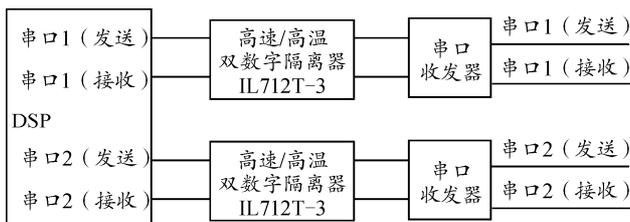


图 7 伺服驱动器控制接口电路图

### 2.6 步进驱动器接口电路

遥控武器站采用的是数字脉冲型步进驱动器, 采用数字脉冲控制模式, 并采用高速双数字隔离器 IL711T-3 作为串口接口电路进行隔离, 如图 8 所示。运动控制器共设计 2 路差分脉冲接口, 分别用来控制遥控武器站周视仪方向向和的高低向。

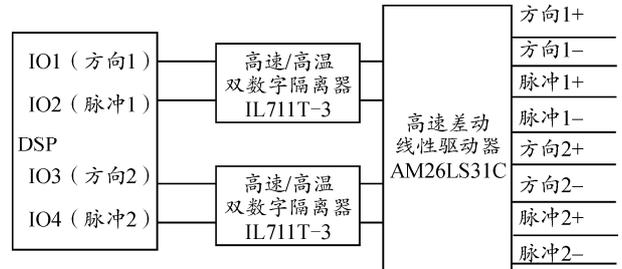


图 8 步进驱动器控制接口电路图

### 2.7 CAN 接口电路

运动控制器通过 CAN 总线与上位机通信, 接收上位机下发的指令和数据, 因此设计中也采用了光电隔离技术, 对 CAN 接口电路进行了隔离, 从而提高总线的抗干扰性能, 如图 9 所示。

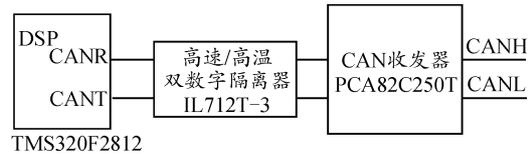


图 9 CAN 总线接口电路图

## 3 运动控制软件

如图 10 所示, 该运动控制器主要功能模块有初始化模块、信息处理模块、观瞄系统管理模块、伺服控制模块和电击发模块。运动控制软件主要完成初始化系统, 与上位机及其他设备通讯交互信息, 管理观瞄管理系统, 控制武器和观瞄云台运动以及控制电击发电路等功能。

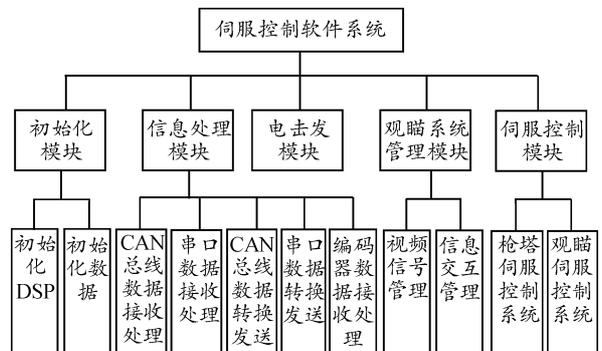


图 10 运动控制软件功能模块框图

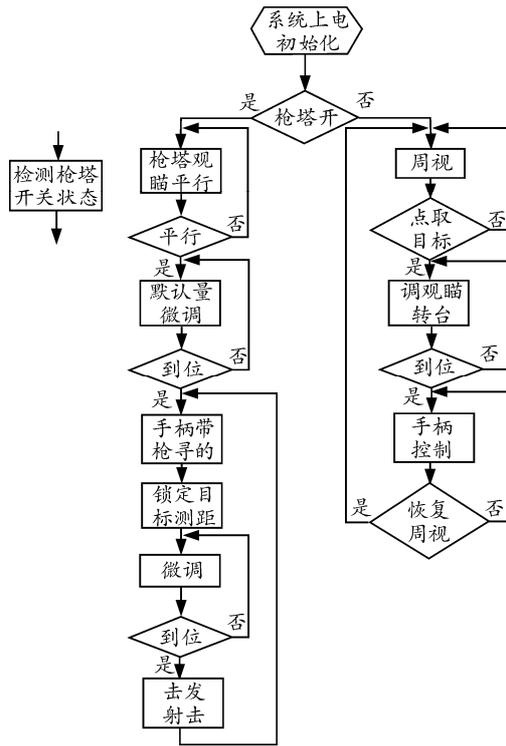


图 11 运动控制软件总体流程图

运动控制软件总体流程图如图 11 所示，上位机枪塔关状态下，控制观瞄云台周视，定位调转，手柄控制运动；开状态下，调转枪塔到位，实现瞄准准线独立，手柄控制枪塔高低方位运动瞄准目标射击。随时接收枪塔开关的控制，以及接收观瞄管理系统的命令控制视频传感器切换和激光测距。

### 4 结束语

基于 DSP 的遥控武器站运动控制器专为某型号项目的遥控武器站设计，现已应用于某型号项目的遥控武器站控制系统。使用结果证明：该控制器能很好地满足遥控武器站的使用要求，具有开发简单、性能可靠等优点，有着良好的应用前景。

### 参考文献：

[1] 张伟. 遥控武器站的自抗扰控制[J]. 国防科技大学学报, 2011, 1(2): 44-46.  
 [2] 苏奎峰, 吕强, 耿庆锋, 等. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.  
 [3] TMS320C2812 Data Manual[M]. Http://www.ti.com  
 [4] IS61LV25616 DataSheet[M]. Http://www.issi.com

\*\*\*\*\*

(上接第 6 页)

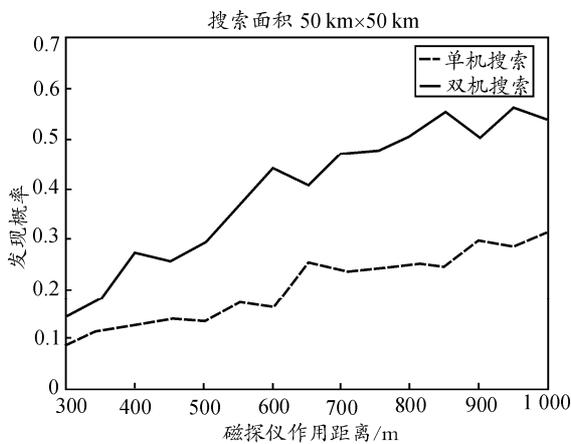


图 6 磁探仪作用距离对发现概率的影响

### 3 结束语

通过分析仿真结果可知：磁探仪对潜艇的发现概率随着搜索区域面积的增大而显著下降，使用双机搜索的发现概率只是略大于使用单机搜索的发现概率。而增大磁探仪的作用距离能够显著提高发现概率，因此相对于增加反潜巡逻机的数量而言，提

高磁探仪的作用距离能更加有效地提高搜潜的发现概率。

### 参考文献：

[1] 张之馥. 搜索论[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1992.  
 [2] 张圣云, 张安. 反潜飞机对潜搜索方法研究[J]. 火力与指挥控制, 2006(1): 70-71.  
 [3] 孙明太. 航空反潜战术[M]. 北京: 军事科学出版社, 2003.  
 [4] 王光源, 马海洋. 航空磁探仪探潜目标磁梯度定位方法[J]. 兵工自动化, 2011, 30(1): 32-34.  
 [5] 翁行太, 曹梅芬. 磁异探潜中潜艇的数学模型[J]. 上海交通大学学报, 1995, 5(3): 27-32.  
 [6] 岳增坤, 高晓光. 固定翼反潜巡逻机及其作战效能分析[J]. 火力与指挥控制, 2007, 5.  
 [7] James A Bronnan. The influence of the natural environment on MAD operations[R]. Pennsylvania: Naval Operation Centre, 1972.  
 [8] Edward P loane. Speed and depth effects in magnetic anomaly detection[R]. Pennsylvania: Naval Operation Centre, 1976.  
 [9] Patricia A T. Some priorities for a target probability area[R]. Pennsylvania: Naval Operation Centre, 2001.