

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0066- 03

基于 SQL Server CE 的 CEMS 数据库的研究

高杰, 谈世哲

(中国海洋大学信息科学与工程学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 针对传统的 EMS 采用文件系统管理数据存在的问题, 提出了一种基于 SQL Server CE 的 CEMS 数据库的设计方案; 给出了 CEMS 主要硬件结构, 详细介绍了在 Windows CE 5.0 操作系统平台下嵌入式数据库 SQL Server CE 2.0 在 CEMS 数据管理应用程序中的应用。模拟测试结果表明, SQL Server CE 2.0 为 CEMS 提供了一个有效的、紧凑的数据库解决方案。

关键词: 烟气排放监测; 嵌入式系统; 嵌入式数据库; Windows CE; SQL Server CE; CEMS

中图分类号: TD672; TP311. 132. 4 **文献标识码:**A

Research of CEMS Database Based on SQL Server CE

GAO Jie, TAN Shi zhe

(College of Information Science and Engineering of Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: In view of problem using file system to manage data existed in traditional EMS, the paper proposed a design scheme of CEMS database based on SQL Server CE. It gave hardware structure of CEMS, introduced application of embedded database SQL Server CE 2.0 in data management application program of CEMS under Windows CE 5.0 operating system platform in details. The result of simulation test showed that SQL Server CE 2.0 can provide effective and compact database solution for CEMS.

Key words: emission monitoring, embedded system, embedded database, Windows CE, SQL Server CE, CEMS

0 引言

CEMS (Continuous Emission Monitoring Systems, 烟气排放连续监测系统) 是指对污染源排放的烟气进行连续地、实时地跟踪测定, 它用于在线监测各个污染源排放烟气中的颗粒污染物、气态污染物的排放总量, 为污染源的环保管理以及除尘、脱硫设备的安全运行提供科学依据^[1]。CEMS 需要较高的稳定性和实时性, 一般采用实时高效嵌入式平台支持。由于监测过程中存在大量的数据, 传统的烟气排放监测系统(EMS) 一般采用文件系统管理数据的方式, 该方式要求应用程序的编写者必须清楚地了解应用程序所使用的文件的逻辑和物理结

构, 这对应用程序的编写者来说使用很不方便。比如, 嵌入式文件系统只提供文件打开、关闭、读、写等一些低级的文件操作命令, 对文件的查询、修改等数据处理都必须在应用程序内解决。因此, 本文探讨了在嵌入式操作系统 Windows CE 5.0 应用于 CEMS 的条件下, 适用于各种智能设备和移动设备上的数据库 SQL Server CE 2.0 在 CEMS 中的设计开发, 并介绍了编程方法等关键性技术。

1 CEMS 的需求

1.1 系统结构

CEMS 结构如图 1 所示, 通过采样方式和非采样方式测量烟气中的污染物浓度, 同时测量烟气温度、压力、流速、含水量和含氧量, 计算烟气污染物排放率, 显示和打印各种参数和报表^[2]。其中关键的是对采集数据进行存储、分析处理、查询、显示和报警等操作。

收稿日期: 2010- 09- 06

作者简介: 高杰(1985-), 女, 山东滨州人, 中国海洋大学信息科学与工程学院在读硕士研究生, 主要研究方向为嵌入式系统、智能测控技术。E-mail: jiegao1985@163.com

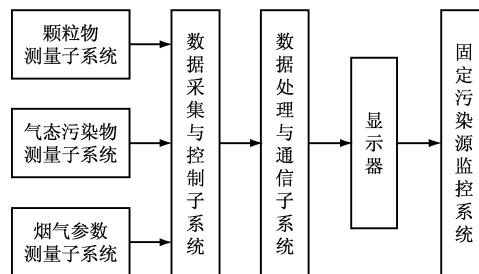


图 1 CEMS 结构

1.2 各子系统功能

颗粒物、气态污染物和烟气参数 3 个测量子系统通过采样、变送、分析等过程获得各自要求的实时原始数据，并通过 CAN 总线将数据传输给数据采集与控制子系统。

数据采集与控制子系统协调整个系统时序，记录原始测定数据到数据缓存，按时间间隔存储到数据库，并完成对数据库文件的保存和备份。

数据处理与通信子系统周期地采集各个现场数据采集器发来的信息并进行处理、存储，显示警报信息和相应数据，提供数据查询和检索功能，包括设置条件查询、显示历史数据，实时显示污染物排放数据和相关烟气参数，并且生成报表。此外，该子系统通过 TCP/IP 协议可以向远程服务器发送实时数据。在需要时与远程服务器进行数据库同步操作，以便进一步分析挖掘。

1.3 系统软件平台的设计

为满足系统体积小、占用资源小、程序响应快等要求，采用实时高效的嵌入式系统。Windows CE 5.0 是继 Windows CE 3.0 和 Windows CE.NET 之后微软在嵌入式操作系统方面的后续产品，是一个功能强大的实时嵌入式操作系统，同样支持 .NET Compact Framework^[3]。在 CEMS 的需求设计中，面临的一个重要难题是对大量采集数据的管理，因此，采用数据库存储方式。SQL Server CE 很好地将企业数据库管理能力延伸到小型嵌入式智能设备。CEMS 将烟气采样数据以及分析数据存储在关系型嵌入式数据库 SQL Server CE 2.0 中。数据库中存储的数据主要用于简单快速的检索，包括查询等在内的各项数据库操作不能有明显延迟，数据库存储的数据每隔一段时间可以循环清除。

CEMS 软件是在 Visual Studio 2005 环境下，以 Windows CE 5.0 为平台开发的对话框程序，包

括烟气采样、修改查询、分析诊断等模块，如图 2 所示。程序启动后，首先进行初始化，包括硬件资源的初始化和数据库的初始化等，然后进入人机交互界面，用户通过触摸屏控制系统^[4]。

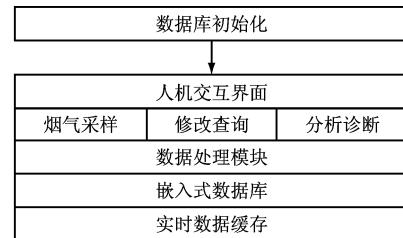


图 2 CEMS 软件结构

2 SQL Server CE 在 CEMS 中的应用

2.1 ADO.NET 访问 SQL Server CE 数据库方式

CEMS 采用基于 .NET Compact Framework 支持下的 ADO.NET 技术开发嵌入式数据库 SQL Server CE 2.0 的应用。

ADO.NET 是从 ADO (ActiveX 数据对象) 发展而来的一种提供数据访问的构架和方法，有 2 个最重要的组件：.NET Compact Framework 数据提供程序和 DataSet 数据集^[3]。.NET Compact Framework 数据提供程序用于连接到数据库，执行应用程序指定的 SQL 命令，数据库管理系统将返回命令执行的结果。不同的 .NET Compact Framework 数据提供程序用以支持不同的数据库。由于系统选择了 SQL Server CE 数据库，因此采用 SQL Server CE 数据提供程序用以支持。但是无论哪种 .NET Compact Framework 数据提供程序，都提供相应的 4 种对象专门用以相关的操作，分别是连接对象 Connection、命令对象 Command、数据适配器对象 DataAdapter 和数据读取器对象 DataReader。通过使用这些对象可以满足大多数嵌入式和分布式的应用要求，在下面的程序中将会具体应用到这些对象。如果这些对象无法满足某些应用和场景，比如需要对 XML 等特殊数据源中的数据进行处理，可以考虑使用 DataSet 数据集，但对于嵌入式设备来说，DataSet 数据集将会消耗更多的内存和处理器时间^[4]。

SQL Server CE 数据提供程序使用 System.Data.SqlServerCe 命名空间，其实际上描述了一组类的集合，通过选择这些类可实现基于 Windows

CE 的设备访问和管理 SQL Server CE 数据库。通过引用 System. Data. SqlServerCe 命名空间, 可以在任意设备上创建 SQL Server CE 数据库, 还可以建立指向设备上或远程服务器上的 SQL Server 数据库的连接。SQL Server CE 数据提供程序提供多种对象进行数据管理与操作, 如创建数据库或与设备上的数据库连接、返回数据、控制数据、更新数据等^[6]。

2.2 SQL Server CE 2.0 在 CEMS 中的应用开发

数据库设计好后, 为了编程实现对 SQL Server CE 2.0 的各项操作, 必须首先在项目中添加 System. Data. SqlServerCe 组件^[5], 即

```
using System. Data. SqlServerCe; // 引入 System. Data. SqlServerCe 命名空间
```

本文主要研究对智能设备上数据的管理, 可通过建立数据库引擎及 SDF 文件实现。

SqlCeEngine 类包含了 SQL Server CE 引擎的属性、方法及其它对象, 可用来创建一个新数据库。代码如下:

```
SqlCeEngine DBEngine; // 定义数据库引擎对象
DBEngine = new SqlCeEngine("data source= \ My Documents\ CemsDB. sdf"); // 建立数据库引擎
DBEngine. CreateDatabase(); // 创建数据库
```

以上代码完成了在 My Documents 目录下创建名为 CemsDB 的数据库。接下来就需要建立连接对象, SqlCeConnection 类用于与嵌入式数据库进行连接和关闭, 并且通过定义连接字符串实现与所建数据库的连接。代码如下:

```
SqlCeConnection DBConnection; // 定义数据库连接对象
DBConnection = new SqlCeConnection("data source = \ My Documents\ CemsDB. sdf"); // 建立连接对象
DBConnection. Open();
```

连接好数据库后, 将要用到一个比较常用的类 SqlCeCommand, 它的功能是通过将相关 SQL 语句赋给命令对象对数据源执行一些 SQL 指令操作。以创建月平均排放表为例, 代码如下:

```
SqlCeCommand DBCommand; // 定义数据库命令对象
DBCommand= DBConnection. CreateCommand(); // 根据连接对象创建命令对象
DBCommand. CommandText = " CREATE TABLE DayAverTbl";
DBCommand. ExecuteNonQuery(); // 获取操作影响到的行数
```

系统软件采用面向对象方法封装了各个功能模块, 这就有可能在不同线程中并发调用各个功能模块, 如多个线程中需要同时对数据库进行读写操作。数据库 SQL Server CE 2.0 只支持单进程单线程的读写操作, 因此, 还要注意对其操作过程中添加“try ...catch”代码, 防止多个线程同时进行读写操作时发生冲突。

3 结语

在嵌入式系统中利用嵌入式数据库对数据进行操作和管理是嵌入式系统应用的发展方向。经过模拟测试表明, 与传统的 EMS 相比, CEMS 占用资源小, 程序响应速度快, 更具灵活性和高效性; 存储数据效率高、管理数据能力强, 查询速度较快, 操作中无明显延迟, 从而性能也更加稳定。因此, 基于 SQL Server CE 的 CEMS 数据库的设计简化了应用程序的整体开发过程, 并且将企业数据管理能力灵活应用于嵌入式设备中, 轻松实现了对大量参数的有效管理, 可以满足数据库应用于监测系统的要求, 具有较强的实用价值。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局. HJ/T 76—2007 固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 10.
- [2] 薛大龙, 陈世帝, 王韵. WindowsCE 嵌入式系统开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 280 352.
- [3] MCCONNAUGHEY D, BOLING. Programming Microsoft Windows CE [EB/OL]. (2007-03-15). http://www.joymo.cn/Html/kfzx/WinMobile_116_671831914081.html.
- [4] WECHSLER A. SQL Server 2000 Window CE Edition and the .NET Compact Framework [EB/OL]. (2004-12-12). <http://msdn.microsoft.com/library/enus/dnsqce/html/sqlwince.asp>.
- [5] 吴飞, 王昕. 嵌入式移动数据库 SQL Server for Windows CE 的应用研究[J]. 电子科学, 2006, 22(62): 22-24.
- [6] 刘文松, 华钢, 刘灏, 等. 基于 WinCE5.0 的立窑烟气采样分析系统的设计[J]. 工矿自动化, 2009(1): 23-25.