



# EAST 装置技术诊断数据采集系统设计

奚维斌

(中国科学院等离子体物理研究所 合肥 230031)

**摘 要:** 介绍了 EAST 托卡马克核聚变实验装置技术诊断数据采集系统设计。系统采用双缓冲模式、多路采样信号的同步、分布式数据采集、数据库管理等技术, 解决了技术诊断的高速、连续与同步采集问题。该模式的技术诊断数据采集系统, 已在磁体测试装置上使用, 多次实验表明该采集系统性能稳定, 能够满足聚变工程需求。

**关键词:** 托卡马克实验装置 技术诊断 双缓冲模式 分布式数据采集

## Design of the data acquisition system of technical diagnosis about EAST device

Xi Weibin

(Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Science, Hefei, 230031)

**Abstract:** In this paper the data acquisition system of technical diagnosis of the Tokamak experimental device for nuclear fusion is introduced. The system uses techniques, such as double buffer modes, synchronization acquisition of multi-channel signals, distributed data acquisition and database manage, to solve the high speed and continuum and synchronization data acquisition problems about technical diagnosis. This mode of the data acquisition system has been used in the test facility of the magnet; many tests indicate tranquilization of the data acquisition system. It will be able to meet the demand of fusion engineering.

**Keywords:** Tokamak experimental device, technology diagnose, double buffer mode, distributed data acquisition.

## 0 引 言

“EAST 托卡马克核聚变实验装置”是我国自行设计和制造的全超导托卡马克核聚变实验装置。托卡马克装置结构复杂, 造价昂贵, 建设周期长, 运行费用高, 技术诊断确保装置安全运行是极其重要。技术诊断主要内容包括: 温度、低温流体参数、应力应变、磁体失超信号探测、超导转变点监测、磁体励磁电流测量等, 全部诊断信号的数量大约是 500 路左右。由于技术诊断的内容较多, 因而必须对技术诊断数据采集系统进行整体设计, 保证数据采集系统稳定、准确、实时地反映装置的运行状态, 为 EAST 装置安全运行提供保证。

## 1 数据采集系统设计

在装置实验过程中、由于采集信号数量多, 连续实验的周期长, 所以靠单台计算机很难完成任务, 同时信号之间是相互关联的, 因而这些大量的信号在采集时必须保持同步。由于采集到的数据量大, 必须用数据库进行管理, 以方便实验人员的使用。为了实现上述装置实验技术诊断的要求, 提出以下技术:

- 1) 双缓冲模式和多路采样信号的同步技术;
- 2) 分布式数据采集;

3) 数据库管理技术。

### 1.1 双缓冲模式和多路采样信号的同步技术

为了保证采样信号的连续性, 采用双缓冲模式。在采集卡上设有一个先进先出存储器 (FIFO) 为 circular buffer, 在用户的计算机系统中设另一个缓存为 user buffer, 它们可以实现高速、无间隔数据采集。当连续采集时, 系统将通过 DMA 方式将数据传送到 circular buffer 中, 当 circular buffer 未达到半满时, 系统不向 user \_ buffer 传数据; 当 circular buffer 半满时发出信号, 数据从 circular buffer 传送到 user buffer 中。在 user buffer 中, 当采集卡把采集到的数据写入第一段缓存半满后, 会改变一个标志位, 同时往第二段半缓存写数据, 此时, 采集系统软件可以通过判断标志位来读取第一段半缓存中的数据; 当第二段半缓存写满后, 又往第一段半缓存写, 此时用户又可读取第二段缓存中的数据。如此循环, 可以实现高速长时间不间断采集。

采集系统使用了 9 块带 FIFO 的采集卡, 每块卡上有 64 路单端输入的模拟输入口, 且带有 40MHz 的时基, 可实现自我的定时计数。为了实现采集信号的同步, 系统使用采集卡外部触发源, 把所有采集卡的外部触发信号都连在一起, 保证 9 块采集卡外部触发同时进行, 实现顺序采集 n 个通道 A/D 转换数据。数据采集系统工作时序见图 1。

### 1.2 分布式数据采集

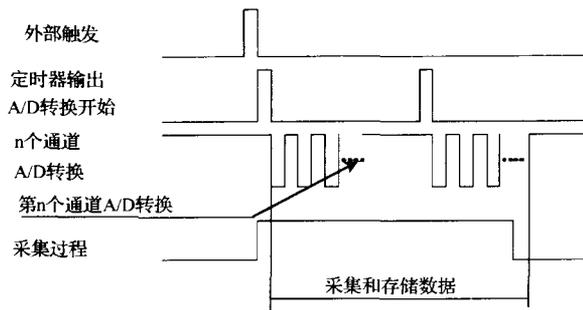


图 1 数据采集系统工作时序

技术诊断主控机、采集计算机、数据服务器、低温流体参数的测量、显示终端的实时数据访问节点等都连在交换机上（见图 2），交换机也与 EAST 数据中心相连，以便整个局域网能共享数据。技术诊断主控制机远程控制采集计算机。采集计算机的任务只在于采集数据，同时在一定时间间隔中把数据发送至数据服务器。数据服务器的任务是接收从采集计算机传来的数据，进行存储，同时设立通信端口，以便计算机（如显示终端）有数据请求时，按约好的结构把数据传给数据访问计算机。数据访问计算机的任务是根据客户的要求去数据服务器读取数据，以进行数据显示和分析。低温流体参数测量由低温中心发给采集系统。整个数据采集网络系统分放在 4 个地方，即采集现场、技术诊断分控室、EAST 数据中心和低温中心。

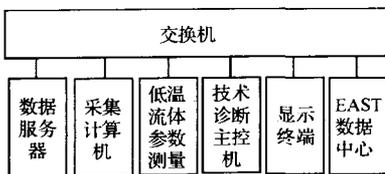


图 2 east 技术诊断采集系统框图

程序设计中选择 Windows2000 操作系统作为开发平台，选择 Microsoft 的 Visual C++6.0 作为开发语言。在程序设计中主要是解决数据采集、数据传输、数据库的存储和管理、数据显示问题。对于数据采集采用多线程编程。数据传输主要是基于 WINSOCK 编程。数据库的存储和管理是在 VC++ 下 SQL 编程。数据显示是关于实时显示和动态贴图方面的编程。

### 1.3 数据库的管理

数据库管理为实验人员对实验数据使用和分析起至关重要作用。采集系统采用 Microsoft SQL-Server 作为数据存储和信息存储。对于 1Hz 信号，采集的频率低，用数据库存储和管理实验数据较

好。在整个采集过程中，采集到的数据都按每秒 1 次的频率把数据记录到数据库中，对于在做实验中的要求每通道 1kHz 采样频率的数据，由于数据量大，存入数据库要花费更多的时间，因而，直接按每通道一个文件写到服务器的指定目录中的文本文件中。同时，在数据库中存放这次已存文件信息，包括通道编号、起始时间和结束时间，这样就可以通过数据库中的信息，方便地定位到相应的文件。如果实验人员想要及时掌握装置中磁体实验运行情况，了解磁体当前状态，需要在控制室以最直观的方式显示采集点的物理量参数，实验人员可以用显示终端计算机向数据服务器请求当前的实验数据，为此每隔一秒向数据服务器请求一次数据，得到的数据在显示终端机中进行更新。如果实验人员想了解以前的数据，也可以向服务器申请历史数据。当然在实验完成后，所有的数据也可以从数据库中直接调出，进行数据处理。

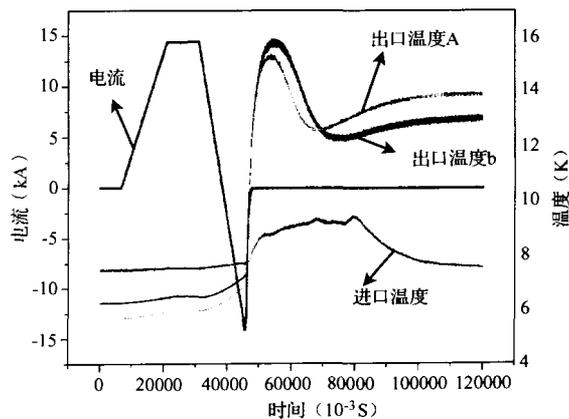


图 3 极向场模型线圈快速放电波形及失超时温度变化

## 2 结 论

基于该模式的分布采集技术诊断数据采集系统，已在磁体测试装置上预演。图 3 是极向场模型线圈做的快速放电波形及失超时温度变化之间的关系曲线。多次预演试验表明该模式的采集系统性能稳定、可靠，能够实现技术诊断系统的要求，满足聚变工程的需要。可以在磁体测试装置上使用。

### 参 考 文 献

- [1] 陈灼民. HT-7U 技术诊断 [C]. HT-7U 装置设计文集 (一), 1999.
- [2] 马明建, 周长城. 数据采集与处理技术 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001.
- [3] Izuru, Yonekawa. Data acquisition and management requirement for ITER [J]. Fusion Engineering and Design. 1999; 321-325.
- [4] B. Guillerminet, m. Le Luyer. Tore supra data acquisition: A system for long duration [J]. Fusion Engineering and Design. 1999; 259-264.