

# 信息存储系统的嵌入式解决方案<sup>①</sup>

樊彬, 柴波

(西安微电子技术研究所, 西安 710054)

**摘要:** 信息存储系统的嵌入式解决方案是针对系统工作环境的特殊性而提出的一种高速、高可靠性的信息存储的解决方案。以 sip 计算机模块作为控制核心, 在它的控制下完成信息的获取, 存储以及信息回放。

**关键词:** 信息存储; 嵌入式系统; 信息获取; 信息回放; 大容量; 高可靠性

## Information Storage Solutions for Embedded Systems

FAN Bin, CHAI Bo

(Xi'an Microelectronics Technique Institute, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** An embedded systems solution for information storage systems is a high-speed, high reliability information storage solution in a special working environment. Using a Sip computer module as the control center, the system can accomplish to acquire information, storage information and replay information.

**Key words:** information storage; embedded systems; information acquisition; information playback; massive capacity; high reliability

随着工业控制自动化程度的提高, 计算机通讯技术的发展, 信息存储系统越来越多的被应用到各种控制系统中, 它可以独立设计为产品, 也可以随系统同步进行一体化设计, 功能和用途非常广泛。如在工业控制系统中可以实现现场控制环节相关信息的实时采集、存储和实时传输, 而在航天领域, 则可实现大量实时数据的海量存储、过境快速回放。嵌入式信息存储系统能够有效真实和实时获取各种控制过程的相关信息, 这种功能有助于快速分析判断控制过程的正确性, 分析定位故障, 加速工作进程, 具有广泛的应用需求。

### 1 嵌入式信息存储系统特性分析

嵌入式信息系统作为控制系统的组成部分, 必须要能够满足控制系统的电气接口要求、工作流程协调一致要求和环境条件适应性要求。

#### 1.1 系统环境兼容性

由于信息存储系统与被嵌入的系统环境紧密相关,

因此必定首先要满足应用系统的工作环境, 如温度、湿度和机械应力以及电磁辐射等要求; 其次, 要满足应用系统给予的安装空间, 连接方式等要求, 还要满足应用系统对信息存储和回放等工作模式的要求, 因此, 嵌入式信息存储系统必定具有小型化, 抗恶劣环境和多工作模式适应能力。

#### 1.2 高可靠性

由于嵌入式信息存储系统直接关系到系统的正常工作以及对系统工作模式的识别, 因此其存储系统在信息获取、存储以及回放过程中应具有高可靠性。在信息采集的过程中能有效、准确并高效地采集到需要的全部输入信息, 将干扰信号准确过滤; 在信息存储过程中将采集到的实时信息存入存储设备, 并对信息编码进行标识以便回放; 信息回放过程中, 要能够搜索并识别不同类别信息, 实现多模式回放, 同时还要能发现存储过程中的出错信息。

#### 1.3 实时性

由于嵌入式信息存储系统一般要存储的信息均

<sup>①</sup> 收稿时间:2012-10-15;收到修改稿时间:2012-11-26

是实时数据, 存储信息量大, 因此其实时性就显得尤为重要了, 使系统能在要求规定的时间采集到数据并处理和完成存储. 如何解决信息采集处理和存储的实时性是嵌入式信息存储系统的核心问题, 因此必须采取一定的技术措施, 以防止采集数据的丢失或者存储通道信息拥塞, 满足嵌入式信息存储系统实时性的要求.

#### 1.4 存储特性

信息存储模块是嵌入式信息存储系统的信息存储载体, 关系到整个信息存储功能的成败, 因此选择合适的信息存储载体就显得尤为重要了. 不同的信息存储载体, 其存储速度, 容量, 价位, 可靠性等指标均不相同, 因此要根据综合要求全面分析, 合理选择存储载体, 使嵌入式信息存储系统的功效能达到最优化.

## 2 嵌入式信息存储系统的解决方案

通过嵌入式信息存储系统所面临的设计及使用需求问题分析, 在嵌入式信息存储系统的设计过程中, 应该从体系结构、信息获取、信息存储、信息回放以及软件技术等功能组成方面进行综合设计.

### 2.1 体系结构

为了适应嵌入式、小体积、高可靠等要求, 嵌入式信息存储系统可以采用 sip 计算机作为处理中心. 由于 Sip 计算机基本功能完整, 已实现了高度模块集成, 体积小, 功能易扩展, 有利于信息存储系统的嵌入, 满足微小空间, 抗恶劣环境和高可靠的要求.

Sip 计算机可以通过软件编程和命令控制等方式实现存储系统工作模式的设置和选择, 容易实现信息的实时采集处理, 按格式存储以及按需求下载回放等功能, 可以实现不同的工作模式和功能的转换.

下面给出一种嵌入式信息存储系统体系结构图, 它包括 Sip 计算机模块、信息获取模块、信息存储模块和信息回放模块, 同时还包括一个与控制系统关联的信息存储任务启动状态信号, 以便 Sip 计算机自动识别后, 开始按照规定的采集周期进行采集、处理、标识和存储, 状态撤销即任务结束.

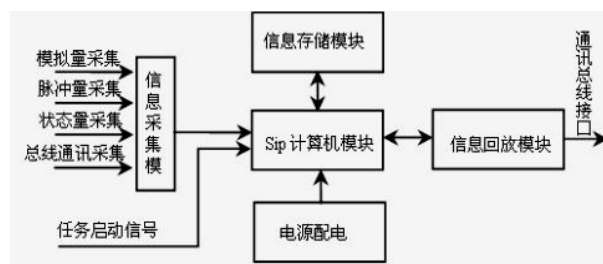


图 1 嵌入式信息存储系统体系结构图

### 2.2 信息获取

信息获取主要通过接口直接采集, 总线接口直接接收等方式实现. 接口直接采集包括模拟量采集, 脉冲量采集, 状态量采集等.

模拟量采集的信号包括电流、电压以及各种模拟量信号, 对模拟信号的处理技术主要包括模拟量的选通、放大、滤波、A/D 转化, V/F 转换, I/V 转化.

脉冲量信号有不同的特征, 有可能是随机出现的, 并且这些信号的幅度、频率及脉宽相差很大. 有些脉冲信号可能很宽, 有的可能很窄, 并且占空比不均匀, 传统的固定采样速率采集方式不能满足信号实时处理的要求<sup>[1]</sup>. 因为对窄脉冲采样的采样速率很高, 若采用连续采样的方法, 采集数据量太大, 会导致无用信息的重复存储, 造成占据存储空间过大, 存储区效能低, 可采用脉冲信号边沿触发中断和脉冲宽度鉴别相结合的逻辑实现.

总线接口直接采集包括 RS422 总线信号采集, RS485 总线信号采集, CAN 总线采集, 1553B 总线信号采集, Space Wire 总线信号采集, 1394 总线信号采集等. 这些总线信息都是控制系统信息传递或控制过程的关键信息通道, 作为信息存储系统信息来源的主要通道, 在设计使用时要绝对保证其可靠性与安全性, 不要因为信息存储系统的采集而给原总线逻辑造成可靠性或安全隐患.

### 2.3 信息存储

在嵌入式信息存储系统中, 存储器作为存储载体是最佳选择, 不同的存储器阵列组合就构成了嵌入式信息存储系统的核心. 存储器可分为片上和片外两个部分, 片上是指 Sip 计算机处理器芯片内部集成的存储器, 一般具有容量小, 速度快的特点, 主要用于信息处理过程中的临时缓存; 片外存储器是指根据需求扩展的外部存储器, 即存储器阵列组合, 这类存储器

的种类较多,如RAM,EEPROM,flash等,嵌入式信息存储系统一般要求系统掉电后信息不丢失.其存储容量要大,能满足不同工作环境的需求.因此一般选择flash,但它较片内存储器读写速度慢.

同时,在存储模块的设计过程中,要考虑到体积,功耗,速度,可靠性以及成本因素.除此而外,要充分利用计算机软件技术,对构成存储阵列的载体存储单元进行100%自检测试,有效规避异常单元,确保存储信息正确性和不丢失.

以下介绍几种常用的存储介质:

(1) RAM存储速度较快,是目前最快的读写设备,但其价格昂贵.其最重要的特性就是其存储信息的易失性,即随着它的供电电源断开则其存储的信息也随之丢失,在使用中要特别注意<sup>[2]</sup>.

(2) FLASH存储器是一种高可靠,高密度的存储器,可以构成大容量存储阵列,近年来flash在嵌入式系统中得到了广泛的应用.它结合了ROM和RAM的长处,不仅具备电可擦除可编程(EEPROM)的性能,还不会因为断电丢失数据,同时可以快速读取数据,缺点是重写之前必须进行擦除,擦除需要数毫秒时间,而对任何一位数据的修改必须按照规定的命令格式进行,这缺点在保证数据存储的安全性的同时却带来了写入实时性慢的问题<sup>[3]</sup>.因此要保证信息写入的实时性,必须在存储逻辑设计时考虑采用乒乓缓存技术,防止存储通道信息拥塞.

(3) EEPROM(Electrically Erasable Programmable,电可擦可编程只读存储器)是一种具有可擦除功能,擦除后可进行再编程的ROM内存,它擦除数据是以大约20V的电压来进行擦除的.另外它还可以用电信号进行数据写入<sup>[4]</sup>.由于这类器件单片的容量一般不大且单片封装器件的体积较大,当一个完整控制过程存储信息容量不大,且产品空间布局能够实现时可选用.

## 2.4 信息回放

信息回放是指将所存储的信息,按照一定的格式要求完整地信息存储系统中取出并呈现出来,以便进行可视化处理.信息回放模式可以分为实时回放,定时回放和事后回放3种.

不论采用那种回放模式,一般情况下,其回放的途径都是选择通信总线的方式实现.根据回放信息量的大小和回放速度的要求,可以选择不同的总线标准,一般可以选择的总线有RS422总线、RS485总线、CAN

总线、1553B总线、Space Wire总线、1394总线和高速LVDS专有总线等,而这些总线的确定还必须综合考虑回放通信距离等因素的影响.

实时回放是指随着控制流程的进行,实时地将所采集的现场信息及时传递和显示,以便实时完整呈现控制过程相关参量的变化趋势.这种回放要求信息传递速度非常高,接收信息终端实时处理能力强.

定时回放一般用于长期工作的控制过程,是将系统工作一段时间后所采集存储的信息按照一定的时间约定传递给接收、显示或打印终端.这种回放的信息量大,回放时间有限制,因此要求信息传递速度更高.

事后回放是指一个控制过程结束后,可以根据实际需要,选择不同时间进行不同需求的信息回放,这种回放可以不必过分强调回放速度,而应关注回放可靠性.

## 2.5 软件技术

信息存储系统采用计算机技术,必然离不开软件,一般嵌入式信息存储系统软件由系统软件和应用程序两个部分组成.

系统软件包括实时操作系统,只有在操作系统管理工作下,嵌入式信息存储系统才能有条不紊地工作,才能更好完成信息存储系统的功能.嵌入式操作系统除了具有处理器管理,存储管理,设备管理,文件管理等通用计算机功能外,还具有实时性,多任务,可剪裁,微内核,支持可轮占式调度等特点.在嵌入式信息存储系统中实时性显得尤为重要,因为每个不同的时刻端口所采集的信号量值均不相同,所以一定要保证按技术指标要求定时准确采集到信号值,然后再进一步对采集到的信号值进行规定的量化处理.此外系统软件还应具有多任务的特点,具有中断响应能力,信息采集模块需要对不同的信号源进行采样,要保证同时采样,不能顾此失彼,彼此之间的采集信号不能相互干扰,相互冲突.

应用程序的开发与系统硬件有着密切的关系,在嵌入式信息存储系统设计中,既要考虑硬件的实现过程,也要结合硬件进行相应的软件设计.应用程序应根据收到的系统指令,做出正确的判断,进而进行实时处理.应用程序应具有高可靠性和高效率、使用方便、可扩展、可维护的特点.应用程序应该包括自检功能,即自我诊断能力,对系统的各项功能进行自动检测.系统加电之后,应该进入自检程序,能够为使用者提供系统是否处于正常工作状态的信息.自检

包括指令系统自检, RAM 的自检, 接口及总线的自检, 更应该对存储载体的每个单元的功能是否正常进行检测, 如果某个单元异常, 则应通过软件技术进行异常单元回避, 来保证信息存储精确性, 确保信息完整不丢失。

### 3 嵌入式信息存储系统的方案特点

传统的嵌入式信息存储系统方案, 重在解决由于系统复杂性的增加和存储容量加大后产生的数据存储和管理问题。如何高效地存储和管理数据, 方便快捷地实现数据的修改和存储容量扩展问题等是已有方案重点解决的问题, 而本方案是在已有方案的基础上进一步提出了高可靠, 解决多功能信息的融合以及存储信息的多模式回放问题。

在工业控制领域嵌入式计算机所处的环境恶劣、电噪声干扰大, 系统运行的稳定性受到严重影响, 可靠性已成为衡量嵌入式系统优劣的重要因素。因此, 可靠性要贯穿在系统设计的整个阶段。方案中采用 Sip 计算机模块做为处理中心, 由于它具有集成度高、构成系统所用的分立元器件少的特点, 可使系统的可靠性提高。数据存储的可靠性也是系统可靠性的一个重要保证, 系统采用加强电源稳定性, 提供掉电故障模式的软件保护, 引入文件系统完成数据的存储和管理功能等措施, 进一步增强系统的可靠性。

信息回放模块亦是本方案的一个特点, 重在解决多功能信息的融合以及存储信息的多模式回放问题。

已有的信息存储方案中重在解决信息的存储, 对于信息回放多未提及。本方案所设计的系统主要面向工业控制领域中的应用, 设备运行现场多处于无人看守状态, 通过对信息的回放可准确定位系统的工作状态, 不同的回放模式可满足不同的应用需求。实时回放可准确无误的实时监督系统的工作状态, 定时回放则适合解决需定时查看系统工作状态, 事后回放可为前两种回放提供补充, 确保系统的工作一直处于监管的状态下。

### 4 结语

本文主要内容是提出了一种信息存储系统的嵌入式解决方案, 并介绍了该解决方案所涉及的体系结构、功能模块的构成和它们之间的关系, 重点强调了各模块设计中应考虑的问题及解决途径, 为工业控制系统领域和航天领域的信息存储提供可选的方案。

### 参考文献

- 1 徐勤建, 梁媛, 张朝晖. 随机脉冲信号采集卡的设计. 电子设计工程, 2001, 18(7): 135-138.
- 2 李伯成. 单片机及嵌入式系统. 第 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2008. 68-83.
- 3 郑文静, 李明强, 舒继武. Flash 存储技术. 计算机研究与发展, 2010, 47(4): 716-726.
- 4 阎石. 数字电子技术基础. 北京: 高等教育出版社, 1998. 369-375.
- 5 Hooper E. Strategic and Intelligent Smart Grid Systems Engineering. 2010 International Conference on Internet Technology and Secured Transaction. 2010: 1-6.
- 6 Zou QM, Qin LJ. Integrated Communications in Smart Distribution Grid. 2010 International Conference on Power System Technology (POWERCON). 2010: 1-6.
- 7 宋莉莉. 基于 SOA 的建模与仿真框架及仿真服务发现技术研究. 国防科技大学, 2009.
- 8 Wong J, Vargas A, Chadha K, Devdas A, Lin C, Kuyee J. Integrated Design and Implementation of Toronto's Smart Distribution Grid. 2010 First IEEE Internet Conference on Smart Grid Communication (SmartGridComm). 2010: 455-460.
- 9 Calderaro V, Galdi V, Piccolo A, Siano P. Improving Reliability System by Optimal Sectionalizer Placement in Smart Distribution Grid. 2010 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). 2010: 2530-2536.
- 10 秦立军, 马其燕. 智能配电网及其关键技术, 2010.
- 11 李勋, 龚庆武, 胡元潮, 等. 智能配电网体系探讨. 电力自动化设备, 2011, 31(8): 108-111.

(上接第 8 页)

- 7 Hooper E. Strategic and Intelligent Smart Grid Systems Engineering. 2010 International Conference on Internet Technology and Secured Transaction. 2010: 1-6.
- 8 Zou QM, Qin LJ. Integrated Communications in Smart Distribution Grid. 2010 International Conference on Power System Technology (POWERCON). 2010: 1-6.
- 9 宋莉莉. 基于 SOA 的建模与仿真框架及仿真服务发现技术研究. 国防科技大学, 2009.
- 10 Wong J, Vargas A, Chadha K, Devdas A, Lin C, Kuyee J. Integrated Design and Implementation of Toronto's Smart