基于DSP的USB技术在图像传输中的应用

杨 波 邵怀宗
（电子科技大学 通信与信息工程学院 四川 成都 611731）

[摘 要]以基于DSP的多功能滴定仪器的研究为背景，用现在较为流行的高速USB接口与DSP的主机接口（HPI）相连接，成功地解决DSP与主机（PC）之间的大容量图像数据的传输问题。详细地介绍TMS320DM642芯片和CYPERSS公司的USB接口控制芯片CY7C68013之间的硬件设计，同时对USB芯片的固件设计也做基本的介绍。

[关键词]DM642 HPI接口 USB接口 固件 波形描述符
中图分类号：TP911.73 文献标识码：A 文章编号：1671－7597（2010）0120077－01

0 引言

当前，数字信号处理器（DSP）芯片以其强大的运算能力不仅在通信、电子、图像处理领域得到了广泛的应用，同时在医疗，生物等新兴领域也有相应的应用。基于DSP的多功能滴定仪器主要是用于粮食质量的无公害检测，在该项目中，需要设计一个图像采集和处理的DSP子系统，该DSP子系统主要完成RAW格式图像数据的采集和相关的处理，处理后的图像数据的显示和更进一步的处理及判别需要由PC机来完成，同时PC机处理后的结果还需要返回给DSP。由于DSP端需要传给PC的图像数据是不需要经任何压缩的RAW格式，而RAW格式的图像数据与压缩过的图象数据（如JPEG等）相比，数据量比较大，这样就需要设计一个高速接口来完成DSP与主机之间的大容量数据交互。由于USB接口具有热插拔，速度快等特点，因此在该项目中选择了USB作为DSP和PC机之间的接口方式。结合整个系统的需要，设计了TMS320DM642芯片和CYPERSS公司的USB接口控制芯片CY7C68013相连接，可使PC机通过USB2.0接口实时地从DSP处获得RAW格式的图像数据，从而将DSP从数据传输中解放出来，解决了PC机与DSP之间的大容量图像数据的传输问题。

1 硬件连接设计

1.1 基本工作流程

在本系统中，多功能滴定仪器的DSP与主机之间的接口主要由3个部分组成：主机（能够支持USB2.0协议的PC机），USB接口芯片CY7C68013和高速DSP芯片TMS320DM642。

其基本工作流程是：当USB设备插入PC时，PC和USB设备之间会完成一个枚举过程，PC将设计好的设备驱动程序装载到USB芯片中。枚举过程结束后即可进行数据的传输，当PC要从DSP内存空间读取图像数据时，由于在上电之后，DSP的内存空间中已经采集到了一帧图像数据，因此，它首先启动USB芯片中的接收程序，通过USB芯片的端口6将固定长度的图像数据依次读入FIFO，当FIFO中的数据达到一定数量后，USB芯片会自动将数据打包传送给USB总线，直到传输完毕。然后通过USB芯片的PA1引脚向DSP的EXTINT4发送中断信号，DSP芯片在收到中断信号之后，会启动相应的中断程序，进行下一帧图像数据的采集，为PC下一次读取图像数据做好准备，这样PC就可以动态地控制图像的读取速度。

当PC有数据要发送时，它将数据直接传给USB芯片，USB芯片收到数据后，按指定的数据长度将数据写到发送端口2的FIFO中，然后自动启动内部的GPIF相关程序，将数据写入DSP相应的内存地址空间，接下来USB芯片通过设置DM642的HPIC寄存器中的DSPINT位（将其置1），向DM642发起中断，通知DM642有数据到。

1.2 硬件连接

由于DM642的HPI接口是从模式的，因此CY7C68013须以主模式参与连接，这样我们选择可编程控制接口GPIF方式与DM642的HPI接口进行连接。接口间信号线的连接见表1：

表1 CY7C68013 GPIF信号线与TMS320DM642 HPI信号线的描述

CY7C68013 GPIF	TMS320DM642 HPI	描述
FD[0:15]	HD[0:15]	16位数据线
PA[6:7]	HCNTL[0:1]	HPI寄存器选择控制线
CTL0	HR/W#	HPI寄存器读写控制线
CTL1	HCS#	HPI片选使能控制线
CTL2	HHWIL	HPI数据半字标志控制线
RDY0	HRDY#	READY状态信号线，用于查询HPI口状态
PA1	EXTINT4	用于向DM642发起中断

USB接口芯片通过GPIF波形描述符的编写来匹配DM642的HPI接口的读写时序，从而能正确地对HPI内部的四个寄存器进行读写，成功地实现对HPI口的操作。从FX2L P的PA口选取PA[7:6]连接HCN TL[1:0]，实现对HPI寄存器操作的选择，见表2：

表2 HPI寄存器的选择与功能

HCNTL0	HCNTL1	HPI寄存器	功能描述
0	0	HPIC	主机读/写HPI控制寄存器
1	0	HPIAR/W	主机读/写HPI读/写地址寄存器
0	1	HPID	主机以地址自增方式读/写HPI数据寄存器
1	1	HPID	主机以固定地址方式读/写HPI数据寄存器

除了以上两个接口间主要的信号线连接外，还有以下几点需要说明：接口芯片CY7C68013的SCL和SDA两个管脚应该上拉，DM642的HAS#管脚应上拉和HD5管脚应下拉。其它没具体说明的CY7C68013的引脚连接参照文献[1]，其它没具体说明的DM642的HPI接口的引脚连接参照文献[2]和[3]。

1.3 DSP内存空间的访问

DSP内存空间的正确访问是实现USB接口功能最关键的部分。USB接口芯片是通过运用其GPIF口来访问DM642的HPI接口，来达到间接访问DM642的内存空间，DM642的HPI接口各个寄存器的读写时序详见参考文献[2]。然后再通过芯片内部的USB2.0协议模块完成与主机（PC）之间的数据交换，从而实现DSP与主机之间的数据传输。因此，通过GPIF波形描述符的编写来匹配DM642的HPI接口的读写时序成为了驱动程序中最重要的部分。

在该项目中，主机从DSP内存空间中读取的主要是图像数据，而图像数据往往存放在连续的地址空间中，因此这里采用的是以地址自增方式读HPI数据寄存器。读HPID的过程为：先向控制寄存器HPIC写入操作控制字；再向地址寄存器HPIA写入欲操作的DM642的内存空间地址；然后等待DM642以EDMA的方式完成内部操作，并将数据准备好；然后从数据寄存器HPID处根据HPIC中控制字的要求以地址自增方式连续读取DM642内存空间的数据。

同时由于主机向DSP内存空间中写入的是少量控制数据，故以固定地址方式写HPI数据寄存器。写HPID的过程为：先向控制寄存器HPIC写入操作控制字；再向地址寄存器HPIA写入欲操作的DM642的内存空间地址；然后以固定地址方式根据HPIC中控制字的要求向HPID中写入数据；最后DM642以EDMA的方式完成内部操作，将HPID中的数据写入HPIA中的内存地址空间。

2 固件的设计

固件是在USB接口芯片加电后，由其它设备加载到CY7C68013中并在其中运行完成接口数据传送功能的一段程序。在本接口中采用的是由PC机通过USB接口加载固件的方式。

固件程序的编写主要分为4个大的模块：设备描述模块，该模块唯一的

（下转第90页）

矿石自然类型以原生矿石为主，有少量混合矿石。

按结构构造划分为致密块状矿石、团块状矿石、浸染状矿石。

2.5 矿体围岩和夹石

矿体围岩矿体赋存于强硅化云母片岩和黄铁矿化石英脉中，矿体围岩主要为石英云母片岩，少量的钠长石片岩等。

矿体夹石主要为硅化云母片岩、褐铁矿化石英脉等，由于矿体品位低、规模小，故圈定矿体时未做夹石剔除。

2.6 土壤地球化学特征和地球物理特征

2.6.1 土壤地球化学特征

该区Au、Ag、As可作为寻找金矿化的主要指示元素。Au异常是该区岩金找矿的重要标志。当Au异常有内带，浓集中心明显，梯度值高，梯度变化大，并伴有电阻率高阻异常时，岩金成矿潜力较大，在此情况下，三种元素的组合异常可作为含矿的标志。

H-1号异常：长约470m，宽约90m，异常轴向320°，为Au、Ag组合异常。金平均含量Au24.0×10^{-9}、最高Au85.5×10^{-9}，具中带，衬度值大，由2号岩金矿体引起。

H-2号异常：长约500m，宽约100-160m，异常轴向320°，为Au、Ag、As、组合异常。金平均含量Au38.2×10^{-9}、最高98.6×10^{-9}，具中带。由1号、1-1号矿体及三条岩金矿化体引起。

H-3号异常：长约140m，宽约50m，异常轴向50°，为Au、Ag组合异常，金平均含量Au28.3×10^{-9}，最高值为90.5×10^{-9}，具内带；银平均含量Ag0.75×10^{-6}，异常最高值为1.42×10^{-6}。由3号岩金矿体引起。

H-4号异常：长约630m，宽约70-160m，异常轴向310°，为Au、Ag、As组合异常，平均含量：Au25.2×10^{-9}，最高Au88.8×10^{-9}，具内带。平均含量Ag0.38×10^{-6}，最高Ag0.51×10^{-6}，As平均含量59.5×10^{-6}，最高As95.2×10^{-6}，由4号岩金矿体和一条矿化体引起。

2.6.2 地球物理特征

该区投入的物探方法为电阻率中梯测量，该区岩石的电参数如表1。由表中可见高阻异常是由强硅化云母片岩或石英脉引起的，因此，在该区高阻异常可作为找矿的间接标志。

在该区使用电阻率中梯测量方法共发现高阻异常4处，其特征如表2。

表1 岩矿石电阻率特征表

岩石名称	块	最大Ωm	最小Ωm	常见值Ωm
石英云母片岩	33	675	250	300-400
花岗闪长斑岩	26	887	478	600-800
石英脉	45	2887	964	1200-1800
强硅化云母片岩	14	1845	889	1100-1500

表2 电阻率异常特征表

编号	长m	宽m	轴向(°)	最大值Ωm	验证情况
D—1	700	200	310°	1287	4号矿体引起
D—2	350	750	310°	1321	1号矿体引起
D—3	250	650	55°	1279	3号矿体引起
D—4	250	650	320°	1408	2号矿体引起

3 矿床成因及找矿标志

3.1 矿床成因

根据矿体赋存的环境看，该矿床的成因类型有两类：一类为含金石英脉型，矿体受NW、NE向构造控制，金属矿物主要为黄铁矿、褐铁矿，脉石矿物主要为石英，围岩蚀变主要为绿泥石化，其次为黄铁矿化，矿体形态为脉状；另一类为蚀变岩型，矿体赋存于蚀变云母片岩中，金属矿物主要为黄铁矿、褐铁矿，脉石矿物为长石、石英、云母，少量绿泥石，围岩蚀变以硅化为主，其次为绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化，矿体形态为脉状带。

3.2 找矿标志

根据已发现的岩金矿体赋存规律和地球化学、地球物理特征，其有以下几种找矿标志：首先，在燕山晚期花岗闪长斑岩附近的片岩中寻找北西向发育的断裂带；其次，寻找沿这些构造带充填的石英脉和硅化、绢云母化、黄铁矿化、褐铁矿化等蚀变岩；再次，Au、Ag、As等元素组合异常区，尤其是具有Au浓集中心的异常又与电阻率高阻异常吻合较好，是重要的找矿标志。

4 结论

该矿床到目前为止为一小型矿床，矿体赋存于石英脉及蚀变云母片岩中，矿体规模较小，品位较高，呈脉状或脉状带，以硅化蚀变为主，其次有绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化等，矿石类型较简单，具有多成因特点。北西、北东向断裂，硅化、黄铁矿化等蚀变，组合较好的化探异常且与电阻率高阻异常吻合好，是较好的找矿标志。

该矿床目前的工作程度较低，具有良好的找矿前景。

参考文献：

[1]侯德义主编，《找矿勘探地质学》，北京：地质出版社出版，1984，11（1）.

[2]王学求、谢学锦著，《金的勘查地球化学》（理论与方法·战略与战术），山东科学技术出版社出版，2000，12（1）.

[3]《有色及贵金属矿田（床）地球化学异常模式》，中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所，1987.12.

（上接第77页）

功能就是提供主机启动在重新枚举设备时所需要的VID和PID以及其它一些必要的设备描述符。主模块，主要完成设备的初始化、固件运行后的“重新枚举”、进入循环不断接收PC机发送的一些命令并等待数据的传送。数据收发模块，主要完成初始化数据传送端口，并且处理主机发出的命令。GPIF模块，主要是完成对DM642的HPI接口的时序进行编程，这种时序的编程具体来说就是设定一个个波形描述符，GPIF波形描述符的编程一般使用Cyp ress公司提供的GPIF TOOL工具进行配置，可参考文献[4]。在固件的编写中关键的是GPIF波形描述符的编写。波形描述符的编写首先必须弄清楚DM642的HPI接口的读写时序，然后设置好相应的控制信号的波形。

3 结束语

通过上述方式设计的USB接口，主机与DSP之间的数据传输速度可达10Mbps以上，能够实时地将DSP采集并做了适当处理的RAW图像数据传输到PC上，完全满足PC端的显示及计算需求，提高了粮食质量检测的精度，完全能够达到系统设计的需求。限于篇幅，本文没有详细介绍主机端驱动和应用程序的设计，该方案可进一步扩展，借助TMS320DM642强大的处理能力，应用于视频压缩、图像处理等多个领域。

参考文献：

[1]CY7C68013 EZ-USB FX2™USB Microcontroller,High-speed USB Peripheral controller.http://www.cypress.com.

[2]TMS320C6000 DSP Host-Post Interface(HPI)Reference Guide.http://www.ti.com.

[3]TMS320DM642 Video/Image Fixed-Point Digital Signal Processor.http://www.ti.com.

[4]许永和，EZ-USB FX系列单片机USB外围设计和应用[M].北京：北京航空航天大学出版社，2002.

作者简介：

杨波（1985-），男，汉族，四川省彭州市人，硕士学位，研究生，现就读于电子科技大学通信学院（研三），主要研究方向：高速数字信号处理。