文章编号:1671-5942(2007)Supp.-0091-03

KIS 地震仪表系统软件设计*

邹 彤 郭唐永 周云耀 陈志高 林 晖 王培源 李 欣
(中国地震局地震研究所,武汉 430071)

摘 要 介绍KIS地震仪表系统的功能与软件的结构组成,对软件开发中存在的问题及下一步发展方向进行探讨。

关键词 地震仪表系统 软件设计 数据库 多线程 组态软件
中图分类号:TH762.2 **文献标识码**:A

SOFTWARE DESIGN OF SEISMIC INSTRUMENT SYSTEM(KIS)

Zou Tong, Guo Tangyong, Zhou Yunyao, Chen Zhigao, Lin Hui, Wang Peiyuan and Li Xin
(*Institute of Seismology*, *CEA*, *Wuhan* 430071)

Abstract The performance of earthquake instrument system KIS and the composition of its software were introduced, and problems of software design and the development trend of the software were discussed.

Key words: earthquake instrument system, software design, database, multi-thread, configuration software

1 概述

根据核电有关规范,核电厂必须设置地震监测仪表,实时监视核电厂区的地震活动。地震仪表一旦检测到有达到或超过设定阈值的地震波时,KIS地震仪表做出一系列反应:采集、保存完整的地震数据,及时打印输出地震事件报告(包括各个位置测点的各分量地震动最大峰值加速度值),计算并打印地震动加速度反应谱,判断是否发出运行基准地震(Operation Base Earthquake,OBE)报警,等等。

KIS地震仪表系统的主要作用是为核电厂运行管理人员提供及时、准确的地震动数据,作为调整核电运行状态的依据,避免不必要的停堆,同时防止核电厂在地震到来时继续运行①。系统保存的地震数据还可用于其他研究。

2 系统的功能与组成

KIS地震仪表系统用于向核电站操作人员提供地震信息。这些信息包括如下功能:

1)预防非正常停堆和不安全连续运行的记录;

2)地震警报和供运行人员“快速查看”的数据;根据这些数据,操作员决定应采取的应急操作和进一步运行的方式,并可验证核电厂抗震设计的合理性;

3)若地震达到设计的阈值,提供详细分析所用的数据。

KIS地震仪表系统主要由以下几部分组成:

1)地震加速度子系统

由5台地震加速度传感器、数据采集器和工控计算机等组成。地震加速度传感器为三轴向(两个

---

* **收稿日期**:2007-09-13
基金项目:中国地震局地震研究所所长基金(IS200726007)
作者简介:邹彤,男,1971年生,工程师,研究方向为事地震仪器研发.

① 武汉地震科学仪器研究院.地震仪表系统技术设计说明书,2006.

相互正交的水平向和一个垂直向)。该子系统可以连续实时地记录各测点的加速度数据,并由工控计算机系统进行相应的处理。当地震加速度传感器检测到的地震加速度超过预先设定的阈值时,计算机软件判断地震事件的发生,机柜上的地震事件指示灯点亮,计算机将 5 台加速度传感器震前 10 s 开始的所有数据保存在计算机的存储器的事件目录中,直到地震结束 30 s 后停止。

地震事件记录结束后,打印机自动打印地震报告。

2)地震开关子系统

由 3 台地震加速度传感器、数据采集器和工控计算机等组成。该子系统软件与地震加速度子系统在同一台工控计算机运行。

每台三轴向地震加速度传感器都作为一台地震开关,当其中两个水平方向上地震加速度的矢量和,或者垂直方向上的信号超过预先设定的 OBE 阈值时,则判定该台地震加速度传感器检测到地震,发出地震开关信号。当 3 台传感器中至少两台检测到地震,发出地震开关信号时,则判定发生了 OBE,发出 OBE 地震报警信号。

3)热备份固态存储器加速度显示装置

为提高系统的可靠性,设置热备份固态存储器加速度显示装置,它是对重要测点的三轴向加速度传感器进行冗余数据采集的在线热备份设备。

装置包括数据采集器和工控计算机,对加速度子系统中的 3#传感器进行数据采集、判断。当三轴向中的任一分向记录的地震加速度值达到预先设定阈值时,就判定为地震事件到来。将地震发生 10 s 前的数据至地震后续 70 s 数据存入固态存储器。

该装置可将保存的地震数据回放至加速度子系统进行处理。

3 软件结构

软件结构如图 1。

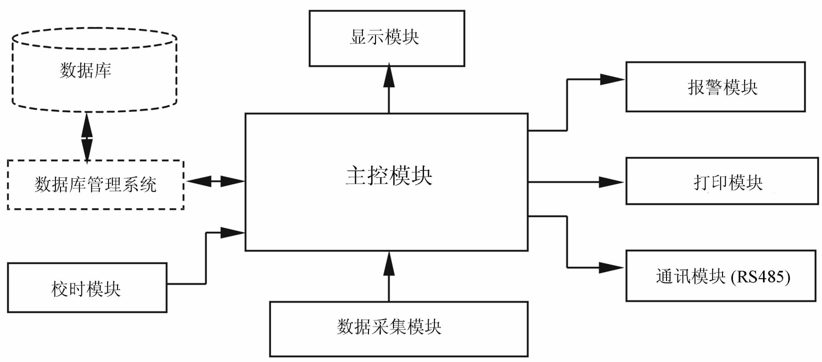

图 1 软件结构图

Fig. 1 Structure of the software

软件系统采取模块化形式,按功能进行模块划分:

1)数据采集模块完成对加速度传感器的地震加速度数据采集工作,读取数据采集器的数据,送到主控模块进行处理;

2)数据库保存系统采集到的地震加速度、时间,以及报警信号等数据;

3)数据库管理模块对数据库进行管理,负责各类数据的保存、修改、查询等等;

4)校时模块根据核电站的时钟信号对子系统统一授时;

5)显示模块以图形化的方式直观显示地震加速度时程曲线、反应谱曲线、报警信号、发生时间、历史数据等;

6)报警模块判断地震加速度是否超过设定阈值,若超限,则以声、光形式报警,提请工作人员注意;

7)打印模块完成地震加速度时程曲线、反映谱曲线、最大加速度值、地震始终时间等数据的打印工作;

8)通讯模块负责与其他系统的数据通讯工作;

9)主控模块对以上各模块进行调度,完成任务。

图 1 中数据库管理模块和数据库未包含在最终软件里,所以表示为虚线,原因在下节说明。

4 开发中存在的问题

在软件开发过程中,也遇到了许多问题,主要有:

1)数据库

关系型数据库技术是一种比较成熟的信息技术,其应用遍及各个领域。在 KIS 地震仪表系统中,

大量的数据需要及时处理,每秒钟超过 5 000 个数据,而且对数据处理的实时性要求较高,特别是报警判断。而传统的数据库主要处理永久、稳定的数据,维护数据的完整性、一致性,并不考虑处理的实时性,所以不能满足 KIS 地震仪表系统的需要。因此,最终软件中未包括数据管理模块和数据库,而是自行开发了数据管理模块,实现了数据的实时处理。

2)线程安全

KIS 地震仪表系统除了完成地震数据的采集、处理、判断、保存等,还要实现数据的显示、报警提示等人机交互。为了保证后台功能的顺利执行和人机交互的通畅,软件开发采用了多线程技术。后台数据的采集、处理、判断等利用一个线程循环反复运行,数据显示、报警提示等人机交互则用另一个线程来完成,实现了功能的并行执行。但是,多线程会带来线程安全问题,即不同线程对一个数据同时进行操作,有可能造成数据的错误,引起系统故障。

软件开发过程中,采用了互斥、同步、临界区等技术,实现了线程的安全运行,保证软件的正确执行。

5　结论

KIS 地震仪表系统提供及时、准确的地震动数据,供核电厂运行管理人员做出决策,其软件是整个系统的核心部分,根据系统的具体要求,软件设计也采取了相应的措施。目前,该软件已完成开发,实现了所有功能,并通过核电厂的节点检查,正在进行测试。

KIS 地震仪表系统是一个规模较小的计算机数据采集和监控系统,可以直接用编程语言开发软件,随着核电厂的发展,系统会随之增大,其软件开发会改用成熟的组态软件,以加快开发速度,并提供更多的功能。

(上接第 90 页)

参　考　文　献

1　Pervez M Aziz, Henrik V Sorensen and Jan Van der Spiegel. An overview of sigma－delta converters: how a 1－bit ADC achieve more than 16－bit resolution[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 1996, 13(1): 61－84.

2　于海成,张春熹,王妍. 利用 DSP 实现光纤陀螺数字信号处理中的多采用率转换[J]. 测控技术,2003,22(3):12～19.

3　李强,吴顺君. 级联积分梳妆滤波器与 DSP 的实现[J]. 无线电通信技术,2005,31(3): 21～25.

4　James C. Candy. Decimation for sigma delta modulation [J]. IEEE, Transactions on Communications. 1986, 34 (1): 72－76.

5　杜普选,马庆龙. 实时 DSP 技术及浮点处理器的应用[M]. 北京:清华大学出版社,2007.