

# 基于存储策略的农业装备可靠性试验数据存取方法

田兆锋, 叶 舸, 闫楚良

(中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

**摘要:** 针对农业装备可靠性试验数据存取过程中, KAM-500 数据采集系统数据存取程序功能简单, 只支持 CF 卡的整体数据读取, 保存的数据格式有限, 存储效率较低等问题, 提出了基于存储策略的实测数据存取方法, 实现了以数据描述文件为核心的数据存取程序, 用于按照存储策略从所述数据存储卡中读取实测数据, 并将读取的数据存储为指定格式的数据文件, 以供实测数据处理系统使用, 达到了不同格式数据按需灵活存取的目的, 有效提高实测数据存储效率。

**关键词:** 农业机械, 可靠性试验, 数据采集, 数据存储, 存储策略, 数据描述

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.05.036

中图分类号: TP311.2, S126

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-05-0202-05

田兆锋, 叶 舸, 闫楚良. 基于存储策略的农业装备可靠性试验数据存取方法[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 202-206.

Tian Zhaofeng, Ye Ge, Yan Chuliang. Data accessing method based on storage strategy in reliability experiment of agricultural equipment [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(5): 202-206. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

在农业装备可靠性研究中, 实测数据是进行可靠性研究的基础对象<sup>[1-3]</sup>。试验中采用 KAM-500 数据采集系统, 该系统使用 CF 卡 (Compact Flash Card) 进行数据存储, 格式是采集系统独有的存储方式而非常见的如 FAT、NTFS 这样的文件系统格式。在实际试验过程中, 发现 KAM-500 数据采集系统提供的 CF 卡读写程序存在以下问题。

1) 功能比较简单, 只能支持整个 CF 卡存储数据整体读取, 无法实现针对所需记录事件或数据块的灵活读取, 造成读取数据时产生大量附加数据, 灵活性差。

2) 保存的数据格式有限, 多以文本格式为主, 这些格式存储效率较低, 不适应大容量高速实测数据读取性能需求。

3) 对于各种农业装备可靠性实测试验, 测试参数的数量、类型都是不一样的, 因此, 其记录的数据格式各不相同, 并且根据测试目的的不同, 各种不同的参数也使用不同的采样频率来进行记录, 这样整体提取数据的方式同样不能满足实际需求。

本文提出了基于存储策略的实测数据存取方法, 并实现了以数据描述文件为基础的数据存取处理程序, 解决了上述问题。

## 1 Kam-500 系统和数据存储特点

KAM-500 数据采集系统采用全数字底板设计、全系统同步采样、数字滤波、硬件软件化的设计技术, 具有

极好的系统扩充能力, 具有各种功能模块。KAM-500 是性能卓越的模块式微型 PCM 数据采集系统, 符合 IRIG-106 标准, 广泛适用于军用、民用测试试验中<sup>[4]</sup>。系统主要特性如表 1 所示。

表 1 Kam-500 系统主要特性  
Table 1 Main characteristics of Kam-500

存储介质	总采样率特性	组合方式	内部存储	接口
快速闪存器, 将 PCM 数据高速传输到 PC 机	500 K/sec, 同步时间为 $\pm 250$ ns, 采用等时间间隔采样	主从 (Master/Slave) 方式可组成高达 1 000 通道的大容量的分布式采集系统, 也可以选择不同插槽的机箱单独构成系统	固态数据存储器	即插即用式 I/O 模块

Kam-500 数据采集系统使用 CF (compact flash card) 卡作为数据存储介质, 其编码系统对于最新的 CF 卡具有良好的支持能力<sup>[5-7]</sup>。CF 卡安装在 Kam-500 机箱上相应的插槽内, 如图 1 所示。在试验中, 实时数据被写入到 CF 卡内, 试验结束后取出 CF 卡, 由 Kflash 程序提取数据, 数据在 CF 卡中的存放映射图, 如图 2 所示。

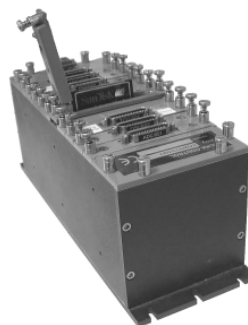


图 1 CF 卡的在 Kam-500 系统中的安装方式  
Fig.1 CF Card located in Kam-500 Chassis

收稿日期: 2010-8-06 修订日期: 2010-12-22

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目 (项目编号: 2006BAD11A)

作者简介: 田兆锋 (1975-), 男, 山东德州人。博士, 数据库与网络工程。北京 中国农业机械化科学研究院, 100083。Email: tzf@caams.org.cn

Hidden Sectors
Windows FAT
Padding.bin
ACRA FAT BL0CK0-512Bytes
ACRA FAT BL0CK1-512Bytes
.....
ACRA FAT BL0CKn-512Bytes
CompactFlash Remaining

图 2 CF 卡数据存放映射图  
Fig.2 Data memory map on CF card

其中 Hidden Sectors 为 CF 卡信息，其大小由 CF 卡本身决定；Windows FAT 是 windows 操作系统的 FAT 信息，大小由 CF 卡容量决定；ACRA FAT 用于 ACRA CONTROL 快速判断 CF 卡的使用率，32K 采样率数据块数量和存储的用户事件。对于使用 Kflash 程序提取数据而言，strategy 文件是必不可少的，该文件是在 Kam-500 系统配置完成后产生的，其声明了数据记录在 CF 卡中的结构，strategy 文件格式如表 2 所示。

表 2 strategy 文件格式及各项含义

Table 2 The Strategy File Format and explanation of label

Sink: label	at slot <Slot Number>	Nb of transfer stored]
<SW_H> IN:	<in 1>OUT:	<out 1>@0
<SW_L> IN:	<in 2>OUT:	<out 2>@0
<P1&&0> IN:	<in 3>OUT:	<out 3>@0
<P1&&1> IN:	<in 4>OUT:	<out 4>@0

以下是在联合收割机-农业装备可靠性试验中使用 strategy 文件的部分内容：

```
Sink:mem3_store at slot 13 [3448], cycle length [0.015625]
(ld0742_SWMem_C0_C1_0) IN: 20 OUT: 21 @ 0
(ld0742_SWMem_C0_C1_1) IN: 45 OUT: 46 @ 0
(Vzwwg1&&0) IN: 55 OUT: 56 @ 0
.....
```

在 KAM-500 数据采集系统中，从 CF 卡读取实测数据的过程是：CF 卡通过读卡器连接到计算机，利用 KAM-500 提供的 Kflash 程序检测 CF 卡并将其识别为本地驱动器，使用“query flash”查询事件记录，然后利用“Extract Data”功能根据 strategy 文件的数据结构按照顺序进行的，所有数据提取后按照 ASCII 码格式存储为 dat 格式文件，但是这种数据提取方式存在引言中提到的问题。

## 2 基于存储策略的数据读取方法

### 2.1 实测数据读取系统

在农业装备可靠性试验中，当工况较多、测试参数很多时，会产生大量测试数据，如果只关心其中某些参数或者某段时刻的数据，就没有必要全部提取数据，以节省时间。存储策略就按需提取数据，用于数据读取灵活性和提高数据的存储效率。为了实现上述目的，构建了一种实测数据读取系统，通过数据读取模块 KFlashReader，根

据数据采集装置中的 strategy.txt、数据格式描述文件其解析结果，并按照用户定义格式要求读取数据进行解码，存储为指定格式的数据文件，其过程如图 3 所示。

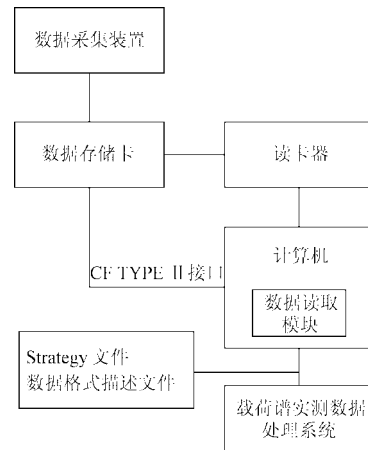


图 3 CF 卡数据读取系统结构图  
Fig.3 system structure of data reading from CF card

### 2.2 实测数据读取方法

为了能够有效的利用原 Kflash 程序，以减少因修改底层 API 带来错误的概率，采用原系统提供的 Kflash API 的数据读取接口和 strategy 文件，以 Visualc++ .NET 为开发平台，实现数据读取模块 KFlashReader，并使用数据格式描述文件（Data Format Description File），实现对 CF 卡中指定参数和数据保存格式的控制，由于文件由用户按照规范以文本文件形式定义，极大降低了用户使用难度并且保持了高度的灵活性。为提高数据存储的效率，采用如下的存储策略。

- 1) 以二进制格式保存数据，以获得最高效的存储效率。
- 2) 将数据帧解码，按采样率将参数进行分组，将相同采样率的参数存储到同一个物理文件，如图 5 所示，按照 n 种采样率，形成 n 个数据文件。
- 3) 对每个物理文件，都形成具有简单行格式的规则化的数据文件，有利于高效率的寻址和随机读写。
- 4) 不同文件之间，存在确定的帧时间同步关系。
- 5) 数据帧转换为指定格式文件的过程中，由数据提取程序在下载数据时完成，对用户透明。

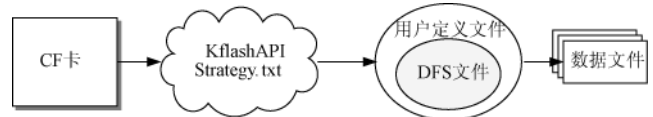


图 4 基于存储策略配置的 CF 卡数据读取方法流程图  
Fig.4 flow chart of data reading method from CF card on storage strategy

数据存储策略是适合试验实测采样数据记录特点并能有效节省存储空间、提供最大限度的读写速度的有效方法。通过数据读取模块对实测数据的抽象，用户使用如图 6 所示的逻辑视图，可以简单地将各实测数据逻辑上当作单一的数据文件。

- 1) 文件具有 TotalRecords 个记录行。

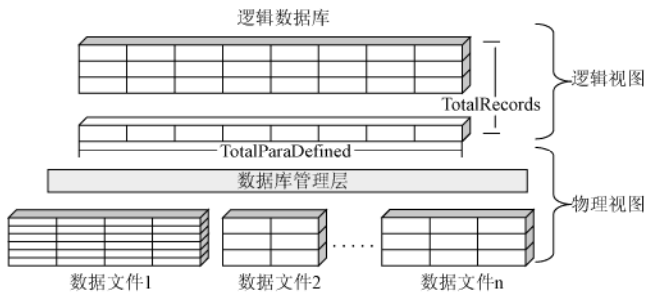


图 5 数据文件组成  
Fig.5 Data file group

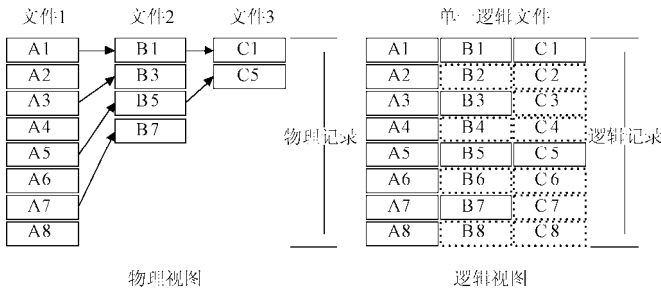


图 6 逻辑数据视图  
Fig.6 Logical view of data

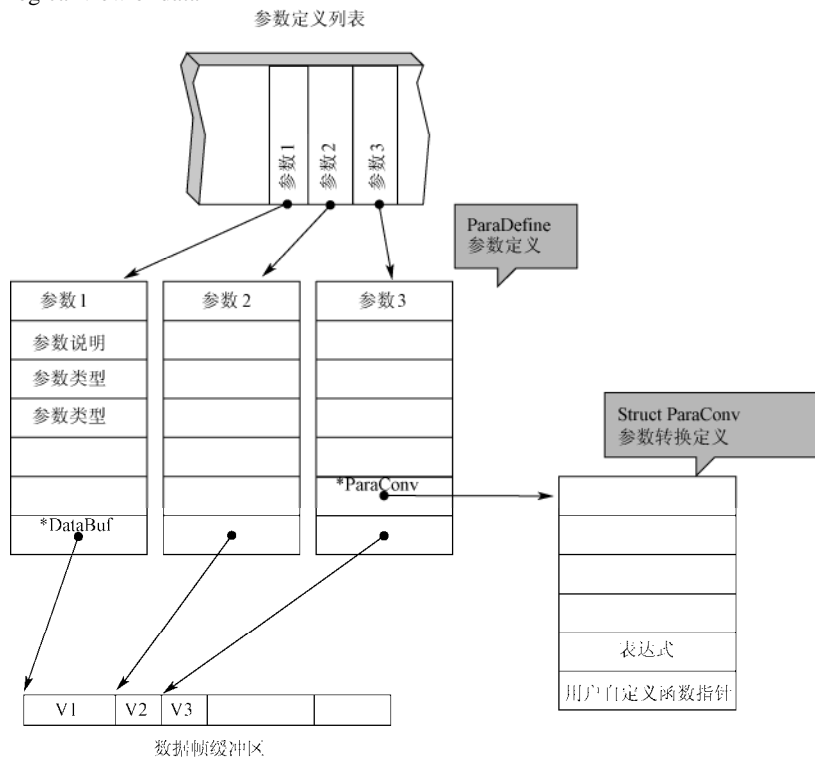


图 7 CDataSource 对象参数结构描述  
Fig.7 CDataSource object structure description

每个行由键名，等号，键值组成，如果有多个键值则使用逗号隔开。以分号开头的行被视为注释行，注释行和空行都被忽略。

如前所述，同一个实测数据可以由多个文件组成，它们的文件名相同，而扩展名不同。FileExt 键开始定义了一个新的文件类型，其后为该文件类型的相关属性以及按照参数在帧中出现顺序依次列出的参数。

Para 键定义了数据帧中一个新的参数，KeyValue1

2) 每记录(行)中包括 TotalParaDefined 个参数，即所有物理参数之和。

3) 逻辑采样率是所有参数中的最高采样率。

4) 每记录(行)中的数据各参数是对应同一时刻的数据，低采样率的参数无对应物理数据记录时，使用就近原则或者插值法产生逻辑记录。

由此可以看出，逻辑视图隐藏了物理文件的差异，简化了用户对数据读写的操作。

数据读取系统中定义 CDataSource 对象，对数据描述文件 DFS 解析，形成数据文件帧与参数之间的映射关系，如图 7 所示。数据读取模块在创建数据源时，指定了对应该数据文件的数据描述文件，其他所有的代码都和物理文件格式无关，而 CDataSource 数据接口屏蔽了数据细节：

```
CDataSource DataSrc("Tractor.DFS"); //创建数据源对象
```

上例的数据源程序代码不需要做改动，就可以应用到不同数据格式的数据文件处理，极大地增强了系统的灵活性和可扩展性。DFS 文件语法定义如下

```
FileExt=
para ID= KeyValue1, KeyValue2...KeyValue6
```

为参数名，KeyValue2 为参数说明，KeyValue3 为量纲单位，KeyValue4 为数据的类型，KeyValue5、KeyValue6 分别为数据显示范围的最小、最大值。

CDataSource 对象通过对 DFS 文件的解析，形成数据文件帧与参数之间的映射关系，对应每个参数，创建一个 ParaDefine 结构来存储该参数的相关信息，并在参数定义列表尾部增加一个指向该结构指针项。

对应数据文件结构，程序申请一块数据帧缓冲区，

用于存储一帧的数据。对物理文件的读写操作均以帧为单位，以提高读写性能。

### 3 应用实例

在联合收割机可靠性试验中，测试应变参数 72 个，按照 12 种作业工况进行数据采集，根据基于存储策略的数据读取方法，按照数据配置文件 DFS 语法规则，定义 DFS 文件，以下为联合收割机可靠性试验中实测数据所使用的 DFS 文件的部分内容。

FileExt=.64, 采样率为 64 的参数组

para 69=ADC14\_0\_J13\_Ch4, Szyza 驾驶员座椅架左侧壁工作桥应变 A, 码值, uint, 0, 65535

.....

FileExt=.2048, 采样率为 2048 的参数组

para 1=ADC118\_0\_J3\_Ch0, Sh1sa 后桥一截面上下部工作桥应变 A, 码值, uint, 0, 65535

.....

按照存储策略进行数据提取具体过程。

1) 由数据读取模块 KFlashReader 对数据存储卡进行检测，并对数据采集装置中的存储策略配置文件进行解析，获取解析结果，如图 8 所示。

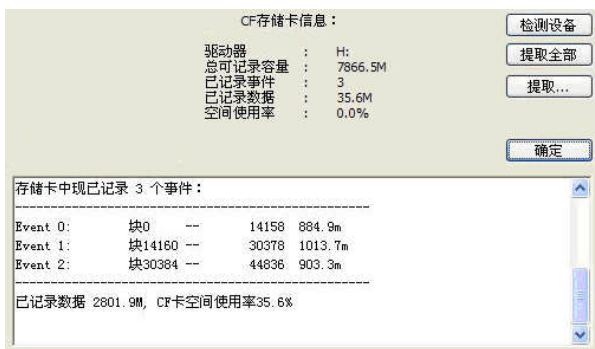


图 8 数据读取模块检测 CF 卡记录事件

Fig.8 Data accessing module test CF card

2) 将数据描述文件放置于提取目录下，KFlashReader 会自动识别 DFS 文件，并按照其定义的数据结构生成数据文件。如图 9 所示。



图 9 数据读取模块提取记录事件

Fig.9 Data reading progress of recording events

### 4 结 论

基于 KAM-500 数据采集系统提供了农业装备可靠性研究中实测试验数据的读取方法及其读取系统，实现了以存储策略为基础的记录事件灵活安全读取，在实际工程测试中证明对实测数据存取具有较强的实用性，提高数据存储效率和灵活读取的目的和要求，并且通过定义不同的数据描述文件，可以适用于其他试验的测试数据的采集，而不需要开发不同的存取程序，具有良好的扩展性和通用性。

#### [参 考 文 献]

- [1] 孟庆瑞, 田兆锋, 张书明, 等. 混合模式下农业机械载荷谱数据管理系统[J]. 农业机械学报, 2009, 40(11): 189—190. Meng Qingrui, Tian Zhaofeng, Zhang Shuming, et al. Realization of load spectrum data management system for typical agricultural machinery based on hybrid model[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(11): 189—190. (in Chinese with English abstract)
- [2] 阎楚良, 张书明, 叶舸. 中值随机载荷谱数据处理专家系统[J]. 北京航空航天大学学报, 2000, 26(4): 428—431. Yan Chuliang, Zhang Shuming, Ye Ge. Data treatment expert system for median stochastic load-spectrum[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2000, 26(4): 428—431. (in Chinese with English abstract)
- [3] 胡宇轩, 阎楚良. 数据挖掘技术在农业机械质量控制中的应用[J]. 农业机械学报, 2007, 38(5): 153—156. Hu Yuxuan, Yan Chuliang. Design and implementation on data mining technology in quality control of agricultural machinery[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(5): 153—156. (in Chinese with English abstract)
- [4] 巫景燕, 刘福华, 杨纯葆. KAM-500 数据采集遥测系统及在旋翼系统载荷测试中的应用[J]. 测控技术, 2003, 22(1): 22—23. Wu Jingyan, Liu Fuhua, Yang Chunbao. KAM-500 system and its application in the measurement of rotor system[J]. Measurement and Control Technology, 2003, 22(1): 22—23. (in Chinese with English abstract)
- [5] Acra Control Inc., 2005 Application Handbook[Z]. 2005, 218—221.
- [6] 沈春雷, 冷志铎, 陶善宏, 等. CF 卡在电力系统数据记录中的应用[J]. 电力科学与工程, 2005(3): 66—67. Shen Chunlei, Leng Zhiduo, Tao Shanhong, et al. Application of compactflash card in electric power system data recording[J]. EI. Electric Power Science and Engineering, 2005(3): 66—67. (in Chinese with English abstract)
- [7] 李昊, 王跃科, 周睿, 等. CF 卡在大量数据存储空间系统的典型应用[J]. 微计算机信息, 2005, 21(11): 66—68. Li Hao, Wang Yueke, Zhou Rui, et al. Typical use of compact flash in bulky data storing system[J]. Control and Automation, 2005, 21(11): 66—68. (in Chinese with English abstract)

## Data accessing method based on storage strategy in reliability experiment of agricultural equipment

Tian Zhaofeng, Ye Ge, Yan Chuliang

(*Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China*)

**Abstract:** In the course of data acquisition of reliability experiment on agricultural equipments, there were some problems in data accessing program in Kam-500 data acquisition system such as simple functions, only reading all data in the CF card, limited data format, low storage efficiency etc. To solve the problems above, data accessing method based on storage strategy was put forward. Data accessing software centering on data description file was developed to enable user access to experimental data. It read and stored experimental data to specified data file format from compact Flash Card according to users storage strategy and data format description file. The data accessing method based on storage strategy meet the needs of storage efficiency improvement and reading flexibility.

**Key word:** agricultural machinery, reliability test, data acquisition system, data storage, data description, storage strategy