

陈志业 董 颖 主编

安全系统工程在火力发电厂应用丛书

故障数据库与安全评价

郭新华 王忙虎 荀吉辉 编著

TP3

5

北京科学技术出版社

陈志业 董铸 主编

安全系统工程在火力发电厂应用丛书

故障数据库与安全评价

郭新华 王忙虎 荀吉辉 编著

北京科学技术出版社

内 容 提 要

本书由两篇组成。第一篇为数据库和火电厂安全数据处理系统。本篇主要介绍了数据库的基本概念、特点、设计、编码、以及数据的组织和处理等；第二篇为安全评价概念和安全评价方法。本篇主要介绍国内外安全评价方法和火电厂的安全评价问题，最后还概要地论述了模糊聚类评价法。

本书第一篇由荀吉辉编写；第二篇第一、二、三章由郭新华编写；第四章由王忙虎编写

安全系统工程在火力发电厂应用丛书

故障数据库与安全评价

郭新华 王忙虎 荀吉辉·编著

*

北京科学技术出版社出版
(北京西直门外南路19号)

北京科学技术出版社发行
北京怀柔平义分印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 5.75印张 126千字
1988年11月第一版 1988年11月第一次印刷
印数1—5010册

ISBN 7-5304-0630-2/Z·326

定价：2.50元

序 言

安全系统工程是近十多年来发展起来的一门软科学技术，它采用系统工程的方法和计算机技术，分析和评价生产过程中的不安全因素，揭示其规律，确定安全决策和预防措施，达到控制事故之目的。安全系统工程这门新兴科学，正日益为人们所接受，为安全管理工作现代化开辟了新的途径。

安全系统工程在火力发电厂应用丛书，是由华中电管局、河南省电力局、华北电力学院、湖北省电力试验研究所、河南焦作电厂等单位组成的“水电部安全系统工程课题组”编写的。该书总结了近几年来国内外研究的最新成就，介绍了课题组结合火力发电厂实际应用所取得的新成果：安全检查表、典型故障树、计算机算法等，具有较强的实用性。焦作发电厂的实践经验表明，采用安全系统工程的方法，指导安全管理，使企业安全生产面貌有所改善，经济效益得到明显提高。打破了事故不可知论的传统观念，为电业生产贯彻“安全第一、预防为主”的方针提供一种新的手段。

安全系统工程在火力发电厂应用丛书现分五册出版，由陈志业和董铸同志主编。

《安全检查表的编制与应用》由卫阳山、冀国全、邵春芝编著。

《故障树的编制与应用》由邓庆松、郭新华、马献图编

著。

《故障树分析与计算机算法》由陈志业、王平、董铸编著。

《故障数据库与安全评价》由郭新华、王忙虎、杜吉辉编著。

《事件树分析方法》由陈志业、邓庆松、王殿昌编著。

本丛书可作为电力系统和其它行业、大专院校、科研单位广大工程技术人员、工人、学生、科研人员和领导干部的参考读物。

本丛书在编写过程中得到有关专家、学者和关心该书出版的王强司长、杨以涵教授、张翼鹏高工、曾令文高工、杨振鹏副教授、梁秉鲁高工、陈家玠高工、张光明工程师、杨效生工程师、孙书立工程师等的大力支持，同时在安全检查表及故障树的编制过程中，得到焦作电厂的张明德副厂长、曹允冲副厂长、区嘉棠总工程师、毋济安科长、邬克学主任、蒋桂韵主任、杨心瀛主任、刘根堂主任等领导广大职工的大力协作，在此深表感谢。

由于作者水平有限，错误和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1988年7月

目 录

序 言

第一篇 数据库和火电厂安全数据处理系统

| | |
|------------------------------|----|
| 第一章 数据库的基本概念 | 1 |
| 第一节 引言 | 1 |
| 第二节 数据库及其特点 | 2 |
| 第三节 数据结构及数据库的种类 | 5 |
| 第四节 dBASE-III 的简介 | 8 |
| 第二章 数据库设计 | 9 |
| 第一节 数据库设计 | 11 |
| 第二节 数据库应用程序设计 | 18 |
| 第三章 火电厂故障资料数据的组织和处理 | 27 |
| 第一节 数据的分类和编码 | 27 |
| 第二节 数据的组织和处理 | 30 |
| 第四章 火电厂安全管理数据处理系统 | 35 |
| 第一节 数据库设计 | 35 |
| 第二节 程序设计 | 44 |
| 第二篇 安全评价概念与安全评价方法 | |
| 第一章 概述 | 51 |
| 第一节 安全评价的概念 | 52 |
| 第二节 国内外安全评价方法概述 | 54 |
| 第三节 安全指标 | 66 |
| 第二章 目前国内外采用安全评价方法介绍 | 70 |
| 第一节 企业安全活动评价标准 | 70 |
| 第二节 六阶段综合评价法(日本,1976年) | 70 |
| 第三节 作业条件的危险性评价 | 89 |

| | | |
|-------|------------------------------|-----|
| 第四节 | 机械行业危险性评价方法 | 3 |
| 第三章 | 目前我国发电厂安全评价方法 | 111 |
| 第四章 | 火电厂模糊聚类评价法 | 121 |
| 第一节 | 问题的提出 | 121 |
| 第二节 | 危险性模糊聚类分析方法 | 122 |
| 第三节 | 火电厂安全评价方法 | 153 |
| 附录 I | 中华人民共和国国家标准 企业职工伤亡事故分类 | 166 |
| 附录 II | 模糊数学基础知识 | 170 |

第一篇 数据库和火电厂

安全数据处理系统

第一章 数据库的基本概念

第一节 引言

随着科学技术的发展，特别是现代电子计算机技术、管理科学和信息科学的进展，电子计算机已成为现代管理工程中不可缺少的工具。利用电子计算机进行现代管理，必须涉及许多数据资料，以这些数据资料为基础，研究现代企业管理系统中的信息活动全过程，有效地为各种管理工作提供决策信息。在电子计算机在得到普及应用和数据库技术出现之前，对于各种数据处理工作，首先面临的问题便是缺乏可利用的有效数据资料。因为在那个时代，数据处理都是依靠手工进行的，各种数据都是记录在帐簿或卡片上，进行数据处理时要查阅大量的原始数据记录单，这样，不仅数据庞杂繁多，工作量大，而且往往会出现急需时找不到所需的原始数据记录或原始数据丢失的情形。因此往往使数据处理工作人员显得力不从心。再者，对于复杂的大系统，由于原始数据太多，原始记录凭手工记录的单据也难以妥善地保存和收藏，并且数据精度也不能得到有效的保证。

目前，在我国开展安全系统工程的研究与应用时，首先遇到的问题也就是缺乏有效的、完善的事故数据统计和处理。在安全系统工程中，为了定量分析的需要，必须具有完

善有效的事事故或故障资料数据库。从这一观点出发，国外许多国家纷纷建立了自己的事故数据库，甚至实现了跨国的联合存储与检索。因此，从国外的发展情况和国内的实际需要来看，建立事故数据库，实现事故数据的统一管理与共享，对于安全系统工程的全面开展应用已经是势在必行了。

随着数据库技术的出现和采用，电子计算机技术的飞速发展，我们变革传统的数据资料管理方式有了有力的手段，采用原始的数据处理时所面临的局面也可以得到彻底改变。采用数据库技术，建立起数据库以后，就象有了一个掌握多种应用数据的数据处理人员，可以把原始记录编排得很好，只需用最少的记录工作量，便能够保存和查阅各种原始数据，以回答各种可能出现的询问，数据处理工作变得更为有效。

第二节 数据库及其特点

在利用计算机管理数据时，需要对大量庞杂的数据进行分类、存储、查询、修改和增删等等，这些工作就是数据管理，要对这些数据进行全面的、有效的管理就需要一种用软件实现的数据库管理系统。一个好的数据库管理系统(Data Base Management System, 简称DBMS)不但能够减少许多重复性工作，而且还允许你采取各种方式来处理同一组数据。

在这里，我们所称的数据，就是用来描述客观事物，并且能输入到计算机中被计算机所识别的数字、文字（例如大写或小写的英文字母、汉字等）、图形和声音等等的总称。它是对记录下来的事实的描述，只不过要求这些描述能够被计算机识别。

在给数据库下定义之前，回顾一下数据库技术的发展过程，对理解数据库及其特点也许是有帮助的。自1945年第一台电子计算机诞生以来，计算机系统从用于军事和科学计算领域扩展到了应用数据处理的各个领域。在电子计算机刚问世不久之时，对计算机系统只注重于计算速度，而对数据存储没有很大的要求。随着计算机应用领域的扩大，计算机数据处理逐渐引起了人们的关注。在50年代，数据处理系统是独立设计的简单子系统，直到60年代，才出现以实现数据资料共享为目的的数据集中存储和数据库的概念。从60年代初到70年代初，是数据库技术发展的初始阶段。初期，人们把数据库(Data Base)简单地当作“提供数据的基地”，数据处理也就是用一些复杂的计算机程序对大量的数据执行一组特定的任务，这种程序是用户用某种高级计算机语言，例如COBOL语言编写的。这一时期的数据库还没有脱离文件形式的特点。

到了70年代，数据库技术得到了急速发展。一方面是因为计算机硬件系统的性能价格比不断提高，另一方面是由于商业方面的应用程序包得到了广泛的采用，并开始出现了以关系模式为方向的数据库系统。在1970年，美国的E.F. Godd提出了以数据的关系模式为基础的数据库理论以后，数据库技术得到了重大的发展。使用关系方式的数据库系统以后，给用户的使用带来了很大的方便和灵活，程序的设计便不再依赖于计算机的物理结构，也不再需要编制和调用文件。

到80年代以后，数据库系统开始普遍地应用于各个领域。数据库技术从此也变得更加成熟了。各种专用的商品化的数据库系统应运而生，得到广泛的应用。

纵观数据库技术的发展历史，可以看到，数据库最初是由文件形式发展而来的。经过多年的发展演变，直到目前还处于研究发展的阶段。数据库的一些概念、原理和方法也都处于研究、发展和不断变化之中。因此，对数据库的定义也不尽相同，很难用一句话准确地表达出来。在不同的发展时期，对数据库的定义也不相同。但是只要把握了其主要特点，便不难理解和体会数据库的含义。我们可以这样来定义数据库：数据库是一个能为多种应用提供共享数据的数据集合。其主要含义如下：

1) 在数据库中，数据是信息高度共享的相关数据的集合；

2) 数据库中的数据应该具有多种流通过程和合理的存储结构；

3) 数据库中，数据的存储和使用不依赖于使用数据的方式和要求。

我们注意到，数据库是能够满足多个用户的多种需要而相互联系的、可以被共享的数据集合。采用数据库技术存储起来的数据可以不受使用程序的限制，并且可以使用一个通用可控、简明易行的方式来添加新的数据，或者修改和检索查询现有的数据。与文件系统相比较，数据库具有如下几个特点：

(1) 具有最小的数据冗余度 (*Redundancy*)。在文件系统中，数据多是根据应用程序的需要而独自建立的，因而必将出现大量的重复数据，不仅浪费大量的存储空间，也使数据的修改十分困难，以致经常出现数据的不一致，降低了数据的可靠性和正确性。采用数据库技术建立起来的数据，实现了在最大范围内的共享，即数据在统一的控制下为

尽可能多的应用项目享受，使数据的冗余度降至最小的程度。

(2) 数据具有独立性。数据库技术的最+特点就是数据库中的数据和使用它的各个程序相互独立，互不依赖。无论是数据的改变还是程序的改变，都不致影响到另一方，并且还能容易地重新组织数据，添加新的数据。同时，在数据结构和数据位置变动或者存储数据的物理设备变更时都不需要重新编写应用程序。这些在文件系统中都是不可能办到的，因为文件系统主要依据具体应用程序的要求而建立，数据的逻辑结构与物理结构是一致的，是在具体的应用程序的要求下进行优化的。一旦修改了某些数据的结构，则应用程序也必将进行相应的修改。相反，当应用程序改变后，相应的数据结构也要修改。这样，数据与应用程序是相互依赖的，数据缺乏独立性。

(3) 在数据库中，数据的完整性、安全性和保密性可以得到数据库管理系统的统一控制和管理，能以尽可能高的效率给用户的工作所需的数据。在文件系统中，对这些管理控制缺乏规格化的模式和统一的方法。对数据的正确性、安全性和保密性等缺乏有效的保证。

总之，采用数据库技术以后，计算机在数据处理方面的应用得到了飞速的发展，降低了应用维护费用，提高了用户的数据使用效率。随着电子计算机技术的进步和数据库技术的发展，数据库必将成为一切数据处理工作的支柱。

第三节 数据结构及数据库的种类

从数据库的定义知道，数据库是数据的集合，是这个集合将数据按结构有联系地组织在一起。那么数据库到底是按

什么样的结构和联系来组织数据的呢？数据结构所指的是什么？

所谓的数据结构就是指数据的组织形式。它描述了数据之间的联系，可以用这样一个数学表达式来定义，即

$$DS = (D, R)$$

式中 DS ——称为数据结构；

D ——数据；

R ——数据对象之间存在的关系的集合。

数据结构又分为数据的逻辑结构和数据的物理结构。数据的逻辑结构是指应用程序的角度来看数据是如何安排和存放的。它是从逻辑的观点来观察数据，不考虑数据的存储位置。数据的物理结构也就是数据的存贮结构，它是数据的逻辑结构在计算机存储器中的实现，因而它依赖于具体的计算机。

对数据结构的分类，实际上也是数据的逻辑结构的分类。在编制应用程序时，涉及最多的也还是对数据库的整体逻辑描述（即数据库的整体逻辑结构）。这也就是数据库管理员看到的数据库，它是所有用户视图的一个最小并集。

数据结构从逻辑上一般分为以下三种类型：

(1) 分层式数据结构。它是一种有限的定向树。例如在图1-1-1中所表示的水电部的行政分布图，这个图是一个

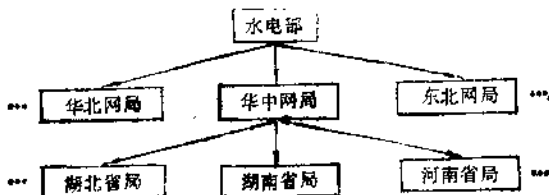


图 1-1-1 水电部行政组成分布图

树形图，树根是水电部，树枝是各网局。树根与树枝的联接关系是 $1:N$ ，即树根为一个，树枝为 N 个。这种数据结构通常称为分层式数据结构，由这种分层式数据结构组成的数据库称作层次式数据库。

(2) 关系式数据结构。关系式数据结构是把数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表格的形式，即具有 m 行 n 列的一张表格。表中每一行就是一个 n 元组，相当于一个记录，每一列称为一个字段，列标题就是字段名称。表 1-1-1 所示的数据结构就是一个关系式数据结构，由关系式数据结构

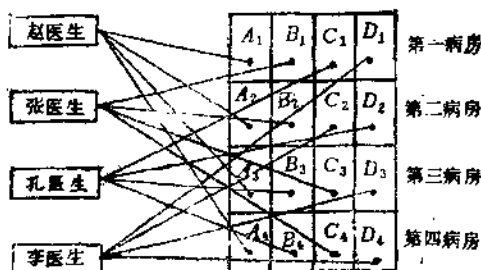


图 1-1-2 网状式数据结构示例图

表 1-1-1

关系式数据结构——工资表：

| 姓名 | 年龄 | 性别 | 基本工资 | 附加工资 | 奖金 | 水电费 | 实发工资 |
|----|----|----|-------|------|----|-----|-------|
| 李明 | 30 | 男 | 80.00 | 15 | 10 | 2.5 | 102.5 |
| 张凯 | 42 | 男 | 98.00 | 15 | 10 | 4.5 | 118.5 |
| 赵凡 | 27 | 男 | 72.00 | 10 | 10 | 2.0 | 90.0 |
| 孔丽 | 25 | 女 | 63.00 | 5 | 10 | 0 | 78.0 |

组成的数据库称为关系式数据库。

(3) 网状数据结构。图1-1-2所示的数据结构就是一个网状的数据结构。在该图中，医生、病房和病人之间的联系是一个网状结构的联系，每一个病人住在一个病房中，由一个医生主治。这种数据项的连结关系称为网状数据结构。由这种类型的数据结构组成的数据库也就称为网络式数据库。

第四节 dBASE-III的简介

1. 概述

dBASE-III是目前国内外相当流行的一种新型关系式数据库管理系统。它是Ashton-Tate公司于一九八四年七月推出面世的。dBASE-III克服了针对八位微型计算机设计的dBASE-II在运行速度、容量、表格输出等方面的缺陷。在功能上、特性上作了很大的改进。它不仅具有dBASE-II的所有功能，而且在处理能力及应用范围上又有加强，增加了一些新的操作命令，具有更加完善的命令语言。

dBASE-III对系统的要求是：它主要适用的机器是IBMPC-XT/AT，IBM-PC，或者是IBM-PC的兼容机。内存总容量要求在256K字节以上。操作系统要求是PC-DOS或MS-DOS2.00以上的版本，硬件需要两台360K软盘驱动器或者一台360K软盘驱动器和一台10M的硬盘驱动器，9针或者24针打印机一台及一台显示器。

dBASE-III具有一套功能很强的人机对话方式，用户可以用这些命令和语言作为编制程序的工具，进行数据的自动处理，解决用户的实际问题。

2. 特点

和dBASE-II比较，dBASE-III具有以下一些特点：

(1) 运行速度快。这主要取决于下面两个方面的改进。其一，dBASE-III的查找方法是折半查询，而dBASE-II是按顺序进行扫描查找的；其二，dBASE-III的缓冲区容量为10K字节，而dBASE-II的缓冲区容量只有4K字节。

(2) 容易使用。当你对某条命令不清楚时，辅助功能命令HELP将会告诉你该命令的内容和使用方法。这一功能对初学者来说是一个得力助手。

(3) 数据文件方面更为先进。dBASE-III可以同时打开10个数据文件，dBASE-II只能打开2个数据文件。每个文件所允许有的记录数目也不一样，dBASE-III允许10亿个记录，dBASE-II只能允许有65535个记录。dBASE-III中每个记录最多可有128个字段，每个字段的字符数可达254个，每个记录的字符数最多可达4000个，dBASE-II中每个记录最多只能有32个字段，每个字段的字符数允许有254个，每个记录的字符数最多只能有1000个。

(4) 数据类型多。dBASE-III的数据类型在dBASE-II的三种数据类型上又增加了两种，即Date〈日期〉类型和Memo〈记忆〉类型。dBASE-II的原有三种数据类型是C〈字符型〉，N〈数字型〉，L〈逻辑型〉。

(5) 文件类型多。在dBASE-II七种文件类型的基础上，增加了DBT·〈记忆字段文件〉和LBL·〈标记文件〉两种文件。

第二章 数据库设计

数据库设计是开发计算机数据处理系统的最主要步骤之

一。数据库设计的好坏，直接影响到数据处理的效率，影响整个数据库系统的性能。如果数据库设计不当，会产生以下几种严重后果：

- 1) 对数据库的查询结果不正确；
- 2) 会增加许多不必要的数据录入工作；
- 3) 把数据录入到计算机建立起数据库以后，要想再改变数据库中的文件结构便相当困难。

在许多计算机软件中，数据库管理系统 (DBMS) 是一种相当灵活而又通用的软件，主要问题是你能如何发挥它的作用。因此，开发一个数据处理系统时所要做的主要工作就是设计出一个成功的数据库。

所谓数据库设计是指对于给定的应用环境，提供一个确定最优数据模型与处理模式的逻辑设计，以及一个确定数据库存储结构与存取方法的物理设计，从建立起既能反映特定的数据结构，又能被某个数据库管理系统 (DBMS) 所接受，同时具备有效的存取性能的数据库。一个设计成功的数据库，不但能够使数据库管理系统更加有效地工作，而且能提高人机之间交换，同时具有以下几个特点：

- 1) 数据库组织结构清晰而有条理，任何人一看就懂；
- 2) 对未来可能发生的各种变化，数据库具有很强的适应能力。不必重新设计数据库结构，应用程序也不用重写，或改动很少便可适应新的要求；
- 3) 对数据库的各项操作简便易行，效率高。数据录入工作量很小，修改相同数据的次数少，并且在要修改数据时，能够迅速地进行修改；
- 4) 能够防止用户对数据库中的数据进行不当的删除而丢失信息。