

基于发电机励磁系统的数据实时存储方案设计

杜志强¹, 李翠玲², 白锡莉¹

(1.河北工业大学电工厂, 天津 300130;

2.河北工业大学 电气学院, 天津 300130)

摘要: 研究在发电机励磁系统中设计实时数据记录及参数显示模块, 将总线传递的数据进行处理, 并实时存储的一种设计方案。系统采用铁电存储器、磁电阻随机存储器扩展了存储容量, 使故障录波得以实现; 应用 RTC 和 PIT, 完成了毫秒级的计时, 完善了录波功能。

关键词: FRAM; MRAM; 故障录波; SPI 模块; 励磁系统

中图分类号: TM343

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)23-0074-03

A real-time data storage design based on generator excitation system

Du Zhiqiang¹, Li Cuiling², Bai Xili¹

(1. Electrical Equipment Factory, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China;

2. School of Electrical Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: A design proposal which designed the real-time data records and parameter display module on the generator excitation system, is presented in this paper. In this study, data which is transferred by bus is processed and real-time stored. The system extends storage capacity by using ferroelectric memory and magnetoresistance random memory. Then fault recorder can be achieved. The additional application of RTC and PIT completed the millisecond timing, and improved waveform record function.

Key words: FRAM; MRAM; fault recorder; SPI module; excitation system

随着计算机技术、自动化技术不断发展和 CAN 总线等现场总线技术的日益完善, 励磁控制系统逐步向分布式现场总线方向发展。本设计所研究的励磁系统实时数据记录及参数显示模块, 既是发电机励磁控制部分的重要部分, 也是励磁控制系统体现控制分散、信息集中的关键环节, 用以实现完成现场数据显示、便捷的参数修改及故障录波。本系统采用铁电存储器和磁电阻随机存储器^[1], 可大容量支持掉电保存的存储器, 存储故障时的开关量和模拟量, 用于故障显示和分析。

1 铁电存储器

1.1 存储器基本工作原理

当一个电场被加到铁电晶体时, 中心原子顺着电场方向在晶体里移动。并通过能量壁垒, 引起电荷击穿。内部电路感应到电荷击穿并设置存储器。移去电场后, 中心原子保持不动, 存储器的状态也得以保存。铁电存储器不需要定时更新, 掉电后数据能够继续保存, 速度快而且不容易写坏。

1.2 铁电存储器的应用

本系统采用的是 Ramtron 公司的 FM25L256, 用来存储时间标签和对应的开关量。

FRAM 可以像 RAM 一样以总线速度完成读写操作, 由于不是用电荷来存储数据而是工作在极化状态, 所以在写入数据后无需等待, 没有写操作延时, 同时还可以像传统非易失性存储器一样提供非易失性的存储功能。可以保存数据达 10 年以上, 使用起来更加简捷, 提高了系统的可靠性。与高速 RAM 相同, 支持几乎无限次的读写循环操作。这些优点使得将 RAM 的功能和 ROM 的技术结合在一个芯片中^[2]。FM25L256 的功能框图如图 1 所示, 引脚功能表如表 1 所示。

1.3 SPI 模块的工作原理

FM25L256 通过 SPI 总线与单片机相连。图 2 给出了 SPI 总线接线图。主机(单片机)中的 8 位数据寄存器和从机 (FM25L256) 中的 8 位数据寄存器通过 MOSI 和 MISO 组成了一个 16 位分散式移位寄存器。在数据传输

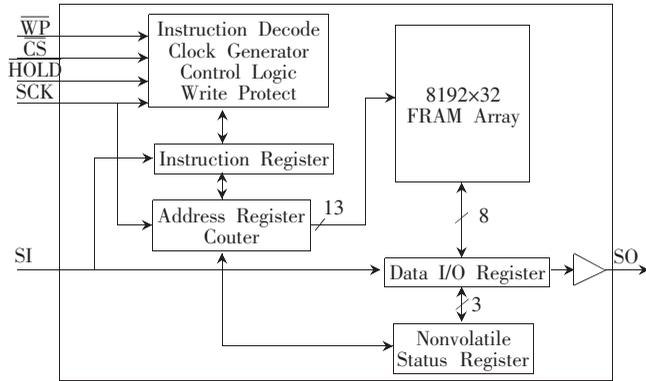


图1 FM25L256的功能框图

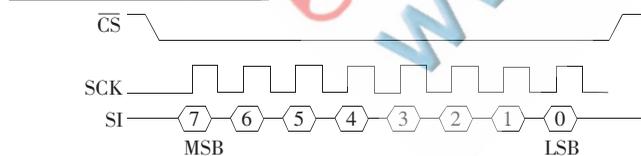
表1 FM25L256的引脚功能表

引脚名称	功能
/CS	片选
/WP	写保护
/HOLD	保持
SCK	串行时钟
SI	串行数据输入
SO	串行数据输出
VDD	电源电压(2.7V~3.6V)
VSS	地

过程中,数据同时以串行的方式输入、输出。根据主机提供的串行时钟同步信号,数据通过两条数据线在主机和从机之间循环移位,主机数据寄存器中的数据传输到从机的数据寄存器,而从机数据寄存器中的数据传输到主机的数据寄存器。SPI模块就是用这种方式实现主机和从机之间的数据交换。

SPI接口的传输模式可以通过设置SPICR1中的CPOL和CPHA两位来控制。支持模式0和模式3两种模式,图3给出了这两种模式的时序。

SPI模式0:CPOL=0,CPHA=0



SPI模式3:CPOL=1,CPHA=1

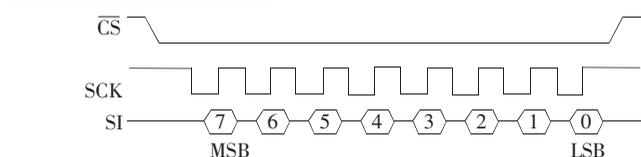


图3 SPI模式0和SPI模式3

1.4 SPI软件程序设计

在本系统中,SPI工作在主机、模式3下。以下程序

完成的内容主要包括SPI初始化。

```
void initial_SPI(void)
{
    SPI1CR1 =0x5E;
    SPI1CR2 =0x10;
    SPI1BR  =0x22;
}
```

读操作主要是访问存储在FM25L256中的数据,写操作是把采集到的数据存储到FM25L256中的指定位置。SPI的读写操作具体过程如下所述:

(1)读操作

首先判断是否进入读操作函数。进入后,读状态寄存器SPIOISR,判断数据寄存器是否为空,空时发送读数据命令。发送完毕后读状态寄存器SPIOISR,判断数据寄存器是否为空,空时发送高位地址,直到发送完毕再读状态寄存器SPIOISR。判断数据寄存器是否为空,空时发送低位地址,直到发送完毕再读状态寄存器SPIOISR。判断数据寄存器是否为空,此时若为空,读数据寄存器,此次读操作完成。

(2)写操作

首先判断是否进入写操作函数。进入后,读状态寄存器SPIOISR,判断数据寄存器是否为空,空时发送写使能命令。经过延迟后读状态寄存器SPIOISR,判断数据寄存器是否为空,空时发送高位地址,直到发送完毕再读状态寄存器SPIOISR。判断数据寄存器是否为空,空时发送低位地址,直到发送完毕再读状态寄存器SPIOISR。判断数据寄存器是否为空,此时若为空,发送数据,此次写操作完成。

2 磁电阻随机存储器

2.1 磁电阻随机存储器原理介绍

MRAM是一种非易失性的磁性随机存储器。MRAM中每个存储元件采用磁隧道结(MTJ)器件来进行数据存储。当向MTJ施加偏压时,被磁层极化的电子会通过一个称为隧穿(Tunneling)的过程,穿透绝缘隔离层。当自由层的磁矩与固定层平行时,MTJ器件具有低电阻;而当自由层的磁矩方向与固定层反向平行(Anti-Parallel)时,则具有高电阻。随着器件磁性状态的改变,电阻也会变化,其数据作为一种磁性状态(而不是电荷)存储,并且通过测量电阻来感应,不会干扰磁性状态^[3]。

2.2 磁电阻随机存储器的应用

设计采用Freescale Semiconductor提供的磁电阻随机存储器MR2A16A,以存储励磁系统的各种电参量。引脚功能如表2所示。

2.3 外部扩展总线

MCU与外部扩展总线有关的引脚如表3所示。本设计采用独立的16位数据总线DATA[15,0]和18位地址总线ADDR[18,1],外部扩展的内存映射地址为

表2 MR2A16A 引脚功能

信息名称	功能
A[17:0]	地址输入
\bar{E}	芯片启动
\bar{W}	写使能
\bar{G}	输出使能
\bar{UB}	高字节选择
\bar{LB}	低字节选择
DQL[7:0]	数据 I/O 高字节
DQU[15:8]	数据 I/O 低字节
VDD	+3.3 V 电源电压
VSS	地
NC	空脚

表3 外部扩展总线引脚

引脚	功能
\overline{RE}	0 — — Read Enable, indicates external read access
ADDR[22:20]	0 T — External address
ACC[2:0]	0 — — Access source
ADDR[19:16]	0 T — External address
IQSTAT[3:0]	0 — — Instruction Queue Status
ADDR[15:1]	0 T — External address
IVD[15:1]	0 — — Internal visibility read data (IVIS=1)
ADDR0	0 T F External address
IVD0	0 — — Internal visibility read data (IVIS=1)
\overline{UDS}	0 — — Upper Data Select, indicates external access to the high byte DATA[15:8]
\overline{LSTRB}	0 — F Low Strobe, indicates valid data on DATA[7:0]
\overline{LDS}	0 — — Lower Data Select, indicates external access to the low byte DATA[7:0]
R/\bar{W}	0 — F Read/Write, indicates the direction of internal data transfers
\bar{WE}	0 — — data transfers
DATA[15:8]	I/O — — Write Enable, indicates external write access
DATA[7:0]	I/O — — Bidirectional data (even address) Bidirectional data (odd address)
$\overline{EWA/T}$	I — — External control for external bus access stretches (adding wait states)

0x20_0000 到 0x27CFFF, 共 512 KB。MCU 与 MR2A16A 的连接方式如图 4 所示。

MCU 通过以下步骤完成一次读的操作: 驱动/CS1、驱动 ADDR、/UDS&/LDS、驱动/RE、等待、从 DATA 线上读取数据、恢复/RE、恢复/CS1 及/UDS&/LDS。

编写程序时只需将变量定义到外部地址, 然后像对待普通变量一样对外部变量进行操作就可以完成在外部存储器上的读写。

3 时间标签

没有时间记录的数据是不完整的。对于本系统来说, 准确、快速地存储 CAN 总线上传来的数据非常重要。本系统采用 DS3234 和 MCU 内部的 PIT 一起记录时间, 同时可记录数据传输来的时间, 并精确到毫秒级^[4]。

本模块体现了励磁控制系统向控制分散、信息集中

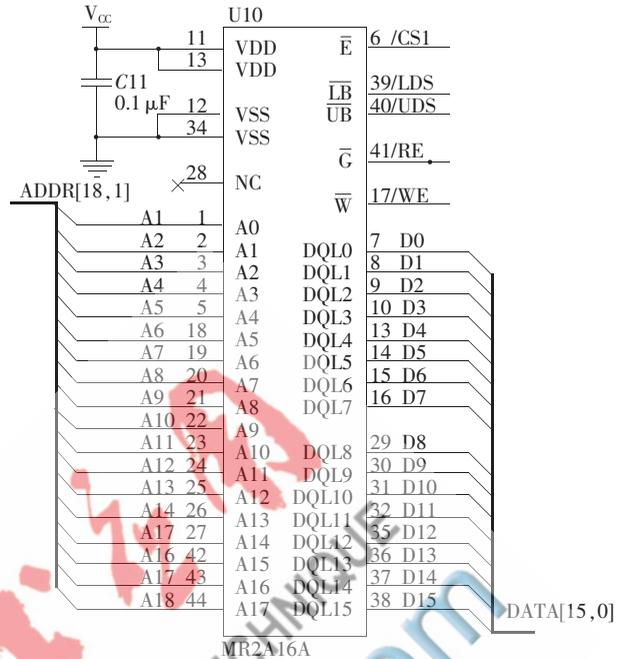


图4 宽扩展模式下外部存储器的连线图

发展的趋势, 实现了系统所需的功能, 即 MCU 分析所接收的现场数据, 判断故障。当故障发生时将数据存储于铁电存储器或磁电阻随机存储器中, 并加入毫秒级的时间标签。用户可以随时查看任意次故障的电压等电参量的波形。

本文所讨论的设计方案已经通过了实验室验证, 方案真实可行。所研究的对象不但适用于励磁系统, 而且可以应用在其他工业控制领域, 如各种仪器仪表、各种监控系统等。只要对设计内容稍加修改, 或者通过对各个模块简单的组合就可以适用于多种系统中, 令系统具有很强的实用性和多用性。

参考文献

- [1] 周志刚, 王耘波, 王华. 铁电存储器研究进展[J]. 信息记录材料, 2002, 3(1).
- [2] 孙树印. 铁电存储器原理及应用比较[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2004(9): 15-18.
- [3] 孟臣, 李敏. 高性能铁电存储器 FM24C256 及其在单片机中的应用[J]. 电子技术, 2003(1).
- [4] 贾文峰. 人机界面设计研究[J]. 洛阳大学学报, 1999, 14(4): 55-56.

(收稿日期: 2011-04-11)

作者简介:

杜志强, 男, 1978 年生, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 电气自动化控制设计及管理。

李翠玲, 女, 1985 年生, 硕士, 主要研究方向: 电气自动化控制。

白锡莉, 女, 1964 年生, 大专, 主要研究方向: 电气自动化控制。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 85