

# 数据库在汽车故障诊断系统中的应用

龙维薇 潘旭峰 李晓雷 (北京理工大学车辆工程学院)

**摘要:**本文着重介绍了数据库管理技术在汽车故障诊断中的应用。首先分析故障诊断实验测试的数据的结构,确定相应的数据库内容;然后阐述了对这些数据库的管理功能。

## 一、前言

随着当前科学技术的突飞猛进的发展,计算机的应用也变得越来越广泛,尤其是数据处理技术,迅速上升为计算机应用的主导方向,成为管理日益纷繁复杂的数据信息流的必不可少的工具。使用计算机后,数据处理的速度和规模相对手工和机械方式大幅度上升,随着数据处理量的增长,数据管理技术应运而生。其中数据库管理技术是当前计算机数据管理领域运用最多的技术。

故障诊断过程要通过多种分析来实现,这一过程不可避免地要产生大量数据、图表、实验曲线,还可能进行多种运算、处理等,这就有必要使用计算机把实验数据、中间计算结果等事先存储起来。而数据库系统具有数据结构化、最低冗余度、较高的程序与数据独立性、易于扩充、易于编制应用程序等优点,能够有效及时地处理数据库中的数据,并提供安全性和完整性保证,它也是故障诊断专家系统所必不可少的部分。为此我们引入相应的软件系统——数据库管理系统(Data Base Management System,简称DBMS),在建立、运用和维护时对数据库进行统一控制。本系统采用中文版Foxpro 2.5 for Windows作为数据库运行环境,在此基础上编程实现管理功能。

## 二、故障诊断系统的实体—联系模型

在进行数据库设计之前,我们首先对系统作需求分析和概念结构设计,明确故障诊断的实施过程,并将故障诊断涉及的实体及其联系进行详尽的剖析。得到实体—联系图(图1)。

图中主要有三种符号:方框内为实体型,即研究对象的名称;菱形框内为实体与实体间关系的名称,关系可分为一对一、一对多和多对多三种;椭圆框表示某个实体或某个关系应该存储的数据项,这些数据项在数据库中称为实体或关系的属性,它是数据的最小单元。

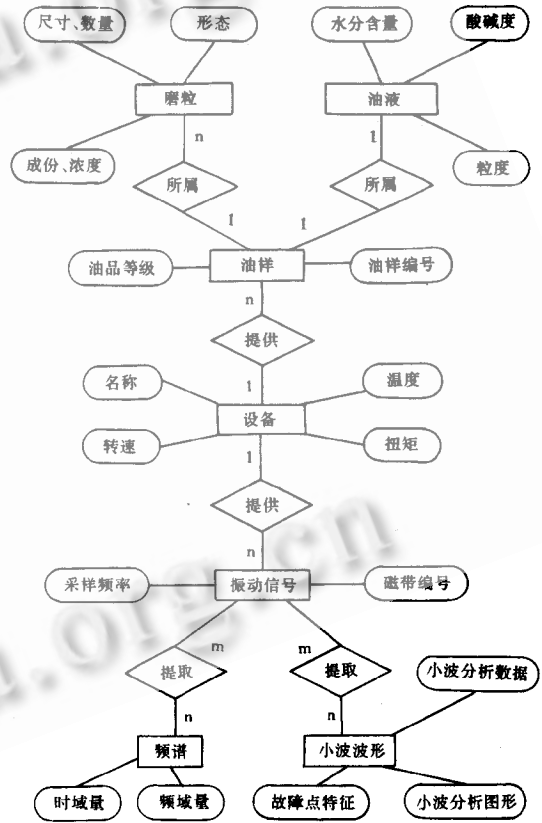


图1 故障诊断系统实体联系图

如图所示,实体型“设备”位于图形中央位置,由它开始,向上下扩展展示故障诊断的各个组成:设备提供振动信号和油样,振动信号又提取出频谱和小波波形,而油液和磨粒与油样为所属关系。图中数字1、n、m表示各实体之间的比例关系,1:1表示一对一关系,1:n表示一对多关系,m:n表示多对多关系。各实体型都有自己的属性:设备具有名称、温度、转速、扭矩等属性,振动信号则

包含采样频率、磁带编号等属性,其提取出的频谱包含时域量和频域量,小波波形则有数据、图形、故障点等特征。油样具有油品等级(类型)、油样编号等属性,油样所属的磨粒包含尺寸、数量(颗粒计数)、形态(铁谱)、成分、浓度(光谱)等特征,油液包含的特征则有粘度、酸碱度、水分含量等。

根据图中所描述的故障诊断系统的结构,我们就可以将概念模型转化为数据库系统支持的数据模型,也即开始建立数据库管理系统的第一步——构造数据库的结构。

### 三、数据库的结构

结合上文的实体—联系图,本系统确定了以下的故障诊断系统的数据库构成。

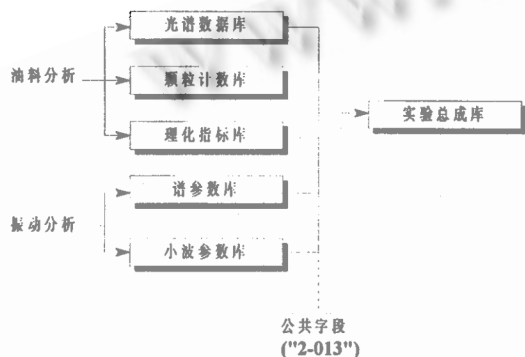


图2 故障诊断系统数据库构成图

针对故障诊断的多种分析方法,我们建立了以下的数据库(见故障诊断数据库构成图):光谱库包含油料中多种元素的微量含量;颗粒计数库包含油料中不同尺寸颗粒的数量;理化指标库则用于存储油样的温度、粘度、水分含量、酸碱度等品质特征参数,及被测系统的一些机械特征参数,如转速、扭矩、功率、室温等。谱参数库用于存储振动谱分析所得到的时、频域特征量;小波参数库用于存储振动小波分析所得到的数据、图形、故障点特征数据文件名,这些文件可在需要时打开以供查询。以上各库都具有一个公共字段,即“采样序号”,它将实验编号与样品序号相结合(如“2-013”表示第二次实验的第13个样品),从而使各库中的记录一一对应起来。

作为每次实验的汇总,还建立起一个实验总成库存储各次实验的对象、时间、润滑油型号等参数,同时存储各个测得量随时间变化的曲线。

数据库中各数据项都有特定属性和长度。以光谱分析为例,展示其数据结构如下表:

表1 光谱分析库数据结构

数据项名	类型	长度	单位	取值范围
采样序号	字符型	6		格式为 99-999
标准曲线名	字符型	10		
Fe(含量)	数字型	7.2	ppm	
Cu	数字型	7.2	ppm	
Al	数字型	7.2	ppm	
...	...	...	...	
Mg	数字型	7.2	ppm	
Mo	数字型	7.2	ppm	
Ti	数字型	7.2	ppm	

### 四、系统的功能设计

以下视图都是以本实验室于1995年3月所作的1150G高增压柴油机实验数据为例子,在此基础上编程实现数据库系统的各个功能。

故障诊断数据库系统首先应具备一个典型数据库系统的基本功能,如:浏览、插入、补充、修改、删除各项记录,这些功能在用户视图上实现(参见光谱分析数据视图,右列为翻页键)。



图3 光谱分析数据视图

此外还需要完成对库中信息的索引、排序、查询、统计、报表等,这既可以在用户视图上作为按钮实现,也可以利用系统菜单选项实现。索引可以提高查询速度,查

询为一交互式界面,可在多处被调用,利用它用户可以将查询判别条件转换为查询表达式(等式和不等式形式),再经过编辑转换为 Foxpro 认可的逻辑语句,这组语句被送往各调用查询窗口的父窗口进行判别,得到满足一定查询条件的浏览结果、统计及报表等。统计与报表相联系,对一种特定故障分析方法所得的数据作一张报表,报表中既可包含全部记录,也可以是满足一定查询条件的记录;然后对这些记录进行统计总结。

## 五、高级功能设计

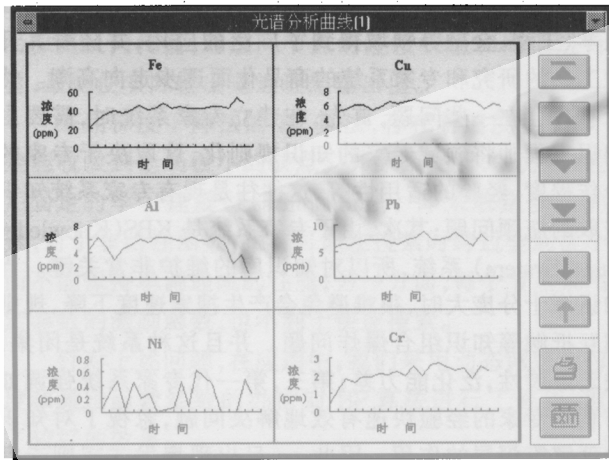


图 4 光谱分析曲线视图

故障诊断数据库有其特殊性,即数据的输入、输出接口设计和图形存储、文件查询:

诊断测试中的一部分已实现计算机化,产生的数据以文本文件的形式存储于计算机中,而 Foxpro 具有的强大功能使这些文本数据直接向数据库中记录的转换成为可能,因此可以避免手工输入数据,这便是数据库的输入接口的设计。如光谱分析得到的数据以 .txt 文件形式存在,输入前先去掉多余的项,使之与预定的数据库结构相符合,即可进行数据传输。同时,数据库中的记录也可以转换为文本文件的形式以便于特定的环境。

实验数据的处理过程中不可避免地会产生大量图形,在必要时需进行查看和修改。为此将部分图形以通用字段的形式存储在数据库中,作为库中信息显示在用户界面上(参看图 4)。

由于图形占用内存空间较大,若将所有实验数据分析产生的图形都直接存储在数据库中将导致计算机处理速度大大减慢;此外,振动分析的部分计算产生的数据量相当大且直观性较差,也没有必要都直接存储在数据库中。为此仅将这些图形和数据单独存为文件形式,库中只存储文件的路径和名称,需要时再调用外部应用程序来打开文件进行读写操作。

上文所介绍的大部分工作已经完成,并成功地用在了诊断实践中,为诊断决策的研究和建立提供了极大的方便。本系统需要进一步改进的地方是继续完善其本身与外部数据与外部程序的接口,与诊断实施过程链中的前、后环节更紧密地结合,更好地实现智能化。

## 新书介绍

《空间角度自动计算》由国防工业出版社出版,孙伯鲁著。三维空间角度计算在国防、航空、航天、光学仪器、机械等领域应用十分广泛,但由于复杂的空间情况和组合形式,计算过程十分繁杂,传统方法已不能满足使用要求,迫切需要一个高效率、高精度相统一的计算方法。作者总结多年的研究成果,按照新的计算原理,结合计算机技术,实现了对任何一种空间角度的静、动态自动计算和分析,大大提高了计算的精确度和实时性。书中详细论述了作者研究的新的计算原理、空间角度系统的分类、几何模型的建立、规范化数学模型的导出、计算软件的编制和应用,并列举了大量具有代表性的计算实例。

该书配套软件《空间角度自动计算(软件)》由国防工业出版社出版,孙伯鲁、孙乔著。软件包括:使用说明(可执行文件,无需启动中文系统即可阅读)、文件清单、安装程序、主程序、演示软件、三维动画和数据文件等几部分。

有需要书及软件者可与国防工业出版社或郑州工业大学(原郑州工学院)机械系制图中心孙伯鲁教授联系,邮编 450002。