

# 一种基于 RDB 的装备维修器材管理数据库研究

孟晓红, 马永胜, 江良州, 赵宗涛

(第二炮兵工程学院, 陕西 西安 710025)

**摘 要:**数据库理论和应用技术的研究是装备维修器材管理实现信息化的基础。目前仅靠文件信息处理技术已暴露出信息冗余量大,无法保证信息的一致性等问题。文中主要分析了装备器材管理所需求的各种文件类型,总结出一种基于关系式数据库 RDB 的装备维修器材总体模式 RGS-1,据此建立了相应的数据库。主要是利用层次结构的树理论,进行规约简化,以及集合论的综合简化理论,并从所得的 RGS-1 中生成用户的各种文件进行类比分析,最后确定总体模式。在应用实例中,设计了数据挖掘的算法,研究了通过数据挖掘分析航天火箭各部件故障分布规律的方法,研究结果可为维修决策和维修保障能力评估提供科学依据。

**关键词:**维修器材;数据库管理;数据模式;数据挖掘

**中图分类号:**TP311.13

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)11-0191-04

## Research of Database of Equipment Maintenance Material Management Based on RDB

MENG Xiao-hong, MA Yong-sheng, JIANG Liang-zhou, ZHAO Zong-tao

(The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, Chian)

**Abstract:** The research of the database theory and the application technology is a foundation to realize the management informationization of the equipment maintenance supply. At present only depending on the document information processing to expose the information redundant quantity to be large, is unable to guarantee information uniformity, and so on. Mainly analyzed the management of equipment material demanded each kind of document type, summarized one kind overall pattern RGS-1 of the equipment service material based on relationship database RDB, according to the above established the corresponding database. Mainly use the tree theory of the hierarchical structure, carry on the terms of an convention to simplify, as well as the synthesis simple theory of the set theory, and produce the user from obtained RGS-1 each kind of document to carry on the analogy analysis, finally definite overall pattern. In the application example, has designed the data mining algorithm, has studied the method that astronautical rocket various parts breakdown distribution rule through the data mining, the findings can provide the scientific basis for the service decision-making and the service supporting capabilities appraised.

**Key words:** maintenance supply; database management; data pattern; data mining

## 0 引言

装备维修器材是维护、修理武器装备所需的各种备件、原材料以及维修设施设备的总称,是实施武器装备技术保障的基本物资条件。装备维修器材管理包括计划、筹措、储备、保管、供应等一系列活动,是装备保障工作的一项重要内容,是提高装备完好率的重要保证<sup>[1]</sup>。文中提出一种基于 RDB 模式的维修器材管理数据库系统(MEDB, Modify Equipment Database),在实现对维修器材各种信息进行存储、适时查询、收发、调配

等业务功能的同时,还可以通过数据挖掘,为维修决策和维修保障能力评估提供技术支持<sup>[2~7]</sup>。

## 1 MEDB 系统功能设计

装备维修器材主要包含装备维修设施、装备维修设备和装备维修备件三大模块<sup>[8]</sup>。采用数据库模式对其管理,可得出如图 1 所示的系统功能管理模块图。

## 2 文件类型需求与总体模式设计

### 2.1 装备维修器材管理文件类型需求

装备维修器材管理数据库主要包含维修设施、维修设备、维修备件和数据处理四个子表,各子表又包含若干相应的子表结构,实际应用中,该管理系统所需文件类型(子表)多达 20 多种。表 1 表示其中一种用户

收稿日期:2009-03-18;修回日期:2009-06-19

基金项目:第二炮兵装备科研项目(EP07-14029)

作者简介:孟晓红(1963-),女,副教授,博士研究生,研究方向为装备管理;赵宗涛,教授,博导,研究方向为计算机科学与技术。



属性值与标准值所允许的超差限,一般是根据出厂产品测试时所设定的误差限和长期使用的经验所确定的。

所谓数据仓库<sup>[10,11]</sup>是将矩阵  $A$ 、 $B$ 、 $\Delta$  中所涉及的数据从 MEDB 中分离出来,以应用为原则来加以集中,通常要以表格形式编排成数据文件,写入内存中,以便为决策服务。可以用以下 MEDB 选择运算来组建数据仓库。

$$S_{a_1=1,2,\dots,l_1} \text{ MEDB} = F_A$$

( $1, 2, \dots, l_1$  为测试数据文件中的所选字段值)

$$S_{a_2=1,2,\dots,l_2} \text{ MEDB} = F_B$$

( $1, 2, \dots, l_2$  为出厂数据文件中的所选字段值)

$$S_{a_3=1,2,\dots,l_3} \text{ MEDB} = F_\Delta$$

( $1, 2, \dots, l_3$  为误差限数据文件中的所选字段值)

$F_A$ 、 $F_B$ 、 $F_\Delta$  的文件格式基本相同,如表 1 所示。

为了统计分析方便,对选择所得的表格记录还需进行按特征值进行投影运算,截取相应的字段,例如对文件  $F_A$ 、 $F_B$ 、 $F_\Delta$  按超差的特征值字段进行投影,以下是其运算公式:

$$P_{a_i=1,2,\dots,l_j} F_i = F_{ij}, i = A, B, \Delta; j = 1, 2, 3$$

( $1, 2, \dots, l_j$  为所需的属性名)

其中,对仿真测试的动态  $a(t)$  值所对应的文件如表 2 所示。

表 2 动态  $a(t)$  值

	$a(t_1)$	$a(t_2)$	$a(t_3)$	...
1	1.003	1.001	1.000	...
2	1.010	1.000	1.001	...
3	1.008	1.005	1.006	...

表中取时间序列  $\Delta t = 0.0625\text{s}$ ,  $a(t)$  值为相应时间内的速度改变量,其单位为  $\text{m/s}^2$ ,表中有效数字为 4 位。其中  $S$ ——选择运算,  $P$ ——投影运算, MEDB 是给定的关系数据库。一般情况下,数据仓库相应文件数据应写入内存或相当的快速存储中,以便于进行统计分析。

### 3.2 算法设计

利用公式(1),逐个比较测试数据  $a_{ij}$ ,若有误差,逐个比较求差值,并与相应误差相比较,将其差值记入矩阵  $D$  中:

$$D = (d_{ij}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

对于计算机系统,将出错次数和所设置的测试数据集另行记录,以便进行故障分析。

现将测试数据误差检测与记录算法(DTRA)概括如下:

DTRA:

Step1:测试各系统部件表达特征的数值,逐个记录到矩阵  $A$  中,这些特征值一般是  $a_{i1}$  是某仪器仪表的编号,  $a_{i2}$  是其名称,  $a_{i3}$  是出厂的厂家,  $a_{i4}$  是出厂时间……。

Step2:整理测试矩阵  $A$ ,以最长的字段为准,记录短的字段,后补零与长字段看齐。按从左到右,从上到下的顺序检查各字段的值。如:  $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}, a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n}, \dots, a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn}$ 。

Step3:将表征  $a_{ij}$  性能的数值与标准值的差求绝对值。

Step4:将差值再与允许的标准规定误差进行比较,将超差值记录到矩阵  $D$  中。

Step5:设置数据列,检查计算机的积分功能。数据列的设置及测试路径选择另行讨论。在实测计算机工作过程中登记以下的数值:输入数据出错位置与个数,模拟加速度表实时工作的数据,即计算机接收脉冲的个数及换算数值等。此外,还有计算机加载解算相关方程的功能。

Step6:结束。

### 3.3 统计分析

在数据挖掘的基础上,一是已经找出单元静态测试超差仪器仪表的数据文件,二是将其动态综合测试的一些数据挖掘出来并建立了相应的文件。这二者是统计分析的基础。

有了静态故障检测结果文件、动态仿真测试数据文件、以及相关的统计计算公式,就可编程进行各种数据分析,找出故障分布规律、各部件故障所占百分比,以及计算量统计等。

相应的统计分析情况主要结果如下:

在静态单元仪器仪表测试中,超差部件数量主要分布是:导航控制系统占 41%,动力系统占 9.2%,弹头占 7.3%,计算机系统占 4.2%,发射设备占 19.7%,其它占 18.6%。

在动态合成模拟测试中,采用混合仿真组合手段,部分单元仪器仪表以实物接入,部分以模拟器件或嵌入式软件模块接入,所得的结果与静态测试不完全相同,主要是发生故障的部件数量百分比有所变化,制导软件由 2% 上升到 7%,电源系统由 3% 上升到 4.2%,制导控制系统降低到 18%,具体见图 4。

测试速度  $v(t)$  在仿真试验中,模拟飞行总共 360 秒,取  $\Delta t = 0.0625\text{s}$  的间隔传送其改变量,  $a(t)$ ,经积分  $v(t)$  增长的数量曲线如图 5。由图 5 可见,其变化规律与预先设计的曲线基本相符。

静态单元测试,若将误差值  $\Delta$  均缩小一半,则各部

