

文章编号: 1005-8451 (2010) 04-0046-03

## 基于 DSP 的铁路信号识别技术

黄雪程<sup>1</sup>, 王焱<sup>1</sup>, 刘春<sup>2</sup>

(1. 北京大成通号轨道交通设备有限公司, 北京 100044;

2. 北京邮电大学 信息与通信工程学院, 北京 100088)

**摘要:** 本文设计了一种基于 DSP 的铁路信号精识别技术。它以数字信号处理芯片 TMS320C6713 为  
核心, 能够完成铁路信号接收、识别、记录、统计分析和显示多个功能, 满足铁路交通系统实时性和可靠  
性要求。

**关键词:** 数字信号处理; 信号识别; 铁路

中图分类号: U28

文献标识码: A

### Identification technology of railway signal based on DSP

HUANG Xue-cheng<sup>1</sup>, WANG Yan<sup>1</sup>, LIU Chun<sup>2</sup>

(1. Beijing Dacheng Comm-signal Railway Transit Equipment LTD., Beijing 100044, China;

2. School of Information and Communication Engineering, Beijing University Posts and Telecommunication, Beijing  
100088, China)

**Abstract:** In this paper, an identification technology of the railway signal based on DSP was designed. The technology used  
a DSP chip TMS320C6713 as data processor. It could complete the railway signal reception, identification, records,  
statistical & analysis and display. The requirements for real time and reliability to Railway Transport System had been  
fulfilled.

**Key words:** Digital Signal Processor(DSP); signal recognition; railway

铁路信号识别技术应用于列车自动防护系统  
中, 对 ATP (列车超速防护系统) 信号进行解  
调、识别, ATP 控制以识别结果提供对列车的防  
护, 控制列车运行的追踪间隔与运行速度, 该技术  
还具备检测自身工作状态, 判定故障的功能。伴随

高速列车运输系统的发展, 铁路运输的提速、车载  
的需求, 基于分立元器件和模拟信号处理技术的  
传统铁路信号设备越来越满足不了铁路系统安全  
性和实时性的要求。研究开发出基于计算机技术  
和数字信号处理技术的铁路信号设备已成为铁路  
信号的发展趋势。

本文提出基于 DSP 技术的铁路信号识别系  
统, 以数字信号处理芯片 TMS320C6713 为核心,

收稿日期: 2009-11-19

作者简介: 黄雪程, 助理工程师; 王焱, 高级工程师。

干预自动铺画车站技术作业表的软件系统。

系统投入运行后, 合计铺画运站时间由大约  
一班作业时间 (10 h) 降为 1 h~2 h 左右完成, 每  
一小时之内用于铺画的时间降到 5 min~10 min 之  
间。技术作业表的快速铺画, 将调度指挥工作从烦  
琐的手工铺画中彻底解放了出来, 达到了技术作  
业表生产指挥作用的充分发挥, 大幅度的提高了  
调度指挥人员的运输指挥水平和工作效率, 对提  
高车站运输工作的管理水平和劳动力资源的合理  
配置、优化和信息系统资源的有效重用都起到了  
积极的作用。

### 参考文献:

- [1] 孙远运. TMIS 总体架构设计研究[J]. 铁路计算机应用, 2005 (7).
- [2] 钱国伟. TMIS 车站系统在编组站的应用与拓展实践[J]. 上海铁道科技, 2005 (1).
- [3] 佟晓生. 构建 TMIS 公共数据平台的基本设想[J]. 铁路计算机应用, 2009 (2).
- [4] 张全寿, 张仲义. 编组站货车实时信息系统[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1997.
- [5] 伍俊良. 管理信息系统 (MIS) 开发与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

能够完成铁路信号接收、识别、记录、统计分析和显示多个功能，在重庆单轨交通系统中投入实验测试，测试结果表明该系统具有较高的实时性和可靠性。

## 1 信号识别系统的整体结构

技术包括铁路信号接收，信号处理和信号统计分析3个部分。信号接收：由接收天线和信号放大器组成，用于实时接收现场信号；信号处理：包括A/D转换模块和解码模块，接收信号先经过A/D芯片（芯片型号：TLV320AIC23B）进行模数信号转换，然后运用数字信号处理算法解调接收的移频信号；信号统计分析：接收信号处理部分输出的解调信息，在PC机上利用相关软件进行统计分析。

整体工作流程如图1：接收天线实时接收铁路信号，由信号放大器放大通过I/O接口送入DSP开发板，先经通过模数信号完成转换，再由TMS320C6713芯片完成解码任务后，一方面完成上灯操作，另一方面将解码信息送入上位PC机，PC机上统计分析软件完成信息的记录、统计分析和结果显示，根据解码信息，获得列车信号设备的工作状态对列车进行控制。



图1 铁路信号识别系统整体结构

## 2 硬件设计

以32 bit浮点处理器TMS320C6713为数据处理核心，采用外围电路设计。硬件结构框图如图2。

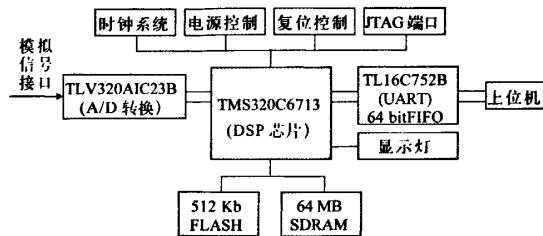


图2 铁路信号识别系统硬件结构框图

### 2.1 数据采集模块

考虑到本系统将投入某城市跨座式单轨交通系统中使用，一方面某城市单轨交通中铁路信号最大载频为21 kHz，根据奈奎斯特定律可知系统采样频率必须大于或等于42 kHz；另一方面铁路信号富含丰富的低频信息，频率间隔极小，系统要保证低频信号的精确识别必须采用精度很高的芯片。所以采用音频CODEC芯片TLV320AIC23B，TLV320AIC23B采样带宽48 kHz、最大采样速率96 kHz。可以在8 kHz~96 kHz采样率范围内提供16 bit、20 bit、24 bit和32 bit采样，音频口耐压范围为0 V~2V。其所有数据性能均满足某城市单轨交通铁路信号动态范围的要求。

音频芯片TLV320AIC23B是通过I<sup>2</sup>C总线接收配置信息完成内部寄存器配置，通过I<sup>2</sup>S总线协议完成与DSP的数据交换。高精度、高采样率的采样芯片提高了系统信号识别的精度。另外采用高性能的音频芯片TLV320AIC23B，能够减小数据采集时造成的时延，有效地提高系统的实时处理能力。

### 2.2 信号识别模块

该模块由DSP芯片协同SDRAM完成。根据铁路信号识别系统信号处理任务及实时性的要求，信号处理芯片选用的高性能32 bit浮点DSP处理器TMS320C6713，其适用于专业音频信号处理，主频可达到300 MHz，处理速度高达2 400 MIPS/1 800MFLOPS。TMS320C6713采用了2级Cache结构，片上共有264 K×8 bit存储器。TMS320C6713有32 bit的EMIF地址总线，有4个空间，每个空间均可与SDRAM、SBSRAM和异步外设实现无缝接口。通过合理的EMIF接口设计，可最大限度的发挥TMS320C6713强大的定点/浮点数据运算性能，提高硬件平台的实时处理能力。

由于采样数据量巨大，片上存储器存储空间不能满足要求，所以信号采集电路将采集到的数据存放在64 MB SDRAM内，通过EMIF与C6713完成数据交换。另外，为实现系统加电后能够自动加载应用程序，进入工作状态，程序代码存放在512 KbFLASH内，在系统加电后由Bootloader加载到TMS320C6713片内RAM中运行。

### 2.3 UART通信电路设计

UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter，通用异步接收/发送装置)通道实现

DSP 与上位机之间的通信,为了实现多种电平接口,系统采用 TL16C752B 作为通用异步收发器。芯片包含二路相互独立的异步收发器,接收和发送各带 64 byte 的 FIFO,最高传输速率可达 1.5 Mbps,采用 MAX3160 多协议收发器,使得异步串口接口电平可配置为 RS232/RS422/RS485 多种接口电平标准。TL16C752B 与 C6713 的 EMIF 接口,配置在 C6713 的 CE[3]空间中。

### 3 软件设计

软件根据功能要求和编程平台的不同可分为 DSP 程序设计、DSP 与上位机通信设计和 PC 上位机软件设计 3 个部分。

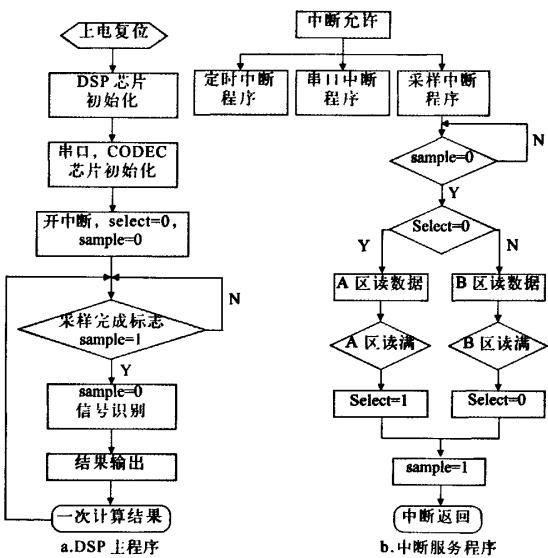


图 3 铁路信号识别技术软件流程图

(1) DSP 程序设计。系统主程序如图 3,包括信号处理芯片 TMS320C6713、CODEC 及串口芯片等初始化程序设计、信号识别算法设计和中断服务程序设计。

a. DSP 芯片初始化程序。完成内置定时器设置、CPU 与外部存储器接口 EMIF 设置和中断向量设置。串口、CODEC 芯片初始化程序完成内部控制寄存器设置。

b. 信号识别算法。采用 ZFFT 算法与频率能量重心校正技术相结合,能够精确认别出频率间

隔极小的低频信号,保证铁路信号的精确识别。

c. 中断服务程序。由定时中断程序,串口中断程序和采样中断程序组成。采样中断程序流程如图 3b.,图中 Sample 为一次采样完成标志,Select 为采样片选信号。将采样信号存储空间分为 A 和 B 两个区域,每个区域能存储一次信号识别所需采样数据,A 区采样完成则 B 区开始采样,任一区采样完成则将采样完成标志 Sample 置为 1,同时主程序开始信号识别计算工作。采样中断程序的分区设计使系统在响应采样中断程序的同时能够完成信号计算的工作,降低了系统完成一次信号识别所需时间,从而保证系统的高实时性。

(2) DSP 与 PC 上位机及下位机信号显示灯通信设计。DSP 与上位机之间通信采用 RS232 串口标准,DSP 通过 RS232 控制寄存器来初始化串口:设置波特率,使能串口接收与发送等。系统通过定时响应串口中断程序完成 DSP 与上位机之间的数据传输。DSP 与下位机信号显示灯之间通过芯片内置外设 GPIO 连接,信号灯实时显示系统工作状态。

(3) PC 上位机软件设计。该软件由 C++ 语言编写完成,具有将解调信号记录存储、统计分析和实时显示的功能。

### 4 结语

铁路识别系统在重庆跨座式单轨轨道交通系统已投入实验测试阶段,测试结果表明基于 DSP 技术的铁路信号识别系统具有运算速度快,精度高,实时性好和稳定性强等特点。

#### 参考文献:

- [1] 李方慧,王飞,何佩琨.TMS320C6000 系列 DSPs 原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [2] 郎宗琰,邹成缙.现代铁路信号技术[M].成都:西南交通大学出版社,2000.
- [3] TLV320AIC23B Data Manual[S].Texas Instruments Incorporated, 2002.
- [4] TL16C752B Data Manual[S].Texas Instruments Incorporated, 2002.
- [5] TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide[S].Texas Instruments Incorporated, 2000.