

电气设备在线监测数据采集系统中大容量数据存储的实现

邵德军,尹项根,李彦武,胡文平,王志华

(华中科技大学电气与电子工程学院,湖北 武汉,430074)

摘要:介绍了电气设备在线监测数据采集系统的功能特点以及基于 DSP + CPLD 模式的硬件系统结构和外围器件扩展,以断路器在线监测数据采集系统的数据采集量为例分析了系统扩展大容量数据存储器的必要性,并介绍了 NVRAM (Nonvolatile SRAM) 芯片 DS1270 Y/AB 的性能指标,在此基础上详细地讨论了 DSP (TMS320F206) 系统中,在大规模可编程逻辑器件(CPLD)的控制下,扩展具有掉电保持功能的 NVRAM 实现大容量数据存储的方法。

关键词:大容量数据存储; NVRAM; 数据采集系统; 电气设备; 在线监测

中图分类号: TM762 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)12-0068-03

0 引言

变电站中的变压器、电容性设备、避雷器、断路器等高压电气设备长期运行中受到电场、导体发热、机械力、化学腐蚀和环境因素的影响,不可避免地逐渐劣化、老化,并导致设备运行性能变坏,出现缺陷。如果任其继续发展,不采取适当的修复措施,可能引发电力设备的故障,造成巨大损失^[1]。电气设备在线监测系统在设备运行情况下连续提取设备的各种状态信息参数,根据各种故障征兆,运用智能技术对其健康情况进行实时评判,依据诊断结果制定检修方案和策略,从而既减少了停电试验和维修的盲目性,又能持续真实地反映设备在运行电压下的性能和健康水平,能够及时发现设备运行中的缺陷,降低设备事故率^[3]。

本文介绍的电气设备在线监测数据采集系统是基于 DSP + CPLD(可编程逻辑器件)所构成的硬件系统,这样的硬件结构简化了系统的硬件设计和逻辑控制,提高了系统的稳定性,并使系统维护方便,有效实现数据采集、存储、上传的并行进行,具有功能集成度高、编程方便的优点。

由于在线监测系统本身需要采集的量很大,采样率要求比较高(特别是在故障情况下),而且系统兼有故障录波的要求,所以系统采集的数据量很大,系统需要具有大容量数据存储的功能。本文讨论了在 DSP 系统中扩展具有掉电保持功能的 NVRAM (Nonvolatile SRAM) 来实现大容量存储的方法。

1 电气设备在线监测数据采集系统的功能及硬件结构

1.1 数据采集系统功能

该采集系统实现的功能包括:数据采集和基本处理,故障报告和自检报告的形成、存储、上传,开出告警功能,网络通讯功能。

1.2 硬件系统结构

数据采集系统结构框图如图 1 所示。

该系统基于 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320F206 进行设计。该芯片采用改进的哈佛结构,四级流水线操作,具有 6 条总线,极大地提高了数据处理能力;通过程序、数据空间分离,可同时进行程序指令的存取,提供高度并行性^[4];DSP 采用外部 10M 晶振(内部倍频)。系统以可编程逻辑器件 CPLD 作为 DSP 的协处理器,完成 DSP 外围器件的扩展和逻辑控制操作。

1.3 外围器件扩展

1) 存储器扩展

扩展外部全局数据存储器(CY7C1021) 64 K(实际上只用到 32 K),占用数据空间 8000h - FFFFh;局部数据存储器(CY7C1021) 64 K,数据存储空间为 0000h - FFFFh,通过 DSP 的控制线/DS 和/BR 经 CPLD 编程输出,确定访问外部全局或局部数据存储器;扩展程序存储器 64 K 用于程序存储;扩展非易失性存储器(NVRAM)DS1270 YA/B 为大容量存储器。

2) A/D 转换芯片

A/D 转换芯片 MAX125 是内部带同步采样保持器的高速多通道 14 位数据采集芯片,芯片内部包含一个 14 位、转换时间为 3 μ s 的逐次逼近型 A/D 转换器,一组可以同时 4 路输入信号进行同步采样的采样/保持电路。系统采用 4 片 MAX125,可以 16 个通道同时采样。

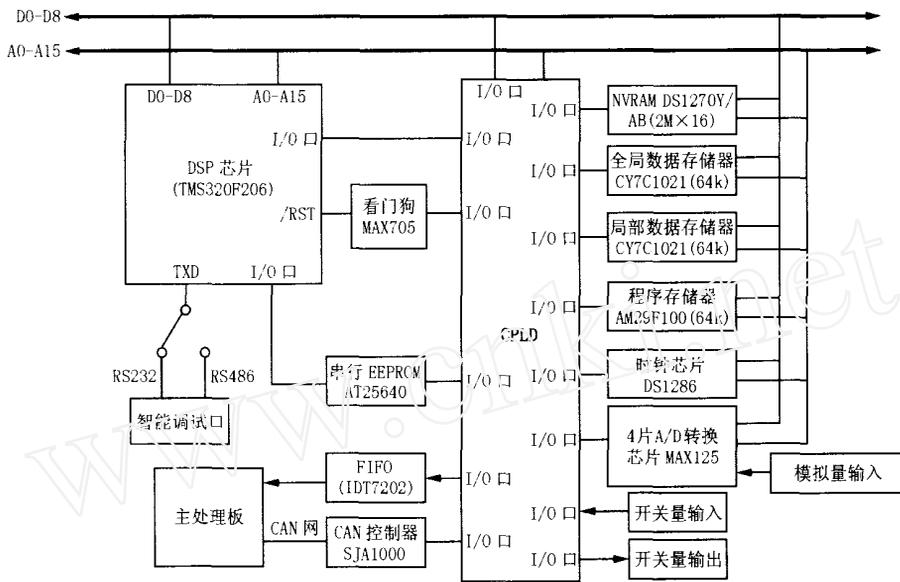


图1 采集系统硬件结构图

Fig. 1 Hardware configuration diagram of data acquisition system

3) 时钟芯片

扩展时钟芯片 DS1286,记录系统工作时间,并定时和主处理板时钟校准。

4) watchdog 电路

扩展看门狗芯片 MAX705 完成系统故障的复位功能。

5) 串行 E²PROM 芯片

扩展 E²PROM 芯片 AT25640 存储定值,并可进行定值在线调整。

6) 先入先出 FIFO 芯片 (First In First Out)

采集系统向主处理系统上传数据采用并行的高速通讯方式,选用 IDT7202A 芯片,其容量为 1024 × 9 bit;它基于先进先出,内部带双口 SRAM,并带有内部读写计数器;它利用空和满标志位来防止数据的下溢和溢出。

7) 外部通讯

通讯接口部分包括 CAN 网与主处理板的通讯,RS485 和 RS232 复用通讯口作为智能调试口。

2 NVRAM 在数据采集系统中的应用

在线监测数据采集系统对电气设备的大量状态参量进行高速数据采集,采集的数据通过高速数据通讯 FIFO 上传到主处理板进行分析处理,然后由主处理板即时可靠地发出开关量输出。由于采集的数据量很大,高速数据通讯 FIFO 不可能及时地上传所有数据,此时采集的数据就需要用大容量数据

存储器来暂存;另外为了确保数据安全,还需要大容量数据存储器来保存历史数据。

以断路器在线监测系统为例,每个数据采集系统对应 16 路交流模拟量、32 路直流模拟量、64 路开关量输入的数据采集处理,同时带有 16 路开关量输出。当系统正常工作时,模拟量采用每周波 36 点采样,故障状态下采用 128 点采样(满足录波的要求)。按故障状态下每 8 个周波的数据来考虑故障记录报告,数据存储量为 128 点 × 16 通道交流 × 8 周波 + 128 × 32 直流通道的 × 8 周波 = 48 KW,系统需要存储至少三份故障记录报告,另外数据存储器中还需要设置历史数据存放区、通讯缓冲区、计算缓冲区、自检报告区。所以仅靠 DSP 外部扩展的 64 KW 局部存储器和 32 KW 全局存储器是远远不够的,系统还需要扩展大容量数据存储器。

2.1 NVRAM 芯片 DS1270 Y/AB 的主要性能指标、技术特点

DSP 扩展的大容量数据存储器芯片选用 DALLAS 公司的 DS1270 Y/AB,是具有掉电保持、2 M × 8 bit 的 NVRAM (Nonvolatile SRAM),21 根地址线,8 根数据线,读写速度可达 70 ns。DS1270 Y/AB 内部有一个自保持锂电池和相关的控制电路;在失电的情况下,锂电池自动切换供电,NVRAM 被写保护以防止数据被改写,失电情况下数据至少可以保存 5 年。通过并联两片 DS1270 Y/AB 可以得到 2M 字数据空间,其中一片用于低位数据存储,一片用于

高位数据存储。

2.2 DSP 系统中大容量数据存储扩展的实现

DSP 芯片 TMS320F206 可扩展的局部数据存储空间为 64 k 字,数据存储空间范围为 0000h - FFFFh,其中高 32 k 字(8000h - FFFFh)可用于全局数据存储,全局存储器分配寄存器(GREG)决定了全局数据存储空间的大小在 256 字和 32 k 字之间,8000h - FFFFh 内任何剩下的地址都可用于局部数据存储。所以局部和全局数据存储共享数据存储空间的高 32 k 字,由信号线/BR 确定访问全局或局部数据存储, /BR = 1 时可访问局部数据存储空间 0000h - FFFFh, /BR = 0 时可访问局部数据存储空间 0000h - 7FFFh 和全局数据存储空间 8000h - FFFFh^[4]。

以芯片 DS1270Y/AB 为例。由 DSP 可寻址外部全局数据存储空间为 32 k 字,每 2 片 DS1270Y/AB 芯片构成一组 2 M 字空间,每组可划分为 64 个 32 k 字的块来分别访问。DS1270Y/AB 芯片的地址线为 21 根,低 15 位地址线(A0⁴/A14)与系统地址线相连用于位选,可以访问每个小块 32 k 字的数据空间;高 6 位地址线(A15 - A20)与 CPLD 的 I/O 口相连,由 CPLD 控制可以实现 64 个 32 k 字存储块的块选。这样就实现了大容量存储器每 32 k 字寻址,分块访问 2 M 字的存储器空间。如需扩展 n M 字(n 为偶数)的数据空间,则增加 CPLD 用于存储器扩展的 I/O 的数量用于存储器芯片的片选,所以 n M 字的存储器扩展需要 n/2 个 CPLD 的 I/O 口用于 DS1270Y/AB 芯片的片选和 6 个 I/O 口连接地址高位来实现块选。

其他类型的大容量存储器芯片在 DSP 系统中的扩展机制与此类似。

2.3 数据采集系统中分块访问 NVRAM 的具体实现

本数据采集系统扩展了 4 片 DS1270Y/AB 芯片,共有两组 2 M 字的存储空间,扩展示意图如图 2 所示。

通过对 CPLD 的编程控制,可以通过写数据到 I/O 端口 8004H 来完成对两组存储器的片选信号和地址线高位 A15 - A20 的锁存,片选信号实现对两组存储器的分别访问(/CE1, /CE0 不能同时置零),A15 - A20 实现对每组存储器中每个 32 k 字存储块的选择, I/O 端口 8004H 中相关位的定义如表 1 所示。

表 1 I/O 端口 8004H 定义

Tab.1 Bit definition of 8004H

BIT15	BIT14	BIT13	BIT12
A20	A19	A18	A17
BIT11	BIT10	BIT9	BIT8
A16	A15	/CE1	/CE0

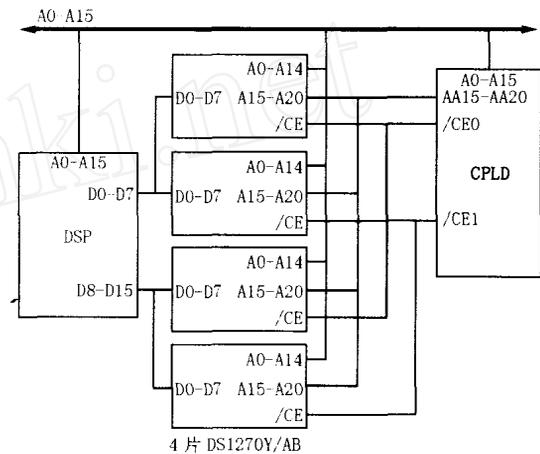


图 2 数据采集系统大容量存储扩展示意图

Fig.2 Diagram to extend great capacity data memory of data acquisition system

3 结束语

本文设计的基于 DSP + CPLD 的电气设备在线监测数据采集系统既简化了系统软硬件设计,提高了电路的稳定性和可靠性,又可保证数据采集的快速实时,提高了采集系统的性能。数据采集系统利用 DSP 可扩展的 32 k 全局数据存储空间,在 CPLD 的控制下扩展了大容量数据存储,解决了电气设备大量状态采集量的数据存储问题。

参考文献:

- [1] 胡文平,尹项根,等(HU Weir-ping, YIN Xiang-gen, et al). 分布式高压电气设备在线监测系统的设计(The Design of Distributed On-line Monitoring System of High Voltage Electric Equipment in Transformer Substation) [J]. 高电压技术(High Voltage Engineering), 2003, 29(1): 53-55.
- [2] 张闻宇,骆济寿,刘亚伟(ZHANG Weir-yu, LUO Ji-shou, LIU Ya-wei). 基于 CAN 总线的分布式高压断路器在线监测系统的设计(The Design on Distributed Online Supervisory System of High Voltage Circuit Breaker Based on CAN Bus) [J]. 东北电力学院学报(Journal of Northeast China Institute of Electric Power Engineering), 2001, 21(4): 64-67.

(下转第 81 页 continued on page 81)

不影响系统运行的可靠性原则。同时应该选择大厂的产品。

参考文献:

- [1] 商国才 (SHANG Guo-cai). 电力系统自动化 (Power System Automation) [M]. 天津:天津大学出版社 (Tianjin: Tianjin University Press), 1996.
- [2] 郭明宽 (WU Ming-kuan). CAN 总线原理和应用系统设计 (Principle and Design of Application System of CAN Bus) [M]. 北京:北京航空航天大学出版社 (Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press), 1996.

- [3] 吴敏渊,等 (WU Min-yuan, et al). ADSP 系列数字信号处理器原理 (Principle of ADSP Series Digital Signal Processor) [M]. 北京:电子工业出版社 (Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2002.

收稿日期: 2003-07-14

作者简介:

陈忠革(1968 -),男,工程师,研究方向为铁道电气化自动化;

王 勃(1967 -),男,博士研究生,副教授,研究方向为继电保护与综合自动化;

胡汉梅(1965 -),女,高级工程师,从事电力系统及自动化专业的教学及科研工作。

Selection method of integrated automation system in railway traction substation

CHEN Zhong-ge¹, WANG Ren², HU Han-mei³, REN Xue-tao⁴

(1. Machinery Department, Shenyang Ministry of Railway, Shenyang 110000, China;

2. School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

3. Three Gorges University, Yichang 443002, China;

4. XI Electric Co., Ltd, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: The application and research of integrated automation system in railway traction substation has developed very fast in recent years. Now, more than ten research departments have been absorbed in this field, the products of two departments have been put into running, the products of four departments have been appraised. In the meantime, the foreign products have been introduced in China. Because the integrated automation system adopting new and advanced technology, it is very important for railway customers to select a set of suitable system. Through researching and understanding of engineering application of foreign and domestic integrated automation systems, this paper provides some selection methods for participants of electric railway.

Key words: traction substation; integrated automation system; bus; optical fiber network

(上接第 70 页 continued from page 70)

- [3] 苑舜 (YUAN Shun). 高压开关设备状态监测与诊断技术 (Monitoring and Diagnosing Technique of the Condition of High-voltage Breakers) [M]. 北京:机械工业出版社 (Beijing: China Machine Press), 2001.
- [4] 张雄伟,等 (ZHANG Xiong-wei, et al). DSP 芯片的原理与开发应用 (Principle and Developing Application of DSP) [M]. 北京:电子工业出版社 (Beijing: Publishing

House of Electronics Industry), 2003.

收稿日期: 2003-09-02; 修回日期: 2004-04-20

作者简介:

邵德军(1981 -),男,硕士研究生,从事电力系统微机继电保护、电力设备状态监测及诊断研究;

尹项根(1954 -),男,博士生导师,从事电力系统继电保护、电力设备状态监测及诊断研究。

Realization of great capacity data memory in data acquisition system for electrical equipment on-line monitoring

SHAO De-jun, YIN Xiang-gen, LI Yan-wu, HU Wei-ping, WANG Zhi-hua

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper introduces the functional characteristics and hardware configuration of data acquisition system for on-line monitoring of electrical equipment, and takes an example of data acquisition system for breaker on-line monitoring system to analyze the necessity of extending great capacity data memory, and presents the performance and function of DS1270 Y/AB, which is a kind of nonvolatile SRAM(NVRAM). Based on that, the paper details how to use NVRAM in DSP (TMS320F206) system to realize great capacity data memory under controlling of Complex Programmable Logic Device (CPLD).

Key words: great capacity data memory; NVRAM; data acquisition system; electrical equipment; on-line monitoring